

DB13

河 北 省 地 方 标 准

DB13/T 2470—2017

公路路面骨架密实型水泥稳定碎石基层振
动拌和施工技术规范

2017-03-29 发布

2017-06-01 实施

河北省质量技术监督局 发布

前　　言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由河北省交通运输厅提出并归口。

本标准起草单位：中建路桥集团有限公司、河南万里路桥集团有限公司、许昌德通振动搅拌技术有限公司。

本标准主要起草人：刘中林、张红春、平长德、张良奇、赵月平、王建华、徐振海、孟祥马、王凯、周世鑫、王志斌、杨正军、柳朝印、魏洪树、郭同海、左小林。

公路路面骨架密实型水泥稳定碎石基层振动拌和施工技术规范

1 范围

本标准规定了公路路面骨架密实型水泥稳定碎石基层振动拌和施工的材料、设备、混合料组成设计、施工控制及质量检查验收。

本标准适用于各等级公路路面水泥稳定碎石基层施工，城市道路路面基层施工可参照执行。

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。

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 D50 公路沥青路面设计规范

JTG/T F20 公路路面基层施工技术细则

JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准

DB13/T 1791 公路路面基层振动成型施工技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

振动拌和

混合料通过振动搅拌装置在一定振幅和频率的振动作用下搅拌的一种拌和方式。

3.2

骨架密实型结构

混合料中以较多数量的粗集料形成空间骨架，用细集料填充骨架间的空隙，这种混合料结构叫骨架密实型结构。

3.3

单档集料

符合某个规定粒径规格的一种成品集料。

3.4

混档集料

成品石料中含两个或两个以上规定粒径规格的混合料。

4 符号及代号

下列符号及代号适用于本文件。

A: 振幅。振动拌和机振动轴上下振动的幅度。

ω : 振动圆频率。振动拌和机振动轴转动的速度。

D: 振动强度。振动拌和机工作时振动轴及叶片对混合料撞击、剪切、推移的能力。振动强度由振幅、振动圆频率和振动体质量决定，通过调整振幅、振动圆频率和偏心块的重叠量来调整振动强度。

5 材料

5.1 一般规定

5.1.1 原材料应检验合格后方可使用。

5.1.2 不同料源、品种和规格的原材料应分别存放，不得混堆在一起。

5.2 水泥

5.2.1 水泥宜选用 P·042.5 的普通硅酸盐水泥，不得使用快硬、早强或受潮变质的水泥。

5.2.2 不同品牌的水泥不能混用，如需更换水泥，必须提前进行相关的试验检测，满足技术要求方可使用。

5.2.3 水泥质量指标应符合表 1 的规定。

表 1 水泥质量要求

项目	细度(%)	凝结时间(h)		安定性	抗压强度(MPa)	
		初凝	终凝		3d	28d
普通硅酸盐水泥	≤10	≥3	6≤h≤10	合格	≥17	≥42.5

5.3 集料

5.3.1 粗集料应表面清洁、干燥、无风化、无杂质、富有棱角、质地坚硬、颗粒成立方体，其质量技术要求应满足表 2 的规定，单档集料级配、粒径规格应满足表 3 的规定。

5.3.2 细集料应洁净、干燥、无风化、无杂质、有适当的颗粒级配，其质量技术要求应满足表 4 的规定，单档石料级配、粒径规格应满足表 5 的规定。

5.3.3 对 0 mm~5 mm 的细集料应严格控制大于 2.36 mm 和 4.75 mm 的颗粒含量。高速公路和一级公路，细集料中小于 0.075 mm 的颗粒含量应不大于 15%；二级及二级以下公路，细集料中小于 0.075 mm 的颗粒含量应不大于 20%。

5.3.4 水泥稳定碎石混合料应由 20 mm~30 mm、10 mm~20 mm、5 mm~10 mm、0 mm~5 mm 四种单档集料混合而成，不得直接使用混档集料。

表 2 粗集料质量技术要求

指 标		技术要求	试验方法
天 然 特 性	压碎值(%)	≤22	JTG E42 T0316
	表观相对密度	≥2.45	JTG E42 T0304
	吸水率(%)	≤3.0	JTG E42 T0304
	坚固性(%)	≤15	JTG E42 T0314
加 工 特 性	级 配	满足级配要求	JTG E42 T0302
	针片状颗粒含量(%)	≤18	JTG E42 T0312
	小于 0.075mm 粉尘含量(%)	≤1.2	JTG E42 T0310
	软石含量(%)	≤3	JTG E42 T0320

