

高等职业技术学院房屋建筑工程专业系列教材

WUTP



建筑工程测量技术

周建郑 主编

武汉理工大学出版社

高等职业技术学院房屋建筑工程专业系列教材

建筑工程测量技术

周建郑 主 编

武汉理工大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑工程测量技术/周建郑主编. —武汉:武汉理工大学出版社, 2002.9
ISBN 7-5629-1861-9

I. 建…

II. 周…

III. 建筑测量-高等职业技术学校-教材

IV. TU90

武汉理工大学出版社出版发行

(武汉市武昌珞狮路 122 号 邮政编码:430070)

武汉理工大印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:16.75 字数:410 千字

2002 年 9 月第 1 版 2002 年 9 月第 1 次印刷

印数:1—5000 册 定价:22.00 元(含实验指导书)

(本书如有印装质量问题, 请向承印厂调换)

前言

本教材是根据高等职业学校房屋建筑工程专业建筑工程测量课程教学的要求,在总结多年教学经验并在广泛征求同行专家意见的基础上编写的。在编写过程中,本教材突出了“实用性、先进性、通用性、通俗性”的特点,在内容上力求理论与实践相结合,用现代测绘新技术逐步更新传统技术,由浅入深,循序渐进。

本教材适用于工业与民用建筑工程、水利工程、环境工程、道路与桥梁、城市规划、建筑学、农业与林业的有关专业,也可作为其他相关专业的教学用书,以及作工程技术人员的参考用书。

本教材配有《建筑工程测量实验指导书》(另册),更有利于培养学生的动手能力、理解能力和计算能力。

参加本书的编写人员:周建郑(第1、3、11章);王付全(第2、10章);潘林(第4章);郭兵(第5、8、12章);任伟(第6章);崔秀琴(第7、14章);林伟民(第9、13、15章)。本书由周建郑主编。

由于编者水平有限,书中可能存在不少缺点和错误,热忱希望广大读者批评指正。

编 者

2002年5月

目 录

1 绪论	(1)
1.1 测量学的任务及其在建筑工程中的作用	(1)
1.2 地面点位的确定	(2)
1.3 用水平面代替水准面的限度	(5)
1.4 测量工作的基本原则	(6)
思考题	(7)
习题	(7)
2 水准测量	(8)
2.1 水准测量原理	(8)
2.2 水准测量的仪器和工具	(9)
2.3 水准仪的基本操作程序	(13)
2.4 水准测量的方法	(15)
2.5 水准仪的检验与校正	(19)
2.6 水准测量误差来源及其影响	(23)
2.7 S_3 级自动安平水准仪简介	(25)
2.8 精密水准仪及电子水准仪简介	(27)
思考题	(30)
习题	(30)
3 角度测量	(32)
3.1 角度测量的基本概念	(32)
3.2 DJ_6 型光学经纬仪	(33)
3.3 经纬仪的使用	(39)
3.4 水平角观测	(41)
3.5 竖直角观测	(44)
3.6 经纬仪的检验与校正	(48)
3.7 水平角观测误差来源及消减措施	(52)
3.8 电子经纬仪简介	(54)
思考题	(55)
习题	(56)
4 距离测量与直线定向	(58)
4.1 钢尺量距	(58)
4.2 视距测量	(58)
4.3 直线定向	(66)
4.4 坐标正、反算	(68)
4.5 电磁波测距	(69)
4.6 全站型电子速测仪	(71)
思考题	(74)
习题	(74)

5	测量误差的基本知识	(75)
5.1	测量误差及其分类	(75)
5.2	偶然误差的特性	(76)
5.3	衡量精度的标准	(77)
5.4	算术平均值及其观测值的中误差	(79)
5.5	误差传播定律	(82)
	思考题	(87)
	习题	(87)
6	小区域控制测量	(88)
6.1	控制测量概述	(88)
6.2	导线测量的外业观测	(90)
6.3	导线测量的内业计算	(92)
6.4	交会法测量	(100)
6.5	三、四等水准测量	(104)
6.6	三角高程测量	(108)
6.7	GPS 全球卫星定位系统简介	(110)
	思考题	(116)
	习题	(116)
7	大比例尺地形图的基本知识	(119)
7.1	地形图和比例尺	(119)
7.2	大比例尺地形图的分幅和编号	(121)
7.3	地物地貌在图上的表示方法	(126)
	思考题	(135)
	习题	(135)
8	大比例尺地形图测绘	(136)
8.1	测图前的准备工作	(136)
8.2	经纬仪测绘法	(138)
8.3	地形图的拼接、检查与整饰	(142)
8.4	数字化测图简介	(143)
	思考题	(145)
	习题	(146)
9	地形图的应用	(147)
9.1	地形图的阅读	(147)
9.2	地形图的基本应用	(149)
9.3	地形图在工程建设中的应用	(151)
	思考题	(157)
	习题	(157)
10	施工测量的基本方法	(158)
10.1	施工测量概述	(158)
10.2	测设的基本工作	(159)
10.3	测设点位的方法	(162)
10.4	已知坡度直线的测设	(162)
	思考题	(164)
	习题	(165)
11	施工控制测量	(166)

