

建筑逻辑在广州地铁彩虹桥站设计中的应用

卢全辉

(中铁第六勘察设计院集团有限公司, 300131, 天津//高级工程师)

摘要 为了分析地铁车站设计中建筑逻辑的组成要素,揭示不同的建筑逻辑组成要素对建筑形式的影响规律,研究建筑逻辑应用于地铁车站设计中的方法,解决地铁建筑形式如何由建筑逻辑进行推理的问题,以追溯的方式,通过对广州地铁三线换乘车站彩虹桥站的建筑环境、功能的分析,分别从环境→方法→形式、功能→布局→形式两个方向进行阐述及推导。通过彩虹桥站的建筑环境推导出车站的基础站位及埋深、柱网跨度及形式,通过建筑功能推导出彩虹桥站的车站埋深、布局、换乘形式,最终确定车站实施方案及设备、装修形式。

关键词 地铁;车站设计;建筑逻辑

中图分类号 U231.4

DOI:10.16037/j.1007-869x.2023.06.013

Application of Architectural Logic in Guangzhou Metro Caihongqiao Station Design

LU Quanhui

Abstract To analyze the composition elements of architectural logic in metro stations, the impact of different architectural logic elements on architectural form is revealed, the methods of applying architectural logic in the design process are studied, and the problem of architectural logic reasoning in metro building form is solved. By tracing and analyzing the environment and functions of Guangzhou Metro Line 3 interchange station Caihongqiao Station building, explanation and derivation is carried out from the two directions of the environment→method→form and function→layout→form. The station foundation location and buried depth, column grid span, and station form are derived based on the building environment of Caihongqiao Station. The burial depth, layout, and interchange form of the station are derived from architectural functions, and the implementation plan, equipment and decoration form of the station are determined in the end.

Key words metro; station design; architectural logic

Author's address China Railway Liuyuan Group Co., Ltd., 300131, Tianjin, China

技术为核心的地下综合性建筑。地铁建筑环境包含工程地质、水文地质、管线及周边建(构)筑物等,是地铁建设的基础。地铁施工方法主要有明挖法、暗挖法、盾构法及顶管法等,是地铁建设的核心。地铁一般位于城市中心区,建筑环境尤其复杂,其周边建筑环境一方面制约着地铁建造技术的选择,另一方面也推动着地铁建造技术的发展与革新;反之,地铁建造技术也在一定程度上制约着地铁建筑的最终形式。因此,建筑环境与建筑技术构筑的建筑逻辑在地铁车站设计中显得尤为重要。

“现代主义的建筑思想留给我们的决不是某种特定的形式,而是建筑所特有的形式美如何由逻辑的推理来形成。”^[1]每一个建筑的形态生成,其后无一不隐含着彼时彼处的逻辑必然^[2]。

本文以追溯的方式,通过对广州地铁三线换乘车站彩虹桥站的建筑环境剖析,以地铁建造技术为核心,将建筑环境与建筑技术构筑的建筑逻辑纳入建筑设计之中,揭示建筑逻辑在地铁建设中的重要性,以此为复杂环境下的地铁设计提供借鉴。

1 地铁车站的建筑环境

彩虹桥站是广州地铁8、11、13号线(以下简称“8号线”“11号线”“13号线”)的换乘车站,整个站位选址位于荔湾路与东风西路的交叉路口,均采用地下敷设的形式。彩虹桥站周边环境控制因素如下。

1.1 车站周边建(构)筑物

8号线由南往北,南侧下穿大量商业(桩长20 m)及住宅建筑,北侧下穿流花湖后拐往西向行进;11号线大里程处穿越广州市第三汽车公司8层宿舍楼,宿舍楼桩长约20 m,小里程处需穿越流花湖隧道;13号线彩虹桥站的路由自西向东沿东风西路行进,大里程处需穿越流花湖隧道(见图1)。

