

公路工程施工标准化指南系列

高速公路施工标准化技术指南

第三分册 路面工程

交通运输部公路局

2012 年 12 月

人民交通出版社

目 录

1	总则	1
2	施工准备	3
2.1	一般规定	3
2.2	技术准备	3
2.3	机械准备	4
2.4	试验检测仪器准备	7
2.5	料场及材料准备	9
2.6	下承层验收与准备	9
3	石料开采、集料加工与储运	12
3.1	一般规定	12
3.2	石料开采	12
3.3	集料加工	13
3.4	集料储运	13
3.5	质量控制	14
4	垫层	15
4.1	一般规定	15
4.2	级配碎石	15
4.3	天然砂砾	24
5	底基层	29
5.1	一般规定	29
5.2	石灰、粉煤灰稳定土	29

6	基层	37
6.1	一般规定	37
6.2	密级配沥青碎石	39
6.3	水泥稳定碎（砾）石	48
6.4	石灰、粉煤灰稳定碎石	59
7	透层、下封层、黏层	69
7.1	一般规定	69
7.2	透层	70
7.3	下封层	72
7.4	黏层	76
8	热拌沥青混合料面层	77
8.1	一般规定	77
8.2	施工准备	78
8.3	材料要求	79
8.4	混合料配合比设计	82
8.5	试验段施工	87
8.6	施工要点	88
8.7	质量控制	98
9	水泥混凝土面层	101
9.1	一般规定	101
9.2	施工准备	102
9.3	材料要求	103

9.4 配合比设计	106
9.5 试验段施工	108
9.6 施工要点	109
9.7 质量控制	126
10 水泥混凝土桥面沥青铺装层	126
10.1 一般规定	126
10.2 桥面板处理	127
10.3 桥面防水黏结层施工	130
10.4 桥面沥青铺装层施工	133
11 隧道路面	135
11.1 一般规定	135
11.2 水泥混凝土隧道路面	136
11.3 复合式隧道路面	142
12 安全生产与文明施工	144
12.1 一般规定	144
12.2 安全生产	145
12.3 文明施工	150
附录 A 密级配沥青混合料马歇尔配合比设计方法	151
A.1 一般规定	151
A.3 AC-25 沥青混合料目标配合比设计实例	161
附录 B 密级配沥青混合料 Superpave 配合比设计方法	165
B.1 一般规定	165

B.2 沥青混合料 Superpave 配合比设计步骤	165
B.3 Superpave - 20 目标配合比设计实例	167
附录 C 开级配 OGFC 混合料配合比设计方法	174
C.1 一般规定	174
C.2 沥青混合料 OGFC 配合比设计步骤	174
附录 D 断级配 SMA 沥青混合料配合比设计方法	177
D.1 一般规定	177
D.2 SMA 沥青混合料配合比设计步骤	177
D.3 SMA-13 沥青混合料目标配合比设计实例	181
附录 E 路面试铺总结编写要求	186
E.1 沥青路面垫层、底基层、基层试铺总结编写要求	186
E.2 沥青路面面层试铺总结编写要求	188
E.3 水泥混凝土路面面层试铺总结编写要求	191
附录 F 沥青路面施工质量能力认证的实施和分析	193
F.1 目的与范围	193
F.2 参考文件	194
F.3 意义	194
F.4 实施	194
F.5 试验结果评价	195
F.6 报告	195
附录 G 沥青路面施工工序总体流程图	196

1 总则

1.0.1 为规范高速公路路面工程施工，提高管理水平，保证施工质量安全，防治路面施工中常见的质量通病，结合全国高速公路路面施工的实际情况，编制本指南。

1.0.2 本指南依据国家、交通运输部等工程建设主管部门发布的与路面工程相关的文件、标准、规范、规程和技术指南及行业内采取的成熟和先进的施工工艺、工法、技术和管理办法编制。

1.0.3 本指南适用于新建、改(扩)建高速公路项目的路面工程，一级公路、高速公路的大中修工程及其他等级公路可参照执行。

1.0.4 路面施工必须严格遵守国家和行业的安全生产法律、法规，积极改善施工条件，制定切实可行的施工方案和安全生产措施，确保施工人员的安全和作业人员的身体健康。

1.0.5 路面施工必须符合国家环境和生态保护的规定。

1.0.6 科学的施工组织和工期安排是确保沥青路面质量的重要保障，路面工程工期必须服从于质量、施工环境温度、材料准备等相关要求，不得随意提前。

1.0.7 路面工程施工应实行路面施工单位责任制，严格按照路面施工标准化指南进行以防止路面层间污染，推行沥青路面施工“零污染”，提高路面耐久性。

1.0.8 路面各结构层正式施工前均应铺筑试验段，并根据试验段总结指导后续施工。

1.0.9 路面施工应推广成熟、先进的施工工艺和工法，积极而慎

重地应用新技术、新工艺、新材料，注重节能减排和材料的再生利用，提高路面施工管理和技术水平。

1.0.10 路面施工除应符合本指南外，尚应符合国家颁布的现行有关标准、规范的规定。

2 施工准备

2.1 一般规定

2.1.1 承包人进场后，应结合工程的主要特点，调查沿线料源分布和交通条件，落实项目经理、混合料拌和场的具体位置及平面布置等工作，经批准后再开展场地建设。

2.1.2 项目经理部、料场、拌和场建设标准应符合招标文件和《高速公路施工标准化技术指南 第一分册 工地建设》要求。

2.1.3 承包人应按合同文件要求组织人员、设备进场，以满足施工要求。

2.1.4 承包人必须建立施工质量保证体系，推行全面质量管理、ISO9002 质量管理体系，制定和完善质量要求，明确质量责任及考核办法，建立质量责任人档案，落实质量责任制。

2.1.5 路面工程施工前，应做好路基、桥梁及隧道工程等的验收和移交工作，并办理相应书面手续；路面工程施工期间，每一结构层施工前，应对其下承层和路基进行检查，合格后方可进行该结构层施工。

2.1.6 高速公路不宜采用路拌法施工。

2.2 技术准备

2.2.1 路面工程开工前，应做好设计文件交底工作；监理单位、承包人应对设计文件进行审核。对设计中存在的问题及建议，应及时以书面形式提请设计单位答复。

2.2.2 应建立符合要求的工地试验室；工地试验室建成后应向有

关部门履行备案手续。在正式开工前，应于相关试验检测机构，做好沥青、集料、混合料等原材料、成品料的实验对比工作，具体可参见本指南附录 F。

2.2.3 承包人进驻工地后，应按规定对路线的导线点及水准点进行复试，并根据需要进行相应测点的加密。

2.2.4 应编制详细的施工组织设计。承包人应在签订协议后 28d 内完成施工组织设计的编制工作。施工组织设计的主要内容应包括：工程概况、编制依据、施工部署和施工方案、施工进度计划、施工平面图、主要技术经济指标等。

2.2.5 承包人应在开工准备工作就绪后，编制完整的“总体开工报告”。其内容应包括：施工准备、施工组织设计、实验室建设、进度设计（含人员、材料、机械及试验检测仪器进场情况）、质保体系、安全体系的建立情况等。各分项工程开工前，也须编制“分项开工报告”。

2.2.6 在正式施工前，承包人应对所有参加施工人员分层次组织技术培训和交底。培训内容应包括：施工工艺、质量监控、安全措施、环境保护等。

2.3 机械准备

2.3.1 工程施工机械设备必须类型齐全、配套完整，并满足施工质量、进度、安全等要求。

2.3.2 承包人在投标文件中承诺的施工机械设备进场计划，必须严格执行。

2.3.3 路面主要结构层类型的机械设备配置应不低于表 2.3.3 要求，表中未列出的结构层类型参照执行。

机械设备配置 表

2.3.3

结构层类型		机械设备名称	单位	数量	备 注
垫层	级配碎石	拌和机（400t/h）	台	1	
		摊铺机	台	2	性能一致
		双钢轮振动压路机（11t 以上）	台	3	
		单钢轮振动压路机（20t 以上）	台	2	
		轮胎压路机（25t 以上）	台	2	
		自卸汽车（15t 以上）	辆	不少于 15	
	天然砂砾	推土机	台	2	
		平地机	台	2	
		装载机	台	2	
		单钢轮振动压路机（20t 以上）	台	2	
		轮胎压路机（25t 以上）	台	2	
		自卸汽车（15t 以上）	辆	不少于 15	
底基层	水泥稳定碎石、石灰稳定土、二灰稳定土	路拌机/拌和机（400t）以上	台	2/1	
		平地机	台	1	
		推土机	台	1	
		三轮压路机（18~20t）	台	2	
		单钢轮振动压路机（20t 以上）	台	2	
		轮胎压路机（25t 以上）	台	1	
		自卸汽车（15t 以上）	辆	不少于 15	
基层	水泥稳定碎石（砾石）	拌和机（400t/h）	台	1	
		摊铺机	台	2	性能一致
		单钢轮振动压路机（18t 以上）	台	不少于 2	

		单钢轮振动压路机（20t 以上）	台	不少于 2	
		轮胎压路机（25t 以上）	台	不少于 2	
		自卸汽车（15t 以上）	辆	不少于 15	
面层	热拌沥青混合料	间歇式沥青拌和设备（3000 型以上）	台	1	应配备混合料生产质量动态监控仪
		摊铺机	台	2	性能一致
		双钢轮振动压路机（11t 以上）	台	不少于 3	宜配置间隔式喷水装置
		轮胎压路机（25t 以上）	台	不少于 3	
		自卸汽车（15t 以上）	辆	不少于 15	
	水泥混凝土面层	间歇式拌和设备	台	1	
		滑模摊铺机	台	1	
		三辊轴机组	台	1	根据需要
		硬刻槽机	台	1	
		机动翻斗车	台	不少于 3	
		排式振捣机	台	1	
		平板振捣器（不小于 2.2kW）	台	1	
		插入式振捣器（不小于 1.1kW）	台	1	
		振捣整平梁（不小于 1.1kW）	台	2	
		提浆滚杠	台	不少于 2	
		抹面机（叶片式或圆盘式）	台	1	
桥面铺装层	桥面板处 理、桥面防水黏结构	抛丸机或机械凿毛设备	台	2	
		智能型沥青洒布车	台	1	
		集料撒布机	台	1	
		装载机	台	2	

注：①底基层天然砂砾要求同垫层天然砂砾。

②低剂量水泥稳定碎石底基层、二灰碎石基层机械设备要求同水泥稳定碎（砾）石基础。

③沥青碎石基层机械设备，按照热拌沥青材料混合料要求执行。

④面层热拌沥青混合料类型为 SMA 类时，双钢轮压路机配置为不少于 5 台，不采用轮胎压路机。

⑤下封层施工，需配备智能型沥青洒布车、集料撒布机各一台，或配备沥青洒布、集料撒布一体机一

台；透层、黏层施工配备智能型沥青洒布车一台。

⑥机械设备要求为双向四车道高速公路，一个工作面所配置；对于双向六车道及以上高速公路应增加设备配置。

2.4 试验检测仪器准备

2.4.1 路面工程承包人在正式开工前，需配备性能良好、精度符合规定的质量检测仪器，并配备足够的易损部件。

2.4.2 主要检测试验仪器配置不低于表 2.4.2 要求。

实验仪器配置 表 2.4.2

结构层类型	实验仪器名称	数量	备注
垫层、底基层、基层	水泥胶砂振动台	1 台	ISO 法
	水泥凝结时间测定仪	1 台	
	水泥比表面积测定仪	1 台	
	安定性检验仪	1 台	
	水泥、石灰剂量测定仪	1 套	
	石灰有效钙和氧化镁含量测定设备	1 套	
	重型击实仪	1 台	二者取一，应优先采用振动成型仪
	振动成型仪	1 台	
	恒温烘箱	1 台	
	抗压试件设备与抗压强度测定设备	1 套	
	标准养护室	1 间	
	脱模器	1 台	
	标准养护设备	1 台	
	灌砂筒等压实度测定设备	1 套	
	标准筛	1 套	
	土液、塑限联合测定仪	1 台	

	压碎值仪	1 台	
	针片状测定仪器	1 台	
	大马歇尔击实仪	1 台	选择配置
	大马歇尔试模	10 只	选择配置；不少于
	大马歇尔稳定度试验仪	1 台	选择配置
热板沥青混合料面层	针入度仪	1 台	
	延度仪	1 台	
	软化点仪	1 台	
	实验室用沥青混合料搅拌机	1 台	
	脱模器	1 台	
	马歇尔试件击实仪	1 台	
	沥青混合料马歇尔试验仪	1 台	
	旋转压实仪	1 台	根据需要
	沥青混合料抽提仪或沥青含量测定仪（燃烧法）	1 台	
	沥青路面用标准筛	1 套	
	压碎值仪	1	
	烘箱	至少 2 台	
	试模	12 只	
	温度计	2 只	二级精度
	恒温水浴	1 台	
	低温试验箱	1 台	
	路面取芯机	1 台	
	路面平整度仪	1 台	
	最大理论密度仪	1 台	
	砂当量仪	1 台	
	渗水仪	1 台	
水泥混凝土面层	万能试验机	1 台	
	混合式气压法含气量测定仪	1 台	

	小型混凝土搅和机	1 台	
	振动台	1 台	
	坍落台	1 台	

注：①大马歇尔击实仪、大马歇尔试模、大马歇尔稳定度试验仪为采用沥青碎石基层配备。

②旋转压实仪为采用 Superpave 路面配备。

③有条件地区，也可配置压实度无损检测设备。

2.5 料场及材料准备

2.5.1 料场、拌和场建设标准按照《高速公路施工标准化记住指南第一分册工地建设》执行。

2.5.2 路面施工前，应做好石灰、粉煤灰、水泥、沥青、集料等各项材料的采购，并根据工程进度，保证材料供应。

2.5.3 各路面结构层正式施工前，材料储量应满足连续施工需要，其中基层集料满足 5~7d 的用量要求，面层集料应达到该结构层所需总量的 20%以上。

2.6 下承层验收与准备

2.6.1 路基、桥梁及隧道工程验收

(1) 当路面工程与路基、桥梁或隧道工程由不同承包人承担施工时，路面施工承包人应参加业主与监理组织的路基、桥梁与隧道工程的验收；验收合格后须办理移交手续。

(2) 路基、桥梁、隧道验收应按照设计及规范要求，执行现行《公路工程质量检验评定标准》（土建工程）。桥梁工程验收应重点检查 水泥混凝土铺装层（或整体化层）纵断高程及横坡度、通信管道预埋件、水泥混凝土铺装层（或整体化层）表面裂缝和桥面排水系统；隧道工程验收应重点检查整平层、通信管道预埋件、混凝土

基层、连续配筋混凝土层。

(3) 软基处理段应检查连续两个月沉降量是否符合设计要求。

2.6.2 路面工程作业面准备

1) 垫层、底基层作业面准备

(1) 路基外形检查。外形检查内容包括：高程、中线偏位、宽度、横坡度和平整度。

(2) 清除路基表面浮土、杂物，宜采用 18t 以上振动压路机进行慢速全幅碾压检验，路基顶面必须平整无坑洼；在碾压过程中吧，如发现土过干，表面松散，应适当洒水，如土过湿，发生“弹簧”现象应进行处理。

(3) 进行中线恢复。直线段每 15~20m 设一个桩，平曲线段每 10~15m 设一个桩，并在两侧路肩边缘外 0.3~0.5m 设指示桩，进行水准测量，标出上覆层边缘的设计高程。

2) 基层作业面准备

(1) 底基层外形检查。底基层外形检查内容包括：高程、中线偏位、宽度、横坡度和平整度。

(2) 底基层缺陷检查和修复。

(3) 用硬扫帚和鼓风机将下承层浮浆及杂物清理干净。

3) 透层、下封层作业面准备

(1) 基层外形检查。基层外形检查内容包括：高程、中线偏位、宽度、横坡度和平整度。

(2) 基层缺陷检查和修复：水泥稳定碎（砾）石和二灰碎石基层

分别在 7~10d 和 20~28d 龄期内应能取出完整的芯样；若取不出完整芯样，应进行返工处理。

4) 黏层作业面准备

(1) 按相关规定对中、下面层的外观质量与内在质量进行全面检查，对局部质量缺陷（如严重离析和开裂、油污染等）进行修复。

(2) 对中、下面层表面的污染物必须清扫干净，必要时用水冲刷；对于局部被水泥等杂物污染冲刷不掉的，应用人工将表面水泥砂浆凿除。

5) 沥青面层作业面准备

(1) 检查下封层完整性。对已成型的下封层，用硬物刺破后应与基层表面相黏结，以不能成片被撕开为合格。下封层表面浮动矿料应扫至路面以外，表面杂物应清扫干净。

(2) 在进行中、上面层施工前，应检查黏层洒布情况，如出现多洒、少洒和漏洒等缺陷，应进行处理：

(3) 检查桥面防水黏结层。对局部外露和两侧宽度不足部分应按施工要求进行补洒。

6) 桥面防水黏结层作业面准备

水泥混凝土桥面板表面应平整、粗糙，采用喷砂抛丸、精铣刨设备或人工凿除水泥混凝土浮浆、污染物、灰尘等，用硬扫帚和鼓风机将下承层浮灰及杂物清理干净。

3 石料开采、集料加工与储运

3.1 一般规定

3.1.1 本章适用于自行开采石料与集料加工。若直接采购成品集料，可按本章要求对石料开采、集料加工过程进行检查与验收。

3.1.2 石料开采、集料加工与储运等过程应符合国家环境保护、安全等规定；石料开采应取得相关主管部门的行政许可。

3.1.3 不同岩性、不同料源的石料不得混杂开采、加工；不同宕口、不同岩性、不同规格的集料不得混堆、混运。

3.1.4 雨雪天不得进行集料加工。

3.2 石料开采

3.2.1 应根据岩石性能、储量、允许年开采量、运输条件，选择满足工程需求的宕口。

3.2.2 石料的岩性（密度）、强度、吸水率等应符合路面施工的技术要求。

3.2.3 爆破作业应取得当地相关部门的批准，特殊工种人员应持证上岗。炸药运输、储存和使用方法应符合现行《爆破安全规程》及危险品管理的相关规定。

3.2.4 对岩体断面上存在的表层植被、覆盖土、软弱夹层、风化石层等应及时清理。

3.2.5 石料装运过程中，严禁泥土、风化石、树皮、草根等杂物混入。

3.2.6 宜建立专门的石料分拣堆放场地，并进行场地硬化处理。

3.3 集料加工

3.3.1 集料加工生产能力应满足工程需要。集料生产设备包括二次或二次以上破碎方式的碎石生产线（其中至少有一次采用反击式或圆锥式破碎方式）、除尘设备、振动喂料机和三层以上的振动筛。

3.3.2 集料首次破碎宜采用颚式破碎机；二次破碎宜采用反击式破碎机；如集料针片状含量偏高，可采用冲击式或圆锥式破碎机整形。

3.3.3 采用振动喂料机对进入破碎机的石料进行最后一次筛选，筛除石料中泥土等不适宜材料。

3.3.4 集料加工的规格应满足路面结构层要求。振动筛的筛网尺寸根据生产需要进行确定，并定期检查；不符合要求应及时更换。

图 3.3.5 粗集料水洗装置

3.3.5 沥青面层用集料，应严格控制各规格料中的粉尘含量，在二次破碎生产线、振动筛上均应安装除尘装置。若采用水洗法除尘，应在适当位置设置沉淀池。集料水洗装置见图 3.3.5。

3.3.6 在集料加工过程中，应采用洒水设备进行洒水作业，保护环境，以减少扬尘和集料的二次污染。

3.3.7 成品料的下料口处各规格集料必须分开堆放，相互之间采用隔墙分离；严禁不同规格集料之间相互串料。

3.4 集料储运

3.4.1 集料堆放场地应进行硬化；场内运输道路应采用水泥混凝土路面。建设标准应符合《高速公路施工标准化技术指南第一分册工地建设》中的规定。

3.4.2 各规格集料应分开堆放，相互之间应采用隔墙分离，严禁出现串料和混料现象。

3.4.3 在粗集料堆放时，宜按 100—150 的倾角分层堆放。运料车在坡角处紧密卸料，然后由堆土机向高处推平，以减少集料离析；禁止汽车自料堆顶部向下卸料。粗集料堆放见图 3.4.3。

斜坡式分层堆料

坡度不大于 3:1

推土机和运料车

图 3.4.3 粗集料堆放示意图

3.4.4 成品集料运输过程中，应采取覆盖措施，防止二次污染。

3.5 质量控制

3.5.1 在石料开采和集料加工过程中，应有专人进行检查，防止风化石、泥块、杂草等不合适材料进入集料生产线。

3.5.2 集料加工过程中，在每次开机前，应对破碎机、振动筛、除尘器、皮带输送机等设备进行检查，对筛面的完整性、成品集料的粉尘含量进行控制；若发现问题应及时处理。

3.5.3 集料加工过程中，应按要求检查各规格集料的质量；如发现集料质量波动较大，应停止生产，并检查、排除生产设备、工艺等环节存在的问题。

3.5.4 集料加工质量标准按本指南中相关规定执行。

4 垫层

4.1 一般规定

4.1.1 级配碎石混合料施工宜采用集中厂拌、摊铺机摊铺的施工方法；天然砂砾垫层宜采用推土机联合平地机进行铺筑，有条件时也可采用摊铺机进行摊铺。

4.1.2 级配碎石与天然砂砾混合料压实厚度不宜超过 20cm；当设计厚度超过 20cm 时，应分层铺筑，每层最小压实厚度不小于 10cm。

4.1.3 天然砂砾施工时，对主线单幅每一摊铺、碾压的作业段长度宜控制在 50~80m；对匝道路面垫层，每一摊铺、碾压的作业段长度宜控制在 100 ~ 120m。

4.1.4 在正式施工前，必须铺筑试验段，对施工工艺进行总结；试验段的质量检查频率应是正常路段的两倍。

4.1.5 施工期的日最低气温应在 5℃ 以上，严禁雨天施工。

4.1.6 级配碎石用于底基层或基层时，应参照垫层施工工艺施工，同时需满足相应设计文件要求。

4.2 级配碎石

4.2.1 施工准备

(1) 级配碎石施工前的技术、机械、试验检测仪器、料场与材料及作业面等各项准备分别按第 2 章第 2.2~2.6 节执行。

(2) 应对作业面进行检查、清理及修整，确保下卧层表面平整、

密实，具有规定的横坡，无任何松散、软弱和积水等现象。

(3) 施工前应做好放样工作。恢复中线时，每 10m 设一个中桩，并在两侧边缘外设指示桩；桩上应明显标记出该层边缘的设计高度，用白灰画出该层的边缘线。

4.2.2 材料要求

1) 集料

(1) 集料必须清洁，不含有机物、土块、杂物及其他有害物质。

(2) 集料单个颗粒的最大粒径不应超过 37.5mm，可按 19 ~ 37.5mm、9.5~19mm、4.75~9.5mm 及 0~4.75mm 四种规格备料。

2) 水

水应洁净，不含有害物质。来自可疑水源的水应按照现行《公路工程水质分析操作规程》要求进行化验鉴定。

4.2.3 混合料配合比设计

1) 级配碎石混合料应采用重型击实方法进行混合料配合比设计。

2) 级配碎石颗粒组成和塑性指数等应符合现行《公路路面基层施工技术规范》相关要求。

3) 级配碎石 CBR 值应满足设计文件要求，回弹模量应不小于 300MPa。

4) 级配碎石混合料组成设计：

(1) 取实际使用的集料，分别进行筛分，按颗粒组成进行计算，按照现行《公路沥青路面设计规范》或《公路路面基层施工技术规范》的级配范围要求，调整各种矿料比例设计粗、中、细 3 组初试

级配。

(2) 对每种级配选取 5 个含水率进行重型击实试验, 确定级配碎石的最佳含水率及最大干密度。

(3) 在最佳含水率下成型试件, 选取 CBR 值最大者作为设计级配。

4.2.4 试验段施工

1) 试验段应在主线选择经验收合格的下卧层上进行, 长度为 300 - 400m; 采用两种试铺碾压方案, 每一种试铺方案长度为 100 ~ 200m。

2) 试验段决定的主要内容

(1) 施工配合比。调试拌和机, 测量其计量准确性。通过检查混合料含水率、集料级配、CBR 值, 调整拌和方法、拌和时间, 保证混合料的均匀性。

(2) 当需分层铺筑时, 确定每层的合适厚度。

(3) 确定松铺厚度和松铺系数。

(4) 确定标准施工方法, 包括:

①混合料配合比的控制;

②合适的拌和机械、拌和方法 and 拌和时间;

③混合料含水率的调整和控制方法;

④混合料摊铺方法和适用机具, 包括摊铺机行进速度、摊铺厚度控制方式、梯队作业时摊铺机间隔距离等;

⑤压实机械的选择和组合, 压实的顺序、速度和遍数;

