J5117

ICS 01.040.91

CCS Q10

四川省（达州市）地方标准

发 布

达州市市场监督管理局

2024-XX-XX实施

2024-XX-XX发布

磷石膏流态固化土工程应用技术规范

Technical specification for the application of phosphogypsum fluidized solidified soil engineering

（征求意见稿）

DB5117/Ｔ××-2024

目 次

前 言 III

引 言 IV

1 范围 5

2 规范性引用文件 5

3 术语和定义 6

4 分类和标记 8

5 技术要求 8

5.1 原材料技术要求 8

5.2 配合比设计 11

5.3 磷石膏流态固化土性能指标 13

6 试验方法 15

6.1 原材料检验 15

6.2 磷石膏流态固化土性能试验 16

7 检验规则 16

7.1 检验分类 16

7.2 出厂检验 16

7.3 型式检验 16

7.4 抽样与检验频率 16

7.5 判定 17

8 生产和运输 17

8.1 基本规定 17

8.2 生产流程 17

8.3 磷石膏流态固化土生产 18

8.4 运输 20

9 质量检查与验收 20

9.1 一般规定 20

9.2 检查项目 20

9.3 质量验收 20

10 环境管理与环境监测 21

10.1 环境管理 21

10.2 环境监测 21

11 订货与交货 21

11.1 供货量 21

11.2 订货 22

11.3 交货 22

附　录　A （规范性） 磷石膏流态固化土固化剂固化性能试验方法 24

附　录　B （规范性） 磷石膏流态固化土软化系数试验方法 26

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。

本文件由达州市经济和信息化局提出并归口。

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。

本文件起草单位：达州市首炬新型建材有限公司、达州职业技术学院、自贡市鑫友建材有限责任公司、达州市建设工程质量检测中心、四川兴发规划建筑设计有限公司、四川红艺筑工程设计有限公司、万源市建设工程质量安全监督站、达州市生态环境科学研究院、泰安鲁创机电科技有限公司。

本文件主要起草人：唐斌、肖启荣、刘洪均、余正全、唐久平、于登、黄光平、黎茂、蒋亮、于林森、张德祥、谭毅、余鑫洁、陶西、文强、刘宗川、杨睿、姚灿、吕晶晶 潘广钦、王强、刘禾培、邬园满、程思昊、曾远鹏、孟超、汤华容、张瑜、于升敏、陈威、陆钞、刁晨晨、聂华、潘洪帅、刘言顺。

引 言

磷石膏流态固化土是以磷石膏、普通硅酸盐水泥、固化剂、水、外加剂和建筑再生骨料、掺合料等按照适当比例拌合的混合料，进行理化反应，经成型、养护后凝固成具有一定强度和水稳定性、低渗透性的一种新型合成土工复合材料。磷石膏流态固化土作为一种创新的建筑材料，其出现为磷石膏与建筑固废的综合利用开辟了新的途径。这种新型建材原材料来源广泛、成本低廉，并在房屋建筑和市政基础设施工程以及露天矿坑回填、井下充填、地下采空区充填等多个领域中有着广阔的应用前景。

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，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，可以大幅度提升磷石膏和建筑固废的利用率，有效缓解磷石膏与建筑固废的空间存储问题，构建出固废资源循环利用的良性体系。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，快速推进“无废城市”建设，为生态文明建设作出贡献。

磷石膏流态固化土工程应用技术规范

1. 范围

本文件规定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。

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。

1. 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 175 通用硅酸盐水泥

GB 18599 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准

GB 50164 混凝土质量控制标准

GB 16297 大气污染物综合排放标准

GB 6566 建筑材料放射性核素限量

GB/T 55032 建筑与市政工程施工质量控制通用规范

GB/T 27690 砂浆和混凝土用硅灰

GB /T 9142 建筑施工机械与设备混凝土搅拌机

GB∕T 25181 预拌砂浆

GB/T 23456 磷石膏

GB∕T 1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰

GB/T 18046 用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉

GB/T 35164 用于水泥、砂浆和混凝土中的石灰石粉

GB/T 10171 建筑施工机械与设备混凝土搅拌站(楼)

GB /T 25176 混凝土和砂浆用再生细骨料

GB/T 25177 混凝土用再生粗骨料

HJ 557 固体废物 浸出毒性浸出方法 水平振荡法

HJ/T 412 环境标志产品技术要求 预拌混凝土

JGJ63 混凝土用水标准

JG/T 5094 混凝土搅拌运输车

JGJ/T 233 水泥土配合比设计规程

JGJ/T 573 混凝土和砂浆用再生微粉

JG／T 566 混凝土和砂浆用天然沸石粉

CJJ／T 286 土壤固化剂应用技术标准

CJ/T 486 土壤固化外加剂

AQ 2059 磷石膏库安全技术规程

DBJ51/T 104 四川省绿色环保搅拌站建设、管理和评价标准

DB51/T 2681 预拌混凝土搅拌站废水废浆回收利用技术规程

DB51/2864 《四川省水泥工业大气污染物排放标准》

1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

* 1. 拌合物表观密度 apparent density of fluid-solidified phosphogypsum soil mix

磷石膏流态固化土拌合物在硬化前单位体积的质量。

* 1.

专用固化剂 special curing agent

改善磷石膏流态固化土物理、化学性能及络合固化磷石膏原渣中有害物质的专用外加剂。

* 1.

