

城市轨道交通车站换乘设计研究分析

唐桂林

贵阳市公共交通投资运营集团有限公司

摘要:城市轨道交通作为城市公共交通运行的大动脉,承担长距离、大运量跨区运输任务,伴随其进入网络化运营,对车站换乘研究十分必要,根据国土空间规划、线网规划、建设规划以及既有线的运营情况选择适宜的换乘类型,以提高轨道交通的服务品质,保障居民高效、便捷、绿色出行。

关键词:轨道交通;建设规划;线网规划;换乘研究;高效出行

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.10.062

研究背景

“经济全球化”的构建,城市在经济、社会、文化等方面已趋于融合发展,大都市区、大都市带、全球城市区域从概念提出到城市空间日益完善,至今我国城镇化率接近60%,各个城市通过不同的交通方式紧密联系在一起,中心城区的规模空前高涨,城市居民的出行距离成本、经济成本、时间成本不断增加,为合理改善市民的通勤需求,让城市生活更加美好,现阶段大力倡导节约集约的绿色生活方式、持续开展“全国低碳日”等活动,提高全社会绿色低碳意识,大力提升公共汽电车、轨道交通等绿色机动化出行占比。当城市的经济体量、人口数量达到规定标准,在客流密度大于5000人次/km的交通廊道,优先设置轨道交通线路,多层次研究其发展规模、制式,形成可行的线网规划并纳入国土空间规划范畴。

一、轨道交通分类及发展

根据《城市轨道交通分类标准》相关定义:将地铁系统、轻轨系统、单轨系统、有轨电车、磁浮系统、自动导向轨道系统、市域快速轨道系统等统称为城市轨道交通,结合城市的具体环境条件,目前绝大多数城市的轨道交通修建都是以地铁系统为主,其余制式系统融合发展。世界上第一条地铁为英国1963年修建的大都会地铁,随之法国、美国、日本、俄罗斯等经济发达的国家不同程度地修建了地铁,而我国1965年在北京修建了第一条地铁。改革开放后,经济得以迅速发展使得经济体量日益增加,就业岗位大量增加带动大量人员迅速进入城市,各个城市的中心城区均在向四周扩张,为促使城市居民的通勤时间得以保障,不同城市选择具有独立路权的轨道交通作为大运量交通运输工具,根据城市轨道交通网相关统计数据,截至2022年11月,全国共有52个城市开通运营轨道交通线路285条,运营总里程数量为9357公里,且在疫情影响下开行列车270万列次,客运量14.2亿人次,其中上海运营线路为22条,运营里程825公里;北京运营线路为27条,运营里程为783公里;广州运营线路为18条,运营里程为610公里;成都运营线路为13条,运营里程为558公里;深圳运营线路为16条,运营里程为529公里,结合上述经济发达,常住人

口庞大的主要城市轨道交通运营数据数量,反映出近三四十年来我国的城市轨道交通得到了高速发展,导致中心城区的线网密度逐渐提升,换乘数量快速增加,鉴于轨道交通是一项技术复杂、建设周期长及运营成本高的系统性集合工程,为了使其得以可持续发展,应将其逐步培养为市民出行优先选择的交通方式,特别是将使用小汽车出行为主的市民陆续向选择城市轨道交通方向培育,因此在已经有相当数量轨道交通的如今,在后续建设过程中应更加应该注重质量发展,而能充分保证可达性及便捷性换乘是引领质量发展的重要前提。

二、主要换乘类型

(一) 节点换乘

(1) “T”型节点换乘,常见的换乘模式有“侧-岛”“岛-岛”“岛-叠侧”。

(2) 侧-岛换乘:通常设置为地下两层车站,侧式站台位于地下一层厅(含换乘厅)台同层,左右线之间转换应设置跨轨通道可兼顾市过街通道;

岛式车站位于地下二层,楼扶梯组正“八”字布置,上下车客流与换乘客流共用楼扶梯组。适用:当客流小,且地质条件差开挖深度较浅时采用,换乘站点建设时期接近。

岛-岛换乘:通常设置为地下三层站,横向车站与竖向车站的楼扶梯组宜分别采用正“八”字“一”字顺向布置,顺向布置的车站受垂直电梯影响,楼扶梯的分布难以均衡,设置站台与站台直接换乘的楼梯。站厅层换乘客流与上下车客流共用楼扶梯组,“一”字型车站站台层换乘客流与候车客流易交叉,当车站采用明挖工法开挖且设置配线时,带配线车站应置于上一层以减少工程费用。适用:换乘客流中等,线路站点位于丁字路口,不受建设期影响。

