

DB42

湖 北 省 地 方 标 准

DB42/T 2307—2024

城镇道路过硫磷石膏胶凝材料稳定基层技术规程（试行）

Technical Procedures for application of excess-sulfate phosphogypsum
road base materials in urban road

2024 - 11 - 04 发布

2024 - 03 - 04 实施

湖北省住房和城乡建设厅
湖北省市场监督管理局

联合发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 原材料要求 2

 4.1 一般规定 2

 4.2 磷石膏 2

 4.3 矿物掺合料 3

 4.4 碱激发剂 3

 4.5 过硫磷石膏胶凝材料 3

 4.6 粗集料 4

 4.7 细集料 5

 4.8 水 5

5 混合料组成设计 5

 5.1 一般规定 5

 5.2 强度要求 5

 5.3 结合料的掺配比例 5

 5.4 混合料推荐级配及技术要求 6

 5.5 目标配合比设计 6

 5.6 生产配合比设计 6

6 混合料生产、摊铺及碾压 7

 6.1 一般规定 7

 6.2 混合料的拌和生产 8

 6.3 混合料的运输 8

 6.4 混合料的摊铺 8

 6.5 混合料的碾压 9

 6.6 层间处理 9

 6.7 养生 10

 6.8 季节性施工 10

7 施工管理与质量验收 11

 7.1 一般规定 11

 7.2 施工管理 11

 7.3 质量验收 13

8 标准实施及评价 13

附录 A(资料性) 过硫磷石膏胶凝材料的生产制备 14

附录 B(资料性) 磷石膏人造集料的生产制备 15

附录 C(资料性) 湖北省地方标准实施信息及意见反馈表 16

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》进行起草。

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。

本文件由湖北省住房和城乡建设厅提出并归口。

本文件主要起草单位：武汉理工大学，宜昌市建筑节能推广中心，中国地质大学（武汉），湖北昌耀新材料股份有限公司，湖北益通建设股份有限公司，湖北大学，湖北省环境科学研究院、中南安全环境技术研究院股份有限公司、湖北葛科工程试验检测有限公司、中建三局集团有限公司、国家节能建筑材料质量监督检验中心（湖北）、葛洲坝集团交通投资有限公司、中交第二航务工程局有限公司、湖北交投建设集团有限公司、山东高速湖北发展有限公司、宜昌市虹源检测有限责任公司、三峡大学、宜昌市信息与标准化所、宜昌市城市规划设计研究院、宜昌市虹源公路工程咨询监理有限责任公司、湖北宜化磷石膏科技开发有限公司、宜昌市城建项目管理中心、宜昌市建筑市场和建设工程质量安全监督站、湖北建夷检验检测中心有限公司、宜昌恒生建筑安装有限公司、湖北九厦环保科技有限公司。

本文件主要起草人：孙涛、章鸿、徐方、林宗寿、水中和、李国刚、丁庆军、吴赤球、钟颂、黄绍龙、李露、王武科、梁德强、张琨、田焜、曹金露、张鹏、白世虎、王国旺、秦明强、黄桥连、徐嵩基、凌海波、虞云峰、宗炜、张文胜、黄家标、唐佩、柳凌、欧阳高尚、王紫嫣、金帆、孔贇、黄绪泉、陈波、王凯、余帆、覃学、陈荣、刘涛、毕春梅、袁俊、刘滔、徐志。

本文件实施应用中的疑问，可咨询湖北省住房和城乡建设厅，联系电话：027-68873088，邮箱：bkc@hbszjt.net.cn；对本文件的有关修改意见建议请反馈至武汉理工大学，联系电话：027-87210782，邮箱：sunt@whut.edu.cn。

城镇道路过硫磷石膏胶凝材料稳定基层技术规程（试行）

1 范围

本文件规范了磷石膏道路基层材料中过硫磷石膏胶凝材料稳定基层的原材料要求、混合料组成设计、施工、质量控制、验收要求。

本文件适用于城镇道路磷石膏道路基层或底基层。

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 175 通用硅酸盐水泥
GB/T 176 水泥化学分析方法
GB/T 1345 水泥细度检测方法筛析法
GB/T 1346 水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法
GB/T 4209 工业硅酸钠
GB/T 5484 石膏化学分析方法
GB 6566 建筑材料放射性核素限量
GB/T 17431 轻集料及其试验方法
GB/T 17671 水泥胶砂强度检验方法
GB/T 18046 用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉
GB/T 20491-2017 用于水泥和混凝土中的钢渣粉
GB/T 23349 肥料中砷、镉、铬、铅、汞含量的测定
GB/T 23456 磷石膏
GB/T 51003 矿物掺合料应用技术规范
CJJ 1 城镇道路工程施工质量与验收规范
JC/T 313 膨胀水泥膨胀率试验方法
JC/T 479 建筑生石灰
JC/T 2391 制品用过硫磷石膏矿渣水泥混凝土
JTG E42 公路工程集料试验规程
JTG E51 公路工程无机结合料稳定材料试验规程
JTG/T F20 公路路面基层施工技术细则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3 1

磷石膏 phosphogypsum

以磷矿石为原料，湿法制取磷酸时得到的副产品，主要成分为二水硫酸钙（ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ）。
[来源：GB/T 23456-2018]

