

ICS 93.080.30

P66

备案号: 56875-2017

DB32

江 苏 省 地 方 标 准

DB 32/T 3311—2017

抗裂嵌挤型水泥稳定碎石 路面基层施工技术规范

Technical specification for construction of cement stabilized material with crack
tance and interlock characteristics

2017 - 09 - 25发布

2017 - 10 - 25 实施

江苏省质量技术监督局 发 布

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写规则》给出的规则起草。

本标准由江苏省交通运输厅提出并归口。

本标准起草单位：江苏省交通运输厅公路局、苏交科集团股份有限公司。

本标准主要起草人：周进、凌晨、蒲政、吴春颖、曹荣吉、胡静媛、郑炳锋、王振、陈科、刘伟、叶勤。

抗裂嵌挤型水泥稳定碎石路面基层施工技术规范

1 范围

本标准规定了抗裂嵌挤型水泥稳定碎石路面基层施工技术的术语和定义、符号及代号、总则、一般规定、施工准备、材料要求、混合料配合比设计、试铺段施工、施工要点及质量管理等。

本标准适用于抗裂嵌挤型水泥稳定碎石路面基层施工。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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/T 1346 水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法

JTG D50 公路沥青路面设计规范

JTG E30 公路工程水泥及水泥混凝土试验规程

JTG E40 公路土工试验规程

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 E60 公路路基路面现场测试规程

JTG/T F20 公路路面基层施工技术细则

JTG/T F30 公路水泥混凝土路面施工技术细则

DB32/T 1246 江苏省高速公路沥青路面施工技术规范

3 术语和定义

以下术语和定义适用于本文件。

3.1

基层 base

直接位于沥青路面面层下的主要承重层，或直接位于水泥混凝土面板下的结构层。

3.2

水泥稳定碎石 cement stabilized material

以水泥为结合料，通过加水与被稳定碎石共同拌合形成的混合料。

3.3

抗裂嵌挤型水泥稳定碎石 cement stabilized material with crack resistance and interlock characteristics

通过混合料合成级配的控制，形成骨架嵌挤结构的水泥稳定碎石混合料。

3.4

集料 aggregate

在混合料中起骨架和填充作用的粒料，包括碎石、机制砂、石屑、砂等。

3.5

最佳含水量和最大干密度 the optimum water content and the maximum dry density

无机结合料稳定材料进行击实或振实试验时，在含水量——干密度坐标系上绘出各个对应点，连成圆滑的曲线，曲线的峰值点对应的含水量和干密度即为最佳含水量和最大干密度。

3.6

抗压强度 compressive strength

试件单位面积上所能承受的最大压力。

3.7

松铺厚度 thickness of loose paving material

未经压实的材料层厚度。

3.8

松铺系数 coefficient of loose paving material

材料的松铺厚度与达到规定压实度的压实厚度之比值。

3.9

容许延迟时间 permitted delay time

在满足强度标准的前提下，水泥稳定碎石混合料拌和后至碾压成型之前所容许的最大时间间隔。

3.10

碾压遍数 compaction time

压路机沿相同或相近轮迹往返碾压各1次，成为碾压1遍，并以此方式计算碾压数量。

4 符号

下列符号适用于本文件。

ρ_d : 混合料的干密度 (g/cm³)。

ρ_w : 混合料的湿密度 (g/cm³)。

ω : 混合料的含水量 (%)。

R_c : 试件的无侧限抗压强度 (MPa)。

R_d : 抗压强度代表值 (MPa)。

5 总则

- 5.1 为规范江苏省抗裂嵌挤型水泥稳定碎石路面基层施工,促进施工管理的标准化、规范化、精细化,特制定本标准。
- 5.2 本标准依据国家、交通运输部等工程建设主管部门发布的与水泥稳定碎石路面基层相关的文件、标准、规范、规程和技术指南编写。
- 5.3 本标准适用于各等级公路新建工程、大中修工程和改扩建工程的抗裂嵌挤型水泥稳定碎石路面基层施工。
- 5.4 应采用符合本规范的原材料、施工配合比、施工工艺和质量管理规定。在满足实际工程技术要求的前提下,应优先选用技术可靠、经济合理的当地材料。
- 5.5 宜采用新工艺和新材料,提高路面基层抗裂效果。
- 5.6 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石路面基层施工工期必须服从于质量、施工环境温度、材料准备等相关要求,不得随意提前。
- 5.7 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石路面基层施工应改善层间粘结,提高路面耐久性。
- 5.8 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石路面基层施工,必须符合国家环境和生态保护的规定,降低能源和材料消耗,保护环境。

6 一般规定

- 6.1 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石路面基层应采用集中厂拌、摊铺机摊铺、压路机碾压密实的施工工艺。
- 6.2 当沥青路面基层采用抗裂嵌挤型水泥稳定碎石基层结构时,应采用分层施工方法,分层压实厚度宜不超过 20cm,不小于 15cm。
- 6.3 在正式施工前,必须铺筑试铺段,对施工工艺进行总结,试铺段的质量检查频率应是正常路段的两倍。
- 6.4 基层施工前,应对混合料进行配合比设计。在施工过程中,不得随意变更经设计确定的标准配合比。
- 6.5 在拌和、运输和摊铺过程中,应采取各种有效措施,防止水泥稳定碎石混合料在施工中出现离析,对已经出现的离析应在碾压前进行处理,将其铲除重铺。
- 6.6 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石路面基层宜在冰冻到来的 15d 之前完成施工,禁止在气温低于 5℃ 状态下施工,并宜避免在高温天气施工,气温高于 35℃ 应采取特殊措施施工。
- 6.7 宜避免在雨季施工,且不应在雨天施工。
- 6.8 路面基层施工应连续作业,中途不宜停工,尽量减少施工接缝,桥头施工应与正常路段一次成型。
- 6.9 同一路段抗裂嵌挤型水泥稳定碎石路面基层左右幅施工应错开。当基层分层施工时,单幅两层连续施工完成并养生到位后,再开始另外单幅的施工。

7 施工准备

7.1 一般规定

- 7.1.1 调查沿线料源分布和交通条件,确定拌和场的具体位置及平面布置。
- 7.1.2 应在下承层施工质量检测合格后,进行上面结构层施工。

7.2 技术准备

7.2.1 应与相关试验检测机构,开展水泥、集料、混合料等原材料、成品料的试验比对工作。

7.2.2 应按规定对路线的导线点及水准点进行复测,并根据需要进行相应测点的加密。

7.3 机械准备

路面基层的机械设备配置应不低于表1的要求。

表1 机械设备配置

机械设备名称	单位	数量	备注
拌和机	台	1	产量大于 400t/h
水泥钢制罐仓	个	2	配有水泥破拱器
摊铺机	台	2	型号及磨损程度宜相同
单钢轮振动压路机 (18T 以上)	台	不少于 2	
单钢轮振动压路机 (20T 以上)	台	不少于 2	
轮胎压路机 (25T 以上)	台	不少于 2	
装载机	台	2	
自卸汽车 (15T 以上)	辆	不少于 15	
洒水车	辆	4	
注: 机械设备为双向4车道高速公路和一级公路, 一个工作面所配置。拌和机要有五个进料斗, 料斗口必须安装钢筋网盖; 拌和机的用水应配有大容量的储水箱。其他等级公路可参照执行。			

7.4 试验检测仪器准备

主要检测试验仪器配置不低于表2的要求。

表2 试验仪器配置

试验仪器名称	数量	备注
水泥胶砂振动台	1 台	ISO 法
水泥凝结时间测定仪	1 台	
水泥比表面积测定仪	1 台	
安定性检验仪	1 台	
水泥剂量测定设备	1 套	
重型击实仪	1 台	宜优先采用振动成型仪
振动成型仪	1 台	
恒温烘箱	1 台	
抗压试件制备与抗压强度测定设备	1 套	
标准养护室	1 间	
脱模器	1 台	
标准养护设备	1 台	
灌砂筒等压实度测定设备	1 套	
标准筛	1 套	方孔
液、塑限联合测定仪	1 台	
压碎值仪	1 台	

表 2 试验仪器配置 (续)

试验仪器名称	数量	备注
针片状测定仪器	1 台	
砂当量仪	1 台	
取芯机	1 台	
3 米直尺	1 件	

7.5 料场及材料准备

7.5.1 合理划分拌和作业区、试验区、集料堆放区, 设置完善的排水系统。

7.5.2 料场场地须硬化处理、采用隔墙确保不串料、设置排水沟防止料场积水、宜采用篷布或防雨棚等覆盖措施。

7.5.3 路面基层正式施工前, 材料储量应满足连续施工需要, 其中基层集料满足 5d~7d 的用量要求。

7.6 下承层验收与准备

7.6.1 底基层验收与准备

底基层验收与准备包括以下内容:

- 底基层外形检查。检查内容包括: 高程、中线偏位、宽度、横坡度和平整度。
- 底基层缺陷应进行检查和修复。
- 清除底基层表面浮土, 用鼓风机将下承层浮灰及杂物清理干净。底基层表面高出设计标高部分应予刮除并将刮下的部分扫出路外; 局部低于设计标高之处, 不能进行贴补, 必须将其挖除重铺或用基层找平。
- 测量人员提前恢复中线, 直线段宜每 10m 设一中桩, 平曲线每 5m 设一个中桩, 在两侧路肩外边缘设置指示桩, 指示桩应明显标记出水泥稳定碎石基层边缘的设计高度, 用白灰画出水泥稳定碎石基层的边缘线。
- 底基层的表面沉降速率应达到连续两个月小于 5mm/月才可铺筑基层。

7.6.2 下基层验收与准备

抗裂嵌挤型水泥稳定碎石路面下基层质量标准应符合本标准的规定。

8 材料要求

8.1 水泥

8.1.1 优先采用普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥, 应符合 JTG E30 与 GB/T 1346 的规定。其初凝时间应不小于 4h, 终凝时间宜不小于 6h, 宜采用 42.5 级及以上缓凝水泥, 原则上快硬、早强和受潮变质水泥不得使用。

8.1.2 散装水泥入罐时, 安定性合格后方能使用, 储存温度不能高于 50℃, 温度较高时应采用降温措施。

8.1.3 在水泥稳定碎石混合料中掺加缓凝剂或早强剂时, 应对混合料进行试验验证。缓凝剂和早强剂的技术要求应符合 JTG/T F30 的规定。

8.2 粗集料

8.2.1 应洁净、干燥、表面粗糙、无风化、无杂质。

8.2.2 粗集料的技术要求见表 3。

表 3 粗集料技术要求

检验项目		技术要求	试验方法
石料压碎值	不大于 (%)	26	T 0316
粒径大于 9.5mm 针片状颗粒含量	不大于 (%)	15	T 0312
粒径小于 9.5mm 针片状颗粒含量	不大于 (%)	15	T 0312
粗集料水洗法<0.075mm 颗粒含量	不大于 (%)	2	T 0310

8.2.3 应选择适当的碎石加工工艺,用于破碎的原石粒径应为破碎后碎石公称最大粒径的 3 倍以上。高速公路基层用碎石应采用反击破碎的加工工艺。

8.2.4 碎石加工中,根据筛网的倾斜角度,选择合理的筛孔尺寸。粒径尺寸与筛孔尺寸对应关系应符合表 4 的规定。根据破碎方式和石质的不同,可适当调整筛孔尺寸,调整范围宜为 1mm~2mm。

表 4 粒径尺寸与筛孔尺寸对应表

粒径尺寸 (mm)	4.75	9.5	19.0	31.5
筛孔尺寸 (mm)	6	11	22	32

8.3 细集料

8.3.1 路面基层的细集料包括天然砂、机制砂、石屑。细集料应洁净、干燥、无风化、无杂质,并有适当的颗粒级配。

8.3.2 细集料的技术要求见表 5。试验方法参见 JTG E40 与 JTG E42 要求。

表 5 细集料技术要求

检验项目		技术要求	试验方法
细集料水洗法<0.075mm 颗粒含量	不大于 (%)	15	T 0333
液限	小 于 (%)	28	T 0118
塑性指数	小 于	6	T 0118
砂当量	不小于 (%)	50	T 0334

8.3.3 对 0mm~2.36mm 和 0mm~4.75mm 的细集料应分别严格控制大于 2.36mm 和 4.75mm 的颗粒含量。对 2.36mm~4.75mm 的细集料应严格控制小于 2.36mm 的颗粒含量。

8.4 集料分档

8.4.1 最大粒径为 31.5mm,宜将 0~4.75mm 分为 2.36~4.75mm、0~2.36mm 两档,高速公路和一级公路应按不少于 4 档备料,对极重、特重交通,宜选择不少于 5 档备料。集料分档备料规格要求见表 6。

表6 集料分档备料规格

序号	一档	二档	三档	四档
1	9.5mm~31.5mm	4.75mm~9.5mm	2.36mm~4.75mm	0mm~2.36mm
2	19mm~31.5mm	4.75mm~19mm	2.36mm~4.75mm	0mm~2.36mm
3	19mm~31.5mm	9.5mm~19mm	4.75mm~9.5mm	0mm~4.75mm

8.4.2 针对实际情况, 0mm~4.75mm 水洗法小于 0.075mm 颗粒含量较高, 合成级配细料、粉料含量不满足要求, 综合经济因素, 结合成本造价, 提高路面耐久性, 减少半刚性基层沥青路面反射裂缝, 可采用如下三种方案之一备料:

