



NEYC育才

NORTHEAST YUCA SCHOOL

东北育才学校优才教育精品校本课程系列教材

TIANWENGUANCE

天文观测

主编/高琛 副主编/刘子军



本册主编/齐学奎



辽宁教育出版社



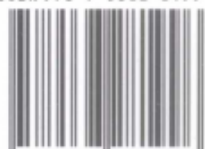
NEYC 育才

NORTHEAST YUCAN SCHOOL

东北育才学校优才教育精品校本课程系列教材

天文观测

ISBN 978-7-5382-8199-6



9 787538 281996 >

定价: 29.00元

天文观测

主编 / 高琛 副主编 / 刘子军

本册主编 / 齐学奎

图书在版编目 (CIP) 数据

天文观测/齐学奎主编. —沈阳: 辽宁教育出版社, 2009.3
(东北育才学校优才教育精品校本课程系列教材/高琛主编)
ISBN 978-7-5382-8199-6

I. 天… II. 齐… III. 天文学—中学—教学参考资料 IV. G634.983

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 208626 号

辽宁教育出版社出版、发行
(沈阳市和平区十一纬路 25 号 邮政编码 110003)
沈阳航空发动机研究所印刷厂印刷

开本: 787 毫米×1092 毫米 1/16 字数: 273 千字 印张: 14 $\frac{3}{4}$ 插页: 1
印数: 1—2000 册

2009 年 3 月第 1 版 2009 年 3 月第 1 次印刷

责任编辑: 崔 崇 王 莹 杜 玲	责任校对: 李 霞
封面设计: 熊 飞	版式设计: 熊 飞

ISBN 978-7-5382-8199-6

定 价: 29.00 元

继《中国古代文化常识》《影视制作及多媒体技术初步》《团体心理训练》《陶林漫步》和《有机化学》之后，东北育才学校又集中出版了《成功心理训练》《天文观测》《高中生职业生涯规划》《茶艺》《中学生单片机技术》《算法艺术》《咨询员培训》《稚拙的世界》《动态数理探究课程》《中国古代小说简史》《初中综合数学》《新语文》等一套共 12 本精品校本课程系列教材，可喜可贺。这是东北育才学校校本课程开发和建设的又一丰硕成果。它伴随着育才文化建设的时代脚步，承载着育才文化的基因面世，从一个侧面表明育才的改革在深化，育才的事业在发展。

比较而言，这一套校本教材在内容上，更加关注受教育者的成功立志，关注意志品格的锤炼，关注创造精神和实践能力的形成，关注思维品质和学习品质的培养，关注素养、人格和终身发展，既体现了东北育才学校“培养各方面领军人物领袖资质”的培养目标，也反映了该校认真落实“建设人力资源强国”的基本国策，使学生成为强国兴邦之栋梁的高度自觉。把打基础“全面、有个性”的做法，又提高到了一个新的层次。这启示我们，贯彻校本课程开发与建设的基础性原则，既要注意从本校实际出发，又要紧跟时代的脚步。

这套教材更加注重多样性和补充性，从实施操作角度，大大增加了学生自主选择的机会，拓展了他们涉猎更多课外领域知识和参与互动对话的空间，这在“校本课程主要服务于学生获取综合性知识和直接经验，主要满足于学生兴趣需

求”的宗旨定位上是一大进步。这启示我们，校本课程的独到之处与独特作用的呈现，有赖于“校本课程开发与建设必须坚持以学生发展为本，追求校本课程最大限度贴近学生个性发展需要”方针的认真贯彻。开发是为了应用，应用也有助于开发。这套教材中的许多内容就是源自学生社团活动的诉求和活动的感悟与经验的升华。

