

JIANZHU GONGCHENG CELIANG

主审 龚玉珍

武汉理工大学出版社

WUTP Wuhan University of Technology Press

高等学校土建类专业应用型本科系列教材

建筑工程测量

主编 史兆琼 许哲明
主审 龚玉珍

武汉理工大学出版社
· 武汉 ·

内 容 提 要

本书分四部分、共14章,其中:第一部分(第1~6章)为基本仪器和基本理论,主要介绍水准仪、经纬仪和全站仪等测量仪器的构造、使用和检校,以及测量误差的基本知识;第二部分(第7~9章)主要介绍了小地区控制测量、大比例尺地形测量和地形图的应用;第三部分(第10~13章)为施工测量部分,主要介绍了施工测量的基本工作、工业与民用建筑中的施工测量、道路和桥梁工程测量以及管道工程测量;第四部分(第14章)为测量新技术,主要介绍了GPS全球定位系统的基本理论和应用。

为了便于实践性环节的教学,还编写了与本教材配套的《习题及实习纲要》和《实验指导与记录》。

本书可作为普通高等院校土建类专业,如土木工程、建筑工程技术、建筑学、给排水、工程管理、工程造价、市政工程、环境工程、园林工程等应用型本科学生的测量课程教材,也可供有关工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

建筑工程测量/史兆琼,许哲明主编. —武汉:武汉理工大学出版社,2010.3
ISBN 978-7-5629-3108-9

I. ① 建…

II. ① 史… ② 许…

III. ① 建筑测量-高等学校-教材

IV. TU198

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 048697 号

出版发行:武汉理工大学出版社(武汉市洪山区珞狮路 122 号 邮编:430070)

<http://www.techbook.com.cn> 理工图书网

经 销 者:各地新华书店

印 刷 者:武汉理工大印刷厂

开 本:787×1092 1/16

印 张:16.5

字 数:412 千字

版 次:2010 年 4 月第 1 版

印 次:2010 年 4 月第 1 次印刷

印 数 1~3000 册

定 价:32.00 元(含《习题及实习纲要》和《实验指导与记录》)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向出版社发行部调换。

本社购书热线电话:(027)87394412 87383695 87384729

版权所有,盗版必究。

出版说明

近年来,随着我国高等教育事业的快速发展,独立学院和民办高校已经成为高等教育的一个重要组成部分,其发展速度与办学规模呈现出前所未有的发展势头。与此同时,独立学院和民办高校的办学方向、专业设置、人才培养目标、人才培养途径和方式、教学管理制度等进一步明确与规范,以及市场需求赋予独立学院和民办高校一些新的发展思路与特点,独立学院和民办高校改革教学内容,探索新的教学方法,整合各校教师资源,编写优质、适用的教材就成了刻不容缓的任务。

武汉理工大学出版社一贯坚持为高校的教学、科研工作服务的办社宗旨,以组织、出版反映我国高等教育教学改革阶段性成果的精品教材、教学参考书为己任。通过广泛调查研究,在武汉地区独立学院和民办高校的积极倡导与支持下,得到了全国 30 余所独立学院和民办高校的热情参与,我们决定组织编写出版一套代表当前独立学院和民办高校教学水平,反映阶段性教学改革成果并适合独立学院和民办高校教学需要的土建类专业应用型本科系列教材。

本系列教材编写的指导思想是:

1. 依据独立学院和民办高校土建类本科各专业的培养目标和培养方案,系列教材应立足于面向市场培养高级应用型专门人才的要求。
2. 教材结构体系要合理。要善于学习和借鉴优秀教材,特别是国内外精品教材的写作思路、写作方法和章节安排,使教材结构合理,重点突出,通俗易懂,便于自学。
3. 教材内容要有创新,要注意相关课程的关联性。对于知识更新较快的学科,要将最新的学科知识和教学改革成果体现在教材中,既要兼顾学科的系统性,又要强调学科的先进性。
4. 知识体系要实用。以学生就业所需的专业知识和操作技能为着眼点,在适度的基础知识与理论体系覆盖下,着重讲解应用型人才所需的内容和关键点,突出知识的实用性和可操作性。
5. 重视实践环节,强化案例式教学和实际操作的训练。教材中要融入最新的实例及操作性较强的案例,通过实际训练加深对理论知识的理解。实用性和技巧性强的章节要设计相关的实践操作案例。同时,习题设计要多样化、具备启发性,题型要丰富。
6. 相关内容要力争配套。即理论课教材与实验课教材要配套;理论课教材与习题解疑要配套;理论课教材与多媒体课件要配套;教材与案例化素材要配套。
7. 坚持质量第一。

