

圆梦太空
YUANMENG TAIKONG



人造卫星

RENZAO WEIXING

地球的火眼金睛

华志攀 编写



吉林出版集团有限责任公司

地球的火眼金睛

人造卫星

RENZAO WEIXING

华志攀 编写



吉林出版集团有限责任公司

图书在版编目(CIP)数据

地球的火眼金睛——人造卫星 / 华志攀编写. -- 长春 :
吉林出版集团有限责任公司, 2012.5

(圆梦太空)

ISBN 978-7-5463-9387-2

I. ①地… II. ①华… III. ①人造卫星—普及读物
IV. ①V474-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 099725 号

地球的火眼金睛——人造卫星

DIQIU DE HUOYAN JINJING

RENZAO WEIXING

编 写 华志攀

策 划 刘 野

责任编辑 祖 航

责任校对 邵素芝

封面设计 贝 尔

开 本 710mm×1000mm 1/16

字 数 100 千字

印 张 10

版 次 2012 年 5 月第 1 版

印 次 2012 年 5 月第 1 次印刷

出 版 吉林出版集团有限责任公司

发 行 吉林出版集团有限责任公司

地 址 长春市人民大街 4646 号

邮 编 130021

电 话 总编办:0431-85618719

发行科:0431-85618720

邮 箱 SXWH00110@163.com

印 刷 永清县晔盛亚胶印有限公司

ISBN 978-7-5463-9387-2

定价:15.80 元

本书编委会

主 编	于永玉	刘凤强		
编 委	金 强	陈余齐	高阶顺	高志胜
	李国芳	陈莹石	孙 岩	李 蓓
	陈 昕	韩慧杰	徐俊峰	华志攀
	赵洪彦	胡雪虎	董 玮	王 猛





前 言

在浩瀚的星空中，遨游着一颗又一颗不同寻常的“星星”——人造卫星。它们奔忙于长天之中，俯视大地，忠诚地守护着我们人类共有的家园——地球，造福于全人类，给苍茫无际的宇宙注入了新的生机与活力。

1957年10月4日，前苏联发射成功了世界上第一颗人造卫星，开创了人类航天史上的新纪元。在随后的日子里，航天技术以惊人的速度迅猛发展，于是，侦察卫星、通信卫星、科学实验卫星、气象卫星、导航卫星、地球资源卫星、截击卫星等相继出现。

中国于1970年4月24日成功发射了第一颗人造地球卫星，迄今为止已发射了科学实验、气象、通信、遥感、海洋监测、导航等不同类型的近百颗卫星。这一系列成果表明中国的航天技术开始跨入世界先进行列。

社会在进步，航天科技也在不断发展。目前航天科技正向着大型空间站及人类的星际旅行等长远目标发展。为了让读者更好地了解人类现有的航天成就，特此编写了《地球的火眼金金——人造卫星》一书。

本书立足科学事实，以详尽的文字资料作基石，邀读者一起去探索遨游在太空中人造卫星。相信本书会帮助读者对卫星



有一个全面的认识，从而进一步启迪人类的思想。

本书分为解读人造卫星、航天发射场、卫星升空记、各类卫星浅读及趣谈等几个层面，由漫谈人造卫星、解剖人造卫星、卫星发射场和航天测控网、人造卫星“旅行”记、侦察卫星、通信卫星、导航卫星、气象卫星、地球资源卫星等组成。

人类总是要不断进步的。长江后浪推前浪，一代新人换旧人。今天的青少年，可能就是明天的学者、专家。世上无难事，只要肯登攀。只要我们不懈努力，什么奇迹都会创造出来。

本书把前人的成果汇总起来，使用公开发表的资料，尽量把深奥的问题用浅显的语言说出来，尽量把有关卫星的知识完整、系统地交代给读者，以开阔青少年读者的视野，启迪读者的智慧，增长读者的知识，培养读者的兴趣，激励读者进取的兴致。

