

# 结合周边商业建筑的北京地铁国贸站 换乘一体化改造方案

王昊宇<sup>1</sup> 白海卫<sup>2</sup> 王剑晨<sup>2</sup> 潘 婷<sup>2</sup>

(1. 北京城建集团有限责任公司, 100037, 北京; 2. 北京城建设计发展集团股份有限公司, 100037, 北京)

**摘 要** [目的] 北京地铁国贸站换乘已不能满足当前客流需求, 存在较大安全隐患, 有必要结合周边商业建筑研究该站的换乘一体化改造方案。[方法] 从安全性、舒适性、便捷性、可行性 4 个方面分析了既有地铁换乘面临的问题, 针对既有问题, 基于将地铁换乘改造与周边商业建筑改造更新需求相结合的改造思路, 提出不同的改造方案。经比选, 选择新建通道+新建换乘大厅方案的换乘一体化改造方案作为实施方案。详细阐述了实施方案的设计要点, 对实施方案的火灾和疏散情况进行了消防模拟, 针对工程施工重要风险点, 提出了工程保护措施。[结果及结论] 北京地铁国贸站换乘一体化改造方案结合了周边商业改造升级的需求, 提高了地下空间一体化程度, 使得换乘的舒适性、安全性及便捷性均大幅提升。消防模拟结果验证了一体化改造方案的消防安全性。对新建通道与既有结构的连通, 提出了“超前注浆加固先行、初衬优先封闭、停运期间实施”的措施; 对下穿的既有桥梁, 提出“主动注浆预加固、被动支顶”的加固措施。

**关键词** 地铁车站; 换乘改造; 城市更新; 一体化

**中图分类号** U231.4

**DOI:**10.16037/j.1007-869x.2025.04.008

## Integrated Transfer Renovation Scheme for Beijing Subway Guomao Station Combined with Surrounding Commercial Buildings

WANG Haoyu<sup>1</sup>, BAI Haiwei<sup>2</sup>, WANG Jianchen<sup>2</sup>, PAN Ting<sup>2</sup>

(1. Beijing Urban Construction Group Co., Ltd., 100037, Beijing, China; 2. Beijing Urban Construction Design & Development Co., Ltd., 100037, Beijing, China)

**Abstract** [Objective] The transfer system at Beijing Subway Guomao Station can no longer meet the current passenger flow demands and poses significant safety hazard. It is necessary to study an integrated transfer renovation scheme for the station that takes surrounding commercial buildings into account.

[Method] Problems faced by existing subway transfer are analyzed from four aspects: safety, comfort, convenience, and feasibility. Regarding existing issues, different renovation

schemes based on renovation idea by combining subway transfer renovation with the renovation and renewal needs of surrounding commercial buildings are proposed. After comparison, the integrated transfer renovation scheme of the new channel + new transfer hall is selected as the implementation scheme. Its design points are elaborated in detail, and the fire and evacuation conditions of the implementation plan are simulated. Engineering protection measures are proposed for the important risk points in project construction. [Result & Conclusion] The integrated transfer renovation scheme for Beijing Subway Guomao Station combines the renovation and upgrading needs of the surrounding commercial, through enhancing the degree of underground space integration, greatly improves transfer comfort, safety and convenience. The fire safety of the integrated renovation scheme are verified by fire simulation results. For the connection between the newly built passageway and the existing structure, measures of "advance grouting reinforcement first, primary lining priority closure, and implementation during shutdown" are proposed; for the existing bridges passed through by the new passageway, the reinforcement measures of "active grouting pre-reinforcement and passive top support" are proposed.

**Key words** subway station; transfer renovation; urban renewal; integration

近年来,我国多座城市既有换乘站的换乘能力已经不能满足新时期的城市功能需求,有必要进行改造。文献[1]提出增加换乘通道,以提升北京地铁呼家楼站的换乘能力。文献[2]提出加宽站台等措施来提升北京地铁大屯路站的运力。而这些换乘站改造以地铁换乘功能提升为重点,在换乘量的空间和视觉提升、土地价值的综合利用方面提升尚不充分。

本文以北京地铁国贸站(以下简称“国贸站”)换乘改造为具体案例,系统性地研究既有换乘站存在的安全风险,并结合周边地块的更新改造条件,

通过多方案比选,提出将地铁换乘功能提升与中国国际贸易中心(以下简称“国贸中心”)C区域及G区域(以下简称“CG区”)地下空间更新改造进行一体化设计的综合升级改造方案。

