

高职高专教材



公路施工技术

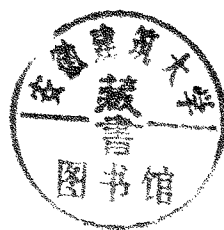
贾晓敏 主编

武汉理工大学出版社

高职高专教材

公路施工技术

贾晓敏 主 编



武汉理工大学出版社
· 武 汉 ·

【内容简介】

本书阐述了公路和常用桥梁工程施工的各种规定和要求、工程质量标准、常用的施工作业方法、施工机具和设备的规格型号及道路各结构层所使用材料的技术指标和质量要求等。全书共7章,包括施工测量、公路路基施工技术、路基防护与支挡施工技术、公路基层施工技术、沥青面层施工技术、水泥混凝土面层施工技术、桥涵施工技术。

本书可作为高职高专院校道路与桥梁工程技术专业的教学用书,也可作为公路施工人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

公路施工技术/贾晓敏主编. —武汉:武汉理工大学出版社,2006

ISBN 7-5629-2480-5

I. 公…

II. 贾…

III. 道路工程-施工技术

IV. U415.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 160794 号

出版发行:武汉理工大学出版社(武汉市武昌珞狮路 122 号 邮编:430070)

<http://www.techbook.com.cn>

E-mail:wutpyyk@163.com

印刷者:武汉理工大印刷厂

经销者:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16

印 张:12.25

字 数:302 千字

版 次:2006 年 12 月第 1 版

印 次:2006 年 12 月第 1 次印刷

印 数:1—2000 册

定 价:19.60 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向出版社发行部调换。

本社购书热线电话:(027)87394412 87383695 87384729

前 言

公路是国家的重要基础设施,是发展国民经济、造福社会、巩固国防的重要支撑力量。改革开放给我国公路建设带来了前所未有的发展机遇,特别是20世纪90年代开始,我国进入了公路建设大发展时期,高速公路迅速发展,走过了从无到有,从少到多,从低水平到高标准,从单条路段到逐步联网的光辉历程。至2005年末,全国公路通车总里程达193万公里,其中高速公路通车总里程达4.1万公里。京沪、京珠、京沈、渝湛、连霍等跨区域、长距离高速公路的建成通车,使我国干线公路网初具规模。随着公路建设事业的不断发展,对公路与桥梁专业人才的需求量也日益增大。同时,公路施工新技术、新材料、新工艺、新设备的推广与应用极大地丰富了公路施工的内涵。为此,在高职高专院校道路与桥梁工程技术专业开设“公路施工技术”课程十分必要,本书即是为此课程编写的教材。

“公路施工技术”是高职高专院校道路与桥梁工程技术专业的主干课程,本课程是继“路基与路面”、“桥梁工程”、“道路建筑材料”等专业课的一门后续专业课程,具有较强的实践性。课程的主要任务是通过教学使学生掌握公路施工技术的基本方法和技能,以满足培养施工第一线应用型人才的需要。

结合本课程的特点,本教材主要介绍了公路施工的基本施工方法、施工工艺以及材料要求等,内容包括公路路基、基层、沥青面层、水泥混凝土面层、桥涵等的施工技术及施工测量,教材采用了国家及行业最新的技术标准和技术规程,紧贴现行有关规范,以及目前公路施工中的新技术、新工艺等,突出实用的特点。

全书共分7章,第1章由郭峰编写,第2章由刘翠然编写,第3章由陈秀玲编写,第4、5章由贾晓敏编写,第6章由王丽编写、第7章由何建平编写,贾晓敏任主编。

由于编者水平有限,加之编写时间仓促,书中一定有不少谬误之处,恳请读者批评指正,以便今后修订、完善和补充。

编 者

2006年7月

目 录

1 施工测量	(1)
1.1 概述	(1)
1.2 施工测量的基本方法	(1)
1.2.1 在地面上测设已知长度的水平距离	(1)
1.2.2 在地面上测设已知角值的水平角	(2)
1.2.3 在地面上测设已知高程	(4)
1.2.4 在地面上测设已知坡度	(4)
1.3 点的平面位置的测设	(5)
1.3.1 直角坐标法	(6)
1.3.2 极坐标法	(6)
1.3.3 角度交会法	(6)
1.3.4 距离交会法	(7)
1.4 路线中线施工放样	(7)
1.4.1 控制点复测	(7)
1.4.2 用导线控制点恢复中线	(9)
1.4.3 用路线控制桩恢复中线	(11)
1.4.4 竖曲线的施工放样	(13)
1.5 道路施工测量	(14)
1.5.1 路基边桩的测设	(14)
1.5.2 路基边坡的测设	(17)
1.5.3 路面施工测设	(17)
1.6 公路桥涵施工测量	(18)
1.6.1 桥梁施工测量	(18)
1.6.2 涵洞施工测量	(21)
1.6.3 桥梁竣工后的沉降及位移观测	(22)
复习思考题	(23)
2 公路路基施工技术	(24)
2.1 概述	(24)
2.1.1 路基工程的特点	(24)
2.1.2 路基的重要性	(24)
2.2 路基施工方法及施工准备	(25)
2.2.1 路基施工的基本方法	(25)
2.2.2 路基土方作业的基本类型	(25)
2.2.3 施工准备工作	(25)

