

求索之路

中国地震局地球物理研究所 编
中国地震局离退休干部办公室

地震出版社

序

《震苑晚晴》系列文化丛书·第三辑

求索之路

中国地震局地球物理研究所
中国地震局离退休干部办公室

编

地震出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

求索之路 / 中国地震局地球物理研究所, 中国地震局离退休干部
办公室编. —北京: 地震出版社, 2015. 12

(《震苑晚晴》系列文化丛书; 3)

ISBN 978-7-5028-4702-9

I. ①求… II. ①中… ②中… III. ①回忆录—中国—当代 IV. ① I251

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 297226 号

地震版 XM3705

求索之路

中国地震局地球物理研究所
中国地震局离退休干部办公室 编

责任编辑: 刘 丽

责任校对: 孔景宽

出版发行: 地震出版社

北京市海淀区民族大学南路 9 号

发行部: 68423031 68467993

门市部: 68467991

总编室: 68462709 68423029

<http://www.dzpress.com.cn>

邮编: 100081

传真: 88421706

传真: 68467991

传真: 68455221

经销: 全国各地新华书店

印刷: 北京地大天成印务有限公司

版 (印) 次: 2015 年 12 月第一版 2015 年 12 月第一次印刷

开本: 787 × 1092 1/16

字数: 369 千字

印张: 20

印数: 00001 ~ 11000

书号: ISBN 978-7-5028-4702-9/I (5398)

定价: 60.00 元

版权所有 翻印必究

(图书出现印装问题, 本社负责调换)

序

按照中国地震局关于加强防震减灾文化建设，系统地回顾和整理防震减灾工作的发展历史，开展《震苑晚晴》系列文化丛书续辑创编工作的部署，中国地震局地球物理研究所组织 18 位老专家参与了创编工作。期望在促进防震减灾事业的传承、创新和发展，进一步推动防震减灾文化建设中发挥积极作用。

《震苑晚晴》续辑《求索之路》由中国地震局地球物理研究所和中国地震局离退休干部办公室合作完成。

中国地震局地球物理研究所历史悠久，人才济济。自 1950 年成立以来，走过了 65 年的风雨历程，那些耳熟能详、德高望重的地震界的前辈们高瞻远瞩、艰辛创业、开拓创新、不断探索，推动了地震事业的快速发展。本书的作者们曾经与地震界的前辈们一道在防震减灾事业和地球物理科技发展中辛勤耕耘，无私奉献，作出了卓越贡献，结下了累累硕果。他们既是我国地震科学事业的开创者，也是防震减灾事业发展的见证人。

地球所参与创编工作的老专家 18 人，他们大多为研究员，平均年龄 75 岁。作者通过资料收集、整理、创作和反复修改，完成作品 18 篇，约 37 万字。作者通过对地震科研工作历程、重大历史事件的回顾和亲身感受，反映了地震工作者为地震科技发展所做的不懈努力和艰辛的付出，体现了“开拓创新、求真务实、攻坚克难、坚守奉献”的防震减灾行业精神。文章注重史料性、真实性、可读性相结合，并提供了很多历史性的珍贵照片，有的照片是第一次与读者见面。

在地震现场的回顾中，许多老专家不约而同地提到 1966 年的邢台地震，印象深刻，终生难忘。因为邢台地震是新中国成立以来发生的灾难深重的一次地震，是年轻的他们刚刚走上地震工作岗位面临的考验和挑战，更因为老一辈的国家领导人周恩来总理等亲临现场，慰问受灾群众，看望现场地震工作者，号召地震科学工作者“发扬独创精神，努力突破科学难题”，使他们深受鼓舞。对于地震工作者来说，地震灾害的现场就是战场，无论你是新来乍到的年轻人，还是身经百战的老专家，“地震就

是命令”！有困难自己克服，有危险也要到现场！因为他们是地震工作者，责无旁贷。

他们将自己的命运融入到人类探索自然的滚滚洪流之中，负责及参与了重大科研项目研究，在地球物理学基础研究、宏观地震考察、仪器研制、国际交流与合作等诸多领域的探索中取得了重大进展和丰硕成果。