表 3 粗集料单档石料级配、粒径规格

规格 名称	公称粒径 (mm)	通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 (%)						
		31.5	26.5	19.0	13.2	9.5	4.75	2.36
G2	20~30	100	90~100	0~10				
G8	10~20		100	90~100	-	0~10		
G11	5~10				100	90~100	0~10	

表 4 细集料质量技术要求

项目		技术要求					试验方法
颗粒分析		满足级配要求					JTG E42 T0327
塑性指数(%)		≤17					JTG E42 T0354
有机质含量(%)		< 2					JTG E42 T0336
硫酸盐含量(%)		≤0.25					JTG E42 T0341

表 5 细集料单档集料级配、粒径规格

规格 名称	公称粒径 (mm)	通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 (%)				
		9.5	4.75	2.36	0.6	0.075
XG3	0~5	100	80~90	55~65	25~35	0~15

5.4 水

采用一般饮用水。如遇到可疑水源, 应经过检验合格后方可使用。

6 混合料组成设计

6.1 一般规定

混合料配合比组成设计时, 可采用小型振动拌和试验机拌和, 室内试件成型应采用振动压实法。

6.2 混合料级配

6.2.1 取满足要求的碎石,按颗粒组成进行计算,确定各种碎石的组成比例和合层级配。

6.2.2 基层混合料级配范围应符合表6的规定。

表6 骨架密实型水泥稳定碎石基层级配范围

筛孔尺寸 (mm)	通过筛孔的质量百分率 (%)							
	31.5	26.5	19	9.5	4.75	2.36	0.6	0.075
施工控制级配范围	100	90~100	77~85	46~58	25~35	20~28	8~15	0~5

6.3 水泥剂量

6.3.1 混合料组成设计应严格控制水泥剂量。

6.3.2 当水泥稳定碎石的7d无侧限抗压强度设计为3.5MPa~5.0MPa时,水泥剂量推荐为3%~4.5%。

6.4 振动成型试验

6.4.1 取满足要求的水泥和确定的合层级配碎石,应按不同水泥剂量(按设计要求,分别选取3~5个剂量),用小型振动拌和机拌和、振动压实法成型试件,分别确定各水泥剂量下混合料的最佳含水量和最大干密度。

6.4.2 以不同水泥剂量,分别根据振动压实法确定的最佳含水量和98%的最大干密度,拌制水泥稳定碎石混合料,以振动压实法制备规定数量试件,在标准条件下养生6d,浸水24h后取出,测定不同水泥剂量和不同成型方式试件的7d无侧限抗压强度。

6.4.3 根据混合料拌和质量、试件抗压强度及水泥剂量选取符合强度要求的最佳配合比作为水泥稳定碎石的目标配合比,根据目标配合比确定的各档材料比例,对拌和设备进行调试和标定,确定合理的生产配合比,最大干密度以最终合层级配击实试验结果为标准。

6.5 混合料组成设计要点

6.5.1 在满足设计强度的基础上水泥用量不应大于设计水泥用量的0.5%。

6.5.2 在合层级配满足要求的同时应限制混合料中小于0.075mm颗粒含量不大于5%。

6.5.3 在满足施工(主要是碾压)要求的前提下,应根据施工天气适当调整用水量。

6.5.4 在规定的水泥剂量范围内,强度如达不到设计要求,应采取调整级配或更换料源等措施,不宜单纯采用提高水泥剂量的方式。

7 设备

7.1 机械选型及配置

7.1.1 施工机械数量应根据工程量、路面宽度、路面厚度、工期等要求配置。

7.1.2 振动拌和机生产能力一般不小于600t/h,并与实际摊铺能力相匹配。

7.1.3 摊铺机选用功率不小于120kW的稳定材料摊铺机。

7.1.4 激振力不小于20t的单钢轮振动压路机。

7.1.5 11t 以上的双钢轮振动压路机。

7.1.6 当二级及二级以下等级公路路面基层施工时, 可以进行必要的设备调整。

7.2 振动拌和机

7.2.1 采用振动与搅拌相结合的一体式双卧轴振动搅拌机。搅拌轴一端设置搅拌动力装置, 另一端设置振动发生装置, 搅拌机搅拌叶片和搅拌轴边旋转边振动, 工作时这些搅拌机构浸在混合料中, 搅拌机构的振动完全被混合料吸收, 不需要减振装置。

7.2.2 拌和机振动搅拌时振动参数宜为 $A:1.0\text{mm}$; $\omega:201.1\text{rad/s}$; $D:4.13 A\omega^2/\text{g}$ 。

