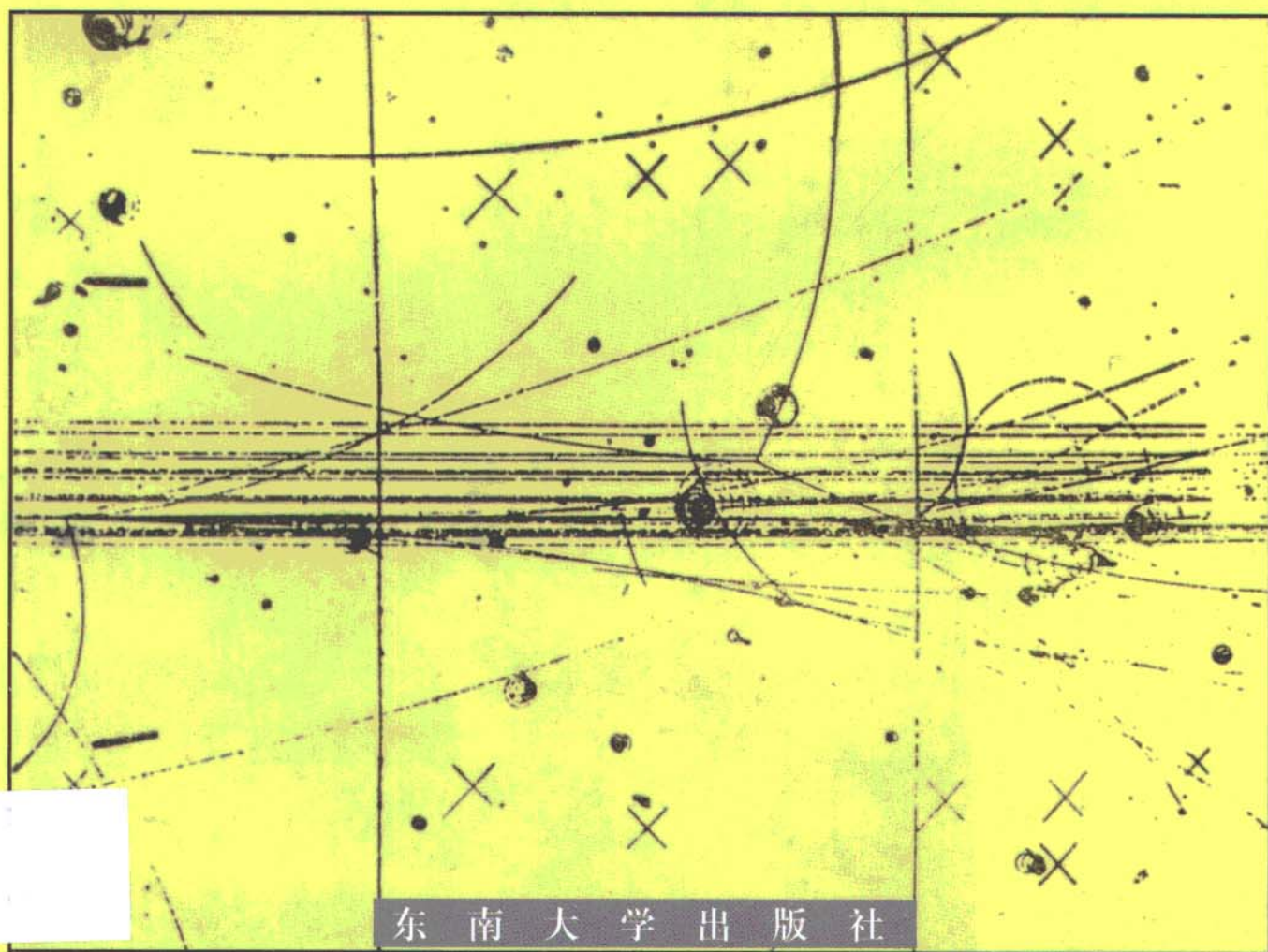


ULIXUE GAILUN
УЛИХУЕ ГАЙЛУН

物理学概论 物理系概论

——文科大学物理教程与实验

吴宗汉 周遥生 田 宁



东南大学出版社

963

34-43
u86c

物理学概论

——文科大学物理教程与实验

主编 吴宗汉

参编 吴宗汉 周遥生 田 宁

东南大学出版社

·南京·

内 容 提 要

本书分文科大学物理教程与实验两部分。第一部分内容分配如下:第1章人类在宇宙中的位置;第2章力学概述;第3章热学与能源工程;第4章近代科学的重要基础——电磁学;第5章物理学发展中的革命风暴——相对论与量子论的产生;第6章原子核与基本粒子的研究;第7章物理学研究的常用思想方法介绍。第二部分首先介绍物理实验中数据处理方法;同时安排了如下几个实验:用常规物理仪器测圆周率 π ,自由落体法测定反应时间,薄膜铺展法估测分子大小,带电粒子运动中电、磁偏转的观察,负温度系数热敏电阻(NTC)的特性测定,不均匀介质溶液折射率的研究,照相及暗房技术,摄像及刻录光盘等。

本书是供经济管理、外语、文学、社科、艺术等高校文科大学生学习的一门基础课程,也可供医药类学生使用,目的是拓宽学生知识面,学习科学家独特的、创造性的工作特点及研究方法,从而获得科学方法论的教益与启迪。

图书在版编目(CIP)数据

物理学概论:文科大学物理教程与实验/吴宗汉主编.

