

DB34

安 徽 省 地 方 标 准

DB 34/T 2377—2015

骨架密实抗裂型 水泥稳定碎石路面基层 施工技术规范

Technical Specification for Construction of Cement Stabilized Aggregate with Dense
Framework Structure and Anti-crack Performance

2015 - 06 - 03 发布

2015 - 07 - 03 实施

安徽省质量技术监督局 发布

前 言

本标准依据 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本标准由安徽省交通运输厅提出并归口。

本标准起草单位：安徽省交通投资集团有限责任公司、东南大学、安徽省交通规划设计研究总院、安徽省标准化协会。

本标准起草人：黄志福、王宏祥、胡可、白琦峰、左敦礼、曹光伦、于春江、文健、夏柱林、孙志永、杨新苏、赵可肖、潘家升、窦维禹、叶雨霞、吴义华、戚云生、王亮、王文刚、贺冉冉。

骨架密实抗裂型 水泥稳定碎石路面基层 施工技术规范

1 范围

本标准规定了骨架密实抗裂型水泥稳定碎石基层施工的术语和定义、一般规定、施工准备、混合料配合比设计、施工控制要点和质量管理与检查验收。

本标准适用于公路新建或大中修工程的骨架密实抗裂型水泥稳定碎石基层施工。

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，仅所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。

JTJ 034 公路路面基层施工技术规范

JTG E51 公路工程无机结合料稳定材料试验规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

水泥稳定碎石混合料振动压实成型试验 vibrating compaction experiment of cement stabilized aggregate

按照一定的频率，在设定的压力和激振力下，对圆柱形试模内的水泥稳定碎石材料施加振动压实作用，成型试件的试验。用以在水泥稳定碎石混合料设计和施工控制中，确定最佳含水量和最大干密度，也可用于成型无侧限抗压强度试件成型试验。

3.2

骨架密实抗裂型水泥稳定碎石 cement stabilized aggregate with dense framework structure and anti-crack performance

以粗集料形成嵌挤骨架结构，采用振动压实成型法进行设计，具有显著抗裂性能的水泥稳定碎石材料。

4 一般规定

4.1 基层正式施工前应铺筑试铺段，应根据试铺段确定工艺指导施工。

4.2 应采用集中厂拌、摊铺机摊铺和压路机碾压密实的工艺施工。

4.3 压实厚度应匹配施工机械摊铺能力和压实能力，不宜大于 20 cm，大于此厚度时宜分层施工，分层厚度不宜小于 15 cm。

4.4 施工中应采取措施减少离析，对已经出现的铺面离析应在碾压前处理。

4.5 不应在气温低于 5℃状态下施工。

5 施工准备

5.1 施工机械

5.1.1 拌和机

应配置产量不应小于 500t/h 的拌和机，其实际出料（生产量的 80%）能力应超出摊铺能力 10% 以上。拌和机的拌缸长度不应小于 3.5 m，每个拌和机配备的进料斗不应少于 5 个，料斗上口应安装钢筋网盖。

5.1.2 摊铺机

应根据路面摊铺层的宽度、厚度，选用适合的摊铺机。当采用两台摊铺机联铺时单台摊铺机宽度不宜超过 9 m。

5.1.3 压路机的配置

每一个施工作业面，应配置 25t 以上单钢轮振动压路机不应少于 3 台，30t 以上轮胎压路机不应少于 1 台，12~16t 胶轮压路机不应少于 1 台（用于土基稳压）。有条件可配备 12t 左右的双钢轮振动压路机 1~2 台用于稳压或收光。

5.1.4 水泥罐

水泥罐容量应符合拌和机产能的要求，每套拌和机配套的水泥罐不应少于 2 个，其总储存能力不应小于 150t，罐仓内应配有水泥破拱器。

5.2 试验检测仪器

5.2.1 振动压实成型机应符合 JTG E51 的要求。

5.2.2 其它试验检测仪器，包括水泥胶砂强度、水泥凝结时间和安定性检验仪器、水泥剂量测定设备、水泥稳定碎石抗压试件制备与抗压强度测定设备、标准养护室、基层密度测定设备、标准筛（方孔）、土壤液塑限联合测定仪、压碎值仪、针片状测定仪器和取芯机。