固化剂掺入比 mixing ratio of the solidifying agent

掺入的固化剂质量与磷石膏质量之比，以百分数表示。

* 1.

建筑再生骨料 building recycled aggregate

建筑再生骨料是由建（构）筑物拆除、路面翻修、混凝土生产、工程施工和其他状况下产生的废弃混凝土块，经过破碎加工后所得公称粒径在31.5mm以下的骨料。

* 1.

流动扩展度 flow spread of fluid-solidified phosphogypsum soil

将磷石膏流态固化土拌合物注入内径75mm、高150mm的圆柱形筒中，提起坍落度筒拌合物在自重作用下的扩展直径。

* 1.

立方体抗压强度 cubic compressive strength

采用立方体试件（每组3个），经标准养护28天在无侧限压力条件下，抵抗轴向压力的破坏强度。

* 1.

磷石膏 phosphogypsum

采用湿法工艺制取磷酸产生的副产品，主要成分为二水硫酸钙（CaSO4·2H2O）。

* 1.

磷石膏流态固化土 phosphogypsum-based fluid solidification soil

 以磷石膏、普通硅酸盐水泥、固化剂、水、外加剂和建筑再生骨料、掺合料等按照适当比例拌合的混合料，进行理化反应，经成型、养护后凝固成具有一定强度和水稳定性、低渗透性的一种新型合成土工复合材料，用PFS表示。

* 1.

强度等级 strength grade of fluid-solidified phosphogypsum soil

采用边长100mm立方体试件磷石膏流态固化土28d龄期的抗压强度标准值划分，其立方体抗压强度标准值用ＦGP，k表示，单位MPa。

* 1.

软化系数 softening coefficient

磷石膏流态固化土直径50mm、高度100mm的圆柱体试件28d龄期时在吸水饱和状态下的抗压强度与在干燥状态下的抗压强度之比。

* 1.

水胶比 water-binder ratio

每1m3磷石膏流态固化土中用水量与胶凝材料用量的质量比。

* 1.

水泥剂量 cement dosage

每生产1m3磷石膏流态固化土中水泥质量占全部胶凝材料质量总和的百分比。

* 1.

水稳系数 water stability coefficient

采用直径×高为100mm圆柱体试件在28d或指定龄期时提前浸水24h后的抗压强度平均值与一组未浸水立方体试件的抗压强度平均值的比值。

* 1.

坍落度 slump of fluid-solidified phosphogypsum soil

一种测试磷石膏流态固化土拌合物流动性的控制指标。

* 1.

外加剂 admixture

能有效改善磷石膏流态固化土拌合物性能的化学物质。

1. 分类和标记

磷石膏流态固化土按强度等级分为ＦGP0.5，ＦGP1.0，ＦGP3.0，ＦGP5.0，ＦGP7.0，ＦGP10.0，ＦGP15.0等7个等级。

磷石膏流态固化土按照名称代号-强度等级代号-本标准编号三部分进行标记。

1. 某项目采用强度等级为GP5.0的磷石膏流态固化土，其标记为：

PFS-GP5.0-DB5117/T ××—2024

1. 技术要求
	1. 原材料技术要求
		1. 一般要求

所有原材料应检验评定合格后方可使用。

不应使用受潮变质、过期的水泥、固化剂、外加剂等原材料。

* + 1. 水泥

宜采用P·O 42.5 R普通硅酸盐水泥，技术要求应符合国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175的要求。

* + 1. 磷石膏

用于流态固化土的磷石膏性能指标应满足表1的要求。

* 1. 磷石膏的性能指标

| 项次 | 项目 | 控制指标 |
| --- | --- | --- |
| 1 | 外观 | 粉状疏松、均匀、无结块、无机械杂质 |
| 2 | 水溶性五氧化二磷（P2O5）（干基）（%） | ≤0.20 |
| 3 | 水溶性氟离子（F-）（干基）/% | ≤0.10 |
| 4 | pH | ≥6.00 |
| 5 | 二水硫酸钙（CaSO4·2H2O）（干基）/% | ≥90 |
| 6 | 细度（80μm方孔筛筛余量）（干基）（%） | ≤20.0 |
| 7 | 附着水（H2O）（湿基）/% | ≤15 |
| 8 | 水溶性氧化镁（MgO）（干基）/% | ≤0.10 |
| 9 | 水溶性氧化钠（Na2O）（干基）/% | ≤0.06 |
| 10 | 氯离子（Cl- ）（干基）/% | ≤0.02 |
| 11 | 砷及其化合物的质量分数（以As计）（%） | ≤0.005 |
| 12 | 镉及其化合物的质量分数（以Cd计）（%） | ≤0.0010 |
| 13 | 铅及其化合物的质量分数（以Pb计）（%） | ≤0.020 |
| 14 | 铬及其化合物的质量分数（以Cr计）（%） | ≤0.050 |
| 15 | 汞及其化合物的质量分数（以Hg计）（%） | ≤0.0005 |
| 16 | 放 射 性 核 素限量 | 内照射指数 | ≤1.00 |
| 外照射指数 | ≤1.00 |
| 1. 使用前应进行结块磷石膏的破碎处理，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%。
 |

