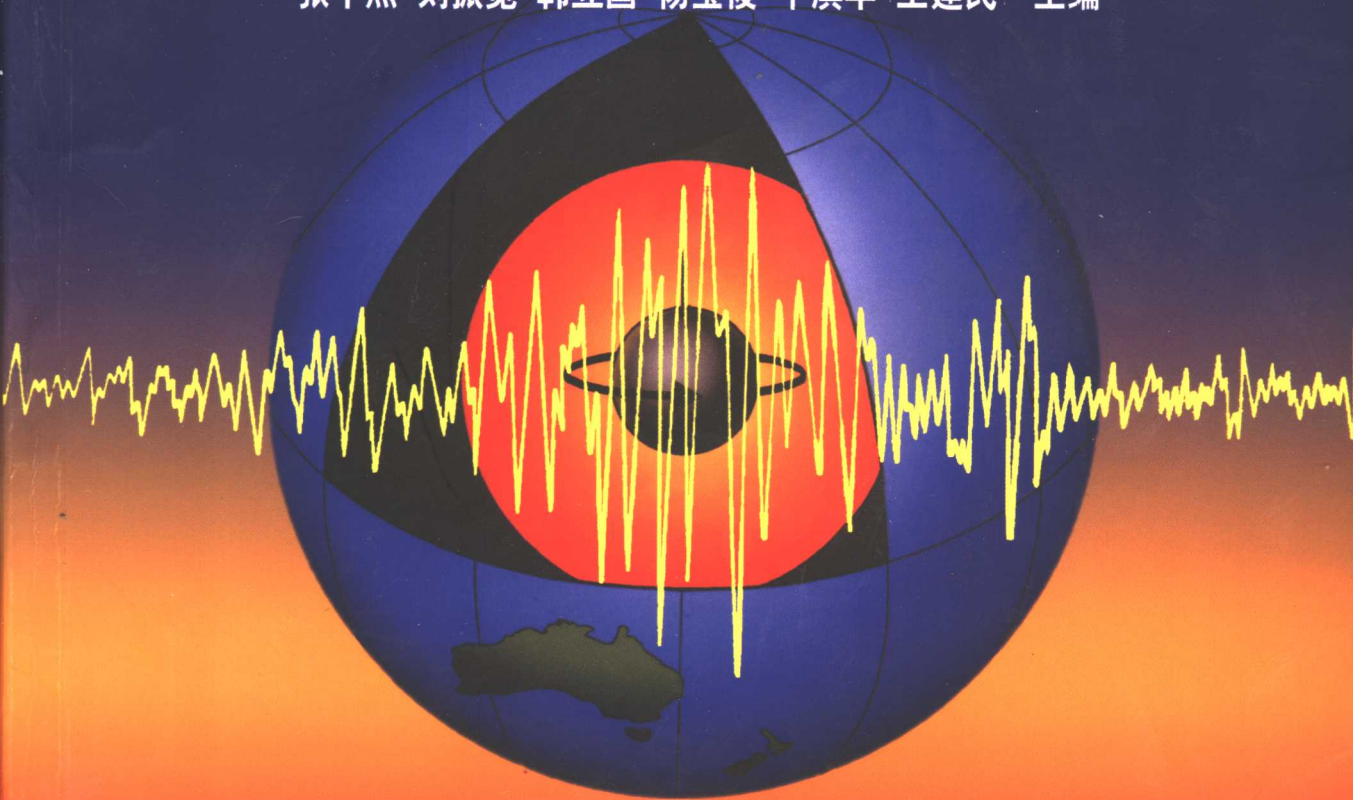


地震学研究 新进展

——庆祝何樵登教授从事地球物理工作50周年

张中杰 刘振宽 韩立国 杨宝俊 牛滨华 王建民 主编

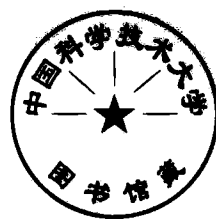


石油工业出版社

地震学研究新进展

——庆祝何樵登教授从事地球物理工作 50 周年

张中杰 刘振宽 韩立国
杨宝俊 牛滨华 王建民 主编



石油工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

地震学研究新进展:庆祝何樵登教授从事地球物理工作 50 周年/张中杰等主编.
北京:石油工业出版社,2004.8
ISBN 7-5021-4776-4

I. 地…

II. 张…

III. 地震学-文集

IV. P315-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 090419 号

地震学研究新进展——庆祝何樵登教授从事地球物理工作 50 周年

张中杰 刘振宽 韩立国 杨宝俊 牛滨华 王建民主编

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址:www.petropub.cn

总 机:(010)64262233 发行部:(010)64210392

经 销:全国新华书店

排 版:北京乘设伟业科技排版中心排版

印 刷:北京密云华都印刷厂印刷

2004 年 8 月第 1 版 2004 年 8 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:24.25 插页:6

字数:630 千字 印数:1-800 册

定价:100.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

祝贺何雄登教授七十华诞

地学耕耘数十载，
