

中国工程建设标准化协会标准（CECS G）
《水基路用聚合物稳定碎石基层技术规程》

（征求意见稿）

安徽省交通规划设计研究总院股份有限公司

《水基路用聚合物稳定碎石基层技术规程》编制组

二〇二三年五月

前 言

根据中国工程建设标准化协会下达的《关于印发 2021 年第一批协会标准制订、修订计划的通知》(建标协字[2021]11 号),由安徽省交通规划设计研究总院股份有限公司等承担《水基路用聚合物稳定碎石基层技术规程》的制订工作。

编写组在总结近年来水基路用聚合物稳定碎石基层施工技术应用经验和相关科研成果的基础上,经分析论证和广泛征求国内专家意见,以规范水基路用聚合物稳定碎石基层沥青路面结构设计与施工技术要求,提高工程质量和修建耐久性沥青路面基层为目标,借鉴了近些年在水基路用聚合物稳定碎石基层生产实践中逐渐形成的、成熟的技术方法,完成本规程的制订工作。

本规程由 7 章和 2 个附录构成,章节分别为:1 总则;2 术语;3 路面典型结构;4 原材料要求;5 混合料组成设计;6 施工阶段与要求;7 施工质量标准与控制;附录。

请各有关单位在应用过程中,将发现的问题和意见,函告本规程制订单位,联系人:方肖立(地址:安徽省合肥市高新区彩虹路 1008 号,安徽省交通规划设计研究总院股份有限公司;邮编:230088;电话:18251948168;电子邮箱:240537135@qq.com)以便修订时参考。

参编单位:

路用科技有限公司

北京建筑大学

珞美克斯(北京)科技有限公司

中路高科交通检测检验认证有限公司

交通运输部公路研究院

交通运输部科学研究院

安徽省新路建设工程集团有限责任公司

中国市政工程华北设计研究总院有限公司

常州市规划设计院

江苏先达建设集团有限公司

中国有色金属工业第六冶金建设有限公司上海分公司

河北交投干线公路开发有限公司

主 编： 谢洪新、张玉斌 、张国胜、张新天、王志刚、王健

主要参编人员：张新国、和素旗 、王春红、鲍世辉、方肖立、赵之杰、陈景、郑惠虹、夏磊/唐谦、郝智明、周圣兰、朱晓东、朱光远、罗瑞琪、张福林、蒋新春、江波、徐琴、陈永锋 、曹雨锋 、刘冬凤、李彦伟、吴志芳

目录

1 总则.....	1
2 术语.....	2
3 路面典型结构.....	3
3.1 一般规定.....	3
3.2 典型结构组合.....	3
3.3 材料设计参数.....	5
3.4 路面结构验算.....	6
4 原材料要求.....	7
4.1 水基聚合物.....	7
4.2 水泥.....	7
4.3 水.....	7
4.4 粗集料.....	7
4.5 细集料.....	9
5 混合料组成设计.....	10
5.1 一般规定.....	10
5.2 强度要求.....	11
5.3 强度试验及计算.....	11
5.4 混合料推荐级配及技术要求.....	12
5.5 目标配合比设计要求.....	13
5.6 水基路用聚合物稳定碎石生产配合比设计技术要求.....	15
6 施工阶段与要求.....	15
6.1 一般规定.....	15
6.2 施工前准备.....	16
6.3 水基路用聚合物稳定碎石拌和与运输.....	16
6.4 下承层准备.....	17
6.5 水基路用聚合物稳定碎石的摊铺.....	17

6.6 水基路用聚合物稳定碎石的压实	18
6.7 水基路用聚合物稳定碎石的养生与开放交通	19
7 施工质量管理与检查验收	19
7.1 一般规定	19
7.2 施工前材料试验检验	19
7.3 施工中的质量管理与检查	20
7.4 交工验收	21
附录	23
本规程用词用语说明	24

1 总则

1.0.1 为规范水基路用聚合物稳定碎石基层设计与施工方法,提高工程技术水平,保证工程质量,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于各等级公路新建和改扩建工程的水基路用聚合物稳定碎石基层设计与施工,其他道路采用水基路用聚合物稳定碎石基层的应用场合可参照执行,水基路用聚合物稳定其他粒料、建筑废渣等应用场合可参照执行。

1.0.3 应采用符合本规程的典型结构设计方法以及原材料、施工配合比、施工工艺和质量标准与控制规定,在满足实际工程技术要求的前提下,应优先选用技术可靠、经济合理的当地材料。

1.0.4 质量保障体系应贯穿于施工全过程,明确全员质量责任,加强各工序质量控制与管理,保证工程质量。

1.0.5 应建立健全安全生产管理体系及应急预案,明确安全责任,严格执行安全操作规程,保障施工人员的职业健康和施工安全。

1.0.6 施工中应注重节约用地,降低能源和材料消耗,保护环境。

1.0.7 水基路用聚合物稳定碎石基层结构与施工除应符合本规程的规定外,尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

1.0.8 水基路用聚合物稳定碎石基层宜采用机械化施工,在施工条件困难的低等级道路,也可采用人工配合简易机械施工,但必须采用机械碾压。

2 术语

2.0.1 水基路用聚合物 water-based road polymer

一种强亲水性的、热固性的、非晶态的高分子聚合乳液，可在常温下溶解（胀）于水中形成水溶液或分散体系，以多种压力敏感性树脂、高强抗老化树脂聚合而成聚合物水溶液，用于稳定路用粒料材料。具有环保、不燃、不爆、挥发少、易保存的特点。

2.0.2 水基路用聚合物稳定材料 water-based road polymer stabilized material

以水基聚合物为结合料，与被稳定材料共同拌和形成的混合料。被稳定材料包括：碎砾石、碎（砾）石土、天然砂砾、建筑废料等。

2.0.3 水基路用聚合物稳定碎石基层 water-based road polymer stabilized crushed stone base

位于路面面层以下，以水基聚合物稳定碎石材料铺筑、待水分蒸发胶结后形成具有一定承载能力的的路面基层。

2.0.4 贯入强度 penetrating resistance strength

对于养生后的聚合物稳定材料，采用单轴贯入试验方法，在试验标准温度为 20℃ 条件下的贯入阻力测定值。

3 路面典型结构

3.1 一般规定

3.1.1 应根据公路等级、路面使用性能要求和交通荷载条件，结合当地气候、水文、地质、材料、建设和养护条件、工程应用经验以及环保要求等，进行水基路用聚合物稳定碎石基层沥青路面结构组合与计算验算，通过技术经济分析确定路面结构方案。

