

T/GRM

中关村绿色矿山产业联盟团体标准

T/GRM 173—2026

露天煤矿矿用装备驾驶室空气质量检测与 防护规范

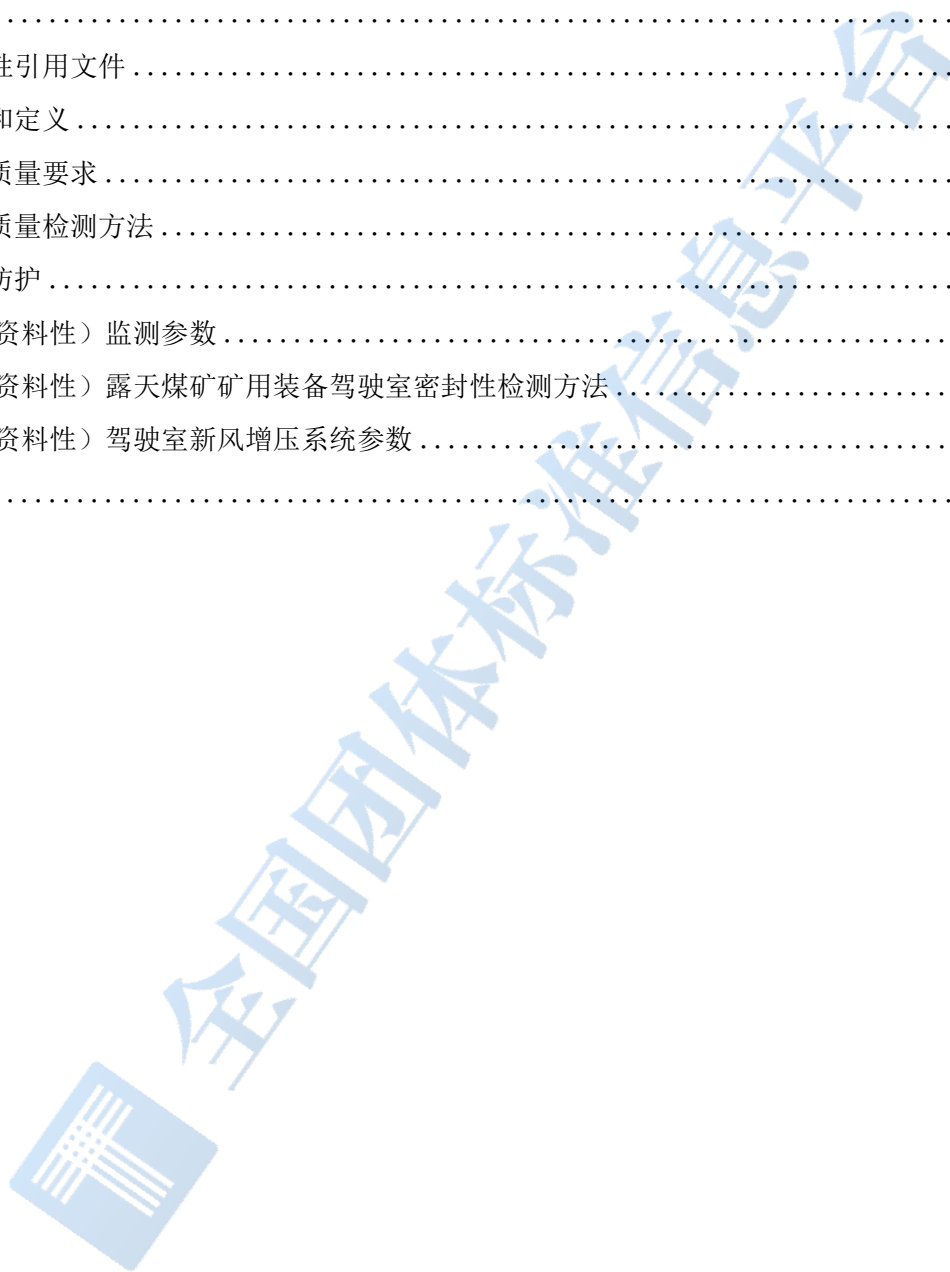
Specification for air quality detection and protection in cab of open-pit coal mine
mining equipment

