

湖北省磷石膏市政道路基层应用 技术导则（试行）

湖北省住房和城乡建设厅

2026年3月

前 言

为了推进磷石膏在市政道路基层应用，编制组在调查研究和认真总结实践经验的基础上，根据国家和行业的有关标准、规程和规范编制本导则。

本导则分 12 章，主要内容有：总则、规范性引用文件、术语和定义、基本规定、材料、混合料组成设计、路用磷石膏道路基层施工、磷石膏轻集料道路基层施工、浇筑式磷石膏道路基层施工、装配式磷石膏道路基层施工、质量检验与验收、环保要求。

本导则按照 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。

请注意本导则的某些内容可能涉及专利，本导则的发布机构不承担识别专利的责任。

本导则起草单位：湖北省建设科技与建筑节能办公室、湖北聚海环境科技有限公司、大悟海聚环境科技有限公司、湖北超盛环保科技有限公司、湖北昌耀新材料股份有限公司、武汉轻工大学、武汉市汉阳市政建设集团有限公司、湖北交投建设集团有限公司。

本导则主要起草人：石世华、刘志浩、吴建新、刘浩、胡波、阮帆、吕伟、王敏、陈争荣、张轩、胡俊然、秦先涛、魏伟、魏东。

本导则由湖北省住房和城乡建设厅负责解释。执行过程中如有意见或建议，可以通过电话或电子邮件反馈至湖北省建设科技与建筑节能办公室（邮箱：jnb@hbszjt.net.cn 电话：87822340 联系人：阮帆）。

目 录

1	总则	1
2	规范性引用文件	1
3	术语和定义	2
4	基本规定	3
5	材料	4
5.1	磷石膏	4
5.2	净化磷石膏	4
5.3	磷建筑石膏	4
5.4	路用改性磷石膏	5
5.5	改性剂	5
5.6	固化剂	5
5.7	水泥	5
5.8	粉煤灰	5
5.9	砂	6
5.10	磷石膏轻集料	6
5.11	拌和用水	6
5.12	磷石膏基块	6
5.13	磷石膏基块灌缝料	6
6	混合料组成设计	7
6.1	配合比设计	7
6.2	路用磷石膏道路基层	8
6.3	磷石膏轻集料道路基层	9
6.4	浇筑式磷石膏道路基层	10
6.5	装配式磷石膏道路基层	10
7	路用磷石膏道路基层施工	11
7.1	一般规定	11
7.2	施工准备	11
7.3	生产与运输	12
7.4	摊铺与碾压	12
7.5	养生	13
7.6	季节性施工	13
8	磷石膏轻集料道路基层施工	13
8.1	一般规定	13
8.2	施工准备	14
8.3	生产与运输	14
8.4	摊铺与碾压	14
8.5	养生	15
8.6	季节性施工	15
9	浇筑式磷石膏道路基层施工	15
9.1	一般规定	15

9.2	施工准备	16
9.3	拌和	16
9.4	运输和卸料	16
9.5	浇筑和摊铺	17
9.6	养生	17
10	装配式磷石膏道路基层施工	17
10.1	一般规定	17
10.2	施工准备	17
10.3	施工放线	18
10.4	铺设基块	18
10.5	基层封边	18
10.6	灌缝料及养生	18
11	质量检验与验收	19
11.1	路用磷石膏道路基层	19
11.2	磷石膏轻集料道路基层	20
11.3	浇筑式磷石膏道路基层	22
11.4	装配式磷石膏道路基层	23
12	环保要求	24
	附录 用词说明	26
	附录 B: 条文说明	27

湖北省磷石膏市政道路基层应用 技术导则

1 总则

1.1 本导则规范了路用磷石膏道路基层、磷石膏轻集料道路基层、浇筑式磷石膏道路基层、装配式磷石膏道路基层的材料、混合料组成设计、施工、质量检验与验收。

1.2 本导则适用于湖北省新建、改扩建的各等级城镇道路、厂区道路、景区道路、场平等磷石膏道路基层的设计、施工、质量检验和验收。

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导则必不可少的条款。凡是注明日期的引用文件，仅所注日期对应的版本适用于本导则。凡是不注明日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本导则。

GB 175 通用硅酸盐水泥

GB/T 5484 石膏化学分析方法

GB/T 9776 建筑石膏

GB/T 17431.2 轻集料及其试验方法 第2部分：轻集料试验方法

GB/T 17669.3 建筑石膏 力学性能的测定

GB 18599 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准

GB/T 23349 肥料中砷、镉、铬、铅、汞含量的测定

GB/T 23456 磷石膏

GB/T 25499 城市污水再生利用绿地灌溉水质

CJJ 1 城镇道路工程施工与质量验收规范

CJJ 169 城镇道路路面设计规程

CJ/T 486 土壤固化外加剂

JGJ 63 混凝土用水标准

JTG/T F20 公路路面基层施工技术细则

JTG 3441 公路工程无机结合料稳定材料试验规程

JT/T 1551 路用改性磷石膏

HJ 557 固体废物 浸出毒性浸出方法 水平振荡法

DB42/T 1991 公路磷石膏复合稳定基层材料应用技术规程

T/CECSG:D45-02 道路过硫磷石膏胶凝材料稳定基层技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本导则。

3.1 磷石膏 phosphogypsum

以磷矿石为原料，湿法制取磷酸时产生的固体废渣，主要成分为二水硫酸钙（ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ）的工业副产品。

3.2 净化磷石膏 purified phosphogypsum

以磷石膏为原料，经水洗、浮选、中和、煅烧等无害化处置技术处理，满足存储、堆放及利用标准的材料。

3.3 磷建筑石膏 calcined phosphogypsum

以磷石膏或净化磷石膏为原料，经煅烧制得的以半水硫酸钙为主要成分，且满足建筑石膏物理力学性能指标要求的材料。

3.4 路用改性磷石膏 modified phosphogypsum for road engineering

掺加改性剂对磷石膏或净化磷石膏加以改性，从而满足路用磷石膏性能及环境要求的筑路材料。

3.5 基层 base

位于沥青路面面层或水泥混凝土路面面层下的主要承重层、次要承重层或辅助层，一般分为基层、底基层。

3.6 磷石膏基块 phosphogypsum-based block

构成装配式道路基层的磷石膏基预制基块，简称基块。

3.7 磷石膏轻集料 phosphogypsum lightweight aggregate

将磷石膏无害化处理后，与水泥、其他辅材均匀混合而制成的堆积密度不大于 $1200\text{kg}/\text{m}^3$ 的集料。

3.8 容许延迟时间 tolerance time

磷石膏混合料从搅拌完成至施工现场成型所容许的最大间隔时间。

3.9 磷石膏基块灌缝料 grout for phosphogypsum-based block

用于填充基块之间空隙的专用石膏基或水泥基材料。

3.10 改性剂 modifier

用于改善磷石膏物理性能、化学性能及施工性能，满足后续应用要求的单一或复合材料的总称，主要成分包含工业硅酸钠、生石灰、消石灰等。

3.11 固化剂 solidified agent

以硅酸盐、液碱、聚丙烯酰胺为主，由多种材料组成的液态或固态混合物。其与净化磷石膏、水泥、水混合后，经重型机械碾压发生物理化学反应，可提升基层路用强度、抗水性及稳固性。

3.12 嵌挤度 embedding degree

基块在竖向荷载作用下的嵌挤程度，具体数值为基块侧面外悬长度与基块厚度的比值。

3.13 封边混凝土 edge-sealing concrete

用于加固装配式道路基层外侧所浇筑的水泥基或石膏基混凝土材料。

3.14 磷石膏混合料 phosphogypsum mixture

以水泥、磷建筑石膏中的一种或多种为结合料，粉煤灰、硅酸钠、高岭土、矿渣、纤维、固化剂等中的一种或多种为增强料，路用磷石膏、净化磷石膏、磷石膏轻集料、砂中的一种或多种为被稳定材料，加入水拌和形成的混合料，包括路用磷石膏混合料、磷石膏轻集料混合料。

3.15 路用磷石膏混合料 phosphogypsum mixture for road

以水泥或磷建筑石膏为结合料，路用改性磷石膏或净化磷石膏为被稳定材料，通过加水拌和形成的混

合料。

3.16 磷石膏轻集料混合料 phosphogypsum lightweight aggregate mixture

以水泥、磷建筑石膏中的一种或多种为结合料，磷石膏轻集料、砂为被稳定材料，通过加水拌和形成的混合料。

3.17 磷石膏混合料道路基层 phosphogypsum mixture road base

以磷石膏混合料为主要原料，运输至施工现场，经摊铺、碾压或浇筑成型及养生后，形成具备承载能力与稳定性的道路基层，包括路用磷石膏道路基层、磷石膏轻集料道路基层、浇筑式磷石膏道路基层。

