四川省(达州市)地方标准

磷石膏流态固化土工程应用技术规范

编制说明

**(征求意见稿)**

**标准起草小组**

**2024年8月**

**《预拌磷石膏流态固化土生产技术规程》**

**地方标准编制说明**

**(征求意见阶段)**

1.工作简况

1.1任务来源

随着全球环境问题的日益严峻和可持续发展理念的深入人心，环保法规的严格程度不断升级，对资源循环再利用的呼声也日益高涨。在这样的大背景下，如何高效、环保地利用工业副产品和建筑固废，特别是那些具有潜在污染风险的物质，成为了当前科技研发与工程实践的重要课题。磷石膏(作为磷肥生产过程中的主要副产品)与建筑固废的大量堆积不仅占用了宝贵的土地资源，还可能对环境造成潜在威胁。

2016年以来，国家越来越重视大宗固体废弃物综合利用问题，相继出台了更加全面、细致的政策。国务院“十三五”规划中，明确提出要推动磷石膏等产业废弃物的综合利用，工信部与财政部也相继出台指导意见和增值税优惠目录，随后又颁布了新《环保法》和《中华人民共和国环境保护税法》，为磷石膏的综合利用提供政策支持和法律保障。

2021年3月，国家发改委发布了《关于“十四五”大宗固体废弃物综合利用的指导意见》，意见中表示，在“十四五”期间要继续推广磷石膏在生产水泥和新型建筑材料等领域的利用，并在此基础上探索新的磷石膏利用途径，研发具有高附加值的磷石膏制品。提高磷石膏的利用率，要求到2025年新增大宗固废综合利用率达到60%，大宗固废的存量有序减少，并且要强化法律保障、完善政策支持、加强组织协调，保障我国大宗固废治理能力继续提升。

我省是国内重要的磷矿资源地之一，也是磷化工产业的重要基地。党的十八大以来，全省上下深入学习贯彻习近平生态文明思想，认真贯彻落实《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，大力推进磷石膏综合利用率不断提高。四川省经济和信息化厅采取定期调度、调研督促、资金支持等多种形式积极推动磷石膏综合利用项目建设和磷石膏消纳利用。省内主要磷石膏产地(德阳、达州、凉山)政府部门出台了相应配套资金和支持政策。相关企业按照“以消定产”原则安排生产，磷酸、磷肥产能并未完全释放。

另据报道：我国城市单一品种排放数量最大的固体废物，建筑垃圾资源化处理程度并不高，利用率极其有限。我国建筑固废的排放量仍处于逐年上升的态势。据住房城乡建设部提供的测算数据，目前我国城市建筑固废年排放量超过20亿吨，约占城市固体废物总量的40%。如此大体量的建筑固废如果不及时处理和再利用，必将给社会、环境和资源带来不利影响。由此可见，建筑再生骨料量大面广、环境影响突出、利用前景广阔，是资源综合利用的核心领域。快速推进大宗固废综合利用对提高资源利用效率、改善环境质量、促进经济社会发展全面绿色转型刻不容缓。

近年来，我市为深入贯彻习近平生态文明思想，落实党中央、国务院关于固体废物减量化、资源化、无害化处理和构建废弃物循环利用体系的决策部署，先后出台了《达州市鼓励支持磷石膏综合利用十条政策措施》(达市府办函〔2020〕19号)、《达州市进一步加快推进磷石膏综合利用措施》(达市府办发〔2021〕10号)、《达州市推动磷石膏综合利用实施方案》，以此来加快形成完整的磷石膏及磷化工产业链，实现磷石膏消纳产业化。达州市本土企业、科研院所积极投入磷石综合利用研发。2024年，我市就磷石膏综合研发方向的地方标准制定、修订立项达4项之多。其中《磷石膏流态固化土工程应用技术规范》为2024年度四川省(达州市)地方标准制修订项目立项计划之一。

1.2目的和意义

磷石膏流态固化土技术是一种创新的新型建材研发技术，其主要核心在于能将磷石膏与建筑固废作为主要原料，并通过与固化剂（特定）、水泥、水和其他可能的附加材料，经过精细的配合比设计和先进的集中拌合工艺，使原本松散的磷石膏、建筑固废转变为具备高度流动性、可施工性的流态固化土。这种技术不仅解决了磷石膏和建筑固废的堆存和污染问题，还为其在建筑工程中的应用开辟了新的途径，更有效地推进“无废城市”的建设与发展。