3.1.2 应在调查掌握沿线路基土质和干湿类型的基础上，确定路基回弹模量等设计参数，并满足路基回弹模量最低要求，进行路基路面综合设计。

3.1.3 水基路用聚合物稳定碎石基层沥青路面设计除应符合本规程的规定外，尚应符合《公路沥青路面设计规范》等国家和行业现行相关标准的规定。

3.2 典型结构组合

3.2.1 路面结构由面层、基层、底基层和必要的功能层组合而成，其中面层采用沥青混合料分层铺筑，基层采用水基路用聚合物稳定材料铺筑，底基层采用无机结合料稳定材料、级配碎石等铺筑，根据环境条件和交通需求选择设置功能层。

3.2.2 应根据交通荷载等级和路基状况等因素，结合路面材料特性，选择路面结构组合形式，水基路用聚合物稳定碎石基层沥青路面道路结构组合形式推荐如表 3.2.2。

表 3.2.2 水基路用聚合物稳定碎石基层沥青路面道路结构组合形式推荐表

水基路用聚合物稳定碎石基层沥青路面结构组合形式		
结构一	结构二	结构三
沥青混凝土面层（单、双、三层式）		
水基路用聚合物稳定碎石基层（单、双层）		
无机料稳定材料底基层	无机料稳定材料底基层	级配碎石底基层
无机料稳定材料功能层	粒料类功能层	粒料功能层及无机结合料改善层
路基		
适合于各类环境条件		适合于潮湿或冰冻地区

注：对聚合物稳定碎石基层上面沥青层和下面结构层的要求

1. 上面层一般为密级配改性沥青混凝土或 SMA 等混合料。
2. 无机料稳定材料底基层弯拉强度目标值为 1.0~2.0MPa。
3. 路基要求：路基顶面设计回弹模量，对于中、轻交通等级不小于 40MPa，重交通不小于 50MPa，特重交通不小于 60 MPa。

3.2.3 不同材料类型的水基路用聚合物稳定碎石基层厚度推荐值如表 3.2.3-1 所示。

表 3.2.3-1 水基路用聚合物稳定碎石基层沥青路面典型结构厚度推荐表

道路类型	稳定材料类型	沥青混合料面层推荐厚度 (mm)	水基路用聚合物稳定材料基层推荐厚度 (mm)
高速公路 一级公路	级配碎石	90mm~180mm	≥200mm
城市快速路	级配碎石	90mm~150mm	≥180mm
二级公路 城市主干道	级配碎石 级配碎砾石	80mm~100mm	≥150mm
三级公路 次干路/支路	级配碎石 级配碎砾石	40mm~60mm	≥120mm

注：可参考水基路用聚合物稳定碎石基层沥青路面结构推荐厚度表 3.2.3-2，根据设计交通等级进行调整，高寒地区应适当增加聚合物层厚度。

表 3.2.3-2 不同交通等级道路水基路用聚合物稳定碎石基层
与水稳碎石基层沥青路面典型结构参照表

交通荷载等级		典型水泥稳定碎石基层结构		典型聚合物稳定碎石基层结构	
特重交通	(19-50) × 10 ⁶	上面层	4-5cm SMA-13(AC-13C)	上面层	4cm SMA-13(AC-13)
		中面层	6cm AC-20C	中面层	5cm AC-16
		下面层	8cm AC-25C	下面层	7cm AC-25
		基层	2×20cm 5%水稳 碎石	基层	20cm 水基路用聚合物 稳定碎石
		底基层	20 或 18cm 4%水 稳碎石	底基层	18cm 5%水稳碎石

		功能层	15-20cm 碎砾石	功能层	16cm 低剂量水稳碎石或碎砾石
重交通	$(8-19) \times 10^6$	上面层	4cm AC-13C	上面层	4cm AC-13
		中面层	5cm AC-20C	下面层	6cm AC-20
		下面层	7-8cm AC-25C	基层	18-20cm 水基路用聚合物稳定碎石
		基层	2×18cm 5%水稳碎石		
		底基层	15cm 4%水稳碎石	底基层	18cm 5%水稳碎石
		功能层	15cm 碎砾石	功能层	15cm 碎砾石
中等交通	$(4-8) \times 10^6$	上面层	4-5cm AC-13C	上面层	4cm AC-13
		下面层	7cm AC-25C	下面层	5cm AC-16
		基层	2×18cm 5%水稳碎石	基层	15-18cm 水基路用聚合物稳定碎石层
		底基层	15cm 4%水稳碎石	底基层	18cm 5%水稳碎石
		功能层	15cm 碎砾石	功能层	15cm 碎砾石

注：1) 不同省份不同地区存在道路结构差异，应根据本地公路典型结构类型、厚度和混合料类型进行聚合物稳定碎石基层路面结构调整和验算。

2) 不同省份不同地区不论水稳基层路面是否设立功能层或垫层，使用聚合物稳定碎石基层时应该考虑排水、防、作用和特定条件，保留功能层或加厚相应水稳底基层。

3.3 材料设计参数

3.3.1 水基路用聚合物稳定碎石基层、底基层的 CBR 值及贯入强度应符合本规程表 5.2.4 的相关规定，高速公路和一级公路采用水基路用聚合物稳定碎石基层的公称最大粒径不宜大于 26.5mm；底基层公称最大粒径不宜大于 31.5mm。

