

铁路高架桥范围大机捣固测量方法研究

胡伟明

中铁六局集团北京铁建公司 北京 100000

摘要: 铁路新建线路铺设完成需要经过大机捣鼓,才能确保火车安全稳定通过线路。捣鼓过程中,测量工作最关键的工作是高程(起道量)和中线(拨道量)的测量。因大机连续作业,不仅要保证测量数据的准确,还需要提高测量效率。根据现场情况,针对不同的施工部位采用不同的测量方法。高架桥上普捣采用RTK、水准仪测量,精捣采用轨道精调小车测量。高架桥下因无法使用RTK、不布设CPⅢ控制网,在线路两侧布设加密控制点,采用全站仪、手机测量软件方法。站台范围采用穿线、全站仪、水准仪测量方法。

关键词: 线路、大机、捣固、起道量、拨道量

引言:北京铁路枢纽丰台站改建工程位于北京市丰台区,新建丰台站东西跨越西三环南路、规划四合庄西路、规划万寿路南延、西四环南路等,跨越既有地铁9号线、10号线,站区总长度3.3km,是我国首座车站采用按地面(普速场)、高架(高速场)重叠布置的双层结构大型客站。地面车场设到发线20条(含正线),站台11座,到发线有效长度为650m,设行包库、行包通道等配套设施。高架层高速车场设到发线12条,站台6座,到发线有效长度为500m,设高架候车厅1座及站舍等配套设施。

新建线路、道岔通车前需要采用大型养路机械利用精确作业法进行起拨道、捣固,并进行稳定。保证高速列车按线路允许速度安全平稳的进行、确保旅客乘车的舒适度。大机捣固施工能够提高线路质量,修正线路几何尺寸,改善道床断面,对线路不平顺指标(如高低、水平、三角坑、轨向等)进行整治。大机捣固时需要测量数据为依据进行作业,因本工程高架桥上和桥下都有线路,还有站台范围,受施工环境影响必须采取不同的测量方法。下面介绍大机捣固作业时测量数据的方法。

一、普速场大机捣固时的测量工作

西咽喉普速场位于高架桥下,RTK没有信号无法使用,不布设CPⅢ控制网。采用全站仪+测量软件方法采集数据。

1.控制网加密

大机捣固作业前,现场控制点无法满足放样使用。为满足本标段大机捣固测量数据的需要,根据本工程测量精度的要求,按照《高速铁路工程测量规范》的要求对本标段控制网进行加密。控制点沿线路两侧布设距离线路50-200m,间距200m左右。

对全线控制点进行核查,确保测量过程中桩位的准

确和稳定;并依据复测情况选择稳定可靠的交桩点作为约束点。按照规范中相关规定进行加密点桩位的选点和埋石。

全线控制网加密测量。按照相关规范要求对全线加密控制点进行测量、平差、整理资料。

2.大机捣固时测量流程

本项目采用DC-32双枕捣固车,作业走形为步进式。能进行起道、拨道、抄平、钢轨两侧枕下道砟捣固和枕端道砟夯实作业。该机利用车上测量系统,可对作业前后线路的轨道几何参数进行测量及记录,并通过控制系统,实现按设定的轨道几何参数进行作业。

大机捣固流程如下:

大机车组进入工程线→测量标量→第一次大机捣固→补充道砟→测量标量→第二次大机捣固→补充道砟→测量标量→大机捣固→补充道砟。

计划进行5次大机捣固(一捣为一次,一捣为插入枕木振捣一次),采用方式为第一次两捣一稳作业(起道30mm、拨距按设计标量)、第二次两捣一稳作业(起道20mm、拨距按设计标量)、第三次一捣一稳作业(起道10mm、拨距按设计标量),共计捣固三次,完成5次大机捣固后如局部位置线型、线位偏差较大,则需要增加大机捣固次数进行线路调整。

普速大机捣固3次,每次捣固前都需要测量轨顶高程、线路偏位。完成捣固计划还要测量一次,确保全部线性达到设计要求。按照提供的测量数据精确起道,每次起道量原则上控制在30mm以内,实际起道量超过40mm分次起道。

