

全国交通中等职业技术学校通用教材

公路测量

CONGLU CELIANG

〔公路（高等级公路）养护专业用〕

周小安 主编

赵俊民 主审

人民交通出版社

交通中等职业技术学校通用教材

Gonglu Celiang

公 路 测 量

[公路(高等级公路)养护专业用]

周小安 主编
赵俊民 主审

人民交通出版社

内 容 提 要

本书主要包括:绪论、距离测量和直线定向、水准测量、角度测量、误差的基本知识、导线测量、地形测量、公路中线测量、公路纵横断面的测设、施工测量放样、光电测量仪器的应用。

本书是交通中等职业技术(技工)学校公路(高等级公路)养护专业教材,也可供广大公路干部职工岗位培训、公路技工等级培训使用或相关专业人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

公路测量 / 周小安主编. —北京: 人民交通出版社, 1999. 12
ISBN 7-114-03539-X

I. 公… II. 周… III. 道路测量-专业学校-教材 IV. U412.24

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 67929 号

交通中等职业技术学校通用教材

公 路 测 量

[公路(高等级公路)养护专业用]

周小安 主编

赵俊民 主审

责任印制: 张 凯 版式设计: 周 圆 责任校对: 张 捷

人民交通出版社出版

(100013 北京和平里东街 10 号)

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经销

北京鑫正大印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 9.25 插页: 1 字数: 236 千

2000 年 3 月 第 1 版

2000 年 3 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数: 0001—3000 册 定价: 16.00 元

ISBN 7-114-03539-X

U · 02545

前 言

随着我国公路建设事业的迅猛发展,新技术、新工艺、新材料在工程中得到广泛应用。为了使技工学校的毕业生能更好地适应社会的需要,交通部交通中等职业技术学校教学指导委员会公路类(技工)学科委员会把不断提高教材质量和教学质量作为重点工作来抓,为此专门组织力量,对公路(高等级公路)养护专业配套教材进行了编审工作。

学科委员会根据交通系统技工学校公路(高等级公路)养护专业教学计划 and 教学大纲的要求,在教材编审中注意贯彻教材的思想性、科学性、先进性、启发性、正确性,充分体现技工学校突出技能训练的特点。

公路类(技工)学科委员会将出版公路(高等级公路)养护专业的教材有《公路工程识图》、《机械基础知识》、《微机应用基础》、《公路概论》、《公路养护机械》、《地质土质与筑路材料》、《工程力学》、《公路养护工程》、《公路养护管理》、《公路测量》,共十门配套教材。

本书共分十一章,主要包括:绪论

距离测量和直线定向、水准测量、角度测量、误差的基本知识、导线测量、地形测量、公路中线测量、公路纵横断面的测设、施工测量放样、光电测量仪器的应用。

第一、五、六、七、九章由江西省交通技工学校周小安讲师编写;第二、三章由江西省交通技工学校尹莉讲师编写;第四、八章由江西省交通技工学校肖志云讲师编写;第十、十一章由辽宁省交通技工学校王立宏高级讲师编写。全书由江西省交通技工学校周小安统稿并担任主编,陕西省交通技工学校赵俊民高级讲师主审,河南省交通技工学校翟站立讲师参审。

本教材由公路类(技工)学科委员会教材组委员担任责任编委。

本轮教材在编写时,得到很多技工学校、职工学校、公路部门的支持、帮助,并提出不少宝贵意见,同时还引用了前辈们已取得的众多成果,使本轮教材更为丰富、充实,在此特致诚挚的谢意。由于编写时间仓促,探索认知偏颇,发展预见不足,加之编者水平有限,难免存在缺点和错误,诚望读者批评指正。

交通职业技术学校教学指导委员会

公路类(技工)学科委员会

一九九九年五月十四日

目 录

第一章 绪论	1
第一节 测量学的任务和分类.....	1
第二节 测量在公路建设中的作用.....	2
第三节 测量工作的基本原则.....	2
第四节 地面上点位的确定.....	3
第二章 距离测量和直线定向	6
第一节 概述.....	6
第二节 测距工具.....	6
第三节 直线定线.....	7
第四节 直线的一般丈量和精密丈量.....	8
第五节 直线定向	12
第六节 罗盘仪的构造和使用	15
第三章 水准测量	17
第一节 水准测量的原理	17
第二节 水准仪与水准尺	17
第三节 水准仪的安置与使用	20
第四节 普通水准测量	22
第五节 微倾式水准仪的检验与校正	27
第六节 自动安平水准仪	30
第四章 角度测量	32
第一节 角度测量的原理	32
第二节 光学经纬仪的基本构造	33
第三节 经纬仪的安置与角度观测方法	38
第四节 竖直角测量方法	40
第五节 光学经纬仪的检验与校正	43
第六节 角度测量注意事项	46
第五章 误差的基本知识	48
第一节 误差的分类	48
第二节 算术平均值	50
第三节 评定精度的标准	51
第六章 导线测量	55
第一节 概述	55
第二节 导线测量的外业	55
第三节 导线测量的内业	57