2.3 一般路基施工	(27)
2.3.1 路基挖方施工	(27)
2.3.2 路堤填筑施工	(31)
2.3.3 路基压实施工	(33)
2.4 路基排水施工	(42)
2.4.1 地面排水设施施工	(42)
2.4.2 地下排水设施施工	(45)
2.5 软土地基路基施工	(47)
2.5.1 软土地基概述	(48)
2.5.2 软土地基的加固措施与施工	(50)
复习思考题	(54)
3 路基防护与支挡施工技术	(55)
3.1 概述	(55)
3.1.1 防护与加固工程的分类	(55)
3.1.2 施工原则要求	(55)
3.2 坡面防护	(56)
3.2.1 植物防护	(56)
3.2.2 工程防护	(58)
3.3 冲刷防护	(62)
3.3.1 直接防护	(62)
3.3.2 间接防护	(64)
3.4 路基挡土墙	(65)
3.4.1 挡土墙分类	(65)
3.4.2 重力式挡土墙	(65)
3.4.3 加筋土挡土墙	(68)
复习思考题	(71)
4 公路基层施工技术	(72)
4.1 概述	(72)
4.1.1 基层的作用	(72)
4.1.2 基层的类型	(72)
4.2 水泥稳定类基层	(72)
4.2.1 水泥稳定类基层	(72)
4.2.2 水泥稳定土的材料要求	(73)
4.2.3 混合料组成设计	(74)
4.2.4 路拌法水泥稳定类基层的施工	(75)
4.2.5 中心站集中厂拌法施工	(79)
4.3 石灰稳定土基层	(80)
4.3.1 石灰稳定土	(80)
4.3.2 石灰稳定土的材料要求	(81)

4.3.3	混合料的组成设计	(82)
4.3.4	路拌法施工石灰稳定土基层	(83)
4.3.5	人工沿路拌和法施工	(85)
4.4	石灰工业废渣稳定土基层	(85)
4.4.1	石灰工业废渣稳定土	(85)
4.4.2	石灰工业废渣稳定土的材料要求	(86)
4.4.3	混合料组成设计	(87)
4.4.4	路拌法石灰工业废渣稳定土基层的施工	(88)
4.4.5	中心站集中厂拌法施工	(90)
4.4.6	人工沿路拌和法施工	(90)
4.5	级配碎石基层	(91)
4.5.1	级配碎石	(91)
4.5.2	级配碎石材料的要求	(92)
4.5.3	路拌法施工	(93)
4.5.4	中心站集中厂拌法施工	(95)
4.6	级配砾石基层	(96)
4.6.1	级配砾石	(96)
4.6.2	材料要求	(97)
4.6.3	级配砾石施工	(98)
4.7	填隙碎石基层	(99)
4.7.1	填隙碎石	(99)
4.7.2	材料要求	(99)
4.7.3	填隙碎石施工	(100)
4.8	质量检查与验收	(102)
4.8.1	质量检查验收	(102)
4.8.2	竣工工程外形的检查项目、频度和质量标准值	(102)
4.8.3	工程质量的检查验收	(103)
	复习思考题	(104)
5	沥青面层施工技术	(105)
5.1	概述	(105)
5.1.1	沥青路面的特点	(105)
5.1.2	沥青路面的分类	(105)
5.2	沥青混合料的材料要求	(107)
5.2.1	沥青	(107)
5.2.2	粗集料	(110)
5.2.3	细集料	(113)
5.2.4	填料	(114)
5.3	热拌沥青混合料	(115)
5.3.1	施工前的准备	(115)

5.3.2	沥青混合料的拌制	(115)
5.3.3	沥青混合料的运输	(117)
5.3.4	沥青混合料的摊铺	(118)
5.3.5	压实	(120)
5.3.6	接缝的处理	(121)
5.4	层铺法沥青表面处治	(121)
5.4.1	沥青表面处治的材料规格和用量	(121)
5.4.2	层铺法沥青表面处治	(122)
5.5	沥青贯入式路面	(124)
5.5.1	沥青贯入式路面的材料规格和用量	(124)
5.5.2	施工工艺流程和方法	(125)
5.5.3	乳化沥青贯入式路面的施工方法	(126)
5.5.4	上拌下贯式路面的施工方法	(127)
5.6	透层、粘层	(127)
5.6.1	透层	(127)
5.6.2	粘层	(128)
5.7	质量检查与验收	(128)
5.7.1	热拌沥青混合料路面的质量检查与验收标准	(128)
5.7.2	沥青表面处治及沥青贯入式路面的质量检查与验收标准	(130)
	复习思考题	(130)
6	水泥混凝土面层施工技术	(131)
6.1	概述	(131)
6.2	材料要求和配合比	(131)
6.2.1	材料要求	(131)
6.2.2	混凝土配合比设计	(133)
6.3	水泥混凝土面层铺筑	(137)
6.3.1	施工准备	(137)
6.3.2	混凝土的搅拌和运输	(138)
6.3.3	滑模机械摊铺施工要点	(140)
6.3.4	三辊轴机组施工要点	(142)
6.3.5	小型机具施工要点	(144)
6.3.6	接缝与灌缝施工	(146)
6.3.7	抗滑构造制作	(147)
6.3.8	养生	(148)
6.4	碾压混凝土施工	(148)
6.5	特殊条件施工	(148)
6.6	施工质量检查与验收	(149)
	复习思考题	(150)

