



科学文化工程
公民科学素养系列

中国大科学装置出版工程

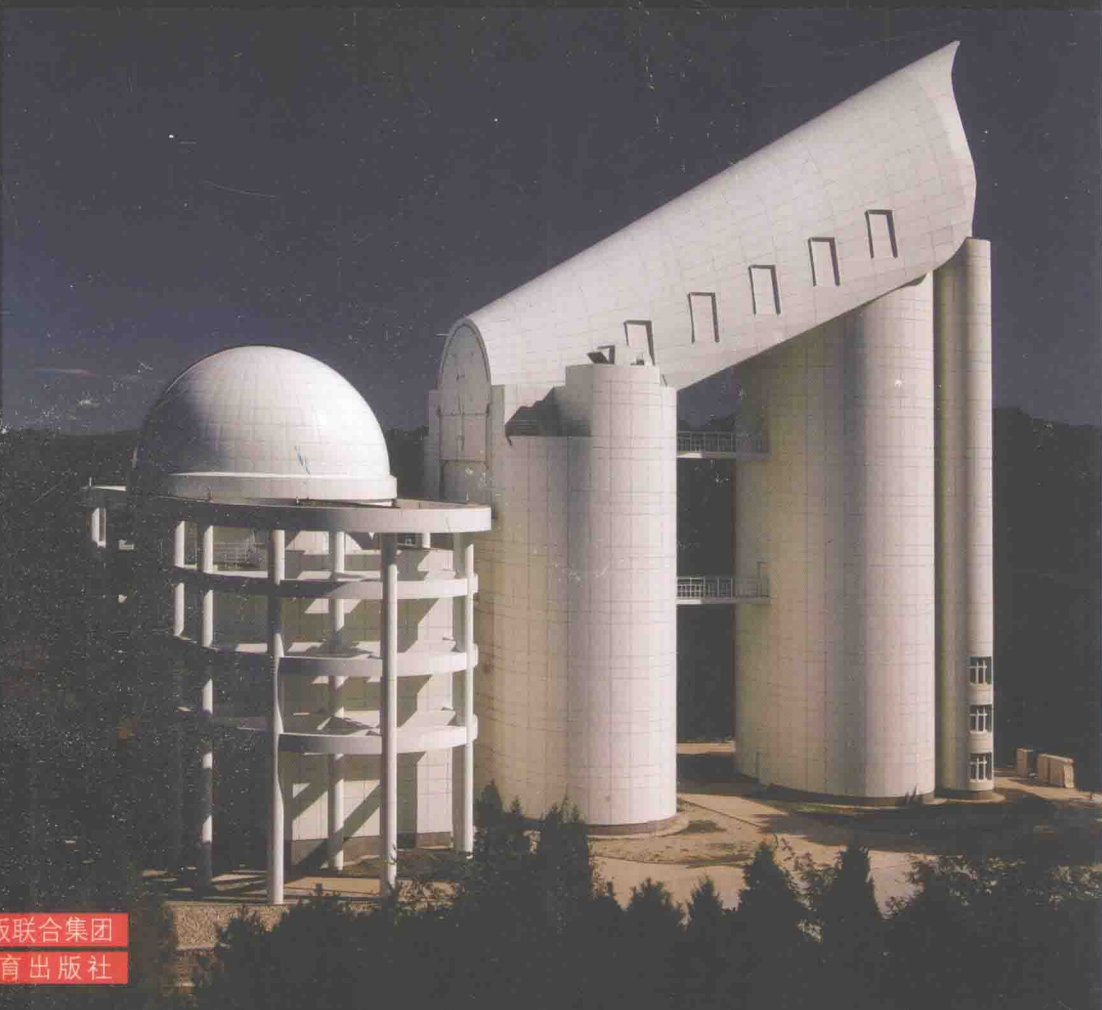
巡天遥看一千河

LAMOST运行和发展中心 编

——大视场巡天望远镜LAMOST

Surveying the Sky

— The Large Sky Area Multi-Object Fiber Spectroscopic Telescope



浙江出版联合集团

浙江教育出版社

大科学装置出版工程



巡天遥看一千河

——大视场巡天望远镜LAMOST

Surveying the Sky
— The Large Sky Area Multi-Object Fiber Spectroscopic Telescope

LAMOST运行和发展中心 编

常州大学图书馆
藏书章



浙江出版联合集团

浙江教育出版社·杭州

图书在版编目(CIP)数据

巡天遥看一千河：大视场巡天望远镜LAMOST /
LAMOST运行和发展中心编. -- 杭州：浙江教育出版社，
2015.12(2016.10重印)

