

空间红外天文观测——从 IRAS 到 ISO

钱 忠 钰

(中国科学院北京天文台)

提 要

本文将简要地叙述空间红外天文观测的历史和现状,特点与困难,进行空间红外天文观测的主要手段和所取得的重要结果。重点介绍卫星红外天文观测,包括 IRAS 所取得的成功与正在研制中的 ISO 计划的概况,它的仪器和主要研究任务。最后将简略介绍到本世纪末计划和设想中的重要空间红外活动。

一、概 述

红外天文观测所覆盖的波长范围通常从 $1\mu\text{m}$ 到 1mm 。根据普朗克的黑体辐射公式和维恩位移定律,温度低于 3000K 的天体,其辐射峰值波长都落入这个范围,所以红外天文观测是研究温度比较低的天体的最合适的手段。同时红外辐射的星际消光远较可见光要小,这是由于造成星际消光的重要原因之一,尘埃的瑞利散射与辐射波长的四次方成反比。红外辐射的这个特点又使其成为研究在光学波段被严重消光的天体的有力工具。例如银河中心,在可见区的星际消光达 27mag ,实际上成为不可见,但在红外波段则可以很好地观测。另外在红外波长区,还有很多分子和原子重要的振动和转动特征谱线,红外辐射的这些特点使之成为研究不同层次天体的重要工具。从大尺度宇宙结构到类星体和活动星系,从银河系结构到恒星的形成与演化,以及太阳系内各种天体的研究等,正是由于红外天文学的进展,使人们对上述一系列基本问题的认识出现了不同程度的飞跃^[1,2]。

但是地面的红外天文观测受到地球大气强烈的束缚,这种束缚主要来自两个方面:大气对红外辐射的强烈吸收和大气自身的热发射。大气中的 CO_2 , H_2O , O_3 , CH_4 和 N_2O 等成分都吸收红外辐射,尤其以 CO_2 和 H_2O 为最强烈。强烈的吸收使得地面的红外天文观测只能在 $30\mu\text{m}$ 以下的某些特殊窗口来进行,它们在 1968 年被 Johnsen 定义为 JHKL MN 和 Q。就是在这些大气窗口,也都有不同程度的吸收。除此之外在 $350\mu\text{m}$ 和 $460\mu\text{m}$ 附近还有一些透明度只有 20% 左右的很差的窗口。大气影响的另一个重要因素是自身发射,地面大气温度在 300K 左右,其辐射峰值波长在 $10\mu\text{m}$ 附近,这种辐射充满整个望远镜视场,形成极强的背景辐射和涨落,产生很大的噪声,与望远镜本身和观测室环境所产生的强辐射背景和噪声一起,使得地面的红外测光,在波长大于 $3.6\mu\text{m}$ 时,通常都处于背景限,即背景涨落噪声成为最主要的噪声源,成为提高观测灵敏度的主要障碍^[3]。当然大气的湍流和扰动等也会给

红外观测带来不利影响。显然提高观测室的海拔高度有利于部分缓解上述问题。目前海拔 4200m 的 Mauna Kea 是举世公认的最佳红外观测地点。不同海拔高度时的大气红外透射与发射特征见图 1。

为了摆脱地球大气的束缚，为了实现全波段，高灵敏度和高分辨率的观测。一个合乎逻辑的结论必然是到大气外去作红外观测。这也是当代天文学的发展对红外天文观测提出的要求和挑战。

二、大气外的红外天文观测

为了摆脱地球大气的束缚，长期以来，人们作出了各种各样的努力。目前，主要的运载工具有高空气球、飞机、火箭和人造卫星。下面分别介绍^[4]。

最早的高空气球科学飞行是在 1784 年，在伦敦用来研究地球大气环境。1874 年 3 月 22 日进行了第一次高空气球的天文观测，飞行高度为 7.3km，研究对象是太阳光谱。现代的高空气球天文观测可以说从 1946 年在美国开始的。目前的塑料气球体积从 30000m³ 到 800000m³，球内充氦或氢，飞行高度可达 50km，负荷可达 1 吨以上，飞行时间可从几小时，几天，几周以至更长^[6]。

在高空气球上可以做很多类型的天文观测，如高能宇宙线观测， γ 射线和硬 X 射线天文观测和紫外以及红外天文观测等，但是它尤其适合于作红外天文观测。从图 1 中可以看出，在 40—45km 的高空气球典型飞行高度上，在 1 μ m 到 1mm 的整个红外波段，除了在波长为 14 μ m 附近还有百分之几的 CO₂ 吸收外，剩余大气对红外辐射几乎已完全透明。大气自身的发射也已降低了三个数量级，但在其他电磁辐射波段，则并不都这样有利。

