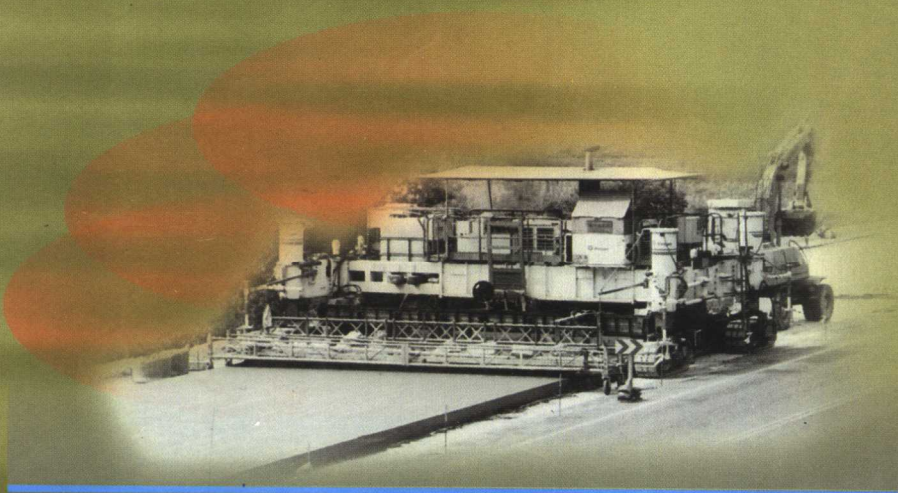




交通高等职业技术教育教材

公路施工技术

俞高明 主编
李加林 主审



● 人民交通出版社



U415.6
3

交通高等职业技术教育教材

公路施工技术

Gonglu Shigong Jishu

俞高明 主编
李加林 主审

人民交通出版社

内 容 提 要

本书为面向 21 世纪交通版交通高等职业技术教育公路与桥梁专业教材,全书分为三篇。第一篇为路线定位,较系统地介绍了平面中桩复核定位、施工水准点敷设与控制、支挡及防护构造物定位放样和小桥涵定位放样等内容;第二篇为路基施工,介绍了施工准备、路基填筑、湿软地基处理、路堑开挖、施工机械、支挡防护工程施工、小桥涵施工、路基病害处理和施工过程管理等内容;第三篇为路面施工,介绍了路面基层(底基层)施工、路面垫层施工、路面面层施工,施工机械和设备,施工过程管理和路面病害处理等内容。为了便于学习中更好地了解 and 掌握核心内容及实践指导,每章后附复习思考题,每篇后附有实训内容。

本书既可作为路桥专业、工程监理专业、工程检测等专业的教材,也可作为交通土建类相关专业及路桥工程技术人员的参考用书。

图书在版编目 (C I P) 数据

公路施工技术 / 俞高明主编. —北京:人民交通出版社, 2002.8

交通高等职业技术教育教材

ISBN 7-114-04414-3

I.公... II.俞... III.道路工程—施工技术—高等学校:技术学校—教材. IV.U415.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 059097 号

交通高等职业技术教育教材

公路施工技术

俞高明 主编

李加林 主审

正文设计:王静红 责任校对:宿秀英 责任印制:张 恺

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号 010 64216602)

各地新华书店经销

北京凯通印刷厂印刷

开本:787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张:15.5 字数:378 千

2002 年 8 月 第 1 版

2002 年 8 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数:0001~5000 册 定价:26.00 元

ISBN 7-114-04414-3

U·03254

前 言

本书是根据路桥工程学科委员会高职教材建设联络组 2001 年 7 月昆明会议上通过的路桥专业高职教材编审的原则意见和“交通高等职业技术教育路桥专业课程设置框架文件”的要求编写的。

《公路施工技术》是路桥专业高职教学的一门主干课程。尤其是针对路桥专业高职教育主要培养的是面向施工第一线的应用型人才,本书注意到职业教育的特点和内容,以实用、实际、实效为原则,同时紧密追踪公路施工技术的发展,紧贴现行有关标准规范,也充分考虑到教学规律,与《公路设计》、《桥涵施工技术》等课程教材较好地衔接和分工,以便学生系统学习。

