

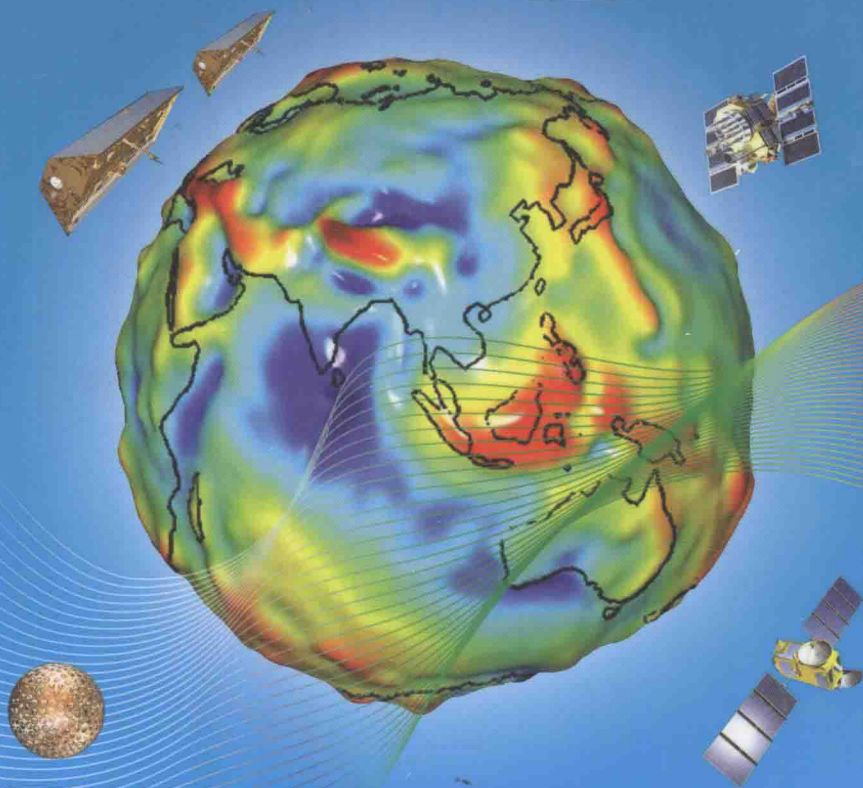
(第二辑)



◎孙和平 熊 熊 王 勇 主编

大地测量与 地球动力学进展

DADI CELIANG YU DIQIUDONGLIXUE JINZHAN



长江出版传媒
湖北科学技术出版社

◎孙和平 熊 熊 王 勇 主编

(第二辑)

大地测量与



地球动力学进展

DADI CELIANG YU DIQIUDONGLIXUE JINZHAN

长江出版传媒
湖北科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

大地测量与地球动力学进展(第二辑)/孙和平,熊熊,王勇主编.
—武汉:湖北科学技术出版社,2014.4
ISBN 978-7-5352-6603-3

I.①大… II.①孙… ②熊… ③王… III.①大地测量—研究进展
②地球动力学—研究进展 IV.①P22②P541

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 055331 号

责任编辑:高诚毅 宋志阳 周 洁

封面设计:喻 杨

出版发行:湖北科学技术出版社

电话:87679468

地 址:武汉市雄楚大街 268 号湖北出版文化城 B 座 13-14 层

邮编:430070

网 址:<http://www.hbstp.com.cn>

印 刷:湖北新华印务有限公司

邮编:430034

787 毫米×1092 毫米

16 开

74 印张

6 插页

1880 千字

2014 年 4 月第 1 版

2014 年 4 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5352-6603-3

定价:280.00 元

本书如有印装质量问题 可找本社市场部更换



中国科学院院士 许厚泽

序

2014年5月4日是著名大地测量学家和地球物理学家许厚泽院士的八十华诞。

许厚泽院士1934年5月4日出生于安徽歙县,17岁考入同济大学测量工程系学习。1955年大学毕业后进入中国科学院地理研究所工作,1956年考取中国科学院第一批研究生,师从方俊院士,开始了他近六十年从事大地测量学研究的学术生涯。

随着科学技术的发展,大地测量学的领域不断拓展。近几十年来,随着现代空间大地测量技术的飞速发展,这门古老的学科发生了深刻的变革。一方面,它广泛应用于社会生活的各个方面,改变着人们的生活方式。另一方面,它不断地向地球科学各学科渗透,通过交叉、融合,催生一个又一个全新的交叉领域。在许厚泽院士近六十年的学术生涯中,从几何大地测量学、物理大地测量学到空间大地测量学、动力学大地测量学等领域,他始终立足学科前沿,瞄准国家的重大战略需求,在不断取得创新成果的同时,大力推动我国大地测量学科的发展。