60 年代到 70 年代，是高空气球飞行的黄金时代。70 年代后期，曾有约 20 个小组作高空气球的红外天文观测，以美国为最多，法国、西德、英国、日本等都有出色的工作，第三世界的印度也有相当大的球载望远镜，西德的金龙球载红外望远镜口径达 1 米。我国从 80 年代初开始有上海天文台和紫金山天文台先后开展了高空气球的红外天文观测。高空气球观测的课题很广泛，从宇宙背景辐射到银河中心，从星系到恒星形成区，恒星的早期和晚期演化，以及太阳系内的各种天体的研究。另外一个重要的研究领域是特殊天象，如彗星、超新星等的观测。这是因为气球观测机动灵活，费用相对较低的缘故。气球观测的对象受其姿态控制和指向精度的限制。球载望远镜失去了大地的支撑，要在高空风的干扰下保持稳定是不容易的，所以指向精度通常在 1'—10' 的范围内，这就限制了对点源的观测而更适宜于对展源的扫描观测。100 μ m 波长的银河中心区图首先是由气球获得的。气球观测的另一个弱点是在 40—50km 的高度，剩余大气和水蒸气不能忽略^[7]，所以不能用冷却望远镜的方法来进一步降低背景和提高灵敏度，使得背景涨落噪声仍然是其基本的噪声源。由于大量空间红外天文活动从 80 年代开始已转向卫星观测，所以目前气球观测已不如 70 年代活跃。最近有人计划用气球运载 2m 口径的亚毫米波望远镜作 80 μ m—1.5mm 的天文观测^[8]。

第二种重要的运载工具是飞机，主要由美国进行。它们是 LJO (Lear Jet Observatory) 和 KAO^[8] (Kuiper Airborne Observatory)。LJO 从 60 年代末开始工作，它的基本工具是一

个机载 31cm 望远镜。KAO 由 NASA 负责, 1974 年开始工作, 它由一个 91cm 的望远镜安装在经过改装的 C141 飞机上, 机舱的侧面开了窗口, 使望远镜可在 15° — 60° 的仰角范围内观测。整个机舱成了天文台, 飞行高度 13.7km, 续航时间 10h 以上。望远镜有自动跟踪和指向系统, 指向精度优于 $5''$, 所以可以用 $15''$ 的光栏对红外点源作测光工作。KAO 在 70 年代初就配备了较好的 CVF(Circular Variable Filter)红外光谱仪, 后来又配备了 FTS 等, 工作波长也不断拓展, 对发展红外天文起过重要的促进作用。在太阳系天体的观测中有过不少精彩的新发现, 如木星的内部能源, 木星大气中的水蒸气, 天王星的光环等等。在 IRAS 之后也做了不少有价值的后续性研究工作。

最近欧洲和美国将联合实施一个新的计划: SOFIA (Stratospheric Observatory For Infrared Astronomy)。内容为改装一架波音 747, 机舱内安装一个 3.2m 口径的望远镜^[8]。显然这是一个相当费钱但也将很有意义的计划。

火箭在空间红外天文观测中也起着重要作用, 首次 5 — $20\mu\text{m}$ 的红外巡天就是由火箭完成的。火箭的飞行高度通常在 150km 左右, 每次飞行可观测时间在 6—10min。这方面美国、西欧和日本等都曾相当活跃。近年来日本名古屋大学还一直用火箭做宇宙红外辐射背景的研究工作等。

真正摆脱地球大气束缚的运载工具还是卫星, 它可以在高空间轨道上长期运行, 在这样的轨道上, 剩余大气和水蒸气可以完全忽略, 这样就可把整个望远镜用液氮冷却到 10K 以下

