

ICS 93.080.20

CCS P 66

DB63

青 海 省 地 方 标 准

DB 63/T 2005—2021

旧水泥混凝土路面集中破碎再生基层技术规范

2021 - 12 - 25 发布

2022 - 03 - 01 实施

青海省市场监督管理局

发 布

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 一般规定 1

5 旧路调查与分析 2

6 再生利用设计 3

7 集中破碎再生 3

8 再生水泥稳定碎石 4

9 再生级配碎石 7

10 质量控制及验收 9

附录 A （资料性） 再生集料生产工艺..... 11

附录 B （资料性） 再生水泥稳定碎石基层材料组成设计方法..... 13

附录 C （资料性） 再生水泥稳定碎石施工工艺..... 14

附录 D （资料性） 再生级配碎石基层材料组成设计方法..... 13

附录 E （资料性） 再生级配碎石施工工艺..... 14

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。

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。

本文件由青海省交通运输标准化委员会提出。

本文件由青海省交通运输厅归口。

本文件起草单位：青海省公路局、青海明飞投资发展有限公司、中国建筑一局（集团）有限公司、青海交通职业技术学院。

本文件主要起草人：蔡军、张发军、荣统瑞、马建华、冯海东、常云飞、俞联鹏、钟守山、舒雪峰、金天、王志刚、何林、祁春平、海丽芳、肖平、王斌、付明洲、郭建芳、李永贵、张志斌、谢慧、张海乾、慈东、吴豫萍、魏劼、解立坤、程永红。

本文件由青海省交通运输厅监督实施。

旧水泥混凝土路面集中破碎再生基层技术规范

1 范围

本文件规定了旧水泥混凝土路面集中破碎再生基层技术的术语与定义、一般规定、旧路调查与分析、再生利用设计、集中破碎再生、再生水泥稳定碎石、再生级配碎石、质量控制及验收。

本文件适用于新建或改建二级及以下公路的基层和底基层。

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/T 1346 水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法
JTG 3430 公路土工试验规程
JTG 3450 公路路基路面现场测试规程
JTG 5210 公路技术状况评定标准
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
JTG/T F30 公路水泥混凝土路面施工技术细则
JTG/T F31 公路水泥混凝土路面再生利用技术细则
JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程
JTG H30 公路养护安全作业规程
JTJ 073.1 公路水泥混凝土路面养护技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

水泥混凝土路面集中破碎再生

采用机械设备将旧水泥路面破碎成不小于50 cm的块状，再转运至加工点，经破碎、筛分处理后，形成循环再生集料（简称“再生集料”）的利用技术。

4 一般规定

4.1 应对水泥混凝土路面再生利用路段开展有针对性地调查分析。

4.2 挖除旧路面前应按设计要求修复或增设排水设施，挖除后应及时做好基层防排水。

- 4.3 挖除旧水泥混凝土路面面板后，应及时进行后续施工。
- 4.4 现场施工时交通组织应符合 JTJ H30 规定，挖除路段未加铺结构层前不应开放交通。
- 4.5 集中破碎场地应进行硬化处置，并进行防排水处理。
- 4.6 应对再生集料进行配合比设计、性能试验分析与吸水率试验，确定再生集料的利用率。
- 4.7 再生集料应根据设计要求分级筛分、分级堆放。

5 旧路调查与分析

5.1 旧路资料收集

- 5.1.1 收集旧路面设计文件及竣工资料等。
- 5.1.2 收集旧路面通车运营期间的养护、路面检测及技术状况评定资料。
- 5.1.3 收集沿线桥梁、涵洞及构造物等相关资料。
- 5.1.4 收集旧路面排水、积水等相关资料。
- 5.1.5 收集路段历史交通量、交通组成及轴载资料。
- 5.1.6 收集路段气象、水文、地质等相关资料。

