探索者的足迹

中国地震局地质研究所60年纪念文集

中国地震局地质研究所 编

地震出版社

图书在版编目（CIP）数据

探索者的足迹：中国地震局地质研究所 60 年纪念文集 /
中国地震局地质研究所编 . —北京：地震出版社，2011.12
ISBN 978-7-5028-3968-0
I. ①探… II. ①中… III. ①地震地质学—研究所—中国—纪念文集
IV. ① P315.2-242.1
中国版本图书馆 CIP 数据核字（2011）第 258856 号

地震版 XM2547

探索者的足迹
——中国地震局地质研究所 60 年纪念文集

中国地震局地质研究所 编
责任编辑：董 青 樊 钰
责任校对：李 珺

出版发行：地 震 出 版 社

北京民族学院南路 9 号	邮编：100081
发行部：68423031 68467993	传真：88421706
门市部：68467991	传真：68467991
总编室：68462709 68423029	传真：68455221
专业部：68467982 68721991	
http://www.dzpress.com.cn	

经销：全国各地新华书店
印刷：北京天成印务有限责任公司

版（印）次：2011 年 12 月第一版 2011 年 12 月第一次印刷
开本：787 × 1092 1/16
字数：437 千字
印张：23 插页：4
印数：0001 ~ 1500
书号：ISBN 978-7-5028-3968-0/P（4640）
定价：68.00 元

版权所有 翻印必究
（图书出现印装问题，本社负责调换）

编　委　会

主　任：张培震

副主任：欧阳飚　江　钊　马胜利　徐锡伟

主　编：欧阳飚　叶　洪

副主编：陈树岩　王连芳　高祥林

委　员：（按姓氏笔画排序）

王连芳　叶　洪　刘　萍　汪一鹏

陈　彪　陈树岩　林传勇　欧阳飚

祖金华　高　阳　高祥林　续锐镛

秘　书：高　阳

忆往昔
前辈风餐露宿踏遍青山探地球奥秘
盼未来
后生精诚团结寻求良途破地震难关

李玶　二〇一一年

攻克地震预报难题
攀登地震科学高峰

刘若新 二〇一一年

祭賀地質研究所所庆

艱苦奋斗成果累累

奋勇攀登再创辉煌

丁国瑜贺



六十年踏勘风雨兼程铸伟业

新世纪攻坚继往开来展宏图

马宗晋　二〇一一年

贺中国地震局地质研究所六十大庆

取乎其上，得乎其中；取乎其中，得乎其下。在与自然斗争中，只有不断地向上攀登、深入探索，才可能看到其中的奥秘。

马瑾　二〇一一年

賀地質所六十周年

有志者事竟成

起东

辛卯年

六十春秋，精英辈出
勇于探索，硕果累累
继往开来，第一人才

刘启元　二〇一一年

弘揚『始终面向国家需求、始终重视观测资料、始终站在科学前沿、始终坚持综合研究』的地质所精神；

傳承『崇尚学术、快乐科研』的地质所文化。

让地质所的明天更加辉煌！

张培震　二〇一一年

目　　录

前　　言 …… 欧阳飚

第一篇　师表风范 …… 01

远见卓识　开拓创新——纪念侯德封先生 …… 王连芳　02

纪念何作霖先生 …… 何永年　叶大年　07

尹赞勋先生对我国地质学研究的杰出贡献 …… 徐道一　丁梦麟　13

学而优则用　学而优则创——纪念导师张文佑先生 …… 叶　洪　20

纪念我国地震地质学的重要奠基人张文佑先生 …… 张培震　28

追思徐煜坚先生 …… 汪良谋　楚全芝　31

重实践　重创新——记谷德振先生的学术风格 …… 车用太　34

刘东生先生的治学原则和方法 …… 王克鲁　39

满园春色关不住——纪念马杏垣先生 …… 张家声　44

他赢得国际地学界的赞誉——马杏垣先生晚年两项突出成就 …… 杨主恩　53

难以忘怀的恩师——忆全国职工教育先进教师肖熹光教授

…… 陈树岩　刘　萍　曾祥荣　林传勇　王连芳　张忠连　56

勇于科学探索　热心培育新人——记罗焕炎先生 …… 高祥林　62

心有大爱——记李玶院士 …… 尹功明　66

怀念我们的好领导高文学同志 …… 蒋凤亮　68

平凡人生，不平凡的业绩——记刘若新老师 …… 樊祺诚　72

丁国瑜先生的科研工作业绩 …… 卢演俦　陈　杰　尹功明　王　萍　76

长中短临报地震　南北西东论全球——记马宗晋先生 …… 杜品仁　80
马瑾先生剪影 …… 刘力强　85
在不断探索中前行——记邓起东院士 …… 张培震　徐锡伟　晁洪太　90

第二篇　如歌岁月 …… 95

《中国大地构造图》及《中国大地构造纲要》诞生记 …… 李存悌　96
三峡工作的点滴回忆 …… 李玶 口述　赵东芝 整理　100
参加中国黄土研究 …… 王挺梅　107
半个世纪前西部南水北调工作对科研的启迪 …… 高名修　110
川滇地区地质考察趣闻 …… 汪良谋　114
中国东部地学大断面的编制和研究 …… 杨主恩　118
对地质所研究工作的两点认识 …… 刘若新　120
我的“快乐科研”经历——学术研究和科技创新中的苦与乐 …… 张培震　126
回忆构造物理研究室的几则往事 …… 马　瑾　130
室内地震实验场——双轴伺服加载与多参数观测系统 …… 刘力强　133
中国活动构造图 …… 邓起东　136
诱发地震研究纪事 …… 胡毓良　138
从珠峰科考到青藏高原研究 …… 汪一鹏　146
灾害编图与减灾 …… 高庆华　150
向地壳深部进军——记地震转换波测深法的发展历程 …… 邵学钟　153
活动构造大比例尺地质填图和定量研究 …… 邓起东　157
中法活断层合作研究的成就与启示 …… 虢顺民　161
火山工作的艰难开局 …… 刘若新　171
让石头重回深处 …… 张　流　175

八年奋斗，终结硕果——记“城市活动断层探测与地震危险性评价”
科研项目 …… “城市活动断层探测与地震危险性评价”项目专家组 179
一段难以忘怀的经历——记“首都圈地震地质环境与地震灾害”科研项目
…… 王连芳 183
两度穿越喜马拉雅山见闻 …… 郑剑东 187
为他人做“嫁衣裳” …… 姚彦之 190
一段美好的回忆 …… 黄秀铭 192
难忘的大亚湾核电站选址兼谈世界核电安全 …… 丁梦麟 196
地质所的回忆 …… 位梦华 202
1988年北京国际构造物理会议 …… 洪汉净 206
成功举办“第十九届国际地球电磁感应学术讨论会” …… 赵国泽 肖骑彬 208
忘我工作，献身地震科学事业
——记奋战在地震现场的年轻地学工作者 …… 于贵华 213
踏上地球之巅——忆1975年珠穆朗玛峰科学考察 …… 林传勇 218
探索地震预测、预报之路 …… 高名修 222
我和地震预报 …… 董瑞树 227
我所地下流体学科发展与地震预测科学探索的点滴回顾 …… 车用太 231
1973年四川炉霍7.6级地震考察二三事…… 徐 杰 235
1975年辽宁海城7.3级地震考察…… 邓起东 241
海城地震夜观火球 …… 徐好民 244
唐山地震忆与议 …… 虢顺民 247
昆仑山口西8.1级地震考察暨趣事 …… 马文涛 徐锡伟 251
忆汶川5·12地震应急科学考察队 …… 冉勇康 255
地质所也可以成为品牌——参加玉树地震应急工作有感 …… 陈立春 262
所庆六十年抒怀 …… 高清武 265

积历史之厚蕴 …… 张渤涛 266
地质所六十年贺 …… 刘北辅 267

第三篇 桃李天下 …… 269

昔日莘莘学子，今日栋梁之材——喜看地质所毕业研究生的成长
…… 陈树岩 吴妍萍 高 阳 孟宪诒 郝 伟 周玉亭 孙为民 270
难忘的岁月 …… 李起彤 278
初进地质所的日子 …… 叶 洪 281
做学问从这里开始 …… 皇甫岗 289
两期学习两段感情留下串串故事 …… 晁洪太 292
记研究生期间的二三事 …… 柳覃卓 296
从这里起步和成长 …… 雷 军 299
难忘师生情 …… 李学政 304
怀念在地质所的学生生活 …… 孙 雄 308
一个博士研究生的成长历程 …… 周永胜 311
记忆深刻的读博之路 …… 袁道阳 315
研究生时代的回忆 …… 陈顺云 317
探寻大地脉动的节律——建所六十年庆 …… 郑荣章 322

第四篇 风采依然 …… 325

中国地震局地质研究所60年历史照片剪影 …… 326

编后语 …… 351

前　言

◎ 欧阳飚

我所的前身——原中国科学院地质研究所，是1950年至1951年期间，全国地质机构大规模重组过程中，在前中央研究院地质研究所及前经济部中央地质调查所部分精锐力量的基础上组建起来的。作为地质科研领域的“国家队”，我所曾经是我国首个“全方位”的综合性地质科研机构，专业设置几乎覆盖了地质学的所有重要分支，在侯德封、张文佑、尹赞勋、何作霖、刘东生、谷德振等一批前辈地质学大师的带领下，为共和国早期地质事业的发展，建立了具有开创意义的丰功伟绩。1966年邢台地震以后，面对巨大的地震灾害，国家要求我所的工作转向以地震研究为主，由此开始了我所在科研方向上的重要历史转型。1971年国家地震局成立，我所开始隶属国家地震局领导。1978年国家同意中国科学院按“地震需要优先”的原则，从我所调出约半数科研人员重新组建中国科学院下属的地质研究所，我所更名为国家地震局地质研究所。1998年我所更名为中国地震局地质研究所。几十年来，随着我国“防震减灾”事业的日益发展，我所已建设成为一个具有重要国际影响力的多学科、多手段、综合性、高水准的地震科学研究基地，为国家的“防震减灾”工作及地球科学事业的发展，特别是地震学科的发展，作出了重大贡献。

2011年，我们迎来了建所60年大庆。60年的光辉历程，60年的开拓创新，在这60年探索地球和地震奥秘的科学征途中，有许多难忘的历史时刻，有许多感人的科研往事，至今仍萦绕在我们“地质所人”的记忆之中。这是一份十分宝贵的精神财富，值得我们永远珍惜。它将激励我们，特别是我所年青的一代，在新的历史时期，以更加饱满的热情，应对挑战，再创辉煌。为此，2011年初，研究所所务会议决定，在庆祝我所成立60年的纪念活动中，在编辑出版《探索地震奥秘之路——中国地震局地质研究所60年纪念册》的同时，编辑出版这本《探索者的足迹——中国地震局地质研究所60年纪念文集》，并特别邀请了陈树岩、叶洪、汪一鹏、王连芳、林传勇、高祥林等六位退休的老专家，参与“纪念册”与“纪念文集”的组稿与编撰工作。

2011年3月下旬，这本“纪念文集”的征文活动正式开始，立即得到了全所广大职工的积极响应，来稿十分踊跃。作者中既有许多在研究所工作了数十年，现已离

退休的老一代科学家，也有许多现在正在第一线奋力工作的中青年科技人员。有些老同志说，我们在地质所工作了一辈子，地质所就是我们的家，这本“纪念文集”就是我们的“家书”。还有一些离所已多年的老同事和一些已毕业多年的研究生，也还一直惦记着自己的这个“家”，纷纷从所外、京外乃至国外发来了情意浓浓的回忆文章。征文活动反响之热烈，大大超出了我们的预想，充分显示出我们这个“家”的凝聚力和亲和力，也充分说明了我们当初决定出版这本纪念文集是十分有意义的。

这本纪念文集由“师表风范”、“如歌岁月”、“桃李天下”、“风采依然”四篇组成。

第一篇“师表风范”写了我们研究所的侯德封、张文佑等 10 位院士，徐煜坚等 4 位著名的前辈科学家（其中有两位后来在新组建的中国科学院地质研究所当选为中国科学院院士），刘若新等 2 位研究所的老领导兼老科学家，以及为我所职工外语培训作出了杰出贡献的英语及法语专家肖熹光教授。撰写者以学生或同事的身份，回忆和记述老一辈科学家、教育家对我国地质事业及我们研究所的发展所作出的历史性贡献，展现这些老科学家、老教育家的品格风貌、学术成就、历史闪光点，特别是他们给后人树立的行为典范和留下的思想启示。

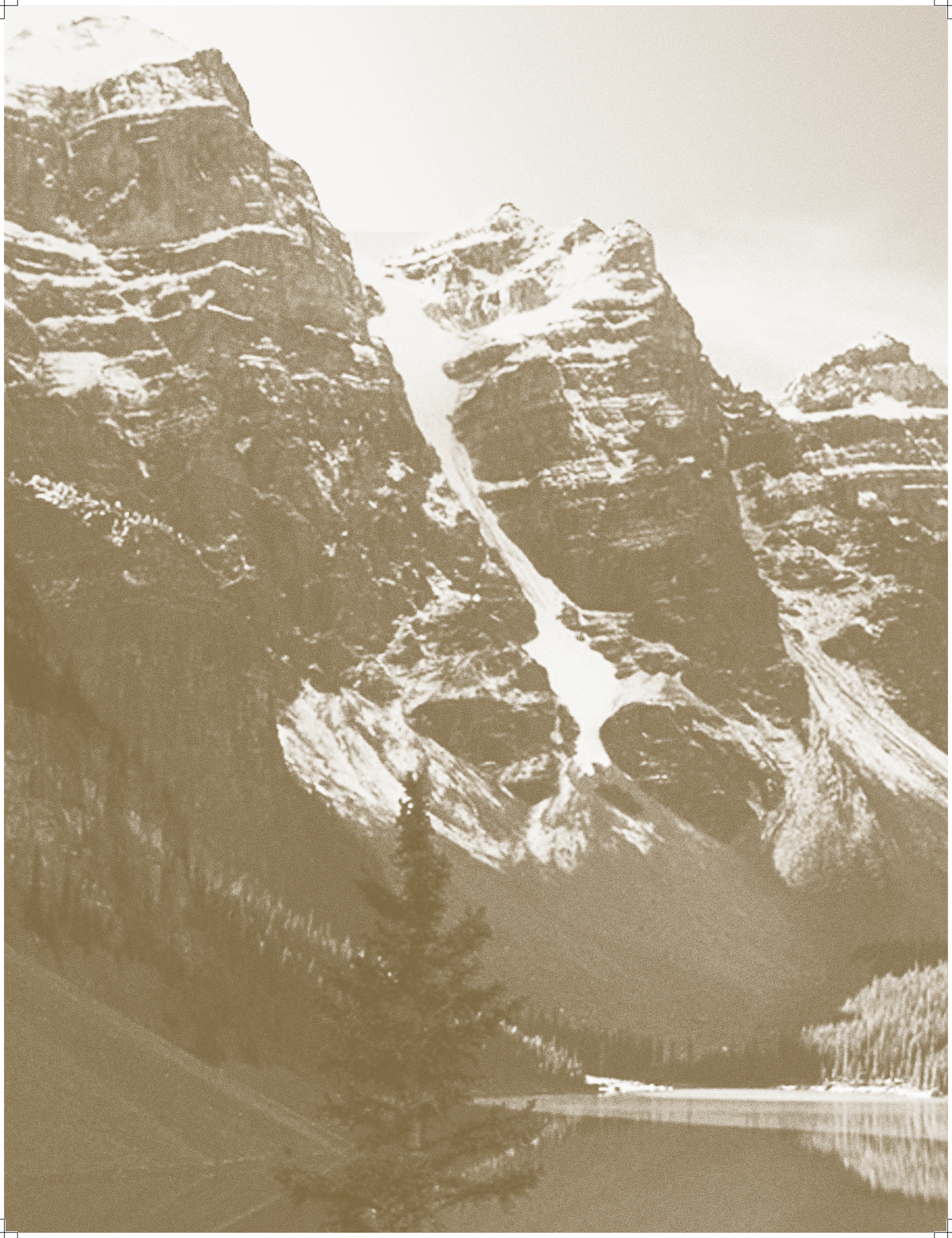
第二篇“如歌岁月”是以我所历史上一系列重要的科研学术活动为主线展开的。作者们回顾、记述了我国第一张 1∶400 万大地构造图的编制，我国早期黄土研究，三峡及南水北调工程的早期工程地质与地震地质工作，我所活动构造、深部构造、构造物理、活动火山、综合减灾、工程地震、诱发地震等学科的创业及发展历史，以及我所在岩石圈大断面计划、城市活断层研究、地震预测、核电站选址、青藏科考、大震考察、国际合作、期刊出版等许多工作中的历史性成就及感人事迹。充分展现出我所几代科技人员勇于创新、勇攀高峰的优良学术传统，以及团结协作、艰苦奋斗的工作作风。

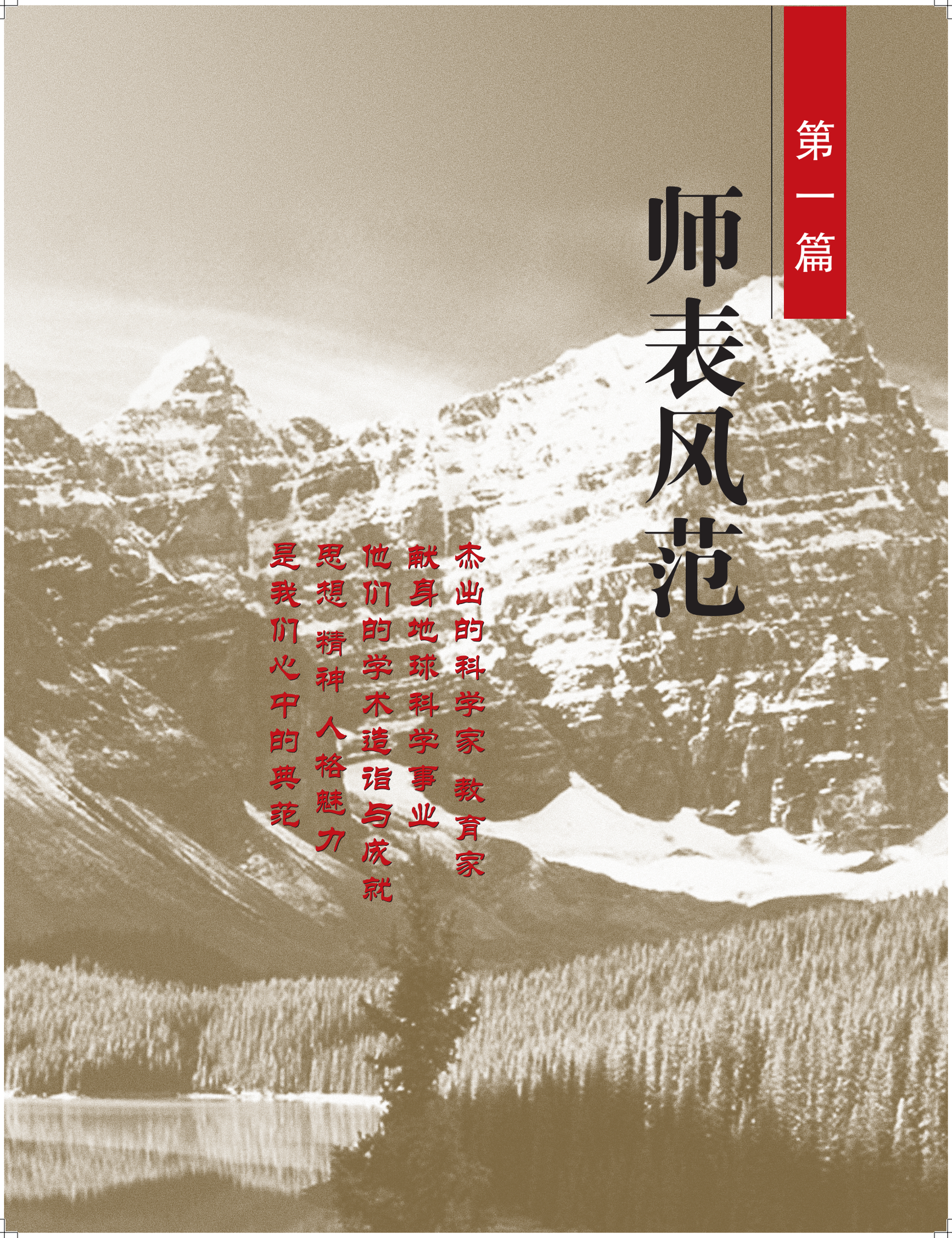
第三篇“桃李天下”主要是由我所昔日的“莘莘学子”们写的。其中有的人在研究生毕业后长期留在所内工作，还有更多人目前正活跃在国内外各个重要的岗位上。在这一篇篇满怀深情的纪念文章中，作者们通过对一件件往事的述说，抒发着终身难忘的师生之情、学友之谊，表达着他们作为“地质所传人”的自豪感和使命感。由我所研究生教育工作几代主管人员合写的那篇综述性文章，则用翔实的材料，对我所研究生教育工作的特色与成绩做了十分精彩的历史性概述。

第四篇“风采依然”是我所 60 年历史照片的剪影，按照内容及大致的年代分成五组：难以忘怀的年轻时；风雪无惧的地质人；热情敬业的管理者；事业传承的生力军；丰姿多彩的人生路。那一幅幅珍藏多年的历史照片，一个个似曾相识的年轻面孔，把人们重新带回到那激情燃烧的年代，重温我们“地质所人”60 年来，那一幕

幕艰难创业、无私奉献的动人历史场景。

马克·吐温曾经风趣地说过："历史不能重复，但它会押韵。"我们传承历史，就是为了开创更加灿烂的明天。在历史的风采中，孕育着未来的希望。但愿如我们在最初征稿时所期望的那样，这本"纪念文集"能成为每个"地质所人"身边的一本"贴心"的书，一本珍藏以往岁月美好回忆的书，一本留存师生同事真挚情谊的书，一本让我们更加热爱生活、更加热爱工作、更加热爱周围人们的书，一本陶冶品性、催人奋进的书。





第一篇

师表风范

杰出的科学家 教育家

献身地球科学事业

他们的学术造诣与成就

思想精神 人格魅力

是我们心中的典范

远见卓识　开拓创新

——纪念侯德封先生

◎ 王连芳



侯德封（1900—1980）

我所第一任所长，1955年当选中国科学院学部委员（院士）我国著名地质学家、矿床学家和地球化学家，我国第四纪地质、地球化学和核子化学的开拓者和奠基人。第二届、第三届全国人民代表大会代表，第五届中国人民政治协商会议常务委员会委员。

侯德封，地质学家、矿床学家和地球化学家，是我国地球化学与第四纪地质学的开拓者和奠基人。虽然与侯老相处的日子并不多，但每一次接触，他的人格、思想和创新精神，都给我留下了深刻的印象，至今记忆犹新，终生难忘。

第一次见面

我与侯德封先生相识是在1958年9月。那一年我考入中国科技大学稀有元素与地球化学系。当时侯德封先生是中国科技大学地球化学系的系主任，中国科学院地质研究所的所长，著名的地质学家。

我是农村来的孩子，从未出过远门，到北京后见到什么都感到新鲜、新奇，真是大开了眼界。不知科学家是什么样子，多想早点见到这位长辈、这位科学家——我们的系主任，我真是天天在盼，日夜在想啊！

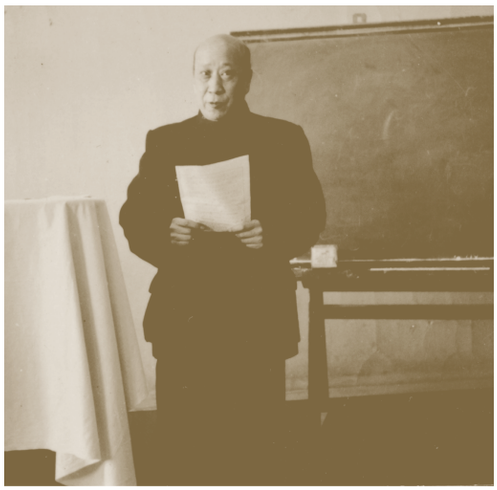
开学典礼很隆重，在当时的政治学院礼堂举行。会上见到了陈毅、聂荣臻等中央领导同志和我们的校长郭沫若先生、郁文书记，还有中科院党组书记张劲夫等领导同志在会上都讲了话。会议结束后，各系的领导和老师与同学们见面。当时许多同志见了系主任侯德封先生都叫他“侯老”，我们也都跟着叫“侯老”。侯老个子不高，虽然谢顶很厉害，但两眼炯炯有神，面孔温和慈祥，讲起话来面带微笑，慢条斯理；讲话时，有时眼望天空，每一句话好像都是经过深思熟虑才讲来出来的；讲话简洁明了，听起来很顺耳。 他对我们说，中国科学技术大学

是仿照苏联莫斯科大学创办的，办校方针是“全院办校，所系结合”。我们这个稀有元素与地球化学系在全国的高等院校中是唯一的，学校共有 13 个系，都是当前科学发展的前沿，是国家社会主义建设急需的。中国科学院地质研究所和地球化学系要很好结合，系里的老师都由中科院地质所的著名科学家和有经验的研究人员担任，学生实习都到地质所有关实验室，系里教学需要什么仪器设备都由所里调拨，我相信一定能办好这个系。希望同学们好好学习，一定要打好数理化基础；一定要掌握好新兴学科的实验技术基本功。同学们有什么意见和要求随时提出来，我们都能很好解决。对他的讲话，同学们报以热烈的掌声，此情此景，就像昨天发生的事情，依然回荡在脑海里。

后来得知，侯老在其地质生涯的早期，就萌发了元素地球化学的思想，20 世纪 50 年代初侯老曾提出化学地史的构思。1957 年，在他的领导下，在地质所成立了国内第一个地球化学研究室，由司幼东任主任；后来，又建立了国内第一个同位素地质实验室，室主任是李璞。1958 年正值“大跃进”年代，成立中国科学技术大学。在他的建议和决策下，中国科技大学建立了稀有元素与地球化学系。可以说，没有侯老就没有中国科技大学的地球化学系。侯老在地质科学领域中是一位非常具有远见卓识、开拓创新和战略眼光的科学家，值得我们终生学习。

第一堂课

在大学里基本学完了基础课之后，进入 20 世纪 60 年代初，侯老给我们上了核子地球化学的第一堂课。他那深入浅出的讲解，吸引了同学们的兴趣和爱好，记得他简明扼要地系统讲解了核子地球化学的基本原理、研究对象、内容和方法。他不仅把宏观的地质构造、地层岩石、矿床和矿物的研究深入到更深物质层次的元素上来，同时还把物质结构和元素活动的研究再深入到原子核甚至核子的层次。用原子核的核转变及其能量的积累和释放来解释宏观的地质过程；从物质由基本粒子组成这一基本概念出发来认识物质的性质和运动规律；探求核转变产物与内生矿床元素共生的成因联系和核转变能量与物质运动和演化的关系。同学们从侯老的讲课中，不仅获得了新的专业知识，同时还使自



20世纪60年代侯德封在中国科技大学讲课

己看问题、想问题、观察事物的着眼点、思路和方法提高到一个新的层次。至今同学们在一起议论起来，仍感触颇深，受益终生。1961 年他首次发表了专著《核子地球化学》，推动了核子地球化学学科的发展。1972 年，他的预言被法国科学家证实。

在中科院地质所



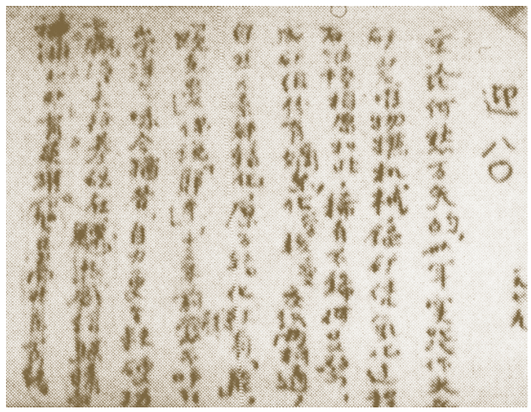
侯德封（右一）与外国专家在野外进行地质考察

1963 年我大学毕业，被分配到中科院地质所，在第二研究室只待了 3 天，就被调到党委办公室任党委秘书，这样和侯老的接触机会就多了一些，党委一些重要会议都通知他参加。侯老每次党委会都按时参加，无特殊情况从不缺席。在会上，侯老积极坦诚地发表意见和看法，从不隐瞒自己的观点。他讲话做事都襟怀坦荡，实事求是，对事不对人，从大局出发，为地质事业不断思考，鞠躬尽瘁，忘我工作。

1963 年来所时，中科院地质所是一个大所，有 800 多人，地质所不拘泥于当时一些地质研究单位的格局，除了一般地层、构造、沉积、岩石、矿床、矿物等传统学科外，在侯老的带领和决策下，克服重重困难，锲而不舍地在地质所依次建立了 10 多个当时国内成立最早的专业性研究室和实验室，如第四纪研究室、沉积研究室、矿物物理研究室，特别是当时的一些前沿新学科，如地球化学研究室、水文工程研究室、同位素实验室以及差热分析实验室等，这些新兴实验研究单位的建成，大大拓宽了地质所的研究范围和技术覆盖能力。这些新领域很快出了一批新成果，使地质所成为当时学科门类齐全、人才济济的地学大所，与当时国际上一些研究单位处于同一起跑线上。这也为中科院地质所在以后的岁月中分出和组建中科院兰州地质所、中科院地球化学所打下了坚实的基础。这主要归功于院所的正确领导及全所职工的努力，但侯老的远见卓识、开拓创新和抓住机遇、果断决策起了关键作用。

社会主义教育运动

1965 年夏，根据中国科学院党组精神和要求，中科院地质所单独组团，组织老



迎八〇

立论何愁万矢的，卅年实践作尖兵。矿岩唯物嫌机械，锰矿凭氧化过程；石油陆相原如此，稀有不稀何足惊！成矿组份有嫡系，化(学)核(变)交织两相通，自然元素都转化，原子转化就有『能』。『欧克娄』你说『耶寺』，十三年前就不听?!崇洋气味今犹昔，自力更生缺硬功。赢得长征基础在，神州到处育英雄。

图中诗句是侯德封于1979年底所作

科学家到东北重工业区参观和访问，接受社会主义教育。地质所决定由王跃华书记、侯德封所长带队，组织了张文佑、叶连俊、涂光炽、李璞、郭承基、司幼东、刘鸿允、赵宗溥、吴利仁、丁国瑜等近 20 多位先生前往。活动经费全部由中国科学院负担。当时党委让我负责此次活动的食宿安排和经费管理，我去科学院领取经费 5000 元（现金）时，忘记带包，院宣传部的负责同志让我把衬衣脱下来把 5 捆人民币包好（当时人民币最高面值是 10 元），乘公共汽车回到地质所，当时没有感到一点担心和害怕。在东北活动期间，参观访问了鞍山钢铁厂、鞍山轧钢厂、大连造船厂、抚顺煤矿、旅顺港口、沈阳展览馆等单位。每到一地、大家兴致勃勃，情绪高涨，主动向单位领导和工人问这问那。每一次座谈会，侯老都积极带头发言，畅谈自己的感受，赞叹工人阶级的革命干劲和吃苦精神；为社会主义重工业飞速发展、蒸蒸日上的大好形势深受鼓舞和激励；看到工业对矿产资源的需求，侯老作为一个地质学家，深感肩负重担，责任重大，表示回所后，加倍努力工作，为寻找矿产资源贡献自己的力量。可见侯老对地质工作的热爱、执着和创新精神，来源于对党的热爱、对祖国的热爱、对社会主义事业的热爱。

在中科院地球化学所

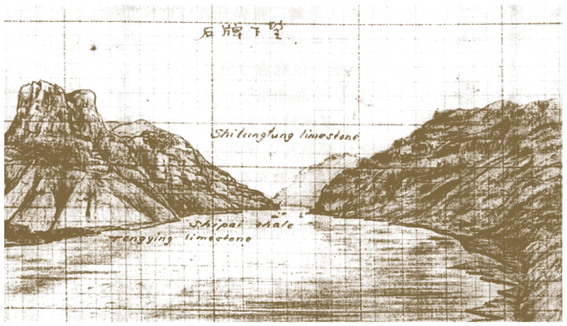
1966 年，根据中央“建设三线”精神，中科院党组决定在西北、西南若干地方建立学科中心。当时贵阳被选作化学中心，侯老胸有成竹地提出，中科院地质所应为建设三线做出贡献，措施是从中科院地质所分出一部分研究室，搬迁到贵阳，成立中科院地球化学研究所。这样，以化学中心为依托作为发展地球化学的良好场所。这一

倡仪得到全所响应，中科院很快批准并落实。1966 年春，中科院地球化学研究所在贵阳落成的实验大楼前正式挂牌，侯老兼任这个新所的首任所长。建所后，根据侯老的意见和建议，除了原有的一些研究室外，又发展和新建了一些新的学科、研究室和实验室，如放射性地球化学研究室、稀有元素地球化学研究室、天体与核子地球化学研究室、有机地化实验室、矿物物理和矿物材料研究室、高温高压实验室、实验地球化学实验室、构造地球化学实验室、包裹体实验室……全所同志在“文化大革命”期间干扰严重的情况下，积极努力，克服困难，坚持科研，做了不少工作，对推动地球化学事业的发展尽了一份力量。每念及此，人们总要想到侯老的远见卓识、当机立断和创新精神。

“文化大革命”前，侯老从医学界了解到东北一些地方克山病、大骨节病的流行情况，他认为地质、地球化学应为地方病的病因和防治做些工作。根据侯老的建议，“文化大革命”期间，中科院地球化学研究所组织力量上了研究地方病项目，不久以此为基础发展成为环境地球化学研究室，现已发展成国家重点实验室。与此同时，有机地球化学实验室、矿床地球化学实验室也都建设成为国家重点实验室，同位素地球化学实验室建设成为科学院重点实验室，这些重点实验室为国家地球化学事业培养了大批人才，做出了突出贡献，在全国享有盛名，也为后来组建中科院广州地球化学研究所准备了实验设备和人才条件。每逢议论到这些，大家都认为，侯老总能在关键时刻提出关键问题，并采取果断措施加以解决。

侯老虽然走了，但侯老坦荡、正直、光明磊落的人格；对工作认真负责、实事求是、团结协作的思想；对地质科学的热爱、执着，远见卓识和开拓创新精神；热爱祖国、热爱社会主义伟大事业的情怀，永远留给了我们，值得我们终生怀念，终生学习。

此文的撰写参阅了涂光炽、叶连俊、欧阳自远先生的有关文章，在此一并表示谢意。



侯德封先生于1946年在长江三峡调查坝址地质时
在石牌所作野外写生画

纪念何作霖先生

◎ 何永年　叶大年

何作霖先生是我国近代矿物学、岩石学以及岩组学的先驱。1955 年当选为中国科学院学部委员（院士）。1921 年何作霖进入北京大学地质系，师从李四光、丁西林学习地质专业，1926 年毕业。1928 年进入中央研究院地质研究所工作。1938 年赴奥地利茵斯布鲁克大学留学。回国后投身于结晶学、矿物学和岩石学领域的研究。他撰写了《光性矿物学》专著，翻开了我国光性矿物学研究的第一页；他的《结晶构造学》是我国晶体结构研究的首部专著；他的《赤平极射投影在地质学上的应用》不仅学术水平很高，而且是研究构造变形几何形态特征的有效工具，深受国内地质工作者的欢迎。他对大冶闪长岩、房山花岗岩的研究，是我国现代岩石学和岩石构造学研究的发端。他晚年致力于实验岩组学的研究和双变法（改变温度和浸油的折射率和温度）矿物折射率的测定，为我国地质学科研开拓了新的领域。他不仅关心科学理论的研究，而且十分注意理论联系实际，注意科学研究为国家的经济建设服务。1935 年，他在研究白云鄂博铁矿石标本时发现了稀土矿物。新中国成立后，他担任中苏白云鄂博地质考察工作队中方队长，为包头钢铁厂的诞生和发展做出了重要贡献。他还接受了国家的安排，参加了我国鞍山、武汉、包头等大型钢铁企业的技术改造工作。在中国科学院地质研究所工作期间，曾被聘为特级研究员、所学术委员会主任等职。



何作霖（1900—1967）

我国近代矿物学、岩石学以及岩组学的先驱，1955 年当选中国科学院学部委员（院士）。撰写了我国第一部《光性矿物学》、《结晶构造学》专著，他的《赤平极射投影在地质学上的应用》对我国现代岩石学和岩石构造学发展有重要推动作用。第三届、第四届中国人民政治协商会议全国委员会委员。

一、生平简介

何作霖先生，字雨民，河北蠡县人。1900 年 5 月 5 日出生

于书香门第家庭，父亲何绪昌是前清秀才，曾在保定、天津一带的私塾教书。先生在蠡县小汪村度过了他的童年时代，受的是私塾教育。9 岁时，父亲把他接到保定，上了新式小学。1914 年考入保定非常有名的育德中学，1918 年毕业。在中学的毕业典礼上，校长王国光对学生们说，一个国家要富国强兵，唯有开发地下资源才是根本办法。在王校长的这种思想影响下，何作霖先生怀着为国富强的宗旨，投考了天津北洋大学的采矿系。不久之后，发生“五四”运动，北京大学工科并入北洋大学，校风为之一变，爱国空气空前浓厚，学生运动十分活跃。学生运动失败后，何作霖即随采矿系的大部分学生转入北京大学地质系，师从李四光、丁西林等著名学者学习。大学期间，何作霖先生因肺病休学两年，1926 年毕业；随即在位于保定的河北大学农学系任教，讲授测量学和地质学。1928 年北伐军开入冀南，河北大学受军阀褚玉璞操纵，全体教职员奋起反抗，赶走了校长，学校停顿。何作霖南下，到上海投奔李四光，在中央研究院地质研究所任助理研究员，从此走上了专心研究的道路。1930 年因工作劳累，肺病复发，上海气候不宜，奉派赴北平研究院的地质调查所工作（编制仍在中央研究院地质研究所）。1932 年晋升为研究员，并在北京大学地质系兼任讲师。1937 年北京大学迁校，他得到中华文化基金会补助留学的机会，于 1938 年 5 月赴奥地利茵斯布鲁克大学，在著名岩石组构学家 B . 桑德尔（Sander）指导下攻读岩组学，他的才能很快显露出来，深受赏识。1940 年获理学博士学位。在这期间，他发现的两种石英组构类型是 B . 桑德尔的岩组学经典著作《岩石组构》归纳的典型石英组构型式；稍后他到德国莱比锡大学任研究员，从事 X 射线结晶学的研究。1940 年 6 月回国，他原本计划乘船经越南海防，赴桂林中央研究院地质研究所就职；只是船至中途，日军攻占了海防，先生只得返回上海；中央研究院便指令他在上海的前北平研究院的镭学研究所工作。在镭学研究所，何作霖先生和物理学家陆学善一道钻研业务，两人建立了深厚的友情，这对先生后来在 X 射线岩石组构学方面取得开拓性贡献是有关系的。1941 年 12 月，太平洋战争爆发。上海“孤岛”不复存在，镭学研究所关闭，先生返回北平，闭门写作。1943 年为生计所迫，在日伪统治下的北京大学及北京师范大学任地质学教授。这是他一生引以为憾的事。1945 年抗战胜利，日伪时期的北京大学、北京师范大学整编为北平临时大学，他任地质系主任。1946 年经李四光推荐，到山东大学（在青岛）筹建地矿系，任系主任、教授，直到 1952 年为止。中华人民共和国建立初期，地质人员十分缺乏，尤其是岩矿鉴定人才。何先生不仅自己积极工作，还为我国培养了一大批岩矿鉴定工作者，他们后来大多成为地质、矿冶、轻工、化工等部门的业务骨干力量。1952 年，何作霖调中国科学院地质研究所任特级研究员和矿物学研究室主任，同年加入中国民主同盟。1955 年当选为中国

科学院地学部学部委员（院士）。1959 年以后，历任第三、四届中国人民政治协商会议全国委员会委员。1967 年 11 月，何作霖先生在北京病逝。

二、主要科学研究领域、学术成就和学术思想

1. 富有科学成果的学者

何作霖先生是我国著名的矿物学家、岩石学家、地质教育学家，他的一生贡献给了地质科学，特别是矿物学、岩石学和岩组学，是我国近代矿物学和岩石学的重要奠基人之一。

何作霖先生对矿物学、岩石学的研究是创造性的。1933 年，他不仅首先将矿物光性研究的重要工具——弗道洛夫旋转台介绍给国人，而且别具匠心地发明了一种把四轴旋转台当作五轴旋转台使用的方法——那时，进口一台四轴的旋转台非常昂贵，五轴旋转台更是价格惊人；作霖先生创造的方法有力地促进和推广了旋转台在我国的使用，为我国矿物、岩石的科学鉴定和深入研究创造了重要的条件。他对大冶闪长岩、房山花岗岩的研究，运用了岩体的宏观和微观变形分析相结合的方法，实际是我国构造岩石学研究最早的实践。何作霖先生在矿物学、岩石学的领域里躬亲研究的同时，还为培养年轻学子倾注了满腔热情，他曾在山东大学、科技大学等学府亲自任教，在李四光先生主持的地质力学研究所主讲岩组学。

数十年的科学研究和教学实践，使得何作霖先生在矿物学、岩石学和岩组学等方面积累了丰富的经验，具有极高的造诣。在 20 世纪五六十年代，何作霖先生提出的弗道洛夫旋转台使用方法，包括运用旋转台鉴定斜长石，以及双变法精密测定矿物折射率、实验变形岩石的组构分析研究等等，在当时都处于国内外相应学科的前列。

何作霖先生的学术成就不仅受到国内同行的推崇，而且受到外国科学家的好评。20 世纪 50 年代在我国进行中苏联合科学考察的苏联专家对于他在偏光显微镜下观察、鉴定和研究矿物的功力非常佩服，英国物理学家伍斯特看了何作霖先生自制的 X－射线组构照相机之后，伸出大拇指大声称赞：“了不起！”

何作霖先生还是我国岩组学的开拓者，他亲自动手在偏光显微镜和弗道洛夫旋转台上进行岩组观测和分析；早在 1936 年他研究房山花岗闪长岩时，运用旋转台测量了岩石中黑云母（001）解理的优选方位，绘制成岩组图解，并根据组构的型式解释了花岗闪长岩岩体原生流动构造的成因，即岩浆侵入地壳过程中流动的特征。这是我国地质学家运用岩组学方法研究地质学问题的第一次尝试。与此同时，何先生还亲



何作霖（后右二）参加接见外国专家
（前右二侯德封，前左一张文佑）

自动手研制X射线岩组学的仪器，发明了X射线岩石组构照相机。在他晚年时期，还指导学生开展了岩石试验变形，深入研究矿物塑性变形机制，着重研究矿物优选定向的产生过程，为岩组学研究提供实验依据。

何作霖先生以他丰富的矿物结晶学和光性矿物学知识以及对石英、方解石等矿物的优选方位和组构类型的研究经验，出版了重要著作《赤平极射投影在地质学中的应用》，这本书资料丰富，而且实用，出版后好评如潮，在当时的地质界受到了热烈的欢迎，书很快脱销，随即第二次印刷。

何作霖先生对矿物折射率的观测有独到的造诣，他在晚年时还致力于矿物折射率精确测量的方法试验。他带领学生亲自设计、制作和试验“双变法”测量矿物折射率的设备，试验成功后还举办了培训班，传播这种新的观测技术。

何作霖先生数十年如一日，以一丝不苟的、严谨的科学态度，在偏光显微镜下从事岩石矿物的薄片观察，留下了厚厚的几大本描述矿物光性特征的记录。即使在“文化大革命”的喧嚣声中，他仍然潜心学问，闭门著书，亲自抄写和英文打字，完成了最后一部专著《薄片内透明矿物鉴定指南》。这本记载岩石矿物光学研究和鉴定实际经验的书为培养年轻的岩矿工作者发挥了积极的作用。

2. 为国家建设做出实际贡献

1927年，地质学家丁道衡先生随同中瑞（典）西北科学考察团在内蒙古包头附近发现了白云鄂博铁矿，通过对铁矿石的初步研究感到白云鄂博铁矿石成分与一般铁矿石有所不同。丁道衡深知何作霖在偏光显微镜鉴定岩石矿物方面有深厚的功底，于是在1933年委托何作霖先生研究白云鄂博的矿石。何作霖先生详细研究了丁道衡采集的十几箱标本，磨制了岩石薄片，用当时仅有的仪器——偏光显微镜进行详细观察研究；何作霖先生凭借他多年积累的经验和观察能力，在磁铁矿基质上面发现了两种细小的未知矿物，暂定名为白云矿和鄂博矿。后来对这两种矿物进行光谱分析发现，里面富含稀土元素；又经过详细的矿物学、结晶学研究和物性测定，确定这两种矿物是独居石和氟碳钙铈矿。综合野外观察和地质勘探资料，何作霖先生认为白云鄂博铁矿的稀土元素储量丰富，具有很好的远景。据此，丁道衡推测白云鄂博铁矿是很有希望的稀土元素矿床和铁矿矿床，应当开展进一步的勘探；不过当时有些人却认为是无稽之谈，无足轻重，加上那时正值日寇侵凌我国，这件事也就搁了下来。

1949年10月，新中国成立了。在党中央和国务院的关怀下，国家的经济建设得

到了重视和发展。当时的苏联帮助中国建设 156 项工程项目，其中要建设包头钢铁厂，需要解决铁矿资源的问题。于是，白云鄂博矿山的地质勘探工作再度获得重视，并大规模地开展起来。1958 年苏联科学院的地质专家来到中国，与中国科学院联合组成科考队，对白云鄂博矿的物质组成进行研究。何作霖先生是中方队长，他不顾自己年老体弱，和青年同志一道上山下沟，进行野外考察。当时苏方队长索科洛夫教授看了何先生的岩矿鉴定记录后，对何先生学问造诣之精深和工作态度之认真佩服得五体投地，赞不绝口。直到何先生去世，他一直指导着白云鄂博矿床的稀土和稀有元素研究。经过多年的野外考察和室内研究，查明了白云鄂博铁矿不仅是大型铁矿，更是一个巨型的稀土矿，储量惊人，占世界稀土总储量的 80%，而且稀土矿物的种类繁多，高达 150 余种，堪称世界之最。1959 年，在矿石中发现富含铌和钽的组分，白云鄂博矿丰富的铌、钽含量，使中国摘掉了“贫稀土”的帽子，我国成了名副其实的“稀土大国”。国家和人民不会忘记何作霖和丁道衡等为国家的工业发展作出重要贡献的科学家。1984 年，尽管何作霖先生已经去世 18 年了（丁道衡先生去世的时间更长），包钢在庆祝建厂（矿）30 周年的活动中，还是决定将何作霖和丁道衡一起写入包钢的史册。当时的冶金部副部长兼中国稀土学会理事长周传典同志曾经在中国稀土工业的会议上说过：“何作霖教授发现了白云鄂博的稀土，这位老先生的功绩不可磨灭！”这对于一个矿物学家来说，应当说是国家和人民给予的最高的嘉奖了。

20 世纪 60 年代，钢铁工业是我国整个工业的核心，因此国家对钢铁冶金的技术改造非常重视。为此，何作霖先生接受了国家的安排，参加了我国鞍山、武汉、包头等大型钢铁企业的技术研究工作，从事了镁质及铬镁耐火材料、平炉炉底砖、炉渣等方面的研究。例如，他完成的“镁质及耐火材料平炉底砖的技术和理论研究”为鞍钢的平炉改造技术提供了重要的科学依据。此外，在岩石工艺学方面，何作霖先生也有独到的贡献。

3. 诲人不倦

作为一个科学家，何作霖先生治学严谨，学而不倦；而作为一个导师、长者，又是十分宽厚诚恳，真是一个诲人不倦、宽厚待人的忠厚师长。跟随何作霖先生学习和工作的人都不会忘记，当学生或助手向他请教时，何先生常常是从阐明原理开始，根据自己体会讲解要点，然后亲自示范，传授操作要领，直到受教者真正掌握。他每天来所里上班，总是要到各个实验室、办公室看看，询问每个人的工作学习情况，及时解答学生们提出的疑难问题。他还制定了培养学生和助手基本功的计划和措施，并且认真监督执行，取得了很好的效果。

有一次，他的学生大着胆子对选题提出了不同的意见，本来以为何先生会不高

兴，谁知道何先生微笑着听完学生的阐述，最后表示学生的意见有道理，将原定的选题做了变更。

何先生还用他自己尊师的模范行为来影响年轻一代。著名的地质学家李四光教授是何作霖先生的老师。何先生每当道及李四光教授时，他的语气，他的神情总是显现出无比的尊敬和真挚，给我们留下了难忘的印象。何先生还经常用唐代文学家韩愈的名篇《师说》中的名句教育他的学生和助手说："古之学者必有师，师者，所以传道、授业、解惑也！"他自己身体力行，真是一个难得的诲人不倦的师长。

这里有一个例子也许更能说明何作霖先生的为人。大家知道，何作霖先生是我国乃至世界上数一数二的知名岩矿鉴定专家。在他手下，几乎没有鉴定不出来的岩石矿物。有一次，他手下的一位工作人员拿了一小块砖头请何先生鉴定是何种岩石。何先生非常认真地磨成薄片，在显微镜下观察；何先生花了好些时间，还是辨认不出这是何种岩石，老先生很谦虚地说："这块标本好像是人工煅烧的东西。如果是天然的岩石，我定不出名来。"这件事充分说明何先生严谨的实事求是的科学态度，也反映了他那种"知之为知之，不知为不知"的实事求是的诚实作风。在为人上何作霖先生也是大家学习的榜样。

在何作霖先生的亲切关怀和谆谆教导下，他的学生们得以健康成长；现今我国地学界有不少业务骨干和管理干部都是何作霖先生当年的学生或助手，为国家的社会主义建设作出了积极的贡献。

尹赞勋先生对我国地质学研究的杰出贡献

◎ 徐道一　丁梦麟

尹赞勋院士1902年生，1919年考取北京大学，曾就读于中国文学系、哲学系预科，后赴法国改学地质学，1931年获得法国里昂大学理学博士学位，回国后出任地质调查所技正、副所长、副所长兼代所长等职。尹老主要从事地层古生物方面研究，以研究中国南部志留纪地层的成果最为突出，为我国志留纪地层的划分对比奠定了坚实的基础，被称为“尹志留”。尹老是中国人民政治协商会议第三届全国委员会委员；第三、四、五届全国人民代表大会的代表。在1954年、1962年被选为中国古生物学会理事长。

新中国成立后不久，尹老出任中国地质工作计划指导委员会第一副主任，稍后任北京地质学院副院长兼教务长。大约在1956年，尹老到中国科学院工作，先后担任生物学地学部副主任和地学部主任。应中国科学院地质研究所侯德封所长之邀，尹老在地质所兼地层研究室主任（副主任为刘鸿允先生）。中国科学院地质研究所原有中国地质学编辑委员会，由于尹老到来，成立了地层室，人员在20人左右，在地质所是人员较少的一个研究室，它可能是现代中国第一个专门从事地层科学研究的研究室一级机构。

我（本文第一作者）是1956年从北京地质学院毕业的，于1956年11月到地层室工作，后于1976年2月调到国家地震局分析预报室工作，下面就我对尹老在地层科学研究方面作出的杰出贡献的了解，作一简介。



尹赞勋（1902—1984）

1955年当选中国科学院学部委员（院士），中国科学院地学部主任，是我国地层规范的创始人、志留系研究的奠基人、无脊椎古生物学的开拓者之一。主编第一部中国区域地层表和《中国地层词典》石炭系分册。最早向国内介绍板块构造理论。第三届中国人民政治协商会议全国委员会委员，第三届、第四届、第五届全国人民代表大会代表。

一、大力推动地层科学基础研究发展

新中国成立后，经济上被国际列强封锁、禁运，首先面临矿产资源短缺的严重问题。国家对发展地质事业极为重视，尹老长时间担任大量、繁重的学术和行政领导工作。同时，尹老高瞻远瞩地看到地层科学研究的深远意义，始终抓紧时间进行地层的基础研究，取得了卓越的成绩。

1957 年，尹老在百忙中抽出时间亲临甘肃祁连山（玉门油矿）进行下古生界研究，1959 年他发起和组织召开了第一届全国地层会议，主持制订了《中国地层规范草案及说明书》，为国内首创的我国地层法规打下了基础。尹老领导并参加编写的《中国区域地层表》获 1956 年颁发的国家科学奖，《论褶皱幕》一书获 1978 年全国科学大会奖。尹老等著《中国地层典（七）石炭等》（1966）是我国的第一部地层典。他把这些成果比喻为“铺路石”和“垫脚石”：“使道路畅通，便利行人”，实际上是为以后地层科学奠定了坚实基础。

地层室推动和发展了与地质勘探密切有关的古生物化石以及新兴微体古生物（孢粉、有孔虫、介形虫等）薄弱门类的研究。

尹老的学术根基深厚、视野开阔，不受已有的专业限制。他从地层角度研究不整合问题出发，重点批判德国施蒂勒的褶皱幕的全球同时性和短暂性的概念，提出了关于褶皱幕旋回的划分意见。

“文化大革命”期间，尹老受到不公正待遇，但他仍翻阅了大量文献，从 1971 年起，首先将国外板块构造学说介绍到国内，对我国地学界的科研工作起了极大推动作用。

在第二届全国地层会议上，尹老对 1959—1979 年中国地层科学的成果作了全面、系统、独到的评论，受到与会国内外学者的高度评价。

二、积极鼓励和推动地层研究的新思路、新方法

尹老本身是从古生物角度从事地层学研究，但是他和刘鸿允两位主任对国内外地层研究的新方法、新思路很敏感，在条件可能的情况下，积极鼓励和支持它们的建立和发展。在 20 世纪 60 年代初“破除迷信，解放思想”的大背景下，在一无人员、二无设备条件下，尹老坚持严谨、求实的作风，克服重重困难，大力引进和发展多种新方法。据我了解，成效显著的有以下几个方面。

1. 地层年龄测定研究

地层室两位主任坚持要发展年龄测定研究的，在 1961 年和 1963 年期间确定崔雄龙（1961 年北京大学技术物理系毕业）、王松山（1963 年中国科技大学地球化学系毕业）是属地层室的人员，在地质所同位素地质室代培，学习质谱、和钾—氩年代测定方法。根据中国科学院要求，地质所在 20 世纪 60 年代需要分出一部分人员在贵阳成立地球化学所。在分所过程中，王松山、崔雄龙回到地层室工作。后来，地层室将近一半左右的人员从事地层年龄测定研究，除了 K-Ar 以外，增加了 Ru-Sr、Sm-Nd、^{39}Ar-^{40}Ar、稀有气体同位素、稳定同位素 $^{16}O/^{18}O$、$^{32}S/^{34}S$、$^{13}C/^{14}C$ 等地质应用，为现在的中国科学院地质与地球物理研究所、中国地震局地质研究所（以下分别简称为“院所”和“局所”）的地层年龄测定研究打下了基础。由于他们从事过地层研究，又进一步掌握年龄测定方法的技术，两者的结合在测定结果的地质解释方面具有优势。在一个较长时期，它们在有些方面成为国内、外先进的实验室之一。

2. 较早开展古地磁和热发光研究

20 世纪 60 年代初，尹老和刘副主任看到古地磁、热发光（现称为“热释光”）新方法对地层年龄测年的重要意义，积极配备干部，逐步增加必需仪器设备，成立有关研究小组。目前在院所、局所分别成立国内外有影响的实验室，在地层年龄测定方面发挥重要作用。

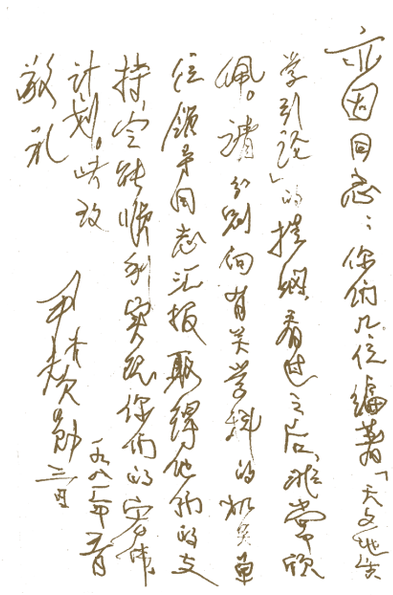
3. 推动数学地质的发展

20 世纪 60 年代初，国内地质界对数字电子计算机在地质学中的应用还了解很少。1963 年孙惠文从北京大学程序编制专业毕业后被分配到地质所，尹老果断地同意他到地层室与我一起工作，开展数学地质研究，开始着重于电子计算机在地层研究中的应用。

尹老曾安排我从事他主导的“中国地壳运动名称资料”整理工作，后来意识到数学地质的意义，仍然很支持数学地质研究的开展，在地层室成立“计算组”，使这一新兴学科能迅速成长，为 20 世纪 70 年代在全国推广普及数学地质研究打下了基础，1977 年出版了国内第一本有关数学地质的专著《数学地质引论》。自 20 世纪 70 年代后期开始，在中国地质学会下成立的数学地质专业委员会很长时间一直挂靠在院所。

4. 鼓励天文地质的开展

20 世纪 80 年代初，80 高龄的尹老在看了《天文地质学引论》的提纲后，亲笔写信给孙亦因，予以鼓励。



亦因同志：你们几位编著《天文地质学引论》的提纲，看过之后，非常欣佩。请分别向有关学科的机关单位领导同志汇报，取得他们的支持，定能顺利实现你们的宏伟计划。

此致

敬礼

尹赞勋

一九八一年五月三日

在尹老与黄汲清（为该书写了序）等老一辈学者的支持下，《天文地质学概论》[①]于1983年由地质出版社出版。

三、“文化大革命”时期引进板块构造学说第一人

十年动乱时期，恰恰正是中国地震活动强烈活动的十年。而在国外，这十年又恰恰正是板块构造学说从提出到理论上发展成熟，并引领地质学革命的十年。

1970年，尹赞勋先生即已开始关注板块构造研究的有关文献资料，并进行系统研究和整理。仅在地质所六楼礼堂尹先生就作了几次学术报告，向所内外同志介绍板块构造，讲述板块构造学的发生与发展；全球六大板块及一些小板块划分的证据；板块之间的边界活动带与地震。这些与传统地质理论有很大不同的新思想、新观点，不仅受到大家的欢迎，而且具有启迪意义。从1972年到1980年尹先生陆续发表的文章和报告有：“板块构造简介”（1972，地震会议报告，37页，三河地震地质大队印，后正式发表于“地质科学”1973（1）），“板块构造学的产生与发展”（1978.5.6北京展览馆学术报告，《全国科学成果展览学术报告汇编》），后正式发表于《自然杂志》（1979（10）），“板块构造学说的发生与发展”，“发展中的板块地质学”（这两篇载于《70年代地质地球化学进展》，中国科学院贵阳地化所编，1980，贵州人民出版社）。

由以上所述，尹赞勋先生对板块构造学说的引进、介绍、宣传，至少有三方面的重要意义：其一是为我国开展这一重要学术领域的研究工作起了桥梁和推动作用

① 《天文地质学引论》在正式出版时，书名改为《天文地质学概论》，作者为徐道一、杨正宗、张勤文、孙亦因。

（严济慈：尹赞勋文集之序）。其二是为十年动乱中视听闭塞的青年地质工作者建成了登上瞭望台的梯子。其三是为我国地震工作的发展引入新思想、新观点。尹先生默默地为地震工作所作的奉献，永远值得我们记起和怀念。

此外，“板块”一词现已成为社会大众广泛使用的词语，这与另一热门词语“网络”，共同成为当下社会大众最熟悉的词语。现在很少有人知道这两个词语最初都是由地质学家在“文化大革命”时期所首创使用的学术性名词。前者——“板块”是尹赞勋先生引进“板块构造”（Plate tectonics）时，使用的中文翻译词语；后者——“网络”是丁国瑜先生在讨论断裂带展布与地震网格状分布的关系时，提出的网络构造解释。为了后人查询这两个词语的源出时更方便些，特附记于此。

四、晚年再赴大同平息“活火山”引起的谣言

尹赞勋先生晚年除了完成引进、介绍、宣传板块构造这样一件大事情以外，还做了一件非常有意义的好事情，即他以 74 岁高龄再度赴山西大同火山区考察，为大同县人民很快平息了大同火山将要喷发的谣传。

尹赞勋先生是最早研究大同火山的中国地质学家（1932），并从地层结构关系，明确指出火山活动的时代开始于三门期，结束在黄土中期。以现在的地层年代学概念，即大同火山是在 100 多万年前就开始了喷发，至大约六七万年前最后微弱喷发，以后就熄灭了的死火山。

1937 年尹先生又在《地质论评》发表《中国近期火山》一文，将地史上近期始告熄灭之火山，分列为东北区、晋绥区、华中区、滇西区、海南区。对晋绥区大同火山的讨论中，尹先生特别提到明顾祖禹引《水经注》中有关火山、火井的描述，指出“古人往往以讹传讹，真伪相间，固不可拘泥字句，致招‘尽信书不如无书’之讥也”。



1957年地层室欢送下放同志时合影（左二尹赞勋）

1956 年苏联专家列别金斯基对大同火山考察后，写有《大同火山群》一书。书中引用《水经注》有关“火山”、“火井”的描写，认为“大同火山最后几期活动的时代是在有史时期”，“大同火山十分

可能不是死火山，而是休眠火山”。实际上《水经注》描述的“火山”、“火井”是在大同市以西 30 公里的西山区，也即现今的大同煤矿开采区，是对这里在公元五世纪煤层自燃现象的记述。列别金斯基由于初次到中国，对中国史书及历史地理位置未作深考，就把大同西山区的煤层自燃现象移花接木到大同市以东 30 公里的火山区，错误地认为大同火山是休眠火山，将要再喷发，这成为日后以讹传讹的唯一源头。1975 年就由这个错误源头引发出一场以讹传讹的大同火山将要喷发的谣传。

“文化大革命”后期，大同县机关由大同市区刚刚搬迁到大同火山区的昊天寺火山山前平原上。可能受到此以讹传讹的所谓“大同火山将要喷发”的谣传影响，在大同县引发了恐惧和不安。1975 年 11 月有关方面邀请尹赞勋先生再赴大同火山区考察，地质所科研处指派丁梦麟、谢翠华陪同，参加考察的还有中科院古脊椎所卫奇、山西地质局 217 地质队杨志庚、大同矿务局地质处蔡忠信等。

考察期间适逢大同县正在召开三级干部大会，又请尹赞勋先生向出席会议的近千位贫下中农代表作了一次生动的科普报告，讲解大同火山的研究历史，大同火山是死火山不是活火山的证据，从现象到本质，说明大同火山群从强烈喷发，到活动减弱，直至熄灭成为死火山，这也是自然规律。现在仍活动的活火山，主要是环太平洋火山圈和大地中海火山带。报告不仅给上述谣传画上了一个实实在在的句号，更极大地鼓舞了大同县全县人民努力建设和发展生产的热情（尹赞勋：大同火山的活动时代，《文物》1976（2））。



大同考察结束后，与雁北地区及大同县主要领导合影
（前排左四尹赞勋，后排左四谢翠华、左五卫奇、左六丁梦麟）

五、认真学习和发扬尹老的治学精神

1963—1966 年，徐道一担任地层室的秘书，有与尹老较多的接触机会，深深感到他的博闻好学、刻苦钻研的学风。他对自己要求十分严格，对别人，尤其对年青人，虚怀若谷，能无保留地、坦率地、诚恳地提出意见。尹老在说到他在“兴趣广泛，任务繁重”情况下如何对待科学研究问题时写道：“即使课题已上，材料已备，也不想抓住不放。一有机会，立即接力改换班，利于科学接班。”

地学界十分推崇尹老的谨严治学的学风，这从一件小事可见一斑。据院所朱铭研究员讲，“文化大革命”期间，尹老与张文佑、叶连俊等研究员一起赴四川参加西南“石油会战”地质调查的野外考察。当时在野外有年轻人多次把故意搞错地层层位的不完整的化石（三叶虫等）请尹老看，尹老能正确地鉴定它的真正地质年代，使在场的年轻人佩服不已，可见尹老学术基础的深厚。

1979 年 1 月 29 日，77 岁高龄的尹老光荣地加入了中国共产党，实现了他的多年夙愿。尹老的一生实现了他从青年时代就开始树立的为国家、为民族献身的崇高理想。

尹老是我们学习的楷模和榜样！

我愿做一架梯子，一架使他们（青年）登上瞭望台的梯子。

尹赞勋名言

学而优则用　学而优则创

——纪念导师张文佑先生

◎ 叶　洪



张文佑（1909—1985）

构造地质学家，长期任我所副所长，兼构造地质研究室主任。1955年当选中国科学院学部委员（院士）。主编我国第一幅1:400万“中国大地构造图”，创立“断块构造”理论。曾获国家自然科学一等奖、全国科技大会奖。第三届全国人民代表大会代表，第五届、第六届中国人民政治协商会议委员。

张文佑先生1909年8月31日生于河北唐山，1934年毕业于北京大学地质系。自1950年起，他长期担任中国科学院地质研究所副所长兼构造地质研究室主任，1955年当选为中国科学院首批学部委员（院士）。1978年担任重组后的中国科学院地质研究所所长，1984年后任名誉所长，1985年2月11日逝世于北京。“学而优则用，学而优则创”是1985年2月24日《人民日报》刊登的华罗庚先生“悼张文佑同志”一文附诗中的两句话，它高度概括了张文佑先生一生学术活动的宗旨与精髓。“用”就是要把学问用来“为民造福、为国效力”，“创”则是创出了地球科学“新的思维、新的方向”。在“用”和“创”的前面，还有三个字“学而优”，这三个字，更是对张文佑先生一生“勤学、敬业、闪闪发光”的凝练而又真实的写照。

闪亮的学术人生

张文佑先生早年就读于著名的天津南开中学。少年时期的他，看到家乡唐山地区的煤藏由外国老板和外国专家主持开采，心里很不平衡。他暗下决心，将来一定要发展我们中国自己的矿业。张文佑先生从南开中学毕业时，收到了北京大学、清华大学、唐山交通大学三所名牌大学的录取通知书，他没有选择当时的“留学摇篮”清华，也没有选择毕业后薪水很高、很多人趋之若鹜的唐山交大，而是怀着自己少年时代“矿业救国”的理想，走进了北京大学地质系的大门。

在北大地质系最早的旧址——景山东街原京师大学堂二院

的地质馆里，年轻的张文佑通常是那个最后离开阅览室的学生，而李四光先生则经常是那位最后离开办公室的教授。当夜深人静，整个地质馆里只剩下他们两个人的时候，这个生性勤勉的学生和那位生性勤勉的教授，有时会在楼道里不期而遇，彼此都留下了深刻的印象，由此开始了他们两人长达四十余年的不同寻常的师生之谊。在北大学习期间，张文佑先生听从李四光先生的建议，专门到物理系去选修力学课程，以充实自己的数理基础。张文佑先生从北大地质系毕业时，以优异成绩获中国地质学会“赵亚曾奖”，当时中国水平最高的两个地质机构——翁文灏先生主持的中央地质调查所和李四光先生主持的中央研究院地质研究所都向这位北大的高材生招手。就像中学毕业时一样，人生又一次给他出了一道选择题。由于种种原因，前者提供的工资福利比后者高出了许多，但张文佑先生偏偏又选择了待遇较低的中央研究院地质研究所，因为，他要跟随他敬佩的老师，去做自己最喜爱的地质力学研究工作。

看来，把“理想与事业”置于“金钱和待遇”之上，这是张文佑先生从青年时代就树立起来的不变的信念，而“勤奋”与“多思”，则是这个年轻人身上几乎是“与生俱来”的一种个性。张文佑先生就是怀着这样的“信念”与“个性”，先是在中央研究院地质研究所，后来在中国科学院地质研究所，走过了他那充满激情和创意、富有成果与建树的闪亮学术人生。张文佑先生的科学成就是多方面的。无论是在构造地质学基础理论、中国及邻区区域地质基本问题，还是在找矿、找油、找气、找水以及与工程建设有关的应用研究领域，他都留下了骄人的业绩。例如，他主编了第一张1∶400万中国大地构造图，主编出版了50万字的第一部中国区域大地构造巨著——《中国大地构造纲要》（获国家自然科学二等奖），他是中国铀矿最早的发现人之一，也是发现大庆油田的主要贡献者之一（获国家自然科学一等奖）。不过，在这篇短文中，我最希望介绍的，还是他在科学方法论和科学价值观方面留给后人的启示。我觉得，他在这方面的某种“特质”，某些张文佑先生“特有”的科学思维方式和行为准则，是很多年以前我从他身上感受到的最具思想与人格魅力的闪光。这些“特质”，一半来自他的天赋，一半来自他的实践，是最值得我们细细品位、有着长远传世价值的思想财富。

张文佑先生的科学灵感与哲学思维

张文佑先生曾经给我讲过他是如何发现“X型剪切构造”的。那是在抗日战争时期，中央研究院地质研究所迁到了广西桂林。有一天，他随同李四光先生和其他几位同事在广西北部作野外考察。在穿越一片由古生代地层组成的褶皱区时，他注意到背

斜翼部同轴部在节理方向上有着某种系统的差别，他边走边想，最后在一大片出露良好的石灰岩露头前停下了脚步。他趴在那里，没有注意到其他人早已远去，一个人细细地观察着，苦苦地思索着，突然间，灵感闪现，他想起了材料力学中，横梁弯曲时中和面上下应力方向的差别，背斜各个部位在节理发育上的系统差别，应是由此形成的。此时，他才发觉天色已晚，四周空无一人，他在暮色中匆匆赶路，去与李四光先生等人会合，他们在前面一个村落已经等候他很久了。张文佑先生就是这样开启了他学术生涯早期最重要的一项科学发现。经过一系列深入细致的后续研究，这项成果最后用英文发表在在中央研究院地质研究所 1948 年正式出版的研究专报上，长达 35 页（*Adaptation as a mode of development of fractures and its relation to geological phenomena*）。在构造地质学一百多年的发展史上，是他首先用力学原理揭示和解释了“X 型剪切构造在褶曲各个部位的指向差异”以及“张性破裂常牵就（Adaptation）X 型剪性破裂而形成”，并由此提出了研究古构造应力场的切实可行的野外工作方法。这对于认识岩石破裂规律和地壳应力变化，有着无可估量的理论与实用意义，是构造地质学领域中一项具有深远影响的经典成果。

张文佑先生的天才和灵感，更加令人折服地表现在他能运用这些小型构造变形的规律去研究区域性的大地构造问题，从而建立起独树一帜的“断块构造理论”。在世界各国著名的构造地质学大师中，有一些学者，如德国的汉斯·克劳斯、英国的安德逊，精于小型构造但疏于大地构造；另外一些学者，如美国的霍尔、丹纳，俄国的沙茨基、别洛乌索夫，德国的史蒂勒，瑞士的阿尔冈等，在大地构造研究方面声名显赫，但对小型构造研究并无建树。他们都没有想到，在小型构造与大地构造之间，有着微妙的、不为人知的“可类比性”与“自相似性”。但是张文佑先生想到了这一点，并且用到了这一点。“断块构造理论”的最大成功之处就是将小型构造变形的基本规律用于大地构造的研究，从而对大陆板块内部变形过程中“基底断裂网格”制约“盖层形成及变形”的一系列构造表现做出了精辟解读。我当研究生的时候，曾经被张文佑先生叫去参加一个别开生面的小型研讨会，他让我们每个年轻人都在黑板上画出自己在野外见过的节理末端的结尾形式，谁画出的节理末端形式越多越细，他就越高兴。他告诉我们，研究“大构造”可以借鉴“小构造”，好好地琢磨各种节理的末端结尾形式，会帮助你在野外弄清楚不同性质的区域性断层是如何终止或如何融入其他构造的。这就是我们的张文佑老师，他在这方面的科学灵感超过他以前的任何一位构造地质学大师。

天才，是天赋予的，不过，除了天赋，我觉得张文佑先生的科学灵感也同他的哲学爱好有关。张文佑先生喜欢读哲学书籍，喜欢“沉思”，喜欢“遐想”，喜欢探讨

科学方法论方面的问题。他曾经说过“从不同中发现”这样的哲学警句，令在场的许多人为之一振，回味无穷。当年社会科学院里自然辩证法研究方面的两位掌门人——于光远先生和查汝强先生（当代著名女作家和评论家查建英之父），是张文佑先生多年的“哲学挚友”，我也因此有缘结识了他们的弟子余谋昌和赵红洲等学长。“文化大革命”结束后，关于自然哲学问题的讨论开始活跃起来，我多次跟张文佑先生去参加有关的座谈会。听着他富含哲理、引人深思的发言，我有时甚至觉得，张文佑先生不只是位学者，也是一位哲人。他在科学上那种“超凡”的，由此及彼、由表及里，跨越式、穿透式的“奇思妙想”的能力，除了天赋外，应当同他头脑中的“哲学细胞”有着某种关联。

“哲学”这个词，源于古希腊毕达哥拉斯时代的“Φιλοσοφοσ”（Philosophos）。后来，在柏拉图时代，演变成了“Φιλοσοφια”（Philosophy）。按希腊文的原意，“Φιλο”是“爱”，“σοφια”是“智慧”，因此，“哲学”的本意就是“爱智慧”。张文佑先生喜欢“爱智慧”，所以才会有“大智慧”。他的科学灵感是一种在实践中被哲学思维“优化”和“强化”了的天赋。

张文佑先生的科学开放精神与科学独立精神

这里所说的科学开放精神，主要是指张文佑先生治学的两个特点：第一，善于向别人学习，善于从各个学派不同的科学思路中汲取营养，而不是拘泥于“一派之见，一得之长”；第二，重视地质学与其他自然科学的相互渗透，重视边缘学科的发展，主动从其他学科的最新进展中为地质学寻找解决问题的新技术、新方法、新思路，开辟新的研究领域和研究方向。系统地论述他的这些非凡的治学理念，非这篇短文所能及，在此我只略举几段往事，使大家窥见“一斑”。

20 世纪 50 年代，苏联大地构造学界存在着两大对立的学派，一派以苏联科学院大地物理研究所的别洛乌索夫为代表，另一派以苏联科学院地质研究所的沙茨基为代表，两派间分歧争论甚多。张文佑先生同这两个学派都展开交流合作，在派遣留学生时，他刻意把当时所里两位得力的年轻人分别安排到两个不同学派的研究所学习。他的方针很明确：两派的长处我们都要学，都要用。张文佑先生的这个办法果然灵验，其中一位留学生马瑾学长，回国后即创建了我国第一个构造物理实验室；而另一位留学生张步春学长，回国后也在我国区域大地构造的研究中做出了突出贡献。

如果再追溯得远一些，人们会发现，类似的办法还曾经用到过张文佑先生自己



晚年的张文佑（摄于1978年初全国科技大会前，
右一叶大年，左前一李荫槐，左一叶洪，左二钟嘉猷）

身上。1945 年“抗日战争”胜利后，他是首批获得公费出国留学机会的佼佼学子之一。但他没有像大多数人那样，选择一个名校，锁定一个名师，而是给自己设计了一条非常奇特的，像麦哲伦船上水手那样自东向西环球一周的出国留学路线。他用两年时间，从中国到德国，经瑞士，到法国，然后越过波涛汹涌的英吉利海峡到达英国。（他曾经不无自豪地跟我说，过英吉利海峡时，很多人“大吐”，而他竟然完全没有晕船。）他从英国横渡大西洋，到达美国东海岸，又穿越美洲大陆，到达太平洋岸边，最后，驶过碧波万里的太平洋回到中国。两年时间内，他几乎走遍了当时欧美那几处最著名的地质机构和大学地质系，访问了多位他“渴望一见、渴望一谈”的知名学者，他考察了阿尔卑斯山脉和阿帕拉契亚山脉的经典构造剖面，在剑桥大学聆听英国地球物理学权威杰弗里斯教授讲课，在世界著名的凯文迪希实验室同诺贝尔物理奖获得者布拉格教授探讨如何用 X 射线研究显微构造，他还主动要求考察美国的铀矿，并悄悄地带回了一小块微型标本。所有这一切，目的当然是很明确的，他要“博采众长，为我所用”。

由于以上种种，人们在谈到张文佑先生时，喜欢用“兼蓄并收”这个词来形容他，这当然是一种赞许，但我觉得不够全面。张文佑先生注重“广泛吸取”，反对“固步自封”，但另一方面，即使面对那些最为“时兴”、最有新潮吸引力、或最具权威影响力的东西，他也总能保持清醒的独立思考，他总是以一种“审视”的眼光，通过鉴别，来决定取舍，从不简单地“照单全盘收下”。在他的“科学方法论和科学价值观”中，同“科学开放精神”并存着的，是他的“科学独立精神”。我认为，“科学独立精神”是张文佑先生整个治学思想中更为重要的组成部分，或许可以说，是他真正的“科学之魂”。张文佑先生的“科学独立精神”，突出地表现在他对待“板块学说”和“李四光地质力学理论”的态度上。

1978 年，张文佑先生在《中国科学》杂志第二期上发表了论文《断块与板块》（英文版发表于 *Scientia Sinica*, 12, 1979）。我是他此文的合作者，参与了从议题到执笔的全过程。这篇论文，基本奠定了张文佑先生在“活动论”基础上的新的“断块构造理论”的总体构架，并对“断块”与“板块”的概念以及“大陆板块内部断块构造”与“全球板块构造”之间的关系做了简要诠释。此文发表后，曾有少数人（包括一位知名的地球物理学家）认为，张文佑先生似有反对或抵制“板块学说”的倾向。当然，这完

全是一种误读。如果我们回溯一下“断块构造理论”形成与发展的过程，不难发现，张文佑先生不但是“板块”概念的早期支持者，更是“板块”概念的早期应用者，他关于断块构造的论述，在“板块学说”引领的“地学革命”之后，有了明显的根本性的发展。在这之前，如同那个时代的其他构造地质学理论一样，张文佑先生对“断块”的认识是植根于“固定论”思想观念上的。而在这之后，在短短的两三年时间内，张文佑先生就迅速地做出了反应，在“活动论”思想的基础上，全面地改造和发展了他的“断块构造理论”。正是“岩石圈板块在地球表面大规模水平移动”这一崭新的科学认识和全球框架，使得他关于断块构造运动和变形的一系列论点，摆脱了先前“固定论”框架的束缚，在更加广阔的空间中找到了正确的定位，并得以自由驰骋发展，最终形成一个系统的构造学理论。

不过公平地说，那少数几位误读者的误读，也并非完全空穴来风，他们确实从这篇文章中闻出了些“异样”的味道。张文佑先生并没有全盘地、无条件地接受当时的“板块学说”，尽管这样做不大“时兴”，但他仍然一如既往，用自己的独立思考审视着这一以“摧枯拉朽”之势汹涌而来的新思潮。他注意到“板块学说”在提出“地球表面岩石圈板块大规模水平移动、消减和更新”这一革命性科学新观念的过程中，对于板块运动的驱动力问题，还需要进行更加深入的研究，并需要进一步打开思路，不宜仅满足于霍尔姆斯（A. Holmes,英国著名地质学家，马杏垣先生在英国时的导师）早先提出的地幔热对流模式；另外，当时有些板块构造学家用“刚性板块”假设来简化处理问题，他认为，这样做忽视了大陆板块内部动力学过程在全球构造演化中的作用，是极其不妥的。他在热情肯定“板块学说”重大革命性科学意义的同时，对这一学说当时的两大“软肋”——“刚性板块”假设和板块运动驱动力问题，毫不客气地提出了质疑和进一步研究的建议。现在，几十年时间过去了，事实证明，在“板块学说”的后续发展中，已再也听不到“刚性板块”之类的假设了，而板块运动的驱动力问题，则至今仍是个需要深入研究的问题，不过这一点，现在已不再只是少数人的建议，而成了很多人的共识。我们的张文佑老师就是如此地“与众不同”。如果当时，面对那场涉及地学根本思想的科学大革命，他只是表现出“极大热情”，而没有自己“冷静评论”的话，那他就不是那位我所熟悉的张文佑先生了。

张文佑先生跟随李四光先生工作多年，曾经是他最为器重、最寄以厚望的学生。我们可以从李四光先生那个时期的成果中看到张文佑先生参与的痕迹。例如，东西向构造是李四光先生提出的，而南北向构造则是他在李四光先生启发下首先提出，然后被李四光先生采纳的。又例如，我们今天所说的“山字型构造”、“歹字型构造”，在李四光先生最初的英文原著中分别被称为“ε 型构造”，“η 型构造”，是张文佑先生提

