

轨道衡引轨区整体道床不断道设计施工方法探讨

□ 中铁二院昆明勘察设计研究院有限责任公司 杨志蔚

【摘要】随着我国铁路专用线快速建设，轨道衡得以大量运用，在既有线上增建轨道衡或对已有轨道衡升级改造、病害整治等工程项目，对铁路线路“不断道”施工的诉求越发重要。本文简要从设计施工角度出发，以D型施工便梁对铁路线路进行保通，探讨了为满足铁路线路“不断道”条件下修建轨道衡整体道床的设计施工方法，为今后类似工程提供借鉴。

【关键词】轨道衡；不断道；D型施工便梁；设计施工

文献标识码：A

文章编号：1003-1870（2024）07-0023-04

引言

随着我国铁路的快速建设，中长期铁路规划逐步成型，铁路运输作为现代综合交通运输体系中的一部分发挥着重要作用。根据《中共中央 国务院关于全面推进美丽中国建设的意见》，为全面推进美丽中国建设，加快推进人与自然和谐共生的现代化，需加快发展方式，绿色转型，其中就铁路建设而言，需大力推进“公转铁”“公转水”，加快铁路专用线建设，提升大宗货物清洁化运输水平。

加快铁路专用线建设，运输大宗货物，轨道衡作为铁路运输货物重量计量及装载状态检测的重要器具^[1]，不可避免地成为设计施工中的重要环节。自动轨道衡经历了从断轨到不断轨、从轴计量到整车计量的演变，成为列车计量的常用轨道衡类型^[2]。新建铁路专用线在修建轨道衡及引轨区整体道床（以下简称整体道床）时，按常规设计施工建造即可，通常情况下从基础处理、整体道床浇筑以及轨道衡设备调试安装需要数月时间。但在既有铁路专用线增建轨道衡及整体道床，或已有轨道衡及整体道床整治时，往往需要在铁路线路不断道或少断道的前提下完成增建或整治，这对轨道衡及整体道床的设计施工提出了新的要求。

本文重点分析铁路线路不断道的前提下整体道床的设计与施工方法，为今后类似工程提供重要借鉴。

1 引轨区整体道床不断道设计

轨道衡整体道床设计主要经历了由大体积、深基坑和专用扣件转向铁标无砟轨道结构设计的发展历程^[3]。整体道床的结构自上而下包括钢轨、扣件、轨枕、道床板、支承层，同时对下部基础变形控制极为严格，需对标铁路无砟轨道所要求的地基施工后沉降控制值^[4]。

常规铁路不断道施工中，通常采用D型施工便梁（以下简称D型便梁），其具有不中断行车的情况下进行桥涵的开挖和施工。据此思路，在轨道衡整体道床的设计施工过程中，可采用D型便梁对铁路线路进行保通，再施工下部基础及整体道床。

1.1 D型便梁保通设计

D型便梁是根据铁路线路有砟轨道结构定制化设计的成品件，其纵、横梁结构为固定组合，在实际使用过程中需抽换轨枕，或按670mm间距调整轨枕以便对钢轨架空，横梁的结构尺寸通常为长3960mm×宽200mm×高212mm，如图1所示。

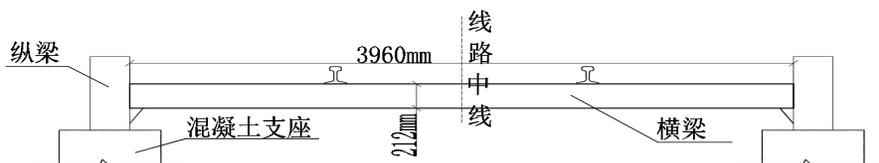


图1 通用D型便梁工作断面示意图

对于铁路专用线而言，在不同运量条件下轨枕的配置需求也不尽相同。年通过总质量小于4Mt时轨枕按1440根/公里配置即可，年通过总质量大于15Mt时轨枕则需按1680根/公里配置。因此不同铁路专用线其轨枕的间距存在595mm、625mm、657mm、694mm四个不同值，此外，根据项目具体的情况还会出现按1760根/公里配置（对应570mm轨枕间距）。