本书由安徽交通职业技术学院俞高明主编,广东交通职业技术学院李加林主审。具体编写情况如下:第一篇第一章至第六章由南京交通职业技术学院樊琳娟编写;第二篇第一章至第四章由安徽交通职业技术学院俞高明编写,第二篇第五章至第十章、第三篇第一章至第七章由安徽交通职业技术学院王守胜编写。

本书审稿会于 2002 年 7 月 3 日~7 月 8 日在安徽合肥举行。参加审稿会的有:安徽交通职业技术学院俞高明、王守胜,广东交通职业技术学院李加林,南京交通职业技术学院樊琳娟,云南交通职业技术学院王亮;人民交通出版社王霞等 6 人。

本书共分三篇。第一篇路线定位,主要内容是围绕施工时路线的纵、平、横几何位置控制,支挡及防护构造物、小桥涵定位放样等。第二篇路基施工,主要内容包括施工准备、土石方路基施工、湿软地基处理、支挡、防护工程、小桥涵施工,以及施工机械、施工过程管理及路基病害处理等。第三篇路面施工,主要内容为路面各结构层的施工、施工机械和设备、施工过程管理和路面病害处理等。为了配合学生的实践,每篇后附有实训内容。

本教材采用了国家及行业最新技术标准和技术规范,选编了新材料、新工艺运用的成果,充分反映了当前公路施工中的高新技术。本书符合“路桥专业高职教材编审原则”的规定,具有新颖、专业特色鲜明之特点。

鉴于我国幅员辽阔,各省的地理位置、自然条件、经济状况和公路建设的特点均不同,各院校可结合具体情况,讲授过程中可对本书内容进行取舍补充。

由于编者水平有限,时间仓促,书中疏漏之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2002 年 7 月 8 日

目 录

第一篇 路线定位

第一章 概述	1
第二章 施工放样的基本方法	3
第一节 已知距离的放样	3
第二节 已知水平角的放样	3
第三节 已知高程的放样	4
第四节 平面点位的放样	5
复习思考题	6
第三章 路线中线的施工放样	7
第一节 概述	7
第二节 控制点复测	7
第三节 用导线控制点恢复中线	9
第四节 用路线控制桩恢复中线	11
第五节 竖曲线的施工放样	13
复习思考题	14
第四章 路基横断面的施工放样	15
第一节 路基边桩的放样	15
第二节 路基边坡的放样	16
第三节 机械化施工路基横断面的控制	17
第四节 路面的放样	17
复习思考题	19
第五章 小桥涵定位放样	20
第一节 施工控制测量	20
第二节 桥梁墩、台中心定位	21
第三节 桥梁墩、台基础放样	22
第四节 高程放样	24
第五节 涵洞施工放样	25
复习思考题	26
第六章 沿线取土坑、弃土堆占地面积及土方量测算	27
第一节 占地面积的测算	27
第二节 取土坑、弃土堆土方量测算	29
复习思考题	31
实训内容	31

第二篇 路基施工

第一章 概述	32
复习思考题	33
第二章 施工准备	34
复习思考题	39
第三章 路基填筑	40
第一节 路基用土	40
第二节 路基填筑施工工艺流程	42
第三节 路基压实	45
复习思考题	50
第四章 湿软地基处理	51
第一节 换填土层法	51
第二节 挤密法	52
第三节 化学加固法	56
第四节 排水固结法	57
复习思考题	60
第五章 路堑开挖	62
第一节 土方开挖	62
第二节 石方开挖	62
第三节 施工方法	63
复习思考题	66
第六章 施工机械和设备	67
第一节 工程性能及适用性	67
第二节 配套与效率	71
复习思考题	74
第七章 防护、支挡工程施工	75
第一节 防护与加固工程施工	75
第二节 挡土墙施工	77
复习思考题	85
第八章 小桥涵施工	86
第一节 基础施工	86
第二节 模板、支架与吊装	110
第三节 施工方法	119
复习思考题	142
第九章 路基病害处理	143
第一节 路基病害的成因	143
第二节 路基病害的处理方法及施工工艺	144
第十章 施工过程管理	148
第一节 施工组织管理	148

