

太空旅行

471918

沈人杰 编著



科学普及出版社



科 学 广 播

太 空 旅 行

沈 人 杰 编 著

科 学 普 及 出 版 社

内 容 提 要

本书根据中央人民广播电台《科学知识》节目播出的《空间科学技术知识讲座》编辑而成。

人类在几千年前就幻想飞向太空，直到今天这个愿望才成为现实。人不仅可以在空中翱翔，而且踏上了月球。那么，人是怎样飞出地球的？人在太空能长期生活吗？地球上的人怎样控制太空中的飞船？各种应用卫星怎样为人类服务？未来的“太空城市”是怎么一回事？……，书中对这些饶有兴味的问题都做了生动地回答。

本书可供具有中等文化水平的广大读者阅读。

科 学 广 播
太 空 旅 行
沈 人 杰 编著

封面设计：赵一东
插 图：李钧衡
责任编辑：金恩梅

*

科学普及出版社 出版（北京白石桥紫竹院公园内）

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国科学院印刷厂印刷

*

开本：787×1092 毫米 1/32 印张：4 字数：90 千字

1981年4月第1版 1981年4月第1次印刷

印数：1—27,200册 定价：0.36元

统一书号：13051·1138 本社书号：0157

目 录

一、太空旅行史	(1)
二、太空旅行的行装	(7)
要带上一间“屋子”	(7)
能调节冷热	(9)
卫星的电源	(12)
测量和控制机构	(14)
无线电联络设备	(20)
三、旅行前的准备	(26)
进入太空前的旅行环境	(27)
进入太空后的旅行环境	(27)
四、太空旅行常识	(32)
为什么能在太空旅行	(32)
怎样知道卫星在哪里	(36)
什么在作怪	(41)
旅行的路线有几种	(42)
五、怎样实现太空旅行	(47)
飞出地球的交通工具	(47)
旅行出发地	(55)
地面指挥调度网	(61)
六、开始旅行	(69)
选择适当时间	(69)
再见吧，地球	(71)
天外归来	(74)
和地球一起转动	(80)

坐航天飞机去旅行	(82)
七、繁忙的太空	(85)
太空探测器	(85)
太空秘密哨兵	(90)
太空总机和转播台	(98)
太空导航台	(104)
卫星武器	(107)
八、人在太空中能长期生活吗	(110)
登月飞行和轨道站	(113)
九、未来的太空世界	(117)
未来的应用卫星	(117)
空间城市	(119)
太空中的运输工具	(121)

一、太空旅行史

讲到太空旅行的历史，我们自然会想到古代神话中的人物。封神演义里的人物能长期在太空中生活；嫦娥则是月球上的人物；至于孙悟空更为广大读者所熟悉，他一个跟斗能翻过十万八千里，来往于太空与地球之间。当然，这些都是虚无缥缈的，现实的太空旅行则要从古代的火药谈起。

提起火药，大家并不陌生，它是我国四大发明之一。我国自从唐朝(公元900年前)发明火药以后，就开始用火药制做武器。到了宋代(公元1000年)，已经出现利用火药来推进的箭，后来在明朝(1377年)出现用火箭的推力把火药发射到敌方阵地去的火药武器，这些就是现代各种类型火箭的始祖。人们真正想把火箭用于太空旅行，那还是十九世纪末的事。当时的俄国科学家齐奥尔科夫斯基曾经预言：“地球是人类的摇篮，但是人不能永远生活在摇篮里，开始他们将小心翼翼地穿过大气层，然后便去征服整个太阳系。”

1903年，齐奥尔科夫斯基发表了“乘火箭飞船探测宇宙”的著名论文，提出火箭应该是人类探测宇宙的基本工具。他的终生从事对火箭和空间飞行的研究。

1910年，美国科学家戈达得也进行了同样的工作。在1926年3月16日成功地试验了第一枚液体火箭。

第二次世界大战末期，德国首先成功地制成作战用的V-2火箭。

到1946年，美苏已经有专门的机构从事火箭的研制工作，并且论证了怎样把卫星送到地球大气层之外。科学家们

认为,当时的技术发展已经有可能设计人造卫星飞行器,但是那时的火箭推力还不能够把卫星送到太空中去,因此人们把注意力都集中到如何制造大推力的火箭上。实际上,在当时的条件下,制造卫星也有很多困难,例如卫星上的电子设备只能用电子管,它们又笨又重,耗电量也大,因而要带上许多蓄电池,而蓄电池本身也很笨重,效率又不高。这样,电子设备和蓄电池就占去了很大重量,而用于科学探测和科学试验的设备就相应地少了。

