

图说建筑工种轻松速成系列

图说 测量放线工技能 轻松速成

【图解工种干般事 细说作业全流程】

【基础知识全解析 操作流程一线穿】

【安全作业守章程 图文双色简又明】

许佳琪 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



图说建筑工种轻松速成

图说测量放线工技能 轻松速成

主编 许佳琪

参编 白雅君 高 飞 刘 明 史浩江
王小东 王志良 杨梦乔 于 璐
张 萌 张钟文 赵华宇

机械工业出版社

本书根据测量放线工的特点,从零起点的角度,采用图解的方式讲解了测量放线工应掌握的操作技能,主要包括:测量放线基础知识、测量仪器及设备的使用、测量放线方法、地形测量、建筑施工测量、建筑物变形观测及施工安全。

本书可作为测量放线工培训使用,也可作为测量相关专业人员及大专院校相关专业师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

图说测量放线工技能轻松速成/许佳琪主编. —北京:机械工业出版社, 2016.5

(图说建筑工种轻松速成系列)

ISBN 978-7-111-53543-0

I. ①图… II. ①许… III. ①建筑测量-图解 IV. ①TU198-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第077829号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:薛俊高 责任编辑:薛俊高 责任校对:薛娜

封面设计:马精明 责任印制:常天培

涿州市京南印刷厂印刷

2016年6月第1版第1次印刷

184mm×260mm·11.25印张·262千字

标准书号:ISBN 978-7-111-53543-0

定价:35.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线:010-88361066

读者购书热线:010-68326294

010-88379203

封面防伪标均为盗版

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

金书网:www.golden-book.com

教育服务网:www.cmpedu.com

前言

建筑业是我国国民经济的重要支柱产业之一，在建设领域测量是贯穿于全过程、实践性强、操作性要求较高的基本技术，是从事土木工程规划设计与施工技术工作的基础。测量广泛应用于基础建设领域的房屋建筑、交通、能源、水电等工程的勘测设计、施工和管理各阶段，也是建筑工程人员必备的技能。

目前，随着高科技的发展，用于施工测量工作的全站仪、GPS 技术已经逐渐在取代传统而落后的测量方法，而当前社会的测量放线技术人员不能仅仅局限于传统技术的掌握，应当勇于进取，不断学习，以适应新科技带来的改变。为了帮助测量放线工熟练掌握测量放线的技能要求，我们组织相关专业人员编写了本书。

本书主要有以下几大特点：

(1) 有完整的架构体系，特别是附有基础知识、基本概念和安全知识的讲解，适合于测量放线工培训使用。

(2) 随文附有实物照片图和现场作业图及漫画插图，能更多层次，立体形象地展示操作要点和技能。

(3) 文前附有本章重点难点提示，文后附本章小结及综述，以便于读者对重点内容的掌握。

相信通过学习，广大测量放线工可以凭借一技之长，在顺利走上就业岗位的同时也能提升岗位技能。本书内容主要包括：测量放线基础知识、测量仪器及设备的使用、测量放线方法、地形测量、建筑施工测量、建筑物变形观测及施工安全。本书可作为测量放线工培训使用，也可作为测量相关专业人员及大专院校相关专业师生阅读参考。

由于编者水平有限，书中不妥之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编者
2016 年元月

目 录

前言

第 1 章 测量放线基础知识	1
1.1 测量放线的工作内容	1
1.2 测量放线常用计量单位	2
1.3 地面点位置表示	3
1.4 测量误差	7
第 2 章 测量仪器及设备的使用	13
2.1 钢卷尺量距的工具及设备	13
2.2 水准器	18
2.3 水准仪	19
2.4 经纬仪	38
2.5 方向测量的仪器	59
2.6 全站仪	60
2.7 GPS 卫星定位系统	64
第 3 章 测量放线方法	67
3.1 水准测量	67
3.2 角度测量	74
3.3 距离测量	83
3.4 建筑物的定位与放线	88

第 4 章 地形测量	97
4.1 地形图的基本知识	97
4.2 地形图的测绘	104
4.3 地形图测绘应用	111
第 5 章 建筑施工测量	117
5.1 建筑施工测量概述	117
5.2 建筑施工放样基本工作	118
5.3 建筑施工场地控制测量	125
5.4 民用建筑施工测量	130
5.5 高层建筑施工测量	139
第 6 章 建筑物变形观测	143
6.1 建筑物沉降观测	143
6.2 建筑物倾斜观测	150
6.3 建筑物位移观测	152
6.4 建筑物裂缝观测	157
第 7 章 施工安全	160
7.1 施工测量管理体系	160
7.2 施工测量安全管理	166
参考文献	175