因编者水平所限，不尽如人意之处在所难免，疏漏之处定当多有，尚祈读者不吝赐教。





目 录

漫谈人造卫星

- 什么是卫星 / 002
- 什么是人造卫星 / 003
- 神秘的宇宙速度 / 006
- 典型的卫星轨道 / 008

解剖人造卫星

- 人造卫星的“钢筋铁骨” / 012
- 人造卫星的“食物” / 013
- 人造卫星的“掌舵者” / 015
- 人造卫星的“空调” / 020

卫星发射场和航天测控网

- 发射场选址要遵循哪些原则 / 023
- 世界著名发射场 / 026
- 什么是航天测控网 / 033
- 航天测控网的组成 / 037
- 航天测控网的工作原理 / 040

人造卫星“旅行”记

- “过关斩将”进太空 / 045
- “人类使者”登天记 / 048
- 发射窗口的选择 / 051
- 卫星如何“回家” / 053

侦察卫星

- 侦察卫星的诞生 / 055
- 侦察卫星不断“成长” / 058
- 侦察卫星的牛刀小试 / 065
- 明察秋毫的“侦探” / 068



窃听能手 / 073
地外“哨兵” / 075
“间谍回家”须“闯关” / 077

通信卫星

通信卫星的产生 / 082
神奇的空间“驿站” / 084
“太空信使”的“姐妹” / 087
军用通讯卫星的“功勋” / 090
卫星如何实现“同步”与“定点” / 094
中国的“太空信鸽” / 097
非同寻常的 SOS / 100

导航卫星

卫星导航系统的诞生 / 105
神奇的多普勒效应 / 107
“子午仪”导航卫星系统 / 109
“北斗”导航卫星 / 112
俄罗斯全球导航卫星系统 / 114
“伽利略”卫星导航定位系统 / 116

气象卫星

未来天气的“预言者” / 119
气象卫星的“可爱之处” / 122
高空“气象广播员” / 125

地球资源卫星

从多光谱摄影说开去 / 130
“穿云破雾”的红外遥感仪 / 132
水陆“勘测员”的诞生 / 135
太空觅宝 / 139
森林的“保护神” / 142
考古学家的“好帮手” / 145
人类的“太空资料库” / 148





什么是卫星

卫星是指在围绕一颗行星轨道并按闭合轨道做周期运行的天然天体。环绕哪一颗行星运转，就把它叫做相应行星的卫星。

月亮是地球的卫星，它像忠实的卫士一样，始终围绕着地球旋转。月亮自身不会发光，明亮的月光是月球反射太阳光的结果。在太阳系中，有好几颗行星都有自己的“卫士”，而且有些行星不止有一个“卫士”，有一些较大的小行星也有自己的“卫士”，它们统称为卫星。

许多卫星与行星很相似，它们的运动轨道具有共面性、近圆性、同向性，并且与它们守卫的行星的距离按一定的规律分布着，这样的卫星被称为规则卫星。反之，不具有这些性质的卫星，被称为不规则卫星。

卫星绕行星转动有两种方式：一种是与行星绕太阳转动的方向一致，称为顺行；一种是与行星绕太阳转动的方向相反，称为逆行。除了公转以外，卫星本身还自转。

在浩大的太阳系中，除水星和金星之外，其他行星都有自己的天然卫星。目前太阳系已知的天然卫星总数至少有160颗（包括构成行星环的较大的碎块）。天然卫星的大小不一，彼此差别很大：其中一些直径只有几千米，例如火星的两个小“月亮”，以及木星、土星、天王星外围的一些小卫星；还有几个在太空运行的卫星却比水星还大，例如土卫六、木卫三和木卫四，它们的直径都超过5200千米。



