

中国空间天气战略计划建议

国家自然科学基金委员会 主编



 中国科学技术出版社

中国空间天气战略 计划建议

国家自然科学基金委员会 主编

中国科学技术出版社

• 北 京 •

图书在版编目(CIP)数据

中国空间天气战略计划建议/国家自然科学基金委员会主编. —北京:中国科学技术出版社, 2004. 9

ISBN 7-5046-3900-1

I. 中… II. 国… III. 空间科学: 天气学 - 发展战略 - 中国 IV. P44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 090595 号

中国科学技术出版社出版

北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码: 100081

电话: 010-62103206 传真: 010-62183872

科学普及出版社发行部发行 各地新华书店经售

北京长宁印刷有限公司印刷

*

开本: 850 毫米 × 1168 毫米 1/32 印张: 5 字数: 100 千字

2004 年 9 月第 1 版 2004 年 9 月第 1 次印刷

印数: 1—300 册 定价: 20.00 元

(凡购买本社的图书, 如有缺页、倒页、
脱页者, 本社发行部负责调换)

“中国空间天气战略计划建议”调研组

牵头部门:国家自然科学基金委员会地球科学部

负责人:马福臣(国家基金委副主任)

于 晟(国家基金委地球科学部地
球物理和空间物理学科
主任)

调研组组长:魏奉思(中国科学院空间科学与应用研究
中心)

副组长:于 晟(国家基金委地球科学部)

刘建发(北京应用大气物理所)

肖 佐(北京大学)

徐文耀(中国科学院地质与地球物理所)

吴 健(信息产业部 22 所)

编写组组长:徐文耀(中国科学院)

副组长:吴 健(信息产业部 22 所)

张贵银(北京应用大气物理所)

冯学尚(中国科学院空间科学与应用研究
中心)

调研组秘书

钟秀萍、傅 颖(中国科学院空间科学与应用研究
中心)

责任编辑:史晓红
责任印制:王 沛
责任校对:韩 玲

前 言

国家基金委自 1997 年组织召开了我国第一次全国空间天气学研讨会,分析了空间天气科学与应用的国内外发展态势和我国将来的需求。此后,分别会同中国科学院、航天部、信息产业部、高等院校、国家海洋局、国家地震局等十五个部门和单位,组织百余位专家于 1999 年 2 月 20 日正式启动“中国空间天气战略计划”的编研工作。制定“中国空间天气战略计划”的目的是,在我国对空间天气研究的现有基础上,进一步提高我国对空间天气的监测、研究与预测能力,力争于 2015 年左右初步建立国家空间天气保障体系,实现与国际接轨;加强宏观调控,合理利用相应资源,把各部门分散的力量集中起来,在空间天气领域建立一个高效的、综合的、部门间协调一致的工作程序、研究体系和技术体系,为国家提供实时、精确和可靠的空間天气监测和预报,为减轻或避免国家发展高科技所面临的空間灾害问题做出贡献。此次调研的重点是,要明确我国在未来十年期间,空间科学领域

天气带来的危险甚至灾难。根据美国航天部门的统计,卫星故障大约有40%与空间天气条件有关,仅就航天领域的空间灾害性天气损失而言,每年都以数千万美元计。正是由于人类社会面临发展高科技的巨大需求,空间天气研究正迅速成为各国高科技发展激烈竞争的新的科学领域之一。

1995年,美国科学基金会会同航空航天局、商业部、能源部、内务部和国防部联合制定了“国家空间天气计划”。而后,俄罗斯、法国、德国、英国、意大利、西班牙、瑞典、土耳其、英国、丹麦、芬兰、挪威、捷克、加拿大、日本、澳大利亚等国和欧洲空间局都纷纷制定“空间天气起步(创新)计划”。美国继1995年提出国家空间天气战略计划之后,又提出规模宏大的空间天气后续计划——“与星同在”(Living with a star)。当前,新的空间天气研究犹如半个世纪前人类对地面天气的关注那样,正迅速成为世界范围众多国家参与的重大科技活动之一,成为发展高科技的国家行为。

21世纪初,中国要实现全面建设小康社会的宏伟目标。繁荣经济,发展科技,特别是航天安全、通信、导航以及国家安全、生命与健康等方面的保障,对空间天气领域的需求也愈加迫切。

国家自然科学基金委员会对空间天气领域的基础研究予以高度重视并积极扶植,自“八五”计划开始

就相继组织实施科学基金面上、重点和重大项目,取得了重要进展。1997年开始,国家自然科学基金委员会就空间天气领域的发展战略,邀请中国科学院、航天部、信息产业部和有关用户部门的百余位专家,举行了多次论证会、研讨会,根据我国现有的科学研究、技术设施和人才储备,提出了“中国空间天气战略计划建议”。