地铁是基于建筑周边环境及地质情况,以建造

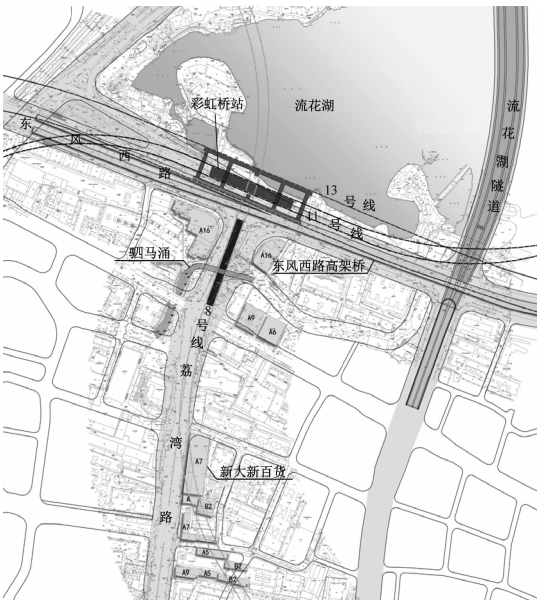


图1 彩虹桥站周边环境

Fig.1 Caihongqiao Station surrounding environment

彩虹站周边多为高层住宅,其南侧为东风西路,为广州主要干道,规划道路宽 50 m,双向 8 车道,不允许断路施工;道路上方设有东风西路高架桥,其桩长为 30~35 m、桩距为 22.5 m。东风西路南侧建筑物紧邻规划道路红线,场地条件较差;北侧为广州流花湖公园,场地较为开阔。

1.2 地质条件

彩虹桥站位于广州市区,地势较为平坦,该车站范围内主要地层为:<1>局部为素填土、<2-1A>淤泥、<5N-2>硬塑状泥质粉砂岩残积土

层、<6>泥质粉砂岩全风化层、<7-3>泥质粉砂岩强风化带、<8-3>泥质粉砂岩中风化带及<9-3>泥质粉砂岩微风化带。

1.3 水文地质条件

车站南侧主要为驷马涌,其以暗渠形式横跨车站主体,暗渠宽约 4 m,埋深 4.82 m;北侧为流花湖,为人工湖,勘察期间水深约 1.6 m。

1.4 管线条件

车站范围沿东风西路控制性关系众多。沿东风西路纵向控制性管线主要有φ1 800 mm、φ1 200 mm 自来水管各 1 根,110 kV、220 kV 高压电缆分别为 2 条和 1 条。

1.5 车站客流服务需求

根据《广州地铁 11 号线(环线)站点分向客流预测报告》,本站高峰小时客流总量达 10 万人次/h,其中换乘客流量约占客流总量的 68%。

2 建筑形式的逻辑推导

基于以上建筑环境,分别从环境→方法→形式、功能→布局→形式两个方向进行阐述及推导,揭示建筑逻辑在地铁车站建设中的重要性。

2.1 环境→方法→形式

根据各条线路的走向及本文第 1.1 节阐述的车站周边建(构)筑物情况,可以推导出三线换乘车站彩虹桥站的基础站位及埋深,从而减少管线迁改、交通疏解、房屋拆迁等前期费用及难度,提高工程可实施性,具体见表 1。

表 1 彩虹桥站基础站位及埋深推导

Tab.1 Derivation of foundation location and burial depth of Caihongqiao Station		
线路	环境制约因素	基础站位及埋深推导
8 号线	南侧下穿大量商业(桩长 20 m)建筑,荔湾路场地较为开阔	设置于荔湾路,埋深为地下三层及以下
11 号线	大里程处穿越广州市第三汽车公司 8 层宿舍楼,宿舍楼桩长约 20 m;小里程处需穿越流花湖隧道,其南侧为东风西路,规划道路宽 50 m,双向 8 车道,为广州主要干道,管线众多,不允许断路施工;道路上方设有东风西路高架桥(桩长 30~35 m,桩距 22.5 m)。东风西路南侧建筑物紧邻规划道路红线,管线众多,场地条件差;东风西路北侧为广州流花湖公园,场地较为开阔	
13 号线	小里程处需穿越流花湖隧道,选址环境与 11 号线相同	设置于东风西路北侧,沿流花湖南北向布置,埋深为地下两层及以下

根据车站站位及埋深,结合车站的场地及地质条件,8、11、13 号线在具备场地实施条件的荔湾路和流花湖采用明挖法施工。同时,已知 8 号线与 11、13 号线换乘通道位于东风西路及高架桥下,交通繁忙,管线众多,基本不具备断路施工及交通疏解条件。因此,设计中充分考虑了建筑环境与建筑

技术构筑的建筑逻辑关系,选择了适应于建筑环境的建筑技术,即结合本站地质条件以及建筑技术,通过东风西路及高架桥段换乘通道区域采用非明挖施工方法(如暗挖法、顶管法),有效避免建筑拆迁、桩基托换及管线迁改,降低工程造价,提高工程的可实施性。同时,充分考虑因地制宜,位于软弱

地层、埋深较浅的站厅换乘通道采用顶管法实施,位于<8-3>泥质粉砂岩中风化带、<9-3>泥质粉砂岩微风化带地层且埋深较浅的站台换乘通道采用暗挖断面实施,上下重叠布置(见图2)。

