

**T/CECS** XXX- 2023

中国工程建设标准化协会标准

半封闭载人环境空气污染控制技术规程

Technical Specification for Air Pollution Control of Semi-closed Manned Environment

（征求意见稿）

\*\*\*\*出版社

中国工程建设标准化协会标准

半封闭载人环境空气污染控制技术规程

Technical Specification for Air Pollution Control of Semi-closed Manned Environment

**T/CECS \*\*\* -2023**

主编单位：清华大学

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：20XX年××月××日

XXXX出版社

2023 北京

**前 言**

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2019年第二批协会标准制定、修订计划>的通知》（建标协字[2019]22号）的要求，编制组经深入调查研究，认真总结实践经验，参考国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分9章和5个附录，主要内容包括：总则、术语、基本规定、污染控制设计评估、污染源控制要求、通风要求、空气净化系统和设备要求、卫生健康保障技术、验收检测与运行监测等。

本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会建筑环境与节能专业委员会归口管理，由清华大学负责具体技术内容的解释。执行过程中，如有意见或建议，请反馈给清华大学（地址：北京市海淀区清华大学建筑学院建筑技术科学系，邮政编码：100084，邮箱：kai7812@163.com）。

主编单位：清华大学

检科博华（北京）环境工程技术研究院有限公司

参编单位：中国质量认证中心

青岛理工大学

南京理工大学

西南交通大学

天津大学

华北电力大学

武汉第二船舶设计研究所

中国铁道科学研究院

海军特色医学中心

深圳市建筑科学研究院股份有限公司

中国建筑科学研究院有限公司

国家疾控中心传染病研究所

中国检验检疫科学研究院

中国商飞北京民用飞机技术研究中心

 吉利汽车研究院（宁波）有限公司

 青岛海尔空调器有限总公司

 南京地铁运营有限责任公司

主要起草人：杨旭东 高 鹏 高 凯 仝令胜 胡松涛

 郑进福 关 军 袁艳平 张腾飞 何峻州

 余 涛 兰淑梅 赵 宇 方晶晶 陈凤娜

 邓琴琴 高 鹤 郭亚丽 王文枝 崔玺康

 韩亚萍 劳春峰 郭鑫 王晖

主要审查人：

目 次

[1 总则 1](#_Toc139039638)

[2 术语 2](#_Toc139039639)

[3 基本规定 3](#_Toc139039640)

[4 污染控制设计评估 4](#_Toc139039641)

[5 污染源控制要求 6](#_Toc139039642)

[6 通风要求 7](#_Toc139039643)

[7 空气净化系统和设备要求 8](#_Toc139039644)

[8 卫生健康保障技术 9](#_Toc139039645)

[**8.1 卫生健康基本要求** 9](#_Toc139039646)

[**8.2 防疫设计** 9](#_Toc139039647)

[**8.3 疫情期间运营要求** 10](#_Toc139039648)

[9验收检测与运行监测 13](#_Toc139039649)

[**9.1 环境验收检测** 13](#_Toc139039650)

[**9.2 环境运行阶段空气质量监测** 13](#_Toc139039651)

[附录A 各类半封闭载人环境空气质量控制目标 15](#_Toc139039652)

[附录B 半封闭载人环境空气污染模拟计算模型 17](#_Toc139039653)

[附录C 人员二氧化碳释放量参考数据 18](#_Toc139039654)

[附录D 人体释放的主要VOC及释放强度 20](#_Toc139039655)

[附录E 环境中病毒传染风险评估模型 21](#_Toc139039656)

[**用词说明** 22](#_Toc139039657)

[**引用标准名录** 23](#_Toc139039658)

附：条文说明

Contents

[1 General Provisions. ………….………….1](#_Toc85814217)

[2 Terms 2](#_Toc85814218)

[3 Basic Requirements 3](#_Toc85814219)

[4 Pollution Control Design Assessment 4](#_Toc85814220)

[5 Pollution Source Control Requirements 6](#_Toc85814223)

[6 Ventilation Requirements 7](#_Toc85814239)

7 Air Purification System and Equipment Requirements…………………………………………..8

8 Health Protection Technology9

9 Acceptance Test and Operation Monitoring13

Appendix A Air Quality Control Objectives for Various Semi-closed Manned Environments…………………………………………………………………………………...…15

B Simulation Method of Air Pollution in Semi-closed Manned Environment……………………………………………………………………………………….17

C Reference Data on Personnel Carbon Dioxide Release…………………………………………………………...…………..……………………18

D The Main VOC Released by Human Body and the Intensity of Release…...………………… 20

E Risk Assessment Model for Virus Infection in the Environment…….……………..…………. 21

Explanation Wording22

L[ist of Quoted Standards 23](#_Toc85814245)

A[ddition：Explanation of Provisions 2](#_Toc86055363)4

1 总则

**1.0.1** 为改善半封闭载人环境的空气质量, 保障公众健康，在设计及运行阶段对环境中的空气污染物进行有效控制，制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于汽车、旅客列车、飞机和客船等半封闭载人环境的空气污染控制。