- 掺加 2.36mm~4.75mm (玄武岩) 替代部分 0mm~4.75mm 石屑。基层的碎石最大粒径为 31.5mm, 按粒径 9.5mm~31.5mm、4.75mm~9.5mm、2.36mm~4.75mm (玄武岩) 和 0mm~4.75mm 四种规格备料;
- 掺加 0mm~4.75mm 天然砂 (河砂) 替代部分 0mm~4.75mm 石屑, 天然砂的用量通常不宜超过集料总量的 15%。基层的碎石最大粒径为 31.5mm, 按粒径 9.5mm~31.5mm、4.75mm~9.5mm、0mm~4.75mm 和 0mm~4.75mm 天然砂 (河砂) 四种规格备料。天然砂通常宜采用粗、中砂, 其规格应符合表 7 的规定;

表7 0mm~4.75mm 天然砂 (河砂) 级配范围要求

集料	通过下列筛孔 (方孔筛, mm) 的质量百分率 (%)							
	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
粗砂	100	90~100	65~95	35~65	15~30	5~20	0~10	0~5
中砂	100	90~100	75~90	50~90	30~60	8~30	0~10	0~5

- 掺加 0mm~2.36mm (玄武岩) 替代部分 0mm~4.75mm 石屑。基层的碎石最大粒径为 31.5mm, 按粒径 9.5mm~31.5mm、4.75mm~9.5mm、0mm~2.36mm (玄武岩) 和 0mm~4.75mm 四种规格备料。

8.5 水

水应洁净, 不含有害物质。

9 混合料配合比设计

9.1 一般规定

9.1.1 配合比设计应包括目标配合比设计与生产配合比设计两部分。

9.1.2 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料组成的设计级配应符合本标准要求, 其中 2.36mm、0.6mm、0.075mm 的通过率宜尽量接近级配范围的下限。

9.1.3 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料配合比设计应根据施工图设计确定的强度标准, 通过试验选择骨架嵌挤、级配密实、施工和易性好的混合料, 并确定设计水泥剂量、最大干密度和最佳含水量。

9.1.4 为减少基层裂缝, 应做到以下三点: 在满足设计强度的基础上限制水泥用量; 在合成级配满足要求的同时限制细料、粉料用量; 根据施工时气候条件限制含水量。施工中要求水泥剂量应不大于 4.5%, 混合料合成级配中小于 0.075mm 颗粒含量宜不大于 3%, 碾压时含水量宜不超过最佳含水量的 1%~2%。

9.1.5 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料目标配合比设计完成后, 应调试水泥稳定碎石拌和机, 进行生产配合比设计, 使拌制的抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料符合配合比设计要求。

9.2 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料配合比设计

9.2.1 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料配合比设计方法见附录 A。取工地实际使用的碎石，分别进行水洗筛分，按颗粒组成进行计算，确定各种碎石的组成比例。要求组成混合料的级配宜符合表 8 的规定，关键筛孔的控制范围宜符合表 9 的规定。

表 8 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料矿料级配范围

级配	通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 (%)						
	31.5	19	9.5	4.75	2.36	0.6	0.075
范围	100	68~86	38~58	22~32	16~28	8~15	0~5

表 9 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石关键筛孔的推荐控制范围

关键筛孔	控制范围	关键筛孔
4.75mm	28%~32%	4.75mm
0.075mm	宜控制在 3.0%以下	0.075mm

9.2.2 取工地使用的水泥，按不同水泥剂量分组试验。一般水泥剂量按 2.0%~4.5% 范围，分别取 4~5 种水泥剂量比例（外掺）制备混合料，宜用振动成型法或重型击实法确定各组混合料的最大干密度和最佳含水量，参见 JTG E51 规定的试验方法。

9.2.3 根据确定的最佳含水量，分别拌制不同水泥剂量的水泥稳定碎石混合料，按压实标准（宜采用振动成型标准，98%），采用振动成型法或静压法制备混合料试件，在标准条件下养护 6d，浸水 1d 后取出，做无侧限抗压强度试验。

9.2.4 根据 7d 浸水无侧限抗压强度设计要求（可参照静压法成型强度代表值 3.5MPa~4.5MPa；振动压实成型强度代表值 7.0MPa~9.0MPa，根据公路等级选择一个值作为设计强度，可以采用内插法计算水泥剂量），确定水泥稳定碎石的生产配合比。

9.2.5 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料配合比设计流程如图 1 所示。配合比设计记录表格见附录 D。

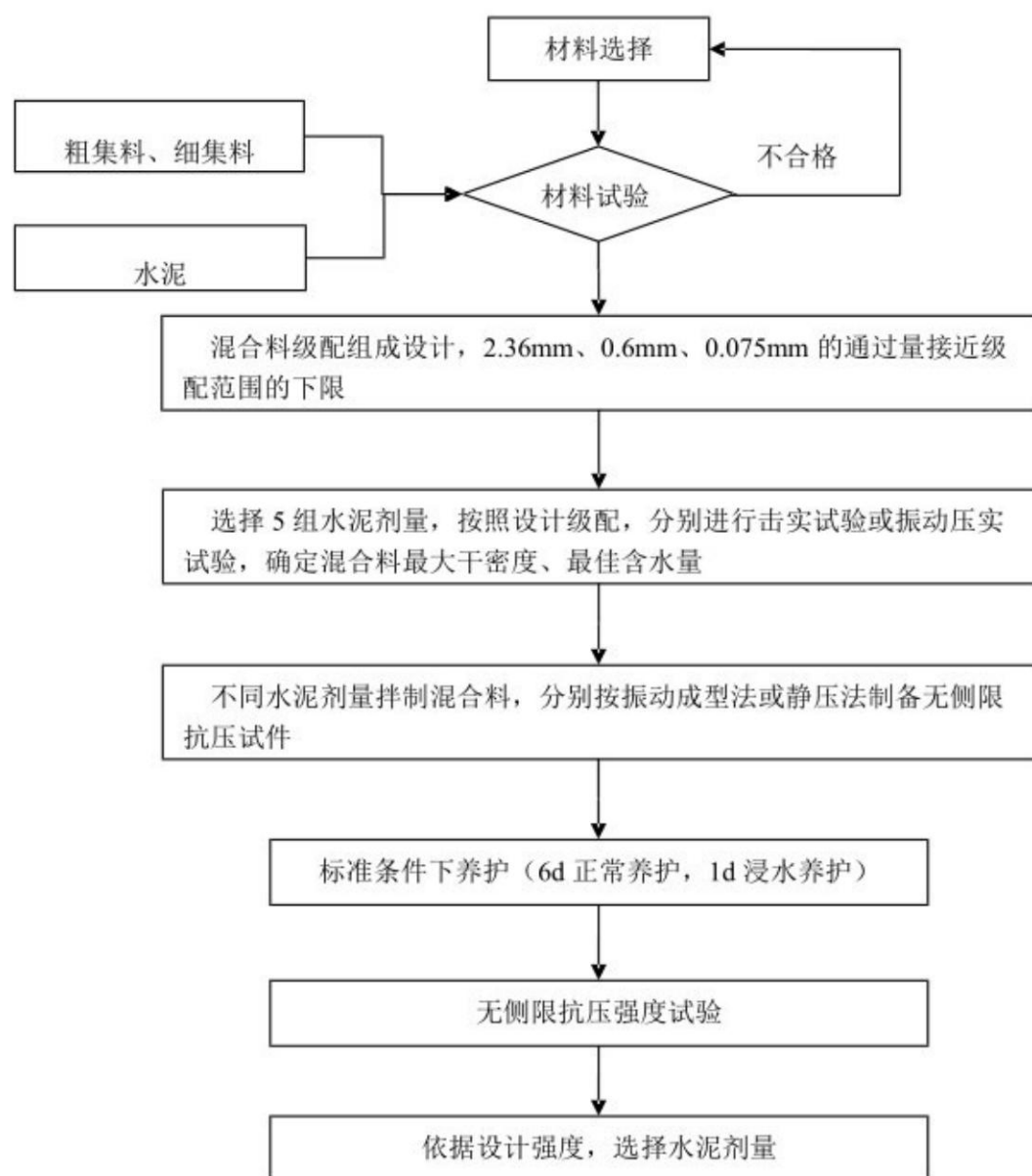


图 1 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料配合比设计流程

10 试铺段施工

10.1 一般规定

10.1.1 正式开工之前, 应进行试铺段施工。试铺段应选择验收合格的主线下承层上进行, 试验段总长度为 300m~400m, 可采用两种不同的碾压方案进行试铺, 每一种试铺方案 150m~200m。

10.1.2 当使用的原材料和混合料, 施工机械、施工方法符合要求, 试铺段各检测结果符合规定后, 按附录 B 要求编写试铺总结, 经审批后作为申报正常路段开工的依据。

10.1.3 试铺段经检验合格, 作为正常路段的一部分, 若不符合要求, 经采取补救措施后仍无法满足使用功能的路段应铲除重铺。

10.2 试铺段决定的主要内容

10.2.1 用于施工的集料配合比例

用于施工的集料配合比例的内容如下：

- a) 调试拌和机，分别称出拌缸中不同规格的碎石、水泥、水的重量，测量其计量的准确性；
- b) 调整拌和产量，保证混合料均匀性；
- c) 检查混合料含水量、集料级配、水泥剂量、7d 无侧限抗压强度。

10.2.2 合适的松铺厚度和松铺系数

10.2.3 标准施工方法

标准施工方法的主要内容有：

- a) 混合料配合比的控制；
- b) 混合料摊铺方法和适用机具，包括摊铺机行进速度、摊铺厚度控制方式、梯队作业时摊铺机间隔距离等；
- c) 含水量的调整和控制方法；
- d) 压实机械的选择和组合，压实的顺序、速度和遍数；
- e) 拌和、运输、摊铺和碾压机械的协调和配合。

10.2.4 每一作业段的合适长度

11 施工要点

11.1 施工工序流程

施工工序流程见附录C。

11.2 拌和

11.2.1 拌和机各料仓开口大小和皮带计量精度应事先标定，并在施工过程中经常检查和调整。

11.2.2 施工中细集料宜采用蓬布覆盖，避免细集料含水量过大，导致施工过程中料仓口堵塞。

11.2.3 每次开始拌和前，应检查场内各处集料的含水量，计算当天的施工配合比，外加水与天然含水量的总和要比最佳含水量略高 1% 左右。

11.2.4 高速公路基层的混合料拌和时，宜采用两次拌和的生产工艺，参见 JTG/T F20 的要求。

11.2.5 每次开始拌和之后，出料时应取样检查是否符合设计的配合比，进行正式生产之后，每天定时检查拌和情况，抽检其配合比、含水量是否变化。高温作业时，早晚与中午的含水量要有区别，要按温度变化、风速大小及时调整。

11.2.6 料仓的加料应有足够数量的装载机，以确保拌和楼各仓集料充足并且相互之间数量协调。拌和楼在每天结束后应清理干净，检查并进行适当维护，尤其要注意避免水泥结块而堵塞水泥下料口。

11.2.7 拌和机出料不应采取自由跌落式的落地成堆、装载机装料运输的办法。应配备带活门漏斗的料仓，由漏斗出料直接装车运输，装车时车辆应前后移动，分三次装料，避免混合料离析。

11.3 运输

11.3.1 运输车辆应采用大吨位的自卸车，车况应良好，每天开工前，要检验运输车辆的完好情况，装料前应将车厢清洗干净。运输车辆数量应满足拌和、出料与摊铺需要，并略有富余。

11.3.2 混合料在运输过程中必须覆盖，以减少水分损失。

11.3.3 应尽快将拌和的混合料运送到铺筑现场。如运输车辆中途出现故障，应尽快排除，如车内混合料不能在初凝时间内运到工地，或预计混合料到碾压最终完成的延迟时间超过水泥初凝时间，必须予以废弃。

11.4 摊铺

11.4.1 在抗裂嵌挤型水泥稳定碎石基层边缘打好厚度控制线支架，根据松铺系数计算松铺厚度，决定控制线高度，挂好控制线。用于控制摊铺机摊铺厚度的控制线钢丝的拉力应不小于 800N。

11.4.2 摊铺前应清除下承层表面的浮土、积水等，表面适当洒水湿润。对于下基层表面，应喷洒水泥净浆，按水泥质量计，不少于 $1.0\text{kg}/\text{m}^2 \sim 1.5\text{kg}/\text{m}^2$ 。水泥净浆稠度以能洒布均匀为宜，洒布长度以不大于摊铺机前 30m~40m 为宜。条件不具备时也可采用先撒布水泥，后洒水的方式。

11.4.3 待等候卸料的混合料运输车多于 5 辆后开始摊铺，并应保持连续摊铺。

11.4.4 现场摊铺时，宜采用两台摊铺机梯队作业，当单台大功率摊铺机抗离析效果较好时，也可采用单机全断面摊铺作业。

11.4.5 采用双机梯队作业时，两台摊铺机型号应相同，前后相距 5m~10m，前台摊铺机采用路侧钢丝和设置在路中的导梁控制路面高程，后台摊铺机路侧采用钢丝、路中采用滑靴控制高程和厚度。前后两台摊铺机重叠 50mm~100mm，中缝辅以人工修整。采用单机摊铺时应采用两侧走钢丝的方法控制高程。