7 桥涵施工技术	(151)
7.1 概述	(151)
7.1.1 上部结构施工方法简介	(151)
7.1.2 下部结构施工方法简介	(154)
7.1.3 桥梁施工方法的选择原则	(155)
7.2 基础施工	(155)
7.2.1 常见的几种基础	(155)
7.2.2 桩基础施工工艺	(157)
7.3 涵洞施工	(160)
7.3.1 管涵施工	(160)
7.3.2 混凝土和钢筋混凝土拱涵、盖板涵和箱涵施工	(165)
7.3.3 桥涵顶进(入)法施工	(167)
7.3.4 墩台的砌筑	(175)
7.3.5 墩(台)帽施工	(177)
7.4 梁桥施工	(178)
7.4.1 概述	(178)
7.4.2 简支梁桥的施工工艺	(178)
7.4.3 钢筋混凝土简支梁桥的制造工艺	(179)
7.4.4 预应力混凝土简支梁桥的制造工艺	(182)
7.4.5 装配式梁桥的运输及安装	(183)
7.4.6 桥面工作	(184)
复习思考题	(185)
参考文献	(186)

1 施 工 测 量

1.1 概 述

在公路建设中,测量工作必须先行。施工测量就是研究如何将设计图纸中的各项元素按规定的精度要求,准确无误地测设于实地,以作为施工的依据,并在施工过程中进行一系列的测量工作,以保证施工按设计要求进行。

施工测量是保证施工质量的一个重要环节,其主要任务包括:(1) 研究设计图纸并勘察施工现场。根据工程设计的意图及对测量精度的要求,在施工现场找出定测时的各控制桩或点(交点桩、转点桩、主要的里程桩以及水准点)的位置,为施工测量做好充分准备。(2) 恢复公路中线的位置。公路中线定测后,一般要过一段时间才能施工,在这段时间内,部分标志桩被破坏或丢失,因此,施工前必须进行复测工作,以恢复公路中线的位置。(3) 测设施工控制桩。由于定测时设立及恢复的各中桩在施工中都要被挖掉或掩埋,为了在施工中控制中线的位置,需要在不受施工干扰、便于引用、易于保存桩位的地方测设施工控制桩。(4) 复测、加密水准点。水准点是路线高程控制点,在施工前应对破坏的水准点进行恢复定测,为了方便施工中测量高程,在一定范围内应加密水准点。(5) 路基边坡桩的放样。根据设计要求,施工前应测设路基的坡脚桩和路堑的坡顶桩。(6) 路面的放样。路基施工后,应测出路基设计高度,放样出铺筑路面的标高,作为路面铺设依据。(7) 组成公路的桥梁、涵洞等构筑物的放样测量。即桥梁桥位的平面放样,墩台基础平面位置放样,墩身、墩帽放样,桥台锥坡放样以及高程放样,涵洞的轴线基础及基坑的边线放样和高程放样。

1.2 施工测量的基本方法

1.2.1 在地面上测设已知长度的水平距离

在地面上测设某已知长度的水平距离,就是在施工场地上从一点开始,按给定的方向量出设计所需的水平距离并定出终点。其测设可按下述三种方法进行:

(1) 一般测设方法

当测设精度要求不高时,可从起点按给定的方向和长度,用钢尺量出终点位置。地面稍有起伏时,可拉平钢尺丈量。为了校核起见,可将钢尺移动 20~30cm 再丈量一次。两次丈量之差在允许范围之内时,取其平均值作为最后结果,并适当调整终点位置。

(2) 精确测设方法

当测设精度要求比较高时,可先按一般方法测设已知的水平距离 D ,然后结合尺长改正数、地面高低及温度变化等,算出地面上实际量得的距离 D' ,再根据已知水平距离 D 与 D' 的差值,沿已知方向进行距离调整。其计算公式如下

$$D' = D - \Delta L_t - \Delta L_i - \Delta L_h \quad (1.1)$$

式中 ΔL_t ——尺长改正数;

