

露天煤矿生态环保抑尘剂性能及应用技术规范

一、工作简况

1. 任务来源

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国职业病防治法》关于“推进粉尘源头防控、推广绿色环保技术”的要求，解决露天煤矿抑尘剂“环保不达标、效果不稳定、适配性差”的突出问题，亟需制定《露天煤矿生态环保抑尘剂性能及应用技术规范》。本标准的制定将填补露天煤矿抑尘剂领域标准空白，首次针对露天煤矿特殊工况，明确生态环保抑尘剂的技术要求与专属测试方法，完善矿山粉尘治理标准体系；同时规范行业发展，为抑尘剂生产企业提供研发制造基准，为露天煤矿企业选型验收提供科学依据，并通过保障生态安全，为推动矿业绿色低碳转型、保障作业人员职业健康、守护矿区生态屏障提供有力支撑。

2. 起草单位、参编单位

主要起草单位有中国矿业大学、徐州高新区安全应急装备产业技术研究院、中国安全生产科学研究院、煤炭科学研究总院有限公司、山东科技大学、湖南科技大学、安徽理工大学、太原理工大学、淮南矿业（集团）有限责任公司、北京科技大学、辽宁工程技术大学、江苏世安健康科技研究院有限公司、山东金科星机电股份有限公司、山东新阳光环保设备有限公司、平安开诚智能安全装备有限责任公司。

3. 主要起草人

主要起草人有李世航、屠坤坤、周福宝、刘鹏、户书达、靳昊、王梦、侯钧、李冲、周刚、王鹏飞、江丙友、谢彪、李小川、胡胜勇、任波、刘建国、韩方伟、孙彪、陈雅、荆德吉、仙文豪、魏英超、韩沐泽、李家毅、金凡博、骆宇晨、程辉、桂长庚、李庚骏、张天啸、张云峰、付振、李继华、聂云辉、胡兵、范喆。主要工作分布如表1所示。

表1 主要起草人及工作分布

| 姓名 | 工作单位 | 主要工作内容 |
|------------------------------|--------------------|---|
| 李世航 | 中国矿业大学 | 负责标准总体框架设计与编制规划，统筹协调工作组分工；主导标准核心技术指标论证，把关全文逻辑与规范性；组织召开编制研讨会及意见协调会。 |
| 屠坤坤、户书达、靳昊、侯钧、魏英超、韩沐泽、李家毅 | 中国矿业大学 | 起草“试验方法”“检验规则”章节；设计抑尘剂核心指标验证试验方案，组织开展多批次样品测试；汇总分析试验数据，优化露天矿专属检测流程与判定标准。 |
| 金凡博、骆宇晨、程辉、桂长庚、李庚骏、张天啸、胡兵、范喆 | 中国矿业大学 | 负责露天煤矿生态环保抑尘剂性能测试与分析。 |
| 刘鹏、王梦、李冲 | 徐州高新区安全应急装备产业技术研究院 | 承担编制过程中的资料归档与进度跟踪；协助组织征求意见与送审流程；整理意见处理汇总表，配合完成标准修订完善工作。 |

| | | |
|---------|-----------------|--|
| 周福宝、李小川 | 中国安全生产科学研究院 | 负责标准编制的政策合规性审核；开展技术参数对比分析；提供露天矿安全生产实践案例支撑，验证技术条款的现场适用性。 |
| 仙文豪 | 煤炭科学研究总院有限公司 | 负责“术语和定义”“技术要求”章节起草；收集国内外相关标准资料，开展技术参数对比分析；提供露天矿安全生产实践案例支撑，验证技术条款的现场适用性。 |
| 周刚、孙彪 | 山东科技大学 | 起草“标志、包装、运输、贮存”章节；参考国际先进矿用材料标准，完善配套管理要求；负责标准文本格式规范与校对，确保符合编写规则。 |
| 王鹏飞 | 湖南科技大学 | 协助开展政策合规性审核，重点对接生态环保相关法规；参与技术参数对比分析，补充南方露天矿工况适配建议；协助整理行业意见。 |
| 江丙友 | 安徽理工大学 | 配合资料归档与进度跟踪，重点整理露天矿抑尘剂应用资料；协助组织区域内征求意见工作；参与意见处理汇总表复核。 |
| 刘建国、陈雅 | 北京科技大学 | 协助开展“技术要求”中生态环保指标细化论证；补充金属矿抑尘剂应用技术参数对比分析；参与编制研讨会，提供高校科研视角的优化建议。 |
| 谢彪、胡胜勇 | 太原理工大学 | 协助设计“试验方法”中耐极端温差、抗风蚀等专项测试方案；参与多批次样品测试数据汇总分析；优化露天矿特殊工况检测流程。 |
| 韩方伟、荆德吉 | 辽宁工程技术大学 | 协助完善“标志、包装、运输、贮存”中低温、强风地区适配要求；参与“术语和定义”章节中露天矿专属术语的论证；提供东北露天矿实践数据支撑。 |
| 任波 | 淮南矿业（集团）有限责任公司 | 提供露天煤矿抑尘剂生产实践案例与现场应用数据；验证“技术要求”中工况适配性条款；反馈矿山企业对标准的实操性需求。 |
| 张云峰 | 江苏世安健康科技研究院有限公司 | 负责标准编制的政策合规性审核；开展技术经济论证，分析标准实施的预期经济效益与生态效益；收集行业意见并整理汇总，协助处理分歧性建议。 |
| 付振 | 山东金科星机电股份有限公司 | 开展“试验方法”中耐极端温差、抗风蚀等专项测试，参与多批次样品测试数据汇总分析。 |