11.1 概述	(166)
11.2 建筑基线	(168)
11.3 建筑方格网	(169)
11.4 高程控制网	(171)
思考题	(171)
习题	(171)
12 民用建筑施工测量	(172)
12.1 概述	(172)
12.2 建筑物的定位和放线	(173)
12.3 建筑物基础施工测量	(175)
12.4 墙体施工测量	(176)
12.5 高层建筑施工测量	(177)
思考题	(179)
习题	(179)
13 工业建筑施工测量	(180)
13.1 概述	(180)
13.2 厂房矩形控制网的测设	(181)
13.3 厂房柱列轴线与柱基测设	(182)
13.4 厂房预制构件安装测量	(183)
13.5 烟囱施工测量	(186)
思考题	(187)
习题	(187)
14 线路工程测量	(188)
14.1 概述	(188)
14.2 中线测量	(188)
14.3 圆曲线的测设	(189)
14.4 纵、横断面图的测绘	(193)
14.5 道路施工测量	(198)
14.6 管道施工测量	(200)
思考题	(203)
习题	(203)
15 建筑物变形观测和竣工总平面图的编绘	(205)
15.1 建筑物变形观测概述	(205)
15.2 建筑物沉降观测	(205)
15.3 建筑物倾斜观测	(208)
15.4 建筑物的裂缝与位移观测	(210)
15.5 竣工总平面图的编绘	(211)
思考题	(212)
习题	(212)
参考文献	(213)

1 绪 论

1.1 测量学的任务及其在建筑工程中的作用

测量学是研究如何测定地面点的点位,将地球表面的各种地物、地貌及其他信息测绘成图,以及确定地球形状和大小的一门科学。

根据研究对象和应用范围的不同,测量学又分为大地测量学、普通测量学、摄影测量学、工程测量学等学科。

大地测量学是研究在地球表面广大区域内建立国家大地控制网,测定地球的形状、大小和研究地球重力场的理论、技术和方法的学科。

普通测量学是研究地球表面较小区域(不顾及地球曲率的影响,把该小区域内的投影球面直接作为平面对待)内测绘工作的基本理论、技术和方法的学科。

摄影测量学是研究如何利用摄影像片来测定物体的形状、大小、位置和获取其他信息的学科。

工程测量学是研究各种工程建设中测量方法和理论的一门学科。主要研究在工程、工业和城市建设以及资源开发各个阶段进行地形和有关信息的采集、处理、施工放样、变形监测、分析与预报的理论和技術,以及与研究对象有关的信息管理和使用。

本课程主要讲述普通测量学和工程测量学的部分内容。着重介绍工业与民用建筑、道路工程、给水排水工程、村镇建设、城乡规划、水利工程中常用测量仪器的构造与使用、大比例尺地形图的测绘与应用以及一般工程的施工测量。

建筑工程测量是测量学的一个组成部分。它包括建筑工程在规划设计、施工建筑和运营管理阶段所进行的各种测量工作。

(1)规划设计阶段:测绘该工程建设区域的地形图,为规划设计提供各种比例尺的地形图和测绘资料。

(2)施工建筑阶段:将图纸上设计好的建(构)筑物的平面位置和高程,按设计要求在实地上标定出来,作为施工的依据;在施工过程中,要进行各种施工测量工作,以保证所建工程符合设计要求。

(3)运营管理阶段:对工程中的重要建(构)筑物要定期进行变形观测,了解建(构)筑物的变形规律,确保工程的安全。

由此可见,各种工程建设以及工程建设的各个阶段都离不开测量工作,测量工作贯穿于工程建设的始终。作为一名工程技术人员,必须掌握必要的测量知识和技能,才能担负起工程规划设计、施工建筑和运营管理等各个阶段的任务。

