

迅速发展的红外天文学

李芝萍



1609年意大利天文学家伽利略发明了第一架天文望远镜,300多年来,人们一直用光学望远镜在可见光波段观测天体,认识宇宙。本世纪30年代,美国无线电工程师K. 央斯基偶然发现了来自银河中心的宇宙射电波,开辟了大气的另一扇“窗口”,即射电窗口。迅速发展的射电天文学与光学天文学交相辉映,使古老的天文学大放异彩。60年代,天文学家又打开了可见光与无线电波之间的波长在0.7—1000微米的红外窗口,进一步拓宽了天文学的观测领域,推动了天文学的更快发展。

发展简史

红外线的发现比无线电波的发现要早得多,早在1800年英国天文学家W. 赫歇尔就发现了太阳的红外辐射,但由于缺乏灵敏的红外探测器,红外天文学在第二次世界大战之前进展缓慢。

本世纪60年代初,随着低温致冷光电探测器和优良的红外滤光器的出现,红外天文学开始走出困境。1965年美国加州理工学院的诺伊吉保尔等人用红外望远镜发现了著名的红外星,揭开了现代红外天文学的新篇章。近30年来红外天文技术不断发展,不论是地面红外望远镜还是红外天文卫星所进行的巡天观测都取得不少成果,红外天文学已成为现代天文学的重要支柱。

研究领域

红外波段观测的重要性首先在于它在波长上衔接起可见光和无线电波,其次是它可以日以继夜地进行,观测对象遍及整个宇宙,可探测到以往凭光学和其它手段所看不到的地方。

人们都知道,太阳系的行星、卫星、彗星本身不发光,是靠反射太阳光而亮的,其实它们在红外波段都有自己的辐射,因此这些太阳系天体正好是红外天文学所要研究的对象之一。

有两类恒星是其它观测手段(如光学和射电望远镜)所无法观测的,一类是刚刚诞生的恒星,另一类是濒临死亡的恒星,前者还没有热到能发光的程度,而后的核燃料已经熄灭。对此,红外天文学却可大显身手,向我们提供恒星生、死的宝贵知识。

在银河系中心附近分布着大量的气体和尘埃,尽管现在的光学望远镜造得越来越大,但凭借着这些洞

察宇宙的巨眼,仍然看不见银河系中心的真面目,因此光学天文学家无不报怨地说,银河系中心难测。而来自银河系中心的红外线则像该中心的使者,穿过尘埃屏障的阻挡来到地球,给我们提供了描绘该中心图象的依据。

在银河系之外,类星体和许多星系的星系核也是红外源,天文学家正通过红外观测来了解它们。近年来还在红外波段开展了对宇宙学的热点——3K背景辐射的测量。

天体演化、生命起源和基本粒子是自然科学的三大前沿。星际分子的发现揭开了研究宇宙中生命起源问题的序幕,把探测地外文明的神话变成了严肃的科学课题。分子的射电、红外谱线给我们提供了一种诊断天体的探针,使我们能把研究的对象从处于演化中期阶段扩展到早期阶段和晚期阶段,填补了天体演化知识中的空白区域。

探测技术和成果

红外望远镜是通过光学系统将天体的红外辐射聚焦在红外探测器上,通过电子学系统和终端设备得到红外辐射的各种信息。

由于天体的红外辐射十分微弱,为使天体的红外辐射不致被仪器和天空背景的强大红外辐射所淹没,红外望远镜必须使用大口径、强聚光本领的光学反射望远镜,焦距要长,主孔和副镜要小,对望远镜和辅助设备采取致冷措施,采用红外调制技术,即让望远镜副镜以每秒一、二十次的频率摆动,使天体在望远镜中时隐时现,将天体的红外辐射由直流信号变成交流信号,以便同天空背景的红外辐射相分离。

1965年美国首先建造了红外望远镜,口径为1.5米,诺伊杰保尔和莱顿用它在地面上以3.2微米为工作波长开展了首次红外巡天,发现了约5600个红外源,大多是晚型巨星。1969年他们将观测结果整理成一份红外天体表。

为摆脱地球大气对红外辐射的吸收和避免大气本身在红外波段的强烈噪声,红外望远镜常被安装在高空飞机、大型气球、探空火箭或宇宙飞行器上从事观测。

第一个做红外探测的高空气球是1964年发放的,吊篮的名称是“约翰霍普金斯”,它装有口径30厘米的红外望远镜和近红外分光光度计,测量了金星1.7—3.4微米的红外光谱。1969年美国天文学家霍夫曼首次成功地进行了远红外天文球载观测,在波长100微

米处探测到近百个红外源。此后，英国、美国、苏联和日本等国的球载望远镜技术都有了长足的发展。

我国的球载红外天文观测起步于 70 年代末，1982 年 9 月，上海天文台曾用中国科学院气球总体单位联合研制的高空科学气球成功地进行了一次太阳的远红外天文观测。