南京:东南大学出版社,2001.5

ISBN 7-81050-748-6

I. … II. 吴… III. 物理学-高等学校-教材

IV. 04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 23229 号

东南大学出版社出版发行

(南京四牌楼 2 号 邮编:210096)

出版人:宋增民

江苏省新华书店经销 如东县印刷厂印刷

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:23.25 字数:562.8 千字

2001 年 6 月第 1 版 2001 年 6 月第 1 次印刷

印数:1—4000 定价:32.5 元

(凡因印装质量问题,可直接向发行科调换。电话:025-2792327)

前 言

21 世纪,随着科学技术的飞跃发展,社会的进步,世界上的许多重大问题和复杂事件,都反映出对文理结合人才的特殊需求,他们必须具备现代人的优秀品质,他们应该是知识最全面的,思想最先进的。因此,我国在教育上与国际接轨的问题就应运而生:强调要使课程结构综合化,使文理渗透、理工结合、学科交叉;在加强基础的同时,注重扩大知识面。

从目前来看,文科向理科的渗透已经起步,理科向文科的渗透难度较大。而社会对新型文科人才的要求以及文科人才自然科学素质提高的需求越来越高。为适应这一形势的要求,培养高层次的经济管理和人文社会学科方面的人才,教育界提出了在文科教学中加开理科课程的重大举措。

物理学并不只是理工科的专门学科,它是人类认识物质世界的基本工具。从古到今,人类用它揭开了宇宙的奥秘,认识了大自然一切事物发展的客观规律,从而掌握了改造自然、造福人类的方法,使人类进入了一个高度物质文明的社会。

人类文化从来就不是按照学科分类发展的,只是为了便于研究,才分成了自然科学和人文科学。这种区分并不是分家,早在“五四”时期,大学里就提出了“文理互通”的口号,只是后来逐渐地将文理人为地分割开来了。近几十年来,这种强行分割愈演愈烈,使学生的知识面越来越窄,导致知识失衡,严重影响了人才的全面发展,阻碍了社会的进步。

1998 年,东南大学率先开设“文科大学物理与实验”课,经过 3 年试用,得到一致好评,所编教材获 1999 年度东南大学教学课程一等奖,被列为东南大学为庆祝建校 100 周年而出版的 100 本优秀教材之一。著名物理学家袁家骧教授为本教材题名为《物理学概论》。

文科物理教学不拟包罗大学普通物理课程的全部内容,也无意作全面的概述,而是在保持物理知识体系相对完整的前提下,删减了大量仅具有技术性意义的内容,增添了近代物理学和物理思想发展史的内容。因此,本课程以物理学史上的三次大综合以及物理学发展史和物理学研究方法论作为主要内容来讲授。在课程现代化方面用普通物理的风格来阐述近代物理的问题,同时又用现代物理观念来审视经典物理内容。对于牛顿力学的内在随机性、混沌概念、守恒定律与对称性、熵与信息、耗散结构等问题只作一些科普性介绍,其目的是

开拓学生的知识面,提高他们的素质。在科学方法的训练上,除了要求学生掌握通常的逻辑方法及来源于原理概念的基本方法外,还特别注意引导学生学习科学家独特的、创造性的工作特点及所用的研究方法,吸取他们成功的经验与教训,获得科学方法论的教益与启迪。在讲授相关内容的同时还特别注意介绍我国科学家在物理学研究中的成就。实验的安排并不是将理工科物理实验浓缩或简化,也不是降低实验要求只定性不定量而降低教学质量,而是采取了如下做法:实验内容、形式贴近生活、贴近观察,具有趣味性,更有吸引力;将实验演示与实际操作结合起来,形成系列;安排了与前沿科技和新技术产品相关的实验。

本书第一部分为文科物理教程,共分7章,内容分配如下:第1章人类在宇宙中的位置;第2章力学概述;第3章热学与能源工程;第4章近代科学重要基础——电磁学;第5章物理学发展中的革命风暴——相对论与量子论的产生;第6章原子核与基本粒子的研究;第7章物理学研究的常用思想方法介绍。第二部分为实验,介绍物理实验中数据处理方法;安排了如下几个实验:用常规物理仪器测圆周率 π ,自由落体法测定反应时间,薄膜铺展法估测分子大小,带电粒子运动中电偏转、磁偏转的观察与研究(含演示),负温度系数热敏电阻(NTC)的特性测定,不均匀介质溶液折射率的研究,照相及暗房技术,摄像及刻录光盘等。本书由吴宗汉任主编。第一部分由吴宗汉、周遥生共同完成,第二部分由吴宗汉、田宁共同完成。第一部分总学时数为64学时,第二部分32学时。

