

T/GRM

中关村绿色矿山产业联盟团体标准

T/GRM XXXX—XXXX

露天矿用装备驾驶室空气质量监测方法及 防护手段

Technical guideline for air quality monitoring and protective measure of driver cab
for open pit mine

（征求意见稿）

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中关村绿色矿山产业联盟 发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 露天煤矿主力装备驾驶室空气质量要求 1

5 露天煤矿其他装备驾驶室空气质量要求 2

6 露天煤矿装备驾驶室空气质量检测及防护方法 2

参考文献 6

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。

本文件由中关村绿色矿山产业联盟提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

露天矿用装备驾驶室空气质量监测方法及防护手段

1 范围

本文件提出了露天煤矿作业场所中主力采掘装备和其他作业装备驾驶室的空气质量要求、空气质量检测及防护指导。

本文件适用于露天煤矿作业场所中主力采掘装备（包括钻机、电铲、矿用卡车）及其他作业装备（如液压挖掘机、装载机、洒水车等）驾驶室的空气质量的监测与防护。

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 18883 室内空气质量标准
- GB/T 22084.2 含碱性或其他非酸性电解质的蓄电池和蓄电池组 便携式密封蓄电池和蓄电池组 第2部分：金属氢化物镍电池
- GBZ 159 工作场所空气中有害物质监测的采样规范

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tenax等吸附剂采集，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。本文件中，该装备包括：露天钻机，大型电动单斗挖掘机（简称电铲），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）。

4 露天煤矿主力装备驾驶室空气质量要求

4.1 钻机驾驶室空气质量要求

钻机驾驶室的空气质量应满足表1的限值要求。

表 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/m³）	NO ₂ （mg/m³）	SO ₂ （mg/m³）	TVOC（mg/m³）
	游离SiO ₂ 含量（%）	浓度限值（mg/m³）				
		8小时平均	1小时平均	1小时平均	1小时平均	1小时平均
煤层	<10	2.5	10	0.2	0.5	0.6
岩层	10～50	0.7				
	50～80	0.3				

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 ）
	游离SiO ₂ 含量（%）	浓度限值（mg/m ³ ）				
		8小时平均	1小时平均	1小时平均	1小时平均	1小时平均
	>80	0.2				

4.2 电铲驾驶室空气质量要求

电铲驾驶室的空气质量应满足表 2 的限值要求。

表 2 电铲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 ）
	游离SiO ₂ 含量（%）	浓度限值（mg/m ³ ）				
		8小时平均	1小时平均	1小时平均	1小时平均	1小时平均
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				

4.3 矿用卡车驾驶室空气质量要求

矿用卡车驾驶室的空气质量应满足表 3 的限值要求。

表 3 矿用卡车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 ）
	游离SiO ₂ 含量（%）	浓度限值（mg/m ³ ）				
		8小时平均	1小时平均	1小时平均	1小时平均	1小时平均
煤层	<10	1.0	10	0.2	0.5	0.6
岩层	10~50	0.6				
	50~80	0.3				
	>80	0.2				

5 露天煤矿其他装备驾驶室空气质量要求

其他装备驾驶室的空气质量应满足表 4 的限值要求。

表 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 ）
	8小时平均	1小时平均	1小时平均	1小时平均	8小时平均
液压挖掘机、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	0.5（8小时平均）	10	0.2	0.5	0.6

6 露天煤矿装备驾驶室空气质量检测及防护方法

6.1 监测点布设

露天煤矿装备驾驶室空气质量检测点位按表 5 位置进行设置。

表 5 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

检测指标	检测仪器布置点位
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

6.2 呼吸性粉尘浓度测定

6.2.1 测量时间确定

根据露天煤矿实际工况，利用16:00交接班前的空闲时间，完成测量仪器布置及其他相关准备工作。驾驶室呼吸性粉尘浓度测量时间为16:00～24:00时间段。

6.2.2 采样器要求

6.2.2.1 技术参数

采样器需满足以下主要技术参数：

- 1) 采样流量：呼吸性粉尘 1 L/min～3 L/min；
- 2) 采样流量误差：≤2.5 %；
- 3) 采样流量稳定性：≤5 %；
- 4) 负载能力：≥2000 Pa；
- 5) 连续工作时间：≥10 h；
- 6) 工作方式：可正计时或倒计时采样；
- 7) 电源类型：完全切断时可安全待机 3 个月；
- 8) 工作噪声：≤65 dB(A)；
- 9) 流量计准确度：不低于 2.5 %；
- 10) 采样时间误差：5 min 内不超过 1.0 s
- 11) 采样口平均流速：0.5 m/s～4.0 m/s；
- 12) 采样效能：符合“BMRC”采样效能曲线；
- 13) 外型尺寸：120 mm×80 mm×42 mm；
- 14) 重量：450g。