知识链接

木 卫 三

木卫三是环绕木星运行的一颗卫星，直径为5 262千米，是第七颗被发现的四木卫星。

据研究表明，木卫三是太阳系中最大的卫星，其直径甚至比水星还要大，但质量却只是水星的一半。



什么是人造卫星

人造卫星就是环绕地球或其他行星在空间轨道上运行（至少一圈）的无人航天器。科学家用火箭把它发射到预定的轨道，使之环绕着地球或其他行星运转，以便进行探测或科学研究。通常把围绕哪一颗行星运转的人造卫星称为相应行星的人造卫星，比如最常用于观测、通讯等方面的人造地球卫星。

我们知道，地球对周围的物体有引力的作用，因而抛出的物体最终要落回地面，并且抛出的初速度越大，物体就会飞得越远。牛顿在思考万有引力定律时就曾设想过，从高山上用不同的水平速度抛出物体，速度一次比一次大，落地点也就一次比一次离山脚远。倘若没有空气阻力，当速度足够大时，物体就永远不会落到地面上来，它将围绕地球旋转，成为一颗绕地球运动的人造地球卫星。

资料表明，人造卫星是发射数量最多，用途最广，发展最快的

航天器。1957年10月4日，前苏联发射了世界上第一颗人造卫星。之后，美国、英国、法国、日本、印度也相继发射了人造卫星。中国于1970年4月24日发射了“东方红—1”号人造卫星，截至2008年底，中国共成功发射了近百颗不同类型的人造卫星。除上述国家外，加拿大、意大利、澳大利亚、德国、荷兰、西班牙和印度尼西亚等国也在准备自行发射或已经委托别国发射了人造卫星。

人造卫星一般由专用系统和保障系统两部分组成。专用系统是指与卫星所执行的任务直接有关的系统，也称为有效载荷。应用卫星的专用系统按卫星的用途划分，包括通信转发器、遥感器、导航设备等。而科学卫星的专用系统则包括各种空间物理探测、天文探测等仪器。技术试验卫星的专用系统则是各种新原理、新技术、新方案、新仪器设备和新材料的试验设备。而保障系统则是指保障卫星和专用系统在空间正常工作的系统，也称为服务系统，其中主要有结构系统、电源系统、热控制系统、姿态控制和轨道控制系统、无线电测控系统等。对于返回卫星，则还有返回着陆系统。

人造卫星的运动轨道按卫星的任务分为：低轨道、中高轨道、地球同步轨道、地球静止轨道、太阳同步轨道、大椭圆轨道和极轨道。人造卫星绕地球飞行的速度快，低轨道和中高轨道卫星一天可绕地球飞行几圈到十几圈，视野广阔，并且不受领土、领空和地理条件限制，能迅速与地面进行信息交换（包括地面信息的转发），也可获取地球的大量遥感信息。曾有资料显示，一张地球资源卫星图片所涵盖的面积可达几万平方千米。

在卫星轨道高度达到35 786千米，并沿地球赤道上空与地球自转同一方向飞行时，卫星绕地球旋转周期与地球自转周期完全相同，相对位置保持不变。此卫星在地球上看来是静止地挂在高空，因此被称为地球静止轨道卫星，简称静止卫星。静止卫星可实现卫

星与地面站之间的不间断的信息交换。

人造卫星是个兴旺的家族，如果按用途分，它可分为三大类：科学卫星、技术试验卫星和应用卫星。

(1) 科学卫星是用于科学探测和研究的卫星，主要有空间物理探测卫星和天文卫星两种，用来研究高层大气、地球辐射带、地球磁层、宇宙线、太阳辐射，并可以观测其他星体。

(2) 技术试验卫星是进行新技术试验或为应用卫星进行试验的卫星。航天技术中有很多新原理、新材料、新仪器，其能否使用，必须在天上进行试验。一种新卫星的性能如何，也只有把它发射到天上去实际“锻炼”，试验成功后才能应用，此外包括人上天之前必须先进行动物试验，等等。这些都是技术试验卫星的使命。

(3) 应用卫星是直接为人类服务的卫星，它的种类最多、数量最大，其中包括：通信卫星、气象卫星、侦察卫星、导航卫星、测地卫星、地球资源卫星、截击卫星等。



解读赤道

赤道是地球表面的点随地球自转产生的轨迹中周长最长的圆周线，其半径为6 378千米，极半径为6 357千米，平均半径为6 371千米。科学家计算得出，赤道周长约为40 076千米。

