

文章编号: 1674—8247(2024)03—0104—06

DOI: 10.12098/j.issn.1674-8247.2024.03.019

山区高速铁路车站综合管线设计研究

杨健¹ 李果¹ 傅于航²

(1. 中铁二院成都勘察设计研究院有限责任公司, 成都 610031; 2. 成都职业技术学院, 成都 610000)

摘要: 本文针对山区高速铁路车站的综合管线设计进行研究, 对位于路基段、桥梁上的车站综合管线设计内容和主要形式进行深入分析, 探讨车站四电场坪在山区布置较为分散情况下的远距离综合管线设计方案, 对综合管沟的排水设计进行了分析研究, 并结合具体工程给出了相关解决方案。

关键词: 高速铁路; 山区车站; 综合管线

中图分类号: U231.4 文献标志码: A

Study on Integrated Pipeline Design for High-speed Railway Station in Mountainous Regions

YANG Jian¹ LI Guo¹ FU Yuhang²

(1. Chengdu Branch of China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., Chengdu 610031, China;

2. Chengdu Polytechnic, Chengdu 610000, China)

Abstract: This paper explored the integrated pipeline design for high-speed railway station in mountainous regions. An extensive examination was undertaken on the detailed components and predominant configurations of comprehensive pipeline design tailored for station on embankment or viaduct. The study further addressed the design strategies for long integrated pipeline in a scenario where the infrastructure for the yards of communication, signaling, power, and electrification is dispersed across challenging mountainous terrain. In addition, the drainage design for the complex pipeline trenches was analyzed, and solutions for specific construction projects were proposed.

Key words: high-speed railway; station in mountainous regions; integrated pipeline

高速铁路站场设计是个庞大而复杂的系统工程, 其中车站综合管线设计涉及到站前、站后各专业接口的衔接, 相关工程需要在站场设计中提前规划和预留^[1], 尤其是应对站后四电(通信、信号、牵引供电和电力)等复杂的管线系统进行综合设计, 在有限的空间内将各种管线按规范规定的间距要求综合安排, 以达到施工组织便捷、管线间相互干扰少、废弃工程少、便于检修及投资可控的目的^[2]。

山区地形地质复杂困难, 高速铁路车站多采用高

架站或半桥半路的形式, 站内的四电场坪受限于陡峭地形呈分散布置, 场坪间管线路径长、地势起伏大, 给站内综合管线设计带来较大难度, 而车站采用高架站的形式也使得在站前工程中需提前考虑更多的接口衔接因素。

1 车站综合管线设计的主要内容

车站综合管线设计主要是: 站场专业根据四电专业提供的综合电缆槽设计要求, 明确电缆槽宽度、高

收稿日期: 2023-03-21

作者简介: 杨健(1977-), 男, 高级工程师。

引文格式: 杨健, 李果, 傅于航. 山区高速铁路车站综合管线设计研究[J]. 高速铁路技术, 2024, 15(3): 104-109.

YANG Jian, LI Guo, FU Yuhang. Study on Integrated Pipeline Design for High-speed Railway Station in Mountainous Regions[J]. High Speed Railway Technology, 2024, 15(3): 104-109.

度等,站场专业据此开展横断面设计,站场路基宽度预留电缆槽安装位置,预留穿越站场线路的过轨管、电缆井等,协调过程中四电管线冲突等事宜,并最终将相关工程纳入站前施工图中,由站前施工单位组织实施。

1.1 路基段综合管线设计

高速铁路正线一般为无砟轨道,车站双线地段两侧路肩上应根据四电专业要求提前预留管线槽道,电缆槽应设于基床表层,路肩半宽除考虑接触网基础宽度外,还应将电缆槽的宽度计算在内,强弱电应分槽设置,如图1所示。

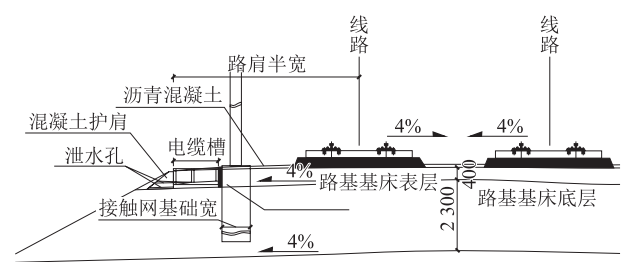


图1 站内双线段路基横断面图(mm)

