

山西省环境和资源综合利用协会团体标准

《矿井充填用全固废胶凝材料》

（征求意见稿）

编制说明

2025年2月

一、工作简况

(一) 任务来源

2025年1月，山西绿熙环保科技有限公司向山西省环境和资源综合利用协会提交团体标准立项申请书。经协会团体标准化人员初步审议后，山西省环境和资源综合利用协会于2025年1月10日在太原组织召开了立项审评会，会议一致通过《矿井充填用全固废胶凝材料》团体标准立项。根据会议精神，山西绿熙环保科技有限公司联合其他标准参编单位组建团体标准编制工作组，开展本标准研制工作。

(二) 编制工作组

本标准由山西绿熙环保科技有限公司提出和主编。本标准参编单位为：***、***、***、……。

本标准主要起草人：***、***、***、……。

二、制定标准的必要性、可行性

(一) 制定的必要性

山西省作为我国重要的能源基地，也是我国能源革命综合改革试点省份，在持续推进煤炭清洁高效利用和火电行业超低排放改造过程中，伴生形成了以煤矸石、粉煤灰、脱硫石膏为主的三大煤基固废体系。如何高效处置与利用此类废弃物一直是困扰省内煤炭、火电产业绿色高质量发展的重大难题。现阶段，煤基固体废弃物主要存在两大方面问题：一是废弃物普遍存在产生强度高、综合利用

水平低，限制循环经济的发展；二是工业固体废弃物堆存量较大，导致一系列生态环境问题，如占用土地资源、有害物质溶出污染土壤与水体、产生粉尘污染空气等，最终威胁公共安全与人类健康。

目前，粉煤灰、脱硫石膏等煤基固废资源化利用方式主要包括建筑材料、制砖、制砂、元素提取、制备土壤调理剂、矿区采空区充填等方面，部分技术已实现产业应用，且以低端建工建材消纳为主。但随着高值利用市场容量低、建筑行业低迷、建材市场趋于饱和等问题，导致煤矸石、粉煤灰建材化利用受到影响，因此亟待推动煤矸石、粉煤灰规模化利用的新途径。2021年，国家发改委等部门联合下发的《关于“十四五”大宗固体废弃物综合利用的指导意见》明确指出，推进煤矸石和粉煤灰在工程建设、塌陷区治理、矿井充填以及盐碱地、沙漠化土地生态修复等领域的利用。在目前建筑行业低迷、建材产品存在“销售半径”，不宜远距离输送，加之社会用电量不断增加，能源保供、煤矸石、粉煤灰与脱硫石膏的产生量仍在增长的形势下，将煤矸石、粉煤灰、脱硫石膏等煤基固废制备充填材料，并将其用于煤炭充填开采或采空区、沉陷区的治理，既可以实现煤矸石、粉煤灰规模化利用，又能够修复生态环境，实现“双赢”。

充填开采能够有效控制岩层移动和地表沉陷，实现煤

炭低环境损伤的开采目标，符合绿色开采的发展要求，尤其在我国中东部“三下”压煤较严重的矿区有显著技术优势和良好应用前景。目前，矸石井下充填方法按材料不同，为散体矸石直接充填、矸石加胶结剂胶结充填、矸石加粉煤灰加凝石等材料制成似膏体充填、矸石加粉煤灰加水泥等材料制成膏体充填、矸石加水制成浆体注浆充填。其中，充填所使用的胶结材料绝大多数为普通硅酸盐水泥或矿渣水泥，少量矿山掺入粉煤灰、赤泥、石灰等物料，生产成本较高。据统计，在我国使用充填法开采的矿山中，充填成本占采矿成本的1/3左右，充填成本中胶凝材料又占80%以上。昂贵的充填成本不仅给矿山造成很大的经济压力，而且严重制约了充填采矿法的发展。