**【**条文说明**】**本规程主要针对交通工具中空气污染控制问题，应用对象要符合半封闭载人环境的定义。全封闭载人环境如潜艇、飞船等，以及非载人交通工具环境如建筑环境等的空气污染控制并不能完全适用本规程，可参考使用其中部分条文。

**1.0.3** 半封闭载人环境的空气污染控制除应符合本规程规定外，尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

2 术语

**2.0.1 半封闭载人环境 Semi-closed manned environment**

与外界形成隔离，主要通过机械手段进行通风空调净化，除人员进出时门窗一般处于关闭状态的交通工具环境，如汽车、旅客列车、飞机和客船等交通工具的舱室环境。

**2.0.2 污染物释放率 Pollutant emission rate**

单位时间内，单位面积或单位数量的污染源释放出的污染物的量。

**【条文说明】**不同荷载单位，对应的污染物释放率单位不同，如mg/(个•h)、mg/(m2•h)。

**2.0.3 污染控制设计评估 Pollution control design assessment**

半封闭载人环境设计时，针对设计方案中的污染源强度、通风净化设计等信息进行评估计算，对设计方案进行优化调整以满足环境控制目标。

**2.0.4 内装材料 Interior decoration material**

半封闭载人环境内部具有功能性、装饰性的部件及材料的总称。

**【条文说明】**载人环境中的内装材料主要包括：壁面、座椅、地毯、地板、家具等。

3 基本规定

**3.0.1** 半封闭载人环境空气污染控制应包括污染控制设计评估、污染源控制、通风设计、空气净化系统和设备设计、卫生健康保障、验收及运行监测等。

**【条文说明】**半封闭载人环境空气污染控制规定了在设计阶段对污染评估的方法、污染源控制、通风净化技术的设计要求，在验收及运行阶段对验收检测以及日常监测的要求，同时对环境的卫生健康方面也提出了相应要求。如果该环境设计方面已有对应的国家标准，应先符合现行标准的规定，本规程作为补充控制要求。

**3.0.2**各类半封闭载人环境的空气质量控制目标应符合附录A中现行标准的规定，无相应标准时应符合现行国家标准《室内空气质量标准》GB/T 18883中的相关规定。

**【条文说明】**乘用车环境应符合现行国家标准《乘用车内空气质量评价指南》GB/T 27630-2011的规定；客车环境应符合现行国家标准《长途客车内空气质量要求》GB/T 17729-2009的规定；旅客列车应符合现行行业标准《机车车辆内装材料及室内空气有害物质限量》TB/T 3139-2021的规定；飞机客舱应至少符合现行民航标准《运输类飞机适航标准》CCAR-25的规定；入级中国船级社的船舶舱室环境应符合中国船级社《船舱空气质量和生物危害因素监测与评价指南》的规定；入级中国船级社的邮轮舱室环境应符合中国船级社《邮轮规范》的规定。

 对于没有对应国家或行业标准的环境可以参考国家标准《公共场所卫生管理规范》GB 37487-2019及《公共场所卫生指标及限值要求》GB 37488-2019中的相关规定。对环境有较高控制要求的，可参考《室内空气质量标准》GB/T 18883-2022中的相关规定。

**3.0.3** 半封闭载人环境设计时应根据环境空气质量控制目标制定设计方案，对污染源控制、通风、净化提出要求，并宜根据需要对制造、调试、验收及运营阶段提出要求，相关内容应写入设计报告书中。

4 污染控制设计评估

**4.0.1 半封闭载人环境在设计阶段应对设计方案进行评估，评估过程应包含如下步骤：**

1. **应设定载人环境空气质量控制目标；**
2. **应建立污染设计评估模型；**
3. **输入计算评估参数数据，应包括污染源释放强度、通风、空气净化系统相关参数等；**
4. **模拟计算载人环境中污染物负荷、污染物浓度，并应解析污染源组成；**
5. **若模拟环境污染物浓度高于控制目标限值时应优化方案，宜优先考虑减少污染源数量及降低污染源强度，使得调整后的载人环境污染物浓度满足目标限值要求；**
6. **输出污染控制设计方案，应形成设计评估报告书。**

**【条文说明】**半封闭载人环境空气质量设计评估是在评估模型基础上对于设计参数反复调整优化的过程，一般情况下先通过对环境中由固定强度污染源释放的污染物（例如二氧化碳、颗粒物浓度等）进行评估，判断通风净化系统的设计量是否适合，在通风净化参数确定后，再对于可调强度的污染源例如内装材料进行评估，调整其在设计方案中的材料选用要求及其用量。

**4.0.2污染设计评估模型应符合附录B的要求。**

**4.0.3 在进行内装材料或物品的污染释放特征参数计算时，应符合现行行业标准《住宅建筑室内装修污染控制技术标准》JGJ/T 436中有关释放强度评估方法的规定。**

**【条文说明】**内装材料污染释放量是随时间衰减变化量，需要建立相应的散发理论方程，现行行业标准《住宅建筑室内装修污染控制技术标准》JGJ/T 436-2018附录C 中详细说明了材料类污染源强度的原理、计算方法和计算工具，可作为计算参考。

**4.0.4 在内装材料或物品释放强度设计评估时，应考虑释放时间及环境温度、湿度、压力等因素的影响。**

**【条文说明】** 环境中的温度、湿度、压力条件都可能会对封闭载人环境中内装材料的污染释放过程产生影响，改变材料内部的污染物可释放量，污染物扩散速度等物理参数，这其中以温度影响最为显著，如果评估的半封闭载人环境涉及到高温状态时，需考虑该因素。 可采用应用状态下的实际环境条件进行材料污染释放测试得到释放强度数据，也可采用评估模型进行不同环境条件下的释放强度换算。