* + 1. 建筑再生骨料

用于配制磷石膏流态固化土的细骨料粒径不大于4.75mm的颗粒；粗骨料粒径不大于31.5mm的颗粒。

建筑再生骨料性能要求应符合《混凝土和砂浆用再生细骨料》GB /T 25176、《混凝土用再生粗骨料》GB/T 25177的规定。

* + 1. 矿物掺合料

当使用粉煤灰和磨细粉煤灰掺合料时，其性能要求应符合《用于水泥和混凝土中的粉煤灰

》GB/T 1596的规定。

当使用粒化高炉矿渣粉掺合料时，其性能要求应符合《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046的规定。

当使用石灰石粉作为矿物掺合料时，其性能要求应符合《用于水泥、砂浆和混凝土中的石灰石粉》GB/T 35164的规定。

当使用沸石粉作为矿物掺合料时，其性能要求应符合《混凝土和砂浆用天然沸石粉》JG/T 566的规定。

当使用硅灰作为矿物掺合料时，其性能要求应符合《砂浆和混凝土用硅灰》GB/T 27690的规定。

* + 1. 固化剂

固化剂成品的物理指标应满足表2的要求。

* 1. 固化剂的物理指标

| 项次 | 项目 | 性能指标 |
| --- | --- | --- |
| 液体 | 粉状 |
| 1 | 外观 | 透明均匀、无沉淀 | 均匀一致、无结块 |
| 2 | 密度（g/cm3） | D>1.1时，应控制在D±0.03；D≤1.1时，应控制在D±0.02 | — |
| 3 | 含固量/% | S>25%时，应控制在0.95S—1.05S；S≤25%时，应控制在0.9S—1.1S | — |
| 4 | 含水率/% | — | W>5%时，应控制在.9W—1.1W；W≤5%时，应控制在—1.2W |
| 5 | pH值 | 应在生产厂控制范围内 | — |
| 6 | 细度 | — | 细度(80μm方孔筛筛余量) ≤10% |
| 7 | 28d 龄期无侧限抗压强度 | 由生产厂家试验数据确定 |
| 1. 生产厂应在相关的技术资料中明示产品匀质性指标的控制值；
2. 对相同和不同批次之间的匀质性和等效性的其他要求，可由供需双方商定；
3. 表中的S、W和D分别为含固量、含水率和密度的生产厂控制值。
 |

* + 1. 外加剂

外加剂以减水剂为主，其性能要求应符合表3的规定。

* 1. 减水剂的性能指标

| 项次 | 项目 | 性能指标 |
| --- | --- | --- |
| 液体 | 粉状 |
| 1 | 外观 | 均匀、无沉淀 | 均匀一致、无结块 |
| 2 | 密度（g/cm3） | D>1.1时，应控制在D±0.03；D≤1.1时，应控制在D±0.02 | — |
| 3 | 含固量 | S>25%时，应控制在0.95S—1.05S；S≤25%时，应控制在0.9S—1.1S | — |
| 4 | 含水率 | — | W>5%时，应控制在0.9W—1.1W；W≤5%时，应控制在0.8W—1.2W |
| 5 | 氯离子含量 | 不超过生产厂控制值  |
| 6 | 硫酸根含量 | 不超过生产厂控制值  |
| 7 | 总碱量 | 不超过生产厂控制值  |
| 8 | pH值 | 应在生产厂控制范围内 | — |
| 1. 生产厂应在相关的技术资料中明示产品匀质性指标的控制值；
2. 对相同和不同批次之间的匀质性和等效性的其他要求，可由供需双方商定；
3. 表中的S、W和D分别为含固量、含水率和密度的生产厂控制值。
 |

* + 1. 水

磷石膏流态固化土拌合用水、养护用水均应符合《混凝土用水标准》JGJ 63的规定。

* 1. 配合比设计
		1. 一般规定

磷石膏流态固化土填筑工程的设计应综合考虑材料的性能、施工特性、工程所在地气候环境，明确材料选择、配合比、龄期、强度等级、填筑要求等。对于特殊建设工程，应根据填筑工程的特点，并经过专项论证，提出磷石膏流态固化土的特殊性能、环保安全等要求。

磷石膏流态固化土混合料的设计应包括原材料检验、混合料的目标配合比设计、混合料的生产配合比设计和施工参数的选定等四部分。

采用磷石膏流态固化土的填筑工程，应采用立方体抗压强度标准值作为设计、施工和质量验收的技术指标，并根据工程特点明确磷石膏流态固化土强度试验的龄期要求。无明确要求时，宜采用28d龄期进行试验确定。

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强度、耐久性以及其他性能要求的基础上，计算初步配合比，经试验室试配、调整得出满足要求的基准配合比，根据抗压强度、耐久性等试验结果确定出试验室配合比。