5.3 材料准备

5.3.1 宜采用强度等级不低于 32.5 级的缓凝水泥，水泥初凝时间不应小于 4 小时，终凝时间不应小于 6 小时。

5.3.2 应采用石质坚硬、清洁、不含风化颗粒、近立方体颗粒的碎石。

5.3.3 碎石厂生产线应为二级破碎，并包含反击式破碎机，应设隔墙等有效隔离措施，宜配备除尘设备，必要时加装隔片筛等措施严格控制细长扁平颗粒含量。

集料规格应按（20~30）mm、（10~20）mm、（5~10）mm、（3~5）mm、（0~3）mm 共分为 5 档规格。

碎石生产线筛网应匹配上述规格要求，碎石生产线成套筛网尺寸建议如下：3 mm 或 4 mm、6 mm 或 7 mm、11 mm、22 mm、32~34 mm。

用于水泥稳定碎石层碎石的最大粒径为 31.5 mm，应严格控制合成级配超粒径现象在 2% 以内。各档单粒径的关键控制筛孔范围宜按表1 控制，碎石质量应符合表2 要求。

表1 骨架密实抗裂型水泥稳定碎石路面基层集料料单粒径规格要求

粒径范围 (mm)	通过下列筛孔的质量百分率 (%)							
	31.5	26.5	19	13.2	9.5	4.75	2.36	0.075
20~30	100	90~100	0~15	—	—	—	—	0~1
10~20	—	100	90~100	—	0~15	0~5	—	0~1
5~10	—	—	—	100	90~100	0~15	0~5	0~1
3~5	—	—	—	—	100	90~100	0~15	0~1
0~3	—	—	—	—	—	100	90~100	0~15

注：细集料小于 0.075 mm 通过率宜控制在 12.5%以内。

表2 骨架密度抗裂型水泥稳定碎石路面基层集料技术指标

检验项目	技术指标	
石料压碎值	不大于 (%)	28
粒径 9.5 mm 以上的针片状含量	不大于 (%)	16
粒径 4.75~9.5 mm 的针片状含量	不大于 (%)	20
粗集料小于 0.075 mm 颗粒含量	不大于 (%)	1.0
细集料小于 0.075 mm 颗粒含量	不大于 (%)	15.0 ^a
砂当量	不小于 (%)	60
液限	小于 (%)	28
塑性指数	小于 (%)	6