ΔL_i ——温度改正数

ΔL_h ——高差改正数。

【例 1.1】如图 1.1 所示,自 A 点沿 AC 方向在倾斜地面上测设 B 点,使 AB 的水平距离 D 为 25m。设所用钢尺 L_0 为 30m,在温度 $t_0 = 20^\circ\text{C}$ 时检定的实际长度 L 为 30.003m,钢尺的膨胀系数 $\alpha = 12.5 \times 10^{-6}$,测设时温度 $t = 4^\circ\text{C}$ 。预先用钢尺量得 AB 长度后得 B 点的概略位置,用水准仪测得 A、B 两点的高差 $h = 0.5\text{m}$,求测设时在地面上量出的长度 D' 为多少时才能使 AB 的水平距离等于 25m。

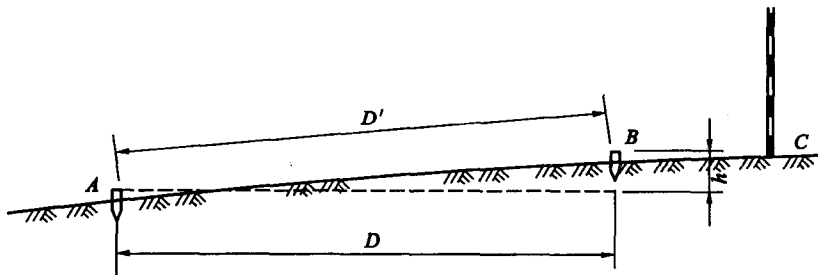


图 1.1 测设已知长度

【解】根据已知条件,尺长改正数 ΔL_t 为

$$\Delta L_t = D \frac{L - L_0}{L_0} = 25 \times \frac{30.003 - 30.000}{30} = +0.0025(\text{m})$$

温度改正数 ΔL_i 为

$$\Delta L_i = D\alpha(t - t_0) = 25 \times 12.5 \times 10^{-6} \times (4 - 20) = -0.005(\text{m})$$

高差改正数 ΔL_h 为

$$\Delta L_h = -\frac{h^2}{2D} = -\frac{(0.5)^2}{2 \times 25} = -0.005(\text{m})$$

根据式(1.1),测设长度 D' 为

$$D' = D - \Delta L_t - \Delta L_i - \Delta L_h = 25 - 0.0025 - (-0.005) - (-0.005) = 25.0075(\text{m})$$

因此,在实地自 A 点起,沿 AB 方向,并使用检定时的拉力,实量 D' 为 25.0075m,标出 B 点。此时,AB 的水平距离正好等于 25m。

(3) 光电测距仪或全站仪测设距离

安置光电测距仪于 A 点(见图 1.2),输入气压、温度和棱镜参数,用测距仪瞄准直线 AB 方向,制动仪器,指挥立镜员在 AB 方向上 B 点的概略位置设置反光镜,测出距离与垂直角,按公式 $D' = D \cdot \cos\alpha$ 直接算出水平距离并与测设平距进行比较,将差值通知立镜员,由立镜员在视线方向上用钢尺进行初步移镜,定出 B 点的位置。重新进行观测,直到计算所得距离与已知水平距离之差在规定的限差以内,则 AB 便是测设的长度。

1.2.2 在地面上测设已知角值的水平角

测设已知角值的水平角是根据已知测站点和一个方向,按设计给定的水平角值,把该角的另一个方向在施工现场地上标定出来。根据精度要求不同,可按下述两种方法测设:

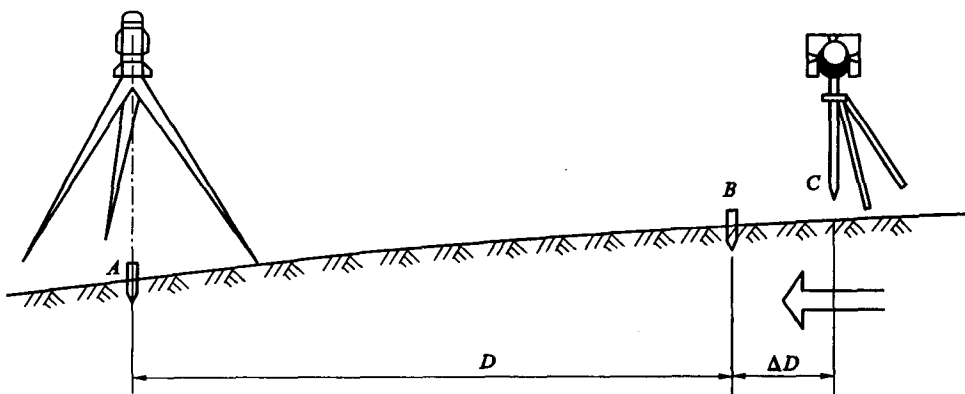


图 1.2 光电测距仪或全站仪测设距离

(1) 一般测设方法

当测设精度要求不高时,可用盘左盘右取中数的方法。如图 1.3(a)所示,安置经纬仪于 A 点,先以盘左位置照准 B 点,使水平度盘读数为零,松开制动螺旋,旋转照准部,使水平度盘读数为 β ,在此视线方向上定出 C' 。再用盘右位置重复上述步骤,测设 β 角定出 C'' 点。取 C' 和 C'' 的中点 C,则 $\angle BAC$ 就是要测设的 β 角。