第七章 地形测量	64
第一节 概述	64
第二节 地形图的内容与要求	64
第三节 视距测量	69
第四节 平板仪的构造和使用	73
第五节 测图前的准备工作	75
第六节 碎部测量	76
第七节 地形图的拼接、检查和整饰	80
第八章 公路中线测量	82
第一节 交点和转点的测设	82
第二节 转角测定和里程桩的设置	84
第三节 圆曲线测设	86
第四节 复曲线	91
第五节 缓和曲线	92
第六节 公路中线的测量精度和展绘	99
第七节 高等级公路中线的测设方法	101
第九章 公路纵横断面的测设	105
第一节 概述	105
第二节 纵断面测量	105
第三节 纵断面图的绘制	108
第四节 横断面测量	111
第五节 横断面图的绘制	114
第六节 纵横断面设计简介	115
第十章 施工测量放样	127
第一节 概述	127
第二节 放样的基本工作	127
第三节 全站仪放样方法	130
第四节 路线施工测量	130
第五节 桥梁施工测量	133
第十一章 光电测量仪器的应用	135
第一节 GPS 技术简介	135
第二节 TPS 技术简介	136
第三节 全站仪基本操作	139
主要参考书目	142

第一章 绪 论

第一节 测量学的任务和分类

测量学是一门研究地球形状和大小的科学。它一方面研究如何测定地球表面上某一区域的地物和地貌的形状、位置、大小和相对距离,用一定的比例关系绘制到图纸上,从而成为相似的图形,为经济建设、国防建设和科学研究提供资料;另一方面研究如何把图纸上设计的建筑物放样到实地上,作为施工的依据,并且观测建筑物在竣工后和使用中所产生的变形,为建筑技术的进一步发展提供科学的资料和研究手段。

根据测量研究的对象及应用,基本上可以分为以下几类。

一、大地测量学

大地测量学是研究在较大区域内建立国家大地控制网、测定地球的形状和大小、进行精密控制测量的技术与方法的学科。包括三角测量、精密导线测量、三边测量、水准测量、天文测量、重力测量、卫星大地测量、惯性测量、弧度测量、地球形状理论和各种大地测量计算等。它为测定地形图和大型工程测量提供基本的平面和高程控制,以及向空间科学技术、地壳升降、海陆变迁、地震预报、近代航天技术的发展和军事用途等提供重要资料。

二、普通测量学

普通测量学是研究地球表面较小区内测绘工作的基本理论、技术和应用方法的学科,是测量学的基础。主要研究内容有:图根控制网的建立、地形图的测绘及一般工程的施工测量。具体工作有距离测量、角度测量、定向测量、高程测量等数据的处理和绘图等。

三、地形测量学

地形测量学是将地表面上的地物、地貌的平面位置和高程测绘成地形图的理论、技术和方法的学科。包括图根控制网的建立、碎部测量、测量误差分析和地形图的使用等。

四、工程测量学

工程测量学是研究工程建设在勘测设计、施工和养护管理阶段所进行的各种测量工作的学科。包括工业建设测量、铁路测量、公路测量、桥梁测量、隧道测量及地下建筑物测量、水利工程建设测量、输电线路及输油管道测量等勘测设计阶段的控制测量、地形测量、高程测量和施工阶段的施工测量及设备安装测量、管理、使用阶段的变形观测和维修养护测量。

随着科学技术的发展,在工程测量中已广泛地应用电子计算机技术、红外线测距技术、激光技术、摄影测量和遥感技术等。

五、摄影测量学

摄影测量学是研究利用摄影手段或遥感技术来获取被测物体的信息,从几何和物理方面进行分析处理,绘制成地形图或数字模型的理论和方法的一门学科。它分为地面摄影测量、航空摄影测量、水下摄影测量和航天摄影测量。

六、海道测量学

海道测量学是研究对海岸、江河等海上水域、沿海地带和海底地貌进行测绘的理论、技术和方法的学科。

随着科学技术的迅猛发展,测量工作所涉及的领域和部门越来越多,测量学所研究的范围也就越来越广,其分支类别就会更细更多。

第二节 测量在公路建设中的作用

测量在国民经济建设和国防事业中起着十分重要的作用。在工业与民用建设中,当进行初步设计时需要地形图,而要把图纸上设计好的建筑物实施到地面上去,必须进行放样测量,在建筑物修筑中还要进行施工测量,建筑物竣工后还要进行竣工测量。在战争中,占据有利地形,如制高点,可居高临下射击敌人,需作战地图。作战部需根据详细的地形图来研究作战计画,拟定进攻路线。导弹的精确发射没有精密的测量就不可能命中。

