

文章编号: 1671-6612 (2020) 05-545-04

高原火车站候车室热舒适性及供氧需求调查研究

曾长健 余南阳

(西南交通大学机械工程学院 成都 610031)

【摘要】 针对青藏铁路沿线主要火车站点,通过火车站候车室内外环境参数的测试以及旅客主观舒适性问卷调查,调研当前高原铁路站房候车室夏季热舒适性及高原反应发生情况。调查结果表明,高原的特殊环境导致在夏季自然通风情况下,旅客对室内环境感到干燥,并且较低的含氧量也降低了人体舒适度。结果为川藏线铁路站房增氧加湿系统设计提供了依据。

【关键词】 高原;火车站;热舒适;氧气;调查研究

中图分类号 TU83 文献标识码 A

Investigation on Thermal Comfort and Necessity of Oxygen Supply of Waiting Room in Plateau Railway Station

Zeng Changjian Yu Nanyang

(School of Mechanical Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu, 610031)

【Abstract】 In the main train stations along the Qinghai-Tibet railway, the thermal comfort and altitude sickness in the waiting rooms of plateau railway stations in summer were investigated by testing the inside and outside environmental parameters and questionnaires on passengers' subjective comfort. The results indicated that the special climate of the plateau causes passengers to feel the indoor environment is very dry, and the low oxygen content also reduces human comfort in the condition of natural ventilation in summer. The results provide a basis for the design of the oxygen supply and humidification system of railway stations of the Sichuan-Tibet line.

【Keywords】 Plateau; Railway station; Thermal comfort; Oxygen; Investigation

作者简介: 曾长健 (1995.5-), 男, 在读硕士研究生, E-mail: changjian.zeng@qq.com

通讯作者: 余南阳 (1961.8-) 男, 博士, 博士生导师, E-mail: rhinos@126.com

收稿日期: 2020-02-06

0 引言

高原地区与平原地区不同,影响室内环境舒适性的因素除温湿度、风速、空气新鲜度等,含氧量也是影响人体舒适度的主要因素之一^[1]。而随着“一带一路”战略的实施,必然需要建设大量高海拔铁路车站和机场等交通建筑,高寒、高海拔、低气压和低相对湿度的特殊气候条件成为了川藏线铁路站房室内环境面临的首要问题^[2]。

为了掌握高原特殊环境对候车室人员舒适性及生理方面的影响,本研究通过客观的测试室内外

环境参数和主观的问卷调查相结合的方式,对西宁、格尔木、那曲、拉萨四个青藏铁路主要火车站候车室舒适性进行现场调查研究^[3]。调查结果为高原铁路站房增氧加湿系统的设计提供依据,从而改善高原铁路站房候车环境,提高人体舒适度。

1 调查对象及研究方法

本次高原火车站候车室热舒适性及供氧需求调研采用主观问卷调查与客观仪器测试相结合的方法。

1.1 调查对象

调查的对象为西宁站、格尔木站、那曲站、拉萨火车站，其中格尔木站因正在扩建，调查时使用的临时候车室。本文以拉萨站为代表进行介绍，其余车站则直接给出调研结果。

拉萨火车站位于西藏拉萨市拉萨河南岸，其总建筑面积为 19504m²，地上共 2 层，建筑总高度为 21.4m，夏季采用自然通风，冬季采用地暖系统。本次调研的对象选为 1 层候车厅，建筑层高为 4.5m^[4]。

1.2 主观问卷调查

主观问卷由工作人员发放到旅客手中，并讲解问卷内容以辅助被调查者填写问卷，问卷调查时间按车次时间表定为 10:40~17:00，问卷的发放具有随机性。主观问卷调查内容主要包括^[5]：人员背景，对冷热、干湿度感受，空气新鲜度感受的主观投票及在车站内发生高原反应的情况、对弥散供氧的需求主观意见等。

1.3 客观仪器测试

为保证正确测得受试者问卷填写时刻所处环境参数，室内外环境测试时间与问卷调查时间段一致。测试所用仪器为 TESTO 175H1 温湿度记录仪，PGD4-C-M2 便携式氧气二氧化碳浓度记录仪。测试的室内外环境参数包括：温湿度、氧气浓度、二氧化碳浓度。本次客观测试的测点分布如下图所示，因旅客在接受问卷调查时大部分为坐姿，故选 1.1m 即头颈部高度为测点^[6]，每个测点测 5 分钟，记录间隔设定为 1 分钟，共 5 个数据取平均值。