* + 1. 配合比设计要求

磷石膏流态固化土拌合料的配合比设计流程如图1所示。



1. 磷石膏流态固化土拌合料配合比设计流程图

磷石膏流态固化土配合比设计应满足磷石膏流态固化土配制强度、拌合物性能、力学性能和耐久性能的设计要求。

磷石膏流态固化土的性能设计指标应根据实际工程要求确定，对于没有特殊要求的填筑工程，可参考表4确定。

* 1. 磷石膏流态固化土性能设计指标

| 项次 | 工程应用类别 | 强度等级 | 混合料的表观密度、水稳系数  | 其他要求 | 扩展度（mm） |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 露天矿坑回填、井下充填、地下采空区充填 | 根据工程需要确定，强度等级宜采用≥GP3.0 | 1.非轻质流态固化土：拌合物表观密度≥1400kg/m3；2.轻质流态固化土：拌合物表观密度宜为800—1200kg/m3；3.软化系数≥85%。 | 其他指标根据工程需要确定，并满足国家现行相关标准规范要求。 | 220±10 |
| 2 | 房屋建筑工程不限于：新建、改建和扩建的房屋建筑工程周边（含地下室、非承重隔墙等）填筑 | 根据工程需要确定，强度等级宜采用≥GP5.0 | 1.非轻质流态固化土：拌合物表观密度≥1400kg/m3；2.轻质流态固化土：拌合物表观密度宜为900—1300kg/m3；3.软化系数≥85%。 | 当埋设的管道有防腐、隔热、阻抗等要求时，应进行专门设计。 | 200±10 |
| 3 | 市政基础设施工程不限于：1.道路基础、路床、路堤；2.低等级道路、临时道路的基层；3.临时地坪的底层；4.台背、涵背和墙背等部位回填。 | 根据工程需要确定，强度等级宜采用≥GP10.0 | 1.非轻质流态固化土：拌合物表观密度≥1800kg/m3；2.软化系数≥85%。 | 其他指标根据工程需要确定，并满足国家现行相关标准规范要求。 | 160±20 |

* + 1. 配合比设计方法

磷石膏流态固化土配合比应根据填筑工程的设计和施工要求参照《水泥土配合比设计规程》JGJ/T 233进行水胶比、水泥剂量及组成材料用量计算和试验确定；配制强度应大于设计强度等级的1.15倍。

配合比设计应采用工程实际使用的原材料进行试配。试配前，应对原材料进行检验，磷石膏流态固化土应采用绝对体积法进行配合比计算。

固化剂配合比计算前应确定固化剂掺入比。固化剂掺入比基准值可按设计要求的固化剂掺入比执行。当无设计要求时，可根据当地经验并结合设计要求的磷石膏流态固化土性能指标综合确定，固化剂掺入比宜取3%—5%。

* 1. 磷石膏流态固化土性能指标
		1. 拌合物性能

磷石膏流态固化土的和易性、操作方便性宜采用扩展度控制，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应满足表5的要求。

* 1. 磷石膏流态固化土稠度、坍落度、扩展度、初凝时间和终凝时间指标

| 项次 | 强度等级 | 稠度（mm） | 坍落度（mm） | 扩展度（mm） | 初凝时间(h) | 终凝时间(h) |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | ＦGP，k0.5 | 110±20 | — | 160±30 | ≤15 | ≤18 |
| 2 | ＦGP，k1.0 | 110±20 | — | 160±30 | ≤15 | ≤18 |
| 3 | ＦGP，k3.0 | 80±20 | — | 160±30 | ≤15 | ≤18 |
| 4 | ＦGP，k5.0 | 80±20 | — | 160±30 | ≤15 | ≤18 |
| 5 | ＦGP，k7.0 | 80±20 | — | 160±30 | ≤15 | ≤18 |
| 6 | ＦGP，k10.0 | — | 220±20 | 500±30 | ≤14 | ≤17 |
| 7 | ＦGP，k15.0 | — | 220±20 | 500±30 | ≤14 | ≤17 |

* + 1. 力学性能

磷石膏流态固化土宜采用7d/28d龄期立方体抗压强度作为配合比设计的主要指标，强度代表值应符合表6的规定。

* 1. 磷石膏流态固化土立方体抗压强度

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项次 | 磷石膏流态固化土强度等级 | 立方体抗压强度/MPa |
| 7d | 28d |
| 1 | ＦGP，k0.5 | ≥0.18 | ≥0.5 |
| 2 | ＦGP，k1.0 | ≥0.22 | ≥1.0 |
| 3 | ＦGP，k3.0 | ≥1.2 | ≥3.0 |
| 4 | ＦGP，k5.0 | ≥2.0 | ≥5.0 |
| 5 | ＦGP，k7.0 | ≥4.0 | ≥7.0 |
| 6 | ＦGP，k10.0 | ≥4.6 | ≥10.0 |
| 7 | ＦGP，k15.0 | ≥8.3 | ≥15.0 |

* + 1. 耐久性

磷石膏流态固化土耐久性能应满足表7的要求。

* 1. 磷石膏流态固化土耐久性能指标

| 项次 | 强度等级 | 项目 |
| --- | --- | --- |
| 抗冻等级 | 抗渗等级/渗透系数 | 收缩值（mm） | 软化系数（%） |
| 1 | ＦGP，k0.5 | — | — | — | ≥85 |
| 2 | ＦGP，k1.0 | — | — | — | ≥85 |
| 3 | ＦGP，k3.0 | — | — | — | ≥85 |
| 4 | ＦGP，k5.0 | — | — | — | ≥85 |
| 5 | ＦGP，k7.0 | — | — | — | ≥85 |
| 6 | ＦGP，k10.0 | — | — | — | ≥85 |
| 7 | ＦGP，k15.0 | 50 | ≤P12 | ≤-863.3×10-6 | ≥85 |

