

# LAMOST 项目及进展

崔 向 群

(LAMOST 项目工程指挥部 北京 100012)

(中国科学院南京天文仪器研制中心 南京 210042)

## 摘 要

简要介绍了我国天文界正在研制的 4m 大视场光学望远镜项目——LAMOST 及其进展情况。LAMOST 已进入详细设计阶段,其关键技术的试验仍然在进行中,开工报告有望在近期批复。

关键词 大望远镜 — 大视场 — 主动光学 — 光纤光谱 — 光谱巡天

分类号 P111.2

## 1 概 况

国家九五重大科学工程项目“大天区面积多目标光纤光谱天文望远镜”(英文简称 LAMOST) 是一架卧式、中星仪式主动改正板反射施密特望远镜, LAMOST 的方案实现,将会解决国际天文界长期不能解决的大视场望远镜不能具有大口径的难题。在 2004 年建成后,具有 4m 通光口径和  $5^\circ$  视场的 LAMOST 将是世界上最大口径的大视场望远镜。由于它的大视场,在直径为 1.75m 的大焦面上可放置 4000 根光纤,连接到十几台光谱仪上,一次观测可同时获得 4000 个天体的光谱,又由于它兼有大的通光口径,在曝光 1.5h 内可以观测到星等为 20.5mag 的暗弱天体。LAMOST 的光谱观测能力将是世界上任何一架大口径或大视场望远镜所不可及的,它将使我国的天文学在大视场天文学的研究方面走在国际的最前沿。

LAMOST 的光学系统是由一块尺寸为 5.7m×4.4m 的反射施密特改正板  $M_A$ (由 24 块对角线长 1.1m、厚度为 25mm 的六角形平面子镜拼接)和一块尺寸为 6.67m×6.05m 的球面反射主镜  $M_B$ (由 37 块对角线长 1.1m,厚度为 75 mm 的六角形球面子镜拼接)组成。反射施密特改正板  $M_A$  放置在球面主镜  $M_B$  的球心,即两块反射镜沿南北方向放置相距 40m。焦面在反射施密特改正板  $M_A$  和球面主镜  $M_B$  的中间。望远镜在天体经过子午面(中天)前后跟踪观测。天体的光经  $M_A$  反射到  $M_B$ ,再经  $M_B$  反射后成像在焦面上。焦

2001-02-22 收到

面上放置的 4000 根光纤，将天体的光分别传输到十几台光谱仪的狭缝上，然后经光谱仪后面的 CCD 探测器同时获得大量天体的光谱。

望远镜南端 ( $M_B$ ) 略高，其光轴与地平成  $25^\circ$ ，LAMOST 将安放的北京天文台兴隆观测站 (位于河北省，地理纬度  $40.4^\circ$ )，则可观测赤纬  $-10^\circ \sim +90^\circ$  的天区，即可观测天区覆盖了整个北天球还多。

在望远镜技术方面，LAMOST 建成也将为中国在下一个世纪研制 10m 以上甚至更大口径天文光学望远镜打下基础。LAMOST 的关键技术是：

主要关键技术 (在国际上没有先例)：(a) 主动光学技术，即拼接镜面主动光学和薄镜面主动光学同时应用在一块大反射镜上，并且同时用两块大拼接镜面；(b) 4000 根光纤的定位。

其它关键技术：(a) 40m 光路上气流影响的消除；(b) 几十块薄镜面的支撑和挡风；(c) 光学镜面的加工和检测；(d) 地平式机架精确跟踪 (包括像场旋转补偿)；(e) 精确可靠的计算机控制和故障检测；(f) 海量数据处理。

