

土建学科高等职业教育专业委员会规划推荐教材

Jianzhu
Gongcheng
Celiang

建筑工程测量

(建筑工程类专业适用)

本教材编审委员会组织编写



中国建筑工业出版社
China Architecture & Building Press

土建学科高等职业教育专业委员会规划推荐教材

建 筑 工 程 测 量

(建筑工程类专业适用)

本教材编审委员会组织编写

周建郑	主 编
来丽芳	副主编
冯冠奇	主 审

中国建筑工程出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑工程测量/本教材编审委员会组织编写. —北京:
中国建筑工业出版社, 2004

土建学科高等职业教育专业委员会规划推荐教材. 建
筑工程类专业适用

ISBN7-112 06137-7

I. 建… II. 本… III. 建筑测量—高等学校: 技
术学校—教材 IV. TU198

中国版本图书馆CIP数据核字 (2004) 第 023816 号

土建学科高等职业教育专业委员会规划推荐教材

建筑工程测量

(建筑工程类专业适用)

本教材编审委员会组织编写

周建邦 主 编

来丽芳 副主编

冯冠奇 王 军

x

中国建筑工业出版社出版 (北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

北京市安泰印刷厂印刷

x

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张 17 字数 412 千字

2004 年 6 月第 1 版 2005 年 1 月第二次印刷

印数 8001 12000 册 定价: 24.00 元

ISBN 7 112 06137 7

TU · 5404 (12150)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本教材内容包括：水准测量，角度测量，距离测量与直线定向，测量误差的基本知识，小区域控制测量，地形图的测绘与应用，施工测量的基本工作，施工控制测量，民用建筑施工测量，工业建筑施工测量，线路测量与桥梁施工测量，建筑物变形观测和竣工总平面图的编绘等内容。为了提高学生的动手能力，在附录中增加“建筑工程测量实验指导”，以利于提高学生学习、实践和解决工程中实际问题的能力。

* * *

责任编辑：朱首明

责任设计：孙 梅

责任校对：王 莉

本教材编审委员会名单

主任委员：杜国城

副主任：杨力彬 张学宏

委员（按姓氏笔画为序）：

丁天庭 王武齐 危道军 朱勇年 朱首明

杨太生 林 密 周建郑 季 翔 胡兴福

赵 研 姚谨英 葛若东 潘立本 魏鸿汉

序 言

高等学校土建学科教学指导委员会高等职业教育专业委员会（以下简称土建学科高等职业教育专业委员会）是受教育部委托并接受其指导，由建设部聘任和管理的专家机构。其主要工作任务是，研究如何适应建设事业发展的需要设置高等职业教育专业，明确建设类高等职业教育人才的培养标准和规格，构建理论与实践紧密结合的教学内容体系，构筑“校企合作、产学结合”的人才培养模式，为我国建设事业的健康发展提供智力支持。在建设部人事教育司的领导下，2002年，土建学科高等职业教育专业委员会的工作取得了多项成果，编制了土建学科高等职业教育指导性专业目录；在“建筑工程技术”、“工程造价”、“建筑装饰技术”、“建筑电气技术”等重点专业的专业定位、人才培养方案、教学内容体系、主干课程内容等方面取得了共识；制定了建设类高等职业教育专业教材编审原则；启动了建设类高等职业教育人才培养模式的研究工作。

近年来，在我国建设类高等职业教育事业迅猛发展的同时，土建学科高等职业教育的教学改革工作亦在不断深化之中，对教育定位、教育规格的认识逐步提高；对高等职业教育与普通本科教育、传统专科教育和中等专业教育在类型、层次上的区别逐步明晰；对必须背靠行业、背靠企业，走校企合作之路，逐步加深了认识。但由于各地区的发展不尽平衡，既有理论又能实践的“双师型”教师队伍尚在建设之中等原因，高等职业教育的教材建设对于保证教育标准与规格，规范教育行为与过程，突出高等职业教育特色等都有着非常重要的现实意义。

