

新武汉火车站窜风控制措施研究

中铁第四勘察设计院集团有限公司 郭 辉[☆]

摘要 为了减少室内外热压、风压引起的窜风所增加的空调能耗,以新武汉火车站为研究对象,提出了 3 种窜风控制方案,并采用 ContamW 软件对车站内窜风工况进行计算分析,最终推荐采用隔离各个出站厅和出站广场的措施。

关键词 火车站 窜风 控制措施

Unorganized airflow control in Wuhan Railway Station

By Guo Hui[★]

Abstract In order to reduce the air conditioning energy consumption caused by the unorganized airflow, taking the Wuhan Railway Station as an example, puts forward three control methods and uses the ContamW software to analyses the unorganized airflow situation, and recommends the measures for isolating the exit hall and exit square.

Keywords railway station, unorganized airflow, control measure

★ China Railway SiYuan Survey and Design Group Co., Ltd., Wuhan, China

①

0 引言

大型公共建筑由于其使用功能要求,往往有很多通道连通室内外空间,从而引起窜风现象。在空调供暖及制冷季,窜风会引起大量的能量损失,因此暖通设计人员必须引起足够的重视。本文中窜风是指在热压、风压作用下,室外空气通过建筑物对外开启的孔洞和建筑物内连通空间的无组织流动过程。

1 窜风流动分析

新武汉火车站工程是武汉天兴洲公路铁路两用长江大桥及相关工程的一部分。该火车站采用等候式和通过式相结合的流线模式,采取“高架候车、上进下出”的方式。建筑地下层为地铁车站和设备层,地上依次为地面层(0.0 m)、站台层(10.25 m)、高架层(18.8 m)和夹层(25.0 m),建筑南、北总长 550 m,东、西总宽 250 m,高 58 m,总建筑面积约 37 万 m²。

高架候车室采用空气幕与电动门等措施,密闭性较好,基本无窜风现象发生;地面层的各出站厅与出站广场设置了空调供冷及供暖系统,这些区域都有较大开口与室外相通,需要进行窜风控制。

根据 GB 50226—2007《铁路旅客车站建筑设计规范》要求^[1],室内设计参数如表 1 所示。

由于地面层四周有很多辅助用房的遮挡,使得风压对地面层内部通风作用微弱,相对于高大空间

表 1 地面层建筑及室内设计参数

	夏季		冬季温度/新风量/(m ³ /建筑面积/使用面积/		m ²	m ²
	温度/℃	相对湿度/%	℃	(人·h))		
地铁出站广场	28	70	14	8	21 634	17 307.2
客运专线出站厅	28	70	14	8	11 628	9 302.4
普通出站厅	28	70	14	8	4 124	3 299.2

人员密集区域的热压作用,此处可不考虑风压影响。热压作用形成的窜风风量由热压大小以及通风路径的阻力决定,而热压大小受竖直方向进出口高差和室内外温差的影响。如图 1 所示,地面层热压自然风的流动节点有:B 自动扶梯口,共 22 处,每处长 18 m,宽 6 m;D 出站厅周围 2 m 高玻璃隔断;F 地面层外门,共 28 处,每处宽 2 m,高 3 m,门常开。窜风气流流动方向由室内外温差决定,空调供冷季和供暖

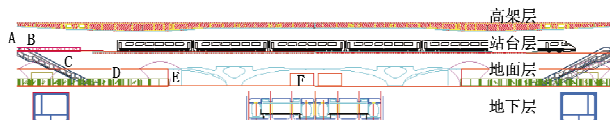


图 1 窜风流动节点示意图

①☆ 郭辉,男,1978 年 2 月生,硕士研究生,工程师
430063 武汉市武昌区和平大道 745 号中铁第四勘察设计院
集团有限公司城建院暖通所
(027) 51155078
E-mail:hustgh@163.com
收稿日期:2009-06-18
修回日期:2009-10-19

季窜风气流流动方向相反。空调供冷季窜风流动路径为 A→B→C→D/E→F, 供暖季窜风流动路径为 F→E/D→C→B→A(见图 1)。

2 窜风建模计算

窜风方案的模拟分析采用 ContamW 软件, 本文中 ContamW 主要用于对风压和热压通风进行模拟计算。建筑内的空间分隔和建筑表面的开口是影响窜风的主要因素, ContamW 模型能详细描述这些参数。在空调供冷及供暖工况下, 通过给定室内设计温度和室外温度, 计算出由于温差引起的通风情况。