| | | |
|-----|------------------|--|
| 李继华 | 山东新阳光环保设备有限公司 | 补充抑尘剂应用相关设备适配性案例；协助开展技术经济论证，分析标准对设备生产企业的影响；反馈行业意见与分歧建议。 |
| 聂云辉 | 平安开诚智能安全装备有限责任公司 | 补充智能喷洒设备与抑尘剂应用的适配性数据；协助开展技术经济论证，分析标准对智能装备推广的推动作用；配合完成标准修订完善工作。 |

二、制定标准的必要性和意义

1. 生态与安全防护迫切需求：露天煤矿开采全流程日均扬尘量达数百公斤，PM2.5占比超30%，作业场所粉尘浓度常超标5~8倍，易引发尘肺病及粉尘爆炸事故，且粉尘导致周边土壤板结、植被枯萎，加剧生态敏感区环境压力，亟需通过标准规范抑尘剂应用以破解治理瓶颈。

2. 现有抑尘手段存在显著局限：洒水抑尘时效短、耗水量大，普通化学抑尘剂生物降解率不足60%、重金属超标，抗风蚀和耐极端工况能力弱，难以适配露天煤矿8级以上强风、-30°C至40°C温差等复杂环境，需标准明确生态环保与工况适配双重要求。

3. 现行标准存在场景适配空白：现有相关标准多聚焦铁路运输、城市道路等通用场景，未针对露天煤矿“大面积堆料、动态作业面、极端环境”特性制定专属指标，缺乏生物降解率低温适应性、抗风蚀率专项测试等要求，导致企业生产“无标可依”、矿山选型“无据可判”。

4. 政策导向与行业发展驱动：《“十四五”矿山安全生产规划》明确提出了“绿色矿山”和“粉尘防治达标”的硬性要求，《矿山生态环境保护与恢复治理技术规范》强调抑尘剂生态兼容性，制定本标准是落实国家环保与安全生产政策、推动矿业绿色低碳转型的必然要求。

三、主要起草过程

本标准起草严格遵循团体标准制修订规范，在表2团体标准制修订工作计划基础上，补充开展了以下细化工作：前期资料收集与调研阶段，除完成国内外标准对比分析外，还系统梳理了露天煤矿抑尘剂行业应用报告、企业技术文档，并与6家矿山企业、4家生产厂商开展一对一需求访谈，补充了露天煤矿的工况数据，为指标适配性提供支撑。拟稿环节，起草组结合调研结果，重点突出露天煤矿生态环保核心指标，嵌入气候适配要求，并参考国际矿用材料标准的术语体系，于2025年12月底完成全文撰写，形成标准征求意见稿。试验论证阶段，选取4款主流抑尘剂产品，在第三方实验室开展抗风蚀、耐冻融等指标的平行测试，同时在露天煤矿开展现场试喷验证，优化了试验方法的操作细节。2026年2月意见征集期间，向露天煤矿企业、生产厂商、检测机构、科研院所、监管部门发函，收集有效意见，并起草组召开意见协调会，完成意见处理后，形成标准送审稿。技术审查阶段，邀请跨领域专家对争议条款论证，起草组据此修订文本；2026年5月中旬完成标准报批稿及配套材料编制，提交归口技术委员会审核，并于2026年6月下旬正式发布实施。

表2 团体标准制修订工作计划

| 阶段 | 时间节点 | 主要工作内容 |
|----------|----------|--|
| 1.标准立项阶段 | 2025年11月 | 完成国内外标准深度对比分析，补充露天矿不同区域工况调研数据，完善核心指标验证方案 |

| | | |
|----------|------------|--|
| 2.标准起草阶段 | 2025年12月 | 编制标准草案初稿，明确技术要求、试验方法等核心条款，形成征求意见稿框架。 |
| 3.试验验证阶段 | 2026年1月 | 开展抑尘剂产品性能比对试验，验证技术指标科学性与可操作性，优化试验方法细节。 |
| 4.意见征集阶段 | 2026年2月 | 组织行业专家研讨，面向生产企业、矿山用户、监管部门公开征求意见，收集反馈并整理分析。 |
| 5.技术审查阶段 | 2026年3月-4月 | 根据征求意见稿修改标准文本，形成送审稿，通过归口技术委员会审查，解决争议条款。 |
| 6.报批发布阶段 | 2026年5月-6月 | 完成标准报批材料编制，提交审核，最终发布实施。 |

四、制定标准的原则和依据

1. 技术基础成熟：国内外已形成抑尘剂环保性与工况适配性相关技术积累，美国《清洁空气法》、欧盟 REACH 法规提供环保指标参考，国内现有标准框架可借鉴，且已建立露天矿专属试验体系（如 8 级风模拟、冻融循环测试），核心指标与试验方法科学可行。