第1章

测量放线基础知识



本章重点难点提示

1. 了解测定地面点平面位置及高程的方法。
2. 熟悉测量放线的常用计量单位。
3. 了解各种测量坐标系及高程系统，在测量工作中得以应用。
4. 了解各种测量误差的来源与分类，在测量工作尽量避免出现误差。

1.1 测量放线的工作内容

1. 测定地面点平面位置

测定地面点平面位置时，通常不直接来测定，而是通过测量水平角和水平距离并经计算而求得。

如图 1-1 所示，在图中的坐标系中，如果能测得原点 O 附近 A 点的位置，那么只要能够测得水平角度 α_1 （也称为方位角）及距离 D_1 ，用三角公式可算出点 A 的坐标， $x_1 = D_1 \cos \alpha_1$ ， $y_1 = D_1 \sin \alpha_1$ 。如此再测得角度 β_1 、 β_2 、……，测得 D_2 、 D_3 、……，利用数学中极坐标和直角坐标的互换公式，即可推算出 B 、 C 、……点的坐标数值。

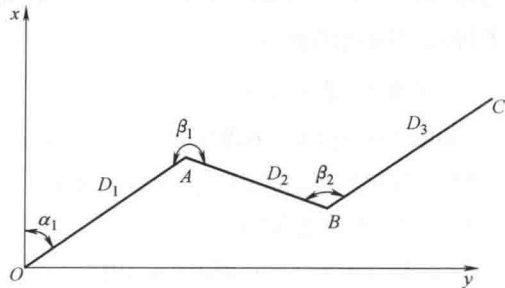


图 1-1 测定地面点位置

因此,测定地面点平面位置,只要从坐标原点开始,逐点测得水平角和水平距离,就可推算出所测点的坐标,确定其平面位置。

2. 测定地面点的高程

要想测定地面点的高程,只要已知其中一点的高程,再测得两点之间的高差,进而便可推算出欲求点的高程。

如图 1-2 所示,设 A 为已知高程点, B 为待定点。利用高差公式 $H_B = H_A + h_{AB}$,如果测得 A 、 B 之间的高差 h_{AB} ,即可算出 B 点的高程。

因此,测定地面点高程的主要测量工作即是测量高差工作。

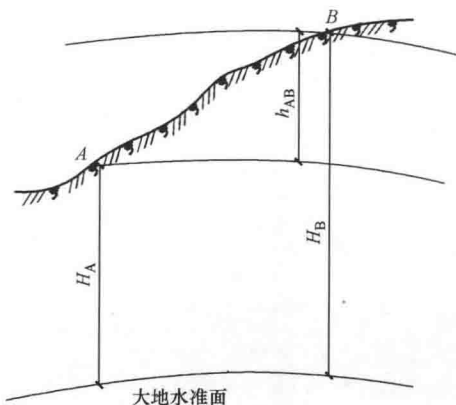


图 1-2 测定地面点的高程

1.2 测量放线常用计量单位

1. 长度单位

国际通用长度基本单位为米 (m),我国采用国际长度基本单位作为法定长度计量单位,采用的米 (m) 制与其他长度单位关系如下:

$$1\text{m (米)} = 10\text{dm (分米)} = 100\text{cm (厘米)} = 1000\text{mm (毫米)} = 10^6\mu\text{m (微米)} = 10^9\text{nm (纳米)}$$

$$1\text{km (千米)} = 1000\text{m (米)}$$

2. 面积与体积单位

我国法定的面积单位,当面积较小时用平方米 (m^2),当面积较大时用平方千米 (km^2), $1\text{km}^2 = 10^6\text{m}^2$ 。体积单位规定用立方米或方 (m^3)。

3. 时间单位“秒”

经典的时间标准是用天文测量方法测定的。设将测量仪器的望远镜指向天顶,则某一天体连续两次通过望远镜纵丝的时间间隔就等于 24h (小时)。1h 的 $1/3600$ 就等于 1s (秒)。当然精确的“秒”要用一年甚至几年的时间间隔细分后求得。自 20 世纪 70 年代起则改用原子钟取得时间的标准。

4. 其他长度单位换算

$$1\text{mile (英里)} = 1.6093\text{km}, 1\text{yd (码)} = 3\text{ft (英尺)}$$

$$1\text{ft (英尺)} = 12\text{in (英寸)} = 30.48\text{cm}$$

$$1\text{in (英寸)} = 2.54\text{cm}$$

$$1\text{n mile (海里)} = 1.852\text{km} = 1852\text{m}$$

$$1\text{里} = 500\text{m}$$

1 丈 = 10 尺 = 100 寸, 1 尺 = 1/3m

5. 角度单位换算

1 度 (d) = 60 分 (m) = 3600 秒 (s)