从教学中寻求欣慰，
在创新中探索人生。

经福谦 
2004年5月25日

热烈祝贺 何雄登教授七十华诞

教书育人，桃李满园。
科技创新，硕果累累。

林子德 敬贺
2004.7.20.

何雄登教授
勤 奋 治 学
辛 劳 育 人

贺何雄登教授七十华诞

上下求索地底奥妙，
诲人不倦桃李芬芳。

李衍达 
2004年7月10日

雄 樑 高 擎
風 和 日 麗
登 臨 遠 眺
心 曠 神 怡

庆祝何樵登教授从事地球物理工作55周年



何樵登教授

庆祝何樵登教授从事地球物理工作50周年



研究生时和前苏联导师等合影



1964年在延安指导学生实习



1978年在昆明参加学术会议



1984年在印度首都参加国际学术会议

庆祝何樵登教授从事地球物理工作55周年

1985年在厦门与地矿部地震勘探教材编审委员合影



1987年与美国科罗拉多州矿院教授作学术交流



1988年参加国际油气开发地震会议



1989年参加勘探地球物理国际讨论会



庆祝何樵登教授从事地球物理工作50周年



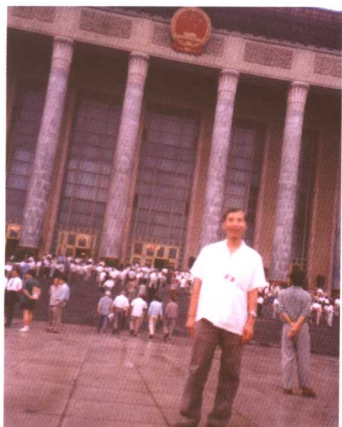
担任地球物理系主任时作工作报告



与俄罗斯专家作学术交流



接待美国专家讲学和交流



在人民大会堂参加国际地质大会



在芝加哥

庆祝何樵登教授从事地球物理工作55周年

在新疆塔河油田指导地震勘探



在美国伊利诺斯大学校园



在美国斯坦福大学访问



在美国参加 SEG 年会



编辑委员会

顾 问 （按姓氏笔画排序）

卢造勋 刘光鼎 李衍达 林学钰 何继善
经福谦 陈俊生 赵化昆 查忠圻 贺振华
赵瑞平 徐世浙 滕吉文

主 编 张中杰 刘振宽 韩立国 杨宝俊 牛滨华
王建民

副主编 （按姓氏笔画排序）

于 晶 马劲风 王者顺 王德利 田 刚
刘 财 刘学伟 刘恩儒 刘清林 闫 贫
朱建伟 张文生 张霖斌 张志荣 李建朝
周 辉 侯安宁 凌 云 莫立会 陶春辉
梁光河 傅旦丹 程万正 裴江云

