

# 浅谈紫外天文学的发展

李 芝 萍

(北京天文馆)



在威廉·赫歇耳发现太阳的红外辐射不久, 1801年德国物理学家里特尔发现了太阳的紫外

辐射。紫外波段介于可见光和X射线波段之间。紫外辐射受大气吸收最为严重。对波长0.2—0.3微米的紫外线尚可用升高到50公里的气球获得, 而其余紫外波段的观测工作必须要用火箭和卫星完成。由于在紫外区可以了解到比可见光区更多的有关天体物理状态和化学组成的信息, 现代天体物理学家十分重视这一领域的研究。从太阳开始, 先后探测了行星和行星际空间、银河辐射源, 以及河外源, 取得了不少令人振奋的成果。

## 太阳系紫外探测

紫外研究的第一个天体是太阳。其实, 在太阳总辐射中, 紫外辐射所占的比例很小, 约占7%, 但这部分短波辐射能够引起地球高层大气各种反应, 对卫星表面涂层和太阳能电池有破坏作用, 因而受到人们的重视。人们对太阳紫外辐射关注的另一个原因是太阳紫外光谱中有许多高电离硅、氧、铁等元素的谱线, 它们对太阳色球和日冕间过渡层和耀斑活动的研究极有价值。

使用火箭成功地对太阳进行紫外探测开始于20世纪40年代。1946年10月, 美国海军实验室用V-2火箭装载紫外探测器, 在距地面80千米的上空, 首次获得了波长0.22微米的太阳紫外光谱。

进入空间探测时代后, 1960年和1962年相继发射的太阳辐射监测卫星系列和轨道太阳天文台科学卫星系列, 都装有紫外探测器, 对太

阳紫外辐射的通量、光谱及其变化进行了系统的探测, 并拍摄了太阳紫外单色像。由于不同波长的紫外辐射来自太阳大气的不同高度, 所以拍摄到的不同波长的紫外单色像不仅给出太阳大气不同高度、不同温度范围的辐射分布, 而且揭示出太阳活动区上空大气的温度、辐射分布与周围非活动区的差异, 为建立更准确的过渡区理论模型提供了实验数据。

在太阳紫外辐射中, 数波长为0.1216微米的氢莱曼 $\alpha$ 线最强, 它对地球大气中电离层的形成和变化有重要影响。

在0.01—0.17微米的远紫外区的一些单色辐射中常可观测到太阳局部区域辐射短时间的突然增强, 这就是太阳的远紫外爆发。这一现象是1966年首先在0.1225—0.135微米波段探测到的, 后来相继用人造卫星直接探测到或通过电离层间接地探测到许多太阳远紫外爆发, 其爆发大致可分为两类: 1. 脉冲型爆发, 表现出强度迅速上升与缓慢下降; 2. 缓慢爆发, 强度缓慢上升到峰值后又缓慢下降到初始状态。

1962年, 美国“水手2号”飞掠金星, 实现了人类首次就近观察另一个大行星的壮举。三十多年来, 空间探测器先后成功地探测了水星、金星、火星、木星、天王星和海王星, 以及一些彗星、小行星加斯帕和艾达, 取得了地面探测无法得到的全新资料, 大大地丰富了太阳系天体的知识宝库。

1974年, “水手10号”近探金星时, 飞船上的紫外光度计发现金星高层大气中氢含量颇丰, 而氧很少, 这似乎说明素有地球姐妹行星之称的金星有着完全不同于地球的演化过程。此外, 从“水手10号”发回的金星紫外图象上天文学家分辨出一个呈螺旋形的巨大对流穴。

“水手10号”曾三次掠过水星, 拍摄了水星的紫外光谱, 发现水星有稀薄的大气层, 含有

氮、氢、碳、氦、氖、氙等元素。

“旅行者 2 号”的行星际空间大旅行把 80 年代的太阳系天体研究推向高潮，成为这十年天文学成就的标志。在“旅行者 2 号”取得的诸多成果中包括天文学家通过它拍摄的木星和木卫 I 的远紫外光谱，发现了木卫 I 上正在喷发的火山，和因强烈的火山活动形成的一条由电离硫化硫构成的围绕木星的环。

