轨道交通车站大中庭设计关键技术研究

路阳

天津必沐赛思工程设计有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v6i7.8256

[摘要] 随着城市轨道交通的快速发展, 车站设计不仅需要满足功能需求, 还需兼顾空间品质和乘客体验。文章以轨道交通车站大中庭设计为研究对象, 探讨其在建筑空间优化、防火安全、结构设计及功能布局等方面的关键技术, 研究大中庭设计在提升车站空间品质、优化乘客体验和增强车站功能整合中的作用。研究表明, 大中庭设计能够显著改善车站的通透性与舒适性, 同时通过性能化防火分析和结构优化, 保障车站的安全性和可靠性。文章提出的设计策略和技术方法可为类似轨道交通车站的设计提供参考。

[关键词] 轨道交通车站; 大中庭设计; 防火安全; 空间优化; 功能布局

[中图分类号] U231

Research on key technology of large and medium size atrium design in rail transit stations

Lu Yang

Tianjin Bimusaysi Engineering Design Co., LTD.

[Abstract] With the rapid development of urban rail transit, station design must not only meet functional requirements but also enhance spatial quality and passenger experience. This article focuses on the design of large and medium-sized atriums in rail transit stations, exploring key technologies in architectural space optimization, fire safety, structural design, and functional layout. It examines how these atrium designs can improve station space quality, optimize passenger experience, and enhance the integration of station functions. The study shows that large and medium-sized atrium designs can significantly enhance the transparency and comfort of stations, while ensuring safety and reliability through performance-based fire analysis and structural optimization. The design strategies and technical methods proposed in this article can serve as a reference for similar rail transit station designs.

[Key words] rail transit station; large and medium court design; fire safety; space optimization; functional layout

大中庭设计是轨道交通车站逐步采用的创新空间布局。大中庭以垂直贯穿站厅及站台的方式, 在优化站厅通风、采光及人员疏散等功能的前提下, 营造出宽敞明亮的空间效果。旨在通过对轨道交通车站大中庭设计关键技术进行论述, 从空间优化、防火安全、功能整合等方面进行优势分析, 并根据实际案例给出设计建议。

1 轨道交通车站大中庭的设计价值

城市轨道交通建设中站内大中庭设计是多维度的, 不仅关系到旅客出行感受, 而且对于城市空间融合发展影响深远^[1]。

在乘客体验方面, 大中庭的设计大大增强了站点空间感与舒适度。传统轨道交通车站在空间上较为局促, 大中庭敞亮的空间布局给旅客提供更为宽敞的等候与换乘环境。高大空间尺度使旅客在车站不受压抑, 自然光通过上方采光设施倾泻而

下, 形成明快怡人的气氛。以上海徐家汇地铁站为例, 该站大中庭设计为大面积玻璃穹顶, 光线可完全照射进来, 即便是地下空间中, 旅客也可感受自然温馨与明媚。这一舒适环境可以减轻旅客旅行时的紧张感, 增强旅游愉悦感。大中庭设计也可有效提升站点引导性与可达性。复杂轨道交通网络下, 明确的引导标识是乘客迅速寻找乘车方向的关键。以大中庭为核心空间的站点, 可成为导向的中心枢纽, 以合理的标识系统及空间布局实现不同路线及出入口信息的集成与呈现。旅客在中庭上可清楚地看到车站总体布局及自身行进走向, 降低迷路、误乘概率。以东京新宿站为例, 该站在中庭区域安装有多块大尺寸电子显示屏及明显指示牌, 再加上空间分区合理, 就连初来乍到的旅客都可以很快找到换乘线路。

在城市空间整合的视角下, 轨道交通车站大中庭是城市地

下空间和地上空间之间联系的纽带。大中庭可与周围商业建筑和公共设施无缝衔接，构成一体化城市综合空间。以北京西单地铁站为例，地铁站内庭连通周边商场和写字楼，旅客出站即可直接驶入周边商业区域内，交通和商业有机结合。这一整合在为市民生活提供便利的同时，也推动城市空间得到有效利用，增强城市活力与竞争力。