序

何樵登教授,1934年9月出生于广东省番禺县(今广州市番禺区)沙湾镇。祖父作为私塾先生,常年以讲授四书五经、启蒙孩童为业;父亲经营中药店,天花肆虐时则为乡里儿童接种牛痘、医病救人。几代人的贤明豁达、乐善好施对童年的何樵登影响很深。受日本入侵的影响,家境日衰,终至家庭难以支撑他兄弟四人就学,读至初中的一个哥哥与另外两个只读了几年小学哥哥便辍学打工谋生。所幸何姓宗族中学提供有限名额免费就读,少年何樵登获得资助就读至高中二年级。上学之余,还需经常上山打柴、下河捞蚌、下地捡粮以帮助家庭维持生计。1950年秋,幸获澳门爱国侨胞的捐助,他与另外几名经济困难的同学一起转入具有深厚革命传统的省立仲元中学就读高中三年级。朝鲜战争爆发后,他和十名同班同学怀着满腔爱国热情,在当地首批报名参军抗美援朝。经过中国人民解放军两广纵队近半年的训练与教育,先后被选送至珠江军分区、华南军区政治部做文教工作。1952年夏,国家开始实施第一个五年建设计划,百废待兴,急需人才。他经历了一年半的军旅生活之后,被保送入东北人民大学(后改称吉林大学)先补习三个月中学课程,再通过考试和填报志愿,于1952年国庆前夕被我国最早兴建的地质学院——东北地质学院(即长春地质学院)物理探矿系正式录取。

新中国的建立,给了他上大学的机会,全心全意地报效祖国则是青年何樵登的坚定信念。大学期间,他一直担任系学生会、校学生会的部长、秘书、副主席等社会工作;在学习上他刻苦努力,积极上进,并乐于帮助同学;由于他属于转业干部,享受调干津贴,个别同学生活有困难时他则尽力给予帮助。他严格要求自己,努力使自己成为一个学习好、工作好、身体好的三好青年。1954年,他光荣地成为一名中国共产党党员,成为本系第一位入党的学生。

经历三年的大学学习生活之后,1955年他被选拔为前苏联莫斯科石油学院乌雷逊副教授的研究生,主修电法勘探,成为我国第一批电法勘探专业的研究生。1957年,他以所有课程全优的成绩毕业留校,被分配到地震勘探教研组,在经福谦院士领导下工作。他积极参与经福谦院士倡办的“弹性波动力学研讨会”定期主办的各种学术活动,正是这些经历激发了他日后投身于复杂介质地震波场正反演研究的极大热情。1958年至1960年,他连续三年带领部分高年级学生组成地震队,参加松辽盆地的油气普查和大庆会战,足迹遍及东三省,为我国东北石油的勘探与开发事业作出了贡献。1960年10月,学校增设石油物探教研室以加强石油物探专业的教学工作,他担任该室第一届主任。

1977年,我国大学恢复正规招生制度后,何樵登作为地震教研室主任,为了弥补文革给地球物理教育和科研造成的巨大损失,提出了编写地矿部普通高校地震勘探统编教材的申请。作为主编,他主动联合武汉地质学院和成都地质学院的同行,于1980年出版了国内第一部集地震勘探理论和新方法、新技术于一体的大学本科地震勘探教材,并被地矿系统内外的高校和生产单位广为采用。该书于1988年获地矿部首届优秀教材二等奖。国家“七五”规划和“八五”规划期间,他又连续两次担任修编地震勘探教材的主编。1988年还主编出版了地矿部第一部统编研究生教材《地震波理论》,因其体系新、内容先进、适用面宽而获得地矿部第二届优秀教材二等奖。由他主编、主译或参与编译的教材和教学参考书共10部。1981—1995年期间,地矿部教育司聘请他担任地震勘探教材编审委员会、课程教学指导委员会、勘查地球物

理专业教学指导委员会主任、副主任,在有关专业和课程的教学计划改革和教学基本要求的制定方面发挥了骨干和主导作用,为我国地震勘探事业的人才培养作出了突出贡献。作为学术带头人,他所在的应用地球物理学科被原国家教委评为该专业当时唯一的国家重点学科(1988年)。1990年学校委任他为地球物理系主任,他为该国家重点学科的建设付出了大量心血。1993年末该学科通过了国家首次评估,为我国应用地球物理学科的后续发展奠定了坚实的基础。

除本科生教育外,作为研究生导师,他还为我国地球物理专业高级人才的培养作出了重要贡献。1990年,他被国务院学位委员会评定为博士生导师。近20余年,他负责指导博士生25名,硕士生45名,如今他们已经陆续成为国内外相关领域科研、教学和生产部门的骨干、青年学术带头人,其中多人成为博士生导师,入选国家百千万人才工程、省部委百人计划,或成为国家杰出青年基金获得者。

