

引领孩子成长的优秀科普读物，带领读者全方位探索浩瀚而神秘的宇宙世界



“十二五”国家重点图书出版规划项目  
青少年太空探索科普丛书

# 太空资源

焦维新◎著



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位



国家出版基金项目  
NATIONAL PUBLISHING FUND PROJECT

“十二五”国家重点图书出版规划项目  
青少年太空探索科普丛书

# 太空资源

焦维新◎著



面对资源日益匮乏的地球，

仰望苍穹，人们不禁要问：

“太空中有哪些资源可以为人类所用？”

让我们走进本书，把太空资源搬回家。



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位

## 图书在版编目 ( CIP ) 数据

太空资源 / 焦维新著. —北京: 知识产权出版社, 2015.11  
(青少年太空探索科普丛书)  
ISBN 978-7-5130-3642-9

I. ①太… II. ①焦… III. ①宇宙-资源-青少年读物 IV. ①P159-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 156533 号

## 内容简介

价值连城的小行星、取之不尽的太阳能、穿透宇宙尘埃的空间望远镜……这些都属于太空资源的范畴。本书采用百余幅高清图片, 用生动活泼的语言, 将太空资源如数家珍, 娓娓道来。太空中有哪些资源我们可以利用? 现在的开发情况如何? 未来又有哪些“脑洞大开”的设计方案? 我们将逐一梳理。仰望苍穹, 有太多的资源可以为人类所用, 就让我们走进本书, 开动脑筋, 把太空资源搬回家。

责任编辑: 陆彩云 许波

责任出版: 刘译文

青少年太空探索科普丛书

太空资源 TAIKONG ZIYUAN

焦维新 著

出版发行: 知识产权出版社有限责任公司

电 话: 010-82004826

社 址: 北京市海淀区马甸南村 1 号

责编电话: 010-82000860 转 8110/8380

发行电话: 010-82000860 转 8101/8029

印 刷: 天津市银博印刷集团有限公司

开 本: 720mm × 1000mm 1/16

版 次: 2015 年 11 月第 1 版

字 数: 124 千字

ISBN 978-7-5130-3642-9

网 址: <http://www.ipph.cn>

<http://www.laichushu.com>

邮 编: 100088

责编邮箱: [xbsun@163.com](mailto:xbsun@163.com)