3.18 路用磷石膏道路基层 phosphogypsum road base

以路用磷石膏混合料为主要原料，运输至施工现场，经摊铺、碾压成型及养生后，形成具备承载能力与稳定性的道路基层。

3.19 磷石膏轻集料道路基层 phosphogypsum lightweight aggregate road base

以磷石膏轻集料混合料为主要原料，运输至施工现场，经摊铺、碾压成型及养生后，形成具备承载能力与稳定性的道路基层。

3.20 浇筑式磷石膏道路基层 pouring phosphogypsum road base

以磷石膏混合料为主要原料，按设计配比拌和后，运至现场浇筑成型，形成具备承载能力与稳定性的道路基层。

3.21 装配式磷石膏道路基层 prefabricated phosphogypsum road base

以净化磷石膏或磷建筑石膏为主要原料，经工厂按设计配比拌匀、压制或浇筑成型制成基块后，运至现场拼装铺设，形成具备承载能力与稳定性的道路基层。

3.22 冻融循环强度比 strength ratio of freeze-thaw cycle

按规定方法成型、养生 28d 龄期的磷石膏复合稳定基层试件，在经受 5 次冻融循环后试件抗压强度与未经历冻融循环试件抗压强度之比。

3.23 干湿循环强度比 strength ratio of dry-wet cycle

按规定方法成型、养生 28d 龄期的磷石膏复合稳定基层试件，在经受 7 次干湿循环后试件抗压强度与未经历干湿循环试件抗压强度之比。

4 基本规定

4.1 磷石膏市政道路基层材料应因地制宜、就近取材、保护环境。

4.2 道路基层基底标高应控制在常水位以上或高于地表长期积水 500mm 以上。

4.3 为保障工程质量，磷石膏市政道路基层应开展试验段施工。

4.4 遇低温（冻害）、雨期等特殊气候，不宜施工。

4.5 施工单位应具备相应的市政公用工程施工资质。建立健全施工技术、质量、安全生产管理体系，制定各项施工管理制度，并贯彻执行。

4.6 搅拌场地应设置实验室，配备相应的实验仪器和技术人员，在生产过程中实时开展试验检测，配备满足质量检验与验收要求的相关设备。

4.7 路基与基层、基层与面层之间的层间处理，遵循 JTG/T F20 的相关规定，采用磷石膏基层的市政道路，基层和面层之间宜设置防水层，且厚度不宜小于 1cm。

4.8 磷石膏混合料道路基层的下承层应采用整体性好的材料，不得采用砂砾石、石屑粉等松散类材料，验收合格后方可进行道路基层施工。

4.9 路基施工完成后，应按规定进行质量检验，确保其压实度、弯沉值等指标符合设计文件及相关规范要

求。

4.10 磷石膏混合料道路基层应具有足够强度、刚度、稳定性及抗变形能力。

4.11 基层应根据道路所在区域和道路等级，结合路基、桥涵结构物进行排水设计，参考现行标准合理选择排水方案，布置排水设施，形成完整、畅通的排水体系。

5 材料

5.1 磷石膏

磷石膏应符合 GB/T 23456 的规定。

5.2 净化磷石膏

经无害化处置技术后的磷石膏用作筑路材料(基层、底基层)时应满足 GB/T 23456 及 T/CECSG:D45-02 等标准要求，主要指标见下表 5.2.1。

表 5.2.1 净化磷石膏的主要指标

项目	单位	指标	分析方法	参考标准
附着水 (H ₂ O) (湿基)	%	≤15	GB/T 5484	T/CECSG:D45-02
细度 (80 μm 方孔筛筛余)	%	≤20	GB/T 23456	
二水硫酸钙 (CaSO ₄ · 2H ₂ O) (干基)	%	≥85		
水溶性五氧化二磷 (P ₂ O ₅) (干基)	%	≤0.20	GB/T 5484	
水溶性氟离子 (F ⁻) (干基)	%	≤0.10		
pH	/	≥6		
砷及其化合物 (以 As 计) (干基)	%	≤0.005	GB/T 23349	
镉及其化合物 (以 Cd 计) (干基)	%	≤0.001		
铅及其化合物 (以 Pb 计) (干基)	%	≤0.02		
铬及其化合物 (以 Cr 计) (干基)	%	≤0.05		
汞及其化合物 (以 Hg 计) (干基)	%	≤0.0005		
水溶性氧化镁 (MgO) (干基)	%	≤0.10	GB/T 5484	GB/T 23456
水溶性氧化钠 (Na ₂ O) (干基)	%	≤0.10		

5.3 磷建筑石膏

磷建筑石膏应符合 GB/T 9776 的规定。

5.4 路用改性磷石膏

路用改性磷石膏应符合JT/T 1551的规定。

5.5 改性剂

磷石膏改性剂包括工业硅酸钠、生石灰、消石灰等。其中，工业硅酸钠应符合GB/T 4209的规定，生石灰应符合HG/T 4205中 I 类材料的规定，消石灰应符合HG/T 4120的规定。

5.6 固化剂

5.6.1 固化剂的匀质性指标应符合表5.6.1-1的规定。

表 5.6.1-1 固化剂匀质性指标

项目	指标		检测方法
	液体固化剂	粉体固化剂	
外观	颜色均匀，无沉淀或絮状物质	均匀一致，不应有结块	CJ/T 486
固含量 (%)	>30	-	
含水率 (%)	-	<1	
密度 (g/cm ³)	>1.00	>1.40	
pH 值	>7	>7	
细度(80μm 方孔筛筛余,%)	-	≤15	

5.6.2 可溶性重金属离子含量

液体固化剂及粉体固化剂浸出液中镉、砷、汞、铅、铬、镍、铜、锌重金属含量最大值应符合GB/T 25499的规定。

5.6.3 检测试件性能指标应符合表5.6.3-1的规定。

表 5.6.3-1 检测试件性能指标

项目	指标
软化系数	≥0.8
7d 抗压强度比/%	≥120

5.7 水泥

采用42.5级及以上普通硅酸盐水泥，性能应满足GB 175的质量要求。

5.8 粉煤灰

粉煤灰应符合JTG/T F20的规定。

5.9 砂

0~5mm砂的技术要求和规格要求应符合JTG/T F20的规定。

5.10 磷石膏轻集料

磷石膏轻集料的粒径应选用5~31.5mm，相关要求应满足表5.8.1。

表 5.8.1 磷石膏轻集料的基本要求

指标	技术要求	检测方法
烘干筒压强度 (MPa)	≥ 7.5	GB/T 17431.2
1h 吸水率 (%)	≤ 10	
粒型系数	≤ 1.5	
pH 值	≥ 6	
密度 (kg/m^3)	≤ 1200	
软化系数	≥ 0.7	

注：磷石膏轻集料的烘干筒压强度应在 $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的恒温干燥箱中烘干至两次连续称量结果之差不超过试样原始质量的0.2%，且相邻两次称量的时间间隔不应小于2h。

5.11 拌和用水

宜使用饮用水或不含油类杂质的清洁中性水，pH值宜为6~8。拌和用水应符合JGJ 63的规定。

5.12 磷石膏基块

基块强度应不低于应用基层的设计强度，按现行国家标准GB/T 50081的有关规定进行检测，耐久性应按现行国家标准GB/T 50082的有关规定进行检测。

5.13 磷石膏基块灌缝料

5.13.1 水泥基灌缝料应符合JC/T 986的有关规定。

5.13.2 石膏基灌缝料应符合表5.13.2-1的规定。

表 5.13.2-1 石膏基灌缝料的物理性能

项目	性能指标	检测方法	
30min 流动度 (mm)	≥ 140	JC/T 1023	
凝结时间 (min)	初凝		≥ 60
	终凝		≤ 360
强度 (MPa)	24h 抗折		≥ 2.5
	24h 抗压		≥ 6.0
	绝干拉伸粘结		≥ 1.0
收缩率 (%)	≤ 0.05		

6 混合料组成设计

6.1 配合比设计

6.1.1 一般规定

- a) 磷石膏混合料应按工程具体设计要求，选择技术经济合理的混合料配合比。
- b) 磷石膏混合料设计包括原材料检验、混合料目标配合比设计、混合料生产配合比设计和施工参数确定等四部分内容，混合料配合比设计流程。
- c) 应根据道路等级、交通种类、荷载等级、结构形式、材料类型等因素，合理确定磷石膏混合料道路基层技术要求。

