



2006-2007

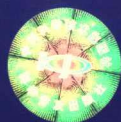
空间(太空)科学

学科发展报告

REPORT ON ADVANCES IN SPACE SCIENCE

中国科学技术协会 主编

中国空间科学学会 编著



 中国科学技术出版社

V4-51
144
12006-2007



2006-2007

空间(太空)科学

学科发展报告

REPORT ON ADVANCES IN SPACE SCIENCE

中国科学技术协会 主编

中国空间科学学会 编著

中国科学技术出版社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

2006—2007 空间(太空)科学学科发展报告/中国科学技术协会主编;
中国空间科学学会编著. —北京:中国科学技术出版社,2007.3

ISBN 978-7-5046-4532-6

I. 2... II. ①中... ②中... III. 空间科学—研究报告—中国—
2006—2007 IV. V1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 024253 号

自 2006 年 4 月起本社图书封面均贴有防伪标志,未贴防伪标志的为盗版图书。

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:010-62103210 传真:010-62183872

<http://www.kjpbooks.com.cn>

科学普及出版社发行部发行

北京中科印刷有限公司印刷

*

开本:787 毫米×1092 毫米 1/16 印张:9 字数:250 千字

2007 年 3 月第 1 版 2007 年 3 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5046-4532-6/V·36

印数:1—2000 册 定价:25.00 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)

序

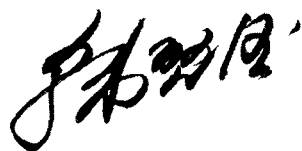
基于我国经济社会发展和国际社会竞争态势的客观要求,党中央、国务院做出增强自主创新能力、建设创新型国家的战略部署,这是综合分析我国所处历史阶段和世界发展大势做出的重大战略决策。学科创立、成长和发展,是科学技术创新发展的科学基础,是科学知识体系化的象征,是创新型国家建设的重要方面,是国家科技竞争力的标志。在科学技术繁荣、发展的过程中,传统的自然科学学科得以不断深入发展,新兴学科不断产生,学科间的相互渗透、相互融合的趋势不断增强;边缘学科、交叉学科纷纷涌现,新的分支学科不断衍生,科学与技术趋向综合化、整体化。及时总结、报告自然科学的学科最新研究进展,对广大科技工作者跟踪、了解、把握学科的发展动态,深入开展学科研究,推进学科交叉、融合与渗透,推动多学科协调发展,促进原始创新能力的提升,建设创新型国家具有非常重要的意义。为此,中国科协在连续4年编制《学科发展蓝皮书》基础上,自2006年开始启动学科发展研究及发布活动。

按照统一要求,中国力学学会、中国化学会、中国地理学会等30个全国学会申请承担了2006年相应30个一级学科发展研究任务,并编撰出版30本相应学科发展报告。在此基础上,中国科协学会学术部组织有关专家编撰了全面反映这30个一级学科的总报告——《学科发展报告综合卷(2006—2007)》。

中国科协是中国科学技术工作者的群众组织,是国家推动科学技术事业发展的重要力量,开展学术交流、活跃学术思想、促进学科发展、推动自主创新是其肩负的重要任务之一。开展学科发展研究及学科发展报告发布活动,是贯彻落实科技兴国战略和可持续发展战略,弘扬科学精神,繁荣学术思想,展示学科发展风貌,拓宽学术交流渠道,更好地履行中国科协职责的一项重要举措。这套由31卷、近800余万字构成的系列学科发展报告(2006—2007),对本学科近两年来国内外科学前沿发展情况进行跟踪,回顾总结,并科学评价了近年来学科的新进展、新成果、新见解、新观点、新方法、新技术等,体现了学科发展研究的前沿性;报告根据本学科的发展现状、动态、趋势以及国际比较和

战略需求,展望了本学科的发展前景,提出了本学科发展的对策和建议,体现了学科发展研究的前瞻性;报告由本学科领域首席科学家牵头、相关学术领域的专家学者参加研究,集中了本学科专家学者的智慧和学术上的真知灼见,突出了学科发展研究的学术性。这是参与这些研究的全国学会和科学家、科技专家劳动智慧的结晶,也是他们学术风尚和科学责任的体现。

