

城市轨道连续-现浇-金属弹簧隔振器式浮置板道床施工工艺探讨

唐 俊 程桂芝 (中铁四局集团第六工程有限公司)

摘 要: 本文通过对深圳地铁一期工程单洞双线马蹄形隧道内,连续-现浇-金属弹簧隔振器式浮置板道床施工工艺的阐述,同时综合国内外地铁浮置板式道床施工工艺特点,总结出一定的经验和认识,以供类似工程施工借鉴。

关键词: 弹簧隔振器 浮置板 工艺

1 引 言

随着社会发展和科技进步,各大城市对城市轨道发展均做了远期规划,城市轨道交通的建设也相继开始。为了减少对轨道上部或周围物业的干扰,在特殊区段设置减振道床是地铁设计中的一项重要措施。

深圳地铁一期工程4号线市~少区间,在单洞双线马蹄形隧道内设置了253.87 m连续-现浇-金属弹簧隔振器式浮置板道床。单线共7块标准浮置板,2块过渡浮置板,每块板长28.17 m,宽3.2 m,轨底板厚0.6 m。该段标准浮置板的无载竖向固有频率为5.6 Hz,对频率在7.92 Hz以上的振动提供了较好的隔离效果。

2 基本原理

浮置板轨道又称质量-弹簧系统。这种轨道的基本原理是在轨道上部建筑和基础之间插入一个固有频率很低的线性谐振器,防止由钢轨传来的振动透入基础。

本文所述的浮置板轨道隔振系统为弹簧阻尼集成隔振系统,主要是利用弹簧隔振器将轨道道床与周围结构全部隔离开;钢轨通过弹条扣件与短轨枕连接,短轨枕与浮置板浇注成整体而构成浮置板道床的轨道板。轨道板通过弹簧隔振器支承在基础道床上,轨道板可以提供足够的惯性质量来平衡车辆产生的动荷载,只有静荷载和少量的动荷载会通过弹簧隔振器传到基础道床上。弹簧隔振器的支座部分即是弹簧隔振器的套筒,施工中将其预埋在轨道板内形成整体。轨道板间采用活动连接销使各板连

接。

3 工程特点

3.1 弹簧隔振器是该类型浮置板结构的重要组成部分;其疲劳寿命长,容易维护、调整,可在不影响行车的情况下进行更换,是隔振系统中技术先进、隔振效果最好、成熟的方法,国内尚未开发。

3.2 在基础道床上需进行预处理;铺设隔离层(铺设塑料薄膜),将轨道板与基础道床隔离开。后续各工序均在隔离层上施工。若隔离层破坏将使现浇轨道板与基础道床连接,造成无法顶升的严重后果,因此施工中对隔离层的保护尤为重要。

3.3 轨道板在轨排铺设完成后现浇施工;弹簧隔振器套筒、连接销预埋定位要严格控制。同时,在轨排支撑架设计时要重点考虑轨底与浮置板顶层钢筋间的净空,并充分利用。

3.4 浮置板道床与普通短轨枕式整体道床衔接时,为减小刚度突变产生的应力而设计了过渡浮置板,在衔接端增加了弹簧隔振器的数量。

3.5 轨道板与基础道床间的弹性间隙小,轨道板顶升采用专用的便携式液压千斤顶压入弹性体,使轨道板缓慢提升。

4 操作要点

4.1 浮置板轨道建筑高度构成

轨道建筑高度为880 mm,其中钢轨与垫板高210 mm,短轨枕露出浮置板板面30 mm,轨底处浮置板厚600 mm,轨道板底与基础道床间的抬高弹性间隙为40 mm。浮置板轨道端面见图1。