6.1.2 磷石膏混合料目标配合比设计

- a) 目标配合比设计过程中，同一路用磷石膏、磷石膏轻集料掺量，应选择不少于 5 个水泥、磷建筑石膏、粉煤灰剂量，分别确定各剂量混合料的最佳含水量和最大干密度。
- b) 应根据试验确定的最佳含水量、最大干密度及压实度要求，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剂量。
- c) 选择不少于 4 组不同的磷石膏混合料配合比，根据配合比进行磷石膏混合料重型击实试验，测试 7d/14d 抗压强度，确定最优磷石膏混合料目标配合比。
- d) 磷石膏混合料冻融循环强度比、干湿循环强度比技术要求应满足表 6.1.1-1 规定。不满足表 6.1.1-1 规定要求时，应按第 c) 条技术要求重新设计目标配合比。

表 6.1.1-1 磷石膏混合料冻融循环强度比、干湿循环强度比技术要求

结构层	冻融循环强度比 (%)	干湿循环强度比 (%)
基层	≥80	≥85
底基层	≥75	

- e) 冻融循环强度试验方法应符合 JTG 3441 的规定，干湿循环试验方法应符合 JTG/F20 的规定。
- f) 城市主干路及城市次干路与支路，单层磷石膏混合料基层最小设计厚度应为 180mm，不大于 250mm。

6.1.3 磷石膏混合料生产配合比设计

- a) 施工参数验证应根据施工技术条件、施工环境条件等因素，对混合料目标配合比针对性调整，以满足施工要求。
- b) 根据已经确定的目标配合比和现场测试的混合料含水率，计算生产配合比。
- c) 应对拌和设备进行调试和标定，确定合理的生产参数。拌和设备的调试和标定应包括料斗称量精度的标定、水泥掺量的标定和掺水量的标定等内容，应符合下列规定：
 - (1) 绘制不少于 5 个点的水泥、粉煤灰掺量标定曲线；
 - (2) 按各材料的比例关系，设定相应的称量装置，调整拌和设备各个料仓的进料速度；
 - (3) 按设定好的施工参数进行第一阶段试生产，验证生产配合比。不满足要求时，应进一步调整生产参数。

6.1.4 磷石膏混合料应进行 7d 的混合料抗压强度试验，绘制相应的延迟时间曲线，并根据设计要求和施工实际情况确定容许延迟时间。

6.1.5 应在试生产试验的基础上进行第二阶段试验。分别按不同水泥掺量和含水量进行水泥稳定磷石膏混合料试样，并取样、试验。试验应符合下列规定：

- a) 通过磷石膏混合料中实际含水量的测定，确定施工过程中用水量的设定范围；

- b) 通过磷石膏混合料中实际水泥掺量的测定，确定施工过程中水泥掺加的相关技术参数；
- c) 通过击实试验，确定水泥掺量变化、含水量变化对混合料最大干密度的影响；
- d) 通过 7d 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。

6.1.6 磷石膏混合料生产参数的确定应包括水泥、磷建筑石膏、粉煤灰掺量、含水量和最大干密度等指标，并应符合下列规定：

- a) 水泥、粉煤灰掺量比室内试验确定的配合比宜增加 0.5%；
- b) 适量增加水泥稳定改性磷石膏混合料含水量，宜增加 1%~2%；
- c) 适量增加磷建筑石膏稳定磷石膏混合料含水量，宜增加 0.5%~1%；
- d) 最大干密度应以最终生产配合比试验的结果为准。

6.1.7 混合料生产配合比各计量参数允许偏差值见表 6.1.7-1。

表 6.1.7-1 磷石膏混合料生产配合比各计量参数允许偏差值

材料名称	允许偏差 (%)
路用磷石膏、净化磷石膏	±2
水泥、粉煤灰、磷建筑石膏	±0.5
水	±0.5

6.2 路用磷石膏道路基层

6.2.1 路用磷石膏道路基层强度要求

采用 7d 抗压强度作为配合比设计的主要指标，磷石膏混合料道路基层材料组成设计时，强度代表值应满足表 6.2.1-1 的规定。根据试验结果，按 JTG 3441 的有关规定计算。

表 6.2.1-1 路用磷石膏道路基层 7d 龄期抗压强度标准

指标	结构层	技术要求 (MPa)		
		特重交通	重、中交通	轻交通
7d 抗压强度	基层	—	—	2.5~3.5
	底基层	≥2.5	≥2.0	≥1.5

注：水泥稳定路用磷石膏、水泥粉煤灰稳定路用磷石膏混合料、磷建筑石膏稳定路用磷石膏混合料 7d 抗压强度采用 14d 强度。

6.2.2 路用磷石膏混合料比例推荐范围

路用磷石膏混合料比例推荐范围见表 6.2.2-1~表 6.2.2-4。

表 6.2.2-1 水泥稳定路用磷石膏混合料

材料名称	结构层	比例 (%)	
		路用磷石膏 (干基)	水泥
水泥稳定路用磷石膏混合料	基层	80~85	15~20
	底基层	85~87	13~15

表 6.2.2-2 水泥稳定路用磷石膏混合料 (含石灰)

材料名称	结构层	比例 (%)			
		路用磷石膏 (干基)	水泥	石粉 (米石)	石灰
水泥稳定路用磷石膏混合料	基层	55~71	8~15	5~20	1~5
	底基层	65~78	8~10	5~15	1~5

表 6.2.2-3 水泥粉煤灰稳定磷石膏混合料

材料名称	结构层	比例 (%)		
		路用磷石膏 (干基)	水泥	粉煤灰
水泥粉煤灰稳定磷石膏混合料	基层	70~76	12~15	12~15
	底基层	80~84	8~10	8~10

表 6.2.2-4 磷建筑石膏稳定磷石膏混合料

材料名称	结构层	比例 (%)	
		路用磷石膏/净化磷石膏 (干基)	磷建筑石膏
磷建筑石膏稳定磷石膏混合料	基层	50~70	30~50
	底基层	60~80	20~40

注：若掺加固化剂，掺量推荐为 0.5%~2%，固化剂掺量指固化剂有效固含量占干燥磷石膏的质量百分数（液体固化剂仅计其固含量部分）。

6.3 磷石膏轻集料道路基层

6.3.1 磷石膏轻集料道路基层强度要求

磷石膏轻集料道路基层材料应按照 7d 抗压强度标准进行控制，应符合表 6.3.1-1 的规定。

表 6.3.1-1 磷石膏轻集料道路基层 7d 龄期抗压强度标准

指标	结构层	技术要求 (MPa)		
		特重交通	重、中交通	轻交通
7d 抗压强度	基层	3.5~4.5	3.0~4.0	2.5~3.5
	底基层	≥2.5	≥2.0	≥1.5

6.3.2 磷石膏轻集料混合料比例推荐范围

a) 磷石膏轻集料混合料比例推荐范围见表 6.3.2-1。

表 6.3.2-1 水泥稳定磷石膏轻集料混合料

材料名称	结构层	比例 (%)	
		水泥	磷石膏轻集料
水泥稳定磷石膏轻集料混合料	基层	5~9	91~95
	底基层	3~7	93~97

注：若掺加石膏矿渣水泥，掺量推荐为 6%~10%。

b) 磷石膏轻集料和砂的级配可按表 6.3.2-2 中推荐的级配范围选用，并符合下列规定：

(1) 用于快速路、主干路时，级配宜符合表 6.3.2-2 中 C/P-B-1、C/P-B-2 的规定。C/P-B-3 级配宜用于极重、特重交通荷载等级下的基层，C/P-B-1 级配宜用于基层和底基层，C/P-B-2 级配宜用于基层。

(2) 用于次干路、支路时，级配宜符合表 6.3.2-2 中 C/P-C-1、C/P-C-2、C/P-C-3 的规定。C/P-C-1 级配宜用于基层和底基层，C/P-C-2 和 C/P-C-3 级配宜用于基层，C/P-B-3 级配宜用于极重、特重交通荷载等级下的基层。

表 6.3.2-2 磷石膏轻集料道路基层推荐级配范围

筛孔尺寸 (mm)	累计筛余 (%)					
	主干路			次干路、支路		
	C/P-B-1	C/P-B-2	C/P-B-3	C/P-C-1	C/P-C-2	C/P-C-3

37.5	—	—	—	100	—	—
31.5	—	—	100	100~90	100	—
26.5	100	—	—	94~81	100~90	100
19	86~82	100	68~86	83~67	87~73	100~90
16	79~73	93~88	—	78~61	82~65	92~79
13.2	72~65	86~76	—	73~54	75~58	83~67
9.5	62~53	72~59	38~58	64~45	66~47	71~52
4.75	45~35	45~35	22~32	50~30	50~30	50~30
2.36	31~22	31~22	16~28	36~19	36~19	36~19
1.18	22~13	22~13	—	26~12	26~12	26~12
0.6	15~8	15~8	8~15	19~8	19~8	19~8
0.3	10~5	10~5	—	14~5	14~5	14~5
0.15	7~3	7~3	—	10~3	10~3	10~3
0.075	5~2	5~2	0~3	7~2	7~2	7~2

