



诲而不倦 淡泊人生

——纪念阚荣举先生80寿辰科技论文集

云南出版集团公司
云南科技出版社

诲而不倦 淡泊人生

——纪念阚荣举先生80寿辰科技论文集



云南出版集团公司
云南科技出版社

· 昆 明 ·

图书在版编目(CIP)数据

海而不倦 淡泊人生:纪念阚荣举先生80寿辰科技
论文集/阚荣举编著.--昆明:云南科技出版社,
2012.11

ISBN 978-7-5416-6699-5

I. ①海… II. ①阚… III. ①地质学-文集 IV.
①P5-53

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第273660号

云南出版集团公司

云南科技出版社出版发行

(昆明市环城西路609号云南新闻出版大楼 邮政编码:650034)

云南省地矿测绘院印刷厂印刷 全国新华书店经销

开本:889mm×1194mm 1/16 印张:22.5 字数:576千字

2012年11月第1版 2012年11月第1次印刷

定价:69.00元



【编者按】

父亲是1932年11月30日生人，今年整满80。一生对生活质量要求很低，唯对他的地震事业倾注毕生。为了云南的地震事业，他多次放弃回北京的机会；为了地震事业，他没能送上父母最后一程。就是突发中风都是发生在退休以后外出工作的路上。如今卧病在床多年，记忆模糊时记不清自己有几个儿女，却能对云南境内发生的地震如数家珍。鉴于父亲对地震事业的执着，我们将其一生心血凝结的论文整理成集，以飨读者。在此，我们向为本文集作序并审稿的北京大学地球与空间科学学院名誉院长、中国地震局地球物理研究所名誉所长、中国科学院院士、世界科学院（TWAS）院士陈运泰先生表示敬谢，向给予文集编辑支持的秦嘉政研究员、颜其中研究员和王绍晋、杨润海、周挚、孟燕、解丽、王芸芸等同志表示感谢。



阚荣举先生



东北地质学院地球物理勘探系1955年毕业照（左3阚荣举）



青年时代（1959年摄）



阚荣举（前排左4）与同事摄于云南省地震研究所（1976年）



阚荣举先生在工作中（1986年摄）



“滇深82”工程的三个副总指挥 阚荣举先生（中）（左1林中洋先生，右1晏凤桐先生）



阚荣举先生为“滇深86、87工程”做准备工作（1985年摄）



阚荣举先生赴美开展“中美深部探测合作”项目留影



阚荣举先生与原中国科学院昆明地球物理研究所同事合影（1994年，昆明）。前排（由左至右）：刘赛君，张家茹，阚荣举，曾融生，滕吉文，陈非比；后排（由左至右）：杨智娴，陈洪鸭，姚振兴，李钦祖，李白基，陈运泰，冯德益，王椿镛