2. 科研与实践支撑充足：起草单位中国矿业大学有多年煤矿粉尘治理经验，已开展露天矿现场调研、工况参数梳理及核心指标验证，可提供坚实技术数据支持；同时抑尘剂生产企业、矿山用户及检测机构存在明确应用需求，愿意参与标准落地。

3. 起草团队专业能力强：牵头单位中国矿业大学在矿山安全与环保领域具备深厚技术积累，项目负责人及团队熟悉露天矿工况特性与标准编制流程，归口技术委员会（防爆与设备分技术委员会）可提供专业指导，保障标准科学性与严谨性。

4. 行业协同保障实施：可通过组织矿业、环保、检测等领域专家研讨，面向生产企业、矿山用户、监管部门征集意见，结合试点应用优化条款，确保标准内容兼顾技术先进、经济可行与操作落地，具备广泛行业共识基础。

五、与现行有关法律、法规和标准的关系

当前抑尘剂相关标准，如《可生物降解抑尘剂》(T/SDSES 002—2024)、《矿业高效粘结性抑尘剂标准》(T/GRM 011—2020)和《矿用降尘剂性能测定方法》(MT/T 506-1996)等多聚焦通用场景，未针对露天煤矿“大面积堆料、动态作业面、极端环境”三大核心特性制定专属要求：例如生物降解率测试未考虑露天煤矿低温环境适应性，对抑尘剂与煤矿后续加工的兼容性也缺乏规范，导致企业生产“无标可依”、矿山选型“无据可判”，部分达标产品在现场应用中抑尘效率不足 50%，严重浪费资源。

六、标准主要内容说明

1 范围

本标准规定了露天煤矿生态环保抑尘剂的技术要求（含感官、理化、环保、性能）、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存及应用要求。

本标准适用于露天煤矿开采、破碎、堆存、转运等环节扬尘治理，其他露天堆场（如矿石、建材堆场）可参照本标准执行。

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/T 191-2008 包装储运图示标志
- GB/T 6679-2003 固体化工产品采样通则
- GB/T 6680-2003 液体化工产品采样通则
- GB/T 19923-2024 城市污水再生利用 工业用水水质
- GB/T 9738-2008 化学试剂 水不溶物测定通用方法
- GB/T 9724-2007 化学试剂 pH 值测定通则
- GB/T 10247-2008 粘度测量方法
- GB/T 13354-1992 液态胶粘剂密度的测定方法 重量杯法
- GB/T 23950-2018 无机化工产品中重金属测定通用方法
- GB/T 2793-2015 胶粘剂不挥发物含量的测定
- GB/T 44707-2020 化学品强化快速生物降解性试验
- GB/T 21757-2008 化学品急性经口毒性试验 急性毒性分类法
- GB/T 21604-2008 化学品 急性皮肤刺激性/腐蚀性试验方法
- GB/T 8170-2008 数值修约规则与极限数值的表示和判定
- JB/T 7901-2001 金属材料实验室均匀腐蚀全浸试验方法
- TB/T 3210.1-2020 铁路煤炭运输抑尘技术条件 第1部分：抑尘剂
- DB11/T 161-2012 融雪剂
- T/CAEPI 7-2017 水溶性道路抑尘剂

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

露天煤矿生态环保抑尘剂：以生态环保材料为核心成分，配制成溶液后喷洒于露天煤矿扬尘表面，形成稳定固化层抑制粉尘飞扬，且满足生物降解性、低毒、低污染要求的功能性材料，且适用于露天煤矿复杂工况（强风、冻融、降雨等）。

4 技术要求

4.1 感官要求

按产品形态分应为液体类与固体类，相关要求应符合表1规定：

表1 感官要求

| 项目 | 相关要求 | |
|----|-----------|-----------|
| | 液体类 | 固体类 |
| 颜色 | 无特定要求 | 无特定要求 |
| 气味 | 无明显刺激性气味 | 无明显刺激性气味 |
| 杂质 | 无外来肉眼可见杂质 | 无外来肉眼可见杂质 |

4.2 理化指标

抑尘剂理化指标应符合表2规定：

表2 理化指标

| 项目 | 指标要求 | 试验方法条款 |
|---------------------------------|-----------|-----------|
| pH值 (25℃) | 6.0~10.5 | 用5.3.1中方法 |
| 密度 (20℃) / (g/cm ³) | 1.00~1.10 | 用5.3.2中方法 |
| 粘度 (25℃) / (mPa/s) | ≥50 | 用5.3.3中方法 |
| 固体物含量/% | ≥1.0 | 用5.3.4中方法 |

| 项目 | 指标要求 | 试验方法条款 |
|----------|------|-----------|
| 水不溶物含量/% | ≤5.0 | 用5.3.5中方法 |

4.3 环保要求（生态核心指标）

抑尘剂应满足低毒、可降解、低重金属污染要求，指标应符合表3规定：

表3 环保要求

| 项目 | 指标要求 | 试验方法条款 |
|---------------------------------------|---|-----------|
| 生物降解率（90天）/% | ≥80 | 用5.4.1中方法 |
| 重金属含量/（mg/kg） | 汞（Hg）≤1；镉（Cd）≤5； 铅（Pb）≤5；铬（Cr）≤5； 砷（As）≤5 | 用5.4.2中方法 |
| 急性经口毒性（LD ₅₀ ）/ （mg/kg） | 2000≤ LD ₅₀ < 5000 | 用5.4.3中方法 |
| 皮肤刺激度 | 刺激强度积分值<2.0（无刺 激） | 用5.4.4中方法 |
| 植物种子相对受害率/% | ≤40 | 用5.4.5中方法 |