注：C/P-B-1、C/P-B-2、C/P-B-3 指主干路的磷石膏轻集料级配 1、级配 2、级配 3，C/P-C-1、C/P-C-2、C/P-C-3 指次干路、支路的磷石膏轻集料级配 1、级配 2、级配 3。

6.4 浇筑式磷石膏道路基层

6.4.1 浇筑式磷石膏道路基层的强度要求参考表 6.2.1-1 及表 6.3.1-1。

6.4.2 浇筑式磷石膏道路基层的混合料比例要求参考表 6.2.2-1~表 6.2.2-4、表 6.3.2-1~表 6.3.2-2。

6.5 装配式磷石膏道路基层

6.5.1 一般规定

- 装配式磷石膏道路基层设计应选用标准化产品，基块 7d 抗压强度建议为 8~12MPa，弹性模量参考范围取 3500~5000MPa，泊松比 0.12，劈裂强度及抗压回弹模量取值参照 CJJ 169 相关规定。
- 应根据交通量及荷载条件选用基块。标准轴载及设计交通量按现行行业标准 CJJ 169 规定，对于重交通、特重交通可采用重型基块；中等交通可采用标准型基块；中等以下交通可采用轻型基块。
- 沥青路面装配式道路基层路基应具有足够的强度和刚度，路基回弹模量和压实度应符合现行行业标准 CJJ 169 的有关规定。当不能满足要求时，应采取提高路基回弹模量的措施。
- 压制成型的基块，其磷石膏混合料配合比设计参考 6.2 节、6.3 节相关内容，浇筑成型的基块，其磷石膏混合料配合比设计参考 6.4 节相关内容。

6.5.2 基层

- 装配式路面基层包括基块、灌浆料和整平层（夹层）材料。
- 基层周边应采用强度与基块强度一致的混凝土封边，宽度不宜小于 300mm。
- 基块之间的缝隙宜选用石膏灌缝料填缝，强度等级与基块强度一致。
- 底基层材料及厚度应符合现行行业标准 CJJ 169 的有关规定。
- 装配式路面基层与底基层之间应设置整平层或夹层，整平层或夹层可采用沥青砂，厚度宜为 20~30mm；整平层或夹层也可采用 10~20mm 沥青碎石进行调平；面层与基层间宜设置封层，可采用沥青同步碎石，厚度不宜小于 20。

g) 基块接缝缝宽建议在 10~20mm 之间，应采用满足本导则技术参数的灌浆料灌实。

6.5.3 结构设计

装配式路面基层沥青路面结构设计时，根据已有的实验资料或者工程经验值确定，装配式路面基层材料通过现场试验值得到其设计参数。

6.5.4 基块技术指标

a) 力学性能指标

表 6.5.4-1 基块技术指标

指标	技术要求
7d 抗压强度 (MPa)	满足设计值
成型密度 (g/m ³)	1.4~2.0

b) 耐久性指标

表 6.5.4-2 耐久性指标

指标	技术要求
软化系数	≥0.8
5 次冻融循环残留强度比 (%)	≥70
干缩率 (×10 ⁻⁶)	≤250

7 路用磷石膏道路基层施工

7.1 一般规定

7.1.1 施工前应组织现场作业人员进行质量和安全技术交底，确保操作人员掌握工序要点。

7.1.2 施工前，施工单位应组织有关施工技术管理人员深入现场调查，了解掌握现场情况，做好充分的施工准备工作。

7.1.3 路用磷石膏混合料施工前，路基应根据实际情况提前适量洒水湿润，以路基表面充分湿润，不起扬尘，不应有积水为宜。

7.1.4 路用磷石膏混合料应采用摊铺机摊铺，按摊铺方案撒摊铺灰线，且应采用挂钢丝绳、架铝合金杆或其组合控制摊铺高程、平整度。

7.1.5 路用磷石膏混合料施工，现场施工人员应严格执行施工操作规程，应随时观察来料干湿情况。

7.1.6 路用磷石膏混合料应采用集中厂拌，不应采用路拌法。

7.1.7 路用磷石膏的存放和运输需要采取防水和防尘的措施。

7.2 施工准备

7.2.1 拌和站设置应符合以下要求：

a) 拌和站应对进场材料按本导则表 11.2.1-1 要求频率进行检验和复检。

b) 拌和站应安置在地势相对较高的位置，并做好排水设施。场地应平整并具有足够的承载能力。

7.2.2 施工设备和机械应符合以下要求：

a) 施工机械配置数量应满足施工现场实际情况及工期要求；

b) 拌和设备：

- (1) 水泥稳定路用磷石膏混合料生产拌和设备，应优先采用强制式均质拌和设备，具有计算机集中生产控制系统，路用磷石膏、水泥、水等材料的投放实现自动控制。
 - (2) 水泥稳定路用磷石膏混合料拌和机应具有二级除尘装置，拌和机除尘设备完好，符合环保要求。
 - (3) 拌和机应配备电脑记录设备，能够记录并打印材料用量。
 - (4) 拌和设备的各种计量装置应按规定周期检查，且每年不少于一次。
 - (5) 拌和机日常维修保养要形成维护记录。
- c) 压路机的钢轮应采取防粘轮措施。

7.3 生产与运输

7.3.1 生产

a) 间歇式路用磷石膏混合料生产流程见图 7.3.1-1。

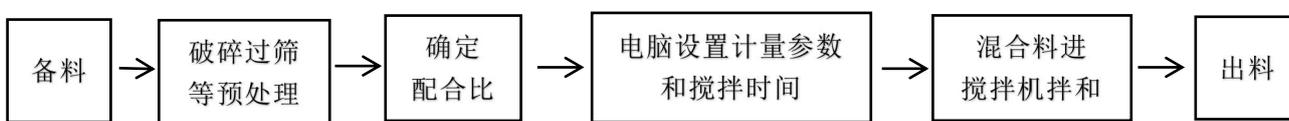


图 7.3.1-1 间歇式路用磷石膏混合料生产流程

- b) 先投入路用磷石膏等干料进行预拌，随后在 30~50s 内均匀喷洒完水，最后持续搅拌，采用间歇式搅拌机的应确保从干料加完算起的总搅拌时间不少于 90s。
- c) 天气炎热或运距较远时，水泥稳定改性磷石膏混合料拌和时宜适当增加含水率。
- d) 路用磷石膏混合料应在连续生产待配合比各计量参数调整稳定后，制作 7d 抗压强度试件，以及取样检测含水量、最大干密度等参数，试件的制作和养护方法参照 JTG/T F20 执行。
- e) 连续式路用磷石膏混合料生产流程如图 7.3.1-2。

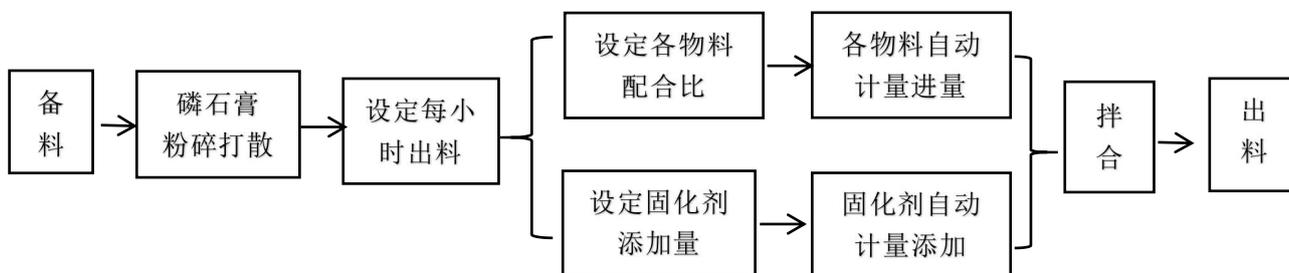


图 7.3.1-2 连续式路用磷石膏混合料生产流程

7.3.2 运输

- a) 运料车装料时，应多次前后挪动位置，平衡装料，减少水泥稳定路用磷石膏混合料的离析。路用磷石膏混合料高度不应超过车厢高度，防止混合料撒漏。
- b) 运料车运输过程中，用篷布将车厢覆盖严密，在施工现场等候时，未得到卸料指令前不得将篷布揭开。
- c) 卸料时，运料车在摊铺机前方 20~30m 停车，防止碰撞摊铺机，由摊铺机上前推动卸料车前进，卸料过程中运料车挂空档，卸料速度与摊铺机速度相一致。

