

文章编号: 1671-6612 (2019) 01-082-5

重庆深埋地铁车站公共区环境实测研究

熊武标¹ 冯 炼¹ 刘 江² 袁中原¹ 付 强¹ 卢昌宪¹

(1. 西南交通大学机械工程学院 成都 610031;

2. 中铁第一勘察设计院集团有限公司 西安 710043)

【摘 要】 通过对重庆地铁六号线红土地车站站厅、站台、出入口通道进行环境逐时监测, 分析对比了各区域的温湿度状况, 针对空调季工况下站厅、站台环境状况及长出入口通道单排风运行状况进行研究。研究结果表明站厅存在风机节能潜力, 长出入口通道在运营初期采用单排风方式符合规范要求。

【关键词】 深埋地铁车站; 环境监测; 出入口通道

中图分类号 TU96+2 文献标识码 A

The Environmental Monitoring and Analysis of the Public Zone of Deeply Buried Metro Station in Chongqing

Xiong Wubiao¹ Feng Lian¹ Liu Jiang² Yuan Zhongyuan¹ Fu Qiang¹ Lu Changxian¹

(1. Mechanical Engineering of Southwest Jiaotong University, Chengdu, 610031;

2. China Railway First Survey and Design Institute Group Ltd, Xi'an, 710043)

【Abstract】 The regional conditions of temperature and relative humidity of Chongqing Metro Line 6 Hongtudi Station are analyzed and compared, through monitoring on the environment of the station hall, the platform and the entrance and exit passages. The status of the environment of the station hall, the platform and the single ventilation of the long- entrance and exit passages are discussed. Research indicates that fans has energy saving potential in the station hall and the long- entrance and exit passages adopts single exhaust mode in the initial stage of operation can meet regulatory requirements.

【Keywords】 deeply buried metro station; environmental monitoring; the entrance and exit passages

0 引言

重庆市作为“山城”, 在这一特殊地形条件下的城市轨道交通建设使地铁车站的埋深相比于国内其他城市的暗挖车站深度要深得多, 重庆地铁六号线是重庆市开通的第二条地铁线路, 其红土地车站埋深达 56m, 是开通时国内埋深最深的车站。相比于普通浅埋车站, 深埋车站的出入口通道及新风井深度与长度非常不同, 其中出入口通道长度均超过 150m, 抬升超过 46m, 因此车站内环境更加处

于一个较封闭的空间设计条件下车站环控系统实际运行状况需要得到进一步的了解和研究。

目前针对该类深埋地铁的研究主要针对隧道区间的火灾通风排烟方面^[1-5], 以及对长出入口通道的安全疏散设计^[6]讨论, 对于车站环控系统运行策略及该类深埋车站的环境监测数据的系统性采集分析比较少。因此, 课题组于 2017 年 7 月至 12 月对车站公共区和出入口通道的空气温湿度进行了监测。根据监测数据的分析更加准确地了解车站各位置的环境状况, 为该

作者简介: 熊武标 (1995.5-), 男, 在读硕士研究生, E-mail: xiongwubiao@my.swjtu.edu.cn

通讯作者: 冯 炼 (1964-), 女, 博士, 教授, E-mail: lancyfeng90@163.com

收稿日期: 2018-05-31

类深埋地铁车站环控系统研究积累了数据, 并为今后该类车站环控系统运行策略提供一定理论依据。

1 工程概况及测试方案

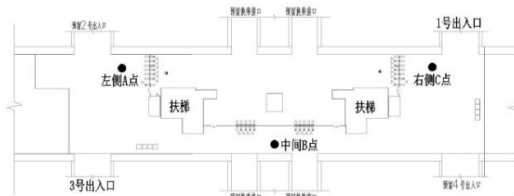
1.1 工程概况

红土地站是重庆 6 号线一期工程的第六座车站, 为暗挖地下二层岛式车站, 采用屏蔽门系统制式, 包括两条长出入口通道, 规划与 10 号线十字交叉换乘。站厅层公共区面积为 1560m², 顶部为弧顶结构, 净高 3~5.2m, 站台层公共区面积为 1245m², 净高 3m, 车站东西向两端各设置一座新风亭。