## 1 国贸站现状及存在的问题

### 1.1 国贸站现状

国贸站是1号线与10号线的换乘站,位于国贸中心CBD(中央商务区)核心区。其中,1号线车站部分沿建国路(东长安街)呈东西向布置,为地下3层岛式车站;10号线车站部分沿东三环城市快速路呈南北向布置,为地下2层分离岛式车站。两车站呈“┌”状布设,10号区间隧道在1号线站端东侧的区间隧道下方下穿通过。国贸站的站位如图1所示。

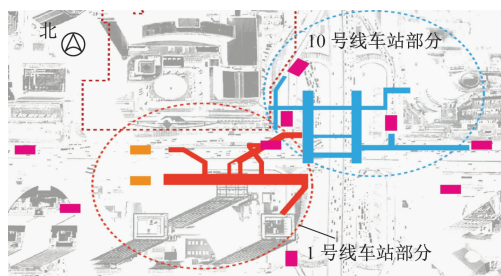


图1 国贸站的站位图

Fig. 1 Site map of Guomao Station

位于国贸立交桥西北角的换乘通道实现了国贸站的换乘功能。该地下换乘通道为双向换乘通道,位于国贸立交桥的西北角下方,通道长度约为155.0 m,中间设置1个紧急疏散口。换乘通道的楼扶梯设置于邻近1号线侧。国贸站换乘通道现状如图2所示。高峰时换乘量突破了2万人次/h,远超过了设计阶段的预测客流。国贸中心CG区位于既有地铁换乘通道的西北侧,早在2013年国贸中心就启动了CG区的升级改造工作。

### 1.2 存在问题

1) 既有地铁安全运营风险极高。国贸站地处CBD核心区,是北京地铁换乘量最大的换乘站之一。近年来,国贸站换乘量逐年攀升,导致换乘通道极为拥堵,尤其是换乘通道楼扶梯区域存在较大安全隐患,为地铁的安全运营带来极大风险。

2) 既有地铁换乘舒适性较差。当前换乘通道为全地下封闭式通道,内净宽度仅为8.5 m,且为双向换乘,高峰时段客流非常密集,通道内乘客摩肩接踵,通行舒适度较差。

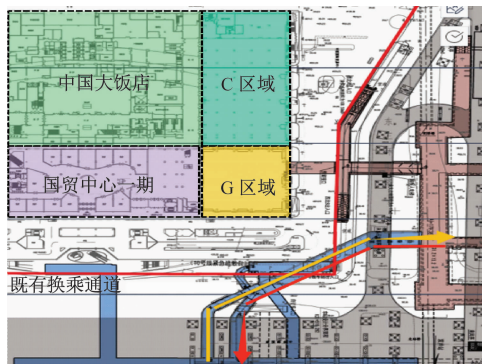


图2 国贸站换乘通道现状示意图

Fig. 2 Schematic diagram of transfer channels at Guomao Station

3) 既有地铁与紧邻建筑的互通性、便捷性不足。国贸站目前只有西北出入口与国贸中心地下连通。若乘客要进入周边其他商业楼和办公楼,都须出站到地面,再进入相应楼宇。可见,地下空间的一体化连通程度较低。

4) 从图1的站位情况可以看出,1号线和10号线的换乘功能改善只能在国贸站内“┌”形区域内侧解决,即只能在目前换乘通道所在区域进行改造,改造空间受限。

## 2 改造方案

针对国贸站现状及存在的问题,本文在充分分析地铁自身条件和周边条件的基础上,以提升换乘功能为重点,结合周边商业地下空间更新改造进行一体化设计,努力提高土地价值的综合利用,提出2套改造方案。

### 2.1 方案一

方案一为增设换乘通道方案。本方案立足于既有地铁用地范围的市政用地,结合国贸站当前条件和客流数据,新增1条换乘通道,力争解决最为迫切的换乘需求无法满足问题。方案一平面示意图如图3所示。

新增换乘通道从10号线车站西站厅中南部位位置接出,宽度与既有换乘通道同宽(8.5 m),通道往西平坡走行约40.0 m后转向南,与既有换乘通道平交相接。之后往东错13.5 m,继续往南约10.0 m后,转向西南方向与既有换乘通道平行,该段通道内底标高下降4.5 m,设置1组6.5 m宽的楼梯和1部2.0 m宽的扶梯。受国贸立交桥桩基础影响,通道将分为2个宽度为5.0 m的分支通道,紧贴下穿1号线车站部分,破除车站底板,进入1号线车站站