为了贯彻以上指导思想,我们组建了由具有丰富的独立学院和民办高校教学经验及较高学术水平的院(系)领导、教授、骨干教师组成的编委会,由编委会研究提出本系列教材的编写指导思想,并推荐作者。

新形势下的高等教育正在经历前所未有的变革和发展,我社将秉承为高校教学、科研服务的宗旨,以服务于学校师资队伍建设和教材建设为特色。我们愿与各位教师真诚合作,共同努力,为新世纪的高等教育事业作出更大的贡献。

武汉理工大学出版社

2008 年 12 月

高等学校土建类专业应用型本科系列教材

编审委员会

主 任:李新福 雷绍锋

副 主 任:(按姓氏笔画排列)

马成松 孙 艳 江义声 陈俊杰 陈素红

孟高头 杨树林 郑 毅 荀 勇 唐友尧

熊丹安

委 员:(按姓氏笔画排列)

马成松 邓 训 牛秀艳 王有凯 史兆琼

江义声 许汉明 刘 江 刘 伟 刘 斌

张朝新 陈金洪 陈俊杰 陈敏杰 陈素红

杜春海 李新福 杨双全 杨伟忠 杨学忠

杨树林 孟高头 郑 毅 荀 勇 赵元勤

赵永东 柳立生 施鲁莎 唐友尧 郭建华

葛文生 熊丹安

秘 书:王利永 高 英

总责任编辑:于应魁

前 言

本书是以“教育部普通高等学校非测绘专业普通测量课程教学基本要求”为指导,根据普通高等学校土建类专业培养应用型本科人才的教学要求(提炼理论知识,加强技能训练的专业性和综合性),结合独立学院教学的实际情况编写的新教材。本书在阐述测量学的基本仪器、基本概念、基本原理和基本方法的基础上,结合学生就业后的信息反馈,调整编写内容,强化了自动安平水准仪和全站仪在工程中的应用,力求做到图文结合、图表结合、由浅入深、简明扼要、通俗易懂,既体现三用(会用、够用、适用)原则,又有所创新。

本书分四部分:第一部分为基本仪器和基本理论,在介绍常规水准仪、经纬仪的基础上,重点介绍了自动安平水准仪和全站仪等测量仪器;第二部分为地形测量,介绍了小地区控制测量,大比例尺地形测量和地形图的应用;第三部分为施工测量,在介绍施工测量基本工作的基础上,结合土建类各专业的特点,分别介绍了工业与民用建筑中的施工测量、道路和桥梁工程测量以及管道工程测量;第四部分为测量新技术,介绍了 GPS 全球定位系统的基本理论和应用。

为了强化实践性环节的教学,还编写了与本教材配套的《习题及实习纲要》和《实验指导与记录》。习题共有 17 个,均为计算题。习题大多为图表结合,以保证记录、计算的规范化,养成学员严谨求实、认真仔细地完成作业的良好习惯。实验共有 15 个,每个实验都详细介绍了操作要领、步骤、记录计算方法,以保证学生按照实验指导书能独立地按时、保质、保量的完成实验任务,促进学生独立工作能力和实际动手能力的提高。实习是本课程学习必不可少的重要环节,通过实习使所学测量知识巩固、提高和系统化。为了使学员明确实习目的、内容和方法,了解实习进度,圆满完成实习任务,结合学生实际及专业特点编写了实习纲要。