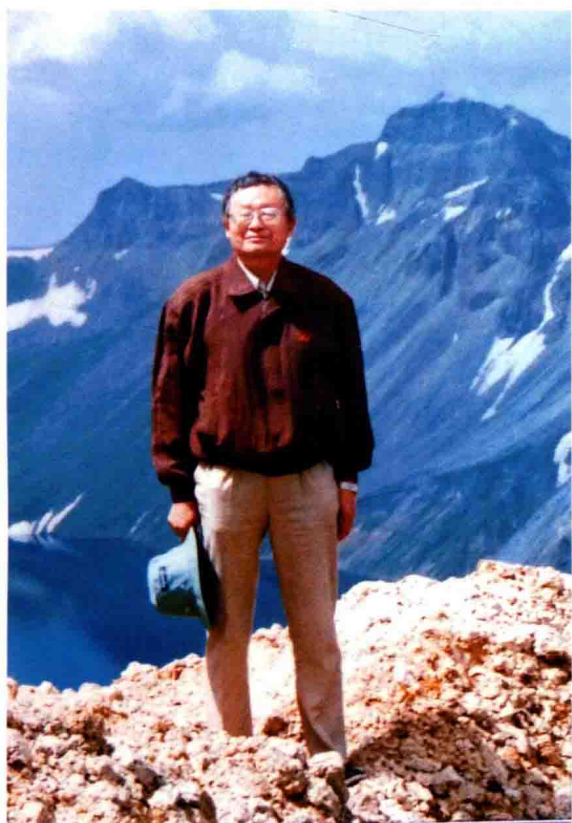


阚荣举先生（右）与恩师曾融生院士（左）



海而不倦
淡泊人生

纪念闾荣举先生80寿辰科技论文集



参加全国第一次火山学生会研讨会（长白山，1993年）



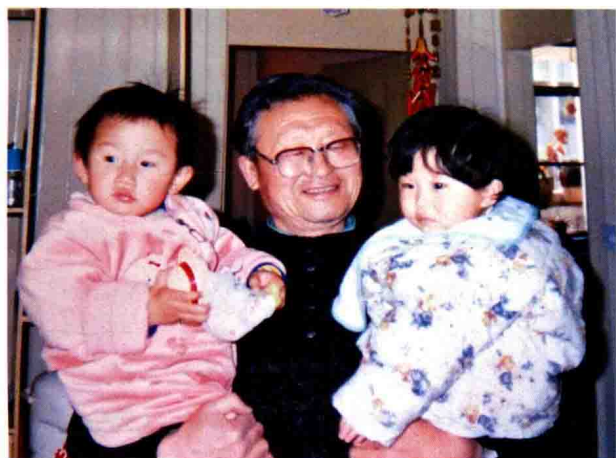
闾荣举先生在张家界（1993年）



童心未泯



闾荣举先生与长女（2004年春节摄）



天伦之乐（中为闾荣举先生，左为外孙；右为孙女）



亲情。闾荣举先生（左2）与夫人袁景忱女士（右2）与汶川地震后从德阳赶来探望的姐姐（袁哲）女士（右1）、姐夫（王时昉）先生（左1）在一起



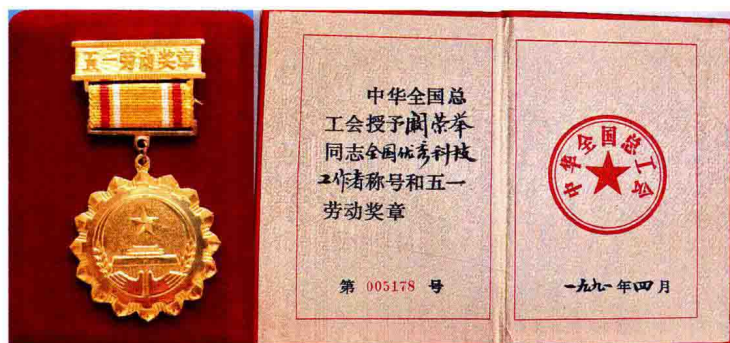
相濡以沫。闾荣举先生与夫人袁景忱女士



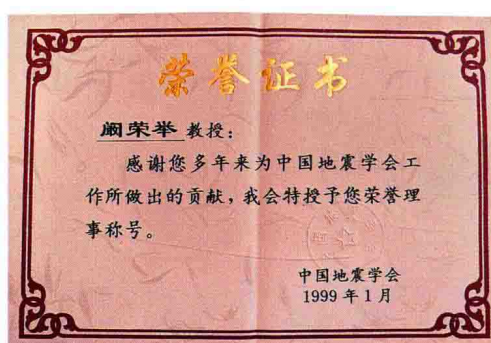
国家自然科学奖



从事防震减灾事业三十年



全国优秀科技工作者和五一劳动奖章



中国地震学会荣誉理事



政府特殊津贴



省科协第五届名誉委员



云南省劳模奖章、证书



研究员聘书



部分获奖证书

爱国、奉献、务实、求真

——祝贺著名地球物理学家阚荣举先生八十华诞

（代序）

今年11月30日是我国著名地球物理学家阚荣举先生八十华诞。从阚先生大学毕业开始从事科学研究工作迄今几近花甲一周。阚先生昔日的学生与同事，和阚先生的子女阚丹女士等，搜集整理阚先生的科学论著，结集出版，嘱我著文以序之。作为阚先生的“师弟”，我不揣冒昧，很高兴与荣幸接受这一光荣使命。

阚荣举先生1932年11月30日出生于东北黑龙江省齐齐哈尔市。和几乎所有生活在日寇铁蹄践踏下的东北少年一样，阚先生未能顺畅地接受系统的小学与中学教育。只是由于家庭的苦心支撑和他本人坚毅不拔的努力才得以断断续续读了小学、中学。所幸东北地区解放较早，他才有机会考入东北地质学院，得到系统的高等教育，为日后的科学活动打下了良好的基础。

1955年8月，阚荣举先生从东北地质学院（长春地质学院前身，今并入吉林大学）地球物理探矿系毕业。同年12月，他非常幸运地被分配到中国科学院地球物理研究所第四研究室物探组，师从秦馨菱先生和曾融生先生。秦馨菱先生和曾融生先生是我国著名的地球物理学家，同在1980年被选为中国科学院学部委员（院士）。在秦、曾两位先生的领导和指导下，阚荣举先生勤奋学习，刻苦钻研，学业突飞猛进，才能也得到充分的发挥。

1957年底，中国科学院地球物理研究所与北京地质学院、地质部合作，组建一一二队三分队（地震队），阚荣举先生被任命为该队队长，前往东北松辽地区从事自吉林省公主岭到科尔沁左翼中旗一带的地震勘探工作。在他的主持下，该地震队完成了松辽地区、也是后来为祖国的石油事业作出重大贡献的大庆地区的第一条地震勘探剖面。