依托包括学生社团在内的各种组织，特别是场所设施并作为资源加以充分的开发与利用，是东北育才学校校本课程开发与建设的一个显著特点，也是该校不断开创校本课程开发与建设新局面并使之上层的重要原因。东北育才学校伴随新课程改革和校园文化建设，有计划地建设了一大批能满足学生个性发展需要，培养探索、实践和动手能力的诸如机器人技术实验室、软件科学研究实验室、辽宁资源展馆、生命科学展馆、生态科普教育基地、天文观测站、校史馆、陶艺室、茶艺室、服装及设计教室、建筑及设计教室、汽车模拟驾驶室等高水平的实验基地和实习场所，催生了类似茶艺、天文观测等一些新的校本课程，同时又为这些校本课程的增效，发挥了不可替代的支撑作用。例如，在堪称国内一流的茶艺室讲茶道，通过文雅凝重的文化氛围，弘扬中华传统美德，帮助学生修身养性，提高人文素养；在本校的天文台上进行“天文观测”，感受浩瀚星空的浩瀚和神秘，自有亲切别样情趣；在辽宁资源展馆流连，感受家乡的史之悠久、地之广博、物之丰饶；在校史馆中徜徉，回望那一段如歌的岁月，品味育才踟躅前行的艰难与沧桑，更幸福于作为一名育才人的自豪……所有这些启示我们，注重资源开发是校本课程开发与建设的重要条件，也是取得育人实效的有利保障，特别是校内资源的充分开发与利用，不可或缺，它具有独到性，有时是无法替代的。

以上各点表明，坚持优才教育的办学理念和追求卓越的行为方式的东北育才学校校本课程的开发与建设本身也在前进和发展。本套校本教材的出版是育才文化在闪光！其品位价值的客观存在，对我市中小学的借鉴意义不可低估。我们确信，在东北育才学校绚丽的校本教材的引领下，我市也会迎来校本课程开发的万紫千红。希望东北育才学校开发出更好更多的校本课程系列丛书，祝愿全市中小学的校本课程开发与建设的局面越来越喜人！

苏文捷

编者寄语

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。

东北育才学校天文馆为有志于探索宇宙奥秘的同学们提供了广阔的平台。在这里你不但能通过展板学习和了解生动翔实的天文知识，而且还可以用校天文馆的 **KPW400ZF** 望远镜进行实际观测。使用我们的 **KPW400ZF** 望远镜，夜间可精细观测月亮、行星、恒星及星团；也可观测彗星、星云等视面天体。白天可对太阳做目视和投影观测，可绘制标准的太阳黑子团。

你想加入天文观测者的行列，亲自去探索星空的奥秘，亲眼目睹神奇宇宙中那千姿百态的天体和天象吗？你想知道开展业余天文观测活动须具备哪些知识和条件，应采用什么途径和方法吗？你想知道怎样识别斑斓的四季星空和美丽的长尾彗星，如何观测壮观的太阳活动和灿烂的流星雨，怎样寻觅神秘的变星与双星和多姿的河外星系吗？那就请读读这本书吧。它将向你展现天文观测的无穷魅力，引导你步入天文学的科学殿堂。

目 录

序言

编者寄语

第一章 宇宙与天文学	1
第一节 宇宙概况	1
第二节 什么是天文学	3
第二章 天文观测的基础知识	5
第一节 天球和天球坐标系	5
第二节 星座和星名	12
第三节 天体的视运动	13
第四节 天文观测的时间系统	17
第五节 天体的秘密	21
第六节 星表、星图、天文年历和星图软件	26
第三章 常用的天文观测仪器	29
第一节 天文光学观测仪器系统	29
第二节 天文光学望远镜	38
第三节 天文望远镜的光学知识	43
第四节 天文望远镜的使用入门	53
第五节 望远镜的选购与组装	60
第四章 认识四季星空	76
第一节 观测星空的准备	76
第二节 春季星空	78
第三节 夏季星空	79
第四节 秋季星空	80
第五节 冬季星空	81