注：细集料小于 0.075 mm 通过率宜控制在 12.5%以内。

5.3.4 使用水应符合 JTJ 034 标准要求，必要时委托有关部门化验鉴定。

5.4 路基或下部结构层的检查与验收

路基或下部结构层的质量应符合相关规范要求。

6 混合料配合比设计

6.1 混合料配合比设计流程应参照图 1 执行。

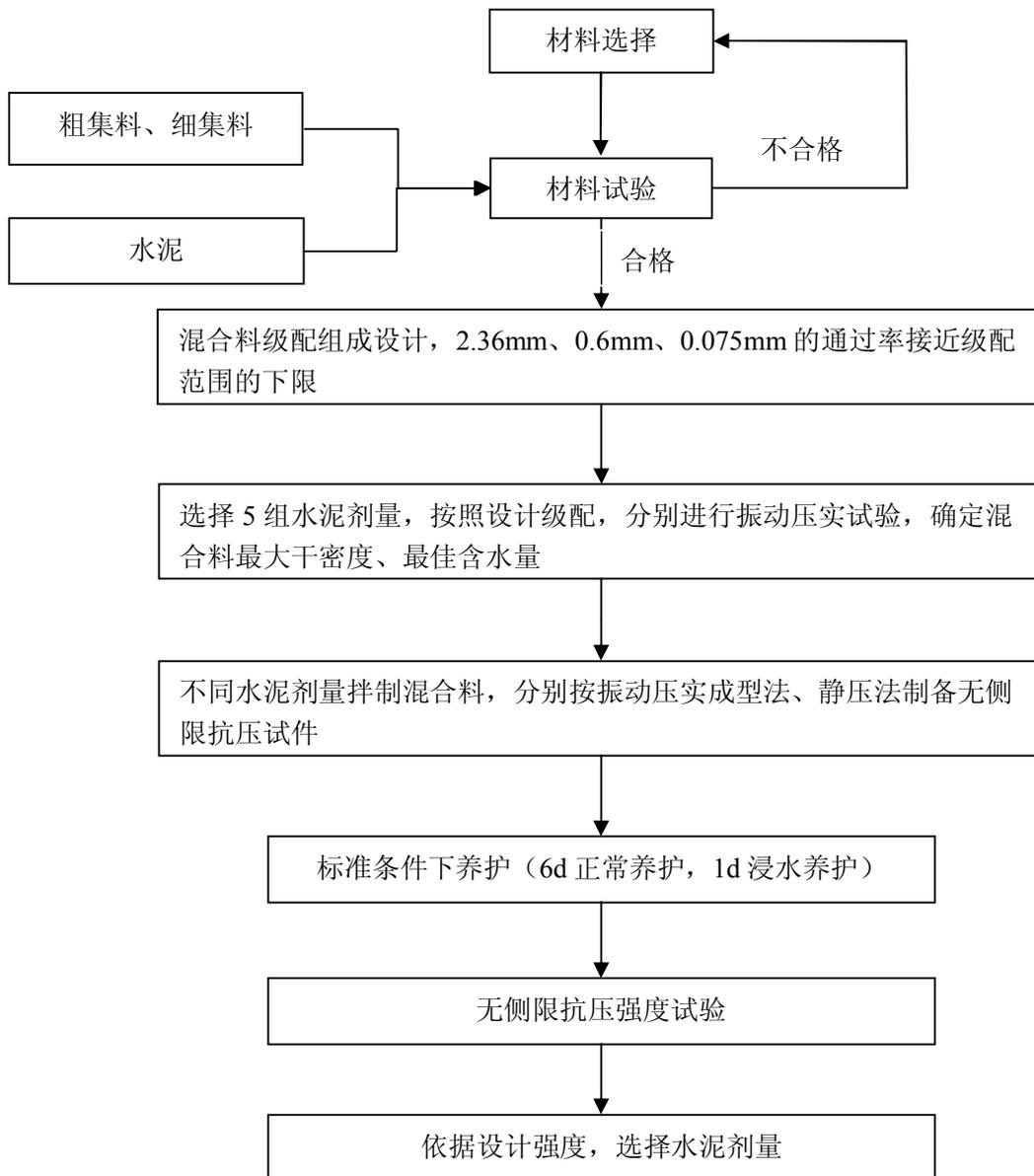


图1 混合料配合比设计流程

6.2 混合料合成级配通过率范围

应符合表3 的要求。

表3 合成级配通过率范围

级配	通过下列筛孔(mm)的重量百分率(%)							
	31.5	26.5	19	9.5	4.75	2.36	0.6	0.075
范围	100	88~98	68~86	38~58	22~32	16~28	8~15	0~4.5

6.3 按不同水泥剂量分组试验。用振动压实成型法确定各组混合料的最佳含水量和最大干密度。

6.4 根据确定的最佳含水量，拌制水泥稳定碎石混合料，按要求压实度（振动压实成型法标准密度，98%压实度）制备混合料试件，在标准条件下养护 6 天，浸水 1 天后取出，测试无侧限抗压强度。

6.5 应根据 7 d 浸水无侧限抗压强度设计要求，确定水泥稳定碎石配合比。

6.6 必要时可进行延迟试验。

注：将无机结合料稳定碎石混合料拌合后，分别延迟 2.0 小时、3.5 小时、5.0 小时和 6.5 小时后成型试件，养生后进行 7 d 无侧限抗压强度试验，分析延迟时间对无侧限抗压强度的影响。

7 施工控制要点

7.1 一般要求

7.1.1 应合理建设拌合站和堆料场地，做好硬化、排水、隔离措施。一般堆料场面积应能备料 10 万吨以上，以保证料源稳定性和规模施工连续、稳定。

7.1.2 在保证基层强度和施工性能的前提下，施工中应严格限制水泥、细集料用量和含水量。

7.1.3 施工中应采取措施，提高施工均匀性，减少级配和水泥剂量波动。

7.2 拌和

7.2.1 拌合机应定期对冷料仓进料转速或转速比（K 值）进行标定，每层标定不应少于 1 次。

7.2.2 冷料仓数量应满足配合比控制要求，不应少于 5 个。

7.3 运输

7.3.1 运输车辆数量应满足连续拌和出料与连续摊铺需要，车况良好。装料前应将车厢清洗干净。装料时应分“前、后、中”三次装料。

7.3.2 运输车辆应采用篷布覆盖，应前后左右覆盖严密。混合料不能在水泥初凝时间内运到工地完成摊铺压实，应废弃。

7.4 摊铺

7.4.1 上层摊铺前应将路基或下层洒水湿润；两层水泥稳定碎石之间施工时，下层表面应喷洒水泥净浆，按水泥质量计，不应少于 0.5 kg/m^2 （洒布量以保证层间联结为准，一般应在 $0.6 \text{ kg/m}^2 \sim 1.0 \text{ kg/m}^2$ ）。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 30 m~40 m 为宜。

