

市域快线岛式站台地下车站优化设计分析

杨冲

(中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司 四川 成都 311100)

摘要：城市地铁车站标准化设计对提高工程设计、施工效率具有重要意义，为城市轨道交通建设发展奠定了坚实的基础。但随着城市规模日渐扩张，当今城市发展对列车客运量和运行速度、运输距离提出了更高要求，为满足高标准而对传统车站方案采取加长、加宽、加深的设计思路显然不尽合理，因地制宜根据规范原理进行综合优化设计是应对不断提高的功能需求的根本途径。

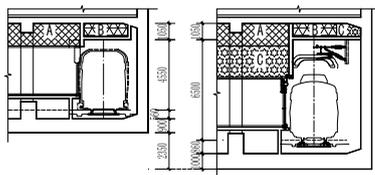
关键词：市域快线，柔性接触网，优化设计，降低造价

0 引言

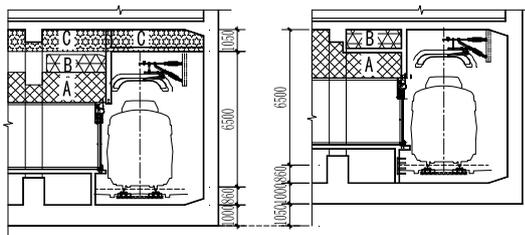
随着城市规模发展扩张，传统 6 节编组 B 型车的线路已经不能满足客运量需求，8 节 A 型车编组的快速轨道交通（简称快线）线路已进入各大城市，成为连接主城与周边卫星城的交通干线。因车型和供电制式不同，快速轨道交通线路接触网多采用柔性接触网，其设备净空较传统刚性接触网大，且快线轨道减振要求较一般线路高，在相同覆土深度条件下，对于 8A 编组+柔性接触网的快速线路，车站深度较以往的 B 型车+刚性接触网的地下车站深度增加约 2.35 m，按此设计站台上空存在较多富余，设计方案不尽合理。针对此情况，有必要对快线地下车站方案进行优化设计，提高车站空间利用率，力求达到功能合理，安全可靠，经济适用和技术先进的目的。

1 设计背景

以地下两层 13 米宽站台标准岛式车站为例，车站结构外皮宽度为 23.4 m（车站宽度变化对车站竖向设计无明显影响，此处仅考虑竖向设计）。如图 1a 和图 1b，考虑车站覆土厚度不变，对比两种不同制式的车站相同土建方案下的差异：



a) 传统车站（6B+刚性接触网） b) 快线车站按传统设计（8A+柔性接触网）



c) 传统设计空间优化布置 d) 快线车站优化设计

图 1 快线车站优化设计过程示意图

一般车站站台层竖向设计组成包括轨顶风道+车辆设备限界+轨道结构三部分，对于传统 6B+刚性接触网车站方案，根据既有经验（图 1a）其站台层高为 1050+4550+560=6160 mm，当覆土不变仅增加层高时，可知 8A+柔性接触网车站方案（图 1b）对应的站台层高应为 1050+6500+860+100=8510 mm，两者高度相差 2350mm。由车站断面图可知快线车站若按传统车站方案设计，竖向将产生较多富余空间，显然按此设计不尽合理。

2 指标分析及优化设计

根据地铁设计三大基本原则：安全可靠，功能合理，经济适用，结合以上车站设计方案进一步分析对车站方案进行分析。

2.1 功能性

从功能方面分析：选取车站标准横断面分析，因车站层高增加，站台至站厅的楼扶梯提升高度也增加，单人进出车站时间也会相应增加，在客流较多时情况更为明显，因此导致车站服务水平降低。且通常情况下有效站台板装修面以上净空已能满足设备安装需求，其余均为富余空间（图 1b 中空间 C）。根据分析情况针对车站富余空间 C 进行优化，设备管线应靠近易于检修的区域，因此利用图 1b) 中富余空间 C 作为设备管线空间，考虑空间 B（土建风道）在使用时无需日常维护检修，将空间 B 设于原空间 A 处，经过空间优化后富余空间调整上部空间（如图 1c 所示）。有效站台上空和轨行区上方的富余空间形成连续的富余夹层，此部分空间利用率较低，可进行整体压缩。压缩夹层可减小站台层高，同时基坑深度、扶梯提升高度均可随之减小。

富余空间经过优化设计后，车站使用功能有显著提高。主要表现在以下三方面：第一，站台层高减小，乘客进出站时间缩短，楼扶梯运营效率相应提高。第二，站台层高减小使得楼扶梯提升高度和跨度随之减小，楼梯下方梯柱布置也相应优化，对于 8A 编组的有效站台，其范围内有 4 组楼扶梯，楼扶梯组横向宽度约 5.2 米，梯柱经过优化后累计可以少占用约 40 m² 的有效站台空间，提高了站台空间的利用率。第三，轨行区上方风道经过优化后，轨行区内没有传统车站下挂的顶部风道，列车从区间进入车站后，整个车站轨行区沿纵向横断面变化较小，列车行车阻力也较小，活塞风流畅，压力波变化幅度不大，乘客舒适度提高，为快线列车安全进站或者越站行车提供了安全保障。