出在中文文献中最好用“山”和“歹”这两个汉字来取代希腊字母“ε”和“η”，得到李四光先生的赞同，这才有了现在的“山字型”和“歹字型”的名称。当然，我们也可以从张文佑先生的成果中看到李四光先生学术思想的影响。从“X 型构造”、“ Y 型构造”，我们很容易联想到“ε 型构造”、“ η 型构造”。那种“把不同类型的构造，放在统一的力学系统中，组合起来考虑”的思想，他是从李四光先生那里继承过来的，这也是李四光学术思想中最为精华的部分。

张文佑先生多次跟我说起，李四光先生是他的恩师，为了培养他，李四光先生倾注过很多心血。他曾告诉我，在他初进研究所时，有一段时间，李四光先生甚至每天抽出半小时专门辅导他强化英语训练。（这也解开了我的一个谜团：为什么他的英语发音那么好，反倒是他说中文时，会稍许带着点家乡口音。）然而，这样一对“情同父子”的师生（李四光先生长他 20 岁），后来在学术思想上却渐行渐远，最后，终于痛苦地“分道扬镳”了。这件事，曾在中国地质界掀起轩然大波。不少人，特别是那些了解他们特殊师生关系的人，纷纷对张文佑先生表示了很大的不理解，一时间，众说纷纭。最后，还是李四光先生出来说了话。李四光先生明确表态，张文佑先生有权发表不同的学术观点，虽然对他的这些观点，自己并不认同，但希望大家“不要挫伤了他的勇气”。这番话，特别是最后那九个字，充分显示了李四光先生作为一代科学巨匠的宽阔胸怀、在痛苦中的豁达大度和他对于张文佑先生的始终如一的爱护。据说，后来李四光先生临终前，还特别举荐他心目中的两位最优秀的下一代地质学家：张文佑先生和叶连俊先生，建议国家委以重用。那么，张文佑先生当时又是怎样想的呢？就在李四光先生去世后不久的某一天，他在对我讲述他跟随李四光先生学习和工作的经历时，说到了这段往事。他说：“我是非常尊重李先生的，一直都非常尊重，但是我不能牺牲我的学术观点。”他在诉说自己这段心路历程时，表情凝重，目光伸向了远方，良久没有移动，像是沉浸在对恩师的追思之中，又像是在努力地向世人解释着什么。我从他若带痛楚的眼神里，感觉到了当年他面临那艰难的抉择时，内心的矛盾和最后的决心。

张文佑先生的“科学独立精神”是彻底的。李四光先生是他一生最为敬重的老师。他曾经在李四光学术思想体系内工作了很久，也学到了很多。但当有一天，他发现自己思想的发展已不能再局限于此框架内时，他身上固有的那种“特质”，固有的那股力量，促使他勇敢地跨出这个框架，向前迈开了新的探索步伐。面对恩师，特别是这样一位恩重如山的恩师，特别是在中国这样一个“人情社会”之中，当你有了实质性的不同学术见解，当你明明知道对方不会同意，甚至有可能伤及感情时，你是“讲”呢，还是“不讲”？张文佑先生最终选择了“讲”。因为，在科学面前，敢于表达自

己的真实思想，这是一个真正的科学家，一个有独立人格、对科学负责任的科学家应该做到的。真诚地跟随李四光先生研究地质力学，却又在命运的驱使下，走出了与“李四光理论”不同的、独具一格的“断块构造”之路，这是张文佑先生的“特质”使然，这是“科学独立精神”的一个范例。

寄语未来

历史不断地向前推移，时光悄悄地淡化着人们的记忆，张文佑老师离开我们已经很多年了，但每当想起他，崇敬之情总是油然而生。他是中国地质界的百花园里一枝昂然挺立的奇葩，他是群星灿烂的地球科学史上一颗闪耀异彩的亮星。希望年轻一代的学子们，能从张文佑先生的人生轨迹和“特质”思维中，从这些“遥远”的往事中，悟出“灵感和力量”。希望华罗庚先生铿锵动情的诗句，在人们心中长久地回荡，在新的时代，呼唤出更多新人，“学而优则用，学而优则创”。

敏于观察，勤于思考，
善于综合，勇于创新。

张文佑治学格言

纪念我国地震地质学的重要奠基人张文佑先生

◎ 张培震

地震地质学是研究地震孕育和发生地质环境的一门综合性学科，它涉及大地构造学、构造地质学、构造物理学、地貌与第四纪地质学、沉积地质学、新生代地质年代学、地震学和大地测量学等的相关内容，在自然灾害、环境变迁和资源评价等与人类生存息息相关的领域发挥着重要作用。我国地震地质学的发展起始于20世纪50年代，1957年召开的“中国第一次新构造运动座谈会”可以视为地震地质学发展的里程碑，地质学大师李四光、黄汲清、张文佑、马杏垣、徐煜坚等都作出了很大的贡献。我本人作为徒孙辈的学生很难评价这些大师们的贡献，但张文佑先生对于地震地质作为一个学科的发展，无疑起到了至关重要的奠基作用。

1979年我尚未从长春地质学院毕业就考入了中国地震局地质研究所（报名和录取时均为中国科学院地质研究所），很骄傲地成为了邓起东院士的第一个硕士研究生。入学伊始，邓老师就曾告诉过我，张文佑先生的学术思想非常活跃、非常超前，早在（20世纪）50年代就提出过发展地质科学要“上天、入地、下海”，这正是60年代末板块构造理论发展所走过的途径。随着在地质所学习和工作的天长日久，越发感受到张文佑先生对地震地质学科的贡献。

建所初期的1954年，中国科学院成立全国地震工作委员会，李四光和竺可桢先生分别任正副主任。张文佑先生任该委员会委员和地质组组长，实际负责与地震有关的地质问题，对早期地震地质学术思想的形成起着重要的影响。

张文佑先生长期担任中国科学院地质研究所副所长和构造地质研究室主任（常被简称为“老八室”，徐煜坚先生长期担任副主任），他高瞻远瞩地注重学科发展和超前布局，构建了地震地质学的学科框架，形成了现在中国地震局地质研究所的学科雏形。张先生最早在“老八室”设立新构造研究组，支持徐煜坚、李玶等先生开展与地震相关的地震地质、工程地震和新构造研究。20世纪50年代初他还亲自和徐煜坚先生一道与苏联专家共同考察陕西华县1556年8级地震震区新构造及三门峡水电站坝

址区工程稳定性。张先生早已预见空间对地观测在地球科学领域应用的广阔前景，派张世良先生留苏学习航空遥感地质，为地震地质学科的日后发展提供了技术支撑。张先生特别注重地质现象的力学分析，他在“老八室”组建地质力学研究组，领导马宗晋、邓起东、钟大赉等先生从事地质构造力学研究，还派马瑾先生留学苏联，师从著名学者格佐夫斯基系统学习构造物理实验研究，为建立我国第一个构造物理实验室打下基础。张先生重视深部构造，最先在“老八室”建立深部地质研究组以及高温高压和古地磁实验室，领导孙广忠、施良骐、郭才华、刘国栋等先生通过地球物理探测和高温高压实验研究深部地质构造，并派邵学忠先生赴苏联系统学习地震测深技术，在我国开辟了利用天然地震转换波、电磁测深、高温高压试验等研究深部地质构造和深部岩石物性的先河。

张文佑先生历来注重不同学科人才的培养和使用，在科学研究的第一线锻炼年轻人才，为我国地震地质学造就了一大批栋梁之才。在中国科学院和中国工程院中共有 5 位属于地震地质学科的院士，除了丁国瑜先生是当年中国科学院地质研究所第四纪研究室的副主任之外，李玶先生、马宗晋先生、马瑾先生和我的导师邓起东先生均是直接受张先生领导、出自张先生任主任的中国科学院地质研究所的“老八室”。除了这些院士外，在地震地质学发展过程中还有一大批老前辈作出了名垂青史的贡献，这些耀眼名字中的大多数也是来自“老八室”，例如徐煜坚、张步春、李志义、李存悌、王景钵、方仲景、张裕明、汪良谋、虢顺民、汪一鹏、刘国栋、胡毓良、邵学忠、叶洪等等。这些来自“老八室”和其他研究室的老前辈，组成了中国地震局地质研究所最早的班底，通过不断地开辟新领域、融入新学科，使得地震地质学蓬勃发展。

张先生历来倡导构造变形与沉积建造相结合的分析方法，形成了大地构造八大学派之一，影响着地震地质学科的发展。在张先生“上天、入地、下海”这一学术思想的引导下，我所的老前辈们通过交流、研讨甚至争论，集中众人之智慧，提出了地震地质“由老到新、由静到动、由浅入深、由定性到定量”的工作原则，使得地震地质学从无到有，蓬勃发展，至今仍然指导着地震地质学科的发展方向。



张文佑在讲课

所以，张先生在地震地质学的学科架构构建、人才队伍培养和学术思想指导方面起到了重

要的影响作用，是我国地震地质学科的重要奠基人。

尽管我本人无幸成为张先生的弟子，只鲜有几次听过张先生的教诲，但张先生对我的学术生涯也产生过潜移默化的影响。

1978 年夏天，我们长春地质学院二年级的工农兵学员在北京密云县实习，葛晓虹老师与张文佑先生联系，希望他给我们作一个小时的学术报告。当我们 8 点钟来到地质所老楼 201 会议室时，张先生已经坐在会议室等候了。会议室前方有两块黑板，一块用于画图写字，另一块挂了一摞画好的挂图。张先生系统地向我们讲授了他建立的断块理论，他旁证博引，深入浅出，时而在黑板上用粉笔画出模型图，时而翻开画好的各种挂图，并用断块理论解释华北地区的地震活动特征，给我们上了一堂十分精彩的地质构造和地震地质课程。本来只有一个多小时的报告，张先生却整整花了 3 个多小时给我们这些基础很差、正在学习的工农兵学员讲课。张先生渊博深厚的知识和平易近人的态度深深地吸引了我，当即下决心努力学习，争取考上中国科学院地质研究所的研究生。第二年我如愿以偿地考上了当时还属于中国科学院地质研究所的邓起东先生的硕士研究生，开始了我在中国地震局地质研究所的学习和科研生涯。

张先生建立的断块构造理论不仅影响了老一代的地质所人，还对我们年青一代地质所人产生了影响。1998 年，我和马瑾院士、邓起东院士和张国民研究员等一道，在张先生断块构造理论和丁国瑜先生提出的活动亚板块理论的基础上，以现代活动断裂观测技术和第四纪年代测试技术为依托，对中国大陆岩石圈新构造运动的基本格局开展了研究，系统提出了中国大陆强震受控于活动地块的运动和变形，用于解释中国大陆强震的空间分布，既为张先生的断块理论提供现今构造变形方面的支撑论据，也对断块理论进行了拓展。1998 年以来，中国大陆及其周边发生的 6 次 7 级以上强震全部发生在活动地块边界带上，活动地块划分方案目前已经成为中国地震局系统地震统计分析的基本单元。活动地块科学假说是对张先生断块构造理论的继承和发展。

张文佑先生离开我们已经 26 年了，他所奠基的地震地质学科仍然生机勃勃，他所提出的断块构造理论仍然被继承发展，他所培养的地震地质人才已经成为学科栋梁。让我们用不断的科技创新纪念地震地质学的重要奠基人张文佑先生！

追思徐煜坚先生

◎ 汪良谋　楚全芝

青山踏遍六十春，探秘寻规几代人。
一本文集创业史，先生风范永长存。

1964 年，汪良谋从昆明调到地质研究所构造研究室工作。当时徐煜坚先生是该研究室副主任。未过几天，室领导就派汪良谋跟随徐先生去地球物理研究所参加一次学术报告会。这是汪良谋第一次结识先生，以后就在先生指导下从事科研活动，并多次协助先生培养研究生。楚全芝 1982 年大学毕业来到地质研究所之后就分配在徐先生身边当助手，后又考取徐先生的研究生，跟随先生近十年。

先生的言传身教使我们受益匪浅，受用不尽。在纪念我所成立 60 周年之际，根据我们对先生的了解和亲身感受，写此短文追思先生。

先生是一位不断追求进步的爱国知识分子。远在学生时期就积极参加“一二·九”等革命活动。1936 年作为先遣队的骨干成员，骑自行车南下宣传抗日救亡运动，并参加地下党组织的中华民族解放先锋队。南京解放前夕，先生参与许杰、张文佑等人发起的护所运动。在先生的住处，秘商抵制国民党政府要把中央研究院地质研究所迁往台湾的企图，并立下反迁台誓约。由于先生一惯追求进步，在建国初期就是中国科学院地质研究所为数不多的新民主主义青年团团员，后又于 1983 年以 70 岁高龄光荣地加入中国共产党。入党后，更加积极投身于改革开放以来的各项政治经济活动，坚决拥护共产党十一届三中全会以后的各项方针政策，应邀参加全国政协第五、第六届会议，当选为全国政协委员。



徐煜坚（1913—1992）

著名地质学家。曾为李四光助手。长期从事构造地质和地震地质研究，担任我所研究室领导，是我国地震地质学奠基者之一，曾与李善邦合作编制了我国第一代地震烈度区划图，参加过许多大型水电与核电工程场地的地质考察和烈度评定。第五届、第六届中国人民政治协商会议委员。



南下抗日宣传自行车队（1936年摄于北京）
前排左四徐煜坚，前排右一钱伟长

先生早年跟随著名地质学家李四光教授从事地质科学研究。20 世纪 30 年代，李四光教授提出中国东部第四纪冰川发育问题，引起地学界广泛关注和争论。先生通过实际工作，与李捷、孙殿卿、黄汲清提出了支持李四光的意见，与孙殿卿等合写《中国南部第四纪冰川分布概况及冰碛物分类》一文，进一步确认华南存在第四纪冰川。先生参加工作不久，就参与安徽、湖南、广西、贵州等地的区域地质和矿产资源考察，并对湘黔铁路沿线的工程地质和煤田地质进行考察研究。1942 年在南方石炭—二叠纪地层中发现旋科化石新属，并以朱森名字命名（Chusenella）。在安徽考察时，与孙殿卿提出皖西长山一带弧形脊柱与东西向带的反接关系。在实际考察的基础上，参与编制广西中、东部地区地质图（1∶25 万）。这是建国后首张面积最大的彩色地质图。1952 年山西崞县发生 5.5 级地震，并造成人员伤亡。震后地球物理研究所、地质研究所和地质部派岳希新、徐煜坚、谢毓寿等人前往调查。这是解放后首次派专业人员去地震现场考察，成为以后每次地震现场考察的先例。

解放后，先生已是知名的地质学家，在中国科学院地质研究所和国家地震局地质研究所从事构造地质和地震地质研究，担任研究室的领导工作。并在中国地质学会和中国地震学会兼任领导职务。先生的研究领域十分广泛，在地球科学的各个方面都有涉猎，在地震地质、新构造和工程地质方面有较深的研究，是我国地震地质学的奠基人之一。建国初期，先生与李善邦教授合作，采用地震与构造相结合的思想，编制了中国第一代地震烈度区划图。先生晚年时提议和主持编制了比例尺为 1∶4000 万的《世界活动构造、核电站、高坝和地震烈度分布图》。先生始终坚持科研要为国家经济建设服务、理论要与生产实践相结合的研究方向。曾多次深入地震区和重大工程区现场考察，足迹遍布祖国的山山水水。在许多重大工程项目中，如三峡、三门峡、刘家峡、黑三峡、新丰江、小浪底、瀑布沟等水电站以及阿尔巴尼亚的艾尔巴桑钢铁基地、越南红河大铁桥、喀麦隆水坝等工程中的地震烈度评定、水库诱发地震及有关的工程地质问题都倾注了他的汗水和心血。

作为科学家的政协委员，他曾多次给国家领导人和有关组织进言献策。为解决上海地面沉降，他曾给周总理写信，提出注水回灌可以阻止沉降而又不会引发地震的

见解。在参加全国自然科学学科规划会议上，先生给国家科委和党中央提出充分利用原北京地质学院的教育资源，成立研究生部，招收研究生，培养地质科技人才。在全国政协第五届会议上，他又与 15 位科学家联名给邓小平、方毅写信，反映“文化大革命”之后地质技术干部青黄不接、后继乏人的意见。同时先生身先士卒，积极招收培养研究生，关心年轻技术干部成长。先生对科普教育也十分关心。1985 年已过古稀之年，还亲赴厦门参加 89 所中学“三好学生”的夏令营活动，给学生传授地学方面的科普知识。

先生给人印象最深的是善于从报刊杂志上、会议中、现场考察时收集资料，并随时记录在本子上。先生记忆过人，有“活字典”的美誉。如你在科研上遇到情报资料上的困难，你都能在先生那里得到帮助。先生会毫不保留地给你帮助，或直接把资料提供给你，或给你提供资料索引，供你查找。在大多数情况下，你都会满意而归。

先生一生襟怀坦白，光明磊落，严于律己，大有“吾日三省吾身”的高尚品德。他对自己的缺点毫不掩饰，常在各种场合，包括在年青人和自己的学生面前做自我批评。先生平易近人，从不摆架子，爱开玩笑，说话幽默。他有时不像是一位德高望重的科学家，而更像是一位和蔼可亲的老人。

先生工作严谨认真，特别是对年青人和研究生要求严格，常在一些学术汇报会或评审鉴定会上，对态度不够认真、报告不够规范、资料不够确切等现象提出批评，有时意见十分尖锐，甚至令人难堪。先生这种在科学面前严肃认真、不讲情面的精神实是难能可贵，到今天仍值得效法。这与那种轻描淡写、奉承话多、“国内领先”、“国际先进”，皆大欢喜却不负责任的做法形成鲜明对照。先生有时难以控制自己的情绪，事后如觉得批评不当，或言辞过激，他会对当事人作出恳切的解释，表示歉意。

先生离开我们不觉已近 20 年，但先生的音容笑貌常浮现在我们面前。先生的爱国热忱、襟怀坦白、光明磊落、不断进取、严于律己和乐于助人的高尚品德将永远激励后辈。先生为我所的创建和发展所做的贡献将永远铭记地质研究所的史册。



1987年徐煜坚（后排左六）与马杏垣（后排右三）、丁国瑜（后排左七）等参加全国地震区划会议

重实践　重创新

——记谷德振先生的学术风格

◎ 车用太



谷德振（1914—1982）

著名工程地质学家，岩体工程地质力学的奠基人。曾任地质部水文地质局总工程师及水文地质工程地质研究所副所长、我所水文地质工程研究室主任，兼任长江流域规划办公室副总工程师、西南铁路指挥部总工程师等重要职务。1980年当选中国科学院学部委员（院士）。第三届全国人民代表大会代表。

谷德振先生是国内外著名的工程地质学家、工程地质科学新技术的开拓者、岩体工程地质力学的奠基人，1914 年生于河南省密县，1942 年毕业于西南联合大学。1949 年全国解放之前在中央研究院地质研究所从事区域地质矿产调查与构造地质学的研究，全国解放之后才开始工程地质学的研究，曾任地质部淮河工程地质队队长、铁道部大桥工程局技术顾问、长江流域规划办公室副总工程师、地质部水文地质工程地质局总工程师与水文地质工程地质研究所副所长、长江三峡工程指挥部总工程师、西南铁路指挥部总工程师、中国科学院地质研究所水文地质工程地质研究室主任，兼学术委员会主任，曾为第三届全国人民代表，1980 年当选为中国科学院学部委员（院士），1982 年因病逝世。

回顾谷德振先生的科研人生，有很多很多值得我们学习的品德与学风，有很多很多值得我们大树特树的学术贡献与重大业绩，但最值得学习与树立的是先生的重实践、重创新的学术作风。

我是 1965 年 9 月中旬作为谷先生的第三位研究生到中国科学院地质研究所报到的，但同时报到的地质所与地化所的研究生们多在报到的当天拜见导师，唯独我一人没能和导师见面，因为导师去西南三线建设现场了，那时我只知道导师很忙，在研究所的时间很少，但不知道他在忙什么，后来才知道他是在为国家经济建设与国防建设而忙碌！

中华人民共和国成立之后，迎来大兴建设的新时代，先生也由构造地质学研究转向工程地质科学技术新领域的开拓，自 1950 年治淮工程开始了工程地质生涯。从那时期开始，一直到

逝世前的一年，一直在我国重大工程的建设场地实践着，他的足迹遍及了大江南北，从东北兴安岭到西南的川西大山，从东南沿海的岛屿到西北戈壁荒漠，到处都留下了他的辛勤身影。在武汉长江大桥的蛇山与龟山上，他留下了用地质锤敲打过的岩石露头与用罗盘测量过岩层产状的痕迹，在万里长江的大小支流流经的深山峡谷区，留下了用入木三分的透彻眼光扫描出的长江流域地质图，在川西大山深处金沙江与雅砻江到甘肃腊子口与洮河，留下了带领一群年轻的工程地质工作者们为南水北调爬山涉水的足迹。在三峡大坝工地上，在大亚湾核电站厂址上，在新丰江与丹江水库发生诱发地震之后的现场研讨会上，在甘肃金川的特大镍矿与新疆核试验基地上，20世纪50—70年代只要有国家重大工程建设的地方，几乎没有一处是先生没去过、没“拍板”的地方。据河南省水利厅的统计，仅在河南一省的水利部门，先生亲自到过并作过现场指导的建设场地有出山店水库、南湾水库、青山水库、丹江水库、薄山水库、人和水库、金牛山水库、盘石头水库等。

先生每到一处首先看现场，从区域稳定性到场地稳定性，从地质建造到地质构造，从地下水到地应力现象，从大到小，从远到近，从地面到地下，从工程地质条件到工程设想，不放过任何环节，不轻视任何现象，十分认真十分仔细地观察与分析，然后对工程中提出的问题给出明确的解决方案。其中，至今在工程地质界作为美谈传诵的是选定三峡大坝坝区时的果断“拍板”一事。

长江三峡工程是从孙中山到毛泽东，中国现代伟人们都特别关注的宏伟工程。20世纪50年代我国就建立了长江流域规划办公室，作为重点研究未来三峡大坝的建设场地，1958年邀请了国内著名的功勋地质与水电专家，还特别邀请了数位苏联专家，现场讨论三峡大坝的坝址问题。讨论会上苏联专家与地质部三峡队提出的意见不一致，苏联专家提出建在灰岩峡谷区的南津关上，而地质部三峡队则提出建在花岗岩峡谷的三斗坪，请谷先生定夺。在当时，否定苏联专家的意见是十分困难的事情，甚至要冒很大的政治上的风险，在场专家们都感到十分为难。此时，谷先生凭借着多次现场调查的资料与丰富的水电工程实践经验，认为南津关坝区喀斯特发育、水文地质工程地质条件复杂，问题的复杂性不堪设想，坚决支持了三斗坪建坝方案。三峡大坝后来的建设与运行的实践表明，先生“一锤定音”，分析与判断是多么正确！



谷德振在野外测量岩体错动面的产状

先生深入现场，重视野外实践，为重要工程决策的又一个例子是挽救胡家渡濒危水库的事例。湖北省谷城县南河胡家渡水库自1957年开始施工，但坝基开挖后发现有

断层破碎带、喀斯特承压水由勘探钻孔中往外冒，基坑岩体质量很差，施工围堰发生决口，被迫停工，工程建设处于进退两难的尴尬局面。工程单位特别邀请先生等到现场为决策提供依据。先生到现场后不仅认真听取勘测、设计、施工单位的全面汇报，而且亲自到施工现场进行详细的调查，提出坝基内发育有断裂带，岩体呈“硬、碎”结构，其强度不足于承受大坝的压力；坝基下发育有多层倾向下游的软弱夹层，尤其第一夹层埋深仅 11 ~ 12m，在坝体应力作用范围内，对坝基稳定性影响很大；坝基内发育有四层喀斯特承压水层，其中有一层水压力很大，水头高可达 26 ~ 41m，将对坝底产生很大浮力，也会严重影响坝体安全。尽管场地条件很差，但也不是不能建坝，于是进一步提出：坝高降低至 50m 以下，沿坝轴作抗滑桩并使桩齿穿过第一软弱夹层，做好防渗帷幕的同时要做排水孔排水减压等工程变更建议，挽救了一个濒危工程。

这样的事例还有很多。先生在我国的工程建设中起到了他人不可替代的重要作用，做出了非凡的贡献。然而，这些实践、这些作用、这些贡献的背后是常人难以想象的付出。

我有幸在 1966 年夏天在襄渝铁路大巴山长隧道的勘选工作中与先生共同生活与工作一段时间，目睹了他的“实践”。先生作为西南建设指挥部的总工程师，平易近人，没有专家架子，只知道工作，不要求待遇。在工地和我们、和普通的测绘工、钻工一样住在大得无法再大的席棚中，睡行军床，吃大食堂的大锅饭、每天早晨天不亮就上山，一上山首先是一身露水，湿透了胸部以下的所有里外衣服，穿着湿漉漉、沉甸甸的野外工作服开始一天的调查。爬到山顶纵览群山，视察区域构造，寻找大的构造形迹，下到深谷量产状查泉水。从山顶到谷底，又从谷底到山顶，看地层排序，看岩体完整性，看岩溶地貌，凡可能影响隧道工程的大小现象无不关注观察。中午也不过啃一口馒头喝一口水，不管是被太阳晒得两眼直冒金星的大晴天还是连绵细雨、阴冷潮湿的雨天，日复一日。劳累了一天的先生，晚上点着马灯又接着整理一天的野外记录，理出当天野外调查结果，整理出一条条清晰的地质–水文地质剖面图，召集我们讲解哪些地方是大断层、哪些地方是小断层，哪一段可能岩体破碎，哪一处发育有巨大的向斜储水层，隧道施工时有可能发生大涌水……讲得头头是道，分析得清清楚楚，接着又对明日的工作提出具体要求，讲明野外应怎么跑，看什么，重点关注什么，等等。先生就是这样以身作则，重于实践，告诉后生们“实践出真知”的道理。

胡海涛先生与许兵先生等跟随先生多年的老同志们讲，先生一生实践中经历过的苦难何止是这一点。20 世纪 60 年代初，我国正处在“三年困难时期”，中国科学

院组织南水北调西线工程综合调查队，由先生担任总队长，带领来自中国科学院、地质部、水电部及南京大学、长春地质学院的几十名师生在川西高山严寒区进行了艰苦的野外调查。当时每人身穿沉重的老羊皮大衣，腿缠绑腿，身背一支枪，每天爬山涉水，吃的是玉米面饼就咸菜，喝的是冰雪化成的冰水，走到哪里就住到哪里，甚至找不到老乡就住荒郊野外、岩崖山洞中。20 多天的野外踏勘，人都变成了“野人”似的，吃的那苦，受的那罪，年轻人都难以承受，可想而知对年近半百的先生而言是何等的艰难。先生生前还亲自讲过两次险些“丢命”经历，一次是在长江三峡激流中乘小船考察时差点被大船碰翻落水；还有一次是从新丰江水库诱发地震现场考察结束后回广州，当时的广东省委书记要听汇报，上海牌的小汽车奔驰在珠江大桥上时，因事太急司机开车过猛，整车飞入珠江中，巧的是江中有一艘船在行驶，小汽车正好落在船中，惊险一场。好人本应长寿，连老天都帮忙跳过灾难，但几十年艰苦的野外实践，终于超越了常人所能忍受的限度，终究使先生身染重病，过早地离开了人世。

先生离开我们已近 30 年。先生在艰苦的野外，从未说过一个“苦”字，总是乐观豁达，谈笑风生，对我们总是和颜悦色，谆谆教导，令我们终生难忘，但令我们这些后生们更加难忘的是他的创新精神。先生对我国工程地质界与岩土工程界留下的最重要的贡献是他创建的“岩体工程地质力学”。

第二次世界大战之后，世界各国都逐步进入和平建设时期，我国宏伟的水利工程与巨大的地下厂房、特长的隧道与特大的桥梁、特大型的矿山开采与新型能源基地的建设，这些地区的工程建设面临的首要问题是工程岩体的稳定性评价。而我国工程地质界解放后长期受到苏联的影响，对工程岩土体稳定性的评价是以均质介质为前提的土质学与岩石力学理论与方法为基础。先生在工程实践中，深刻感到传统的理论与方法解决不了基岩山区建设中新出现的问题，于是逐步创建有我国特色的岩体工程地质力学。

先生解放前曾师从于我国著名的地质学家李四光教授，系统学习与掌握了地质力学的理论与方法，在李四光教授的指导下研究过重庆北温泉地区的节理发育及其构造应力场的关系，1948 年就发表过有关帚状构造的论文。以深厚的地质功底为基础，加上地质力学理论为指导，特别是结合解放后治淮工程、武汉长江大桥、新丰江大坝等重大工程实践，先生 1963 年在《科学通报》上发表《地质构造与工程建设》一文，提出了岩体结构与结构面的基本概念，为岩体工程力学的创建奠定了基础。然后又经历十几年的实践，特别是总结我国“三线”建设的丰富实践，如成昆铁路与襄渝铁路上，上百个高边坡与几十座特大隧道的施工、长江葛洲坝工程、金川大型镍矿的开

采实践等经验，终于在 1978 年编著出版了《岩体工程地质力学》这一专著，使崭新的工程地质与岩土工程的理论与方法问世。

这一新的理论与方法，强调了地质体不仅具有建造的特性，而且具有结构的特性，从工程建设涉及到的工程岩体不仅有岩性的差别，而且还有结构的差异。对工程岩体的稳定性而言，一般后者显得更加重要。从这样的观点出发，提出了岩石（rock）与岩体（rocks）的区别，提出了岩体的结构属性与类型，建立了不同结构类型中岩体稳定性评价的方法等，为我国工程建设提供了非常有效的新理论与方法，为我国工程地质学发展开创了一个崭新的时代。

与先生创建岩体工程地质力学的同时，在北美大陆出现了以 R. E. Goodman 为代表的地质工程学派，在欧洲出现了以 L. Muller 为代表的奥地利地质力学学派。他们与以先生为代表的中国岩体工程地质力学派成为世界工程地质界的三大学派，代表着世界工程地质科学前缘。

先生的创新还不仅仅在工程地质学领域，他在地震地质学领域也提出过一些独创性的见解。例如，新丰江水库发生诱发地震之后，当时国内外地震界与水电工程界的多数人认为是水库蓄水增加荷载作用引发的地震，先生就提出了主要是库水沿断裂带下渗，导致断裂带内孔隙压力增大，强度显著减弱，引发了地震，这一观点已成为国内外诱发地震成因的主流观点。又如，1972 年丹江水库发生 4.7 级诱发地震后，先生提出水库区的地震地质工作应从区域稳定性研究着眼，从抓大断裂的“五性”着手，即研究断裂的空间展布特性，抓住大的断裂构造，特别是一级构造单元与二级构造单元的分界断裂；研究断裂的发展历史，弄清断裂活动的时间性，分清是新断裂与老断裂；三是研究新、老断裂关系，认清基底断裂活动为基础发育的新断裂；四是研究新断裂的地貌特征与第四系地层错动，确认断裂的最新活动特性；五是在上述研究的基础上，结合断裂带上的历史地震活动，判定断裂是否具有可能发震的危险性。在水库区，特别要注意调查是否有穿过库区的活动断裂，分析沿着该断裂带库水下渗的可能性，水库诱发地震的监测与研究，归根结底还是要靠建立地震台网来实现。这些观点，现在已成为多数地震学家们的共识，但在 20 世纪六七十年代无疑是很有新意的独到见解。

先生在重视科学实践方面，是国内外少见的科学家。他的科学人生多半是在工程建设的现场渡过的，他的人生目标是解决国家工程建设中的难题。他一生发表的论文并不很多，但发表的多是精品，闪烁着科学创新的光辉。今年是我所创立的 60 周年，明年是先生逝世30周年。我总觉得先生“重实践，重创新”的精神应成为我所的所风，我恳切盼望我所的科研人员将这种精神代代传下去。

刘东生先生的治学原则和方法

◎ 王克鲁

1978 年之前，我有幸在刘东生先生身边工作几年。几年工作中，在刘先生耐心教育下，我学到了不少做人、做事和做学问的方法。他的治学精神和方法对我影响很深，一直影响到我以后的工作，使我受益匪浅。刘先生的优秀品格和崇高精神不是本篇短文所能尽述，在此只谈及其治学方面。



刘东生（1917—2008）

著名地质学家，国际杰出第四纪环境地质专家。1942年毕业于国立西南联合大学。中国科学院院士、第三世界科学院院士、欧亚科学院院士、国际第四纪研究联合会（INQUA）主席，第六届、第七届全国人民代表大会常务委员会委员。在第四纪地质、特别是黄土与环境研究方面有重大贡献。2002年获泰勒奖；2003年获国家最高科学技术奖。

一、勤奋好学，知识渊博

刘先生非常勤奋，他喜欢读书，他是当时第四纪地质研究室内读书最多、涉及面最广的人。他非常了解我国第四纪研究历史，他曾多次讲述李希霍芬（F.V. Richthhofen）、奥布鲁切夫（В.А. Обручев）、德日进（P. Teilhard de Chardin）、安特生（J.G. Andersson）、巴尔博（G.B. Barbour）、葛利普（A.W. Graban）等外国学者到中国考察及其取得的成果。关于国内著名先驱学者如李四光、杨钟健、侯德封、裴文中、黄汲清、贾兰坡、孙殿卿、尹赞勋、马延英的研究内容和成就，他也很了解。

青年同志到他的办公室汇报工作以后，假如有时间的话，他总会同你谈些第四纪地质国内、外研究现状和进展。这都使我们大开眼界，明确了追赶方向。

初建研究室时，总共分三个组，即黄土组、红土组和新构造组。在各个组内又分别设有沉积物、地球化学、孢子花粉和 ^{14}C 等实验室。除此之外，还有两人跟随刘先生从事古脊椎动物化石研究。这些组和实验室研究的内容五花八门、涉及的内容比较广泛，遇到难以解决的问题时，刘先生都能给予指导。有时为了你顺利地开展工作，他还会给你找些外文参考书籍或资

料。这不仅表现出他对青年人的关怀，而且说明他是一个知识面很宽的人。

二、严肃、严格、严谨的工作作风

记得我到中国科学院地质所的第二年春，有一天刘先生给我讲述了以下这个故事。他说在民国时期，有位科研人员到山东考察，由于治安和其他原因他没有去现场考察，只是从别人那里获得一些资料，草率地制些图表就到单位汇报。后被领导发现，逐出了单位。这个故事使我很震动，这是刘先生给我打预防针，说明他对我们青年人很关心。

刘先生曾经不止一次讲过，做学问最重要的是必须实事求是，决不能弄虚作假，否则一事无成。

刘先生做事情非常认真，室内、外工作如此，做学术报告也不例外。他这种作风对青年人影响很大，大家都把他当成学习的楷模。

在工作中刘先生对青年人要求很严格。他反复强调做科研工作必须踏踏实实。要一步一个脚印，不能有半点马虎；要掌握第一手资料，而且越多越好。记得 1956 年我在陕北无定河流域考察时，在青云山发现了一个含砂层的老黄土剖面。后被刘先生知道，他叫我带他去看看。有一天我把他带到该剖面所在地。到那以后他就开始仔细观看，还把我的笔记本拿去逐层对比，最后加以肯定。他说：“以后你们做剖面就应当这样详详细细，好的剖面还要系统取样。”这些话我一直记在心里，并把它作为我工作的指南。1957 年我们在泾河、洛河流域考察，就是按照这种方法工作的，取得不少成绩，得到了刘先生的赞赏。1958 年做的黄土大剖面、山西隰县午城黄土剖面以及洛川黑木沟黄土剖面也都是按这种思路工作的。

刘先生还强调做学问不能像蜻蜓点水那样不深不透。他常说：“做学问像打仗，伤其十指不如断其一指。”在工作中他用这种思想取得了不少成绩，首先是山西的午城黄土剖面。在午城剖面，原第四纪地质研究室投入过大量人力、物力。曾进行过脊椎动物化石的发掘，做过孢子花粉、颗粒成分、矿物成分、化学成分等分析，以后又补做过古地磁测定。其次是从 1980 年开始，又对陕西洛川黑木沟剖面进行更深入的研究。那次研究动员了几个单位参加。除本所外，中国科学院地球化学研究所、西安黄土与第四纪地质研究室也投入很多人力、物力。使用了古地磁、^{14}C、孢子花粉、哺乳动物化石、蜗牛、颗粒、重矿物、黏土矿物、地球化学、稀土元素、氨基酸、土壤微形态以及大气粉尘（沙尘暴）等分析。最终集中讨论了 240 万年以来黄土形成环境、黄土与古土壤系列所反映的气候信息。然后又把这些信息同世界深海氧同位素

进行对比。开辟了我国黄土研究同环境相结合的新方向，使我国黄土研究向前推进了一大步。

刘先生做事做学问一丝不苟，精益求精。在已有的条件下尽可能去完善，一直达到他自己认为满意为止。记得比较深刻的是 1959 年我和曹家欣、文启忠等人编《1∶400 万中国黄土分布图》。该图的黄土分布完全由 1∶20 万大比例尺图件缩制而成。全图编出来以后，请过所内、外专家审查两次，修改三次。《中国黄土堆积》、《中国黄土分布图说明书》的撰写过程就更不用说了。那时正值我们国家困难时期，为了赶任务，我晚上加班写草稿，白天同刘先生讨论请他修改，有时他也加班到深夜。为了使内容、文字、图表更充实、更完善，往往改了又改。一般是改三次，局部的地方改了四五次之多。

《中国黄土堆积》和《中国黄土分布图》的出版，为以后黄土研究奠定了良好基础，其中地层划分方案、实际资料和许多观点，已被社会承认与应用。

1960 年，刘先生和孙殿卿先生两位被选定参加 1961 年于波兰召开的国际第四纪研究联合会（INQUA）大会。会前他要准备一篇论文，论文题目是《中国的黄土》。为了争取时间，他写文字（英文）报告，我帮他绘制图件。论文中附了三个重要图件，一是《中国黄土分布图》，二是《黄河中游黄土高原立体图》，三是山西吕梁午城黄土剖面分析图。这几张图都非常复杂。为了表现完美改了又改，特别是《中国黄土分布图》都已经快清绘成了，因戈壁图例与沙漠和黄土不甚协调还是重绘了。为此鲁巨川先生（所内绘图第一把手）还很有意见。

他写的那篇英文论文稿，也是修改了好几遍。他英文底子本来就不错，可他还不放心，去找留学国外的周明镇先生给他修改，最后又请李四光先生修改。修改之前，刘先生把中国黄土地层划分成晚更新世马兰黄土、中更新世老黄土 2 和早更新世老黄土 1，李四光先生认为这样划分有许多缺陷，建议他定名离石黄土（中更新世）和午城黄土（早更新世）。从那以后我国黄土地层划分为马兰黄土、离石黄土和午城黄土三层，延续至今仍在使用。

刘先生治学的另一个特点，是在他没有掌握大量有力资料之前，绝不轻易下结论。对我国黄土成因的看法就是这样。早在 20 世纪 50 年代初期，虽然工作几年之后，对黄土成因有些看法，但他在公开场合很少谈。直至 1958、1959 年对黄河中游地区内大面积的黄土深入研究以后，他才开始谈论这个问题。这和当今社会名利思想严重、弄虚作假或者仅有一点资料就东拉西扯、大谈什么成因与规律的人大相径庭。到头来他们不仅砸了自己的声誉，还危害了社会。

三、持之以恒，成绩卓著

刘先生一生尽管从事过许多科研工作，但他始终对待黄土情有独钟。从 1954 年在三门峡工作起，他就对黄土产生浓厚兴趣。除了青藏高原和两极考察以外，对黄土研究一直没有间断过，而且在不断地深入，取得了一个又一个成绩。

20 世纪 50 年代初，参加水土保持工作的单位很多。完成任务以后，多数单位都把工作重点转移到其他方面，只有中国科学院地质研究所第四纪地质室没有那样做，而把以往的工作延续下来。为了继续研究黄土，在 1958 年，刘先生设计出 10 条地质大剖面，对黄河中游地区的黄土进行了深入细致研究。大剖面是在极为艰难的条件下完成的，为了完成这些大剖面，同志们吃了不少苦头，每天徒步考察二三十里，还要背负所采集到的标本。冒着被野兽袭击的危险、穿越山地或分水岭林区。有时找不到村庄只能忍饥挨冻，露宿野外。我们工作小组，自南向北穿越泾、洛河分水岭（子午岭）时，就曾遇到一次饿着肚皮夜宿林区的危险，幸好没有发生意外。

大剖面完成以后，对采集回来的黄土标本进行系统全面分析，之后又在 1959 年进行全面总结，开始编制《1∶400 万中国黄土分布图》。

总结任务落在我和吴子荣两人身上，他负责撰写《黄河中游黄土》一书，我负责写《中国黄土堆积》一书。为了尽快把书写成，把图编制出来，我们经常加班加点。刘先生也不例外，他比我们更忙。他既要抓室里工作，又要指导我们编图、写书，他给我们修改文稿，部分章、节他自己写。通过努力，书和图终于在 1964 年和 1965 年先后出版。书与图出版之后，对国内外影响很大。同行给予肯定和好评，并得到广泛应用。值得提出的是，黄土大剖面和《中国黄土分布图》的编制过程中，北京地质学院、北京大学部分师生也参加了工作，没有他们的奉献，我们的工作是完不成的，至今我们仍心存感激。



1958年刘东生在山西静乐讲解地质现象（左一吴子荣，左二刘东生，左三王挺梅，右一陈明阳，右二王克鲁）

1979 年秋，刘先生从贵阳调回到中国科学院地质研究所。由于受两次分所的影响，当时的第四纪地质研究室工作条件特别差，既缺人又少实验设备，开展工作非常困难。但是，刘先生没有被困难所吓倒，在他的积极努力下很快就恢复起来，并开展了工作。然后把黄土

研究方向调整到与古气候环境相结合上来，调动中国科学院地质研究所、贵阳地球化学所、西安黄土与第四纪地质研究室等单位的力量，共同研究黄土与环境问题，取得显著成绩，被世界同行认可并给予高度评价。

从 1992 年开始，他又承担了国家自然科学基金“八五”重大研究项目。他曾组织过中国科学院地质研究所，广州地球化学所，植物研究所，西安黄土与第四纪地质国家重点实验室，同济大学海洋地质系等 16 个单位、80 多位研究人员，共同研究我国北方干旱、半干旱区 15 万年以来的环境演变问题，并取得巨大的成绩，使黄土研究又向前推进一大步。

刘先生为发展我国第四纪地质科学事业兢兢业业，努力奋斗，成绩卓著，尤其是黄土方面。他把我国第四纪地质研究推至世界最高水平，得到世界承认，给予高度评价。由于他成绩优秀突出，在 1991 年第 13 届国际第四纪研究联合会（INQUA）大会上，被选为该会主席，为我国争到最大荣誉。他曾荣获国际泰勒环境成就奖，洪堡奖，国家最高科学技术奖，自然科学一等奖一次、二等奖三次，竺可桢野外科学奖，陈嘉庚地球科学奖，李四光科学奖，何梁何利科学技术进步奖以及中国科学院内一、二等奖多次。2006 年被授予“中国第四纪功勋科学家”的称号。

刘东生先生对我国和世界第四纪科学事业的发展有重大贡献，他那严谨治学的态度和不屈不挠的精神是我们永远学习的榜样。

满园春色关不住

——纪念马杏垣先生

◎ 张家声



马杏垣（1919—2001）

著名构造地质学家。1948年获英国爱丁堡大学博士学位。1980年当选中国科学院学部委员（院士）。1978—1985年任我所所长。长期从事大地构造研究，负责主编《中国岩石圈动力学地图集》与《全球地学大断面的编辑和综合研究》，获国家自然科学三等奖。第五届、第六届、第七届中国人民政治协商会议委员。

“应怜屐齿印苍苔，小扣柴扉久不开。满园春色关不住，一枝红杏出墙来。”大学时代的马杏垣在一次命题为《释名》的征文中，曾引用了宋代诗人叶绍翁《游园不值》这首诗，说明自己取名“杏垣”二字的寓意，写毕，意犹未尽，又在文稿上画了一幅“红杏出墙”的插图，作形象的说明。

“满园春色关不住，一枝红杏出墙来。”这是马杏垣取名的寓意，更是他一生的志向与追求。

一

1919年5月21日，马杏垣出生在长春市一个旧式商人家里，祖籍河北省乐亭县。其父勤于经商，却一心希望孩子们走读书进取的道路。然而，1931年发生“九·一八”事变，使东北沦陷在日本军国主义的铁蹄下，马杏垣求学的道路一开始就很不顺利，1931年从长春市自强小学毕业以后，第二年他就不得不流亡关内。在父亲的支持和杨扶青先生（原水产部副部长）的帮助下，他先后就读于河北省昌黎县汇文中学和天津南开中学。这期间，祖国的危亡、政府的软弱、民族灾难深重的社会现实以及红军长征北上抗日的消息，在他少年的心中产生了强烈的回响，同时激发了他的爱国热情。南开中学一向以思想活跃著称，马杏垣在其中自然深受影响。在1935年爆发的“一二·九”学生运动中，他参加了南下学生请愿团，和大家一起卧轨拦截火车，抵南京向国民党政府请愿。1937年抗日战争爆发后，为了不当亡国奴，他决定辍学，随王顺桐（曾任

全国科协副主席）等青年一道从天津乘船南下，开始了第二次流亡生活。在烟台逗留期间，数百名华北流亡学生和各种进步的文人汇聚在一起。在那里，他有机会结识了画家王大化，并向王大化学习了绘画木刻艺术，他的艺术天赋因此而迅速萌发出来。辗转到重庆之后，他一方面在南渝中学（后改名南开中学）继续读高三，另一方面，他沉湎于鲁迅先生倡导的木刻艺术中，乐此不倦。他创作了一幅表现八路军战士的作品，并以“马蹄”为笔名发表在共产党主办的《新华日报》上。到重庆后，在思想上他逐渐靠拢共产党。1938 年 5 月，他加入了当时由周恩来领导的中共南方局地下党组织。到八路军办事处接受了培训，并在共产党的领导下从事革命活动。这一年，正是他面临高中毕业，对未来的生活道路进行选择的关键时刻，鲁迅在文章中告诫其子海婴不要做空头艺术家的教诲，引起了他的深思，经过再三考虑，他决定放弃搞艺术的念头，而选择一个面向实际的专业，学以致用，报效国家。1938 年秋天，他考取了西南联合大学地质地理气象系，从此，他一生都跋涉在地质科学的坎坷之路上了。

二

西南联大当时是一个颇具民主空气的学校，在这里，马杏垣求实的愿望得以满足，而他活跃的思想、性格更有了发展。他参与了昆明市地下党外围组织“群社”的活动，他与另外两名地下党员创办的《热风》壁报在校内很有影响。他们用鲁迅风格的木刻和漫画以及讽刺小品来揭露时政的弊端，终为校方不容。尽管有特务的盯梢和校方的追查，马杏垣却不知害怕，反而热情更高，他总是设法在深夜翻过墙头，把一期期壁报张贴出去，使校方大光其火。而他则从这种冒险中感到了快乐。

不过，读书终究是正业，不敢含糊。地质科学的各门功课马杏垣都学得很认真很努力，这为他以后毕生从事地质科学的教学和研究工作打下了坚实的基础。比知识的获得更为重要的是学风的培养，马杏垣从他的老师孙云铸、袁复礼、冯景兰等老一辈地质学家以及德籍教授米士等人的言传身教中，知道了什么是治学中一丝不苟的态度，树立了治学中注重实践的原则，从而终身为此受益。在米士的影响下，他在学校里开始对变质岩构造和组构方面的知识产生了浓厚的兴趣。由于他在各方面的出色表现，大学三年级时，他被吸收进曾昭伦教授领导的西康科学考察团。他随团调查了沿途地质并记述了当时还处在奴隶社会的大、小凉山一带的科学见闻和风土人情，他以在昆明市举办画展的形式将他的见闻介绍给社会。

1942 年，马杏垣大学毕业后被留在西南联大地学系当助教，有机会与米士一起

工作，对他的业务是个提高。他们共同完成了昆明市附近1∶5万的地质填图和编写说明书的工作。并且和司徒穗卿一起对滇东北的昭通、盐津、永善、绥江等地进行了野外地质调查，获得了有关这些地区的最早的地质研究成果。这些研究成果至今还保存在地质资料馆中。1945年抗战胜利后，马杏垣考取了由英国文化委员会提供奖学金的出国留学生资格，经党组织同意后，他于1946年1月赴英国爱丁堡大学地质系攻读博士学位。在当代最伟大的地质学家之一的Arthur Holmes教授指导下，开展了对苏格兰北部山区变质地质和成因岩石学的研究工作。1948年8月他获得了博士学位，并且在伦敦召开的第18届国际地质大会上宣读了论文，然后，他返回了阔别3年之久的祖国。这时，中国历史新的一页就要揭开了。

三

回国后，马杏垣先在北京大学地质系任副教授，不久，又升为教授，当时他还不过30岁。建国后，1952年院系调整，他转到北京地质学院任教授、教研室主任和副院长等职，从事地质科学的教学、科研工作。

马杏垣早期的研究内容比较广泛，1951年以前发表的数篇论文涉及我国岩石学、矿床学、构造地质学和古生物地层学等各个方面。新中国成立以后，为满足国民经济迅速发展的需要，他率先在我国开展了区域地质调查工作。1950—1952年，他与北京大学、清华大学地质系的师生一起，完成了燕山地区1∶5万区域地质测量。1955—1956年，他又带领北京地质学院的师生，完成了山西省五台山区1∶20万区域地质测量。这些都是我国最早开展的较正规的填图工作。1957年他出版了《五台山区地质构造基本特征》一书，是我国第一部区域构造地质志。同时发表的另外几篇论文，以及在地质部第一次区测工作会议上的报告，对深入进行五台山区地质研究和在我国开展大规模1∶20万区域地质测量工作都起到了积极的推动作用。直到20世纪60年代初期，他还继续组织师生在湖北、河南等地开展了多幅1∶20万区域地质填图工作。在上述大量实践研究的基础上，1961年他发表了有较大影响的《中国大地构造几个基本问题》一文，1963年又和教研室的同志们一起，编辑出版了《中国区域地质》教科书和《1∶300万中国大地构造图》。提出了“萌地台—原地台—地台”的地壳演化过程理论，强调“槽中有台，台中有槽”的辩证地质观；反对把槽、台等地质单元绝对化的简单地质模型。体现了他坚持活动论观点的学术思想。他在这一阶段的研究工作以区域地质调查为主线，研究领域也不断扩大，并且开始为系统地研究中国的前寒武纪地质和构造演化进行准备。

在对五台山、中条山、嵩山、太行山、燕山、秦岭、大别山等地的前寒武纪地质进行了专门研究的基础上，20 世纪 60 年代初期，他连续发表了有关中国东部前寒武纪大地构造的基本轮廓和构造样式，以及早太古代阶段构造变动的特点等 3 篇综合性论著，开始了对中国前寒武纪构造演化的讨论和综合研究。“文化大革命”结束以后，1979 年，他结合航磁研究的成果，专门讨论了华北地台的基底构造；1982 年调到国家地震局以后，在他领导的《中国岩石圈动力学地图集》编制工作中，他还专门指导编制了一幅中国前寒武纪构造格架图（1∶1400 万），并且发表了《中国前寒武纪历史过程中构造样式的变化》等有关论文。在 1980 年和 1984 年召开的第 26、27 届国际地质大会期间，他分别就“中国大陆地壳早期构造演化”和“华北克拉通早元古代期间的再造作用及其在岩石圈演化中的意义”，向大会作了发言。前寒武纪地质的研究有着无限广阔的领域，而中国的前寒武纪又有着 30 多亿年地壳演化的完整记录。马杏垣根据他在中国的实践，系统地总结了大陆地壳早期演化的规律性，多次阐述了地壳构造样式随地质历史进程不断发生变化的思想。尤其是关于在晚前寒武纪阶段开始出现特定的古板块构造体制的思想，受到了国际上许多地质学家的极大重视。

科学研究并非总是一帆风顺的，为了揭开嵩山构造变形之谜，马杏垣和他的同事们曾先后十上嵩山，历时 22 年，才终于完成了《嵩山构造变形——重力构造、构造解析》这一科学论著及相关的其他论文。这些成果不仅包含了无数个风雨烈日下的辛勤劳动，而且还记录了 20 多年来科研道路上的坎坷曲折和屡遭磨难的历程。

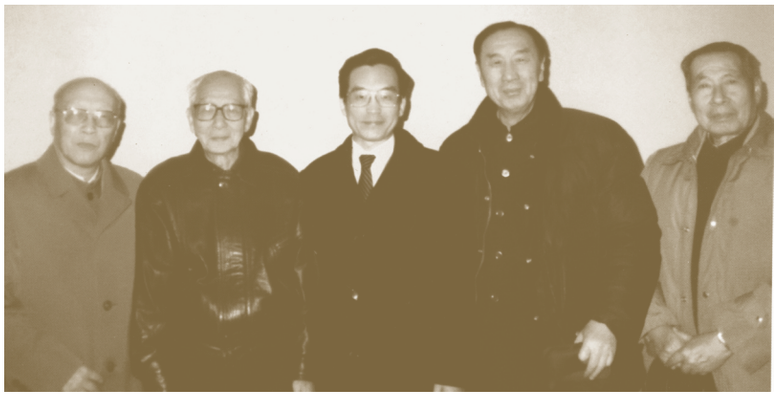
早在 1956 和 1957 年，马杏垣和他的科研集体就曾两次来到嵩山，拉开了对嵩山前寒武纪地质研究的序幕。他们首先对这一地区前寒武纪的地层序列及其对比问题和基本构造轮廓进行了初步研究，首次提出了太古代“登封群”的地层划分、对比和命名问题。就在这时，凭着一个地质学家敏锐的观察力和经验，他已经感到了深入开展嵩山构造研究的价值和重要意义。正当他怀着浓厚的兴趣在秦岭中专心工作的时候。1957 年的“反右”斗争开始了，他被从河南野外召回北京地质学院，仅仅是由于给秦岭区测队苏联专家的工作成果提过不同意见而接受审查，险些成了这场政治运动的牺牲品。

1958 年，马杏垣再次到嵩山参加“登封式铁矿”的现场讨论会和野外考察，希望能有一个重新开始的机会。但不久由于苏联的背信弃义给全国人民造成的三年严重困难时期，使研究工作再次中断。困难时期刚刚过去，1964—1965 年，他立即组队，连续两次对嵩山展开了大规模的野外调查。这一阶段的工作对嵩山研究具有重大的意义，他们不仅取得了大量第一手的科学数据和资料，而且首次识别出中上元古界五佛山群地层中的重力滑动构造，这是嵩山研究中的一个突破性的认识。正当即将成功

的喜悦鼓舞他们向更高的顶峰攀登时，1966 年开始的“文化大革命”给嵩山研究和他个人带来了更加沉重的打击。“马杏垣道路”被当作资产阶级学术思想的典型在全院进行了批判，嵩山研究成了资产阶级“一地成家论”的样板而被彻底否定。他的家被抄了，他本人被当作资产阶级反动学术权威送去劳动改造。科学的尊严受到了亵渎，科学家的心灵蒙受着创伤。更令人痛心的是，大量从野外采集来的标本在这场动乱中散失殆尽，许多野外的原始记录和图件被销毁了。

1969 年底，马杏垣被“疏散”到大别山区的一个地质队去“对口劳动”，对他和他的家属都只发给生活费。精神的磨难和艰苦的生活条件使他的身体垮下来了，他患了严重消耗体力的“甲亢”病，而自己当时竟无察觉。在这些日子里，似乎一切都完了，唯有一个科学家的良心还在跳动。在小河湾一间茅舍的煤油灯下，他吟诵着陆游的“驿外断桥边，寂寞开无主，……零落成泥辗作尘，只有香如故。”的诗句，向身边几个学生讲述地质科学的过去、现在和将来，仿佛是在积蓄着新的力量。1970 年秋天，当他终于能够返回北京时，学院已是一派浩劫过后的萧条景象，北京地质学院已经被赶到外地寻找栖身之地了。一切都可以改变，唯有科学研究必须坚持。1972 年周恩来总理关于要重视基础理论和科学研究的指示公布以后，形势略见好转，马杏垣又立即第 4 次组织科研力量，着手对嵩山的研究。他带领几个老师和助手，重新填制了面积达 800 平方千米的构造地质图，收集和整理了 3 万多个地质参数。1973 年，过度劳累使他的“甲亢”病急剧恶化，并引起心房纤颤而住进了医院。病情稍有好转，他又投入到嵩山研究室内分析阶段的紧张工作。他采用先进的解析构造学方法和理论，对嵩山地区的前寒武纪构造变形进行科学总结。在 10 年的沉寂之后，马杏垣于 1975 年发表了一篇高水平的学术论文《河南嵩山区震旦系古构造型式》。

1978 年后，中国终于彻底摈弃了那种旷日持久的“以阶级斗争为纲”的错误做法，而致力于国家经济现代化建设，科学事业因此而得到了高度的重视，这大大加速了马杏垣对嵩山的研究进程。这期间他又多次前往嵩山，反复探寻嵩山构造变形的真谛，并连续发表了数篇论文加以阐述。自然造化之谜终于被解开了。经过马杏垣及



1993年，马杏垣（右二）与温家宝（中）、王鸿祯（左一）、杨遵仪（左二）、杨起（右一）合影

其合作者长期不断的努力，1981 年，《嵩山构造变形》一书正式出版了。它以丰富的第一手资料和严格的科学分析方法，揭示了这一地区的构造变形历史和相关的构造样式，为在复杂变形变质地区深入开展构造研究作出了楷模。受到了国际地科联构造委员会主席 Zwart 教授和中国地质学会理事长黄汲清教授的高度赞扬。1980 年 9 月，中国地质学会构造专业委员会在嵩山召开了“前寒武纪构造地质现场会议”，1983 年，又组织中外地质学家来这里参观考察，每一次都受到中外专家们的一致好评和赞赏。20 多年来神州大地上的风云变幻，使嵩山的研究工作一再延宕，正是由于马杏垣教授对地质科学研究的执着追求和锲而不舍的顽强精神，才终于使研究工作在经历众多磨难之后得以完成。

在对嵩山研究的过程中，马杏垣曾经详细地解析了重力滑动构造的构造体制、构造要素、构造形迹以及重力滑动构造的运动方式、形成机制和动力来源，指出这种构造形式在地质过程中的普遍性和重要意义。在这一精辟的实践研究基础上，他又结合在煤田和石油勘探等方面的实际情况，对重力滑动构造作了进一步的理论分析和总结。1980 年至 1984 年期间，他先后发表了《重力与构造》等 3 篇专门的论著，强调重力不稳和密度不均在构造过程中的重要性。这一学术思想在我国构造地质学领域中是独树一帜的。它很快就在石油、煤田和工程地质等领域中引起了极大的重视，并且产生了显著的社会经济效益。

20 世纪 60 年代中期，马杏垣曾对北京西山的窗棂构造和石香肠构造进行过专门研究。从那以后，长期多方面的构造地质研究实践使他在理论和方法上取得了许多新的认识。尤其是随着现代构造地质学的进展，传统描述性的构造学方法已经不适应了，进而要求更多地对构造现象进行几何学、运动学和动力学的统计分析；同时要求在一定的空间和时间范围内，对不同时期、不同性质的构造现象之间的相互联系进行综合研究，才能正确地开展复杂变形变质地区的构造分析和地质制图。为了促进和提高我国构造地质学的理论水平，他借鉴了桑德、李四光、以及 Dennis、Hobbs、Vialon 等人从不同角度进行构造分析的方法和原理，并广泛结合了在我国进行的构造研究实践，在此基础上，他系统地提出了解析构造学的理论和方法。1978 年以来，先后写出了《变质岩构造工作方法》、《地质构造的观察与研究》、《解析构造学刍议》等 5 篇论文。强调了构造尺度、构造层次、构造样式、构造序列以及构造叠加等许多重要的概念和实际工作方法。它们不仅仅是一套方法学的系统论述，而且还包含着他数十年来逐渐形成的地质观。这一解析构造学的理论和方法，大大促进了我国正在开展的在复杂变形变质地区进行的 1∶5 万地质填图工作。

1978 年底，马杏垣调任国家地震局副局长并兼任地质研究所所长，这时他已年

近花甲了，但精力仍然很充沛。在国家现代化建设的新形势下，他联想到自己的研究领域即将发生改变的现实，心情格外激动。在欢迎会上他即兴赋诗："年近花甲逢转变，地震战线献余年。重视实践求实是，继续努力谱新篇。"表示了自己的志向。在经过了反复的调查研究之后，他抓住了"我国地震活动与第四纪以来的盆地构造有着密切的时空联系"这一特点，把开展对大陆的裂陷作用和伸展构造的研究作为主攻方向，开始了地震地质领域新的探索。从前寒武纪到第四纪，他轻松地跨越了地质历史上几乎 6 亿年的时间间隔。到现在为止，他已就此发表了《中国的地震活动性和地震构造》（英文）、《华北新生代地堑系》、《论滑复与岩石圈多层次滑脱构造》等 7 篇论文。此外，他还积极指导和鼓励他的研究生们在变质岩构造和岩石学研究的基础上，开展对"多震层"和"震源实体"构造的深入研究，开辟了地震成因研究的新途径。

1982 年，国家地震局下达了编制《中国岩石圈动力学地图集》的任务，并任命他担任主编。他这时已是国际岩石圈计划委员会执行局的成员，义不容辞地要为此作出新的贡献。作为"六五"期间的重点项目，国家地震局组织了国内 30 个科研教学单位的近 300 名科学家协同努力，共同完成了各类序图、地质基础图、地球物理和地球化学专题图，以及新构造变动、地震活动、各省（区）地震构造、分区岩石圈动力学特征图 68 幅，1∶400 万中国大陆及其邻近海域岩石圈动力学挂图 1 幅，以及作为说明书的专著。在完成如此浩繁的编图工作中，马杏垣不仅在图集的整体设计和总的指导思想方面进行了广泛深入的研究，努力使之体现到每一幅图件的资料选取、表示内容和表现方法上，而且为它的组织领导工作倾注了大量的劳动。为了使图集能够更好地表达岩石圈动力学的研究主题，并且尽可能多地反映实际资料和有关参数，他采用了多手段、多层次组合和综合的表现形式，达到了非常理想的效果。在 1985 年底召开的评审会上，数十名国内著名的地质、地球物理专家一致给予了高度的评价，认为它是"目前国内外岩石圈动力学研究方面编成的第一部大型地区性综合图集，在国际上也居领先地位，具有重要的理论和实际意义，以及重要的科学价值"。现在，这一成果已被国际岩石圈计划委员会列为其正式出版物，体现了中国对于国际岩石圈计划所作的努力，也实现了马杏垣在"地震战线献余年"诗句中所表达的愿望，即"继续努力谱新篇"。

四

马杏垣在以上诸多方面对地质科学所作出的贡献和组织领导才能，赢得了国内外地质学界同行们的尊敬和赞誉。他先后被推选为中国地质学会副理事长和构造

专业委员会主任等职务，并且当选为中国科学院学部委员和全国政协委员。同时还兼任《地质论评》的副主编和《地震地质》的主编工作。在国际学术活动方面，1979—1982 年，他曾担任国际地震危险咨询委员会委员；1979 年起，担任国际岩石圈计划指导委员会委员，现在是该委员会执行局的成员，以及下属“板内现象”工作组成员和喜马拉雅及邻区分委员会副主席；并且是国际地质科学联合会构造委员会委员。同时还兼任 *Tectonics* 的地区编辑、*Surveys in Geophysics* 编委、*Physics of the Earth and Planetary Interiors* 和 *Journal of Structural Geology* 编辑顾问委员会成员等职务。他在促进和组织国内及国际间广泛的学术交流与合作方面，作出了许多积极的贡献。

数十年来，马杏垣不仅在大学的讲坛上为培养新一代地质学家作出了无私的奉献，用注重实践的优良学风影响和教育了一批又一批大学生和研究生，而且还亲自踏遍了我国除西藏和台湾地区以外的大部分地区的丛山峻岭。正是这一广泛持久的实践活动，奠定了他大量科学研究成果的基础。他能够及时抓住从实践认识上升到理论综合这一重要的科研环节，前后共发表了 60 余篇有重要价值的论文或著作。在撰写每一篇论著的过程中，他总是严格取材，谨密构思，反复斟酌文中用词的科学性和概念的严格性。并且坚持亲自动笔和文责自负的原则，体现了严谨的治学态度。而勤奋好学并能平等地与人交流学术思想，不断地参加各种学术讨论会，则是他经常掌握大量最新信息、使自己保持在最先进的学术研究水平的关键。科学研究是没有止境的，他深信只有不断地学习和汲取新的知识，加上不断地实践，才能不断地有所贡献。

从青年时代开始，马杏垣就把自己的一生跟国家、民族的命运紧密地联系在一起。建国以后，他大部分时间都担任着行政领导职务。然而正如他早年不愿做空头的艺术家一样，他也不希望搞空头政治，而是始终坚持着科研、教学的主线。有时白天开会，他就在晚上加班加点搞业务工作。这种特定的治学方式，一方面使他在科研工作中避免了许多行政管理上的麻烦，另一方面又使他在科研中坚持正确方向的同时，在思想方法上受到了有益的训练。20 世纪 60 年代以后，他经常自觉地运用辩证唯物主义的观点，去认识和分析构造变形过程中诸多因素之间的矛盾转化规律，把握导致地质体发生量变和质变的主导因素，并且反映到他的许多论著之中，逐渐形成了他辩证的地质观。有他新近谱写的《解析构造歌》为证：

理、化、热、重，质量流展，升、降、开、合，岩席运转。

垂、平、转、化，隆、陷、褶、断，动、静相间，掌握突变。

时、空、介质，调研格式，伸、缩、隆、坳，剪、斜、滑、旋。

层次、尺度，叠加、置换，转化、再造，得失增减。

实验模拟，探索机制，组合演变，利于预言。

对于马杏垣先生来说，“不用扬鞭自奋蹄”不仅是他晚年工作的写照，而且可以概括他一生从事地质科学研究的历程。

经过半个世纪的不懈努力，马杏垣先生终于实现了他“满园春色关不住，一枝红杏出墙来”的志向，成了春色满园的我国地质学界中独树一帜的科学家。

（本文原载于《中国现代地质学家传》，湖南科学技术出版社，1990 年）

他赢得国际地学界的赞誉

——马杏垣先生晚年两项突出成就

◎ 杨主恩

1978 年的转折是难忘的，不仅是我国前途命运的转折，国家实现了从“以阶级斗争为纲”到“以四化建设为中心”的转变，也就在这一年，我所更名为国家地震局地质研究所，成为以地震地质为主要科研方向的综合性专业研究所。对马杏垣院士来说，这一年也是一生中的重大转折，他从武汉地质学院（原北京地质学院）奉调国家地震局，担任国家地震局副局长，兼国家地震局地质研究所所长。已是近花甲之年的马杏垣院士，追溯数十年走过的革命、教育和科研的坎坷道路，内心感慨万分。虽然从学术地位上看，经过数十年的辛勤耕耘和追求，他已是誉满全球的著名地质学家，他担任了中国地质学会副理事长、中国地质学会构造地质专业委员会主任，兼任《地质论评》、《地震地质》等杂志副主编、主编，全国政协委员，同时担任过“国际地震危险咨询委员会”委员。但时代召唤，对他来说没有年龄和健康状况的约束，而只有毕生献给祖国繁荣的崇高境界。作为科学家，他向往更高层次的理想和追求。在当年的国家地震局春节座谈会上，他激情满怀，赋诗一首：“年近花甲逢转变，地震战线献余年，重视实际求实是，四化建设做贡献。”以诗铭志，表达了他在夕阳岁月中的壮志豪情。他开始在新的地震学术领域中辛勤耕耘，并做出了国际地学界高度赞誉的突出成就。

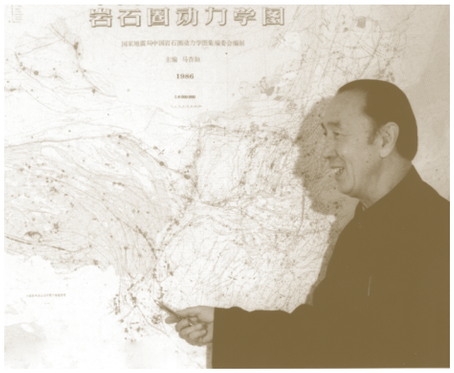
1982 年，为配合“八十年代国际岩石圈计划”，他作为国际岩石圈计划委员会执行局委员，提议并推动了与国际研究计划同步的研究项目——《中国岩石圈动力学地图集》编制，并以此展现中国地学界的最新研究成果。马杏垣院士作为国家地震局“六五”期间的重点项目《中国岩石圈动力学地图集》的主编，以满腔的热情，组织领导了国内 31 个科研教学单位近 200 名科学家协同努力，共同完成各类图件共 68 幅。1∶400 万中国及邻近海域岩石圈动力学挂图 1 幅，以及作为说明书的中英文专著。马杏垣院士对图集的指导思想及整体设计进行了广泛深入的研究，并努力将其体现到每一幅图件的资料选取、内容表示和表现方式上。他采用了多手段、多层次组合和综合的表现形式，使图集能更好地表达岩石圈动力学的研究主题，并且尽可能多地反映实际资料和有关参数，取得理想效果。1985 年，数十名国内著名专家在评审会上



1989年马杏垣与国际岩石圈委员会秘书长座谈

一致给予了高度评价，认为图集具有重要的理论和实际意义以及重要的科学价值。这一成果已被授予“国家地震局科技进步奖”一等奖、“国家自然科学奖”三等奖、“国家图书出版奖”一等奖、“国家科技进步奖”三等奖，并在第 28 届国际地质大会上被国际岩石圈计划委员会列为经典出版物，被美国国家科学院图书馆收藏。体现了中国对国际岩石圈计划所作的贡献。国际岩石圈委员会主席 K. 福克斯（Fuchs）1989 年 8 月在美国首都华盛顿第 28 届国际地质大会期间召开的国际岩石圈委员会招待会上说：“马杏垣院士主编的《中国岩石圈动力学地图集》对国际岩石圈计划做出了卓越的贡献，为其他国家编制这类图件建立了范例……为所有研究岩石圈动力学的科学家提供了很实用的参考资料。”

“全球地学大断面的编缉和综合研究”是 20 世纪 80 年代国际岩石圈计划后五年的又一全球性的综合研究项目。马杏垣院士率先组织各方面人员编制出我国响水至满都拉地学大断面的草图，在苏联伊尔库茨克的国际地学大断面协调会上展示，受到各国科学家的重视。虽然当时他已临近古稀之年，身体条件已明显不如从前，但是为提高我国地学研究水平，共享国际研究的成果，他毅然又担任了“国家地震局地学大断面的编制和综合研究”主编，成为国家地震局系统六条断面的编制和研究的总带头人。他不仅从整体学术思想和组织领导方面花费了大量精力，而且兼做其中一条地学断面的编制和研究工作，以作表率，引导大家从新的学术思路和新的理论加以认识和研究，以便赶上或接近国际地学的研究水平。以他的严谨的学风和科学态度，作为名副其实的科学家和实干家而受到了同行的尊敬和拥护。这六条断面均获国际地学断面委员会评审通过和统一的国际编号，在当时国际上已出版二十余条断面中占有重要的位置，并获国内外著名学者的高度赞赏，被授予“国家地震局科技进步奖”一等奖、“国家自然科学奖”三等奖。



马杏垣讲解岩石圈动力学图

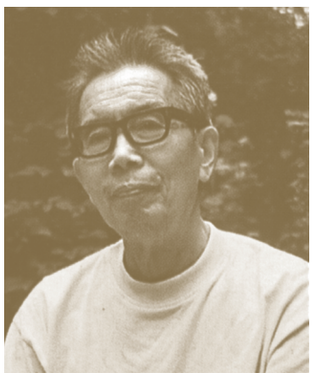
国际地学断面计划委员会两任主席 J.W.H. 蒙格 (Monger) 和 H. J. 格茨 (Gotze) 对马杏垣院士主编六条总长 8000 余公里的地学断面的评价是：“以马杏垣院士为首的科学家为全球地学断面计划（GGT）做出了最出色的成果，你们的断面显示了科学上的高水平，并为岩石圈的结构演化和动力学提供了重要轮廓，全世界的 GGT 工作组都将从你们雄伟的工作和经验中获益。”

马杏垣院士作为我所更名为国家地震局地质研究所后的第一任所长、名誉所长，领导我们完成了“中国岩石圈动力学地图集”和“国家地震局地学大断面的编制和综合研究”两项与当时国际地学研究同步的综合研究项目，培养了一批高水平的研究人才，其成果获得国际地学界的承认与赞誉，为我所赢得了国际上的声望。今年是中国地震局地质研究所建立六十周年，马杏垣院士离开我们整整十年，谨以此文纪念他为我们国家所做出的重要学术贡献。

难以忘怀的恩师

——忆全国职工教育先进教师肖熹光教授

◎ 陈树岩　刘　萍　曾祥荣　林传勇　王连芳　张忠连



肖熹光（1921—1999）

1978年起任我所专职英语教师，主持英语培训班教学。先后主编出版三部英语教材。累计100余万字。翻译出版长达139万多字的《莫里哀戏剧全集》。

每当看到科技人员用英语与外宾交流的场景，每当听到广播电台播放外语教学的声音，每当翻阅一本本地质所编写的英语讲义和教材，每当讨论职工继续教育的作用与成效的时候，一位老先生的面容就会浮现在我们眼前，深深的怀念与感激之情油然而生。他就是全国职工教育先进教师、深受我所广大科技人员敬重和爱戴的肖熹光教授。他的思想与品质，他的为人与精神，他的业绩与贡献 …… 值得我们一起去追忆、去回味、去思考、去记录。

一、忘不了——8期、48个月、169人

“8 期、48 个月、169 人”，是指地质所曾在 1978—1985 年间连续举办的 8 期职工脱产英语培训班，每期约 6 个月，累计 48 个月，共培训学员 169 名。“8、48、169”，看起来只不过是普通数字，可对教育管理者来说却是重要的工作业绩，而对于肖熹光教授来说，更是汗水、是心血、是为人、是敬业、是奉献。

1978 年迎来了科学的春天，科学发展需要广泛的国际学术交流与合作。当时地质所约 80% 的科研人员大学毕业前学的是俄语，虽然有人自学过英语，可水平较低，尤其是口语，除几位老科学家外，外宾来访基本要通过翻译交谈，影响学术交流的效果。因此，科技人员渴望尽快熟练掌握英语这个工具。当时所负责人高文学同志果断决定：“没有调令也要把肖熹光老师调入，要尽快举办英语学习班。”调动事宜由人事部门负责人刘

子华同志很快办妥。

1978 年 5 月，肖熹光老师正式调入我所。科技工作者迫切需要提高英语水平的愿望，让肖老师感受到一种无形的压力。他开始了拼搏：制订培训计划，查找资料，编写讲义，夜以继日地备课……

6 月的北京，骄阳似火。地质所院内一间木板房里，更是闷热得像个蒸笼。1978 年 6 月 3 日，第一期英语培训班就在这个“蒸笼”里开课了。学员都是所里的科研骨干，很多是副研究员。这些人年纪大，记忆力差，又有家务拖累，学习热情却丝毫不减。他们太珍惜这次脱产进修的机会了。可是，比起肖老师的拼搏劲头，他们还是自叹不如。

那时肖熹光家住北京东郊，到北郊的地质所要换 3 次车，单程就得一个半钟头。所里决定第一堂课推迟半小时，8 点 30 分开始。肖老师谢绝了：“不能为照顾我一个人，耽误二十几位同志的学习时间。”他每天七点半就赶到班上，学员们说：“肖老师是第一个进教室的人。”那年，北京连下几场大雪，公交车更难乘了。肖老师头顶星星出门，冒着五更寒风上路，当学员们拍打着身上的雪花，急匆匆地走进教室时，肖老师早已站在讲台前，当天要讲的重点内容已经写在黑板上了。

8 年的英语培训期间，除因血压过高耽误了几节课，肖老师几乎没请过病假、事假。感冒了，鼻塞声重，两耳轰鸣，他坚持带学员读课文；上班路上把胳膊挤伤了，他顾不得去医院诊治，准时赶到教室，忍着疼痛授课，下课时连外衣都穿不上了，大家劝他休息，他还是那句话：“我一个人耽误一分钟，二十多个人，就是二十多分钟；少上一小时课，二十多个人，就是好几天哪！”

办班初期，一时找不到合适的辅导教师，肖老师承担了全部教学任务。每天上午四个小时课，一周就是 24 小时，这在高等院校是少见的。上午讲，下午辅导。没有打字机，他亲自刻写口语会话材料，分发给学生练习；还有大量的书面作业，他一份份仔细批改，一个冠词、一个标点也不放过。他似乎不知道，少给学员布置点儿作业，自己就可以轻松不少；只晓得，外语必须多读、多练，才能学得快，学得扎实。



1980年，所领导高文学（前右四）、教师肖熹光（前右三）与第二批英语培训班学员合影

教学压力本来就不小，肖老师还不断给学员、给自己加码。第七期培训班的最后一个月是阅读写作实践，他给学员布置功课：每人笔译一至两万字的专业文献，写3篇作文。一个班二十几个人，这一个月里，肖老师阅批了不同专业的二十几万字译文，修改了60多篇作文！中午，他吃完饭就伏案工作；晚上，他房里的灯一直亮到深夜。

培训班先后办了8期，按说到后来应该是轻车熟路，起码备课的时间可以省下了，但肖老师想的是：在年龄、专业、英语基础等方面，每期的学员都有不同，要使他们尽快提高英语水平，必须因人施教。每办一期，肖老师都要按学员的不同基础重新编写教案。直到最后一期，他备课耗费的时间和精力，也并不少于第一期。

连续8期脱产班，到1985年，我所科研人员大部分轮训了一遍。所里绝大多数人不但能较准确地阅读英文文献，还能用英文撰写科技论文摘要；大部分研究室和实验室可以独立接待外宾。每当人们谈论这些喜人的变化时，必定要提到六十多岁的肖老师。听到赞美的言辞，肖老师总是谦逊地说："其实，我就是感到担子沉重。科研工作需要，领导重视，同志们刻苦学，就看我这教的了。我是在压力下，不得不为啊！"

1986年2月，肖熹光教授被评为"全国职工教育先进教师"，全国职工教育管理委员会和中华全国总工会给他颁发了荣誉证书和荣誉奖章。

二、想不到——8万册书一周脱销

在英语教学中，肖老师积极探索成人教育的特点，勇于开拓，大胆改革教学内容和教学方法。他根据自己的教学实践，结合成人教育特点和我所的工作性质，先后编写了《英语练习册》、《基本英语训练》、《英语语法与词汇研究》等多种讲义，深受学员的欢迎，大大提高了培训质量。

20世纪80年代，正值改革开放初期，广大知识分子需要用英语与国际交流，但实用的英语教材却很少。为适应社会需求，肖老师和我所教育管理部门及有关院校共同努力，先后出版发行了三部英语教材——《出国人员实用英语会话》、《接待外宾实用英语会话》、《实用英语写作》，累计100余万字，发行30余万册，均由肖老师主编和统编。没有想到的是：1985年由新闻出版社出版发行的《出国人员实用英语会话》，第一次印刷8万册，竟一周之内售光！香港《明报》这样报道："近期国内出版的畅销书，则以一本《出国人员英语会话》为其中佼佼者，单是王府井大街一家书店，订了2000多本，在售两天已被抢购一空。"在这之后，所里教育管理部门常常接到买书的

电话，甚至托付熟人来所里买书。

该书曾被北京人民广播电台和上海人民广播电台选为英语广播讲座教材。荣获1986年“全国优秀畅销书”。

1986年，我所“英语教材建设”成果，荣获“国家地震局科技进步奖”三等奖。

一个普通科研单位的职工教育部门，能对社会做出这样的贡献，肖熹光教授功不可没。

三、倒不下——身患绝症后的日子里

1987年，已是66岁的深受大家爱戴的肖熹光教授就要退休了，尽管大家都舍不得他离开工作岗位，但也深知老人家太累了，应该好好休息休息，调整一下过于疲劳的身心。然而，肖老师却执着地发挥着自己的光和热。特别是1992年身患癌症之后，他以惊人的毅力与病魔进行顽强的抗争。他带病坚持著书立说，其精神十分感人。他不仅撰写了20多万字的小说《几度春寒》(1991年由上海文艺出版社出版)，而且以锲而不舍的精神，继续着他的《莫里哀戏剧全集》的后期翻译和整理工作。