地面层的区域划分如图 2 所示, 地面层设置有 2 个普速出站厅、2 个小专线出站厅和 2 个大专线出站厅, 各出站厅与出站广场之间设置有检票口, 各出站厅与站台层之间设置有自动扶梯。根据 ContamW 的节点理论和站台层及地面层的结构与开口情况建立如图 3、4 所示计算模型。输入相应的边界条件后, 夏冬季窜风计算结果分别见表 2、3。

表 2 表明, 与无开口的地面层情况相比, 开口造成的窜风流动使换气次数增加了约 1h^{-1} , 相应

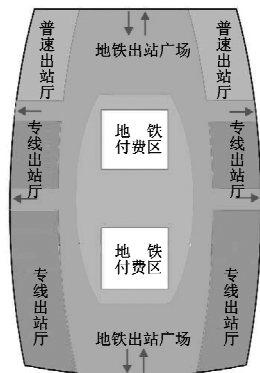


图 2 地面层区域划分

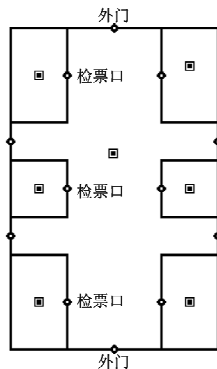


图 3 地面层计算模型

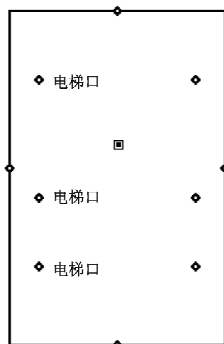


图 4 站台层计算模型

表 2 夏季窜风计算结果

窜风风量/ (m^3/h)	换气次数/ h^{-1}	出口风速/ (m/s)	入口风速/ (m/s)	窜风冷 负荷/ kW	设计冷 负荷/ kW	增加 比例/%
528 189	1	0.06	0.87	695	7 291	9.5

表 3 冬季窜风计算结果

窜风风量/ (m^3/h)	换气次数/ h^{-1}	出口风速/ (m/s)	入口风速/ (m/s)	窜风冷 负荷/ kW	设计冷 负荷/ kW	增加 比例/%
1 065 567	2.63	0.12	1.76	5 111	4 920	104

的地面层空调冷负荷增加了约 9.5%。

《新武汉火车站负荷计算报告》中人员高峰时刻需要的新风换气次数为 0.37h^{-1} , 而夏季开口窜风造成的室外自然风换气次数平均为 1h^{-1} , 超过了新风需要, 带来不必要的空调能耗, 且增加了空调设备容量。

表 3 计算结果表明, 冬季窜风引起换气次数增加约 2.63h^{-1} , 超过了最大新风量需要, 同时由于冬季室内外温差大(武汉市冬季空调室外计算温度为 -2.4℃ , 室内设计温度为 14℃), 且室内外温差的波动幅度小, 与无开口的地面层情况比较, 增加了地面层的供暖热负荷, 增加幅度达 104%。

3 窜风控制措施

为了减少空调供冷及供暖季的窜风流动, 对原建筑设计方案的局部结构提出如下整改措施: 1) 减小电动扶梯处开口面积; 2) 减小地面层外门开口面积; 3) 隔离各个出站厅和出站广场。

以下通过计算比较这三个局部改进措施的效果。

3.1 减小电动扶梯处开口面积与地面层外门开口面积的窜风计算

计算结果见表 4、5, 方案 0 为初始建筑设计方案, 表中面积比例是指以方案 0 的开口面积为基数, 其他方案相应开口面积分别与方案 0 的面积之比。方案 1~6 为方案 0 地面层外门面积不变, 只改变站台层扶梯开口面积; 方案 7~10 为方案 0 电动扶梯开口面积不变, 只改变地面层外门开口面积。

表 4 改变电动扶梯开口面积的窜风变化情况

方案	电动扶梯开口				总窜风			速度/(m/s)	
	长/ m	宽/ m	面积/ m^2	面积比 例/%	风量/ (m^3/h)	换气次数/ h^{-1}	出口	入口	
0	18	6	108	100	528 189	1.30	0.06	0.87	
1	9	6	54	50	524 292	1.29	0.12	0.87	
2	5	6	30	28	513 145	1.27	0.22	0.85	
3	3	6	18	17	487 456	1.20	0.34	0.81	
4	2	6	12	11	446 726	1.10	0.47	0.74	
5	1	6	6	6	327 142	0.81	0.69	0.54	
6	0.5	6	3	3	193 616	0.48	0.81	0.32	