3、大机捣固第一次:

(1)每股道铺设完成后,首先人工起道、拨道,高程预留量60mm-80mm,平面控制50mm以内。起道后及时

进行高程和平面的测量。满足要求后,为大机捣固做好准备。

(2) 线路测量数据要求:线路范围起道量、拨道量10米标注一个点,道岔范围起道量、拨道量5米标注一个点(如右拨15起道30标示为+30→15,如左拨标示为←15+30)。数据要记录成电子版格式,用石笔在枕木中间标注数据,面向大机行进方向。

(3) 大机捣固作业时,技术人员全程跟着大机补充标注数据。曲线主点(ZH、HY、YH、HZ)要标明位置,起始点要标注曲线长、曲线半径、缓和曲线长度、超高数据,用红油漆标注在枕木上。例如:L=316.98 R=600 l=60 h=20

(4) 大机捣固第一次数据预留30mm起道量标量,为第二、第三次预留起道量。起道后轨面高程不能超过设计值,否则需要落道,落道会浪费大量人工。拨道量按设计值标注。

4、大机捣固第二次

正常大机完成第一次后会连续作业,进行第二次捣固。因此捣固完成立即测量数据,直线段起道量10m、拨道量10m一个点。测量完成数据与第一次数据比较,无错误时数据交于技术人员,由技术人员配合大机作业。

大机捣固、稳定第二次后,线路轨面高程不能超过设计值,应有20~30mm才达到设计轨面高程,便于大机、稳定第三次的起道量。

5、大机捣固第三次

(1) 大机捣固完成,尽快测量第三次大机捣固数据。直线段任然为10m一个点,道岔范围为5m一个点。同时,曲线起始点以及要素点位置要标明,曲线上的正矢及时测量,便于大机作业时调整线路。

(2) 大机捣固、稳定第三次后,线路达到无缝线路应力放散锁定条件。轨面高程达到设计高程,线路中线偏差满足设计值,曲线上正矢达到要求。

(3) 大机捣固、稳定完成第三次,需要重新测量数据,如果轨平面、高程符合设计要求,停止捣固,如果差值大,需要继续捣固,直到数据符合设计要求。

二、全站仪测量数据步骤

1、全站仪架设仪器,采用坐标定向进行设站(桥下范围桥墩遮挡,后方交会角度不合适,易超限)。

2、手机软件连接仪器,成功后找到需要测量的线路程序,开始测量(手机软件的竖曲线、平曲线参数需提前在办公室输入完成,并复核无误)。

3、前视两人,一人扶棱镜杆,首先移动到整数里程,棱镜杆立于轨面(曲线段测内轨)。主镜人员测量

高程和偏距。线路中心距轨道内测720mm,根据实测的偏距计算轨道偏移量。如棱镜位于线路左侧,量取值为750mm,则线路标注为向右侧移动30mm(→30);如冷静位于线路右侧,量取值为700mm,则线路标注为向右侧移动20mm(20→)。高程利用手机软件计算显示与设计差值,减去预留量后报前视人员。由前视人员将数据用石笔写在枕木中间位置,并记录在手机中表格。

4、将记录数据发到大机捣固交流群里面,如现场数据看不清,则重新写一次。特别注意每一次数据都要认真复核,并且与上一次数据对比。避免因仪器操作不当、控制点移动等造成的数据测量误差。

5、验收标准:

线路轨道静态几何尺寸容许偏差管理值

项目		V _{max} ≤ 120km/h 正线
轨距 (mm)		作业验收
水平 (mm)		+6, -2
高低 (mm)		4
轨向 (直线) (mm)		4
三角坑 (扭曲) (mm)	缓和曲线	4
	直线和圆曲线	4

