

DB33

浙 江 省 地 方 标 准

DB 33/T 836—2011

公路水泥稳定碎石基层振动成型法 施工技术规范

Technical specifications for construction of highway cement-stabilized
macadam base by vibratory forming method

2011 - 08 - 31 发布

2011 - 09 - 30 实施

浙江省质量技术监督局 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

 3.1 术语 1

 3.2 符号及代号 2

4 材料 2

 4.1 一般规定 2

 4.2 水泥 3

 4.3 集料 3

 4.4 水 4

5 配合比设计 4

 5.1 一般规定 4

 5.2 组成设计 4

6 施工 6

 6.1 一般规定 6

 6.2 施工准备 6

 6.3 混合料的拌和 8

 6.4 混合料的运输 8

 6.5 摊铺 8

 6.6 碾压 9

 6.7 接缝 9

 6.8 养护及交通管制 10

7 质量管理与检查验收 10

 7.1 一般规定 10

 7.2 施工前的材料与设备检查 10

 7.3 铺筑试验路段 11

 7.4 施工过程中的质量管理与检查 11

 7.5 交工验收阶段的工程质量检查与验收 13

 7.6 单位工程小结 14

附录 A（规范性附录） 振动压实试验方法 15

附录 B（规范性附录） 水泥稳定碎石振动成型无侧限抗压强度试验方法 20

附录 C（资料性附录） 水泥稳定碎石混合料目标配合比设计实例 25

附录 D（规范性附录） 本规程用词说明 30

前 言

本标准依据GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由浙江省交通运输厅提出并归口。

本标准起草单位：嘉兴市交通工程质量安全监督站、嘉兴市交通投资集团有限责任公司、天津市市政工程研究院、浙江省宏途交通建设有限公司。

本标准主要起草人：许海云、严凤祥、邬谷丰、周卫峰、武启诚、杨惠德、江锋、魏如喜、沈强南、徐建红、杨智敏、金国华、肖葳、琚利平。

为不断提高水泥稳定碎石基层施工技术水平，各单位在使用过程中应认真整理相关资料，总结施工方法和实践经验，以为本标准的修订提供真实可靠的实践依据。各单位在使用过程中若发现问题或提出意见、建议，请及时与主编单位联系（地址：浙江省嘉兴市中山东路1005号，邮编314001，电话：0573-83683668），以便下次修订时参考。

公路水泥稳定碎石基层振动成型法 施工技术规范

1 范围

本标准规定了振动成型法设计的水泥稳定碎石基层的材料技术指标、配合比设计方法、试验方法、施工工艺、质量控制及验收方法等技术要求，未及方面应遵照JTJ 034-2000的规定执行。

本标准主要适用于高等级公路的新建、改建、扩建和大修的水泥稳定碎石基层施工，其他公路可参照执行。

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。

GB 175-2007 通用硅酸盐水泥
JTJ 034—2000 公路路面基层施工技术规范
JTG F80/1—2004 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程
JTG E42—2005 公路工程集料试验规程
JTG D50—2006 公路沥青路面设计规范
JTG E60—2008 公路路基路面现场测试规程
JTG E51—2009 公路工程无机结合料稳定材料试验规程

3 术语和定义

3.1 术语

3.1.1

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、砾石、石屑、天然砂等。

3.1.2

粗集料 coarse aggregate

在水泥稳定碎石混合料中，粒径大于2.36 mm的碎石、破碎砾石等。

3.1.3

细集料 fine aggregate

在水泥稳定碎石混合料中，粒径小于2.36 mm的机制砂、石屑、天然砂等。

3.1.4

水泥稳定碎石 cement-stabilized macadam

由具有规定级配组成的粗细集料与水泥和水拌和而成的混合料的总称。按其混合料结构状态分为均匀密实型、悬浮密实型、骨架密实型和骨架空隙型混合料。

3.1.5

振动成型法 vibratory forming method

利用振动压实试验仪，在与现场压实机械相匹配的固定配重、振动频率、振幅和振实时间条件下的水泥稳定碎石等半刚性基层材料配合比设计方法。

3.2 符号及代号

本规范各种符号、代号以及意义详见表1。

表1 符号及代号

编号	符号及代号	单位	意义
1	$\bar{R}$	MPa	水泥稳定碎石混合料试件的平均抗压强度
2	R_{db}	MPa	水泥稳定碎石混合料试件的抗压强度代表值
3	R_d	MPa	水泥稳定碎石基层设计抗压强度
4	C_v	%	无侧限抗压强度试验结果的偏差系数
5	S	MPa	n个试件无侧限抗压强度的标准差
6	Z_α	—	标准正态分布表中随保证率（或置信度 α ）而变的系数
7	W	%	水泥稳定碎石混合料的含水量
8	ρ_w	g/cm ³	水泥稳定碎石混合料试件的湿密度
9	ρ_d	g/cm ³	水泥稳定碎石混合料试件的干密度

4 材料

4.1 一般规定

4.1.1 水泥稳定碎石所用集料的选择必须经过认真的料源调查，集料宜选用坚硬的、表面粗糙且有较好棱角性的材料，在质量符合使用要求的前提下，确定料源应尽可能就地取材。

4.1.2 水泥稳定碎石使用的各种材料运至现场后必须按批取样进行质量检验，检验项目按本标准 4.2 及 4.3 中的技术要求，经检验合格后方可使用，不得以供应商提供的检测报告或商检报告代替进场检验。

水泥每检验批不大于 500 吨, 4.75mm 以上规格集料每检验批不大于 1 000m³, 4.75mm 及以下规格集料每检验批不大于 300m³。

4.1.3 集料粒径规格以方孔筛为准。

4.2 水泥

普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥都可用于拌制水泥稳定碎石混合料, 宜采用强度等级 42.5 或 32.5 的水泥, 水泥的技术指标应符合表 2 的要求, 其中初凝时间不得小于 3 h, 终凝时间宜在 6 h 以上。快硬水泥、早强水泥或者已受潮变质的水泥不得使用。

表2 水泥技术要求

项 目	细度	凝结时间		安定性	抗压强度			
					32.5		42.5	
		初凝	终凝		3 d	28 d	3 d	28 d
单位	%	h	h	----	MPa	MPa	MPa	MPa
质量要求	≤10	≥3	≥6	合格	≥11	≥32.5	≥17	≥42.5

4.3 集料

4.3.1 集料应采用反击式破碎机轧制并经吸尘处理, 其技术指标应满足表 3 的要求。

表3 集料技术要求

指 标	单位	技术要求		试验方法
		粗集料	细集料	
压碎值, 不大于	%	25	—	T0316
表观相对密度, 不小于	—	2.50	2.50	T0304、T0328
吸水率, 不大于	%	3	—	T0304
坚固性, 不大于	%	12	12	T0314、T0340
水洗法<0.075mm颗粒含量, 不大于	%	2.0	15(石灰岩) 10(其它)	T0310、T0333
亚甲蓝值, 不大于	%	—	3.0	T0346
针片状颗粒含量, 不大于 4.75~9.5mm 大于9.5mm	%	25 15	—	T0312
软石含量, 不大于	%	5	—	T0320

注: 坚固性试验、软石含量试验可根据需要进行。

- 4.3.2 集料应采用 4 个不同规格的粗细集料。其中 4.75 mm 以下集料必须分为 2.36 mm~4.75 mm、0~2.36 mm 两档，4.75 mm 以上集料根据实际情况可从 9.5 mm 或 19 mm 处分档。
- 4.3.3 粗细集料应有适当的级配，其粒径规格可参照表 4 的规格生产和使用。当单一规格集料的粒径组成不满足要求而配合后的混合料级配满足要求时，在加大混合料级配检测频率的基础上，也允许使用。

表4 水泥稳定碎石混合料用集料规格

规格 (mm)	通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 (%)							
	31.5	26.5	19	9.5	4.75	2.36	0.6	0.075
19~31.5	100	90~100	0~30	0~5				
9.5~31.5	100	80~100	35~65	0~15	0~5			
9.5~19		100	90~100	0~15	0~5			
4.75~19		100	80~100	30~60	0~15	0~5		
4.75~9.5			100	90~100	0~15	0~5		
2.36~4.75				100	90~100	0~15	0~5	
0~2.36					100	70~100	25~50	0~10

注：“0-2.36 mm规格”中0.075 mm通过率采用石灰岩时为0-15%。

4.4 水

凡是饮用水（含牲畜饮用水）均可用于水泥稳定碎石施工，遇到可疑水源，应委托有资质的单位化验鉴定。

5 配合比设计

5.1 一般规定

- 5.1.1 水泥稳定碎石混合料应选用符合要求的原材料，进行配合比设计。
- 5.1.2 水泥稳定碎石混合料配合比设计内容包括：根据规定的材料和混合料指标要求，确定合理的集料配合比例、水泥剂量、混合料的最佳含水量和最大干密度。
- 5.1.3 水泥稳定碎石混合料应按骨架密实型设计，并具有足够的强度稳定性、较小的收缩变形和良好的施工性能。
- 5.1.4 为减少基层裂缝，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条件下，限制细料、粉料的用量。

5.2 组成设计

- 5.2.1 在水泥稳定碎石基层施工前，应取现场有代表性的原材料进行试验。
- 5.2.2 水泥稳定碎石混合料的集料级配设计应符合表 5 中的级配范围，并控制 4.75 mm 筛孔的通过率接近级配范围中值。

