

文章编号: 1000-8349(2004)03-0189-11

多波段巡天和 LAMOST 观测目标

何香涛¹, 陈 阳¹, 李丹丹¹, 赵永恒², 张彦霞²

(1. 北京师范大学 天文系, 北京 100875; 2. 中国科学院 国家天文台, 北京 100012)

摘要: 综述了国际上多波段巡天工作的进展。其中, X 射线波段列举了至今主要的 X 射线卫星, 特别介绍了 ROSAT、ASCA、Chandra 和 XMM-Newton 的情况; 光学波段主要介绍了 SDSS、DEEP 以及 2df 的星系和类星体巡天; 红外波段主要介绍了 2MASS 和 SWIRE 巡天; 射电波段主要介绍了 NVSS 和 FIRST 巡天。根据光谱能力和观测模式, 提出了 LAMOST 的选题目标, 分析讨论了 LAMOST 可以开展的交叉证认工作。

关键词: 天体物理学; 多波段巡天; 综述; LAMOST

中图分类号: P141 **文献标识码:** A

1 多波段巡天的国际进展

多波段天文观测是天文学家早就向往的目标, 但真正能够逐步实现这一目标是从上世纪 80 年代开始的。一本名为《多波段天体物理学》著作的问世是一个标志^[1]。不断应用到天文仪器领域的高新技术在各波段的地面和空间天文设备中发挥着重要作用。多波段巡天的进展很大程度上依赖于空间观测, 尤其是地面观测难以实现的波段。目前, 国内外已经和即将投入工作的大型设备多达几十种, 遍及全部电磁波段。

1.1 X 射线巡天

由于大气的光电吸收, 各波段中天体的 X 射线辐射被大气吸收得最厉害, 只有空间天文设备才能完成对天体 X 射线的观测。1962 年人类开始利用火箭探测天体的 X 射线辐射。1970 年第一颗 X 射线卫星 Uhuru (自由号) 上天以来, 相继有 10 多颗 X 射线卫星发射成功, 并在天体的实测工作中发挥了巨大的作用。表 1 列举了至今主要的 X 射线卫星。

在这些 X 射线卫星中, 近十几年发射并且成果较多的有:

(1) ROSAT (Röntgen Satellite, 伦琴 X 射线天文卫星)^[2]

由德、美、英 3 国合作研制的 ROSAT 卫星于 1990 年 6 月 1 日发射, 在太空工作了近 9 年时间, 所携带的观测设备比以前的 X 射线观测仪器有更高的定点观测的灵敏度, 以及更

收稿日期: 2003-12-22; 修回日期: 2004-03-08

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (10173003)

表 1 至今主要的 X 射线卫星

名称	工作能段	参与国家	工作时间
Uhuru	2~20 keV	美国	1970~1973
HERO-1	0.2 keV~10 MeV	美国	1977~1979
HERO-2 (Einstein)	0.2~20 keV	美国	1978~1981
HERO-3	50 keV~10 MeV	美国	1979~1981
Hakucho (Astro-A)	0.1~100 keV	日本	1979~1985
Tenma (Astro-B)	0.1~60 keV	日本	1983~1985
EXOSAT	0.05~50 keV	ESA ¹⁾	1983~1986
Ginga (Astro-C)	1~500 keV	日本	1987~1991
ROSAT	0.1~2.5 keV, 62~206 eV (EUV)	德、美、英国	1990~1999
ASCA (Astro-D)	0.4~10 keV	日本、美国	1993~2001
BeppoSAX	0.1~300 keV	意大利	1996~2002
RXTE	2~250 keV	美国	1995~今
Chandra (AXAF)	0.1~10 keV	美国	1999~今
XMM-Newton	0.1~15 keV	ESA ¹⁾	1999~今

注：1) 欧洲空间局 (European Space Agency), 成员国包括德、法、英等十几个欧洲国家。

大的成像面积。在升空的最初 6 个月里, ROSAT 对全天进行了软 X 射线巡天。接着, 又对局部天区和单个天体进行了定点观测。它观测得到的全天巡天星表中, X 射线源超过 150000 个, 远紫外源 479 个。ROSAT 对超新星遗迹、星系团等作了大量的成像观测, 并且得到了分子云、中子星、彗星等天体的 X 射线辐射的观测资料。ROSAT 资料主页: <http://wave.xray.mpe.mpg.de/rosat/>。

(2) ASCA (The Advanced Satellite for Cosmology and Astrophysics, 宇宙学和天体物理学高新卫星)^[3]

ASCA 是 ISAS (日本空间科学研究所) 继白鸟号 (Hakucho)、天马号 (Tenma) 和银河号 (Ginga) 后成功发射的第四颗 X 射线探测卫星, 于 1993 年 2 月升空, 一直工作到 2001 年 3 月。它携带了 4 台大面积 X 射线望远镜, 是第一个把成像能力与宽通带、高分辨率和大接收面积很好地结合起来的空天设备, 也是第一个把 CCD 应用到 X 射线观测中的天文卫星。ASCA 适用于研究诸如遥远类星体的详细宽波段 X 射线光谱, 以及识别能增加宇宙 X 射线背景的那些辐射源。ASCA 资料主页: <http://www.astro.isas.ac.jp/asca/index.html.en>。