**4.0.5 人体释放二氧化碳强度数据可参考附录C。**

**4.0.6 人体释放的主要VOC种类及其散发强度数据可参考附录D。**

**【条文说明】** 人员呼吸和皮肤会释放多种VOC，在人员密集的半封闭环境中，或者臭氧浓度较高的环境中，在进行空气质量设计评估时应特别考虑人员的VOC释放的影响。

**4.0.7 在外界空气污染评估时，应根据半封闭载人环境的设计目标选择相应外界空气污染物，外界空气污染物的范围宜包含颗粒物、臭氧、氮氧化物、二氧化硫、VOC等的一种或多种。**

**4.0.8 外界空气污染强度宜采用载人环境运行区间近三年内最不利年的大气污染监测数据作为计算输入条件。无历史监测数据的可采用实际外界空气采样数据作为参考。**

**4.0.9 如对其它污染来源进行评估计算时，应获取其在环境中的污染释放强度数据、建立该污染源的污染释放模型，并加入到半封闭载人环境空气污染浓度模拟计算方程中。**

**【条文说明】**其它污染源例如厨房、卫生间、设备非正常运行污染释放等突发性污染源，这些源强度并非常数值，对于这些污染来源需要积累相关的污染释放强度数据范围，再进行评估计算。

5 污染源控制要求

**5.0.1 半封闭载人环境中所用材料、设备中的禁用物质，以及铅、汞、镉等重金属的含量应符合现行相关国家标准的规定或按RoHS (Restriction of Hazardous Substances) 的规定执行。电子设备中有害物质限制要求****可依照《电器电子产品有害物质限制使用管理办法》（工业和信息化部令第32号）中的相关规定，内装材料中有害物质限制要求可依照《****汽车禁用物质要求》GB/T 30512及《机车车辆非金属材料及室内空气有害物质限量》TB/T 3139 中的相关规定。**

**5.0.2 半封闭载人环境中选用的内装材料应进行污染物释放性能检测，性能检测结果应达到设计要求，测试方法应符合现行行业标准《住宅建筑室内装修污染控制技术标准》JGJ/T 436中的相关规定。**

**【条文说明】** 内装材料选用时必须要求材料供应商提供检测报告，对于不能达到设计要求的材料，需对材料进行优化整改，整改达标后才可选用。该要求同时可应用于批量生产建造过程中的来料检验过程。

**5.0.3 半封闭载人环境中使用的涂料、粘接剂、处理剂等各类辅助材料应符合相关行业标准的有关规定，船舶舱室涂料可参考《船舶涂料中有害物质限量》GB 38469标准。无相应行业标准时应符合现行国家标准《民用建筑工程室内环境污染控制标准》GB 50325中的相关规定。**

**【条文说明】** 粘接剂可参考《胶粘剂挥发性有机化合物限量》GB 33372-2020标准，汽车中涂料可参考《车辆涂料中有害物质限量》GB 24409-2020标准。列车中使用的辅助材料可参考《机车车辆非金属材料及室内空气有害物质限量》TB/T 3139-2021 中的要求。

**5.0.4设备中装载机油、防冻液、制冷剂等油液物质的单元应具备密封性保障措施，在使用期间应定期检查设备是否出现不正常泄露。**

**【条文说明】**做好设备中油液物质的密封，可避免因为其扩散到环境中而带来空气污染问题。

**5.0.5 半封闭载人环境内及出入口处须禁止吸烟，并应在醒目位置设置禁烟标志，如有特别需求可单独设立吸烟区，吸烟区应远离人员密集区域并设有独立的排风系统。**

6 通风要求

**6.0.1 半封闭载人环境中的最小新风量应符合表6.0.1的有关规定。**

表6.0.1 各类环境的新风量要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 环境种类 | 新风量最低要求 [m3/(h·人)] | 标准名称 | 标准号 |
| 客车 | 25 | 客车空调系统技术条件 | JTT 216 |
| 飞机 | 250 g/(min·人) | 运输类飞机适航标准 | CCAR 25 |
| 旅客列车 | 20 | 旅客列车卫生及监测技术规定 | TB/T 1932 |
| 船舶 | 25 | 船舶空调系统设计方法 | CB/Z 330 |
| 建筑 | 30 | 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范 | GB 50736 |

**【条文说明】**客车新风量要求参考标准《客车空调系统技术条件》JTT 216-2006，飞机机舱新风量要求参考《运输类飞机适航标准》CCAR 25，旅客列车新风量参考《旅客列车卫生及监测技术规定》TB/T 1932-2014，船舶新风量要求参考标准《 船舶空调系统设计方法 》CB/Z 330-1983，建筑新风量要求参考《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2016。 在设计中新风量参数建议首先参考交通工具对应的行业设计规范要求，在保证可以达到行业标准最低要求的基础上，可利用附录B的计算评估方法，根据源强度数据对新风量进行计算调整。

