

文章编号:1006—2106(2005)01—0098—04

长枕埋入式无碴轨道道床板精确控制测量施工技术

苏 兴¹,赵代强²,钱振地²

(1.中铁三局集团公司二公司, ; 2.中铁八局集团公司科技部)

提 要:本文介绍了隧道内长枕埋入式无碴轨道道床板施工测量控制方法、精度、测量过程中有关问题的处理,可供类似工程施工测量时参考。

关键词:无碴轨道;测量;方法;精度

中图分类号: U213.2 **文献标识码:** A

1 工程概况

渝怀线角嘴2号隧道内长枕埋入式无碴轨道是铁道部重点科研项目,由中铁三局承担施工任务。长枕埋入式无碴轨道的施工范围是DK 53+928~DK 54+678全长750 m,其中包括进口端(DK 53+928~DK +953)和出口端(DK 54+653~+678)各25 m的过渡段。DK 53+928~DK 54+678段内,DK 53+141.81段为直线段,长度213.81 m;DK 54+141.81~+678段为曲线段,长度为541.19 m。曲线半径 $R=1\,200\text{ m}$,缓和曲线长120 m。曲线内轨轨顶由DK 53+928处223.69 m上升至DK 54+678处227.44 m,高程差3.75 m。曲线外轨超高85 mm,设计货车车速80 km/h,设计客车车速120 km/h。无碴轨道道床板下基础分为钢筋混凝土铺底、钢纤维混凝土铺底、混凝土仰拱及填充和钢筋混凝土仰拱及填充四种结构型式。无碴轨道段采用60 kg/m长钢轨、弹条Ⅱ型分开式扣件。过渡段辅助轨采用50 kg/m钢轨、弹条Ⅰ型扣件。

2 问题的提出

隧道内长枕埋入式无碴轨道的施工在国内尚属首次,暂无成熟的强制性标准可遵循。施工精度要求高,并且由于道床板施工完成后,轨道标高、中线可调性极小。这就要求在施工过程中加强测量监控,保证精度要求。如何解决长枕埋入式无碴轨道道床板施工测量控制技术,保证无碴轨道的精度。这就需要在施工过程中研究解决。

3 施工测量方案

3.1 加强施工测量控制,严格按《新建铁路工程测量规范》(TB10101-99)进行测量工作,未经复核的资料严禁采用。

3.2 根据施工控制桩对隧道内仰拱填充或铺底混凝土(无碴轨道道床板下基础)顶面进行抄平核对。

3.3 在隧道进出口按线路测量等级各设水准基点标一个,并按二等测量等级埋设线路基标(坐标、高程在同一点)。基标分为控制基标和加密基标两种。为测量方便,基标可标示于衬砌边墙上。

3.4 隧道内基标设置及埋设

3.4.1 控制基标的设置及埋设

因控制轨排架设精度必须采用精密仪器,并利用控制基标进行,故仪器架设的方便和计算的简便现场埋设控制基标时的主要考虑因素。

方向控制基标设置在线路中线上,间距按直线10 m、曲线60 m设置,曲线控制点、变坡点和竖曲线起至点均需埋设。测量仪器采用捷创力620型全站仪。因方向控制基标处在开挖过程中曾埋设基桩,在铺底和仰拱填充施工过程中均在此外预留孔洞,对方向控制基标埋设十分有利。埋设基桩采用中心刻画十字丝的长25 cm的 $\phi 14$ 钢筋,膨胀水泥固结。方向控制基标为保证精度,避免外力碰撞,钢筋端头应略低于隧道铺底面。

水准控制基标设置在水沟边墙上(隧道边墙侧),按15 m间距布置。测量仪器采用精密水准仪和铟钢塔

尺,测量时前后视距离应大致相等,其长度差不宜大于 10 m。埋设基桩采用中心刻画十字丝的长 25 cm 的 $\phi 8$ 钢筋,使用大于 $\phi 16$ mm 钻头的手电钻钻眼,膨胀水泥固结,钢筋端头高出混凝土面 2 cm 左右。

