



二十一世纪全国高等院校规划教材

现代科学技术概论

XIANDAI KEXUE
JISHU GAILUN

王庆飞 景义林 主编



电子科技大学出版社

二十一世纪全国高等院校规划教材

现代科学技术概论

主 编 王庆飞 景义林
副主编 刘栓江 张金国 孔 娟
姚玉钦 方相林 张海峰

电子科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

现代科学技术概论 / 王庆飞, 景义林主编. — 成都: 电子科技大学出版社, 2006. 3
ISBN 7-81114-068-3

I. 现… II. ①王…②景… III. 科学技术—概况—世界—高等学校—教材
IV. N11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 012493 号

现代科学技术概论

王庆飞 景义林 主编

出 版: 电子科技大学出版社(成都建设北路二段四号)

策划编辑: 谢应成

责任编辑: 张蓉莉

发 行: 电子科技大学出版社

印 刷: 新星印刷有限公司

开 本: 787mm×960mm 1/16 印张: 30.5 字数: 550 千字

版 次: 2006 年 3 月第一版

印 次: 2006 年 3 月第一次印刷

书 号: ISBN 7-81114-068-3/G·31

定 价: 38.80 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

前 言

人类社会的发展经历了一个先缓慢后急速的过程。同整个人类社会一样,科学技术的发展过程也是先缓后急,而且,发展速度越来越快,目前已进入了高速发展阶段。作为第一生产力,现代科学技术在推动社会进步的同时,也在日新月异地改变着自身的面貌。

当今社会被人们戏称为“知识大爆炸”的时代。第二次世界大战结束以后,特别是进入 19 世纪 60 年代以来,全球生产力飞速发展,作为第一生产力的科学技术发展之速度更是前所未有的。20 世纪前期,相对论和量子力学先后创立,在其影响下,许多新学科相继问世,许多新技术不断涌现。新宇宙学、量子化学、生命科学、信息科学技术、核科学与核技术、电子计算机、航空航天技术、激光技术、材料科学、纳米科学技术等等,一大批新学科新技术犹如雨后春笋。于是,形成了一场新的全方位、多层次的科学技术大革命。其发展之迅猛,竞争之激烈,影响之深远,都远远超过人类历史上的任何时期。看来,“知识大爆炸”之说并非戏言。这场波澜壮阔的科技大革命,在改变着世界的经济、政治、文化,同时也在改变着人类自身。在现代科学技术的影响下,哲学发生了变化,人们的认识能力和思维方式也在发生着变化。

面对这场科技大革命,当今大学生不但要学好本专业的知识,而且要对现代科学技术有一个概括而全面的了解。只有如此,才能更好地树立科学世界观,培养科学方法论,才能全面完善自我,以适应飞速发展的社会。为了加强文理渗透,全面提高学生的科学素养,开展素质教育,我们编写了《现代科学技术概论》这本教材,内容涉及 20 世纪特别是近几十年来科学技术的若干最新成就。全书共分八章,每章一个专题,对科学或技术的某个领域进行讲解。我们力求做到内容全面系统概括,并介绍了最新进展及发展前景,阐述深入浅出,通俗易懂,以适应不同专业的学生。

本书是按主编负责、分工编写的原则成书的。按内容排列顺序各部分编者为:刘栓江,第一章;方相林,第二章;王庆飞,第三章;张金国,第四章;姚玉钦,第五章;

景义林,第六章,孔娟,第七章;张海峰,第八章;由于我们水平的限制,以及受到读者群为各专业学生这个前提的制约,本书在选题上存在一定的局限性,在各讲内容的取舍和组织上也存在这样那样的困难。因此,书中缺陷、不足甚至错讹在所难免。恳请使用本书的教师和同学给予批评指正。