时振梁、环文林、汪素云、金严等研究员在历史地震资料研究的基础上，开展了“中国地震活动性”和地震区划研究，其中《中国地震烈度区划图（1990）》经国务院批准，由建设部和国家地震局正式颁布，在全国范围内广泛使用，成为指导经济建设、灾后重建的重要科学依据。

许忠淮、陈培善、王碧泉、钱书清、郭履灿等研究员分别在中国地壳构造应力场研究、利用断裂力学方法研究预报地震、利用模式识别方法探索其在地震预报中的应用、利用电磁波异常与地震的相关性研究地震预报、中国地震震级标度的校正值等研究中获得重要进展，取得了许多骄人的成果。他们中间的许多人成为那个时代的学科带头人和领军者。

李凤杰、石汝斌、周公威、朱传镇、张少泉等研究员分别在深井地震观测技术研究、研制的铁路轨道信号检测仪及推广使用、我国第一个数字化地震台网 CDSN 的建设、筹备与创建亚洲地震委员会（ASC）、开展公共安全和地震科普宣传等研究和工作中，作出了突出的、卓有成效的贡献，产生了显著的国际影响和社会及经济效益。

林邦慧、安镇文、肖承邳、王培德等研究员讲述了多次地震科考的精彩片段，及在“国庆节”这个特殊的日子为首都人民的安宁站岗放哨的生动感人故事。他们为能够将自己的命运与防震减灾事业紧密联系在一起感到欣慰。

许多老专家还深情回忆了赵九章先生、傅承义先生、顾功叙先生、李善邦先生等地震前辈们严谨的科学态度、开拓创新的精神、敏锐的科学眼光、缜密的科学思维、惊人的记忆力以及谦虚谨慎、光明磊落、待人宽厚的高尚品德，这一切使他们受益匪浅、终身难忘，值得子孙后代敬仰。

将这些真实的历史、情感与精神传承下去是地震工作者的责任。事实上我们今天所做的每项工作，都是历史的延续、继承和发展。时刻铭记地

震前辈的嘱托——“科研要急国家之所急，还要先走一步，为国家长远需要早做准备。”“地球物理学一定要加强基础研究，要以地球的大自然作为实验室走科学实验之路。”把防震减灾的紧迫需求作为第一要务，用科技创新支撑事业、引领发展，最大限度减轻地震灾害损失。脚踏实地，专注学术，努力推动中国地震科学向更宽领域、更深层次、更高水平发展是地震工作者追求的目标。前辈们对地震事业锲而不舍的追求和无私奉献的精神将激励和教育年轻一代，使防震减灾行业精神不断传承和发扬光大。

中国地震局地球物理研究所
中国地震局离退休干部办公室
2015年3月

前言

在求索中奋进

中国地震局地球物理研究所的前身是创建于1950年4月6日的中国科学院地球物理研究所，根据国家任务和科学性质与应用分工，1978年更名为国家地震局地球物理研究所。1998年国家地震局地球物理研究所更名为中国地震局地球物理研究所。

中国地震局地球物理研究所是中国地震局开展地震学（地震观测、地震前兆观测、地震预报、地震成因机制、工程地震学等）和固体地球物理学（地磁观测、地电观测、重力测量、地球结构及其动力演化等）研究的主要科研机构之一。

中国地震局地球物理研究所自成立以来，走过了65年的奋斗历程。回首往事，在地球物理研究所奋斗的六十五个春秋里，中国的第一代地震台网、地磁台网、第一个遥测地震台网、第一个全国数字地震台网在这里诞生；中国的第一代、第三代、第四代、第五代地震区划图在这里主编出版；在这里第一次在世界上将地震预测预报研究写入国家中长期科学和技术发展规划，并在中国地震预测预报研究的创业阶段发挥重要作用；在这里开创了中国地球物理观测仪器的研制工作、深部构造研究、宏观地震学和历史地震研究、震源物理研究、核爆炸地震监测研究、数字地震学研究、近震源强地面运动地震学研究、地震社会学研究、矿山地震研究；在这里倡导创立了中国第一个科学基金——地震科学联合基金、亚洲地震委员会（ASC）。这一系列开创性的基础研究和应用研究成果，有力地支撑和引领了中国防震减灾事业的发展，在最大限度地减轻地震灾害对人民生命