3.4.2 加密基标的设置及埋设

加密基标主要考虑施工方便,可在轨排初步调整时采用,并为轨排架设时使用的一些辅助线提供依据。

方向加密基标应避开道床及模板支架位置,且不受走行轨遮挡,现场在距中线 1.48 m 处(道床外侧,走行轨内侧)两侧分别埋设加密基标点,纵向间距 2.5 m。测量仪器采用捷创力 620 型全站仪,埋设基桩采用中心刻画十字丝的长 25 cm 的 $\phi 8$ 钢筋。方向加密基标考虑与水平加密基标统一设置,钢筋端头高出隧道铺底面 2 cm 左右。

水准加密基标与线路左侧方向加密基标统一设置。测量仪器采用精密水准仪和铟钢塔尺。

3.4.3 辅助线的设置

考虑轨排初步调整过程中的简易性和可操作性,利用水准基标点在隧道壁上定出内、外轨顶面线,用墨线沿隧道全长弹出,在施工过程中控制轨排顶面标高。利用方向基标点在隧道壁两边定出线路中线法线点,用墨线弹出线路中线垂直面与隧道边墙在轨道高度部分相交线,在施工过程中控制轨排端头方正。施工现场的作法如下:两人同时在线路两侧方向加密基标点上吊垂球,两人拉无弹性细线连接两吊点,并延伸至隧道上作点,每边在两个不同高度上各作一个法线点,在竖向用墨线弹出。

曲线地段精测轨排架设精度时,轨排中线点的里程对测量结果影响很大,而轨排又需要随时调整,确定轨排中线点里程的简便和准确是首要考虑,利用隧道壁上法线点可方便、快捷、准确地定出轨排中线点里程。

3.5 基标精度

3.5.1 控制基标:方向允许误差不大于 6";高程允许误差 ± 2 mm;距离允许误差为直线 1/5 000,曲线 1/10 000。

3.5.2 加密基标:基线上偏离控制基标方向误差为 ± 1 mm;曲线上偏角法测量,在偏角方向上允许误差为 ± 1 mm;每个相邻基标间距允许误差为 ± 3 mm;高程允许误差为 ± 2 mm,每相邻基标高程允许误差为 ± 1 mm。

3.6 根据基标控制道床板施工,道床板施工过程中破坏的基标应及时补测和恢复。

3.7 当无碴轨道铺设完成后,对基标进行复测,根据

设计进行调整,并依据调整后的基标二次调整轨道状态。

4 施工测量控制过程

4.1 轨排就位和初步调整

在施工技术条件中,为满足轨道静态铺设精度,并考虑混凝土施工过程中的不利影响,确定了轨排架设精度,见表 1、表 2。轨排架设的允许偏差

检查项目	偏差要求
轨枕间距	± 5 mm
轨距	$+2$ 、 -1 mm,变化率不得大于 1‰
水平	以一股钢轨为准,与设计高程偏差在 ± 2 mm 之内;两股钢轨相对水平差不得大于 1 mm;在 6.25 m 范围内,不得有大于 1 mm 的三角坑。
轨向	以一股钢轨为准,与线路中线偏差在 1 mm 之内,最大矢度不得大于 1 mm/10 m 弦。
高低	最大矢度不得大于 2 mm/10 m 弦。

表 2 轨排架设曲线正矢允许偏差

缓和曲线的正矢与 计算正矢差(mm)	圆曲线正矢 连续差(mm)	圆曲线正矢最大 最小值差(mm)
1	2	3
20 m 弦量		

4.1.1 轨排粗略定位

利用轨排运输车将轨排组装基地生产的合格轨排运进洞内施工位置附近,两台龙门吊协调动作,吊起轨排,前行至施工位置。在已绑扎好的道床板下层钢筋网上放置枕木,准备轨排就位。