本书在编写和出版过程中,得到相关部门的领导及同仁的大力支持和帮助,在此谨表示诚挚的感谢。

编 者

第一章 宇宙的起源与演化	(1)
1.1 恒星的形成与演化	(1)
1.2 黑洞 暗物质	(14)
1.3 宇宙的起源演化和宇宙大爆炸	(19)
1.4 现代天文学新发现	(30)
1.5 认识太阳系	(43)
思考题	(60)
参考文献	(61)
第二章 地球科学与技术	(62)
2.1 地球的物理特征和圈层结构	(62)
2.2 地球的物质组成	(72)
2.3 地球的演化	(81)
2.4 从大陆漂移到板块构造	(87)
2.5 地史中的生命大爆发与生物集群绝灭	(101)
2.6 地震和海啸	(109)
2.7 厄尔尼诺—拉尼娜现象	(121)
2.8 数字地球	(127)
2.9 全球变化的研究	(132)
2.10 地球科学的发展趋势	(139)
思考题	(143)
参考文献	(144)
第三章 物质世界概论	(145)
3.1 物质世界	(145)
3.2 宇宙的结构层次和物质的基本单元	(167)
3.3 新材料技术	(189)
参考文献	(225)
第四章 生命科学概论	(226)
4.1 生命的本质	(226)
4.2 生命的基本单位——细胞	(257)
4.3 生命遗传的奥秘	(273)
4.4 生命的起源与进化	(285)
4.5 现代生物技术	(294)
思考题	(316)
参考文献	(317)

第五章 激光技术与应用	(318)
5.1 激光概述	(318)
5.2 激光的产生	(320)
5.3 激光器的三大结构	(326)
5.4 激光器	(330)
5.5 激光的应用	(333)
思考题	(336)
参考文献	(336)
第六章 相对论概论	(337)
6.1 伽利略变换和经典力学时空观	(337)
6.2 狭义相对论产生的历史背景与实验基础	(340)
6.3 相对论的基本原理 洛仑兹变换	(344)
6.4 相对论的时空理论	(351)
6.5 相对论理论的四维形式	(361)
6.6 电动力学的相对论不变性	(370)
6.7 相对论力学	(376)
6.8 广义相对论简介	(385)
思考题	(395)
参考文献	(395)
第七章 信息技术新进展与前沿热点	(396)
7.1 迎接集成电路的纳米时代	(396)
7.2 光电子技术新进展与前沿热点	(401)
7.3 微系统技术进展	(408)
7.4 信息存储技术和材料新进展	(412)
7.5 信息显示技术新进展	(415)
7.6 高性能计算机技术新进展及前沿热点	(418)
7.7 高可信软件与我国软件产业的发展	(422)
7.8 通信技术前沿热点	(426)
7.9 下一代互联网的研究开发	(429)
7.10 人机交互与智能处理技术新进展	(432)
7.11 空间遥感及对地观测信息的获取与处理	(438)
7.12 信息安全技术新进展	(441)
7.13 广播电视技术进展	(443)
7.14 现代集成制造系统技术进展	(447)

7.15	机器人技术新进展	(448)
	思考题	(451)
	参考文献	(452)
第八章	非线性科学	(454)
8.1	耗散结构	(454)
8.2	混 沌	(462)
8.3	分 形	(470)
	参考文献	(477)

第一章

宇宙的起源与演化

宇宙有多大？星星有几多？地球上的人类有生以来就在不停地翘首问星空。虽然我们身处宇宙，但就算是望穿双眼，浮想联翩，也不能穷尽其万一。感谢现代科学技术的发展，使人类的好奇心得到越来越多的满足。现在我们知道：人类乃至我们赖以生存的地球在宇宙中是如此的渺小而又弥足珍贵。在人们心怀宇宙满天下时，我们更要珍爱生命，保护地球；热爱科学，掌握本领，建设好自己的家园，以使我们有一天可以飞向宇宙的更深处。这里简单介绍一些天文知识，希望能够激发起你探索宇宙的更大热情。需要说明的是，人类对宇宙的研究很多还都是理论上的假设，科学家们的见解也不完全一致。随着理论研究的突破和观测设备的改良，理论的革新、数据的变化是常有的事。重要的不是记住某些文字，而是开拓我们的眼界，掌握研究宇宙的方法。要想确切地了解宇宙，还需要人类永远不懈地努力。

