青少年航天强国梦科普读物

众星捧地

ZHONGXING PENGDI

2

阅微 编

少 儿
D－17

河北出版传媒集团
河北科学技术出版社

青少年航天强国梦科普读物
众星捧地
2
阅微 编

河北出版传媒集团
河北科学技术出版社

图书在版编目（CIP）数据

众星捧地 . 2 / 阅微编 . -- 石家庄 : 河北科学技术出版社 , 2017.8
（青少年航天强国梦科普读物）
ISBN 978-7-5375-9182-9

Ⅰ . ①众… Ⅱ . ①阅… Ⅲ . ①人造地球卫星—青少年读物 Ⅳ . ① V474-49

中国版本图书馆CIP数据核字（2017）第 199117 号

青少年航天强国梦科普读物
众星捧地 2
阅微 编

出版发行 河北出版传媒集团 河北科学技术出版社
地 址 石家庄市友谊北大街330号（邮编：050061）
印 刷 石家庄新奥彩色印刷有限公司
经 销 新华书店
开 本 787毫米 × 1092毫米 1/16
印 张 7.5
字 数 68 000
版 次 2017年8月第1版
2017年8月第1次印刷
定 价 15.00元

版权所有 翻印必究

CONTENTS 目录

太空“向导”
——导航卫星

现代“罗盘”
——导航卫星的出现 / 2
多普勒效应
——开启卫星导航定位的新纪元 / 4
“子午仪”
——多普勒卫星导航系统 / 6
覆盖全球的“导航星”
——全球定位系统 / 11
“双星导航定位系统”
——中国的“北斗导航定位系统” / 15
太空“向导”大显身手 / 21

探海测地
——地球资源卫星

地球资源卫星与卫星遥感技术 / 28

探知海底世界 / 37
探测矿产资源和考古 / 40
监测保护森林生态环境 / 51
寻找和保护水资源 / 54
卫星中的多面手 / 58

人造卫星家族的其他成员

“空中实验室”
——生物卫星 / 64
“太空天文台”
——天文卫星 / 68
“卫星杀手”
——反卫星卫星 / 73
“太空风筝”
——绳系卫星 / 78
“遇难者的救星”
——救援卫星 / 83
“块头小、智慧大”
——现代小卫星 / 86

太空辉映中国星

国防部第五研究院
——“东方红一号”的摇篮 / 94
“东方红一号”
——揭开中国航天的序幕 / 97

返回式遥感卫星
——能收回来的卫星 / 98
一箭多星
——中国卫星发射技术走向成熟 / 99
“东方红二号”
——我国的第一颗地球同步实验通信卫星 / 100
“风云一号”
——让“气象”不再变幻莫测 / 101
“风云三号”
——使我国成为第三个拥有极轨气象卫星的国家 / 101
“资源一号”
——中国卫星技术走出国门 / 102
“北斗”导航
——建立我国自己的定位系统 / 103
“神舟”飞天
——终圆华人太空漫步梦 / 104
“嫦娥”奔月
——月球迎来中国的“伴月”卫星 / 106

中国四大卫星发射基地

酒泉卫星发射基地
——“东方红一号”升起的地方 / 110
西昌卫星发射中心
——“嫦娥一号”的摇篮 / 111

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

太原卫星发射中心
——走进国际商业发射领域 / 111
文昌卫星发射基地
——中国航天发射的新动力 / 112

太空“向导”
——导航卫星

在茫茫大海中航行的船舰，必须知道自己的位置和航向，才能保证安全。因此，在远洋航行的船舰上，必须装有导航设备。传统的导航方法都有着各自的不足之处。随着人造卫星的上天，人们找到了一种比较理想的导航工具，这就是导航卫星。

导航卫星，顾名思义，它为地面、海洋、空中和空间用户提供导航定位服务。自1960年4月美国发射第一颗导航卫星“子午仪”以来，世界各国发展了数十颗各种类型的导航卫星。现在它们正在为飞机、导弹、舰船等各种用户当“向导”。

