

文章编号: 1671-6612 (2020) 06-707-04

# 南宁某动车检修库夏季热环境实测与分析

陈 思 余南阳

(西南交通大学成都 610031)

**【摘 要】** 针对我国南方地区动车检修库夏季室内热环境问题,以南宁某动车检修库为研究对象,对室内热环境进行现场实测与调研,通过对测试结果的分析,得出该动车检修库垂直高度方向上温度出现明显的分层现象,二、三层作业平台间的平均温差在 $1.6^{\circ}\text{C}$ 左右,且在 $12:00\sim 17:00$ 间主要工作区域的温度均超过 $35^{\circ}\text{C}$ ;在横轴方向上,温度出现对称分布,中间区域的温度明显高于两侧;与温度不同,相对湿度与空间位置没有明显关系,且二者随时间的变化规律并不同步,温度最高时相对湿度最低,反之亦然,在 $0:00\sim 11:00$ 间平均相对湿度最大,为72%。所得到的温湿度数据及分布规律为该动车检修库的通风系统设计和改善提供了参考依据。

**【关键词】** 动车检修库; 现场实测; 温度分层; 热湿环境  
中图分类号 TU831.1 文献标识码 A

## Field Measurement and Analysis of Thermal Environment in the Train Service Shop

Chen Si Yu Nanyang

(SouthwestJiaotong University, Chengdu, 610031)

**【Abstract】** Aiming at the indoor thermal environment problem of the train service shop in the south of China in summer, a certain train service shop is taken as the research object, and the indoor thermal environment is measured and investigated on the spot. Through analysis of the test results, in the vertical height direction there is significant temperature stratification. The mean temperature difference between the second and third working platforms is about  $1.6^{\circ}\text{C}$ , and the temperature in the main working area is more than  $35^{\circ}\text{C}$  between  $12:00$  and  $17:00$ . In the horizontal axis direction, there is a symmetrical temperature distribution, and the temperature in the middle area is significantly higher than both sides. Unlike temperature, relative humidity has no obvious relationship with spatial location. The relative humidity is the lowest when the temperature is the highest, and vice versa.

**【Keywords】** train service shop; indoor comfort; field measurement; temperature stratification

作者简介: 陈 思 (1994.08-), 男, 在读硕士研究生, E-mail: frankchensi@qq.com

通讯作者: 余南阳 (1961.02-), 男, 博士, 教授, E-mail: rhinos@126.com

收稿日期: 2020-02-24

## 0 引言

在我国动车事业快速发展的背景下,有关动车运行维护和检修的研究也越来越多。动车检修库是动车车辆停放、检查、整备、运用及修理的管理中心,承担着列车工艺设备的维修、检测和管理的工作。但在实际调研中发现由于动车检修库的结构特点和后期运行管理问题,许多动车检修库在夏季都存

在温湿度较高、气流组织不合理的情况<sup>[1,2]</sup>。动车检修库内的热舒适性会直接影响到工人的工作效率和身心健康,进而间接地影响到动车组的检修质量和运行安全。目前有关动车检修库的研究大多集中在北方检修库冬季供暖的问题<sup>[3,4]</sup>,缺乏对于南方湿热地区动车检修库夏季室内热舒适性的研究。

本文针对南宁某动车检修库,采用现场实测的

方法对检修库室内热湿环境进行研究,通过对实测数据进行统计与分析,总结该动车检修库室内外温度变化规律和室内温湿度分布规律,为我国南方地区夏季动车检修库的室内热舒适性的改善提供一些有价值的参考。

### 1 测试方案

#### 1.1 建筑概况

以南宁某动车检修库为研究对象,该建筑为钢桁架结构,屋面板为钢边框保温隔热轻型屋面板,总建筑面积为 23,075m<sup>2</sup>,其中包括主库、边跨和辅助办公用房。此次主要研究区域为该动车检修库的主库,尺寸为长×宽×高=468m×33m×15m,内部共 4 条铁路轨道,可同时容纳 4 辆 16 节车厢的动车组,该动车检修库的横截面如图 1 所示。

