

高等学校教学用书

天文测量学

上册

北京测绘学院天文教研室 编

人民教育出版社

55.1
~~55.1~~

高等学校教学用书



天文测量学

上册

北京测绘学院天文教研室 编

人民教育出版社

本书分上下两册,上册为緒論及球面天文学部分,下册为实用天文学部分。系張審文同志根据其历年来講授天文測量講稿編写而成。此为上册,其内容包括天球、天体的視运动、各种天球坐标及其換算、各种時間系統及其換算。此外对視差、蒙气差、光行差、恒星自行、岁差、章动也作了詳尽的介紹。同时对星表的編制和应用也作了系統的敘述。

本书可作为測繪学院天文大地測量系的教材,亦可供野外天文測量工作同志参考。

天文測量学

上册

北京測繪学院天文教研室 編

人民教育出版社出版 高等学校教材編輯部
北京宣武門內承恩寺7号

(北京市书刊出版业营业許可証出字第2号)

民族印刷厂印裝 新华书店发行

統一書号 13010·771 开本 850×1168 $1/32$ 印張 7 $1/16$ 插頁 1

字數 175,000 印數 0001-4,000 定价(6) 0.75

1960年4月 第1版 1960年4月北京第1次印刷

序 言

本书共分为上下两册，上册包含緒論和球面天文学部分，下册为实用天文学部分。它是以多年来講授这一課程的講稿为基础，按教学改革后的天文大地系本科天文測量教学大綱进行編写的。同时吸收了一些最近国内外有关这一学科中的最新成就。

在緒論中扼要地敘述了我国古代天文学上的成就，和在解放后天文測量的发展和成就，天文測量与大地測量的关系以及在其他方面的作用。此外对太阳系的起源，克普勒定律和万有引力定律作了詳尽的論述。

球面天文学部分是按照进行野外天文測量所需要的有关这一学科的知識进行論述的，其中主要論述了各种天球坐标系統及其彼此間的关系、各种計量時間的系統及其彼此間的关系、各种自然現象对天体坐标的影响、星表的編制及其应用。

实用天文学部分將論述天文測量所使用的仪器的构造及校正方法，測定时刻、緯度、經度和方位角的一般方法和精密方法的理論及其觀測和計算的方法。

本书除可供天文大地測量系教学之用外，尚可供从事天文測量工作者作为参考书。在教学时数少于 220 小时或在其他原因的情况下，根据我們的意見，在上册中 0-6、0-8、1-4、1-13、2-5、3-6、5-5、5-8、5-12、7-5 等各节可以省略。如果內插法列入数学課程內講授，則 4-2 到 4-4 三节可以省略。

本书上册由張睿文同志执笔。写成后由李鍾明、李泌、孙秀文等同志审閱，提出意見，作者参考这些意見进行了修改。最后由教研室集体討論定稿，虽然如此，仍难免錯誤之处，希望讀者及时指正。

天文重力教研室

1960.1.5.

上册目录

序言	vi
緒論	1
§ 0-1. 天文学研究的对象及其发展小史	1
§ 0-2. 天文学的分类	4
§ 0-3. 天文測量在大地測量及其他方面中的作用	5
§ 0-4. 人民政权时代我国天文測量的成就	7
§ 0-5. 太阳系	8
§ 0-6. 太阳系的起源	13
§ 0-7. 克普勒定律	16
§ 0-8. 万有引力定律	19
第一章 天球·天球坐标	22
§ 1-1. 天球及其周日运动	22
§ 1-2. 星空及其主要星座	23
§ 1-3. 太阳的周年視运动	29
§ 1-4. 球面坐标的一般概念	31
§ 1-5. 天球上的圈点·地平坐标系	32
§ 1-6. 天体的地平坐标的变化	34
§ 1-7. 赤道坐标系、弧度及時間单位間的关系·赤經及时角間的关系	36
§ 1-8. 黄道坐标系	38
§ 1-9. 地理坐标系	39
§ 1-10. 地理坐标与天文坐标間的关系	41
§ 1-11. 天文緯度和天体的赤緯及其于午天頂距間的关系	43
§ 1-12. 定位三角形及其解算的一組球面三角公式	45
§ 1-13. 赤道坐标和地平坐标的換算·黄道坐标和赤道坐标的換算	46
习題	50
第二章 天体的周日視运动	51
§ 2-1. 不同緯度地带天体的周日視运动	51
§ 2-2. 天体的于午經過	53
§ 2-3. 天体的卯酉經過	54
§ 2-4. 大距	55
§ 2-5. 天体的升沒	57
§ 2-6. 天頂距和地平經度变化的研究	59
习題	62