11.4.6 摊铺机的摊铺速度宜控制在 $1\text{m}/\text{min}$ 。摊铺过程中应根据拌和能力和运输能力确定摊铺速度，避免摊铺机停机待料的情况。

11.4.7 摊铺前及摊铺过程中应检查摊铺机各部分运转情况。

11.4.8 调整好传感器臂与导向控制线的关系；严格控制基层厚度和高程，保证横坡满足设计要求。

11.4.9 摊铺机的螺旋布料器应有三分之二埋入混合料中。

11.4.10 摊铺机在安装、操作时应采取降低布料器前挡板的离地高度等混合料防离析措施，摊铺机后应设专人消除离析现象，铲除局部粗集料集中部位，并用新拌混合料填补。

11.4.11 结构物两侧摊铺应符合以下要求：

- 应在施工前对结构物两侧工作面进行清理和修整，扫除松散材料和所有杂物，处理好欠压实、不平整等问题；
- 正交结构物两侧作为起点时，应采用相应厚度的垫块起始摊铺，并严格按照设计要求衔接路面结构层和过渡板，不得采用人工摊铺；
- 斜交结构物两侧等摊铺机无法工作的部位采用人工摊铺，应控制好操作时间、松铺厚度和平整度。

11.5 碾压

11.5.1 在摊铺、修整后，立即用压路机跟在摊铺机后在全宽范围内进行碾压。碾压应遵循“先轻后重、先慢后快、从低到高”的原则。

11.5.2 每台摊铺机后，压路机应紧跟碾压，碾压段落长度一般为 50m~80m。碾压段落必须层次分明，设置明显的分界标志。

11.5.3 碾压应遵循试验段确定的程序与工艺。半幅水泥稳定碎石路面基层碾压可参考表 10。

表 10 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料碾压参考模式

碾压阶段	压路机类型	数量	碾压模式
初压	单钢轮振动压路机（18T 以上）	2 台	前后稳压 1 遍
			前后弱振 1 遍
复压	单钢轮振动压路机（20T 以上）	1 台	前后强振 2 遍
	单钢轮振动压路机（20T 以上）	1 台	前后强振 2 遍
终压	胶轮压路机（25T 以上）	2 台	各碾压 2 遍
注：碾压工艺适用于高速公路和一级公路，其他等级公路可参照执行。			

11.5.4 碾压宜在水泥初凝前及试验确定的延迟时间内完成，并达到要求的压实度。

11.5.5 压路机碾压时应重叠 1/3 轮宽。

11.5.6 压路机停机应错开，相互间距约 3m，且停在已碾压好的路段上。

11.5.7 严禁压路机在正在碾压的路段或刚完成的路段上调头和急刹车。

11.5.8 为保证抗裂嵌挤型水泥稳定碎石基层边缘压实度，应有 100mm 的超宽压实；对用方木或型钢模板支撑时，超宽可适当减小。

11.6 接缝

11.6.1 纵缝

两台摊铺机梯队施工时的纵向接缝应采用斜接缝，压路机跨缝碾压时一次碾压密实。

11.6.2 横缝

横缝要求如下：

- 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料摊铺时，应连续作业，如因故中断时间超过 2h，则应设横缝；每天收工之后，第二天开工的接头断面也要设置横缝；
- 横缝应与路面车道中心线垂直设置，接缝断面应是竖向平面；
- 压路机碾压完毕，沿端头斜面开到下承层上停机过夜，第二天将压路机沿斜面开到前一天施工的基层上，用三米直尺纵向放在接缝处，定出基层面离开三米直尺的点作为接缝位置，沿横向断面挖除坡下部分混合料，清理干净后，摊铺机从接缝处起步摊铺；
- 压路机沿接缝横向碾压，由前一天压实层逐渐推向新铺层，碾压完毕再正常碾压；
- 碾压完毕，接缝处纵向平整度应符合相关要求。

11.7 养生及交通管制

11.7.1 碾压完毕，经质量检查合格后，立即开始养生。

11.7.2 养生方法：宜采用土工布覆盖养生，先人工将土工布覆盖在碾压完成的水泥稳定碎石层顶面，洒水车洒水养生。在 7d 内应保持基层处于湿润状态，14d~28d 内正常养护（每天洒水 1 次~2 次，具体由天气情况而定）。

11.7.3 用洒水车洒水养生时，洒水车应在对面半幅行驶，水龙带应跨中分带，人工手持喷头洒水，喷头要用喷雾式，不得用高压式喷管，以免破坏基层结构，每天洒水次数应视气候而定，整个养生期间应始终保持水泥稳定碎石层表面湿润。

11.7.4 在养生期间应采取隔离措施封闭交通，禁止车辆通行。

11.7.5 下基层施工结束 7d 后即可喷洒水泥净浆进行上层水泥稳定碎石的施工，按水泥质量计，宜不少于 1.0 kg/m²~1.5kg/m²。两层水泥稳定碎石施工间隔不宜超过 30d。

11.7.6 基层在养生过程中出现裂缝,可采取下列措施处理裂缝:

- a) 在裂缝位置灌缝;
- b) 在裂缝位置铺设玻璃纤维格栅;
- c) 洒铺热改性沥青。

12 质量管理

12.1 水泥、集料质量检测项目及频率按表 11 执行。

12.2 混合料级配检验在拌和机运输皮带上取样,抗压强度检验在料车上取样。

12.3 除用滴定法检测水泥剂量要求外,还应进行总量控制检测。要求记录每天的实际水泥用量、集料用量和实际工程量,计算对比水泥剂量的一致性。

12.4 压实度检查应在碾压结束后立即进行,对于小于规定值的测点应立即进行处理,直到测点全部符合要求为止。

12.5 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料质量标准按表 12 执行,抗裂嵌挤型水泥稳定碎石路面基层质量标准按表 13 执行,参见 JTG E60 的检测方法。

表 11 原材料检测项目及频率要求

材料种类	检查项目	技术标准	检查频率
水泥	细度	满足现行《公路路面基层施工技术细则》及本规范的规定	不少于每批每 300t 检测 1 次
	安定性		
	水泥初凝时间		
	水泥终凝时间		
	胶砂强度		
集料	压碎值		粗集料不少于每 2000t 检测 1 次;细集料不少于每 1000t 检测 1 次
	粗集料针片状		
	液限		
	塑性指数		
	粗集料小于 0.075mm 颗粒含量		
	细集料小于 0.075mm 颗粒含量		
	砂当量		

表 12 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料质量标准

检查项目	质量要求或允许差	检查频率	检查项目
矿料级配,与设计标准级配的差 (%)	0.075mm	1 次/2000m ²	拌和机混合料输送皮带上取样
	≤2.36mm		
	≥4.75mm		
水泥剂量 (%)	±0.3	6 个以上样品/每 2000m ²	滴定法
含水量 (%)	最佳含水量-1 ~ +2	随时	炒干法
强度 (MPa)	不小于设计要求	2 组/d	7d 无侧限抗压强度

表 13 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石路面基层质量标准

检查项目	质量要求		检查频率	
	要求值或容许误差		外观要求	最低频率
	高速公路 一级公路	其他公路		
压实度 (%)	不小于 98	不小于 97		4 处/200m/层
平整度 (mm)	不大于 8	不大于 12	平整、无起伏	2 处/200m
纵断高程 (mm)	+5, -10	+5, -15	平整顺适	1 断面/20m
厚度 (mm)	代表值-8	代表值-10	均匀一致	1 处/200m/车道
	合格值-15	合格值-20		
宽度 (mm)	不小于设计		边缘线整齐, 顺适	1 处/40m
横坡度 (%)	±0.3	±0.5		3 个断面/100m
外观要求	①表面平整密实, 无浮石, 弹簧现象; ②无明显压路机轮迹。			
注1: 抗裂嵌挤水泥稳定碎石路面基层7d~10d龄期取出完整的钻件(试件不松散、不断裂;顶面、底面应有不少于50%的平面), 如果取不出完整钻件, 则应找出不合格界限, 进行返工处理; 春秋季节, 视气温可适当延长至14d~21d龄期取出完整的钻件; 注2: 检测频率除注明之外, 系指单幅双车道; 注3: 计算压实度的最大干密度值推荐采用振动压实法获得, 条件不具备时, 采用重型击实法得到的最大干密度可按相关系数进行转换, 见附录A; 注4: 平整度检查方法用三米直尺。				

附录 A (规范性附录)

抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料配合比设计方法

A.1 一般规定

- A.1.1 本方法适用抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料配合比设计。
- A.1.2 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料应通过配合比设计,确定混合料的矿料级配、水泥用量、最佳含水量、最大干密度。
- A.1.3 配合比设计的试验必须遵照现行试验规程的方法执行。
- A.1.4 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料配合比设计采用振动成型设计方法进行,条件受限时,也可采用重型击实设计方法,但需进行最大干密度转换。
- A.1.5 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料配合比设计流程见图1。
- A.1.6 合理的水泥稳定碎石混合料组成必须达到强度要求,具有较小的温缩和干缩系数(现场裂缝较少),施工和易性好(粗集料离析较小)。

A.2 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料配合比设计步骤

A.2.1 原材料的选用和试验

- A.2.1.1 配合比设计的各种矿料应按JTG E42从工程用材料中取代表性样品。经试验,各项指标符合本标准后才能选用。
- A.2.1.2 水泥应按现行JTG E30从准备使用的袋装或散装水泥中取代表性样品。经试验各项指标符合本标准后才能使用。

A.2.2 矿料配比设计

- A.2.2.1 矿料配比宜借助电子计算机用试配法进行。
- A.2.2.2 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料组成的设计级配应符合本标准要求,其中2.36mm、0.6mm、0.075mm的通过量宜尽量接近级配范围的下限。
- A.2.2.3 为保证基层强度满足要求、抗裂能力最佳的效果,应尽量限制细集料、粉料用量。
- A.2.2.4 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料的配合比设计应充分考虑施工性能,使混合料容易摊铺和压实,避免造成严重的离析。
- A.2.2.5 经组合设计的路面基层应满足表面平整密实等要求。
- A.2.2.6 根据当地的实践经验,选择经质量检验合格的集料,初选一组满足或接近设计要求的级配作为设计级配。

A.2.3 振动压实或击实试验

- A.2.3.1 取工地使用的水泥,按不同水泥剂量分组试验。一般水泥剂量按2.0%~4.5%范围,分别取4~5种水泥剂量比例用同一设计级配制混合料,每种水泥剂量的混合料用五种以上不同含水量拌制,用振动成型法或重型击实法确定各组混合料的最大干密度和最佳含水量。
- A.2.3.2 配合比设计振动压实或击实试验方法按现行《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》执行。

A.2.3.3 按式 (A.1) 计算每次振动压实或击实后混合料的湿密度 ρ_w :

$$\rho_w = \frac{m_1 - m_2}{V} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

ρ_w ——混合料的湿密度 (g/cm³);

m_1 ——试筒与湿试样的合质量 (g);

m_2 ——试筒的质量 (g);

V ——试筒的容积 (cm³)。

f) 按式 (A.2) 计算每次振动压实或击实后混合料的干密度 ρ_d :

$$\rho_d = \frac{\rho_w}{1 + 0.01\omega} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

ρ_d ——混合料的干密度 (g/cm³);

ρ_w ——混合料的湿密度 (g/cm³);

ω ——混合料的含水量 (%)。

A.2.3.4 以干密度为纵坐标、含水量为横坐标, 绘制含水量-干密度曲线。凸形曲线顶点的纵横坐标分别为该水泥剂量混合料的最大干密度和最佳含水量。如试验点不足或出现驼峰形曲线, 则应该进行补充试验。

A.2.3.5 测定并计算不同水泥剂量混合料的最大干密度和最佳含水量, 并确定最佳压实状态下的振动压实时间。

A.2.4 确定水泥用量

A.2.4.1 根据确定的最佳含水量, 分别拌制不同水泥剂量的抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料, 按压实标准 (推荐采用振动成型标准, 98%), 采用振动成型法或静压法制备混合料试件, 每种水泥剂量混合料制备13个试件, 试件制好后装入塑料袋内密封, 在标准条件下养护6d, 浸水1d后取出, 做无侧限抗压强度试验。

A.2.4.2 试件的无侧限抗压强度按式 (A.3) 计算:

$$R_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

R_c ——试件的无侧限抗压强度 (MPa);

P ——试件破坏时的最大压力 (N);

A ——试件的截面积 (mm²);

$$A = \frac{1}{4} \pi D^2$$

D——试件的直径（mm）。

g) 试件室内试验结果抗压强度的代表值按式 A.4 计算：

$$R_d = \bar{R}(1 - Z_a C_v) \dots\dots\dots (A.4)$$

式中：

R_d ——抗压强度代表值，MPa；

$\bar{R}$ ——该组试件抗压强度的平均值，MPa；

Z_a ——保证率系数，高速公路和一级公路应取保证率 95%，此时 $Z_a = 1.645$ ；二级及二级以下公路应取保证率 90%，即 $Z_a = 1.282$ ；