第二节 工程质量控制体系·····	150
第三节 施工过程的质量控制·····	151
复习思考题·····	153
实训内容·····	153

第三篇 路面施工

第一章 概述·····	154
复习思考题·····	156
第二章 路面基层(底基层)施工·····	157
第一节 路面基层(底基层)结构简介·····	157
第二节 常用材料的要求·····	158
第三节 施工程序·····	161
第四节 配合比和压实度控制·····	174
复习思考题·····	175
第三章 路面垫层施工·····	176
复习思考题·····	178
第四章 路面面层施工·····	179
第一节 沥青类路面·····	179
第二节 水泥混凝土路面·····	181
第三节 联结层、磨耗层和保护层·····	183
第四节 常用材料的要求·····	184
第五节 施工工艺流程·····	194
第六节 配合比和压实度控制·····	206
复习思考题·····	207
第五章 施工机械和设备·····	208
第一节 常用机械设备的工程性能及适用性·····	208
第二节 配套和效率·····	220
复习思考题·····	225
第六章 施工过程管理·····	226
第一节 施工组织管理·····	226
第二节 施工过程的质量控制·····	226
复习思考题·····	228
第七章 路面病害处理·····	229
第一节 沥青类路面常见病害·····	229
第二节 水泥类路面常见病害·····	231
第三节 常见病害的处理方法·····	232
复习思考题·····	235
实训内容·····	235
参考文献·····	236

第一篇 路线定位

第一章 概 述

公路施工主要包括施工技术和施工组织管理两大方面的内容。施工技术主要解决的问题是确定施工方法,结合已有机具和施工能力,制订出施工阶段的施工工序和施工文件等。施工前必须按设计进行施工测量放样,主要工作有以下几个方面:

1. 熟悉图纸和施工现场

设计图纸主要有路线平面图、纵横断面图和附属构造物等。核对图纸主要尺寸、位置、标高有无错误。在明了设计意图及在对测量精度要求的范围内,应勘察施工现场,找出各交点桩、转点桩、里程桩和水准点的位置,必要时应实测校核,为施工测量做好充分准备。

2. 公路中线施工放样

公路中心线定测以后,一般情况不会立即施工,在这段时间内,部分标桩可能丢失或者被移动。因此,施工前必须进行复测工作,以恢复公路中心线的位置,并按设计图表对导线点、水准点进行复测,把决定路线位置的各测点加以恢复。其内容有:导线点、水准点的复测;个别导线点或水准点需要进行固定或移动,则应按施工需要进行相应的处理;考虑施工需要,增设导线点或水准点;对横断面进行检查与补测。

3. 路基横断面的放样

路基施工前,应根据中线桩和设计图表在实地定出路基的几何形状,作为施工依据。路基放样主要是测设路基施工零点和路基横断面边坡桩(即路基的坡角桩和路堑的坡顶桩)。

横断面放样,首先用经纬仪十字架确定横断面方向,然后确定填方断面的坡脚点,挖方断面的坡顶点,放置边桩,确定用地范围,划出作业界限。有了边桩以后,还要按设计的边坡坡度、高度确定边坡位置。

横断面放样距离,视地形复杂程度和机械施工方法而定,一般为20~30m作一次断面放样,在平坦地区,放样间距可适当放宽。

4. 路面的放样

路基施工后,为便于铺筑路面,要进行路槽的放样。在已恢复的路线中线的百米桩、十米桩上,用水准测量的方法测量各桩的路基设计高,然后放样出铺筑路面的标高。路面铺筑还应根据设计的路拱线形数据,由施工人员制成路拱样板控制施工操作。

5. 涵洞、桥隧等构造物的放样

涵洞、桥梁、隧道等构造物，是公路的重要组成部分。它的放样测设，也是公路工程施工测量的任务之一。在实际工作中，施工测量并非能一次完成任务，应随着工程的进展不断实施，有的要反复多次才能完成，这是施工测量的一大特征。对桥涵基础放样，可视基础类型进行。一般首先定出中线，然后定出基础纵横轴线，确定基础中心位置和开挖边界。

第二章 施工放样的基本方法

第一节 已知距离的放样

距离放样,不同于距离丈量。距离丈量是先用钢尺量出两定点间的尺面长度,然后加上钢尺的尺长、温度和倾斜等项改正,求得两点间的水平距离。而距离放样则是根据给定的水平距离,结合现场情况,先进行钢尺的各项改正,反算出放样的尺面长度,然后按这一长度从起点开始,沿已知方向定出终点位置。因此,放样时的程序和改正数的符号,恰恰与距离丈量时相反。