希望中国科协所属全国学会坚持不懈地开展学科发展研究和发布活动,持之以恒地出版学科发展报告,充分体现中国科协“三服务、一加强”(为经济社会发展服务,为提高全民科学素质服务,为科学技术工作者服务,加强自身建设)的工作方针,不断提升中国科协和全国学会的学术建设能力,增强其在推动学科发展、促进自主创新中的作用。



2007年2月

前 言

为了贯彻全国科学技术大会和《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020)》精神,促进学科发展,提高我国科技创新能力,中国科学技术协会组织了 30 个学会承担 2006 年学科发展研究的任务。中国空间科学学会承担了空间科学学科发展的研究工作。

2006 年 6 月,中国空间科学学会即召开了参加课题研究人员会议,布置开展学科发展研究的目的、进度等,并布置各专业委员会开始进行相应的研究工作。

2006 年 7 月,讨论了《2006—2007 空间(太空)科学学科发展报告》大纲(草稿),学会理事长审阅了大纲。按大纲要求,明确了各专题研究报告应完成的任务,并与学科发展报告涉及的内容一致。

由于空间科学学科发展与国家航天技术的发展计划关系极其密切,涉及的研究计划时间尺度长,范围宽,在短期内,如一二年只能是与长期计划相关的一个阶段的研究进展或阶段成果。因此,本学科发展研究前后联系很密切,也是其特点。

本报告主要论述了中国空间科学学科发展的现状、近期研究成果、未来几年(2006—2009)学科发展计划以及 2010 年后空间科学发展战略构想。为了更好地发展我国空间科学,也论及了国际空间科学态势,并进行了比较,从中得到启迪,为我所用。

本报告分为四大部分:一,主要论述了国外空间科学态势,包括 21 世纪初期(2006—2034)世界空间大国空间科学发展的短期(2006—2015)、中期(2015—2025)和长期(2025—2034)战略布局;二,主要论及我国空间科学现状,包括自 20 世纪末以来我国空间科学进展;三,主要论述了我国未来几年空间科学学科发展,包括在 2006—2009 年间空间科学发展计划,主要含高能天体物理学、太阳物理学、空间物理学、太阳系探测,特别是从 2007 年开始分 3 期进行的月球探测等;四,提出了我国 2010 年后空间科学发展战略构想,其中包括空间天文学(含 2010 年发射硬 X 射线调制望远镜)、空间物理学(含“夸父”计划)、太阳系探测、行星地球科学、微重力科学、空间生命科学等研究计划。

本报告得到了中国科学院空间科学与应用研究中心、中国科学院国家天文台、北京大学等单位的大力支持,特别是有许多专家参加了本学科发展研究,在此一并致谢。

中国空间科学学会

2006 年 12 月

目 录

序	韩启德
前言	中国空间科学学会

综合报告

空间(太空)科学学科发展	(3)
一、引言	(3)
二、国外空间科学态势	(3)
三、我国空间科学现状	(13)
四、我国未来几年空间科学学科发展	(18)
五、我国 2010 年后空间科学发展战略构想	(22)
参考文献	(30)

专题报告

各国空间物理和太阳系探测规划	(33)
近年我国空间科学领域的主要成果	(60)
空间物理探测发展规划	(69)
空间地质学与月球探测	(97)
微重力科学新进展	(101)
航天医学工程理论与实践	(109)

ABSTRACTS IN ENGLISH

Comprehensive Report

Advances in Space Science	(125)
---------------------------------	-------

Reports on Special Topics

Plans of Space Physics and Solar System Exploration in the World	(127)
Achievements of Chinese Space Science in Recent Years	(128)
Developing Plan of Space Physics Exploration	(129)
Recent Progress of Space Geology and Lunar Exploration	(130)
Recent Progress of Micro-gravity Science	(130)
Theory and Practice of Space Medical Engineering	(131)

综合报告

空间(太空)科学学科发展^{*}

一、引言

我国近期空间科学技术发展,重点在于实施 2009 年以前的发展计划。一般来说,空间科学研究计划历时较长,一个计划从构思科学目标直到分析探测结果,大约需要 10 年乃至更长的时间。因此,空间科学学科发展往往是各阶段相互衔接的过程。

在我国近期的空间天文学研究中,主要为实现硬 X 射线调制望远镜(HXMT)计划而进行分阶段的研究,其目的是为了增强高能天体物理学研究,预计在 2010 年左右发射(HXNT)。为了深入太阳物理学研究,多年研制的空间太阳望远镜(SST)正在进行关键性技术研究。