5.2 旧路现状调查

- 5.2.1 调查内容包括断板率、脱空率、旧路面修补面积、面板强度、换板情况、基层结构类型、基层病害处置情况、路基软弱路段、路基 CBR 值等。
- 5.2.2 断板率、脱空率的调查与计算应按 JTJ 073.1 规定执行，断板率、脱空率相近路段应归并为一个统计段落。
- 5.2.3 调查路段的路基强度不足、出现软弱、过湿、沉陷等病害时，应对具体段落的检测内容进行记录，做好影像资料，并存档。
- 5.2.4 应按 JTJ 3450 规定测定路基 CBR 值。取样个数每公里不少于 3 个，取样总数应满足计算要求。按公式（1）、公式（2）、公式（3）计算各评定段落的 CBR 代表值，并对 CBR 值小于 5 的段落进行记录和做好影像资料，并存档。

$$\overline{CBR} = \frac{\sum_{i=1}^n CBR_i}{n} \dots\dots\dots (1)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (CBR_i - \overline{CBR})^2}{n - 1}} \dots\dots\dots (2)$$

$$CBR = \overline{CBR} - Z_a S \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- n ——测点数，个；
- CBR_i ——各测点的 CBR 值，%；
- S ——标准差；
- $\overline{CBR}$ ——所有测点的 CBR 平均值，%；
- Z_a ——保证率系数，二级及以下公路取 1.282；
- CBR ——评定段落的 CBR 代表值，%。

5.3 沿线构造物及施工环境调查

- 5.3.1 调查沿线桥梁、涵洞、地下管线情况，记录桩号、结构形式，必要时实测结构尺寸。
- 5.3.2 调查挡墙、边沟及沿线其他构造物的具体位置、结构形式及技术状况。
- 5.3.3 调查其他对施工有影响或限制的因素。

5.4 旧路面状况分析

- 5.4.1 分析气象、水文、地质情况，沿线构造物及施工环境等资料。
- 5.4.2 分析面板强度、基层结构类型及交通量等资料。
- 5.4.3 分析断板率、脱空率、路基含水率等资料。
- 5.4.4 分析旧路面修补面积、换板情况、基层病害处置情况、路基 CBR 值、路基软弱路段及排水设施等资料。
- 5.4.5 按 JTG 5210 规定分析路面病害类型及成因。

6 再生利用设计

6.1 设计原则

- 6.1.1 应遵循“充分利用旧路面材料”原则，综合考虑路面状况、路基条件、构造物、净空要求、施工限制条件、当地材料供应情况等因素，结合技术、环保、经济比较，合理选择再生利用技术。
- 6.1.2 根据旧路状况，再生利用设计应分段进行，分段长度宜不小于 1.0 km。
- 6.1.3 再生利用设计包括方案选择、旧路面处置等。
- 6.1.4 病害严重路段应进行特殊设计。
- 6.1.5 再生利用技术方案选择宜满足以下条件之一：
 - a) 错台、翻浆、角隅破坏等大于总接缝长度的 20%；
 - b) 断板、开裂、下沉的修补面积大于路面总面积的 20%。

6.2 旧路处置

- 6.2.1 软弱路基宜采用换填方式处理，并满足以下要求：
 - a) 旧路面结构应逐层开挖至设计的深度要求；
 - b) 换填材料宜采用透水性较好的材料；粉黏粒含量应小于 5%。
- 6.2.2 路基回填时宜采用与原路基相同的材料，回填层的顶面当量回弹模量应满足设计要求。

7 集中破碎再生

7.1 设备要求

- 7.1.1 应采用对路面基层强度和结构无影响的设备挖除旧水泥混凝土路面。
- 7.1.2 集中破碎机械应具备两级破碎功能，并配备除尘和钢筋剔除装置，钢筋剔除率应大于 95%。
- 7.1.3 筛分设备应配备除尘装置。

