

新世纪百科
知识金典
XINSHIJI
BAIKE ZHISHI
JINDIAN

航天科技 3

贾乃华 主编

重庆出版社



新世纪百科
知识金典
XINSHIJI
BAIKE ZHISHI
JINDIAN

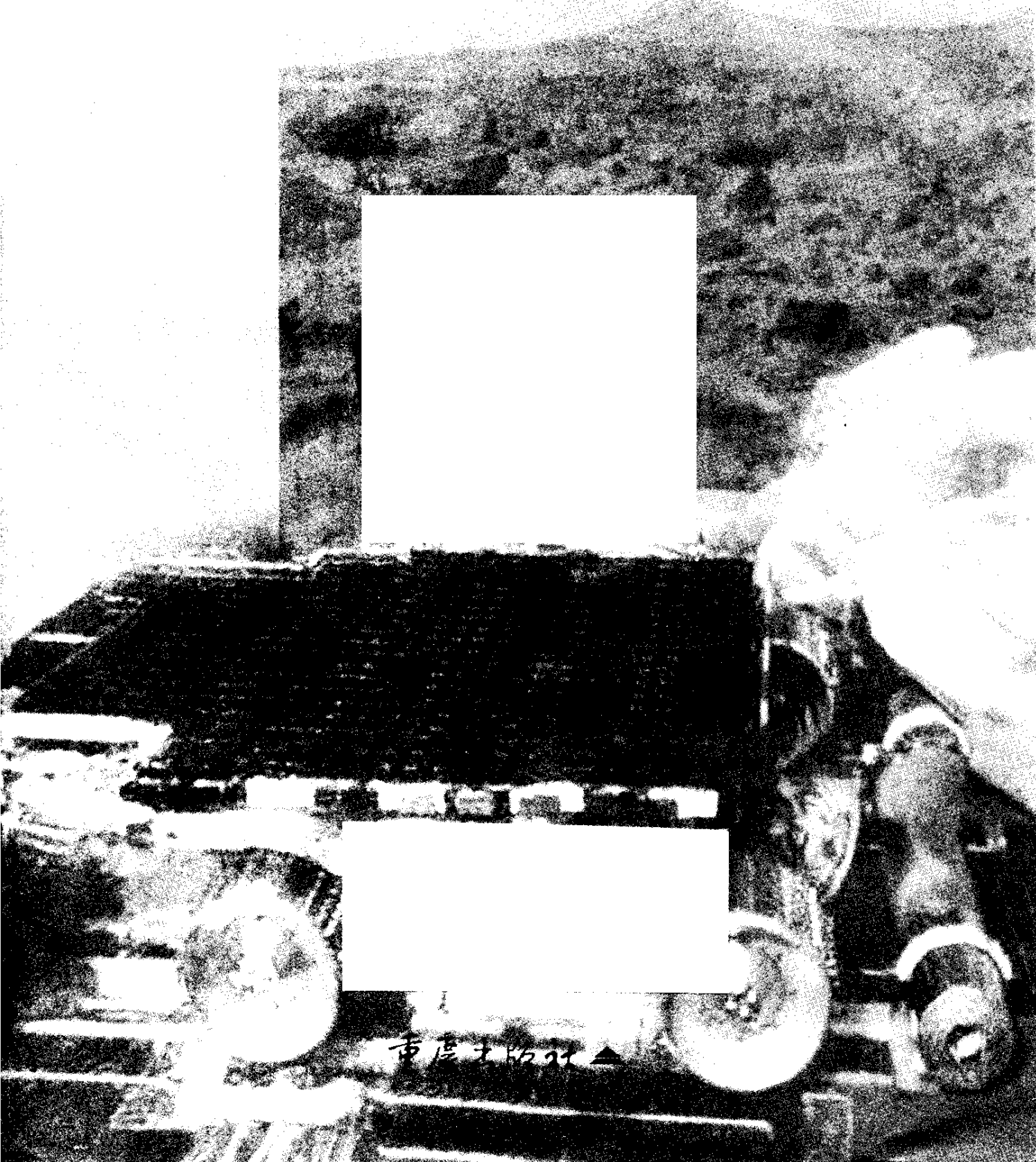
航天科技 3

贾乃华 主编

V4-49

09904424

21V3



重庆出版社

责任编辑 王镇襄
封面设计 金乔楠
技术设计 刘黎东

新世纪百科知识金典

航 天 科 技 3

贾乃华 主编



重庆出版社出版、发行 (重庆长江二路205号)