(3) Chandra (又名 AXAF, 即 Advanced X-ray Astrophysics Facility, 高等 X 射线天体物理设备)^[4]

Chandra X 射线天文台, 是为纪念著名美籍印度天文学家钱德拉塞卡而命名的。它是 NASA (美国航天局) 在上世纪末最重大的高能天体物理空间观测项目, 于 1999 年 7 月 23 日由哥伦比亚号航天飞机带上太空, 至今仍在工作。Chandra 比以前的 X 射线望远镜有更高分辨率 (空间分辨率小于 1'')、更高灵敏度以及更大的接收面积, 很适合观测暗弱源。这不仅有助于研究黑洞、超新星、暗物质等天体, 而且可以增进人们对宇宙起源、演化进程的认识。Chandra 资料主页: <http://chandra.harvard.edu/>; <http://asc.harvard.edu/>。

(4) XMM-Newton (X-ray Multi-Mirror Mission, 多镜面 X 射线望远镜)^[5]

ESA 于 1999 年 12 月 10 日发射了 XMM-Newton. XMM-Newton 有 3 套镜筒, 因此有比其他 X 射线卫星更大的接收面积 (图 1); 其次, 它携带了一套英国研制的光学观测设备 (Optical Monitor), 可以在进行 X 射线波段观测的同时, 进行紫外和可见光波段的成像以及低色散光谱测量^[6]. XMM-Newton 资料主页: <http://xmm.vilspa.esa.es/>.

由图 1 可以看到, 随着观测平台和仪器制造技术的发展, X 射线卫星观测能段范围不断增加, 相应的有效接收面积也不断扩大, X 射线观测的工作效率不断提高. 相信日本的 Astro-E2、美国的 Con-X (Constellation-X Observatory, 星座式 X 射线天文台) 等新一代 X 射线卫星的上天, 将使人类对天体 X 射线辐射的认识进入一个新篇章.

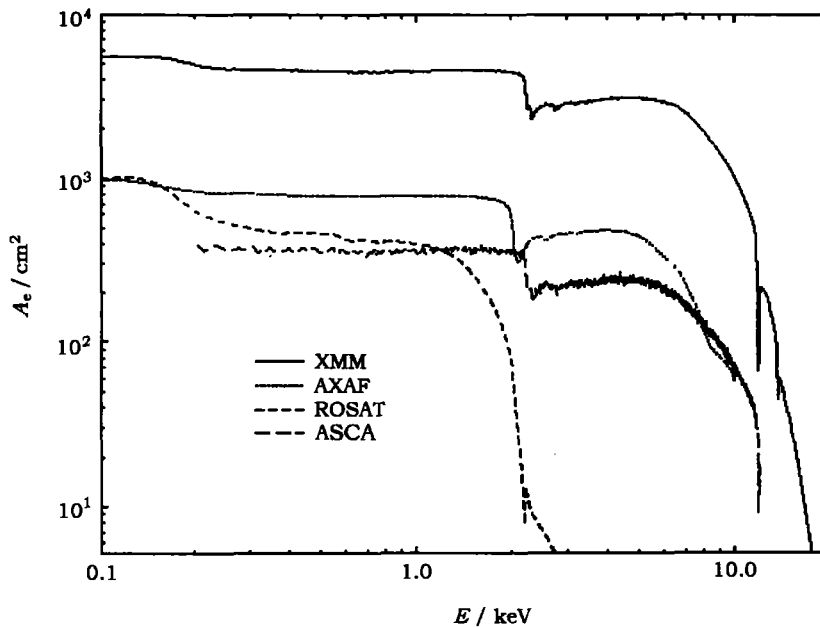


图 1 几个主要的 X 射线望远镜的有效接收面积与观测能段图^[7]

1.2 光学巡天

早期的大规模光学巡天工作, 主要来自南北半球的两架相同口径 (1.2 m) 的施密特望远镜. 北半球的 Palomar 天文台巡天观测最早完成于 1960 年, 称为 POSS-I (Palomar-National Geographic Society Sky Survey), 它覆盖了 $-33^\circ \leq \delta \leq 90^\circ$ 的 879 个天区, 每个天区有两种底片——蓝色片 (B) 和红色片 (R), 极限星等分别达到 21、20 mag. 进入 20 世纪 80 年代后, Palomar 天文台又进行了第二轮的巡天观测, 称为 POSS-II, 其覆盖区域 $-3^\circ \leq \delta \leq 90^\circ$, 极限星等相对 B、R 分别为 22、20 mag. 南半球的巡天观测主要由 UK 施密特 (United Kingdom Schmidt) 望远镜完成, 它建于上世纪 70 年代, 坐落在澳大利亚的英澳天文台 (AAO) 内, 覆盖天区 $-90^\circ \leq \delta \leq -17^\circ$, 极限星等分别达到 23 mag (B) 和 22 mag (R). UK 施密特巡天观测的特点之一是它包括了物端棱镜的巡天. 由物端棱镜提供的无缝光谱对河外天体的研究, 尤其是对具有发射线的天体如类星体的证认显示出强大的威力. UK 施密特同时还

