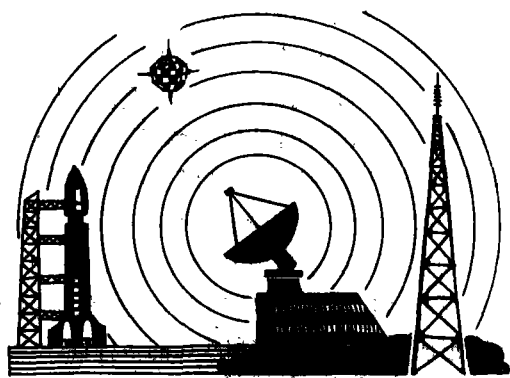


空间技术与空间物理

王明东 黄兰池 窦志国

(国防科工委指挥技术学院 北京 101407)



人类对神秘的宇宙空间的探索自古至今从来没有停止过。1957年10月第一颗人造地球卫星的发射成功,结束了人类只是观察与推测的时代,使人类拥有了真正的科学意义上的空间技术。空间技术的发展又使人类掌握了更多的宇宙的细节,这在很大程度上促进了空间物理的发展。空间技术与空间物理的互协互助,使二者在过去这几十年有了突飞猛进的发展。

一、空间技术

空间技术的发展,即有利于科学技术的进步,又可为经济建设服务,目前国内、外学者在以下方面进行了研究,并取得了很大进展。

对太阳质子事件的短期预报;根据统计规律,对太阳活动的长期和超长期预报;探测证实了太阳风等离子体的存在,发现了等离子体片;搞清了电离层突然骚扰和电离层暴的产生原因及其对通讯的影响,并能作短期预报;对源于太阳的行星际磁场对地球的若干物理效应进行了研究,但对其起因及描述方法还不完善;发现了磁层间相互作用导致磁层与高层大气的耦合,这耦合又影响低层大气,从而影响到气候变化的规律;证实了地球辐射带的存在,较准确地掌握了粒子辐射规律,从而为各类航天器的轨道选择,飞行时间选择,耐辐射材料和元器件的使用以及防护屏蔽措施方面提供了依据;对高层大气的结构和特性进行了研究,为气象预报, GPS 技术的应用,遥感技术的发展提供了可靠保证;对宇宙高能粒子进行了广泛研究;同时对太阳系中其它星球进行了探测和研究。

空间技术的发展大致经过了三个阶段:第

一是以扩大空间飞行器的应用为目标的阶段。这一阶段的目的是探索一种有效的运载系统,把飞行器送到预定的轨道上。它的骄人成绩是“阿波罗”计划的登月成功和安全返回,以及一些专用的“应用卫星”的出现;第二是以发展航天飞机和轨道装配技术为标志的阶段。这一阶段的重点是开展空间应用技术研究,建造各种大型空间站,开发地球周围的空间,再向深空发展。第三将是以发展象太阳电站卫星这样的大型全球性应用系统为特征的阶段。

经过一、二阶段的发展,空间技术取得了许多惊人的成就。一是在探索宇宙的奥秘方面,“阿波罗”计划使十二个人的脚印印在了月球上;而“旅行者”系列及哈勃望远镜的使用,则逐步揭开了金星、火星、木星等太阳系其他行星的秘密。二是在地球空间的应用方面,发射了多种多样的应用卫星,在通讯、导航、气象观察、地球资源勘探、大地测量和能源开发等技术领域都带来了革命性的变化,正在和将来要进一步促进军事、工农业生产、交通运输、文化教育和科学研究等方面的发展。例如空间技术与军事的关系,事实证明现代化战争离不开空间技术的支持。海湾战争中,多国部队就是借助于卫星全球定位系统、卫星导航系统及卫星大地测量系统,才使“战斧”巡航导弹弹不虚发。

未来的空间活动,将从近空伸展到深空,从内行星扩展到外行星,将对太阳系所有行星进行无人侦察和探测,将把月球作为向外空发展的基地。另外,空间城市、空间工厂、空间望远镜、太阳能电站、轨道装配和建造空间平台的空间工业也日趋成熟。

二、空间物理

空间物理学是人类在长期实践和认识过程中,逐渐发展和形成的。它的主要研究对象是

近地空间的物理特性,近地空间是指地面以上约 50 公里处算起,一直到行星际空间.对这一空间的研究主要集中在以下几个方面:高层大气结构、电离层物理、磁层物理和宇宙线.