本书由武汉科技大学中南分校史兆琼、南昌大学许哲明担任主编,石河子大学王蕾担任副主编,武汉大学龚玉珍担任主审。具体编写分工如下:武汉科技大学中南分校史兆琼(第 1~6 章),南昌大学许哲明(第 7~9 章),石河子大学王蕾(第 10~12 章),湖北工业大学商贸学院万凤鸣(第 13 章),长江大学工程技术学院王萍(第 14 章)。

由于编者水平有限,书中缺点和错误在所难免,敬请各位同行及读者提出宝贵意见,以便改进。

编者

2010.3

目 录

1 绪论	(1)
1.1 建筑工程测量的任务及作用	(1)
1.2 地球的形状及大小	(1)
1.3 地面点位的确定	(2)
1.3.1 坐标	(2)
1.3.2 高程	(4)
1.4 用水平面代替水准面的限度	(5)
1.4.1 地球曲率对水平距离的影响	(5)
1.4.2 地球曲率对高程的影响	(6)
1.5 测量工作概述	(7)
1.5.1 测量的基本工作	(7)
1.5.2 测量工作的基本原则	(7)
1.6 测量常用的计量单位与换算	(8)
1.7 测量计算数值凑整规则	(9)
思考题与习题	(9)
2 水准仪及其使用	(10)
2.1 水准测量原理	(10)
2.2 DS ₃ 型微倾式水准仪	(11)
2.2.1 DS ₃ 型微倾式水准仪的构造	(11)
2.2.2 水准尺和尺垫	(13)
2.2.3 DS ₃ 型微倾式水准仪的使用	(14)
2.3 自动安平水准仪	(15)
2.3.1 自动安平水准仪的原理	(15)
2.3.2 自动安平补偿器	(16)
2.3.3 自动安平水准仪的使用	(16)
2.4 水准测量的基本方法	(16)
2.4.1 水准点	(16)
2.4.2 水准测量的实施	(17)
2.5 三、四等水准测量	(18)
2.5.1 三、四等水准测量所使用的仪器及观测的技术指标	(18)
2.5.2 三、四等水准测量的施测方法	(19)
2.6 水准测量的校核方法及闭合差的调整	(20)
2.6.1 水准测量的校核方法	(20)
2.6.2 水准测量闭合差的调整	(22)

2.7 水准仪的检验和校正	(23)
2.7.1 DS ₃ 型微倾式水准仪的检验和校正	(23)
2.7.2 自动安平水准仪的检验和校正	(26)
2.8 水准测量的误差及其消减方法	(26)
2.8.1 仪器误差	(27)
2.8.2 观测误差	(27)
2.8.3 外界因素的影响	(28)
2.9 精密水准仪	(29)
2.9.1 精密水准仪的特点	(29)
2.9.2 精密水准尺及读数方法	(29)
思考题与习题	(30)
3 经纬仪及其使用	(31)
3.1 水平角测量原理	(31)
3.2 DJ ₆ 型光学经纬仪	(31)
3.2.1 DJ ₆ 型光学经纬仪的构造	(31)
3.2.2 DJ ₆ 型光学经纬仪的读数装置和读数方法	(33)
3.3 电子经纬仪	(36)
3.3.1 电子经纬仪的性能	(36)
3.3.2 电子经纬仪的使用	(37)
3.4 水平角测量	(37)
3.4.1 测回法	(37)
3.4.2 全圆测回法	(38)
3.5 竖直角测量	(39)
3.5.1 竖直角测量的概念	(39)
3.5.2 竖直度盘	(40)
3.5.3 竖直角计算	(40)
3.5.4 竖直角观测	(41)
3.6 视距测量	(42)
3.6.1 视距测量原理	(42)
3.6.2 视距测量的方法及计算(正像望远镜)	(44)
3.7 经纬仪的检验和校正	(45)
3.7.1 照准部水准管轴垂直于竖轴的检验和校正	(45)
3.7.2 十字丝竖丝垂直于横轴的检验和校正	(46)
3.7.3 视准轴垂直于横轴的检验和校正	(47)
3.7.4 横轴垂直于竖轴的检验和校正	(48)
3.7.5 竖盘指标差的检验和校正	(48)
3.7.6 光学对中器的检验和校正	(50)
3.8 经纬仪的测量误差及其消减方法	(51)
3.8.1 水平角测量误差	(51)