隧道中第一节轨排就位时,因轨排两端纵向横向都无法固定,轨排就位困难。建议选择在直线地段架设。轨排就位时,需增加人员,在轨排两端增设倒链葫芦等易于调节的机具配合龙门吊的纵移和横移,控制轨排两端的移动,在轨枕两端利用隧道中线法线控制轨排方正,测量人员架设全站仪控制轨排一端中线点,并对另一端中线点进行复核。因直线地段,轨排纵向偏差对轨道几何形位没有影响,轨排两端纵横向偏差控制在 20 mm 时,龙门吊将轨排就位。

龙门吊吊设轨排调整架就位。因轨排既是刚性组合体,又是柔性易变形体,在受力不均的情况下,会产生水平方向的“反弯或鹅头弯”和竖直方向的“三角坑”,故现场按 2.4 m 等间距布置。当支撑架距轨排端头不足 2.4 m 且大于 1.0 m 在轨排端头处增设一榀轨排支撑架。

将轨排支撑架与轨排通过卡轨螺栓连接,轨排支

撑架与轨排中线偏差不超过 10 mm。

对于后续轨排,通过龙门吊纵横移将轨排与上一节轨排端头对齐,用鱼尾板和鱼尾螺栓连接,并按规定要求预留轨缝,轨缝处使用轨隙片,钢轨接头螺栓拧紧后拆除轨隙片。因轨排一端纵横向已固定,轨排就位相对简单,不需要倒链葫芦进行固定。

4.1.2 轨排方向初调

以隧道内方向加密基标为基准,在基标处吊垂球,量取垂球线至内股(或外股)钢轨轨底边缘的距离。计算出轨排中线与线路中线的偏差。通过起道压机侧向顶撑使轨排横向移动。使用起道压机前,应由有经验的线路工观察线路的顺直情况,或先在轨排长度全部检查一遍轨排中线偏差的分布情况,首先对偏差较大处进行调整。轨排横向调整时,应根据现场偏差情况同时采用多台压机,间距 2~3 m,多台压机应协调动作,步调一致,避免在钢轨横向出现硬弯。在调整轨排方向时,随时用轨距尺检查轨距,用方尺检查端头方正,以防止轨排扭转和枕木错位。轨排方向调整以轨排中线与线路中线偏差不超过 10 mm 为控制标准。

轨排方向调整过程中,如发现起道压机撤除时轨排有回弹现象,应在起道压机附近排支撑架上打设木撑,将轨排支撑架与隧道壁连成一体,增加支撑体系的稳定性。曲线地段,因要强迫轨排横向变形,在每榀轨排支撑架处都应设横向木撑。

4.1.3 轨排水平初调

旋转轨排调整架支腿处竖向丝杠,使支腿着地。轨排支撑架调整应协调一致,卡轨螺栓处轨面上方需增设木楔。同时调整轨排两端倒链葫芦,防止轨排纵向失稳。

通过轨排调整架支腿处竖向丝杠提升轨排,将下部垫置枕木取出。轨排提升应协调一致,一人指挥,多人配合,避免在钢轨中出现竖向硬弯。利用隧道壁上的内外轨顶面线,调整轨排水平。施工现场操作如下:两人牵引无弹性细线,两端分别压在隧道壁内外轨顶面线上,细线方向应大致垂直线路中线方向,将细线绷紧,一人观察细线与钢轨顶面的距离,指挥调整轨排支撑架支腿处竖向丝杠,迫使轨排上下移动,使钢轨顶面标高与设计位置偏差不大于 5 mm。综合考虑轨面线的位置偏差和牵线偏差,钢轨顶面高程偏差可控制在 10 mm 之内。

内线地段,可在外轨顶面线高度牵线,内轨顶面通过测量细线与内轨顶面距离确定。

4.1.4 第二遍轨排粗调

考虑轨排方向、水平调整过程中的相互影响,进行第二次粗调作业,方法同上。

万方数据

两次粗调工作是以满足道床板钢筋绑扎和模板支架为目的,同时考虑精调的方便快捷,轨排粗调精度不需要太高,以提高工效。现场粗调轨排高程和中线偏差控制在 10 mm。粗调工作由作业班组完成,通过现场观察,作业班组利用简单测量工具即可实现。