$\rho^{\circ} = 180^{\circ} / \pi = 57.30^{\circ} = 3438' = 206265''$

6. 测量数据计算的凑整规则

测量数据在成果计算过程中, 往往涉及凑整问题。为了避免凑整误差的积累而影响测量成果的精度, 通常采用以下凑整规则: 被舍去数值部分的首位大于 5, 则保留数值最末位加 1; 被舍去数值部分的首位小于 5, 则保留数值最末位不变; 被舍去数值部分的首位等于 5, 则保留数值最末位凑成偶数。即大于 5 则进, 小于 5 则舍, 等于 5 视前一位数而定, 奇进偶不进。如下列数字凑整后保留三位小数时, 3.14159 → 3.142 (奇进), 2.64575 → 2.646 (进 1), 1.41421 → 1.414 (舍去), 7.14256 → 7.142 (偶不进)。

1.3 地面点位置表示

1. 地球形状及大小

测量要在地球表面进行, 地球表面是不平的, 也是不规则的。虽然地球表面深浅不一, 但相对于半径为 6371km 的地球来说还是很小的。就整个地球而言, 71% 是被海洋所覆盖, 因此人们把地球总的形状看成是被海水包围的球体。如果把球面设想成一个静止的海水面向陆地延伸而形成的封闭的曲面, 那么这个处于静止状态的海水面就称为水准面, 它所包围的形体称为大地体。

通常, 人们取地球平均的海水面作为地球形状和大小的标准, 把平均海水面称为大地水准面, 如图 1-3 所示, 测量工作是在大地水准面上进行的。

静止的水准面受重力作用处处与铅垂线正交, 由于铅垂面也是不规则的, 因此大地水准面也是一个不规则的曲面。测量工作通常要用悬挂垂球的方法确定铅垂线的方向, 铅垂线的方向也就是测量工作的基准线。

由于大地水准面是个不规则的曲面, 在其面上是不便于建立坐标系和进行计算的, 所以要寻求一个规则的曲面来代替大地水准面。测量实践证明, 大地体与一个以椭圆的短轴为旋转轴的旋转椭球的形状十分相似, 而旋转椭球是可以用公式来表达的。这个旋转椭球可作为地球的参考形状和大小, 称为参考椭球体, 如图 1-4 所示。

决定地球椭球体形状和大小的参数是椭圆的长半轴 a 、短半轴 b 及扁率 α , 关系式为:

$$\alpha = \frac{a-b}{a}$$

由于地球椭球体的扁率 α 很小, 当测量区域不大时, 可将地球看作圆球, 即半径取作 6371km。

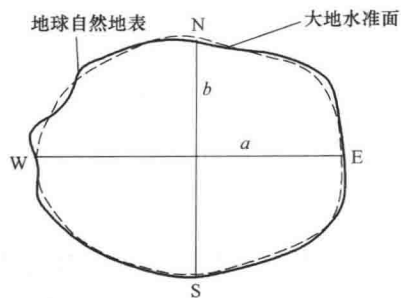


图 1-3 地球形状

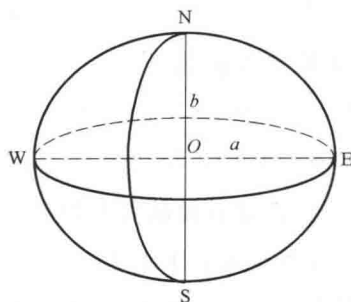


图 1-4 地球椭球体

2. 测量坐标系

(1) 大地坐标系。在测量工作中，点在椭球面上的位置用大地经度和大地纬度来表示。经度即为通过某点的子午面与起始子午面的夹角，纬度即是指经过某点法线与赤道面的夹角。这种以大地经度和大地纬度表示某点位置的坐标系称为大地坐标系，也是全球统一的坐标系。

图 1-5 中， P 点子午面与起始子午面的夹角 L 就是 P 点的经度，过 P 点的法线与赤道面的夹角 B 就是 P 点的纬度。地面上任何一点都对应着一对大地坐标。

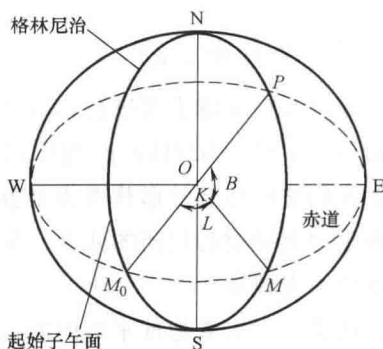


图 1-5 大地坐标系

(2) 平面直角坐标系

1) 独立平面直角坐标。在小区域内进行测量时，常采用独立平面直角坐标来测定地面点位置。

如图 1-6 所示，独立平面直角坐标系规定南北方向为坐标纵轴 x 轴（向北为正），东西方向为坐标横轴 y 轴（向东为正），坐标原点一般选在测区西南角以外，以使测区内各点坐标均为正值。其与数学上的平面直角坐标系不同，为了定向方便，测量上，平面直角坐标系的象限是按顺时针方向编号的，将其 x 轴与 y 轴互换，目的是将数学中的公式直接用到测量计算中，如图 1-7 所示。