第五章 大行星的识别与观测	83
第一节 如何寻找大行星	83
第二节 如何选择观测大行星的时机	85
第三节 行星视运动的观测与记录	88
第六章 流星和流星雨的观测	141
第一节 观测流星和流星雨的时机	141
第二节 流星和流星雨的目视观测	143
第三节 流星和流星雨的照相和视频观测	148
第四节 流星和流星雨的望远镜和无线电观测	153
第五节 流星雨观测的成功案例	155
第七章 彗星的搜寻与观测	158
第一节 彗星的基础知识	158
第二节 如何发现和报告彗星	162
第三节 彗星的目视观测和望远镜观测	163
第四节 彗星的照相观测与 CCD 成像观测	168
第八章 月球的观测	170
第一节 月球表面的观测	170
第二节 月相变化的观测	176
第三节 拍摄月球照片	181
第四节 月食原理与观测	186
第九章 太阳的观测	190
第一节 太阳的目视观测与拍照	190
第二节 太阳表面的观测	196
第三节 日食的观赏与照相	206
第十章 其他天体的观测	214
第一节 星团与星云的观测	214
第二节 河外星系的观测	221



第一章 宇宙与天文学

第一节 宇宙概况

宇宙是广漠空间和其中存在的各种天体以及弥漫物质的总称。宇宙是物质的世界。它处于不断的运动和发展中，在空间上无边无界，在时间上无始无终。宇宙是多样而又统一的。它的多样性在于物质的表现形态；它的统一性在于其物质性。古人说：“四方上下曰宇，古往今来曰宙，以喻天地。”宇宙，一般当做天地万物的总称。人类对宇宙的认识，从太阳系到银河系，再扩展到河外星系、星系团乃至总星系。

现在，人们的视野已达到一百多亿光年的宇宙深处。有人把总星系称为“观测到的宇宙”、“我们的宇宙”；也有人把总星系称为宇宙。宇宙天体呈现出多种多样的形态：有密集的星体状态，有松散的星云状态，还有辐射场的连续状态。各种星体千差万别，它们的大小、质量、密度、光度、温度、颜色、年龄、寿命也不相同。天体不是同时形成的。球状体是在形成中的星体，O型星、B型星是年轻恒星，主序星（包括太阳）是中年恒星，白矮星和中子星是老年恒星。每个天体都有它的发生、发展、衰亡的历史，但作为总体的宇宙则不生不死、无始无终。

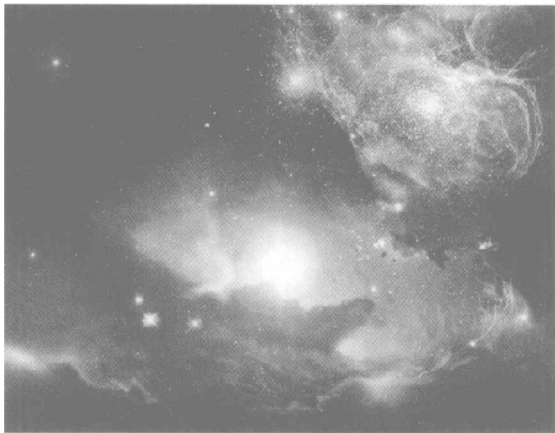


图 1.1.1 艺术家笔下的宇宙

在天文学上，宇宙是指所有实际观测到或假想的天体及现象所组成的整个客观世界。宇宙的主要成分包括：星系、恒星、星团和星云（星际气体和尘埃云）。还有许多较小的成分，如行星、卫星、彗星和流星。除了这些天体和弥



天文观测

2



火爆奪

然而，大爆炸而产生宇宙的理论尚不能确切地解释“在所存物质和能量聚集在一点上”之前到底存在着什么东西？

“大爆炸理论”是伽莫夫于1946年创建的。它是现代宇宙系中最有影响的一种学说，又称大爆炸宇宙学。与其他宇宙模型相比，它能说明较多的观测事实。它的主要观点是认为我们的宇宙曾有一段从热到冷的演化史。在这个时期里，宇宙体系并不是静止的，而是在不断地膨胀，使物质密度从密到稀地演化。这一从热到冷、从密到稀的过程如同一次规模巨大的爆炸。