在公路工程建设中,无论对于公路、桥梁或隧道,从勘测设计、施工到竣工都离不开测量工作。当新建一条公路,在踏勘过程中就要根据测量所取得的资料,如地形图等,进行选线,来确定一条最经济最合理的路线;路线方案确定后,要进行路线的详细测设,在这个阶段的测量工作有中线测量、路线纵横断面测量、桥涵水文测量和地形测量等,其基本任务是把路线位置标定在地面上,并且搜集设计路基、路面、桥涵及其它构造物等的资料,以便提供施工图纸;施工前应进行施工放样测量;施工过程中要经常通过测量来检查工程质量;工程竣工后,还要通过测量来检验竣工情况并编绘竣工图纸,以满足公路工程的使用、管理、维修和改建的需要。由此可见,测量工作在公路建设中占据着非常重要的地位。因此,测量对于公路专业的学生来说,是一门必须掌握的知识和技能。

第三节 测量工作的基本原则

地球表面的形状很复杂,我们把地表面的固定物体如房屋、道路、河流和森林等称为地物,而把地面上高低起伏的形态如山岭、丘陵、峡谷和陡崖等称为地貌,地物和地貌统称为地形。测量的任务就是要测定地形的位置并按一定的比例把它绘在图纸上;或者把图纸上的构造物按一定的比例测设到地面上。以怎样的基本原则进行以上的测量工作呢?图 1-1a)所示是一幢房屋的平面,其位置由房屋轮廓线的一些折线所组成,如果能确定四个角 1、2、3、4 各点的位置,那么这幢房屋在地面上的位置也就确定了。图 1-1b)所示是一条公路的其中一段,它的中线由直线和曲线组成,如果能测定它的直线、直线与曲线的衔接点和曲线上的点 1、2、3……的平面位置,这段公路在地面上的位置也就确定了。图 1-1c)所示为一小山头,当 1、2、3……等地面坡度变化点的平面位置及其高程测定后,这个小山头起伏变化情况就可以大致反映出

来了。

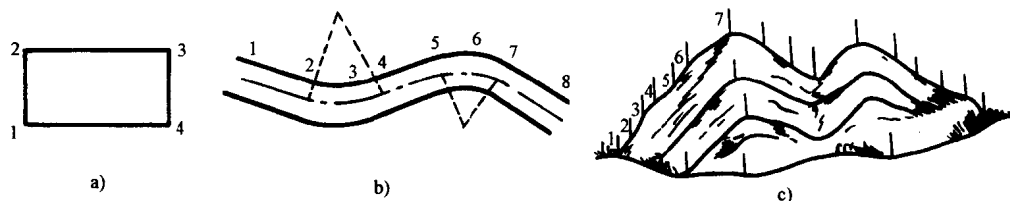


图 1-1

从上面几个例子中可以看出,地球表面上的地物和地貌的形状和大小的构成基本上是一些具有代表性的点子,如图 1-1 中的各点,测量上把这些平面方向的转折点与坡度起伏的变化点叫做特征点。特征点也称为碎部点,测量主要是测定这些碎部点的平面位置和高程。当测定这些碎部点时,不论用何种测量方法和使用何种仪器,测量的成果都会有误差存在,为了提高测量精度,防止测量误差的传递和积累,在测量工作中,必须遵循在测量布局上“从整体到局部”,在精度上“由高级到低级”,在程序上“先控制后碎部”的测量原则。如图 1-2 所示,若要测定图上的山头以及周围的地形图,必须先选在测区范围内选择若干具有控制意义的点,如图 1-2 中山头周围的点 1、2、3、4、5、6 等作为控制点,用精密的仪器和较严密的测量方法测定这些控制点的位置和高程,这部分测量称为控制测定。然后再根据控制点的位置和高程测定其它碎部点的位置和高程,这部分测量称为碎部测量。

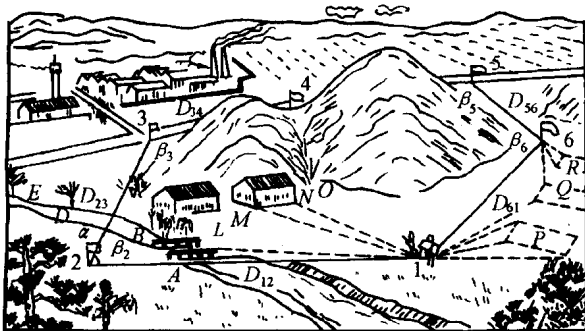


图 1-2

如图 1-2 中,可在控制点 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,同样也可在其它控制点分别测定其周围的碎部点。可以看出,用这种先控制测量后碎部测量的方法可使所有碎部点具有同样的精度,不会因误差的传递和积累而使后测的碎部点的误差增大到不能容许的程度。

第四节 地面上点位的确定

测量的基本工作就是在一定的精度要求下采用适当的仪器和方法测定地面上构成地形的具有代表性的点,即特征点之间的点位关系。

地面上点位的确定,通常是以该点在球面或平面上的投影,以及该点到大地水准面的垂直距离(即高程)来表示其空间位置的。

一、点的地理坐标

当研究整个地球的形状、大小或大区域的测量工作时,可采用球面坐标系,它把整个地球置于一个坐标系中,以经度和纬度来确定地面点的绝对位置,称为地理坐标。

如图 1-3 所示, N 、 S 分别为地球两极,若连接两极,直线 NS 即为地球自转轴,又称地轴。地球自西向东绕该轴自转,通过地面上任意一点 P 与地轴组成的平面叫做 P 点的子午面,它