例如放样的水平距离 S 为 30.000m,已知钢尺名义长度 D 为 30.000m,经检定钢尺实长为 30.003m,检定时的温度 t_0 为 20℃,拉力为 100N;放样时钢尺温度 t 为 30℃,拉力采用 100N。概量距离后,测得放样端点的高差 h 为 1.00m,则三项改正数计算如下:

$$\Delta D_1 = 30.003 - 30.000 = +0.003(\text{m})$$

$$\Delta D_t = \alpha \cdot D(t - t_0) = 0.000012 \times 30 \times (30 - 20) = +0.004(\text{m})$$

$$\Delta D_h = h^2/2s = 1^2/2 \times 30 = +0.017(\text{m})$$

式中: α ——温度更正系数。

沿倾斜地面放样时尺的另一端读数应为:

$$30.000 - 0.003 - 0.004 + 0.017 = 30.010(\text{m})$$

当放样的距离大于一个整尺段时,应按地形情况分段施测并求取分段应量长度,然后分段标定,最后将终点放样于实地。

距离放样时,应使用拉力计,要求对钢尺所施拉力等于检定时拉力,故勿需进行拉力改正。

第二节 已知水平角的放样

如图 1-2-1,角顶点 A 及方向线 AB 已确定,拟在 A 点从 AB 开始顺时针方向设置水平角 β ,定出 AC 方向。放样时,多采用正倒镜分中法。在 A 点安置经纬仪,先以盘左位置使水平度盘读数为零照准 B 点,转动照准部,使读数为 β ,在视线方向定出 C' 点;再用盘右位置以同样方法放样出 β 角,定出 C'' 点;然后定出 $C'C''$ 中点 C ,则 AC 即为放样的方向线, $\angle BAC$ 为放样角值 β 。

若需精确放样 β 角,可按图 1-2-2 进行。先按上法定出 $\angle BAC$,再用经纬仪观测 $\angle BAC$ 数个测回,取其平均值 β' 作为观测结果。令观测值 β' 与放样角值 β 之差为 $\Delta\beta$,则可根据 AC 长度和 $\Delta\beta$ 计算垂距 CC_1 :

$$CC_1 = AC \cdot \frac{\Delta\beta}{\rho''}$$

式中 $\rho'' = 206265''$ 。过 C 作 AC 的垂线,在垂线上按 CC_1 定出 C_1 点,则 $\angle BAC_1$ 即为所放样之 β 角。若 $\Delta\beta$ 为正,则按逆时针方向改正点位; $\Delta\beta$ 为负,则按顺时针方向改正点位。

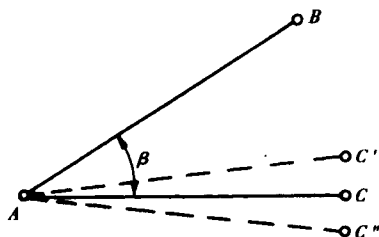


图 1-2-1

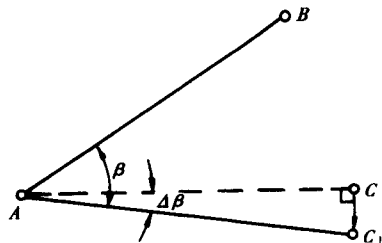


图 1-2-2

第三节 已知高程的放样

已知高程的放样,是根据已知高程点,用水准测量的方法进行。如图 1-2-3,设 A 点的已知高程为 $H_A = 40.359\text{m}$,在 B 点放样高程为 41.000m ,则在 A、B 间安置水准仪,后视 A 尺得读数 $a = 2.468\text{m}$,仪器视线高程为:

$$H_i = 40.359 + 2.468 = 42.827(\text{m})$$

B 点的尺读数应为:

$$B = H_i - H_B = 42.827 - 41.000 = 1.827(\text{m})$$

操作时,在 B 点徐徐打入木桩(或先打下木桩,紧贴木桩侧面上下移动标尺),直至前视读数 b 恰为 1.827m 为止(或沿尺底在木桩侧面划一水平线),即可得放样的点 B 高程。