根据大爆炸宇宙学的观点，大爆炸的整个过程是：在宇宙的早期，温度极高，在100亿℃以上。物质密度也相当大，整个宇宙体系达到平衡。宇宙间只有中子、质子、电子、光子和中微子等一些基本粒子形态的物质。但是因为整个体系在不断膨胀，结果温度很快下降。当温度降到10亿℃左右时，中子开始失去自由存在的条件，它要么发生衰变，要么与质子结合成重氢、氦等元素；化学元素就是从这一时期开始形成的。温度进一步下降到100万℃后，早期形成化学元素的过程结束。宇宙间的物质主要是质子、电子、光子和一些比较轻的原子核。当温度降到几千摄氏度时，辐射减退，宇宙间主要是气态物质，气体逐渐凝聚成气云，再进一步形成各种各样的恒星体系，成为我们今天看到的宇宙。

大爆炸模型能统一地说明以下几个观测事实：

1. 大爆炸理论主张所有恒星都是在温度下降后产生的，因而任何天体的年龄都应比自温度下降至今天这一段时间为短，即应小于200亿年。各种天体年龄的测量证明了这一点。

2. 观测到河外天体有系统性的谱线红移，而且红移与距离大体成正比。如果用多普勒效应来解释，那么红移就是宇宙膨胀的反映。

3. 在各种不同天体上，氦丰度相当大，而且大都是30%。用恒星核反应机制不足以说明为什么有如此多的氦。而根据大爆炸理论，早期温度很高，产生氦的效率也很高，则可以说明这一事实。

4. 根据宇宙膨胀速度以及氦丰度等，可以具体计算宇宙每一历史时期的温度。大爆炸理论的创始人之一伽莫夫曾预言，今天的宇宙已经很冷，只有绝对温度几摄氏度。1965年，果然在微波波段上探测到具有热辐射谱的微波背景辐射，温度约为3K。

第二节 什么是天文学

天文学是人类认识宇宙的一门自然科学，观测研究各种天体和天体系统，研究它们的位置、分布、运动、结构、物理状况、化学组成以及起源演化规律。

它是以观察及解释天体的物质状况及事件为主的学科。在古代，天文学还

与历法的制定有不可分割的关系。天文学与其他自然科学不同之处在于天文学的实验方法是观测，通过观测来收集天体的各种信息。

由于电子科学、人造卫星、宇航事业的巨大飞跃，当今的天文科学已经发展到了极其发达的崭新阶段。除了传统的天文观测、历法编制以外，已经建立起了新型的射电天文学、理论天体物理学、高能天体物理学、空间天文学等新学科。然而，如同一切科学的发展一样，天文科学能够进展到今天这样高度发达的程度，是经过人类长期以来不懈的奋斗与努力，是无数的知识积累的结果。我们现在对人类以往的这些奋斗努力与知识积累过程的了解，不仅仅只是一种对历史的了解，更为重要的是学习先辈们奋斗不息的精神、高度的智慧，从而使现代科学发展的速度更为飞速。

天文科学，主要包含这样两个方面的内容：一是直接对天体、天象的观察、探测与研究，二是将这种观察、探测与研究的成果应用于实际，为人类的生产、生活服务。要进行观察、探测，就要创制种种的天文仪器，这也是天文学的组成部分之一。在实际运用方面，古代主要是编制历法，而现代又有气象预报、灾害性天气的预防治理，等等。

古代中国的天文学，无论在观测还是制历方面，都是极其出色的，在很长的时期内是始终居于世界前列的，甚至在许多方面是领先于世界的。对于先辈们取得的卓越成就，我们每一个炎黄子孙，无疑都会感到骄傲与自豪。

进入 21 世纪，随着我国经济的快速发展，科学技术水平的提高，天文学必将在中国取得更辉煌的成果。



第二章 天文观测的基础知识

第一节 天球和天球坐标系

进行天文观测首先要从找星、认星开始。在茫茫的星空中，怎样去寻找我们想要观测的天体呢？这就必须知道天体在天空中的“住址”，即它在天空的坐标。这样的坐标是怎样建立起来的呢？这就要从天球说起。

