

编者按 大型科学装置是有效提高国家科技实力,并在国际占有一席之地的重要手段。其投资动辄数千万甚至数亿,故其建设、运行、成果和发展不仅科技界关心,而且受到社会甚至最高领导决策层的广泛关注。近年来,我国又投巨资新建和改、扩建了一批大科学装置,为向科技界、领导决策层和纳税人汇报,本刊特辟专栏介绍这些大科学装置建设进展。

LAMOST 建设进展^{*}

赵永桓^{*}

(国家天文台 北京 100012)

关键词 LAMOST, 建设, 进展

一 项目简介

LAMOST 的全称为“大天区面积多目标光纤光谱天文望远镜”(Large Sky Area Multi-object Fiber Spectroscopic Telescope, 简称 LAMOST),是我国自主设计和研制的大型光谱巡天望远镜。

LAMOST 项目由中国科学院院士王绶、苏定强等提出,1996 年列为国家重大科学工程项目,1997 年立项,2001 年正式开工建设,国家财政投资 2.35 亿元人民币,建设周期为 7 年,将坐落于国家天文台兴隆观测站。

LAMOST 是一架横卧于南北方向的中星仪式反射施密特望远镜。其口径为 4 米,焦距长 20 米,视场 5 度,能够同时观测 4 000 个天体的光谱,在一个半小时的曝光时间内可得到暗达 20.5 等的天体光谱,这是对大规模光谱观测天文望远镜能力的跨越式推进。LAMOST 的光谱观测能力是国际上同类项目 2dF、SDSS 的 10—15 倍,将在 2 万平方度的天区上观测到上千万个天体的光谱,比 SDSS 提高了一个数量级。

LAMOST 的科学目标是三大核心研究课题。

(1) 研究宇宙和星系,即进行星系红移巡天并研究星系的物理特性。宇宙大尺度结构研究依赖于星系红移巡天工作。获取星系的光谱就能得到星系的红移,有了红移就能知道星系的距离,从而获得星系的三维空间分布,这样就可以了解宇宙空间的整个结构。同时可以研究包括星系的形成、演化在内的星系物理。这是一个环环相扣的工程,而获取星系的光谱则是基础工作。

(2) 研究恒星和银河系的特征。通过对众多恒星进行光谱观测,可以分析出恒星的密度、温度等物理条件以及元素构成和含量等化学组成,还可以测量出恒星的运动速度和运行轨迹等。比较不同种类恒星的分布,就可以深入地研究银河系的结构和银河系的形成。

(3) “多波段证认”。天文学界的惯例是在射电、红外、紫外和 X 射线等波段中发现的天体要进行光学光谱的观测与证认,通过光谱分析来确认这些天体的类型和物理本质。

二 关键技术攻关

LAMOST 项目自国家计委 1997 年批复

^{*} 国家天文台研究员, LAMOST 项目总经理
收稿日期: 2005 年 9 月 2 日

项目可行性报告和 2001 年批复开工报告以来,经过全体建设人员的艰苦努力,已完成两大关键技术的攻关任务,从而使项目建设成功地转到全面加工制造阶段。

LAMOST 能突破 2dF 和 SDSS 观测数量的一个重要原因是应用了主动光学。利用薄镜面和拼镜面主动光学技术,使得 LAMOST 在 4 米口径的望远镜上实现了 5 度的视场。在天文望远镜中,5 度是大视场,相当于照相机的广角镜头。国际上已有的 8—10 米口径望远镜的视场只有十几角分;5 度的视场在国际上也有,但到目前为止其口径最大也只有 1 米多。国际上的 2dF 项目在 3.9 米望远镜上也仅实现了 2 度视场。

为验证和实现自主创新的 LAMOST 设计方案,项目组在南京建立了 1:1 室外主动光学试验装置,它相当于 1 米口径的 LAMOST,包括了光机电各个系统,堪称是“小 LAMOST”。该项试验从 1998 年启动,经过多年的奋斗,在 2002 年底主动光学试验闭环控制取得成功,2004 年底主动光学开环试验成功并通过验收,从而完成了主动光学技术的中间试验。

“多目标光纤光谱技术”是 LAMOST 的特点之一,建成后的 LAMOST 将在 1.75 米的焦面上放置 4 000 根光纤。由此,LAMOST 将是光谱获取率最高的天文望远镜,可以对千万级的天体进行光谱观测,从而必将在国际天文学界处于领先地位。与此相比,SDSS 是目前国际上光谱观测量最大的天文项目,其光纤数目仅有 640 根,光谱观测目标仅为 LAMOST 的 1/10。

因此,4 000 根光纤的定位技术就成为了 LAMOST 项目的两大关键技术之一,它要求把 4 000 根光纤在较短时间内精确对准各自的观测目标。为解决这个问题,项目组在 1996 年征集了 12 个光纤定位系统方案,从中选出中国科技大学、长春光机所和沈阳自动化所的三个方案分别进行光纤定位单元的试验研究,