在施工测量中常需要放样设计坡度线、设计坡度面,此时可先求出坡度线、坡度面上欲设点的高程,应用上述方法,即可将它们放样到实地上。

若待测设高程点的设计高程与已知高程点的高程相差较大,如测较深的基坑标高或测高层建筑物的标高,只用标尺已无法测设,此时可借助钢尺将地面水准点的高程传递到在坑底或高楼上所设置的临时水准点上,然后再根据临时水准点测设其他各点的设计高程。

如图 1-2-4 所示,是将地面水准点 A 的高程传递到基坑临时水准点 B 上。在坑边木杆上悬挂经过检定的钢尺,零点在下端并挂 10kg 重锤。为减少摆动,重锤放入盛废机油或水的桶内。在地面上和坑内分别安置水准仪,瞄准水准尺和钢尺的读数 a 、 b 和 c 、 d 则:

$$H_B = H_A + a - (c - d) - b$$

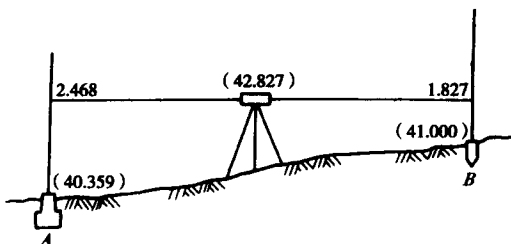


图 1-2-3

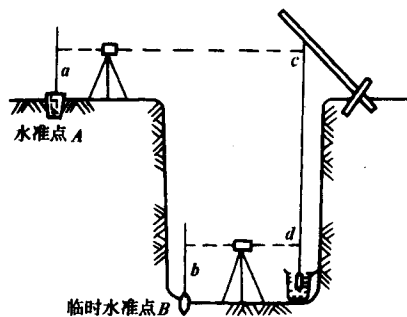


图 1-2-4

H_B 求出后,即可以临时水准点 B 点为后视点,测设坑底其他各待测设高程点的设计高程。

第四节 平面点位的放样

1. 直角坐标法

直角坐标法放样,是在指定的坐标轴系中,通过 x 、 y 的放样,来确定其放样点位的。在现场上,通常是以导线边施工基线和建筑物的主轴线为 x 轴,某一固定点为坐标原点。放样时,从原点开始,沿 x 轴用钢尺量出 x 值得垂足点,然后在垂足点安置经纬仪,设置垂线,沿垂线方向量出 y 值,即得放样点的位置。

2. 极坐标法

当放样点距已知直线上某定点(如导线点)不远,且易于量距测角时,宜采用极坐标法定点。如图 1-2-5, P 为待放样点, A 、 B 为控制点。如以 A 为极点,则可根据 A 、 P 坐标反算出 d 和 AP 方位角 α_{AP} ,同理也可反算出 AB 方位角 α_{AB} 。由图可知, α_{AB} 与 α_{AP} 之差即为

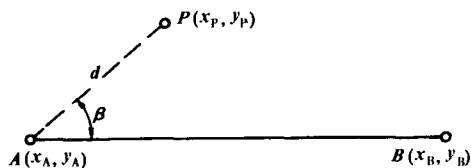


图 1-2-5

所求的极角 β 。使用经纬仪和钢尺把极角 β 、极距 d 放样到地面上去,即可确定 P 点位置。

其中:

$$d = \sqrt{(x_P - x_A)^2 + (y_P - y_A)^2} \quad (1-2-1)$$

$$R_{Ai} = \arctan \left| \frac{y_P - y_A}{x_P - x_A} \right|, i = B, P \quad (1-2-2)$$

$$\alpha_{Ai} = R_{Ai} \quad (R_{Ai} \text{ 在 I 象限})$$

$$\alpha_{Ai} = 180^\circ - R_{Ai} \quad (R_{Ai} \text{ 在 II 象限}) \quad (1-2-3)$$

$$\alpha_{Ai} = 180^\circ + R_{Ai} \quad (R_{Ai} \text{ 在 III 象限})$$

$$\alpha_{Ai} = 360^\circ - R_{Ai} \quad (R_{Ai} \text{ 在 IV 象限})$$

3. 角度交会法

角度交会法放样点位如图 1-2-6 所示,先根据控制点 A 、 B 和放样点 P 的坐标,反算出水平角 β_1 、 β_2 。再在 A 、 B 点上安置经纬仪分别放出 β_1 、 β_2 ,并在交会方向线上于 P 点前、后分别标定骑马桩 1、2 和 3、4。最后在 1、2 与 3、4 点上分别拉上线绳,则两线交点即是角度交会点。为了保证交会点的精度,交会角值应在 $30^\circ \sim 150^\circ$ 之间。此法适用于地面不平或丈量距离困难的地段。