一、天球

当我们仰望天空观测天体时，无论是太阳、月亮还是恒星、行星，好像都镶嵌在同一个半球的内壁上，而我们自己无论站在地球上什么位置，都好像是处于这个半球的中心。这是由于天体离我们太远了，我们在地球上无法觉察不同天体与我们之间距离的差异。因此，为了研究天体的位置和运动，可以引入一个假想的以观测者为球心，以任意长为半径的球，称为天球。由于地球在浩瀚的宇宙中可以看做是一个质点，地心也可以当做地球的中心，因此可以假想一个地心天球，它是以地心为中心、无穷远为半径的球。

有了天球，我们认识天体就方便了，因为不论天体离我们多么遥远，我们都可以把它们投影到天球上，并用它们在天球上的视位置来表示它们。

在天球上，两颗星之间的距离如同在球面上两点间的距离一样，用角度来表示，称为角距。显然，角距与两颗星的真实距离是两回事：角距很小的两颗星实际可能十分遥远（图 2.1.1）。星体的大小一般用

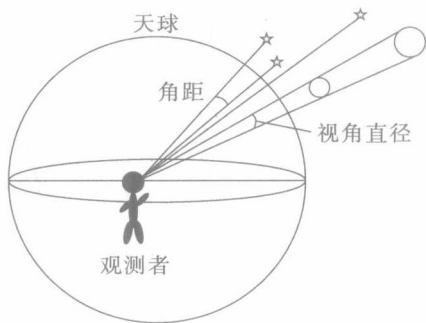


图 2.1.1 天体之间的角距和天体的视角直径

视角直径（简称“角直径”），即从地球上看上去它所张的角来表示。同样，视角直径也不是天体的真实大小。例如，月亮和太阳的视角直径大约都是 $1/2$ 度，

但月亮的大小与太阳相比简直可以忽略不计，只是由于月亮离地球很近才看起来很大（图2.1.1）。

二、天球坐标系

为了描述天体在天球上的视位置，就要在天球上建立起坐标系，称为天球坐标系，就像我们为了描述地球上某一点的位置需要建立地理坐标系（如用地理纬度和地理经度表示）一样。事实上，天球坐标系与地球坐标系的模式很相似。例如，天球上的赤道坐标系（也称第二赤道坐标系）就可以看做是地球坐标系在天球上的延伸（图 2.1.2）：把地轴（地球的自转轴）无限延长就是天轴；天轴与天球相交的两点就是北天极和南天极；地球赤道面的延伸面与天球相交的大圆就是天赤道；与地球上的纬圈、经圈类似，天球上也有相应的赤纬圈和赤经圈，不过天球上的经圈的起始点与地球不同。这样，天体在天球上的位置就可用赤纬、赤经来表示。