1947年,对火箭和卫星的研究深入一步。人们对火箭和卫星穿过稠密大气层时产生的高温以及它们在发射场的工作进行了研究,同时对发射场的设施也进行了研究。

1948年,晶体管的出现,使卫星的研制有了新的突破。因此可以说,空间技术的发展是跟电子技术的发展紧密相连的。

到了五十年代,美苏两国加紧发展火箭和导弹。特别是中程和洲际导弹的发射成功,表明火箭已经有足够的推力把卫星送到轨道上。

1957年10月4日,苏联首次把人造地球卫星送到太空。从此,人类打开了通向宇宙的大门,到太空去旅行才成为现实。

1959年1月2日,苏联“月球1号”飞行器第一个飞过月球。

1959年3月17日,美国的“先驱者4号”进入绕太阳运行的轨道,成为人造行星。

1960年8月11日,美国首先从轨道上回收了“发现者13号”侦察卫星。

1961年4月12日,人类第一次在太空中旅行。苏联宇航员加加林乘坐“东方1号”飞船,在太空中飞行108分钟,行程4万公里。

1967年1月27日，太空旅行史上发生一次重大事故。美国“阿波罗4号”飞船的座舱里，由于一星电火花引起的大火，把三名宇航员烧死在发射台上。此后，又有四名苏联宇航员在太空旅行中丧命。