新 华 书 店 经 销 重庆新华印刷厂印刷

*

开本850×1168 1/32 印张8 插页4 字数198千

1999年4月第一版 1999年4月第一版第一次印刷

印数:1—5,000

*

ISBN 7-5366-4245-8/V·6

定价:11.50 元

前言

航天技术是探索、开发和利用太空以及地球以外天体的综合性工程技术。自 1957 年 10 月 4 日世界上第一颗人造地球卫星上天以来,经过将近半个世纪的发展,现在不仅已有数千颗不同用途的人造地球卫星升空翱翔、上百个空间探测器飞向太空、宇宙飞船、空间站和航天飞机进入地球轨道飞行,并在天地之间频繁地往返活动,人类不久还将建立起永久性的载人国际空间站,描绘出一幅绚丽多彩和令人向往的航天画卷。

航天技术对一个国家的政治、经济、军事、科技和文化发展具有战略性的意义。它从一个重要方面反映了一个国家的综合国力,标志一个民族的能力和水平。中国航天经过 40 多年的拼搏努力,坚持独立自主、自力更生的方针,依靠自己的力量,在一个经济、科学技术比较落后的发展中国家里,从创立、形成、发展到以长征系列运载火箭和应用卫星为代表的航天技术跻身于世界先进国家的行列,屹立在世界航天之林,在航天的诸多领域达到了先进水平,创造了航天史上一个又一个奇迹。这一伟大成就就是我们中华民族的骄傲!

航天技术与现代社会息息相关,成为推动国民经济和社会进步的一种强大力量。航天技术的广泛应用将为长期困扰人类

的教育与文化、交通与通信、环境与灾害、人口与资源等一系列全球性问题的解决提供新的契机和可能,并将推动人类社会信息化、人类活动空间化时代的更快到来。21 世纪的航天技术将是高科技产业群体中的佼佼者,也将为中国航天的腾飞开辟前所未有的光辉前景。

这本《新世纪百科知识金典·航天科技》是由航天专家和科技工作者编写的,奉献给中学生和青少年。我们希望通过航天科技知识的普及和宣传,吸引更多的人来关心航天、支持航天,更寄希望于青少年一代了解航天,热爱航天,成为开拓宇宙空间的未来航天人。

航天学是现代科学技术中发展最快的学科之一。本书根据国际航天界对航天学的专业分类,共有 25 章,分成三册出版。全书简述航天发展史、空间环境的特征;讲述航天基础知识和基本原理,航天器的分类、特点、用途和星际航行与探测;介绍航天器的研制、试验、生产、发射及其地面设备,卫星返回与再入大气层;阐明了由航天学派生的空间热物理学、空间电子学、空间能源、航天材料学、航天医学、航天系统工程和空间法等。本书各章的作者均在目录中列出。由于我们接受本书写作的时限很短,加之航天学科本身具有的高、新、深、难等特征,不易用通俗的语言和文字来表述,更由于航天科技涉及面广,发展迅速,而我们在这方面的知识又有限,书中可能会有不妥之处,欢迎各界人士与广大读者予以批评指正。

本书从立题、策划、组织编写、审稿到修改,得到李志黎、邱乃庸和柏家栋的大力帮助,在此表示衷心感谢。书中许多图片资料由田如森提供,一并表示感谢。

贾乃华

1998 年 7 月 17 日

新世纪百科知识金典

◆ 顾问(以姓氏笔画为序):

马少波	王伯敏	刘厚生	乔羽
冰心	全山石	江平	杨子敏
李家顺	张岱年	张振华	柯灵
柳斌	铁木尔·达瓦买提		
桑弧	桑桐	秦怡	蒋孔阳
翟泰丰	蔡子民	滕藤	滕久明
戴爱莲	魏巍		

◆ 总主编:

张虞 李书敏

◆ 副总主编:

许友梅	陈金才	熊静敏	黑淑琴
蒲华清	薛振安	柏家栋	傅之悦

◆ 总编委(以姓氏笔画为序):

文晓村	王中玉	叶延滨	曲炜
许友梅	陈金才	吴申耀	李书敏
李荣昌	沈寂	张虞	张文槐
杨巍	郑达东	郑可仲	单树瑶
柏家栋	钟代福	徐卓平	夏树人
梁子高	曾如信	傅之悦	黑淑琴
蒲华清	缪新亚	熊静敏	薛振安

目 录

前言	1
第十五章 航天电源	陈小霓 1
一、概述	1
二、发电装置	5
1. 能源及转换器件	5
2. 化学电源	6
3. 核电源	7
4. 太阳电池阵	8
三、储能装置	14
1. Cd-Ni 蓄电池	15
2. H ₂ -Ni 蓄电池	18
四、电源控制装置	19
1. 分流调节	20
2. 蓄电池组放电调节	21
3. 充电功率调节和控制	21
4. 蓄电池组管理	22

第十六章 航天仪器仪表 程家培 冉龙燧 23

- 一、惯性测量仪表 24
- 二、加速度计 28
- 三、三轴陀螺稳定平台 30
- 四、速率捷联惯性测量组合 33
- 五、无线电设备——微波雷达的测速原理 35
- 六、太阳敏感器和红外地平仪 38
- 七、变换放大器 40
- 八、数字控制计算机 43
- 九、伺服机构 45
- 十、调姿定向发动机 48

第十七章 航天材料 于翔 毛化民 51

- 一、材料工艺科研工作 在航天器研制中的地位和作用
..... 51
- 1. 材料工艺技术是实现设计方案的基础 51
- 2. 材料工艺是航天器研制的“先行”技术 52
- 3. 材料工艺应用科研工作的 6 个方面 53
- 二、航天器所用材料的组成和分类 54
- 三、航天器的材料工艺特点 57
- 1. 运载火箭总体结构材料 57
- 2. 弹头材料 61
- 3. 火箭发动机材料 67
- 4. 控制系统材料 72
- 5. 地面设备材料 73

第十八章 结构与强度 王其政 76

一、航天结构	79
二、环境载荷	85
三、广义强度	87
四、静动刚度	89
五、疲劳断裂	91
六、冷热强度	91
七、声振耦合	92
八、安全可靠	93
九、结构分析	96

第十九章 生命保障与航天医学 陆印城 99

一、载人航天器的生命保障系统	99
1. 舱内生命保障系统	99
2. 航天服	104
3. 舱外活动的生命保障系统	107
4. 长期载人航天生命保障系统	111
5. 航天员的食品供应	114
二、载人航天中的医学问题	117
1. 失重时人的生理变化	118
2. 航天员的心理变化	120
3. 航天时昼夜节律变化	122
4. 航天员的选拔和训练	123
5. 航天员安全返回与救生	125
6. 航天员的医学监督	131

第二十章 环境试验与模拟试验 李立强 135

一、环境模拟试验分类	136
二、关于试验的几个概念	137

1. 环境试验	137
2. 模拟试验	137
3. 可靠性试验	139
4. 综合环境试验	139
三、航天器的环境试验要求	140
1. 对于鉴定试验在国标中的规定	141
2. 对于初样试验在国标中的规定	143
3. 对于验收试验在国标中的规定	144
4. 关于环境设计余量	145
5. 试验故障处理与再试验	146
四、航天器的环境模拟试验	146
1. 振动环境模拟试验	147
2. 声环境模拟试验	151
3. 真空热环境模拟试验	154

第二十一章 质量与可靠性保证 过煜清 162

一、质量管理	164
二、质量体系保证	170
三、可靠性、安全性、维修性保证	171
四、研制质量控制	175
五、生产过程质量控制	178
六、试验质量控制	179
七、技术基础保证	180
八、质量监督	182

第二十二章 航天系统工程 陶家渠 184

一、系统和系统思想	184
二、系统工程	186

三、系统工程的目的性——指标体系	187
四、三维定律	189
1. 工作阶段(时间维)	190
2. 思维过程(逻辑维)	191
3. 专业知识(知识维)	193
五、总体工作	193
六、计划协调技术	195

