

# DB 31/T 1013—2016《城市轨道交通地下车站环境质量要求》主要指标及其限值解析

谢学报

(上海申通轨道交通研究咨询有限公司, 200070, 上海//工程师)

**摘 要** 介绍了 DB 31/T 1013—2016《城市轨道交通地下车站环境质量要求》的编制原则及标准适应范围。结合国内外环境质量标准及专家学者的测试情况,详细解析了该标准中与人群健康密切相关且社会关注度高的温度、相对湿度、一氧化碳、二氧化碳、可吸入颗粒物( $PM_{10}$ )及菌落总数(空气)等 6 个指标及其限值。

**关键词** 城市轨道交通; 地下车站; 环境质量标准; 限值

**中图分类号** U231.4

DOI:10.16037/j.1007-869x.2019.05.014

## Main Indicators and Limit Value Analysis of “Environmental Quality Requirements of Urban Rail Transit Underground Station” DB 31/T 1013—2016

XIE Xuebao

**Abstract** The organizing principles and adaptation scope of the “Environmental Quality Requirements of Urban Rail Transit Underground Station” (DB 31/T 1013—2016) are introduced. Combined with the standards in the world and the testing results of experts and scholars, 6 indicators and their index limits are analyzed in detail, including temperature, relative humidity, carbon monoxide, carbon dioxide,  $PM_{10}$  and the total number of bacteria (air) in the standard that are closely related to people's health with higher social concern.

**Key words** urban rail transit; underground station; environmental quality standard; limit value

**Author's address** Shanghai Shentong Rail Transit Research and Consulting Co., Ltd., 200070, Shanghai, China

城市轨道交通车站特别是地下车站作为相对封闭的环境,存在自然通风不足、人群密集且流动性大、缺乏自然采光及易引起疾病传播等客观不足<sup>[1]</sup>。国内外研究表明,城市轨道交通车站环境中存在颗粒物、二氧化碳( $CO_2$ )、微生物、甲醛和挥发性有机物的污染,这些都会对车站环境舒适度以及

乘客和车站工作人员的健康产生不利影响<sup>[2]</sup>。

目前,国内外并没有专门针对城市轨道交通环境质量的的标准。我国在城市轨道交通车站环境方面主要依据的是 GB 9672—1996《公共交通等候室卫生标准》、GB/T 18883—2002《室内空气质量标准》、GB 50325—2015《民用建筑工程室内环境污染控制规范》、WS 394《集中空调通风系统卫生规范》和 DB 31/405—2012《上海市集中空调通风系统卫生管理规范》等标准。这些标准无论在适用对象、污染物来源,还是监测手段等方面,都与轨道交通车站的实际情况存在较大差异,并且部分指标和相关设计标准存在不一致。在此背景下,上海市质监局于 2014 年委托上海申通地铁集团有限公司技术中心(上海申通轨道交通研究咨询有限公司),编制能反映本市轨道交通车站环境质量实际情况的标准。DB 31/T 1013—2016《城市轨道交通地下车站环境质量要求》于 2016 年 11 月 2 日正式发布,2017 年 1 月 1 日正式实施。本文从文献综述、国内外相关标准、国内外专家研究及课题组测试结果等角度,对该标准的主要指标及其限值进行详细解析。

## 1 编制原则及适应范围

### 1.1 主要编制原则

课题组提出了“以科学性、前瞻性为主要目标,兼顾可操作性和实际现状”的工作原则。以国内外标准为基础,梳理筛选环境质量指标,充分体现标准整体的科学性和前瞻性;通过对相关专家、从业人员的咨询访谈,并借鉴现行地铁设计标准和管理标准,以全面兼顾可操作性,降低标准的执行风险。

