

地铁车辆段发车能力研究

马龙

(昆明地铁运营有限公司, 云南 昆明 650000)

摘要: 车辆段出段能力的主控制因素是段内发车能力, 车辆段内发车能力的研究不仅能提升该车辆段的出段能力, 而且对提升地铁的运营效率和降低运营成本具有重要意义, 也可供其他地铁车辆段设计借鉴和参考。国内一些特大城市部分早期开通运营的城市轨道交通线路客流增长迅猛, 客流需求远超原设计的线路运输能力, 提高其运输能力、缓解运营压力已迫在眉睫。以某地铁2号线为例, 提出增加列车开行密度、压缩行车间隔的扩能方案; 并对控制列车运输能力的折返能力、场段规模、供电容量、区间风井的设置等主要因素进行了系统研究。

关键词: 地铁轨道交通; 车辆段; 咽喉区通过能力; 出段效率

0 引言

随着我国科技的发展, 人们生活水平的提高, 现阶段, 人们的出行方式也变得越来越多样。地铁出行方式作为人们日常出行的工具之一, 具有准时、高效、速度快的特点, 被人们广泛认可, 部分早期开通运营的城市轨道交通线路客流增长迅猛, 客流需求远超原设计的线路运输能力, 运营部门压力日益凸显。北京、上海、广州等城市的部分轨道交通线路在高峰期不得不采取限流措施来缓解运营组织压力, 确保运营安全。这给市民出行带来不便, 且客室拥挤严重, 乘车体验较差。因此, 如何提高城市轨道交通既有线路车辆段发车能力、缓解运营压力的工作已迫在眉睫。通过提升行车密度来提升能力是目前通常采取的措施, 并取得了良好的社会和经济效益。

1 发车能力控制和出段能力分析

例如, 上海轨道交通1号线通过大交路运输的方式在满足客运需求的同时合理运用运能, 提高行车效率; 北京地铁提升了繁忙线路的行车密度, 部分线路将行车间隔压缩到了105s (约34对/h); 广州地铁3号线组织跨线运输, 增加空车投放, 提升行车密度^[1-3]。目前, 某地铁日均客流量已达250万人次, 2号线日均客流量突破了90万人次。为缓解客流拥堵、更好地服务旅客, 本文以某地铁2号线为例, 分析行车密度影响因素, 进而确定某地铁2号线最终的系统规模 (即高峰小时最大开行密度), 以满足客流增长的需求。

1.1 发车能力控制因素分析

车辆段出段能力主要受控于早高峰发车能力, 而早高峰发车能力需与正线的行车间隔相匹配。车辆段出段能力是由库前至转换轨前即列车转换模式完成 (段内区段) 和转换后进入正线运营 (出段区段) 两个过程控制。在两个过程中, 段内区段为发车能力的主控因素, 主要是由于段内区段咽喉区的长度较长, 同时咽喉区道岔密集, 列车运行速度受道岔限速控制,

1.2 出段能力分析

以某地地铁2号线为例, 早高峰断面位于上行的鱼洞一校场口方向, 因此白车辆段上行方向的出段能力是发车能力的控制因素。地铁信号系统采用TD环路固定闭塞系统制式, 正线列车采用ATP监督下人工驾驶模式, 车辆段内采用限速 ($\leq 15\text{km/h}$) 人工驾驶模式。车辆段出入段路径和咽喉区线路如图1所示。咽喉区长度达704 m, 现状段内运行速度为9 km/h, L3~L19停车线均通过出段线发车。根据现场实测数据, 现状段内区段用时6 min 22 s, 出段区段总用时134 s。因此, 白居寺车辆段出段能力 (发车间隔) 为6 min 22 s。当车辆段位于线

路中部时, 在高峰时期车辆段向正线加车提高运输能力, 主要受正线行车间隔和出入段线能力两个因素的影响。单轨系统最小行车间隔为 2.5 min, 而现状出入线能力为6 min 22 s, 不能满足远期行车密度2.5 min的加车需求, 加车效率低。

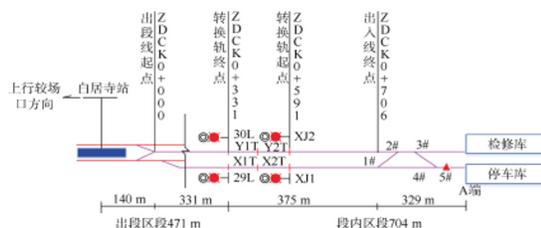


图1 出入段路径

1.3 折返能力

是制约行车密度的关键环节, 折返时间长短直接影响到整个线路的行车间隔和运营效率, 并最终体现在列车的追踪间隔上。从列车整个折返过程的时间顺序上分析, 折返过程包含上行站台接车作业、进出折返线作业、下行站台发车作业3个阶段。折返能力主要取决于折返线配线布置形式、列车进站时间、列车在车站停车上下客时间、列车进入折返线时间、信号系统转换确认时间以及相邻两列列车之间的作业关系等。

1.4 场段规模

是影响停车及检修能力的主要因素。行车密度的提高会使得线路中开行的列车数量上升, 相应地对场段规模也会提出更高的要求, 因此需进行场段规模检算。

1.5 供电容量

在同一个供电区段内, 牵引供电系统双机组双边供电, 能够驱动的电车组是有限的, 因此, 如果提高行车密度, 还需要对供电容量进行检算。

1.6 区间风井设置

在长大区间内, 最不利情况下发生火灾造成严重影响事故虽然是小概率事件, 但一旦发生, 造成的危害和影响极大, 因此在扩能时需要对相关风井设置进行检算。目前, 在实际工程中通常判断是否设置中间风井的原则为: 判断区间隧道端头活塞风井间的纯运行时间 t 与行车间隔的关系。若 $t >$ 行车间隔, 则需考虑设置中间风井; 若 $t <$ 行车间隔, 则可不设置中间风井。其中, 行车间隔为系统远期高峰小时行车间隔, 一般为120s。对于该原则, 笔者并不认可。本文暂按区间隧道两端站中心至站中心间的纯运行时间与行车间隔的关系进行判断^[1]。

2 提高段内发车能力的方案

通过以上分析可知, 提高地铁车辆段出段效率的关键是

