

·成果简介·

“日地空间灾害性扰动过程及其对人类活动的影响” 重大项目成果简介

于贵华 于晟 董国轩 马晓冰

(国家自然科学基金委员会,北京 100085)

[关键词] 日地空间,灾害性扰动,重大项目,项目成果

人类经济和社会生活每时每刻都离不开太空资源,太空可以说是海陆空之外的第四疆域。对太空的认知程度是反映一个国家综合实力的一项重要指标。数十个国家相继制定了空间天气研究起步计划,作为增强国家综合实力的一种国家行为来实施。日地空间灾害性扰动过程及对人类活动的影响是太空研究的一个重要组成部分,有非同寻常的意义,对空间灾害性扰动过程的了解是人类活动的紧迫需要。为了增强我国的综合国力,发展我国的空间科学,给国家制定有关空间政策和措施提供决策的科学依据,1999年,国家自然科学基金委员会地球科学部和数理科学部联合资助了“九五”跨科学部的重大项目“日地空间灾害性扰动过程及其对人类活动的影响”。该项目于2003年12月31日结束,2004年5月中旬顺利通过结题验收。项目主要成果及特点概述如下:

1 结合应用需求,加强基础研究

项目组以空间灾害性扰动为主线,主要研究内容为:(1)研究太阳活动过程、物质输出结构以及与行星际风暴的联系,给出决定空间灾害性扰动过程的源初扰动、行星际风暴和地球空间系统灾变的初边值条件;(2)初步探讨空间灾害性扰动过程的因果链模式,了解把太阳扰动、行星际扰动、地球空间系统(包括磁层、电离层和大气层)各层次扰动的“画面”组成有因果时序关系的统一模式有关的问题;(3)把空间灾害性扰动对人类活动影响进行科学评估,特别针对我国高科技诸领域的需求,如航天(我国气象、资源、通讯等卫星)和通信系统,进行科学评

估和影响机理探讨。

在学术领导小组和全体研究人员的共同努力下,项目组取得了一批原创性的研究成果:提出了新浮磁流触发耀斑和日冕物质抛射机制及对日冕 EIT 波新的理论解释,确定了耀斑中被加速电子能谱的低端阈值;建立了太阳风中多波模的回旋共振扩散模型,提出了行星际磁云边界层的新概念和定义;发展了一套研究太阳风暴在行星际空间中传播的三维 MHD 数值模拟方法,并应用于行星际扰动的预报研究;建立了一个新的中高层大气三维全球动力学模式,对重力波波包的全球非线性传播过程进行了研究;成功地开展了空间天气灾害性事件对无线电通信系统影响的试预报。

项目组提出了 EIT 波的产生机制,行星际磁云边界层可能通过磁重联过程的形成机制,中层大气中重力波的饱和机制;开展了耀斑多波段研究,动力学阿尔文波传播与耗散特性的研究,太阳风高速流加速机制的研究,磁暴期间中性大气受热抬升的研究;建立了太阳耀斑的统一模型,描述太阳风离子加热以及加速的三元流体力学模型,速度分布函数的准线性扩散模型,多波模的回旋共振扩散模型,三维多电流片太阳风结构模型,电离层物理模型;对太阳耀斑中低混杂湍动对电子的加速,慢激波通过开-闭磁场的传播,小尺度湍动磁重联,以源表面结构为初边值的空间天气事件的背景结构,重力波波包的非线性共振相互作用,分子粘性对重力波波包非线性传播的影响等方面也提出了新的科学认识。

项目组提出了鉴别耀斑软 X 射线谱线加宽机制,基于正负电子湮灭线时变推求耀斑加速质子能

本文于 2004 年 6 月 25 日收到。

谱演化,从硬 X 射线能谱观测的下折性质推求加速电子低端阈能的定量非对称、多冕旋结构的数值模拟新方法——磁场装配和校正法等项新的研究方法;发展了日冕扰动及传播的 MHD 分段组合的模拟,无反射投影特征边界条件及其在非对称日冕结构数值模拟中的应用,非线性无力磁场计算的流体动力学方法,太阳风数值模式三维程序研制,数据同化研究;基于双频 GPS 数据进行电离层形态与扰动研究;完善了太阳大气三维非线性磁场边界元法和电离层 TEC 方法。