“建筑工程技术”专业（原“工业与民用建筑”专业）是建设行业对高等职业教育人才需求量最大的专业，也是目前建设类高职院校中在校生人数最多的专业。改革开放以来，面对建筑市场的逐步建立和规范，面对建筑产品生产过程科技含量的迅速提高，在建设部人事教育司和中国建设教育协会的领导下，对该专业进行了持续多年的改革。改革的重点集中在实现三个转变，变“工程设计型”为“工程施工型”，变“粗坯型”为“成品型”，变“知识型”为“岗位职业能力型”。在反复论证人才培养方案的基础上，中国建设教育协会组织全国各有关院校编写了高等职业教育“建筑施工”专业系列教材，于2000年12月由中国建筑工业出版社出版发行，受到全国同行的普遍好评，其中《建筑构造》、《建筑结构》和《建筑施工技术》被教育部评为普通高等教育“十五”国家级规划教材。土建学科高等职业教育专业委员会成立之后，根据当前建设类高职院校对“建筑工程技术”专业教材的迫切需要；根据新材料、新技术、新规范急需进入教学内容的现实需求，积极组织全国建设类高职院校和建筑施工企业的专家，在对该专业课程内容体系充分研讨论证之后，在原高等职业教育“建筑施工专业”系列教材的基础上，组织编写了《建筑识图与构造》、《建筑力学》、《建筑结构》（第二版）、《地基与基础》、《建筑材料》、《建筑施工技术》（第二版）、

《建筑施工组织》、《建筑工程计量与计价》、《建筑工程测量》、《高层建筑施工》、《工程项目招投标与合同管理》等11门主干课程教材。

教学改革是一个不断深化的过程，教材建设是一个不断推陈出新的过程，希望这套教材能对进一步开展建设类高等职业教育的教学改革发挥积极的推进作用。

土建学科高等职业教育专业委员会

2003年7月

前 言

本教材是根据高等学校土建学科教学指导委员会高等职业教育专业委员会制定的建筑工程技术专业的教育标准、培养方案及本门课程教学基本要求编写的。本教材主要是为了满足高等职业教育建筑工程技术专业的教学需要，也能适应其他相关专业教学及岗位培训的需要。

“建筑工程测量”是高等职业教育建筑工程技术专业的一门主要专业课，重点学习建筑工程测量的基本知识，测量仪器的使用、建筑工程实地测设、以及施工测量和变形观测等内容。本课程与“建筑施工技术”、“地基与基础”及“高层建筑施工”课程之间联系密切，对培养学生的专业和岗位能力具有重要的作用。

为使本教材具有较强的实用性和通用性，突出“以能力为本位”的指导思想，编写时力求做到：基本概念准确，各部分内容紧扣培养目标，文字简练、相互协调、通顺易懂、减少不必要的重复。不过分强调理论的系统性，努力避免贪多求全或高度浓缩的现象，为了提高学生的动手能力，在附录中增加“建筑工程测量实验指导”，以利于学生学习、实践和解决工程中实际问题的能力。

在编写这本教材时，我们力求体现高等职业教育的特点，力求满足高等职业教育培养技术应用型人才的要求，力求内容精练、突出应用、加强实践。为了体现教材的特色，根据高等职业教育理论与实践并重、理论课课时较少的情况，本书内容按“必需、够用”的原则安排，对传统的教材内容体系作了适当的调整，希望调整后的体系能更适合高等职业教育的教学要求。

参加本书编写的有黄河水利职业技术学院周建邦（第二、三章、附录），浙江建设职业技术学院来丽芳（第四、八、十三章），广西建设职业技术学院李向民（第一、十、十二章），山西建筑职业技术学院赵雪云（第七、十一章），广东建设职业技术学院邓杰（第五、六、九章）。