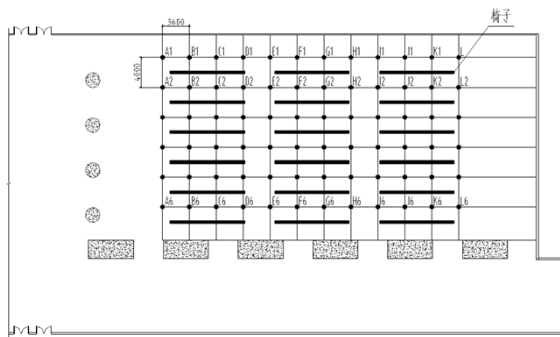


图 1 拉萨站测试布点图

Fig.1 Test layout of Lhasa station

2 调查结果与分析

2.1 拉萨站候车室热舒适性调查结果

调查问卷表中，冷热感觉分为七个等级：热、暖、稍暖、适中、稍凉、冷。潮湿感觉也分为七个等级：很干燥、干燥、稍干燥、适中、稍潮湿、潮湿、很潮湿^[7]。

根据回收的 150 份有效主观问卷调查结果，绘制图表，如图 2 所示。

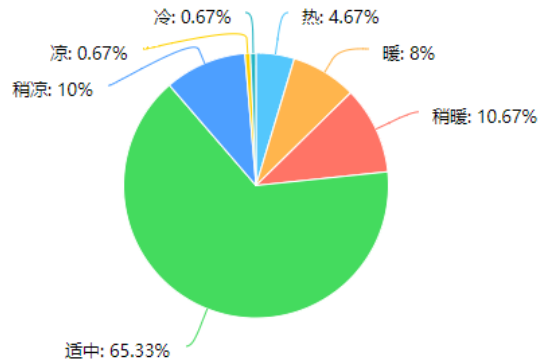


图 2 拉萨站冷热感评价统计图

Fig.2 Thermal evaluation of Lhasa station

从图 2 可以看出，65.33% 的旅客认为温度适中，10.67% 的旅客认为候车厅稍暖，10% 的旅客认为候车厅稍凉。若以稍暖、舒适、稍凉这三个等级认为是旅客对候车厅的冷热感的满意，则超过 85% 的旅客对于夏季自然通风工况下的室内冷热状况表示满意。根据温湿度记录仪测试结果，调查时间段内所测温度为 22.8±1.5℃，故问卷调查结果与客观所测数据相吻合。

旅客的潮湿感评价如图 3 所示，由于没有旅客感到潮湿或很潮湿，图中省去旅客的这两项统计。

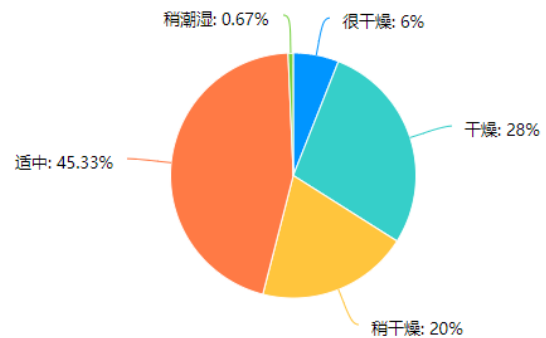


图 3 拉萨站潮湿感评价统计图

Fig.3 Damp feeling evaluation of Lhasa station

从图 3 可以看出，在 150 份主观问卷调查表中，有 45.33% 的旅客认为候车厅潮湿感适中，20% 的客认为候车厅稍干燥，只有 1 名旅客认为候车厅稍潮

湿。若以稍潮湿、刚好、有点干燥这三个等级认为是乘客对候车厅潮湿感的满意, 则只有 66% 的乘客对干湿度感到满意, 而仪器测试结果显示候车室相对湿度为 $44.1 \pm 7.5\%$, 也和问卷调查结果相吻合。

