ICS 13.100
CCS R 18

DB21

辽 宁 省 地 方 标 准

DB 21/T XXXX—2021

水泥稳定碎石基层施工技术规范

Technical guide for construction of cement stabilized macadam base of Expressway

2023－XX－XX 发布　　2023－XX－XX 实施

辽宁省市场监督管理局　　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
4 材料 2
4.1 一般规定 2
4.2 水泥及添加剂 2
4.3 水 2
4.4 集料 3
5 混合料组成设计 4
5.1 一般规定 4
5.2 强度要求 4
5.3 混合料推荐级配范围及技术要求 5
5.4 目标配合比设计技术要求 6
5.5 生产配合比设计技术要求 6
6 混合料生产、摊铺及碾压 7
6.1 一般规定 7
6.2 施工准备 7
6.3 混合料生产和运输 8
6.4 试验段的铺筑 8
6.5 混合料摊铺 8
6.6 混合料碾压 9
7 养生、交通管制、层间处理及其他 10
7.1 一般规定 10
7.2 养生方式 10
7.3 交通管制 11
7.4 水泥稳定碎石材料层之间的处理 11
7.5 水泥稳定碎石材料基层与沥青面层之间的处理 11
7.6 水泥稳定碎石基层收缩裂缝的处理 12
8 施工质量标准与控制 12
8.1 一般规定 12
8.2 材料检测 12
8.3 铺筑试验段 13
8.4 质量管理 14
8.5 检查验收 14
附　录　A　（规范性）　水泥稳定碎石基层施工技术规范用词说明 16

附　录　B　（规范性）　水泥稳定碎石混合料配合比设计方法 17
附　录　C　（规范性）　水泥稳定碎石混合料质量控制关键环节 19
附　录　D　（资料性）　水泥稳定碎石基层施工技术规范条文说明 21

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。

本文件由辽宁省交通运输厅提出并归口。

本文件起草单位：辽宁省交通科学研究院有限责任公司、辽宁省交通运输事业发展中心、辽宁省交通规划设计院有限责任公司

本文件主要起草人：高立波、吴波、南雪峰、程毅、王枫成、崔相奎、杨泽楠、姜庆林、朱建平、于庆斌、刘立安、王瑞涛、吴永全、杨杰、孙培、宋迪、任俊达、李洪斌、周健楠、高扬、黄泽超、董金武、夏乐、李晓明、许涛、焦兴华、郭明明、程立安、赵金成、吴耀东、黄硕磊、李卓琳、刘楠、刘婧一、金塬上、张茁峰、常效境。

本文件发布实施后，任何单位和个人如有任何问题和意见建议，均可以通过来电和来函等方式进行反馈，我们将及时答复并认真处理，根据实际情况依法进行评估及复审。

归口管理部门通讯地址和联系电话：沈阳市和平区十三纬路19号甲，024-26872072。

文件起草单位通讯地址和联系电话：沈阳市沈河区文萃路81号，024-24512416。

水泥稳定碎石基层施工技术规范

1 范围

本文件提供了材料、混合料设计、生产与施工、施工质量管理与检查验收的指导。

本文件适用于辽宁省内高速公路和一级公路新建、改扩建工程及养护工程的水泥稳定碎石基层、底基层设计与施工，其它等级公路可参照执行。

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。

JTG 3420 公路工程水泥及水泥混凝土试验规程
JTG 3450 公路路基路面现场测试规程
JTG D50 公路沥青路面设计规范
JTG E20 公路工程沥青及沥青混合料试验规程
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 F40 公路沥青路面施工技术规范
JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

半刚性基层 Semi-Rigid Base

采用无机结合料稳定集料或破碎砾石铺筑的基层。

3.2

最大粒径 Maximum Grain Size

混合料中筛孔通过率为100%的最小标准筛孔尺寸。

3.3

公称最大粒径 Nominal Maximum Aggregate Size

混合料中筛孔通过率为90%～100%的最小标准筛孔尺寸。

3.4

最佳含水率和最大干密度　The Optimum Water Content and The Maximum Dry Density

无机结合料稳定材料进行重型击实或振实试验时，在含水率-干密度坐标系上绘出各个对应点，连成圆滑的曲线，曲线的峰值点对应的含水率和干密度即为最佳含水率和最大干密度。表明在最佳含水率及最佳压实效果的状态下稳定材料所能达到的最大干密度。

3.5

双层连铺工艺　Double-layer Paving Technology

在半刚性基层第一层摊铺碾压成型后，立即摊铺第二层并碾压成型，两层连续摊铺后再进行养生的施工工艺。

4　材料

4.1　一般规定

4.1.1　在原材料试验评定中，应随机选取具有足够数量的样本进行材料试验。

4.1.2　再生材料可用于低于原路面结构层位或原路等级的公路建设，其技术指标应满足本文件的相关要求。

4.2　水泥及添加剂

4.2.1　强度等级为 32.5 或 42.5，且满足本文件要求的普通硅酸盐水泥等均可使用。

4.2.2　所用水泥初凝时间应＞3 h，终凝时间应＞6 h 且＜10 h。

4.2.3　快硬、早强以及受潮变质的水泥不得使用。

4.2.4　水泥技术要求应符合表 1 的规定。

表 1　水泥技术要求

项目	细度		凝结时间		安定性	抗折强度		抗压强度	
						42.5			
			初凝	终凝		3d	28d	3d	28d
单位	%	M^2/kg	h	h	-	MPa	MPa	MPa	MPa
质量要求	≤10	≥300	＞3 h	＞6 h且＜10 h	合格	≥4	≥7	≥17	≥42.5
试验方法	T0502	T0504	T0505			T0506			

4.2.5　采用散装水泥，水泥进场入罐前，在水泥厂储罐要停放 7 d，安定性合格后才能使用；夏季高温作业时，水泥温度不能高于 50℃，否则，应采用降温措施。

4.2.6　干排或湿排的硅铝粉煤灰和高钙粉煤灰等均可用作基层或底基层的结合料。粉煤灰技术要求应符合 JTG/T F20 的规定。

4.2.7　粉煤灰做好覆盖，避免受潮和雨淋。干灰和湿灰不能混合使用。使用时，应将凝固的粉煤灰块打碎或过筛，同时清除有害杂质。

4.3　水

4.3.1　如采用其它用水时应进行水质检验，技术要求应符合《公路路面基层施工技术细则》(JTG/T F20)的规定。

4.3.2　未经处理的工业废水、污水、沼泽水、酸性水不得使用。

4.4　集料

4.4.1　水泥稳定碎石混合料中的集料是经过人工轧制的各种尺寸的碎石，高速公路和一级公路水泥稳定碎石混合料应控制集料颗粒最大粒径不超过 31.5mm。集料以 4.75mm 为分界点，大于 4.75mm 为粗集料，在混合料设计中应保证粗集料含量，控制细集料含量。

4.4.2　水泥稳定碎石混合料中的碎石，应洁净、干燥，并具有足够的强度和耐磨耗性，其颗粒形状应接近立方体。

4.4.3　水泥稳定碎石混合料应采用不少于 4 个等级工程粒径备料。推荐分级至少为：0 mm～5mm，5 mm～10mm、10 mm～20mm、20 mm～30mm 四种规格，条件具备的可将 0 mm～5mm 进一步分为 0 mm～3mm 和 3 mm～5mm 两档规格。