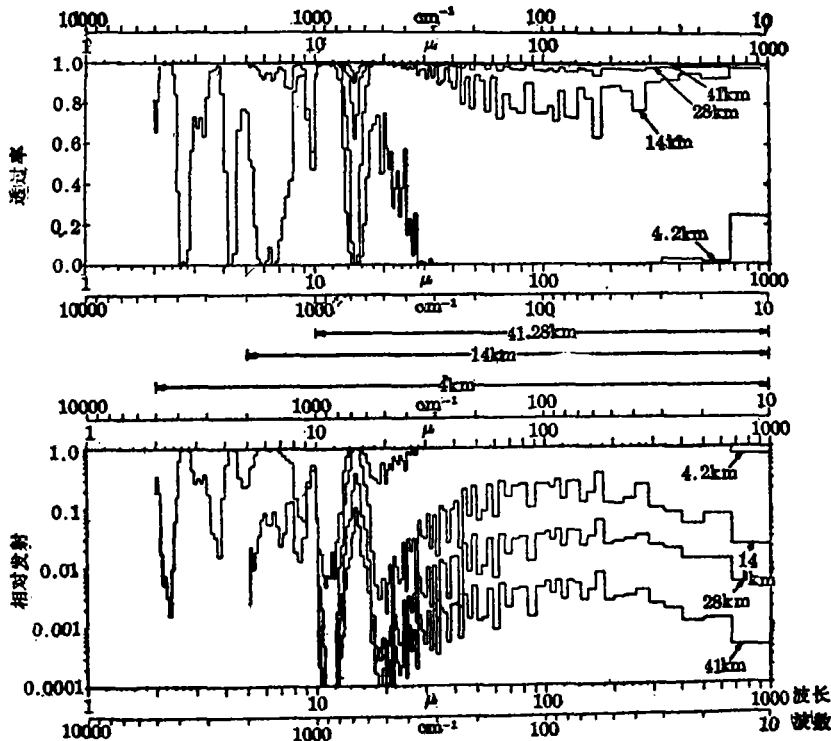


图 1 不同高度上地球剩余大气的红外透过和发射特性^[1]

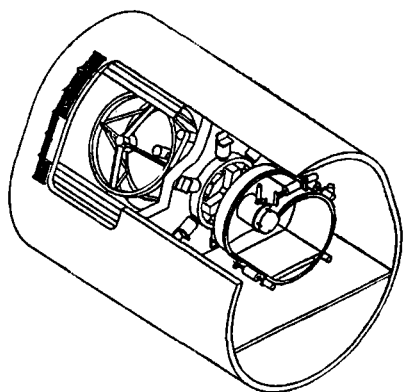


图 2 SOFIA 波音 747 机载 3.2 米
红外望远镜计划示意图

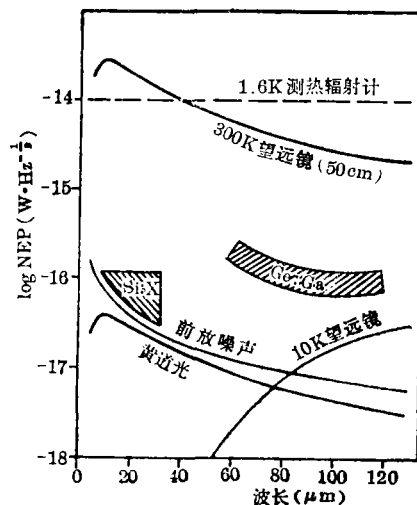


图 3 各种噪声源强度的比较^[14]

的超低温，从而可以把红外观测的背景辐射以及背景涨落噪声降低好几个数量级，因而也可把灵敏度相应提高好几个数量级(见图 3)。

红外卫星计划开始于 70 年代后期，计划的实施很费钱，技术上也有不少难点，用液氮冷却整个望远镜这在其他天文卫星中是没有的。另一方面，红外卫星的低背景条件也向红外探测器提出了挑战，必须研制出新的超低噪声的高性能红外探测器，才有可能真正充分利用和发挥红外天文卫星冷却整个望远镜所提供的提高观测灵敏度的可能性。美英荷联合发射的 IRAS(Infrared Astronomical Satellite)迈出了划时代的第一步，为空间红外天文观测以至整个红外天文学的发展翻开了新的一页。跟随而来的有一系列的红外卫星计划在实施及讨论中^[9, 14, 15]。

三、从 IRAS 到 ISO

IRAS 是第一个红外天文卫星的简称，它由美国、英国和荷兰联合研制，其中美国负责望远镜、焦平面探测器，发射和资料出版，英国负责地面设备和数据处理，卫星星体组装等则由荷兰负责。它于 1983 年 1 月 23 日发射，运行到 11 月 22 日，取得了极大的成功，是人类探索宇宙奥秘的伟大长征中一个闪光的里程碑。

IRAS 的主体是一个 57cm 的望远镜，光学系统复合焦比为 $f/9.2$ ，被液氮冷却到 15K 左右，冷却望远镜是红外卫星的特点，也是其最大的优点。如前所述，这可以大大降低整个系统的背景热辐射水平，把探测灵敏度提高 2—3 个数量级。IRAS 为太阳同步轨道，轨道高度 900km，绕地球一周为 103min。

IRAS 有两个主要的仪器，红外巡天的仪器和荷兰的附属实验仪器^[10]。

巡天在四个波段进行，中心波长大约为 12, 25, 60 和 100 μm ，仪器的基本参数如表 1，附属仪器主要为无缝光谱和光度测量，特性见表 2。

表 1 红外巡天仪器特性

波 段	平均波长 (μm)	带 宽 (μm)	光 栏 Arcmin	噪声等效流量密度 (mJy)			探 测 器
				预 计	实际值	黄道光	
I	11.8	5.7	0.75×4.5	40	~500	35	Si:As×16
II	24.4	9.8	0.75×4.5	70	~500	35	Si:Sb×13
III	61.6	31.0	1.50×4.7	200	~500	42	Ge:Ga×15
IV	101.2	35.6	3.00×5.0	500	~1500	40	Ge:Ga×15

