

文章编号: 1671-6612 (2020) 01-021-04

# 南方铁路客站气候区划及通风降温策略研究

汤 鑫 冯 炼

(西南交通大学机械工程学院 成都 610031)

**【摘 要】** 从影响通风降温潜力的因素出发确定了南方铁路客站的气候区划标准, 并据此标准划分了气候区, 形成了可视化区划结果; 选取了各气候区内的典型城市模拟了两种不同工况下的自然通风情况, 得到了各气候区内典型城市的自然通风适用性情况, 并进一步分析了夏季和过渡季的通风降温潜力, 根据计算结果提出了各个气候区的通风降温方案。

**【关键词】** 南方地区; 铁路客站; 自然通风; 降温潜力; 通风适用性  
中图分类号 TU83 文献标识码 A

## Study on Climate Division and Ventilation and Cooling Strategy of Southern Railway Station

Tang Xin Feng Lian

(Mechanical engineering of Southwest Jiaotong University, Chengdu, 610031)

**【Abstract】** Based on the factors affecting the cooling potential of the ventilation, the climatic zoning standards of the southern railway stations were determined, and the climatic zones were divided according to the standard, and the results of visual zoning were formed. The typical cities in each climatic zone were selected to simulate two different working conditions. The natural ventilation situation has obtained the natural ventilation applicability of typical cities in each climatic zone, and further analyzed the ventilation cooling potential in summer and transition seasons. According to the calculation results, the ventilation cooling scheme of each climate zone was proposed.

**【Keywords】** Southern region; railway station; natural ventilation; cooling potential; ventilation applicability

作者简介: 汤 鑫 (1993.8-), 男, 在读硕士研究生, E-mail: 18774917617@163.com

通讯作者: 冯 炼 (1964.11-), 女, 博士, 教授, E-mail: lancyfeng90@163.com

收稿日期: 2019-03-28

## 0 引言

自从“一带一路”和高铁走出去战略实施以来, 我国铁路的发展进入了新时期, 铁路由于其便捷、舒适等特点正成为越来越多人们出行的首选, 铁路客站的数量也越来越多。铁路客站作为大型公共交通类建筑不同于其他建筑形式, 具有全天候运行、人员密度和流动性大、暖通空调系统能耗大等特点, 据文献[1]统计, 在我国南方地区铁路客站中, 制冷所需的能耗占到了客站总能耗的 37%, 为了能够充分利用自然通风带走室内负荷, 尽量减小铁路客站在制冷方面的能耗, 有必要依据南方地区的气候特

点, 并结合影响通风降温的因素对南方地区进行气候区域划分, 并对自然通风的降温潜力大小进行分析, 从而选择合适的节能降温方式。

## 1 气候区划

### 1.1 区划标准的确定

本文从影响通风降温潜力和适用性的主要因素: 室外干球温度、室外空气相对湿度、1 月月平均温度以及 7 月平均温度日较差等出发对南方地区的气候区域进行划分, 本文选取了秦岭淮河以南地区 102 个气象台站的气象资料作为研究南方

地区通风降温的数据基础，其数据来源于文献[2]。

(1) 室外空气干球温度

温度是影响人体热舒适性和通风带走室内余热的重要因素，也是评价通风降温效果最直观的参数，夏季通风室外计算温度和夏季空调室外计算干球温度反映了该地区夏季的室外温度情况，所以本文以这两个温度作为南方地区铁路客站的区划标准之一。

根据《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》中的规定，当室外空气达到 28℃ 以上时难以降温至舒适范围[3]，同时参考自然通风热舒适评价标准中舒适温度的上限值在 30℃ 左右[4-6]，当温度大于 30℃ 时，采用通风降温意义不大，所以本文将南方地区各台站夏季通风室外计算温度和夏季空调室外计算干球温度按照 <28℃、28—30℃、>30℃ 将南方地区划分成三个区间，分别表示通风降温潜力的高、中、低。

(2) 1 月月平均温度

我国南方地区横跨多个气候带，自然通风全年的适用性情况各不相同，研究自然通风就应该对该地区全年的适用性情况加以分析。1 月月平均温度反映了该地区冬季自然通风的适用性情况，文献[3]认为当室外温度低于 12℃ 时通风难以直接利用，所以本文将 1 月月平均温度划分为 >12℃ 和 ≤12℃ 两个区间，分别表示冬季自然通风适用性的高、低。