倘若把地球看做一个绝对的球体的话，赤道距离南北两极相等，是一个最大的大圆。它把地球分为南北两半球，赤道以北是北半球，以南是南半球。赤道是划分纬度的基线，是南北纬线的起点，它的纬度为 0° 。它是地球上最长的纬线。赤道是地球上重力最小的地方。赤道是南北纬线的起点（即零度纬线），是地球上最长的纬线。



神秘的宇宙速度

我们通常所说的宇宙速度，其实是指物体达到11.2千米/秒的运动速度时能摆脱地球引力束缚的一种速度。物体在摆脱地球束缚的过程中，在地球引力的作用下并不是直线飞离地球，而是按抛物线轨迹飞行。研究表明，若要摆脱太阳引力的束缚飞出太阳系，物体的运动速度必须达到16.7千米/秒。那时物体将按双曲线轨迹飞离地球，而相对太阳来说物体将沿抛物线飞离太阳。

人类的航天活动，并不是一味地要逃离地球。特别是当前的应用航天器，需要绕地球飞行，即让航天器做圆周运动。众所周知，必须始终有一个力作用在航天器上，其大小等于该航天器运行线速度的平方乘以其质量再除以公转半径，即 $F=mv^2/R$ 。在这里，正好可以利用地球的引力。因为地球对物体的引力，正好与物体做曲线运动的离心力方向相反。经过计算，在地面上物体的运动速度达到7.9千米/秒时，它所产生的离心力，正好与地球对它的引力相等。而这个速度我们称为环绕速度，亦称第一宇宙速度。

那么，宇宙四大速度都是什么呢？

1. 第一宇宙速度

在地面上向远处发射炮弹，炮弹速度越快则飞行距离越远。而当炮弹的速度达到7.9千米/秒时，炮弹将不再落回地面（不考虑大气作用），而环绕地球做圆周飞行，这个速度就是第一宇宙速度。

事实上，第一宇宙速度也是人造卫星在地面附近绕地球做“匀速圆周运动”时所必须具有的速度。但随着高度的增加，地球引力

下降，环绕地球飞行所需要的飞行速度也降低。我们知道，所有航天器都是在距地面很高的大气层外飞行，所以航天器的飞行速度都比第一宇宙速度低。

需要强调的一点是，第一宇宙速度具有两重意义。它既是发射航天器时的最小初始速度，也是航天器在绕地球飞行时的最大环绕速度。

2. 第二宇宙速度

当航天器飞行速度达到11.2千米/秒时，它就可以摆脱地球引力的束缚，飞离地球进入环绕太阳运行的轨道，不再绕地球运行。这个脱离地球引力的最小速度就是第二宇宙速度。各种行星探测器的起始飞行速度都高于第二宇宙速度。

当航天器超过第一宇宙速度达到一定值时，它就会脱离地球的引力场而成为围绕太阳运行的人造行星。这时航天器所达到的速度就叫做第二宇宙速度。

3. 第三宇宙速度

研究表明，当从地球起飞的航天器飞行速度达到16.7千米/秒时，它就可以摆脱太阳引力的束缚，脱离太阳系进入更广漠的宇宙空间。这个从地球起飞脱离太阳系的最低飞行速度就是第三宇宙速度。

有些人会问：地球的速度已经超过第三宇宙速度了，为什么没逃出太阳系？事实上，三个宇宙速度都是针对地球球心而言的。第一宇宙速度为7.9千米/秒，叫环绕速度。真正发射航天器时，速度只要有7.5千米/秒就够了。条件则是在赤道上由西向东发射，借助约400米/秒的地球自转速度。第二宇宙速度为11.2千米/秒，叫脱离速度，达到这个速度，航天器就可以离开地球。第三宇宙速度为16.7千米/秒，再借助地球公转速度，也就是说火箭的飞行速