2026 - 05 - 07 发布

2026 - 05 - 07 实施

目 次

前 言	II
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	3
4 空气质量要求	3
5 空气质量检测方法	4
6 污染防治	7
附录 A（资料性）监测参数	9
附录 B（资料性）露天煤矿矿用装备驾驶室密封性检测方法	10
附录 C（资料性）驾驶室新风增压系统参数	11
参考文献	12



前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020 《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中关村绿色矿山产业联盟提出并归口。

本文件起草单位：国能准能集团有限责任公司、神华准格尔能源有限责任公司、中国矿业大学、西南科技大学、徐州数字空间矿山研究院有限公司、国网能源哈密煤电有限公司

本文件主要起草人：张建华、才庆祥、王桂林、陆翔、唐晓骞、周伟、焦晓亮、丁小华、王辉、李波、朱俊鹏、赵鑫璐、田涯、严俊龙、王瑞鑫、李亚宁、王志明、邵杏红、王庄明、陆宇

本文件为首次发布。

公布日期：2026-05-07 下载时间：2026-05-07 14:52:51



露天煤矿矿用装备驾驶室空气质量检测与防护规范

1 范围

本文件规定了露天煤矿矿用装备驾驶室空气质量要求、检测方法及污染防治等。
本文件适用于露天煤矿各类矿用装备驾驶室空气质量检测与防护。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 2626 呼吸防护 自吸过滤式防颗粒物呼吸器

GB/T 12372 居住区大气中二氧化氮检验标准方法 改进的 Saltzman 法

GB/T 16128 居住区大气中二氧化硫卫生检验标准方法 甲醛溶液吸收-盐酸副玫瑰苯胺分光光度法

GB/T 18204.2 公共场所卫生检验方法 第2部分：化学性指标

GB/T 18883 室内空气质量标准

HJ/T 167 室内环境空气质量监测技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

呼吸性粉尘 respirable dust

可达到肺泡区(无纤毛呼吸性细支气管、肺泡管、肺泡囊)的粉尘。

3.2

总挥发性有机物 total volatile organic compounds(TVOC)

利用吸附剂采集，并用极性指数小于 10 的气相色谱柱分离，保留时间在正己烷和正十六烷之间的挥发性有机化合物量值的总和。

3.3

露天煤矿主力装备 main equipment for open-pit coal mines

在露天煤矿开采过程中，承担穿孔爆破、采掘装载和矿岩运输等核心生产环节作业任务，并完成矿山主要剥离量与采煤量的大型关键设备，具体包括：露天钻机，挖掘机，及运输设备中的矿用卡车（也称为矿卡、刚性或铰接式自卸卡车）。

3.4

露天煤矿其他作业装备 other operation equipment of open-pit coal mines

露天煤矿其他作业装备指露天煤矿开采中辅助完成铲装、洒水、推排等非核心生产环节的设备。

3.5

驾驶室空气质量 cab air quality

驾驶室空气质量指露天矿用装备驾驶室内，影响操作人员健康的呼吸性粉尘、化学有害气体（CO、NO₂、SO₂及TVOC）等污染物的综合状况。

4 空气质量要求

4.1 露天煤矿主力装备驾驶室空气质量要求限值见附录 A.1~附录 A.3

4.2 露天煤矿其他装备驾驶室空气质量限值要求见附录 A.4

5 空气质量检测方法

5.1 检测布设

检测点位置应符合表 1 的规定。

表 1 检测点位置

检测指标	检测仪器布置点位
呼吸性粉尘	与装备操作人员呼吸带高度一致的位置，操作人员可将仪器放置于宽大的工作服外口袋中或使用固定绳将仪器背在腰间，随后将呼吸性粉尘采样头夹在操作人员衣领处；每次监测需采集 2 组平行样（同一监测点，采用 2 台相同仪器同步采样）
其他指标	装备驾驶室操作工作台，使用双面胶等固定材料，将仪器固定在装备驾驶室操作工作台，避免装备作业过程中，仪器翻滚掉落损坏；每次监测需采集 2 组平行样（同一监测点，采用 2 台相同仪器同步采样）

