

文章编号:1004—5716(2004)01—0106—03

中图分类号:U452.14 文献标识码:B

长沙芙蓉路电缆隧道测量控制技术

曾建军

(中铁十二局集团第七工程有限公司,湖南 长沙 410000)

摘 要:介绍了在电缆隧道施工过程中采用三角形联系测量的方法进行控制,有效地保证了电缆隧道中心线的精度。

关键词:电缆隧道;测量控制

1 概述

长沙市芙蓉路电缆隧道土建工程位于芙蓉路西侧,沿南北方向贯穿长沙繁华市区,地形北低南高,路边建筑物密布,路面运输繁忙。我公司承建的 A 标段全长 1352.138m,分别由斜井、3 个措施井四个施工口进行施工,这为测量工作加大了难度和任务。为确保电缆隧道中心线的精度符合设计要求(横向偏差在 3cm 内),并满足各孔位测量和施工放样的需要,根据先整体、后局部、先控制、后细部的测量原则,我们通过对长沙市勘测设计研究院提供 GPS 控制网进行复测,并埋设加密了三个精密导线点,使其精度完全符合规范,为隧道顺利施工定位提供了保障。

2 GPS 网复测加密

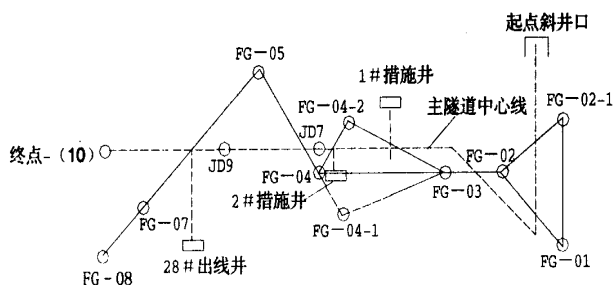


图 1 附合导线布置图

控制网由 7 个点位 FG-01~FG-08 组成附合导线(详见图 1),其平面坐标为长沙直角坐标系,高程为黄海高程系。GPS 控制网的复测采用拓普康 GTS—301D 全站仪按精密导线的观测要求检测其边长与角度。外业观测数据经内业计算平差后得边长不符合值最大为 +3mm,角度不符合值最大为 +3°,最弱点点位中误差 $M = \pm 15\text{mm}$,限差为 $\pm 30\text{mm}$,整网边长相对中误差 = $1/120000$,优于四等控制网所允许的边长相对中误差 $1/35000$ 。高程按二等水准测量进行复测,符合规范要求。本次复测时加密的网点如 FG-02-1、FG-04-1,按前方交会法、侧方交会法进行,与复测网为统一整体,内业经平差后各项结果表明:施测方法合理,可靠性强,精度满足 GPS 四等网要求,可为该工程的测量控制提供精度较高的控制网。

3 使用仪器及引用技术标准

3.1 使用仪器

苏州 DSZ₂ + FS₁ 自动安平水准仪,标称精度 0.7mm/km,

I = 3 ;

日本拓普康 AT—GT 水准仪,标称精度 3mm/km, I = 3 ;

日本拓普康 GTS—301D 全站仪,标称精度 $\pm(3\text{mm} + 2\text{ppm} \times D)$;

北光经纬仪,标称精度 J₂ 级。

3.2 引用技术标准

《工程测量规范》GB50026—93;

《建筑电气安装工程质量检验评定标准》GBJ303—88;

《矿井巷工程质量检验评定标准》MT5009—94。

4 测量方法

由于井下隧道测量受到空间条件限制,受干扰大,故平面控制测量形式只能采用导线测量,采取“先低后高、逐渐扩展、以高控低、相互交错”的原则与方法进行。而该隧道的导线控制点只能通过斜井和竖井将地面的测量坐标和高程系统传入,为此我们经过分析研究决定采用三角形连接法先完成竖井联系测量,再进行洞内的精密导线测量与高程传递测量。从地面引入洞内的竖井联系测量具体实施步骤如下:

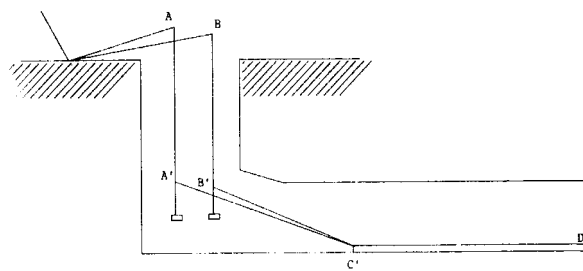


图 2 竖井联系测量立面示意图

4.1 测量准备

当通过竖井掘进至主隧道时,选择晴朗且风小的天气;购买测量用具:充电矿灯 4 个, $\varnothing = 0.3\text{mm}$ 吊鱼绒线 80m, 1.5kg 重铈 2 个,装柴油的桶(含柴油) 2 个, 50m 钢尺 1 把,然后按图 2、图 3 布置好测点,三角形形状要合理。

图 2 中, C、D 为井上连接已知导线点, C、D 井下水泥敷设的控制待定导线点,图 2 为立面示意图;图 3 为水平投影图;图中 AA、BB 为同时悬挂在钢管固定支架上有重铈的 $\varnothing = 0.3\text{mm}$ 吊鱼绒线。为防风吹与振动,重铈垂入加盖的稳定液中。

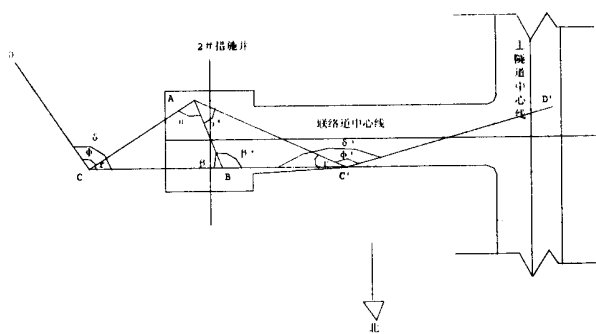


图 3 竖井联系测量水平控制图

4.2 外业测量

(1) 外业时,施工必须停产,测角读数采用摆动投点法观测四个测回取平均值作为最后结果。注意,吊线时,精心控制让其下部摆幅 0.3mm。

(2) 量边采用移尺法观测四次,且每次长度互差 0.3mm,取平均值作为最后结果。

(3) 井上测站 C,井下测站 C' 观测要同时,操作要规范。

(4) 竖井标高引入较简单,采用悬尺法引入联络道内按三级水准测量就可以达到设计规范。

5 施测实例

5.1 采用极坐标法计算地面控制点参数

置镜控制点 C 坐标: $X = 103170.797$ $Y = 49354.501$

后视控制点 D 坐标: $X = 103029.442$ $Y = 49365.298$

后视方位角

$$a = \operatorname{tg}^{-1} \frac{Y}{X} = \operatorname{tg}^{-1} \frac{49365.298 - 49354.501}{103029.442 - 103170.797} = 355^{\circ} 37' 56''$$

后视距离:

$$S = \sqrt{Y^2 + X^2} =$$

$$\sqrt{(49365.298 - 49354.501)^2 + (103029.442 - 103170.797)^2} = 141.767\text{m}$$

5.2 外业读数

$$= 72^{\circ} 27.95'$$

$$= 105^{\circ} 39'$$

$$= 68^{\circ} 47' 29.1''$$

$$= 165^{\circ} 43' 22.3''$$

$$= 61^{\circ} 45' 1.15''$$

$$= 154^{\circ} 49' 43.3''$$

$$AB = 2.0458\text{m}$$

$$AB = 2.0458$$

$$AC = 16.1701\text{m}$$

$$AC = 10.2190$$

$$BC = 16.5543\text{m}$$

$$BC = 9.3607$$

$$CD = 19.4930$$

5.3 内业计算

根据三边推算三角形的内角: $\cos a = \frac{c^2 + b^2 - a^2}{2bc}$

$$\Rightarrow a = \cos^{-1} \frac{16.1701^2 + 2.0458^2 - 16.5543^2}{2 \times 16.1701 \times 2.0458} = 97^{\circ} 16' 59.4''$$

$$\cos = \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2ac}$$

$$\Rightarrow = \cos^{-1} \frac{16.5543^2 + 2.0458^2 - 16.1701^2}{2 \times 16.5543 \times 2.0458} = 75^{\circ} 40' 32.45''$$

$$a = \cos^{-1} \frac{10.219^2 + 2.0458^2 - 9.3607^2}{2 \times 10.219 \times 2.0458} = 59^{\circ} 51' 58.2'' + 1.87''$$

$$= \cos^{-1} \frac{9.3607^2 + 2.0458^2 - 10.219^2}{2 \times 9.3607 \times 2.0458} = 109^{\circ} 14' 18.5'' + 2.02''$$

