

国际日地能量计划是本世纪 90年代人类科学发展史 上的一件大事

魏奉思*

摘要 本文简要介绍了有关国际日地能量计划(STEP:1990—1995)的由来、生产背景、重大意义、基本科学构想和目标、组成部分、飞船计划和同国际地圈-生物圈计划(IGBP)的关系。我国在实施STEP计划方面的已有基础和预期能取得国际先进水平科学成果的一些领域,也予以提及。

国际科联(ICSU)于1987年在意大利罗马召开的全体委员大会上正式批准了国际日地能量计划(STEP),为期6年:1990—1995。该计划系国际科联设立的日地物理科学委员会(SCOSTEP)于1986年6月在法国吐鲁斯(Toulouse)举行的国际空间研究委员会(COSPAR)会议期间主持制定。该计划将是本世纪90年代国际上规模最为宏大、对空间科学技术进步和人类的生存与发展产生重大而深远影响的一个全球性国际合作计划。当前国际范围众多国家,如美国、西德、苏联、日本、英国、法国、加拿大、澳大利亚、瑞典、新西兰、巴西、捷克、匈牙利、印度等国和众多的科学家们正积极建立国家STEP委员会和制定相应的STEP计划,为推动和实施该计划作出积极努力。

日地物理科学(有时又称日地系统科学),是一门十分年轻的边缘性交叉科学,1957年人造地球卫星上天,人类进入空间时代,它随之而诞生。日地系统由太阳、行星际、磁层、电离层和大气层五个不同物理特性的空间区域所构成。在过去十余年间SCOSTEP在日地物理研究方面组织了几次重要的国际合作计划,如国防磁层研究(IMIS)、中层大气计划(MAP)和太阳极大年(SMY)计划等。这些计划的重点都是放在日地系统单个区域各自特性的研究上,业已取得了相当的了解。随着人类活动不断向空间的广度和深度进军,通过数以千计的空间飞行器 and 庞大的全球地面观测体系对日地系统的观测研究,人们已深刻认识到人类赖以生存发展的空间环境,一方面是处在一个十分脆弱的平衡状态,易受到太阳活动和人为活动的影响,这直接威胁着人类的生态环境;另一方面,它对于发展空间技术,保障航天安全和进行空间的应用与开发来说,是一种重要的技术资源,又极为重要。因而日地系统的研究为发达国家列为国家发展战略而倍受重视。无论是从人类社会生存发展的迫切需要,还是科学发展的阶段来看,今天日地系统科学正进入一个把日地系统作为一个相互作用的统一整体、以研究从太阳到地球各空间区域之间的耦合为重点的新的发展阶段。国际日地能量计划的制定和实施,就是日地物理科学进入新的发展阶段的重要标志。

* 中国科学院空间科学与应用研究中心

太阳活动如何影响地球?这是日地关系研究要回答的一个既古老而又年轻的基本问题。只是到了今天,人们才清楚地认识到日地系统的形态、结构和变化,归根结蒂是由太阳能输出易变性所引起。这里问题的核心是研究太阳输出能量如何从太阳传输到地球空间——这是今天世界范围的科学家们所共同面临挑战的重大科学问题。因此,STEP计划以推进对日地系统中能量传输机制的定量了解为其主要科学目的,这是深刻认识日地因果关系和改善空间环境预报能力的根基所在。STEP计划特别强调其重点应放在了解控制从太阳到地球的各空间区域之间能量和质量传输的相互作用机制上。只有这样,我们才能最终实现对太阳能输出易变性所引起的整个空间环境变化之间的有机联系和定量关系的认识,从而达到认识日地环境、改造日地环境为人类谋福利之目的。

STEP计划的基本科学构想由五个优先领域组成,每一个优先领域都以了解控制日地系统中特定区域之间能量、动量和质量流相互作用机制为其综合的科学目的。这五个优先领域及其基本目标如下:

1. 太阳为能量和扰动之源

了解太阳上和太阳大气中电磁辐射和粒子辐射的基本起源机制,并系统表述物理模型以改善对短期扰动(数分到数天)和长期变化(数年到数十年)的预报能力。

2. 行星际介质和磁层-电离层系统中的能量和质量传输

了解日地系统中跨越分隔不同等离子体区域的激波和边界层的能量、动量和质量传输机制,并研究分配和改变系统中复杂的粒子流和场的加速、扩散、对流过程和大尺度不稳定性。

3. 电离层-磁层-热层耦合以及对能量、动量输入的响应

了解确定电离层系统中的中性和电离成分之间的耦合和相互作用的全球过程,并研究该系统对太阳输入中的变化以及对来自邻近区域的粒子、场和波的能量和动量传输的响应。

4. 中层大气对来自上、下层区域扰动的响应

了解中层大气对太阳和附近空间输入中的变化以及对火山、地质构造、气象、生物圈和人类活动的响应,并研究这种响应反馈到上、下空间区域到何种程度。

5. 地球表面附近空间区域中的太阳易变性效应

了解太阳的易变性对低层大气的物理、化学和大尺度行为以及对人工技术系统、大地电流和生物群的影响,并系统表述、试验和研究造成这些效应的机制。

上述优先领域中的活动,通过相应的五个科学工作组来组织协调实施。

国际日地能量计划包括四个部分:①空间观测和实验;②地面和气球、火箭的观测和实验;③理论、模型和模拟;④数据的利用和交换。对国际日地能量计划的成功来说,最重要的部分是由美国宇航局(NASA),欧洲空间局(ESA),日本空间和宇宙航行科学研究所(ISAS)和苏联——东欧各国的国际宇宙研究委员会(INTERCOSMOS)共同组成的局间协商组,就日一地合作研究共同商定采纳的飞船任务。