### 1.2 适用范围

本标准主要规定了城市轨道交通地下车站站厅层和站台层的公共区域以及地下车站管理用房的环境质量要求。地面车站场所由于其环境设施

和特征不同于地下车站,仅可参照执行。地下车站公共空间内的商业态独立隔断的经营场所(如商铺、餐饮场所等)则不在本标准适用范围之内。

## 2 主要指标解析

公共区域作为人流量集中的场所,设置了 CO<sub>2</sub>、可吸入颗粒物(PM<sub>10</sub>)、温度、菌落总数(空气)等 26 个控制指标及限值。地下车站管理用房考虑相应职业人群的环境健康保障和环境舒适性,共设置温度、湿度、可吸入颗粒物(PM<sub>10</sub>)、CO<sub>2</sub> 等 12 个指标及限值。笔者选择与人群健康密切相关且社会关注度高的温度、相对湿度、一氧化碳(CO)、CO<sub>2</sub>、可吸入颗粒物(PM<sub>10</sub>)及菌落总数(空气)等 6 个指标进行分析。

### 2.1 温度和相对湿度

温度、相对湿度是公共场所室内反映微小环境质量的基本指标,考虑到地下车站不仅空间大且与室外环境相通,难以对相对湿度进行调节控制,故未将相对湿度纳入公共区域标准,而地下车站管理用房纳入温度、相对湿度两个基本指标。

公共区域温度、管理用房温度及相对湿度的限值主要采用 GB 50157—2013《地铁设计规范》中温湿度要求。其原因在于,地下车站与一般公共场所有所不同,属大空间,环境控制难度较大,如果其温湿度限值与设计标准保持一致,将有利于提高本标准的可操作性。故本标准规定:公共区域夏季,温度低于室外干球温度 2℃,且≤30℃;地下车站管理用房夏季,温度<27℃,湿度<65%。考虑到上海轨道交通地下车站公共区域尚无设置采暖设施和湿度控制设施,故对冬季温度和相对湿度等未做规定。

### 2.2 CO 和 CO<sub>2</sub>

CO 是公共场所空气中最为常见的有毒气体,其毒性机制较复杂,一般认为 CO 易与铁血红素结合是其毒性基础。CO 进入人体后作用于血红蛋白,引起缺氧而中毒;当人体吸入 CO 过高时也会引起神经系统受损<sup>[3]</sup>。公共场所空气中的 CO<sub>2</sub> 主要来自人体呼出气<sup>[1]</sup>。文献资料表明,人群聚集的公共场所空气中 CO<sub>2</sub> 的含量与细菌总数、可吸入尘、体臭等污染物含量成正相关。因此,许多国家把室内 CO、CO<sub>2</sub> 含量作为评价空气清洁度的综合指标。本标准将 CO、CO<sub>2</sub> 含量作为地下车站公共区域和管理用房的一项重要指标。国内外关于 CO、CO<sub>2</sub>

含量指标的相关标准如表 1 所示。

表 1 CO、CO<sub>2</sub> 相关国内外标准

环境质量指标	标准名称	限值
CO	GB/T 18883—2002《室内空气质量标准》	10 mg/m <sup>3</sup> (1 h 均值)
	GB 9672—1996《公共交通等候室卫生标准》	10 mg/m <sup>3</sup> (1 h 均值)
	世界卫生组织(WHO)推荐	35 mg/m <sup>3</sup> (1 h 均值)
	新加坡《办公地区良好室内空气质量指南》	10 mg/m <sup>3</sup> (8 h 均值)
	美国《国家环境空气质量标准》(2011 版)	10.3 mg/m <sup>3</sup> (8 h 均值)
	韩国《公共场所室内空气质量维护标准》	11.5 mg/m <sup>3</sup>
CO <sub>2</sub>	GB/T 18883—2002《室内空气质量标准》	≤0.10% (24 h 平均)
	GB 50157—2013《地铁设计规范》	<0.15%
	GB 9672—1996《公共交通等候室卫生标准》	≤0.15%
	DB 31/405—2012《上海市集中空调通风系统卫生管理规范》	≤0.15%
	《香港地区办公室及公共场所室内空气质量管理指南》(2003)	<0.1% (8 h 平均)
	韩国《公共场所室内空气质量维护标准》	<0.1%
	新加坡《办公地区良好室内空气质量指南》	<0.1% (8 h 平均)