**6.0.2 在座椅、床等位置可设置个人送风口，送风口应具有流速、方向调节及关闭功能，个人送风口的风量宜不小于0.94 L/s。**

**【条文说明】** 参考ASHRAE Standard 161-2013《Air Quality within Commercial Aircraft》中 6.1.2 Local Airflow. 要求

**6.0.3 载人环境中卫生间、厨房和医务室应设计为负压环境，应保证排风量大于送风量，并宜设有独立的排风管道将空气排出。**

**6.0.4 室外空气与循环空气应在净化处理后送入舱室。**

7 空气净化系统和设备要求

**7.0.1 空气净化装置安装位置与性能要求应根据载人环境的应用场景和外界空气质量综合确定。**

**7.0.2 空气净化系统设备性能应符合现行国家标准《通风系统用空气净化装置》GB/T 34012的规定。**

**7.0.3 空气净化系统的管道及附件的污染物释放量应符合现行行业标准《非金属及复合风管》JG/T 258中的规定。**

**7.0.4 颗粒过滤器宜具有高效空气过滤器（HEPA）等级的过滤性能。**

**7.0.5 飞机机舱空气净化系统应安装臭氧去除装置，其他载人环境空气净化系统宜安装臭氧去除装置。**

**7.0.6 载人环境空气净化系统在回风处宜设置活性炭滤网。**

**7.0.7 空气净化装置不应产生氯化物、氮氧化物、臭氧等二次污染物。**

**7.0.8 空气净化装置宜安装工作状态监测传感器。**

**7.0.9 空气净化设备洁净空气量的评估应按照测试工况与工程应用环境的差异进行修正。**

**【条文说明】** 空气净化设备标称的洁净空气量为标准工况下的测试值，净化设备的实际使用时进口浓度、温度、湿度等与标况如有所差异，则此洁净空气量可能与标称值相差较大，因此评估时采用的洁净空气量应在与工程应用环境相似的工况下进行测试获得。

8 卫生健康保障技术

**8.1 卫生健康基本要求**

**8.1.1半封闭载人环境应采取防止相关病原微生物传播的技术手段。**

**【条文说明】**半封闭载人环境具有人员密度大、通风需求量大、人员与载人交通工具表面接触频繁、卫生死角繁多的特点，在疫情期间易于造成传染病的人际传播。半封闭载人环境需采取“平疫结合”的措施，即兼顾平时与疫情，既能在平时使用，也能满足疫时的防控需要，同时还满足平时运行的经济性和节能性。“平疫结合”的理念和措施可在不对载人交通工具的结构或运行状况进行较大改变的前提下，降低疫情期间乘客和人员的感染风险。

 **8.1.2半封闭载人环境通风系统的最大新风量设计应满足疫情防控要求。**

**【条文说明】**充足的新风量可在疫情时期对病原微生物浓度进行足量稀释，降低载人交通工具内的人员感染风险。在本章节中只规定设计原则,具体模型计算可以根据半封闭载人环境的具体环境自行设计.

**8.1.3 半封闭载人环境在设计与运营时可考虑实施消杀措施。**

**【条文说明】** 消杀可降低病原微生物在部品表面的存活时间。消毒剂的选择和使用方法应遵循《消毒剂使用指南》上的规定，使用化学消毒剂时应避免对人员的危害。消毒评价可按照《现场消毒评价标准 WS/T797-2022》标准执行。

**8.2 防疫设计**

**8.2.1 通风气流组织可通过气流设计或物理隔离实现气流分区。**

**【条文说明】**实践证明，“上送下回”是半封闭载人环境较好的气流组织形式，使洁净空气通过呼吸区向下流动到污染的地板区域排出。当载人交通工具内的人员产生含病原微生物的污染物时，分区气流可将病原微生物控制在较小的范围，并以较快的方式排出空间，避免病原微生物大面积扩散。

**8.2.2 在设计阶段应对半封闭载人环境病原微生物感染风险进行模型评估，评估方法可按照附录E的规定进行。**

**8.2.3 通风系统过滤器宜具有完全拦截或灭活病原微生物的能力，宜采用环境负担小的物理消杀设备，不应采取“化学药剂消毒”的方式，采用紫外消杀设备时应同时具有防止紫外线泄漏的措施。**

【条文说明】：根据《消毒剂使用指南》，新型冠状病毒肺炎疫情防控期间，应合理使用消毒剂，遵循“五加强七不宜”，真正做到切断传播途径，控制传染病流行。其中，“五加强”为：隔离病区、病人住所进行随时消毒和终末消毒；医院、机场、车站等人员密集场所的环境物体表面增加消毒频次；高频接触的门把手、电梯按钮等加强清洁消毒；垃圾、粪便和污水进行收集和无害化处理；做好个人手卫生。“七不宜”为：不宜对室外环境开展大规模的消毒；不宜对外环境进行空气消毒；不宜直接使用消毒剂（粉）对人员进行消毒；不宜对水塘、水库、人工湖等环境中投加消毒剂（粉）进行消毒；不得在有人条件下对空气（空间）使用化学消毒剂消毒；不宜用戊二醛对环境进行擦拭和喷雾消毒；不宜使用高浓度的含氯消毒剂（有效氯浓度大于1000mg/L）做预防性消毒。