LIGHT
RAIL

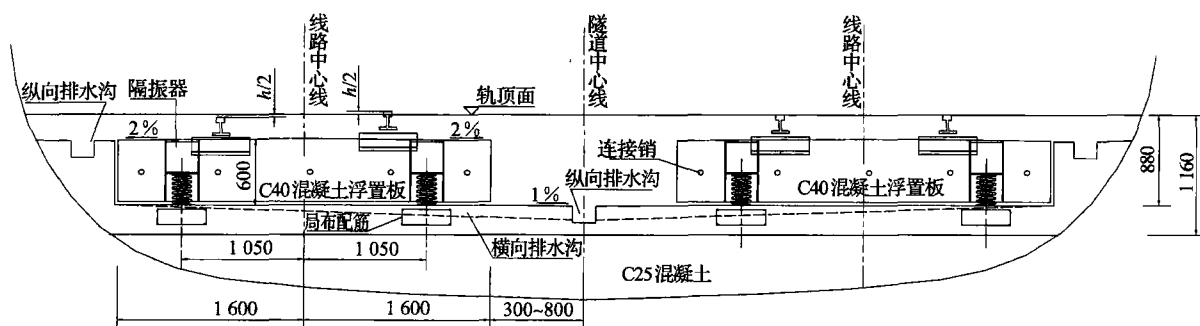


图1 浮置板式道床端面图(单位:mm)

4.2 基础道床(隧底回填混凝土)施工

施工前对基底进行凿毛处理,基础道床与衬砌混凝土连接成整体。基础道床分块浇注,其分块一般以纵、横向排水沟为依据。由于铺轨基标设置在基础道床上,待基础道床完成后方可测设,因此需在纵向水沟内设置基础道床施工放样控制桩。基础道床的标高控制尤为重要,为控制保证弹簧隔振器高度,其顶面标高误差为 ± 5 mm。施工前在四角设标高点作为大面平整依据,混凝土初凝前在弹簧隔振器中心位置设标高控制桩作为最后精平的依据。

隔离层厚度在2 mm以内,不宜太薄。铺设时在一块浮置板下接头不宜过多,接头处采用透明胶带粘合。

4.3 轨排铺设

铺轨基标是轨道状态调整的依据,其距轨道中心的距离应根据轨道板的宽度,并考虑模板带木范围等后确定。轨排铺设可分为人工就位架设和组装成排后吊运铺设两种,前者在钢筋绑扎前施工,其所用机具较少,但钢筋绑扎操作空间小,施工进度相对较慢,适用于操作空间小、无法铺设吊运设备轨道或装吊机械无法到达的地段;后者可在钢筋绑扎后施工,钢筋施工操作空间较大,需用到装吊机具,同时钢筋间距及预留的轨枕位置准确度较高,施工进度

快,适用于可进行装吊操作的地段。

轨排支撑架是轨排架设和状态调整的基础,普通道床地段的轨排支撑架主要由横梁、螺柱支腿(可调整高度)、承轨槽(设轨底坡可左右滑动)、承轨槽两端调整螺栓等几部分组成。浮置板轨道轨排支撑架的设计思路主要为:沿轨排纵向均匀分布,其间距在保证有足够的强度和刚度前提下确定。横梁的高度要充分考虑到轨下净空,并考虑拆除承轨槽用4 mm垫板设置轨底坡来增加横梁高度。同时,考虑到在横梁下混凝土内留槽和拆除钢轨的方式来拆除轨排支撑架。轨排支撑架的长度若超出轨道板宽度将会对侧模高度产生影响,可考虑将横梁设计成V字形来避免,但需特殊加工。推荐使用普通道床用的长2 270 mm轨排支撑架,将螺柱支腿套入硬塑管(壁厚5 mm左右)埋置在混凝土内,若支腿高度不够可在硬塑管底预制混凝土柱,并将调整螺栓加高后设置在轨腰处。轨排支撑架设计如图2所示。

