

长沙火车站东广场城际线与轨道交通换乘提升研究

袁帅

中铁第四勘察设计院集团有限公司

摘要：长沙火车站集普铁、高铁、城际、轨道交通于一体的综合交通枢纽，由于建设时序的不一致，铁路站房先建、轨道交通地铁2号线后建，受运营组织、安检等级等因素影响，无法实现便捷换乘。结合长沙火车站东西广场综合提质改造，同步进行东广场城际线与轨道交通的换乘提升研究，通过设置专用换乘通道，优化与地铁的免安检换乘设计，实现两者之间的换乘便捷、设施互联、信息共享，同时做到缓解该区域交通压力，降低该区域安全隐患，提升城市形象，为今后类似轨道交通项目建设应用提供参考。

关键词：轨道交通；城际；长沙火车站；免安检

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.06.052

一、研究背景

长沙火车站是集多种交通于一体的综合交通枢纽，每日出行的旅客多达上万名，长沙火车站东广场现状地铁锦泰广场站与城际长沙火车站之间功能上相互独立，两者之间主要通过地面斑马线与地铁4号出入口进行换乘，人车混行，存在较大的安全隐患。同时该地铁出入口净宽仅为4.0m，出入口楼梯至车站站厅的距离约为23m，站厅内用于乘客安检空间约100m²，设置两台安检机，遇节假日高峰客流，乘客排队安检至站外，换乘通过能力极为紧张，碰到极端天气，乘客忍受旅途辛苦的同时还需经受日晒雨淋，换乘效率较低。

因此，为解决长沙火车站城际与地铁2号线锦泰广场站之间换乘现状问题，在符合国家产业政策和长沙市城市建设总体规划前提下，研究在城际站与地铁锦泰广场站之间建设一处专用免安检换乘通道。

二、研究意义

（一）实现免安检换乘

项目的实施对加快推动城际铁路与轨道交通的融合建设，构建运营管理和“一张网”，实现设施互联、票制互通、安检互认、信息共享、支付兼容重要意义。

（二）缓解该区域交通压力及安全隐患

项目区域周边有居民区，是人流车流密集区域，据不完全统计，目前地铁2号线锦泰广场站日平均进出站客流接近5万人次，节假日及节前客流高峰，单日进出站客流超过8.5万人次，小时高峰客流近8000人次。目前市民需从地面穿越锦泰广场并横穿站前机动车道进行换乘。随着长沙市社会经济的发展，以及对外交流沟通能力的增强，火车站东广场交通压力将进一步扩大。新建专用换乘通道将行人与车辆分离，可缓解高峰时期道路的拥堵，在一定程度上能缓解长沙火车站东广场的交

通压力，同时也能降低交通安全隐患。

三、换乘通道设计方案

（一）总体设计思路

本项目连接城际长沙火车站及地铁2号线锦泰广场站，对周边交通环境影响至关重要。主要设计原则下：

- （1）免安检换乘；
- （2）缓解该区域交通压力；
- （3）降低该区域安全隐患；
- （4）顺应国家道路交通设施发展和改革趋势；
- （5）提升城市形象；
- （6）简洁明快，美观、且与周围环境和谐统一；
- （7）施工方便，工期短。

（二）换乘通道总体设计

1. 工程方案比选

城际长沙火车站和地铁2号线锦泰广场站两者之间功能上相互独立，城际出站厅位于地面一层，地铁站厅层位于地下一层，因此本工程的专用换乘通道连接方式有地面风雨廊天桥和地下换乘通道两种，方案选取时应考虑施工方便、方便乘客快速换乘进出站、现场实际情况、节约工程总投资等方面综合考虑。

（1）地下换乘通道方案：

方案优势在于不影响城市道路净空，可有效的缓解节假日地铁4号出入口与城际换乘能力紧张的情况，并且使用率相对天桥更高，对城市景观影响小，同时碰到极端天气，老百姓无须忍旅途辛苦的同时还需经受日晒雨淋，实现乘客地下通道快速便捷换乘城际与地铁，缓解地面交通压力，实现人车分流，缓解地面换乘不便捷的问题，但其劣势在于造价相对地面风雨连廊天桥较高。