与欧南台的 1 m 施密特望远镜 (ESO Schmidt) 相结合, 进行了 ESO/SERC 南天巡天。在河外天体的光学巡天方面, 日本的木曾天文台、前苏联的比拉干天体物理台都做了大量的工作, 而且发表了相应的星表 [8]。

上世纪 90 年代, 最大的光学巡天观测是 Sloan 数值巡天 (Sloan Digital Sky Survey, SDSS)。它使用一架口径 2.5 m 的大视场望远镜进行测光和多光纤光谱观测, 测光极限星等 23~25 mag (R), 光谱极限星等 18.5 mag。SDSS 计划对全天的 1/4 天区进行巡天, 得到近亿颗天体的准确坐标和绝对光度等观测数据, 其重点是河外天体, 尤其是活动星系核, 计划观测数目在百万颗以上。目前 SDSS 已经发现了一大批高红移的类星体和星系, 其中包括迄今为止发现的最大红移的星系和类星体。SDSS 已经释放了两批数据, 分别是 EDR (Early Data Release) [9] 和 DR1 (Data Release 1) [10]。图 2 是 SDSS 巡天得到的宇宙“长城”图与 CfA (哈佛史密松天体物理中心) 红移巡天结果的比较。由图可见, SDSS 得到的“长城”图的结构细节更加清晰。SDSS 资料主页: <http://www.sdss.org/>。

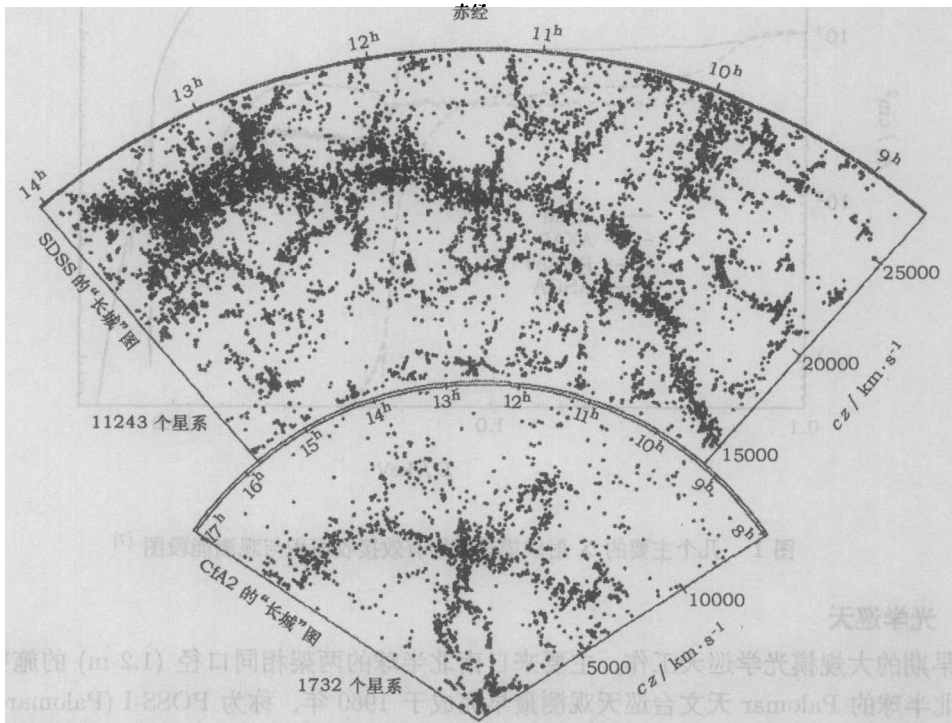


图 2 SDSS 巡天得到的“长城”图与 CfA2 巡天结果的比较 [11]

两图的共动坐标尺度相同。

20 世纪 90 年代, 另一项重要的巡天是利用英澳望远镜 (AAT) 的 2dF (Two-Degree Field, 两度视场设备) 进行的两度视场巡天 [12]。2dF 可以同时获得 2° 天区内 400 多个天体的光谱。该巡天分为星系红移巡天 (2dF Galaxy Redshift Survey, 2dFGRS) 和类星体红移巡天 (2dF QSO Redshift Survey, 2QZ), 均已在 2002 年 4 月完成。2dFGRS 获得了 220000 个星系的红移, 并且绘出了南天的 3D 图。2QZ 观测了超过 23000 个类星体, 其星等范围 $18.25 \text{ mag} < b_J < 20.85$

mag, 红移范围 $0.3 < z < 3.0$, 是迄今此星等极限内最均匀的类星体样本。2001 年底, 在 2dFGRS 基础上, 利用英澳望远镜的 6dF (六度视场设备) 和 2MASS 巡天星表, 又开展了 6dF 星系巡天 (The 6dF Galaxy Survey, 6dFGS), 预计这一工作在 2004 年完成^[13]。图 3 给出了 2dF 星系巡天和类星体巡天的结果。2dF 资料主页: <http://www.aao.gov.au/local/www/2df/>。