2) 高斯平面直角坐标系。当测区范围比较大时，不能把球面的投影面看成平面，测量

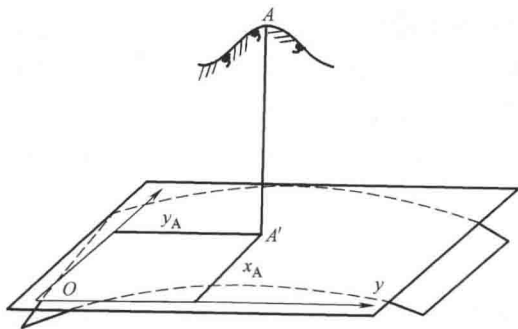


图 1-6 独立平面直角坐标系

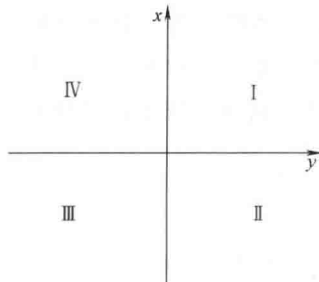


图 1-7 独立坐标象限

上通常采用高斯投影法来解决这个问题。利用高斯投影法建立的平面直角坐标系称为高斯平面直角坐标系，大区域测量点的平面位置，常用此法。

① 高斯平面直角坐标的形成。如图 1-8 所示，假想一个椭圆柱横套在地球椭球体上，使其与某一条经线相切，用解析法将椭球面上的经纬线投影到椭圆柱面上，然后将椭圆柱展开成平面，即获得投影后的图 1-8a 的图形。

中央子午线投影到椭圆柱上是一条直线，把这条直线作为平面直角坐标系的纵坐标轴，即 x 轴，表示南北方向。赤道投影后是与中央子午线正交的一条直线，作为横轴，即 y 轴，表示东西方向。这两条相交的直线相当于平面直角坐标系的坐标轴，构成高斯平面直角坐标系，如图 1-8b 所示。

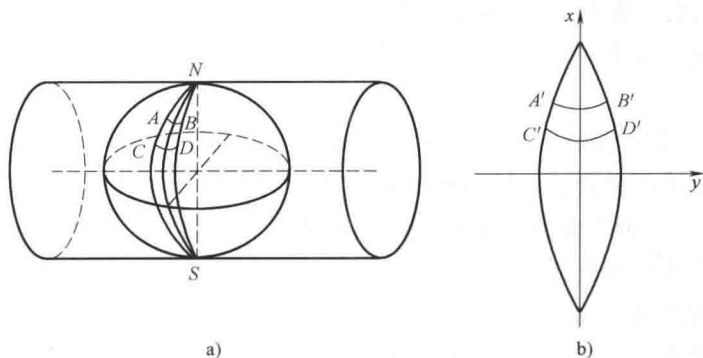


图 1-8 高斯平面直角坐标系

② 高斯投影分带。高斯投影将地球分成很多带，为了限制变形，将每一带投影到平面上。

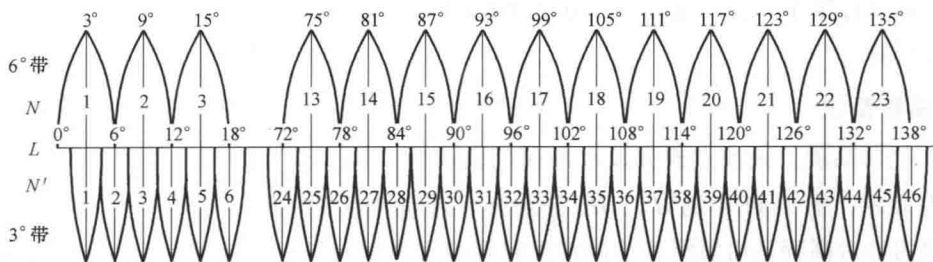


图 1-9 高斯投影分带

带的宽度一般分为 6°、3°和 1.5°等几种，简称 6°带、3°带、1.5°带，如图 1-9 所示。6°带投影是从零度子午线起，由西向东，每 6°为一带，全球共分 60 带，分别用阿拉伯数字 1、2、3、…、60 编号表示。位于各带中央的子午线称为该带的中央子午线。每带的中央子午线的经度与带号有如下关系：

$$L = 6N - 3$$

由于高斯投影的最大变形在赤道上，且随经度的增大而增大。6°带的投影只能满足 1:25000 比例尺地图，如果要得到大比例尺地图，则要限制投影带的经度范围。3°带投影是从 1°30' 子午线起，由西向东，每 3°为一带，全球共分 120 带，分别用阿拉伯数字 1、2、