与地球表面的交线 NPK/S 称为 P 点的子午线或经线。经世界天文学会的决议,把通过英国伦敦格林尼治天文台原址 P_0 的子午面称为首子午面,相应的首子午面与地球表面的交线 NP_0K_0S 称为首子午线。通过地心 O 与地轴 NS 垂直的平面 WK_0KE 称为赤道平面,赤道平面与地球表面的交线称为赤道。

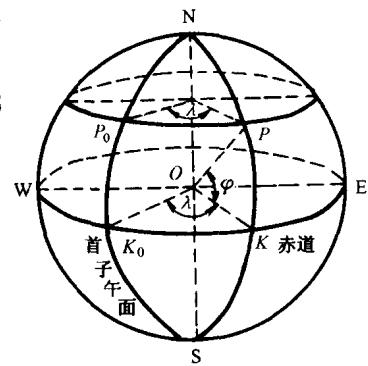


图 1-3

地面上一点的经度,即通过该点的子午面与首子午面所夹的二面角,一般用 λ 表示,自首子午线以东 $0^\circ \sim 180^\circ$ 为东经,以西 $0^\circ \sim 180^\circ$ 为西经。东经 180° 和西经 180° 同一条经线上,那就是 180° 经线。地面上一点的纬度,即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,一般用 φ 表示,自赤道向北 $0^\circ \sim 90^\circ$ 为北纬,向南 $0^\circ \sim 90^\circ$ 为南纬,北纬 90° 为北极,南纬 90° 为南极。当一点的经纬度确定后,它的绝对位置也就确定了。例如:北京的地理坐标为:东经 $116^\circ 28'$,北纬 $39^\circ 54'$ 。

地理坐标是通过天文测量方法测定的,大地测量等常用到地理坐标。

二、平面直角坐标

在普通测量中,由于测区面积小,可以把部分球面看成平面。在平面上是用直角坐标来表示地面上一点的相对位置的,如图 1-4 所示。平面直角坐标是由两个互相垂直的坐标轴 X 和 Y 所构成。两轴线的交点 O 为坐标原点,规定南北方向的纵轴为 X 轴,自坐标原点向北为正,向南为负;东西方向的横轴为 Y 轴,自坐标原点向东为正,向西为负。地面上任意一点 A 在平面上的位置是由该点至纵、横坐标轴的垂直距离来确定的。 X_a 为 A 点的纵坐标,以 x 表示; Y_a 为 A 点的横坐标,以 y 表示。平面直角坐标中的 I、II、III、IV 四个象限是从北方向按顺时针方向编号的。

测量上的平面直角坐标与数学上规定的完全相反,因为测量工作中规定,所有直线的方向都是从纵轴北端顺时针方向来量度的,这样变换既不改变应用数学中的三角公式,又便于测量

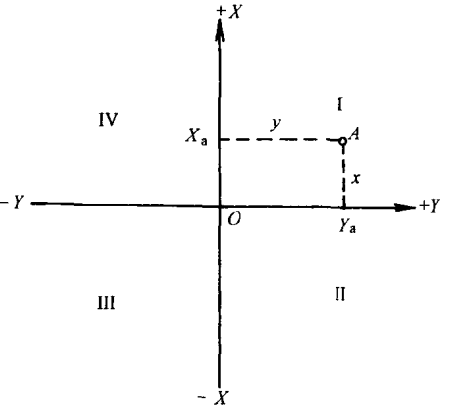


图 1-4

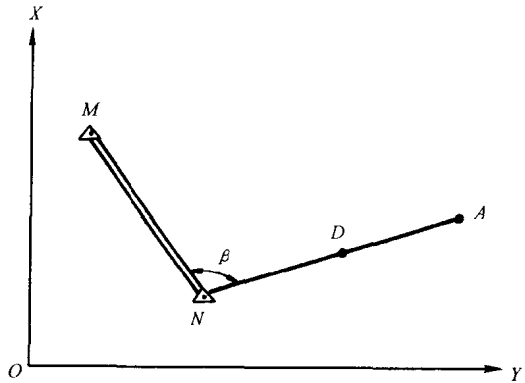


图 1-5

上的方向和坐标的计算。如图 1-5 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 M 、 N 的坐标和方向,推算出 A 点的坐标和 NA 的方向,以确定其平面位置。

平面直角坐标系的原点,有时是假定的。

三、点的高程

点的位置是空间位置,除确定它在球面或平面上的坐标外,在测量上还用高程来表示它的位置。为了使我国各地区、各部门的高程有一个统一的系统,以便于进行各种测图及各项工程建设,在全国范围内必须确定一个统一的基准面。通常采用大地水准面作为基准面。所谓水准面是假定海洋或湖泊的水面在静止状态下,穿过大陆和岛屿而成为一个闭合的曲面,在这个曲面上,任意一点的铅垂线都垂直于该点的曲面,这样的曲面称为水准面。我国 1956 年由青岛验潮站求出的黄海平均海水面(即水准零点)作为高程的基准,然后又在青岛附近建立水准原点,水准原点用玛瑙标志标出,由花岗岩柱石牢固埋设在地质良好的基岩上,用精密水准测量与水准零点联测,求出水准原点高出水准零点 72.289m,这个水准原点称为青岛水准原点,规定我国计算高程的统一起算点。