1969年7月20日凌晨4点56分，乘坐“阿波罗11号”的美国宇航员阿姆斯特朗第一个登上月球，随后另一名宇航员奥尔德林也登上月球。空间技术取得了新的进展。

1972年3月3日，美国发射了第一个探测木星的“先驱者10号”探测器，它将是第一颗飞出太阳系的飞行器。

1975年7月15日，美国的“阿波罗”载人飞船和苏联的“联盟9号”载人飞船在太空中对接，并进行联合飞行。

1981年是太空旅行史上关键的一年，美国设计研制的航天飞机将进行轨道飞行试验。

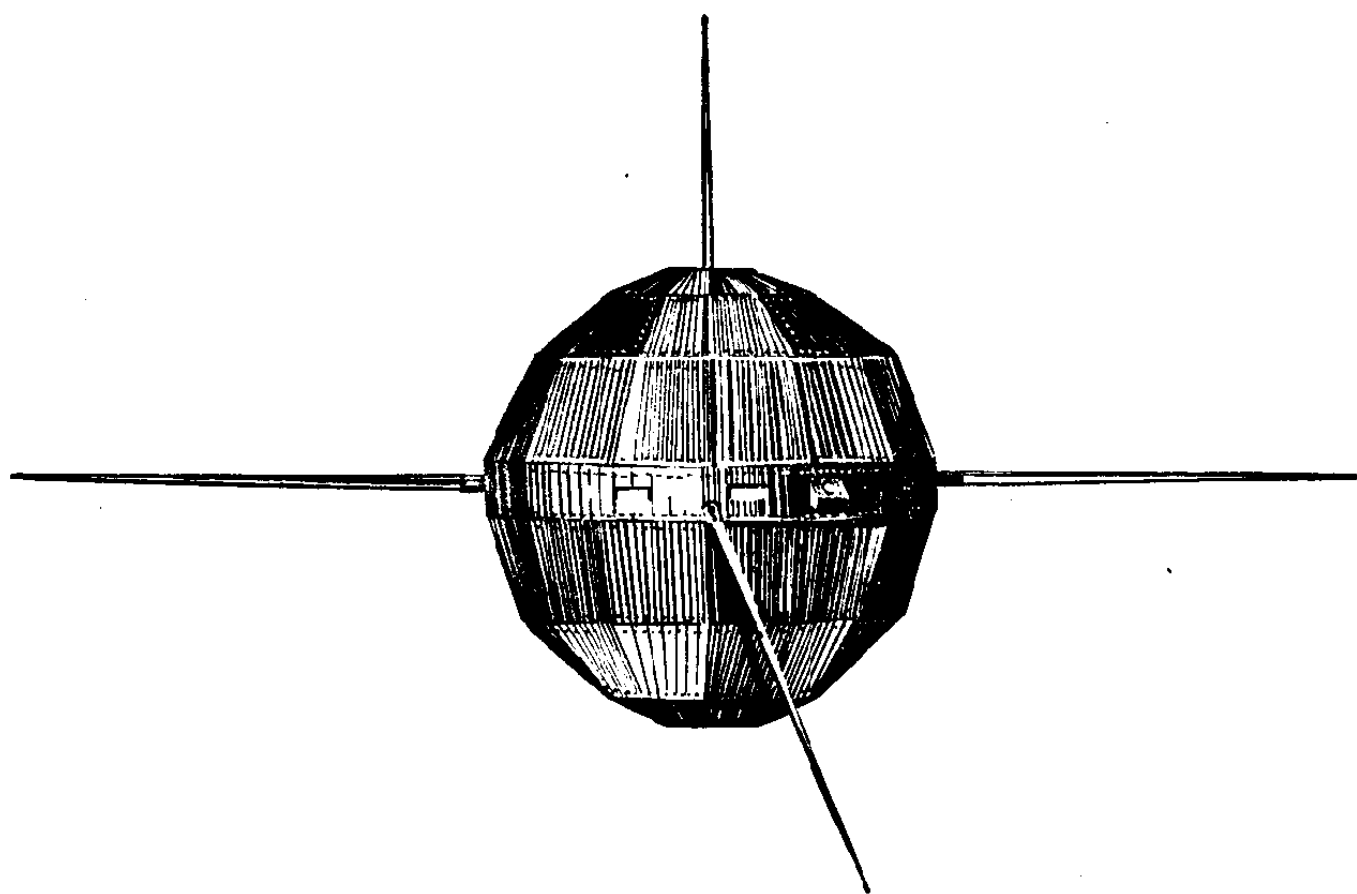


图1 我国第一颗人造地球卫星

用本国火箭发射的第一颗卫星

表 1

国名	卫星名称	火箭名称	外形	重量 (公斤)	轨道数据				备 注
		发射日期			近地点 高度 (公里)	远地点 高度 (公里)	倾角 (度)	周 期 (分钟)	
苏	人造地球 卫星一号	1957.10.4	直径 58 厘米的圆球	83.6	228.5	946.1	65	96.17	发现 960 公里高空 的范·艾伦辐射带
		丘 辟 特 1958.1.31	高 203 厘米, 直径 15厘米的锥顶圆柱	8.22	360.4	2531.4	33.34	114.8	
美	探险者一号	钻 石 1965.11.26	直径 50 厘米的 双截头锥体	42	526.2	1808.85	34.24	108.6	仅工作一天
		兰达 4S 1970.2.11	高 44.7 厘米, 直径 30.4 厘米的杯形	9.4	339	5138	31	144	
日	大 隅 号	1970.4.24	直径 1 米的 七十二面体	172.8	441	2386	68.44	114.09	仅工作 30 小时
		黑 箭 1971.10.28	高 70 厘米, 直径 1 米 1 的多面柱体	65.8	547	1582	82.06	106.5	
中	东方 红	SLV-3 1980.7.18	正六边形的锥柱体	36	285	600	45	97	用本国火箭发射 的只有这一颗

自从第一颗人造卫星进入太空以来的 23 年中,空间技术得到了迅速发展,全世界总共发射约 2,500 颗卫星、载人飞船和宇宙探测器。它们中间最轻的是美国 1971 年 8 月 7 日发射的气球卫星,重量不到一公斤。最重的是美国在 1973 年 5 月 4 日发射的“天空实验室”飞行器,重达 82 吨,连同运送它的“土星 5 号”火箭,起飞时的重量为 2,822 吨。它还标志着人类从六十年代在太空中短时间的试验飞行转向长时间在太空中生活并进行科学活动。苏联的两名宇航员在“礼炮 6 号”轨道站上连续生活 185 天,创造了人在太空中生活时间最长的纪录。

我国自行研制的第一颗人造地球卫星,于 1970 年 4 月 24 日用我国自己研制的运载火箭发射到轨道上,在太空中奏起“东方红”乐曲。这颗卫星重 172.82 公斤,比当时其它国家发射的第一颗卫星都要重(见表 1),而且是第一次发射就获得成功。从此,我国开始发展空间技术。

空间科学技术最初由美苏两国所垄断,而现在将近二十个国家都在研制和发射卫星。有的国家,如印度、捷克、加拿大、意大利、澳大利亚、荷兰、西班牙等,是自己研制卫星,用苏联或美国的火箭发射;有的国家是采取联合研制方式,如法国和西德联合研制了“交响乐”通信卫星;有的国家,如印尼和加拿大的国内通信卫星是向美国休斯公司购买的,再由美国发射;而苏联和东欧的一些国家,西欧的欧洲空间局,国际通信卫星组织则进行国际合作,联合研制卫星。