要进一步加强空间物理学研究与太阳系探测,这包括正在制订的“夸父”(KuaFu)计划,以增强日地空间物理研究。同时,正在发展业务型空间环境卫星,以增强日地空间天气预报的能力。

目前,在太阳系探测中,主要在实施月球探测计划,预定“嫦娥一号”探月卫星于 2007 年发射,并在论证二期探月计划。接着,在探测月球的基础上,主要目标将开展火星探测。空基对地球观测,主要了解全球变化以及人类活动对空间信息的反馈机理。

微重力科学研究主要含微重力流体物理、微重力燃烧、空间材料科学和空基基础物理研究等领域,以获得对自然现象的新认识。

空间生命科学研究包括:主要从分子、细胞、组织直到个体生命复杂系统,认识其对空间环境的响应和适应规律;生命个体之间的相互关系、生态系统内物质循环和能量流;基于空间环境的生物工程技术等。

由于空间科学技术研究计划历时很长,因此,对未来研究必须有战略构想及其相应的规划。在 2010 年后的构想主要含:空间天文学研究,包括 X 射线和 γ 射线天体物理研究等;空间物理学研究,主要通过“夸父”计划的实施(2012 年发射探测卫星),达到预定的科学目标;太阳系探测,将实现月球探测的后续计划,并转向火星探测,同时将把我们居住的地球作为一个行星进行研究;将更多地利用卫星和飞船系列进行微重力科学和空间生命科学研究。

二、国外空间科学态势

(一)美国 21 世纪初(2006—2034)空间科学的宏伟计划

1. 总目标(2006—2034)

从新空间探索计划到空间探测远景(Vision)计划,美国提出五项指导性国家目标:

^{*} 本研究报告参考了王赤、夏利东、冯学尚、赵华、姚久胜、王世金、徐寄遥、曹晋滨、史建魁、傅绥燕、王劲松、肖佐、刘振兴、龚建村、邹永廖、聂玉昕、刘秋生、刘志恒、张钧屏、马宇倩等的撰稿,表示感谢!

①人类和机器探测太阳系及其外部空间;②2020年重返月球、2030年载人登陆火星、太阳系其他行星(准备);③对地观测;④发展新技术支持探测计划;⑤国际合作。为此,制定了18项战略目标,其中第15项的总目标(2006—2034)为:“探索日地系统以了解太阳及其对地球、太阳系和载人探险之旅所必经的空间环境条件的影响,和试验演示可以完善未来运行系统的技术”。主要包括如下内容:

(1)开拓空间环境预报的前沿领域。作为长远空间研究计划的基础,美国NASA提出的科学和探测的第一个目标就是要全面认识、控制从太阳到地球,再到其他行星,直到星际介质的太阳系空间环境中基本物理过程。

1)磁场重联是将磁能快速转换为粒子能量的过程。太阳耀斑、日冕物质抛射事件和地球磁暴等可能对空间系统构成严重威胁的空间天气事件都是由磁场重联过程引起和激发的。

2)在太阳和行星际加速的高能粒子和来自太阳系之外的高能宇宙线,对载人和航天器探索太阳系构成严重威胁。地球和行星磁层产生和捕获的高能粒子也会对探测器有严重的影响。

3)整个太阳系,无论是太阳的过渡区、行星的高层大气,还是日球和星际物质相互作用区,等离子体都是在背景中性气体的包围之中。要对等离子体和中性大气耦合过程进行重点探测。

4)太阳的变化磁场是太阳粒子加速的能量源头,行星际磁场的结构也控制了宇宙线进入到太阳系的传输过程。对太阳发电机过程的深入研究是预报太阳长期变化的必由之路。

(2)了解太空家园的自然规律。现在,已凝练出4个优先研究领域:①了解影响地球空间气候和环境的太阳活动的起因和扰动的演化过程;②了解地球磁层、电离层、高层大气的变化,提高描述、预报以及减轻这些变化的影响的能力;③了解太阳作为地球大气能量源头的作用和太阳活动对大气变化的影响;④了解空间等离子体和磁场对恒星活动和行星系统演化及可居住性的影响。

