

地铁车站建筑设计与关键技术应用研究

朱长胜

广东 广州 510000

DOI:10.61369/ME.2025110041

摘 要： 地铁车站建筑设计需综合考量多方面。从城市空间整合出发进行规划，注重功能分区与流线组织。严格落实防火、防排烟标准，做好主体结构抗力、人防设计及平战转换。集成战时保障系统，应用 BIM 与性能化仿真分析。采用装配式、节能技术，搭建智能感知网络与应急管理平台，完善设计理论并指导工程建设。

关 键 词： 地铁车站；建筑设计；关键技术

Research on Architectural Design and Key Technology Application of Subway Station

Zhu Changsheng

Guangzhou, Guangdong 510000

Abstract： the architectural design of subway station needs to consider many aspects comprehensively. Planning is based on the integration of urban space, focusing on functional zoning and streamline organization. Strictly implement the fire prevention and smoke control standards, and do a good job in the resistance of the main structure, civil air defense design and peacetime and wartime conversion. Integrated wartime support system, using Bim and performance-based simulation analysis. Adopt assembly and energy-saving technology, build intelligent perception network and emergency management platform, improve design theory and guide engineering construction.

Keywords： subway station; architectural design; key technology

引言

2018年颁布的《城市轨道交通工程设计规范》对地铁车站设计提出全面要求。地铁车站建筑设计需综合考量多方面。从城市空间整合看，场地选址、各层空间规划及出入口衔接都要与城市空间有机融合。功能分区与流线组织、防火防排烟、主体结构抗力、人防设计等技术标准严格遵循规范。同时，还应采用 BIM 技术全生命周期建模、性能化仿真分析等优化设计，应用装配式施工、节能技术等实现可持续发展，搭建智能感知网络与应急管理平台提升运营管理。这些设计与技术遵循相关政策，为地铁车站建设提供科学路径与有力支撑。

一、地铁车站建筑设计

（一）建筑空间规划原则

地铁车站建筑空间规划需从城市空间整合角度出发。场地选址应综合考量城市功能布局、客流需求与周边交通衔接，确保车站融入城市整体空间，像在商业中心等客流密集区设站，方便乘客集散。站厅层作为乘客换乘、购票、进出站关键区域，要合理规划功能分区，优化空间利用，以提升乘客通行效率与舒适度。站台层则着重考虑乘客候车安全与便捷，合理设置候车区域与屏蔽门等设施。出入口衔接至关重要，需与周边建筑、道路等紧密结合，保障乘客进出顺畅，同时注重与城市景观融合。通过这些系统性规划设计原则，实现地铁车站与城市空间的有机整合，为

乘客提供高效、便捷的出行环境^[1]。

（二）功能分区与流线组织

在地铁车站建筑设计中，功能分区与流线组织至关重要。乘客、设备及商业空间之间存在紧密的拓扑关系，需协同设计。乘客流线主要分为进站、出站与换乘，设计要确保其便捷、顺畅，减少交叉与冲突，如合理设置出入口、楼梯、自动扶梯等，以满足不同方向客流需求。设备区配置应充分考虑各类设备的运行与维护需求，同时不影响乘客通行与其他功能空间。商业开发空间虽带来经济效益，但要与乘客流线及设备区相协调，避免干扰。协同设计方法需综合考量各要素，依据车站所处位置、客流量及使用功能等因素，优化布局，使各功能分区有机结合，实现地铁车站高效运转，满足乘客多样化需求^[2]。

二、地铁车站消防设计

（一）防火系统技术标准

地铁车站防火系统技术标准需严格遵循相关规范条文来落实。在建筑耐火构造方面，要依据建筑材料的燃烧性能、耐火极限等标准，选用合适材料构建车站的墙、柱、梁、楼板等结构，确保在火灾时能承受一定时间的高温作用而不倒塌，保障人员疏散与救援的安全空间^[3]。防火卷帘设置时，应精准确定其位置，通常在防火分区分隔处，且要满足耐火完整性与隔热性要求，动作灵敏可靠，遇火灾能迅速下降，有效阻挡火势蔓延。安全疏散时间计算则要综合考虑车站的人员密度、通道宽度、疏散距离等因素，通过科学的公式与方法，精确算出疏散所需时间，保证在规定时间内所有人员能疏散至安全区域，从而提升地铁车站整体消防安全水平。

（二）防排烟系统设计

地铁车站防排烟系统设计需采用机械防烟系统设计与自然排烟方式相结合的多工况复合式消防系统配置方案。在机械防烟方面，要确保送风口的合理布置与足够的送风量，为人员疏散通道等区域提供正压，阻挡烟气侵入，送风机应具备可靠的运行性能和耐火极限^[4]。对于自然排烟，需利用车站的可开启外窗、通风井等自然开口实现，要合理确定开口的面积、位置与形式，保证在火灾时能有效排出热烟气。通过对不同火灾场景进行模拟分析，优化机械防烟与自然排烟的联动控制，根据火灾位置、规模等因素自动切换工况，保障车站内人员安全疏散和消防救援工作的顺利开展，最大程度降低火灾损失。