第三章 时间的量度	63
§ 3-1. 量度时间的基本原则	63
§ 3-2. 恒星时	64
§ 3-3. 真太阳时	65
§ 3-4. 真太阳时变化的不均匀性 · 平太阳 · 平太阳时	67
§ 3-5. 时差	70
§ 3-6. 时差的近似计算式	73
§ 3-7. 民用时 · 民用时与平太阳时的关系	78
§ 3-8. 格林尼治时与地方时的关系	79
§ 3-9. 标准时 · 标准时与地方民用时的关系	81
§ 3-10. 历书时 · 历书时与世界时的关系	83
§ 3-11. 日界线	84
§ 3-12. 年 · 历法	85
§ 3-13. 恒星时与平太阳时单位间的关系	88
习 题	89
第四章 天文年历 · 内插法 · 时的换算	91
§ 4-1. 中国天文年历	91
§ 4-2. 内插法 · 简易内插法	92
§ 4-3. 每时变量内插法	94
§ 4-4. 高差内插法	97
§ 4-5. 民用日内两个恒星时瞬间的次序	103
§ 4-6. 按中国天文年历中的恒星视位置表求某一瞬间恒星的视位置	105
§ 4-7. 按中国天文年历中的拱极星视位置表求某一瞬间拱极星的视位置	107
§ 4-8. 民用时与真太阳时的换算	108
§ 4-9. 民用时与恒星时的换算	110
习 题	113
第五章 视差 · 蒙气差 · 光行差	114
§ 5-1. 引起天体坐标变化的一些原因	114
§ 5-2. 视差 · 周日视差	114
§ 5-3. 太阳的周日视差	117
§ 5-4. 周年视差	119
§ 5-5. 周年视差对恒星赤经、赤纬的影响	122
§ 5-6. 蒙气差 · 蒙气差的近似计算式	124
§ 5-7. 蒙气差的微分方程及其积分	128
§ 5-8. 布格的假设 · 蒙气差常数的测定	137
§ 5-9. 真蒙气差和平蒙气差 · 平蒙气差表	140
§ 5-10. 光行差	143

目 录

§ 5-11. 周年光行差	146
§ 5-12. 周年光行差对恒星的赤经、赤纬的影响	148
§ 5-13. 周日光行差	151
§ 5-14. 周日光行差对恒星的赤经、赤纬的影响	152
§ 5-15. 周日光行差对恒星的天顶距、地平经度的影响	154
习 题	156
第六章 岁差·章动·恒星自行	157
§ 6-1. 岁差	157
§ 6-2. 岁差对恒星的赤经、赤纬的影响	163
§ 6-3. 章动	166
§ 6-4. 交角章动和黄经章动	171
§ 6-5. 章动对恒星的赤经、赤纬的影响	176
§ 6-6. 恒星时的正确概念	179
§ 6-7. 恒星自行	180
§ 6-8. 恒星自行对其赤经、赤纬的影响	182
习 题	183
第七章 星表·恒星的视位置的计算	185
§ 7-1. 视位置、真位置和平位置	185
§ 7-2. 白塞耳年	190
§ 7-3. 星表	192
§ 7-4. 恒星位置的绝对测定和相对测定	194
§ 7-5. 基本星表·综合星表	200
§ 7-6. 根据星表计算任一年岁首恒星的平位置	207
§ 7-7. 恒星视位置的计算	209
习 题	221
参考文献	223
附录	224
一、星座的名称	224
二、一些亮星的专名	226
三、一些天文常数	227
四、地球数据	228
五、月亮数据	229
六、太阳数据	230
七、地理纬度和地心纬度之差·子午线的弧长和纬线的弧长	231
八、时区图	(插图)