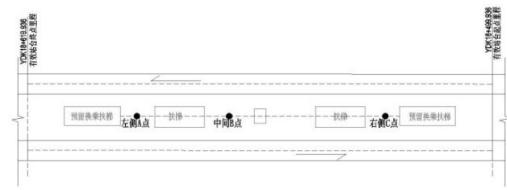
车站两端各布置 2 台组合式空调器、2 台回排风机和 1 台小新风机分别承担站厅站台 1/4 的负荷需求, 出入口通道采用单排风加风机盘管系统形式。大系统运行模式分为小新风、全新风和通风工况运行, 出入口通道处的通风空调系统在空调季关闭排风系统, 运行风机盘管系统, 新风由出入口自然引入, 冷源与车站合用。非空调季节关闭空调系统, 出入口排风机系统运行, 补风由出入口与公共区自然引入。本次测试时间处于地铁运营初期, 由于土壤蓄热能力较强及客流量较远期较小, 因此出入口通道仅开启排风机降温。

1.2 测试方案

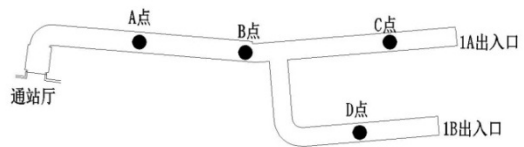
测试过程中共布置 15 个测点, 分别位于站厅、站台公共区和两条出入口通道内, 测点具体布置情况如图 1 的 (a) ~ (d) 所示。测试仪器选用 Testo 175-H1 温湿度测试仪, 该仪器带外置 NTC 温度/电容式湿度传感器, 温度测试范围为 -20~55℃ (±0.4℃), 湿度测试范围为 2~98%RH (±2%RH), 通过预定设置记录大量数据, 自身具有体积小和防盗锁设计, 便于装设和安全使用, 设定各测点记录周期为 10min。



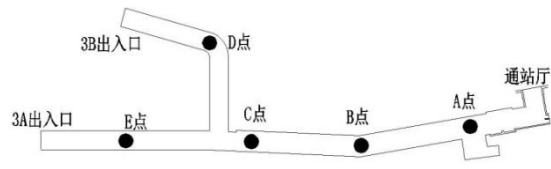
(a) 站厅测点布置



(b) 站台测点布置



(c) 1号出入口通道测点布置



(d) 3号出入口通道测点布置

图 1 车站测点平面布置图

Fig.1 Plain layout of station gauging point

2 测试数据分析

2.1 站厅、站台空调季温湿度状况

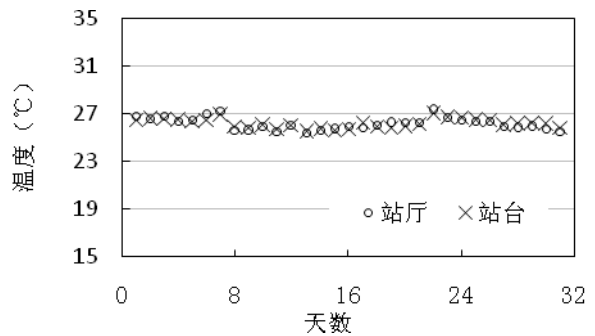


图 2 站厅、站台温度

Fig.2 Temperature of station hall and the platform

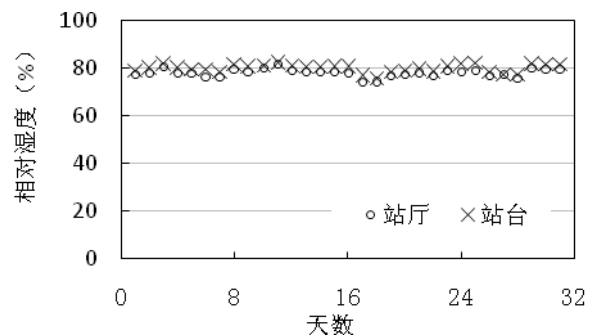


图3 站厅、站台相对湿度

Fig.3 Relative humidity of station hall and the platform

选取 8 月车站运营时段测试数据的日均值为代表反映夏季空调工况下站厅、站台内热湿环境状况，如图 2 和图 3 所示。站厅平均温度在 25.2~29.2℃之间，总体平均值为 26.2℃，平均相对湿度在 70.9~86.4%之间，总体平均值为 78.2%。站台平均温度在 25.2~28.6℃之间，总体平均值为 26.2℃，平均相对湿度在 73~87.8%之间，总体平均值为 79.94%。可以看出站厅和站台的温度几乎相同，且均低于设计温度 30℃/29℃的设计标准，相对湿度则高于设计标准 60%RH，因此可以看出在车站运营初期，公共区呈现温度偏低，湿度偏高的状况。