表 2 荷兰附属仪器特性

仪 器 名 称	远红外光度计	近红外光度计	低分辨率光谱仪 (LRS)
通带特性	41—62.5 μm 84—118 μm	4—8 μm	7.5—23.5 μm
束 直 径	1.2	15''	
光谱分辨本领	宽带测光	宽带测光	$\lambda/\Delta\lambda\sim 20$
噪声等效流量密度	~50mJy	~2Jy	~5Jy

IRAS 的主要任务是四色红外巡天, 占了其观测时间的 60%, 其余 40% 时间用作课题研究。IRAS 成功地运行了 300 天, 取得了丰硕成果。它扫描了将近 98% 的天空, 其中 95% 扫描了 2—3 次, 3% 只扫描了一次, 余下 2% 由于液氦耗尽而未扫描。NASA 已经发表的 IRAS 的巡天资料主要有^[11]:

1. 点源表: 12, 25, 60, 100 μm 四波段流量, 共 245 889 个源;
2. 小展源表: (指那些 $>2'$ 但 $<8'$ 的源) 共 16 740 个;
3. 低分辨率光谱: 每个谱有 200 个数据点, 共 5423 个;
4. 银道面图: 4 色 $2' \times 2'$ 的分辨率;
5. 河外源表: 共有 25000 余个;
6. 全天流量图: 4 色 $2' \times 4'$ 的分辨率;
7. IRAS 暗源巡天: 共有 27827 个暗源;
8. 小行星和彗星巡天资料。

还有一大批分类挑选出来的星表, IRAS 发现的主要天文结果可以归纳如下^[11, 13]:

1. 提供了一个完备的红外源星表。IRAS 以前 NASA 收集了一个红外源表 共有 12000 余个源, IRAS 一下扩大到近 25 万个, 是了不起的飞跃;
2. 提供大量河外星系资料。IRAS 首批资料包括 22000 多个, 并有流量资料, 新公布的暗星系表数目更大, 对活跃星系研究工作有很大的促进作用;
3. 红外卷云的发现, 存在于银河系的各个方向, 网状分布, 也许能解答银河系质量隐匿的问题;
4. Vega 现象, 1984 年 Anmann 发现 α Lyr, β Pic 等一批星, 无质量流失迹象, 却有红外色余, 这可能是类似于太阳系行星结构的演化早期, 目前已发现有 30 余颗这样的星;

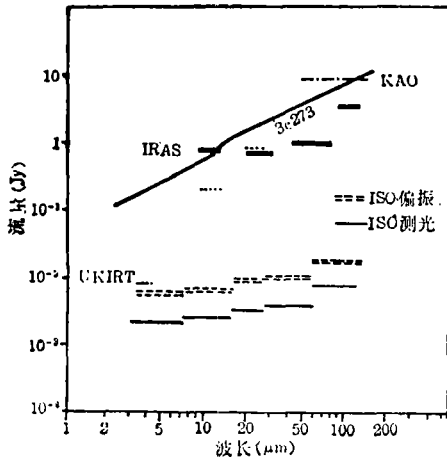


图 4 ISO 的灵敏度与其他观测设备的比较^[20]

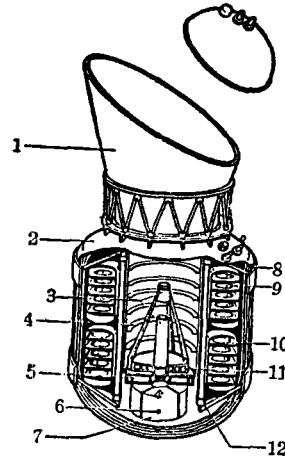


图 5 ISO 结构截面图^[15]

1. 遮阳罩 2. 真空容器
3. 挡板 4. 挡板 5. 支撑
6. 星敏感器 7. 焦面仪器
8. 冷屏蔽 9. 液氮容器
10. 液氮容器
11. 主镜 12. 支撑

5. IRAS 有一个快速运动天体搜索程序，共发现了 6 个新的彗星和 400 多颗小行星；

6. 发现黄道光的不平滑性，在火星和木星之间有一个较大偏心率的椭圆尘埃环，与黄道面倾角为 9° ，总质量约为直径 1 公里的小行星，色温在 165—200K，对研究太阳系结构很有意义；

