

DB61

陕 西 省 地 方 标 准

DB 61/T 951—2015

垂直振动法二灰稳定碎石 设计施工技术规范

Specifications for design and construction of lime-fly-ash stabilized macadam base
VVTM

2015 – 01 – 04 发布

2015 – 03 – 01 实施

陕西省质量技术监督局 发 布

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准附录A、附录B和附录C均为规范性附录。

本标准由陕西省交通运输厅提出并归口。

本标准起草单位：陕西省交通厅基本建设工程质量监督站、长安大学、铜川市交通运输局。

本标准主要起草人：董鑫、蒋应军、赵卫东、乔怀玉、张毅、杨秀荣、纪小平、秦楠、尹福伦、梁涛。

本标准由陕西省交通厅基本建设工程质量监督站负责解释。

本标准为首次发布。

本标准联系信息如下：

单位：陕西省交通厅基本建设工程质量监督站；

联系人：董鑫；

电话：029-88869243；

地址：西安市唐延路6号；

邮编：710075。

垂直振动法二灰稳定碎石设计施工技术规范

1 范围

本标准规定了垂直振动法二灰稳定碎石设计施工技术的术语和定义、材料要求、配合比设计、施工工艺、施工质量检查与验收。

本标准适用于陕西省各等级新建和改扩建公路的设计、施工和验收。

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。

- JTG E51 公路工程无机结合料稳定材料试验规程
- JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程
- JTJ 034 公路路面基层施工技术规范
- DB61/T 529 垂直振动法水泥稳定碎石设计施工技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

垂直振动击实仪 (VVTE) vertical vibrocompression testing equipment

指工作时只产生垂直振动力而没有水平力的振动击实仪。

3.2

垂直振动试验方法 (VVTM) vertical vibrocompression testing method

指采用VVTE将无机结合料稳定材料振动击实，确定无机结合料稳定材料最大干密度和最佳含水率、成型圆柱体试件的试验方法。

3.3

垂直振动击实试验方法 method for reference density and water content using VVTE

指采用VVTE将不同含水率的无机结合料稳定材料振动击实，击实后测试不同含水率无机结合料稳定材料的密度，绘制干密度—含水率曲线，确定无机结合料稳定材料最大干密度和最佳含水率的试验方法。

3.4

试件垂直振动成型方法 fabrication method of specimens using VVTE

指采用VVTE将无机结合料稳定材料振动击实至规定压实度和尺寸要求的圆柱体试件的方法。

4 材料要求

4.1 一般规定

- 4.1.1 在实地调研的基础上,本着就地取材原则,选择原材料。
- 4.1.2 材料运至现场后,应抽样检测。相同料源、品种、规格的原材料作为一批;应分批检测和储存。
- 4.1.3 石灰、粉煤灰应设棚封闭存放。

4.2 石灰

- 4.2.1 采用Ⅱ级及以上消石灰,技术指标应符合表1的要求。

表1 消石灰技术要求

项 目	CaO+MgO 含量/%	含水率/%	0.6mm 方孔筛筛余/%	0.15mm 方孔筛累计筛余/%
技术要求	≥60	≤4	≤1	≤20

- 4.2.2 消解后石灰存放时间不得少于 7d、不得超过 15d。消石灰应经 4.75mm 筛孔过筛后使用。

4.3 粉煤灰

- 4.3.1 粉煤灰技术指标应符合表2的要求。

表2 粉煤灰技术要求

项 目	SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃ /%	烧失量/%	0.3mm 筛孔通过率/%	0.075mm 筛孔通过率/%
技术要求	>70	<20	>90	>70