本书是供经济管理、外语、文学、社科、艺术等高校文科大学生学习的一门基础课程,同样也适用于医药类大学生。

本书编写过程中得到马文蔚教授、颜兴滂教授及叶善专教授的指导与帮助,朱明、周雨青、汪小娟老师及研究生陈泉同志也参与了不少工作,日本上智大学物理系田中大教授提供了他本人为文科讲授物理的讲稿和多种资料,并与我们进行过较详细的讨论,本书的编写出版也得到了东南大学教务处陈怡处长的大力支持,在此一并致谢。

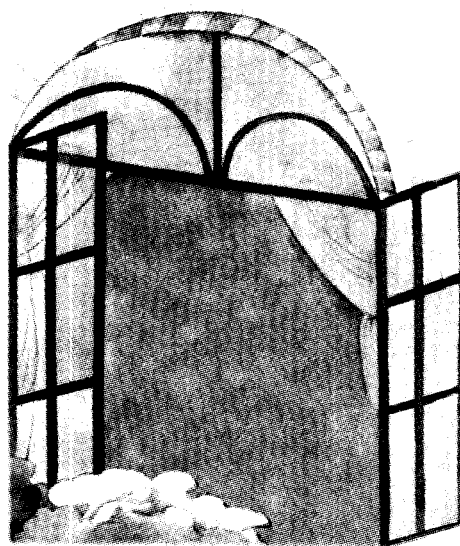
由于时间仓促,加之我们水平有限,书中缺点错误难免,欢迎有关专家及广大读者批评指正。

编 者

2001年2月于南京



文科大学物理教程





人类在宇宙中的位置

1 - 1 人类在宇宙空间中的位置

1 - 1 - 1 速率法测量距离

物体有多大?离我们有多远?这是我们经常碰到的问题。日常生活中所接触到的东西,人们能够立刻感觉到它们的大小,肉眼能大体估计出它们的远近。精确一点,用尺量等简单的方法就可以有结果。但对更大、更远的东西,如高山、大漠,就必须用更有效的方法来确定其大小和距离。一种方法就是用速率来测量。例如,汽车每小时行驶 100 公里(km),从甲地行驶到某一地点需 5 小时(h),我们就知道某地距甲地为 500km。如按时速每小时行驶 100km 绕大漠一周,费时 32 小时(h),大漠的周长为 3 200km,由此可算出大漠的面积。同样,用速率可以测量地球的大小。飞机飞行 100km 约需 10 分钟(min),若在两海岸之间飞行一次约需 500min,则两海岸间的宽度约为 5 000km。同样一架飞机绕地球一周,几乎需要它的 10 倍的时间,地球的圆周大约为 50 000km,实际是 40 000km。我们知道,地球是个圆球,这样就容易从它的圆周算出直径——13 000km。这就是人类自己的住所——地球这个行星的大小。

1 - 1 - 2 反射法测量距离

为了显示出人类在宇宙中的位置,让我们把视野扩大到宇宙空间中的许多星体,它们距地球是很遥远的。先考虑月亮、太阳和太阳系中的星星,如何测量它们与地球之间的距离呢?最简单的方法是根据雷达技术发展出来的一个十分新颖的方法。即把雷达束对准目标月亮,并发出一个短脉冲信号,等候雷达所发出的信号从目标月亮上反射回来,测量出信号往返所需的时间。如所需的时间间隔是 2.6(s),即雷达信号从地球到达月亮,再从月亮回到地球,历时 2.6s。雷达波与光波一样,都有同样的速率——每秒钟 300 000km。于是我们得出结论:地球—月亮—地球的距离是 $2.6 \times 300\,000\text{km}$,这就告诉我们,月亮离地球大约 400 000km。当然,反射法也是利用速率来测量距离的。

知道了地球到月亮的距离,那就要问,月亮有多大呢?我们看到的月亮像

个圆盘。把同月亮一样大的圆盘从地平线西端挨个儿摆到天顶,再从天顶摆到地平线东端,摆成这么一个巨大的半圆形,需要 360 个同月亮一样大的圆盘,这样就可以通过简单计算得出月亮的大小。我们已知地球到月亮的距离,也知道以该距离为半径的这个半圆形的周长,即 $\pi \times \text{半径}$,或 $\pi \times 400\,000\text{km}$ 。月亮的直径必然是这个半圆形周长的 $1/360$,这是 $3\,600\text{km}$,相当于地球直径的三分之一。月亮与地球间的距离只有地球直径的 10 倍多一点。月亮几乎是一个属于地球范围内的物体。

现在再来看一看其他的天体,首先只看太阳系的成员,即太阳和其他行星。人们对行星运转已观测了许多世纪,但并不知道这到底是怎么回事。在哥白尼之前,盛行的是地球中心说,如毕达哥拉斯的地球中心说模型,从哥白尼那个时代起才弄清楚,原来我们从地球上看到的行星的奇怪运动,是它们环绕太阳按圆形(实际是椭圆形,近于圆形)轨道运转,地球本身也环绕太阳运转。地球是行星之一,从太阳往外按行星轨道来数,地球是第三个行星。从地球上仔细观测行星运转,就能看出不同行星的轨道的相对大小。例如,我们观测到,水星总是靠近太阳的,它离太阳从不超过 23° 。从这一事实得出结论:水星轨道的半径是地球轨道半径的 0.38,即三分之一多一点。同样的观测方法可得出,金星轨道是地球轨道的 0.7,即三分之二多一点。这样,人们就能作出一幅比例正确的太阳系图,但是太阳系实际有多大,人们还不知道(图 1-1)。毕达哥拉斯的地球中心说模型如图 1-2 所示。