电缆槽外侧应设混凝土护肩,电缆槽与接触网基础间的空隙应用沥青胶砂进行密封,以确保整个基床的封闭和稳定。电缆槽与混凝土护肩内应间隔设置泄水孔确保排水通畅,以避免槽内长期积水造成设备安全隐患。

对于站内多线地段,预留电缆槽通常设于最外股道的路肩上^[3],路肩半宽若不受接触网支柱影响则按规范规定最小半宽设计,如图2所示。当线路进入站台范围后,电缆槽通常于站台上集中设置并设于站台面下,同时需要做好电缆槽从路肩到站台的过渡。站台上的电缆槽设计一般由房建专业综合考虑,并可分为2种类型:一是采用HPVC排管将所有管线设于一个综合管槽内;二是按强弱电分槽设置。由于前者便于管线的管理,且管沟总宽度相对较窄,因此在设计中一般均采用此种方式,如图3所示。

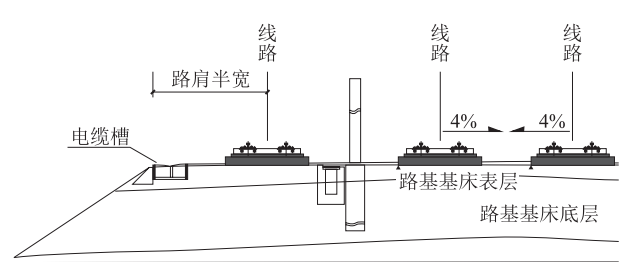
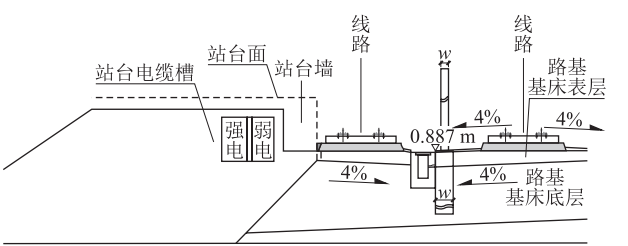
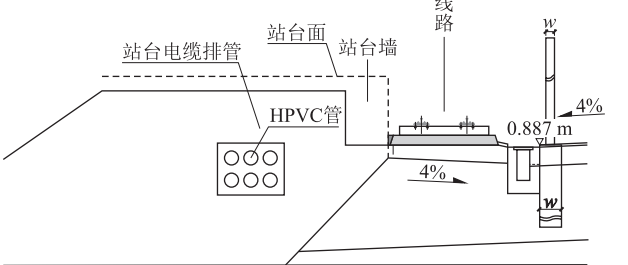


图2 站内多线段路基横断面图

综合管线在路基上过轨时线路两侧应设置电缆



(a) 方案 I



(b) 方案 II

图3 站台段路基横断面图

井^[4],电线井内管线应按四电专业要求对井内强弱电管线进行物理隔离,且分别独立设置强电井和弱电井,如图4所示。过轨采用镀锌钢管预埋方式穿越线路,过轨管在穿越时应考虑路基内构筑物间的相互关系,如接触网基础、线间纵向排水槽基础等,避免发生冲突。过轨管通常预埋在路基基床底层,当遇构筑物基础时,则应从构筑物基础下方绕过且保持一定距离。过轨管外侧采用混凝土包裹保护,管线弯曲度也需满足相关规范要求,如图5所示。

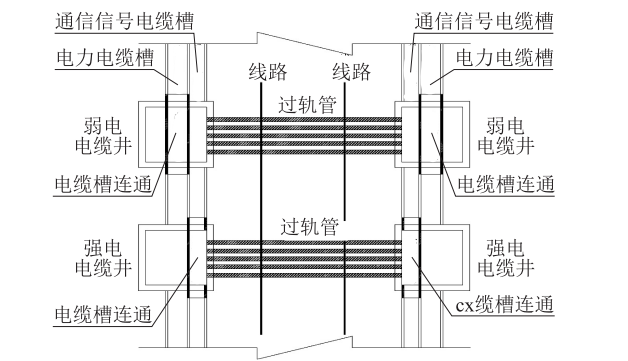


图4 电缆井强弱电隔离示意图

1.2 桥梁上综合管线设计

山区高速铁路车站受地形地质条件的限制,整个车站设于桥上的情况也较为常见^[5],且车站为多线特大桥,桥墩较高,在一条山区线上车站桥高大于30 m的情况也较多。综合管线上下桥仅能通过在桥墩上预先设置电缆爬架,将四电场坪的综合管线汇集于一个或几个桥墩下的电缆井内,再通过专用爬架导入桥面上。这就要求桥专业在施工图阶段根据四电专业