3、…、120 编号表示。3°带的中央子午线的经度与带号有如下关系：

$$L = 3N'$$

反过来，根据某点的经度也可以计算其所在的 6°带和 3°带的带号，公式为：

$$N = [L/6] + 1$$

$$N' = [L/3 + 0.5]$$

式中， N 、 N' 表示 6°带、3°带的带号；

[] 表示取整。

我国位于北半球，为避免坐标值出现负值，我国规定把纵坐标轴向西平移 500km，这样全部坐标值均为正值。此时中央子午线的 Y 值不是 0 而是 500km。

(3) 地心坐标系。地心坐标系是指利用空中卫星位置来确定地面点位置的表示方法，如图 1-10 所示。

1) 地心空间直角坐标系。如图 1-10 所示，坐标系原点 O 与地球质心重合， Z 轴指向地球北极， X 轴指向格林尼治子午面与地球赤道的交点， Y 轴垂直于 XOZ 平面构成右手坐标系。

2) 地心大地坐标系。如图 1-10 所示，椭球体中心与地球质心重合，椭球短轴与地球自转轴重合，大地经度 L 为过地面点的椭球子午面与格林尼治子午面的夹角，大地纬度 B 为过地面点与椭球赤道面的夹角，大地高 H 为地面点的法线到椭球面的距离。

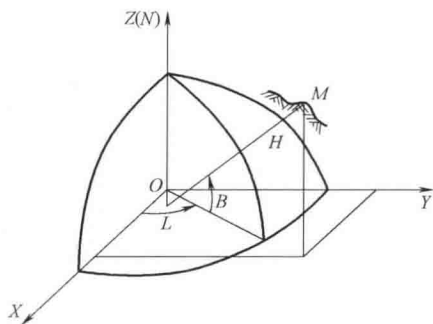


图 1-10 地心坐标系

在地心坐标系中，任意地面点的地心坐标即可表示为 (x, y, z) 或 (L, B, H) ，二者之间可以换算。

3. 高程系统

(1) 绝对高程。地面点到大地水准面的铅垂距离称为绝对高程，简称高程，或称为海拔。用 H 表示，图 1-11 中的 H_A 、 H_B 分别为 A 点和 B 点的高程。

我国的绝对高程是由黄海平均海水面起算的，该面上各点的高程为零。水准原点是指高

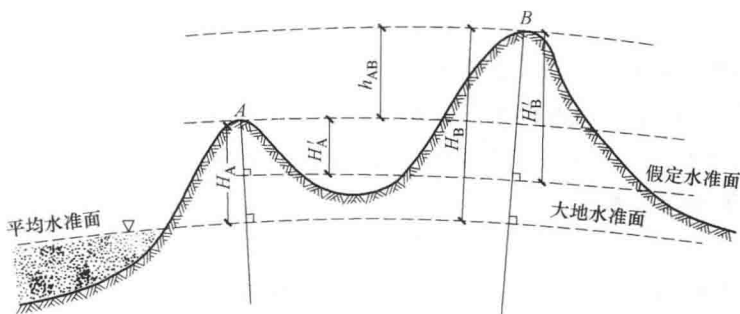


图 1-11 地面点高程

程系统起算点,我国的水准原点建立在青岛市观象山山洞里。根据青岛验潮站连续7年的水位观测资料(1950~1956年),确定了我国大地水准面的位置,并由此推算大地水准原点高程为72.289m,以此为基准建立的高程系统称为“1956 黄海高程系”。后来根据验潮站1952~1979年的水位观测资料,重新确定了黄海平均海水面的位置,由此推算出大地水准原点的高程为72.260m。此高程基准称为“1985 国家高程基准”。

(2) 相对高程。水准点是指在全国范围内利用水准测量的方法布设的一些高程控制点。在一些远离已知高程的国家控制点地域,可以假定一个水准面作为高程起算基准面,地面点到假定水准面的铅垂距离称为相对高程,图1-11中的A、B两点的相对高程为“ H'_A 、 H'_B ”。