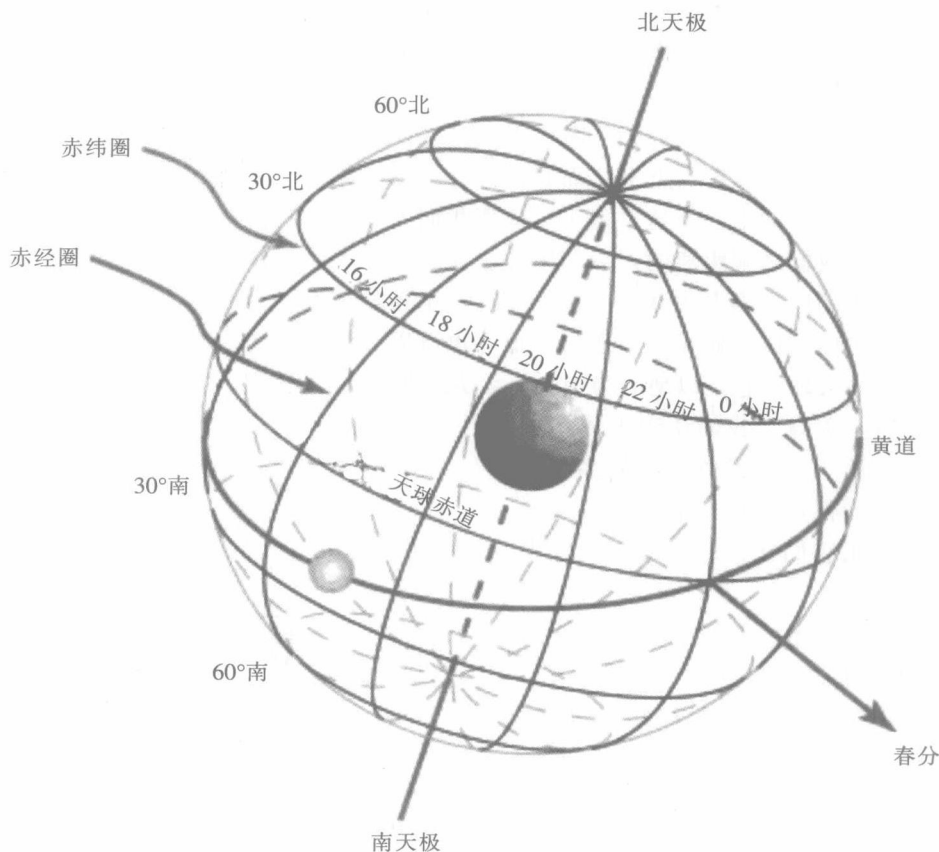


图 2.1.2 天球与天球的赤道坐标系



除了赤道坐标系外,天文观测中常用的天球坐标系还有地平坐标系、时角坐标系(也称第一赤道坐标系)、黄道坐标系等,它们是以天球上不同的基本点、基本圈为基础建立起来的。有关天球上各基本点、基本圈的定义,怎样以它们为基础建立起各种天球坐标系,不同坐标系的特点以及它们之间的相互关系,是我们进行天文观测必须掌握的知识。

三、几种常用的天球坐标系

天球是以观测者为球心,任意距离为半径的球面。如果把地心算作天球中心,则叫地心天球。下面介绍的几种常用的天球坐标系均以地心天球为基础。

1. 天球上的基本点和基本圈

地球上的地理坐标系是以贯穿南、北极的地轴,赤道(纬度的起算点),本初子午线(经度的起算点)为基础建立起来的;类似地,要在天球上建立各种坐标系,也离不开天球上相应的基本点和基本圈。图 2.1.3 为天球上一些基本点、基本圈的示意图,下面分别简要介绍。

(1) 天轴、天极和天赤道 [图 2.1.3 (a)]

它们是以地球自转为基础确立的。地球的自转轴(地轴)无限延长就是天轴;天轴与天球相交的两点分别叫做北天极(P)和南天极(P')。地球赤道面的延伸与天球相交的大圆,叫做天赤道;平行于天赤道的小圆叫赤纬圈,垂直于天赤道面且过两天极的大圆叫赤经圈或时圈。

(2) 黄极、黄道和春分点 [图 2.1.3 (a)]

它们是以地球的公转为基础确立的。地球公转轨道面的延伸与天球相交的大圆叫黄道;过天球中心垂直于黄道面的轴线与天球相交的两点分别叫北黄极(K)与南黄极(K');黄道面与赤道面的交角称黄赤交角(ϵ),为 $23^{\circ}26'$ 。与黄道平行的小圆叫黄纬圈,垂直于黄道面且过黄极的大圆叫黄经圈。

黄道和天赤道有两个交点,太阳的视运动沿黄道从天赤道以南穿越到天赤道以北的交点叫春分点(γ),从天赤道以北穿越到天赤道以南的交点叫秋分点(Ω);与春分点、秋分点各相距 90° ,在天赤道以北的叫夏至点,在天赤道以南的叫冬至点。

(3) 天顶、天底和真地平 [图 2.1.3 (b)]

它们是以观测者的位置为基础建立的。延长观测者所在点的铅垂线与天球相交于两个点,位于观测者头顶上方的叫做天顶(Z),位于观测者脚底下方的叫做天底(Z')。与天顶和天底连线相垂直的平面叫天球地平,它与天球相交的大圆叫做地平圈,也称真地平;与真地平平行的小圆叫地平纬圈,垂直于天球地平面且过天顶的大圆叫地平经圈。