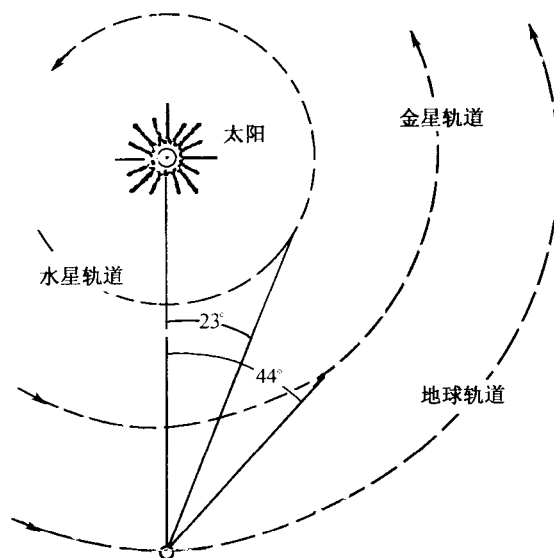


图 1-1 人们见到的水星与金星离太阳的最大角度
(这些角度决定地球轨道和水星与金星的轨道之间的比率)

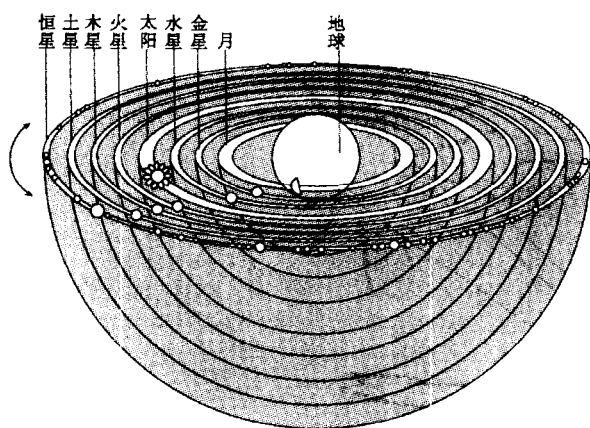


图 1 - 2 毕达哥拉斯的地球中心说模型



哥白尼(1473—1543)
波兰天文学家

那么我们又怎样求得这些轨道的大小,从而知道太阳系确实有多大呢?我们已经知道太阳系所有成员彼此之间的相对位置,所以,只要把一个成员的确实距离测量出来,就能知道所有行星轨道确实有多大。这里,我们仍然能够用雷达方法来测量太阳系以内的距离。

现在,虽然人们已经做过一些有成效的实验,但是我们还没有能够用雷达束的技术来得到地球到太阳之间距离的有效的测量结果。可是,我们能把雷达束对准靠近地球的一个行星。对于金星就曾这样实验过,而雷达信号簇返回所历时间在 5 ~ 15min 之间,这要看观测时地球和金星各自在其轨道上的位置而定。根据光的速率可以算出,金星的距离属于若干百万公里的数量级。于是,我们可以得到足以表示太阳系特征的一个距离。光从太阳系的一个行星到达另一个行星,要走若干分钟,由此可以得知,太阳系究竟有多大了。一旦把单独一个距离,例如金星—地球距离测定下来,要找出太阳系其他任何一个距离就不再有困难了,因为我们已经知道了行星轨道的比例及其相对的大小。这样我们马上就能得出,对地球上的人来说是最重要的距离,即太阳—地球距离。原来太阳—地球距离有 1 亿 5 千万千米,光从太阳到达地球要走 8 分多钟。

太阳有多大呢?初看起来,太阳和月亮在人们视觉中是一般大小,可是我们很容易算出,太阳离地球比月亮远 374 倍。所以,太阳的直径一定比月亮直径大 374 倍。根据月亮的直径,就得出太阳直径是 140 万 km,太阳比地球大 100 多倍(图 1 - 3)。

人们已经测量过太阳系的大小了。其实,比起单独一个地球行星来,太阳系更应当称为我们的住所。太阳是人们的光、热和能的主要来源。太阳是我们所从属的星体,也是我们生活的一部分。太阳系是我们生活所在的世界。现在再让我们往太阳系外边看一看。