该项目在基础研究与应用需求的结合方面进行了可喜的尝试,对 2000 年 6 月、2001 年 4 月和 2003 年 10 月等几次空间灾害性天气对无线电通信系统影响的试预报都十分成功,使我国短波及卫星通信用户受损失较小,得到了军、政、民有关用户的好评,新华社、中央电视台、各大报纸,全国上百家新闻单位以数百个篇幅追踪报道,产生了很好的社会影响。

2 注重观测研究,促进设备改进

项目组在依托单位的大力支持下,在发展新的相关探测手段和实验设备上做出了重要的贡献,并利用这些手段和设备取得了一些发现性成果。

天文研究工作的基础是观测设备和资料。项目组在依托单位的大力支持下,全面建成太阳射电宽带动态频谱仪,该设备的建成使我国高时间分辨率的太阳射电频谱观测达到国际先进水平,该成果获得北京市科技进步奖一等奖。项目组利用动态频谱仪、南京大学和紫金山天文台二维光谱仪,开展太阳活动的观测,获得一批宝贵的观测资料,发现了一批重要的新现象。例如,发现了全波段的漂移脉动结构、微波斑马结构、微波尖峰爆发对等一批重要新现象;观测到了几十个耀斑的二维多波段光谱,首次发现耀斑红外连续发射等重要新现象,对研究白光耀斑的起源和本质有重要意义。为了更好地了解中高层大气和电离层内实际发生波动的过程,在项目组主要成员的主持下,项目依托单位武汉大学自筹经费,自主研制成功双波长、1.04m 口径、高度分辨率达 96m、时间分辨率达 5min、高精度的高空激光雷达观测系统。利用激光雷达对武汉上空的偶发钠层进行观测研究,其成果在国际地球物理的权威刊物 *Geophysical Research Letters* 上发表,表明我国自主研制的激光雷达已经得到国际同行的认可。项目组成功研制测量电离层闪烁的 GPS 接收和星地信息链路传输效应监测仪;在国际上首次给出 Es 层随纬度

和高度的全球分布;解析求得双频互相干函数解,并应用其分析星地链路效应。

总之,项目组利用自主研制及依托单位提供的各类观测仪器设备,以观测为基础发现耀斑早期软 X 射线波段谱线的蓝移和红移;太阳微波爆发新的频谱特征与多种精细结构;太阳风质子与回旋波共振过程的直接观测证据;低日冕区温度梯度很小;太阳等离子体和磁场输出存在全球结构;漂移脉动结构可能与日冕物质抛射(CME)有关;行星际磁云有边界层存在;以及电离层突发 E 层(Es 层)全球高时空分辨率分布等多个新现象、新规律。

3 群英携手攻关,研究硕果累累

中国科学院空间科学与应用研究中心、南京大学、北京大学、武汉大学、紫金山天文台、北京天文台、云南天文台、中国科学院武汉物理与数学研究所、信息产业部 22 所、航天科技集团 501 部、中国地震局地球物理研究所等 11 个单位的空间物理学与天文学的科技工作者参加了项目的研究工作,项目主要承担者中有中国科学院院士 1 人,“国家杰出青年科学基金”获得者 4 人。执行期间项目组共培养博士生 22 人,其中已毕业 7 人,在读 15 人;培养硕士生 40 人,其中已毕业 14 人,在读 26 人。同时涌现出甘为群、陈鹏飞、颜毅华、邓晓华、吴德金、冯学尚、易帆、张绍东、吴健等一批具有国际竞争能力的优秀中青年学术带头人,为使我国空间灾害性天气研究的整体水平进入国际先进行列打下了良好的基础。

该项目开展了广泛的国内外合作与交流。项目组组织了两次中法太阳物理学术讨论会,两次全国空间天气学术研讨会,一次全国太阳物理讨论班,一次日冕物质抛射专题研讨会;提交国际会议学术论文 70 余篇,特邀报告(文章)17 篇,口头报告 40 余个。与芬兰、挪威、智利、新加坡等国达成协议,共同开展空间天气观测研究;与美国、俄罗斯、日本、挪威、智利等国及我国台湾地区科学家开展了学术交流活动。项目组成员还积极参与推动“子午工程”等国家重大科技项目的建议和立项。