发行传真: 010-82000893/82003279

经 销: 各大网上书店、新华书店

印 张: 9.25

印 次: 2015 年 11 月第 1 次印刷

定 价: 36.00 元

出版权专有 侵权必究

如有印装质量问题, 本社负责调换。

# 目录

CONTENTS

## 引子

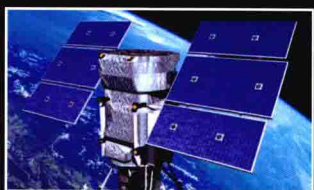
### 3/ 第 1 章 气象卫星

- 4/ 气象卫星的类型
- 10/ 中国的气象卫星



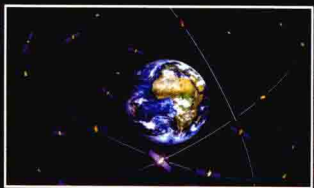
### 17/ 第 2 章 空间对地观测卫星

- 18/ 陆地资源卫星
- 30/ 海洋卫星
- 36/ 侦察卫星



### 43/ 第 3 章 通信与导航卫星

- 44/ 现代通信技术的演化
- 48/ 地球同步轨道通信卫星
- 53/ 低轨卫星移动通信系统
- 55/ 导航定位卫星



### 61/ 第 4 章 空间天文卫星

- 62/ 为什么把望远镜搬到太空?
- 64/ 空间天文观测的类型
- 68/ 典型的空空间天文卫星



## 87/ 第5章 微重力资源

- 88/ 什么叫微重力
- 92/ 微重力应用

## 95/ 第6章 空间太阳能资源

- 96/ 太阳能
- 98/ 空间太阳能电站发展的历史
- 101/ 空间太阳能电站的结构
- 104/ 典型设计方案
- 108/ 面对的挑战

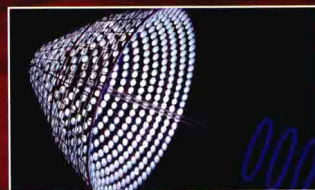
## 111/ 第7章 月球资源

- 112/ 就位资源利用
- 115/ 月球氦3资源
- 117/ 月球氧资源
- 120/ 稀土与钛铁矿资源

## 123/ 第8章 小行星资源与火星资源

- 124/ 小行星资源的类型
- 127/ 开发小行星资源的技术
- 136/ 火星资源

## 138/ 编辑手记





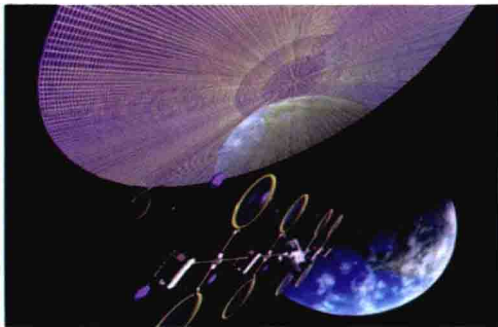
# 引子

---

“资源”这个概念含义是非常广泛的。生活中常说的资源，包括土地资源、矿物资源、水力资源、风力资源、植物资源、动物资源和人力资源等。总之，凡是能够被人类利用的一切物质和非物质，都可以纳入资源范畴。

“太空资源”的含义显然应当涵盖“太空”和“资源”两个方面。太空这个词是由英文“space”翻译过来的，目前国内对太空的含义也有不同的说法。从学科研究的角度看，一般将围绕地球的最底层大气称为对流层，高度一般在20千米以下；而将对流层顶到大约55千米高度的区域称为平流层。这两个层一般属于大气科学研究的内容。从平流层顶以上，一直到广袤的宇宙空间，都可以称为太空。研究这个区域的学科称为空间科学或太空科学。根据上面的分析，我们将源于太空的、凡是对人类有用的物质和环境，都称为太空资源。

根据利用方式的不同，本书将太空资源划分为太空高位置资源（1～6章）和地外天体的物质资源（7～8章）。太空高位置资源包括气象卫星、空间对



地观测卫星、通信与导航卫星、空间天文卫星及微重力资源及空间太阳能资源；地外天体的物质资源包括月球资源、小行星资源和火星资源。

俗话说“站得高才能看得远”，用这句话引出太空高位置资源再合适不过了。把航天器发射到环绕地球的轨道上，就可以对整个地球进行全方位的观测。由此衍生出许多类型的应用卫星，如通信卫星、气象卫星和遥感卫星等。

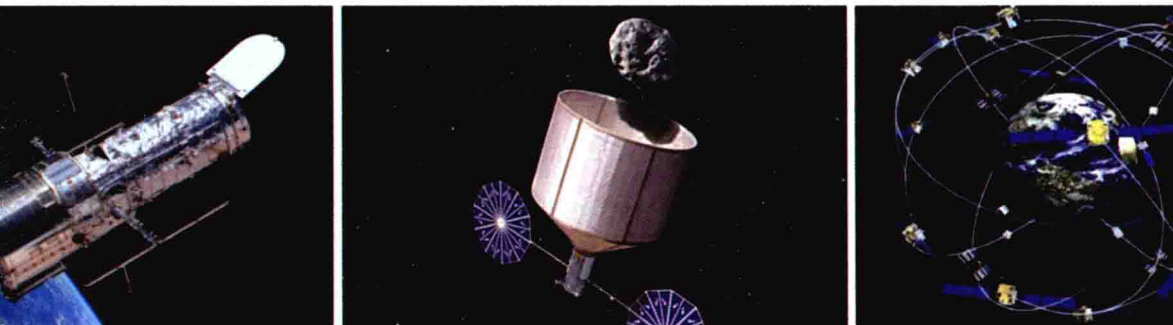
在环绕地球运行的各类航天器内，由于地球对物体的引力正好等于航天器作圆周运动所需要的向心力，因此，在航天器内的物体处于微重力环境下。利用微重力环境，人类可以开展多学科的科学试验。