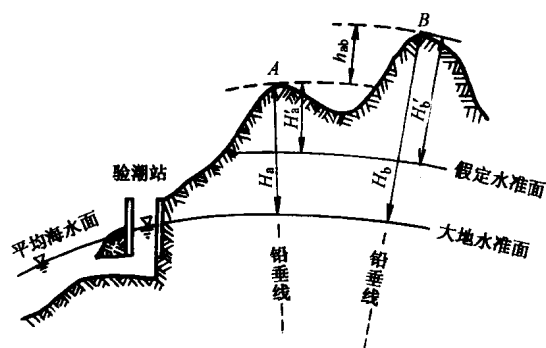


图 1-6

我国把通过水准零点的水准面称为大地水准面,如图 1-6 所示,地面上任意点到水准面的铅垂距离就是该点的高程,如果这个水准面是大地水准面,这个铅垂距离就称为绝对高程,也称为海拔。比如说,珠穆朗玛峰海拔为 8 848.13m,就是说它高出大地水准面 8 848.13m。在局部地区,也可以假定一个水准面作为高程的起算面,地面上一点到假定水准面的铅垂距离称为相对高程,也称假定高程。

两点高程之差称为高差,如图 1-6 中,地面点 A 的绝对高程为 H_a ,相对高程为 H'_a ;地面点 B 的绝对高程为 H_b ,相对高程为 H'_b ,A、B 两点的高差为 h_{ab} ,即:

$$h_{ab} = H_b - H_a = H'_b - H'_a \quad (1-1)$$

在水准路线上,每隔若干公里设置一个精度相当高的水准点,作为高程的控制点。国家水准测量设置的为永久性水准点;工程水准测量设置的为临时性水准点。各个水准点都有精度相当高的绝对高程值。水准点用 BM 表示。

第二章 距离测量和直线定向

第一节 概 述

距离测量是公路中线测量中的基本内容之一。距离是指地面上两点间的水平距离,它需要用标志将点位固定下来。点的标志根据测量的具体要求和使用年限不同,可分为临时性的和永久性的两种。临时性的标志可用木桩打入地中,桩顶略高于地面,并在桩顶画一个十字或钉一钉子表示点的位置。如图 2-1a)所示。永久性的标志可用混凝土桩或大铁钉或石桩表示点位,如图 2-1b)所示。

为了远处能明显的看到目标,方便寻找,可在桩顶的点位上竖立标杆,杆顶端系一红白小旗,如图 2-2 所示。

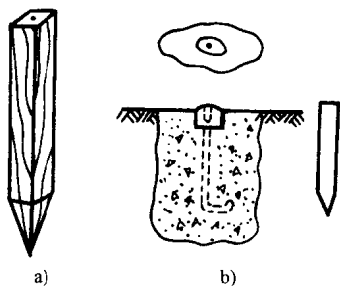


图 2-1

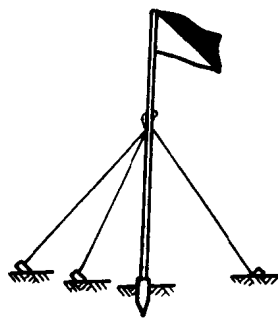


图 2-2

第二节 测距工具

常用的量距工具有钢尺、皮尺、测绳和花杆、测钎、垂球等,使用时可根据测量工作精度要求的不同进行选择。

钢尺又称钢卷尺,如图 2-3a)所示,由带状薄钢条制成,一般用于精度要求较高的量距工作中,长度有 20m、30m 和 50m 等几种。在尺的起点 10cm 内刻画至 mm,其它部分刻画至 cm,按尺的零点位置不同又分为端点尺和刻线尺两种,如图 2-4a)、b)所示。使用时要特别注意,以免发生错误。

皮尺又称布卷尺,形状同钢尺,如图 2-3b)所示,它是由细铜丝与棉麻线合织而成。现在也有用塑料制成的,尺的长度有 20m、30m 和 50m 等几种,一般刻画至 cm。皮尺的耐拉能力差,其伸缩较大,故常用于普通的低精度量距工作中。