(2) 精确测设方法

当测设水平角的精度要求较高时,可采用垂线改正法,以提高测设精度。如图 1.3(b)所示,安置仪器于 A 点,先用一般方法测设角值,在地面上定出 C 点。再用测回法观测 $\angle BAC$,测回数可视精度要求而定,取各测回角值的平均值 β' 作为观测结果。设 $\beta - \beta' = \Delta\beta$,即可根据 AC 长度和 $\Delta\beta$ 计算其垂直距离 CC_1 为

$$CC_1 = AC \cdot \tan \Delta\beta \approx AC \cdot \frac{\Delta\beta}{\rho} \quad (1.2)$$

若设 $AC=25\text{m}$, $\Delta\beta=+12''$, 则

$$CC_1 = 25 \times \frac{12}{206265} = 0.0015(\text{m})$$

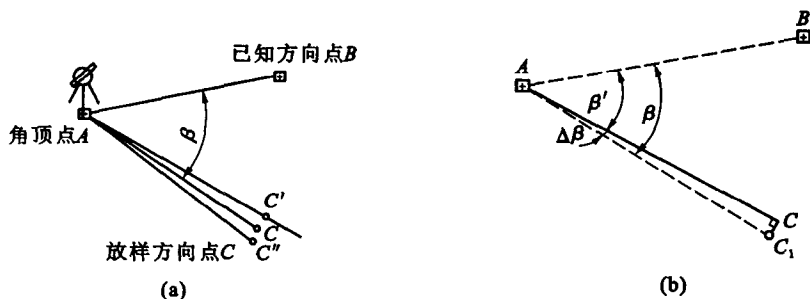


图 1.3 测设已知水平角

过 C 点沿 AC 的垂直方向,向外量出 0.0015m 即得 C_1 点,则 $\angle BAC_1$ 就是精确测定的 β 角。注意 CC_1 的方向,要根据 $\Delta\beta$ 的正负号定出向外或向里的方向。

1.2.3 在地面上测设已知高程

测设已知高程是根据施工现场已有的水准点,通过水准测量,将设计的高程测设到施工场地上。

如图 1.4 所示,已知水准点 A 的高程为 H_A ,现欲测设 B 点的高程 H_B 。为此,在 A 、 B 两点间安置水准仪,先在 A 点立尺,读得后视读数为 a ,则 B 点的前视读数 b 为

$$b = H_A + a - H_B \quad (1.3)$$

在 B 点处打一长木桩,使尺子沿木桩侧面上下移动,当尺上读数为 b 时,沿尺底在木桩侧面上划一红线,该线便是在 B 点测设的高程位置。

【例 1.2】 如图 1.4 所示,设已知 $H_A = 120.376\text{m}$,今欲测设高程 $H_B = 121.000\text{m}$ 。观测得 A 点处后视读数 $a = 1.246\text{m}$,则 B 点读数 b 为

$$b = H_A + a - H_B = 120.376 + 1.246 - 121.000 = 0.622(\text{m})$$

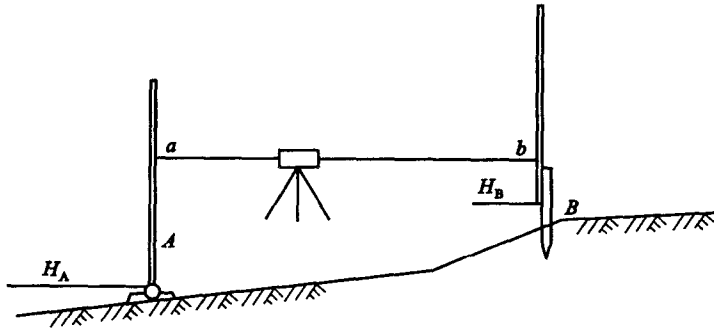


图 1.4 测设已知高程

将尺子沿 B 点木桩上、下移动,使尺上读数为 0.622m 时,沿尺底在木桩侧面上划线,此线即为 B 点高程 121.000m 。

当开挖基槽或修建高层建筑物时,需要向低处或高处引测高程,此时必须建立临时水准点,再由临时水准点测设已知高程。

如图 1.5 所示,欲根据地面临时水准点 A 测定坑内临时水准点 B 的高程 H_B 时,可在坑边架设一吊杆,杆顶吊一根零点向下的钢尺,尺的下端挂一重量相当于钢尺检定时拉力的重物,在地面上和坑内各安置一台水准仪,分别在尺上和钢尺上读得 a 、 b 、 c 、 d ,则 B 点的高程 H_B 为

$$H_B = H_A + a - (b - c) \quad (1.4)$$

若向建筑物上部传递高程时,一般可沿柱子、墙边或楼梯用钢尺垂直向上量取高度,将高程向上传递。

1.2.4 在地面上测设已知坡度

如图 1.6 所示, A 、 B 为设计坡度线的两端点,已知 A 点高程为 H_A ,设计的坡度为 i_{AB} ,则 B 点的设计高程可用下式计算

$$H_B = H_A + i_{AB} \cdot D_{AB} \quad (1.5)$$

式中 i_{AB} —— A 、 B 两点间设计的坡度,坡度上升时 i 为正,反之为负;