4.4.4　严把材料准入关，坚决杜绝不合格材料入场，原材料进场需严格按照规定频率进行质量检验。

4.4.5　水泥稳定碎石混合料用集料的技术要求应符合表 2 规定。

表 2　集料技术要求

指标	技术要求		试验方法
	粗集料	细集料	
压碎值（%）	≤26	—	T0316
表观相对密度	≥2.50	≥2.50	T0304、T0328
吸水率（%）	≤3	—	T0304、T0328
坚固性（%）	≤12	≤12	T0314、T0340
水洗法0.075mm以下颗粒含量（%）	≤3	≤15	T0310、T0333
砂当量（%）	—	≥60	T0334
针片状颗粒含量（%） 4.75-9.5mm 大于9.5mm	≤25 ≤15	—	T0312
软石含量（%）	≤5	—	T0320
塑性指数	—		
注1：压碎值指标此处提出的适用于中交通及以上等级公路，用于轻交通时可适当放宽至 30。 注2：砂当量指标是对小于 0.075mm 颗粒含量的一个补充，主要为了控制细集料中泥土含量。			

4.4.6　基层、底基层的集料规格要求宜符合表 3 的规定。

表 3　集料规格要求

规格名称	通过下列筛孔（mm）的质量百分率（%）									公称粒径（mm）
	31.5	26.5	19.0	13.2	9.5	4.75	2.36	0.6	0.075	
G1	90-100	70-100	0-15		0-5					19-31.5
G2	100	90-100	60-90		0-15	0-5				9.5-26.5

规格名称	通过下列筛孔（mm）的质量百分率（%）									公称粒径（mm）
	31.5	26.5	19.0	13.2	9.5	4.75	2.36	0.6	0.075	
G3		100	90-100	60-90	0-15	0-5				9.5-19
G4			100		90-100	0-15	0-5			4.75-9.5
XG1					100	90-100	0-15			2.36～4.75
XG3					100	90-100	60-90	20-55	0-15	0～4.75
XG2						100	90-100	25-60	0-15	0～2.36

4.4.7　当单一规格集料的粒径组成不满足表 3 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和混合料性能（无侧限抗压强度）试验满足要求的基础上，也允许使用。

5　混合料组成设计

5.1　一般规定

5.1.1　水泥稳定碎石混合料用于基层、底基层时可采用同一级配范围。

5.1.2　水泥稳定碎石类材料组成设计应包括原材料检验、混合料目标配合比设计、混合料生产配合比设计和施工参数确定四部分。水泥稳定碎石混合料组成设计流程应符合 JTG/T F20 的规定。

5.1.3　目标配合比设计应包括下列技术内容：

a)　根据交通量等级选择强度设计值；

b)　选择级配范围；

c)　确定水泥种类及掺配比例；

d)　验证混合料相关的拌合均匀性、完整性、抗裂性。

5.1.4　生产配合比设计应包括下列技术内容：

a)　确定集料仓供料比例；

b)　确定水泥剂量的标定曲线；

c)　确定施工中水泥的剂量；

d)　确定混合料的最佳含水率、最大干密度；

e)　确定水泥稳定材料的容许延迟时间。

5.1.5　施工参数确定应包括下列技术内容：

a)　确定施工中水泥剂量的容许计量范围；

b)　确定施工合理含水率及最大干密度波动范围；

c)　验证混合料强度技术指标。

5.1.6　确定无机结合料稳定材料最大干密度指标时宜采用重型击实方法，也可采用振动成型方法。

5.1.7　将重型击实法确定的最大干密度乘以 1.01～1.03 的系数作为现场压实度控制的标准最大干密度，具体系数依据试验段压实效果最终确定。

5.1.8　在施工过程中，材料品质或规格发生变化、水泥品种发生变化时，应重新进行材料组成设计。

5.2　强度要求

5.2.1　水泥稳定碎石基层、底基层应具有足够的强度和稳定性、较小的收缩（温缩及干缩）变形和较强的抗冲刷能力。

5.2.2　水泥稳定碎石混合料的压实度、7d 龄期无侧限抗压强度代表值应符合表 4 规定范围的要求，且不宜超过高限。

表 4　水泥稳定碎石材料的压实度及 7d 无侧限抗压强度

层位	极重、特种交通		重、中交通		轻交通	
	压实度（%）	抗压强度（MPa）	压实度（%）	抗压强度（MPa）	压实度（%）	抗压强度（MPa）
基层	≥98	≥4.0	≥98	≥3.5	≥97	≥3.0
底基层	≥97	≥3.0	≥97	≥2.5	≥96	≥2.0
注1：表中强度标准指的是7d龄期无侧限抗压强度的代表值，本节以下各表同。						

5.2.3　水泥稳定碎石混合料水泥剂量一般为 3%～5%，当达不到强度要求时应优先调整级配，对于基层最大水泥剂量不宜超过 5.5%，底基层水泥剂量不宜超过 4%，超过此剂量应进行专门论证。

5.2.4　强度试验及计算应符合《公路路面基层施工技术细则》(JTG/T F20)的规定。

5.3　混合料推荐级配范围及技术要求

5.3.1　用于基层和底基层水泥稳定碎石混合料的最大工程粒径宜≯31.5mm，公称最大粒径为 26.5mm，宜采用骨架密实型级配。

5.3.2　依据强度满足要求，抗裂能力最佳的原则，适当减少 0.075mm 通过率，综合考虑抗裂特性及强度要求，水泥稳定碎石混合料的级配设计应符合表 5 中的级配范围，并宜符合下列规定：

a)　用于高速公路基层和底基层时，宜选用骨架密实水泥稳定碎石混合料，级配宜符合表 5 中 C-B-1、C-B-2、C-B-3、L-B-1 的规定。

b)　C-B-1 、C-B-3、L-B-1 级配宜用于基层和底基层，C-B-2 级配宜用于基层。

c)　当基层和底基层采用相同级配范围时，可参照 L-B-1 建议级配范围根据原材料进行确定。

d)　用于高速公路和一级公路时，被稳定材料的塑性指数宜不大于 5。

表 5　水泥稳定级配碎石的推荐级配范围

筛孔（mm）	基层、底基层			建议
	C-B-1（%）	C-B-2（%）	C-B-3（%）	L-B-1（%）
37.5	—	—	—	—
31.5	—	—	100	100
26.5	100	—	—	—
19	86～82	100	68～86	90～75
16	79～73	93～88	—	—
13.2	72～65	86～76	—	—
9.5	62～53	72～59	58～38	70～50
4.75	45～35	45～35	35～25	39～29

筛孔（mm）	基层、底基层			建议
	C-B-1（%）	C-B-2（%）	C-B-3（%）	L-B-1（%）
2.36	31～22	31～22	31～19	32～22
1.18	22～13	22～13	—	—
0.6	15～8	15～8	18～11	15～8
0.3	10～5	10～5	—	—
0.15	7～3	7～3	—	—
0.075	5～2	5～2	3～0	5～2
注1：级配范围仅作为选择级配曲线的依据，不作为评定施工级配是否合格的依据，级配的选择根据原材料的相关性质确定。 注2：级配范围根据工程实际所采用的矿料可能进行进一步的调整。				