并在 2001 年开始由这三个单位进行光纤定位系统多单元系统中间试验。由中国科技大学承担的光纤定位系统 19 单元的中间试验,经过努力,在 2003 年取得成功并通过验收。在此基础上,项目于 2004 年落实了 4 000 根光纤定位系统的研制方案与计划,完成了与中国科技大学的合同洽谈,并于 2005 年初与之签订加工合同。LAMOST 的多光纤定位系统是一种“分区式并行可控式光纤定位”系统,具有定位速度快、定位精度高,可以实时补偿定位误差。近年来,国际上的其它一些大型光学望远镜也开始研制上千根光纤的定位系统,采用的是与 LAMOST 类似的设计思想。

主动光学闭环试验和多单元光纤定位试验系统的成功表明,项目研制已在两项关键技术上取得了突破,为 LAMOST 的研制奠定了坚实的基础。

三 主要进展

LAMOST 的光学部分包括组成球面镜 Mb 的 37 块子镜和组成施密特改正镜 Ma 的 24 块子镜,每块子镜的尺寸为 1.1 米。光学镜面是该项目中加工周期最长的,2001 年与德国 Scott 公司签订了 Mb 镜坯的制造合同,2003 年已完成了全部 Mb 镜坯的制造并运抵俄罗斯;2004 年底俄罗斯 LZOS 公司完成了 10 块 Ma 镜坯的制造和 4 块 Mb 子镜的磨制,并通过验收,于 2005 年初运抵南京;南京天文学技术研究所镜面实验室承担的 Ma 子镜磨制任务,到 2005 年 6 月已完成 4 块 Ma 子镜。其它子镜的加工正在按计划进行。

项目组在 2002 年与武汉武重机床有限责任公司签订合同,由其承担 LAMOST 最大的机械构件——8 米直径地平式机架的加工制造,于 2004 年完成并运抵南京。现已完成在南京的安装调试和机电联调,将于 2005 年 9 月运抵国家天文台兴隆站进行现场安装。其它机械部件,如桁架和焦面机构等也在加工制造中,将于 2005 年底前运抵兴隆站进行安装。

通过国际招标和谈判,在2004年初与法国CSP公司签订了望远镜控制系统的研制合同,当年完成研制工作并运抵南京,2005年7月完成了与地平式机架进行机电联调的工作。

LAMOST的焦面仪器除了光纤和光纤定位系统外,还包括17台光谱仪和34台CCD探测器系统。项目组在2004年落实了4000根光纤定位系统的研制方案与计划,完成了与中国科技大学的合同洽谈,并于2005年初签订合同。2003年开始光谱仪样机的研制,到2004年底样机已经出光谱。2004年初进行CCD芯片的国际招标和谈判,最终与英国E2V公司签订制造合同,目前正在进行制造CCD相机的合同谈判。

在LAMOST观测楼的建设方面,2003年进行兴隆站拟建场地的地基处理,2004年开始观测楼的建筑结构施工,目前正在进行内装修。圆顶的加工制造正在进行,将于2005年底完成圆顶的安装工作。

总之,LAMOST项目在2004年底完成了关键技术攻关以后,即转入到全面加工制造阶段,同时将从2005年9月开始进入安装调试阶段。预计2005年底完成机电联调,在2006年分别安装和调试3—7套Ma和Mb子镜,安装一台光谱仪和两套CCD探测器,配备200多根光纤。2007年就可以进行小口径的前期科学观测,并将陆续安装完成其它各个部套。

四 结束语

LAMOST国际评估委员会于2005年5

月底至6月初对项目进展进行了详细的考察,并做了认真评估。该委员会形成的评估报告指出:

“LAMOST将会是一个适合于研究广泛领域中重大天体物理问题的世界级巡天设备。鉴于其集光面积和光纤数目,LAMOST潜在的功能将比SDSS数字巡天和2dF高出10—15倍。如果能达到这样高的指标,它将是一个巨大的飞越,并打开了一个广阔的‘探索空间’。目前需要大视场的光谱获取能力能跟上正在进行的或计划之中的各个不同波段上的全景式的照相巡天工作。LAMOST的目的是非常明确的,与其它那些较小口径、较小视场、较少光纤数目的项目相比,具有它独特的地位。”

“LAMOST将会有非常好的科学产出。望远镜一定能够在河外天文学与银河系天文学方面产生世界级的研究成果,并会完善和补充现有的以及未来其它天文设备的科学产出。评估委员会对于LAMOST在技术方面的精巧设计以及项目组饱满的热情和旺盛的精力有着极为深刻的印象。”

“作为结论,评估委员会再次重申它对LAMOST的科学潜力的热忱和对项目组技术能力的信任。LAMOST项目取得成功的其它方面包括:在最后阶段严格的项目管理、充分的资金支持、对科学计划应有的重视和全天文界的参与。”

(相关图片请见封二)