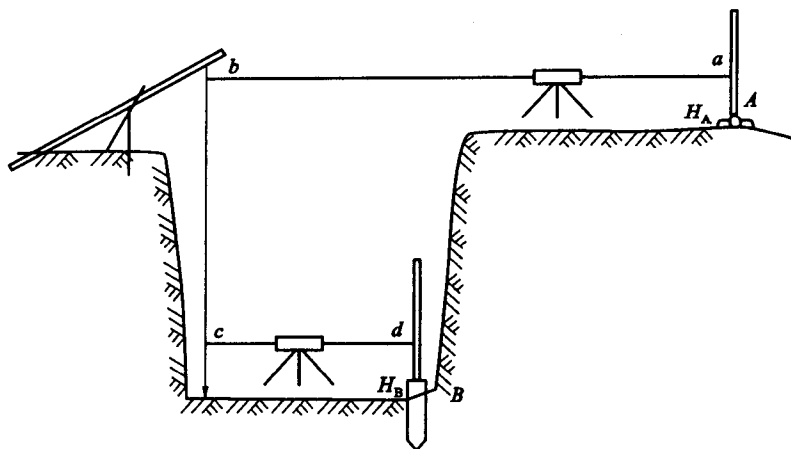


图 1.5 测设深基坑内的高程

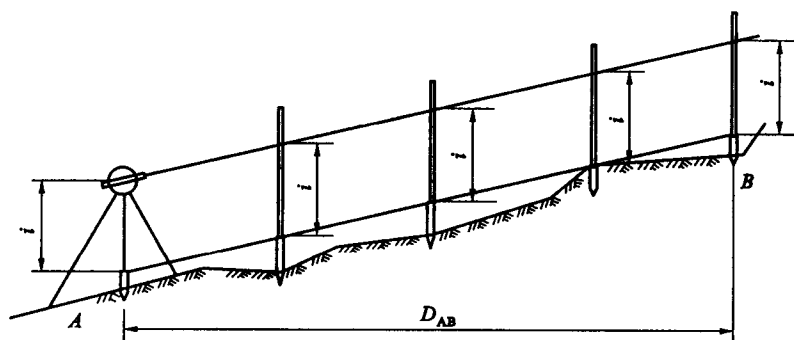


图 1.6 测设已知坡度

D_{AB} ——A、B 两点间的水平距离。

利用水准仪(若地面坡度较大,亦可用经纬仪)测已知坡度的步骤如下:

(1) 先根据附近水准点,将设计坡度线两端点 A、B 的设计高程 H_A 、 H_B 测设于地面上,并打入木桩。

(2) 将水准仪安置于 A 点,并量取仪器高 i 。安置时使一个脚螺旋在 AB 方向上,另两个脚螺旋的连线大致垂直于 AB 方向线。

(3) 旋转 AB 方向上的脚螺旋或微倾螺旋,使视线在 B 标尺上的读数等于仪器高 i ,此时水准仪的倾斜视线与设计坡度线平行。当中间各桩点上的标尺读数都为 i 时,则各桩顶连线就是所需测设的设计坡度。若各桩顶的标尺实际读数为 b_i 时,则可按下式计算各桩的填挖数值

$$\text{填挖数值} = i - b_i$$

式中, $i=b_i$ 时,不填不挖; $i>b_i$ 时需挖; $i<b_i$ 时需填。

1.3 点的平面位置的测设

施工测量工作很大程度上是通过将设计的已知点放到现场来完成的。根据施工现场的特点以及采用手段的不同,点的平面位置的测设可分为:直角坐标法、极坐标法、角度交会法(方

向线法)、距离交会法等。放样时,应根据控制网的形式、控制点的分布情况、地形条件及放样精度,合理选用适当的测设方法。

1.3.1 直角坐标法

直角坐标法放样是在指定的直角坐标系中,通过待测点的 x 、 y 的放样来确定放样点的平面位置。在施工现场通常是以导线边、施工基线或建筑物的主轴线为 x 轴,以某一个已在现场上标定出来的点为坐标原点。放样时从坐标原点开始,沿 x 轴方向用钢尺或测距仪(或全站仪)量测出 x 值的垂足点,然后在得到的垂足点安置经纬仪(或全站仪),设置 x 轴方向的垂线,并沿垂线方向量测出 y 值,即得放样点的平面位置。