在稠密的大气层外，环绕地球的轨道上，太阳辐射密度为  $1.4 \text{ 千瓦} / \text{米}^2$ ，如果在这个高度架设太阳能电池板，可以极大地提高能量收集效率，高效地利用太阳能。

从目前人类获得的知识来看，月球、小行星、彗星和类地行星上都含有丰富的矿物资源。例如，月球上有丰富的氧、硅、钛、锰和铝等元素以及地球上稀缺的、“清洁”的核发电材料氦3；金属型小行星上有丰富的铁、镍、铜等金属，有的还有金、铂等贵金属和珍贵的稀土元素；彗星上有丰富的水冰。

总之，人类可以开发利用的太空资源是非常丰富的，而目前只利用了其中很少的一部分。随着空间技术的发展，大规模地开发和利用太空资源将是空间技术发展的一个重要方向。

#### ▼ 典型的太空资源开发利用情景



# 第1章

## 气象卫星

气象卫星是一种携带各种大气遥感仪器，能从太空对大气层的气象条件进行观测的卫星。气象卫星分为太阳同步轨道气象卫星（如风云3号气象卫星）和地球同步轨道气象卫星（如风云2号气象卫星）。

本页图为气象卫星拍摄的台风眼。



# 气象卫星的类型

---

## 从探空气球到气象卫星

俗话说，天有不测风云。这句话形象地概括了气象预报的难度。在人类进入太空时代以前，这句话是正确的，但在气象卫星发射成功以后，这句话就成为了历史。

长期以来，人类一直用探空气球来测量天气要素，如温度、湿度和压强等。这种方法虽然能测量高度在 10 千米以下的天气参数，但其数据都是局部参数，覆盖的面积小，同时限于财力、物力，测量点也不可能设置过密。因此，探空气球并不能及时获得风云变幻的准确信息。气象卫星是一种携带各种大气遥感仪器，能从太空对大气层的气象参数进行观测的卫星。1960 年 4 月 1 日，美国国家航空航天局（NASA）成功地发射了世界上第一颗气象卫星。目前世界各国已发射了 130 多颗气象卫星，它们昼夜不断地向地面发回全球各个地区的气象资料。用卫星来观测地球表面和大气已经成为当今气象观测的最重要的手段，也是气象事业现代化的重要标志。



气象卫星从外层空间观测地球表面和大气层，它居高临下，观测区域宽广，观测的频次高，可对地面进行大范围的动态观测。

气象卫星大致可以分为两大类：太阳同步轨道气象卫星和地球同步轨道气象卫星。太阳同步轨道气象卫星每隔 12 小时就可以获得一份全球的气象资料。地球同步轨道气象卫星轨道平面与地球的赤道平面重合，其观测范围为 162 个纬度跨度，从南纬  $81^{\circ}$  到北纬  $81^{\circ}$ ，每 30 分钟就能获得地球近 1/4 面积的气象图片。