3.8.2	视距测量的误差	(52)
3.9	DJ ₂ 型光学经纬仪	(53)
3.9.1	DJ ₂ 型光学经纬仪读数装置的特点	(53)
3.9.2	读数方法	(53)
	思考题与习题	(54)
4	距离测量及直线定向	(55)
4.1	距离丈量	(55)
4.1.1	量距的工具	(55)
4.1.2	丈量距离的一般方法	(56)
4.1.3	丈量距离的精密方法	(57)
4.1.4	钢尺检定	(60)
4.1.5	距离丈量误差及其消减方法	(60)
4.2	电磁波测距	(61)
4.2.1	测距原理	(61)
4.2.2	PD30 雷射手持测距仪简介	(62)
4.3	直线定向	(63)
4.3.1	标准方向	(63)
4.3.2	直线方向的表示方法	(63)
4.3.3	罗盘仪及其使用	(65)
	思考题与习题	(66)
5	全站仪及其使用	(67)
5.1	全站仪的构造及性能	(67)
5.1.1	全站仪的构造及功能	(67)
5.1.2	全站仪的主要性能指标	(67)
5.2	全站仪的使用	(68)
5.2.1	角度测量	(68)
5.2.2	距离测量	(69)
5.2.3	三维坐标测量	(69)
5.2.4	对边测量	(70)
5.2.5	悬高测量	(71)
5.3	全站仪在工程测量中的应用	(72)
5.3.1	利用全站仪对边测量功能进行遇障碍物直线测设	(72)
5.3.2	全站仪在建筑挡光测量中的应用	(73)
5.4	全站仪的检验、校正及使用注意事项	(73)
5.4.1	全站仪的检验和校正	(73)
5.4.2	全站仪使用时的注意事项	(74)
	思考题与习题	(74)
6	测量误差的基本知识	(75)
6.1	测量误差概述	(75)

6.1.1	观测误差的来源	(75)
6.1.2	观测误差的分类	(75)
6.1.3	偶然误差的特性	(76)
6.2	衡量精度的标准	(77)
6.2.1	中误差	(77)
6.2.2	容许误差	(79)
6.2.3	相对误差	(79)
6.3	观测值函数的中误差	(80)
6.3.1	观测值的和或差函数的中误差	(80)
6.3.2	观测值的倍数函数的中误差	(82)
6.3.3	线性函数的中误差	(82)
6.3.4	一般函数的中误差	(83)
6.4	算术平均值及其中误差	(84)
6.4.1	算术平均值原理	(84)
6.4.2	算术平均值的中误差 M	(85)
	思考题与习题	(86)
7	小地区控制测量	(87)
7.1	控制测量概述	(87)
7.1.1	国家控制网	(87)
7.1.2	小地区控制网	(88)
7.2	导线测量	(88)
7.2.1	导线的布设形式及应用范围	(88)
7.2.2	导线测量的等级及主要技术要求	(88)
7.2.3	导线测量的外业工作	(89)
7.2.4	导线测量的内业计算	(90)
7.3	小三角测量	(96)
7.3.1	小三角测量的布设形式	(96)
7.3.2	小三角测量的等级及技术要求	(96)
7.3.3	小三角测量的外业工作	(97)
7.3.4	小三角测量的内业计算	(98)
7.4	前方交会法	(102)
7.4.1	根据已知坐标反算已知边 AB 的方位角和边长	(102)
7.4.2	推算待定边 AP 和 BP 的坐标方位角 α_{AP} 、 α_{BP}	(103)
7.4.3	推算待定边 AP 和 BP 的边长 D_{AP} 、 D_{BP}	(103)
7.4.4	待定点 P 的坐标计算	(103)
7.5	高程控制测量	(104)
7.5.1	高程控制测量概述	(104)
7.5.2	三角高程测量	(104)
	思考题与习题	(107)