- 4.3.2 干粉煤灰和湿粉煤灰都可以使用。湿粉煤灰含水率不大于 30%,料场堆放时干粉煤灰应加入 15%~20%的无污染水。

- 4.3.3 使用前应将粉煤灰统一过 53mm 的筛孔。

4.4 集料

- 4.4.1 粗集料应符合表3的要求。

表3 粗集料技术要求

项目	表观密度/(t/m ³)	压碎值/%	针片状/%	
			大于 9.5mm	4.75~9.5mm
技术要求	≥2.5	≤25	≤15	≤20

- 4.4.2 细集料应洁净、干燥、无风化、无杂质,宜使用石屑或中粗砂,并应符合表4的要求。

表4 细集料技术要求

项 目	表观密度/(t/m ³)	砂当量/%
技术要求	≥2.5	≥50

- 4.4.3 集料按粒径分为 A 料、B 料、C 料和 D 料四种规格,并按表5的要求生产和使用。

表5 集料规格

料号	规格/mm	通过下列筛孔尺寸 (mm) 的质量百分率/%								
		37.5	31.5	19	16	9.5	4.75	2.36	0.6	0.075
A 料	19.0~37.5	100	70~100	0~15	0~5	—	—	—	—	—
B 料	9.5~19.0	—	100	80~100	—	0~15	0~5	—	—	—
C 料	4.75~9.5	—	—	—	100	80~100	0~10	0~5		
D 料	0~4.75	—	—	—	—	100	90~100	—	30~50	0~15

4.5 水

4.5.1 凡饮用水（含牲畜饮用水）均可使用。

5 VVTM 二灰稳定碎石配合比设计

5.1 一般规定

5.1.1 垂直振动击实仪应符合附录 A 的规定。

5.1.2 采用附录 B 方法确定最大干密度和最佳含水率。

5.1.3 采用附录 C 方法成型 $\Phi 150\text{mm} \times h 150\text{mm}$ 圆柱体试件。

5.2 技术要求

5.2.1 集料级配范围

二灰稳定碎石集料级配应符合表6的要求。

表6 强嵌挤骨架密实型二灰稳定碎石集料级配

筛孔尺寸/(mm)	37.5	31.5	19	9.5	4.75	2.36	0.6	0.075
质量通过百分率/%	100	88~100	48~68	24~34	8~16	3~11	0~6	0~3

5.2.2 压实度和抗压强度

二灰稳定碎石压实度和7d无侧限抗压强度代表值应符合表7的要求。

表7 二灰稳定碎石压实度和 7d 无侧限抗压强度要求

层位	压实度/%	7d 无侧限抗压强度代表值/(MPa)
基层	≥ 98	≥ 1.8
底基层	≥ 97	≥ 1.6

5.3 设计步骤

5.3.1 石灰粉煤灰最佳比例的确定

5.3.1.1 配制 5 组不同比例的石灰粉煤灰。石灰：粉煤灰宜为 1：1.5，1：2，1：2.5，1：3，1：3.5。

5.3.1.2 采用附录 B 振动击实法确定不同比例石灰粉煤灰的最大干密度和最佳含水率。

5.3.1.3 采用附录 C 振动成型法制备石灰粉煤灰混合料 $\Phi 150\text{mm} \times h 150\text{mm}$ 圆柱体试件，每组试件个数应符合表 8 的要求。

表8 最少试件数量

偏差系数 C_v /%	<10	10~15	15~20
最少试件数量/个	6	9	13

5.3.1.4 试件按 JTG E51 要求进行养生,即将试件放入温度 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度在 95%以上养护室内养生 6d,取出后浸于 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的恒温水槽中,并使水面高出试件顶约 25mm。

5.3.1.5 将浸水 24h 的试件取出,用软布吸去试件表面的水份,并量高称重后,按 JTG E51 中的方法测试不同比例的石灰粉煤灰 7d 无侧限抗压强度,并按式 (1) 计算强度代表值。

$$R_{0.95} = \bar{R}(1 - 1.645C_v) \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$R_{0.95}$ ——保证率 95% 的强度代表值, MPa;

$\bar{R}$ ——该组试件强度的平均值, MPa;

C_v ——该组试件强度的变异系数, %。

5.3.1.6 以石灰粉煤灰比例为横坐标,石灰粉煤灰强度代表值为纵坐标,绘制石灰粉煤灰强度代表值与石灰粉煤灰比例之间的关系图,曲线峰值对应横坐标即为石灰粉煤灰最佳比例。

5.3.2 各规格集料比例的确定

根据工地实际使用集料的筛分结果,确定各规格集料组成比例,合成集料级配应符合表6的要求。

5.3.3 二灰稳定碎石最佳比例的确定

5.3.3.1 试配二灰稳定碎石的方法如下:

- a) 石灰粉煤灰:矿料宜为 22: 78, 20: 80, 18: 82;
- b) 石灰粉煤灰比例按照本标准 5.3.1 条确定的最佳比例;
- c) 集料按照本标准 5.3.2 条确定的最佳比例。

5.3.3.2 采用附录 B 确定各组石灰粉煤灰碎石的最大干密度和最佳含水率。

5.3.3.3 采用附录 C 振动成型石灰粉煤灰碎石 $\Phi 150\text{mm} \times h 150\text{mm}$ 圆柱体试件,每组试件个数应符合表 8 的要求,并按 JTG E51 的要求进行养生。

5.3.3.4 将浸水 24h 的试件取出,用软布吸去试件表面的水份,并量高称重后,按 JTG E51 中的方法立即进行无侧限抗压强度试验,按式 (1) 计算强度代表值。

5.3.3.5 7d 强度代表值最大值应符合表 7 的要求,其对应石灰粉煤灰矿料比例为最佳配合比。否则,应重新进行设计或更换原材料。

5.3.4 配合比报告编制

配合比报告应包括:原材料检测结果、设计级配范围及级配曲线、石灰粉煤灰比例及剂量、最佳含水率和最大干密度、7d 无侧限抗压强度、最大干密度确定方法和试件成型方法等内容。

5.4 施工配合比确定

5.4.1 施工配合比应通过稳定土拌和站实际拌和检验和试验段验证。根据摊铺、碾压以及现场芯样情况,确定施工配合比。

5.4.2 视拌和设备灰剂量控制精度，结合施工中原材料变化和施工变异性等因素，工地实际采用石灰剂量可增加 0.5%。

6 VVTM 二灰稳定碎石施工

6.1 一般规定

6.1.1 施工前，结合垂直振动法二灰稳定碎石设计与施工特点，建设单位应组织设计、施工、监理等单位进行技术交底，施工单位应进行施工组织设计，施工、监理人员应培训后上岗。

6.1.2 下承层验收合格后，方可以进行上结构层施工。

6.1.3 正式开工之前，应铺筑不小于 200m 的试验段，确定施工工艺和质量控制要求。

6.1.4 应采用流水作业法施工，使各工序紧密衔接，尽量缩短从拌和到碾压终了之间的时间。

6.2 混合料拌和

6.2.1 拌和设备应符合以下要求：

- a) 稳定土拌和站额定产量宜不小于 500t/h，拌缸长度不小于 2.5m；
- b) 进料斗应不少于 6 个，料斗间加设高度不小于 500mm 的隔板以防窜料。

6.2.2 拌和前应调试和标定所用设备。

6.2.3 拌和实际产量应不超过额定产量的 85%，并保证实际出料能力应超过实际摊铺能力的 10%~15%。

6.2.4 每天开始拌和前，应检查集料的含水率，计算当天的施工配合比。高温作业时，早晚与中午的拌和含水率要有区别，要按温度变化及时调整，保持现场摊铺碾压含水率接近于最佳含水率。

6.2.5 每天出料时，检查配合比是否符合设计要求。施工过程中按规定频率抽检配合比情况。

6.2.6 装车时车辆应前后移动，分多次呈“品”字型装料。

6.3 混合料运输

6.3.1 运输车辆数量、运输能力应满足拌和出料与摊铺需要。

6.3.2 运输过程中应将混合料覆盖。

6.4 混合料摊铺

6.4.1 摊铺机应具有良好的抗离析能力。

6.4.2 为防止二灰稳定碎石离析，应对摊铺机采取下列措施：

- a) 螺旋分料器不应安装在高位；
- b) 螺旋分料器与前挡板和熨平板之间间隙应不大于 250mm；
- c) 应采取措施降低前挡板离地高度，如增设橡胶挡板或钢板等；
- d) 前挡板两端安装橡胶挡板等，以防止两端混合料自由滚落。