莫里哀是位誉满全球的伟大的喜剧大师，歌德和艾克尔曼曾分别这样评价他：“莫里哀如此伟大，每次读他的作品，每次都重新感到新奇。”“想学会戏剧技术，就该师法莫里哀。”可见，将莫里哀全集翻译成中文是十分有意义的，也是填补我国空白的一项工作。肖老师早在留法期间就立志完成这一工作，但从翻译到达到出版的水平谈何容易：一方面由于莫里哀的杰作很多，共37部，篇幅很长，累计译文达139万多字；另一方面，莫里哀的作品从题材、内容到文字，极其丰富多彩，既有对话，也有不少诗句；既有法文，也有拉丁文、希腊文、意大利文、西班牙文和土耳其文等，这对一位并非搞戏剧创作的英语教师来说无疑是十分艰巨的工作。特别在病魔缠身的情况下，要完成这部巨著需付出的艰辛是难以想象的。坚强的肖老师凭着“我要顽强地活着，我一定能完成莫里哀全集的翻译工作”这样坚定的信念，严格地遵守他信奉的“信达雅并举、意译与直译并举、信与顺并举”，以及“贵得其神”和“字字比傅”的翻译原则，一日复一日地忍着病痛，一篇篇、一行行、一句句、一字字，坚持写呀改呀，改呀写呀……他还曾利用到美国探亲的机会，到美国的图书馆查阅资料。

几易其稿后，终于听到了令人欣喜的消息：上海文艺出版社同意出版这部译著！1997年，当肖老师把全部译稿交给出版社的时候，他的身体更加虚弱了，因为癌细胞已经侵蚀到他的肝脏。但肖老师依然没有“倒下”，他又开始向人生又一个新



肖熹光的部分著作

的目标冲刺——着手翻译英、美、法、德名诗 380 首，并撰写另外两部小说《两都记》和《山花为什么这么红？》。

当他的人生进入第 78 个年头，在肝癌晚期，他迎来了事业上的又一个春天——由他一人翻译的《莫里哀戏剧全集》正式出版发行了！ 1999 年，当这一套（四册）封面印有莫里哀肖像的译著展现在我们面前的时候，大家眼睛湿润了……作为他的学生和相处多年的同事深知：这是老人家一生的夙愿，凝聚着他毕生的心血，体现了他超人的勇气和毅力。

2004 年，肖熹光教授的遗作《华人新族闯荡五洲》（长篇小说）由知识产权出版社出版。

四、永铭记——一位中华学者之崇高境界

肖熹光教授，他一生阅历丰富、历经曲折、坎坷，曾面临三次重要转折，三次抉择折射出他那热爱祖国、热爱社会主义、热爱中国共产党的崇高情怀！他的一生诠释了中华学人那崇尚科学、勇于探索、不屈不挠、谦虚谨慎、甘于奉献的思想品质与崇高的精神境界。

肖熹光先生 1921 年 12 月生于湖南，1946 年毕业于国立政治大学经济系，1947 年赴法国巴黎大学法学院攻读博士学位。1949 年 5 月中华人民共和国成立在即，他毅然放弃学业回国，到东北参加了金融工作；1978 年改革开放之初，当得知我所急需英文教师时，他毅然放弃自己熟悉的相对条件更好的翻译工作，来到我所的木板房英语培训班教室，把十年间的全部心血献给了地震科研事业；党的十一届三中全会以后，他再次递交入党申请书，1988 年 3 月 19 日，在历经几十年人间冷暖之后，67 岁高龄的他毅然加入了中国共产党。他深情地说：“‘老骥伏枥，志在千里’的名言激励着我，我是一名新党员，我要把自己的全部余热化作一滴新鲜的血液。”

1999 年 11 月 21 日凌晨 4 时 20 分，肖熹光先生在北京煤炭总医院仙逝，享年 78 岁。

肖老师，平凡而伟大、淡定而坚强。他生命的价值在于：他是一枝蜡烛，拼命发

光照亮更多人；他是一架人梯，奋力挺拔使别人登得更稳更高；他给予我们的不只是知识，更重要的是启迪和力量！他具有极强的生命力和创造力。他的名字与贡献和他所酷爱的教育事业一样万古长青！

肖老师，敬重和爱戴您的学生们想念您……

中国地震局地质研究所纪念您……

（每当我们感念肖老师时，就不由得对站在他背后几十年如一日默默支持他的夫人宋秀庄老师心怀敬佩之情，在这次成文中亦得到她老人家的大力支持，在此，表示衷心感谢，并祝愿宋秀庄老师健康快乐！）

勇于科学探索　热心培育新人

——记罗焕炎先生

◎ 高祥林



罗焕炎（1923—）

构造物理学家。1959年获美国犹他州立大学土木工程博士学位，1960年回国到我所工作，长期从事地下水动力学和构造物理学研究。在国内最早倡导在地球科学中应用有限单元数值模拟方法。曾任我所构造物理研究室主任、学位委员会主任。

1944 年，罗焕炎先生从湖南省立克强学院水利工程系毕业。1951 年赴日本、美国留学，从事科研、教学工作。1959 年获美国犹他州立大学土木工程博士学位，1960 年回国，在中国科学院地质研究所从事水文地质研究，特别是土壤水动力学的研究。1970 年后，工作重心转向与地震相关的构造物理学和地球动力学。1978 年更名为国家地震局地质研究所时，担任研究员和构造物理研究室主任。曾是中国地震学会第一届理事，长期担任研究所学位委员会主任。

经过长期的勤奋学习和实践，罗先生具有广博、深厚的基础和专业知识，包括数学、力学、地质学、地球物理学等学科，并且不断吸收当代最新的科技信息，在基础和应用研究中取得进展。在地下水动力学研究中，他善于运用现代的数学、力学方法分析复杂的水文地质问题，推动这门学科朝定量化方向发展，并将研究成果应用于实际。1965 年，在参加华北地区农田水利试验项目时，他根据地下水动力学原理和实际观察数据，提出了井灌、井排方案，以利于对旱、涝、盐碱灾害的治理，被实践证明是有效的。20 世纪 80 年代，先生积极参与中科院的黄河、淮河、海河地区的农田水利试验项目，继续提出了卓有成效的建议，得到国务院的表彰。在中国，他是最早倡导在水文地质及地球科学领域应用有限单元技术的科学家之一。1984 年，先生与其他合作者共同撰写的专著《地下水动力学与数值模拟》出版。

1979 年，在《地震地质》杂志创刊后的第一期，先生发表题为《从大陆地壳动力学观点试论我国地震的成因和机制》的

论文，提出了关于大陆板块内部地震问题的一系列新的认识，涉及周边板块运动对中国大陆构造的影响、大陆变形的动力来源、水平与垂直构造运动的关系、影响震源机制的条件等前沿问题。先生不仅对板块构造理论兴起后的地球科学发展有深入了解，而且能根据新的观测事实，对当时国际流行的或影响较大的观点提出质疑，指出探索的方向。例如，一些国外研究者用印度–欧亚大陆碰撞解释亚洲的新生代构造，甚至包括了遥远的山西地堑和贝加尔裂谷，认为是因碰撞的远程效应、走滑断层的尾部拉张的结果。而先生指出这种推论似乎过头了，至少没有得到验证。从实际观察看，应从深部构造考虑陆内裂谷的形成机制，例如上地幔的热作用。几十年后，再重读先生的这篇文章，深切感受到他的勇于怀疑、积极探索的精神。 他曾说过，像天文学、生物学一样，地球科学本质上是一门观测的科学，是从发现、观察和整理事实开始的，现代地球科学正借助于其他基础科学向定量化方向发展，不仅是对观察的现象进行详细描述，而且探索其背后的本质，即解释现象的产生原因和过程，并用更多的事实检验，对未来事件做出预测，实现在解决资源、灾害、环境等社会需求问题中的应用价值，这才是科学工作者的全部责任。先生以他一生的实践，体现了这样的科研之道。

罗先生的外语很好，经常阅读国外期刊，并常去书店购买英文专业书，因而能及时了解世界上的最新科技进展。20 世纪 70 年代初，先生注意到以计算机为基础的有限单元计算方法迅速发展，在工程中得到广泛应用，而且正有人试图将它应用到地球科学领域。先生立即意识到这个新的数值方法的重要意义，亲自将一些相关文献翻译成中文，向国内读者介绍。同时，带领研究所的同事以及研究生积极开展构造物理学的数值模拟研究，涉及华北构造应力场、唐山大地震的机制、渤海热状态、青藏高原的隆升、重力在构造变形中的作用等问题。后来，又让研究生尝试另一种新的数值计算技术：边界单元方法，处理地质模型中的边界问题，提高计算效率，还试图应用于电磁场的模拟。先生曾说，人类只有一个地球，科学是没有国界的。现代科学的发展的基本特征之一是全球共识和继承、创新，对许多重要现象、问题，世界上很多学者都在思考、研究，依据不同条件，先后得到不同的成果，包括各种理论和方法。也许你在研究的某个问题，别人早已研究过了，或某种方法别人已尝试过



1995年罗焕炎在研究生答辩会

了，并以论文发表出来。那么后人就应当仔细了解这些先做出的结果，在前人基础上继续探索，或是改进，或是有事实依据地怀疑、否定，提出新的认识。在封闭环境下是不可能进入真正的科学轨道，并有所创新的。

1980 年初，罗先生到澳大利亚参加 IUGG（国际地球物理与大地测量）大会。这是在国家改革开放后，先生第一次参加国际学术会议，由此开始了积极、活跃的国际交流活动。因先生了解国际最新进展，事先向会议提交了与主题相符的论文摘要。同时，先生做报告时良好的英语表达使国外同行理解了所介绍的研究结果，留下深刻印象。会议期间，先生与一些外国科学家讨论问题，并提出先通过互相访问进行学术交流的建议，得到热烈响应。以后，先生多次出国参加会议和应邀访问，进一步加强了与这些外国科学家的联系。自 1981 年，陆续邀请了美国、德国、澳大利亚、日本等国家的学者到研究所做学术报告，参观研究所的实验室，开展科学讨论活动，增进了相互了解，包括使国际同行对我所的科研能力和成果有了更细的认识。特别应提及的是，罗先生不仅自己积极参与国际交流活动，还主动地创造条件，让年轻的研究生获得机会出国学习和工作。例如，1983 年在出席德国汉堡 IUGG 大会时，获悉有个美籍华人教授正在从事地幔动力学研究，他领导的研究小组内有几名外国学生，但没有中国人。于是，罗先生主动与他联系，商谈合作研究的可能性。经过多次耐心、深入的探讨，终于达成一致。后来，先后有两名我所毕业的研究生到这位美国教授所在的大学去参加合作研究。此外，还有两人去德国学习和工作，所需费用全部由德方支付，也是罗先生主动联系、协商的结果。先生能及时抓住时机，成功地开拓国际交流活动，可能是由于以下几方面的因素：自己良好的教育与研究经历背景，能根据国际最新进展选择合适的研究题目，熟练的英语表达，了解欧美及日本等发达国家的文化，善于与国外同行深入讨论问题，因而赢得对方的尊重和支持。



1980年罗焕炎先生（左）与何永年在美国合影

罗先生对他的学生既严格要求，又宽容爱护，总是以启发、激励方式引导学生们学会独立地开展科学探索，对学生所取得的每一点进步都及时给予充分肯定。他要求学生自己去查阅文献，了解当前国内外的最新动态和进展。在开展专题研究时，鼓励学生不怕困难和失败，要敢于提出新的观点和方法，尽可能采用最新技术去攻克难题。例如，在当时计算机硬、软件条件还很有限的情况下，他就建议学生向三

维数值模拟方向发展，通过反复试验，尝试解决地质断层的模拟，以及未知边界条件问题。在他看来，类似于体育竞赛，科学活动也应重在参与，不仅要看最后成绩，也要看努力的过程。像跳高比赛，最终越过最大高度、获得前几名的只是少数人，但多数参加者的努力并非没有意义，相反是少数人最后成功的必要基础条件，因为这是一个多人参与的相互激励的环境。一个科学工作者最终能达到什么样的高度，取得多大的创新成果，是由多种因素条件决定的。只要尽到最大努力，就应当受到褒奖和尊重。先生采用这样一种评价标准：真正的人才不是那些会评判是非、指出对错或挑剔缺点的人，因为很多人都能做这些事；真正的人才应当是能够找出解决问题或改变现状的方法，或把工作做得更好、力求创新的人。这是先生对待年轻人的一贯原则。在学生们的心目中，罗先生确实是一位和蔼、善良、宽厚的导师，从他的言行中能学到很多书本上没有的东西。

20 世纪 90 年代中期，先生正式退休后，始终保持淡看名利、豁达大度、恬淡平和，对自己的收入待遇从不抱怨，未提过任何要求，也不与他人攀比，一切顺其自然。晚年他依然坚持阅读学习，做自己力所能及、感兴趣的事情。例如，在旅居美国期间，还在做一点地下水研究，关心国内的水资源和西北地区水土保持问题，有时去大学图书馆查阅资料，然后在回国时将一些建议转交给他过去的学生供参考。但对自己不了解或不熟悉的问题，先生一般不轻易发表意见，对当前社会环境或热点问题，也不发表评论。也许，在他看来，很多复杂难题的挑战，包括如何实现地震预报，应由年轻一代来应对处理了。有一次在与研究所同事聚会时，他用在国外的亲历、所闻、所见发表一点“小”感想，认为现在是中国历史上最好的发展时期，有些消极现象、负面问题是不可避免的，终究会得到解决，但需要相当长时间的过程。能够生活在这样一个充满和平阳光的时代，已是一种莫大的幸运，值得很好珍惜。

最后，引用明朝杨慎写的词《临江仙》结束本文。据说罗贯中将这首词录入《三国演义》后，更加广为流传：“滚滚长江东逝水，浪花淘尽英雄。是非成败转头空。青山依旧在，几度夕阳红。白发渔樵江渚上，惯看秋月春风。一壶浊酒喜相逢。古今多少事，都付笑谈中。”

记得罗先生家中挂着友人赠送的横幅“宁静致远”，与上面所引的词所表达的意境相似，也是先生晚年时期形象的写照。

心 有 大 爱

——记李玶院士

◎ 尹功明



李玶（1924—）

地震构造和工程地质学家。曾任国务院三峡工程审查委员会专家组副组长。参与过许多重大工程场地的地质考察和地震危险性评价。1999年当选中国工程院院士。

在中国地震局地质所，你经常能见到一位精神饱满的老先生，如果你不与他打招呼，老先生肯定不会主动开口。如果一旦你与他交谈，他首先会说“原来你是小尹，对不起呵，因为我是亮眼瞎，只知道前面有人影，但看不清是谁，所以没有与你打招呼，可是我记得你的声音。”说这话的就是李玶先生，一位耄耋老人。有时我也会对此产生一点点怀疑，因为他走路时，比正常的老年人，尤其比他同龄老人还要快，我问起时，他总是说，从家到单位我走了几十年，走几步，往什么方向拐弯都一清二楚，是靠记忆来走路的，其他地方可不敢去。

李玶先生双眼已看不清文字，需要通过助手念给他听，才能阅读文献；通过口述，记录自己的思考，写成文章。在这种情况下，李先生每天都要到办公室来。从眼睛手术失败以来的近十年，还发表了《辽宁瓦房店温坨子原核电站场址东岗断裂的活动性》、《抗震仓和抗震床的研制与应用实验》、《台湾海峡地震危险性初析与海峡隧道修建的可行性研究》、《雅砻江普斯罗坝址深部裂缝带成因的探讨》等几十篇文章和建议。

按年龄、身体状态和学术地位，先生可以颐养天年。可是他总是停不下来，仍在思考、总是想为国家做点事。有时，作为学生，我们也劝他多休息，可是，先生说，祖国母亲刚刚开始复兴，我们任重道远，还有许多事要做，要摸索，屈原的诗句写得好“路漫漫其修远兮，吾将上下而求索”。小时候目睹过苦难的祖国，现在我们有机会，需要加倍地工作，为国家做点事。

先生对祖国的大爱，从小根植于心中。李先生 1924 年出生

于位于鄂、豫、皖三省交界处一个三不管的贫穷小村（湖北省大悟县汪洋店）的贫苦农民家庭。1937 年“抗日战争”爆发，举家避难到武汉。后来日本飞机空袭武汉，造成很多老百姓伤亡。起初，李先生还好奇，在门前仰望，第一次看到贴着“膏药旗”的日本飞机，但当看到投弹，听到震耳欲聋的爆炸声和机关枪扫射声时，就吓坏了。随后先生一家逃到重庆。全家老小从武昌坐着小船逆江而上，走了好久，一路上，看到江水中漂浮着的尸体、行李、木箱子等，一片凄凉景象！那些尸体肯定是难民的尸体，不知他们从何处来，想到何处去？他们的亲属是否也一同遇难了？或者还在另外的地方？想到这些，李先生心中真难过。啊！祖国，我的母亲！你怎么这样软弱，被东邻欺凌到如此程度！半壁河山变色，同胞被屠杀！我们的土地比她们的大廿多倍，人口也多好几倍，你是一个巨人，应该屹立在亚洲的东方！从此李先生就立下将来长大了要为国家的强盛而努力奋斗的决心。

到重庆后，当地流传着一句话：“生得乖，读南开。”为了以后更好地报效祖国，李先生就下决心投考这所学校。虽然，当时先生高小毕业还差一年，逃难又耽误一年，但经过艰苦准备，付出常人难以想象的努力，最后如愿以偿地考取了南开中学。

当时的南开中学校长是我国著名的教育家张伯苓先生，他以“教育救国”为目标作为办学方针，培养学生爱国、振兴中华的人生观，南开中学著名的校训是“允公允能，日新月异”。南开中学的求学，使李先生更加明确了终身奋进的目标。

在随后的大学学习和工作中，李先生总是将对祖国的爱、为祖国的强盛作为自己行动的动力，允公则无私，无私则无畏，勤奋学习，消化前人的成就，储蓄能力，又不囿于成就，敢于革新，日新月异，认真做好每一件事，不怕辛苦，只要是祖国需要，做什么事情都是充满激情和快乐。当然，也取得了一系列的成就，李先生是我国著名的地震构造专家，在地震构造方面的研究为我国许多重大工程的地震危险性评价提供了重要的科学依据。尤其是研究发现我国东部具有新生代断块运动的特点，并据此对三峡坝区进行了地震危险性评价，认为坝区不具备发生强震的危险，未来地震的影响主要来源于断块外围的活动性大断裂带，为三峡大坝坝址的确认作出了重要贡献。

“能为祖国人民做一点工作，值得最欣慰”，这种心中有大爱的崇高境界，支撑着李玶先生为地震事业作出了重要贡献，同时，也激励着我们年轻一代。



1985年李玶（前排右二）等在西南野外考察

怀念我们的好领导高文学同志

◎ 蒋凤亮



高文学（1928—2011）

1955年于北京地质勘探学院毕业后到我所工作。1958年赴苏联留学，1962年获列宁格勒大学副博士学位。曾从事沉积地球化学研究。1978年后，先后任我所副所长、国家地震局副局长。

高文学同志 1928 年 11 月生于河北省深县，1951 年考入清华大学地质系，1952 年院系调整后进入北京地质学院普查勘探系学习，1955 年毕业，分配到中国科学院地质研究所工作。

高文学同志刚进地质研究所，就投入了野外地质考察工作。1955—1958 年期间，先后参加中苏合作黑龙江流域综合考察队，小兴安岭地质考察和华北磷矿地质工作，在工作中表现出色，对黑龙江省东部的前寒武系进行了细致研究，论证了“麻山统”的归属问题，得到普遍好评。1958 年被选派赴苏联攻读副博士学位。1958—1962 年在苏联著名的列宁格勒大学地质系攻读副博士研究生，1962 年获副博士学位。高文学同志回国后在著名沉积学家叶连俊先生领导的沉积及外生矿床研究室工作。1962—1969 年期间，主要研究沉积岩化学地史、含油气沉积盆地和含铜砂岩。1970—1974 年，国家为在西南地区寻找石油、天然气，组织石油部、地质部、中国科学院一起开展西南石油地质会战。中国科学院主要参加单位是地质研究所、古生物研究所。高文学同志是我所参加西南石油地质会战的负责人，在云、贵、川诸省前后奋战了好几年，表现出很强的组织协调能力和科技攻关能力。在此期间，他还先后担任过研究室业务负责人和党支部书记等职。

1974 年邓小平同志复出后，为加强地震工作，在派胡耀邦同志主持科学院工作的同时，派胡克实同志主持领导国家地震局。胡克实同志上任后，到国家地震局下属单位调研时，伯乐识马，一下子就看中了高文学同志，不久就将高文学同志调往国家地震局，先后任计划处处长、地震处处长。当时国家地震局不设“司”一级机构，“局”之下直接就是“处”，地震处



1982年高文学（右三）等陪同外国专家考察唐山地震现场

大致相当于现在的科技司。因此，实际上高文学同志一进入国家地震局，就立刻身负重任，成为当时国家地震局主管科技工作的主要领导骨干。高文学同志先后从事地震工作规划、计划及地震监测与应急等工作的组织管理工作。他深入了解国内外地震科技发展趋势和地震部门各单位的工作现状与需求，并主动与机关其他部门协调，相互配合。工作积极主动，勇于负责，善于管理，工作效率极高，对地震工作队伍建设和推动地震监测、地震应急及地震地质等地震科学研究工作的深入开展做出了重要贡献。

高文学同志在苏联是学沉积地球化学的。他在沉积、地层和岩石学研究方面有很深的造诣。他的副博士论文，对苏联费尔干纳盆地中生代沉积进行了深入研究，尤其是采用颜色定量测定法划分中生代地层剖面，在当时极具新意，很受重视。回国后又在沉积地球化学、石油地质方面做了大量研究工作，很有成绩，可以说是当时我国沉积地球化学研究方面的一位崭露头角的新秀。他如果继续沿此专业方向发展，很可能在学术上取得很大成就。但他服从国家的需要，放弃了个人的学术专长、爱好和前程。自从进入国家地震局后，就全心全意地做地震方面的科技管理工作，这一点是非常难能可贵，值得大家学习的。

由于高文学同志在国家地震局科技管理工作中的卓越表现，1978 年当国家决定将我所原有的“非地震部分”划归科学院组建新所时（即我们一般俗称“分所”时），国家地震局领导将高文学同志派回我所主持“分所工作”，担任我所当时的领导小组组长。（后被任命为国家地震局地质研究所副所长，主持工作）。可以说，高文学同志是在我所历史上最为关键的时刻临阵受命回所工作的。摆在他面前的是大量繁重、复杂、艰巨的思想、行政、科技管理方面的工作任务。这是一场真正的硬仗，但也就是在这场硬仗中，他以自己出众的工作才能和优秀品格赢得了全所绝大多数同志的信任和拥护。特别是，当时正值 1976 年唐山地震后不久，地震科研责任重、难度大，压力也大。他带领我所广大干部群众克服种种困难，采取有力措施，制定科学规划，明确科研方向，稳定人才队伍，改善职工生活，迅速打开了工作局面。

使我所在分所后失去接近一半科技力量的情况下，很快转入了正常的工作，并随即进入了一个全新的发展时期。高文学同志在我所这一特殊的历史时期，为我所的发展作出了重大贡献。

1983 年以后，高文学同志重回国家地震局，任国家地震局副局长、党组成员。他与局党组同志一起坚决贯彻党的路线和地震工作方针，坚持不懈地推进我国防震减灾事业的发展，努力提高防震减灾工作的实效。在局党组领导下，高文学同志分管国家地震局国际科技合作及计划财务工作。在国际科技合作工作中，高文学同志认真贯彻国家的外事工作方针，紧密联系地震科技工作实际，努力开拓进取。在他主管期间，国家地震局的地震科技外事活动有了很大发展，先后与 20 多个国家签订了地震科技合作协议，国际地震科技合作与交流在质量和效果上都有了显著提高，对国内地震科技工作的发展起了积极促进作用。欧盟国家对高文学副局长推动发展“中国与欧洲地球动力学和地震研究合作”所做出的努力和贡献给予高度评价，卢森堡大公国政府于 1991 年特授予高文学同志卢森堡国家荣誉勋章。在国家地震局的计划财务工作方面，面对当时国家地震局经费严重紧缺的情况，高文学同志一方面与局党组同志一起推进全国地震部门的管理体制与运行机制改革，保护和发挥广大干部职工的积极性，另一方面在主管计划财务、物资、基建等工作中，完善管理制度，勤俭持家，坚持统筹兼顾，妥善安排，合理配置有限的资源，对保障国家地震局系统工作的正常运行、队伍的稳定和事业发展以及培养国家地震局系统勤俭节约的好风尚，作出了重要贡献。

高文学同志在承担繁重行政领导工作的同时，还抽出时间从事科研、教育第一线工作，曾担任《中国岩石圈动力学地图集》副主编，与时振梁等共同领导主编《第三代中国地震区划图》。上述两项工作均获“国家地震局科技进步”一等奖，“国家科技进步”三等奖。1993 年与马瑾等共同主编完成国家地震局“八五”重点课题《首都圈地质环境与地震灾害》，该成果获得“国家地震局科技进步”二等奖。此外，还在我所兼职培养地球化学方面的硕士研究生。高文学同志 1984 年晋升研究员，1988 年获“国家中青年有突出贡献专家”称号，1989 年获国务院特殊津贴。在学术上，曾任中国地震学会副理事长、中国灾害防御协会常务副会长、中国基建优化



1987年，高文学（中）主持广州国际地震区划会议

研究会理事长、中国国际科学技术合作协会理事、国际沉积学协会会员、中国矿物岩石地球化学学会理事、中国沉积学会理事等。

2011 年 4 月，高文学同志不幸过早地离开了我们。但他的许多可贵品质将长久地留在我们心中。他无论是在科研岗位上，还是在行政领导岗位上，总是一心一意扑在工作上，勤勤恳恳，任劳任怨，默默地奉献。他事事以大局为重，为了国家的利益、群众的利益，敢于拍板，敢于承担责任，绝不畏首畏尾，患得患失，算计个人的荣辱得失。他有强大的凝聚力，有高超的领导艺术，他平易近人，善于联系群众，善于听取不同意见和发挥各方面的积极性，群众心里有事都愿意跟他谈。他克勤克俭，清正廉洁，始终保持着谦虚谨慎、艰苦朴素的工作作风和生活作风。他是一位深受大家尊敬和爱戴的好领导、好干部。

平凡人生，不平凡的业绩

——记刘若新老师

◎ 樊祺诚



刘若新（1929—）

岩石学与火山学家。参加过祁连山地质考察、攀枝花铁矿科技攻关项目。1978年后从事我国东部新生代玄武岩及地幔岩石学研究。1983—1988年任我所副所长、所长。1989年后，从事火山与地球内部组成、地幔流体、高压变质带和活动火山研究，开创了我国活动火山监测与研究的新领域。

中国地震局地质所成立 60 周年之际，所史编委会让我写老所长刘若新，我深感题目太大无法胜任。我是 1979 年来我所读研究生，那时正值刘老师年过半百，到了知天命之年。其实刘老师 50 岁之前就为建国初期国家建设急需找矿，足迹踏遍祁连山、攀枝花等西北、西南的崇山峻岭。在他地质生涯中还有灿烂的一页，例如他对超大型金川硫化物铜镍矿的岩石和矿床、以及对国内外硫化物铜–镍矿床的总结性研究，前者作为该矿第一篇论文发表于《地质学报》，后者作为重要成果由国家科委出版。又如承担建设攀枝花钢铁基地中的一个科技攻关任务——钒钛磁铁矿矿石物质组成的定量研究，以及随后与解广轰、倪集众等总结发表的层状侵入体岩石学和铁 Fe – Ti 氧化物矿物学论文，都有很重要的实用和理论意义等等。但我知之甚少，所以让我写他一生，难以胜任。这里回忆我到地质所读研究生和刘老师晚年在白山黑水间跋涉，开辟我国活动火山研究新领域的二三事，谈我 30 年来跟随刘老师的一些感受。

1979 年改革开放的春风吹遍祖国大地，原地质所刚刚分为国家地震局地质所和中国科学院地质所，刘老师正好年过半百，大多数老师也都到了知天命的时候，地质所的老师们在科学的春天里对学生的到来如获至宝。学生们也到而立之年，由于“文化大革命”影响而学业荒废，那时的我真有重新做人的感觉，非常渴望知识。20 世纪 80 年代初，国内岩石学和地球化学界的精英中有不少进入新生代火山岩和地幔岩的前沿领域，刘老师带领的研究小组就是其中较早从事该领域研究的一个方面军。在众多研究群体中，刘老师的研究小组首先发现华北上地幔的

古地温是大洋地温并靠近裂谷地温，提出新生代华北岩石圈厚度 50 ~ 80km，动摇了对华北克拉通地台大地构造属性的传统认识。殊不知，这一结论乃是奠定现今克拉通破坏重大研究计划的一块基石。刘老师考虑到我的工作经历和研究基础，为我的研究论文选题《河北平泉县骆驼峰爆破角砾岩筒》，正是这个方圆百米的小岩筒集三种不同岩性的火山岩及地幔岩于一体，可谓麻雀虽小，五脏俱全，是研究新生代火山岩与地幔岩的精选之地，引领我进入火山与地球内部探秘，并为之奋斗至今，我的进步离不开刘老师的言传身教。

由于“文化大革命”和从事管理工作耽误，60 ~ 70 岁（1989 —1999 年）成为刘老师从事地质科研工作的黄金岁月，他孜孜不倦和开拓创新，迎来夕阳别样红。我 1988 年回国，刘老师正从所长职务上主动提前卸任，他深深感到留给他从事科学研究的时间不多，立马投入组建科研队伍，实际上也只是有 2 ~ 3 个人的研究小组。当时正值国家“八五”计划时期，他以敏锐的目光，抓住大别山—苏北高压带研究和地幔流体研究的前沿领域，与从柏林、杜乐天分别共同策划上述国家自然科学基金两个“八五”重点项目。经过激烈竞争，两个项目均获立项。只要他表现积极一点完全可以负责其中一个重点项目，但面对朋友和同事他选择了放弃，并在基金会讨论时主动推荐从柏林、杜乐天为这两个项目的负责人。当然也还因为他必须将很大一部分精力放在活火山的监测与研究上，只在地幔流体重点项目中作为负责人之一。利益当前可见他的高风亮节。无私天地宽，自然界等待我们去探索的领域太多了，哪像现在有个热点领域就形成一窝蜂似地扎堆，所以创新也难啊！几乎同时，刘老师已将敏锐目光投向长白山，锁定活动火山全新的研究领域。一个 60 多岁的老人还能有心有力召唤三个不同学科前沿领域，开辟新的天地，并为之奋斗，令人敬佩。

“中国有活火山”这话看似平常，听起来可能有点别扭，因为活火山本来就是自然界客观存在的，但是中国的活火山直到 20 世纪 90 年代经过刘老师的艰难曲折努力才被认识，最终取得了共识！要知道缺乏应有的监测与研究，生活在活动火山之下的人们多少世纪以来无异于与虎为伴。1989 年在哈尔滨成立火山学会（隶属中国灾害防御协会的二级学会），刘老师被推选为会长。我国近千年来存在多次火山喷发活动，但是由于这些火山已经休眠几百年甚至几千年以上而未被关注，长期以来我国被视为无活动火山、无火山灾害的国家，而这些休眠数百年、上千年的火山一旦苏醒，将酿成巨大的喷发和惨重的灾难。刘老师首先以科学家的社会责任感，呼吁政府关注火山。通过他多年多方奔走和呼吁，得到涂光炽、孙枢、陈颙、丁国瑜、马宗晋院士等的大力支持，终于在 20 世纪 90 年代初期，中国才有了活动火山的监测与研究，中国地震局的“户口本”上除了地震又增加了火山。于是乎，火山中心、火山监



2000年刘若新（左三）、樊祺诚（左二）、李霓（左一）和韩斌（右一）考察意大利的埃特纳火山

测站、活动火山研究室、火山实验室，直至火山学科等等应运而生，“中国活火山”和刘若新的名字联系在一起，这不仅在地质所，在地震局，在中国都具有里程碑的意义。为了中国的活动火山事业，他不顾年迈身体力行，在长白山天池火山、意大利埃特纳火山考察期间，他多次躲过心脏病之劫，“山高人为峰”成了他勇攀高峰和对科学无私追寻的目标。现在长白山、五大连池、腾冲、龙岗、镜泊湖、琼北等一些主要活动火山区相继建立了火山监测站，改变了过去不设防的状况，为我国火山监测和灾害预防迈出了第一步，也为火山区的社会稳定和经济发展作出重要贡献。作为中国活动火山监测与研究的开拓者，他在新生代火山岩及深源岩石学、超高压变质带、地球内部流体诸多领域的初期也都有过辉煌的一页，但他从来是高调做事、低调做人，正如他自传扉页所称的“平凡人生”，也是他人生的写照。

刘老师不仅是一位杰出的科学家，还是一位学会工作的杰出领导者和组织者。他曾任中国矿物岩石地球化学学会的副理事长，为学会工作和发展竭尽全力，亲手组建了地幔矿物岩石地球化学、火山与地球内部化学两个专业委员会，同时组建中国灾害防御协会火山专业委员会，并积极开展各种学术交流活动，推动我国火山与地球内部科学的研究。能够组建三个学术专业委员会的人，这在中国学会史上可能也不多见。1982 年在黑龙江五大连池召开的中国东部新生代玄武岩及深源包体学术讨论会，刘老师是会议召集人；1993 年在北京召开中国及邻区火山岩和深源捕虏体国际学术会议，刘老师是会议主席。这是我国改革开放后第一个关于新生代火山岩及深源岩石捕虏体的国内和国际学术会议，极大推动了我国在该领域的研究进程。

刘老师于 1983—1988 年担任地震局地质所副所长、所长，并非像他自己所说的是阴错阳差地被推上去的。我们知道，改革开放到了 20 世纪 80 年代中期，社会腐败现象开始频现，百姓渴望廉洁奉公的领导，所以他的上任是由民意测验决定的，是民心所向。我还清楚地记得，在老地质所六楼，刘老师就职时，面对全所职工的承诺“恪尽职守，办事公道，不谋私利”，台下回应一片雷鸣般的掌声。在任上，刘老师彻底放弃了自己钟爱的科研工作，甚至解散了他领导的“深源岩石研究组”，全身心投入地质所的管理工作。在多年领导岗位上，他全力以赴，严于律己，认真负责，关心

群众，赢得地质所广大职工的好口碑。他提议所级领导不参加与群众争利益的有关事项，如提工资（每年有 1 ~ 2 个名额）、分房子等；在对待中纪委工作组问题上坚持原则；那时三个所长挤在一间办公室，我们难以想象地质所的办公资源会如此奇缺；体现了他们以身作则、廉洁奉公的可贵精神。

关于我国活动火山的研究，不得不提及“天池火山”名称的由来，这凝结了刘老师的一片爱国之心。在 1993 年长春第一次全国火山学术研讨会上，为了改变“天池火山”名称混乱的状况（旧称白头山火山、长白山火山等），刘老师建议，由于位于朝鲜境内的白头山已改名为“将军峰”，也考虑到有人对长白山领土的觊觎，天池作为中朝两国的界湖，两国约各占火山口湖水面的一半，将该火山命名为“天池火山”更为贴切合理。这一建议获得与会代表的一致同意。于是，我国从活动火山研究之始，就一直沿用“天池火山”。就这么一件看似小的事，孰不知一位科学家为维护国家、民族的利益所展现出的智慧和他的良苦用心，这就是刘老师的一颗爱国之心！退出科研第一线后，刘老师除仍从事火山科普（出版有《中国的活火山》和《火山与火山喷发》）工作外，还时时刻刻地关心着国家发展、民间疾苦和社会的腐败问题，经常向上级部门提建议。无私才能无畏，刘老师之所以敢于向上提意见、提建议，是与他历来严于律己、淡泊名利、关心国家利益分不开的。现在科学界和社会上盛行浮躁、虚假、腐败之风，刘老师的“平凡人生”，对于那些急功近利、头顶红帽子招摇于市之辈，不失为一面镜子。

丁国瑜先生的科研工作业绩

◎ 卢演俦　陈　杰　尹功明　王　萍



丁国瑜（1931—）

构造地质学家，1959年获苏联莫斯科地质学院副博士学位。1980年当选中国科学院学部委员（院士），1985年当选第三世界科学院院士。曾任国家地震局副局长，在建立我国地震监测和预报系统方面做了大量开拓性工作，在第四纪地质与新构造、活动构造、活动断层、古地震等研究中作出了重要贡献。

丁国瑜先生1931年生于河北省高阳县。1952年毕业于北京大学地质系，即任教于北京地质学院。1955年被选赴苏联莫斯科地质勘探学院深造，1959年初获得副博士学位。1959—1970年在中国科学院地质研究所从事第四纪地质、新构造方面的研究。自1966年起，他先后参加了邢台、蒲县、丰南、普洱、海城、龙陵、道孚等地震的现场考察，邯郸、山西、陕西等地地裂缝与地震关系的调查以及震情趋势判定的研究。1969—1970年他参加了坦桑尼亚—赞比亚铁路沿线地震烈度考察工作，任地震专家组组长。1980年他组织召开了我国第一次活断层、古地震学术讨论会。会后他主编了《中国活动断裂》一书。1980—1983年他主持了新疆富蕴8级大地震断裂带的调查研究。他编制的全国主要活断层滑动速率图是我国第一张活断层滑动速率图，多年来广为引用。1983—1987年他主持“国际地质对比计划（IGCP）”第206项目，主编并出版的《中国活断层图集》总结了我国多条活断层的活动习性和特征，提出了对断层活动不均匀性的许多新认识与论点。1998—2000年，他成功组织了“新疆伽师强震群成因及帕米尔东北侧强震预测”研究，这是我国首次对典型强震开展地质、地球物理、大地测量等综合科学研究的一个范例。

他先后担任过国家地震局分析预报室主任、国家地震局副局长、国家地震局学术委员会主任、中国地震局科学技术委员会主任、中国地震学会理事长、中国地质学会副理事长、中国第四纪研究科学会副主任、国家地震局科学顾问、国务院学位委员会学科评议组成员、国家自然基金委员会学科评议组成员等职。1980年当选为中国科学院学部委员（院士），1985年当

选为第三世界科学院院士。

丁先生六十年来把自己对科学的执着追求与国家和人民的需要紧紧地结合在一起，为科学的发展和社会的进步不断开拓进取，在第四纪地质、新构造、活动构造、地震构造与古地震、地震预报及工程地震等方面的研究中做出了重要的贡献。

第四纪地质和新构造研究

1959—1966 年，丁先生对华北平原第四纪发育历史、地层划分、新构造运动特点进行了较深入的研究。通过沉积物颜色的定量鉴别，在钻孔岩芯中发现了不同深度的火山碎屑堆积层和埋藏土层，采用盆地周缘与盆地内相关沉积物对比和构造对比方法，为解决华北平原巨厚第四纪沉积物的划分与对比提供了方法和实例，并计算了盆地的沉降幅度和速率。这些成果为华北平原地下含水层的确定和水动力学计算提供了重要的资料。1960 年他在对海南岛第四纪地质和新构造的研究工作中，讨论了北部永兴火山群的多期火山活动，提出了海南岛第四纪地质、地貌和新构造发展的基本轮廓。1966 年邢台地震以后，他对平原区新构造与地震活动的关系进行了探讨，明确指出了河北平原区水系裂点与隐伏断裂以及地震活动的内在联系，为第四纪覆盖区新构造运动研究开辟了新途径。他对 20 世纪 60—70 年代中国华北和西南发生的一系列 7 级以上强烈地震开展了研究，从内陆板块的角度提出了现代地震破裂网络，论证了印度板块与欧亚板块碰撞对中国大陆地壳的影响及中国大陆地壳内部的最新构造变形状况，为我国大陆强震的发震构造、破裂方式、深部和地表破裂关系的探讨以及强震地点和强度的预报方面提出了一些实例。

地震预报

1971—1978 年，他主持全国震情动态的分析研究和预报工作，与同事们一道在开创、建立和发展全国地震监测网络和分析预报系统、组织和主持全国震情趋势研讨与会商、减轻地震灾害等方面做出了重要贡献。他参与了对 1975 年 2 月 4 日辽宁海城 7.3 级地震的预报和震后的现场调查及监测工作。海城地震的成功预报极大地减轻了大震造成的人员伤亡和财产损失。他不断探索与地震预报有关的科学问题和方法，与合作者提出了长、中、短、临、余多阶段地震预报模式。



2003年丁国瑜（左）与洪汉净考察阿尔山火山

富蕴地震断裂带和地震断层的研究

1980—1983 年，在他的倡导及主持下，通过对断错水系、断错山脊、断塞塘等多种断错地貌和构造的分析，他首先指出了沿 1930 年新疆富蕴 8 级地震断裂带可能存在多期古地震事件和多点破裂。他主编出版了《富蕴地震断裂带》专著，对 176km 长的富蕴右旋走滑断裂的破裂特征、破裂过程、破裂机制、构造环境及动力学等作了全面的分析与阐述，重建了该断裂带最新变形的历史。这是我国系统研究活断层的第一个范例。

古地震研究

1978 年，他在我国首先引进了运用探槽技术及微地层定年等研究古地震的方法，提出了开展古地震遗迹的地质学研究及用于判定大地震复发间隔的意见。1980 年发表了关于古地震标志的论文。1980—1983 年在富蕴断裂带的研究中首先指出了多期古地震事件的存在。1994—1995 年开展了阿尔金活断层的古地震和分段研究，划分了 11 个破裂段，发现各段的古地震活动时段、强度、复发间隔都有所不同，总趋势是由西向东强度减弱，复发间隔变长。

活断层分段研究

活断层分段问题已成为地震危险性评估中的一个重要理论基础和技术途径。丁先生结合中国的实际情况，对此问题进行了具有创造性的系统研究，总结出版了专著《活断层分段——原则方法及应用》，提出了有关活断层分段类型、分段的层次结构等新概念。

大陆内部的新构造应力和应变分配研究

丁先生和他的研究团队通过对青藏高原北缘活断层位移规模、方式的分析与研究，获得以下基本认识：①青藏高原北缘相对其北侧各构造单元主要表现为左旋滑移和向北的地壳逆冲压缩，存在大尺度水平位移，其总位错量基本上反映了青藏高原边缘与其北侧塔里木、阿拉善以及鄂尔多斯等块体间水平位错的总体规模；②左旋滑移规模和滑动速率沿高原北缘从西南向东北总体减小，这反映了青藏高原的形

成演化是一个逐渐生长、扩大的过程；③青藏高原北部巨大的左旋滑动对中国大陆东部的传递与影响主要见于其东北侧的鄂尔多斯地块和华北地块，而向 SE 方向使华南挤出的尺度是有限的；④高原北缘的东端左旋位移除一部分被银川盆地的张开和六盘山区的褶皱缩短吸收外，其余被传递于高原东北侧的鄂尔多斯或更东的华北平原地区，引致鄂尔多斯地块的逆时针旋转，NNE 向的山西地堑系和河北平原活动断裂系的活跃。这一应变分配图像揭示了中国大陆东部为什么唯独鄂尔多斯地块周围和华北平原（包括渤海）是高地震活动区的原因。

重大工程地震危险性评价

丁先生有关现代地壳破裂网络与地震发生地点预测以及活断层破裂分段方面的研究成果已在地震危险性评价中得到了重视与应用。他参与了若干大坝、核电厂等重大工程场地的工程地震及活动构造研究，为这些重大工程的选址和场地地震安全性评估作出了重要贡献，受到国家科委、水利部、能源部、国家地震局等部门的表彰。

丁先生为人朴实，谦逊正直，处事公正，平易近人，深受同事的尊敬与爱戴。他始终坚持“生活要平易恬淡，工作要严谨认真。待人要谦虚朴厚，治学要锲而不舍”。他非常重视野外现场的调查研究，认为这是获得创新认识的源泉。他足迹几乎遍布我国主要的地震活动带，他 71 岁高龄时仍前往海拔 4700m 的昆仑山口考察 M_S8.1 地震地表破裂。他历来关注国际学术动态，十分重视多学科交叉渗透，十分关心并悉心指导中国地震局新构造年代学开放实验室的建设和发展，使得该实验室最终迈入国家重点实验室行列。他至今已培养了近 20 名博士和硕士，他们中的绝大多数都已成为科研骨干或组织者。

（此文原载《地震地质》2011 年第二期）

长中短临报地震　南北西东论全球

——记马宗晋先生

◎ 杜品仁



马宗晋（1933—）

构造地质学家，曾任我所所长（1988—1995）。后任我所名誉所长。1961年我所研究生毕业。1991年当选中国科学院院士。曾任国家地震局分析预报中心副主任。长期从事地震构造、地震预报和减轻灾害研究。获第一届李四光地质科学奖。

自 1993 年起，我和马宗晋院士合作编著《现今地壳运动问题》等书，常听他的报告，搜集整理他的论著，对他的学术成就、学术思想和治学方法有更多了解，今作归纳，以纪念建所 60 周年。

一、马宗晋的主要学术成就

1. 构造地质

1957—1961 年，完成研究生论文《湖北中新生代构造力学分析、兼论三峡坝基稳定性和江汉平原储油构造》，对该区中新生代构造格局、基底断块（条）与盖层变形的关系进行了力学分析，对构造复合作用的研究在理论和方法上都有所推进，成为至今该区有关区域构造、三峡坝基稳定性、江汉油区构造的主要参考文献。

1961—1966 年，先后在三峡、浙西、京西、四川研究盖层褶皱构造和节理、劈理的力学成因。工作结果中，关于节理的力学性质、分期、配套的判定原则与方法，被国内广泛采用；关于盖层相对基底的滑脱和层间位移差造成多种不协调褶曲的认识，以及不同构造部位产生节理、劈理的几何方位与发育程度的认识，对推动我国小型构造研究以及脉状和缝洞型矿田构造研究都产生了一定影响。

2. 地震预报

在 1972 年度全国地震工作会议上，马宗晋作了题为《地震

的蕴育和预报阶段的划分》的报告，提出了渐进式地震预报模式。这一模式，把地震蕴育过程理解为分阶段由场到源的发展，根据各阶段前兆表现特征可分出长期（几年以上）、中期（几年～几月）、短期（几月～几周）、临震（几周～发震）等预报阶段。渐进式地震预报模式作为对大地震进行预报的一般性工作程序，在1973—1976年的一系列大地震的预报过程中，得到了初步验证和逐步丰富、改进，国外有人称之为“中国式的地震预报程式”。

在地震预报的基本理论研究方面，马宗晋提出了震因学、震史学和震兆学三个地震预报学的主要研究分支，并分别进行了专题研究和论证。

在震因学方面，马宗晋在国内首先（1975）揭示大陆地震集中在地壳中部这一事实，并提出了“多震层”和“易震层”概念；用地震点染法划定地震线，揭示了地震网络系统；提出了“多（应力集中）点场”假说，成为解释地震及其时空非均匀分布的一种区域应力场模式；从震源构造分类入手，推进了地震成因多样性研究，为提高地震预报综合判断能力开辟了一条可以深化的工作途径；提出北半球大陆中低纬度地震带概念，开拓了大陆地震震因学研究。

在震史学方面，马宗晋通过对中国及全球地震活动历史的对比和分析，划分了千年级的地震活跃世、200 ～ 300年的地震活跃期和10 ～ 20年的地震活跃幕，提出了地震活动具有多级分层控制的韵律性。地震幕的判定方法、原则已在全国年度会商会的趋势预报实践中获得验证。此项工作填补了地壳变动从瞬间到万年级之间的空白。

在震兆学领域，马宗晋提出了长、中、短、临各阶段多种震兆地壳变动的综合解释；论证了划定短临预报阶段的客观性。

3. 全球三大构造系统和地球的非对称性

1980年，马宗晋等编制了《全球地震分布图》，并进行了深入分析，提出全球有环太平洋构造系、大洋中脊构造系和主要分布在20° N ～ 50° N的大陆构造系。

马宗晋通过对南美俯冲带分段性的分析，提出了板条和板舌的概念，深化了板块构造理论中假定板块为刚性整体的认识；通过对大洋底磁条带的深入分析，提出了洋脊变格和跳位等板块构造理论无法合理解释的现象，并对全球洋底增生区和增生期作了细致划分，对全球洋底增生构造演化整体特征作了精辟概括。

全球三大构造系在地球坐标系中的展布，清晰地显示了地球岩石圈构造的半球非对称性。这种非对称性，既有南、北半球的非对称，也有0°（或大西洋）半球与180°（或太平洋）半球的非对称。如在低阶尺度上北半球是挤压半球、南半球是拉张半球；北半球是较冷半球、南半球是较热半球。

为探讨地球非对称性的成因，马宗晋提出了解释地球非对称性的地球动力学模式。这一模式是以地壳、地幔多层较差运动为基础的地球自转与热流、重力流联合作用的动力学新模式。

4. 中国重大自然灾害及对策

自 1989 年以来，马宗晋担任国家科委、国家计委、国家经贸委自然灾害综合研究组组长。他提出“灾度”概念，统一了多灾种灾情强度的评估标准；提出灾害的自然属性和社会属性的理念，把自然灾害科学由单纯研究自然变异延伸到社会承灾能力及灾情风险评估的减灾科学道路，带动了减灾科学在我国的全面发展；提出综合减灾系统工程的结构框架，包括监测、预报、防灾、抗灾、救灾、评估、灾后安置与重建、保险与基金、教育与立法、规划与指挥等十个子系统，全面概括了减灾科学工作的基本要素，推进了中国减灾事业的全面建设；在完成“中国灾害保险区划”工作基础上，提出我国减灾工作需要采取分级管理和分区制定减灾对策的原则性策略建议。

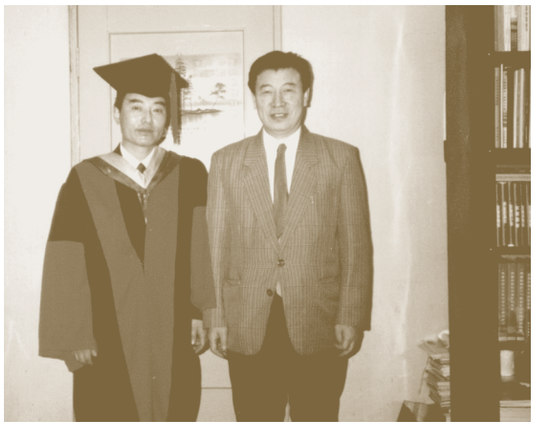
该组以马宗晋为主编，出版了《中国重大自然灾害及减灾对策》等著作十余部，编制了中国灾害年表及各类灾害图件数百幅；对中国几千年的历史自然灾害进行了综合查证与研究；建立了全国各省市防灾能力、抗灾能力、救灾能力、重建能力的综合评估模型和几十个对各类自然灾害强度、概率、灾变指数、风险指数进行评估的综合评估模型，对各种自然灾害提出了切实可行的减灾对策。“中国重大自然灾害及减灾对策研究”获 1997 年国家科委科技进步奖一等奖和 1998 年国家科技进步奖二等奖。

二、马宗晋的学术思想和治学方法

1. 注重从“小现象”入手

马宗晋始终牢记李四光的一句名言：“请看科学发展史中，该有多少重大自然现象的发现，是从对渺小事物的粗略认证开始的。”他要求自己决不放过或忽略任何渺小的现象和动态，要从对小事物的细心观察中找出发现自然奥秘的途径。为了研究小构造的形成机理，他迷上了构造缝，不仅在野外的岩石露头上进行仔细的观察素描，对公园里露出的岩石和办公楼墙上瓷砖的裂纹也痴迷地观察分析，以致被称为“裂缝迷”。为研究地震活动的构造背景，他面对地震震中分布图，一看就能看 2 ~ 3 小时，其迷恋程度使一起工作的同事为之感动。《中国地震活动图像构造解释图》一书及《中国地震震中分布图的构造解释》等文章就是面图三思的结果。在全球构造研究中，他

着迷于全球构造图和全球洋底磁条带图。正是这样如醉如痴的观察分析，才理清了全球三大洋的增生演化史，划分出了它们的增生区和增生期，才发现了洋脊变格、洋脊跳位等板块构造理论所不能解释的现象。看来安于“痴迷”而又迷中有思，确是科学建树的必经之路。



马宗晋（右）和赵俊猛

2. 强调全球视野

当过亡国奴的经历和强烈的爱国心，使马宗晋在科研工作中一直有要与外国人一较短长的气势、有争得中国地学自立于世界科学之林重要一席的雄心。他为 20 世纪 60 年代后期中国科学家未能参与全球构造理论创立的大讨论而深感惋惜。1979 年，当他能从繁重的地震预报工作中抽出身来的时候，便发出了“取板块构造之精华，列立论之疑点”的呼吁，而后开始全球构造研究，直到今日。他强调开展全球性研究，是为了挑战现在占统治地位的全球构造理论，参与建立新的理论。

中国的地理位置和地形地质特征，使其在地球科学研究中处于特别重要的地位。马宗晋认为，我们不能只埋头于中国自身的地学研究，而不开展全球性研究，否则就可能起仅为外国人创建大理论提供素材的作用。例如，关于青藏高原的研究，他主张我们既要研究青藏高原，也要研究美国的科罗拉多高原和世界其他高原，这样我们才能提出更具普遍意义的高原形成演化理论。

他强调全球性的另一重要原因，是有些地学问题只能放在全球背景下，才能弄清楚，不但要研究岩石圈，还要研究地幔、地核，甚至地球的水圈、气圈和外层空间。这是他的地球整体论思想。他在国内发起开展地球多圈层相互作用研究，主持召开这一课题的香山科学会议，讨论中白垩世的一系列全球性异常事件，提出可用深部热流体的广域穿层效应来解释，是这一学术思想的典型实例。

3. 突出并推动多学科交叉

1966 年邢台地震发生后，在连连大震形势下，天、地、生、数、理、化等六大自然科学领域都有学者投入地震预报研究。与众多不同学科有关的异常现象纷至沓来。对这些震兆进行分类整理，研究它们与地震蕴育和发展过程的关系，从中筛选提取出可作为地震预报的参考依据，是那段时间地震工作者的日常工作。马宗晋从中深刻认识到只有开展这样的研究，才有可能深入认识像地震前兆这样复杂的自然现象。

1989 年起，他任组长的三委自然灾害综合研究组由地震、气象、海洋、水利、

地质、农业、林业等七个部门的专家组成，研究七大类 25 种主要灾害。大家的研究对象、科学术语、思维方式都有很大差别。他引导该组开展多灾种、多学科的反复交叉融合，使该组突破部门和学科界限，取得了丰硕成果。

马宗晋不仅在自己负责的工作中突出多学科交叉，还在许多论文和研究项目的评审中以及学术会议上推动多学科交叉。即使在平时，只要有机会，他便会与不同学科的专家讨论他在研究中遇到的问题，虚心求教。因此，他不仅学识广博，还结交了许许多多不同学术界的朋友。这也使他负责涉及众多学科的项目或主持学术会议，能做到驾轻就熟，游刃有余，显示出超凡的协调和综合能力。

4. 不断探寻地球科学发展新方向

马宗晋是既能俯察裂纹之微，又会仰观宇宙之大的科学家。他非常关注科学发展动向，经常思考地球科学该如何发展。他把地学的发展划分为四个阶段：蒙昧地学、解析态地学、综合态地学、复杂态地学。他指出，21 世纪中后期将是复杂态地学时代。复杂态地学不是对解析出的成分进行简单的叠加或综合，而是直接从复杂源、复杂体出发对地球进行研究。他认为，21 世纪初期的地学结构可初步归纳为地球理学、地球工学和地球社会学三个领域。其中，地球工学是推动地学发展的技术支撑。他曾指出，中国要在 21 世纪初期实现从地学大国走向地学强国，关键就要发展中国的地球工学，培养出一批掌握高新技术的地球工学人才。

马瑾先生剪影

◎ 刘力强

马瑾先生是我的导师，不仅仅指读硕士、博士学位都在她的门下受教，而且包括从我开始专业生涯到今日做了高级研究员，在科学上马瑾先生一直是我的向导。做纪念文章，讲究高屋建瓴，高度概括。然而，与先生打了几十年的交道，让我反而觉得无从下笔了，正所谓“身在庐山中，不识真面目”。斟酌再三，总不得要领。反倒有几件琐事、若干细节在记忆的背景上如剪影般闪动。权且写在这里，倘先生不责怪，读者觉得有趣，我也就知足了。



马瑾（1934—）

构造物理学家。1962年获苏联科学院大地物理研究所副博士学位。1997年当选中国科学院院士。长期从事构造变形与地震前兆物理机制的实验室研究，为创建我所构造物理实验室和地震动力学国家重点实验室作出了重要贡献。第九届中国人民政治协商会议委员。

一、健步如飞

熟人圈子里都知道马瑾先生走路特别快。与同事外出，她总是健步如飞，常常把大家甩下挺远，以至于要招呼两位女士和她挽臂而行，拖住她的步子，名曰“刹车”。

1982 年春天，我入学硕士生，到所里第一次拜见先生。我从复兴门骑车出发，赶到所里三楼办公室，已近正午。先生身着很是大众化的便装，什么式样现在已经不记得了。唯有她头上戴一个当时年轻人常用的束发卡子，很是引人注目。几句简单介绍之后，就到午饭时间了。先生招呼我去吃饭。我低头取书包之际，只听门声一响，待抬头看去，人已不见。我疾步赶出，竟然不见了先生踪影。在一个生疏地方，我也不敢造次。只得径直向楼梯口奔去，只见先生已经在下一层转弯处等我了。先生当时年近五十，而我则是二十几岁正当年，她身手竟如此快捷，大大出乎我的意料。

今年“十一”国庆节期间，我从内蒙古回来，带一点土产



1960年马瑾在吉尔吉斯斯坦野外考察

去看望先生。到她家楼门口，不会用门禁呼叫，于是打电话问先生。先生立即回应，下来接我们。电话还没有挂断，只听楼上门响，一阵疾步下楼之声中似有磕碰。我忽然觉得打电话不妥，恐先生着急下楼碰伤。一句话还没出口，先生已经举着电话到门口来开门了。后来确证，先生下楼时崴脚，脚腕肿胀几天，所幸节后已经痊愈上班。此时，先生已经 77 岁了。

转眼之间，我在先生指导下学习或与之共事已近三十年了。她办事节奏快是一个很大的特点。讨论学术问题，她思路敏捷，如行云流水，往往让初次见面的人跟不上。特别是新来的学生，跟不上她的思想，每每弄得一头雾水。我年轻的时候颇为自负，自己听不懂的时候爱觉得是别人没讲对，也曾暗自琢磨老师是不是没有想清楚就和我东拉西扯开了。几十年过来慢慢才明白，凡是她和学生讲的学术问题，都是建立在广博的学识与认真的思考上的。由于内涵丰富，牵涉面广，听者就会有在不同学科之间迅速穿梭跨越的感觉。慢慢习惯并能跟上以后，才体会到了其中的远见与深刻。学术研究往往事前很难预测答案，面对一个问题可以有很多处理办法与选择。这时先生往往会筛选出最重要的环节，或者指出最可能希望的方向，迅速做出决断，付诸行动。然而行动绝不是限于下属或学生，很多情况下，她都是亲历亲为，“健步如飞”。

二、兴致勃勃

马瑾先生经常用的一个词是“兴致勃勃”。虽然算不上是口头禅，却也算是小圈子里的名言。她对科学问题，永远兴致勃勃。对新技术，一样也兴致勃勃。新学生来了，先要看看是否能对地震研究兴致勃勃。老学生毕业了，送别的话还是请保持对科学研究的兴致勃勃。以至于先生过 70 岁生日，弟子们送一块匾，上书“兴致勃勃”四个大字。

对于实验室引进新技术，马瑾先生一直是不遗余力，积极支持，亲自筹办。我们所里的第一台个人计算机是 1982 年马瑾先生积极购进的，记得是美国 Radio Shake 公司出品的 Z80 机。当时放在实验室，用于声发射频谱分析与定位。20 世纪 80 年代

初，她在美国的半年间省吃俭用，留下生活费购买昂贵的 Mog 电液伺服阀与高精度位移传感器。这些当时在国内根本找不到的关键器件，成就了实验室第一套伺服控制加载机。就在去年底，她又从各个项目里挤出几十万经费，克服重重障碍，购买了先进的高速摄像机，搭建实验室瞬态变形场观测系统。做这些事，要打报告，说服各级官员，办手续，疏通种种关节，其困难可以想象。有时问到先生为何这样努力做事，除了一些科学研究需求之类的解释之外，先生一定会说做这些事我们都是兴致勃勃的，没觉得辛苦。

在科学问题上，马瑾先生更是充满探索精神。在和她一起工作的三十年间，她的研究范围就转换过多次。本世纪初，已过耳顺之年的先生，告诉我们要开展对岩石热物理的研究，其领域涉及遥感、热力学等等对我们来说完全陌生的领域。先生带头像学生一样，从大学生的基础课本开始，一点一滴学起。几年过来我们已经在这个领域发展了一套独到的理论与方法，在地震界有了一些发言权。构造物理学是一个交叉的学科，地震问题的解决一定要靠多种科学手段，因此应当学习各种可能的相关知识，保持一种兴致勃勃的钻研精神。这是先生常常会和我们讲起来的话题。

三、实践第一

不知道从何时起，中国科学界的研究形成了一个套路。入手科学项目的第一步是先寻找所谓的国际热点问题，读相关的参考文献，特别是用西洋文字印刷的尤为受重视。而评议一个成果的时候，“没有引用国际上最新文献”（这里当然是指“洋字纸”）可以成为降档的缘由。对这种现象，马瑾先生从不苟同。

科学问题源于现实，而不是书本，是马瑾先生的基本科学理念。她总是鼓励学生从了解最基本的地震物理过程出发，要求学生去收集最原始的观测数据，从对具体问题的分析中寻找研究方向。针对一些一味跟着洋人的脚印亦步亦趋的做法，先生的回答是：如果说我的方法有何不同，那就是先不读参考文献。等到对问题有了自己的见解，掌握了一些实际资料后，才去读文献。这样才不会为前人的思路所束缚，盲目相信一些不可靠的论述。跟随先生做事，实践第一永远是最高准则。

身体力行，参与科学实践工作，是马瑾先生多年来的一贯作风。历历往事，难以细数。前几天，一位硕士生做实验，她全程跟随参加，从上午到下午一刻不离。近期先生的研究焦点在亚临界失稳方向，她在实验中就特别注意从实时状态变化中预测失稳时刻。现场多次揣摩分析后，她终于发现了一些参数的特点，预测成功了两次。

自己笑道："我现在可以当大专家了！"在场的学生们不禁愕然，原来这位院士级博导老先生，一直认为自己不算是大专家，现在才觉得可以去当当看了。先生之谦虚，对实践之重视由此可见一斑。

四、锲而不舍

做一件事要坚持不懈，是谁都知道的道理。但是，要真正做到这一点并不容易。要在一生中，无论顺境逆境都锲而不舍地坚持一个科学方向，更要有超人的毅力。马瑾先生从留学苏联开始，进入构造物理研究领域，直至今日都从未改变。跟随先生三十年来，遇到低谷逆境的情况她总是想尽办法，从不动摇。

构造物理学属于基础理论研究领域。大约在 20 世纪 80 年代末期，所有的这类实验室的研究经费都陷于非常困难的境地，个人收入也很低。在很多人纷纷转向经费相对宽裕的方向甚至下海挣钱的背景下，这种困境尤为突出。记得有一年底，实验室连 2 ~ 3 元一个的应变片都买不起了，几乎处在停顿关门的状态。在所有人都感到无可奈何的情况下，先生忽然想起以前做横向项目时，曾经在当时的工会账目上尚有几千元余款。于是让我去取来，把实验坚持下去。对于当时月收入仅有二三百元的工资水平来说，这可是一笔"巨款"。那时做实验搞研究还有些干扰，则更让人愤慨。记得当时一位领导不知道为何到实验室参观。到处巡视一番后，竟然对先生说："你这里地方挺宽敞的。等你退休了，这里可以办个舞厅。"先生正色回答："我不在，构造物理研究一样会进行下去。"这种极其困苦的环境持续了大约有 5 ~ 6 年。

1994 年先生到了退休年龄。由于当时她还不是院士，按照规定，她办理了退休手续。然而，她并没有回家休息，而是依靠仅有的一点结余经费，带领我们坚持科学研究。两年后，当我们得知她被评为院士的消息，向她祝贺的时候，她没有表示出对这个荣誉有多少欢欣，而是说我终于又能回来工作了。从那以后的很长一段时间，她常常调侃说自己是再就业下岗女工。

恰恰在马瑾先生成为院士前后的一段时间开始，国家开始重视基础理论的研究，实验室迎来了复兴的时期。在先生主持下，从 1995 年开始的国家地震局重点实验室技术改造与建设项目连续执行了两期，使实验室从几乎关门走向了配套完整、初具规模、全面繁荣的局面，为现在成为国家重点实验室奠定了基础。

马瑾先生是江苏如皋人，前几年恰好一起出差去那里。先生说她家在"抗日战争"期间搬离这里，她爷爷原来在如皋师范当老师。故地重游，陪先生踏入如皋师范

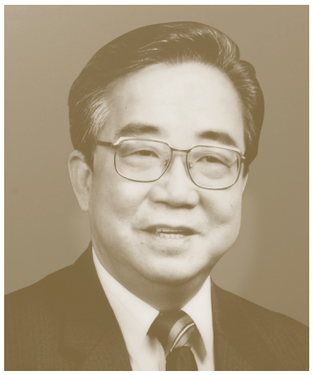
的门廊，只见两侧挂满著名校友的照片，其中学界泰斗与科学院院士多达十几人。一所县中专，如此辉煌骄傲，恐怕国内无以能比。在此教书育人的老师也绝非等闲之辈。马先生出身书香门第，她今日科学精神的养成自然有家学渊源。如果不以 1949 年为界，我们所的前身可以追溯到民国初年的北京地质调查所，而第一任所长丁文江先生是马瑾先生的同乡。大约 100 年前，引导推荐丁文江走上科学之路的恩师龙研仙先生是如皋县的县令。从时间上看，大约这位龙县令与马先生的祖父应当是认识的。胡适先生曾经说，丁文江是科学化最彻底的中国人。我总觉得，马瑾先生的办事作风、科学态度与治学方法都与丁先生相近。我们所里前后两位先生来自如皋县，不能不说是一件巧事。从这里可以寻到中国百年来科学精神的脉络，看到历史的传承。作为科学延续中的一分子，能够在马瑾先生门下学习工作对我是一件幸事。

谨以此文记述马瑾先生的一些琐事，不知道正确恰当与否。好在我的同门师兄弟很多，如有不当，他们定会纠正补充，不至传谬吧。

在不断探索中前行

——记邓起东院士

◎ 张培震　徐锡伟　晁洪太



邓起东（1938—）

构造地质学家，曾任我所副所长。2003年当选中国科学院院士。长期从事活动构造、活动断层、古地震研究，主编第二代中国地震烈度区划图、中国活动构造图，参与大量城市和工程场地地震构造研究与地震安全性评价。获第二届李四光地质科学奖。

邓起东院士1938年出生于湖南省双峰县。1956年，怀着对大自然的迷恋和为祖国寻找宝藏的少年壮志，报考了中南矿冶学院地质系。1961年完成了大学学业后，他跨进了久已向往的中国科学院这座科学研究的殿堂，到了中国科学院地质研究所，一直在张文佑院士领导的研究室工作，开始了在地球科学事业上不断探索的征程。

20世纪60年代初期，他开始进行褶皱和断裂形成机制研究，并开始发表关于剪切破裂带形成机制的论文。1966年3月，河北邢台7.2级地震发生后，他响应国家号召，把自己的研究方向转移到最新构造活动与地震的研究上。1967年领导山西地震带的地震地质调查工作，为全国范围内活动构造早期调查提供了一个良好的范例。1975年，辽宁海城发生7.3级强震，他负责地震灾害和地震地质调查工作，提出了该区最新构造“北东向成条，北西向分块”的活动样式，并提出了水平力和垂直力联合作用模式来解释海城地震的动力学成因。

20世纪70年代初期，为满足国家建设规划和抗震设防的需求，年仅三十二三岁的邓起东院士担任了全国地震烈度区划编图组的组长，主持烈度区划工作。1977年完成了我国地震区划图，成为我国第一份得到国家批准作为全国建设规划和抗震设防标准使用的地震区划图。从1973—1979年，邓起东院士即开始总结我国活动构造和地震地质特征，先后主持完成了一系列中国活动构造全国性图件的编制。2007年，又主持编制了新的中国活动构造图（1∶400万）。

从1980年开始，邓起东院士将自己的研究方向集中在活动

构造的定量研究上。他率先把区域地质填图方法应用到活动构造研究中，建立了活动构造定量研究所特有的技术。作为专家组组长，他领导了全国活动构造带大比例尺地质填图和定量研究工作，促进了地震危险性评价工作，两次荣获国家科技进步二等奖。他还积极把地震科学研究服务于国民经济建设，几十年来，先后主持完成了几十项城市和大中型工程活动构造及地震安全性评价工作，为工程建设和经济发展的地震安全做出了重要贡献。

邓起东院士是一个在科学研究道路上不断探索的人。他认为，科学工作者的生命是有限的，但科学探索的道路是无穷无尽的。紧紧跟随国家和社会的需要，不断自觉地调整自己的研究方向和研究重点，使他在构造地质学和地震地质学的多个方面取得了新的进展和成就。

（1）剪切破裂带理论研究。20 世纪 60 年代初期，邓起东院士开始了褶皱和断裂形成机制研究，提出了剪切破裂带羽列的新概念，对剪切破裂带内不同结构面的力学机制和形成机理进行了理论分析，其相关内容被选编到大学构造地质学教材里面，也为以后研究走滑断裂打下了良好的基础。

（2）山西断陷带剪切拉张成因。邓起东院士 1966 年底开始对山西地震带开展研究，提出正断层控制的张性盆地的新认识，发现了后期正断层与前期逆断层的构造反转，研究了大地震与活动断陷盆地的关系，确定了带内大地震的发震构造，对断陷盆地带内地震活动的时空不均匀活动图像和地震活动趋势作出了分析和判断。这一研究工作奠定了这一地区地震地质工作的基础，又推动了我国的活动构造和地震地质工作。

（3）海城地震及其发震构造模型。1975 辽宁海城发生了 7.3 级地震，邓起东院士主要负责灾害评估和发震构造调查，广泛汇集了区域活动构造、深部构造、现代地壳形变、地震活动序列和各种宏观、微观前兆的时空分布资料，提出了海城地震的发震构造模型：区域构造背景为北东向构造成条，北西构造分块，地震发生于北东向和北西向断裂汇而不交的构造部位，深部构造条件是震区位于深部莫霍面和上地幔高导层隆起之上，区域应力场作用的水平力和深部物质运动产生的垂直力的联合作用孕育了海城地震。



2008年邓起东在甘肃北山野外工作


2008年邓起东在四川汶川地震现场考察

（4）经国家批准使用的我国第一份地震区划图。20 世纪 70 年代初，邓起东院士担任全国地震区划图编图组组长，主持全国地震区划工作。经过对我国地震活动的总结，提出了在地震区划中要根据地震活动时空不均匀性来划分地震区带，估计不同地震区带的未来地震活动水平；要根据地震发生的发震构造条件来划分地震危险区，估计未来地震活动强度。在这一新思想的指导下，1977 年完成了中国地震烈度区划图，并经国家批准成为第一份作为全国建设规划和抗震设防标准使用的地震区划图。

（5）古地震研究。邓起东院士与同事们从 20 世纪 70 年代末期就开始注意有关古地震研究的理论和方法。根据正断裂和走滑断裂的运动特征，提出了“充填楔”、“构造楔”等新的古地震识别标志。还提出利用断裂多次活动形成的不协调褶皱及逆断裂崩积楔等识别古地震事件的新标志，强调要用多探槽对比来研究古地震及其活动历史。通过多探槽对比和三维组合探槽技术，系统研究宁夏海原走滑断裂和新疆北天山逆断裂的古地震历史，发现北天山的古地震具有 4000 年左右的复发间隔，海原断裂带上的古地震具有丛集特征，丛集期外很少发生。

（6）海原活动断裂带、拉分盆地、构造转换及平衡。海原活动断裂带是青藏高原东北缘的一条主干断裂，邓起东院士从 1981 年开始组织了对海原断裂带的系统研究。发现海原断裂带早期以向北北东方向逆冲为主，在早第四纪晚期转变为走向北西西的左旋走滑断裂，在断裂带东南端形成近南北向的尾端挤压构造区，这是对构造转换平衡最好的研究实例。他们发现海原走滑断裂带由多条次级剪切断层组成，其间的拉分阶区形成拉分盆地，或在挤压阶区形成推挤构造，在拉分盆地内发现了盆地内部张剪切断层。他们还获得海原活动断裂带全新世左旋走滑速率小于 10mm/a，这是国际上最早给出青藏高原主要走滑断裂的低走滑速率数据之一。

（7）青藏高原运动学特征与块体低速率有限滑动模型。邓起东院士在海原活动断裂带定量研究的基础上，发现青藏高原主要活动断裂的运动是一种低速率的滑动，由北向南具有逐渐加大的趋势。他指出，作为板块构造的一个组成部分，大陆内部板块是由多级别、多层次的块体组成的；断块区和断块的边界由不同规模的活动构造带组成，成为主要应变释放带和构造活动带；陆内块体的运动是一种有限制的滑动，即小运动量、低速率的块体运动；下地壳、上地幔的流变与上地壳的脆性变形有着紧密的关系，板块驱动的水平作用力与陆内深部物质运动产生的垂直力的联合作用共同控制着板块内部的变形和构造活动。

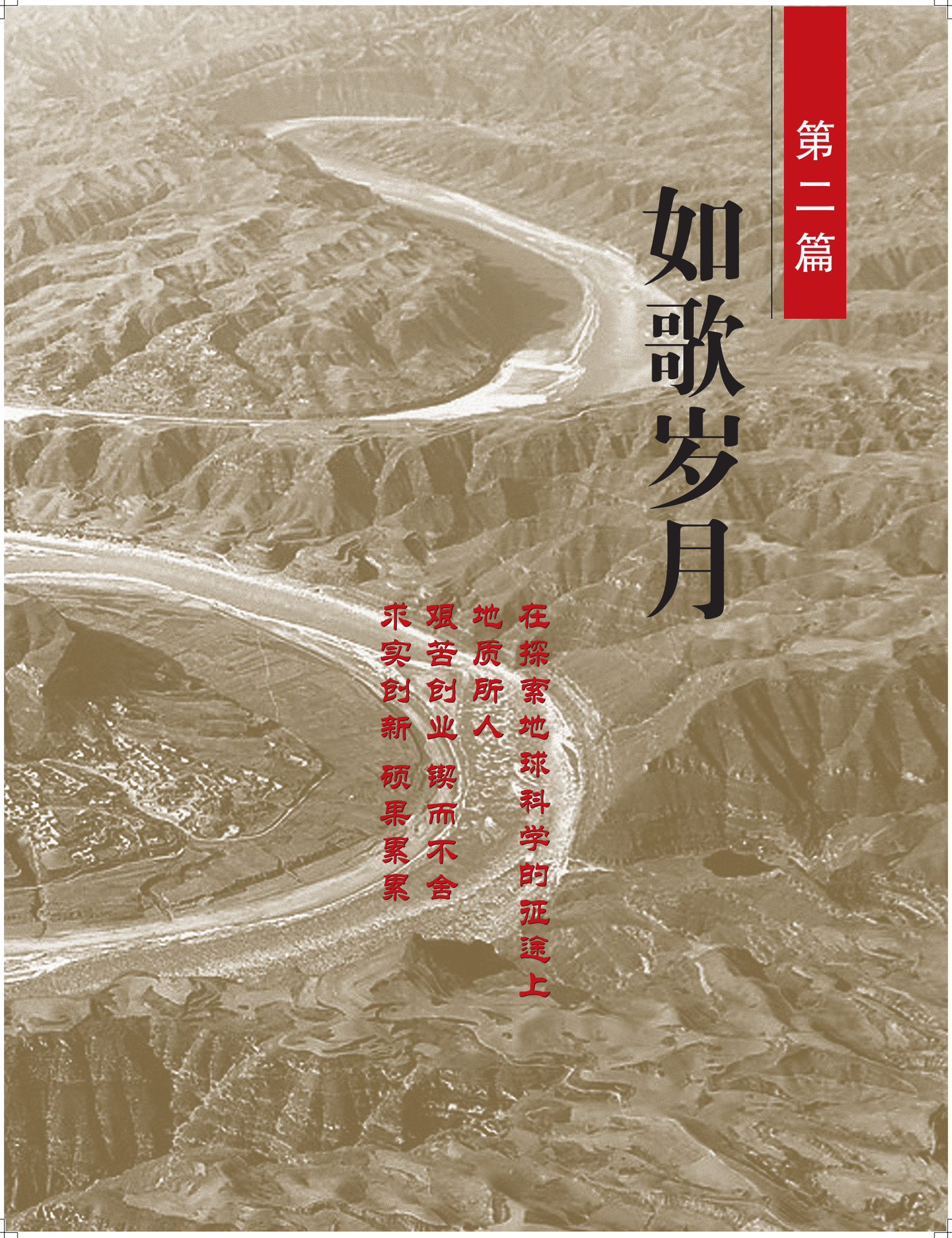
（8）天山活动逆断裂和活动褶皱、板内新生代再生造山带研究。邓起东院士等发现天山的新生代构造变形以山前向南北两侧盆地的扩展为特征，山前逆断裂–褶皱带由前展式断裂扩展褶皱所组成，这些褶皱的发育受深部活动着的滑脱断裂和前缘逆断层断坡控制，随着深部逆断裂的演变和空间扩展，它们中的一些出露地表，另一些则仍然隐伏于地下呈“盲逆断裂”状态。1906 年玛纳斯 7.6 级地震即是沿北天山山前逆断裂–褶皱带产生的一次盲断裂型“褶皱地震”，这是中国大陆首次发现和研究的“褶皱地震”事件。他们还研究了天山晚更新世和全新世阶地的年龄及其变形，包括最新断裂活动和最新褶皱作用，计算了晚更新世和全新世活动逆断裂–褶皱带的变形速率，计算了天山不同构造段最新缩短速率及其分段变化。

（9）城市和工程的活动构造和地震安全性评价。邓起东院士几十年来不仅活跃在构造地质学理论研究战线，而且还根据国家建设的需要，积极把理论研究成果应用于城市和工程抗震工作。他与同事们先后完成几十个大城市和几十项大中型工程的活动构造和地震安全性评价工作。既有核电等电力建设工程，又有长线状输油、输气管道工程；既有大城市活动断裂探测与地震危险性评价工作，又有大中型工程的地震安全性评价工作。他在这些活动构造应用研究中，结合工程建设的要求和城市构造环境特点，把活动构造理论研究成果与建设工程的实际需要结合起来，提出新方法，解决新问题。

邓起东院士既是一个为人热情、平易近人的人，又是一位严于律己、踏实肯干的人。他既善于组织和协调各方面的力量开展大科学项目的综合研究，又总是亲历亲为，亲身参与实际工作，并在实践中形成新的思想，提出新的认识；他能敏锐地发现线索，并积极思索，根据发现的问题，调整自己的研究方向和研究重点，不断探索，通过多年辛勤的工作，使认识达到一个新的高度；他积极参与国内外科学交流，开展深入的合作研究，所以，他能使科研工作站在活动构造学发展的前列；他著述丰富，却并不漂浮，著作总能代表新水平、新高度；他至今已先后培养了 20 多名博士和硕士，他们中的绝大多数都已成为科研和生产工作中的骨干或组织者。

科学探索的道路是艰苦的，它要求一种忘我的精神，一种长期坚忍不拔的毅力。由于工作的劳累，邓起东院士 47 岁患脑血栓，尚未痊愈就继续工作，一边打点滴，一边完成专著《海原活动断裂带》；他 58 岁患冠心病，不得不做动脉支架手术，还因心脏动脉造影时发生造影剂过敏，以致得了肾病并引发癌变，在 59 岁时不得不切除了左肾，但他仍以残弱之躯，继续开展野外工作，进行科学研究。现在他已年过 70，仍在努力学习和工作，要求自己不断进取，在新的领域里作出新的努力。