4. 距离交会法

如图 1-2-7,先根据控制点 A 、 B 和待放样点 P 的坐标,反算出水平距离 d_1 和 d_2 。测设时,

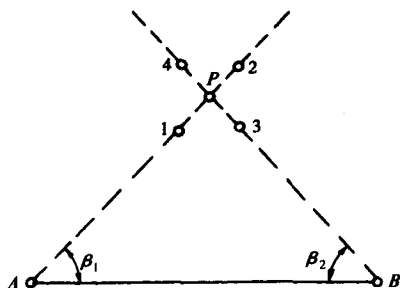


图 1-2-6

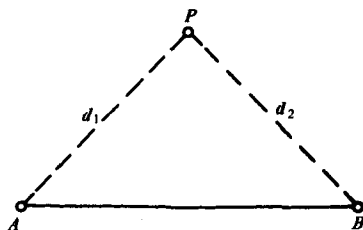


图 1-2-7

需同时用两把钢尺,分别将零点对准 A 与 B ,将钢尺拉平且使尺上的读数 d_1 及 d_2 的分划线交于一点,则该点即是欲放样的 P 点。此法在便于量距、且放样点至控制点的距离不超过钢尺长度的情况下,使用较为方便。

复习思考题

1. 施工放样的基本方法有哪些?
2. 平面点位放样方法有几种?
3. 若待测设点高程与已知高程点相差较大时如何测设?

第三章 路线中线的施工放样

第一节 概 述

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。一旦发生错误而又未能及时发现,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、圆直等点)。

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》(JTJ 033—95)规定,对高速公路、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。

第二节 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,由于人为或其它原因,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,方能进行施工放样工作。

一、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 1-3-1。

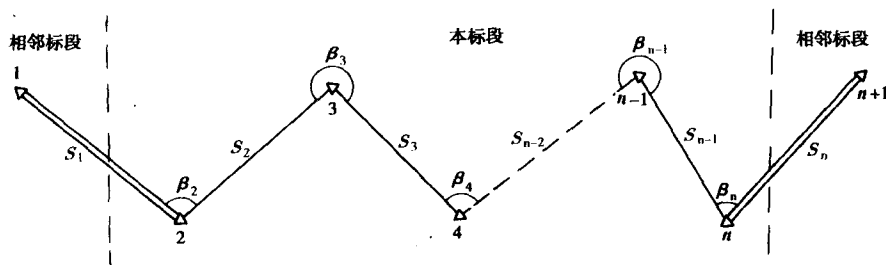


图 1-3-1

第一步:根据导线点 1 ~ n 的坐标由式(1-3-1)反算转角(左角) $\beta_2 \sim \beta_{n-1}$ 和导线边长 $S_1 \sim S_{n-1}$ 。

$$\alpha_{i+1,i} = \tan^{-1} \frac{Y_i - Y_{i+1}}{X_i - X_{i+1}}$$

$$\alpha_{i+1,i+2} = \tan^{-1} \frac{Y_{i+2} - Y_{i+1}}{X_{i+2} - X_{i+1}} \quad (1-3-1)$$

$$\beta_{i+1} = \alpha_{i+1,i+2} - \alpha_{i+1,i}$$

$$S_i = \sqrt{(X_{i+1} - X_i)^2 + (Y_{i+1} - Y_i)^2}$$

第二步:实地观测各转角 β_{i+1} 及导线边长 S_0 角度,观测可按一个测回平均值,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(1-3-2)时,则认为点的平面坐标和位置是正确的。

$$|\beta_{i+1} - \overline{\beta_{i+1}}| \leq 2m_\beta = 16''$$

$$\left| \frac{S_i - \overline{S_i}}{S_i} \right| \leq \frac{1}{15000} \quad (1-3-2)$$

另外还要对导线进行检查,检查时可将图 1-3-1 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。具体详见导线测量的有关内容。