为解决充填材料成本高的问题，山西绿熙环保科技有限公司以循环流化床粉煤灰、脱离石膏为原料，辅以适宜激发剂开发了低成本全固废胶凝材料，该产品能替代水泥用于矿井充填，降低矿井充填成本。然而目前尚未发现完全对应的矿井充填用全固废胶凝材料国际标准、国外先进标准或国内标准。因此，本标准的制定具有重要意义，不仅能够有效规范矿井充填用全固废材料的质量，确保产品性能稳定可靠，还能填补该产品在标准领域的空白，为行业发展提供坚实的准则支撑。

（二）制定的可行性

1、响应国家政策

《关于“十四五”大宗固体废物综合利用的指导意见》（发改环资〔2021〕381号）中明确提出推进煤矸石和粉煤灰在工程建设、塌陷区治理、矿井充填以及盐碱地、沙漠化土地生态修复等领域的利用，要在煤炭行业推广煤矸石井下充填。本标准的制定既响应国家政策，又能降低充填开采成本，同时可以规模化消纳粉煤灰、脱硫石膏，具有显著的生态效益、环保效益和经济效益。

2、内容系统全面

本文件规定了矿井充填满固废胶凝材料的范围、定义、组分、原材料、技术要求、试验方法、检验规则以及包装、标志、运输与贮存的要求。为矿井充填满固废胶凝材料提供技术标准，具有内容系统全面的特点。

3、宏观定位

本标准是为山西省矿井充填推广应用服务的通用标准，为实现低成本矿井充填、实现粉煤灰、脱硫石膏规模化利用奠定基础。

4、易于推广应用

本标准的内容简明扼要，避免涉及繁杂的技术描述，系统实用，可操作性强，易于推广应用。

三、主要工作过程

（一）前期研究阶段

本标准由山西绿熙环保科技有限公司牵头编制。该公司于2024年已开发出性能稳定的矿井充填用全固废胶凝材料，并不断优化材料性能。2024年9月，山西省环境和资源综合利用在太原组织召开了团体标准研讨会，行业内多家企业、高校及科研院所参加了本次讨论会并对矿井充填用全固废胶凝材料标准的编制给予了宝贵意见和建议。

本标准制定团队成员先后完成了《粉煤灰与煤矸石混合生态填充技术规范》（DB14/T 1217-2016）、《水泥和混凝土用偏高岭土基复合掺合料》（T/CACE 054-2022）等团体、地方标准，在标准制定方面积累了丰富的经验。为《矿井充填用全固废胶凝材料》标准制定奠定了坚实基础。

（二）标准编制指导思想

本标准制定遵循先进性、科学性、一致性和可行性原则，以国家法律法规、上位标准体系、技术政策等为依据，以标准化导则为指导，面向基层生产实际，参照国内外相关标准，在试验验证的基础上，采用成熟可行的技术指标和试验方法，使本标准能有良好的可操作性。

（三）起草阶段

2024年9月，召开了标准研讨会，对标准编制工作进行了研讨，着手开展标准编制前期工作。

2024年9月，标准研讨会后，在前期研究经验基础上，山西绿熙环保科技有限公司组织相关人员开展前期调研工作，并成立了标准研究工作组。标准研究工作组进行了集中学习、责任分工。工作组组组长由***同志担任，成员有：***、***、***、……。主要调研内容有：目前国内煤矿充填开采工艺过程及充填开采的材料性能要求；国内外无熟料水泥、地质聚合物等以工业固体废弃物为主要原料的产品研究现状及其性能；国内外相关标准、文献。

2024年10月-2025年2月，标准研究工作组就关键技术问题开展研究，并征集样品并进行试验论证。

2025年1月，标准立项。在立项审查过程中，专家们对标准草案提出宝贵意见和建议，编制组按照专家提出的意见建议对标准草案进行了多次内部讨论和汇总修改。

2025年1月，成立了标准编制工作组，组长由**同志担任，成员有***、***、***、……。

2025年1月，标准编制工作组在山西绿熙环保科技有限公司召开了第一次标准编制工作讨论会，会议形成并一致通过了编制工作计划，对标准草案中的范围、定义、组分、材料、技术要求及试验方法等进行了讨论并形成共识，明确了下一步的工作内容。