7.2 破碎工艺

- 7.2.1 路面破碎：采用机械破碎方式，将旧水泥混凝土路面破碎成粒径不小于 50 cm 的块状，其大小满足破碎机要求，并运往加工场进行再加工处理。
- 7.2.2 集料加工：将破碎块在加工场经二次破碎、剔除钢筋、筛分处理等。
- 7.2.3 再生集料破碎工艺流程见附录 A。

8 再生水泥稳定碎石

8.1 再生集料试验

再生水泥稳定碎石层施工前，应在料场取代表性的样品按JTG 3430、JTG E42规定进行以下试验：

- 颗粒分析；
- 表观相对密度；
- 压碎值；
- 有机质含量；
- 硫酸盐含量。

8.2 再生集料性能

8.2.1 再生集料的质量应符合 JTG/T F20 规定。

8.2.2 再生水泥稳定碎石的集料应满足以下要求：

- 作基层时，单个颗粒的最大粒径应不大于 37.5mm，颗粒组成应符合表 1 规定；

表1 再生水泥稳定碎石（基层）颗粒组成范围

筛孔尺寸/mm	通过质量百分率/%	筛孔尺寸/mm	通过质量百分率/%
37.5	100	4.75	50～30
31.5	100～90	2.36	36～19
26.5	94～81	1.18	26～12
19.0	83～67	0.6	19～8
16.0	78～61	0.3	14～5
13.2	73～54	0.15	10～3
9.5	64～45	0.075	7～2

- 作底基层时，单个颗粒的最大粒径应不大于 53.0mm，颗粒组成应符合表 2 规定。

表2 再生水泥稳定碎石（底基层）颗粒组成范围

筛孔尺寸/mm	通过质量百分率/%	筛孔尺寸/mm	通过质量百分率/%
53.0	100	13.2	—
37.5	—	4.75	50～100
31.5	—	2.36	—
26.5	—	1.18	—
19.0	—	0.6	17～100
16.0	—	0.075	0～50
9.5	—		

8.2.3 再生水泥稳定碎石的压碎值：作基层时应不大于 35%；作底基层时应不大于 40%。

8.2.4 新旧集料掺配比例应通过试验确定。

8.3 配合比组成设计

8.3.1 配合比组成设计符合以下规定：

- 再生水泥稳定碎石的试验应符合 JTG E51 规定；
- 中、轻交通荷载等级时，再生水泥稳定碎石基层的 7 d 无侧限抗压强度应符合表 3 规定；
- 再生水泥稳定碎石的组成设计应按表 3 规定的强度标准，确定水泥掺量和最佳含水率。需改善混合料物理力学性质时，应确定新集料掺配比例。

表3 再生水泥稳定碎石基层的 7d 无侧限抗压强度

层 位	7 d无侧限抗压强度/MPa
基 层	2.0 ~ 4.0
底基层	1.0 ~ 3.0
注1：设计累计标准轴次小于2.0×10^6的公路可采用低限值；超过2.0×10^6的公路可取中值；主要行驶重载车辆的公路应取高限值。某一具体公路应采用一个值，而不是某一范围。 注2：二级以下公路可取低限值，当行驶重载车辆时应取较高值；二级公路可取中值，当行驶重载车辆时应取高限值。某一具体公路应采用一个值，而不用某一范围。	

8.3.2 再生混合料配合比设计应满足以下要求：

- 再生水泥稳定碎石作基层和底基层时，水泥选取五种掺量（3%、4%、5%、6%、7%）；
- 根据压实度标准分别计算水泥不同掺量的试件干密度；
- 按最佳含水率和计算所得的干密度制备试件，进行强度试验时，作为平行试验的最少试件数量应不少于表 4 要求。如试验结果偏差系数大于表 4 要求时，则应重做试验。如不能降低偏差系数，则应增加试件数量；

表4 最少试件数量

土的粒组划分	偏差系数		
	<10%	10% ~ 15%	15% ~ 20%
	试件数量/个		
细粒土	6	9	—
中粒土	6	9	13
粗粒土	—	9	13