财产造成的损失中发挥着重要的作用。这一系列的成就凝聚着一代代、一辈辈地球物理科技工作者艰辛探索、顽强拼搏、开拓创新、无私奉献的伟大精神；凝聚着党中央、国务院、中国地震局党组对地球物理科技和防震减灾事业的深切关怀和巨大支持。

为推进防震减灾文化建设，使地震行业精神得到更好的传承和发展，根据中国地震局党组的部署，局离退休干部办公室的安排，地球所被选为撰写《震苑晚晴》系列文化丛书续辑的单位之一。研究所邀请了18位老专家作为首批撰写者。他们许多都是驰名中外的地球物理学家和地震专家。许多都是他们那个时代的学科领军人物和佼佼者。他们中的大部分都已进入耄耋之年，身体或多或少地在遭受着疾病的困扰，只是因为他们在地震行业奉献了毕生精力，有着一份割舍不下的眷恋情怀和对防震减灾事业的一份拳拳之心，老专家们欣然接受这个任务，回顾记录下印象深刻的历史瞬间和科学探索路上的思考、欢乐与收获。

前辈们用朴实无华的语言回顾了中国地球物理科技的进步以及防震减灾事业发展的历程。老专家们的一系列工作回顾，仿佛给读者上了一堂有关地震科技和防震减灾事业发展的生动课程。前辈们用浓重的笔墨勾画出了几十年地震工作的历史轮廓和各个学科的发展历程，使我们了解了前辈们不畏艰辛、勇于探索取得的累累硕果。特别是通过对重大地震历史事件的回顾，把上一代地震人对地震事业的执着、热爱，对祖国和人民那份责无旁贷、勇于担当的责任感，深深地镌刻在读者的脑海。例如邢台地震的抗震救灾，老专家们是参与者和见证者，也是在此背景下锻炼成长的行业先锋。邢台地震惨痛的场面使老一辈地震人从此立下了为地震科研事业不懈努力，奉献一生的决心。以敬爱的周恩来总理为代表的国家领导人亲临地震现场指导抗震救灾工作的情景历历在目，对地震人提出的要求与期望犹在耳畔。正像老专家们在文章中所回顾的“经过邢台地震洗礼的中国地震工作者们，在后来的岁月里，牢记灾区人民对我们的期望，牢记周总理的教诲，牢记自己发过的誓言。在不同的工作岗位，为地震学科、为防震减灾、为地震预报而努力工作”。老一辈经过了几十年的努力探索，“如果能事前打个招呼就好了”的群众愿望还未能得以实现。他们壮志未酬的遗憾还有待年轻一辈甚至几辈人继续努力，还需把它当作一个梦想去追逐、去实现。更需要年轻一辈在求索中奋进，在拼搏中创造……

细读本辑，常常令人心潮起伏，不能平静。一群年轻的科技工作者，一朝踏进地震行业，就把这份工作作为自己毕生的事业。他们固然性格迥异、兴趣不同，从事不同的理论方法研究，但为了同一个目标，“最大限度地减轻地震灾害给人民群众

生命财产造成的损失”，他们承受着翻山涉水、风餐露宿的艰苦而以苦为乐；他们辛勤积累大量资料为行业的发展筑就坚实基础；他们在地震现场摸爬滚打的同时分析总结、找出规律；他们孤独地坚守在偏远的台站且恪尽职守；他们透过现象抓住本质而取得经验成果；他们借鉴引进其他行业的方法成果，大胆设想、提出行业新概念，取得开创性的成就；他们顽强拼搏、不畏酷暑严寒，努力服务国家建设；他们著书立说，搭建了为后人攀登的阶梯；他们努力推动地震科普宣传，在地震事业同人民群众之间搭起了互通的桥梁。他们的默默奉献和全国地震工作者同行们的共同努力，推动了地震科技的不断进步，筑就了防震减灾的伟大事业。