3 2

过硫磷石膏胶凝材料 excess-sulfate phosphogypsum-based cement

以磷石膏、矿物掺合料为主要材料，复配少量碱激发剂制备而成的胶凝材料。

3 3

磷石膏人造集料 phosphogypsum-based artificial aggregate

以磷石膏为填充料，以过硫磷石膏胶凝材料作为粘合剂，通过造粒工艺并经过保湿养护形成的人造集料。根据所采用制备工艺的不同，磷石膏人造集料可分为圆球型磷石膏集料和碎石型磷石膏集料。圆球型磷石膏集料采用转鼓造粒机、盘式造粒机和挤压造粒机等设备制备而成；碎石型磷石膏集料采用碎石型集料造粒设备制备而成。

3 4

过硫磷石膏稳定级配碎石 excess-sulfate phosphogypsum-based cement stabilized graded macadam material

以一定比例的过硫磷石膏胶凝材料、级配碎石与水共同拌和形成的混合料。

3 5

过硫磷石膏稳定人造集料混合料 excess-sulfate phosphogypsum-based cement stabilized artificial aggregate material

以一定比例的过硫磷石膏胶凝材料、磷石膏人造集料、天然集料与水共同拌和形成的混合料。

4 原材料要求

4 1 一般规定

- 4.1.1 在原材料性能试验检测时，应按照相关要求选取具有足够数量的样本进行材料试验。
- 4.1.2 磷石膏、矿物掺合料、碱激发剂、粗集料等原材料用于道路基层材料时，其技术指标应满足本规程的相关要求。

4 2 磷石膏

磷石膏在使用前应经过预处理，预处理前的磷石膏应符合 GB/T 23456的规定，处理后的磷石膏应符合表1的要求。

表1 预处理后磷石膏的基本要求

序号	项目	指标	检测方法
1	附着水（ H_2O ）（湿基，%）	≤ 15.0	GB/T 5484
2	细度（ $80\ \mu\text{m}$ 方孔筛筛余量）（干基，%）	≤ 20.0	GB/T 23456
3	二水硫酸钙（ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ）（干基，%）	≥ 85.0	GB/T 23456
4	水溶性五氧化二磷（ P_2O_5 ）（干基，%）	≤ 0.2	GB/T 5484
5	水溶性氟离子（ F^- ）（干基，%）	≤ 0.1	

表 1 预处理后磷石膏的基本要求（续）

序号	项目	指标	检测方法
6	pH值	≥6.0	GB/T 5484
7	砷及其化合物的质量分数（以 As 计，%）	≤0.0050	GB/T 23349
8	镉及其化合物的质量分数（以 Cd 计，%）	≤0.0010	
9	铅及其化合物的质量分数（以 Pb 计，%）	≤0.0200	
10	铬及其化合物的质量分数（以 Cr 计，%）	≤0.0500	
11	汞及其化合物的质量分数（以 Hg 计，%）	≤0.0005	

4.3 矿物掺合料

矿物掺合料应符合GB/T 51003的要求，宜采用下列材料：

- a) 符合 GB/T 18046 中 S75 级及以上矿渣粉；
- b) S75 级及以上等级矿渣粉与其它一种或多种矿物掺合料按一定比例复合后的粉体材料。

4.4 碱激发剂

碱激发剂宜采用以下材料：

- a) 符合 GB 175 要求强度等级 42.5 及以上的硅酸盐水泥；
- b) 符合 JC/T 479 规定的 CL75 级别及以上生石灰；
- c) 符合 GB/T 4209 规定的液-4、固-3 级别及以上硅酸钠；
- d) 符合 GB/T 20491-2017 规定的二级及以上钢渣粉和 CaO 含量不低于 65%的电石渣。

4.5 过硫磷石膏胶凝材料

4.5.1 过硫磷石膏胶凝材料中成分包括：

- a) 磷石膏掺加量宜在 45%~55%之间；
- b) 矿物掺合料宜控制在 40%~50%；
- c) 碱激发剂采用：
 - 1) 水泥时掺量宜控制在 3%~6%之间；
 - 2) 采用生石灰和电石渣时掺量宜控制在 1%~3%之间；
 - 3) 采用硅酸钠时按 Na₂O 计宜控制在 2%~5%之间；
 - 4) 采用钢渣粉时掺量宜控制在 6%~10%之间。

4.5.2 过硫磷石膏胶凝材料相关性能要求，包括细度（80 μm 方孔筛筛余、初凝时间和终凝时间、抗压抗折强度及线性膨胀率应符合表 2 要求，制备工艺见附录 A 所示。

表2 过硫磷石膏胶凝材料基本性能要求

序号	项目	技术要求	检测方法
1	细度（80 μm方孔筛筛余）	≤10.0%	GB/T 1345
2	初凝时间	≥3h	GB/T 1346
3	终凝时间	≥6h且≤36h	

表2 过硫磷石膏胶凝材料基本性能要求（续）

序号	项目	龄期	技术要求	检测方法
4	抗压强度	7d	$\geq 9.0\text{MPa}$	GB/T 17671
		28d	$\geq 30.0\text{MPa}$	
5	抗折强度	7d	$\geq 2.0\text{MPa}$	
		28d	$\geq 4.0\text{MPa}$	
6	线性膨胀率	7d	$\geq 0.1\%$	JC/T 313
		28d	$\leq 1.5\%$	