C_v ——试验结果的变异系数（以小数计）。

A.2.4.3 根据 7d 浸水无侧限抗压强度设计要求，确定水泥用量。

A.2.5 配合比设计报告

A.2.5.1 配合比设计报告应包括工程设计级配范围选择说明、材料品种选择与原材料质量试验结果、矿料级配、水泥用量及最佳含水量、最大干密度、7d 无侧限抗压强度结果等。试验报告的矿料级配曲线应按规定的方法绘制。

A.2.5.2 报告不同水泥用量条件下混合料的各项试验结果。

A.3 石灰岩抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料配合比设计实例

A.3.1 原材料检验

A.3.1.1 配合比所用石灰岩集料、水泥经检验，各项指标均符合本标准的要求（试验结果略），可以用于配合比设计。

A.3.1.2 粗集料、细集料水洗法筛分结果列于表 A.1。

表 A.1 各种集料的筛分结果

矿料	通过以下筛孔（mm）的质量百分率（%）						
	31.5	19.0	9.5	4.75	2.36	0.6	0.075
1#	100.0	52.3	4.0	0.1	0.1	0.1	0.1
2#	100.0	100.0	69.8	6.7	0.6	0.4	0.2
3#	100.0	100.0	100.0	63.8	1.8	0.6	0.5
4#	100.0	100.0	100.0	99.8	78.8	34.1	10.8

A.3.2 矿料级配组成计算

根据各种矿料的筛分结果和抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料要求的矿料级配范围,实配计算结果列于表A.2。级配曲线见图A.1。

表 A.2 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料矿料级配组成计算结果

矿料名称及用量 (%)	通过以下筛孔 (mm) 的质量百分率 (%)						
	31.5	19.0	9.5	4.75	2.36	0.6	0.075
1# (45.0)	100.0	52.3	4.0	0.1	0.1	0.1	0.1
2# (26.0)	100.0	100.0	69.8	6.7	0.6	0.4	0.2
3# (5.0)	100.0	100.0	100.0	63.8	1.8	0.6	0.5
4# (24.0)	100.0	100.0	100.0	99.8	78.8	34.1	10.8
合成级配	100.0	78.5	48.9	28.9	19.2	8.3	2.7
级配上限	100.0	86.0	58.0	32.0	28.0	15.0	5.0
级配下限	100.0	68.0	38.0	22.0	16.0	8.0	0.0

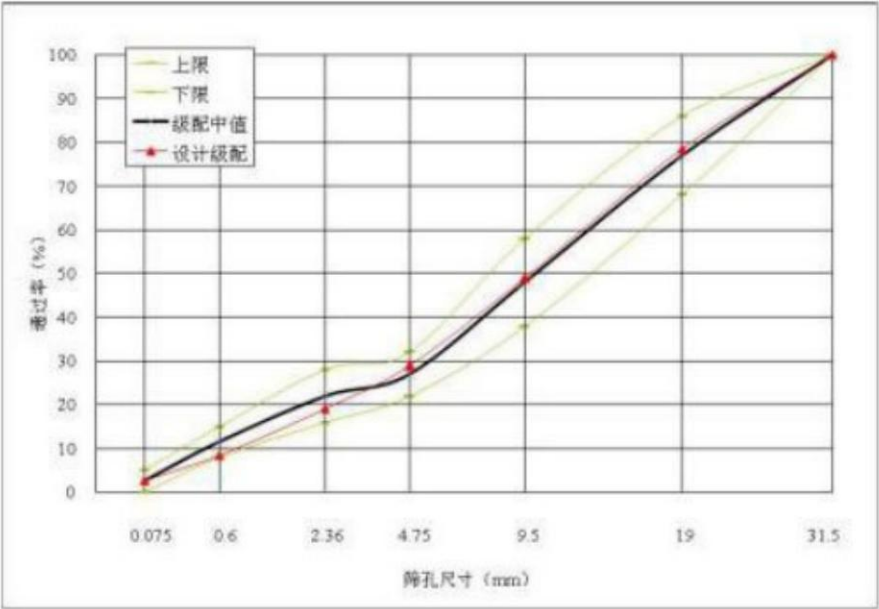


图 A.1 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料设计级配曲线图

A.3.3 振动压实或击实试验

A.3.3.1 按设计的矿料比例配料,水泥剂量分别按2.3%、2.8%、3.3%、3.8%、4.3%五种比例制备试件,分别采用振动压实法和重型击实法确定各组水泥稳定碎石混合料试件的最佳含水量和最大干密度,试验结果见表A.3。

表 A.3 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料击实试验结果汇总表

试验项目	水泥剂量 (%)				
	2.3	2.8	3.3	3.8	4.3
重型击实法最佳含水量 (%)	4.4	4.5	4.6	4.8	4.9
重型击实法最大干密度 (g/cm ³)	2.352	2.361	2.368	2.375	2.385
振动压实法最佳含水量 (%)	4.2	4.3	4.5	4.6	4.7
振动压实法最大干密度 (g/cm ³)	2.420	2.428	2.439	2.446	2.457
振动压实法与重型击实法最大干密度之比	1.029	1.028	1.030	1.030	1.030

A.3.3.2 振动压实法、重型击实法得到的最大干密度之间存在一定相关性，根据目标配合比室内多组水泥剂量对比试验，对该种级配抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料两者之间比值可取均值1.030。不同水泥剂量、不同成型方法的干密度、含水量曲线图见图A.2。

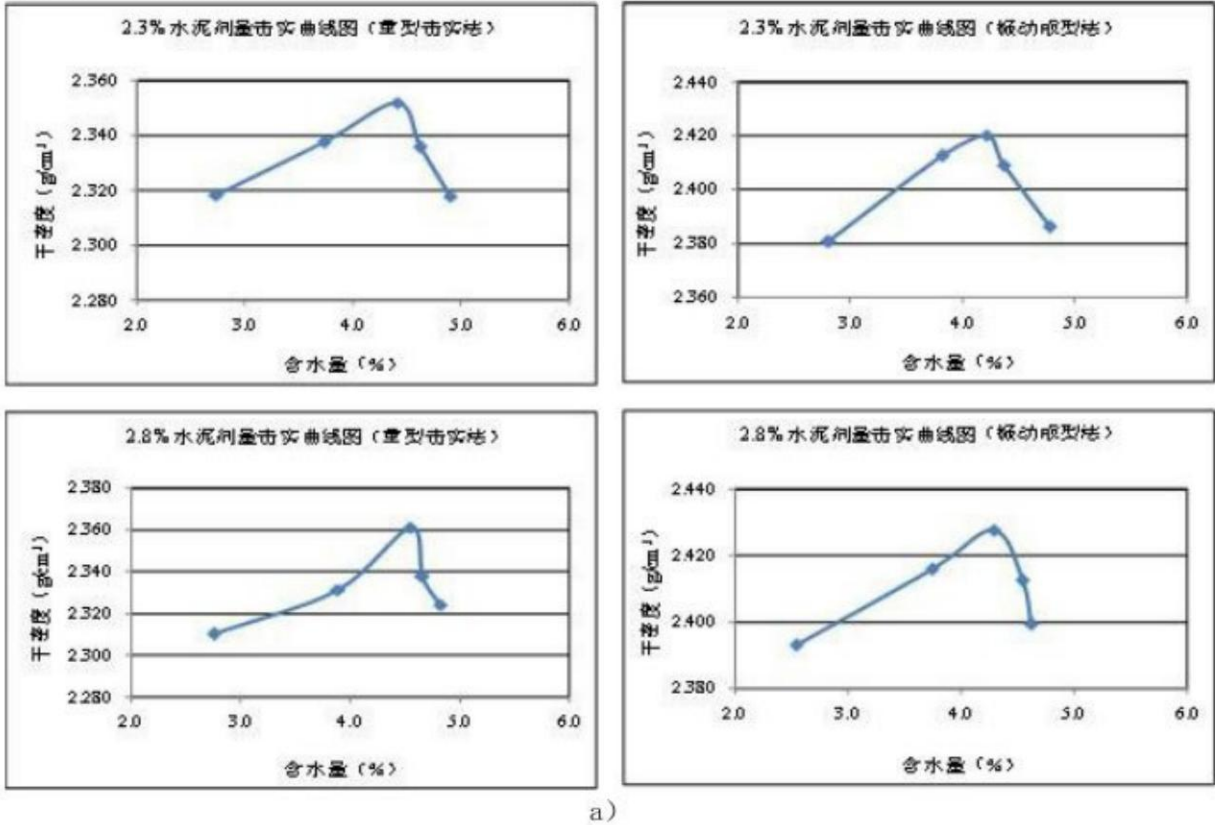
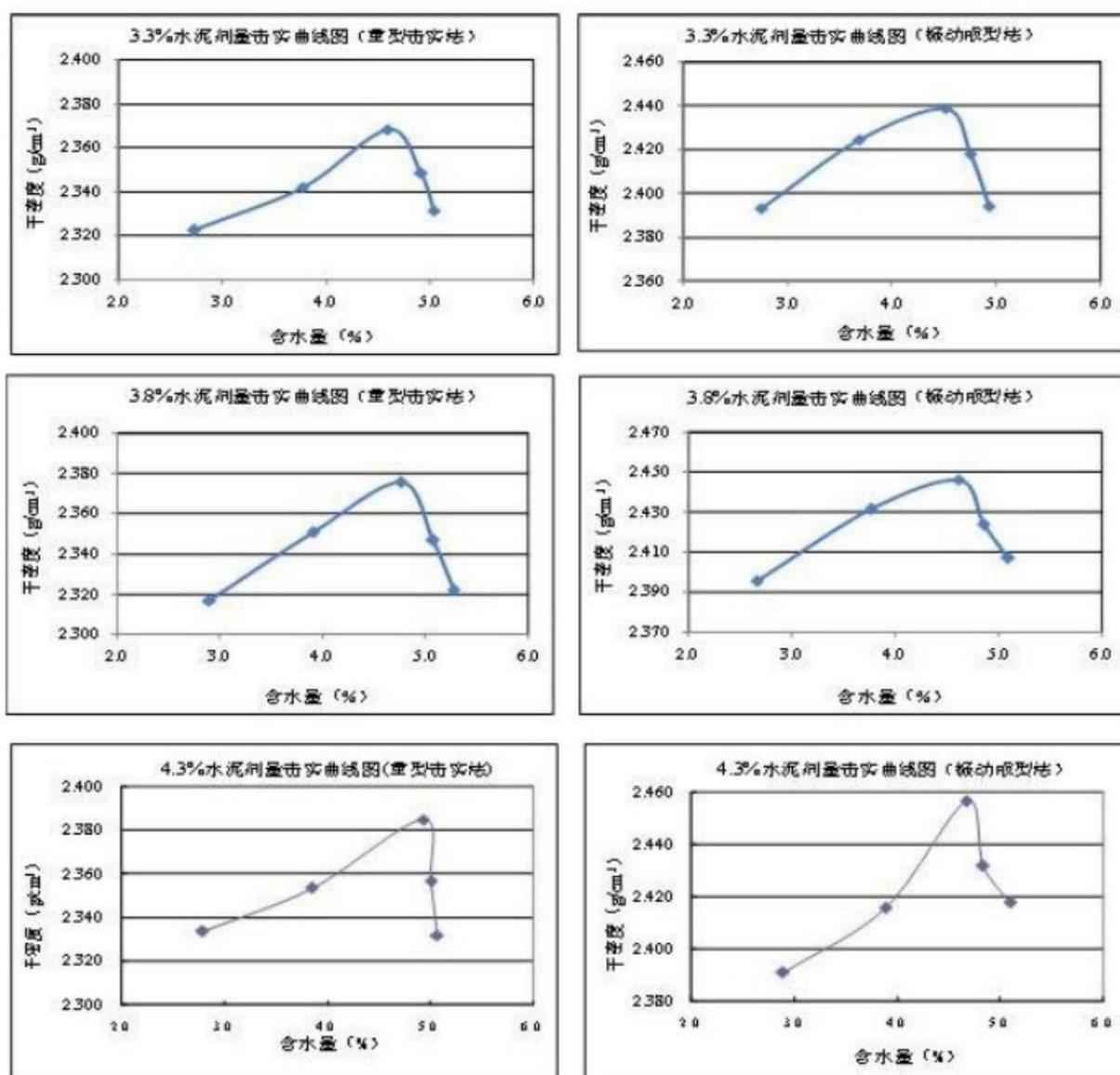


图 A.2 不同水泥剂量、不同成型方法、干密度、含水量曲线图



b)

图 A.2 不同水泥剂量、不同成型方法、干密度、含水量曲线图 (续)

A.3.4 确定水泥用量

A.3.4.1 根据试验确定的最佳含水量和最大干密度, 分别采用振动压实法和静压法成型无侧限抗压强度试件, 将试件装入塑料袋内封闭, 在 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, 相对湿度 $\geq 95\%$ 的条件下养护6天, 浸水1天后取出, 进行无侧限抗压强度试验。

A.3.4.2 静压法成型与振动压实法成型试件无侧限抗压强度试验结果分别见表A.4和表A.5。

表 A.4 水泥稳定碎石混合料 7 天静压法无侧限抗压强度试验结果表

试验项目	水泥剂量 (%)				
	2.3	2.8	3.3	3.8	4.3
强度平均值 (MPa)	2.65	3.21	3.74	4.16	4.57
强度代表值 (MPa)	2.48	2.91	3.44	3.89	4.28