表5 水泥稳定碎石混合料集料级配范围要求

筛孔尺寸 (mm)		31.5	19	9.5	4.75	2.36	0.6	0.075
通过率 (%)	上限	100	85	54	35	26	15	5
	下限	100	75	42	25	16	8	0

5.2.3 水泥稳定碎石混合料的 7 d 无侧限抗压强度应符合表 6 的规定。

表6 水泥稳定碎石混合料技术性能要求

项目	设计强度 (MPa)	设计水泥剂量 (%)	
		最大	最小
底基层	≥4.0	3.5	2.5
基层	5.0~6.5	4.5	3.0

5.2.4 混合料的设计步骤

混合料的设计步骤如下：

- a) 选择满足级配设计的材料组成分别将不同规格的粗细集料配制同一种混合料样品，再按不同水泥剂量（一般选用 4~5 个间隔 0.5% 的水泥剂量）配制混合料。
- b) 按振动压实试验方法确定各混合料试件的最佳含水量和最大干密度。
- c) 按要求的压实度分别计算不同水泥剂量的试件对应的干密度。
- d) 按最佳含水量和计算得到的干密度，采用振动压实成型试验方法制备试件。试件在规定的温度下保湿养生 6 d，浸水 24 h 后，进行无侧限抗压强度试验。进行无侧限抗压强度试验时，作为平行试验的最少试件数量应满足表 7 的规定。

表7 最少试件数量

偏差系数 (%)	$C_v \leq 10$	$10 < C_v \leq 15$	$15 < C_v < 20$
试件数量 (个)	6	9	13

注：若偏差系数超过20%，需要重新制备试件。

- e) 计算试验结果的平均值和偏差系数。
- f) 根据设计要求或表 6 的强度标准，选定合适的水泥剂量，此剂量试件的无侧限抗压强度代表值应符合公式（1）的要求：

$$R_{db} = \bar{R} - Z_\alpha S \geq R_d \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$\bar{R}$ ——试件的平均抗压强度；

R_d ——设计抗压强度（见表6）；

Z_{α} ——标准正态分布表中随保证率（或置信度 α ）而变的系数，高速公路和一级公路应取保证率

为95%，即 $Z_{\alpha}=1.645$ ；其它公路应取保证率为90%， $Z_{\alpha}=1.282$ ；

S——标准差。

5.2.5 根据设计要求的强度标准、混合料振动压实成型试件的强度，选定合适的水泥剂量，与振动压实试验方法确定的最佳含水量和计算所得的最大干密度共同作为配合比设计结果，形成配合比设计报告。

5.2.6 在规定的水泥剂量范围内，混合料试件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。

5.2.7 进行生产配合比调试时，应根据施工时的气候条件，通过试拌确定混合料拌制用水量。

6 施工

6.1 一般规定

6.1.1 水泥稳定碎石基层宜在气温较高季节组织施工。施工期的日最低气温应在5℃以上。

6.1.2 在雨季施工时，应特别注意气候变化，勿使水泥和混合料遭雨淋；夏季高温作业时，水泥温度不应高于50℃。降雨时应停止施工，已经摊铺的水泥稳定碎石混合料应尽快碾压密实并采取覆盖措施。

6.1.3 水泥稳定碎石基层施工时：

- a) 应严格控制水泥稳定碎石结构层厚度和高程，其路拱横坡应符合设计要求。采用流水作业法施工时，尽可能缩短从加水到碾压终了的延迟时间，并不应超过水泥的初凝时间。
- b) 水泥稳定碎石基层应采用立模法施工。
- c) 应采用钢轮振动压路机和轮胎压路机组合的方式进行碾压。单层压实厚度宜为15 cm~20 cm，应在混合料处于或略大于最佳含水量（气候炎热干燥时，可大1%~2%）时进行碾压，直到满足规定的压实度要求。严禁用薄层贴补法进行找平。
- d) 碾压完成后应覆盖保湿养生，养生时间不少于7天；基层间、基层与面层间施工间隔不宜长于30天。

6.1.4 水泥稳定碎石基层施工时，在铺筑上层之前，应将下承层表面清扫干净，宜撒布水泥净浆。

6.2 施工准备

6.2.1 施工设备

- a) 施工时应配备足够的拌和、运输、摊铺、压实等施工设备及配件，开工前做好保养、试机工作，尽量避免在施工期间发生有碍施工进度和质量故障。水泥稳定碎石基层、底基层施工的主要机械设备配备要求如下：

- 1) 拌和设备 应配置产量不小于400 t/h的拌和设备，并与实际摊铺能力相匹配。电子动态计量器应经计量部门进行计量标定后方可使用。为使混合料拌和均匀，拌和设备搅拌轴以大于2.5 m长为宜。同时原材料料仓顶部应安装剔除超粒径石料或其他杂物的钢筋筛子。拌和设备应配备带活门漏斗的成品料仓。
- 2) 摊铺机 根据路面底基层、基层的宽度、厚度，选用合适的摊铺机械。摊铺宽度10 m以下时宜用一台摊铺机摊铺，10 m以上时应用两台摊铺机摊铺。
- 3) 压路机 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，应配备3台振动力30 t以上的振动压路机、1台自重25 t以上的轮胎压路机和1台双钢轮压路机。

- 4) 自卸汽车、装载机、洒水车 数量应与拌和设备、摊铺设备、压路机相匹配。
- 5) 水泥钢制罐仓 由拌和楼生产能力决定其容量(至少 2 个罐),罐仓内应配有水泥破拱器,以免水泥起拱停流。
- b) 各种施工机械宜有备用设备及配件,其数量至少应满足每个工点、每日连续正常生产及工期要求,以使施工始终处于一个正常连续的作业状态。
- c) 施工前应对施工机具进行全面检查、维修、调试。

6.2.2 检测仪器

6.2.2.1 工地试验室应按表 8 配备检测仪器。

6.2.2.2 开工前应对检测仪器等设备进行标定。

表8 工地试验室主要检测仪器配备标准

检测室	仪器设备名称	数量	仪器规格		
			测量范围	分度值	准确度
集料室	电子天平	1 台	0~5kg	0.1g	0.1g
	标准筛	1 套	/	/	/
	烘箱	2 台	0~300 ℃	1 ℃	1 ℃
	游标卡尺	1 台	0~150 mm	/	/
	台称	1 台	50 kg	/	/
水泥室	雷氏夹测定仪	1 套	/		
	沸煮箱	1 台	/		
	水泥净浆搅拌机	1 台	/		
	标准法维卡仪	1 台	/		
	水泥恒温恒湿养护箱	1 台	50℃/100%	0.1℃/0.1%	1℃/1%
无机结合料室	压力机(或路面材料强度试验机)	1 台	最大荷载不大于 200 kN		
	液压脱模器	1 台	/		
	测钙仪或滴定设备	1 套	/	/	/
	振动压实成型机	1 台	/	/	/
	电子秤	1 台	0~30kg	1g	1g
	电子天平	1 台	0~15kg	0.1g	0.1g
	电子天平	1 台	0~4kg	0.01g	0.01g
养生室	养护室 (自动恒温恒湿控制)	1 台	50℃/100%	0.1℃/0.1%	1℃/1%
现场检测室	取芯机	1 台	功率不小于 5 kW		
	灌砂仪	2 套	灌砂筒直径≥15 cm		
	电子秤	2	0~30 kg	/	1g

6.2.3 原材料储备

拌和场应备足各类原材料,并确保能满足连续施工要求。

6.2.4 拌和场地

6.2.4.1 拌和场地的设置应符合国家有关环境保护、消防、安全等规定。

6.2.4.2 拌和场地与工地现场距离符合就近原则。

6.2.4.3 拌和场地应具有完善的排水设施。粗细集料应分隔堆放，细集料应采取雨棚遮盖措施，料场及场内道路应作硬化处理，严禁泥土污染。

6.2.5 下承层处理

6.2.5.1 每一层基层施工前，应检查下承层施工质量（高程、中线偏位、宽度、横坡度、平整度、反射裂缝、压实度、月沉降速率等）。下承层应满足相应的质量指标，表面平整、坚实，路拱满足设计要求，没有任何松散和软弱地点。松散、离析严重的路段，应进行返工处理。对于一般裂缝应作相应封闭处理，裂缝严重路段应作返工处理，施工前应保证下承层表面湿润。

6.2.5.2 摊铺前进行测量放样，为保证水泥稳定碎石基层边缘压实度，各填筑层边缘各增加 5 cm 宽度，据此调整摊铺机宽度与传感器间距，做出标记，并打设好厚度控制线支架（一般在直线上间隔为 10 m，在平曲线（匝道）上为 5 m），根据松铺系数算出松铺厚度，挂好高度控制线。用于摊铺机摊铺厚度控制线钢丝的拉力应不小于 800 N。

6.3 混合料的拌和

6.3.1 水泥稳定碎石混合料应采用中心拌和厂（站）集中拌和。

6.3.2 拌和前，应对拌和设备反复检试调整，使混合料符合级配要求；同时每天开始拌和前应作筛分试验，如有问题及时调整，全天拌和料应按摊铺面积和规范要求的检测频率进行抽检。当集料的颗粒组成发生变化时，应重新调试设备。