按照消毒剂使用指南的规定，化学药剂消毒时，消毒空间不能有人员在场，所以当半封闭载人环境的通风系统过滤器需要拦截病原微生物时，不应采用化学试剂消毒的方式。

**8.2.4 通风系统设有回风口时，应设置可关闭的自动或手动回风阀。**

**【条文说明】**疫情流行期间，根据疫情防控需要，部分半封闭载人环境需要全新风运行。半封闭载人环境的通风系统设有回风口时，应同时设有回风阀，根据疫情防控需要随时关闭回风。

**8.3 疫情期间运营要求**

**8.3.1疫情期间，车站、机场、码头及检票口、登机口可增设红外测温枪、红外测温仪等非接触式体温测量设施。**

**【条文说明】**体温升高是很多传染病的典型症状之一，在上车（船）或登机前进行体温检测，是一种筛查传染病感染者的有效手段。

**8.3.2 载人交通工具运营前，可根据始发地患病率、航班与车次上座率、旅程时长等预估传染病传播风险水平，并可根据风险水平采取相应预防措施。**

**【条文说明】**始发地患病率、航班与车次客座率、旅程时长等差异会导致半封闭载人环境传染病传播风险不同，可根据这些因素在旅途的不同阶段采取相应的预防措施。其采取的措施可参考国家卫健委、各省市相关部门组织定制的各类防控方案、防控通知和相关防控文件。

**8.3.3载人交通工具运营前，宜根据国家或载人交通工具运营公司的规定对驾驶舱、客舱和卫生间的设施及高频接触表面进行充分的清洁与消杀。消杀完成后，宜对清洁工具进行消毒。**

**【条文说明】**半封闭载人环境的内壁、地面与设施均应清洁与消毒。半封闭载人环境的高频接触表面造成颗粒沉积的可能性更高，在清洁与消毒时需要特别注意。驾驶舱内高频接触表面包括控制面板、操纵杆、安全带、座椅及座椅扶手等；客舱内高频接触表面，包括安全带、座椅及座椅扶手、小桌板及其锁扣、遮光板、行李架娱乐触摸屏幕，口袋顶部边缘等。卫生间是特殊的频繁接触的区域，需要重点关注，高频接触表面包括马桶盖、马桶座、冲水按钮、纸巾架、洗漱台等。根据国务院应对新型冠状病毒感染的肺炎疫情联防联控机制发布的《公共交通工具消毒操作技术指南》（肺炎机制发〔2020〕13号），可对半封闭载人环境的表面采用含有效氯250mg/L~500mg/L的含氯消毒剂进行喷洒或擦拭，也可采用有效的消毒湿巾进行擦拭；座椅套等纺织物应保持清洁，并定期洗涤、消毒处理。

消毒工作程序符合 GB 19193-2015 要求。根据病原微生物的危害程度和传播途径选择个人防护装备。消毒评价应按照《现场消毒评价标准 WS/T797-2022》标准执行。

**8.3.4 载人交通工具运营前可设置应急隔离区域。**

**8.3.5载人交通工具在运营时应加强通风换气，并应符合下列规定：**

**1 日常情况下，可采用自然通风或机械通风。**

**2 飞机、高铁、地铁等高人员密度环境，须定期清洁处理空调滤网.**

**3短途客车、公交车等外窗可开启的公共交通工具，有条件时可开窗低速行驶，也可在停驶期间开窗通风。**

**【条文说明】**根据附录E中的模型可以判断，加强通风换气是降低病原微生物传染速度的有效方法。

**8.3.6 疫情期间，乘务人员与乘客应佩戴口罩，宜选用医用外科口罩或更高级别的口罩。**

**【条文说明】**呼吸道传染病是指病原体从人体的鼻腔、咽喉、气管和支气管等呼吸道侵入引起的有传染性的疾病，类型复杂，传染性强、传播速度快，主要经飞沫传播，也可直接密切接触或间接接触传播。医用防护口罩能够阻断飞沫传播，是预防呼吸道传播疾病最重要的个人防护用品。

**8.3.7 乘务人员配餐前后及人员配餐或接触旅客前后应加强手部清洁消毒。**

**8.3.8载人交通工具运营终末，应根据国家或载人交通工具运营公司的规定对驾驶舱、客舱和卫生间的设施及高频接触表面进行充分的清洁与消杀。消杀完成后，应对清洁工具进行消毒。**

**【条文说明】**载人交通工具运营终末，需要进行彻底的清洁和消毒。若班次包括经停，也需在乘客在经停站离舱后进行舱内消毒。若清扫后载人交通工具上有垃圾掉落，务必在掉落处进行严格的消毒。清洁完成后，必须对所有的清洁工具进行消毒。

根据国务院应对新型冠状病毒感染的肺炎疫情联防联控机制发布的《公共交通工具消毒操作技术指南》（肺炎机制发〔2020〕13号），当有疑似或确诊病例出现时，在专业人员指导下，有肉眼可见污染物时应先完全清除污染物再消毒；无肉眼可见污染物时可用1000mg/L的含氯消毒液或500mg/L的二氧化氯消毒剂擦拭或喷洒消毒。地面消毒先由外向内喷洒一次，喷药量为100mL/m2~300mL/m2，待室内消毒完毕后，再由内向外重复喷洒一次。消毒作用时间应不少于30min。也可以按照《消毒剂使用指南》上提供的种类选择对部品腐蚀较小的消毒剂，按照《指南》提供的方法进行消毒处理。