我国近年来在空间天气领域取得了令人鼓舞的进展,空间天气研究的重要性开始成为人们的共识。一些空间天气研究机构开始产生,如中国科学院“空间天气学重点实验室”和北京大学“空间天气分析中心”等。一些有关空间天气探测与研究的国家任务正在相继出台,如国家“973”项目“太阳剧烈活动与空间灾害天气”以及“地球空间双星探测计划”均已正式启动;国家重大科学工程“东半球空间环境地面综合监测子午链”已由国家科技领导小组批准,正积极准备启动建设;国际科联日地物理委员会也积极支持我国科学家牵头的“国际空间天气子午圈计划”;国家重大基金项目“日地空间灾害性扰动及其对人类活动的影响”已组织实施。这都为建立国家层面上的宏观计划打下了良好的基础。对空间灾害性天气变化规律的研究依赖于空间探测和数据,需要高新技术和重大科学工程的支撑;反之,对空间灾害性天气的认识将促

进高科技产业的发展,并为保障空间安全、国家安全提供科学支持。因此,我们寄希望于“中国空间天气战略计划建议”能引起有关部门和广大科技界的重视,整合各方面的资源,协调各方面的行动,把空间天气作为国家行为来组织与实施,以尽快提高我国空间科学的研究水平和空间天气预报能力。

我们有理由相信,有着灿烂文明和悠久空间发展历史的中国一定能够成为世界太空强国!

马福臣

2003年9月28日

目 录

中国空间天气战略计划建议提要(供修改)	(1)
1 导言	(11)
1.1 空间天气是什么?	(11)
1.2 空间天气学产生的科学背景和应用背景	(14)
1.3 空间天气的发展态势	(19)
1.4 空间天气战略的基本目标	(22)
2 空间天气与中国的发展需求	(24)
2.1 我国的现状分析	(24)
2.2 中国发展的需求	(29)
2.3 重大意义	(33)
3 空间天气的基本要素	(52)
3.1 空间天气变化监测	(52)
3.2 空间天气变化规律研究	(54)
3.3 空间天气预报	(61)
3.4 空间天气服务	(63)

2 中国空间天气战略计划建议

3.5	空间天气支撑系统	(68)
4	空间天气的战略目标与任务	(70)
4.1	“十一五”(2006~2010)空间天气的战略 目标与任务	(70)
4.2	“十二五”(2011~2015)战略目标与任务	(72)
4.3	未来(2016~2020)发展的战略目标	(74)
5	空间天气有关部门的分工与任务	(75)
5.1	国家政府部门——统一组织领导中国 空间天气战略计划的制定和实施	(75)
5.2	国家自然科学基金委员会——组织基 础性研究	(76)
5.3	中国科学院——地基观测系统建设与 运行、天基观测系统设计、承担基础研 究和预报服务	(77)
5.4	高等院校——承担基础研究任务、建 设地基观测系统、培养人才和空间天 气宣传教育	(77)
5.5	航天部门——卫星发射、故障分析	(78)
5.6	信息产业部——电离层观测与研究、 信息传输和无线电探测系统的设计	(78)
5.7	中国地震局——地磁台网的运行	(79)
5.8	海洋局中国极地研究中心——负责极	

地的有关观测和研究	(79)
5.9 中国气象局——已成立“国家空间天气 监测与预警中心”,将负责牵头组织 有关民用空间天气预报事宜	(79)
5.10 有关用户——牵头组织空间天气保障 体系建设	(79)
6 实现空间天气战略规划的主要措施	(80)
6.1 加强宏观调控、逐步建立和完善宏观协 调管理体制	(80)
6.2 建立中国空间天气科学中心	(81)
6.3 组建军、民空间天气业务预报中心	(81)
6.4 制定支持空间天气战略计划的政策	(82)
6.5 加强国际合作	(83)
6.6 加大宣传力度	(83)
附件 1 空间天气学十问	(84)
附件 2 加快发展我国的空间天气学(国家自 然科学基金委员会,简报,第 12 期, 《有关专家提出建议,加快发展我国 的空间天气学》)	(127)
附件 3 国际空间天气服务组织简介	(132)
附件 4 “中国空间天气战略计划”编研工作 启动	(141)

中国空间天气战略计划建议提要

(供修改)

国际社会进入新世纪对空间天气的需求

自 1957 年人造卫星上天,空间科学 40 余年的最重大成就之一,就是使人类认识到在地球二三十千米之上,甚至千万千米的空间(太空),由于太阳爆发活动释放出的电磁辐射、带电粒子,以及以超音速运动的太阳风暴吹过地球,会引起地球高空的结构、密度、温度、运动状态、电磁状态、通讯条件、光学特性、带电粒子分布等发生急剧变化,给空间和地面的高科技系统,如航天、通讯、导航、资源、电力系统等带来严重损伤和破坏,甚至危及人类的健康和生命。人们形象地把空间环境中这类短期的、突发性的、动态易变的、对人类活动有重要影响的变化称为空间天气(Space weather)。

1989 年 3 月发生了历史上罕见的空间灾害性天气事件,造成卫星提前陨落,6000 多个空间目标的跟踪识别发生困难,低纬地区无线电通讯中断,轮船、飞机的导航系统失灵,美国核电站变压器烧毁,加拿大北部电网烧毁,600 万居民停电 9 小时之久,等等。引