6.3.3 混合料拌和要均匀，拌和含水量要略大于最佳含水量 1% 左右，使混合料运到现场碾压时的含水量不小于最佳含水量。

6.3.4 拌和现场应随时监测拌和时的水泥剂量、含水量和各种集料的配比，发现异常要及时调整或停止生产，水泥剂量和含水量应按要求的频率检查并做好记录。

6.3.5 施工过程中应加强对拌和设备计量装置、检测仪器等设备的检查、维护，以便能及时发现设备出现的问题。对料仓过滤筛网应经常进行检查，发现堵塞和破损现象应及时清理和更换，以便更好地控制配合比。

6.4 混合料的运输

6.4.1 在水泥稳定碎石混合料运达工地之前，应对工地具体摊铺位置、运输路线、运距和运输时间、施工条件、摊铺能力以及所需混合料的数量等作详细核对。

6.4.2 水泥稳定碎石混合料宜采用较大吨位的运料车运输，车料合重不宜超过 45 t。运料车的运力应稍有富余，施工过程中摊铺机前方应有若干运料车等候。

6.4.3 运料车每次使用前后应清扫干净。从拌和机向运料车上装料时，车辆应前后移动，分三次装料，以减少混合料离析。运料车运输混合料应用苫布覆盖。

6.4.4 运料车进入摊铺现场时应保持轮胎洁净。水泥稳定碎石混合料在摊铺地点凭运料单接收，当车内水泥稳定碎石混合料超过水泥初凝时间运到工地时，应予以废弃。

6.4.5 摊铺过程中运料车应在摊铺机前 10 cm~30 cm 处停住，空挡等候，由摊铺机推动前进开始缓缓卸料，避免撞击摊铺机。

6.5 摊铺

6.5.1 采用两台及两台以上摊铺机摊铺时，摊铺机前后相隔 5 m~10 m 呈梯队式同步摊铺，两幅之间应有 5 cm~10 cm 左右的搭接宽度，并避开车道轮迹带。

6.5.2 摊铺机行进速度要均匀，中途不得变速，其速度要与拌和机能力相适应，最大限度地保持匀速前进，摊铺不停顿、不间断，摊铺速度宜控制在 1 m/min~3 m/min。在摊铺机后面应设专人消除粗细集料离析现象，特别是局部粗集料“窝”和含水量超限点应及时铲除，并用新拌混合料填补。

6.5.3 摊铺机外侧宜采用钢丝绳引导的高程控制方式，摊铺机内侧分别采用架设钢梁或雪橇式控制基层摊铺厚度。钢丝绳应张拉平顺，铺料时，严禁人为对基准钢丝绳干扰，造成摊铺出的水泥稳定碎石混合料忽高忽低。

6.5.4 摊铺机的螺旋布料器应相应于摊铺速度调整到保持一个稳定的速度均衡地转动，摊铺机两侧料槽内应保持有不少于螺旋布料器 2/3 高度的混合料，以减少在摊铺过程中混合料的离析。摊铺机料槽前挡板下可加装挡料胶皮以避免上下离析。

6.5.5 水泥稳定碎石基层的松铺系数和初始压实度由试验段确定，摊铺过程中应随时检查松铺厚度和初始压实度。当此两项参数达不到试验段确定值时，应及时调整摊铺机控制参数，保证松铺厚度和初始压实度均匀、稳定。

6.5.6 摊铺时应合理选择摊铺机的振幅和振动频率，切实保证混合料的密实度和平整度。

6.6 碾压

6.6.1 施工时，每台摊铺机后面应紧跟振动压路机、轮胎压路机和双钢轮压路机进行碾压，一次碾压长度宜为 50m~80m。碾压段落应层次分明，设置明显的分界标志，有专人指挥。

6.6.2 碾压程序和碾压遍数应通过试验路段确定。碾压应遵循试验路段确定的程序与工艺，驱动轮朝向摊铺机方向，由路边向路中、先轻后重、低速行驶碾压的原则，避免出现推移、起皮和漏压的现象。压实时，遵循初压→复压→终压的程序，压至无轮迹为止。注意初压要充分，振压不起浪、不推移。碾压设备组合及程序如下：

- a) 初压：采用钢轮振动压路机与轮胎压路机一前一后组合，同进同退，各静压 1 遍；
- b) 复压：弱振动碾压：采用钢轮振动压路机与轮胎压路机一前一后组合，同进同退，各碾压 1 遍；
强振动碾压：重型振动压路机碾压不少于 4 遍；
- c) 终压：双钢轮压路机静压不少于 1 遍，直至无明显轮迹。

压路机碾压时至少重叠 1/3 轮宽。

碾压完成后应立即用灌砂法检测压实度。

6.6.3 压路机倒车应自然停车，无特殊情况，不许刹车；换挡要轻且平顺，不要拉动基层。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位置应错开成齿状，出现个别拥包时，应进行铲平处理。

6.6.4 压路机碾压时的速度，初压为 1.5 km/h~1.7 km/h，复压、终压应为 1.8 km/h~2.2 km/h。压路机应增设限速装置。

6.6.5 严禁压路机在刚完成的或正在碾压的路段上调头和急刹车。

6.6.6 碾压宜在水泥初凝前及试验确定的延迟时间内完成，达到要求的压实度，同时没有明显的轮迹。

6.6.7 压路机应停在已碾压好的路段上，相隔间距不小于 3 m。

6.6.8 在碾压过程中，对于基层路侧边缘等压路机碾压不到的区域，应采用小型平板式振动器进行压实，并保证基层表面平整、密实。

6.7 接缝

6.7.1 水泥稳定碎石基层的施工应接缝紧密、连接平顺，不得产生明显的接缝离析。上、下基层的纵缝应错开 20 cm 以上。相邻两幅及上下基层的横向接缝应错开 1 m 以上。接缝施工应用 3 m 直尺检查，确保平整度符合要求。

6.7.2 水泥稳定碎石基层的施工应避免设置纵向接缝。当需要设置纵向接缝时，纵向接缝部位的施工应符合下列要求：

- a) 纵缝必须垂直相接，严禁斜接。
- b) 当不能在允许的延迟时间内完成后续部分摊铺而产生纵向接缝时，宜采用加设挡板方式，挡板的高度与基层压实厚度相同；但不宜在养护后采用切割机做纵向切缝。养生结束后，在摊铺后续部分之前，拆除挡板；后续摊铺机摊铺后做跨缝碾压以消除轮迹。

6.7.3 当一个工作日结束、两个相连作业段连接或摊铺途中其他情况造成的停机均会形成横向接缝。水泥稳定碎石基层的横向接缝宜采用垂直的平接缝，不宜采用自然碾压接缝或阶梯型接缝。横向接缝部位的施工应符合下列要求：

- a) 在当天可继续施工时，应使工作缝成直角连接。铺筑新混合料后，压路机应先进行横向碾压，再纵向碾压成为一体，充分压实，连接平顺。
- b) 当天不能继续施工，或因天气及其他原因不能确定后续施工时间时，均应在下一次摊铺前将工作缝做成直角连接。铺筑新混合料前，应在接茬立面上涂刷少量水泥净浆；铺筑新混合料后，压路机应先进行横向碾压，再纵向碾压成为一体，充分压实，连接平顺。

6.8 养护及交通管制

6.8.1 每一段碾压完成以后应立即开始养生，养生应将透水土工布覆盖在碾压完成的基层顶面，并及时洒水。在养生期内应始终保持基层处于湿润状态。养生结束后，应将覆盖物清除干净。

6.8.2 用洒水车洒水养生时，洒水车的喷头要用喷雾式，不得用高压式喷头，以免破坏基层结构，每天洒水次数应满足整个养生期间始终保持基层表面湿润。

6.8.3 基层养生期不应少于 7 d。在养生期间应采取硬隔离措施封闭交通，严格禁止施工车辆通行。

6.8.4 对于水泥稳定碎石上下基层，养护期结束后，也应视天气情况，安排一定次数的洒水作业，避免因长期暴晒或降温造成基层开裂。

6.8.5 养护完成的基层上禁止一切超载车辆通行，同时应采取措施避免车辆集中快速行使，以保护基层骨料不受破坏。

7 质量管理与检查验收

7.1 一般规定

7.1.1 采用振动成型法施工的水泥稳定碎石基层应按本章质量管理与检查验收内容和要求执行。

7.1.2 质量管理包括所用材料与设备的检查、铺筑试验段、施工过程的质量管理和检查验收(工序间)。

7.1.3 应建立、健全工地试验，质量检查及工序间的交接验收等项制度。试验、检验应做到原始记录齐全，数据真实可靠。

7.1.4 工地试验室应能进行所用基层材料的各项试验，还应具备进行现场压实度、平整度和完整性等检查的能力。

7.1.5 各个工序完结后，均应进行检查验收。经检验合格后，方可进行下一个工序。凡经检验不合格的段落，应进行处理，使其达到要求。

7.2 施工前的材料与设备检查

7.2.1 施工前应检查各种材料的来源和质量。对水泥、集料等重要材料，供货单位应提交最新检测的质量证明材料。对首次使用的集料，应检查生产单位的生产条件、加工机械、覆盖层的清理情况。所有材料都应按规定取样检测，经质量认可后方可订货。

7.2.2 各种材料都应在施工前以“批”为单位进行检查，不符合本标准技术要求的材料不得进场。材料试验的取样数量和频度按规定进行。

7.2.3 工程开始前，应对材料的存放场地、防雨和排水措施进行确认，不符合本标准要求时材料不得进场。进场的各种材料的来源、品种、质量应与招标及提供的样品一致，不符合要求的材料严禁使用。