高层大气结构 主要研究高层大气的密度、压力、温度和成分的变化规律.由于太阳辐射、地磁场、重力场、光化学、热力学及空气动力学等物理过程综合交错,使高层大气的密度、压力、温度、成分的运动变化规律非常复杂.例如随着高度的不同,大气温度的变化就很复杂,从对流层顶(高 9—17 公里)到平流层顶(高 50 公里)大气的温度增加了 50—100 开,而从平流层顶到 85 公里处的中层顶,温度又随高度的升高而降低,从中层顶到 500—600 公里的热层,温度又随高度的升高急剧增加.目前人类在这些方面积累了大量资料,整理成所谓高层大气模式,用以表达高空大气的密度、压力、温度、成分等对时间空间的依赖关系.

对高层大气结构和特性进行研究,为各类飞行器的设计及轨道设计提供了重要的依据.众所周知,高层大气非常稀薄,是所谓的“真空”环境,压强很小,飞行器材料在“真空”中与在地面的性能有很大的不同,有许多高分子材料在真空中还会放出气体(简称出气),这种材料的迅速出气引起的反作用力甚至可能使卫星改变姿态,影响卫星的稳定.此外,真空环境中的“冷焊”现象,热环境(太阳直接辐射、地球对太阳的反射、地球热辐射),稀薄大气的阻力及密度变化使卫星轨道产生摄动,都是卫星姿态设计和轨道设计中不可忽略的因素.

电离层物理 高空大气自离地面 50 公里以上,几千公里以下,由于太阳的紫外线、X 射线和微粒辐射,以及宇宙辐射和流星电离作用,使其部分或全部处于电离状态,故称电离层.目前,对电离层的实验研究主要是采用各种新的有效方法和设备来探测电离层的物理与化学参数,分析探测结果并预报其变化;理论上主要是探讨电离层的精细结构,形成理论与形态学,研究不同波段在电离层中的传播规律.

对电离层的研究有着极其重要的应用价

值.首先其对无线电远距离传播起着重要作用.在通信卫星出现以前,洲际通讯主要就靠短波通讯,而短波通讯的关键是电离层对短波的折射.故而,无线电波在电离层中的吸收、偏振与散射等问题的研究一直十分重要;其次是对电离层骚扰的研究.电离层骚扰分两种:一种叫电离层突然骚扰,另一种叫电离层暴.这两种骚扰产生的原因不同,但其结果都是对无线电波通讯产生影响.因此,通讯部门和军事部门特别关心这一问题.正是由于电离层骚扰对通讯的重大影响,对其作好预报工作就显得十分重要;高速飞行器在等离子体中运动,火箭发动机喷出的电离气体都有可能在周围的等离子体中激发出等离子波,从而留下自己的尾迹,它们有可能成为一种预警手段,此即谓无源雷达.这是一项大型的开创性的工作,一旦突破其军事意义十分明显.

磁层物理 磁层是太阳风与地磁场复杂相互作用的结果,它保护着地球上各类生物的生命,是人类空间活动的主要场所,它还是地磁场对带电粒子能起主控作用的空间区域.近年来,由于科技的进步,磁层物理也发展迅速,取得了许多研究成果.在对磁层本身的研究中,建立了一些磁层结构模型,测定了磁层的近似几何尺度,基本弄清了磁层主要组成部分的特征.1959 年发现了地球辐射带,这是自人造卫星上天以来一个很重要的发现.发现指出:在地球周围空间存在着大量地磁俘获粒子的区域称为地球辐射带,其又分为内外两个带.卫星和飞船设计时,需要知道在各种不同轨道飞行时,飞行器表面单位面积上遇到的带电粒子数目,以便采取防护措施,保证飞行器的安全,这就需要知道辐射带的质子环境和电子环境.地球辐射带的发现正好满足了空间技术在这方面的物理要求.