1.2 地面点位的确定

1.2.1 地球的形状和大小

测量工作的主要研究对象是地球的自然表面,众所周知,地球的表面是极不规则的,我国西藏与尼泊尔交界处的珠穆朗玛峰高达 8848.13m,而在太平洋西部的马里亚纳海沟则深达 11022m。两者相比,起伏变化非常之大,虽然如此,这种起伏变化和庞大的地球(半径约 6371km)比较起来是微不足道的。此外,地球表面约 71% 的面积被海洋覆盖,陆地面积仅占约 29%,因此人们就把地球总的形状看作是被海水包围的球体,于是设想有一个静止的、没有潮汐风浪等影响的海洋表面,向陆地延伸并处处保持与铅垂线方向正交的封闭曲面,称为大地水准面。大地水准面所包围的形体称为大地体,大地体就代表了地球的形状和大小。

地球上任何自由静止的水面都是水准面,水准面有无数多个,水准面的特性是处处与铅垂线(重力作用线)垂直,与水准面相切的平面称为水平面。大地水准面、水平面和铅垂线是测量的基准面和基准线。

由于地球内部质量分布不均匀,导致地面上各点的铅垂线方向产生不规则变化,所以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。

如果把地球表面的形状投影到这个不规则的曲面上,将无法进行测量的计算工作。为了使用方便起见,人们选择了一个与大地体形状和大小较为接近的

旋转椭球来代替大地体,通过定位使旋转椭球与大地体的相对位置固定下来,这个旋转椭球称为参考椭球。参考椭球的表面是一个规则的数学曲面,它是测量计算和投影制图所依据的面。

参考椭球面是由椭圆 NSEW 绕 NS 轴旋转而成,参考椭球的元素有长半径 a ,短半径 b 和扁率 $\alpha (\alpha = (a - b)/a)$,只要知道其中两个元素,即可确定参考椭球的形状和大小,通常采用 a 和 α 两个元素。

在新中国成立初期,鉴于当时的历史条件,我国采用的是前苏联选定的克拉索夫斯基椭球,其参数为:

$$a = 6378245\text{m}$$

$$\alpha = 1 : 298.3$$

并以前苏联普尔科夫天文台为大地原点的椭球定位为依据,建立了我国的大地坐标系,称为“1954 年北京坐标系”。后来根据大量的测量数据表明,该坐标系所选的参考椭球与我国实际情况相差较大,与我国大地水准面情况不相适应,故自 1980 年以后,我国采用国际大

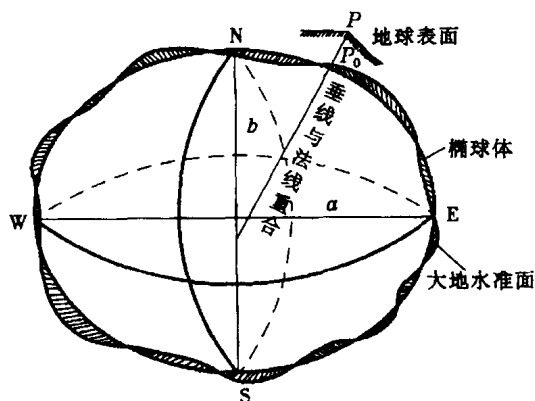


图 1.1

地测量与地球物理联合会(IUGG)十六届大会(1975)推荐的椭球,其参数为:

$$a = 6378140\text{m}$$

$$\alpha = 1 : 298.257$$

大地原点设在我国中部的陕西省泾阳县永乐镇,通过对椭球定位,建立了我国自己的大地坐标系,称为“1980 年国家大地坐标系”。

由于参考椭球的扁率很小,而普通测量中所研究的对象仅局限于很小的范围,故一般可将地球近似地看成为一个圆球,其半径为:

$$R = 1/3(a + a + b) = 6371\text{km}$$

1.2.2 确定地面点位的方法

在高低起伏的地球自然表面上,地面点的位置通常以坐标和高程来表示。

1.2.2.1 地面点的坐标

(1)大地坐标

用大地经度 L 和大地纬度 B 表示地面点在参考椭球面上投影位置的坐标,称为大地坐标。

如图 1.2 所示, O 为参考椭球的球心, NS 为椭球的旋转轴,通过该轴的平面称为子午面(如图中的 $NPMS$ 面)。子午面与椭球面的交线称为子午线,又称为经线,其中通过英国伦敦原格林尼治天文台的子午面和子午线分别称为起始子午面和起始子午线。通过球心 O 且垂直于 NS 轴的平面称为赤道面(如图中的