⑥拌和、运输、摊铺和碾压机械的协调和配合。

(5) 确定每一作业段的合适长度。

3) 当使用的原材料和混合料、施工机械、施工方法符合要求, 试验段各项检验结果符合规定后, 按本指南附录 E 要求编写试铺总结, 经审批后作为申报正常路段开工的依据。

4) 试验段经检验合格, 作为正常路段的一部分。若不符合要求, 经采取补救措施后仍无法满足使用功能的路段应铲除重铺。

4.2.5 施工要点

1) 拌和

(1) 拌和机各料仓开口大小和皮带计量精度应事先标定, 并在施工过程中经常检查和校正。

(2) 施工中细集料应采用篷布覆盖。

(3) 开始拌和前, 拌和场的备料至少应能满足 5~7d 的摊铺用料。

(4) 每天拌和前, 应检查各拌和设备的工作参数, 使混合料颗粒组成和含水率达到规定的要求。

(5) 每天拌和前, 应测定各种规格集料的含水率, 结合天气、运距等情况调整外加水量。一般情况下, 混合料的含水率比最佳含水率宜提高 0.5%~1%; 在气温高、风速大、天气干燥的情况下, 宜提高 1%~2%。早晚与中午的含水率要有区别。

(6) 应有足够数量的装载机加料, 确保拌和机各仓集料充足, 同时避免料仓窜料。

(7) 拌和机出料不应采取自由跌落式的落地成堆、装载机装料运输的办法。应配备带活门漏斗的料仓, 由漏斗出料直接装车运输。

装车时，车辆应前后移动，分前、后、中 3 次装料，以避免混合料离析。

2) 运输

(1) 运输车辆应采用大吨位的自卸车，车况应良好、整洁；运输车辆每天开工前，要检查其完好情况。运输车辆数量须满足拌和、出料及摊铺需要，并略有富余。

(2) 混合料在运输过程中必须覆盖，以减少水分损失。

3) 摊铺

(1) 在级配碎石垫层边缘设置好厚度控制线支架，根据松铺系数计算松铺厚度，确定控制线高度，挂好控制线。用于控制摊铺机摊铺厚度的钢丝拉力应不小于 800N。

(2) 摊铺前及摊铺过程中，应检查摊铺机各部分运转情况，确保摊铺机运转正常。

(3) 在摊铺机前等待卸料的运输车辆应不少于 5 辆，以保持连续摊铺。

(4) 在摊铺机前应设专人组织自卸车卸料，避免自卸车撞击摊铺机。

(5) 采用大功率摊铺机时，可采用单机单幅全断面摊铺，也可采用两台摊铺机梯队作业方案。

(6) 现场摊铺采用单机摊铺时，应采用两侧走钢丝的方法控制高程；采用两台摊铺机梯队作业时，两台摊铺机前后间距宜控制在 10m 以内。前台摊铺机采用路侧钢丝和设置在路中的导梁控制路面

高程，后台摊铺机路侧采用钢丝、路中采用滑靴控制高程和厚度。
前后两台摊铺机应重叠 50~100mm。

(7) 摊铺速度一般宜为 1m/min 左右。摊铺过程中，应根据拌和能力和运输能力确定摊铺速度，避免摊铺机停机待料的情况。

(8) 摊铺过程中，应随时注意材料离析情况，应设专人随时消除粗细集料离析现象。对于粗集料集中或细集料集中的部位，应分别添加细集料或粗集料，并拌和均匀。对严重离析部位应挖除后用符合要求的混合料填补。

(9) 熨平板前的混合料高度以略高于螺旋布料器 2/3 高度为宜，且全长同高；螺旋布料器在全部工作时间内应匀速转动，避免过快或停顿。

(10) 结构物两侧的摊铺应符合以下要求：

①应在施工前对结构物两侧工作面进行清理和修整，扫除松散材料和所有杂物，处理好欠压实、不平整等问题；

②正交结构物两侧作为摊铺起点时，应使用相应厚度的垫块，不得采用人工摊铺；

③斜交结构物两侧等摊铺机无法工作的部位应采用人工摊铺，并控制好松铺厚度和平整度。

(11) 级配碎石垫层也可采用推土机联合平地机摊铺。

4) 碾压

(1) 在摊铺、修整后，压路机应在全宽范围内紧跟碾压，一次碾压段落长度一般为 50~80m。碾压应遵循“先轻后重、先慢后快、

横断面从低到高”的原则。碾压段落必须层次分明。

(2) 碾压程序应按试验段确认的方法进行；碾压时，应重叠 $1/3$ 轮宽。各部位碾压遍数应尽量相同；压路机碾压不到的部位用小型平板式振动器施振密实。

(3) 碾压应遵循试验段确定的程序与工艺。宜按照稳压（静压）→弱振→强振→稳压收面的工序进行压实。

(4) 严禁压路机在正在施工和刚完成的路段上掉头。除非特殊情况，应尽可能避免紧急制动。当出现拥包时，应铲平处理。

(5) 为保证级配碎石垫层边缘的压实度，应有 10cm 的超宽压实；当用方木或型钢模板支撑时，超宽可适当减小。

(6) 压实后表面做到平整均匀，无轮迹。施工过程中应及时用 3m 直尺进行平整度检测。

5) 接缝处理

(1) 当采用梯队摊铺时，纵向接缝应一次碾压密实。如有间隔时间较长的纵向接缝，应预留一定的宽度暂不碾压，待后续摊铺完成后跨缝一次碾压密实。

(2) 横向接缝应与路面车道方向垂直设置，并按以下方式进行施工：

①压路机碾压完毕后，沿端头斜面行驶至下卧层上停机过夜。

②第二天将压路机沿斜面行驶至前一天施工的垫层上，将 3m 直尺纵向安放在接缝处，确定出平整度不符合后文中表 4.2.6-2 要求的点作为接缝位置，沿横向断面挖除该位置至斜面下端头部分的混

合料；清理干净后，摊铺机从接缝处起步摊铺。

③压路机沿接缝横向碾压，由前一天压实层逐渐推向新铺层，碾压完毕后再正常碾压。

④碾压完毕，接缝处纵向平整度应符合下文中表 4.2.6-2 要求。

6) 养生及交通管制

(1) 级配碎石垫层在施工完毕后宜禁止车辆通行。

(2) 垫层施工完成后，应尽快安排上覆层施工。

(3) 级配碎石垫层不宜过冬。必要时应采取保护措施，保证级配碎石垫层不发生冻坏现象。

4.2.6 质量控制

(1) 原材料试验应按照现行《公路路面基层施工技术规范》有关规定进行，检测频率建议粗集料不少于 1 次/2 000t，细集料不少于 1 次/1 000t。

(2) 混合料级配检验宜在拌和场运输机皮带上取样；在施工现场取样时，应采取措施确保样品的代表性。

(3) 施工过程中，应随时检查级配碎石混合料拌和以及摊铺的均匀性，以达到无粗细集料离析现象。

(4) 施工过程中，应注意垫层高程、厚度、平整度控制及对离析的检查，若发现问题应及时分析解决。

(5) 压实度检查应在碾压结束后立即进行，对于小于规定值的测点应立即进行处理。

(6) 对于级配碎石混合料质量控制内容与垫层质量控制标准，应

分别按表 4.2.6-1 和表 4.2.6-2 规定执行。

级配碎石混合料质量控制内容

表 4.2.6-1

项目		质量要求或允许差	检查频度	取样/实验方法
矿料级配, 与生产级配的差 (%)	0.075mm	± 2	1 次/2000 m ²	搅和机皮带上取样
	≤ 2.36 mm	± 6		
	≥ 4.75 mm	± 7		
CBR (%)		不小于 100	1 组/3000 m ²	按现行《公路土工实验规程》进行
含水率 (%)		+2, - 1	1 组/2000m ²	烘干法

注：生产级配指的是通过试铺确定的设计级配。

级配碎石垫层质量控制标准

表 4.2.6-2

检查项目	质量要求		检查规定	
	要求值或容许误差	外观要求	频率	方法
压实度 (%)	不小于 98	符合技术规范要求	4 处/(200m·层)	灌砂法
平整度 (mm)	不大于 12	平整、无起伏	1 处/100m	3m 直尺测量
纵断面高程 (mm)	+5, - 15	平整顺适	1 断面/20m	每断面 3~5 点, 水准仪测量
厚度 (mm)	代表值 - 10	均匀一致	1 处/(100m·车道)	每处 2 点, 路中及边缘挖坑检查
	合格值 - 25			
宽度 (mm)	不小于设计	边缘顺直	1 处/40m	皮尺丈量
离析情况	基本无离析	基本无离析	随时	目测
横坡度 (%)	± 0.3		3 断面/100m	水准仪测量
弯沉	设计要求		1 处/20m	按现行《公路路基路面现场测试规程》进行

外观要求	表面平整密实，无坑洼、松散、弹簧现象；无压路机碾压轮迹
------	-----------------------------

注：检查频率除注明之外，系指单幅双车道。

4.3 天然砂砾

4.3.1 施工准备

(1) 天然砂砾垫层施工前的技术、机械、试验检测仪器、料场与材料及作业面等各项准备分别按第2章第2.2~2.6节执行。

(2) 应对作业面进行检查、清理及修整，确保下卧层表面平整、密实，具有规定的横坡，无任何松散、软弱和积水等现象。

(3) 施工前应做好放样工作。恢复中桩、边桩，直线段要求每15~20m设一个桩，平曲线段每10~15m设一个桩。放出垫层边线，并设置好指示桩，以便控制垫层的宽度和高度。

4.3.2 材料要求

(1) 砂砾的压碎值不大于35%。

(2) 天然砂砾质量要求和级配组成可按现行《公路沥青路面设计规范》或《公路路面基层施工技术规范》的规定执行。

(3) 水应洁净，不含有害物质。来自可疑水源的水应按照现行《公路工程水质分析操作规程》要求进行化验鉴定。

4.3.3 混合料配合比设计

(1) 天然砂砾符合规定的级配要求，塑性指数在6（潮湿多雨地区）或9（其他地区）以下时，可以直接用作垫层。

(2) 天然砂砾级配不符合要求时，应掺配碎石或破碎卵石；掺配比例由试验确定。

(3) 塑性指数偏大的砂砾，可加少量石灰降低其塑性指数，也

可以用无塑性的砂或石屑进行掺配，使其塑性指数降低到符合要求。

(4) 天然砂砾应采用重型击实方法确定最大干密度和最佳含水率。

4.3.4 试验段施工

(1) 试验段应选在主线上，长度不宜小于 200m;确定施工机械设备的种类、组合方式、碾压速度及遍数、工序安排和松铺厚度等。

(2) 当使用的原材料和混合料、施工机械、施工方法符合要求，试验段各项检验结果符合规定后，按本指南附录 E 要求编写试铺总结，经审批后作为申报正常路段开工的依据。

(3) 试验段经检验合格，作为正常路段的一部分。若不符合要求，经采取补救措施后仍无法满足使用功能的路段应铲除重铺。

4.3.5 施工要点

1) 运输和摊铺

(1) 对需要掺加石灰降低塑性指数的混合料或含水率较低需要加水时，应在料场进行闷料。

(2) 下卧层应用白灰打方格，每个方格的面积应通过松铺系数和每辆运输车辆装载量确定。

(3) 应控制每车装料的数量基本相等，运至下卧层后应按所打方格均匀卸料。

(4) 松铺系数应通过试验段确定。一般情况下人工摊铺混合料时，其松铺系数为 1.40~1.50；平地机摊铺混合料时，其松铺系数为 1.25~1.35。

(5) 混合料在下卧层上的堆置时间不宜过长；运输与摊铺工序应紧凑衔接。

(6) 采用推土机配合平地机将混合料均匀地摊铺在预定的宽度上时，摊铺层表面应平整，横坡度应符合规定。

(7) 检查松铺材料层的厚度是否符合预计要求；必要时，应进行减料或补料工作。

(8) 推土机粗平后，检查含水率，混合料的含水率比最佳含水率宜提高 1%~3%，以弥补摊铺与整平过程中的水分损失。

(9) 整平

①采用平地机由外侧向内侧进行刮平；采用挂线法及时检查松铺高程及松铺厚度，符合要求后压路机碾压一遍，以检查是否存在潜在的不平整。

②压路机初压一遍后，再用平地机精平，即按规定的横坡度进行整平和整形。

(10) 当采用摊铺机施工时，参照本章第 4.2.5 条执行。

2) 碾压

(1) 整形后，当混合料的含水率等于或略大于最佳含水率时，应进行碾压，碾压工艺应根据试验段结果确定。碾压工艺可参照表 4.3.5 选用。

压路机典型碾压工艺

表 4.3.5

压路机类型	稳压		复压		终压	
	速度 (km/h)	遍数	速度 (km/h)	遍数	速度 (km/h)	遍数
18t 以上振动压路机	1.5~1.7(静压)	1	2.0~2.5(振压)	3~4	—	—

20t 胶轮压路机	—	—	—	—	5	1
-----------	---	---	---	---	---	---

(2) 碾压应遵循“先轻后重、先慢后快、横断面从低到高”的原则。碾压时，应重叠 $1/3$ 轮宽，必要时辅以洒水碾压，完成后表面应无明显轮迹。

(3) 碾压段落必须分明，并设置明显的分界标志。

(4) 路面两侧应多碾压 1~2 遍，以保证垫层边缘的压实度。

(5) 严禁压路机在正在碾压的路段上掉头。除非特殊情况，应尽可能避免紧急制动。

(6) 未经压实的混合料被雨水淋后或受冻后，要清除更换。

3) 接缝

对于横向接缝的处理，应将前一段留下不少于 2m 的铺面，不进行碾压，待后一段摊铺后，再与前一段留下部分一次碾压密实；必要时洒水碾压。

4) 养生及交通管制

(1) 天然砂砾垫层在施工完毕后禁止车辆通行。

(2) 垫层施工完成后，应尽快安排上覆层施工。

(3) 天然砂砾垫层不宜过冬，否则应采取措施，保证垫层不发生冻坏现象。

4.3.6 质量控制

(1) 天然砂砾进场前应筛除超粒径的砾石。

(2) 原材料试验应按照现行《公路路面基层施工技术规范》有关规定进行，建议不少于每 1000t 检测一次。

(3) 施工过程中应注意高程、厚度、平整度控制；若发现问题应及时处理。

(4) 压实度检查应在碾压结束后立即进行，对不符合要求的应及时进行处理。

(5) CBR 测定用试样应在碾压前在铺面上取样，并进行测定。

(6) 施工过程中，天然砂砾混合料质量控制内容按表 4.3.6-1 执行，垫层质量要求按表 4.3.6-2 执行。

天然砂砾混合料质量控制内容 表 4.3.6-1

项目	质量要求或允许差	检查频率	取样 / 试验方法
矿料配级	符合 4.2.3 节要求	1 次/作业段	现场取样
塑性指数		1 组/3000m ²	按现行《公路土工实验规程》进行
承载比 CBR(%)	不小于 60		
含水率 (%)	最佳含水率+3, - 1	1 次/作业段	烘干法

天然砂砾垫层质量控制标准 表 4.3.6-2

检查项目		质量要求		检查规定	
		规定值或允许偏差	外观要求	频率	方法
压实度 (%)		不小于 96	符合技术规范要求	2 处/ (200m · 层)	灌砂法
平整度 (mm)		12	平整、无起伏	2 处×10 尺/200m	3m 直尺
纵断面高程 (mm)		+5, - 15	平整顺适	4 个断面/200m	水准仪
宽度 (mm)		不小于设计		4 处/200m	皮尺丈量
厚度 (mm)	代表值	- 10	均匀一致	1 点/(100m · 车道)	路中及边缘挖坑检查
	合格值	- 25			
横坡度 (%)		±0.3		4 断面/200m	水准仪

外观要求	表面平整无轮迹，无隆起、无松散
------	-----------------

注：检测频率除注明之外，系指单幅双车道。

5 底基层

5.1 一般规定

5.1.1 本指南石灰、粉煤灰稳定土是指石灰、粉煤灰稳定细集料（以下简称“二灰稳定土”）。二灰稳定土底基层一般应采用中心站集中厂拌法施工，特殊情况可采用路拌法。

5.1.2 在正式施工前，必须铺筑试验段，对施工工艺进行总结；试验段的质量检查频率应是正常路段的两倍。5.1.3 压实厚度不应超过 20cm，设计厚度超过 20cm 时，宜分层铺筑。压实厚度可根据所选用的压路机种类、吨位确定。

5.1.4 施工段落的长度应与配套的施工机械相匹配，每个施工段落长度以 200m 为宜。

5.1.5 施工期的日最低气温应在 5℃ 以上，宜在温暖气候养生 15d 以上。多雨地区，应避免在雨季进行二灰稳定土底基层施工。

5.2 石灰、粉煤灰稳定土

5.2.1 施工准备

(1) 二灰稳定土底基层施工前的技术、机械、试验检测仪器、

料场与材料及作业面等各项准备分别按第2章第2.2~2.6节执行。

(2) 检查下卧层表面，确保表面平整、坚实，具有规定的横坡，无明显松散材料、积水和软弱部位等，必要时应做相应的处理。

(3) 施工前应做好放样工作。恢复中线时，直线段每20m设一个桩，平曲线段每10m设一个桩，并在两侧路肩边缘外设指示桩，在指示桩上明显标记出底基层边缘的设计高程，且应用白灰画出底基层的边缘线。

5.2.2 材料要求

1) 石灰

(1) 应采用III级或III级以上石灰，有条件宜采用II级或以上石灰。施工时用灰等级与标准试验一致。

(2) 石灰应尽量缩短堆放时间，宜分批进料，做到既不影响施工进度，又不过多存放；如存放时间较长，应采取覆盖封存措施，妥善保管。

(3) 使用消石灰时，石灰消解宜在使用前7~10d进行，消石灰应过10mm筛后使用。消解石灰用水应适量（每吨石灰用水量约为0.35~0.4t），不得形成扬尘或灰膏而影响使用。

(4) 使用生石灰时，应采用1mm筛孔过筛，去除烧结不透的石灰。

2) 土

(1) 宜采用塑性指数为12~20的黏土（亚黏土），其有机质含量应不大于10%，硫酸盐含量应小于0.8%。

(2) 土块粉碎后, 最大尺寸不应超过 15mm。中心站集中厂拌法施工时, 9.5mm 和 2.36mm 筛孔的通过率应分别大于 95% 和 75%。

3) 粉煤灰中 SiO_2 、 Al_2O_3 和 Fe_2O_3 的总含量应大于 70%, 烧失量不应超过 20%, 比表面积宜大于 $2500\text{cm}^2/\text{g}$, SO_3 含量不大于 3.0%。

5.2.3 混合料配合比设计

(1) 二灰稳定土混合料配合比设计各项试验应按现行《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》要求进行。

(2) 用重型击实法确定最佳含水率和最大干密度, 取符合强度要求的最佳配合比作为二灰稳定土的生产配合比。

(3) 对塑性指数为 8~12、液限小于 50%、有机质含量不大于 10% 的粉砂土, 可在石灰、粉煤灰土中外加 1%~20% 的水泥; 水泥可选用 42.5 级的普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥, 使二灰稳定土混合料满足抗压强度的规定。

(4) 对于塑性指数大于 20、自由膨胀率不大于 65%、有机质含量不大于 10% 的高塑性土, 根据土的塑性指数, 需将土分别掺入一定剂量(3%~5%)生石灰拌匀, 闷置 7d 进行改性, 测定其自由膨胀率和塑性指数。选取改性后土的自由膨胀率小于 40%, 且塑性指数降到 18~20 的掺灰剂量作为高塑性土改性的石灰剂量; 在满足以上要求的前提下, 应选用小的石灰剂量作为改性土用石灰的掺量。将改性后的土再按一般性土的方法进行二灰稳定土的设计和施工。改性土中生石灰加上二灰稳定土用消石灰和粉煤灰之和以不超过二灰稳定土总质量 40% 为宜, 且改性用生石灰加上二灰稳定土用消石灰之

和与粉煤

灰质量比以小于 1: 2 为宜。

(5) 二灰稳定土底基层 7d 抗压强度应满足设计要求,

(6) 抗压强度结果应采用代表值, 按式 (5.2.3) 计算:

5.2.4 试验段施工

1) 正式开工前, 应在主线上铺筑底基层试验段, 单幅长度不少于 150m。

2) 试验段决定的主要内容如下。

(1) 用于施工材料的质量要求和混合料的配合比。

(2) 用定点高程测量的方法确定混合料的松铺系数。

(3) 标准的施工方法:

①材料的摊铺方法和合适的摊铺机具;

②合适的拌和机械、拌和方法、拌和深度和拌和遍数;

③合适的整平、整形机具和工艺方法;

④压实机具的选择与组合, 压实的顺序、速度和遍数;

⑤运输、摊铺和碾压机械的协调与配合。

(4) 确定每一作业段的合适长度。

(5) 确定管理体系、人员等。

3) 当使用的原材料和混合料、施工机械、施工方法符合要求, 试验段各项检验结果符合规定后, 按本指南附录 E 要求编写试铺总结, 经审批后作为申报正常路段开工的依据。

4) 试验段经检验合格, 作为正常路段的一部分。若不符合要求,

经采取补救措施后仍无法满足使用功能的路段应铲除重铺。

5.2.5 施工程序

中心站集中厂拌法二灰稳定土底基层应按图 5.2.5 所示程序组织施工。

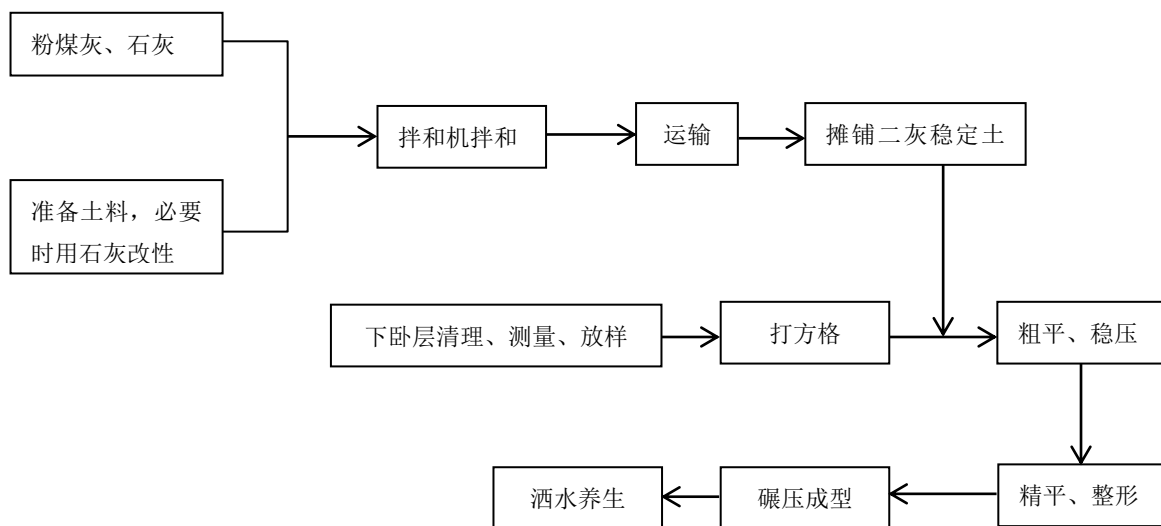


图 5.2.5 中心站集中厂拌法施工程序

5.2.6 施工要点

1) 拌和与摊铺

(1) 路拌法施工

①根据用土比例和每车土量，将素土或改性土按指定位置堆放，均匀卸在路槽顶面，并用推土机配合平地机粗平，用轻型压路机稳压一遍，检查布土厚度和含水率。

②根据粉煤灰用量比例和每车粉煤灰的数量，将粉煤灰均匀卸

在摊平并打好方格的土层上，用人工或机械将粉煤灰摊平。检查粉煤灰的摊铺厚度和含水率，用路拌机拌和均匀，粗平、稳压。

③石灰应在使用前一周充分消解，并通过 10mm 筛孔；在粗平、稳压的粉煤灰土层上用布灰机或打方格人工布灰，均匀摊平，布石灰量应稍高于设计剂量。

④需外掺水泥时，还应均匀撒布水泥。

⑤石灰布料后，应在当天采用路拌机进行拌和。拌和过程中应注意混合料的含水率和拌和深度，必须拌至下卧层表面，宜侵入表面 5~10mm，不得出现素土夹层；随时检查拌和的均匀性，不允许出现花白条带；土块应打碎，最大尺寸不大于 15mm。