气象卫星能观测的天气要素很多，目前其主要观测内容包括以下方面：

- 拍摄大气中的云层分布，将这些信号通过转发器发送到地球，制成卫星云图，包括彩色云图、红外云图和水汽云图。

- 云顶状况，包括云顶温度、云量和云内凝结物相位的观测。

- 陆地表面状况的观测（如冰雪和风沙），以及海洋表面状况的观测（如海洋表面温度、海冰和洋流等）。

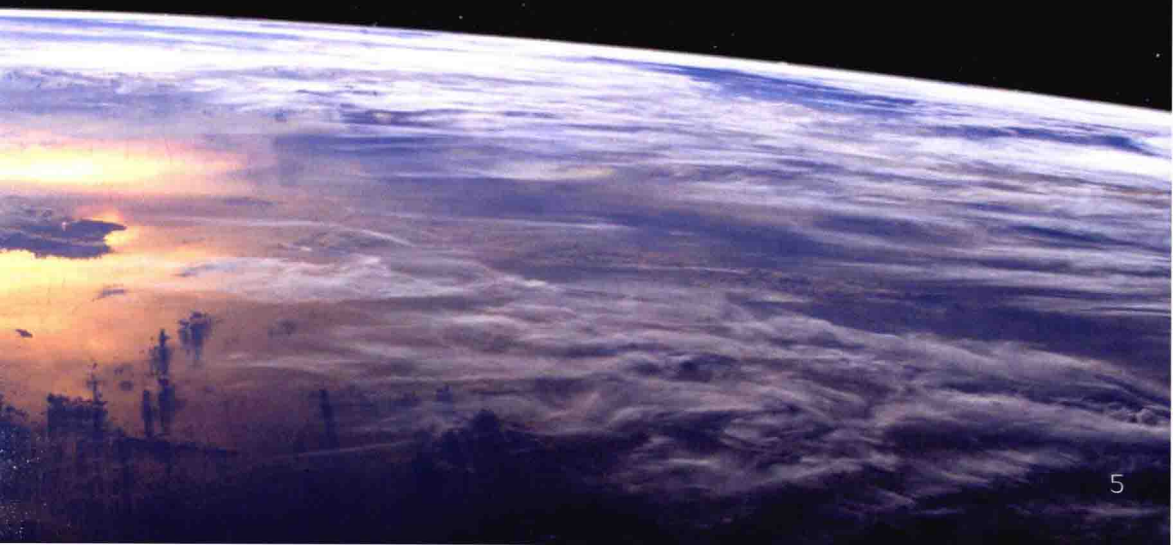
- 大气中水汽总量、湿度的分布及降水区和降水量的分布。

- 大气中臭氧的含量及其分布。

- 太阳的入射辐射、地球大气层对太阳辐射的总反射率，以及地气体系向太空的红外辐射。

- 空间环境状况的监测，如太阳发射的带电粒子与 X 射线通量。

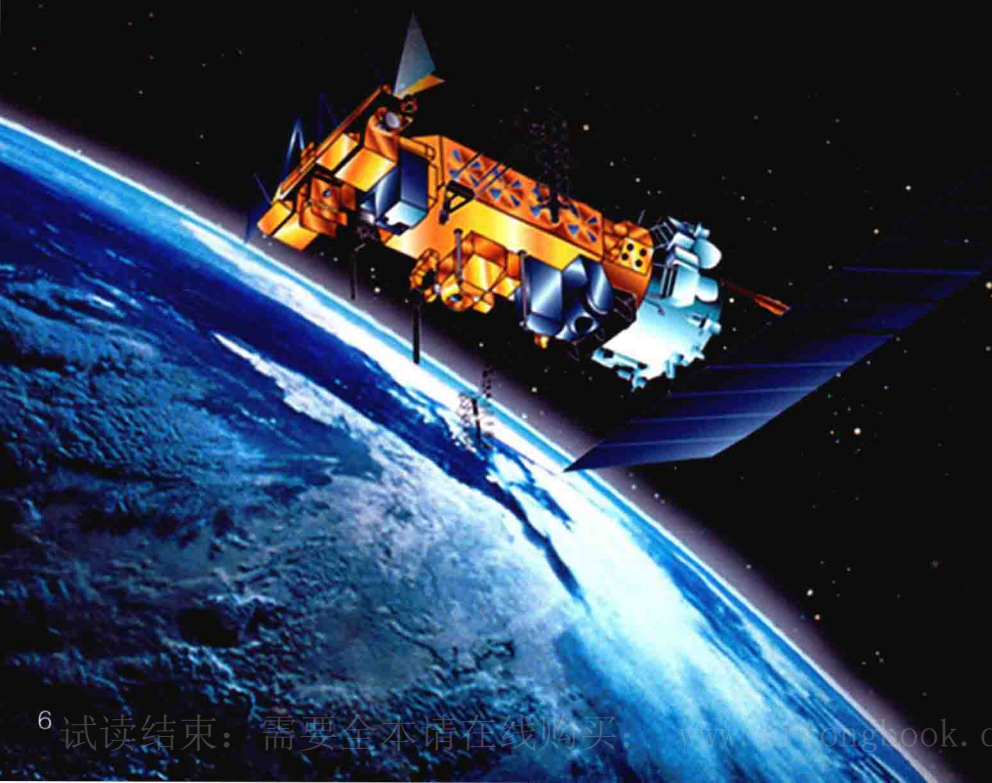
这些观测内容有助于我们及时掌握天气系统的状态和变化趋势，为准确地进行天气预报打下基础。