1958年初，中国科学院地球物理研究所成立地壳队（青海204队），年仅26岁的阚荣举先生被任命为该队队长。中国科学院地球物理研究所地壳队是我国第一支地壳测深队。1958年，该地壳队在石油部的支持下，在我国西北柴达木盆地开展了地震勘探工作，利用低频地震勘探仪对地壳深部构造进行了研究，取得了一系列重要的成果：在柴达木盆地西部鱼卡—甘森和东部的大柴旦—格尔木两条长度各120千米的剖面上，均记录到了清晰的莫霍界面广角反射波，并记录到了地壳内其他界面的反射波；在柴达木盐湖记录到了清晰的回折波以及相当完整的多次波；首次获得了该地区比较详细的速度分层结构，得出柴达木盆地的地壳厚度为52千米。1960年在曾融生先生领导下共同在《科学通报》与《地球物理学报》上发表了《柴达木盆地的低频地震工作》、《柴达木盆地低频地震探测接晶基底的工作方法》等论文，公布了柴达木盆地详细的速度分层结构模型。该模型是在我国大陆地区最早提出的区域地壳分层速度结构模型，至今仍被广泛引用。

1961年初至1966年8月，阚荣举先生任中国科学院地球物理研究所地壳构造探测队队长。他采用工业爆破进行低频地震探测新方法，在甘肃景泰地区利用矿山爆破得到了该地区地壳内部的速度分布，取得了许多重要成果：利用探测剖面记录图（包括1958年在柴达木盆地探测的记录图）研究了地壳结构，并对记录到的续至震相进行系统的分析研究，发现我国西北地区地壳中20~30

千米深处存在一个有速度梯度的高速夹层, 夹层厚度为 3~6 千米, 夹层中的地震波速度可高达 8.0 千米/秒。他与曾融生先生合著的、反映这些重要的研究成果的论文《柴达木盆地低频地震探测的“回折”波和多次波》、《柴达木盆地低频地震探测的基岩首波和大角度反射波》、《柴达木盆地西部地壳深界面反射波》于 1961 年陆续发表在《地球物理学报》上。这些研究成果不仅在国内属于首创, 在国际上也处于领先地位。在后来的地壳结构模型研究中, 他们在论文中提出的壳内速度逆转的现象得到国际同行的普遍承认和应用。

由于他出色的研究业绩, 1962 年 5 月 23 日阚荣举先生晋升为助理研究员。

1965 年 8 月 23 日, 中国科学院决定在昆明建立地球物理研究所西南工作站。他所属的中国科学院地球物理研究所第九研究室整建制地(包括所有科研人员、仪器设备、研究资料, 还有部分亲属)迁往昆明。事实上, 早在中国科学院地球物理研究所昆明西南工作站正式建立之前, 他已经光荣地接受任务, 亲自带领地壳测深队伍奔赴渡口地区执行三线建设任务。从 1965 年至 1966 年, 他跋涉于西南地区的崇山峻岭, 排除万难, 研究了适用于山区的地壳测深工作方法与技术, 胜利完成了渡口地区地震剖面, 为三线建设任务作出了贡献。

经过 10 年的磨砺, 此时的阚荣举先生已是学有素养、野外工作经验丰富、精力充沛的青年科学工作者。1966 年 2 月 19 日, 中国科学院决定正式成立昆明地球物理研究所, 研究所下设 5 个研究室。他被任命为第三研究室(地壳物理研究室)地壳队队长。

正当他踌躇满志、满怀雄心壮志、准备为祖国地球物理事业大展鸿图时, 1966 年 5 月, “文化大革命”爆发。8 月, 刚成立的昆明地球物理研究所的科研工作被迫停止, 他作为一名新社会哺育成长起来的青年科学家竟也未能幸免, 被以莫须有的罪名列入昆明地球物理研究所顶尖的 8 个“一级管制对象”之一, 关进“牛棚”。

苦难与折磨不能改变阚荣举先生热爱祖国、献身科学的意志! 在身陷“牛棚”的严峻日子里, 阚荣举先生矢志不移, 泰然处之。他没有动摇自己的爱国之心! 他没有忘记自己崇高的科学使命! 他既没有放弃科研工作, 也没有放弃独立思考与对科学真理的探索! 1970 年 1 月 5 日, 云南通海以西发生 7.8 级地震, 震中烈度达 X 度, 许多房屋被毁, 造成 15621 人死亡, 26783 人受伤。作为一名地球物理工作者, 面临如此强烈的地震, 他置身陷“牛棚”的逆境于不顾, 在“管制”期间义无反顾地强烈要求到地震现场进行考察。在没有任何工具的情况下, 他以待“罪”之身利用休息时间考察了通海至峨山地震断裂。直至通海地震 8 个月后的 1970 年 8 月, 才被解除“管制”。此后他以一般科研工作人员的身份, 先后赴通海、晋宁、昆明海源寺值守地震台, 担任国家地震局昆明地震大队仪器工厂(蓝龙潭)办事组后勤工作人员。