* + 1. 浸出液特征污染浓度

设计文件中应明确磷石膏流态固化土的重金属浸出毒性的限值；磷石膏流态固化土混合料试件浸出液特征污染浓度应符合表8的规定。

* 1. 磷石膏流态固化土混合料试件浸出液特征污染浓度限值

| 项次 | 项目 | 单位 | 控制指标 |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 可溶性盐 | % | ≤2.0 |
| 2 | 有机质 | % | ≤2.0 |
| 3 | pH | — | 6—9 |
| 4 | 磷酸盐（以 P计） | mg/L | ≤0.3 |
| 5 | 氟化物（以 F-计） | mg/L | ≤1.5 |
| 6 | 总砷（AS） | mg/L | ≤0.05 |
| 7 | 总汞（Hg） | mg/L | ≤0.0001 |
| 8 | 总镉（Cd） | mg/L | ≤0.005 |
| 9 | 总铅（Pb） | mg/L | ≤0.05 |
| 10 | 总铬（Cr） | mg/L | ≤0.1 |
| 11 | 放射性 | 内照射指数 | — | ≤1.0 |
| 外照射指数 | — | ≤1.0 |
| 1. 磷石膏流态固化土混合料在经过28天的标准养护期后，根据《固体废物浸出毒性浸出方法水平振荡法》HJ 557进行浸出试验。
 |

1. 试验方法
	1. 原材料检验

水泥

水泥进场复检，按《通用硅酸盐水泥》GB 175抽样和规定试验方法执行。

磷石膏

磷石膏进场复检，按《磷石膏》GB/T 23456抽样和规定的试验方法执行。

建筑再生骨料

建筑再生骨料进场复检，按《混凝土和砂浆用再生细骨料》GB/T 27176、《混凝土用再生粗骨料》GB/T 25177和《混凝土和砂浆用再生微粉》JGJ/T 573抽样和规定的试验方法执行。

掺合料

掺合料进场复检，按《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596 、《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046、《用于水泥、砂浆和混凝土中的石灰石粉》GB/T 35164、《混凝土和砂浆用天然沸石粉》JG/T 566和《砂浆和混凝土用硅灰》GB/T 27690抽样和规定的试验方法执行。

固化剂

固化剂进场复检，按《土壤固化剂应用技术标准》CJJ/T 286抽样和规定的试验方法执行，其固化性能按本文件附录A执行。

外加剂

外加剂进场复检，按《土壤固化外加剂》CJ/T 486抽样和规定的试验方法执行。

水

水质检测，按《混凝土用水标准》JGJ 63取样和规定的试验方法执行。

* 1. 磷石膏流态固化土性能试验

拌合物性能

磷石膏流态固化土拌合物性能试验，按《水泥土配合比设计规程》JGJ/T 233执行。

力学性能

磷石膏流态固化土力学性能试验，按《水泥土配合比设计规程》JGJ/T 233执行。

耐久性

磷石膏流态固化土耐久性试验，按《水泥土配合比设计规程》JGJ/T 233及本文件附录B执行。

浸出液特征污染浓度

磷石膏流态固化土混合料试件浸出液特征污染浓度试验，按《固体废物 浸出毒性浸出方法 水平振荡法》HJ 557执行。

1. 检验规则
	1. 检验分类

检验分出厂检验和型式检验。

* 1. 出厂检验

磷石膏流态固化土出厂前按同种类、同等级进行编号和取样。

磷石膏流态固化土的出厂检验项目应包括表6中的拌合物性能、表7中的力学性能和表8中的混合料试件浸出液特征污染浓度。

* 1. 型式检验

型式检验项目包括第5.3条的全部要求，磷石膏流态固化土应由生产厂家每年进行两次。

有下列情况之一者，应进行型式检验：

1. 新产品投产或产品定型鉴定时；
2. 正常生产时，每年至少进行一次；
3. 主要原材料、配合比或生产工艺有较大的改变，并对产品性能有较大影响时；
4. 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时；
5. 停产6个月以上恢复生产时；
6. 国家质量监督检验机构提出进行型式检验要求时。
	1. 抽样与检验频率

磷石膏流态固化土出厂检验应在搅拌地点取样（没有排除自动化取样检验）；磷石膏流态固化土交货检验应在双方约定的交货地点（不是浇筑地点）取样，交货检验试样应随机从同一运输车卸料量的1/4至3/4之间抽取。

磷石膏流态固化土交货检验取样应在磷石膏流态固化土运到交货地点时开始算起 20min内完成，试件制作应在磷石膏流态固化土运到交货地点时开始算起 40min内完成。

磷石膏流态固化土的取样频率应符合下列规定：

1. 出厂检验时，每100盘相同配合比磷石膏流态固化土取样不应少于1次；每一个工作班相同配合比磷石膏流态固化土不能达到100盘时应按100盘计。每次取样应至少进行1组试验。
2. 磷石膏流态固化土交货检验的取样频率应符合《建筑与市政工程施工质量控制通用规范》GB/T 55032的规定。
	1. 判定

磷石膏流态固化土拌合物性能的检验结果应符合本文件5.3.1条规定时为合格；若不符合要求，则应立即用试样余下部分或重新取样进行复检，当复检结果符合本标准第5.3.1条的规定时，应评定为合格，反之，则评定为不合格