4.2 轨排精调

4.2.1 轨排横断面里程测量

因线路有一定坡度,轨顶高程与线路里程有关。曲线地段,线路里程对线路中线点位置影响更大。为确定轨排位置,必须准确给出轨排每一横断面的里程。

现场根据方向加密基标确定的线路法线,牵线确定轨排横断面里程,用红油漆标记。在两个红油漆标记间沿钢轨拉钢尺,以此确定加密基标间轨排调整架附近的轨排横断面里程,并用红油漆标记。

该项工作在轨排粗调完成后进行,方向、水平偏差都在 10 mm 以内,轨排横断面在精调过程中的纵向位移量很小,轨排铺设里程与测量里程偏差很小,对轨排铺设精度没有大的影响。

4.2.2 轨排水平精调

轨排精调水平在钢筋绑扎和模板支架结构后进行。

技术人员根据红油漆标记点处(加密基标出和调整架附近)的实际里程,计算内外钢轨顶面标高。并根据附近可利用的水准控制基标点,计算各处钢轨顶面读尺数。内业计算完成后,技术人员采用 DS₂精密水准仪和钢钢塔尺,在红油漆标记点处立尺,通过调整轨排支撑架支腿处竖向丝杠精调轨排钢轨顶面高程。

精调过程中,为避免在钢轨垂向出现硬弯,应首先测设出整个轨排红油漆标记处钢轨顶面高程,分析偏差分布情况。首先对偏差较大处进行处理。对大于 10 mm 的偏差(应该避免,但有个别情况),在偏差最大处立尺,对相邻 7 榀调整架同时进行调整;对大于 5 mm 的偏差,应对 5 榀调整架同时进行调整;对大于 3 mm 的偏差,应对 3 榀调整架同时进行调整;对小于 3 mm 的偏差,调整 1~3 榀调整架即可。几榀调整架同时词时步调应协调一致。

现场采用在轨顶立尺,指挥调整,全程监控的方式进行。对于较大偏差,应在不同位置处立尺检查,避免调整过程中的相互影响。轨排水平精调精度控制在 2 mm,内外轨水平差不大于 1 mm。

4.2.3 轨排方向精调

(1) 直线段轨排方向精调

采用捷创力 620 型全站仪在轨排相邻方向控制基标上支镜,后视远方(100~200 m)控制基标点,拨镜

180°,前视轨排支撑架处,前视点处一人吊垂球,两人拉钢尺测量钢轨内缘至吊点的水平距离,计算与标准半轨距的差值。通过调整轨排支撑架横向水平丝杠精确调整轨排中线方向。拉钢尺应尽量沿法线方向,现场直接在内外轨红油漆标记点处牵连钢尺,结果较为准确。

精调过程中,为避免在钢轨横向向出现硬弯,应首先测设出整个轨排红油漆标记点处中线位置,分析偏差分布情况。首先对偏差较大处进行处理。对大于10 mm的偏差(应该避免,但有个别情况),在偏差最大处立尺,对相邻7 榀调整架同时进行调整;对大于5 mm的偏差,应对5 榀调整架同时进行调整;对大于3 mm的偏差,应对3 榀调整架同时进行调整;对小于3 mm的偏差,调整1~3 榀调整架即可。几榀调整架同时调整时步调应协调一致。轨排中线方向精调精度控制在2 mm。

(2) 曲线段轨道方向精调

缓和曲线段采用切线支距法进行测量。将全占仪置于直缓点,后视缓圆点,设定“360°—后视偏角”,旋转镜头至零方向,该方向即为该段缓和曲线的切线方向。计算出红油漆标记点处线路中线的切线支距Y,以“Y—半轨距”或“Y—半轨距—轨顶宽”为基准控制外股钢轨内缘或外缘。

圆曲线段因支距过大,已不在轨排范围内,再用切

线支距法已不太适合,故用偏角法进行测试。建立以直缓点(或缓直点)为坐标原点的坐标系,计算出红油漆标记点处各里程点中线处坐标,采用偏角法测设中线,控制外股钢轨内缘,测量方法同直线段。