3.3.2 水基路用聚合物稳定碎石层的回弹模量应取用最佳含水量和与压实度要求相应的干密度条件下的试验值，压实度应符合本规程相关规定要求。

3.3.3 最佳含水量和与压实度要求相应的干密度条件下的水基路用聚合物稳定碎石回弹模量，依据相应水平确定：

水平一：适于高速公路和一级公路施工图设计阶段，采用重复加载三轴压缩试验测定，取试验结果的均值，试验方法参照《公路沥青路面设计规范》附录 D 的规定。

水平二：适于其他设计阶段以及二级及二级以下公路设计，由材料的贯入强度值 R_r 估算确定回弹模量 M_R 值：

$$M_R = 624.4(R_t - 0.35)^{0.218} \quad (\text{聚合物稳定碎石基层级配 SRX-19})$$

$$M_R = 589.3(R_t - 0.59)^{0.205} \quad (\text{聚合物稳定碎石基层级配 SRX-25})$$

水平三：适于其他设计阶段以及二级及二级以下公路设计，参照表 3.2.3 确定水基路用聚合物稳定碎石回弹模量取值。

表 3.2.3 水基路用聚合物稳定碎石基层回弹模量取值范围 (MPa)

材料类型	交通等级	弹性模量 (经湿度调整后)
水基路用聚合物稳定碎(砾)石	重及以上交通	1000~1200
	中、轻交通	800~1000
水基路用聚合物稳定粒料土	重及以上交通	800~1000
	中、轻交通	700~900
水基路用聚合物稳定其他材料	重及以上交通	700~900
	中、轻交通	600~800

3.4 路面结构验算

3.4.1 路面结构验算应根据路面结构组合形式，参照表 3.4.1 选择设计指标

表3.4.1不同结构组形式的路面结构设计指标

底基层类型	设计指标
无机结合料稳定类	沥青混合料层层底拉应变、沥青混合料层永久变形量、无机结合料稳定层层底拉应力
水基路用聚合物稳定碎石或其他粒料类	沥青混合料层层底拉应变、沥青混合料层永久变形量、路基顶面竖向压应变

注：季节性冻土地区应增加沥青面层低温开裂验算和防冻层厚度验算

3.4.2 路面结构验算流程与内容按《公路沥青路面设计规范》附录 B 规定的内容与方法进行，设计路面结构的路基顶面验收弯沉值和路表验收弯沉值的确定，应符合《公路沥青路面设计规范》附录 B.7 的有关规定。

4 原材料要求

4.1 水基聚合物

深褐色水基浓缩溶液，具有强亲水性、热固性的、非晶态的高分子聚合乳液。采用聚乙烯塑料容器包装，必须密封 0℃ 以上保存，储存时应避免高温与日晒，使用前应检测并符合表 4.1.1 要求。

表 4.1.1 水基路用聚合物材料技术要求

序号	检测项目	技术要求	检测方法
1	PH 值	8~9	GB/T6920
2	固体含量，%	28~38	T0651
3	粘度，cps	50~100	ASTM D4486-91
4	沸点，℃	近似 100	GB/T616
5	易燃性	不可燃	T0611
6	比重（密度）	>1.0	GB/T13531
7	水溶性	完全可溶	GB/T259
8	粘附性	裹覆面积大于 2/3	T0654
9	储存稳定性（5d，25℃），%	<5	T0655

4.2 水泥

4.2.1 为提高水基聚合物稳定碎石基层的早期强度可掺加适量的水泥，其强度等级为 32.5 或 42.5，且满足本规程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大于 3h，终凝时间应大于 6h 且小于 10h。

4.3 水

4.3.1 符合现行《生活饮用水卫生标准》（GB 5749）的饮用水可直接作为水基聚合物稳定碎石基层材料拌和用水。

4.3.2 拌和使用的非饮用水应进行水质检验，技术要求应符合《混凝土用水标准》JGJ63 的规定。

4.4 粗集料

4.4.1 用作被稳定材料的粗集料宜采用各种硬质岩石或砾石加工成的碎石，也可直接采用天然砂砾。粗集料规格与技术要求应符合表 4.4.1-1 及表 4.4.1-2 中规定。

表 4.4.1-1 粗集料规格要求

规格名称	工程粒径 (mm)	通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 (%)									公称粒径 (mm)
		53	37.5	31.5	26.5	19.0	13.2	9.5	4.75	2.36	
G1	20~40	100	90~100	—	—	0~10	0~5	—	—	—	19~37.5
G2	20~30	—	100	90~100	—	0~10	0~5	—	—	—	19~31.5
G3	20~25	—	—	100	90~	0~10	0~5	—	—	—	19~26.5
G4	15~25	—	—	100	90~	—	0~10	0~5	—	—	13.2~26.5
G5	15~20	—	—	—	100	90~	0~10	0~5	—	—	13.2~19
G6	10~30	—	100	90~	—	—	—	0~10	0~5	—	9.5~31.5
G7	10~25	—	—	100	90~	—	—	0~10	0~5	—	9.5~26.5
G8	10~20	—	—	—	100	90~	—	0~10	0~5	—	9.5~19
G9	10~15	—	—	—	—	100	90~	0~10	0~5	—	9.5~13.2
G10	5~15	—	—	—	—	100	90~	40~70	0~10	0~5	4.75~13.2
G11	5~10	—	—	—	—	—	100	90~100	0~10	0~5	4.75~9.5

表 4.4.1-2 粗集料技术要求

指标	层位	高速公路和一级公路		二级及二级以下 公路	试验方法
		极重、特重交通	重、中、轻交通		
压碎值 (%)	基层	≤22※	≤26	≤35	T 0316
	底基层	≤30	≤30	≤40	
洛杉矶磨耗损失	基层	<30%	<35%	<35%	T03172005
坚固性	基层	<12%	<12%	<12%	JTGE42-2005
针片状颗粒含量 (%)	基层	≤18	≤22	—	T 0312
	底基层	—	—	—	
0.075mm 以下粉尘 含量 (%)	基层	≤1.2	≤2	—	T 0310
	底基层	—	—	—	
软石含量 (%)	基层	≤3	≤5	—	T 0320
	底基层	—	—	—	