台。在北京地铁磁器口站及车公庄站等改造项目中,已成功应用类似换乘改造,在对既有运营线路影响不大的前提下,提高了换乘服务水平<sup>[3]</sup>。

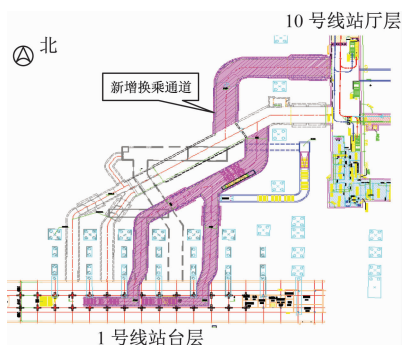


图3 方案一平面示意图

Fig. 3 Schematic plan diagram of Scheme I

## 2.2 方案二

方案二为新建通道+新建换乘大厅方案,总平面如图4所示。本方案结合周边城市更新用地,打破传统土地权属的限制,将国贸中心CG区的更新改造与地铁换乘改造相结合,提出换乘一体化改造方案。在国贸中心用地范围内新建1座中庭式地下4层的综合换乘大厅,其中地下1层和地下2层既能承接原有商业的改造扩张需求又能连通既有周边商业的廊桥和扶梯,地下3层和地下4层用于地铁换乘。在换乘大厅地下4层的东侧,新建2条通道(图4中的通道①、通道⑤)用于连接10号线;在换乘大厅地下3层的南侧,新建3条通道(图4中的通道②、通道③、通道④)用于连接1号线。该方案可消除换乘安全隐患,改善换乘条件。

方案二空间示意图见图5。方案二将废除既有1号线东北出入口地面部分,将出入口从地下通过通道⑥直接接入换乘大厅地下3层,并通过楼扶梯提升进入地下1层、地下2层的商业,进而通过新建的换乘大厅进行客流集散。

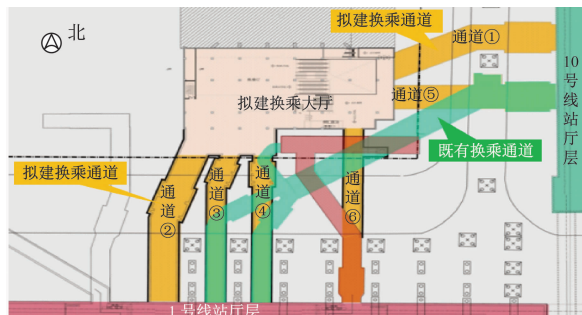


图4 方案二总平面示意图

Fig. 4 Schematic overall plan diagram of Scheme II

从换乘安全性角度来看,该方案在原换乘通道宽度的基础上,新增一条8.5 m宽的换乘通道,该通道单向通行能力为3.4万人次/h;楼梯宽度由原来2.5 m增加到4.2 m,扶梯由改造前的2部增加为8部,若1.0 m宽扶梯通行能力按6 000人次/h计算,则单向4部扶梯的通行能力为2.40万人次/h,大于远期客流预测需求(1.52万人次/h)。方案二空间示意如图5所示。由上述分析可见,改造后客流通行能力大大提升,有效降低了换乘风险。

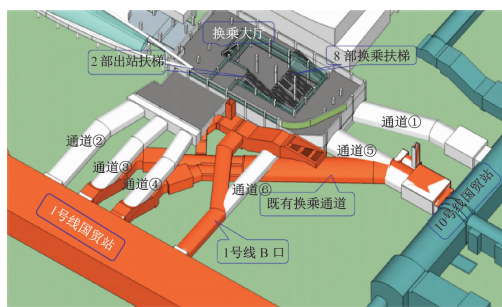


图5 方案二空间示意图

Fig. 5 Space schematic diagram of Scheme II

从换乘舒适性角度来看,方案二通过短通道将换乘客流引入换乘大厅。换乘大厅中庭部分地下1层至地下3层通高,并设置了采光屋面引入自然光,能有效避免长距离幽闭空间给乘客带来的心理焦虑,极大地提升了换乘舒适性。换乘大厅效果图见图6。



图6 换乘大厅效果图

Fig. 6 Rendering of transfer hall

从乘客便捷性角度来看,方案二利用中庭式换乘大厅与原国贸中心地下商业空间对接,在地下2层和地下1层设置连通商业的廊桥和扶梯,使换乘大厅不仅作为地铁换乘的通廊,也作为地下空间客流集散和流转的空间。换乘大厅利用不同高程分别组织地铁换乘客流、进出站客流和商业客流,使各类客流互不交叉,功能互不干扰,极大地提升了乘客通行的便捷性。