曲线段轨排中线方向精调精度控制在2 mm。

4.2.4 轨排第二遍精调

考虑轨排水平和方向调整过程中的互相影响,进行第二遍精调作业。方法同上。

4.2.5 轨排第三遍精调

混凝土浇筑施工前,还应进行一次精调复测。受施工过程中各工序干扰的影响,比如横向木撑的缺失、混凝土浇筑过程中的振捣或其它不可预见的因素都会对已调整好的轨排精度产生影响。浇筑施工过程中,技术人员应全过程监控,对浇筑前后轨排中线方向、水平进行检查,并监督现场对轨排的扰动情况,发现中线、水平超标必须立即进行处理(可通过打设木撑等进行调整)。

5 结束语

科研工程实施过程中,使用精确控制测量施工技术,有效地加快了施工进度,实现了100 m轨排就位2 h,粗调3 h、精调6 h即可满足轨排架设和铺设精度要求。该方法如进一步深入研究,仍可继续提高工效。

CONSTRUCTION TECHNIQUE FOR PRECISE CONTROLLING AND MEASURING ROADBED SLAB OF LONG SLEEPER BURIED TYPE BALLASTLESS TRACK

Su Xing¹, Zhao Dai-qiang², Qian Zheng-di²

¹ The Second Company of the Third Engineering Bureau of Chinese Railway,

² Scientific and Technical Department of the Eighth Engineering Bureau of Chinese Railway

Abstract: This paper gives an introduction to the controlling and measuring method for construction of long sleeper buried type roadbed slab in tunnel and its precision as well as the treatment method for the problems in measuring process, for reference to similar construction measuring.

Key words: ballastless track; measurement; method; precision

作者: [苏兴](#), [赵代强](#), [钱振地](#), [SU Xing](#), [Zhao Dai-qiang](#), [Qian Zheng-di](#)
作者单位: [苏兴, SU Xing\(中铁三局集团公司二公司\)](#), [赵代强, 钱振地, Zhao Dai-qiang, Qian Zheng-di\(中铁八局集团公司科技部\)](#)
刊名: [铁道工程学报](#) 
英文刊名: [JOURNAL OF RAILWAY ENGINEERING SOCIETY](#)
年, 卷(期): 2005(1)
被引用次数: 8次

引证文献(8条)

1. [桂芳茹](#) [浅谈高架桥道床板的定位测量](#)[期刊论文]-[四川建筑](#) 2009(2)
2. [刘学信](#) [谈无砟轨道板博格精调施工技术](#)[期刊论文]-[中国西部科技](#) 2010(4)
3. [杨明辉](#), [王贵荣](#), [钱振地](#) [双块式轨枕长轨排调整支撑架设计及应用](#)[期刊论文]-[铁道标准设计](#) 2007(6)
4. [王劲军](#) [广深港客专高架桥道岔区无砟轨道设计及施工](#)[期刊论文]-[铁道运营技术](#) 2012(3)
5. [贺庆](#), [杨宏伟](#) [长枕埋入式整体道床施工技术](#)[期刊论文]-[都市快轨交通](#) 2009(5)
6. [刘成龙](#), [杨友涛](#), [徐小左](#) [高速铁路CP III交会网必要测量精度的仿真计算](#)[期刊论文]-[西南交通大学学报](#) 2008(6)
7. [徐小左](#), [刘成龙](#), [杨友涛](#) [无砟轨道精调中CPIII网点稳定性检测方法的研究](#)[期刊论文]-[铁道工程学报](#) 2008(9)
8. [崔国庆](#) [国产道岔区无砟轨道结构设计研究](#)[期刊论文]-[科技创业月刊](#) 2009(8)

引用本文格式: [苏兴](#), [赵代强](#), [钱振地](#), [SU Xing](#), [Zhao Dai-qiang](#), [Qian Zheng-di](#) [长枕埋入式无砟轨道道床板精确控制测量施工技术](#)[期刊论文]-[铁道工程学报](#) 2005(1)