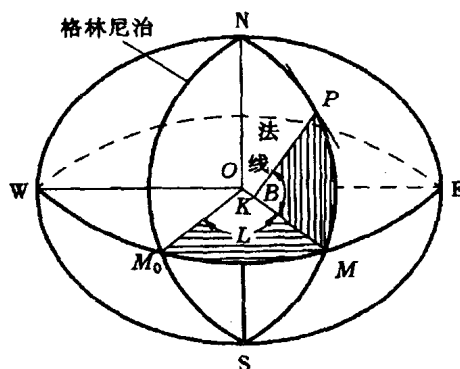


图 1.2

WM_0ME),赤道面与参考椭球面的交线称为赤道。通过椭球面上任一点 P 且与过 P 点切平面垂直的直线 PK ,称为 P 点的法线。地面上任一点都可以向参考椭球面作一条法线。地面点在参考椭球面上的投影,即通过该点的法线与参考椭球面的交点。

大地经度 L ,即通过参考椭球面上某点的子午面与起始子午面的夹角。由起始子午面起,向东 $0 \sim 180^\circ$ 称为东经;向西 $0 \sim 180^\circ$ 称为西经。同一子午线上各点的大地经度相同。

大地纬度 B ,即参考椭球面上某点的法线与赤道面的夹角。从赤道面起,向北 $0 \sim 90^\circ$ 称为北纬;向南 $0 \sim 90^\circ$ 称为南纬。纬度相同的点的连线称为纬线,它平行于赤道。

地面点的大地经度和大地纬度可以通过大地测量的方法确定。

(2)高斯平面直角坐标

大地坐标是球面坐标,用它表示地面点的位置形象直观,但其观测和计算都比较复杂。在工程建设的规划、设计与施工中,更多的则是需要把它投影到某个平面上来。

在大面积的地形测绘中,我国采用的是高斯平面直角坐标系。该坐标系是采用分带(经差 6° 或 3° 为一带)投影的方法进行投影,将每一投影带经投影展开成平面后,以中央子午线的投影为 x 轴,赤道投影为 y 轴而建立的平面直角坐标系。地面点在该坐标系内的坐标称为高斯平面直角坐标系。

(3)平面直角坐标

对于小范围的测区,以水平面作为投影面,地面点在水平面上的投影位置用平面直角坐标表示。

如图 1.3 所示,在水平面上选定一点 O 作为坐标原点,建立平面直角坐标系。纵轴为 x 轴,与南北方向一致,向北为正,向南为负;横轴为 y 轴,与东西方向一致,向东为正,向西为负。则地面点 A 沿着铅垂线方向投影到该水平面上,则平面直角坐标系 x_A 、 y_A 就表示了 A 点在该水平面上的投影位置。如果坐标系的原点是任意假设的,则称为独立的平面直角坐标系。为了不使坐标出现负值,对于独立测区,往往把坐标原点选在西南角以外适当位置。

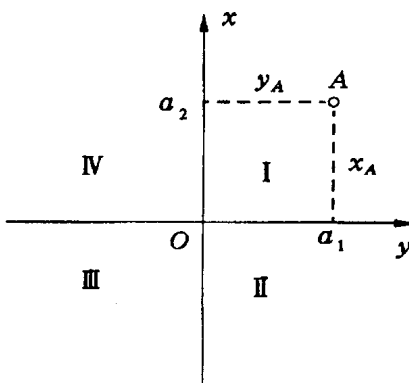


图 1.3

地面点的平面直角坐标,可以通过观测有关的角度和距离,通过计算的方法确定。

应当指出,测量上采用的平面直角坐标系与数学中的平面直角坐标系从形式上看是不同的。这是由于我国在测量上所用的方向是从北方向(纵轴方向)起按顺时针方向以角度计值,同时它的象限划分也是按顺时针方向编号的,因此它与数学上的平面直角坐标系(角值从横轴正方向起按逆时针方向记值,象限按逆时针方向编号)没有本质区别,所以数学上的三角函数计算公式可不加任何改变地直接应用在测量的计算中。

1.2.2.2 地面点的高程

(1)绝对高程

地面点沿铅垂线方向至大地水准面的距离称为绝对高程,亦称为海拔。在图 1.4 中,地面点 A 和 B 的绝对高程分别为 H_A 和 H_B 。

我国规定以黄海平均海面作为大地水准面。黄海平均海面的位置,是青岛验潮站对潮汐观测井的水位进行长期观测确定的。由于平均海面不便随时联测使用,故在青岛观象山上建立了“中华人民共和国水准原点”,作为全国推算高程的依据。1956 年,验潮站根据连续 7 年(1950~1956)的潮汐水位观测资料,第一次确定黄海平均海面的位置,测得水准原点的高程为 72.289m;按这个原点高程为基准去推算全国的高程,称为“1956 年黄海高程系”,由于该高程系存在验潮时间过短、准确性较差的问题,后来验潮站又根据连续 28 年(1952~1979)的潮汐水位观测资料,进一步确定了黄海平均海水面的精确位置,再次测得水准原点的高程为 72.2604m;1985 年决定启用这一新的原点高程作为全国推算高程的基础,并命名为“1985 国家高程基准”。