三、高速场线路测量方法

高速场位于高架桥上,按设计要求在桥两侧布置CPⅢ控制点。普捣2次采用RTK+水准仪方法,精捣3次数据采用轨道精测小车采集。

1、桥梁段CPⅢ点布设

(1) 桥梁段CPⅢ点的布设要求

CPⅢ点应布设在桥梁固定端距梁端0.5m的位置。在箱梁上时,在桥梁防撞墙上,每隔60米左右垂直埋设CPⅢ测量标准,并且要求每对CPⅢ之间的连线应与此处线路的延伸方向大致垂直;CPⅢ预埋件布设于桥梁防撞墙上,应高于轨面0.3m,当防撞墙高度不满足要求时,需在防撞墙上设置辅助立柱。

(2) CPⅢ测量技术要求

CPⅢ测量技术要求如表,详见《铁路工程测量规范》(TB10101-2018)

CPⅢ平面自由网平差后的主要技术要求

控制网名称	方向改正数	距离改正数
CPⅢ平面网	±3"	±2

CPⅢ平面网平差后的主要技术要求

控制网名称	与CPⅡ联测		于CPⅢ联测		点位中误差
	方向改正数	距离改正数	方向改正数	距离改正数	
CPⅢ平面网	≤ ±4.0"	≤ 4mm	≤ ±3"	≤ ±2mm	2mm

CP III水准测量精度要求 (mm)

水准等级	每千米水准测量偶然中误差	每千米水准测量全中误差	限差				
			相邻4个CP III点水准环闭合差	往返测不符值	左右路线高差不符值	附合路线或环线闭合差	检测已测测段高差限差
精密水准	≤ 2.0	≤ 4.0	± 1	± 8√K	± 6√K	± 8√L	± 8√R _i

注: 1.K为测段水准路线长度, L附合或环线的水准路线长度, R_i为检测测段长度, 单位都为km

2.结点之间或结点于高级点之间, 其路线的长度, 不应大于表中规定的0.7倍。

2、普捣2次

人工起道完成后开始普捣, 普捣数据采用RTK采集中线偏位、水准仪采集高程差值。

(1) 大机捣固第一次:

每股道铺设完成后, 首先人工起道、拨道, 高程预留量60mm-80mm, 平面控制50mm以内。起道后及时进行高程和平面的测量, 直线段起道量10m、拨道量10m一个点(道岔捣固5m一个点)。满足要求后, 为大机捣固做好准备。

大机捣固第一次数据预留50mm起道量标量, 为第二、第三次预留起道量。起道后轨面高程不能超过设计值。拨道量按设计值标注。其他同1.2.1。

(2) 大机捣固第二次

捣固完成立即测量数据, 直线段起道量10m、拨道量10m一个点。测量完成数据与第一次数据比较, 无错误时数据交于技术人员, 由技术人员配合大机作业。

预留30mm起道量标量, 大机捣固、稳定第二次后。线路轨面高程不能超过设计值, 应有30~40mm达到设计轨面高程。

3、精捣3次

精调数据采用轨道精调小车采集, 小车置于被调整轨道上, 通过全站仪采集对应点的轨道位置数据, 1m采集一个点, 用于大机捣固作业使用。

(1) 大机捣固第一次:

采集数据导入大机电脑里面, 不需要现场标注数据。开始作业前应试验一两个点, 看与现场是否相符。大机捣固第一次数据预留20~30mm起道量, 为第二、第三次预留起道量。起道后轨面高程不能超过设计值。

(2) 大机捣固第二次

捣固完成立即测量数据。测量完成数据必须与上一次数据比较, 无问题时数据交于技术人员, 由技术人员配合大机作业。

大机捣固、稳定第二次后, 线路轨面高程不能超过设计值, 应有10~20mm才达到设计轨面高程, 便于大机、稳定第三次的起道量。

(3) 大机捣固第三次

轨面高程达到设计高程, 线路中线偏差满足设计值, 曲线上正矢达到要求。

大机捣固、稳定完成第三次, 需要重新测量数据, 如果轨平面、高程符合设计要求, 停止捣固, 如果差值大, 需要继续捣固, 直到数据符合设计要求。

4、精调数据采集步骤

(1) 设站确定全站仪坐标。全站仪带自动马达功能, 采用后方交会设站, 观测8个控制点, 必须至少观测后方利用过得4个控制点。

(2) 开始测量轨道数据。行进过程中采集轨道平面、高程、超高数据。

(3) 输出数据。观测数据, 通过配套软件, 计算轨道平面位置、水平、超高、轨距等数据。

(4) 输入数据: 将数据改为大机配套格式, 导入大机用于捣固作业。开始作业前, 必须复核数据是否和现场对应里程测量的一致。

四、站台范围大机捣固数据测量方法

站台范围最关键的是保证线路的线性平顺和建筑限界满足空间要求, 保证机车车辆不与站台发生剐蹭。中线采用穿线法(适用直线段, 曲线段按设计中线放样)和放样结合的方法, 高程用水准仪测量。