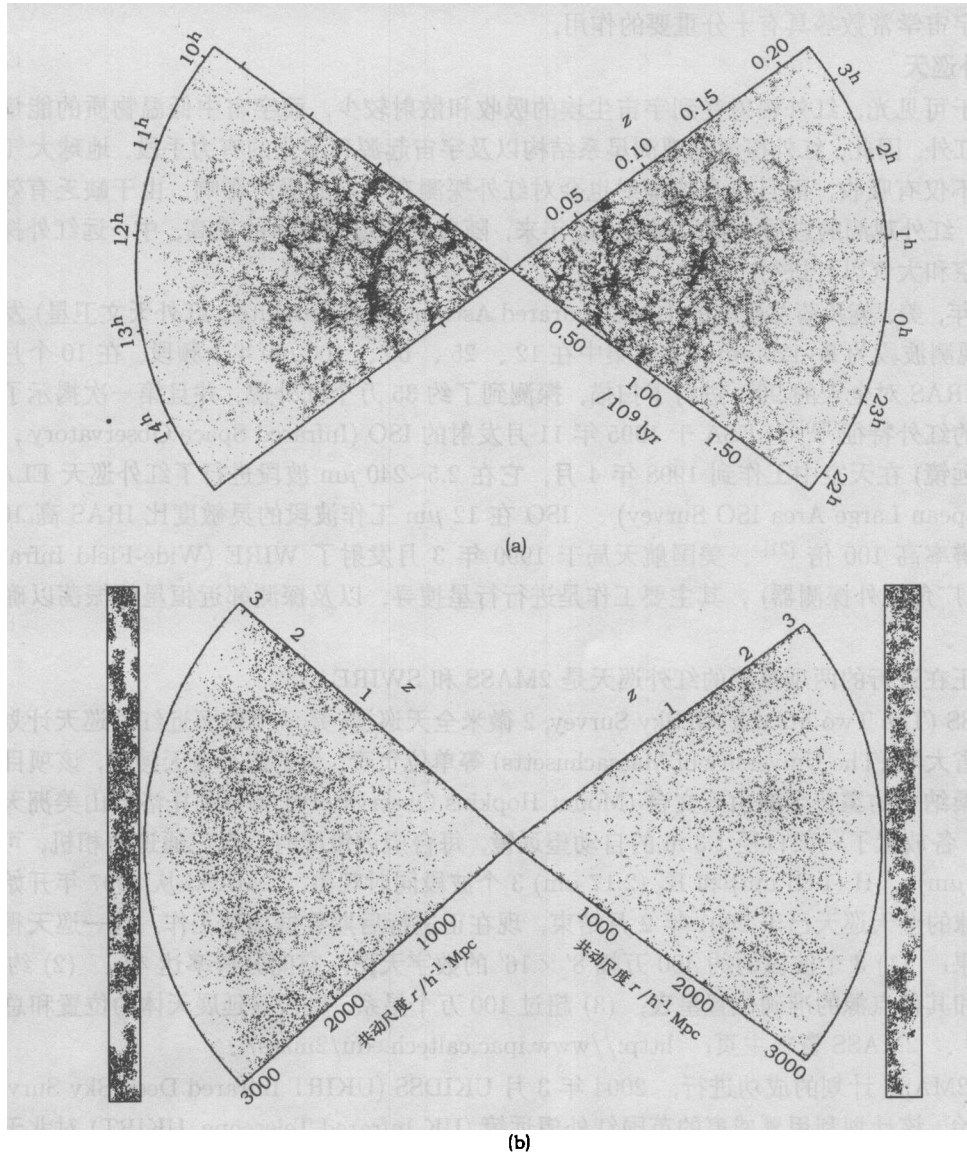


图 3 2dF 巡天结果: (a) 星系巡天^[14]; (b) 类星体巡天^[15]

目前正在进行的最先进的光学巡天是 DEEP (Deep Extragalactic Evolutionary Probe, 深河外演化探测计划)。它主要利用当前世界上最好的地面光学观测设备——两台 10 m 级的 Keck 望远镜和哈勃空间望远镜, 对遥远暗弱的场星系进行大尺度巡天^[16]。根据观测设备和目标的不同, DEEP 分为 DEEP1 和 DEEP2^[17]。DEEP 资料主页: <http://deep.ucolick.org/>。

另外还有一些光学巡天,如 CfA 的两次红移巡天 CfA1 (1977~1982年)和 CfA2 (1985~1995年)^[18]、利用智利 Las Campanas 的 2.5 m 望远镜进行的红移巡天 (LCRS)^[19], 欧南台的 VLT 等也开展了一些巡天计划, 我们就不一一介绍了。

先进的大规模光学巡天对研究星系的形成和演化、大尺度结构的起源、暗物质的本质、确定各种宇宙学常数等具有十分重要的作用。

1.3 红外巡天

相对于可见光, 红外辐射受到宇宙尘埃的吸收和散射较少, 而宇宙中低温物质的能量辐射主要在红外, 因此, 红外探测是观测星系结构以及宇宙起源和演化的有力手段。地球大气对红外辐射不仅有吸收, 而且自身热辐射也会对红外探测有一定的噪声影响。由于缺乏有效的探测手段, 红外观测的进展一直很缓慢。近年来, 随着空间观测技术的提高, 中、远红外探测可以在高空和大气以外进行。