8 大比例尺地形测量	(108)
8.1 地形图的基本知识	(108)
8.1.1 比例尺	(108)
8.1.2 地物符号	(109)
8.1.3 地貌符号	(112)
8.1.4 图外注记	(115)
8.2 测图前的准备工作	(117)
8.2.1 编制控制点成果表	(117)
8.2.2 图纸	(117)
8.2.3 直角坐标方格网的绘制	(118)
8.2.4 控制点的展绘	(119)
8.3 经纬仪测绘法测图	(119)
8.3.1 作业步骤	(119)
8.3.2 碎部点的选择	(120)
8.3.3 地物和等高线的勾绘	(121)
8.3.4 地形图的拼接、检查与整饰	(122)
8.4 全站仪数字化测图简介	(123)
8.4.1 全站仪数字化测图的优点	(123)
8.4.2 全站仪数字化测图中点的表示方法	(123)
8.4.3 全站仪数字化测图的作业过程	(124)
思考题与习题	(125)
9 地形图的应用	(126)
9.1 地形图应用的基本内容	(126)
9.1.1 图上确定点的平面坐标	(126)
9.1.2 图上确定点的高程	(126)
9.1.3 图上量测直线的长度和方向	(127)
9.1.4 确定直线坡度	(127)
9.2 地形图在规划设计中的应用	(127)
9.2.1 按限制坡度选择最短线路	(127)
9.2.2 绘制断面图	(128)
9.2.3 汇水面积边界的勾绘	(128)
9.2.4 建筑场地的平整	(129)
9.3 面积的测算	(131)
9.3.1 方格法	(131)
9.3.2 梯形法	(131)
9.3.3 求积仪法	(131)
思考题与习题	(132)
10 施工测量的基本工作	(133)
10.1 施工测量概述	(133)

10.2	放样的基本测量工作	(133)
10.2.1	已知直线长度的放样	(133)
10.2.2	已知角度的放样	(134)
10.2.3	已知高程的放样	(135)
10.3	点的平面位置放样	(136)
10.3.1	极坐标法	(136)
10.3.2	直角坐标法	(136)
10.3.3	角度交会法	(137)
10.3.4	距离交会法	(137)
10.3.5	方向线交会法	(138)
10.4	直线坡度的放样	(138)
10.5	全站仪放样测量	(138)
10.5.1	极坐标法放样	(139)
10.5.2	坐标放样	(139)
	思考题与习题	(139)
11	工业与民用建筑中的施工测量	(141)
11.1	建筑场地上的施工控制测量	(141)
11.1.1	施工平面控制网的建立	(141)
11.1.2	测量坐标与施工坐标的换算	(142)
11.1.3	建筑基线的放样	(142)
11.1.4	建筑方格网的放样	(143)
11.1.5	施工高程控制网的建立	(144)
11.2	民用建筑施工测量	(144)
11.2.1	建筑物的定位和放线	(144)
11.2.2	基础施工测量	(145)
11.2.3	墙体施工测量	(146)
11.2.4	高层建筑物的施工测量	(147)
11.3	工业建筑施工测量	(148)
11.3.1	厂房矩形控制网的放样	(148)
11.3.2	厂房柱列轴线的放样	(148)
11.3.3	基坑施工放样	(149)
11.3.4	厂房预制构件的安装测量	(149)
11.4	烟囱、水塔施工测量	(151)
11.4.1	基础定位放线	(151)
11.4.2	基础施工测量	(152)
11.4.3	筒身施工测量	(152)
11.4.4	筒体标高控制	(152)
11.5	房屋建筑的变形观测	(152)
11.5.1	沉降观测	(153)