1972 年 2 月至 1978 年 9 月, 被解除“管制”后的阚荣举先生在国家地震局昆明地震大队抗震队从事一般科研工作。作为地震分析预报人员, 他不畏艰险, 勇于实践, 接连不断地奔赴频繁发生的地震(如 1974 年昭通大地震、1976 年普洱地震、1976 年龙陵—潞西大地震等地震)的现场从事科学考察工作。他勇于探索, 勤于思考, 在“文革”后期至结束后的科研条件十分艰难的数年间, 陆续发表了多篇研究论文, 包括: “柴达木盆地的基岩首波和反射”(与滕吉文等合作, 1973), “我国西南地区现代构造应力场与现代构造活动特征的探讨”(与张四昌、晏凤桐等合作, 1977)。特别是“文革”后他在《地球物理学报》上发表的第一篇论文“我国西南地区现代构造应力场与现代构造活动特征的探讨”一文中, 他与合作者率先提出了“川滇菱形地块”的重要概念, 并以此为基础, 详细分析研究了西南地区构造应力场及其分区特点、强震活动与构造的相关性、现代构造应力场与强震活动的动力源等。该文多年来指导和影响了对西南地区的地质构造和板内断块的相关

研究，对认识川滇地区的构造体等作出了开创性的贡献。尽管迄今对“川滇菱形地块”的科技论文引文失范的情况时有发生，该文的引文率仍高达 130 多次，堪称川滇地区大地构造研究的一篇经典之作。在此期间他在《地球物理学报》、《地震研究》等学术期刊上一共发表了 7 篇学术论文，并因此获得了 1978 年全国科学大会奖两项（“龙陵地震预测”、“中国地壳探测”）奖励。

1980 年 10 月，阚荣举先生光荣加入中国共产党，1981 年 10 月转正，实现了多年的夙愿。1980 年 11 月，他担任云南省地震研究所震源物理室主任。1980 年 12 月经国家地震局批准晋升为副研究员。1981 年 10 月，任云南省地震局地震研究所所长。1984 年，任云南省地震局震源物理研究室主任。1987 年 5 月经国家地震局批准晋升为研究员，是云南省地震局首批晋升的研究员之一。

阚荣举先生以国家的需求为己任，不断扩大他的学术研究领域以适应国家的需求。从“文革”后期开始，他便把目光投向既具有强烈国家需求、又是极具探索性的地震震源及其环境的科学问题，研究工作涉及大震区构造、震源区变化、地震构造、地震带等重要问题。

1982 年和 1986 年他作为副总指挥先后两次亲自参与设计、组织实施了我国以及国际上当时规模最大的“滇深 82”和“滇深 86”、“滇深 87”地壳测深工程，主持国际编号为 GGT-16 的“云南地学断面编制研究”，并担任“中美深部探测合作”项目中方云南项目负责人。1983 年 6 月至 1985 年 3 月，他主持并完成了“中国南北地震带南段（云南地区）近期强震危险性的研究”课题。1987 至 1988 年，他主持并完成了“云贵地区潜在震源区划分”研究课题。他首次得出云南地壳构造基本特征及其横向变化；首次得出攀西裂谷实际南延至滇中的结果，这个结果对于云南矿产远景分析具有重要的指导作用；他发现了中国南北地震带上存在莫霍面速度明显偏低的宽带，是大陆内重要的地球物理异常带，他对云南地壳上地幔构造的研究达到了国内先进水平；他发现滇西地槽区的地壳速度结构反而具有地台特征，提出了滇西大地构造值得重新分析的指导性见解；他最先提出中国西南存在断块移动，并为后来的实践所证实，由此解释了中国西南大震的统一成因；他首创用应力场变化预测地震的方法，并在 1988 年澜沧—耿马地震的预报中取得了一定的实效。他负责并最终完成的“中国云南地学断面”是“全球地学断面对比计划”中的项目，在国际验收时，其中的地球物理解释的各个部分均被评为“达到世界先进水平”，并多次应邀参加国际学术会议展示。他在 1983 年及其后相继发表有关应力场的方向和强度的变化与强震关系的研究论文，并率先将研究成果运用于地震预测实践，把构造应力场研究和地壳构造研究结果用于地震烈度研究，为防震减灾事业作出了重要贡献。

他十分关心青年科学技术人才的培养与成长。1988 年 5 月，他主动辞去研究室主任职务，专任云南省地震局震源室研究员，直至 1993 年 5 月，在从事地球物理工作 38 年后光荣退休。

阚荣举先生从 1955 年大学毕业开始从事科学研究工作迄今已 57 年。在长达 57 年的漫长岁月里，阚先生不畏艰险、不辞劳苦、不计荣辱、淡泊名利，他勇于实践、勤于思考，科学探测与考察工作的足迹遍及我国西南西北，研究工作涉及地壳测深、地震与现代构造活动的现代应力场、大陆内部地壳块体的运动以及地震成因、地球物理前兆等诸多领域，发表科学论文 40 余篇，为我国的地震与地球物理事业作出了卓越的贡献。

阚荣举先生不仅是一位卓越的地球物理学家，而且是一位优秀的社会活动家。他曾先后担任云南省科协副主席，云南省灾协常务理事，云南省地球物理学会理事长，云南省地震学会理事长，中国地球物理学会、中国地震学会及其专业委员会委员，云南大学地球科学系兼职教授，《地球物理学报》、《地震研究》等全国性的学术刊物编委等职，为促进学术交流、学科发展作出了很大的贡献。