(3)保障探索之旅的安全。主要是发展能预报灾害性空间天气的能力,最大限度保证载人和航天器探索的安全。在人类进行星际探索和星际旅行时,严酷的空间环境将可能给空间飞行器和宇航员带来非常巨大的风险。为了保障探索之旅的安全,凝练出4项优先研究的领域:①充分了解探索之旅的空间环境的变化特征和变化范围;②预测灾害性的太阳活动;③研究太阳灾害性扰动向太阳系探测器的传播;④太阳系各行星上的空间天气效应。

2. 阶段目标(三个十年计划)

太阳—太阳系联系线路图涉及时间尺度长、空间域宽的战略布局,计划分三个十年规划来实现。

(1)第一阶段(2005—2015)。继续执行目前已有的“大观测台”计划中的探测项目,由于资源的限制,只包含那些已经展开或近期即将展开的项目:①日地探测器计划(STP)瞄准特定的科学领域,并能加深我们对日地关系基本问题的理解。②与日同在计划(LWS)强调了解影响人类和社会的空间环境的科学需要。最终目标是提供预报空间天气的能力。③探索者计划(EP)是本线路图计划中不可缺少的。④太阳—太阳系关系(SSSC)大

观测台计划(Great Observatory)对我们理解太阳—太阳系关系中的基本物理过程是至关重要的。⑤低成本进入空间计划(LCAS)是 NASA 空间物理研究计划的重要组成部分。

(2)第二阶段(2015—2025)。包括 GEC 和 MagCon,用于开拓空间天气预报的新领域。GEC 用于观测电离层和磁层的耦合,以了解等离子体和中性大气相互作用的关键过程。

对于上游太阳风的监测,由于 L1 点的重要性,即单个的卫星即可提供连续的太阳风监测,本线路图计划将作如下三个规划,最可能的情况是只选其一实施。

(3)第三阶段(2025 年以后)。探测的优先问题将取决于前期的进展,但可以肯定的是将采用星簇的探测方式来解决地球磁层和日球层空间中某些新的区域的时空变化问题,因为这些区域无法用全球遥感的方式来观测。

3. 凝练重大科学问题并制定探测计划

前面已经描述了太阳—太阳系联系规划的科学和探测目标,确定了以后 30 年努力的发展方向。下面精心凝练出重大的科学问题,并制定出相应的探测计划。

(1)目前处于研制期的空间探测计划:①中间层中的低温高层大气物理学(AIM)计划,主要目标是解决极区的中间层云(PMCs)的形成原因以及为什么变化的问题。②事件的时间历史和亚暴的大尺度相互作用(THemis)计划是一项处理磁层亚暴的空间和时间发展的探险者(Explorer)计划。③Solar-B 计划将揭示太阳活动的机制,并且研究空间天气事件的起源和全球变化。④日地关系天文台(STEREO)将确定在太阳上爆发,通过内日球层到达地球轨道的日冕物质抛射(CMEs)的三维结构和演化。⑤太阳动力学天文台(SDO)主要用于研究太阳活动的机制。⑥星际边界探测器(IBEX)将配合现在由 Voyager 进行的单点直接测量,遥感探测太阳风与星际介质之间的全球相互作用。

(2)近期空间探测计划:①辐射带风暴探测器(RBSP)通过识别和评价高能辐射带离子和电子的加速过程和传输机制。②磁层多尺度(MMS)计划是第一个用来在小尺度上了解重联扩散区的计划。③电离层—热层风暴探测器(ITSP)计划研究中纬度地区电离层的空间和时间变化。④内日球哨兵(HIS)是 4 个内日球哨兵飞船以不同的方式飞行,将探测渡越期间日球结构如何随空间和时间变化,将揭示、模拟并了解太阳现象和地球空间扰动之间的联系。⑤太阳探测器(SP)是第一个飞入太阳日冕的飞行器,仅仅位于太阳表面上方 3 个太阳半径处。⑥太阳轨道飞行器(SO)是一项有美国参与的欧洲航天局(ESA)计划,飞行器将飞到靠近太阳的 45 个太阳半径处,以使用空前的空间分辨率研究太阳大气。⑦地球空间电动力学连接(GEC)将确定电离层和磁层耦合的基本过程。