注：1. 对花岗岩石料，压碎值可放宽至 25 %；

2. 天然破碎石材料宜满足上述要求，并应级配稳定、塑性指数不大于 9。具有两个破裂面的颗粒含量大于 60%。

4.4.2 高速公路和一级公路极重、特重交通荷载等级基层的 4.75mm 以上粗集料应采用单一粒径的规格料。

4.4.3 应选择适当的碎石加工工艺，用于破碎的原石粒径应为破碎后碎石公称最大粒径的 3 倍以上。高速公路基层用碎石，应采用反击破碎的加工工艺。

4.4.4 用作级配碎石或砾石的粗集料应采用具有一定级配的硬质石料，且不应含有黏土块、有机物等。

4.4.5 级配碎石或砾石用作基层时，高速公路和一级公路公称最大粒径应不大于 26.5mm，二级及二级以下公路公称最大粒径应不大于 31.5mm；用作底基层时，公称最大粒径应不大于 37.5mm。

4.5 细集料

4.5.1 细集料应洁净、干燥、无风化、无杂质，并有适当的颗粒级配。

4.5.2 细集料的规格与技术要求应符合表 4.5.1-1 及 4.5.1-2 的规定。

表 4.5.1-1 细集料规格要求

规格名称	工程粒径 (mm)	通过下列筛孔(mm)的质量百分率(%)								公称粒径 (mm)
		9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075	
XG1	3~5	100	90~	0~15	0~5	—	—	—	—	2.36~4.75
XG2	0~3	—	100	90~	—	—	—	—	0~15	0~2.36
XG3	0~5	100	90~	—	—	—	—	—	0~20	0~4.75

表 4.5.1-2 细集料技术要求

项目	技术要求	试验方法
颗粒分析	满足级配要求	T 0302/0303/0327
塑性指数※	12~20	T 0118
有机质含量 (%)	≤10	T 0313/0336
硫酸盐含量 (%)	≤0.8	T 0341

注：应测定 0.075mm 以下材料的塑性指数。

4.5.3 对 0~3mm 和 0~5mm 的细集料应分别严格控制大于 2.36mm 和 4.75mm 的颗粒含量。对 3~5mm 的细集料应严格控制小于 2.36mm 的颗粒含量。

4.5.4 高速公路和一级公路，细集料中小于 0.075mm 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 0.075mm 的颗粒含量应不大于 20%。

4.5.5 级配碎石或砾石中的细集料可使用细筛余料,或专门轧制的细碎石集料。

4.5.6 天然砾石或粗砂作为细集料时,其颗粒尺寸应满足工程需要,且级配稳定,超尺寸颗粒含量超过本规程或实际工程的规定时应筛除。

5 混合料组成设计

5.1 一般规定

5.1.1 混合料组成设计应按设计要求,选择技术经济合理的混合料类型和配合比。

5.1.2 应根据公路等级、交通荷载等级、结构形式、材料类型等因素确定材料技术要求。

5.1.3 水基路用聚合物稳定碎石组成设计应包括原材料检验、混合料的目标配合比设计、混合料的生产配合比设计和施工参数确定四部分。

5.1.4 原材料检验应包括结合料、被稳定材料及其他相关材料的试验。所有检测指标均应满足相关设计标准或技术文件的要求。

5.1.5 目标配合比设计应包括下列技术内容:

- 1 选择级配范围。
- 2 确定水基路用聚合物掺配比例。
- 3 验证混合料相关的设计及施工技术指标。

5.1.6 生产配合比设计应包括下列技术内容:

- 1 确定料仓供料比例。
- 2 确定水基路用聚合物剂量的标定曲线。
- 3 确定混合料的最佳含水率、最大干密度。

5.1.7 施工参数确定应包括下列技术内容:

- 1 确定施工中水基路用聚合物的剂量。
- 2 确定施工合理含水率及最大干密度。
- 3 验证混合料强度技术指标。

5.1.8 确定水基路用聚合物稳定碎石最大干密度指标时宜采用重型击实方法,也可采用振动压实

方法。

5.1.9 应根据当地材料的特点和混合料设计要求，通过配合比设计选择最优工程用级配。

5.1.10 用于基层的水基路用聚合物稳定碎石，强度满足要求时，尚宜参考无机结合料稳定材料的抗冲刷、干冻缩试验方法检验其抗冲刷和抗裂性能。

5.1.11 在施工过程中，材料品质或规格发生变化，应重新进行材料组成设计。

5.2 强度要求

5.2.1 水基路用聚合物稳定碎石应满足本规程规定的强度要求。

5.2.2 应采用养生后 CBR 值及贯入强度作为水基路用聚合物稳定碎石施工质量控制的主要指标。

5.2.3 高速公路和一级公路应验证所用材料的 CBR 值（或贯入强度）与动态弹性模量之间的关系。

5.2.4 水基路用聚合物稳定碎石的 CBR 值及贯入强度 R_r 标准应符合表 5.2.4 的规定。

表 5.2.4 水基路用聚合物稳定碎石的 CBR 值及贯入强度标准

结构层	公路等级	极重、特重交通		重交通		中、轻交通	
		CBR (%)	R_r (Mpa)	CBR (%)	R_r (Mpa)	CBR (%)	R_r (Mpa)
基层	高速公路和一级公路	≥ 280	≥ 0.8	≥ 240	≥ 0.75	≥ 200	≥ 0.7
	二级及二级以下公路	≥ 240	≥ 0.7	≥ 220	≥ 0.65	≥ 180	≥ 0.6
底基层	高速公路和一级公路	≥ 240	≥ 0.7	≥ 220	≥ 0.65	≥ 180	≥ 0.6
	二级及二级以下公路	≥ 220	≥ 0.6	≥ 180	≥ 0.55	≥ 140	≥ 0.5

注：1. 材料 CBR 值及贯入强度不满足表 5.2.4 的要求时，可外加混合料质量 1% 的水泥。

2. 表中 CBR 及贯入强度标准指的是水基路用聚合物稳定碎石养生后经 CBR 试验（公路土工试验规程）及贯入强度试验（公路沥青路面设计规范附录 F）结果的代表值，本节以下各表同。

5.2.5 水基路用聚合物稳定碎石材料强度要求较高或施工条件受限时，宜采取控制原材料技术指标和优化级配设计等措施，同时为了提高初期强度，缩短养生时间，可适当增加低剂量水泥来提高材料强度，水泥剂量不宜超过 2%。