7.4 摊铺与碾压

7.4.1 摊铺

- a) 应采用摊铺机进行摊铺，路用磷石膏混合料松铺系数应通过试验段确定，路用磷石膏道路基层的松铺

系数宜为 1.4~1.6。

- b) 边缘应设置侧模。碾压前，可采取沿侧模处灌入水泥浆等措施保证基层边缘强度。
- c) 压路机应紧靠侧模，从外侧向中心开始碾压，最后碾压路中心部分，相邻碾压带应重叠 1/3~1/2 的碾压轮宽度，路面两侧应多压 1 遍~2 遍。
- d) 每层压实厚度不宜超过 20cm。
- f) 层间粘结宜撒布水泥净浆，其喷洒量宜为 1.0~1.5kg/m²（按水泥质量计）。

7.4.2 碾压

- a) 应安排专人负责指挥碾压，不得漏压和产生轮迹。
- b) 技术人员应实时监控磷石膏混合料的最佳含水量，确保总施工时间不超过 12h。碾压宜按三阶段实施：初压采用双钢轮压路机静压，复压采用三钢轮压路机静压，终压采用双钢轮压路机静压，直至表面轮迹消除，具体碾压组合应由试验段验证后采用。
- c) 在碾压过程中出现软弹现象时，应及时将该路段混合料挖出，重新换填新料碾压。
- d) 碾压过程中，压路机不得随意停放，应停放在已碾压完成的路段。

7.5 养生

7.5.1 路用磷石膏混合料层碾压完成并经压实度检查合格后，应及时养生。

7.5.2 路用磷石膏混合料道路基层的养生期宜不少于 14d，养生期宜延长至上层结构开始施工的前 1~2d。

7.5.3 养生可采取薄膜覆盖养生等方式，宜结合工程实际情况选择适宜的方式。在养生的前 7d/14d 内，应避免遭受雨水的浸泡。

7.5.4 养生期间应封闭交通，除洒水车和小型通勤车辆外不得其他车辆通行。

7.5.5 路用磷石膏混合料基层验收合格养生达到本导则所规定的技术要求后，方可进行路面面层施工。

7.6 季节性施工

7.6.1 在气温超过 30℃时，生产拌和时宜适当增加含水率 0.5%~1.0%。

7.6.2 路用磷石膏混合料基层施工应尽量避免冬季施工，日最低温在 5℃以下不得施工，工程项目应在日最低气温 5℃来临之前 15d 内完成施工，冬季施工还应符合 CJJ 1 的相关规定。

7.6.3 路用磷石膏混合料不宜在雨季施工，施工完成 7d 内不得受雨水浸泡。

8 磷石膏轻集料道路基层施工

8.1 一般规定

8.1.1 底基层施工之前，应对下承层进行检查与验收，并洒水湿润。

8.1.2 对下承层表面进行检查，应平整、坚实，且符合设计规定的高程、宽度、纵横坡度等要求，不应有松散土基、软弱点和弹簧土。

8.1.3 磷石膏轻集料道路基层可根据实际情况采用双层连铺，但必须通过试验段验证。

8.1.4 磷石混合料宜采用集中厂拌法拌和，采用摊铺机施工。

8.1.5 应采取有效措施，防止粒料基层在施工中出现离析现象，对已经出现的离析应进行处理。

8.1.6 应严格控制磷石膏轻集料含水量、磷石膏混合料含水量、压实度及养生时长等有效措施，防止基层的开裂现象，磷石膏轻集料使用前需预湿 24h，含水率控制在 5%~8%，增加防止离析的施工管控措施。

8.1.7 施工中应对施工测量进行复核，确保准确。

8.1.8 施工中应建立安全技术交底制度，并对作业人员进行相关的安全技术教育与培训。作业前主管施工技术人员应向作业人员进行详尽的安全技术交底，并形成文件。

8.2 施工准备

8.2.1 拌和设备采用专用拌和机，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。

8.2.2 拌和设备的产量应大于 600t/h，宜采用强制式均质拌和设备。

8.2.3 磷石膏轻集料应设置备料仓，备料仓应设置沥水层或浸水周转仓。

8.2.4 各个集料仓之间的挡板高度应不小于 1m。

8.3 生产与运输

8.3.1 生产

a) 在正式拌制磷石膏混合料之前，先调试所用的设备，检验磷石膏混合料的级配组成和含水率与设计配比一致。原材料的颗粒组成发生变化时，重新调试设备。

b) 一般情况下磷石膏混合料的拌和含水率应略高于最佳含水率的试验值（不得超过 1.5%），低温、潮湿天气可提高 0.5%；高温、干燥或风大天气可提高 1%，或酌情适当提高。

c) 在生产前通过室内试验调配确定各材料掺配比例，以满足生产要求，并由中央控制室控制生产配比，且拌和时间不少于 15s。

8.3.2 运输

a) 磷石膏混合料运输车装料前清理干净车厢，不得存有杂物；

b) 在装料过程中通过调整车厢位置减小水泥稳定磷石膏轻集料混合料的离析；

c) 磷石膏混合料运输车装好料后，用篷布将厢体覆盖严密，直到摊铺机前准备卸料时打开；

8.4 摊铺与碾压

8.4.1 摊铺

a) 应采用摊铺机进行摊铺，磷石膏轻集料道路基层松铺系数应通过试验段确定，磷石膏轻集料道路基层的松铺系数宜为 1.2~1.4。

b) 摊铺过程中应开启摊铺机振捣功能，提高摊铺初始密实度和平整度。

c) 磷石膏混合料道路基层分层施工时，宜撒布水泥净浆增加层间粘结，水泥净浆喷洒量按水泥质量计，宜为 1.0~1.5kg/m²。

d) 磷石膏混合料摊铺时，应保持连续，因故中断时间大于 2h 时，应设置横向接缝。

e) 摊铺时宜避免纵向接缝，分两幅摊铺时，纵向接缝处应加强碾压。存在纵向接缝时，纵缝应垂直相接，严禁斜接。采用多台摊铺机梯队摊铺时，摊铺机的型号及磨损程度宜相同。在施工期间，摊铺机的前后间距宜不大于 10m，且相邻施工段面纵向应有 300~400mm 的重叠。

8.4.2 碾压

a) 磷石膏混合料结构层施工时，应在水泥稳定磷石膏轻集料混合料处于或略大于最佳含水率的状态下碾压。气候炎热干燥时，碾压时的含水率可比最佳含水率增加 0.5%~1.5%。

- b) 按照稳压→强振→弱振→稳压的工序进行压实，直至表面基本无轮迹。初压采用双钢轮或者单钢轮压路机，复压采用单钢轮压路机，终压采用钢轮或者胶轮压路机，具体碾压组合应由试验段验证后采用。
- c) 应结合运距、天气状况合理确定碾压工艺，水泥稳定磷石膏轻集料混合料碾压完成时间不应超过其容许延迟压实时间。
- d) 新建公路基层、底基层，在摊铺及碾压过程中，宜设立纵向模板。

8.5 养生

8.5.1 养生应不少于 7d，日均气温低于 10℃的低温天气、雨季等不利天气施工时应适当延长养生时间至 14d，总养生期宜延长至上层结构开始施工的前 7d，在此期间严禁车辆通行。

8.5.2 采用薄膜覆盖养生。养生过程中，保持基层处于湿润状态，不应使基层频繁处于干湿交替循环状态。对蒸发量较大的地区或养生时间大于 7d 的工程，在养生过程中应适当补水。

8.5.3 基层碾压完毕并经检测合格的路段，待其表面风干后应及时洒布透层、铺筑封层，实行交通管制。

8.6 季节性施工

8.6.1 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。

8.6.2 冬季施工

当施工现场环境日平均气温连续 5d 稳定低于 5℃，或日最低气温低于-3℃时视为冬季施工，磷石膏轻集料道路稳定层宜在进入冬季前 7d 停止施工，不宜在冬季施工。

8.6.3 雨季施工

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，具体措施如下：

- a) 下雨天气不得进行磷石膏轻集料基层施工。若施工过程中遇雨水天气，应及时对基层进行碾压并覆盖，同时道路两侧应设置临时排水沟，防止基层受雨水冲刷、浸泡。
- b) 施工现场的电器设备应搭设雨棚，防止损坏、漏电等。
- c) 应定期安排人员对各种排水系统进行检查，保证排水通畅。
- d) 做好防汛应急预案和应急物资储备工作。