第二十三章 空间工业 谭邦治 199

一、空间具有特殊的资源	199
1. 空间相对于地球表面的高远位置	200
2. 微重力	200
3. 超高真空与超洁净	201
4. 深冷	201
5. 非滤过性的太阳能	201
二、空间材料科学与空间材料制造	202
1. 空间材料科学研究的目的与内容	203
2. 各国在空间材料科学研究与制取方面的进展	204
3. 几种主要材料样品空间试制简况	206
4. 空间的新工艺及相应的制品	210
三、空间生物技术与生物制品	212
1. 空间生物的几个领域	213
2. 空间生物试验举例	215
3. 空间生物展现的诱人前景	216
4. 空间育种	217
四、展望	221

第二十四章 空间法 戚永亮 吕沧荣 223

一、概述	223
1. 外空法概念	223
2. 外空法适用范围	224
3. 联合国外层空间委员会	224
4. 联合国通过的外空法	225
5. 中国和世界各国加入外空法状况	226
二、外空法内容	227
1. 《外空条约》	227
2. 《营救协定》	230
3. 《责任公约》	231
4. 《登记公约》	232
5. 《月球协定》	232
6. 四个外空原则	233
三、外层空间法的发展	234
1. 外空法发展趋势	234
2. 中国外空法展望	234

第二十五章 航天展望 王旭东 236

一、通信卫星与卫星通信	237
二、遥感卫星与卫星遥感	238
三、卫星导航	239
四、微小航天高技术的兴起	240
五、21 世纪的微小军事卫星星座的构想	241
六、开发月球	242
七、长期载人空间站与空间环境资源开发	243
八、高可靠、低成本的空间运输系统	243

第十五章 航天电源

一、概述

1. 航天电源的定义及功能

电源对我们每个人来说并不陌生,当你要点亮电灯、或使录音机、电视机、VCD 机、录像机、电冰箱、微波炉等正常运转,需要 220V 的交流电源给其供电,要使手提电话、便携式 VCD、录音机、收音机等开启,需要电池提供直流电源。那么,什么是航天电源呢?一般来说,航天器包括有效载荷、姿态与轨道控制、推进、测控、热控、结构和电源(返回式卫星还包含返回再入控制)等分系统,除有效载荷分系统执行航天器特定的任务外,其余分系统都属于服务分系统,电源分系统就是服务分系统之一。航天器上设置几十台甚至上百台仪器,这些仪器设备必须有动力才能完成既定任务,而电源分系统就是负责给这些仪器设备提供动力,完成供电任务的。电源分系统包含发电装置、电能储存装置、功率调节和控制装置、供配电(有的还包含直流/直流变换器)等硬件。

其中,发电装置负责发电,其基本原理说起来也简单,只不过通过物理变化或化学变化将光能、化学能或核能转变成电能。

请看图 15-1 所示的那两个像飞鸟翅膀一样的装置吧,其实他们也是被叫作太阳电池阵的发电装置,太阳电池阵对着太阳光的一面贴着可以将太阳光能转化为电能的太阳电池。卫星在轨道上运行,要经过光照区和地影区,卫星轨道大部分时间都是光照期,尤其是地球同步轨道卫星,每年 99% 的时间都处于光照区,太阳光是取之不尽、用之不竭的能源。