结合公共区内送风状态点的变化过程，设计热湿比为 ϵ ，室内设计状态点为 N （空气状态变化过程焓湿图如图 4 所示），可以得到造成这种现象有下面几种原因：

(1) 送风量合适，由于车站热湿比很小，冷冻水除湿效果不够，使得同样室内焓值情况下车站湿度偏高，送风状态点沿 ϵ_1 热湿比线由 O 点到 N_1 ；

(2) 送风量过大，室内点沿热湿比线 ϵ 靠近送风状态点，温度偏低，相对湿度偏高，室内状态点如 N_2 所示；

(3) 车站热湿比较小，且送风量偏大，使室内状态点向低温方向移动，室内状态点如 N_3 所示。

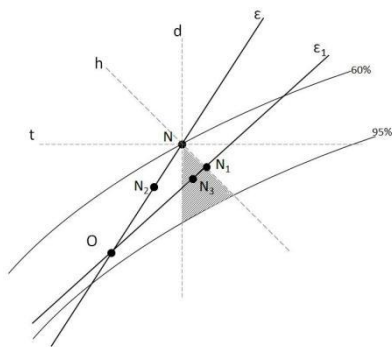


图4 状态点变化示意图

Fig.4 Diagram of state point changes

下面通过与设计焓值进行对比分析，判断车站送风量与车站负荷需求的关系，将逐时空气焓值计算出来与设计焓值进行对比如图 5 和图 6 所示，站厅、站台设计状态参数分别为 30℃/60%/73.53kJ/kg，29℃/60%/70.01kJ/kg。从图中可以看

到站厅逐时空气焓值较大范围低于设计焓值，站台焓值则比较接近设计焓值，统计站厅平均焓值为 71.6kJ/kg，站台平均焓值为 70.67kJ/kg，说明站厅送风量偏大，站台送风量比较合适，这与测得站厅、站台的逐时温度非常接近的结论是一致的。

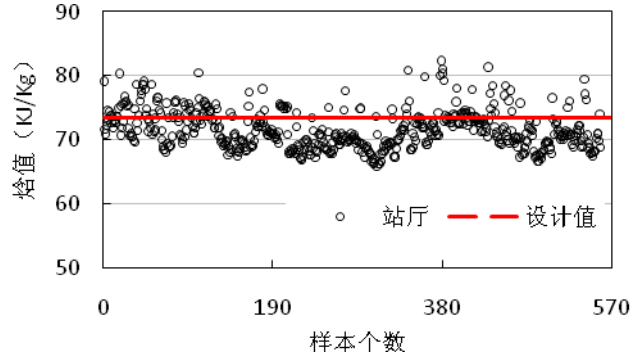


图5 站厅实测焓值与设计值比较

Fig.5 Comparison of measured enthalpy and design values in the hall

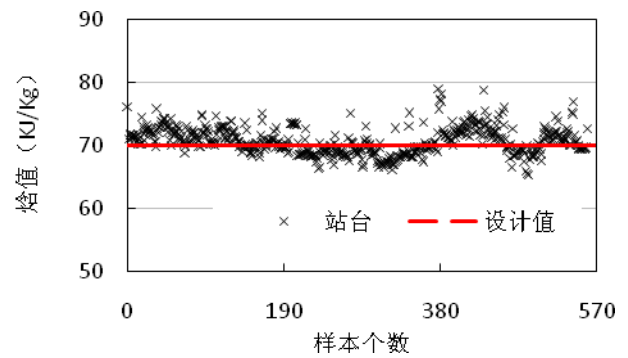


图6 站台实测焓值与设计值比较

Fig.6 Comparison of measured enthalpy and design values in the platform

同时结合公共区实际状态点发现其并非沿设计热湿比线向送风状态点靠近，而是向焓湿图右下方移动，如图 4 中阴影区域部分所示，可以得出车站在运营初期车站热湿比较小，这与初期车站负荷较设计较小，余湿量较大有关。所以站厅出现温度偏低，湿度偏大的原因为 (3)，站台的原因为 (1)，因此对于车站大系统运行策略而言应结合车站逐时温湿度变化情况调整送风量及冷水温度，以达到节能高效运行的目的。