(3)中期空间探测计划:①极光加速多星探测器(AAMP)计划用来做地球极光加速区内的粒子分布以及三维原位电场和磁场的极高时间分辨率的探测。②多普勒由一套体积小、重量轻、分辨率适中的光谱成像仪组成,从远处来探测、观察、研究所有造成空间天气事件和扰动的太阳活动的相关信号。③地球空间磁层和电离层中性成像仪(GEMINI)是一项将提供第一个对外部太阳驱动和内部耦合的三维全地球空间动力学观测的计划。④日球层暴(HS)计划将测量太阳风以及地球和月亮上游的日球层状态。⑤日球成像仪和银河探测器(HIG)将建立日球层和局地银河环境之间的相互作用区域的三维结构。⑥电离层热层中间层波(ITMW)被用于观察重力波的来源和吸收,包括多个波源之间的相互作用模式以及与大气的中性和电离成分相互作用的模式,并且包括与潮汐和带状平

均环流的相互作用。⑦L1-哨兵(L1Sentine)由日—地之间的L1点的原位观测,对了解地球空间并提供太阳风扰动传向地球的大约1小时的警报是很重要的。⑧磁层星座(MC)将利用一个由36艘飞船组成的传感器网来描述在地球磁层的巨大区域发生的复杂过程的时间和空间结构,包括地球和月球之间的大部分地月空间。⑨高能粒子的日地耦合(SECEP)将通过太阳高能粒子沉积(EPP)的探索来了解和量化有关大气成分的影响,特别是奇氮、奇氢和臭氧。⑩太阳高能粒子(SEOM)任务将确定如何、何时、何地太阳高能粒子(SEPs)被加速,并且帮助确定太阳风是怎样被加速的。⑪太阳极轨成像仪(SPI)将提供对太阳周和太阳活动起源的了解的观测。⑫太阳天气浮标(SWB)由大约15个以每隔 20° 角分布在黄道经度并距离太阳0.9AU处的小飞船构成,每个飞船具有相同的探测等离子体、磁场、高能粒子和硬X射线的探测器。⑬忒勒马科斯(Telemachus)增强我们对变化的太阳以及对整个太阳系的影响的了解。

(4)长期空间探测计划(2025—2035):①向阳面边界星座(DBC)将确定磁层顶处磁重联的全球拓扑结构。②远边哨兵(FS)是一个在1AU处观测太阳远边的飞船上的太阳观测器。③内磁层星座(IMC)将确定辐射带、环电流、等离子体层以及外磁层之间的相互作用。④星际探测器(ISP)是即将离开我们的日球并且对星际介质直接采样和分析的第一任务。⑤热带电离层热层中间层耦合器(ITMC)将探索中性粒子和等离子体之间的相互作用如何分配到地球低纬度的中间层、热层、电离层以及内等离子体层之间的能量。⑥磁过渡区探测器(MTRAP)的主要目标是探测太阳大气中磁能积累和释放。⑦重联和微尺度探测器(RAM)是集中于了解在整个宇宙无所不在的热磁化等离子体中基本的小尺度过程的下一代、高分辨率的太阳任务。⑧深空太阳日球层和行星际环境监测(SHIELDS)是一个明确发展的新任务概念,以有助于保证人类的生存和遥控探测器的安全。⑨星体成像仪(SI)将是一项在类似太阳这样的星体中首次获得表面磁结构的直接图像的任务。

4. 合作计划

(1)火星高空大气物理学和动力学(ADAM)将确定具有太阳风的充满尘埃的大气的直接、动态耦合。

(2)木星极轨飞行器/朱诺(Jupiter Polar Orbiter/Juno)计划在木星 75° 倾角的极区椭圆轨道放置一个飞船。

(3)L1-地球—太阳计划结合对驱动高层大气的临界太阳光谱辐射探测,L1-地球—太阳任务将首次提供对地球的向阳面大气的综合而连续的观测。

(4)月球勘测轨道飞行器(LRO)作为对月球的预先探测,为人类重返月球做准备,因此构想出LRO任务来。

(5)火星大气勘测(MARS)将提供火星高层大气有力评价,以使人类能安全地航行到那颗行星。

(6)火星科学实验室(MSL)是预计2009年发射的NASA的下一个火星漫游者计划,其总的科学目标是探索并且量化在火星上的潜在居住性的评价。

(7)冥王星/柯伊伯星(Pluto/Kuiper)计划也称为新地平线计划,首次勘测冥王星和卡戎(Charon)。新地平线计划有助于了解太阳系边缘的世界。

(8)太阳帆样品(SSD)由于在地面上不能充分地验证这项技术,太阳帆对战略性科学任务的应用绝对需要预先成功的飞行验证。

5. 关键技术领先

太阳—太阳系联系的科学目标的实现离不开空间技术的进步。目前,最需要大力发展的能力包括:经济有效地对空间等离子体实施多点的高分辨率同时观测;在独特的空间区域(比如说 L1 日地平衡点,太阳极轨,日球层以远等区域)实施探测;研发功能强、经济实用的新一代科学探测仪器;从太阳系任何地方的海量数据返回能力;利用新的数据分析和可视化技术对整个系统的探测数据的综合理解能力。