⑥检查松铺厚度和混合料的含水率、灰剂量，并按规定取样制备抗压强度试件。根据天气情况，夏天作业时混合料含水率应较最佳含水率高 1%~2%。

⑦拌和好的混合料不得过夜，应当天碾压成型。掺加水泥的二灰稳定土更应缩短拌和时间，从加入水泥起到碾压结束应在水泥初凝时间内完成。

⑧底基层表面高出设计高程部分应予刮除并将刮下的二灰稳定土清除；局部低于设计高程之处，不能进行贴补，必须将其挖除重铺。

(2) 中心站集中厂拌法施工

当采用生石灰时，应将生石灰粉装入储料罐中；当采用水泥、石灰综合稳定时，则水泥应装入另一个储料罐中。粉煤灰可通过料

仓配料。

2) 碾压

(1) 用轻型压路机或履带式推土机稳压一遍，再用平地机进行整平、整形，经检查达到规定高程后再进行压实。

(2) 用 12t 以上压路机碾压 1~2 遍，再强振 1~2 遍、弱振 1~2 遍后，用三轮压路机碾压到规定压实度。一般碾压 6~8 遍，碾压宽度宜重叠 1/3 轮宽。

(3) 碾压应遵循由路边向路中、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。

(4) 应注意天气变化，降雨时，应停止底基层施工，对已经摊铺的二灰稳定土底基层应尽快碾压密实。

3) 接缝

对于底基层的横向施工接缝，应采用与表面垂直的平接缝处理，按第 4 章第 4.2.6 条(5)规定施工，以确保接缝处平整度。

4) 养生

(1) 碾压完毕应及时洒水养生，保持底基层湿润；二灰稳定土表面不应过干，应采用塑料薄膜覆盖养生，防止二灰稳定土表面水分蒸发而开裂。养生期间禁止车辆通行，养生期一般为 7d。

(2) 二灰稳定土双层施工时，若未掺加水泥，则第一层二灰稳定土碾压成型后可连续铺筑第二层，期间无需预留养生期。

5.2.7 质量控制

(1) 石灰、粉煤灰的检测项目及频率要求应按表 5.2.7-1 执行；

素土的检测项目及频率按照现行《公路路面基层施工技术规范》有关规定执行。

原材料检测项目及频率要求 表 5.2.7-1

材料种类	控制项目	控制标准	检测频率
石灰	有效钙加氧化镁含量 (%)	满足现行《公路路面基层施工技术规范》的规定	不少于每批每 300t 检测 1 次
	胃消化残渣含量 (%)		
	含水率 (%)		
	细度		
粉煤灰	氧化硅、氧化铝、氧化铁总含量		不少于每批每 300t 检测 1 次
	SO ₃ 含量		
	烧失量		
	比表面积		

(2) 施工过程中二灰稳定土质量控制内容按表 5.2.7-2 执行；二灰稳定土底基层质量要求按照现行《公路路面基层施工技术规范》有关规定执行。

二灰稳定土质量控制内容 表 5.2.7-2

项目	质量要求或允许差	检查频度	取样/试验方法
石灰(水泥)剂量 (%)	- 1.0	不少于每批每 300t 检测 1 次	EDTA 滴定法
粉煤灰含量 (%)	±1.5	1 次/2000m ²	摊铺时检查
含水率 (%)	最佳含水率±1.0	随时	烘干法
强度 (MPa)	满足设计要求	每作业段一组	7d 无侧限抗压强度

6 基层

6.1 一般规定

6.1.1 基层结构应采用集中厂拌、摊铺机摊铺、压路机碾压密实的施工工艺。

6.1.2 当沥青路面基层采用密级配沥青碎石基层(以下简称“沥青碎石基层”)结构时,混合料公称最大粒径应与层厚相适应,压实厚度宜不小于集料公称最大粒径的3倍,其中,ATB-25适宜压实厚度为8~12cm,ATB-30适宜压实厚度为9~15cm。当采用水泥稳定碎(砾)石与石灰、粉煤灰稳定碎石(简称“二灰碎石”)基层结构时,压实厚度不应超过20cm;当设计厚度超过20cm时,宜分层铺筑。

6.1.3 在正式施工前,必须铺筑试验段,对施工工艺进行总结;试验段的质量检查频率应是正常路段的两倍。

6.1.4 沥青碎石基层施工前,应对混合料进行配合比设计。配合比设计分为目标配合比设计、生产配合比设计和生产配合比验证三个阶段。在施工过程中,不得随意变更经设计确定的标准配合比。

6.1.5 沥青碎石基层施工，对同一拌和场两台拌和机，若使用相同品种的矿料，可使用同一目标配合比，但每台拌和机必须独立进行生产配合比设计。若矿料产地、品种等发生变化，必须重新进行目标配合比及生产配合比设计。

6.1.6 沥青碎石基层与下卧层之间应设置下封层或喷洒透层沥青；如沥青碎石基层的下卧层为级配碎石时，应设置透层和黏层，施工间隔时间应尽量缩短。

6.1.7 沥青碎石基层应在不低于 10°C 气温下进行施工，同时严禁在雨天、路面潮湿的情况下施工。施工期间，应注意天气变化，已摊铺的沥青碎石基层因遇雨未进行压实的，应予以铲除。雨天过后，等下卧层完全干燥后，方可进行沥青碎石基层的施工。

6.1.8 水泥稳定碎（砾）石与二灰碎石的施工期宜在冰冻到来半个月前结束；禁止在气温低于 5°C 状态下施工，并宜避免在高温天气下施工；气温高于 35°C 时，应采取特殊措施施工。

6.1.9 雨季施工时，应特别注意天气变化，避免水泥稳定碎（砾）石、二灰碎石混合料遭受雨淋。降雨时，应停止施工，对已经摊铺的混合料应尽快碾压密实，并及时覆盖。禁止在雨天施工。

6.1. 10 无特殊情况，基层施工应连续作业，中午不得停工，尽量减少施工接缝，桥头施工应与正常路段一次成型。

6.1. 11 同一路段水泥稳定碎（砾）石与二灰碎石基层左右幅施工应错开。当基层分层施工时，单幅两层连续施工完成并养生到位后，再开始另外单幅的施工。

6.2 密级配沥青碎石

6.2.1 施工准备

(1) 沥青碎石施工前的技术、机械、试验检测仪器、料场与材料及作业面等各项准备应分别按第2章第2.2~2.6节执行。

(2) 应对沥青混合料拌和机、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、计量设备等进行检查或标定。

6.2.2 材料要求

1) 沥青

(1) 宜采用A级道路石油沥青；应根据项目所在地的气候环境特点及道路的功能性要求选择沥青标号。

(2) 沥青必须按品种、标号分开存放。桶装沥青应直立堆放，加盖苫布。沥青在储罐中的储存温度应控制在130~170℃。暂不使用的沥青可在常温下长期储存。

2) 集料

(1) 粗集料应采用石质坚硬、清洁、不含风化颗粒、近立方体颗粒的碎石，粒径大于2.36mm。一般采用反击式破碎机轧制的碎石，必要时可采用冲击式破碎机整形，严格控制针片状颗粒含量。

(2) 粗集料宜采用石灰岩等碱性石料。当使用其他种类的粗集料时，如黏附性难以达到要求，可掺加消石灰、水泥或用饱和石灰水处理后使用；必要时可同时在沥青中掺加耐热、耐水、长期性能好的抗剥落剂。

(3) 细集料应采用坚硬、洁净、干燥、无风化、无杂质并有适当级配的机制砂或石屑，石质宜与粗集料相同；禁用采料场的下脚料。

(4) 现场生产细集料必须采用干燥除尘设备（如布袋除尘器）；机制砂宜采用专用的制砂设备单独生产，并选用优质的石料生产。

(5) 最大粒径为 31.5mm(ATB - 25)或 37.5mm（ATB - 30）的混合料，宜按现行《公路沥青路面施工技术规范》S 系列集料规格生产和使用。

3) 填料

填料一般采用矿粉。矿粉必须采用石灰岩或岩浆岩中的强基性岩石等憎水性石料经磨细得到，原石料中的泥土杂质应除净。矿粉应干燥、洁净。

6.2.3 混合料配合比设计

(1) 沥青碎石混合料配合比设计宜采用大马歇尔试件的体积设计方法进行，应采用骨架密实型混合料。沥青碎石混合料配合比设计流程按本指南附录 A 执行。

(2) 沥青碎石基层的集料、沥青等原材料的质量应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》相关规定。

(3) 沥青碎石混合料的矿料级配范围应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》中的相关规定；大马歇尔试件质量要求应符合表 6.2.3 的规定。如现场条件确实受限，ATB- 25 采用小马歇尔方法设计，应按现行《公路沥青路面施工技术规范》执行。

沥青碎石大马歇尔设计要求

表 6.2.3

项目	单位	技术要求		
马歇尔试件击数	次	双面各击 112		
设计空隙率 (VV)	%	3~6		
矿料间隙率 (VMA)	%	设计空隙率 (%)	ATB-25	ATB-30
		3	11	10.5
		4	12	11.5
		5	13	12.5
		6	14	13.5
粗集料嵌挤度 (SSC)	%	不小于 80		
饱和度 (VFA)	%	55~70		
稳定度	kN	不小于 15		
流值	0.1mm	40~80		
浸水马歇尔残留稳定度	%	不小于 75		

注：当设计的空隙率不是整数时，由内插确定要求的 VMA 最小值。

6.2.4 试验段施工

1) 试验段应选在具有代表性的主线直线段，采用两种或两种以上的压实方案，每种方案长度不少于 250m。

2) 试验段施工包括试拌和试铺两个阶段，需要决定以下内容：

(1) 根据各种机械的施工能力相匹配的原则，确定适宜的施工机械，按生产能力决定机械数量与组合方式。

(2) 通过试拌决定以下内容：

①拌和机的控制参数——拌和数量、时间、温度及上料速度等；

②验证沥青混合料的配合比设计和沥青混合料的技术性质，决定正式生产用的矿料配合比和油石比。

(3) 通过试铺决定以下内容：

①检验沥青碎石混合料施工性能，评价是否利于摊铺和压实，要求混合料均匀不离析、不结块；

②摊铺机的操作方式——摊铺温度、摊铺速度、初步振捣夯实

的方法和强度、自动找平方式等；

③压实机具的选择、组合，压实顺序，碾压温度，碾压速度及遍数；

④施工缝处理方法；

⑤松铺系数。

(4) 确定施工产量及作业段的长度。

(5) 全面检查材料及施工质量是否符合要求。

(6) 修订施工组织计划，确定施工组织及管理体系、质保体系、人员、机械设备、检测设备、通信及组织方式。

3) 当使用的原材料、混合料、施工机械、施工方法等符合要求，试验段各检测结果符合规定后，按本指南附录 E 路面要求编写试铺总结，经审批后作为申报正常路段开工的依据。

4) 试验段经检验合格，作为正常路段的一部分。若不符合要求，经采取补救措施后仍无法满足使用功能的路段应铲除重铺。

6.2.5 施工要点

1) 拌和

(1) 严格控制沥青和集料的加热温度以及沥青混合料的出厂温度。集料温度应比沥青温度高 $10 \sim 15^{\circ}\text{C}$ 。

(2) 施工温度宜根据测定的黏度—温度曲线确定；当条件不具备时，按现行《公路沥青路面施工技术规范》进行。

(3) 沥青碎石试件制备前，应将混合料在达到击实成型温度的烘箱中短期老化 2h。对于在储存仓中存储时间超过 2h 的混合料，可

不再进行短期老化处理。

(4) 拌和楼控制室应逐盘采集并打印沥青及各种矿料的用量和拌和温度等参数，随时在线检查矿料级配和油石比，并定期对拌和楼的计量和测温进行校核。

(5) 每盘拌和周期一般不少于 45s，其中干拌时间一般不少于 5s，具体拌和时间由试拌确定，必须使集料颗粒全部裹覆沥青结合料。目测混合料有无花白、冒青烟和离析等异常现象。若有异常，应查明原因，及时调整。

(6) 每台拌和机每天上午、下午应各取一组混合料试样做马歇尔试验和抽提筛分试验，检验油石比、矿料级配和沥青混合料性质。

(7) 每天施工结束后，应根据拌和楼打印的各料数量，进行总量控制；以各仓用量及各仓集料和矿粉筛分结果计算平均施工级配、油石比，与生产配合比设计结果进行校核；以每天产量计算平均厚度，与设计厚度进行校核。

2) 运输

(1) 宜采用大吨位的运输车辆运输，一般应不小于 15t；车辆数量应根据运输距离、摊铺速度确定，适当留有富余；摊铺机前方应有不少于 5 辆运料车等候卸料为宜，以确保现场连续摊铺的需要。

(2) 运输车辆在使用前后，要检验其完好性；装料前，应将车厢清洗干净，涂抹适量的隔离剂。

(3) 采用数字显示插入式热电偶温度计检测沥青混合料的出厂温度和运到现场温度，温度计插入深度要大于 150mm。在运料卡车

侧面中部设专用检测孔，孔口距车厢底面高度约为 300mm。测试方法应符合现行《公路路基路面现场测试规程》的规定。

(4) 运料车进入摊铺现场时，轮胎上不得粘有泥土等可能污染路面的脏物；必要时应用水洗净轮胎后方可进入施工现场。

(5) 拌和机或储料仓向运料车放料时，料车应“前、后、中”移动，分 3—5 次装料。

(6) 运料车应采用厚苫布覆盖严密，苫布至少应下挂到车厢板的一半；卸料过程中仍应继续覆盖直到卸料结束，确保混合料温度稳定。

(7) 卸料过程中，运料车不得撞击摊铺机，应在摊铺机前 10~30cm 处停住，挂空挡靠摊铺机推动前进。

3) 摊铺

(1) 选用两台摊铺机梯队作业时，摊铺机必须为同一机型，新旧程度相同，以保证厚度一致，平整度好。摊铺机的摊铺速度应根据拌和机的产量、施工机械配套情况及摊铺厚度、摊铺宽度确定，摊铺速度根据拌和机生产率按 1~2m/min 予以调整选择。摊铺中不得随意停机，应缓慢、均匀、不间断地摊铺。做到每天收工停机一次。

(2) 混合料未压实前，施工人员不得进入踩踏。一般不得人工整修，只有在特殊情况下（如局部离析），才可在现场主管人员指导下进行人工找补或更换混合料。缺陷较严重时应予铲除，并调整摊铺机或改进摊铺工艺。

(3) 摊铺厚度应采用钢丝引导的控制高程方式。钢丝为扭绕式，

直径不小于 6mm，钢丝拉力大于 800N，每 10m 设一座钢丝支架。
应采用两台摊铺机实施摊铺施工，靠中央分隔带侧摊铺机在前，左侧架设钢丝，摊铺机上安装横坡仪控制摊铺层横坡；后面摊铺机右侧架设钢丝，左侧在摊铺好的层面上通过滑靴控制高程。

（4）摊铺机应调整到最佳工作状态。摊铺前熨平板应预热至规定温度。熨平板必须拼接紧密，不应存有缝隙。熨平板和夯锤振级应适中，使铺面达到 85%左右的压实度。调整好螺旋布料器两端的自动料位器，并使料门开度、链板送料器的速度和螺旋布料器的转速相匹配。螺旋布料器内混合料表面以略高于螺旋布料器 2/3 高度为宜；熨平板挡板前混合料的高度应在全宽范围内保持一致，以减少离析现象。

（5）随时检测松铺厚度是否符合规定；若发现异常，应立即调整。

（6）摊铺混合料前，应将中央分隔带路缘石设置好，路肩侧可设置钢模板。靠近中央分隔带路缘石处应适量多摊些混合料，以加强路缘石边缘处沥青混合料的压实。

（7）摊铺时，应尽量缩短料车更换的间隔时间，以保证摊铺机料斗在此期间内不脱料，尽量避免摊铺机料斗在摊铺过程中拢料。

（8）摊铺遇雨时，应立即停止施工，并清除未压实及成型的混合料。料车上遭受雨淋的混合料应废弃，不得摊铺。

4) 压实

（1）沥青混合料的压实应尽可能采用重型压路机，并选择合理

的压路机组合方式及碾压步骤。初压应在混合料不产生推移、开裂等情况下，尽量在较高温度下进行。初压宜采用钢轮压路机，复压宜采用轮胎压路机，终压宜采用钢轮压路机。

（2）压路机应以缓慢而均匀的速度碾压，压路机的适宜碾压速度随初压、复压、终压及压路机的类型而区别。

（3）为避免碾压时混合料推挤产生拥包，碾压时应将驱动轮朝向摊铺机；碾压路线及方向不应突然改变；压路机起动、停止时必须减速缓行，不得制动。压路机折回应呈阶梯状，不应处在同一横断面上。

（4）路面的碾压温度、碾压方式、碾压程序和碾压遍数由试铺确定，并依据施工气温变化进行必要调整。

（5）在当天碾压的层面上，不得停放压路机或其他车辆，并防止矿料、油料和杂物散落。

（6）初压、复压、终压段落应设置明显标志。对松铺厚度、碾压工艺应设专岗管理和检查，做到不漏压、不超压。

（7）禁止使用柴油、机油等作为压路机隔离剂；宜用沾有隔离剂的拖布擦涂轮胎，以防止沥青混合料粘轮。

（8）钢轮压路机碾压过程中，喷水量不宜过大，使钢轮表面湿润不粘轮即可，确保碾压温度。

（9）压实完成 12h 后，方可允许施工车辆通行。

5) 施工接缝的处理

（1）纵向施工缝。两台摊铺机梯队摊铺的纵向接缝，应采用松

铺斜接缝，以热接缝形式进行一次跨接缝碾压。但两台摊铺机相隔距离不能太长。上、下层纵缝位置应横向错开 15cm（热接缝）以上或 30~40cm（冷接缝）。

（2）横向施工缝。全部采用平接缝。将 3m 直尺沿纵向放置，在摊铺段端部的直尺呈悬臂状，以摊铺层与直尺脱离接触处定出接缝位置，用锯缝机割齐后铲除斜坡层，用拖布将接缝处灰浆擦洗干净，并涂抹改性乳化沥青；继续摊铺时，切缝处应保持干燥，摊铺机熨

平板从接缝处起步摊铺；碾压时用钢轮压路机进行横向压实，从先铺层上跨缝逐渐移向新铺层。接缝碾压完毕再纵向碾压新铺层。上、下层横缝应错开 1m 以上。对于横向施工缝的处理，也可在沥青碎石层尚未完全冷却时采用刨缝的方式。

（3）当天碾压完毕后，应将压路机行驶至未铺新铺层的下卧层上过夜，第二天压路机行驶回新施工铺层上后，再按横缝处理要求铲除接缝处斜坡层并继续摊铺沥青混合料。

6.2.6 质量控制

（1）所用主要原材料必须进行留样备查，具体要求按第 8 章第 8.7.1 条要求执行。

（2）原材料进场、生产过程中，必须对各种原材料进行检测，质量检测项目、频率按照现行《公路沥青路面施工技术规范》相关规定执行。

（3）铺筑过程中，必须随时对铺筑混合料质量进行检测，质量

检测项目、频率按本指南热拌沥青混合料要求执行。

(4) 施工过程中, 应随时进行外观(色泽、油膜厚度、表面空隙)检查; 若发现渗水、严重离析, 应及时采取补救措施。

(5) 施工过程中, 应利用计算机实行动态质量管理, 计算最大理论密度压实度、试件空隙率、矿料间隙率、油石比、关键筛孔通过率等指标的算术平均值、极差、标准偏差、变异系数以及各项指标的合格率。

(6) 沥青碎石施工质量要求、检测项目和频率应按照现行《公路沥青路面施工技术规范》相关规定执行。

6.3 水泥稳定碎(砾)石

6.3.1 施工准备

(1) 水泥稳定碎(砾)石施工前的技术、机械、试验检测仪器、料场与材料准备及作业面准备分别按第2章第2.2~2.6节执行。

(2) 测量人员提前恢复中线, 直线段宜每10m设一个中桩, 平曲线每5m设一个中桩, 在两侧路肩外边缘设置指示桩, 指示桩应明显标记出水泥稳定碎(砾)石基层边缘的设计高度, 用白灰画出水泥稳定碎(砾)石基层的边缘线。

(3) 清除底基层表面浮土。底基层表面高出设计高程部分应予刮除并将刮下的部分扫出路外; 局部低于设计高程之处, 不能进行贴补, 必须将其挖除重铺。

6.3.2 材料要求

1) 水泥

(1) 水泥稳定碎(砾)石基层应优先采用普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥,其初凝时间应在 3h 以上,终凝时间宜在 6h 以上,宜采用 42.5 级缓凝水泥,快硬、早强和受潮变质水泥不得使用。

(2) 散装水泥入罐时,安定性合格后方能使用,温度不能高于 50℃;温度较高时应采用降温措施。

2) 集料

(1) 应洁净、干燥、表面粗糙、无风化、无杂质。

(2) 最大粒径为 31.5mm,应按四种及四种以上规格备料,可按 19~31.5mm、9.5~19mm、4.75~9.5mm、0~4.75mm 四种规格备料。

3) 水

水应洁净,不含有害物质。来自可疑水源应按照现行《公路工程水质分析操作规程》要求进行化验鉴定。

6.3.3 混合料配合比设计

水泥稳定碎(砾)石混合料配合比设计流程如图 6.3.3 所示。

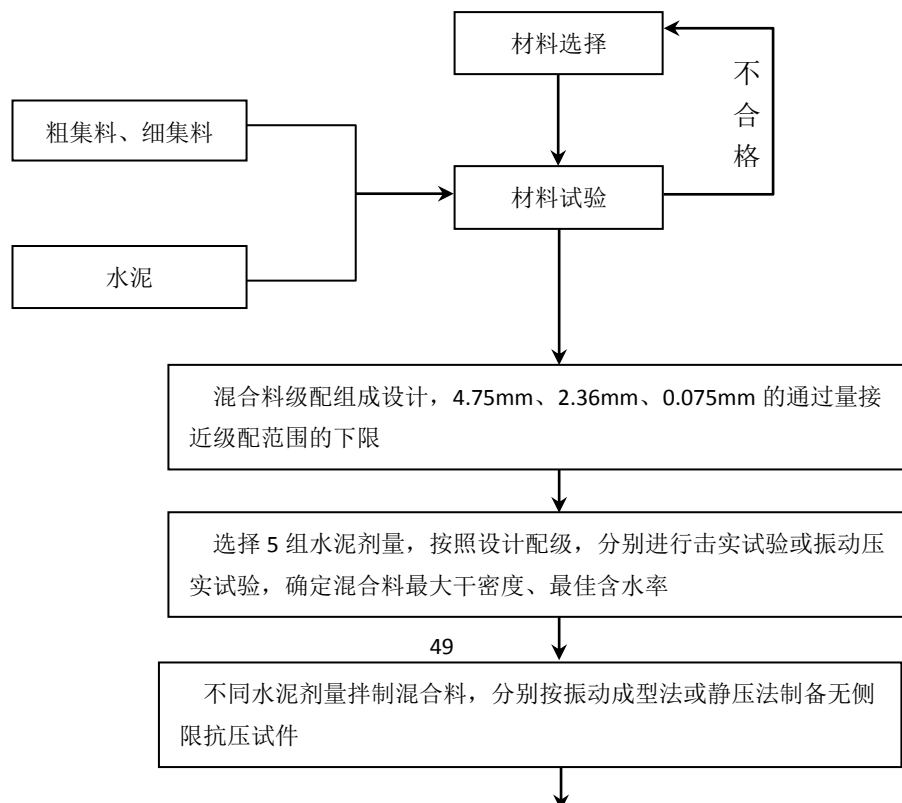


图 6.3.3 水泥稳定碎（砾）石混合料配合比设计流程

1) 水泥稳定碎（砾）石混合料配合比设计应采用骨架密实型结构，采用振动成型压实法或重型击实法进行混合料配合比设计。

2) 水泥稳定碎（砾）石混合料组成的设计级配应符合现行《公路沥青路面设计规范》或《公路路面基层施工技术规范》范围要求，其中 4.75mm、2.36mm、0.075mm 的通过量宜尽量接近级配范围的下限。

3) 水泥稳定碎（砾）石混合料配合比设计

(1) 取工地实际使用的碎（砾）石，分别进行水洗筛分，按颗粒组成进行计算，确定各种碎（砾）石的组成比例。

(2) 取工地使用的水泥，按不同水泥剂量分组试验。一般水泥剂量按 3.0%~5.5% 范围，分别取 4~5 种水泥剂量比例制备混合料，用振动成型法或重型击实法确定各组混合料的最大干密度和最佳含水率。

(3) 根据确定的最佳含水率，分别拌制不同水泥剂量的水泥稳定碎（砾）石混合料，按压实标准（击实标准，98%），采用振动成

型法或静压法制备混合料试件，在标准条件下养护 6d，浸水 1d 后取出，做无侧限抗压强度试验。

(4)根据 7d 浸水无侧限抗压强度设计要求，确定水泥稳定碎(砾)石的生产配合比。

4) 水泥稳定碎(砾)石混合料配合比设计流程如图 6.3.3 所示。

5) 水泥稳定碎(砾)石混合料配合比设计，应根据施工图设计确定的强度标准，通过试验选择骨架嵌挤、级配密实、施工和易性好的混合料，并确定设计水泥剂量、最大干密度和最佳含水率。

6) 为减少基层裂缝，应注意以下两点：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同时限制细料用量。