6.4.3 摊铺应符合以下要求：

- a) 下承层洒水湿润；
- b) 双车道或三车道摊铺时，采用梯队流水作业模式，相邻两台摊铺机前后间距应不超过 10m；
- c) 摊铺速度宜控制在 1.5m/min~2.0m/min，且尽量匀速、不间断地摊铺；
- d) 螺旋分料器应匀速、不间断地旋转送料，且全部埋入混合料中；
- e) 螺旋分料器转速应与摊铺速度相适应，保证两边缘料位充足；

f) 摊铺机过程中振动器振动频率应不低于 30Hz，夯锤冲击频率应不低于 20Hz。

6.5 碾压

6.5.1 单车道或双车道摊铺时，12t 以上双钢轮压路机不少于 1 台，26t 以上胶轮压路机不少于 1 台，20t 以上单钢轮振动压路机不少于 2 台。摊铺宽度超过三车道时，12t 以上双钢轮压路机不少于 2 台，26t 以上胶轮压路机不少于 2 台，20t 以上单钢轮振动压路机不少于 3 台。同时，应配备小型振动压路机 1 台。

6.5.2 宜按表 9 方案碾压，每遍重叠 1/2 轮宽。并通过试验路段最终确定碾压程序与工艺。

表9 碾压方案

阶段	压路机类型及组合	碾压速度	工艺要求	遍数
初压	双钢轮或单钢轮	1.5 km/h~1.7 km/h	紧跟摊铺机	2遍
复压	振动压路机	1.8 km/h~2.2 km/h	先弱振1遍，再强振不低于4遍，最后弱振1遍	不低于6遍
终压	胶轮压路机或与双钢轮压路机组合	1.5 km/h~1.7 km/h	以弥合表面微裂纹、松散以及消除轮迹为停压标准	——

6.5.3 碾压作业结束前，如有局部晒干和风干迹象，影响压实时应及时采用喷雾形式补水。

6.5.4 碾压应达到规定压实度，且基层表面无明显轮迹和微裂纹。

6.5.5 压实度检测后的坑洞应及时采用二灰碎石分层回填并砸实。

6.6 养生与交通管制

6.6.1 碾压完毕且平整度、压实度、厚度等检查合格后，基层表面应即刻覆盖透水无纺土工布并保湿养生。

6.6.2 养生至少 10d 后方能铺筑上层；养生 14d 后，可移走覆盖的透水无纺土工布，但在铺筑上层之前，应始终保证基层表面湿润。

6.6.3 养生用洒水车应采用喷雾式喷头，严禁采用高压式喷管。

6.6.4 土工布覆盖养生期间，应采取硬隔离措施封闭交通，除洒水车外严禁其他车辆通行，且洒水车的车速不应超过 20km/h。

6.6.5 基层裂缝采用聚酯土工布处理。灌缝并洒完透层油后，在裂缝两侧各 500mm 范围内洒 SBR 粘层油并铺上宽度为 1000mm 的土工布，压实后再洒一层 SBR 粘层油使土工布完全浸透。要求采用聚酯土工布单位面积质量不小于 450g/m²。

7 施工质量检查与验收

7.1 一般要求

7.1.1 拌和出料后立即取样并在 10min 内送达工地试验室，进行灰剂量和集料级配检验。记录每天实际石灰用量、粉煤灰用量、集料用量和实际工程量，计算日均灰剂量，检验灰剂量的一致性。

7.1.2 养生至第 14 天，应采用直径 150mm 钻头取芯检查，芯样应完整。

7.2 施工过程质量检查

施工单位应按表 10～表 12 的要求对二灰稳定碎石原材料、外形、质量控制项目等内容进行自检，监理工程师按所列频率的 20% 抽检。

表10 原材料检查要求

材料名称	检查项目	质量标准	频率
石灰	有效钙、镁含量	符合表 1 要求	材料组成设计时测 2 个样品； 石灰厂家或等级变化时重测； 每个料源检测不少于 2 次； 每批每 300t 测 1 次。
粉煤灰	烧失量	符合表 2 要求	
	$\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$	符合表 2 要求	
集料	含水率	确定天然含水率和拌和加水量	每天拌和前测 2 个样品；
	级配	符合表 5 要求	使用前测 2 个样品； 使用过程中粗集料每 2000t 测 1 次，细集料每 1000t 测 1 次； 发现异常时，随时检测。
	表观密度	符合表 3 和表 4 要求	
	针片状	符合表 3 要求	
	压碎值	符合表 3 要求	