现代“罗盘”
——导航卫星的出现

导航卫星是指从卫星上连续发射无线电信号，为地面、海洋、空中和空间用户导航定位的人造地球卫星。

那么，导航卫星是怎么发展起来的呢？

未在海上航行过的人会有这样的疑问，指南针发明之前，在水连着天，天连着水，一望无际的大洋里，船舶如何确定方位呢？船是怎样到达万里之遥的目的地的呢？在古代，勤劳智慧的劳动人民，在长期航海实践中，靠观测太阳、月亮和其他星体来确定航船的位置。在我国两汉时代的《淮南子》中就说过，在大海中乘船不知方向，观看北极星便明白了。东晋的高僧法显从印度搭船回国后说，当时在海上见“大海弥漫，无边无际，不知东西，只有观看太阳、月亮和星辰而进”。在北宋以前，航海中还是“夜间看星星，白天看太阳”。这些依靠观测太

阳、星星和月亮来确定航船地理位置的方法，实际是一种天文导航法，或者说古代天文导航法。

由于人们处在地球上的任何一个位置都可以观看到太阳、星星和月亮，所以天文导航不受地理位置的限制，具有全球性优点。但是，如果遇到阴天、雨天或多雾的天气，那就糟了，这种天气无法观察，因此，天文导航受气象条件的约束。我国古代劳动人民发明的指南针，克服气候条件的限制，给雨雾弥漫中的航船指明了方向。

指南针的奥秘在哪里呢？原来，所有磁体都具有“同极性相斥、异极性相吸”的特性，而地球本身就是一个大磁体，这个大磁体和小磁针由于“同性相斥，异性相吸”，磁针的南极总是指向地球磁场的北极，即指向南方。指南针成了人类导航的工具。根据指南针的原理做成的船舶导航仪器就叫罗盘（磁罗盘）。把一根磁棒用支架水平支撑起来，上面固定着一个从0°到360°的刻盘，再用一航向标线代表船舶的纵轴，这就是一个简单的磁罗盘。刻度盘上的零度与航向标线之间的夹角叫作航向角，表示船舶以地磁极为基准的方向。这样，在茫茫大海中航行的船舶，可根据夹角的大小判断出航行的方向。但是，由于地磁场分布不均，磁罗盘常常会产生较大的误差。

20世纪初无线电技术的兴起，给导航技术带来了根本性的变革。人们开始采用无线电导航仪代替古老的磁罗盘。由于无

线电波不受天气好坏的影响，它在白天夜里都可以传播，所以信号的收、发可以全天候进行。用无线电导航的作用距离可达几千千米，并且精度比磁罗盘高，因此被广泛使用。但是，无线电波在大气中传播几千千米过程中，受电离层折射和地球表面反射的干扰较大，所以，它的精度还不是很理想，航道上由于方向辨别不清而出现的海难事故还是时有发生，不仅给船只和乘员带来巨大的危险，而且常常给周围环境、海洋中的动物世界带来巨大的危害。

直到现代“罗盘”——导航卫星出现，这一难题才终于得到了有效解决。

1958年初，美国科学家在跟踪第一颗人造地球卫星时，无意中发现收到的无线电信号有多普勒效应。这一有趣的发现，揭开了人类利用卫星进行导航定位的新纪元。

多普勒效应
——开启卫星导航定位的新纪元

多普勒效应是1842年发现的自然界常见的现象之一。大家常见这种现象，当人们站在铁路旁等候前面驶来的火车时，先是听到火车的鸣笛声很高，而后，当火车从人们面前驶

过远离时，这种鸣笛声又会逐渐降低。鸣笛声是从一个喇叭中固定发出的，声调本身在一个很短的时间内并没有什么变化，那么为什么人们听起来会有高有低呢？这种现象是奥地利科学家多普勒第一个解释清楚的。因此，在物理学上称这种现象为多普勒效应。

多普勒认为，火车鸣笛声的高低，并不是由于声音本身的变化，而是由于声音频率的变化引起的。当火车（声波源）与站上的人（听众）相互接近时，接收到的频率升高，听起来笛声就高；当两者相互离开时，接收到的频率就低，听起来笛声就降低，而且火车的速度越快，这种变化就越明显。这种现象在物理学上也叫多普勒频移。