总体来看, 150 份主观问卷调查表中, 有 86% 对室内温度感到满意, 66% 对湿度感到满意, 82.7% 对噪声感觉满意, 92.7% 对照明感到满意, 86% 对空气品质感到满意。可以看出旅客对拉萨火车站候车厅室内环境基本满意, 但相对于其他因素, 乘客对火车站候车厅的空气湿度满意度最低, 且不满意群体均认为空气太过干燥。

2.2 各站点热舒适性调查结果

同理, 笔者直接给出旅客对各个火车站候车厅室内环境的主观满意度评价结果, 如表 1 所示。

表 1 乘客对各个车站的主观评价结果

站点名称	温度满意人群占比 (%)	湿度满意人群占比 (%)	噪声满意人群占比 (%)	照明满意人群占比 (%)	空气品质满意人群占比 (%)
西宁	69.6	81	85	89.9	90
格尔木	83.7	44.9	87.8	97	89.1
拉萨	86	66	82.7	92.7	86
那曲	80	54	78	68	64.7

关于温度的主观评价中, 只有西宁站温度满意度较低, 不满意人群均认为偏热, 测试当天室内环境温度为 $26.9 \pm 2.5^\circ\text{C}$, 在现场测试时笔者发现, 西宁火车站没有开启空调系统, 纯粹依靠自然通风, 且西宁属于大站, 在临近发车的候车点附近人流密度较大, 这就造成了部分乘客感觉温度太高。

关于湿度的评价中可以发现, 格尔木站、那曲站、拉萨站的湿度满意度均不高, 根据问卷调查结果, 且不满意人群均认为太过干燥, 即使在夏季相对较为湿润的情况下, 满意度依然不高, 故笔者认为高原火车站全年均应考虑设置加湿系统以提高舒适度。

关于照明和空气品质的调查中只有那曲站评价较低, 这是由于那曲站纯依靠自然光线照明, 在调查当天多云日照不充足的情况下导致不少旅客认为室内照明太暗, 而空气品质满意度不高则多是因为异味感较重, 一是泡面等食物异味, 二是部分旅客在候车时脱鞋的行为导致的异味。建议该站在

在阴天适当开启照明, 并对旅客行为加以引导。

2.3 各站点高原反应及供氧需求调查结果

在此次的问卷调查中, 不同海拔高度乘客的空气不新鲜感、发生头痛头晕症状以及呕吐症状的调查结果如表 2 所示。

表 2 各站点旅客主观舒适度及身体症状调查结果

站点	海拔	空气不新鲜感发生率 (%)	头痛头晕症状发生率 (%)	呕吐症状发生率 (%)
西宁	2261	8.9	17.7	3.8
格尔木	2780	8.2	34.7	6.1
拉萨	3650	12.7	34.0	14.0
那曲	4450	38.0	52.0	16.0

从表 2 可以看出, 不同海拔高度车站旅客主观感受不同, 表现为: 随海拔高度的升高, 旅客不舒适感及高原反应总体加重。对乘客的高原反应状况进行统计, 出现头痛头晕症状和呕吐症状的人数百分比分布如图 4 和图 5 所示, 综合评价结果如图 6 所示。