7.2.4 施工前应对水泥稳定碎石拌和设备、摊铺机、压路机等各种施工机械和设备进行调试，对机械设备的配套情况、技术性能、传感器计量精度等进行认真检查，并得到监理的认可。

7.2.5 正式开工前，各种原材料的试验结果，及据此进行的配合比设计结果，应在规定的期限内向业主及监理提出书面报告，待取得正式认可后，方可使用。

7.3 铺筑试验路段

7.3.1 水泥稳定碎石基层在施工前应铺筑试验段。

7.3.2 试验段的长度应根据试验目的确定，宜选在主线上铺筑，长度为 300 m~600 m。

7.3.3 水泥稳定碎石基层试验段铺筑分试拌及试铺两个阶段，应包括下列试验内容：

- a) 检验各种施工机械的类型、数量及组合方式是否匹配。
- b) 通过试拌确认拌和机的拌和效果，考察各种材料计量装置的可信度，以及试验检测仪器是否满足工程质量控制的要求。
- c) 通过试铺确定运输车数量，摊铺、压实工艺，确定松铺系数。
- d) 验证水泥稳定碎石混合料配合比设计，提出生产用的标准配合比和最佳用水量。
- e) 确定压实度和平整度的标准检测方法。

7.3.4 试验段应由有关各方共同参加，及时商定有关事项。铺筑结束后，施工单位应就各项试验内容提出完整的试验路施工、检测报告，编写《试验路段总结报告》，明确试验结论，《试验路段总结报告》应包括本标准 7.3.3 中的内容。《试验路段总结报告》经批准后作为今后施工现场控制的依据。混合料级配、水泥剂量不得再变，因特殊原因要调整时，应重新进行混合料组成设计和试验路段验证，并报监理工程师审批。

7.3.5 试验路段如经检验合格可作为永久工程的一部分。对不合格的试验路段应及时清除并重新铺筑试验段。

7.3.6 试验段的检测频率应是正常施工的 2 倍以上。试验段龄期在 5 d~7 d 时应能取出完整的芯样（芯样直径为 ϕ 150 mm）。

7.4 施工过程中的质量管理与检查

7.4.1 水泥稳定碎石基层施工应在得到批准后方可开工。

7.4.2 施工单位在施工过程中应随时对施工质量进行自检。监理应按规定要求独立地进行试验，并对承包商的试验结果进行认定，如实评定质量，计算合格率。当发现有质量低劣等异常情况时，应立即追加检查。施工过程中无论是否已经返工补救，所有数据均应如实记录，不得丢弃。

7.4.3 水泥稳定碎石混合料生产过程中，原材料在按批检验合格的基础上应按表 9 规定的检查项目与频度进行抽样试验，其质量应符合本规范规定的技术要求。未列入表中的材料的检查项目和频度按材料质量要求确定。

表9 施工过程中材料质量检查的项目与频度

材料	检查项目	检查频度
粗集料	含水量	随时
	颗粒组成	随时
	压碎值	必要时
	表观相对密度、吸水率	必要时
	小于 0.075 mm 颗粒含量	必要时
	针片状颗粒含量	必要时
细集料	含水量	随时
	颗粒组成	随时
	表观相对密度	必要时
	小于 0.075 mm 颗粒含量	必要时
水泥	强度等级	必要时
	初、终凝时间	必要时
	安定性	必要时

7.4.4 水泥稳定碎石拌和厂（站）应按下列步骤对水泥稳定碎石混合料生产过程进行质量控制，并按表 10 规定的项目和频度检查水泥稳定碎石混合料的质量，如实计算合格率。单点检验评价方法应符合相关试验规程的试样平行试验要求。

- 从料堆和皮带输送机随时目测各种材料的质量和均匀性，检查泥块及超粒径碎石，检查料仓有无窜仓。目测混合料拌和是否均匀、有无花白料、含水量是否合理，检查集料和混合料的离析情况。
- 检查控制室拌和机各项参数的设定值、控制屏的显示值，核对计算机采集和打印记录的数据与显示值是否一致。
- 检查混合料拌和前的矿料级配，应至少检查 2.36 mm、4.75 mm、9.5 mm、19 mm 和公称最大粒径等 5 个筛孔的通过率。
- 取样成型进行振动压实试验，测定混合料最大干密度，确定压实度标准。

7.4.5 水泥稳定碎石基层铺筑过程中应随时对铺筑质量进行检查，质量检查的内容、频度、允许差应符合表 11 的规定。

7.4.6 施工厚度的检测按以下方法执行，并相互校核，当差值较大时通常以总量检验为准。

- 利用摊铺过程在线控制，即不断地用插尺或其他工具插入摊铺层测量松铺厚度。
- 利用拌和厂（站）水泥稳定碎石混合料总生产量与实际铺筑的面积计算平均厚度进行总量检验。
- 利用水泥稳定碎石基层压实度用灌砂法检测时，通过量取在基层上挖坑的深度进行检验。
- 待基层养护 7d 后，在钻孔检测芯样完整性的同时测量水泥稳定碎石基层的厚度。

表10 水泥稳定碎石混合料的检查频度和质量要求

项目		检查频度及单点检验评价方法	质量要求或允许偏差	试验方法
混合料外观		随时	观察集料粗细、均匀性、离析、色泽、有无花白料、团块等现象	目测
矿料级配	大于 4.75 mm	每台拌和机每天 1~2 次，以 2 个试样的平均值评定	±5%	现场筛分
	4.75 mm 筛孔		±4%	现场筛分
	2.36 mm 筛孔		±3%	现场筛分
	0.075 mm 筛孔		±2%	现场筛分
含水量		据观察，异常时随时检测，以 3 个试样的平均值评定	+0.0%~+2.0%	T0803
水泥剂量		每台拌和机每天 1~2 次，以 6 个试样的平均值评定	±0.5%	T0809
无侧限抗压强度		每一工作班或每 2 000 m ² 成型 1 次	符合设计要求	附录 B T0805

注1：矿料级配的允许偏差以批准的配合比矿料级配为基准。

注2：施工中混合料强度试验应按照多点取样的原则进行（每个试件所用材料不能混合），并且成型试件时不做二次拌和，试件上应标记取样日期、代表桩号区间。

表11 水泥稳定碎石基层施工过程中的检查频度和质量要求

项目	检查频度	质量要求或允许偏差		试验方法
		基层	底基层	
外观	随时	表面平整密实、不得有明显轮迹、裂缝、推移等缺陷，且无明显离析		目测
接缝	逐条缝检测评定	5 mm		T0931
压实度(%)	每工作班或每 200 m 每车道 2 处	98	96	T0921
厚度(mm)	每工作班或每 200 m 每车道 1 处	+5, -8	+5, -10	T0912
平整度(mm)	随时	8	12	T0931
宽度(mm)	每 200 米 4 处	符合设计要求		T0911
纵断高程(mm)	每 200 米 4 个断面	+5, -10	+5, -15	T0911
横坡(%)	每 200 米 4 个断面	±0.3		T0911

7.4.7 水泥稳定碎石基层压实度采取重点对碾压工艺进行过程控制，并用灌砂法抽检压实度。

- 碾压工艺的控制包括压路机的配置（台数、吨位及机型）、排列和碾压方式、压路机与摊铺机的距离、碾压时混合料含水量、碾压速度、碾压段长度、调头方式等。
- 碾压过程中宜采用挖坑灌砂法进行压实密度的过程控制，测点随机选择，与标准值比较。

c) 在基层养护完成后, 随机选点钻取芯样, 待芯样充分干燥后测定密度, 与标准值比较。

7.4.8 施工过程中应随时对基层进行外观检查, 基层表面平整密实, 无坑洼、无明显离析现象。确属施工质量差的, 应予铣刨或局部挖补, 返工重铺。

7.4.9 施工过程中应随时用 3m 直尺检测接缝及与构造物的连接处平整度, 正常路段的平整度可采用连续平整度仪测定。

7.4.10 基层施工的关键工序或重要部位应拍摄照片或进行录像, 作为实态记录及保存资料的一部分。

7.5 交工验收阶段的工程质量检查与验收

7.5.1 工程完工后, 施工单位应将全线以 1 km~3 km 作为一个评定路段, 按表 12 的规定频度, 随机选取测点, 进行全线自检, 将单个测定值与表中的质量要求或允许偏差进行比较, 计算合格率, 然后计算一个评定路段的平均值、极差、标准差及变异系数, 进行初步评定。施工单位应在规定时间内提交全线检测结果 (包括施工过程中的) 及施工总结报告, 申请交工验收。

表12 水泥稳定碎石基层交工检查与验收质量标准

检查项目		检查频度	质量要求或允许偏差		试验方法
			基层	底基层	
外观		随时	表面平整密实、不得有明显轮迹、裂缝、推挤等缺陷, 且无明显离析		目测
压实度	代表值①	每 200 m 每车道 2 处	98%	96%	T0921
	极值		95%	93%	
厚度	代表值①	每 200 m 每车道 1 处	-8 mm	-10 mm	T0912
	极值		-10 mm	-20 mm	
平整度		每 200 米 2 处, 每处连续 10 尺	8 mm	12 mm	T0931
纵断高程		每 200 m 测 4 个断面	+5 mm, -10 mm	+5 mm, -15 mm	T0911
宽度		每 200 m 测 4 处	符合设计要求		T0911
横坡		每 200 m 测 4 个断面	±0.3%		T0911
无侧限抗压强度		每 2 000 m ² 成型 1 次	符合设计要求		附录 B T0805

