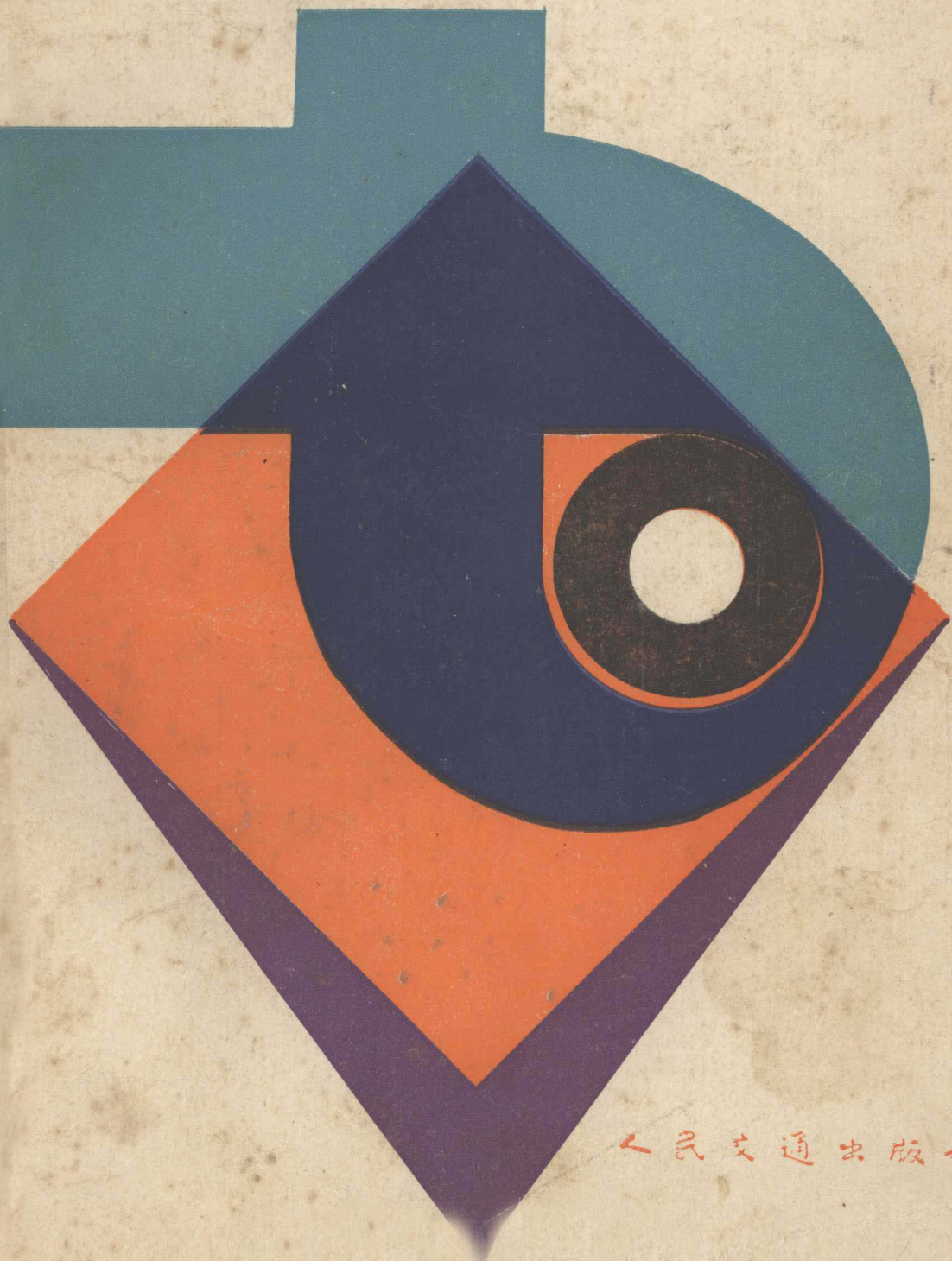


交通系统中等专业学校教材
(公路与桥梁工程专业用)

测量学

陶大鹏 编
许 行 审



人民交通出版社

交通系统中等专业学校试用教材

测 量 学

CELIANGXUE

(公路与桥梁工程专业用)

陶大鹏 编

人民交通出版社

内 容 提 要

本书共分十章。第一章至第五章主要介绍了测量学的基本知识,测量仪器的构造、使用和检校,以及有关测量误差的基本知识。第六章至第七章介绍了小区域控制测量,大比例尺地形图的测绘和应用。第八章至第十章着重介绍了公路中线测量和纵横断面测量以及摄影测量的初步知识。附录中简介了近代测量新技术、测量仪器的维护和管理,以及缓和曲线的测设。

本书为交通系统中等专业学校公路与桥梁工程专业(试用)教材,也可供有关工程技术人员和测绘工作者学习参考。

交通系统中等专业学校试用教材

测 量 学

(公路与桥梁工程专业用)