许厚泽院士始终将自己的研究方向瞄准大地测量学前沿。早在攻读研究生期间,他就创新地提出利用等方位线及高斯-克吕格投影推算大地主题的方法,提出维宁曼乃兹垂线偏差中函数最佳逼近问题解法,改进了权威的莫洛基斯基逼近公式,受到国内大地测量学界的赞誉。上世纪60年代初,他提出的处理天文重力水准的双极坐标模板被国家测绘部门采纳使用;他针对中国山区地形复杂的实际情况,创新尝试空间重力异常的间接内插法,建立了我国鄂西北山区高精度天文重力水准试验网。他开展了大量的军事和空间技术测绘保障研究工作,构建了第一个顾及我国资料的全球重力场模型,给出了高空扰动重力赋值方法及平均重力异常估算方案,这些成果均为国防测绘和科研部门使用。在地球外部重力场逼近理论方面,他发展了带界园约束条件的高逼近度的高程异常和垂线偏差统一逼近理论和截断误差估计,提出了地球外部重力场虚拟单层密度的表示方法,发展了比耶哈默的理论。60年代中,许厚泽院士针对国家需要开始地震监测研究工作。他系统开展了固体地球潮汐及负荷形变研

究,成果应用于我国地震部门。80年代,领导建成了具有国际先进水平的中国重力潮汐基准以及我国沿海及东西重力潮汐剖面;研究了具有特色的褶积与球谐函数混合的海洋负荷解算方法,发展了顾及地幔侧向不均匀性、椭率、自转及滞弹性的地球潮汐理论。与各国科学家一起开展“国际超导重力仪观测的地球动力学研究计划”,并利用武汉及全球超导重力仪观测资料,检测出地球液核近周日摆动及自由振荡周期和共振强度以及海洋和大气的重力效应。

80年代后期,空间大地测量技术发展迅猛,该项技术不仅能精确确定地球形状,实现高精度定位,并具有高时空分辨率的动态监测能力,为探究这些变化的动力大地测量学提供基础。许厚泽院士敏锐把握学科前沿动态,率先推动我国空间大地测量学的研究,及其在地球动力学领域的应用,领导组建了“中国科学院动力大地测量学开放实验室”,成为我国最早的系统开展空间大地测量和动力大地测量学研究的开放平台。

20世纪90年代以来,许厚泽院士领导、推动了一系列现代大地测量技术及其在地球科学各领域的应用研究,比如利用GPS监测地壳运动、利用卫星测高资料研究中国近海海域海洋地球物理环境、利用卫星重力技术研究地球流体迁移及大地震信号检测、利用大地测量资料研究地震震源过程、推进我国重力卫星的研究等。同时,领导建设“大地测量与地球动力学国家重点实验室”,着力打造大地测量学科的国家级研究平台。

许厚泽院士倡议并领导参与了“国际超导重力仪观测的地球动力学研究计划”、“中日韩东北亚地壳运动与构造动力学”等一系列国际合作计划,并担任“亚太地区空间动力学研究计划”主席,提升了我国现代大地测量研究水平和国际影响力。

许厚泽院士十分注重年轻人才的培养。几十年来,他传道授业、躬身垂范、提携后进。数百位年轻学子直接受益于许厚泽院士的教诲,有的已成为我国大地测量学及相关学科的学术带头人。

许厚泽院士在大地测量学发展中的杰出贡献为他赢得了国内外广泛的尊敬。他历任国际大地测量协会执委、国际重力测量委员会副主席、国际地潮委员会主席、国际大地测量学杂志编委、中国测绘学会副理事长、中国地球物理学会理事、湖北省科协副主席。其成果获国家及中国科学院自然科学和科技进步奖多项。被国务院和湖北省授予全国劳动模范和湖北省特等劳动模范,并当选第六、七、八届全国人大代表。1991年,许厚泽院士当选为中国科学院学部委员(院士)。

值许厚泽院士八十寿辰之际,学界同仁热情洋溢、献文奉作,集萃《大地测

量与地球动力学进展》论文集,既作为许厚泽院士八十华诞的“学术蛋糕”,感谢他为我国大地测量学科发展做出的杰出贡献,亦使读者一览我国大地测量学前沿领域的最新进展,实为学界快事。