7. 对恒星形成与演化所提供的大量资料，如提供了研究主序前恒星演化的完备样本，提供了一批有物质吸积迹象的天体，也对 AGB 星以后的恒星演化，质量流失提供了大量宝贵信息，使这些课题变得异常活跃。

IRAS 的发射是人类探索宇宙奥秘长征中的里程碑，不过它所产生的新问题也许比它所解答的问题还要多。IRAS 促进了从宇宙大尺度结构，星系到恒星形成等一大批课题的迅速发展，观测的手段也向全波段发展，而课题研究的进展始终伴随着对观测资料不断提出新的要求：更高的灵敏度，更高的分辨率，更宽的波长覆盖……，这些就是 ISO (Infrared Space Observatory) 的背景。

在 ISO 之前，曾有一个 GIRL 计划^[14] (German Infrared Laboratory)，它始于 1978 年，由马普天文所的 Lemke 负责。这是一个由液氮冷却的 50cm 的红外望远镜，原计划 80 年代末由航天飞机发射，后来这个计划被合并到欧洲空间局 (ESA) 的 ISO 计划中，成为后者的一部分。

ISO 计划是 1979 年提出来的，1983 年由 ESA 批准列入计划，预计 1993 年中发射，和 IRAS 相比，它的寿命更长，灵敏度提高二个数量级以上，波长覆盖也更宽 (见图 4)，并有更好的仪器装备，尤其在高分辨率光谱和偏振方面。ISO 的焦平面仪器将可作红外图像，测光，光谱和偏振四种不同方式的观测，它的主要任务也不是巡天，2/3 以上的时间将作各种天文观测。其研究的课题将非常广泛，但人们在恒星形成区和河外星系两个领域对 ISO 抱有尤其高的期望，和 HST 一起将能把这方面的研究提高到一个新的阶段。

ISO 的主体是一个 60cm 的望远镜，采用 R-C 光学系统，焦比 $f/15$ ，它将由液氮冷却到 4K，工作波长范围为 3—200 μm ，2040 升超流态液氮将保证它工作 18 个月以上。卫星外

形高 5.2m, 直径 2.3m, 发射重量 2300kg(见图 5), 主体部分由德国 MBB 公司负责, 发射将由法国 Ariane-4 型火箭进行, 预定发射日期 1993 年中, 轨道为 1000—39400km 的椭圆轨道, 绕地球一周 12h, 轨道平面与赤道平面交角为 7° ^[16]。ISO 的预算费用计 3.5 亿美元(四个天文仪器研制费用在此之外, 由各国政府提供)。

ISO 的焦平面有四个重要的仪器, 它们分别是红外照相机 ISOCAM^[16], 红外光度计 ISOPHOT^[17], 短波长红外光谱仪 SWS^[18], 和长波红外光谱仪 LWS^[19]。这些仪器的基本特性见表 3。ISO 的基本参数与 IRAS 的简明比较见表 4^[20]。整个 ISO 计划的负责人为 Kessler 和 Habing(荷兰)。