表11 外形检查要求

序号	检查项目		质量标准				检查方法和频率
			底基层		基层		
			高速公路 一级公路	其他 公路	高速公路 一级公路	其他 公路	
1	厚 度 /(mm)	代表值	-10	-12	-8	-10	按 JTG F80/1 附录 H 检查， 每 200m 每车道 1 点
		合格值	-25	-30	-15	-20	
2	平整度/(mm)		≤12	≤15	≤8	≤12	3m 直尺，每 200m 测 2 处×10 尺
3	纵断高程/(mm)		+5，-15	+5，-20	+5，-10	+5，-15	水准仪，每 200m 测 4 个断面
4	横坡/%		±0.3	±0.5	±0.3	±0.5	水准仪，每 200m 测 4 个断面
5	宽度/(mm)		符合设计要求		符合设计要求		尺量，每 200m 测 4 处

表12 质量控制检查要求

序号	检查项目	质量标准				检查方法和频率
		底基层		基层		
		高速公路 一级公路	其他 公路	高速公路 一级公路	其他 公路	
1	压实度/%	≥97	≥96	≥98	≥97	每一作业段或 2000m ² 检查 6 次以上
2	抗压强度/(MPa)	≥1.6	≥1.6	≥1.8	≥1.8	每一作业段或 2000m ² 9 个试件
3	石灰剂量	不小于设计值-0.5%				每一作业段或每 2000m ² 1 次，至少 6 个样品，并与实际用量校核
4	矿料级配	符合表 6 要求				每一作业段或每 2000m ² 检测 1 次。
5	含水率	最佳含水率-0.3%~+0.5%				据观察，异常时随时试验
6	拌和均匀性	无灰条、灰团，色泽均匀，无离析现象				随时观察

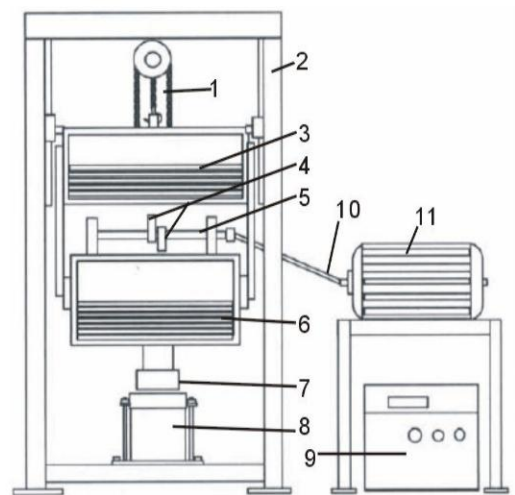
7.3 交工验收

二灰稳定碎石（底）基层应按 JTG F80/1 进行质量检验评定。

附录 A
(规范性附录)
垂直振动击实仪技术要求

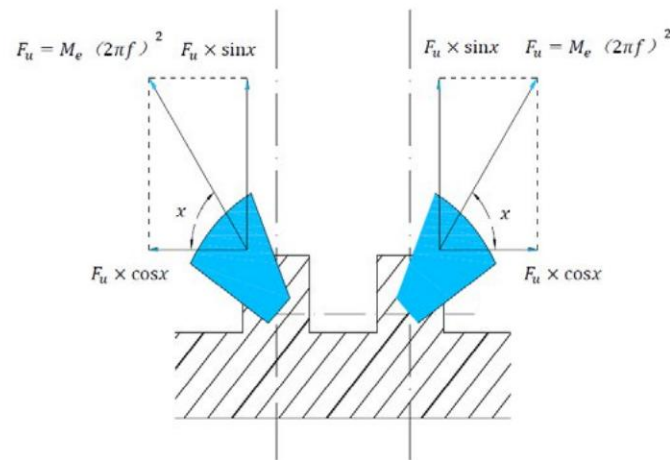
A.1 VVTE的构造及原理

VVTE的激振器由对称于垂直平面的两个具有转速相等、方向相反的偏心块构成，如图A.1所示。当电机工作时，振动轴带动两偏心块高速转动产生离心力。两偏心块产生的离心力水平分量相互抵消、垂直分量相互叠加，形成垂直方向的正弦激振力，使VVTE在理论上产生垂直振动，并减少横向力的剪切作用，确保VVTE的稳定性。