磷石膏流态固化土技术充分利用了化学和物理作用，通过固化剂与磷石膏中的游离磷酸、氟化物、重金属离子等物质反应，生成难溶于水的稳定络合物。根据磷石膏流态固化土的理化学性能、力学性能、耐久性等指标确定了在不同工程特定的应用区域，指明了磷石膏流态固化土的不适用区域。

磷石膏流态固化土这种新型建材不仅原材料来源广泛、成本低廉，而且具有可持续发展的，将在多个领域具有广阔的应用前景。

国内外科研机构（院所）对磷石膏的基础理论研究以及对磷石膏预处理后进行综合利用的研究较多，如磷石膏基础理论研究了矿物组成、化学活性、微观结构等，以揭示磷石膏的内在规律；预处理研究如采用化学法（化学处理则是通过添加化学药剂，使磷石膏中的磷酸盐和钙离子发生化学反应，形成可回收的磷酸盐和钙化合物）、物理法(物理处理主要是通过筛分、沉淀、过滤等方法将磷石膏中的杂质和水分去除，以便后续的处理)，先通过降低磷石膏中杂质及有害物质含量，使磷石膏满足资源化综合利用相关指标要求。

标准编制组将磷石膏与建筑固废这种“变废为宝”创新型研究，填补了相关学术科研领域的空白。本标准形成了“磷石膏流态固化土的分类及标记、技术要求、试验方法、检验规则、生产和运输、质量检查与验收、环境管理与环境监测、订货与交货”成套较为完善的技术体系。本标准的应用，一是给磷石膏流态固化土的生产和质量控制提供了有力的技术支撑和保障，二是对规范市场秩序、保护环境、推动磷石膏、建筑固废的综合利用提出了新的理念与发展方向。

通过磷石膏流态固化土的应用，一方面有力支撑解决长江经济带“三磷”污染问题，筑牢长江上游生态屏障，推动磷化工产业链的环保水平提升，降低生产过程中的污染排放，提高企业的社会责任履行能力；另一方面能加快固废资源的循环利用，可以大幅提升建筑垃圾的利用率，有效缓解建筑垃圾的空间存储问题，低碳节能，贴近零污染、零排放的理想环保要求，实现“双碳”目标，有机构建固废资源循环利用体系更是实施全面节约战略、保障国家资源安全、积极稳妥推进碳达峰碳中和、加快发展方式绿色转型的重要举措。磷石膏流态固化土的推广与使用，将有效推动磷化工产业链的绿色转型及建筑固废的综合利用，有序推进“无废城市”建设工作，为生态文明建设作出贡献。

1.3编制过程

**1.3.1 前期准备阶段(2023年11月-2023年12月)**

主编单位严格按照下达计划节点开展标准编制工作，及时召开第一次工作会议，正式成立了标准编制组，确定了主要起草人员，并据此制定了详细的编写计划和时间表，并对编写小组成员进行了详细分工。

在编写之初，标准编写小组讨论并明确了文件编制的目的和适用范围，明确了以磷石膏流态固化土的分类和标记、技术要求、试验方法、检验规则、生产和运输、质量检查与验收、环境管理与环境监测、订货与交货等为编制核心章内容，并根据核心章内容开展研究工作。

**1.3.2 调研阶段(2023年12月至2024年3月)**

标准研讨小组从磷石膏流态固化土的应用领域、市场需求、技术现状等进行初步调研和分析。通过实地考察、专家访谈、专家座谈研讨等方式及大量的实验数据深度分析了磷石膏流态固化土在应用领域中的前景和技术上的瓶颈。

同时，广泛收集国内外相关标准和文献资料，关注国内外相关标准的差异和特点，了解现有技术的状况和发展趋势，为编写标准及试验项目提供参考和借鉴。

**1.3.3 标准起草(2024年1月-7月)**

起草小组根据调研结果和收集到的政策、相关标准、参考文献等资料结合磷石膏流态固化土固有的关键技术环节确定出相应的技术要求和指标。

起草小组完成了数百次的实（试）验，攻克了磷石膏流态固化土返碱、不凝（迟凝）、成品出现裂纹等技术瓶颈，通过实（试）验数据的深度分析对本标准的起草提供了可靠的依据。起草小组在内部数次审查的基础上，广泛征求职能部门、科研院所、企业、行业专家和标准化专家对本标准的内容和指标的确定进行充分研讨，并充分吸纳各方意见与建议，确保磷石膏流态固化土的分类和标记、技术要求、试验方法、检验规则、生产和运输、质量检查与验收、环境管理与环境监测、订货与交货核心体系完备，且具有良好的推广应用价值。