成品D型便梁纵梁、横梁均为钢梁材质，结构尺寸固定，其横梁以固定间距架设于纵梁上，难以满足变化的轨枕安装间距要求，因此可考虑仅采用其横梁成品件，纵梁采用钢筋混凝土结构，通过膨胀螺栓将横梁与钢筋混凝土纵梁连接，如图2所示。由于横梁可与钢筋混凝土纵梁在任意位置连接，因而可以较好地适应不同轨枕间距下对钢轨进行架空，如图3所示。

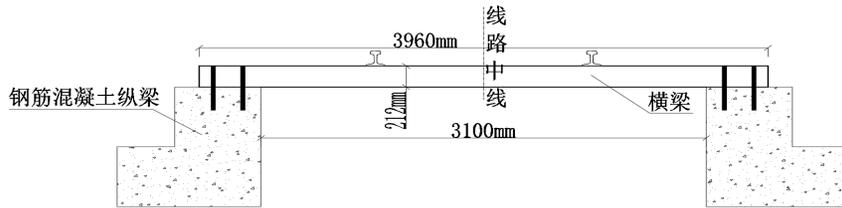


图2 采用钢筋混凝土纵梁的D型便梁工作断面示意图

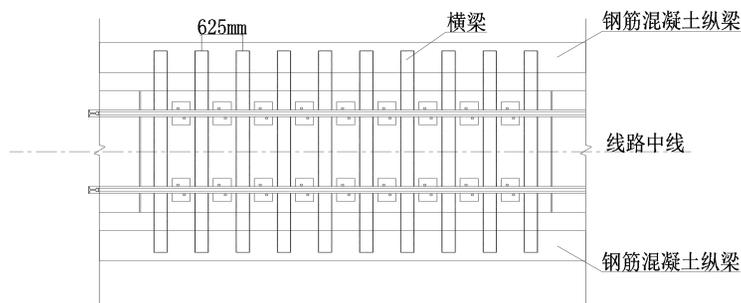


图3 采用钢筋混凝土纵梁的D型便梁架空间距为625mm平面示意图

1.2 整体道床结构设计

整体道床的结构组成自上而下包括钢轨、扣件、轨枕、道床板、支承层，根据道床板及支承层的厚度，整个轨道结构高度从700~1000mm高度不等，其结构图如图4所示。

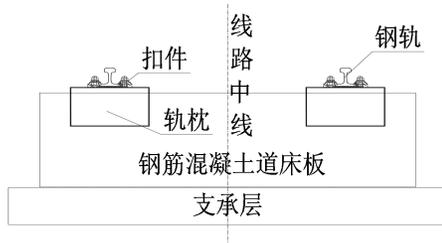


图4 一般整体道床轨道结构组成图

1.2.1 钢轨选用

钢轨的选用应与铁路专用线相匹配，以P50钢轨和P60钢轨较为常见，其中P50钢轨在铁路专用线建设中占比较大，P50钢轨高度为152mm，为保证轨道

衡称量区及引轨区整体道床的平顺性，不应选择短定尺钢轨，同时应根据是否为无缝线路而选用无孔或有孔钢轨，相关参数应满足规范要求^[5]，在选用有孔钢轨时，应选用配套的接头夹板。对于部分老旧专用线采用P43钢轨的情况，应在引轨区整体道床过渡段外侧提前采用异型轨将P43钢轨转换为P50钢轨。

1.2.2 扣件与轨枕选用

扣件与轨枕的选用应相互协调适配，目前铁标扣件均为弹性扣件，故不应再选用非弹性扣件。常见的弹性扣件为弹条I型扣件、弹条II型扣件等，上述两类扣件主要用于有砟轨道，为不分开式扣件，与新II型混凝土轨枕和新III型混凝土轨枕配合使用。整体道床结构以采用分开式扣件居多，分开式扣件的优点在于移动钢轨时不需要松开轨枕上的扣件。此外，还可预先在轨枕上放置中间部件。

在保证支承条件满足需求的前提下，轨道衡引

轨区段整体道床的设计已逐步向铁标无砟轨道设计方向转变，整体道床板普遍在2400~2800mm宽范围，因此轨枕多采用短轨枕而非长轨枕结构，以适应整体道床板小型化。采用D型便梁进行线路保通时，钢横梁的净高为212mm。此外，钢轨轨下垫板厚度10mm，轨枕顶面需高出道床面不小于30mm等均为固定参数。在道床板浇筑时，其一次浇筑面应与钢横梁之间留有5~10mm空隙，以便于抽出横梁后再