(3) 地面点间的高差。地面两点之间的高程或相对高程之差,称为高差,用 h 来表示。图1-11中A、B两点间的高差通常可表示为 h_{AB} ,即

$$h_{AB} = H_B - H_A = H'_B - H'_A$$

由此可以看出,地面两点之间的高差与高程的起算面无关,仅取决于两点的位置。

4. 确定地面点位的基本要素

在小范围测区内,可以把大地水准面看作平面,地面点的空间位置是以地面点在投影平面上的坐标 x 、 y 和高程 H 决定的。如图1-12所示,在实际测量中, x 、 y 和 H 的值并非直接测定,而是通过测量水平角 β_a 、 β_b ……和水平距离 D_1 、 D_2 ……,再以A点的坐标和AB边的方位角为起算数据,推算出B、C、D、E各点的坐标;通过测量点间的高差 h_{AB} ……,以A点的高程为起算数据,推算出B、C、D、E各点的高程。由此可见,水平距离、水平角、高差是确定地面点位的三个基本要素。距离测量、角度测量和高差测量是测量的三项基本工作。

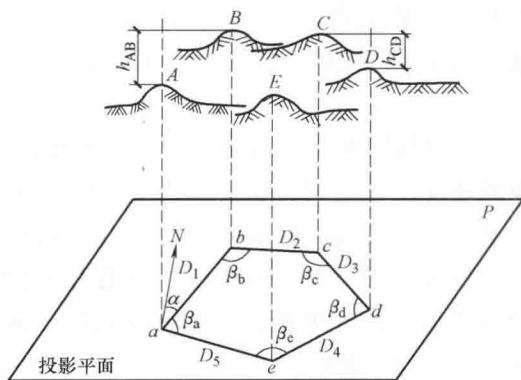


图 1-12 确定地面点位的基本要素

1.4 测量误差

1. 误差的来源与分类

(1) 仪器误差(图1-13)。观测仪器机械构造上的缺陷和仪器本身精度的限制。

(2) 观测者的误差(图1-14)。观测者的技术水平和感觉器官的鉴别能力有一定的局限性,主要体现在仪器的对中、照准、读数等方面。

(3) 不断变化的外界条件(图1-15)。在观测过程中,外界条件是变化的。如大气温度、湿度、风力、透明度、大气折射等。



图 1-13 仪器误差



图 1-14 观测者的误差

(4) 相差。相差是一种大量级的观测误差,属于测量上的失误。在测量成果中,是不允许相差存在的。相差产生的原因较多,主要是作业人员的疏忽大意、失职而引起的,如读数被读错、读数被记录人员记错、照准错误的目标等。

在观测数据中应尽可能设法避免出现相差。能有效地发现相差的方法:进行必要的重复观测;通过多余的观测,采用必要而又严格的检核、验算等方式均可发现相差。含有相差的观测值都不能采用。因此,一旦发现相差,该观测值必须舍弃或重测。



图 1-15 不断变化的外界条件

(5) 系统误差。在相同观测条件下,对某量进行一系列的观测,如果误差的大小及符号表现出一致性倾向,即按一定的规律变化或保持为常数,这种误差称为系统误差。例如,用一把名义长度为 30m 的钢卷尺,而实际长度为 30.010m 的钢卷尺丈量距离,每量一尺段就要少量 0.010m,这 0.010m 的误差,在数值上和符号上都是固定的,丈量距离越长,误差也就越大。

2. 水准测量误差的来源与影响因素

(1) 仪器和工具的误差

1) 水准仪的误差。仪器经过检验校正后,还会存在残余误差,如微小的 i 角误差。当水准管气泡居中时,由于 i 角误差使视准轴不处于精确水平的位置,会造成在水准尺上的读数误差。在一个测站的水准测量中,如果使前视距与后视距相等,则 i 角误差对高差测量的影响可以消除。严格地检校仪器和按水准测量技术要求限制视距差的长度,是降低本项误差的主要措施。

2) 水准尺的误差。水准尺的分划不精确、尺底磨损、尺身弯曲都会给读数造成误差,因此必须使用符合技术要求的水准尺(图 1-16)。

(2) 整平误差。水准测量是利用水平视线测定高差的,当仪器没有精确整平,则倾斜的视线将使标尺读数产生误差。

(3) 仪器和标尺升沉误差

1) 仪器下沉(或上升)所引起的误差。仪器下沉(或上升)的速度与时间成正比,如图 1-17a 所示,从读取后视读数(已知点) a 到读取前视读数(未知点) b 时,仪器下沉了 Δ ,则有