第三步: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。若满足精度要求,则认为点的高程是正确的。

一般情况下,公路两旁布设导线点,其坐标和高程均在同一点上。因此,在复测坐标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段点的检查,这样就有可能在标段衔接处出现路中线错位或断高。在实际工作中,应引起重

视,防止有这种问题发生。复测导线时,必须和相邻标段的导线闭合。

二、导线控制点的补测与移位

由于人为或其它的原因,导线控制点丢失或遭到破坏。如果间断性的丢失,则可利用前方交会、支点等方法补测该点,或采用任意测站方法补测导线点。补测的导线点原则上应在原导线点附近;如果连续丢失数点,则要用导线测量的方法补测。若将路基范围内的导线点移至路基范围以外,可根据移点的多少分别采用交会法或导线法,也可采用“骑马桩”法加以保护。导线点的高程用水准测量或三角高程测量测定(前方交会、支点、任意测站等方法请参阅有关测量教材)。

值得注意的是,在补点时应尽量将点位选在路线的一侧、地势较高处,以避免路基填土达到一定高度时影响导线点之间的通视。

施工期间应定期(一般半年)对导线控制点(特别是水准点)进行复测。季节冻融地区,在冻融以后也要进行复测。发现导线控制点丢失后应及时补上,并做好对导线控制点(特别是原始点)的保护工作。

第三节 用导线控制点恢复中线

用导线控制点测设中线,实质上就是根据导线点坐标与公路中线坐标之间的关系,借以高精度的测距手段,将公路中线放到实地。因此,也可称之为“坐标法”。

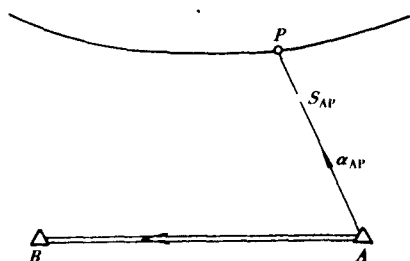


图 1-3-2

如图 1-3-2, P 为公路中线点,坐标 (X_P, Y_P) ; A, B 为导线点,坐标分别为 $(X_A, Y_A), (X_B, Y_B)$, P 点与 A 点的极坐标关系用 A 点到 P 点的距离 S_{AP} 、坐标方向 α_{AP} 表示,即:

$$\begin{aligned} S_{AP} &= \sqrt{(X_P - X_A)^2 + (Y_P - Y_A)^2} \\ \alpha_{AP} &= \tan^{-1} \frac{Y_P - Y_A}{X_P - X_A} \end{aligned} \quad (1-3-3)$$

上式就是两点间距离和坐标方位的计算公式,式中,导线点的坐标通过控制测量求得。求得 P 点坐标,可分为以下几种情况。

一、根据中线上 P 点的里程桩号求算坐标

1. P 点在中线的直线段上

如图 1-3-3 直线段起点桩号 l_0 , 坐标 (X_0, Y_0) , 直线段坐标方位 α , 直线段上一交点 P (桩号 l_i) 的坐标 (X_i, Y_i) 的计算公式为:

$$\left. \begin{aligned} X_i &= X_0 + (l_i - l_0) \cos \alpha \\ Y_i &= Y_0 + (l_i - l_0) \sin \alpha \end{aligned} \right\} \quad (1-3-4)$$

路线上直线段起点一般为 $JD(n-1)$, 见图 1-3-4, 其 P 点坐标可用下式求得:

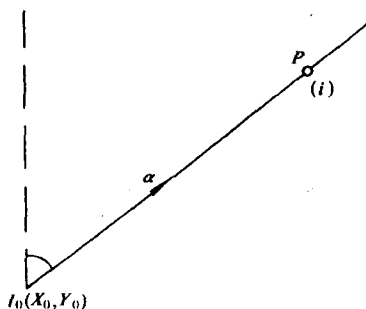


图 1-3-3

$$\left. \begin{aligned} X_p &= X_{JDn} + [T_n + (P_l - yz_l)] \cdot \cos \alpha_{JDn \sim P} \\ Y_p &= Y_{JDn} + [T_n + (P_l - yz_l)] \cdot \sin \alpha_{JDn \sim P} \end{aligned} \right\} \quad (1-3-5)$$