过天顶 Z 和北天极 P 的大圆叫做天子午圈,它与真地平相交于两点,靠近北天极的叫北点(N),靠近南天极的叫南点(S);在地平圈上沿顺时针方向量

度，据北、南点各 90° 的点坐标分别为东点 (E) 和西点 (W)。

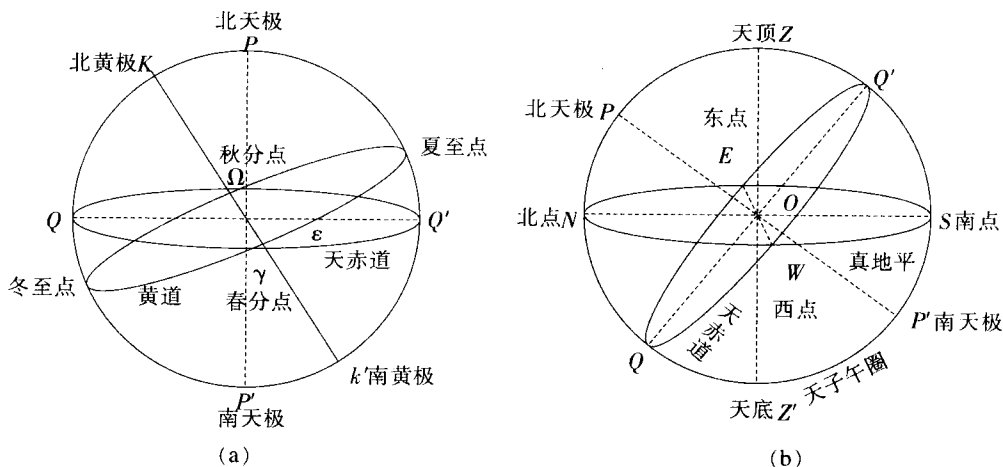


图 2.1.3 天球上的基本点和基本圈

以天球上这些基本点、基本圈为基础建立了几种天球坐标系，用它们可以方便地表示天体在天球上的位置，从而便于我们对天体进行观测与研究。

2. 天球坐标系

(1) 地平坐标系

以真地平为基本圈，天顶 Z 为基本点，南点 S 为原点的坐标系叫做地平坐标系。在地平坐标系中，若过任一天体 X 作一地平经圈在天体一侧交真地平于 M ，则天体 X 的位置可用两个参量来描述 (图 2.1.4)：

① 方位角 A ：从南点 S 沿地平圈顺时针方向度量的弧长 SM ，叫地平经度，也称方位角 A ，范围为 $0^\circ \sim 360^\circ$ 。

② 地平高度 h ：从地平圈沿地平经圈向上度量的弧长 MX ，叫地平纬度，也称地平高度 h ，范围为 $0^\circ \sim \pm 90^\circ$ ，向北为正，向南为负。弧 ZX 为天体 X 到天顶 Z 的距离，叫天顶距 z ，从 z 起计量，范围为 $0^\circ \sim 180^\circ$ ；显然有 $z = 90^\circ - h$ 。

观测者所在地点不同，天球上天顶或真地平的位置也不同，因此同一天体的地平坐标随观测地点而异；由于

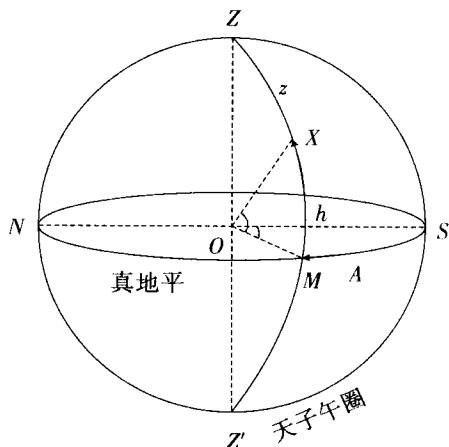


图 2.1.4 地平坐标系

于天体在运动，所以地平坐标也随时间而变化。可见地平坐标具有地方性。在

