



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
中等职业学校建筑(市政)施工专业教学用书

技能型紧缺人才培养培训系列教材

测量放线

王黎明 陈正耀 主编

Architecture



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

教育部职业教育与成人教育司推荐教材
中等职业学校建筑(市政)施工专业教学用书
技能型紧缺人才培养培训系列教材

测 量 放 线

王黎明 陈正耀 主编
赵 连 尚馨有 主审

高等教育出版社

内容简介

本书是根据教育部和建设部 2004 年制定的《中等职业学校建设行业技能型紧缺人才培养培训指导方案》中相关教学内容与教学要求,并参照有关国家职业标准和行业岗位要求编写的建设行业技能型紧缺人才培养培训系列教材之一。

本书主要内容包括基础知识、水准测量、角度测量、距离测量及直线定向、地形图及其应用、施工测量的基本工作、施工控制测量、建筑工程施工测量、线路工程测量、现代测量仪器以及附录——测量实训指导书。全书共十章,以项目法教学为核心,结合工程实例,突出学生实践能力的培养。

本书可作为中等职业学校建筑(市政)施工专业领域技能型紧缺人才培养培训教材,也可作为相关企业测量放线工、验线员、工长等岗位培训教材和相关工程技术人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

测量放线/王黎明,陈正耀主编. —北京:高等教育出版社,2005.7

ISBN 7-04-017014-0

I. 测… II. ①王…②陈… III. 建筑测量-专业学校-教材 IV. TU198

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 069826 号

策划编辑 梁建超 责任编辑 张王海 封面设计 张申申
责任绘图 朱 静 版式设计 马静如 责任校对 朱惠芳
责任印制 宋克宇

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000
经 销 北京蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京人卫印刷厂

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landraco.com>
<http://www.landraco.com.cn>

开 本 787×1092 1/16
印 张 9 25
字 数 210 000

版 次 2005 年 7 月第 1 版
印 次 2005 年 7 月第 1 次印刷
定 价 12.10 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 17014-00

出版说明

2004年教育部、建设部联合印发了关于实施“职业院校建设行业技能型紧缺人才培养培训工程”的通知,并组织制定了包括建筑(市政)施工、建筑装饰、建筑设备和建筑智能化四个专业领域的《中等职业学校建设行业技能型紧缺人才培养培训指导方案》(以下简称《指导方案》)。

《指导方案》要求建设行业技能型紧缺人才的培养培训要以全面素质为基础,以能力为本位;以企业需求为基本依据,以就业为导向;适应行业技术发展,体现教学内容的先进性;以学生为中心,体现教学组织的科学性和灵活性。

为了配合实施建设行业技能型紧缺人才培养培训工程,我社组织了由制定《指导方案》的专家组牵头,承担培养培训任务的职业学校及合作企业的一线“双师型”教师与工程技术人员组成的编者队伍,开发编写了建筑(市政)施工、建筑装饰、建筑设备和建筑智能化四个专业领域的中等职业学校建设行业技能型紧缺人才培养培训系列教材。

本系列教材以《指导方案》为依据编写,分为基础理论知识综合教材、平台类核心教学与训练项目教材、专门化方向核心教学与训练项目教材和非核心教学与训练项目教材四种类型。

本系列教材在编写中突出了以下特点:

1. 基础理论知识综合化

通过课程整合,产生了《建筑与市政工程基础》、《建筑装饰基础》、《建筑智能化概论》等基础理论知识综合教材。这类教材一般包括两个模块内容:一是本专业领域相关入门知识,使学生首先对将从事的职业和要学习的内容从整体上有一定的感性认识;二是学习本专业领域各项目应掌握的基础理论知识,压缩并整合多门传统的专业基础课程内容,知识点以必需、够用为度,体现了大综合化。

2. 采用新型的教学模式

借鉴国际上先进的职业教育经验,强调学生在教学活动中的中心地位,采用“行动导向”教学模式,根据企业实际的工作任务、工作过程和工作情境组织教学内容,形成围绕工作过程的新型教学与训练项目教材。这类教材打破传统的按照技术学科系统进行编写的模式,以具体项目的工作过程为主线组织教学内容,将相关知识分解到工作过程中,突出实践性教学环节,便于采用项目教学法进行教学。