1、普速场站台长度550m, 站台范围高程限界≤1250mm(轨顶到站台顶面距离)、直线段平面限界≥1750mm(线路中心线到站台边缘距离, 站台两端位于线路曲线范围有加宽值)。因站台范围限界时主要控制指标, 为保证不超限, 采用全站仪在站台两端(直线段)放中线点, 利用全站仪穿线。每10米测量一个中线点, 量取到站台距离、到中间柱子距离、轨内边到线路中线数据并计算偏移量标注在枕木上。

测量完成后根据全部的实测限界数据, 与设计值比较, 看是否超限, 如果超限数量多, 需要分析原因, 和站台施工单位共同分析原因, 确认无误后数据才可以使用。

2、轨面高程测量每10米测量一个点。采用DZS3-1水准仪测量, 利用手机软件计算实测高程, 减掉预留量

后与设计差值标注在枕木上,并在站台范围每个柱子标注轨顶高程,后期测量轨顶高程时使用。所有数据都统计成电子版,与上一次数据比对后才容许大机捣固作业。

3、捣固三次后,测量站台限界用标准轨距站台尺。现场测量站台最外点或最高点距线路中心的水平距离以及从轨面算起的垂直高度,与限界表对照,计算是否侵限。一般侵限判定:实测值<建筑限界+W[曲线内(外)测加宽]。

测量点位置采用记号笔在站台墙上用阿拉伯数字标示,按线路里程方向,每10米标记一个点。

站台两端处于曲线段必须标明曲线半径、曲线长度、外轨超高等。测量要求做到数据准确、记录完整、判断无误。

4、减少站台侵入限界的控制措施

共同复测:线路和站台施工单位共同对站台限界进行复测,建立台账,使用不同仪器复测,减少因测量误差造成侵限。

测量前进行限界测量交底。通过培训掌握测量要求。测量前仔细校正仪器,固定测量人员。测量后汇总数据进行分析对比。

五、结束语

通过运用先进的测量方法,确保大型养护机械捣固施工时数据准确性,提高施工作业的质量。本文就大机捣固不同区域时,测量数据采集方法进行了探讨。测量数据是保证大机捣固作业的关键,因紧邻既有线,设计

到大机转线要点计划,必须按工期计划完成捣固。对测量提出了严格的要求,不仅要数据准确无误还要高效率提供,保证大机捣固作业。因此因地制宜,采用不同的测量方法有效的解决了原有低效的测量工作。对于数据采集遇到的问题,要根据现场情况分析处理,避免造成数据误差影响大机捣固工作。

参考文献

- 1.《高速铁路工程测量规范》(TB10601-2009)
- 2.《铁路工程测量规范》(TB10101-2018)
- 3.《铁路工程沉降变形观测与评估技术规程》(Q/CR9230-2016)
- 4.《新建铁路工程测量规范》(TB10101-99)
- 5.《改建铁路工程测量规范》(TB10105-2009)
- 6.《铁路轨道工程施工质量验收标准》(TB10413-2018)
- 7.关于进一步规范铁路工程测量控制网管理工作的通知(铁建设[2009]20号)
- 8.丰台站改建工程设计图纸及相关测量技术交底材料
- 9.缪孝宏 大机捣固原理及实践 高速铁路技术 2013(2)
- 7.铁道部146号部令
- 8.《普速铁路路线修理规则》(TG/GW102-2019)
- 9.《普速铁路工务安全规则》(TG/GW101-2014)
- 10.《铁路技术管理规程》(普速铁路部分)