连接三角形的检核: $C^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos = 4.1846$

$$C = 2.04563\text{m}$$

$C = C_{\text{测}} - C_{\text{计}} = 0.17\text{mm} < 0.2\text{mm}$ (由精度分析知,精度较高可行)

坐标计算如表 1 所示:

表 1 坐标计算表

点号	方位角	距离 D(m)	坐标增量		坐标	
			X	Y	X	Y
					3029.442	364.298
	355°37.56'	141.767				
	244°25.25.1'	16.5543	141.355	-10.797	3170.797	354.501
	249°20.16'	9.3607	-7.1467	-14.9321	3186.6503	339.569
	235°38.3'	19.493	-3.3030	-8.7586	3160.3473	330.8103
			-11.1638	-15.9796	3149.1835	314.8307

5.4 精度分析

根据设计隧道中线导线控制坐标(如表 2 所示),导线点见图 1。测站 C 为坐标起算点,CD 的方位角为起算方位角,经内业计算中误差按摆幅半根吊线 0.2mm 进行分析,则测站 C 的测角中误差为

$$\operatorname{tg} \frac{0.2}{9.3607 \times 1000} = 4.44''$$

$$\text{边长测量相对中误差为: } \frac{0.2}{9360.7} = \frac{1}{47000}$$

由此分析隧道终点的点位中误差。

据 2 表中数据计算得:

$$[x^2] = 123840.4\text{m}^2$$

$$[Y^2] = 9021.1\text{m}^2$$

$$[(x_{10} - x)^2] = 564851\text{m}^2$$

$$[(Y_{10} - Y)^2] = 11832\text{m}^2$$

将已知数据代入公式

$$m_{x102} = [x^2] \times (\frac{ms}{s})^2 + [(y_{10} - y)^2] \times (\frac{m}{m})^2$$

表 2 隧道中线导线控制坐标

导线点	X	Y	X	Y	$X_{10} - X$	$Y_{10} - Y$
C	3160.3473	330.8103				
D	3149.1835	314.8307	-11.1638	-15.9796	-586.7575	-59.7047
JD ₇	3030.059	346.014	-119.1245	31.1833	-467.633	-90.888
JD ₉	2805.856	257.774	-224.203	-88.24	-43.43	-2.648
终点	2562.426	255.126	-243.4343	-2.648		

$$m_{y10}^2 = [y^2] \times (\frac{ms}{s})^2 + [(x_{10} - x)^2] \times (\frac{m}{m})^2$$

$$\text{得: } m_{x10} = 7.8\text{mm} \quad m_{y10} = 16.2\text{mm}$$

$$m_{p10} = \sqrt{m^2 x_{10} + m^2 y_{10}} = 18.0\text{mm} < 30\text{mm} (\text{设计允许值})$$

文章编号:1004—5716(2004)01—0108—02

中图分类号:U455.49 文献标识码:B

广州地铁建设中冻结工法的应用分析

陆卫国,郭圣^山,林稚华

(中煤特殊工程公司冻结处,安徽 淮北 235000)

摘 要:在广州地铁建设中使用冻结工法,有成功的经验,也有不尽人意的地方。通过对施工的分析,总结成功的经验,找出问题的症结,以更好地完善冻结工法,推进冻结工法在广州市政建设中的更好地推广应用。

关键词:冻结工法;施工;体会

1 概述

近年来,市政建设迅猛发展,市政建筑基础向深而大的方向发展,土木工程施工技术日新月异。特别是隧道建设规模的日益扩大,使岩土工程的研究方向也由浅表向深部、由稳定地层向不稳定地层过渡,因而岩土工程的施工技术也必须有进一步的提高与发展。