从1955年赴玉门油田参加电法勘探起,何樵登教授从事地球物理工作已经有50个年头了。其中,以地震勘探教学和地震学、勘探地震学科研工作为主。尤其是我国恢复学位制度后,他积极结合部委和国家重点攻关项目培养研究生,鼓励研究生积极创新、勇挑重担。二十多年来,何樵登教授主要从事复杂介质地震波场正、反演研究,在地震成像、高分辨率地震数据处理、储层预测、各向异性介质地震波场数值模拟和非线性反演等方面取得了一系列创新成果和重大经济效益。

20世纪70年代末,三维地震技术应运而生,其高精度与高分辨能力,使之成为油田勘探和开发的有效工具。何樵登教授和地矿、煤炭系统的专家一起倡导开展三维地震勘探,但由于当时只拥有内存64K的中小型计算机,能否采用这种设备实现三维波动方程正演和偏移,一时成为悬念。他领导其采油组成员运用多变量数学物理问题解法的分数步长延拓理论导出了横向变化介质三维波动方程有限差分分裂算法的延拓公式,发现纵、横测线方向的延拓算子具有可交换性,可以在每个方向进行全分离延拓,而不必在每个步长内交替延拓,因此大大节省了计算的时间和空间,为“六五”期间地质部和煤炭部重点项目“三维面积地震勘探方法研究及其在伊敏煤田的试验效果”的开展铺平了道路。该发现比美国D. L. Brown(1983)早了一年,项目组因此集体荣获地质部科技成果二等奖。与此同时,他还开展了有限元算法研究,当时在地震勘探领域一般使用时间域有限元法计算,考虑到频率域运算的优点,借鉴静态有限元法可用振型叠加求解,他预言可以实现频率域动态有限元波场的计算,并于1980年指导研究生建立了相应的方程,进行了波场正演数值模拟;直到1984年,才见到国外有类似方程的报道。

国家“六五”科技攻关项目“南方海相碳酸盐岩油气勘探”的研究对象是陡倾复杂介质结构,地震波速度在纵、横向都有很大变化,一般偏移方法难以奏效。他指导研究生们用反射波射线的约束广义逆反演层速度和界面深度,实际效果与钻井吻合,所用的参数分离算法比后来见到的反射层析技术(Bishop等,1985)更加有效。并且,首先在国内开展三维波动方程叠后深度偏移研究,并于1985年用频率波数域的相移法加上空间频率域的分裂算法实现了一步全三维深度偏移,精度高、速度快,而类似成果直到1986年11月才见国外发表。以上两项成果分别获得地矿部科技成果二等奖和三等奖。此后,他领导研究生们进行波动方程偏移的一系列研究,包括用有限元法反演纵横向变化的层速度参数、 $\tau-p$ 域偏移和反演、部分叠前偏移、垂直地震剖面(VSP)的伪谱法逆时偏移、折射偏移等,其中部分叠前偏移等成果获得地矿部科技成果三等奖。

在“七五”国家科技攻关课题“大庆探区高分辨率地震勘探技术”中,何樵登教授担任协作研究单位的负责人,研制、发展了反 Q 滤波、最大方差模反褶积、广义反演高精度剩余静校正等三个高分辨率处理方法,并研制了相应的软件系统,为课题达到攻关指标和在大庆找到新的油气田(增加石油储量 4345 万吨、天然气 156 亿立方米)作出了重要贡献。为此,该课题获得中国石油天然气总公司科技进步一等奖。在另一个“七五”国家科技攻关项目“塔里木盆地油气勘探”研究中,他提出了“拟 Q 谱法”一种新的提取地层品质因子的方法,所发现的异常为后来的钻探提供了可信的指导。该方法在“九五”863 项目中的“海上中深层高分辨率地震勘探技术”课题中得到应用,进一步证明了它优于现有国内外流行的谱比法。

“八五”期间,他负责中国海洋石油总公司的开发项目“储层横向预测”及国家自然科学基金重大项目“陆相薄互层油储地球物理理论和方法研究”课题,提出了用井约束频谱积分法反演薄互层厚度以及井约束的用速度和密度两个方程联合反演孔隙度和砂泥岩含量的新方法,扩展了 Wyllie 公式;前者在渤海油田试验区增加了油气储量,获地矿部二等奖,后者运用在南海珠江口盆地发现了 3000 万吨油当量的新油田。

