

城市轨道交通盾构车站形式创新性研究

吕维平

中国铁路设计集团有限公司, 深圳, 518052;

摘要: 随着城市发展, 城市轨道交通建设需求增加, 盾构技术作为关键技术, 对盾构车站形式创新研究有重大意义。本文对城市轨道交通盾构车站形式进行创新探究, 包括盾构技术原理和发展历程、车站设计理论等, 以提升车站功能性、安全性和可持续性, 得出盾构技术为车站形式创新提供支撑、现有创新形式有优势且能提高施工效率等结论, 并对未来研究方向展望。

关键词: 城市轨道交通; 盾构车站; 设计要点

DOI: 10.69979/3029-2727.24.04.012

1 引言

1.1 研究背景

在我国, 越来越多城市建设城市轨道交通系统以缓解交通拥堵和满足出行需求, 但运营里程增加带来土地资源紧张等问题。国内外在城市轨道交通盾构车站形式研究方面有成果, 国外有新型盾构车站形式具优势, 国内如宁波类矩形盾构车站解决旧城区地下空间开发难题。然而, 目前城市轨道交通盾构车站形式创新研究存在不足, 需强化研究为城市轨道交通可持续发展提供支撑。

1.2 研究目的与意义

首先, 深入研究盾构车站形式, 探寻不同结构优缺点, 为车站设计提供更多选择以实现优化。结合工程需求、地质和周边环境进行研究, 可减少地面土地占用, 提高城市土地利用效率, 满足交通基础设施需求, 推动城市空间立体化开发, 为城市轨道交通规划决策提供依据, 促进其网络完善优化。

其次, 盾构施工技术比传统明挖法对周边环境影响小。研究盾构车站能优化施工工艺, 降低噪音、振动和粉尘污染, 保护周边环境和居民生活质量。合理选择车站形式可减少对周边建筑和地下管线的影响, 降低工程风险和社会成本。

最后, 盾构车站研究涉及多学科, 需持续创新研发。深入研究可推动相关技术进步创新, 促进盾构施工技术和装备国产化。研究成果还能为相关产业提供技术支持和市场需求, 带动城市轨道交通建设产业链发展。

2 轨道交通盾构车站建设概述

2.1 盾构车站定义及特点

盾构车站先由盾构机掘进形成隧道空间, 再构建车站空间并进行内部施工和装修。采用盾构技术的地铁车站比敞口站和明挖站有建造周期短、对城市影响小等优势。盾构车站建设用带有圆形切头和刀盘的隧道掘进机。盾构隧道管片结构由管片和连接螺栓拼装而成, 内力形成与管片结构等相互作用有关。与常规车站建造方法相比, 盾构车站特点有: 空间利用率高, 可按需设计形状尺寸; 结构整体性强, 提升抗震性能; 施工影响力低, 减少明挖, 降低对周边环境影响并缩短工期; 施工精度高, 精准控制确保设计与施工精准度; 隔振降噪效果好, 运营噪声和振动小。

2.2 盾构车站类型

根据与轨道线路的相对位置关系, 盾构车站可分为三种典型形式。

单洞岛式车站: 用一台盾构机掘进形成单条隧道, 设中间站台呈岛式布局。站台在隧道中央, 列车在两侧运行, 施工相对集中, 减少对周边影响, 岛式站台方便换乘, 提高出行效率。

单洞叠侧车站: 用一台盾构机掘进形成大直径单洞隧道, 站台布置为上下两层呈叠侧状。列车在不同层面运行, 乘客通过楼梯等在两层站台换乘和进出站, 可充分利用地下空间, 适应特定地形和客流需求。

双洞岛式车站: 用两台盾构机掘进两条独立隧道, 设联络通道形成岛式站台布局。两条隧道并行, 中间通过联络通道连接, 站台在两隧道之间, 列车分别在隧道内运行, 乘客在岛式站台候车便于换乘, 通常客流承载

能力高、运营效率好，能适应复杂地质和周边环境要求。

三洞车站，用三台盾构机掘进三条独立隧道，设联络通道，两侧小盾构形成的候车厅通过横通道连通为侧式站台，三个隧道可分别承担不同功能，实现空间合理利用和功能分区。

3 单洞岛式车站设计要点

3.1 站台、站厅空间设计

站台层是单洞岛式盾构车站核心区域，其空间布局和设计对盾构机选型重要。侧站台宽度依据规范和实际客流量确定，不宜低于8米，实际设计需考虑高峰客流量等因素。站台长度由列车编组长度和设计客流量决定，且考虑盾构机过站需适当加长。站厅层是连接站台层与地面的重要区域，其空间设计和功能分区对车站运营效率和乘客体验重要。分为付费区和非付费区，设计需明确功能分区，付费区依据客流量设置检票闸机数量和布局。通道和出入口设计要满足乘客快速疏散和便捷进出站要求。通道宽度根据客流量设计，主通道宽度不应小于6米，内设清晰导向标识。出入口设计考虑与周边建筑和交通设施衔接。