11.5.2	倾斜观测	(154)
11.5.3	裂缝观测	(155)
11.6	竣工总平面图的编绘	(155)
	思考题与习题	(156)
12	道路和桥梁工程测量	(157)
12.1	概述	(157)
12.1.1	道路工程测量	(157)
12.1.2	桥梁工程测量	(157)
12.2	道路中线测量	(158)
12.2.1	交点和转点的测设	(158)
12.2.2	转向角的测定	(160)
12.2.3	中桩的设置	(160)
12.3	圆曲线的放样	(160)
12.3.1	圆曲线主点的放样	(161)
12.3.2	圆曲线的细部放样	(162)
12.4	道路纵横断面测量	(164)
12.4.1	道路纵断面测量	(164)
12.4.2	道路横断面测量	(167)
12.5	道路施工测量	(169)
12.5.1	施工控制桩的测设	(169)
12.5.2	路基边桩的测设	(169)
12.6	桥梁施工测量	(170)
12.6.1	施工控制网的建立	(170)
12.6.2	墩台中心定位测量	(171)
12.6.3	桥梁施工测量	(172)
	思考题与习题	(174)
13	管道工程测量	(175)
13.1	管道中线测量	(175)
13.1.1	主点的测设	(175)
13.1.2	里程桩和加桩的标定	(176)
13.2	管道纵、横断面测量	(176)
13.2.1	纵断面测量	(176)
13.2.2	横断面测量	(176)
13.3	管道施工测量	(178)
13.3.1	地下开挖管道施工测量	(178)
13.3.2	顶管施工测量	(179)
13.4	管道工程竣工测量	(180)
13.4.1	解析法测图	(181)
13.4.2	图解法测图	(183)

思考题与习题.....	(183)
14 GPS 全球定位系统简介	(184)
14.1 概述.....	(184)
14.2 GPS 全球定位系统的组成	(185)
14.2.1 空间星座部分.....	(185)
14.2.2 地面监控部分.....	(186)
14.2.3 用户设备部分.....	(186)
14.3 GPS 坐标系统和定位原理	(187)
14.3.1 WGS-84 世界大地坐标系	(187)
14.3.2 GPS 定位原理	(187)
14.4 GPS 接收机及其功能	(189)
14.4.1 GPS 接收机的分类	(189)
14.4.2 GPS 接收机的构造及其功能	(189)
14.5 GPS 测量的实施	(190)
14.5.1 GPS 控制网精度指标	(190)
14.5.2 网形设计.....	(191)
14.5.3 选点、建标志	(192)
14.5.4 外业观测.....	(192)
14.5.5 内业数据处理.....	(193)
14.5.6 技术总结和上交资料.....	(193)
思考题与习题.....	(193)
参考文献.....	(194)

1 绪 论

1.1 建筑工程测量的任务及作用

测量学是研究地球的形状和大小以及确定地球表面(包括空中、地面和海底)点位关系的一门科学。

建筑工程测量是测量学的一个组成部分。它是研究建筑工程在勘测设计、施工和管理阶段各项测量工作的理论技术和方法的学科。其任务是:

(1) 地形测图,亦称测定

它是利用各种测量仪器和工具,将地面上局部区域的地物和地面起伏的形状、大小,按一定的比例尺缩小测绘成地形图,为工程建设的规划、设计和施工提供服务。

(2) 施工放样,亦称测设

它是将图纸上规划、设计好的建筑物位置、尺寸测设于地面,作为施工依据,并在施工过程中,配合工程进度进行一系列测量工作,以保证工程质量。

(3) 变形观测

对于一些大型或重要的建筑物,在施工和运营期间,要定期进行变形观测,了解其变形规律,以确保建筑物的安全。

由此可见,测量工作不仅是建筑工程建设的先行,而且贯穿于整个工程建设的始终。因此,对于从事建筑工程的技术人员,只有学习和掌握了必要的测量知识和技能,才能担负起本行业的工程勘测设计、施工及管理任务。

1.2 地球的形状及大小

地球的自然表面是一个不规则的曲面,有高山、丘陵、平原、湖泊和海洋。其中,海拔最高处是我国西藏的珠穆朗玛峰,高达 8844.43 m(国家测绘局于 2005 年 10 月 9 日公布);海拔最低处是太平洋西部的马里亚纳海沟,深达 11022 m,尽管高低起伏约 11 km,但与半径为 6371 km 的地球相比,还是可以忽略不计的。由于地球表面上的陆地面积约占 29%,而海洋面积约占 71%,因此,地球总的形状可以认为是被海水面包围的球体。设想有一个静止的海水面向陆地延伸而形成一个封闭的曲面,曲面上具有处处和铅垂方向相垂直的特点,这个静止的海水面称为水准面。但海水受潮汐影响,时涨时落,所以水准面有无数个,其中与平均海水面重合的水准面称为大地水准面,是测量工作中点位投影和计算点位高度的基准面。