度达到46.7千米/秒就可以逃出太阳系了。

4. 第四宇宙速度

第四宇宙速度是指在地球上发射的物体摆脱银河系引力束缚，飞出银河系所需的最小初始速度。但由于人们尚未知道银河系的准确大小与质量，因此只能粗略估算，其数值在110~120千米/秒之间。而实际上，还没有航天器能够达到这个速度。

科学家解释说，宇宙速度的概念是发射航天器的初速度，也就是一次性给予航天器所需要的所有动能。在地球上发射火箭，虽然火箭的初速度无法达到第一宇宙速度，但是只要它有不断的动力，也可以进入外太空。



双 曲 线

科学上的双曲线是指与平面上两个定点的距离之差的绝对值为定值的点的轨迹，也可以定义为到定点与定直线的距离之比是一个大于1的常数的点的轨迹。

双曲线是圆锥曲线的一种，即圆锥面与平面的交截线。双曲线在一定的仿射变换下，也可以看成反比例函数。



典型的卫星轨道

每一颗人造卫星均有其特定的运行轨道，并且卫星轨道与科学家设计的参数值有密切关系，也就是说假如我们精心设计各种参数

值，就可以得到许多种卫星轨道。典型的卫星轨道有以下几种：

1. 大倾角椭圆轨道

大倾角椭圆轨道是一般卫星常用的轨道，其轨道倾角一般在 $50^{\circ}\sim 80^{\circ}$ 之间，卫星的近地点离地球200千米以上，而远地点离地球达数千千米甚至数万千米。可想而知，这种卫星轨道就是一个大椭圆。

这种轨道对科学探测卫星很有用，它能使卫星飞经地球的广大地区，能探测到从近地面到几万千米的上空，所以可用于探测宇宙射线、地球辐射带、太阳的活动等。

2. 太阳同步轨道

太阳同步轨道是指卫星的轨道平面与太阳始终保持相对固定的取向，轨道倾角（轨道平面与赤道平面的夹角）接近 90° ，卫星要在两极附近通过，因此又称之为近极地太阳同步卫星轨道。科学家指出，这种轨道的最大特点是经过地球上同一地点的时间相同。例如，卫星上午10时飞经北京上空，而下一次它飞经北京上空的时间还是上午10时。这种轨道也很有用，可以对地球上同一地区的情况进行重复观察，比如对庄稼长势及有无病虫害等进行长期监测。

3. 地球静止轨道

地球静止轨道也叫地球同步轨道。当卫星沿这种轨道运行时，在地球上看起来好像静止不动，所以我们称这种轨道为地球静止轨道。

事实上，卫星并不是真的不动，而是因为卫星绕地球一圈的时间为23小时56分04秒，而地球自转一圈的时间也是23小时56分04秒，卫星运行和地球自转周期相同，加上它们的运行方向相同，

所以在地球上看到卫星就好像静止不动。

这种轨道的倾角为 0° ，也就是说，轨道面与地球的赤道面重合，卫星只能在赤道上空飞行。地球静止轨道高度约为36 000千米。

目前大多数的通信卫星和气象卫星都是在地球静止轨道上运行。这是因为卫星可以在某一个地区上空定点，使卫星的天线指向另一个固定的地区，这样就能实现两地的通信。

如果在地球静止轨道上每隔 120° 放置1颗卫星的话，那么只要3颗卫星就能实现全球的通信。

4. 极地轨道

极地轨道指轨道平面与赤道面夹角为 90° 的人造地球卫星轨道。

在这种轨道上飞行的卫星可以经过地球的南北极，所以它能够覆盖全球。一般来说，导航卫星和侦察卫星都采用这种轨道。



地球辐射带

地球辐射带是指地球周围空间大量高能带电粒子的聚集区。它分为内外两个带，这两个带在向阳面和背阳面各有一个区，内辐射带离地面较近，而外辐射带离地面较远。