3.2 管线空间设计

合理布置站台设施可提升乘客出行效率与舒适度。管线布置与盾构机内轮廓设计相关，单洞双线盾构隧道要考虑管线布设需求设计内轮廓，国内隧道水平悬挂方式有优缺点，单洞双线盾构隧道内轮廓设计要依据接触网悬挂方式确定高度和宽度。内轮廓设计需考虑车辆限界等多种因素。

3.3 消防设计

单洞岛式盾构车站消防设施配置需严格遵循规范标准，站台、站厅等部位及设备、管理用房应配备多种消防设施。地下工程及出入口等耐火等级应为一级，管理用房宜集中一端布置且有安全出口通向地面，站厅与站台层间人行楼梯为封闭楼梯间。与商场连接需防火分隔，站台和站厅乘客疏散区为一个防火分区，其他部位防火分区有面积限制且用防火墙和甲级防火门分隔。重要设备用房用特定耐火极限的隔墙和楼板隔开，建筑吊顶用不燃材料，门及窗为甲级防火门。站厅与站台间楼梯口宜设挡烟垂壁，垂壁下缘距楼梯踏步面垂直距离不小于2.3m。

4 单洞叠侧车站设计要点

4.1 站台、站厅空间设计

在单洞叠侧盾构车站中，侧式站台优势明显。它能充分利用车站两侧空间，减少中间区域占用，在浅埋施工场景可减少用地，布局简洁，降低建设难度与成本。还可侧向接入集散通道，便于扩能，提高运营效率。且结构简单、建造费用低，后期可延长方便扩容改造。站厅层与设备层功能协同，设备层设置设备用房保障车站运行，站厅层是乘客进出站和换乘区域。设计时应合理规划设备用房布局，采用先进技术提高设备层效率和可靠性，为站厅层提供保障。

4.2 管线空间设计

在单洞叠侧盾构车站内，对不同功能管线分类布局可提升空间利用效率。将电力、通信等弱电管线置于隧道上部，避免与给排水等重型管线交叉干扰。把弱电管线集中布设在隧道顶部专用桥架，便于安装维护，也为下部重型管线预留空间。同时，同类功能管线可进一步细分优化布局，利于管理维护，提升信号传输稳定性。

4.3 消防设计

车站形式给火灾下的人员疏散和灭火救援带来困难。需从多方面进行消防设计，包括严格划分防火分区，采用防火墙等分隔并设置自动报警和灭火系统；合理配置防灾设备；设计合理疏散通道和指示标志确保人员迅速安全疏散。

单洞叠侧盾构车站火灾时，安全出口数量与布局重要。应设不少于两个分散的安全出口，在明显处设标志指示牌，出口宽度不小于1.2米。还应考虑与周边建筑物连接设通道，便于人员紧急疏散到安全区域。

5 双洞岛式车站设计要点

5.1 站台、站厅空间设计

双洞岛式站台空间布局需满足功能需求、乘客体验和运营效率。分为上行和下行站台，由横通道连通构成站台层。横通道重要，设计要点包括依据客流流量设计宽度（不小于2.4米）、位置恰当（便于换乘且不影响列车运行和设备区）、装修照明与站台风格协调。站台设备区与公共区合理布置是关键，设备区布置遵循安全可靠便于维护原则，公共区注重舒适便利，设施根据客流安排，设备区与公共区设分隔标志，两区通风照明

等设施合理设计。

5.2 管线空间设计

在双洞岛式盾构车站管线空间设计中,为防不同管线冲突可采取以下措施。首先,进一步细化管线分类,按功能、承载能力和安全性要求等,将通信管线细分为有线和无线分别布局以降低干扰,对电力管线按电压等级分类并保持高低压管线安全间距;其次,构建统一管线布局规划,明确各类管线走向、位置和间距要求,实现有序分布,避免交叉冲突;此外,运用先进的管线铺设技术。

5.3 消防设计

双洞岛式盾构车站在消防疏散方面面临挑战,如位于地下深处烟雾和有毒气体难排出、人员密集疏散通道有限易拥堵、部分车站消防设施配备不完善。为解决这些问题,需从多方面优化消防疏散设计:加强车站通风系统设计,火灾时迅速排出烟雾和有毒气体,创造良好疏散环境。合理规划疏散通道,增加宽度和数量,确保人员快速、安全疏散。设置清晰明确的疏散指示标志,引导人员正确疏散。完善消防设施配备,提高灭火和救援能力。