1.1 恒星的形成与演化

1.1.1 天文学研究的方法特点

天文学的研究对象是分布于辽阔空间中的遥远客体，几千年来，人们主要是通过接收来自它们的辐射来认识它们，这就决定了天文学的研究方法和运用技术有其自身的特点。

1.1.1.1 天文学研究的特点

天文学的主要研究手段是观测（包括观察和测量两个方面），这是天文学实验方法的基本特点。诚如人们所说，人类“既不能够移植太阳，也无法解剖星星”。天文学主要靠观测自然界业已发生的现象来收集材料，在这一意义上，观测是一种“被动”的方法。然而，天文学所观测的对象有地面实验室难以企及的条件，诸如高真空、高密度、高强磁场、高强引力场、超高温、超高速、超高能事件等。人们由此获得的知识，绝非从囿于小小地球上的任何“主动”的实验室所能达到。

正因为观测在天文学中占有的特殊地位，所以观测方法的革新或观测工具的

改进,总会推动天文学的发展,甚至引起深刻的革命。不断地创造和改革观测手段,也就成为历代天文学家致力的任务。他们借鉴当时已发展起来的各种技术,创造和改进观测工具。天文学的发展史上有许多这类生动的例子。

天文学家把由观测所得的感性材料,以力学、物理学、化学等自然科学理论作为基础,运用数学进行演算和分析,建立关于天体运动、天象变化或天体结构等的理论模型,进而建立天文学的理论体系。天文学的理论不仅要能解释已观测到的现象,而且要能预言未来的变化。任何理论模型必须接受观测的检验,并且通过这种检验不断地改良模型、发展理论。概括来说,天文学就是沿着观测—理论—观测的途径而发展。

历史上,力学和物理学曾经促使天文学产生飞跃。万有引力定律的发现,开创了天文学的一个新分支——天体力学,可作为典型的例子。同时,天文研究反过来也丰富了其他有关学科的内容并为后者开辟新的研究前沿。

研究天体演化是天文学的一个重要任务。天体的演化过程往往以几十亿年计,而宇宙的演化则已达上百亿年。人类自有文明以来所观测和研究的天文现象,在天体的生命史中只相当于一瞬间。从“一瞬”来研究“一生”,即利用天体的空间广延性与时间广延性相统一的特征,来研究天体和宇宙的演化,这是天文学研究的又一特点。天文学家观测到千百万个恒星,它们处于不同的演化阶段。遥远的河外星系,光线从它们传播到地球的时间与它们距地球的距离成正比,不同距离的星系,展现不同年龄的状态,对这些样本进行统计分类和理论探讨,就可建立起恒星和星系演化的模型。

1.1.1.2 天文学的观测工具

在天文学诞生的早期,古代人们只能凭肉眼观察天空。即使这样,考古天文学的发现仍显示先民们已经用一些原始的材料做成简单的仪器来观测天象。如英国南部约公元前 2000 年的巨石阵,即为由石块堆砌而成具有天文意义的遗址。大约在公元前后,凭借当时的金属冶炼技术、铸造技术以及机械技术,人们制成了带有准直管和刻度盘的天文测量仪器以测量天体的位置。后来这种仪器做得越来越精密和灵巧,中国元代天文学家郭守敬(1231~1316)和西方中世纪天文观测大师第谷(Tycho Brahe, 1546~1601),都使用这类仪器做出了划时代的贡献。

17 世纪初意大利科学家伽利略(G. Galileo, 1564~1642)率先把望远镜应用于天文观测,看到了许多前所未见的天文现象,开创了望远镜天文学的新时代,从此光学天文望远镜成为天文学家探测宇宙的最强有力的工具。