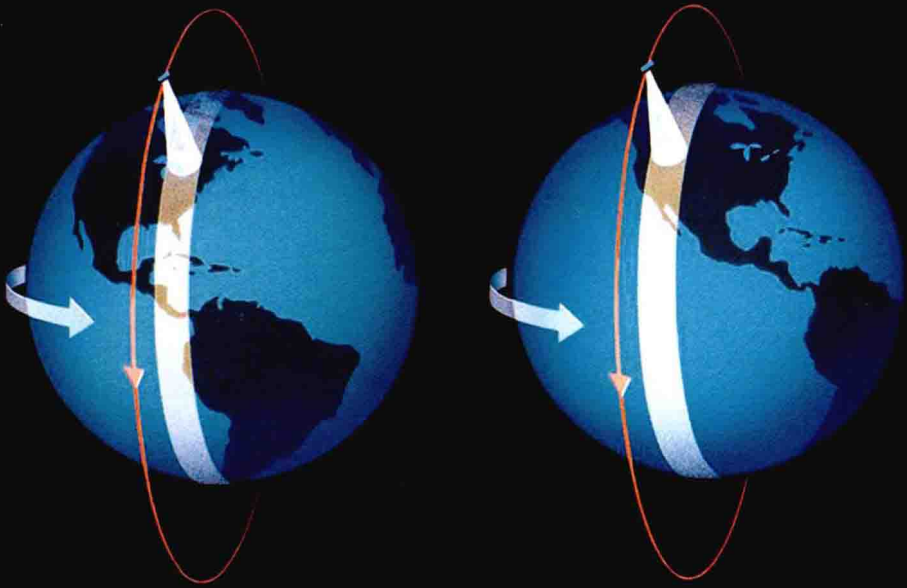


## 太阳同步轨道气象卫星

太阳同步轨道气象卫星，一般在离地面 700 ~ 1000 千米的轨道上运行，它的轨道通过地球的南北极，而且与太阳同步，也就是说，它们每天在固定时间两次飞越地球表面上的同一个点。美国目前在轨运行的太阳同步轨道气象卫星有 NOAA 第五代、国防气象卫星（DMSP）第五代，中国在轨运行的是风云 3 号。

### ▼ NOAA-18 卫星





▲ 太阳同步轨道气象卫星

NOAA 卫星是由美国国家海洋与大气管理局控管的太阳同步轨道气象卫星，目前发展至第五代。NOAA 第五代由 NOAA-K、NOAA-L、NOAA-M、NOAA-N、NOAA-N' 五颗卫星组成，其中 NOAA-L、NOAA-M、NOAA-N 已分别于 2000 年 9 月 21 日、2002 年 6 月 24 日和 2005 年 5 月 20 日发射。NOAA 卫星主要用来进行以下方面的监测和预报：1 ~ 7 天的天气预报，其预报参数包括气温、湿度、降水、风速和风向等；云盖、臭氧、沙尘暴和化学尘埃的临近预报；土壤植被、湿度、冰雪覆盖、火情和水情等的监测。NOAA 卫星系统采用双星运行体制。