5.2 呼吸性粉尘浓度测定

5.2.1 测量时间

矿山企业根据自身开采实际工况，选择尘源高发时段进行测量。

5.2.2 采样器要求

5.2.2.1 技术参数

采样器应符合下列规定：

- a) 采样流量呼吸性粉尘 1 L/min~3 L/min;
- b) 采样流量误差： $\leq 2.5\%$;
- c) 负载能力： ≥ 2000 Pa;
- d) 连续工作时间与采样流量稳定性
- e) $-30 \sim -10$ °C时，连续工作时间 ≥ 8 h，采样流量稳定性 $\leq 8\%$ ； $-10 \sim 30$ °C 时，连续工作时间 ≥ 10 h，采样流量稳定性 $\leq 5\%$ ； $30 \sim 50$ °C时，连续工作时间 ≥ 6 h，采样流量稳定性 $\leq 8\%$ 。
- f) 工作方式：可正计时或倒计时采样；
- g) 电源类型：电池需采用低温锂电池（ -30 °C可放电），完全切断时可安全待机 1 ~ 3 个月；
- h) 工作噪声： ≤ 65 dB(A)；
- i) 流量计准确度：不低于 2.5 %；
- j) 采样时间误差：3 ~ 5 min 内不超过 1.0 ~ 5.0 s；
- k) 采样口平均流速：0.5 m/s ~ 4.0 m/s；
- l) 采样效能：符合“BMRC”采样效能曲线；
- m) 低温加热：采样器需具备低温加热功能，当环境温度为 $-30 \sim -10$ °C时，保证采样器正常工作。
- n) 防结露：采样器气路需具备防结露功能（如加热气室），当相对湿度 $> 95\%$ 时，避免滤膜受潮导致称重误差。

5.2.2.2 工作条件

采样器的工作条件如下：

- a) 工作温度： $-30 \sim 50$ °C；
- b) 贮存温度： -40 °C~ 60 °C；
- c) 相对湿度：0 ~ 100 %。

5.2.2.3 电池要求

采样器应能连续工作 10 h 以上，如充电后一次工作时间小于 5 h，则认为电池已不能正常使用，需更换电池组。

5.2.3 采样前准备工作

采样前准备应符合下列规定：

- a) 仪器应先充足电，将已称重的干净滤膜装进采样头，旋风式采样头的衬盒也需安装滤膜，然后用胶管将采样头与仪器进气嘴连接；
- b) 调节采样流量，保证仪器开启后，采样流量稳定；
- c) 将仪器按表 5 要求置于驾驶室，正式采样之前，应当关闭装备发动机、空调、新风系统等，同时打开驾驶室门窗通风 10 min~ 15 min；
- d) 配备小型气象监测设备获取驾驶室气象数据。

5.2.4 采样前后过程的处理

5.2.5 器材

器材按以下要求准备：

- a) 滤膜： ϕ 30 的测尘滤膜；
- b) 天平：感量为万分之一的全自动分析天平；
- c) 干燥器：普通干燥时，应放置变色硅胶；
- d) 镊子；
- e) 旋风式呼吸性采样头。

5.2.5.1 操作过程

采样前按以下要求开展准备工作：

- a) 用镊子取出干净的滤膜，放在天平上称重，记录并编号；
- b) 采用旋风式呼吸性粉尘采样头的，需在前一天将采样头清洗干净，并将衬盒里的滤膜称重，记录质量；
- c) 把滤膜置于采样头的滤膜夹与衬盒中。

5.2.5.2 采样后的处理

采样后按以下要求进行处理：

- a) 将滤膜置于干燥器中 2 h 后称重，称重后放入干燥器中再干燥 30 min 称重，当两次质量差不超过 0.1 mg 时取最小值；
- b) 用公式（1）计算空气中粉尘质量平均浓度；
- c) 2 组平行样数据相对偏差 \leq 10 %即为有效，并取 2 组平行样数据平均值作为最终结果。