式中: P_l, yz_l —— P 点和 YZ 点的里程桩号;
 T_n ——切线长。

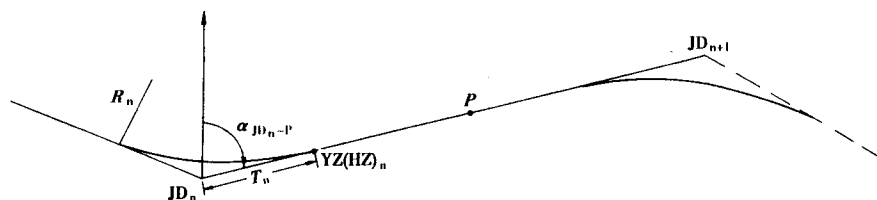


图 1-3-4

2. P 点在中线的圆曲线上

如图 1-3-5, 圆曲线半径 R , 起点桩号 l_0 , 起点坐标 (X_0, Y_0) , 起点的切线坐标方位 α , 曲线段上一点 P (桩号 l_i) 的坐标用下式直接求得:

$$\left. \begin{aligned} X_i &= X_0 + S_i \times \cos \alpha_i \\ Y_i &= Y_0 + S_i \times \sin \alpha_i \end{aligned} \right\} \quad (1-3-6)$$

$$S_i = 2R \sin \Delta i = 2R \sin \frac{|l_i - l_0|}{2R}$$

$$\alpha_i = \alpha \pm \frac{|l_i - l_0|}{2R}$$

当起点为 ZY 或 HY 时, $l_0 = l_{ZY(HY)}$, $X_0 = X_{ZY(HY)}$, $Y_0 = Y_{ZY(HY)}$, “ $\pm$ ”取法: 左偏“-”, 右偏“+”;

当起点为 YZ 或 YH 时, $l_0 = l_{YZ(YH)}$, $X_0 = X_{YZ(YH)}$, $Y_0 = Y_{YZ(YH)}$, “ $\pm$ ”取法: 左偏“+”, 右偏“-”。

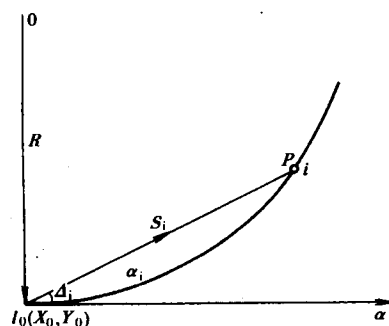


图 1-3-5

3. P 点在中线的缓和曲线段上

完整的缓和曲线布置图见图 1-3-6, 为方便计算, 建立一个辅助坐标系。

如图 1-3-7, 在以缓和曲线起点 $[R = \infty, \text{桩号 } l_0, \text{坐标 } (X_0, Y_0)]$ 为坐标原点, 起点切线(切

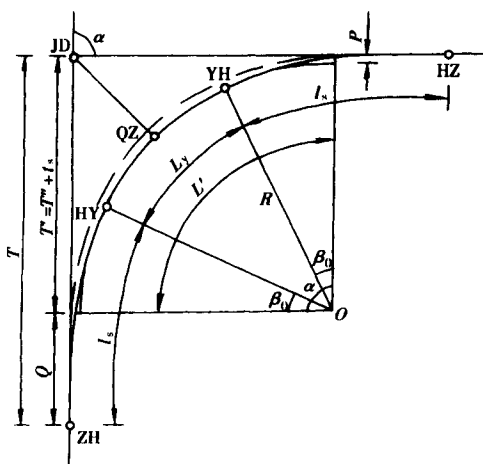


图 1-3-6

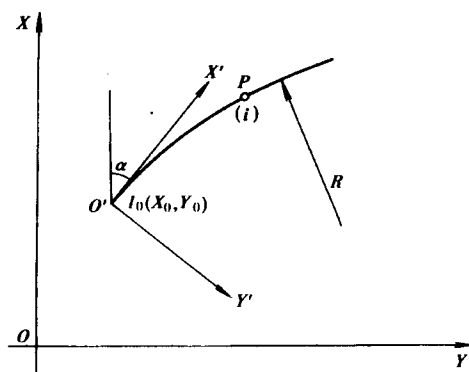


图 1-3-7