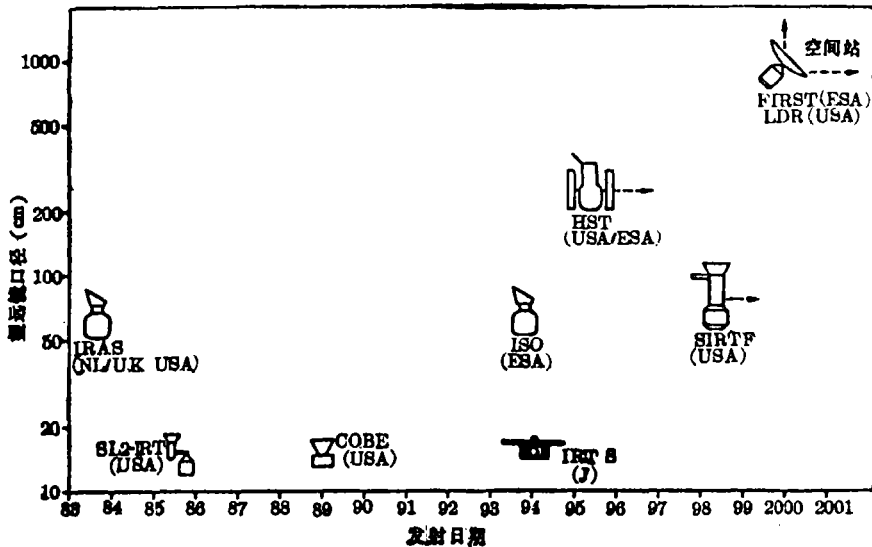
表 3 ISO 四个仪器的基本参数

名称与功能	波 长	光谱分辨本领	空间分辨本领	仪器基本情况	负 责 人
ISOCAM 照相与偏振	3—17 μm	宽 带 窄 带 CVF	每个像素 1", 3"6" 和 12"	有两个通道 1. 32×32 InSbCID 3—5 μm 2. 32×32 Si:Ga 5—17 μm 多路读出	C. Cesarsky Saclay 法 国
ISOPHOT 图象与偏振	3—200 μm	宽带窄带 NIR光栅 光谱 R~100	从衍射极限 到宽束	4 个子系统 —P 多带多光栅测光 与偏振 3—30 μm —C 远红外照相机 30—200 μm —S 光谱计 3—16 μm —A 图像阵列器件 三个波段 4—22 μm Si:In(32)4.2 μm Si:Ga(16)11 μm Si:P(8) 22 μm	D. Lemke Heidelberg 德 国
SWS 短波长光谱	3—45 μm	R=1000 对整个波长 R=3×10 ⁴ 在 15—30 μm	14"—20"	二个光栅光谱仪和 二个 F-P 干涉仪	Th. de GRAAVW Groningen 荷 兰
LWS 长波光谱仪	45—180 μm	R=200 和 R=10 ⁴ 对整个波长	1'.65	一个光栅光谱仪 和二个 F-P 干涉仪	P. Clegg London 英 国

从表 3 和表 4 可以看出, 与 IRAS 相比 ISO 计划在技术、性能和仪器的功能方面都在 IRAS 的基础上又向前迈进了一大步。人们期望 ISO 的成功发射从宇宙背景, 星系, 暗物质, 星际介质, 恒星形成区到太阳系, 行星, 彗星等一系列的课题方面, 提供大量高灵敏度和高分辨率的数据和新发现, 把人们对宇宙的认识提高到一个新的水平。

表 4 ISO 与 IRAS 的简单比较

基本任务	IRAS	ISO
	巡天	观测
望远镜口径/焦比	57cm, $f/9.6$	60 cm, $f/15$
温度	10K	3—4 K
工作波长	8—110 μm	2.4—200 μm
光谱分辨本领	23	20000
极限灵敏度	$\sim 1\text{Jy}$ (巡天)	0.01 Jy
波带光栏	固定	可变
焦平面探测器总数	70	1360
超流液氮容量	600 升	2300 升
工作寿命	300 天	540 天
轨道参数	900 km 近乎圆形	1000—39400 km 椭圆轨道
发射日期和火箭	1983 年 1 月 Delta 火箭	预计 1993 年中 Ariane 4 火箭
对点源的坐标精度	$\sim 15''$	$\sim 9''$
观测申请	很有限	60% 开放

图 6 本世纪末以前重要的红外天文卫星观测活动^[20]

Infrared Space Telescopes

IRAS: Infrared Astronomical Satellite

SL2-IRT: Spacelab 2 Infrared Telescope

COBE: Cosmic Background Explorer

ISO: Infrared Space Observatory

IRTS: Infrared Telescope In Space

HST: Hubble Space Telescope

SIRTf: Shuttle Infrared Telescope Facility

FIRST: Far Infrared and Submillimeter Telescope

LDR: Large Deployable Reflector

四、其他的空间红外观测活动

到本世纪末和下世纪初的重要的卫星红外天文观测活动如图 6 所示。其中的 IRAS 和 ISO 已在上面做了介绍，下面对其余的计划作一简单的介绍^[20]。

1. SL2-IRT (Spacelab 2 Infrared Telescope): 这是一个 15cm 的红外望远镜，搭载于航天飞机上，可以多次飞行。首次飞行于 1985 年，主要目的有两个，研究航天飞机周围环

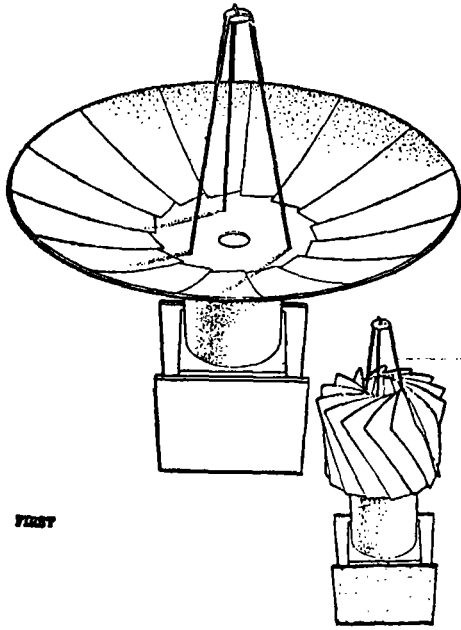


图 7 ESA 的可折叠式远红外和亚毫米波望远镜示意图(8米)^[8]