1983年, 美、英及荷兰研制的 IRAS (Infrared Astronomical Satellite, 红外天文卫星) 发射升空。其观测波段为 8~120 μm , 主要集中在 12、25、60、100 μm 4 个频段。在 10 个月的寿命中, IRAS 对全天的 96% 进行了扫描, 探测到了约 35 万个红外源, 并且第一次揭示了银河系核心的红外特征^[20]。ESA 于 1995 年 11 月发射的 ISO (Infrared Space Observatory, 红外空间望远镜) 在天空中工作到 1998 年 4 月, 它在 2.5~240 μm 波段进行了红外巡天 ELAIS (The European Large Area ISO Survey)。ISO 在 12 μm 工作波段的灵敏度比 IRAS 高 1000 倍, 角分辨率高 100 倍^[21]。美国航天局于 1999 年 3 月发射了 WIRE (Wide-Field Infrared Explore, 广角红外探测器), 其主要工作是进行行星搜寻, 以及探测邻近恒星的振荡以确定其结构^[22]。

现在正在进行的两项重要的红外巡天是 2MASS 和 SWIRE:

2MASS (The Two Micron All Sky Survey, 2 微米全天巡视) 是一项地面近红外巡天计划, 由美国麻省大学 (The University of Massachusetts) 等单位负责。为了进行全天搜寻, 该项目在美国亚利桑那州的霍普金斯山天文台 (Mount Hopkins Observatory) 和智利托洛洛山美洲天文台 (CTIO) 各放置了一架口径 1.3 m 的自动望远镜, 每台望远镜配有一台三通道照相机, 可以在 J (1.25 μm)、H (1.65 μm) 和 K_s (2.17 μm) 3 个波段同时观测。2MASS 从 1997 年开始, 南、北半球的全天巡天已于 2001 年 2 月结束, 现在正在进行后期数据处理工作。这一巡天得到了以下结果: (1) 3 个波段的约 400 万幅 $8' \times 16'$ 的数字天图, 空间分辨率达 $4''$; (2) 约 30 亿颗恒星和其他点源的准确位置星表; (3) 超过 100 万个星系、星云等延展天体的位置和总星等星表^[23]。2MASS 资料主页: <http://www.ipac.caltech.edu/2mass/>。

由于 2MASS 计划的成功进行, 2004 年 3 月 UKIDSS (UKIRT Infrared Deep Sky Survey) 巡天将开始。该计划利用夏威夷的英国红外望远镜 (UK Infrared Telescope, UKIRT) 对北天的 7500 平方度的天区进行近红外波段巡天, 其极限星等将比 2MASS 暗 3 mag^[24]。

2003 年 8 月发射的 Spitzer 空间望远镜 (The Spitzer Space Telescope, 以前称 SIRTf) 的观测波长范围在 3~180 μm , 其主反射镜的直径为 85 cm, 是目前孔径最大的红外望远镜, 可以观测到其他望远镜所不能得到的信息: Spitzer 的科学仪器有红外阵列照相机 (IRAC)、红外光谱仪 (IRS) 和多波段成像光度计 (MIPS)。其主要创新点是: 红外探测器阵的灵敏度是地面红外望远镜的上千倍, 先进的阵列式红外探测设备的观测距离是目前任何空间天文望远镜的

百万倍^[25]。利用 Spitzer 进行的 SWIRE (Spitzer Wide-area InfraRed Extragalactic Survey, 大视场红外河外星系巡天) 计划预期观测: (1) 超过 10^5 个亮红外星系 ($\lg L_{\text{Far-IR}} > 10^{11} L_{\odot}$), 其中约 40000 个星系的红移 $z > 2$; (2) 10^6 个早型星系, 其中 400000 万个星系的红移 $z > 2$; (3) 250000 个尘埃遮蔽的类星体和 30000 个其他类型的活动星系核^[26]。Spitzer 资料主页: <http://www.spitzer.caltech.edu/index.shtml>。

1.4 射电巡天

英国剑桥大学的射电巡天是传统的射电巡天观测之一, 它的射电源表 (3C) 导致了类星体的发现。Texas、Molonglo、Bologna、NRAO-Green Bank、Parkes 等天文台也都进行过射电巡天观测。表 2 列出了迄今为止主要的射电巡天。

表 2 至今主要的射电巡天^[27]

名称	f/MHz	观测设备	参考文献
The Cambridge Survey of Radio Sources (1C~9C)	81.5 (1C,2C); 178 (3C~5C); 151 (6C,7C); 38 (8C); 15200 (9C)	略	[28] (6C~9C)
Sydney University Molonglo Sky Survey (SUMSS)	843	The Molonglo Observatory Synthesis Telescope (MOST)	[29]
The Green Bank 4.85 GHz Northern Sky Survey (GB6)	4850	Green Bank 91 m Telescope	[30]
The Parkes-MIT-NRAO 4.85 GHz Surveys (PMN)	4850	The Parkes 64 m Radio Telescope	[31]
The NRAO VLA Sky Survey (NVSS)	1400	Very Large Array (VLA)	[32]
Faint Images of the Radio Sky at 21 cm (FIRST)	1400	VLA	[33]