5.4 目标配合比设计技术要求

5.4.1 应根据当地材料特点，交通量等级，选择合适的混合料配合比设计技术标准。

5.4.2 在目标配合比设计中，应选择不少于 3 个水泥剂量，分别确定各剂量条件下混合料的最佳含水率和最大干密度。

5.4.3 应根据试验确定的最佳含水率、最大干密度及压实度要求成型标准试件，验证不同水泥剂量条件下混合料的技术性能，确定满足设计要求的最佳剂量。

5.4.4 选定目标级配曲线后，应对各档材料进行筛分，确定其平均筛分曲线及相应的变异系数，并按 2 倍标准差，计算出各档材料筛分级配的波动范围。

5.4.5 应按下列步骤合成目标级配曲线并进行性能验证：

a) 按确定的目标级配，根据各档材料的平均筛分曲线，确定其使用比例，得到混合料的合成级配。

b) 根据合成级配进行混合料重型击实试验和 7d 龄期无侧限抗压强度试验，验证混合料性能。

5.5 生产配合比设计技术要求

5.5.1 根据目标配合比确定的各档材料比例，应对拌和设备进行调试和标定，确定合理的生产参数。

5.5.2 拌合设备的调试和标定除包括料斗称量精度、水泥计量和拌合设备加水量等法定计量标定外，还应进行转速流量曲线的标定，并符合下列规定：

a) 绘制各集料仓转速流量曲线，不少于三个流量参数。

b) 按各档材料的比例关系，设定相应的称量装置，调整拌合设备各个料仓的进料速度。

c) 按设定好的施工参数进行试生产，调试生产级配，不满足要求时，应进一步调整施。

5.5.3 应在生产级配调试的基础上进行试验段的铺筑对生产级配进行验证，并取样、试验。试验应符合下列规定：

a) 通过混合料中实际含水率的测定，确定施工过程中水流量计的设定范围。

b) 通过混合料中实际水泥剂量的测定，确定施工过程中水泥掺加的相关技术参数。

c) 通过击实试验，确定水泥剂量变化、含水率变化对混合料最大干密度的影响。

d) 通过抗压强度试验，确定材料的实际强度水平和拌合工艺的变异水平。

5.5.4 混合料生产参数的确定应包括水泥剂量、含水率和最大干密度等指标，并应符合下列规定：

a) 对水泥稳定碎石混合料，实际生产采用的水泥剂量宜比室内试验确定的剂量增加0.2%～0.5% ；

b) 结合施工过程的运距及气候条件，对水泥稳定碎石混合料在最佳含水率上进行合理调整；

c) 最大干密度应以最终合成级配击实试验结果为标准。

5.5.5 应分别进行不同成型时间条件下的混合料强度试验，绘制相应的延迟时间曲线，并根据设计要求确定容许延迟时间。

6 混合料生产、摊铺及碾压

6.1 一般规定

6.1.1 水泥稳定碎石混合料应采用集中厂拌法拌合，并使用摊铺机摊铺。

6.1.2 水泥稳定碎石层的最小压实厚度不应小于 160mm，最大厚度不宜超过 200mm，当超过 200mm，则需要配备相应的大功率摊铺设备和足够的碾压设备和碾压功率。同时需要通过灌砂、钻芯等手段加强质量抽检，确保摊铺混合料的压实度、均匀性满足技术要求。

6.1.3 混合料的拌合设备与混合料摊铺、压实设备应相互匹配。

6.1.4 拌合站的选址应选择相对较高的位置，且场地平整并具有足够的承载能力，同时做好场站内的防、排水，以及考虑水泥初凝时间应尽量就近选址。

6.1.5 基层、底基层施工前应编制详细的施工组织计划。

6.1.6 应将室内重型击实试验法确定的干密度作为压实度评价的标准密度。

6.1.7 高速公路和一级公路水泥稳定材料基层压实标准应≥98%，底基层≥97%。

6.1.8 水泥稳定材料结构层施工应选择适宜的气候环境，针对当地气候变化制定相应的处置预案，并应符合下列规定：

a) 宜在气温较高的季节组织施工，日最低气温应在 5℃以上。

b) 宜避免在雨季施工，且不应在雨天施工。

6.2 施工准备

6.2.1 原材料应分档隔仓存放并做好标识，细集料应存放于罩棚内，防止雨水冲淋，同时拌合站场内应具有抑制扬尘的措施。

6.2.2 混合料拌合生产设备应满足下列要求：

a) 对高速公路和一级公路，必须配置产量不小于 600t/h 的拌和机，采用双层连铺工艺时应配置 2 台同型号的拌和机。

b) 拌合设备的集料仓数目应比规定的备料档数增加 1 个。

c) 各个料仓之间的档隔板高度应不小于 1m，同时各料仓口必须安装钢筋焊接网。

d) 为使混合料拌和均匀，拌缸总长度不小于 5m，宜采用两级拌合的生产工艺，也可采用间歇式拌合生产工艺，拌合时间应不少于 15s。

e) 水泥罐应密闭、干燥，同时内部应装有破拱装置，总储量不小于 100T，水泥过渡仓大小满足连续拌合的需求。

f) 各料斗、料仓应配置高精度电子动态计量器。

g) 水的计量应采用电子计量的方式，对高速公路和一级公路，水的流量数值应在中央控制室的控制面板上显示。

h) 拌和机储料仓具有防离析装置，卸料口离地高度控制在 4m 以内，减少生产及放料过程中混合料的离析。

6.2.3 应选用功率不低于 120kW 并具备夯锤振捣的摊铺机，高速公路、一级公路主线摊铺时不得采用伸缩式摊铺机，摊铺机性能良好，具有一定的防离析功能。

6.2.4 压路机的吨位和数量，要根据摊铺宽度、厚度，同时要与拌和机和摊铺机的生产能力相匹配，以保证施工的连续性。

6.2.5 为保证施工的连续性，避免出现停机等料或者拌合站窝工现象，必须配备足够数量的运输车辆。

6.3 混合料生产和运输

6.3.1 开工前，拌合场的备料应能满足 3-5d 的摊铺用料。每天应根据场内集料的实际含水率，计算当天的生产配合比。

6.3.2 在拌合过程中，应实时监测各个集料仓的生产计量。对于高速公路和一级公路，应每 10min 打印各集料仓的使用量，宜采用动态监控系统。

6.3.3 水泥稳定碎石混合料生产过程中，应视天气及运距情况，动态调整混合料的含水率，每隔 1h 测定一次含水率，每隔 2h 测定一次水泥剂量，并做好记录。

6.3.4 混合料运输车车厢应保持干净，不得存在杂物。

6.3.5 装料过程中，运输车辆要前后移动，分多次装料，分“前、后、 中”三次装料，减少混合料的离析。

6.3.6 混合料运输车装好料后，应用篷布将厢体覆盖严密，直到摊铺机前准备卸料时方可打开。

6.4 试验段的铺筑

6.4.1 试验路段的施工应投入与正式生产一样的机具设备，一样的人员组织，在统一领导下进行。通过试验路段的铺筑，确定用于施工的集料配合比例、松铺系数以及标准施工方法。

6.4.2 试验段主要目的是确定以下控制参数：

a) 混合料配比的控制；
b) 混合料摊铺方法和适用机具；
c) 含水率的控制方法；
d) 压实机械的选择和组合，压实的顺序、速度和遍数；
e) 拌和、运输、摊铺和碾压机械的协调和配合；
f) 密实度的检查方法，初定每一作业段的最小检查数量；
g) 平整度的检测控制；
h) 挂线施工控制;
i) 确定每一作业段的合适长度、铺筑的合适厚度。

6.4.3 试验路段应选择检验合格的下承层上，其长度宜为 200m～300m 左右，采用两层连续摊铺施工工艺时，应摊铺两段验证接头处理方式的合理性。

6.4.4 试验路段的施工级配应按室内试验得到的最佳结果，且得到项目建设单位及监理工程师同意后方可实施，试验不合格时，应及时处理，并分析总结失败原因，提出合理、可行的解决办法重新试验。

6.4.5 拌合场给混合料加水时应考虑集料中的天然含水率，现场检测混合料含水率时，应考虑水泥的水化作用。

6.4.6 混合料松铺系数可采用下述方法试验确定，利用高程测量数据进行碾压前后对比计算。

6.5 混合料摊铺

6.5.1 底基层、基层分层施工时，根据工程需要可采用两层连续摊铺、分层碾压一次成型工艺。

6.5.2 摊铺前应做好路侧培槽土与中分带侧模的施工，在摊铺过程中宜设立纵向模板。

6.5.3 施工前做好支模工作。支模时底面要平齐、一体；模板与模板之间用高强度钢筋串联。支撑钢模板的支架、木方应连接牢固，钢钎深扎地表以下至少 30cm。

6.5.4 应在下承层施工质量检测合格后，开始摊铺上面结构层。采用两层连续摊铺时，下层质量出现

问题时，上层应同时处理。

6.5.5　采用两台摊铺机并排摊铺时，两台摊铺机的型号及磨损程度宜相同。在施工期间，两台摊铺机的前后间距宜不大于 10m，且两个施工段面纵向应有 300～400mm 的重叠。