表 A.5 水泥稳定碎石混合料 7 天振动压实法无侧限抗压强度试验结果表

试验项目	水泥剂量 (%)				
	2.3	2.8	3.3	3.8	4.3
强度平均值 (MPa)	7.15	7.78	8.46	9.00	9.77
强度代表值 (MPa)	6.64	7.11	7.89	8.38	9.15

A.3.4.3 根据7d浸水无侧限抗压强度设计要求,考虑到拌和及现场摊铺施工控制存在一定程度的变异性,本次水泥稳定碎石混合料配合比设计水泥剂量取3.8%。

A.3.5 配合比设计报告

A.3.5.1 采用取自施工现场的原材料,进行抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料配合比设计,得出如表A.6的结果。

表 A.6 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料配合比设计结果

混合料类型	下列各种材料所占比例 (%)				水泥用量 (%)	最大干密度 (g/cm ³)	最佳含水量 (%)	强度代表值 (MPa)
	1#	2#	3#	4#				
水泥稳定碎石	45.0	26.0	5.0	24.0	3.8	振动成型法		
						2.446	4.6	8.38
						重型击实法		
						2.375	4.8	3.89 ^a
^a 静压法成型试件强度。								

A.3.5.2 推荐采用振动压实法测定最大干密度、7d无侧限抗压强度,条件不具备时,采用重型击实法得到的最大干密度可按比值1.030进行转换。

A.3.5.3 通过混合料级配调试和相关试验,表明所设计的抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料的强度性能满足设计要求,室内配合比设计所得结果可用于调试水泥稳定碎石拌和机,使拌制的水泥稳定碎石混合料符合配合比设计要求。

A.4 玄武岩抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料配合比设计实例

A.4.1 原材料检验

A.4.1.1 配合比所用玄武岩集料、水泥经检验,各项指标均符合本标准的要求(试验结果略),可以用于配合比设计。

A.4.1.2 粗集料、细集料水洗法筛分结果列于表A.7。

表 A.7 各种集料的筛分结果

矿料	通过以下筛孔 (mm) 的质量百分率 (%)						
	31.5	19.0	9.5	4.75	2.36	0.6	0.075
1#	100.0	63.0	12.3	0.2	0.1	0.1	0.1
2#	100.0	100.0	100.0	19.2	1.3	0.7	0.4
3#	100.0	100.0	100.0	93.2	0.4	0.2	0.2
4#	100.0	100.0	100.0	100.0	88.2	46.9	13.2

A.4.2 矿料级配组成计算

根据各种矿料的筛分结果和抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料要求的矿料级配范围，实配计算结果列于表 A.8。级配曲线见图 A.3。

表 A.8 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料矿料级配组成计算结果

矿料名称及用量 (%)	通过以下筛孔 (mm) 的质量百分率 (%)						
	31.5	19.0	9.5	4.75	2.36	0.6	0.075
1# (56.0)	100.0	63.0	12.3	0.2	0.1	0.1	0.1
2# (18.0)	100.0	100.0	100.0	19.2	1.3	0.7	0.4
3# (5.0)	100.0	100.0	100.0	93.2	0.4	0.2	0.2
4# (21.0)	100.0	100.0	100.0	100.0	88.2	46.9	13.2
合成级配	100.0	79.3	50.9	29.2	19.0	10.0	2.9
级配上限	100.0	86.0	58.0	32.0	28.0	15.0	5.0
级配下限	100.0	68.0	38.0	22.0	16.0	8.0	0.0

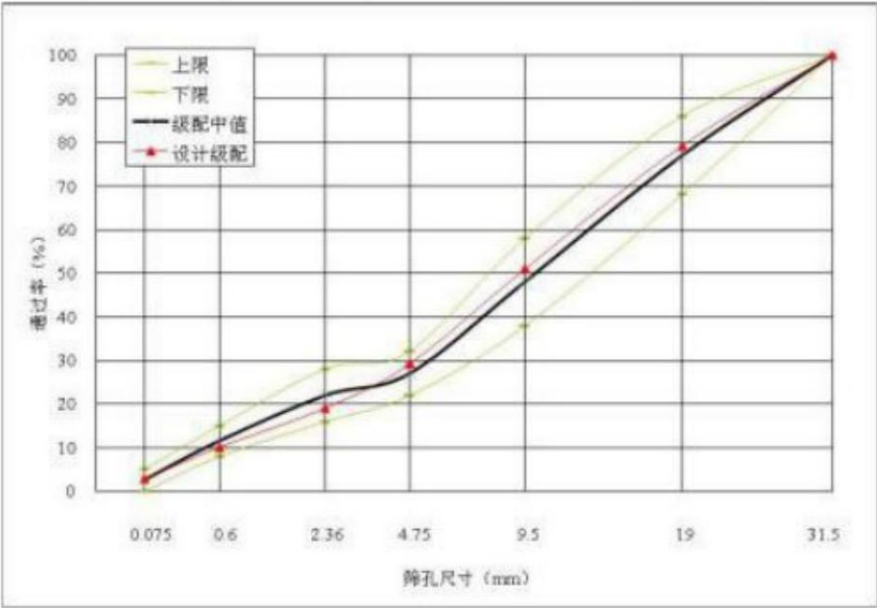


图 A.3 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料设计级配曲线图

A.4.3 振动压实或击实试验

A.4.3.1 按设计的矿料比例配料，水泥剂量分别按2.5%、3.0%、3.5%、4.0%、4.5%五种比例制备试件，分别采用振动压实法和重型击实法确定各组水泥稳定碎石混合料试件的最佳含水量和最大干密度，试验结果见表A.9。

表 A.9 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料击实试验结果汇总表

试验项目	水泥剂量 (%)				
	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
重型击实法最佳含水量 (%)	3.8	4.0	4.2	4.3	4.4
重型击实法最大干密度 (g/cm ³)	2.386	2.392	2.397	2.406	2.411
振动压实法最佳含水量 (%)	3.7	3.8	3.9	4.0	4.2
振动压实法最大干密度 (g/cm ³)	2.453	2.460	2.468	2.475	2.481
振动压实法与重型击实法最大干密度之比	1.028	1.028	1.030	1.029	1.029

A.4.3.2 振动压实法、重型击实法得到的最大干密度之间存在一定相关性，根据目标配合比室内多组水泥剂量对比试验，对该种级配水泥稳定碎石混合料两者之间比值可取均值1.029。不同水泥剂量、不同成型方法的干密度、含水量曲线图见图A.4。

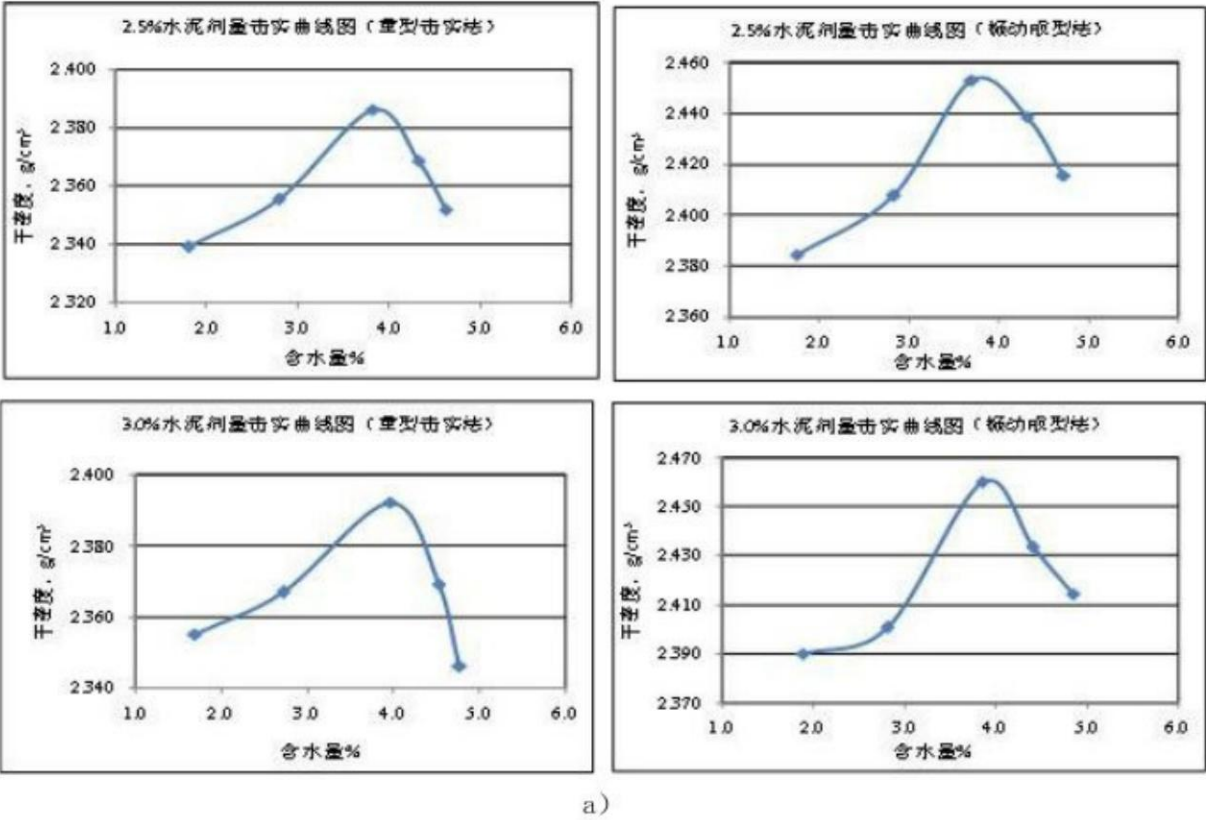
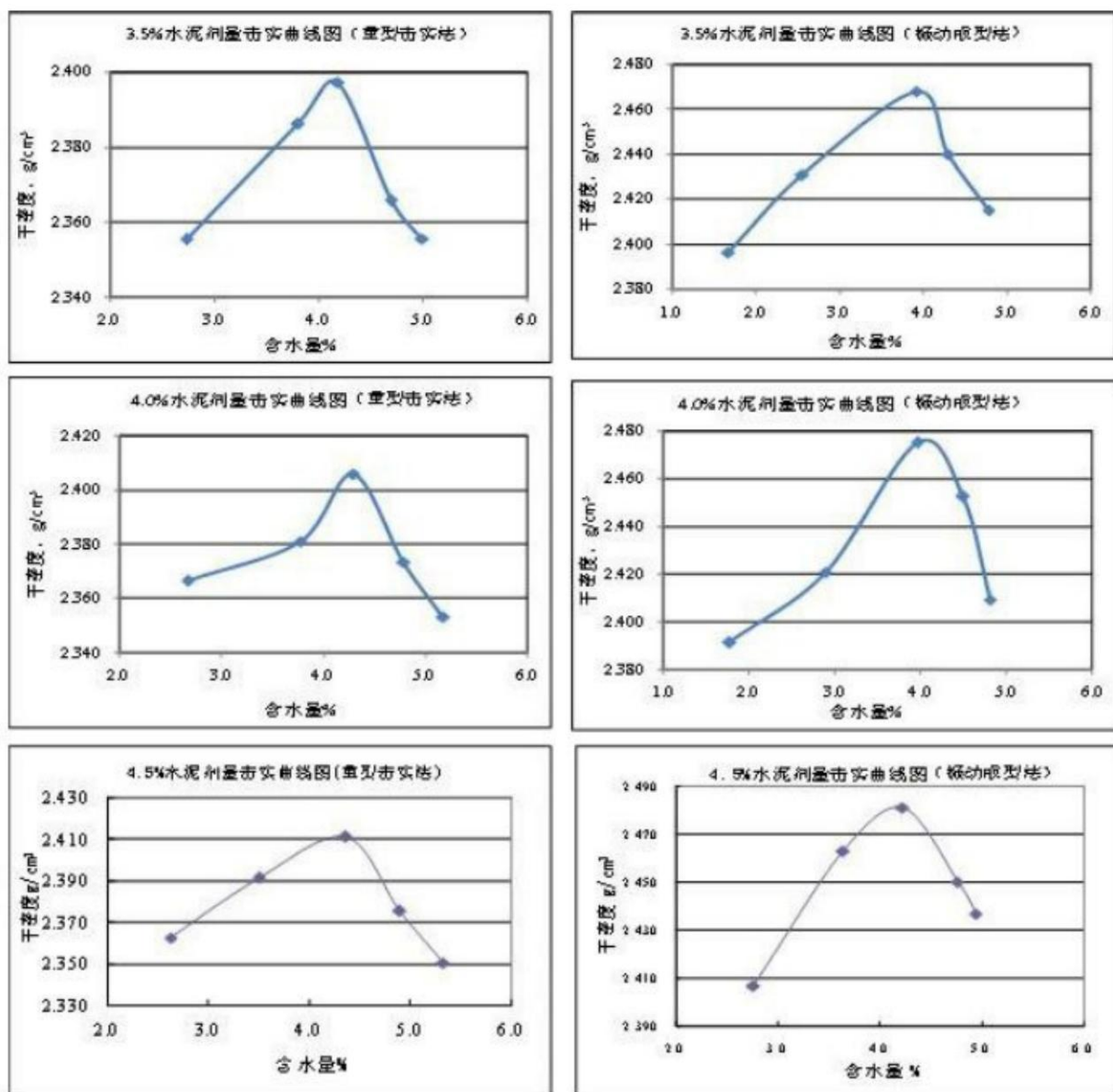