2.3 方案比选

两方案进行比选,相应比选指标如表 1 所示。由表 1 可以看出,两个方案均可以满足地铁远期换乘量的需求。与方案一相比,方案二工程投资更大、施工工期更长、施工风险更高,但方案二采用换

乘大厅并将自然光引入,提升了换乘的舒适性,同时增加了与国贸中心地下空间的互连互通性,改善了地下交通系统的便捷性,更加符合城市更新的理念和要求。综合考虑多方面因素,本文推荐方案二作为实施方案。

表 1 方案比选指标  
Tab.1 Indicators for scheme comparison and selection

方案	改造效果			施工风险	施工工期/月	工程投资/万元
	安全性	舒适性	便捷性			
方案一	满足远期客流需求	仍为纯地下通道换乘,未改善舒适性	仅具备换乘功能	高	10	11 087
方案二	满足远期客流需求	地下通道 + 中庭式换乘大厅,舒适性明显改善	集换乘、进出站、商业互连互通于一体,便捷性明显提升	高	24	23 161

2.4 一体化改造方案的设计要点

2.4.1 消防设计要点

改造方案的中庭设置在换乘通道中部,主要提供地铁乘客换乘通行功能,兼具进出站功能。现行的规范对此类建筑与商业的防火分隔要求尚没有明确规定,须进行特殊消防设计分析。

特殊消防设计是基于目标的设计,若使用者撤离到安全地带所花的时间  $t_{\text{escape}}$  小于火势发展到超出人体耐受极限的时间  $t_{\text{risk}}$ ,则表明满足人员生命安全的要求<sup>[4-5]</sup>。即保证安全疏散的判定准则为:

$$t_{\text{escape}} < t_{\text{risk}} \tag{1}$$

1) 防火分区设置。结合规范的有关规定及使用功能,将换乘通道和换乘大厅共划分为 8 个防火分区。其中,换乘大厅用于换乘部分的地下 3 层和地下 4 层,5 条用于换乘的通道(图 4 中通道①—通道⑤),以及用于进出站的通道⑥(即改造后的东北出入口)划分为 1 个防火分区,面积约为 4 995 m<sup>2</sup>,其中换乘大厅面积约为 3 514 m<sup>2</sup>。其余防火分区及分隔设施均按照规范有关条款规定进行设置,例如,地下 4 层和地下 3 层的设备用房区独立设置防

火分区,不同防火分区之间采用 3.0 h 防火墙与甲级防火门进行分隔。

2) 火灾场景分析。设计火灾场景通常应根据最不利原则选择火灾风险较大的火灾场景作为设计火灾场景。本文选取 4 处火源位置,分别位于地下 4 层非付费区、地下 3 层付费区、地下 3 层非付费区和地下 1 层非付费区,设计火源功率均为 2.0 MW,火灾类型均为行李火灾。火灾场景下均采用机械排烟和机械补风。

3) 疏散安全性分析。火灾分析和疏散分析分别采用 FDS(火灾动力学模拟工具)软件和 STEPS(瞬态疏散和步行者移动模拟)软件进行模拟,具体模型和参数囿于篇幅不再赘述,以火源位于地下 3 层非付费区及地下 1 层非付费区,以及人员所在区域的地下 3 层和地下 4 层为例,进行火灾场景下人员安全性分析,结果见表 2。

由表 2 可知,在最不利的火灾场景与疏散场景下,实施方案中拟采用的消防设施设计仍可确保相关人员疏散的安全性,说明消防设计方案可行。

表 2 火灾场景下人员安全性分析表  
Tab.2 Personnel safety analysis table in fire scenarios

火灾场景		$t_{\text{escape}}/\text{s}$	$t_{\text{risk}}/\text{s}$	安全判定
火源位置	人员所在区域			
地下 3 层的非付费区	地下 4 层	59	> 1 200	安全
	地下 3 层	455	> 1 200	安全
地下 1 层的非付费区	地下 4 层	536	> 1 200	安全
	地下 3 层	525	> 1200	安全

### 2.4.2 重要风险点的工程保护措施

本工程具有多个高等级风险源。其中,对既有换乘通道和既有车站的结构改造,以及通道暗挖穿越国贸立交桥桩基础,均是影响既有地铁和桥梁安全的重要风险点。

1) 新建通道与既有换乘通道连接处的既有结构改造:在新建通道暗挖施工临近既有通道时对其周边土体进行注浆预加固;加固土体达到强度要求后,进行新建通道暗挖施工;开挖至既有通道侧墙处时,将新建通道初次衬砌(以下简称“初衬”)与既有通道初衬连接,从而实现新旧结构的初衬结构封闭;初衬封闭后,在施作新建通道二次衬砌过程中,随做随拆除既有通道初衬及二次衬砌。