9验收检测与运行监测

**9.1 环境验收检测**

**9.1.1半封闭载人环境空气质量检测验收宜在产品下线28天内进行。**

**【条文说明】**《车内挥发性有机物和醛酮类物质采样测定方法》HJ/T 400中的要求检测验收在车辆下线的28天内进行，本标准参考了此时间要求。

**9.1.2 半封闭载人环境空气质量验收检测的方法应以附录A中该环境国家标准或行业标准为准，没有行业标准的可参考现行国家标准《室内空气质量标准》GB/T 18883-2022中的相关规定。**

**9.1.3 通风量测量方法应符合现行国家标准《公共场所卫生检验方法 第1部分：物理因素》GB/T 18204.1的规定。**

**9.2 环境运行阶段空气质量监测**

**9.2.1 在半封闭环境运行过程中应对主要污染物进行实时监测，监测的污染物种类应包含CO2、CO、PM2.5，宜包括TVOC、臭氧等。**

**【条文说明】**半封闭载人环境属于人员密集环境因此需监测CO2；半封闭载人环境属于交通工具环境因此需监测CO；考虑到室外空气质量对于半封闭载人环境送风质量的影响，环境需监测PM2.5；由于半封闭载人环境内装材料的大量使用，建议监测TVOC浓度水平；我国室外大气臭氧污染整体水平仍然较高，而某些载人环境如飞机，运行期间外界臭氧浓度非常高，因此建议监测载人环境内部臭氧浓度。

**9.2.2 空气质量监测系统应具有监测数据、状态的显示、存储及数据传输功能。**

**【条文说明】**空气质量监测数据要具备查看途径，或者在设备上显示，或者可传输到后台系统中，如果设备有存储条件的可以对所有时刻污染数据进行记录保存，若存储条件有限至少要满足在污染超标是对污染数据进行记录保存。

**9.2.3 监测传感器应安装在人员密集区域以及易发生空气污染的区域。**

**【条文说明】**人员密集区域例如人员乘坐、活动、休息的区域，易发生空气污染区域包括：设备、材料安装密度较大区域，设备可能有气体排放的区域，卫生间、医务室等。

**9.2.4监测传感器安装位置应处于空气流通位置，并且远离送风口，安装高度宜靠近人员的呼吸区1-1.5米。不具备呼吸区安装条件的检测传感器，可安装在回风口或回风管处。**

**【条文说明】** 飞机客舱中的臭氧传感器应安装在送风口。

**9.2.5 监测传感器检验周期不应超过一年，传感器误差不满足监测要求时应重新校准或更换。**

**【条文说明】**《健康建筑评价标准》T/ASC 02-2021中要求传感器应至少每一年进行一次检验或标定，并出具报告。《公共建筑室内空气质量控制设计标准》JGJ/T 461-2019中要求传感器校准测试可采用经过计量标定的手持式仪器与监测传感器进行对比，如误差不满足监测要求时应将该传感器进行重新校准标定，如标定后仍无法达到要求则需要更换传感器。

附录A 各类半封闭载人环境空气质量控制目标

**A.0.1 乘用车环境的空气质量控制目标应符合现行国家标准《乘用车内空气质量评价指南》GB/T 27630的有关规定，见表**A.0.1 **。**

表A.0.1 乘用车内空气质量控制要求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 单位 | 浓度限值 |
| 苯 | mg/m3 | ≤0.11 |
| 甲苯 | mg/m3 | ≤1.10 |
| 二甲苯 | mg/m3 | ≤1.50 |
| 乙苯 | mg/m3 | ≤1.50 |
| 苯乙烯 | mg/m3 | ≤0.26 |
| 甲醛 | mg/m3 | ≤0.10 |
| 乙醛 | mg/m3 | ≤0.05 |
| 丙烯醛 | mg/m3 | ≤0.05 |

**A.0.2 客车环境的空气质量控制目标应符合现行国家标准《长途客车内空气质量要求》GB/T 17729的有关规定，见表**A.0.2 **。**

表A. 0.2 长途客车空气质量控制要求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 单位 | 标准值 |
| 氧 | % | ≥20 |
| 二氧化碳 | % | ≤0.20 |
| 一氧化碳 | mg/m3 | ≤10 |
| 甲醛 | mg/m3 | ≤0.12 |
| 甲苯 | mg/m3 | ≤0.24 |
| 二甲苯 | mg/m3 | ≤0.24 |
| 总挥发性有机物 | mg/m3 | ≤0.60 |

**A.0.3 旅客列车环境的空气质量控制目标应符合现行行业标准《机车车辆非金属材料及室内空气有害物质限量》TB/T 3139和《旅客列车卫生及检测技术规定》TB/T 1932中的相关规定，见表**A.0.3**。**

表A. 0.3 旅客列车空气质量控制要求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 单位 | 标准值 |
| 一氧化碳 | mg/m3 | ≤10 |
| 二氧化碳 | % | ≤0.15 |
| 总挥发性有机物 | mg/m3 | ≤0.60 |
| 甲醛 | mg/m3 | ≤0.10 |
| 可吸入颗粒物 | mg/m3 | ≤0.25 |

**A.0.4 客机环境的空气质量控制目标应符合CCAR-25《运输类飞机适航标准》**

表A.0. 4 客机空气质量控制要求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 单位 | 标准值 |
| 一氧化碳 | ppm | ≤50 |
| 二氧化碳 |  ppm | ≤5000 |
| 臭氧 | ppm | ≤0.25 |