磷石膏流态固化土强度应符合本文件5.3.2条的规定时为合格；若不符合要求，则应采取现场钻芯法检测进行合格判定。

磷石膏流态固化土耐久性的检验结果符合本文件第5.3.3条规定时为合格，反之，则评定为不合格。

磷石膏流态固化土重金属浸出毒性检验结果符合本文件第5.3.4条规定时为合格，反之，则评定为不合格。

1. 生产和运输
	1. 基本规定

磷石膏流态固化土搅拌楼应符合《四川省绿色环保搅拌站建设、管理和评价标准》DBJ51/T 104和《预拌混凝土搅拌站废水废浆回收利用技术规程》DB51/T 2681标准之规定，磷石膏流态固化土制备应采用符合《建筑施工机械与设备混凝土搅拌机》GB /T 9142规定的搅拌机进行搅拌，并应配备计量装置。

磷石膏流态固化土宜采用搅拌运输车运输，运输车辆应符合国家现行有关标准的规定。

运输过程中应保证磷石膏流态固化土拌合物的均匀性和工作性。

应采取保证连续供应的措施，并应满足现场施工的需要。

* 1. 生产流程

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；产量宜大于200t/h。其主要生产工艺流程如图2所示。



1. 磷石膏流态固化土生产流程
	1. 磷石膏流态固化土生产
		1. 原材料贮存

各种原材料应分仓贮存，并应有明显的标识。

水泥应按品种、强度等级和生产厂家分别标识和贮存；应防止水泥受潮及污染，不得采用结块的水泥；水泥用于生产时的温度不宜高于60 ℃；水泥出厂超过3个月应进行复检，合格者方可使用。

建筑再生骨料堆场应为能排水的硬质地面，并应有防尘和遮雨设施；不同品种、规格的骨料应分别贮存,避免混杂或污染。

固化剂、外加剂应按品种和生产厂家分别标识和贮存；粉状外加剂应防止受潮结块，如有结块，应进行检验，合格者应经粉碎至全部通过300um方孔筛筛孔后方可使用；液态外加剂应贮存在密闭容器内，并应防晒和防冻。如有沉淀等异常现象，应经检验合格后方可使用。

矿物掺合料应按品种、质量等级和产地分别标识和贮存，不应与水泥等其他粉状料混杂，并应防潮、防雨。

磷石膏暂存

1. 当磷石膏符合《磷石膏》GB／T 23456一级指标时，可对磷石膏资源进行暂存；
2. 对于符合不同控制指标要求的磷石膏资源置于同一个磷石膏资源暂存场时应分区暂存；
3. 磷石膏资源暂存场的安全管理参考《磷石膏库安全技术规程》AQ 2059的规定执行；
4. 其他固体废物（包括工业固体废物、建筑再生骨料等）不得进入磷石膏资源暂存场。
	* 1. 计量

固体原材料应按质量进行计量，水和液体（外加剂、固化剂）可按体积进行计量。

原材料计量应采用电子计量设备。计量设备应能连续计量不同磷石膏流态固化土配合比的各种原材料，并应具有逐盘记录和储存计量结果（数据）的功能，其精度应符合《建筑施工机械与设备混凝土搅拌站(楼)》GB/T 10171的规定。计量设备应具有法定计量部门签发的有效检定或校准证书，并应定期校验。磷石膏流态固化土生产单位每月应至少自检一次；每一工作班开始前，应对计量设备进行零点校准。

磷石膏流态固化土混合料拌和时，宜采用液体固化剂（外加剂），计量时要注意液体固化剂（外加剂）对拌合料含水量的影响。

原材料的计量允许偏差不应大于表9规定的范围，且并应每班至少检查1次。

* 1. 磷石膏流态固化土原材料计量允许偏差 单位为百分比

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 原材料品种 | 水泥 | 建筑再生骨料 | 固化剂 | 外加剂 | 矿物掺合料 | 水 |
| 1 | 每盘计量允许偏差 | ±2 | ±3 | ±1 | ±1 | ±2 | ±1 |
| 2 | 累计计量允许偏差 | ±1 | ±2 | ±1 | ±1 | ±1 | ±1 |
| 1. 累计计量允许偏差是指每一运输车中各盘混凝土的每种材料计量和的偏差。
 |

* + 1. 搅拌
			1. 搅拌设备

磷石膏流态固化土的生产设备必须具有ERP系统的智能性的自动计量装置，称量精度达到±0.5%，并能够在生产时调整进料的速度，以保证磷石膏流态固化土混合料的配合比不变。

拌和设备的料仓数目应与规定的备料档数相匹配，宜较规定的备料档数增加1个。各个料仓之间的挡板高度应不小于1m。

水泥、磷石膏、建筑再生骨料等原料使用筒仓储备，筒仓应密闭、干燥，同时内部应装有破拱装置，粉料仓应配备计重装置，不宜通过电机转速计量材料的添加量。

* + - 1. 磷石膏流态固化土拌制

搅拌应保证磷石膏流态固化土拌合物质量均匀；同一盘磷石膏流态固化土的搅拌匀质性应合《混凝土质量控制标准》GB 50164、《预拌砂浆》GB∕T 25181的规定。

磷石膏流态固化土混合料拌和过程中，应实时监测各料仓（包括粉料仓、集料仓、水、固化剂等）的生产情况，如存在起拱、堵仓等异常情况应及时处理。

在拌和过程中，应实时监测各个料仓的生产计量，应每30min打印各档料仓的使用量。同时，ERP系统应实时备份。某种材料的实际掺加量与设计要求值相差超过5%时，应立即停机检查原因，正常后方可继续生产。