#### 1.2 测试时间

此次现场测试时间为 2019 年 8 月 28 日 10:00 到 2019 年 9 月 17 日 10:00,共计 20 天。由于动车检修库是 24h 工作制,故测量设备均 24h 运行。

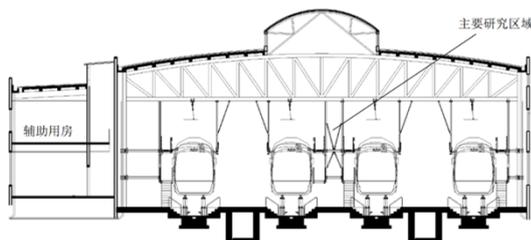


图 1 南宁动车检修库横截面图

Fig.1 Cross section of the train service shop

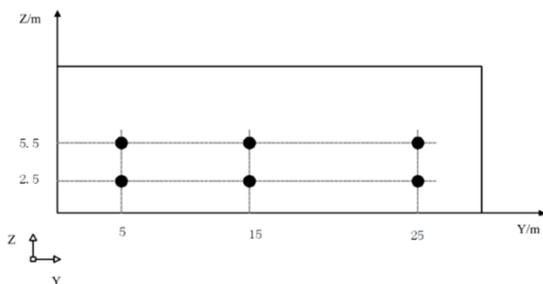


图 2 横截面测点分布图

Fig.2 Distribution of measuring points in cross section

#### 1.3 测试方案

测试方案主要由两部分组成:

(1) 室外温度测试,为准确测量室外温度,将测量设备放置在检修库外墙的背阴处,并与室内的温湿度测量工作同时进行。采用 testo175h1 温湿度数据记录仪每 3min 记录一次数据,实现 24h 不

间断测量。

(2) 检修库室内温湿度的测试,为分析室内温湿度在空间上的分布规律,以动车入口所在外墙为 Y 轴,与辅助用房相连的内墙为 X 轴,高度方向为 Z 轴,建立空间坐标系。在横截面上共布置了 6 个测量点,Z 轴上的测点布置在 2 层和 3 层作业平台上,高度分别为 2.5m 和 5.5m; Y 轴上的测点布置根据主库内作业平台的距离设置,具体布置情况如图 2 所示。均采用 testo175 h1 温湿度数据记录仪 24h 监测。

### 2 测试结果分析

#### 2.1 室内外温度对比分析

通过对室内外温度的测试结果分析后发现,不同测试日的数据值虽然有一定差异,但所反映出的规律是一致的,故选择日平均温度最高的 9 月 7 日作为典型测试日进行分析。图 3 为典型测试日的室内外逐时温度对比图,从图中可以看出,在典型测试日 9 月 7 日的 12:00~17:00 之间室外温度接近并超过室内温度,而在 12:00~17:00 以外的时间段,室内温度明显高于室外温度,室内外温差最大可达 4℃,平均温差为 2.5℃。在除 12:00~17:00 以外的时间段,当室外空气温度低于检修库室内气温时,可通过机械通风的形式利用室外空气来排除室内部分余热,降低可能存在的降温技术能耗。

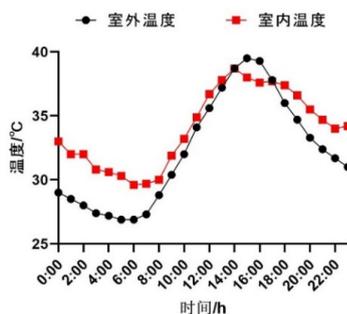


图 3 室内外温度变化图

Fig.3 Outdoor and indoor temperature change

#### 2.2 室内温湿度分析

##### (1) 温度分布特性

为充分保障动车组的检修工作,检修库为 24h 工作制,且作业高峰期通常在夜间。但从图 3 可知,在 12:00~17:00 内,室内平均温度为 37.8℃,室内气温的峰值仍然与太阳辐射强度和室外气温保持一致,在室外温度较高时降低室内温度是动车检修