19 世纪下半叶,天文学家把测光、分光和照相术与当时技术上已取得很大进展的光学望远镜相结合,导致天文学的一个新分支——天体物理学诞生。

光学天文学独领风骚约三个半世纪。正是历代光学望远镜的观测,积累起极其丰富的观测资料,把天文学推进到前所未有的高度,极大地深化了人类对宇宙的认识。

20 世纪 30 年代射电望远镜问世,射电技术于第二次世界大战后迅速发展,导致 60 年代的四大发现。射电天文学的成果不仅是光学天文学的补充,而且开辟了许多新的领域。

20 世纪 50 年代后,望远镜和各种探测仪器随人造卫星升上太空,天文观测从此摆脱大气的羁绊,进入了全波天文学的时代。同时,宇宙飞船飞向太阳系的各个角落,不仅实现了对太阳系天体和行星际空间的近距离或实地探测,更把宇航员 6 次送上月球,并正准备着把人类首次送上火星。

当代的许多新技术如电子技术、计算机技术、激光技术、核辐射探测技术等都被应用到天文观测中来,成为天文学家强有力的武器。传统的光学望远镜实现了更新换代,以多镜面的拼合并结合主动光学和自适应光学技术,制造出突破单面镜极限的大口径望远镜;射电干涉仪和综合孔径射电望远镜的问世,大大提高了分辨率,实现了射电成像。此外,随着高速度大容量电子计算机的使用,已实现了对某些宇宙过程的计算机模拟。人们可以在瞬间于眼前逼真地“观测”发生在宇宙深处、延续亿年的变化过程。

1.1.2 天文常识

1.1.2.1 红移

一个天体的光谱向长波(红)端的位移叫做红移。通常认为它是多普勒效应所致,即当一个波源(光波或射电波)和一个观测者互相快速运动时所造成的波长变化。美国天文学家哈勃于 1929 年确认,遥远的星系均远离我们地球所在的银河系而去,同时,它们的红移随着它们的距离增大而成正比地增加。如图 1-1 所示。这一普遍规律称为哈勃定律,它成为星系退行速度及其和地球的距离之间的相关的基础。这就是说,一个天体发射的光所显示的红移越大,该天体的距离越远,它的退行速度也越大。红移定律已为后来的研究证实,并为认识宇宙膨胀的现代相对论宇宙学理论提供了基石。20 世纪 60 年代初以来,天文学家发现了类星体,它们的红移比以前观测到的

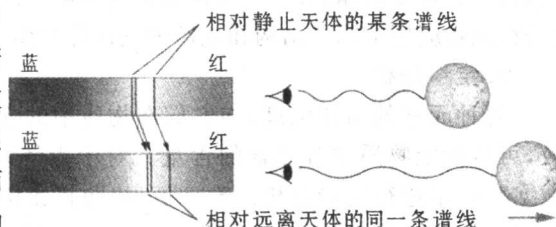


图 1-1 红移理论示意图

最遥远的星系的红移都更大。各种各样的类星体的极大的红移使我们认为,它们均以极大的速度(即接近光速的 90%)远离地球而去;还使我们设想,它们是宇宙中距离最遥远的天体。



图 1-2 光谱图中三种元素的吸收线

光是由不同波长的电磁波组成的,在光谱分析中,光谱图将某一恒星发出的光划分成不同波长的光线,从而形成一条彩色带,我们称之为光谱图。恒星中的气体要吸收某些波长的光,从而在光谱图中就会形成暗的吸收线。每一种元素会产生特定的吸收线,天文学家通过研究光谱图中的吸收线,可以得知某一恒星是由哪几种元素组成的。如图 1-2 所示。将恒星光谱图中吸收线的位置与实验室光源下同一种吸收线位置相比较,可以知道该恒星相对地球运动的情况。