2.2 出入口通道空调季温湿度状况

依据地铁设计规范^[7]要求地下车站的出入口通道长度大于 60m 时，应采取通风或降温措施，且内部空气计算温度可高于站厅温度 2℃，因此通

过测试通道各段温湿度情况了解长通道的环境状况。下面取夏季工况中各测点平均温度数据分析如表1所示,可以看到出入口通道内的温湿度控制较接近站厅设计工况,且各段的月平均温度也满足低于32℃的规范要求。

对比两出入口通道的温湿度数据可以看出两出入口通道靠近站厅位置处3-A的温度较1-A更低,说明对于长度更长的3号通道而言,通道对渗透风的过渡作用更强,由出入口通道进入车站的渗透风对车站的冷负荷影响更小。结合出入口单排风的运行模式,说明在地铁车站运行初期,土壤的蓄热效果较好,单排风运行模式下,扶梯的散热没有造成通道的温度大幅上升,且随着靠近站厅,通道内温度逐渐降低,符合车站整体越靠近下层温度逐步降低的设计理念。

2.3 过渡季和冬季公共区温湿度状况

选取10—11月和12月的公共区温湿度监测数据为代表分别反映过渡季和冬季车站公共区的环境状况,将车站每日运营时段的温湿度日平均温度

汇总于表2所示。室外温湿度数据来源中国气象数据网的重庆沙坪坝气象站点^[8]数据,可以看出重庆室外相对湿度长期较高。在10月份室外相对湿度超过80%的时段,车站相对湿度同样超过65%的上限要求,从11月开始相对湿度降低达到要求。

过渡季节公共区比室外温度高约5~10℃,相对湿度低约12~20%RH。通过对比公共区各区域的温湿度状况,可以得到站台层温度和相对湿度均比站厅层要高,这是由于红土地站站厅层高较大,站台乘客的人员密度较站厅更大,散热散湿量对空间温湿度变化更为显著。虽然长出入口通道内的扶梯在运营时段持续运行会产生大量设备散热,但由于出入口通道与外界环境直接连接,且监测时段室外温度较低,在活塞风的影响下出入口通道与室外空气热交换使通道内整体温度比站厅、站台稍低。冬季工况下,公共区的温度较室外温度高约8.8℃,相对湿度低约20%RH,均满足车站公共区温湿度要求。

表1 运营时段出入口通道平均温湿度统计表

Table 1 Average temperature and relative humidity of the entrance and exit passages during the operation period

测点	7月		8月		9月	
	温度(℃)	相对湿度(%)	温度(℃)	相对湿度(%)	温度(℃)	相对湿度(%)
1-A	28.3	74.4	29.4	72.5	26.2	74.5
1-B	29.7	70.8	30.7	69.3	26.9	72.3
1-C	31.4	64.2	31.8	64.5	27.4	71.5
1-D	31.4	64	31.7	67.2	27.3	73.1
平均值	30.2	68.4	30.9	68.4	27	72.9
3-A	26.7	79.1	27.3	80.2	25.6	76.4
3-B	28	76.1	28.9	76	26.2	74.8
3-C	29.3	72.4	31	72	27.2	73.2
3-D	30	69.9	30.6	70.2	26.9	76.6
3-E	31.7	62.5	32.1	66.2	27.6	73.3
平均值	29.1	72	30	72.9	26.7	74.9

表2 运营时段公共区平均温湿度统计表

Table 2 Average temperature and relative humidity of the public zone during the operation period