5.2.6 呼吸性粉尘浓度计算

呼吸性粉尘的浓度按公式（1）进行计算：

$$\rho = \frac{m_1 - m_2}{v \times t} \times 1000 \dots \dots \dots (1)$$

式中：

- ρ —— 呼吸性粉尘浓度， mg/m³；
- m_1 —— 采样后滤膜重量， mg ；
- m_2 —— 采样前滤膜重量， mg ；
- v —— 采样流量， L/min ；
- t —— 时间， min 。

5.3 其他空气质量指标测量方法

5.3.1 测量时间

其他空气质量指标（一氧化碳、二氧化氮、二氧化硫、总挥发性有机物）的测量时间与呼吸性粉尘浓度相同。

5.3.2 测量方法

表 2 其他空气质量指标测量方法

指标	测定方法	方法来源
一氧化碳	不分光红外分析法	GB/T 18204.2
二氧化氮	改进的Saltzman法	GB/T 12372
	化学发光法	HJ/T 167
二氧化硫	甲醛溶液吸收-盐酸副玫瑰苯胺分光光度法	GB/T 16128
总挥发性有机物	固体吸附-热解吸-气相色谱质谱法	GB/T 18883-2022

5.3.3 数据处理及分析

5.3.3.1 数据有效性

数据有效性的判定应遵循以下规则：

- a) 一氧化碳、二氧化氮、二氧化硫数据有效性按以下规则进行判定：
 - 1) 1 h 检测时段有效数据记录应满足：累计有效数据记录次数 ≥ 45 次（对应累计缺失数据时长 ≤ 15 min）；其中，有效数据指排除异常值后，经缺失值处理（如线性插值）并标注为“有效”或“插值”且符合本规则缺失值处理要求的数据，异常值剔除后需重新核算有效数据记录次数，核算后仍应满足 ≥ 45 次的标准；
 - 2) 1 h 检测时段内无连续缺失时长 > 5 min的情况；若出现连续缺失时长 > 5 min，即使累计缺失数据时长 ≤ 15 min，仍判定该 1 h 数据无效，需重新检测。
- b) 总挥发性有机物（TVOC）数据有效性按以下规则进行判定：
 - 1) 采样时长应满足：实际采样时长 ≥ 7 h；计时起点为吸附管连接且流量稳定时，计时终点为断开吸附管时；中途因更换吸附管产生的暂停时间，单次 ≤ 15 min且累计 ≤ 30 min的，可计入总采样时长；单次暂停时间 > 15 min或累计暂停时间 > 30 min的，判定数据无效；
 - 2) 采样流量波动应满足：采用带流量记录功能的采样泵，每 30 min 自动记录 1 次流量或每 1 h 人工记录 1 次流量，所有记录流量与设定流量的偏差绝对值 $\leq 5\%$ ；
 - 3) 采样流量偏差异常处理：若某时段流量偏差绝对值 $> 5\%$ ，需核查偏差原因；因泵体故障导致偏差的，判定数据无效；因临时气压波动导致偏差且持续时长 ≤ 10 min的，可剔除该时段流量记录，剩余有效采样时长仍 ≥ 7 h且其他时段流量符合“本款 2)”要求的，判定数据有效；
 - 4) 平行样数据有效性判定：2 组平行样数据的相对偏差 $\leq 10\%$ 时，判定平行样数据有效。

5.3.3.2 数据异常

5.3.3.2.1 异常值判定

异常值判定按照如下规则进行：

- a) 仪器故障：仪器提示故障代码（如光源异常、流量异常）；
- b) 超出仪器量程极端值：数据超出仪器当前设定量程，或仪器直接显示“超出量程”警示且无法正常读数；
- c) 逻辑异常值：数据与同期同点位历史数据偏差超过 3 倍，且已排除外部粉尘涌入驾驶室等环境突发污染因素。

5.3.3.2.2 异常值处理

经排查确认异常值由仪器故障（如传感器失效）、操作失误（如流量设置错误）或临时环境干扰（如突发粉尘涌入）导致，且无法通过校准仪器、调整环境（如关闭临时污染源）恢复正常时，可剔除该异常值，剔除需满足以下条件：

