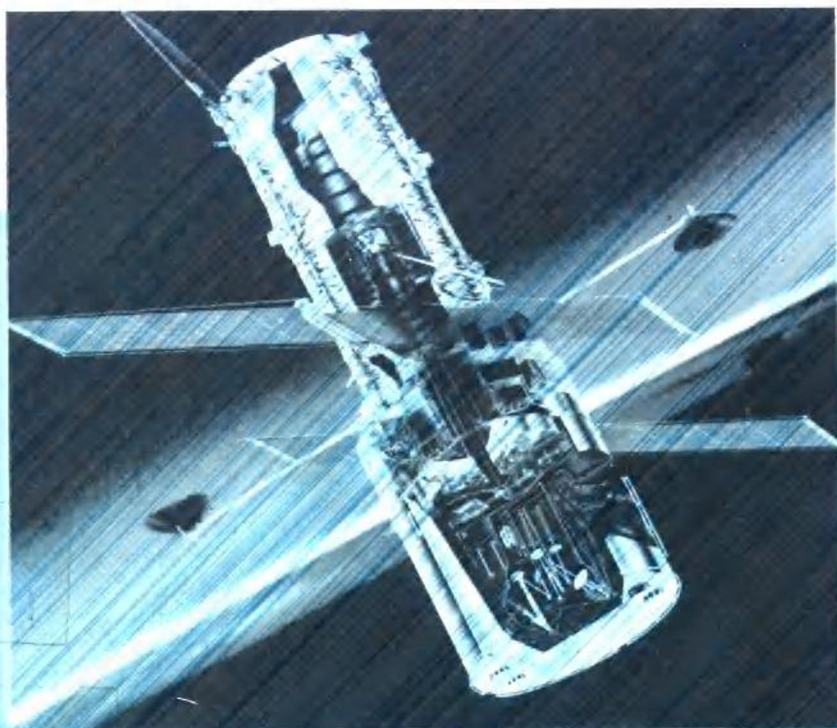


90年代 天体物理学

李启斌 李宗伟 汲培文 编
高等教育出版社



J15-3
264
11

90年代 天体物理学

李启斌 李宗伟 汲培文 编

高等教育出版社

977002

(京) 112号

图书在版编目 (CIP) 数据

90年代天体物理学/李启斌等编著. —北京:高等教育出版社, 1996
ISBN 7-04-005779-4

I. 90… II. 李… III. 天体物理学 N. P14

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 04397 号

*

高等教育出版社出版

北京沙滩后街 55 号

邮政编码: 100009 传真: 64014048 电话: 64054588

新华书店总店北京发行所发行

国防工业出版社印刷厂印刷

*

开本 850×1168 1/32 印张 27 字数 700 000

1996年11月第 1 版 1996年12月第 1 次印刷

印数 0001—1 618

定价 51.50 元

凡购买高等教育出版社的图书, 如有缺页、倒页、脱页等
质量问题者, 请与当地图书销售部门联系调换

版权所有, 不得翻印

内 容 提 要

本书是我国第一部较全面反映 20 世纪 90 年代天体物理学各前沿领域研究成果和进展现状的综述性学术著作。由李启斌、李宗伟、汲培文组织，熊大闰、艾国祥院士等国内 20 多位一流水平的天文学家分头撰写而成。

本书几乎涉及了 20 世纪 90 年代天体物理学的主要热点研究领域，包括的内容从太阳物理、恒星物理、活动星系核直到宇宙学；观测波段从射电、红外直到 γ 射线的几乎全电磁波段；所介绍观测设备从我国正在研制的 LAMOST 到美国的凯克 10m 望远镜、VLBA、Compton GRO、HST 和 COBE 卫星，几乎涉及了 90 年代所有的大型光学、射电望远镜和大型空间观测设备。