3. 与国家职业标准和行业岗位要求紧密结合

《指导方案》中核心教学与训练项目分为平台类核心教学与训练项目和专门化方向核心教学与训练项目。前者为培养对相应专业领域各工作岗位具有共性的核心职业能力的教学与训练项目,如地基与基础工程施工等;后者为培养针对某一工作岗位的核心职业能力的教学与训练项目,如建筑工程技术文件管理等。专门化方向核心教学与训练项目教材,紧密结合相应的国家职业标准和行业岗位要求,并加强实操技能训练,使学生在取得学历证书的同时,可获得相应的职业资格证书。

4. 教材选用具有灵活性

本系列教材根据相应专业领域需要具备的职业能力和实际工作任务,以灵活的模块化组合方式供不同学习者选用。在本专业领域基础理论知识综合教材和平台类核心教学与训练项目教材的基础上,选取专门化方向核心教学与训练项目教材,可作为学历教育教材;如果选取基础理论知识综合教材与专门化方向核心教学与训练项目教材的组合方式,也可作为短期职业培训教材。

《施工项目管理》、《工程建设法规》等非核心教学与训练项目教材,包括相关知识与能力模块的内容,知识面宽,内容浅显简明,可供建筑类各专业教学和各种岗位培训使用。

中等职业学校建设行业技能型紧缺人才培养培训系列教材将从2005年春季起陆续出版。查阅本系列教材的相关信息,请登录高等教育出版社“中等职业教育教学资源网”(http://sv.hep.com.cn)。

高等教育出版社

2004年12月

前 言

本书是根据教育部和建设部 2004 年制定的《中等职业学校建设行业技能型紧缺人才培养培训指导方案》中相关教学内容与教学要求,并参照有关国家职业标准和行业岗位要求编写的建设行业技能型紧缺人才培养培训系列教材之一。

本书在编写中根据中等职业技术教育的特点,从培养技能型人才的目标出发,在讲述基础知识和基本方法的同时,重视基本技能的训练与实践性教学环节,按照企业实际的工作任务、工作过程和工作情境组织教学内容,以工作任务驱动的形式,力求叙述简明、通俗易懂、注重实用、图文并茂,并增加部分相关测绘科普知识,突出了课程的基础性、技能性、实用性和趣味性。本书紧密围绕施工测量这一核心,摒弃陈旧的教学内容,吸纳了先进的测量技术与方法,旨在增强学生适应实际工作的能力和解决实际问题的能力。

全书共 10 章,第 1~4 章介绍施工测量的基本知识及测量仪器的构造与使用,高程、角度和距离测量及测设的基本原理和方法;第 5 章介绍了地形图及其应用的基本知识;第 6~9 章介绍了施工测量基本技术、施工控制测量、建筑工程施工测量和线路工程测量;第 10 章介绍了以全站仪为代表的现代测量仪器。其中,第 8 章建筑工程施工测量和第 9 章线路工程测量可以根据建筑或是市政施工专业进行选修。

本书由北京城市建设学校王黎明,辽宁省城市建设学校陈正耀主编。第 1、2、8、10 章由王黎明编写,第 4、5 章及测量实训指导书由陈正耀编写,第 3、7 章由辽宁省城市建设学校沈成编写,第 6、9 章由武汉铁路桥梁学校刘国寿编写。