本文集的撰写，没有华丽的辞藻，因为他们习惯了严谨的科学态度，往往只是对一件件事情进行记忆性叙述或是不加修饰的现场描述，但仍会使读者心中升起无限的感动、敬意，使人深受启迪。老前辈们在字里行间所呈现出的那份脚踏实地、默默奉献、攻坚克难、勇于开拓的精神风貌，那份对事业执着、对国家和人民负有的责任感和使命感，那种敢于担当、乐于拼搏奋斗的勇气，正是需要我们倡导和传承的。这是我们地震科技行业的“传家宝”，是推动防震减灾事业发展的宝贵精神财富。在国家大力提倡文化繁荣与发展的今天，我们十分感谢老前辈们勤耕不辍。让我们伴着纸墨的清香，静静品味这本文集，去挖掘老前辈们留给我们的无比珍贵的宝藏。

最后，赋诗一首，以表达对前辈们的敬意：

奋斗历程几十载，老骥伏枥雄心在。
地震科技创业人，事业领军靠他们。
大震现场不畏险，理论创新何惧难。
仪器研发闯新路，区划防御隐患除。
国际交流赞誉存，求索创新民族魂。

中国地震局地球物理研究所党委书记、副所长

高森

2015年3月

目 录

把一生献给国家的地震事业

把一生献给国家的地震事业..... 时振梁 (1)

开拓国际视野 探索预报之路..... 朱传镇 (20)

求索之路

——中国大陆应力场研究回顾..... 许忠淮 (33)

美好的回忆..... 陈培善 (44)

大地给我上课

——忆在地球所工作的一些事..... 李凤杰 (63)

求学之路与学术成长的历程..... 郭履灿 (84)

我的追梦之路..... 钱书清 (95)

我的地震研究生涯..... 林邦慧 (111)

为首都人民的安宁站岗放哨..... 王培德 (126)

足迹..... 肖承邺 (132)

“大手拉小手

——科普西部行”活动随笔 张少泉 (169)

地震科研生涯的平实之路 汪素云 (179)

脚步和困惑 金 严 (195)

我的地震生涯 环文林 (207)

学科融合 开拓领域

——从国防任务到模式识别和专家系统 王碧泉 (239)

那些难忘的事儿 周公威 (257)

难忘的往事 石汝斌 (279)

忆我一生平凡的地震科研工作 安镇文 (294)

后记 (308)

把一生献给国家的地震事业

时振梁

1955年我从长春地质学院毕业，分配到中国科学院地球物理研究所第二研究室，主任是李善邦先生。从此投入国家的地震科研工作。几十年来为地震事业而努力工作，直到退休。我从事过地震调查、地震活动性、地震成因、地震长期预测、地震区划以及工程地震等方面的研究工作。回顾我国地震事业发展的过程，也是我在地震学科领域的成长过程，能在这个过程中贡献自己的全部力量，感到十分欣慰。

一、大地震现场调查

20世纪50年代，中国科学院地球物理研究所第二研究室承担了全国大地震调查工作，如有地震发生，随时准备出发，赶赴地震现场开展调查工作。

随时准备出发，赶赴地震现场进行调查

1956年8月19日和9月3日，山西平定发生4.5级和4.6级地震，中国科学院地球物理所即派闵子群带队，我和韩源等参加赴现场调查；1957年1月1日河北涿鹿发生5级地震，由李自强带队，我和杨玉林等随同赴现场调查，因当时交通不便，这两次考察都是由当地政府工作人员带领，租用毛驴，赶赴现场调查，主要工作是确定震中及烈度，绘制等震线。