太阳同步轨道气象卫星有以下优点：

- 由于地球从西向东自转，因此在卫星穿过南北极运行时，卫星可以观测到全球的云图。
- 由于轨道比较低（相对于地球同步轨道），云图的分辨率相对比较高。目前，世界上分辨率最高的气象卫星是美国的国防气象卫星，它的飞行高度是 830 千米，空间分辨率是 0.6 千米。

## 地球同步轨道气象卫星

地球同步轨道是位于地球赤道上方、高度为 35786 千米的轨道，在该轨道上的卫星运行周期与地球自转周期相等。因此，从地面上看卫星在天上的位置是固定不变的。采用地球同步轨道的气象卫星，我们称为地球同步轨道气象卫星，它可以不断地向地面输送地球表面某个地区的可见光和红外线图片。

地球静止环境业务卫星（GOES）系列是美国唯一的地球同步轨道气象卫星系列。自 1975 年以来，GOES 系列经历了三代，共发射了 15 颗卫星，目前在轨运行的有 GOES-12、GOES-13、GOES-14 和 GOES-15，最近的一次发射是在 2010 年 3 月 4 日。



▼ GOES-15

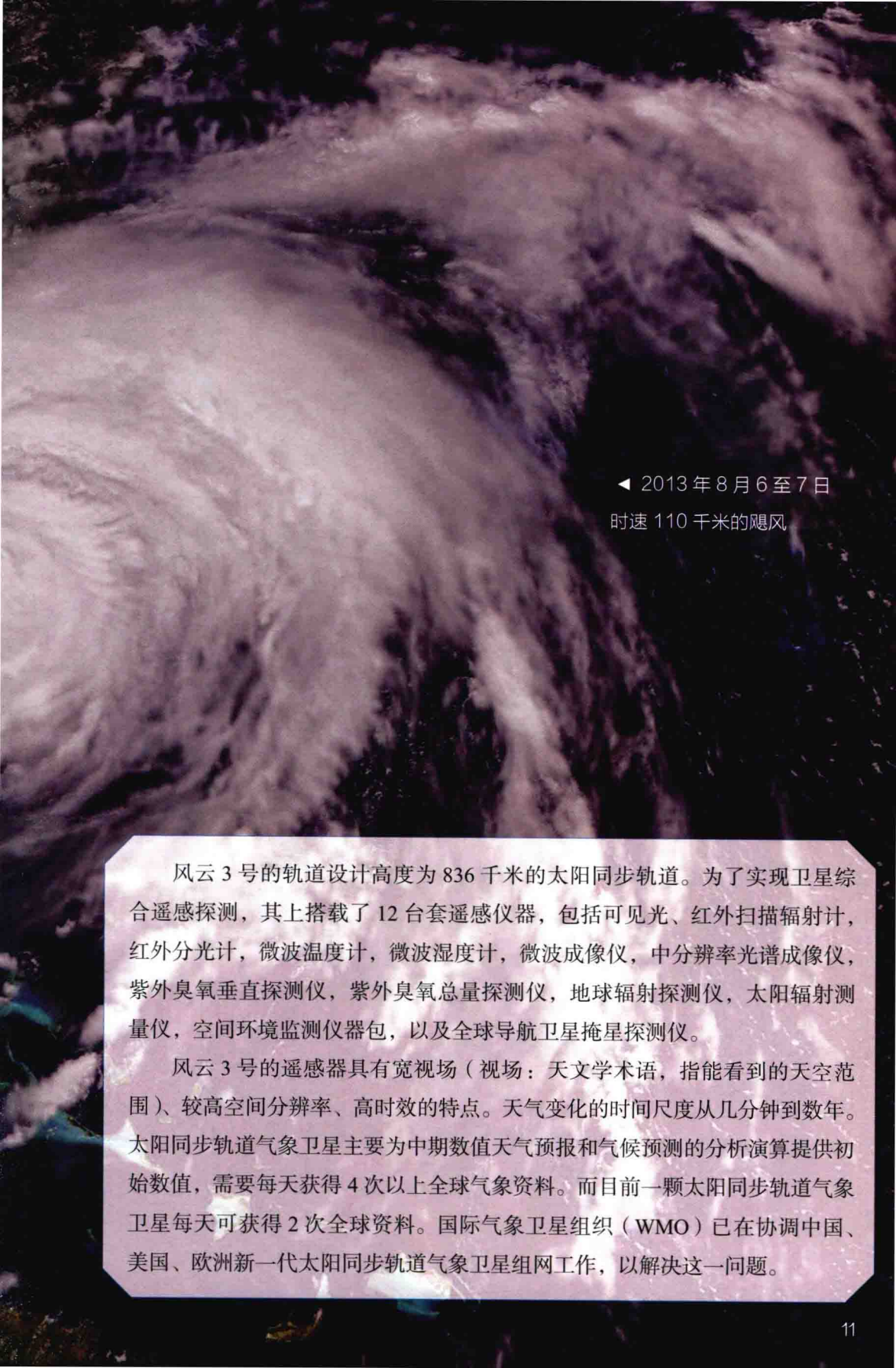


GOES 系列采用双星运行体制，分别定点在西经  $75^{\circ}$  和西经  $135^{\circ}$  的赤道上空，覆盖范围为西经  $20^{\circ}$  至东经  $165^{\circ}$ ，GOES 每天 24 小时连续对西半球上空进行气象观测，还能收集和转发数据收集平台的气象观测数据，其主要用途是进行灾害性天气（如旋风、水灾、风暴、雷暴和飓风等）的短期警报以及雾、降水、雪覆盖和冰盖运动的监测。