对彗星的紫外观测也有惊人的发现。1968 年用火箭和人造卫星在地球大气外观测过一些亮彗星，发现大部分彗星有氢莱曼  $\alpha$  谱线，从而证实彗发外部还应有一个大气结构——氢云。在本次哈雷彗星回归期间，国际紫外探测器 (IUE) 从 1985 年 9 月开始对它进行观察，11 月测定了彗核的水蒸气损失率及其飞临太阳的变化情况。

### 太阳系外紫外探测

对太阳系外天体进行紫外探测开始于本世纪 60 年代中期。1965 年 11 月，苏联发射的“金星 2 号”在 0.105—0.134 微米探测了银河的紫外辐射。1968 年 4 月，苏联发射的“宇宙 215 号”卫星获得了早型星 0.125—0.27 微米的光谱。根据可见光波段观测建立的恒星大气模型理论，早型星在紫外波段有很强的连续谱，并迭加许多共振吸收线，大气外紫外观测结果证实了这一理论。1968 年 12 月，美国发射的“轨道天文台 2 号” (OAO-2) 是一颗综合研究非太阳紫外辐射的卫星。它观测了 10% 的天空，巡遍了半个银河系，大多数有紫外辐射的星都被它观测到了。根据 OAO-2 的探测资料，1973 年刊布了第一个紫外巡天星表，其中列有 5068 个天体的位置、紫外辐射强度、光谱类型等。OAO-2 发现在 0.2 微米以下的波长上，许多星系的亮度是始料不及的；B 型和 O 型星的紫外辐射强度也比预计的高，它们的表面温度实际上比地面测量获得的结果要高；在红超巨星的色球层里，有很强的紫外光发射，它们每 10 万年就抛出一次相当于太阳质量的物质，OAO-2 的成功探测，使紫外天文学真正成为天文学的

一个分支。

70 年代，共发射了 4 颗紫外天文卫星，它们是 1972 年 3 月欧洲空间局发射的“雷神-德他”卫星 (TD-1A)，1972 年 8 月美国发射的“轨道天文台 3 号” (OAO-3)，1974 年 8 月美国发射的“荷兰天文卫星 1 号” (ANS)，和 1978 年 1 月美国和欧洲空间局共同发射的“国际紫外探测器” (IUE)。它们的工作波段是 0.01—0.3 微米，可以获得相当好的紫外光谱。OAO-3 发射时恰值哥白尼诞辰 500 周年，因此也叫“哥白尼卫星”，它获得了许多紫外星的光谱以及星际分子的光谱，探测到星际尘埃中有大量氢分子、氢原子和重氢原子，发现了星际尘埃中含有半径为 0.01 微米大小的石墨尘粒。还发现在大范围内存在的气体云，这可能是超新星爆发或热星喷发物质造成的。

迄今为止，对紫外天文学贡献最大的卫星莫过于 IUE，它是“人类所设计出的一台最高产的望远镜”，原计划 IUE 仅在太空工作三年，但直到今天它仍按照地面指令，送回多种天体的紫外分光 and 紫外测光资料，堪称寿命最长的一颗卫星。

IUE 是一颗地球同步卫星，由于卫星的轨道距地球相当远，地球遮住的天空仅  $17^\circ$  左右，卫星与美国宇航局地面跟踪站每天 24 小时都能保持联系，也可以每天和欧洲空间局的控制中心联络 10 个小时。十多年来 IUE 有许多重要的科研成果，它所涉及的领域包括：太阳系、冷星、热星、互扰双星、激变变星、星际物质、星系晕和活动星系等。IUE 上天以来的全部观测成果都被珍藏在戈达德空间飞行中心的 IUE 档案馆中。根据档案进行研究是天体物理学的一种典型方法。