测绳又名绳尺。它是用细金属丝外包线制成,长度有 50m 和 100m 两种,每米处包一金属片,注明米数。一般用于精度要求较低的测量工作中,如图 2-3c)所示。

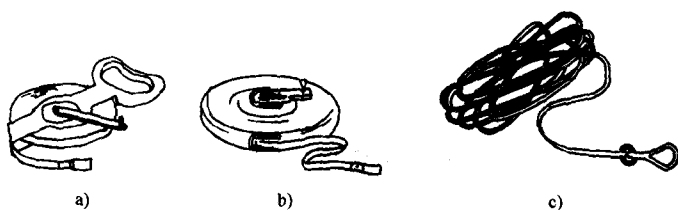


图 2-3

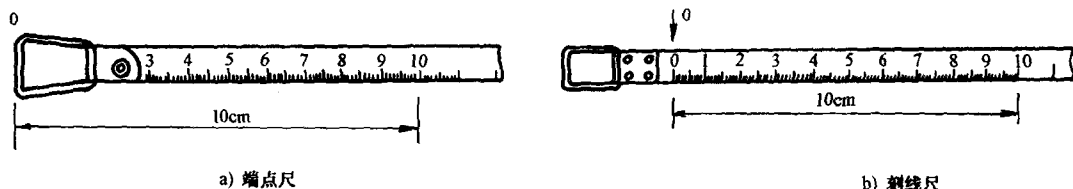


图 2-4

花杆又称标杆、测杆,长为 2m 或 3m,直径为 3cm~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,长约 10cm。它主要用于显示目标和直线定线,如图 2-5a)所示。

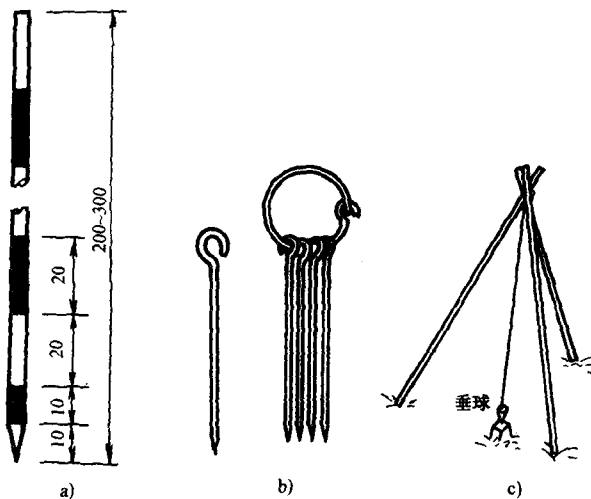


图 2-5

测钎由粗铁丝制成,如图 2-5b),长为 30cm 或 40cm。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,如图 2-5c),是对点的工具。

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。在实际操作时可根据精度高低,采用经纬仪定线和目估法定线。

一、两点间定线

如图 2-6 所示,设 A 、 B 为直线的两端点,需要在 A 、 B 间定出 1、2 两点,使其与 A 、 B 成一

直线。先在 A、B 点上竖立标杆，甲立于 A 点后由 A 端瞄向 B 点，单眼视线与标杆边缘相切，用手势指挥持标杆的乙移动，直至 A、①、B 三点在一条直线上，即标定①点。用同样的方法可以标定②点。

二、互不通视的两点间定线

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 点立杆，①₁ 靠近 A 并能看见 B，甲指挥乙将标杆定在 B①₁ 线上得②₁ 点，②₁ 点必须靠近 B 并能看见 A，然后乙指挥甲把杆移到 A②₁ 上得①₂ 点。这样逐渐趋近，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 两点的连线上。

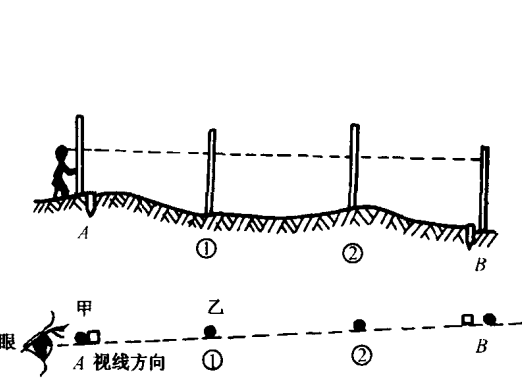


图 2-6

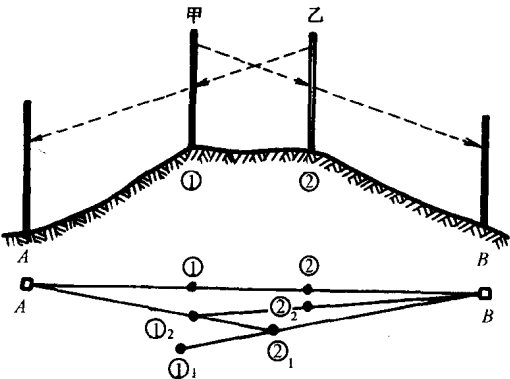


图 2-7

第四节 直线的一般丈量 and 精密丈量

一、一般丈量

1. 直线标定

丈量的距离一般都比整尺要长，一次不能量完，需要在直线方向上标定一些点，如图 2-8 所示，要丈量 A、B 两点间的距离，先标定直线。令甲站在 A 点，乙手持标杆沿前进方向走，走到约一整尺段立标杆，听从甲指挥，把杆立到 AB 直线上，做好记号得①点。然后继续前进用同样的方法可得其它各点。