7.2.3 一般情况下, 拌和机至少配置四个进料斗, 料斗入口须安装钢筋网盖。

7.2.4 料斗、水箱、罐仓应装配高精度电子动态计量器。电子动态计量器应经过计量部门标定合格后方可使用。

7.2.5 振动拌和机用水采用喷洒装置喷入拌缸, 用水量应控制在计算用水量的±1%。

7.3 摊铺机

7.3.1 摊铺宽度 10m 以下易用 1 台摊铺机, 10m 以上时可采用 2 台摊铺机摊铺, 2 台摊铺机的型号及磨损程度宜大体相同。

7.3.2 摊铺机的摊铺室前宜增设橡胶挡板, 橡胶挡板底部距下承层距离宜不大于 100mm, 避免混合料离析。

7.4 压路机

7.4.1 压路机的吨位和台数应与拌和设备及摊铺机生产能力相匹配, 其中高速公路和一级公路基层施工按车道数, 应配备 3~5 台自重 20t 以上的振动压路机和 1 台自重 11t 以上的双钢轮压路机。

7.4.2 采用大于 11t 的双钢轮振动压路机; 双钢轮振动压路机应采用全液压系统控制, 速度 0km/h~12km/h 无级变速, 激振力、振频和振幅可调控, 喷水量大小可调且雾化喷水。

7.5 运输车辆、装载机、洒水车、小型压实机具、小型铣刨机等, 数量应与拌和机、摊铺机、压路机相匹配。

7.6 施工模板、钢丝、钢钎、导梁等施工辅助设备配置应与拌和机、摊铺机、压路机相匹配。

8 施工

8.1 一般规定

8.1.1 施工宜安排在气温较高的季节, 最低气温应在 5℃以上。

8.1.2 每一层基层施工前, 下承层须满足相应的质量指标, 表面应平整、坚实, 路拱满足设计设计要求, 不得有松散和软弱点。对于产生松散、离析的路段, 应进行返工处理。对于一般裂缝应做相应封闭处理, 裂缝严重路段应做返工处理, 施工前保证下承层表面湿润。

8.1.3 摊铺前应进行测量放样。按摊铺机宽度与传感器间距，一般在直线上间隔为10m，在平曲线（匝道）上间隔为5m，做出标记，并打设好厚度控制线支架。应根据松铺系数算出松铺厚度，决定控制线高度，挂好控制线。用于摊铺机摊铺厚度控制线钢丝的拉力不应小于800N。

8.1.4 下层水泥稳定碎石混合料施工结束并达到设计强度后，方可进行上层水泥稳定碎石混合料的施工。两层施工间隔不宜长于30d。

8.1.5 施工时，应合理安排施工顺序和计划，同一路段左右幅施工时间宜错开。养生完成的路段应对施工车辆的通行进行控制。

8.1.6 正常路段的基层每天应连续施工，尽量减少施工接缝，桥头施工应一次成型。

8.1.7 在雨季施工时，应特别注意气候变化，避免水泥和混合料遭受雨淋；夏季高温作业时，水泥储存温度不应高于50℃。降雨时应停止施工，已经摊铺的水泥稳定碎石及石灰粉煤灰稳定碎石应尽快碾压密实并采取养护措施。

8.1.8 应硬化运料车使用的便道，严禁轮胎上带有泥土等污染物的运料车（特别是下雨过后）驶上施工完成的基层，避免污染物在结构层之间形成夹层，影响层间粘结。

8.1.9 水泥稳定碎石基层施工应有良好的劳动保护，确保施工安全。

8.1.10 施工过程中应随时对施工质量进行检查，并应按规定的频率对检查项目进行抽检。

8.2 施工准备

8.2.1 施工前应对原材料质量进行全面检测，不合格原材料不得用于施工。

8.2.2 施工前应对施工设备全面检查，确保施工设备满足施工要求，并应调试到最佳工作状况。

8.2.3 施工前应先进行混合料配合比设计，设计内容应包括混合料级配选择、原材料选择、水泥剂量、设计强度、最佳含水量及最大干密度等，设计步骤应包括目标配合比设计、生产配合比设计、生产配合比验证三个阶段。

8.2.4 施工前应编制施工组织设计。

8.2.5 根据拌和楼生产能力确定水泥钢制罐仓的容量（至少2个罐，一般不宜小于50t），罐仓内应配有水泥破拱器，以免水泥起拱停流。

8.3 混合料拌和

8.3.1 水泥稳定碎石混合料应在中心拌和站集中拌制。

8.3.2 每天开始搅拌前，应检查场内各种集料的含水量，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。

