



理解科学丛书·苍穹之上之二

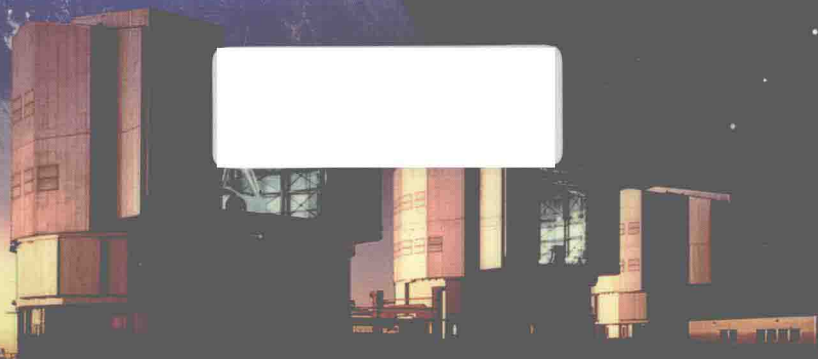
TELESCOPE

# 探天利器

戴铭珏◎编著



探索宇宙奥秘的机器们  
全波天文学的观测设备

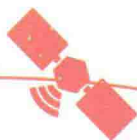


清华大学出版社





理解科学丛书



TELESCOPE

# 探天利器

戴铭珏◎编著

清华大学出版社  
北京

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签, 无标签者不得销售。

版权所有, 侵权必究。侵权举报电话: 010-62782989 13701121933

### 图书在版编目(CIP)数据

探天利器 / 戴铭珏编著. —北京: 清华大学出版社, 2015

(理解科学丛书)

ISBN 978-7-302-40739-3

I. ①探… II. ①戴… III. ①天文观测 - 青少年读物 IV. ①P12-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 161845 号

责任编辑: 朱红莲

封面设计: 蔡小波

责任校对: 刘玉霞

责任印制: 何 芊

出版发行: 清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175 邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质量反馈: 010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印 装 者: 北京嘉实印刷有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 145mm × 210mm 印 张: 5.25 字 数: 107 千字

版 次: 2015 年 8 月第 1 版 印 次: 2015 年 8 月第 1 次印刷

定 价: 39.00 元

---

产品编号: 064999-01

## 文字创造出来的科普艺术

科普就是把复杂的知识通过简单的讲解让公众知道，文字科普是最简单、最原始的科普方式，它易于被公众接受和理解。科普面临着软与硬的问题，包含知识点较多的科普，科学概念较多，技术含量很高，这是硬科普，很难被解说得简单易懂。而那些知识含量较少的科普，可以叫做软科普，由于贴近我们的日常认识，就容易被公众接受，或者说能被完全理解。

在评价科普作品是否成功的时候，我们一般只评价它是否易于被公众理解，而忽视了科普的软与硬的问题。毫无疑问，在这种评价中，那些生物和地理方面的科普就很容易占到便宜，而那些与物理相关的科普就很难获得认可。在与物理相关的科普中，包含太多的概念，不了解这些概念，就读不懂科普。尤其是青少年，他们还没接触过那些抽象的物理概念，自然很难读得懂，这种情况在天文学科普中尤其突出。

古老的天文学是观测星象的学科，并把观测到的星象与人间事务联系在一起。当代的天文学，完全依靠观测技术的进步，大量的



## 序 言

从人类能够使用双脚站立起来那一天起，人们就开始观察星空，于是就产生了最古老的科学——天文学。天文学诞生之后，在上万年的时间内，几乎没有变化，人们的所谓研究范畴无非就是把星象与人间的事件联系在一起。只有在望远镜出现之后，天文学才真正称得上是科学。尤其是进入20世纪，一系列天文学的发现，让人们的视线进入到浩瀚的宇宙空间，技术的进步让一大批星际探测器进入太空，近距离观测研究太阳系天体。

20世纪60年代，美国阿波罗飞船登月，庞大的火箭才促成登月之举，离子推进引擎出现之后，也给再次探测月球带来了可能，在这一系列新的探月潮流中，智慧一号开创了一种新的方式，智慧一号的太阳能电池板把太阳能转化为电能后，用这些电能把惰性气体原子电离，然后高速向后喷出，由此产生向前的动力。

比智慧一号更进一步的是新视野探测器，这个探测器原来设想使用太阳帆到达最遥远的冥王星，最终没能使用太阳帆，它所使用的能量是放射性同位素发电机，燃料是二氧化钚，它在2006年踏上十年的漫漫征途，它探测的不仅仅是冥王星，还有太阳系遥远边疆的柯伊伯带天体。





射式望远镜。当代的大型望远镜基本都是反射式，而且使用多个镜片组合成一个大镜片，在这方面，凯克望远镜是大口径望远镜的先驱者，它的建造涉及光学自适应技术、光学干涉技术等，其他大型望远镜也普遍使用了这些技术，中国的郭守敬望远镜也是这种新思路的产品。