1962年3月19日，广东河源发生6.1级地震。地球所派李自强组队，带领地震台网观测组以及我们几位宏观调查人员赶赴现场调查。这次地震震中在新丰江水库库区，河源县城西，震源深度5千米，震中烈度达Ⅷ度或Ⅶ~Ⅷ度。这次地震认定是水库诱发地震，发现大坝仅有细小裂缝，因大坝是按Ⅷ度设计，Ⅸ度校核，为确保安全，震后又进行了第二次加固。

1965年11月13日乌鲁木齐发生6.6级地震，当时我们刚结束昌马地震调查，还没

有回北京，我和环文林等直接随兰州地震研究所郭增建等赶赴现场。在乌鲁木齐与从北京来的谢毓寿、李凤杰等会合组成中国科学院地球物理研究所地震考察队。在新疆维吾尔自治区党委和自治区政府的直接领导下，开展了新疆地区的第一次地震现场调查。

1966年3月，河北束鹿和巨鹿发生6.2级和6.0级地震，相隔一年后，1967年3月27日，在其西北的河间又发生6.3级地震，北京也有感。我和林邦慧参加了现场调查，根据当地提供的资料和调查结果，绘制了等震线。震中仅有两个地点为Ⅶ度，而Ⅵ度区面积很大，纵长百余千米，呈北北东方向沿滏阳河两侧分布。同年7月28日，在河北怀来东北又发生5.4级地震，震中烈度为Ⅵ度。这两次地震我们都编写了地震考察报告，绘制了详细的等震线图，交由所资料室保管。

1973年2月6日，四川炉霍发生7.6级地震，国家地震局随即组织专业人员当日出发奔赴现场，开展震情监视和宏观调查。极震区成长条状沿炉霍—康定断裂两侧分布，震中烈度Ⅹ度，地震破裂带长近百千米，断层走向 $N50^{\circ} \sim 60^{\circ} W$ 、近直



旦都附近小路左旋走滑错动2.5米



树的一部分被断裂错开



1973年炉霍7.6级地震形成的地震断层陡坎（1973年，时振梁摄）

立，以左旋走滑为主要特征，还发育拱隆状隆起和陡坎，一般水平错距 2 ~ 4 米、垂直隆起 1 ~ 3 米，断裂两侧滑坡塌方现象也较普遍。

1976 年 7 月 28 日，唐山发生 7.8 级特大地震，当时因我爱人正在外地出差，而我和杨玉林需赶往唐山地震现场调查，只好委托我所谢鸣岗同志代为照顾我的儿子，我们随即赶赴地震现场。

1965 年参加银川 1739 年大地震调查

1964 年中国科学院地球物理研究所和兰州地球物理研究所组成了西北地震考察队，我是考察队领导小组成员，在完成了昌马水库和酒泉钢铁基地的基本烈度鉴定后，1965 年承担了宁夏银川市的烈度复核工作。我负责的地震地质组主要承担银川盆地的地质构造、新构造和 1739 年银川 8 级地震构造背景的研究。



苏峪口外的洪积扇上的第四纪断层陡坎景观（1965 年，环文林摄）

我和周光先生、环文林等在调查 1739 年 8 级大地震的地面构造形变时，沿苏峪口外第四纪断层陡坎徒步向北，追踪调查该第四纪断层陡坎上的活动情况。当追踪到银川盆地北部红菜子沟外第四纪断层陡坎处，我们惊奇地发现明代建的长城被 1739 年大地震错断的遗迹。断层走向北北东，右旋水平位移 1.5 米，东侧下降 0.9 米（见照片），在其附近插旗口洪积扇上也能见到该断层错动的现象，断层错动右旋 2.5 米，东侧下降 1 米。这是我国少有的古建筑被最新断层错动的遗迹，这一重大发现提供了银川大地震发震构造研究的重要资料。为此我们建议宁夏地震部门对该破坏遗迹进行地震文物重点保护。但遗憾的是，工人在保护时将破坏部位进行了重新修复，这样就改变了原始破裂的面貌，失去了应有的文物价值。我们当时拍摄的照片就成了地震遗迹文物“绝照”，借此机会，将这些照片提供给后人留作参考。