太阳系行星比较,见图 1 - 4,表 1 - 1。

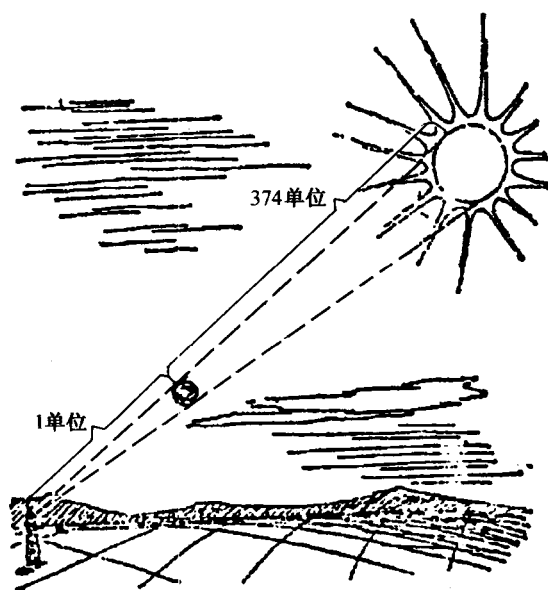


图 1-3 太阳和月亮对于地球上观察者的关系

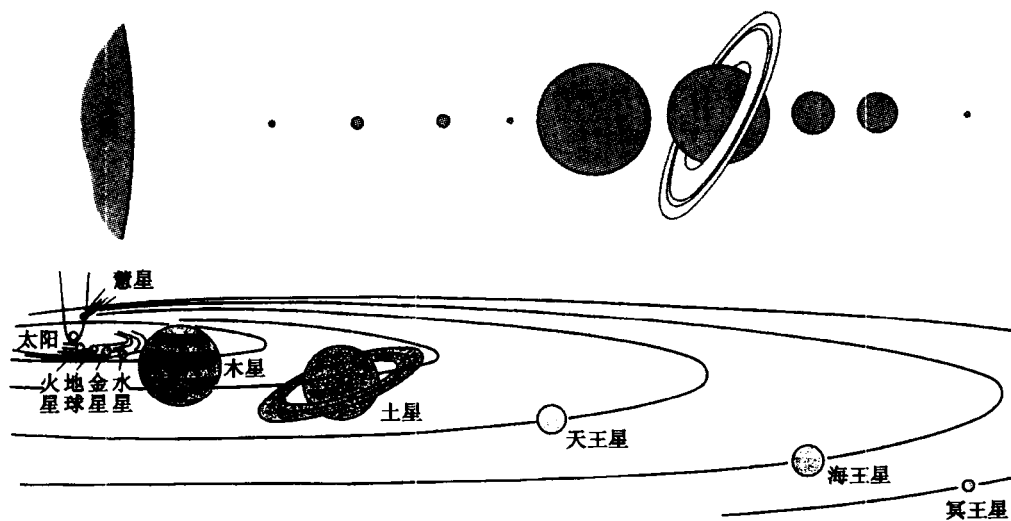


图 1-4 太阳系行星

表 1 - 1 太阳系行星比较

行星	水星	金星	地球	火星	木星	土星	天王星	海王星	冥王星
太阳距的平均距离 (地球 - 太阳间 = 1)	0.387	0.723	1	1.524	5.203	9.539	19.13	30.06	39.44
公转周期	88 日	224.7 日	365.26 日	687 日	11.86 年	29.46 年	84.01 年	164.8 年	247.7 年
自转周期	59 日	243 日 逆行	23 小时 56 分	24 小时 37 分	9 小时 50 分	10 小时 14 分	11 小时 逆行	16 小时	6 日 9 小时
赤道直径(km)	4 880	12 104	12 756	6 787	142 800	120 000	51 800	49 500	6 000
质 量(地球 = 1)	0.055	0.815	1	0.108	317.9	95.2	14.6	17.2	1(?)
密 度(水 = 1)	5.4	5.2	5.5	3.9	1.3	7	1.2	1.7	?
大 气(主要成分)	无	CO	N ₂ O ₂	CO ₂	H ₂ He	H ₂ He	H ₂ He 甲烷	H ₂ He 甲烷	未检出
可视表面的平均温 度(℃) (固 = 固体)	350(固) 昼 ~ 170 (固) 夜	33(云) 480(固)	22(固)	- 23(固)	- 150(云)	- 180(云)	- 210(云)	- 220(云)	- 230(云)
卫星个数	0	0	1	2	13	10	5	2	0

人们所看到的众多星星。它们叫做“恒星”，因为看起来，它们是不动的，而行星环绕太阳运转，则是明明白白可以看得到的。实际上，星星之所以为“恒”星，只是由于它们离我们太遥远了，以致它们的任何运动，都会慢得使人们一辈子也观测不出来。事实上，它们都在运动。精确的天空照片表明，相隔许多年后，星星的位置就有微小的变动。从古代文献推断，好几千年以前，有些星座看来和现在的大不相同。

可是星星有多远呢？这里介绍一个常用的测量方法。

1 - 1 - 3 三角视差法测量距离

三角视差法比较可靠，但测量范围很狭窄，只适用于近星，为了说明三角视差法，举一个简单的例子(图 1 - 5, 图 1 - 6)，在一个人的前面放一个苹果，让他交替闭上一只眼，用另一个眼单独视察苹果，右眼见到的苹果在书橱前，左眼见到的苹果却是在窗户前。即被观察物体的位置相对于远处的景物移动了一个角度，测出这个角度的大小和两眼的距离，用简单的几何学就可以算出视观察物体离眼的距离，其中，从不同位置(例如左、右眼)观察同一目标(例如苹果)所出现的相对于远方景物(窗户，书橱)的位置差别，称为视差。描述视差的角度称为视差角，不同观测位置之间的连线称为基线，这种测量目标距离的方法，称为三角视差法。在地面上，对于某些难以直接丈量的目标，如河对岸的目标，大楼的高度等等，可以采用三角视差法确定距离。天文学中，三角视差法是测量恒星距离的基本方法。不难设想，当目标很远时，如果基线不够长，那么视差角太小，就会影响测量的精度，甚至根本无法测量。

