

板式无碴轨道综合施工技术分析

马润韬

广州地铁集团

摘要: 本文结合广州十二号线轨道工程的基本情况,对板式无碴轨道综合施工技术进行研究,确保实际施工中,该轨道的施工能够合理进行,并降干扰因素给施工带来影响,从而全面发挥板式无碴轨道综合施工技术的价值,确保板式无碴轨道的服务能力,满足城市地铁的建设需求,提高城市轨道交通的功能和价值,降低各类因素给施工带来的干扰,满足城市居民的日常出行需求,提高出行便利程度。

关键词: 板式无碴; 轨道; 综合; 施工技术; 研究分析

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.10.043

一、工程概况

本文结合实际情况,以广州十二号线为研究对象,展开相应研究和分析,具体的广州十二号线的基本情况,可以参考如下内容,按照如下内容,展开本工程的部分施工,确保工程的建设效果。

线路全长36.911km,全为地下线;设站25座,其中换乘站17座。最大站间距2.35km(里横路~槎头区间),最小站间距0.743km(景云路~广园新村区间),平均站间距1.5km。全线设置车辆段及停车场分别为大学城南停车场和槎头车辆段。下表1所示,为本工程的部分车站情况。

表1 本工程的部分车站情况

车站名称	中心里程	站间距	线间距	附注
浔峰岗	YDK10+365.000	859.6	5.40 (侧式)	与六号线换乘
里横路	YDK11+224.600		15.70 (岛式)	
槎头	YDK13+579.600	1564.4	17.20 (岛式)	与十三号线、佛山八号线换乘
聚龙	YDK15+144.000	2098.5	19.20 (岛式)	与八号线换乘
棠溪	YDK17+242.500		17.20 (岛式)	与京广铁路和广清线接驳,与二十四号线、佛山八号线换乘;

结合本工程的基本情况,进一步对板式无碴轨道的具体情况,进行研究,确保实际施工中,综合施工技术得到合理地运用,确保工程的建设效果,满足城市轨道交通的基本要求。

二、板式无碴轨道的相关概述

(一) 概念

预制板式道床是基于高铁应用的CRTSIII型板式无碴轨道上优化而来的新型预制板式道床板式无碴轨道。其轨道结构分为混凝土底座、轨道板、CA砂浆层、钢轨和扣件,实际应用中,钢轨支撑采用全新的全面支撑板式轨道结构,通过预制钢筋混凝土板直接支撑。在实际

的应用中,预制的混凝土板直接支承钢筋既有较好的应用价值,可满足轨道施工的基本需求,具有稳定性相对较好,平顺性不俗,甚至是建筑的高度也相对较低,另外,自重额相对较轻,所以,在应用时,具有较好的可靠性和服务年限,能够满足轨道交通的建设需求,并且在建设铁路客运专线时,板式无碴轨道能够满足城市轨道交通和的铁路客运专线的建设需求,全面提升施工效果。

按照实际情况,对板式无碴轨道的相应情况,进行分析,结果发现,实际应用中,采用较多的是综合性能较好的CRTSIII型板式无碴轨道,其余则是CRTSI型板式无碴轨道和CRTSII板式无碴轨道。其中,CRTSI板式无碴轨道是由混凝土底座、CA砂浆层、凸形的挡台和轨道板等几个部分构成,在实际工作中,这些内容的相互配合,能够满足相干工艺的需求,全面提升轨道的服务能力,降低各类因素给轨道带来的干扰和影响,满足轨道交通服务能力的合理提升。另外,CRTSII型板式无碴轨道是一种连续轨道,且没有凸形挡台。两种板式误差轨道在实际的应用中,需要结合实际情况,发挥相应工艺的作用,确保轨道的建设效果,满足城市轨道交通的假设需求,促使轨道交通能够更好地为人们的生活提供服务。而CRTSIII型板式无碴轨道在实际的应用中,具有较好的应用价值,现阶段,很多轨道交通,都选择这种施工技术,能够满足轨道交通的相应需求。