“九五”期间,他参加海洋 863 计划的“海上中深层高分辨率地震勘探技术”课题,并负责其中“莺琼大气区地层衰减特征调查”及“多次波消除方法研究”。用心迹线频移法从 VSP 数据提取地层衰减特性、用拟 Q 谱法从地震测线数据反演地层 Q 值,得到了满意的结果。所开发的 $k-l$ 变换压制多次波方法具有实效,并探索了多次波偏移成像等新方法,课题分别于 2001 年和 2002 年获中国海洋石油总公司科技进步一等奖和国家科技进步二等奖,他都是主要获奖者。

从 1986 年起,他开始涉足地震波传播理论的前沿课题——地震各向异性的研究。1990 年、1996 年和 2001 年先后获得国家自然科学基金资助,承担了“利用横波双折射现象研究裂隙分布”、“各向异性介质多参数非线性反演研究”、“利用含 BISQ 机制的多孔弹性模型进行裂隙描述和检测”等多项课题研究任务。另外,在“八五”重大项目“陆相薄互层油储地球物理理论和方法研究”中负责“各向异性参数分析和解释”,并承担了系列重要工作。他带领一批博士生获得了二维横向各向同性介质 $f-k$ 域格林张量解析解,三维含裂隙方位各向异性介质的格林函数解析解。把有限元法、改进的差分法、伪谱法、传播矩阵法、格林函数积分法、交错网格高阶差分法、哈特莱变换法等引入各向异性介质的地震波场正演模拟中(在此之前,国际上仅限于用射线法和有限差分法作各向异性介质正演),为在不同情况下采用适当的正演模拟提供了丰富的手段。与此同时,在我国率先把遗传算法用于反演 VTI、EDA 和正交各向异性介质的多种参数,不仅改进了遗传算法本身,进而把非线性解析反演及神经网络反演法推广到各向异性介质(包括单斜对称系统),并研究了此类非线性方法的混合反演。他还提出将正则化方法与统计检验理论相结合的各向异性介质层析成像方法,既引入足够的约束来减少多解性,又将唯一性刻划为解的一部分。理论试算表明这种方法具有精度高、计算稳定、受初始模型限制少的优点。这些开拓性的工作既推动了我国地震各向异性的研究,又丰富了国际上该领域的成果,并为后续工作提供了新的研究思路。

在完成这些研究工作的同时,何樵登发表了具有重要学术意义的学术论文 120 余篇,出版专著一部(国内第一部地震各向异性专著,1996 年获吉林省长白山优秀图书三等奖),除上述科技奖项以外,他参加研制的“汉字信息处理系统工程”的“汉语主题词表”,1985 年获国家科技进步二等奖。他的工作也得到国家和地方政府的肯定,1978 年被评为长春市优秀教师,1989 年被评为长春市劳动模范,1991 年被授予“吉林省有突出贡献的中青年专业技术人才”称

号,并获国务院特殊津贴,1992年获吉林省英才奖章。

何樵登教授认为,要做好教学和科研工作,必须了解国内外有关学科的动态,及时更新教材。在经常与生产单位或学校的同行交往中,其为人和治学均得到学术界的认同,尤其是在石油系统享有盛誉。他历任中国石油学会物探专业委员会委员、顾问,2000—2002年受聘为中国石油集团地球物理勘探局高级技术专家(对发展方向及重点项目提供咨询及技术支持);曾任地矿部南京石油物探研究所顾问,《石油物探》编委会委员、副主任;现在仍担任《石油地球物理勘探》编委会委员、《地球物理学报》编委会委员;吉林省石油学会副理事长等职。

何樵登教授认为教师的事业是崇高的,为了不辱没这个光荣的称号,就要努力传授知识、让学生开拓掌握知识的潜能,但首先要自己具有渊博的知识。所以他如饥似渴地读书和工作,甚至节假日都很少休息。他还认为,“青出于蓝而胜于蓝”,每个学生在知识储备方面可能暂时不如教师,但他们在某些方面的知识和见解会超过老师,因此他很注意从学生的发问中了解自己的不足。“桃李不言,下自成蹊”,何樵登教授治学严谨,平易近人,尽管许多学生已经毕业多年,但联系往来不断——师生情谊如高山流水,至纯至真,源远流长……