教育部聘请中建一局集团第五建筑公司赵连、尚馨有高级工程师审阅了本书,他们对书稿提出了很多宝贵意见,在此表示衷心感谢。

由于水平有限,书中难免存在缺点,恳请读者批评指正。

编者

2005 年 4 月

目 录

第 1 章 基础知识	1
1.1 测量放线的任务和作用	1
1.2 测量工作的基础知识	2
1.3 误差的基本知识	3
1.4 测量放线工作的基本准则	5
思考与习题	6
第 2 章 水准测量	7
2.1 水准测量原理	7
2.2 水准测量的仪器与工具	8
2.3 水准仪的使用	12
2.4 水准测量方法	14
2.5 水准测量成果计算	17
2.6 测设已知高程	20
2.7 自动安平式水准仪及其使用	21
2.8 水准仪的检验	22
思考与习题	23
第 3 章 角度测量	26
3.1 光学经纬仪及其使用	26
3.2 经纬仪角度测量	29
3.3 经纬仪在工程测设中的使用	33
3.4 经纬仪的检验	36
思考与习题	38
第 4 章 距离测量及直线定向	40
4.1 钢尺量距	40
4.2 视距测量	44
4.3 光电测距仪测距	46
4.4 直线定向	48
思考与习题	51
第 5 章 地形图及其应用	53
5.1 地形图的基本知识	53
5.2 地物符号与地貌符号	56
5.3 地形图的应用	63

思考与习题	69
第 6 章 施工测量的基本工作	70
6.1 施工测量的概述	70
6.2 已知坡度直线的测设	71
6.3 测设点的平面位置	72
6.4 圆曲线放样	75
思考与习题	79
第 7 章 施工控制测量	80
7.1 导线测量	80
7.2 建筑基线和建筑方格网	90
7.3 高程控制测量	92
思考与习题	95
第 8 章 建筑工程施工测量	96
8.1 民用建筑施工测量	96
8.2 工业建筑施工测量	101
8.3 沉降观测与竣工测量	104
思考与习题	105
第 9 章 线路工程测量	106
9.1 线路工程测量概述	106
9.2 中线测量	106
9.3 线路纵、横断面图测绘	110
9.4 道路工程施工测量	117
9.5 管道施工测量	119
思考与习题	123
第 10 章 现代测量仪器	125
10.1 全站仪及其使用	125
10.2 电子水准仪	128
10.3 激光测量仪器	128
10.4 全球卫星定位系统(GPS)	129
思考与习题	130
附录 测量实训指导书	131
参考文献	136

第1章

基础知识

学习目标

- 了解测量放线工作的任务和作用。
- 掌握测量放线工作的实质,掌握高程及测量直角坐标系的有关内容。
- 学习测量误差的基本知识,掌握测量误差的来源,了解测量误差的分类、特性以及衡量精度的指标。
- 了解测量放线工作的基本准则。

测量放线工作是建筑工程施工的基础工作,它贯穿整个施工过程,对按图施工、保证施工工期、鉴定工程质量以及安全运营管理、工程维修和改扩建等方面,均起着重要的先导性和依据性作用。在住建部、劳动和社会保障部公布的职业工种中,“测量放线工”作为建筑行业重要的工种之一越来越受到施工企业的重视,并逐步形成了测量放线工初级工、中级工、高级工、测量技师和高级技师一系列人才梯队。本章主要介绍施工测量的基础知识,为后面的学习奠定基础。

1.1 测量放线的任务和作用

测量放线是建筑工程施工的基础工作,是在工程施工的各阶段中,根据工程设计及施工的要求,利用测量仪器,采用相应的测量方法完成施工测量工作,以保证施工的顺利进行,并为工程竣工及运行管理提供必要的测量资料。

测量放线工作应包括下列主要内容:

① 在施工准备阶段,严格审核设计图纸与建设单位移交的测量点位、数据等测量依据,根据设计与施工要求编制施工测量方案,并按施工要求进行“三通一平”、现场布置及暂设工程测量,根据批准后的施工测量方案,测设场区平面控制网与高程控制网。

② 在施工阶段,进行建(构)筑物的定位放线、轴线投测、高程引测及抄平和竖向控制等工作,作为各施工阶段按图施工的依据。

③ 在工程竣工阶段,进行竣工测量。

④ 对重要建(构)筑物还要进行必要的变形观测。

总之,测量放线是施工中各分项、分部工程中的先导工序,它在整个施工过程中起着重要的作用。因此,在工业与民用建筑、道路桥梁的施工、各种设备的安装和地下管线的敷设等工程中,均需要有其广泛服务的测量放线工作。