4.5.3 过硫磷石膏胶凝材料安定性应按照 JC/T 2391 中 7.4 安定性测试,满足强度增长率不小于 50%。

4.6 粗集料

4.6.1 过硫磷石膏胶凝材料稳定基层中所采用的粗集料可为磷石膏人造集料，也可为各种硬质岩石或砾石加工成的碎石，或者为二者的混合。

4.6.2 磷石膏人造集料的粒径宜选用 9.5mm~31.5mm，相关要求应满足表 3、表 4，制备工艺见附录 B 所示。

表3 磷石膏人造集料等级分类

集料等级 技术指标	P5	P6	P7	P8	PS8 ¹	检测方法
三氧化硫含量（%）	≥15	≥20	≥25	≥30	≥20	GB/T 176
筒压强度（MPa）	≥16.5	≥12.5	≥9.5	≥7.5	≥10.5	GB/T 17431
1h 吸水率（%）	≤5	≤8	≤10	≤12	≤8	
软化系数	≥0.95	≥0.92	≥0.90	≥0.80	≥0.92	
¹ PS8指内核为80%及以上磷石膏掺量（P8等级磷石膏集料），经表面包壳强化后的磷石膏人造集料； 注：试验用的磷石膏人造集料试样，均应在恒温温度为45℃～55℃的干燥箱中干燥至恒量。当试样干燥至恒量时，相邻两次称量的时间间隔不得小于2h。当相邻两次称量值之差不大于该项试验要求的精度时，则称为恒量值。						

表4 磷石膏人造集料技术要求

序号	技术指标	磷石膏人造集料类型	技术要求	检测方法
1	粒型系数	圆球型	≤1.5	GB/T 17431
2	堆积密度（kg/cm³）	圆球型和碎石型	≥900	
3	煮沸质量损失（%）		≤5	
4	针片状颗粒含量（%）	碎石型	≤20	JTG E42
5	0.075mm 以下粉尘含量（%）	圆球型和碎石型	≤2	
6	软石含量（%）		≤5	
注：圆球型磷石膏人造集料的粒型系数应不大于1.5，具体试验方法按照现行 GB/T 1743，碎石型磷石膏人造集料的颗粒形状应满足现行JTG/T F20 中关于粗集料针片状含量的相关规定。				

4.6.3 磷石膏人造集料的有害物质含量应满足表 5 的相关要求。

表5 磷石膏人造集料的有害物质含量要求

项目名称	技术指标	检测方法
有机物含量	不深于标准色；如深于标准色，按 GB/T 17431 中的规定操作，且试验结果不低于 95%。	GB/T 17431
放射性	镭-226、钍-232、钾-40 的放射性比活度应同时满足 $I_{Ra} \leq 1.0$ 和 $I_r \leq 1.3$ 。	GB 6566

4.6.4 当采用碎石作为被稳定粗集料时，其质量要求应符合 JTG/T F20 的规定。

4.7 细集料

细集料质量要求应符合 JTG/T F20 的规定。

4.8 水

水的质量要求应符合 JTG/T F20 的规定。

5 混合料组成设计

5.1 一般规定

5.1.1 过硫磷石膏胶凝材料稳定基层材料组成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确定四部分，相关组成设计流程应符合 JTG/T F20 的规定。

5.1.2 当混合料中采用磷石膏人造集料时，宜采用 JTG E51 中规定的振动压实方法确定稳定材料最大干密度指标。

5.2 强度要求

过硫磷石膏胶凝材料稳定基层材料应按照14d龄期无侧限抗压强度标准 R_d 进行控制，应符合表6的规定。

表6 过硫磷石膏胶凝材料稳定基层材料的 14d 龄期无侧限抗压强度标准 R_d (MPa)

结构层	道路等级	交通量等级		
		极重、特重交通	重交通	中、轻交通
基层	城市快速路与主干路	5.0~7.0	4.0~6.0	3.0~5.0
	城市次干路与支路	4.0~6.0	3.0~5.0	2.0~4.0
底基层	城市快速路与主干路	3.0~5.0	2.5~4.5	2.0~4.0
	城市次干路与支路	2.5~4.5	2.0~4.0	1.0~3.0
注：高速公路及一级公路、二级及二级以下公路的过硫磷石膏胶凝材料稳定基层与底基层的14d龄期无侧限抗压强度要求可参考执行。				

5.3 结合料的掺配比例

5.3.1 过硫磷石膏胶凝材料作为结合料，结合料剂量应以结合料质量占全部干燥集料质量的百分率表

示。

5.3.2 以被稳定材料的优化级配为基础，应根据 JTG E51 开展击实（振动压实）试验，确定不同配合比情况下基层材料的最佳含水量与最大干密度。过硫磷石膏胶凝材料的剂量宜按照下列要求进行分组试验：

- a) 底基层宜按 5~9% 的掺配比例进行试验；
- b) 下基层宜按 7~11% 的掺配比例进行试验；
- c) 上基层宜按 11~15% 的掺配比例进行试验。

5.4 混合料推荐级配及技术要求

5.4.1 过硫磷石膏稳定级配碎石与过硫磷石膏稳定人造集料的相关级配要求应符合 JTG/T F20 的水泥稳定级配碎石的相关规定，在进行磷石膏人造集料级配组合设计时，19mm 以上通过率宜取水泥稳定级配碎石的相关规定上限。在进行磷石膏人造集料组合级配设计时应采用体积置换法进行密度换算。

5.4.2 磷石膏人造集料不宜作为细集料使用，作为粗集料时应分档使用。

5.4.3 磷石膏人造集料在使用前应先浸水不少于 1h。

5.5 目标配合比设计

5.5.1 应根据道路等级与交通量，选择合适的混合料配合比设计强度。

5.5.2 应对各档材料进行筛分，确定其平均筛分曲线及相应的变异系数，并按 2 倍标准差计算出各档材料筛分级配的波动范围。

5.5.3 在目标配合比设计中，应选择不少于 5 个结合料剂量，分别确定各剂量条件下混合料的最佳含水率和最大干密度。

5.5.4 应根据设计的压实度要求与试验确定的最佳含水率、最大干密度成型标准试件，验证不同结合料剂量条件下混合料的技术性能，确定满足设计要求的最佳结合料剂量。

5.5.5 应按下列步骤合成目标级配曲线并进行性能验证：

- a) 根据各档材料的平均筛分曲线进行目标级配的合成，确定其使用比例，得到混合料的合成级配；
- b) 根据合成级配进行混合料振动压实试验和 14d 无侧限抗压强度测试，验证混合料性能。