岛-叠侧换乘:叠侧车站设置于横向地下两层,楼扶梯组正八字布局,一条线路站台与站厅(换乘厅)同层,岛式车站设置于竖向地下三层,楼扶梯组一字顺向布置,两线站台间可设置直接换乘的楼梯。总体换乘流线较为顺畅,但站厅的进出站客流组织较困难,厅台同层提升了换乘能力,站台与站台之间的换乘只能单方向换乘。适用:当地面道路及两侧用地比较局促,交通组织困难,地下管线与车站平行且迁改代价大、周边房屋征收成本高时适宜。

(3) “L”型节点换乘。

常用于岛式车站之间的换乘,节点两侧的站点一般采用“一”字顺向布置,站台与站台设置换乘楼梯,受垂直电梯影响楼扶梯组的布置均匀性较差,换乘能力与有效站台宽度关系较大,总体换乘能力较强,行走流线明确,换乘楼梯设置于两条线路的交汇一端,另一端想通过站台换乘的客流行走路径距离长,与站台等候客流或上下车客流有一定的冲突,实际运营过程中早晚客

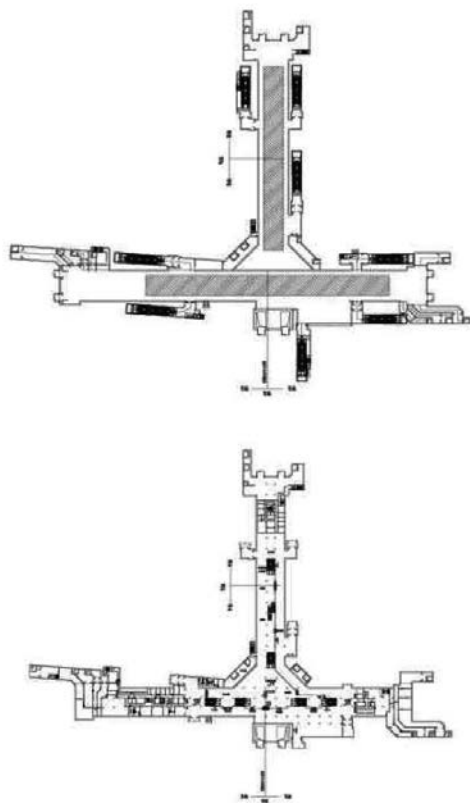


图1 典型T型换乘示意图

流高峰期可通过运营组织按单向闭环流动。线路站点位于丁字路口时常选用。

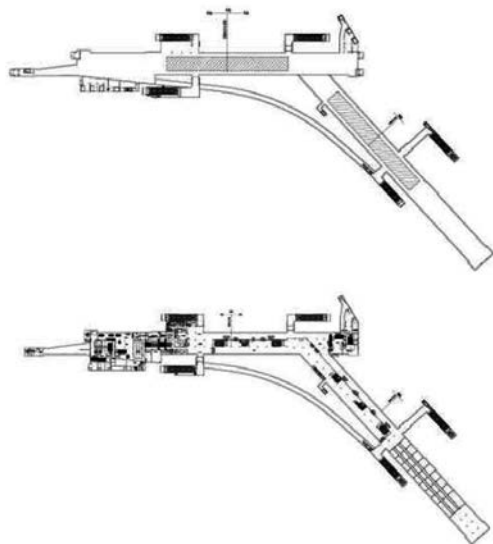


图2 典型L型换乘示意图

(4) “十”字型节点换乘。常见换乘模式有“一岛两侧”“岛-岛”“岛-侧”。

一岛两侧换乘：每一条线路均设置一处岛式站台，且在站台两侧增设侧式站台，各线通过岛式站台与侧式站台进行换乘，换乘路径流线便捷，通过运营组织可有效改善换乘客流与上下车客流的交叉和冲突，基本实现全方位立体换乘，换乘能力特别强，站厅层付费区布局