- (1) 开发紧凑型、低成本的航天器和运载系统。
- (2) 达到高 Δv 推进技术(太阳帆)。
- (3) 设计、研制、测试和验证新一代探测仪器。
- (4) 从太阳系任何地方的海量数据返回技术。
- (5) 数据分析、理论(数值)模型和可视化技术。

(二) 俄罗斯计划概要

俄罗斯从 20 世纪 50 年代开始陆续发射太空飞行器进行空间探测,实现载人飞行,在广阔的国土上建设许多的地基观测站,配合空基探测或者单独进行大气、空间、太阳和宇宙深空探测。MIR 空间站、加加林飞行器等曾经是俄罗斯的荣耀。从 2006 年开始,俄罗斯将执行一个投资 110 亿美元的十年空间计划,弥补过去近 20 年由于资金困难造成的许多滞后的局面,重塑昔日辉煌。计划实现火星载人探测、与 NASA 联合载人探测月球;计划开发和建造新型 6 人航天飞机 Klipper,替代联盟号飞船;发射火星人造卫星,收集火星的相关数据。这一计划能够使俄罗斯空间局、俄罗斯航空局充分发挥其优势。

1. 俄罗斯即将进行的空间探测计划

Coronas 探测计划是用来研究太阳和日地物理联系的空间探测计划,包括 3 颗近地卫星。

主要科学目标:研究太阳耀斑发生的过程中,能量聚集和加速粒子过程中能量的传输;研究太阳大气层中快速粒子的加速机制、传播和相互作用;研究地球上层大气和太阳活动相关的物理化学过程。

太阳物理方面:确定加速电子、质子和核子的高时间分辨率分布函数及其动力学;电子和质子(核子)的加速动力学的差异的研究;高能粒子(达 GeV 量级)的分布函数的变化研究;通过对硬 X 射线的辐射谱和线性偏振参数的统计分析,研究相互作用粒子的各向异性;高能 γ 辐射区域内的方向效应的研究;确定在不同的耀斑过程中电子和质子加速的机制,以及加速粒子的传播区域的各种参数;通过 γ 射线谱和在太阳大气层中低能中子的捕获,确定 γ 射线生成物区域的各种成分的含量;通过观测来自临边耀斑氦线的强弱确定辐射产生的高度;根据核 γ 线的比率,确定加速质子和核子的能量谱及其动力学;耀斑期间,一些成分(D, ^3He , Li, Be)产生机制的研究。

日地物理方面:耀斑期间,卫星轨道上被加速核子的化学和同位素成分的研究,以及耀斑电子、质子的能量分布;探测太阳宁静期间的极紫外的吸收,监测地球上层大气。

天体物理方面: γ 射线爆发期间,硬 X 射线和 γ 射线辐射的研究;沿黄道平面来自当地亮源的 X 射线辐射的研究。

2. Interball-Prognoz 计划

这一计划是空间天气和日地科学计划,它是俄罗斯和乌克兰的联合探测项目。

主要科学目标:建立国家空间天气系统模型,包括:监测太阳从硬 X 射线到紫外波段范围的辐射、太阳宇宙射线、行星际磁场和太阳风;持续进行磁层和电离层的研究,研究整个太阳—电离层链的能量传输和转换。

3. 俄罗斯即将参与和正在参与的国际探测计划

俄罗斯与欧洲空间局(ESA)合作开展行星探测,主要为研究地球以外的行星及其

卫星,如金星、火星、土卫六,回答长期困惑人类的一些科学问题:地球和太阳系是怎样进化的?在宇宙中,我们身处何处?我们将向何方发展?生命究竟来自哪里?在宇宙中,人类是唯一的吗?