5.5.6 应根据已确定的各档材料使用比例和各档材料级配的波动范围，计算实际生产中混合料的级配波动范围；并应针对这个波动范围的上、下限验证性能。

5.6 生产配合比设计

5.6.1 根据目标配合比确定的各档材料比例，应对拌和设备进行调试和标定，确定合理的生产参数。

5.6.2 拌和设备的调试和标定除包括料斗称量精度、结合料计量和拌和设备加水量等法定计量标定外，还应进行转速流量曲线的标定，并符合下列规定：

- a) 绘制各集料仓转速流量曲线，不少于三个流量参数；
- b) 按各档材料的比例关系，设定相应的称量装置，调整拌和设备各个料仓的进料速度；
- c) 按设定好的施工参数进行试生产，调试生产级配，不满足要求时，应进一步调整施工参数。

5.6.3 应在生产级配调试的基础上进行试验段的铺筑，对生产级配进行验证，并取样、试验。试验应符合下列规定：

- a) 通过混合料中实际含水率的测定，确定施工过程中水流量计的设定范围；
- b) 通过混合料中实际结合料剂量的测定，确定施工过程中结合料掺加的相关技术参数；
- c) 通过振动压实试验，确定结合料剂量变化、含水率变化对混合料最大干密度的影响；
- d) 通过抗压强度试验，确定材料的实际强度水平和拌和工艺的变异水平。

5.6.4 混合料生产参数的确定应包括混合料最终合成级配的結合料剂量、混合料含水率和最大干密度

等指标，并应符合下列规定：

- a) 对过硫磷石膏胶凝材料稳定基层混合料，实际生产采用的过硫磷石膏胶凝材料剂量宜比室内试验确定的剂量增加 0.2%~0.5%；
- b) 结合施工过程的运距及气候条件，对过硫磷石膏胶凝材料稳定基层混合料含水率进行合理调整；
- c) 最大干密度应以最终合成级配振动压实试验结果为标准。

6 混合料生产、摊铺及碾压

6.1 一般规定

- 6.1.1 拌和场地布置、场地基础、料仓的布置、交通及水电等应符合 JTG/T F20 的规定。
- 6.1.2 拌和厂应安置在地势相对较高的位置，且场地应平整并具有足够的承载能力，同时做好场站内的防、排水。场地应采用抗渗混凝土硬化，混凝土强度等级应不低于 C15，厚度应不小于 200mm。
- 6.1.3 过硫磷石膏胶凝材料稳定基层宜采用摊铺机摊铺。
- 6.1.4 混合料的拌和能力与混合料摊铺能力应相匹配。
- 6.1.5 过硫磷石膏胶凝材料稳定基层一次作业宽度为 11m~12m 时，每一流水作业段长度以 300m 为宜；稳定层一次作业宽度大于 12m 时，作业段宜相应缩短。宜综合考虑下列因素，合理确定每日施工作业段长度：
 - a) 施工机械和运输车辆的生产效率和数量；
 - b) 施工人员数量及操作熟练程度；
 - c) 施工季节和气候条件；
 - d) 过硫磷石膏胶凝材料稳定基层中过硫磷石膏胶凝材料的初凝时间和终凝时间；
 - e) 减少施工接缝的数量。
- 6.1.6 对过硫磷石膏胶凝材料稳定基层混合料，拌和完成后，宜在 3h 之内完成碾压成型，应取混合料的初凝时间与容许延迟时间较短的时间作为施工控制时间。
- 6.1.7 结构层施工应选择适宜的气候环境，针对当地气候变化制订相应的处置预案，并应符合下列规定：
 - a) 施工期的日最低气温应在 5℃以上，在有冰冻的地区，应在第一次重冰冻到来的 30d 之前完成施工。
 - b) 宜避免在雨季施工。
- 6.1.8 过硫磷石膏胶凝材料稳定基层的压实标准应符合表 7 规定。

表7 过硫磷石膏胶凝材料稳定基层的压实标准要求

结构层	道路等级	压实度（%）
基层	城市快速路与主干路	98
	城市次干路与支路	97
底基层	城市快速路与主干路	97
	城市次干路与支路	95
注：用于高速公路及一级公路、二级及二级以下公路的过硫磷石膏胶凝材料稳定基层与底基层的压实度要求可参考执行。		

- 6.1.9 过硫磷石膏胶凝材料稳定基层的生产和施工所需机械设备在使用前应进行调试和演练。计量设

备、检测仪器均应检定或校准合格。

6.2 混合料的拌和生产

6.2.1 混合料应采用集中厂拌法生产，拌和生产工艺宜采用连续式搅拌方法。

6.2.2 混合料拌和设备应采用专用拌和机，拌和设备含数字化计量控制系统、进料系统、拌和系统、出料系统。拌和设备应满足下列要求：

- a) 拌合设备的产量宜大于 300t/h；
- b) 拌和设备料仓数目应与备料档数相匹配，集料仓、粉料仓宜较规定备料档数分别增加 1 个；
- c) 人造集料应设置备料仓，备料仓应设置沥水层或浸水周转仓；
- d) 各个集料仓之间的挡板高度应不小于 1m。