- a) 在检测原始记录中明确标注异常值出现的具体时间点；
- b) 详细说明异常原因；
- c) 注明剔除依据；
- d) 若剔除异常值后，剩余有效数据量不符合数据有效性判定要求，则需重新检测。

5.3.3.3 数据缺失处理

5.3.3.3.1 连续监测类气体数据缺失处理（一氧化碳、二氧化氮、二氧化硫）

连续监测类气体数据的缺失处理应遵循以下规定：

- a) 短时缺失（ ≤ 5 min）处理：若 1 h 监测周期内单一时段缺失时长 ≤ 5 min，且缺失前后相邻数据无异常（如无跳变、符合环境趋势），采用线性插值法填补——以缺失时段前 1 个有效数据（记为 A）、后 1 个有效数据（记为 B）为基准，按“缺失数据值= $A + (B - A) \times (\text{缺失数据值} - A) / (B - A)$ ”计算。

失时长/相邻数据间隔)”计算填补值，填补数据需在原始记录中标注“线性插值”，并注明 A、B 的具体时间点与数值，插值数据可用于后续浓度统计与有效性判定；

- b) 中时缺失（5 ~ 15 min）处理：需在记录中标记为“可疑数据段”，同时关联同作业区域、同类型装备的同期监测数据（如相邻电铲驾驶室的一氧化碳浓度），若同期数据偏差 $\leq \pm 15\%$ ，且缺失时段无环境突发干扰（如无临时爆破），该“可疑数据段”可纳入整体数据统计，但不得作为判定“是否超标”的唯一依据；若同期数据偏差 $> 15\%$ ，或无法获取同期对比数据，需对该时段进行补测（补测需在 24 h 内、装备状态不变时开展），补测数据单独记录并标注“补测验证”；
- c) 长时缺失（ > 15 min）处理：检测数据判定为“无效”。

5.3.3.3.2 采样分析类气体数据缺失处理（TVOC）

TVOC 采样过程中若出现数据缺失，均需对照“5.3.3.1”中 TVOC 的核心要求进行复核，当缺失后的数据仍满足数据有效性判定，则可将该数据作为计算 TVOC 浓度的数据基础。若缺失后的数据不满足数据有效性判定，则需重新开展完整采样；重新采样时，需更换经规范活化的新吸附管，确保采样点位、流量设定（与原检测一致）、采样时长等参数符合标准，且重新采样过程需全程记录，避免再次出现数据缺失。

5.3.3.4 结果计算

一氧化碳、二氧化氮、二氧化硫的 1 h 平均浓度：将 1 h 内所有有效数据取算术平均值；TVOC 的 8 h 平均浓度，根据公式（2）计算。所有指标的计算结果保留两位有效数字，若数值小于 0.01 mg/m^3 ，保留至小数点后三位。

$$C_{TVOC} = \frac{m}{V_0} \dots \dots \dots (2)$$

式中：

C_{TVOC} ——TVOC 实际采样时长平均浓度， mg/m^3 ；

m ——吸附管中 TVOC 的总质量（扣除空白值）， mg ；

V_0 ——标准状态下的采样体积， m^3 （由实际采样流量、时间及环境温度、大气压换算）。

5.4 测量频率

测量频率根据装备作业环境及使用情况确定：

- a) 正常生产阶段（装备按矿方既定生产调度安排开展作业，无计划内停机检修（如月度 / 季度大修）、停产整改、闲置时长超过 7 天等情况），每季度至少开展 1 次气体测量，且两次测量间隔不得超过 92 天，测量需避开装备停机检修时段，优先在装备正常作业 1~2 h 后进行；
- b) 当装备驾驶室发生车门/车窗整体更换、密封胶条拆卸重装、驾驶室壳体焊接修补、新风系统管道改造等维修行为，或周边作业环境出现电铲更换作业平台（新平台与原平台粉尘/气体污染源距离差异 $\geq 50 \text{ m}$ ）、周边新增爆破作业点（爆破频次 \geq 每日 1 次）等显著变化时，需在调整完成后 7 天内补充 1 次测量，且测量需在装备恢复正常作业状态后进行；
- c) 对于满足“月度作业天数 ≥ 25 天（以矿方生产调度记录为准，不含法定节假日停机天数）”且“日均作业时长 $\geq 8 \text{ h}$ （单次连续作业时长可累计）”的长期连续作业装备，需在正常季度测量基础上每月增加 1 次随机测量，该随机测量需与季度测量时间保持合理间隔（如季度测量在当月 1 日进行，则随机测量安排在当月 15 ~ 20 日之间开展）。