6.5.6　对无法使用机械摊铺的超宽路段，应采用人工同步摊铺、修整，并同时碾压成型。

6.5.7　摊铺机前宜增设橡胶挡板，橡胶挡板底部距下承层距离宜不大于 100mm。中线离析严重时，摊铺机应安装反向叶片。

6.5.8　在摊铺机后面应设专人消除粗细集料离析现象，及时铲除局部粗集料堆积或离析的部位，并用新拌混合料填补。

6.5.9　两层连续摊铺施工工艺宜按照图 1 的流程进行施工控制。

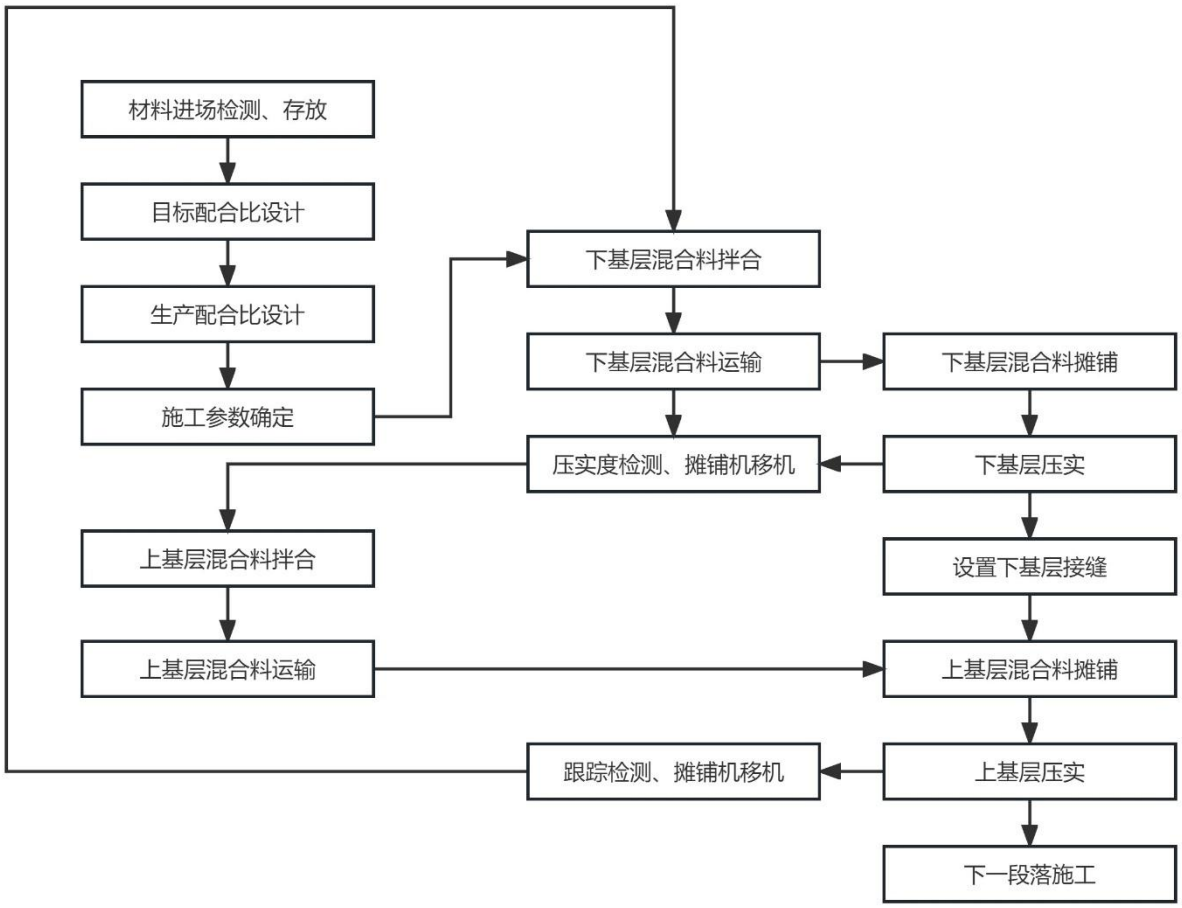

图 1　两层连续摊铺施工工艺流程

6.6　混合料碾压

6.6.1　应根据施工情况配备足够的碾压设备，每台摊铺工作面后面，应配有振动压路机，三轮或双钢轮压路机和轮胎压路机三组合进行碾压，一次碾压长度以 80m 为宜。

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。

6.6.3　压实时，遵循初压→复压→终压的程序，达到压实遍数为止。

6.6.4　采用钢轮压路机初压时，宜采用双钢轮压路机稳压 2～3 遍，再用激振力大于 35t 的重型振动压

路机、18～21t 三轮压路机或 25t 以上的轮胎压路机继续碾压密实，最后采用双钢轮压路机碾压，消除轮迹。

6.6.5　采用胶轮压路机初压时，应采用 25t 以上的重胶轮压路机稳压 1～2 遍，错轮不超过 1/3 的轮迹带宽度，再采用重型振动压路机碾压密实，最后采用双钢轮压路机碾压，消除轮迹。