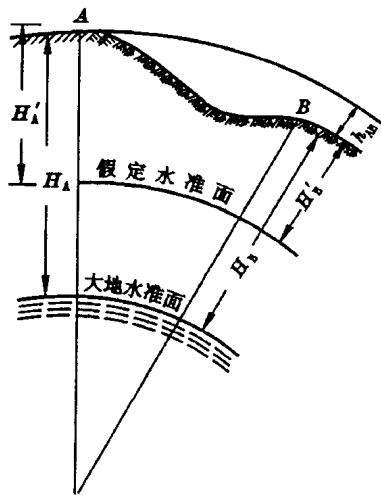


图 1.4

(2)相对高程

地面点沿铅垂线方向至任意假定水准面的距离称为该点的相对高程,亦称为假定高程。在图 1.4 中,地面点 A 和 B 的相对高程分别为 H'_A 和 H'_B 。

两点高程之差称为高差,以符号 h 表示。图 1.4 中, A 、 B 两点的高差 $h_{AB} = H_B - H_A = H'_B - H'_A$ 。测量工作中,一般采用绝对高程,只有在偏僻地区,没有已知的绝对高程点可以引测时,才采用相对高程。

综上所述,确定地面点的位置必须进行三项基本测量工作,即角度测量、距离测量和高程测量。在以后的有关章节中,将详细介绍进行这三项工作的基本方法。

1.3 用水平面代替水准面的限度

当测区范围较小,可以用水平面代替水准面,即以平面代替曲面。这样的替代可使测量的计算和绘图工作大为简化。但当测区范围较大时,就必须顾及地球曲率的影响。那么多大范围才允许用水平面代替水准面呢? 下面就来讨论这个问题。

1.3.1 用水平面代替水准面对距离的影响

如图 1.5 所示,设地球是半径为 R 的圆球。地面上 A 、 B 两点投影到大地水准面上的距离为弧长 D ,投影到水平面上的距离为 D' ,显然两者之差即为用水平面代替水准面所产生的距离误差,设其为 ΔD ,则

$$\Delta D = D' - D = R \operatorname{tg} \theta - R \theta$$

式中, θ 为弧长 D 所对的圆心角。将 $\operatorname{tg} \theta$ 用级数展开,并取级数前两项,得

$$\Delta D = R \left(\theta + \frac{1}{3} \theta^3 \right) - R \theta = \frac{1}{3} R \theta^3$$

$$\text{因为 } \theta = \frac{D}{R}, \text{ 故 } \Delta D = \frac{D^3}{3R^2} \quad (1.1)$$

以 $R = 6371 \text{ km}$ 和不同的 D 值代入上式,算得相应的 ΔD 和 $\Delta D/D$ (相对误差)值列在表 1.1。由表 1.1 可以看出,距离为 10 km 时,产生的相对误差为 $1/120$ 万,小于目前最精密测距的允许误差 $1/100$ 万。因此可以认为:在半径为 10 km 的区域,地球曲率对水平距离的影响可以忽略不计。即可以把该部分水准面当作水平面看待,在精度要求较低的测量工作中,其半径可扩大到 25 km 。

表 1.1 地球曲率对水平距离和高程的影响

距离 D	距离误差 $\Delta D(\text{mm})$	距离相对误差 $\Delta D/D$	高程误差 $\Delta h(\text{mm})$
100m	0.000 008	1/1 250 000 万	0.8
1km	0.008	1/12 500 万	78.5
10km	8.2	1/120 万	7850.0
25km	128.3	1/19.5 万	49050.0

1.3.2 用水平面代替水准面对高程的影响

在图 1.5 中,从大地水准面起算,地面点 B 的高程为 H_B ,从水平面起算, B 点的高程为 H'_B ,显然其差值 Δh 即为用水平面代替水准面对高程所产生的影响。