6 污染防治

露天矿用装备驾驶室需配备有效的污染防治措施，包括增强驾驶室密封性、人员佩戴口罩及安装新风增压系统三类：

- a) 增强驾驶室密封性：
- 1) 驾驶室外部的开孔（如管线穿入口、传感器安装孔）需严格控制数量，且开孔位置需避开迎风面；

- 2) 必要开孔应设计专用密封法兰，配合橡胶密封圈（如丁腈橡胶、氟橡胶，耐油耐老化）实现多重密封；
 - 3) 门窗等应采用橡胶密封条进行二次密封加固；
 - 4) 每月应使用气压检测进行 1 次密封性检测（具体检测方法参考附录 B）。
- b) 口罩防护：需选用符合 GB2626 的工业防尘口罩。
- c) 驾驶室安装新风增压系统：核心配置应包含过滤系统与增压系统，可选配富氧系统，具体部件包括滤芯、新风增压器、内循环增压器、氧气制造器等，参数见附录 C.1。



附录 A
(资料性)
监测参数

表 A.1 钻机驾驶室空气质量限值要求

钻孔对象	呼吸性粉尘		CO (mg/m ³)	NO ₂ (mg/m ³)	SO ₂ (mg/m ³)	TVOC (mg/m ³)
	呼吸性粉尘中游离 SiO ₂ 含量 (%)	浓度限值 (mg/m ³)				
		8h平均	1h平均	1h平均	1h平均	8h平均
煤层	<10	2.5	10	0.2	0.5	0.6
岩层	10~50	0.7				
	50~80	0.3				
	>80	0.2				

表 A.2 挖掘机驾驶室空气质量限值要求

挖掘对象	呼吸性粉尘		CO (mg/m ³)	NO ₂ (mg/m ³)	SO ₂ (mg/m ³)	TVOC (mg/m ³)
	呼吸性粉尘中游离 SiO ₂ 含量 (%)	浓度限值 (mg/m ³)				
		8h平均	1h平均	1h平均	1h平均	8h平均
煤层	<10	1.5	10	0.2	0.5	0.6
岩层	10~50	0.6				
	50~80	0.3				
	>80	0.2				

表 A.3 矿用卡车驾驶室空气质量限值要求

运载对象	呼吸性粉尘		CO (mg/m ³)	NO ₂ (mg/m ³)	SO ₂ (mg/m ³)	TVOC (mg/m ³)
	呼吸性粉尘中游离 SiO ₂ 含量 (%)	浓度限值 (mg/m ³)				
		8h平均	1h平均	1h平均	1h平均	8h平均
煤块	<10	1.0	10	0.2	0.5	0.6
岩块	10~50	0.6				
	50~80	0.3				
	>80	0.2				

表 A.4 露天煤矿其他装备驾驶室空气质量限值要求

装备类型	呼吸性粉尘 (mg/m ³)	CO (mg/m ³)	NO ₂ (mg/m ³)	SO ₂ (mg/m ³)	TVOC (mg/m ³)
洒水车、前装机、装载机、推土车等除露天煤矿主力装备外的其他装备	8h平均	1h平均	1h平均	1h平均	8h平均
	0.5	10	0.2	0.5	0.6

附录 B (资料性)