緒 論

§0-1. 天文学研究的对象及其发展小史

天文学是一門研究天体的科学，具体說来，它所研究的是：天体在天穹上的視位置和在空間的真位置、天体的視运动和真运动、天体的形状和大小、天体的物理結構和化学成分、天体上所发生的現象，以及宇宙的构成和它的演化。因此天文学所研究的范围是很广泛的，但它也和其他的自然科学一样，是随着人类社会的需要而产生而逐漸成长和扩大的。不过它是人类文化发展过程中发达最早的一門科学，因为在原始社会，游牧民族在迁徙的时候，他們需要确定方向，于是他們就学会了观察太阳和星辰来辨認方向；从事耕种的农民因需要預先知道季节的到来，于是他們学会了观察星空的变化来定季节的交替。所以恩格斯在他的自然辯証法中写道：要研究自然科学各部門的不断的发展，应首先研究天文学，因为定时、制历是游牧民族和农业民族所絕對需要的东西。

我們偉大的祖国是世界上文化发达最早的国家之一，相傳远在四千多年以前，我們的祖先顓頊高阳氏(公元前 2513—2434)便开始制造仪器，即相傳所謂玉衡璣，用来观测日、月、五星的位置，定一年的长短。到尧舜时代(公元前 2357—2204 年)确定一年的长度为 366 日，参用閏年来配合月亮的运行周期，历法已漸具規模。这种阴阳历調和并用較巴比倫人早了三百多年。在春秋中期(公元前 600 年)，我們的祖先已經知道十九年七閏月的方法，比希腊人发现这种周期早了一百六十多年。在秦代(公元前 246—207 年)用顓瑱历，定一年的长度为 365.25 日，这和羅馬凱撒(公元前 46 年)頒行的儒略历所采用的回归年长度相同，但早提出了二百

多年。到元代，我国的杰出天文学家郭守敬(公元1231—1316年)系统地制造仪器，观测日、月、星辰运行的变动，分别异同，酌量采取平均数，作为制历的根据。又在四方设立测站二十七处，实测各地气节的早晚、昼夜的长短，以及日食和月食食分时刻的差异。创立授时历，定一年的长度为365.2425日，比地球实际绕太阳的周期只差26秒，和目前国际公用的格里历采用的一年的长度相同，但格里历于1582年才开始应用，已迟于授时历的发明三百多年了。

我国古代的天文学家们除了在上述的制历方面的辉煌成就外，对于星空的划分、恒星位置的测定都作出了巨大的贡献，他们将全天分为三垣二十八宿，各宿各星命有专名，自成一个独立的星座系统。二十八宿的用处，是间接参照月亮在星空的位置来推定太阳的位置，由太阳在二十八宿的位置测知一年中的季节。战国时代(公元前403—221年)楚人甘德著有“星占”八卷，魏人石申著有“天文”八卷，后人合称这两部著作为“甘石星经”，它是我国也是世界上最古的星表。自周秦以后，我国对恒星位置的测定历代有人，其中如唐朝的僧一行(公元683—727年)，他和梁令瓚制造黄道浑仪，对星宿的位置作了较精密的测定。我国最早的星图，当推后汉张衡所著“灵宪”中的星图了，可惜原图后世失传。现存的有南宋(公元1184—1196年)黄裳根据元丰年间(公元1078—1085年)的观测结果用石碑刻出的星图，该碑现立苏州孔庙，这是世界上最古的石刻星图。

我国古代的天文学家们对于天文常数的测定也有不朽的功勋。在周髀算经中载有周公和商高的谈话，记录的黄道倾斜角和十九世纪法国数学家拉普拉斯(公元1749—1827年)由理论上所推出的结果相同。晋朝虞喜(公元330年左右)把古代的星宿位置和当时星宿的位置比较，而定出五十年岁差一度。他发现的岁差虽然比希腊的天文学家依巴谷(公元前125年)晚了四百多年，但