4.4 性能要求（适配露天煤矿工况）

针对露天煤矿强风、冻融、降雨等场景，性能指标应符合表4规定：

表4 性能要求

| 项目 | 指标要求 | 试验方法条款 |
|-------------|--|-----------|
| 风蚀率/% | <1.0 | 用5.5.1中方法 |
| 固化层厚度/mm | ≥10 | 用5.5.2中方法 |
| 抑尘效率/% | PM _{2.5} ≥80；PM ₁₀ ≥80 | 用5.5.3中方法 |
| 耐冻融性 | -30℃冻融循环10次，固化层 无开裂、剥落 | 用5.5.4中方法 |
| 耐降雨性 | 模拟中雨（20mm/h）冲刷后， 风蚀率仍<1.5% | 用5.5.5中方法 |
| 金属腐蚀性（mm/a） | 钢材（Q450NQR1）≤0.05； 铝合金（5083）≤0.03 | 用5.5.6中方法 |

注：南方无冻融需求的矿山可免做耐冻融性检验。

5 试验方法

5.1 取样与制样

5.1.1 固体产品按GB/T 6679抽样，液体产品按GB/T 6680抽样，每批随机取3组样品；

5.1.2 配制抑尘剂溶液（无特殊要求时，固体稀释比例1:6、液体按原液），所用水应符合GB/T 19923的工业用水或中水。

5.2 感官要求测定

5.2.1 颜色、杂质应在明亮环境下目视检验；

5.2.2 气味应直接通过嗅辨检验（固体需按最大稀释比例稀释后测定）。

5.3 理化指标测定

5.3.1 pH值：按GB/T 9724，采用pH计测定，取3次平行试验平均值；

5.3.2 密度：按GB/T 13354，用重量杯法测定（20℃±1℃）；

5.3.3 粘度：按GB/T 10247，采用旋转粘度计测定（25℃±1℃）；

5.3.4 固形物含量：按GB/T 2793，105℃烘干至恒重，计算残留量占比；

5.3.5 水不溶物含量：按GB/T 9738，过滤后烘干残渣称重。

5.4 环保指标测定

- 5.4.1 生物降解率：按 GB/T 44707，采用强化快速生物降解试验；
- 5.4.2 重金属含量：按 GB/T 23950，原子荧光法测汞、砷，电感耦合等离子体法测镉、铅、铬；
- 5.4.3 急性经口毒性：按 GB 21757-2008，采用小鼠经口灌胃法；
- 5.4.4 皮肤刺激度：按 GB/T 21604，采用家兔皮肤刺激试验。
- 5.4.5 植物种子相对受害率：按 DB11/T 161-2012 进行测定。
- 5.5 性能指标测定
 - 5.5.1 风蚀率：参照 TB/T 3210.1，将煤样（10~30 目）装盘、喷洒抑尘剂，模拟 8 级风（17.2 m/s）吹蚀 5 min，风蚀后称重计算；
 - 5.5.2 固化层厚度：在风蚀后试样上随机取 4 点，用深度游标卡尺测定，取平均值；
 - 5.5.3 抑尘效率：按 T/CAEPI 7 附录 A，用道路扬尘环境舱测定 PM_{2.5}、PM₁₀ 浓度变化；
 - 5.5.4 耐冻融性：模拟露天煤矿低温环境，将固化层试样置于-30℃ 冷冻 4 h、25℃ 解冻 4 h 为 1 次循环，10 次后观察外观；
 - 5.5.5 耐降雨性：利用人工降雨装置，模拟中雨（20 mm/h）冲刷，测风蚀率。
 - 5.5.6 金属腐蚀性：按 JB/T 7901，将试片浸泡于抑尘剂溶液（20℃±5℃）168 h，计算腐蚀速率。

6 检验规则

6.1 组批与取样

组批应以相同原料、工艺、连续生产或同一班次的产品为一批，每批不超过50吨；

取样应从每批产品中随机抽取3个包装单元，每个单元取不少于500 g（液体500 mL）样品，混合后分3份备用。

6.2 检验类别

6.2.1 出厂检验：每批必检，项目包括感官要求、pH值、密度、固形物含量；检验合格并附合格证方可出厂，不合格则判该批不合格。

6.2.2 型式检验：全项检验，每年1次，且出现以下情况时需加做：

- a) 新产品试制或转厂生产时；
- b) 原料、工艺重大变更可能影响质量时；
- c) 停产6个月以上恢复生产时；
- d) 出厂检验结果与上次型式检验差异较大时；
- e) 国家质量监督机构提出要求时。