如下表所看到的那样,将有20余颗飞船直接用于日地系统的探测研究。事实上,苏联在自己的日地能量计划中就将计划发射9颗以上的飞船,STEP计划之前发射的飞船中也有几个飞船(如APEX和ACTIVE等)将继续提供STEP研究的资料。国际日地能量计划正是围绕上述20余颗卫星、飞船的核心任务来制定的。这里我们可以看到,90年代国际日地能量计划的实施,将是空间科学史上乃至人类的科学发展史上盛况空前的重要发展阶段。

飞行任务	飞船数目	负责组织	设想的发射时间
地球外大气层卫星(EXOS-D)	1	ISAS	1989
太阳极轨卫星(Ulysses)	1	ESA/NASA	1990
地球磁层能量传输卫星(Interball)	4	IKI	1990
化学释放和辐射效应联合考察卫星(CRRES)	1	NASA	1990
毫米波辐射和磁尾卫星(Relict)	1	IKI	1991
太阳高能现象研究卫星(Solar-A)	1	ISAS	1991
高层大气研究卫星(UARS)	1	NASA	1991
地球磁尾研究卫星(Geotail)	1	ISAS/NASA	1993
太阳风飞船(Wind)	1	NASA	1993
地球极区卫星(Polar)	1	NASA	1994
太阳和日球观测站(SOHO)	1	ESA/NASA	1995
地球等离子体环境卫星(Cluster)	4	ESA/NASA	1995
苏联空间研究所卫星 1,2号 (IKI-1,2,任务正研究之中)	2	IKI*	1995

* 苏联空间研究所

STEP 和 IGBP(国际地圈-生物圈计划)有着紧密的联系,这主要表现在日-地链的两个极端——太阳和高层大气——同 IGBP 的区域有着天然的联系。有关太阳易变性过程研究,STEP 和 IGBP 之间的合作主要是放在太阳输出的长期测量;有关高层大气,合作将放在把高层大气作为源于太阳、地球和人类活动的易变性输入的相互作用区,这是两个计划在空间上直接相互交叉的区域。鉴于此种密切关系,已建议成立联合工作组来协调。

另一个同 STEP 计划有关的国际计划是国际空间年(1992: ISY),这极有利于在全世界范围内宣传日地环境研究对人类生存发展所具有的重大而深远的意义。

最后值得指出的是,我国的日地物理科学研究是世界上开展较早的国家之一,是已故赵九章先生亲自倡导的。经过 30 年的发展,目前日地系统各分支学科已配套齐全,观测、实验和理论已具有相当基础,特别是在日地物理基础研究方面,近十年有较快发展,业已在我国形成了一支具有国际竞争能力、多方面获得各种科学奖励并有良好国际合作关系的比较精干的队伍。他们在 MHD 和等离子体数值模拟、日地系统扰动现象规律性、扰动和激波传播、磁重联机制、电离层的观测研究、空间电过程模式等方面的研究工作,已受到国际同行的好评和关注,并日益广泛地开展着各种形式的国际合作研究。上述若干方面的研究工作,也正是日地系统能量问题所必须攻克的难点和关键问题所在。当前,我国空间科学日地物理学界正在积极行动起来,希望得到国家有关部门的大力支持,把我国空间科学界方面的基础研究力量组织起来为国际日地能量计划的实现作出我国的重要贡献,特别是在太阳能量输出易变性的识别和输出过程、日球强磁场结构和反演、日地空间扰动的三维结构和传播的动力学、太阳风穿越磁层的机制、空间电过程、热层大气动力学以及日地大扰动事件综合预报模式等方面,预期将取得

重大突破性进展,达到世界先进水平,并将在某些问题的研究上取得国际领先地位,为90年代中国空间科学的发展做出贡献。

**INTERNATIONAL SOLAR–TERRESTRIAL ENERGY
PROGRAM: A GREAT EVENT OF HUMAN
SCIENCE HISTORY IN THE 1990'S**

Wei Fengsi

(Center for Space Science and Applied Research, Academia Sinica, Beijing)

Abstract

This paper briefly presents Solar–terrestrial Energy program (STEP: 1990–1995), the contents contain mainly: cause, production background, great significance, basic scientific framework and their principal goals, constitution, spacecraft missions, relation with IGBP. Our bases and expecting objectives in STEP are also mentioned.