2. 丈量方法

1) 平坦地区距离丈量

如图 2-9 所示，后尺手站在 A 点，手持尺的零端，前尺手拿着尺盒，并携带测钎，沿丈量方向前进，走到约一整尺段，两尺手蹲下，后尺手把零点对准 A 点，喊“预备”，前尺手把尺通过标定直线时做的记号，两人同时拉紧尺子，当尺拉稳后，后尺手喊“好”，这时前尺手把测钎对准尺末端整尺段处的刻画线垂直插入地面上，就量完一尺段。用同样的方法依次丈量其它各尺段，最后不足一整尺段时，由前尺手用尺上某整刻画线对准 B 点，后尺手

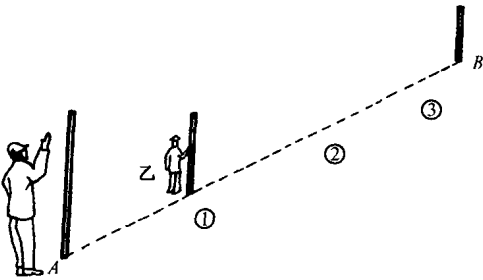


图 2-8

在尺的零端附近读数至 mm,即得余长 Δl 。AB 间的距离(全长) D 为:

$$D = nl + \Delta l \quad (2-1)$$

式中: l ——整尺段的长度;

n ——丈量的整尺段数或后尺手中测钎数;

Δl ——余长。

按着调转尺头,从 B 至 A 进行返测,它和从 A 至 B 进行的往测合称为一测回。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。

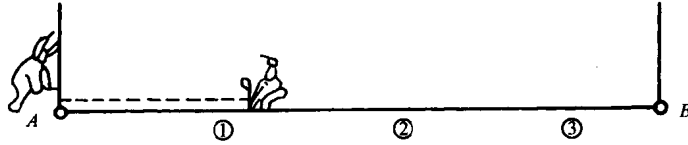


图 2-9

2) 山区的距离丈量

当山区的地面坡度不大时,可将尺抬平丈量,如图 2-10a)所示,分段量取水平距离,最后计算总长。若地面倾斜的坡面均匀时,可沿斜坡量出斜距 L ,然后计算出水平距离 D ,如图 2-10b)所示。为了计算水平距离 D ,可测出倾斜角 α 或测出两点间的高差 h ,则水平距离 D 为:

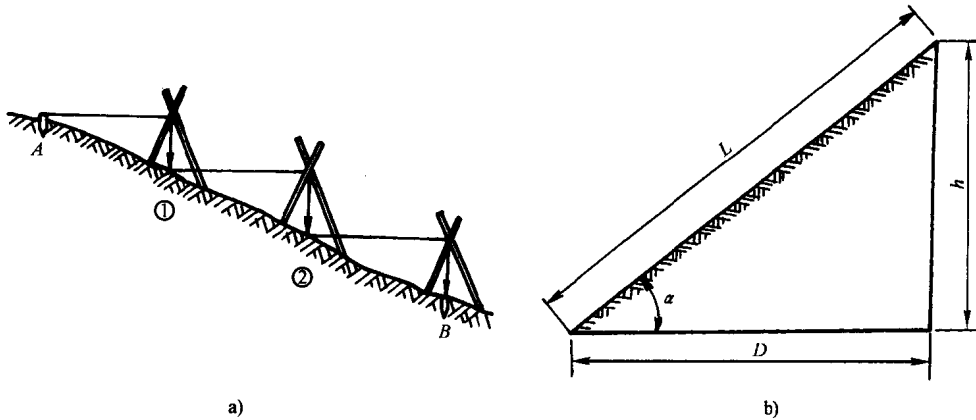


图 2-10

$$D = L \cos \alpha \quad (2-2)$$

或

$$D = \sqrt{L^2 - h^2} \quad (2-3)$$

二、精密丈量

1. 精密量距的方法

1) 清理场地

将沿丈量直线方向上的障碍物、杂草、土坎等影响丈量的障碍物清除掉。

2) 经纬仪定线

在丈量前,根据丈量时所用的钢尺长度,一般每一尺段要比钢尺全长略短一点打一木桩,桩顶高出地面 20cm 左右,在桩顶画出十字线或钉小钉。

3) 测量高差

精密丈量是沿桩顶进行的,但各桩顶不一定同高,须用水准仪测出相邻各桩顶间的高差。

4)精密丈量

(1)如图 2-11 所示 AB 直线,前尺手持尺零端至第一尺段的前点 1,将弹簧秤挂在尺前端,后尺手持尺的末端至 A 点。

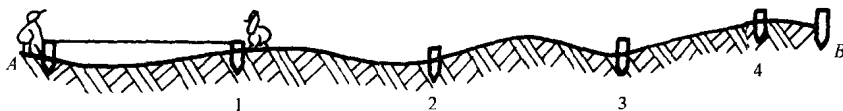


图 2-11

(2)用标准拉力(钢尺检定时拉力)拉紧钢尺,使钢尺刻画紧贴桩顶的十字刻画线。

(3)当钢尺稳定后进行读数,记录者计算尺段长度。

(4)按上述方法再读两次,但每次须移动后尺的刻画(整 cm 刻画),三次丈量的长度最大较差不超过容许限差,取三次结果的平均值作为尺段的结果。每测完一尺段,用温度计读取一次温度。