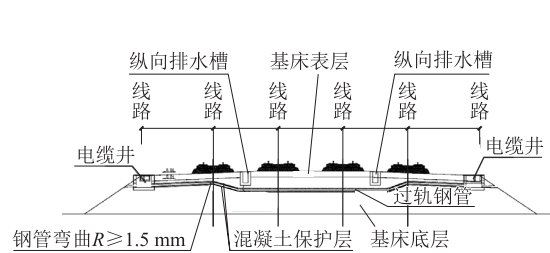


图5 过轨管线与构筑物关系图

需求提前在桥墩上预留好管线爬架的安装位,否则将增加施工难度。

管线上桥后直接引入桥梁上预设电缆槽内,桥梁电缆槽一般由竖墙和盖板组成,在双线段电缆槽设于线路外、邻靠防护墙内侧,在站台范围内电缆槽设于站台桥悬臂下,如图6所示。桥面上电缆槽需要强弱电分槽设置,桥上电缆槽盖板同路基上一样均为预制件,竖墙采用现浇与梁体连接为一体,桥上综合管线土建相关工程由桥专业在设计中统筹考虑。

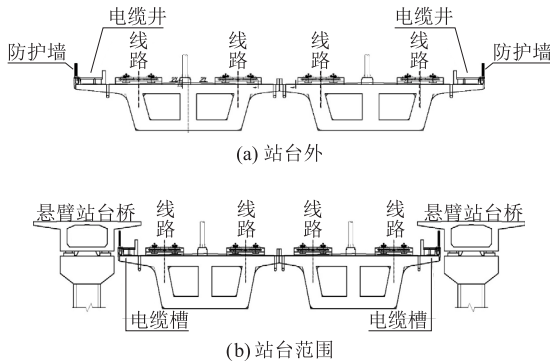


图6 车站桥梁横断面图

车站桥上综合管线存在过轨要求,无砟轨道直接现浇在梁体顶板面上,若过轨管直接从无砟道床内穿越会导致道床结构失稳进而影响无砟轨道的稳定性,最终形成安全隐患。而桥梁体顶板高度较小,无法通过预埋管来实现过轨。因此,桥梁上综合管线过轨主要考虑两种方式,一是梁体现浇时在箱梁壁上预留孔洞,过轨管通过顶板下方的箱梁室实现过轨;二是在梁体现浇完成后,综合管线通过在线路两侧外顶板上打孔,管线包绕梁底外侧走行实现过轨,如图7所示。

以上两种方式都可以实现桥上过轨,只是方式一需要四电专业提前确定好过轨位置并互提给桥专业,桥专业在施工图在梁体上预留好相关孔洞和路径;方式二主要适用一些桥上未提前预留和规划的过轨(如四电专业在施过工程中临时提出的过轨需求)。以

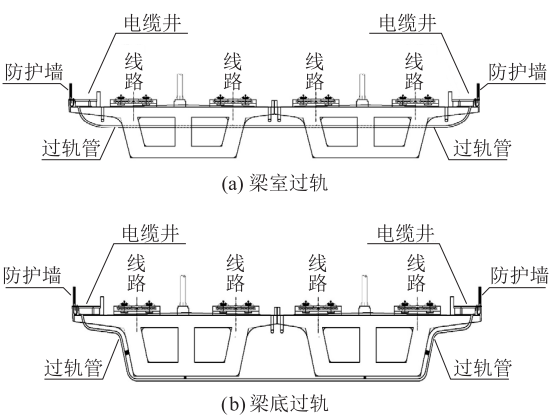


图7 过轨断面图

上两种方式都能较好地实现桥上管线过轨,可根据项目实际情况选择。

1.3 车站四电场坪综合管线设计

高速铁路中间站设有信号楼、生活房屋、维修工区综合楼、牵引变电所、公安派出所、给水所等^[6-7],这些生产生活用房都需要强弱电管线的引入,并与站场连接,在地势平坦的站区设计时一般考虑将这些场坪相对集中设置,以便于管线通道的集中布排、缩短管线路径的走行距离。然而,在山区高速铁路线路上,车站周边地形地貌基本属于山丘谷地沟壑交纵,很难在车站范围内找到一块相对平坦的场坪来集中设置,只能根据现场地形条件将生产用房和四电场坪,分散设置于桥下或山腰。