轨排架设到位后,依据基标利用直角道尺调整轨道状态,并精调到位。

4.4 钢筋施工

钢筋施工前将弹簧隔振器定位后用树脂胶粘接在隔离层上,同时复核弹簧隔振器顶面的标高。

该种浮置板道床的钢筋部分由国外设计,引进

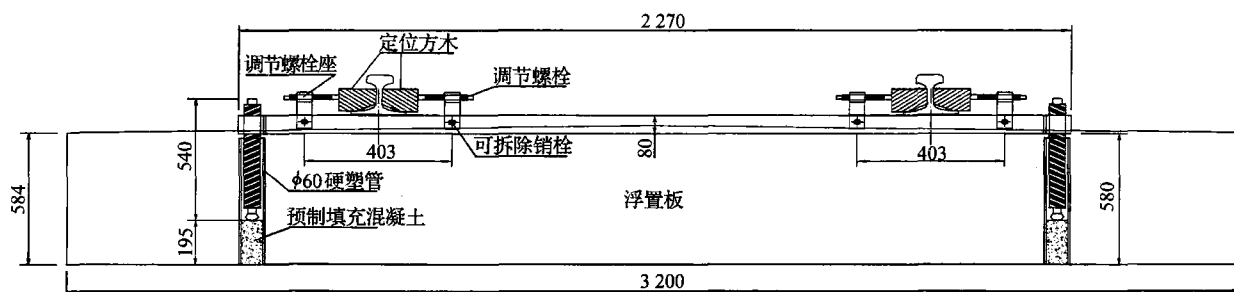


图2 短轨排支撑架(单位:mm)

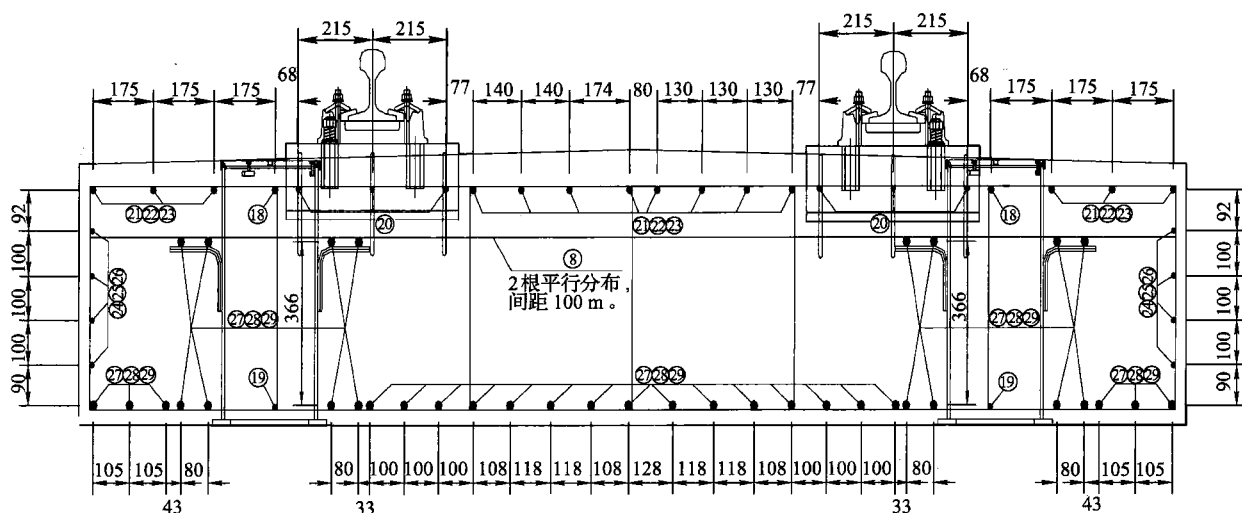


图3 典型断面钢筋图(单位:mm)

的施工图纸中钢筋间距并未做标注,只有钢筋的数量和图示的位置。现场工程师需依据板中心、短轨枕中心、弹簧隔振器中心对称布置的原则确定主筋和箍筋的间距位置,以便指导施工。典型断面钢筋如图3所示。

