

厦深铁路广东段站前工程施工测量技术

蔡冬炜, 刘智杰

(中国人民武装警察部队水电第五支队, 江苏 常州 213135)

摘要:在介绍传统测量方法的不足和高速铁路测量控制网的特点的基础上,详细分析了厦深铁路广东段站前工程 XSGZQ-7 标段施工测量方法,介绍了施工控制测量内容和路基施工测量、桥梁施工测量及隧道施工测量的主要施工工艺及要点。厦深铁路广东段站前工程测量施工实践表明,为了在高速行驶的条件下,保证旅客乘坐的舒适和安全性,要求高速铁路必须具有高精度的几何线性参数;为确保做到高平顺性,除了对线下工程和轨道工程等有特殊要求外,必须建立一套与之相适应的精密工程测量体系。

关键词:厦深铁路;高速铁路;高精度测量;精密工程测量体系;施工测量

中图分类号:U212.24

文献标志码:B

文章编号:1006-7647(2014)S1-0046-04

厦深铁路广东段站前工程 XSGZQ-7 标段全长 32.381 km,线路设计时速 200 km/h,预留提速 250 km/h。与普通铁路相比,厦深铁路无论是工程结构的技术含量还是施工精度都有显著提高,施工方法也有很大差异,其中就包括铁路的精密施工测量。高速铁路精密施工测量是相对于传统的铁路工程测量而言的,为了保证高速铁路的高平顺性,轨道测量精度要达到毫米级^[1]。我们把适合于高速铁路工程测量的技术体系称为高速铁路精密工程测量。

1 传统测量方法的不足

由于过去我国铁路建设的速度目标值较低,对轨道平顺性的要求不高,各级控制网测量的精度指标主要是根据满足线下工程的施工控制要求制定的,没有考虑轨道施工和运营对测量控制网的精度要求,其主要存在的问题及不足^[2-3]如下:

a. 没有采用逐级控制的方法建立完整的平面高程控制网,线路施工控制仅靠定测放出交点、直线控制桩、曲线控制桩进行控制,线路测量可重复性较差,当中线控制桩连续丢失后,就很难恢复。

b. 测量精度低,由于导线方位角测量精度要求较低,施工单位复测时,经常出现曲线偏角超限问题,施工单位只有以改变曲线要素的方法来进行施工。在普通速度条件下,不会影响行车安全和舒适度,但在高速行车条件下,就有可能影响行车安全和

舒适度。

c. 轨道的铺设不是以控制网为基准按照设计的坐标定位,而是按照线下工程的施工现状采用相对定位进行铺设,这种铺轨方法由于测量误差的积累,往往导致轨道的几何参数与设计参数相差甚远。

综上所述,过去的铁路测量规范及体系已不能适应中国铁路现代化建设的要求,必须建立一套适合中国高速铁路建设的工程测量体系。

2 高速铁路测量控制网的特点

高速铁路轨道工程测量的平面、高程控制网,按施测阶段、施测目的及功能不同分为勘测控制网、施工控制网、运营维护控制网,把高速铁路工程测量的这3个控制网简称为“三网”^[4-5]。

a. 勘测控制网、施工控制网、运营维护控制网坐标高程系统的统一。在高铁工程的勘测设计、线下施工、轨道施工及运营维护的各阶段均采用坐标定位控制,因此必须保证三网的坐标高程系统的统一,才能使勘测设计、线下施工、轨道施工及运营维护工作顺利进行。

b. 勘测控制网、施工控制网、运营维护控制网起算基准的统一。高速铁路勘测控制网、施工控制网、运营维护控制网平面测量应以基础平面控制网 CP I 为平面控制基准,高程测量应以二等水准基点为高程控制测量基准^[5]。

高速铁路轨道必须具有非常精确的几何线性参数,精度要保持在毫米级的范围以内,测量控制网的精度在满足线下工程施工控制测量要求的同时必须满足轨道铺设的精度要求,使轨道的几何参数与设计的目标位置之间的偏差保持在最小^[6]。轨道的外部几何尺寸的测量也可称之为轨道的绝对定位。轨道的绝对定位通过由各级平面高程控制网组成的测量系统来实现,从而保证轨道与线下工程路基、桥梁、隧道、站台的空间位置坐标、高程相匹配协调。由此可见,必须按分级控制的原则建立铁路测量控制网。① CPⅠ主要为勘测、施工、运营维护提供坐标基准,采用GPS B级(无砟)/GPS C级(有砟)网精度要求施测;② CPⅡ主要为勘测和施工提供控制基准,采用GPS C级(无砟)/GPS D级(有砟)级网精度要求施测或采用四等导线精度要求施测;③ CPⅢ主要为铺设无砟轨道和运营维护提供控制基准,采用五等导线精度要求施测或后方交会网的方法施测。