9 浇筑式磷石膏道路基层施工

9.1 一般规定

9.1.1 检查用于工程的材料数量是否满足施工要求。

- 9.1.2 密切关注天气，选择晴好天气施工，并检测当时的施工温度是否符合规范要求。
- 9.1.3 检查施工设备是否良好，数量是否满足施工要求，运输车辆是否清洁无污物。
- 9.1.4 检查测量放样的精度是否符合规范要求。
- 9.1.5 检查相关人员是否符合施工要求，安全设施是否齐全，施工人员的安全教育是否到位。

9.2 施工准备

- 9.2.1 路床顶已经进行交工验收，弯沉、宽度、高程、横坡度、平整度、中线偏位等，符合规范及设计要求。
- 9.2.2 清扫路床顶面的杂物，确保摊铺工作面清洁；
- 9.2.3 在基层摊铺前对路床顶适当洒水润湿。
- 9.2.4 在验收合格的路基上，根据设计要求进行放样。每隔 10m（曲线段每隔 5m）设一桩，进行水准测量。
- 9.2.5 运输车辆、装载机、拌和设备等进行全面检修及维护，确保最佳状况。
- 9.2.6 拌和机经检验、计量标定后，进行试运转。
- 9.2.7 试验检测设备均经过计量部门计量标定，对部分不需进行标定的试验仪器设备进行自校，保证良好的使用状况和精度。

9.3 拌和

- 9.3.1 搅拌设备的配套容量必须满足现场施工要求，搅拌设备的类型必须是强制式的，搅拌设备应能稳定可靠地供应足够的磷石膏混合料。
- 9.3.2 进入搅拌设备的各种原材料必须通过严格的试验检验，每个搅拌设备都必须用法定计量单位对各种原材料进行计量标定。
- 9.3.3 搅拌时间应根据搅拌均匀时的最少搅拌圈数来进行控制，以既达到要求的强度，又经济的原则来确定。

9.4 运输和卸料

- 9.4.1 磷石膏混合料的容许延迟时间应根据试验提供的磷石膏混合料初凝时间和施工时的气温来确定。
- 9.4.2 为了防止磷石膏混合料在运输过程中产生离析和分层现象，当采用自卸卡车运输磷石膏混合料时，运输的最大距离在 10~15km。路况好，道路畅通时取大值；道路颠簸不平，交通拥挤时取小值。当运输距离超过上述运距时，应采用磷石膏混合料搅拌运输车来运输新拌磷石膏混合料，并要求在运输途中车搅拌时间不小于总运输时间的 2/3。
- 9.4.3 磷石膏混合料在运输过程中要防止漏浆、漏料和污染。卸料时要防止产生离析。夏季和冬季施工，必要时应有遮盖措施。
- 9.4.4 运输驾驶员需明确磷石膏混合料初凝时间，超初凝时间的混合料不得用于路面滑模施工，可改作基层材料；混合料车内停留超初凝时间需紧急清理残留，严禁其在车内硬化。

9.5 浇筑和摊铺

9.5.1 宜采用三辊轴机进行磷石膏混合料的摊铺。

9.5.2 工艺流程：布料→振捣→整平→人工补料→精平饰面→养生。

9.5.3 有专人指挥车辆均匀卸料。布料与摊铺速度相适应，不适应时配备适当的布料机械。

9.5.4 整平机按作业单元分段整平，作业单元长度宜为 20~30m，振捣棒振实与整平两道工序之间的时间间隔不宜超过 15min。

9.5.5 整平机在一个作业单元长度内，采用前进振动、后退静辊方式作业，宜分别辊压 2~3 遍。最佳辊压遍数经过试铺确定。

9.5.6 在整平机作业时，有专人处理轴前料位的高低情况。

9.5.7 辊压完成后，将振动辊轴抬离模板，用整平轴前后静辊整平，直到平整度符合要求，表面均匀为止。

9.5.8 刮尺、刮板或抹面机完成的最迟时间不得迟于规范规定的铺筑完毕允许最长时间。

9.6 养生

9.6.1 养护时间不少于 24h，养护期间禁止任何车辆在基层上通行，避免基层结构受损。

9.6.2 采用薄膜覆盖养生。养生过程中，保持基层处于湿润状态，不应使基层频繁处于干湿交替循环状态。

9.6.3 浇筑式磷石膏混合料道路基层验收合格养生达到本导则所规定的技术要求后，方可进行路面面层施工。

10 装配式磷石膏道路基层施工

10.1 一般规定

10.1.1 装配式磷石膏道路基层施工前应制定施工组织设计、施工方案；施工组织设计应符合 CJJ 1 的规定；施工方案应包括装配式磷石膏基块的安装方法、质量管理及安全措施等。

10.1.2 装配式磷石膏道路基层基块的吊装作业严禁使用钢丝绳吊装。

10.1.3 装配式磷石膏道路基层路面设计基准期应按现行行业标准 CJJ 169 的有关规定执行。

10.1.4 施工流程：施工准备→现场放样→铺设基块→基层封边→灌缝及养生→验收

10.2 施工准备

10.2.1 施工前，施工单位应组织有关施工技术、管理人员，施工作业人员等，对该项新技术进行专业系统培训，培训合格后方可进行施工作业。

10.2.2 施工前，应对底基层的平整度和高程进行复测。平整度允许偏差不大于 15mm，纵断高程允许偏差±20mm。

10.2.3 施工单位应根据设计基层面积和基块规格确定基块的数量。

10.2.4 基块的堆放场地应平整、稳固。合理规划基块的堆放场地；卸载的基块数量不应少于该处面积应铺设的基块数量。

10.2.5 基块进场时应按照设计要求检查材料基块的规格、生产日期、质量合格证和型式检验报告；所选

用基块性能指标均应满足设计文件的要求。

10.2.6 遇冬季、雨季等特殊气候条件下施工时，应结合工程实际情况，制定施工方案，经批准后方可进行施工。

10.3 施工放线

10.3.1 依据路面宽度放出铺设基块区域中线及边线，采用石灰粉进行标记。

10.3.2 道路两侧边缘距离中线预留不低于 300mm 宽的施工区域，采用水泥混凝土进行浇筑，强度不低于 C30。

10.3.3 施工放线完成后，经自检合格上报监理部门，由监理工程师进行验收，验收合格后方可进行下一道工序施工。

10.4 铺设基块

10.4.1 基块铺设宜先沿中线向边线方向铺设，纵横双向摆正，缝隙宽度宜为 10~20mm。

10.4.2 基块铺设时应使用双参数塞尺检查基块间缝隙宽度，对于不满足要求的进行调整。

10.4.3 基块的铺设与底基层之间应平整、稳固、无翘动，不得出现空洞。

10.4.4 采用移动式液压机械手臂进行机械化铺设。

10.4.5 基块铺设完成后，经自检合格上报监理部门，由监理工程师进行验收，验收合格后方可进行下一道工序施工。

10.5 基层封边

10.5.1 沿已铺设完成基块的四周边缘支立模板，模板高度不低于所铺设基块高度。

10.5.2 模板外侧采用钢钎或钢筋进行固定。固定间距不大于 600mm。

10.5.3 模板之间的拼缝应采用加固措施，防止灌缝料溢出。

10.5.4 灌缝料施工结束后再进行封边混凝土浇筑施工。

10.5.5 在浇筑水泥混凝土施工时，应设置伸缩缝，伸缩缝间距不宜大于 10m，缝宽 20mm，缝深 150mm，伸缩缝的位置不得与基块接缝重合。

10.5.6 封边混凝土浇筑完成后，养护期不得低于 7d；强度达到设计强度 70%后方可进行下一道工序施工。

10.6 灌缝料及养生

10.6.1 灌缝料进场时应检查流动度及离析情况，满足 JC/T 1023 标准要求后方可进行灌缝施工。

10.6.2 基块灌缝前应清理基块缝隙内杂物。

10.6.3 遇温度低于 5℃或雨季等特殊气候时，应采取相应措施或停止灌缝施工。

10.6.4 采用泵送灌缝料时，出口流速不宜大于 0.8m/s；可同时采用多个灌缝料出口。

10.6.5 灌缝作业时，灌缝料在基块缝隙内应连续饱满，灌注高度与基块顶面高度保持一致。

10.6.6 灌缝料分区灌注时，应从低处向高处进行灌注，按顺序进行，连续灌注，直至基块顶面高度一致；灌缝应饱满，多点灌注时，应排列成一线，不得随意进行灌注。

10.6.7 在灌缝作业时，应现场留置试块，每隔 24h 应对试块做 7d 抗压强度检测并观测强度曲线，强度未

达到设计强度前严禁施工机械设备在装配式基层上行驶及进行下一道工序施工。

10.6.8 灌缝施工结束后，需进行至少 24h 以上的养生期。

11 质量检验与验收

11.1 路用磷石膏道路基层

11.1.1 主控项目

a) 原材料质量检查

- (1) 原材料检验涵盖结合料、被稳定材料等相关材料试验，检测指标均需符合设计及技术标准。
- (2) 施工前应对原材料每批次进行抽查，以满足本文件技术要求才能使用，检查项目见表 11.1.1-1。