(5)前、后尺手拉尺,其余人在中间托尺,前进至第二尺段,按前法继续丈量至 B 点,如此丈量一次称为往测。然后进行返测。记录计算见表 2-1。

精密量距记录计算表

表 2-1

地点: × × ×		标准拉力: 98N		丈量次数: 3		记录: × × ×	
日期: × × × × × ×		标准温度: 20°C		前读尺: × × ×		计算: × × ×	
天气: × × ×		尺长改正数: + 2.5mm		后读尺: × × ×		校核: × × ×	

尺段 (起迄 点号)	次数	前尺 读数 (mm)	后尺 读数 (m)	尺段 长度 (m)	尺段平均 长度 (m)	温度	高差	尺长改 正数 (mm)	改正后 的尺段长度 (m)
						温度改正数 (mm)	高差改正数 (mm)		
A - 1	1	76.5	29.93	29.853 5	29.854 0	25.8°C + 2.1	- 0.152 - 0.4	+ 2.5	29.858 2
	2	65.5	29.92	29.854 5					
	3	86.0	29.94	29.854 0					
1 - 2	1	18.0	29.89	29.872 0	29.871 8	27.6°C + 2.7	- 0.174 - 0.5	+ 2.5	29.876 5
	2	9.0	29.88	29.871 0					
	3	27.5	29.90	29.872 5					
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
4 - B	1	80.0	18.97	18.890 0	18.889 3	27.5°C + 1.6	+ 0.065 - 0.1	+ 1.6	18.892 4
	2	61.5	18.95	18.888 5					
	3	50.5	18.94	18.889 5					

2. 长度的计算

(1)计算尺段长度

尺段长度 d = 后尺读数 - 前尺读数

例如表 2-1 中 A-1 尺段的尺段长度为:

$$29.8535 = 29.93 - 0.0765$$

$$29.8545 = 29.92 - 0.0655$$

$$29.8540 = 29.94 - 0.086$$

$$\text{尺段平均长度 } \bar{d} = \frac{29.8535 + 29.8545 + 29.8540}{3} = 29.8540\text{m}$$

其它尺段长计算方法与上相同。

(2) 尺长改正

设钢尺的名义长度为 l_0 (30m), 检定后实际长为 l (30.0025m), 则每尺段的尺长改正数为:

$$\Delta l = \frac{l - l_0}{l_0} \times \bar{d} \quad (2-4)$$

表 2-1 中 A-1 尺段的尺长改正数为:

$$\Delta l = \frac{30.0025 - 30}{30} \times 29.8540 = 0.0025\text{m} = 2.5\text{mm}$$

其它尺段的尺长改正计算方法相同。

(3) 温度改正

设钢尺在检定时的温度为 t_0 , 丈量时的温度为 t , 钢尺的膨胀系数为 α ($\alpha = 1.25 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$), 则每尺段温度改正数为:

$$l_t = \alpha(t - t_0)\bar{d} \quad (2-5)$$

表 2-1 中 A-1 尺段的温度改正数为:

$$l_t = 1.25 \times 10^{-5} \times (25.8 - 20) \times 29.8540 = 0.0021\text{m} = 2.1\text{mm}$$

其它尺段的温度改正计算方法相同。

4) 高差改正

如图 2-12 所示, 由于丈量每一尺段木桩的高度不同, 因而实际丈量为斜距长度 d (见图 2-12), 必须改正成水平距离 d' , 则:

$$h^2 = d^2 - d'^2$$

$$d - d' = \frac{h^2}{d + d'}$$

高差一般较小, d 和 d' 相差甚微, 故高差改正数为:

$$l_h \approx -\frac{h^2}{2d} (\because d > d' \therefore l_h \text{ 为负值}) \quad (2-6)$$

表 2-1 中 A-1 尺段的高差改正数为:

$$l_h \approx -\frac{(-0.152)^2}{2 \times 29.8540} = -0.0004\text{m} = -0.4\text{mm}$$

其它各尺段的高差改正数计算方法相同。

改正后的尺段长度 d'' 为:

$$d'' = \bar{d} + \Delta l + l_t + l_h \quad (2-7)$$

表 2-1 中 A-1 尺段改正后的尺段长度为:

$$d'' = 29.8540 + 0.0025 + 0.0021 + (-0.0004) = 29.8582\text{m}$$

其它各尺段长度计算方法相同。

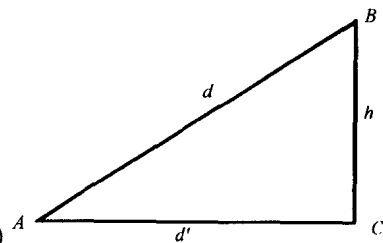


图 2-12