目前,俄罗斯正在和将要参与的空间探测计划如下:

(1)火星探测的目标:①寻找火星的环境从温暖湿润变为寒冷干燥的原因;②根据火星的球核、火星壳层、地表下层、地表和大气层的数据,结合物理和化学过程,发展一个行星模型;③重要的是寻找火星是否存在生命,或者是过去生物进化的痕迹。火星上生命证据的发现可能会是最大的科学发现;④火星探测的一个遥远的目标是把火星作为人类在太空扩展的一个站点。

(2)金星快车。金星快车上的探测仪器和火星快车的非常相似。金星快车是欧洲空间局的探测计划。金星快车的科学目标是研究离地球最近的行星金星,将首次在全球范围探测金星大气,详细研究金星大气和云层,绘制表面温度的全球图谱。

(3)宇宙 γ 射线探测。ESA 的 International γ -Ray Astrophysics Laboratory 是 ESA 和俄罗斯、美国的合作项目,主要探测内容:宇宙 γ 射线谱;探测包括现有记录中(GRB 031203)最密和最微弱的 γ 射线;绘制银河系 γ 射线的分布;分析来自银河系中心的 γ 射线的散射和传播。

4. 俄罗斯与 ESA 合作开展的地球观测

ESA 的地球观测卫星正在观测陆地上的植被覆盖,测量海平面的温度,测量海平面的变化和冰层厚度的变化、大气的化学成分、气溶胶漂移,从而有助于监测和保护环境,提供更加准确的天气预报。

今后的重点将在卫星和地面观测站之间的配合方面,包括里海和咸海盆地;北海岸的冰层;全球变暖时北极冰盖的研究;石油的溢溅;贝加尔湖地区;因为洪水、环境灾难、地震等引起的紧急事件;森林生态系统;永久冻结带。

(三)欧洲空间局计划概要

1. ESA 空间科学概况

ESA 空间科学项目主要是其成员国难以独立完成的大型项目。ESA 的卫星是在位于荷兰的欧洲空间研究和技术中心(ESRTC)组装和测试,发射以后将由位于德国的 ESRTC 实施运行管理。许多科学卫星仍然在轨运行,在此基础上,ESA 在新世纪提出了宇宙全景计划,是 ESA 未来 20 年空间科学发展的蓝图。

目前,宇宙全景计划将回答一些关键科学问题:行星和生命形成的条件;太阳系是怎

样形成和演化的;宇宙的基本规律;宇宙的起源和组成。

(1)ESA 正在进行的项目:Ulysses(1990);SOHO(1995);Cassini-Huygens(1997);Cluster(2000);Mars Express(2003);Double Star(2003);Venus expresse(2005)。

(2)未来将要进行的项目:BepiColombo(2012);SWARM(2009);Solar-Orbiter(2015)。

2. ESA 近期和未来的空间计划

(1)BepiColombo 水星探测计划将于 2012 年 4 月发射。然后经过 4 年 2 个月巡航期到达水星。BepiColombo 由两颗飞行器组成:行星轨道器将研究水星表面及内部构造;磁层轨道器将研究水星磁层。科学目标:靠近太阳的行星起源和演化;水星内部结构,以及表面组成和地质构造;水星磁场的起源;水星大气的组成和动力学过程;水星磁层的结构和动力学过程;验证爱因斯坦广义相对论。

(2)SWARM 卫星是 ESA 地球观测计划的重要组成部分。SWARM 计划包括由 3 颗极轨卫星组成,发射时间 2009 年。主要科学目标:研究地球内核动力学,地质动力学过程,核幔相互作用;地球岩石圈磁化和地质表现;地幔的三维电导率确定;电离层和磁层中电流研究。

(3)Solar orbiter 太阳极轨探测器预计于 2015 年 5 月发射。在经过巡航期后,进入距太阳最近点为 45 个太阳半径的太阳椭圆轨道。其相对于太阳赤道的倾角最大可以达到 35° 。科学目标是高精度观测太阳大气以及观测太阳极区和太阳背面。

(四)日本计划概要

1. 日本空间探测现状

(1)HALCA(MUSES-B)是日本的第一个天文卫星,着重于甚长基干涉测量技术(VLBI),于 1997 年 2 月 12 日在鹿儿岛空间中心由 ISAS 的 M-V 运载火箭发射成功。