施作道床板二次浇筑范围，如图5所示。

因此，在设计短轨枕高度时，应综合考虑上述多个数值的影响，轨枕高度设计值应为 $h_{枕}=202+h_3+h_4$ ，通常 h_3 取5~10mm， h_4 可取120~180mm。轨枕高度在设计时建议不宜低于327mm，即可满足铁路线路不断道情况下采用D型便梁架空钢轨施工的要求。此时，道床面距离一次浇筑面 $h_2=172+h_3$ ，即177~182mm。

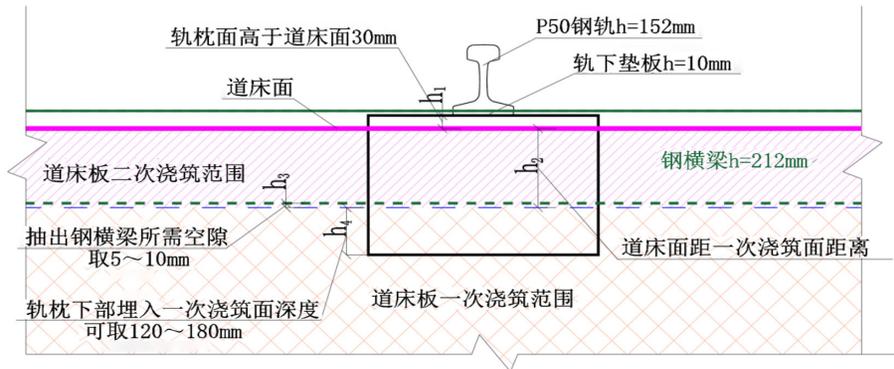


图5 采用钢筋混凝土纵梁的D型便梁架间距625mm平面示意图

1.2.3 整体道床板

整体道床板结构设计可参照铁路无砟轨道混凝土轨道板进行设计，通常采用钢筋混凝土现浇筑成，道床板厚度自300~500mm不等，应根据具体情况设置。在采用D型便梁保通线路施工时，应考虑D型便梁横梁结构尺寸问题，在扣除钢筋混凝土纵梁与横梁连接部分宽度后，纵梁之间实际净宽为3100mm。此外，应考虑施工作业空间等问题，整体道床在宽度设计时最大尺寸不宜超过2800mm。

1.2.4 支承层

支承层设置在整体道床板下部，介于道床板与地基之间，在一定程度上可有效减弱地基层部不平整而造成道床板局部应力较大的情况，为道床板均匀受力提供支承作用，支承层可采用素混凝土浇筑而成，也可采用钢筋混凝土结构。尺寸应略宽于道床板，但仍需考虑在D型便梁保通线路施工条件下，其宽度不宜超过2800mm。

1.2.5 地基加固

我国幅员辽阔，各条铁路专用线所在地其工程地质条件不尽相同，以西南山区为例，铁路专用线的修建大多数位于郊区，平原区域较少，铁路线路

不可避免地会经过高填方、软弱地基地带。由于整体道床修筑成型后为“一体式”结构，其应对地基变形能力较差，仅能通过调整扣件来对线路标高进行调整，调整幅度极为有限。沈立人^[6]对多项轨道衡基础事故进行了总结，认为基础施工不能忽视任何一个因素。为避免因地基承载力及不均匀变形的研判不足而对整体道床正常使用功能及寿命产生不良影响，对轨道衡及整体道床区域地基进行加固显得尤为重要。常用的浅层地基加固措施有压实、换填、垫层法等，深层地基加固有水泥搅拌桩、旋喷桩、CFG挤密桩等，在设计时应结合轨道衡及整体道床所在地工程地质情况综合考虑。

2 引轨区整体道床不断道施工方法

引轨区整体道床不断道施工方法应结合设计方案详细制定，以既有有砟轨道直线上增建轨道衡整体道床为例来简述不断道施工的主要方法。

2.1 主要施工流程

在既有有砟轨道上增建轨道衡整体道床，主要施工流程为：里程定位→施作D型便梁保通工程→既有有砟轨道部件（扣件、轨枕、道砟）清理及开挖整体道床基土→地基处理（视情况而定）→支承层浇筑