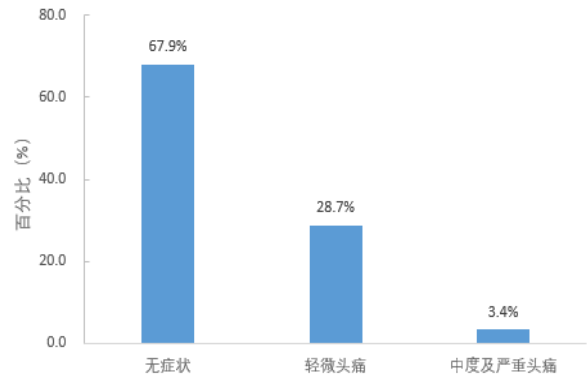


图 4 头痛症状统计图

Fig.4 Statistics of headache symptoms

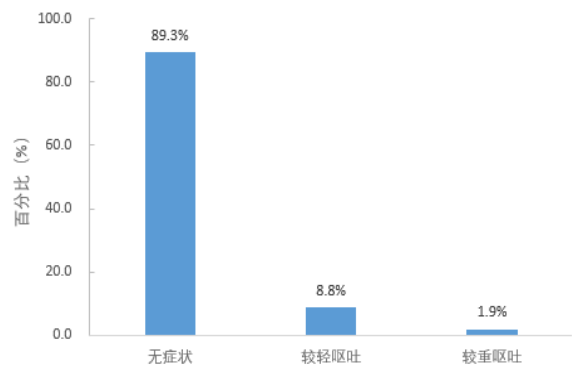


图 5 呕吐症状统计图

Fig.5 Statistics of vomiting symptoms

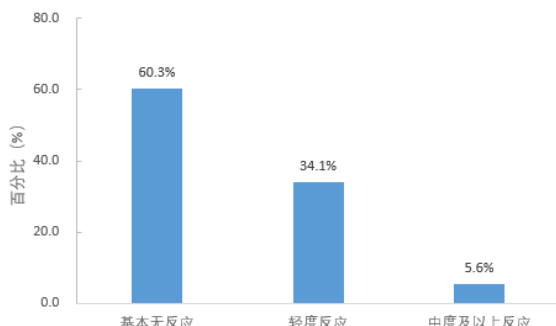


图 6 高原反应情况总体统计图

Fig.6 Overall statistics of altitude sickness

根据图 4~图 6 的统计结果,四个站点的受试者中大部分旅客基本无高原反应,有 34.1% 的人数有轻度高原反应,出现中度及以上的高原反应症状的人数约占 5.6%。但问卷调查过程中,部分旅客由于身体严重不适,也无法填写问卷,故实际中度及以上反应比例比调查结果显示要高。不同站点旅客主观对候车厅进行供氧的需求评价结果如表 3 所示。

表 3 乘客对供氧需求评价结果

Table 3 Passengers assessment of oxygen demand

站点	海拔	急需	有必要	可以考虑	完全没必要
西宁	2261	3.8%	24.1%	54.4%	17.7%
格尔木	2780	4.1%	38.8%	32.7%	24.5%
拉萨	3650	6.7%	29.3%	44%	20%
那曲	4450	10%	52%	26%	12%

总体来看夏季对候车厅进行供氧的需求随海拔增加而上升,尤其在海拔超过 3000m 的拉萨站和那曲站点。从拉萨站当前的客观测试结果来看,当前候车厅内自然通风效果良好,氧气浓度比外界

稍低,约为 20.5%左右,而二氧化碳含量平均约为 604ppm,最大时含量为 909ppm。但假设实行弥散式供氧,必然需要增加候车厅气密性、减小新风量以降低能耗并提高供氧效果,但这会导致 CO₂ 含量的提升和空气品质的下降,如何平衡换气次数和供氧效果之间的关系将会是后续需要研究的内容。

3 结论

高原特殊的气候条件导致高原火车站候车室在夏季自然通风的情况下,旅客对室内环境感到干燥,并且较低的含氧量也降低了人体舒适度,可以预见在湿度更低,含氧量更低的冬季,铁路站房对增氧加湿系统的需求将进一步提高。

参考文献:

- [1] 李翔,刘明.推广富氧技术在高原地区的运用[J].西藏科技,2019,311(2):28-30,34.
- [2] 彭红宇,戚俊松,左可新,等.对制定高原供氧系统标准重要性的探讨[J].医用气体工程,2018,3(1):26-27.
- [3] 程刚,张艳,蒲亚娇.基于民族传统节日出行的青藏铁路旅客列车开行方案优化[J].交通标准化,2011,(21):126-129.
- [4] 潘云钢.拉萨火车站太阳能热水供暖系统实测与分析[J].暖通空调,2009,39(7):121-127.
- [5] 张人梅.青藏铁路客车冬季车内环境及新风与供氧系统联合运行模式研究[M].成都:西南交通大学,2018.
- [6] 孙立,余南阳.火车站热舒适性的调查研究[J].制冷与空调,2009,(1):42-45.
- [7] R de Dear, J Richard, G S Brager. Thermal comfort in naturally ventilated buildings: revisions to ASHRAE Standard 55[J]. Energy and Buildings, 2002.