注: ①各检查项目的代表值按 JTG F80/1-2004 的相应规定计算评定。

7.5.2 进行抽样检查。抽样应是随机的, 不能带有任何倾向性。压实度、厚度和强度试件样品的现场随机取样位置的确定应按 JTJ 034-2000 附录 B 的方法进行。

7.5.3 对于无机结合料稳定基层, 应取钻件 (俗称路面芯样, 芯样直径宜为 ϕ 150 mm) 检验其整体性。水泥稳定碎石基层的龄期 5 d~7 d 时, 应能取出完整的钻件。如果路面钻机取不出完整的钻件, 则应找出不合格基层的界限, 进行返工处理。

7.5.4 对于水泥稳定碎石基层, 钻取的芯样也可以用于基层厚度的检验。

7.6 单位工程小结

7.6.1 工程结束后, 施工单位应根据国家竣工文件编制的规定, 提出施工总结报告及专项报告, 连同竣工图表, 形成完整的施工资料档案。

7.6.2 施工总结报告应包括概况（包括设计及变更情况）、工程基础资料、材料、施工组织设计、机械及人员配备、施工方法、施工进度、试验研究、工程质量评价等。

7.6.3 施工质量管理及质量检查报告应包括施工管理体制、质量保证体系、施工质量目标、试验段总结报告、施工前及施工中材料质量检查结果（测试报告）、施工过程中工程质量检查结果（测试报告）、工程交工验收质量自检结果（测试报告）、工程质量评价，以及原始记录、相册、录像等各种附件。

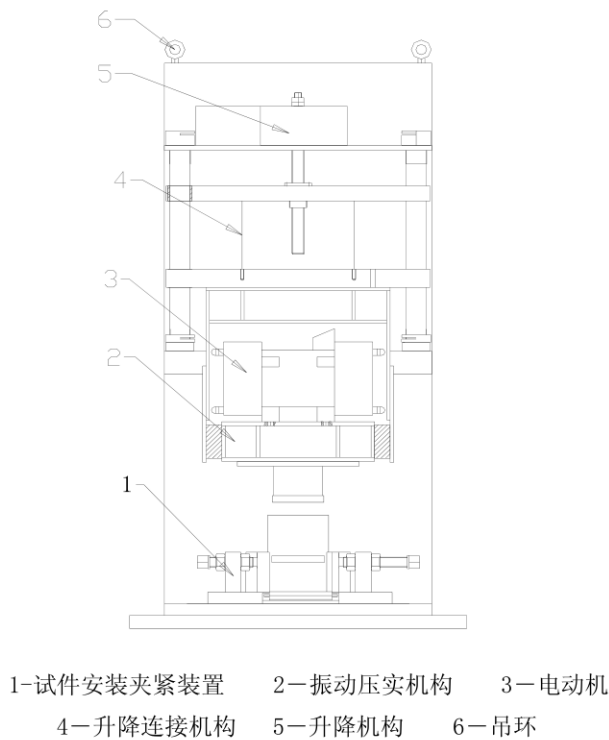
附 录 A
(规范性附录)
振动压实试验方法

A.1 目的和适用范围

本方法适用于在室内对水泥稳定碎石混合料进行的振动压实试验,以绘制这种材料在振动压实条件下的含水量—干密度关系曲线,从而确定其最佳含水量和最大干密度。

A.2 仪器设备

A.2.1 水泥稳定碎石振动压实仪:静压力1 900 N,振动频率为30 Hz,振幅1.4 mm,配有 ϕ 148 mm的压头。水泥稳定碎石振动压实仪结构示意图见图A.2.1。



图A.1 水泥稳定碎石振动压实仪结构示意图

A.2.2 钢模:内径150 mm、高230 mm、壁厚12 mm;钢模筒内金属垫块直径149 mm,厚度20 mm;钢模底座:直径300 mm、厚10 mm。以上各部件可用螺栓固定成一体。

A.2.3 游标卡尺:可量深度,量程不小于300 mm,分度值0.02 mm。

A.2.4 电子天平:称量4 000 g,感量0.01g;电子秤:称量30 kg,感量1 g。

A.2.5 量筒:50 mL、100 mL、500 mL的量筒各1个。

A.2.6 拌和工具:约400 mm×600 mm×70 mm的长方形金属盘、拌和用平头小铲、泥刀等。

A.2.7 液压脱模器。

A.2.8 测定含水量的铝盒、烘箱等其他用具。

A.3 试验准备

A.3.1 在预定做试验的前一天,取有代表性的试样测定其风干含水量。对于粗集料,试样应不少于1 000 g;对于细集料,试样应不少于500 g。

A.3.2 在试验前应将试验所需的各种仪器设备准备齐全,测量设备应满足精度要求;调试振动压实仪,检查其运转是否正常。

A.4 试验步骤

A.4.1 将准备好的各种粗、细集料按照设计确定的集料比例配制5~6份混合料试料,每份试料的风干质量应不少于7 000 g。

A.4.2 预定5~6个不同的含水量,依次相差0.5%~1.0%。

注:一般情况下,在最佳含水量附近取0.5%,其余取1%。

A.4.3 将1份试料平铺于金属盘内,将事先计算得的该份试料中应加水量减去50g后,将剩余用水量均匀地喷洒在试料上,用小铲将试料充分拌和到均匀状态,然后装入密闭容器或塑料袋内浸润备用。依次完成所有试样的闷料,如当天进行闷料,其浸润时间不少于2 h。应加水量可按式(A.1)计算:

$$Q_w = \left(\frac{Q_n}{(1 + 0.01W_n)} + \frac{Q_c}{(1 + 0.01W_c)} \right) \times 0.01W - \frac{Q_n}{(1 + 0.01W_n)} \times 0.01W_n - \frac{Q_c}{(1 + 0.01W_c)} \times 0.01W_c \dots \quad (\text{A.1})$$

式中:

Q_w ——混合料中应加的水量,单位为克(g);

Q_n ——混合料中集料的质量,单位为克(g),其原始含水量为 W_n ,即风干含水量(%);

Q_c ——混合料中水泥的质量单位为(g),其原始含水量为 W_c (%);

W ——要求达到的混合料的含水量(%)。

A.4.4 检查振动压实仪的振动参数,安装压头。

A.4.5 将1份试料平铺于金属盘内,称取预定质量的水泥;将所需水泥和剩余的50g水加到浸润后的试料中,并用小铲、泥刀或其它工具充分拌和到均匀状态。从加入水泥拌和开始到振动压实试验结束,以及测定含水量的试样放入烘箱中应在1 h内完成,超过1 h的试样,应予作废。

A.4.6 将钢模、底座紧密连接,放入垫块,然后将其放在坚实的地面上。将拌和好的混合料按四分法分成4份,依次取对角的试料倒入钢模内,试料边倒入边用直径1 cm~2 cm的铁棒插捣,整平表面并稍加压紧,然后覆盖一片事先剪好的塑料纸。将钢模连同混合料放在振动压实仪的钢质底板上,用螺栓将钢模底板与振动压实仪底板固定在一起。

A.4.7 将振动压头对准钢模后,放下压头,使振动压头与钢模内的混合料紧密接触。检查振动压实仪上的螺栓及相关连接处,确定振动压实仪上没有任何物品,启动仪器开始振动压实,振动时间为120 s。振动压实结束,提起压头,松开钢模底板螺栓,将钢模连同经过振动压实后的混合料一起卸下,松开螺栓后取下钢模,连同钢模量取振动压实后试件的高度,振动压实后的试件高度应控制在150 mm±10 mm范围内,不在这个范围的试件应作废,并应通过调整试料的质量来达到这一要求。

A.4.8 小心取下垫块，擦拭钢模表面（振动形成的浆体也应擦去），连同钢模一起称重得 G_1 ，准确到1 g。

A.4.9 用液压脱模器推出钢模内试样，擦净试筒，称重得 G_2 。在试样内部从上到下取一个具有代表性的样品（可将脱出试件用锤打碎后，用四分法采取），称重后立即放入110℃的烘箱中烘干12 h，测定其含水量，计算至0.1%。所取样品的数量应不少于2 000 g。

A.4.10 按上述A.4.5~A.4.9方法进行其余含水量下水泥稳定碎石的振动压实和测定。用过的试料，不得重复使用。

A.5 计算及制图

A.5.1 按式（A.2）计算每次振动压实后试样的湿密度：

$$\rho_w = \frac{(G_1 - G_2)}{V} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