表 11.1.1-1 原材料进场质量检查项目和要求

项目	名称	检查项目	频次	技术标准
原 材 料 检 测	改性剂	匀质性指标	每 50 吨为 1 批次, 批次少于 50 吨, 按 1 批次抽检	满足本导则要求
	磷石膏、净化磷石膏、磷建筑石膏、路用磷石膏	附着水、粒度 (1.18mm 通过率)、 P ₂ O ₅ 、F、pH 值	每 2000 吨为 1 批次, 每批次至少 2 个样品	
	P·042.5 水泥	强度、安定性、凝结时间、细度	每 50 吨为 1 批次, 批次少于 50 吨, 按 1 批次抽检	
	水	pH 值	使用前	
	固化剂	匀质性指标	每 50 吨为 1 批次, 批次少于 50 吨, 按 1 批次抽检	

(3) 其它材料的检查应符合 JTG/T F20 的有关规定。

b) 原材料质量检验应符合下列要求:

- (1) 磷石膏应符合本导则第 5.1 节的规定。
- (2) 净化磷石膏应符合本导则第 5.2 节的规定。
- (3) 路用改性磷石膏应符合本导则第 5.4 节的规定。
- (4) 改性剂应符合本导则第 5.5 节的规定。
- (5) 固化剂应符合本导则第 5.6 节的规定。
- (6) 水泥应符合本导则第 5.7 节的规定。
- (7) 粉煤灰应符合本导则第 5.8 节的规定。
- (8) 拌和用水应符合本导则第 5.11 节的规定。

检查数量: 按不同材料进厂批次, 每批次抽查 1 次;

检查方法: 查检验报告、复验。

c) 基层、底基层的压实度应符合下列要求:

碾压完成后, 每 1000m²每压实层用灌砂或灌水法抽检 1 点检测混合料的压实度, 其要求符合表 11.1.1-2 规定。

表 11.1.1-2 底层、底基层材料的压实标准

指标	结构层	技术要求
----	-----	------

		特重交通	重、中交通	轻交通
压实度 (%)	基层	—	—	≥92
	底基层	≥92	≥92	≥91

d) 基层、底基层试件的 7d 抗压强度应符合设计要求。

检查数量：每 2000m² 抽检 1 组（6 块）。

检验方法：现场取样试验。

e) 弯沉值，不应大于设计规定。

检查数量：设计规定时每车道、每 20m，测 1 点。

检验方法：弯沉仪检测。

11.2.2 一般项目

a) 表面应平整、坚实、接缝平顺，无推移、裂缝、贴皮、松散、浮料。

b) 基层及底基层的偏差应符合本导则表 11.2.2-1 的规定。

表 11.2.2-1 基层及底基层的偏差

项 目	允许偏差	检验频率			检验方法	
		范围	点数			
中线偏位 (mm)	≤20	100m	1		用经纬仪测量	
纵断高程 (mm)	基层 ±15	20m	1		用水准仪测量	
	底基层 ±20					
平整度 (mm)	基层 ≤10 底基层 ≤15	20m	路宽 (m)	<9	1	用 3m 直尺和塞尺连续量两尺，取较大值
				9~15	2	
				>15	3	
宽度 (mm)	不小于设计规定+B	40m	1		用钢尺量	
横坡	±0.3%且不反坡	20m	路宽 (m)	≤9	2	用水准仪测量
				9~15	4	
				>15	6	
厚度 (mm)	±10	1000m ²	1		用钢尺量	

11.2 磷石膏轻集料道路基层

11.2.1 主控项目

a) 原材料质量检查

(1) 原材料检验应包括结合料、被稳定材料及其他相关材料的试验。所有检测指标均应满足相关设计标准或技术标准的要求。

(2) 施工前应对原材料每批次进行抽查，以满足本文件技术要求才能使用，检查项目见表 11.2.1-1。

表 11.2.1-1 原材料进场质量检查项目和要求

序号	项目	名称	检查项目	频次	技术标准
----	----	----	------	----	------

1	原材料检测	改性剂	匀质性指标	每 50 吨为 1 批次, 批次少于 50 吨, 按 1 批次抽检	满足本导则要求
2		磷石膏、净化磷石膏、磷建筑石膏、	附着水、粒度 (1.18mm 通过率)、 P ₂ O ₅ 、F ⁻ 、pH 值	每 2000 吨为 1 批次, 每批次至少 2 个样品	
3		P·O42.5 水泥	强度、安定性、凝结时间、细度、	每 50 吨为 1 批次, 批次少于 50 吨, 按 1 批次抽检	
4		水	pH 值	使用前	
5		磷石膏 轻集料	密度、颗粒分析、粒型系数、粉尘含量、 筒压强度、1h 吸水量、软化系数	每 2000m ³ 测 2 个样品	
6		砂	密度、级配、有机质含量	每 2000m ³ 测 2 个样品	

b) 原材料质量检验应符合下列要求:

- (1) 磷石膏应符合本导则第 5.1 节的规定。
- (2) 净化磷石膏应符合本导则第 5.2 节的规定。
- (3) 磷建筑石膏应符合本导则第 5.3 节的规定。
- (4) 水泥应符合本导则第 5.7 节的规定。
- (5) 砂应符合本导则第 5.9 节的规定。
- (6) 磷石膏轻集料应符合本导则第 5.10 节的规定。
- (7) 拌和用水应符合本导则第 5.11 节的规定。

检查数量: 按不同材料进厂批次, 每批次抽查 1 次;

检查方法: 查检验报告、复验。

c) 基层、底基层的压实度应符合下列要求:

碾压完成后, 每 1000m²每压实层用灌砂或灌水法抽检 1 点检测混合料的压实度, 其要求符合表 11.2.1-2 规定。

表 11.2.1-2 底层、底基层材料的压实标准

指标	结构层	技术要求 (单位: %)		
		特重交通	重、中交通	轻交通
压实度	基层	≥98	≥98	≥97
	底基层	≥97	≥97	≥96

d) 基层、底基层试件作 7d/14d 抗压强度, 应符合设计要求。

检查数量: 每 2000m² 抽检 1 组 (6 块)。

检验方法: 现场取样试验。

e) 弯沉值, 不应大于设计规定。

检查数量: 设计规定时每车道、每 20m, 测 1 点。

检验方法: 弯沉仪检测。

11.2.2 一般项目

a) 表面应平整、坚实、接缝平顺, 无明显磷石膏轻集料、砂集中现象, 无推移、裂缝、贴皮、松散、浮料。

b) 基层及底基层的偏差应符合本导则表 11.2.2-1 的规定。

表 11.2.2-1 基层及底基层的偏差

项	允许	检验频率	检验方法
---	----	------	------

目		偏差	范围	点数			
中线偏位 (mm)		≤20	100m	1			用经纬仪测量
纵断高程 (mm)	基层	±15	20m	1			用水准仪测量
	底基层	±20					
平整度 (mm)	基层	≤10	20m	路宽 (m)	<9	1	用 3m 直尺和塞尺连续量两尺，取较大值
	底基层	≤15			9~15	2	
					>15	3	
宽度 (mm)		不小于设计规定 +B	40m	1			用钢尺量
横坡		±0.3%且不反坡	20m	路宽 (m)	≤9	2	用水准仪测量
					9~15	4	
					>15	6	
厚度 (mm)		±10	1000m ²	1			用钢尺量

11.3 浇筑式磷石膏道路基层

11.3.1 主控项目

a) 原材料质量检验应符合下列要求:

- (1) 磷石膏应符合本导则第5.1节的规定。
- (2) 净化磷石膏应符合本导则第5.2节的规定。
- (3) 磷建筑石膏应符合本导则第5.3节的规定。
- (4) 改性剂应符合本导则第5.5节的规定。
- (5) 固化剂应符合本导则第5.6节的规定。
- (6) 水泥应符合本导则第5.7节的规定。
- (7) 砂应符合本导则第5.9节的规定。
- (8) 磷石膏轻集料应符合本导则第5.10节的规定。

检查数量: 按不同材料进厂批次, 每批次抽查1次;