祝许厚泽院士健康长寿,学术之树长青。

陈俊勇

2014年3月24日

前 言

今年5月4日,是我国著名大地测量和地球物理学家许厚泽院士八十寿辰。在中国科学院测量与地球物理研究所、大地测量与地球动力学国家重点实验室的倡议和组织下,在国内外同行的积极响应和支持下,我们编辑出版了这本《大地测量与地球动力学进展(第二辑)》论文集,以庆贺许厚泽院士八十华诞,并对他60年来在大地测量及地球物理领域的科学研究、人才培养和国际合作等方面做出的杰出成就和突出贡献表示敬意。

本书汇集了许厚泽院士海内外同事、同行和学生们的论文110篇,分为学科发展综述、地球重力学、空间大地测量学、动力大地测量学、地震大地测量学、构造动力学与地球结构、数据处理等7个部分,内容涉及大地测量学及地球动力学的研究成果及进展。

过去的30多年中,空间及现代测地技术的发展使传统的大地测量学及相关学科的研究处在巨大的创新与变革之中,本书汇集的来自各学科领域前沿的论文,充分而广泛地体现了这种变革及成果。这些研究成果不仅展示了地球重力场、构造运动与地球动力学等领域基于现代大地测量观测技术支持所取得的新进展,而且展现了近年来国内在地震大地测量学、卫星重力学等大地测量前沿学科领域的最新研究成果。我们期待、也相信本书的出版将对我国大地测量及相关领域的研究起到积极的促进和推动作用。

在本书编辑出版过程中,我们得到了许多国内外学者的热情帮助和积极支持,陈俊勇院士在百忙中为本书作序,在此一并表示感谢,由于时间仓促,不妥之处在所难免,敬请作者和读者鉴谅。

孙和平 熊熊 王勇
2014年3月20日于武汉

目 录

一、学科发展综述

1. 科学和技术的快速发展是人类社会前进的驱动力 滕吉文 乔勇虎(1)
2. 高精度重力基准及其应用 宁津生 罗 佳(25)
3. 地震震源破裂过程与地震烈度 姚振兴 纪晨 王卫民 郝金来(33)
4. 地壳应力起源 温联星(43)
5. 空间物理探测的最新进展 王 赤(56)
6. 我国重力卫星的发展机遇与进展 夏哲仁 肖云 李晓燕(65)
7. 地震层析成像理论和方法的发展、问题和展望
..... 杨顶辉 童 平 黄雪源 井 浩 贺茜君(69)
8. 电与电磁法勘查技术现状与趋势
..... 胡祥云 张云霞 万 芬 蔡建超 李建慧(81)
9. 扭秤周期法测量万有引力常数 G
..... 黎 卿 杨山清 刘建平 刘 祺 邵成刚 胡忠坤 涂良成 罗 俊(96)
10. 冰川均衡调整(GIA)研究十年进展 汪汉胜 胡百卓(110)
11. 基于超导重力仪观测资料的地学问题研究 孙和平 胡小刚 徐建桥(121)
12. 地震大地测量学研究进展 许才军 龚 正 牛杰明(130)
13. 试论世界地图的发展阶段 郝晓光 廖小韵 邸香平(144)

二、地球重力学

1. Applications of a Portable Absolute Gravimeter For the Studies of Temporal Gravity
Changes Yoichi Fukuda(151)
2. Analysis of terrain effects in cm-order geoid computations
..... Guo Dongmei Bao Lifeng Gao Peng Wang Nazi(157)
3. 钓鱼岛列岛海域高程基准的确定 鲍李峰 郭东美(167)
4. 综合海岸带 GNSS 水准和重力数据精密确定中国高程基准差别
..... 章传银 党亚民 郭春喜 柯宝贵 王 斌 王夏莉 蒋 涛(176)
5. 珠峰高程的差异及相关问题的研讨 张赤军 张为民(184)
6. 台湾地区时变重力观测及分析 程自强 黄金维(194)
7. 空中扰动引力赋值中的地形影响分析 王兴涛 陆银龙 刘晓刚(211)
8. 多种重力场数据混叠的中国海岸带海域重力似大地水准面精化
..... 郭春喜 章传银 王 斌 柯宝贵 王夏莉
..... 蒋 涛 范宏涛 王 伟 马新莹 李 伟(219)