却較精密。七世紀隋朝的刘焯認為岁差七十五年达一度，这已与实情的情況相差不远。

我国古代的天文学家們对于宇宙的看法，大体上可分盖天、宣夜和渾天三家。盖天一派認為：天是圓的，地是方的，天象石磨一样向左方轉动，日月向右运行而隨着天向左轉。宣夜派認為：天是没有什么形質的，日、月、星辰浮在太空之中。渾天派的天文学家們認為：地是圓形，天包在地的外面，形状和鳥蛋相似，天包地好象蛋壳包蛋黃一样，而轉动不停。渾天論是东汉时代的天文学家文学家和机械制造家張衡(公元 78—139 年)所創立的。同时期的希腊著名天文学家托勒玫也持这样的观点，認為地球是宇宙的中心，不过托勒玫更对行星的运行提出了他的看法，他認為天分为若干层，日、月及五行星各据一层，最外一层为恒星所处，每一昼夜整个宇宙繞地球旋轉一周。五个行星对地球的运动是各繞一假想点旋轉，并各隨其假想点繞地球运动。他所主張的这种运动是很复杂的。后人称之为托勒玫体系。这种以地球为宇宙中心的宇宙觀，維持了一千多年，一直到 1543 年波兰天文学家尼古拉·哥白尼发表了他的“天体公轉論”以后才被推翻。哥白尼認為地球是动的，它和其他的行星一样繞着太阳运行，建立了以太阳为中心的天文体系，他的学說在宇宙觀的历史上起了革命的作用，并解除了地球靜止这一假設对科学发展上的阻碍作用。

哥白尼的学說遭到了当时教会的迫害，因为它違反了“聖經”上所說的話。教会把“天体公轉論”列为今后要改正的禁书，但为当时的天文学家們所拥护。德国的天文学家克普勒(公元 1571—1630 年)便是哥白尼理論拥护者之一，他决心以丹麦天文学家第谷·布拉赫(公元 1580—1600 年)的觀測来改进哥白尼的理論。他仔細地研究了火星的运动，发明了行星运行定律，指出行星的軌道不是正圓而是橢圓，行星的速度离太阳愈近則愈大，行星繞太阳的

运动与两者間的距离有关。

克普勒虽然改进了哥白尼的理論，但亦仅說明了行星运动的几何形式，未能說明为什么会发生这样的結果。到十七世紀末，英国的数理学家牛頓（公元 1642—1727 年）发表了他的万有引力定律，认为所有的物体間有互相吸引的力存在，力的大小与互相吸引物体的质量成正比而与物体間的距离的平方成反比。对行星的运动作了物理的解釋，从而給理論天文学和天体力学奠定了基础。

在过去这一段漫长的时期內，天文学的研究仅局限于星体的运动方面。到十八世紀后期和十九世紀初，在西欧的先进国家中建立了资产阶级的政治統治，社会生产力得到了解放，引起了天文学的飞跃发展，开始对星体的本质进行研究，例如德国的物理学家克希霍夫（Kirchhoff）于 1859 年发现光谱分析，并找到太阳光谱的解釋，接着在 1860 年意大利的塞奇（Secchi）制定恒星分类法。进入二十世紀以后，由于精密的天文仪器出现，对恒星宇宙进行了深入的窺探，目前更由于苏联科学技术的飞跃发展，人造卫星和人造行星已遨游太空，可以对于宇宙作进一步的揭发。

§0-2. 天文学的分类

从前一节的簡略叙述中，我們可以看出：随着人类社会生产力的发展和人类社会实际的需要，天文学不断地扩大它的研究范围，因而逐渐地分为許多专门的科目，其主要的科目列举如下：

1. 球面天文学 研究如何利用球面坐标确定天体在天球上的視位置及由不同原因所产生的坐标变化。

2. 实用天文学 研究天文测量的方法、天文仪器的校正其运用的方法、成果的修正。

球面天文学和实用天文学有时合并起来象一本书一样称为天文测量学。天文测量学的基本任务是：研究测定地面各点的地理

坐标和方向的方位角。

3. 天体力学 根据万有引力定律从理論上研究行星在天空中的实际运动, 以及决定其质量和形状。

4. 理論天文学 研究太阳系的行星、彗星及其他天体的視运动而推求它的軌道, 或由天体的真运动而决定它們的視位置。

5. 天体物理学 研究天体的物理結構及其化学成分, 以及它們的亮度、温度、表面大气的性質等。这是一門范围很广的科学, 所以又分成天体摄影学、天体光譜学、天体光度学等部門。

§ 0-3. 天文測量在大地測量 及其他方面中的作用

天文測量学和大地測量学是密切关联的。在全国性的三角網中的天文測量工作和其中的大地測量工作是一个不可分的整体。天文測量的觀測網要及觀測結果的精度, 是依据大地測量的目的和要求而提出的。所以有时称天文測量学为大地天文測量学。大地測量的目的在于对全国性的測图提供基本控制資料, 以及为推算地球的形状和大小提供資料。但無論完成这种任务的那一項, 都需要有天文測量工作。因为为了要計算大地測量的成果, 必須采用一定的地球橢圓体作为参考橢圓体。当决定采用某一个橢圓体后, 必須選擇一点将此橢圓体在地球体内定向, 这样的点称为大地原点。在这一点上需要进行天文測定来确定其大地坐标和方位角作为全国性三角系的起算数据。