第二篇

如歌岁月

在探索地球科学的征途上
地质所人
艰苦创业锲而不舍
求实创新硕果累累

《中国大地构造图》及《中国大地构造纲要》诞生记

◎ 李存悌

1958 年 12 月我国第一张 1∶400 万的《中国大地构造图》及其长达 50 万字的说明书《中国大地构造纲要》由科学出版社正式出版发行。这是当时中国科学院地质研究所的一项重大成果，也是当时我国地质科学研究领域中的一件有深远影响的大事。这项工作是在张文佑副所长主持领导下，由我所构造地质研究室的一批年轻研究人员及相关研究室的部分研究人员协力完成的，并得到国内外地质界许多单位和专家的热情支持和指导，包括一些国外知名专家。20 多年后的 1982 年，这项成果获国家自然科学奖二等奖。我有幸参与了这项工作，并在工作后期协助张文佑副所长承担了《中国大地构造纲要》的主要编辑工作和出版事宜。

20 世纪 50 年代中期，在全国范围内蓬勃开展的普查找矿工作迫切需要一张能反映当时最高学术水平的中国大地构造图，从大地构造的角度对我国的普查找矿工作进行战略性的理论指导。我国第一张 1∶400 万的《中国大地构造图》及其说明书《中国大地构造纲要》就是在这样的背景下诞生的。大地构造图的编制工作始于 1956 年，1957 年完成图的第一稿草案，并由张文佑副所长草拟了简要说明。然后由我所和中国地质学会出面，将第一稿草案分发到国内各有关地质机构组织讨论，同时分送各地的地质学家征求意见。同年又由苏联科学院地质研究所所长 H.C. 沙茨基院士组织苏联地质学家进行了讨论，当时参加的有 А.Л. 杨申、Ю.А. 柯西金、Л.Н. 克鲁鲍特金、А.Х. 伊万诺夫等。1958 年夏，我所又在北京邀请并组织了中苏大地构造学家共同进行了讨论，参加的有长春地质学院喻德渊、中南矿冶学院陈国达、西北大学张伯声、成都地质学院李承三、地质部地质力学研究所孙殿卿、苏联科学院地质研究所 Ю.А. 柯西金、M.C. 纳基宾娜、Н.Л. 赫拉斯科夫，还有当时在京长春地质学院苏联专家 A.C. 霍敏多夫斯基。之后又分别征求了李四光教授、侯德封教授、黄汲清教授、马杏垣教授以及 Л.Н. 克鲁鲍特金、B.M. 西尼村、М.И. 瓦林佐夫、Б.А. 彼得鲁谢夫斯基等人的意见。

这些讨论和征求意见，对后来正式出版的《中国大地构造图》和《中国大地构造纲要》的内容有重大影响。张文佑副所长动员并组织我所构造室几乎全部科研人员以及相关研究室的部分专家投入了重新编制《中国大地构造图》及编写其说明书《中国大地构造纲要》（简称“纲要”）的浩大工程。尤其是“纲要”的编写由初稿的数千字扩充到最后的约 50 万字，称得上是中国区域大地构造的第一本巨著，而且只用了半年的时间就完成了。1958 年 12 月由科学出版社正式出版发行，作为新年献礼。1959 年 9 月再次印刷作为国庆 10 周年的献礼。

《中国大地构造图》和《中国大地构造纲要》是根据当时所收集到的大量翔实也是最新的资料编制、编写的。为了填补青藏高原的空白区，张文佑副所长还亲自做了专门的路线地质考察。参考资料中已出版的主要有：李四光的《东亚弧型构造略图》（1951）；中国地质委员会出版的《1∶300 万中国地质图》（1950）；黄汲清主编的 1∶100 万中国地质图（1948）；H.C. 沙茨基主编的 1∶600 万欧亚地质图（1957）；W.D. 维斯特主编的 1∶200 万印度地质图（1949）；佛罗马惹主编的 1∶200 万越南地质图；日本地调所编制的 1∶200 万日本地质图（1956）；H.C. 沙茨基主编的苏联及其邻区大地构造图及其说明书（1953—1956）；黄汲清、A.B. 阿尔汗格斯基、IO.M. 谢音曼、A.C. 霍敏多夫斯基、孙云铸、喻德渊、B.B. 别洛乌索夫、刘国昌等编制的小比例尺中国大地构造略图及专著。未出版的参考资料有：地质部、石油工业部、冶金部、水利部、铁道部等所属地质机构以及各高等地质院校的地质报告和图件，还有石油部和地质部的物探资料等。另外，中国科学院地理所、地质古生物所、古脊椎动物及古人类所、土壤所等也提供了资料和意见。

参与“纲要”编写的除构造室的大部分研究人员外，张文佑副所长特别邀请了本所岩矿研究室赵宗溥先生编写中国岩浆活动概况部分；征询了沉积研究室叶连俊先生，地层研究室刘鸿允先生，岩矿研究室涂光炽先生、李璞先生，对中国成矿区划、古构造、中国东部地层等厚线等图的宝贵意见。因此可以说，这张“图”和这本“纲要”也可视作整个中国科学院地质研究所大协作的成果。



张文佑在审查图件

该《中国大地构造图》与此前的同类构造图相比，主要区别在于编图原则的差异。此图吸取了

当时中外各国的先进编图经验，包括苏联和欧美其他国家的编图经验，结合我国大地构造的特点，提出了新的编图原则：既考虑大地构造的全部发展过程，也注意到发展过程中的各个阶段；既考虑基底构造，也注意沉积盖层构造；既考虑地台和地槽各构造单元的不同，也注意到它们之间的相互联系和相互影响、相互转化以及它们之间的过渡形式和接触关系。编图和编写纲要过程中，运用了张文佑副所长倡导的地质力学分析和古地理沉积建造分析相结合的方法。不仅论述和表示出稳定区（地台区）和不稳定区（地槽区）以及其中的隆起和凹陷，而且也论述和表示出基底岩系和盖层岩系的构造特征，不仅论述和表示出地槽向地台的转化，而且也论述和表示出地台的活化现象。

通过编图发现，我国大地构造的主要特征是：我国地台区比其他地台区活动性大，而地槽区则比其他地槽区活动性小。另外，非常重要的一点是，通过此次编图，发现我国基底断裂多，并对盖层构造和岩浆活动起了控制作用，因此在“图”和“纲要”中特别着重地表示出，并详细讨论了区域性大断裂带在时间和空间上的分布情况。而这一点，从某种意义上说，是张文佑先生后来提出“断块构造理论”的先导。从该大地构造图上不仅可以了解中国地壳在各主要构造阶段的发展历史，而且还可以从断裂的延展、沉积建造的特征、隆起和凹陷的范围以及岩浆活动的情况来推测相关矿产可能的分布。因此可以作为编制成矿区划图，指导普查找矿方向的依据。

《中国大地构造纲要》一书，不只是中国大地构造图的文字说明，其实更是一部独立的专著。全书 300 多页，插图 139 幅，这也是任何别的地质构造图所没有的。它具有综合性、理论性和资料性，适合各类地质工作者和相关大专院校地质专业师生参考。全书共分九章：第一和第二两章首先说明中国大地构造图分区和命名的原则，其次扼要论述了中国大地构造发展轮廓及特征。第三章描述了中国各构造带的区划。第四章分述各大地构造单位，这章是全书的主体部分，大约占书的一半篇幅。按地台区、古生代地槽区、中生代地槽区、新生代地槽区以及地台活化五个部分，对各自下属的二级或三级构造单元分别进行描述和讨论。内容包括单元的范围地形、构造特征、发展历史、岩浆活动、矿产等。第五章描述沉积盖层岩系的发育（主要限东部地区）。第六章论述各主要地质构造阶段大地构造发育概况。第七章描述全国各区不同时代的岩浆活动。第八章则提出中国大地构造研究当时存在的一些重要问题。最后附有大地构造图和图例说明。此外，“纲要”还附有各主要地质时期古构造、第三纪末至第四纪新构造、沉积岩厚度和岩相、主要矿产成矿区划等示意图。

由上述可见，“图”和“纲要”的编制、编写和出版是我国地质科学研究史上的一件大事，在很大程度上也集中体现了共和国最初的十年中我国地质工作所取得的重

大进展和全国广大地质工作者辛勤探索的丰硕成果。在工作过程中，老一辈地质学家以及许多和我同辈的研究人员都付出了很多，很多人都曾日以继夜地工作，有过许多不眠之夜。当时还有一些艰难困苦是现在很难想象的。例如，张文佑先生为编此图在青藏地区做专门路线考察时，由于西藏农奴主当时已有叛乱迹象，国家特地派了一个连的解放军进行保护。有一次还真遇上了大队叛乱武装，形势十分紧张，相持了一段时间后，对方见解放军装备精良、严阵以待，才未敢造次，自行退走。

现在，半个多世纪的时间过去了，构造地质学的新资料、新发现、新理论已远远超过当年。此“图”和“纲要”中的一些具体内容，或许已成尘封的历史。然而，当年张文佑副所长及他所领导的参与此项工作的年青学者们，勇于探索、广纳百家、推陈出新、发奋工作、同心协力的科学精神和工作态度，仍值得称赞和发扬。这项工作在我国大地构造学发展史上承前启后的作用，以及它对当时我国蓬勃开展的普查找矿工作的战略性理论指导意义，也应予以充分肯定。



李存悌为所庆60年献词

三峡工作的点滴回忆

◎ 李玶 口述　赵东芝 整理

值我所成立 60 周年之际，遵王连芳同志之托写一篇当年在三峡工作的回忆。时间已过去 50 余年，记忆很模糊了，只是把一些印象最深的点滴说一说。

在三峡这块神奇的土地上，我整整工作了 4 年，那山那水，我再熟悉不过了，现如今一闭上眼睛，似乎还能感受到气势磅礴的长江之水奔腾而过，一种民族的自豪感随之油然而生。

1959 年，我从哈尔滨军事工程学院调到中国科学院地质研究所工作。不到两个月时间，就接到上级指令派我到三峡开展工作。

张文佑先生下达给我这项任务

一天，张先生让我到他办公室，他告诉我，国家要修建长江三峡大坝，让我到野外去考察。我听后，又喜又愁。喜的是什么呢？我国要修建长江三峡大坝了，我知道美国在“二战”前经济萧条，罗斯福上任后实行了“罗斯福新政”，即“田纳西州水利计划”（TVA 工程），这计划和高速公路网计划一并刺激了美国的经济持续发展，带来了美国的繁荣。而我们的“长江三峡开发计划”（YVA 工程）也要启动了，真是高兴！但愁的是，我这个小人物，怎能承担这么大的重任呢？我问张先生：“我一点也不会，该怎样做呢？”张先生请来侯德封所长商量，以给我一些启发。我们的目的是进行坝址区的地震危险性评价，侯所长提出的建议，给我印象很深。他说：“地震活动是地壳运动的最新产物，所以你要把那边的地质构造，从老到新，一层一层地搞清楚，就像剥竹笋一样。”我理解他的意思。

后来我才知道，是毛主席要“高峡出平湖”，让中国科学院副院长兼党委书记张劲夫抓地震地质，张劲夫又将此任务交给了张文佑先生负责，由于身体欠佳，张文佑先生不能出野外，所以这项野外工作就交给了我。

任务就是这样开始的

接到任务后，我和构造室的副主任徐煜坚先生、刚从苏联回国的副博士丁国瑜先生、还有年轻人张九海一同启程赴三斗坪。在出发的路上，徐先生让我写有关三斗坪的报告，我大为吃惊，我刚从哈军工调到地质所几个月，现场都还未到过呢。

一路上从北京到武汉，从武汉到宜昌，从宜昌到三斗坪，虽然都是我第一次到的地方，因为心里有压力，无心关注这些地方，也就没有留下任何记忆。到了三斗坪，徐先生和丁先生在一起，徐先生是搞新构造研究的，丁先生在苏联也是学新构造的。徐先生在卫星照片上发现了一条线性痕迹，就让我和张九海到该区去调查核实，他和丁先生就坐镇三斗坪。我同张九海去野外调查了约两个月，发现徐先生所发现的线性痕迹就是后来所谓的仙女山大断裂带。

现在回想起来，虽然长江大坝是一项举世瞩目的工程，但工作就是这样简单开始的，就我所知，似没有一个详细的科研计划，我们是摸着石头过河，随发现问题，随展开工作。但是，我们所有同志们都感到能参加这项伟大的工程是一种光荣，是一种幸福，都是满怀热情、不顾自身安危投入进去。

丁先生不知为什么走了，后来听说他是到海南岛去研究火山新构造活动了。徐先生在后来的一两年里也去过三斗坪看一看，具体的工作由我和张九海负责。为了查清新构造活动，成立了新构造组，成员有刘行松、谢梅阳、陈启循、高振寰、易善锋、唐汉军、商宏宽等，还有三位藏族学生。为了查清几条大断裂带的活动，还增加了人手，有张存德、向家翠、姜义仓、李俊峰。他们都很辛苦，尤其是向家翠，一个女同志，背着行李在山里长途跋涉选择观测点。李幼琴、商宏宽、李俊峰等搞射气测量。谢梅阳、高振寰等在沿长江的阶地上寻找第四纪断层。南京地理所沈玉昌教授带领队伍搞本区的地貌研究，北京大学的地质系做本区的地层研究。



李玶（前排中）、易善锋（前排左）、谢梅阳（前排右）、刘光勋（后排右）在直升机前

我们地质考察队几乎每天都出没在高山深谷中，攀登陡峭的山峰，查勘大地构造和地貌。真是应了李白所说的“蜀道之难，难于上青天”。我们除了两条腿，还是两条腿，有时还要请民夫挑行李和仪器同行。

此任务调查的范围很大，没有交通工具，生活也极其艰苦。时间又很紧，到 1962

年前要提交课题报告，因为中央决定 1962 年开工，时间根本来不及，我把这个情况反映给张文佑先生，张先生又把情况反映给张劲夫。

张书记是位很有魄力的领导，当即就决定把科学院唯一的一架直升机调到宜昌来，由周总理的专业飞行队来负责执行任务，还有一个一二十人的地勤队伍。（很抱歉，他们的名字，我已记不起来了。）参加飞行目测的人有我、张世良、刘行松、谢梅阳、易善锋、刘光勋、唐汉军。

那时，为了祖国的建设，大家都有无限的刻苦精神，吃苦耐劳，敢冒风险，挖空心思去搞工作。为了查清从宜昌到万县沿长江的新活动，布置形变测量网，向家翠、谢梅阳和“长办”的一位同志，各自背着行李，步行数百千米布置观测点，他们路过三斗坪时，我见到他们风尘仆仆的样子，很感到心痛；刘行松和唐汉军，为了看清河对岸的一个剖面，竟冒险游到对岸去观察；有一次发大水了，我们大家都头上顶着行李，增加重量，以免被洪水冲走，就这样过河，真勇敢！因为恰好是三年困难时期，粮食不够，在野外调查时，边调查边采集野菜。地衣（像黑木耳）、苦笋、柚子皮、甜菜渣等都是我们的粮食，偶而能在一个小镇上用 2 毛钱排长队买上一小碗水煮罗卜充饥，算是我们难得的牙祭了。

虽然艰苦，但大家还是高歌、嬉笑。那时，乡村没有旅社，走到哪里，就在哪里随地而安，睡地铺、草堆……能有一张床是很偶然的。我们的整个工作，有领导的支持，同志们也都想尽办法，开动脑筋，献计献策，大家都觉得自己就是主人。

张文佑先生两次来看望我们

张先生十分支持我们的工作，我们的要求，他都是尽量满足。张先生为三峡的工作，亲自两次来看望我们。

第一次是到宜昌，他听了我们的汇报后，嘉许地说：“同志们太辛苦了！”他回到北京后，就把我们出野外的补助每天增加到了 9 毛钱。

我们整天在野外调查，有时一天爬山上千米，我就跟张先生说：“这样跑，仍是没法按时完成任务的。”张先生就将此事反映到中央，后来派了直升机来帮忙。

飞行前在地面研究，直升机在天上像织布一样地飞行，这对我们的工作起了很大作用，我们在天上观察了一两万平方千米的鄂西山地，看清了这边的断块结构，发现了仙女山和远安两条大断裂带的分布情况。

张先生第二次来看望我们是到三斗坪，大概是 1961 年底或 1962 年初，当时中苏关系恶化，苏联专家（当时有 9 位）要撤离。在撤离前，要验收我们的工作。张先

生验收前特地赶到三斗坪，他看到我们的报告中有一个重要的结论：三斗坪坝址所在处没有活动大断裂带，坝址区最大的高家冲断层，只断到震旦纪和寒武纪的地层，其后就没有明显的活动了，这个剖面出露在石板溪，石板溪离三斗坪有 5 千米。虽然张先生身体欠佳，但他认为这个剖面很关键，坚持要到现场去看一看。他一丝不苟的认真态度，使我十分钦佩。

我们用了一天时间看现场。一大清早出发，陪他慢慢地步行到现场，作为一次地质旅游，他很开心，这么长的距离，还能欣赏三峡的美丽风光。到了现场，稍事休息后，他就把这个剖面仔细地端详，走来走去，爬上爬下，他说："这个断层早期活动是很强烈的，后来就渐渐停止活动了。"1962 年，我们很顺利地通过了苏联专家的验收工作。

村　姑

为了查明黄陵断块的构造特点，我与一个民工一早从天阳坪向北调查到金柱头，时间已是晚上了，在农民家稀里糊涂地住了一夜。那时是夏天，天还未亮就起床，灶前有一位年轻的女孩给我们做早饭，她的身影修长，很美丽。她炒了一锅土豆，土豆被炒得呈金黄色，上面还粘了一点油，撒了一点盐，我和那位民工饱餐了一顿，真觉得是世上最好的美味。当年是困难时期，能够有点油，是太难得了。临走时，这位做饭的姑娘从山下背了一捆柴上来，大概有点累了，就靠着路旁的一个陡壁，这时，我才看清，她脸上流着汗，大眼睛望着我们微笑着说："你们走了？路还远着呢！"

当时，正是"大炼钢铁"过后，满山的树木都砍光了，留下一些树桩，快到中午时分，碰到一条蟒蛇，它正在吃一条小蛇，听到我们的脚步声，回头就逃了。草丛被它蹚出一条小径，很吓人的。在路旁，还看到一条一米多长的蛇被咬死了。往前走，到了中午，才看到一户人家，帮我们煮了几根玉米，吃完后，我们又继续上路了。一直到晚上 9 点钟，才到庙河。连续走了 15 个小时，我们已经筋疲力尽了。当地人听说我们是从金柱头来的，都不太相信。到了庙河，我就病倒了，两腿内侧都磨得出了血。

穷人的孩子早当家

到了庙河后，我住在农民家，这户人家有一位中年妇女瘫痪在床上，家里还有一个 4 岁男孩。条件很差，我们只吃了一顿饭，并付给这户人家 2 毛钱。因这家女人瘫痪在床，4 岁男孩就给我们做饭，我们看到这情景，心里很酸痛，民工和我就自己

动手了。我们问妇女，怎么会是这样？妇女说，她的丈夫和她去开矿山，山塌下来，他丈夫被砸死了，她也被砸伤，就瘫痪在床上了。这个小孩还有一位哥哥，但哥哥去修水库了，这一家人太苦了。第二天，我们只得走了。默默祝愿这个小孩把他的母亲照顾好，也希望这位母亲把她的小孩照顾好。

陈启循到小河里抓鱼虾

大概是 1961 年，我们追索高家冲断层到石板溪，发现那里的剖面特好，便住下来了。当时队里有谢梅阳、马宗晋、陈启循，还有藏族学生张宗恒、思拉曲宗（女）等，在那里调查了几天，陈启循说："李先生不行了，饿得浮肿了，我想到河里去抓点鱼。"因他的水性很好，我就同意了。就在中午休息时，他下到河里去抓鱼，不一会儿，就抓了半篮子小鱼小虾，大约有好几斤，洗一洗，放到锅里烧熟，再撒点盐，大家吃得很开心。吃鱼后不久，我的浮肿就好了，真灵。

在石板溪，小麦蚊很多，没有想到马宗晋对它很过敏，被叮后，先是起了小点，最后红肿得连成片，十分难受。后来我发现谢梅阳就睡在他旁边，并睡得很香甜。我在谢梅阳身旁仔细查看，发现小麦蚊靠近他的皮肤时，就后退了，所以他能逃脱小麦蚊的叮咬，真怪！在石板溪住了几天，我们就爬上了山顶，山顶就是山原期的夷平面。

我们经过一个村庄，在村庄的晒谷场边整整齐齐地排着 5 ~ 6 具尸体，都是被饿死的，活着的人没有力气把他们掩埋，我们也只有默默地走了。有关老百姓因饥饿大量死亡的情况，我们经过武汉时向政府反映，到北京后，听说中国科学院正在批判有人反映下面饿死人的情况，说是造谣。对此我十分吃惊。

三斗坪是一个难得的好坝址

通过三年野外考察，航空目测和卫星照片分析，认为三斗坪坝址位于一个巨型的断块上，断块东西宽约有 36 千米，南北长约 120 千米，此断块被 4 条大断裂带所包围。东边为远安大断裂带，西边为仙女山大断裂带，南边为天阳坪大断裂带，北边为马良坪—板庙大断裂带。坝址的下面没有活动大断裂带，坝址所受的地震影响，主要来源于外围的 4 条活动大断裂，地震烈度约为Ⅵ ~ Ⅶ度。故三斗坪坝址是一个难得的好坝址。

总结出以下几点认识：

（1）我们发现本区中新生代有断块构造的特点，纠正了固有的“黄陵背斜”的认识。

（2）当时地震界，对地震产生断层还是断层产生地震争论不休，通过本项工作得出断层活动引发地震，是勿庸置疑的。

（3）中国地貌的形成始于第四纪，可分作三个时期，即前人提出的鄂西期、山原期和我们增加的最后一期云梦期。

（4）发现了豫西、鄂西、湘西山前和南阳盆地、江汉盆地和洞庭湖盆地，这些山区和盆地之间，存在着一条大的活动断裂带。

（5）通过秭归盆地和当阳盆地的研究，活动断裂带在侏罗纪即已开始活动了，它的位错量应当达到 10 余千米，说明活动大断裂带的位错量是十分巨大的。

向李四光部长汇报

大概是 1962 年，三峡的工作已完成，苏联专家验收通过。张先生同我到中科院张劲夫书记那里去汇报。到了张书记的办公室，让我吃惊的是，我们一见面，张书记就过来拥抱我，还用右手拍拍我的肩膀，说：“你辛苦了！”汇报完之后，又说：“你们的工作完成得很好，我哪里懂地质呀！你们还是要到李四光部长那里去汇报，让李部长看一看你们的报告。”随即，我们就到了地质力学所内李部长的办公楼，陈庆宣已在传达室等我们，见我们来后，寒暄了几句，就上楼请示，不一会儿就下楼来，大意是告诉我们李部长不见。我内心感到十分惊讶，也对此颇感遗憾。后来得知，是因张文佑先生的一篇论文引起误会所致。

三峡工作决定上马

三峡工程准备上马前的最后一次会议由国务院召开，李鹏总理主持，各方面的专家做了汇报，工程的施工在技术上是不存在问题的，我国有庞大的、有经验的施工队伍，在世界上是领先的。不过，存在着两大争论点，一个是移民问题，一个是泥沙淤积问题。本来还有一个问题，就是发生战争，敌人可能破坏大坝。但这个问题没有讨论，国家自有考虑。

关于移民问题，加拿大专家坚持反对建这个大坝，理由是国家承受不了移民的搬迁费，他们国家有个原则：移民到新的地方，生活水平只能提高，不能降低，你们要移民几百万人，那费用可就大了去了。

会上大家热烈讨论，理由十分充分，移民不存在问题，有关的领导也表示不存在问题。

关于泥沙淤积问题，有关的专家，有的还是世界顶级专家，都表示没有问题。我被说服了。时间过得真快，大坝已运转多年了。实践是检验真理的唯一标准，新建好，还是不新建好，请大家评说。

五十余年过去了，现在大坝已经建成，我深深地感到欣慰，我要祝愿当年共同勘察的同行们和接待我们的众多乡亲们健康幸福！我要向大坝的设计者和正在日夜操劳的建设和守卫大军致以崇高的敬意！

参加中国黄土研究

◎ 王挺梅

我是在 1954 年从东北地质学院水文工程地质系毕业分配到中国科学院地质研究所的。当时我所还属于地质部代管，所以我是在宝成铁路毕业实习工地接到地质部的通知，在办完交接工作后直接来北京，在位于西四兵马司的地质部人事司办了人事关系，9 月 6 日到位于沙滩的中国科学院地质研究所报到。我记得很清楚，工作证的编号是 46，可见当时我所规模是很小的。所人事部门负责人彭会同志通知我的工作是做刘东生先生的助手。当时研究所承担了三门峡水利枢纽库区 1∶10 万第四纪地质图的编测任务，刘先生已在野外，叫我立刻赶去会合。我在财务科领到一生中的第一次工资后，做的第一件事是到王府井百货公司买了一套劳动布工作服。报到后一星期，穿着这身新衣服，我一个人坐火车赶赴会兴镇（今三门峡市）。坐在火车上心里确实有些忐忑不安，一个刚出校门就要承担科研任务的我，不知道会碰到什么样的困难，更不懂得怎样与科学家共事。火车准时到达会兴镇，当我从卧铺车厢下到站台上时，忽见一位中年人走来，面带微笑问我：“是王挺梅同志吧！”还没等我回答，他就自我介绍：“我是刘东生，欢迎你来三门峡工作。”刘先生亲自接站，又是那样和蔼可亲，使我激动万分。就这样，我第一次接触黄土研究工作，通过近两个月的野外调查，搜集到库区第四系资料，回所后在学习苏联经验的基础上，在刘先生指导下我编制出 1∶10 万库区第四纪地质图，或许这是新中国第一代为水利工程服务的第四纪地质图。

黄土，在我国分布十分广泛，面积多达 63 万平方千米以上，考虑到黄土区工业、农业发展，黄土研究就成为生产建设所必须的基础资料。我所的黄土研究项目是在 1955 年开始的，当时我所参加了中国科学院黄河中游水土保持综合考察队，承担的任务是完成黄河中游水土保持规划所需的 1∶20 万第四纪地质图和重点流域 1∶5 万第四纪地质图。计划考察三年，为此，我所于 1955 年下半年成立了第四纪研究室。那时的野外考察条件是艰苦的，自带行李，每日路线考察达 25 千米以上，中午带干粮，晚上住老乡家或寺庙。黄土地区气候又是多变的，日温差变化很大，“早穿皮袄午穿纱，捧着火炉吃西瓜”便是真实写照，增加了自带行李考察的困难度。黄土区地形特



1963年刘东生（左三）与贾兰坡（右三）在斋堂考察

点是千沟万壑，支离破碎，沟深坡陡，行走很困难。君在沟东岸，我站沟西沿，两人交谈很方便，若想握手，便要走半天。这就是黄土区地形写照。自带行李住老乡家也遇到过一些趣事，例如在炕沿上堆着一条沙堤，人睡觉先要跨过这道沙堤，我感到很奇怪，就问房东老乡这沙堤是干什么用的？老乡回答是防臭虫，有了沙堤，臭虫无法爬入炕内咬人。这与穿越沙漠时走一步退半步是一个道理，只不过臭虫爬一点滑一点，始终爬不过沙堤罢了。考察工作虽然辛苦，但听老乡唱信天游也是一种享受。

1958 年，研究室考虑要对黄土研究工作做一小结，布置了贯穿黄河中游地区南北、东西向十条剖面路线考察和 100 多个柱状剖面观测，重点搜集黄土分布、高度和厚度变化，黄土地层划分、地貌特征、下伏古地形类型、埋藏土以及与其他第四纪沉积物的关系资料；室内要进行粒度分析，矿物分析。我承担了两条南北向剖面任务。这一年室里配给我一辆苏联吉普车，真可谓鸟枪换炮了。由于当时黄土区公路不普及，野外考察仍然很艰难，而且还存在一定的危险性。据记忆，下面是在考察过程中遇到的几次惊险事例。首先是出师不利遭翻车。野外考察第一天是从山西寿阳县出发向五台山方向前进，在大车路上行驶的吉普忽然爬上了路边坡度为 40 度以上的梯田田埂，驾驶员急忙向左转，试图从田埂上下来，结果汽车来了个前滚翻，倒扣在大路上，四轮朝天，幸亏没有滚动，否则后果不堪设想。车内坐着六个人，其中我所人员三人，北京地质学院学生三人，我是第一个爬出汽车的，首先是一一点名，还好一个也没有伤，人都从倒扣的车内爬出后，立即到附近村庄请了一些劳力，把车翻正，司机一试车，机器是好的，能开动，只是顶棚和挡风玻璃框压塌了，变成了一辆特殊的敞篷车。考虑到这次野外考察任务是研究室统一安排进度的，因此时间上不允许回北京修理汽车，我当即决定兵分两路，由高福清带北京地质学院三位同学步行或坐长途公交车向北考察，到繁峙县会合。我和驾驶员回太原修理汽车。破车驶入太原市区时，交警见到我们时也笑了，可见我们狼狈得很。在太原市找到一家汽车修理厂，说明来由，请求厂方尽快修理，结果不到两天就修好了，接着继续北上考察。其次是上山容易下山难。汽车刚驶到五台县台怀镇时已近黄昏，天还未黑，为了

赶进度决定继续前行翻越五台山。谁知路况太坏，不但坡陡弯多，而且路面坑坑洼洼，只能颠簸慢行，好在汽车有前后加力，行驶还比较安全。天黑了，开灯夜行，到五台山顶寺庙时已是半夜，考虑到黑天下山危险太大，我敲开庙门请求投宿，说明我们自带行李，方丈就同意了，开了一间厢房让我们住宿过夜。第二天一早辞别方丈继续北行。俗话说“上山容易下山难”，我是深有体会，在险峻地段我根本不能坐在车内，而是要站在汽车后面的保险杠上当重量压住汽车不致前滚翻，就这样慢慢地下了山。当时急于赶路，顾不得危险和害怕，下山后回想真有些后怕。第三次是夜住黄土沟。在山西兴县地区考察时遇上了异常天气，上午出发时是晴空万里，到了中午，当我们进入黄土沟考察时忽然变天下起大雨来，来势很猛，转眼间地面泥泞难行，汽车已处于进退两难境地。为防山洪，我们只好人力推动汽车爬到距谷底较高的地方。天黑了，雨仍下着，车走不了，大家只好忍饥挨饿在车内过夜。第二天雨停了，但地面仍然湿滑，汽车还是走不了，只好步行出沟到附近村庄买饭吃，直到中午地面干了，汽车才驶出黄土沟继续前行，可见在黄土区考察是十分艰辛的，好在有老区人民的热情帮助，险情一一化解，最终胜利地完成野外考察任务。

野外考察结束后，回到所里，在刘东生先生指导下，主要由王挺梅、苏联义、王克鲁、吴子荣、文启忠、杨理华、朱海云、丁梦麟等同志执笔，全室同志配合和协助，先后完成《黄河中游地区第四纪地质调查报告》、《黄河中游黄土》、《中国黄土堆积》、《黄土的物质成分》等四本专著。以上述专著为内容的中国黄土研究成果，获得了 1982 年国家自然科学二等奖。

半个世纪前西部南水北调工作对科研的启迪

◎ 高名修

20 世纪 50 年代末，在“大跃进”的背景下，黄河水利委员会（以下简称“黄委”）称黄河的工作已告一段落，考虑将黄委的队伍转战水利资源丰富的中国西南地区。提出拟沿青藏高原东缘近东北–西南走向的深切割高山峡谷带，修建大型引水工程，引西南边陲的澜沧江、怒江和金沙江三江的水北上，直到西北黄土高原，再折向东经北京“湾”入华北平原，期望从根本上一揽子解决我国东部黄土高原和华北平原的缺水问题。巨大的引水工程除开凿能通航的盘山引水河道外，还在两侧修建多车道国家一级公路，由于河道走向与横贯该带的西北–东南向水系相交，还必须兴建一系列高数十到上百米甚至几百米的大坝与长几千米到几十千米隧道的配套“交叉”工程，以保证引水河道顺利跨越大大小小的沟壑和河谷北上。这大致就是当年南水北调西线工程设想的蓝图。该项目得到当时水利部的批准，并由“黄委”负责牵头统抓实施。中国科学院由综合考察委员会组织多个相关研究所投入了大量人力和物力配合“黄委”开展工作，技术负责为我所水文工程地质室主任谷德振。“黄委”因地质力量薄弱，要求我所水文工程地质室配合进行工程选线、选址评估和区域稳定性的研究，并要求构造地质室提供沿线的区域地质构造背景。

当时正处在“大跃进”的热潮中，为尽快取得设计方案所需的第一手资料，既不考虑不同工程勘测阶段与工序，也不论测量、地质、水工不同工种，打破常规齐头推进，地形图测量、地质选线、选址与水工工程方案设计等同时并举。因此，1959 年我所水文工程地质室与“黄委”联合组成统一的南水北调工作队。因战线长，我室人员有限，我们不得不各自为政、分段把守。我主要承担中段线路，负责位处青藏高原东缘阿坝高原至四川盆地带的川西北至甘南段的水文工程地质任务。为了与“黄委”的测工打成一片，不仅同吃、同住，甚至一同自负全部行装，外加一只七斤半重的三八式步枪行军。我们就是这样从四川盆地边缘的江油起步，全副武装步行穿过龙门山，沿着红军长征的小道跋涉到达平武，进入涵盖松潘、平武、南平、茂（县）汶

（川）、青川、文县等县的工区，展开引水工程的选线、选址工作，困难与艰苦自不待言。1960 年由中科院自己组队，野外工作条件有所改善。

记得，谷德振主任在给我交待任务时，除参与该段引水工程选线、选址和相应的水文工程地质条件与评估等基本工作外，强调工区处于地震活动区，因而该工程段被视为南水北调西线的“盲肠”段，对评估整个引水工程如何安全通过、乃至能否顺利通过该地段北上举足轻重。故特别嘱咐我关注地震和地区的稳定性问题。我的任务主要有三，一是要补工区内地质空白的一些基础地质工作；二是完成该段引水工程选线、选址的水文工程地质条件与评估等基本工作；三是提出了一个陌生的、没有学过的、既无书本知识又来不及补课但又必须完成的地震和地区区域稳定性与评估。唯一的招法就是硬着头皮到实地去，在实践中寻求所需的答案。带着这些命题投入艰苦的野外工作。

工区内没有公路，居民日用品的运输也主要是靠肩挑背扛，交通极为不便。不仅没有适合引水工程选线、选址的地形图，基础地质工作也十分薄弱，我们手里的唯一一张可供参考的小比例尺地质图，除标注未分层的 C-P-T 外，就是空白区。因此，我不得不沿途做路线地质观察、收集必需的地层、地貌、岩石、构造、水文地质、工程地质乃至化石和一些必要的岩石标本，我就曾在标注 C-P-T 的地层中打到早古生代的化石。此外，还要考虑是否具备施工条件与施工场地等基本要素。历经两年的餐风饮露，摸爬滚打，圆满地完成了交给的任务。首先，是配合“黄委”按要求完成了该段引水工程选线、选址等水文工程地质调查与评估任务。考虑到川西北—甘南段历经 1879 年甘南的文县—武都 8.0 级和 1933 年川西北的叠溪 7.5 级大地震，所造成的形形色色的地表破坏，诸如山坡地形不连续，崩坠山岩，沿破裂山坡发育的杂乱无章的沟壑，不同规模的倒石堆–溜石坡，散布在支流、冲沟中大大小小的地震堆石坝，以及所造成的潴水或地震堰塞湖遗址等仍保存清新。险峻的盘山小道常有被溜石坡所截断的现象，人畜通过都很困难，或被转石击伤，甚至随溜石一起滑入深谷的事也时有发生。拟在边坡那样极不稳定的山坡兴建所设想的大型引水工程，其施工条件、工程稳定性、日后安全运转的难度，以及对科技保障的要求都是难以满足的。经实地考察，反复斟酌之后，我提出了一个大致从四川平武的王坝楚到甘肃文县的铁楼寨打一条贯穿岷山直线距离不过几十千米的隧洞，甩掉通过地震危险区长约几百千米的盘山引水明渠，从而割掉“盲肠”，以确保引水



1959年高名修（右三）参与西部南水北调工作，
与“黄委”同志于“行军”途中小歇

工程顺利北上的方案，交卷。虽然当年的南水北调西线工程方案未能实施，但是五十年后 2008 年的汶川 8.0 级大地震，还是着实检验并佐证了当年的“割盲肠”方案是合理可行的。最后，西部南水北调野外工作结束后，谷德振主任要求我写一篇地区稳定性问题的总结，1962 年发表《关于川西北及甘南邻近地区地壳稳定性问题的初步认识》一文（载中国科学院地质研究所《水文工程地质论文集》第二集）。文章讨论了区域大地构造背景，构造运动与动平衡调整，构造地貌与新构造运动差异升降特征，以及反映地区稳定程度的地震活动性等。特别观察到一套影响年轻构造地貌格局的北 40° ~ 60° 东断裂系统及其与地震活动密切相关，文章提出进一步关注深部构造与构造运动和地区稳定性的关系，建议应用重力和精密水准手段，监测青藏高原东缘到四川盆地最新构造运动活动的定量信息；研究动平衡调整与地震活动的时、空规律，预测、预报未来地震和可能的破坏，结合具体工程地质条件，评价不稳定地区兴建工程的可能性，以及相应的防护加固措施等。该文开国内同类命题之先河，至今仍不失其科学意义。受研究程度与资料的局限，该文也存在某些不足之处，却是我从事地震科研工作的起点。

20 世纪五六十年代之交的南水北调西线工作已经过去了半个世纪，但是从青藏高原，经高原东缘深切割高山峡谷带，到四川盆地的年轻构造地貌景观与水文网发育的“脸谱”，以及所记录和揭示的最新地壳构造运动，不仅启迪我日后在地球科学领域求索的思想源泉，也为我提供了重要的科研命题。文中提到的青藏高原东缘到四川盆地最新构造运动活动、年轻的北 40° ~ 60° 东断裂、“构造运动动平衡调整”等命题都成为我日后科研求索的重要脉络。20 世纪 80 年代以来，国门洞开，不只是可方便地接触到全球最新的大量资料，也有机会先后访问地质环境不同、构造条件各异的一些国家和地区，包括稳定的北欧芬兰与毗邻的苏联；阿尔卑斯山脉南、北的意大利和德国；喜马拉雅山脉南侧的印度和巴基斯坦；美国的北美落基山脉与智利的南美安第斯山脉；以及处于西太平洋岛链的日本和台湾地区等。尽管大都属走马看花，确也大大扩展了视野，开拓了思路。把从我国地质记录得到的认识纳入全球构造的格局思考，通过广泛的地质对比，清楚地表明青藏高



1959年，高名修（左一）与两位藏族向导（中）、“黄委”同行（右）翻越岷山考察平武—文县引水隧道方案（背景为龙门山山系的平坦山顶面）

原—高原东缘的高山峡谷带—四川盆地的年轻构造地貌并非独有的土特产，而是全球大陆内部三大基本构造地貌单元高原、山带、盆地（平原）呈有序排列定式的一个范例，在全球范围内具普遍意义，完全可对比。无论被视为古生代的阿巴拉契亚，中生代的阿尔卑斯，或者新生代的喜马拉雅等造山带，无一例外地都呈现高原—山带—盆地（或平原）依次排列的定式，为研究全球构造提供了一个重要的窗口或切入点。2004 年在意大利 32 届国际地质大会上提出并作了《质疑造山运动》的报告，2008 年应邀为《地质力学学报》撰写发表了《晚新生代地壳构造运动研究》一文，总结了在这一领域的思考和成果。

现在看来，当时“大跃进”背景下提出的南水北调西线工程意图虽好，但不够现实。显然，南水北调西线西移避开高原边缘深切割的高山峡谷带当是明智之举。在新形势下国家提出西部大开发也当吸取南水北调的经验，认识到中国的西部不同于美国的西部。为此，于 2000 年曾上书科技部部长，阐述我对西部的一些认识与建议，希引起关注。尽管当年的工程线路已改弦易辙，但是两年的西部南水北调野外工作，全面锻炼和提高了野外工作能力，高原边缘深切割的高山峡谷地质现象对我开展科研工作的启迪终身受益。地质学区别于其他学科的一绝就是地质学的诞生、地质学的知识、地质学的灵感、地质学的理论和应用，乃至地质学的发展等，全都离不开大自然地质环境的大舞台。抹不去的高原边缘深切割高山峡谷的魅力吸引着我，汶川地震前的 2007 年 5 月，我和老伴一起旧地重游，从广元，经青川、文县至南平（今九寨沟），再经松潘、平武、叠溪、北川直到成都。期待有机会能实地考察汶川大地震对构造地貌的改造。

川滇地区地质考察趣闻

◎ 汪良谋

20 世纪 60 年代，我曾多次去川滇地区进行地质考察。川滇地处我国边远地区，是多民族居住的地方。那里山高水险，森林茂密，气候多变，地广人稀。在那里考察虽然很艰苦，有时甚至很危险，但那里的地质现象、自然风光、人情风俗常使人心旷神怡，流连忘返。时光易逝，转眼已近半个世纪。值此地质研究所成立 60 周年，又巧逢我从事地质、地震工作 50 周年，特写短文追忆几件往日趣闻，以示祝贺。

一、带枪的地质队员

滇西南地处中、缅、老三国交界处，包括人们常说的西双版纳密林区。解放虽已近 10 年，但那里的社会治安状况并不太好。影响社会治安的因素来自两个方面：一是地方上仍有未改造好的不法分子，常拿刀、棒拦路抢劫过路人的钱物。据当地人说，有些村落解放后选村长只有一个条件，凡是解放前未当过土匪的就可当村长。二是国民党败退到缅甸的残部经常越过边界进行骚扰。为了自卫，公安部门发给我们一支 20 响带快慢机的手枪。并告诉我们，在任何情况下都不得向外人暴露，包括当地政府人员。经过昆明地质研究所办公室主任（大尉转业军人）的简单讲解与示范，我们三位从未拿过枪更无打枪经验的人就持枪上阵了。

枪由我保管，白天放在地质包内，晚上放在枕头下面。一天跑完了一条地质路线后，需要赶到另一个乡政府。路途较远，需要走几个小时夜路。由于月亮尚未升起，天空漆黑一团。为了安全起见，我们拉开距离前行，两人之间间隔 10 ~ 20 米。我因持枪，走在最后。夜晚山区十分寂静，真可谓万籁俱寂，只听到几个人走路“沙沙”的脚步声。忽然前面传来情况，说是有位扛着长枪的人向我们走来。我立刻把手伸进地质包内，把大小保险机头扳开，食指搭在扳机上，一旦有危险，子弹可以从背包内射出去。当那人快要走到我身边时，我把枪口对准他。此时我十分紧张，心“嘣嘣”乱跳。直到那人与我擦肩而过，渐渐走远，不见身影时，我才放下心来，紧张情绪才慢慢得到缓解。

有一天，一条地质路线要穿过澜沧江的一条支流小黑江。江宽约 40 米，江水较深。附近既无索桥又无索道，只得游泳而过。随身携带的东西（背包、铁锤、罗盘、皮尺、记录本等）都要靠一只手托在水面上，只用另一只手游过去。如果再加上一只手枪，大约有十几斤重。我虽在小学就学会游泳，并能游过家乡百米多宽的大河，但现在要托着十多斤重的东西过江，实在没有把握。我们当中有位同事说他来自东南沿海，水性较好，他自告奋勇托枪过江。可惜游到江中央由于臂力不支，结果连枪带包都落到水里，只好拉着背包带拖到岸边。枪泡了水就一定要拆开擦干水上了油才好用。到了晚上，回到住处，买了一瓶缝纫机油，关上房门开始拆洗枪支。这时才知道手枪是由若干个零件像拼积木一样拼起来的，一个环节不对就拼不起来。虽然每拆一个零件都画图编号，还是未敢全部拆开，弄了一个晚上，基本把水擦干，上点油完事。初次带一支枪在身边，整天提心吊胆。幸好在那段时间未出事故，否则会是什么结果实在难料。现在想起来还有些后怕。

二、密林深处斗蚂蟥

西双版纳位于澜沧江流域，水系发育，沟壑纵横，森林密布，气候潮湿。进入原始森林区深处，遮天盖日，白天犹如黄昏。在厚厚的腐殖层中，滋生着多如牛毛的旱蚂蟥。由于个体小和有保护色，它们很难被人发现。当你走近时，不知是听觉或是嗅觉的能力，它们立刻昂起头窥测方向，从四面八方向你爬过来，看着令人毛骨悚然。只要你在那里稍站一会儿，它就会很快爬到你的腿上，进而爬进裤筒内，用它的吸盘紧紧地吸在你的皮肤上，吸取血液。这个过程不痛不痒，毫无感觉。吸饱后，它会松开吸盘，掉到地上。于是血沿着伤口向外流，这时你才发现被蚂蟥咬了。为了防御蚂蟥叮咬，后来我们都打上绑腿。谁知蚂蟥不仅地上有，树上也有。常从树上空降到你身上。我们有位同志回到住处，脱掉外衣，发现肩膀处仍在流血，才知道被空降蚂蟥咬了。



地质队员在西双版纳密林里持枪上阵

三、深山沟里捉跳蚤

在川西雅砻江流域的锦屏山区又是另外一种天地。那里山高水险，坡陡沟深，特产不是蚂蟥，而是跳蚤。旧社会时，北方有虱子、南方有跳蚤，并不罕见。而在

深山沟里不仅有跳蚤，还如此之多，实属罕见，闻所未闻，触目惊心。我们考察的地质路线往往都是深切的山沟，因为沟里岩石出露清楚。这些山沟多是彝族老乡放羊、圈羊的地方，这或许就是跳蚤多的主要原因。在山沟的某些地段，你即使用百米的速度冲过去，身上也会沾满了跳蚤。于是只得尽快跑到一个较高的地方，脱下全身衣服，用力将跳蚤抖掉，再仔细捉尽。晚上睡在账篷里也难免遭跳蚤叮咬。不少同志被叮咬后，全身过敏，长满红疙瘩，最后连成一片，形成红块，痒得不能入睡。大家半夜起来打着手电抓跳蚤。我因不过敏，虽然床单上血迹斑斑，但并无瘙痒之感，不影响我睡觉，别人抓跳蚤，我照睡不误。于是大家不让我睡，说我的被窝是跳蚤老窝，他们抓完了，跳蚤又会从我这里跳到他们那里去。由于跳蚤小而能跳，很难抓住，根本谈不上抓尽。为对付跳蚤，在无法可想时，有的同志把六六粉洒在被单上，更有甚者糊在皮肤上，真可谓华佗无奈小虫何。

四、涉险雅砻江

雅砻江是金沙江的一条主要支流，发源于巴颜喀拉山南麓。冬季江水清澈，水流平缓。到了夏季洪水季节，江水泛滥，水流湍急。我们一行十余人离开锦屏水电工程指挥部里庄时，大概是春夏之交的季节。当我们在山里工作一段时间后返回指挥部时，已是洪水泛滥季节。江边的道路一大段一大段地被洪水淹没，路面的水齐腰深，有的地段水深齐胸。跟我们一道考察的还有七八个彝族老乡。他们给我们背帐篷、行李、炊具等，每人肩上都有六七十斤重的东西。江边路面本身就很窄，加上又被水淹，一不小心就有掉入江中被水冲走的危险，而且他们没有一个人会游泳。为了安全，我们将尼龙绳拴在路边树上，手拉着绳子，扶着老乡慢慢行走。走完一段被水淹没的小路，全身沾满了泥浆，我就到水稍稍深一点的地方洗一洗，不料水流太急，我差一点被洪水卷走。于是我用力向岸边游去，幸好离岸不远处有一块巨大石头，我抱住石头，幸免被水冲走。但腿被石头擦掉一块皮，顿时流出了鲜血。这也算是付出了血的代价，得到了血的教训。如果被水冲走，就有生命的危险。因为在下游不远处就是一个由巨大石块构成的急滩，形成跌水。后来听说离我们不远处的一个渡口，因渡船被水冲翻，船上几乎所有人都被淹死，只有一个人被水冲到江心沙滩上，



涉险雅砻江的地质队员

才幸免于难。据当地水文站的测量数据，那时江水流速每秒 8 米。俗话说大难不死必有后福，我能活到今天，享受到改革开放带来的成果，也就是后福了。

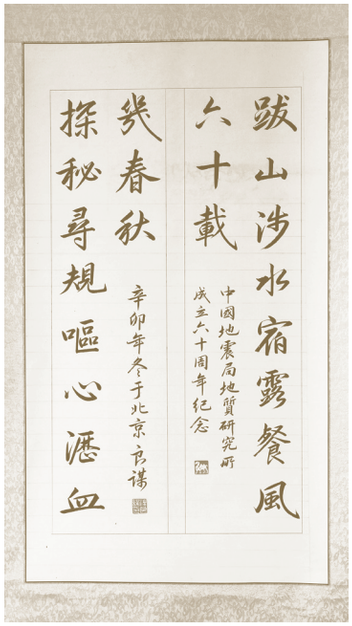
时过境迁，今非昔比。往日盗匪横行、毒品泛滥、毒虫滋生的西双版纳，今日已成为世界知名的旅游胜地；往日穷山恶水、贫穷落后的锦屏山区今日已将羊肠小道修成宽阔的高速公路。正在建设的大型水电工程，不久即将竣工发电。我对能为西部地区早期开发付出辛劳、流过汗水而感到自豪。我离开那些地方已近 50 年了，后来再未去过。我十分怀念我年轻时走过的山山水水。每忆往事都使我激情满怀，我好像又回到那不畏艰险、不怕劳苦、勇往直前的青年时代。现题小诗两首，以释情怀：

其　一

静坐陋室不自嫌，心驰神往忆当年。
短文追忆艰辛事，饭后茶余作趣谈。

其　二

跋山涉水伴青春，往事桩桩注在心。
日走雅江攀索渡，夜过边寨带枪行。
沟深林密生虫害，野店荒村藏盗人。
西部开发号角响，依稀梦里再西征。



汪良谋为所庆60年献词

中国东部地学大断面的编制和研究

◎ 杨主恩

全球地学断面计划（The Global Geoscience Transects Project，简称 GGT）是 20 世纪 80 年代国际岩石圈计划后，国际岩石圈委员会实施的一个宏伟的全球性地学综合研究项目，时间从 20 世纪 80 年代后期至 90 年代前五年，在全球共计划编制 190 条断面。

“中国东部地学大断面的编制和研究”是该项目的一部分，由我国国家自然科学基金会和地震科学联合基金会联合资助，项目负责人是马杏垣先生（主编），副主编是孙武城先生和刘国栋先生。该项目从 1986 年至 1993 年共完成了 6 条纵贯中国东部的符合国际标准的地学断面套图及其说明书，分别是内蒙古东乌珠穆沁旗至辽宁东沟地学断面、江苏响水至内蒙古满都拉地学断面、上海奉贤至内蒙古阿拉善左旗地学断面、青海门源至福建宁德地学断面、云南遮放至马龙地学断面和湖北随州至内蒙古喀喇沁旗地学断面，全长共 8031 千米。

至 1995 年，全世界经国际岩石圈委员会审批出版的地学断面只有 24 条，而其中有 6 条就是我国的这 6 条大断面。它们均及时获得国际地学断面委员会评审通过和统一的国际编号。在国际上当时已出版 20 余条地学大断面中占有很重要的位置。

马杏垣先生当时系国际岩石圈委员会执行局委员，他十分关注国际地学界的科学前沿，充分掌握着国际研究动态，当他了解到国际岩石圈委员会的这一动向后，立即率先组织我国各方面科研人员参与此项国际计划，很快编制出我国响水至满都拉地学大断面的草图，在苏联伊尔库茨克的国际地学大断面协调会上展示，受到各国科学家的高度重视和好评，反过来又推动了我国地学大断面的工作。虽然当时他已临近古稀之年，但是为提高我国地学研究水平，共享国际研究的成果，引导大家从新的学术思路和新的理论加以认识和研究，以便赶上或接近国际地学的前沿水平，他毅然担任了国家地震局“中国东部地学大断面的编制和研究”主编，成为地震局系统 6 条断面的编制和研究的总带头人。他不仅在整体学术思想和组织领导方面花费了大量精力，而且兼做其中一条地学断面的编制和研究工作，以作表率。以他的严谨的学风和科学态度，作为名副其实的科学家和实干家而受到了同行的尊敬和拥护，并

获国内外著名学者的高度赞赏。我所为本项目的牵头单位，刘国栋、蔡文伯、杨主恩、马宝林、孙洁、江钊、邓前辉、徐杰等许多科研人员为此项目付出了辛勤努力，做出了重要贡献。国家地震局郑州地球物理勘探中心、国家地震局地球物理研究所、辽宁省地震局、云南省地震局等是本项目的主要参加单位，孙武城、刘昌铨、卢造勋、阚荣举、林中洋等都做了大量重要工作。参加工作的总共有全国近 20 个单位，100 余位科研人员，整个工作在国家地震局李裕澈司长等的组织协调下进行，是一项浩大的科学工程，充分显示了国家地震局内部各研究单位之间团结协作、合力攻关的强大力量。

本成果 6 条地学断面，跨越了中国大陆内部 9 个一级构造单元，数十个二级构造单元，涉及 15 个省市。断面穿越了中国最古老的大陆中朝地台和扬子地台，不同时期的褶皱造山带，大型沉积坳陷和新生代裂谷盆地，其中包括中国东部的主要含油气盆地和西南地区的潜在含油气盆地（楚雄和兰坪—思茅），以及中国东部的 5 条地震活动带和东西部之间的南北地震带。该成果几乎包含了断面所通过地区的所有地质、地球物理和地球化学的最新研究成果。并对它们进行了全面分析以及深入的综合反演与研究和科学编辑。从三维角度分析研究了地壳及岩石圈组成、结构、构造、状态、深浅部构造关系及其发展演化和动力学过程，获得全新的认识。因此，该成果对揭示大陆岩石圈的形成和发展规律以及自然灾害和矿产资源及能源预测上都具有重大价值。

该项成果被授予国家地震局科技进步奖一等奖、国家自然科学奖三等奖。在国内外学术界产生了深远的影响。国际地学断面计划委员会两任主席 J.W.H. 蒙格 (Monger) 和 H.J. 格茨 (Gotze)，对以我所科研人员为主力完成的这 6 条总长 8000 余千米的地学断面的评价是：“以马杏垣院士为首的科学家为全球地学断面计划（GGT）做出了最出色的成果，你们的断面显示了科学上的高水平，并为岩石圈的结构演化和动力学提供了重要轮廓，全世界的 GGT 工作组都将从你们雄伟的工作和经验中获益。”



我所编制完成的6条地学断面成果

对地质所研究工作的两点认识

◎ 刘若新

一

1966 年，邢台地震之后，上级要求中科院地质所应将地震研究作为其主要研究方向 1971 年成立国家地震局，1978 年中科院地质所更名为国家地震局地质研究所。三十多年来，地质研究所在地震构造、活断层研究、构造物理、地震工程、地震灾害预测和评估、深部物质状态以及北京地区地下水监测等方面，取得了可喜的成就，并涌现出一批著名的学者、专家。但是，我们必须清醒地认识到，以地震预测预防、地震灾害预防为主要目标的地震学及地震预报，不论在国内或国外，目前还都处在探索或边探索边应用阶段，还远没有达到仅凭目前诸多台网监测资料就可以预报地震的阶段；地震预报仍是一个世界性难题。因此，在我看来，多学科交叉–联合探索研究地震孕育、形成的原因，以及寻找新的地震前兆信息，是从事地震研究机构最重要、最紧迫的任务。我的这一看法，在经历汶川大震和玉树大震后，显得尤为坚信。

一种最通行的说法是：地震的发生是由于地壳应力的积累，达到乃至超过地壳某处岩石（岩体）承受应力的极限时，岩体将以俯冲、逆冲或走滑的形式沿地震断层破裂而产生地震。尽管这一说法在相当程度上被普遍接受，但将其具体应用于地震预测时，由于还有诸多未知因素的约束而难以实现。

全球地震的分布，大多在应力易于积累的大小板块边界、两板块交汇地带（如近年发生在智利 8.8 级、印度尼西亚 8.9 级的特大地震；发生在日本宫城以东洋面 130 千米的 9.0 级特大地震）或板块内部活动块体及活动断层带的事实，使我们坚信上述说法是有道理的。现在有待解决的关键问题是：怎样能了解到某个地带应力已积累到行将发生地震的程度？通过地震、地形变、水位、水化学、地磁、地电等现有监测台网所获得的数据分析，有可能获得某些有用的地震前兆信息；但汶川、玉树大震及此前多年在我国及世界各地发生的地震表明，现有的地震前兆监测台网还不足以提供地震预报所需要的全部信息。于是，寻找新的、更为可靠的，或者说更为本质的

地震前兆信息的任务就提出来了。这就需要摒弃只依靠现有地震台网监测就能预报地震的急功近利的指导思想，从加强地震前兆研究，地震孕育、形成过程等的基本研究入手，探索研究新的更为可信的地震前兆信息。

本文提出的观点是：应力的积累和变化是地震形成和发生更为本质的原因，由此出发应进行研究的课题如下：

（一）全球大小板块间相对运动及运动速率、应力水平以及对我国大陆板块或块体的应力传递和影响。

（二）我国大陆板块及活动块体、地震多发区、活动断层或可能的发震断层的活动状况的研究。其办法是：

1. 通过全球定位系统及我国自行对上述地区加密的 GPS 台网观测以及 INSAR、SAR 和卫星热红外资料的综合分析所得到的资料；

2. 地表形变测量、跨断层测量资料；

3. 在某些活断层带及可能的发震断层带钻探，并在钻孔中放置应力应变仪，以获取该处应力应变的定量数据；

4. 我国境内板块边缘地带、板内各相邻块体间相对运动状况、活断层或曾经的发震断层带的活动状况的定量研究，包括获取其运动速率、应力积累水平等随时间变化等方面的资料。

（三）通过地震测深、MT 测深及其他地震波反演技术，了解上述地带深部物质运动状况，包括研究区地震波速度变化、莫霍面的状态、低速层（体）或低阻层（体）的状况以及地壳厚度的变化等。通过获取地壳深部及地幔岩石样品，研究所在地区深部的物理化学状况，如古地温所反映的岩石圈属性（稳定的还是活动的）、地幔物质运动的应力水平等。提出这一任务的原因是考虑到：我们在地表所观测到的板块运动、板内各块体的相对运动以及断层运动乃至地震的发生等，在很大程度上是由深部物质运动所驱使的。尽管目前在研究上述问题时还存在许多困难和局限性，但开创新思路、寻找新的研究方法，继续坚持不懈地探索，仍是必要的。

（四）如果同意上述看法，我所作为中国地震局的直属研究所，将肩负更为艰巨的任务。不局限于地震地质，而是可以进入地震形成更为本质的研究领域，乃至地震前兆的研究；我所将成为攻克地震预报难题中的重要成员，其发展前景一片光明。张培震等的《2008 年汶川 8.0 级特大地震孕育和发生的多单元组合模式》（科学通报，54 卷 7 期，944 ~ 953，2009）论文，为此类研究开了一个较为成功的例证。其成功之处就在于跳出单独的活断层研究的范围，加入到块体间相互作用及其应力积累水平的研究，即进入到地震研究的核心领域。

二

中国地震局是中国活火山的监测研究唯一主持单位，在地质所设有火山监测研究中心，我所还是中国灾害防御协会火山专业委员会和中国岩石矿物地球化学学会下设的火山及地球内部化学专业委员会的挂靠单位；因此，总揽我国活火山的监测与研究，并将其引向深入是我所不可推脱的应尽义务。对于如何开展活火山的监测研究，提出以下几点建议：

（一）全国的第四纪火山及可能的有休眠的活火山地区，应有全面的了解，在此基础上，确定重点监测研究地区。考虑到我国现有活火山监测研究人员并不多，如何从全局出发，组织好监测研究队伍，从事更为有效、更为重要问题的研究，是组织领导者必须注意之点。

我对我国第四纪火山及休眠的活火山曾做过初步分析，从南到北依次为：琼北及雷州半岛火山群，广西涠州岛火山群，云南腾冲火山群，藏北可可西里第四纪火山群，大同火山群，山东大山，小山火山，内蒙古乌兰哈达火山群，阿尔山火山群，阿巴嘎火山群（与蒙古人民共和国相连），辽宁宽甸大椅山火山群，吉林龙岗火山群，长白山火山群（包括天池火山），五大连池火山群，镜泊湖火山群，大兴安岭诺敏河及小古里河火山群，昆仑山阿什库勒火山群等。其中有些火山群中的火山，在近一万年来发生过喷发，如腾冲火山群、琼北火山群、阿尔山及乌兰哈达火山群、龙岗火山群、五大连池火山群、镜泊湖火山群、长白山火山群等，其中的一座或数座火山在近万年来曾发生过喷发，最近的要算五大连池火山群中的老黑山–火烧山火山在公元 1719—1721 年的喷发了，有明确、清楚的满、汉文字记载。龙岗火山群中的一座火山及镜泊湖火山喷发、阿尔山火山喷发的年代，均有 ^{14}C 测年证据。但目前还不能肯定其他火山群中是否还有未被发现、证明近万年来有过至少一次火山喷发的火山。

所有上述火山群中的火山，除天池火山是大型破火山口，其喷发的岩浆是由地幔源岩浆分异的粗面岩–碱流岩浆喷发外，其余绝大多数火山群中的火山，大多是由地幔玄武质岩浆直接喷出地表而形成的小型火山锥或玛尔湖（低平火山口），它们还大多是单成因火山。但腾冲火山群中，也有一些安山质、英安质，甚至更为酸性的岩浆喷发形成的火山，如曾被徐霞客认为（也是据老乡传说，后经考证及年龄测定证实此传说不实）在近代有过喷发活动的打鹰山火山，主要是安山质的，且有多次喷发，不属单成因火山。而黑空山、马鞍山等休眠的活火山，仍属玄武岩质单成因火山。

（二）如何看待前面列举的我国各地的火山，哪些是应予特别重视、哪些是应予高度关注的火山？无疑，长白山天池破火山口火山是其中之一，该火山在近五千年

及 1000 年曾发生过大规模爆炸性喷发，历史还记载多次中、小型喷发；MT 及地震测深证明在火山口下 15 千米深度附近，存在岩浆房；而天池火山监测站近年的监测资料明确无误地表明，其地下岩浆房是活动的。我在 1992 年就指出，天池火山存在潜在喷发的危险。所以，给予天池火山在监测研究方面以特别重视是理所当然的。已建立并工作多年的地震、地形变、GPS 及水化学监测台网，可及时、有效地提供火山活动性分析必需的资料数据。最近增加的卫星热红外资料分析，也初步证明是有效的。我个人认为，对于像天池火山这样大型的、且已证明其仍在活动、具潜在灾害性爆炸喷发危险的火山来说，仍存在几个有待解决或进一步加强研究的重要问题。

1. 如何在大雪覆盖的漫长季节，保持正常的观测及观测资料的连续性，有待加强；需要建立一个像埃特纳火山那样的可以全天候实时观测到整个火山实况的观察系统，以便随时观察了解火山的动态变化。

2. 尽管经两轮 MT 岩浆房探测和地震测深研究，已证实存在岩浆房并获得其相对大小及深度，但却与季节性流动台网观测所获的资料有很大不同。因此，在火山区布设宽频带地震台网，观测研究深部岩浆系统及通过精确的火山地震震源深度定位，了解岩浆房规模及深度，并明确地区分开较浅的地热储与深部岩浆房，显得特别重要；可能的话，还应研究了解岩浆房与地幔低速体之间的联系，即地幔岩浆补给通道的研究。

3. 对于天池火山喷发历史，虽有一些历史记载，还陆续出现数以百计的 ^{14}C 测年数据，以及我主持“九五”计划科研项目时，采用新的测年方法对同一样品进行测年，获得一批新的年代数据，从而初步建立了一个 5000 年以来天池火山喷发历史，但此后再也未引起关注。正如一位著名火山学家所指出的：对一个活动火山来说，追索其喷发历史愈精确、愈久远，则愈有利于判断未来可能发生的喷发及其规模。圣海仑斯火山，在经过近 20 年研究后，才得到一个较可靠的、300 多年一次的喷发周期，据此，1980 年前火山学家们已意识到该火山可能在随后几年内喷发。皮纳图博火山 1991 年喷发，也是在勘探火山附近泥炭层（夹火山灰）、并逐层进行 ^{14}C 定年后发现，该火山已迫近其约 400 年一次的喷发周期。因此，对天池火山进行更为系统的喷发历史研究，是不容回避的任务。通过与朝鲜合作，到天池火山朝鲜一侧，寻找更为完整的喷发物剖面进行火山地层学研究并采集测年样品（由于风向原因，喷发物更多堆积于朝鲜一侧）；以便建立较完整的喷发历史，从而分别找出大、中、小型喷发周期，是我们尚未完成、仍有待继续深入研究的重要任务。

这里顺便提出，强熔结的、厚大的二道白河粗面质的碎屑流（还广泛分布在西大坡及火山西侧哨所一带，以及几乎天池火山锥每一大小沟谷中），肯定代表造锥阶段

最后一次大喷发；但目前并无详细的研究和可靠的定年资料（我曾送全岩及歪长石晶体给李达明做过 K-Ar 年龄测定，大约为三万余年，但这并不代表其真实年龄；最好挑选其中的浆屑进行测年）。

4. 突发火山灾害应急预案，亟待建立。这不只是吉林省地震局、火山中心或火山监测站的事，还关系到与省有关部门及当地政府、保护局等如何相互配合、应急指挥部的组成，警报的等级及由谁发布、人员如何疏散、避难所的选择和建立、食物饮水及医疗保障、生命线工程的处置等等诸多事项，都应有预案；“凡事预则立”，诸葛亮的这句话很精辟。此外，建立火山博物馆，面向当地政府及包括警察、边防部队等各单位官员以及所有居民、导游及旅游者，开展火山及火山灾害科普宣传，也是一项不能忽视的重要任务。

5. 建立天池火山网站，定期或不定期在网上公布监测、研究资料和成果，以便于国际交流和国内公众对天池火山活动性的了解，并避免出现 2010 年秋韩国学者尹成孝在网上散布的言论那样，引起不必要的麻烦。

6. 要重视火山监测、研究后备人才的培养。办法是开展同世界一流火山观测站的交流；参加与火山监测研究有关的国际会议；向国外派出进修、留学人员或在国内招收研究生等。

（三）对于腾冲火山群中目前已被认定为休眠活火山的打鹰山火山，应关注其是否有可能再次喷发。但更为重要的是关注和重点研究热海地区地下岩浆房、热储及该区小震群之间的关系。究竟是由深部岩浆房的岩浆活动还是地热储系统的热水活动引起的小震群，这是一个必须解决的关键问题。该区小震群活动已有很多年，是否已找到某些活动规律？较精确的震源深度定位及其在地下的空间分布，与岩浆房或者热储系统的关系如何？该区是我国大地热流值最高的地区之一，也是必须考虑的因素。此外，前些年在该区做过地震测深，其资料和结论也应加入到对该区未来是否发生喷发的讨论中来。在未做结论前，对该区的火山活动性监测仍应加强。

（四）对于那些主要由单成因火山组成的火山群，例如五大连池火山群，不应只关注像老黑山、火烧山已在 1719—1721 年喷发过的火山，而是应该引入“活动火山区”的概念，即未来可能的喷发很可能不再会在老黑山、火烧山出现，而是在火山区内其他某个地方出现。这就要求对该区深部构造和地幔低速层（体）进行研究；但这需要高投入，而其结果也未必能令人满意。

我曾注意到，老黑山、火烧山喷发的岩浆成分并不一样，虽然它们都是富钾，但火烧山喷发物为钾含量更高的白榴玄武岩类；这暗示二者并非由同一地幔岩浆储的岩浆喷出，而且可以肯定它们各自的岩浆储的规模并不太大。顺便提一下，东北地

区包括长白山天池火山及小古里河等大兴安岭地区的第四纪火山岩，都是富钾甚至是超钾质的，这可能反映东北地区的地幔是一个有古老花岗质地壳物质加入的重循环地幔。我曾经参观过一个与我国五大连池类似的地幔源玄武质单成因火山群，即新西兰奥克兰火山群。在奥克兰市区范围内，分布有 270 余座单成因火山，至少其中一座于大约 600 年前喷发形成，但据陪同的新西兰火山学家介绍，该区 270 余座火山中没有一座经历过两次喷发，都是一次喷发形成的单成因火山。他们未给出明确的解释，只是说，奥克兰火山群与新西兰其他属于印澳板块与太平洋板块之间的俯冲带火山不同，属板内热点火山。这个问题一直在我脑海里存留。对五大连池 MT 探测，特别是火烧山、老黑山的 MT 探测结果，给我以启示：原来它们各自被岩浆充填堵塞的喷发通道已经固结；很显然，以后的岩浆喷发，不可能利用原有的喷发通道再次喷发。相反的例子是被认为喷发时间最长的埃特纳火山，其相邻的两个喷出口，即使在相对平静期，也保持赤红的高温状态，并不时地喷出蒸气或伴有少量火山灰及火山弹。所以千百年来，埃特纳火山一直在原地喷发，形成欧洲最高的火山（海拔 3300 余米）。

以上关于对我所未来发展的讨论和建议，仅是个人意见。虽然自汶川地震以来，我一直在关注和思考我国地震工作及地震预报工作应如何改进和发展，为此还曾致信中国地震局领导和人民代表大会科教文卫委员会（在征求对修改《地震减灾法》意见时）。但对地震工作来说，我在认识上肯定有局限性，只是想尽一个曾在地震系统工作过的工作人员应尽的义务。对于火山监测研究方面的建议，尽管在 1999 年自我宣布不再担任火山项目负责人以后，我已退出科技舞台，推辞任何评审、鉴定、审稿之类的学术活动，但我仍一直在关注天池火山的监测研究工作的发展和动向，可是毕竟我已离开工作第一线，所提出的建议也只能供参考。

本来还想利用这次机会，介绍关于“超级火山”方面的资料和情况，限于篇幅，只能略去了。

我的“快乐科研”经历

——学术研究和科技创新中的苦与乐

◎ 张培震

我在 2004 年担任地质所所长后，代表所领导班子提出要建立和弘扬“崇尚学术，快乐科研”的地质所文化。（完整的提法是：崇尚学术，崇尚业绩，崇尚协作；快乐科研，快乐工作，快乐生活。）不少同事在公开和私下场合与我交流，认为“崇尚学术”很好理解，而“快乐科研”难以做到，特别是在当前社会心态浮躁、科研任务繁重、管理环节增多的环境下难以快乐起来。其实，“快乐科研”是提倡一种积极乐观的心态，是唤起一种热爱科学的情怀，是营造一种宽松自由的氛围，这是实现科技创新的必要条件。

科学研究本身也蕴涵着无穷的快乐。清末学者王国维先生在《人间词话》里取了几阕宋词中的名句论述做学问的艰难过程，也揭示了学问有成之后的愉悦心境。他说：“古今之成大事业者、大学问者，罔不经过三种之境界：‘昨夜西风凋碧树，独上高楼，望尽天涯路。’此第一境界也。‘衣带渐宽终不悔，为伊消得人憔悴。’此第二境界也。‘众里寻他千百度，蓦然回首，那人却在，灯火阑珊处。’此第三境界也。”这些比喻贴切深邃，新颖异常，富有哲理，令人叫绝。下面我以自己在 *Nature* 上以 Article 方式发表的论文为例，通过对构造变形与气候变化整个研究过程的回忆，谈一谈对这三种境界的亲身体会，与同事们分享如何做到“快乐科研”。

一、发现问题的迷惘——“昨夜西风凋碧树，独上高楼，望尽天涯路。”

我国伟大的地质学家黄汲清先生在我国改革开放不久出版的国际地质交流文集上发表过一篇论著，谈到了青藏高原周缘发育一套巨厚的第四纪砾岩建造，在新疆地区称为西域砾岩，河西走廊称为玉门砾岩。黄先生认为它们是青藏高原构造变形形成的“磨拉石”建造，反映了青藏高原第四纪以来的快速隆升。黄先生的这篇文章给我留下了非常深刻的印象，我一直推测这套“磨拉石”建造与下伏地层之间一定存在

一个广大的、明显的区域性角度不整合。

1991 年夏天，我刚从美国回来不久，参加了导师邓起东院士领导的天山 1∶5 万活动构造大比例尺地质填图。当我第一次看到西域砾岩时，非常出乎我的意料，与以前的推测和想象完全不同。西域砾岩与下伏第三纪地层是连续沉积的关系，接触关系是逐渐过渡的，压根不存在区域性的角度不整合。这是真的吗？如果是，原因是什么？难道二者之间没有发生过构造变动？带着这些问题，我又研究了南天山和河西走廊，发现那里的西域砾岩和玉门砾岩与下伏地层也是整合接触关系，仅在个别的局部地区能发现平行不整合的存在。这太难以理解了，不论是青藏高原还是天山，晚新生代构造变形都很强烈，高原和山脉的隆升都很快，为什么以往被认为是山脉隆升指示剂的“磨拉石”建造与构造变形无关？这与教科书上的理论不符合，也与我们有关青藏高原构造变形和隆升的认识不一样。这些问题和难解的现象使我进入了王国维先生说的第一种境界，陷入了深深的迷惘。

二、研究问题的艰辛——“衣带渐宽终不悔，为伊消得人憔悴。”

1992 年秋天，我的博士导师 Peter Molnar 教授参加中国科学院和法国科学家们在喀什召开的喀拉昆仑和昆仑山研讨会之后，顺便到中国地震局地质所访问。我跟他谈起了西域砾岩的现象和迷惘，他认为气候变化在这套砾岩建造的形成中可能起着主导作用，但不知道是通过什么作用主导的。我们决定以这套砾岩和中国西部内陆新生代盆地为对象，研究气候变化如何导致全球性侵蚀强度增加、沉积速率加快的。

我们遭遇的第一个困难是沉积物的年代问题。中国西部内陆新生代沉积盆地是我们研究的重点，但当时这些盆地的沉积物没有绝对年代测定结果，很难与地球上其他盆地的沉积演化相互对比、相互关联。为了解决这一问题，我收集了主要沉积盆地新生代地层中所发现的化石、介型虫、孢粉等所有的能够得到的资料，Peter Molnar 邀请了 Arizona 大学专门从事亚洲新生代哺乳动物化石研究的 Will Downs 进行了研究，但他给出的结论是，利用这些化石组合所限定地层年代的不确定性在（5 ~ 8）百万年之间。这给了我们当头一棒，在这种不确定性的尺度下，任何结果都是可能的。这使我们非常失



1997年，张培震在研究生开学典礼上讲话

望，以至于研究工作停顿了 3 ~ 4 年。直到 20 世纪 90 年代中后期，中国西部主要沉积盆地的古地磁年代陆续发表，我们才又重新开始了中断数年的工作。

我们在 Molnar（1990 年）工作的基础上，系统考察了全球主要沉积盆地（包括青藏高原周边）砾岩建造形成的时间，发现 2 ~ 4 个百万年以来全球各主要沉积盆地（包括海洋盆地）的沉积速率都发生了突然的增加，这种同步现象不可能用全球构造运动或全球隆升来解释。全球气候变化是产生这种现象的直接原因，但关键问题是气候变化怎样引起沉积速率同步增加，或气候变化的哪些因素导致了全球沉积速率同步增加。

1990 年 Molnar 在 *Nature* 上发表了著名的《气候变化与构造隆升“鸡和蛋”》的论文，指出由于 2 ~ 4 个百万年正好是全球性气候转型时期，由温暖潮湿向寒冷干燥转变，特别是冰川作用也是在这一时段内发生的，冰川作用会引起海平面和侵蚀基准下降，从而导致侵蚀速率的增加。但我们在研究中发现，青藏高原北缘和天山两侧的新生代沉积盆地都是远离海洋的内陆封闭盆地，不直接受海平面升降的影响，是海平面降低所导致的侵蚀基准面下降所影响不到的地方，所以全球气候变冷和冰川出现无法解释中亚地区的侵蚀速率增加。并且还发现，虽然全球沉积速率增加在时间上与冰川的出现同步，但冰川作用所引起的侵蚀速率增加可能只发生在高纬度地区，赤道地区侵蚀速率的增加不可能是冰川作用的结果。

这种全球性沉积和侵蚀速率同步增加的原因是什么？我们讨论了几乎所有可能的原因，但始终找不到能够自圆其说的答案。这已经进入王国维先生指出的第二个境界。由于一直找不到原因和解决问题的办法，我们不得不又一次中断了研究，并打算放弃。

三、解决问题的喜悦——“众里寻他千百度，蓦然回首，那人却在，灯火阑珊处。”

问题的转机出现在 1998 年。1997 年我所邀请第四纪地质学大师刘东生先生做了一个黄土与古气候变化的学术报告，我吃惊地发现代表干旱的黄土与代表湿润的古土壤交替达 32 次，频率非常之高，幅度非常之大。当时隐约感到，这可能与 2 ~ 4 个百万年来侵蚀速率增加有关，但究竟是什么关系还没有想明白。1998 年在《第四纪研究》上看到了丁仲礼等关于甘肃灵台红黏土的研究论文，一下豁然开朗，解决了缠绕在心头多年的难题。原来，7.0 百万年到 2.6 百万年期间的红黏土与上覆黄土一样是风成堆积，红黏土记录到的气候相对稳定，变化幅度小，频率低；而到 2.6 百万年以来的气候不稳定，变化频率高，幅度大。我当即认识到，气候从（2 ~ 4）百万

年以前的相对稳定状态变化为高频率、大幅度动荡状态，这种状态的变化导致地表环境的不稳定，从而造成侵蚀速率和沉积速率的增加；气候状态的变化是全球性的，所以侵蚀和沉积速率的增加也是全球性的。这就找到了为什么在（2 ~ 4）百万年以来全球性侵蚀和沉积速率增加的原因。我的愉悦心情难以言状，真正体会到了王国维先生第三种境界的贴切和绝妙。在经历了多年的困惑、失败甚至失望之后，柳暗花明，峰回路转，豁然开朗，真是有“一览众山小”的感觉。

其实，1996 年我和丁仲礼一块在云南野外考察时，他就曾经告诉过我他对灵台红黏土和黄土的研究结果，我也专门问过他红黏土风积成因的证据，只是当时没有意识到红黏土和黄土对我要解决科学问题的重要意义。Molnar 同意我的看法，并进一步分析指出：在一种状态下，气候可能以风化剥蚀为主，而在另一种状态下则可能以搬运堆积为主，地表过程对气候作用的响应是指数型的，气候的高频率、大幅度动荡状态使得地表一直处于高剥蚀期或高堆积期，还建立了一个半定量的数学模型来描述这种过程。

我们认为这是一项原创性的成果，商定写一篇学术论文投国际著名刊物 *Science*。但好事历来多磨，我们 2000 年 5 月完成初稿，提交给了 *Science*，由于非科学的原因，*Science* 最终没有接收。于是我们又把文章转投 *Nature*，并把 *Science* 拒绝接收的原因和三位评审专家的意见都寄给了 *Nature* 编辑部。*Nature* 对本文的审查特别慎重，重新聘请了三位相关领域的专家对文章进行了严格的审查，专家们提出的问题和修改意见长达 8 页。在我们修改了论文和对问题逐条回答之后，三位专家进行二审，提出了一些新的问题，我们又进行了修改和逐条回答。这样进行了三审之后，*Nature* 最终决定接收论文，以 Article 的形式于 2001 年 4 月 19 日正式发表。*Nature* 主编将其列为该期的“亮点”（high light）论文，还以“侵蚀速率：多变气候的报复”为题对论文进行了评述。虽然，对论文的结论可以有不同的看法，但论文引起了国际地学界的广泛关注，到 2008 年已被他人引用 175 次，在 ESI 公布的 1998—2008 国际地球科学被引用最多的前 2710 篇论文中，这篇论文的排名为第 826 位。

这篇论文所提出的、解决的科学问题是我为数不多的原创性研究成果之一，从问题提出到解决，再到论文发表，前后经历了 10 年的时间。在这十年磨一剑的日子里，经历了发现问题的迷惘，也走过了研究问题的艰辛，更体会了解决问题的喜悦，整个过程就是对王国维先生描述的三种境界的绝妙诠注。科学和美学是相通的，科学是美的，科学是快乐的。“态度决定一切”，只有以愉悦的心态投入科学研究，把它作为一件快乐的事情去做，才能做好科研，才能体验到经过艰苦探索而大彻大悟时那种惊喜异常的心情，才能真正从科研中体验快乐。