8.3.3 每天开始搅拌之后，应按规定取混合料试样检查级配、含水量和水泥剂量，如有问题及时调整。

8.3.4 高温作业时，含水量宜按温度变化及时调整。

8.3.5 拌和楼出料装车时车辆应前后移动，分前、后、中三次装料，避免混合料离析。

8.3.6 拌和现场应至少有1名试验人员监测拌和时的水泥剂量、含水量和各种集料的配比，发现异常应及时调整。

8.3.7 拌和料应按摊铺面积和《公路工程质量检验评定标准》(JTG F80/1)规定的检测频率进行抽检。

8.4 混合料运输

8.4.1 运输车辆在每天开工前,应检验其完好情况,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。

8.4.2 已装到运输车上的混合料应覆盖,并尽快运送到铺筑现场。当车内水泥稳定碎石混合料不能在水泥初凝前运到工地摊铺压实,须予以废弃。

8.5 混合料摊铺

8.5.1 单机全幅摊铺时应调整好摊铺宽度和厚度。

8.5.2 双机联铺施工时控制要点:

- a) 两台梯队作业的摊铺机前后宜相距5m~10m,应保证其速度、摊铺厚度、松铺系数、路拱坡度、摊铺平整度等一致;
- b) 两幅之间应有5cm~10cm左右宽度的搭接,并错开车道轮迹带;
- c) 摊铺时应开启夯实装置,保证两台摊铺机夯实的振动频率和振捣力一致,摊铺初始压实度宜在80%左右,以人踩踏不出现脚印为宜;
- d) 两机摊铺接缝应平整;
- e) 松铺系数宜采用控制标高和控制松铺系数的双重控制方案,摊铺时由专人控制松铺系数。宜用钢钎插入法检查松铺厚度,对松铺系数进行粗调,通过标高计算结果确定精确的松铺系数。

8.6 混合料碾压

8.6.1 一般要求

- a) 初压时,轮胎式压路机稳压1遍;单钢轮振动压路机静压、弱振各1遍;
- b) 复压时,两台单钢轮振动压路机宜前后组合在一起,同步前进,同步后退。强振应不少于4遍;
- c) 终压时,用双钢轮压路机静压1遍~2遍,直至无明显轮迹;
- d) 对于两台摊铺机的接缝位置、摊铺机中间位置、两侧边缘等薄弱部位,应适当增加碾压1遍~2遍。

8.6.2 碾压施工

- a) 压路机应紧跟摊铺机碾压,一次碾压长度宜为50m~80m。碾压段落应层次分明,应设置明显的分界标志;
- b) 碾压应按照试验路段确定的工艺,由路边向路中、由低向高,先下部密实后上部密实、低速行驶碾压的原则,避免出现推移、起皮或漏压的现象;
- c) 碾压时,第1遍~2遍碾压速度宜为1.5km/h~1.7km/h,以后各遍宜为1.8km/h~2.2km/h。碾压时叠轮方式宜为重叠1/2轮宽;
- d) 从加水拌和到碾压终了的时间不宜超过2h。在第一遍初步稳压时,倒车后应原路返回,换挡位置应在已压好的段落上。在未碾压的一端换挡倒车的位置应错开,宜成齿状;

- e) 压路机的起步和制动应做到慢速起动, 慢速刹车, 严禁在已完成或正在碾压的路段上停顿、调头、急刹车或急转弯; 压路机每次宜由两端折回的位置呈阶梯形, 随摊铺机向前推进, 使折回处不在同一横断面上, 宜呈 45° 斜角;
- f) 压路机停车应错开, 相隔间距宜不小于 3m, 应停在已碾压好的路段上;
- g) 水泥稳定碎石的边缘部位(距外侧 30cm 范围为边缘部位)应采用方木或型钢模板支撑。边缘部位碾压时宜以 10cm/次向外推进;
- h) 重视横缝处及桥头搭板位置水泥稳定碎石基层的碾压质量。

8.7 接缝处理

8.7.1 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 时, 应设横缝。

8.7.2 一个工作日结束后形成的接头断面应设置横缝。

8.7.3 横缝处应采用水泥浆进行处理, 保证接缝处的整体性。

8.7.4 横缝应与路面车道中心线垂直设置, 接缝断面应为竖向平面。其设置方法为:

- a) 用三米直尺纵向放在接缝处, 定出接缝位置, 沿横向断面垂直挖除线外部分的混合料, 清理干净并用水泥浆处理后, 摊铺机从接缝处起步摊铺;
- b) 碾压时压路机宜先沿接缝横向碾压, 由前一天压实层上逐渐推向新摊铺层, 碾压完毕再纵向正常碾压;
- c) 碾压完毕, 接缝处纵向平整度应符合规范规定。

8.8 施工要点

8.8.1 含水量控制

- a) 拌和机控制含水量应采用电子计量。施工时应根据天气和季节的变化, 含水量误差宜控制在 0±1% 之间, 炎热、干燥、大风天气宜取高限;
- b) 设专人监测含水量, 试验室宜每小时做一次含水量检测。应经常检查加水计量装置是否完好和准确;
- c) 拌和站的细料应进行搭蓬覆盖, 避免雨水的渗入造成细料含水量不均匀。对于已被淋湿的细集料应根据含水量情况实行分离, 单独堆放;
- d) 拌和机开机前, 应对细集料的含水量进行检测, 确定拌和的加水量。试验室宜做一个细集料不同的含水量(如 1%~30%) 下的混合料加水量的对比表, 以方便快速准确地计算出加水量。

8.8.2 平整度控制

为了保证良好的平整度, 可采取如下措施:

- a) 注意双机联铺接缝位置、横向施工缝位置、桥头搭板等薄弱位置的平整度;
- b) 对于平整度超标的地方宜采用小型铣刨机处理;
- c) 在每一层施工前, 各施工单位宜用平整度检测车对上一结构层的平整度进行排查, 不合格的点或段落应进行处理;
- d) 施工中宜减少施工缝, 尽可能将施工缝放在桥梁伸缩缝处;
- e) 在初压后宜用三米直尺进行平整度检测, 凹的地方要及时补料, 凸的地方要及时铲去; 终压前、后宜分别用三米直尺进行平整度检测, 不合格的点或段落应及时处理。

8.8.3 离析控制

摊铺混合料时,应设专人在摊铺机后消除离析现象,特别是局部形成的粗集料窝或粗集料带应铲除,用新混合料及时填补。

可采用如下措施防止离析:

- a) 控制拌和机出料口与自卸车车斗之间的高差不超过50cm;
- b) 自卸车采用前、后、中三次上料;
- c) 自卸车向摊铺机供料时要快速卸料,以防止大料滚落;
- d) 减少摊铺机收斗次数,尽量不收斗;
- e) 摊铺机螺旋布料器后挡板加橡胶垫,防止大料向后滚落造成上下离析;
- f) 适当降低摊铺机熨平板高度;
- g) 采用抗离析摊铺机。

8.9 养生

8.9.1 应先将透水无纺土工布或一布一膜土工布湿润,然后人工覆盖在碾压完成的基层顶面。

8.9.2 覆盖2h~3h后,如使用透水无纺土工布养生,宜用洒水车直接在透水无纺土工布上洒水;如使用一布一膜土工布养生,应先揭开一步一膜土工布再洒水。

8.9.3 上基层施工结束,可采用透层油代替洒水养生。基层碾压完成后,应立即组织透层油的喷洒。

8.9.4 宜制作带有把手的立方体试块或其它移动方便的物体固定土工布。

8.9.5 洒水车养生时应喷雾式洒水,严禁用高压喷水。

8.9.6 每天洒水次数应视气候而定,在养生期内应保持水泥稳定碎石基层始终处于湿润状态。

8.9.7 水泥稳定碎石基层养生期不应少于7d。

8.9.8 养生期间,上下道口应设置明显的标志牌,并派专人看守,禁行车辆通行。养生期结束后应禁止一切超载车辆通行。

9 施工质量检查验收

9.1 质量管理

9.1.1 水泥剂量的测定应在摊铺机后取样,并在10min内送到工地试验室进行滴定试验。

9.1.2 水泥用量应每天进行总量控制检测,记录每天的实际水泥用量、碎石用量和实际工程量,对比计算水泥剂量,并保持一致。

9.1.3 水泥稳定碎石基层质量应满足技术规范及设计要求。注重对基层裂缝的检查,发现问题及时处理。

9.1.4 按规定频率现场钻取芯样,记录芯样详细情况(包括时间、位置等),芯样数量应满足检测要求。

9.2 检查验收

水泥稳定碎石的施工质量验收应按照《公路工程质量检验评定标准》(JTG F80/1)的规定执行。