文献[4]指出,地铁站内的有害气体主要来源于人群呼出的 CO<sub>2</sub> 以及通风系统带入的室外大气污染物。文献[5]在对广州地铁环境空气质量监测后得出,地下车站站台、站厅空气中的 CO、CO<sub>2</sub> 均能达标,但值得关注的是 CO、CO<sub>2</sub> 含量较高的车站多处于交通繁忙、商业和人流聚集地。文献[6]对首尔地下车站站台的监测结果中未发现 CO<sub>2</sub> 含量超标。课题组选取上海轨道交通不同线路的地下车站公共区域和管理用房进行了现场检测,结果显示:①不同类型的地下车站 CO 污染水平相近,其质量浓度检测值最高为 2.80 mg/m<sup>3</sup>,远低于 10 mg/m<sup>3</sup> 的要求。②大型枢纽换乘站有一定比例的车站 CO<sub>2</sub> 的质量分数超过了 0.15%;一般换乘站中 CO<sub>2</sub> 的质量分数基本满足低于 0.15% 的要求,但对低于 0.10% 限值仍有少量超标;非换乘站中 CO<sub>2</sub> 的质量分数均能满足低于 0.10% 的要求。结合现场调查,现场检测时局部区域有大量人员滞留干扰。管理用房仅有极个别密闭、通风不良的场所 CO<sub>2</sub> 的质量分数检测结果超出限值,通过强化开门通风等措施后,其 CO<sub>2</sub> 可控制在限值范围内。

综上所述,从国内外相关标准来看,CO 的质量浓度定为 10 mg/m<sup>3</sup> 是较为一致的限值;CO<sub>2</sub> 的质量分数为 0.15% 和 0.10% 是较常用的限值。结合国内外现有的污染水平和工作组的检测结果,考虑其与人流量密切相关,且在本市现有轨道交通负荷量情况下仍有少量的检测点 CO<sub>2</sub> 会超过 0.15%,因此建议采取分类管理的模式。即公共区域 CO<sub>2</sub> 采用 0.15% 的限值,管理用房 CO<sub>2</sub> 采用 0.10% 的限值。采用上述限值一方面可以体现本标准的先进性,另一方面兼顾了实用性。

2.3 可吸入颗粒物 (PM<sub>10</sub>)

颗粒物种类多样、成分复杂,其对健康的危害性与颗粒的大小、形状、密度和化学活性等有关。近几年来流行病学研究表明,颗粒物浓度水平与呼吸系统和心肺疾病的发病率呈现明显的正相关性。粒径小于 10 μm 的颗粒物(即可吸入颗粒物 PM<sub>10</sub>)进入人体后会导致机体炎症反应、心血管反应等,长期暴露可引起呼吸和心血管系统等疾病<sup>[7-8]</sup>,因此 PM<sub>10</sub> 能够对人体构成潜在威胁性。本标准将可吸入颗粒物(PM<sub>10</sub>)作为一项控制指标。

我国在制定室内 PM<sub>10</sub> 浓度限值标准时主要参照 GB 3095—2012《环境空气质量标准》中的二级标准。课题组针对可吸入颗粒物(PM<sub>10</sub>)相关国内外标准进行统计,见表 2。

表 2 可吸入颗粒物 (PM <sub>10</sub> ) 相关国内外标准		mg/m <sup>3</sup>
标准名称	限值	
GB 50157—2013《地铁设计规范》	< 0.25 (24 h 平均)	
GB 9672—1996《公共交通等候室卫生标准》	≤0.25	
GB 3095—2012《环境空气质量标准》	≤0.15 (24 h 平均)	
沪地铁 324 号《上海城市轨道交通工程技术标准》	< 0.25	
《香港地区办公室及公共场所室内空气质量管理指南》(2003)	良好级, < 0.18 (8 h 平均);卓越级, < 0.02 (8 h 平均)	
新加坡《办公地区良好室内空气质量指南》	< 0.15	

目前,我国上海、广州、深圳、香港等轨道交通系统较发达的城市都已开展了对地下车站站台、站厅和地铁车厢的颗粒物监测。文献[9]对上海轨道交通 2 号线沿线 12 座地下车站的站台和站厅进行了监测,发现各站厅 PM<sub>10</sub> 变化不大,站台 PM<sub>10</sub> 质量浓度,除一个站点高达 750 μg/m<sup>3</sup> 之外,其余站点