1.3.2 极坐标法

极坐标法是指在建立的极坐标系中,通过待测点的极径和极角来确定放样点的平面位置。此法最适合于用经纬仪加测距仪或全站仪测设。在施工现场通常是以导线边、施工基线或建筑物的主轴线为极轴,以某一个已在现场上标定出来的点为极点。放样时先根据待测点的坐标和已知点的坐标,反算待测点到极点的水平距离 D (极径)和极点到待测点方向的坐标方位角,再根据方位角求出水平角 β (极角),然后由 D 和 β 进行点的放样, D 和 β 称为放样数据。

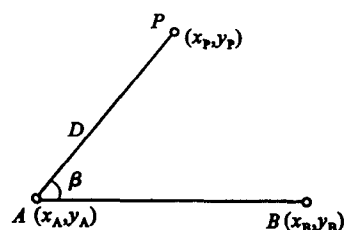


图 1.7 极坐标法测设点位

如图 1.7 所示, A 、 B 为已知点, P 点为待测设点, 其坐标为 (x_P, y_P) , 则

$$\alpha_{AB} = \arctan \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} \quad \alpha_{AP} = \arctan \frac{y_P - y_A}{x_P - x_A} \quad \beta = \alpha_{AB} - \alpha_{AP}$$

$$D_{AP} = \frac{y_P - y_A}{\sin \alpha_{AP}} = \frac{x_P - x_A}{\cos \alpha_{AP}} = \sqrt{(y_P - y_A)^2 + (x_P - x_A)^2}$$

实地测设时,将仪器安置在 A 点,瞄准 B 点,测出计算的 β 角,并在此方向上量测出水平距离 D_{AP} ,即得放样点的平面位置。

1.3.3 角度交会法

角度交会法是指在地面上通过测设两个或三个已知的角度,根据各角提供的视线交出点的平面位置的一种方法,该法又称为方向线法。

如图 1.8 所示, A 、 B 、 C 为三个已知点, P 点为待测设点,其设计坐标已知。则可用坐标反算公式求出 α_{AP} 、 α_{BP} 、 α_{CP} 及放样数据 α_1 、 β_1 、 α_2 、 β_2 。测设时,先定出 P 点的概略位置,打下一个桩顶面积为 $10\text{cm} \times 10\text{cm}$ 的大木桩,然后由观测员指挥,用铅笔在大木桩顶面上标出 AP 、 BP 和 CP 的方向线 aP 、 bP 和 cP ,三方向交于一点,即为待测设点 P 的位置。实际上,由于测量

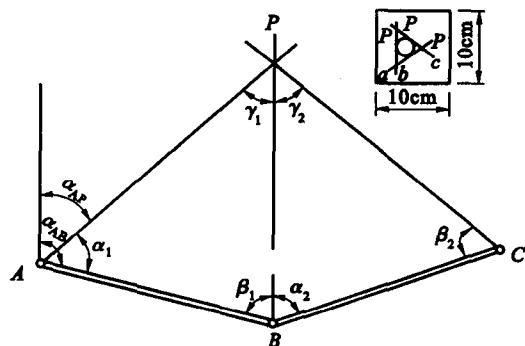


图 1.8 角度交会法

误差的原因,三方向线一般不会交于一点,而形成一个示误三角形,此时应取三角形的内切圆的圆心作为 P 点的最后位置,示误三角形边长之限差视放样精度而定。

1.3.4 距离交会法

距离交会法是指在地面测设两段或三段已知水平距离并由其交出点的平面位置的方法。适合于地面平坦、量距方便且控制点离待测设点不超过一尺段的情况。实测中,分别以地面上的已知点为圆心,以各已知点与待测点间的水平距离为半径作圆弧,两圆弧或三圆弧的交点即为放样点的平面位置。

1.4 路线中线施工放样

路线中线施工放样就是利用测量仪器和设备,按设计图纸中的各项元素(如公路平纵横元素)和控制点坐标(或路线控制桩),将公路的“中心线”准确无误地放到实地,指导施工作业,习惯上称为“放样”。

路线中线施工放样是保证施工质量的一个重要环节。这是一项严肃认真、精确细致的工作,稍有不慎,就有可能发生错误。一旦发生错误而未能及时发现,就会影响下步工作,影响工作进度,甚至造成损失。要严格按照有关规范、规程的要求,对测量数据认真复核检查,不合格的成果一定要返工重测,要一丝不苟,树立质量重于泰山的意识。为确保施工测量质量,在施工前必须对导线控制点和路线控制桩(又称固定点)进行复测,在施工过程中要定期检查。放样时应尽量使用精良的测量设备,采用先进的测设方法。

路线中线施工放样又称为恢复中线。一般有两种方法:① 用沿线控制点放样;② 用路线控制桩(交点、直圆点、圆直点等点)。

用控制点放样中线,放样精度能得到充分的保证。在测量技术飞速发展的今天,测距仪的使用越来越普遍。现在,几乎所有的施工单位都有测距仪或全站仪,因而这种方法得到了广泛的应用,成为恢复中线的主要手段。《公路路基施工技术规范》(JTJ033—95)规定,对高速公路和一级公路,应用坐标法恢复路线主要控制桩。