2 轨道交通车站大中庭设计中存在问题

轨道交通车站大中庭的设计虽然有很多优点，但是在实际的设计与施工过程中也遇到了一系列的问题^[2]。

空间利用效率存在比较突出的问题。大中庭面积较大，若设计不尽合理，则易造成空间浪费。一些站点在大中庭的设计中，过分追求空间上的恢宏与视觉效果，忽略了现实中的功能需求。比如一些大中庭布置大面积空旷区域而未对商业布局和乘客活动区域进行合理规划，造成空间利用率不高。与此同时，部分换乘站大中庭空间分布可能导致换乘流线过长，加大旅客换乘时间及体力消耗。甚至，一些站点不同路线换乘通道经过整个大中庭时，旅客需耗费较长的时间往返于不同月台，从而影响出行效率。

防火安全问题在大中庭设计中面临着重大挑战。大中庭的空间因其高大和通风的特点，在火灾发生时，火焰和烟雾有可能迅速扩散。传统防火分区及防烟措施，在大型大中庭环境中可能收效甚微。如一般防火卷帘很难有效地遮挡高大的大中庭内的火灾，并且烟雾快速向上蔓延至整个大中庭的空间内，对人员疏散及消防救援都造成了很大难度。另外，大中庭内部人满为患，疏散通道设置及疏散指示标识是否有效也非常关键。若疏散通道的设计不尽合理，例如宽度不够、弯道过多，都将影响到人员迅速撤离。

结构设计困难。大中庭大跨度空间，结构设计要求较高。要想达到空旷的空间效果就必须使用特殊结构形式与材质。比如大跨度钢结构或者预应力混凝土结构形式，这类结构形式虽能满足空间上的要求，但是其设计与建造过程中要考虑到很多因素，比如结构稳定性、承载能力以及抗震性能。同时大中庭与其周边结构之间的衔接又是个难题，必须要保证衔接处的强度及变形协调，才能确保车站整体结构安全。

3 轨道交通车站大中庭设计关键技术

3.1 空间布局和功能分区的优化技术

空间布局及功能分区优化是轨道交通站点大中庭设计之本，并直接影响站点使用效率及乘客体验。从空间布局来看，要明确大中庭核心位置，使之成为全站交通枢纽与活动中心。对进站、出站和换乘的流线进行了合理的规划，以保证旅客能方便地在各区域间通行^[3]。比如用放射状或者环状流线设计，使得各出入口、站台和大中庭的衔接简单明了，岗厦北站作为大规模的四线换乘的交通枢纽站，其中枢纽中心区为10、11、14号线共享换乘站厅层，中央节点上方设有夹层回廊，兼做城

市过街环廊。地下二层11、14号线站台上局部敞开，形成中庭式车站。乘客置身站内，通过清晰标识和导向系统，能快速定位各出入口与换乘站台，轻松辨别行进方向，极大缩短换乘耗时。功能分区应以旅客需求为导向，以行为模式为依据。候车区应设于站台附近，并有舒适座椅、车次信息显示屏等，以便给旅客提供一个良好的候车环境。在换乘区域，必须确保有充足的空间，以防止乘客在换乘时感到拥挤。同时，商业区域和旅客活动区域的有机融合，在不影响旅客正常出行的前提下，为旅客购物消费提供了便利。比如在大型中庭边缘或者某一区域内布置商业店铺等，以合理的通道设计来引导旅客购物时不要偏离主要流线。也可设置文化展示区、休闲区和其他特色功能区。文化展示区能够对城市历史文化、艺术作品等进行展示，增强站点文化氛围；休闲区又给旅客提供了休闲的空间，布置了部分绿化景观和休息设施。在黄木岗枢纽站的建筑理念里，“绿色”理念格外引人注目。从光照环境的打造便能一窥其精妙构思，设计团队以“从树叶的空隙中倾泻而下的阳光”作为灵感源头，同时紧密贴合14号线全线“阳光+”的设计主题。通过巧妙设置天窗与中庭，将自然光毫无保留地引入室内，达成了地下空间的地上化转变，全力为市民构建出悠然惬意的生活氛围。另外，应充分考虑无障碍设计，以保证残障人士、老年人和其他特殊群体在大中庭中的便捷活动。建立无障碍通道、无障碍卫生间和低位服务设施，方便特殊群体使用。