(3) 7 月平均温度日较差

夜间通风也是通风降温的一种重要形式，夜间通风可以利用夜晚较低的室外温度来带走室内热量，从而缩短空调的开启时间。研究表明，当昼夜温差达到 10℃ 以上，夜间通风能取得很好的效果[7]，但在夏热冬冷地区，当室外昼夜温差达到 6℃ 以上且夜间通风换气次数在 5~10 次/小时，能有效缩短空调开启的时间[8]，故本文将南方地区的 7 月平均温度日较差划分为 >6℃ 和 ≤6℃ 两个区间，分别表示夜间通风降温潜力的大小。

(4) 室外空气相对湿度

湿度是影响自然通风热舒适性和适用性的另一个重要因素，但湿度对于人体舒适度的影响是随着温度的升高而逐渐增大的，夏季通风室外计算相对湿度反应了当地夏季室外空气的相对湿度情况，嵇赟喆通过试验研究得到，在高温情况下，空气相对湿度大于 70% 人体会感觉不舒适[9]，此时自然通

风潜力低；《铁路旅客车站建筑设计规范》中规定舒适空调的设计湿度下限宜为 40%[10]，当相对湿度低于此值时，通风降温的潜力也不高，但可以通风非耗能手段对空气进行加湿。故本文将夏季通风室外计算空气相对湿度按照 70%~40%、<40%、>70% 划分为三个区间，分别表示通风潜力的高、中、低。

1.2 气候区划结果

根据南方铁路客站的区划标准，结合秦岭淮河以南 102 个气象台站的气象资料，将我国南方地区划分为五个气候区，每个气候区内自然通风具有相似的通风适用性情况和降温潜力，具体的区划结果和区划指标如图 1 和表 1 所示。

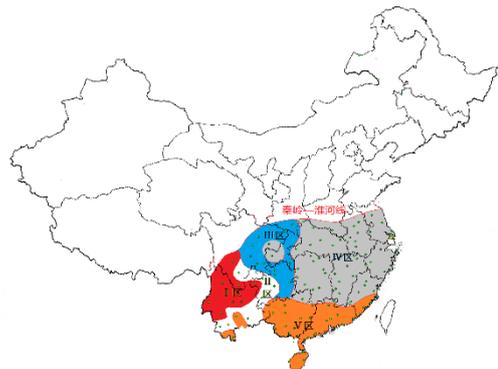


图 1 南方地区铁路客站气候区划图

Fig.1 Climate map of railway station in southern region

表 1 南方地区气候分区及气候特征

Table 1 Climate Division and Climate Characteristics in the Southern Region

气候区	区划指标		气候特点
	主要指标	辅助指标	
I 区	$T_1 < 28^\circ\text{C}$ $T_2 < 28^\circ\text{C}$	$\Delta T > 6^\circ\text{C}$ $T_3 \leq 12^\circ\text{C}$	夏季凉爽，室外通风室外计算温度低、湿度适中，夏季昼夜温差相对较大，冬季温和，夏季自然通风降温潜力巨大，日照丰富
II 区	$T_1 < 28^\circ\text{C}$ $28^\circ\text{C} \leq T_2$ $\leq 30^\circ\text{C}$	$\Delta T > 6^\circ\text{C}$ $T_3 \leq 12^\circ\text{C}$	夏季较为清凉，室外通风室外计算温度和相对湿度适中，夏季昼夜温差相对较大，夏季机械通风潜力较大，日照

区划指标		气候特点
气候区	主要指标 辅助指标	
		丰富

续表 1 南方地区气候分区及气候特征

区划指标		气候特点
气候区	主要指标 辅助指标	
III 区	$28^{\circ}\text{C} < T_1 \leq 30^{\circ}\text{C}$ $T_2 > 30^{\circ}\text{C}$ $\Delta T > 6^{\circ}\text{C}$ $T_3 \leq 12^{\circ}\text{C}$	夏季室外通风计算温度一般, 夏季空调室外计算温度较高, 空气相对湿度较大, 夜间室外温度相对较低, 机械通风降温具有一定潜力, 日照一般
IV 区	$T_1 > 30^{\circ}\text{C}$ $T_2 > 30^{\circ}\text{C}$ $\Delta T \leq 6^{\circ}\text{C}$ $T_3 \leq 12^{\circ}\text{C}$	夏热冬冷, 室外通风计算温度、夏季空调室外计算温度高, 空气中相对湿度较大, 夏季通风降温潜力较小, 过渡季通风降温潜力较大, 昼夜温差小, 日照一般
V 区	$T_1 > 30^{\circ}\text{C}$ $T_2 > 30^{\circ}\text{C}$ $\Delta T \leq 6^{\circ}\text{C}$ $T_3 > 12^{\circ}\text{C}$	夏季炎热漫长, 雨热同期, 冬季温暖短暂, 一年中空气相对湿度较大, 冬季和过渡季通风降温潜力较大, 昼夜温差小, 太阳辐射强烈