本书尤为适合于我国高校天文及相近专业的大学生、研究生和天文、物理科研人员阅读，对于具有大学文化程度的天文爱好者也是一本相当好的参考书。

本书责任编辑 杨 祥

前 言

在本世纪渡过它的最后一个十年中，天文学正以昂首阔步的姿态准备跨入下一个世纪。在20世纪90年代刚刚过去的几年中，天文学即以它惊人的发现对理论发起了挑战，以天空实验室的身份证实了地面上难以证实的理论。其中最令人称道的是COBE卫星的观测，证实了宇宙背景辐射，启动了人类对宇宙更深刻的思考；Compton GRO发现大批的 γ 射线爆，对理论提出了挑战；暗物质问题推到了天体物理与粒子物理的前沿，脉冲双星对广义相对论的又一次证实而使诺贝尔奖金再度落入天文学家之手。

20世纪90年代天文学的一大特点是天文观测已基本上实现全电磁波段观测，这样就形成了从多波段上研究天体的性质的格局，这种局面导致了对天体的全面的理解。最近十几年的观测积累，为天文学的突破奠定了基础。

与天文研究发现大量涌现的同时，天文观测技术也在突飞猛进，除了空间观测不断扩大观测深度和提高分辨率之外，特别引人注目的是由于一系列新技术的出现，使光学望远镜突破了40多年来停滞不前的状况，由凯克10m望远镜带头，一批8~15m级望远镜开始研制。

为使读者对于20世纪90年代天体物理学发展的现状有一个概括的了解，编者（李启斌、李宗伟、汲培文）组织并邀请了一批国内一流的天文学家（按编写章节分别是李启斌、王仲、艾国祥、王家龙、熊大闰、黄磷、黄润乾、乔国俊、李宗伟和李卫东、陆琰、孙锦、胡景耀和钱忠钰、赵君亮、周又元和戴和俊及王挺贵、南仁东、何香涛、谢光中和刘碧芳、卞毓麟、马骥、曹盛林、李晓卿、卢炬甫、尤峻汉和陈军锋）分头介绍本人熟悉的领域。这样，本书虽然不能说涉及到天体物理的一切方面，但除太阳系以

外，本书已涉及到各个最主要的方面。本书作者很多，不可能要求风格一致，读者对每一章可当成一篇独立的文章来读，但在结构上，本书力求系统。

本书编写过程中得到国内许多同行的大力帮助，在此致以深深的谢意。

编者

1995年仲夏

责任编辑	杨 祥
封面设计	刘晓翔
责任绘图	陈淑芳
版式设计	杨凤玲
责任校对	胡晓琪
责任印制	杨 明

目 录

前言	1
一、90年代的大型天文光学和射电望远镜	李启斌
1. 光学望远镜	1
1.1 美国的凯克 (Keck I) 10m 望远镜	1
1.2 欧洲南方天文台甚大望远镜 (VLT)	2
1.3 双子望远镜 (GEMINI)	3
1.4 8.5m 光谱巡天望远镜 (SST)	5
1.5 日本的昴星团 8m 望远镜 (SUBARU)	5
1.6 美-意大双筒哥伦布望远镜 (Columbus)	7
2. 射电望远镜	8
2.1 毫米波阵列望远镜 (MMA)	8
2.2 美国甚长基线阵 (VLBA)	9
2.3 多元微波联接干涉网 (MERLIN)	10
2.4 欧洲甚长基线干涉网 (EVN)	11
2.5 印度的巨型米波射电望远镜 (GMRT)	12
3. 我国研制大型天文观测设备的方案	14
3.1 硬 X 射线天文卫星	14
3.2 太阳空间望远镜	15
3.3 4m×4m 新技术望远镜	15
3.4 大天区面积多目标光纤光谱天文望远镜 (简称 LAMOST)	16
3.5 65m 射电望远镜	18
二、90年代的大型空间观测设备	王 仲
1. 引言	19
2. 大型观测项目的特点	21
3. 高能天体物理的观测项目	27
3.1 康普顿 (γ 射线) 空间天文台 (简称 Compton GRO 或 CGRO)	27
3.2 新一代的 γ 射线望远镜 INTEGRAL	29