图 A.4 不同水泥剂量、不同成型方法、干密度、含水量曲线图



b)

图 A.4 不同水泥剂量、不同成型方法、干密度、含水量曲线图 (续)

A.4.4 确定水泥用量

A.4.4.1 根据试验确定的最佳含水量和最大干密度, 分别采用振动压实法和静压法成型无侧限抗压强度试件, 将试件装入塑料袋内封闭, 在 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, 相对湿度 $\geq 95\%$ 的条件下养护6天, 浸水1天后取出, 进行无侧限抗压强度试验。

A.4.4.2 静压法成型与振动压实法成型试件无侧限抗压强度试验结果分别见表A.10和表A.11。

表 A.10 水泥稳定碎石混合料 7 天静压法无侧限抗压强度试验结果表

试验项目	水泥剂量 (%)				
	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
强度平均值 (MPa)	2.84	3.36	3.83	4.25	4.67
强度代表值 (MPa)	2.50	2.91	3.46	3.95	4.40

表 A.11 水泥稳定碎石混合料 7 天振动压实法无侧限抗压强度试验结果表

试验项目	水泥剂量 (%)				
	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
强度平均值 (MPa)	6.85	7.71	8.48	8.88	10.04
强度代表值 (MPa)	6.42	7.17	7.98	8.43	9.21

A.4.4.3 根据7d浸水无侧限抗压强度设计要求,考虑到拌和及现场摊铺施工控制存在一定程度的变异性,本次水泥稳定碎石混合料配合比设计水泥剂量取4.0%。

A.4.5 配合比设计报告

A.4.5.1 采用取自施工现场的原材料,进行抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料配合比设计,得出如表A.12的结果。

表 A.12 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料配合比设计结果

A.4.5.2 推荐采用振动压实法测定最大干密度、7d无侧限抗压强度,条件不具备时,采用重型击实法得到的最大干密度可按比值1.029进行转换;

A.4.5.3 通过混合料级配调试和相关试验,表明所设计的抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料的强度性能满足设计要求,室内配合比设计所得结果可用于调试水泥稳定碎石拌和机,使拌制的水泥稳定碎石混合料符合配合比设计要求。

A.5 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料(掺0~5mm天然砂)配合比设计实例

A.5.1 原材料检验

A.5.1.1 配合比所用集料、天然砂、水泥经检验,各项指标均符合本标准的要求(试验结果略),可以用于配合比设计。

A.5.1.2 粗集料、细集料、天然砂水洗法筛分结果列于表A.13。

表 A.13 各种集料的筛分结果

矿料	通过以下筛孔（mm）的质量百分率（%）						
	31.5	19.0	9.5	4.75	2.36	0.6	0.075
1#	100.0	56.8	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
2#	100.0	100.0	77.2	5.0	0.5	0.3	0.1
3#	100.0	100.0	100.0	90.2	59.0	26.4	12.4
天然砂	100.0	100.0	100.0	92.3	80.0	43.0	1.0

A.5.2 矿料级配组成计算

根据各种矿料的筛分结果和抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料要求的矿料级配范围，实配计算结果列于表 A.14。级配曲线见图 A.5。

表 A.14 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料矿料级配组成计算结果

矿料名称及用量（%）	通过以下筛孔（mm）的质量百分率（%）						
	31.5	19.0	9.5	4.75	2.36	0.6	0.075
1#（45.0）	100.0	56.8	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
2#（23.0）	100.0	100.0	77.2	5.0	0.5	0.3	0.1
3#（25.0）	100.0	100.0	100.0	90.2	59.0	26.4	12.4
天然砂（7.0）	100.0	100.0	100.0	92.3	80.0	43.0	1.0
合成级配	100.0	80.6	49.8	30.3	20.5	9.7	3.2
级配上限	100.0	86.0	58.0	32.0	28.0	15.0	5.0
级配下限	100.0	68.0	38.0	22.0	16.0	8.0	0.0

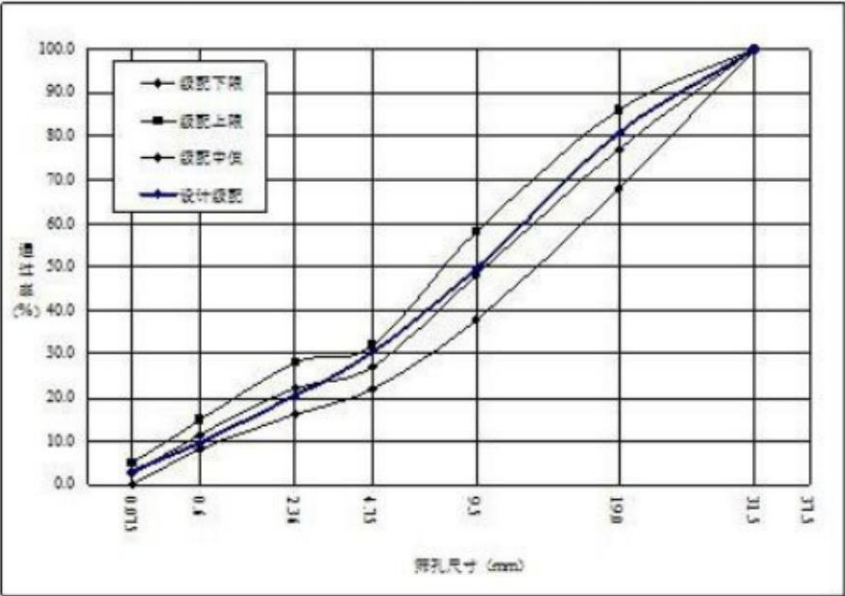


图 A.5 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料设计级配曲线图

A. 5. 3 振动压实或击实试验

A. 5. 3. 1 按设计的矿料比例配料，水泥剂量分别按3.0%、3.5%、4.0%、4.5%四种比例制备试件，分别采用振动压实法和重型击实法确定各组水泥稳定碎石混合料试件的最佳含水量和最大干密度，试验结果见表A. 15。

表 A. 15 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料击实试验结果汇总表

试验项目	水泥剂量 (%)				
	3.0	3.5	4.0	4.5	3.0
重型击实法最佳含水量 (%)	4.1	4.3	4.3	4.4	4.1
重型击实法最大干密度 (g/cm ³)	2.334	2.346	2.353	2.362	2.334
振动压实法最佳含水量 (%)	3.8	3.9	3.9	4.2	3.8
振动压实法最大干密度 (g/cm ³)	2.406	2.414	2.421	2.433	2.406
振动压实法与重型击实法最大干密度之比	1.031	1.029	1.029	1.030	1.031

A. 5. 3. 2 振动压实法、重型击实法得到的最大干密度之间存在一定相关性，根据目标配合比室内多组水泥剂量对比试验，建议对该种级配水泥稳定碎石混合料两者之间比值可取均值1.029。不同水泥剂量、不同成型方法的干密度、含水量曲线图见图A. 6。

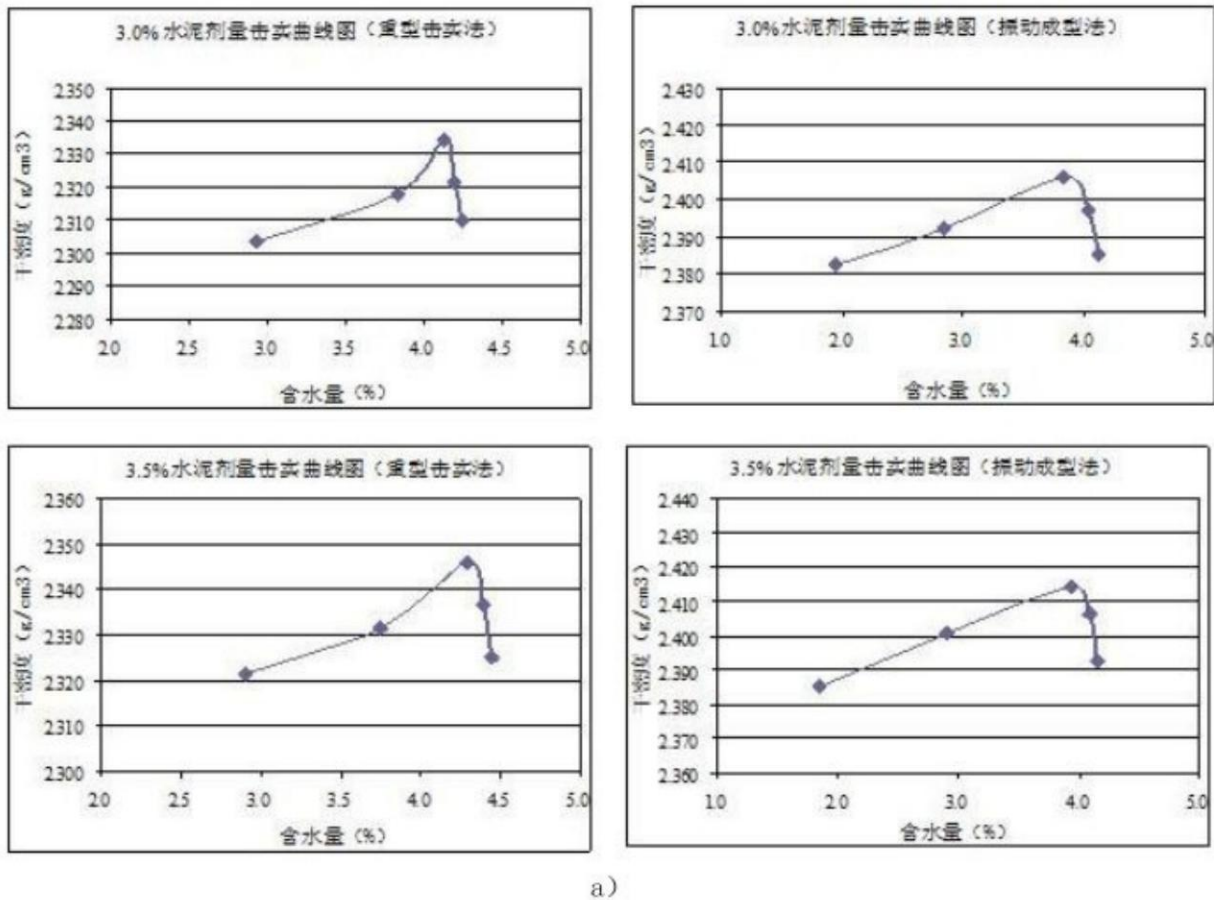


图 A. 6 不同水泥剂量、不同成型方法、干密度、含水量曲线图

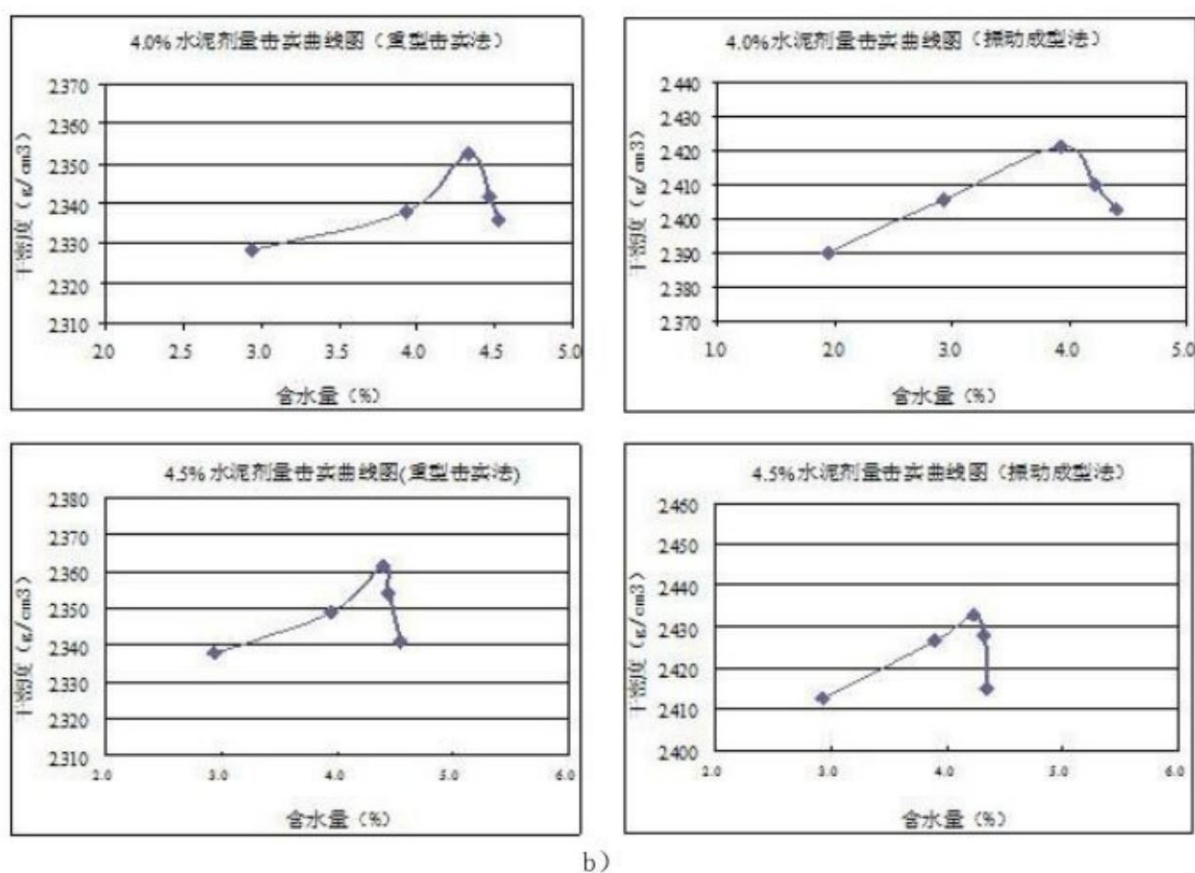


图 A.6 不同水泥剂量、不同成型方法、干密度、含水量曲线图 (续)