又为了对三角系的角度觀測进行有效的控制, 消除角度觀測中系統誤差的影响, 以及消除依角度觀測逐次連接起来的广闊三角系中各部分定向誤差的累积, 必須在每一基綫扩大边的两个端点上进行經度、緯度和方位角的測定。同时为了給天文重力水准測量奠定基础, 也就是說为了給推算大地球体对所采用的参考橢圓

体的形状和它的大小奠定基础，在一等三角鎖两基綫間的中間三角点上进行經度和緯度測定。

此外，在沒有建立大地控制网的地区，可以应用天文点作为控制点进行十万分之一和二十万分之一的比例尺測图。由于天文仪器的改进和垂綫偏差的可以測算，更由于航空摄影应用于測图工作上，使采用天文点作为小比例尺測图控制，更能迅速地滿足用图的需要。当然更为有利的是采用雷达測量建立小比例尺測图的地面控制。但在这个方法中仍然不能沒有天文測量工作与之配合。

由于任务的不同，天文測量分为四級：

1. 一等天文測量 在一等三角鎖的基綫网的扩大边两端点上和相距約 70—100 公里的中間三角点上进行。在一等导綫的交叉处和中間点上进行，也在二等三角网中央的起始边的两端点上进行。它的目的在于对三角鎖网的角度觀測进行有效的控制和系統誤差的消除，在于对决定参考橢圓体在地球体内的定向和决定地球形状及大小提供資料。因此一等天文測量的精度按細則規定：

緯度 $\varphi \pm 0''.30$,

經度 $\lambda \pm 0''.03$,

方位角 $A \pm 0''.50$.

2. 二等天文測量 在二等三角鎖的基綫网扩大边的两端点上进行。它的基本任务在于檢查角度觀測，提高二等三角鎖各点坐標的精度，它的精度按細則規定：

緯度 $\varphi \pm 0''.40$,

經度 $\lambda \pm 0''.05$,

方位角 $A \pm 1''.00$.

3. 三等天文測量 它的目的是在还未敷設一、二等三角系的地区測定天文点(經度、緯度)，作为比例尺不大于十万分之一測图的控制点。还在于供給未与全国性三角系連接的三等三角鎖网的

起算坐标和方位角。它的精度按細則規定：

$$\text{緯度 } \varphi \pm 0''.6 - \pm 1''.0,$$

$$\text{經度 } \lambda \pm 0''.06 - \pm 0''.10,$$

$$\text{方位角 } A \pm 5'' - \pm 30''$$

4. 四等天文測量 它是一种概略的天文測定，目的在于測定概略的天文点用来进行地理調查及其他特殊工作之用。

为了保証航海和航空的安全，船艙在远航中須經常借天文觀測来决定船位，同时飞机在长距离的飞行中也須借天文觀測来决定飞行的方向和位置。在天文測量中固然需要有准确的时间訊号，就是在社会的其他各种活动中，也无不需要知道准确的时刻。所以在現代各个文化經濟发达的国家莫不有自己的时辰站定时地播送时号，而时辰站的主要工作是經常进行天文觀測来确定其所用鐘的鐘差。

由上面的叙述，我們可以知道，天文測量的主要任务是，測定地面点的經度、緯度和地面方向的方位角，以及发播精确的时号。发播时号虽然是天文測量的主要任务，但不是本书論述的主题。

§ 0-4. 人民政权时代我国天文测量的成就

我国古代天文学上的輝煌成就是值得我們驕傲的。可是自十六世紀以后，我国的天文学并没有显著的进步。但在摆脱了封建主义枷鎖的西欧資本主义各国，天文学則随着社会生产力的发展而日益向前迈进。因为我国从十六世紀到解放前，我国人民仍然处在反动帝王、封建地主阶级的殘暴統治下。在解放前的近百年来，更受着帝国主义和国民党反动派的殘酷压迫和奴役，国民經濟遭到破坏，社会生产力停滞不前。在这样的情况下，天文学自然不可能有所成就的。但我国人民在偉大的中国共产党和毛主席的英明领导下，推翻了国民党反动派的黑暗統治后，我国的国民經濟由