**1.3.4 标准征求意见(2024年8月-9月)**

起草小组对标准编制过程的问题及时沟通，重要技术问题及时召开标准编制会议，在正式对外征求意见前，通过定向对行业内知名专家征集意见的方式，确保了标准编制质量。

标准草案稿和编制说明均得到了主要起草人多次集体研讨、个别讨论。特别是对标准的技术要求、核心章节要点等还数次通过电话、微信、QQ、腾讯会议等方式有针对性与施工单位、设计单位、监理单位等不同专业（领域）的专家及同行广泛交流探讨，在统一各方面的意见的基础上分别形成标准草案稿和标准征求意见稿。并按程序通过公开发布征求意见稿来广泛征求行业领域和社会各界专家的意见和建议。对全方位收集归纳的反馈意见进行认真评估、整合和修改完善，最终形成标准文本和编制说明的送审稿，提交至达州市市场监督管理局按程序审查。

2.确定标准主要内容的依据

本文件规定了磷石膏流态固化土的分类和标记、技术要求、试验方法、检验规则、生产和运输、质量检查与验收、环境管理与环境监测、订货与交货。

本文件适用于达州市行政区域内新建、改建和扩建的房屋建筑工程和市政基础设施工程的非主体结构承重部位，以及露天矿坑回填、井下充填、地下采空区充填等领域对磷石膏流态固化土的综合利用。

本文件不适用于自然保护区、饮用水水源保护区、重要湿地等区域。

本文件仅适用于搅拌站（楼）集中生产的磷石膏流态固化土。

本文件不包括交货后的磷石膏流态固化土的浇筑、振捣和养护。

2.1编制原则

遵循标准编制先进性、科学性、一致性和可行性的原则。在编制过程中，以国家法律法规、技术政策为依据，以标准化工作导则为指导，参照国内外相关标准，在验证试验的基础上，采用成熟可行的技术指标及试验方法，使本标准具有良好的可操作性。

**2.1.1 科学性和准确性**

为了客观评估磷石膏流态固化土的性能指标，本标准在编制过程中采用了一系列的实验方法和测试手段。通过对比不同配比和固化条件下的固化土样品在立方体抗压强度、抗冻等级、渗透系数、收缩值、软化系数等方面的性能表现，得出了磷石膏流态固化土的性能指标范围和优化方向。

实验结果数据表明：磷石膏流态固化土具有一定的抗压强度、耐久性和稳定性，能适用于达州市行政区域内新建、改建和扩建的房屋建筑工程和市政基础设施工程的非主体结构承重部位，以及露天矿坑回填、井下充填、地下采空区充填等领域对磷石膏流态固化土的综合利用(自然保护区、饮用水水源保护区、重要湿地等区域除外)。同时，在实(试)验过程中我们还发现通过优化材料配比和固化剂改性等手段可以进一步提高磷石膏流态固化土的性能指标。这些研究成果为磷石膏流态固化土在工程中的应用提供了有力的技术支撑和参考依据，保证了此标准的科学性和准确性。

**2.1.2 可操作性**

目前，国内磷石膏流态固化土的生产和应用处于空白，缺失统一、规范的标准体系。为杜绝市场上出现产品质量参差不齐、性能不稳定等乱像，本标准的使用，将避免乱像的滋生，有效规范磷石膏流态固化土在我市建设工程领域中的应用，能更好地规范、调节市场秩序，促进产业的健康发展。

此技术标准的实施，将推动磷石膏流态固化土配合比设计、生产、验收、质量评定标准的统一。通过明确磷石膏流态固化土拌合物性能指标、力学性能指标、耐久性指标、浸出液特征污染浓度限值，从源头抓好磷石膏流态固化土的质量与环境控制，通过完善的试验方法、检测规则来评判其质量标准，确保产品质量的稳定性和可靠性，提高行业的整体竞争力。同时，也为行业内的企业提供了明确的发展方向和目标，引导企业向更高的技术水平和更广的应用领域迈进。

