

T/GRM

中关村绿色矿山产业联盟团体标准

T/GRM 165—2026

矿用无患子皂苷活性剂

Sapindus saponin surfactants for mining applications

2026 - 04 - 02 发布

2026 - 04 - 02 实施

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 原材料	1
5 生产方法	1
6 技术要求	3
7 试验方法	3
8 标志、包装、运输与贮存	3
附录 A（资料性） 矿用无患子皂苷活性剂生产工艺流程图	5
附录 B（资料性） 矿用无患子皂苷活性剂使用方法	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。

请注意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：中国矿业大学（北京）、山西工程技术学院、山西中宏环能矿山科技有限公司、山西中宏智控科技有限公司、山西潞安环保能源开发股份有限公司王庄煤矿、山西吉昌泰矿山工程技术有限公司、北京昊华能源股份有限公司、华电煤业集团有限公司、国能数智科技开发（北京）有限公司、国能神东煤炭集团有限责任公司哈拉沟煤矿、冀中能源股份有限公司梧桐庄矿、河北工程大学、河南理工大学、安徽理工大学、内蒙古科技大学。

本文件主要起草人：张锦旺、杨胜利、付宏伟、李良晖、崔宏瑞、何庚、吴培林、郝兵元、薛令光、黄田、彭杨皓、范天瑞、张艺鹏、王逢辰、陈旭、孙少龙、李小萌、李兆欣、杨柳、卜庆为。

本文件为首次发布。

矿用无患子皂苷活性剂

1 范围

本文件规定了矿用无患子皂苷活性剂的原材料、生产方法、技术要求、试验方法、标志、包装、运输与贮存。

本文件适用于矿山降尘、浮选、煤矸识别等作业场景中矿用无患子皂苷活性剂的生产与检验。

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 191 包装储运图形符号标志
- GB/T 6368 表面活性剂 水溶液pH值的测定 电位法
- GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法
- GB/T 15818 表面活性剂生物降解度试验方法
- GB/T 31392 煤矿矿井水利用技术导则
- GB/T 42415 表面活性剂 静态表面张力的测定
- MT/T 76 液压支架用乳化油、浓缩油及其高含水液液
- LY/T 3152 无患子皂苷

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

矿用无患子皂苷活性剂 sapindus saponin surfactants for mining applications

矿用无患子皂苷活性剂以无患子皂苷为主要活性成分，经物理提纯去除杂质，并添加稳定剂制成的专用表面活性剂。

3.2

临界胶束浓度 critical micelle concentration

表面活性剂分子在溶剂中缔合形成胶束的最低浓度。

3.3

生物降解性 biodegradability

材料在自然环境中通过微生物作用被分解为水、二氧化碳和生物质的性质。

4 原材料

原材料应选择完全成熟的无患子果实。原料入厂前应按LY/T 3152规定的方法进行皂苷含量检测，以干燥品计，皂苷含量不应低于10%，不符合要求的原料不应投入生产。

5 生产方法

5.1 生产设备

生产设备宜包括超临界CO₂ 萃取装置、粉碎机、筛分机（0.3 mm~ 0.5 mm）、高效液相色谱仪、离心设备、柱层析设备、膜过滤设备、真空干燥箱。

5.2 生产材料

生产材料应包括无患子果皮、纯度不低于99.5%的CO₂ 萃取提取溶剂、蒸馏水、D101大孔吸附树脂、乙醇、甘油、柠檬酸钠。

5.3 生产步骤

矿用无患子皂苷活性剂具体生产工艺流程参见附录A。

5.3.1 原材料预处理

采用粉碎机将无患子皂苷果皮粉碎，采用筛分机筛选0.3 mm~ 0.5 mm的果皮粉末，将其装入萃取釜。

5.3.2 超临界 CO₂ 萃取

无患子皂苷粉末宜采用超临界CO₂ 萃取，萃取关键技术参数应符合表1的规定，萃取步骤如下：

- 宜在温度40℃~ 60℃、压力20 MPa~ 35 MPa下，利用超临界CO₂ 萃取2 h~ 4 h；
- 携带皂苷的CO₂ 流体宜经8 MPa~ 10 MPa的分离釜 I 和5MPa~ 7 MPa的分离釜 II 逐级降压析出提取物；
- 收集分离釜 II 中的黄色皂苷组分，通过真空干燥获得粉末。

表 1 超临界 CO₂ 萃取关键技术参数

参数	范围	工业化生产推荐值
萃取压力	20 MPa~ 35 MPa	30 MPa
温度	萃取釜40℃~ 60℃	50℃
CO ₂ 流量	20 kg/h~ 30 kg/h	25 kg/h
萃取时间	2 h~ 4 h	3 h
分离釜 I 压力	8 MPa~ 10 MPa	9 MPa
分离釜 I 温度	38℃~ 45℃	40℃
分离釜 II 压力	5 MPa~ 7 MPa	6 MPa
分离釜 II 温度	35℃~ 40℃	37℃

5.3.3 后处理与纯化

后处理与纯化步骤如下：

- 通过离心过滤去除固体残渣，获得粗提液；
- 采用旋转蒸发去除溶剂，得到皂苷浓缩物；
- 通大孔吸附树脂进行柱层析分离，树脂宜选用D101型等非极性或弱极性大孔吸附树脂，依次用水和不同浓度乙醇梯度洗脱，收集富含皂苷的馏分；
- 采用超滤或纳滤等膜过滤去除大分子杂质；
- 获得皂苷纯度不低于95%的无患子皂苷粉末。