这里介绍一下上世纪 90 年代进行的两个比较成功的中性氢 (HI) 射电巡天:

1993~1997 年的 NVSS (美国国家射电天文台甚大阵巡天) 是利用 VLA (甚大阵) 系统在 1.4 GHz 对赤纬 $\delta \geq -40^\circ$ (J2000.0) 的天区进行的射电巡天, 其角分辨率约为 $45''$, 5σ 的灵敏度约 2.4 mJy, 巡天范围达天球表面积的 82%。它的主要结果有: (1) 2326 幅 $4^\circ \times 4^\circ$ 射电天图, 每幅图中有约 1000 个射电源, 并包含 Stokes 的 I、Q、U 3 个分量的偏振信息; (2) 约 1800000 个分离射电源星表, 流量密度 $S \geq 2.5$ mJy, 表中包含源的射电坐标、1.4 GHz 的射电流量、偏振流量、偏振位置角及其测量误差等数据^[32]。

1995 年 10 月开始的 FIRST 是利用 VLA 系统进行的又一项射电巡天。它主要是为 Palomar 天文台的 POSS 光学源在南、北银冠附近 10000 平方度天区内寻找射电对应体。FIRST 的分辨率为 $5''$ 。在 1 mJy 的灵敏度阈值, 平均每平方度天区探测到 90 个源, 其中约 35% 的源在 $2'' \sim 30''$ 可以分辨出其射电结构。该巡天于 2003 年 4 月基本完成, 在 9033 平方度的天区中探测到约 811000 个射电源^[33]。

1.5 γ 射线巡天

γ 射线的巡天观测主要是 COS-B 和 CGRO (Compton Gamma-Ray Observatory, 康普顿 γ 射线天文台) 两个 γ 射线卫星进行的。前者主要是银道面的巡天观测, 后者是全天巡天。由

于 γ 射线观测的定位精度较低, 目前还难以获得大量的 γ 射线源^[6]。考虑到 γ 射线巡天的特殊性, 本文不作详细介绍。

1.6 其他巡天

除了上面介绍的巡天工作, 在紫外波段, 有 ROSAT 卫星在 1990 年利用 WFC (UK Wide Field Camera) 进行的第一次极紫外全天巡天 (The Rosat WFC All-Sky Survey); 有 1992 年上天的 EUVE (The Extreme Ultraviolet Explorer, 极远紫外探索卫星) 和 1999 年升空的 FUSE (Far Ultraviolet Spectroscopic Explorer, 远紫外光谱探索卫星) 进行的巡天观测。在亚毫米波段, 有利用夏威夷的 SCUBA (Submillimetre Common-User Bolometer Array for the James Clerk Maxwell Telescope) 开展的 8-mJy 巡天等。

进入 21 世纪, 国际上多波段天文观测呈现以下特点:

- (1) 新一代空间 X 射线及 γ 射线设备, 发现的目标将从现在的约 10^5 个提高到 10^6 个;
 - (2) 新一代空间红外设备, 发现的目标将从现在的约 10^5 个提高到大于 10^6 个;
 - (3) 一系列新射电设备, 发现的目标将从现在的 10^5 个提高到 10^6 个;
 - (4) 10 余台新技术光学望远镜, 将用比以往高几倍的聚光能力和分辨率进行“精选精测”。
- 综上所述, 天文观测正朝着“全波段、大样本、巨信息量”的方向发展。