磷石膏流态固化土搅拌时间应符合下列规定：

1. 对于采用搅拌运输车运送磷石膏流态固化土的情况，磷石膏流态固化土在搅拌机中的搅拌时间应满足设备说明书的要求，并且不应少于60s（从全部材料投完算起）。
2. 对于采用翻斗车运送磷石膏流态固化土的情况，应适当延长搅拌时间。

冬期搅拌磷石膏流态固化土时，宜优先采用加热水的方法提高拌合物温度，也可同时采用加热骨料的方法提高拌合物温度。当拌合用水和骨料加热时，拌合用水和骨料的加热温度不应超过表10的规定；当骨料不加热时，拌合用水可加热到60℃以上，应先投入骨料和热水进行搅拌，然后再投入水泥等胶凝材料共同搅拌。

* 1. 拌合用水和骨料的最高加热温度（℃）

| 项次 | 采用的水泥品种 | 拌合用水 | 骨料 |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 普通硅酸盐水泥 | 60 | 40 |

炎热季节施工时，应采取遮阳、喷淋、风冷等措施降低骨料温度；搅拌磷石膏流态固化土时可采用冷水或掺加冰屑降低拌合物温度。

* 1. 运输

磷石膏流态固化土混合料宜采用搅拌运输车运输，搅拌运输车应符合《混凝土搅拌运输车》JG/T 5094 的规定。运输车在运输时应能保证磷石膏流态固化土拌合物均匀并不产生分层、离析。对于寒冷、严寒或炎热的天气情况，搅拌运输车的搅拌罐应有保温或隔热措施。

混合料运输车装料前应排净罐内积水、清理干净车厢，不得有杂物。

运输车装料后严禁向搅拌罐内的混凝土拌合物中加水。 在运输途中或等候卸料时，应保持搅拌运输车罐体正常转速，不得停转，确保混合料的均匀性和工作性。

卸料前，搅拌运输车罐体宜快速旋转搅拌30s以上后再卸料。

混合料从拌和均匀到填筑压实，不宜超过15h。

磷石膏流态固化土生产企业应制定运输管理制度，合理指挥调度车辆，并宜采用定位系统监控车辆运行。

1. 质量检查与验收
	1. 一般规定

原材料、成品应按本文件的要求进行检验，且具有完整的检验资料。

参加质量检测的各方人员应具备规定的资格。

质量检验分为出厂检验和交货检验。出厂检验的取样和试验工作应由供方承担；交货检验的取样和试验工作应由需方承担，当需方不具备试验和人员的技术资质时，供需双方可协商确定并委托有检验资质的单位承担，并应在合同中予以明确。

交货检验的试验结果应在试验结束后10d通知生产企业。

磷石膏流态固化土质量验收应以交货检验结果作为依据。

* 1. 检查项目

应检验磷石膏流态固化土抗压强度、拌合物坍落度、稠度、扩展度和设计要求的耐久性能，泵送磷石膏流态固化土还应根据供需双方约定V漏斗通过时间进行检验。

合同规定检查其它项目。

* 1. 质量验收

磷石膏流态固化土符合本文件7.5规定的合格标准才准予验收。

1. 环境管理与环境监测
	1. 环境管理

磷石膏原料堆场采取封闭堆棚，地面采用抗渗混凝土等防渗措施，防渗等级不低于P6。

磷石膏流态固化土制备应符合环《环境标志产品技术要求 预拌混凝土》 HJ/T 412的规定。粉料输送及计量应在密封状态下进行；搅拌站机房宜为封闭系统；运输车辆出厂前应将车外壁和料斗上的残浆清洗干净；搅拌站应对生产过程中产生的废水和固体废物进行回收、利用。

磷石膏流态固化土生产过程中，应当采取清洁生产工艺和先进的生产装置减少粉尘排放。

磷石膏流态固化土生产过程中，废气排放应满足《四川省水泥工业大气污染物排放标准》DB51/2864规定的排放限值要求。

磷石膏流态固化土生产过程中，所产生的生产废水不得外排。

* 1. 环境监测

磷石膏流态固化土生产企业应按照《环境监测管理办法》《企业事业单位环境信息公开办法》等有关法律规定，建立监测制度。

磷石膏流态固化土生产企业应对污染物排放状况开展自行监测，并公开监测结果。

磷石膏流态固化土生产过程中排放废气的监测按照《四川省水泥工业大气污染物排放标准》DB51/2864的规定执行。

结合具体项目要求，对可能受到影响的土壤、地表水和地下水可开展监测。

1. 订货与交货
	1. 供货量

磷石膏流态固化土供货量应以体积计，计算单位为立方米（m3）。

磷石膏流态固化土体积应由运输车实际装载的磷石膏流态固化土拌合物质量除以磷石膏流态固化土拌合物的表观密度求得。

磷石膏流态固化土供货量应以运输车的发货总量计算。如需要以工程实际量（不扣除磷石膏流态固化土结构中的管道、铁件、木筋及单个面积小于等于0.3m2的孔洞所占的体积）进行复核时，其误差应不超过±2％。