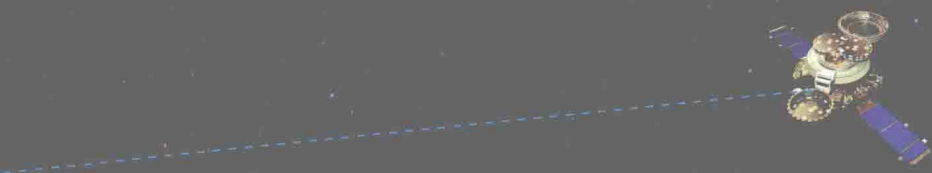
不管是古代还是现代，天文台都建造在高处，这是因为高处可以克服大气抖动，获得更好的成像效果，于是，搭载在飞机上的空中天文台出现了。要想获得更好的效果，最好是飞出地球大气层，把望远镜放置到太空，哈勃望远镜和斯皮策望远镜就是这样的杰出代表。至于哨兵望远镜要放置在太空，仅仅是为了在特别的角度观测小行星。

来自遥远宇宙的信息并不仅仅是电磁波中的可见光，还有电磁波的其他波段，这是一个全波天文学的时代，所以不仅有光学望远镜，还出现了伽马射线望远镜、X射线望远镜、紫外线望远镜、红外望远镜、射电望远镜等，在它们之中，大规模应用的是射电望远镜，它可以组成阵列，得到更好的观测效果。

除了电磁波之外，来自宇宙的信息还有中微子和引力波，它们是大规模天体活动的产物。在南极，就建有探测中微子的探测器，下一代的引力波探测器也将飞上太空，虽然它们并不需要镜片，甚







- 12 索菲亚空中天文台开始登场 083
- 13 哈勃望远镜，一台永生的发现机器 092
- 14 哈勃望远镜为新视野导航 098
- 15 斯皮策望远镜要改行 103
- 16 保卫地球的哨兵望远镜 108
- 17 寻找宇宙隐身人，杀鸡要用宰牛刀 113
- 18 全波天文观测仪器——望远镜家族的另类成员 120
- 19 观测地球大气层的望远镜 133
- 20 天文学家呼唤引力波 138
- 21 欧洲大型强子对撞机——霍金与希格斯的一场豪赌 149



01

智慧一号  
——比汽车还慢的月球探测器



欧洲航天局（简称欧空局）的第一个月球探测器是智慧一号，它在2003年9月27日成功发射升空，发射之前，因为技术原因，曾几度推迟发射时间，这个在南美法属圭亚那基地库鲁航天发射中心升空的探测器，搭乘的是一枚阿丽亚娜-5型火箭。这个由欧空局研制的火箭升空后41分31秒之后，探测器成功实现星箭分离，智慧一号缓缓地踏上了奔月的航程。

## 复杂的轨道方式

值得注意的是，智慧一号需要15个月才能到达月球，对于一个航天器来说，这个速度实在是太慢了。当年的阿波罗飞船只用了一个星期就实现了往返。飞到6000万千米之外的火星探测器，也只需要6个月就可以到达目的地。跟它们比起来，智慧一号的速度还不如汽车。我们知道，月球距离地球有38万千米，如果开着时速达到80千米的汽车，也只需要6个月就能到达，相当于航天器飞到火星所用的时间。可是这个月球探测器，竟然要15个月的时间才能到达目的地。不要说汽车，就是自行车，只要不停地蹬，也会比它更快到达月球。

我们知道，宇宙探测器要飞向某一个目标，并不是直接飞向目的地，由于它所携带的能量极其有限，这些能量一般不会用于给飞行器加速，而是用于制动装置的使用。所以，它们要尽量使用空间环境，利用几个星球的引力来为自己加速。它们飞行的路线基本上都是循环往复的大椭圆。当年的NEAR-苏梅克小行星探测器，就

是多次借用地球的引力，经过四年的航程才到达爱神星。伽利略探测器也采取了与此类似的方法。

与此相同，智慧一号也采取了这种轨道方式，只不过，它的轨道比所有的航天器都更加复杂。当它脱离地球引力的时候，还要环绕地球飞上无数圈，然后它才会调转方向飞向月球，到达月球的时候也不是直接落在月球上，而是要先环绕着月球飞行，所以从这点上来说，它首先要成为地球的卫星，完成复杂的轨道变更以后，再成为月球的卫星。只有成了月球的卫星，它才能进行自己的探测使命。

## 智慧一号的使命

20世纪60年代是充满激情的宇航时代，美国和苏联在这一领域展开了激烈的争夺，阿波罗登月飞船首次把人类的足迹印在了月球上，苏联人虽然没有把宇航员送上月球，但是他们的“月球号”系列探测器，多次降落在月球上，也作出了令人瞩目的成绩。