空间科学技术是建立在其它科学技术和各种工业高度发展基础上的一门新技术。其它科学技术的最新成果,例如激光技术、通信技术、计算机技术、遥感技术和新型的复合材料都已在空间飞行器上得到广泛应用。空间技术并和许多基础科学,如生物学、天体力学、无线电电子学、自动控制理论等

紧密联系。近年来,空间科学又和植物学、动物学、生态学、遗传学、地质学、农林水文、环境科学等连系起来。空间科学技术的发展推动了其它科学技术的发展。例如通信卫星的出现,使地球上某个角落发生的事情能够迅速地传播到全世界。反过来,其它学科的新成就又促进了空间技术的发展。例如大规模集成电路的出现,大大提高了卫星上电子设备的可靠性,而且降低了重量,减少了电能的消耗。现在,不仅各种应用卫星,如气象卫星、资源卫星、通信卫星和导航卫星已经直接为人类服务,空间技术也开始为人类服务。例如,美国宇航局用先进的空间技术造了一座面积为 140 平方米的民房,称为“技术房屋”。他们分析了房屋内外的热平衡和能量转换过程,充分利用太阳能并减少余热的浪费,在应用了卫星和飞船上的温度控制、废水利用、太阳能收集器等技术之后,这座平房平时所消耗的电力仅为同样面积的普通房屋的三分之一,用水量也只有普通房屋的一半。这套“技术房屋”的投资是五万美元,而水电费 20 年内可省下两万美元。

现在,科学的发展已经不可抗拒地把我们引向离地球160公里之外的太空中去,空间科学技术的发展将使世界进入空间工业化的新纪元。

二、太空旅行的行装

大家知道，一辆汽车是由发动机、前后桥、轮子、方向盘、水箱、油箱和蓄电池等组成，这些加在一起叫做底盘。有了它，我们可以根据不同的要求组装成不同的车辆。譬如说，在底盘上装上车厢外壳，配上车门、车窗和座椅等，就成了一辆轿车；把车厢外壳做成夹层的，门也做成密封的，再配上一套冷冻机，就成了运送食品的冷藏车了。可见，底盘是汽车的基本组成部分。

同样道理，侦察卫星、通信卫星、导航卫星和载人飞船，也都有一些共同的部件和系统，即结构系统、温度控制系统、能源系统、姿态测量和控制系统以及无线电系统。它们是空间飞行器的基本组成部分。

要带上一间“屋子”

到太空去旅行要带上一间“屋子”，这件事听起来有些新鲜，其实它就是一个容器。没有这个容器，那些带到太空去的仪器设备和宇航员就无处可呆，当然就不能在恶劣的太空环境中旅行了。这间屋子就是卫星的结构系统。

我们造一幢房子，要有梁柱、墙壁、地板和屋顶。这就是房子的结构。房子又有平顶的、尖顶的各种外形。制造卫星也和盖房子一样，也有梁柱一类的部件和各种外形。

人造卫星的结构是卫星的基础，它支托着卫星上的全部仪器和设备。卫星上的仪器大小不一，并有各种粗细电缆和管路。为了适合它们的安装，卫星的结构分为主结构和次结

构。主结构用来承受火箭发射时产生的各种振动、冲击、噪声和加速度,并连接次结构;次结构用来安装仪器、管路和电缆,由支架、托盘、辐条和卡箍组成。同时,设计结构时还要考虑到仪器的拆装和总装时的方便。

卫星上所有仪器的布置要合理。例如,既要使卫星内部的温度大致均匀,又要使各个电子仪器工作时相互不发生干扰。发热量大的仪器要分散开,并尽量安排在卫星边缘,以便向空间散发热量;微波器件又要尽量靠在一起,减少信号传输时在馈线上的损耗;控制系统的小发动机的安装位置,应注意喷出的气流不致污染太阳能电池。同时,布置仪器时要尽量对称,轻重搭配,使卫星绕三个坐标轴的转动惯量符合控制系统的要求。

为了使卫星携带更多的仪器设备,结构系统应该尽量选用轻型材料。这些材料既要有一定的刚度和强度,又要经受住太空的恶劣环境的影响。因此要求结构材料能耐真空、耐高温和耐低温、抗辐射和具有低的热膨胀系数。对于要返回地面的卫星,它的表面材料不但要结实,而且要耐高温,具有低的热传导系数和大的热容量。因而卫星上的结构材料一般采用铝、镁、钛、铍等轻合金材料以及铌、钼等耐高温材料和烧蚀材料。近年来,又广泛采用各种复合材料。复合材料是纤维材料和基体材料复合而成的,平时我们见到的钢筋混凝土就是一种复合材料。现在,卫星上使用的纤维材料有玻璃纤维、碳纤维、硼纤维和碳化硅纤维等;基体材料有环氧树脂等塑料和铝、镁等金属材料。