阚荣举先生对我国地震与地球物理事业作出的杰出贡献得到党和政府的高度评价，他的研究成果有 14 项分别获得国家、省（部）级、局级科技进步奖，并获得云南省人民政府授予“省劳动模范”称号（1991 年 4 月）以及中华全国总工会授予的“全国优秀科技工作者”称号和“全国五一劳动”奖章。

我于 1962 年从北京大学地球物理系毕业，考入中国科学院地球物理研究所当研究生，有幸与阚荣举先生师从同一位导师——曾融生先生，并有幸一度与阚荣举先生同挤在一间狭小的办公室工作。然而由于他长年累月在野外奔波，及至天寒地冻时才风尘仆仆回到北京，回到北京后又被各种会议所羁绊，并不常在办公室，也鲜有在办公室静心学习工作的时间。尽管如此，他仍以顽强的毅力，学习、掌握了英、俄、日三门外语；他争分夺秒地学习与工作，亲自处理数据，分析资料，绘制图表，撰写论文。凡此种种，耳闻目睹，都使我感佩不已，亦无形中给我以鞭策与激励。半个世纪过去了，“大师兄”阚荣举先生的言传身教，举手投足，至今犹历历在目。值此阚荣举先生八十华诞之际，回顾阚荣举先生从事地球物理事业近 60 年的艰苦卓绝的历程，我们深为阚先生崇高的爱国主义情怀以及淡泊名利、为祖国科学事业无私奉献的精神所感动，为阚先生在极其困难的条件下所作出的卓越贡献向他表示由衷的钦佩和崇高的敬意，并衷心祝愿阚荣举先生健康长寿！

陈运泰

北京大学地球与空间科学学院名誉院长
中国地震局地球物理研究所名誉所长
中国科学院院士、世界科学院（TWAS）院士

目 录

我国西南地区现代构造应力场与现代构造活动特征的探讨

.....	阚荣举 张四昌 晏凤桐 俞林胜	(1)
龙陵大震前的地震活动	阚荣举	(13)
龙陵地震序列的震源机制特征	阚荣举 王绍晋 刘祖荫	(23)
西南地区现代构造应力场与板内强震活动	阚荣举	(32)
西南地区应力场变动与强震活动秩序及实验研究	阚荣举 彭万里	(45)
楚雄地震带的存在及其构造运动性质	阚荣举 王绍晋 刘祖荫 陈 京	(55)
龙陵地区大地震前后平均应力轴取向的时间变化	阚荣举 刘祖荫 王绍晋 宋 文 黄毓珍	(63)
中国西南地区现代构造应力场与板内断块相对运动	阚荣举 王绍晋 黄 崑 宋 文	(72)
云南地壳上地幔构造的初步研究	阚荣举 林中洋	(83)
本世纪中国西南地区大震活动的三种秩序及其可能的力源	阚荣举	(94)
昆明 1943 年 5 级地震的发震地段考证	阚荣举 赵晋明 沈斯伟	(101)
云南及其周邻大地震与云南天文台时纬残差变化	阚荣举 胡 辉	(104)
天地联合观测的台站条件分析	阚荣举 张朝方 胡 辉 阚 丹 吴康森	(114)
腾冲火山地热区的构造演化与火山喷发	阚荣举 赵晋明 阚 丹	(120)
腾冲火山地区深部构造的地球物理条件	阚荣举 赵晋明 阚 丹	(125)
云南强震的天地综合研究	阚荣举 吴铭蟾 李杰森	(129)
康滇菱形断块的总体特点与块边内外的构造运动	阚荣举	(135)
云南地区地壳结构与地震构造	阚荣举	(137)
柴达木盆地低频地震探测结晶基底的工作方法	曾融生 阚荣举 何传大 李彭年	(142)
柴达木盆地的低频地震工作	曾融生 阚荣举 何传大	(154)
柴达木盆地低频地震探测的基岩首波和大角度反射波	曾融生 阚荣举 何传大	(158)
柴达木盆地低频地震探测的“回折”波和多次波	曾融生 何传大 阚荣举	(170)
柴达木盆地西部地壳深界面的反射波	曾融生 阚荣举	(183)
Refracted Waves and Multiple Waves in Chaitamu Basin by Low - frequency Seismic Refraction Method	Tseng Jungsheng (曾融生), Ho Chuanda (何传大), and Kan Rongju (阚荣举)	(189)
我国西北地区地壳中的高速夹层	曾融生 滕吉文 阚荣举 张家茹	(202)
柴达木东盆地的基岩首波和反射波	滕吉文 阚荣举 刘道洪 曾融生等	(214)
龙陵地震序列的空间特征	王绍晋 阚荣举 刘祖荫	(222)
不同地震仪器以及地震波的区域性衰减特征对测定 M_L 的影响 ...	秦嘉政 阚荣举 刘祖荫	(234)
云南地区区域剪切应力值及其对地震危险性的估计	秦嘉政 阚荣举	(244)
用近震尾波估算昆明及其周围地区的 Q 值和地震矩	秦嘉政 阚荣举	(257)
用时纬残差预测强震的初步结果	胡 辉 阚荣举 王 锐 蔡 昕 陈宏明	(267)