陶 大 鹏 编

许 行 审

人民交通出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经销

人民交通出版社印刷厂印

开本: 787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张: 13 字数: 314千

1989年12月 第1版

1989年12月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—14750册 定价: 2.35 元

前 言

测量学是交通系统中等专业学校公路与桥梁工程专业的一门重要的技术基础课。

本书是根据交通系统中等专业学校《测量学》课程教学大纲编写的。本书经过1984年和1986年两次试用。在试用过程中，由全国交通学校的测量教师，结合多年的教学和生产经验，对试用教材进行全面充分的讨论，并提出了许多宝贵意见，在此谨表谢意。

全书由安徽交通学校陶大鹏编写，广东交通学校许行审校。经交通中专土建类教材编委会路桥专业编审组委托王国柱编委复审，同意作为交通系统中等专业学校（试用）教材出版。

由于编者水平所限，书中错误和缺点在所难免，敬请读者批评指正。

目 录

第一章 绪论	1
第一节 测量学的任务及其在公路建设中的应用.....	1
第二节 地球的形状和大小.....	2
第三节 地面上点位的确定.....	2
第四节 测量工作基本原则.....	4
第二章 距离丈量及直线定向	6
第一节 地面上点的标志.....	6
第二节 丈量距离的工具.....	6
第三节 直线定线.....	7
第四节 距离丈量的方法.....	8
第五节 直线定向.....	11
第六节 罗盘仪的构造和使用.....	12
第三章 水准测量	14
第一节 概述.....	14
第二节 水准仪和水准尺.....	14
第三节 水准仪的安置和使用.....	18
第四节 普通水准测量.....	21
第五节 微倾式水准仪的检验和校正.....	24
第六节 自动安平水准仪概述.....	27
第七节 自动安平水准仪的使用.....	30
第八节 水准测量注意事项.....	31
第四章 角度测量	32
第一节 概述.....	32
第二节 光学经纬仪的基本构造.....	33
第三节 水平角观测.....	39
第四节 竖直角观测.....	41
第五节 经纬仪的检验和校正.....	42
第六节 角度测量注意事项.....	47
第五章 测量误差的基本知识	50
第一节 概述.....	50
第二节 算术平均值.....	52
第三节 观测精度的衡量.....	53
第四节 观测值函数中误差.....	56
第五节 测量误差应用举例.....	58

第六章 小区域控制测量	62
第一节 概述	62
第二节 导线测量的外业工作	63
第三节 导线测量的内业工作	65
第四节 小三角测量概述	69
第五节 小三角的角度观测	72
第六节 用钢尺丈量基线	74
第七节 小三角测量的内业计算	77
第八节 四边形控制网的计算	80
第九节 高程控制测量	82
第十节 跨河水准测量	87
第七章 地形测量	89
第一节 概述	89
第二节 地形图的图名、图号和图廓	90
第三节 地物和地貌在图上的表示方法	91
第四节 测图前的准备工作	96
第五节 视距测量	98
第六节 平板仪的构造和使用	104
第七节 地形测图的方法	107
第八节 地形图的拼接、检查和整饰	111
第九节 地形图的应用	113
第八章 公路中线测量	117
第一节 概述	117
第二节 路线定线测量	117
第三节 路线转角的观测和记录	119
第四节 中线里程桩的设置	122
第五节 圆曲线的主点测设	123
第六节 圆曲线的详细测设	126
第七节 遇障碍时圆曲线的测设	138
第八节 复曲线的测设	140
第九节 回头曲线的测设	141
第十节 中线测量的精度要求	145
第十一节 公路中线的展绘	146
第九章 路线纵横断面测量	148
第一节 基平测量	148
第二节 中平测量	149
第三节 纵断面图的绘制	151
第四节 横断面方向的测定	152
第五节 横断面测量方法	154
第六节 横断面图的绘制	156

第七节 纵、横断面法测绘地形图	157
第十章 摄影测量的基本知识	158
第一节 航空摄影象片及其几何特性	158
第二节 航摄像片的判读与调绘	161
第三节 象片的立体观察	163
第四节 航测成图方法简介	166
第五节 地面立体摄影测量概述	167
第六节 摄影测量在公路工程中的应用	168
附录一 光电测距仪	170
附录二 施工测量的基本工作	177
附录三 遥感技术及其在测绘事业中的应用	182
附录四 卫星大地测量简介	185
附录五 测量仪器的管理与维护	187
附录六 光学仪器的防霉、防雾和防锈	189
附录七 缓和曲线测设	191
主要参考书目	199

第一章 绪 论

第一节 测量学的任务及其在公路建设中的应用

测量学是研究如何测定地面点的平面位置和高程,如何将地球表面的地形及其它信息测绘成图,以及测定地球的形状和大小的科学。它一方面使用各种测量仪器和工具,通过实地测量和计算,把地球表面缩绘成地形图,供科学研究、国防建设和国民经济建设规划设计使用;另一方面解决如何把图纸上设计的各种工程建筑物在地面上标定出来,作为施工的依据。