6.6.6　碾压过程中，如有“弹簧”现象，应将其全部清除。及时停止施工，检查拌合站沥青混合料配合比是否合理，对于配合比不合格的沥青混合料应全部挖除，重新施工。

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

6.6.8　碾压过程中，压路机严禁随意停放，应停放在已碾压完成的路段。

6.6.9　碾压完成后，尽快进行压实度检测，并及时把检测结果反馈给现场施工人员，以便及时对压实度不足的部位进行补压。

7　养生、交通管制、层间处理及其他

7.1　一般规定

7.1.1　无机结合料稳定材料层碾压完成并经压实度检查合格后，应及时养生。

7.1.2　无机结合料稳定材料的养生期宜不少于 7d，养生期宜延长至上层结构开始施工的前 2d，当最高气温低于 10℃时，应适当延长养生时间。

7.1.3　养生可采取土工布覆盖养生、撒铺乳化沥青养生等方式，宜结合工程实际情况选择适宜的方式。

7.1.4　无机结合稳定材料层过冬时应采取必要的保护措施。

7.1.5　根据结构层位的不同和施工工序的要求，应择机进行层间处理。

7.2　养生方式

7.2.1　土工布养生应符合下列规定：

a)　宜采用透水式土工布全断面覆盖，也可铺设防水土工布；

b)　铺设过程中应注意缝之间的搭接，不应留有间隙；

c)　铺设土工布后，应注意洒水，每天洒水次数应视气候而定。夏天施工时，上、下午宜各洒水一次；

d)　养生至上层结构层施工前 1～2d，方可将土工布掀开；

e)　在养生过程中应采取有效措施防止土工布的破损。

7.2.2　对沥青面层厚度大于 20cm 的结构，可采用乳化沥青方式养生，并应符合下列规定：

a)　应在碾压完成后立即洒布透层乳化沥青进行养生；

b)　控制在终凝时间内喷洒透层油的渗透效果最佳；

c)　透层乳化沥青采用沥青洒布车施工，洒布时车速及喷洒量应保持稳定，建议透层洒布量为 0.8～1.0L/m^2，具体洒布量根据试洒确定；

d)　洒布透层前，路面应清扫干净，遮挡防护路缘石及人工构造物避免污染；

e)　乳化沥青应透入基层足够深度，并不得形成表面径流；

f)　气温低于 10℃时，不得洒布透层沥青，当遇大风或降雨时，不得洒布透层沥青；

g)　应按设计沥青用量一次洒布均匀，当有遗漏时，应进行人工补洒；

h)　对于侧面的养生，在拆除侧模后，用塑料薄膜进行覆盖养生，塑料薄膜覆盖严密保证不透气，保持内部水分不损失或者喷洒透层油进行养生。

7.2.3　透层乳化沥青宜采用 PA-2 型阴离子或 PC-2 喷洒型阳离子乳化沥青，优先选用阴离子型乳化

沥青。

7.3 交通管制

7.3.1 正式施工前宜建好施工便道。对于高速公路和一级公路，无施工便道，不应施工。

7.3.2 水泥稳定碎石基层养生期间应封闭交通，除洒水车和小型通勤车辆外严禁其他车辆通行，小型车辆和洒水车的行驶速度应小于 40km/h。

7.4 水泥稳定碎石材料层之间的处理

7.4.1 在上层结构施工前，应采用人工、小型清扫车以及洒水冲刷的方式将下层表面的浮浆清理干净。下承层局部存在松散现象时，也应彻底清理干净。

7.4.2 下承层清理后应封闭交通。在上层施工前 1～2h，宜洒水使下承层进行保持湿润状态。

7.4.3 可采用上下结构层连续摊铺施工的方式，每层施工应配备独立的摊铺和碾压设备，不得采用一套设备在上下结构层来回施工。在沥青面层施工前 1～2d 内，应清理基层顶面。

7.5 水泥稳定碎石材料基层与沥青面层之间的处理

7.5.1 在沥青面层施工前 1～2d 内，应清理基层顶面。

7.5.2 应采用人工清扫、小型清扫车、空压机以及洒水冲刷等方式将基层表面的浮浆清理干净。并应符合下列规定：

a) 基层表面达到无浮尘、无松动状态；
b) 清理出小坑槽时，不得用原有基层材料找补；
c) 清理出较大范围松散时，应重新评定基层质量，必要时宜返工处理。

7.5.3 基层表面清理干净后，方可进行下封层的施工，下封层的施工宜安排在沥青面层施工前一天进行。

7.5.4 对高速公路和一级公路的下封层应采用撒布热沥青碎石封层的方式，加强层间结合，并应符合下列规定：

a) 根据工程实际，热沥青可采用普通道路石油沥青、SBS 改性沥青或橡胶沥青。
b) 热沥青的洒布量及碎石规格宜符合表 6 的规定，碎石撒布量宜控制在 5～10kg/m2，具体撒布量要经过试撒试铺后最终确定，以不粘轮，不产生松动层为宜。
c) 沥青碎石封层的碎石要求过拌合站掺加 0.3～0.5%的道路石油沥青进行预拌进行除尘。
d) 热沥青碎石封层的撒布过程可采用同步碎石撒布车同步撒布，也可以采用热沥青和碎石分别撒布的异步撒布。
e) 热沥青碎石封层撒布完后，宜采用 20t 以下轻型轮胎压路机稳压 2 遍。
f) 经胶轮碾压后，对于多余或重叠的碎石要人工进行清扫。
g) 当气温低于 10℃或即将降雨时，应停止沥青碎石封层施工。在上层结构施工前，应将下层养生用材料彻底清理干净。

表 6 不同粒径碎石不同热沥青的洒布量

沥青种类	不同粒径碎石沥青洒布量（kg/m²）	
	4.75-9.5mm	9.5-13.2mm
道路石油沥青	1.0～1.4	—
SBS 改性沥青	1.2～1.6	1.4～1.8
橡胶沥青	1.8～2.2	2.0～2.4

7.6 水泥稳定碎石基层收缩裂缝的处理

7.6.1 基层在养生过程中出现的横向收缩裂缝，应对裂缝进行处理后方可进行沥青面层施工，可采取以下措施：

a) 在裂缝位置灌缝。
b) 在裂缝位置铺设玻璃纤维格栅。
c) 洒布热改性沥青。

8 施工质量标准与控制

8.1 一般规定

8.1.1 水泥稳定碎石基层、底基层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方面，并应符合下列规定：

a) 按本文件的相关要求备料，严把进料质量关。
b) 按施工需求合理布置建设场地，选择适宜的拌合、摊铺和碾压设备。
c) 将试验段确定的施工参数作为施工过程中质量控制的标准。
d) 健全工地实验室能力，试验、检测数据真实、完整、可靠。
e) 各个工序完结后，应检查验收，合格后方可进行下一工序的施工。

8.1.2 施工过程中发现质量缺陷时，应加大检测频率，必要时应停工整顿，查找原因。

8.1.3 施工关键工序宜拍摄照片或录像，作为现场记录保存。

8.1.4 施工结束后，应清理现场，处理废弃物，恢复耕地或绿化，做到工完场清。

8.2 材料检测

8.2.1 在施工前以及在施工过程中，原材料或混合料发生变化时，应检验拟采用材料。

8.2.2 用做水泥稳定碎石基层和底基层的原材料，应按表 7 所列试验项目和要求检测评定。

表 7 基层和底基层用原材料试验项目和要求

项次	试验项目	目 的	频 度	试验方法
1	含水率	确定原始含水率	每天使用前测2个样品	T0801/T0803
2	级配	确定级配是否符合要求，确定材料配合比	每档碎石使用前测2个样品，使用过程中每2000m^{3}测2个样品	T0303
3	液限、塑限	求塑性指数，审定是否符合规定	每种材料使用前测2个样品，使用过程中每2000m^{3}测2个样品	T0118/T0119
4	砂当量	控制细集料中泥土含量	每种集料使用前测 2 个样品，使用过程中每2000m^3 测 2 个样品	T0334
5	毛体积相对密度、吸水率	评定粒料质量，计算固体体积率	使用前测2个样品，使用过程中每2000m^{3}测2个样品	T0304/T0308
6	压碎值	评定石料的抗压碎能力是否符合要求		T0316
7	含泥量	评定石料质量		T0310
8	针片状	评定石料质量		T0312

项次	试验项目	目 的	频 度	试验方法
9	软石含量	评定石料质量		T0320
10	水泥标号和初终凝时间	确定水泥的质量是否适宜应用	做材料组成设计时测1个样品，料源或强度等级变化时重测	T0505/T0506

8.2.3 用做基层和底基层的粉煤灰，应按 JTG/T F20 所列试验项目和要求检测评定。

8.2.4 对水泥稳定碎石基层、底基层混合料应按照表 8 所列试验项目进行检测。

表 8 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(水洗法)	大于 4.75mm	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
	4.75mm 筛孔		±4%	现场筛分
	2.36mm 筛孔		±3%	现场筛分
	0.075mm 筛孔		±2%	现场筛分
含水率		据观察，异常时随时检测，以 3 个试样的平均值评定	—	T0803
水泥剂量		每台拌和机每 2h 进行 1 次，以每天测试的平均值评定	符合设计要求	T0809
无侧限抗压强度		每一工作台班或每 2000m^2 成型 1 次	符合设计要求	T0805

8.3 铺筑试验段

8.3.1 基层和底基层正式施工前，均应铺筑试验段。

8.3.2 试验段应设置在生产路段上，长度宜为 200～300m。

8.3.3 试验段开工前，应符合下列规定：

a) 提交完整的目标配合比报告。

b) 生产配合比报告应包含生产配合比的调试结果，待试验段验证后确定最终的生产配合比报告。

c) 正常施工时所配备的施工机械完全进场，且调试完毕。

d) 全部施工人员到位。

e) 编制详细的试验段施工方案，并进行技术交底，施工方案应包括原材检测情况、确定的生产配合比、施工组织机构组成、拟采用的施工工艺、施工保障措施及现场交通组织措施。