如果一台无线电发射机与一台接收机之间存在快速相对运动时，接收机收到的频率也就存在着多普勒效应，而且发射的频率与接收到的频率之差与发射机和接收机两者之间相对运动速度成正比。这收发之间的频率差，也就是物理学上常叫的多普勒频移。

通过地面固定接收站测量到卫星发出信号的多普勒频移，就可以决定在太空运行卫星的轨道，以此知道何时卫星在何处。按照同样的道理，如果知道太空运行卫星的轨道，那么，也就可以根据所收到的多普勒频移，反推算地面观测站的位

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

置。从已知卫星位置来确定地面观测站坐标方法，就是当今卫星导航的基本原理。

“子午仪”
——多普勒卫星导航系统

1958年美国海军开始研制名叫“子午仪”的多普勒卫星导航系统，它又称海军卫星导航系统。1960年4月13日，美国发射成功世界第一颗卫星导航卫星子午仪-1B，开创了人类导航技术的新纪元。1967年，这个导航卫星系统组成网并允许为民用船只使用，为航行在一望无际的大洋中的船舶指明方向。

“子午仪”导航卫星系统属美国低轨道导航卫星系列。卫星运行在高度约1100千米的近圆极轨道，目的是避免多普勒效应减弱。它们在轨道面上均匀分布组成围绕地球的空间导航网，6颗卫星在轨道上的配置似鸟笼形状。它的轨道倾角89°～90°，周期106～107分钟。它可为全球任何地方的水下潜艇、水面船只、地面车辆和空中飞机等用户服务，用户每隔1.6小时左右，就可以接收每颗卫星以150兆赫与400兆赫频率连续播送的无线

电信号。地球上的用户根据发送的信号，便可以确切地知道卫星在太空轨道上的位置。

地球上各用户仔细地记录无线电信号中的多普勒频移，这就好像日常生活中，使用收音机收听电台的广播节目一样。人们根据多普勒效应，用计算机就能确定出地球上运动体（如潜艇等）所在的位置。这样，即使潜艇在浩瀚的海洋水下航行，也时时刻刻都能知道自己在何处，在大海深处航行数月也不会迷失方向。

地球上的用户利用“子午仪”导航卫星发送的无线电信号来确定自己所在的位置，一颗卫星的定位精度在20～50米。如果在一天内把数颗卫星飞越30多次的数据都收集起来，然后进行平均计算，可以把定位误差减小到最小，这样就可以把定位精度提高到几米。对于固定不动的地面台站，采用卫星多次飞越的数据来提高定位精度，显然是一个很好的办法，但是对于航行在水中的潜艇、水面的船舶，它们的导航接收机安在活动的艇、船上，还必须精确地知道它们航行的速度，否则，定位精度将会大大降低。对于翱翔在空中的飞机，由于在两次导航定位的时间间隔内，飞行距离可达1000千米以上，显然，不宜用“子午仪”导航卫星来进行导航，而需要研制更先进的导航卫星系统。

“子午仪”导航卫星系统由三大部分组成：发送导航信息的

卫星，它高挂太空；对卫星进行连续跟踪和控制的网，它分布于全球；接收卫星发送的信号和进行导航计算的用户设备，它设置在地面、水面、水下或空中。卫星主体是八棱柱体，高25.4厘米，宽45.7厘米，有一根长22.86米的稳定杆，从柱体的顶部伸出，杆子末端带有一个重约1.36千克的质量块。四块矩形太阳电池帆板从棱柱体侧面伸出，形成十字形，帆板长167.6厘米，宽25.4厘米。

“子午仪”导航卫星携带的主要设备有：两台指令接收机、两台石英晶体振荡器和两台多普勒发射机等。卫星接收地面站发送来的未来12～16小时的卫星轨道参数和指令，并存入卫星的数字存储器内，然后，每隔2分钟，卫星就播发一次轨道参数和时间信号，供地球上各用户使用。