3.3	伦琴 X 射线天文卫星 (简称 ROSAT)	30
3.4	高等 X 射线天体物理设备 (简称 AXAF)	32
3.5	多镜面 X 射线望远镜 (简称 XMM)	34
3.6	其他 X 射线波段的空间观测项目	35
4.	可见光及紫外波段的空间观测	36
4.1	哈勃空间望远镜 (简称 HST)	36
4.2	极远紫外探索卫星 (简称 EUVE)	40
4.3	远紫外光谱探索卫星 (简称 FUSE)	42
三、太阳物理学的进展和展望		艾国祥
1.	引言	45
2.	太阳物理研究现状和难题	46
2.1	太阳结构	46
2.2	太阳活动	48
3.	90 年代太阳物理学展望	50
3.1	90 年代的几项重大设备及主攻方向	50
3.2	90 年代太阳物理研究	52
3.3	几项突破性太阳物理研究方法的期待	52
4.	关于中国太阳物理发展的几点想法	53
4.1	80 年代中国太阳物理的重要特征	53
4.2	90 年代中国太阳物理发展的几点想法	54
4.3	把中国太阳物理的研究推向空间	55
参考文献		57
四、太阳活动及其影响——日地关系		王家龙
1.	引言	58
2.	缓变型太阳活动及其影响	63
2.1	太阳黑子	63
2.2	冕洞	66
2.3	太阳常量	70
3.	爆发型太阳活动及其影响	73
3.1	太阳耀斑	73
3.2	日冕物质抛射	79
3.3	太阳活动预报	81

4. 90年代的日地关系研究	82
4.1 太阳	83
4.2 行星际及其它	86
5. 90年代日地关系的国际合作研究	87
参考文献	90

五、日震学

熊大闰

1. 引言	99
2. 太阳 5min 振荡的发现以及日震学的基本问题	103
2.1 太阳 5min 振荡的发现	103
2.2 日震学的基本原理	104
2.3 太阳振荡的观测方法	107
2.4 资料的归算与分析	108
3. 日震学的发展现状	109
3.1 太阳 P 模的本征振荡频率及太阳的内部结构	110
3.2 太阳内部的较差自转	112
3.3 太阳 P 模的振幅与寿命	115
3.4 太阳 5min 振荡的激发机制	117
3.5 太阳 160min 振荡及重力 (G) 模振荡的搜寻	118
3.6 太阳 5min 振荡的长期变化	120
4. 日震学的发展趋势	120
5. 展望	122
参考文献	125

六、恒星物理学

黄 磷

1. 恒星物理学的研究内容、意义和特点	131
1.1 恒星物理研究的意义	131
1.2 恒星物理研究的内容	132
1.3 恒星物理研究的特点	133
2. 恒星物理的发展现状	135
2.1 概况	135
2.2 观测设备和技术	136
2.3 已取得的重要进展	138
3. 90年代发展趋势和前景	156

3.1 观测设备发展的主要趋势	156
3.2 恒星物理研究的前景	158
参考文献	161
七、90年代的恒星结构和演化理论	黄润乾
1. 研究历史	162
2. 研究成就	163
2.1 观测	164
2.2 X射线源和X射线爆	168
2.3 光谱分析和核合成	170
2.4 周期光度变化	172
3. 重要问题	176
3.1 星风和质量损失	177
3.2 双星演化	177
3.3 脉动变星	178
3.4 对流理论	179
3.5 模型计算	179
3.6 冷星的表面活动	179
参考文献	180
八、射电脉冲星的观测与理论研究	乔国俊
1. 引言	182
2. 80年代以来观测上的重要进展	183
2.1 具有伴星或行星的脉冲星系统	186
2.2 毫秒脉冲星和球状星团脉冲星	191
2.3 中心辐射束 (core 辐射成分) 的确认	193
3. 射电脉冲星最基本的观测事实及其注评	196
3.1 累积脉冲	196
3.2 子脉冲	200
3.3 漂移子脉冲和缺脉冲	201
3.4 微结构和微脉冲	202
4. 几个常用的导出量	204
4.1 中子星的自转能损率	204
4.2 中子星表面磁场	205