5.3 强度试验及计算

5.3.1 强度试验时，应按现场压实度标准采用静压法成型试件。试验前需进行室内养生过程，条件为置于 60℃ 烘箱中带模养生 2d。

5.3.2 强度试验时,平行试验的最少试件数量应符合表 5.3.2 的规定。试验结果的变异系数大于表中规定值时,应重做试验或增加试件数量。

表 5.3.2 平行试验的最少试件数量

材料类型	变异系数要求		
	<10%	10~15%	15~20%
公称最大粒径不小于 16mm, 且小于 26.5mm 材料	6	9	13
公称最大粒径不小于 26.5mm 材料		9	13

5.3.3 根据试验结果,应按式 (5.3.3) 计算 CBR 及贯入强度代表值 R_r 。

$$CBR \text{ 或 } R_r = CBR_{\text{平均}} \text{ 或 } R_{r\text{平均}} \times (1 - Z_a C_v) \quad (5.3.3)$$

式中: Z_a ——标准正态分布表中随保证率或置信度 a 而变的系数,高速公路和一级公路应取保证率 95%,即 $Z_a = 1.645$;二级及二级以下公路应取保证率 90%,即 $Z_a = 1.282$;

$CBR_{\text{平均}}$ 或 $R_{r\text{平均}}$ —— 一组试验测定数据的平均值;

C_v —— 一组试验的变异系数。

5.3.4 强度数据处理时,宜按 3 倍标准差的标准剔除异常数值,且同一组试验样本异常值剔除应不多于 2 个。

5.3.5 CBR 及贯入强度代表值 R_r 代表值应不小于标准值 (表 5.2.4),否则应重新进行配合比试验。

5.3.6 水基路用聚合物稳定碎石的聚合物剂量应以聚合物质量占全部干燥被稳定碎石质量的百分率表示。

5.4 混合料推荐级配及技术要求

5.4.1 水基路用聚合物稳定碎石的级配可采用表 5.4.1 中推荐的级配范围,被稳定材料的液限宜不大于 28%;用于高速、一级公路时,被稳定材料的塑性指数宜不大于 5;潮湿多雨地区被稳定材料的塑性指数宜不大于 6,其它情况塑性指数宜不大于 9。

5.4.2 水基路用聚合物稳定其他材料的级配可参考表 5.4.1 中推荐的级配范围,被稳定材料的液限应不大于 40%,塑性指数应不大于 17。

表5.4.1 水基路用聚合物碎（砾）石的推荐级配范围

通过质量 百分比率 (%)		编号	适用于高速、一级公路基层		适用于其他情况	
			推荐级配 SRX-19	推荐级配 SRX-25	推荐级配 SRX-25 (Q)	推荐级配 SRX-30
筛孔尺寸 (mm)	37.5					100
	31.5			100	100	90~100
	26.5	100		90~100	90~100	79~95
	19.0	82~86		60~80	75~95	60~85
	16.0	73~79		48~68	66~88	53~80
	13.2	65~72		42~62	59~82	48~74
	9.5	53~62		32~52	46~71	40~65
	4.75	35~45		20~40	30~55	25~50
	2.36	22~31		15~32	18~40	18~40
	0.6	13~22		10~25	9~25	9~25
	0.3	8~15		8~18	6~20	6~20
	0.075	5~10		5~14	0~7	0~7
液限 (%)	/	<28		<28		
塑性指数	/	潮湿多雨地区塑性指数宜<6, 其它地区塑性指数宜<9。				

5.5 目标配合比设计要求

5.5.1 应根据当地材料的特点，通过原材料性能的试验评定，并结合道路与交通等级及结构设计要求，确定混合料配合比设计的技术标准。

5.5.2 在目标配合比设计中，应选择不少于 5 个聚合物剂量，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。

5.5.3 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，验证不同聚合物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。配合比设计时，水基路用聚合物稳定碎石的聚合物剂量推荐范围为 0.4~0.7%。