6 三洞车站设计要点

6.1 站台、站厅空间设计

在三洞盾构车站中,功能分区合理性至关重要。为实现站台站厅高效空间布局,需综合考虑多种因素。首先,根据客流量和列车运行频率确定站台宽度和长度,满足通行、候车和疏散要求。其次,优化站厅布局,设置出入口、扶梯和通道以方便进出。还可利用空间设计手法增加层次感和通视性。在三洞盾构车站空间布局中,可充分利用盾构隧道空间布置设备用房和管线,节省站厅和站台空间,提高空间利用率,减少对地面环境的影响。

6.2 管线空间设计

在三洞盾构车站中,管线合理设计是确保车站正常运行的关键。一方面,要考虑各种管线功能需求。另一方面,要考虑三洞盾构车站空间结构特点,利用空间避免干扰,可采用分层布置提高空间利用率,注意与车站结构协调配合避免影响结构。此外,还需考虑施工和维护便利性,设计时考虑安装和维护需求,设置检修口和

通道方便后期管理,选择可靠管材管件提高使用寿命和可靠性。

6.3 消防设计

在三洞盾构车站消防疏散设计中,需结合车站参数和交通流量等实际情况确保设计适应性。三洞盾构车站结构特殊,其参数影响疏散通道规划布局,交通流量大时应增加疏散通道宽度,每增加100mm人员疏散效率可提高约15%。还需考虑应急疏散设施设置与布局。救援通道合理规划是关键,根据车站结构和布局合理设置位置和数量,确保救援人员快速到达事故现场。

7 结语与展望

7.1 研究结论总结

本文对城市轨道交通盾构车站形式进行了深入研究,得出以下结论:

新型“多圆盾构”车站形式开挖量小、断面利用率高、对线形选择灵活,可进行土体开挖管理且能拓展改造以适应城市轨道交通网络发展变化,但设计制造复杂,对刀盘转速和转向要求严格,施工过程需协调多隧道掘进,对施工技术和管理水平要求高。单洞盾构车站在相同占地面积下有更大内部空间,使车站布局更灵活,能满足乘客出行需求和设备布置要求,但曲线段盾构施工时推进方向控制难,易偏离设计轴线,增加施工复杂性和难度。传统两圆形隧道车站施工简单、技术难度低,但适用范围有限。轨道交通盾构型车站公共区呈管状且空间狭长,给乘客隧道感,公共区空间利用需精心规划乘客流动线路和停留区域,设备和管线布置有难点,可采用分层布置等方式提高空间利用率和系统运行效率。综上所述,不同形式城市轨道交通盾构车站各有优劣,实际建设中应根据具体情况选择最适合的车站形式,以提高城市轨道交通建设质量和运营效率。

7.2 未来研究方向展望

7.2.1 新型材料的应用

探索新型高强度、轻量化材料在盾构车站建设中的应用。同时,新型防水材料的应用可以提高车站的防水性能,减少渗漏风险。

7.2.2 智能化设计与施工

利用大数据、人工智能等技术实现盾构车站的智能化设计与施工。通过对地质数据、施工过程数据的实时监测和分析,可以优化施工方案,提高施工质量和效率。

同时，智能化的车站管理系统可以实现对车站设备的远程监控和故障诊断，提高运营效率和安全性。

7.2.3 与其他交通方式的融合

进一步探索盾构车站与其他交通方式的融合，打造综合性交通枢纽。同时，可以在车站周边规划商业、办公等功能区域，提高土地利用效率，促进城市的可持续发展。

7.2.4 可持续发展理念的融入

在盾构车站的设计和建设中融入可持续发展理念，实现节能减排和环境保护。同时，通过优化车站的通风、照明等系统，降低能源消耗。

总之，未来对城市轨道交通盾构车站形式的研究将不断朝着新型化、智能化、融合化和可持续化的方向发展。通过不断探索和创新，为城市轨道交通的发展提供

更加优质、高效的车站解决方案。

参考文献

- [1] 何川; 封坤. 大断面盾构隧道结构整体化分析方法. 《隧道建设(中英文)》-2021
- [2] 谢艳. 先隧后站盾构技术在地铁车站施工的应用研究. 《工程机械与维修》-2023
- [3] 张继清; 赵林. 大直径单洞双线盾构隧道内轮廓设计要点. 《铁路技术创新》-2012
吕维平(1998年), 性别: 男, 民族: 汉, 籍贯: 广东汕头, 学位: 本科, 职位: 设计, 职称: 助理工程师, 研究方向: 轨道交通
课题名称及编号: 大型盾构修建地铁车站综合关键技术探索研究 (课题编号 2022A02072002)