8.3.4 在试验段施工期间，应及时检测下列技术项目：

a) 混合料拌合时的水泥剂量，应不少于 4 个样本；

b) 混合料拌合时的含水率，应不少于 4 个样本；

c) 混合料拌合时的级配，开机后正式生产前应进行快速筛分，关键筛孔通过率偏差应满足表 8 的要求，合格后才允许正式生产，过程中要进行不少于 2 次的水洗筛分。

d) 不同松铺系数条件下的实际压实厚度，宜设定 2～3 个松铺系数。

e) 不同碾压工艺下的混合料的压实度，宜设定 2～3 种压实工艺组合，每种压实工艺的压实度检测样本不少于 2 个。
f) 混合料击实试验，测定干密度和含水率，应不少于 2 个样本。
g) 7d 龄期无侧限抗压强度试件成型，样本数量应符合要求。

8.3.5 养生 7d 后，水泥稳定碎石混合料的试验段应及时检测下列技术项目：
a) 标准养生试件的 7d 无侧限抗压强度。
b) 水泥稳定碎石材料钻芯取样，评价芯样外观应完整密实，取芯样本数量应根据实际摊铺长度确定。
c) 对于采用两层连续摊铺工艺的，要对两层层间联接效果进行评定。

8.3.6 试验段铺筑阶段应对下列关键工序、工艺进行评价：
a) 拌合设备各档材料的进料比例、速度及精度。
b) 结合料的进料比例和精度。
c) 含水率的控制精度。
d) 松铺系数的合理值。
e) 拌合、运输、摊铺和碾压机械的协调和配合。
f) 压实机械的选择和组合、压实的顺序、速度和遍数。

8.3.7 试验段施工后，应及时总结，总结报告应包括下列内容：
a) 试验段检测报告。
b) 试验段总体效果评价。
c) 施工关键参数的推荐值，包括配合比、含水率、松铺系数、碾压工艺等。
d) 针对两层连续摊铺工艺，确定每一作业段的合适长度。

8.4 质量管理

8.4.1 在施工过程中质量管理包括外形尺寸的控制和检查以及质量控制和检查。外表尺寸检查项目、频度和质量标准应符合《公路路面基层施工技术细则》(JTG/T F20)中高速公路和一级公路的质量标准。

8.4.2 对于双层连续铺筑的水泥稳定碎石基层，建议钻取芯样检验其层间结合效果及完整性。

8.5 检查验收

8.5.1 检查验收的目的判定完成的路面结构是否满足设计文件和《公路工程质量检验评定标准》（JTG F80/1）的要求。

8.5.2 检查内容包括工程竣工后的外形和质量。判定路面结构层质量是否合格时，以 1km 长的每幅路宽段为评定单位，采用大流水作业法施工时，也可以每天完成的段落为评定单位。检查施工原始记录，对上述检查内容进行初步评定。进行抽样检查。抽样必须是随机的，不能带有任何倾向性。

8.5.3 压实度、厚度、水泥剂量检测样品、强度试件样品等的现场取样位置的确定应按随机方式进行取样。采用两层连续摊铺施工工艺，取芯检验时，除对芯样完整性进行描述外，还要对层间的联接效果进行描述。

8.5.4 竣工工程外形的检查项目、频度和质量标准应符合表 9。

表 9 工程外形的检查项目、频度和质量标准

工程类别	检查项目	标准值	检查频度
基层（底基层）	压实度（%）	98（97）	用密度法每 1000m^2 取样 3次
	平整度（mm）	8	3m 直尺：每 200m 测 2 处×10尺

工程类别	检查项目		标准值	检查频度
	纵断高程（mm）		5，-10	水准仪：每 200m 测 4 点
	宽度（mm）		不小于设计值	尺量：每 200m 测4 点
	厚度（mm）	均值	-8	每 200m 测 2 点（钻芯法）；无损法检测
		单个值	-15	
	横坡（%）		±0.3	水准仪：每 200m 测 2 个断面
	强度（MPa）	上基层	满足设计要求	满足设计要求
	保证基层的均匀性、强度、压实度、含水率			
注 1：基层压实度标准值为98%，底基层压实度标准值97%。				

8.5.5　应按表 10 对工程质量进行检查验收。

表 10　质量合格标准值

工程类别	检查项目	标准值	检查数量
基层（底基层）	压实度（%）	98（97）	6～10处
	颗粒组成	固定级配范围	2～3处
	水泥剂量	设计值	3～6处
注 1：括号内为底基层标准。			

附 录 A
（规范性）
水泥稳定碎石基层施工技术规范用词说明

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：

a） 表示很严格，非这样做不可的词

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

b） 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”；

c） 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”

表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

附 录 B
（规范性）
水泥稳定碎石混合料配合比设计方法

B.1 水泥稳定碎石混合料的级配宜采用骨架密实型，级配范围宜按照本文件中表 5 推荐的级配范围进行控制。

B.2 水泥稳定碎石混合料配合比设计应通过目标配合比设计、生产配合比设计及生产配合比的验证三个阶段，生产配合比的设计主要确定水泥稳定碎石混合料的配合比、矿料级配及最佳含水率、最大干密度等施工参数。本文件采用重型击实法确定最佳含水率及最大干密度，如采用其他如振动成型法时，需在配合比设计报告中说明。

B.3 混合料级配合成宜以级配的公称最大粒径及其通过率、19mm 及其通过率、9.5mm 及其通过率、4.75mm 及其通过率和 0.075mm 及其通过率 5 个控制点。矿料合成级配计算表示如表 B.1。

表 B.1 矿料合成级配计算表示例

筛孔（mm）	20-30mm（%）	10-20mm（%）	5-10mm（%）	0-5mm（%）	合成级配（%）	工程设计级配范围		
						下限	上限	中值
31.5	100	100	100	100	100	100	100	100
26.5	84.1	100	100	100	96.5	90	100	95
19	31.6	92.2	100	100	82.1	76	86	81
9.5	4.7	24.3	99.5	100	51.7	43	55	49
4.75	2.1	5.4	23.7	96.4	32.7	26	36	31
2.36	1.5	3.2	2.9	73.2	22.4	16	26	21
0.6	1.1	2.1	1.8	37.7	11.8	8	16	12
0.075	0.2	0.4	0.8	12.5	3.8	2	5	3.5
配合比（%）	22	36	14	28	100	-	-	-

B.4 生产配合比设计阶段首先确定拌合站的流量标定曲线，根据现场原材的筛分结果对目标配合比确定的矿料级配曲线进行拟合，确定拌合站各冷料仓的供料比例。

B.5 根据各冷料仓上料比例配置混合料，确定水泥剂量的标定曲线。

B.6 生产配合比设计时按照确定的冷料供料比例进行上料，从皮带上截取混合料，四分均匀后一份用于水洗筛分，一份用于快速筛分，快速筛分只需确定 19mm、9.5mm、4.75mm 三个关键筛孔的通过率，将快速筛分通过率与水洗筛分通过进行对比，得出 19mm、9.5mm、4.75mm 三个关键筛孔快速 筛分与水洗筛分通过率的修正值，并作为后期生产前快速筛分关键筛孔通过率的修正值。

B.7 生产配合比设计阶段在确定级配稳定后，加水、水泥进行混合料的试拌和，试拌和时需设定不少于 3 个水泥剂量进行，并从皮带取样进行 EDTA 滴定确定实际掺加的水泥剂量，并将 EDTA 滴定得到的实际水泥剂量与拌合站设定建立关系，用于后期生产水泥剂量的控制。

B.8 生产配合比的验证是通过铺筑试验段来确定施工中水泥的剂量、合理的含水率以及最大干密度以及现场摊铺速度、摊铺厚度、碾压速度、碾压遍数等施工工艺参数，同时室内要对生产的混合料的强度