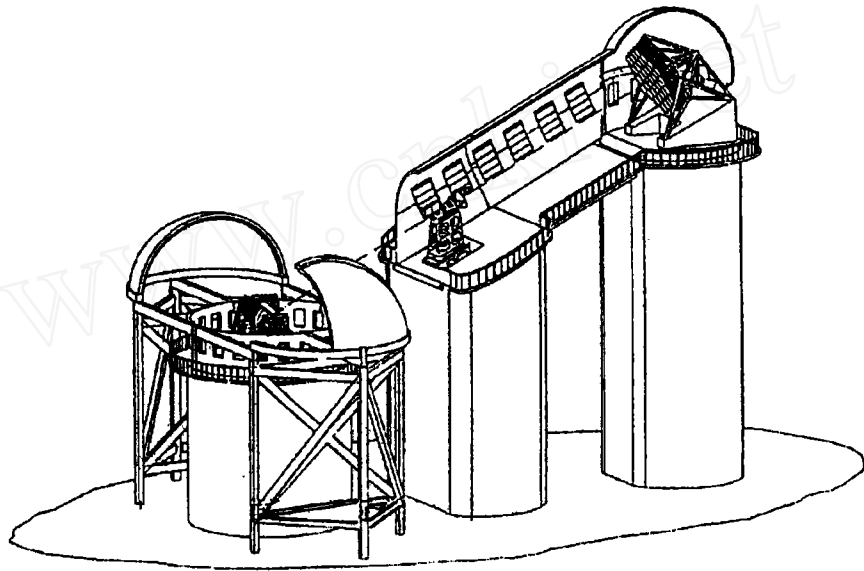


图 1 大天区面积多目标光纤光谱天文望远镜 (LAMOST)

项目进展情况概述如下：1997 年 4 月项目建议书批复；1997 年 8 月项目可行性研究报告批复；1999 年 6 月项目初步设计批复；2000 年内争取开工报告批复。

LAMOST 项目按初步设计内容划分为：光学、主动光学和支撑、机架和跟踪、望远镜控制、焦面仪器、圆顶、观测控制和数据处理、输入星表和巡天战略等八个子系统，此外还设有台址和建筑组。

工程部 (负责前 6 个子系统) 近来主要围绕 LAMOST 的两个关键技术——主动光学和多光纤定位技术进行了技术研究和试验。建立了主动光学试验装置，该装置包括了从光学镜面、镜面支撑、主动光学的力促动器及其闭环控制、波前检测，到望远镜地平式机

架的跟踪控制等多项技术内容, 目前正在准备用于试验观测, 预计 2001 年上半年内初步完成主动光学试验, 可为 LAMOST 的建成打下决定性的基础; 光纤定位单元已制成样机, 在试验室内进行了大量试验和测试。

科学部 (负责后 2 个子系统) 为实现科学目标开展预研究, 重新核算了 LAMOST 观测结果的信噪比, 并编制了“LAMOST 信噪比估算程序 (1.0 版)”供各子系统使用。配合工程部对各子系统之间的协调和参数进一步优化进行讨论。对低色散光谱仪的设计方案进行了评估。对中高色散光谱仪的科学意义和可行性进行研讨。鉴于国内尚无对光纤光谱资料处理的经验, 通过与俄罗斯合作, 在俄 6m 望远镜上取得了一些光谱资料, 并成功地用 IRAF 软件进行处理。对 LAMOST 的平场、波长定标、流量定标等方面的实施方案进行了调研和讨论。为 LAMOST 的三个核心课题作了准备工作。

目前, 工程指挥部正加紧进行开工准备, 将在年内完成开工报告。

## 2 各子系统进展情况

### 2.1 光学系统

- 已开展改善像质的研究, 使 LAMOST 有可能做到全视场 ( $5^\circ$ ) 像质在  $0.6''$  之内;
- 进行了单块 5m 直径薄镜面施密特改正板 ( $M_A$ ) 的可行性研究;
- 结合主动光学的特殊情况初步研究了光学系统的装调方案;
- 正在进行光学零件面形检测及主动光学的定标检测方案研究;
- 光学材料 (微晶玻璃) 已签合同, 正在试磨以了解加工性能及做验收准备;
- 加工招标准备已基本就绪。

### 2.2 主动光学和镜面支撑

#### 主动光学

- 1:1 的 LAMOST 薄镜面主动光学室外试验装置, 即一架 1.1m 的反射施密特望远镜已基本建成, 正在做试验准备;
- 已对单块 5m 薄镜面施密特改正板  $M_A$  的主动支撑系统进行了研究;
- 已完成试验主动光学系统力促动器及控制系统的设计, 并进行了单元试验;
- 对  $M_A$  非球面面形的波前检测采用实时闭环进行了研究;
- 正在开展  $M_A$ 、 $M_B$  拼镜面共焦的波前检测方案研究。

#### 镜面支撑

- 正在进行  $M_A$ 、 $M_B$  支撑桁架的优化设计 (静力学、动力学、工艺模型试验);
- 正在进行  $M_A$ 、 $M_B$  子镜室的优化设计及与镜坯连接工艺试验;
- 已开展其它校正支撑桁架热变形的方法和研究;
- 正在进行  $M_A$  最少主动支撑点的研究。