地面跟踪和控制网负责连续跟踪“子午仪”卫星，计算和预报卫星运行轨道，并不断向卫星输送新的轨道参数。它包括跟踪站、计算中心、控制中心、注入站和授时站等，其中跟踪站负责测定并预报未来16小时内卫星的轨道参数，编制与火车时刻表类似的卫星运行时刻表（星历表）。控制中心负责将卫星的各种数据送至跟踪和控制网中各台站。注入站的任务比较简单，它根据星历表每隔12～16小时，用超高频时间信号对卫星上的石英钟进行一次校准，精度在50微秒之内。

“子午仪”导航卫星系统虽然不十分完善，但初步解决了军

事用户的要求。它似“灯塔”，挂在太空，繁忙地为美国的核潜艇和水面舰艇指示方向，为西欧、南美洲等国的各种远洋船舶导航及海上定位，也为海上石油勘探定位以及陆地测绘，特别是山区和森林地区测绘服务。

自从美国建立自己的卫星导航系统以来，世界其他国家也纷纷研发属于自己的卫星导航系统，目前，世界上有四大主流卫星导航系统，分别是美国的全球定位系统（GPS）、俄罗斯的全球导航卫星系统（GLONASS）、欧洲航天局的伽利略卫星定位系统和中国的北斗导航卫星定位系统。

60年来，导航卫星系统的用户遍布全球，有效地为各种军用舰艇和民用船只进行导航定位，并广泛用于海洋测量和石油勘探定位以及大地测量和地球重力场研究等许多领域。

全球四大卫星导航系统比较

	GPS卫星导航系统	格洛纳斯（GLONASS）导航系统	北斗导航系统	伽利略导航系统
研制国家	美国	俄罗斯	中国	欧盟
历史渊源	20世纪70年代，美国军方开发，1994年建设完毕	从20世纪80年代初开始，1995年投入使用，与GPS系统原理、功能都十分类似	20世纪80年代中期开始，2003年建成第一代，第二代正在建设中	20世纪90年代提出，2011年“伽利略”卫星首发成功

续表1

	GPS卫星导航系统	格洛纳斯（GLONASS）导航系统	北斗导航系统	伽利略导航系统
覆盖范围	全球全天候	全球	第一代仅覆盖我国本土周边国家；第二代将覆盖全球	全球
卫星数量	24颗工作卫星和4颗备用卫星	24颗因经费问题，经常运行的数量达不到设计数量，最少时仅仅有6颗在运行	第一代只有3颗卫星（两颗工作，一颗备用）；第二代建成后由5颗静止轨道卫星和30颗非静止轨道卫星组成	27颗运行卫星和3颗预备卫星（未建成）
定位精度	10米	单点定位精度水平方向为16米，垂直方向为25米	第一代三维定位精度约几十米；第二代定位精度10米	定位误差不超过1米
用户容量	GPS是单向测距系统，用户设备只要接收导航卫星发出的导航电文即可进行测距定位，因此可容纳无限多用户	无限多	北斗导航系统是主动双向测距的询问——应答系统，用户数量有限，不能超过100万	无限多
用户范围	军民两用，军用为主	军民两用，军用为主	军民两用，民用为主	军民两用，民用为主

续表2

	GPS卫星导航系统	格洛纳斯（GLONASS）导航系统	北斗导航系统	伽利略导航系统
系统进展	1994年，GPS卫星导航系统已布设完成。	已有17颗卫星在轨运行，计划2008年全部部署到位	已发射23颗北斗导航卫星，2008年左右满足中国及周边地区用户需求，2020年覆盖全球	1999年欧盟公布了“伽利略”计划，现在“伽利略”系统正在建设中
优势	成熟	抗干扰能力强	互动性和开放性	精准
商业开发情况	较早，非常充分	不充分，在中国几乎没有	正在发展	建设中，因合作者众多，前景看好

覆盖全球的“导航星”
——全球定位系统

“子午仪”导航卫星系统高挂太空，给数以千艘船舶指明航向，可惜美中不足，不能全球、连续、实时、高精度地给运动物体导航，也不能提供高度和速度信息，而且不能为空中的飞机导航。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com