回忆构造物理研究室的几则往事

◎ 马　瑾

一、构造物理研究室成立背景

20 世纪 60 年代初在中国科学院地质研究所建立了构造模拟实验室。早期开展的实验是相似材料实验和光弹实验。前者包括泥巴和各种油脂材料配比的实验，后者使用的是明胶和环氧树脂材料。由于实验结果直观，解释构造变形规律清晰易懂，成为来所访问的国内外贵宾的必到之处，也是地质所的一道风景。四川省石油管理局的总工在参观了褶曲变形的实验后，立刻提出希望我们去四川参加石油会战，研究石油富集部位与变形的关系。

1966 年邢台、河间、渤海、通海等地先后发生地震，实验室把研究重点转向与断层破裂有关的研究。主要从破裂模拟实验出发探讨破坏性地震发生的结构条件、外力条件和物性条件。分析地震前不同构造部位可能出现的前兆，在不同加载条件下分析华北地区的应力场。与此同时，我们借用别人的压机开始岩石破裂实验，研究破裂过程的应力–应变变化以及破裂过程声发射事件的震源机制等。1976 年发生唐山地震后，实验室全面投入与地震有关的研究。这时已建立国家地震局，与地震相关的研究内容从中国科学院独立出来，建成国家地震局地质研究所。构造模拟实验室与高温高压部分以及数值模拟部分统一组成构造物理研究室。

二、艰辛的步伐

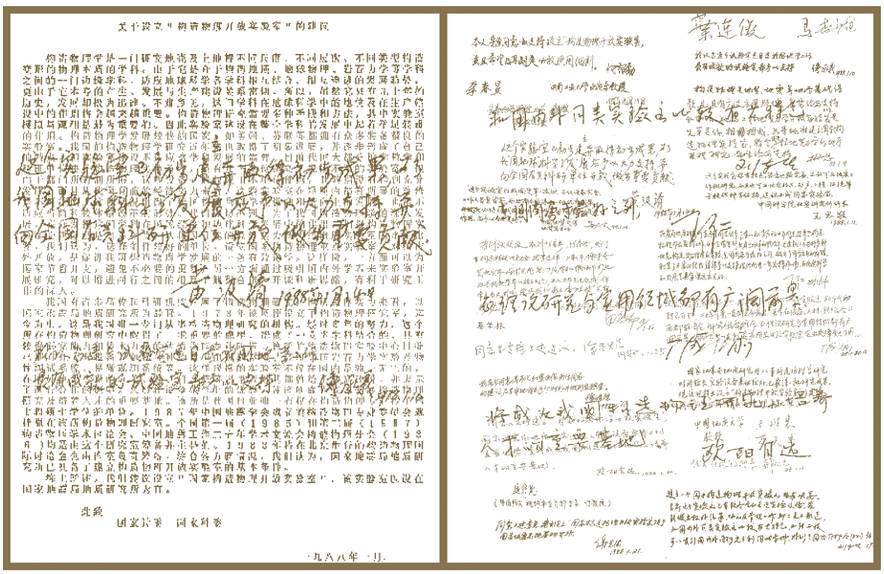
新的构造物理研究室成立后，考虑到影响断层活动的众多因素以及地震发生在地下深处，对发展高温高压下的岩石变形实验给予更多关注。先后邀请高温高压岩石力学方面知名专家 M.S.Paterson、H.C.Heard、J.D.Byerlee 等来华讲学。当时已经恢复研究生招生，实验室来了一批研究生，给实验室注入新鲜血液。当时的《高温高压岩石力学实验专题报告译文集》就是大家共同翻译的。

与此同时，意识到地震的空间演化分布以及地震前兆与构造变形场演化密切有

关，开始关注构造几何和构造变形物理场演化的研究。缝块系统的研究也提上日程。小标本的实验不能考虑构造几何的影响，用一般的压机进行实验无法完成。经历了多种探索和失败，以吴秀泉为首建立双轴大标本加压设备的机械部分，以刘力强为主建立了压机的伺服控制部分。刘力强学的是地质专业，大学的机械制图课也只学了皮毛，伺服控制方面根本没有概念。从实验工作需要出发，刘力强还是把这件事搞上去了。双轴压机就这样在使用中改进，在改进中使用，成为可以进行任意曲线的位移控制和压力控制的实验工具。经过几十年的努力，目前实验室配备了压力、应变、位移、声发射、温度、高速相机、热像仪等观测手段，成为目前国内外少有的采用多物理场联合观测研究构造变形演化的重要手段。应该说明的是，其中很多仪器和软件，特别是性能很好的仪器是实验室人员自己研制开发的。可以根据研究的问题对仪器和软件进行改造。真正适合科研用的仪器不是用钱就能买得到的。

三、申请成立开放实验室

原来实验室的经费是年初提出计划，所里统一安排，当时的经费是铁饭碗。1988年前后改为研究单位自主申请。铁饭碗没有了，自主申请每一个项目经费很少。要保证实验室能持续发展，不得不承担多个项目，才能保证研究设备的研制和研究工作的正常开展。为了使实验室能不断向前发展，申请成为国家重点实验室才能有保证。1988 年在王绳祖、王宝生、马胜利等的努力下，撰写了一个《关于设立构造物理开放实验室》的建议。我和张流分别拜访了地学界老前辈，给他们介绍我们的研究成果。北京和外地的地学界前辈都肯定了我们的工作，为我们签字，支持我们建立开放实验室的建议。在这些前辈的支持和鼓励



地学前辈为支持设立构造物理开放实验室签署的意见



2011年，马瑾（中）与马胜利（左）、刘力强（右）在构造物理开放实验室

下，时任国家地震局科技发展司司长的陈章立同志亲自陪我到国家计委递交设立构造物理开放实验室的建议书，并作相应说明。由于当时计委只在科学院、高校和农林口设立开放实验室，因此地震局把我们设立为国家地震局开放实验室。

后来由于国家扩大设立开放实验室的部门，在马胜利等人的不懈努力下，终于在2005年经国家批准成立了“地震动力学国家开放实验室”，构造物理研究室是其中的一个部分。

四、众志成城

在前些年经费紧缩的条件下，国内很多实验室停止运转。构造物理实验室能坚持到今天，靠的是所有工作人员和全体学生们的努力和责任心，这是一个多好的团队啊！

20世纪80年代初，我们申请购买了带液体围压容器的500吨压机，所里没有地方安装。我们找到一个旧仓库，把压机安在那里，就开始进行实验工作。但是破仓库毕竟是破仓库，外面下大雨，里面下小雨。每次外面下大雨，我就不得不给住在北郊的许秀琴打电话，请她起来到实验室查看，漏雨的地方放个盆接水，把压机和仪器盖一盖。就在这间破仓库里，我们大家团结一致，还培养了几个研究生，写了不少论文。这种工作条件一直持续到地震局地质所大楼落成，设备搬进大楼为止。

让人感动的是，2005年末吴秀泉得了脑梗，出院后说话走路都不方便，但他坚持在计算机前用AUTOCAD绘制了上百张有关大容器的机械设计图。用他自己的话说，“这是我承担的设计工作，我不做完，别人没法接手。”就这样，他在手脚都不灵便的情况下，坚持做完了大容器的机械设计图。这需要多大的毅力和多大的责任心啊！

篇幅有限，构造物理研究室的好人好事很多，不能一一历数。构造物理室团队勇于探索、勤于耕耘、团结协作、淡泊名利的氛围是推动我们前进的基石。祝愿构造物理室团队精神常青！

室内地震实验场

——双轴伺服加载与多参数观测系统

◎ 刘力强

强烈地震是罕见的灾害性事件。无论从时间上或空间上看，人类对它的观测都极其有限。因此，通过实验模拟地震过程，观测相关现象，是探索地震发生机理的重要途径。构造物理实验室多年来开发研制的双轴伺服加载与多参数观测系统正是这个基本理念的体现与实践。这个系统具有如下特点。

一、模拟地壳运动的复杂动力学过程

通常的伺服控制加载系统只能对样品进行线性加载，即按照时间等比例增加变形量或应力值。本实验室的伺服控制加载系统不但可以实现高精度的线性加载，且可以在加载过程中随时添加多种不同幅度与相位的波动信号或预设的各种组合。甚至，可任意模拟任何实测的地壳变形运动过程，通过输入数字化的任意曲线，让加载系统追踪其复杂过程。加载系统的控制信号为位移控制或载荷控制，实验过程中控制因子可以在两者之间随时切换。在加载系统的两个加载方向上均可实施复杂过程控制，位移与载荷两者的组合可以模拟出各种二维变形过程，实现对地壳运动复杂动力学过程的模拟。

二、模拟多种地壳结构

地震分布表明，地壳结构对地震具有明显的控制作用。我们的双轴伺服加载系统最大实验样品可达 500 毫米 ×500 毫米 ×300 毫米，允许使用多种端块变换样品尺度，这为模拟各种地壳结构提供了更多的空间。在该样品尺度上，样品加工的机床、模具及容器均较容易解决，也便于安装高密度传感器，同时也能满足各种光学测量系统的有效距离。各种典型构造模型实验均可以在该伺服控制加载系统上实施，例如雁列、双剪、单剪摩擦，二维单裂纹扩展，多裂纹相互作用连接等。三维二型裂纹撕

裂，三维裂纹扩展，拐折断层，多块体组合变形，以及障碍体，巷道等含有复杂结构的模拟实验也可以在该加载系统上实现。

三、多种物理参数的联合观测

基于该加载系统提供的良好的动力学条件与样品空间，构造物理实验室多年来逐步发展了多种物理参数的联合观测系统，包括经典的应变场、位移场、声发射系统和接触式测温、视电导率、电磁波系统和近年来新发展的热红外影像、数字散斑、高速应变观测系统以及正在建立中的高速影像系统、激光高速位移系统等。这些系统可以提供约十种物理参数，它们与样品的宏观载荷位移参数同步记录，可以相互对比分析。

四、宽频带，高密度的时空覆盖

无论是时间上还是空间上，地震变形场都包含有丰富的频率成分与复杂的结构。为了详细观测这些复杂的时空演化图像，各个物理参数观测系统都配备了宽频带与高密度功能。从频段上看，各种仪器覆盖了从零频到 50MHz 的采样频率；从空间上看，各种物理测量的总的信号通道数可以达到 300 个左右。随着影像技术的发展，可见光与红外摄像机更是提供了超高密度的“场景”测量。随着时空覆盖密度的迅速增加，每次实验所能获得的数据也迅速提高，从十年前的几十兆字节，到今天数以兆兆字节来计算，几乎提高了百万倍。

构造物理实验室正在运行的这套双轴伺服加载与多参数观测系统于 2001 完成验收，它来自于中国地震局“九五”重点项目——“重点实验室技术改造与建设”项目。实际上，它是实验室的第二套双轴实验观测系统。第一套系统建成于 20 世纪 90 年代初，是在一台实验室自主改装的 100 吨单轴伺服压机上研制开发出来的。这台压机的装样平台较大，约有 1 米见方。在平台上安装了一台小型横向压机，手动控制侧向压力，就形成一个非常有效的半自动立式双轴加载系统。与之配套的观测系统为一台 12 通道声发射仪和一套 128 通道应变仪。声发射仪采样速度 20MHz，“死时间”比较长，一秒钟仅记录 3 ~ 5 个事件。多通道应变仪采样频率约 10Hz。今天看，虽然获得的这些参数不高，当时却是国内很先进的实验设备。如声发射仪的采集芯片，属于国外禁运品，应变仪干脆没有模数转换模块，用 16 位数模模块搭建。从 20 世纪 90 年代初到 20 世纪末，这套系统培养了十几名硕士生与博士生，发表了一批奠基性的文章。

第二套平卧式双轴实验观测系统建成十几年以来，也已进行过多次改造。压机更换过油源、油缸、载荷传感器。与之配套的观测设备更是在不停地改造更新，仅应变场观测系统就更新过三代，且增加了观测新物理量的测量设备。在这套系统上完成毕业论文的研究生有几十人，完成与正在运行的国家科研项目数十个。主要的物理实验涉及剪切黏滑、断层扩展与相互作用，断层带物质对滑动过程的影响、断层面拐折或障碍体的作用、变形热场、变形场与自然电位的关系等与地震过程密切相关的方面。与单位合作，还完成了三维裂纹扩展、地下深部洞室的破坏机理、爆破应变场等实验研究。

科学仪器是科学思想的延伸，实验设备是理论模型的物化。双轴伺服加载与多参数观测系统正是基于大陆地震的特点，来自于中国的大地构造学说对地震的认识。这些理论所产生的实验模式对实验系统的基本架构与发展走向起到了重要作用。这个系统是一个比较完整且独具特色的实验地震平台、一个室内地震实验场。



中国活动构造图

◎ 邓起东

那还是 20 世纪末，我即将退休和刚刚退休的日子。放眼想来，为活动构造研究努力工作了一辈子，虽不敢说有多大成绩，但想着我国活动构造研究一步步前进的脚步和活跃在各条活动构造带上的同仁们努力奋斗的景象，真是甚感宽慰。就在这几十年，我国活动构造研究队伍逐渐壮大，已形成老、中、青相结合的梯队，我们遵照早在 20 世纪 70 年代倡导的“由老到新，由浅入深，由静到动，由定性到定量”的原则，活动构造研究走上了新老结合、深浅结合、动静结合和定性定量结合的道路，发展成了定量活动构造学，已经在国际上站在活动构造研究的前缘，占有了一个大国应有的地位，中国地震局地质研究所也成为我国活动构造的牵头单位，引领着全国活动构造研究和应用工作。回忆几十年前，从 20 世纪 20 年代对宁夏海原地震、30 年代对广西灵山地震与断裂关系认识开始 (翁文灏，1922 ；陈国达，1938)，60 年代对新丰江水库诱发地震、三峡、丹江口工程安全研究 (李玶，1994)，到 1966 年邢台地震后全国大力开展地震地质工作，活动构造研究工作终于得以发展起来。然而，在 1976 年编制我国第一份活动构造图 (1∶300 万) 和 1979 年编制我国第一份地震构造图 (1∶400 万) 时 (国家地震局，1976 ；国家地震局地质研究所，1979)，虽然勾画了我国主要的活动构造带，但我们没有能够提供这些活动构造带的运动学定量参数。经过几十年的努力，我们已经逐步改变了我国活动构造研究的面貌，不仅在许多活动构造带上取得了一批活动构造定量数据，而且已经出版了一批反映这些定量活动构造学研究的专著和论文。

此情此景，使我萌发了编制新的中国活动构造图的念头，希望尽可能详尽和准确地反映 20 ~ 30 年来我国活动构造定量研究所获得的成果，我相信，这些成果的推广，一定会进一步促进我国地球动力学研究，也会把它们更好地应用于地震及其他地质灾害的防治工作。为此，我向中国地震局有关部门提出了申请，并得到同意。虽然经费支持力度不大，但开展工作是最重要的，我和我的同事们随即开始了广泛收集资料的工作。

先后参加这一工作的有邓起东、冉勇康、杨晓平、闵伟和楚全芝等人，并由屈

春燕完成数字化设计和制图。经过几年的努力，我们终于在 2001 年完成了草图。首先，我们把图件奉献给地震战线广泛应用，我们也并不介意有同行在网上公开了这一 1∶400 万比例尺的图件，使图件得到更广泛的利用。2002 年，我们在《中国科学》上正式公布了这一图件的缩编和简化版，并撰写了论文《中国活动构造基本特征》(邓起东等，2002)。此后，我们在这一图件的基础上还进一步撰写了多篇关于中国及不同区域活动构造论文，先后发表在《地学前缘》、《地震地质》和《地质科学》等刊物上。最后，这一份 1∶400 万图件在得到国家重点基础研究发展规划 973 计划项目(2004CB418400)资助后，在 2007 年由地震出版社正式出版(邓起东等，2007)。该图除尽可能准确和详细地描绘了我国活动构造，包括活动断裂、活动褶皱、活动断陷盆地、活动火山和活动断块等的分布外，还给出了全国 6 级以上地震的分布，给出了不同特性的活动断裂带及其分段的滑动速率、活动褶皱的缩短速率，现代地震、历史地震和古地震地表破裂带的分布、长度和位移参数，在盆地和平原覆盖区还表示了隐伏构造，在海域表示了海域构造，并描绘了一级断块区的边界，次级断块的划分则在《中国科学》论文中列出了专门的图件。由于该图包含了上述种种定量参数，所以，能更有效和方便地应用于地震区划、地震危险性分析、地质灾害防治及城市与工程环境和安全性评价之中。

“中国活动构造图”出版和论文在《中国科学》发表后，立即受到国内外学术界和工程界的欢迎，并被广泛应用于震灾和各类灾害防治及地球动力学研究之中。论文在 2002 年 12 月《中国科学》上发表后，《科学时报》于 2003 年 1 月 23 日在《关注》栏目发表专文报道，指出“集 20 年来我国活动构造定量研究之大成，汇总全国 200 多条主要活动构造带现有 2000 余个几何学、运动学数据的《1∶400 万中国活动构造图》日前绘就，可以满足现代地球动力学理论研究、大型工程设计及地区防灾规划等需要”，使我们“预警地球灾害有了‘地图’帮手”。



SCIENCETIMES

科学时报 纵 横

□关 注□

集 20 年来我国活动构造定量研究之大成、汇总全国 200 多条主要活动构造带现有 2000 余个几何学、运动学数据的《1∶400 万中国活动构造图》目前绘就，可以满足现代地球动力学理论研究、大型工程设计及地区防灾规划等需要。

预警地球灾害有了“地图”帮手

□本报记者 刘英楠

最近，中国地震局地质研究所邓起东等研究人员宣布，汉族完成 200 多条主要活动构造带活动构造情况，获取 2000 余个几何学和运动学定量数据的《1∶400 万中国活动构造图》编制成功，并已完成 50 余万字的《中国活动构造概论》书稿。

将由地震出版社近期出版的这一幅图，一新书，将对地震应了我国活动断裂、活动褶皱、活动盆地、活动地块、火山和地震等不同类型的活动构造及其运动学参数，总结了中国活动构造的基本特征，可谓是我国活动构造研究进入定量研究阶段以来，最近 20 年间全面数据，成果之集大成者。

基于这一成果所具有的重要学术、工程及社会意义，记者日前就此采访了北图主编邓起东研究员。

集 20 年研究之大成

邓起东研究员介绍，活动构造是指 10 万~12 万年以来一直在活动、现在正在活动、未来一定时期内仍可能发生活动的各类构造，包括活动断裂、活动褶皱、活动盆地、活动火山及被它们所强限的地壳和岩石圈块体。活动构造动态形成的地貌和地质记录，常常给经济发展和人民生命财产安全造成巨大破坏，因此一直是地球科学家十分关注的问题。自 20 世纪初人们注意到地震与断裂的关系以来，活动构造研究在全球范围内取得了长足的发展。

他概括新中国活动构造研究的发展过程，认为：50 年代到 60 年代前期是我国活动构造研究的萌芽期，研究重点是地震与断裂的关系；1966 年至上世纪 70 年代，我国大地震频频发生，促成了社会国许多重要地震构造带上的活动断裂进行详细研究，我国活动构造研究进入普查和发现期；从 80 年代起，我国活动构造研究进入了定量研究的全新阶段。

活动构造研究涉及到最新地质作用的各个方面，如构造地质、地貌、沉积和测年代等，为了很好地完成这一复杂的研究工作，我国建立和发展了活动断层大比例尺地质填图技术，确认获得各种活动构造的定量资料；建立了高分辨率地形下的断裂年代学研究方法，以满足新形代测试的需要；采用了多种地球物理、地球化学新技术，对活性活动构造进行探测，并展了测量大地震重力 GPS 观测，以进一步获取现代构造活动研究参考。

经过几十年，尤其是最近 20 年的工作，我国活动构造研究已积累了相当丰富的资料，已对数百条断裂、褶皱地带等的晚第四纪活动性进行过研究，其中许多活动构造带获得了定量数据。

总结我国活动构造基本特征

“以往的活动断裂和地震构造图(1∶400 万中国活动构造图)力图详细地表示活动断裂、活动褶皱、活动盆地、活动火山，地震和活动块体等全部的活动构造内容。”邓起东研究员说。

在活动断裂方面，图上标示出了有关地质地震证据和年龄资料说明的 10 万~12 万年以来有活动的断裂，并可根据地貌地震特征将总体分段结构及水平和垂直活动速率；其它断裂类型包括有第四纪活动迹，但晚更新世以来活动情况不明的断裂，上更新世以来活动情况不明的断裂，上更新世以来活动情况不明的断裂，上

诱发地震研究纪事

◎ 胡毓良

1960 年 5 月广东新丰江大坝附近连续出现强烈有感地震，引起水库下游包括广州市广大群众的不安。中共广东省委向党中央和国务院报告，随即批转到科学院。由地球物理所、地质所等组织考察队。我参加了首批考察。从 1961 年起不同单位广泛开展了研究，各家对地震趋势持不同观点。大坝没有抗震设防，为安全起见，行政部门作出了果断决策——加固大坝。1962 年 3 月 19 日发生了 6.1 级强震，震中在大坝附近，烈度达Ⅷ度强。大坝虽出现了微细裂缝，但抗御了强烈地震，引起国内外震惊。从 1961 年到 1964 年地质所主要在地质背景和工程地质方面进行专项研究，先后有 60 人次参加工作，提供研究报告 26 份。我先后提供“广东新丰江地震的空间分布规律及其与地质构造的关系”等研究报告两份。提出地震前，地震主要沿 NW30° 方向密集成带，长约 5 ~ 6 千米，在地表尚未发现相应的断裂，可能是一组节理密集带。

1965 年邢台发生强烈地震，地质所参加了宏观调查和发震构造的研究。据报，安阳地区一些水库感到强烈地震，怀疑有“感应地震”。受国家科委委派，我们到林县南谷洞水库和安阳若干水库进行实地调查，认定堆石坝和土坝的变形为邢台地震影响所致，不存在触发这些变形的当地地震。1966 年地质所组织的井陉—获鹿烈度异常区的调查也表明不存在触发当地断层活动的地方震。

1968 年邯郸市出现地裂缝，造成建筑物的严重破坏，同时担心是否为地震前兆。国家科委组织了考察队，我作为主要成员参加了工作。经详细勘查和坑探，发现地裂缝 13 条，最长达 1.2 千米，最深不过 10 米，是地表浅层张裂缝，主要出现在地下水漏斗沉陷区。从 1963 年开始逐年扩展。建筑物出现不均匀沉陷，凸陷区出现张裂缝，凹陷区发生挤压。连续观测表明，地裂缝的合张与水位升降同步。研究结果指出地裂缝的产生主要是由于地下水位大幅下降，土层失去浮托力而出现不均匀实陷所致。邯郸市政府对考察队提供的《邯郸市地裂缝调查报告》和具体建议甚为满意。这是一起人类工程活动中地下水变化所引起的环境地质灾害。邯郸地裂缝的研究是第一例，对我国许多城市地裂缝和地面沉降的研究颇有参考价值。

1972 年马瑾、我、叶洪等 10 人和广州地震大队合作，增设流动地震台研究新丰

江水库区微震震源机制，确定了 M_L0.5 ~ 3.3 共 207 个地震的震源机制解。可划分出 5 种类型，基本上为走滑、正断和逆冲类型。在工作报告基础上，由我执笔发表《新丰江水库区微震震源力学的初步研究》（地质科学，1974）。该项成果与“新丰江水库地质构造背景研究”合并获地震局科技进步三等奖。

1975 年国家地震局会同水电部组织了诱发地震调研组，我任组长。调研组向局提供了《我国诱发地震概况及今后工作建议》的报告。提出除新丰江外，丹江口、参窝、拓林、前进、南冲等水库均诱发了地震。此外，武昌小洪山震群为注水地震，湖南水口山 1966 年发生的微震群为抽水诱发地震，自贡地区的地震与采盐有关，门头沟和大同煤矿区的地震为采矿诱发的地震。随后，我和陈献程在实地调研基础上撰写了《水库地震的监视预报和成因问题的讨论》，1979 年发表《我国的水库地震及有关成因问题的讨论》（地震地质，1979），提出水库地震是沿已有的断层成节理错动发生的，除构造应力外，岩体自重可能是一种更具普遍意义的发震初始应力，库水渗漏是诱发地震的主要原因，峡谷库段以及碳酸盐岩、岩浆岩和巨厚的火山熔岩有利于发震，岩溶易于诱发地震。水库诱发地震一般有明显的前震期，如地震密集成一定规模的带则有可能发生较强地震。此项成果获地震局科技进步三等奖。

1975 年为准备在加拿大召开的第一届国际诱发地震讨论会论文，我参加了由地球所主持的《新丰江水库地震的震源机制及其成因的初步探讨》（中国科学，1976）论文撰写工作，该成果与地球所其他新丰江水库地震的成果合并获地震局科技进步二等奖。

1977—1981 年，我和陈献程、张忠连等先后对黄石、前进、拓林、南冲、蒲圻、水府庙、澄碧河、枫树坝、太平哨等二十多座水库以及在建的乌江渡等 7 个大型水电工程，京津唐地区的大、中型水库，任丘油田、恩斗桥和北票煤矿等进行了实地调研，发表了《湖南微震群小议》、《抽水与地震》、《广西的水库与地震》等文章，并向有关单位提供了《水库诱发地震的地质条件》、《京津唐地区的水库和诱发地震问题》、《任丘油田出现地震》、《乌江渡水电工程蓄水后可能诱发地震》、《我国七个大型在建水电工程蓄水后诱发地震可能性的初步评价》等报告。指出湖南的微震多为不同类型的诱发地震，慈利和邵东的震群分别为黄石和南冲水库诱发地震，涟源震群为恩斗桥煤矿抽排高压岩溶地下水诱发的地震。1979 年向余秋里副总理及有关部门报告，1978 年 3 月至 1979 年 8 月任丘油田先后发生 40 余次地震，最大震级 3.9 级。这些地震可能是由于高产采油引起体积亏空地层压力骤降或注水使局部压力陡升，破坏原来平衡状态而发生的。考虑到油田人口密集，油管密布，一旦发生较强地震可能引发严重次生灾害，应予密切关注。1979 年 7 月向国家地震局、水利电力部及相关

单位发出“乌江渡水电工程蓄水后可能诱发地震”的初步预测意见，指出水库蓄水后可能在岩溶发育库段诱发地震。1980年6月水库蓄水后7个月，果真证实了这种预测。这是水库诱发地震研究领域首次成功初步预测，曾受地质所和地震局通报表彰。在对当时在建的国家大型水电工程实地调研基础上，1981年向主管部门提供了《我国七个大型在建水电工程蓄水后诱发地震可能性的初步评价》，指出乌江渡、大化水库可能诱发地震；白山、安康、龙羊峡水库不致诱发地震；东江和潘家口尚不能确定。以后的事实使之得以证实。此成果获地震局科技进步三等奖。1980年我还随国家地震局代表团参加圣胡安的国际地震讨论会，并访问了阿根廷、智利、秘鲁、委内瑞拉4国。在会上介绍了《中国的水库地震》(国际地震动态，1981)。对中国水库诱发地震的研究表明，不同规模的水库都可能诱发地震，但发震概率随坝高和库容增大，一般中型水库的发震概率约为1‰，而坝高40米以上，库容大于10亿立方米的水库则大于10%。水库诱发地震震例多出现在低烈度区，其发震概率并不随所处地基本烈度增高而加大。许多活动断裂带上的水库也并未诱发地震。水库是否诱发地震主要取决于是否存在有利的岩性和渗漏条件。报告引起了广泛关注和极好评价。此后委内瑞拉同行还通过外交途径，征得我同意在委国专业会上重新宣读。通过对4国的访问，收集了震例资料，交流了研究成果。

1973—1985年，我大量阅读和收集国外诱发地震震例资料和研究成果。同时在《国外地质》和《地震地质译丛》发表《水库地震共同特点》、《日本松代注水诱发地震》、《诱发地震》等近10篇译文并编写了《近年来国外水库地震研究概况》、《水库地震研究新进展》《诱发地震研究现状》(地震年鉴，1983)等4篇综述性文章，收集了国内外91个震例资料，并认识到典型水库的精细研究是揭露诱发地震成因的有效途径。

1979—1982年，指导刘祖沅完成硕士学习课程及论文。发表论文《单轴压缩下干燥和饱水岩石中超声P波的衰减》(地球物理学报，1984)。

1982—1984年，浙江湖南镇水库蓄水后出现大量微震，工程无法顺利交接。1982—1983年，受华东水电勘测设计院委托，诱发地震组和构造物理实验组承担了对发震机理研究和发展趋势的评价。在极近场设立密集台网，进行精确地震定位，同时成功地录取到M_L3.1地震声，研究了发震应力和错动机制。认为是一些地表极浅层的地震，活动水平低，主要是在岸坡局部应力和岩体自重应力作用下沿花岗斑岩中规模很小的断层或节理错动发生的，今后不会发生破坏性地震。后来的事实证明这种认识是正确的。先后向委托单位提供了《湖南镇水库区微震震源机制的初步研究》、《湖南镇水库区微震观测研究报告》，使工程得以顺利交接。先后发表《浙江湖南镇水库区地震成因初步探讨》(地震地质，1982)、《浙江湖南镇水库1982年5月22日3.1

级地震序列的近场地声观测和初步研究》(李建国等，地震学报，1985)、《浙江湖南镇水库的诱发地震》(地震地质，1986)。此项成果获国家地震局科技进步三等奖。1984 年出席海德拉巴国际学术讨论会，介绍了研究成果，引起极大兴趣。同时结识了 D.W.Simpson、P.Talwani、H.K.Gupta、B.K.Rastogi 和 Guha 等同行。

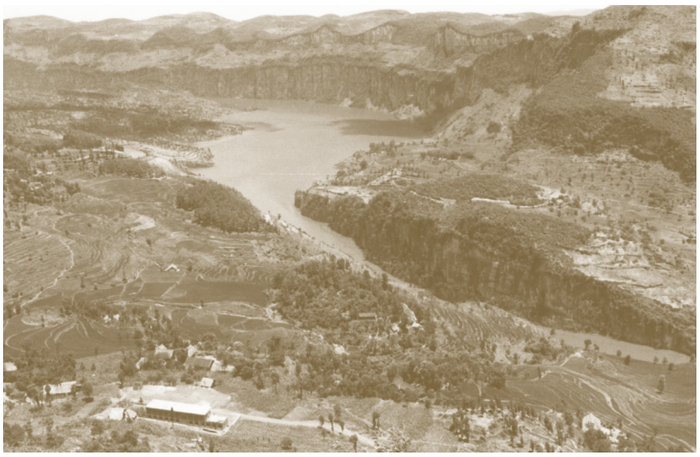


1992年，胡毓良（右）与国务院科教文卫体三峡考察团成员罗哲文合影

1982—1985 年，指导胡平完成硕士学习课程和论文，发表 *Investigation of the Radiation from a Tensile Frature*（*Gerlands Beitr.Geophysik*, Leipzig，1986）。胡平被评为优秀硕士研究生。

1984—1987 年，先后受中南水电勘测设计院和乌江渡电厂委托，诱发地震组邀请杨主恩等共同承担乌江渡水库地震发生原因及发展趋势的评价工作。对全库区进行了宏观调查，对地震多发库段、近坝库区、断层通过库段设立极近场地震密集台网进行观测研究，同时进行了地质背景和断层活动性的研究。先后提供了《乌江渡水库地震的初步研究》、《乌江渡水库诱发地震的研究》等研究成果，受委托单位高度评价。报告指出，乌江渡水库有 5 个库段发震，它们都发生在强岩溶化灰岩峡谷段。地震局限于近岸极浅部，与水位变化关系密切，P 波初动呈象限分布，可排除气爆成因的可能性，多数为逆断层，其次为正断层型错动，错动面大致平行库岸，与最发育的张性节理相一致。通过水库区的断层并非活动断层，与地震没有空间上的联系。这些地震是在山体岸坡局部应力和岩体自重应力作用下，库水沿岩溶通道入渗，使较小规模的不连续结构面发生错动而发生的，不致发生破坏性地震。这些结论经受住了时间的检验。先后发表了《气爆型水库诱发地震的分析》(胡平等，地震地质，1989)、《乌江渡水库焦家坪地震区峡谷两侧的振动特征》(杨清源等，地震地质，1989)。我 1994 年参加新西兰国际地震讨论会，介绍了研究成果，并发表 *Induced Seismicity at Wujiangdu Reservoir, China:A case induced in the karst area*（PAGEOPH，1996）。该成果获地震局科技进步三等奖。

1985—1988 年完成地震基金资助项目“水库诱发地震机理的研究”，为三峡工程水库地震问题的研究提供了理论支持。1987—1990 年承担“七五”国家重点科技攻关项目“长江三峡工程水库诱发地震问题的研究”专题。提出水库诱发地震的介质强度弱化理论和潜在危险性的 6 项评价原则，进行了地质背景的调查（地震所）和深孔地应力测量（地壳所），用数字模拟研究了区域应力场和蓄水的影响（地震所），进行地震强化观测，首次发现广泛存在采矿诱发地震，这些地震不能作为断层活动的标



乌江渡水库焦家坪震区全貌，其中白顶房屋为观测研究中心所在

志。在上述工作基础上对水库诱发地震的潜在危险作出了评价，认为水库蓄水后在岩溶发育的峡谷库段可能诱发地震，最高震级不超过 5 级，对工程的影响烈度不会超过Ⅵ度。最终向国家科委和长江水利委员会提供了《长江三峡工程水库地震问题的研究》报告。为工程抗震设计提供了科学依据，同时也解除了社会上存在的“灭顶之忧”。三峡水库已经蓄水 8 年，在岩溶发育的峡谷库段果真诱发了大量微震，最高震级为 4.1 级。研究成果经受了检验。该成果获国家地震局科技进步一等奖。2008—2009 年在中国工程院主持的三峡工程阶段性评估会议上，长江水利委员会勘测大师陈德基教授说：“地质所的工作为三峡工程的建设作出了巨大贡献”。1991 年我出席在香港召开的东亚地震国际讨论会，发表了 *Estimation of the potential risks of reservoir-induced earthquakes for the proposed hydroelectric project on the Yangtze Gorges*（1995，*Earthquake Reseach in China*; 1996, *Seismicity in Eastern Asia*）。1992 年我在日本召开的 29 届国际地质大会上，介绍了研究成果，发表了 *Study on the problem of reservoir-induced earthquake at the proposed hydropower project on the Three Gorges of Yangtze river*（1992, *Progress in Geology of China*）。1992 年又参加第一届两岸地震学术讨论会，发表《长江三峡工程区的地质背景和地震问题》（第一届两岸地震学术讨论会论文集，1992）。此外，杨清源等发表了《长江三峡地区有关微震群的成因机制》（地震地质，1993）、《长江三峡三斗坪—香溪沿江段的地震活动和成因分析》（地震地质，1994）、《长江三峡工程蓄水后对环境稳定性的影响》（地震地质，1996）。马文涛等发表《三峡地区极浅源地震振动波的近场地表效应》（地震地质，1995）、《长江三峡工程区微震观测与研究》（地震地质，1996）等。1989 年我出席伊斯坦布尔国际地震讨论会，并作为国家地震局代表团成员访问了土耳其；1991 年胡平参加了内罗毕国际地震讨论会，介绍了我国水库地震研究概况。

1988 年我发表《诱发地震及其对策》（中国地震，1988），提出诱发地震可划分为水和非水诱发地震两类，对不同类型地震在不同阶段提出相应对策。1989 年发表《关于我所水库诱发地震研究的回顾》（国家地震局地质研究所十年，1989），《水库诱

发地震研究的进展》和《长江三峡工程水库诱发地震问题的研究》(现今地球动力学研究及其应用,1994)。撰写了《诱发地震研究》(当代中国的地震事业,1993)和“诱发地震”词条(中国大百科全书地质学卷,1993)。1990年出席国家地震局“地震科技应用研讨会”发表《水库诱发地震的评价与监测》(国家地震局地震科技应用研讨会论文集,1990)。指出水库蓄水,石油、天然气、盐卤、地下热(汽)储开发,废液处理和开采石油的深井高压注水,钻进中的井漏,矿山抽排水和固体矿床的开采,地下大爆炸等工程活动都可能诱发地震。诱发地震是一种工程环境地震现象,是人类改造自然过程中岩石圈所表现出的一种反作用现象。水库诱发地震特别应引起关注,对其评价和监测,提出了具体建议。

1991年我和赵蒙应黄河水利委员会的特别邀请出席小浪底工程世界银行专家组的咨询会。对C.R.Allen为首的专家组提出小浪底工程可能在大坝附近发生6¼级直下型水库诱发地震,大坝应按Ⅸ度设防进行质疑,认为所给出2%的先验概率并不准确(应为7‰左右),同时经过十来年的研究,已不是完全找不到诱发地震“可诊断性的地质标志”。水库诱发地震在印度、阿尔卑斯和美国等有区域性分布的特点,表明存在某些共同的地质条件。对我国水库诱发地质条件的研究表明岩性和渗透条件是最主要的发震因素,如碳酸盐岩、花岗岩等和巨厚熔岩类以及岩溶通道、张性结构面的存在都有利发震。小浪底水库,特别是坝址附近并不存在这些条件,不大可能诱发强烈地震。小浪底水库已经蓄水十来年,至今也未出现诱发地震。证明世行专家组的咨询意见并不正确。

1991—1992年受中南水电勘测设计院委托,诱发地震组邀请杨主恩等共同承担了东江水库地震发生原因和发展趋势的评价工作。胡平和陈献程主持了观测和研究,发表了《湖南东江水库诱发地震》(地球物理学报,1997)。指出库水渗透引起局部应力调整是发震的主要原因,今后地震将逐渐衰减,不会发生破坏性地震。这种判断至今已得到完全检验。



1984年乌江渡水库地震研究组在坝顶合影(左起陈献程、刘祖沅、胡平、马文涛、杨清源、雷军)

1992—1995年指导陈凌岳完成硕士学业,后陈凌岳被P.Talwani录取攻读

博士。1993—1995 年承担“八五”国家重点科技攻关项目“长江三峡工程地壳稳定性与水库诱发地震的深化研究”专题，我执笔完成了专题研究报告，其中杨清源完成了“水库诱发地震的统计预测和极近场地面运动”子专题。该专题获地震局科技进步三等奖。1994 年，完成地震联合基金资助课题，发表《长江三峡工程周边地区的采矿诱发地震》（地震地质，1998）。指出三峡工程周缘的微震，前人多当作天然地震，而与断层活动相联系。经周密的调查和研究，发现广泛存在采矿诱发地震。多数表现为逆冲型错动机制。它们是在地表逆断层应力（山体岸坡局部应力）状态下，采空区的出现解除了上覆岩层的静岩重力应力，差应力增大使岩体失稳而发生的。与天然地震不同。在进行震情分析和地震预报，应力场及断层活动性研究时应严格加以区别。1996—1998 年，杨清源等先后发表《国内外水库诱发地震目录》（地震地质，1996）、《水库诱发地震的地震动特征》（西北地震学报，1997）、《水库诱发地震的烈度特征》（水力发电学报，1998）。1999—2000 年先后指导雷军和李学政完成博士学业和论文《三分量地震矢量波场的分离与重建》和《地下核爆炸余震的观测与研究》。雷军论文被评为优秀博士论文。其间曾带领雷军到怀来盆地调查诱发地震，发现盆地东北侧采石场的爆炸被前人误读为天然地震，因而作出的地震横波分裂研究、地震成因分析和趋势判断均值得商榷。1996—2000 年杨清源、陈献程参加“九五”水库诱发预测方法研究课题，并发表了《水库诱发地震的最大震级及其发震时间的预测研究》（地震学报，2001）。1990—2006 年先后对吉林台、三板溪、锦屏、江垭、糯扎渡、五强溪、溪落渡、观音岩、鲁地拉、金安桥、龙开口、阿海、其宗、功果桥、乌弄龙、黄登、托巴、古水、泸水、鹿马登、光坡等水电工程进行过诱发地震潜在危险性的评价，对水电工程建设作出了贡献。

2006 年我为《中国防震减灾百科全书 · 地震学》撰写“诱发地震”、“水库诱发地震”、“注、抽流体诱发地震”、“采矿诱发地震”、“地下核爆炸诱发地震”等条目，总结了对诱发地震的认识。2006—2008 年马文涛等负责中国地震局项目“诱发地震数据库”，2006—2008 年作为第二负责人参加了国家科技支撑计划子题“水库诱发地震基础数据库与地震安全辅助决策技术研究”的工作，2008—2011 年负责“十一五”国家科技支撑计划重点课题“典型水库诱发地震危险性评定技术及预警技术研究”，同时开展了对水库诱发地震的七个新震例鉴别工作，开展了长江三峡水库、广东新丰江水库和广西龙滩水库的三维物理模型建立工作；2008—2011 年参加“十一五”国家科技支撑计划重点课题“水库地震发生条件探测技术研究”，承担长江三峡加密台站的建立、运行和观测任务，并根据水库地震研究的需要，进行了紫坪铺水库加密台站的建立、运行和观测任务，发表《利用水库诱发地震数据库快速

为政府部门提供汶川 M_S8.0 地震灾害对策》（地震地质，2009）、《长江三峡水库诱发地震加密观测及地震成因初步分析》（地震地质，2010）和《紫坪铺水库与汶川地震关系的讨论》（地震地质，2011）。2008—2009 年，我受聘作为专家组成员参加中国工程院三峡工程阶段评估工作。

从珠峰科考到青藏高原研究

◎ 汪一鹏

1975 年 2 月初，春节刚过，我和老地质所的五位同事踏上了去珠穆朗玛峰的征途。我们都很兴奋，因为我们是配合中国登山队攀登珠峰做珠峰地区地质科学考察。到了海拔 5000 米珠峰脚下的绒布寺，扎起帐篷，遥望在晚霞映照下呈现辉煌金色的珠峰峰顶，浩然之气不由从胸中升起。在那之后的三个来月中，我们克服了冰雪寒冷、头疼失眠、胸闷气喘、食欲不振、极度疲乏等种种困难，完成了珠峰北坡 6 条地质剖面的测绘和 300 多平方千米范围的调查，发现了奥陶系的腕足类、三叶虫化石和代表冈瓦纳大陆的二叠纪舌羊齿化石与冰海相含角砾砂泥岩，研究了特提斯沉积岩系之下绒布组顶部宏伟的韧性剪切带。当潘多等 9 名登山队员登顶之时，我们又沿着珠峰东侧一条羊肠小道翻越喜马拉雅主脊线，顺南坡下到中尼边境，边走边做地质测量：辨地层、量产状、看构造、画路线地质剖面。百多千米的路走了三天，从冰天雪地的高原经灌丛草原、针叶林、针阔混交林一直下到热带原始森林。饿了吃干粮，天黑了就在悬崖之下露宿。辛勤的劳动换来了丰硕的收获，珠峰地质科考小组出版了考察报告专著《珠穆朗玛峰科学考察报告》。该成果与青藏高原研究其他成果一起获得 1986 年中国科学院科学技术进步奖特等奖。对我而言，珠峰科考是一次终生难忘的经历，也是激起我对青藏高原兴趣的重大转机。回到所里，珠峰和高原的问题盘踞于脑中挥之不去，大量地去阅读关于高原的文献，先后写了报道珠峰科考成果和期望地震界重视青藏高原研究价值的有关文章〔汪一鹏，1976，珠峰科考漫笔，化石，第 1 期，10 ~ 12；郑锡澜、汪一鹏，1979，喜马拉雅山脉的形成与板块构造，自然杂志，2（6），385 ~ 387；潘裕生、汪一鹏、常承法，1980，喜马拉雅板块活动证据兼论青藏高原形成模式，地震地质，2（2）〕。我在 1980 年发表的一篇文章中曾经写道：“对青藏高原地质历史、地球物理特征及其隆起成因的研究不仅是一般地球科学理论与寻找资源的需要，而且也是了解我国大陆板内地震规律与成因所迫切要求的。谁不认识这一点，谁就丢掉了一把‘金钥匙’。”（汪一鹏，1980，青藏高原的隆起及其地震活动，地震战线，第 6 期，2 ~ 5）。

1978 年中国科学院派出地质学家代表团赴巴基斯坦访问考察，我作为代表团成



1992年汪一鹏（中）与同事在青藏高原北缘昆仑山考察

员之一有幸看到了喜马拉雅山脉西构造结附近的缝合带蛇绿岩套和承担印度板块向北运动西边界的恰曼转换断层，对诞生尚不算太久的板块构造理论在喜马拉雅地区的体现获得了深一层的认识。

在20世纪80年代，我参与了青藏高原东北边缘的海原断裂带和香山—天景山断裂带的地质填图和系统定量的测绘与研究工作，在那几年，每年都花好几个月跋涉于黄河两侧的荒山秃岭之中，有的地方人烟稀少，不通公路，靠驴子把我们的帐篷、给养运到山中，我们就用自己的脚丈量大地，中午以方便面为食，晚上与星星作伴，在旷野里体会到做地质佬的乐趣。我们工作的成果《海原活动断裂带》一书获得了1992年度国家科技进步奖二等奖，也引起了国外同行的注意，他们愿意来与我们展开合作研究，在与美国麻省理工学院C. Burchfiel 和 P. Molnar 教授合作研究的过程中更多地了解了世界地学界关于青藏高原隆起成因和机制的几大学派的观点及其依据。其间，又先后参观考察了阿尔金断裂带、河西走廊断裂带、西昆仑山前断裂带，从而对高原北缘的构造活动得到了感性的认识。

进入20世纪90年代，我在三个层次上继续着对青藏高原的研究。首先，承担了中国地震局的重点项目“小江活动断裂带1∶5万地质填图与综合研究”，通过5年的爬山涉水，课题组完成了长约180千米的地质填图任务，出版了专著和地质图及一系列学术论文，同期还考察了安宁河、则木河及红河断裂带，对青藏高原东南缘的块体运动形成了一些看法，出版了专著《小江活动断裂带》（宋方敏、汪一鹏、俞维贤等，1998，小江活动断裂带，地震出版社；Wang Yipeng et. al., 1999, *The Characteristics of the Active Xaojiang fault in Yunnan, China*, *Journal of Gecolgy*, *Special Issue*, series B, No.13 ~ 14, 66 ~ 67），并获得了2001年度中国地震局防震减灾优秀成果一等奖。其次，我和几个对高原有兴趣者一起申请了国家自然科学和地震科学联合基金课题，对高原内几条大走滑断裂带和近南北向地堑带进行研究，1992年和1994年我们沿着青藏公路两侧重点调查了东昆仑断裂带、风火山断裂带、温泉地堑、当雄—羊八井地堑以及柴达木盆地北缘断裂带；而后，特别对缺少第一手材料

的怒江—嘉黎断裂带进行了追索研究。这些工作结果对形成高原侧向挤出量的估计至关重要，也发表了一系列学术论文〔吴章明、汪一鹏等，1993，青藏高原北部金沙江、澜沧江缝合线晚第四纪的活动性，地震地质，15（1），28 ~ 31；任金卫、汪一鹏等，1993，青藏高原北部库玛断裂东西大滩段全新世地震形变带及其位移特征和水平滑动速率，地震地质，15（3），285 ~ 288；吴章明、汪一鹏等，1994，青藏高原中部的活动断层，中国地震局科技发展司：活动断裂研究，第 3 辑，地震出版社，56 ~ 73；汪一鹏、任金卫等，1995，怒江缝合带活动断裂新知，地震地质，17（1）；汪一鹏，1996，青藏高原活动构造与块体运动，中国地震学会第六次学术大会论文摘要集，地震出版社，37；叶建青、沈军、汪一鹏等，1996，柴达木盆地北缘的活动构造，国家地震局地质研究所：活动断裂研究，第 5 辑，地震出版社，172 ~ 180；任金卫、汪一鹏等，1999，青藏高原北缘东昆仑断裂带第四纪活动特征和滑动速率，中国地震局科技发展司：活动断裂研究，第 7 辑，地震出版社，147 ~ 164；申旭辉、汪一鹏，2001，川滇地区最新构造变形基本特征初步研究，卢演俦等：新构造与环境，地震出版社，430 ~ 439〕。再次，20 世纪 90 年代整整十年，我参与并主持了科技部攀登项目“现今地壳运动与地球动力学研究”（叶叔华先生为首席专家）之下的子课题“青藏高原岩石圈现今变动与动力学研究”，以 GPS 实测地壳形变资料为主，结合地质、地球物理等资料来研究高原现今的运动状况，并探讨其动力学根源（沈军、任金卫、汪一鹏等，2001，西藏南部嘉黎断裂带第四纪右旋走滑运动研究，马宗晋、汪一鹏等：青藏高原岩石圈现今变动与动力学研究，地震出版社，106 ~ 122；沈军、汪一鹏，2001，中国云南德钦—中甸—大具断裂带第四纪右旋走滑运动，马宗晋、汪一鹏、张燕平：青藏高原岩石圈现今变动与动力学，地震出版社，123 ~ 135；汪一鹏，2001，青藏高原活动构造基本特征，马宗晋、汪一鹏、张燕平：青藏高原岩石圈现今变动与动力学，地震出版社，251 ~ 262；洪汉净、汪一鹏、沈军等，2001，我国大陆地壳块体运动的平均图像及其动力学意义，马宗晋、汪一鹏、张燕平：青藏高原岩石圈现今变动与动力学，地震出版社，263 ~ 276）。课题的成果之一是认为高原的侧向挤出是存在的，但达不到像有些外国学者所估计的占印度板块前进量的一半左右；侧向挤出最明显的高原东南部自有其地壳深部热和力学性质上的原因〔汪一鹏、沈军、王琪、熊熊，2003，川滇块体的侧向挤出问题，地学前缘，10，特刊，188 ~ 192；汪一鹏、



1992年，汪一鹏在青海湖边

马瑾、李传友，2007，南北地震带强震迁移特征及其与南亚地震带的联系，地震地质，29（1），1 ~ 14〕。十年的研究成果汇集在论文集《青藏高原岩石圈现今变动及动力学》一书中，它和同项目其他课题的成果著作一起获得了 2003 年度上海市科技进步一等奖。1993 年我被教育部公派出国做高级访问研究，我对痴迷于青藏高原研究并卓有建树的 P. Tapponnier 甚有兴趣，希望对他的观点及其依据作深入的了解，得到他积极的回应，当年 9 月到巴黎地球物理研究所工作，在那里的半年里，我曾就青藏高原及中国大陆其他地区活动构造做了六次报告，也与 P. Tapponnier 及其同事展开了充分的讨论。这次访问研究开拓了我的思路，了解了国际地学界关于青藏高原研究的动态，收获甚丰，对回国后继续进行的攀登课题起着高屋建瓴和画龙点睛的作用（汪一鹏，1998，有关塔波尼亚的青藏高原运动学模型的要点及评述，国际地震动态，第 1 期，9 ~ 13）。

回顾近 30 年有关青藏高原的研究，虽也走过了不少地方，但想去的地方更多，兴趣未减反更浓，认识上也有所深入，但辽阔高原所隐藏着的科学问题又岂止是几个课题所能解决的呢？！殷切地期望更多的学界同行关注青藏高原的研究，这是中国地学界为世界地球科学作出贡献最理想、最难得的一块风水宝地，也是揭示中国大陆地壳块体运动与动力学及强震活动规律的一把金钥匙。

灾害编图与减灾

◎ 高庆华

我国是世界上自然灾害最严重的国家之一。为了适应国际减灾十年活动，推动自然灾害综合研究和综合减灾，1988 年国家科委成立了全国重大自然灾害综合研究组（后更名为“国家科委、国家计委、国家经贸委自然灾害综合研究组”、“科技部、国家计委、国家经贸委自然灾害综合研究组”、“三部委灾害综合研究组”）。办公室挂靠中国地震局地质研究所，由马宗晋任组长，我任办公室主任。该组的主要任务是组织气象、水利、地质、地震、海洋、农业、林业等多部门、多学科的专家开展“全国重大自然灾害调查、研究与减灾对策”研究。要求通过联合调查、综合研究的方式，比较详细、准确地查明我国重大自然灾害的总体实况，认识我国自然灾害的特点、规律和发展趋势，制定出国家系统的减灾对策。

为此，中国地震局地质研究所马宗晋、高庆华、李祥根、刘惠敏、朱海之、高建国、李志强、苏桂武、聂高众、曲国胜，陈建英、张培震、李闽峰、李存悌、邓砚、李亦刚等都曾参加该项工作。

20 年来，自然灾害综合研究组在国家科委、国家计委、国家经贸委和中国地震局、中国气象局、国家海洋局、水利部、原地矿部、农业部、原林业部、民政部等部门共同支持下，对我国各类重大自然灾害进行了全面的综合调查研究，工作内容涉及单类及综合灾情调查、灾害评估、灾害区划、灾害经济、灾害社会、灾害预测、灾害应急、灾害预防、抗灾救灾、灾后重建、灾害信息、减灾示范、灾害保险、成灾机理、减灾对策等方面，对我国综合减灾起了重要的推动作用和开创作用。曾获国家科技进步二等奖等多项奖励。

为了使科研成果易于社会各界了解与接受，该组除编写数十份专题报告和专著外，还编制了数百幅各类灾害图，为社会服务。这些灾害图可分四类：

第一类，普通灾害图。指反映灾害现象、时空分布等直观形象的图件。如各类灾害分布图等。

第二类，灾害危险性区划图（灾度区划图）。指反映灾害活动程度区域差异性的图件。如各类灾害的频次图、强度等级图、规模大小图等。

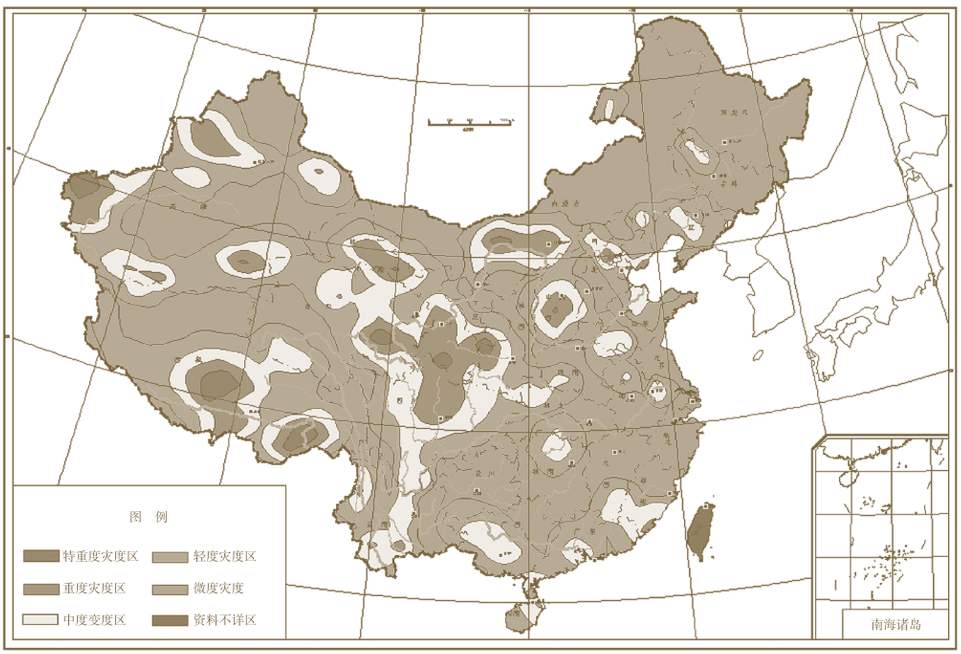
第三类，灾害危害性区划图（灾度区划图）。指反映灾害损失程度区域差异性的图件，包括绝对损失图、相对损失图、灾害深度图、损失模量图等。

第四类，灾害风险性区划图（包括灾变预测区划图、灾害损失预测区划图等）。指反映未来时期，灾害危险程度和危害性程度可能性的图件。

由于灾害图简明易懂，已引起国家有关部门和省、市与公众的广泛关注和应用。

例如，受中国人民保险公司的委托，1994—1998 年，三部委自然灾害综合研究组在大量实际资料的基础上，对保险责任范围内的地震、气象（热带气旋、风雹、低温冷冻害）、洪涝、地质等突发性自然灾害的危险性、危害性和未来的发展趋势进行了综合性、预测性的研究与评估，编制了 1∶500 万单类的与综合的自然灾害灾度区划图、灾度区划图、预测灾度区划图、风险区划图、保险区划图 21 张，及相应的 1∶1000 万的分省区划系列图 21 张;《中保财产保险有限公司业务统计分析与经营管理重大问题分析系列图》30 张，及相应的研究报告、资料表。其成果不仅是灾害保险和保险产业的基础，也是编制土地利用规划、经济发展规划、防灾减灾规划以及进行灾害科学研究和灾害管理的重要参考资料。

该图编制十多年来，已经得到了实践的检验。在灾害预测图中曾经划分出的包括汶川地震、舟曲地质灾害、江汉洪水等在内的灾害高风险区，这些高风险区内以后确实发生了大灾。因此，受到保险公司的高度评价和越来越多的社会关注。



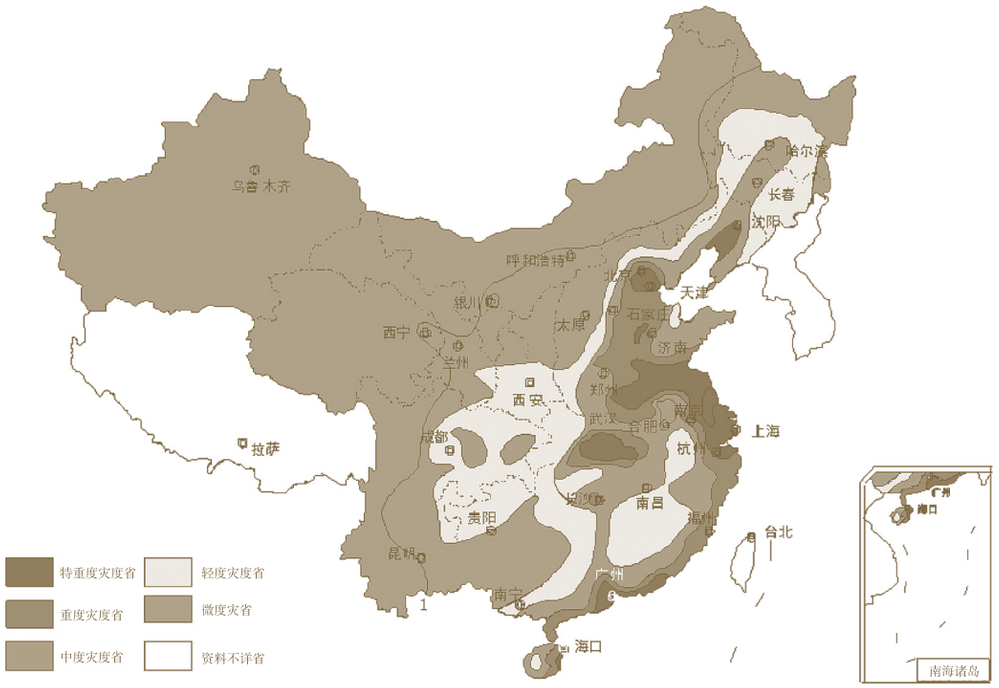
中国洪涝灾害灾度区划图（1994年）

为了更好地发挥灾害图的作用，从 1998 年开始至 2004 年，有 10 多个科研单位、数十人参与完成了《中国自然灾害与社会图集》的创编。

该图集以数百幅图全面总结了我国百年 (20 世纪) 自然灾害态势，编创了涵盖各类自然灾害危险性、危害性和风险性的区划图和时序图；对我国减灾工作现状进行了较全面的系统调研，编创了全国抗灾工程分布图等图件；初步评估了我国现有减灾能力，首编全国减灾能力区划图；编创了中国历史时期自然灾害分布图和 3000 多年来的灾害发展态势图；从灾害双重属性角度，阐述了 21 世纪初中国自然灾害的发展趋势；评价和编创了 21 世纪初中国自然灾害风险分布概况图和主要巨灾风险区分布图；在分析“灾害–社会–减灾–发展”辩证关系的基础上，提出了 21 世纪初的减灾综合策略。

该图集图文并茂、科学性与科普性并重，得到高度评价。中国科学院院士陈述彭说：“这部图集，可以说是国际一流的科学选题，国际一流的科学艺术作品，在国际上达到这样高水平的灾害图集是屈指可数的。图集标志我国灾害研究由自然科学与人文科学交叉对接，融会贯通，由单项跃升到了综合分析、系统集成的新阶段。称之为‘我国灾害研究的里程碑’，毫不过誉。”

目前灾害图的编制已经辐射全国，正在发挥越来越大的减灾作用。



中国地震灾度预测区划图（1995年）

向地壳深部进军

——记地震转换波测深法的发展历程

◎ 邵学钟

我国著名的大地构造学家张文佑先生早在 20 世纪 50 年代就高瞻远瞩地提出：地质研究要实现“上天，入地，下海”的宏大目标，为了实现梦想，他首先在中国科学院地质研究所成立了“深部地质”研究室，吹响了向地壳深部进军的号角，同时派留学生去国外学习深部探测手段，我有幸被派往苏联学习人工地震测深方法。经过几年的苦读，于 1966 年学成回国，胸怀报效祖国和人民的满腔热情，在地质所积极投入了人工地震测深的筹备工作，组建队伍、改装仪器、野外试验等等，忙得不可开交。一场“文化大革命”打乱了正常的科研秩序，工作无法进行。打倒“四人帮”后，中央提出拨乱反正，在大好形势的鼓舞下，决心把损失的时间夺回来。分析了当时地质所条件，要进行人工地震测深工作，很不现实，方法要求大量人力、物力和经费，所里提供不了。在这种情况下怎么办？停滞不前，消极等待吗？当然不能！为了早日实现“入地”的梦想，只有积极想办法另辟途径。经过调查研究后，认为采用天然地震转换波法来探测地壳深部构造对地质所较为合适，因为此法以天然地震为震源，不需要大量打井放炮，可节省大量经费，且不需要大批人马，只需少量观测队伍就可机动灵活开展工作。但方法的改变也带来了一系列新的困难，两种方法的理论基础、观测仪器（转换波法采用三分量地震接收仪）以及资料解释方法等都不相同，需要从头学起。要把学了多年熟悉的方法放下，从头学习一种新的方法，的确不是容易的事，然而为了实现心目中的理想目标，还是要迎难而上。

方法确定以后，对方法的基本原理（包括震相的识别、测定、分析和解释等）进行了系统的学习，掌握了方法的基础知识，并挑选了某些基准地震台的大量短周期三分量记录，进行了利用转换波测定地壳界面构造的试验，检验方法的可行性。这样不用野外观测就可对方法的有效性进行检验，加快了工作的进程，积累了宝贵的经验。很快使工作进入到野外观测试验阶段，地点选在山东元氏至济南的人工地震测深剖面上，以便将转换波测深结果与人工地震结果进行对比。当时正值初冬季节，大家住在野地帐篷里值班，外面刺骨的西北风夹带着雪花，吃的是粗茶淡饭，睡的是行

军床，但大伙不叫苦，情绪高涨，取得了很好的第一手野外观测资料。经分析，转换波得出的结果与人工地震有相当好的一致性，这大大增强了我们的信心和决心。地震转换波法初创期的工作结果发表在《中国地球物理学报》第 21 卷第二期的头版头条，引起同行专家们的极大兴趣和重视。

1978 年后，转换波组划归地震局地质研究所，局、所领导对转换波组工作十分重视并大力支持，使转换波组工作有了很大发展。转换波法开展了扩大试验和应用，地点选择在京津唐地区，这里布设有大量的三分量地震台，收集分析这些台站的转换波资料，就可对台站周围的地壳深部构造进行测定。我们走遍京津唐地区，收集了约 50 多个台站上的转换波资料，翻阅过的地震记录难计其数，当时的地震记录多是熏烟或墨水笔的记录，有的要用放大镜才能看得清，为了早日拿出结果，对转换波记录的细致挑选、测量、分析、解释等等工作，夜以继日地干。在台站稀疏区还布设了不少补充测点，这样在测区构成了 8 条转换波测线，通过分析，得出了 8 条沿测线的地壳深部构造剖面图，在这些测网的基础上又构制成了本区地壳内几个主要界面（基底面、康氏面和莫氏面等）的平面构造图，为本区的地震活动性研究提供了重要的深部依据。工作结果得到地震局和地质所领导的很高评价，并获得了地震局颁发的科技成果二等奖。

转换波测深的成功也引起兄弟单位的重视，纷纷派人前来学习，一时很是热闹。但在转换波法取得发展的同时，也出现了一些对方法不同的看法和异议，主要的意见是：虽然转换波法简单易行，费用低廉，但震相识别不准，因而得出的结果不可靠和不可信等。对于这些意见我们认为多数是由于对方法的了解和认识不够造成的，但同时也说明我们的方法还不够完善，需要改进。结合研究生培养工作，我们对转换波法的理论和分析解释方法等进行了深入研究，改进了分析处理方法，进一步提高了结果的可靠性。

针对转换波方法存在的不同看法，1985 年国家地震局组织了包括地震转换波测深法、人工地震测深法、非纵宽角度反射剖面法和大地电磁测深法在内的多种方法进行探测结果的对比，检验方法的可靠性。测线选在华北平原南部，各种方法大致沿同一条测线进行观测，各自独立地背靠背地进行资料的分析处理和解释，然后对比检验各方法结果的一致性。对比表明，转换波法得出的地壳深界面分布形态、断层位置和断距及深部构造总体特征等与人工地震测深法和非纵宽角度反射剖面法得出的结果相当一致，充分证实了转换波法的可靠性和有效性，大大消除了很多人对转换波法的怀疑态度。

接着，在地震的地点和强度的预报方面，转换波法开展了大量应用。为了预报

这些参数，自然应采取从已知到未知的方法，即首先应对已发生过历史大震的地区进行深部结构的详细探测。我们选了唐山、邢台、三河–平谷等 6 个震级在 7 ~ 8 级的大震区作为重点探测对象，在每个大震区布设了 1 ~ 3 条测线，测线总长 1000 多千米。经过几年的努力，相应地测得了各大震区的深部构造剖面图，总结对比发现，大震区普遍存在一些共有的深部构造特征，这些特征可作为大震区的深部构造标志，用来预测未来可能发震的地点和强度，后来这些标志在华北、北京首都圈等地区的地震活动性研究和潜在震源区的预测中获得了广泛的应用。

与此同时，我们也进行了利用转换波进行地震时间预报可能性的尝试，在地表同一地点长期观察转换波到时差的变化，就能检测震源区内部介质性质（包括波速）随时间的变化，从而可能对地震发震时刻作出判断。这一方法的突出优点是能利用震源区相邻两界面之间转换波到时差的随时间变化，直接监视孕震区小范围内介质特性（包括波速）的变化。我们利用我国数字地震台网（CDSN）资料，分析研究了多个固定地震台转换波参数随时间的变化特征，发现在地震活动区大震前转换波到时差有明显的减少现象，而在震后又缓慢回升，但在无震区却没有这种现象。遗憾的是由于时间、精力和经费的限制，这一研究方向后来没有深入下去。

随着方法的进展，转换波资料的分析处理方法也不断地提高，实现了转换波震相的自动识别和参数测定，地壳介质内各层纵、横波速度的自动测定等，观测仪器也不断更新换代，使转换波法发展成为独立的既能测定地壳构造又能测定介质纵、横波速度的完整方法，制定了转换波资料分析处理的程序包。

任何方法如不能得到生产部门的认可，并在生产单位的实践中得到广泛应用，是没有价值的。转换波法发展初期就注意与生产实际相结合，1981 年就承接了广东大亚湾核电站建设区地壳深部构造稳定性的探测任务，当时全所上下齐心合力，一起去大亚湾进行野外转换波实地观察，其热闹场面目前还记忆犹新。在测区共完成了三条转换波测深剖面，得出了区内地壳深部构造背景较为稳定的结论，有利于核电站的建设，生产单位对工作结果十分满意。



邵学钟（右二）在塔里木盆地

1991—1993 年期间，受新疆塔里木油气勘探指挥部的委托，承接了塔里木盆地深部构造的地震转换波探测任务。盆地内是一望无际的塔克拉玛干大沙漠，野外工作条件极为恶劣，在沙漠内工作有一定风险。茫茫沙漠渺无人烟，出去踏勘时常迷路，有时半夜两三点钟才能回营地。汽车一坏就有危险，通常是两车同行，可以自救。即便这样，两车同时陷入沙丘中动

弹不得的情形也时有发生。有一次我们的车就陷在大沙丘中，等到第二天才有人把我们解救出来。当时在盆地内尚未进行过任何人工地震测深工作，对盆地的地壳深部结构和性质一无所知，致使对盆地的油气勘探前景存在很大分歧。有人认为是海相的湖后沉积盆地，油气前景难以估量。巨大的沉积盖层厚度也给一般的石油地震勘探带来困难，难以精确测定沉积最厚地区的埋深。地震转换波法自北至南穿越盆地完成了三条测线，长度约 2000 千米，得出了三条深部构造剖面图及其内部速度分布特征和沉积基底的分布全貌，为油气勘探提供了重要深部依据，明确得出了塔里木盆地的地壳性质为挤压型的陆相地壳类型，为盆地油气前景的正确评估提供了科学依据。工作结果得到石油部门的高度重视，在石油系统内一时掀起了探测油气盆地地壳深部构造的热潮。此项工作结果与其他塔里木地质研究成果一起获得了石油部颁发的科技成果二等奖。

新疆北部的准噶尔盆地也是我国重要的油气盆地，野外条件与塔里木盆地相似，转换波测深以前，这里也没有做过任何地震测深工作，因此对盆地基底结构和深部地壳构造类型及性质长期存在争议，应新疆石油管理局的委托，我们于 2000—2001 年期间，穿越盆地的沙漠腹地完成了四条近井字形的地震转换波测深剖面，首次得出盆地内沿测线总长 1600 千米的地壳深部构造剖面图，探明了盆地内部基底和地壳的分层结构、分布形状、纵波和横波的速度分布规律以及地壳深部断裂的分布特征等。使长期来有关基底和地壳性质的争论问题得以解决。在测线剖面图的基础上还得出了基底面埋深、基底层厚度、结晶基底面埋深以及莫霍面埋深在盆地内的平面分布图，对盆地的下一步油气勘探有重要指导意义。

回顾 20 多年来转换波测深的发展和成长过程，我们体会到，要做好科研工作，首先要有远大的目标，要有为祖国和人民作贡献的热情，同时要勤奋好学、刻苦钻研，有成绩时不松懈，遇困难、挫折时不退却，用科学的态度对待和解决问题，紧密联系生产实际，坚忍不拔地坚持到底，定能取得最后成功。

活动构造大比例尺地质填图和定量研究

◎ 邓起东

活动构造学是构造地质学一个重要的分支学科，由于活动构造学研究的是现代最新构造活动，所以，其发展从一开始就是与地震和地震灾害紧密相关的。早在19世纪下半叶就有人注意到地震与断裂和断裂活动相关，20世纪初活动断裂概念就已在地震学研究中提出。我国也早在1920年海原大地震后就开始了地震与断裂活动关系的研究。然而，直到20世纪五六十年代，中国活动构造研究仍处在萌发阶段，研究工作主要结合一些重大工程进行，如徐煜坚和李玶等在新丰江、三峡和丹江口水库建设中对新构造和工程稳定性进行的研究（李玶，1994）。1966—1976年的十年间，我国大地震频发，大大促进了活动构造研究的发展，中国开始进入了活动构造的普查和发现时期。多个部门的科学工作者在全国许多地震构造带上开展了活动构造和大震区地震构造调查工作，如我所李玶、汪良谋（1975）对川滇断块和邓起东、王克鲁等（1973）在山西断陷盆地带的研究工作。最重要的是在这一时期我国提出了地震地质和活动构造研究的基本原则应是“由老到新，由浅入深，由静至动，由定性到定量”。在七八十年代，为贯彻这一原则，并吸收国际上活动构造研究的新进展，如古地震和断裂分段性研究等的发展，不仅完成了多条活动构造带的深入研究，如富蕴断裂带和鄂尔多斯周缘活动断裂系的研究（新疆自治区地震局，1985；国家地震局鄂尔多斯周缘活动断裂系课题组，1988），而且，吸收了区域地质填图的经验，在海



海原活动断裂带地质图的一段（1：5万）

原活动断裂带研究中逐步建立和发展了活动构造带大比例尺地质填图技术，从 1981 年起开始了这一活动断裂带 1∶5 万地质填图和定量研究的试验研究工作。经过多年的努力，于 1989 年出版了《海原活动断裂带地质图（1∶5 万）》、1990 年出版了《海原活动断裂带》专著。

海原活动断裂带 1∶5 万地质图和专著完成的意义在于通过这一试验工作，成功地建立和发展了一套活动构造带大比例尺地质填图和定量研究技术，为以后在全国推广活动构造大比例尺地质填图和定量研究打下了基础。而且，这是第一张活动构造 1∶5 万地质图，它所采用的活动构造定量研究思想和方法推进了定量活动构造学的发展。在大比例尺地质填图工作中，他们实测了海原活动断裂带距今一万年以来数百个（277 个）水平位移数据，获取了位移发生的年龄，分段求取了断裂带水平滑动速率，最早提出了中国和青藏高原活动断裂的非大运动量、非高速率滑动的运动学和动力学特征；全面研究了 1920 年海原大地震长达 230 余千米的地震地表破裂带及数百个（268 个）同震位移分布，为地震危险性评价提供了重要数据；系统开展了探槽古地震研究，特别是首次在中国开展三维组合探槽来研究古地震，获取了多次古地震事件及其复发间隔，运用多探槽对比技术，对古地震活动的丛集模型和多重破裂模型进行了研究，为地震危险性评价打下了基础；第一次研究了我国发育于走滑断裂带中的拉分盆地，发现了拉分盆地内部张剪切断层新类型，提出了拉分盆地演化新模式，推动了国内关于拉分盆地及其与地震、矿产和油气关系的研究工作；提出了走滑断裂带尾端挤压变形新类型，研究了走滑断裂带走滑量（12 ~ 14.5 千米）与尾端挤压量（12.4 ~ 16.71 千米）的转换平衡，从而对六盘山构造变形机制提出了新的理论解释。海原活动断裂带的创新性工作在国内外获得了好评，1992 年获得了国家科学技术进步奖二等奖，当年已八十高龄的台湾地质调查所原所长毕庆昌教授来函称赞“这本巨著在今后数十年内一定会被公认为范本，并被奉为经典”。

海原活动断裂带大比例尺地质填图和定量研究工作是由国家地震局地质研究所和宁夏自治区地震局共同合作完成的，负责人是邓起东和张维歧，参加这一项目工作的主要人员有汪一鹏、张培震、宋方敏、焦德成、陈社发、朱世龙和柴炽章等。1982—1985 年，我们与美国麻省理工学院大气、地球和行星科学系 P. 莫尔纳（P.Molnar）和 B.C. 伯奇菲尔（B.C.Burchfiel）等教授对宁夏南部活动断裂开展合作研究时，重点研究了海原活动断裂带东段的宁夏部分地段。这一开创了通过大比例尺地质填图对活动断裂进行定量研究新时代的重要工作，就是这一研究集体和中外合作共同工作的结果。我们至今仍怀念着那些共同劳动的日日夜夜。与此同时，我国还有多个研究集体在不同活动构造带开展了各自的研究工作，其中包括我所在滇西北、

西藏中部和祁连山—河西走廊地区的工作。也就在这一阶段，全国开始出版中国活动断裂研究专辑。

由于上述工作的进展，在 20 世纪 90 年代，我们站在了一个新的起点，中国活动构造研究进入了定量研究的新阶段。国家地震局这时指示和决策要把活动构造大比例尺地质填图和定量研究向全国推广，并安排了新的计划，成立了组织和指导这一工作的专家组，由邓起东任组长，汪一鹏任副组长。从 1991 年开始了全国范围内活动构造大比例尺地质填图和定量研究工作，包括了全国近 20 条活动构造带：延怀盆地、忻定盆地、大青山断裂带、狼山—色尔腾山断裂带、秦岭北缘断裂带、郯庐断裂带、西秦岭北缘断裂带、祁连山断裂带、天景山断裂带、北天山构造带、可可托海—二台断裂带、鲜水河断裂带、安宁河断裂带、则木河断裂带、小江断裂带、红河断裂带、长乐—韶安断裂带等，其中延怀盆地、北天山构造带、小江断裂带和红河断裂带均由我所负责，并与有关省（自治区）地震局共同完成，地质所不仅要负责和指导全国活动构造大比例尺地质填图和定量研究工作，而且还要完成这个项目中指定的几个综合研究专题。为了规范和做好这一工作，1992 年由专家组制订，由中国地震局震害防御司颁布了《活动断裂 1∶5 万地质填图工作规范》。

在中国地震局领导下，在专家组的具体组织和指导下，全国地震系统有 15 个单位约百余人参加了工作，在全国多条主要活动构造带上爬山涉水，日夜奔忙，相继出色地完成了任务，不但完成了各条活动构造带 1∶5 万地质图，而且还进一步在各活动构造带的几何学和内部结构，滑动速率，变形机制，地震地表破裂带和同震位移分布，大地震孕育和发生的构造条件和模型，古地震、大震复发间隔和离逝时间，以及断裂带活动和地震活动的动力学等方面取得了丰富的资料，在此基础上，对各构造带的未来地震危险性进行了评价。在上述各项资料中，活动构造多项定量参数是进行地震危险性评价、预测未来断裂错动量的基础，它们主要包括：活动断裂及其分段长度，单次或多次地震的同震位移量，断裂的累积位移量和滑动速率，古地震事件的期次与年龄及其复发间隔和复发模型，最晚地



参加海原活动断裂带工作的部分成员（前排右起：张维岐、邓起东；前排左起：汪一鹏；后排左起：闵伟、柴炽章、焦德成、宋方敏；后排右起：陈社发）


海原活动断裂带开挖探槽（前为张培震，后为邓起东）

震事件，包括历史地震或古地震事件至今的离逝时间。正是立足于定量活动构造学研究获得的这些参数，我们才得以更好地开展地震区划，开展工程安全性评价工作，才得以把活动构造定量研究方法和成果应用到城市活动断裂探测与地震危险性评价工作之中。

第一批全国主要活动构造带 1∶5 万地质填图和定量研究成果在完成后已公开出版了部分图件和专著（陕西省地震局，1996；李天祜等，1997；宋方敏等，1998；丁祥焕等，1999；邓起东等，2000；虢顺民等，2001）。但由于各种客观原因，一直未能全部得以出版。而且，由于没有长远的国家或部门计划和持续投资的支持，活动构造大比例尺地质填图和定量研究时断时续，从而大大延缓了全国工作的进展。可贵的是多年来未获正式出版的地质图和定量研究成果并未深锁于资料库中，而一直被应用于地震危险性和地质灾害评价工作之中，被广泛地应用于工程安全评价和城市活动断裂环境评价上。而且，近年来这一工作已得到国家有关部门的专项资金支持，不仅正在组织出版已完成的活动构造带大比例尺地质图，而且又重新对我国地震重点监视防御区的活动构造带开展新的大比例尺填图和定量研究工作。我们希望这一由我国首创的对地震危险性和地质灾害评价具有极为重要意义的基础工作能在国家或部门长期计划支持下稳步推进，不断深入，相信经过若干年的艰苦努力，工作不断深入，基础资料不断积累，必将大大有助于地震预测、地震危险性和地震灾害评价工作。

中法活断层合作研究的成就与启示

◎ 虢顺民

一、概况

1984 年 11 月，由 J.G. 罗西尼奥先生率领的法国国家科研中心国立天文与地球物理研究院代表团与以许厚德为代表的我国国家地震局代表团在北京举行了地震科技合作会谈。双方共同签署了《地震学和第四纪构造学合作研究纪要》（以下简称“合作研究纪要”）。合作研究包括三个项目，其中之一是“活断层研究”。承担此研究任务的单位，中方是国家地震局地质研究所和兰州地震研究所，法方是巴黎地球物理研究所。合作研究计划，期限定为三年。中方负责人是国家地震局地质研究所虢顺民、兰州地震研究所陈志泰，参加人员有国家地震局地质研究所向宏发、陈洪飞、黄昭、尹克伦、李伯栋，兰州地震研究所向光中、才树华、戴华光、邹谨敞。法方负责人是 P. 达波尼尔（Tapponnier）教授，参加人员有 G. 拜乐塞尔（Peltzer）博士、Y. 古得梅尔（Gaudemer）博士、王时塔（Hoang Chi Trach）博士、B. 梅依尔（Meyer）研究生。