3 施工测量方法

3.1 施工控制测量

控制点复测是施工控制测量前必不可少的准备工作,包括导线控制点的复测、导线控制点的加密、

导线控制点补测与移位。

a. 控制点的复测主要有导线点和水准点的复测。导线操作按照《客运专线无砟轨道铁路工程测量暂行规定》(铁建设[2006]189号)执行。各等级导线技术要求如表1所示。

b. 高程控制测量。厦深高速铁路高程控制测量按国家精密水准测量技术要求实施,并与国家二等或二等以上水准点,或者相当于国家二等或二等以上水准点联测。联测距离不宜超过30 km,形成附合水准路线。各等级水准技术要求如表2和表3所示。

c. 导线控制点的加密。为满足施工需要,在设计院移交的GPS点的基础上,根据现场施工实际情况,加密埋设GPS点,尤其在隧道的进、出口,布设GPS小三角网加以控制;在隧道与桥梁连接处,共同使用加密的GPS小三角网,以保证桥隧的连接顺畅。施工控制网采用双导线控制,即将每处结构物控制在连续的闭合环内,在便施工测量时达到相互校核的目的,以保证工程质量。

d. 导线控制点补测与移位。由于人为或其他的原因,导线控制点有可能丢失或遭到破坏,因此要对丢失的导线进行补点,并对补的点用导线测量的方法进行补测。值得注意的是,在补点时尽量将点

表 1 导线测量的主要技术要求

等级	导线长度/km	平均边长/km	测角中误差/(")	测距中误差/mm	相临点位坐标中误差/mm	导线全长相对闭合差限制	方位角闭合差限值/(")	仪器等级	测回数	半测回归零差/(")	2C较差/(")	同一方向各测回间较差/(")
CPⅡ	≤4	0.8~1.0	2.5	5	10	1/40000	±5√n	D _j	4	6	9	6
								D _j	6	8	13	9
CPⅢ	≤1	0.15~0.2	4	3	5	1/20000	±8√n	D _j	2	6	9	6
								D _j	4	8	13	9

表 2 水准测量的主要技术标准

等级	每千米高差全中误差/mm	路线长度/km	水准仪的型号	水准尺	观测次数		往返较差或闭合差/mm
					与已知点联测	附合或环线	
二等精密水准	2	≤400	DS ₁	钢瓦	往返	往返	4√L
	4	2	DS ₁	钢瓦	往返	往返	8√L
三等	6	≤150	DS ₁	钢瓦	往返	往测	10√L
			DS ₃	双面	往返	往测	10√L
四等	10	≤30	DS ₃	单面	往返	往返	4√L

表 3 各等级水准观测主要技术要求

等级	水准尺类型	水准仪等级	视距/m	前后视距差/m	测短的前后视距累积差/mm	视线高度
二等	钢瓦	DS ₁	≤50	≤1.0	≤3.0	下丝读数大于或等于0.3 mm
		DS ₀₅	≤60			
精密水准	钢瓦	DS ₁	≤60	≤2.0	≤4.0	下丝读数大于或等于0.3 mm
		DS ₀₅	≤65			
三等	双面	DS ₃ DS ₁	≤65	≤3.0	≤6.0	三丝能读数
	钢瓦	/DS ₀₅	≤80			
四等	双面	DS ₃	≤80	≤4.0	≤10.0	三丝能读数
	钢瓦	DS ₁	≤100			

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。

e. 控制测量成果计算及整理。施工控制网采用双附合导线,对资料完成以下整理计算:①导线水平角闭合差应按下式计算,并满足表 1 的要求:

$$w = \alpha_0 - \sum (A \pm 180^\circ) - \alpha_k$$

式中: α_0 为导线起始坐标方位角; α_k 为导线闭合坐标方位角; A 为右角。②导线宜在全线测量贯通后进行整体平差。③水准路线或三角高程路线的高程闭合差,在限差以内时应按距离比例平差。