本书由黄河水利职业技术学院周建邦统稿并担任主编，浙江建设职业技术学院来丽芳任副主编，由甘肃建筑职业技术学院冯冠奇主审。

在本书编写过程中，得到了建设部人事教育司、中国建筑工业出版社和编写者所在单位的大力支持，在此一并致谢。

限于编者的水平，书中定有欠妥之处，请广大读者批评指正。

目 录

第一章 绪论	1
第一节 建筑工程测量的任务、内容、现状和发展	1
第二节 地面点位的确定	2
第三节 用水平面代替水准面的限度	8
第四节 测量工作概述	10
思考题与习题	12
第二章 水准测量	13
第一节 水准测量原理	13
第二节 水准测量的仪器和工具	14
第三节 水准仪的基本操作程序	18
第四节 水准测量的方法	20
第五节 水准仪的检验与校正	26
第六节 水准测量误差来源及其影响	29
第七节 自动安平水准仪和激光扫平仪	31
第八节 精密水准仪及电子水准仪简介	33
思考题与习题	37
第三章 角度测量	39
第一节 角度测量的基本概念	39
第二节 DJ ₆ 型光学经纬仪	40
第三节 经纬仪的使用	44
第四节 水平角观测	46
第五节 竖直角观测	49
第六节 经纬仪的检验和校正	54
第七节 水平角观测误差来源及消减措施	59
第八节 电子经纬仪简介	60
思考题与习题	62
第四章 距离测量与直线定向	64
第一节 钢尺量距	64

第六节 全站型电子速测仪	80
思考题与习题	87
第五章 测量误差的基本知识	89
第一节 测量误差及其分类	89
第二节 偶然误差的特性	90
第三节 衡量精度的标准	91
第四节 算术平均值及其观测值的中误差	91
第五节 误差传播定律	93
思考题与习题	95
第六章 小区域控制测量	96
第一节 控制测量概述	96
第二节 导线测量的外业观测	98
第三节 导线测量的内业计算	100
第四节 交会法测量	105
第五节 三、四等水准测量	107
第六节 三角高程测量	110
思考题与习题	111
第七章 地形图的测绘与应用	113
第一节 地形图的测绘	113
第二节 地形图的阅读	126
第三节 地形图的基本应用	128
第四节 地形图在工程建设中的应用	130
思考题与习题	139
第八章 施工测量的基本工作	142
第一节 施工测量概述	142
第二节 测设的基本工作	143
第三节 测设平面点位的方法	146
第四节 已知坡度直线的测设	149
思考题与习题	150
第九章 施工控制测量	152
第一节 概述	152
第二节 建筑基线	153
第三节 建筑方格网	155
第四节 高程控制测量	157
思考题与习题	158
第十章 民用建筑施工测量	159
第一节 概述	159
第二节 建筑物的定位和放线	161
第三节 建筑物基础施工测量	165
第四节 墙体施工测量	166

第五节 高层建筑施工测量	168
思考题与习题	175
第十一章 工业建筑施工测量	176
第一节 概述	176
第二节 厂房矩形控制网的测设	177
第三节 厂房柱列轴线与柱基测设	178
第四节 厂房预制构件安装测量	179
第五节 烟囱施工测量	183
思考题与习题	185
第十二章 线路测量与桥梁施工测量	186
第一节 概述	186
第二节 中线测量	187
第三节 圆曲线的测设	189
第四节 纵、横断面图的测绘	197
第五节 道路施工测量	203
第六节 管道施工测量	206
第七节 桥梁工程施工测量	209
思考题与习题	211
第十三章 建筑物变形观测和竣工总平面图的编绘	213
第一节 建筑物变形观测概述	213
第二节 建筑物沉降观测	214
第三节 建筑物倾斜观测	217
第四节 建筑物的裂缝与位移观测	220
第五节 竣工总平面图的绘制	222
思考题与习题	223
附录一 建筑工程测量实验指导	224
一、实验课的目的与要求	224
二、仪器的借用方法	224
三、注意事项	224
四、测量记录注意事项	225
实验一 水准仪的认识与使用	225
实验二 普通水准测量	227
实验三 水准仪的检验与校正	229
实验四 经纬仪的认识和使用	230
实验五 测回法观测水平角	232
实验六 竖直角观测	233
实验七 经纬仪的检验与校正	235
实验八 视距测量	236
实验九 罗盘仪定向	237
实验十 用直角坐标法测设点的平面位置	239

实验十一 用极坐标法测设点的平面位置	240
实验十二 用水准仪进行设计高程的测设	242
实验十三 用前方交会法测设点的平面位置	243
附录二 一周施工现场实习	245
附录三 水准仪系列的技术参数	257
附录四 光学经纬仪系列的技术参数	258
附录五 全站型电子速测仪系列的技术参数	259
参考文献	260