三、地铁车站人防设计

（一）防护单元体系构建

1. 主体结构抗力设计

地铁车站主体结构抗力设计对保障战时防护效能至关重要。通过合理计算钢筋混凝土墙板厚度来满足抗爆抗冲击性能要求。需依据规范与实际受力情况，考虑爆炸荷载、冲击作用等因素，精准计算墙板所需厚度。比如，根据不同防护等级确定相应的荷载取值，结合结构力学原理进行力学分析，以此得出科学合理的墙板厚度数值^[5]。同时，采取构造加强措施，如增加钢筋配置密度、设置箍筋加密区、优化节点连接构造等，增强结构整体韧性与稳定性，有效抵御爆炸、冲击等极端外力，从而使地铁车站主体结构在战时能可靠地承受各种作用，为人员与物资提供安全可靠的防护空间。

2. 密闭防护设施

在地铁车站人防设计的防护单元体系构建中，密闭防护设施至关重要。对于防护密闭门选型，需依据车站所处环境、防护等级等因素确定，如防护等级高的区域应选用具备更高防护性能的门，确保能有效阻挡冲击波与毒剂等^[6]。集水排水系统要合理规划，设置足够数量且排水能力适配的排水泵，以迅速排出战时可能出现的积水，避免影响车站内人员安全与设备运行。空气过滤

装置作为保障内部空气质量的关键设备，其过滤效率应符合相应防护要求，能有效过滤空气中的有害颗粒、毒剂等，为车站内营造安全的空气环境，通过这些专项防护设备的合理配置，提升地铁车站在战时的防护能力。

（二）平战转换技术措施

1. 空间功能转换机制

地铁车站空间功能的平战转换机制需建立战时物资储备区与平时商业空间的快速转换模式及技术接口标准。平时地铁车站商业空间追求高利用率与便捷性，注重商业流线和顾客体验。战时为满足物资储备需求，空间需具备良好的存储条件与防护性能。应从建筑布局、结构构造、设备设施等方面入手，明确转换要求。如通过灵活隔断设计，便于平时分隔商业空间，战时快速拆除形成大流量物资储备区；设置统一的技术接口标准，使通风、照明等设备能在平战状态下快速切换运行模式。在满足人防功能的同时，最大程度发挥地铁车站的经济效益与社会效益，实现平战结合的高效转换^[7]。

2. 战时保障系统集成

地铁车站战时保障系统集成需整合应急供电、备用通风、人防通信等战备系统，采用模块化设计方法。应急供电系统，需依据战时电力需求，合理配置发电设备及储能装置，确保重要设备如通风、通信等能稳定运行。备用通风系统要在满足战时人员新风量标准基础上，考虑滤毒、消声等功能，实现通风模块的快速组装与调试。人防通信系统应构建可靠的有线、无线通信网络，保障战时指挥、联络畅通。模块化设计可提高各系统的通用性与互换性，便于快速部署与维护，提升地铁车站战时保障能力，在应对突发状况时能迅速响应并保障人员安全，同时也符合高效、便捷的设计理念^[8]。

四、关键技术集成应用

（一）BIM技术应用

1. 全生命周期建模

在地铁车站建筑设计中，全生命周期建模是BIM技术应用的关键环节。借助BIM技术，从规划阶段开始，就对地铁车站进行数字化建模，整合建筑、结构、机电等各专业信息，构建包含几何、物理、功能等属性的三维模型。在设计阶段，通过此模型进行多专业协同设计，各专业人员可实时共享和更新信息，提前发现并解决设计冲突。施工阶段，依据模型开展施工模拟，对施工进度、资源调配等进行预演，优化施工方案。运营阶段，利用模型进行设备管理、维护计划制定等。这种全生命周期建模，贯穿地铁车站从规划到运营的各个阶段，极大提高了设计质量与效率，降低成本和风险^[9]。

2. 性能化仿真分析

性能化仿真分析通过运用数值模拟技术对地铁车站内人员疏散、烟气扩散等场景进行可视化验证。针对人员疏散场景，利用数值模拟构建车站空间模型，设定不同的人员密度、行走速度、出口位置等参数，模拟紧急情况下人员疏散过程，分析疏散时

间、拥堵点等关键指标，判断疏散设计是否满足安全要求。对于烟气扩散场景，依据火灾动力学原理，考虑火源位置、功率、通风条件等因素，模拟火灾发生时烟气的蔓延路径、温度分布及浓度变化，评估烟气对人员安全的影响，为防排烟系统设计提供科学依据^[10]。这种性能化仿真分析，能以直观的可视化结果辅助设计人员优化地铁车站建筑设计，提升车站的安全性与可靠性。