7) 水泥稳定碎(砾)石混合料配合比设计完成后，应调试水泥稳定碎(砾)石拌和机，使拌制的水泥稳定碎(砾)石混合料符合配合比设计要求。

6.3.4 试验段施工

1) 正式开工之前，应进行试验段施工。试验段应选择在验收合格的主线下卧层上进行，试验段总长度为 300 ~ 400m。可采用两种不同的试铺碾压方案，每一种试铺方案 150~ 200m。

2) 试验段决定的主要内容

(1) 用于施工的集料配合比

①调试拌和机，分别称出拌缸中不同规格的碎石、水泥、水的质量，测量其计量的准确性；

②调整拌和产量，保证混合料均匀性；

③检查混合料含水率、集料级配、水泥剂量、7d 无侧限抗压强度。

(2) 合适的松铺厚度和松铺系数。

(3) 标准施工方法

①混合料配合比的控制；

②混合料摊铺方法和适用机具，包括摊铺机行进速度、摊铺厚度控制方式、梯队作业时摊铺机间隔距离等；

③含水率的调整和控制方法；

④压实机械的选择和组合，压实的顺序、速度和遍数；

⑤拌和、运输、摊铺和碾压机械的协调和配合。

(4) 每一作业段的合适长度。

3) 当使用的原材料和混合料，施工机械、施工方法符合要求，试验段各检测结果符合规定后，按本指南附录 E 要求编写试铺总结，经审批后作为申报正常路段开工的依据。

4) 试验段经检验合格，作为正常路段的一部分。若不符合要求，经采取补救措施后仍无法满足使用功能的路段应铲除重铺。

6.3.5 施工要点

1) 拌和

(1) 拌和机各料仓开口大小和皮带计量精度应事先标定，并在施工过程中经常检查和调整。

(2) 施工中细集料宜采用篷布覆盖，以避免细集料含水率过大，导致施工过程中料仓口堵塞。

(3) 开始拌和前, 拌和场的备料至少应能满足 5~7d 的摊铺用料。

(4) 每次开始拌和前, 应检查场内各处集料的含水率, 计算当天的施工配合比; 外加水与天然含水率的总和要比最佳含水率略高 1% 左右。

(5) 每次开始拌和之后, 出料时应取样检查是否符合设计的配合比; 进行正式生产之后, 每天定时检查拌和情况, 抽检其配合比、含水率是否变化。高温作业时, 早晚与中午的含水率要有区别, 要按温度变化、风速大小及时调整。

(6) 料仓的加料应有足够数量的装载机, 以确保拌和楼各仓集料充足并且相互之间数量协调。拌和楼在每天结束后应清理干净, 检查并进行适当维护, 尤其要注意避免水泥结块而堵塞水泥下料口。

(7) 拌和机出料不应采取自由跌落式的落地成堆、装载机装料运输的办法。应配备带活门漏斗的料仓, 由漏斗出料直接装车运输; 装车时车辆应前后移动, 分三次装料, 避免混合料离析。

2) 运输

(1) 运输车辆应采用大吨位的自卸车, 车况应良好; 运输车辆每天开工前, 要检验其完好情况, 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。

(2) 混合料在运输过程中必须覆盖, 以减少水分损失。

(3) 应尽快将拌和的混合料运送到铺筑现场。如运输车辆中途出现故障, 应尽快排除, 如车内混合料不能在初凝时间内运到工地, 或预计混合料到碾压最终完成的延迟时间超过水泥初凝时间, 必须

予以废弃。

3) 摊铺

(1) 在水泥稳定碎(砾)石基层边缘设置好高程控制线支架,根据松铺系数计算松铺厚度,决定控制线高度,挂好控制线。

(2) 摊铺前应清除下卧层表面的浮土、积水等,并将作业面洒水湿润。对于下基层表面,宜喷洒水泥净浆,按水泥质量计,不少于 $1.0\sim 1.5\text{kg}/\text{m}^2$ 。水泥净浆稠度以能洒布均匀为宜,洒布长度以不大于摊铺机前 $30\sim 40\text{m}$ 为宜。

(3) 待等候卸料的混合料运输车多于 5 辆后开始摊铺,并应保持连续摊铺。

(4) 现场摊铺时,宜采用两台摊铺机梯队作业的方式。在单向双车道路面施工过程中,当单台大功率摊铺机抗离析效果较好时,也可采用单机全断面摊铺的摊铺方式。

(5) 采用双机梯队作业时,两台摊铺机型号应相同,前后相距为 $5\sim 10\text{m}$ 。前台摊铺机采用路侧钢丝和设置在路中的导梁控制路面高程,后台摊铺机路侧采用钢丝、路中采用滑靴控制高程和厚度的方式。前后两台摊铺机重叠 $50\sim 100\text{mm}$,中缝辅以人工修整。采用单机摊铺时,应采用两侧走钢丝的方法控制高程。

(6) 摊铺机的摊铺速度宜控制在 $1\text{ m}/\text{min}$ 左右。摊铺过程中,应根据拌和能力和运输能力确定摊铺速度,中途不得随意变更摊铺速度,以避免摊铺机停机待料的情况。

(7) 摊铺前及摊铺过程中,应检查摊铺机各部分运转情况。

(8) 调整好传感器臂与导向控制线的关系；严格控制基层厚度和高程，以保证横坡满足设计要求。应设专人看护导向控制线，不得出现掉线和人为碰线的情况。

(9) 摊铺机的螺旋布料器应有三分之二埋入混合料中。

(10) 摊铺机在安装、操作时，应采取混合料防离析措施（如降低布料器前挡板的离地高度等），摊铺机后应设专人消除离析现象，铲除局部粗集料集中部位，并用新拌混合料填补。

(11) 结构物两侧摊铺应符合以下要求：

①应在施工前对结构物两侧工作面进行清理和修整，扫除松散材料和所有杂物，处理好欠压实、不平整等问题；

②正交结构物两侧作为起点时，应采用相应厚度的垫块起始摊铺，并严格按照设计要求衔接路面结构层和过渡板，不得采用人工摊铺；

③斜交结构物两侧等摊铺机无法工作的部位应采用人工摊铺，并应控制好操作时间、松铺厚度和平整度。

4) 碾压

(1) 在摊铺、修整后，压路机紧跟摊铺机在全宽范围内进行碾压。碾压应遵循“先轻后重、先慢后快、从低到高”的原则。

(2) 每台摊铺机后，压路机应紧跟碾压，碾压段落长度一般为50~80m。碾压段落必须层次分明，并设置明显的分界标志。

(3) 碾压应遵循试验段确定的程序与工艺。现场碾压见图 6.3.5。
半幅两车道或三车道高速公路水泥稳定碎（砾）石基层碾压可按参

考表 6.3.5。

图 6.3.5 水泥稳定碎（砾）石基层碾压

（4）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。

（5）压路机碾压时，应重叠 1/3 轮宽。

（6）压路机换挡要轻且平顺，不要拉动铺面。在第一遍初步稳压时，倒车后尽量原路返回；换挡位置应在已压好的段落上；在未碾压的一头换挡倒车位置应错开，呈齿状；出现个别拥包时，应进行铲平处理。

水泥稳定碎（砾）石碾压参考模式

表 6.3.5

碾压阶段	压路机类型	数量	碾压模式
初压	单钢轮振动压路机（18t 以上）	1 台	前后稳压 1 遍
			前后弱振 1 遍
复压	单钢轮振动压路机（20t 以上）	1 台	前后强振 2 遍
	单钢轮振动压路机（20t 以上）	1 台	前后强振 2 遍
终压	胶轮压路机（20t 以上）	2 台	各碾压 2 遍

（7）压路机停机应错开，相互间距约 3m，且停在已碾压好的路段上。

（8）严禁压路机在正在碾压的路段或刚完成的路段上掉头。除非特殊情况，应尽可能避免紧急制动。

（9）为保证水泥稳定碎（砾）石基层边缘压实度，应有 100mm 的超宽压实；对用方木或型钢模板支撑时，超宽可适当减小。

5) 接缝

（1）纵缝

两台摊铺机梯队施工时的纵向接缝应采用斜接缝，压路机跨缝碾压时一次碾压密实。

（2）横缝

①水泥稳定碎（砾）石混合料摊铺时，应连续作业。若因故中断时间超过 2h，则应设横缝；每天收工之后，第二天开工的接头断面也应设置横缝；

②横缝应与路面车道中心线垂直设置，接缝断面应是竖向平面；

③压路机碾压完毕，应沿端头斜面行驶至下卧层上停机过夜；第二天将压路机沿斜面行驶至前一天施工的基层上，用 3m 直尺纵向确定接缝位置，沿横向断面挖除坡下部分混合料；清理干净后，摊铺机从接缝处起步摊铺；

④压路机沿接缝横向碾压，由前一天压实层逐渐推向新铺层，碾压完毕后再正常碾压；

⑤碾压完毕，接缝处纵向平整度应符合要求。

6）养生及交通管制

（1）碾压完毕，经质量检查合格后，立即开始养生。

（2）养生方法：采用土工布或节水养生膜覆盖养生时，应先人工将土工布覆盖在碾压完成的水泥稳定碎（砾）石层顶面，然后用洒水车洒水养生。在 7d 内应保持基层处于湿润状态，28d 内正常养护。

（3）当用洒水车洒水养生时，洒水车应在另幅行驶，水龙带应

跨中分带，人工手持喷头洒水，喷头要用喷雾式；不得用高压式喷管，以免破坏基层结构；每天洒水次数应视气候而定。整个养生期间，应始终保持水泥稳定碎（砾）石层表面湿润。

（4）在养生期间，应采取隔离措施封闭交通，禁止车辆通行。

（5）下基层施工结束 7d 后，即可进行上基层水泥稳定碎（砾）石的施工。两层水泥稳定碎（砾）石施工间隔不宜超过 30d。

6.3.6 质量控制

（1）水泥、集料质量检测项目及频率按表 6.3.6-1 执行。

（2）混合料级配检验在拌和机运输皮带上取样，抗压强度检验在料车上取样。

（3）除用滴定法检测水泥剂量要求外，还应进行总量控制检测。要求记录每天的实际水泥用量、集料用量和实际工程量，计算对比水泥剂量的一致性。

（4）压实度检查应在碾压结束后立即进行；对于小于规定值的测点应立即进行处理，直到测点全部符合要求为止。

（5）水泥稳定碎（砾）石混合料质量控制内容与按表 6.3.6-2 执行；水泥稳定碎（砾）石基层质量控制标准按照现行《公路工程质量检验评定标准》（土建工程）相关规定执行。

原材料检测项目及频率要求 表 6.3.6-1

材料种类	控制项目	控制标准	检测频率
水泥	细度	满足现行《公路路面基层施工技术规范》的规定	不少于每批每 300t 检测一次
	安定性		
	水泥初凝时间		

	水泥终凝时间		
	胶砂强度		
集料	压碎值		粗集料不少于每 2000t 检测一次；细集料不少于每 1000t 检测一次
	粗集料针片状		
	液限		
	塑性指数		
	粗集料小于 0.075mm 颗粒含量		
	细集料小于 0.075mm 颗粒含量		

水泥稳定碎(砾)石混合料质量控制内容

表 6.3.6-2

项目		质量要求或允许差	检查频率	取样/试验方法
矿料级配，与设计标准级配的差（%）	0.075mm	±2	1 次/2000m ²	拌和机混合料输送皮带上取样
	≤2.36mm	±4		
	≥4.75mm	±7		
水泥剂量（%）		±0.5	6 个以上样品/2000m ²	滴定法
含水率（%）		最佳含水率-1~+2	随时	烘干法
强度（MPa）		不小于设计要求	2 组/d	7d 无侧限抗压强度

6.4 石灰、粉煤灰稳定碎石

6.4.1 施工准备

（1）二灰碎石施工前的技术准备、机械准备、试验检测仪器准备、料场与材料准备及作业面准备分别按第 2 章第 2.2~2.6 节执行。

（2）测量人员提前恢复中线，直线段宜每 10m 设一个中桩，平曲线每 5m 设一个中桩，在两侧路肩外边缘设置指示桩；指示桩应明显标记出二灰碎石基层边缘的设计高度，用白灰画出二灰碎石基

层的边缘线。

(3) 清除作业面表面的浮土、积水等，并将作业面表面洒水湿润。

6.4.2 材料要求

1) 石灰

(1) 应采用III级或III级以上石灰，有条件宜采用II级或以上石灰。

(2) 石灰要分批进料，做到既不影响施工进度，又不过多存放；应尽量缩短堆放时间，若存放时间较长，应采取覆盖封存措施，妥善保管。

2) 粉煤灰

粉煤灰中 SiO_2 、 Al_2O_3 和 Fe_2O_3 之和总含量应大于 70%，烧失量不应超过 20%，比表面积宜大于 $2500\text{cm}^2/\text{g}$ ， SO_3 含量应不大于 3%。

3) 水泥

当二灰碎石 7d 强度不能满足设计要求时，为提高早期强度，可外加 1%~2% 的水泥。所用水泥的质量应符合本章第 6.3.2 条的规定。

4) 集料

(1) 应洁净、干燥、表面粗糙、无风化、无杂质。

(2) 最大粒径为 31.5mm。应按四种及四种以上规格备料，可按 19~31.5 mm、9.5~19mm、4.75~9.5mm、0~4.75mm 四种规格备料。

5) 水

水应洁净，不含有害物质。遇到可疑水源时，应委托有关部门

按现行《公路工程水质分析操作规程》要求进行化验鉴定。

6.4.3 混合料配合比设计

1) 二灰碎石混合料配合比设计应采用重型击实法, 根据施工图设计确定的强度标准, 通过试验选择骨架嵌挤、均匀密实、施工和易性好的混合料结构, 并确定石灰、粉煤灰剂量、最大干密度和最佳含水率。

2) 混合料组成设计

(1) 取工地实际使用的集料, 分别进行筛分, 按颗粒组成进行计算; 二灰碎石混合料组成的设计级配应符合现行《公路沥青路面设计规范》或《公路路面基层施工技术规范》范围要求。

(2) 取工地使用的材料, 石灰、粉煤灰与级配集料可采用比例为 17.5: 82.5, 石灰与粉煤灰比例可采用 1: 1.5~1:4, 必要时可添加 1%- 2% 的水泥。当制备不同比例的混合料时, 可采用重型击实法确定各组混合料的最佳含水率和最大干密度。

(3) 在最佳含水率状态下, 按要求压实度(重型击实标准, 98%)制备混合料试件, 在标准条件下养护 6d, 浸水 1d 后取出测定无侧限抗压强度。

(4) 二灰碎石混合料 7d 浸水无侧限抗压强度设计标准应在 0.8~1.1 MPa 范围内; 对于配合比设计, 应采用一个限值。

(5) 抗压强度结果应采用代表值, 按式(6.4.3)计算:

$$R_d = R (I - Z_0 \cdot C_0) \quad (6.4.3)$$

式中: R_d -抗压强度代表值(MPa);

R ——该组试件抗压强度的平均值(MPa);

Z_0 ——保证率系数, 高速公路保证率 95%, 此时 $Z_0=1.645$;

C_v ——试验结果的偏差系数 (以小数计)。

(6) 取符合强度要求的配合比作为二灰碎石的生产配合比。

3) 二灰碎石混合料配合比设计流程如图 6.4.3 所示。

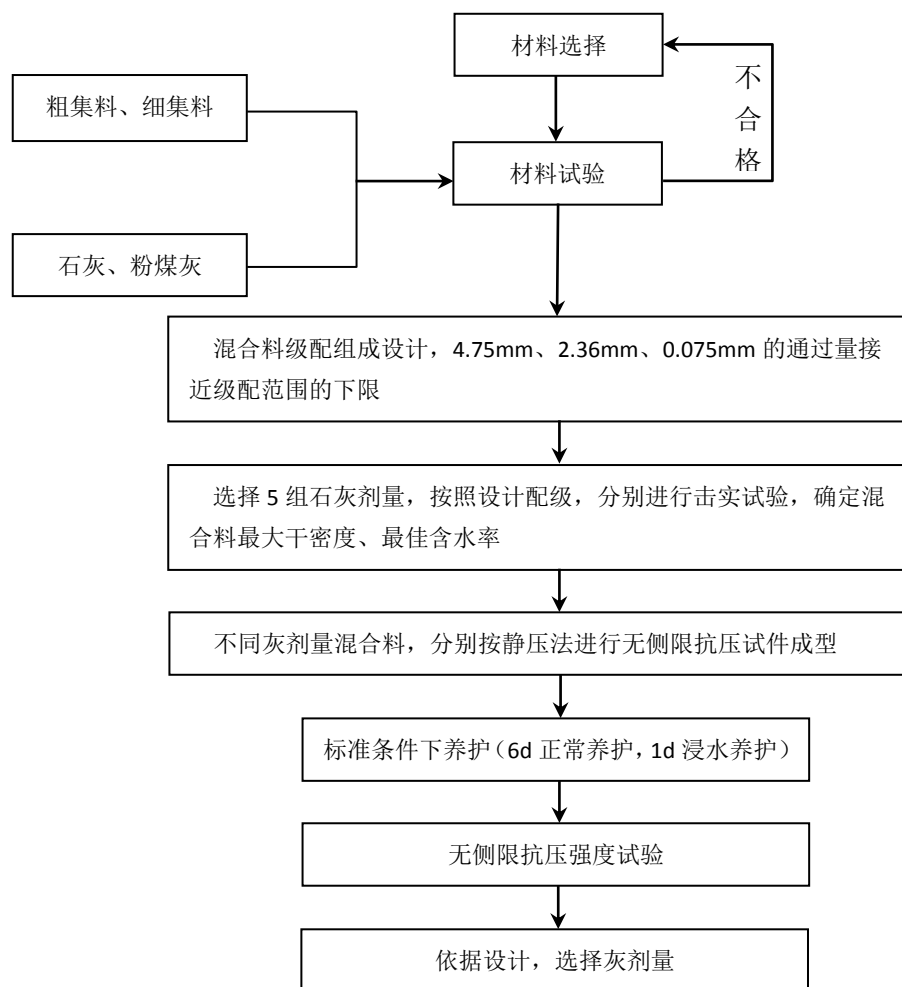


图 6.4.3 二灰碎石混合料配合比设计流程

6.4.4 试验段施工

1) 正式开工之前, 应进行试验段施工。试验段应选择在经验收合格的主线下卧层上进行, 长度为 300 ~400m; 应确定两种试铺碾压方案, 每种试铺方案为 150~200m。

2) 试铺决定的主要内容

(1) 用于施工的集料配合比例:

①调试拌和机, 分别称出拌缸中不同规格的碎石、石灰、粉煤灰、水的质量, 测量其计量的准确性;

②调整拌和产量, 保证混合料均匀性;

③检查混合料含水率、集料级配、灰剂量、7d 无侧限抗压强度。

(2) 合适的松铺厚度和松铺系数。

(3) 标准施工方法:

①混合料配合比的控制;

②混合料摊铺方法和适用机具, 包括摊铺机行进速度、摊铺厚度控制方式、梯队作业时摊铺机间隔距离等;

③含水率的调整和控制方法;

④压实机械的选择和组合, 压实的顺序、速度和遍数;

⑤拌和、运输、摊铺和碾压机械的协调和配合。

(4) 每一作业段的合适长度。

3) 当使用的原材料和混合料, 施工机械、施工方法符合要求, 试验段各检测结果符合规定后, 按本指南附录 E 要求编写试铺总结, 经审批后作为申报正常路段开工的依据。

4) 试验段经检验合格, 作为正常路段的一部分。若不符合要求, 经采取补救措施后仍无法满足使用功能的路段应铲除重铺。

6.4.5 施工要点

1) 拌和

(1) 拌和机称重设备精度应事先标定，并在施工过程中经常检查和校正。

(2) 施工中细集料应采用篷布覆盖。

(3) 每天开始拌和前，应检查场内各处集料的含水率，计算当天的施工配合比。一般情况下，混合料的含水率比最佳含水率宜提高 1%左右；在气温高、风速大、天气干燥的情况下，宜提高 2%左右。早晚与中午的含水率应有区别。

(4) 每天定时检查拌和情况，判断配合比、含水率、均匀性是否符合要求。

(5) 拌和机出料不应采取自由跌落式的落地成堆办法，应配备带活门漏斗的料仓，由漏斗出料直接装车运输；装车时，车辆应前后移动，分前、后、中三次装料，以减少混合料离析。

2) 运输

(1) 运输车辆应采用大吨位的自卸车，车况应良好；运输车辆每天开工前，要检查其完好情况并将车厢清洗干净。运输车辆数量应满足拌和、出料及摊铺需要，并略有富余。

(2) 应尽快将拌成的混合料运送到铺筑现场。车上的混合料必须覆盖，以减少水分损失。

(3) 在采用添加适量水泥的情况时，如车内混合料不能在水泥初凝时间或者延迟时间内运到工地摊铺碾压，必须予以废弃。

3) 摊铺

(1) 每次摊铺前，应检查摊铺机各部分的运转情况。

(2) 摊铺采用钢丝引导式控制高程，应调整好传感器臂与导向控制钢丝的关系；严格控制基层厚度，并保证横坡满足设计要求。

(3) 摊铺机应连续摊铺，速度控制在 $1\text{m}/\text{min}$ 左右。如拌和机生产能力较小，应降低摊铺速度，避免摊铺机停机待料。

(4) 基层混合料摊铺时若是两台摊铺机梯队作业，应保证速度、摊铺厚度、松铺系数、横坡、平整度、振动频率等一致，两机摊铺接缝应平整。

(5) 摊铺机的螺旋布料器应有三分之二埋入混合料中。

(6) 在摊铺机后面应设专人消除离析现象，特别应该铲除局部粗集料集中部位，并用新拌混合料填补。

(7) 结构物两侧摊铺应符合以下要求：

①应在施工前对结构物两侧工作面进行清理和修整，扫除松散材料和所有杂物，处理好欠压实、不平整等问题；

②正交结构物两侧应采用相应厚度的垫块起始摊铺，并严格按照设计要求衔接路面结构层和过渡板，不得采用人工摊铺；

③斜交结构物两侧等摊铺机无法工作的部位采用人工摊铺，应控制好松铺厚度和平整度。

4) 碾压

(1) 每台摊铺机后，压路机应紧跟碾压，一次碾压段落长度一般为 $50\sim 80\text{m}$ 。碾压段落必须层次分明，设置明显的分界标志。

(2) 碾压应遵循试验段确定的程序与工艺。注意稳压要充分，

振压不起浪、不推移。压实时，宜按“稳压_轻振碾压_重振碾压-+胶轮稳压”方式进行，及时检测压实度。

(3) 压路机碾压时应重叠 $1/3$ 轮宽。

(4) 压路机倒车换挡要轻且平顺，不要拉动铺面。在第一遍初步稳压时，倒车后尽量原路返回，换挡位置应在已压好的段落上，在未碾压的一头换挡倒车位置错开，要成齿状；当出现拥包时，应由人工进行铲平处理。

(5) 压路机碾压时的建议行驶速度，前两遍为 $1.5\sim 1.7\text{km/h}$ ，以后各遍应为 $1.8\sim 2.2\text{km/h}$ 。

(6) 压路机停机要错开，而且相距不小于 3m ，应停在已碾压好的路段上，以免破坏基层结构。

(7) 严禁压路机在正在施工和刚完成的路段上掉头。除非特殊情况，应尽可能避免紧急制动，以保证二灰碎石层表面不受破坏。

(8) 拌和好的混合料要及时摊铺碾压，从拌和到碾压成型应在 24h 内完成。

(9) 为保证二灰碎石基层边缘的压实度，基层摊铺应有一定的超宽。

5) 接缝

(1) 纵缝

两台摊铺机梯队施工时的纵向接缝应采用斜接缝，压路机跨缝碾压时一次碾压密实。

(2) 横缝

①二灰碎石混合料摊铺时，应连续作业；若因故中断时间超过 2h，则应设横缝；每天收工之后，第二天开工的接头断面也要设置横缝；需特别注意桥头搭板前二灰碎石的碾压；

②横缝应与路面车道中心线垂直设置，接缝断面应是竖向平面；

③压路机碾压完毕，应沿端头斜面行驶至下卧层上停机过夜；第二天将压路机沿斜面行驶至前一天施工的基层上，用 3m 直尺纵向确定接缝位置，沿横向断面挖除坡下部分混合料；清理干净后，摊铺机从接缝处起步摊铺；

④压路机沿接缝横向碾压，由前一天压实层逐渐推向新铺层，碾压完毕再正常碾压；

⑤碾压完毕，接缝处纵向平整、无起伏，按第 4 章表 4.3.6-2 所列平整度检测方法检测平整度不大于 8mm。

6) 养生及交通管制

(1) 碾压完毕，经压实度检查合格后进人养生阶段。在此阶段内要求基层表面用洒水车洒水养生，有条件时可采用薄膜覆盖养生，不得用湿黏土覆盖养生。每天洒水次数应视气候而定，保证在整个养生期间二灰碎石基层表面湿润。