2025年2月，基于前期研究基础以及标准研究工作组、标准编制组开展的研究、试验论证等工作内容，形成了

较为完善的标准文稿（工作组讨论稿）。山西省环境和资源综合利用协会在太原组织召开了团体标准中期评审会，与会专家对标准初稿进行逐条审查。根据审查意见，编制组进行了相应修改，形成了《矿井充填用全固废胶凝材料》（征求意见稿）。

四、主要技术内容

标准由前言、9个章构成。标准编写格式及内容符合《标准化工作导则第1部分：标准的结构和编写（GB/T 1.1-2020）》的相关规定。其中，其前言部分明确了本标准的起草依据、提出单位、归口单位、起草单位和起草人等内容。各章主要内容如下：

- 1 范围
- 2 规范性文件的引用
- 3 术语和定义
- 4 组分
- 5 原材料
- 6 技术要求

本标准定义的矿井充填用全固废胶凝材料按照强度等级不同共分为三个等级，分别为CJ42.5、CJ32.5和CJ22.5，详见表1。

表 1 矿井充填用全固废胶凝材料不同龄期强度要求

强度等级	抗压强度/MPa		抗折强度/MPa	
	7 d	28 d	7 d	28 d
CJ42.5	≥21.0	≥42.5	≥4.5	≥6.5
CJ32.5	≥19.0	≥32.5	≥3.0	≥5.5
CJ22.5	≥15.0	≥22.5	≥2.0	≥4.0

矿井充填用全固废胶凝材料中水溶性铬（VI）及其他技术指标（详见表2）参考现行硅酸盐水泥相关标准制定。该标准的制定对我省循环流化床机组发电产生的粉煤灰以及湿法脱硫产生的脱硫石膏的资源化利用具有指导意义。

表 2 技术指标

序号	项目		单位	技术指标要求
1	细度（45μm 筛余）		%	≤5.0
2	比表面积		kg/m ²	≥550
3	游离氧化钙		%	≤5.0
4	SO ₃		%	≤6.0
5	安定性（沸煮法）		/	合格
6	烧失量		%	≤10.0
7	放射性核素限量	内照射指数 I _{Ra}	/	≤1.0
		外照射指数 I _f	/	≤1.0
8	含水量		%	≤1.5
9	凝结时间	初凝	min	≥45
		终凝	min	≤720

本标准中，采用的循环流化床粉煤灰基含有铝硅酸盐成分，具有潜在的火山灰活性和特殊的微观结构等胶凝特性，采用激发手段对粉煤灰进行活化处理，激发其

潜在的火山灰活性，将其替代硅酸盐水泥，与脱硫石膏共同制备矿井充填用全固废胶凝材料，是本标准的技术依据和创新点。该技术及标准对循环流化床粉煤灰、脱硫石膏资源化利用、矿井充填领域的碳减排具有重要意义。

7 试验方法

8 检验规则

9 包装、标识、运输与贮存

五、主要试验（验证）的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果

主要的验证结果见本标准验证试验报告（附件1）。

试验验证结果表明，本标准具有一定先进性和可操作性。对指导规范企业的生产是可行的。

随着我国充填开采技术的推广应用，矿井充填用全固废胶凝材料市场前景巨大。制订本标准具有明显的经济效益和社会、环保效益。本标准的发布，预计每年至少可以节省水泥用量600万吨，减少CO₂的排放量600万吨，节省材料成本6亿元以上。本标准将充分利用循环流化床粉煤灰、脱硫石膏，改善矿井充填用胶凝材料性能，降低工程成本。

六、采用国际标准的程度及水平的简要说明

无

七、与现行的法律、法规及国家标准、行业标准的关系

本标准符合国家的各项法律法规，并和相应的国家标准和行业标准相呼应，没有违背国家标准的条款。各项技术指标严于国标的要求。

八、重大分歧意见的解决过程、依据和结果

无

九、贯彻山西省环境和资源综合利用协会标准的要求和措施建议

本标准为您推荐性团体标准，可供固废处理和建材行业参照。

十、标准发行范围和数量的建议

建议在建材和固废利用行业推行该标准。

十一、其他应说明的事项

无