6.2.2.2 工作条件

采样器的工作条件如下：

- 1) 工作温度：0～40 ℃；
- 2) 贮存温度：-40 ℃～60 ℃；
- 3) 相对湿度：≤95 %；
- 4) 环境大气压：80 kPa～110 kPa。

6.2.2.3 电池要求

采样器电池采用AA1800 mAh镍氢电池5节串联，外串6只0.51 Ω/3W的限流电阻和500 mA的保险丝，用环氧树脂灌封后置于电池盒内，构成本安电池组件， U_0 ：7.5 V， I_0 ：2.58 A；镍氢电池应符合GB/T 22084.2的要求。

注：若仪器利用5节1.8 Ah镍氢电池构成本安电池组，充足电后开路电压为7.5 V左右，采样器应能连续工作10 h以上。如测量电源电压低于6 V，充电后一次工作时间小于4 h，则认为电池已不能正常使用，需到生产厂购买新电池组。

6.2.3 采样前的准备工作

采样前按以下要求开展准备工作：

- 1) 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。
- 2) 调节采样流量，保证仪器开启后，采样流量稳定。
- 3) 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。

6.2.4 采样前后过程的处理

6.2.4.1 器材

器材按以下要求准备：

- 1) 滤膜：Φ30 的测尘滤膜；
- 2) 天平：感量为万分之一的全自动分析天平；
- 3) 干燥器：普通干燥时，应放置变色硅胶；
- 4) 镊子
- 5) 旋风式呼吸性采样头。

6.2.4.2 操作过程

采样前按以下要求开展准备工作：

- 1) 用镊子取出干净的滤膜，放在天平上称重，记录并编号；
- 2) 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；
- 3) 把滤膜置于采样头的滤膜夹与衬盒中。

6.2.4.3 采样后的处理

采样后按以下要求进行处理：

- 1) 将滤膜置于干燥器中 2h 后称重，称重后放入干燥器中再干燥三十分钟称重，当两次质量差不超过 0.1 mg 时取最小值；
- 2) 用公式（1）计算空气中粉尘质量平均浓度。

6.2.5 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；

m₁——采样后滤膜重量，mg；

m₂——采样前滤膜重量，mg；

v——采样流量，L/min；

t——时间，min。

6.3 其他空气质量指标测量方法

6.3.1 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。

6.3.2 测量频率

测量频率根据装备作业环境及使用情况确定：

- 1) 正常生产阶段，每季度至少开展1次测量；
- 2) 当装备驾驶室通风系统进行维修或更换，周边作业环境发生显著变化时（如电铲更换了作业平台），应在调整后7 d内补充1次测量；
- 3) 长期连续作业（月度无停机）的装备，每月应增加1次随机抽查测量。

6.3.3 测量方法

表 6 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

6.3.4 数据处理及分析

6.3.4.1 数据有效性判定

数据有效性按以下规则进行判定：

- 1) 对于一氧化碳、二氧化氮、二氧化硫，若 1 h 内有效数据记录次数不少于 45 次（即缺失数据不超过 15 min），则该时段数据有效；
- 2) 对于 TVOC，若实际采样时间不少于 6 h，且采样流量稳定（波动范围≤5 %），则数据有效。

6.3.4.2 异常值处理

当监测数据出现仪器故障导致的跳变、超出仪器量程的极端值等明显异常时，应首先检查仪器状态和采样环境，确认异常原因后剔除该数据，并在监测报告中注明剔除依据及次数。

6.3.4.3 结果计算

一氧化碳、二氧化氮、二氧化硫的 1 小时平均浓度：将 1 小时内所有有效数据取算术平均值；TVOC 的 8 小时平均浓度，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/m³，保留至小数点后三位。

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

式中：C_{TVOC}——TVOC 8 小时平均浓度，mg/m³；

m——吸附管中 TVOC 的总质量（扣除空白值），mg；

V₀——标准状态下的采样体积，m³（由实际采样流量、时间及环境温度、大气压换算得到）。

6.4 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：

- 1) 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每月应使用烟雾法（释放烟雾，观察外部泄漏点）进行 1 次密封性检测。
- 2) 口罩防护：需选用符合 GB 2626 的工业防尘口罩。
- 3) 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 考 文 献

- [1] GB 3095-2012 环境空气质量标准[S].
 - [2] AQ 4204-2008 呼吸性粉尘个体采样器[S].
 - [3] AQ 4205-2008 矿山个体呼吸性粉尘测定方法[S].
 - [4] GB/T 18883-2022 中华人民共和国国家卫生健康委员会.室内空气质量标准[S].
 - [5] GBZ 159-2004 工作场所空气中有害物质监测的采样规范[S].
 - [6] 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].
 - [7] 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].
 - [8] 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].
 - [9] 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].
 - [10] GB 2626-2019 中华人民共和国应急管理部.呼吸防护 自吸过滤式防颗粒物呼吸器[S].
-