(2) 用洒水车洒水养生时，洒水车应在另幅车道上行驶，水龙带应跨过中分带，人工手持喷头洒水，采用喷雾式；不得用高压式喷管，以免破坏基层结构。

(3) 养生期不应少于 7d，期间应封闭交通。

6.4.6 质量控制

(1) 石灰、粉煤灰的检测项目及频率要求按表 6.4.6-1 执行；集料的检测项目及频率按照现行《公路路面基层施工技术规范》有关规定执行。

原材料检测项目及频率要求 表 6.4.6-1

材料种类	控制项目	控制标准	检测频率
石灰	有效钙加氧化镁含量 (%)	满足现行《公路路面基层施工技术规范》的规定	不少于每批每 300t 检测一次
	未消化残渣含量		
	含水率		
	细度		
粉煤灰	氧化硅、氧化铝、氧化铁含量		每个料源不少于检测 2 次；
	SO ₃ 含量		
	烧失量		
	比表面积		

(2) 混合料灰剂量的测定应在拌和机拌和后取样，并立即送到工地试验室进行滴定试验。

(3) 除用滴定法检测灰剂量要求外，还应进行总量控制检测。要求记录每天的实际材料用量和实际工程量，计算对比灰剂量的一致性。

(4) 混合料级配检验在拌和机运输皮带上取样，抗压强度检验在料车上取样。

(5) 施工过程中，应注意高程、厚度、平整度控制及对离析的检查，当发现问题时应及时分析解决。

(6) 压实度检查应在碾压结束后立即进行，对于小于规定值的测点应立即进行处理，直到全部测点符合要求为止。

(7) 二灰碎石基层 20~28d 龄期必须能取出完整的芯样；如果取不出完整芯样，则应确定出不合格的段落范围，进行返工处理。

(8) 二灰碎石混合料质量控制内容按表 6.4.6-2 执行。二灰碎石基层质量控制内容按照现行《公路工程质量检验评定标准》(土建工程) 有关规定执行。

二灰碎石混合料质量控制内容 表 6.4.6-2

项目		质量要求或允许差	检查频率	取样/试验方法
矿料级配，与设计标准 级配的差 (%)	0.075mm	±2	1 次/2000m ²	拌和机混合料输送 皮带上取样
	≤2.36mm	±4		
	≥4.75mm	±7		
水泥剂量 (%)		-1.0	1 次/2000m ²	滴定法
粉煤灰用量 (%)		±1.5	1 次/2000m ²	摊铺时检查
含水率 (%)		最佳含水率±1	随时	烘干法
强度 (MPa)		不小于设计要求	2 组/d	7d 无侧限抗压强度

7 透层、下封层、黏层

7.1 一般规定

7.1.1 半刚性基层表面宜喷洒透层油，在透层油渗透入基层后，

方可开展下道工序。

7.1.2 在使用无机结合料铺筑的基层上应铺筑下封层。下封层宜采用单层式层铺法表面处治施工。

7.1.3 透层、下封层及黏层施工宜采用智能型沥青洒布车一次均匀洒布。

7.1.4 下封层在正式施工前，应按要求做试铺路段，经质量检查合格并进行试铺总结后，方可正式施工。

7.1.5 沥青面层之间如不是连续施工，则必须喷洒黏层油；如连续施工且无污染，可不喷洒黏层油。

7.1.6 黏层应在上覆层施工前 1~2d 进行，不宜过早施工。

7.1.7 结构物与沥青层接触部位，必须均匀涂刷黏层油，同时还应注意保护桥头、涵顶及路面两侧的结构物不受污染。

7.1.8 透层、下封层及黏层应在干燥和较热的天气施工。气温低于 10°C 或大风，或即将降雨时，不得施工。

7.1.9 透层、下封层及黏层施工结束后，应立即进行封闭管理，以避免后期污染。

7.2 透层

7.2.1 施工准备

(1) 透层施工前的技术、机械、试验检测仪器、料场与材料及作业面等各项准备，应分别按第 2 章第 2.2~2.6 节执行。

(2) 透层施工前，应对基层进行全面调查，及时处理相关缺陷。

7.2.2 材料要求

- (1) 透层油宜采用渗透性好的乳化沥青。
- (2) 透层油的黏度可通过乳化沥青的浓度适当调节。

7.2.3 施工要点

- (1) 在基层碾压成型、表面稍变干燥，但尚未硬化的情况下，喷洒透层油。
- (2) 层每次施工段落长度应根据洒布车装油的数量决定，确保每车油单幅全宽喷洒完毕。
- (3) 透层油采用智能型沥青洒布车喷洒，喷洒数量应通过试验确定，一般为 $0.6\sim 1.0\text{L}/\text{m}^2$ 。透层油喷洒后，基层表面不得有漏洒及浮油现象；在后期施工车辆作用下不得粘起油皮。
- (4) 沥青洒布车喷嘴的轴线应与路面垂直，并保证所有喷嘴的角度一致，同时保证洒布管的高度，尽量使同一地点能够接受到两个或三个喷洒嘴喷洒的沥青。
- (5) 透层油宜用沥青洒布车一次喷洒均匀；注意起步、终止以及纵向搭接处的洒布量。
- (6) 透层油洒布后，如有花白遗漏应人工补洒；喷洒过量的，应立即撒布石屑或砂吸油，必要时适当碾压。
- (7) 洒布完成后应及时封闭交通，不得有车辆通行等损害透层的现象发生。水分蒸发后，应尽早施工下封层。

7.2.4 质量控制

- (1) 透层油的质量应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》相关规定。

(2) 施工过程中, 应随时进行外观检查, 确保透层油洒布均匀, 数量符合规定。

(3) 采用钻孔或挖掘检查透层油渗透入基层的深度, 宜不小于 5mm; 对于级配碎石基层透层油的渗透深度应通过试验确定。

(4) 透层的检测项目、频率、技术标准及试验方法应符合表 7.2.4 的规定。

透层检测标准 表 7.2.4

检测项目	检测频率	技术标准	试验方法
外观	随时	外观均匀一致, 与下卧层表面牢固黏结, 不起皮	目测为主
沥青	每批检查一次	符合现行《公路沥青路面施工技术规范》的规定	按行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》进行
洒布量	1000m ² 一组	满足设计要求	洒布时采用固定容器收集

7.3 下封层

7.3.1 施工准备

(1) 下封层施工前的技术、机械、试验检测仪器、料场与材料及作业面等各项准备, 分别按第 2 章第 2.2~2.6 节执行。

(2) 下封层施工前, 需对下卧层进行全面调查, 缺陷路段需处理, 见图 7.3.1。

图 7.3.1 清扫后的下卧层与集料外露

7.3.2 材料要求

(1) 下封层常用的沥青材料有: 乳化沥青、改性乳化沥青、道路石油沥青、改性沥青、橡胶沥青等。其中, 橡胶沥青的质量要求

应按照表 7.3.2 执行。

橡胶沥青技术要求 表 7.3.2

检查项目	单位	技术要求
黏度 (177℃)	Pa · s	1.5~4.0
针入度 (25℃,100g, 5s)	0.1mm	≥25
软化点	℃	≥54
弹性恢复 (25℃)	%	≥75

(2) 下封层用集料应采用石质坚硬、清洁、不含风化颗粒的碎石。宜选用反击式破碎机轧制的石灰岩碎石，公称粒径为 2.36~4.75mm、4.75~9.5mm 或 9.5~13.2mm;不得采用料场的下脚料。

(3) 下封层材料宜采用乳化沥青+碎石、改性乳化沥青+碎石、道路石油沥青+碎石、改性沥青+碎石、橡胶沥青+碎石等，其中为增强碎石的黏结效果，可采用 0.2%~0.3%的油石比对碎石进行预拌。

7.3.3 试验段施工

(1) 正式开工之前，应进行试验段施工。试验段应选择在经验收合格的主线下卧层上进行，长度为 100~200m。

(2) 应通过试铺确定沥青洒布方式和洒布量、集料撒布方式和撒布量、碾压工艺及质量控制方法。

(3) 当使用的原材料、施工机械、施工方法符合要求，试验段各项检测结果符合规定后，应编写试铺总结，经审批后作为申报正常路段开工的依据。

(4) 试验段经检验合格，作为正常路段的一部分。若不符合要求，经采取补救措施后仍无法满足使用功能的路段应铲除重铺。

7.3.4 施工要点

1) 下封层施工前, 应将下卧层表面清扫干净, 再用 2~3 台森林灭火鼓风机将浮灰吹净, 使表层集料颗粒部分外露, 必要时用水冲洗。雨后或用水清洗的表面, 水分必须蒸发干净、晒干。

2) 沥青喷洒、集料撒布应均匀; 多洒的沥青应铲除, 多撒的集料应在铺筑沥青路面下面层前清扫完毕, 漏洒的部分应该补洒。

3) 对于乳化沥青、改性乳化沥青下封层, 集料撒布应在乳化沥青破乳前完成。

4) 沥青喷洒

(1) 道路石油沥青宜在温度 155~165℃、改性沥青宜在温度 165~175℃、橡胶沥青宜在温度 180~190℃ 条件下, 用智能型沥青洒布车均匀喷洒在经过处理且干燥的下卧层上。乳化沥青、改性乳化沥青应在常温下喷洒。

(2) 应使用智能型沥青洒布车喷洒沥青。洒布数量宜通过试验确定, 喷洒数量应符合表 7.3.4 的规定。喷洒应均匀, 注意起步或终止以及纵向搭接处的喷洒数量, 做到既不漏喷也不多喷。

(3) 沥青洒布车喷嘴的轴线应与路面垂直, 并保证所有喷嘴的角度一致, 同时调整洒布管的高度, 尽量使同一地点能够接受到两个或三个喷嘴喷洒的沥青。

(4) 应在下卧层上放置固定面积的搪瓷盘。沥青喷洒后测定盘中洒入沥青数量, 测定沥青洒布量。

下封层材料规格及用量

表 7.3.4

下封层类型	沥青		集料	
	名称	洒布量 (kg/m ²)	规格 (mm)	撒布量 (m ³ /1000m ²)
乳化沥青+碎石	乳化沥青	0.9~1.0	2.36~4.75	5~8
改性沥青+碎石	改性沥青	1.0~1.2	4.75~9.5	覆盖 70%~80%
道路石油沥青+碎石	道路石油沥青	0.7~1.0	4.75~9.5	覆盖 70%~80%
橡胶沥青+碎石	橡胶沥青	2.0~2.6	9.5~13.2	覆盖 70%~80%
改性乳化沥青+碎石	改性乳化沥青	0.9~1.1	2.36~4.75	5~6

5) 集料撒布

(1) 沥青洒布后, 应立即用集料撒布机按表 7.3.4 规定的数量撒布集料。集料应撒布均匀, 两幅搭接处不应漏撒, 也不应多撒。

(2) 一个施工段施工完成后, 应根据撒布总量检查集料的平均撒布量。

(3) 下封层施工也可采用一体化联合撒布车进行, 具体用量应满足表 7.3.4 要求。

6) 碾压

集料撒布后, 立即用轻型轮胎压路机均匀碾压 3 遍, 每次碾压重叠 1/3 轮宽。碾压应做到两侧到边, 确保有效压实宽度。

7) 养生

碾压完毕后, 应封闭交通、养护管理。

7.3.5 质量控制

(1) 原材料的质量应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》相关规定。

(2) 施工过程中, 应随时进行外观检查, 确保材料洒(撒)布均匀, 数量符合规定。当发现不满足要求时, 应立即停止施工, 采

采取措施后再恢复施工。对不符合要求部分应及时处理，

(3) 下封层的检测项目、频率、技术标准及试验方法应符合表 7.3.5 的规定。

下封层检测技术标准 表 7.3.5

检测项目	检测频率	技术标准	试验方法
外观	随时	外观均匀一致，与下卧层表面黏结，牢固不起皮，无油包和下卧层外露现象	目测为主
沥青质量	每批检查 1 次	符合现行《公路沥青路面施工技术规范》的规定；符合本章表 7.2.4 技术要求	按行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》进行
沥青洒布量	1000m ² 一组	满足设计要求	洒布时采用固定容器收集
集料撒布量	每施工段一次	满足设计要求	每施工段总量检查

7.4 黏层

7.4.1 施工准备

(1) 黏层施工前的技术、机械、试验检测仪器、料场与材料及作业面等各项准备，应分别按第 2 章第 2.2 -2.6 节执行。

(2) 下卧层表面污染物应清除干净，必要时可用水冲刷洗净，待表面干燥后施工黏层。

(3) 宜采用智能型沥青洒布车一次均匀洒布。

7.4.2 材料要求

黏层材料宜采用改性乳化沥青。

7.4.3 施工要点

1) 黏层油喷洒

(1) 洒布数量宜通过试验确定，一般宜为 0.3~0.6L/m²。喷洒应均匀，注意起步或终止和接缝的洒布量。

(2) 喷洒的黏层油必须成均匀雾状，在路面全宽度内均匀分布成一薄层，不得有洒花漏空或成条状，也不得有堆积。对于局部喷量过多的段落应刮除，对于漏洒的应人工补洒。在路缘石、雨水进水口、检查井等局部位置应采用人工涂刷。

(3) 沥青洒布车喷嘴的轴线应与路面垂直，并保证所有喷嘴的角度一致，同时保证洒布管的高度，尽量使同一地点能够接受到两个或三个喷洒嘴喷洒的沥青。

2) 喷洒黏层油后，应封闭交通、养护管理。

7.4.4 质量控制

(1) 黏层油的质量应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》相关规定。

(2) 施工过程中应随时进行外观检查，确保黏层油洒布均匀。

(3) 黏层油的检测项目、频率、技术标准及试验方法应符合表 7.4.4 的规定。

黏层检测技术标准 表 7.4.4

检测项目	检测频率	技术标准	试验方法
外观	随时	外观均匀一致，与下卧层表面黏结，不起皮	目测为主
改性乳化沥青质量	每批检查 1 次	符合现行《公路沥青路面施工技术规范》的规定	按行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》进行
沥青洒布量	1000m ² 一组	满足设计要求	洒布时采用固定容器收集

8 热拌沥青混合料面层

8.1 一般规定

8.1.1 混合料公称最大粒径应与层厚相适应，满足现行《公路沥

青路面设计规范》的要求。

8.1.2 热拌沥青混合料面层施工前,应对混合料进行配合比设计。配合比设计分为目标配合比设计、生产配合比设计和生产配合比验证三个阶段。在施工过程中,不得随意变更经设计确定的标准配合比。

8.1.3 对同一拌和场两台拌和机,若使用相同品种的矿料和沥青,可使用同一目标配合比,但每台拌和机必须独立进行生产配合比设计。当矿料和沥青产地、品种等发生变化时,必须重新进行设计。

8.1.4 热拌沥青混合料面层施工,应采用集中厂拌混合料、摊铺机摊铺、压路机碾压的施工工艺。

8.1.5 在正式施工前,必须铺筑试验段,对施工工艺进行总结;试验段的质量检查频率应是正常路段的两倍。

8.1.6 各层沥青混合料应满足所在层位的功能性要求,以便于施工,减少离析。

8.1.7 各沥青层之间宜设置黏层,施工间隔时间应尽量缩短,做到连续施工并黏结成为整体。

8.1.8 沥青面层应在不低于 100°C 气温下进行施工,同时严禁雨天、路面潮湿的情况下施工。施工期间,应注意天气变化,已摊铺的沥青层因遇雨未进行压实的应予以铲除。雨天过后,待下卧层完全干燥后,方可进行沥青面层的施工。

8.2 施工准备

8.2.1 沥青混合料面层施工前的技术、机械、试验检测仪器、料

场与材料及作业面等各项准备，应分别按第2章第2.2~2.6节执行。

8.2.2 应对沥青混合料拌和机、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、计量设备等进行检查或标定。

8.2.3 应准备施工过程中所需要的各种记录表格和现场温度、厚度检测设备，根据摊铺长度估算当日生产吨位，明确拌和场、施工现场、试验室责任联系人，实现拌和场与施工现场畅通联系、动态控制。

8.2.4 铺筑沥青面层前，应检查基层或下卧沥青层的质量，不符合要求的不得铺筑沥青面层。下卧层已被污染时，必须清洗或经铣刨处理后，方可铺筑沥青混合料。

8.2.5 提前恢复中线，中面层桥头处和下面层摊铺前，中分带、路肩外侧直线段宜每10m设一个边桩，平曲线段宜每5m设一个边桩；中、上面层在中分带、路肩外边缘处应设置指示标志；应明显标记出施工桩号，用白灰画出各结构层的边缘线。

8.3 材料要求

8.3.1 粗集料

(1) 粗集料应采用石质坚硬、清洁、不含风化颗粒、近立方体颗粒的碎石，粒径大于2.36mm。一般采用反击式破碎机轧制的碎石，必要时可采用冲击式或圆锥式破碎机整形，严格控制针片状颗粒含量。

(2) 沥青中、下面层粗集料宜采用石灰岩等碱性石料，沥青上

面层用粗集料宜采用玄武岩或辉绿岩碎石；条件受限时，可采用其他种类岩石，但相关性能指标必须满足规范要求。

(3) 粗集料分为 3 档或 3 档以上规格，宜按公路沥青路面施工技术规范 S 系列集料规格生产和使用。

8.3.2 细集料

(1) 细集料宜采用 0~2.36mm 的机制砂或石屑，应洁净、干燥、无风化、无杂质；如掺加天然砂，可采用河砂或海砂，通常宜采用粗、中砂。

(2) 生产细集料必须采用干燥除尘设备（如布袋除尘器），机制砂应采用专用的制砂设备单独生产，并保证原石料质量。

8.3.3 填料

(1) 填料一般采用矿粉。矿粉必须采用石灰岩或岩浆岩中的强基性岩石等憎水性石料经磨细得到，原石料中的泥土杂质应除净。矿粉应干燥、洁净。

(2) 沥青面层填料可 adopt 水泥或消石灰替代部分矿粉。水泥质量应符合现行《通用硅酸盐水泥》的规定，消石灰宜为 III 级或 III 级以上，质量应符合现行《公路路面基层施工技术规范》的规定。

8.3.4 道路石油沥青

(1) 宜采用满足规范要求的 A 级道路石油沥青。应根据项目所在地的气候环境特点及道路的功能性要求选择沥青标号。

(2) 沥青必须按品种、标号分开存放，桶装沥青应直立堆放，加盖苫布。沥青在储罐中的储存温度应控制在 130~170℃。暂不使

用的沥青可在常温下长期储存。

8.3.5 改性沥青

(1) 改性沥青可单独或复合采用高分子聚合物、天然沥青及其他改性材料生产。

(2) 生产改性沥青的基质沥青应与改性剂有良好的配伍性。供应商在提供改性沥青的质量报告时，应提供基质沥青的质量检验报告或沥青样品。

(3) 改性沥青宜在固定式工厂或在现场设厂集中生产，也可在拌和场现场边生产边使用；改性沥青的加工温度不宜超过 180℃。

(4) 现场生产的改性沥青宜随配随用；若需短时间保存，在使用前必须搅拌均匀，以确保不发生离析。改性沥青生产设备应设置采样口，以便随机采集样品；采集的试样应立即在现场灌模。

(5) 成品改性沥青到达施工现场后，应存储在沥青罐中；沥青罐中必须设置搅拌设备，使用前改性沥青必须搅拌均匀。在施工过程中，应定期取样检验产品质量，质量不符合要求的改性沥青不得使用。

8.3.6 纤维稳定剂

SMA 的纤维稳定剂宜采用木质素纤维。木质素纤维应按沥青混合料总质量的 0.3%~0.4% 掺入混合料中。

8.3.7 抗剥落剂

(1) 抗剥落剂宜采用非胺类化合物，应选用有较强抗老化性能、与沥青配伍性能良好、符合环保要求的产品。

(2) 抗剥落剂质量应符合表 8.3.7 的规定。

抗剥落剂质量要求

表 8.3.7

指标	单位	质量要求	试验方法
密度	g/cm^3	与沥青密度相当或接近	T0603
pH 值		宜大于 7	pH 试纸或 pH 计测定
凝固点	$^{\circ}\text{C}$	以常温下液态为宜, <0	
黏附性	级	5	T0616 T0663
指标	单位	质量要求	试验方法
残留稳定度	%	≥ 85	T0709
冻融劈裂	%	≥ 80	T0729
储存期	月	≤ 24	

注: ①掺入沥青后(按沥青质量的 0.4%加入)与上面层用粗集料的粘附性能提高到 5 级。

②拌制的掺入抗剥落剂的沥青混合料在 163°C 老化 5h 后, 进行残留稳定度、冻融劈裂试验, 抗水损害

性能需满足要求。

8.4 混合料配合比设计

8.4.1 混合料技术要求

(1) 沥青面层所选定的各种类型沥青混合料均应采用热拌热铺工艺。

(2) 当采用 Superpave 方法时, 混合料的设计体积指标应符合表 8.4.1-1 的要求。设计的沥青混合料应进行马歇尔试验检验, 马歇尔试验结果应符合表 8.4.1-2 的要求。

Superpave 混合料设计技术要求

表 8.4.1-1

混合料类型	压实度 (%)			VMA(%)	VFA(%)	粉胶比 (%)	AASHTO T283(%)
	$N_{\text{初始}}$	$N_{\text{设计}}$	$N_{\text{最大}}$				
Superpave -25	≤ 89	96	≤ 98	≥ 12	65~75	0.6~1.2	—

Superpave -20				≥ 13			≥ 80
---------------	--	--	--	-----------	--	--	-----------

注：①当级配在限制区下方通过时，粉胶比可取值 0.8~1.6。

②初始压实次数 N 初始取 8，设计压实次数 N 设计取 100，最大压实次数 N 最大取 160。

Superpave 混合料马歇尔检验技术要求 表 8.4.1-2

混合料类型	空隙率 (%)	稳定度 (kN)	流值 (0.1mm)	VFA(%)	VMA(%)	残留稳定度 (%)
Superpave -25	4.0~6.0	≥ 8.0	20~40	60~70	≥ 12	≥ 85
Superpave -20			20~50		≥ 13	

注：①当采用改性沥青 Superpave -20 进行车辙试验和冻融劈裂试验检验时，动稳定度应不小于 3000 次/mm，

冻融劈裂强度比应不小于 80%。

②宜采用低温弯度试验检验改性沥青 Superpave -20 混合料的低温性能，其最大破坏应变宜不小于 2000 $\mu\epsilon$ 。

8.4.2 目标配合比设计

(1) AC、OGFC、SMA 热拌沥青混合料配合比设计由马歇尔试验设计和沥青混合料性能检验两部分组成。Superpave 热拌沥青混合料设计由旋转压实仪试验设计和混合料性能检验两部分组成。各结构层混合料配合比设计宜采用“骨架、嵌挤、密实”型结构，级配呈“S”形曲线。

(2) AC、OGFC、SMA 热拌沥青混合料的矿料级配应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》规定的设计级配范围要求。Superpave 热拌沥青混合料矿料级配应符合表 8.4.2-1 控制点范围的规定。

Superpave 混合料级配控制点和限制区界限(质量通过率, %) 表 8.4.2-1

筛孔尺寸 (mm)	Superpave -25				Superpave -20			
	控制点		限制区		控制点		限制区	
	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大
37.5		100						
26.5	90	100				100		
19.0		90			90	100		
13.2						90		
9.5								
4.75			39.5	39.5				

2.36	19	45	26.8	30.8	23	49	34.6	34.6
1.18			18.1	24.1			22.3	28.3
0.6			13.6	17.6			16.7	20.7
0.3			11.4	11.4			13.7	13.7
0.15								
1.075	1	7			2	8		

(3) 各结构层在拌和场备料量达到 30%以上时, 应按本指南附录 A、附录 B 和附录 C 的方法, 从拌和场取集料进行目标配合比设计, 优选矿料级配、确定最佳沥青用量 (或油石比), 使沥青混合料技术性能符合配合比设计技术标准和检验要求, 以此作为目标配合比, 供生产配合比设计使用。

(4) 根据确定的最佳沥青月量 (或油石比)、设计级配, 室内拌制沥青混合料, 进行沥青混合料性能检验, 所设计的沥青混合料须满足现行《公路沥青路面施工技术规范》和表 8.4.1-1 和表 8.4.1-2 的技术要求。各类型沥青混合料性能检验内容如表 8.4.2-2 所示。

各类型沥青混合料性能试验 表 8.4.2-2

性能试验项目	沥青混合料类型					
	OGFC	AC 型中上面层	AC 型下面层	SMA 型中上面层	Superpave 中面层	Superpave 下面层
车辙试验	●	●	×	●	●	×
浸水马歇尔试验	●	●	●	●	●	●
冻融劈裂试验	●	●	●	●	●	●
AASHTO T283 试验	×	×	×	×	●	●
低温弯曲试验	×	●	×	×	●	×
渗水试验	●	●	●	●	●	●
活性和膨胀性试验	△	△	△	△	△	△
析漏试验	●	×	×	●	×	×
肯塔堡飞散损失或 浸水飞散试验	●	×	×	●	×	×