2 LAMOST 的光谱能力与观测模式

我国计划建造的 LAMOST (The Large Sky Area Multi-Object Fiber Spectroscopic Tele-

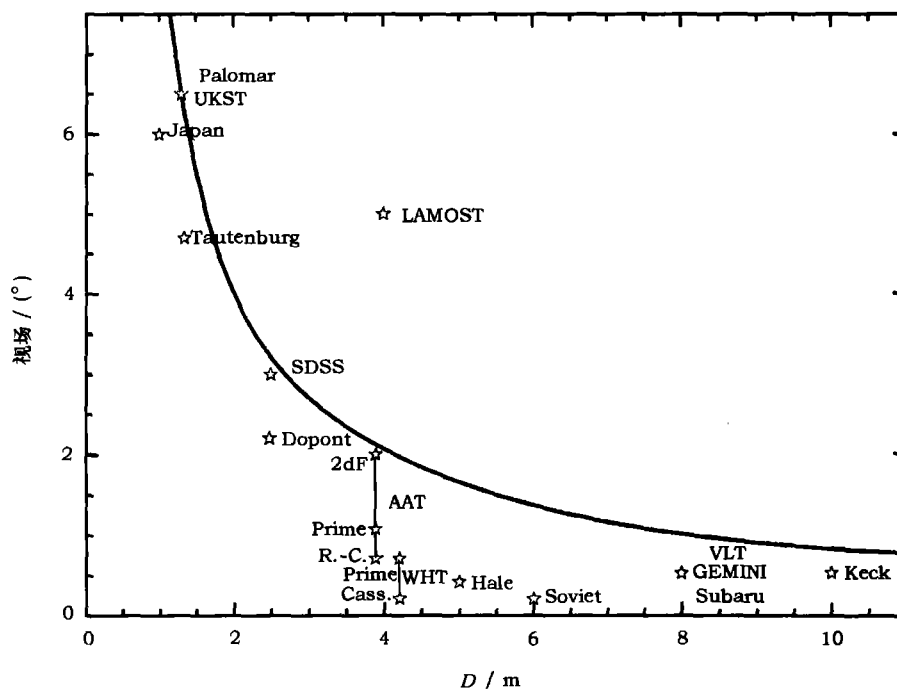


图 4 LAMOST 与世界上主要光学望远镜的口径及视场的比较^[35]

scope, 大天区面积多目标光纤光谱天文望远镜), 是一架横卧南北方向的中星仪式反射施密特望远镜。它具有 4 m 口径, 采用多镜面加主动光学技术和并行可控式光纤定位创新技术, 在 1.5 h 曝光时间内, 可以以 10 \AA 的光谱分辨率观测到 20.5 mag 的暗弱天体的光谱。LAMOST 相当于在 5° 视场的 1.75 m 焦面上放置数千根光纤, 然后连接到多台光谱仪上, 同时获得 4000 个天体的光谱, 因此它将成为大口径兼大视场光学望远镜的世界之最, 而且是天体光谱获取率最高的望远镜。这架威力巨大的光谱巡天望远镜是进行大视场、大样本天文学研究的有力工具, 它大规模测量天体光谱的能力将超过 AAT 和 SDSS 20 倍左右^[34] (参见图 4)。

LAMOST 的科学目标主要有 3 个: 一是进行系统的河外光谱巡天, 计划得到 10^7 个星系光谱; 二是进行恒星光谱巡天, 计划得到 10^7 个恒星光谱; 三是对 10^6 个类星体以及其他特殊天体进行多波段交叉证认。目前人类已记录的天体有 10^9 个, 但已得到光谱的天体只有 10^5 个, LAMOST 建成后, 将使人类记录光谱的天体数增加至 10^7 个。

根据观测目标的不同, LAMOST 分别采用低、中、高 3 种色散的光谱仪和配套设备。如星系红移巡天时, 采用 16 台低色散光谱仪, 每台接 250 根光纤, 接收设备使用 2048×2048 像素的 CCD, 工作波段 $3700 \sim 6200 \text{ \AA}$ (蓝区) 和 $6000 \sim 9000 \text{ \AA}$ (红区), 光谱分辨率约 1000, 通过加狭缝可以达到 2000 或更高的分辨率; 将低色散光谱仪和光栅更换相结合, 可以实现分辨率为 $15000 \sim 20000$ 的中色散光谱观测; 对于单个天体, 可以使用分辨率达 100000 的高色散光谱仪进行单光纤观测, 接收设备则采用 2048×512 像素 CCD。

3 LAMOST 的选题目标及交叉证认

为了实现 LAMOST 目标: 进行世界一流的科学研究, 必须做好长期、充分的准备工作。在 LAMOST 开始观测之前应做好选源工作。LAMOST 将会获得大量的天体光谱信息, 利用这些相当完备的样本资料, 可以比较容易地进行多波段证认。比如在试观测阶段, 可以只针对小天区作深场证认, 给出 LAMOST 的巡天星表; 也可以利用已有的大样本作预观测之用。

2003 年 9 月, 在河北省张北县召开的“多波段巡天观测研讨会”上, 经过与会专家认真热烈的讨论, 基于多波段选的概念, 得到了 LAMOST 的 3 项基本课题: (1) 类星体候选体; (2) 多波段选特征天体; (3) 特定选区, 作完备巡天。另外, 根据 LAMOST 的特性, 还可以开展星系团中的 AGNs (活动星系核)、可能的 AGN 团、星系团和 AGN 成协 (宇宙学和非宇宙学) 等的研究工作。

从类星体和活动星系核的巡天课题角度来看, 无论是光学选还是 X 射线选等方法都存在不同程度的选择效应, 重点是如何定量地确定它们各自的选择效应。要实现这一目标, 最理想的情况是, 对同样的天区目标有两个或两个以上波段系统的巡天观测, 然后通过交叉证认, 分别获得它们各自在探测流量极限以上的完备样本, 从而在一定程度上有效地了解 AGN 巡天在不同波段上的选择性和完备性问题。

这种交叉证认的典型例子有 MWQS (多波段类星体巡天)^[36,37]。该巡天覆盖 836、1002、后发团和狮子团 4 个天区, 面积达 140 平方度。它结合射电方法、颜色方法、无缝光谱方法和 X 射线方法, 从 X 射线、光学和射电 3 个波段寻找候选体, 通过交叉证认, 减少了选择效应的影响, 从而得到更完备的样本。从 1996 年 1 月开始, 利用中国科学院国家天文台兴隆观测