1-升降系统；2-机架；3-上车系统；4-偏心块
5-转动轴；6-下车系统；7-振动锤；8-试模；
9-控制系统；10-转动轴；11-电机

a) VVTE构造



b) 偏心块产生的离心力

图A.1 VVTE 构造及原理

A.2 VVTE振动参数的技术要求

VVTE各项振动参数的要求如下：

- 工作频率： $30\text{Hz} \pm 1\text{Hz}$ ；
- 名义振幅： $1.3\text{mm} \pm 0.05\text{mm}$ ；
- 工作重量： $300\text{kg} \pm 2\text{kg}$ ；
- 上车系统重量： $120\text{kg} \pm 1\text{kg}$ ；
- 下车系统重量： $180\text{kg} \pm 1\text{kg}$ 。

附录 B
(规范性附录)
垂直振动击实试验方法

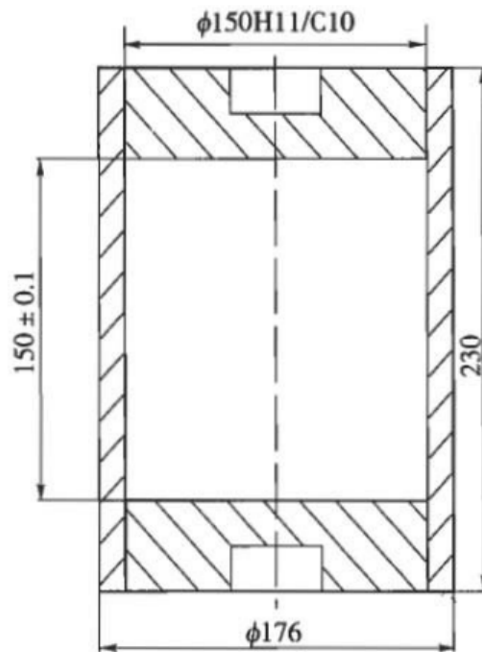
B.1 适用范围

本方法适用于室内对二灰稳定碎石进行振动击实试验，以绘制二灰稳定碎石在振动击实条件下的干密度—含水率曲线，并确定其最大干密度和最佳含水率。

B.2 仪器设备

B.2.1 垂直振动击实仪：应符合附录A的规定。

B.2.2 试模：试模尺寸应符合图B.1的规定。



注：H11/C10表示垫块和试模的配合精度。

图B.1 圆柱形试模和垫块设计尺寸（mm）

B.2.3 电子天平：量程30kg、感量0.1g。

B.2.4 方孔筛：孔径53mm、37.5mm、31.5mm、26.5mm、19mm、9.5mm、4.75mm、2.36mm、0.6mm、0.075mm标准筛各1个。

B.2.5 量筒：200ml、500ml的量筒各1个。

B.2.6 直刮刀：长约200mm~250mm、宽约30mm、厚约3mm，一侧开口的直刮刀1把。

B.2.7 拌和工具：约1000mm×1000mm×1mm长方形铁皮，拌和用平头小铲等。

B.2.8 脱模器、烘箱等其它用具。

B.3 试验准备

试验前,将各种规格集料、石灰、粉煤灰置烘箱中烘干至恒重,烘箱温度为 $105^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$,时间为 $4\text{h}\sim 6\text{h}$ 。

B.4 试验步骤

B.4.1 将烘干后的各种规格集料按照矿料级配要求配制5份~6份,每份试料的干质量 m_s 为 $4500\text{ g}\sim 5000\text{ g}$ 。

B.4.2 取烘干试料1份,平铺于长方形铁皮上,用小铲将试料充分拌和均匀,然后按预定比例加入质量为 m_h 的石灰和质量为 m_j 的粉煤灰,再次拌和均匀,得到干混合料。