中国大科学装置出版工程

ISBN 978-7-5536-4039-6

I. ①巡… II. ①L… III. ①望远镜—普及读物
IV. ①TH743-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第316997号

策 划 周 俊 莫晓虹

责任编辑 王凤珠 余理阳

美术编辑 曾国兴

责任校对 戴正泉

责任印务 陈 沁

中国大科学装置出版工程

巡天遥看一千河——大视场巡天望远镜LAMOST

XUNTIAN YAOKAN YIQIANHE

—DASHICHANG XUNTIAN WANGYUANJING LAMOST

LAMOST运行和发展中心 编

出版发行 浙江教育出版社

(杭州市天目山路40号 邮编:310013)

图文制作 杭州兴邦电子印务有限公司

印 刷 杭州富春印务有限公司

开 本 710mm×1000mm 1/16

成品尺寸 170mm×230mm

印 张 14.75

字 数 297 000

版 次 2015年12月第1版

印 次 2016年10月第2次印刷

标准书号 ISBN 978-7-5536-4039-6

定 价 42.00元

联系电话:0571-85170300-80928

e-mail: zjjy@zjcb.com 网址:www.zjeph.com

本书编委会

主 编:赵永恒 崔向群

编 委:(按音序排名)

陈晓艳 侯永辉 霍志英 孔 啸

雷亚娟 李 双 李荫碧 王 丹

王跃飞 张 硕 张 勇

总 序

新一轮科技革命正蓬勃兴起，能否洞察科技发展的未来趋势，能否把握科技创新带来的发展机遇，将直接影响国家的兴衰。21 世纪，中国面对重大发展机遇，正处在实施创新驱动发展战略、建设创新型国家、全面建成小康社会的关键时期和攻坚阶段。

在 2016 年 5 月 30 日召开的全国科技创新大会、两院院士大会、中国科协第九次全国代表大会上，习近平总书记强调，科技创新、科学普及是实现国家创新发展的两翼，要把科学普及放在与科技创新同等重要的位置。习近平总书记“两翼”之喻表明，科技创新和科学普及需要协同发展，将科学普及贯穿于国家创新体系之中，对创新驱动发展战略具有重大实践意义。当代科学普及更加重视公众的体验性参与。“公众”包括各方面社会群体，除科研机构 and 部门外，政府和企业中的决策及管理者、媒体工作者、各类创业者、科技成果用户等都在其中。任何一个群体的科学素质相对落后，都将成为创新驱动发展的“短板”。补齐“短板”，对于提升人力资源质量，推动“大众创业、万众创新”，助力创新型国家建设和全面建成

小康社会，具有重要的战略意义。

科技工作者是科学技术知识的主要创造者，肩负着科学普及的使命与责任。作为国家战略科技力量，中国科学院始终把科学普及当作自己的重要使命，将其置于与科技创新同等重要的位置，并作为“率先行动”计划的重要举措。中国科学院拥有丰富的高端科技资源，包括以院士为代表的高水平专家队伍，以大科学工程为代表的高水平科研设施和成果，以国家科研科普基地为代表的高水平科普基地等。依托这些资源，中国科学院组织实施“高端科研资源科普化”计划，通过将科研资源转化为科普设施、科普产品、科普人才，普惠亿万公众。同时，中国科学院启动了“科学与中国”科学教育计划，力图将“高端科研资源科普化”的成果有效地服务于面向公众的科学教育，更有效地促进科教融合。

科学普及既要求传播科学知识、科学方法和科学精神，提高全民科学素养，又要求营造科学文化氛围，让科技创新引领社会持续健康发展。基于此，中国科学院联合浙江教育出版社启动了中国科学院“科学文化工程”——以中国科学院研究成果与专家团队为依托，以全面提升中国公民科学文化素养、服务科教兴国战略为目标的大型科学文化传播工程。按照受众不同，该工程分为“青少年科学教育”与“公民科学素养”两大系列，分别面向青少年群体和广大社会公众。

“青少年科学教育”系列，旨在以前沿科学研究成果为基础，打造代表国家水平、服务我国青少年科学教育的系列出版物，激发青少年学习科学的兴趣，帮助青少年了解基本的科研方法，引导青少年形成理性的科学思维。

“公民科学素养”系列，旨在帮助公民理解基本科学观点、理解科学方法、理解科学的社会意义，鼓励公民积极参与科学事务，从而不断提高公民自觉运用科学指导生产和生活的能力，进而促进效率提升与社会和谐。

未来一段时间内，中国科学院“科学文化工程”各系列图书将陆续面世。希望这些图书能够获得广大读者的接纳和认可，也希望通过中国科学院广大科技工作者的通力协作，使更多钱学森、华罗庚、陈景润、蒋筑英式的“科学偶像”为公众所熟悉，使求真精神、理性思维和科学道德得以充分弘扬，使科技工作者敢于探索、勇于创新的精神薪火永传。