$$h_1 = a_1 - (b_1 + \Delta)$$

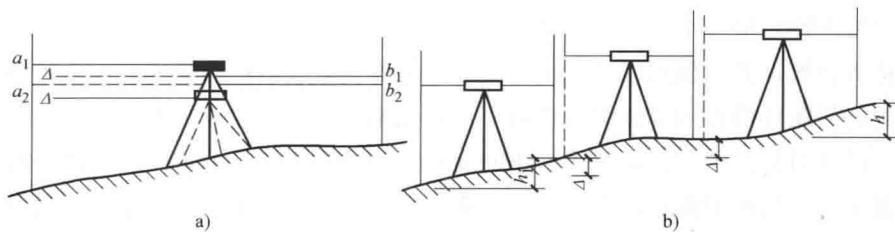


图 1-17 仪器和标尺升沉误差的影响

a) 仪器下沉 b) 尺子下沉

为了减弱此项误差的影响,可以在同一测站进行第二次观测,而且第二次观测应先读前视读数 b_2 ,再读后视读数 a_2 ,则

$$h_2 = (a_2 + \Delta) - b_2$$

取两次高差的平均值,即

$$h = \frac{h_1 + h_2}{2} = \frac{(a_1 - b_1) + (a_2 - b_2)}{2}$$

2) 尺子下沉(或上升)引起的误差。当往测与返测时尺子下沉量是相同的,则由于误差符号相同,而往测与返测高差符号相反,因此,取往测和返测高差的平均值可消除其影响。

(4) 读数误差的影响

1) 当尺像与十字丝分划板平面不重合时,眼睛靠近目镜微微上下移动,发现十字丝和目镜像有相对运动,称为视差;视差可通过重新调节目镜和物镜调焦螺旋加以消除。

2) 估读误差与望远镜的放大率和视距长度有关,故各线水准测量所用仪器的望远镜放大率和最大视距都有相应规定,普通水准测量中,要求望远镜放大率在 20 倍以上,视线长不超过 150m。

(5) 大气折射的影响。如图 1-18 所示,因为大气层密度不同,对光线产生折射,使视线产生弯曲,从而使水准测量产生误差。视线离地面越近,视线越长,大气折射的影响越



图 1-16 符合技术要求的水准尺

大。为削减大气折射的影响,只能采取缩短视线,并使视线离地面有一定的高度及前视、后视的距离相等的方法。

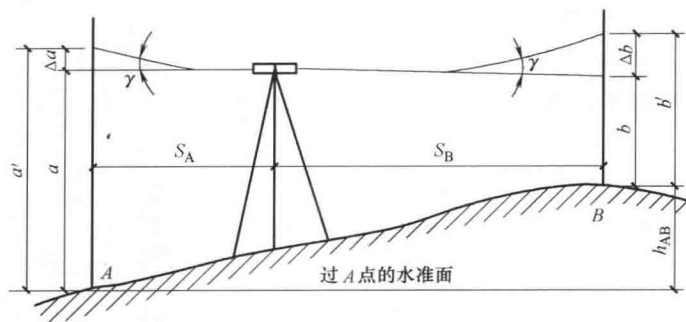


图 1-18 大气折射对高差的影响

(6) 偶然误差。在相同的观测条件下,做一系列的观测,如果观测误差在大小和符号上都表现出随机性,即大小不等,符号不同,但统计分析的结果都具有一定的统计规律性,这种误差称为偶然误差。偶然误差是由于人的感觉器官和仪器的性能受到一定的限制,以及观测时受到外界条件的影响等原因造成的。如仪器本身构造不完善而引起的误差、观测者的估读误差、照准目标时的照准误差等,不断变化着的外界环境,温度、湿度的忽高忽低,风力的忽大忽小等,会使观测数据有时大于被观测量的真值,有时小于被观测量的真值。

由于偶然误差表现出来的随机性,所以偶然误差也称随机误差,单个偶然误差的出现不能体现出规律性,但在相同条件下重复观测某一量,出现的大量偶然误差都具有一定的规律性。

偶然误差是不可避免的。为了提高观测成果的质量,常用的方法是采用多余观测结果的算术平均值作为最后观测结果。

3. 水平角观测误差的来源与影响因素

(1) 仪器误差

1) 仪器制造加工不完善而引起的误差。主要有度盘刻划不均匀误差、照准部偏心差(照准部旋转中心与度盘刻划中心不一致)和水平度盘偏心差(度盘旋转中心与度盘刻划中心不一致),此类误差一般都很小,并且大多数都可以在观测过程中采取相应的措施消除或减弱它们的影响。

2) 仪器检验校正后的残余误差。它主要是仪器的三轴误差(视准轴误差、横轴误差和竖轴误差),其中,视准轴误差和横轴误差可通过盘左、盘右观测取平均值消除,而竖轴误差不能通过正倒镜观测消除。故在观测前除应认真检验、校正照准部水准管外,还应细心地进行整平。

(2) 观测误差

1) 仪器对中误差。仪器对中时,垂球尖没有对准测站点标志中心,产生仪器对中误差。对中误差对水平角观测的影响与偏心距成正比,与测站点到目标点的距离成反比,所以要尽量减少偏心距,对边长越短且转角接近 180° 的观测更应注意仪器的对中。