A.5.4 确定水泥用量

A.5.4.1 根据试验确定的最佳含水量和最大干密度, 分别采用振动压实法和静压法成型无侧限抗压强度试件, 将试件装入塑料袋内封闭, 在 $20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$, 相对湿度 $\geq 95\%$ 的条件下养护6天, 浸水1天后取出, 进行无侧限抗压强度试验。

A.5.4.2 静压法成型与振动压实法成型试件无侧限抗压强度试验结果分别见表A. 16和表A. 17。

表 A. 16 水泥稳定碎石混合料 7 天静压法无侧限抗压强度试验结果表

试验项目	水泥剂量 (%)				
	3.0	3.5	4.0	4.5	3.0
强度平均值 (MPa)	3.40	3.75	4.45	5.02	3.40
强度代表值 (MPa)	3.16	3.52	4.21	4.81	3.16

表 A. 17 水泥稳定碎石混合料 7 天振动压实法无侧限抗压强度试验结果表

试验项目	水泥剂量 (%)				
	3.0	3.5	4.0	4.5	3.0
强度平均值 (MPa)	7.24	8.30	9.37	10.40	7.24
强度代表值 (MPa)	6.92	7.71	8.97	9.99	6.92

A.5.4.3 根据7d浸水无侧限抗压强度设计要求，考虑到拌和及现场摊铺施工控制存在一定程度的变异性，本次水泥稳定碎石混合料配合比设计水泥剂量取4.0%。

A.5.5 合比设计报告

A.5.5.1 采用取自施工现场的原材料，进行抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料配合比设计，得出如表A.18的结果。

表 A.18 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料配合比设计结果

混合料类型	下列各种材料所占比例 (%)				水泥用量 (%)	最大干密度 (g/cm ³)	最佳含水量 (%)	强度代表值 (MPa)
	1#	2#	3#	4#				
水泥稳定碎石	45.0	23.0	25.0	7.0	4.0	振动成型法		
						2.421	3.9	8.97
						重型击实法		
						2.353	4.3	4.21 ^a
^a 静压法成型试件强度。								

A.5.5.2 推荐采用振动压实法测定最大干密度、7d无侧限抗压强度，条件不具备时，采用重型击实法得到的最大干密度可按比值1.029进行转换。

A.5.5.3 通过混合料级配调试和相关试验，表明所设计的抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料的强度性能满足设计要求，室内配合比设计所得结果可用于调试水泥稳定碎石拌和机，使拌制的水泥稳定碎石混合料符合配合比设计要求。

A.6 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料(掺 3~5mm玄武岩)配合比设计实例

A.6.1 A.6.1 原材料检验

A.6.1.1 配合比所用集料、水泥经检验，各项指标均符合本标准的要求（试验结果略），可以用于配合比设计。

A.6.1.2 粗集料、细集料水洗法筛分结果列于表A.19。

表 A.19 各种集料的筛分结果

矿料	通过以下筛孔 (mm) 的质量百分率 (%)						
	31.5	19.0	9.5	4.75	2.36	0.6	0.075
1#	100.0	38.6	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1
2#	100.0	100.0	71.2	0.8	0.4	0.4	0.3
3mm~5mm 玄武岩	100.0	100.0	100.0	95.6	2.8	1.0	0.2
4#	100.0	100.0	100.0	96.5	80.5	41.2	13.2

A.6.2 矿料级配组成计算

根据各种矿料的筛分结果和抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料要求的矿料级配范围，实配计算结果列于表 A.20。级配曲线见图 A.7。

表 A.20 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料矿料级配组成计算结果

矿料名称及用量 (%)	通过以下筛孔 (mm) 的质量百分率 (%)						
	31.5	19.0	9.5	4.75	2.36	0.6	0.075
1# (32.0)	100.0	38.6	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1
2# (37.0)	100.0	100.0	71.2	0.8	0.4	0.4	0.3
3mm~5mm 玄武岩(6.0)	100.0	100.0	100.0	95.6	2.8	1.0	0.2
4# (25.0)	100.0	100.0	100.0	96.5	80.5	41.2	13.2
合成级配	100.0	80.4	57.4	30.2	20.5	10.5	3.4
级配上限	100.0	86.0	58.0	32.0	28.0	15.0	5.0
级配下限	100.0	68.0	38.0	22.0	16.0	8.0	0.0

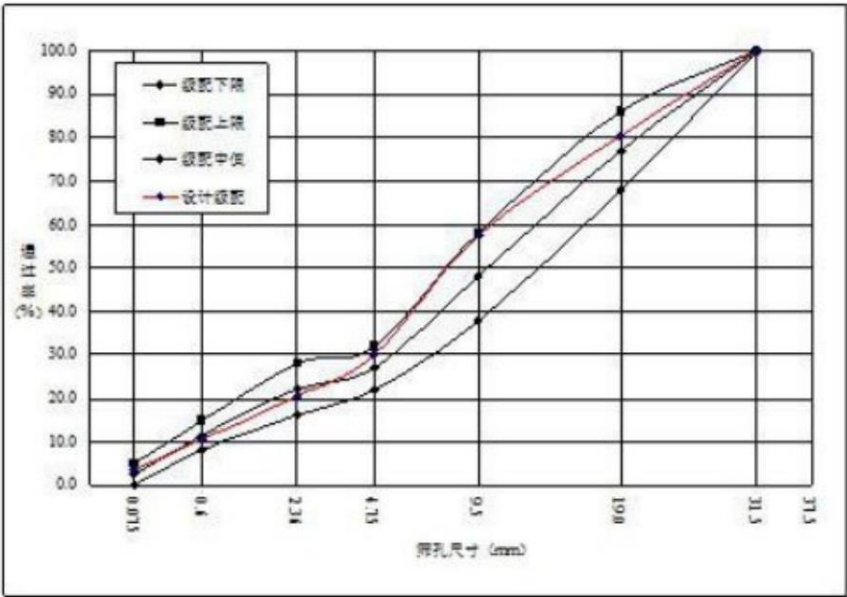


图 A.7 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料设计级配曲线图

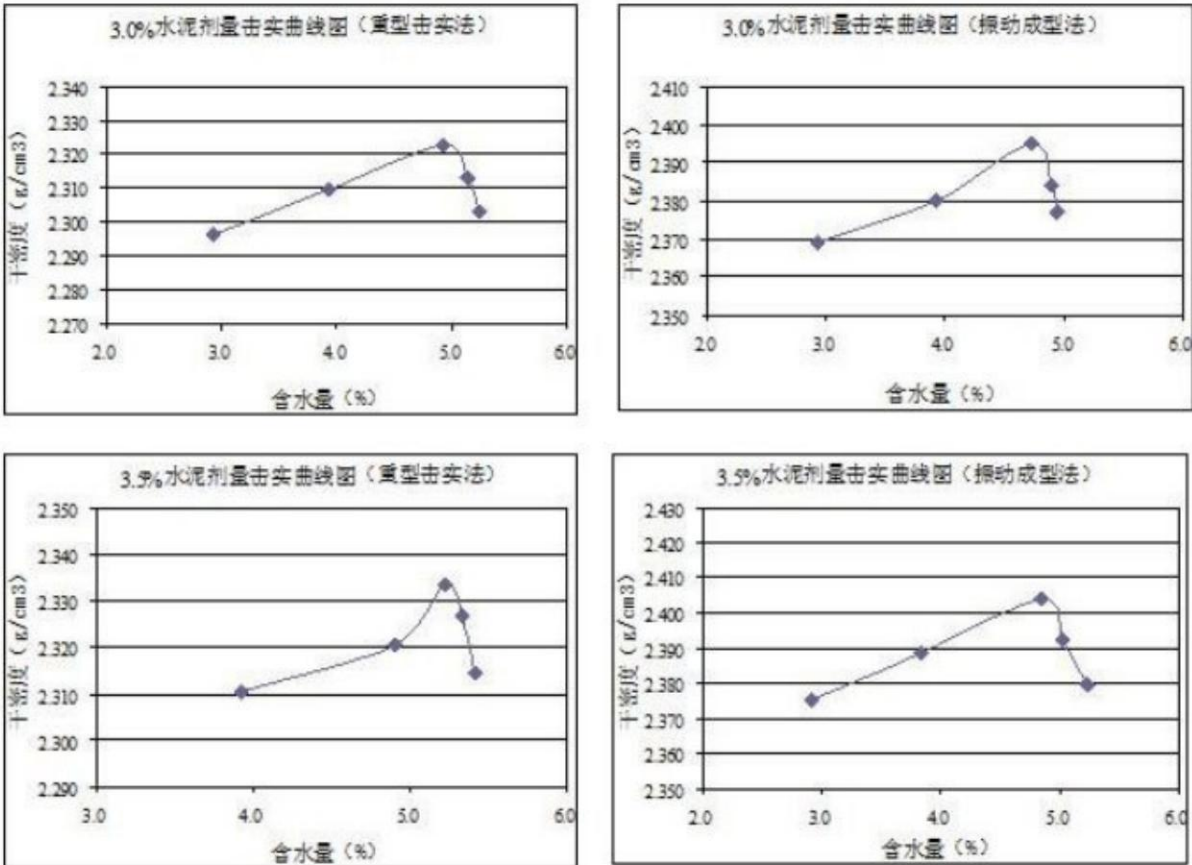
A.6.3 振动压实或击实试验

A.6.3.1 按设计的矿料比例配料，水泥剂量分别按3.0%、3.5%、4.0%、4.5%四种比例制备试件，分别采用振动压实法和重型击实法确定各组水泥稳定碎石混合料试件的最佳含水量和最大干密度，试验结果见表A.21。

表 A.21 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料击实试验结果汇总表

试验项目	水泥剂量 (%)				
	3.0	3.5	4.0	4.5	3.0
重型击实法最佳含水量 (%)	4.9	5.2	5.3	5.5	4.9
重型击实法最大干密度 (g/cm ³)	2.323	2.334	2.345	2.360	2.323
振动压实法最佳含水量 (%)	4.7	4.8	5.1	5.3	4.7
振动压实法最大干密度 (g/cm ³)	2.395	2.404	2.413	2.426	2.395
振动压实法与重型击实法最大干密度之比	1.031	1.030	1.029	1.028	1.031

A. 6. 3. 2 振动压实法、重型击实法得到的最大干密度之间存在一定相关性，根据目标配合比室内多组水泥剂量对比试验，建议对该种级配水泥稳定碎石混合料两者之间比值可取均值1. 029。不同水泥剂量、不同成型方法的干密度、含水量曲线图见图A. 8。



a)