6.2.3 生产所需的集料应分档隔仓堆放，并有明显的标志，细集料应有覆盖。

6.2.4 在生产前至少提前 4h 对磷石膏人造集料进行浸水饱和，浸水时间不小于 1h，浸水完成后应先等待磷石膏人造集料表面的附着水沥干 2h 后使用，沥水时间超过 6h 重新进行浸水饱和。

6.2.5 在正式拌制之前，先调试所用的设备，检验混合料的级配组成与设计配比是否一致。原材料的颗粒组成发生变化时，应重新调试设备。

6.2.6 过硫磷石膏胶凝材料稳定基层混合料在拌和过程中应拌和均匀，拌和时间不少于 15s，应根据生产条件适当延长拌和时间。宜采用二次拌和工艺，增加预拌和设备用于制备过硫磷石膏胶凝材料，预拌和完成后再进行混合料的拌和。

6.2.7 在拌和过程中，应实时监测各个料仓的生产计量，每 10min 打印各档料仓的使用量，某档材料的实际掺加量与设计要求值相差超过 10%时，应立即停机检查原因，正常后方可继续生产。

6.2.8 应每隔 2h 取样测定一次含水率与 pH 值，并做好记录，若含水率与 pH 值出现波动，应立即停止生产并分析原因。

6.2.9 在保证料斗开振动的同时，宜采用人工插捣的方式，或采用重锤锤击料斗侧部的方式，减少因喂料口堵塞造成的配合比不稳定。

6.3 混合料的运输

6.3.1 应根据过硫磷石膏胶凝材料稳定基层材料特性、工程量的大小和运距的长短，配备足够数量的混合料运输车。

6.3.2 运输前应规划好行驶路线，并告知运输人员。第一车开始摊铺后，施工调度人员应根据现场情况合理安排后续发车时间和顺序。

6.3.3 混合料运输车装料前应清理干净车厢，不得存有杂物。

6.3.4 在装料过程中，应通过调整车厢位置减小混合料的离析。

6.3.5 混合料运输车装好料后，应用篷布将厢体覆盖严密，防止水分蒸发，直到摊铺前准备卸料时方可打开。

6.4 混合料的摊铺

6.4.1 混合料摊铺施工前，现场应完成设备、人员、材料、测量放样等施工准备工作，设备应提前调试，人员应分工明确并进行技术交底。混合料摊铺施工的最低气温应不低于 5℃，最高气温不宜高于 35℃，且避免在雨季施工。

6.4.2 在底基层摊铺施工过程中，摊铺机就位前应将下承层清扫干净，并洒水保持湿润。对于基层之间，宜机械自动喷洒水泥净浆，按水泥质量计为 $1.0\text{kg}/\text{m}^2 \sim 1.5\text{kg}/\text{m}^2$ 。水泥净浆稠度以洒布均匀为度，洒布长度以不大于摊铺机前 30m~40m 为宜。

6.4.3 混合料摊铺应保证足够的厚度，碾压成型后每层摊铺厚度不小于 150mm，过硫磷石膏稳定人造

集料混合料最大摊铺厚度不宜大于 200mm。

6.4.4 过硫磷石膏稳定基层混合料采用多台摊铺机并排摊铺时，多台摊铺机的型号宜相同，相邻摊铺机的前后间距宜控制在 20m 内。且两个施工断面纵向应有 20cm~30cm 的重叠。当天施工前，应完成横向施工缝处理。

6.4.5 采用两层连续摊铺时，下层质量出现问题时，上层应同时处理。两层摊铺的时间间隔不宜超过 30min。

6.4.6 过硫磷石膏稳定人造集料混合料摊铺时，摊铺机刮板前（含加宽侧板）应设橡胶挡板，橡胶挡板底部距下承层顶面高度不大于 100mm。

6.4.7 正常摊铺前应根据试验段确定的松铺系数计算摊铺厚度。

6.4.8 摊铺过程中应保持摊铺机的速度均匀恒定，过硫磷石膏稳定人造集料混合料的摊铺速度宜控制在 1.0~3.0m/min。

6.4.9 高等级道路摊铺过程中宜设立纵向模板。

6.4.10 在摊铺机后面应设专人消除粗集料的离析现象，及时铲除局部粗集料堆积或离析部位，并用新混合料填补。

6.4.11 摊铺过程中，摊铺机必须开启振动器和夯锤。振动器振动频率不得低于 30Hz，夯锤冲击频率不得低于 20Hz，冲程不低于 6mm，以保证初始压实度和减少含水率损失。

6.4.12 摊铺施工应保持连续，因故中断超过 3h 或一天的工作段摊铺结束时，应设置横缝。

6.4.13 摊铺余料及现场损耗的混合料应集中回收处置，不得随意弃置。

6.5 混合料的碾压

6.5.1 根据施工情况配备足够的碾压设备，并应符合下列规定：

- a) 单台摊铺机摊铺时，应配备不少于 1 台 18t~21t 三轮压路机、1 台 25t 以上胶轮压路机、1 台 10t 以上双钢轮压路机。
- b) 两台摊铺机摊铺时，应配备不少于 2 台 18t~21t 三轮压路机、2 台 25t 以上胶轮压路机、1 台 10t 以上双钢轮压路机。
- c) 应视道路情况配备小型双钢轮压路机进行井边及边角碾压，碾压速度以 1.0m/min~3.0m/min 为宜。

6.5.2 过硫磷石膏稳定人造集料混合料宜采用轻型碾压设备，过硫磷石膏稳定人造集料混合料宜采用三轮压路机稳压 1~2 遍，再用三轮压路机高频低幅激振 1 遍、胶轮压路机碾压 2~3 遍，最后采用双钢轮压路机碾压消除轮迹。