由图 1.5 可得

$$(R + \Delta h)^2 = R^2 + D'^2$$

因 D' 与 D 相差甚小,以 D 代替 D' ,由上式解得

$$\Delta h = \frac{D^2}{2R + \Delta h}$$

在分母中, Δh 与 $2R$ 比较可以忽略不计,于是上式可写成

$$\Delta h = \frac{D^2}{2R} \quad (1.2)$$

以 $R = 6371\text{km}$ 和不同的 D 值代入上式,算得相应的 Δh 值列在表 1.1。从表中可以看出,用水平面代替水准面所产生的高程误差,随着距离的平方而增加,很快就达到了不能允许的程度。所以即便是距离很短,也不能忽视地球曲率对高程的影响。

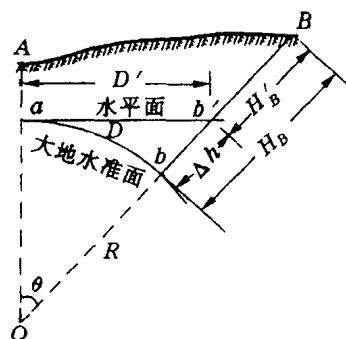


图 1.5

1.4 测量工作的基本原则

地形测图,通常是在选定的点位上安置仪器,测绘地物、地貌。若只是在一个选定的点位上施测整个测区所有的地物、地貌,则是十分困难甚至是不可能的。如图 1.6 所示,在 A 点只能测绘 A 点附近的房屋、道路、地面起伏等地物、地貌,对于山的另一面或较远的地方就观测不到,因此必须连续的逐个设站观测。也就是说测量工作必须按照“先整体后局部”,“先控制后碎部”的原则进行。

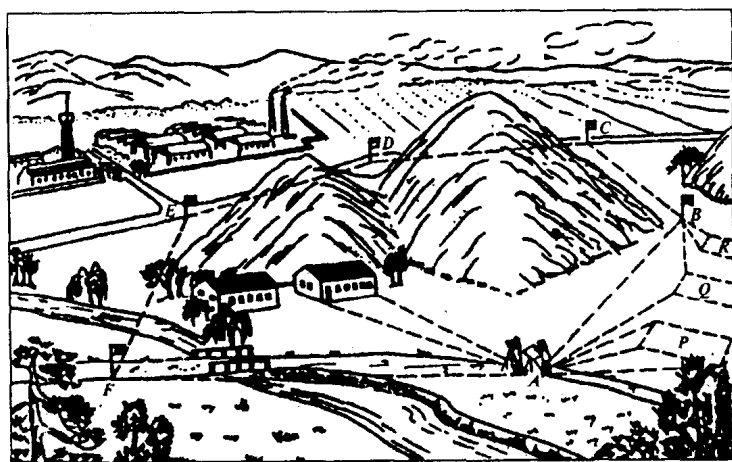


图 1.6

在布局上应先考虑整体,再考虑局部;工作步骤是先进行控制测量,再进行碎部测量。在图 1.6 中,先在整个测区范围内均匀选定若干数量的控制点,如图中的 A、B、C、D、E、F 点,以控制整个测区。将选定的控制点按照一定方式联结成网形,称为控制网。以较精密的测量方法测定网中各个控制点的平面位置和高程,这项工作称为控制测量。然后分别以这些控制点为依据,测定点位附近地物、地貌的特征点(碎部点),并勾绘成图,这项工作称为碎

部测量。

按照“先整体后局部”,“先控制后碎部”的原则实施测图,由于建立了统一的控制系统,使整个测区各个局部都具有相同的误差分布和精度,尤其对于大面积的分幅测图,不但为各图幅的同步作业提供了便利,同时也有效的保证了各个相邻图幅的拼接和使用。

“先整体后局部”,“先控制后碎部”的原则同样适用于建筑工程测量。为了将图上设计的建筑物放样到实地去,应当先建立施工测量控制网,然后根据控制点和放样数据来测设建筑物的细部点。

思考题

1. 测量学的任务是什么?
2. 大地水准面的定义?
3. 确定地面点的位置必须进行的三项基本测量工作是什么?