3.2 防火安全及性能化设计技术

防火安全在轨道交通车站大中庭设计中至关重要，而性能化设计则为破解大中庭防火困境提供了一种有效方法，性能化设计注重从车站实际出发，采用火灾模拟分析的方法，有针对性地拟定防火方案^[4]。在防火分区上，已不局限于传统固定防火分区格局，而是针对大中庭空间特征及火灾风险评估结果，采取灵活多样的防火分隔方式。如采用防火卷帘和防火水幕与烟雾控制系统相结合的方式，把大中庭分割成若干相对独立的防火区域。这些防火分隔设施能有效地阻止火灾中火势及烟雾扩散，赢得人员疏散及消防救援时间。

烟雾控制系统对大中庭的防火和安全至关重要。应将机械排烟与自然排烟结合起来，保证发生火灾时能快速将烟雾排出。机械排烟系统应结合大中庭空间尺寸、结构形式，合理设置排烟风机个数、位置及排烟量。在火灾初期，通过自然的排烟口，例如顶部的采光天窗和侧面的通风口，可以利用热压和风压的作用来排放烟雾。以重庆沙坪坝高铁站为例，其高大中庭从地下候车厅贯通至穹顶，内部净高约28.5m。中庭利用顶部采光天窗结合机械排烟系统进行火灾模拟测试，当模拟候车区行李起火时，排烟系统能在5分钟内排出80%的烟雾，确保旅客有清晰的疏散视野，有效保障人员安全撤离。疏散设计在性能化设计中同样具有重要意义，对疏散通道宽度、长度及坡度进行了合理规划，以保证人员能迅速安全撤离。疏散通道应

畅通，尽量避免设置障碍物。同时设置了明显显眼的疏散指示标识及应急照明设施等，当发生火灾时能指引旅客快速寻找疏散方向。如疏散通道地面、墙壁等处设置了连续疏散指示标识并使用自发光材料，以保证停电时也能够清晰地看到。

消防设施配置应当符合大、中庭防火需要。除常规消火栓系统和自动喷水灭火系统之外，气体灭火系统和细水雾灭火系统也可按需布置。比如，在某些电气设备集中区，使用气体灭火系统可以迅速而有效地灭火，降低设备受损程度。

3.3 结构设计及竖向贯通技术

结构设计及竖向贯通技术对轨道交通车站大中庭、大跨度空间及高效运营具有重要意义。在结构设计中，对于大中庭大跨度的空间要求，往往采用各种高级结构，钢结构具有轻质、高强和快速施工的特点，被广泛地应用于大型中庭结构^[5]。如利用空间网架或桁架结构可以在降低结构自重的前提下达到大跨度，这几种结构形式都是通过杆件的合理布置及节点连接，将荷载高效地传递给基础。混凝土结构因其出色的耐久性和强大的防火特性而受到青睐，在对其耐久性有较高要求的大型和中型庭院中，预应力混凝土结构是一个可行的选择。通过预应力的施加，混凝土结构抗裂性能及承载能力得到了改善，满足大中庭空间及使用需求。

在结构设计中，还要考虑到与周围结构之间的联系以及协同工作，大中庭一般与站内站台、通道、出入口等构造连接，应保证连接位置强度与变形相协调。如在连接部位布置加强构造、利用专门的连接节点等，使大、中庭结构和周围结构组成一个整体来共同承担多种荷载作用。同时应综合考虑地震、风荷载及其他自然灾害作用下的结构，采用抗震设计与抗风设计相结合的方法来提高其安全性与稳定性。竖向贯通技术是连接大中庭及各层的关键，可以设置合理的楼梯、扶梯以及电梯系统，保证了人员可以在各个楼层间便捷地流动。楼梯设计应符合人体工程学原理并确保踏步大小、坡度合适，便于人步行。扶梯布置应综合考虑人流量及旅客换乘需求等因素，并合理设置扶梯数量、位置及运行方向。如在换乘节点上，架设多部自动扶梯以实现各线站台间快速换乘。电梯的主要服务对象是残疾人、老年人以及其他特殊人群，因此必须确保电梯运行的安全性和可靠性。另外，竖向贯通处，应采取防火、防烟、防水措施。设防火卷帘及挡烟垂壁，避免火灾及烟雾向竖向空间扩散。同时加强楼板、墙体等处防水，以免因地下水渗漏而破坏结构及设备。