Analytic Method of Time – Latitude Residual and Correlation of Residual Variation with Strong Earthquake	Hu Hui, Kan Rongju (268)
昆明市区地震震害的不均匀分布特点及其重复性	赵晋明 阚荣举 解 丽 (274)
滇西地区应力场和 Q 值的时空变化与地震前兆分析	秦嘉政 阚荣举 王绍晋 宋 文 黄毓珍 (282)
澜沧—耿马地震孕育过程中应力场时空变化与预测检验	王绍晋 阚荣举 宋 文 黄毓珍 (291)
云南及邻区板块的运动学研究	周真恒 阚荣举 (298)
时纬残差在地震预测中的应用	胡 辉 阚荣举 (305)
Application of the Residuals of Astronomic Time and Latitude in The Earthquake Prediction	Hu Hui (胡 辉), Kan Rongju (阚荣举) and Li Xiaoming (李晓明) (306)
孟连、丽江地震前云南天文台时纬残差异常	胡 辉 阚荣举 李晓明 (307)
1988 年澜沧—耿马大震序列剪切应力值随时间的变化与强余震预报	王绍晋 秦嘉政 阚荣举 宋 文 黄毓珍 胡克坚 张雪玲 (312)
The Crust Structure of Simao to Malong Profile, Yunnan Province, China	Yan Qizhong, Zhang Guoqing, Kan Rongju, Hu Hongxiang (318)
云南地学断面	阚荣举 韩 源 (345)
龙陵地震的应力场与发震断裂格架	阚荣举 (346)
龙陵地震震源孕育过程中的应力场时空变化	阚荣举 王绍晋 秦嘉政 胡克坚 (347)
阚荣举先生工作年表	(348)

我国西南地区现代构造应力场与现代构造活动特征的探讨

阚荣举 张四昌 晏凤桐 俞林胜

(国家地震局昆明地震大队)

摘 要: 本文通过对我国西南地区以及相邻的越南、缅甸北部地区的 51 个地震的震源机制结果和 10 个地震破裂带资料的力学分析, 讨论了我国西南地区现代构造应力场分区及现代构造活动特征。并得出由鲜水河断裂带、安宁河断裂带、小江断裂带、通海曲江断裂带和红河断裂带所围成的一个不封闭菱形地块相对外围区域有向南南东移动的趋势。此菱形地块控制着我国西南地区的主要地震活动。

1 前 言

四川、云南两省是我国多地震的地区之一。6 级和 6 级以上的强震分布于东经 104° 以西的云南和四川西部地区。它们的分布与地质构造关系密切, 大部分震中位于第三纪以来强烈活动的断裂带上 (图 1)。从强震震中的时空分布特征来看, 大体有三种地震活动类型, 即地震带、地震区和零散地震。它们在震中排列特征、地震与地质构造的关系、地震序列特点、活动周期及地震破裂的错动性质等方面各有不同。本地区内主要地震带有: ①鲜水河地震带 (炉霍—泸定), ②安宁河地震带 (冕宁—西昌), ③小江地震带 (巧家—一个旧), ④通海地震带 (玉溪、通海、峨山、石屏、建水一带), ⑤巴塘—大理地震带 (巴塘—大理—弥渡)。主要地震区有: ①叠溪地震区, ②马边地震区, ③普洱地震区, ④腾冲地震区。五条主要地震带围成了一个不规则的菱形地块, 四个主要地震区分布于菱形地块的外围。菱形地块的边界和内部包括了川滇地区所发生的强震的大部分, 13 个 $7\frac{1}{4}$ ~ 8 级 (大体相当于 10 度) 的大地震中有 12 个发生在菱形地块的边界和内部 (其中 10 个在边界上)。菱形地块的外围则地震活动水平很低。

本文通过对我国西南地区以及邻近的缅甸、越南北部地区震源机制资料和地震破裂带资料的讨论, 对菱形地块的现代活动性质试作初步分析。

2 我国西南地区现代构造应力场

使用震源机制结果讨论现代区域构造应力场, 必然遇到发震应力与区域应力场的关系问题。结合国内外这方面的工作, 根据我们的探讨可以初步认为: 在区域构造应力场作用之下的现代地壳构造活动 (至少对浅源地震) 控制着地震的孕育发展过程和发震力学机制 (即震源应力场)。震源应力场并不等于区域构造应力场, 它是在区域构造应力场作用下地壳构造活动在某些孕育点上所引起的产物。因此, 通过大量地震的震源应力场的统计可以再现区域构造应力场。

对我国云、贵、川以及缅甸、越南北部等 1933 ~ 1972 年共 51 个 5 级和 5 级以上的主震作出 P 波初动解 (表 1), 并依据 P 波初动解的主压应力轴方位讨论应力场及其分区 (图 2)。