1.1.2.2 天体光谱分析

应用光谱学的原理和实验方法确定天体的物质结构和化学成分的分析法。天体光谱分析一般有两种:

1. 定性分析

用来确定天体的化学成分。首先测定谱线的波长。在拍摄天体光谱后,挡住用来拍摄天体光谱的那部分狭缝,将已知谱线波长的光源投在狭缝的其他部分上,拍摄比较光谱(常是铁弧光谱)。用仪器将天体谱线波长和地球上已知元素的谱线波长作比较,或者应用按原子结构和光谱理论计算的谱线表,证认出产生天体谱线的元素。

2. 定量分析

每种元素的谱线强度,与它们在物质中的含量有关,所以通过对谱线强度的比较,可以确定物质中各元素的含量。对于天体,目前只能取到月球上的物质样品,在实验室中进行定量分析。至于恒星(包括太阳)光谱的定量分析,有两种方法:一是测定一些谱线的等值宽度,作出观测的生长曲线,与理论计算比较;二是根据某种谱线形成的机理,假设一些物理参数,计算出理论轮廓,再同观测轮廓比较。这两种方法不仅能得到形成该谱线元素的原子数,而且能得到恒星大气中的温度、湍流速度和压力等参数。

1.1.2.3 恒星光谱

1. 恒星光谱

恒星光谱的形态决定于恒星的物理性质、化学成分和运动状态。光谱中包含

着关于恒星各种特性的最丰富的信息。迄今关于恒星本质的知识,几乎都是从光谱研究中得到的。

恒星光谱的研究内容异常广泛,但从观测角度来看,主要有三条途径。第一是证认谱线和确定元素的丰度。第二是测量多普勒效应引起的谱线位移和变宽,由此来研究天体的运动状态和谐线生成区。第三是测量恒星光谱中能量随波长的变化,包括连续谱能量分布、谱线轮廓和等值宽度等。这些特性同恒星大气中的温度、压力、运动、电磁过程以及辐射转移过程有关,是恒星大气理论的主要观测依据。

2. 研究的主要成果

(1) 谱线证认 一般可根据基尔霍夫定律将恒星光谱同实验室光谱直接比较后确定产生谱线的化学成分。恒星的谱线无法在实验室中获得时,只有通过原子和分子结构的深入分析才能完成证认。在恒星光谱中已证认出元素周期表中90%左右的天然元素,但还有一些恒星谱线至今没有证认出来。

(2) 元素丰度 即元素的相对含量,是在证认的基础上根据谱线相对强度或轮廓推算出来的。结果表明,绝大多数恒星的元素丰度基本相同:氢最丰富,按质量计约占71%;氦次之,约占27%;其余元素约占2%。这称为正常丰度。有少数恒星的元素丰度与正常丰度不同,一般说来,这与恒星的年龄有关。

(3) 光谱分类的解释 恒星光谱一般是在连续谱上有吸收线(即暗线),吸收线的存在表明恒星大气外层温度较低,它对来自温度较高的内层的辐射进行选择吸收。元素丰度相同的恒星的光谱差异是因恒星大气中温度和压力的不同造成的。

温度相同的巨星和矮星间光谱的差异是由于压力不同引起的。巨星大气中的压力比矮星低,电离较容易;有些元素如铯,对压力特别敏感,电离的比例大;因此巨星光谱中电离铯谱线就比矮星光谱中强得多。又如氢线,在矮星光谱中宽而漫,在巨星光谱中窄而锐,这也是由压力效应决定的。根据光谱中的压力效应能够决定恒星的光度。

少数恒星光谱中除吸收线外,还有发射线(即明线),有些恒星只有发射线。发射线一般是由离星体较远处的稀薄气体即星周气体产生的,但这些气体延伸范围很小,观测者无法将星周气体同星体分开,所以人们观测到的是恒星光谱和星周气体光谱的混合。