3.2 主要施工工艺及要点

3.2.1 路基施工测量

a. 横断面测量。横断面施测宽度和密度,根据地形需要确定。在曲线控制桩、百米桩和线路纵、横向地形明显变化处应测设横断面。在大中桥头、隧道洞口等重点工程地段及不良地质地段,横断面适当加密。横断面测量采用水准仪、钢尺或全站仪实测。

b. 路基中线测量。路基中线采用全站仪在控制点直接放线,中桩间距宜为 20 m,间距不大于 50 m;中线上钉设公里桩、百米桩和加桩。①采用全站仪直接放线,可不测设交点桩,其偏角、间距和桩号均以计算资料为准。放线时,一次放出整桩与加桩,直线段可只放中线控制桩,其余用拉链法定定,再抄平。②再用全站仪直接测设中线。转点不能超过两个,两次转点后点位误差有可能超限,因此闭合不到下一个控制点上。③测站转移前,必须观测核对相邻控制点的方位角;测站转移后,必须对前一测站所放中桩重放 1 或 2 个桩点以资校核,点位允许偏差为 ± 100 mm,超限则前一测站成果必须重测。

3.2.2 桥梁施工测量

桥位控制测量,要根据实际情况合理布设控制网图形,保证施工时放样桥轴线和墩台位置方向等有足够的精度。桥梁施工控制测量中,采用双复核法测量,首先使用角度距离的方法准确的测设出桥墩的中心位置,然后仪器复测该点的实际与理论坐标相比较,从而提高墩位放样的准确性及精度。为了将桥位轴线和路线平行纵段面按照设计要求衔接起来,桥位控制网和路线控制桩必须进行联测。

桥位的施工测量采用全站仪直接测设,只要将桥梁各部位控制点的坐标计算出来,可以非常方便的放样出桥梁各部位的控制点,从而指导现场施工。

a. 桩基础桩位放样。采用全站仪放出每个桩基础的中心点,然后定出桩基础的中轴线。具体做法如图 1 所示。

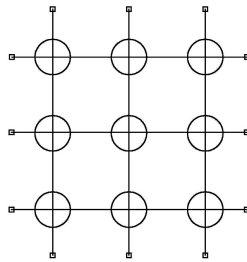


图 1 桩基础放样示意图

b. 承台放样。在承台基础开挖完并浇筑垫层混凝土后,采用全站仪放出承台的 4 个角点,标识出控制承台位置的横纵线,然后进行立模施工。

c. 墩身墩帽放样。桥梁基础承台施工完后,在承台表面上测样墩台边线,弹上墨线,按墨线和墩台身尺寸组立模板。模板下口与基础的墨线对齐,上口用全站仪控制,使模板上口轴线与墩台轴线一致,固定模板,浇筑混凝土。随着墩台砌筑高度的增加,及时检查中心位置和高程。当桥墩施工至一定高度时,工作面上架设棱镜不方便,可用检定过的钢尺和吊锤进行垂足测量。墩台浇筑至离顶帽底约 30 cm 时,要测出墩台纵横轴线,然后支立墩(台)帽模板。为确保顶帽中心位置的正确,在浇筑混凝土之前,必须复核墩台纵横轴线。

3.2.3 隧道施工测量

隧道施工不同于路基和桥梁,它除了造价高、施工难度大以外,在施工测量上也有许多不同之处。隧道施工控制网分为地面控制和地下控制两部分,地面控制部分确定洞口的相对位置,并传递进洞方向;地下控制部分确定掘进方向。

a. 地面控制测量。对于黎屏山隧道,完全可以采用中线法进行地面控制。所谓中线法,就是将隧道的平面中心线在地面放样出来,作为施工控制点,一般隧道中轴线为直线的均可采用中线法。

b. 地下控制测量。随着隧道的掘进,须在洞内建立地下导线控制点,以便利用这些控制点及时修正隧道中线,控制掘进方向,保证洞内建筑物施工精度,这是隧道施工常规测量方法,大屏山隧道、屏峰山隧道、金马隧道均采用地下控制测量。

对于洞内的水准测量,必须进行往返测量,并满足精密水准测量的精度要求,洞内水准点要经常复测检核,及时消除施工造成的影响。

隧道平面及高程控制测量要素符合《客运专线无砟轨道铁路工程测量暂行规定》(铁建设[2006] 189 号)要求。

4 结 语

厦深高速铁路采用了精密施工测量体系,不光保证线下工程施工控制测量满足设计要求外,也保证了线上轨道测量精度达到了毫米级,轨道铺设具有非常精确的几何线性参数,最终确保了铁路的高平顺性和乘客的安全舒适性。

参考文献:

[1] 张宪丽. 浅谈武广客运专线工程测量技术[J]. 价值工程,2011(9):15-16.
[2] 丁建华. 高速铁路工程测量特点[J]. 铁道勘察,2009(5):1-4.