* 1. 订货

购买磷石膏流态固化土时，供需双方应先签订书面合同。

合同签订后，供方应按订货单组织生产和供应。订货单应至少包括以下内容：

1. 订货单位及联系人；
2. 施工单位及联系人；
3. 工程名称及工程地点；
4. 磷石膏流态固化土供应范围；
5. 磷石膏流态固化土标记；
6. 标记内容以外的技术要求；
7. 订货量（m3）；
8. 交货地点；
9. 供货起止时间；
10. 磷石膏流态固化土的交货验货、计量、付款和结算方法；
11. 其他。
	1. 交货

供货方应按分部工程向需方提供同一配合比磷石膏流态固化土的出厂合格证。

供货方应随每一运输车向需方提供该车磷石膏流态固化土的运输单。运输单采用一式四联式，其中白联为发货存根、红联为财务存根、蓝联为收货存根、浅绿色为泵车存根。运输单包括以内容：

1. 票号；
2. 客户名称；
3. 累计方量（m3）；
4. 出厂日期；
5. 工程名称；
6. 本车方量（m3）；
7. 出场时间；
8. 累计车次；
9. 到达时间；
10. 施工部位；
11. 浇筑方式；
12. 磷石膏流态固化土强度等级；
13. 磷石膏流态固化土坍落度/稠度/扩展度；
14. 运输车车牌号；
15. 调度员；
16. 泵车；
17. 驾驶员；
18. 收货人；
19. 备注；
20. 24小时服务电话。

交货时，需方应指定专人及时对供方所供磷石膏流态固化土的质量、数量进行签字确认；

1.
2. （规范性）
磷石膏流态固化土固化剂固化性能试验方法
	1. 试验准备工作

准备所需的原材料，包括磷石膏、建筑再生骨料、固化剂、水等，并确保其质量和性能符合试验要求。

准备试验所需的仪器设备，如搅拌器、模具、压力试验机、烘箱、电子秤等，并确保其处于正常工作状态。

* 1. 试件制备

按照预定的配合比称取一定量的磷石膏、建筑再生骨料、固化剂和水。

将磷石膏、土放入搅拌器中搅拌均匀。

逐渐加入固化剂和水，继续搅拌，直至混合物达到均匀的流态。

将搅拌好的流态混合物倒入预先准备好的模具中，注意填充密实，避免出现空洞和气泡。

* 1. 试件养护

 将制备好的试件放置在标准养护条件下（温度、湿度符合要求）进行养护，养护时间根据实验设计确定。

* 1. 性能测试
		1. 无侧限抗压强度测试

当试件达到养护龄期后，取出试件。

将试件放置在压力试验机的上下压板之间，以规定的加载速度进行加载，直至试件破坏，记录破坏时的最大压力值。

根据试件的横截面积计算无侧限抗压强度。

* + 1. 水稳定性测试

准备两组相同的试件，一组在标准养护条件下养护，另一组在水中浸泡一定时间。

分别测试两组试件的抗压强度，计算水稳定性系数（浸泡后强度/养护后强度）。

* + 1. 流动性测试

 记录初始混合时混合物的流动状态和流动时间。

* + 1. 抗渗性测试

 采用专门的抗渗仪对试件进行测试，施加一定的水压，观察是否渗水，并计算抗渗系数。

* + 1. 干缩变形率测试

 测量养护前后试件的长度或体积变化，计算干缩变形率。

* + 1. 抗冻融循环测试

将试件进行多次冻融循环，每次循环包括冷冻和融化过程。

经过一定次数的循环后，测试试件的抗压强度，评估其抗冻融性能。

* + 1. 数据记录与分析

记录实验过程中的各项数据，包括原材料用量、养护条件、测试结果等。

对测试数据进行整理和分析，评估固化剂的固化能力，得出结论。

1. （规范性）
磷石膏流态固化土软化系数试验方法
	1. 适用范围

适用于磷石膏流态固化土软化系数的测定，评价磷石膏流态固化土的耐久性。

* 1. 试件规格

采用直径为50mm的圆柱体，高径比为2±0.2。

* 1. 试件数量

每种状态下同一强度等级的磷石膏流态固化土试件的数量不应少于3个。

* 1. 试验步骤

加工试件，使其两端面不平行度不大于1mm，上、下端直径偏差不大于2mm。

将试件置于材料试验机上，以一定的加载速度对试件加荷，直至试件破坏，记录破坏荷载，计算出磷石膏流态固化土在干燥状态下的抗压强度，取３个试件抗压强度平均值为检测值。

将另一组相同规格的磷石膏流态固化土试件浸入水中，水面高出试件20mm以上，浸泡一定时间（如48h）后取出，擦干表面附着水，再进行抗压强度试验，得到磷石膏流态固化土在吸水饱和状态下的抗压强度，取３个试件抗压强度平均值为检测值。

* 1. 磷石膏流态固化土软化系数的计算

磷石膏流态固化土软化系数的计算公式如下：

  (A.1)

式中：

K ——磷石膏流态固化土的软化系数；

Pw——磷石膏流态固化土在吸水饱和状态下的抗压强度；

Pu——为磷石膏流态固化土在干燥状态下的抗压强度。

**━━━━━━━━━━━**