2.2 编制依据

**2.2.1 本标准主要依据**

1.《中华人民共和国标准化法》

2.《四川省标准化监督管理条例》

3.《地方标准管理办法》

4.GB/T1.1—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

**2.2.2主要参考文献**

1.《水泥土配合比设计规程》JGJ/T 233-2011

2.《土工合成材料应用技术规程》 GB/T 50290-2014

3.《预拌砂浆应用技术规程》JGJT223-2010

4.《预拌流态固化土工程应用技术标准》DBJ51/T 188-2022

5.《土壤固化剂应用技术标准》CJJ/T 286-2018

6.《预拌混凝土》GB/T 14902-2012

7.《土壤固化剂应用技术标准》 CJJ/T286-2018

2.3 标准结构和内容说明

**2.3.1标准的结构**

从标准内容来看，本标准规定了磷石膏流态固化土的分类和标记、技术要求、试验方法、检验规则、生产和运输、质量检查与验收、环境管理与环境监测、订货与交货等8个主要核心章。

**2.3.2主要技术内容**

本标准制定了磷石膏流态固化土的生产技术要求，规范了原材料的各项理化性质或相应指标、生产设备的选型、生产工艺的流程及环境管理等，确保产品的安全性、质量的稳定性和可靠性、环境上可持续性。

1.源头上控制好质量

本标准以事前控制为抓手，对水泥、磷石膏原渣、建筑再生骨料、固化剂等原材料的性能要求、理化指标等进行了明确的规定，确保生产出的磷石膏流态固化土无论在力学及其他性能还是重金属浸出物毒性等方面都能从源头得到有效的控制。

本标准明确了建筑再生骨料的理化性质(有害物质含量、建筑再生骨料坚固性指标、建筑再生骨料压碎指标、建筑再生骨料表观密度堆积密度和空隙率、再生骨料的其他物理特性)及检测方法、磷石膏的性能指标及检测方法、固化剂的物理指标、外加剂及矿物掺和料的性能指标，给生产企业提供了可靠的执行依据与标准供其使用。

2.磷石膏流态固化土配合比

自贡市鑫友建材有限责任公司（本标准主编单位之一）一直潜力研发固化剂（生产制备磷石膏流态固化土的核心组分） 研发，完成过无数次的实（试）验，并在实（试）验中对固化剂进行不断的改良、调整，得到了目前较为稳定的固化剂产品。在本地方标准编制过程中，固化剂已先后投入试（实）验项目进行验证，编制组将磷石膏流态固化土混合料试件在经过28天的标准养护期后，按照《固体废物浸出毒性浸出方法水平振荡法》HJ 557-2010进行浸出试验达31次，每次测得的浸出液中任何一项特征污染物的浓度均未超过国家规定标准值，消除了浸出物污染的顾虑。

因受固化剂种类及建筑再生骨料固有属性的影响，磷石膏流态固化土配合比设计差异极大，磷石膏流态固化土应根据工程结构形式、施工工艺以及环境因素进行配合比设计，并应在综合考虑磷石膏流态固化土抗压强度、耐久性以及其他性能要求的基础上，首先计算初步配合比，经实验室试配、调整得出满足要求的基准配合比，再根据强度、耐久性、耐水性等试验结果确定出实验室配合比。下表是生产试验中得出的配合比，但因受固化剂种类及建筑再生骨料压碎指标、坚固性等指标不同而差异明显，下表中的配合比仅供参考。

磷石膏流态固化土配合比设计相关指标

| 序号 | 抗压强度  (MPa) | 固化剂(kg) | 磷石膏(kg) | 建筑再生骨料(kg) | 水泥  (kg) | 水  (kg) | 外加剂(kg) | 掺合料(kg) | 扩展度(mm) | 稠度(mm) | 坍落度(mm) |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | ＦGP，k0.5 | 115 | 1000 | 520 | 100 | 200 | 15 | 50 | 180 | 110 | － |
| 2 | ＦGP，k1.0 | 92 | 800 | 856 | 100 | 190 | 12 | 50 | 180 | 110 | － |
| 3 | ＦGP，k3.0 | 80.5 | 700 | 1024 | 150 | 185 | 12 | 60 | 180 | 110 | － |
| 4 | ＦGP，k5.0 | 69 | 600 | 1079 | 200 | 180 | 12 | 60 | 170 | 105 | － |
| 5 | ＦGP，k7.0 | 57.5 | 500 | 1251 | 260 | 160 | 11 | 60 | 160 | 105 | － |
| 6 | ＦGP，k10.0 | 34.5 | 300 | 1395 | 330 | 150 | 10 | 80 | － | 210 | 500 |
| 7 | ＦGP，k15.0 | 23 | 200 | 1417 | 420 | 150 | 10 | 80 | － | 210 | 500 |