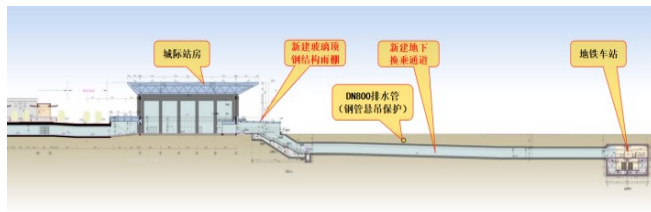


图1 推荐方案通道剖面示意图

（2）地面风雨廊天桥方案

但其优点主要在于施工方便，易于控制，造价相对较低。劣势主要集中于利用率不高，进出口踏步级数相对过多，对地面景观影响较大，旅客需通过楼扶梯先上到天桥再下到地面，乘车体验感较差，同时不能解决节假日地铁4号出入口与城际换乘能力紧张的需求。



图2 比选方案鸟瞰效果示意图

综合多方因素比选，本工程推荐采用地下换乘通道方案。

2. 换乘通道建筑方案

(1) 总平面设计

项目位于长沙火车站东广场，为地下一层建筑。通过对城际与地铁换乘出行方式调研，确定本工程地下换乘通道结构净宽8米，装修完成后净宽为7.5米，按双向混行计算，通道通过能力为： $3200 \times 7.5 = 24000$ 人/小时，考虑安全、舒适、节假日与其他突发因素，以及发展趋势要求，本通道结构净宽8米，装修完成后净宽为7.5米通过能力满足能满足突发情况下客流通行需求。

本通道工程长约169m，通道外包总高为4.95m，结构净高为3.65m，外包总宽为9.2m，结构净宽为8m，建筑面积约为1851m²。通道连通城际长沙火车站出站厅和地铁2号线锦泰广场站站厅层。

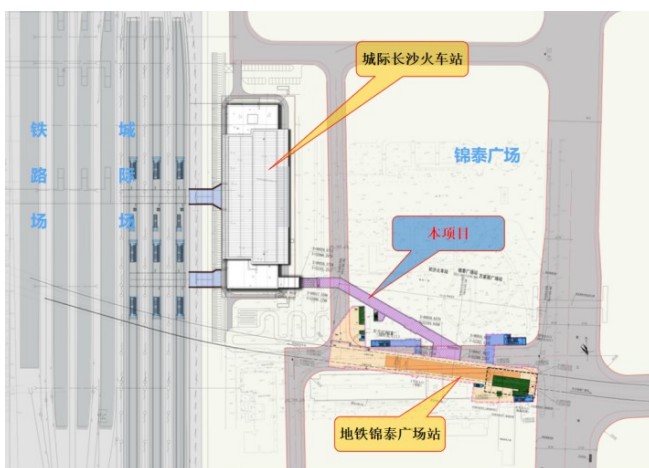


图3 推荐方案总平面图示意图

(2) 平面布置

对既有城际站房出站厅及地铁车站进出站闸机进行改造，在城际出站闸机与地铁2号线锦泰广场站站厅层付费区之间形成封闭免安检通道，近期城际换乘地铁可实现免安检换乘，预留远期长株潭城际实现公交化运营后实现双向免安检换乘条件，城际到达旅客可免安检直接购票搭乘地铁，地铁换乘城际旅客从城际出站厅前继续往北步行约50m到达城际候车厅乘车。

通道考虑双向换乘人流，通道净宽为7.5米，单向通过净宽分别为3.75米，后期可根据运营组织需要灵活

处理。本通道长度超过100米，根据相关规范要求，需设置安全疏散楼梯及防排烟所需的机房及风井，根据场地情况，在通道中部原地铁锦泰广场1号风亭旁设置出地面安全疏散楼梯及新排烟井。

(3) 竖向设计

城际出站厅前广场绝对标高为33.770m，地铁站厅层地面绝对标高为24.360m，两者高差约为9.41m，通道内设置2.5%的地面找坡至楼扶梯处，再设置提升高度约7.8m的楼扶梯，解决城际出站及候车厅与地铁站厅之间的高差，通道顶板最浅覆土约3.15m，最厚覆土约4.9m，平均覆土约4.0m。