ρ_w ——试样的湿密度，单位为克每立方厘米(g/cm³)；

G_1 ——钢模与湿试样的合质量，单位为克(g)；

G_2 ——钢模的质量，单位为克(g)；

V ——试样的体积，单位为立方厘米(cm³)，根据振动压实后试件的实际高度计算。

A.5.2 按式（A.3）计算每次振动压实后试样的干密度（用两位小数表示）：

$$\rho_d = \frac{\rho_w}{(1 + 0.01W)} \dots\dots\dots (A.3)$$

式中：

ρ_d ——试样的干密度，单位为克每立方厘米(g/cm³)；

ρ_w ——试样的湿密度，单位为克每立方厘米(g/cm³)；

W ——试样的含水量(%)。

A.5.3 以干密度为纵坐标，以含水量为横坐标，在普通直角坐标纸上绘制干密度与含水量的关系曲线。

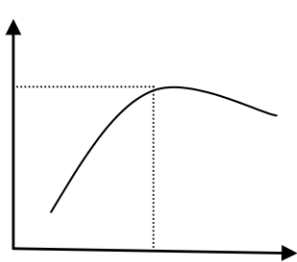
A.6 最佳含水量和最大干密度的确定

A.6.1 如果干密度与含水量的关系曲线呈抛物线状（如图A.2），则峰值点的纵横坐标分别为试样的最大干密度和最佳含水量。

A.6.2 如果干密度与含水量的关系曲线前半部分呈抛物线状，后半部分呈平滑状（如图A.3），则取抛物线转向平滑段的转折点所对应的纵横坐标分别为试样的最大干密度和最佳含水量。

A.6.3 如试验结果不足以连成完整的上述2种曲线，则应进行补充试验。

A.6.4 最大干密度用三位小数表示。最佳含水量则取一位小数（即精确到0.1%）。



图A. 2

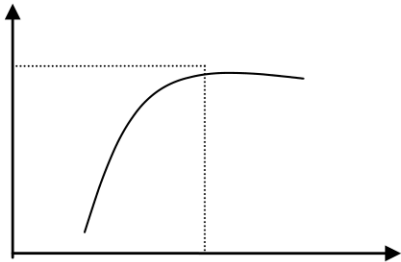


图 A. 3

A. 7 精密度或允许误差

应做两次平行试验，两次试验最大干密度的差不应超过 0.08 g/cm^3 ，最佳含水量的差不应超过 0.5% 。

A. 8 报告

报告除基本信息外应包括以下内容：仪器编号、试样的最大粒径、水泥的种类和强度等级，水泥的剂量($\%$)，最大干密度(g/cm^3)，最佳含水量($\%$)，并附曲线。

A. 9 记录

本试验的记录格式见表A. 1。

表A.1 水泥稳定碎石振动压实试验记录

工程名称_____

工程部位_____

试样编号_____

水泥剂量（%）_____

风干含水量（%）_____

钢模高度（mm）_____

垫块厚度（mm）_____

试验日期_____

试验序号											
干 密 度	加水量	g									
	距筒顶高度	mm									
	距筒顶高度平均值	mm									
	试件高度	mm									
	筒+湿试料的质量	g									
	筒的质量	g									
	湿试样质量	g									
	试样体积	cm ³									
	湿密度	g/cm ³									
干密度	g/cm ³										
含 水 量	盒号										
	盒+湿试样的质量	g									
	盒+干试样的质量	g									
	盒的质量	g									
	水的质量	g									
	干试样的质量	g									
	含水量	%									

试 验_____

校 核_____

附录 B (规范性附录)

水泥稳定碎石振动成型无侧限抗压强度试验方法

B.1 目的和适用范围

本试验方法适用于测定水泥稳定碎石基层(底基层)振动成型法试件的无侧限抗压强度,以及确定施工现场的控制干密度。

B.2 仪器设备

- B.2.1 水泥稳定碎石振动压实试验仪,结构示意图见图A.1。
- B.2.2 试验仪压头: $\phi 148$ mm。
- B.2.3 试样筒: 内径150 mm、高230 mm、壁厚12mm; 钢模筒内金属垫块直径149 mm, 厚度20 mm。
- B.2.4 游标卡尺: 量程不小于300 mm, 分度值不大于0.02 mm。
- B.2.5 电子天平: 称量4 000g, 感量0.01g; 电子天平: 称量15kg, 感量0.1g。
- B.2.6 路面材料强度试验仪或合适的压力机。
- B.2.7 脱模器、烘箱。
- B.2.8 标准养护室或标准养护箱。
- B.2.9 养护水槽: 深度大于试件高度5 cm。
- B.2.10 其它: 试盆、量筒、铲刀等小工具。

B.3 试料准备

- B.3.1 在预定做试验的前一天,将具有代表性的试样风干,并测定其风干含水量,单个试件的试料备样数量应不少于7 000g,试料总量应满足通过四分法分样后至少14个试件制作的需要量。
- B.3.2 按照确定的最大干密度、水泥剂量以及试件体积计算各档集料、水泥和水的用量,并按计算结果按单个试件分别备好料。
- B.3.3 将1份试料平铺于金属盘内,称取应加水量减去50 g的水,将其均匀地喷洒在试料上,用小铲将试料充分拌和均匀,然后装入密闭容器或塑料袋内浸润备用。依次完成所有试样的闷料,如当天进行闷料,其浸润时间不少于2 h,应加水量可按式(B.1)计算:

$$Q_w = \left(\frac{Q_n}{(1 + 0.01W_n)} + \frac{Q_c}{(1 + 0.01W_c)} \right) \times 0.01W - \frac{Q_n}{(1 + 0.01W_n)} \times 0.01W_n - \frac{Q_c}{(1 + 0.01W_c)} \times 0.01W_c \dots \quad (\text{B.1})$$

式中:

Q_w —混合料中应加的水量(g);

Q_n —混合料中集料的质量(g),其原始含水量为 W_n ,即风干含水量(%);

Q_c —混合料中水泥的质量(g)，其原始含水量为 W_c (%)；

W —要求达到的混合料的含水量(%)。

B.3.4 如果是现场施工检测，应根据最大干密度和现场含水量按试模体积计算所需样品数量，按计算数量称取有代表性的样品，按B.4.2~B.4.6直接成型。

B.4 试件成型

B.4.1 将1份试料平铺于金属盘内，称取预定质量的水泥；将所需水泥和剩余的50g水加到浸润后的试料中，并用小铲、泥刀或其它工具充分拌和到均匀状态。从加入水泥拌和开始到振动压实试验结束，以及测定含水量的试样放入烘箱中应在1 h内完成，超过1 h的试样，应予作废。

B.4.2 将钢模、底座紧密连接，放入垫块，然后将其放在坚实的地面上。将拌和好的混合料按四分法分成4份，依次取对角的试料倒入钢模内，试料边倒入边用直径1 cm~2 cm的铁棒插捣，整平表面并稍加压紧，然后覆盖一片事先剪好的塑料纸。将钢模连同混合料放在振动压实仪的钢质底板上，用螺栓将钢模底板与振动压实仪底板固定在一起。

B.4.3 将振动压头对准钢模后，放下压头，使振动压头与钢模内的混合料紧密接触。检查振动压实仪上的螺栓及相关连接处，确定振动压实仪上没有任何物品，启动仪器开始振动压实，振动时间为120 s。振动压实结束，提起压头，松开钢模底板螺栓，将钢模连同经过振动压实后的混合料一起卸下，松开螺栓后取下钢模，连同钢模量取振动压实后试件的高度，振动压实后的试件高度应控制在150 mm±10 mm范围内，不在这个范围的试件应作废，并应通过调整试料的质量来达到这一要求。

B.4.4 小心取下垫块，擦拭钢模表面（如有振动形成的浆体也应擦去），用脱模器推出筒内试样。称量试件的质量 m ，准确到0.1 g，然后用游标卡尺量试件的高度 h ，准确到1 mm。

B.4.5 从一组试样的任一个试样内部从上到下取一个具有代表性的样品（可将脱出试件用锤打碎后，用四分法采取），称重后立即放入110℃的烘箱中烘干，测定其含水量 W ，用以计算该组试件的干密度，准确至0.1%。含水量测定取样数量不少于2 000 g。

B.4.6 按上述4.1~4.4方法依次进行其余试件的成型、称重、量高后即包覆塑料薄膜进行养生。

B.5 养生

B.5.1 将包覆塑料薄膜的试件立即放入标准养护箱或标准养护室内进行保温保湿养生。养生时间视需要而定，作为工地控制，通常都只取7 d，整个养生期间的温度应保持20±2℃，养生湿度为≥95%。试件宜放在铁架或木架上，间距至少10 cm~20 cm。

B.5.2 养生期的最后一天，撕去包覆的塑料薄膜，将试件浸泡在20±2℃水中，水的深度应使水面在试件顶上约2.5 cm。在浸泡水中之前，应再次称取试件的质量 m_1 ，量取试件的高度 h_1 ，在养生期间，质量损失超过10 g的试件应予废弃。

B.6 无侧限抗压强度试验

B.6.1 将已浸水24 h的试件从水中取出，用软的旧布吸去试件表面的可见自由水，并称试件的质量 m_2 。

B.6.2 用游标卡尺量试件的高度 h_2 ，准确到1 mm。

B.6.3 将试件放到路面材料强度试验仪的升降台上（台上先放一扁球座），进行抗压强度试验。试验过程中，应使试件的形变等速增加，并保持速率约为1 mm/min。记录试件破坏时的最大压力 P (kN)。