星周气体一般是从星体抛射出来的,有的在星体周围形成一个近似球状的延伸包层,有的形成一个绕星气环或气盘。星周气体的形状、大小、密度、运动方式决定着发射线的轮廓和宽度。有发射线的恒星数目不多,但发射线的存在表示它们经历过或正在经历着不稳定的抛射过程,这对于研究恒星演化中的不稳定阶段有重要作用。

(4) 视向速度 关于恒星的许多知识,是从视向速度在光谱上产生的多普勒效应研究中得到的。例如,密近双星的两子星不能从照片上加以区分,但它们的轨道运动引起光谱线位置的周期性摆动。这不但是发现双星的一种途径,而且提供

了测定恒星质量的重要方法。视向速度的测量对认识脉动变星的本质起决定性的作用,它证明这类星的光变是由于星体的脉动而不是由于掩食引起的。多普勒效应的另一重要表现是对谱线轮廓的影响。当恒星快速自转且自转轴同视线相交成颇大的角度时,谱线会变宽、变浅。由此发现,许多早型星有快速自转现象。许多不稳定星的物质抛射和气体包层的运动,也在谱线轮廓中显示出来。例如,从谱线轮廓形状和宽度的测量得知,新星爆发时物质抛射的速度达到每秒数千公里。

(5)磁星 当恒星具有足够强的磁场时,谱线将分裂为两条或更多条支线,它们具有不同的偏振特性,这称为塞曼效应。通过这种效应,发现了 100 多颗恒星的磁场,其强度的数量级为千高斯,个别的达万高斯。这些星称为磁星,它们大部分是 A 型特殊星。

(6)星际物质 恒星发来的光通过漫长距离的星际空间,所以恒星光谱中还包含有星际气体和尘粒的信息。在许多亮星的高色散光谱中,发现有星际物质中的中性钠、钾、铁、钙和电离钛、电离钙以及其他分子的谱线。许多星际谱线是多重的,说明星光经过了好几个具有不同速度的气体云。星际尘粒对星光的影响主要是散射,这种效应对蓝光较强,对红光较弱,因而较远的星显得较红,这称为星际红化。通过对红化的测量,可以估计尘粒的直径。将红化效应同恒星光谱型进行对比,可以粗略地估计恒星的距离。

1.1.2.4 光年

指光以 299 792 458 米/秒的速度在真空中 1 年所走的距离。1 光年约相当于 94.6053 亿公里或 63 240 天文单位。3.262 光年约等于 1 秒差距。有时人们还据此引入“光时、光分”的表示方法。光年简写作:“ly”

1.1.2.5 天文单位

地球绕太阳旋转的椭圆轨道半长轴的长度,其值为 149 597 870 公里。通常则指地球到太阳的平均距离。天文单位简写作:“AU”

1.1.2.6 秒差距

量度天体距离的单位,主要用于太阳系以外。天体的周年视差为 1",其距离即为 1 秒差距。更长的距离单位有千秒差距和百万秒差距。1 秒差距 = 3.2616 光年 = 206 265 天文单位 = 308 568 亿公里。秒差距简写作:“pc”

1.1.2.7 引力收缩

按照一般的看法,太阳系、恒星、星系等都是由原始星云在自身引力作用下逐渐凝缩而成的。在原始气体弥漫物质中存在着密度的随机涨落。那些密度比周围高的区域,如果有足够大的尺度,在自身引力作用下的收缩趋势便会超过分子热运

动(即压力)的弥散趋势而开始收缩,使密度进一步增大,终于形成一个密度远高于周围气体的区域。这种情况称为引力收缩。对于导致引力收缩所需要的尺度,可以作出定量的估算。一般认为,在原始星云中,往往是先收缩成大云块,然后,由于大云块在收缩过程中密度增大,在内部触发第二次收缩,使大云块本身碎裂成为若干小云块。后者即为恒星的前身——星胚。星胚再逐渐演化成为恒星。