库通风降温的关键。故本文仅对检修库 12:00 ~ 17:00 间的室内温度进行分析。

对温度在不同方向上的分布都进行了多组对比测试, 由于所反映出的规律是一致的, 故仅对其中 1 组进行分析, 如图 4~5 所示。

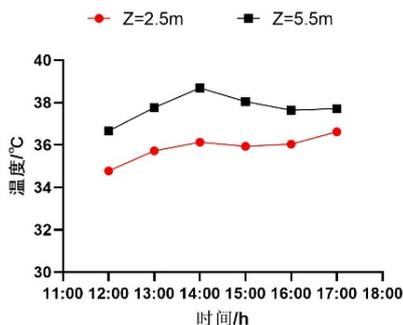


图 4 Z 轴温度变化图

Fig.4 Temperature change chart of Z-axis

从图 4 可以看出, 对于同一水平点, 垂直高度为 5.5m 处的温度明显高于 2.5m 处的温度, 二者温差最大值为 2.6°C, 平均温差为 1.6°C。说明在高度 Z 轴方向上有明显的温度分层, 高度越高温度越大, 且在 12:00~17:00 间, 作业区域的温度均超过 35°C, 这不满足《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》<sup>[5]</sup>中对生产厂房夏季工作地点的温度规定。

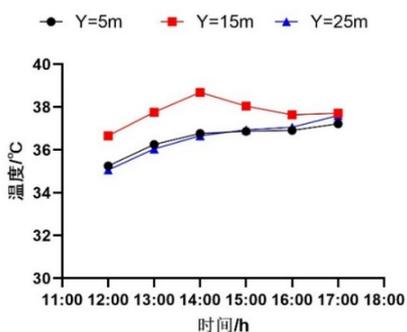


图 5 Y 轴温度变化图

Fig.5 Temperature change chart of Y-axis

图 5 是同一高度上 3 个不同 Y 轴坐标点的温度变化情况, 从图中可以看出, Y 坐标为 5m 和 25m 的测点的温度变化情况几乎完全一致, 而 Y 坐标为 15m 的测点与两侧的温度存在明显差异, 温差最大值为 2°C, 平均温差为 1°C。说明该检修库室内温度在 Y 轴方向上的分布呈现出一定的对称性, 靠近内墙两侧的区域温度较低且变化规律基本一致, 位于 Y 轴中间的区域由于处于透光屋顶的正下方, 导致中间区域的温度明显高于两侧。

(2) 相对湿度分布特性

将 9 月 7 日的逐时温度和相对湿度绘制成双坐标图, 如图 6 所示。

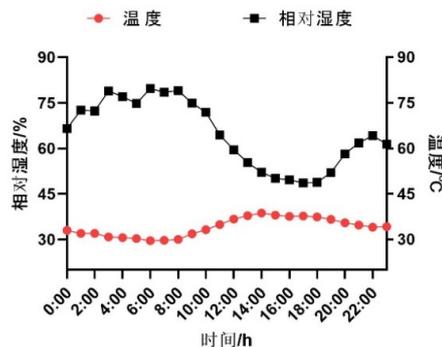


图 6 温度和相对湿度逐时变化图

Fig.6 Temperature and humidity change chart

从图 6 可知, 一天中相对湿度与温度随时间的变化规律并不同步, 相对湿度在 0:00~11:00 达到峰值, 而温度在 12:00~17:00 达到最大值。以 9 月 7 日为例, 相对湿度最大值为 79.7%, 此时对应的温度为 29.6°C; 相对湿度最小值为 48.6%, 此时对应的温度为 37.7°C, 接近当日最高温度。