习 题

1. 我国 1980 年国家大地坐标系的大地原点设在我国中部的_____泾阳县永乐镇。
2. 1954 年北京坐标系采用的是前苏联选定的_____椭球。其参数为: $a =$ _____
 $m, \alpha =$ _____。
3. 通过英国伦敦原格林尼治天文台的子午面和子午线分别称为_____子午面和_____子午线。
4. 地面点沿铅垂线方向至大地水准面的距离称为_____高程,亦称为海拔。
5. 地面点沿铅垂线方向至任意假定水准面的距离称为该点的_____高程,亦称为假定高程。
6. 测量工作必须按照“_____”,“_____”的原则进行。
7. 在半径为_____ km 的区域,地球曲率对水平距离的影响可以忽略不计。即可以把该部分水准面当作水平面看待。
8. 在测量工作中,一般采用_____高程。
9. 用水平面代替水准面所产生的高程误差,随着距离的_____而增加,很快就达到了不能允许的程度。所以即便是距离很短,也不能忽视地球曲率对高程的影响。

2 水准测量

2.1 水准测量原理

测定地面点高程的方法有几何水准测量(简称水准测量)、三角高程测量(间接高程测量)和气压高程测量(物理高程测量),其中水准测量的精度最高,是测定地面点高程的主要方法。本章主要介绍水准测量。

2.1.1 水准测量原理

水准测量的原理是利用水准仪提供的水平视线,直接测定出地面上两点间的高差,然后根据已知点的高程推算出待定点的高程。

如图 2.1 所示,已知 A 点高程 H_A ,欲测定 B 点的高程 H_B ,则可在 A、B 两点的中间安置一台能提供水平视线的仪器——水准仪,并分别在 A、B 两点上各竖立一根有刻划的标尺——水准尺,用水准仪的水平视线分别读取 A、B 两点上的水准尺读数。若水准测量是由 A 点到 B 点方向,则规定 A 为后视点,其标尺读数 a 称为后视读数;B 为前视点,其标尺读数 b 称为前视读数。根据几何学中平行线的性质可知,A 点到 B 点的高差或 B 点相对于 A 点的高差为

$$h_{AB} = a - b \quad (2.1)$$

由式(2.1)知,地面上两点间的高差等于后视读数减去前视读数。当后视读数 a 大于前视读数 b 时, h_{AB} 值为正,说明 B 点高于 A 点;反之,则 A 点高于 B 点, h_{AB} 为负值。

待定点 B 的高程为

$$H_B = H_A + h_{AB} \quad (2.2)$$

由视线高计算 B 点高程的方法,在建筑工程测量中被广泛应用。如图 2.1 可知,A 点的高程加上后视读数等于水准仪的视线高程,简称视线高,设为 H_i ,即

$$H_i = H_A + a \quad (2.3)$$

则 B 点的高程等于视线高减去前视读数,即

$$H_B = H_i - b = (H_A + a) - b \quad (2.4)$$

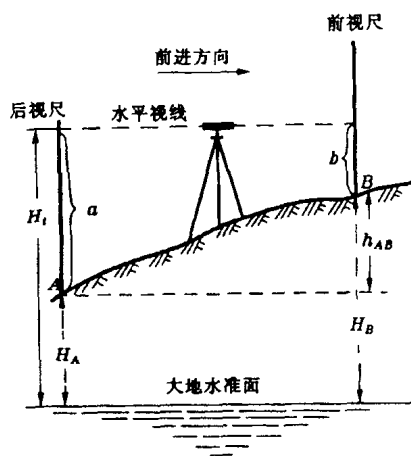


图 2.1

2.1.2 转点、测站

在水准测量工作中,已知点到待定点之间距离往往较远或高差较大,仅安置一次仪器是

不行的。

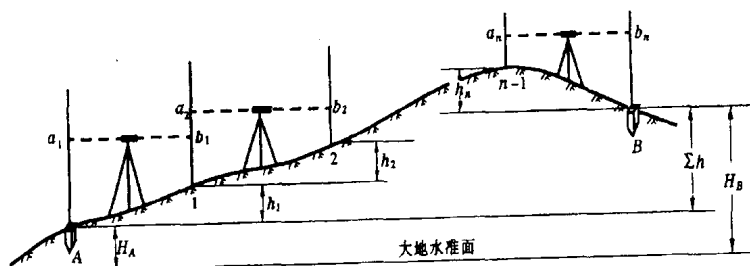


图 2.2

如图 2.2 所示,设已知点 A 的高程为 H_A ,要测定 B 点的高程,必须在 A、B 两点之间连续设置若干个测站。进行观测时,每安置一次仪器观测两点间的高差,称为一个测站;作为传递高程的临时立尺点 1,2, ..., $n-1$ 称为转点。各测站的高差为

$$h_1 = a_1 - b_1$$

$$h_2 = a_2 - b_2$$

...

$$h_n = a_n - b_n$$

因此 A、B 两点间的高差为

$$h_{AB} = h_1 + h_2 + \cdots + h_n = \sum_{i=1}^n h_i \quad (2.5)$$

或写成

$$h_{AB} = (a_1 - b_1) + (a_2 - b_2) + \cdots + (a_n - b_n) = \sum_{i=1}^n a_i - \sum_{i=1}^n b_i \quad (2.6)$$

