

# 地铁车辆车门开关对空调性能及车内温度的影响研究

马禄强 矫佳 董加华 郭祥和 张正麟

青岛地铁运营有限公司 山东 青岛 266000

**【摘要】**地铁车辆运营过程中,频繁地进行车门开关会影响整车空调系统能耗和车内温度场。夏季制冷时,地铁车辆车内外温差不大,使开关门过程中空调系统能耗增加幅度较小。由车门开关引起的空调系统能耗增加幅度不大。车门开启后,车内空气流向车外,使空调新风口风量增大。随着车门开关,空调出风口温度振荡。车门开启后,经过空调处理的空气更容易通过开启的车门流向车外,因而车内近门端空气温度振荡幅度大。

**【关键词】**地铁车辆车门;车门开关;空调性能;车内温度

## 引言

一般情况下,地铁站都是与外部隔绝的,只有出入口和通风口与周围的空气相通。与此同时,站台上的广告牌、灯光等热源构成了照明负荷,市民在乘车等待时产生了巨大的人体冷负荷,所以必须通过空调来降低冷热负荷;为市民提供一个舒适的乘车环境。车站与外界连通,使高温、潮湿的空气从外部进入,从而产生了较大的侵入负荷。因此,要减少地铁空调系统的能量消耗,并对其进行最优控制,并在此基础上,结合已有的空调技术,对其进行合理的节能设计。在减少系统能量消耗的同时,还能保障旅客的舒适度。

## 1 地铁通风空调系统概述

### 1.1 工作原理

目前,地铁通风与空调系统分为三大类:水、小、大系统三大类,以达到高效,自动调控。在实际的地铁运营中,为地铁送风、排风的机械装置有两种,一种是空调送风,另一种是回排机。而采用组合式空调,则是基于水回路,将空调中的水系统合理地连接在一起,再将空调所需的冷量输送至空调系统中的冷水机。冷水机的基本工作原理,是利用热交换原理,将地下空间内的热能高效地传递出去。制冷机之所以可以生产出冰水,是因为它基于压缩机,持续地压缩制冷剂的吸热过程,从而生产出冷冻水;再由中央空调单元进行热量交换,最终将冷空气送到车站和车站。

### 1.2 通风空调系统的特点分析

在城市地铁建设中,由于其独特的地理位置,对其通风与空调系统提出了更高的要求,从而使其能够适应城市的实际运营发展需要[1]。所以,在地铁的实际运营中,有必要对其本身的运行、气候以及其他各种原因而产生的热量进行合理的排出;从而为旅客创造一个安全、舒适的乘坐环境,推动地铁的可持续发展。而地铁的管理房间和相关的设备存储区域,则要根据具体的环境条

件,根据相关的工艺,为其提供一定的温、湿度。当然,如果地铁在运行中出现了堵塞,则必须要有足够的空气流量来保证地铁的热环境不会出现相关的安全风险。此外,如果在使用过程中出现了火灾现象,则需采取有效的排烟措施,并持续向地铁输送新鲜空气;这样才能够将火灾带来的损失和危险降到最低。

## 2 地铁车辆车门开关对空调性能及车内温度的影响

### 2.1 车门开关对空调功率的影响

与车门紧闭相比,被试车进行开关门试验时,空调系统功率增大。随着内外温差的增大,功率增大的幅度增加。但即使在 $35^{\circ}\text{C}$ 时,空调系统功率增加幅度也不大,整车空调系统功率由 $14.2\text{kW}$ 增至 $15.6\text{kW}$ ,增幅约为 $10\%$ 。因为在测试地铁车辆时,车外空气温度与车内空气温度差距不大。整个试验过程中,开门时间仅占 $14.29\%$ 。因此,测试过程中由车门开关引起的空调系统能耗增加值不大。地铁车辆的实际运营以地下线为主,且绝大部分站台配有中央空调,站台空气温度与车内空气温度差距不大,大多数地铁车辆站台开门时间不长,不足总运行时间的 $20\%$ 。因此,车门开关并未明显增加整个运行过程中空调系统热负荷,由车门开关引起的空调系统能耗增加值不大。