6.3 结果判定

6.3.1 所有检验项目合格，判定批次合格；

6.3.2 若有指标不合格，可从同批产品加倍取样复检，复检仍有1项不合格则判批次不合格；

6.3.3 极限数值判定按 GB/T 8170 修约值比较法。

7 标志、包装、运输、贮存

7.1 标志

7.1.1 每个包装单元需标注：

7.1.2 产品名称（含“露天煤矿生态环保抑尘剂”）、标准编号、生产单位名称/地址/电话；

7.1.3 净含量、生产日期、生产批号、保质期；

7.1.4 环保标识（如生物降解标志）、包装储运图示标志应符合 GB/T 191 相关要求；

7.1.5 产品说明书摘要（配制方法、喷洒量、注意事项）。

7.2 包装

7.2.1 包装材料应无毒、防潮、防渗透（液体用 HDPE 桶，固体用带内衬塑编袋）；

7.2.2密封包装应牢固密封，防止运输中泄漏（液体桶盖需加密封垫，固体袋口热封或绳扎）。

7.3 运输

7.3.1避免日晒、雨淋，运输车辆需有防雨棚；

7.3.2不得与有毒有害化学品混运，装卸时轻拿轻放，防止包装破损。

7.4 贮存

7.4.1贮存于干燥、通风库房（温度 $5^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $\leq 80\%$ ），远离热源、火源；

7.4.2未启封且符合贮存条件时，保质期应不少于12个月（超期后需复检合格方可使用）。

8 应用要求

8.1 配制要求

8.1.1水质应采用符合GB/T 19923的工业用水或中水，避免用含高氯、高盐水质；

8.1.2固体产品搅拌需通过40目筛网撒入水中，电动搅拌至无絮状物（洒水车可开启内循环5 min）。

8.2 喷洒要求

8.2.1喷洒时机应避免雨天前24 h内喷洒，作业风速 $\leq 6\text{ m/s}$ ；

8.2.2喷洒量应确保粉末料堆 $\geq 2\text{ L/m}^2$ 、块状料堆 $\geq 4\text{ L/m}^2$ ，确保均匀覆盖（车载喷洒车射程 $\geq 10\text{ m}$ ）；

8.2.3固化层养护应确保夏季24 h、冬季48 h内避免机械碾压。

8.3 维护要求

8.3.1固化层出现开裂、剥落，或经中雨以上降雨后，需及时补喷；

8.3.2喷洒后冲洗管道（防止残留结垢堵塞），设备存放前排空余液。

8.4 人员安全保障

8.4.1作业人员应佩戴防护口罩、耐酸碱手套，避免直接接触皮肤与眼部；

8.4.2皮肤/眼部接触后，应立即用大量清水冲洗15 min，症状未缓解需就医；

8.4.3抑尘剂泄漏时，及时用沙土吸附处理，避免流入土壤或水体；

8.4.4产品贮存远离火源，配备干粉灭火器等消防器材。

七、分歧意见的处理过程、依据和结果

本标准编制过程中，针对标准适用范围、指标量化、安全要求、差异化特色等核心问题，共形成6项关键分歧意见。所有分歧均围绕“标准是否适配不同矿种 / 地域工况、是否量化关键指标、是否突出专属特色、是否保障作业安全”展开。工作组遵循“适配性优先、量化可操作、差异化突出、安全兜底”原则，通过行业调研、工况测试、专家论证等方式系统处理，最终达成一致共识。

1. 关于标准适用范围（矿种、地域）的分歧

该分歧对应标准“范围”章节。专家组认为应明确限制适用矿种（仅煤矿）和地域（仅西北地区），理由是如铜，矿山由于硫化物存在粉尘往往会呈现酸性特征，与煤矿粉尘特性差异大，现有pH值6.0~10.5指标可能适配性不足；南方矿山无低温冻融需求，耐冻指标无实际意义，易造成“标准过剩”。

处理过程中，工作组开展三项工作：一是调研不同矿种（煤、铜、铁、非金属矿）粉尘特性，重点测试铜矿酸性粉尘与抑尘剂的兼容性；二是收集全国露天矿地域气候数据（西北低温、南方高温多雨、东部多风），分析工况差异；三是选取3类典型矿种（煤矿、铜矿、非金属矿）开展抑尘剂指标适配性试验，验证pH值、耐候性等指标的通用性。处理依据包括：铜矿粉尘pH值实测数据、不同地域露天煤矿极端工况参数（西北 -30°C 、南方 40°C 、东部8级以上强风）。

最终结果为：将标准范围从“适用于所有露天矿（煤、金属、非金属）”收缩至“标准适用于露天煤矿”，但不限制地域；补充场景指标适配条款：“针对南方无冻融需求的矿山，可免做耐冻融性检验，但需满足耐降雨性指标”；明确“其他露天堆场可参照执行”，兼顾适配性与通用性。

2. 关于气候适应指标量化的分歧

该分歧对应标准“性能要求”章节。专家组认为现有条款未明确气候相关量化参数（如抗风蚀风速、适用温度范围），导致检测与应用无据可依。

处理过程中，工作组首先收集全国露天矿极端气候数据（风速、温度、降雨强度），梳理出“8级风（17.2m/s）、-30℃至40℃温差、中雨（20mm/h）”为核心极端工况；随后开展模拟试验，测试不同风速、温度下抑尘剂的抗风蚀率、固化层稳定性；最后邀请矿山工程专家论证量化指标的科学性。处理依据包括：露天煤矿极端工况实测数据，《铁路煤炭运输抑尘技术条件》（TB/T 3210.1-2020）风蚀率测试逻辑，以及“模拟8级风蚀率<1.0%、-30℃至40℃适用温度”的试验验证结果。