→轨架、整体道床轨枕扣件定位及一次精调→道床板一次浇筑→拆除D型便梁横梁→道床板二次浇筑→轨道二次精调→整修养护及质量检查。

2.2 施工关键点

2.2.1 轨枕间距调整

当既有有砟道床轨枕间距与引轨区整体道床轨枕间距应按设计要求的轨枕间距出现差异时,可通过天窗时间(列车停运时段)对线路捣固维养。将修建整体道床范围内的轨枕先行调整至和设计轨枕间距相同或相近,以便D型便梁横梁架空线路时,避免二次调整而产生线路断道。

2.2.2 D型便梁保通工程

D型便梁保通工程中需要先施作钢筋混凝土纵梁,纵梁、横梁的施作与架设可利用天窗时间分段施工。纵梁基土开挖过程中可采用人工挡护开挖,同时应确保未对既有有砟轨道造成影响。基础开挖时应边开挖边用支撑木板进行支护,保证有砟道床的稳固,新支撑木板也可作为混凝土纵梁的内模。钢筋混凝土纵梁混凝土强度达到设计要求后才能安装横梁,横梁采用D型便梁的横梁,通过膨胀螺栓锚固于纵梁之上,钢轨采用扣件连接于横梁之上,以达到保通条件。

D型便梁保通期间,列车应严格按照限速通过,在施工过程中,需设置专员按时检查线路加固连接是否牢固,加固部件是否侵入列车限界,加固扣件是否存在松动脱落状况以及横梁与钢轨接触面绝缘情况是否满足要求等事项。

2.2.3 地基处理

地基处理作为上部整体道床施作的先行条件,应综合考虑后确定处理方案,若仅为浅层基础处理,则可在D型便梁保通期间进行施作。若为深层处理,需要大型机械设备进场施作的情况,则应合理调整施工组织计划及工期安排,以达到线路断道时间少的效果。

2.2.4 整体道床扣件及轨枕

扣件及轨枕应在浇筑道床板前提前组装并与钢轨连接形成轨排,钢轨需通过轨架架设后进行一次精调,以保证在一次浇筑道床板后轨枕位置基本准确。待混凝土达到早强承重条件时,可拆除横梁进行混凝土二次浇筑,形成完整的道床板结构。

3 结语

在大宗货物清洁化运输“公转铁”的背景下,铁路专用线的新建及改建工程逐步推进,轨道衡作为铁路货物重量计量的重要工具也得以大量运用。由于运输节奏的繁忙,在既有线上增建轨道衡或对已有轨道衡升级改造、病害整治等工程项目,不能再像新建工程一样,通过铁路断道后按照一般流程进行轨道衡工程的修建。在对既有铁路线路保通的前提下,“不断道”或“少断道”成为重要诉求,本文基于这类特殊需求,从设计施工的角度进行了简要探讨。

(1)可利用D型便梁对线路进行保通,对纵梁进行针对性设计,以满足对不同轨枕间距的线路进行架空保通。

(2)轨枕结构高度应结合横梁高度进行设计,宜优先选用短轨枕,道床板及支承层宽度应结合D型便梁架设限界来合理选取,不宜过宽而影响施工作业面。

(3)设计施工过程中应对地基加固给予足够重视,避免因基础缺陷问题而影响整体道床结构及使用寿命。

(4)D型便梁保通施工期间,应重视对各类加固连接件的检查及调整,以保证列车正常行驶。

参考文献

- [1]任强,赵天宇,姜会增等.轨道衡技术综述[J].铁道技术监督,2022(05).
- [2]田德柱.我国自动轨道衡技术的发展与创新[J].衡器,2024年3期.
- [3]李磊,冯化中.轨道衡的基础[J].衡器,2014年4期.
- [4]国家铁路局.TB 10001-2016 铁路路基设计规范[S].北京:中国铁道出版社,2017.
- [5]国家铁路局.TB/T 2344.1-2020 钢轨 第1部分:43kg/m~75kg/m 钢轨[S].北京:中国铁道出版社,2020.
- [6]沈立人.轨道衡基础施工工艺流程简介[J].衡器,2023年12期.

作者简介

杨志蔚(1993—),男,云南人,工程师。主要从事铁路选线设计、轨道设计。