2) 新建通道与既有车站结构连接处的既有结构改造:首先,在新旧结构连接处设置变形缝,以应对由于二者结构刚度不同而可能产生的不均匀变形;其次,在新旧结构接口处的顶板、侧墙部位施作加强环梁,须凿除既有结构初衬、二次衬砌混凝土,并保留部分二次衬砌钢筋,与洞口加强环梁整体现浇。底板下方为站台,为减小对车站结构及运营的影响,新旧结构底板采用植筋连接。新旧结构连接处变形缝和开洞施工均需要在地铁夜间停运期间进行。

3) 下穿桥梁施工要点。从主动防护和被动调整两个方面分别对国贸立交桥的桥梁下部结构和上部结构采取安全防护措施。主动防护方面:从地面对受影响的桥桩进行注浆预加固,提高基桩周围土体强度。被动调整方面:充分考虑受影响段桥梁上部结构的受力特征,对既有桥梁预设地面支顶体系,根据施工期间桥梁变形监测情况实时调整支顶体系对桥梁上部结构的支顶力,确保桥梁安全使用。

## 3 结语

本文以北京国贸站为例,结合国贸中心地区城市更新改造条件,系统性地研究了换乘改造综合方案:

1) 从安全性、舒适性、便捷性、可行性 4 个方面分析了既有地铁换乘站面临的问题,并提出两套设计方案。通过方案比选,推荐将与紧邻城市更新地块改造相结合的综合改造方案作为实施方案,一体化解决客流的安全性、舒适性和便捷性。

2) 提出从城市更新的角度对既有地铁进行改

造的思路,改造方案可兼顾解决城市更新的目标和地铁改造的实际需求,可利用有限的资源实现效益的最大化。

3) 提出了新建中庭式换乘大厅改造实施方案,并在规范中无明确规定的前提下,对实施方案进行了特殊消防设计分析;分别采用 FDS 软件和 STEPS 软件对火灾和疏散进行了模拟分析,验证了实施方案的消防安全性。

4) 针对既有桥梁和地铁重要风险点,对既有地铁连通,提出“超前注浆加固先行、初衬优先封闭、停运期间实施”的改造思路;对下穿既有桥梁,提出“主动注浆预加固、被动支顶”的加固方案。

## 参考文献

- [1] 崇志国. 北京地铁呼家楼站换乘方案研究[J]. 铁道标准设计, 2014, 58(10): 105.  
CHONG Zhiguo. Research on Beijing Metro Hujialou transfer station program[J]. Railway Standard Design, 2014, 58(10): 105.
- [2] 余盼晴. 北京地铁 15 号线大屯路东站换乘改造分析[J]. 铁道建筑技术, 2018(6): 72.  
YU Panqing. Analysis on renovating Datunlu East Station of Beijing Subway Line 15[J]. Railway Construction Technology, 2018(6): 72.
- [3] 宋冰晶. 对地铁标准站进行换乘改造的思考[J]. 铁道标准设计, 2017, 61(6): 140.  
SONG Bingjing. An approach to upgrading of standard subway station to transfer station[J]. Railway Standard Design, 2017, 61(6): 140.
- [4] 许文静. 中庭岛式商场火灾烟气模拟与人员疏散研究[D]. 北京: 首都经济贸易大学, 2018.  
XU Wenjing. Fire smoke simulation and evacuation of atrium shopping mall[D]. Beijing: Capital University of Economics and Business, 2018.
- [5] 梁慧君, 许文斌. 地铁火灾人员疏散性能化分析[J]. 沈阳建筑大学学报(自然科学版), 2012, 28(4): 702.  
LIANG Huijun, XU Wenbin. Performance analysis on evacuation in subway fire[J]. Journal of Shenyang Jianzhu University (Natural Science), 2012, 28(4): 702.

· 收稿日期:2023-01-18 修回日期:2023-03-07 出版日期:2025-04-10

Received:2023-01-18 Revised:2023-03-07 Published:2025-04-10

· 第一作者:王昊宇,工程师,sswz109@126.com

通信作者:白海卫,正高级工程师,82372828@qq.com

· ©《城市轨道交通研究》杂志社,开放获取 CC BY-NC-ND 协议

© Urban Mass Transit Magazine Press. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license