- 试件按 GB/T 1346 规定，在温度 $25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 下保湿养生 6 d，浸水 24 h 后，按 JTG E51 规定进行无侧限抗压强度试验；
- 计算试验结果的平均值和偏差系数；
- 根据表 3 中强度标准，选定合适的水泥剂量，此剂量试件室内试验结果的平均抗压强度 R 应符合公式（4）的要求：

$$R \geq R_d / (1 - Z_a C_v) \dots\dots\dots (4)$$

式中：

- R_d ——设计抗压强度，MPa；
- C_v ——试验结果的偏差系数（以小数计）；
- Z_a ——标准正态分布表中随保证率（或置信度 α ）而变的系数。

8.3.3 再生水泥稳定碎石基层材料组成设计方法见附录 B。

8.4 施工工艺

8.4.1 再生水泥稳定碎石基层施工应按 JTG/T F20、 JTG/T F30 和 JTG/T F31 相关规定进行，施工工艺流程见附录 C。

8.4.2 施工前应铺筑长度不小于 200 m 的试验段，并确定以下参数：

- 验证现场材料的级配、生产配合比；
- 混合料的松铺系数；
- 混合料的含水率；
- 标准施工方法；拌和、运输、摊铺和碾压机械的协调和配合，确定机械的选择和组合，碾压的工序、速度和遍数。

8.4.3 再生水泥稳定碎石基层施工技术要点应符合以下规定：

- c) 厂拌法施工时水泥剂量应比室内试验确定的剂量增加 0.5 %；
- d) 每层摊铺厚度宜为 160 mm~200 mm；
- e) 应在接近或略大于最佳含水率时进行碾压。气候炎热干燥时，碾压时含水率可比最佳含水率增加 0.5 %~1.5 %；
- f) 应安排专人负责指挥碾压，避免出现漏压和产生轮迹现象；
- g) 养生期应不少于 7 d，宜延长至上层结构开始施工的前 2d。

9 再生级配碎石

9.1 再生集料试验

再生集料试验同本文件 8.1。

9.2 再生集料性能

9.2.1 再生集料质量同本文件 8.2.1。

9.2.2 再生级配碎石的压碎值应满足表 5 要求。

表5 再生级配碎石的压碎值指标

位 置	公路等级	压碎值/%
基 层	二级公路	≤30
	二级以下公路	≤35
底基层	二级公路	≤35
	二级以下公路	≤45

9.2.3 再生级配碎石强度指标应符合表 6 规定。

表6 再生级配碎石结构强度指标

功能层次	强度指标	技术要求	备 注
上基层	CBR值	≥160%（振动成型） ≥100%（重型击实）	验算固体体积率：≥86%（振动成型） ≥85%（重型击实）
	抗剪强度	≥0.4 MPa	—
下基层	CBR值	≥160%（振动成型） ≥100%（重型击实）	验算固体体积率：≥86%（振动成型） ≥85%（重型击实）
底基层	CBR值	≥110%（振动成型） ≥80%（重型击实）	验算固体体积率：≥84%（振动成型） ≥83%（重型击实）
垫 层	符合原材料要求和级配要求		

9.2.4 再生级配碎石颗粒组成和塑性指数应满足表 7 中级配的要求，级配曲线宜为圆滑曲线。

表7 再生级配碎石的颗粒组成范围

项 目	通过质量百分率/%
筛孔尺寸/mm	37.5
	31.5
	19.0
	9.5
	4.75
	100
	90~100
	73~88
	49~69
	29~54

	2.36	17~37
	0.60	8~20
	0.075	0~7
液限/%		<28
塑性指数		<9
注：对于无塑性的混合料，<0.075mm的颗粒含量应接近高限。		