在山区高速铁路线路上,管线走行路径不仅变长,且因地形原因相关电缆槽通用图方案无法适用于项目。针对这种情况,研究采用两种管线设置方案来解决:一是对电缆管槽进行特制,采用盖板沟的类型设于地表,但需对普通盖板沟做加宽和加固处理,电缆盖板沟沿地表铺设并顺应地貌起伏的变化,这种特制盖板沟槽由结构专业进行设计和检算确保整体稳定,如图8所示。二是采用浅埋排管方案,将强弱电缆集中于排管内埋入地表浅层,并间隔一定距离设置电缆井以便日常维护检修,如图9所示。

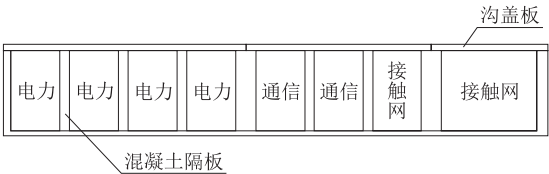


图8 综合管线特制盖板沟图

方案一适用于山区各类场坪分散设置时地形起伏不大,管线走行距离相对较短,管线位于铁路站区

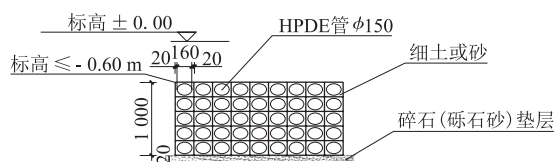


图9 综合管线排管图(mm)

封闭内的情况,且采用盖板沟易于检修和维护;方案二适用于地形起伏较大,管线走行距离较远,且大部分管线设置在铁路站区封闭范围外等情况。另外,当管线须跨越沟壑和水渠时,还应在合适的位置修建管线过河(沟)桥。

以某山区高速铁路车站综合管线设计为例,结合站区自然地理环境比选场坪管线设计方案。某山区高速铁路线路穿越鄂西北大巴山脉,其中一座车站设于狭长形的山岭中,车站周边山高谷深、地势险要,车站采用高架桥,生产生活用房和四电场坪分散布设于桥下和地势相对平缓的开阔地段,其中牵引变电所由于占地面积较其他场坪大,仅能在离车站较远的山顶上找到相当面积的场地设置,场坪距车站中心约1.1 km。从远端牵引变电所电缆井引出管线一路铺设到站内电缆井需途经陡峭的自然地形,既有盘山公路,穿越公路、再跨越溪流。

从牵引变电所引出综合管线包含强、弱电,管线组数较多,从施工和检修维护角度出发,选用经特殊设计的盖板电缆槽方案。在设计中发现,由于站内终端接驳点(井)位较远,管线从山顶引出路径长(盖板槽铺设长度超过800 m)且大部分位于站区封闭外,沿途地形一直下陡坡,不仅造成圬工量大,投资高,且盖板开启较方便,存在运营安全隐患,研究后予以放弃。

排管方案由于浅埋在地表,管线对陡坡地形的适应性较好,且排管都是提前预制好埋入地下,工程量较小、投资较省、运营安全有保障。综合比选后,采用电缆排管方案较为合理。现场实施方案为:

综合管线从牵引变电所电缆井引出后导入地下排管,排管设在既有公路路肩外侧,并顺着公路走向一路下坡往站内铺设,在沿公路铺设约500 m排管后,管线再横向下穿公路,上跨溪流后,管线再折向站内方向铺设约300 m后引入站内电缆井。

管线埋在地下,需间隔50~60 m距离设电缆井便于日常维修养护;当电缆管线穿越公路时还应于公路两侧设电缆井,并采用内径不小于150 mm缠绕玻璃钢保护管线;在跨越溪流时需于溪流上新建管线