2.1 现代构造应力场的分区

A 区 (安宁河断裂与小江断裂及其以东地区): 向北包括龙门山南段, 向南延越国界至越南北

部, 向东包括贵州中部。主压应力轴优势方位为北西西 ($280^{\circ} \sim 300^{\circ}$)。在此区中, 马边地震区的应力场比较复杂, 有北西、北东、东西和南北四种方位。马边地震区的地震活动属于震群型, 地震与地质构造的关系也不明显。1974 年 5 月 11 日昭通 7.1 级地震, 其震中位置虽然邻近马边地区, 但是 P 波初动解结果主压应力轴方位为北西西, 与 A 区相一致。

B 区 (松潘地区): 包括鲜水河断裂带及其以东地区以及龙门山断裂以北地区, 向北与甘肃地区相接。这一区域的主压应力轴优势方位为北东—北东东 ($50^{\circ} \sim 80^{\circ}$)。

C 区 (菱形地块地区): 包括南北两部分。北部在川西地区, 其范围包括鲜水河断裂以南、安宁河断裂以西, 向南在理塘以南与 C 区南部地区相接, 向西与西藏的察隅、邓柯地区相接。这是一个应力场的过渡地区, 在本区的西北部邓柯地震 (1966. 3. 14, $M_{5.1}$) 及相邻的鲜水河带上的地震主压应力轴均为北东—北东, 且与察隅大地震主压应力轴一致。向南至巴塘、理塘、康定一线, 则主压应力轴为近东西向。再向南至冕宁、西昌一带, 则主压应力轴方位为北西向, 逐渐向 C 区南部过渡。总之, C 区北部自北而南呈现出地震主压应力轴方位逐渐由北东转为近东西再转为北西的有规律变化。

C 区南部包括安宁河断裂和小江断裂以西, 红河断裂东北地区。向北在理塘以南与 C 区北部呈过渡衔接, 没有截然的界限, 此区地震的主压应力轴优势方位为北北西 ($325^{\circ} \sim 355^{\circ}$)。前人工作多集中在 C 区南部, 我们所得到的这一区域的结果与前人^[1]工作基本一致。

在这一区域中, 沿北西方向与地质上的红河断裂平行的宾川、南华、石屏、开远一线, 出现有北北西、北东和近南北方向的主压应力轴, 表明这一条带状区域除受北北西向压应力作用外, 还受其他因素作用。根据中强震的震中分布, 昆明地震大队在地震区划工作中收集的重力异常资料和地质资料以及少量的震源机制节面解, 表明这一带有潜伏的北西向的深部构造活动, 这种应力场的复杂性是该处构造活动复杂性的表现。考虑到通常所说的红河断裂的南段, 自有记载以来没有明显的地震活动, 因此在划分现代活动构造单元时, 现代活动断裂不在红河断裂的南段上, 而可能在其平行的宾川、南华、楚雄、双柏、峨山、通海、石屏、建水一带上。

D 区 (思茅、普洱地区): 主压应力轴优势方位为北北西 ($340^{\circ} \sim 360^{\circ}$)。

E 区 (红河断裂北段以西及澜沧—勐海地震带以西地区): 该区向北到泸水以南, 向南延越国界至缅甸北部, 向西则达到缅甸西北部的中深源地震带。这一区域的主压应力轴优势方位为北东—北北东 ($15^{\circ} \sim 50^{\circ}$)。