随着生产的发展和科学的进步,根据测量研究的对象及其应用,测量学的分科也越来越细。研究在地面上建立国家大地控制网,测定地球形状、大小和地球重力场的理论、技术与方法的学科称为大地测量学。研究地球表面较小区域内测绘工作的基本理论、技术、方法和应用的学科称为普通测量学。通过摄影象片和辐射能的各种图像记录手段,对其进行处理、量测、判释和研究,以测得物体的形状、大小和位置的模拟形式或数字形式的成果的学科称为摄影测量学。研究工程建设在勘测设计、施工和管理阶段所进行的各种测量工作的学科称为工程测量学。

在公路建设中,首先要进行勘测设计工作,根据测量的资料进行选线。确定路线方案后,要进行路线详细测设,也就是进行中线测量、路线纵横断面测量、桥涵水文测量、地形测量等。施工前,将设计路线及桥涵位置测设到地面上。施工过程中,要经常通过测量来检查工程质量。工程完工后,还要用测量来检验竣工情况,并编绘竣工图纸,以满足工程的使用、管理、维修以至扩建的需要。由此可见,测量学在公路工程建设中占着非常重要的地位。

我国在测量方面有着悠久的历史。早在公元前21世纪夏禹治水时所用的“准、绳、规、矩”就是实际进行测量的工具。公元前四世纪我国就已利用磁石制成了世界上最早的指南工具“司南”。公元2世纪初,后汉张衡制造了浑天仪,在天文测量方面作出了贡献。公元3世纪,晋朝裴秀拟定了编制小比例尺地图的法则“制图六体”,它是世界上最早的地图制图规范。公元3~4世纪魏晋时期刘徽所著“重差术”,指出以相似三角形的原理来测定山高、水深及城垣、河涧的宽广等九个典型的测量问题,是世界上完成全国地图的先例。元代郭守敬进行了大规模的天文测量,拟定了全国纬度测量计划,共实测了27个点。清代初年进行了大地测量,并在这个基础上开展了全国测图工作,于1684~1718年间完成了《皇舆全国》。

1949年新中国成立后,测绘事业得到了迅速的发展。成立了测绘管理机构,建立了全国天文大地控制网,统一了全国大地坐标和高程系统,测绘了国家基本地形图,培养了大批测绘人员,大力开展了测绘科学研究工作。在测绘仪器制造方面,不仅成批生产一般光学经纬仪和水准仪,而且能生产高精度的光学经纬仪、水准仪、激光测距仪及摄影测量仪器等。特别需要指出的是由于近代科学技术的发展,测量内容由常规的大地测量发展到人造卫星大地测量,由航空摄影测量发展到遥感技术的应用;对被测对象由地球表面扩展到空间星球,由静态发展到动态;测量仪器已广泛趋向电子化和自动化。

路桥专业的学生,学习测量学之后,要求达到:掌握普通测量学的基本知识和基础理论;能正确地使用测量仪器和工具;能进行小区域大比例尺地形测图;在公路勘测设计和施工中,具有正确应用地形图和有关测量资料的能力;具有进行一般工程施工测设的能力;以便能灵活地应用所学的测量知识为路桥专业工作服务。

第二节 地球的形状和大小

测量工作是在地球的自然表面上进行的,因此应该对地球的形状和大小有所了解。地球表面起伏不平,有陆地、海洋、高山和平原等。地球的自然表面上,海洋占地球表面积的约71%,而陆地仅占29%。世界上最高山峰是珠穆朗玛峰(高达8848.13m),最深的海洋是马里亚纳海沟(深达11022m),相差约20km,它和地球半径的概值6371km相比是一个很小的数值,因此把地球看作球状。也可以认为地球是被海水包围的球体,设想一个静止的海水面,向陆地延伸而形成一封闭的曲面,这个静止的海水面称为水准面。海水有潮汐,时高时低,所以水准面就有无数个,其中通过平均海水面的一个水准面称为大地水准面,如图1-1所示。

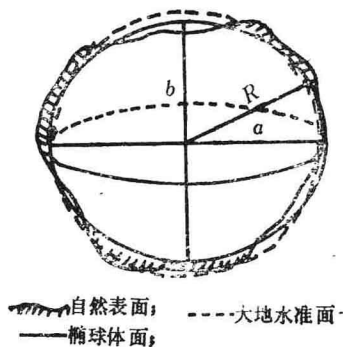


图 1-1

大地水准面上的重力位处处相等,并与其上的铅垂线方向处处保持着正交。由于地球表面起伏不平和地球内部物质分布不均匀,大地水准面的形状(几何性质)和重力场(物理性质)都是不规则的。它不能用一个简单的几何形体和数学公式来表达。由大地水准面所包围的形体称为大地体。通常用大地水准面表示整个地球形状,它接近一个旋转椭球面,这个数学形体是椭圆绕其短轴旋转而成的旋转椭球体称为地球椭球体。它的形状和大小通常用长半径 a 和扁率 α 来表示。我国1980年以后所采用的数据为:

长半轴 $a = 6378.137\text{km}$

短半轴 $b = 6356.752\text{km}$

扁率 $\alpha = (a - b) / a = 1/298.253$ (1-1)

由于这些参数除利用大量的弧度测量和重力测量资料外,还结合卫星大地测量资料,因此结果是精确可靠的。

普通测量中测区面积不大时,可以把地球当作圆球来看待,其半径约为6371km,这个数值的精度已能满足一般测量的要求。

第三节 地面上点位的确定

采用椭球体的目的之一是为了在其上建立统一的坐标系统,以便确定地面点的空间位置。地面点的位置是用坐标和高程来表示的,根据不同的需要可以采用不同的坐标和高程系统。

一、确定地面点平面位置的坐标系

1. 地理坐标

当研究解决整个地球的形状或大区域的测量工作时,可采用球面坐标系,以经度和纬度来确定地面点的绝对位置称为地理坐标。

若把大地水准面看作椭球体的表面,如图1-2所示,连接两极的直线 NS 为地轴, O 为地心通过地面上任意一点 P 与地轴组成的平面为该点的子午面,它与地球表面的交线 $NPKS$ 称为 P 点子午线或经线。国际上公认通过英国格林威治天文台 P_0 的子午面为首子午面,相应的子午线 NP_0ES 为首子午线。通过地心 O 与地轴垂直的平面 WE_0K 称为赤道平面,它与地球表面交线称为赤道。

地面上一点的经度是通过该点的子午面和首子午面所夹的两面角。经度以 λ 表示,以首子午线为基准,向东 $0 \sim 180^\circ$ 为东经、向西 $0 \sim 180^\circ$ 为西经。通过该点的铅垂线和赤道平面所组成的角度称为该点的纬度,以 φ 表示,以赤道为基准,向北 $0 \sim 90^\circ$ 为北纬,向南 $0 \sim 90^\circ$ 为南纬。例如北京的地理坐标为:东经 $116^\circ 28'$, 北纬 $39^\circ 54'$ 。

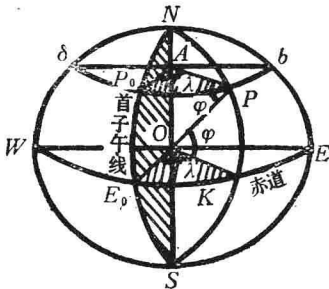


图 1-2

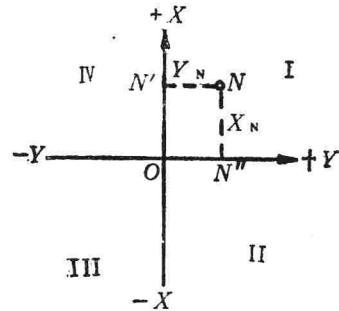


图 1-3

2. 平面直角坐标

小区域测量,可将地球表面看作平面,地面上一点的相对位置在平面上是用直角坐标表示的,如图1-3所示。

平面直角坐标是在平面上由两条互相垂直的轴线组成的,其交点 O 为坐标原点,规定南、北方向的纵轴作为 X 轴,自坐标原点向北为正,向南为负;东、西方向横轴作为 Y 轴,自坐标原点向东为正,向西为负;象限是指从北方向按顺时针方向编号。点的平面位置可由点到纵横坐标的垂直距离来确定,图中 N 点的坐标,它是以 N 点到纵横坐标轴的垂直距离 NN' 和 NN'' 来表示的。 NN'' 是 N 点的纵坐标,用 X_N 表示, NN' 是 N 点的横坐标,用 Y_N 表示。

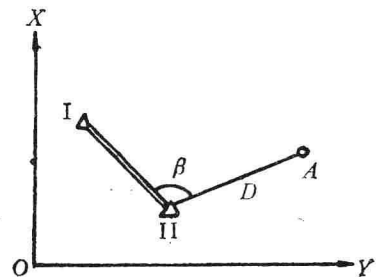


图 1-4

测量上的平面直角坐标与数学上规定完全相反。因为测量工作中规定所有直线方向都是从纵轴北端顺时针方向量度的,这样变换,既不改变数学公式,又便于测量上的方向和坐标计算。

如图1-4所示,在实际工作中,并不能直接测出地面点A的坐标,而是观测水平角 β 和水平距离 D ,再根据已知点I、II的坐标、方向,推算出A点的坐标,以确定点的平面位置。