5.5.4 对水基路用聚合物稳定结构层早期强度要求高或遇有潮湿降雨量大时，需外加水泥的掺量为 1%。

5.5.5 可根据当地材料特点和技术要求，优化设计混合料级配，确定目标级配曲线和合理的变化范围。

5.5.6 在配合比设计试验中，应将各档石料筛分成单一粒径的规格逐档配料，并按相关的试验规程操作，保证每组试验的样本量。

5.5.7 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。

5.5.8 应按下列步骤合成目标级配曲线并进行性能验证，水基聚合物稳定碎石基层混合料配合比设计流程如图 5.5.8 所示。

1 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。

2 根据合成级配进行混合料重型击实试验和 CBR 及贯入强度试验, 验证混合料性能。

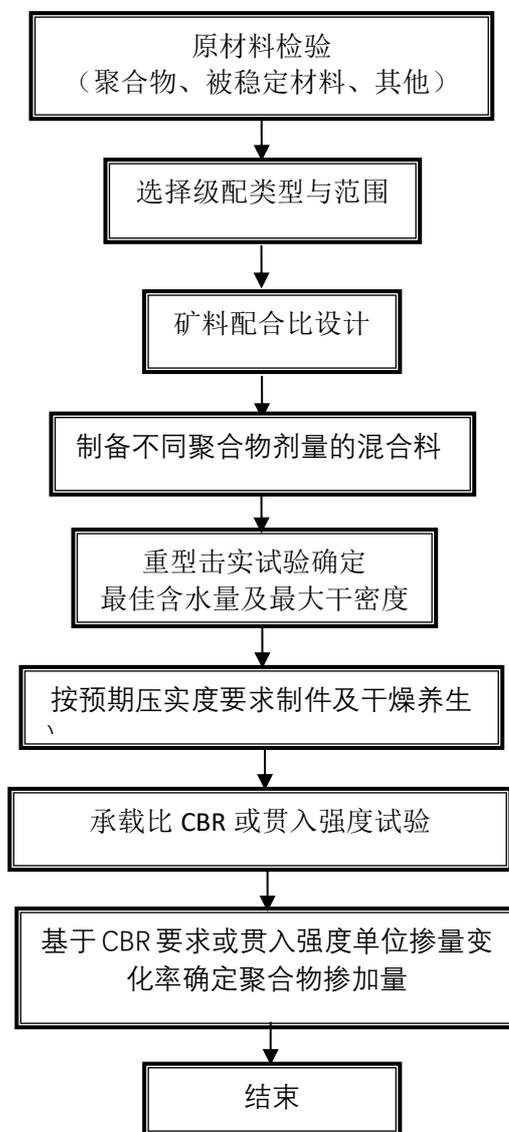


图 5.5.8 水基聚合物稳定碎石混合料配合比设计流程

5.6 水基路用聚合物稳定碎石生产配合比设计技术要求

5.6.1 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。

5.6.2 拌和设备的调试和标定应包括料斗称量精度的标定、结合料剂量的标定和拌和设备掺加稀释聚合物量及加水量的控制等内容,并应符合下列规定:

- 1 绘制不少于 5 个点的聚合物剂量标定曲线。
- 2 按各档材料的比例关系,设定相应的称量装置,调整拌和设备各个料仓的进料速度。
- 3 按设定好的施工参数进行第一阶段试生产,验证生产级配。不满足要求时,应进一步调整施工参数。

5.6.3 应在第一阶段试生产试验的基础上进行第二阶段试验。分别按不同聚合物剂量和含水率进行混合料试拌,并取样、试验。试验应符合下列规定:

- 1 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。
- 2 通过混合料中实际聚合物剂量的测定,确定施工过程中聚合物掺加的相关技术参数。
- 3 通过击实试验,确定聚合物剂量变化、含水率变化对混合料最大干密度的影响。
- 4 通过 CBR 及贯入强度试验,确定材料的实际强度水平和拌和工艺的变异水平。

5.6.4 混合料生产参数的确定应包括聚合物剂量、含水率和最大干密度等指标,并应符合下列规定:

- 1 工地实际采用的聚合物剂量宜比室内试验确定的剂量多 0.05~0.1 个百分点。采用集中厂拌法施工时宜增加 0.05 个百分点;采用路拌法施工时宜增加 0.1 个百分点。
- 2 以配合比设计的结果为依据,综合考虑施工过程的气候条件,含水率可增加 0.5-1.5 个百分点。
- 3 最大干密度应以最终合成级配击实试验的结果为标准。

6 施工阶段与要求

6.1 一般规定

6.1.1 水基路用聚合物稳定碎石基层宜在春末和气温较高季节组织施工。施工期的日最低气温应在 0°C 以上,在有冰冻的地区,并应在第1次重冰冻($-3\sim-5^{\circ}\text{C}$)到来之前半个月到一个月完成。

6.1.2 水基路用聚合物稳定碎石基层应自然干燥养生,不得冒雨施工,雨季施工或因故中断

施工时，必须将施工层表面及时修理平整并压实，未压实部分要进行覆盖。

6.1.3 水基路用聚合物稳定碎石施工过程中，作业面应做成 2%~4%的排水横坡，确保及时排除积水。当地下水位较高时，应采取疏导、堵截、隔离等工程措施。

6.1.4 对于中、轻交通等级道路，水基路用聚合物稳定碎石基层可以采用路拌法施工。对于重及以上等级交通道路，应采用专用拌和机或使用集中拌和法制备混合料，有条件时应采用摊铺机摊铺。

6.1.5 在水基路用聚合物稳定碎石基层施工前，应铺筑不小于 200m 试验段，确定以下主要试验项目：

- (1) 用于施工的集料配合比例。
- (2) 材料的松铺系数。
- (3) 确定标准施工方法：
 - ① 集料数量的控制；
 - ② 集料摊铺方法和适用机具；
 - ③ 合适的拌和机械、拌和方法、拌和深度和拌和遍数；
 - ④ 集料含水量的增加和控制方法；
 - ⑤ 整平和整形的合适机具和方法；
 - ⑥ 压实机械的选择和组合，压实的顺序、速度和遍数；
 - ⑦ 拌和、运输、摊铺和碾压机械的协调和配合；
 - ⑧ 密实度的检查方法，初定每一作业段的最小检查数量。
- (4) 确定每一作业段的适宜长度。
- (5) 确定一次铺筑的适宜厚度。

6.2 施工前准备

6.2.1 料场已做过检测的粗细集料，其检测报告数据可以采纳，细料需重新进行液塑性指标检测。

6.2.2 到场水基路用聚合物原液必须密封无泄漏，用水稀释后方可使用。聚合物原液与水的稀释比例宜为聚合物原液：水=1：2~3。

6.2.3 应配备足够的拌和、运输、摊铺和压实设备，根据工程量进行设备选型、匹配和协调。；

6.3 水基路用聚合物稳定碎石拌和与运输

6.3.1 应采用产量大于 400t/h、具有四个进料仓的无机料拌和站进行混合料厂拌。拌料前需对拌和机进行试拌校核，检查产量以及聚合物添加量是否满足要求。

6.3.2 将各档集料分仓装料，按照配合比调整各仓用量进行混拌，配料计量应准确。不同粒级的碎石和石屑等集料应隔离，分别堆放，分别添加。

6.3.3 混合料应搅拌均匀，拌和后混和料颜色一致。出现大骨料和细料断缺情况需及时处理，出现粗细颗粒离析现象时应复拌。

6.3.4 在混合料出厂前检测每批料的实际含水量，严格按最佳含水量调整和控制。气温高、天气干燥、风大运距长等情况下应适当增加含水量，宜在最佳含水量基础上增加 1%；若混合料含水量过大，需进行晾晒处理。

6.3.5 水基路用聚合物应先稀释后混拌，稀释与混拌不得同时进行，严禁用水基路用聚合物原液直接混拌。

6.3.6 拌合过程中根据出料运输量和施工场所铺面积，随时分批检查拌和量与摊铺量的对应情况，若出现明显偏差应立即查明原因及时处理。每批聚合物材料用完必须与现场摊铺用量进行总量校核。