9. 拉萨台超导重力仪格值绝对和相对测定的比较
..... 陈晓东 孙和平 徐建桥 郝兴华 刘 明 牛晓伟 白 磊(229)
10. Hydrological contribution on gravity and vertical crustal displacement at collocated Jiufeng station of China
..... Haoming Yan Wu Chen Yaozhong Zhu Weimin Zhang Xiaodong Chen
..... Genyou Liu Jiangcun Zhou Heping Sun Min Zhong Yong Wang(236)
11. 利用 GOCE 卫星数据恢复地球重力场模型
..... 徐天河 景一帆 陈康慷 李 敏(247)
12. 时变重力场的理论描述与表达形式 张子占 陆洋 Jianli Chen(258)
13. 卫星跟踪卫星模式中星间速度对地球重力场精度的影响
..... 郑 伟 许厚泽 钟 敏 刘成恕 员美娟(267)
14. 基于重力梯度测量的水下障碍物探测方法 纪 兵 胡琼方 边少锋(282)
15. 冷原子干涉重力测量研究 段小春 周敏康 孙步梁 陈乐乐 胡忠坤(289)
16. 重力水下辅助导航方法及试验 王 勇 王虎彪 武 凇 柴 华(298)
17. 捷联式航空重力测量:算法模型和初步结果
..... 孙中苗 翟振和 吴富梅 肖 云(308)
18. A Revisit of the Time Domain Global Earth Tides
..... Yuanchong Zhang John Tsung Fen Kuo(317)
19. Tidal gravity measurements in Southeast Asia revisited
..... Olivier Francis Tonie van Dam(338)
20. 海潮负荷计算的球谐展开方法 周江存 孙和平 徐建桥 许厚泽(343)
21. 引潮力位不同展开方法之间的数值比较 张捍卫 雷伟伟(352)
22. 应变固体潮观测值中各向强异性响应的发现 池顺良 骆鸣津(361)

三、空间大地测量学(按 GNSS、测高、重力卫星、遥感排列)

1. New developments in space geodetic research: VLBI observations to space probes and GNSS remote sensing Harald Schuh Jens Wickert(366)
2. GNSS 数据处理与空间大气延迟修正及导航定位定轨与仿真研究
..... 袁运斌 欧吉坤 刘根友 彭碧波 郭建锋 王振杰 独知行 赵春梅
..... 韩保民 闻德保 任 超 孙保琪 罗孝文 李得海 闫 伟 刘吉华
..... 柴艳菊 钟世明 李子申 张宝成 阳仁贵 霍星亮 王海涛 李 薇
..... 宋 敏 李 慧 丁文武 刘西凤 马 洋 谭冰峰 蒋振伟(385)
3. 多模 GNSS 完备性实时监测技术研究 朱永兴 贾小林 冯来平 张清华(404)
4. SPODS 软件 GNSS 精密定轨 阮仁桂 贾小林 吴显兵 冯来平 朱永兴(412)
5. GNSS 气象学中两种水汽转换模型的对比分析
..... 姚宜斌 何畅勇 汤 俊 刘劲宏 刘 强(422)
6. 台湾地区地基 GPS 大气可降水量测定及年变化分析
..... 叶大纲 王传盛 赵丰 许国昌(435)