由于 0:00~11:00 之间是相对湿度较高的时间段, 故仅对该时段内的相对湿度进行讨论, 分析相对湿度是否与温度一样在空间上存在一定的分布规律。

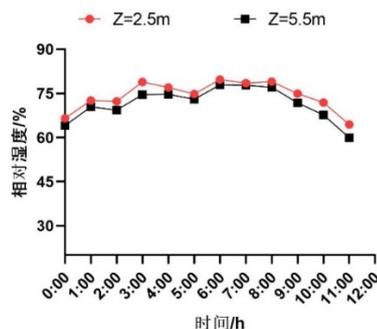


图 7 Z 轴相对湿度变化图

Fig.7 Humidity change chart of Z-axis

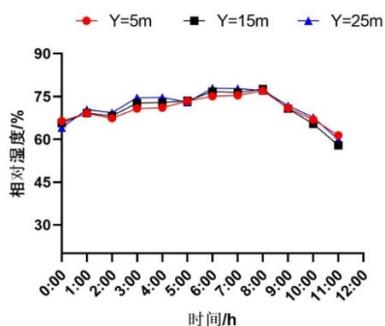


图8 Y轴相对湿度变化图

Fig.8 Humiture change chart of Y-axis

由图7可知，与温度有所不同的是，相对湿度在垂直高度Z轴上不存在明显的分层现象。可认为在该检修库内，2.5m的二层平台和5.5m的三层作业平台间的相对湿度差异不大。从图8可以看出，在Y轴方向上，3个具有不同Y轴坐标的测量点的温度变化差异并不明显，可认为相对湿度在Y轴方向上呈现均匀分布的特点，Y轴中部区域的温度高于两侧并没有造成该区域的相对湿度与两侧有较大差异。即在9月7日相对湿度最高的时间段0:00~11:00间，人员主要工作区域内相对湿度在空间上呈现均匀分布的特性，不同区域的相对湿度大小几乎没有差别。

### 3 结论

为了分析我国南方地区动车检修库夏季室内热环境现状，从而改善室内热舒适性，本文针对南宁某动车检修库进行了相应的现场实测，得出以下结论：

(1) 该检修库垂直高度上存在明显的温度分层现象，温度随高度升高而增大，人员工作区的2、3层工作平台之间的平均温度相差在1.6℃左右，且主要工作区域的温度均超过35℃，不满足相关

规范的要求。

(2) 室内温度在横轴方向上呈对称分布，中间区域由于处于透明屋顶的正下方导致其温度明显高于靠近内墙的两侧，中间与两侧的平均温度相差在1℃左右。在进行通风改造设计时，可考虑在该检修库内墙两侧布置具有一定对称性的通风系统，并一定程度上提高送风速度以增加中间区域的气流扰动，降低中部区域的温度。

(3) 尽管该动车检修库为24h工作制，但室内温度最高的时间段仍在12:00~17:00之间，而一天中的其他时间段室外温度明显低于室内温度，平均温差为2.5℃，建议在除12:00~17:00以外的时间段内采用直接引入室外新风的方式排除室内部分余热，从而降低室内温度控制的难度和可能存在的降温技术能耗。

### 参考文献：

- [1] 许力方,雷波.列车检修库局部空调送风参数研究[J].制冷与空调,2016,30(6):630-633.
- [2] 邵彦寰,张旭.某地铁检修库不同通风模式研究[J].建筑节能通风空调,2016,35(3):82-85.
- [3] 蔡浩,黄保民.高速铁路列车检修库热风系统数值模拟与改进[J].暖通空调,2006,36(10):8-13.
- [4] 杨惠.天津地铁6号线大毕庄车辆段大库采暖方案分析[J].天津建设科技,2014,24(2):6-77.
- [5] GB 50019-2015,工业建筑供暖通风与空气调节设计规范[S].北京:中国计划出版社,2015.
- [6] 王汉青.通风工程[M].北京:机械工业出版社,2007.
- [7] 朱颖心.建筑环境学[M].北京:中国建筑工业出版社,2005.
- [8] 陆亚俊.暖通空调[M].北京:中国建筑工业出版社,2002.