7.4.2 摊铺机宜缓慢、连续、匀速摊铺，摊铺速度一般宜在（1~1.5）m/min 左右。禁止摊铺机频繁停机待料。

7.4.3 多台摊铺机梯队作业时，应保证其“速度一致、摊铺厚度一致、松铺系数一致、路拱坡度一致、摊铺平整度一致、振动频率一致”，两机摊铺接缝应平整。

7.4.4 摊铺中应采取如下减少离析的措施：

- a) 在摊铺机分料器两侧装半片反向叶片。
- b) 摊铺机每节熨平板的拼接位置、布料器悬挂位置应安装半片反向叶片。
- c) 在摊铺机料笼前挡板下沿加设橡胶挡板。
- d) 摊铺机布料器最外的叶片边沿距侧挡板控制在 25 cm~40 cm。
- e) 摊铺机布料器叶片大小和上下位置应根据松铺厚度进行合理选择与设置，确保叶片下边缘距离下卧层合适，且布料器叶片 2/3 以上应埋在混合料中。
- f) 螺旋布料器离熨平板前缘的距离，在保证供料充分，满足摊铺层厚度要求的前提下宜尽量调小。
- g) 摊铺机收斗次数和时机应予以严格控制，可采取部分收斗的方式。

7.5 碾压

7.5.1 碾压应遵循试铺路段确定的工艺。做到稳压充分，振压不起浪、不推移，按照“初压（弱振或静压）→复压（振动碾压）→终压（胶轮稳压）”的流程，压至无轮迹为止。应控制压路机的碾压顺序、碾压遍数及碾压速度等，具体碾压工艺可参见表4。

表4 碾压工艺

碾压阶段	压路机类型	数量 (台)	碾压模式	速度 (km/h)
初压	单钢轮振动压路机(25 T 以上)或 胶轮压路机(30 T 以上)	1	前后弱振或静压 1~2 遍	1.5~1.7
复压	单钢轮振动压路机(25 T 以上)	2	前后强振 2~4 遍	
终压	胶轮压路机(30 T 以上)	1~2	碾压 2~3 遍	

7.5.2 碾压完成后用灌砂法检测压实度，检测压实度不合格时，应补充压实。压实度控制所用的标准密度应采用振动压实成型最大干密度。

7.6 横缝设置

7.6.1 水泥稳定碎石混合料摊铺时，应连续作业。当中断时间超过 2 h，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，要特别注意桥头搭板附近水泥稳定碎石层的碾压。

7.6.2 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，应按照如下方法设置：

- 压路机碾压完毕，应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，应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，并应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。
- 压路机应沿接缝横向碾压，由前一天压实层上逐渐推向新铺层，碾压完毕再纵向正常碾压。
- 碾压完毕，接缝处纵向平整度应符合表5的规定。

7.7 养生及交通管制

7.7.1 碾压完成以后应立即进行质量检查，并开始养生。

7.7.2 应将透水无纺土工布湿润，之后人工覆盖在碾压完成的基层顶面。覆盖 2 小时后，应洒水养护 7 天，洒水车喷头应采用喷雾式喷头。整个养生期间应始终保持基层表面湿润。养生结束后，应将覆盖物清除干净。

7.7.3 养生期间应封闭交通。

8 质量管理与检查验收

8.1 用于水泥剂量测定的试验用料应在拌和机拌和后取样，并立即（不宜小于 10 分钟）送到工地试验室进行滴定试验。每天开盘前三车应连续取样检测，检测结果应及时反馈并指导施工。