附录B 半封闭载人环境空气污染模拟计算模型

**B.0.1 在半封闭载人环境中空气污染物应满足质量平衡关系，对于可看做均匀混合的空间，污染浓度应按下式** B.0.1**计算：**

 B.0.1

其中：

V：舱内空间体积（m3）

Ci(t) ： 舱内污染物浓度 (mg/m3)

t： 时间 （h）

Qs(t)： 舱内的通风量（m3/h）

Cs(t)： 通风系统送风污染物浓度 (mg/m3)

Sn： 参内第n种污染源的数量。个数或者m2 与释放率单位对应

E(t)n： 舱内第n种污染源的单位释放强度 mg/(个·h)、mg/(m2·h)；

**【条文说明】**公式B-1计算了半封闭载人环境污染物浓度的平衡过程，该公式适合于单区环境或者可以看成均匀混合环境的污染物模拟计算，计算评估中要考虑到各种污染源的释放强度量，这些强度量有些是随时间变化的（例如内装材料），而有些则只和源的数量相关（例如人员），不同类型源有不同的计算处理方式。

**B.0.2 半封闭载人环境中以通风系统为主要通风控制手段，当系统中有过滤器对回风进行净化处理时，系统送风的污染物浓度可按下式** B.0.2**计算：**

 B.0.2

Qs(t)： 舱内的送风量 （m3/h）

Cs(t)： 通风系统送风污染物浓度 (mg/m3)

CB(t)： 新风污染物浓度 (mg/m3)

Ci(t)： 舱内污染物浓度 (mg/m3)

*S：* 新风比

η： 为循环风经过HEPA过滤器的过滤效率。

附录C 人员二氧化碳释放量参考数据

**C.0.1 人体的二氧化碳释放量与性别、年龄、代谢水平相关，如果计算中涉及到各类不同人员，其二氧化碳释放量可参考表C.0.1所给出的数据。该数据为美国人的生理数据，如果模拟中国人二氧化碳释放量，可以乘以转换系数男性为0.85倍，女性为0.75倍。**

表C.0.1 不同年龄、性别、代谢水平的人二氧化碳释放量数据

|  |  |
| --- | --- |
| 年龄(y) | 二氧化碳释放率 (L/s) |
| 活动水平（Met） |
| 1.0 | 1.2 | 1.4 | 1.6 | 2.0 | 3.0 | 4.0 |
| 男性 |
| <1 | 0.0009 | 0.0011 | 0.0013 | 0.0014 | 0.0018 | 0.0027 | 0.0036 |
| 1到<3 | 0.0015 | 0.0018 | 0.0021 | 0.0024 | 0.0030 | 0.0044 | 0.0059 |
| 3到<6 | 0.0019 | 0.0023 | 0.0026 | 0.0030 | 0.0038 | 0.0057 | 0.0075 |
| 6到<11 | 0.0025 | 0.0030 | 0.0035 | 0.0040 | 0.0050 | 0.0075 | 0.0100 |
| 11到<16 | 0.0034 | 0.0041 | 0.0048 | 0.0054 | 0.0068 | 0.0102 | 0.0136 |
| 16到<21 | 0.0037 | 0.0045 | 0.0053 | 0.0060 | 0.0075 | 0.0113 | 0.0150 |
| 21到<30 | 0.0039 | 0.0048 | 0.0056 | 0.0064 | 0.0080 | 0.0120 | 0.0160 |
| 30到<40 | 0.0037 | 0.0046 | 0.0053 | 0.0061 | 0.0076 | 0.0114 | 0.0152 |
| 40到<50 | 0.0038 | 0.0046 | 0.0054 | 0.0062 | 0.0077 | 0.0116 | 0.0155 |
| 50到<60 | 0.0038 | 0.0046 | 0.0054 | 0.0062 | 0.0077 | 0.0116 | 0.0154 |
| 60到<70 | 0.0033 | 0.0040 | 0.0046 | 0.0053 | 0.0066 | 0.0099 | 0.0133 |
| 70到<80 | 0.0031 | 0.0038 | 0.0045 | 0.0051 | 0.0064 | 0.0095 | 0.0127 |
| ≥80 | 0.0030 | 0.0036 | 0.0042 | 0.0048 | 0.0060 | 0.0090 | 0.0120 |
| 女性 |
| <1 | 0.0008 | 0.0010 | 0.0012 | 0.0014 | 0.0017 | 0.0025 | 0.0034 |
| 1到<3 | 0.0014 | 0.0017 | 0.0020 | 0.0022 | 0.0028 | 0.0042 | 0.0056 |
| 3到<6 | 0.0017 | 0.0021 | 0.0024 | 0.0028 | 0.0035 | 0.0052 | 0.0070 |
| 6到<11 | 0.0023 | 0.0027 | 0.0032 | 0.0037 | 0.0046 | 0.0069 | 0.0092 |
| 11到<16 | 0.0029 | 0.0035 | 0.0041 | 0.0047 | 0.0058 | 0.0088 | 0.0117 |
| 16到<21 | 0.0029 | 0.0036 | 0.0042 | 0.0047 | 0.0059 | 0.0089 | 0.0119 |
| 21到<30 | 0.0031 | 0.0038 | 0.0044 | 0.0050 | 0.0063 | 0.0094 | 0.0126 |
| 30到<40 | 0.0029 | 0.0035 | 0.0041 | 0.0047 | 0.0059 | 0.0088 | 0.0118 |
| 40到<50 | 0.0029 | 0.0036 | 0.0042 | 0.0048 | 0.0060 | 0.0090 | 0.0119 |
| 50到<60 | 0.0030 | 0.0036 | 0.0042 | 0.0048 | 0.0060 | 0.0090 | 0.0120 |
| 60到<70 | 0.0027 | 0.0033 | 0.0038 | 0.0044 | 0.0055 | 0.0082 | 0.0110 |
| 70到<80 | 0.0026 | 0.0032 | 0.0037 | 0.0042 | 0.0053 | 0.0079 | 0.0106 |
| ≥80 | 0.0025 | 0.0030 | 0.0035 | 0.0040 | 0.0050 | 0.0075 | 0.0101 |