(上接第 40 页)

绳锯运转是锯木原理,利用绳锯驱动绳锯链条,穿过飞轮及导向轮不停转动碾磨混凝土面,以达到切割效果。同时采用水冷却,既是切割设备降温需要,又是防粉尘、降低噪音的有力措施。飞轮、导向轮支架和动力驱动应正确固定,链条应根据正确的行程方向连接。

4.2.5 切割体吊装

混凝土块切割体采用 200 t 汽车吊吊装,起吊点位置为 6 号桥墩下游侧,起吊直线距离约 24 m,水平距离 13 m。

4.2.6 基础面处理

将基础面凿毛,基础面凿成倒坡或顺向台阶,利于新老混凝土相接。

5 结 语

随着我国建筑业的迅猛发展,在施工过程中出现了越来越多的拆除改造工程,要求对混凝土结构进行拆除,传统的混凝土结构拆除主要采用人工凿除、液压破碎锤破碎、爆破等方法,这些方法存在一定的局限性,如时间长、噪声大、粉尘大、对保留部分结构影响大。仙居抽水蓄能电站工程改线高架桥 7 号桥墩承台 C25 混凝土拆除采用金刚石绳锯切割机切割方案,取得显著效果,保存的结构完好,周围施工项目也正常施工,且施工过程中无粉尘、噪声小,在环境保护及文明施工方面控制非常好。虽然工期相对较长、费用较高,但前期可通过增加钻机数量加快穿绳孔钻孔进度,加快总体切割进度。施工结果表明总体施工效果较好。

参考文献:

[1] 王臻林. 绳锯法整体拆除既有跨线桥施工技术[J]. 铁道

[3] 朱江,梁爱珍. 双块式无砟轨道简易工装法施工技术[J]. 铁道标准设计,2009(增刊 1):42-46.
[4] 卢建康,刘华. 高速铁路精密工程测量技术体系的建立及特点[J]. 铁道标准设计,2010(增刊 1):72-75.
[5] 卢建康. 论我国高速铁路精密工程测量技术体系及特点[J]. 高速铁路技术,2010(1):31-35.
[6] 何华武. 论时速大于 200 km 铁路精密工程测量技术[J]. 中国铁路,2007(3):1-4.
[7] 李青岳. 工程测量学[M]. 北京:测绘出版社,1984.
[8] 张正禄,吴栋材,杨仁. 精密工程测量[M]. 北京:测绘出版社,1992.
[9] 张项铎,张正禄. 隧道工程测量[M]. 北京:测绘出版社,1998.

(收稿日期:2014-07-04 编辑:熊水斌)

建筑技术,2013(增刊 1):38-40.

[2] 水利电力部水利水电建设总局. 水利水电工程施工组织设计手册[M]. 北京:中国水利水电出版社,2009.

(收稿日期:2014-10-16 编辑:熊水斌)

(上接第 45 页)

4 结 语

近年来,我国水利水电工程投入增多,而工程测量是必不可少的一项技术工作,工程施工必须根据测量结果进行。通过具体工程测量的技术总结以及技术问题的深入探讨,可为类似工程测量提供参考。

参考文献:

[1] 陈龙飞,金其坤. 工程测量[M]. 上海:同济大学出版社,1990.
[2] 刘斌,王尊,谢红,等. 基于 ArcSDE 的水利测绘数据管理方法的探讨[J]. 东北水利水电,2005,23(7):51-52.
[3] 方允治,赵文聚,仲鲁. GPS 和全站仪在山区高程控制测量中的应用[J]. 山东交通学院学报,2009,17(3) 72-75.
[4] 齐显峰,周巍,崔吉春. EGM2008 重力场模型计算中国地区垂线偏差分析[J]. 测绘技术装备,2011(1):6-8.

(收稿日期:2014-07-04 编辑:熊水斌)