1.1.2.8 引力坍缩

恒星演化到晚期的一种猛烈变化过程。在引力坍缩过程中,恒星中心部分形成致密星,并可能伴有大量的能量释放和物质的抛射。

恒星核心区经过氧燃烧的核反应阶段之后,如果质量超过一定的极限,并且由铁族核素构成时,它将发生引力坍缩过程。在这个阶段,恒星中心温度很高,中心温度约为6亿度,各类中微子的产生过程都会引起中微子将中心部分的能量迅速带走,使恒星核心区很快冷却,以致向外的辐射压力不足以抵御向内的自引力作用,从而形成引力坍缩。

当恒星中心密度足够大时,引力坍缩的过程引起物质的中子化。在一定条件下将出现强的激波,引起恒星外层物质的抛射。但在有些条件下坍缩过程并不一定伴有质量抛射。不同质量的恒星,在引力坍缩后有可能形成各种不同类型的致密星,如白矮星、中子星等。

1.1.2.9 宇宙线

宇宙线是来自宇宙空间的各种高能微观粒子——主要是质子(氢原子核),其次是 α 粒子(氦原子核),还有少量其他各种原子核,以及电子、中微子和高能光子(X射线和 γ 射线)——构成的射流。宇宙线中存在能量极高的粒子,已观测到的最高能量达 10^{20} 电子伏以上。

来源:银河系内恒星所能发射的粒子,只占银河宇宙线中的一小部分,银河宇宙线必然来源于比普通恒星活动激烈得多的爆发过程。一般认为,大多数宇宙线荷电粒子来源于超新星爆发,以及爆发后形成的超新星遗迹。极高能量宇宙线粒子的来源和传播问题仍然很不清楚。

初级宇宙线中的各种粒子是人类能直接获得的太阳系外物质的唯一样品。观测初级宇宙线中元素和同位素的丰度分布,是研究恒星晚期演化过程的一个重要途径。分析各种成分和各种能量宇宙线粒子的时间变化,可以研究太阳系和银河系磁场的状况;分析宇宙线粒子轰击地球、陨石、月球和行星表面物质所形成的放射性同位素,是研究这些天体和太阳系以及银河系历史的一个重要方法。对宇宙X射线和 γ 射线的观测,发现了不少重要的高能天体和高能天体物理现象。由于中微子的穿透本领很强,探测宇宙中微子有可能了解星体核心的情况,所以宇宙线

天文学是高能天体物理学一个重要分支。使用各种粒子探测器进行天文观测是宇宙线天文学的一个主要特点。

除中微子外,初级宇宙线粒子在进入地球大气后,都因同空气物质作用而被吸收,因此必须把粒子探测器用气球、火箭或人造卫星送上高空,在大气外进行观测。利用高空气球,可以观测宇宙线带电粒子以及能量高于 10 千电子伏的硬 X 射线和 γ 射线。软 X 射线必须在火箭或人造卫星上观测。测量能量很低的宇宙线原子核,则必须在能摆脱地磁场影响的空间探测器上进行。对于能量高于 10^{14} 电子伏的宇宙线原子核,以及能量高于 10^{11} 电子伏的宇宙 γ 射线,可以在地面探测它们在大气中产生的空气簇射。如图 1-3 所示。

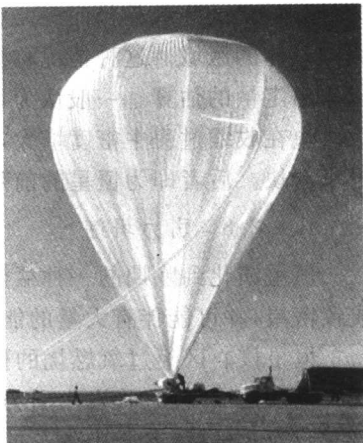


图 1-3 高空气球

1.1.3 恒星演化的物理机制

1.1.3.1 恒星

由内部能源产生辐射而发光的大质量球状天体。太阳就是一颗典型的恒星。

恒星的结构可分为外层大结构。恒星大气可直接观测到。从里往外,分为光球、色球和星冕。正常恒星的大气处于流体静力平衡态。光球之下直到内核中心叫恒星内部。内部结构用压力、温度和密度随深度的变化表示。恒星内核以核反应方式产能。