(二) 板式无碴轨道特点

为进一步对板式无碴轨道进行研究,需要对板式无碴轨道的特点进行研究,并以CRTSIII型板式无碴的轨道为研究对象,详细的特点研究,如下内容所示。

1) 铺轨场地要求低、现场适应性强。普通现浇道床板施工前,需在铺轨基地组装25m长轨排,轨排通过尺寸约为30m×5m的下料口吊至隧道内,再通过轨道平板车运至浇筑现场,绑扎道床钢筋,调整轨排,浇筑混凝土完成施工。因需要提前预留轨排下料口,铺轨顺序只能是从铺轨基地向两端进行,如通道受阻将无法进行轨排运输。预制轨道板道床施工无需组装轨排,轨道板长度3.5~6m,在没有预留下料口的情况下,可利用车站盾构井调出口(11.5×7.5m)及下料口吊装轨道板,展开多工作面平行施工。

2) 养护维修便捷、便于更换。普通现浇道床板一旦完成浇筑,现场很难实现维修更换。预制轨道板为厂内预制结构,轨道板与底座间通过土工布隔离,如现场出现道床结构破坏,利用小型吊装设备进行揭板再替换新板,可在一个夜间天窗点时间实现1~2块板的更换。现浇整体道床只能通过扣件调高,预制板式道床可通过换板重新浇筑自密实混凝土进行调高,理论上在限界允许情况下可无限调高,对隧道沉降的适应性好。因此,预制轨道板在养护维修方面较现浇结构具有明显优势。

3) 厂内预制、便于质量控制。普通现浇道床板质量受现场施工工艺影响大。目前,从国内城市轨道交通项目

施工情况来看，存在混凝土振捣不到位，轨枕空吊，长轨枕穿筋孔内混凝土无法填塞密实，道床抹面不平整、混凝土浇筑污染扣配件、混凝土养护工序繁琐等施工质量问题。预制轨道板采用工厂标准化生产线，粗细骨料质量、混凝土浇筑质量、钢筋保护层厚度严格控制，轨道板表面整洁美观。轨道板养护一般为高温蒸汽养护，并需经过各种试验检测方可投入使用。因工艺上的优势，预制轨道板耐久性、控制裂缝等方面均好于现浇道床。

4) 应对振动超标、便于减振调整。板式轨道分预制轨道板和底座板两层，中间设土工布隔离，若后期出现运营振动超标，可通过在轨道板与底座板之间加弹性垫层实现轨道减振的调整。

5) 杂散电流防护效果更佳。预制板采用厂内绑扎钢筋笼，可严格保证杂散电流收集网电阻；且在道床板与底座板之间设土工布隔离，进一步提高泄地电阻值。

6) 采取轨道板标准化施工，如此一来，有助于实现对施工质量的合理控制，从而保证工程在建设过程中，能合理的对相应问题进行控制，保证工程的建设效果，避免质量问题给工程带来影响。同时，该项技术的合理运用，还有助于轨道板的合理安装和铺设，从而提高工程的建设效果。

7) 通过摩擦板和的端刺能够将温度力和制动力和传递到路基之上，从而保证路基的服务能力，降低诸多因素给路基带来的干扰。

8) 施工期间，能满足大跨度连续梁的施工要求，并且，能够减少伸缩调节器的施工，从而实现了对施工成本的合理控制，确保工程的建设质量。

9) 施工期间，可以将制动力和温度力及时传递到墩台之上，从而保证的轨道交通的服务能力，降低隐患给工程带来的影响。

10) 实际应用时，能够有效地对梁端转角进行控制，确保梁端转角能够为板式无砟轨道的结果带来影响，从而保证板式无砟轨道的合理运用，降低各类因素给轨道带来的干扰。

11) 应用期间，需要对水硬性的材料的或素混凝土进行应用，这样一来，就能有效保证工程的施工合理性，并且，还能有效实现对工程建设成本的控制，从而抱枕建设方获取相应经济效益。

三、板式无砟轨道综合施工技术研究

(一) 板式无砟轨道综合施工技术的允许偏差研究

在进行综合施工技术研究之前，需要先对施工中的允许偏差进行分析，并在允许偏差的前提下，展开相应施工控制，确保板式无砟轨道的施工效果，降低影响误差因素给板式无砟轨道的合理施工带来影响，全面提升施工合理系数，确保工程的建设质量，满足实际的应用的相应需求如下表2所示，为本工程的相应允许偏差。

结合上表的基本情况，展开相应的施工控制，确保偏差得到合理处理，使得工程的建设效果得到保证，降低影响因素给施工带来的干扰，确保工程的建设效果，减少误差给施工带来不良影响，确保板式无砟轨道的顺利建设。