B.4.3 将质量为 $(m_h + m_j + m_s) \times w_i$ 的水加入制备好的干混合料中拌和均匀,得到湿混合料,并闷料 4 h ;其中, w_i 为第 i 次试验时加入干混合料中的拌和含水率, $i=1, 2, 3, 4, 5$;一般地, $w_1=5\%\sim 7\%$ 。

B.4.4 将直径 149 mm 、高 40 mm 的试模下压柱放入试模下部并使底部齐平,所述试模的内径为 150 mm 、高度为 $(230\text{ mm}\pm 10\text{ mm})$,取制备好的闷料 4 h 湿混合料一份,按四分法装入试模中,并沿试模壁插捣不少于6次。

B.4.5 将整个试模(连同下压柱)固定在振动仪底板上,放下振动器使振动锤与被压材料接触,振动击实 120 s 。

B.4.6 吊起振动器,取下试模并放到脱模器上将试模内混合料顶出,即为试验用试样。试样高度控制在 $120\text{ mm}\pm 10\text{ mm}$,当试样高度超出该范围时应作废,并视试样高度,适当增加或减少 m_s ,并按照上述B.4.2~B.4.5的步骤重新制备试样。

B.4.7 计算第 i 次试验所得的试样干密度:

$$\rho_{d(i)} = \frac{m_{2(i)}}{V_{(i)}} \cdot \frac{1}{1 + 0.01 \cdot w_i} \dots\dots\dots (\text{B.1})$$

式中:

$\rho_{d(i)}$ ——第 i 次试验时试样的干密度, g/cm^3 ;

$m_{2(i)}$ ——第 i 次试验时的试样质量, g ;

m_0 ——试模质量, g ;

w_i ——第 i 次试验时加入干混合料中的拌和含水率, %;

V_i ——第 i 次试验时的试样体积, cm^3 。

B.4.8 计算第 $i+1$ 次试验时所需的拌和含水率:计算振动击实前后湿混合料质量差 $m_{1(i)} - m_{2(i)}$,确定第 $i+1$ 次试验时加入混合料的拌和含水率 w_{i+1} ;其中 $m_{1(i)}$ 为第 i 次试验时装入试模中的湿混合料质量,当 $m_{1(i)} - m_{2(i)} < 50\text{ g}$ 时, $w_{i+1} = w_i + 0.5\%$,当 $m_{1(i)} - m_{2(i)} \geq 50\text{ g}$ 时, $w_{i+1} = w_i - 0.7\%$ 。

B.4.9 根据步骤b)~h)的方法重复5~6次试验,确保5组试样高度有效,计算得到5组拌和含水率和干密度。以拌和含水率为横坐标、干密度为纵坐标,绘制干密度——含水率关系曲线,驼峰形曲线顶点的纵横坐标分别为最大干密度 $\rho_{d\text{ max}}$ 和最佳含水率 w_o 。

B.5 结果整理

B.5.1 混合料计算密度应保留小数点后3位有效数字，含水率应保留小数点后1位有效数字。

B.5.2 应做两次平行试验，两次试验最大干密度的差不超过 $0.03\text{g}/\text{cm}^3$ 。

B.6 报 告

报告应包括以下内容：

- a) 试样的最大粒径、超尺寸颗粒的百分率；
- b) 石灰中有效氧化钙和氧化镁的含量（%）；
- c) 石灰粉煤灰剂量；
- d) 最大干密度；
- e) 最佳含水率；
- f) 振动击实曲线。

B.7 记 录

本试验的记录格式见表B.1。

表 B.1 二灰稳定碎石垂直振动击实试验记录表

工程名称	试验方法
试样编号	试验者
混合料名称	校核者
结合料剂量	试验日期

试验序号	1	2	3	4	5	6
含水率 w ，%						
湿混合料的质量 m_1 ，g						
湿混合料的质量 m_2 ，g						
试件平均高度 h ，cm						
$(m_1 - m_2)$ ，g						
判断 $m_1 - m_2$ 是否大于 50 g						
试件体积 = $(176.71 \times h)$ ， cm^3						
湿密度 $[\rho_w = (m_2 - m_0)/V]$ ， (g/cm^3)						
干密度 $[\rho_d = \rho_w / (1 + 0.01w)]$ ， (g/cm^3)						