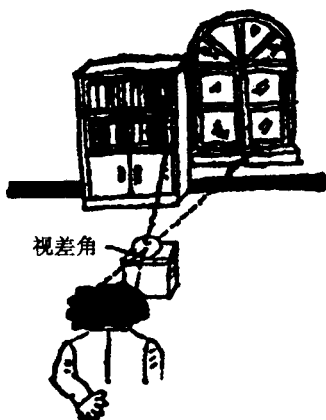


图 1-5 视差角显示

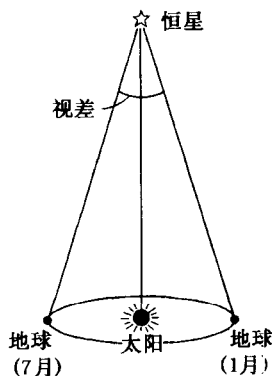


图 1-6 利用视差测恒量位置

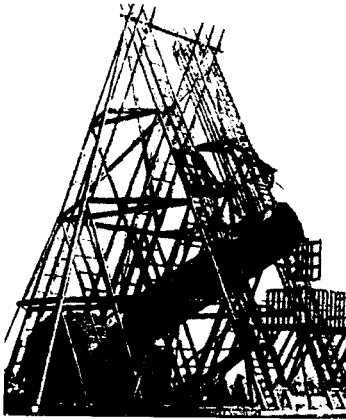
在天文测量中,通常取地球绕太阳公转的轨道直径(3亿千米)为基线,当被测天体的视差角为1角秒时,该天体的距离称为1秒差距,写成1pc,秒差距和光年(光在一年时间内经过的距离)是天文学中常用的距离单位,1秒差距 = 3.26 光年 $\approx$ 30 万亿千米。天体越远,视差角越小,测量就越不准确,也越困难,最小可测的视角约为百分之一角秒,但较准确的测量只能达到20 ~ 30pc。在太阳附近可以观测到的恒星的密度为 $0.08/(\text{pc})^3$,在20pc范围内可观测到的恒星只有2681颗。格里瑟(Gliese)在1969年测量了20pc的1049颗较亮的星。

1-1-4 光学法测量距离

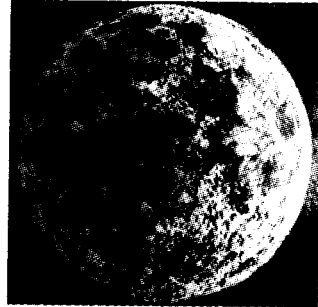
三角视差法虽然比较准确,但只适用于范围相当狭窄的比较近的恒星,需要以此为基础,由近及远的一步步迈向宇宙深处。通常,在三角视差法的基础上,把各种测量星系距离的方法分成三级“宝塔”。在具体介绍之前,让我们先作一些原则和方法的讨论。

当我们迈向宇宙深处时,为了测定天体的距离,天文学家的基本办法是认为,天体越亮离得越近,越暗离得越远,即“亮近暗远”;并认为观测到的天体的范围越小离得越远,范围越大离得越近,即“近大远小”。显然,以天体亮暗论远近的前提是,被比较远近的各个天体的亮度相同且已知;而以大小论远近的前提是,被比较的各个天体的真实大小相同而且已经知道。

例如,在看天狼星时联系到一个所熟知的事实:两个亮度相等的光源,其中一个离我们比另一个远 n 倍,那么,较近的光源看来就比较远的光源亮 n^2 倍。我们把这个定律应用于天狼星和太阳。太阳看来比天狼星亮得多。把它们的光强度比较一下,就发现太阳比明亮的天狼星要亮 $(100\text{万})^2$ 倍。因此,照上述定律推算,天狼星一定比太阳远100万倍!其他的星星,例如北斗七星,它们的亮度大约比天狼星弱9倍。如果上述关于相等亮度的假设是正



大型天体望远镜



月面上的环形山

确的话,那么,北斗七星一定比天狼星还远 3 倍。因此,如果大多数星的亮度是大致相等的话,那么就容易得出所有星星的距离,也就容易得出我们的可见宇宙的大小了。

先一般介绍亮近暗远的测定星系距离的方法,首要的任务是寻找这样一些天体:它们的亮度固定,而且在测距宝塔的前一级方法中,能够把近距的该天体的距离和亮度测出来,因为它们亮度固定,每一个这种天体都仿佛是具有相同亮度的同样的蜡烛,因此被称之为“标准烛光”,经过前一级测距方法定标后,如果再测出它在远处的视亮度,两相比较,即可推断它的距离。显然,“标准烛光”愈亮,就可以在更远的地方观测到,从而可以测定更远的距离 – 宝塔第一级所用的几种方法都属这一类,宝塔第二级中属于这一类的有球状星团亮度的办法、球状星团中亮星的方法、星系中最亮恒星的方法,第三级中的超新星方法、亮星系方法也属这一类。