3. 换乘通道结构方案

(1) 围护结构方案

本项目基坑紧邻既有运营2号线锦泰广场站，与车站4号出入口、2号风亭基坑最近距离仅2.1m，与既有城际站房最近距离5m，周边环境复杂，其下土层分别有杂填土、素填土、淤泥质黏土、粉质黏土、圆砾、强风化泥质粉砂岩、中风化泥质粉砂岩，底板主要位于圆砾层、黏土层。基坑深度11m，既有线保护要求极高，建设风险较大。在围护结构施工及基坑开挖过程中，对既有结构可能造成的影响需要精细计算、精准把控。通过多方案比选，兼顾结构安全控制及经济性，选用钻孔灌注桩+两道内支撑的围护方案，加强围护结构刚度。结合地下水文条件，采用旋喷桩落底式止水帷幕+坑内疏干降水方案，满足基坑施工要求，同时避免地下水位变化对既有结构的不利影响。此外，针对临近既有结构区域，采取袖阀管注浆措施，以加强临近区土体强度，减小土体及基坑变形，确保结构安全可控、变形影响较小。通道爬升出地面段临近城际站房区域，通过钢板桩围蔽施工，结合袖阀管注浆+土体换填方案，有效避免对既有站房基础及结构的不利影响。精细化结构设计风险管控方案，完美实现了紧邻既有运营地铁车站结构及临近既有城际站房结构安全控制。

(2) 主体结构方案

根据本地下换乘通道的施工工法及建筑布置，主体结构为地下一层一跨钢筋混凝土框架结构，主要尺寸的拟定结构顶板厚700mm，结构底板厚700mm，结构侧墙宽600mm。顶、底板与侧墙形成闭合矩形框架，基础设计等级为甲级。本着防水与结构并重的原则，采用内衬墙与围护结构间设置柔性防水层的复合墙结构。

(3) 与2号线锦泰广场站主体接口专项设计

本项目对既有车站侧墙接口改造跨度达到25.2m。通过对顶板覆土进行影响区域卸载结合板下密布钢支撑临时支顶措施，对接口区域进行分段凿除，凿除顺序合理设计，按“先两边，后中间”、“凿除、支顶、浇筑”等思路，严控凿除范围，有力确保接口改造施工期风险。在接口改造后的侧墙洞口范围布置一定的结构柱，并将接口区的受力薄弱环节进行科学的结构体系布置，合理采用“并柱悬挑L梁结构”，对通道侧设置刚度较大的接口框架梁柱体系，悬挑L型牛腿结构，分担既有车站结构顶板等传递的荷载，减少主受力构件植筋，确保改造后的结构体系安全、耐久性有保障。此

外, 接口改造区渗漏水是此类工程难以克服的难点问题。按“堵排结合”的思路, 合理考虑接口改造区防水处理及引排水措施, 设置合理的特殊施工缝防水措施, 设置堵水防线, 并考虑通畅的引排水通道, 对难以避免的渗漏水进行汇集引排, 避免无序渗漏水。

4. 换乘通道主要机电方案

(1) 暖通设计方案

经核实, 原锦泰广场站的冷负荷计算值为900kW, 未预留本通道的冷负荷需求。本次设计, 通道内空调采用多联机。通道内布置14台制冷量为14kW的多联室内机, 吊式安装。锦泰广场地铁站大系统正常运行时, 开启通道内设置的风机盘管, 对该区域进行送冷风降温。风机盘管要求由BAS实现统一启停控制。

本通道面积为1838m², 共划分为5个防烟分区, 排烟量按60m³ / (h · m²) 计算, 任意两个相邻防烟分区的排烟量之和的最大值为42360m³ / h。通道总面积1838m², 计算冷负荷为184kW。

通道中部设有独立的排烟机房和补风机房, 排烟机房内布置一台排烟风机 (PY-01、风量Q=42360m³ / h、P=900Pa、N=22kW), 补风机房内布置一台补风机 (BF-01、风量Q=21180m³ / h、P=500Pa、N=5.5kW), 通道发生火灾时两台风机同时开启。

(2) 给排水及消防设计方案

①消防系统

本通道消火栓管网由锦泰广场地铁站消防环网上接出, 需在锦泰广场地铁站既有消防环网上开T。锦泰广场地铁站消防水源采用城市自来水, 由车站两端市政给水管网分别接出1路DN150供水管至站内, 消防用水量为20L/s, 市政水压为0.25MPa, 经计算, 本通道消火栓系统最不利点需要水压为0.23MPa, 市政水压满足消防供水压力的要求。