8.2 应使用 EDTA 滴定法实时检测水泥剂量，同时应进行总量控制，记录每天的实际水泥用量、碎石用量和实际工程量，计算对比水泥剂量的一致性。

8.3 施工质量应符合表5的要求。

表5 施工质量检查项目及技术指标

检查项目	质量要求		检查规定		备注
	要求值或容许误差	质量要求	最低频率	方法	
压实度 (%)	代表值不小于 98	——	2处/200 m/车道 1处/200 m/车道	用灌砂法检查，采用振动压实成型标准	——
平整度 (mm)	8	平整、无起伏	2 处/200m	用三米直尺连续量 10 尺，每尺取最大间隙	——
纵横高程 (mm)	+5, -10	平整顺适	1 断面/20m	每断面 3—5 点用水准仪测量	——
厚度 (mm)	代表值 -8 合格值 -15	均匀一致	同压实度	试坑测量	——
宽度 (mm)	不小于设计	边缘线整齐，顺适，无曲折	1 处/40米	用皮尺丈量	——
横坡度 (%)	±0.3	——	3个断面/100米	用水准仪测量	——
水泥剂量 (%)	±0.5	——	每 2000m ² 1 次，1 次 6 个以上样品	EDTA 滴定及总量校核	拌和机拌和后取样
级配	0.075 mm, ±1%， 4.75 mm, ±3%， 19 mm, ±5%。	符合控制范围要求	每 2000m ² 1 次	水洗筛分	拌和机拌和后取样
强度 (MPa)	按 6.5 条执行	按 6.5 条执行	1 组 / 每天/1 台拌和楼	7 天浸水抗压强度	拌和机拌和后取样
含水量 (%)	0~+1	最佳含水量	随时	烘干法	——
芯样完整性	——	芯样完整基本无松散	每施工段，每 500 m 取 2 点	钻芯取样	——
外观要求	表面平整密实，无浮石，弹簧现象；无明显压路机轮迹。				
<p>注1：水泥稳定碎石基层 7 d 龄期后应及时进行取芯检测，取出完整的钻件。如不能取出完整钻件，则 10 d~14 d 龄期内应复检一次，如果还不能取出完整钻件，则应找出不合格界限，进行返工处理。</p> <p>注2：其它质量要求按 JTJ 034 规定的执行。</p> <p>注3：上述施工检测频率为针对双向四车道，其他宽度的公路参照调整检查数量。</p> <p>注4：施工中各筛孔级配值与生产配合比设计值允许误差为：0.075 mm, ±1%，4.75 mm, ±3%，19 mm, ±5%。</p>					

安徽省地方标准

骨架密实抗裂型 水泥稳定碎石路面基层 施工技术规范

DB34/T 2377-2015

条文说明

3 术语和定义

3.1 传统的悬浮密实型水泥稳定碎石采用重型击实法确定最佳含水量和最大干密度。骨架密实抗裂型水泥稳定碎石采用振动压实成型法确定最佳含水量和最大干密度。重型击实以一定次数的锤击模拟路面的碾压过程，振动压实成型法则以一定的频率，对试件施加击振力，模拟路面的碾压过程。

与重型击实法相比，振动压实成型法与现场的振动碾压过程更为接近，尤其对于级配较粗的混合料，振动压实成型可以有效避免重型击实导致的试件顶部集料被击碎的情况。通常情况下，对于相同的水泥稳定碎石混合料，振动压实成型法得到的最大干密度要大于重型击实法，前者约为后者的 1.02~1.04 倍。较大的最大干密度，有利于减少水泥稳定碎石混合料的矿料间隙率，提高水泥浆的饱和度，从而以较少的水泥剂量可以达到更高的强度。

现行《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》（JTG E51-2009）中“无机结合料稳定材料振动压实试验方法”（T0842-2009）中对振动压实成型法设备和试验步骤做了详细规定，但未明确振动压实的时间，根据安徽省高速公路的建设经验，分两层且每层振动压实 75 s~90 s 时，能较好的与安徽省高速公路目前的压实设备配置相匹配，因此，振动压实试验时应分两层，每层振动压实时间采用 75 s~90 s，具体压实时间确定应综合考虑试验时试件形成共振、不流浆，标准密度并与现场压实功匹配等因素。

由于现行相关水泥稳定碎石无侧限抗压强度验收标准试件为静压法成型的试件，本标准推荐的采用振动压实成型法成型无侧限抗压强度试件可用于对比验证试验和施工控制。

3.2 收缩裂缝是传统水泥稳定碎石的主要病害之一。主要是源于细集料和水泥成分的干缩和温缩，骨架密实抗裂型水泥稳定碎石大幅度减少细集料用量，并适量降低水泥剂量，在级配组成、水泥剂量和压实控制等方面进行了较大的调整，以实现在保证强度的基础上大幅度的减少收缩裂缝。