由以上推导得出8号线采用地下四层埋深车站,11、13号线采用地下三层埋深车站。结合车站布局,三线均有一层富余空间。8号线受河涌埋深影响且周边出入口、风亭建设条件困难,不具备物业开发条件,因此,取消一层设备层,将站厅通高设置(见图3),以适应建筑的宽高比。

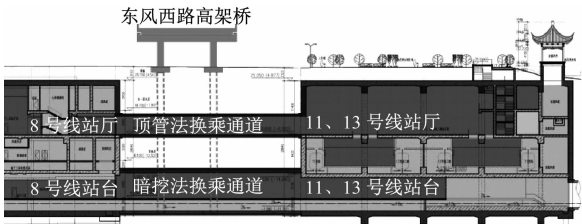
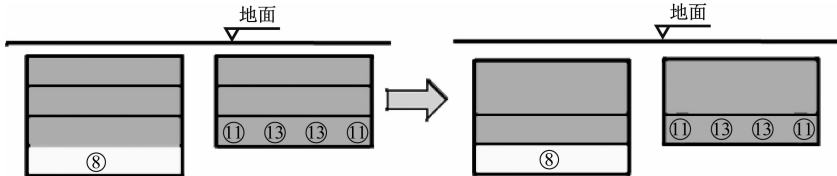


图2 彩虹桥站三线换乘通道纵向关系布置图
Fig. 2 Longitudinal relation diagram of the three-line interchange passage at Caihongqiao Station



注:8、11、13 分别代表8 号线、11 号线、13 号线;表3 同。
图3 彩虹桥站层高调整示意图

Fig. 3 Diagram of platform floor height adjustment at Caihongqiao Station

车站站厅取消中板后,站厅结构净高为10.4 m、宽度为45 m,使得常规9 m×9 m 的柱网林立,空间显得特别压抑。对整体柱网进行间隔抽柱处理,根据受力特点,为减小顶板跨度及柱截面,将直

柱调整为更符合大跨度受力特点的V 型柱(见表2)。这样既符合力学原理,亦契合整个大换乘车站的空间特点(见图4)。

表2 彩虹桥站结构选型与空间关系

Tab.2 Structure selection and spatial relation of Caihongqiao Station

名称	尺寸	受力示意图	优点	缺点
直柱柱网	9 m×9 m		受力均匀、明确,各构件内力较小	柱子较密,空间使用效果差
直柱柱网	9 m×18 m		乘客使用空间大	顶板、顶板梁及结构柱跨度和内力都显著增大,结构柱影响站台及自动扶梯布置
V 型柱网	15 m×18 m		顶板、顶板梁跨度基本不变,内力及截面变化小;用于乘客使用的空间增大;使用效果好;站台层柱少,空间效果较好	中板及中板梁跨度和内力显著增大,站厅以下柱跨显著增大

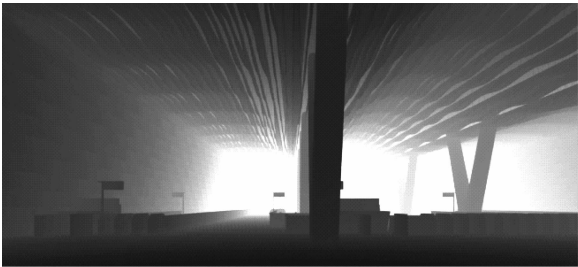


图4 彩虹桥站结构与空间示意图

Fig. 4 Diagram of Caihongqiao Station structure and space

2.2 功能→布局→形式

结合表1 各条线路车站站位及埋深,5 种方案比选见表3。

经综合比选,方案1、3 下11、13 号线进出站需穿越各自站台,整体站台面积偏小,客流存在交叉;方案2 双岛四线、埋深四层且带单渡线,规模较大;相较方案4,方案5 下11、13 号线换乘相对不便捷。结合本站三线换乘客流量的特点,采用了方案4,即8 号线采用地下四层埋深,11、13 号线采用地下三层双岛四线作为推荐方案。