图 A. 8 不同水泥剂量、不同成型方法、干密度、含水量曲线图

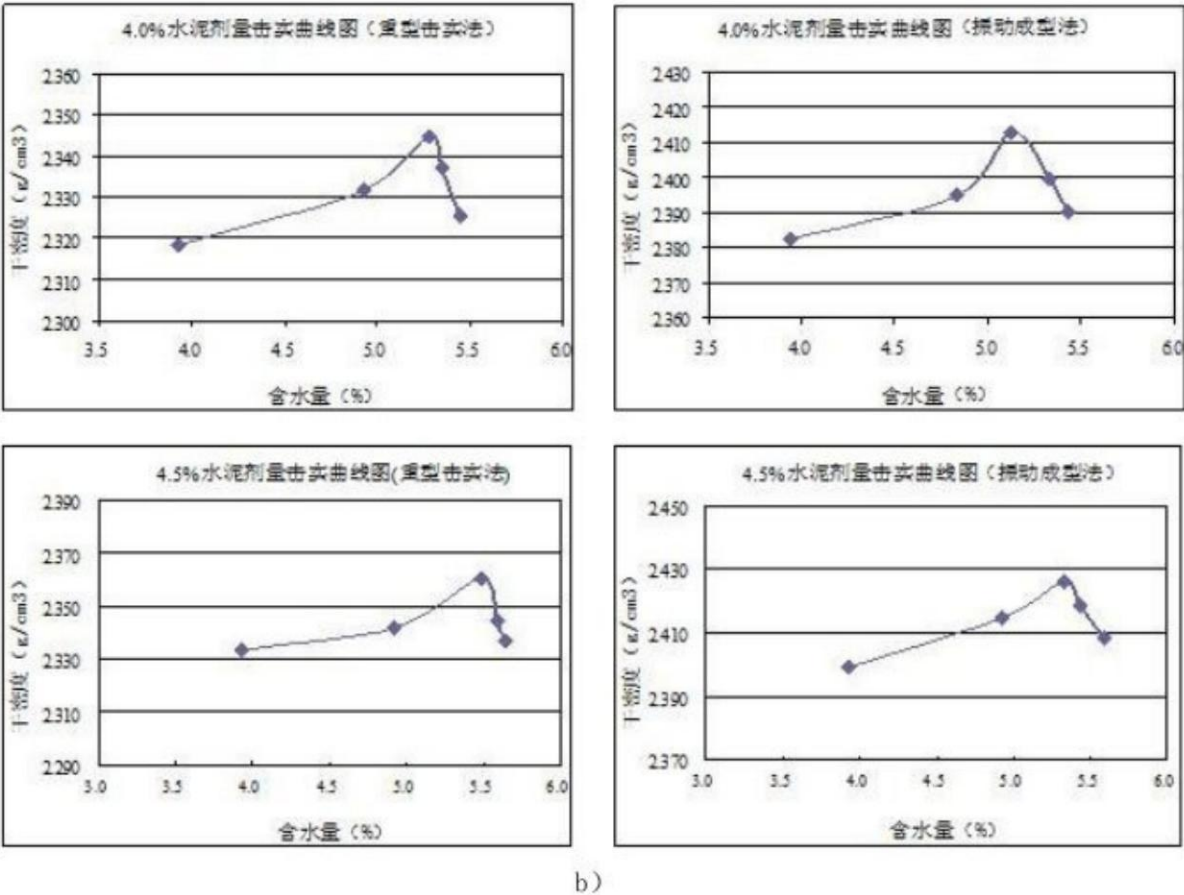


图 A.8 不同水泥剂量、不同成型方法、干密度、含水量曲线图（续）

A. 6. 4 确定水泥用量

A. 6. 4. 1 根据试验确定的最佳含水量和最大干密度，分别采用振动压实法和静压法成型无侧限抗压强度试件，将试件装入塑料袋内封闭，在20℃±2℃，相对湿度≥95%的条件下养护6天，浸水1天后取出，进行无侧限抗压强度试验。

A. 6. 4. 2 静压法成型与振动压实法成型试件无侧限抗压强度试验结果分别见表A. 22和表A. 23。

表 A. 22 水泥稳定碎石混合料 7 天静压法无侧限抗压强度试验结果表

试验项目	水泥剂量（%）				
	3.0	3.5	4.0	4.5	3.0
强度平均值（MPa）	3.18	3.66	4.39	4.74	3.18
强度代表值（MPa）	3.03	3.49	4.11	4.52	3.03

表 A. 23 水泥稳定碎石混合料 7 天振动压实法无侧限抗压强度试验结果表

试验项目	水泥剂量（%）				
	3.0	3.5	4.0	4.5	3.0
强度平均值（MPa）	7.01	8.16	8.94	10.17	7.01
强度代表值（MPa）	6.77	7.89	8.59	9.76	6.77

A. 6. 4. 3 根据7d浸水无侧限抗压强度设计要求，考虑到拌和及现场摊铺施工控制存在一定程度的变异性，本次水泥稳定碎石混合料配合比设计水泥剂量取4. 0%。

A. 6. 5 配合比设计报告

A. 6. 5. 1 采用取自施工现场的原材料，进行抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料配合比设计，得出如表A. 24的结果。

表 A. 24 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料配合比设计结果

A. 6. 5. 2 推荐采用振动压实法测定最大干密度、7d无侧限抗压强度，条件不具备时，采用重型击实法得到的最大干密度可按比值1. 029进行转换。

A. 6. 5. 3 通过混合料级配调试和相关试验，表明所设计的抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料的强度性能满足设计要求，室内配合比设计所得结果可用于调试水泥稳定碎石拌和机，使拌制的水泥稳定碎石混合料符合配合比设计要求。

附录 B (规范性附录)

抗裂嵌挤型水泥稳定碎石路面基层试铺总结编写要求

B.1 试铺段概况

包括桩号、长度、基层结构类型、施工日期、承包人、监理单位，施工时天气情况：温度、湿度、风力等。

B.2 批准的配合比

包括场地原材料性能检测结果（集料、水泥），矿料级配组成，水泥、碎石的比例，振动成型或标准击实、7d无侧限抗压强度等试验结果。

B.3 机械设备与人员组成

B.3.1 使用的主要机械设备和数量。

B.3.2 人员组成情况及分工职责。

B.4 混合料拌和

B.4.1 拌和机信号、上料速度、拌和数量、拌和时间、卸料方式等

B.4.2 验证混合料配合比：试拌混合料的集料级配，混合料的配合比，混合料含水量等

B.5 混合料摊铺

摊铺机梯队作业情况，料车卸料方式，摊铺速度，厚度控制及找平方式，消除摊铺离析的技术等。

B.6 混合料碾压

应至少有两种不同的碾压组合方式（必须确保达到要求的压实度），每种方案碾压机具的选择，组合方式，压实顺序，碾压速度及遍数（列表说明）等。

B.7 铺层松铺系数

用定点测量下卧层表面高程、面层松铺高程、面层压实高程等，测点数应大于30，铺层松铺系数计算得到。测量数据应在总结中列出。

B.8 施工接缝处理方法

两台摊铺机中间接缝、施工缝的处理方法，如何确保接缝处铺层的压实度和外观均匀性符合规定。

B.9 试铺段各项技术指标检查结果

B.10 试铺存在的问题及分析

介绍试铺过程中存在的问题，及造成原因分析。

B.11 结论意见

B.11.1 试铺是否成功。建议施工用的配合比。

B.11.2 建议施工产量及作业长度。

B.11.3 正式施工中需改进的若干建议。

B.11.4 对开工申请施工组织设计的修改建议。

B.11.5 确定施工组织及管理体系、质保体系。

B.11.6 安全保障措施、应急预案。

B.11.7 符合国家环境和生态保护的规定。

附录 C
(规范性附录)

抗裂嵌挤型水泥稳定碎石路面基层施工工序流程图

抗裂嵌挤型水泥稳定碎石路面基层施工工序流程图见图C.1。

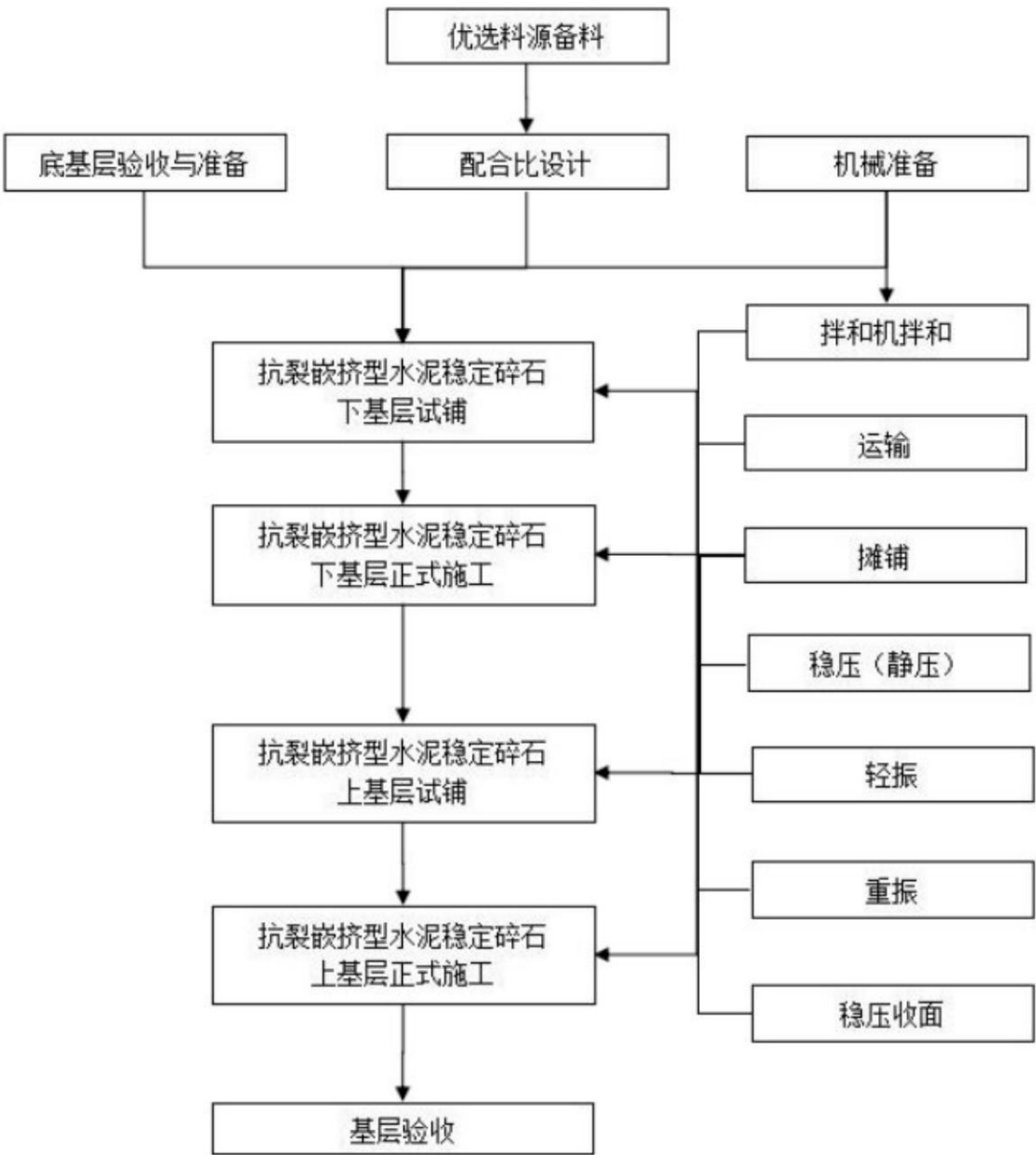


图 C.1 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石路面基层施工工序流程图

附 录 D
(规范性附录)

抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料配合比设计记录表格

抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料配合比设计记录表格见表D.1～表D.4。

表 D.1 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料含水量试验记录表格

编 号: _____

任务单号: _____

样品名称: _____

仪器设备名称、型号及编号: _____

样品编号: _____

最佳含水量: _____

序 号:

环境条件:

样品状态:

试验方法:

盒号				
盒的质量 (g)				
盒+湿试样的质量 (g)				
盒+干试样的质量 (g)				
水的质量 (g)				
干试样的质量 (g)				
含水量 (%)				
平均含水量 (%)				

试验: _____

复核: _____

日期: _____

表 D.2 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料振动压实试验记录表格

编 号: _____

任务单号: _____

样品名称: _____

仪器设备名称、型号及编号: _____

样品编号: _____

水泥剂量: _____

序 号: _____

环境条件: _____

样品状态: _____

试验方法: _____

筒的容积 (cm ³)		试样高度 (mm)									
干密度	试验次数 (振动时间, s)		1	2	3	4	5				
	加水量	(g)									
	筒+湿样的质量	(g)									
	筒的质量	(g)									
	湿试样质量	(g)									
	湿密度	(g/cm ³)									
	干密度	(g/cm ³)									
含水量	盒的质量	(g)									
	盒+湿试样质量	(g)									
	盒+干试样质量	(g)									
	含水量	(%)									
	平均含水量	(%)									
最佳含水量 w_0 = (%)			最大干密度 ρ_d = (g/cm ³)					备注:			

试验: _____

复核: _____

日期: _____

表 D.3 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料击实试验记录表格

编 号: _____

任务单号: _____

样品名称: _____

仪器设备名称、型号及编号: _____

样品编号: _____

水泥剂量: _____

序 号: _____

环境条件: _____

样品状态: _____

试验方法: _____

筒的容积 (cm ³)		击实次数		锤质量 (kg)	4.5	落距 (cm)	45
干密度	试验次数		1	2	3	4	5
	加水量	(g)					
	筒+湿样的质量	(g)					
	筒的质量	(g)					
	湿试样质量	(g)					
	湿密度	(g/cm ³)					
	干密度	(g/cm ³)					
含水量	盒的质量	(g)					
	盒+湿试样质量	(g)					
	盒+干试样质量	(g)					
	含水量	(%)					
	平均含水量	(%)					
最佳含水量 w_0 = (%)			最大干密度 ρ_d = (g/cm ³)				备注:

试验: _____

复核: _____

日期: _____

表 D.4 抗裂嵌挤型水泥稳定碎石混合料无侧限抗压强度试验记录表格

编 号：_____

任务单号：_____

样品名称：_____

仪器设备名称、型号及编号：_____

样品编号：_____

水泥剂量：_____

序 号：_____

环境条件：_____

样品状态：_____

试验方法：_____

试 验 编 号	试件制备		养 生 六 天 后 质 量(g)	养 生 期 间 质 量 损 失 (g)	浸水一昼夜后		试 件 吸 水 量 (g)	无侧限抗压强度		抗 压 强 度 平 均 值 (MPa)	抗 压 强 度 标 准 差 (MPa)	变 异 系 数 (%)	强 度 代 表 值 (MPa)
	质 量 (g)	高 度 (mm)			质 量 (g)	高 度 (mm)		最 大 压 力(N)	抗 压 强 度(MPa)				
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													

试验：_____

复核：_____

日期：_____