较为分散，车站总体规模较大、投资高。适用：线路呈十字交叉，市政道路路幅宽或交通导改容易，客流大且换乘比例高的明挖车站。

岛-岛换乘：站厅楼扶梯组布置均匀紧凑，非付费区形成环形通道，条件允许时可考虑兼顾24小时过街通行，减少人行通行对地面交通的干扰以降低地面交通组织压力。两线站台与站厅楼扶梯正“八”字均匀对称布局，空间利用率高，换乘路线和上下车路线十分明确。为解决大客流换乘要求，常在两线站台之间设置转换夹层空间，换乘路径的高差均可通过自动扶梯解决，充分体现以人民为中心的和谐理念，社会效益较好，因此车站埋深增加，工程投资费用高。适用：线路呈十字交叉，客流大且换乘比例高的车站。

岛-侧换乘：站厅楼扶梯组布置均匀紧凑，上下车客流的行走线路简捷，通常采用三层设置，地下一层为共用站厅层，地下二、三层为站台层，岛式站台与侧式站台之间只能单方向单线转换。条件局促情况下，可采用两层布局，将共用站厅与侧式站台设置于地下一层，岛式站台设置为地下二层，换乘高度低，受侧式站台穿越站厅非付费区影响地面进站客流不易选择线路方向，需通过地下跨轨通道倒边换向乘车。适用：中、小客流进行换乘。

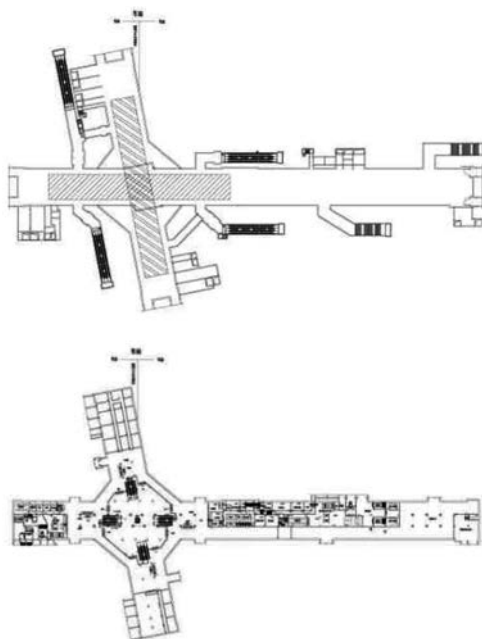


图3 典型十字型换乘示意图

(二) 平行换乘

平行换乘分为平行岛和上下叠岛换乘，平行岛换乘占用的市政道路宽，埋深较浅，换乘客流和上下车客流共用楼扶梯组，换乘客流通过站厅层或单向站台转换，不同线路的车型和编组相互间基本无影响；叠岛换乘占用水平空间省，竖向开挖深度深，可实现同层站台或竖向站台间的直接换乘，两侧区间线路敷设难度高，换乘线路便捷且能力强。适用：当线路位于高客流走廊需要多条线分担高峰时段客流，换乘客流大，线路的制式较为明确，多线换乘时较为适宜。