磁层有一个重要的现象:磁层暴和磁层亚暴.它是指磁层的形状和内部结构随时间有所变化,大规模的突变称为磁层暴,小规模突变称为磁层亚暴.磁层是人造卫星、导弹等飞行器的主要活动空间,在发生磁层亚暴时,会使飞行器充电,最终干扰飞行器体内电子仪器的正常工作.这就是充电现象.另外,由于磁层对卫星

的阻尼、剩磁力矩等的作用,往往使卫星的姿态和轨道发生改变,从而影响其正常工作。

宇宙线 宇宙线是来自恒星际空间的高能粒子流。一般宇宙线的来源有两个,一是银河宇宙线,它是从银河各个方向来的高能带电粒子;另一个来源是太阳,当大的太阳耀斑发生时,可能伴随着大量高能带电粒子的发射,此粒子流形象地称为太阳风,这种现象称为太阳质子事件。

空间粒子辐射环境主要成分是质子和电子,当这些粒子与物质相互作用时,将在物质内部引起电离、原子位移、化学反应和各种核反应,从而造成对人体和材料的损伤。在整个空间环境中,粒子辐射对空间飞行威胁最大,例如对宇航人员,在辐射剂量超过允许值后,会造成不舒适、患病甚至死亡。

上面简述了空间物理的几个主要方面,但内容丰富的空间物理远非上文所能全面概括。对空间物理的研究,也并非上文中所写的这样孤立,空间物理的各个方面,无论在其存在的空间结构上,还是在其运动变化的时间关系上,都是交叠重复的。对高层大气、电离层、磁层、太阳风进行研究的同时,也必须研究它们两两之间,甚至多者之间的耦合过程。不仅如此,在空间物理中还有许多不解之谜,例如宇宙线的最高能量可达 10^{21} 电子伏特数量级,而目前世界上最大的加速器也只能加速带电粒子达 10^{11} 电子伏特数量级,宇宙线的能量可高出它一百亿倍,这么高的能量如何获得?其加速机制如何?总之,空间物理在不断地向人类的智慧提出挑战。

三、我国空间技术发展和空间物理研究的方向

下世纪我国空间技术的发展应当注重于建立长期稳定的应用卫星系统,优先发展卫星的有效载荷技术和公用平台技术,加强卫星应用研究,在载人航天和深空探测领域进行探索和研究,而这些研究的技术原理是空间物理基础研究,因而可以讲,21世纪空间物理的研究进

展决定着应用卫星和卫星应用技术的发展。

根据当前国内外空间物理的发展现状和我国的情况,下个世纪我国的空间物理研究应该注重于下面几个方面:一是在磁层物理的研究上,注重研究磁层间的相互作用及其对大气的作用,发展气象卫星,进行中远期预报研究,为减灾服务。在磁层物理的研究方面,需要对磁层结构和内部形状的变化做进一步的研究,弄清磁层亚爆中的充电因素和充放电过程。二是加强电离层物理的研究,获得第一手空间辐射测量数据及电离层对电磁波的吸收、偏振、散射等数据,发展载人飞机和空间站轨道的研究。理论上主要是探讨电离层的精细结构,研究不同波段的无线电波在电离层中的传播规律。三是研究高层大气结构,建立我国自己的高空大气模式。卫星的姿态设计、飞行器轨道的精确设计和控制等都必须要有良好的大气模式。四是载人航天飞机的探索和空间微重力资源的开发,创造一个人在空间可直接参与研究和试验、参与和利用开发空间资源的环境条件,以解决那些人不能参与试验研究的问题;开发空间微重力资源,进行微重力条件下的空间物理实验,以获得在地面无法得到或更难得到的高性能材料和特殊药物,进行空间微重力材料制备,研究空间合成材料的结构,结合形式和物性。

综上所述,空间技术与空间物理密不可分。空间技术的发展,如各类飞行器的轨道设计、结构强度、姿态控制、温度控制、能源供应、遥控遥测等各个方面都需要根据空间的客观物理环境决定。反过来,空间物理的发展也必须借助于空间技术的一些手段,如地球辐射带的发现就是人造卫星上天之后的重要进展。随着人类的进步,空间技术的进一步发展必然会对空间物理的各个领域提出进一步要求。而空间物理本身又有这许多神秘莫测、引人入胜的物理现象。这些都吸引着更多的有志之士为人类在“第四生存环境”中开辟更为广阔的天空。