指标进行验证。

附 录 C
（规范性）
水泥稳定碎石混合料质量控制关键环节

C.1 一般规定

C.1.1 高速公路及一级公路的水泥稳定碎石混合料的质量控制关键环节宜按本附录执行。

C.1.2 质量控制的每个环节均应包括工作内容、责任人、检测频率、记录表格等内容。

C.1.3 应根据相应试验检测工作配备足够的技术人员。

C.1.4 试验记录表格应文件、实用，建设单位或总监办应对试验记录表格格式及编号规则进行统一。

C.2 施工前

C.2.1 施工前应对原材料、混合料、拌合设备进行检测、试验，确定施工技术参数。

C.2.2 可根据当地材料特点增加检测项目。

C.3 施工期间

C.3.1 施工期间实验人员在后场拌合站应在正式开工前应对混合料的级配按照本文件附录 B.6 进行快速检验，级配偏差在容许范围内才允许正式开机生产，否则进行微调后再次进行检验，满足容许偏差后再进行正式生产。

C.3.2 施工期间实验人员应每 2h 进行一次水泥剂量的滴定，每 1h 测定一次混合料含水率，每天进行一次混合料的水泥筛分，对混合料的级配进行检验。同时，需对同批次生产的混合料按照延迟时间模拟混合料在运输过程中水泥水解消耗的水分，为更好的控制混合料的拌合用水量提供参考依据。

C.3.3 施工期间实验室每天进行室内击实试验，每次 3 个样本，并与目标配合比确定的最大干密度进行比较，以大者乘以 1.01～1.03 的系数后作为现场压实度的标准密度，具体系数选择以试验段压实情况具体确定。

C.3.4 拌合设备应控制各个料仓进料的稳定，按设计确定的比例进料，不得随意调整，并应随时检查。出现问题时，应立即停止生产。

C.3.5 前场施工过程中，应注意摊铺过程中的离析现象，出现局部离析时，应立即采取相应的措施进行处理，应注意摊铺后的初始压实度以及摊铺碾压过程中接缝等细部处理。

C.3.6 在终压阶段，对存有轮迹或不平整的路段，应及时补压。

C.3.7 压实度指标检测合格且外观满足要求后，应及时进行养生。采用覆盖养生时，在覆盖前宜洒水，采用直接撒布透层养生的，要注意表面不要过干，同时要对洒布量进行检测，同时注意洒布的均匀性。

C.3.8 施工期间应合理安排施工人员作息时间和施工机械的加油、加水，保证施工的连续性。

C.4 7d 养生结束后

C.4.1 养生 7d 结束后，应开展相应的试验检测。

C.4.2　对于钻取的芯样测量厚度，同时对芯样进行描述，撒布透层养生的要对透层油的渗透深度进行检测，采用双层连续摊铺的要对上下两层的层间联接进行描述。

C.4.3　7d 养生期结束后，如不能立即进行上层施工，采用覆盖养生的应继续进行养生，直至上层施工前。

C.4.4　试验检测钻取的芯样坑洞要安排专人负责采用新拌合的混合料进行回填，并注意回填要密实。

附 录 D
（资料性）
水泥稳定碎石基层施工技术规范条文说明

D.1 材料

D.1.1 水泥添加剂

本文件4.2.4中细度为选择性指标，硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥以比表面积表示，矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥以筛余表示，80μm 方孔筛余不大于 10%。

本文件4.2.5中水泥的安定性对于水泥稳定碎石混合料质量起到非常关键的作用，因此安定性的检验在水泥原材检测时需要引起足够的重视，水泥样品考察时应优先选用旋窑生产的水泥，如选用立窑生产的水泥则必须经过一定时间陈化安定性检验合格后方可运至施工现场。

D.1.2 集料

本文件4.4.1中的实践证明，粗集料颗粒含量对降低水泥稳定碎石混合料的收缩特性有利，因此在混合料设计中应控制细集料含量。

本文件4.4.6中根据辽宁省内地材的实际情况，应用于水泥稳定碎石混合料的集料类型主要为石灰岩、花岗岩与白云岩，通过大量试验研究确定对于中交通以上等级公路粗集料压碎值取值采用不大于26%进行控制。

砂当量指标的提出主要是对于小于 0.075mm 颗粒含量的一个补充，是为了控制小于 0.075mm 颗粒中的泥土含量，小于 0.075mm 颗粒中泥土颗粒的含量对于水泥稳定碎石类材料的温缩和干缩裂缝有很大的影响，因此增加砂当量指标作为补充指标对小于 0.075mm 颗粒中的泥土含量进行控制。

D.2 混合料组成设计

D.2.1 一般规定

本文件5.1.1中工程实践和室内试验证明，用同一剂量的结合料，相比级配稳定性差的集料，级配稳定性好的集料，其强度和耐久性更好。要综合考虑添加的结合料剂量和改善集料级配两方面因素，改善集料级配并控制结合料用量以减少水泥稳定碎石基层裂缝。

本文件5.1.6中振动压实试验方法是指按现行《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》（JTG E51）中T 0842规定的，遵循压实功等效原则的试验方法。

本文件5.1.7中振动击实法相比重型击实法能够得到更大的干密度及较小的含水率，而且振动击实仪能够更好的模拟现场振动压路机，但是目前振动击实仪没有统一的设备型号和要求，且无法进行振幅、激振力、频率等的标定，也缺乏相关的比对数据，因此为了统一试验方法，本文件中关于水泥稳定碎石混合料最大干密度及最佳含水率的确定仍采用重型击实法。为了保证现场的压实效果，将重型击实法得到的最大干密度乘以 1.01～1.03 的系数作为现场压实度控制的标准最大干密度，具体采用系数应以试验段取芯情况及压实度检测结果综合确定。

D.2.2 强度要求

本文件5.2.2中要对半刚性材料的强度概念有一个正确的认识，半刚性材料的设计绝不仅仅是强度的设计。原交通运输部“关于防治高速公路沥青路面早期损坏的指导意见”中指出“要严格控制半刚性基层及底基层的强度，不仅要控制低限，同样要控制高限，防止走入半刚性基层强度越高越好的误区，减少半刚性基层沥青路面反射裂缝的发生”。根据相关研究成果，水泥剂量是水泥稳定碎石混合料产生温缩、干缩裂缝的关键因素，以我省常用的C-B-3为例，水泥剂量从5%增加到6%，干缩系数提高幅度37.5%，

温缩系数提高幅度39.0%。因此，有必要对于水泥稳定碎石底基层、基层的水泥剂量上限加以限制。要严格控制强度的代表值，不仅控制强度的平均水平，更是控制施工的均匀性。

表4中压实度给出的压实度标准没有变动，但是现场压实度计算时标准密度的选择要按照本文件5.1.7中所规定的重型击实法得到的最大干密度乘以系数。强度设计值选取要根据预测交通荷载等级进行调整，交通荷载等级高时取高值，交通荷载等级低时取低值。

本文件5.2.4中关于无侧限抗压试件成型时最大干密度的选择问题有必要进行一下说明，在本文件5.1.7中提到现场压实度控制时为了保证现场的压实效果是以重型击实法得到的最大干密度乘以1.01～1.03 系数后作为标准最大干密度用于压实度控制，但室内无侧限抗压强度试件成型时应直接以重型击实法得到的最大干密度及最佳含水率按照压实度标准采用静压法成型试件。

D.2.3　混合料推荐级配范围及技术要求

本文件5.3.2中为了保障混合料施工的合宜性，需要有效控制被稳定材料的公称最大粒径及其含量。本文件根据“辽宁省高速公路半刚性基层优化设计方法研究”研究成果并借鉴《公路路面基层施工技术细则》相关规定，对辽宁省高速公路和一级公路路面基层和底基层使用的水泥稳定碎石混合料级配范围，提出如下规定：

-将公称最大粒径与最大工程粒径合并，取消两者之间的超粒径含量，以提高混合料的均匀性。如表5中的C-B-1级配属于25型级配，但C-B-1级配取消了31.5mm的粒径，其26.5mm既是其公称最大粒径也是传统的最大工程粒径。当然，在实际工程中完全消除超粒径含量是有一定困难的，需要灵活掌握，在不影响混合料性能的前提下，允许有2%～3%的超粒径含量。关键在于工程管理、施工和质量控制单位，要有严格控制原材料质量的意识和措施，适当调整筛孔。