（二）绿色建造技术

1. 装配式施工工艺

在地铁车站建设中，装配式施工工艺聚焦预制混凝土构件在车站主体结构的应用。针对标准化连接节点，通过技术创新来提升连接稳固性与施工效率。在构件制造环节，严格把控质量，采用高精度模具，确保构件尺寸精准，为后续高效安装奠定基础。在连接节点设计上，研发新型连接方式，比如运用高强螺栓连接结合灌浆套筒技术，这种方式不仅能增强节点的力学性能，还能减少现场湿作业，降低粉尘与噪音污染。在施工现场，利用先进的吊装设备与定位系统，精准定位预制构件，提高安装精度，进一步提升施工的整体质量与速度，从而实现绿色、高效的地铁车站建造，推动建筑行业的可持续发展。

2. 节能技术体系

在地铁车站建筑设计中，节能技术体系的关键在于建立涵盖通风空调优化、采光导光装置应用等技术的能源管理系统。通风空调系统在地铁能耗中占比较大，通过优化通风空调技术，可依据车站内实时客流量、温度、湿度等环境参数，精准调控设备运行功率，实现按需供冷供热，极大降低能耗。采光导光装置应用方面，在车站合适位置设置采光口，引入自然光，并利用导光管等装置将光线均匀分配至站内空间，减少人工照明使用时长。二者有机结合形成能源管理系统，能实时监测与分析车站能源使用情况，依据数据分析结果动态调整各项节能设备运行策略，最终达成高效节能，助力地铁车站绿色可持续发展。

（三）智慧车站系统

1. 智能感知网络

在地铁车站智慧车站系统的智能感知网络中，物联网技术的应用至关重要。借助各类传感器，如红外传感器、压力传感器

等，实现对客流的精准监测。这些传感器能够实时捕捉乘客进出站的流量、流向以及在站内不同区域的分布情况等关键数据。同时，利用智能感知设备对车站内各类设备的状态进行实时反馈。通过在设备关键部位安装传感器，收集设备运行的温度、振动、电流等参数，及时发现设备潜在故障隐患，确保设备稳定运行。基于物联网技术将这些分散的感知数据进行整合传输，构建统一的智能感知网络，为车站的运营管理提供全面、准确、实时的数据支持，实现地铁车站高效、智能的运营管理。

2. 应急管理平台

在地铁车站建筑设计中，应急管理平台的关键技术集成应用极为重要。通过开发集成消防报警、应急广播、逃生引导的智慧化管控系统，实现各子系统间高效协同。消防报警系统能精准探测火灾隐患，及时发出警报信号。应急广播可将疏散指令、安全提示等信息迅速传达给站内人员。逃生引导系统借助智能标识、指示灯等，为乘客在紧急情况下规划最优逃生路线。这种集成化设计，打破了各系统间信息壁垒，极大提升应急响应速度与处置效率，确保在突发事件发生时，能快速且有序地引导乘客疏散，保障人员生命安全，减少财产损失，为地铁车站安全高效运营提供坚实技术支撑。

五、总结

通过系统归纳建筑设计方法论与关键技术成果，明确了地铁车站建筑设计的科学路径与技术支撑。提出地下空间开发强度与人防标准动态适配理论，为地铁车站不同环境、不同发展阶段下的建设，提供了兼顾资源利用与安全保障的新思路，实现了地下空间开发与人防功能的有机结合。同时，对智慧运维系统在城市轨道交通网络中的集成应用方向的展望，展现出地铁车站未来发展趋势，通过智能化手段提升运营管理效率与服务质量。这些研究成果不仅完善了地铁车站建筑设计的理论体系，更为实际工程建设提供了科学指导，助力城市轨道交通事业向更高效、安全、智能的方向发展。

参考文献

- [1] 牟新琪. 基于全过程的地铁车站建筑设计管理研究 [D]. 山东大学, 2022.
- [2] 王莹. 地铁车站深基坑施工关键技术研究及监测分析 [D]. 安徽理工大学, 2022.
- [3] 李浩. BIM技术在地铁车站综合管线中的应用研究 [D]. 中国矿业大学(江苏), 2021.
- [4] 李洋. BIM技术在地铁车站空间环境设计中的应用研究 [D]. 苏州科技大学, 2021.
- [5] 谢梦楚. 地铁车站施工安全风险评价与仿真 [D]. 兰州理工大学, 2021.
- [6] 梅鼎. 浅析地铁车站建筑设计的易错问题 [J]. 建材发展导向, 2022, 20(06): 79-81.
- [7] 林艺勇. BIM技术在地铁车站建筑设计中的实践 [J]. 建筑技术开发, 2021, 48(20): 32-33.
- [8] 马腾霄, 邵生俊, 吴昊, 等. PBA工法装配式地铁车站结构设计关键技术研究 [J]. 建筑结构, 2023, 53(S01): 1296-1303.
- [9] 李俊玲, 陈成. 地铁车站建筑设计中防火安全问题的探讨 [J]. 工程建设与设计, 2021, (22): 7-10.
- [10] 黄美群, 杨秀仁, 钟元元, 等. 装配式地铁车站结构接缝防水关键技术研究与应用 [J]. 都市轨道交通, 2023, 36(02): 62-71.