6.5.3 应遵循先外侧、后内侧的原则，外侧碾压超出摊铺面 10cm 以上，纵向成锯齿状（最小错开 0.5m），碾压接头横向应呈阶梯形状错开。

6.5.4 碾压过程中应安排专人负责指挥，防止漏压和产生轮迹。出现软弹现象时，应及时将该部位混合料挖出，重新换填新料碾压。

6.5.5 碾压时需要严格控制混合料的含水率偏差，含水率偏差应控制在 $\pm 2\%$ 。

6.6 层间处理

6.6.1 过硫磷石膏胶凝材料稳定基层宜采用两层连续摊铺施工的方式，每层施工应配备独立的摊铺和碾压设备，不得采用一套设备在上下结构层来回施工。

6.6.2 过硫磷石膏胶凝材料稳定基层间断铺筑时，应按下列要求进行处理：

- a) 在上层结构施工前，应将下层所用养护材料彻底清理干净。
- b) 应采用人工小型清扫车及洒水冲刷的方式将下层表面的浮浆清理干净。下层局部存在松散现象时，也应彻底清理干净。

c) 下层清理后应封闭交通。

6.6.3 过硫磷石膏胶凝材料稳定基层与沥青面层之间的处理应符合 JTG/T F20 的规定,宜采用热洒沥青的方式加强层间结合。

6.6.4 过硫磷石膏胶凝材料稳定基层层间处理时,交通管制应符合 JTG/T F20 的规定,正式施工前宜建好施工便道。

6.7 养生

6.7.1 过硫磷石膏胶凝材料稳定基层宜采用全断面覆盖薄膜加土工布养生,养生期应大于 14d。

6.7.2 过硫磷石膏胶凝材料稳定基层碾压完成并经压实度检查合格后,应在 2h 内进行覆盖养生。薄膜和土工布应全断面覆盖,铺设过程中应注意缝之间的搭接,不应留有间隙,横向两侧和纵向端部的侧面也应覆盖,以免稳定层表面裸露在外而受到雨水冲刷。

6.7.3 天气炎热干燥时,覆盖薄膜前应观察过硫磷石膏胶凝材料稳定基层表面湿润情况,必要时可适当喷雾补水,但不得对稳定层表面造成冲刷。

6.7.4 过硫磷石膏胶凝材料稳定基层养生期间应采取有效措施防止土工布和薄膜破损。养生期结束后,方可将土工布和薄膜掀开。

6.7.5 整个养生期间应始终保持基层表面湿润。冬季寒冷天气时,应采取必要的保温措施。

6.7.6 基层养生期间应封闭交通,养生 14d 后检验合格方可开展下一道工序,在养生期间应严禁履带式工程车直接碾压。

6.8 季节性施工

6.8.1 夏季施工

夏季高温天气时,当出现表面水分蒸发过快,碾压后表面松散不密实、整体性较差等现象时,应采取以下措施:

- a) 在气温超过 30℃时,生产拌和时宜适当增加含水率 0.5%~1.0%。
- b) 运输车内混合料应全部覆盖保湿,运至现场后有需要时才进行卸料。
- c) 宜适当增加人员、设备、材料等资源投入,以缩短施工时间。
- d) 应合理安排混合料运输车的发车时间,避免运输车到达现场后长时间的等待。
- e) 现场准备洒水车,应根据实际情况在局部位置雾喷适量水,以保证混合料的含水率。

6.8.2 雨季施工

6.8.2.1 雨季应根据天气情况合理安排施工工序,合理安排机具和劳动力,组织快速施工。

6.8.2.2 下雨天气不得进行过硫磷石膏胶凝材料稳定基层施工。若施工过程中遇雨水天气,应及时对过硫磷石膏胶凝材料稳定基层进行碾压并覆盖,同时道路两侧应设置临时排水沟,防止过硫磷石膏胶凝材料稳定基层受雨水冲刷、浸泡。

6.8.2.3 施工现场的电器设备应搭设雨棚,防止损坏、漏电等。

6.8.2.4 应定期安排人员对各种排水系统进行检查,保证排水通畅。

6.8.2.5 应做好防汛应急预案和应急物资储备工作。

6.8.3 冬季施工

6.8.3.1 当施工现场环境日平均气温连续 5d 稳定低于 5℃,或日最低气温定于-3℃时视为冬期施工,磷石膏道路稳定层宜在进入冬期前 15d 停止施工,不应在冬期施工;

6.8.3.2 磷石膏稳定层在养护期内进入冬期时,应设置保温措施,稳定层表面最低温度不得低于 0℃。

7 施工管理与质量验收

7.1 一般规定

- 7.1.1 施工管理包括原材料检验、施工参数确定、施工过程中的质量检测、施工完成后的质量检查验收等方面。
- 7.1.2 各个工序结束后，应检查验收，合格后方可进行下一道工序。

7.2 施工管理

7.2.1 施工前的质量控制

过硫磷石膏胶凝材料稳定基层施工前的质量控制包括原材料质量检测、配合比设计、配合比参数验证、拌和设备参数调试、施工技术参数进行确认等方面，具体见表8。

表8 施工前的质量控制内容与要求

序号	项目		内容	检测频率
1	原材料	过硫磷石膏胶凝材料	细度、凝结时间、安定性、线膨胀率、抗折强度、抗压强度、pH 值	每批次检 1 次
		粗集料	密度、筛分、针片状颗粒含量、粉尘含量、软石含量、压碎值	每批次检 1 次
		细集料	密度、筛分、塑性指数、有机质含量	每批次检 1 次
		磷石膏人造集料	密度、筛分、粒型系数、针片状颗粒含量、粉尘含量、筒压强度、1h 吸水率、软化系数、煮沸质量损失	每批次检 1 次
2	配合比验证		级配、最佳含水率、最大干密度、无侧限抗压强度	每个配合比验证 1 次
			测定 pH 值	每个配合比测试 5 次取平均值
3	拌和调试		料仓调试、矿渣粉和水泥计量标定、加水量标定	当天生产前、每次材料更换检 1 次
4	施工参数确定		材料含水率、施工结合料剂量、最大干密度	当天生产前、每次材料更换检 1 次