表 5 改变地面层外门开口面积的窜风变化情况

方案	地面层外门开口				总窜风		速度/(m/s)	
	长/m	宽/m	面积/m ²	面积比/例/%	风量/(m ³ /h)	换气次数/h ⁻¹	出口	入口
0	2	3	6	100	528 189	1.30	0.06	0.87
7	1.5	3	4.5	75	396 574	0.98	0.05	0.87
8	1	3	3	50	264 589	0.65	0.03	0.87
9	0.5	3	1.5	25	132 356	0.33	0.02	0.88
10	0.25	3	0.75	13	66 186	0.16	0.01	0.88

1) 减小电动扶梯处开口面积

通过缩短电动扶梯楼板处的开洞长度来减小开洞面积,只有当开口面积减少到 20%以下时,才会产生比较明显效果,但这种方式会影响建筑空间效果,同时也会对人员流动带来一定的影响。

2) 减小地面层外门开口面积

地面层外门开口面积与窜风风量近似呈线性关系(见图 5),但地面层外门既是铁路下车旅客的出口,也是地铁乘客的进出口,人员流动较大。因此采取减小地面层外门开口面积或设立自动门等措施也会影响到交通顺畅。

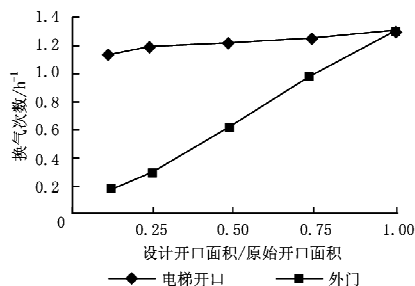


图 5 改变开口面积的窜风变化情况

3.2 隔离各出站厅和出站广场窜风计算

在原设计方案中,地面层各出站厅与地铁出站广场之间的检票口处通敞,可以视作同一区域,在改进方案中可隔离各个出站厅和出站广场。具体措施如下:

1) 检票口处设电动门。在空调供冷及供暖季,配合各出站厅的列车到站情况开启或关闭电动门。在非空调季,检票口处电动门常开,不影响自然通风换气。

2) 检票口处电动门上设置空气幕,与电动门联动,阻挡内外空气流动。

3) 其他位置的玻璃隔断延伸到站台板下,完全隔离出站厅和出站广场的空间。

4) 连通室外空气的电动扶梯都在各个出站厅,电动扶梯对外开口面积大,内外空气流动性强,另一方面各个出站厅人员停留时间短,可以考虑在

该区域不设计空调系统。

此外,出站厅通道的开启时间可根据列车到站时间控制。据预测,6 个出站厅中有 2 个出站厅同时使用的概率最高,计算时取最不利情况即南面两个最大的专线出站厅同时使用。改进方案后窜风流动计算结果如图 6 所示。

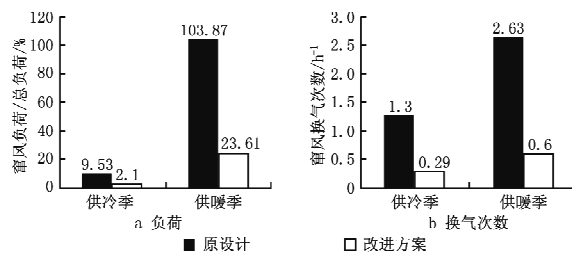


图 6 改进方案与初始方案窜风效果对比

由图 6 可以看出,改进方案有效地减少了窜风流动。窜风风量在空调供冷工况下减少了约 78%,在供暖工况下减少了约 77%,相应地,空调供冷季窜风负荷占总负荷的比例减少 7.4%,供暖季减少 80.3%。

当站台层发生火灾时,站台层人员疏散路径主要为站台通向地面层的疏散楼梯。人员进入地面层后即可视作安全,可以继续向室外进行疏散。当地面层发生火灾时,隔断区域内人员可以通过电动门进入出站广场进行疏散,也可通过地面层与站台层的疏散楼梯进行疏散。因此隔离各出站厅对事故状态下人员疏散无影响^①。

4 结论

初始方案中窜风在空调供冷季增加空调冷负荷 9.5%,在供暖季增加供暖负荷 104%,对空调及供暖能耗以及设备容量都有较大影响,在供暖季尤为突出。减小电动扶梯开口面积与减小地面层外门开口面积可以减少窜风流动,但会影响交通顺畅,因此推荐采用隔离各出站厅和出站广场的措施。该方案综合考虑车站出站厅使用特点,既不影响交通同时又减少了窜风流动。计算结果表明,改进方案在空调供冷季减少了 78%的窜风风量,在供暖季减少了 77%的窜风风量,节能效果十分显著。

参考文献:

- [1] GB 50226—2007 铁路旅客车站建筑设计规范[S]. 北京:中国计划出版社,2007

① 上海泰孚建筑安全咨询有限公司. 铁路武汉站消防性能化设计报告,2007:168-170