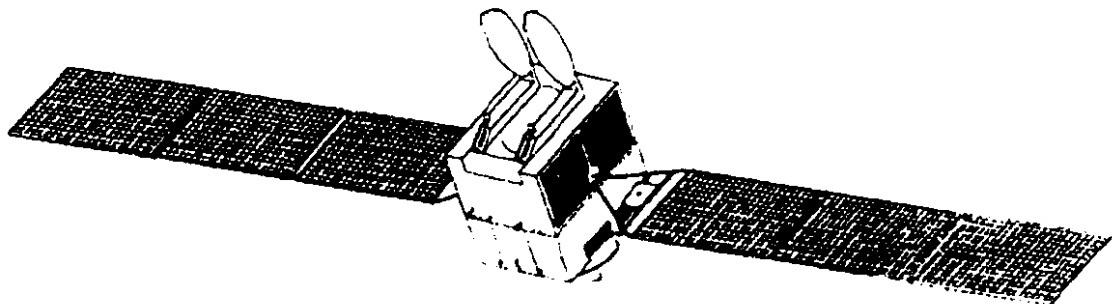


图 15-1 太阳电池阵发电装置

至于电能储存装置,你在日常生活中经常都接触到,它们其实就是一些可以重复充电的蓄电池,就像你在使用便携式录音机中的可充电电池那么简单,所不同的只不过航天器上的储能装置所储存的能量要大得多,并且必须根据仪器设备用电电压和航天器的功率要求,将一定数量的蓄电池单体(一个电池叫作一个单体)串联起来,组装成像图 15-2 所示的蓄电池组。它负责在光照期将电能储存起来,到卫星地影期,将能量释放出来,给卫星供电。

而功率调节和控制则专门负责在光照和地影期间对功率和充放电实施调节控制。

2. 航天电源国内外发展概况

自从 1957 年原苏联发射第一颗卫星(飞行寿命 21 天)将人们几千年遨游太空的梦想变成现实。30 多年来,国际上发射了

大大小小数千颗卫星。这些航天器的动力系统一般采用化学电源、核电源或太阳能发电系统,太阳能发电系统应用最多,绝大多数航天器的电源分系统都用太阳电池阵/蓄电池组联合供电系统。太阳电池阵/蓄电池组联合供电系统之所以应用得这么普遍,主要原因是:第一,空间有取之不尽,用之不竭的太阳能;这个系统利用太阳能可以源源不断地获得能源,因此降低了系统的重量。因为应用普遍,因此,在这一章中我们重点介绍的内容也是太阳电池阵/蓄电池组联合电源分系统系统。

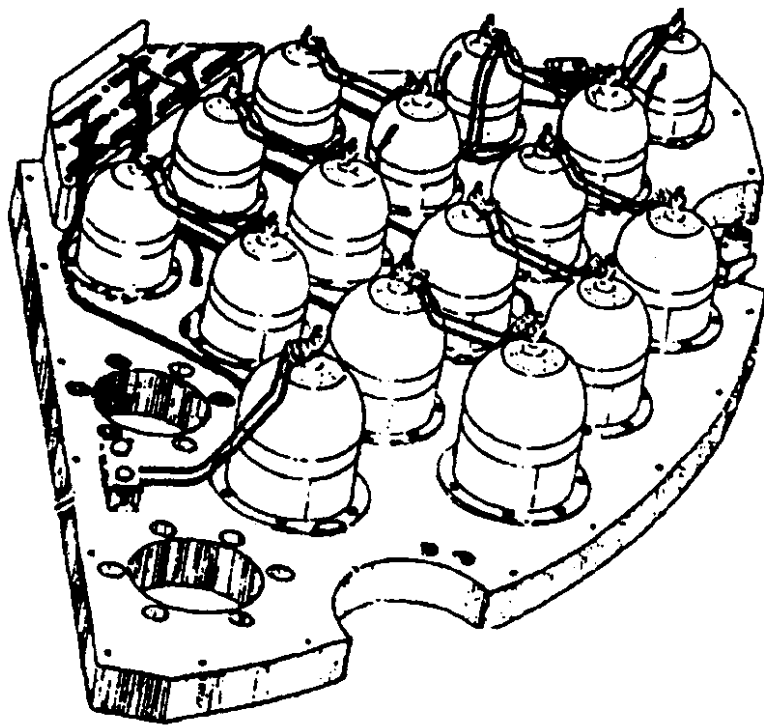


图 15-2 蓄电池组

随着时间的推移,人们对航天资源的利用越来越广泛,如果说各国对第一颗卫星的研制总带着浓重的色彩的话,接着的研制已经开始注重实用性,但只以服务于军事和空间探测为目的,到了 80 年代,已将目光大量投向民用卫星,如气象、通信、导航、测地、跟踪与数据中继等。卫星越做越大,功率要求越来越高,70 年代,航天器的功率水平仅几瓦(甚至仅 1 瓦)、几十瓦,80 年代初发射的国际通信卫星 V,在寿命初期,可使用功率为