注: 表格内的符号表示的含义: ●-必须检验; △-选择性检验; ×-不需要检验。

8.4.3 生产配合比设计

1) 拌和机热料筛分用的振动筛应根据混合料的规格选用。筛网的筛分能力（即每小时通过的集料量）与混合料级配、集料品种、类型、集料的洁净程度、筛孔尺寸、筛子的倾角和振荡力有关。筛网配备尺寸可按表 8.4.3-1 选用；如按表 8.3.1-1 所列规格尺寸供料，则拌和机筛网组合可按表 8.4.3-2 执行。

间歇式拌和机用振动筛的等效筛孔（方孔筛，mm）

表 8.4.3-1

标准筛筛孔（mm）	2.36	4.75	9.5	13.2	16	19	26.5	31.5	37.5	53
振动筛筛孔（mm）	3~4	6	11	15	19	22	30	35	41	60

拌和机热料仓筛网尺寸（mm）

表 8.4.3-2

结构层类型	筛网组合				
	1 号仓	2 号仓	3 号仓	4 号仓	5 号仓
上面层（13 型）	3 或 3×4(长方形)	6	11	19	
中面层（20 型）	3 或 3×4(长方形)	6	11	15	30
下面层（25 型）	3 或 3×4(长方形)	6	11	15	35

2) 原材料复核与拌和机冷料流量确定

(1) 对进场的原材料应进行原材料筛分试验复核工作，并与目标配合比设计所用原材料进行比较。

(2) 对沥青拌和设备冷料仓的送料速度与电机转速的关系应进行标定，并根据形成的关系曲线，选定相应的电机转速进行送料。

3) 确定各热料仓集料和矿粉的用量

必须从二次筛分后进入各热料仓的集料取样进行筛分，通过计算，使合成矿质混合料的级配与目标配合比相接近（级配符合性要求见表 8.4.3-3），以确定各热料仓集料和矿粉的用料比例，供拌和机控制室使用。

生产配合比合成级配符合性要求

表 8.4.3-3

筛孔尺寸 (mm)	合成级配与目标配合比级配差值 (%)
0.075	± 1
≤ 2.36	± 1
≥ 4.75	± 1

4) 确定最佳油石比（最佳沥青用量）

(1) AC 型混合料取目标配合比设计的最佳油石比 OAC、 $OAC \pm 0.3\%$ 和 $OAC \pm 0.6\%$ 等 5 个油石比；SMA、Superpave、OGFC 混合料取目标配合比设计的最佳油石比 OAC、 $OAC \pm 0.3\%$ 等 3 个油石比；根据计算的矿料配合比例，用试验室小型拌和机拌制沥青混合料进行试验，按目标配合比设计方法选定最佳油石比。

(2) 生产配合比确定的最佳油石比与目标配合比确定的最佳油石比之差应不超过 $\pm 0.2\%$ ，且生产配合比与目标配合比设计的空隙率之差应不超过 $\pm 0.2\%$ 。如超出此规定，应分析原因，重新进行生产配合比设计，并进行混合料性能检验。

5) 沥青混合料性能检验

按以上生产配合比，用室内小型拌和机拌制沥青混合料制备试件，并进行水稳定性检验。

8.4.4 生产配合比设计验证（试拌）

(1) 应采用生产用拌和机对生产配合比进行试拌。试拌时，拌和机各项参数（矿料加热温度、沥青加热温度、冷料仓进料比例及

进料速度)须按正常生产状态进行设置。

(2) 试拌后的沥青混合料应进行马歇尔试验或旋转压实检验。并进行沥青含量、筛分试验。混合料级配与生产配合比之差应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》的规定。

(3) 试拌后的沥青混合料各项技术指标经检验合格后,方可铺筑试铺路段。否则,应分析原因改正后再次进行拌和机试拌,直至试拌沥青混合料满足相关技术要求。

8.5 试验段施工

8.5.1 试验段应选在具有代表性的主线直线段,采用两种或两种以上的试铺碾压方案,每种方案长度不少于 150m。

8.5.2 试验段施工包括试拌和试铺两个阶段,需要决定以下内容:

1) 根据各种机械的施工能力相匹配的原则,确定适宜的施工机械,按生产能力决定机械数量与组合方式。

2) 通过试拌决定:

(1) 拌和机的控制参数——拌和数量、时间、温度及上料速度等;

(2) 验证沥青混合料的配合比设计和沥青混合料的技术性质,确定正式生产用的矿料配合比和油石比。

3) 通过试验段决定:

(1) 检验沥青混合料施工性能,评价是否利于摊铺和压实,要求混合料均匀不离析、不结块;

(2) 摊铺机的操作方式——摊铺温度、摊铺速度、初步振捣夯

实的方法和强度、自动找平方式等；

(3) 压实机具的选择、组合，压实顺序，碾压温度，碾压速度及遍数；

(4) 施工缝处理方法；

(5) 松铺系数。

4) 确定施工产量及作业段的长度。

5) 全面检查材料及施工质量是否符合要求。

6) 修订施工组织计划，确定施工组织及管理体系、质保体系、人员、机械设备、检测设备、通信及组织方式。

8.5.3 在铺筑过程中，检查施工工艺、技术措施是否符合要求，并记录试验与检测结果。

8.5.4 当使用的原材料和混合料，施工机械、施工方法符合要求，试验段各检测结果符合规定后，应按本指南附录 E 要求编写试铺总结，经审批后作为申报正常路段开工的依据。

8.5.5 试验段经检验合格，作为正常路段的一部分。若不符合要求，经采取补救措施后仍无法满足使用功能的路段应铲除重铺。

8.6 施工要点

8.6.1 沥青混合料拌和

(1) 沥青混合料应采用间歇式拌和机。在施工过程中，应安排专人对沥青拌和设备进行日常检查维护，确保拌和机运转正常。

(2) 集料上料过程中，装载机应从底部按顺序竖直装料，以减小集料离析。

(3) 拌和机须配备计算机设备。拌和过程中，应逐盘采集并打印各个传感器的材料用量和沥青混合料拌和量。拌和温度等各种参数，随时在线检查矿料级配和油石比，并定期对拌和机的计量和测温进行校核。每个台班结束时，应打印出一个台班的统计量，按现行《公路沥青路面施工技术规范》规定的方法进行沥青混合料生产质量及铺筑厚度的总量检验。总量检验的数据有异常波动时，应立即停止生产，分析原因。

(4) 道路石油沥青混合料每盘的拌和周期一般不少于 45s，其中干拌时间一般不少于 5s；改性沥青混合料拌和时间应适当延长；改性沥青 SMA 混合料拌和周期一般为 60~70s（表 8.6.1）。拌和时间应根据具体情况由试拌确定，保证沥青均匀裹覆。

改性沥青 SMA 混合料拌和时间及加料次序

表 8.6.1

生产次序	1	2	3
生产环节	加集料、加矿粉	加沥青、加纤维	出料
拌和时间	干拌约 10s，湿拌约 50s，总拌和周期约 60~70s		

(5) 应严格控制沥青和集料的加热温度以及沥青混合料的出厂温度；集料温度应比沥青温度高 10~15℃。

①道路石油沥青混合料的拌和施工温度宜根据 135℃ 及 175℃ 条件下测定的黏度—温度曲线确定；改性沥青混合料的施工温度应参考沥青供应商的技术说明。条件不具备时，可按现行《公路沥青路面施工技术规范》的规定执行，并根据实际情况适当调整。

②每次拌和时，开始几盘集料应提高加热温度，并干拌几锅集料废弃，再正式加沥青拌和混合料。

(6) 拌和机的矿粉仓应配备振动装置,以防止矿粉起拱。添加消石灰、水泥等外掺剂时,宜增加粉料仓,也可由专用管线和螺旋升送器直接加入拌和锅;若与矿粉混合使用时,应注意避免两者因密度不同而发生离析。

(7) 拌和机必须有二级除尘装置,经一级除尘的粉尘可直接回收使用,二级除尘的粉尘严禁使用,直接湿排处理。

(8) 拌和机宜备有保温性能好的成品储料仓,储存过程中混合料降温不得大于 10°C ,且不能有沥青滴漏。道路石油沥青混合料的储存时间不得超过 72h;改性沥青混合料的储存时间不宜超过 24h; SMA 混合料只限当天使用; OGFC 混合料宜随拌随用。

(9) 应目测检查混合料有无异常现象,如混合料有花白、冒青烟和离析等现象。若有异常,应查明原因,及时调整。

(10) 沥青混合料试件制备前,应在达到击实成型温度的烘箱中短期老化 2h。对于在储存仓中存储时间超过 2h 的混合料,可不再进行短期老化处理。

(11) 每台拌和机应定期检查拌和机热料仓矿料的组成情况,以 1 次/d 为宜。

(12) 生产添加纤维的沥青混合料时,纤维必须在混合料中充分分散,拌和均匀。拌和机应配备同步投料装置。松散的絮状纤维可与沥青同时或稍后喷入拌和锅,拌和时间宜延长 5s 以上。颗粒纤维可与粗集料同时加入,干拌 5~10s。工程量很小时,也可分装成塑料小包由人工直接投入拌和锅。

(13) 使用改性沥青时，应随时检查沥青泵、管道、计量器是否受堵；堵塞时应及时清洗。

(14) 沥青混合料出厂时，应逐车检测沥青混合料的重量和温度，记录出厂时间，签发运料单。

8.6.2 沥青混合料运输

(1) 热拌沥青混合料宜采用大吨位的车辆运输，一般应不小于 15t，车辆数量应根据运输距离、摊铺速度确定，适当留有富余。摊铺机前方应有不少于 5 辆运料车等候卸料为宜，以确保现场连续摊铺的需要。

(2) 运输车辆每天使用前后，应检验其完好性；装料前应将车厢清洗干净，并涂抹适量的隔离剂。

(3) 应采用数字显示插入式热电偶温度计检测沥青混合料的出厂温度和运到现场温度，温度计插入深度应大于 150mm。在运料卡车侧面中部应设专用检测孔，孔口距车厢底面高度约为 300mm。测试方法应符合现行《公路路基路面现场测试规程》的规定。

(4) 拌和机或储料仓向运料车放料时，料车应“前、后、中”移动，分 3~5 次装料。

(5) 运料车进入摊铺现场时，轮胎上不得粘有泥土等可能污染路面的脏物，否则应将轮胎清洁后方可进入施工现场。

(6) 运料车应采用厚苫布覆盖严密，苫布至少应下挂到车厢板的一半；卸料过程中宜继续覆盖直到卸料结束。在气温较低时，运料车车厢侧面应加装保温层，确保混合料温度稳定。

(7) 卸料过程中, 运料车应在摊铺机前 10~30cm 处停住, 运料车不得撞击摊铺机。卸料过程中运料车应挂空挡, 靠摊铺机推动前进。

(8) 运输到摊铺现场的混合料, 如温度不符合要求或遭雨淋, 应做废弃处理。

8.6.3 沥青混合料摊铺

(1) 沥青混合料摊铺时, 应单幅一次性摊铺, 可采用两台摊铺机梯队同时摊铺作业(图 8.6.3), 也可采用一台摊铺机摊铺。两台摊铺机摊铺时, 摊铺机必须为同一机型, 新旧程度和性能相近, 以保证铺筑均匀、一致。

图 8.6.3 摊铺机单幅梯队作业

(2) 摊铺机开工前, 应提前 0.5~1h 预热熨平板, 使其温度不低于 100℃。铺筑过程中, 应使熨平板的振捣或夯锤压实装置具有适宜的振动频率和振幅, 以保证面层的初始压实度达 85%左右。熨平板连接应紧密, 避免摊铺的混合料出现划痕。

(3) 下面层摊铺和桥面上下铺装层摊铺时, 应采用钢丝引导控制高程的方式。钢丝为扭绕式, 直径不小于 6mm, 钢丝拉力大于 800N, 每 10m 设一座钢丝支架。当采用两台摊铺机实施摊铺施工时, 靠中央分隔带侧摊铺机在前, 其左侧架设钢丝, 摊铺机上安装横坡仪控制摊铺层横坡; 后面摊铺机右侧架设钢丝, 左侧在摊铺好的层面上走“雪橇”控制高程。中、上面层应采用非接触式平衡梁控制摊铺厚度。两台摊铺机摊铺层的纵向热接缝, 应采用斜接缝, 避免出现缝

痕。两台摊铺机前后距离不应超过 10m。

(4) 调好螺旋布料器两端的自动料位器，并使料门开度、链板送料器的速度和螺旋布料器的转速相匹配。螺旋布料器内混合料表面以略高于螺旋布料器 $2/3$ 高度为宜，熨平板挡板前混合料的高度应在全宽范围内保持一致，以减少离析现象。

(5) 摊铺机作业方向应与路面车辆行驶方向一致，摊铺速度应控制在 $2\sim 3\text{m}/\text{min}$ ，应根据拌和机的产量、施工机械配套情况及摊铺厚度、摊铺宽度予以调整，做到缓慢、稳定、连续摊铺。在摊铺机起步正常后，严禁随意调整摊铺速度。做到每天仅在收工时停机一次。

(6) 面层压实前，禁止人员踩踏。一般不宜人工整修；若出现局部离析等特殊情况，应在技术人员指导下，由施工人员进场找补或更换混合料。

(7) 在桥隧过渡段，应严格按照设计要求进行施工，提前做好工作面准备，处理好欠压实、松散、不平整等问题，并扫除松散材料和所有杂物。

(8) 摊铺过程中，应随时检测松铺厚度，发现异常应立即调整。

(9) 中央分隔带路缘石应在摊铺面层前完工。铺筑时，应在靠近路缘石位置适量多铺混合料，并确保该处沥青混合料的压实度。

(10) 运料车辆在卸料更换时，应做到快捷、有序，以保证摊铺机料斗不脱料，尽量减少摊铺机料斗在摊铺过程中拢料。

(11) 在路面狭窄和加宽部分、平曲线半径过小的匝道、斜交桥

头等摊铺机不能摊铺的部位，可辅用人工摊铺混合料。人工摊铺应严格控制操作时间、松铺厚度、平整度等。

(12) 沥青路面施工的最低气温应符合本指南的要求，根据下卧层表面温度调整沥青混合料的最低摊铺温度。

(13) 摊铺遇雨时，应立即停止施工，并清除已摊铺尚未压实成型的混合料。

8.6.4 沥青混合料压实

(1) 对于沥青面层施工，应按第 2 章第 2.3 节的规定配备足够数量的压路机。当施工气温低、风速大、碾压层薄时，应增加压路机数量。

(2) 沥青混合料面层的压实应采用重型压路机，双钢轮压路机应不小于 12t，轮胎压路机应不小于 25t，必要时应采用 30t 以上的轮胎压路机进行碾压作业。OGFC 沥青混合料宜采用小于 12t 的双钢轮压路机。压路机使用性能应良好，不得出现漏油现象。

(3) 应选择合理的压路机组合方式及碾压步骤。初压应在混合料不产生推移、开裂等情况下，尽量在较高温度下进行。初压一般采用双钢轮压路机；AC 和 Superpave 型混合料复压宜采用轮胎压路机，SMA、OGFC 宜采用双钢轮压路机；终压采用双钢轮压路机。单幅两车道可按表 8.6.4-1 -表 8.6.4-3 执行。

AC、Superpave 混合料面层碾压模式

表 8.6.4-1

碾 压 阶 段	压路机类型	数 量	碾 压 模 式
初压	双钢轮振动压路机（11t 以上）	2 台	整幅范围内，前后镇压 2 遍
复压	轮胎压路机（25t 以上）	3 台	整幅范围内套轮循环碾压，各 2 遍

终压	双钢轮振动压路机（12t 以上）	1 台	静压 1~2 遍
----	------------------	-----	----------

SMA 混合料面层碾压模式

表 8.6.4-2

碾 压 阶 段	压路机类型	数 量	碾 压 模 式
初压	双钢轮振动压路机（11t 以上）	2 台	整幅范围内，前后镇压 2 遍
复压	双钢轮振动压路机（11t 以上）	2 台	整幅范围内套轮循环，前后振压各 2 遍
终压	双钢轮振动压路机（11t 以上）	1 台	静压 1~2 遍

OGFC 混合料面层碾压模式

表 8.6.4.3

碾 压 阶 段	压路机类型	数 量	碾 压 模 式
初压	双钢轮振动压路机（12t 以下）	2 台	整幅范围内，前后镇压 2 遍
复压	双钢轮振动压路机（12t 以下）	2 台	整幅范围内套轮循环，静压各 2 遍
终压	双钢轮振动压路机（12t 以下）	1 台	静压 1~2 遍

（4）压路机应以缓慢而均匀的速度碾压。压路机的适宜碾压速度随初压、复压、终压及压路机的类型而区别，应符合表 8.6.4-4、表 8.6.4-5 的要求。

AC 和 Superpave 混合料面层碾压速度

表 8.6.4-4

压路机类型	初压速度（km/h）		复压速度（km/h）		终压速度（km/h）	
	适宜	最大	适宜	最大	适宜	最大
钢轮压路机	1.5~2	3	2.5~3.5	5	2.5~3.5	5
轮胎压路机	—	—	3.5~4.5	8	—	—
钢轮振动压路机	1.5~2（静压）	5（静压）	4~5（振动）	8（振动）	2~3（静压）	5（静压）

SMA、OGFC 混合料面层碾压速度

表 8.6.4-5

压路机类型	初压速度（km/h）	复压速度（km/h）	终压速度（km/h）
静压钢轮压路机	2~3	2.5~5	2.5~5
钢轮振动压路机	2~4	4~5	—

（5）为避免碾压时混合料推挤产生拥包，碾压时驱动轮应朝同

摊铺机；碾压路线及方向不应突然改变；压路机起动、停止时必须减速缓行，不得制动；压路机折回位置应呈阶梯状，不应在同一横断面。

(6) 面层的碾压方式、温度应按试验段总结执行，并依据气温变化作必要调整。

(7) 在当天碾压完成的沥青面层上，不得停放压路机及其他施工设备；并防止矿料、油料和杂物散落在沥青面层上。

(8) 碾压现场应设专岗对碾压温度、碾压工艺进行管理和检查，做到不漏压、不超压。初压、复压、终压段落应设置明显标志。

(9) SMA 路面碾压应遵循“紧跟、慢压、高频、低幅”的原则。若发现碾压有推移现象，应检查级配、油石比是否符合规定；若发现玛蹄脂上浮、石子压碎、棱角磨光等，应停止碾压。

(10) 宜用沾有隔离剂的拖布擦涂轮胎，以防止沥青混合料粘轮，禁止使用柴油、机油等作为压路机隔离剂。

(11) 钢轮压路机碾压过程中，应使用洁净的可饮用水作为隔离剂，喷水量不宜过大，使钢轮表面湿润不粘轮为度。钢轮压路机喷水效果见图 8.6.4。

图 8.6.4 钢轮压路机喷水效果

(12) 碾压成型的面层外观应均匀。

(13) 压实完成 12h 后或路面温度低于 50℃ 时，方能允许施工车辆通行。

8.6.5 施工接缝处理

(1) 纵向施工缝。当采用两台摊铺机梯队摊铺产生的纵向接缝时，应采用松铺斜接缝，以热接缝形式做一次跨接缝碾压。如果两台摊铺机相隔距离较长，先摊铺层应留下 10~20cm 宽暂不碾压，作为后续摊铺的基准面，并跨缝一次碾压密实。对于路面将产生的纵向冷接缝，应在混合料尚未完全冷却前，用镐刨除边缘留下毛茬的方式，不宜在冷却后用切割机切割做纵向接缝。碾压时，对重叠在已铺层上的 50~100mm 混合料，推向新铺混合料，将压路机的大部分行驶在新铺层上，压路机小部分 100~150mm 行驶在已铺层上行走，或者碾压时由热铺面向冷铺面碾压，直至留下 100~150mm，再跨缝压实，如图 8.6.5 所示。上、下层纵缝位置应横向错开 15cm（热接缝）以上或 30~40cm（冷接缝）。

图 8.6.5 纵向冷接缝的碾压

(2) 横向施工缝。全部采用平接缝。在铺设当天混合料冷却但尚未结硬时，将 3m 直尺沿纵向放置，在摊铺段端部的直尺呈悬臂状，以摊铺层与直尺脱离接触处定出接缝位置；用凿岩机或人工月镐垂直刨除端部层后不足的部分，使接缝能成直角连接，并涂抹改性乳化沥青。继续摊铺时，刨除的断面应保持干燥，摊铺机熨平板从接缝处起步摊铺；碾压时用钢轮压路机进行横向压实，从先铺面层上跨缝逐渐移向新铺面层。接缝碾压完毕再纵向碾压新铺面层。上、下层横缝应错开 1m 以上。

(3) 当天碾压完毕后, 应将压路机行驶至未铺新面层的下卧层上过夜, 第二天压路机行驶至新施工面层上后, 再按上述第(2)条要求铲除接缝处斜坡层, 并继续摊铺沥青混合料。

(4) 中、上面层横向施工缝应远离桥梁伸缩缝 20m 以外, 以确保伸缩缝两边铺装层表面的平顺。

8.7 质量控制

8.7.1 沥青面层的主要原材料必须进行留样备查, 按本条要求执行。

(1) 在沥青到达施工现场时, 应对每车沥青留三份样品, 每份样品不少于 2kg, 按表 8.7.1-1 和表 8.7.1-2 要求填写留样单。运输车辆的驾驶员、承包人及监理单位的取样人员应签名。封存容器统一采用 3kg 白铁皮桶, 样品编号后一份封存于现场管理机构, 与留样单、质保书一起保存至竣工验收, 另两份分别由承包人及监理单位留存至交工验收。

(2) 抗剥落剂到达现场时, 对每批次抗剥落剂应留样, 当一批抗剥落剂超过 5t 时, 应每 5t 留一份样品, 每份样品 1kg。按表 8.7.1-3 要求填写留样单。供货商的送样人员、承包人及监理单位的取样人员应签名。样品、留样单交由监理单位封存至交工验收, 交工验收后移交业主封存至竣工验收。

(3) 木质素纤维到达现场时, 应对每批次纤维应留样。当一批纤维超过 50t 时, 应每 50t 留一份样品, 每份样品 500g。按表 8.7.1-3 要求填写留样单。供货商的送样人员、承包人及监理单位的取样人

员应签名。样品、留样单交由监理单位封存至交工验收，交工验收后移交业主封存至竣工验收。

道路石油沥青样品留样单（样品编号_____）

表 8.7. 1-1

标段_____ 承包人_____ 日期_____

品 牌	标 号	质保书编号	沥 青 库	罐 号
运输单位	车牌号	驾驶员（签名）	施工取样人员（签名）	监理人员（签名）

改性沥青样品留样单（样品编号_____）

表 8.7. 1-2

标段_____ 承包人_____ 日期_____

生 产 单 位	生 产 日 期	质保书编号	运 输 单 位
车牌号	驾驶员（签名）	施工取样人员（签名）	监理人员（签名）

沥青抗剥落剂、纤维等材料留样单（样品编号_____）

表 8.7. 1-3

标段_____ 承包人_____ 日期_____

材 料 名 称	型 号	质保书编号	本批次供货数量
供货商代表（签名）	承包人取样人员（签名）	监理单位取样人员（签名）	

8.7.2 各原材料进场、沥青混合料生产过程中，原材料的抽检项目、抽检频率和质量要求应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》和本章表 8.3.7 的规定，其中木质素纤维和抗剥落剂按照每批次不少于 1 次的频率检测。

8.7.3 拌和场必须按现行《公路沥青路面施工技术规范》规定的步骤和频率对沥青混合料生产过程进行质量控制。当采用旋转压实方法时，应按表 8.7.3 执行。

旋转压实试验控制标准

表 8.7.3

项 目		质量要求或允许偏差	检 查 频 度	取样/试验方法
旋转压实	空隙率 (%)	生产配合比空隙率 ± 1	上下午各一次	
	VMA (%)	生产配合比 VMA ± 1	上下午各一次	

8.7.4 沥青面层铺筑过程中，必须随时对铺筑质量进行检查。质量检查的内容、频度、允许差应按照现行《公路沥青路面施工技术规范》和《公路工程质量检验评定标准》（土建工程）执行。

8.7.5 渗水系数标准：中、上面层不大于 50mL/min，下面层不大于 60mL/min；渗水试验下面层合格率应不小于 80%，上面层合格率应不小于 90%，中面层 AC 类混合料合格率应不小于 90%，中面层 Superpave 类混合料合格率应不小于 80%，有条件的地区可参考采用。