6.3.7 宜配备自卸汽车和装载机进行混合料装运，运输车辆应密封或覆盖，运输车从拌和机出料斗装料时，应采取错位分次装料的方式。

6.3.8 混合料运抵施工现场，进行静置、闷料处理后方可进行摊铺压实。密封静置、闷料的时间（包含运输在途时间）要求不低于 1 小时。

6.4 下承层准备

6.4.1 水基路用聚合物稳定碎石层的下承层应满足相应施工技术要求，凡检验不合格的下承层部位，必须采取措施处理，方可铺筑水基路用聚合物稳定碎石基层。水基路用聚合物稳定碎石基层铺筑前，下承层含水量不应大 1.5%。

6.4.2 应在水基路用聚合物稳定碎石基层铺筑前路侧设置路缘石、挡墙等稳定侧向支承，侧向支承宜采用混凝土、预制水泥构件或天然石材等材料。水基路用聚合物层摊铺碾压之后设置路缘结构时，应及时夯实回填料，回填料宜为水泥稳定材料或水泥混凝土，不得使用素土、废料和石灰土回填。

6.5 水基路用聚合物稳定碎石的摊铺

6.5.1 宜采用摊铺机摊铺施工，条件受限时也可利用推土机、平地机配合人工进行摊铺。应将混合料均匀地摊铺在预定的宽度上，表面应平整、无离析，并满足规定的路拱要求。

6.5.2 根据摊铺厚度和松铺系数确定混合料总量（松铺系数可通过试验段验证确定，一般人工摊铺时松铺系数约为 1.40~1.50；机械摊铺混合料时松铺系数约为 1.28~1.35）。

6.5.3 不宜设置纵向接缝，否则纵缝应垂直相接，不应斜接。横向工作缝处的新铺料应与

预留段材料混拌后再进行整形压实。

6.5.4 拌和后未经碾压的混合料，在遮盖保湿自然堆放情况下存放，存放时间不宜超过 48 小时，掺加水泥的混合料存放时间不宜超过 10 个小时。

6.5.5 应安排专人在摊铺机后检查，及时消除粗细集料离析现象。对于粗集料“窝”、“带”，应添加细集料，并拌和均匀；对于细集料集中处，应添加粗集料，并拌和均匀。当采用人工整型、调整高程时，应将混合料铺平后，使用拱板或拉线处理，再用钢轮压路机初压 1~2 遍后进行第二次整型，其间严禁车辆通行。

6.5.6 检查井砌筑完成后，离面层高 400mm 处封盖。铺设水基路用聚合物稳定碎石结构层时，可将混合料直接掩埋井口，摊铺压实。检查井口原位清挖直径不宜超过砌体外径，随后安放检查井的上部结构，并采用水泥混凝土固定或回填聚合物混合料强夯压实，施工高度至水基路用聚合物稳定碎石层顶面。

水基路用聚合物稳定碎石基层施工后的管线开挖时，应将管槽壁开挖为不陡于 1:0.3 的坡面，以 1:20 稀释聚合物水溶液喷洒坡面后，采用水基路用聚合物稳定碎石分层回填压实，压实度应达到 98%。

6.5.7 雨季施工时，除严格控制混合料含水量外，降雨前摊铺的混合料应压实完毕或苫布覆盖，雨后排除积水，降雨时应停止施工。

6.6 水基路用聚合物稳定碎石的压实

6.6.1 水基路用聚合物稳定碎石的压实采用初压、复压、终压、补压的方式分阶段进行，宜全幅一次性完成，保证均匀不漏压，压实过程应遵循先慢后快、先静后振，先低后高、轮迹重叠的原则。

6.6.2 应采用 20 吨以上单钢轮振动压路机配合 20 吨以上胶轮压路机和 13 吨以上双钢轮压路机进行压实，并配备小型钢轮压路机做路缘边部处理。

6.6.3 控制在最佳含水量时下进行碾压。在压实过程中应随时检查并处理软弹、起皮、推挤、波浪及裂纹等问题。

6.6.4 压实后安装路缘石时，聚合物稳定碎石混合料摊铺碾压宽度应超出路缘石位置 20cm，路缘处应强夯加固。

6.6.5 碾压作业段长度宜为 60~80m，碾压遍数不少于 6 遍，并使表面无明显轮迹（轮迹 <5mm）。振动压路机采用高频低幅振动方式，前进静压后退振动。先强振 2~3 遍，终压弱振 1~2 遍，胶轮压路机碾压至表面松动集料全部嵌入基层，两侧路缘带宜多压 2~3 遍。

6.6.6 施工压实度控制不得低于 98%，采用灌砂法及时检测现场密度，或控制压路机轮迹不大于 5mm。

6.6.7 应在压实层水分挥发后进行补压，间隔时间可根据当地气候和水分挥发情况而定，宜在压实后 24 小时后且含水量 $>3.5\%$ 时应进行补压，补压时强震两遍、静压两遍找平处理。

6.7 水基路用聚合物稳定碎石的养生与开放交通

6.7.1 水基路用聚合物稳定碎石基层养生期间无需洒水。

6.7.2 水基路用聚合物稳定碎石基层养生期间应封闭交通，宜在水基路用聚合物稳定碎石基层表面干燥（经检查混合料含水量 $\leq 1.6\%$ ）时喷洒透层油。当气温低于 10°C 、遇有大风或即将降雨时暂停施工透层油。

无法封闭交通路段，应限制车辆荷载和交通量，并撒布粗砂或石屑保护层，保护层厚度不宜超过 5mm ，撒布后采用压路机静压一遍，当开放交通或淋雨后路面出现的表面松散和轻微坑槽时应及时用水基路用聚合物稳定碎石进行修补。面层铺筑前应彻底清扫表面浮粒，清除后再喷洒透层油。