中国科学院院长、党组书记

白春礼

2016年7月17日

前 言

LAMOST（大天区面积多目标光纤光谱天文望远镜，又叫郭守敬望远镜）由中国天文学家研制，是在天文学发展到一定阶段，国际竞争日趋激烈的形势下建设的大科学装置，在科学和技术上都具有领先地位。

天体的光谱就像识别天体身份的基因，包含着极其丰富的物理信息，这些光谱信息极有可能成为解开神秘银河系乃至整个宇宙形成和演化规律的“密钥”。在LAMOST建成之前，人类观测到的天体数目已达到了上百亿，但进行过光谱观测的天体仅占总数的万分之一。LAMOST项目涉及天文学和天体物理学中诸多前沿问题，在世界上首先开拓了同时观测几千个天体光谱的大规模光谱巡天的新思路，以新颖的构思、巧妙的设计实现了光学望远镜大口径兼备大视场的突破，开创了我国高水平大型天文光学精密装置研制的先河。LAMOST是我国具有自主知识产权、目前世界上口径最大的大视场望远镜，也是国际上光谱获取率最高的望远镜。

LAMOST首先在国际上创造性地应用主动光学技术，在观测过程中实现镜面曲面形状高精度连续变化，从而突破了传统光学望远镜大视场与大口

径难以兼得的瓶颈，我们称这种望远镜为王（绥琯）—苏（定强）反射施密特望远镜。研制过程中，LAMOST 在世界上首先发展了在一块镜面上同时实现几十块薄镜面的拼接和曲面形状的连续变化，以及新的数千根光纤的快速定位技术，成为我国光学天文望远镜的一个里程碑。

LAMOST 从立项伊始，经历了十余载的艰辛建设，在国内外相关机构和同行的大力支持下，于2009年圆满通过国家验收，一架承载了期待和重任的“观天巨眼”终于矗立在世人眼前。通过两年的专业调试和试运行，这架备受世人瞩目的“窥天利器”于2011年10月迈出了光谱巡天的第一步。截止到2015年5月底，LAMOST 圆满完成了先导巡天及正式巡天前三年的光谱巡天任务，获取了575万余条光谱数据，预计在第一个五年巡天结束时，LAMOST 获得的光谱数据将突破700万条，可谓“光谱之王”。天文学家正不断从这些大样本数据的“富矿”中挖掘有价值的“宝藏”，以开创天文认知的新局面。

朋友们，当你为我国能建造这样一架国际一流的天文仪器设备而自豪的时候，是否也想走近它，了解天文学家是如何建造这架“观天巨眼”，使人们对神秘浩瀚星空的认知跨上一个新台阶的？本书的目的在于通过通俗的语言和有趣的描述，带领大家一起回顾LAMOST横空出世的故事，领略LAMOST技术的精湛，体会LAMOST建设的艰辛，揭秘LAMOST的构造和原

理，共享LAMOST成功获取百万级光谱数据的喜悦，了解利用LAMOST数据得出的一个个最新成果以及研究银河系乃至宇宙的前沿理论，让人们了解神秘的宇宙，畅想天文发展的全新未来。我们希望借助本书，让读者全面了解LAMOST，进而认识浩瀚神奇的宇宙，拓展博览天地万物的视野。

赵永恒

2015年10月

第一章	观天之“眼”	1
1	仰望星空	3
2	千里眼	9
3	越造越大的超级武器	19
4	星星的照片	23
5	星光里的彩虹	26
第二章	LAMOST 的诞生	33
1	引光入室	35
2	星体普查	38
3	鱼和熊掌可兼得	44
4	横空出世	47
第三章	实验室里有乾坤	53
1	LAMOST 大揭秘	55
2	美丽的六边形	61
3	让星光完美汇聚	64
4	会转的改正镜	68
5	定位问题	73
6	效率最珍贵	81
第四章	十年“磨”一镜	87
1	天文界的宠儿	89



2 串珠为链	90
3 攀越最高的山峰	93
4 一支别样风采的队伍	98
5 全力冲刺	101
6 芬芳吐蕊香满园	110
7 扬帆起航新征程	116

第五章 大车间与生产线 119

1 扫描大天区	122
2 天体的“人口普查”	128
3 分析多目标	134
4 产品至上	139
5 保驾护航	152

第六章 LAMOST “眼中” 的宇宙 157

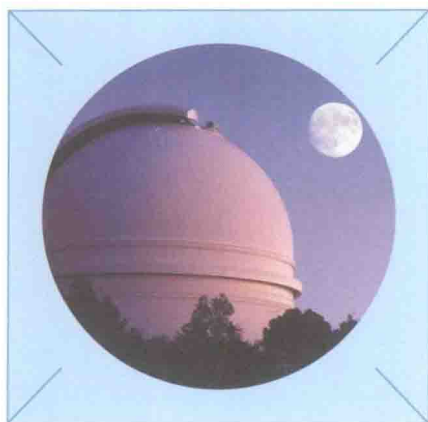
1 宇宙之初	159
2 生死轮回的群星	166
3 我们的家园	179
4 星系的生命旅程	193