5.3.4 稳定剂添加

在无患子皂苷中添加稳定剂，增强其在矿用场景下的耐硬水和抗酸碱性能。稳定剂添加步骤如下：

- 根据定容定量配制溶液标准化方法，按产品质量浓度需求，取无患子皂苷粉末与蒸馏水置于不锈钢搅拌罐中，转速控制在200 r/min~ 300 r/min；
- 室温条件下搅拌溶液60 min，确保样品均匀分散；
- 向搅拌罐中加入占产品总质量0.6%~ 1%的甘油（纯度不低于99.5%），室温下搅拌20 min~ 30 min至甘油与溶液混合均匀，形成均一稳定的分散体系，抑制有效成分沉降析出。
- 向搅拌罐中加入占产品总质量0.2%~ 0.4%的柠檬酸钠（纯度不低于99.0%），室温下搅拌20 min~ 30 min至柠檬酸钠与溶液混合均匀，调节溶液pH值。
- 将产品灌装，其现场使用方法与推荐配比参见附录B。

6 技术要求

6.1 外观要求

矿用无患子皂苷活性剂产品应为棕褐色粘稠状液体。

6.2 理化性能

矿用无患子皂苷活性剂理化性能指标应符合表2的规定。

表 2 矿用无患子皂苷活性剂理化性能指标

项目	矿用无患子皂苷活性剂
皂苷含量	不应低于95%
生物降解度	不应低于90%
pH值（1%水溶液）	5~ 7
表面活性（0.5%水溶液）	表面张力不应高于30 mN/m

6.3 稳定性要求

产品经测定后，外观应无分层、无沉淀、无明显变色。pH值波动范围不大于±0.5，表面张力变化率不大于3%。

6.4 安全性要求

产品应无急性皮肤刺激性、无眼刺激性，不对作业人员造成健康危害。使用后排放应符合GB/T 31392的规定，不对矿井水及周边生态环境造成污染。

7 试验方法

7.1 通则

除非另有说明，本标准所用试剂和水均指分析纯试剂和GB/T 6682规定的三级水。

7.2 生物降解性

按GB/T 15818规定的方法进行。

7.3 稳定性

按MT/T 76规定的方法进行。

7.4 pH

按GB/T 6368规定的方法进行。

7.5 表面张力

按GB/T 42415规定的方法进行。

8 标志、包装、运输与贮存

8.1 标志

产品包装上应印有清晰、牢固的标志，并应注有产品名称、产品标记、生产商名称、厂址、生产日期、产品批号、净含量、执行标准及保质期等。

8.2 包装

产品包装应符合GB/T 191的规定。包装应严密结实，防潮湿，防污染。包装采用工业级HDPE化工桶，并配套防渗漏密封盖。

8.3 运输

- 8.3.1 产品运输应轻卸轻放，严禁抛掷、剧烈撞击。
 - 8.3.2 应防止日晒、雨淋，并远离热源，不应与有害、有毒和易污染物品混运。
 - 8.3.3 公路长途运输应做好防震、防冻、防挤压措施，环境温度低于 0℃时应采取保温措施。
 - 8.3.4 井下轨道运输应采用抗震动、防渗漏的专用包装，避免运输过程中包装破损、物料泄漏。
- 8.4 贮存

产品应贮存在阴凉干燥、通风良好、环境温度不高于30℃、湿度不高于60%的库房内。不应与有毒、易污染物混存。

附录 A
(资料性)
矿用无患子皂苷活性剂生产工艺流程图

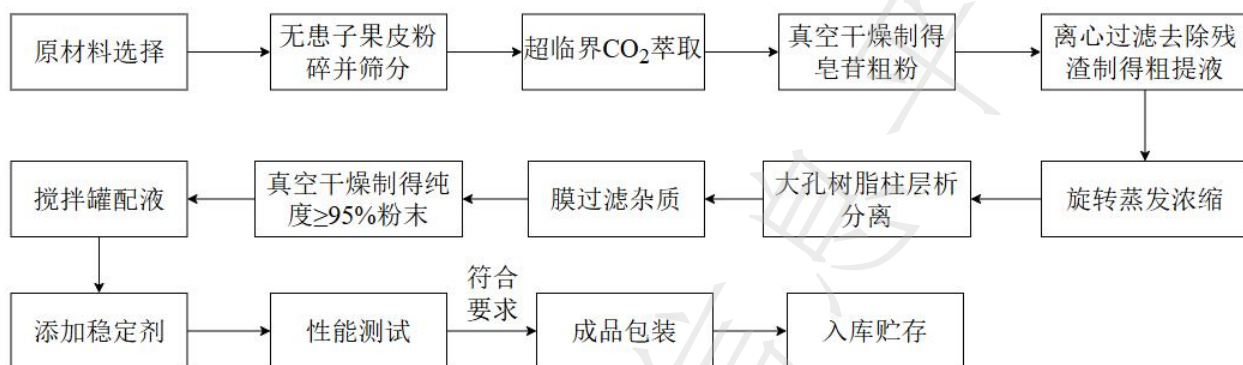


图 1 矿用无患子皂苷活性剂生产工艺流程图

附 录 B
(资料性)
矿用无患子皂苷活性剂使用方法

B.1 使用场景

该产品主要应用于矿山开采中的降尘、浮选、煤矸识别等作业场景。

B.2 推荐使用浓度

- a) 常规喷雾降尘：0.03%~0.05%（质量分数）。
- b) 煤层注水降尘：0.05%~0.1%（质量分数）。
- c) 矿物浮选：0.02%~0.04%（质量分数）。
- d) 煤矸识别：0.07%~0.09%（质量分数）。

B.3 使用方法

将产品与GB/T 31392中规定的矿井用水按配比混合，搅拌均匀后加入降尘供水系统。