第一章 绪 论

第一节 建筑工程测量的任务、内容、现状和发展

一、测量学概述

测量学是研究地球的形状和大小以及确定地面点之间的相对位置的科学。测量工作主要分为两个方面，一是将各种现有地面物体的位置和形状，以及地面的起伏形态等，用图形或数据表示出来，为规划设计和管理等工作提供依据，称为测定或测绘；二是将规划设计和管理等工作形成的图纸上的建筑物、构筑物或其他图形的位置在现场标定出来，作为施工的依据，称为测设或放样。

测量学包括大地测量学、普通测量学、摄影测量学和工程测量学等分支学科。其中，大地测量学研究测定地球的形状和大小，在广大地区建立国家大地控制网等方面的测量理论、技术和方法，为测量学的其他分支学科提供最基础的测量数据和资料；普通测量学研究在较小区域内的测量工作，主要是指用地面作业方法，将地球表面局部地区的地物和地貌等测绘成地形图，由于测区范围较小，为方便起见，可以不顾及地球曲率的影响，把地球表面当作平面对待；摄影测量学研究用摄影或遥感技术来测绘地形图，其中的航空摄影测量是测绘国家基本地形图的主要方法，目前在测绘城市基本地形图方面也有应用；工程测量学研究各项工程建设在规划设计、施工放样和运营管理阶段所进行的各种测量工作，它综合应用上述各分支学科的技术与方法，为工程建设提供测绘保障，例如，在规划设计阶段应用普通测量或摄影测量方法测绘大比例尺地形图，施工放样阶段应用大地测量仪器和方法建立精确的定位控制网等，工程测量在不同的工程项目中其技术和方法有很大的区别。

二、建筑工程测量的任务与内容

建筑工程测量属于工程测量学的范畴，是工程测量学在建筑工程建设领域中的具体表现，对象主要是民用建筑、工业建筑和高层建筑，也包括道路、管线和桥梁等配套工程。建筑工程测量的主要任务与内容是：

1. 大比例尺地形图测绘

在规划设计阶段，应测绘建筑工程所在地区的大比例尺地形图，以便详细地表达地物和地貌的现状，为规划设计提供依据。在施工阶段，有时需要测绘更详细的局部地形图，或者根据施工现场变化的需要，测绘反映某施工阶段现状的地形图，作为施工组织管理和土方等工程量预结算的依据。在竣工验收阶段，应测绘编制全面反映工程竣工时所有建筑物、道路、管线和园林绿化等方面现状的地形图，为验收以及今后的运营管理工作提供依据。

2. 施工测量

在施工阶段，不管是基础工程、主体工程还是装饰工程，都要先进行放样测量，确定建（构）筑物不同部位的实地位置，并用桩点或线条标定出来，才能进行施工。例如，基础工程的基槽（坑）开挖施工前，先将图纸上设计好的建（构）筑物的轴线标定到地面上，并引测到开挖范围以外保护起来，再放样出开挖边线和 ± 0.000 的设计标高线，才能进行开挖；主体工程的墙砌体施工前，先将墙轴线和边线在建（构）筑物（地）面上弹出来，并立好高度标志，才能进行砌筑；装饰工程的墙（地）面砖施工时，先将纵横分缝线和水平标高线弹出来，才能进行铺装。每道工序施工完成后，还要及时对施工各部位的尺寸、位置和标高进行检核测量，作为检查、验收和竣工资料的依据。

3. 变形观测

对一些大型的、重要的或位于不良地基上的建（构）筑物，在施工阶段中和运营管理期间，要定期进行变形观测，以监测其稳定性。建（构）筑物的变形一般有沉降、水平位移、倾斜、裂缝等，通过测量掌握这些变形的出现、发展和变化规律，对保证建筑物的安全有重要作用。