人造卫星装在运载火箭头部,由于容积有限,卫星的尺寸不可能做得很大。因此初期的人造卫星大都是球形的和近似球形的多面体。在采用太阳能电池作为卫星能源之后,为了增加卫星的表面积,粘贴更多的太阳能电池,卫星便采用圆柱

形和棱柱形。随着卫星携带的仪器设备越来越复杂,消耗的电能越来越多,于是把太阳能电池片粘贴在对太阳定向的帆板上,获取更多的电能。

有的卫星上还有许多附属物,例如抛物面、鞭状和螺旋形的天线、用于重力梯度稳定的长杆子、伸出星体之外的探测器。有的抛物面天线的直径有好几米,伸出的杆子长几十米,它们都是预先卷曲和折叠在卫星内,在卫星和火箭分离后,由伸展机构把它撑开或弹出。

我国的第一颗人造卫星的外形是近似于球形的七十二面体,用铝合金作为结构材料,它的四根拉杆天线,每根都分三节。发射前,三节天线套在一起,当卫星和火箭分离后,利用卫星自旋产生的离心力把天线一节一节拉出来。

能 调 节 冷 热

地球上的热交换有三种方式:对流、传导和辐射。由于太空中没有空气,用空气对流的方式进行热交换是行不通的,因此卫星只能采取传导和辐射两种方式。

用传导方式进行热交换,只能通过仪器设备和次结构的相互连接的部位进行。对一个立方体的仪器来说,只有一个面能进行热传导,规模太小。要利用其余五个面来进行热交换,只能采取辐射方式。

大家都知道,太阳是用辐射方式把热量送到地面。卫星在太空中飞行也受到太阳光的直接辐射、地球的辐射、地球反射太阳光的辐射。同时,卫星上的电子仪器工作时也向外辐射热量。这四种辐射是影响卫星温度的主要因素。

电视机开机后,一些电子元件会发热,如果热量散不出去,会造成图象不稳定,甚至损坏电视机。卫星上的电子仪器也要求在一定的温度范围内工作。这就必须采取措施来调节

各个仪器和卫星的温度，保证它们能正常工作。卫星上调节冷热有三种方式：被动式，半主动式和主动式。

被动式温度控制。这种温控方式简单可靠，不消耗电源，虽然控制温度的范围不能太宽，但仍然是卫星上调节温度的基本手段。实现这种温控有刷涂层（一般也叫刷漆）、贴反光镜和穿“棉袄”三种办法。

各种物体都具有向外辐射热量、同时吸收外界热量的能力，刷漆的目的就是改变这种能力。在暖气片上刷的银灰色漆就有提高暖气片向外辐射热量的能力。如果在仪器表面上镀金，它的辐射系数和吸收系数都会很低；如果刷黑漆，它的辐射系数和吸收系数都会很高；而刷一种辐射系数高、吸收系数低的白漆，可以使仪器向外多辐射一些热量。现在已经研制出各种辐射系数和吸收系数不同组合的涂层，这些涂层是由基料（如有机硅、环氧树脂、硅酸钾）和颜料（如二氧化钛、氧化锌、炭黑）调成。也可以对仪器表面进行抛光和氧极化处理，根据发热量的大小，采取不同涂层来控制。

个别发热量比较大的仪器，一方面在它表面刷上白漆，同时把它布置在卫星表面，以便向空间散发热量。为了防止因阳光照射使卫星温度升高，在其局部表面粘贴反射镜，把阳光反射掉。这种反射镜，有的是铍玻璃做的镜子，有的是在非常光亮的铝片上镀银。

卫星上有些部件，如控制系统的燃料贮箱和管路，需要保持一定温度。控制系统的小发动机工作时要求温度不能降得太低；工作时产生的热量又不能影响其它仪器。对这些部件，我们在它的外面穿上“棉袄”就行了。这种棉袄由一层玻璃纤维布和一层铝箔相间铺成。通过温度计算来决定铺多少层才能合乎要求。这种棉袄的表面辐射系数低，每层之间留有空隙，导热系数低，重量又轻。