近大远小的方法在天文上应用也较普遍,在天空中,太阳和月亮的大小看起来相仿,都是 $32'$ 左右,这是因为太阳直径比月亮大 374 倍,而距离又恰好远了 390 倍,所以角大小几乎相等。对于大小相同的天体,即“标准尺”,它们的角大小必然是近大远小,即我们看到的天体的角大小与天体的距离成反比,所以,只要能从前一级测距方法中确定他们的真实大小,再与观测的角度大小相比,就可以得出它的距离。

为了这样由近及远的估计天体的距离,需要作一个重要的假设,关于自然界一致性的假设:假定在较近处的任何天体的基本特征,与在更远处类似的天体应该相同,但是,我们往远处观看时,我们也就是在往过去观看,因为光由远处向我们传来需要很长的时间,由于存在着天体的宇宙学演化,所以远处天体有可能与近处的类似天体有所不同。例如,现在已经可以肯定,宇宙早期射电星系和类星体的数密度及它们的亮度都比我们附近要大,因此这时就需要慎重处理,但在大部分情况下,这个假定与观测并不矛盾;又例如,河外星系中

的造父变星与银河系中造父变星的光谱和光变曲线就颇为相似。以上就是测量天体距离所遵循的一般原则和基本假设。现在,我们可以对测量星系距离的三级“宝塔”逐级具体介绍了。

在第一层“宝塔”中,用来作为标准烛光的天体是造父变星,天琴座 RR 变星和新星。

所谓“变星”是指在不太长的时间内(几小时到几年内),亮度有周期性变化的恒星。而造父变星是中国古代所取星名叫“造父一”的星,“造父一”的亮度随时间变化的曲线叫做光变曲线,其周期为 5.37 天。随着时间的推移,变星数会增加,现在把这些变星统称为造父变星。

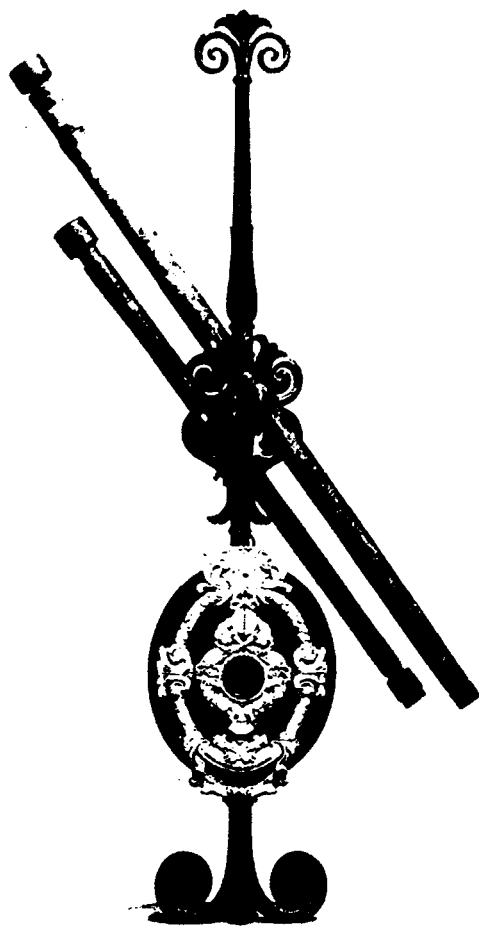
随着测量的星系越趋遥远,在第一层宝塔中作为标准烛光的造父变星、天琴座 RR 变星及新星,或者由于太暗淡而无从观测,或者由于待测量系中不存在这些作为标准烛光的天体而无能为力。因此,为了适应更广泛的需要,必须寻找新的更有效的可以作为标准烛光的天体或天体群。它们应该更亮更遥远,并具有可以用来定标的特征。于是,球状星团和星系中最亮恒星的方法应运而生了。

用来作为标准烛光的球状星团不是一颗星,而是成千上万颗甚至几十万上百万颗恒星密集而成的球状集团。同一球状星团中各成员星的运动方向、速度以及离我们的距离都大致相同。第一层“宝塔”中的天琴座 RR 变星,通常就出现在球状星团之中,利用天琴座 RR 变星,可以测出它所在的球状星团的距离,再根据观测到的球状星团的视星等即可定出该球状星团的绝对星等。

标准烛光之三是超新星。首先讲“新星”,“新星”是爆发变星的一种,通常它在爆发前很暗,只有爆发时才变得很亮,可以增加 11 个“星等”,相当于增亮几万倍;超新星也可以看作一种变星,是恒星演化到其生命终点时发生的,其爆发规模远远超过新星,爆发时能增亮千万倍甚至上亿倍,最亮时的光度可与整个星系的光度相比拟,绝对星等可达 -20 等。因为目前光学望远镜不难测到 20 等星。故超新星适用的距离模数(视星等与绝对星等之差)约为 40,即可测至几万万秒差距的距离。近年来,观测到的河外星系中超新星的数目增加很快,1910 年前观测到的只有 3 个,1940 年累计到 38 个,至 1988 年底累计观测数目已达到 661 个。