三、建筑工程测量的现状与发展方向

建筑业是我国的支柱产业之一，在建筑业的发展过程中，建筑工程测量为其做出了应有的贡献，同时，建筑工程测量的技术水平也得到了很大的提高。目前，除常规测量仪器工具如光学经纬仪、光学水准仪和钢尺等在建筑工程测量中继续发挥作用外，现代化的测量仪器如电子经纬仪、电子水准仪和电子全站仪等也已普及，提高了测量工作的速度、精度、可靠度和自动化程度。一些专用激光测量仪器设备如用于高层建筑竖直投点的激光铅直仪、用于大面积场地精确自动找平的激光扫平仪和用于地下开挖指向的激光经纬仪等的应用，为现代高层建筑和地下建筑的施工提供了更高效、准确的测量技术服务。利用卫星测定地面点坐标的新技术——全球定位系统（GPS），也逐渐被应用于建筑工程测量中，该技术作业时不受气候、地形和通视条件的影响，只需将卫星接收机安置在已知点和待定点上，通过接收不同的卫星信号，就可计算出该点的三维坐标，这与传统测量技术相比是质的飞跃，目前在建筑工程测量中，一般用于大范围 and 长距离施工场地中的控制性测量工作。计算机技术正在应用到测量数据处理、地形图机助成图以及测量仪器自动控制等方面，进一步推动建筑工程测量从手工化向电子化、数字化、自动化和智能化方向发展。

第二节 地面点位的确定

建筑工程测量与其他测量工作一样，其本质任务是地面点位的确定，因为地球表面上的地物和地貌的形状可以认为是由点、线、面构成的，其中点是最基本的单元，合理选择一些点进行测量，就可以准确地表示出地物和地貌的位置、形状和大小。因此，地面点位的确定是测量工作中最基本的问题。

一、地球的形状与大小

为了确定地面点位，应有相应的基准面和基准线作为依据，测量工作是在地球表面上进行的，测量的基准面和基准线与地球的形状和大小有关。

如图1-1所示，地球自然表面很不规则，有高山、丘陵、平原和海洋。其中最高的珠穆朗玛峰高出海面达8848.13m，而最低的马里亚纳海沟低于海面达11022m。但是这样的高低起伏，相对于地球巨大的半径来说还是很小的。再顾及到海洋约占整个地球表面的71%，于是人们设想有一个静止的海水面，向陆地延伸包围整个地球，形成一个封闭的曲面，把这个曲面看作地球的形体。由于潮汐的作用，海水面高低不同，假定其中有一个平均高度的静止海水面，则它所包围的形体称为大地体，代表了地球的形状与大小。我们把这个平均高度的静止的海水面称为大地水准面，大地水准面便是测量工作的基准面。

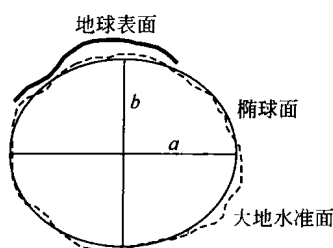


图 1-1 大地水准面

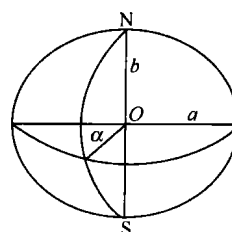


图 1-2 参考椭球面

此外，我们把任意静止的水面称为水准面，水准面有无数个，由于水准面与大地水准面平行，实际工作中也把水准面作为测量的基准面。例如，将加热的液体（酒精或乙醚）充入到密封的特制玻璃容器中，冷却后产生一个气泡，便成了用来衡量物体表面是否水平的水准器，若放在某物体表面上的水准器的气泡居中，则认为该表面处于水平状态。每台测量仪器上都安装有一个以上的水准器，为有关的测量工作提供基准面。

由于地球的质量巨大，使得地球上任何一点都要受到地心吸引力的作用，同时地球又不停地作自转运动，这个点又受到离心力的作用，这两个力的合力称为重力，重力的作用线又称为铅垂线。铅垂线具有处处与水准面垂直的特性，因此人们常把铅垂线作为测量工作的基准线。在日常生活和工作中，人们常利用这个原理，用吊锤线检查物体是否竖直，测量仪器一般也备有吊锤球，供需要时使用。