8.7.6 施工过程中，应随时对路面进行外观（色泽、油膜厚度、表面空隙）检查。当发现路面局部渗水、严重离析或压实度不足时，必须采取补救措施。

8.7.7 SMA 路面施工过程中，如发现“油斑”或局部光面较多时，应仔细检查油石比、矿料级配是否偏离设计，拌和是否均匀，有无纤维、矿粉结团和用量偏离设计等情况，严重者应予铲除，并调整配合比。

8.7.8 沥青面层的施工应按现行《公路沥青路面施工技术规范》附录 F 的方法，实行动态质量管理，拌和机的所有数据必须打印并

存档备查。

8.7.9 沥青面层的压实度应采取重点对碾压工艺进行过程控制，适度钻孔抽检压实度的方法。各方应联合进行钻孔检测，随机选点取样，避免重复钻孔。钻孔后应及时将孔中灰浆掏净，吸净余水；待干燥后，中、下面层采用水泥混凝土填补，上面层采用相同的沥青混合料分层填充夯实。

8.7.10 沥青路面施工的关键工序或重要部位宜拍摄照片或进行录像，作为实态记录及保存资料的一部分。

9 水泥混凝土面层

9.1 一般规定

9.1.1 水泥混凝土面层应采用强制搅拌楼集中拌和，滑模摊铺机摊铺的施工工艺。当条件受限时，可采用三辊轴机组方式施工。在滑模摊铺机和三辊轴机组无法作业的局部位置，应采用小型机具施工。

9.1.2 水泥混凝土面层施工前，必须进行混凝土配合比设计。配合比设计过程包括试验室配合比、施工配合比以及施工配合比微调与控制。

9.1.3 在正式施工前，必须铺筑试验段，对施工工艺进行总结；试验段的质量检查频率应是正常路段的两倍。

9.1.4 混凝土拌和物应满足可摊铺性、匀质性和质量的稳定性，以利于施工。

9.1.5 水泥混凝土面层施工如遇下述条件之一，不得施工：现场降雨；风力大于 6 级，风速在 10.8m/s 以上的强风天气；现场气温高于 40℃或拌和物摊铺温度高于 35℃；摊铺现场连续 5 昼夜平均气温低于 5℃；最低气温低于-3℃。

9.1.6 本指南规定了采用滑模机械、三辊轴机组和小型机具施工的要求。轨道摊铺机施工应按现行《公路水泥混凝土路面施工技术规范》的规定执行。

9.2 施工准备

9.2.1 水泥混凝土面层施工前的技术准备、机械准备、试验检测仪器准备、料场与材料准备及作业面准备，应分别按第 2 章第 2.2~2.6 节执行。

9.2.2 基准线设置

(1) 滑模摊铺混凝土面层的施工应设置基准线。基准线设置形式有单向坡双线式、单向坡单线式和双向坡双线式三种。

(2) 基准线宽度除应保证摊铺宽度外，应满足两侧 650~1000mm 横向支距的要求。基准线桩纵向间距：直线段不应大于 10m，竖、平曲线路段视曲线半径大小应加密布置，最小 2.5m。

(3) 线桩固定时，基层顶面到夹线臂的高度宜为 450~750mm。基准线桩夹线臂夹口到桩的水平距离宜为 300mm。基准线桩应钉牢固。

(4) 单根基准线的最大长度不宜大于 450m。基准线拉力不应小于 1000N。

(5) 基准线设置后, 严禁扰动、碰撞和振动。一旦碰撞变位, 应立即重新测量纠正。多风季节施工时, 应缩小基准线桩间距。

9.2.3 下卧层准备

(1) 摊铺水泥混凝土之前, 应再次检查下卧层的高程, 对超出允许范围的部分应削除并重做沥青下封层; 低于允许范围的部分不得使用其他材料填补。

(2) 水泥混凝土面层摊铺施工之前, 应清扫下卧层的表面并检查其裂缝情况。

①当出现有不规则的严重裂缝时, 应将该段基层切割废弃, 重新铺筑基层; 废弃段基层的切缝断面应整齐, 且应与路线中线垂直;

②基层的单条裂缝可进行灌缝处理, 并骑缝布设加筋玻纤格栅; 对布设的加筋玻纤格栅应采用热沥青粘贴, 并采用 U 形钢钉将玻纤格栅钉牢于基层表面;

③当基层上存在有横向人为切缝时, 该切缝应采用合适的填缝料灌满; 铺筑的水泥混凝土路面板上应设一条横向缩缝与基层上的人为切缝对齐。

9.3 材料要求

9.3.1 水泥

(1) 水泥混凝土面层应采用旋窑生产的道路硅酸盐水泥, 也可以采用硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥, 不宜采用早强或早凝水泥。

(2) 选用水泥时, 还应通过混凝土配合比试验, 根据其配制弯拉强度、耐久性和工作性优选适宜的水泥品种、强度等级。

(3) 散装水泥的夏季出厂温度：南方不宜高于 65°C ，北方不宜高于 55°C ；混凝土搅拌时的水泥温度：南方不宜高于 60°C ，北方不宜高于 50°C ，且不宜低于 10°C 。

(4) 工地所用散装水泥应使用水泥储罐储存。当水泥储存时间过长时，应取样检测储存水泥的各项性能，确认合格后使用。

(5) 在同一路段上铺筑水泥混凝土面层时，不应使用两种或以上不同牌号的水泥。

9.3.2 粗、细集料

1) 粗集料

(1) 粗集料应使用质地坚硬、耐久、洁净，粒径大于 4.75mm 的碎石，技术指标不低于 II 级的要求。

(2) 粗集料不得使用不分级的统料，应按最大公称粒径的不同采用 2~4 个粒级的集料进行掺配，粒级可分为 $4.75\sim9.5\text{mm}$ 、 $9.5\sim16\text{mm}$ 、 $9.5\sim19\text{mm}$ 、 $16\sim26.5\text{mm}$ 、 $19\sim26.5\text{mm}$ 、 $16\sim31.5\text{mm}$ 六种。碎石最大公称粒径不应大于 31.5mm ，碎石中粒径小于 0.075mm 的石粉含量不宜大于 1%。

2) 细集料

(1) 细集料应采用质地坚硬、耐久、洁净的天然砂、机制砂或混合砂，技术指标不低于 II 级的规定。特重、重交通混凝土路面宜使用河砂，砂的硅质含量不应低于 25%。

(2) 细集料的级配要求应符合现行《公路水泥混凝土路面施工技术规范》的规定。天然砂宜为中砂，也可使用细度模数在 $2.0\sim3.5$

之间的砂。同一配合比用砂的细度模数变化范围不应超过 0.3; 否则, 应分别堆放, 并调整配合比中的砂率后使用。

(3) 路面混凝土所使用的机制砂应检验砂浆磨光值, 其值宜大于 35; 不宜使用抗磨性较差的泥岩、页岩、板岩等水成岩类母岩品种生产机制砂。机制砂混凝土有特殊要求的可掺引气剂。

9.3.3 水

水应洁净, 不含有害物质。来自可疑水源应按照现行《公路工程水质分析操作规程》要求进行化验鉴定。

9.3.4 外掺材料

(1) 粉煤灰技术指标应符合电收尘 I 级、II 级干排粉煤灰或磨细粉煤灰。粉煤灰宜采用散装灰。

(2) 使用的减水剂、缓凝剂、抗渗剂、引气剂等外加剂质量应符合规范要求, 且必须保证供应材料性能的稳定, 不应中途更换供应商和品种型号。

9.3.5 钢筋

(1) 钢筋网、传力杆、拉杆等钢筋应顺直, 不得有裂纹、断伤、刻痕、表面油污和锈蚀, 质量应符合国家有关标准的技术要求。

(2) 传力杆钢筋加工应锯断, 不得挤压切断; 断口应垂直、光圆, 用砂轮打磨掉毛刺, 并加工成 2~3mm 圆倒角。

9.3.6 接缝材料

(1) 胀缝板宜选用能适应混凝土面板膨胀和收缩, 施工时不易变形, 弹性复原率高, 耐久性良好的弹性塑胶板、橡胶泡沫板或沥

青纤维板。

(2) 填缝料应具有与混凝土板缝壁黏结牢固、回弹性好、不溶于水、不渗水、高温时不挤出、不流淌、抗嵌入能力强、耐老化龟裂、负温拉伸量大、低温时不脆裂、耐久性好等性能。填缝料有常温施工式和加热施工式两种, 常温施工式填缝料主要有聚(氨)酯、硅树脂类, 氯丁橡胶、沥青橡胶类等; 加热施工式填缝料主要有沥青玛蹄脂类、聚氯乙烯胶泥类、改性沥青类等。

(3) 填缝时, 应使用背衬垫条控制填缝形状系数。背衬垫条应具有良好的弹性、柔韧性、不吸水、耐酸碱腐蚀和高温不软化等性能。背衬垫条材料有聚氨酯、橡胶或微孔泡沫塑料等, 其形状应为圆柱形, 直径应比接缝宽度大 2~5mm。

9.3.7 其他材料

(1) 用于胀缝传力杆端部的套帽应采用塑料或塑胶管, 厚度应为 1.0~2.0mm, 要求端部密封不透水, 内径较传力杆直径大 1.0mm, 套帽长度 270mm, 顶部空隙长度为 30mm。

(2) 养生剂宜选用一级品, 喷洒剂量不少于 0.3kg/m^2 ; 不得使用易被雨水冲刷掉的对混凝土强度有影响的养生剂。

9.4 配合比设计

9.4.1 路面混凝土的配合比设计程序、方法应按照现行《公路水泥混凝土路面施工技术规范》要求进行。

9.4.2 路面混凝土的配合比设计应根据施工条件的不同(气温、施工机械、坍落度变化等)进行多组配合比设计, 以确定不同施工

条件下的混凝土配合比。

9.4.3 路面混凝土的配合比设计时，水泥用量应按“弯拉强度”、“工作性”、“耐久性”、“经济性”四项技术经济要求选定，即在满足“弯拉强度”、“工作性”、“耐久性”三项技术要求的前提下，以混凝土单位质量水泥用量最小为经济性评价标准；当采用强度等级为 42.5 的水泥，水泥用量宜为 $360\sim 400\text{kg/m}^3$ ；掺用粉煤灰时，最大胶材总量不宜大于 420kg/m^3 。

9.4.4 在进行配合比设计时，应针对减水剂品种和施工时的气温条件，按现行《公路水泥混凝土路面施工技术规范》选择混凝土坍落度，测试混凝土坍落度随时间延长的损失变化规律，以便指导路面混凝土的摊铺施工。

9.4.5 当掺用引气剂时，通过含气量试验确定引气剂掺量。引气剂与减水剂或其他外加剂复配在同一水溶液中时，应注意其可共溶性，以防止外加剂溶液发生絮凝、沉淀现象；如产生絮凝现象，应分别加入搅拌机拌匀。

9.4.6 配合比设计流程如图 9.4.6 所示。

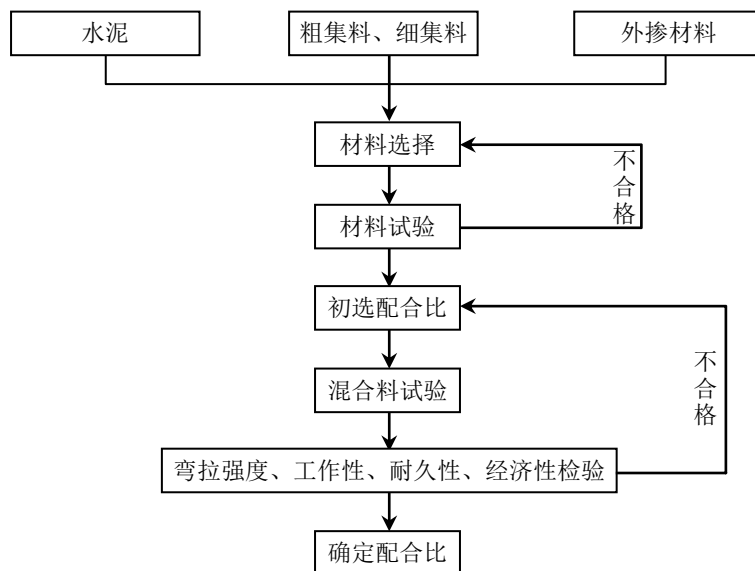


图 9.4.6 水泥混凝土配合比设计流程

9.5 试验段施工

9.5.1 在正式摊铺混凝土面层前，必须铺筑试验段，试验段长度不应短于 200m，高速公路宜在主线上进行试铺。试验段面层的铺筑应在拌和机经调整已达到性能稳定、滑模摊铺机性能状态良好、操作工人熟练的情况下进行，保证试验段能按生产路的条件施工，以总结经验指导正式施工。

9.5.2 试验段分为试拌及试铺两个阶段，通过试验段应达到下述目的。

(1) 通过试拌检验搅拌楼性能及确定合理搅拌工艺，检验适宜摊铺的搅拌楼拌和参数：上料速度、拌和容量、搅拌均匀所需时间、新拌混凝土坍落度、振动黏度系数、含气量、泌水性、VC 值和生产使用的混凝土配合比等。

(2) 通过试铺检验主要机械的性能和生产能力，检验辅助施工机械组配合理性，检验面层摊铺工艺和质量：模板架设固定方式或基准线设置方式，摊铺机械（具）的适宜工作参数（包括：松铺系数、摊铺速度、振捣时间与频率、滚压遍数、碾压遍数、压实度、中间和侧向拉杆置入情况等），检验整套施工工艺流程。

(3) 试铺时，分时段取样进行坍落度试验，检查混凝土拌和物坍落度随施工时间延长的变化。

(4) 检查锯缝机的性能，确定锯缝时间、刻槽时间与施工气温

的关系，选择合理的锯缝深度和养护方法。

(5) 根据试验段总结现有配套机械系统的生产能力、搅拌楼产量，提出材料供应要求、铺筑进度，从而制订面层混凝土摊铺施工进度计划。

9.5.3 对试铺面层各项技术指标进行检测。当技术要求符合设计或规范规定时，试验段面层可作为生产路面予以认可，试铺总结按本指南附录 E 要求编写；否则应重做试验段。

9.6 施工要点

9.6.1 拌和

(1) 每台搅拌楼在投入生产前，必须进行标定和试拌。在标定有效期满或搅拌楼搬迁安装后，均应重新标定。

(2) 正常情况下，施工中应每 15d 校验一次搅拌楼计量精确度。搅拌楼配料计量偏差不得超过表 9.6.1 的规定。不满足时，应分析原因，排除故障，确保拌和计量精确度。

搅拌楼的混凝土拌和计量允许偏差(%)

表 9.6.1

材料名称	水泥	掺和料	砂	粗集料	水	外加剂
每盘	±1	±1	±2	±2	±1	±1
累计每车	±1	±1	±2	±2	±1	±1

(3) 应使用自动配料生产，并按需要打印每天（周、旬、月）对应路面摊铺桩号的混凝土配料统计数据及偏差。

(4) 应根据拌和物的黏聚性、均质性及强度稳定性试拌确定最佳拌和时间。一般情况下，单立轴式搅拌机总拌和时间宜为 80~120s，全部原材料到齐后的净拌和时间不宜短于 40s；行星立轴和双卧轴式

搅拌机总拌和时间应为 60~90s，净拌和时间不宜短于 35s；连续双卧轴搅拌楼的净拌和时间不宜短于 40s。最长总拌和时间不应超过高限值的两倍。

(5) 混凝土拌和过程中，不得使用沥水、夹冰雪、表面沾染尘土和局部暴晒过热的集料。

(6) 外加剂应以稀释溶液加入，其稀释用水和原液中的水量，应从拌和加水量中扣除。使用间歇搅拌楼时，外加剂溶液浓度应根据外加剂掺量、每盘外加剂溶液筒的容量和水泥用量计算得出。连续式搅拌楼应按流量比例控制加入外加剂。加入搅拌锅的外加剂溶液应充分溶解，并搅拌均匀。有沉淀的外加剂溶液，应每天清除稀释池中的沉淀物。

(7) 应按试验段铺筑总结的参数，规范进料顺序；拌和引气混凝土时，应按拌和物含气量最大或较大时确定净拌和时间，每次拌和数量不应大于其额定容量的 90%。

(8) 粉煤灰或其他掺和料应采用与水泥相同的输送、计量方式加入。粉煤灰混凝土的净拌和时间应比不掺的延长 10~15s。

(9) 混凝土拌和物出料温度宜控制在 10~35℃。

(10) 混凝土拌和物应均匀一致；有生料、干料、离析或外加剂、粉煤灰成团现象的非均质拌和物严禁用于路面摊铺。一台搅拌楼的每盘之间，各搅拌楼之间，拌和物的坍落度最大允许偏差为 $\pm 10\text{mm}$ 。拌和物坍落度应为最适宜摊铺的坍落度值与当时气温时运输坍落度损失值两者之和。

9.6.2 运输

(1) 水泥混凝土的运输可使用自卸车。自卸车车厢应不漏浆、加设篷盖，其配置数量应满足实际最快施工进度不停工待料的要求；浇灌车及自卸车车厢不得存留结硬的混凝土和污染装运的混凝土。

(2) 运输到现场的拌和物必须具有适宜摊铺的工作性。不同摊铺工艺的混凝土拌和物从搅拌机出料到运输、摊铺完毕的允许最长时间应符合表 9.6.2 的规定。不满足时，应通过试验、加大缓凝剂或保塑剂的剂量。

混凝土拌和物出料到运输、铺筑完毕允许最长时间 表 9.6.2

施工气温* (°C)	到运输完毕允许最长时间 (h)		到铺筑完毕允许最长时间 (h)	
	滑模	三辊轴、小型机具	滑模	三辊轴、小型机具
5~9	2.0	1.5	2.5	2.0
10~19	1.5	1.0	2.0	1.5
20~29	1.0	0.75	1.5	1.25
30~35	0.75	0.50	1.25	1.0

注：*指施工时间的日间平均气温，使用缓凝剂延长凝结时间后，本表数值可增加 0.25~0.5h。

(3) 运输车辆模板或导线区掉头或错车时，严禁碰撞基准线；一旦碰撞，应告知测工重新测量纠偏。车辆倒车及卸料时，应有专人指挥；严禁碰撞摊铺机和前场施工设备及测量仪器。

9.6.3 滑模摊铺

1) 摊铺准备

(1) 所有施工设备和机具均应处于良好状态，并全部就位。

(2) 基层、封层表面应清扫干净、洒水湿润，但不得积水。

(3) 横向连接摊铺时，前次摊铺面层纵缝的溜肩胀宽部位应切割顺直。侧边拉杆应校正扳直，缺少的拉杆应钻孔锚固植入。纵向施工缝的上半部缝壁应满涂沥青。

2) 布料

(1) 面层开始摊铺时，停留待卸的运料车所载混凝土数量应至少超过连续摊铺 20m，摊铺机方可起步作业。

(2) 滑模摊铺机前的正常料位高度应在螺旋布料器叶片最高点以下，亦不得缺料。卸料、布料应与摊铺速度相协调。

(3) 当坍落度在 10~50mm 时，布料松铺系数宜控制在 1.08~1.15 之间。布料机与滑模摊铺机之间施工距离宜控制在 5~10m。

(4) 摊铺钢筋混凝土面层、桥面或搭板时，严禁任何机械开上钢筋网。

3) 滑模摊铺机的施工参数设定及校准

(1) 振捣棒下缘位置应在挤压板最低点以上，振捣棒的横向间距不宜大于 450mm，均匀排列；两侧最边缘振捣棒与摊铺边沿距离不宜大于 250mm。

(2) 挤压底板前倾角宜设置为 3° 左右。提浆夯板位置宜在挤压底板前缘以下 5~10mm 之间。

(3) 两边缘超铺高程根据拌和物稠度宜在 3~8mm 间调整。搓平梁前沿宜调整到与挤压板后沿高程相同，搓平梁的后沿比挤压底板后沿低 1~2mm，并与路面高程相同。

(4) 滑模摊铺机首次摊铺面层，应挂线对其铺筑位置、几何参数和机架水平度进行调整和校准，正确无误后，方可开始摊铺。

(5) 在开始摊铺的 5m 内，应在铺筑行进中对摊铺出的面层高程、边缘厚度、中线、横坡度等参数进行复核测量。所摊铺的面层精确度应控制在现行《公路水泥混凝土路面施工技术规范》的规定值范围内。

4) 铺筑作业技术要点

(1) 操作滑模摊铺机应缓慢、匀速、连续不间断地作业。摊铺速度应根据拌和物稠度、供料多少和设备性能控制在 0.5~3.0m/min 之间，一般宜控制在 1m/min 左右。拌和物稠度发生变化时，应先调振捣频率，后改变摊铺速度。

(2) 应随时调整松方高度板控制进料位置，开始时宜略设高些，以保证进料。正常摊铺时，应保持振捣仓内料位高于振捣棒 100mm 左右，料位高低上下波动宜控制在 $\pm 30\text{mm}$ 之内。

(3) 正常摊铺时，振捣频率可在 6000~11000r/min 之间调整，宜采用 9000r/min 左右。应防止混凝土过振、欠振或漏振。应根据混凝土的稠度大小，随时调整摊铺的振捣频率或速度。摊铺机起步时，应先开启振捣棒振捣 2~3min，再缓慢平稳推进。摊铺机脱离混凝土后，应立即关闭振捣棒组。

(4) 滑模摊铺机满负荷时，可铺筑的路面最大纵坡为：上坡 5%；下坡 6%。上坡时，挤压底板前仰角宜适当调小，并适当调轻抹平板压力；下坡时，前仰角宜适当调大，并适当调大抹平板压力。

(5) 滑模摊铺机施工的最小弯道半径不应小于 50m;最大超高横坡不宜大于 7%。

(6) 单车道摊铺时,应视路面设计要求配置一侧或双侧打纵缝拉杆的机械装置。两条以上车道摊铺时,除侧向打拉杆的装置外,还应在假纵缝位置处配置拉杆自动插入装置。

(7) 软拉抗滑构造时表面砂浆层厚度宜控制在 (4 ± 1) mm,硬刻槽路面的砂浆表层厚度宜控制在 2~3mm。

(8) 养护 5~7d 后,方允许摊铺相邻车道。严禁重车在养护面层上行驶,且不得破坏养生覆盖物。

5) 混凝土面层修整

(1) 滑模摊铺过程中,应采用自动抹平装置进行抹面。对少量局部麻面和明显缺料部位,应在挤压板后或搓平梁前,补充适量拌和物,由搓平梁或抹平板机械修整。

(2) 人工操作修整时,应配备移动式凳桥。

(3) 人工操作抹面抄平器,精整摊铺后表面的缺陷,不得在整个表面用加铺薄砂浆层修补路面高程。

(4) 对倒边、塌边、溜肩等处,应顶侧模或在上部支方铝管,用人工边缘补料修整。

(5) 左右连接摊铺的纵缝处应进行人工适量修整。

(6) 对滑模摊铺机起步摊铺段及施工接头,应采用水准仪抄平,采用 3m 直尺边测边修整。

9.6.4 三辊轴机组摊铺

1) 摊铺准备

- (1) 所有施工设备和机具均应处于良好状态，并全部就位。
- (2) 基层、封层表面应清扫干净、洒水湿润，但不得积水。
- (3) 设置模板。

2) 布料

卸料应均匀，布料应与摊铺速度相适应。坍落度为 10~40mm 的拌和物，其松铺系数为 1.12~1.25。

3) 振捣

混凝土拌和物布料长度大于 10m 时，应开始振捣作业。排式振捣机振实时，作业速度宜控制在 4 m/min 以内。

4) 拉杆安装

面板振实后，应随即安装纵缝拉杆。

5) 整平

(1) 三辊轴整平机按作业单元分段整平，作业单元长度宜为 20~30m，振捣机振实与三辊轴整平两道工序之间的时间间隔不宜超过 15min。

(2) 三辊轴滚压振实的料位高差宜高于模板顶面 5~20mm；过高时应铲除，过低时应及时补料。

(3) 三辊轴整平机在一个作业单元长度内，应采用前进振动、后退静滚方式作业，一般为 2~3 遍。最佳滚压遍数应经试铺确定。

(4) 在三辊轴整平机作业时，应及时处理轴前料位的高低情况；过高时，应辅以人工铲除，轴下有间隙时，应使用混凝土找补。

(5) 滚压完成后,将振动辊轴抬离模板,用整平轴前后静滚整平,直到平整度符合要求,表面砂浆厚度均匀为止。

(6) 表面砂浆厚度宜控制在 $(4\pm 1)\text{mm}$,三辊轴整平机前方表面过厚、过稀的砂浆必须刮除丢弃。

6) 精平饰面

应采用 3~5m 刮尺,在纵、横两个方向进行精平饰面,每个方向不少于两遍,也可采用旋转抹面机密实精平饰面两遍。

9.6.5 小型机具摊铺

1) 摊铺

(1) 混凝土拌和物摊铺前,应按设计和规范要求架设模板,并对模板的位置、高度、顶面高程及支撑稳固情况,传力杆、拉杆的安设等进行全面检查。修复破损基层,并洒水润湿。用厚度标尺板全面检测板厚与设计值相符,方可开始摊铺。横向多块板面的收费广场,可采用跳仓法施工。