桥,长约30 m,管线在桥面上采用盖板槽方案,过桥后再改回排管方案。

桥面上的电缆盖板需要加宽设计,桥两侧设防护网,当管线跨过溪流后再以大角度埋入地面导入排管,并顺自然地形一路暗埋至站内电缆井。

2 管沟排水设计

电缆槽(井)多数情况均处于未完全密闭状态,下雨时会出现槽(井)积水的情况;若积水不能及时排出,电缆管线长期浸泡将影响其使用寿命并造成室内设备故障,形成运输安全隐患。

2.1 电缆槽排水

路基上电缆槽一般在槽底板上设4%的横向坡度,电缆槽隔板和最外侧槽壁上间隔一定距离(一般可间隔1 m)设置泄水孔,由于路肩电缆槽外侧设有混凝土护肩,需要在护肩内电缆槽对应泄水孔的位置预埋排水管,将电缆槽内的积水引至路基外侧并最终汇入站场排水系统,如图10所示。如铁路线路设有纵坡,则电缆槽纵向坡度应与线路坡度保持一致,电缆槽除横向排水外,积水还可顺电缆槽纵向坡度汇入就近电缆井,再由井内排水设施横向排出路基外侧。

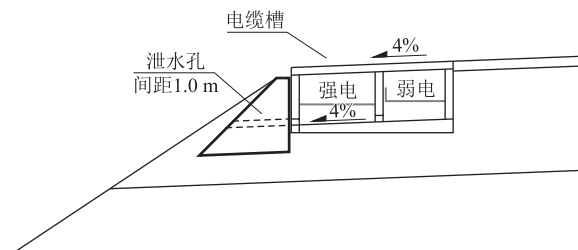


图10 路基电缆槽排水图

桥上电缆槽横向排水跟路肩相似,在槽底板上设大于2%的横向坡度,隔板和外壁设置泄水孔,将槽内积水引至桥面上,再通过桥面上预设的泄水管排到地面上。电缆槽的纵向排水仍考虑将积水顺桥面纵坡度汇入桥上电缆井,再由电缆井的横向泄水孔排至桥面排水系统中。

四电场坪间的电缆槽由于大多直接铺设在地面,地势低很容易形成积水,而槽内横向排水管难以找到路径将积水排水,因此一般考虑通过对整条电缆槽设置纵向排水坡(一般大于0.2%)将水汇集至相邻电缆井后再对电缆井集中排水设计。

2.2 电缆井排水

路肩和桥面上的电缆井一般都高于地面,仅需通过井内设横向泄水管就能将积水有效排出,基本不会

有积水现象。四电场坪间的电缆井由于都设在地表下,所处地势低,易积水。因此场坪内的电缆井排水设计是整个站场综合管沟排水设计的研究重点。

针对电缆井排水,研究了两种排水方案:一是平行于电缆井外侧设混凝土排水侧沟,电缆井底再设横向排水管,通过电缆井外侧边坡和井底预埋横向排水管将井面和井内的水疏导至侧沟内,侧沟平行于管线设置,再顺地势延伸至高洼处或导入就近沟渠实现排水;二是在紧邻电缆井侧新建检修井,电缆井底设横向排水管将井内积水疏导至检查井内,检查井内再纵向铺设 PVC 排水管, PVC 排水管平行于电缆槽铺设至管沟末端电缆井后,就近引入沟渠或站场排水系统。

方案一主要采取明沟方式进行排水,排水效果较好,但土方圬工工程量相对较大,投资较高,对于站区用地界外远距离管沟的电缆井排水,新建侧沟易受地形局限,占地较多,当山区地形起伏较大或受规划用地制约时则侧沟难以实施,该方案适用于站区用地界范围内或邻近范围短距离管沟的电缆井排水;方案二采取新建检修井暗埋 PVC 管的方式进行排水,该方案工程量小,投资较省,受地形和用地规划影响较小,场地的适应性较强,适用于站区范围外远距离管沟电缆井的排水。

以前述山区高速铁路站管沟设计为例,分析确定电缆井的排水方案选择。牵出变电所引出的电缆管沟采用浅埋排管方式沿着既有公路外侧一路铺埋,在穿越公路、跨越溪流后最终汇入站内电缆井。管线采用排管方案全长约 800 m,其中站区封闭外与既有公路并行段大约 600 m,间隔 50~60 m 在既有公路路肩外侧设电缆井。电缆井排水分别研究了上述方案一和方案二,方案简述为:

方案一,在电缆井外新建 0.6 m 宽侧沟,侧沟通过设 1:1 边坡一侧连接电缆井盖板顶,一侧顺接既有地形,井内积水横向排至侧沟内。由于山上牵引变电所至站区外整条管线需设至少 12 个电缆井,而排水侧沟需循地势跟随管线走向一路并联所有电缆井,因此新建侧沟总长大于 600 m,工程量和投资均较大,且由于管沟一路下坡较陡,地势变化大,侧沟开挖和纵向顺坡困难,如图 11 所示。

方案二,紧邻每个电缆井外侧新建检查井 1 700 mm×1 700 mm×1 000 mm(长×宽×深),井底设置 $\phi 200$ mm PVC 横向排水管,排水坡度不小于 0.5%,将电缆井内积水排至检查井,检查井内纵向再铺设 $\phi 200$ mm PVC 排水管,纵向排水管根据现场

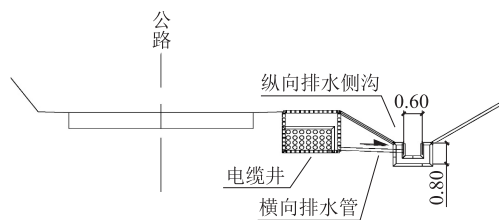


图 11 方案一示意图(m)

地形情况可串联所有检查井,纵向排水坡度不宜小于 0.2%,最终排水管从管线终端电缆井附近地形低洼处排出积水, PVC 排水管铺设全长约 700 m,如图 12 所示。

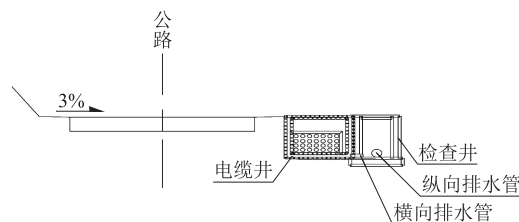


图 12 方案二示意图(m)

经技术经济比选,侧沟排水方案工程量较大,且占用较多用地,还会切割地方土地规划,工程实施较为困难;而排水管方案采用暗埋方式,施工难度低、工程投资省, PVC 管铺设顺坡也相对灵活,地形适应力强,更较少受路面建筑物和用地规划的影响,因此该段电缆井排水方案采用方案二。

3 结束语

综合管线设计是需要多专业协调配合的复杂工程,综合性强,目前尚未形成一套固定的理论体系指导设计实践,更多需要设计者的专业经验和对项目实际情况优化设计。综合管线设计的重点在于专业接口的处理。在实践中,常出现因站前站后专业间沟通协调不畅而产生的工程反复的情况,这与站前和四电专业设计不同步有着密切的关系。这种设计不同步,以及由不同建设单位负责实施的特点,共同构成了目前工程专业接口管理的难点。尤其对于过轨接口等关键部位,站前专业在施工设计中预留的点位,在后期四电专业进行施工时,可能会发现点位不足或冗余。针对这一痛点,本文通过总结山区高铁车站综合管线设计的部分应用场景,提出了旨在减少因设计不同步造成的接口问题、降低工程反复、提高设计与工程质量的策略。希望这些策略能为类似工程的设计与实施提供有价值的参考。

参考文献:

- [1] TB 10621-2014 高速铁路设计规范[S].
TB 10621-2014 Code for Design of High Speed Railway [S].
- [2] TB 10099-2017 铁路车站及枢纽设计规范[S].
TB 10099-2017 Code for Design of Railway Station and Terminal [S].
- [3] TB 10082-2017 铁路轨道设计规范[S].
TB 10082-2017 Code for Design of Railway Track [S].
- [4] TB 10098-2017 铁路线路设计规范[S].
TB 10098-2017 Code for Design of Railway Line [S].
- [5] 朱颖, 许佑顶, 林世金, 等. 高速铁路建造技术-下-设计卷[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2015.
ZHU Ying, XU Youding, LIN Shijin, et al. High-speed Railway Construction Technology-Part II-Design Volume [M]. Beijing: China Railway Publishing House, 2015.
- [6] 中铁二院工程集团有限责任公司. 新建郑州至万州铁路河南、湖北省界至万州段初步设计[R]. 成都: 中铁二院工程集团有限责任公司, 2016.
China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd. Preliminary Design of Henan and Hubei Provincial Boundary to Wanzhou Section of Zhengzhou-Wanzhou Railway [R]. Chengdu: China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., 2016.
- [7] 刘杰. 高速铁路站场专业设计接口探讨[J]. 高速铁路技术, 2021, 12(6): 95-99.
LIU Jie. On the Design Interfaces of High-speed Railway Station and Yard Discipline [J]. High Speed Railway Technology, 2021, 12(6): 95-99.
- (上接第91页)
- [4] 孙海富. 高速铁路道岔与曲线间夹直线优化研究[J]. 铁道工程学报, 2020, 37(2): 17-20.
SUN Haifu. Research on the Straight Line Optimization between Turnout and Curve of High Speed Railway [J]. Journal of Railway Engineering Society, 2020, 37(2): 17-20.
- [5] 宋唯维, 施善斌. 基于杭长客运专线谈高速铁路车站与既有车站并站设计[J]. 高速铁路技术, 2011, 2(1): 23-26.
SONG Weiwei, SHI Shanbin. Design for Merger between High-speed Railway Station and Existing Station Based on Hangzhou-Changsha Passenger Dedicated Line [J]. High Speed Railway Technology, 2011, 2(1): 23-26.
- [6] 刘冀, 徐井芒, 王平, 等. 车轮磨耗对高速车辆侧向过岔动力学性能的影响[J]. 铁道标准设计, 2023, 67(6): 37-45.
LIU Ji, XU Jingmang, WANG Ping, et al. Effects of Wheel Wear on Dynamic Performance of High-speed Vehicles Passing through Branch Line of Turnouts [J]. Railway Standard Design, 2023, 67(6): 37-45.
- [7] 张志良, 史海欧, 袁泉, 等. 地铁道岔侧向速度提升和低磨耗结构设计研究[J]. 铁道建筑, 2021, 61(6): 129-134.
ZHANG Zhiliang, SHI Haiou, YUAN Quan, et al. Research on Structure Design of Increasing Passing Speed and Low Wear in the Diverging Route of Metro Turnouts [J]. Railway Engineering, 2021, 61(6): 129-134.
- [8] 陈嵘, 陈嘉胤, 王平, 等. 轮径差对道岔区轮轨接触几何和车辆过岔走行性能的影响[J]. 铁道学报, 2018, 40(5): 123-130.
CHEN Rong, CHEN Jiayin, WANG Ping, et al. Effect of Wheel Diameter Difference on Wheel-Rail Contact Geometry and Vehicle Running Behavior in Turnout Area [J]. Journal of the China Railway Society, 2018, 40(5): 123-130.
- [9] 秦清华. 城市轨道交通桥梁线形变化对列车运行性能的影响[J]. 铁道建筑, 2018, 58(7): 142-146.
QIN Qinghua. Influence of Linear Change of Urban Rail Transit Bridge on Train Running Behaviour [J]. Railway Engineering, 2018, 58(7): 142-146.
- [10] 高志国. 高速铁路大跨桥上无缝道岔理论研究与工程应用[J]. 中国铁路, 2022(8): 195-201.
GAO Zhiguo. Theoretical Study on Welded Turnout on Long-span Bridge of High Speed Railway and Its Engineering Application [J]. China Railway, 2022(8): 195-201.
- [11] 时瑾, 龙许友, 魏庆朝, 等. 高速铁路站场岔后曲线参数优化研究[J]. 铁道工程学报, 2010, 27(7): 29-33.
SHI Jin, LONG Xuyou, WEI Qingchao, et al. Study on Parameter Optimization of Curves Behind the Turnouts in Station Yard of High-speed Railway [J]. Journal of Railway Engineering Society, 2010, 27(7): 29-33.
- [12] 陈浩, 芦道林. 高速铁路道岔动力学分析及关键技术研究[J]. 高速铁路技术, 2021, 12(3): 40-46.
CHEN Hao, LU Daolin. Kinetic Analysis of High-speed Railway Turnout and Research of Its Key Technologies [J]. High Speed Railway Technology, 2021, 12(3): 40-46.