### 2.2 车门开关对车内温度的影响

车门开关除了增加空调系统热负荷外,还会影响地铁车内的温度场。在开关门过程中,车内平均温度会发生振荡波动。为了进一步确定车内温度的振荡是否由车门开关引起,选取车外温度为 $22^{\circ}\text{C}$ 和 $35^{\circ}\text{C}$ ,对有无车门开关时车内平均温度进行对比分析。车外温度为 $22^{\circ}\text{C}$ 时,有无开关门时车内平均温度均在周期性波动,但波动周期不同,无明显的曲线振荡。在车外温度为 $35^{\circ}\text{C}$ 、有开关门时,车内温度曲线有明显振荡。在开关门过程中,车内平均温度除了正常波动外,还会产生振荡。车外温度为 $22^{\circ}\text{C}$ 时,车内平均温度无明显振荡。随着外温的升高,车内平均温度受影响程度越大,温度曲线振荡

越剧烈。车外温度为 35℃时, 车内平均温度振荡幅度最大。

车内平均温度代表车内温度的整体趋势, 但不能代表温度场分布情况。为了进一步研究开关门过程中车内温度场的变化, 选取车外温度为 35℃工况进行分析。车门开关过程中, 车内近门端、车厢中部、车门未开启侧的空气温度均会受到影响。车内近门端温度振荡幅度明显大于车内其他区域。由于地铁车辆车内为正压, 车门开启后, 车内空气以流向车外为主, 使新风量增大, 即更多的车外空气会通过新风口流经空调机组[2]。风量的增大会使空调出风口温度波动。车门开启后, 空调新风量增大, 送风口温度提高, 车门关闭后, 空调新风量减小, 送风口温度降低, 随着车门不断的开关, 空调送风温度不断上下振荡。送风温度振荡幅度明显大于车内, 因为车内空气温度的振荡由送风温度振荡引起。送风温度振荡使得车内空气温度振荡。随着车门的开启和关闭, 送风温度不断上升和下降, 造成车内空气温度不断上升和下降。车门开启后, 经过空调处理的空气更容易流向车外, 导致车内近门端空气温度振荡幅度比车内其他区域更大。

### 3 地铁通风空调系统的优化控制策略

#### 3.1 使用开放式系统并强化对活塞效应的使用

利用活塞效应和机械作用, 实现内外高效空气交换, 达到降温效果。当然, 这类铁路的应用并非在每个区域都适用, 必须保证在炎热的夏季, 平均气温在 25 摄氏度以下, 而且火车的班次比较少[3]。活塞效应通风模式的基本原理是, 当列车行进时, 前部和后部的截面比例超过 2/5, 此时, 列车就像是一个活塞, 在高速运动的时候, 前部的空气会被挤压, 从而产生“正压”, 而后方的空气则会变得稀薄, 从而产生“负压”, 从而产生气流。

#### 3.2 注重对风阀的有效控制

目前, 在地铁的实际运营中, 其空调送风量约占出空气量的 30%, 而在正常情况下, 地铁的实际送风量与列车运行时的气温有关[4]。而要提高地铁通风和空调系统的控制效果, 就必须要加强空气调节装置的关注, 弄清楚地下交通流的变化, 并根据实际情况来控制空气调节装置。从而达到节能降耗的目的。

#### 3.3 注重对新型通风可调屏蔽门的合理使用

目前, 合理应用新型屏蔽门, 能够达到对站台、地铁区间通风的合理利用; 从而推动了空调系统在各个阶段都能满足不同的风量及风压要求。所以, 在具体的控制过程中, 要注意如何合理地利用这种新型的屏蔽门, 从而达到更好地改进空调系统, 提高其工作效率。

### 4 结束语

地铁运营时需要频繁地开关车门。开门过程中, 地铁车内外空气进行交换, 热量和物质的交换会影响空调系统的负荷, 从而对空调性能造成影响, 同时引起车内温度场的变化。为了研究开关门过程空调系统能耗和车内温度的变化, 在整车热工试验室对被试车进行测试。本文就此进行了探究, 以供参考。

### 【参考文献】

- [1] 郭春晖, 白翔, 吴会耀, 栾庆坤, 牛犇, 马燕平, 丁睿. 地铁车辆变频空调提升制冷效果和节能示范研究[J]. 电子质量, 2022, (02): 75-78.
- [2] 王彦鲁, 刘忠庆, 孙德世, 阴启明, 李子建. 地铁车辆空调系统能耗影响因素研究[J]. 大连交通大学学报, 2021, 42(06): 26-30.
- [3] 郭东东, 张莹. 地铁车辆客室车门组成及控制逻辑分析[J]. 技术与市场, 2021, 28(10): 122-123.
- [4] 赵虹, 林业. 地铁车辆车门安全联锁环路的设计[J]. 城市地铁研究, 2021, 24(06): 201-205.