站的 2.16 m 望远镜和美国基特峰天文台的 2 m 望远镜, MWQS 巡天已进行了大量的观测, 目前仍有批量候选体等待观测。

基于 LAMOST 的先进性, 可以开展的工作有: 将 ROSAT 的 X 射线源与 LAMOST 观测结果进行 X 射线和光学的交叉认证; 利用射电源的频谱和 AGNs 的关系^[38], 与 NVSS 或 FIRST 得到的射电源进行交叉认证; 利用 Chandra、Spitzer 等卫星的最新观测结果进行多波段交叉认证等。

参考文献:

- [1] Cordova F ed. *Multiwavelength Astrophysics*, Cambridge: Cambridge University Press, 1988
- [2] <http://heasarc.gsfc.nasa.gov/docs/rosat/rosat.html>, 2001
- [3] <http://heasarc.gsfc.nasa.gov/docs/asca/asca2.html>, 2001
- [4] <http://heasarc.gsfc.nasa.gov/docs/chandra/chandra.html>, 2003
- [5] <http://heasarc.gsfc.nasa.gov/docs/xmm/xmm.html>, 2003
- [6] 王仲. 见: 李启斌, 李宗伟, 汲培文编. 90 年代天体物理学, 北京: 高等教育出版社, 1996: 34
- [7] http://heasarc.gsfc.nasa.gov/docs/xmm/about_overview.html, 2002
- [8] 何香涛. 观测宇宙学, 北京: 科学出版社, 2002: 195~196
- [9] Stoughton C, Lupton R, Bernardi M *et al.* AJ, 2002, 123: 485
- [10] Abazajian K, Adelman-McCarthy J K, Agüeros M A *et al.* AJ, 2003, 126: 2081
- [11] Richard Gott III J, Juric M, Schlegel D *et al.* 2003, preprint (astro-ph/0310571)
- [12] <http://www.aao.gov.au/local/www/2df/>, 2003
- [13] <http://www-wfau.roe.ac.uk/6dFGS/intro.html>, 2002
- [14] <http://www.mso.anu.edu.au/2dFGRS>, 2003
- [15] Croom S M, Scott M, Shanks T *et al.* MNRAS, 2001, 325: 483
- [16] <http://deep.ucolick.org/>, 2003
- [17] <http://deep.berkeley.edu/~marc/deep/index.html>, 2003
- [18] <http://cfa-www.harvard.edu/~huchra/zcat/>, 2003
- [19] <http://qold.astro.utoronto.ca/~lin/lcrs.html>, 1998
- [20] <http://irsa.ipac.caltech.edu/IRASdocs/iras.html>, 2003
- [21] http://www.iso.vilspa.esa.es/users/post_ops/Mission_overview.html, 2002
- [22] <http://www.ipac.caltech.edu/wire/>, 2002
- [23] <http://www.ipac.caltech.edu/2mass/overview/about2mass.html>, 2002
- [24] <http://www.ukidss.org/index.html>, 2003
- [25] <http://www.spitzer.caltech.edu/index.shtml>, 2003
- [26] <http://www.ipac.caltech.edu/SWIRE/>, 2003
- [27] <http://cdsweb.u-strasbg.fr/cats/VIII.htx>, 2004
- [28] <http://www.mrao.cam.ac.uk/surveys/>, 2003
- [29] <http://www.astrop.physics.usyd.edu.au/SUMSS/index.html>, 2004
- [30] <http://www.cv.nrao.edu/~jcondon/gb6ftp.html>
- [31] <http://www.parkes.atnf.csiro.au/research/surveys/pmn/pmn.html>
- [32] <http://www.cv.nrao.edu/nvss/>, 2002
- [33] <http://sundog.stsci.edu/top.html>, 2003
- [34] <http://lamost.bao.ac.cn/intro.htm>, 1997
- [35] <http://lamost.bao.ac.cn/report/fa.html>, 1997
- [36] He X T, Wu J H, Yuan Q R *et al.* AJ, 2001, 121: 1863
- [37] Chen Y, He X T, Wu J H *et al.* AJ, 2002, 123: 578

[38] Han J L. *Acta Astrophys. Sin.*, 1995, 15(2): 183

Multiwavelength Survey and the Observational Targets of LAMOST

HE Xiang-tao¹, CHEN Yang¹, LI Dan-dan¹, ZHAO Yong-heng², ZHANG Yan-xia²

(1. *Department of Astronomy, Beijing Normal University, Beijing 100875, China*; 2. *National Astronomical Observatories, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100012, China*)

Abstract: The multiwavelength observation is one of the main achievements in modern astronomy. This paper is intended as a review of the modern multiwavelength surveys, an introduction and a discussion of the LAMOST observations. We first review the international surveys on individual wavelenghtes. In X-ray wave band, we introduce the main X-ray Satellites, such as ROSAT, ASCA, Chandra and XMM-Newton. We then describe the surveys including SDSS, Deep and 2dFGRS in optical; 2MASS and SWIRE in infrared; and NVSS, FIRST in radio as well. According to the spectral ability and the observational mode of LAMOST, we suggest the suitable objects for LAMOST observations, and discuss the cross-identification for selecting candidates.

Key words: astrophysics; multiwavelength survey; review; LAMOST