1.2 测量工作的基础知识

测量放线工作的实质是确定施工点位,其根本工作是在施工现场地面上或施工层上确定工程施工标志点的位置——平面位置和高程。

1.2.1 高程

地面点到高程基准面的铅垂距离就是该点的高程,工程上通常称为标高。高程基准面分为国家统一的高程起算面和根据工程实际假设的高程起算面。国家统一的高程起算面叫做大地水准面,是指自由静止的平均海水表面。地面点到大地水准面的铅垂距离叫做绝对高程,实际上就是生活中所说的“海拔高度”,用 H 表示。我国目前采用的大地水准面叫做“1985 国家高程基准”,于 1987 年开始启用,是由国家测绘局根据青岛验潮站 1952—1979 年验潮资料计算确定的黄海平均海水面作为全国统一的高程起算面,并由该起算面精确测量推得青岛水准原点高程为 72.260 4 m,如图 1-1 所示,全国各地的高程则以它为基准进行测算。如果某项建筑工程远离

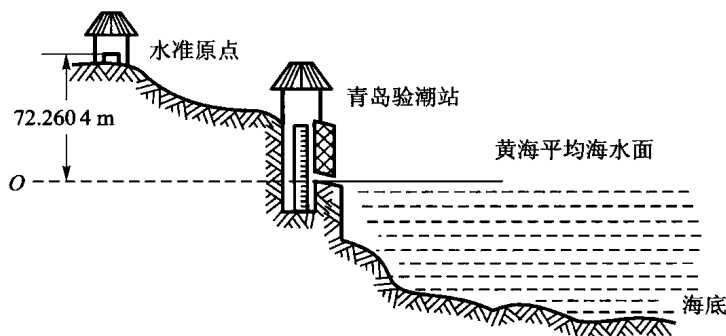


图 1-1 中国 1985 黄海高程系统示意图

已知高程的国家控制点,也可指定工地上某个固定点并假设其高程,该工区各工程的高程均以这个固定点为准进行测算。这种都是以同一任意水准面为起算面所测得的各点高程就叫做相对高程,用 H' 表示,将来如有需要,只需与国家高程控制点联测,再经换算成绝对高程就可以了。

在同一高程系统内,两点间的高程差叫做高差,用 h 表示,如图 1-2 所示, A 、 B 两点的绝对高程分别为 H_A 、 H_B ,两点的相对高程分别为 H'_A 、 H'_B ,则 AB 两点间的高差为 $h_{AB} = H_B - H_A = H'_B - H'_A$ 。如果已知其中一点高程,通过测量的方法测出两点间高差,那么很容易确定另外一点的高程,具体的测量方法将在第 2 章水准测量中详细讲解。

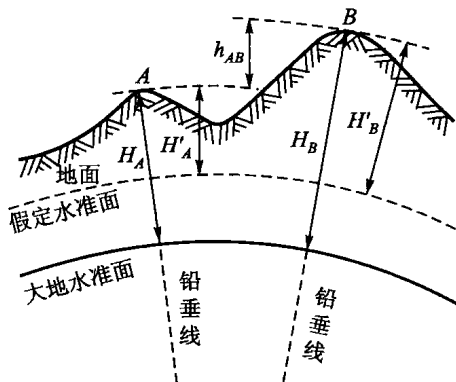


图 1-2

1.2.2 点的平面位置

在不大的区域范围内,尤其是建筑工程施工,可以不考虑地球曲率的影响而将地球表面作为平面,这样就可以用平面直角坐标来确定地面点的平面位置。

测量平面直角坐标系如图 1-3 所示,规定以南北方向为纵轴,记为 x 轴,原点以北为正,原点以南为负;以东西方向为横轴,记为 y 轴,原点以东为正,原点以西为负。测量平面直角坐标系与数学平面直角坐标系比较,主要有以下三个特点:

① 纵坐标轴为 x 轴,以北为正向;横坐标轴为 y 轴,以东为正向。

② 自 x 轴正向起顺时针排列 I、II、III、IV 象限。

③ 原点坐标 (x_0, y_0) 定为两个大的正整数,以避免在测区内出现负值坐标。例如,北京城市测量直角坐标系原点坐标为 $x_0 = 300\,000\text{ m}$, $y_0 = 500\,000\text{ m}$ 。

虽然测量直角坐标系和数学直角坐标系有不同,但数学直角坐标系的运算法则对测量直角坐标系完全适用,怎样通过测量角度、距离来计算地面点位坐标,将在后文具体讲解。

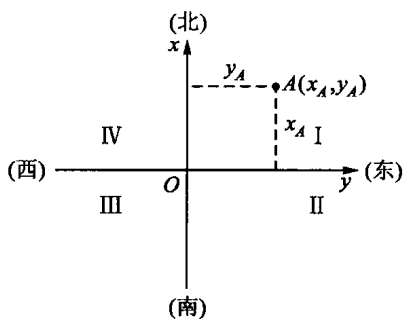


图 1-3

小知识

我国的大地原点位于陕西省泾阳县永乐镇北洪流村,是全国天文大地网整体平差时确定的。它是“1980 西安坐标系”大地坐标的起算点。

我国的水准原点位于青岛观象山。它由 1 个原点 5 个附点构成水准原点网。在“1985 国家高程基准”中水准原点的高程为 72.260 4 m。这是根据青岛验潮站 1985 年以前的潮汐资料推求的平均海面为零点的起算高程,是国家高程控制的起算点。

1.3 误差的基本知识

1.3.1 误差及其表示方法

在测量工作中,某量的观测值与该量的真实值之间存在着必然的微小差异,这个差异称为误差。但有时由于人为的疏忽或措施不周也会造成观测值与真实值之间的较大差异,这不属于误差,而是错误。误差与错误的根本区别在于前者是不可避免的,而后者可以通过仔细、认真和规范的工作加以避免。

1.3.2 误差的来源

在测量中产生误差的原因一般有以下三个方面:

① 仪器不可能绝对精良,包括仪器的制造、组装精度及仪器校正的不完善。

② 观测人员的生理习性及其感觉器官的鉴别能力有限,观测习惯各异。

③ 测量工作多为室外作业,因此不论仪器还是观测者都会受到不断变化的天气、地势等外界环境的影响。

测量成果的精确程度称为精度,精度高低取决于观测时的仪器、人员和外界环境所构成的观测条件。

1.3.3 误差的分类及性质

误差按性质可分为两类:系统误差和偶然误差。

1. 系统误差

在同一观测条件下,对某量测得的一系列观测值,其误差的数值、符号或保持不变,或按一定物理或几何规律变化,这种误差称为系统误差。系统误差有下列特点:

- ① 系统误差的大小(绝对值)为一常数或按一定规律变化。
- ② 系统误差的符号(正、负)保持不变。
- ③ 系统误差具有累积性,即误差大小随单一观测值的倍数累积。
- ④ 系统误差具有可消减性,找出系统误差产生的原因和规律,通过计算改正或改变观测条件使误差消减。

2. 偶然误差

在同一观测条件下,对某量所测得的一系列观测值,其误差的大小(绝对值)和符号(正、负)都表现出偶然性,但就大量观测误差整体来看,则具有统计规律性,这种误差称为偶然误差。偶然误差有下列特点:

- ① 在一定观测条件下,偶然误差的大小(绝对值)不超过一定的限值,即大误差出现的有界性。
- ② 绝对值较小的误差比绝对值较大的误差出现的可能性大,即小误差出现的密集性。
- ③ 绝对值相等的正误差和负误差出现的可能性相等,即正、负误差出现的对称性。
- ④ 偶然误差的算术平均值,随观测次数的无限增加而趋近于零,即全部误差出现的抵消性。