由于地球吸引力的大小与地球内部的质量有关,而地球内部的质量分布又不均匀,这就使得地面上各点的铅垂线方向产生不规则变化,因此大地水准面实际上是一个有微小起伏的不规则曲面,如图 1.1 所示。如果将地球表面的点位投影到这个不规则的曲面上,是无法进行测量工作的。因此,常选用一个能用数学公式表示其形状和大小、与大地水准面很接近的旋转椭

球体作为地球的参考形状和大小(如图 1.2 所示),并将这个旋转椭球体称为参考椭球体。

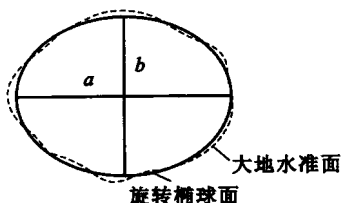


图 1.1 大地水准面与旋转椭球面示意图

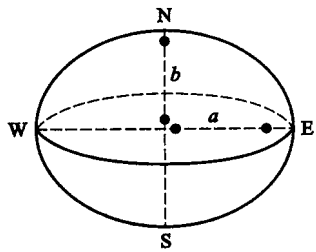


图 1.2 旋转椭球体示意图

我国“1980 年国家大地坐标系”采用的是 1975 年国际大地测量协会与地球物理联合会推荐的 IUGG-75 地球椭球,其基本元素为:

$$\begin{aligned} \text{长半径} \quad a &= 6378140 \text{ m} \\ \text{短半径} \quad b &= 6356755.3 \text{ m} \\ \text{扁率} \quad \alpha &= \frac{1}{298.257} \end{aligned}$$

由于参考旋转椭球体的扁率很小,为了计算方便,常把地球近似地作为圆球看待,其半径为 6371 km。当测区范围较小时,又可把球面视为平面。

1.3 地面点位的确定

确定地面上一点的空间位置,需要用三个量来表示。在测量工作中,是用地面点在基准面(参考椭球面)上的投影位置坐标和该点沿投影方向到基准面(大地水准面)的距离来表示。

1.3.1 坐标

1.3.1.1 地理坐标

地理坐标是指用地球的经度(λ)和纬度(φ)来表示地面点位置的球面坐标,如图 1.3 所示。经度是从首子午线(即通过格林尼治天文台的子午线)起算,向东 $0^\circ \sim 180^\circ$ 称为东经,向西 $0^\circ \sim 180^\circ$ 称为西经。纬度是从赤道起算,赤道以北 $0^\circ \sim 90^\circ$ 称为北纬,赤道以南 $0^\circ \sim 90^\circ$ 称为南纬。例如, M 点的地理坐标为东经 $115^\circ 30'$,北纬 $42^\circ 15'$ 。

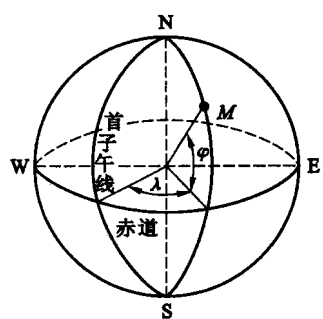


图 1.3 地理坐标

1.3.1.2 高斯平面直角坐标

当测区范围较大时,如果将它的球面部分展成平面,必然产生皱纹或裂缝,使图形发生变形。为此,必须采用适当的投影方法,建立一个平面直角坐标系,以使变形限制在误差容许范围之内,既能保证地形图的精度,又便于工作。在测量工作中,通常采用高斯横圆柱投影的方法来建立平面直角坐标系。