二、高 程

点的位置是空间位置,除了得出该点的坐标外,还要测定该点的高程。如图1-5所示。地面点到大地水准面的铅垂距离称为该点的绝对高程,也称海拔。地面点A和B的绝对高程分别为 H_a 和 H_b 。如果个别地区引用绝对高程有困难,也可以假定一个水准面,地面上任一点到假定水准面的铅垂距离称为该点的相对高程,分别为 H'_a 和 H'_b 。

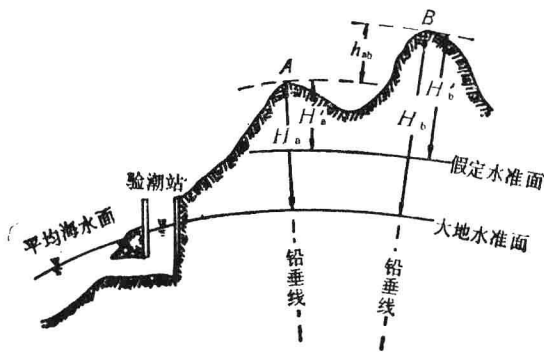


图 1-5

两点间高程之差称为高差,则A、B两点高差为:

$$h_{ab} = H_b - H_a = H'_b - H'_a \tag{1-2}$$

我国于1956年以青岛验潮站所确定的黄海平均海水面作为大地水准面,并在青岛市内一个小山洞里建立水准原点,其高程为72.289m,在全国都以这个水准原点为准来布置国家高程控制点即水准点。

由此可见,地面点间的位置关系是以距离、水平角和高程来确定的。所以,高程测量、水平角测量和距离测量是测量学的基本内容。高程、水平角和距离是确定地面点位的基本要素。

第四节 测量工作基本原则

地球表面的形状很复杂,可以分为地物和地貌两大类。地表面的固定性物体称为地物,如房屋、江河、道路、森林等。地面上的高低起伏形态,称为地貌,如山岭、谷地、陡崖等。地物与地貌统称为地形。测量的任务就是要测定地形的位置并把它画在图纸上。如图1-6a)为一幢房屋,其平面位置由房屋轮廓线的一些折线所组成,如果能确定1~4各点的平面位置,这幢房屋的位置就确定了。图1-6b)是一条公路,它的中线有直线和曲线,如果测定了它的直线、直线与曲线的衔接点和曲线上的1~8各点的平面位置,这条公路的位置就确定了。图1-6c)为小山头,当1、2、3...等地面坡度变化点的平面位置及其高低测定后,这个山头起伏变化情况就可以大致反映出来。

地物和地貌的形状和大小都是由一些特征点的位置所决定的。这些特征点又称碎部点。

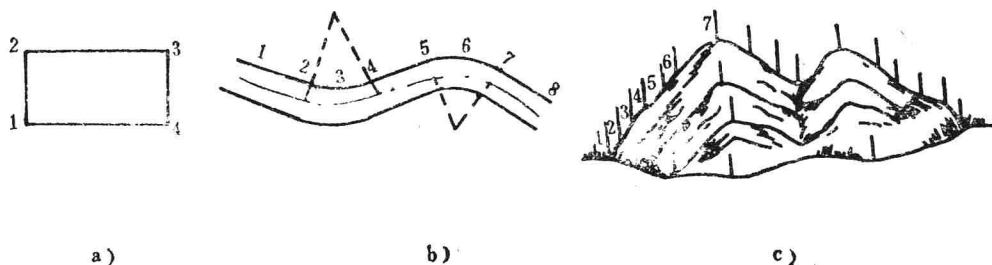


图 1-6

测量时，主要就是测定这些碎部点的平面位置和高程。当进行测量工作时，不论用何种方法，使用何种仪器，测量成果都会带有误差。为了防止测量误差的积累，提高测量精度，在测量工作中，必须遵循由“从整体到局部”“由高级到低级”“先控制后碎部”的测量原则。如图1-7所示，先在测区内选择若干具有控制意义的点1、2、3、4、5、6作为控制点，

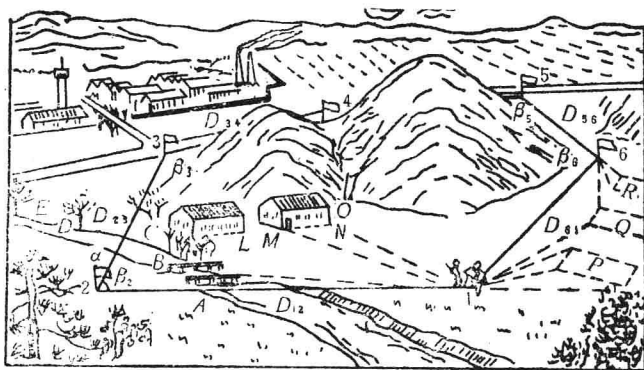


图 1-7

用精密的仪器和方法测定其位置，作为全面测量的依据，这些控制点所组成的图形称为控制网。进行这部分测量工作称为控制测量。然后，再根据这些控制点测定碎部点的位置。例如在控制点1上测定其周围的碎部点L、M、N等；在控制点2上测定其周围的碎部点A、B等。同样测定其它碎部点，这个地区的形状和大小情况就可以表示出来了。