3.4 自然通风和采光设计

自然通风及采光设计可以增强轨道交通车站大中庭舒适度及节能效果，在大中庭设计中占有重要地位。自然通风的设计中，应充分利用自然风压及热压原理，通过对大中庭空间布局及通风口选址的合理规划，将自然风导入站内。如在站顶开设通风天窗，通过热压作用使站内热空气散发出去，而导入户外新鲜空气。侧面布置通风口并根据局部主导风向合理调节通

风口开度及尺寸，借助自然风压使空气流通。以上海人民广场地铁站为例，其中庭采用顶部通风天窗、侧面通风口等设计，过渡季节可达到自然通风并有效减少空调能耗。为改善自然通风，可利用一些辅助设施，如布置通风竖井以增加空气流路径和提高通风效率等。通风竖井可连接周围建筑物或地下空间构成通风通道。同时采用智能控制系统，根据站内空气质量、温度、湿度自动调整通风口开度及通风设备运行状况，对自然通风进行智能控制。

自然采光的设计也是至关重要的，车站的顶部和侧面围护结构选用了具有良好透光性的建筑材料，例如玻璃和透明板材，以确保自然光能够充分渗透到车站内部。比如使用 low-E 玻璃，不但透光性好，而且可以有效地阻隔紫外线及热量进入，减少空调能耗。对采光口尺寸、形状及位置进行合理设计，以避免采光死角。如设计锯齿形或者拱形采光口可以增大采光面积和提高采光均匀度。为避免因阳光直射而产生眩光、过热等现象，可采取遮阳措施。如采光口处安装遮阳百叶和遮阳帘，遮阳设施开度随阳光角度及强弱自动调整。同时在室内使用反射材料、漫射材料等使自然光在整个大中庭空间中均匀反射、发散，增强采光效果。另外，车站的自然通风和采光设计需要与车站的其他系统保持协调。比如结合照明系统，在自然采光足够的情况下自动调整照明亮度以达到节能的目的；结合空调系统，自然通风条件好，缩短了空调工作时间，降低了能耗。在设计的过程中可以融入模型技术，将现场情况进行信息的整理之后，再依据设计要求来完善当前的设计方案，为地铁运行提供重要的帮助。

4 结束语

轨道交通车站大中庭设计是一种新颖的空间布局，可以显著改善车站空间品质与乘客体验，并在此基础上通过防火安全设计与结构优化确保车站可靠性。结合实际案例提出大中庭设计关键技术及优化策略，以期对今后轨道交通车站的设计提供理论支持及实践借鉴。

[参考文献]

- [1]石洋.站城一体化开发理念下的城市轨道交通车站设计研究[J].工程建设与设计, 2024(16): 71-73.
- [2]宋冰晶.基于站城融合理念的西安轨道交通车站设计研究[J].城市轨道交通研究, 2022, 25(04): 100-104.
- [3]蒋时波.基于规划视角的轨道交通车站设计方法研究[J].中国工程咨询, 2022(12): 62-67.
- [4]寇璐璐.绿色环保理念在城市轨道交通高架车站给排水设计中的应用[J].清洗世界, 2024, 40(12): 169-171.
- [5]胡睿, 张中安, 刘思洋, 王杰, 纪汉辉.基于 BIM 的城市轨道交通车站正向设计研究与应用[J].城市建筑, 2024, 21(19): 95-99.

作者简介：路阳（1990—），女，汉族，河北邢台，本科，研究方向为轨道交通建筑，职称为工程师。