# 中国的气象卫星

## 风云3号气象卫星

风云3号气象卫星（简称风云3号）是对地球进行综合遥感探测的卫星，是我国第二代太阳同步轨道气象卫星，可在一个空间平台上，用多种探测手段，同步进行探测，能够较好地满足气象观测的需要。其目标是获取地球表面和大气环境的全球、全天候、多光谱、三维、定量的遥感资料。其主要任务是：发布天气预报，特别是中期数值天气预报，提供全球的温度、湿度、云图和辐射等气象参数；监测大范围自然灾害和生态环境；研究全球环境变化，探索全球气候变化规律，并为气候诊断和预测提供所需的地球物理参数；为军事气象和航空、航海等专业气象服务，提供地区甚至全球的气象信息。



◀ 2013年8月6至7日  
时速 110 千米的飓风

风云3号的轨道设计高度为836千米的太阳同步轨道。为了实现卫星综合遥感探测，其上搭载了12台套遥感仪器，包括可见光、红外扫描辐射计，红外分光计，微波温度计，微波湿度计，微波成像仪，中分辨率光谱成像仪，紫外臭氧垂直探测仪，紫外臭氧总量探测仪，地球辐射探测仪，太阳辐射测量仪，空间环境监测仪器包，以及全球导航卫星掩星探测仪。

风云3号的遥感器具有宽视场（视场：天文学术语，指能看到的天空范围）、较高空间分辨率、高时效的特点。天气变化的时间尺度从几分钟到数年。太阳同步轨道气象卫星主要为中期数值天气预报和气候预测的分析演算提供初始数值，需要每天获得4次以上全球气象资料。而目前一颗太阳同步轨道气象卫星每天可获得2次全球资料。国际气象卫星组织（WMO）已在协调中国、美国、欧洲新一代太阳同步轨道气象卫星组网工作，以解决这一问题。



风云3号观测资料和产品的主要用户为气象、海洋、农业、林业、环保、水利、交通、航空、军事等部门，这些资料被广泛应用于天气预报、气候预测、灾害监测、环境监测、军事活动气象保障、航天发射保障等重要领域，特别是在台风、暴雨、大雾、沙尘暴、森林草原火灾等监测预警中发挥了重要作用，并为各级政府部门提供了准确的决策信息，增强了我国防灾减灾和应对气候变化的能力。

► 风云3号气象卫星