4.3	脉冲星制动指数	205
4.4	脉冲星的年龄	206
5.	涉及演化的几个问题	206
5.1	脉冲星磁场的演化	206
5.2	射电光度的演化	209
5.3	射电脉冲星与 X 射线脉冲星的脉冲周期为什么不同?	210
5.4	脉冲星辐射束的演化	211
5.5	一种新的制动机制	213
6.	射电脉冲星的辐射机制	214
6.1	观测对理论的限制	214
6.2	GJ 脉冲星磁层模型	216
6.3	Sturrock 模型	217
6.4	RS 模型	218
6.5	Slot gap 模型	222
6.6	BGI 模型	222
6.7	WWC 模型	224
6.8	逆康普顿散射 (ICS) 模型	225
7.	结束语	228
	参考文献	229

九、超新星：观测和理论 李宗伟 李卫东

1.	分类及前身星	238
1.1	分类	238
1.2	前身星	241
2.	Ia 型超新星	244
2.1	概述	244
2.2	演化	245
2.3	爆炸	246
2.4	光变曲线 (LC)	251
2.5	SN Ia 的光谱	253
2.6	SN1990N 和 SN1991T	253
3.	Ib/Ic 型超新星	255
3.1	概述	255

3.2	模型	256
3.3	光变曲线	257
3.4	光谱	259
4.	I 型超新星	261
4.1	概述	261
4.2	理论模型	262
4.3	光变曲线	271
4.4	光谱	274
5.	SN1987A	277
5.1	概述	277
5.2	SN1987A 的前身星的演化	278
5.3	光学光变曲线	279
5.4	X 射线光变曲线及成块 (clumpy) 混合	280
5.5	预测未来	281
6.	问题和讨论	282
	参考文献	283
十、γ 射线脉冲星和 γ 射线爆		陆 埭
1.	历史的回顾	287
2.	γ 射线脉冲星	291
2.1	γ 射线脉冲辐射的理论认识	291
2.2	γ 射线脉冲星的观测发现与研究	298
3.	γ 射线爆	306
3.1	时间特征	307
3.2	能谱	307
3.3	空间分布	322
4.	讨论与展望	324
	参考文献	325
十一、分子天文学和恒星形成		孙 锦
1.	分子——星际介质和恒星形成与演化的示踪器	330
1.1	星际分子发现简史和分子天文学的诞生	330
1.2	分子天文学的研究意义	332
1.3	迄今已发现和证认的天文 (星际、拱星、星系) 分子的品种、	

谱线及意义	334
2. 分子天文学的主要研究课题、进展与发展趋势	345
2.1 分子云的大尺度分布	345
2.2 分子云与恒星形成	352
2.3 拱星包层的分子发射与恒星演化晚期阶段	352
2.4 天体脉泽的研究	355
2.5 与宇宙化学有关的课题——天体化学的重大发展	358
3. 分子云与恒星形成	360
3.1 恒星形成于分子云	360
3.2 正在形成恒星的分子云	362
3.3 几个与恒星形成理论有关的问题	371
3.4 年青天体附近的分子外向流与盘系统	377
3.5 恒星形成过程的主要阶段——低质量星形成的一个基本图景	384
4. 90年代分子天文学发展展望	387
4.1 一个重要的有可能突破的课题——恒星与行星系起源问题	388
4.2 90年代主要毫米波和亚毫米波设备计划	389
4.3 90年代与恒星形成和早期演化有关的主要课题和可能解决的问题	391
参考文献	393

十二、90年代红外天文学 胡景耀 钱忠钰

1. 引言 90年代前的红外天文学	402
2. 红外天文学观测为什么变得如此重要	406
3. 面向90年代的红外天文学	410
4. 西方国家90年代红外天文的发展计划	412
5. 我国红外天文学的发展展望	425

十三、疏散星团与银河系天文学 赵君亮

1. 疏散星团	435
1.1 成员判别	435
1.2 光度函数和质量函数	436
1.3 疏散星团与恒星演化	437
1.4 结构与内部运动	440
1.5 动力学和动力学演化	442
1.6 形成过程	444