表 3 彩虹桥站站位及埋深方案比选

Tab.3 Comparison and selection of Caihongqiao Station location and buried depth schemes				
方案	8 号线埋深	车站方案	车站纵剖面简图	方案比选
方案 1	地下三层	8、13、11 号线分别为地下三、二、四层暗挖车站		车站规模适中,三线实施条件较好,客流交叉太多,不予推荐
方案 2	地下三层	8 号线为地下三层车站,11、13 号线为地下四层站台同台换乘		三线实施条件较好,客流交叉又少,但双岛四线埋深四层且带单渡线,车站规模最大,不予推荐
方案 3	地下四层	8 号线为地下四层车站;13、11 号线分别为地下二、三层上、下叠线换乘		车站规模适中,三线实施条件较好,换乘节点小,客流交叉太多,不予推荐
方案 4	地下四层	8 号线为地下四层车站,11、13 号线为地下三层站台平行换乘		车站规模适中,三线实施条件较好,换乘功能好,客流交叉少,可做进一步研究
方案 5	地下四层	8 号线为地下四层车站,11、13 号线为地下三层双岛站台换乘		车站规模适中,三线实施条件较好,换乘功能好,客流交叉少,可做进一步研究

8 号线与 11、13 号线成 T 形换乘,在较常用的换乘形式中为台-台、厅-厅单方向换乘形式,根据第 2.1 节设计结论中通过东风西路及高架桥段的换乘通道区域采用不开挖施工方法。假设 8 号线采用岛式站台,与 11、13 号线台-台换乘需明挖法施工;高架桥需桩基托换;换乘通道需在岛式站台端部换乘,换乘断面小,同时换乘通道需跨轨,换乘高度较高、转折多(见图 5),换乘功能及车站实施方案不尽合理。因此,考虑在站厅结合地层采用顶管法施工,站台换乘通道结合区间隧道分两侧暗挖法实施,这样一方面可增大换乘通道宽度,另一方面可避让高架桥桥桩,且暗挖施工减少了管线迁改及交通疏解,大大提高了工程的可实施性(见图 6)。通过站台两侧暗挖换乘3通道方案,推导出车站采用

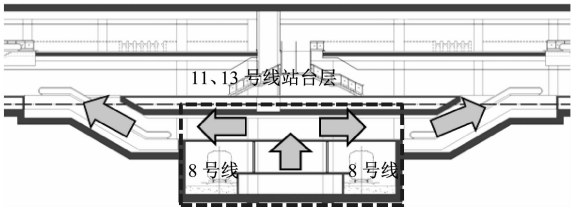


图 5 彩虹桥站岛式站台三线换乘示意图
Fig.5 Diagram of island platform three-line interchange at Caihongqiao Station

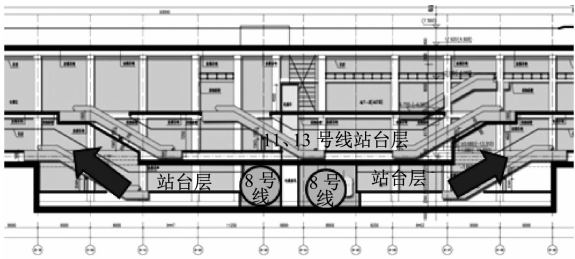


图 6 彩虹桥站一岛两侧式站台三线换乘示意图
Fig.6 Diagram of island two-side platform three-line interchange at Caihongqiao Station

一岛两侧的站台形式。在客流组织上,中间岛式站台组织进站客流,两侧的站台组织出站或换乘客流,以达到客流无交叉的目的,有效解决了三线客流组织难题。

3 建筑设备及装饰的逻辑推导

建筑设备及装饰通常是在基于既有空间环境条件下选择的更适用、更安全、更节能、更高效的方式进行布置,是基于建筑形式、功能服务的逻辑必然。

在通风空调方案上,因彩虹站站厅高 10.4 m,宽 50 m,规模大于 1 万 m³,同时地铁客流具有密度 (下转第 82 页)