均在 70 ~ 150 μg/m<sup>3</sup>。文献[10]在对上海轨道交通地下车站的 PM<sub>10</sub> 监测时发现,除客流量较大的人民广场站 PM<sub>10</sub> 质量浓度高达 718 ~ 975 μg/m<sup>3</sup> 外,其余地下车站的 PM<sub>10</sub> 值均偏低。本文对上海轨道交通进行了选择性的现场检测,结果显示:各种类型的地下车站中,均有一定比例的车站 PM<sub>10</sub> 质量浓度超过了 0.25 mg/m<sup>3</sup>;管理用房仅个别场所有超标。

从现有的国内外室内空气标准和地铁环境标准来看,0.25 mg/m<sup>3</sup> 是被较广泛接受的限值。地下车站空气与室外大气相通,大气环境中现有 PM<sub>10</sub> 标准限值为 0.25 mg/m<sup>3</sup>,故本标准将地下车站公共区域的 PM<sub>10</sub> 限值设定为 0.25 mg/m<sup>3</sup> (日平均)较为合理,超标车站主要通过较好质量的送风(可以通过有效过滤达到)来保障环境中的颗粒物符合标准。考虑到职业人群暴露时间较长,因此地下车站管理用房以 0.15 mg/m<sup>3</sup> 作为控制目标。

2.4 菌落总数(空气)

公共场所空气中的细菌主要来源于人们的活动。公共场所空气中存在的病原微生物主要有结核杆菌、白喉杆菌、溶血性链球菌、金黄色葡萄球菌、脑膜炎双球菌、流感病毒等。带菌泡沫可喷射至 15 ~ 20 m 远处,这些小滴可在空气中悬浮 4 ~ 6 h,引起以呼吸道传染病为主的多种传染病的传播,以及公共场所就业人员免疫水平下降<sup>[11-12]</sup>。因此,对公共场所微生物的污染程度进行数量限制是十分必要且迫切的。目前,以病原体作为直接评价指标在技术上尚有一定困难,所以仍以菌落总数作为地下车站室内空气中细菌的评价指标。

微生物指标是评价室内空气质量的重要标准。一般认为,空气中菌落总数越高,存在致病性微生物的可能性越高。本文对菌落总数相关国内外标准进行统计,见表 3。

表 3 菌落总数相关国内外标准	
标准名称	限值
GB/T 18883—2002《室内空气质量标准》	≤2 500 cfu/m <sup>3</sup> (撞击法)
GB 9672—1996《公共交通等候室卫生标准》	≤7 000 cfu/m <sup>3</sup> (撞击法); ≤75 个/皿(沉降法)
《香港地区办公室及公共场所室内空气质量管理指南》(2003)	<1 000 cfu/m <sup>3</sup>
新加坡《办公地区良好室内空气质量指南》	<500 cfu/m <sup>3</sup>

文献[13]对上海轨道交通 15 个地下站台的空气进行监测,发现空气中菌落总数检测值较低,且

低于室外,表明集中空调系统对引入新风起到了一定的过滤作用。课题组对上海轨道交通地下车站进行了选择性的现场检测,结果显示:各种类型的地下车站中,均有少量车站的菌落总数超过了 $2\,500\text{ cfu/m}^3$ ,极个别车站的菌落总数超过了 $7\,000\text{ cfu/m}^3$ 。

从国内外相关标准分析来看,由于国内外环境条件差距较大,国外标准明显较国内标准严格,而 $2\,500\text{ cfu/m}^3$ 是国内较为常用的限值。结合现有的检测结果,虽然仍有少部分检测点的空气菌落总数超过了 $2\,500\text{ cfu/m}^3$ ,但考虑到现有的地下车站均设置了集中空调通风系统、屏蔽门系统已作为常态设计要求、车站内环境保洁基础较好等实际情况,同时希望通过本标准的推进实施能进一步促进运营方持续改进车站内环境空气的微生物污染状况,本标准在限值制订时未直接引用 $7\,000\text{ cfu/m}^3$ 相对宽泛的限值。本标准规定:地下车站公共区域和管理用房菌落总数 $\leq 2\,500\text{ cfu/m}^3$ 。