消火栓的布置确保通道内任何部位均有两支水枪的充实水柱同时到达, 每一股水柱流量不小于5L/s, 水枪的充实水柱长度不小于10m; 室内消火栓栓口均为DN65, 水枪喷嘴直径为19mm, 每根水龙带长度为25m, 栓口距地面或楼板高度为1.1m。

②排水系统

本通道楼扶梯底部设置有集水井, 集水池设2台潜污泵 (Q=15m³ / h, H=15m, N=2.2kW), 平时一用一备, 最大水量时两台同时启动。

风亭底部设置有集水井, 集水池设2台潜污泵 (Q=10m³ / h, H=16m, N=2.2kW), 平时一用一备, 最大水量时两台同时启动。

根据通道内建筑找坡设计, 通道人防门外侧设置有集水井, 集水池设2台潜污泵 (Q=10m³ / h, H=16m, N=2.2kW), 平时一用一备, 最大水量时两台同时启动。

(3) 动力照明设计方案

换乘通道用电负荷由地铁的降压变电所供电, 锦泰广场站设计了2台1600kVA的变压器, 目前设计负荷率为62%, 本工程共需242kW容量, 车站可以满足本工程新增用电要求。供电范围为换乘通道内所有动力照明用电,

动力照明系统采用三相四线制配电方式, 并采用TN-S型接地保护系统。动力配电以放射式配电为主、树干式配电为辅, 应急照明宜采用自带蓄电池灯具, 蓄电池容量应满足正常工作时间不小于90分钟。

(4) 火灾自动报警系统设计方案

在通道内设火灾自动报警系统, 进行火灾探测、报警, 并接入既有锦泰广场火灾自动报警系统内, 由锦泰广场车站控制室对通道进行管理。

(5) 环境与设备监控系统设计方案

根据机电设备监控要求及便于管理、维护、节能的需要, 考虑在通道内设置环境与设备监控系统, 对通道内的通风、照明、扶梯、水泵等设备进行监控, 以达到节省能源、节省人力、提高整体管理水平的目的。

(6) 综合监控系统设计方案

本换乘通道监控系统采用先进的视频编解码技术、网络传输技术、海量存储管理技术、高清视频采集传输和高清视频显示技术。结合成熟主流的视频监控技术, 采用全IP网络化构架, 部署固定治安监控摄像机点位, 视频接入至长沙市平安城市网络中, 实现全方位、立体化的城市数字化、网络化和智能化视频监控。另为监控系统配备半小时UPS, 以保证电力供应被人为破坏时仍能保证一定的监控功能。

四、结语

本文结合长沙火车站东广场城际线与轨道交通换乘提升方案研究及具体实践, 通过对本工程控制点的梳理, 制定了合理可行的技术措施, 根据收集到的工程控制点基础资料, 对本工程各专业方案的设计内容进行了深入、详实的优化分析, 针对换乘方案做了大量的研究工作, 并进行了多方案比选论证, 选择了两者之间最优的换乘方案。既提高了工程的可实施性, 降低了工程的建设风险, 又合理的保证了地铁与城际主要免安检换乘的覆盖, 还节省了工程造价。为今后类似工程项目建设应用提供参考价值。

参考文献

- [1] 何震子, 韩寒, 杨家文. 深圳北站国铁与地铁安检互认的换乘效率提升研究[J]. 城市轨道交通研究, 2021 (03).
- [2] 田涛. 以洛阳火车站枢纽为例分析免安检设计[J]. 山西建筑, 2020 (08).
- [3] 蒋宝华. 安检互认视角下城市轨道交通安检优化研究[J]. 中国人民公安大学, 2020 (10).
- [4] 李翔宇, 单镜祎, 崇志国. 城市立体化视角下的地下综合交通枢纽换乘体验提升策略研究——以北京城市副中心站综合交通枢纽为例[J]. 新建筑, 2020 (12).
- [5] 刘尔辉, 夏荷香, 胡啸, 谭明基. 铁路至城市轨道交通单向免安检条件下换乘效率提升评价[J]. 铁道标准设计, 2023 (04).

作者简介: 袁帅 (1989—), 男, 毕业学校: 石家庄铁道大学, 建筑学, 工程师, 轨道交通车站建筑设计研究工作。