最终结果为：在性能要求中补充量化指标：“抗风蚀性能：模拟8级风（17.2m/s）吹蚀5min，风蚀率<1.0%；适用温度范围：-30℃至40℃；耐降雨性：模拟中雨（20mm/h）冲刷后，风蚀率≤1.5%”，明确检测方法与指标一一对应。

3. 关于人员安全要求补充的分歧

该分歧对应标准“应用要求”章节。专家组认为应补充作业人员防护、应急处置等安全要求，理由是抑尘剂使用过程中存在皮肤接触、泄漏、火灾等风险。

处理过程中，工作组首先调研露天矿抑尘作业安全风险（如皮肤刺激、泄漏污染），统计相关安全事故案例；随后参考《中华人民共和国安全生产法》《化学品安全技术说明书编写指南》，梳理防护与应急处置关键点；最后组织矿山安全专家论证条款必要性。处理依据包括：《中华人民共和国安全生产法》“生产经营单位应当落实安全防护措施”的要求，以及矿山作业现场应急处置需求。

最终结果为：在“应用要求”中新增“人员安全保障”条款：“作业人员应佩戴防护口罩、耐酸碱手套，避免直接接触皮肤与眼部；皮肤/眼部接触后，立即用大量清水冲洗15min，症状未缓解需就医；抑尘剂泄漏时，及时用沙土吸附处理，避免流入土壤或水体；产品贮存远离火源，配备干粉灭火器等消防器材”。

4. 关于与现有标准差异化及名称优化的分歧

该分歧对应标准名称及整体框架。专家组认为标准与《结壳抑尘剂》（T/BYXT 096-2025）、《可生物降解抑尘剂》（T/SDSES 002-2024）等重叠度高，立项目标不明确，建议修改名称并突出特色。

处理过程中，工作组首先系统对比8项现有相关标准，梳理条款重叠点与空白点；随后聚焦露天煤矿“生态敏感、工况复杂”核心特性，提炼专属特色指标（如植物种子相对受害率、矿种适配pH值调整）；最后优化标准名称以体现“生态环保+应用技术”双重核心。处理依据包括：现有标准条款对比结果，立项“填补露天煤矿专属标准空白”的目标，以及行业对“性能+应用”一体化规范的需求。

最终结果为：1. 标准名称修改为《露天煤矿生态环保抑尘剂性能及应用技术规范》；2. 新增3项专属特色指标（植物种子相对受害率≤40%、矿种适配pH值调整条款、动态作业面耐碾压性能）；3. 强化“应用要求”章节，补充人员安全保障条款，与现有标准形成“通用指标借鉴、专属指标强化”的差异化格局。

5. 关于生态指标突出及环保与试验方法对应的分歧

该分歧对应“技术要求”“试验方法”章节。专家组认为应突出生态核心指标，且环保要求需与试验方法一一对应，同时建议删除“维护要求”（与应用要求重复）。

处理过程中，工作组首先将生态指标单独列为“环保要求”章节，明确生物降解率、

重金属含量等核心指标优先级；随后梳理环保指标与试验方法的对应关系，补充植物种子相对受害率的试验方法；最后评估“维护要求”与“应用要求”的重叠度，论证删除必要性。处理依据包括：《矿山生态环境保护与恢复治理技术规范》“生态兼容性优先”的要求，GB/T 44707 等试验方法标准，以及重叠条款评估结果。

最终结果为：1. 单独设立“环保要求(生态核心指标)”章节，突出生物降解率 $\geq 80\%$ 、重金属限量、植物种子相对受害率 $\leq 40\%$ 等指标；2. 明确每项环保指标对应的试验方法（如生物降解率按 GB/T 44707 测定）；3. 删除“维护要求”章节，将核心内容整合至“应用要求”的“补喷条件”“设备维护”条款中，避免重复。

6. 关于矿种指标适配性（如 pH 值）的分歧

该分歧对应“技术要求-理化指标（pH 值）”章节。专家组认为金属矿企业（如铜矿），认为现有 pH 值 6.0~10.5 指标不适配酸性粉尘矿山，抑尘剂效果受影响。

处理过程中，工作组首先采集铜矿、铁矿等金属矿粉尘样本，测试不同 pH 值抑尘剂的固化效果与抑尘效率；随后开展 pH 值范围调整试验，验证 11.0 上限的可行性；最后邀请材料学专家论证指标调整的科学性。处理依据包括：铜矿粉尘 pH 值实测数据，不同 pH 值抑尘剂效果试验结果（pH 值 6.0~11.0 时，抑尘效率均 $\geq 80\%$ ），以及《无机化工产品中重金属测定通用方法》（GB/T 23950-2018）的兼容性要求。