(二) 安装技术标准

为了满足施工的基本需求，需要在板式无砟轨道应

表2 道板安装偏差要求

检查项目	允许偏差 (mm)	
高程	±0.5	
中线	0.5	
相邻轨道板接缝处承轨台顶面相对高差	0.5	
相邻轨道板接缝处承轨台顶面平面位置	0.5	
轨道板纵向位置	曲线地段	2
	直线地段	5

用之前，做好相应安装技术标准控制，只有保证了标准的合理性，才能降低施工期间，各类影响因素给施工带来的干扰，如此，才能使得板式无砟轨道实现合理建设，如下表3所示，为本工程的安装技术标准，按照相应标准就能保证板式无砟轨道的合理建设。

表3 本工程的安装技术标准

曲线半径 (m)	缓和曲线正失与计算正失差	圆曲线正失连续差	圆曲线正失最大最小差值
251~350	5	10	15
351~450	4	8	12
451~650	3	6	9
>650	3	4	6

(三) 施工之前的设计工作

(1) 轨道结构高度

圆形隧道轨道结构高度920mm，矩形隧道820mm，马蹄形隧道820+fmm。

(2) 轨道板

轨道板采用强度等级为C60的混凝土，尺寸为宽度2500mm，厚度210mm。于轨道板下设置门型钢筋，再通过自密实混凝土灌注让轨道板与混凝土层形成整体，最终成为“复合板”结构。

(3) 自密实混凝土层

自密实混凝土层为单元结构，长度和宽度与轨道板一致，厚度为90mm。取C40强度等级的自密实混凝土，钢筋焊网采用一层。在各轨道板的自密实混凝土层范围设置两个跟底座凹槽相结合的凸台。

(4) 隔离层

采用4mm厚的土工布隔离层分隔自密实混凝土层与底座。除凸台四周外，为了使底座与自密实混凝土层具有良好的隔离条件，隔离层应全部覆盖自密实混凝土层所在范围。隔离层应按各轨道板对应的自密实混凝土层范围为一整块进行设置，底座凹槽处位置除外。

(5) 底座

底座采用钢筋混凝土结构，根据《地铁设计规范》要求：无砟轨道主体结构及混凝土轨枕的设计使用年限不低于100年。为满足耐久性要求，底座采用C35混凝土。底座内采用双层配筋，在相应自密实混凝土凸台位置设凹槽。底座凹槽周围设置防裂钢筋。

(6) 限位结构

轨道板与自密实混凝土通过门型连接筋形成整体成为复合板结构，设置凸台凹槽咬合结构通过咬合力进行

轨道限位,在自密实混凝土层处设凸台,底座则在相应位置设凹槽。凹槽周围铺弹性缓冲垫层及隔离用泡沫材料。

(7) 超高设计

曲线超高在底座上设置,曲线地段超高采用外轨抬高超高值的一半和内轨降低超高值的一半的方式设置,并按顺坡率要求在缓和曲线段实现超高顺坡。

(四) 板式无砟轨道的综合施工技术

1. 制板运输

预制板在预制厂预制完成达到设计强度后,在现场预制板厂家将土工布粘贴(包括凸台缓冲垫及灌注孔缓冲垫)完毕后,土工布需粘贴牢固,周围不得有缝隙,然后用平板车运到铺轨基地或存板基地内,根据轨道板的设计铺设位置资料,用基地龙门吊或吊机吊运轨道板到轨道平板车上,利用轨道车将轨道板运到工作面或者直接用平板车运输至施工场地附近,采用吊车直接吊装上桥铺设预制板。

2. 钢筋安装

(1) 预制板铺设前,应提前将准备好的自密实填充层的钢筋网片安装完毕。

(2) 钢材进场后报监理,抽检、见证取样;

(3) 对热轧光圆钢筋、热轧带肋钢筋两种钢筋分别取样:每批应抽取由同一牌号、同一尺寸以及同一炉罐号的钢筋,一般每批重量不大于60t,超过60t的部分,每增加40t(或不足40t的余数),则需要再添加一个拉伸试验试件和一个弯曲试验试件;

(4) 自密实填充层钢筋在铺轨基地加工;

(5) 钢筋加工的技术要求:加工受拉热轧带肋钢筋的末端弯钩时,应采用弯曲半径不小于钢筋直径的3.5倍(HRB400)的直角形弯钩,且钩端应设置不小于钢筋直径5倍(HRB400)的直线段。

(6) 钢筋加工允许偏差:受力钢筋全长 $\pm 10\text{mm}$,弯起钢筋的弯折外置 20mm ,箍筋内净尺寸 $\pm 3\text{mm}$ 。

(7) 料场成型钢筋的存放:

(8) 存放成品钢筋时需按所用工程部位、钢筋规格分开存放,不同号的钢筋成品不宜统一堆放造成钢筋变形及混号。

(9) 钢筋存放时钢筋须离地 20cm ,并用棚布遮盖防止锈蚀。而且钢筋应尽快安装使用,不宜长期放置。

(10) 成型钢筋通过轨道车或吊车运输至作业面,现场对钢筋进行绑扎。应注意钢筋网的中心位置,填充层横向钢筋及纵向钢筋采用 $\phi 10\text{mm}$ (HRB400)的钢筋网布设,架力钢筋采用 $\phi 10\text{mm}$ (HRB400),凸台钢筋采用 $\phi 8$ (HPB300)、 $\phi 18\text{mm}$ (HRB400)的钢筋。

3. 预制板铺设

根据测量放样所得中线、边线及板缝位置进行预制板粗铺,通过铺轨小车吊至施工现场,人工配合方正预制板进行施工。

(1) 轨道板铺设前,需要放四块支撑垫木于轨道板板端位置(考虑到起板后需取出垫木,宜沿边放置),垫木高度按 80mm 厚加工(一般按小于自密实混凝土层厚度加工 150mm ,高架地段梁面预留钢筋高度为 80mm ,经过 5cm 木板支垫后可直接放置在预留钢筋上)。

吊车进行轨道板铺设时,根据按放样所得边线和板缝线进行落板,完成初步就位,其中轨道粗铺精度要求控制在:前后允许偏差 10mm ,左右允许偏差 10mm (满足调节器的调节范围)。轨道板吊降接近支撑方木时须降低速度,防止轨道板被冲击损坏。

4. 预制板精调

(1) 轨道板精调流程

轨道板粗铺完成后应连续进行精调,以提高精调支座的利用率及轨道板精调作业率。

(2) 仪器设备

进行轨道板精调时,应为每个作业面配备1套测量仪器,做到左右线同时精调。应配备能自动搜索、照准、观测目标以及自动记录数据且标称精度满足方向测量中误差不大于 $\pm 1''$,测距中误差不大于 $\pm 1\text{mm}+2\text{ppm}$ 要求的全站仪。设置温度、气压参数及气象改正时,所用温度计精度要求精确至 0.5°C ,气压计精度要求精确至 0.5hPa 。全站仪必须架设在具有出厂精密标定高度的强制对中三角架上。全站仪等仪器须具有法定检定机构处于有效期内的检定证书。

(3) 安装精调调节装置

应预先对三维精调爪进行润滑为安装做准备,然后在需精调的轨道板左右两侧各安装2个精调爪,再利用精调扳手对精调爪调高,最后取出板底的临时支撑垫木。为避免横向调整量不足,安装精调爪前应将横向轴杆居中,让其左右都具有半调整量。三维精调爪见下图。

(4) 轨道板精调.结合轨道板的基本情况,采取标架检校、建站和标架安放等措施,实现对轨道板的精调。

5. 模板安装及调整

在精调完成后,继续在直线地段安装凸台模型、轨道板防上浮支架及四周封边模板,曲线地段还需要增加防侧向位移支架。安装四周封边模板时,为避免间隙位置出现漏浆,板件四周边沿处应于基底密贴且安装牢固;为了排出空气保证板底灌注混凝土的密实性,模板需在轨道板四角设置排气孔槽;为减少混凝土表面产生麻面现象,模板安装前需要在表面均匀涂刷脱模剂或粘贴一层土工透气布。

为防止灌注自密实混凝土时板上浮,精调完成后设置轨道板压紧装置。一般情况下,固定装置安装于轨道的两端及中间,在曲线位置时轨道板非超高端两端增加设置防侧滑装置,抗浮装置及防侧滑装置需进行打孔安装固定。

四、结束语

本文结合广州十二号线的基本情况,展开相应研究,确保实际研究中,能实现对板式无砟轨道的合理施工,全面提高施工的质量,确保施工效果,从而保证轨道工程的服务能力,全面发挥工程的建设效果,保证工程的服务能力。

参考文献

- [1]李超.高速铁路CRTSⅢ型板式无砟轨道施工技术[J].建筑技术开发,2021,48(11):57-58.
- [2]赵永.大跨度斜拉桥板式无砟轨道施工技术研究[J].铁道建筑技术,2020(07):85-88+107.