用大地水准面表示地球形体是恰当的，但由于地球内部质量分布不均匀，引起铅垂线的方向产生不规则的变化，致使大地水准面成为一个非常复杂的曲面，人们无法在这个曲面上进行测量数据的处理。为此，人们采用一个与大地水准面非常接近的规则几何曲面来表示地球的形状与大小，这就是地球参考椭球面，地球参考椭球面便可作为测量计算工作的基准面，如图1-2所示。地球参考椭球面的形状与大小由其长半径 a 和短半径 b （或扁率 α ）决定。我国目前采用的椭球参数是1975年“国际大地测量与地球物理联合会通过并推荐的值

$$\begin{aligned} a &= 6378140\text{m} \\ b &= 6356755\text{m} \\ \alpha &= \frac{a-b}{a} = \frac{1}{298.257} \end{aligned}$$

由于地球椭球的扁率很小，当测区面积不大时，可以把地球看作是圆球，其半径为

$$R = \frac{2a+b}{3}$$

以圆球作为测量计算工作的基准面可以简化计算过程。当测区面积更小（半径小于

10km 的范围) 时, 还可以把地球看作是平面, 使计算工作更为简单。

二、确定地面点位的方法

我们知道, 一个点的空间位置需要用三个独立的量来确定。在测量工作中, 这三个量通常用该点在参考椭球面上的铅垂投影位置和该点沿投影方向到大地水准面的距离来表示。其中前者由两个量构成, 称为坐标; 后者由一个量构成, 称为高程。也就是说, 我们用坐标和高程来确定地面点的位置。

(一) 地面点在投影面上的坐标

1. 大地坐标

地面点在参考椭球面上投影位置的坐标, 可用大地坐标系统的经度和纬度表示。如图 1-3 所示, O 为地球参考椭球面的中心, N 、 S 为北极和南极, NS 为旋转轴, 通过旋转轴的平面称为子午面, 它与参考椭球面的交线称为子午线, 其中通过原英国格林尼治天文台的子午线称为首子午线。通过 O 点并且垂直于 NS 轴的平面称为赤道面, 它与参考椭球面的交线称为赤道。

地面点 P 的经度, 是指过该点的子午面与首子午线之间的夹角, 用 L 表示, 经度从首子午线起算, 往东自 $0^\circ \sim 180^\circ$ 称为东经, 往西自 $0^\circ \sim 180^\circ$ 称为西经。地面点 P 的纬度, 是指过该点的法线与之赤道面间的夹角, 用 B 表示, 纬度从赤道面起算, 往北自 $0^\circ \sim 90^\circ$ 称为北纬, 往南自 $0^\circ \sim 90^\circ$ 称为南纬。我国位于地球上的东北半球, 因此所有点的经度和纬度均为东经和北纬, 例如北京某点的大地坐标为东经 $113^\circ 18'$, 北纬 $23^\circ 07'$ 。

2. 高斯平面直角坐标

地理坐标是球面坐标, 对测量计算与绘图来说, 不便于直接进行各种计算。采用高斯平面直角坐标系, 可将球面上的图形用平面表现出来, 使测量计算与绘图变得容易。

如图 1-4 所示, 分带是从地球的首子午线起, 经度每变化 6° 划一带 (称为 6° 带), 自西向东将整个地球划分为 60 带。

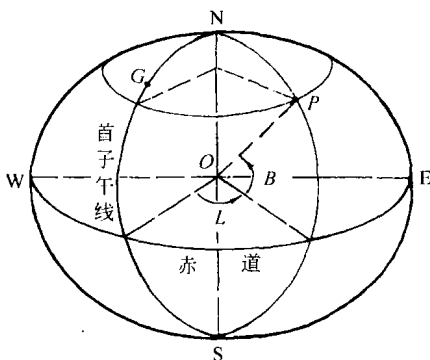


图 1-3 大地坐标

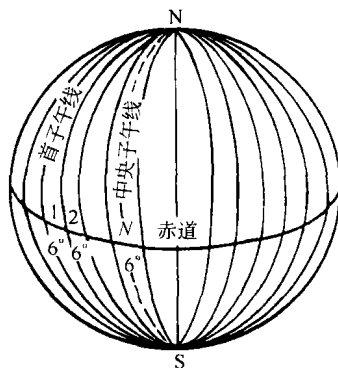


图 1-4 高斯投影分带

带号从首子午线开始自西向东编, 如图 1-5 所示, 用阿拉伯数字 1、2、3...60 表示, 东经 $0^\circ \sim 6^\circ$ 为第一带, $6^\circ \sim 12^\circ$ 为第二带...位于各带中央的子午线称为该带的中央子午线, 第一带的中央子午线的经度为 3° , 第二带的中央子午线的经度为 9° , 依此类推, 第 N 带的中