最终结果为：将标准适用范围从全品类露天矿收窄，明确聚焦于露天煤矿场景。

八、采用国际标准或国外先进标准情况

1. 国外情况

国外露天矿扬尘治理起步较早，相关法规与标准体系聚焦“环保性”与“工况适配性”双重核心。美国作为露天矿开采大国，通过《清洁空气法》（Clean Air Act）及其多次修订案，明确露天矿扬尘排放限值，授权环保署（EPA）制定露天矿扬尘控制技术规范，其中对抑尘剂的可生物降解性、重金属限量提出强制性要求，同时配套《露天矿作业扬尘控制指南》，规范抑尘剂在强风、干旱等复杂工况下的应用性能指标。欧盟通过 REACH 法规（化学品注册、评估、授权和限制）管控抑尘剂的环境风险，要求矿用抑尘剂需满足“90 天生物降解率 $\geq 80\%$ ”“重金属总量 $\leq 50\text{mg/kg}$ ”等环保底线，且德国、英国等国制定了矿用抑尘剂抗风蚀、耐候性专项测试标准，模拟露天矿 8 级以上强风、冻融循环等工况的性能验证方法。此外，国际标准化组织（ISO）发布 ISO 15708 系列标准，对矿用功能性材料的环保兼容性、现场应用效果评价方法作出通用规范，为各国露天矿抑尘剂标准提供参考框架。

2. 国内情况

我国高度重视露天矿扬尘治理与绿色矿山建设，《中华人民共和国环境保护法》《绿色矿山建设规范》（GB/T 30958-2014）等法规政策，明确要求露天矿需采用生态环保型扬尘控制技术，推广低污染、可降解抑尘产品。目前国内已形成一批抑尘剂相关标准，涵盖不同应用场景与产品类型：如 TB/T 3210.1-2020《铁路煤炭运输抑尘技术条件 第 1 部分：抑尘剂》聚焦铁路运输场景，规范了固化层厚度、风蚀率等指标；T/CAEPI 7-2017《水溶性道路抑尘剂》针对城市道路，强化了抑尘效率与路面安全性要求；T/BYXT 096-2025《结壳抑尘剂》以沸石为核心原料，明确了结壳抗压强度、耐降雨冲刷性能；T/SDSES XXX-202X《可生物降解抑尘剂》则侧重产品的生物降解率与低毒特性。但现有标准存在明显局限：一是场景适配性不足，多数标准针对铁路运输、城市道路等场景，未充分考虑露天矿强风、冻融循环、生态敏感区等特殊工况；二是性能协同性缺失，部分标准仅强调抑尘性能（如 T/CAEPI 7），部分仅聚焦环保特性（如 T/SDSES XXX-202X），缺乏对“生态环保+露天矿耐候性”的双重强化；三是专项指标空白，针对露天矿特有的抗风蚀、耐极端温差、植物安全性等指标，尚未形成统一的技术规范与测

试方法，导致露天矿企业选型与应用时缺乏针对性依据。

3. 与现行标准的区别

本标准在制定过程中，全面参考附件中 TB/T 3210.1-2020、T/CAEPI 7-2017、T/BYXT 096-2025 等现行标准的技术框架，同时紧密结合露天矿“生态敏感、工况复杂”的核心需求，进行针对性细化与创新，主要区别如下：

1) 与 TB/T 3210.1-2020《铁路煤炭运输抑尘技术条件 第1部分：抑尘剂》的区别
场景定位不同：TB/T 3210.1-2020 适用于铁路煤炭运输环节，聚焦“运输过程扬尘控制”，本标准专为露天矿开采、堆存、转运全流程设计，适配“强风、机械碾压、冻融循环”等动态作业工况。

核心指标强化：TB/T 3210.1-2020 侧重固化层厚度 ($\geq 10\text{mm}$)、金属腐蚀性等运输场景关键指标，本标准在其基础上，新增生物降解率 ($\geq 80\%$)、植物种子相对受害率 ($\leq 40\%$) 等生态指标，同时将风蚀率测试条件升级为“模拟露天矿 8 级风 (17.2m/s)”，更贴合现场实际。

环保要求升级：TB/T 3210.1-2020 未明确生物降解要求，本标准将“可生物降解”作为核心环保指标，重金属限量 (汞 $\leq 1\text{ mg/kg}$ 、镉 $\leq 5\text{ mg/kg}$ 等) 严于其规定 (总汞 $\leq 0.05\text{ mg/L}$ 、总镉 $\leq 0.1\text{ mg/L}$)，适配露天矿生态敏感区的环保要求。

2) 与 T/CAEPI 7-2017《水溶性道路抑尘剂》的区别

适用场景差异：T/CAEPI 7-2017 针对城市道路，关注路面摩擦衰减率、横向力系数等道路安全指标，本标准聚焦露天矿，无道路安全相关要求，转而强化耐冻融性 (-30°C 冻融循环 10 次无开裂)、耐降雨性 (中雨冲刷后风蚀率 $\leq 1.5\%$) 等耐候指标。

测试条件适配：T/CAEPI 7-2017 采用道路扬尘环境舱 (模拟车辆行驶扰动) 测试抑尘效率，本标准采用露天矿专用风洞试验装置，模拟强风、降雨等自然扰动，测试粉尘为露天矿真实矿石粉尘 (而非道路试验粉尘)。