1.7 工作展望与建议	445
2. 银河系天文学	448
2.1 银河系的空间结构	449
2.2 银盘中的物质分布	451
2.3 老年恒星的运动学和化学性质	452
2.4 银河系的形成	454
2.5 银心区的重要观测结果	456
2.6 银心区的物理状况	457
2.7 SgrA、IRS16 和 SgrA*	460
2.8 工作展望与建议	461
参考文献	463
十四、活动星系核	周又元 戴和俊 王挺贵
1. 研究活动星系核的意义	464
1.1 探索谜天体的历史	464
1.2 意义重大、成果丰富的天体物理领域	465
1.3 未来天体物理学发展的一个关键	469
2. 活动星系核的特征与分类	471
3. 活动星系核的连续谱	475
3.1 以热辐射为主的谱	476
3.2 以非热辐射为主的谱	479
3.3 X 射线短时标光变	484
4. 活动星系核的发射线	487
4.1 线发射区的物理状态	490
4.2 光致电离理论概述	491
4.3 光致电离理论与观测的对比	493
4.4 谱线轮廓的观测特点及其解释	494
4.5 谱线的变化和发射区的结构	495
5. 活动星系核的演化、结构与统一	496
6. 展望	502
参考文献	505
十五、活动星系核的甚长基线观测研究	南仁东
1. 甚长基线干涉测量概述	508

2. 甚长基线干涉的原理及成图	511
2.1 基本原理	511
2.2 VLBI 图象处理	513
3. 甚长基线观测对活动星系核研究的贡献	515
3.1 AGN 现象	515
3.2 三个使用 VLBI 观测的 AGN 研究实例	518
3.3 VLBI 深化了对 AGN 基本结构及其射电发射机理的认识	524
4. AGN 高分辨率研究的发展方向	526
4.1 空间 VLBI 与毫米波 VLBI	526
4.2 VLBI 偏振测量	527
4.3 AGN 的精细结构多波段研究	528
参考文献	530

十六、类星体的观测和研究

何香涛

1. 发现类星体	532
2. 类星体的观测	535
3. 类星体的空间分布和成团性	539
4. 类星体的光度函数	544
5. 类星体的光谱	553
6. 红移极限和宇宙的演化	562
7. 红移的本质及其论争	566
参考文献	568

十七、BL Lac 天体

谢光中 刘碧芳

1. 引言	572
2. BL Lac 天体的多波段观测	573
2.1 BL Lac 天体的搜寻	573
2.2 BL Lac 天体的观测特征及理论分析	574
3. BL Lac 天体的宇宙学含义	588
3.1 BL Lac 天体的哈勃图	588
3.2 BL Lac 天体与 FR-I 型射电星系的关系	590
3.3 BL Lac 天体与 OVVs 的关系	592
3.4 BL Lac 天体与 FR-I 型、FR-II 型射电星系的统一关系	593
4. BL Lac 天体的理论模型	593

4.1 三种基本模型	594
4.2 可能的统一模型	600
4.3 探讨性模型	604
5. 结论与展望	608
参考文献	611
十八、星系团的光学研究	卞毓麟
1. 引言	619
2. 星系团表	620
2.1 “经典”星系团表	620
2.2 “机编”星系团表	622
3. 星系团的大尺度分布	623
3.1 一些重要结果	624
3.2 理论解释问题	627
4. 星系团的一般性质	629
4.1 总体特征	629
4.2 形态分类	630
4.3 成员判定	630
4.4 团星系的光度函数	632
4.5 结构与动力学	633
5. 团星系的演化	636
5.1 概述	636
5.2 Butcher-Oemler 效应	637
5.3 红包络与早型星系的演化	641
6. 环境与星系形态	645
6.1 形态-环境关系	645
6.2 形态-环境效应的可能机制	649
7. 简要的展望	652
参考文献	655
十九、星系的形成	马 骥
1. 引言	661
2. 早期宇宙与初始扰动谱	663
2.1 引力不稳定性与早期宇宙	663