9.3 配合比设计

9.3.1 配合比设计应满足以下要求：

- 再生粗集料可单独或掺入新集料后使用，通过配合比试验，确定混合料级配满足设计要求；
- 再生级配碎石中针片状颗粒含量应不超过 20%，不应含有土块、植物等杂质；
- 再生级配碎石用于二级公路的基层和底基层时，应预先筛分为 37.5 mm~19.0 mm、19.0 mm~9.5 mm、9.5 mm~4.75 mm 不同粒径的碎石以及 4.75 mm 以下的石屑组配而成；
- 颗粒组成为顺滑曲线。

9.3.2 再生级配碎石基层材料组成设计方法见附录 D。

9.4 施工工艺

9.4.1 再生级配碎石层施工应按 JTG/T F20 规定进行，施工工艺流程见附录 E。

9.4.2 再生级配碎石施工技术要点应符合以下规定：

- 下承层质量检测合格，并清除表面杂物后，方可摊铺；
- 用平地机或其他机具将混合料摊铺均匀，表面平整，并满足设计路拱要求；
- 采用不同粒径的碎石和石屑时，宜将大粒径摊铺在下层，中粒径摊铺在中层，小粒径摊铺在上层，洒水使碎石湿润后，再行摊铺石屑；
- 检查松铺厚度，必要时适当减料或补料；
- 采用 12 t 以上的三轮压路机进行碾压，每层压实厚度为 15 cm~20 cm；
- 应安排专人负责指挥碾压，避免出现漏压和产生轮迹现象；
- 级配碎石基层未做透层沥青或铺设封层前，不准许开放交通。

9.4.3 铺筑宽度为 11 m~12 m 时，每一流水作业段长度宜为 500 m；当铺筑宽度大于 12 m 时，可相应缩短作业段长度。每天作业段的长度应综合以下因素合理确定：

- 施工机械和运输车辆的生产效率和数量；
- 施工人员数量及操作熟练程度；
- 施工季节和气候条件；
- 水泥的初凝时间和延迟时间；
- 减少施工接缝的数量。

10 质量控制及验收

10.1 一般规定

10.1.1 施工质量标准与控制应包括原材料检验、施工参数确定、施工过程中的质量检查验收等，并应符合以下规定：

- 按本文件的相关要求备料，严把质量关；

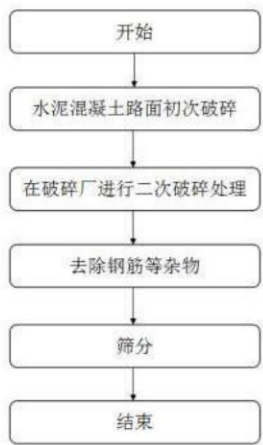
- b) 按施工需求合理布置建设场地，选择适宜的拌和、摊铺和碾压机具；
 - c) 将试验段确定的施工参数作为施工过程质量控制的标准；
 - d) 保证检测数据真实、准确、完整；
 - e) 各工序结束后，应检查验收；合格后方可进行下一道工序。
- 10.1.2 若发现质量不满足要求时，应返工处理。
- 10.1.3 施工过程中关键工序应拍照或录像作为现场记录，并保存。
- 10.1.4 施工结束后应及时清理现场，做好环保。
- 10.1.5 施工过程中应配备相关资格的试验人员。