我国从 20 世纪 50 年代开始引进冻结工法,经几十年的探索和实践,研究,冻结工法已日臻成熟与完善,但其服务对象主要是煤矿立井建设,20 世纪 90 年代,我国在上海市政工程中开始尝试冻结工法,已取得了较为丰富的施作经验。

广州市政工程建设的发展,特别是地铁施工工期紧,规模大,遭遇的地层越来越复杂,越迫切需要有新的适应性强的工法为其服务。经努力,完成宣传推广和技术储备工作,冻结工法终于得到了推广应用。我们先后组织了海公区间隧道地层加固和越秀公园车站冻结隔水施工,取得成功,但也存在着不足,体会是深刻的,总结过去是为了以后更好地发展和推广工法。

2 工程概况

2.1 海公区间

海公区间隧道冻结加固工程:海公区间隧道工程建设中,在工作面掘进至 ZDK12+696.6 里程附近,广州贸易大厦门前出现大面积的塌陷,使掘砌施工停止下来,严重影响到交通商贸、地面管线和设施的安全,更危及大厦建筑基础,虽对塌陷区进行了注浆加固,但地层仍不稳定,继续施工风险依然存在,施工工期无法

得到保证。经专家反复论证评审,确定采用冻结工法进行地层加固。施工工期 2000 年 1~5 月。

冻结加固区域从里程 ZDK12+696.6~+740,全长 43.4m,沿隧道轴线对称布设冻结孔,两边边排间距 8.0m。

冻结孔的深度是依隧道走向、坡间具体确定,两边排孔伸入中风化 3.0m,以形成冻土隔水墙,中部依隧道外缘结构埋深,深度提高 0.5m 布孔形成上覆冻土加固盖板,同时保证加固区域首端与已衬砌的隧道结构封合,尾部进入渗透能力小的地层,以实现较好的封水和固岩。

2.1.1 工程特点

(1) 该工程为广州市政首例冻结工法施工,且为抢险工程,位于繁华闹市区,社会效应明显。

(2) 冻结区域延至贸易大厦建筑基础,必须对基础桩等采取保护措施,采用斜孔冻结热水孔循环保护。

(3) 采用局部冻结,分区分期组织施工。

(4) 冻土体系满足加固地层和封水的要求。

2.1.2 设计参数(见表 1)

表 1 设计参数一览表

项目	积极期盐水 温度()	孔间距(m)		排距 (m)	管径 (mm)	供回液管 (mm)	冻土厚度 (m)	
		边孔	中部				边墙	拱顶
内容	-25~-28	1.0	1.4	1.33	Ø127×5	Ø48×4	1.4	3.0

经 2[#]措施井施测实例表明,三角形联系测量精度较高。由精度分析知,该隧道终点的点位中误差优于设计限差,则控制导线点 C、D 坐标值可作为隧道中线精密导线测量的起算值。

6 主隧道的施工控制测量及检测

主隧道(含斜井)的掘进测量控制,斜井口附近埋设一组(3 个)导线控制点(2 个测回),然后进行坐标传递至井下,主隧道每掘进 20~50m 选择通视良好、顶板牢固、无淋水、工件安全以及隧道转点处布设施工控制导线点,每掘进 300m 左右,从起始边起埋设基本控制导线点。考虑到隧道沿线竖井较多,在主隧道掘进施工到竖井位置时,竖井同时施工到位,这样可以利用施工完

后的两个竖井采用两井定向检测施工控制导线点,若检测其误差在允许范围内可以继续掘进施工。

7 效果与体会

实践证明,该工程采用的洞内外竖井联系测量与洞内控制测量,方法是成功的。从 1[#]~2[#]井段、1[#]~斜井段、2[#]~B 标段接头的贯通情况看,其中心点位置均达到了设计及规范要求,特别是 1[#]~2[#]井段 140m 实现了对接误差为 5mm 的高精度,充分说明了我们的测量方法是合理的、正确的。同时我们也认识到,在小断面隧道施工测量工作中要得到很好的效果,还必须做到:想全面、勤观测、细检查、严要求,与施工人员密切配合。