(2)HAYABUSA(MUSES-C)卫星是设计用来研究近地类型的小行星的空间计划。由此,ISAS 想要获得和验证采样返回计划的前沿技术。

(3)SUZAKU(ASTRO-ELL)是一颗新的 X 射线天文卫星,用来观测从宇宙中热的和活动的区域发出的 X 射线。

2. 日本未来空间探测主要目标

ISAS 所公布的未来一段时期内要探测的重点仍然是深空探测与空基天文观测。

(1)月球探测计划。1996 年,日本提出了建造永久月球基地的计划,预计投资 260 亿元,在之后的 30 年内建成月球基地,这个计划将是日本后 30 年的探测重点。

(2)行星探测计划。从 1998 年的 PLANET-B 卫星开始进行,但这颗卫星由于发动机故障而未能进入预定轨道。探测金星大气循环的 PLANET-C 卫星计划;探测水星磁场、水星内部和表面结构的 BepiColombo 卫星计划。

(3)空基天文观测计划。日本主要是延续已有的天文观测计划,提出了 ASTRO-F 计划和 SOLAR-B 计划。

3. 空间探测计划

(1)SEL 计划在第一次 ISAS/NASDA 联合月球计划中提出,是日本建立月球载人基

地 30 年计划中第一阶段的一项内容,其主要目标是获得月球起源和演化的科学数据以及为未来的月球探测发展技术。科学目标:全球描述月球表面特征和详细测量月球上的重力,以更好地了解月球的起源和演化。调查月球周围的高能粒子、电磁场以及等离子体。对地球进行从极紫外到可见光波段的成像,以更清晰地了解地球等离子体层的动力学;在月球低噪声环境中观测从木星和土星上传来的无线电波;研究极区地形为以后在月球上建立天文台提供基本信息。这次任务将发展成功进行月球探测所需的关键技术:软着陆技术和生存技术。

(2)SOLAR-B 卫星是 ISAS 发射的第 3 颗太阳物理卫星。它的望远镜将能探测太阳外部大气的起源、日冕以及光球上精细磁场结构与日冕上的动态过程的耦合,显著提高对各种能量过程和磁场精细结构的关系的理解。科学目标:研究太阳磁场的产生和破坏以及太阳发光度的调制。

(3)LUNAR-A 计划是 ISAS 正进行的一项探月任务,它由 1 个轨道器和几个钻探器(penetrators)组成,其任务是探测月球表面、月球内部及核心,研究月震等。科学目标:为在月球上建立永久性有人基地。

(4)PLANET-C 是未来的行星计划之一,旨在理解金星的大气循环。科学目标:金星气候轨道器旨在阐明金星神秘大气循环的机制,也在绕金星航行的时候探测地表和黄道光,从而更广泛地了解行星流体动力学。

(5)BepiColombo 是第一个欧日联合计划的水星探测计划。由欧空局和日本航空探测局(JAXA)联合开发。科学目标:详细探测水星磁场和磁层,将揭示水星最接近太阳区域的行星信息。

(五)加拿大计划概要

1. 概述

加拿大空间局建立于 1989 年,总部设在蒙特利尔。其目标是“推进太空和平应用和发展,深化人类对太空的科学理解,确保太空科技能给加拿大带来社会和经济效益”。对未来的定位是把太空作为满足加拿大国家需求的最重要的载体之一。加拿大空间局致力于:探索未知的太空,深化人类对地球和宇宙以及人类在其中的地位的了解。

(1)加拿大空间局的计划主要着眼于四个主要方面:对地观测、空间科学和探测、卫星通信和公众教育。

(2)计划的优先等级。宇宙的起源,我们孤独吗?太阳系的演化、生命的起源;太阳风暴的影响,我们能预报吗?大气层包括臭氧和气候变化趋势;未来人类探索精神。

(3)未来的构想。在科学和技术方面,加强研发新的计划和仪器;继续发展占据重要地位的计:保证继续参加国际主要空间计划;保持和扩展国际合作;发展独有关键领域;一些新的构思正在形成,其中许多是利用小卫星和微卫星。

2. 空间探测计划

(1)ePOP 进行顶部电离层中的空间物理探测,了解太阳和地球磁层之间的关系。

(2)Swift 携带临边成像干涉仪、Doppler Michelson 成像干涉仪、GPS 掩星设备等。科学目标包括:测量风场剖面;测量平流层臭氧密度剖面;输运过程研究;热带动力学研究。