月份 参数	10月		11月		12月	
	温度(℃)	相对湿度(%)	温度(℃)	相对湿度(%)	温度(℃)	相对湿度(%)
室外环境	13.9~30	82.8	7.6~24.7	75.47	5~14.4	77.84
站厅	21.6~27.7	68.5	18.5~24.4	60	16.3~20.4	56.1
站台	22.4~27.2	71.1	19.2~24.4	62.9	16.8~20.4	59.9

出入口通道	22.2~24.2	69.6	18.4~22.2	61.7	16.6~20.4	56.2
-------	-----------	------	-----------	------	-----------	------

3 结论

(1) 车站运营初期空调季站厅平均温度为 25.2~29.2℃, 相对湿度为 70.9~86.4%, 站台平均温度为 25.2~28.6℃, 相对湿度为 73~87.8%, 整体呈现温度偏低, 湿度偏高的运营现状, 通过焓值分析比较得出站厅送风量偏大, 具有风机节能潜力, 车站运营初期余湿量较大。

(2) 两条长出入口通道在空调季运营时段平均温度分别为 27~30.9℃和 26.7~30℃, 在地铁运营初期采用单排风的降温措施能够较好的满足通道内的温度要求, 且通道内温度变化均匀, 符合规范规定的温度控制要求^[7]。

(3) 除 10 月室外相对湿度较高时段内公共区相对湿度超标外, 过渡季及冬季车站公共区温湿度满足车站设计要求。

参考文献:

[1] 张鲲.重庆地铁铜锣山隧道防灾通风模式分析[J].制冷

与空调,2015,29(1):69-73.

[2] 张鲲.重庆轨道交通 6 号线一期工程深埋隧道活塞通风设计分析[J].铁道标准设计,2016,60(2):149-152.
 [3] 谢宣,冯炼,张鲲.地铁深埋长隧道设置中间风井方式下火灾防排烟数值模拟研究[J].制冷与空调,2013,27(2):126-129.
 [4] 胡自林.深埋地铁隧道通风设计计算[J].城市轨道交通研究,2006,(7):31-33.
 [5] 刘江.地铁深埋长隧道排烟方案研究.[J].制冷与空调,2014,28(3):286-290.
 [6] 张德志.重庆深埋地铁车站出入口安全疏散设计[J].都市轨道交通,2009,22(2):56-58.
 [7] GB 50157—2013,地铁设计规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2014.
 [8] 中国气象数据网,中国地面气象站逐小时观测资料[DB/OL].<http://data.cma.cn/data/detail/dataCode/A.0012.0001.html>, 2017-7-7/2017-12-31.

(上接第 81 页)

成显著示范效应和良好舆论导向。推动用户侧逐步改变原有的用暖观念和用暖方式, 提高对清洁取暖环保价值的认识, 改进粗放的用暖方式, 节约能源, 培育好市场。

参考文献:

[1] 鲁政字[2018]178 号, 山东省冬季清洁取暖规划(2018-2022 年) [S]. 济南: 山东省人民政府, 2018.
 [2] 发改能源[2017]2100 号, 北方地区冬季清洁取暖规划(2017-2021 年) [S]. 北京: 国家发展改革委, 2017.
 [3] 贾少刚, 王丽萍, 魏翠琴, 等. 冷热暖三联供太阳能热泵

系统冬季工况下的节能减排分析[J]. 制冷与空调, 2018, 32(2): 196-201.

[4] 熊磊, 杨露露, 肖劲高. 热源塔热泵冬季供暖性能实测分析[J]. 制冷与空调, 2018, 32(2): 179-183..
 [5] 谢方祥, 雷波, 余涛. 大空间建筑冬季热回收利用的节能分析[J]. 制冷与空调, 2018, 32(1): 50-54.
 [6] 于佳, 魏恺, 王京雷, 等. 河南省清洁取暖现状分析与建议[J]. 河南科技, 2017, (17): 149-150.
 [7] 赵建博, 石颖. 北方某县城农村地区清洁采暖研究与应用[J]. 建筑热能通风空调, 2017, 36(9): 74-77.
 [8] 罗佐县, 梁海军, 何铮, 等. 地热在北方清洁取暖中的角色定位[J]. 能源, 2017, (4): 36-39.