祝何樵登教授健康长寿,为地震学事业的发展作出更大的贡献。

滕吉文

2004年6月

目 录

科学技术的发展、创新与人才和人才群体	滕吉文(1)
同窗共教 50 载	吴锡生(19)
我与何樵登教授的师生交往	陈俊生(20)
论复杂介质地震波场的多参数非线性反演	何樵登(23)
The Development of Amplitude Analysis Technique for the Last Ten Years	Kun Hua Chen(27)
地震学在研究地震预报和减轻地震灾害中的应用与进展	卢造勋 姜德录 关英梅(31)
储层裂缝系统的地震多尺度边缘检测	贺振华 胡光岷 黄德济 曹俊兴(37)
混沌理论基础及其在勘探地震学中应用的几个基本问题	杨宝俊 李 月 赵雪平 林红波 路 鹏 胡艳飞(43)
弹性组分孔隙介质的位移与应变组分方程	牛滨华 黄新武 孙春岩 徐天吉 卢 放(50)
叠前逐层成像速度建模方法	王者顺 唐文榜 樊佳芳 王卫江(59)
地震分辨率问题的研究	凌云研究组(67)
川滇地震与地块活动	程万正(76)
Data - Driven Tilt Angle Estimation of Multi - Component Receivers	Jianchao Li, Side Jin and Shuki Ronen(84)
天然气水合物识别与成矿带厚度估计——美国 Blake Ridge 与中国南海地震数据对比研究	刘学伟 李敏峰 张光学 吴能友(89)
应用在金属矿勘查中的散射波地震方法技术	徐明才 高景华(91)
松辽盆地南部深层气地球物理响应研究	孙大明 邵 维(97)
长排列大容量震源地震勘探技术在深水油气勘探中的应用	张志荣 王嘹亮 罗文造 温 宁(102)
Pseudospectral Prestack Depth Migration with Multiples	Anning Hou(108)
沙漠地区地表耦合及低降速带吸收补偿技术研究	田 钢 石战结 董世学 何海元 王者江 成 锁(119)
地震波场多次叠加成像属性分析	韩立国 杨勤勇 隋明歧(126)
综合地球物理方法在沙漠区低降速带调查中的应用	田 钢 成 锁 曾昭发 薛 建 石战结(132)
Quantitative Determination of Hydraulic Properties of Fractured Rock Using Seismic Techniques	Enru Liu Mark Chapman and Xiang yang Li(138)
利用地震资料反演储层渗透率的方法探讨	朱建伟 何樵登(153)
利用地震资料的伪谱预测沉积相	梁光河(158)
Delineating the Tuwu Porphyry Copper Deposit at Xinjiang, China with Seismic - Reflection Profiling Case History	Li Tonglin David W. Eaton and Lin Jun(163)