10.2 技术要求

- 10.2.1 施工过程质量控制按 JTG/T F20 规定执行。
- 10.2.2 质量检验评定按 JTG F80/1 规定执行。

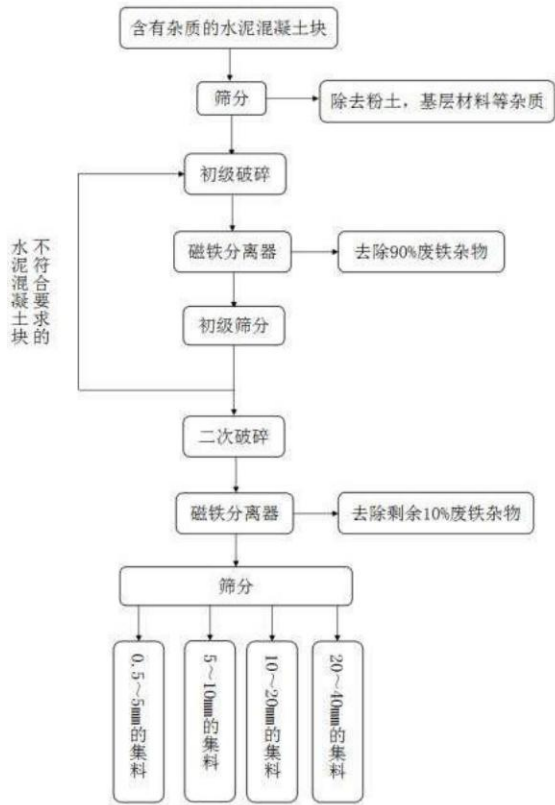
附 录 A
(资料性)
再生集料破碎及生产工艺

再生集料破碎工艺流程如图A. 1。



图A. 1 再生集料破碎工艺流程图

再生集料生产工艺流程如图A. 2。



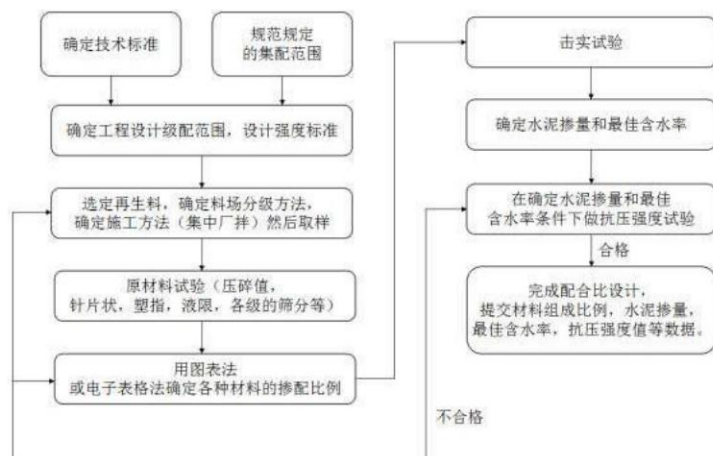
图A. 2 再生集料生产工艺流程图

附录 B

(资料性)