注: 表中  $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ 、 $\Delta T$  分别表示夏季通风室外计算温度、夏季空调室外计算温度 1 月平均温度和 7 月平均日较差。

## 2 自然通风模拟

根据气候区划结果, 本文选取昆明、贵阳、成都、武汉和广州分别作为 I、II、III、IV、V 区的代表城市, 以某中型铁路客站为例, 利用 DeST 对自然通风情况下候车室内全年逐时的温湿度情况进行模拟, 得到了各气候区全年自然通风适用性情况以及夏季和过渡季自然通风降温潜力的大小。

### 2.1 模型建立及维护结构系数设置

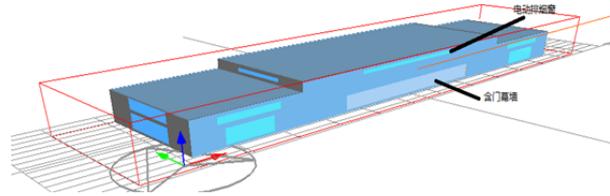


图 2 中型铁路站模型

Fig.2 Medium railway station model

本文参考了《公共建筑节能设计规范》中对甲类公共建筑围护结构热工设计中的限值要求, 确定了各地区围护结构的设置参数如表 2 所示, 根据 DeST 建立的铁路客站模型如图 2 所示, 候车室的基本参数情况如表 3 所示。

表 2 各典型城市维护结构参数设置

Table 2 Typical urban maintenance structure parameter settings

围护结构类型	昆明	贵阳	成都	武汉	广州
外墙(包括不透明幕墙)	1.2	1.2	0.609	0.609	1.2
外窗(包括所有透明围护结构)	1.91	1.91	1.75	1.75	1.91
屋顶	0.531	0.531	0.438	0.438	0.531
楼地	1.1	1.1	0.68	0.68	1.1

表 3 中型站候车室基本参数 (单位:  $\text{m}^2$ )

Table 3 Medium-sized station waiting room basic parameters

候车室总面积	开门面积	可开窗面积	玻璃幕墙面积	窗地比
6230	90	172	936	4.2%

### 2.2 自然通风适应性分析

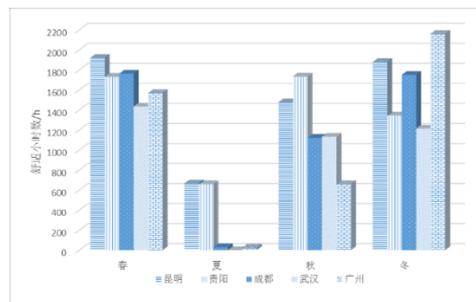


图 3 仅开门时各典型城市全年各季节舒适小时数统计图

Fig.3 Chart of comfort hours for each season in each typical city when opening the door

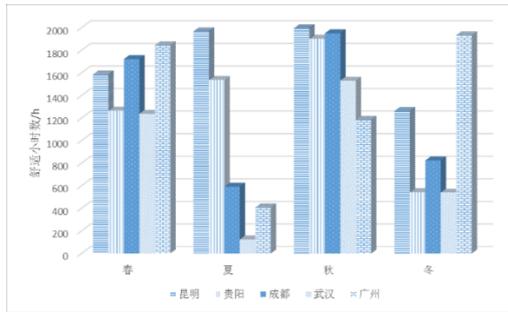


图 4 门窗全开时各典型城市全年各季节舒适小时数统计图

Fig.4 Chart of comfort hours for each season in each typical city when opening doors and windows

通过模拟仅开门和门窗全开两种工况下候车室内的逐时温湿度情况,按照文献[5]中的热舒适评价标准,统计得到了各个典型城市每个季节舒适小时数情况(其中春季为12、1、2月,依次类推),以此来反映各气候区的自然通风适用性情况,具体如图3、图4所示。