Mirror-Image Symmetry Between Sedimentary Basins and the Consolidated Crust in China Zhongjie Zhang Zhenkuan Liu Liqiang Yang Jiwen Teng Jose Badal(178)	
Split-step Complex Padé-Fourier Depth Migration Linbin Zhang James W. Rector III G. Mike Hoversten and Sergey Fomel(192)	
共反射面元叠加技术在绥滨地区地震资料处理中的应用 裴江云 王建民 曹福任 王元波 李金玉 卢福珍(198)	
叠前弹性波阻抗反演..... 于 晶 刘振宽(203)	
Ray-Path Elastic Impedance Jinfeng Ma Igor B. Morozov(207)	
基于最佳匹配地震子波小波变换的频谱分解方法及应用 宋永忠 陈树民 金国平 邱 颖 张尔华 高静怀 陈文超(214)	
我国陆上某地区二维转换波地震资料处理研究..... 傅旦丹 刘一峰(218)	
高精度地震勘探采集技术探讨..... 吕公河(223)	
Ray Tracing Traveltime Computation in 3-D Heterogeneous Media Lihui Mo(231)	
南海地质调查中的地震勘探..... 闫 贫(240)	
噪声对分辨率的影响及几种压制方法..... 蒋连斌(248)	
AVO 分析中反射系数近似式的改进 周志才 何樵登(254)	
三江盆地绥滨坳陷地震资料处理初探 刘 财 苗广文 李勤学 王 典 王世煜 刘 洋(261)	
利用 3-D AVO 分析识别陆相薄互层砂岩气藏和深层火成岩 王建民 付 雷(270)	
用于火山岩预测的地震属性提取及模式识别方法研究..... 王建民 勾永峰(275)	
叠前深度偏移成像的多炮方法研究..... 王忠仁 何樵登(280)	
3-D Depth Migration with Multiway Splitting Zhang Wensheng(286)	
城市交通系统强震震害研究..... 郭明珠 宋泽清 任风华(291)	
大洋一号科学考察船计算机网络信息集成系统(一期) 陶春辉 卢 军 程 岚 何拥华 何建平 陈晗鸣 陈 曦 初凤友 谭 亮 顾春华(295)	
大陆多震层与岩石圈流变分层结构..... 王泽利(302)	
各向异性介质中 NMO 速度方位属性 王德利 何樵登(312)	
邛西—灌口地区须二段储层预测技术及应用..... 刘蜀敏(320)	
深地震反射方法的发展及应用..... 卢占武(326)	
用 BISQ 理论研究速度与频率的关系 金抒辛 贾志新(330)	
高阶统计量法在地震信号中对时延估计的应用..... 郭桂红 何樵登 王德利 轩义华(335)	
层状介质井间地震散射层析成像..... 杨勤勇 王德利 韩立国 杨有发(341)	
海上低信噪比地震数据处理参数的优化..... 李添才 王兴芝(347)	
地脉动波场性质分析方法研究..... 任风华 宋泽清(353)	
物探寻找高温热水的研究..... 刘元龙 刘延忠 刘洪臣 阎雅芬(357)	
地质雷达资料处理和解译的发展方向..... 周 辉(360)	
声波测井的发展及现状..... 王朝辉 王祝文(364)	
水平层状介质中双感应测井资料的一种新迭代反演技术..... 汪宏年(369)	

科学技术的发展、创新与人才和人才群体

滕吉文

中国科学院地质与地球物理研究所,北京 100029

摘 要 从古到今,科学技术的发展历程雄辩地证明,科学是第一生产力,而人才是第一位的。正当祖国快速工业化和经济起飞的前夕,对科学与技术的需求将必十分强烈。基于此,本报告将讨论以下五个问题:

- (1)基础研究在科教兴国中的重要地位和作用;
- (2)炎黄子孙的惊人智慧和丰富的创造力;
- (3)世界科学中心的转移对现代科学技术发展的启迪;
- (4)标新立异与撞击的火花;
- (5)人才是科技发展和创新的决定性因素。

一、引言

基于对 21 世纪祖国科学、技术发展的关切,比较广泛地查看了有关资料、报道和名家的一些论点,的确受益匪浅,因而深深地感到,20 世纪这个百年科学与技术确实取得了长足的发展,也取得了惊人的成就。然而,也发现、并指出了一系列有待解决的科学前沿和难题。这对当代科技与文明、进步与发展是挑战,但更是机遇,因为这是人类社会不断进步和可持续发展的必然!

21 世纪上、中叶,将是中华民族快速工业化和经济起飞的前夕,也将是以坚定的步伐走向世界,并独立于世界民族之林的关键时期。中华民族的复兴必须科技先行,特别是在基础研究上渴望涌现出推动世界变革或中心转移的、领先水平的重大原始创新的成果。同时,我国当前迫切需要解决的是科技和经济的紧密结合问题,及时将科技创新成果迅速有效地转化为现实的生产力。

显然,我国的进一步发展,必定需要更多、更好的自主知识产权,需要振奋民族的自信心,实现后来者居上。因此,需要在中国的这片黄土地上创造出重大的科技成就与具有历史意义的新发现。

二、基础研究在科教兴国中的重要地位和作用

江泽民总书记在给美国《科学》杂志撰写的社论中明确指出:“在未来 50 年甚至更长的时期里,中国的发展将在很大程度上依赖于今天基础研究和高新技术研究的创新成就,依赖于这些研究所必然孕育的优秀人才。”这是在深刻总结历史经验的基础上,对基础研究地位和作用的高度概括。同时也指出了,我们当今的科技进步和社会与经济的发展乃是 20 世纪中、下叶以来基础研究和高新技术的研究及其创新成就的必然!