“合作研究纪要”经双方政府部门批准后，于 1985 年 10 月开始执行，至 1988 年结束。时任国家地震局地质所所长的刘若新教授指导了合作研究计划。

合作研究内容包括晚第三纪—第四纪构造变形、活断层运动学机制、活断层与板块运动、活断层位移速率、古地震、大震复发周期等。方法主要借助于卫片、航片、地形图、地质图提供的地貌地质线索，详细开展野外考察研究。对活断层进行准确地质填图，在重点地段利用红外激光测距仪进行精确测量，提取断层各种运动学参数，然后进行模拟实验。

研究地点包括中国甘肃祁连山—河西走廊断裂系、阿尔金断裂东段和法国阿尔卑斯山构造带、比利牛斯构造带及地中海沿岸国家的一些活动构造带。

合作研究采取对等互访考察方式进行。首先，法方 P. 达波尼尔等 3 人于 1985 年 10 月 10 日至 11 月 17 日来华在甘肃省祁连山北缘断裂进行踏勘性考察，中方由虢顺民、陈志泰等 4 人参加工作。随后，1986 年 6 月 8 日至 7 月 2 日中方虢顺民等 5 人赴法国及阿尔及利亚进行活断层和地震断层考察（阿尔及利亚为地中海沿岸国家，是

由法方联系安排的），接待考察的有 P. 达波尼尔等 4 人。1986 年 8 月 26 日至 10 月 9 日法方 P. 达波尼尔等 4 人来华进行第二轮合作考察，参加接待的有虢顺民、陈志泰等 4 人。主要在祁连山北缘断裂带上进行地质填图。中方虢顺民等 5 人的第二轮回访考察于 1987 年 6 月 14 日至 7 月 8 日进行，主要考察意大利南部地震构造和西阿尔卑斯山地震构造带，参加接待的有法方 P. 达波尼尔等 3 人。第三轮考察，法方 P. 达波尼尔等 4 人于 1987 年 10 月 10 日至 11 月 14 日来华，参加接待的有虢顺民等 4 人，重点解决断层位错定量测量和年代学样品的采集。中方于 1988 年 9 月 25 日至 10 月 20 日赴法考察和总结，内容包括野外考察比利牛斯地震构造带、构造模拟实验及学术论文交流与讨论。双方来往考察结束后，进一步的工作是合作成果的总结、撰写出版，作为中法双方共享的成果。

二、合作研究中的主要成果

在 3 年的合作研究中，由于双方人员的努力和诚意，工作进展很快、很好，成绩也很大。

通过合作研究，在活断层、地震断层、古地震、大震重复周期以及断层运动机制、断层运动学特征等方面获得了一批科研成果，这些成果有的是中方人员起草的，有的是法方人员起草的，多数已经发表，有的作为内部报告存档，最重要的成果是两部专著《祁连山—河西走廊活动断裂系》、《中法合作活断层对比研究》，这两部专著获得了国家地震局科技进步二等奖。其他研究成果还有：甘肃高台榆木山地区晚新生代活动断裂和断层陡坎、民乐—张掖盆地南部莺落峡活断层及古地震概况、1927 年古浪地震主要破裂特征、阿尔金断裂东段新活动性及石包城盆地形成历史初步认识、晚更新世以来昌马断层位错与古地震、昌马活动断裂粘滑与蠕滑运动的地质分析、昌马地震形变带几何学和运动学特征、昌马断裂与邻近地区的断层崖形态及其年代估计、红外线测距经纬仪及其在地震形变带研究中的应用、阿斯南地震形变带特征及其成因探讨、阿尔及利亚阿斯南地震的破裂位错与断层运动、1980 年阿尔及利亚阿斯南 7.3 级地震区古地震事件研究、石灰岩砾石表面溶蚀沟纹与地貌面年代的确定、热释光测年法介绍及其在地质上的应用、意大利南部与我国山西地震构造机制对比研究、1783 年意大利卡拉布里亚南部 7.5 级地震构造特征、意大利卡拉布里亚南部活断层运动速率与地震、1954 年山丹 $7^{1}/_{4}$ 级地震断裂特征、法国比利牛斯构造带东段与我国东秦岭构造带的对比研究、西地中海周缘地区活断层运动速率与地震、中国昌马断裂晚第四纪地貌位错、滑动速率和大震重发周期、阿尔及利亚阿斯南地

区逆断层和正断层陡坎形态比较、祁连山活动逆断层和褶皱以及西藏东北部上地壳与地幔间的解耦。

每年合作考察结束后，中方人员要撰写研究报告，并按年度装订成为“报告集”。“报告集”共分4集，按年度上报国家地震局外事办公室、科技司和两所有关领导。“报告集”为撰写专著准备了充实的资料。

专著《中法合作活断层对比研究》中的内容多数是从报告集中挑选出来的，法方执笔的文章也译成中文编入专著中。与此同时，在上述资料基础上，中方完成了《祁连山—河西走廊活动断裂系》专著的撰写与出版。两部专著，构成了中法合作研究成果中的秫妹篇，是两项重要的科研成果。

《祁连山—河西走廊活动断裂系》一书，集中讨论了祁连山北缘断裂带等的断层活动性。全书以断裂带第四纪特别是晚第四纪以来的活动、大震重复间隔、地震构造标志及其在地震危险性分析中的运用以及压缩式构造的变形机制和动力学模型为主题，着重彰显了新资料和新认识。全书共 11 章，大约 60 余万字。重点内容是：祁连山—河西走廊地区区域构造、地震活动特征、第四纪地层及晚第四纪地貌面的年代确定、活动断裂带的地质地貌证据及其时空演化、主要断裂带断层岩研究与蠕滑粘滑的划分、晚更新世以来的断层位错与滑动速率、地震形变带和地震构造条件、大震重复发生时间间隔、地震构造定性定量标志及其在地震危险性分析中的运用、现代构造应力场、压缩式构造及其动力学模型。邓起东院士为专著出版作序，指出：“本书既是一部活动断裂综合专著研究成果，也是祁连山—河西走廊地区第一部活动断裂研究专著，内容丰富、资料翔实，无论在理论和实际应用上都有重要价值。”并指出“可贵的是，作者利用获得的活动断裂资料对本区的潜在震源区进行了研究和新的划分，对近期地震危险性进行了评估。重要的是，在作者们所指出的两个近期 6.5 ~ 7 级地震危险区内，已经于 1990 年 10 月 20 日发生了天祝、景泰 6.2 级地震。”这是用地震地质方法成功实现中短期地震预报的一个实例，说明这种方法是有作为的。

《中法合作活断层对比研究》一书内容丰富，包括 6 个方面：区域活动构造、活动构造与地震、构造地貌与断层崖、古地震与地震形变带、活动构造与地震预测、新技术和新方法应用。许多内容是当代地震地质学中的前沿课题，其方法先进，内容广泛，分析问题深刻，思路新颖，具有很重要的参考价值。



1987年中法考察组在昌马断裂带上工作后稍作休息
（左起：黄昭、虢顺民、戴华光、P.Tapponnier、Y.Gaudemer）

本书研究了区域断裂活动的不均匀性和空间上的转换性，认为祁连山—河西走廊地区的构造运动与祁连山块体的顺时针旋转有关，提出榆木山“第四纪地壳的穹状构造是一个基底对冲背斜”，认为“构成青藏高原东北边缘的宽广而又多山的上地壳楔状体与下伏的下地壳和上地幔是分隔开的”。祁连山北缘发育大量逆断层崖，通过对其演化分析，进行了反向逆断层的数学模拟，在此基础上提出了我国逆断层的扩散模式，进而推导了扩散方程和扩散系数，再反演断层崖的形成年代，这一成果在国内外是少见的。研究区是历史强震多发区，震中区发育了地表破裂带，如对阿尔及利亚阿斯南地震和甘肃昌马地震的研究，在形变带几何展布、分段、位错量、应力场方面均有深入分析，这对地震孕育、发生条件的认识是十分有益的。

古地震研究是本专著重要内容之一，发现凡是历史地震的发生区往往是古地震的分布区。古地震研究是通过断层位错速率、古地震剖面和开挖探槽、地震陡坎的坡度与高度的测量和计算等来实现的，通过多方面研究，得出古地震重发时间间隔，这一结果是潜在震源区划分和未来地震危险性判定的重要依据。

不同地区地震构造对比研究，加深了地震孕育和发生条件的认识，如意大利南部与我国华北地区地震构造条件对比、比利牛斯地震区与秦岭北缘地震区的对比、地中海周缘断裂滑动速率与我国西北和西南地区的对比，揭示了地震地质背景和发震构造的相似性和差异性，通过对比分析，有利于这些问题的深入认识。

专著还介绍了利用红外激光测距仪测量断层位移量的新方法，以及利用这一方法在昌马断裂带上工作取得的成果，这对精确测定断裂运动的位错量是极为有用的，这种方法和结果对我们均有重要的参考价值。

时任国家地震局副局长的陈章立为《中法合作活断层对比研究》一书出版作了序，指出专著“内容十分丰富，涉及了当代地震地质学研究中的前沿课题，方法先进，内容广泛，分析问题深刻，思路新颖，具有很重要的学术价值。这一工作使地震地质研究直接为地震预报服务方面走出了新路”。“公开出版之时正逢地震科研事业进入跨国界研究的新时期，无疑，它的意义必将超越中法双方活断层研究的领域，在促进国际地震科学的发展中发挥更大的作用。”

三、合作研究中的新发现

1. 多处活断层地质证据的新发现

在玉门—酒泉地段，发现晚更新世以前地层中普遍发育逆冲断裂：在玉门，古生界灰岩逆冲在中更新统砂土层上；在洪水坝河，上第三系逆冲在中更新统砾石层

上；在石油沟上第三系与中更新统之间呈逆掩断层接触。

高台—张掖地段，断层不仅切割晚更新世地层，也切割了全新世地层。高台南部木头沟白垩纪地层直接逆冲在全新世地层上；在张掖南小磁窑口，奥陶纪地层直接逆冲在全新世黄土层上。

古浪—天祝地段，断层已切过全新世地层。在三个墩附近，全新世砾石层发生逆冲和左旋牵引变形；松山附近，断层使全新世黄土发生逆冲作用。

2. 活动的断层地貌

在昌马断裂西端石包城，发现中更新世古河道被阿尔金断裂左旋断错 3 千米；在雅几河、石油河等地，发现全新世的冲沟和山脊发生水平错动，断层走向不同，位错方式也不同，有的左旋，有的右旋；在石油河支流上游，发现许多与雁行裂缝相伴生的小型拉分盆地和推挤型构造；在三个墩附近，祁连山主峰断裂在地貌上以断层陡坎、断塞塘、拉分盆地等方式出露于地表；在高台—张掖地段，发现许多断层陡坎和山脊—水系水平位错，如小磁窑口—黑河口之间，即有断层陡坎和山脊—水系的右旋错动。

3. 古地震遗迹的新发现

发现的古地震现象主要表现为：地震陡坎、地震楔、断塞塘、地震裂缝。

地震陡坎发现于昌马断裂、雷公山—毛毛山断裂、佛洞庙—红崖子断裂、榆木山北缘等断裂上。断层陡坎呈多级次断错，有的几米，有的十几米，有的达几十米，地貌上具有明显的坡度转折。中、法双方科学家对陡坎进行了详细测量，其剖面数量达 130 余条，这对古地震规模和时代确定是十分有益的。

地震楔是地震发生后沿断层陡坎堆积的楔状物，是研究古地震的重要线索，有的地震楔直接出露于地表，有的却埋藏于地下，需要人工探槽揭露。在探槽剖面中，地震楔大小和个数反映古地震的规模和次数。高台南侧人工探槽揭露的地震楔中古地震事件有 3 次；在昌马断裂上，天然剖面揭露的古地震事件有 4 次。当地震楔年代确定后，即可确定古地震发生的时间和期次。

断塞塘多分布于走滑断裂上，雷公山—毛毛山断裂和昌马断裂上发现许多断塞塘，断塞塘内出现的堆积物具多期性，伴随断裂走滑运动，断塞塘推进的前端与后端之间，堆积物出现由新到老的规律性分布，根据堆积物的期次和年代即可确定古地震的次数和时代。

古地震裂缝常常伴随活断层分布。发现古地震裂缝与现代地震裂缝表现一样，其形态在近地表处张距大，往下张距变小并逐渐尖灭。其区别在于裂缝中前者有冲填物，而现代裂缝中则无，有的裂缝呈多次运动，充填物也具多期性，呈现裂缝中有

多次充填的现象。嘉峪关断裂和昌马断裂上均发现有古地震裂缝分布。

4. 历史地震形变带的新发现

甘肃地区分布许多历史强震，在地表多数产生地震形变带，如古浪地震、山丹地震、高台地震、昌马地震均产生了地震形变带。昌马地震形变带在原来基础上又有新的发现：在红线线与马家埃之间发现长约 20 千米的挤压断层陡坎，它类似于早期发现的主形变带，使形变带规模由原来的 100 千米长增至 120 千米长。高台地震发生历史久远，留下的遗迹难以辨认，前人工作虽已提出可能存在形变带遗迹，但多数人却持有不同见解。我们在工作中发现绿泉河地区存在断层陡坎，通过测量并用扩散方程数学计算，认为陡坎是高台地震形成的，为此对该地震形变带的存在提供了新的证据。

四、合作研究中获得的新认识

合作研究中，有了许多新的认识，现将几个重要方面列举如下。

1. 祁连山北缘断裂带的运动性质

断裂带西段以挤压逆冲为主，东段以水平剪切运动为主，两者呈过渡关系，即由西向东，断裂带挤压分量由大到小，水平分量则由小到大。

2. 断裂活动的分段性

晚更新世以来断裂带各段活动强度具有明显差异，其中，玉门—酒泉段和民乐—大马营段活动较弱，而高台—张掖段和古浪—天祝段活动较强。

3. 断裂活动的转换性

在空间上断裂活动具有明显的转换性，如祁连山北缘断裂带中玉门—酒泉段晚更新世以来不太活动，而转换到了强烈活动的南侧昌马断裂上，并发生了 1932 年昌马 7.6 级地震；又如民乐—大马营段晚更新世以来活动性较弱，而北侧平行的龙首山断裂却很强，二者活动空间发生了转换，并发生了 1954 年山丹 $7^{1}/_{4}$ 级地震。

断裂带在活动性质上同样具有明显的转换性，阿尔金断裂是一条大规模的左旋走滑断裂，其滑动是断裂带南侧块体向东北方向运动造成的，在左旋走滑的前端祁连山地区则转换成大规模的推挤型构造，两者在性质上发生了转换。另外，祁连山北缘断裂带以逆冲、逆掩断层运动为主，而断裂带东段，特别是进入海源断裂带后，由于青藏块体的向东蠕散，断裂又转换为以左旋走滑运动为主。

4. 甘肃地区发生的强震与全新世活动断裂有关

古浪 8 级地震、高台 7.5 级地震、昌马 7.6 级地震，均分布在全新世活动断裂上，而其他未发生过强震的地区均是全新世不活动的断裂，如玉门—酒泉段、民乐—大马营段等。

5. 历史地震发震构造的认识

昌马地震发生在昌马活动断裂上，震后产生长 120 千米、影响宽度 20 千米的地震断层。地震断层由 5 条雁行式排列的次级断层组成，西段以挤压兼左旋走滑为主，东段以走滑兼拉张为主，二者性质的差异与断裂带走向不同有关。西段走向北西西，东段走向北东东，在北东向统一应力场作用下，即产生了性质不同的断层运动。

古浪地震形变带，地表出露不多，据我们取得的资料分析，推断地震的发生与一条深部挤压逆冲断层运动有关。主断裂没有直通地表，地表出露的大小不等、方向各异的裂缝、陡坎、滑坡等是深部主断层活动的地表效应。

高台地震发生历史久远，保存的遗迹不多，根据在绿泉河地区发现的断层陡坎和苦水沟出露的逆断层，说明地震发生与榆木山北缘断裂再活动有关。断裂活动以挤压逆冲为主，主断面向南倾，断裂运动是南侧块体向北推挤所致。

6. 关于古地震原地重复问题

河西地区有历史强震的地区均发现了古地震遗迹。如昌马地震区，发现 3~5 次古地震事件；高台地震区，石炭沟发育的 40~50 米高的老陡坎和探槽揭露的多个地震楔即是多次古地震造成的；古浪地震区存在多期次的断层陡坎和多期次的古滑坡体是古地震所为。可见，古地震的原地重复确实存在，准确研究古地震重复发生的时间间隔，对地震中长期预报很有意义。

7. 逆断层陡坎的研究

断层陡坎研究，最早始于美国地震构造学家，他们提出了陡坎高度和坡度随时间变化的演化模式，以此确定断层运动的断距和活动时代，但研究的仅是正断层陡坎的演化过程，逆断层陡坎的研究却很少有人考虑。

甘肃河西地区存在大量逆断层陡坎，通过野外观察，我们发现逆断层运动过程中，上冲盘近断层处的地表面发生拱曲而形成陡坎。弯曲了的地面可以近似地看成正断层陡坎面，这样，就可以采取正断层陡坎的研究方法进行研究。另外，当近断层处上冲盘顶端不发生地面拱曲而与下盘截然断开，此时上冲部分悬空，由于重力作用，悬空部分会突然下掉，即产生类似于正断层的滑动面，这个面即为断层陡坎面，对它也可采取正断层陡坎的研究方法进行。

8. 关于活断层对比研究的认识

我国甘肃地区的研究结果是否能与地中海沿岸国家的地震构造、活动构造进行对比，这是大家感兴趣的问题。通过研究，发现两个地区存在许多共同之处：地中海沿岸阿尔及利亚阿斯南地震的发生是断层挤压逆冲兼左旋运动造成的，它与我国甘肃昌马地震断层的运动形式极为相似；意大利南部卡拉布里亚地区的北东走向构造，早期为逆断层，后期变为正断层性质，历史地震断层也为正断层性质，这与我国甘肃和华北地区北东向构造和历史地震断层运动也很相似。地中海沿岸地区断层运动速率与地震大小之间存在正向关系，速率大者发生的地震大，速率小者发生的地震小，我国大陆地震区的断层运动也多具此种性质，因此研究断层运动的速率是很有意义的。

五、启示和受益

1. 合作研究为我所用

合作双方既有共同的研究内容，也有自己的侧重点。法方人员更关注大构造的研究，时间尺度达几千万年，这对研究区域构造运动的转换、传递和动力源是很重要的，我们注意吸收了这方面的经验和成果。为了使研究内容尽量为我所用，我们把合作研究的重点放在地震发生区，如古浪地震区、高台地震区、昌马地震区、阿斯南地震区等，对地震区开展地震断层、活断层的大比例尺填图、古地震和地震重复率细研究，这样的研究结果能够较好地为我国地震中长期预报服务，也能够为法方研究大构造运动学提供依据。

2. 高效率的工作

在野外工作中，法国同行在利用航卫片、地形图解译活动构造时，技术熟练、进度快、质量高，这种方法在我国也普遍使用，水平也在不断提高，但使用还不够熟练。他们在野外工作前，先在航卫片上判读出各种地质要素，一条断层的解译图不是简单的一条线，而是以这条线为主干，有枝有叶，枝叶茂盛，内容丰富，展示出完美的构造图像。凡是解译图上划出的地质要素，一般都能在野外找到，这些工作经验和方法，对中方人员是有启发的。

3. 高精度的测量

由于外力剥蚀作用引起的构造地貌变化，对地震断层的位错量很难用简单的测量获得精确的数据。中法科技人员采用长剖面、长基线的精确测量解决了这一难题。

这种方法对恢复断层运动前的原始状态能够获得准确的断层位移量。

利用红外线测距仪对最新断层的水平和垂直错距进行精确测量，是合作研究工作中的主要方法。红外线测距仪是法方带入工作的仪器，测定的断层位移值，其测量误差在 2 厘米之内。工作优点是速度快、范围广、剖面长，所得数据可在野外直接输入计算机并可及时调出使用和成图。此法可以定量地研究断裂带的位错量、位错时间、速率、次数，并确定地震活动的强度和复发时间，为地震活动性分析提供可靠依据。中法双方在昌马、大泉口、石包城、绿泉河、木头沟、三个墩、天祝等地普遍进行了红外线断层位错测量，获得了一批准确而系统的断层位错数据。

4. 利用准确的测年方法获得较好的年龄结果

工作区属于干旱半干旱气候，常用的 ^{14}C 测年法需要的样品极为稀少，采集十分困难，为了弥补不足，选择了以热释光法为主的测年手段，加上非实验室测年方法，解决了工作中所需的年龄结果。

河西地区广泛发育黄土，时代多为晚更新世—全新世，对其年代的测定是研究全新世构造运动的重要内容。为了采集黄土样品做热释光年代测试，法方专门派出一员测年专家，中方人员通过工作掌握了全套的野外采样方法。采样技术要求很严格，完全在避光条件下进行。首先，挖 1 米多深的槽子，然后在槽底用金属套管取出样品，装入黑布袋内保存。为准确测定年代，还在取样探槽内埋设测试剂，埋设时间 1 年，以便测取宇宙线的年积累量，然后与黄土样中的长期积累量进行对比，以求出黄土样品的准确年代。

非实验室的年代测定，主要利用石灰岩砾石表面溶蚀纹的深度与时间之间存在的正向关系。在不同地貌面上采集具有不同溶蚀纹的灰岩砾石，对溶蚀纹规模进行测量和统计。一般来说，年轻地貌面上的砾石溶蚀纹较浅，较老地貌面上的溶蚀纹较深。根据溶蚀程度不同，即可定出地貌面的相对年代。为了确定地貌面的绝对年代，在标准地貌面上采集样品得出年龄值作为参照值，以此得出不同地貌面的年龄曲线，利用这一曲线作量板可以确定相邻地区含石灰岩砾石纹沟的地貌面年代。这个方法为干旱–半干旱地区解决年轻地貌面年代开辟了一条新路子。

5. 促进科研，增长知识

科研人员通过互访考察，接触到亚洲、欧洲和北非块体的活动构造与地震，发现了地壳运动、活断层运动的许多规律性、共同性和特殊性，这些研究对于促进学科领域的发展大有好处。同时，对于科研人员的知识面、科学水平、工作方法等有了很大的扩展，对我国的科研事业发展起到了很好的促进作用。

6. 通过实践培养人才

中法双方参加合作的人员，有富有经验的教授，也有事业心很强的年轻人。双方负责人对年轻人要求很严格：出野外前要求做到心中有数，野外考察要求目的性明确，方法上要求多看多记多思考，室内整理要求及时认真，工作结束后要求立即写报告或文章。种种要求给年轻人提供了刻苦学习和锻炼的机会，加快了人材成长的步伐，提高年轻人能尽快尽早地承担起独立研究工作的能力。

在与外宾交往中，大家主动用外语讨论工作，我方人员的外语水平有了很大提高，特别在口语和听力方面得到了很好锻炼。

火山工作的艰难开局

◎ 刘若新

1989 年 8 月，中国地震局在黑龙江五大连池召开火山工作会议，与会的有国家地震局陈颙副局长及各司司长或副司长，张焘（国际地科联中国委员会成员），哈尔滨工力所所长谢礼立等二人，中国地质大学邓晋福、莫宣学教授，吉林省地震局领导、黑龙江地震局领导及任锦章高工等 20 余人，我也应邀与会。会议由陈颙副局长主持。会议主题是讨论成立火山学会并参观五大连池火山。任锦章介绍了五大连池火山群及老黑山、火烧山 1919—1921 年喷发的有关情况，提议在中国灾害防御协会下建立火山学会，并称渠道已开通。谢礼立报告了夏威夷火山区利用火山地震震源深度高精度定位以圈定岩浆房的资料。经讨论，一致同意在灾协之下成立火山学会（二级学会），陈副局长提议我担任首任会长；对此我有“突然袭击”之感，虽然他在之前曾和我打过招呼，但我以为是征询意见，并未在意；会议推选出由 20 余人组成的理事会，任锦章任秘书长，学会挂靠于黑龙江省地震局（1995 年云南会议后挂靠于国家地震局地质研究所）。

当夜，我认真思考了是否接受这项新头衔，因为此前我对活火山及有关资料接触很少，也从未从事过有关的实际研究，没有任何知识储备，可以说活火山研究对我来说是一个全新的领域；我一直从事岩石学及相关领域的研究，自信有能力从国家自然科学基金会申请到稳定的资助，从事我热爱的专业研究。如果不接受新头衔，可以上述理由推辞之；而如果接受新头衔，按照我的处事原则（受人之托忠于人事），定当全力以赴努力去做。当时国内，甚至在地学界鲜有活火山研究者，或称我国没有活火山、更不会有火山灾害。同意接受新头衔，我必须至少部分乃至大部分放弃我所熟悉的岩石学及相关领域的研究，进入我并不熟悉的领域，并要以开拓的精神，克服预想不到的诸多困难，迎难而上，而其前途和成果是未知数。经过一夜的思考，我决定接受新头衔给予我的挑战，“莫问收获只护耕耘”，我把她当作是一项新任务，就像我在“文化大革命”前接受攀枝花钒钛磁铁矿物质成分研究任务那样。会后我即赴长春，与李际泰副局长同往长白山火山考察。此后连续多年，我们都不曾中断对天池火山的野外考察和研究。

后来发现，新头衔只是一顶“空帽子”，既没有相应的项目经费，也没有相应的人员，可以说是白手起家。幸好，黑龙江省地震局、吉林省地震局都表示对活火山监测研究给予大力支持；陈副局长允诺从他主管的地震联合基金会每两年拨付 3 万元的资助基金，虽然这只具象征意义。实际上困难比我预想的要多得多，首先是立项问题，国家地震局说其“户口簿”上没有火山监测研究这一项，不可能为火山立项，更不可能为此设大项目。我认识的学部办公室领导建议我去找国家科委社会发展司领导，并为我约定会见时间，这位领导与中科院地质所金成伟是南京大学同学，我也请他和这位司长先通通气；我如期去科委拜访，他很客气地接待了我，解释社发司的经费如何困难……我碰了一个客气的软钉子。但我并未泄气。转而去求得舆论支持，只要我参加的大小学术会议，我必定报告天池火山存在潜在喷发危险的有关情况（后来我听说，有人认为这是为了获取经费制造“莫须有”的借口）。我以 1990—1992 年对天池火山野外考察所得资料以及与著名火山学家沃克共同对天池火山为期 5 天考察后留下的文字记录（未发表）为基础，接受一些报刊记者的采访，如《人民日报》、新华社记者，他们都认为这是一个重要问题，并为此写进了内参；*China Daily* 发表的采访报道还引起国外同行的关注，打电话问我到底发生了什么？我回答说未出现新情况，只不过是记者将“休眠”解释为天池火山随时可能“醒来”(wake up)，用词不当。《中国环境报》记者以整版篇幅发表对我的采访报道，其中包括我们在野外考察的艰难，因为缺乏经费，李副局长借用一辆“半截美”作交通工具，根本爬不了山；每天从 1700 米的营地，用两腿爬向 2600 米的火山口沿，那时我已六十开外，还是带病之躯；山上气候多变，忽而艳阳高照，忽而又暴风骤雨。衣衫湿了干，干了再湿，就是这样坚持每年一个月的野外考察；这与豪华车辆络绎不绝上山旅游形成鲜明对比。我曾致信《科技时报》，纠正该报刊登的一位专家文章中的错误观点：中国没有活火山，也不会有火山灾害。后来该报希望我从正面以事实说明我国存在火山并存在火山灾害威胁的文章并附图片。我还利用召开火山学术讨论会的机会，用当时所能得到的资料对天池火山进行宣传，1993 年在长春召开第一次学术讨论会，吉林省地震局负责筹备，请来副省长张岳琦、国家地震局副局长陈章立；我向 100 余位与会者报告天池火山的有关资料和建议，结论是：天池火山是一座具潜在喷发危险的火山，必须考虑建立火山监测站。就餐时我又向张副省长重申了这一建议，他认为建议很好，会认真研究；会后省局向省领导提交建站报告，不久获批，从而由省局建立了北距聚龙温泉群约 250 米的天池火山监测站。事后，我认为在那个地方建站不妥，因为离火山口太近，又在瀑布下二道白河旁，一旦有喷发，20 亿立方米的天池水、瀑布两侧的悬崖以及喷发物，将会倾泻而下，火山站将会成为第一批被摧毁的

建筑物，并建议以后在二道白河附近建一个永久性监测站。会上，我还建议将旧称白头山火山或长白山火山改名为长白山天池火山，获大会一致同意。会议还以与会专家的名义，向全国有关单位、部门、专家学者发出呼吁，以引起官方、民间、学界对中国活火山监测研究的重视。这次会议是火山工作的一个转折点，有影响、有实效，我至今仍保存这次会议的合影。1992 年我在地球物理学会年会上报告天池火山有关情况，引起与会者的关注，郭履灿（政协委员）说，我可以就此问题向政协做提案，我谢谢他的好意，但未置可否;《地球物理学报》编辑向我约稿，于是写了《长白山天池火山——一座具潜在喷发危险的火山》的文章，发表于 1992 年的《地球物理学报》（35-3，661 ~ 665），这是第一次公开指出天池火山具潜在喷发危险的正式文章，当然很有影响力。

由科委支持、张焘策划的以“地球内部流体”为主题的香山学术讨论会（以不同的主题不定期举办，为科委挑选重点或重大支持项目做准备），指定我做主题发言，我为此做了认真准备，并将地下水、岩浆喷出或侵入及有关的成矿作用等均归入地下流体范畴，会上我顺便将天池火山约 1000 年前的大规模爆炸性喷发做了简要介绍，涂光炽院士当即插话问我，为什么不将情况向有关部门反映？我回答说我已多次反映，并为此奔走多年，得到一些口头同情，迄今未获实质性支持；涂院士说他会过问此事，帮助我来呼吁，但要我提供必要的资料。我内心高兴至极，有柳暗花明又一村之感。后来证明，涂院士的支持是关键性的。我的主题发言，后来被要求成稿，以《地球内部流体研究——当代地球科学重大前沿课题》为题，汇编于《科学前沿与未来》和《21 世纪新学科发展趋势》，由科学出版社出版。不久，涂院士在出访南非之前，请地学部副主任孙枢院士主持，由学部办公室会同国家局有关部门，举行一次有关中国活火山的座谈会，邀请地学部在京有关院士，吉、黑、滇地震局领导，国家局陈颙院士及有关司处领导、科委社发司司长等 20 余人与会，我在会上介绍我国活火山的有关情况，强调我国不仅存在休眠的活火山，而且有像天池火山那样的潜存灾害性大喷发危险的大型火山，其约千年前的爆炸性大喷发，被认为是近 2000 年来地球上最猛烈的喷发之一。而现实情况是，我国的活火山处于无人过问的空白状态，迫切需要建立火山监测站，以开展对天池火山、五大连



刘若新在天池火山野外考察

池火山及云南腾冲火山的监测研究。会议经讨论决定将我国活火山有关情况，上报国务院；但不以逐层上报的官方形式，而是以与会专家的名义，直接上书国务院领导，因为领导很重视群众，特别是科学家来信。大约半年后，好消息来了，我们的上书获李鹏总理和邹家华副总理批复，同意我们的建议。此后经国家地震局努力运作，最终由国务院办公室会同财政部立项——“我国若干活火山的监测与研究”，即 95 – 11 项目。这是我国第一个有关活火山监测研究的国家项目，我当然为此感到欢欣鼓舞。经过六年坚持不懈的努力和有关人士、媒体的支持、帮助，我国活火山的监测与研究，终于有了艰难而又良好的开局。

让石头重回深处

◎ 张　流

地壳内部最基本的环境是温度和压力随深度而增加。因此，无论是想知道现在地表岩石当初的生成条件，还是想知道现在地下岩石的各种特性，人们先想到的便是努力创造一种对应于各种地下深度的温度压力环境，看看在这样的“深处”，石头会有怎样的行为。1978 年，当我来到国家地震局地质研究所读研究生时，导师罗焕炎先生所在的研究室已经有了相当规模的实验室在模拟这种环境，做着各种研究。老地质所大楼前面、现在农业银行的位置有一片面积不小的平房，那是马瑾老师领导的研究组，以岩石力学性质的实验研究为主。他们在一个很大的钢质圆筒里灌上油，装上很大的样品，密封起来，用油泵往里打油加压，用电炉丝加温，然后用一个偌大的活塞往下压，让石头变形直到压破。当然还有许许多多的引线测量着各种参数。七八个人，成天地忙活。我记得当时还有吴秀全、李建国、刘天昌、许秀琴、王宝生，后来还有一些学生。大楼的后面、现在我们所综合楼的位置也有一片平房，那是以施良骐、郭才华先生为首的以软固体为介质的高温高压实验室。他们用很小的样品，加很高的压力和温度，来测定岩石的波速和电导率。很明显，这是要探索地壳波速和电性结构的机理。实验室里的千吨压机，体积不大，却“吨”实而威严（有好几吨吧）！正面铸成的“为人民服务”的机器标志不仅告诉了我生产的年代，后来我也真切感受到他们要努力体现的精神。这里还有张友南、刘树山、宋瑞卿、崇秀兰、王光根，罗先生把我也安排在了这个组。

罗先生是做地球动力学数值模拟研究的。他要我在固体介质的容器里测定岩石的力学性质，这样可以将温度和压力提得更高，实验结果能用来考虑地壳深部的问题。但原有压机只能提供一个单向动力源，在介质中产生准静水压，并不适合做力学实验。当时我对这个领域比较生疏，还念念不忘我原来的晶体结构分析。加上论文时间短、经费有限，不容设计和加工复杂的实验系统，我只想尽可能将就并“速成”。说来也巧，我从大院里捡到了一个现成的圆筒容器，请工厂加工了两个夹板，用 12 根螺栓将容器夹在中间，构成了一个框架。起初也想用单向加载，用两道系统分别测量轴压和围压来确定强度，但失败了。哎！这才体会到什么叫“欲速则不达”。于是



交流（左起：高平、苏联著名学者T.S.列别捷夫、张友南、郭才华、张流）

我们回到 Griggs 关于固体介质三轴实验装置的原理上，老老实实照办。当时负责研究生工作的是陈树岩，她的先生是一家大工厂负责生产的工程师。她帮助我走后门，加工了新设计的围压油缸。不仅时间最快，而且精度高、花费少。我们的，也可以说是中国的第一个固体介质三轴实验装置总共花费不到 5000 元。许多小部件和模具都是在摸索中自己加工成型的。实验流程也都是自己设计并不断改进而定型的。这里我应当特别提到两位一起工作的伙伴。一位是王绳祖，我已经习惯叫他老王了，实际可称是我的老师。在我最困难的时刻，他从外地调来我们组，并对我的工作感兴趣。对我来说，真是有神来助。从设备和课题的设计到实验操作，他都一丝不苟，还常常陪我晚上加班加点，一起玩命。另一位是刘树山，很多的设计和零件加工都是他帮助完成的。我还从他那里学会了如何使用车床，连容器外面的冷却套都是我们自己车出来的，为的是赶时间。老刘，那时是多么壮实的汉子！他每天要从南郊的大红门骑自行车到北郊的祁家豁子上班，来回路上就是四五个小时。哎，现在，和我一样，老了。

我们的这个装置将岩石力学实验的温压范围提高到了 1000℃、700MPa，模拟到了地下二三十千米的环境。这被写进了一次全国性学术会议的总结。我们开展了对花岗闪长岩等岩石的较为系统的研究。当我们第一次遇到高围压下岩石的黏滑现象时，巨大的声响和应力应变曲线的突然下滑吓得我冒出一身冷汗，以为容器裂开了。

在我做论文期间，美国学者 H.C. Heard 来访，他对我论文的设想提了很多具体意见。他回国以后又给我寄来当时这个领域的文献目录，不下 50 余篇。他同时还寄来几张最新的固体介质三轴实验装置的结构图。这成了我们后来改进装置的重要参考。

随着我所改革的启动，科研经费一度很紧张。马瑾老师好不容易从地震局争取到一点实验室改造经费，就给了我们固体介质装置 1.5 万元。后来由施良骐和刘树山设计并加工了新的装置，压机也安装了导轨。这一技术（图纸）还卖给了武汉一家研究单位和地科院力学所。

这两套装置还真用了许多年。王子潮的博士论文，周永胜、蒋海昆博士论文的一部分，王威、白太绪、肖晓晖、黄建国等的硕士论文都是在上面完成的。何昌荣、周

永胜、曾正文、李彪等都在上面做过不少工作。王绳祖老师更是从第一批实验结果开始就写出了高水平的系列论文，后来结合相似材料的模拟试验提出和发展了地壳构造、应力场和地震活动性的塑性流动网络理论，写出了《地震预报 TP 法》专著。

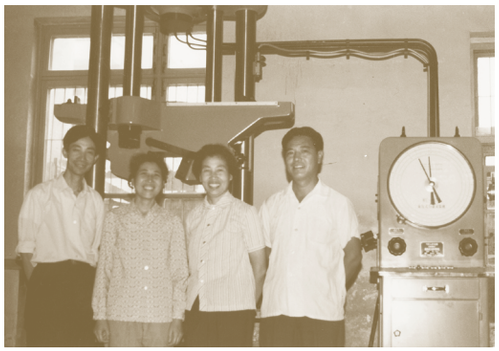
基于这些设备，我们还争取到并完成了国家自然科学基金、地震联合基金、科技部和国家地震局“八五”、“九五”等多项与地震研究相关的重点项目课题，争取到一些油田项目，拓宽了我们的研究空间。设备和相关成果多次获得地震局奖励。

岩石力学实验是讲究加载速率的。最初速率的控制是利用 X-Y 记录仪均匀走纸的功能，将 X 轴设定为时间，将 Y 轴设定为力。事先在记录纸上画好一条斜线，斜率由设想的加载速率决定。实验时，一面用手操纵油泵阀门，一面目不转睛地盯着记录笔，让它沿着斜线走，可见手上功夫了得。就这样，我们获得了首批不同加载速率下的岩石变形数据。那时控制技术最好、精度最高的是王绳祖老师。只要他在，都是由他控制。后来控制系统又做了改进，用上了伺服阀、计算机。再后来，马瑾院士和何昌荣他们做得就更出色了，实验室真的达到了国际先进水平。顺便提一下，王老师虽已退休多年，但一直在科研这块土地上耕耘不止，常有文章在国内外期刊上发表。

在我们组里，有几位是搞机械设计的同事。除去平时压力容器、配套件的设计加工外，实验室最早的千吨压机就是施良骐和刘树山二位设计并加工成的。宋瑞卿还为实验室设计加工了一套可加孔隙压的液体介质三轴实验装置，后来赵树清又做了伺服控制改造。赵树清来得稍晚，他在实验室电路改造和仪器研制方面做了大量工作。崇秀兰为实验室加工了一套高温单轴蠕变仪。翟盛华也在这个组呆过一段时间。说实在的，个个都是能独当一面的高手！

还有我们的另一位成员——李建国。他已经离开了我们。虽然他较晚才来到我们组，但他的热情待人、勤恳工作让我们每一个人都难以忘怀。

再说说我们组的另一部分工作（后来分成了两个组）。就是前面提到的，在千吨压机上、在高温高压条件下，测定岩石的波速和电导率。正是这项工作撑起了高温高压实验室的旗。我们称郭才华先生为郭老，不仅是因为他最为年长又为人谦和，还因为他建立了高温高压下波速和电导率的测定系统，奠定了实验室基础。郭老是学物理的，天津南开大学毕业。研究人员还有张友南，现在也可以称张老了，南京大学地质系毕业。由于我们的个人关系更近些，因此常常称他友南。再后来，我的那一位，高平，也来了。为了解决两地分居，她为我两次迁徙，两次改变业务方向，真是为难她了。不过那是家事，那个时代这样的事不少，真是一言难尽。她也还有点小幸运，当时郭、张在用大理石做高温高压实验时发现了不少黑色物质，分析证明是碳（石墨）。她从热力学角度分析了碳析出的温度、压力和氧逸度条件，一起完成了一篇很好的


同事（右起：刘树山、崇秀兰、宋瑞卿、张流）

论文并获地震局奖励。

那时的实验是在一个内孔直径为20mm的圆筒里进行的，实验用的最高压力为2GPa，大概用到60吨的力。在千吨压机上做这样的实验真是杀鸡用了宰牛刀。常常用手指一碰就是20吨。后来高平做了调研、制定了方案、筹集了经费、找了协作单位，将压机改成了0 ~ 200吨和0 ~ 1000吨两档（0 ~ 1000吨档当时未启用），实现了温度、压力的程序控制。这一改进为后来的实验研究提供了精度保证，她也完成了一批论文和相应的课题。其中，关于华北地区和秦岭—大别山地区地壳结构的研究与探索正是高温高压岩石物理研究多年来想要实现的目标。这也算发挥了她的能力和专业特长。友南也在这台机器上做了不少出色的工作。他现在去了加拿大，无法深一点谈及了。这期间还培养了这个组的第一个硕士研究生毋润昌。这一摊的工作，后来就由年轻人接手了，相信设备和研究工作都有了很大发展。

60年，像一部电视连续剧。这一集完了下一集开始。从1978到2001，我也经历了20多年。从2001到2011，又是10年，也还和地质所没有断了关系。其实，从1959年进入大学起，我就和地质所挂上了。那时中国科学技术大学地球化学系是由地质所协办的，系主任是所长侯德封，系副主任之一是副所长涂光炽，副主任、党总支书记杨敬仁是从所党办主任的位置上调去的。我们的主要课程都由地质所派人教授。记得构造地质学大家张文佑先生给我们上课，常常拿着他的帽子搓来折去，告诉我们断层、褶皱是如何形成的。记得稀有元素地球化学课上，郭承基先生给我们讲铍，司幼东先生给我们讲钽，同学们很喜欢他们的课，戏说他们一个扯皮（铍），一个扯蛋（钽）。1963年我被确定来地质所做毕业论文，导师是周景良先生。1964年毕业后又分配到地质所，直到1967年2月“支援三线”去贵阳地化所才离开。

真应该用两句诗发一点感慨，无奈没有那个才华。这倒令我想起科大老校长郭沫若在回答我们班同学关于诗的问题时说过的一句话“生活本身就是一首诗，何必挖空心思”。一方面聊以自慰，一方面这不也是在说岁月如歌吗！

八年奋斗，终结硕果

——记“城市活动断层探测与地震危险性评价”科研项目

◎ “城市活动断层探测与地震危险性评价”项目专家组

“城市活动断层探测与地震危险性评价”（简称“城市活动断层探测”）项目是国家发展与改革委员会立项资助的国家级重大科学工程“中国数字地震观测网络工程”项目中的七个分项之一，即“中国地震活断层探测技术系统”，内容包括：对北京、上海、天津、兰州等 20 个大中城市的主要活断层开展探测与地震危险性评价和活断层工程技术系统建设，目的是查明目标断层的空间位置、产状、规模和活动性，评价其地震危险性和地震危害性，为城市规划、建设和减灾服务。

项目立项建议书的编写实际上从 1999 年底就开始了。以我所徐锡伟、邓起东、汪一鹏为核心，以郑州物探中心方盛明与我所冉勇康、陈杰、王广才、于贵华等为骨干的一批研究人员，反复推敲、修订项目立项建议。2001 年 3 月立项建议被归并到中国地震局《中国数字地震网络项目建议书》（以下简称“数字地震项目”），上报国家发展计划委员会；2001 年 4 月，中国国际工程咨询公司对建议书进行评估论证；2002 年 5 月 31 日，国家计委同意数字地震项目立项（计投资 [2002]821 号）；2003 年 3 月 26 日，《中国数字地震网络项目可行性研究报告》通过了中国国际程咨询公司的评估；2004 年 6 月完成“数字地震项目”的初步设计（代施工设计）论证，获国家发展与改革委员会批复（发改投资 [2004]1138 号）资助。项目正式起动，并于 2008 年 4 月通过最终成果验收。从项目的筹划到项目的胜利完成历时八年，项目的主管部门领导、项目的管理形式等都发生过多次变化，但项目的主要承担人员们都一如既往，认真、踏实地完成着自己的分内科研工作。

“城市活动断层探测”项目的首席专家徐锡伟是位性格爽朗、心胸宽广、认真求实的科研工作者，由于项目涉及的工作面广、学科领域多、情况复杂多变，工作中难免会遇到争议。每当此时，他总是本着科学的态度和在场专家讨论，甚至有时候相互争得面红耳赤，意见获得统一以后，他又像个小孩般爽朗大笑；他注重吸收老一

辈科学家们的知识和经验，在项目执行过程中，请邓起东院士担任项目监理组组长，汪一鹏研究员任项目专家组组员，指导各阶段的工作；他不仅充分利用和发挥地震局系统内部的资源和力量，还广泛吸收外系统及海外的优秀人才和科研技术力量，为项目的高质量完成奠定了良好的人力物力基础。如将闻学泽研究员的地震危险性分析中—弱、中强模型及原北京大学陈晓非教授的研究团队研发的有限差分法算法、并行计算技术及 PC 集群引入到项目信息系统建设中，提高了系统的分析、运算能力，高效地完成了地震危险性分析及危害性评价中一系列大规模的模拟运算。

我所承担的“活断层探测技术系统”包括活断层探测、活断层鉴定、活断层数据信息 3 个技术子系统建设、国家活断层中心环境改造和活断层试验探测以及 20 个城市活动断层探测的技术指导等。活断层探测技术子系统由浅层地震探测、近地表地球化学探测两部分构成。活断层鉴定技术子系统包括两个主要方面：一是用于野外获取活断层位错事件、位移量和变形定位的野外定量鉴定技术装备；二是用于室内测定年轻地层或位错事件发生年代的年龄测定装备；活断层数据信息子系统建立全国尺度的地震活断层探测成果基础数据库，完成对整个项目全部探测数据信息的汇集、存储、规范化管理，并应用活断层探测数据信息进行地震活动性分析、地震危险性、地震危害性评价处理，及将其成果向各级相关部门及社会提供的分层次服务的工作技术保障。活断层试验探测依据城市活断层探测五个阶段需要解决的关键技术难点，结合地质研究所的技术优势，攻克城市活断层探测准确定位、定年、定性（危险性与危害性）和地理信息子系统运行环境中存在的关键科学技术问题，提高城市活断层探测与地震危险性评价项目的执行能力。活断层分项负责人冉勇康、陈杰、于贵华。工作团队：探测技术子系统负责人马文涛、邓志辉；鉴定技术子系统负责人陈杰、闵伟；活断层信息子系统负责人于贵华；国家活断层中心负责人韩竹军、尹金辉。活断层试验探测工程地质所分项 21 个专题负责人王广才、闵伟、陈杰、杨晓平、宋方敏、韩竹军、于贵华、陈立春、程绍平、何宏林、冉勇康、林传勇、尹功明、尹金辉、徐锡伟、朱艾斓、闻学泽（四川省地震局）、陈桂华、李传友、郑荣章、马文涛、马胜利、何永年、许建东、赵伯明（北京交通大学）、陈树岩等。参加工作的还有许多所内科研工作者、博士生、研究生等。许多参与合作的外单位同志在项目的建设过程中也作出了许多贡献。如郑州物探中心方盛明、山西省地震局的李自红经常“打着飞机”来地质所支持工作。年过六旬的陈树岩老师为了完成许多媒体宣教片的编辑工作，时时心系宣教片内容，经常睡着半截觉想起一个好点子就起床记录下来，并到野外工作现场摄像、照相，获取第一手素材。

在项目执行过程中年龄最大的工作组之一是由邓起东院士、卢造勋、杨主恩组

成的监理组。为了确保项目高质量、按工期顺利实施和完成，监理组先后 26 人·次、共 32 人·天对地质研究所的施工设计和专题成果进行审核，对部分施工现场进行现场监理。参与审核初步设计、专用软件的招投标、模板制定和修改、基础软件应用培训、专题变更审核、软件测试与验收等大量工作，协助信息子系统实施组完成预定目标。监理组将有关情况和建议编写监理简报、监理审核表、预验收单、联系单 49 份，上报业主中国地震局地质研究所、项目主管部门中国地震局震害防御司、项目首席专家组，并通报各承担单位，起到了为项目保驾护航的作用。

负责审计的崔京龙同志严把合同审计关，为项目仪器设备采购、软硬件招标立下了汗马功劳。财务处的孙宇航等同志更是为了项目的财务预算、记帐、决算等等经常加班工作到晚上九十点钟才回家，人累瘦了，眼圈黑了，但是他们对前去报账的科研人员仍是谈笑风生，不时还风趣地开开玩笑。

通过“中国地震活断层探测技术系统”的建设，对我国 20 个大中城市开展了活动断层探测与地震危险性评价工作。在对这 20 个城市 108 条断层开展探测、鉴定工作后，鉴定出 26 条活动断层，给出了准确定位、最大的潜在地震震级和未来 50 年、100 年和 200 年的发震概率；另外，对前人认定的 9 条活动断层，经过多手段的探测和论证，确定其为不存在或不活动。探测结果在项目验收后已向所在城市的政府部门进行了通报。开展城市活动断层探测与地震危险性评价工作实践表明，已经通过探测的城市不同程度地提高了城市土地利用、规划建设、重大工程选址、抗震减灾设防标准制定、地震应急救援预案编制的合理性和科学性，显著提高了我国城市抗御地震灾害的能力。例如，“银川市活动断层探测与地震危险性评价”给出了北东向斜穿银川市东部的“银川隐伏断裂”为一条具有发震能力的活动断层，银川市政府委托清华大学和宁夏回族自治区地震局一起进行了市政规划，沿活动断层带状设计了一条宽约 200 米的绿化带，插上了活动断层标牌标示断层位置，并且不允许跨断层建设。另外，乌鲁木齐市政府得知探测鉴定出活动断层后，主动要求新疆维吾尔自治区地震局提供活动断层位置数据和误差范围，标示到 1∶1 万地形图上，供城市建设避让活动断层用。兰州市位于黄河河谷中，本来寸土寸金，通过大量浅层地震勘探、探槽开挖、钻孔探测、年代样品的测试和综合分析，否定了前人提出的穿过兰州市区、晚第四纪有活动的刘家堡断层和深沟桥断层，这两条断层实际是不同岩性段的岩性分界



银川市活断层探测与地震危险性评价项目
主要成果展示会

线，为兰州市提供了发展空间。

“城市活动断层探测与地震危险性评价”项目得以顺利实施、圆满完成，领导重视是前提，指导监督是保障，精诚合作是基础，勇于探索是关键。

中国地震局、地质所领导对项目高度重视，并给予了大力支持；中国地震局规划财务司、监测预报司、震害防御司有关领导在项目立项和建设过程中多次给予重要指示和具体施工指导；我所包括张培震所长的所领导对项目实施直接进行管理，这些领导的高度重视和科学管理是本项目能够顺利完成的前提。

项目实施过程中，数字地震项目专家组、地壳运动工程中心工作人员、地质所及兄弟单位的专家多次给本项目提出了指导和建议；聘请审计监察和监理人员在项目执行过程中全程监督和审计，确保了项目质量和资金安全。

在所长和项目首席专家的统一协调下，我所各承担团队精诚团结、密切协作，参与工作的所有人员都团结合作、尽心尽力，使项目建设能够顺利完成。同时，所计划财务处、科技发展处、监理质保组、审计监察处在项目立项、管理、实施及设备采购等各个环节对项目实施给予了大力支持与协作，监理质保组对项目实施的各个环节严格把关，并提出了大量宝贵意见。这些部门的大力支持和协作为本项目能够顺利推进、按时完成建设任务奠定了基础。

项目建设在严格执行中国地震局管理制度的基础上，结合我所实际情况，建立、建全规章制度、工作程序，规范项目的组织实施和管理；严格执行国家有关规范、行业标准、项目规程是保质保量完成好工程项目的关键；面对复杂的科学问题、工程难点勤于思考、勇于探索是完成好“城市活动断层探测”项目的关键。

一段难以忘怀的经历

——记“首都圈地震地质环境与地震灾害”科研项目

◎ 王连芳

“首都圈地震地质环境与地震灾害”科研项目由高文学和马瑾同志负责，我作为一个管理者有幸参加了该项目的全过程，主要负责项目的组织、协调和管理工作，还参加了部分项目研究工作，受益匪浅、感触颇深、终生难忘。

一、项目的提出

由于首都圈在政治、经济、科学文化上的特殊地位，也由于它是强震活动区，这个地区一直被作为地震重点监测区，投资之巨是全国首位。不少专家认为，今后大震活动的主体地区将转移到西部，然而华北地区仍有发生个别强震的可能，有史以来首都圈曾发生 6 级以上破坏性地震 9 次，其中 1679 年发生的三河平谷地震震级高达 8 级；古地震研究表明，在沙河房山等处曾发生过史前地震和历史地震，在这些地震中，房山云水洞的钟乳石被折断、清河镇西二里朱房村全新世沉积中汉唐文化层被错动 1 米以上。北京一些地区曾被推测为 2000 年内的 7 级地震危险区，能否对这个位于首都附近的可能发震区做出预报，能否对人口集中、工业科技文化高度密集的首都圈的震害类型和分布做出事先预测，以作为合理有效的抗震防灾对策，其意义极为重大。诸如此类关系重大的问题，如不事先做好充分研究，后果不堪设想，这些也就是立项进行研究的目的。

二、项目成果内容

为了回答上面提出的问题，在前人工作的基础上，总结分析现有资料，对前人的资料进行统一消化整理，提出许多重点课题，对此深入开展了专题调查和研

究工作，在一些关键部位做了扎实而大量的野外调查和室内分析测试研究工作，把以往大量的科研工作成果与本课题所取得的研究成果进行系统汇总，构成一个有机的整体。

整个项目成果分为四部分：

（1）《首都圈地震地质环境与地震灾害》专著（地震出版社，1993 年）。

专著共分三篇十一章。第一篇共六章，是本书的基础，描述了首都圈地区的基本地质、地球物理环境和构造变形模型；第二篇共三章，在第一篇的工作基础上，着重研究分析了地震危险性和地震台网布局，这是一个难度很大，探索性很强的问题，它涉及中长期地震活动趋势分析、短临预报和地震前兆监测等方面；第三篇共两章，讨论了震害预测与减灾对策，这是一个实用性很强的问题。由于地震预测的困难，也就造成预测灾害的困难，尽管如此，作者把重点放在震害环境的评估上，从而使这部分材料更有实用价值。

（2）首都圈地震危险性与震害预测综合挂图（三张）。

它们分别是：①地震构造环境及潜在震源区划图；②地震灾害环境质量评价分区图；③防灾救灾区划图。由于经费问题，尚未出版。

（3）首都圈地震基础资料图册，图册共有 14 张基础资料图。不详细述。

（4）首都圈地震文献库（软件与目录）、数据库和图件库。

这是一项大型的多学科研究项目，由 4 家单位、地质所 5 个研究室、10 多个学科、30 余人参加，历时 3 年共同完成。

三、项目成果的特点

与国内外以往同类研究比较，本项目成果具有综合性、系统性、先进性与实用性等特点。

（1）综合性。

成果的综合性，集中表现在首次全面分析了前人零散而丰富的研究成果，第一次用综合减灾的科学思想，从基础地质、地球物理环境出发，针对监测预报、地震危险性分析、震害预测与抗震减灾对策等方面探索了有效地减轻地震灾害的科学途径。

（2）系统性。

成果的系统性，主要体现在把构造条件、介质条件、现代构造变形及演化，首都圈的变形特点，首都圈与区域构造的关系，潜在震源区的发震概率（中长期），前



1991年课题组成员在河北昌黎项目总结交流会时合影

兆台网优化方案（短临预报），震害环境评估以及减灾对策等作为一个整体来加以研究，是一项系统工程成果。

（3）先进性。

成果先进性，国内首次在大城市，用综合减灾思想指导地震减灾的系统综合性研究。首次把首都圈有关地学资料编成数据库。同日本的东京、新西兰的惠灵顿等城市的同类研究比较，其综合性、系统性与实用性方面更具有典型性和示范性，充分体现了国际减灾综合防御的思想。

（4）实用性。

成果的实用性，则表现在不只是从理论上讨论构造变形模型，而且讨论了北京及其周围地区发震的前兆模式，并努力把研究成果引向回答潜在危险区判定、台网优化、震害预测与抗震救灾等对首都地震综合减灾有实际意义方面上来，从而使这一成果也为首都圈的地震小区划、抗震减灾和经济建设规划的制定提供了科学依据。

该项成果，获得中国地震局科技进步二等奖。

四、项目的组织协调管理与体会

由于该项目是一个庞大的系统工程，参加的单位多、研究室多、学科多、人员多，因此项目的组织协调和管理亦是非常繁重和复杂细致的工作，其中最多的工作

是单位之间、研究室之间、课题组之间、学科之间、人际关系及项目经费的协调。还有每年一次检查总结会议的组织管理，工作量是很大且繁杂的。为了让课题负责人能有更多的时间考虑课题和研究工作，我尽力多做些繁杂的事物性工作。课题管理着重抓好下面几个环节：项目进展情况的了解和检查（一个季度或半年一次）；随时了解课题组存在的困难和问题并及时加以解决；课题之间要密切衔接，及时沟通和交流；组织好每年一次的汇报交流和检查总结会。我从这些复杂的工作中学习到很多东西，体会如下：

（1）提出课题，是项目立项的关键。

科学巨匠爱因斯坦的名言："提出一个问题往往比解决一个问题更重要，因为解决一个问题也许仅是数学上或实验上的技巧而已，而提出新的问题或新的可能，从新的角度看旧问题，却需要创造性的想象力，而且标志着科学的真正进步。"

（2）做好课题设计，是项目完成的关键。

重大科研项目，一级课题往往要分解成若干二级课题，甚至三级课题。课题之间要有机联系，环环相扣，形成一个有机整体。课题分解要合理，分解到每个人要做到任务明确、目标和要求清楚，便于课题负责人进行检查。课题内部既有分工，又要很好协作，提倡团队精神。

（3）多学科、多手段的综合研究是项目完成的保证。

科学发展到今天，当代任何一个重大研究项目都是一项复杂的系统工程，必须组织多单位、多学科、多人次大兵团作战，共同参加研究才能完成。尤其地震地质科研项目更是如此，绝非一个人、一个学科能够完成的。

（4）管理者必须深入到课题中去组织协调。

作为一个管理者，对重大的科研项目，深入到课题中进行组织协调和管理很有必要，也是可能的，应该大力提倡。既能帮助课题负责人从繁杂的事物性工作中解脱出来，又能使自己及时了解课题的进展情况和存在的问题，解决问题于萌芽之中，使课题能顺利进行和完成。同时，管理者也可从中学习到很多专业知识，有利于提高管理水平。

两度穿越喜马拉雅山见闻

◎ 郑剑东

1994 年春天，应尼泊尔地质学会邀请，去加德满都参加喜马拉雅—喀喇昆仑—西藏国际地质讨论会。3 月下旬我与西藏地矿局副总工程师夏代祥一行乘汽车从拉萨出发，穿越喜马拉雅山，到达尼泊尔首都加德满都；会后又从加德满都再次穿越喜马拉雅山回到拉萨，历时半个月。这是一次穿越世界第三极长达 1200 千米的跋涉，从雪域高原进入热带的恒河平原，从西夏邦马峰东侧聂拉木河谷越过喜马拉雅山，气象万千，风情变幻，终身难忘。我有幸在 4 月 1 日开幕会议上作《阿尔金山及喀喇昆仑山构造演化》的学术报告，为国争光。现将沿途亲身经历，所见所闻简述如下。

一、神奇的喜马拉雅山

巍峨的喜马拉雅山从克什米尔的南迦巴尔特峰至西藏东缘的南迦巴瓦峰，绵延 3000 千米，90% 在我国境内，有 10 座 8000 米以上的高峰，最高峰为珠穆朗玛峰，海拔 8844.43 米，是世界上最年轻的山系，第四纪 (300 万年) 以来才急骤升起。喜马拉雅山脉构成青藏高原南面的屏障，阻挡了从印度洋吹来的暖湿气流，形成了青藏高原特殊的气候。青藏高原以雅鲁藏布江为界分为两部分，南部是喜马拉雅山系，北部是羌塘高原。从全球构造分析，喜马拉雅山系和羌塘高原分属两个不同的构造板块，前者为印度—澳大利亚板块，后者为欧亚大陆板块。穿越喜马拉雅山，一个完整的喜马拉雅山系包括特提斯喜马拉雅、北喜马拉雅、高喜马拉雅、南喜马拉雅和小喜马拉雅，前三部分在我国境内，后两部分在尼泊尔和印度境内。那么喜马拉雅山到底是怎样形成的呢？请看下面分析。



在西藏野外考察，背后雪山为珠穆朗玛峰


从南坡尼泊尔看境内喜马拉雅山

二、路线穿越中的地质简介

地质路线从拉萨开始，从局部上看路线上的构造十分复杂，褶皱倒转、逆冲推覆、火山活动层出不穷。但从整体上看构造格局并不复杂，拉萨位于念青唐古拉地块，穿过雅鲁藏布江缝合带、特提斯喜马拉雅、北喜马拉雅、高喜马拉雅、低喜马拉雅，南达西瓦里克拗陷等构造单元。念青唐古拉地块主要出露一套前寒武纪的变质岩，称念青唐古拉群，同位素年龄值为（1040 ~ 1382）Ma（许荣华等，1990），其上有古生代和新生代沉积，晚白垩世—早第三纪发育大套火山岩，与其下地层为明显的角度不整合，是冈底斯火山弧的一部分，念青唐古拉构造演化的大部分时间为稳定地块。雅鲁藏布江缝合带主要出露侏罗纪—白垩纪蛇绿岩，夹有晚古生代岩块及混杂岩，该蛇绿岩套具有完整的洋壳序列，是新特提斯洋盆的残余，蛇绿岩逆冲到南北两侧的复理石上。特提斯喜马拉雅大致以藏南分水岭为界，发育巨厚的中生代复理石建造，以三叠系为主，该带构造变形强烈，地层褶皱倒转，在公路上就能看到巨大的外来岩块（二叠纪灰岩）推覆到复理石之上，这里曾是特提斯洋的一部分。北喜马拉雅出露一套完整的海相沉积，从寒武系至始新统厚逾万米，连续沉积，化石丰富，是印度地盾北缘被动大陆边缘沉积建造。高喜马拉雅沿喜马拉雅山主脊线分布，出露一套结晶变质岩，称聂拉木群，变质程度高，主要为片岩、片麻岩及混合岩，同位素年龄值为 1250Ma（许荣华，1985）。低喜马拉雅大致以樟木友谊桥以南的主中央断层（MCT）为界，位于尼泊尔境内，出露一套浅变质岩，称加德满都杂岩，有黑云母片岩、千枚岩、石英岩等，同位素年龄值为（517 ~ 520）Ma（Arita，1983），这一套变质岩明显地比聂拉木群变质程度低。在公路上看到高喜马拉雅和低喜马拉雅由一系列倒转背斜组成，尼泊尔地质学家称由 MCT 组成的褶皱为 Sunkosi 背斜。西瓦里克拗陷位于主边界断层（MBT）以南，主要为晚第三纪以来的巨厚山前堆积，下部称莫瑞建造，上部称西瓦里克建造，厚约 4000 米。

我认为喜马拉雅山构造的主要特征是一系列逆冲断层，如主北断层（MNT）、主中央断层（MCT）、主边界断层（MBT）层层向南逆冲推覆，造成该地区地层叠加增厚，叠置成山。逆冲的序次由北向南逐渐变新，逆冲角度逐渐变小。如前所述，喜马拉雅山构造演化显示为在前寒武纪结晶基底上发育一套连续沉积的海相沉积建造，

是印度地盾北缘被动大陆边缘沉积，不是过去所谓的喜马拉雅大地槽。晚古生代—中生代，被动大陆开裂成特提斯洋和新特提斯洋，早第三纪特提斯洋封闭，与此同时印度洋不断扩张，向北形成巨大的推压之力，促使喜马拉雅山不断抬升，形成今天的构造格局。

三、尼泊尔王国

喜马拉雅山南麓有尼泊尔、锡金和不丹三个内陆国家，尼泊尔最大，它位于喜马拉雅山中段，山地面积占国土总面积的 80% 以上，境内有 7000 米以上高峰 50 余座，是一个“高山王国”。这个国家没有出海通道，曾是英国的殖民地，过去一直受印度控制。1923 年国家独立，国王掌权，是君主立宪制，所以称王国。1955 年与我国建交，中尼友好公路筑起了两国友好合作的桥梁，如今我国往返尼泊尔的货车源源不断地翻过喜马拉雅山，给尼泊尔人民运来了物质文明，在尼泊尔到处可见中国生产的价廉物美的商品，尼泊尔人民对我国热情友好。值得一提的是，由于尼泊尔在国际上奉行中立政策，联合国在其境内设立了许多机构，UN（联合国）军队、UN 汽车随处可见，联合国军队训练总部、山地环境、山区发展中心等都设在尼泊尔，这里俨然是一个联合国的王国。

尼泊尔的旅游和登山事业发达，在喜马拉雅山麓登山旅馆比比皆是，旅游和登山业为其经济发展作出贡献，我们在加德满都也感受到旅游的热情。

这次穿越收获甚多，不但实地考察了喜马拉雅山的地质构造，锻炼了身体，同时也磨炼了自己的思想意志，在高矗的大山面前，个人显得十分渺小，一种无私无畏的心境油然而生，是对自己的思想和人生观的一种升华。



在尼泊尔参加“喜马拉雅–喀喇昆仑–西藏国际地质讨论会”

为他人做“嫁衣裳”

◎ 姚彦之

我自 1954 年考入北京地质学院后，马杏垣老师就教导我们说从事地质科学工作不但要学好地质理论，还必须要有野外实践的认识。因此，我就和几位同学组成了地质小组，利用周日和寒暑假在老师和高年级同学的辅导下去北京附近的山区学习地质野外知识，从那时起，我就爱上了地质工作，毕业后又经过地质调查、找矿、教学和科研等工作，我就更加热爱上地质工作、热爱祖国的山山水水。当时，由于种种原因，我们国家的科技期刊大多数被停刊，1960 年上级指示可以复刊，工作需要我调到《地质学报》编辑部做学报编辑；不久，我又参加了《地质论评》的复刊和编辑工作。

1970 年我被调到中国科学院地质所二连（模拟实验室），我当时非常高兴，终于又回到地质研究的队伍了。但是，1972 年地质所要复刊因“文化大革命”停刊的《地质科学》期刊，由于我有一段做学报编辑的工作经历而被调去筹建编辑部和复刊工作。只好服从领导安排，重新从事“为他人做嫁衣裳”的“行当”。

1973 年《地质科学》正式出刊。1966 年的邢台大地震，引起了地质界对地震地质、地震预报的重视，1975 年成功预报了海城大地震，国内外都认为中国可以预测地震了，地震地质的成果文章逐渐增多。偏偏就在这欣喜的日子里，1976 年唐山大地震爆发了，带来了巨大的沉痛的灾难，国家非常重视地震工作，1978 年“中科院地质所”更名为“地震局地质所”。原“中科院地质所”的《地质科学》编辑部的 5 个成员有两名到地震系统，我便是其中之一，而另一名则要投考研究生，基本上脱产了。当时地震方面的稿件非常多。我一方面筹建地震地质专业的刊物，另一方面在新刊物出版之前，在《地质科学》刊物上，力争地震系统的文章要占到二分之一的版面，谈判结果是这部分稿件得由我一人负责编辑加工。申报一个新刊物除了完成各种申报手续外，还要备足一年的稿件。为了引起各界的重视，经陆定一同志的推荐，特别邀请了王震同志给《地震地质》题写刊名。当时有人说我傻，说：你再累也是给别人做嫁衣裳，我说这是地震工作的需要。

1979 年《地震地质》期刊诞生了，正式成立了编辑委员会。领导的重视和广大地

震地质科技工作者的支持，使得期刊越办越红火，稿件源源不断，得到国内外同行的赞扬。但是，新的问题又来了，因为篇幅有限，压稿现象严重，许多稿件的时间性又很强，因而优先刊登两三千字的摘要短稿，这样不仅使时间性强的成果得到了及时的交流，有些成果还能在国际上占据领先地位，例如：林金录的短文就比日本同行的早十几天发表而在国际上居于首位。

编辑部逐渐走向正规，国家规定科技期刊的编辑至少 4 人，因此先后调来了王笑媛和王文瑚同志，编辑力量不断壮大。三个人在专业上各有所长，虽分工明确，但我们一直非常团结互助，大小事情都是互相商量而定，“三个臭皮匠，顶个诸葛亮”。

为提高刊物的编辑质量，所有来稿均请所内外 2 ~ 3 位同行工作者审稿，每期刊物发稿前，均由十几位所内外专家组成的编委会讨论定稿。即使这样层层把关，仍然还会出现漏洞。例如：在编辑一篇关于数学计算的稿件时，发现公式推算的步骤中出现了错误，及时和作者一起给予了更正。专业期刊的编辑，不仅是顺顺句子、正正标点符号，还要具备一定的专业知识。认识到这点，我们对自己的这份工作也就聊以自慰了。

市场经济使整个社会经济复苏，但给我们这样印数不多的科技期刊却带来了种种难题，由于印数少，没有盈利，知名出版社不接收、不承担印刷、不承担发行……怎么办，幸亏本系统有了地震出版社；但是印刷呢？学报类期刊有照片需要制作铜版，一定要保证印刷质量，于是到处求人，最后，解放军的 1201 印刷厂接受了给予印刷；发行还是问题呢，地质队、地震台站都驻在偏远的地方，那是不可忽视的基层力量，北京邮局因为我们的期刊订户少且分散，因而带来的盈利少，不接受代发行。我们先后找到了天津邮局和廊坊邮局代办发行，由此也就干起了“搬运工的活”。每当期刊出版，不论是酷暑的夏天，还是刮着五六级西北风的寒冬，我们都准时将期刊送到天津、廊坊邮局，以保证地震地质的成果能及时送到我们的读者手中，使我们的科研成果早日得到交流。早期《地震地质》编辑部就是这样坎坷起家的。

编辑部始终没有达到标准的四人编制，我们的工作始终是超负荷的，不但夏天的弹性工作日没有得到休息，就连每年的十几天休假也很难得到保证。直到 60 岁退休了，几十年的编辑生涯就是这样忙忙碌碌、平平淡淡度过的。但愿今后编辑部的年轻人在拥有新技术、新设备的条件下，顺利成长，把期刊越办越好。

一段美好的回忆

◎ 黄秀铭

地震工作是艰辛的，但也令人向往。每当我回想过去的地震工作岁月，浮想联翩，思潮奔涌，不由得沉浸在幸福的回忆中。

20 世纪 70 年代末，党支部书记张殿全借调我到情报组工作，一段时间之后，经王景钵主任同意，又返回研究室从事地震地质工作。20 世纪 80 年代中期，我喜获地震基金华北地震项目资助。这里地震多，京津一带又是我国重要的地方，探究震情确有很大意义。但华北地震构造复杂，课题如何开展？突破口在哪里？心里没有底。有一天，我靠着沙发沉思着，想实施课题的方案，却迷迷糊糊地进入梦乡，身子似一缕轻烟悠然地飘进一个山洞，洞壁色彩斑斓，奇哉！一阵悠扬悦耳的音乐声中，洞壁突然闪现许多数学符号，还有大学学习的锥体微积分计算。太离谱！耗时间，我得走。洞壁似乎知道我的心思，换了一条公式，并逐一指明含意，最后连公式推导、来龙去脉又表演了一遍，我问：这是什么？洞壁显示：地变率和全变率。我很纳闷，这里怎么也用计算机应用软件？我会意地笑了，梦醒。日有所思，夜有所梦，自然一笑了之。

然而，令人惊奇的是，之后华北地震工作中，课题公式设计与方案考虑思路清晰，驾轻就熟，一路顺畅，结果竟与梦境的情形差别不大。仿佛有人指教，神差鬼使。于是，我照猫画虎，按照梦中推导的步骤，定义公式，并且在华北地图上划出了许多方格，进行了地变率与全变率（NDR）计算。这个过程十分繁杂，当时手里既没有微机，又没有钱去地质学院计算，只好硬着头皮，一格一格地计算。一天工作 15 小时，筋疲力尽。手算两个月，结果发现：大同—宣化地区、太原东侧和晋南存在 NDR 异常区。又复算一个月，还是这个结论。之后研究重心则转向野外工作。



1989年作者考察大同新堡村
极震Ⅷ度区玄武岩劈与崩塌

项目经费只有 3000 元，租车出差两趟钱就没

了。钱的矛盾很尖锐，如何完成考察任务呢？思来想去，未得要领。一天获悉：有人要去晋冀北部取水样，出点钱搭个便车，不就两全齐美，经双方协商成行。花 100 元钱不仅完成了课题野外踏勘任务，而且还获得工作区交通信息：路上行驶的很多空煤车、便宜的农民经营的小巴，有的研究生论文调研还采用沿途随买随卖自行车的交通工具。若想方设法，送几包烟，或手脚勤快，替人家干些杂活，通过搭便车或乘坐农民经营的小巴的办法，也许能解决野外交通的棘手问题。于是决定：短途路程照此处理，长途的或乘火车或乘汽车。有一次我在大同百货商场对面广场买了 70 元半新的自行车，野外工作一个多月，到张家口还卖了 90 元钱。通过这种途径 ，我走遍工作区山山水水，考察许多地震遗迹，查究典型地质剖面，追寻活动断层踪迹，拜访民间智叟贤达，捕捉震兆蛛丝马迹，查阅各地县志，还与县地震局和地质队人员交流。从而获取区内大量的地壳运动和地震活动的信息，于是，整个工作区地震地质轮廓与细节渐渐清晰，乃至呼之欲出或跃然纸上。

课题研究结论是：华北地区未来（1984—1995）地震最大只有 6 级多，山西地区特别南北两侧地带，太原东侧等 NDR 略偏高，并专辟大同—宣化地区为重点震情监视区（注：以后发生了 1989 年 M_L 4.5 太原附近地震和 1992 年 M_L 4.3 太原东南榆次地震）。

然而，好事多磨，年底项目报告上交，经人审查，业务处转达意思：谁信？这突如其来的消息，无疑给我浇了一盆冷水；1989 年大同地震后，又有人说：意外撞上！因沉湎于野外目标的追逐，日久不免产生一些误会，常置我于有嘴说不清的尴尬与苦恼之中；因为野外乘坐农民小巴的白条不符合财务报销规定，有时只好自理。种种意外遭遇，令人心灰意冷。要想创新半步，难矣！ 经过一段冷静思考，渐渐明白讲大局、算大账的道理。唐山火车站一位服务员对我说：“唐山人死了 20 多万，站里候车室也砸死近千人，血肉横飞，真惨！你们搞地震的，怎么连个招呼都不打？”这句话我写在笔记本上，记在心里，宛如刑杖也打到我屁股上。地震工作者的大账是什么呢？斯也！人民是衣食父母，养兵千日，用兵一时。舍此，“空炮哑弹”何益？东北锦州烈士陵园中，有许多无名烈士，为了祖国后代幸福生活，他们献出生命，连名字都没有留下。个人得失，算什么！更何况自己也有缺点错误。想到这里，一切烦恼也就烟消云散，又高兴地投入工作中。

1989 年大同地震前三个月，我们已经接触到地震前兆信息，如新堡村南侧玄武岩谷坡树木，有的向谷底倾斜露根；有些沟谷陡坡经常掉土；悬空的水渠渡槽有时轻微晃动；还听到令人惊恐的“嗡嗡吱吱”响声、在西册田水库大坝附近水面雾气“腾腾”。于是决定：天镇作为未来地震的观察点。每次野外工作之末都会在这里小

住 3 ~ 4 天，在周围巡视观察。这是因为：天镇与西册田水库大坝相距约 50 多千米，之间有一道东西向大山梁阻隔，这里进可向南步入未来震区，退可山北安全观察。1989 年国庆节后，心情烦躁，我很快乘北京至蔚县长途车，然后从蔚县经浑源到大同，又疑神疑鬼地赶到西册田水库大坝附近，那里水面依然雾气“腾腾”，不知为什么，皮肤老起鸡皮疙瘩，感到一种不可言状的难受与恐怖。次日返回大同，匆匆忙忙乘车到张家口，拜访并请示张家口地震局长张志刚，交流信息，之后便赶往天镇。仿佛一场不测风云即将来临，要在这里守株待兔？

我到天镇招待所后，很快找到了一个土炕床位，刚躺下休息，突然一位女服务员大声叫着：“喂！同志，快起来！你看看，这土炕烟筒快散架了，不安全！”于是我半信半疑地跟着她找到另一土炕。没想到夜晚地震时，那烟筒果真散架了，砖头与土都砸到床上。目睹现状，我不由地背上渗出冷汗，真险呵！我见那位服务员走过来，连忙说：“大姐，谢谢你，要不是您指点，我这吃饭的家伙就没了。”“瞧你，戴眼镜的就是文绉绉的，这是你的造化！”服务员笑呵呵地走了。

那晚天镇夜色正浓，震后我急急忙忙赶到天镇邮电所，向张家口地震台了解震情：1989 年 10 月 18 日 22：57 大同阳高新堡村发生 *M*6.1 地震。于是赶紧打电报给所业务处处长王连芳和李祥根，通报大同震情并请示震区考察事项。事毕，到招待所和天镇周围进行了 3 小时现场巡查：房屋完好，群众情绪稳定。19 日早晨，我去吃早饭，食堂里坐满人，他们一边吃饭，一边谈论昨夜的震情，突然有人指着我大声说：这是地震局来的！方才还人声鼎沸，转眼间变得鸦雀无声。人们都盯着我看，接着有人问：还有大地震吗？我心里想：虽然领导没有授权我说地震事，但是稳定乡亲们的情绪，是不会错的。我壮着胆子说：乡亲们，昨夜你们受惊了，天镇没事，不会有大地震。我想：虽然目前地震预报还没有过关，但根据大同地区历史地震记录，这里没有大地震与双震型中等地震的先例，一般 *M*6 左右是这里地震的大限；昨夜震中在山南 50 千米之遥，震波经过南山大部分被反射掉，小部分沿途不断衰减，至天镇一带，几无破坏力。我看见他们还疑惑，马上补充地说：天镇是个宝地！出了大干部，王岐山；新堡村那边地震，离得远，又被南山山神挡住，地震不敢来。接着我又简单介绍了防震知识。我刚说完，掌声一片。正当我准备去窗口买饭，一位炊事员已笑眯眯地端来热腾腾一



大同新堡村地震区房屋破坏情况

碗鸡蛋面。我递给他钱，他摆摆手，并很动情地说：有你们在这里，我们心里踏实，你给钱就见外了，看不起我们天镇人。这时我也顾不得那么多了，大半夜折腾，肚子太饿了，我道声谢谢，就大口大口吃起来，大伙儿看着，高兴地鼓掌，我顿时热泪盈眶，心里充满温暖、激动、满足、责任与感激。乡亲们的美味面条，热烈的掌声与热切的眼光，是对我们工作的最大奖励与期望。天镇山清水秀，村舍静谧，炊烟缥缈，人们勤劳憨厚！我们要保护他们不受地震欺凌。乡亲们，如果还有下一辈子，我一定为你们继续站岗放哨！

之后，我又风风火火地奔赴灾区，与国家地震局局蒋克训、山西地震局、大同地震台和豫信阳地震办等同志一起进行了震区构造与震害考察。

这个课题结束后，在新的地震基金课题 1989—1991 年“京西北地震危险区新构造运动特征”工作中，又采用 NDR 方法进行研究，结论是：①未来十年该区最大地震震级只有 $6^{1}/_{2}$；②包头、大同为 NDR 异常区，原来张家口以北的地震平静区即康保与张北之间地带 NDR 略有提高，北京北及东北段可能有类似现象；③储震构造范围似乎向北偏移（相对于 1989 年大同新堡村震中位置）。（注：以后发生了 1996 年 *M*6.4 包头地震、1996 年 *M*4 顺义地震、1997 年 M_L3.1 通州地震、1998 年 *M*6.2 张北—尚义地震、1999 年 M_L5.6 张北—尚义—康保地震、1999 年 *M*5.7 大同地震。）

1998 年以后，我们又把 NDR 方法与 GIS 技术（Mapinfo、MAPGIS 、ARCGIS 及其二次开发）结合起来，创制了评估地震危险性新的定量指标，即储震构造势位法（3D），亦获得良好效果。