高斯是法国杰出的数学家、测量学家,他提出的横圆柱投影是一种正形投影。其投影的方法是:设想把一个平面卷成一个横圆柱,套在圆球外面,使横圆柱的轴心通过圆球的中心,并使横圆柱与球面上的一根中央子午线 NoS 相切,如图 1.4 所示,将球面上的图形投影到横圆柱面上,然后将横圆柱面沿南北极的 TT' 和 KK' 切开,展成平面,即可得投影到平面上相应的图

形,如图 1.5 所示。

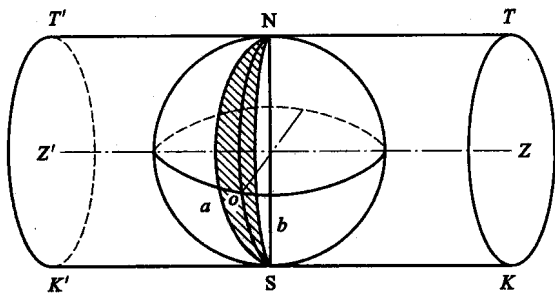


图 1.4 横圆柱投影

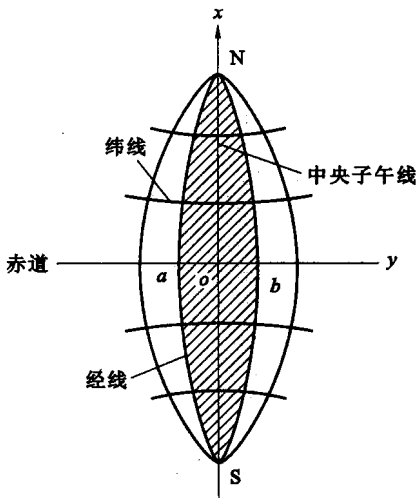


图 1.5 横圆柱投影展开图

高斯投影平面上的中央子午线是直线,其长度没有变化,离开中央子午线的其他子午线是弧线,凹向中央子午线。离中央子午线愈远,变形就愈大。赤道也是一条直线,与中央子午线正交,离开赤道的纬线是弧线,凸向赤道。

为了使变形限制在允许范围内,可把地球按经线分成若干较小的带进行投影。投影带的宽度以相邻两条子午线的经差来划分,有 6° 带和 3° 带。

如图 1.6 所示, 6° 带是从格林尼治子午线开始,自西向东,经度每 6° 为一带,该带中间的一条子午线,即是这带的中央子午线。这样把地球分成 60 个 6° 带,各带中央子午线经度为:

$$\lambda_0 = 6N - 3 \quad (1.1)$$

式中 λ_0 —— 6° 带中央子午线经度;

N —— 6° 带的带号。

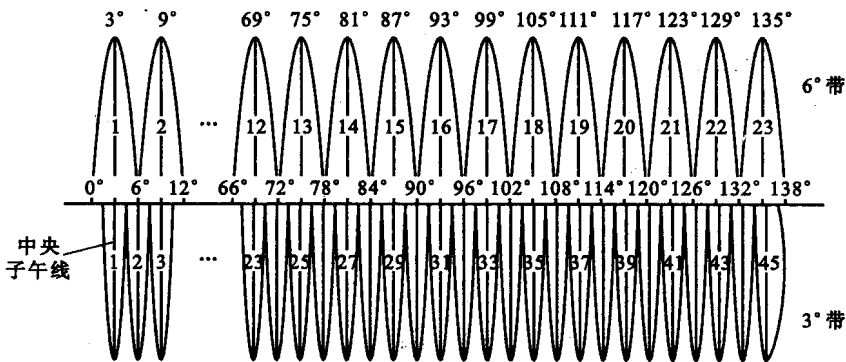


图 1.6 6° 带和 3° 带

3° 带是从东经 $1^\circ 30'$ 开始,自西向东,经差每 3° 分为一带,把地球分成 120 个 3° 带。各带中央子午线的经度为:

$$\lambda'_0 = 3n \quad (1.2)$$

式中 λ'_0 —— 3° 带中央子午线经度;