1966 年 3 月 6 日河北邢台地震

1966 年 3 月 6 日河北邢台发生 5.2 级地震，中国科学院地球物理研究所立即组



宁夏银川红果子沟口外明代长城被 1739 年地震右旋错断遗迹
(1965 年, 左时振梁摄、右环文林摄)

成以李凤杰为队长的地震考察队, 一行 12 人奔赴灾区, 架设临时地震台网。记得半夜三更所里即派人敲我家房门, 将我从被窝里叫起, 说有车在外面等, 马上出发赶往灾区。我急忙穿衣, 带上必备用品, 随同考察队出发, 于 3 月 8 日凌晨 1 点到达河北宁晋县耿庄桥地震灾区。还没有来得及安顿好, 3 月 8 日邢台地区隆尧又发生 6.8 级地震, 震中烈度 IX 度, 破坏严重, 伤亡很大。3 月 22 日 16 点, 宁晋又发生 7.2 级大震, 震中烈度 X 度。周恩来总理多次到邢台地震灾区视察, 还到考察队看望地震工作者, 并观察李凤杰仪器组的地震仪观测情况, 当时我们都在现场。在不到半个月, 就经历了两次大震, 回来与家人谈及这两次地震的遭遇, 现场感觉就像煤球在筛子里摇动那样难以控制。

1966 年邢台地区发生的多次大震, 是新中国成立以来在居民密集地区遭受最为严重的地震灾害, 也是我国地震工作者首次大规模深入现场, 全面开展各种地震观测、地震预报和抗震减灾工作的一次科学实践。由我负责的宏观地震调查组, 除按传统调查地震造成的各种灾害现象外, 还重点调查了各种地震前兆现象, 注意区分两次大震重叠破坏效应和烈度异常, 以及对当地建筑的薄弱环节、各种建筑物破坏的方向性、井筒变形、地表形变体现的方向性等特殊现象进行调查统计分析。其中总结出的一些前兆现象, 也为后来的海城地震预报发挥了重要作用。在地震现场对这些特殊现象拍摄了大量照片, 绘制素描图, 编制各种图件和整理调查报告, 这些原始材料都交由地球所资料室保存。在科委组织的地震科学讨论会上, 我代表邢台地震考察队总结邢台地震预报的经验, 得到了与会者的好评。

1973 年我和鄢家全、汪素云在《地球物理学报》上发表的《建筑物的破坏和断层附近的地面运动》, 指出了邢台地震房屋倾塌具有明显的方向性, 为地震机制和工程地震研究提供了现场信息。

二、历史地震和中国地震活动性的研究

整理历史地震资料，编制中国地震目录

一直以来，历史地震资料的整理、分析和研究，是地球所二室的主要科研任务之一。地震安评、中长期预测和地震区划的研究，都需要以历史地震作后盾。

自分配到地球物理所工作，就和二室同志一起协助李善邦先生整理全国历史地震资料，编制《中国地震目录》（1961年出版）。

1980年，所领导责成我和李群、武宦英等负责增补和删改1971年版的《中国地震目录》，经过四年的努力，1983年出版了顾功叙、林庭煌、时振梁主编的两本目录：《中国地震目录（公元前1831—公元1969年）》科学出版社出版和《中国地震目录（1970—1979年）》地震出版社出版。与此同时，我还参加了由复旦大学和地图出版社等单位组成的《中国历史地震图集（清时期、明时期、远古至元时期）》共三集的编辑工作。

1976年唐山地震后，北京市组织了北京地震地质会战，我和汪素云合作撰写了《北京历史地震》文章，该文提出1976年唐山地震和1679年三河—平谷地震对比及它们在发生地点和时间上的相互关系。1998年发表《历史地震目录修订问题》。