6.7.3 具备连续晴天条件下养生时间应达到 10 天以上，待表面干燥并确认现场取样测定混合料 CBR 值及贯入强度满足要求后，方可进行沥青面层施工。

7 施工质量管理与检查验收

7.1 一般规定

7.1.1 二级和二级以上公路工程应按本章质量管理及检查验收内容和要求执行，其他等级公路工程可参照执行。

7.1.2 质量管理包括所用材料的标准试验、施工过程中的质量管理和工序检查验收。

7.1.3 应建立健全工程试验、质量检查以及工序交接验收等管理制度。试验、检测、验收过程应做到原始记录齐全、数据准确、资料完整。

7.1.4 施工单位应设有具备进行所要求试验检测项目条件的试验室和现场检测设备、人员。

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，必须进行处理，使其达到要求。

7.2 施工前材料试验检验

水基路用聚合物稳定碎石施工所需原材料应在使用前进行试验检测，水基路用聚合物及其他原材料检测项目与方法按本规程相应要求进行。聚合物的试验检测频率为 2 次/批成品；其他原材料试验检测频率为每种料源及每 2000m^3 检测 2 个样品。

7.3 施工中的质量管理与检查

7.3.1 水基路用聚合物稳定碎石施工过程中的质量管理包括外形尺寸的检查以及质量控制和检查。

7.3.2 外形尺寸检查项目、频度和质量标准应符合表 7.3.1 要求。

7.3.3 质量控制的项目、频度和质量标准应符合表 7.3.2 和 7.3.3 的要求。

表 7.3.1 外形尺寸检查项目、频度和质量标准

工程类别	项目		频度	质量标准	
				高速公路 一级公路	一般公路
基层	纵断高程 (mm)		二级及二级以下公路每20m1点；高速公路和一级公路每20m1个断面，每个断面3-5点	+5- -10	+5- -15
	厚度 (mm)	均值	每1500-2000m ² 6点	≥ -8	≥ -10
		单个值		≥ -10	≥ -20
	宽度		每40m1处	> 0	> 0
	横坡度		每100m3处	± 0.3	± 0.5
	平整度		每200m ² 处，每处连续10尺 (3m直尺)	≤ 8	≤ 12
连续式平整度仪的标准差 (mm)			≤ 3.0	-	
底基层	纵断高程		二级及二级以下公路每20m1点；高速公路和一级公路每20m1个断面，每个断面3-5点	+5- -15	+5- -20
	厚度 (mm)	均值	每1500-2000m ² 6点	≥ -10	≥ -12
		单个值		≥ -25	≥ -30
	宽度		每40m1处	> 0	> 0
横坡度		每100m3处	± 0.3	± 0.5	

	平整度	每200m ² 处，每处连续10尺 (3m直尺)	≤ 12	≤ 15
--	-----	--	------	------

表 7.3.2 施工过程中拌合场质量控制关键内容

项次	项目	内容	频度	质量标准
1	原材料抽检	聚合物质量	每批次	本规程4.1
		粗、细集料品质	异常时，随时试验	本规程4.4及4.5
		粗、细集料规格	异常时，随时试验	本规程4.4及4.5
2	混合料抽检	混合料级配	每2000m ² 1次	本规程5.4
		聚合物剂量 (通过混合料强度指标 反馈)	每2000m ² 1次	本规程5.2
		含水率	每2000m ² 1次	最佳含水量+1~2%

表7.3.3施工过程中现场质量控制关键内容

项次	项目	内容	频度	质量标准
1	摊铺目测	均匀性	随时	无离析
		粗估含水率	随时	正常
2	碾压目测	压实机械	随时	满足要求
		碾压组合、次数	随时	合理
3	压实度检测	含水率	每一作业段及2000m ² 检查6次以上	≥98%
		干密度		
4	残余含水率	自然养生完成后	每一作业段检查4点	≤1.6%

7.4 交工验收

7.4.1 交工验收阶段质量检查验收内容包括工程竣工后的外形和工程质量，如表 7.4.1。

表 7.4.1 水基路用聚合物稳定碎石施工现场验收项目表

结构层	项目	标准值	时间安排	备注
水基路用 聚合物 稳定碎 石 基层	CBR 值	按本规程 5.2.4 及 5.3.3 规定	施工前进行配合比设计阶段 (对应压实度 98%)	配合比设计验证。
		按本规程 5.2.4 及 5.3.3 规定	施工现场混合料取样抽检测定 CBR 值 (对应压实度 98%)	现场混合料控制
	弯沉	按设计值	养生完成后	符合设计要求
	贯入强度	按本规程 5.2.4 及 5.3.3 规定	铺筑面层前	符合设计要求
	压实度 (灌沙法)	≥98%	基层铺筑后 3 天内	摊铺碾压后检测, 水分过高时, 可挥发 1-2 天后再追加碾压检测
	厚度	符合设计	施工过程中 摊铺面层前	符合设计要求
	平整度	相关规范要求		未封闭交通时需适当修整
	养生条件 (残余含水率)	≤1.6%	养生完成 沥青铺筑前	

7.4.2 判定路面结构整体质量时, 以 1km 长的路段或 1 个工作日完成的作业段为评定单位。

7.4.3 竣工工程外形的检查项目、频度和质量标准值应符合设计、国家相关标准以及行业标准的要求。

7.4.4 施工过程控制的检查判定, 作为交工验收的必要补充。

附录

附录1：加州承载比CBR成型试件和试验方法

参考 JTG3430-2020《公路土工试验过程》 T0134-2019

附录 2：贯入强度成型试件和试验说明

参考 JTG D50-2007《公路沥青路面设计规范》附录 F

附录 3：挥发性和活性液体运动粘度的标准试验方法

参考 ASTM D4486-91

本规程用词用语说明

1 本规程执行严格程度的用词，采用下列写法：

- 1) 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”；
- 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词，正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
- 3) 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”或“可”，反面词采用“不宜”；
- 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 引用标准的用语采用下列写法：

- 1) 在标准总则中表述与相关标准的关系时，采用“除应符合本规程的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定”；
- 2) 在标准条文及其他规定中，引用的标准为国家标准和行业标准时，表述为“应符合（X X X X X } （ X . < X ） 的有关规定”；
- 3) 引用本标准中的其他规定时，表述为“应符合本规程第 x 章的有关规定”、“应符合 本规程第 X. X 节的有关规定”、“应符合本规程第 X. X. X 条的有关规定”或“应按本规程第 X.X.X 条的有关规定执行”。