露天煤矿矿用装备驾驶室密封性检测方法

露天煤矿矿用装备驾驶室密封性检测方法如下：

- a) 做好检测前准备，先确认驾驶室所有门窗、通风口完全锁闭，对驾驶室预留的管线接口、检修孔等非检测用开口，用专用密封塞或防水胶带进行临时封堵，避免额外漏气；同时准备好量程 $0 \sim 0.1$ MPa、精度 0.001 MPa 的数显气压表，以及可调节气压的微型充气泵，提前校准仪器确保数据准确。
- a) 进行装置连接，在驾驶室预留的标准检测接口处（若无专用接口，可在车门密封条处预留微小缝隙并加装密封转接头），依次连接充气泵、气压表与驾驶室内部气路，连接处用密封垫圈加固，防止接口漏气影响结果。
- b) 实施充气与保压，启动充气泵缓慢升压，过程中密切关注气压表数值，当内部气压达到 0.025 MPa 时停止充气，关闭充气泵阀门并密封接口；随后开始 30 min 保压计时，前 10 min 每 5 min 记录一次气压值，后 20 min 每 10 min 记录一次，全程观察气压表数值波动。
- c) 判定结果，若 30 min 内气压总下降值不超过 0.005 MPa，且无明显骤降现象，则判定气压密封合格；若下降值超标，需通过皂液涂抹法（在疑似漏点喷涂皂液，观察是否产生气泡）定位漏点，修补后重新检测。



附录 C
(资料性)
驾驶室新风增压系统参数

表 C.1 驾驶室新风增压系统参数

系统/部件分类	具体参数项	技术要求
富氧系统 (选配)	氧气浓度控制范围	19.5 %~23.5 %
	额定供氧量	每 1 m ³ 驾驶室空间, 每 1 h ≥ 0.5 L 供氧量; 调节精度 ± 0.2 L/h
	氧气纯度	≥ 85 % (体积分数)
滤芯	粉尘过滤精度	0.3 mm 颗粒过滤精度 > 90 %
	气体过滤功能	活性炭吸附层: 碘值 ≥ 800 mg/g, TVOC 吸附容量 ≥ 0.10 g/g; 化学滤料层: NO ₂ /SO ₂ 过滤效率 ≥ 80 %, CO 催化转化效率 ≥ 68 %
新风增压器	额定风量	累计使用 ≥ 500 h; 阻力达初始值 2 倍时强制更换; 配阻力监测传感器
	风压	每 1 h 换气 ≥ 6 次 每 1 m ³ 驾驶室空间 ≥ 6 m ³ 送风量; 调节范围 0 %~100 % 额定值
	噪声	驾驶室内部运行噪声 ≤ 60 dB (A)
	防水等级与防护要求	主体防护等级 ≥ IP 67
	尺寸与安装空间要求	新风增压器整体尺寸 (长×宽×高) ≤ 650 mm × 300 mm × 300 mm; 滤芯更 换口方向需预留 ≥ 700 mm 操作距离
内循环增压器	额定风量	为新风增压器的 50 %~70 %
	防水等级与防护要求	主体防护等级 ≥ IP 67
	尺寸与安装空间要求	内循环增压器整体尺寸 (长×宽×高) ≤ 650 mm × 260 mm × 280 mm; 滤芯 更换口方向需预留 ≥ 700 mm 操作距离

参 考 文 献

- [1] GB 2626-2019 呼吸防护 自吸过滤式防颗粒物呼吸器 [S] .
- [2] GB 3095-2012 环境空气质量标准 [S] .
- [3] GB 30871-2022 危险化学品企业特殊作业安全规范 [S] .
- [4] GB/T 6165-2021 高效空气过滤器性能试验方法 效率和阻力 [S] .
- [5] GB/T 8982-2009 医用及航空呼吸用氧 [S] .
- [6] GB/T 18883-2022 室内空气质量标准 [S] .
- [7] GBZ 2.1-2007 工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素 [S] ..
- [8] GBZ 159-2004 工作场所空气中有害物质监测的采样规范 [S] .
- [9] GBZ 192.2-2007 工作场所空气中粉尘测定 第 2 部分：呼吸性粉尘浓度 [S] .
- [10] GBZ/T 192.4-2007 工作场所空气中粉尘测定 第 4 部分：游离二氧化硅含量 [S] ..
- [11] GBZ/T 229.1-2010 工作场所职业病危害作业分级 第 1 部分：生产性粉尘 [S] .
- [12] AQ 4204-2008 呼吸性粉尘个体采样器 [S] .
- [13] AQ 4205-2008 矿山个体呼吸性粉尘测定方法 [S] .