恢复而走上了飞跃发展的道路。由于社会生产力的迅速发展,同时也由于经济建设和国防建设的迫切需要,天文学和其他学科一样,在这短短的十年中的成就远远超过了过去的几千年。在这里我们不拟对天文学的其他科目中的成就加以叙述,而仅仅简要地谈一下天文测量中的成就。在这十年中,由于党的正确领导和苏联的无私援助,我们在天文测量上的技术设备方面已经获得空前的完备,此外我们还做了数量非常巨大的作业,更重要的是在观测结果的精度方面已完全达到了国际标准。由于在全国均匀地分布了经度基本点,所以我们所测定的为数众多的野外天文点在人仪差方面能得到充分的消除。我国徐家汇观象台的时号的精度已达到了国际水平,完全能满足国内各方面的需要。为了更好地提高我国时号的精度,将在武汉、北京等地建立时辰站。为了研究地极的变化,在天津附近设立了纬度站。尤其是在1958年以来,在党的反对保守、破除迷信、大闹技术革命的伟大号召下,各测绘研究机构和院校都大力开展了科学研究。因此,不论是专题研究或者是仪器创制,都取得了很大的成就,如同时测定经度、纬度和方位角的问题的研究,改进光学经纬仪用来代替万能仪测定天文点的研究,都取得了一定的成绩。又如对 60° 棱镜进行了改进,提高了它的观测精度;自制石英钟和电子计数器等来提高守时和收时的精度,以及在天文仪器上附加光电装置来提高测时精度等也获得了成功。当然,这只是一个开端,但从这个开端,我们完全相信,在党的总路线的光辉照耀下,大家鼓足干劲,加倍努力钻研,今后必然将得到更大的成就,以满足祖国建设的需要。

§0-5. 太阳系

自十六世纪哥白尼的天体公转论发表以后,肯定了人类所栖息的地球只是太阳系中的一个成员,而太阳则是太阳系中的主体,

后来又由于天体物理学的发展，人們探知了太阳是团巨大的炙热气体球。由用現代各种方法所得的結果得知，太阳表面的温度約达六千度左右，愈近中心温度愈高。在理論天体物理学中对太阳内部物質的化学成份作了真实的假定，根据这种假定研究的結果表明，它的中心温度可能达两千万度。

太阳的直徑約为一百四十万公里，它比地球的直徑約大一百零九倍。太阳的体积約为地球的一百三十万倍。它的質量約为地球的三十三万三千四百倍，比太阳系全部行星的質量的总和还要大七百倍。

环繞太阳作不息运行的天体有：九个大行星、千余个小行星、数百个彗星和无数的流星。太阳本身及圍繞它运行的行星和圍繞行星运行的卫星，以及彗星和流星組合而成为太阳系。

行星依其距太阳的距离排列，則它們是水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星和冥王星。它們由西而东繞着太阳运行。这种运行称为公轉，同时它們各繞着自己的旋轉軸而旋轉，称这种轉动为自轉。它們大多数有一个卫星和几个卫星。

地球每年繞太阳运行一周，每一昼夜繞軸由西而东自轉一周。它距太阳約一万四千九百五十万公里。我們常用它作为单位来測量太阳系內各天体的距离。太阳光射达地面約需時間 8 分 18 秒。

下表(10 頁上)列出太阳系主要天体的距离、公轉和自轉的時間以及其他一些特殊数据。表中公轉時間以日或年为单位，自轉時間以时、分或日为单位。除自轉時間一栏外，在所有其他栏內一律采用地球的相应量为单位。

月亮是地球的卫星，它以二十七又三分之一日繞地球运行一周，以同样的時間自轉一周。月亮距地球三十八万四千公里，或为地球直徑的六十倍。它的質量約为地球的八十一分之一。

行星和卫星都是不发光的球体，它們发射的光是反射太阳光

行星	距日 距离	公轉周期	自轉周期	直径	质量	比重	卫星数	代表符号
水星	0.4	88 日	88 日	0.33	0.04	1.900	—	♿
金星	0.7	225 日	—	0.97	0.81	0.93	—	♀
地球	1.0	1 年	23时56分	1.0	1.00	1.00	1	♁
火星	1.5	1 $\frac{7}{2}$ 年	24时37分	0.53	0.11	0.74	2	♂
小行星	2.8	—	—	—	—	—	—	—
木星	5.2	11 $\frac{7}{6}$ 年	9 时50分	11.0	318.4	0.24	11	♃
土星	9.5	2 $\frac{6}{13}$ 年	10时14分	9.4	95	0.13	9	♄
天王星	19.2	84 年	10时48分	3.8	15	0.28	5	♅
海王星	30.1	165 年	15时48分	3.9	17	0.45	2	♆
冥王星	39.5	248 年	—	0.46	0.3(?)	0.33	—	♇
太阳	—	—	25 日	109	332000	0.26	—	☉