7. 地基 GPS 水汽反演技术改进与气象应用
..... 万 蓉 付志康 于胜杰 徐桂荣 李红莉 崔春光(444)
8. GNSS-R 裸土和植被散射特性模拟研究 吴学睿 金双根(457)
9. 一种利用 GPS 多径信号监测土壤湿度的新方法..... 陈 武 杨 扬 叶 雷(466)
10. BDS 星载原子钟稳定性分析中的异常数据处理 张 博 贾小林 张清华(474)
11. 北斗导航卫星动偏、零偏姿态及光压差异分析
..... 毛 悦 宋小勇 王 维 贾小林 吴显兵(481)
12. 北斗卫星导航系统观测数据质量分析 马德强 贾小林 (490)
13. 有关北斗系统时间性能评估问题研究..... 王 天 贾小林 张清华(499)
14. 广域差分系统电离层格网模型用户内插精度研究
..... 王 刚 初 东(508)
15. 基于高精度时间间隔测量的导航系统时间偏差监测方法
..... 张清华 隋立芬 贾小林 朱永兴 张 博(515)
16. Analysis of HY2A Precise Orbit Determination Using DORIS Fan Gao
... Bibo Peng Jihua Liu Ngatchou Heutchi Evariste Yu Zhang Xiaohui Wang
..... Min Zhong Mingshen Lin Nazi Wang Runjing Chen Houze Xu(525)
17. 自动增益控制对近海卫星测高数据的影响分析
..... 郭金运 孙佳龙 于胜文(537)
18. GRACE 数据的后处理 郭俊义 段建宾 沈嗣钧(544)
19. 联合地球重力场模型和卫星姿态校准 GOCE 重力梯度数据
..... 钟 波 罗志才 唐尔辉(555)
20. 低低卫卫跟踪重力测量系统“四点三线”模型研究
..... 肖 云 孙中苗 刘晓刚(566)
21. 重力卫星有效载荷关键技术研究
..... 周泽兵 祝 竺 白彦峥 吴书朝 刘 力(572)
22. 旋转加速度计重力梯度测量关键技术分析
..... 涂良成 李 祝 王志伟 徐 邨(583)
23. 基于方位向偏移量法探测、估计和改正 InSAR 电离层影响
..... 朱 武 丁晓利 张 勤(594)
24. 综合 PSInSAR 和 GPS 技术的移民新城滑坡监测 肖儒雅 何秀凤(607)
25. 基于高分辨率时间序列卫星 SAR 影像的交通网络沉降测量
..... 张永红 吴宏安 张利明 刘晓龙(619)
26. 基于超短基线 TCP-InSAR 技术的上海市沉降探测研究
..... 戴可人 刘国祥 于 冰 贾洪果 王晓文 马德英(632)
27. 利用 TanDEM-X 双站 InSAR 探测高亚洲冰川质量变化
——以普若岗日冰原为例
..... 江利明 柳 林 孙亚飞 孙永玲 汪汉胜 许厚泽(641)

28. “嫦娥”-1 号探测数据新证认月球背面布格质量瘤区域
..... 平劲松 苏晓莉 鄢建国 梁 青 黄 倩(653)

四、动力大地测量学

1. Continental water storage in GGP and satellite signals
..... Gerhard Jentzsch Thomas Jahr Corinna Kroner Adelheid Weise(660)
2. Sensitivity of FCN parameters to computing options Ducarme B.
..... Cui Xiaoming Sun Heping Rosat S. Zhou Jiangcun Xu Jianqiao(669)
3. The strength of transverse Love numbers in problems of mass-loading and thermo-poroelastic deformation Ming Fang Bradford H. Hager Danan Dong(687)
4. 全球海平面变化的卫星大地测量监测研究 冯 伟 钟 敏(700)
5. 比容变化对全球海平面变化的贡献——验潮站与温盐模型的对比(1960—2010)
..... 彭 鹏 朱耀仲 闫昊明 钟 敏 康开轩 白希选(709)
6. 南极冰盖质量变化的 GRACE 时变重力分析
..... 沈云中 陈秋杰 鞠晓蕾 张兴福(718)
7. 利用 GARCE 数据研究现今冰质量平衡的方法及现状 易 爽 孙文科(726)
8. 潮汐耗散与三十亿年来地月系统的演化 高布锡(738)
9. 层状粘弹性自重半空间的负荷潮汐计算 毛伟建(743)
10. 不同积分方法对计算地球转动惯量的影响 刘成军 黄乘利(761)
11. GRACE 时变重力场低阶系数的恢复及其激发机制研究
..... 周旭华 胡小工 曲伟菁 吴 斌(768)
12. 大地线的参数方程 张传定 陈金平(776)

五、地震大地测量学

1. 利用大地测量资料反演地震位错分布的新方法探讨
..... 汪荣江 刁法启 熊 熊 郑 勇(786)
2. 基于 ALOS-PALSAR DInSAR 的海地地震同震地表形变分析
..... 张 瑞 刘国祥 贾洪果 宋云帆(799)
3. 测量地壳应力的方向和大小是地震预报的最佳途径
..... 骆鸣津 池顺良 张赤军(810)
4. 芦山 7.0 级地震前后的重力场动态变化 祝意青 郭树松 赵云峰(818)
5. 利用单站 GPS 测速方法快速估计同震位移 张小红 郭博峰 李星星(829)
6. GRACE 时变重力北向梯度检测 2010 智利地震同震效应
..... 李 进 申文斌 陈剑利(839)
7. 模拟地震破裂动力学过程的有限元方法 刘敦宇 胡才博 蔡永恩(849)
8. 2011 年 M_w 9.0 日本大地震破裂起始过程的初步研究
..... 储日升 韦生吉 Don V. Helmberger 詹中文 朱露培 Hiroo Kanamori(859)
9. 介质的分层结构及横向差异对同震和震后形变场的影响
..... 刁法启 熊 熊 汪荣江 郑勇(870)