1.3.4 衡量精度的标准

1. 中误差

在实际工作中,由于观测次数的限制,为了评定精度,定义按有限次观测的偶然误差求得的标准差称为中误差,用 m 表示,即

$$m = \pm \sqrt{\frac{\sum \Delta_i^2}{n}}$$

式中: $\sum \Delta_i^2 = \Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_i^2 + \cdots + \Delta_n^2$, 即 $\sum \Delta_i^2$ 为各次测量误差的平方和。

n ——为误差的个数。

例如,设对同一个三角形分别由两组进行了 10 次等精度的观测,经计算分别求得真误差为:

第一组 $-3''$ 、 $+4''$ 、 $+3''$ 、 $0''$ 、 $+1''$ 、 $-1''$ 、 $+2''$ 、 $-6''$ 、 $+4''$ 、 $-5''$

第二组 $+9''$ 、 $-2''$ 、 $+3''$ 、 $+5''$ 、 $-8''$ 、 $0''$ 、 $+4''$ 、 $-6''$ 、 $+1''$ 、 $-5''$

这两组观测的中误差分别为:

$$m_1 = \pm \sqrt{\frac{(-3'')^2 + (4'')^2 + (3'')^2 + 0^2 + (1'')^2 + (-1'')^2 + (2'')^2 + (-6'')^2 + (4'')^2 + (-5'')^2}{10}}$$

$$= \pm 3.4''$$

$$m_2 = \pm \sqrt{\frac{(9'')^2 + (-2'')^2 + (3'')^2 + (5'')^2 + (-8'')^2 + 0^2 + (4'')^2 + (-6'')^2 + (1'')^2 + (-5'')^2}{10}}$$

$$= \pm 5.1''$$

比较 m_1 和 m_2 的值可以知道,第一组的观测精度高于第二组。

中误差也用来表示测量仪器的精度,数字越小精度越高,将在后面具体介绍。

2. 相对误差

在距离测量过程中,误差的大小和距离的长短有关。由于距离的真实值无法得到,所以往往利用钢尺对该距离进行往返丈量,并采用两次丈量结果的较差与往返丈量的平均值之比,并化为 $1/M$ 的形式来衡量丈量精度,这种形式称为相对误差,用 K 来表示,即

$$K = \frac{|D_{\text{往}} - D_{\text{返}}|}{D_{\text{平均}}} = \frac{|\Delta D|}{D_{\text{平均}}} = \frac{1}{M}$$

M 越大,观测精度越高。

3. 允许误差

允许误差也称为限差,是测量规范规定的误差最大允许值。在测量中以允许误差检核观测质量,并根据观测误差是否超出允许误差而决定观测成果的取舍。测量中一般取两倍中误差 $2m$ 为允许误差。

4. 测量中对待误差和错误的基本原则

① 观测中产生误差是不可避免的,但必须按规程操作使观测成果精度合格。

② 作业中出现错误也是难以完全杜绝的,但工作中要采取必要的校核措施,从而在最终成果中发现并剔除它。

③ 为减少误差和使最终成果正确,在测量工作中要严格审核原始依据的正确性,并坚持测、算工作步步有校核的工作方法。

1.4 测量放线工作的基本准则

为了及时准确地做好测量放线工作,测量人员在工作中应遵循以下基本准则:

① 认真学习、严格贯彻有关法令、规范、规程。明确为施工服务、对按图施工和工程进度负责的工作目的。

② 遵守先整体后局部(即先测设场地整体控制网,再以控制网为依据进行各局部建筑物的定位、放线)、高精度控制低精度的工作程序。

③ 坚持测法要科学、简捷,精度要合理、相称的工作原则。仪器精度选择要适当,操作要正确、精心。在测量精度满足工程需要的前提下,力争做到省工、省时、省费用。

④ 要严格审核测量原始依据(设计图纸、点位、数据等)的正确性,坚持测量作业与计算工作步步有校核的工作方法。

⑤ 严格执行定位、放线经自检、互检合格后,方可申请主管部门验线的工作制度。此外还要

执行安全、保密等有关规定,用好、管好施工图纸和有关资料。实测时要当场做好原始记录,测定后要及时保护好桩位并做出明显标志。

⑥ 紧密配合施工,树立团结协作、不畏艰难、实事求是、认真负责的工作作风。要充分领会设计意图,尽量利用施工间隙放线,主动为施工创造条件。

⑦ 发扬虚心学习、及时总结经验、努力开创新局面的工作精神,以适应建筑业不断发展的需要。

小知识

1. 测量放线工 1988 年正式列入建设部颁布的《土木建筑工人技术等级标准》(JGJ 42—88)中,职业序号为 13—015,职业定义为:利用测量仪器和工具,测量建筑物的平面位置和标高,并按施工图放实样、平面尺寸。技能等级设初、中、高三级以及测量技师和高级技师。

2. 测量规范是建设(筑)工程测量放线工作中必须遵循的准则和规定。

常用的规范有:《工程测量规范》(GB 50026—93),此规范为强制性国家标准,内容共 9 章 40 节及 7 个附录,由中国有色金属工业总公司主编。还有《城市测量规范》(CJJ—99),此规范适用于城市规划、城市地籍管理和城市各建设工程的勘测、设计、竣工以及城市管理等通用性测绘工作,内容共 10 则及 15 个附录,由北京市测绘设计研究院主编。

其他还有《工程摄影测量规范》(GB 50167—92),《工程测量基本术语标准》(GB/T 50228—96),《建筑变形测量规程》(JGJ/T 8—97)等。

思考与习题

1—1 名词解释:

高程 绝对高程 相对高程 大地水准面 1985 国家高程基准 误差

1—2 测量放线工作的任务和作用是什么?

1—3 测量放线工作的实质是什么?

1—4 测量直角坐标系与数学直角坐标系的区别是什么?

1—5 为什么说误差是不可避免的?

1—6 偶然误差有何特性?

1—7 衡量精度的标准是什么?

1—8 测量放线工作应遵守的基本程序是什么?

1—9 某建筑物首层室内地坪高程(± 0.000)为 44.600 m,二层地面相对高程为 $H' = +2.900$ m,室内散水相对高程 $H'_{\text{散}} = -0.600$ m。试计算二层地面和室外散水的绝对高程。

第2章

水准测量

学习目标

- 熟悉光学水准仪各外部构件的使用功能,熟悉水准仪及其基本使用方法。
- 理解水准测量的测量原理。
- 熟练使用水准仪进行水准路线测量和进行已知高程的测设。
- 掌握水准路线测量的三种形式,掌握水准测量的内外业工作。
- 了解水准仪的检验方法。

利用水准仪进行的测量工作叫做水准测量。水准仪是建筑施工中常用的测量仪器。它结构简单,操作容易,通过提供的一条水平视线实现建筑施工中高程的传递。

水准测量是目前精度较高的一种高程测量方法。其他能够测量高程的方法还有三角高程测量、GPS 高程测量和气压高程测量等。

本章着重介绍 DS₃ 型光学水准仪的使用方法以及在测量工作中的应用。

工程实例

某广场改造项目进行地面大理石铺设,要求铺设后地面和入口处地面(已有)同高。测量人员在欲铺设区域间隔一定距离打入木桩,利用水准仪观测,找出铺设后地面在各木桩上的高程位置,做出标记,施工人员在标记处拴细线进行铺设。为什么利用水准仪可以完成以上任务呢? 它的依据是水准测量的基本原理。

2.1 水准测量原理

水准测量的原理是利用水准仪提供的一条水平视线,读取竖立于两个地面点上的水准尺的读数,测定两点间的高差,再根据已知点高程计算待定点高程。从原理中可以看出,水准测量必需的仪器和工具是水准仪和水准尺。具体工作情况见图 2-1。