7.2.2 施工过程中的质量控制

施工过程中的质量控制包括过硫磷石膏胶凝材料稳定基层的生产质量控制和施工质量控制。生产质量主要包括拌和均匀性、含水率，施工质量控制主要包括结构尺寸检查和实体质量检验两部分，见表9。

表9 施工过程中的质量控制内容与要求

序号	项目		检测内容	检测频率
1	后场检验	试验室	原材料质量	有异常时检测
			混合料级配	每 2000m ² 测 1 次
			pH 值	每车测 1 次
			含水率	每 100m ² 测 1 次
			最大干密度	每工作日
2	现场检验	摊铺	观察离析情况	随时检查
		碾压	观察有漏压、轮迹及破碎情况	随时检查
		结构尺寸	纵断高程	每 20m 测 1 点
			厚度	每 20m 测 1 点
			宽度	每 40m 测 1 处
			横坡	每 100m 测 3 处
			平整度	每 200m 测 20 尺
		实体质量	压实度（灌砂法）	每 20m 测 3 点
			最大干密度（现场取样）	每天测 1 次
			无侧限抗压强度（现场取样）	每一作业段不少于 9 个

7.2.3 养生结束后的质量检测

养生结束后，应按表10所列内容开展质量检测。

表10 养生结束后的质量检测内容与要求

序号	项目	检测内容	检测频率
1	外观质量	有无松散、裂缝、坑槽、离析、轮迹	全数检验
2	结构尺寸	纵断高程	每 200m 测 2 点
		厚度	每 200m 测 2 点
		宽度	每 200m 测 4 点
		横坡	每 200m 测 2 处
		平整度	每 200m 测 2 处，每处连续 10 尺
3	实体质量	无侧限抗压强度（现场取样室内成型）	每配比台班 1 组
		无侧限抗压强度（现场钻芯）	每评定段（不超过 1km）每车道 8~10 个测点
		弯沉	每评定段（不超过 1km）每车道 40~50 个测点

7.3 质量验收

7.3.1 开工前，施工单位应会同建设单位、监理单位研究确认过硫磷石膏胶凝材料稳定基层在项目中相应所属的分项工程，并按下列要求验收：

- a) 质量验收应符合设计文件的要求和 CJJ 1 的规定，并以本规程的相关规定作为设计验收依据；
- b) 检验批的质量应按主控项目和一般项目进行。主控项目为无侧限抗压强度与压实度，无侧限抗压强度应满足 5.2 条的规定，压实度应满足 6.1.8 条的规定；一般项目为除主控项目之外的本规程规定的其它质量控制指标；
- c) 承担复验或检测的单位应为具有相应资质的独立第三方；
- d) 工程的外观质量应由验收人员通过现场检查共同确认。

7.3.2 检验批合格质量应符合下列规定：

- a) 主控项目的质量应经抽样检验合格；
- b) 一般项目的质量应经抽样检验合格：当采用计数检验时，除有专门要求外，一般项目的合格点率应达到 80%及以上且不合格点的最大偏差值不得大于规定允许偏差值的 1.5 倍；
- c) 具有完整的施工原始资料和质量检查记录。

8 标准实施及评价

8.1 结合实际，认真做好标准实施准备，包括标准实施的方案准备、组织准备、知识准备、手段准备和物质条件准备等。

8.2 制定标准实施方案，明确适用对象和场景、提供实施必备条件和保障（组织、制度、资金、人员和设备仪器等）、推荐方法路径、确定资源要素配置、关键环节和控制点，提出标准实施中的注意事项。

8.3 针对相关方和具体对象/岗位进行标准宣贯和培训，结合标准要求，落实责任制，做到横向到边，纵向到底。

8.4 标准实施主要在产品研发、产品生产、工程建设等活动中开展工程建设；产品研发活动标准实施的重点是落实产品开发、功能性能、质量、安全、技术体制、接口、节能环保、资源节约等要求。

8.5 标准实施的检查主要是检查标准实施方案的落实情况，需要逐条检查标准实施内容的落实，并记录未实施内容的理由或原因，标准实施检查也要检查标准实施的支持手段和物质条件的落实情况。做好标准实施验证记录，畅通标准实施信息采集的方式方法和反馈渠道，定期整理并处理收集到的意见建议。对标准实施评价的基本依据是《中华人民共和国标准化法》等。

8.6 在标准实施一定时间后，对照标准实施方案，开展标准实施效果评价分析，总结实施经验成效，梳理存在的薄弱环节，标准实施的评价主要是评价标准实施的效果，主要从技术进步、质量水平提高、客户满意度、规范秩序、效率提高、节约费用、节省时间、履行社会责任等方面进行有益性评价，同时还要评价标准实施带来的问题，以便为未来改进提供参考。