1.1.3.2 恒星演化

现代天体演化理论认为,星际物质的吸积形成原恒星。当内核温度不断增高,密度不断增大,直到质子-质子反应或碳循环反应开始时,原恒星便产能而发出辐射,成为恒星。正常恒星在主星序阶段度过整个生命史的绝大部分时间。随着内核的氢燃料枯竭,恒星外壳膨胀,光度增大,颜色变红而成为红巨星。此后的变化要看恒星的质量、角动量以及它是否为密近双星的成员而定。对于单星,当红巨星的外壳消散,残存质量小于 1.3 个太阳质量,它将变成高密度的白矮星。若剩余质量在 1.3~2.0 太阳质量之间,则会进一步塌缩为致密的中子星。若残存质量大于 2.0 个太阳质量,则根据理论将会塌缩到史瓦西奇点,形成一个黑洞。对于密近双星的两个子星,由于在演化过程中有物质交流,两子星各自的形态和结构都在迅速改变。当一子星演变为白矮星,又吸积另一子星的物质时,白矮星会爆发为新星或其他类型的激发变星。密近双星的演化还有可能导致灾变爆发,即一子星因失去

平衡而变成超新星。塌缩的残核可能成为高速自转并向外发射射电、光学和(或)X射线等波段辐射的脉冲星。

不同恒星的直径差别非常巨大。白矮星的半径约为太阳的百分之一量级,即地球半径的量级。中子星的半径理论值通常取为约10公里。红超巨星参宿四的半径约为太阳的900倍左右,比火星绕日轨道半径大得多。食双星仙王座VV中的红超巨星半径约为太阳半径的1600倍,比木星绕日轨道半径还大。某些红外星的半径大概比红超巨星还要大。

2004年4月日本科学家宣布观测到诞生才400万年的一颗年轻恒星。这颗名为御夫座AB的恒星离地球470光年,比太阳年轻46亿岁,质量约为太阳的2.4倍。在这颗恒星周围,尘埃和气体等星际物质呈漩涡状。漩涡直径1735亿公里,从侧面看,它周围厚中间薄像一个凹透镜。漩涡呈逆时针旋转,旋转时,漩涡好像长着几只向周围延伸的胳膊。恒星自身由于尘埃和气体的覆盖好像戴上了面具。过去人们以为,恒星周围的尘埃和气体产生数个岩石核,进而形成行星,在此过程中尘埃和气体一直像一个厚薄均匀的圆盘。这次观测证明,在行星诞生前,这些星际物质可能呈漩涡状。研究人员推测,这次观测的这颗恒星周围尘埃和气体的质量是恒星本身的10%~20%,可能是这些尘埃和气体间的引力导致它们变成了漩涡状。这些漩涡状的尘和气体逐渐聚集,再过几百万年有可能生成像地球、火星一样的行星。

1.1.4 星胚、主序星、红巨星、致密星

1.1.4.1 星际介质与星胚

恒星之间的区域含有的大量弥漫气体云和微小固态粒子。在我们地球所在的银河系的星际介质中的上述细微物质约占银河系总质量的5%。星际介质中充满的主要是气体氢。也还检测到相当数量的氦,以及占很小百分比的物质,顺次为钙、水、氨和甲醛。此外,还有相当大量的成分不定的尘埃粒子。最后,还有原宇宙线穿行于星际空间,以及磁场跨越在区域内的多处。在大多数情况下,星际介质出现在云状聚集物中,有时其浓度足以形成恒星。恒



图 1-4 星云

星反而连续地耗损质量,有的以小型爆发形式,有的则灾变爆发为超新星。质量就这样