央子午线的经度 L_0 为

$$L_0 = 6N - 3^\circ \tag{1-1}$$

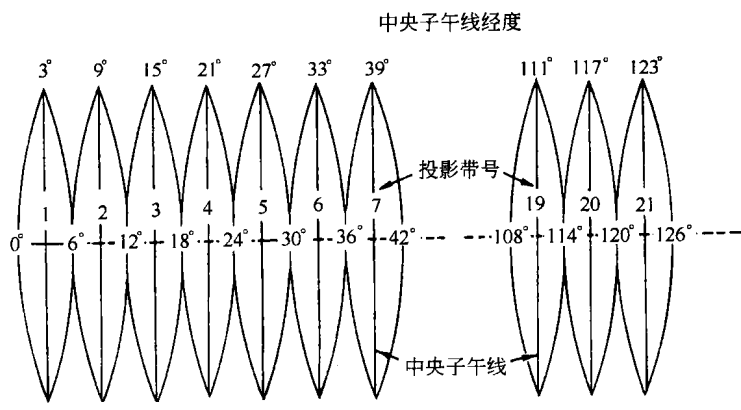


图 1-5 6°带中央子午线及带号

高斯投影是设想用一个平面卷成一个空心椭圆柱，把它横着套在地球参考椭球体外面，使空心椭圆柱的中心轴线位于赤道面内并且通过球心，使地球椭球体上某条6°带的中央子午线与椭圆柱面相切。在图形保持等角的条件下，将整个带投影到椭圆柱面上，如图1-6 (a)所示。然后将此椭圆柱沿着南北极的母线剪切并展开抚平，便得到6°带在平面上的形象，如图1-6 (b)所示。由于分带很小，投影后的形象变形也很小，离中央子午线越近，变形就越小。

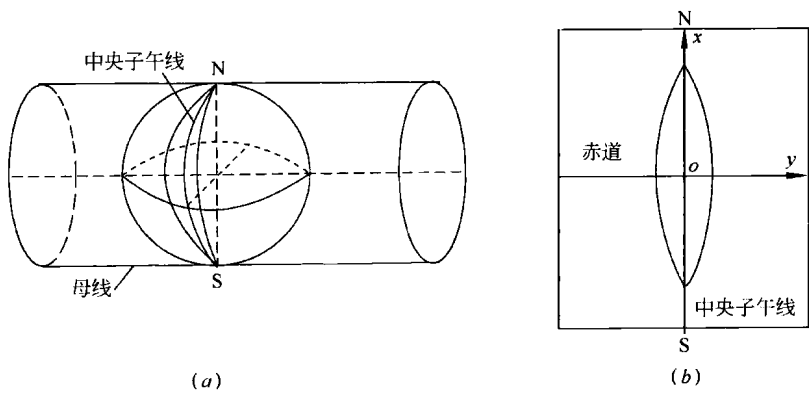


图 1-6 高斯平面直角坐标的投影

在由高斯投影而成的平面上，中央子午线和赤道保持为直线，两者互相垂直。以中央子午线为坐标系纵轴 x ，以赤道为横轴 y ，其交点为 o ，便构成此带的高斯平面直角坐标系，如图1-6 (b)所示。在这个投影面上的每一点位置，就可用直角坐标 x 、 y 确定。此坐标与地理坐标的经纬度 L 、 B 是对应的，它们之间有严密的数学关系，可以互相换算。

我国位于北半球， x 坐标均为正值，而 y 坐标则有正有负，为避免 y 坐标出现负值，规定把 x 轴向西平移500km，如图1-7所示。此外，为表明某点位于哪一个6°带的高斯平面直角坐标系，又规定 y 坐标值前加上带号。例如某点坐标为