实际应用中,二级以上的公路勘察设计,均沿路线建有导线控制点,作为首级控制,故可采用控制点放样。

用路线控制桩来恢复中线有两种情况:一是公路两旁没有布设导线控制点,公路中线都是用交点桩号、曲线元素(转角、半径、缓和曲线长)标定,施工单位只有根据路线控制桩来恢复中线,这种情况在修建低等级公路时是常见的;另外一种情况就是由于施工单位没有测距仪,无法利用控制点,也只好利用路线控制桩恢复中线,但这种方法常用于低等级公路。

1.4.1 控制点复测

控制点复测是施工测量前必不可少的准备工作,它包括导线控制点和路线控制桩的复测。另外,由于人为或其他原因,导线控制点和路线控制桩丢失或遭到破坏,要对其进行补测;有的导线点在路基范围以内,需将其移至路基范围以外。只有当这一切都完成无误时,方能进行施工放样工作。

1.4.1.1 导线控制点和路线控制桩的复测

路线勘测设计完成以后,往往要经过一段时间才能施工。在这段时间内,导线控制点或路线控制桩是否移位,精度如何,需对其进行复测。

导线点的复测主要是检查它的坐标和高程是否正确。检测的方法如图 1.9 所示。

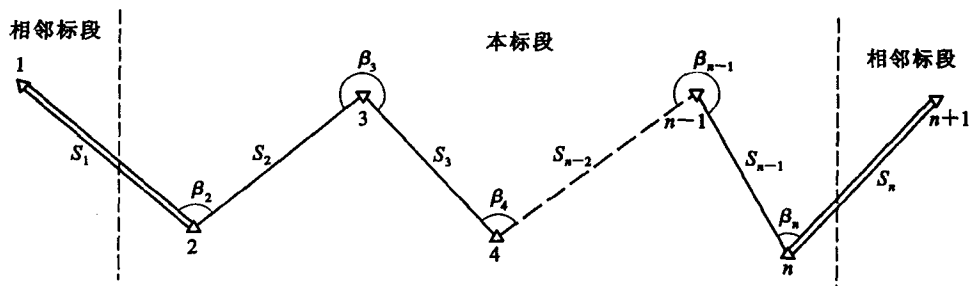


图 1.9

(1) 根据导线点 1~n 的坐标由式(1.6)反算转角(左角) $\beta_2 \sim \beta_{n-1}$ 和导线边长 $S_1 \sim S_{n-1}$ 。

$$\begin{aligned}\alpha_{i+1,i} &= \arctan \frac{y_i - y_{i+1}}{x_i - x_{i+1}} \\ \alpha_{i+1,i+2} &= \arctan \frac{y_{i+2} - y_{i+1}}{x_{i+2} - x_{i+1}} \\ \beta_{i+1} &= \alpha_{i+1,i+2} - \alpha_{i+1,i} \\ S_i &= \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2}\end{aligned}\quad (1.6)$$

(2) 实地观测各转角 $\overline{\beta_{i+1}}$ 及导线边长 $\overline{S_i}$,角度观测可按一个测回的平均值,边长测量可按连续观测 3~4 次的平均值。当观测值与计算值满足式(1.7)时,则认为点的平面坐标和位置是正确的。

$$\begin{aligned}|\beta_{i+1} - \overline{\beta_{i+1}}| &\leq 2m\beta = 16'' \\ \left| \frac{S_i - \overline{S_i}}{S_i} \right| &\leq \frac{1}{15000}\end{aligned}\quad (1.7)$$

另外还要对导线进行检查,检查时可将图 1.9 中 1、2 和 n、n+1 点作为已知点, $\alpha_{1,2}$ 和 $\alpha_{n,n+1}$ 作为已知坐标方位,按二级导线的方位角闭合差和全长相对闭合差的精度要求进行控制。详见导线测量的有关内容。

(3) 水准点高程的检测

在使用水准点之前应仔细校核,并与国家水准点闭合。水准点高程的检测和水准测量的方法一样。高速公路和一级公路的水准点闭合差按四等水准($20\sqrt{L}$)控制,二级以下公路水准点闭合差按五等水准($30\sqrt{L}$)控制。大桥附近的水准点闭合差应按《公路桥涵施工技术规范》(JTJ 041—89)的规定办理。若符合精度要求,则认为点的高程是正确的。

一般情况下,公路两旁布设的导线点,其坐标和高程均应在同一点上。因此,在复测坐标的同时可利用三角高程测量的方法检测高程。

水准点间距不宜大于 1km。在人工构造物附近、高填深挖地段、工程量集中及地形复杂地段宜增设临时水准点。临时水准点必须符合精度要求,并与相邻路段水准点闭合。

值得注意的是,有的施工单位在复测导线点时只检查本标段的点,而忽视了对前后相邻标