超新星确定距离的办法与新星相同,把超新星达到最亮时的视星等与其绝对星等相比就可以定出超新星及其所在星系的距离。这个方法的一个复杂之处是超新星有多种不同的类型,它们最亮时的绝对星等并不相等,因此,需要通过光谱的观测对超新星作出分类,目前最适合于定距离的是 I_b 型超新星,它的绝对星等弥散很小,可以发生在各种类型的星系之中,又是最明亮的一类超新星,是当前宇宙学研究中确定星系距离的最佳选择。可惜发现超新星的星系还不很多,能够同时有分类的就更少,1988 年底已知分类的河外超新星只有 267 个,只占观测总数的 40%。

总之,人类通过不断地改进和发展各种观测手段,不断地寻找各种可以作为标准烛光的天体,提出了很多测量星系距离的方法。构筑成上面描述的三层“宝塔”,拾级而上,循序攀登,逐步迈向宇宙的深处。不难设想,下一层测量的不准确,将对上一层产生不利的影响,越往上误差越大,目前,在一百秒差距以上的恒星定距就有争论,近星系距离的测定误差至少在 10% 左右。远星系距离估计误差可达 50% 以上。可能这种估计还是过于乐观。实际上,自从发现星系以来,对于星系距离的估计已经有过几次修正了。通过以上叙述,希望读者获得一个印象,即对星系距离的测定还不能像在地球上所习惯的各种距离测定那样精密和准确,另外,对非常远的距离测定还要考虑宇宙学演化的影响。

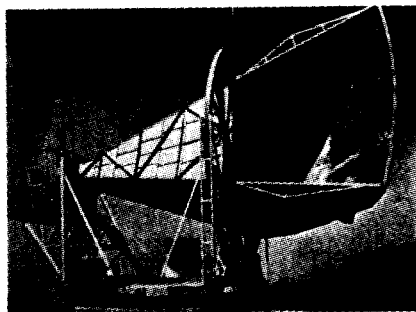


伽利略用过的望远镜,现保存在佛罗伦萨的物理博物馆

现在让我们再来观看天空,并想象出一幅太空中的星的图画。我们看到

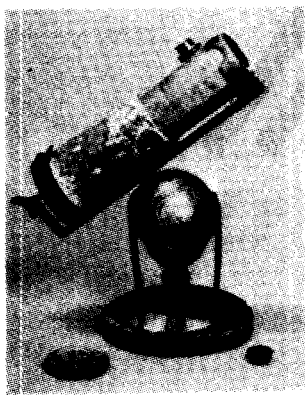
明亮的星,也看到暗淡的星,暗淡的比明亮的多得多。乍看起来,天上星的分布好像是不规则的。但是,如果用一副放在坚固基础上的望远镜更系统地观看,就能清楚地看到,暗淡的星决不是均匀地分布在天空中的。银河以内或靠近银河的暗星比在银河以外的区域中要多得多。用性能良好的望远镜向远离银河的方向去看,就看到少数明亮的星,十分暗淡的星则几乎没有。但在银河以内,视野的本底上则有千千万万颗星闪闪发光。

这是怎么回事呢?这说明星不是均匀地分布在空间的,而是集中在一个扁平的圆盘里。我们太阳系就在圆盘里的某一个地方。当我们往圆盘里面观看时,就看到许多星以及许多暗淡的、遥远的星;但当我们的视线同圆盘的平面垂直时,就只看到少数的星,而且由于离我们较近,因此这些都是比较明亮的星。

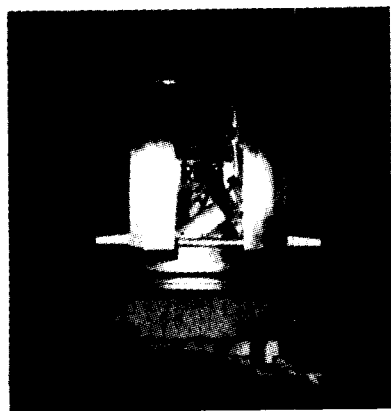


美国贝尔研究所的角形射电望远镜天线

那么,包含着我们能见到的天上全部星的这个圆盘有多大呢?我们仍能运用我们的假设来测量对着圆盘(银河)观看时以及对着圆盘平面以外的区域观看时所见到的最暗淡的星的表现亮度。为此,就需要一个能够辨别银河里面每一个星球的强大望远镜。然后,就能应用前面所讲的测定距离的简单方法。结果是:往圆盘里面所看到的最暗的星比往圆盘以外所看到的最暗的星还要暗大约 100 倍。因此,圆盘的半径一定比它的厚度大约大 10 倍。银河里最暗的星比天狼星大约暗 1 亿倍,它们的距离比天狼星一定远 10 000 倍,即大约 10 万光年(图 1-7)。



牛顿反射式望星镜



巴洛玛天文台 5cm 反射望远镜