有人说，你的梦很有意思，我答不出来。这段回忆确是美好的，使我深切体会到：科学发展观是地震研究的灵魂！地震研究的出路在于创新。

难忘的大亚湾核电站选址
兼谈世界核电安全

◎ 丁梦麟

以 1966 年邢台地震为前奏曲，又以 1976 年唐山大地震敲响丧钟的“文化大革命”，史称“十年浩劫”或劫难的十年，使中国核电建设的发展，前后差不多被推迟了 10 ~ 20 年。因此，当我国在 20 世纪 80 年代开始核电建设时，所引进的反应堆堆型已经是第二代，甚或是第三代了（或第二代的改进型）。而在这被延误了的 10 ~ 20 年中，在美国为核反应堆选址发生的两起有深远影响的事例，更为我国核电建设的选址工作提供了有益的前车之鉴。

20 世纪 60 年代初期，美国太平洋电气公司计划在加州北部的博德嘎湾建设一个反应堆，选择的第一个场地跨在 1906 年曾发生旧金山大地震的圣安德烈斯断层上，人们很快意识到有问题。因此，场地向西移了几千米，但仍靠近断裂带。建设施工挖掘巨大的反应堆圆坑时，又发现了断层，于是问题重新被提了出来。经过几年的激烈争论，终于在 1969 年取消了博德嘎湾核反应堆计划。这是发生在美国的第一个事例，白白地损失掉了大量前期费用。

第二个事例是，1977 年，在为爱达荷国家实验室（INEL）建设反应堆进行地震危险性评价工作时，研究了洛斯特河断层的全新世位移量，以此作为反应堆建设的地震安全设计依据。当 1983 年 10 月 22 日在爱达荷中部发生 7.3 级地震时，INEL 反应堆的自动关闭系统有效地起了作用——关闭了反应堆，因而潜在的危险情况被防止了。地震之后的地质调查发现，沿着 1977 年调查的全新世断层，出现了新的地震断崖，二者的位移量十分接近。这个事例的重要意义在于 1977 年根据对全新世断层的地质调查——几千年前的一次地震错动量，预测了未来可能发生的最大地震震级，几年后即为在原地重复发生的又一次地震破裂所完全证实（[美] C.R. 艾伦等著，四川省地震局译，活动构造学，1989，四川科技出版社）。

这前后两个事例，表面看起来，前者是一个失败的教训，白白地损失了几百万美元，后者则是一个成功的典范。实际上正是由于前者为后者支付了不菲的学费，才

有了后者的成功。因此，也可以说这两个事例是世界核电建设发展初始期获得的最重要的教训与经验，永远值得记起。

这两个事例之所以在美国发生，还有一个深层的原因，由于美国是一个只有 200 多年历史的新大陆国家，其历史地震也只有 200 ~ 300 年的记录可查。而在进行地震危险性评价或地震安全评估时，不仅要对一个相对广大的区域进行地质调查，更需要有这个区域内数千年的地震历史记录。这不仅是反应堆选址，其他大型工程（如大型水坝等）或防震减灾规划，都必须要有的基础性资料。这就迫使和推动美国地质学家率先从断层——远古以来多次大地震反复造就的破裂集合带，去追寻数千年乃至上万年的地震活动遗迹。从而开创出一门新的学科——古地震学——剖析断层地貌、断层堆积特征、扭曲变形与位移错动等，以求重建一个地区几千年乃至上万年以来的地震活动历史。

可能正是由于前述两个事例的教训，美国的核电发展和建设，则尽量避开了落基山以西的板块边界——圣安德烈斯断裂及受其影响的次级断裂，而大多建设在落基山以东的美国中东部地区。1979 年发生核泄漏事故的三里岛核电站，即位于美国东部的宾夕法尼亚州。

这两个事例的教训，大都被美国核规范委员会和国际原子能机构，为核反应堆选址制定规范时所吸取：不仅要求进行较大范围的地震危险性或地震安全评价，并具体规定在厂区 8 千米范围内不能在 3.5 万年以来有过一次活动，或者在最近 50 万年有过多次活动的活动断层，并创造了一个有针对性的工程性术语——“能动断层”——专门为此类活动断层进行命名。

“文化大革命”以后，我国迎来了以经济建设为中心的新时期。核电建设发展的选址首先在广东拉开了序幕，初选的厂址位于深圳大鹏半岛上。

大鹏半岛处在大亚湾与大鹏湾之间的一个北西向半岛，总面积 250 平方千米。初选的四个厂址：迭福（官湖—沙头）、下沙—水头沙厂址在大鹏半岛西南岸，滨临大鹏湾；下大坑、岭澳厂址在大鹏半岛东北岸，滨临大亚湾。后来核电站建设选定在下大坑厂址，并正式命名为大亚湾核电站。

大鹏半岛核电站选址工作，于 1980 年已基本查明四个厂址 8 千米范围内，也即在大鹏半岛有：迭福—水头沙，水头—沙坑，高岭—凌角石和官湖—坝岗四条断裂存在。1981 年广东省电力局委托国家地震局地质研究所，对厂区四条断层是否存在和是否有新活动进行地质鉴定，这可以说是与国际接轨，按照国际原子能机构核规范和美国核规范要求开展的一项专题性研究。参加野外工作人员有：方仲景、王金铎、吴迪忠、黄广思、国文秀、彭贵、麦学舜等。后期因方仲景有事回京，丁梦麟奉

派前往参加。项目顾问李玶、张裕明参加了野外验收和指导。

最终提交报告为《广东核电站厂区四条断裂活动性的研究》，其中有两点结论性内容，为评审组和委托方最为关注：①厂区的四条断层均存在，其规模一般不大，断层顶部多为中晚更新世—全新世地层或残坡积层覆盖，且未受任何拢动和错动，证明第四纪晚期以来，断层没有强烈活动，不属于活动断层的范畴；②从四个比较厂区地质稳定性评价对比来看，以下大坑厂址为最优。

正当大亚湾核电站破土动工建设时，在邻近国家苏联境内，于 1986 年 4 月 26 日发生了切尔诺贝利核电站 4 号机组的反应堆爆炸事故，放射性物质大量泄漏，扩散到欧洲大部分地区，引起核恐慌。直到 4 月 30 日苏联才公开报道，并说切尔诺贝利核电站事故实际死亡只有两人，而不是某些西方报道所说的数千人。5 月 2 日《真理报》还报道切尔诺贝利群众在乐队“豪迈的乐曲声中”游行庆“五一”节。5 月 9 日还报道一位妇女指责有人散布切尔诺贝利学校关闭撤走儿童之类的“小道消息”。直到 5 月底才有苏联和国际原子能机构调查人员确认，苏联切尔诺贝利核电站发生事故的原因是“纯粹人为错误”造成的，即核电站的一名操作人员在试验反应堆控制杆时，意外地使一架 200 吨重的起重机撞向了反应堆堆芯，最终造成了核电站的大灾难（《光明日报》，1986.5.30）。1986 年年底用直升机投放水泥和钢筋建成“石棺”，完成了封堆，才阻止了核泄漏。

正是由于苏联当时采取了封锁消息，竭力想把大事化小，结果是越化越大，以致至今对这次核事故的死亡人数仍然有 4000 人（世界卫生组织）和 20 万人（绿色和平组织）两种说法流传。也正因为如此，以致对切尔诺贝利核事故原因，从一开始就有了种种的臆测。其中之一就是厂址地下有断层，从而使切尔诺贝利 4 号反应堆毁坏的说法（《人民日报》，1990.12.30）。

受苏联切尔诺贝利核事故余悸的影响，1989 年 1 ~ 2 月间香港报纸有大亚湾核电站新发现断层的报道，也引起一些人的疑虑，甚至恐慌。广东核电合营公司本着公开透明的原则，立即向参加选址工作的有关部门和单位复核资料，组织相关专家座谈讨论，并于 2 月 25 日邀请深港两地记者 70 多人，到大亚湾核电站建设工地举行记者招待会，总经理咎云龙向记者通报了工程进展情况。在记者招待会上广东地震局局长丁原章介绍了 1980—1981 年选址工作的地震安全评估和对厂区断层活动性研究，以澄清距核电站 7 千米发现新断层的误传。丁原章特别强调指出，所谓新发现的断层，实际上 1980 年就已查明，而且不是一条，是几条小断层。1981 年按照美国核规范要求，对这几条断层进行专题性研究，证明这几条断层既非“地震断层”，亦非“活动断层”或“能动断层”。并引用展示了《广东核电站厂区四条断裂活动性的研究》

报告的图 17（水头—沙坑断层剖面图），断层顶部覆盖物未受任何扰动变形，以资证明之。4 月 26 日香港各报都有报道，至此所谓大核厂区 7 千米发现新断层的误传得以结束。

2011 年，乌克兰政府正在筹备纪念切尔诺贝利核事故 25 周年（1989 年苏联解体，切尔诺贝利属乌克兰之境），拟向欧盟、俄罗斯和世界各国求援，筹集资金大约 10 亿欧元，重建一个“套棺”，将 1986 年底建成的“石棺”（已出现开裂，有再次发生核泄漏的危险）加套封存，以期使世界第一号“魔鬼”安享百年的“寿终正寝”。

正当此纪念会前夕，2011 年 3 月 11 日日本东北海域发生 9.0 级地震，地震引发海啸，使日本东北沿海受灾严重，死亡和失踪人数已近 3 万。地震发生后，福岛第一核电站自动关闭，给反应堆插入了控制棒，堆芯的核反应在几秒钟内开始放慢。

核泄漏在地震一天之后开始显现。3 月 12 日 1 号机组爆炸，之前已发现燃料棒露出水面，未能注水。3 月 14 日发现 3 号机组燃料棒露出水面，接受 1 号机组爆炸的教训，注入了海水，后因燃料终断停止注水，之后发生爆炸。3 月 15 日 2 号机组也发生爆炸，接着 4 号反应堆发生火灾。这时核泄漏认定为 4 级。3 月 18 日核危机级别从 4 级调高至 5 级（与 1979 年美国三里岛核泄漏事故同级）。4 月 12 日最终将核危机级别调高至最高级 7 级（与 1986 年苏联切尔诺贝利核灾难同级）。

由此足以证明，福岛核泄漏事故的真正原因，并不是地震，也不是海啸，人祸才是核事故的真正罪魁祸首。地震，应该说是这次核事故的第一“揭发”、“催生”者；海啸，实际上是这次核事故的唯一“自曝”隐患者。虽然核电站设计最大地震震级为 7.9 级，由于这次 9.0 级地震还不是所担心的日本本土直下型浅源地震，且震中在距离厂址 150 千米以外的太平洋海域，反应堆能够安全停堆，似乎也说明是经受住了这次地震的考验。只是地震最终揭露出核电站安全设计中有严重缺陷，即重视反应堆主体工程，而轻视外围配套设施。福岛第一核电站厂区海拔 10 米，设计抗海啸波高 5.7 米，实际海啸波高已达 15 米。虽然反应堆主体设施未受海啸影响，但反应堆以外的配套设施部分遭海水淹坏，



1989年2月，参观建设中的大亚湾核电站
（右二张裕明，右三邵学钟，右四丁梦麟）

这反映了日本有重地震轻海啸的倾向，对海啸强度的评估偏低。

对比福岛第一核电站、切尔诺贝利与三里岛三次核事故，有两点重要的相同性，特别值得注意。其一是，三个核电站的核反应堆机组，都是在核电建设发展的初始期，研发生产的第一代反应堆机组类型；其二是，三个核电站的核事故都是发生在核电发展建设的高潮期，由人为的错误——人祸，引起的核事故，而不是天灾。所谓人祸——人为错误，应当包括两个方面，即先天不足与缺陷（技术设计和安全设计）和后天的人为错误。

1979 年三里岛核事故（5 级），是由先天不足与缺陷——技术设计，即由于“出现了制冷系统故障和核反应堆部分熔化”。但由于后天技术力量先进，处理措施得力，防泄漏系统（安全壳）又发挥了作用，有效地阻止了核熔化造成的核污染。1986 年切尔诺贝利核事故（7 级），是由后天人为的操作失控（使 200 吨重的起重机撞向反应堆）+ 先天设计缺陷（反应堆无安全壳），引起了反应堆堆芯爆炸，释放出大量幅射物，被称之为“脏弹爆炸”。

2011 年福岛第一核电站核事故（7 级），则是由于先天技术设计缺陷（制冷系统）和安全设计（地震安全评估保守与低估海啸隐患）+ 后天的人为过失。最终使福岛第一核电站 1 ~ 4 号 4 个机组废弃（反应堆部分熔化），安全壳成了“水棺”壳，核泄漏污水（高放射性）流入大海，并陷入难以废弃的困境（可能要费时数十年）。

对于日本福岛第一核电站核事故的直接原因，虽然日本政府有不可推诿的责任，但真正的祸根是东京电力公司，因为日本是资本主义，政府对大财团有时也无可奈何，而大财团有时还可能左右政府。从现有报道来看，日本东京电力公司至少有下述四大错误：

（1）抱定几十年前对地震、海啸评估的传统认识，过于乐观地对待新问题、新知识、新认识，忽视日本所处板块边界地带——地震与海啸特别敏感的背景，以“严格执行安全管理，不会发生严重事故”进行宣传，打造出一幅“安全神话”的美景，为日本核电发展建设作出贡献，更为大财团集聚了丰厚的财富，但也为后代留下不小的核安全隐患。

（2）没有从三里岛和切尔诺贝利核事故吸取教训，反而为“安全神话”汲取了营养——认为有了安全壳就绝对安全了。从而对反应堆安全壳主体工程投入更多关注；而对安全壳的“外围”机组及后备系统较少关注，缺少安全保护措施，甚至直接裸露在外，海啸一来，不堪一击，或被水淹损坏。最终是这些“外围”的设备（包括备用的柴油发电机）不能使用，丧失了冷却反应堆的能力，而导致反应堆过热，发生氢气爆炸。

（3）福岛第一核电站后期建设的 5 号和 6 号机组，厂址海拔为 13 米，这次海啸有惊无险，经受住了地震和海啸的双重考验。这说明当时已认识到早期的 1 ~ 4 号机组厂址的低海拔（10 米），存在着低估海啸隐患的事实，仍然未采取任何安全防患措施加以补救，以致最终铸成大错。

（4）地震发生后，美国政府立即向日本政府表示“如果能够得到正确数据，我方可根据 1979 年三里岛核泄漏事件的经验教训协助你方采取对策”。日方未回应（推测为东电公司的主意）。这可以说是东电公司最大的错误，因为福岛核电站反应堆是引进美国通用公司 20 世纪 60 年代研发的“马克 1 型”沸水反应堆。虽然反应堆不能像汽车那样实行“召回制”，但把美国的主动善意、厂家的技术支援以及核事故处理的成功经验都拒之于门外，犯了一个不该犯的错误。同时，这也说明，事故开始并不严重，只是由于处理不当，才导致越来越严重的境地；或者还有试图隐瞒核事故的意图（东电曾有过隐瞒情况的记录）。

核能——人类和平利用原子能，被世人赞美为世界上最清洁的能源，因为与煤炭、石油、天然气和生物燃料相比，核能不仅无害而且对环境的影响很小。但这只是它的一面，它的另一面则是面目狰狞可怖、最污染环境的魔鬼。2500 多年前中国第一位思想家老子的一句名言“祸兮，福之所依；福兮，祸之所伏”可以说是对核能利用这种两面性最好的诠释。

5 月 20 日，日本开展核电站防灾大检查，查找安全隐患，落实应对措施。虽然这个大检查来得晚了一点，但只要检查，就是亡羊补牢未为晚也。更为重要的是要有反思，只有反思，才能吸取教训，落实改进，消除隐患，为民谋福（本文后半部主要参考引用近期《参考消息》的有关报道）。

地质所的回忆

◎ 位梦华

雨滴只是一个水珠，但从空中落下时，看上去却是一条直线，叫做“雨丝”，瞬间即逝，那是雨滴在人的视觉里留下的痕迹。人生也是如此，或长或短，或大或小，总会在社会上留下一些追忆。但是，人生的轨迹，不会是一条直线，而是上上下下，弯弯曲曲，倒像是雪花飘过的路径。无论是雨滴、雪花，还是人类，归途都是一样的，最终都要回到大地。

我这一辈子，只有一个工作单位，就是地质所。现在，地质所成立 60 周年，要我写点东西，于是又想起了我的人生轨迹。

我的一生，是由一系列错误组成的。因为梦想着游山玩水，走遍祖国乃至世界的名山大川，所以报考了地质学院，错误由此开始。毕业以后，分配到中国科学院地质研究所，从事地震成因和地震预报的研究。20 世纪 70 年代，我曾对中国大陆的重力场与深部物质分布及地震活动的关系做过研究，论文发表在《地震地质》上，引起过有关专家的讨论与重视。进入 80 年代，我曾对唐山地震前后重力场的变化进行过研究，论文发表在国际地球物理权威杂志 JGR 上，引起了业内人士的思考与关注。

1978 年，我被分到国家地震局地质研究所，在错误的道路上迈出了第二步。1981 年，我作为访问学者去了美国，对密西西比湾的重力场随时间的变化进行了观测和研究，论文以中英文发表在《科学通报》上。1983 年回国以后，正准备在业务上继续努力、大干一场时，却被抓了壮丁，先是当了一年业务处副处长，接着又当了七年的人事处处长。这是错误的第三步。

然而，我一生中最大的错误，还是考察南极和北极。1982 年，我从美国去了南极。结果发现，南极是那么重要，西方国家已经考察了几百年，中国人还站在圈子外面，对那里几乎一无所知，这对我们的子孙后代是极为不利的。国家兴亡，匹夫有责，我作为一个匹夫，希望能出一点微薄之力，推动中国的南极考察。1983 年回国以后，利用业余时间，又是写文章，又是出专著，向国人介绍南极的情况，为中国的南极考察摇旗呐喊，鼓吹呼吁。结果是误入歧途，无意中落入了科普这一行。这是错误的第四步。

地球有两个极，中国人不能只知其一不知其二。20 世纪 90 年代，我提出了一个“两极对比与全球变化”的研究课题，从自然科学基金会申请到 3 万元经费，国家地震局又补贴了 3 万元，于 1991 年一个人跑到了北极，故曰“独闯北极”。我发现，无论是对世界，还是对中国，北极比南极都要重要得多，其影响也要大得多。位卑不忘忧国事，我毅然决然地辞去了人事处长的职务，决定全力以赴地推动中国的北极考察。这是错误的第五步。

1993 年，中国科协成立了“中国北极考察筹备组”，我任副组长。为了宣传和推动中国的北极考察，中国北极考察筹备组与浙江电视台合作，于 1994 年拍摄了中国第一部有关北极的电视专题片——《世纪间的传递——北极探秘》，起到了很好的效果。

1995 年，根据时任中共中央书记处书记的温家宝同志的批示，经当时的国家科委批准，由中国科协主持，中国科学院组织，组建了中国首次远征北极点科学考察队，我作为总领队，率队进入北极中心地区，把五星红旗插上了北极点。这一活动被评为 1995 年中国十大科技新闻之首，并为中国加入国际北极科学委员会创造了必要的条件，奠定了有力的基础。

按理说，我已经实现了自己的夙愿，完成了国家的任务，应该见好就收，到此为止。可是，我却执迷不悟，一发而不可收，深深地爱上了北极。1996 年，我第五次进入北极进行综合性科学考察。1998—1999 年，我和夫人一起，在北极工作了 8 个多月，成为第一个在北极越冬的中国科学家。2002—2003 年，我携夫人第 8 次进入北极进行科学考察，第二次在北极越冬，生活工作了 13 个月零一个礼拜。到 2005 年，我一共 9 次进入北极考察，2 次在北极越冬，总共在北极工作和生活了 3 年多。所有这些考察，都得到了中国地震局和中国地震局地质研究所诸位领导的关怀和支持。

1995 年以后，我主要对爱斯基摩人的生存环境、历史传统以及人类文明等进行了比较深入的综合考察和研究。事实上，我是身在曹营心在汉，不务正业，因为这样的考察和研究，应该属于人文的范畴，与地质所的研究方向和研究领域已经没有什么关系。尽管如此，地震局和地质所的历届领导，地质所的诸位同事，对我还是关怀照顾，予以支持。1998 年，经由所里推荐，我荣获国务院颁发的政府特殊津贴；以及为中国自然



1982年，位梦华在南极帐篷里



1995年，位梦华（右三）率领中国科学考察队首次到达北极点

科学事业作出突出贡献的科学家称号。奖金虽然只有 5000 元人民币，却是我一生中所得到的级别最高的奖励和荣誉。

2000 年，我退休了。使我深受感动的是，在我退休以后，所里网开一面，给我保留了一间办公室，使我得以“两耳不闻窗外事，一心只写科普书。躲在陋室成一统，管它南北与西东”。在这十年期间，我出版了 25 部科普专著，共约 450 万字。还有 6 部长篇小说，约 150 万字，将在今明两年陆续推出。

日月如梭，时间飞逝，转眼已过古稀之年，虽说烈士暮年，壮心不已，但也已是夕阳无限好，可惜近黄昏了。地质所也已经走过了 60 年。我作为一名普通员工，见证了她 40 多年的历史。实际上，我一生中最重要的岁月和时光，都是在地质所度过的。从“文化大革命”到改革开放，从研究地震预报到出国留学，从自然到人文，从科普到文学，踏遍了大江南北，奔波于黄河上下，穿越过青藏高原，驰骋于天山东西，从东半球走到了西半球，从南半球走到了北半球，从高空到地下，从南极走到了北极。经历了政治变迁，面对过生死考验；既有酸甜苦辣，也有欢呼雀跃；既有胜利的喜悦，也有失败的苦涩。所有这一切，都与地质所息息相关；所有这一切，都深深地铭刻在我的记忆里。

有关的研究表明，基因在一定程度上决定了一个人的性格。而性格在一定程度上又决定了一个人的事业。事业则决定了一个人的命运。我家世世代代都是农民。也许是因为基因的缘故，我的性格直来直去，就像落下的雨滴，在空中划过，留下的是笔直的雨丝。也正因如此，我的一生便也充满磨难，四处碰壁，浪迹天涯，坎坷离奇，如飘零的雪花，自天而降，曲折迂回，飘忽不定，婉转起伏，走过了一条艰苦

漫长而又危机四伏的道路。

生活是瞬间艺术，一闪即逝，不可能重演和复制。现在，俱往矣！所有这一切，都已时过境迁，成为历史，变成了涌动于内心的波澜和漫无边际的回忆！

人非草木，孰能无情？我在山东老家从幼年到少年到青年，度过了 22 年。然后来到北京，已经过了 50 年。这期间，在大学里度过了 6 年，在国外度过了大约 5 年，其余时间都是在地质所度过的。所以，我对地质所怀着深深的眷恋。我知道，自己是廉颇老矣，已经没有什么前途，但是，地质所还将存在下去。我衷心地祝愿地质所越办越好，发扬光大，为中国的地震地质事业做出更大的成绩！也祝诸位同事，年老的和年轻的，事业有成，健康幸福！

1988年北京国际构造物理会议

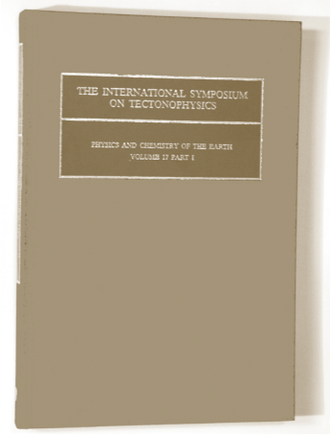
◎ 洪汉净

1987 年，构造物理室主任马瑾研究员提议并筹备组织了北京构造物理国际讨论会。会议于 1988 年 5 月 10 ~ 13 日在北京召开。中国、美国、意大利、日本、荷兰、澳大利亚等 9 个国家的学者参加了会议，会上提交了 39 份报告，内容涉及断层演化、脆韧转换、岩石变形实验、构造带的变形演化，以及地壳应力等方面。不同国家的学者进行了热烈的讨论。

作为国际构造物理讨论会筹备组组长和会议秘书长，我负责联系、会务与组织，虽然多年过去了，许多场景还历历在目。



1988年北京国际构造物理会议会徽



1988年北京国际构造物理会议论文集

二十多年前，在北京组织国际科学讨论会还是比较少的。当时没有互联网，邀请信都是一封封打印后到邮局去邮寄，广泛地发信，然后是漫长的等待，收到后又一封封地回信，然后再发 2 号通知。在我们所和其他许多同行的帮助下，会议开得像模像样，刘北辅协助设计了会徽，蓝白相间的圆形会徽，中间偏右是一组摩尔圆，代表岩石不断加载时的应力状态，左侧为一排大陆—海洋地壳剖面，会徽下部有构造物理的英文缩写 TP。当时还在读研究生（85 级）的皇甫岗（现任云南省地震局局长）找来了一块白色泡沫塑料板，用小刀一刀一刀地雕刻，再涂上颜色，做出了一块直径近两米的圆形会徽，悬挂在会场中央。当时刚进所的李彪同志联系制作了漂亮的胸章，同时还制作了不干胶会标。

会议的英文摘要集，由当时构造物理室研究生打字和校对，让每个学生都看一遍，十几个学生看后，发现还有个别错误。当时没有组织会议的公司，从接机、租房、会场、饮食到交通都要自己联系，大原则



参加1988年北京国际构造物理会议的全体代表

由地震局确定，现在美国工作的孔祥红负责这些繁琐杂事。会后收集了 27 篇文章，出版了 230 多页的英文论文集 *The International Symposium on Tectonophysics*。1989 以《地球物理与化学系列丛书 17（1）》为名出版，1990 年又出了第二版。美国学者 D. Moore 博士很羡慕我们这种多学科的合作，她说她们那里很难有这样的 Team work。参加会议的一些学者会后和我们所成了长期交往的老朋友。2011 年意大利的 R.Sabadini 还专程来我所看望马瑾院士。

成功举办“第十九届国际地球电磁感应学术讨论会”

◎ 赵国泽　肖骑彬

2008 年 10 月 23 ~ 29 日，“第十九届国际地球电磁感应学术讨论会”在北京成功举行。本届讨论会吸引了世界五大洲 42 个国家和地区的专家学者，参会代表达 480 人 (境外 225 人)，包括学生和青年代表 155 人 (含境外 58 人)。以前历届会议参会国家和地区最多不足 30 个，参会代表最多时 200 多人。会议接受、编入文集的摘要和论文共 387 篇，其中境外 238 篇。本届会议创下了历届会议参会学者和青年人数最多、发表论文最多的纪录，是中国地球物理学会所属的所有专业委员会及中国地震局地质研究所至今承办的规模最大、影响深远的国际会议。会后在 *Survey in Geophysics* (2010 年 3 月) 和《地球物理学报》(2010 年第 3 期) 分别出版论文专辑。国内外学者普遍认为，本次会议是历届最成功的会议之一。本次会议恰逢北京奥林匹克运动会年，因此与会代表把本次会议喻为“北京电磁奥林匹克”，给予了极高的赞誉。

本次会议延续了历届会议由有关专业的研究人员亲自组织的惯例，没有委托会议公司，主要由相关专业的科研人员承办，以达到尽可能浓厚的学术气氛、尽可能丰富的交流成果。尽管会议的组织者花费了大量的精力和时间，但是为电磁地球物理学的学术交流和学科发展作出了贡献，为我国争了光，展现了我国作为电磁地球物理学科研究和应用大国的风范。从会议申办到会议组织的很多年中，凝聚了老中青几代学者的心血，会议在我国的成功举办完成了我国几代科学家的夙愿，同时也是国内外 30 多个国际组织、基金会、研究机构、大学和企业等大力支持的结果。中国地震局地质研究所领导和外事办公室、科研部、财务部、人力资源部、办公室等许多部门和不同研究室的许多研究生都直接参与了会议的筹备和组织工作，为中国地震局地质研究所争得了荣誉。其间，有很多感人的事迹，由于篇幅有限，本文仅择几例予以介绍，以飨读者。

一、申办电磁地球物理学界的国际盛会

“国际地球电磁感应学术讨论会”创办于 1972 年，由国际著名的老一代科学家们倡议并在苏格兰的爱丁堡举行了第一届。此后，每两年一届在世界不同的国家或地区举行。1995 年成立由 15 人组成的工作委员会，隶属于 IUGG（the International Union of Geodesy and Geophysics，国际大地测量与地球物理联合会）和 IAGA（International Association of Geomagnetism and Aeronomy，国际地磁和空间科学协会），称为“I-2 Working Group Committee”。由于会议的国际影响不断扩大，希望承办的国家或地区越来越多，自 1996 年的第十三届讨论会始，采用有意愿承办的国家或地区提出申请，经过答辩和民意测评，最后由工作委员会成员投票确定举办地点。

我国自 20 世纪 60 年代邢台地震以来，大地电磁法等在地壳上地幔结构探测和地震监测等方面的研究和应用得到了快速的发展，特别是 20 世纪 80 年代以来，电磁法在石油、地热和矿床勘探等领域的研究越来越深入，应用越来越广泛，国际影响日益增大，国际同行赞叹“电磁法探测的中心在中国”。我国电磁地球物理学界的广大研究人员普遍希望在我国举行一次会议，加强学术交流，促进学科发展，并为众多青年科研人员创造直接参加大型国际会议的机会。

1994 年，我国老一代科学家刘国栋研究员等，在出席于法国举行的第十二届会议期间，在国家地震局外事司的支持下，第一次提出在我国举办 1996 年的第十三届会议，这将是在亚洲举行的第一次会议。越洋电话从法国的 Brest 通到外事司，有关领导明确表示，支持申办 1996 年的会议，如果申办成功，将全力支持办好会议。由于我国只是第一次提出申办，最终没能获得承办权，确定第十三届会议在日本举行。

赵国泽研究员在出席 1998 年会议期间，第二次代表我国申请 2000 年第十五届会议的举办权。尽管赵国泽的英语口语水平不高，但有国内广大科研人员作坚强后盾，在会议上又得到来自其他国家出席会议的华人学者代表和国际同行的支持，壮着胆子在全体代表大会上作了 20 分钟的申办发言，同时还有美国、巴西和印度代表作了申办发言。尽管我们的发言得到了强烈反响，但最终由于约定俗成的规则“讨论会一般要在世界上不同的大陆轮流举行”以及 1996 年刚在亚洲的日本举办，在工作委员会成员投票时，以一票之差由巴西获得承办权（这是



第十九届国际地球电磁感应学术讨论会报告厅外景

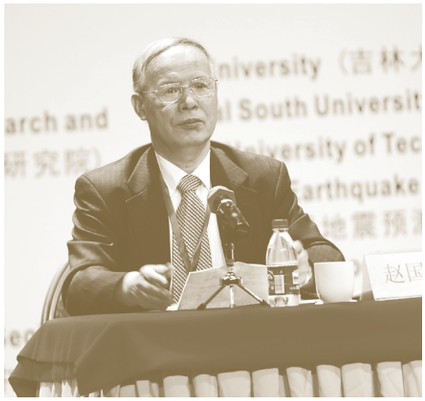
第一次在南美洲举办）。在第三次申办时，又被美国夺得了举办 2002 年第十六届讨论会的机会（这是第一次在美国举办）。

2003 年中国地球物理学会地球电磁专业委员会正式成立。2004 年印度讨论会之前，国际工作委员会主席 Anderas Junge 教授连续向赵国泽研究员等发出两封征集信，经和地球电磁专业委员会以及国际工作委员会成员孔祥儒研究员讨论，并得到中国地震局和地质研究所的支持，第四次提出申办 2008 年“第十九届国际地球电磁感应学术讨论会”。在赵国泽研究员编写申办报告后，经地球电磁专业委员会国内和外籍委员修改，并由白登海研究员出席在印度的会议口头提出申请，经过与爱尔兰都柏林前沿研究所（Dublin Institute for Advanced Studies, DIAS）知名学者 Alan Jones 教授研究组等的竞争，最后获得了“第十九届国际地球电磁感应学术讨论会”的承办权。在投票确定北京胜出之后的当天，印度 Verma 教授第一时间发函表示祝贺。Anderas Junge 教授随后来信，在祝贺的同时，提出举办会议的建议和要求，中国地震局和地质研究所领导签发了承办承诺书。

二、按国际惯例精心筹备

本讨论会是具有重要国际影响的科学会议，从筹备开始，就要完全按着国际惯例和要求进行。中国地震局地质研究所派出 5 人代表（居历届之首）参加了 2006 年在西班牙的会议，汇报 2008 年讨论会的筹备工作并观摩取经。

在遵从国际惯例的同时，我们还要办出中国特色，强调会议的学术交流效果。会议成立了由中国地震局刘玉辰副局长挂帅的组织委员会，赵国泽任执行委员会主席和学术委员会主席，地震局科技发展和国际合作司赵明副司长亲自指导有关外事工作。



2008年，执行委员会主席和学术委员会主席赵国泽主持会议

虽然我国科学技术和社会经济的逐步发展为我们成功举办科学会议创造了条件，但是毕竟我国还是发展中国家，许多工作需要在不断探索中前进，肖骑彬博士等亲自建立了网站（www.19emiw.cn），使国际同行在第一时间了解会议筹备进程，由于其内容丰富，页面美观，至今仍然是历届会议网站中点击率最高的网站，也成为后来第 20 届电磁讨论会网站建设的参考标准。陈小斌博士、

肖骑彬博士等参考历届讨论会和各种国际会议的经验，设计了网上注册、提交摘要和论文、接收会议资助申请等模板，为广大参会代表提供了方便。除了提交会议的摘要和论文在网上长期公布外，陈小斌博士等编辑的摘要论文集和光盘，成为与会代表长期收藏和参阅的重要资料。汤吉博士、王继军等拟定了接收国内外参展企事业单位的参会和赞助申请的网站模板，负责了320个poster报告展厅以及参展单位的分布，使参会的国内外代表有了很好的学术交流场地和空间，他们普遍感觉本次会议创造了最好的交流平台，各参展的企事业单位感到满意，使我国电磁地球物理学研究和应用专家一睹国内外仪器装备和技术的最新发展和应用状况。

按着国际会议的习惯，在会议开幕之前不仅要尽早落实参会代表口头报告和poster展示的时间和地点，而且要落实每位代表的注册和住宿条件。一些国内代表和一些国家的代表不太熟悉这一过程，他们希望参加会议，但是没有及时完成注册和住宿登记。詹艳博士、王立凤、徐光晶等根据各国代表发来的信息，不厌其烦地反复联系这些代表，使得参会的所有代表都在会议前成功注册和落实了住宿问题，使国内外代表都感到这次会议组织得井井有条，在到达会议现场时就像到了家一样，为我举办国际学术会议树立了榜样。

鼓励年轻学者和青年学生参加大型国际会议，是历届会议的主要宗旨之一，也符合广大青年学者和学生的愿望。因此会议需要获得足够的经费，并能够公开、公正、合理地分配给来自不同国家、不同大学和研究机构的青年学者。这一工作不仅繁杂，而且敏感，陈小斌博士、蔡军涛博士等积极配合国际工作委员会财务分会，编制申请人员表，按着申请人的国籍、单位、学位等分类，参考历次会议受资助情况，最后使这次会议有来自22个国家的73人获得会议资助，顺利地到北京参加会议，成为历届会议中获得资助人数最多的一次。

本次会议之前恰逢奥林匹克运动会在北京举行，为了确保奥运会的成功举办，在外宾注册、办理签证、安全出入境等方面，国家做出一些新的规定。中国地震局国际合作司和会议组织人员按照国家规定，给每位境外代表补发了反映本人身份信息和申请签证的证件，使得绝大多数提出申请的代表都能够按时入境，满足了他们参加会议的心愿。其间，为了与奥运会和残奥会错开一定时间，在已经确定举办时间后，根据有关部门指示需要修改，通过与国内各有关方面反复协商，与会议举办地九华山庄协调，并征得国际工作委员会的同意，使修改的会议举办时间令各方面都比较满意。一些国外的专家，为了能参加北京的讨论会，特意调整了他们的行程。例如，一位美国代表在修改后的时间内，已经确定要组织有3万人参加的长跑竞赛公益活动，但为了参加北京的讨论会，他把时间作了调整。

参加国际会议既是展示研究成果的机会，也是锻炼提高的机会，为了能够使我国的代表，特别是青年代表，在会议上成功地交流，在王家映、胡文宝教授等的倡议下，把由以国内专家参加为主的“第八届中国国际地球电磁学术研讨会”（2007 年 10 月，长江大学）作为“第十九届国际地球电磁感应学术讨论会”的预演，大部分报告都提交了英文摘要，并在会议上作英文演讲，同时还发现了一些英语人才，为 2008 年北京讨论会做了很好的准备。

三、高水平的会议组织

有了会前的精心筹备，可以说会议成功了一半，但是在会议开始后，需要在很短的时间内同时面临近 500 名国内外代表的注册和引导食宿路线等。詹艳、王立凤、陈小斌、汤吉、王继军等组织来自中国地震局地质研究所、北京大学、中国地质大学、长江大学等单位的几十位研究生，在机场车站接待、在接待处注册、在大会报告会场和 poster 厅以及技术装备展厅进行服务，使得整个会议都按着预定计划顺利实施。5 天的时间内，通过 67 篇特邀报告、口头报告和 320 篇 poster 展示了十个科学专题的研究成果，代表们普遍感觉满意，特别是许多来自国内的专家和年轻科技工作者纷纷表示“以前从来没有，也不敢想象，能够与如此众多的国际知名专家当面交流，能够在如此短的时间内看到国际上最新的、甚至是正在进行的前沿研究”。为了鼓励和展示东道主中国学者的研究成果，其中一个专题专门设为中国电磁地球物理学研究，这在历届会议中是第一次。

为了使青年科技工作者和学生能够直接聆听国际高水平专家的讲座和学科研究发展状况，在主会议之前的 10 月 20 ~ 23 日，在北京举行了会前会（Pre-workshop），聘请了 5 位国际知名专家讲课，有 80 多位国内外专家和青年科研人员参加了会议。会议之后，结合当年 5 月 12 日汶川地震后的研究，于 10 月 31 日到 11 月 3 日在成都理工大学召开了“青藏动力学和汶川大地震专门讨论会”（会后会 Post-workshop），有 50 多位国内外专家参加了会议。


中外代表游览长城

国际电磁工作组主席 Andreas Junge 教授给本次会议很高的评价：“本次会议将在国际电磁会议的历史上留下深刻记忆，将有力推动地球电磁学科的发展。”

忘我工作，献身地震科学事业

——记奋战在地震现场的年轻地学工作者

◎ 于贵华

“地震现场就是研究地震的最好的实验场，有人一辈子都赶不上这样的机会，赶上了就不容放过。”“地质科学工作者，如果不到野外进行考察就发现不了问题，就提不出好的科学问题，就把握不准科研的方向。”这一直是马杏垣院士和邓起东院士共同培养的博士徐锡伟研究员等地学工作者的信条，并付之于多年的科学实践中。

徐锡伟研究员凭着扎实的专业基础知识和多年的实践经验，成为中国地震局活动构造研究方面的年轻专家和学科带头人之一，在被任命为地质研究所副所长之前是活动构造研究室主任。该室是一个优秀集体，徐锡伟是这个优秀集体中的优秀代表之一，他及他所带领的年轻团队多次到地震现场考察的经历，真切地反映出我所年轻一代地学工作者忘我工作、献身地震科学事业的精神。

大同—阳高地震考察

1989 年大同 - 阳高地震发生后，受时任我所副所长刘国栋的委托，徐锡伟、王洋龙、朱玉新等几位在读的博士、硕士研究生，在车用太、杨主恩等老科技工作者带领下立即整装出发，奔赴地震现场。当时徐锡伟已经做好博士论文答辩的准备，但是为了地震应急他毫不犹豫地推迟了论文答辩时间，因为临行前刘副所长的叮嘱深深印入他的心田：年青人就是要到地震现场的一线去磨练成长。二十年后当徐锡伟担任副所长，在参与指挥汶川、玉树等地震现场科考时，他又用老所长的这句话激励 80 后的年青人。

张北地震考察

1999 年张北地震发生后，徐锡伟与冉勇康、周本刚、尹功明等人一起又立即赶赴地震现场，开展相关的地震应急与科考工作。在接受现场指挥部指定的地震烈度等

震线图绘制的工作后，几位年青人 3 天就圆满完成了任务，受到现场指挥部和当时中国地震局葛副局长的表扬。

西藏玛尼7.5级地震考察

1999 年 10 月为了考察 1997 年西藏玛尼 7.5 级地震，在中国地震局人事教育司科技干部处的资助和处长欧阳飚的支持下，由徐锡伟任组长，薄万举、曹忠权、侯康明组成的四人科考小组与西藏自治区林业局的野生动物科考小组联合组队前往藏北高原无人区进行科学考察。由于当时尚未冰冻，前行的道路十分泥泞、经常陷车，林业局的野生动物科考小组决定收队，想着以后找更适宜的气候条件再行科考；但是为了早日获得第一手的地震地表破裂资料，以徐锡伟为组长的地震科考小组面对困难毫无畏惧，依然勇往直前。由于是前往无人区考察，且不谈考察的艰辛，就是每天的食宿都是大问题，晚上只能住在越野车里，十月的高原地虽未冻、天却奇寒，每天早晨起来科考队员们要围着车子走上几十圈，身上才能有点热气，抓紧时间自己动手做些自带的干粮当早餐之后就要开始一天的考察工作了。 一次由于下大雪，遮盖了前行的车辙，有两名考察队员迷了路，在寒冷空旷的无人区陷入了困境，徐锡伟带领另一名考察队员一直寻找到次日凌晨两三点才终于找到他们；由于科考队的营地仅由两辆越野车和一辆运载物资的卡车组成，在无人区常会遇到野生动物，特别是野牦牛的观顾。在如此艰苦的工作环境下，科考队员们没有考虑自己的痛苦与得失，一心想的是尽早如实获得玛尼地震地表破裂的实际资料，经过一个月深入藏北高原无人区的艰苦工作，他们终于查明了 1997 年西藏玛尼 7.5 级地震的地震地表破裂展布与同震位移的定量数据，为深入开展地震科学研究积累了宝贵的资料，为此他们荣获了中国地震局授予的“地震科考勇士”称号。



徐锡伟等人在野外工作

昆仑山口西8.1级大地震考察

2001 年 11 月 14 日，昆仑山口西发生 8.1 级强震。徐锡伟在做青藏铁路地震安全性评价工作时，曾预测这一地区有条断层可能在地震中产生 4 米的位移，而这次地震恰恰发生在这条断层上。地震发生的当天，还在上海开会的徐锡伟，自己立即约

了几个同仁前往震区，16 日到达格尔木，18 日到达昆仑山口，与青海局地震科考队一起进行野外考察，发现了地震的地表破裂，并开展地表破裂的展布调查和同震位移测量。昆仑山地区地处高原，平均海拔在 4500 米以上，高原的气候瞬息万变，刚刚还是艳阳高照，几片云过来便已是大雨瓢泼，为了考察东昆仑断裂带布喀达坂峰附近的展布特征，徐锡伟依然毫不犹豫地深入可可西里无人区腹地进行工作，空旷的草原根本没有地方可以躲雨，浑身淋个透，潇洒地甩甩头，爽朗地谈笑着，等着大雨过后继续手头的事情，仿佛大雨没有来过。



徐锡伟在地震现场考察



2011年，徐锡伟在玉田地震现场考察

为了进一步核实地震地表破裂带的最大同震位移、地表破裂宽度和展布特征，徐锡伟科研小组与法国地球物理研究所 Paul Tapponnier 教授的研究小组，多次深入平均海拔 5000 米左右的库赛湖、布喀达坂峰等可可西里无人区。他们发扬“穷究于理”的精神，最终获得了可靠的昆仑山口西 8.1 级地震地表破裂带的定量参数，特别是同震地表破裂的最大同震左旋位移量，成果发表在国内外核心学术期刊上，获得了国际同行的充分肯定，徐锡伟又一次被中国地震局授予“昆仑山口西 8.1 级地震科学考察科考勇士”称号。

四川汶川“5·12”大地震考察

2008 年四川汶川“5·12”大地震发生后，已身为主管科研副所长的徐锡伟在震后第一时间投入工作，安排部署，叮嘱前线应急救援队员注意事项。被任命为地震应急科考技术负责人和汶川地震系统科学考察地震构造野外考察队长后，他以一个共产党员高度的政治责任感，以地质工作者对国家地震事业强烈的责任感和使命感，带领科考队任劳任怨地战斗在地震应急科考、地震及灾后重建科考的最前线。

知难而进，填补工作空白区。龙门山山谷地势陡峻，余震、滑坡时刻威胁着每一位科考队员，身为科考队长的他一直叮嘱队员要安全第一。当应急科考临近结束时，位于龙门山深山内的红白镇岳家山、清平、高川、茶坪等断裂点仍然是工作空白区，

他主动担当起攻克这些难点的任务。

第一次试图进入什邡市红白镇岳家山，看到前面一路的崩塌和抢修道路的工作队伍，只好收队。第二次再去时，汽车只能开到红白松林电站，他带领“五人突击队”沿地震崩塌破坏的铁路进发，跋涉了两个小时到达木瓜坪，前面的路已经完全破坏，他们在连续的崩塌滑坡体上又前进了近一小时后，碰到从岳家山出来的老乡，说进出至少还要五小时，由于时间已晚他们只好遗憾地决定返回。6 月 11 日，第三次向岳家山进发，幸好车子一直能开进木瓜坪，他带领考察队从木瓜坪徒步翻越连续的滑坡体巨石堆，经过六个多小时跋涉了十余千米，终于到达断裂带，完成了观察任务。

为了确定地震发震断层的具体数目，徐锡伟带领科考队员乘车两天，到汶川县城对龙门山后山断裂带进行调查。地震引起的大量滑坡和崩塌，在强风下漫天的黄沙飞舞，烈日下的汶川像蒸笼一样，他带领队员爬上县城东部的多个山头观察断裂是否存在最新地表破裂。随后队伍沿岷江向南推进，沟深谷陡的岷江两侧，滑坡体在烈日强风下断断续续地蹦落着土石，他带领队伍不畏险阻一直挺进到绵褫镇以南，队员开玩笑说，“再往南走走我们就可以打通汶川—映秀的公路直接回都江堰了。”后山断裂考察完成回到成都后，应急科考的总结工作尚未结束，国家汶川地震专家指导委员会南北地震带工作组张培震组长组织的汶川地震系统科考就开始了，徐锡伟又担任了地震构造野外考察队长，继续工作。

在地震科考期间，徐锡伟年过七旬的老父亲被查出胃癌，住院手术；上高三的女儿参加高考，他多想到老父亲的病榻前尽孝，多想在女儿身边为她鼓劲，但他深知在地震灾难面前，要坚持党和人民的利益高于一切，个人利益服从党和人民的利益，他毅然地坚守在地震科考的第一线直到圆满完成任务。由于徐锡伟在地震考察中的突出表现，2008 年，他被中国科协授予“抗震救灾先进个人”。

玉树地震考察

2010 年 4 月玉树发生地震，我所陈立春、苏桂武、谭锡斌、孙鑫喆四人组成的地震应急队于地震当晚赶到了地震现场，并开展地震地表破裂调查工作，发现了 31 千米长的地震地表破裂。为了灾后重建场地选址避让开活动断裂，5 月初，徐锡伟又带领博士生孙鑫喆在玉树高原工作了二十多天，发现了隆宝湖边上的地表破裂带，从而将此次地震的地表破裂带长度从 31 千米修正到了 65 千米。8 月份，中国地震局组织开展玉树地震的全面科学考察，由徐锡伟带领的地震地质分队在赶赴玉树后，

没来得及放下行李入住就投入了年代样品采集等工作中，徐锡伟还前往海拔 5000 多米的高山指导博士生王虎和硕士生刘华国的工作。在徐锡伟的带动下，经过全体队员的共同努力，我所圆满完成了玉树地震地质科考的任务。

于田地震考察

2011 年 5 月 8 ~ 25 日我所和新疆维吾尔自治区地震局联合组织了新疆于田 7.3 级地震与阿什库勒火山综合科学考察，这是两个单位第二次组团开展这项考察，第一次组团联合考察是在 2010 年。发生在 2008 年 3 月 21 日的新疆于田 M_S 7.3 地震位于于田、策勒与西藏交界的昆仑山阿什库勒火山群南侧，平均海拔 5500 米的无人区。在大地构造上，于田地震位于阿尔金断裂带西端部北东向张性段，也是昆仑—柴达木—祁连块体与西昆仑块体间边界带上。2010 年的联合考察队在前往于田地震现场途中由于高原气候恶劣，队员高原反应严重、供给车与考察车分离等原因被迫收队取消。由于第一次科考的险情给多数队员心里留下了些阴影，此次科考新疆维吾尔自治区地震局坚持要请富有高原工作经验的徐锡伟研究员参加此次科考，我所所长张培震研究员给予了大力支持，于是徐锡伟带领他的博士生谭锡斌参加了此次科考。这次科考队的营地安置在 4700 米高的湖边，由于高原反应严重，仍有几位考察队员被应急车提前护送下山；考察车每天只能开到 5300 米的山脚下，而地表破裂位于 5600 米的半山腰，从 5300 米到 5600 米这 300 米高的高原山路，徐锡伟、谭锡斌、吴国栋等考察队员每次上山要花 2 个多小时，下山要花 1 个多小时，每天在地表破裂带上开展观测、测量等工作还要用去四五个小时。二十多岁的博士谭锡斌每走十几步就要休息几分钟，而年近 50 的徐锡伟研究员每天都走在最前边。五月的高原天寒地冻，每天的测量都是在冰冻的环境下进行的。高原、缺氧、寒冷，所有的一切困难都没有难倒我们的科考勇士，在考察工作接近尾声时徐锡伟终于劳累过度感冒咳嗽起来，此次感冒直到考察队回到我所后近一个月后才好起来，许多同事都明显地感到原本年轻帅气的他变得黑瘦、略显苍老了。值得欣慰的是，经过近二十天的艰辛工作，科考队终于圆满完成了任务。

正是由于徐锡伟等我所一批年轻地质学家不畏艰难困苦，多次到地震现场直接获取观测数据，并开展细致严谨的研究，因而不断取得新的研究成果，为推动地震科学发展作出了积极贡献。

踏上地球之巅

——忆1975年珠穆朗玛峰科学考察

◎ 林传勇

青藏高原素有世界屋脊的美称，珠穆朗玛峰则是名副其实的地球之巅，加上美丽富饶而又神秘的西藏，在大学期间我就非常向往有朝一日能亲临其境。1975 年，机会终于来了。这一年，中国登山队计划再次登上珠穆朗玛峰；当时中国科学院决定组成科学考察队，随同登山队一起开展珠峰地区高山科学考察。地质考察的任务决定由中国科学院地质研究所（当时我们所尚未更名）组队来承担。所里开始组队时，我毫不犹豫地报了名。经过体检和政审等，我总算如愿以偿，成为珠峰科考队的一员。当时的地质科考组由张洪波任组长（同时也是科考队的队长），成员有尹集祥、刘秉光、郑锡澜（以上四人后来归新组建的中国科学院地质研究所）、汪一鹏、林传勇，此外，还有一名炊事员张鸣九随行。

由于高山考察有其特殊性，需要具备一定的登山专业知识和充沛的体能，我们科考队的队员被集中到北京老山的摩托俱乐部进行训练。为此，登山队还特意委派一名经验丰富的教练对我们进行训练。教练对我们要求十分严格，除了传授基本的登山技术以外，主要就是体能的训练。训练十分艰苦，但是想到我们的使命，以及长期以来所受到的不怕牺牲、艰苦奋斗的革命传统教育，每个人都咬牙坚持了下来。此外，便是繁忙的业务和物质准备工作。当时，正值“文化大革命”后期，物资相当匮乏，但我们科考队所需的物资都得到充分的保障，由此可见当时国家对这次高山科考是多么重视。

经过几个月的精心准备，出发的一天终于来到了。1975 年 2 月上旬的一天，我告别了身怀六甲的妻子，怀着兴奋而又忐忑的心情踏上了征途。我们先是乘坐火车从北京到青海省西宁市。经过一两天的休整，将装备、食品等装上卡车，准备乘坐汽车从西宁沿青藏公路进藏。汽车从西宁出发，望着窗外青海湖的景色，每个人都很兴奋，慨叹青藏高原的雄伟、辽阔和美丽，车上一片欢声笑语。但是，随着地势的不断升高，考验便逐步来临。那时的青藏公路，大部分路段还是砂石路，由于长年行驶着的主要是运送物资的大卡车，公路变得起伏不平，大家都戏称之为“搓板路”。行驶



作者在海拔5000米的大本营

途中，坐在颠簸的车上有时头还能碰到车的顶棚。汽车一天也跑不了多少路程，基本上是每天一早出门，傍晚赶到沿途的兵站休息。一天下来，觉得浑身散架似的，但我们还要坚持轮流值班，冒着寒冷和疲倦看守物资、装备；有时还要帮着给汽车用打气筒打气。这时高山反应也开始来袭，头疼、呼吸困难，车上也没有了往日的欢声笑语。记得是在过昆仑山口时，海拔已达 5000 多米，车上的几个二十几岁的年轻人，由于高山反应开始意识模糊，但他们口中断断续续的癔语还是怕自己不行了，完不成任务，对不起国家，可见当时肩负的使命是多么的沉重。经过科考队队医和高山生理研究所科研人员（他们也是科考队员）的紧急处置，总算经受住了高山反应的考验。我自己还好，也可能是一个多月的训练和充分的心理准备，使我虽然也难受，但还是坚持了下来。就这样，经过八九天的颠簸和与高山反应的抗争，我们终于到达了第一个目的地拉萨。由于拉萨海拔又相对低了很多，我们第二天早上就能进行跑步锻炼了，高山反应也消失了。

在拉萨休整了几天，我们也因此有机会瞻仰雄伟而神秘的布达拉宫，使我对西藏的历史、文化有了更深一步的了解，也了却了我长久的心愿。出发到珠峰的日子也终于来到了，自治区政府组织了盛大的欢送仪式。在布达拉宫下面的大广场上，各族民众载歌载舞，场面之壮观、热烈十分感人。同时，我们也深感肩负使命的沉重，每个人都暗暗下定决心，一定要完成好这次登山和科学考察任务。又经过几天的颠簸，路更难行了，快接近珠峰时基本上已没有路了，都是由解放军战士临时开出来的路。坐在敞篷卡车上，可以看到汽车轮子紧贴着悬崖边上缓缓行驶，不时听到石头哗啦啦从路边滚落到悬崖底下，看起来相当恐怖。终于我们看到了远处巍峨的珠峰和围绕她的云彩，仿佛是“第三女神”（珠穆朗玛在藏语中是第三女神的意思）撩开面纱，微笑着欢迎我们的到来。位于海拔 5000 米左右的绒布寺大本营到了，先遣队和解放军战士已经搭好了帐篷，使我们一到达便有了安身之处。就这样，我们开始了在珠峰一个多月的地质科考工作。这里仅记录几件令我至今难忘的事情。

由于高海拔，水不到 100℃ 就开了，因此一般煮饭、煮鸡蛋不用高压锅是煮不熟的。记得有一天，炊事员小张给我们包了饺子改善伙食，用很大的高压锅好不容易煮熟了，松开四周的螺栓，没想到锅里的压力还很大，饺子和汤水一下子就潽出来了。还好没有烫伤人，有一些饺子还可以吃。还有一次，登山队运来一批活羊，给大家改善伙食。有一只羊逃脱了，跑到了山上，追也追不上。没想到过了几天，我们出外考

察时在山上发现了它，但我们也无能为力。陪同我们的解放军战士，只能将其一枪击毙，费了很大的劲运回大本营给大家改善了伙食。

有时我们考察的地点会离开大本营很远，不可能当天来回，只能带着帐篷和行李在外面安营扎寨。我们虽然经过训练，储备了体能，但到这里还是不行，上山走几步就气喘吁吁，更不要说负重走很长的路。为此，登山队全力支持我们，有时派解放军战士，有时派藏族民工来帮助。记得到中绒布冰川考察时，由两位藏族民工赶着牦牛，驮着我们的行装到 5900 米的冰川边上安营扎寨。还有一次，我们在考察途中，遇到了冰河拦路，水虽然不深，但只能涉水过去。摸了摸水温，觉得还可忍受，便脱了鞋袜准备过河。这时，我看到陪同我们的民工扎西，轻轻松松地到了河对岸。我也不再犹豫，下到水里想快速走到对岸。没想到走了几步便感到寒冷刺骨，实在坚持不下去，看到河中间有一块大石头露出水面，一下子就跳上去，使劲搓我的双脚和小腿。河对面的扎西看到我的狼狈相，不禁哈哈大笑。但更让我没想到的是，突然间他又回到河中间，我还没反应过来，他背起我就往对岸走去。我真是百感交集，连一句话也说不出来了，只觉得沐浴在兄弟情谊的暖流之中，感叹着这是多么淳朴、善良的弟兄啊。那一幕，至今还深深铭刻在我心中。

还有一次，我们科考队的大气物理组在 6000 米处设立观测站进行观测。没想到，有一天一个年轻同志发生严重的高山反应，陷入昏迷状态。指挥部获悉后，迅速派出解放军战士、民工和登山队员前往营救，我们科考队员闻讯也纷纷前往。由于没有路，到处又都是大小不一的大漂砾，有时需要蹦蹦跳跳，没一会就气喘吁吁。走到半路，我看到营救人员已经往回赶了。只见营救人员用登山背架背着那位昏迷的科考队员，一步一步艰难地往回走。在那个高度，空手走路已经很艰难，何况要背负六七十公斤重又昏迷不醒的人。走十来步就坚持不下去了，赶紧再换一个人来背。也不知换了多少人才将他背回大本营进行治疗。由此可见当时工作的艰辛，而科考队员不畏艰险坚持完成任务的精神更是难能可贵。



地质组科考队员在海拔5300米处考察
（左起：林传勇、尹集祥、张洪波、汪一鹏，后排两人为刘秉光、郑锡澜，远景为珠穆朗玛峰）

登山队员则比我们更加艰苦，要攀登到顶峰，并不是那么容易的事。他们需要经过许多次的行军，建立在不同高度的营地，将必要的物资（包括食品）运到营地。最后，选择有利的时机，攀登顶峰。这当

中，需要抗严寒、战恶风，攀陡坡、跨冰缝，其艰难险阻不可言喻。在这次登山过程中，登山队的副政委邬宗岳在 8000 米高度不幸遇难。他平易近人，非常关心我们科考队的工作，经常给我们提供帮助。没想到，他就这样离开了我们，为了我国的登山事业，献出了自己的宝贵生命。登山队员们不怕牺牲、不畏艰险、勇攀高峰的精神，是我学习的榜样。我们搞科研工作，不就是要像他们那样，不畏艰险，一步一个脚印，攀登科学高峰吗？

在珠峰近两个月的考察工作，终于胜利完成了。经过几天的休整，我们离开大本营，前往珠峰南坡继续考察。在前往第一个目的地的途中，没想到车子陷在沙漠里，无法动弹。我们几个人下来推车也没有用，周围荒无人烟无人可以求助。眼看着太阳西下，只好卸下车帮，垫在车轮下面，一段一段地走出沙漠。还好在天黑之前总算找到了边防部队的驻地，受到部队官兵的热情接待。部队领导了解了我们的考察任务之后，告诉我们要考察的路线由于发生山体滑坡，只能步行前往。我们只好决定，进行路线地质考察，一直到中尼边境的陈塘边防哨所。为了我们的安全，部队决定派 5 名战士陪同我们前往，并为我们找到藏族民工，帮助携带我们的行装。第二天我们离开部队驻地，开始路线地质考察。每天爬山涉水，记录地质现象、采集样品，餐风宿露。走了几天，不知不觉走进了另一个天地。珠峰北坡还是千里冰封，而这里已是绿荫葱葱，山花烂漫，不同颜色的杜鹃花盛开着，万紫千红，美不胜收。我们不禁感慨祖国大地的神奇、美好，忘记了一切疲劳。3 天以后，我们到达了目的地——中尼边境的陈塘哨所，完成了整个考察任务。

完成珠峰南坡的科考任务之后，5 月中旬我们回到拉萨整理资料和样品，没有再回大本营。5 月 27 日，传来喜讯：包括女运动员潘多在内的 9 名登山队员，不畏艰险，战胜重重困难，终于登上珠峰峰顶，踏上了地球之巅。测量队也通过登山队员在顶峰竖起的测量觇标，精确测定了珠峰的海拔。回到北京，我们受到各界的热烈欢迎，并荣幸地受到党和国家领导的接见和合影留念。从 1975 年至今，已经过去 36 年了，但当时的情景还历历在目，成为我一生的宝贵精神财富，激励我勇敢面对困难，努力进取。

探索地震预测、预报之路

◎ 高名修

我是学水文工程地质的，1956 年毕业分配到了生物地学部，在施雅风先生手下，协助学部主任尹赞勋先生工作，因可适当参与研究所科研工作，于是有机会在 1957 年随水文工程地质室谷德振主任参加珠江流域规划野外考察与工程选址工作。出于期望做实际地质工作，主动要求调离学部。1959 年初调到所水文工程地质室，一直在谷德振主任领导下工作，参加过 1959—1960 年西部南水北调选线、选址工作和 1962 年广东新丰江水库 6.1 级地震震后大坝坝址稳定性研究；在 1964—1965 年与水电部合作的中国高坝工程地质总结工作中，执笔岩溶区高坝部分；1967 年应邀赴吉林鉴定小丰满水库大坝烈度。野外工作足迹遍及青藏高原以东东北—西南的广大地区，为日后的地震与地质科研工作打下了有利的基础。始料不及的是，在南水北调工作中碰到区域稳定性与地震预测、预报问题；在新丰江水库 6.1 级地震考察中又遇到水库地震作用下的坝址稳定性命题，竟与地震结下了不解之缘。

1966 年 3 月河北邢台发生 7.2 级大地震，推动我国大规模进军地震研究。我所受命转攻地震，成立了地震队，我也被划归地震队，不经意间就改了行。因被指派为队负责人之一，分管业务工作，地震办公室组织的业务和地震会商会议，大多是我去参加。1979 年渤海 7.4 级地震后，组织我所、三河地震队等单位联合编制了我国第一张地震构造图。1978 年后，作为地震局的一个直属所，承担地震预测、预报与参与地震会商工作，但我所并未设置对应这一任务的专门课题和人员，一旦有任务就临时拉差。由于前面与地震的渊缘背景，我就差不多成为代表所编写“地震预报会商意见”并参加局和地方组织的各类地震预报会商会较多的“常委”之一。本来是为主攻工程地震到地震队的，却阴差阳错地介入了地震预测、预报工作，于是也就不得不认真地思考地震预测预报问题了。

地震作为突发事件，需要定期、不定期且大多是突击召开会议。这些会常常简要介绍震情后，立即要求拿出针对不同地区、不同范围的地震地质背景评估，要求解读五花八门的观测信息，提供对不同时段地震形势和趋势的判断与对策，乃至进一步开展工作的意见与建议等。需常备不懈，随时准备着，否则很难在那种会上坐得

住和发表意见。为应对地震预报会商，我不得不边实践，边充实，投入了大部分精力，我的科研工作也就围着这一轴心“扩张”，涉足面之广，迫使我从一个原本比较单一的学科“掉进”了地球科学的汪洋大海之中。我不仅查阅了大量国外相关文献资料并翻译介绍到国内，还与另一同志合作翻译出版了《地球》一书，把 20 世纪 80 年代最新的地球观介绍给国人。因研究 1966 年邢台地震和 1976 年唐山大地震发震构造，发现这两次地震一致揭示了“华北引张应力场”，为检验并确认这一论断，又系统调研了公认属全球引张构造的大陆裂谷，进行广泛地质对比，现在认识到我国 1966—1976 年从西南—东北高地震活动揭示的张性构造活动，其实也是全球一次张性构造活动的反映。同时也系统调研了被认为代表挤压环境的西太平洋地震带，发现包括台湾在内的西太平洋地震带的大震活动往往滞后大陆大地震，日本 2011 年的大地震也不例外，这一结论再次得到验证。总之，地震、地震构造以及地震预报等命题涉及的问题多、难度大，要求的知识面广。应当说以上方方面面还只不过是一些基础准备，归根结底还在于地震地质在地震预测、预报中究竟能否发挥作用？经过几十年的实践和思考，结论是肯定的。

回顾所经历的一些实例，可捉摸到预报地震的点滴端倪。1972 年春节前夕，山西大同突发“矿震”，工人不敢下井，矿山被迫停工停产，惊动中央。我受命带队连夜赶赴现场，经工作认定为矿山采空区地面塌陷，诱发振动，属工程地质问题，与地震无直接关系，排除近期发生 5 级左右地震可能性，得到地球物理研究所和地壳应力研究所前身三河地质队现场同志的认同。经地震局领导采纳，缓解了地方对可能发生地震的忧虑，恢复了正常生产与生活。“矿震”也因而成为一个持续关注的命题。1975 年海城地震前的全国会商会上，震情趋势并不明朗，我们对华北近期有发生地震可能性的评估，一定程度上为海城地震所检验。特别是 1976 年唐山大地震后，京西突发小震活动，担忧“近期北京可能发生大震危险”的紧急会商会上，根据平时的积累与现场各单位提出的监测资料，我提出了五点“降温”意见，主要是针对八宝山断裂即将活动的惊慌缺乏依据；北京地区也并无明显的异常；已有动态监测信息比



1984年，高名修在西安水文地质队作西安地裂缝研究学术报告

较一致地反映异常相对集中在京东南等。故建议各单位进一步研究资料，改日再议。因事关北京安危，会议是由当时中国科学院领导周荣鑫同志亲自到局里坐镇主持，在他所作的会议总结发言中，吸纳了上述意见。在各自仔细研究资料后的再次会商会上，对北京近期不致发生大地震的认识得到了理性共识，北京即将发生大地震的紧张气氛因而得到缓解。又如，唐山大地震后，全国许多城市停工、停产，居民大多露居室外，城市瘫痪，距唐山较近的天津更是如此。地震局在天津现场组织了能否解除天津地震危险这个举足轻重的会商会，会议接受我所建议，修改删除会议总结“不排除近期有发生5级左右地震的可能”的意见，为天津恢复正常生产、生活创造了条件。1981年春，高文学副所长让我一同出席在成都召开的全国地震会商会，会上主张近期可能发生8.0级大地震的呼声甚高，但是我在会上表达了不同的意见，提出了内蒙古五原近期有发震可能的预报意见，随即得到验证。我所许多研究者在这方面也从不同角度做过大量工作，并取得有意义的成果。例如1990年亚运会期间的昌平4.8级地震，由于我国震前向参加亚运会的国家通报了震情，地震并未引起惊恐，取得了良好的国际影响，我所地下流体研究者据地下水监测对该震的预报发挥了重要作用；又如1998年全国地震会商会上，董瑞树代表所执笔的，以地震与地质相结合的预报意见，被评为当年京区第一……以上这些实例虽不一定说明是否就能做出正确的地震预报，但明确表明从地质角度在预测、预报地震中是可以有所作为，发挥积极作用的。

那么，地震究竟能否预报？以及通过什么途径实现地震预报呢？ 1983年应《国际地震动态》约稿，我初步整理了对地震预测、预报的理解和认识，概括为“地震构造活动势态追踪”作为一条可能的途径，文章写道，“唐山地震后，地震究竟能否预报？以及通过什么途径实现地震预报等问题又重新摆在人们面前……自1966年以来，形成了从地震构造角度探索把研究发震构造与寻求预报地震统一起来的思路，形成了从应力场不稳定，地震构造动平衡调整的观点出发，追踪构造活动的趋势与动态以预测、预报地震，在地震预报的实践中得到了一定的验证。初步表明可能是一条有前景的预报途径……”而今“跟踪”一词在地震预报工作中被广泛应用，“跟踪”和“追踪”词义上似无多少出入，不过“追踪”和“跟踪”的内涵和侧重可能各异。

地震预报仍是一个有争议的命题，仁者见仁，智者见智。历经几十年的地震预测、预报探索，我以为能否预报地震争议的症结，首要的是如何认识客观世界的思维方式，或思想方法，就是说如何认识地震不只是单纯的物理问题，还多少有点哲学的意味。因为地球科学最要害的软肋就是未知数太多，这或许就是地球科学无诺贝尔奖的原因，也是导致地震预报争论不休、争论不清的根源。我常常以自己浅薄的常

识思考，地学与医学除研究对象分别为地球与人体尺度有差异外，科研的思维方式和方法似无大异，地学使用的许多物探手段也都源于医用仪器。然而，人体虽可解剖尚且还不能全搞清，更何况地表都还整不明白的地球，要等把地球“肚子内部”整清楚才能预报地震，那绝对是免谈！但是无论人体或是地球，搞不清不等于科学探索就此止步。医生可以挑战癌症和疑难杂症，地球科学家就不能进军地震？简而言之，如果把地震事件局限于“点源”，企图寻求监控“点源”的局部应力状态及其相关的理、化等参量的变动预测、预报地震，显然是非常困难和不现实的。一位同行曾对我说，“如果把地球表面打上网格，每个节点的应力状态都是知道的，就有办法计算并做出地震预报”，事实上这是做不到的。茫茫大地何处是未来地震的“应力集中点”或者“蕴震点”？犹如海底捞针！意味着此路预报地震难通，甚至不通。如果我们另觅它途，换一种思维方式，不是从点源出发，而是从整体着手，循逻辑程序从摸得着、看得见的现象入手；从已知向未知逼近，从面→线→点收缩，以定性的、经验的预测、预报地震开路，不拘泥于预报兑现与否，关键在于积累与总结资料，在丰厚资料基础上去伪存真，依次深化，逐步提高，从现象到本质逼近预测、预报地震的目标，或者路子就会更广阔得多。譬如，我们把每年地球上发生的数以百万计的大大小小地震理解为地壳构造运动的显示或一种表现形式（不会有异议）；地壳构造运动显示除地震形式外，理当包含大量非地震形式（在历史记录与地震监测中已经证实，把后者称之为宏观现象或征兆，问题在于受技术手段局限，非地震形式的显示或忽视，或研究程度不够）；既是地壳构造运动，应力集中就不应当也不可能只局限于“一个点”，事实上地震活动一旦爆发就必然是大大小小，此起彼伏，或相关响应，或定向迁移，或连锁反应……（历史和仪器地震记录可考），显示空间上大范围动平衡调整的态势；地震活动的 $M-T$ 图上呈明显的动静交替与强弱相间，记录了时间轴上地震活动从动到静，与从静到动交替的动平衡调整；共同揭示地震活动时、空相关，在很大程度上受控于地震构造活动动平衡调整的序列。如何从看似杂乱无章眼花缭乱的地震活动中寻求其间的时、空相关关系与规律，正是我们需要研究的课题（事实上许多研究者从不同的视角，对这一命题也做过大量有意义的探索工作）。地震活动时、空与地震构造活动的联系，与最新或现代构造运动，乃至地球动力学有着内在的因果联系。从这个意义上，地震与非震现象，既是构造运动的表现形式，又是认识构造运动的向导，也是预测、预报地震的重要征兆与参考依据。

“动平衡调整”是地壳构造运动的一种基本属性，运动是绝对的，静止是相对的。物质总是在力的作用下，处于运动状态，并随受力条件的“调整”而调整或改变运动状态，或逐渐趋于更剧烈的“运动状态”，或逐渐趋于相对平静的“平衡状态”，短暂

的平衡，又必将被新的力作用或条件的改变而打破，并转入新的运动状态。即暂时的平衡→不平衡→新的相对平衡→再度不平衡→……不断的“动平衡调整”运动的演进过程。按这一思路预测、预报地震，如果能够掌握影响运动状态调整或改变的因素，就有可能预测，甚至于预报运动状态的发展趋势。显然，由于影响运动因素的复杂性，问题并不那么简单，但这并不意味着无所作为。事实上，无论地震或非震事件，本身既是地壳构造运动产物，又是参与动平衡调整可以观测到的要素，因而就有可能据大量观测到的地震与非震现象所提供的线索，从中寻觅“蛛丝马迹”，从“动平衡调整”角度，追踪构造活动的趋势与动态，“顺藤摸瓜”，至少，在现阶段是一条可行的、经验的和定性的探索地震预测与预报的途径。

2008 年四川汶川大地震发生前的 2004 与 2005 年之交，印度尼西亚苏门答腊岛北亚齐相继发生大地震伴以印度洋大海啸，波及东南亚与南亚。之后，我国东部许多煤矿此起彼伏的矿山瓦斯爆炸和突水事故见于报刊。虽然中央采取了许多积极应对措施，制定了相关对策以遏制类似矿山瓦斯溢出和突水引发的矿难，然而灾难一再重演。处理事故的重心，主要侧重于违法、违章、违规以及失职等“人祸”。无疑，这些都是客观存在，固然重要。但是，瓦斯溢出或是突水事件分布范围广，空间上与 1966—1976 年间中国东部高地震活动带大体一致，与唐山大地震前后观测到的现象大同小异，同时老震区小震显新活动，意味着存在与中国东部张性构造背景协调一致的、阵发性的、非地震形式的张性构造活动。这期间，徐道一曾多次与我交换意见，征求我对震情的看法。我曾多次向他表示，认定中国东部大范围矿山瓦斯爆炸和突水事故应属“非震张性构造活动”，也是一种释放应力的方式，认为东部大地震的可能性不大，当要考虑西部。由于实际资料缺乏，未敢造次冒报。2007 年夏我和老伴又走马看花重游了一趟西部。转年，汶川大地震终于趁人不备，突袭人类，呜呼！大震如此肆虐，人类唯有束手待毙？

地震预测、预报事业是人类认识自己赖以生存的地球，保护人类生存权利的“武器”。人类征服大自然的历程告诉我们，无论攻克一个“科技山头”多么艰难，每前进一步要付出多么大的代价，人类都将永往直前，尽管在征途中会有波折、起伏，甚至失败，人类征服自然的步伐却从未停止。我深信随着科学技术的进步，人类攻克“地震预测、预报山头”是必然的，只是需要时间。受条件的局限，期盼做的事很多，能做的事微乎其微，留下一串串遗憾，但愿能为后来人做点铺垫。

我和地震预报

◎ 董瑞树

1966 年河北省邢台地区发生了大地震。当时我还是北京大学地球物理系的学生，地震之后才理解了我的未来与地震工作的关系。1967 年河间地震之后我参加了实际地震工作。1968 年大学毕业分配到中国科学院地质研究所，到地震连队开始了地震科研工作。

1975 年辽宁省海城地震成功预报，大大鼓舞了我们的士气，觉得地震预报过关了 。1976 年初在辽宁省营口大石桥召开了海城地震总结会，与会人员都非常兴奋，地震预报问题解决了，只要坚持前兆监测，坚持群测群防，就可以了。当时在会上也有人提出华北很多地区还存在异常，异常范围很广，一是沿郯庐带分布，一是沿燕山—渤海带分布。由于 1966 年以来华北地区已发生 3 次 7 级以上大地震（加上 1969 年渤海的 7.4 级地震），对华北地区再次发生大地震认识不足，所以很多人认为这些异常为海城地震后效。随着时间的推移，华北地区前兆异常不但没有减少，而在京津唐地区出现很多异常，当时地震系统上上下下都很紧张，所科研处和地震工作人员也处在很紧张的状态。同年 4 月，根据需要把我从构造物理研究组调到前兆室从事地震预报工作。从此我与地震预报工作有了不解之缘，不可分离。

前兆室当时只有地震目录，连一张华北地区地震分布图都没有，为了了解华北地震分布，我和徐好民徒手绘制华北的 1∶100 万、3 级以上的地震图，一张图，我们两人足足画了一个星期；同时我们还关注所里土地电异常，每天和丁秀芳讨论土地电曲线的变化，当时的计算工具只有计算尺，后来所里给我配了一台手摇计算机；我们还要经常和局里联系，注意地震异常的变化。1976 年 4 月河北省里坦 4.4 级地震和内蒙古和林格尔 6.2 级地震的发生，不但没有缓解各类异常，异常反而加重了。当时我们听到各方面的预报意见，也知道河北省地震局已派科研人员前往郯庐带和燕山—渤海带交界的唐山地区“捕捉”地震去了。7 月 27 日上午徐好民代表我们去局里了解情况，局里负责预报的人员正向领导汇报地震异常情况，李献智接待了徐好民。徐回来说，地震有八大前兆，现已有七大异常，只缺少小地震活动异常。我们决定第二天，也就是 7 月 28 日出发，从里坦往北走，去“找”地震。

7 月 28 日凌晨，大地突然剧烈地震动，所有的人都被震醒了，我们意识到是地震了。对于我们地震战士（当时就是这么称呼），地震就是命令，地震后所有有关人员都来到岗位，汽车队的司机把车开到大楼前，资料室、管野外装备的同志马上都到岗位，出野外的考察人员也都准备好，没有人强调困难，拒绝出差；与地震工作关系不大的人员帮助我们照顾孩子和家属。我们几个人马上到所地震台，观察记录到的异常情况。这次地震之大，除了兰州地震台，全国的其他地震台都限幅，直到上午在局里开会还不知确切的震中位置。

当天下午科研处处长俞建新、副处长易善锋和我们预报人员在老楼传达室待命。这时传来消息，局地震处的崔德海乘直升机寻找震中，说震中在唐山，新唐山的房子还立着、老唐山全平了，听后在场的全体人员都哭了（其实新唐山房子大部分房顶塌落，人员很难施救）。8 月中旬，地震已过去半个多月了，党委书记张荣臻带着部分预报人员去唐山地震现场，从所里出发往东走，过了通县后，震害越来越严重，天津附近到处房倒屋塌，再往东走见到的几乎是一片废墟。进入唐山，空气中充满了呛鼻的浓重尸臭和消毒水味，在倒塌的楼房边解放军战士抬着黑色流着血水的尸体袋。几十年了，这个情景我始终不能忘记，我也常记起周恩来总理在邢台地震后的指示：“……希望在你们这一代搞出地震预报。”从此我把地震预报作为终生的工作。

1977 年 5 月 10 日局里召开地震会商会，一早我去所地电台，丁秀芳告诉我土地电出现了异常，而且出现了突变反向的现象，预示着可能有大余震发生。我们带着预报意见去局里开会，谁知在路上地震发生了 6.2 级地震，是 1966 年 11 月 15 日 6.9 级地震后的最大余震。唐山地震之后我参加了无数次有关唐山余震的会商会，看来余震预报还是有一定效果的。但是随着时间的推移，唐山余震活动减弱了，我们发现有的异常已对不上地震了。

在关注唐山余震的同时，我们开始研究华北地震的活动规律，为地震预测提供依据。华北地区是中华文化的发源地，也是中国东部地区地震最活跃的地区，最可贵的是它有着悠久的地震记载历史，最早有地震文字记载为公元前 1831 年即“[夏帝发七年] 泰山震”。由于该区历史地震记载比较丰富和全面，给我们研究华北地震区的地震活动提供了有利条件。

首先，绘制地震区内发生的地震 $M-T$ 图和能量的蠕变曲线，根据图形变化的特点，分析地震的发生时间规律；分析各地震带间地震活动的关系和迁移规律；分析各地震带内的地震迁移规律；统计特大地震发生区域范围内历史上地震活动的情况；不同震级强震发生后，在其原地和附近再次发生不同强度地震的距离和时间的关系等，以上工作都是我们徒手完成的。根据以上的工作我们得到了一些可贵的结

论，对地震长期的趋势分析有参考作用。

其一，我们认识了华北的地震活动在时间分布上呈非平稳性，主要表现为活跃和平静相间的准周期性活动，每一准周期性变化称为地震活动期，每个活动期有平静期和活跃期之分，平静期内地震活动水平低，是地震带的安全期；地震活跃期中包含高潮期，此时地震活动水平高，是地震带（区）的危险时段。1966—1976 年是本活动期华北地震高潮期，之后华北可能进入调整期。另外本活动期地震主要发生在华北平原地震带，由于区域地质构造活动强度差异性，地震活动水平低于上个活动期。现今看来这个问题再简单不过了，可是在当时对我这个刚参加预报工作的人来说是非常重要的。这个观点在预测华北地区的趋势以及编制地震区划图和工程地震工作中都起到一定的作用。

其二，根据不同震级强震发生后，在其附近再次发生不同强度地震的距离和强度的关系分析，认为一次大地震之后，原地再次重复发生强震，需要较长时间积累能量，而且在相当一段时间内，相邻地区强地震发生的可能性相应减小，这称为大地震的减震现象（鄢家全同时也做了细致的工作）。根据这个认识，曾多次在有人预报北京有震时，我们提出北京发生大地震的可能性很小，对领导决策和稳定情绪起到一定作用。