钢筋设计按绑扎接头进行验算,均设计为绑扎接头。其设计思路主要为避免在隔离层上焊接施工,同时因采用先铺轨后绑钢筋的工序,轨下操作空间小而将箍筋拆分成上下两层进行绑扎。若在单洞单线隧道内施工,此种思路很好地解决了施工干扰问题。当浮置板两侧有足够的操作空间时,可将箍筋连接成整体从侧向穿入轨下,加快了施工进度,减少了在隔离层上的操作时间。

浮置板主筋沿板周均匀布置,中层在隔振器两侧沿板纵向和横向设加强钢筋。板端头设置了连接销加强钢筋,连接销套筒绑扎固定在钢筋上或利用吊架固定。

钢筋施工过程中仅有纵向杂散电流防护钢筋与各箍筋点焊连接,每块板端头设置1对连接端子短铜排,与防护钢筋焊接。

4.5 模板及现浇混凝土施工

施工中根据混凝土数量、劳动强度、轨道板总数及材料周转情况,确定每相邻的三块板为一施工循环。模板采用300 mm×1 500 mm的建筑钢模,根据一个循环浮置板长度配好模数(56 mm×1 500 mm+510 mm),靠近端头的侧模用钢模加工而成,每个循环的端头模板采用木板加工。中间伸缩缝处模板采用两块10 mm胶合板中间夹塑料泡沫板(厚10 mm)设置,浇注时两侧对称少量入料捣固。

模板支撑采用 $\phi 48$ mm脚手钢管,在每块钢模竖向接缝处设三角支撑架,纵向用钢管将三角架相互连接成整体。三角架拼装成定型构件,以方便多次倒用。立模时用12号铁丝在底部、中部、上部将钢模与支撑连接,并在钢模与支撑间设调整木楔,在基础道床上打插膨胀螺栓固定模板支撑。靠近隧道衬砌侧的支撑需根据净空适当调整。

混凝土采用泵送,在两轨枕上搁置方木等架设混凝土输送管,逐段浇注。

4.6 伸缩缝的设置

轨道板四周均有隔离缝,不填充任何物体,混凝土施工中设置的模板均需拆除清理。顶升完成后板间伸缩缝顶设置橡胶封条。

4.7 轨道板顶升施工

顶升前拆除钢轨,并将轨道板清理干净。混凝土经过28 d养护后,打开隔振器套筒的盖板,依次放入防滑垫板、弹簧套筒(内置阻力剂)、内外弹簧、弹簧套筒上盖,利用小液压顶下压弹簧组顶升,然后放入钢垫片定位。顶升设备采用总控液压顶升设备,每块浮置板布置4个小液压顶,各顶的动程相同。

左右线各9块浮置板,顶升时9块同时进行。顶升高度依次递减,即40 mm、30 mm、20 mm、10 mm,浮置板下顶升完成后的弹性空间为40 mm。顶升施工根据顶升高度分五轮进行;第一轮顶升至浮置板刚刚脱离基础道床(回填混凝土),然后分四轮每轮顶升高度为10 mm依次完成施工。

顶升时的高度控制,可在靠近隔振器处的板侧丈量。若为单线隧道周围无空间丈量,可在隔振器附

近预留 $\phi 20$ mm 丈量孔。

5 工艺流程(见图 4)