而成的。

彗星的物质结构目前还没有弄清楚,尚停留在假设阶段,根据最近的假设它是一团各种气体的“冰”所组成的,当它接近太阳时,由于受到太阳光的强烈辐射,所以冰状物质就向四周挥发成气体来而开始发光,因此就其外表而言,中央部分的亮度强一些,愈向边沿愈弱。这个明亮的中央部分看起来好象是雾中的星一样,它叫做彗核。而包围核的雾状物叫做彗发。核和发合成为彗星的头部。头部的云雾状物质向一方延伸而成为尾部;它愈离开头部愈

宽而光愈弱,象烟柱一样看不见什么明确的边界。彗尾总是朝着和太阳相反的方向。所以当彗星离开太阳的时候,是以尾部在前而运行着,当它离开太阳很远的时候,它的尾部不见了,而成为一个朦胧的圆点。这是因为彗星在走近太阳的时候,被

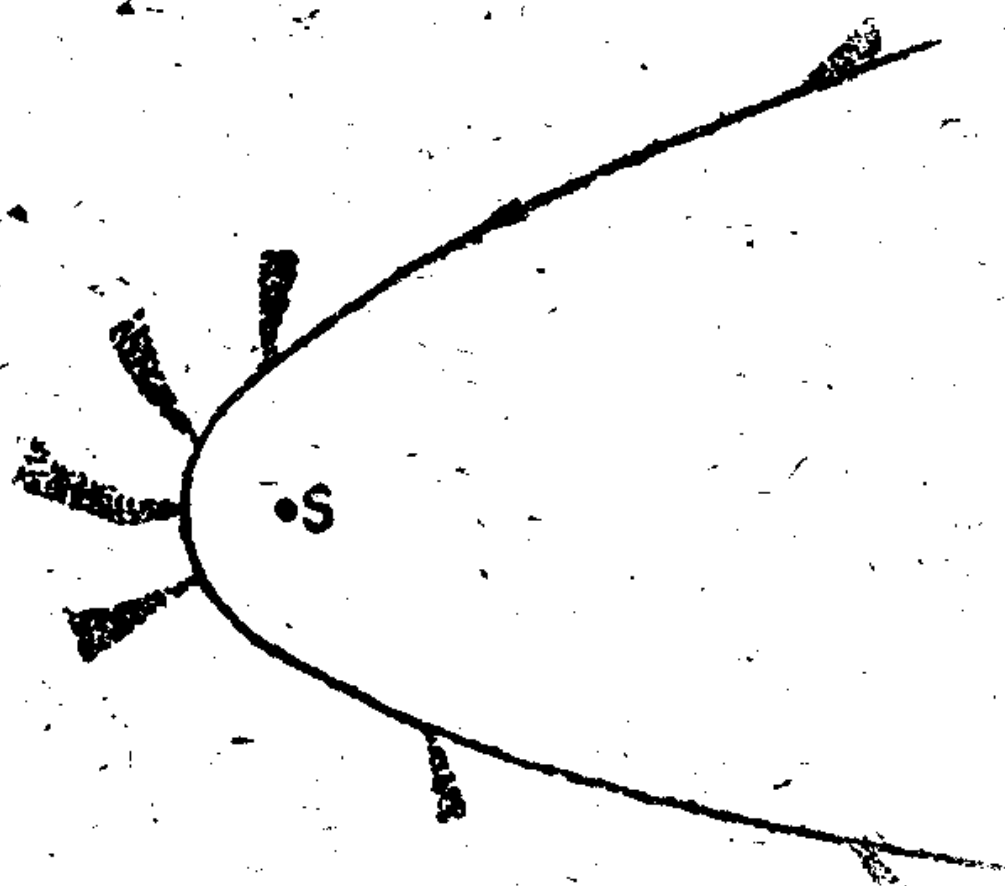


图 0-1