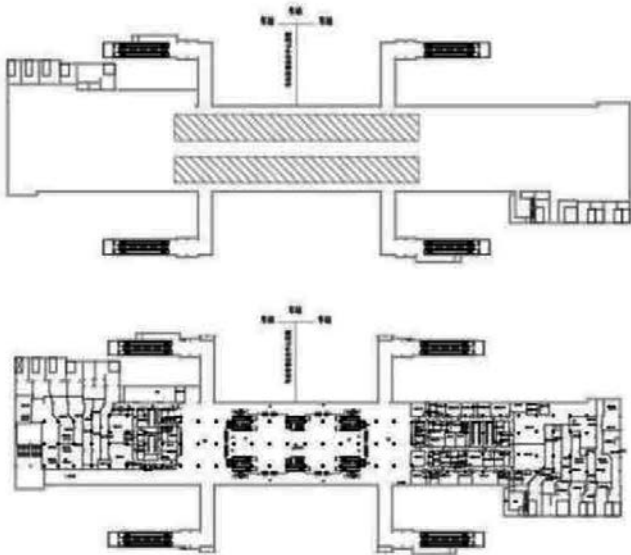


图4 典型平行型换乘示意图

（三）通道换乘

受地下空间结构、管线及道路走向等因素影响，换乘站点间的距离较远时，站点间通过在付费区间设置联络通道进行换乘，线路间的关联少，站点基本独立成站，布置形式相互制约因素少，灵活度高，但通道换乘距离远、换乘时间长，应遵循动态规划设计原则，不断优化完善线网设计，使得换乘关系更加人性化，当换乘通道距离特别长时可在通道内设置水平式机械传输装置，减少换乘人员的体力消耗，尽可能提高车站服务水平。

三、换乘设计要点

（1）充分研究分析线网规划、建设规划，了解城市换乘线路的建设时序、路由走向、换乘点间距、线路定位。

（2）结合环境条件及客流报告，选择适宜换乘形式多方案比选，做好三站两区间研究，预留条件应充分。

（3）建设时序接近且运营主体一致的换乘站点，后续站点的行车组织和车型明确是，换乘车站的土建工程宜同期建设，减少多次开挖对周边环境和交通的不利影响，并充分考虑机电设备设施的资源共享，合理控制工程成本。

（4）与既有车站的换乘，当线路运营能力相差很大而换乘客流比例较高时，应充分考虑客流的缓冲空间，必要时可适当功能改造，优化客流组织流线与换乘空间，同时后续线路建设时的施工占用空间应尽量减少对既有线路的影响。

（5）先行建设线路代建节点工程时，适当放大衔接空间，后续线路调坡调线或者行车组织调整条件富裕，须保障临时照明、通风、排水功能，事先设置检修路径或通道。

（6）有效控制换乘客流与进出站客流路径的相互干扰，交通流线应便捷，站内的楼扶梯布置空间结构应尽量均匀，靠近换乘节点的设施结合客流换乘数据合理布置，节点换乘的平均行走时间不宜超过3.00min，通道换乘的平均行走时间不宜超过5.00min。

（7）换乘节点、通道设置的换乘设施的通行能力应按客流控制期数量预留充足，发车间隔时间短的运营阶段应满足对向换乘客流相互冲击时的通行要求。

四、换乘设计难点

（1）为提高轨道交通的服务水平，其路由需经过城市集中建成区，致使勘察难度高、征收协调难度大、地下管线迁改难、交通导改次数多、建设安全难以精准预防。

（2）城市轨道交通线网规划及建设规划分批次进行，难以周全地将所有换乘点纳入同一时期考虑，新增线路与建设线路或运营线路接驳条件不充分，既有结构的破除对运营和结构安全均有一定影响。

（3）运营能力相差较大的新老线换乘，换乘能力难以匹配，为保障高效运营会做相应的改造，增加了运营和施工难度。

（4）换乘车站占用的地下空间范围广，且受建设秩序不一致影响，地下控制管线（特别是重力流管）路径容易与轨道交通地下空间结构冲突，影响车站的工法或换乘方式。

（5）多线换乘车站站厅层规模大、地面开口多，火灾风险、洪涝灾害等风险应对措施强，运营管理维护投入大。

（6）预测客流通常是结合站点周边规划情况得出，而规划具有一定超前性和理想性，因此客流预测数据与实际运营状况存在一定的偏差，换乘设计时应结合既有线的客流情况做一些预留或调整。

五、总结

总之在具体设计过程中，应结合线网规划及建设规划等上位输入条件，为后续线路预留足够建设条件及减少对既有线路运营干扰，综合技术、安全、工期、费用等因素对比分析，坚持以人民为中心原则，合理选择适宜站址环境的换乘方式。

参考文献

[1] GB50157-2013, 地铁设计规范[S]
 [2] GB51298-2018, 地铁设计防火标准[S]
 [3] GB50016-2014, 建筑设计防火规范[S]
 [4] 刘学军, 地铁换乘行为及换乘车站布置选型[J]. 城市轨道交通, 2006(8)
 [5] 朱洪, 碳中和背景下的城市交通发展思路—中国城市交通发展论坛第27次研讨《“十四五”扩大内需战略实施方案》

作者简介：唐桂林（1989-11），男，工学学士，工程师，从事轨道交通建筑设计。