10. 基于地震应力传输过程的中国大陆地震相互作用研究

..... 单 斌 熊 熊 郑 勇(885)

六、构造动力学与地球结构

1. 青藏高原的现今构造变形与地球动力过程 张培震(898)

2. 青藏高原巴颜喀喇块体边界带构造变形与地震活动

..... 任金卫 孟国杰 张军龙 杨攀新 陈长云 胡朝忠 付俊东 熊仁伟(908)

3. 基于面膨胀率与垂向速度的相关性分离构造形变和非构造形变信息

..... 谭伟杰 董大南 吴 斌(917)

4. 中国东部大陆及近海走滑断裂作用特征

..... 高金耀 杨春国 张 涛 沈中延 吴招才 罗孝文(926)

5. 华南地区上地幔各向异性—活动地幔流的地震学证据

..... 王椿镛 常利军 刘琼林 吴萍萍(936)

6. 菲律宾海及其邻区岩石圈上地幔三维温度与密度结构特征

..... 王秋革 陈 超 梁 青 杜劲松 王浩然 孙石达 王林松 胡正旺(949)

7. GOCE in detecting crustal inhomogeneities and geological macrostructures

..... Carla Braitenberg(964)

8. 基于地震背景噪声的高精度地震定位方法研究 倪四道 曾祥方(968)

9. D"层放射性生热对地球热演化影响的数值模拟 程华冬 黄金水(980)

10. 地球自由振荡模态频率估计误差与信噪比的经验关系 申文斌 丁 浩(989)

11. 地球固体内核的平动振荡 江 颖 徐建桥 孙和平(1000)

12. 地区铅垂线变化与地下物质变化关系浅析

..... 杨永章 平劲松 李正心 李 辉(1009)

13. 岩石圈有效弹性厚度研究:从均衡说起 熊 熊 李永东 郑 勇(1019)

七、数据处理

1. 复数最小二乘平差及进展 朱建军 解清华 付海强 汪长城 林东方(1047)

2. 附不等式约束平差理论的研究进展 朱建军 谢 建(1058)

3. 非线性小波估计及其质量评定 曲国庆 王东振 瞿庆亮 韩保民(1070)

4. 一种稳健总体最小二乘的拉格朗日乘数方法

..... 龔循强 李志林 刘国祥 游 为(1077)

5. 基于 Hotine 积分公式的区域高程基准差的确定研究

..... 李姗姗 高新兵 范昊鹏(1087)

6. Landweber 正则化迭代法向下延拓中最优正则化参数的确定方法研究

..... 刘晓刚 李迎春 常宜峰 孙 文(1097)

7. “陆态网络”基准站时间序列分析模型的建立

..... 杨 力 李 婧 欧阳明达 张洛恺(1111)

8. 中高轨圆轨道卫星的地影建模分析方法
 杜 兰 李广云 张中凯 路 余 连月勇 周佩元(1115)
9. 基于引力和引力梯度进行定位或导航的理论与算法 于锦海 万晓云(1124)
10. 拉格朗日无奇点卫星运动方程的数学推导
 许国昌 吕志平 沈云中 叶大纲(1134)
11. 低通希尔伯特变换在信号包络提取中的应用
 刘金钊 柳林涛 梁星辉 苏晓庆 张 会(1147)
12. 地图投影常用纬度函数间变换的直接展开式 李厚朴 边少锋(1153)

科学和技术的快速发展是人类社会前进的驱动力

滕吉文¹ 乔勇虎^{1,2}

1 中国科学院地质与地球物理研究所,北京 100029

2 中国科学院大学,北京 100049

摘 要 科教兴国是我国的国策,科学作为第一生产力已在人类社会的进步和演化中充分体现。这是因为科学与自然的和谐、与人文的耦合,则必创造出人类进化历史的美妙长卷。近 500 年来科学和技术的快速发展,厘定了人类在宇宙中的地位;人类理性的完善,推动着人类文明的升华。基于中国科技事业的历史脉络,展现出中华民族要振兴,就必经现代化的进程、目标和未来前景!基于上述本文将要讨论以下几个问题:1 世界科学和技术发展的轨迹;2 科学厘定了人类在宇宙中的地位;3 科学与人类理性的完善;4 科学推动人类文明的升华;5 中国科学事业的历史脉络;6 中国现代化的进程、目标与前景。