### 3 结语

本文介绍了DB 31/T 1013—2016《城市轨道交通地下车站环境质量要求》编制原则及适应范围,并对与人群健康密切相关且社会关注度高的温度、相对湿度、CO、CO<sub>2</sub>、可吸入颗粒物(PM<sub>10</sub>)及菌落总数(空气)等6个指标及其限值进行了详细分析。

该地方标准的编制可进一步确保乘客和工作人员拥有一个健康的室内环境,也能够让建设者和管理者有章可循。该标准弥补了我国城市轨道交通无环境质量的空白,进一步完善了地下车站室内空气质量标准体系,对实现上海市政府在《上海城市交通发展白皮书》中提出的“为市民提供畅达、安全、舒适和清洁的交通服务”的发展目标有着

十分积极的作用。

### 参考文献

- [1] 韩宗伟,王嘉,邵晓亮,等.城市典型地下空间的空气污染特征及其净化对策[J].暖通空调,2009,39(11):21.
- [2] 赵时旻,蔡昊,杨建国,等.地铁车站空气品质的评价与探讨[J].城市轨道交通研究,2007(11):13.
- [3] HENRY J A. Carbon monoxide; not gone, not to be forgotten[J]. J Accid Emerg Med,1999,16:91-92.
- [4] 余淑苑,吴辉,刘宁,等.深圳地铁运营前后室内空气质量分析[J].中国卫生工程学,2008,7(2):76.
- [5] 冯文如,钟崑,江思力,等.广州地铁室内空气质量影响因素的探讨[J].热带医学杂志,2005,5(2):214.
- [6] OH T S, KIM M J, LIM J J, et al. A real-time monitoring and assessment method for calculation of total amounts of indoor air pollutants emitted in subway stations[J]. J Air Waste Manag Assoc,2012,62:517-526.
- [7] BAULIG A, SOURDEVAL M, MEYER M, et al. Biological effects of atmospheric particles on human bronchial epithelial cells: comparison with diesel exhaust particles[J]. Toxicol in Vitro,2003,17:567-573.
- [8] 李金娟,邵龙义,杨书申,等.可吸入颗粒物的健康效应机制[J].环境与健康杂志,2006,23(2):185.
- [9] 莫伟文,王培杰,甘和平,等.地下铁道车站室内空气质量卫生学调查[J].上海预防医学,2004,16(5):230.
- [10] YE X J, LIAN Z W, JIANG C X, et al. Investigation of indoor environmental quality in Shanghai metro stations, China [J]. Environ Monit Assess,2010,167:643-651.
- [11] DAISEY J M, ANGELL W J, APTE M G. Indoor air quality, ventilation and health symptoms in schools: an analysis of existing information[J]. Indoor Air,2003,13:53-64.
- [12] 孟广田,杨纯华.地下空间病态建筑综合症调查及其诊治[J].暖通空调,2001,31(5):5.
- [13] 张莉萍,倪骏,刘哲,等.上海地铁某号线地下车站室内空气质量分析[J].上海预防医学,2010,22(8):401.

(收稿日期:2018-06-25)

## 国内设计时速最高 北京地铁新机场线一期工程全线贯通

作为国内设计时速最高的城市轨道交通线,北京地铁新机场线一期工程日前全线实现贯通,工程进入机电设备安装阶段。新机场线一期全长41.4 km,途经丰台、大兴两区。全线共设草桥站、磁各庄站和新机场北航站楼站3座车站,全线车站均可实现换乘。不久后将投入使用的新机场线列车,设计时速达160 km,是目前全国速度最快的地铁列车。该种列车还具备实现全自动驾驶的条件。据了解,新机场线与京雄高铁、新机场高速公路形成了独特的共同走廊,共廊全长约17 km,未来将被打造成为林廊连贯、层次丰富的绿色林带。它不仅是旅客乘坐新机场线抵达北京大兴国际机场的必经之路,旅客搭乘新机场线时还将有“穿过森林去机场”的美好体验。

(摘自2019年4月28日央视网)