多年来，我在历史地震研究中发现许多与地震相关的自然现象，难以解释，成为疑案。下面列举几类与地震相关的现象：如明时期记载的“沉东京”（闽粤沿海大面积沉陷）现象；清时期北京离奇的王恭厂爆炸案与地震；东汉时期洛阳一带的群发性大地震；1668年山东郯城巨震前以东沿海大面积地壳形变现象；李善邦先生在《中国地震》一书中提到的历史时期多地、多次的地震生白毛和地震百草皆自反现象；历史时期一些与地震相关的沿海海啸、火山喷发等，这些奇异现象现今少见，值得进一步探索。1996年我发表了《中国历史地震疑案》。

中国地震活动性研究

在历史地震资料研究的基础上，我和同事们开展了中国地震活动性的研究。邢台、河间地震调查启示我们，以前想象中的前、主、余震都是在一定范围内围绕主震发生，而邢台、河间一系列6~7级地震是在一定狭长地带内连续发生。在整理地震目录和绘制震中分布图时，也可以看到同类现象在我国多个地区发生，如山西地堑带、滇东断裂带和沿海一带的大地震发生，都是限定在一定地带、一定时段内连续发生。这种现象用来认识大地震发生的机理和防震减灾也可能有一定的意义。

1974年，我和环文林、曹馨玲、武宦英、刘耀斌、黄玮琼利用我国悠久丰富的

地震资料,撰写了《中国地震活动的某些特征》的文章,该文首次将我国划分为 23 个地震带,带内强震密集分布,带外分布零散,强度也弱,地震带内地震活动在时间分布上是不均匀的,有显著活动和相对平静交替发生现象,一定时间内又重复出现,各地震带的周期大致在 300 年左右,有的达千年以上,台湾地区和我国西部地震带重复周期相对较短,各地震带的地震发生有单发式和连发式之分,前者以一次 $M \geq 8$ 的地震和若干中小地震来释放该带内积累的能量,连发式则在一定时期内以多次 $M=7 \sim 7\frac{3}{4}$ 级地震在带内陆续发生,利用统计各地震带应变释放曲线图可以看出,在一个活动周期中,地震又有从应变积累、加速、大释放和剩余释放四个阶段的特点。这些观点被地震工作者广泛引用,并应用于地震中长期预报和地震区划中。该文 1977 年获全国科学大会奖,并被美国出版的《中国地球物理》转译发表。

李善邦先生在《中国地震》著作中也引用了《中国地震活动的某些特征》文中提出的地震带有应变积累、加速、大释放和剩余释放四个阶段的论点,并直接引用了山西汾河地震带自 11 世纪以来的应变释放蠕变曲线图。指出“从图中可以看到,1303 年和 1695 年两次活动高潮(都发生了 $M=8$ 的地震)的时间间隔为 392 年,目前所处阶段,尚无明显的现象”。

1982 年我和环文林、卢寿德、鄢家全发表了《中亚、东亚大陆地震活动特征》的文章,据中亚、东亚大陆地区 $M \geq 6$ 地震分布、地质构造资料和地震断层面解结果,编制了该区构造应力场和形变场分布图,划分为贝加尔地震区、华北地震区、东南沿海地震区等 12 个地震区,分析各地震区地震应变释放过程,可以看出,各区都经历了从相对平静到显著活动阶段的演化过程,重点探讨了发生过 $M=8\frac{1}{2}$ 地震三个地震区地震活动的演化过程,发现了一个地震区内地震活动是相互联系的,大地震的发生是大范围长期孕育发展的结果。本文 1986 年被评为国家地震局科技进步三等奖。

1991 年我和何淑韵、曹学锋发表《应用历史资料研究地震活动性》文中提出:历史地震记载中诸多不确定性因素,可采取补遗办法,将那些记载过于笼统、被列入附录的大地震加以利用,能得到较好的统计效果。

这些工作的结果,让我们从总体上对我国地震活动的特点,有了全面的认识。

三、中国地震的地质环境和板块构造的研究

地震活动及其发展的特点,离不开地质环境条件,在研究地震活动特点的