附 录 C

(规范性附录)

试件垂直振动成型方法

C.1 适用范围

本方法适用于二灰稳定碎石无侧限抗压强度、间接抗拉强度、室内抗压回弹模量、动态模量、劈裂模量等试验用圆柱体试件。圆柱体试件尺寸为 $\Phi 150\text{mm} \times h 150\text{mm}$ 。

C.2 仪器设备

仪器设备应包括以下内容：

- a) 垂直振动击实仪：应符合本标准附录 A 的规定；
- b) 试模：试模尺寸应符合图 B.1 的规定；
- c) 电子天平：量程 30kg、感量 0.1g；
- d) 方孔筛：孔径 53mm、37.5mm、31.5mm、26.5mm、19mm、9.5mm、4.75mm、2.36mm、0.6mm、0.075mm 标准筛各 1 个；
- e) 量筒：200mL、500mL 的量筒各 1 个；
- f) 直刮刀：长约 200mm~250mm、宽约 30mm、厚约 3mm，一侧开口的直刮刀 1 把；
- g) 拌和工具：约 1000mm×1000mm×1mm 的长方形铁皮、拌和用平头小铲等；
- h) 脱模器、烘箱等其它用具。

C.3 试验准备

试验前，将各种规格集料、石灰、粉煤灰置烘箱中烘干至恒重，烘箱温度为 $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，时间为 4h~6h。

C.4 试验步骤

C.4.1 称取制备一个试件所需的干燥试料质量 m_d ，拌合均匀得到干混合料，其中， $m_d = \rho_{d\max} \times 2655$ ， $\rho_{d\max}$ 为振动击实确定的混合料最大干密度。

C.4.2 加入质量 $\rho_{d\max} \times 2655 \times 0.01 \times w_o$ 的水到干混合料中，拌合均匀得到湿混合料，并闷料4h。其中， w_o 为振动击实确定的混合料最佳含水率。

C.4.3 将直径149 mm、高40 mm的试模下压柱放入试模下部并使底部齐平，所述试模的尺寸为内径150 mm×高度(230 mm±10 mm)。将闷料4h湿混合料按四分法分四层装入试模中，且每层沿试模壁插捣不少于6次。装料的质量= $2650.72 \times k \rho_{d\max} (1 + 0.01 w_o)$ ，其中， k 为试件的预定压实度， $V = \pi \times 7.5 \times 7.5 \times 15 = 2650.72$ cm³为试件的体积。

C.4.4 将装有湿混合料的整个试模(连同下压柱)固定在振动仪底板上，放下振动器使振动锤与被压材料接触，振动击实至试件高度150 mm。事先可通过3组~5组试验建立振动时间与试件高度关系，求取试件高度达到150 mm时所需振动时间，并以此时间做振动压实。

C.4.5 吊起振动器，取下试模并放到脱模器上将试模内混合料顶出，即为圆柱体试件。在脱模器上取试件时，应用双手抱住试件的侧面的中下部，然后沿水平方向轻轻旋转，待感觉到试件移动后，再将试件轻轻捧起，放置到试验台上。切勿直接将试件向上捧起。

C.4.6 称试件的质量 m_2 ，精确至0.1g。然后用游标卡尺测量试件的高度 h ，精确至0.1mm。检查试件的质量和高度，不满足成型标准的试件视为废件。

C.4.7 试件称量后应立即放在塑料袋中封闭，并用潮湿的毛巾覆盖，移放至养生室。

C.5 结果整理

C.5.1 试件高度误差范围控制在-1mm~+3mm。

C.5.2 试件的质量损失应不超过15 g。

C.6 记录

本试验的记录格式见表C.1。

表 C.1 垂直振动成型二灰稳定碎石圆柱体试验记录表

工程名称	_____	混合料名称	_____
配合比	_____	最佳含水率/%	_____
最大干密度/（g/cm ³ ）	_____	试件压实度/%	_____
试件标准质量/g	_____	试验方法	_____
试验者	_____	试验日期	_____

编号	高度/mm				质量/g	压实度/%
	1	2	3	平均		
1						
2						
3						
4						
5						
6						