测量工作有内业与外业之分，利用测量仪器在野外测出控制点之间或控制点与碎部点之间的距离、角度、高差等工作称为测量外业。将外业成果，在室内进行整理计算和绘图等工作称为测量内业。

测量人员必须从思想上爱护仪器，养成正确使用仪器的良好习惯，要认真做好记录，要求正确、清洁、干净。对各项成图要准确、整洁、清晰、美观。测量工作完工后，对内外业资料以及图纸、记录和有关资料应及时整理存档，以便查阅。

第二章 距离丈量及直线定向

第一节 地面上点的标志

要丈量地面上两点间的水平距离,就需要用标志将点位固定下来,标志的种类应根据测量的具体要求和使用年限来选择采用。点的标志可分为临时性和永久性两种。临时性的标志可用木桩打入地中,桩顶略高于地面,并在桩顶钉一小钉或画一个十字表示点的位置,如图2-1a)所示。永久性的标志可用石桩或混凝土桩,在石桩顶刻十字或在混凝土桩顶埋入刻有十字的钢柱以表示点位,如图2-1b)所示。

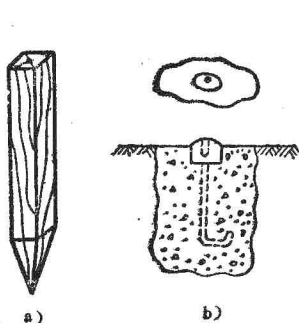


图 2-1

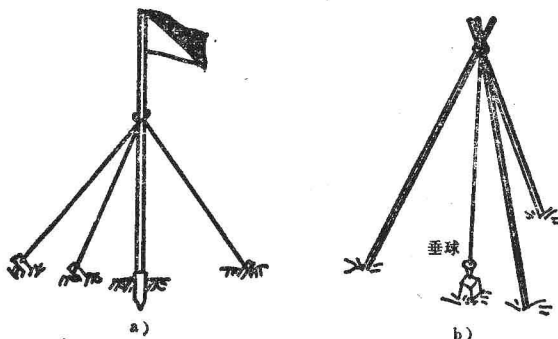


图 2-2

为了远处能明显的看到目标,可在桩顶的点位上竖立标杆,标杆的顶端系一红白小旗,标杆也可用标杆架或拉绳将标杆竖立在点上,如图2-2所示。

第二节 丈量距离的工具

按照测量工作精度要求不同,可采用不同的工具和不同的方法来进行距离丈量。通常使用的量距工具为钢尺、皮尺、竹尺和测绳,还有测钎、标杆和铅垂等辅助工具。

皮尺又称布卷尺,如图2-3b)所示,是由麻布织入铜丝而成,呈带状,现在有用塑料制成的。长度有20、30、50m几种。一般刻划到cm,尺的零点在尺的最外端。皮尺的耐拉能力较差,伸缩较大,用于普通低精度量距。

钢尺又称钢卷尺,如图2-3a)所示,由带状薄钢条制成,有手柄式和皮盒式两种。长度有20、30、50m几种。在尺的起点1dm内刻至mm,其它地方刻划至cm。按尺的零点位置可分为端点尺和刻线尺两种。端点尺是从尺的端点开始,如图2-4a)所示,端点尺适用于从建筑物墙边开始丈量的工作。刻线尺是从尺上刻的一条横线作为起点,如图2-4b)所示。使用钢

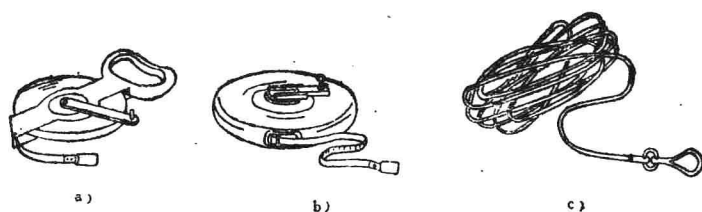


图 2-3

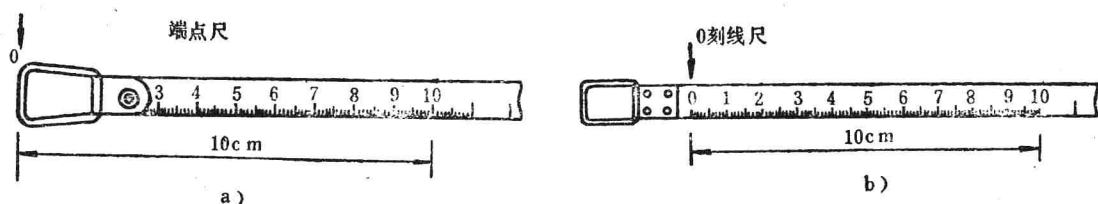


图 2-4

尺时必须注意钢尺的零点位置，以免发生错误。

竹尺是用均匀薄而光滑的竹片连接制成的，结头处用钢丝绑扎。一般用于山区公路中线丈量。

绳尺是由外皮用线或麻绳包裹，中间加有金属丝制成的。其外形如电线，并涂以蜡，每隔一米包一金属片，注明米数。长度一般有50、100m两种。一般用于精度要求较低的测量工作。如图2-3c)所示。