再生水泥稳定碎石基层材料组成设计方法

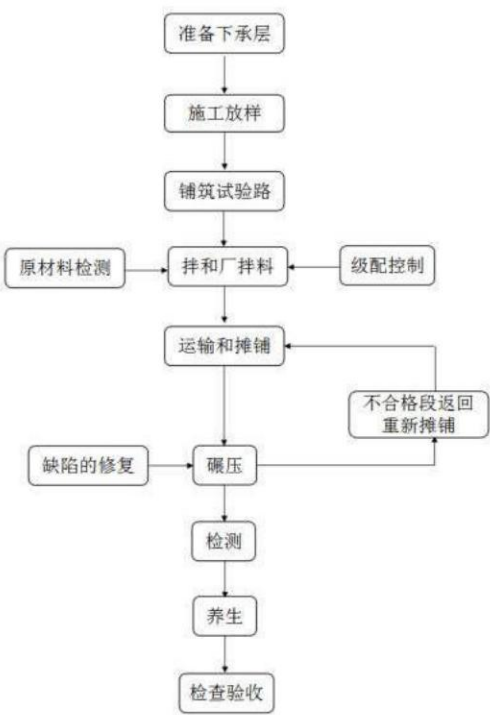
再生水泥稳定碎石基层材料组成设计方法见图B. 1。



图B. 1 再生水泥稳定碎石基层材料组成设计方法

附 录 C
(资料性)
再生水泥稳定碎石施工工艺流程

再生水泥稳定碎石施工工艺流程如图C. 1。



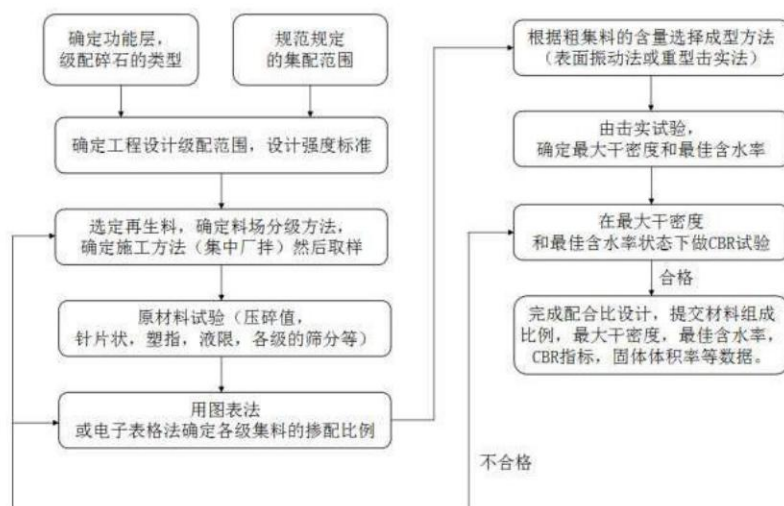
图C. 1 再生水泥稳定碎石施工工艺流程图

附录 D

(资料性)

再生级配碎石基层材料组成设计方法

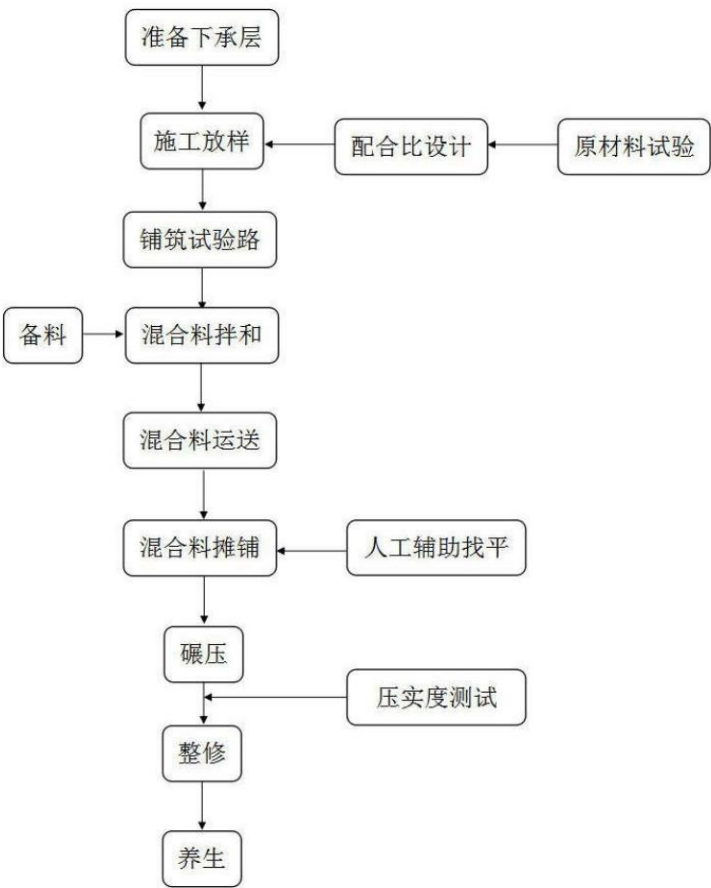
再生级配碎石基层材料组成设计方法见图D. 1。



图D. 1 再生级配碎石基层材料组成设计方法

附 录 E
(资料性)
再生级配碎石施工工艺流程

再生级配碎石施工工艺流程如图E. 1。



图E. 1 再生级配碎石施工工艺流程图