1969 年美国一架装有 30 厘米红外望远镜的高空飞机在 40—50 微米工作波长处探测到银河系中心发出的强红外辐射，证实银河系中心有一个强红外源。

1974 年投入使用的美国家伊伯机载天文台在红外观测中颇有建树，它相继探测到天王星环，找到了银河系中心周围使气体和尘埃磁化的“超环面粒子加速器”，观测到彗星中的水分子，定量地分析了由超新星 1987 A 抛出的铁、钴、镍等重元素。前不久有消息说美国和德国准备联合研制一个新的远红外平流层天文台，即在一架波音 747-SP 运输机上装上一架德国造的 2.5 米反射望远镜，预计在 1998 年开始工作。

火箭的飞行高度通常在 150 公里左右，每次飞行可观测时间为 6—10 分钟。1971—1972 年美国空军坎布里奇研究实验所 7 次用火箭在中红外区波长 4、11 和 20 微米处巡天，探测了 79% 的天空区域，发现了 3200 个红外源。

对比几种运载工具，飞机可使红外观测得到改善，但无法接收高能短波辐射，气球飞得比飞机高，但气球上面仍无法摆脱大气对天文观测的影响，而火箭的观测时间又过于短暂，唯有宇宙探测器效果最为理想，但它所面临的一个困难是整套探测系统很难长时间冷却到液氮温度。美国、荷兰和英国历时 15 年攻克了这一难关，于 1983 年 1 月 25 日将一个在空间进行红外巡天观察的天文卫星发射上天。

红外天文卫星

红外天文卫星 (IRAS) 运载一架主镜口径 60 厘米的反射望远镜，在 12、25、60 和 100 微米四个波段，以四种探测器测量天体和宇宙的红外辐射。IRAS 的整个望远镜和探测器全部冷却在液氮之中，致冷到绝对温标 1 K。原定 IRAS 的有效存在期为一年，1983 年 11 月 10 日，因液氮致冷剂耗尽而不得不停止工作。它的发射成功和红外巡天所获得的丰硕成果被公认为 1983 年世界的重大科学成就。

IRAS 在 10 个月的有效运作期间，记录到 245839 个红外源，使已知的红外天体总数增加了 100 倍，发现了大批新型天体，大大丰富了天文学家对宇宙的认识。

IRAS 最瞩目的成就是使地外行星系的探索有了突破性进展。它不仅在年轻天体，例如金牛 T 型变星金牛 HL、麒麟 R 周围发现了星周尘盘或星周尘盘，还发现了一些著名亮星的固态星周物质。天文学家认为围绕织女星、南鱼 α 、绘架 β 等恒星的星周盘很可能是

正在形成中的原始行星系。

IRAS 透过尘埃云，发现了恒星诞生的迹象，它在距地球 650 光年的范围里观测到大量即将形成恒星的尘埃云，在仙女座找到一些正在形成的恒星，在看似宁静的暗星云巴纳德 5 内，发现 4 颗质量与太阳相仿的初生的或正在形成的恒星。

IRAS 揭示了银河系中心的细节，发现了银河中广泛分布的由极冷尘埃组成的稀薄的红外云，还观测到宇宙背景辐射。

在 IRAS 观测到的红外分立源中，有不少和已知天体相对应，有些还没有找到对应天体，其中有些可能是原恒星，有些可能是红外星系。红外星系是宇宙中一支以前鲜为人知的星系族，它们的红外光度起源还是一个谜。

IRAS 还发现了 5 颗彗星。1983 年 5 月发现了艾拉斯-荒木-阿尔科克彗星后，11 月初接连发现了 1983f、1983j、1983K 和 1983 D。在这么短的时间里发现如此多的彗星，是因为 IRAS 对来自低温尘埃的辐射极为敏感。IRAS 还揭示彗星中的尘埃比以前根据其它波段观测估计的要多，一些与太阳多次接近，耗尽挥发物质的濒死彗星，仍可能在远红外波段保存一条可见的尘埃彗尾。

1984 年，美国宇航局将 1965—1983 年已问世和尚未公开发表的全部红外源表进行计算机汇总，出版了《红外源总表》。该表囊括了地面 2 微米巡天，美国空军四波段红外巡天，IRAS 已公布的红外源，共载有 10000 个红外源，其中 8000 个是恒星、星云或河外天体，剩下的 2000 个尚未确认出光学对应体。

1988 年，由马特森领导的喷气推进实验室编撰了一份红外天文卫星表，这是迄今为止数据收集最丰富的太阳系天体星表。在卫星观测过的 11499 颗小行星和 384 颗彗星中，该星表列出了其中已知的 1811 颗小行星的物理特征(大小、距离、表面反射率和成分等)，并修正了 22 颗已知彗星的轨道参数。

在此之前，天文学家根据 IRAS 的观测完成了一份红外点源总表，这份星表由覆盖全天 96% 的一系列星表所组成，收编恒星、星系、原始恒星及其它天体等红外源约 25 万个。

IRAS 的成就鼓舞了天文学家，不少国家已经把红外天文学列为重点发展计划。有关红外望远镜的下一步计划，最主要的是空间红外望远镜装置 (SIRTF)，它是一架口径为 0.85 米的望远镜，工作波长 2—300 微米，其灵敏度比现有天文红外卫星高 1000 倍，能看到可观测宇宙的极限。SIRTF 是继哈勃空间望远镜、康普顿 γ 射线天文台和 X 射线天体物理设备之后，美国宇航局的第四大空间天文台，拟议在 1998 年进入轨道，届时将给我们带来更多更令人激动的成果。