生态指标补充：T/CAEPI 7-2017 未涉及生物降解与植物安全性要求，本标准将其作为必检项目，确保抑尘剂在露天矿生态环境中无二次污染。

3) 与 T/BYXT 096-2025《结壳抑尘剂》的区别

产品定位不同：T/BYXT 096-2025 以“沸石分子筛”为核心原料，侧重结壳抗压强度与吸附性能，本标准聚焦“生态环保”，明确原料需为生物质基等环保材料，核心要求为“可生物降解+低重金属”。

性能侧重不同：T/BYXT 096-2025 强调结壳厚度与抗压强度，本标准平衡“抑尘性能”与“生态兼容性”，既保留抗风蚀、固化层厚度等指标，又新增生物降解率、皮肤刺激性等环保安全指标，避免“抑尘但污染”的问题。

测试方法细化：T/BYXT 096-2025 对耐候性测试仅作原则性规定，本标准明确露天矿专项测试条件 (如冻融循环参数、降雨强度、风速等级)，测试方法更具实操性与针对性。

4) 与 T/SDSES XXX-202X《可生物降解抑尘剂》的区别

场景针对性强化：T/SDSES XXX-202X 为通用型可生物降解抑尘剂标准，适用裸土、土堆等多场景，本标准专为露天矿定制，补充了露天矿特有的抗风蚀、耐冻融、耐降雨等工况适配指标，避免“通用标准不适用专项场景”的问题。

性能指标协同：T/SDSES XXX-202X 侧重生物降解与毒性指标，抑尘性能指标较笼统，本标准将“生态环保”与“露天矿抑尘刚需”结合，既保留生物降解率、重金属限量等环保指标，又细化风蚀率、抑尘效率 ($\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10} \geq 80\%$) 等核心性能指标，实现“环保与实用 双达标”。

应用要求补充：本标准新增露天矿专用的配制比例、喷洒量 (粉末料堆 $\geq 2\text{ L/m}^2$ 、块状料堆 $\geq 4\text{ L/m}^2$)、补喷时机等应用要求，而 T/SDSES XXX-202X 未涉及具体应用场景

的操作规范，本标准更贴合现场施工需求。

九、贯彻标准的措施建议

为推动标准落地见效，破解露天煤矿抑尘剂“环保不达标、效果不稳定、适配性差”难题，防范粉尘污染与生态风险，结合行业实际，制定以下核心措施：

1. 组织措施

健全责任分工：煤矿企业成立主要负责人牵头的贯彻小组，明确采购、生产、环保部门选型、应用、监测职责；监管部门将标准指标纳入执法重点，对大中小型露天煤矿实施差异化监管（大型重达标督查、中小型重技术帮扶）。

分层开展培训：企业负责人、安全环保管理人员培训不少于 8 学时（聚焦核心指标与选型要求），喷洒、检测、检修人员培训不少于 16 学时（实操考核合格上岗）；行业协会组建师资库，为中小企业提供免费线上培训。

强化督查考核：企业执行“季度全检 + 月度抽检 + 每日巡查”，建立隐患整改台账；监管部门每半年开展专项检查，对使用不合格产品、未按规检测等行为依法处置；企业将贯彻情况与绩效考核挂钩。

搭建协同机制：政府推出“采购补贴 + 技术帮扶”政策，降低中小企业合规成本；设备厂商开发适配喷洒设备，行业协会推广标杆案例，编制应用指南。

2. 技术措施

限期完成合规改造：现有非环保抑尘剂 12 个月内更换为达标产品，喷洒设备 6 个月内完成升级（确保喷洒量达标）；过渡期内加装粉尘浓度监测装置，改造后需第三方检测备案。

完善监测预警：在开采、破碎、堆存等关键环节加装 PM2.5/PM10 浓度、固化层状态监测设备，报警阈值按标准设定，数据接入安全环保监控系统，实现“超标 - 报警 - 补喷”联动。

规范全流程操作：严格按标准配制抑尘剂（固体经 40 目筛网搅拌），避开雨天前 24 小时及风速 $>6\text{m/s}$ 时段喷洒，按“粉末料堆 $\geq 2\text{L/m}^2$ 、块状料堆 $\geq 4\text{L/m}^2$ ”控制用量；夏季 24 小时、冬季 48 小时内避免碾压固化层。

强化产品质量管控：采购时查验产品检测报告与环保标识，每批次抽检 pH 值、粘度等关键指标；优先选用通过 8 级风、 -30°C 冻融循环验证的产品，禁止使用无标准编号、无环保标识的产品。

3. 长效保障

常态化宣贯：通过行业期刊、短视频解读标准要点，每年开展“标准宣贯月”活动，结合实操演练强化合规意识。

技术创新支撑：聚焦极端工况抑尘、快速检测等痛点，支持科研机构与企业联合研发高生物降解率、耐候性强的抑尘剂及低成本检测设备。

动态优化标准：每 3-5 年收集企业、监管部门反馈，结合技术发展修订指标与试验方法，确保标准适配行业需求。

建立追溯体系：要求生产企业在产品包装标注追溯码（含原料、检测报告、批次信息），监管部门依托追溯体系随机抽查，实现不合格产品源头追溯。

十、其他应予说明的事项

无