因种种原因一再推迟发射的“紫外天文 1 号” (Astro-1) 终于在 1990 年 12 月 1 日由航天飞机“哥伦比亚号”送入太空，它是一个由 4 架望远镜组成的探测器群体，能同时对一个天体进行紫外成象测光、偏振、分光等多项探测。在为时 9 天的飞行中，对白矮星、双星、活动星系、星系团进行了考察，观测到激变变星鹿豹 2

# 基本物理常数值的变动

何 常



## 一、基本物理常数的由来

十九世纪科学的蓬勃发展,铺平了深入理解物理世界性质的道路.在世纪之交,出现了一个愈来愈明显的事实:世界上存在着若干与原子物理和量子物理相联系的不变性质.这些性质可以用一组作为基础的量来描述,这就是我们现在称之为基本物理常数的八个量(见表1).

表 1

名称	符号	数值	单位	相对不确定度(ppm)	近似值
基本电荷	e	1.60217733(49)	$10^{-19}c$	0.30	1.602
光速	c	299792458	$ms^{-1}$	精确	$2.998 \times 10^8$
普朗克常数	h	6.6260755(40)	$10^{-34}JS$	0.60	6.626
电子质量	$m_e$	9.1093897(54)	$10^{-31}kg$	0.59	9.110
质子质量	$m_p$	1.6726231(10)	$10^{-27}kg$	0.59	1.673
阿伏加德罗常数	$N_A$	6.0221367(36)	$10^{23}mol^{-1}$	0.59	6.022
宇宙引力常数	G	6.67259(85)	$10^{-11}m^3kg^{-1}s^{-2}$	128	6.672
玻尔兹曼常数	k	1.380658(12)	$10^{-23}JK^{-1}$	8.5	1.381

(注:上表系1986年推荐值)

如果不列入最后两个常数,这一组量常被称作基本原子常数.

由于用来求出各未知基本常数值的实验测量方法很多,因此有必要通过合理的方法把各个测量结果综合起来,以得出一组唯一的基本物理常数推荐值.60多年前 R. T. 贝治首创了这项工作.他第一次为基本物理常数定值,

发表在1929年《现代物理评论》第一卷上.由贝治首创的这一做法,被物理学家们沿袭下来,每隔几年都要为改进基本物理常数值而做新的评定.

## 二、定值方法

基本物理常数值的改进来自实验测量方法和计算方法的改进.现在,常数值的

的一次爆发全过程,发现蟹状星云中以接近光速速度向外发射的高能电子与云周环境相互作用的辉光,以及星系团成员星系之间温度高达  $64 \times 10^6k$  的炽热气体,进行了有关暗物质理论的验证.12月10日 Astro-1 随航天飞机返回地面.

## 远紫外探测

由于星际氢吸收远紫外波长的辐射,天文学家一直把0.01—0.1微米的波长视为观测禁区.太阳系外第一个远紫外辐射源是在1975年由美苏“阿波罗-联盟”飞行中发现的.这个辐射源是位于后发座的一颗白矮星——HZ43.白矮星是耗尽核燃料而暴露的星核.有很强的紫外辐射.此后,“阿波罗-联盟”又探测到另一

颗白矮星、一颗耀星和一颗激变变星.

1990年6月发射的国际X射线天文台(Rosat)携带一架英国制造的远紫外照相机完成了0.006—0.02微米的巡天.Rosat在全天认证了大约1000个分立源,其中一些是恒星——有热活动星冕的冷星、激变变星、密近双星以及白矮星.对船帆座和天鹅圈里的两个超新星遗迹进行了高分辨观测.

1992年6月7日,美国宇航局发射了一颗中型卫星——远紫外探测器(EUVE)进行远紫外巡天.EUVE有相当高的灵敏度,能探测到亮度只及HZ43百分之一以上的紫外源,除了测量源的位置和亮度,还进行分光观测.天文学家期待它的观测结果能使紫外天文学有进一步的发展.