境中对红外有重要作用的分子成分，如 H_2O ， CO_2 等，以及差不多与 IRAS 相当的灵敏度做 $100\mu m$ 的宽束巡天(束宽为 1°)。不过可能由于在发射过程中，绝热薄膜松开而进入望远镜背景热辐射挡板，使 Shuttle 的热背景增大，使 $100\mu m$ 的通道过载，当时人们无法及时检修，所以首次飞行无重要结果。

2. COBE (Cosmic Background Explorer)^[21,22]: 这亦是一个 15cm 的望远镜，用于研究宇宙 3K 的背景辐射。于 1989 年 11 月成功地发射，并获得了重要结果：COBE 从不同波段(从微波到红外共 60 多个数据点)测得的结果表明，宇宙 2.74K 的背景辐射对黑体谱的偏离不到 1%，可以表示为 $2.735 \pm 0.06K$ 。

3. HST (Hubble Space Telescope): 于 1990 年发射，由于光学上的一些失误，成像质量未达到预期的要求，曾轰动一时。HST 第一阶段只做紫外到光学波段的工作，不过亦曾有讨论，在第一阶段飞行五年之后，接受第二代的仪器，如近红外照相机和多天体分光仪等。由于第一阶段飞行结果不理想，第二阶段的计划将变得更加不确定。

4. IRTS(Infrared Telescope in Space)^[23,24]: 这也是一个 15cm 的红外望远镜，主要目标是观测扩展的红外源，将于 1994 年 1 月由日本 H II 火箭发射。这是一个日本和美国之间的合作计划。望远镜被安装在八角形的空间飞行平台上(SFU)，八角形的平台直径 4.6m，重 3500kg，红外望远镜占其八分之一，100 升液氮，工作三周。IRTS 的焦平面仪器，其主要参数和基本的观测对象列于表 5 中。

5. SIRTf (Shuttle Infrared Telescope Facility)^[9,25]: 这是由美国 NASA 计划的下一个大型计划，预计本世纪末发射，投资大概将超过 15 亿美元。它的主体是一个 1m 左右的冷却望远镜，工作在远红外的 Bolometer 将被冷却到 0.1K，工作波长将达 $700\mu m$ 。基本的仪器配置情况类似于 ISO。SIRTf 将被选择在较低的地球轨道上运行，以便由航天飞机不断添加液氮，延长工作寿命到 5—10 年。作为探测器将使用高集成度、高性能的两维红外阵

表 5 IRTS 的焦平面仪器

仪 器	近红外光谱仪 NIRS	中红外光谱仪 MIRS	远红外谱线图像 FILP	远红外光度计 FIRP
光学仪器	光栅光谱仪	光栅光谱仪	光栅光谱仪	多带光度计
波长范围 (μm)	1.2—4.1	5—13.5	63.2(O I) 157.7(C I)	60—1000
光谱分辨率	0.15 μm	0.26 μm	$\lambda/\Delta\lambda \sim 400$	$\lambda/\Delta\lambda \sim 0.4$
束尺寸	0.14°×0.14°	0.14°×0.14°	0.15°×0.3°	0.5°
探测器	InSb 阵	Si:Ga 阵	Ge:Ga×4	He Bolometer×7
主要观测对象	宇宙背景 星系 尘埃	气体、尘埃 黄道光	星际气体	宇宙背景 红外卷云

表 6 SIRTf 的仪器和性能

仪 器 名 称	基 本 性 能	计 划 负 责 人
红外阵列照相机	宽视场和衍射极限的图像 1.8—30 μm 使用128×128的红外阵列器件	Fazio, G. SAO
红外光谱仪	光栅和棱镜光谱仪 2.5—200 μm 使用阵列探测器 R=100—2000 有作偏振观测	Houck, J. Cornell
多波段成像光度计	背景限的图像和测光 3—200 μm 宽带测光 200—700 μm 偏振观测	Rieke, G. Arizona

列器件。

SIRTf 将有三组基本的仪器, 如表 6 所示。

6. FIRST(Far Infrared and Submillimeter Telescope)(ESA)和 LDR(Large Deployable Reflector)(NASAUSA); 前者是一个不冷却的 8m 口径远红外望远镜(图 7), 系欧洲空间局的计划, 后者由美国 NASA 提出, 是 20m 左右口径的远红外反射镜。和以前那些口径相对较小而被冷却到接近液氮温度的红外卫星计划不同, 这两个方案都是不冷却的大口径望远镜, 它们主要用于远红外的高空间分辨本领和高光谱分辨本领的观测。例如对于点源的观测, 在 200 μm 以外波长处, 这种大望远镜可以达到与 ISO 类似或更高的灵敏度极限, 因为它的衍射极限很小。高的光谱分辨本领将有助于降低背景辐射涨落噪声。外差式超高分辨率的远红外或亚毫米波光谱仪将是它们的主要仪器。概括地讲, 在波长大于 200 μm 或者 $R > 10^4$, 那么这类不冷却的大望远镜将比 ISO 有更高的灵敏度。类似的讨论也适用于比较地面与空间的红外观测。总的来讲, 地面的大望远镜在做超高光谱分辨率的红外工作时, 可以获得与冷却的空间红外望远镜相同的甚至更好的资料。