检查方法: 查检验报告、复验。

b) 基层、底基层试件作 7d 抗压强度, 应符合设计要求。

检查数量: 每 2000m² 抽检 1 组 (6 块)。

检验方法: 现场取样试验。

频率: 每工班测 1 次

c) 弯沉值, 不应大于设计规定。

检查数量: 设计规定时每车道、每 20m, 测 1 点。

检验方法: 弯沉仪检测。

d) 坍落度：每工班测3次，有变化随时测

11.3.2 一般项目

a) 表面应平整、坚实、接缝平顺，无明显磷石膏轻集料、砂集中现象，无推移、裂缝、贴皮、松散、浮料。

b) 基层及底基层的偏差应符合本导则表 11.3.2-1 的规定。

表 11.3.2-1 基层及底基层的偏差

项 目	允许 偏差	检验频率			检验方法		
		范围	点数				
中线偏位 (mm)	≤20	100m	1		用经纬仪测量		
纵断高程 (mm)	基层	20m	1		用水准仪测量		
	底基层					±20	
平整度 (mm)	基层	20m	路宽 (m)	<9	1	用 3m 直尺和塞尺连续量两尺， 取较大值	
	底基层			≤15	9~15		2
				<10	>15		3
宽度 (mm)	不小于设计规定+B	40m	1		用钢尺量		
横坡	±0.3%且不反坡	20m	路宽 (m)	≤9	2	用水准仪测量	
				9~15	4		
				>15	6		
厚度 (mm)	±10	1000m ²	1		用钢尺量		

11.4 装配式磷石膏道路基层

11.4.1 装配式磷石膏道路基层的检验标准应符合现行行业标准 CJJ 1 的有关规定。

11.4.2 装配式道路基层的原材料质量检验应符合下列规定：

- a) 路用改性磷石膏应符合 JT/T 1551 规定要求；
- b) 石膏基灌缝料的物理性能应符合本技术导则表 5.13.2-1 的规定。
- c) 磷石膏改性剂应符合相关规范要求。其中，工业硅酸钠应符合 GB/T 4209 的规定，生石灰应符合 HG/T 4205 中 I 类材料的规定，消石灰应符合 HG/T 4120 的规定。
- d) 其他未尽事宜应符合现行行业标准 CJJ 1 和 JC/T 1023 的有关规定。

11.4.3 基块及灌缝料

a) 主控项目

(1) 装配式磷石膏基块的物理力学性能应不低于基层设计强度。

检查数量：同一品种、规格，每 10000 块或每批次抽样检查 1 次。

检查方法：检查出厂检验报告和有效期内的型式检验报告；施工方案对基块取芯进行强度复检。

(2) 装配式磷石膏基块顶面弯沉值不应大于设计规定值。

检查数量：设计规定时每车道、每 20m，测 1 点。

检验方法：弯沉仪检测。

(3) 装配式磷石膏基块的厚度应满足设计要求的规定，允许偏差应为±3mm。

检查数量：同一品种、规格，每 10000 块或每批次抽样检查 10 块。

检查方法：游标卡尺测量。

(4) 铺设后相邻高差基块高差应小于或等于 15mm。

检查数量：每 2000 块检查 10 点。

检验方法：直尺、塞尺。

(5) 灌缝料

检查数量：同一配合比，每 10000m² 1 组（6 块）不足 10000m² 为 1 组。

检查方法：检查产品合格证和出厂检验报告；进场后检查试验报告。

检验部位：在接缝处取芯。

b) 一般项目

(1) 装配式磷石膏基块尺寸和外观允许偏差应符合本导则的规定。

检查数量：同一品种、规格，基块尺寸每 5000 块或每批次抽样检查 10 块。基块外观全数检查。

检查方法：基块尺寸采用钢尺测量，基块外观采用观察。

(2) 装配式磷石膏基块铺设后纵向应无通缝。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察

(3) 装配式磷石膏基块铺装后表面应平整、稳固、无翘动。

检查数量：全数检查。

检查方法：直尺、观察。

(4) 装配式磷石膏基块基层允许偏差应满足表 11.4.3-1 要求

表 11.4.3-1 装配式磷石膏基块基层允许偏差基

序号	项目	允许偏差	检查频率		检测方法
			范围	点数	
1	纵断高程 (mm)	±20	20m	1	水准仪测量
2	缝宽 (mm)	±10	20m	1	间隙检测塞
3	宽度 (mm)	不大于设计	40m	1	钢尺量
4	相邻高差 (mm)	≤15mm	20m	1	钢尺量
5	横坡	±0.3%且不反	20m	1	水准仪测量

(5) 灌缝应饱满、连续，灌注高度应与基块顶面高度保持一致。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察

(6) 灌缝后基块表面应保持清洁，不被灌缝料污染。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察。

12 环保要求

12.1 磷石膏经预处理后可用于道路基层，经养护后的筑路物料按照 HJ 557 制备的浸出液中氟化物、磷酸盐(以 P 计)、氨氮、化学需氧量、总铅、总镉、总砷、总汞和总铬浓度应满足 GB 18599 中界定的第 I 类一般工业固体废物的要求。

12.2 磷石膏筑路物料利用过程中的转运和临时存放应采取相应的防渗漏、防雨淋、防扬尘措施。

12.3 磷石膏筑路利用的道路工程设计、施工应满足相关的国家和地方技术要求。

附录 用词说明

1 为便于在执行本导则条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“应”；

反面词采用“不得”。

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”；

反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”；

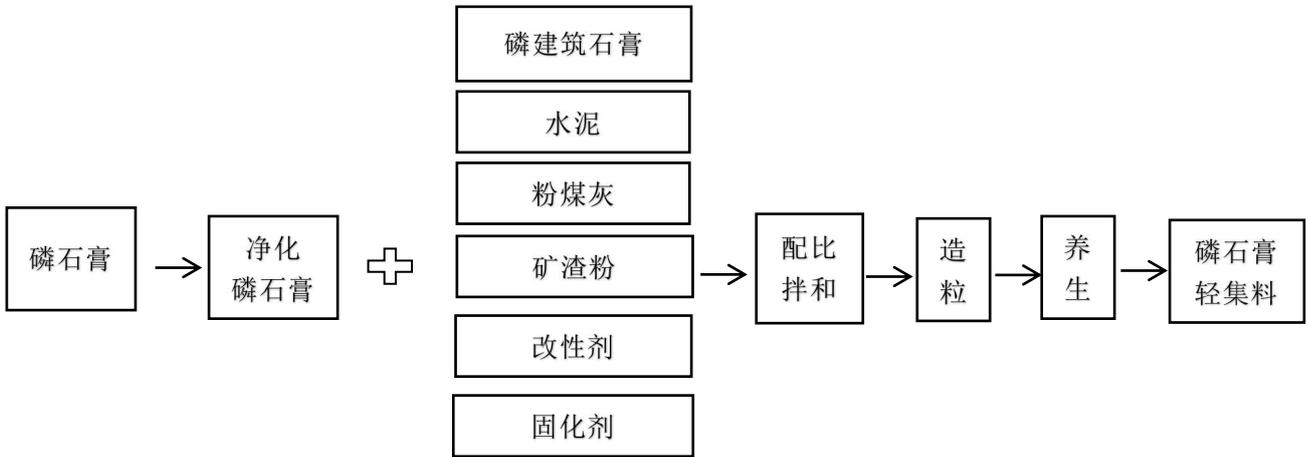
反面词采用“不宜”；

表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

附录 B：条文说明

3.7 磷石膏轻集料加工流程：



5.2 由于各地各企业湿法磷酸工艺水平和磷矿矿源的不同，所生产的磷石膏品质也参差不齐，所以在使用前需对原状磷石膏进行预处理，预处理的方式有多种，较为常见的有水洗净化处理方法、中和改性法、闪烧法、浮选法和球磨法。磷石膏市政道路基层材料中的有害成分主要来自原状磷石膏，所以在原状磷石膏品质满足现行《磷石膏》（GB/T 23456）中规定的基础上，根据《磷石膏无害化处理技术规程（试行）》鄂经信原材料〔2022〕76号文件中相关规定，进一步对无害化处理后的磷石膏进行改性再生，使其满足道路工程材料的使用要求。

5.11 固化剂的固化胶凝网络在与磷石膏混合料结合过程中，没有达到一定的设计强度之前，如有水分过早渗入会稀释固化剂的凝脂，故而阻碍了其固化强度的形成，同时也破坏了其内部物质结构，因此会大大降低磷石膏混合料的7d抗压强度和防渗透等工程性能和功能。建议早期强度形成前应注意防水。

6.1 6.1.2 第d)条，对于相同原材料、相同生产参数、同一配合比，可在目标配合比设计期间开展冻融循环和干湿循环试验即可。

6.1 6.1.3 第a)条主要指的是磷石膏混合料在生产过程中根据气温变化、运输距离、施工机械运行等情况进行判断，以便随时调整磷石膏混合料的含水量。

12.1.1 采用标准试件浸出液特征污染物浓度评价磷石膏市政道路材料的环保性能，试验方法参考DB42/T 1991中附录B和附录C。