-水泥稳定级配碎石中0.075mm以下的含量较高时，将影响混合料的收缩性能，容易开裂，因此，对高速公路和一级公路的级配要求中，0.075mm以下的含量的上限由7%降低到5%。另一方面，为了保证混合料具有良好的抗疲劳性能，0.075mm以下的含量不宜为零，因此，表5中除C-B-3，其余级配的下限规定为2%。

-高速公路和一级公路的水泥稳定级配碎石的级配容许波动范围要求更严格。以4.75mm的通过率为例，容许的波动范围为10%（即35%～45%）。

-通过铺筑试验路及室内试验，对现阶段辽宁省高速公路基层底基层采用级配范围，建议如下：

a）水泥用量是影响水泥稳定碎石7天无侧限抗压强度、弯拉强度、温缩、干缩、抗疲劳性能的主要因素，对于试验采用材料和级配组成5%水泥用量的抗裂性能最优；相对较细的悬浮密实型级配C-B-1具有更好的强度、抗裂、抗疲劳性能，相对较粗的骨架密实型级配C-B-3，具有更好的抗温缩、干缩性能；抗冻融、抗冲刷性能3种级配相当。

条件允许情况下，建议基层、底基层可采用相同级配范围，根据交通荷载等级确定强度要求值，可通过调整水泥剂量达到7天无侧限抗压强度要求，建议的级配范围如表5中L-B-1，确定的原则是级配容许波动范围要求比现阶段辽宁省底基层要求严格，以4.75mm的通过率为例，容许的波动范围为10%；综合考虑水泥稳定碎石基层的抗温缩、干缩及抗开裂、抗疲劳等性能，建议级配范围介于C-B-1和C-B-3之间，筛孔设置沿用辽宁习惯做法，便于现阶段备料和施工控制。

此设计思想也是广泛征求现在建设管理和施工单位建议、并参照了其他省的做法提出，以下是山东省在实施细则颁布后对高速公路路面基层、底基层级配范围的建议值。

表 E.1 骨架密实水泥稳定碎石混合料级配范围（山东省高速公路）

筛孔尺寸（mm）	31.5	26.5	19	9.5	4.75	2.36	0.6	0.075	水泥
上限	100	100	86	55	36	26	16	5	5.0
下限	100	90	76	43	26	16	8	2	3.0

b）建议底基层级配范围采用表5中建议值L-B-1，容许的波动范围按照《细则》JTG/T F20要求比现阶段辽宁省要求更加严格，以4.75mm的通过率为例，容许的波动范围为10%；

c）极重、特重交通荷载等级下的基层建议采用C-B-1或C-B-3级配范围，经室内试验验证在水泥剂量为4.5～5.5范围时，7天无侧限抗压强度可以达到5～6MPa的设计要求，C-B-1级配表现出较好的抗开裂性能，早期强度、压缩回弹、抗冲刷性能良好。C-B-3级配则在抗温缩、干缩开裂方面性能更优，可以根据工程所在地气候交通条件选用。

D.2.4　混合料目标配合比设计技术要求

本文件5.4.2中在目标配合比设计过程中，选取多种不同结合料剂量的稳定材料进行试验，有助于掌握结合料含量对混合料性能的影响。对于不同工程，由于被稳定材料存在差异，进行这方面试验是有必要的。同时，通过试验也有助于选择实际工程中结合料剂量的合理范围，为下一步生产配合比提供参考依据。

本文件5.4.4中原材料的不均匀性是影响混合料性能稳定性的重要因素，为了全面掌握各档原材料的级配情况，需要从拌和场料堆的不同位置和每一批次进料分别取料、筛分，然后分别统计各档料通过率的平均值和变异系数。

D.2.5　混合料生产配合比设计技术要求

本文件5.5.4中随着水稳拌合站计量精度的提高，而且拌锅实行了串联，混合料的拌合均匀性得到了很大程度的提高，因此，在强度满足设计要求的前提下，生产时水泥剂量无需再按照以前的经验增加0～0.5个百分点，在计量准确而且强度满足设计要求的前提下，增加 0～0.5 个百分点都是允许的。在强度满足设计要求的前提下，如若有新的拌和工艺能够提高混合料的拌和均匀性，可以在专业技术人员指导下进行试验段的铺筑，待各项检测指标满足要求后方可进行后续施工。

生产过程中含水率的控制是最为关键也是最难以控制的一个环节，要考虑运输过程中水泥水解消耗水分，运输过程中水分蒸发的损失，同时最为关键的是要结合现场的天气情况，在有风的情况下，摊铺后混合料的表面水分损失非常的快，但生产混合料的含水率又不能提高过大，避免水分过大，造成水泥胶结材料在运输过程中离析，同时含水率过大也会对混合料的整体性能产生影响。

D.3　混合料生产、摊铺及碾压

D.3.1　一般规定

本文件6.1.3中为保证层间的联结效果，当存在两层以上水泥稳定底基层或基层时，宜采用“分层摊铺、分层碾压一次成型”的两层连铺施工工艺。

本文件6.1.5中施工前编制的施工组织计划包括制定施工方案、现场的施工工艺流程、进度计划、机械劳力配置及材料供应等具体安排，建立完善的质量保证体系。

D.3.2　混合料摊铺

本文件6.4.8中在设计文件及摊铺碾压设备功率能够满足要求的情况下，可采用大厚度、全宽度等新型摊铺工艺，并在专业技术人员指导下进行试验段的铺筑，待各项检测指标满足要求后方可进行后续施工。

D.3.3　混合料碾压

本文件6.5.5中实践工程证明，这种碾压方式对厚度较大的稳定中、粗粒材料结构层具有良好的碾压效果，可以有效减少碾压过程中造成的施工离析。但是在后续的碾压过程中要注意消除轮迹。6.5.5 基层两层连续摊铺考虑到层间的联接及上基层碾压成型后要喷洒乳化沥青进行透层养生，因此，两层连铺施工工艺胶轮不宜过多碾压且胶轮压路机不宜用于终压收面，避免基层表面过于密实不利于透层乳化沥青的渗透，可以参考的碾压工艺如下：

a)　初压：胶轮压路机进行碾压，2 遍；

b) 复压：采用钢轮振动压路弱振 1 遍，强振不少于 3 遍；

c) 终压：三轮压路机或双钢轮压路机静压不少于 1 遍，直至无明显轮迹。

D.3.4 试验段的铺筑

本文件6.6.5中由于水泥水化作用，混合料的含水率检测结果比实际加水量偏低。为加快检测速度，宜用微波炉烘干或者快速加热测试，其烘干的时间可以对比试验确定。

压实度的核定是与混合料最大干密度相联系的，而现场压实度的检测是在碾压完成后才进行的，此时混合料的含水率已经发生了变化，这就需要在室内通过击实实验得到不同含水率情况下最大干密度的击实曲线，以确定现场压实度检测时测得的含水率下对应的最大干密度。

D.4 施工质量标准与控制

D.4.1 材料检验

本文件8.2.4中表8中矿料级配的允许偏差以批准的标准矿料级配为基准。

施工过程中，混合料无侧限强度试验时应按照多点取样的原则进行，但每个试件所用材料不能混合，且在成型试件时不能进行二次拌和，试件应标记号取样日期及代表的桩号区间。

D.4.2 试验段铺筑

本文件8.2.5中采用双层连铺工艺时，养生期达到 7d 无法完整取出芯样的，可适当将养生期延长至10～14d，仍无法取出完整芯样的，应采取相应的处理措施。

D.4.3 检查验收

本文件8.5.5中对于表9中基层厚度的检测，对于高速公路宜采用无损检测方法，全程连续检测。

本文件8.2.6中对工程质量进行检查验收时，以每天完成段落为评定单位的，检查数量可取低值，以1km 为评定单位的，检查数量可取高值。