被动式温控的优点是简单易行，不用增加多少重量就能达到控制温度的目的。它的缺点是调节温度范围比较窄，而且对发热量计算要求准确，因为卫星到了太空以后，仪器外表面的涂层就不能改变了。对有些仪器，它是间断工作的，工作时产生的热量要散发掉，不工作时还要吸收些热量。还有一些发热量特别大或吸收热量特别多的仪器，光靠刷漆来辐射或吸收热量是不能满足要求的。这时，我们采用半主动式温度控制，既不耗电，又能调节比较宽的温度范围。

半主动式温控 热管、百页窗和变色漆就是属于这一种方式的温控手段。热管温控法中比较简单的方法是在热管里面有许多毛细管，管内装有氨水一类的液体。当管子的一头受热以后，氨水就吸收热量，由液态变成气态，顺着毛细管跑到温度低的一头；在那里，气态氨放出热量又变成液态，返回到温度高的一头；如此往返，就调节了热管两头的温度。热管的种类很多，有一种热二极管，它只能单向导热。

百页窗温控则是用在发热量不均匀的仪器上。比方说，某个仪器在工作时产生的热量要散发掉，而不工作时又需要吸收些热量来维持一定的温度；那么，我们可以在它的表面安上百页窗，窗页的里面涂些辐射系数高的白漆，窗页的外面镀金，由双金属片弹簧控制。当仪器工作时，产生的热量使温度

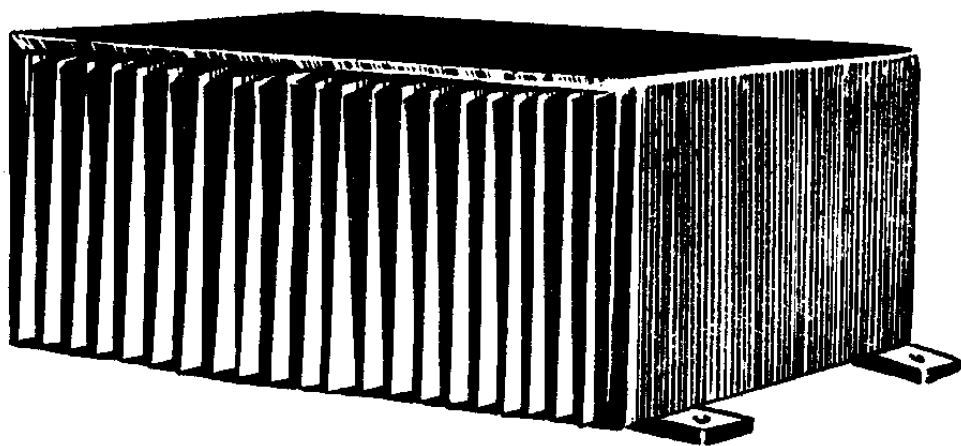


图 2 百页窗式温控

升高,双金属片涨开,百页窗打开,露出里面刷的白漆,向外辐射热量;仪器不工作时,温度慢慢降低,弹簧收缩,百页窗合上,仪器表面成为镀金的,降低了散发热量的能力。这样就调节了该仪器在两种状态下的温度。

变色漆也是一种简便的半主动式温控方法。漆的辐射系数会随着温度变化而变化。当温度升高时,漆的颜色变得使辐射系数增大,多散发热量;当温度降低时,漆又恢复到正常颜色。用变化辐射系数来调节两种状态下的温度。

主动式温控 有一些部件,例如轴承,里边密封着润滑油,需要维持一定温度才能正常工作,可是本身又不发热,用前两种办法是不能保持需要的温度。这时,可以在它的外面缠上电阻丝,通电加热以维持一定温度。这如同在冬天用炉子或暖气使房间保持一定温度一样。

由于主动式温控要消耗电能,这就要求卫星多带蓄电池,因此将增加卫星重量。目前都采用被动式和半主动式两种。我国的第一颗卫星就是采用被动式温度控制。

卫 星 的 电 源

人们在日常生活中离不开电,卫星在太空中飞行同样也离不开电。卫星携带的各种仪器设备以及无线电系统、姿态测量系统都离不开电。因此,除了气球卫星外,一般都带有“发电站”,这就是供给卫星需要的电能的能源系统。如果能源系统出了故障,这颗卫星就变成一堆废铁了。

卫星上的电源分为两类:化学电池和物理电池。

化学电池中最常用的是银锌电池和镉镍电池。银锌电池的优点是电压稳定,可靠性高;缺点是寿命短,重量重和体积大,所以只用在短期工作的卫星上。我国的第一颗卫星就使用了这种电池。