2) 整平误差。因为照准部水准管气泡不居中,将导致竖轴倾斜而引起的角度误差,此项误差不能通过正倒镜观测消除。竖轴倾斜对水平角的影响和测站点到目标点的高差成正比。所以,在观测过程中,特别是在山区作业时,应特别注意整平。

3) 目标偏心误差。测角时,通常用标杆或测钎立于被测目标点上作为照准标志,若标杆倾斜,而又瞄准标杆上部时,则使瞄准点偏离被测点产生目标偏心误差。目标偏心对水平角观测的影响与测站偏心距影响相似。测站点到目标点的距离越短,瞄准点的位置越高,引起的测角误差越大。在观测水平角时,应仔细地把标杆竖直,并尽量瞄准标杆底部。当目标较近,又不能瞄准其底部时,最好采用悬吊垂球,瞄准垂球线。

4) 照准误差。照准误差与人眼的分辨能力和望远镜放大率有关。人眼的分辨率一般为 $60''$,若借助于放大率为 V 倍的望远镜,则分辨能力就可以提高 V 倍,故照准误差为 $60''/V$ 。 DJ_6 型经纬仪放大倍率一般为28倍,故照准误差在约为 $\pm 2.1''$ 。在观测过程中,若观测员操作不正确或视差没有消除,都会产生较大的照准误差。故观测时应仔细地做好调焦和照准工作。

5) 读数错误。该项误差主要取决于仪器的读数设备及读数的熟练程度。读数前要认清度盘以及测微尺的注字刻划特点,读数中要使读数显微镜内分划注字清晰。通常是以最小估读数作为读数估读误差, DJ_6 型经纬仪读数估读最大误差为 $\pm 6''$ (或者 $\pm 5''$)。

角度观测是在外界中进行的,外界中各种因素都会对观测的精度产生影响。如地面不坚实或刮风会使仪器不稳定;大气能见度的好坏和光线的强弱会影响照准和读数;温度变化使仪器各轴线几何关系发生变化等。要完全消除这些影响几乎是不可能的,只能采取一些措施,例如选择成像清晰、稳定的天气条件和时间段观测,观测中给仪器打伞避免阳光对仪器直接照射等,以减弱外界不利因素的影响。

4. 视距测量误差的来源与影响因素

(1) 用视距丝读取尺间隔的误差。视距丝的读数是影响视距精度的重要因素,视距丝的读数误差与尺子最小分划的宽度、距离的远近、成像清晰情况有关。在视距测量中一般根据测量精度要求来限制最远视距。

(2) 标尺倾斜误差。视距计算的公式是在视距尺严格垂直的条件下得到的。如果视距尺发生倾斜,将给测量带来不可忽视的误差影响,故测量时立尺要尽量竖直。在山区作业时,由于地表有坡度而给人以一种错觉,使视距尺不易竖直,因此,应采用带有水准器装置的视距尺。

(3) 视距乘常数 K 的误差。通常认定视距乘常数 $K=100$,但由于视距丝间隔有误差,视距尺有系统性刻划误差,以及仪器检定的各种因素影响,都会使 K 值不为100。 K 值一旦确定,误差对视距的影响是系统的。

(4) 外界条件的影响

1) 大气竖直折射的影响。大气密度分布是不均匀的,特别在晴天接近地面部分密度变化更大,使视线弯曲,给视距测量带来误差。根据试验,只有在视线离地面超过1m时,折射影响才比较小。

2) 空气对流使视距尺的成像不稳定。此现象在晴天,视线通过水面上空和视线离地表

太近时较为突出，成像不稳定造成读数误差的增大，对视距精度影响很大。

3) 风力使尺子抖动。如果风力较大使尺子不易立稳而发生抖动，分别用两根视距丝读数又不可能严格在同一个时候进行，所以对视距间隔将产生影响。



本章小结及综述

通过本章学习，读者应了解测量放线的基础知识，可以总结概括为以下三点：

1. 测量学是研究地球形状和大小确定地面点位的科学，其包括测定和测设两部分。测定是将局部地区的地貌和地面上的地物按一定的比例尺缩绘成地形图，作为建筑工程规划设计的依据；测设是将图纸上已设计好的各种建筑物、构筑物按照设计和施工的要求测设到相应的地面上，并设置各种标志作为建筑施工的依据，这项工作也叫放线。

2. 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、施工和运营管理阶段所进行的各种测量工作的理论、技术和方法的科学。

3. 在实际测量工作中，无论测量仪器设备多么精密，也不论观测者多么仔细和认真，测量的结果总会存在差异，这种差异表现为测量结果与观测客观存在的真值之间的差值，这种差值称为真误差。