3.磷石膏流态固化土制备

(1)明确了磷石膏流态固化土宜采用具有智能性的自动计量装置的设备集中搅拌，杜绝施工现场拌制，并给出了厂拌的生产流程，生产企业对磷石膏流态固化土的生产可操作性强。

(2)由于磷石膏贮存过程中易结块，实(试)验中发现，块状磷石膏对拌合物的质量影响极大，标准中明确了在使用磷石膏前应对结块磷石膏进行破碎处理，破碎后0.6mm筛孔通过率应大于80%，2.36mm筛孔通过率应大于90%。

(4)本标准综合大量的试验数据归纳出了各强度等级的磷石膏流态固化土7d/28d龄期无侧限抗压强度；磷石膏流态固化土稠度、坍落度和扩展度、初凝时间和终凝时间指标；耐久性能等指标供设计单位参考选择。

3.磷石膏流态固化土运输

明确了磷石膏流态固化土混合料宜采用搅拌运输车运输，并对搅拌运输车的自身的洁净及运输途中、等候卸料提出了具体的要求。

4.磷石膏流态固化土试验、检测方法

明确了磷石膏流态固化土强度、物理性能及耐久性能、重金属浸出物毒性等的检测方法、取样及检测频率，使磷石膏流态固化土无论是在质量上还是在环保上均得到了有效的控制。磷石膏流态固化土试验、检测的可操作性强，能有效指导供 需双方进行磷石膏流态固化土各项指标的检测。

4.环境管理与环境监测

(1)因磷石膏流态固化土的重金属浸出物毒性限值目前无明确标准，在本标准中明确了磷石膏流态固化土混合料在经过28天的标准养护期后，按《固体废物浸出毒性浸出方法水平振荡法》进行浸出试验测得其浸出液中相关指标的限值。

(2)本标准按《地表水环境质量标准》GB 3838中Ⅳ类标准的要求对磷石膏流态固化土重金属浸出物毒性限值做了要求，并对磷石膏堆场的建设以及磷石膏流态固化土制备过程中提出了相应环境管控措施及监测要求，确保环境上可持续发展。

5.质量评定

对验收人员资格、验收程序以及验收标准做了要求，确保施工验收工作的有序进行。

明确了磷石膏流态固化土强度、坍落度、耐久性能、稠度、扩展度重金属浸出毒性检验合格性的评定标准和方法，将因产品质量的问题纠纷消灭在萌芽状态之中。

6.供货与交货

明确了供货数量的计量单位（以立方体计量）及计量规则，规避了供需双方就数量上的矛盾；明确了订货单与运货单的内容，确保磷石膏流态固化土能有效溯源，确保产品数量纠纷有据有查。

3.采用国际标准和国外先进标准的程度情况，以及与国际、国外同类标准水平的对比情况

本标准未采用国际、国外相关标准。

4.与现行法律法规和上级标准的关系

本文件的编写严格遵守《中华人民共和国标准化法》《地方标准管理办法》等政策法规。标准结构和编写符合国家标准GB/T1.1-2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》相关要求，与相关法律法规、技术标准具有一致性、无任何抵触。

5.重大分歧意见的处理经过和依据

本标准的编写过程无重大分歧意见产生。

6.贯彻标准的要求和措施建议

本标准一经发布，应采用适宜的方式及时开展标准宣传和培训工作，使相关技术人员及工作者熟悉标准内容，在相关网站对标准内容进行公示并告知所有相关人员按此标准执行，同时，积极收纳应用过程中的意义的建议，为磷石膏综合利用及研发提供广阔的前景。

7.废止现行有关标准的建议

本标准为首次发布的标准。

8.其它说明

目前，尽管磷石膏流态固化土生产技术在基础理论研究上取得了一定的成果，但仍存在一些挑战和问题。例如，如何进一步提高磷石膏的固化效率、提高单方磷石膏与建筑再生骨料的消纳量，最大幅度降低固化剂成本、优化固化土的工程性能等。加强磷石膏固化土性能稳定性和耐久性的研究任重而道远，只有在实践中不断创新、不断发展才能取得新的突破。

综上所述，磷石膏流态固化土在技术研发上虽取得了一定的进展，但仍需进一步深入研究和完善。随着环保意识的提高和技术的不断进步，相信磷石膏流态固化土将在建设工程领域中能得到更广泛的应用和发展。

标准起草小组

2024年9月9日