起了国际社会的震惊。此后,几乎每年都有重大的空间灾害性天气事件发生。例如,2003年10月,日本通信卫星“回声”被太阳风击毁,环境观测卫星“绿色”2号、美国的ACE卫星等不能正常工作。短波无线电通信中断多有发生等;1998年5月,美国的银河4号通信卫星失效,造成美国80%寻呼业务的损失,德国的科学卫星被破坏;我国1990年11月的风云气象卫星、1995年8月的亚太2号通讯卫星失效,等等。根据美国航天部门的统计,卫星故障大约有40%与空间天气条件有关。仅就航天领域的空间灾害天气损失而言,每年损失都以数千万美元为单位计算。随着人类进入高科技时代,全球通信、定位正成为以千万亿计的世界性的重大产业之一,通信条件保障开始成为重要组成部分之一。局部战争已具有高科技战争性质,美国报道“沙漠风暴”行动期间,40%的武器未击中目标也与空间天气有关。因此,空间成为重要的作战空间,是决定战争质量、效率和胜负的重要战略决策和保障条件之一。

正是由于人类社会面临发展高科技的巨大需求,空间天气研究正迅速成为一门研究空间灾害性天气变化规律,为人类发展高科技活动和国家安全服务的多学科交叉的新的科学领域——空间天气学。1995年美国的宇航局、商业部、能源部、内务部、国防部和

基金会联合制定美国国家空间天气计划。继后,欧洲空间局、俄罗斯、法国、德国、英国、意大利、芬兰、挪威、土耳其、捷克和加拿大、日本、澳大利亚等国都相应制定空间天气起步(创新)计划。2000年美国又提出规模宏大的“与星同在”(Living with a star)计划,最近又扩展为“国际与星同在”计划。国际科联所属日地物理委员会批准实施“国际日地系统气候与天气计划(2004~2008年)”。众多国家都积极制定和推进本国和国际的空间天气计划。当前空间天气研究,犹如半个世纪前人类对地面天气的关注那样,正迅速成为世界范围众多国家参与的重大科技活动之一,成为发展高科技国家的一种国家行为,既为本国高科技和国防的现代化谋取巨大利益,也为人类的和平进步事业做出贡献。

我国社会进入新世纪对空间天气的需求

中国正面临进入新世纪,发展高科技,实现国防现代化是建设自立于世界强国之林的根本保证。随着中国高科技发展水平的提高,对空间天气领域的需求也会愈加迫切。比如:

航天领域——中国的卫星故障,约40%来自空间天气。风云一号气象卫星、亚太2号通信卫星发射失败,是典型事件;我国载人飞船上天也将成为现实,

诸如通信、导航卫星、资源卫星、海洋卫星、减灾卫星等应用卫星发射也将日益频繁,将有数百亿的空间资源在天上,航天安全保障的需求将日益紧迫。

通信、导航领域——我国广大的中、低纬地区处于全球电离层闪烁高发区,可达 15db 以上,常引起通信中断、误码率增大现象。对 GPS 而言,卫星、导航定位误差可高达几十米至几百米量级,甚至连续几个小时的间断;地基雷达,如短波超视距雷达的目标探测与预警以及超短波、微波波段的雷达测距、测角和测速精度亦受重要的影响;卫星通信和导航定位技术也直接关系人类现代生产、生活方式的转变和生活质量的提高。它们作为我国新兴的产业领域也必将迅速发展。

国防安全——航天武器的出现、许多军事系统和高精度打击武器,如多种导弹等进入平流层及其以上空间,使空间成为现代战争的重要作战空间之一,武器系统的效能发挥,在一定程度上依赖于空间天气的研究水平。空间天气进入战略谋划、战术决策和战争全过程的各个阶段。2001 年 4 月 1 日美侦察机撞毁我战斗机后的搜寻期,4 月 3 日正值太阳风暴侵袭地球造成无线电通信中断 3 小时,给当时的搜救工作造成很大困难。空间(即太空)作为海、陆、空之外的第四疆域,它的开拓和保障是国家应下决心进行战略决

策的大事。

国民经济领域——强烈变化磁场引起的感应电流会破坏电力系统(包括核电站)变压器,造成停电;腐蚀输油管,造成泄漏;以及资源考察失误,等等。此外,地球的自然灾害,如洪、涝、干旱、平均气温变化、臭氧含量减少等自然灾害以及影响人类健康的心脑血管疾病、皮肤癌和社会突发事件(交通与火灾等)与空间天气的关系也正成为众多科学家关注的热点。

随着中国进入发展高科技时期,空间天气关系到国家发展高科技和实现国防现代化的国家利益,作为国家行为,组织实施国家空间天气战略计划,将是增强国家综合实力的重要方面。

早一天认识空间、掌握空间,就早一天认识明天和掌握明天!

中国空间天气战略计划的基本目标

鉴于空间天气研究对于发展高科技和发展空间科学的重大作用以及中国建设现代化国家面临日益增长的需求,由国家基金委地球科学部牵头,中国科学院、中国航天工业总公司、信息产业部、教育部、国家地震局、国家海洋局以及应用部门的有关单位的领导、科学家和管理专家们,联合提出了“中国空间天气战略计划建议”。