B. 6. 4 从试件内部取有代表性的样品测定其含水量 w_1 。

B. 7 计算

B. 7. 1 按式 (B. 2) 计算振动压实后试样的湿密度：

$$\rho_w = \frac{m}{V} \dots\dots\dots (B. 2)$$

式中：

- ρ_w —试样的湿密度 (g/cm³)；
- m —试样的湿质量 (g)；
- V —试样的体积 (cm³)，根据振动压实后试件的实际高度计算。

B. 7. 2 按式 (B. 3) 计算每次振动压实后试样的干密度（用两位小数表示）：

$$\rho_d = \frac{\rho_w}{(1 + 0.01W)} \dots\dots\dots (B. 3)$$

式中：

- ρ_d —试样的干密度 (g/cm³)；
- W —试样的含水量 (%)。

注：取一组试件干密度的平均值作为施工现场控制干密度。

B. 7. 3 试件的无侧限抗压强度 R 按式 (B. 4) 计算：

$$R = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (B. 4)$$

式中：

- P —试件破坏时的最大压力 (N)；
- A —试件的截面积 ($A=\pi D^2/4$, D —试件的直径，单位mm)。

B. 8 精密度或允许误差

若干次无侧限抗压强度平行试验的偏差系数应不大于20%。

B. 9 报告

报告除基本信息外应包括以下内容：仪器型号、试样的最大粒径、水泥的种类和标号，水泥的剂量（%），最大干密度 (g/cm³)，最佳含水量 (%), 试件含水量，试件干密度 (准确到0.01g/cm³)，吸水量以及饱水后的含水量 (%), 无侧限抗压强度（采用两位小数，并用偶数表示），若干个试验结果的平均值 $\bar{R}$ 、标准差 S 、偏差系数 C_v 和代表值 R_{db} 。

B.10 记录

本试验的记录格式见表B.1（水泥稳定碎石振动成型无侧限抗压强度试验原始记录）。

表B.1 水泥稳定碎石振动成型无侧限抗压强度试验原始记录

工程名称		工程部位								
养生龄期 (d)		水泥剂量 (%)								
最大干密度 (g/cm³)		加载速率 (mm/min)								
制件日期		试验日期								
试 验		复 核								

无侧限抗压强度	试件号		1	2	3	4	5	6	7	8	9
	养生前试件质量	g									
	浸水前试件质量	g									
	浸水后试件质量	g									
	养生期质量损失	g									
	吸水量	g									
	养生前试件高度	mm									
	养生前试件体积	cm³									
	浸水前试件高度	mm									
	浸水后试件高度	mm									
	试验的最大力	kN									
	无侧限抗压强度	Mpa									
	养生前试件湿密度	g/cm³									
	养生前试件干密度	g/cm³									
	施工控制干密度	g/cm³									

含水量	盒号		盒 + 湿试样的质量 g		盒+干试样的质量 g	
	盒质量 g		水的质量 g		干试样的质量 g	
	含水量 %					

无侧限抗压强度平均值 $\bar{R}$ (Mpa)		标准差 S (Mpa)		偏差系数 C _v (%)		无侧限抗压强度代表值 R _{db} (Mpa)	
----------------------------	--	-------------	--	-------------------------	--	----------------------------------	--

附 录 C

(资料性附录)

水泥稳定碎石混合料目标配合比设计实例

C.1 依据的主要技术规范、试验规程

- a) GB/T 17671-1999 《水泥胶砂强度检验方法》
- b) GB/T 1346-2001 《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》
- c) GB 175-2007 《通用硅酸盐水泥》
- d) JTJ 034-2000 《公路路面基层施工技术规范》
- e) JTG E42-2005 《公路工程集料试验规程》
- f) JTGE51-2009 《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》

C.2 原材料性质分析

C.2.1 水泥试验结果

水泥的主要技术指标见表C.1。

表C.1 水泥技术指标

厂牌种类	比表面积 (m ² /kg)	凝结时间 (h)		安定性	抗压强度 (MPa)	
		初凝	终凝		3d	28d
三狮P.O 42.5	386	3h35min	6h07min	合格	22.8	43.6
质量要求	≥300	≥3	≥6	合格	≥17	≥42.5

C.2.2 集料试验结果

集料规格为19.0 mm~31.5 mm、4.75 mm~19.0 mm、2.36 mm~4.75 mm、0 mm~2.36 mm，试验项目及试验结果见表C.2及表C.3。

表C.2 粗集料技术性质

指 标	单位	技术要求	粗集料 (mm)		
			19.0~31.5	4.75~19.0	2.36~4.75
压碎值, 不大于	%	25	18.6		
表观相对密度, 不小于	—	2.6	2.655	2.660	2.621
吸水率, 不大于	%	2	0.6	0.9	1.4
坚固性, 不大于	%	12	2.6		
水洗法<0.075mm颗粒含量, 不大于	%	2	0.4	1.0	1.2
针片状颗粒含量, 不大于	%	15	9.6		
大于19.0mm 4.75~19.0mm		25	16.3		
软石含量, 不大于	%	5	2.3		

表C.3 细集料技术性质

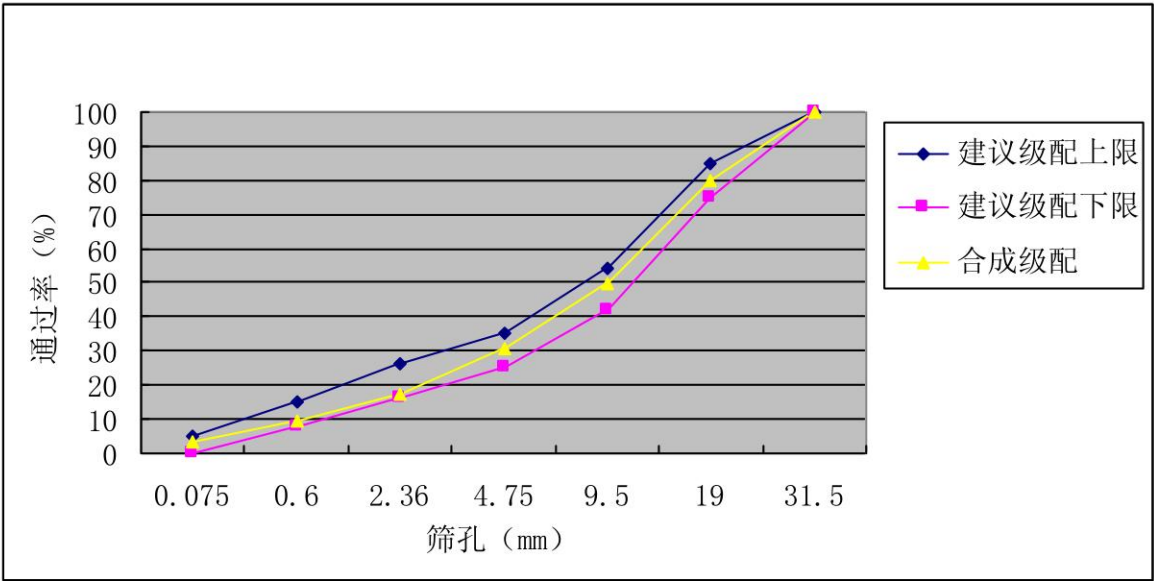
检测项目	表观相对密度 不小于	坚固性（%） 不大于	亚甲蓝值（g/kg） 不大于	水洗法<0.075mm颗粒含量(石灰岩) 不大于
测试值	2.611	3.5	2.3	12.5
技术要求	2.6	12	3.0	15

C.3 混合料配合比设计

C.3.1 混合料级配设计计算见表C.4及图C.1。

表C.4 水泥稳定碎石级配设计表

筛孔尺寸 (mm)	各材料所占百分比（%）				建议级配	建议级配范围
	19.0~31.5	4.75~19.0	2.36~4.75	0~2.36		
	32	36	10	22		
	各筛孔通过率（%）					
31.5	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100
19	37.2	100.0	100.0	100.0	79.9	75~85
9.5	0.8	48.1	100.0	100.0	49.6	42~54
4.75	0.4	2.9	85.1	95.4	30.7	25~35
2.36	0.4	2.5	11.1	69.2	17.4	16~26
0.6	0.4	1.7	4.8	38.1	9.6	8~15
0.075	0.4	1.0	1.2	12.2	3.3	0~5