1 742 W,这在当时被认为功率是最大的,而 90 年代国际上发展了一系列静止轨道大容量通信卫星,功率发展到几千瓦。甚至上万瓦。从电源系统的角度看,其特点是寿命长(民用卫星发展到 12~15 年)、功率容量大、几乎都采用太阳电池阵/蓄电池组系统,储能装置都采用独立容器(IPV)的氢镍(H₂-Ni)蓄电池组。这些电源系统的主要性能列表比较于表 15-1。

表 15-1 通信卫星平台电源性能一览表

卫星代号	寿命	母线电压(V)	太阳电池类型	太阳电池阵面积(m ²)	太阳电池阵输出功率(W)	蓄电池组容量(Ah)	蓄电池组单体数(个)
SB3000 (法宇航)	15 年	42 V 或 50 V	2Ω.cm 硅 BSR	45.968	4 200 ~ 4 300	54	54X2
SH601 (美休公司)	15 年	50 V 或 100 V	硅 K4710	43.87	4 663	200	30
HS702 (美休公司)	15 年	100 V	GaInP ₂ / GaAs/Ge	43.87	14 031	250	32X2
FS1300 (美劳拉公司)	12 ~ 15 年	100 V	硅 BSFR	59	9 906	149	30X2
A2100 (美马丁公司)	15 年	70 V	GaAs/Ge	47.7	6 930	100	36X2

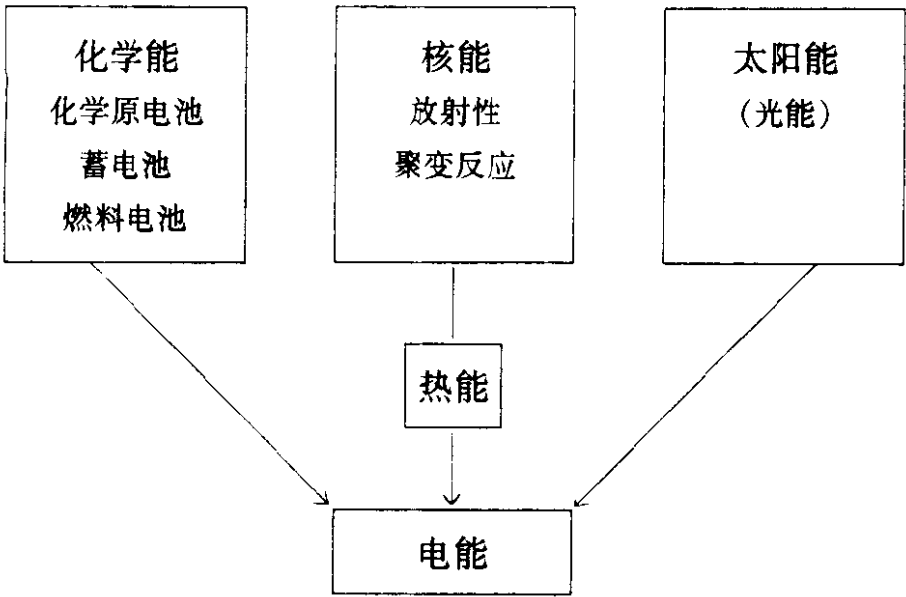
我国自从毛泽东于 1957 年号召“我们也要搞人造卫星”, 1970 年发射第一颗地球人造卫星至今,风风雨雨经历了 40 年的

历史。我国航天技术的水平远远落后于国际水平,航天电源也不例外。目前,我国以及已经过飞行考验的卫星,太阳电池阵最大输出功率 2 300 W,也只相当于国际上 80 年代初的先进水平。

二、发电装置

1. 能源及转换器件

航天器电源分系统要保证完成供电任务,首先必须有提供能量的能源,空间能源目前应用较为广泛的无非是如前所述的化学能、核能和太阳能三种,这些能源并不能直接用来给卫星供电,而必须如图 15-3 所示直接或间接地将上述能源转变为电源。



15-3 不同能源及其转换器件示意图

不同的能源必须依靠不同的能量转换器件才能将其转换成电源,见表 15-2。

新世纪百科知识金典