骨架密实抗裂型水泥稳定碎石混合料设计的思路是：

一方面混合料减少细集料用量后，级配形成骨架，可更好发挥集料嵌挤作用对混合料强度的贡献；一方面通过增加控制筛孔减少离析现象的产生；

另一方面通过振动压实成型法，采用比传统的水泥稳定碎石重型击实更大的标准密度，通过以上三个方面实现降低水泥剂量同时仍具有较高的无侧限抗压强度，使混合料具有较好的施工和易性和显著的抗裂性能。

近年来在安徽省高速公路的应用中，骨架密实抗裂型水泥稳定碎石基层平均横向裂缝间距为 500~1000 m，远大于传统水泥稳定碎石的 30~50 m，抗裂效果明显。

骨架密实抗裂型水泥稳定碎石另一个优点是抗冲刷能力更好。沥青路面反射裂缝后期出现的唧泥和脱空，一定程度上与水泥稳定碎石底基层的细集料冲刷有关，骨架密实抗裂型水泥稳定碎石减少细集料，提高压实度后，抗冲刷性能明显改善，有利于减少反射裂缝出现后的并发病害。

5 施工准备

5.1 施工机械

5.1.1 对拌合站的要求除产能外，还强调了拌缸长度不小于 3.5 m，料斗不小于 5 个。提出拌缸长度的最小要求是为了确保混合料拌合均匀，强调采用较多的料斗目的是方便加强级配控制，保证骨架密实抗裂型水泥稳定碎石的级配。

5.1.3 有条件可配备 12t 左右的双钢轮振动压路机 1~2 台用于稳压或收光。本条对压实设备的配置要求是根据安徽省近几年高速公路上的经验提出。骨架密实抗裂型水泥稳定碎石振动压实成型最大干密

度比传统水泥稳定碎石的重型击实成型最大干密度提高了 2%~4%左右，宜投入更多、吨位更大的压实设备，以保证压实度。

5.2 试验检测仪器

5.2.1 振动压实成型机是骨架密实抗裂型水泥稳定碎石混合料设计和施工质量控制的核心仪器，目前市场上良莠不齐，试验结果的准确性和稳定性差异较大，因此，宜选择信誉好、工程应用多的厂家，并定期进行工地设备的比对试验，以确保试验结果的准确性。

5.3 材料准备

5.3.1 普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥都可用于拌制水泥稳定碎石混合料。应优先选用。

5.3.2 骨架密实抗裂型水泥稳定碎石需要更大程度上发挥集料间的嵌挤作用，因此，对集料提出了更好要求，除了集料技术性能外，对集料级配稳定和粉尘含量也有更为严格的规定。集料分为 5 档，比传统的水泥稳定碎石混合料要求多 1 档~2 档，分档越多，越利于混合料级配控制。传统的水泥稳定碎石混合料对各档集料的级配一般没有明确要求，根据近年来的工程经验，增加对各档集料级配的规定可以更加准确的控制混合料的级配，因此增加了表 1 的规定。

6 混合料配合比设计

6.2 表 3 规定的骨架密实抗裂型水泥稳定碎石级配要求与现行《公路沥青路面设计规范》（JTG D50-2006）相比，增加了对 26.5 mm 筛孔通过率的规定，目的是提高混合料的抗离析能力。为形成较好的骨架结构，规定 2.36 mm 以下粒径的通过率宜偏下限。另外，考虑到国内细集料粉尘含量较高的实际情况，为便于实施，0.075 mm 通过率可放宽至 4.5%。

6.5 对于相同的水泥稳定碎石混合料，振动压实成型试件的无侧限抗压试件强度是静压法成型试件强度的 2 倍左右，因此规定无侧限抗压强度要求时应区分不同成型方法。

6.6 工程中在水泥稳定碎石混合料拌合后，由于偶然因素影响，可能无法及时运到现场摊铺。通过延迟试验，可以评估所设计的混合料强度受从拌合到碾压成型时间间隔的影响，供施工控制参考。一般可取强度降到设计强度对应的延迟时间，并考虑一定的富余量作为工地控制的容许延迟时间。

7 施工控制要点

7.4 摊铺

7.4.1 层间粘结对于路面性能有重要影响，水泥稳定碎石层间粘结一般包括洒（撒）布水泥浆和干水泥两种方式，实践证明，前者更容易控制粘结质量，因此规定层间应采用洒布水泥浆的方式。

7.4.4 摊铺环节较容易出现离析，可从设备优化、操作方式调整等多个方面入手，改善离析。