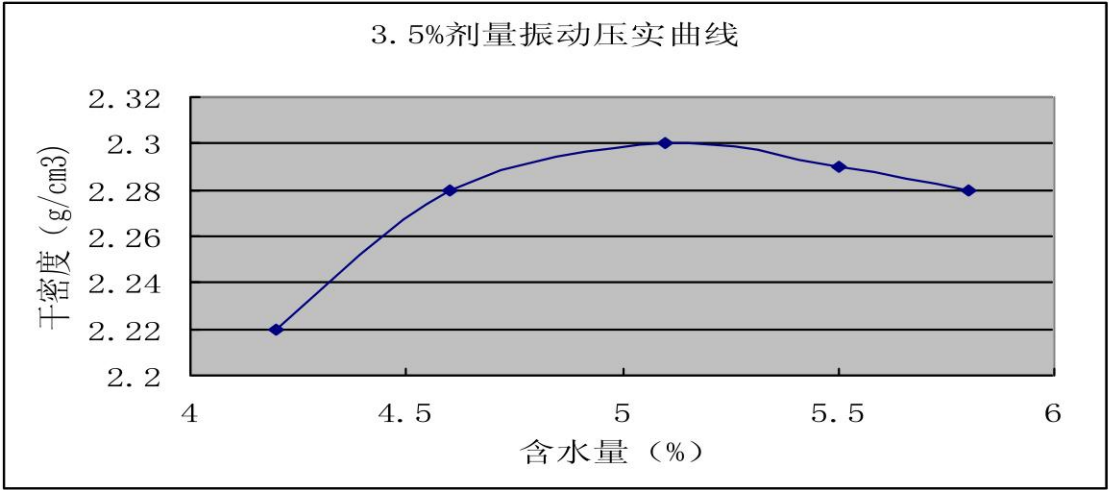
图C.1 合成级配曲线

C.3.2 混合料最佳含水量、最大干密度的确定

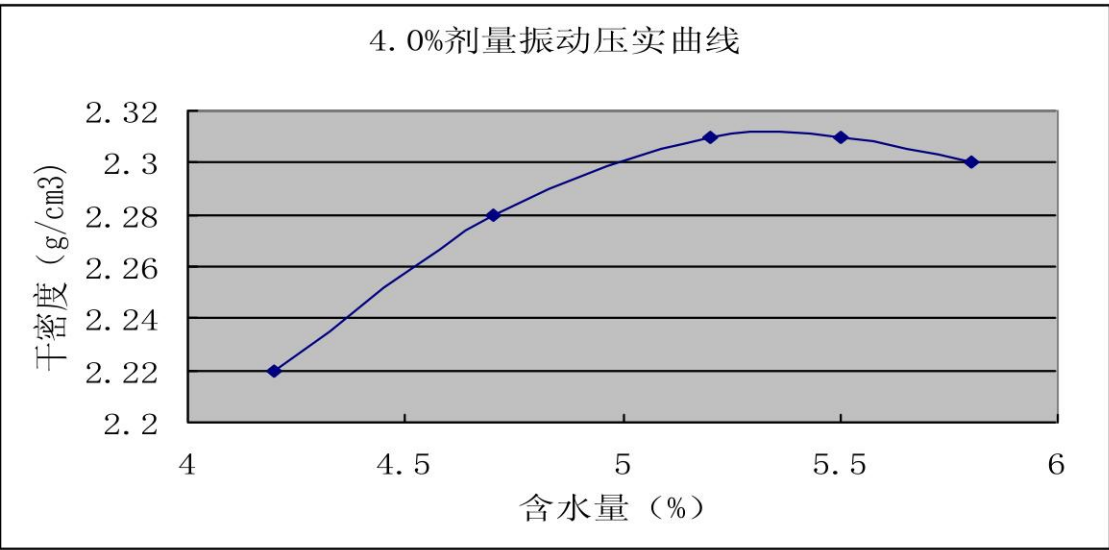
根据水泥稳定碎石合成级配设计结果，拟定水泥用量为3.5%、4.0%、4.5%，分别按不同的含水量进行振动压实成型试件，求得不同水泥剂量下的最佳含水量和最大干密度结果见表C.5，不同水泥剂量下的振动压实曲线如图C.2至C.4所示。

表C.5 不同水泥剂量下混合料的最佳含水量和最大干密度

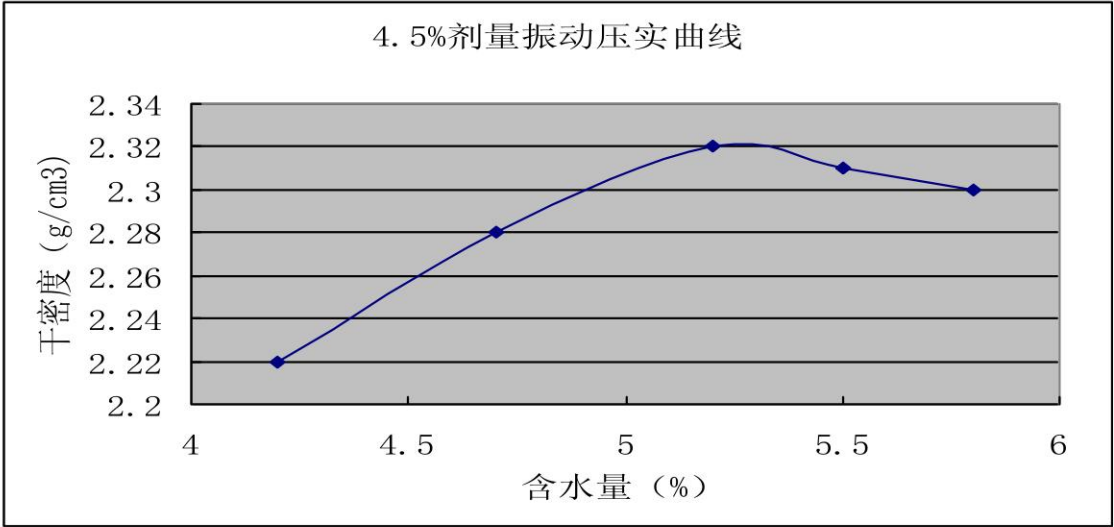
试验类型	重型击实试验	振动压实成型试验		
水泥：合成级配碎石	4.0:100	3.5:100	4.0:100	4.5:100
最佳含水量（%）	5.8	5.1	5.2	5.2
最大干密度（g/cm ³ ）	2.23	2.30	2.31	2.32



图C.2 3.5%水泥剂量时的振动压实曲线



图C.3 4.0%水泥剂量时的振动压实曲线



图C. 4 4. 5%水泥剂量时的振动压实曲线

C. 3. 3 7d无侧限抗压强度试验

依据不同水泥剂量混合料的最佳含水量和最大干密度以及现场压实度,通过振动压实试验成型无侧限抗压强度试件,经过6d标准养护和1d饱水恒温养护后,测试试件的无侧限抗压强度,结果见表C. 6。

表C. 6 水泥稳定碎石 7d 无侧限抗压强度

成型方式	静压成型	振动成型		
水泥: 合成级配碎石	4. 0:100	3. 5:100	4. 0:100	4. 5:100
7d无侧限抗压强度平均值 (MPa)	5. 3	6. 1	6. 8	7. 3
偏差系数C _v (%)	11. 8	8. 2	7. 2	8. 0
95%概率的强度值R _{c0. 95} (MPa)	4. 2	5. 3	6. 0	6. 3

C. 3. 4 确定目标配合比

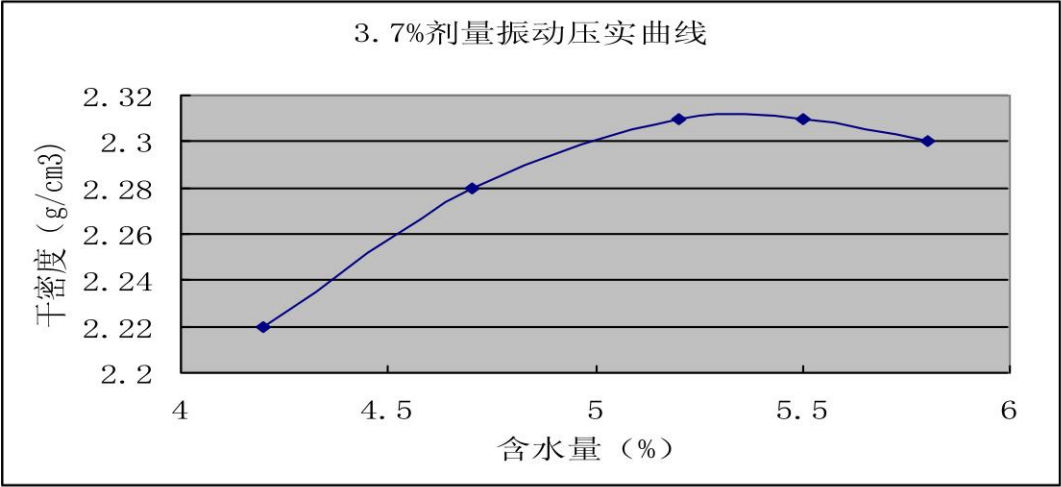
根据水泥稳定碎石混合料7d无侧限抗压强度试验结果,比较无侧限抗压强度设计值,3. 5%、4. 0%和4. 5%无侧限抗压强度代表值均大于无侧限抗压强度设计值,考虑工程经济性和现场施工的离散性,选用3. 7%的水泥剂量作为目标配合比的水泥剂量。

C. 3. 5 验证目标配合比(如采用设计时选用的水泥剂量,此步骤可省)

根据目标配合比选用的3. 7%水泥剂量进行振动压实试验,求取最大干密度、最佳含水量和7d无侧限抗压强度,结果见表C. 7及图C. 5。

表C. 7 目标配合比验证结果

水泥剂量 (%)	最大干密度 (g/cm³)	最佳含水量 (%)	7d 无侧限抗压强度代表值 (MPa)
3. 7	2. 31	5. 2	5. 55



图C. 5 3. 7%水泥剂量时的振动压实曲线

C. 4 结论

经过上述设计，水泥稳定碎石混合料目标配合比设计结果见表C. 8。

表C. 8 水泥稳定碎石混合料配合比设计结果

粒径 (mm)	级配碎石				水泥剂量 (%)	最佳含水 量 (%)	最大干密度 (g/cm ³)	7d无侧限抗 压强代表 值 (MPa)
	19~31.5	4.37~19	2.36~4.75	0~2.36				
配合比 (%)	32	36	10	22	3.7	5.2	2.31	5.55

附 录 D
(规范性附录)
本规程用词说明

为了准确地掌握规范条文，对执行规范严格程度的用词作如下规定：

- 一、表示很严格，非这样做不可的用词
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
 - 二、表示严格，在正常情况均应这样做的用词
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
 - 三、表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
 - 四、表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。
-