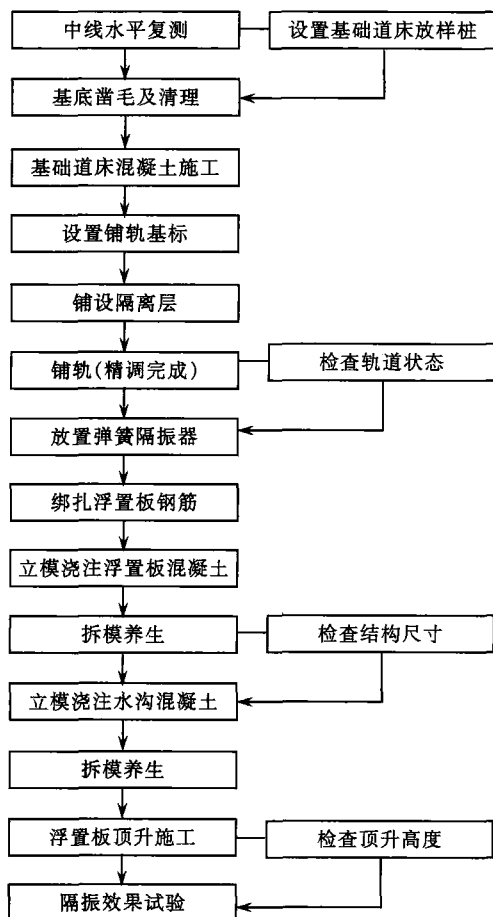


图4 浮置板施工工艺流程图

6 材 料

轨道类型:60 kg/m PD3钢轨, 弹条Ⅱ型分开式扣件,C50钢筋混凝土短轨枕。钢筋:HRB400
轨道板混凝土标号:C40

弹簧隔振器:组合弹簧的竖向静刚度6.56 MN/m, 横向静刚度4.9 MN/m。单个隔振器在56.1~102.3 kN、频率4.17 Hz的疲劳荷载作用下疲劳寿命应不低于300万次。

7 劳动力组织

表1 劳力组织表

序号	工种名称	人数	序号	工种名称	人数	序号	工种名称	人数
1	钢筋工	12	4	线路工	12	7	修理	3
2	木工	8	5	电工	2	8	技术管理	4
3	混凝土工	16	6	测量工	6	9		

8 安全和质量控制要求

- 8.1 凿毛时在隧道回填混凝土上的凿毛点布置一般为:间距150 mm梅花形布置,凿毛点深10 mm。
- 8.2 基础道床平整度允许误差为-2,+0 mm。
- 8.3 轨道板长度允许误差为 ± 12 mm,宽度允许误差为 ± 2 mm,高度允许误差为 ± 2 mm。
- 8.4 隔振器纵向和横向中心距允许误差为 ± 2 mm。
- 8.5 施工中各工序应严格按照《地下铁路工程施工及验收规范》施工。
- 8.6 在施工前召开专门的技术交底会,讲解施工控制要求和注意事项,贯彻技术标准,提高职工的安全质量意识。
- 8.7 对各工序施工进行详细的技术交底,并设专人在现场监督执行,严格执行安全质量技术措施。

LIGHT
RAIL

9 结 束 语

文中所述的浮置板施工方法,同类似的其他工艺相比较,具有施工简便、工程成本投入较少的优点,建议读者根据工程特点灵活运用。

INFORMATION

北京排定新建地铁通车时间

北京地铁5号线将在2006年年底通车试运营。4号线、10号线一期万柳到劲松、奥运支线预计在2007年底前通车。这是记者在昨天召开的2003中国城市轨道交通发展年会上得到的消息。

北京地铁集团总经理在与会发言中提到,除了地铁5号线、4号线、10号线一期和奥运支线有了预计通车时间外,规划中世界公园至首体的地铁9号线也已经开始了前期准备工作。规划中的地铁首都机场线正在进行可行性方案研究。

据介绍,地铁5号线北起昌平区太平庄北站,南达丰台区

宋家庄,全长27.6 km,其中地下16.9 km,地面及高架线10.7 km,四环外为地面线,全线共设22座车站,其中地下14座。

地铁4号线纵贯北京城区南北,线路全长26.1 km,全部为地下线。穿越丰台、宣武、西城、海淀等4个行政区,由马家堡站到北宫门站。地铁10号线全线将分两期建设。预计2007年年底通车的一期工程自万柳站至劲松站,线路长24.585 km。奥运支线作为规划中地铁8号线的北段工程与10号线将采用混合运营方式。本项目总的线路长度为30.495 km,全部为地下线。

(摘自《北京青年报》2003-10-24)