第七章 我们的未来 211

结 语 217

LAMOST 大事记 218





当你在一个远离城市灯光的地方，夜幕降临后，若是天气晴朗，你可以看见数不清的星星挂满苍穹。遥望这无边无际的浩瀚星空，也许你会好奇：地球甚至宇宙从何而来？又向何而去？

人类自从进入文明时代，就开始了对宇宙的探索。遥远的太阳、月亮、星辰究竟是以怎样的方式与我们息息相关？这些问题从来没有离开过我们的头脑。今天，相关的探索仍在继续。通过现代天文学，我们对宇宙的了解或许已经远远超出了我们的祖先最富于创造力的想象。



哈勃极端深空场(Hubble eXtreme Deep Field, XDF) 2012年9月25日,美国宇航局(NASA)发布了一张哈勃太空望远镜拍摄的宇宙深处影像,即哈勃极端深空场。这是美国宇航局和欧洲空间局(ESA)合作的哈勃太空望远镜在原先的哈勃超级深空场(HUDF)的基础上,选取10年研究中发现的最深远的一块中心区域拍摄的。XDF是我们已知的最遥远的宇宙图像,揭示了最遥远、最黯淡的星系,其中有的星系诞生于宇宙大爆炸后4.5亿年。

① 仰望星空

在对地球最原始的认识里，人们对宇宙的存在充满了各种奇特的想象。比如古印度人认为大地是一个隆起的圆盾，由三头大象扛着，而这三头大象又站在龟背上，龟则浮游在广阔的海洋之中，如图1-1所示。

古埃及人的宇宙观则如图1-2所示，天空以星辰遮身的女性形态出现，蜷曲着身体横跨天际，连接着傍晚的落日 and 清晨初升的太阳，太阳每晚日落后进入她的口中，第二天早晨又从她的下体重生，周而复始。



图1-1 古印度人的宇宙观



图1-2 古埃及人的宇宙观



图 1-3 盘古



图 1-4 盘古开天辟地

古代中国人同样为宇宙构想出一个开始。三国时期吴国徐整所著《三五历纪》中写道：很久很久以前，天地浑然一体，如鸡蛋一般浑圆，称为“混沌”。创世神盘古就生在这混沌之中。后来，盘古用神斧将天地劈开，清而明的上浮为天，暗而浊的下沉为地。盘古在天地间不断长大，经过了一万八千年，天变得极高，地变得极厚，盘古的身体也变得极长。

传说中，盘古用自己的身体创造出一个充满生机勃勃的世界。他的左眼飞上天空变成了太阳，右眼飞上天空变成了月亮。他的汗珠变成了地面的湖泊，血液变成了奔腾的江河，毛发变成了草原和森林，呼出的气体变成了清风和云雾，发出的声音则变成了雷鸣。当盘古倒下时，他的头化作了东岳

泰山，脚化作了西岳华山，左臂化作了南岳衡山，右臂化作了北岳恒山，腹部化作了中岳嵩山。从此，人世间有了阳光雨露，大地上有了江河湖海，万物滋生，人类开始繁衍。

从古至今，人们对光芒灿烂的太阳和皎洁的月亮寄托了无数的想象，很多神话故事中都可觅其踪影。《山海经》里记录了夸父

逐日的故事：夸父为了驯服炎热的太阳跨越崇山峻岭，追上太阳后，因怀中的太阳过于炙热，饮尽黄河和渭河水仍不够解渴，最终倒在去往大泽的路上。

中国古代还有嫦娥奔月的神话故事：嫦娥偷食了后羿自西王母处求得的不死药而奔月成仙，在月宫之中与玉兔一同过着孤寂冷清的生活。直到现在，人们依然传承着中秋节赏月的风俗。



图 1-5 嫦娥奔月

在中国古代，人们曾经对天地的结构提出过三大模型，分别称为盖天模型、浑天模型和宣夜模型。“盖天说”主张天圆地方，天是一顶半圆的斗笠，地是一只倒扣的盘子，日月星辰镶嵌在天盖上，随着天盖一起每天旋转，如图1-6所示。



图 1-6 盖天模型