如图 2-1 所示,已知 A 点高程 H_A ,欲求 B 点高程 H_B 。方法为:将水准仪安置在两点之间,在 A、B 两点上竖立水准尺,利用水准仪提供的一条水平视线对水准尺进行观测读数,分别得到后视读数 a 和前视读数 b ,B 点对 A 点的高差

$$h_{AB} = a - b \quad (2-1)$$

本教材以比较基础的 DS_3 光学水准仪为例进行讲解。 DS_3 光学水准仪主要由望远镜、水准器和基座组成,具体结构如图 2-2 所示。

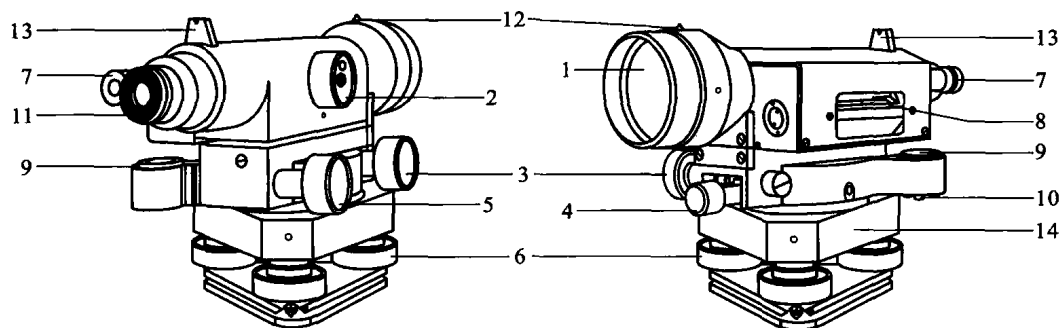


图 2-2

- 1—物镜;2—调焦螺旋;3—水平微动螺旋;4—水平制动螺旋;5—微倾螺旋;
6—脚螺旋;7—符合水准器观测镜;8—符合水准器;9—圆水准器;
10—圆水准器校正螺钉;11—目镜;12—准星;13—照门;14—基座

1. 望远镜

望远镜用来照准远处竖立的水准尺并读取水准尺上的读数,根据在目镜端观察到的物体成像情况,望远镜可以分为正像望远镜和倒像望远镜。图 2-3a 是倒像望远镜的结构图,它由物镜、调焦透镜、十字丝分划板和目镜组成。

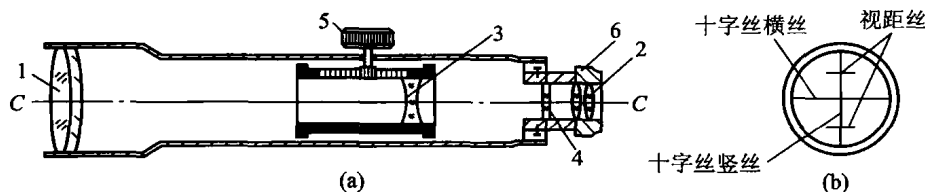


图 2-3

- 1—物镜;2—目镜;3—调焦透镜;4—十字丝分划板;5—调焦螺旋;6—十字丝调焦螺旋

目标经过物镜和调焦透镜的作用,在镜筒内成倒立、缩小的实像,通过调节调焦螺旋带动调焦透镜,可以使像清晰地成像在十字丝分划板上。目镜的作用是放大,人眼通过目镜,可以看到目标的小实像与十字丝一起放大的虚像。十字丝的作用是提供照准目标的标准。为了提高望远镜成像的质量,物镜、调焦透镜和目镜都是由多块透镜组合而成。 DS_3 水准仪望远镜的放大率一般为 28 倍。

十字丝分划板是在一直径约 10 mm 的光学玻璃圆片上刻出三根横丝和一根垂直于横丝的竖丝,如图 2-3b 所示,中间的长横丝称为横丝或者中丝,用于读取水准尺上分划的读数;上、下两根较短的横丝称为上丝和下丝,上、下丝总称为视距丝,用来测定水准仪至水准尺的距离。十字丝分划板安装在一金属圆环上,用四颗校正螺钉固定在望远镜筒上。

望远镜物镜光心与十字丝交点的连线称为望远镜的视准轴,用 CC 表示。