标杆又称花杆，长为2m或3m，直径为3~4cm，用木杆或玻璃钢管、空心钢管制成。杆上按20cm间隔涂上红白漆，杆底为锥形铁脚，用于显示目标和直线定线，如图2-5a)所示。

测钎用粗铁丝制成(图2-5b)，长为30或40cm，上部弯一个小圈，可套入环内，在小圈上系一醒目的红布条。一般要具备一组测钎，按6根或11根为一组。在丈量时用它来标定尺端点位置和计算所量过的整尺段数。

垂球又称铅垂，是由金属制成的，似圆锥形，上端系有细线，是对点的工具。有时为了克服地面起伏的障碍，垂球常挂在标杆架中使用，如图2-2b)所示。

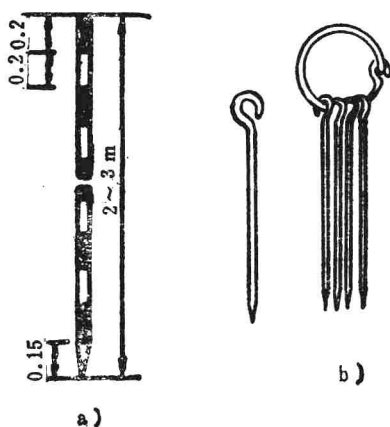


图 2-5

第三节 直线定线

当两点间距较长或地势起伏很大时，可分成几段进行丈量，在两点连线方向上竖立一些标杆，把许多标杆定在已知直线上的工作称为直线定线。在丈量距离精度要求不高时，可用目

如图2-6所示, 设A、B为直线的两端点, 需要在A、B之间标定①、②等点, 使其与A、B成一直线。先在A、B点上竖立标杆, 甲立于A点后1~2m处, 由A端瞄向B点, 使单眼的视线与标杆边缘相切, 甲以手势指挥持标杆的乙移动, 直至A、①、B三点在一直线上, 然后将标杆竖直地插在①点上。用同样的方法进行标定②点。

如图2-7所示, 设A、B两点在山头两侧, 互不通视。定线时, 甲持标杆选择靠近AB方向的①₁点立标杆, ①₁靠近A点并能看见B点, 甲指挥乙将标杆定在B①₁线上得②₁点, 要求②₁点靠近B点, 并能看见A点。然后由乙指挥甲把标杆移到A②₁线上得①₂点。这样互相指挥, 逐渐趋近, 直到①在②A直线上, ②在①B直线上为止。这时①、②两点就在A、B的直线上了。

目测法是用眼睛估计距离的一种方法。用这种方法,虽然得到的结果不精确,但它的优点是方法简单,在某些情况下用处很大。平日,如能经常训练目测能力,就能逐渐提高估量的准确性。

另外，应当注意的是：用目测估定距离，明显的地物比昏暗的地物要显得近一些；高处的地物较低处的地物的距离，显得短一些；强光下的目标，显得比光较弱的目标近一些；单人显得比一群人远一些；在旷野上的目标，显得比中间有障碍物的近一些等等。再者，雨天、雾天、清晨、中午、黄昏情况都不一样。因此，在目测时要掌握地理、气候、季节及目标的

目 测 估 距

表2-1

目 标 物	能 见 距 离 (m)	目 标 物	能 见 距 离 (m)
树干	850	人面、衣扣	150
窗格	500	面部表情	100
人手摆动	400	人眼	60
分清衣服上下身	250	分清人眼黑白部分	20
屋顶瓦片	200		

特色等条件。只要我们经常观察，就能运用自如、熟能生巧地使用这种方法。

二、用人行自然步数丈量距离（步测法）

测量中，当初步估测两地面点间距，或者估测工地上临时场地的范围大小时，往往用人行自然步数丈量。所谓自然步数，即是根据各人自然行走的步数，来量测距离。一般人，自然行走每步大约是 $0.6\sim 0.8\text{m}$ 不等。为做到心中有数，事先用钢尺测定地面点间的距离，各人按平时的步子大小，信步来回行走数次，做好行程和步数记录，最后将总距离除以总步数，得一平均值，即为每自然步长度。这种量测距离的方法和目测一样都很粗略，但很方便，使测量人员心中概略有数。当距离较长为减少计数，可取左右各一步作一个复步计数。