关键词 科教 文明升华 历史脉络 中国现代化

0 引 言

我从事地球物理学的基础研究近半个世纪,深感自己生命的活力是来自地球物理学。地球物理学是 20 世纪上、中叶基于物理学、力学、数学和地质学的发展,同时也是随着世界各国工业化步伐的加快而发展起来的一门新的边缘学科,即是多学科交叉的必然。它的研究对象是人类的母亲——地球的本体及其四维空间的形成、演化和造福。

在 20 世纪的百年中,地球物理学最大的三个成就:一是 1939 年英国地球物理学家杰弗瑞斯(H. Jefferys)和新西兰地球物理学家布伦(K. E. Bullen)提出的 J-B 走时表,在这一基础上,进而由莱曼(P Lehmen)、古登堡(B. Gutenberg),布伦,安德逊(D. L. Anderson)和哈特(R. S. Hart)等人发现并完善的地球内部圈层结构图像;二是由德国地球物理学家魏格纳(A. L. Wegener)基于世界上各大洲的海陆格局发现的大陆漂移,迪兹(R. S. Dietz)与赫兹(H. H. Hess)提出的海底扩张以及布克(K. Burke)、勒普雄(Le Pichon)和威尔逊(J. T. Wilson)等人提出的板块构造;三是金属、非金属矿产资源与油、气、煤能源和地震灾害的地球物理探测、开发和利用。在人类发展与进化的历史长河里,这三者是“相依为命”的,因为只有发现了上地幔中存在低速层,岩石圈才能施曳在其上漂移,而金属矿产资源和油、气能源与地震及火山灾害又均为核—幔动力边界作用和深部物质与能量交换的物理—化学动力过程所致。当然,他们做学问的风格是各异的。

19 世纪的时候有一位统计力学的奠基人曾说:“大家知道每一位画家、音乐家、作家都有他自己独特的风格。当你听了一首音乐的几个音节以后,你就可以清晰地辨别这个音乐

是莫扎特写的,还是贝多芬写的。同样,你看一篇物理学的文章,你看了几页之后,你就知道这篇文章是麦克斯韦写的,还是牛顿写的。”对于上面的这一段话,世界著名物理学家诺贝尔物理学奖获得者杨振宁院士给予了下面的评语。

每一个画家、音乐家都有他自己独特的风格。也许有人以为科学是研究事实的,与文艺不同,事实上两者是一样的。众所周知,物理学的原理有它的结构,这个结构有它美妙的地方。而每个物理学工作者对于这个结构不同的、美妙的地方会有不同的感受。正因为大家有不同的感受,所以每位科学工作者就会发展他自己独特的研究方法和研究方向。在地球物理学领域里又何尝不是这样呢!在地球物理学中,有其内部的圈、层结构,深部的物质和能量在不停地运动,在深部热物质沿通道上涌过程中会形成一系列的矿产资源,油气聚集、火山喷发、强烈地震发生、山脉隆起、河流纵横,这是一幅多么绝妙的四维画卷啊!然而每个地球物理学工作者却从不同的视野、不同的维系对这幅长卷的不同美妙之处会有不同的感染,正因为众多地球科学工作者有着不同的认识或感受,所以他们就必然地去发展自己认识最为深刻与独特的研究内涵与方向,于是就形成了不同的学派,从活动论的角度出发形成了板块构造学说,而固定论者却坚持传统的大地构造学说,在地质界那就更多了,如多旋迴构造、断块构造、板块构造、镶嵌构造、重力构造、地洼构造和地质力学等,即有八大学派。近来看了一些资料,特别是“科学的魅力”、“科学的未来”,“新报告厅”和2001年以来的“科学新闻”等,对我有着很大启发,归结起来这一系列著名科学家们的论述告诫人们,“科学的进步与发展是创造人类与社会进步的源泉”。我想将他们所提出的论点与论据和我自己的一些认识思考一下,并就一些感兴趣的问题与当今尚在成长中的学生、青年教师和科技工作者们进行探讨,在不断深化研究基点上共同进步,并在理论上提高认识和理解。

马克思(1818—1883)曾说:“科学技术是最伟大的革命力量”。科学最重要的目标之一是追寻其自身的原动力,而这种追求精神又成为社会发展和人类进步的最基本的推动力。科学的意义在于它把人的力量和自然的力量结合起来以造福于人类,因而它要扎根于社会并服务于社会,要为世界的和平与发展作贡献。科学的革命性就在于它的开化性、解放性和趋同性,当今世界正在科学和技术的推动下走向经济全球化的进程中,这种经济全球化的趋势不仅是现代化的全球延续,也是现代化向后现代化的过渡。