实际作业中,可先算出每站的高差,求和后得出 A、B 两点的高差 h_{AB} ,再用式(2.6)计算出高差 h_{AB} ,检核计算是否正确。

2.2 水准测量的仪器和工具

水准仪的类型很多,我国按其精度指标划分为 DS_{05} 、 DS_1 、 DS_3 和 DS_{10} 四个等级,D 和 S 分别为“大地测量”和“水准仪”汉语拼音的第一个字母,数字 05、1、3、10 等指用该类型水准仪进行水准测量时每公里往、返测高差中数的偶然误差值,分别不超过 0.5mm、1mm、3mm、10mm。一般可省略“D”只写“S”,建筑工程测量中常用的是 S_3 型水准仪。

2.2.1 S_3 型水准仪

如图 2.3 是我国生产的 S_3 型水准仪。 S_3 型水准仪主要有望远镜、水准器和基座三个组成部分,现分述如下。

2.2.1.1 望远镜

望远镜是构成水平视线、瞄准目标并对水准尺进行读数的主要部件。

如图 2.4 所示。它由物镜、调焦透镜、十字分划板、目镜等组成。物镜光心与十字丝交

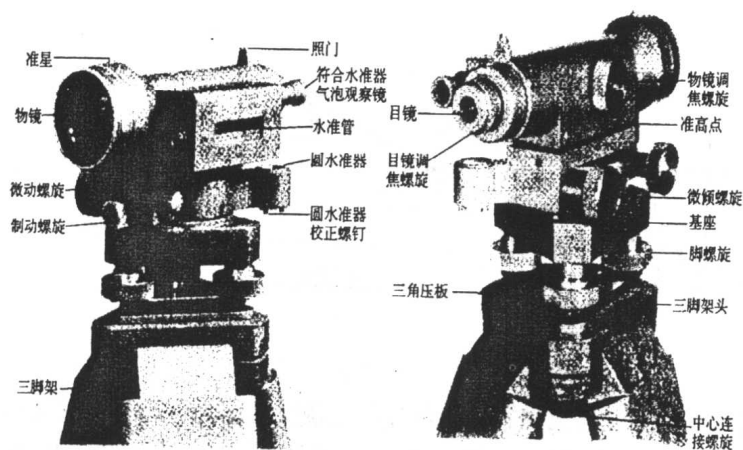


图 2.3

点的连线称为望远镜的视准轴,视准轴是瞄准目标和读数的依据。

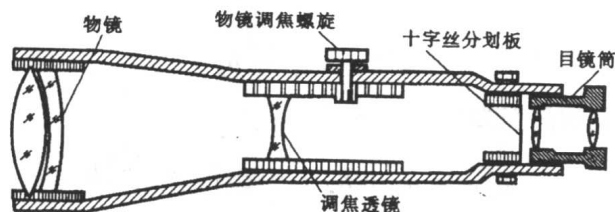


图 2.4

目前水准仪上的望远镜多采用内对光式的倒像望远镜,其成像原理如图 2.5 所示。目标 AB 经过物镜 I 和调焦透镜 II 的作用在镜筒内构成倒立的小实像 ab ,转动调焦螺旋时,调焦透镜随之前后移动,使远近不同的目标清晰地成像在十字丝分划板上;再经过目镜 III 放大,使倒立的小实像放大成为倒立的大虚像 a_1b_1 。

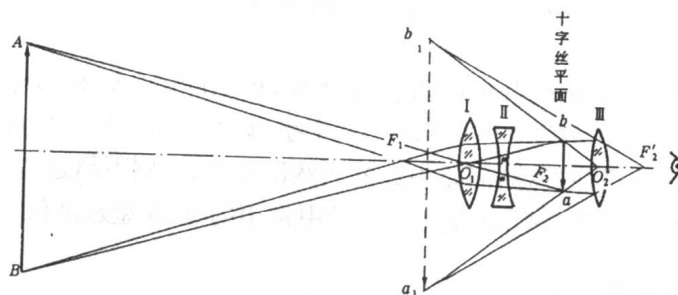


图 2.5

经望远镜放大的虚像与眼睛直接看到的目标大小的比值,称为望远镜的放大率,通常用 V 表示。 S_3 型水准仪的望远镜放大率一般不低于 28 倍。

十字丝分划板是一块圆形平板玻璃,上面刻有相互正交的十字丝,如图 2.6 所示为十字