**【条文说明】** 表C.0.1中数据来自《ASTM D6245-18 Standard Guide for Using Indoor Carbon Dioxide Concentrations to Evaluate Indoor Air Quality and Ventilation》中表4，文献《CO2 generation rate in Chinese people》中针对中国人的情况对二氧化碳产生数据进行了修正，在国外数据基础上中国男性为0.85倍，女性为0.75倍。

**C.0.2 二氧化碳的产生量与代谢水平直接相关，不同的活动状态下人的代谢率数据参考表C.0.2。**

表C.0.2 不同活动状态下的代谢率数据

|  |  |
| --- | --- |
| 活动状态 | 新陈代谢率（Met） |
| 睡觉 | 0.95 |
| 静坐 | 1.0-1.3 |
| 坐着读写 | 1.3 |
| 走路 | 2.0 |
| 做卫生（中等强度） | 3.8 |
| 锻炼身体 | 5.0 |

**【条文说明】** 表C.0.2 中数据来自《ASTM D6245-18 Standard Guide for Using Indoor Carbon Dioxide Concentrations to Evaluate Indoor Air Quality and Ventilation》中表2

附录D 人体释放的主要VOC及释放强度

**D.0.1 人体释放中常见的VOC种类及其释放强度的参考数据可参考表D.0.1。**

表D.0.1 人体VOC散发强度数据

|  |  |
| --- | --- |
| VOCs | 散发率 (µg/h) |
| 丙酮  | 389.8 |
| 异戊二烯 | 109.4 |
| 壬醛 | 24.7 |
| 乙酸 | 22 |
| 癸醛 | 12.4 |
| 香叶基丙酮 | 12.1 |
|  苯乙酮 | 10 |
| 2-乙基-1-己醇 | 9.7 |
| d-柠檬烯 | 9.5 |
| 1,3-丁二醇 | 8.2 |
| TVOC | 843.5 |

**【条文说明】**人体可通过呼吸、皮肤向环境中释放VOC，人体VOC释放有很强的共性，根据多人的实验测试，表D.0.1中给出了人体释放中常见的VOC种类及其释放强度的参考数据。人体VOC散发数据来自清华大学邹紫薇的博士学位论文《人体皮肤与呼吸散发挥发性有机物的解耦测量及特性研究》。论文中单人VOC散发率测试环境温度为25℃，相对湿度25%~70%，为半封闭载人环境常用环境条件；受试者状态为静坐，和半封闭载人环境中的人员状态基本一致，因此该数据具有代表性。

附录E 环境中病毒传染风险评估模型

**E.0.1 在半封闭载人环境中，通过新风稀释的方式可降低感染病毒的风险，因此在设计时需对环境参数状态下乘客的感染风险进行评估计算，传染风险评估可采用下式E.0.1：**

 E.0.1

其中：

*P* ——易感者的被感染概率；

*C* ——预计被感染人数；

*S* —— 该次爆发前总的易感人数。

*I —— 感染者人数；*

*q —— 一个感染者的quanta产生率（quanta/h）；*

*p*s —— 易感人员的呼吸量（m3/h），静坐时可以取*p*s =0.3 m3/h；

*t* —— 暴露时间（h）；

*η*i——感染者口罩过滤效率；

*ηs* —— 易感者口罩过滤效率；

*p*i——感染者的的呼吸通风量（m3/h），一般与易感人员的呼吸速率相同；

*Q* —— 空间洁净空气量（不含病毒的室外或过滤空气）（m3/h）。

**【条文说明】** 传染风险评估模型是由Wells-Riley方程改进而成，原始模型出自文献《Airborne spread of measles in a suburban elementary school》中。

**用词说明**

为便于在执行本规程条款时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1. 表示很严格，非这样做不可的：

 正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

1. 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

 正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

 正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

**引用标准名录**

本规程引用下列标准。其中，注日期的，仅对该日期对应的版本适用本规程；不注日期的，其最新版适用于本规程。

《民用建筑工程室内环境污染控制标准》 GB 50325

《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736

《长途客车内空气质量要求》 GB/T 17729

《汽车禁用物质要求》GB/T 30512

《船舶涂料中有害物质限量》GB 38469

《公共场所卫生检验方法 第1部分：物理因素》GB/T 18204.1

《室内空气质量标准》GB/T 18883

《乘用车内空气质量评价指南》 GB/T 27630

《运输类飞机适航标准》CCAR-25

《住宅建筑室内装修污染控制技术标准》 JGJ/T 436

《旅客列车卫生及监测技术规定》 TB/T 1932

《机车车辆非金属材料及室内空气有害物质限量》TB/T 3139

《船舶空调系统设计方法》CB/Z 330

《电器电子产品有害物质限制使用管理办法》（工业和信息化部令第32号）

**附：条文说明**