虽然现代化的进程始于500年前的欧洲,但其渊源则可追溯到1000年前亚欧大陆东西两端所发生的变化。那时这个大陆东端的中国文明达到顶峰并开始走向相对衰落,而其西端的欧洲则刚从分裂和混乱中觉醒并日益强盛起来。东方的中国先后在北宋、明中和晚清时代曾有过三次现代化尝试,但却分别由于“靖康之难”、“甲申鼎革”和“虎门硝烟”受挫而失去了时机。西方的欧洲是在基督教的旗帜下联系起来的,在阿拉伯冲击下经过了文艺复兴、宗教改革和科学革命而进入现代社会。

现代化本质上是一个世界化的过程,一方面中国的四大发明和人文精神对欧洲的现代化进程分别起到了引发和助推的作用,另一方面欧洲现代化为其他地区的现代化提供了一种可供效法的模式。尽管殖民主义的贸易和战争在客观上推进了现代化的世界进程,但这一残酷的进程不仅造成了世界的南穷北富,而且威胁着世界文化的多样性,并且随着现代化进入以科学技术为基础的经济全球化的时代,文化的融合与冲突日趋强化。不了解科学进步及其与社会发展之间的关系,就难于理解当今的世界割据和国家战略目标的意义及其实现的迫切性。

1 世界科学和技术发展的轨迹

当今人们所理解的科学应当是由哥白尼(1473—1543)革命开创的,在追溯历史的意义上才有所谓的古代科学。宇宙的历史大约有100~150亿年,人类进化的历史有200~300万年,而近代科学的历史也只有几百年。如果我们把历史的尺子放大几百倍则可以粗略地说,宇宙已经万万岁,人类已经万岁,而科学还只是一岁的婴儿。科学在现代社会里的地位还远远不够安全可靠,因为它没有终极,而可能依旧是人类的伟大试验。科学的未来取决于两种价值观的交融与和谐,一种价值观是推动科学发展所必须的价值观,另一种是维系一个社会所必须的价值观。

1.1 科学是推动社会前进的动力

今日之科学和技术已成为左右人类命运的重要力量,然而由实验和数学相结合的自然科学在17世纪时,它的价值只为社会上的少数人所认识,其社会形象只是不超过几十个人的协会或学院的模式。

到18世纪时,这种新的理智方法已为中产阶级的自由主义知识阶层了解和掌握,而一般市民阶层对科学的关心则是从19世纪才开始的。法国思想家圣西门(1760—1825)把理性和科学的进步看做是社会发展的基础和动力,认为科学革命会引起政治革命,而政治革命又会促进科学革命,两者交替循环且互为因果,并设想未来的社会将会把对人的统治变成对物的管理和对生产的组织。法国社会学家孔德(1798—1857)从人们的智力是推动社会发展的动力出发,把人类社会的发展规律归结为人类智力的发展规律,根据科学精神否定君权神授的神权政治,批判空谈民主、平等和自由的形而上学时代,极力推崇实证科学的时代。伴随着欧洲工业革命的普遍而出现了一批培养科学技术专家的综合技术学校和职业科学家团体,随之而来的是科学技术和产业走向结合。进入20世纪以来更多的人都认识到,科学具有改变人类物质生活和精神生活的巨大能力。第一次世界大战以来,由于军事的需要,国家介入科学技术活动,科学技术与产业和国家一体化的格局逐渐形成。第二次世界大战以后,虽然各国政府都把科学技术作为增强综合国力和提高国际竞争力的战略因素,但由于联合国的成立、《世界人权宣言》的签署、世界银行和世界贸易组织以及跨国公司的出现,“人类意识”在日益增强。

当然也应当承认,科学与技术的发展,促进了有关国家或地区的工业化进程,造成了空气、气候的污染和恶化,而现代化的战争又在残酷地摧残人类和世界文明。为此,如何衡量其利弊不同的人和群体会有不同的标尺,但必须承认科学与技术的快速发展为人类生活、生存和可持续发展带来了福音,造福了人类!

1.2 世界科学中心的形成和变迁与其革命意义

科学的发展可以大致区分为古代、中古代和现代三个阶段。在古代印度、古中国和古希腊三足鼎立的古典文明基本上是各自独立发展的,在公元前6世纪—公元前4世纪这三个文明中心首先产生了哲学理性和科学文化,并形成了一个思想自由和学术繁荣的时代。在长达千年之久的中世纪(公元6—15世纪)希腊的科学文化在西方停滞不前,而中国的科学