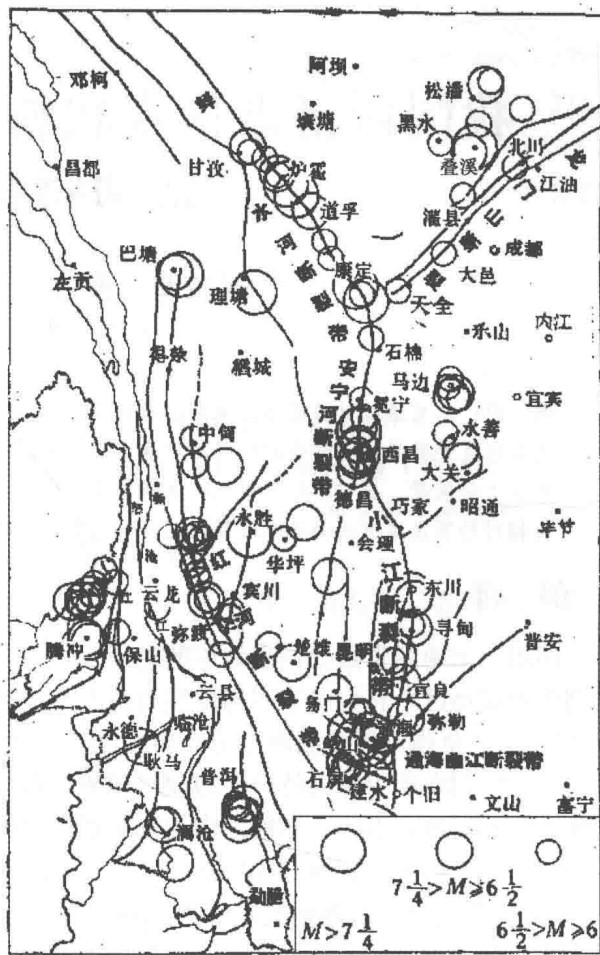


图 1 四川、云南地区主要断裂带和强震震中分布图

表 1

编 号	发震日期	震中位置		震 级	震源深度		节面 A		节面 B		x 轴		y 轴		P 轴		T 轴		N 轴		精 度			
		$\phi_N/(^{\circ})$	$\lambda_E/(^{\circ})$		地 区	深 度	来 源	走 向	倾 角	走 向	倾 角	方 位	仰 角	方 位	仰 角	方 位	仰 角	方 位	仰 角					
1	1933-06-07	27.5	99.9	云南中甸	6¼	20	昆明地震大队资料	138	NE	51	48	90	138	0	48	39	356	26	100	26	228	51	B	
2	1933-08-11	25.9	98.4	云南腾冲北	6½	39	昆明地震大队资料	355	SW	80	270	N	65	0	25	265	10	45	10	310	25	156	63	C
3	1933-08-25	32.0	103.7	四川叠溪	7½	20	昆明地震大队资料	14	SE	60	97	NE	79	7	11	104	30	52	29	149	13	259	57	B
4	1936-05-16	28.5	103.6	四川马边	6¾	地壳内	国家地震局资料	344	NE	55	61	NW	72	331	18	74	35	17	39	116	11	219	49	B
5	1941-12-26	22.7	99.9	云南版纳区南峽	7	47	昆明地震大队资料	232	SE	85	141	SW	89	231	1	141	5	96	3	186	4	334	85	C
6	1950-02-03	21.7	100.1	云南版纳区南峽	7	7	昆明地震大队资料				77	NW	80	347	10			347	55					C
7	1951-12-21	26.7	100.0	云南剑川东	6¼	20	昆明地震大队资料	311	NE	60	29	NW	71	299	19	41	30	347	36	82	7	181	53	A
8	1952-06-19	22.7	99.8	云南澜沧募乃	6½	20	昆明地震大队资料	341		70	751	NW	77	341	13	251	0	26	9	295	10	161	77	B
	1952-09-30	28.5	102.3	四川冕宁石龙	6¾	17	昆明地震大队资料	65	NW	75	354	NE	40	84	50	336	15	128	21	13	45	235	36	D
9	1955-03-22	25.9	98.4	云南泸水西	6	地壳内	国家地震局资料	37	SE	35	127	NE	85	37	5	127	5	82	8	172	0	264	83	B
10	1955-04-14	30.0	101.9	四川康定折多塘	7¼	20	昆明地震大队资料	229	NW	85	318	SW	80	228	10	319	5	273	11	183	4	76	79	B
11	1955-06-07	26.5	101.1	云南华坪轿顶山	6	20	昆明地震大队资料	121	NE	80	31		90	121	0	31	10	346	7	77	7	211	80	A
12	1955-09-23	26.3	101.9	滇川边界拉蚌鱼蚌	6¾	41	昆明地震大队资料	125	SW	78	214	SE	80	123	10	216	12	170	16	260	2	354	74	A
13	1958-02-08	31.5	104.0	四川北川	6.2	26	昆明地震大队资料	26	NW	14	26	SE	76	116	14	296	76	296	31	116	59	26	0	A
14	1959-03-11	28.2	104.0	云南盐津西北	5	34	昆明地震大队资料	311	SW	60	234	NW	69	324	21	221	30	181	6	275	37	84	52	C
15	1959-04-26	26.2	100.7	云南宾川鸡足山	5¾	20	昆明地震大队资料	20		90	290		90	20	0	290	0	245	0	335	0		90	C
16	1960-05-03	29.8	99.6	四川巴塘	5.4	41	昆明地震大队资料	62	SE	70	144	NE	68	54	22	152	20	103	30	13	2	281	60	B
17	1960-11-09	32.8	103.7	四川漳腊	6¾	20	昆明地震大队资料	60	SE	50	113	NE	55	23	35	150	40	84	59	177	2	269	31	B
18	1961-06-12	21.6	106.0	越南北部	5	28 33	I. S. S. USCGS	237	NW	85	326	SW	82	236	8	327	5	282	10	191	2	92	81	A
19	1961-06-27	27.8	99.7	云南中甸	6	20	昆明地震大队资料	118	NE	75	36	SE	61	126	29	28	15	169	10	73	32	272	57	B
20	1962-02-27	27.6	101.9	四川米易	5.5	18	昆明地震大队资料	85	NW	61	356	NE	87	86	3	355	29	307	17	45	23	183	61	B
21	1962-06-24	25.2	101.2	云南南华普湖	6.2	50 53	I. S. S. 昆明地震大队资料	120	SW	74	205	SE	73	115	17	210	16	162	24	72	1	341	65	B