项目执行期间在国内外核心期刊上发表论文 334 篇(其中 SCI 收录论文 173 篇);项目组成员参加的“太阳风中磁流体湍动的本质研究”获北京市自然科学一等奖(2001),国家自然科学二等奖(2002);“行星际扰动传播研究”,获中国科学院自然科学一等奖(2001);“太阳射电宽带动态频谱仪”,获北京市

科技进步一等奖(2002)。

(本文大部分资料源自国家自然科学基金重大项目

“日地空间灾害性扰动过程及其对人类活动的影响”工作总结)

AN INTRODUCTION OF THE ACHIEVEMENTS OF “ADVERSE DISTURBANCE PROCESS IN THE SOLAR-TERRESTRIAL SPACE SYSTEM AND ITS INFLUENCE ON HUMAN ACTIVITIES”

—Major Project of National Natural Science Foundation of China

Yu Guihua Yu Sheng Dong Guoxuan Ma Xiaobing

(National Natural Science Foundation of China, Beijing 100085)

Key words solar-terrestrial space system, adverse disturbance process, major project, project manipulation

·资料·信息·

科技论文写作高级研修班在北京和上海举行

由国家自然科学基金委员会杂志社举办的“科技论文写作高级研修班”7月12—17日分别在北京和上海举行,来自全国高等学校、科研院所等90多家单位的近300位研究人员参加了培训。国家自然科学基金委员会特邀顾问师昌绪院士出席了北京培训班开幕式并发表讲话。

师昌绪在培训班的开幕式上说,中国科技人员很多,实力不低,在国际学术期刊上发表的论文数量也在上升,但投稿的录取率和论文的引用率还是比较低的,主要原因是选题比较落后;第二是在论文写作规范和英文写作上有问题。组织这次培训班以期提高研究人员的写作能力,这也是我国提高科研人员写作能力的一种尝试。研究工作的成果很大部分体现在论文的写作上,希望通过培训能对大家有所帮助,让研究成果在国际上有比较高的显示度。

来自英国牛津大学、剑桥大学的华人学者周午纵博士、陈政博士、高福博士系统讲授了科技论文写作的理论与实践,英国《自然》期刊的高级编辑安托尼·伯奇博士、罗瑞·郝勒特博士介绍非英语国家的作者投送稿件所容易发生的问题等和向《自然》期刊投稿的注意事项;国家自然科学基金委员会地球科学部罗云峰博士介绍国家自然科学基金申请书撰写中应当注意的几方面问题等。

本次“科技论文写作高级研修班”介绍的主要内容是:

1. 重申了科学工作者从事科研活动和撰写研究论文所应当遵循的科研道德准则,科学工作者应当成为遵守科研道德规范的楷模,应当还科学研究这一神圣事业以本来面目;

2. 几位授课教师以亲身经历,告诉学员们从一个“idea”的出现到一篇高质量学术文章产生的整个孕育形成的过程。没有重要学术价值的“构思”就没有必要最后形成文章;

3. 几位授课教师系统介绍了向国际知名学术期刊投稿文章的结构和刊物对稿件的基本要求,也就是国际比较通行的撰写文章的“游戏规则”,几位授课教师以自己亲身的感受、经验和摸索到的一些诀窍介绍给大家,这些是从书本上所得不到的内容;

4. 几位授课教师也介绍了应当如何对待审稿人,论文作者应如何对待审稿意见等问题。科技期刊应当选择责任心强和称职的审稿人,这是提高期刊学术水平,吸引优秀稿件的基础。

培训班期间正值北京和上海两地持续高温天气,然而,中德科学中心和上海生命科学信息中心的多功能厅里却始终座无虚席,学员们认真聆听6位授课教师的精彩演讲。通过课后的问卷调查,学员们普遍反映收获很大,对自己今后撰写科技论文会有很大帮助。北京和上海两地的部分科技期刊的责任编辑也参加了培训班。

(科学基金杂志部 供稿)