8.7 适时向专业标准化技术委员会和标准归口管理单位反馈情况，提出标准推广、修改、补充、完善或者废止等意见建议。

8.8 标准实施信息及意见反馈表相关示例见附录 C。

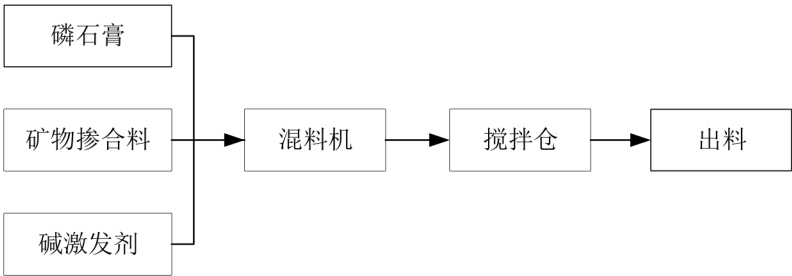
附录 A
(资料性)

过硫磷石膏胶凝材料的生产制备

- A.1 原状磷石膏通过预处理工艺获得符合使用要求的磷石膏，并与矿物掺合料和碱激发剂物料经过均匀混合搅拌制备过硫磷石膏胶凝材料。
- A.2 过硫磷石膏胶凝材料按照表 A.1 下料。在制备过程中控制下料速度，并经传送带传送至搅拌仓，加入适量水进行搅拌。
- A.3 磷石膏人造集料生产制备流程如图 A.1 所示。

表A.1 过硫磷石膏胶凝材料生产制备流程

原材料组成	磷石膏	矿物掺合料	碱激发剂
质量比例 (%)	45~55	40~50	1~10



图A.1 过硫磷石膏胶凝材料生产制备流程

附 录 B
(资料性)
磷石膏人造集料的生产制备

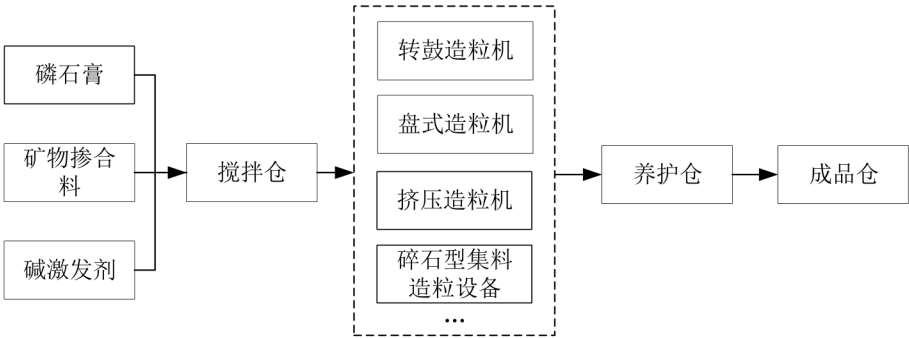
B.1 磷石膏、矿物掺合料和碱激发剂物料经特定的造粒工艺和生产设备生产出成品人造集料，对于圆球型磷石膏集料，应采用转鼓造粒机、盘式造粒机和挤压造粒机等；对于碎石型磷石膏集料应采用碎石型集料造粒设备。制备过程可设置两条生产线，每条生产线都应设置至少三个料仓，即搅拌仓、养护仓和成品仓等；一条生产线生产磷石膏人造集料，另一条生产线是对集料的二次包裹处理。

B.2 不同级别的磷石膏人造集料采用不同配比下料，如表 B.1 所示。制备过程中控制下料速度，并经传送带传送至搅拌仓，搅拌后再经传送带传送至造粒设备，造粒过程水粉比基本在 0.18 左右。造粒设备生产的一次生集料可经传送带传送至二次包裹工艺线对生集料进行表面包裹处理，以防含水率过高。包裹后的二次生集料经传送带运输至养护仓保湿养护 28d 及以上，最后转移至成品仓。

B.3 磷石膏人造集料生产制备流程如图 B.1 所示。

表B.1 过硫磷石膏胶凝材料生产制备流程

原材料组成比例（%）	磷石膏	矿物掺合料	碱激发剂
P5	50～55	35～50	3～10
P6	60～65	25～40	3～10
P7	70～75	15～30	3～10
P8	80～85	5～20	3～10



图B.1 磷石膏人造集料生产制备流程

附 录 C
(资料性)

湖北省地方标准实施信息及意见反馈表

湖北省地方标准实施信息及意见反馈表如表C.1所示。

表C.1 湖北省地方标准实施信息及意见反馈表

标准名称及编号			
总体评价	适用性	该标准与当前所在地的产业或社会发展水平是否相匹配？	☐ 是 ☐ 否
	协调性	该标准的特色要求与其他强制性标准的主要技术指标、相关法律法规、部门规章或产业政策是否协调？	☐ 是 ☐ 否
	执行情况	标准执行单位或人员是否按照标准要求组织开展相关工作？	☐ 是 ☐ 否
实施信息	标准实施过程中是否存在阻力和障碍？		☐ 是 ☐ 否
	实施过程中存在的主要问题		
修改意见	总体意见	☐ 适用 ☐ 修改 ☐ 废止	
	具体修改意见	需修改章节： 具体修改意见：	
反馈渠道	☐ 标准化行政主管部门 ☐ 省直行业主管部门 ☐ 专业标准化技术委员会（工作组） ☐ 标准起草组（牵头起草单位）		
反馈人	姓名： 单位： 联系方式：		

填表说明：为及时掌握标准实施情况，了解地方标准实施过程中存在的问题，并为标准复审提供科学依据，特制定《湖北省地方标准实施信息及意见反馈表》。可根据实际情况在表格中对应方框打勾，有需要文字说明的反馈意见可在相应位置进行文字描述，也可另附页。