其三，根据当时华北处于地震带调整期的判断认为不能排除中强地震发生，并利用各地震带内地震迁移的特点和小区域地震活动历史等，曾对燕山—渤海地震带的西部和南黄海地震带的地震危险性提出预测意见，尤其对南黄海地区的预报在时间、地点和强度上都有一定准确度。

由于地震活动存在不确定性，各地区、各地震都存在差异，没有固定模式，用单一方法、单一模式去报地震是行不通的。几十年来我们也有过多次的虚报，其原因还是没有掌握地震孕育和发生的机制。地震的发生实在是太复杂了，又是小概率事件，它发生在地下十几千米至几十千米，人们很难认识到那么深处应力积累和变化的过程；它所反映出的地震前兆现象也很复杂，有时有异常的地区很大、有时有异常的时间较短，有时异常现



1985年，原一室主任张步春和董瑞树等野外出差前合影
（从左至右：董瑞树、汪良谋、张步春、国文秀）

象是其他原因引起的，这些的确给地震的预测、预报带来很大的困难。

从我内心来说确实把地震预报看作是一项事业，也很执著，因为它是非常有意义的。我已退休多年了，无法再进行有关地震预报研究工作，作为一个地震工作者只能多从事地震科普工作，告诉人们地震知识，告诉人们在地震时如何做，才能尽最大可能减轻地震造成的伤害，并宣传要重视地震灾害预防工作，因为它应是防震减灾中最重要的工作。

我所地下流体学科发展与地震预测科学探索的点滴回顾

◎ 车用太

我所开拓了我国地下水监测与地震预测的探索新领域

我国是世界上最早发现地下水与地震关系的国家，早在4000多年前的帝舜时代就留下了“三苗欲灭时，地震泉涌”的记载，之后各朝代都有有关记录，到明朝就已明确把地下水异常视为地震前兆，宁夏《隆德县志》中记载：“地震之兆有六端：一、井水本湛静无波，忽浑如墨汁，泥渣上浮，势必地震；二……”到了现代，王嘉荫教授、傅承义教授、郭增建教授等地质、地球物理界前辈们都曾提出过利用地下水监测实现地震预测的科学思想。

地下水监测与地震预测的科学实践，始于1966年3月8日邢台地震后。震前两天，当地民众发现井水位猛涨，甚至由井口冒顶外溢，随着震情的发展又陆续发现井水面上翻花冒泡，井水变枯、变味、变色等多种多样的地下水异常现象。当时我所派水文地质工程地质研究室蔡祖煌、汪成民、吴锦秀等专家立即奔赴现场，收集、整理与分析地下水异常及其与地震的关系，向中央汇报，为中央下决心搞地震预报提供了重要的科学依据。周总理根据上述事实，提出了“地震是有前兆的”，发出了“要搞地震预报”的号召。李四光教授听到上述情况汇报后提出“水位变化与地下构造活动有一定联系”、“水化学变化不一定是地应力变化，但地应力变化一定影响水化学变化”、“温度的变化值得注意”等著名论断，肯定了我国的地震地下水监测，并亲自指导了京津唐深井地下水动态观测网的建设。这个观测网是我国乃至世界上第一个地震地下水动态监测的专业网，是在中央地震办公室的组织下由我所（中国科学院地质研究所）负责建设的。从此之后，我所大批的水文地质工作者们转向地震地下水监测与地震预测的科学探索新领域，高振寰、陈以健、杨会年、王立功等几十位中青年科技工作者在邢台、沧州、北京等地建立了我国最早的一批井水位、水化学与井水温度观测站，引进了观测技术，建立了观测方法，积累了观测数据，捕捉到一些

强余震及中等地震前的地下水异常，开拓了我国地下水监测与地震预测事业。

我所为我国地下流体学科发展作出了重要贡献

20 世纪七八十年代，我国经历了海城地震预测成功的喜悦与唐山地震预测失败的痛苦之后，开始加强地震监测与预测的行政管理与科学研究，组织实施了地震监测与预测的清理攻关、实用化攻关等重大的科学研究，建立了各学科组。1992 年国家地震局下文成立地震地下流体技术协调组（简称“地下流体学科组”），协助国家地震局监测预报司实施对全国地震地下流体监测、预测与研究的技术管理工作。

在这个阶段，我所作为负责单位承担了地下水位观测仪器的清理攻关与前兆机理的实验研究，主持地下水对大型地下核爆炸响应的观测与研究，主持华北地震水文地球化学背景场的研究，承担地下流体在地震孕育与构造活动中的作用研究等一系列重大的科研项目，不仅产生了一大批优秀的研究成果，而且建设了一支高水平的地震地下水监测、预测与研究队伍，在所内建立了地下流体与地震预测研究室，拥有了水化学、气体化学、同位素化学与水动态机理实验室等，培养出一批硕士与博士研究生，成为我国地震地下流体领域实力最强、最富有朝气与开拓精神的队伍。1997 年国家地震局决定把我所地下流体与地震预测研究室作为全国地震地下流体学科的牵头单位，一直到 2004 年。



水化学实验室



1997年夏首都圈震情会商会（从左至右：王基华、车用太、张培仁、谷元珠）

我所作为全国地震地下流体学科的牵头单位，为现代化的全国地震地下流体台网的建设与管理，数字化观测技术的推广与应用，新的观测技术（H_2，He，CO_2 气体观测）的开发及全国震情的分析与研究发挥了重要作用。我所地下流体学科的专家们在地震监测与预测领域中坚持“不断实践，不断总结，不断提高”的方针，先后编写出版了《华北地区水文地球化学背景场图集》（蒋凤亮等，1989），《地震地球化学》（蒋凤亮等，1989）、《华北地震水文地球化学研究》（蒋凤亮等，1990）、《地球化学异常》（高文学等，2000）、《首都圈地下流体动态监测与地震预测》（车用太等，2004）、《地下流体典型异常的调查

与研究》(车用太等，2004)、《地震地下流体学》(车用太等，2006)等专著，还与其他兄弟单位合作编写出版了《地下水微动态研究》(1988)、《中国地震地下水动态观测网》(1990)、《地下流体观测技术》(1995)、《地下流体数字观测技术》(2002)、《地震前兆异常落实工作指南》(2000)等著作，对我国地震地下流体学科的发展产生了重要影响。

我所地震地下流体学科自20世纪90年代开始致力于水库诱发地震监测网的建设与研究，主持设计与建设了我国第一个(世界上第二个)水库诱发地震的地下水动态监测网，即三峡井网，为三峡水库的安全运行与当地社会稳定发挥了积极作用；21世纪，为了配合我国西南地区水力资源开发，又在金沙江下游地区建成了我国第二个水库地震地下水监测网。这不仅是水库诱发地震地下水前兆监测网，也是我国地下水监测与地震预测的科研网，在国内外本领域中居于前列。

我所地下流体学科为地震预测进行了有益的科学探索

地震预测是当今世界性的科学难题，其难度之大，使很多专家与民众产生了“误解”，认为地震是不能预测的。其实不完全如此！我所地下流体学科曾长期致力于利用地下流体异常预测地震的科学探索，经历过一些磨难，也遭受过不少挫折，但我们也曾成功做出过有确凿依据的地震中期乃至地震短临预测。

20世纪80年代初，某些权威专家曾提出华北地区沿着燕山带出现了一条巨大的地下水异常带，可能是该区孕育强震的标志。我所应国家地震局有关部门的安排，深入现场进行艰苦调查，终于查明了各井地下水异常均为干扰异常，不存在地震地下水异常带，排除了该区当时的地震危险性。1996年11月北京顺义发生M_S 4.0地震之后，延庆县龙庆峡水库出现大规模气体异常，已冻结的水库冰层中呈现出形如节日礼花般的一朵朵由无数气泡组成的“冰中花”，因为此带呈NW向展布，且与顺义地震的发震断层走向一致，二带可连为一线，引起有关部门的关注与有些专家的担忧，提出了地震向NW向迁移的可能性。针对这种情况，我所地下流体学科的专家们到现场凿开厚达近1米的冰层，水下取样并做测试，查明了库水中逸出的气是CO_2，又经碳同位素测试，查明了是有机物腐烂之后产生的有机碳，不是构造活动产生的无机碳，否定了北京地区震情进一步向NW发展的可能性。这样的事例还可举一些。这样的工作，其实是地震预测中的“无震”预测，虽都不轰轰烈烈，甚至是在“保密”状态下进行的，但对正确把握当时震情，对政府的决策与安定民众都是至关重要的，其社会效益也是十分显著的。

当然，社会与民众在地震预测问题上对“有震”预测更加关心，更加渴望。目前

国内外流行的“地震不能预测”的观点，主要也是指有震预测而言的。的确，这是非常困难的事情。然而，我所地下流体学科曾有过两次成功预测的实例。

实例之一是 1990 年 9 月第十一届亚洲运动会开幕式之前几小时发生在昌平沙河的 M_s 4.0 地震，震前我所朱清钟与孔令昌等人利用塔院井地下气中稀有气体同位素比值的异常提出了“近期北京地区有可能发生中等地震”的预测意见，为亚运会的胜利举办作出了应有的贡献。

实例之二是 1998 年 1 月 10 日河北省张北县 M_S 6.1 地震的短临预测。这个地震的中期预测是首都圈地区多数单位与很多专家都提出了的，但地震即将发生前的短临预测却是唯有我所地下流体学科做出的。对于这个地震的跟踪始于 1997 年之初，首先在首都圈及其邻区发现了一批地下水位与水氡的高值异常，根据异常的分布范围大、异常持续时间长达一两年的特征，提出了 1998 年首都圈地区有可能发生 M_S 6.0 地震的预测意见（参见中国地震局地质研究所编，《地震危险性预测研究（1998 年）》，地震出版社，1997）。在此基础上，1997 年 9 ~ 10 月发现延庆—怀来一带多口井（泉）水井中出现 H_2 与 He 异常，且异常分布区较广，异常幅度较大，异常幅度较正常背景值高达几十乃至上百倍，异常十分显著；接着 1997 年 11 月底发现怀来土壤气 CO_2 出现高值异常；再后来 1997 年 12 月下旬发现北京塔院井水温突升，升幅高达正常背景的 10 倍以上。依据这些异常及其发展，1997 年 12 月 27 ~ 28 日两次向国家地震局提交“未来半个月内首都圈外围（主要是晋冀蒙交界及其北东区）可能发生 5.0 或稍大的地震”的短临预测意见，接着 12 月 29 日王基华、林元武等人正式填写《地震短临预报卡》，明确预测：1997 年 12 月 29 日至 1998 年 1 月 13 日间在 113.5° ~ 114.5°E，40° ~ 41°N 间将发生 M_S 5.0 ~ 5.5 地震。预测是及时的，准确的。这是首都圈地区破坏性地震前做出的唯一的一次成功的短临预测实例。可惜有关部门并没有采纳这一预测意见，未能实现成功的地震预报及减灾实效。

回顾上述的历史事实，试图说明虽然地震成功预测的概率较低，难度很大，但经过认真地探索，利用现有的台网与技术，按照现有的科学理论与方法，仍可对一些地震做出预测；地震监测与地震预测的科学探索仍然是我国实现防震减灾的重要途径，地下流体学科在这一探索中无疑具有明显的优势；作者热切期望我所的地下流体学科能继续发展，地震短临预测的科学探索能继续进行。

1973年四川炉霍7.6级地震考察二三事

◎ 徐　杰

1973 年 2 月 6 日 18 时 37 分，四川省西部炉霍一带发生了 7.6 级强烈地震。震讯通过广播电台、电话和电报等迅速传遍祖国各地。毛主席、党中央和国务院十分关怀灾区人民，立即组织各有关部门参加防震救灾工作。国家地震局随即组织地质研究所（中国地震局地质研究所）、地球物理研究所（中国地震局地球物理研究所）、地震地质大队（中国地震局地壳应力研究所）、北京市地震队（北京市地震局）、哈尔滨工程力学研究所（中国地震局工程力学研究所）、沈阳地震大队（辽宁省地震局）及中国科学院地理研究所等单位选派的 26 名科技人员，组成国家地震局炉霍地震考察队，指定国家地震局王鹤山同志带队、地质研究所朱海之同志为队长，迅速奔赴地震灾区开展工作。

炉霍县城地处川西高原东部的鲜水河河谷，川藏公路穿炉霍县城顺谷地蜿蜒伸展。发生地震的鲜水河断裂纵贯河谷，地震时形成的各种地面破坏现象基本集中分布在川藏公路沿线。为减少因公路修复和防震救灾等人为活动对地震地面破坏现象的影响，取得更多地震现场的实际资料，地震考察工作必须争时间、抢速度。

具有强烈事业心和高度社会责任感的考察队员，克服了高原和高寒气候条件下的种种困难，跋山涉水，不怕疲劳，不畏饥寒，忘我工作，经过近 3 个星期的调查和勘测，收集到一套完整的地震宏观考察资料，为地震研究留下极为宝贵的财富。现在这批考察队员都已年到花甲或古稀之年，有少数同志已不幸驾鹤西去。在地震现场考察时，大家心情沉重，工作态度严肃认真，但在这个过程中也不乏一些值得回味的事情，这里摘取若干片断，想唤起老同志的回忆，我们虽然老了，但也曾有风华正茂，为开创和发展祖国的地震科学事业奋斗过，同时亦以此作为对逝去同志的怀念。

地震就是命令

对于我们从事地震工作的人员来说，地震就是命令！炉霍发生强烈地震，我所闻讯而动，从科研第一线到行政管理和后勤部门立即行动起来，有的去业务处报名，要求去地震现场参加宏观调查；有的到图书馆、资料室查文献借图件，研讨地震发生的地质条件；有的在野外仓库，挑选行李袋、羊皮大衣、帐篷、行军床等，配套装箱；有的去食堂联系办理借粮票等事宜……大家为了一个共同的目标，做好准备，随时待发。

与此同时，国家地震局和各有关单位紧急协商，于 2 月 9 日决定由地质研究所、地球物理研究所、地震地质大队等 7 个单位派 26 人组成地震宏观考察队，各单位分头准备，到成都集中，统一组队赴地震灾区。

我所确定朱海之、郑炳华、张木生、张渤涛和我 5 个人参加考察队。随即我们在大家的帮助下，很快配齐了野外用品，由朱海之带队，乘飞机提前到达成都。

各单位人员齐聚成都，在四川省地震办公室和成都地震大队（四川省地震局）的统一安排下，立即组队，组织落实，明确纪律，讨论工作要求和任务，补充野外工作和生活用品，协调好各方面的关系。成都地震大队派一辆大卡车装载帐篷、行军床及锅碗瓢盆等各种物资和用具。成都军区调配 6 辆四开门的北京吉普车供考察队使用。朱海之队长分派我乘装野外用品的大卡车先行打前站，为考察队联系沿途食宿等事宜。

2 月 14 日清晨，王师傅驾驶满载野外用品的大卡车领头，后面跟随 6 辆北京吉普车，考察队的车队在齐鸣的喇叭声中起程，悄悄地离开了成都，驶上川藏公路，汇入进藏和去地震灾区的浩浩荡荡的西行车流中。

师傅，再添一锅行吗？

14 日傍晚，我们的车队进入邛崃山东麓的雅安市。市革命委员会安排我们住宿在革委会招待所。农林部沙风部长率领的中央慰问团和医疗队已到达这里。市革委会为给我们去地震灾区的人员壮行，晚上设宴招待大家。

我们安顿好住宿便纷纷走向宴会厅。除沙风部长等领导外，其他自由组合，8 人一桌。我所 5 个人再拉上另外 3 位满座。市革委会主任和沙风部长分别讲完话就开始用餐。

我们面前的餐桌上，摆满了各种冷盘、热炒，在桌子中央放着一个 1 尺多高的砂

锅，热气腾腾，香味四溢，非常诱人。好一顿丰盛的晚宴！

邻桌的一位解放军司机指着砂锅悄悄地给我们介绍：这是雅安有名的特色菜，叫砂锅鱼。用的是雅安附近急流河水中生长的鱼，配以海参、鱿鱼、海米、香菇、天麻等经文火烧炖而成。鱼肉肥嫩，味道鲜美可口，在其他地方是绝对吃不到这种砂锅鱼的。他话音刚落，我们便迫不及待地拿筷子、操汤勺伸向砂锅鱼，夹起一块鱼肉颇有绅士风度地放进嘴里，啧啧品味一番，赞美之声不断。于是砂锅鱼成了我们主攻的对象，甩开膀子，你来我往，一会儿工夫，大家觉得还没过瘾就已吃得砂锅底儿朝天。一位老兄站起来伸头看看空砂锅，摊开双手咽着口水。我悄悄向大家提议："诸位，是不是向服务员再要一些？"可是环视一周，有的点头，有的摇头，有的眨巴眼睛，就是没有一个人吭声。还是快言快语的张木生憋不住了，指着朱海之说："老朱，你是队长，这为人民服务的事就你来办了。"朱海之连连摆手推托。

过了一会儿，有个服务员经过朱海之身旁，老朱侧身与她嘀咕了几句，服务员笑着点点头走了。片刻，一位穿白色工作服的老师傅来到我们桌旁，乐呵呵地说："同志们，你们辛苦了。砂锅鱼味道如何？""好吃极了！"我们异口同声地回答。老师傅见惊动了四邻，就弯下腰用右手食指放在嘴边"嘘"地一声，悄悄地说："再给你们添一些……"他见自己的话还未说完大家高兴的情绪又要爆发了，立刻摆摆手走了。在大家东张西望的等待中，又一锅砂锅鱼端来了，这不仅满足了我们几个馋鬼的愿望，也吸引了邻桌众多羡慕的目光……

义务"交警"

车队离开雅安向西行驶了一阵，车速开始减慢，从弥漫的晨雾裂开的缝洞中透出乌朦朦的山形，王师傅对我说快到邛崃山山脚了。我们的卡车跟着前面的车子缓缓地行着，行着，一会儿就停下来了。

我和王师傅待在驾驶室里，为解寂寞，我向王师傅问起成都地震大队一些我相熟的同志，他热情地一一向我介绍。九点钟了，太阳高升，晨雾消失，面前展现出悬崖峭壁，车子依然未动。王师傅翻身下车，打开车盖，检查发动机、油管、线路等。我也下车，到后边去找我们考察车队的另外几辆北京吉普车。它们已被后面陆续超上来的车子分隔开，远远地甩在后边。

返回到我们的卡车旁，所有车辆都原地未动，据说前面发生了车祸。司机们开始着急、烦燥起来。我对王师傅说到前面去看看。

沿着停在路上的一辆辆车子，绕过三五成堆的人群向前，渐渐听到前边不断的

争吵声。在盘山公路绕过一个山脊的急转弯处，一辆下山的卡车与一辆上山的“大鼻子”轿车（老式轿车）撞在一起。轿车的车灯撞碎了，“大鼻子”被撞坏且歪斜了，卡车的车灯和车盖被撞坏了。车子旁边挤满了人，争吵得热火朝天。卡车司机和随车人员指责轿车拐弯没有靠外边，事故是轿车司机的责任；轿车司机和乘客指责卡车司机拐弯时不鸣笛，也没有靠里边行，撞车无疑是卡车司机的责任。两方人员各持己见，互不相让，争论不休，有时一方语言偏急还引起另一方推推搡搡，甚至要扬臂挥拳。旁观者也分成两派，推波助澜。双方谁也说服不了谁，谁也不愿承担责任，真是乱作一团。

已争吵好久，还这样没完没了地争论下去会耽误大家的行程，我们还要赶赴地震灾区，得想个办法尽快处理事故，疏通上、下山的车辆。于是我挤进人群，站到卡车的保险杠上，挥着《毛主席语录》大声说：“各位司机和同志们，不要再吵了，已争吵这么久了，两边上、下山的车子已停积上百辆了，大家都急着赶路，我们还要赶往炉霍地震灾区。现在我提一个解决问题的建议，大家看行不行。第一，双方司机各自检查车子损坏的具体情况；第二，赶快修理车子，如损坏严重，请其他司机师傅帮忙或索要一些零件，大家发扬团结互助的精神；第三，修好车子，卡车司机写份检讨书给轿车司机，轿车司机写份检讨书给卡车司机，双方回去都好向单位交待，都不必承担责任。”大家听了我的话立刻转怨为喜，一边说好主意，一边鼓掌赞同。

经过卡车和轿车司机及其他司机师傅的共同努力，两辆车子都可发动了。我拿出笔记本撕下两页纸，分别交给两位司机。他俩很快写好检讨，我看都还深刻。于是他们互换了检讨书，握手言和，并与我握手致谢！

两位司机跳上自己的车，待随车人员到齐，鸣笛三声，互相挥手告别，开车起程。我挥手祝他们一路平安！接着在原地指挥上、下山的车辆顺利会车，直到我们的卡车驶来才上车继续前行。

有惊无险

卡车沿着蜿蜒曲折的盘山公路来到二郎山东坡。车下的公路是硬生生地从山石上开辟出来的。路不宽，仅可供两辆卡车勉强会车，一侧是劈出的凹凸不平的谷壁，另一侧是较陡的谷坡。山高、路窄、壁陡，不禁使我想起歌颂筑路解放军的歌：“二呀二郎山呀，哪怕你高万丈，解放军是铁打的汉，下决心坚如钢……一定要把公路修到西藏……”过去唱这首歌充满对筑路解放军的敬佩，现在身临其境才真正为解放军战高山、抗严寒、劈山造路的英雄气概而深深感动。

想着想着，我无意中打开车窗探头往后看看我们车队的其他几辆吉普车有没有上来。卡车绕过一条山沟，我仔细看着沟对面路上有没有我们的车，没有！我对王师傅说，后面的车子没有跟上，能不能等一会儿？王师傅说行，将车子停靠路边。等了好一阵仍不见吉普车的踪影。于是我跟王师傅讲了一声就顺路下去看看。绕过一个山脊看到山沟对面的路上停着几辆车子，还围着一堆人。我赶紧跑过去，正是我们的吉普车，5 辆停在路边，一辆被一颗小树卡在公路下面的沟坡上。有几个人抓住车防止它晃动下滑，一些人顺沟坡从上向下排成一队，把车子里拉出的人一个一个地送上公路，高诃同志正小心翼翼地从车里往外爬……此情此景惊得我一身冷汗，当得知没有人员受伤时我怦怦直跳的心才稍微平静下来。

原来这辆车在越过路上一个凹坑时因车速过快，车后身高高跳起，而后着地不稳滚下山沟。正巧被沟坡上一棵直径只有 10 多厘米粗的小树挡住才没有继续下滚，车损不严重，人无伤亡，只是把大家惊吓得目瞪口呆……如果没有这棵树，车子滚到沟底，后果不堪设想。沟坡 20 多平方米的范围内，也仅有这一棵算是最大的树，真是天赐生命之树，就是这棵树才使我们这起翻车事故有惊无险。

军民一家人

到地震现场后，防震救灾指挥部安排我们国家地震局地震考察队住宿炉霍兵站。这是川藏公路上一个重要的兵站，位于炉霍县城的西北部，驻扎约两个班的解放军战士，主要是接待进、出西藏的军车驾驶员和随车人员，为他们解决食宿和汽车修理等问题。可是地震也使兵站成了一片废墟，战士们基本都在帐篷里住宿和工作。

我们考察队的车队驶进兵站时，全体战士列队欢迎。除站长外，其他都是 20 岁左右的小伙子，有的歪戴着军帽，有的敞开着衣襟，有的套着工作服，显然是临时集合的。他们个个生龙活虎，朝气蓬勃，有个别的似乎仍稚气未消。



国家地震局炉霍地震考察队于炉霍兵站合影
王鹤山（中排右一），朱海之（前排右一，已故），张木生（中排右五，已故），郑炳华（中排右八），张渤涛（中排右二），徐杰（后排右二）

站长一声令下，留下部分战士帮我们卸车、平整场地、搭帐篷、架行军床，约 1 个小时功夫，一片“篷户区”落成。

我们随车带有炊具，原打算自己购米，打油盐酱醋，埋锅做饭烧菜，自力更生办伙食，不给灾区添麻烦。可是想是一回事，真正要办起来又是一回事，特别是在地震灾区而且又是物资短缺的年代。至少对于我这个负责打前站联系食宿的人来说，真是“老虎吃天，无从下手”。兵站站长深知其难，对队长朱海之说：“你们从北京来到我们这里调查和研究地震，你们的困难也是我们的困难，大家一起来解决。”站长在地震后条件差、接待任务重的情况下，毅然承担了我们考察队 30 多人吃饭的重任。这使我如释重负，深为感动！他们还想方设法为我们改善伙食，常能吃上木耳黄花炒肉片，虽木耳里偶夹砂屑有些磋牙，但味道是鲜美的……至今已时过 38 年，在炉霍兵站“军民一家亲”的生活仍记忆犹新，木耳黄花炒肉片似乎还口有余香。

1975年辽宁海城7.3级地震考察

◎ 邓起东

1975 年 2 月 4 日 19 时 36 分，辽宁省海城地区发生 7.3 级地震，作为地震战线上的科研人员，我们立即行动起来；随即接到上级命令进行科学考察，我们携带简单的行装，乘专机出发前往震区，当晚就到达了鞍山机场。黎明时分，我们已乘车到达海城，并马上开始了宏观调查工作。时值寒冬腊月，东北地区天寒地冻，开始的几天，我们连帐篷都没有，只能生活于县城广场。每天调查结束回到广场，或寻找车辆于车内御寒，或只能穿着大衣立于广场或踱步休息，条件十分艰苦。

当时中央地震部门派出了海城地震工作队，除了领导同志外，我们做具体工作的同志分成两个组，一个余震监测组，负责人是地球物理所的吴开统同志；一个是宏观考察组，负责人就是我。我们到达海城地震现场后，与辽宁省地震部门的同志联合组织了地震工作队，宏观考察方面的负责人是我和辽宁省地震办公室钟以章同志。经过前几天的紧张工作后，我们宏观考察队把帐篷设在了营口（大石桥）的广场上，每天派出几个考察组，按一定路线成放射状外出考察，对沿线各居民点的破坏情况及人员伤亡情况进行调查，确定宏观烈度，每天晚上汇总烈度分布状况。虽然天气冷，工作条件很艰苦，但来自不同单位的同志们努力工作，很快就做出了地震烈度分布图，并发现了小孤山地震破裂带，向上级提交了图件。虽然中央慰问团到震区进行慰问时并未到我们考察队的帐篷中与大家见面，但在此之前我们已经准备好了有关材料以备汇报。



辽宁海城地震现场地震地质考察
（左起：邓起东、王挺梅、方仲景、向宏发、易善锋）

参加宏观考察的同志来自地震战线各个部门，经过简单的组织，在考察中发挥了极好的协作精神，大家按照统一布署，开展宏观调查工作，对震区房屋破坏情况做出了全面评价，对人员伤亡做出了准确统计，对

各种宏观前兆现象进行了精细调查。海城 7.3 级地震是我国和全世界第一个做出准确预报的 7 级大地震，虽然房屋破坏不轻，最严重的既有海城县招待所那样的倒塌，也有铁路路轨的变形和滦河大桥的坍塌。但由于政府和地震部门对海城地震做出了准确的长、中、短临预报，特别是精准的短临预报，大大地减轻了人员伤亡。地震前专业部门发现了多种前兆异常，进行了地震预测；群测群防队伍发现了多种宏观异常，积极开展了预报工作，通过宏观考察，对这一地震的宏观前兆及地震预测、预报的成功和过程也收集了丰富的资料。我所徐好民同志奔走于震区各个地光点，对地光现象进行了深入调查和研究，震后完成了《地光》一书（徐好民，1989）。宏观调查队在震区东南部小孤山一带发现了走向近东西向的海城地震地表破裂带，长 5.5 千米，左旋水平位移 0.55 米；破裂带中有与总破裂带方向成小角度相交的不连续次级张剪切破裂，也发现在其不连续阶区形成的挤压脊，这一同震破裂带的发现为认识海城地震的发震构造打下了基础。

大年三十，指挥部突然通知，辽河西岸田庄台发现大裂缝，造成群众惊慌，要求宏观调查队派人前往调查。当时已是傍晚，我即乘 212 吉普车从大石桥出发前往，抵达辽河时天已漆黑。此时由于辽河冰面破裂，禁止车辆通行，为了及时观察田庄台裂缝，安定人心，我只能拿着手电，单人徒步过河，脚踏在冰面上吱吱作响，又只有一支并不明亮的手电，在黑暗的冰面上前进也需要几分勇气，但还算平安通过。到达河西的田庄台，受到军代表和当地干部的欢迎，用过年饺子招待了我。天亮后，经过观察，肯定了只是岸坡崩塌，并非新的地裂，安定了人心，完成了任务。



邓起东在宏观考察



邓起东在冰天雪地中进行地裂缝调查

宏观考察结束后，我们编写了总结。之后，我们研究所的同志又进一步开展了震区地震地质



中美专家合作研究
（右起：邓起东、蒋溥、P. Molnar, L.Jones）

工作，包括王挺梅、向宏发、方仲景、计凤桔、程绍平等同志在内的许多同志都参加了这一工作，各自完成了不同的任务。在这些工作的基础上，我们先后发表了关于海城地震发震构造和震源模式的论文（邓起东等，1976，1978；王挺梅等，1976；Deng Qidong et al.，1978）。此后，我和蒋溥同志还与美国麻省理工学院大气、地球和行星科学系P. 莫尔纳（P.Molnar）教授合作对海城地震宏观前兆分布与地质构造关系进行了研究，还接受了该系研究生L.Jones（章光月）来所进修、学习，她在国内外发表了有关研究成果，得到了好的评价。

30多年过去了，我们都已满头白发，有的老同志已经故去，回忆30多年前海城地震后共同在冰天雪地和断墙残壁中努力工作的日日夜夜，无不感慨万千。地震科研的道路荆棘丛生，海城地震预报成功后一年遭遇了唐山地震预报失败的反复，这给我们带来了痛苦，但只要我们回忆起海城地震预报的成功给灾区人民带来的减灾实效，我们就心存幸福，它总是那样强烈地鼓舞着我们，鞭策我们扎扎实实努力去做好我们应该做的工作，哪怕我们只能走出其中小小的一步，它也是未来成功道路上的坚实一步！

海城地震夜观火球

◎ 徐好民

1975 年 2 月 4 日晚 7 点半之后，我和一些同志及家属正在地质研究所六楼大厅看电视节目（所里唯一的一台），忽然脚下的楼板来回地抽动起来。大多数人都被电视节目所吸引尚无反应，工厂的裴增耀师傅在后面站着，已感到了这种抽动，只是不知是怎么回事，低着头盯着楼板想看个究竟。我一感觉到这种抽动马上意识到发生了地震，就惊呼："地震！"大家都蜂拥着往楼下冲去。到了楼下，楼前东西马路电线杆上的电缆还在慢慢地荡悠着，传达室张连旺师傅说："这个地震不小！"

很快得知海城发生了强震，奔回宿舍收拾行装，在所里统一组织下赶往西苑机场。当晚由于飞机人数的限制我和徐贵忠被留了下来，第二天一早乘华国锋代总理的专机飞往鞍山与所里大队人马会合。到震区的前半个月一直忙于了解地面及建筑物的破坏情况。这是我工作后第一个实地考察的强震，一切都是那样新奇、震撼、悲壮！一天在田庄台考察时，在一个废墟上，一个 49 岁的男子得知我是国家地震局工作人员时直对我说："对不起，对不起！你们报啦，我们不听话，我们一家九口只剩我一个啦！"从交谈中得知，当天下午村里开会时干部就通知他们今天晚上就可能有强震，大家吃过饭赶快到自家窝棚去，不要待在家里。晚饭后邻家一个妇女带着一个姑娘来他家串门，他家七个孩子和妈妈一起说说笑笑，地震时一个也没跑出来。这使我深深感到一个地震科研工作者的责任！报与不报是大不一样的！报了，即使还有损失，群众也不会怪罪政府和科研部门，却能大大提高政府和科研部门的威望，大大提高国家民族的凝聚力！


徐好民在办公

大概是 2 月 20 日几个组在大石桥镇会合，方仲景同志告诉我现在有些地方每晚还可看到火球，但不知是从地下喷出的还是敌人放的信号弹？！我听了心里为之一振！不知道就去调查嘛！对地震伴生的现象，震

前我们没看到，只能听群众的诉说；对震后仍在发生的现象，我们既然已到震区为什么不去直接调查呢？！我强烈要求自己去做这件事，连续三天均未获批准。第四天晚饭后我仍要求去做这件事。邓起东同志说我一个人去不安全，仍不打算批准。当天下午武汉测量队刚来一批同志，吃过晚饭正坐在一旁休息。听到邓起东同志的话，测量队何世海同志从地上跳了起来，说："我陪他去！"于是邓起东同志就派王焕同志开辆北京吉普车将我们送往冒火球较多的营口县水源公社前进大队。

前进大队队部是一排东西向的正房。我们刚在房前停下来，就突然看到从房后向东南方向斜着升起四个鲜亮红绿色茶杯大小的火球。我赶忙拉开车门拔腿向东跑去，何世海同志一叠声地喊："快拿相机，快拿相机"！其实 135 黑白胶卷的相机如何能拍得下来呢！我向东跑想绕到房后找喷火球的地点。几个民兵也跟我们一块跑到房后一片布满喷砂的地方，民兵说火球就是从这片地方喷出的。接着民兵又把我们带到房东南一片布满喷砂孔的地方，说这里也往外喷，只是稍少些。于是我和何世海同志做了分工。我站在两片喷砂的中间，眼盯着房后的那一片；何世海站在我东南方向，眼盯着我身后那片地方。尚未站稳，我又听到一片呼喊，我急忙转身，什么也没看到。他们说又从我身后喷出三个暗红色的火球，比刚才的小，比刚才的低。这使我们非常兴奋，也不敢多说话。我们都手按相机快门，聚精会神盯着我们各自的地方。几个民兵在我们周围站了一段时间就回去休息或执行巡逻任务去了，我们就一直全神贯注地站着。关外正月仍很寒冷，脚下踩着的是喷水结成的厚厚冰层。由于再也没看到火球的喷出，何世海同志几次说"回去吧，回去吧"，我都是以"再等等，再等等"回答他。

直到第二天太阳升到树梢高了，天色大亮，有火球也看不到了，我们才结束观察。我们随身带的蛋糕和水果，一夜也未动，这时才觉得该吃些东西了。我们走到附近值班民兵睡的帐篷里，在一张桌子旁坐了下来，拿出蛋糕和水果。由于帐篷里有火炉，温度较高，高度的疲劳使我们的眼睛再也睁不开，嘴也张不开了。民兵连长看到我们的样子赶忙踢醒两个民兵，让我们睡下休息。大概 10 点多钟有辆吉普车来接我们，第一次观察就结束了。由于震后已 20 天，喷火球的现象越来越少，整夜观察已难见效果，以后又改为每天晚上观察几个小时，人员也略有增加，仅偶尔看到远处升起过一两个。几天后整个观察活动就结束了。

从此我的宏观考察工作就转向了地光现象的收集，访问被地光灼伤的群众，了解群众看到的各种发光现象，到喷火球的地方察看火球留下的其他痕迹，也顺便采访震前、震时、震后出现的其他现象。在鞍山总结期间主持写出了关于地光问题的考察报告，但问题远远没有结束，地光问题仍深深困扰着我，回所后寝食难安，我到

图书馆、资料室搜索国内外各种资料，到许多单位找人请教，写了几大本读书笔记，很快写出《关于地光成因的初步探讨》文稿。7 月又去震区出差，回来后又收集资料，五易文稿，经马宗晋同志推荐，1975 年年底在友谊宾馆科学会堂召开的“海城地震总结会”上作了 50 分钟学术报告。这篇文章奠定了我一生的科研方向，最终促成了“征兆地质学地震预报法”的形成。

海城地震是人类历史上第一个被成功预报、明显取得减灾实效的 7 级以上强震，海城地震是人类历史上第一个大量临震信息被群众系统观测到的 7 级以上强震，它在人类地震科学研究史上占有重要的一席之地！

唐山地震忆与议

◎ 虢顺民

1976 年 7 月 28 日唐山发生 7.8 级大地震，震中在唐山城区，震中烈度 XI 度，这是新中国成立以来遭受的最严重的一次灾难。地震时地动山摇、房倒屋塌，震后震区面目全非。死亡 24 万余人，重伤 16 万余人，灾难之重，不忍目睹，惨绝人寰。35 年过去了，经历过大震考察、亲眼目睹地震惨境的我，脑海中永远留下了那时的记忆，经常激起对当时所见所闻的回想，并引发出对一些问题的思考。

地震发生当天，地质研究所即雷厉风行地组织 20 多人的考察队奔赴现场，我是其中的一员。考察队分三组，一组负责地震宏观烈度考察，一组负责地震趋势监测，我所在的第三组负责发震构造考察，本组成员还有李志义、程绍平、陈献程、杨主恩、袁淑荣、陈孝德、李如成、郝宇红等。

地震后极严重的灾情使人们无家可归、衣食不保、生活无着落，处于最困难境地。考察人员也遇到同样的困难，没有住所，只好以地为床，以天为被，席地而卧；没有食品，忍饥挨饿，只好等待救援飞机“天上掉馅饼”，以解饥渴。我们既要面对生活和工作上的困难，还要面对人们对地震局工作人员的不理解和抱怨情绪。因为地震局未能做出唐山地震的预报，人们对此耿耿于怀。我们所到之处得到的是冷眼相待、怨声不竭，还质问地震局是干什么的，你们给人民造成的损失天理不容。在如此不和谐的气氛下，工作人员心有余悸，不敢面对，生怕挨打遭骂。为了避免人们的抱怨情绪，我们不敢说出自己的工作单位是地震局，而谎称是科学院的。骗招还灵，缓解了不少对立情绪，也才得以进入正常工作。



1976年唐山地震考察（左立者李志义，左二虢顺民，左三俞建新，右立者程绍平）

在困难面前，大家咬紧牙关，排除困难，坚持考察，完成使命。到地震现场后思考最多的是地震断层在哪里？唐山市区破坏最严重，我们的精力自然投向了极震

区。通过一步一个脚印地搜索，终于在震中区发现了地震地表破裂带——地震断层。发现线索，必须抓住，我们采用追索法跟踪追迹，寻找所有的破裂现象。功夫不负有心人，终于查清了地震断层的总貌。破裂带北起唐山 29 中，向南经小山东街、永红路、唐山十中、吉祥路、地委党校、礼尚庄，止于安机寨。总长大于 8 千米，宽约 30 米，走向 NE30° 。地震断层切割围墙、下水道、庄稼地、民房、沟渠、路基、树行等。多组裂缝呈左阶羽列式排列，以右旋水平运动为主，最大错距 2.3 米；兼有拉张垂向运动，垂直断距最大达 0.7 米。为了准确给出破裂带的分布和运动特性，我们对破裂带进行了实测，对每条裂缝用皮尺测出距离、长短和宽窄，用罗盘定位置、定方向，把结果汇总在方格纸上，得出一张地震形变带分布图。裂缝带由 5 条次级裂缝组成，每条长短有别、宽窄各异、位错量不等。但它们有着共同的特点：每条裂缝带均由多条更次级的裂缝组成、均呈左阶羽列式展布、均为右旋错动；只有垂直位错略有差别，多条裂缝带东盘下降、西盘上升，而个别裂缝带则东盘上升、西盘下降，显示构造运动存在枢纽性特点。地震断层彰显断裂两侧块体呈顺时针方向旋转，块体运动动力方向呈 NEE 向推挤，这一结果为华北及更大区域最新构造运动研究提供了直接证据。

地震断层的发现和实测成图，让人们看到了地震发生是唐山断裂新活动的结果。以此，揭开了引发唐山地震的断裂运动谜底。这一结果在后人的研究中引用率或点击率是非常高的。前人栽树后人凉，长江后浪推前浪，在科学发展的长河中，为后人研究搭建了一个可持续发展的科研平台。

在考察地震断层过程中，还发现许多有趣的现象。现象之一，裂缝带两侧建筑物出现有规律的变化，均向地质块体运动相反的方向倒塌，如在唐山市地委党校、唐山十中等地，裂缝带东侧的建筑物一律向北倾倒，而西侧建筑物则向南倾倒。现象二，建筑物或物体旋转现象十分普遍，如吉祥路一个七口之家，震前头朝东仰睡，震后则翻转 180°，全部头朝西俯睡；唐山化工厂一工人家的房顶瓦片震后转动了 180°，并原地落在房顶上。现象三，地震时感到地面上下颠动明显，人被上抛后有失重之感，兴龙街一居民震前鞋放在床下，震后却被抛在了床上。这些现象让人们认识到了震时地面运动的复杂性，既有垂直向的，也有水平向的，还有旋转式的。

唐山地震已经成为过去，地震工作者的反思还在继续。例如，为什么 7.8 级地震地表只产生 8 千米长的地震断层，与震级太不匹配。一种解释是震区有着复杂的构造环境：除了发震的唐山断裂外，地震断层四周还发育两组断裂，一组 NEE 向，一组 NNW 向，二者组成活动的菱形块体，将唐山地震断层围限在其中，也将地震高烈度区限制在块体范围内。菱形块体的东北角发生了滦县 7.1 级最大余震，西南角发生了

宁河 6.9 级强余震，两次余震发生在唐山地震断层与组成菱形块体的 NNW 向滦县—乐亭和蓟运河断裂交汇的部位。唐山地震主破裂带及其延伸方向正好是余震密集分布的地带，它们组成了菱形块体的对角线，说明唐山地震发生与菱形块体及其围限的断裂活动有关，而不局限在一条断裂上，复杂的构造致使地表破裂的规模受到了限制。震中又位于第四系覆盖区，深部破裂传到第四系后被松散层吸收并逐渐消减，使其难以完全到达地表。加之破裂方式兼有拉张分量，也限制了破裂的发展。上述综合因素应是地表破裂规模较小的原因。实际上唐山地震深部的破裂是很大的，据余震分布范围分析，破裂长度可达 120~140 千米，宽度可达 40~50 千米。

唐山地震构造的复杂性超乎了人们的想象。大震前人们未发现震区有活动断裂存在，历史上也没有大地震记载，是一个不采取地震设防的城市。结果事与愿违，大震却发生了，打破了常规认识。地震的发生促使人们要以科学的态度重新认识唐山地震发震构造的复杂性。从大区域角度看，地震发生在 EW 走向的燕山南麓与 NE 走向的华北平原构造带的接壤地带，多组构造的交切，深部地壳块体支离破碎，是构造应力容易集中又容易释放的地区。类似的地震构造条件还有 1679 年三河 8 级地震区，其构造类型和发震断裂与唐山大地震十分相似。可见，这类构造环境是地震危险性很高的地区，应加以重视。唐山地震前，邢台 1966 年发生 7.2 级地震，1967 年河间发生 6.3 级地震，在同一构造方向上，1976 年发生了唐山 7.8 级地震，三次地震有在同一构造带上由南往北发展之趋势；1969 年渤海海域发生 7.4 级地震，1975 年海城发生 7.3 级地震，也显示同一构造带上由南往北发展的趋势。人们是否醒悟到，一旦出现类似的震情发展，即应从区域地震构造环境的变化，判断未来大震的发震趋势，而不要受历史上



唐山市供电局附近震后概况



唐山市吉祥路民房门墩垂直位错



唐山市第十中学水管右旋错断

有无地震、有无活动断裂的束缚，造成大震趋势的误判。

地震发生在城市中心，这是最要命的灾害事件，重大灾变提醒人们需要重视城市的地震地质环境研究。唐山地处山前平原区，断裂被松散层覆盖，人们看不见摸不着，只能间接地了解其活动性。从现有资料看，第四系厚度分布沿唐山断裂两侧存在明显差异，东侧加厚西侧变薄，显示断裂第四纪有过活动，如果预知这种存在，也许震前人们就不会高枕无忧了。目前开展的城市隐伏断裂研究，无疑是一种不错的选择，关键是要把工作做细做准，积累成熟的资料，以利做出正确判断。

地震预测预报，特别是发震时间的预报难度是很大的，还要加大力度攻关克难，实现地震预报梦想。目前，在地震预报水平较低的情况下，可在寻找发震地点上多下点功夫，做好了就可以有针对性地加大设防力度，减少一旦发生地震时给人们造成的生命财产损失，这似乎是更现实可行的，但这方面的工作还缺乏全国性的计划和支持力度，能否提到议事日程上，值得期待。

唐山地震让人类付出了高昂代价，我们不能让人们的鲜血白流，一定要与时俱进，乘着科学发展的春风，励精图治，揭开地震谜团，为实现地震预测、预报、预防做出更大的努力。

昆仑山口西8.1级地震考察暨趣事

◎ 马文涛　徐锡伟

2001 年 11 月 14 日 17 点 26 分在昆仑山区发生 8.1 级地震，初始破裂点在新疆、青海交界处的布喀达坂峰附近（36.2° N，90.0° E），宏观震中位于昆仑山口西的库赛湖附近，破裂止于青藏公路 2894 千米里程碑东侧的 70 千米处，全长 426 千米。在 2001 年、2002 年、2003 年，通过组织或参加中国地震局科学考察、中国地震局地质研究所科学考察和中法科学考察等多次现场考察，沿着昆仑山口西 8.1 级地震的同震地表破裂带，深入到神秘的可可西里无人区腹地，从地质学、地球物理学和地球化学等专业角度，获得了丰富的、极为宝贵的第一手科学资料，厘定了昆仑山口西 8.1 级地震地表破裂带的基本运动学参数，探讨了其动力学特征，2002 年发表了 *Surface rupture of the Kunlunshan earthquake*（M_S 8.1）等一系列文章，2003 年出版了《中国昆仑山口西 8.1 级地震图集》专集，为进一步研究昆仑山口西 8.1 级地震成因和青藏高原隆起等项研究等奠定了基础。

一、昆仑山口西8.1级地震的同震地表破裂带

昆仑山口西 8.1 级地震的同震地表破裂带主要位于昆仑山南麓，大部在青藏公路以西地区，属于可可西里自然保护区，为无人区，地域广袤，山峦绵延起伏，整体海拔高，平均海拔在 5000 米以上，最低海拔也在 4500 米左右，最高点为布喀达坂峰 6860 米，距离青藏公路 200 多千米远，它是青海省的第一高峰。同震地表破裂带沿着东昆仑山断裂带展布，呈现 426 千米长的线性分布，走向 NWW 向。按照整个昆仑山口西 8.1 级地震的同震地表破裂带几何形态划分，它由初始破裂段和主破裂带两段组成。

昆仑山口西 8.1 级地震的同震初始破裂段长约 26 千米，从布喀达坂峰以西的库水浣开始，到太阳湖边，由西北向东南方向扩展，穿过太阳湖、布喀达坂峰南麓，与昆仑山口西 8.1 级地震同震主破裂带主体呈左阶斜列，阶区空段长度 50 千米。

昆仑山口西 8.1 级地震的同震主破裂带始于布喀达坂峰东侧，穿过红水河口、库



2003年秋，中法昆仑山口西8.1级地震地表破裂带考察队在布喀达坂峰（海拔6860米）前合影
（左一徐锡伟，左六马文涛，左七Yann Klinger）

赛湖、青藏公路2894千米里程碑、玉珠峰南麓，东止于青藏公路东约70千米处。由一系列走向N45°～50°E的张性裂缝、N60°～75°E的张剪性裂缝、NW—NWW向的压剪性裂缝、NW向鼓包和裂陷坑等斜列组合而成。

根据现场同震地表破裂带上的冲沟、纹沟、车辙、道路、山脊等断错地貌和擦痕等现象，显示昆仑山口西8.1级地震断层具有陡倾角左旋走滑为主的运动学特征，地表破裂带宽度可达600米左右，最大左旋同震位移量7.6米。

在昆仑山口西8.1级地震的同震地表破裂带上发育着大量的鼓包、断塞塘、断层陡坎等断错地貌现象，表明它是一条具有一定复发间隔的地震断层。

二、最难走的路与最好、最宽的路

俗话说得好：“世上本没有路，人走多了自然就形成了路。”在可可西里正好印证了这种说法。

在可可西里没有我们现代意义的路，路都是由盗猎者、巡山者或地质考察人员乘坐的汽车轱辘碾压而成的。

在东昆仑山附近地区，除了较高山脉为基岩裸露外，较低地势的地方都是第四纪覆盖层，地势较为平坦。加上冬天高原气温较低，在第四纪覆盖层中存在厚厚的冻土层。到了夏天，表层的冻土融化。所以，冬天路能通行，夏天陷车。一般到可可西里无人区都会选择天寒地冻时。

在较低洼地或沟河旁，因为反复冻、融化、翻浆，车轱辘反复碾压，坑洼不平，路变得特别难走，坐车如坐船，行车缓慢，上下颠簸，五脏六腹感觉都要颠出来了。

在红水河以西、布喀达坂峰以东的南麓，因为广泛分布着温泉，即使到了冬天，道路也很难走。所以，要进入可可西里无人区，一般是经过不冻泉保护站后离开青藏公路，沿着楚玛尔河谷顺河而上，在可可西里湖和卓乃湖之间穿过，直达布喀达坂峰南麓。整个200多千米路程，需要走两天时间。

这些路实际上还不是最难走的，最难走的路是从布喀达坂峰南麓到太阳湖南边，因为 6030 米高的山峰及冰川脚下形成了两个规模较大的洪积扇，它是由直径 0.2~0.5 米大小的圆状卵石组成的。驾车穿过它，可以说与驾车挑战极限运动一样，驾驶着越野车在卵石堆里乱跛，非常难走。由于洪积扇上窄下宽，圆状卵石的直径则是上大下小。如果选择较低高度穿过，虽然所遇到的圆状卵石的直径较小，但穿过洪积扇距离较长；而选择较高高度穿过，虽然所遇到的圆状卵石的直径较大，但穿过洪积扇距离较短。所以，可以选择一定高度穿过洪积扇，能达到较小颠簸和所需时间的统一。不过穿过每个洪积扇也需要 1.5 ~2 小时多的时间。

通往可可西里时，在许多地方需要穿过河流，其深度和水路情况不明，存在着一定危险性。记得在 2003 年 11 月我们到布喀达坂峰附近进行地震考察。租用了一台 6 轮全驱动的牵引车、三辆越野车。在穿越布喀达坂峰下的河流时，冰层厚度在 0.5 米左右，三辆越野车顺利通过结冰河流。但当满载给养和油料的牵引车过河时，因载重量大，牵引车压塌厚冰层掉入河中。当时把我们都吓坏了，如果牵引车不能自己出来，要么将给养和油料卸下，让它“轻装上阵”，自己出来，要么等待救援。还好，我们只是将车轮后的冰层挖掉，再将牵引车倒车，然后加大油门和 6 轮全挂加力，牵引车竟然自己冲出了冰层。我们租用的这台牵引车，性能非常好，6 轮全加力，车轮直径在 1 米左右。在可可西里，无论你想往哪去，司机都可以径直对准目标，直接开过去，一般小于 0.5 米的土坎或沟坎都不在话下。而越野车就只能绕行了。

当然，也会碰到特别好走的路。青藏高原上裸露岩石因昼夜温差较大，风化十分严重。往往在较平坦的基岩或山脚下的冲沟里，地表土为小于 1 厘米的碎粒组成，车在上面行驶起来，就像柏油马路一样，非常平稳。特别是在玉西峰南麓的河谷中，车走在宽度达 10 千米的河滩上，可以说是我们所见到的最宽的马路，远景不动，觉察不到车在高速行驶，只听到车子与地面摩擦的



布喀达坂峰和科学考察车队

“沙沙”声，有“凝固”似的感觉，非常奇妙！

三、动物的乐园

可可西里尽管气候条件十分恶劣，但它是动物们的庇护地、天堂。正因为可可西里是无人区，大量珍贵动物，如野牦牛、藏野驴、藏原羚、狼、狐、天鹅、野鸭、大雁等各种野生动物在此大量繁殖与生存。

高原每年5月还是冰天雪地，到了10月又开始上冻。所以，6 ~ 8月份可可西里的草最为茂盛，是动物大聚会的日子。大批野牦牛、藏野驴、藏原羚由东向西迁移到无人区，吃草、产仔，天鹅、野鸭也来湖泊中觅食、繁殖后代。在冬天来临之前，野牦牛、藏野驴、藏原羚又由西向东迁移到低海拔的地方。大雁往往在向南或向北迁移的过程之中，路过可可西里，在众多湖泊之中觅食。

野牦牛体型是家养牦牛的两倍，全身长着黑得发亮的长毛，十分“健壮”。一般小汽车开过去，野牦牛会显畏惧，大都快速跑开。但在可可西里我们有一次碰到过野牦牛主动“攻击”的事情。两头健壮野牦牛原在半山坡上吃草，不知什么原因（或受到汽车等声响的刺激），突然发疯似地径直向我们乘坐的小车冲来。当时就吓坏了同车的可可西里管理局的两位森林警察，他们说：“坏了，牛疯了。”一边将手枪拔出、子弹上膛，密切注视着两头健壮野牦牛的动向，一边让司机加速行驶。他们说“野牦牛能顶翻小汽车”。最后，幸好两头野牦牛没能追上小车。

藏野驴的毛显棕色，跑起来排成一行，一路前行。特别有意思的是它们比较认死理，不管你们是在后面追赶或侧面包抄，它们始终朝一个方向跑，从不会拐弯躲避。



可可西里的野牦牛（左下）、藏野驴（右上）

藏原羚小巧可爱，奔跑速度极快，最为明显的标志是白色屁股。在可可西里，藏原羚的数量最多，大约有10万头。成群结队、迁徙而过的藏原羚浩浩荡荡，阵势十分壮观。

可可西里管理局的森林警察们亲切地称野牦牛、藏野驴、藏原羚为我们家的牛、驴、羚。

忆汶川5·12地震应急科学考察队

◎ 冉勇康

2008 年 5 月 12 日下午，四川龙门山地区发生巨大地震的消息传到地质所的第一时间，各个研究室在京的科技人员涌向了所长办公室。地震，就是命令，他们是来请战的。作为地震科技工作者，在巨大的灾难面前，他们深知自己的责任和应发挥的作用，要求尽快到达地震现场，为应急救援、灾害评估做工作，为余震发展趋势分析、发震构造判定、地表破裂（变形）规律和致灾特点研究等收集现场资料。尽管不是所有请战的同志都获准在第一时间随国家救援队当天就到达灾区 ，但在震后数天到十余天的时间内，一批又一批的同志到达地震现场，形成了一支常驻 30 余人、先后到达 55 人的现场应急科学考察队。这支队伍在灾区第一线连续工作达 54 天。这是一支未被公开报道过的队伍，却是一支为科学认识和总结汶川地震，探索板块内部巨大地震孕育和发生过程、致灾特点等作出了重要贡献的队伍。在中国地震局地质研究所建所 60 周年之际，回忆起这支队伍，回想起那特殊的战斗时光，一些人、一些事还是那么的清晰。

信念使他们坚持下来

何宏林研究员、陈立春副研究员、李传友副研究员，郑文俊博士等人在地震当天到达地震现场，陈桂华等 12 人第二天到达地震现场……他们是在灾区坚持时间最长的队员。科技工作者为防震减灾事业义不容辞的责任和信念是他们坚持到最后的力量源泉。

第一时间赶赴灾区，与普通出差最大的不同在于没有充分的时间准备足够的衣物，缺乏食品和饮用水，飞机上没有座位和服务员，只能席地坐在冰冷的金属面上，到达灾区后没有休息的地方，只能在夜空下或汽车上忍着饥饿和疲劳等待任务，而任务一落实就要立即奔赴任务区，这一天是只有少量干粮、不能上床睡觉、高度紧张的 24 小时！

现场考察的第一阶段主要是灾害评估，与其他单位同志混合编组，工作条件因

任务区不同而有差异。邓志辉、杨主恩等同志排除困难，进入重灾区北川和映秀考察灾害情况，白天在废墟上穿行，靠干粮充饥，晚上只能和衣在公路边露营，星空作被，大地为床，身心经受巨大的磨砺。但他们第一时间把构造变形和灾害现场的图片发回单位，为发震构造判定和破裂展布分析提供了很好的依据……

5 月 22 日是一个面临选择的重要日子，第一阶段的应急救援和灾害评估工作基本结束，在我所徐锡伟副所长（5 月 21 日到达）的建议下，地震现场指挥部同意成立应急科学考察队。以四川省地震局闻学泽研究员任队长，徐锡伟研究员任副队长的第一阶段应急科考队成立，指挥部移师绵阳。我所已连续战斗了十余天、身心都很疲惫的队员面临新的选择，是像各地方地震局的大部分同志回单位休整，还是留下来开展科学考察？何宏林、陈立春、李传友、郑文俊、陈桂华等留下来了！陈杰、魏占玉、董绍鹏、李陈侠、安艳芬等加入进来了！各研究所、直属单位和部分省局的科技人员也加入了科考队。由于灾害评估阶段极震区以救援为主，只有极少数队员能够特许进入北川、映秀等特重灾区。随着科考的正式开展，真正艰苦和面临生死考验的工作才刚刚开始。队员们每天面对破碎的山河、毁灭的城镇与村庄、同胞的尸体、悲痛欲绝的灾民，精神受到极大的震撼；灾区余震随时可能发生、山体随时可能滑塌；腐烂的尸体污染环境，随时可能引发瘟疫；灾区道路破坏，交通极为困难。队员们要在没有道路的地方行走，去发现汶川地震的发震断裂构造和地震伴随的地表破裂带；队员们要登上和穿越滑坡与崩塌体，去调查它们与构造变形的关系……这一阶段的科考工作大约持续了一周。当发震构造基本被确定，映秀、虹口、小鱼洞、白鹿、汉旺、擂鼓、平通、南坝等地发现了地震地表破裂，科考获得了初步成果的时候，各单位纷纷撤回了科考队员。这时候我所几位第一时间到达灾区的同志又面临再次的选择，他们已在恶劣的环境下战斗了 20 天左右，以情、以理、以身心状况而言，他们应该回京休整了。科考工作需要继续，也可以“换防”啊。但是没有一个人提出回家，而是坚决要求留下。尽管他们没有发表什么豪言壮语，他们毫不犹豫留下继续科考的行为，体现了科技工作者为防震减灾事业义不容辞的责任和信念。



科考队员翻越滑坡

坚强的战斗集体

事实上，5 月底各单位人员相继撤离后，



6月24日科考队临时党支部成员、现场所党委委员与火线入党的年轻同志合影

中国地震局的应急科考队成了地质所占绝大多数和四川省地震局少部分人员组成的队伍。国务院汶川地震专家组“南北带”工作组长、中国地震局地质研究所所长兼党委书记张培震研究员宣布这支队伍由局地质所副所长徐锡伟研究员担任队长，四川省地震局研究员闻学泽任副队长，指挥部设在成都市玉林宾馆。随后还成立了由徐锡伟同志任书记、冉勇康和陈杰同志任支部委员的现场临时党支部。地质所一大批同志补充到科考队中；地质所党委副书记、副所长江钊同志代表所党委到现场慰问队员；地质所计划财务部张敏主管到现场协助解决队员的生活问题；尤其是四川省地震局计划财务处漆树里调研员担当起科考队的“总管”，从交通工具到食宿安排，漆处长尽心尽力，样样周到。有了坚强的组织领导，有了基本的生活保障，这支有些疲惫的队伍战斗力倍增，成为一支作风过硬、不畏艰辛、默默战斗在地震现场的科技队伍。

这一阶段的科考目标更加明确：通过更细致的调查和实测，尽可能地查清同震地表破裂的长短、垂直、走滑和水平缩短变形量的分布；除前阶段已发现的北川—映秀断裂（中央断裂）、江油—灌县断裂（前山断裂）和小鱼洞断裂外，龙门山山前断裂、茂县—汶川断裂是否存在同震地表破裂；龙门山断裂带的北段、南段和龙泉山断裂的活动性怎样；龙门山断裂是否存在古地震现象，大地震复发的间隔时间是多少；地震建构筑物破坏情况与地震构造变形的关系，等等。只有尽快获得有关这些问题的第一手资料，才能为余震和地震发展趋势判断、灾民临时安置、灾后重建规划，以及地震孕育模式、减灾对策等科学问题提供科学依据。

以玉林宾馆为大本营的科考工作是紧张而有序的。每天早上 7：30 ~ 8：30 宾馆停车场“很热闹”，各个工作小组在按头天晚上确定的任务要车、准备仪器和装备，准备中午的干粮，或重新组合人员，然后出发，各奔东西。下午 6 点以后各组陆续回到宾馆。晚餐基本没有固定的时间，先到先就餐。时常会有一些组晚上 10 点以后才回到成都。错过宾馆的开饭时间，就只能到街上的夜市去充饥了。每天晚上不管多晚，都要召开当天工作小结、汇报和第二天工作部署会。新的发现和资料要入库。基本要到零点以后大家才能入睡。

科考队的第一次重要行动是在从成都平原通往汶川、茂县的道路仍未打通的情

况下，绕道雅安、黑水，行程 600 余千米，赴汶川、茂县考察龙门山后山断裂带，来回 4 天的时间。这一路是惊险不断：刚才经过时还好的道路，过一会返回时泥石流突然下来把汽车困住；由于道路艰险难行，汽车不时有坠崖、坠河的危险，或是被山上滚石击中的危险。在茂县附近，科考队的一辆车差点坠入岷江。但这一趟是值得的。当汶川县防震减灾局局长见到科考队来到汶川县城时，真是悲喜交加，感慨万千。震后 20 余天，他们忍着亲人和财产受到损失的悲痛，盼望着“上级的指示”，想在统一的部署下为减灾做点实事。直到现在他们见到“上级”了，还是徐锡伟副所长这样“副厅级”的干部。当见到一直奔波在救援、科考第一线的闻学泽研究员时，由于劳累和不修边幅，54 岁的闻教授竟被认为是 70 多岁的老先生，那种感动又浮上心头，这么大的年龄还亲临科考一线！科考队到来给他们带来了做好防震减灾工作的动力和信心。重要的是亲临汶川、茂县地区的调查工作，初步落实了龙门山后山断裂不存在同震地表破裂的事实。

汶川地震同震地表破裂调查的瓶颈是一些关键地段，由于道路毁坏汽车不能通行，甚至人走的小路都被滑坡泥石流阻断，成为盲点。怎么办？队长徐锡伟研究员是出了名的不畏艰难、不怕危险的科考英雄。这次他又亲自带领中轻年人组成的攻坚小分队向什邡市红北镇以西的中央断裂带进军。第一次，地图上直线距离仅 10 千米左右的地段，他们走了 5 个小时才走了一半的路程。事实上根本不是在走路，是在翻越一座座滑坡体，在巨石之间爬行和跳跃。脚下不小心就会崴脚或滑倒，余震让人站不稳，头上随时有石头滑落，必须高度集中精力。这样的情况对体力的消耗十分巨大，而又没有足够的食品和饮料补充体力。同行的许多 20 多岁的小伙子体力都难以支撑，何况 40 ~ 50 岁的中年人。可是以徐锡伟为首的中年人毫不逊色，一路领先。这不仅仅是体力的抗争，更重要的是信念和毅力的体现。这种尝试性的攻坚共进行了四次，尽管由于时间的关系，头三次都没有成功，但第四次成功到达了目的地。它体现了这支队伍的顽强意志和不怕困难、不怕牺牲、不达目的不罢休的精神。这里还需要提及两个人，他们是队伍里年龄最大的女同志于贵华和身体状况不太好的韩竹军。于贵华同志生长在北京这样的大城市，平常工作以室内为主，表面看着娇气，但却是不畏艰苦、不怕危险、知难而上的女中豪杰。她本来可以留在宾馆做数据整理和入库工作，却主动请战参与这样艰苦的行程，她的乐观向上还鼓



队长徐锡伟在同震地表变形现场指导队员实测变形带

舞着其他队员；韩竹军同志原本的工作任务在龙门山南段，但他也参与了进来，由于体力的透支，他甚至不想再往前移动一步，只想坐在滑坡体上一动不动，但最终还是跟上了队伍。

到北川县城和附近地区考察是非常艰巨和困难的任务，整个北川已是一座封闭的死城，但几乎所有科考队员都有强烈的探查愿望。作为地震科技工作者，面对汶川地震受灾最严重的北川地区，谁不想通过科学考察，探索北川构造变形的样式，以及导致这么严重的灾害的原因呢！除前面提到的邓志辉、杨主恩等同志之外，张培震、徐锡伟、周庆、于贵华等进去了，陈杰、魏占玉、董绍鹏等进去了。但队员们带着仪器步行走进震后不久的北川时，无不为大自然的无情而震惊。一座曾经充满活力的城市，现在是一片废墟，除完全倒塌的房屋外，所有建筑都已毁坏，房屋大小的巨石从山坡上崩塌下来，击穿建筑物的外墙，砸扁停在道路上的汽车。滑坡体掩埋成片成片的街区。在北川行走，就是在废墟上跋涉，每一步都充满挑战，更何况还要带着仪器。此时的北川，寂静的恐怖，上万名同胞长眠在废墟之中，四处散发着尸臭，如果见到有人，那就是身穿防护服，头戴防护面具、身背消毒器的解放军战士，哦！还有我们无畏的科考队员，他们除了好几层的口罩之外没有其他任何防护。

难忘的科考经历

要回答龙门山地区类似汶川地震大小的事件的复发间隔时间是多少，科考队古地震研究组需要在发震断层上开挖探槽。需要沿地震断裂带寻找合适的开挖地点，需要联系开挖设备和民工。灾区在震后的 20 天以后已展开废墟清理，并开始为受灾群众搭建临时居住的板房。大批援建队伍和机械设备活跃在灾区。因此，挖掘机和占用土地都不是问题，只要通过地方政府协调，不论是土地占用，还是机械使用都是免费的。困难的是民工难找。可能是还没从失去亲人或家园的悲痛中恢复过来，也可能是山崩地裂的震撼使他们心有余悸。就是给他们很高的报酬，他们都不太愿意下到探槽中帮助清理剖面。事实证明有他们的道理。6 月 9 日在小鱼洞的探槽研究过程中，民工在劝说下进入探槽，可不到两分钟就往上跑，不愿在探槽里待太长时间。果真那天小鱼洞附近发生 5.2 级强余震，剧烈的摇动使探槽壁上的砂、砾大量垮塌，探槽内尘土飞扬。这样的场景的确让人恐惧，我开始理解他们了。

震后的灾区，一方有难八方支援，无私、无畏、互助的人性美体现得淋漓尽致。有几件事我至今不能忘怀。6 月下旬的一天，在擂鼓石岩村的探槽研究完成后返回，原本可以走的过河便道由于洪水下来而无法通行，石岩村的老乡看到这种状况，毫

不犹豫，卷起裤腿就背我过河，怎么婉谢都不行。到达河对岸，考虑到老乡受灾，生活一定很困难，就给他们捐出几百元钱，但老乡坚决不要，还一个劲地感谢党和政府给他们的救助。还有一天我们考察白鹿镇东北大丫口到八角庙一带的地表破裂，直线距离约有 7~8 千米的地段，由于滑塌阻塞了道路，当我们向当地老乡说明来意，有两位主动给我们当向导，使我们很快找到同震地表破裂的展布位置。这花了他们大半天的时间。回到八角庙，他们还用从废墟里找回的腊肉和粮食给我们做了香喷喷的饭。在白鹿中心学校南墙外开挖探槽的日子有特别的意义，挥动锄头和铁锹的不是老百姓，也不是机械臂，而是救灾解放军的双手。当我们向白鹿镇镇长说明，需要在学校外开挖探槽，研究大地震发生的规律，而又不能出动机械，避免破坏中心学校操场的同震变形带遗迹时，镇长帮我们请来了解放军。副营长带队，连长亲自上阵，一个排的兵力，轮流开挖，效率是显而易见的。我们也有更多的机会与救灾官兵接触，了解到他们从接到命令、准备、成建制行动，至到达绵阳总共才用了一天的时间，但到达救灾地点之前等待了约 6 小时，这说明我们灾情信息还不够快，某些环节还不够顺畅；年轻的战士长时间处于灾区的环境中，心理也会出现问题，会感到很压抑、很迷茫；解放军除了救灾以外，还有稳定灾区社会秩序的责任；一些年轻的军官也在思考野战部队救灾的利弊与得失等。

年轻队员——未来的希望

在以地质所为主的这支科考队里，年轻人是主力军，而且有近半数是在读的硕士和博士研究生。巨大地震带来了巨大灾难，也给这些年轻人带来了磨炼自己和迅速成长的机会。

在职的 40 岁以下年轻人有：陈立春、尹金辉、李传友、陈桂华、郑荣章、刘剑锋等；在读研究生有：郑文俊、魏占玉、王伟涛、高翔、李陈侠、安艳芬、董绍鹏、史翔、宫会玲等。是这些年轻人承担了几乎所有搬运仪器、测量的工作，是这些年轻人哪里艰苦哪里去，最困难、最危险的科考路线总有他们的身影。

他们中间，陈立春、陈桂华是指到哪里打到哪里的先锋，他们任劳任怨、只要是科考工作需要，不计个人得失地去面对和完成任务；李传友，郑文俊、王伟涛善于思考和分析，在北川—映秀断裂北段的科考工作中有许多新的发现；陈桂华、魏占玉、董绍鹏、高翔是队里的测量专家，大量的实测图靠他们来完成；尹金辉、郑荣章、刘剑锋成了“游击队员”，哪个小组有采集年代样品的任务，他们就出现在哪里；而李陈侠、安艳芬、宫会玲是最好的“贤内助”，每天各个组的野外资料要通过

她们入库成图；史翔、董绍鹏在探槽古地震研究中得到了锻炼……

看到这些年轻人，尤其是 80 后的研究生们朝气蓬勃、吃苦耐劳、顽强进取的精神，就看到了地质所未来的希望。而经过考验和洗礼的他们，今天大多数已成长为突出的青年人才而留所工作或成为其他兄弟单位的技术骨干。

作为一名中国共产党员，参加过无数次的新党员入党宣誓大会，可在抗震救灾第一线参加这样的大会，心中的感受却不一般。那是 2008 年 6 月 24 日晚上，在成都玉林宾馆 7 楼的会议室，尹金辉、陈桂华、刘剑锋、安艳芬、史翔、宫会玲六名年轻人在党旗面前，向党庄严宣誓，“我志愿加入中国共产党，拥护党的纲领，遵守党的章程……为共产主义奋斗终身……”这是经过生与死的考验以后，年轻人发自内心的誓言，是经过抗震救灾战斗洗礼后的精神升华。我的确很感动，作为临时党支部的组织委员，我也为能带领年轻的预备党员向党宣誓感到无比的自豪与欣慰，因为至此，在我们科考队里，几乎所有 70 后、80 后的年轻人都是光荣的共产党员了。地质所的年轻人是又红又专的一代。

丰硕的成果

50 多天的救援和科考生活，地质所的这支科考队无论在精神上还是实实在在的科研成果上都获得了丰硕的成果：在实战中我们锻炼出一支困难和生死面前毫不动摇的坚强队伍，成长了一批政治过硬、业务精通、朝气蓬勃的新生力量；应急科考的成果为余震趋势判断、震后一段时间内强震发展迁移方向，为灾区过渡性安置房建设、震后重建规划等提供了构造背景的科学依据；基本确定了汶川地震的发震构造样式、同震地表破裂规模和性质，为从理论上认识我国巨大地震的孕震构造类型和发生机理积累了资料；为随后的国家层面的大规模、全面的科学考察奠定了坚实的基础；在最短的时间内出版和发表了一大批科研成果，如《地震地质》连续两期刊载的论文专辑，《汶川地震成果图片集》，在国际高水平杂志上发表的多篇论文等。

地质所也可以成为品牌

——参加玉树地震应急工作有感

◎ 陈立春

自中国地震局地震应急现场工作队成立以来，我先后参加了包括汶川地震、玉树地震等大大小小地震应急工作 6 次。每次工作的感受也有所不同。玉树地震的最大感受是：原来，地质所，也可以成为品牌！

所谓品牌，于产品而言，意味着质量；于研究单位而言，意味着科研实力。无论是产品还是研究单位，说得简单、通俗点，都是一种信任，人们信任这种产品，信任这个科研单位，信任这个单位的科研人员。

由于玉树地处高原地区，震级也还算不上巨大，故我这个活动构造领域学生级的科研人员临时受命为地质所玉树地震应急现场工作队队长，也算是没有老虎时山中的猴子。工作队一共四人，苏桂武研究员、我，还有谭锡斌、孙鑫喆两位博士研究生。他们三人随地震局工作队从北京出发，当天乘飞机至西宁，又赶专机当晚就到了灾区。我是在郑州开会时接到命令的，当即坐火车至西安，然后乘飞机至西宁，在青海省地震局的协助下，晚上 12：00 左右乘越野车出发，于第二天下午到达玉树灾区。正式的科考工作，包括灾害损失评估以及地震构造与地表破裂考察工作于第三天（4 月 16 日）启动。指挥部侯建盛处长（他熟悉我的专业）一见我，便让我直接负责制定地震构造与地表破裂考察工作计划。由于多年来在地质所的专业知识积淀，不到两个小时，我便完成了计划制定，并得到了指挥部的认可。下午，由袁一凡老师代表指挥部统一指挥科考工作和车辆安排。经苏桂武研究员简单介绍（与袁老师有过交往），袁老师



陈立春在玉树地震现场考察

一听说我是地质所搞活动构造的，便立即热情地给我们安排车辆，并让我们直接参加地表破裂调查工作。指挥部随即又授命我负责地质考察的每日整理和上报工作。

从指挥部和袁老师对我这个“山中猴子”的态度与信任，我立时感到了作为一个地质所科研人员的骄傲！感到了地质所这个牌子的价值！

其实，中国地震局地震应急现场工作队成立后的第一次出动就是玉树杂多的2003 年 2 月 11 日 5.1 级地震。工作队由尹光辉（队长，时任应急处处长）、王慧敏研究员（预测所）和我组成。出动前，宋瑞祥局长亲自拿地图给我介绍了去震区的交通、高原环境与注意事项。工作开始和结束时，陈建民局长（时任副局长）和徐德诗司长分别到机场送、接我们。当时，我硕士毕业尚不到一年。之所以能委以如此任务，就因为我是地质所的地质科研人员。不过，由于震级不大，我们也没能有更多的表现，因此，对地质所这个牌子的理解也没多少更深的感受。

而这次，多了这点认识，在随后的工作中，对研究所的“品牌”也就有了更多的领悟。

品牌源自于团队

在高原上这种艰苦的环境里，我们四个人相互鼓励、相互扶持、相互照应，成为一个坚强的野外小团队，自不必说。更重要的是，我们在应急期间，不断接到过张培震、欧阳飚、江钊、徐锡伟、陈彪、尹功明、万景林、冉勇康、何宏林等所、室领导的电话或短信，包括问候与关怀，张所长、徐副所长以及冉老师等更是每天对我们的工作予以指导，我们也尽可能地将每天的工作内容与进展通过网络发回给所里。就这样，虽然野外我们只有四人，但实际上，我们是整个地质所在行动。

品牌源自于科研态度

这次工作的条件之艰苦确实是前所未有的。高原反应和伙食极为有限是必然的，最困难的莫过于最初两天没有睡觉的地方。由于没有帐篷，指挥部也没法安排，苏桂武等三人 14 日晚上在冷飕飕的房子里坐了一个晚上，15 日我们四个人又凑合着和衣在地上躺了一个晚上，没有任何被褥。就是在这样的条件下，16 日我们又开始了爬山。此次地震的地表破裂基本位于山坡上，海拔在 200 ~ 300 米左右。高原上爬这种高度，确实很艰难，一般需要 2 ~ 3 小时，而且，气候说变就变，期间，我们就碰到了多次大风、冰雹和下雪。就是这样的条件，我们走过来了。20 日开始下大雪，现场工作

队撤回西宁，我们又坚持了两天，直至完成主破裂带的调查工作。之所以我们能够坚持、能够克服，是因为我们来自于地质所。在这个熔炉里，我们耳濡目染，多多少少已具备了地质所人不怕苦、求真务实的科研态度。

品牌源自于科研实力

一个研究所的科研实力主要体现在其技术支撑条件和其科研人员的科研能力。技术支撑条件无非是有没有一流的实验室、一流的设备、一流的技术，这是一个硬指标。在这方面，我们所拥有地震动力学国家重点开放性实验室、中国地震局活动构造探测研究中心，是我国活动构造研究的牵头单位与引领者。而科研人员的科研能力是一个软指标，来自于单位的长期培养和熏陶。在地质所活动构造领域，我只能算得上一个入门级的科研人员。不过，宰相府里的丫鬟终究也是个“四品”。在地质所接受了 10 来年的言传身教，我们对活动构造也有了自己的一些积累和认识。这样，一接到指挥部的任务，我们便能迅速、合理地做出考察计划。当有人认为这次地震没产生明显的地表破裂或者地表破裂规模限于某段时，我们已正在按照计划以最快速度获得尽可能全面的地表破裂第一手资料。尽管，由于下雪以及车辆安排问题，我们来不及获得隆宝湖西侧一小段冰面破裂带资料就只能撤回西宁，但我们获得的资料仍然是最为翔实、全面的，比其他单位报道的长度要多出一段（约 10 千米），一定程度上展现了我们地质所的科研实力。

品牌源自于传承

应该说，地质所至今并没有明确提出这个单位的灵魂，也没有明确提出要把地质所创办成一个科研单位的品牌。科研人员的科学素养、治学精神乃至一种责任都源自于一代一代的传承。事实上，玉树地震中，我们这个工作小组并没有什么特别之处，我们不过是地质所普普通通的科研人员、研究生而已。我们的工作精神源于耳濡目染，我们的科研能力与责任感源于身边老师的言传身教。正是这种润雨无声的传承，使得我们在玉树地震科考中，只不过如平常工作一样去做，却一不留神成了地质所这个牌子的展现者和维护者。

祝愿我们所这块牌子继续传承，并成为地震科学研究的一个真正品牌！

所庆六十年抒怀

◎ 高清武

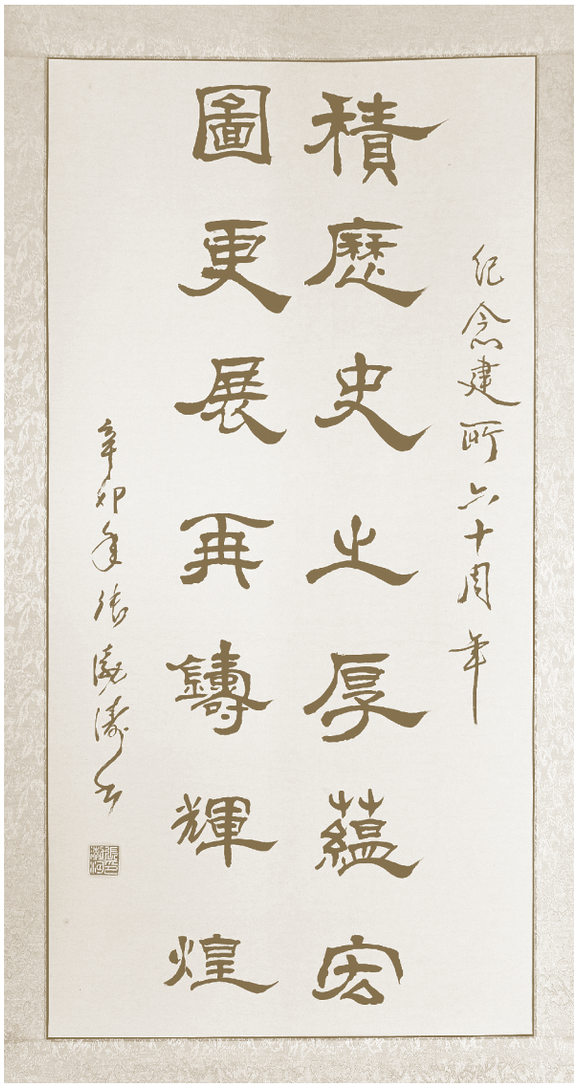
辉煌灿烂六十年，回首弹指一挥间。
人才济济群贤至，科学高峰勇登攀。
唐山大震惊寰宇，地动山摇在汶川。
专家学子迎难进，不畏艰险闯难关。
院士博士齐携手，奋力拼搏攻尖端。
全所精英同努力，放眼全球占前沿。
金文遍写全世界，丹青尽展科学观。
江山代有人才出，代代英贤谱新篇。
硕果累累金灿灿，地震科学焕新颜。
百尺竿头进一步，大展宏图再扬帆。



高清武在野外

积历史之厚蕴

◎ 张渤涛



地质所六十年贺

◎ 刘北辅