### 2.3 机架和跟踪

- 正在进行  $M_A$  地平式机架的优化设计 (静力学、动力学, 轴系与跟踪驱动机构);
- 正在进行焦面机构的优化设计 (静力学、动力学, 像场旋转补偿跟踪和调焦机构, 焦面光纤板支撑与倾斜调整);
- 已开展直接驱动和摩擦驱动方案试验及完成精密试验转台的建造;
- 已开展液压轴承 (油垫) 的初步设计;
- 大件加工招标前的方案修改和审定工作正在准备中。

### 2.4 望远镜控制

#### 主动光学试验

- 试验装置地平式机架的控制正在调试;
- 52 套力促动器的控制已开始工作;
- CCD 导星试验准备已就绪;
- 首次将 GPS 应用在望远镜的控制中。

#### 望远镜总控

- 总控平台的建立 (虚拟望远镜) 已成雏形;
- 招标调研已在进行中。

### 2.5 焦面仪器

#### 光纤定位和光纤

- 两套光纤定位单元试验已验收;
- 正在进行光纤定位多单元试验准备;
- 光纤实验室 (光纤性能测试和加工试验) 已建立。

#### 光谱仪和 CCD

- 低色散光谱仪方案已征求国内外专家意见并修改, 正在进行样机设计;
- 已开始高色散光谱仪方案预研。

### 2.6 圆 顶

- 正在进行圆顶方案的优化设计;
- 已完成 1:30 风洞试验;
- 已完成流体动力学的计算机数值模拟分析;
- 正在进行热状态分析 (冷却、通风方案);
- 正在准备基墩振动情况研究 (为基墩的设计提供数据)。

## 2.7 观测控制和数据处理

### 观测控制

- 已完成 0 级系统并通过验收, 正在开发 1 级系统。

### 数据处理系统

- 图像处理方面已处理分析了俄罗斯的 6m 望远镜多光纤光谱数据, 取得了相关经验, 并研究分析了 LAMOST 多光纤光谱处理中的问题, 正在分析处理 2dF 的多光纤光谱数据, 模拟产生 LAMOST 的数据;
- 光谱分析的工作已开展利用非监督的神经网络技术对恒星光谱进行分类, 并利用小波技术对光谱进行降噪处理和谱线的搜寻, 正在对各类星系光谱进行红移测量和对天体光谱进行自动分类;
- 在海量数据的存储与管理工作上已安装了 Oracle 8I 数据库软件, 开始进行星表和图像数据的存储、管理与分析的工作。

## 2.8 输入星表和巡天战略

### 输入星表

- 已获得 DSS-II 数据;
- 利用 DSS-I I 资料进行输入星表的试验工作已开始;
- 从输入星表到进行编制巡天计划的软件研制工作正在准备之中;
- 与美国 SDSS 的合作已正式开始。

### 巡天战略

- 已开展星系分布的数值模拟;
- 三个核心课题的准备工作:

星系红移巡天除了已完成数值模拟, 对观测结果进行了预测, 还对星系大样本的统计分析方法发展了像素化的分离小波分析方法; 对银河系结构与恒星物理的研究, 成立了相应的课题小组; 在多波段目标的光谱认证方面, 除了利用 2.16m 望远镜对 ROSAT 进行光学认证, 以积累经验外, 同时密切关注国际上已经运行或即将运行的一批从射电、红外直到 X 射线的巡天工作, 开展跟踪调研。

## 3 总 结

LAMOST 正在大致按照工程计划既艰难而又充满信心地进行。我们清醒地认识到: 与国际上的巡天计划比较, LAMOST 只有抢时间, 尽快完成, 才能使中国的天文学在国际上达到预计的一流地位。

### 参 考 文 献

- 1 Wang Shou-guan, Su Ding-qiang, Chu Yao-quan *et al.* Appl. Opt. 1996, 35: 5155
- 2 Su Ding-qiang, Cui Xiangqun, Wang Ya-nan *et al.*, In: Stepp L M ed. Advanced Technology Optical/IR Telescopes VI, SPIE, 1998, 3352: 76
- 3 LAMOST 项目工程指挥部编. 大天区面积多目标光纤光谱天文望远镜项目专集, 天体物理学报, 2000, 20(增刊)

## LAMOST Project and Its Progress

Cui Xiangqun

(LAMOST Project, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100012)

(Nanjing Astronomical Instruments Research Center, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210042)

### Abstract

A brief introduction to the present national 4m optical telescope project—LAMOST (Large Sky Area Multi-Object fibre Spectroscopic Telescope)—and its progress is introduced. LAMOST has got into its detail design phase, but the experiments for its key techniques are still in process. The start up report is looking forward to being approved officially soon.

**Key words** large telescope—large field of view—active optics—optical fiber spectroscopy—spectroscopic survey