7. 关于苏联的空间红外活动,这方面的材料很少,1989年夏天,在德国举行的一次宇宙红外辐射背景科学讨论会上,有位苏联天文学家介绍了他们的计划。它大体是一个60cm左右的望远镜,被冷却到20—30K,仪器的配置类似于IRAS,由于苏联在红外探测器技术方面不如西方,某些波段的灵敏度极限还不如IRAS。卫星预计在本世纪末发射。看来在发射前还有足够的时间来提高其性能,随着国际合作进一步加强,这个计划在实施过程中将会逐步给人以深刻的印象。

参 考 文 献

- [1] Lena, P., in *Infrared Astronomy*, ed. by G. Setti and G. G. Fazio, p. 231, (1978).
- [2] 钱忠钰, 北京天文台台刊(副刊), (1982), No. 2, 9.
- [3] Low, F. J. and Rieke, G. H., in *Methods of Experimental Physics*, Vol. 12, Part A, ed. by N. Carleton, p. 415, Academic Press New York (1974).
- [4] Spiro, I. J., *SPIE*, 304 (1981), 214.
- [5] Lemke, D. and Frey, A. et al., Ballonteleskop THISBE 1, Forschungsbericht W 76—29, Bundesministerium für Forschung und Technologie, (1978).
- [6] Serra, G. and Bellaiche, G. et al., *SPIE*, 810 (1987), 88.
- [7] LaRocca, A. J., in *The Infrared Handbook*, ed. by W. L. Wolfe and G. J. Zissis, p. 5—24, Office of Naval Research, Department of the Navy, Washington, D. C. (1978).
- [8] Hawking, S., *Wissenschaftliche Weltraumerkundung von Dornier*, (1989), p. 20.
- [9] McCreight, L. R. and Walker, R. G. et al., *SPIE*, 132 (1978), 86.
- [10] Clegg, P. E., IRAS and Its Mission, in *Proceeding of the Second ESO IR Workshop*, ed. by Moonwood et al., p. 383, (1982).
- [11] Chester, in *Light on Dark Matter*, ed. by Israel, p. 3, (1986).
- [12] Beichman, *Annu. Rev. Astron. Astrophys.*, 25 (1987), 521.
- [13] Schorn, R. A., *Sky and Telescope*, 67 (1984), 119.
- [14] Lemke, D., The German Infrared Laboratory GIRL, in *Proceeding of the Second ESO IR Workshop*, ed. by Moonwood et al., p. 373, (1982).
- [15] Kessler, M. F., *SPIE*, 589 (1985), 201.
- [16] Sibille, et al., *SPIE*, 589 (1985), 170.
- [17] Lemke, D., *SPIE*, 589 (1985), 181.
- [18] Craauw, Th. de. et al., *SPIE*, 589 (1985), 174.
- [19] Emery, R. J. et al., *SPIE*, 589 (1985), 194.
- [20] Lemke, D., ESA SP-283, (1988), 81.
- [21] Lindley, D., *Nature*, 343 (1990), 207.
- [22] Hogan, G. J., *Nature*, 344 (1990), 107.
- [23] Matusmoto, T., *Infrared Telescope in Space*, Preprint of Depart. of Astrophy. Nagoya Univ., (1990).
- [24] Matsumoto, T., *Infrared Cosmic Background Radiation*, Preprint of Depart. of Astrophy. Nagoya Univ., (1990).
- [25] Werner, M. W. et al., *SPIE*, 589 (1985), 210.

(责任编辑 舒似竹)

Infrared Observation in Space——from IRAS to ISO

Qian Zhongyu

(*Beijing Astronomical Observatory, Academia Sinica*)

Abstract

This paper presents a brief history of space infrared observation for astronomy. Different means for infrared observation above the atmosphere—balloon, aircraft, rocket and satellite are briefly described and stress is put on infrared satellite programs. For example, IRAS and its instruments, its target and the main results, the ISO program, its scientific goals and instruments are introduced in some detail. At the end of this paper, the planned or possible programs for space infrared activity towards the end of the century including *SI₂-IRT*, *COBE*, *IRTS*, *HST*, *SIRTF*, *FIRST*, *LDR* and so on are also mentioned.