- 术, 2014, 43(11): 90.
- LYU Bo. Study on launching strengthening technology of shield for water-rich weathered rock strata[J]. Construction Technology, 2014, 43(11): 90.
- [2] 谢小兵. 滨海盾构工程动压富水砂层换刀加固技术研究[J]. 广东建材, 2020, 36(7): 43.
- XIE Xiaobing. Study on tool-changing reinforcement technology of dynamic pressure water-rich sand layer in coastal shield engineering[J]. Guangdong Building Materials, 2020, 36(7): 43.
- [3] 齐天龙. 盾构掘进过程中换刀对周围土体的稳定影响分析[D]. 合肥: 安徽建筑大学, 2014.
- QI Tianlong. Analysis of the influence of tool change on the stability of surrounding soil during shield tunneling[D]. Hefei: Anhui Jianzhu University, 2014.
- [4] 刘健美. 深厚软土地基加固范围对盾构隧道受力变形的影响[J]. 施工技术, 2020, 49(7): 33.
- LIU Jianmei. Influence analysis of foundation reinforcement area for shield tunnel stress and deformation in deep soft ground[J]. Construction Technology, 2020, 49(7): 33.
- [5] 杨光华, 张文雨, 陈富强, 等. 软土基坑被扰动区土体不同加固宽度的 m 值计算方法研究[J]. 广东水利水电, 2020(2): 13.
- YANG Guanghua, ZHANG Wenyu, CHEN Fuqiang, et al. Study on M-value calculation method of different reinforcement widths of soil in passive area of soft soil foundation pit[J]. Guangdong Water Resources and Hydropower, 2020(2): 13.
- [6] 李连祥, 张永磊, 扈学波. 基于 PLAXIS 3D 有限元软件的某坑中坑开挖影响分析[J]. 地下空间与工程学报, 2016, 12(增刊 1): 254.
- LI Lianxiang, ZHANG Yonglei, HU Xuebo. Element analysis of a pit-in-pit excavation based on PLAXIS 3D[J]. Chinese Journal of Underground Space and Engineering, 2016, 12(S1): 254.
- [7] 刘俊杰, 温森, 孔庆梅. 盾构始发端头土体加固合理范围的研究[J]. 河南大学学报(自然科学版), 2020, 50(6): 733.
- LIU Junjie, WEN Sen, KONG Qingmei. Study on reasonable range of soil reinforcement at the initial end of shield[J]. Journal of Henan University (Natural Science), 2020, 50(6): 733.

(收稿日期: 2021-04-14)

(上接第 76 页)

大、总体滞留时间短的特点, 地铁车站传统的全空气一次回风空调系统能耗较高, 明显不适用于本站的空调方案。因此, 结合 CFD(计算流体力学)方法对建筑气流组织进行数值模拟和分析, 在地下地铁工程中首次采用适宜大空间的分层空调 + 喷口送风系统, 减少热损失, 以达到高效节能的目的。

在防排烟及疏散方案上, 针对彩虹桥站的高大空间, 消防及排烟采用顶部全排 + 自然补风, 同时设置喷淋的模式, 通过烟羽流模型法、换气次数法确定排烟量, 通过 FDS(火灾动力学模拟)校核机械排烟效果。由于大空间具有较强的蓄烟纳热能力, 当发生行李火灾和人为纵火时, 人员可用安全疏散时间基本不低于 10 min。通过人员疏散软件 Path-Finder, 动态模拟车站公共区人员的疏散过程, 验证了火灾时的人员疏散满足消防要求。

在建筑装饰方案上, 结合车站建筑形式, 一方面, 采用符合人体尺度、简洁明了的导向系统, 完善作为公共交通建筑的使用功能; 另一方面, 采用重点照明 + 艺术照明的方式, 在有效提高乘客舒适度的前提下达到节能的目的。

4 结语

通过上述对广州地铁三线换乘车站彩虹桥站的建筑环境剖析, 以地铁建造技术为核心, 将建筑环境与建筑技术构筑的建筑逻辑纳入建筑设计之

中, 揭示建筑逻辑在地铁建设中的重要性, 即在地铁设计初期可按照环境 → 方法 → 形式、功能 → 布局 → 形式两条主线进行分析, 通过逻辑推导出建筑形式, 同时建筑设备、装饰形式可基于对建筑形式、功能的服务等方面进行推导, 服务于建筑形式, 以此为复杂环境下的地铁设计提供借鉴。

建筑的创作活动其实就是一个从提问到找答案的过程, 既要有形象思维, 又要使用逻辑思维^[3]。地铁车站作为地下综合性建筑, 其建筑形式受建筑环境、建造技术的影响尤其明显, 是综合因素逻辑下的产物。地铁车站设计应从基础条件出发, 并在地铁设计过程中层层递进, 采用逻辑来构建设计, 才能建造出合理的、富有逻辑性的建筑。

参考文献

- [1] 王方戟. 观察与思考: 访项秉仁建筑师[J]. 时代建筑, 2001(1): 42.
- WANG Fangji. Inspiration based on observation—an interview with architect XIANG Bingren[J]. Time + Architecture, 2001(1): 42.
- [2] 杨舫, 董春方. 校园建筑形态的逻辑生成[J]. 新建筑, 2002(4): 26.
- YANG Shan, DONG Chunfang. Logic shaping of school building form[J]. New Architecture, 2002(4): 26.
- [3] 李志斌. 建筑创作中对形式逻辑以及造型方面的思考[J]. 四川建筑, 2009, 29(4): 31.
- LI Zhibin. Reflections on formal logic and modeling in architectural creation[J]. Sichuan Architecture, 2009, 29(4): 31.

(收稿日期: 2020-12-26)