从图3、图4的对比可以看出,在门窗全开时,成都、武汉和广州在夏季的舒适小时数较小,说明这三个地区夏季通风降温不适用,难以满足人体热舒适性;贵州、武汉、广州冬季的舒适小时数也不高,说明此三地冬季室外温度低,不适宜通风。就全年来看,昆明地区整体热舒适小时数都比较高,在1800h以上,冬春两季仅开门时舒适小时数大于门窗全开时,说明昆明地区冬春两季较为温和但不适宜大面积通风;广州地区春冬两季门窗全开时通风的舒适小时数明显高于其他季节,但在冬季需要合理控制窗户的开启面积以提高室内舒适性;就全年的通风适用性来看,依次为:昆明、广州、贵阳、成都、武汉。

### 2.3 自然通风降温潜力分析

本文对比了夏季和过渡季仅开门工况和门窗全开工况下候车室内高温小时数及其占比情况的变化,以此来分析各个气候区内自然通风降温潜力的大小,具体情况如表4、表5所示。

表4 各气候区夏季高温小时数统计

Table 4 Statistics of summer high temperature hours in various climate zones

气候区	仅开门		门窗全开	
	时长/h	比例/%	时长/h	比例/%
昆明 (I区)	2032	92	280	12.7
贵阳 (II区)	2079	94.2	700	31.7
成都 (III区)	2204	99.8	1754	79.4

武汉 (IV区)	2208	100	2083	94.3
广州 (V区)	2208	100	1868	84.6

表5 各气候区过渡季高温小时数统计

Table 5 Statistics of high temperature hours in the transitional season of each climate zone

气候区	仅开门		门窗全开	
	时长/h	比例/%	时长/h	比例/%
昆明 (I区)	1830	41.7	115	2.6
贵阳 (II区)	1974	44.9	314	7.1
成都 (III区)	2586	58.9	481	11
武汉 (IV区)	2856	65	1020	23.2
广州 (V区)	3619	82.4	1753	39.9

从以上两个表格的对比来看,在夏季,昆明地区高温时长比例只有12.7%,且开窗后高温比例减小79.3%,可以考虑用自然通风解决夏季降温问题;贵阳地区夏季高温占比31.7%,用自然通风显然无法满足舒适性要求,但开窗后高温比例减小62.5%,可以考虑机械通风辅助自然通风的降温模式;成都夏季高温时长占比达到了79.4%,必须采用空调系统才能维持室内舒适性,但在开窗前后高温小时数减小比例20%,这表明成都夏季通风降温仍有一定潜力,加上成都地区昼夜温差较大,故可采用夜间机械通风辅助空调系统的形式;武汉和广州夏季高温占比都在85%以上,开窗前后高温减小比例很小,且室外温湿度都比较高,必须采用空调系统降低候车室温度;在过渡季,昆明、贵阳、成都的高温占比都较小,均在11%以下,这表明这三个地区夏季高温时段相对较短,在过渡季自然通风能保持较高的舒适性;武汉和广州在过渡季的高温小时数1000h以上,说明这两个地区夏季高温时段相对较长,但窗户开启前后高温小时数比例减小40%以上,说明这两个地区过渡季自然通风具有较大的潜力,可在过渡季采用通风降温缩短空调的使用。

### 3 结论

(1) 从影响自然通风降温潜力和适用性的主要因素—室外空气干球温度、室外空气相对湿度出发,分析确定了我国南方地区铁路客站的气候区化标准,并依据此标准将我国划分成了五个气候区域。

(2) 通过对五个气候区内的典型城市在六种不同工况下的自然通风模拟,确定了各个区域自然通风情况下全年的适用性情况以及通风降温的最佳开窗比例,并在分析了各个气候区域自然通风降

温潜力的基础上, 结合当地的气候特点提出了不同的降温方案。昆明地区夏季高温比例低, 日照丰富, 采用太阳能强化通风便可满足舒适要求; 贵阳地区夏季较为凉爽, 高温占比在 32% 左右, 采用机械通风辅助自然通风是较为合理的降温方式; 成都地区,

夏季高温占比较大, 但过渡季高温时长占比较小且夜间温度相对较低, 可以采用夜间机械通风辅助空调系统的降温方式; 武汉和广州地区, 夏季炎

(下转第 85 页)