2.2 安全性

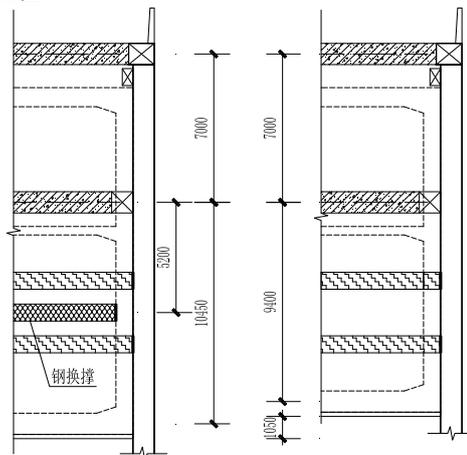


图 2 支撑布置示意图

从安全方面分析主要考虑两个阶段：施工期和运营期。

首先，施工期间安全。对于常规地下两层车站在软土地区开挖施工时，根据前述分析：快线车站按传统方案设计时，站台层高加

(下转第 33 页)

(上接第 24 页)

大同时会导致基坑开挖时基坑深度增加 2.35m, 施工过程中浇筑中楼板时, 需拆除楼板下方支撑在围护结构上的全部支撑, 此时拆撑工况对应的支撑间距约 10.5 米, 根据理正深基坑软件计算分析得知, 在不考虑增加地连墙厚度的情况下, 其配筋无法满足规范要求。根据上述情况考虑采用钢换撑方案, 减小该工况下的支撑间距, 确保支护结构设计满足规范要求和施工安全。由于增、拆钢换撑会导致工期增加, 考虑施工过程中流水作业, 因采用换撑而增加的工期约 2 个月, 且后期结构板浇筑完成后, 钢换撑的拆除吊装也存在一定困难, 因此采用换撑方案并不经济。而优化方案基坑较前述方案基坑深度减小了 1.05 米, 该方案施工期最不利工况对应的拆撑时支撑间距为 9.4m, 根据理正深基坑软件计算分析, 该工况在不考虑增加地连墙厚度的情况下增加配筋, 支护结构满足设计要求。

其次, 运营期间安全。主体结构层高增大(即侧墙跨度增大), 构件工作时的应力高于一般车站, 结构设计时为确保设计满足安全要求, 结构构件尺寸和配筋会相应增加, 工程费用也相应增加。

2.3 经济性

影响经济性的因素较多, 从经济性方面分析时, 对于前述方案仅考虑人工、材料和机械费用, 对于因施工工期延长而增加的费用此处不考虑, 本文仅考虑占比较大的 3 项费用组成(土方开挖、支护结构、主体结构钢筋混凝土)。为便于测算, 以地下两层岛式车站为例: 车站长 280 米, 23.4 米宽(13m 宽站台, 车站外包周长约 630 米, 基坑开挖面积约 7000 m²), 支护结构采用 1m 厚地下连续墙, 嵌固比取 1:1, 主体结构侧墙厚取 0.8m。基于以上条件, 竖向设计时优化方案层高相对于传统方案层高减少 1.05m, 土建工程量

分别优化 1260 m³ 地连墙钢筋混凝土, 504m³ 主体结构钢筋混凝土和 7000 m³, 取综合单价分别为 3900 元, 2300 元, 160 元, 根据计算优化部分费用合计 720 万元。仅优化一个标准车站工程费可优化约 720 万元, 若对全线地下车站进行整体优化, 可节约的总投资金额较为可观。

3 总结

根据前述分析, 在行车条件和供电制式一定条件下, 加高站台层高是必然, 而经过优化设计后的快线地下车站方案, 在功能、安全、经济方面均有明显优势。本文案例分析背景为地质条件相对较差的软土地区, 对于地质条件较好的地区, 建筑方案可按此思路进行优化设计, 而车站结构方案应根据实际情况具体分析优化。总而言之, 在轨道交通高速发展的今天, 面对新线路提出的具体功能要求, 不能盲目按照传统方案进行设计, 应结合规范原理进行综合优化设计。

参考文献

- [1]何佳.优化车站建筑设计降低地铁工程造价[J].工程设计与设计, 2004(6): 58-59
- [2]胡斌, 周业成, 吕元, 张健.基于乘客心理体验的地铁车站空间优化设计[J].《城市轨道交通研究》2019 年第 6 期 163-165,169
- [3]丁鹏 陶连金 杨秀仁 赵继 刘春晓[1] 黎思成预制装配式地铁车站闭腔构造优化设计[J].《北京工业大学学报》2019 年第 10 期 946-955
- [4]闫高辉 岳长庚, 地铁车站公共区空间优化设计研究[J].《现代城市轨道交通》2017 年第 8 期 33-35,39