40多年过去了，重返月球的口号又被提起，许多国家都作出了探测月球的准备，欧空局也作出了积极的响应，智慧一号就是这个响



应的产物。

这个探测器全部由低成本、小型化的尖端技术部件建造而成，造价约1.1亿欧元，整个质量仅为367千克，体积约1立方米，两个太阳能电池板展开后，长度仅有14米。

智慧一号的使命是探测月球，但它并不能着陆月球，而要围绕着月球运行半年以上，它携带有红外探测器，可以拍摄到比之前都详细的月球表面照片，绘制出月球的地貌图。它对月球岩石也很有兴趣，通过对岩石的研究，可以告诉我们，月球上是否有水。它所提供的资料将有助于人们研究月球45亿年前形成的奥秘，并进一步推知月球与地球之间的关系。

由此可见，从它的使命来说，它与别的探测器没什么不同，技术上也没什么突破，所以说，欧洲空间局的真正目的不在探索月球方面。他们真正的目的在于检验这个探测器上所携带的一种新的动力装置。

## 具有开拓意义的能量利用方式

当年的阿波罗登月飞船所携带的是化学能量，起飞时的质量是极其巨大的。如果把它比作一个酒瓶子的话，那么它的有效载荷，也就是登月舱，只相当于一个瓶盖。从经济上来说是非常不划算的。这就是使用化学能量的弊端，它们的产热极小。即使是现代的航天器，所携带的能量也基本都是甲烷、液氢、液氧等化学能量，在未来的航天中，这种产能极低的方式必然面临被淘汰的命运。那

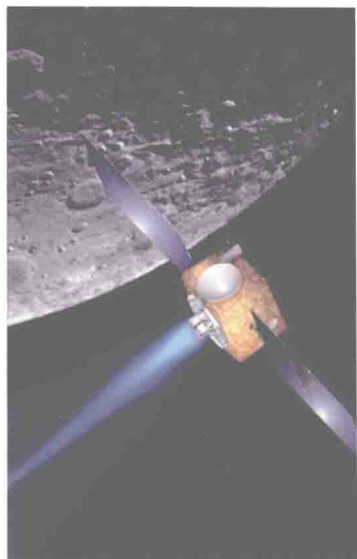
么什么才是更好的能量利用方式呢？

在这一点上，智慧一号进行了一些尝试，它使用的是太阳能氙离子火箭。它携带一对太阳能电池板，当到达太空的时候，这对太阳能光板会自动展开，并且调节角度，对准太阳，充分地吸收太阳的能量。这些并不新鲜，几乎现在所有的探测器都能够使用太阳能。

但是，智慧一号与众不同，它在把太阳能转化为电能后，还可以用这些电能把惰性气体原子电离，然后高速向后喷出，由此产生向前的动力。它所携带的惰性气体是氙原子，这种粒子火箭的效率要比普通化学能量发动机高出10倍，这样它只需携带很少的能量就可以上路，使它拥有更多的空间来装载各种探测月球的仪器。

另外一个方面，由于发动机主要利用太阳能，在那空茫的无重力的宇宙中，它可以连续运转好几年。除此之外它也携带一些化学能量，但是这些化学能量只起到辅助作用。

追究这种航行技术的历史，源于火星之旅的需求。人们对未来的火星之旅向往已久，但是，在那么漫长的航行中使用什么样的能量一直是一个人们争论的话题。有人提出阳光动力火箭方案，就是用抛物面将太阳能聚集起来，把液氢加热到2500摄氏度高速喷出，



以此来产生动力，这种被称为阳光动力火箭的方式已经比化学能量方式先进了许多，智慧一号也就是在这种设计方案的启发下诞生的。它的产能效率比前者还高。

此前，这种技术已经在卫星上试验多年，主要作用是调控卫星的运行姿态，现在，人们要利用这种技术进行远航。虽然经过了很多年的试验，但是它的功率仍然很低，动力还是不够强劲，除了轨道因素外，这是它比汽车还慢的另一个原因。

## 智慧一号的额外使命

在如何建造新一代的航天探测器方面，欧空局提出一个口号：“更小，更便宜，更先进。”当年6月发射的火星快车就是这种使命下的产物，这个被称为“小猎犬”的探测器没有使用自己的火箭，而是使用在飞往火星的技术上用早已成熟的俄罗斯“联盟”火箭送上天。他们就是这样精打细算，这与中国独立自主发展航天计划的思路有所不同。

智慧一号就更加体现了精打细算的思路，它之所以引起各界的广泛关注，不仅是因为它是欧空局的第一个月球探测器，更重要的是，它所采用的这种离子发动机装置，将会开创一种全新的宇宙航行方式。一旦获得成功，在未来的上百年间，它将会成为星际旅行的主要动力装置。

事实证明，这种航行技术是成功的，在耗时14个月的时间里，航行8400万千米，只消耗了大约70千克燃料，大约为使用化学