三、用尺丈量距离（尺测法）

1. 在平地上丈量

要丈量地面上 A 、 B 两点间的距离，先在 A 、 B 两点立标杆，标出直线方向。后尺手拿尺的零端立在 A 点处，前尺手拿尺的末端并携带标杆和测钎沿 AB 方向前进，走到约一整尺段并立标杆如图2-8a)所示，听从后尺手指挥，把标杆立到 AB 直线上，做好记号。然后两尺手蹲下，后尺手把尺零点对准 A 点，喊“预备”，前尺手把尺通过所做的记号，两人同时拉紧尺子。当尺拉稳后，后尺手喊“好”，前尺手对准尺的终点刻划将一测钎竖直插在地面上，如图2-8b)所示。这样就量完了第一尺段。

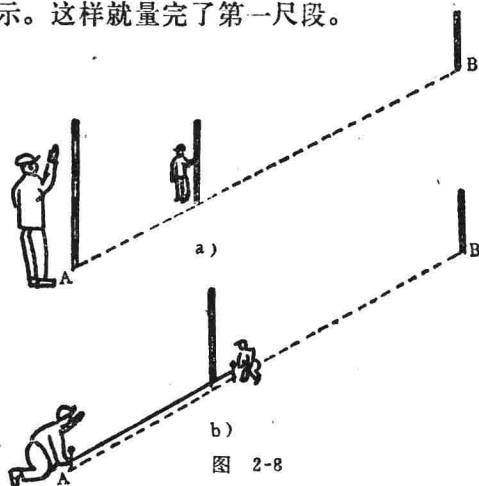


图 2-8

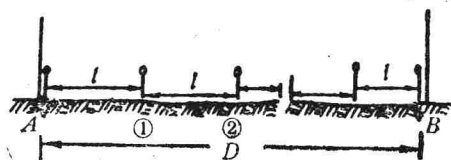


图 2-9

用同样的方法，继续向前量第二、第三…尺段。量好每一尺段时，后尺手必须将插在地面上的测钎拔出收好，用来计算量过的尺段数。最后量不足一整尺的距离，如图2-9所示。

当丈量到B点时,由前尺手用尺上某整刻划线对准终点B,后尺手在尺的零端读数至mm,求出余长 Δl 。从A→B为“往测”。

距离全长D为:

$$D = nl + \Delta l \tag{2-1}$$

式中: l ——整尺段的长度;
 n ——丈量的整尺段数;
 Δl ——余长。

接着再调转尺头,从B至A进行返测,直至A点为止。一般以往返各丈量一次称为一测回,在符合精度要求时,取往返距离的平均值作为丈量结果的测回值。

2.在倾斜地面上丈量

当地面稍有倾斜时,可把尺一端稍许抬高,就能按整尺段依次水平丈量。如图2-10a)所示,分段量取水平距离,最后计算总长。若地面倾斜较大,则使尺子一端靠地,对准端点位置,尺子另一端用垂球线紧靠尺的某分划,将尺拉紧成水平,放开垂球线,使它自由下坠,其垂球尖端位置,即为两点水平距离,如图2-10b)所示。

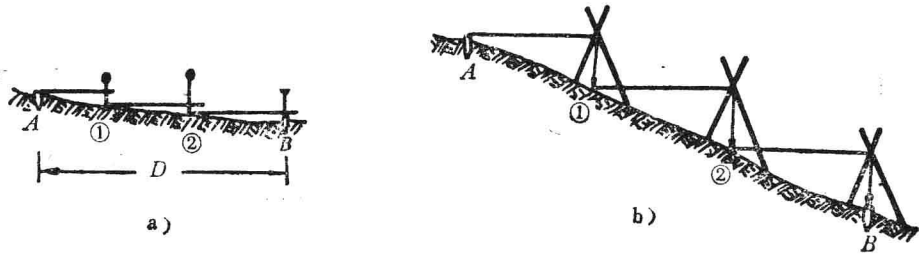


图 2-10

四、丈量精度

为了避免错误和判断丈量结果的可靠性,并提高丈量结果的精度,距离丈量要求往返进行各一次。以两次丈量距离的差数 ΔD 与平均距离 D 之比来衡量它的精度,此比值用分子等于一的分数的形式表示,称为相对误差,即:

$$K = \frac{|\Delta D|}{D} = \frac{1}{D/|\Delta D|} \tag{2-2}$$

如相对误差在规定的容许限度内,可取往返平均值作为丈量成果。如果超限,则应重新丈量至符合要求为止。量距记录如表2-2所示。

量 距 记 录 表							表2-2	
工程名称: ×—×			日期: 1984.10.9			量距: ×××, ×××		
钢尺型号: 5* (30m)			天气: 晴			温度16°C		记录: ×××
测	线	整 尺 段	零 尺 段	总 计	差 数	精 度	平 均 值	备 注
AB	往	5×30	13.863	163.863	0.068	1/2400	163.829	要求: $\frac{1}{2000}$
	返	5×30	13.795	163.795				