(2) 应设专人指挥自卸车,尽量准确卸料。

(3) 人工布料应用铁锹反扣,严禁抛掷和耨耙。人工摊铺混凝土拌和物的坍落度应控制在 5~20mm 之间,拌和物松铺系数宜控制在 1.10~1.25 之间,料偏干,取较高值;反之,取较低值。

(4) 因故造成 1h 以上停工或达到 2/3 初凝时间,致使拌和物无法振实时,应在已铺筑好的面板端头设置施工缝,废弃不能被振实的拌和物。

2) 振实

(1) 采用人工插入式振捣棒振实，在待振横断面上，每条车道路面应使用两根振捣棒，组成横向振捣棒组，沿横断面连续振捣密实，并应注意路面板底、内部和边角处不得欠振或漏振。

(2) 振动板振实，在振捣棒已完成振实的部位，可用人工拖动平板振动器，纵横交错两遍全面提浆振实，每条车道路面应配备 1 块振动板。

(3) 振动梁振实，每条车道路面宜使用 1 根振动梁。振动梁应具有足够的刚度和质量，底部应焊接或安装深度 4mm 左右的粗集料压实齿，保证 (4 ± 1) mm 的表面砂浆厚度。在振动梁拖振整平过程中，缺料处应用混凝土拌和物填补，不得用纯砂浆填补；料多余部位应铲除。

3) 整平饰面

(1) 每条车道路面应配备 1 根滚杠（双车道两根）。振动梁振实后，应拖动滚杠往 2~3 遍提浆整平。第一遍应短距离缓慢推滚或拖滚，以后应较长距离匀速拖滚，并将水泥浆始终赶在滚杠前方。多余水泥浆应铲除。

(2) 拖滚后的表面宜采用 3m 刮尺，纵横各 1 遍整平饰面，或采用叶片式或圆盘式抹面机往返 2~3 遍压实整平饰面。

(3) 在抹面机完成作业后，应进行清边整缝，清除黏浆，修补缺边、掉角。应使用抹刀将抹面机留下的痕迹抹平。精平饰面后的面板表面应无抹面印痕，致密均匀，无露骨，平整度应达到规定要求。

9.6.6 钢筋混凝土面层摊铺

1) 摊铺前, 按设计图纸准确放样钢筋网的设置位置、面层板块、地梁和接缝位置等。

2) 进行钢筋网、边缘钢筋、角隅补强钢筋和支架钢筋的加工与安装。钢筋应采用支架安装。

3) 对钢筋网及钢筋骨架的质量进行检验。

4) 布料

(1) 连续配筋混凝土面层应采用钢筋网预设安装, 整体一次布料。

(2) 混凝土应卸在侧向布料机的料箱内, 再由侧向布料机转运到摊铺位置。钢筋网上的混合料应由布料机均匀布料。

(3) 坍落度相同时的布料松铺高度, 宜比相应机械施工方式普通混凝土面层高 10mm 左右。

5) 摊铺

(1) 拌和物的坍落度可比相应摊铺方式普通混凝土面层规定大 10~20mm。

(2) 滑模摊铺机摊铺钢筋混凝土面层时, 应适当减速摊铺或增大振捣频率。拌和物坍落度相同时, 钢筋混凝土面层的振捣密实持续时间应比普通混凝土面层的规定时间延长 5~10s。

(3) 在一块钢筋网连续面板内, 应防止摊铺中断, 每块板内不应留施工缝, 必须摊铺到达横缝位置或钢筋网片的端部, 方可停止。

(4) 摊铺被迫中断时, 必须设置横向施工缝, 纵向钢筋应保持

连续，穿过接缝，并应用 1 倍数量的长度不小于 2m 的纵向钢筋做加密处理，横向施工缝距最近横缝的距离不应小于 5m。

6) 连续配筋混凝土面层端部锚固可采用毛勒接缝形式，摊铺时应注意端部锚固结构的施工。

9.6.7 面层接缝

1) 混凝土路面板块划分

(1) 板块划分除应按设计的尺寸要求之外，还应将纵向施工缝与车道分画线或车道与硬路肩的分画线重合。

(2) 当混凝土路面板紧靠路侧的防撞墙时，应采取刷沥青等措施使面层混凝土与防撞墙混凝土隔离，或将混凝土路面板横向缩缝与防撞墙的分节缝处对齐。

(3) 匝道及变宽路面板块的划分：匝道路面纵缝应避开轮迹位置；在变宽路面的变宽起点处不宜切纵缝，须在离开起点 5~10m 处开始切纵缝；弯道纵缝应与路线中心线平行。小半径弯道的纵缝可由小折线组成，但折线接头处应准确相连。

2) 纵缝施工

(1) 当一次摊铺宽度小于路面和硬路肩总宽度时，应设纵向施工缝，位置应避开轮迹，并重合或靠近车道线，构造可采用平缝加拉杆型。当所摊铺的面板厚度大于等于 260mm 时，也可采用插拉杆的企口型纵向施工缝。纵向施工缝的拉杆可用摊铺机的侧向拉杆装置插入。

(2) 当一次摊铺宽度大于 4.5m 时，应采用假缝拉杆型纵缝，

即锯切纵向缩缝，纵缝位置应按车道宽度设置，并在摊铺过程中用专用的拉杆插入装置插入拉杆。

（3）钢筋混凝土面层、桥面和搭板的纵缝拉杆可由横向钢筋延伸穿过接缝代替。

（4）插入的侧向拉杆应牢固，不得松动、碰撞或拔出。若发现拉杆松脱或漏插，应在横向相邻路面摊铺前，钻孔重新植入。当发现拉杆可能被拔出时，宜进行拉杆拔出力（握裹力）检验。

3）横向缩缝施工

（1）每天摊铺结束或摊铺中断时间超过 30min 时，应设置横向施工缝，其位置宜与胀缝或缩缝重合。确有困难不能重合时，施工缝应采用设螺纹传力杆的企口缝形式。横向施工缝应与路中心线垂直。横向施工缝在缩缝处采用平缝加传力杆型。在胀缝处其构造与胀缝相同。

（2）普通混凝土路面横向缩缝宜等间距布置；不宜采用斜缝。不得不调整板长时，最大板长不宜大于 6.0m；最小板长不宜小于板宽。

（3）水泥混凝土路面横向缩缝应设置传力杆。缩缝传力杆的施工方法可采用前置钢筋支架法或传力杆插入装置(DBI)法。钢筋支架应具有足够的刚度，传力杆应准确定位，摊铺之前应在基层表面放样，并用钢钎锚固，宜使用手持振捣棒振实传力杆高度以下的混凝土，然后机械摊铺。传力杆无防黏涂层一侧应焊接，有涂料一侧应绑扎。用 DBI 法置入传力杆时，应在路侧缩缝切割位置作标记，

保证切缝位于传力杆中部。

(4) 混凝土面层横向缩缝均应采用切缝法施工。切缝作业应符合下列规定：

①横向缩缝的切缝方式有全部硬切缝、软硬结合切缝和全部软切缝三种。切缝方式的选用，应由面层摊铺完毕到切缝时的昼夜温差确定，可按表 9.6.7 选用。采用硬切缝时，宜按度时积 $180\sim 200(^{\circ}\text{C}\cdot\text{h})$ 控制切缝，不宜迟切缝。

根据施工气温所采用的切缝方式

表 9.6.7

昼夜温差* (°C)	切 缝 方 式	缩 缝 切 深
<10	宜全部硬切缝，最长时间不得超过 24h	硬切缝 1/4~1/5 板厚
10~15	软硬结合切缝，每隔 1~2 条提前软切缝，其余使用硬切缝补切	软切深度不应小于 60mm；不足者应硬切补深到 1/3 板厚，已断开的缝不补切
>15	宜全部软切缝，抗压强度约为 1~1.5MPa，人可行走。软切缝不宜超过 6h	软切缝深大于等于 60mm，未断开的接缝，应硬切补深到不小于 1/4 板厚

注：*当降雨后刮风引起路面温度骤降，面板温差在表中规定范围内时，应按表中方法，及早切缝。

②对分幅摊铺的路面，应在先摊铺的混凝土板横向缩缝已断开的部位做标记。在后摊铺的面层上应对齐已断开的横缩缝提前软切缝。

③切缝深度应为 1/3~1/4 板厚，最浅不得小于 70mm。

4) 胀缝设置与施工

(1) 普通混凝土路面、钢筋混凝土路面的胀缝间距视集料的温度膨胀性大小、当地年温差和施工季节综合确定：高温施工，可不设胀缝；常温施工，集料温缩系数和年温差较小时，可不设胀缝；集料温缩系数或年温差较大，路面两端构造物间距大于等于 500m 时，宜设一道中间胀缝；低温施工，路面两端构造物间距大于等于

350m 时，宜设一道胀缝。邻近构造物、平曲线或与其他道路相交处的胀缝应按现行《公路水泥混凝土路面设计规范》的规定设置。

(2) 普通混凝土面层的胀缝应设置胀缝补强钢筋和钢筋支架、胀缝板和传力杆。胀缝宽 20~25 mm，使用沥青或塑料薄膜滑动下封闭层时，胀缝板及填缝宽度宜加宽到 25~30mm。距胀缝板顶部 4-6cm 处切缝，切缝深度是胀缝板厚度的 4/5。胀缝的两侧黏贴塑料薄膜，以防胀缝板连浆；待混凝土达到设计强度时，取出顶部的 4~6cm 胀缝板，立即进行嵌缝施工。传力杆一半以上长度的表面应涂防黏涂层，端部应戴活动套帽，套帽材料与尺寸应符合本章第 9.3.7 条的要求。胀缝板应与路中心线垂直，缝壁垂直；缝隙宽度一致；缝中完全不连浆。

(3) 胀缝应采用前置钢筋支架法施工，也可采用预留一块面板，高温时再铺封。前置法施工，应预先加工、安装和固定胀缝钢筋支架，并在使用手持振捣棒振实胀缝板两侧的混凝土后再摊铺。整平表面，胀缝应连续贯通整个路面板宽度。

5) 灌缝

(1) 混凝土板养生期满后，应及时灌缝。

(2) 灌缝技术要求如下：

①应先采用切缝机清除接缝中夹杂的砂石、凝结的泥浆等；再使用大于等于 0.5MPa 压力的水和压缩空气彻底清除接缝中的尘土及其他污染物，确保缝壁及内部清洁、干燥。缝壁检验以擦不出灰尘为灌缝标准。

②使用常温聚氨酯和硅树脂等填缝料时，应按规定比例将两份材料按 1h 灌缝量混拌均匀后使用。

③使用加热填缝料时，应将填缝料加热至规定温度。加热过程中，应将填缝料融化，搅拌均匀，并保温使用。

④灌缝的形状系数宜控制在 2 左右，灌缝深度宜为 15~20mm，最浅不得小于 15mm。先挤压嵌入直径 9~12mm 多孔泡沫塑料背衬条，再灌缝。气温较高时施工的灌缝，顶面应与板面齐平；气温较低时应填为凹液面，中心低于板面 1~2mm。填缝必须饱满、均匀、厚度一致并连续贯通，填缝料不得缺失、开裂和渗水。

⑤常温施工式填缝料的养生期，低温天宜为 24h，高温天宜为 12h。加热施工式填缝料的养生期，低温天宜为 2h，高温天宜为 6h。在灌缝料养生期间应封闭交通。

(3) 路面胀缝和桥台隔离缝等应在填缝前，取出顶部的 4~6cm 胀缝板，涂黏结剂后，嵌入胀缝专用多孔橡胶条或灌进适宜的填缝料；当胀缝的宽度不一致或有啃边、掉角等现象时，必须用填缝料灌缝。

9.6.8 抗滑构造施工

1) 抗滑构造技术要求

(1) 混凝土面层完成时的表面抗滑技术要求应符合现行《公路水泥混凝土路面施工技术规范》的规定。

(2) 构造深度应均匀，不损坏构造边棱，耐磨抗冻，不影响路面和桥面的平整度。

2) 抗滑构造施工

(1) 混凝土路面应采用硬刻槽，为降低噪声宜采用非等间距纵向刻槽，尺寸宜为：槽深 3~5mm，槽宽 3mm，槽间距在 12~24mm 之间随机调整。路面结冰地区，硬刻槽的形状宜使用上宽 6mm、下窄 3mm 的梯形槽；硬刻槽机质量宜大不宜小，一次刻槽最小宽度不应小于 500mm，硬刻槽时不应掉边角，亦不得中途抬起或改变方向，并保证硬刻槽到面板边缘。混凝土抗压强度达到 40%后可开始硬刻槽，并宜在两周内完成。硬刻槽后应随即将路面冲洗干净，并恢复面层的养生。

(2) 在弯道或要求减噪的路段宜纵向刻槽。

(3) 年降雨量小于 250mm 地区的混凝土路面，可不拉毛和刻槽。高寒和寒冷地区混凝土路面的停车带边板和收费站广场，可不作抗滑沟槽。

3) 新建路面或旧路面抗滑构造不满足要求时，可采用硬刻槽或抛丸打毛等方法加以恢复。

9.6.9 养生

(1) 混凝土面层铺筑完成或软作抗滑构造施工完毕后，应立即开始养生，宜采用喷洒养生剂同时保湿覆盖的方式养生。在雨天或养生用水充足的情况下，也可采用覆盖保湿膜、土工毡、土工布、麻袋等洒水方式湿养生，不宜使用围水方式养生。

(2) 采用喷洒养生剂养生时，喷洒应均匀、成膜厚度应足以形成完全密闭水分的薄膜，喷洒后的表面不得有颜色差异。喷洒时间

宜在表面混凝土泌水完毕后进行。喷洒高度宜控制在 0.5~1m。应使用一级品养生剂，最小喷洒剂量不得少于 $0.3\text{kg}/\text{m}^2$ 。

(3) 使用土工毡、土工布、麻袋等覆盖物保湿养生时，应及时洒水，保持混凝土表面始终处于潮湿状态。昼夜温差大于 10°C 以上的地区或日平均温度较低时，采用保湿膜养生。

(4) 养生时间应根据混凝土弯拉强度增长情况而定，不宜小于设计弯拉强度的 80%，应特别注重前 7d 的保湿（温）养生。一般养生天数宜为 14~21d，高温天不宜少于 14d，低温天不宜少于 21d。掺粉煤灰的混凝土面层，最短养生时间不宜少于 28d，低温天应适当延长。

(5) 养生初期，应封闭交通，在达到设计强度 40%后，行人方可通行。面板达到设计弯拉强度后，方可开放交通。

9.6.10 施工工艺流程

水泥混凝土面层施工工艺流程如图 9.6.10 所示。

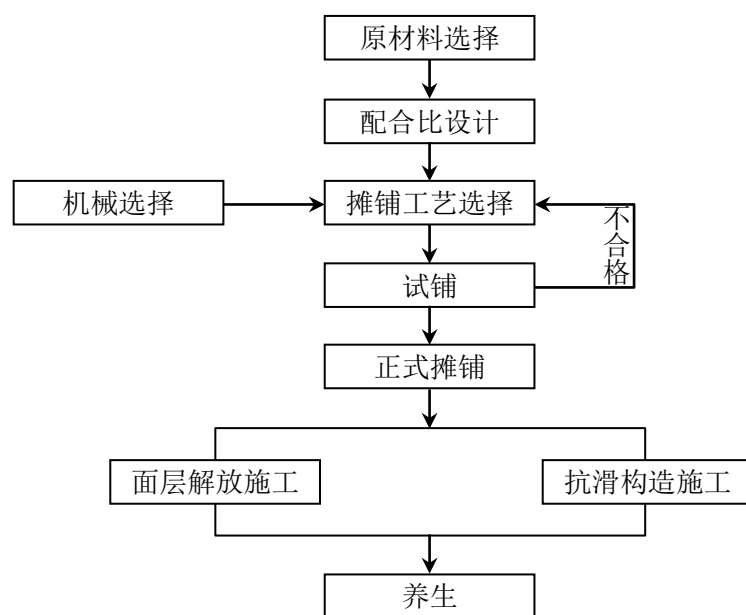


图 9.6.10 水泥混凝土面层施工工艺流程

9.7 质量控制

9.7.1 混凝土原材料的检测项目、频率和质量要求,应按现行《公路水泥混凝土施工技术规范》执行。

9.7.2 混凝土拌和物的检测项目、频率和质量要求,应按现行《公路水泥混凝土施工技术规范》执行。

9.7.3 施工过程中混凝土面层的检测项目、频率和质量要求,应按现行《公路水泥混凝土施工技术规范》执行。

10 水泥混凝土桥面沥青铺装层

10.1 一般规定

10.1.1 水泥混凝土桥面防水黏结层宜采用结构性防水黏结层,见图 10.1.1。

10.1.2 水泥混凝土桥面在防水黏结层施工前,应进行桥面板处理,并应经过验收合格。

10.1.3 桥头搭板黏结层应与桥面防水黏结层同步施工,技术要求与桥面防水黏结层相同。

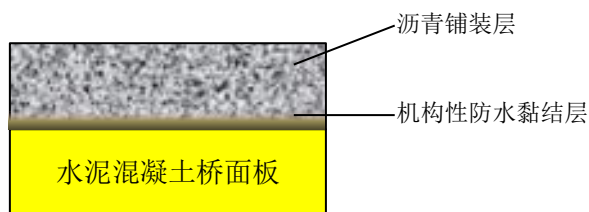


图 10.1.1 桥面沥青铺装结构示意图

10.1.4 桥面防水黏结层宜在干燥和气温较高的天气施工，应避免雨、雾等影响。气温低于 10°C 时，不得进行施工。

10.1.5 为避免桥梁结构其他部位遭受污染，应采用塑料薄膜和胶黏带事先覆盖。

10.1.6 桥面防水黏结层应在桥面沥青铺装层施工前 1~2d 内进行施工，不宜过早。

10.1.7 桥面防水黏结层施工结束后，立即进行封闭管理，杜绝后期污染。

10.2 桥面板处理

10.2.1 施工准备

(1) 桥面板处理施工前的技术、机械、试验检测仪器及作业面准备，应分别按第 2 章第 2.2~2.6 节执行。

(2) 按不同的工艺配备相应的机械设备。抛丸工艺应配备抛丸机，精铣刨工艺应配备铣刨机、自卸车等。

(3) 桥面板处理施工前，应对水泥混凝土桥面进行检查与验收；如有脱空、破损、开裂等问题，应及时处理。

(4) 正式施工前，应选择一段桥面进行试验段施工，确定相应的处理工艺。

10.2.2 施工要点

1) 桥面板处理推荐采用抛丸、精铣刨两种方式，也可采用人

工凿毛的方式，处理后应满足水泥混凝土桥面处理质量控制标准。如原桥面板提浆过多，无法满足抛丸露骨率要求时，应采用精铣刨进行处理。

2) 抛丸施工

(1) 抛丸机按照试验段确定的行走速度匀速行驶。

(2) 多台抛丸机作业采用并行直线连续抛丸方式，两台机械作业宽度重叠 1~5cm，使搭接的部位保持平整。

(3) 抛丸露骨率应不小于 20%。若达不到规定的露骨率时应进行二次抛丸，抛丸后的效果见图 10.2.2-1。

(4) 抛丸处置后的表面应有均匀的粗糙度和良好的清洁度。

(5) 抛丸无法处置的边角等部位，可采用手推式打磨机补充处置。

(6) 抛丸处置后，应尽快进行防水黏结层的施工，以减少二次污染。

(7) 桥面应平整，钢筋头突起物应凿除，以免影响抛丸设备出现漏砂等现象。

(8) 油污、锈迹、杂物、尘土应清理、清扫干净，防止施工过程中污染。

(9) 对抛丸处置后，桥面暴露出来的裂缝、孔洞等缺陷，应采用水泥浆或环氧树脂等修复。若桥面出现严重龟裂，应返工处理。

3) 精铣刨施工

(1) 按照设备型号确定适宜的工作宽度，铣刨机行走速度按试

验段确定的方案执行。

(2) 一般铣刨深度 3~5mm。

(3) 作业面重叠宽度 10~20cm，搭接部分应保持平整，见图 10.2.2-2。

图 10.2.2-1 抛丸法处理桥面 图 10.2.2-2 精铣刨法处理的桥面

(4) 由于桥面不平整造成露白部分，宜采用窄幅铣刨机补铣刨，或用抛丸机进行处置。

(5) 铣刨渣清扫，自卸车随铣刨机行驶，同步进行接料清理；待铣刨面干燥后，用小型清扫机和人工进行清扫，用空压机强风吹净，以保证界面清洁、干净。

(6) 桥面应平整，突出物应凿除，不使铣刨机发生空刀。

(7) 油污、锈迹、养护剂、尘土应清理干净，防止施工过程中二次污染。

(8) 对铣刨处置后所暴露出来的裂缝、孔洞等缺陷，应采用水泥浆或环氧树脂等修复。若桥装出现严重龟裂，应返工处理。

10.2.3 质量控制

经处理后的混凝土桥面应洁净、干燥并具有一定粗糙度，并满足表 10.2.3 规定。

水泥混凝土桥面处理质量控制标准 表 10.2.3

检 查 项 目	质量控制标准	检查方法和频率
---------	--------	---------

平整度 (mm)	没有明显突起或下凹, 3m 直尺最大间隙不大于 5、高程偏差不大于 15	需要时
清洁度	指触无明显灰尘	目测
露骨率 (限抛丸) (%)	大于 20	随机检测, 露骨率采用标准板法

10.3 桥面防水黏结层施工

桥面防水黏结层类型主要有: 热喷改性沥青+碎石、改性乳化沥青+米砂、橡胶沥青+碎石等。可根据气候条件、材料供应、施工机具等选择其中一种类型施工。

10.3.1 材料要求

(1) 防水黏结材料宜采用热喷改性沥青、改性乳化沥青、橡胶沥青等材料。

(2) 桥面防水黏结层用粗集料应采用石质坚硬、清洁、不含风化颗粒、近立方体颗粒的碎石, 应选用反击式破碎机轧制的碎石, 宜采用玄武岩集料, 规格可按表 10.3.1 执行。

桥面防水黏结层材料规格及用量

表 10.3.1

防水黏结层类型	防 水 材 料		集 料	
	名称	洒布量 (kg/m ²)	规格 (mm)	撒布量
热喷改性沥青+碎石	改性沥青	1.3~1.6	4.75~9.5	覆盖 70%~80%
改性乳化沥青+碎石	改性乳化沥青	0.4~0.5	2.36~4.75	(2~3) m ³ /1 000m ²
橡胶沥青+碎石	橡胶沥青	1.5~2.0	9.5~13.2	覆盖 70%~80%

10.3.2 施工准备

(1) 桥面防水黏结层施工前的技术准备、机械准备、试验检测仪器准备、料场与材料准备及作业面准备, 应分别按第 2 章第 2.2~2.6

节执行。

(2) 桥面板表面应平整, 凹凸高差宜不大于 5mm。

(3) 桥面板表面应密实、无浮浆、干燥, 不能有钢筋、骨料等尖锐突出物; 桥面板处理符合规定。

(4) 防水黏结层正式施工前, 应铺长度为 20~50m 的试验段, 以检验、总结施工机械性能、材料洒(撒)布方法、碾压方案和养生措施以及质量检查等内容。

10.3.3 施工要点

1) 沥青喷洒

(1) 改性乳化沥青在常温下喷洒, 热喷改性沥青宜在温度为 165~175℃、橡胶沥青宜在温度为 180~190℃ 条件下, 用沥青洒布车均匀喷洒在经过处理且干燥的桥面上。喷洒时, 应注意洒布车起步和停车以及搭接处的喷洒数量, 做到既不漏喷也不多喷。喷洒数量应符合表 10.3.1 的规定。

(2) 沥青喷洒前, 应在桥面上放置固定面积的搪瓷盘; 喷洒后, 应测定盘中洒入沥青数量, 测定沥青洒布量。测点处应做好补洒工作。

2) 集料撒布

(1) 沥青洒布后, 应立即利用集料撒布车按表 10.3.1 规定的数量撒布集料。集料应撒布均匀, 搭接处不漏撒也不多撒。

(2) 热喷改性沥青和橡胶沥青防水黏结层用集料, 可用集料质量为 0.2%~0.3% 的沥青预裹覆处理。

(3) 当桥面防水层采用改性乳化沥青材料时, 为防止铺装层施工时运输车辆与摊铺机械破坏防水层, 沥青喷洒后应立即在桥面防水层表面均匀撒布碎石保护层。碎石规格、集料撒布量见表 10.3.1 的规定。

(4) 一个施工段施工完成后, 应根据撒布总量检查集料的平均撒布量。

(5) 防水黏结层施工也可采用一体化联合撒布车进行, 具体用量应满足表 10.3.1 要求。

图 10.3.3 桥面防水黏结层施工效果

3) 碾压

集料撒布后, 应立即用轮胎压路机均匀碾压 3 遍, 每次碾压重叠 1/3 轮宽, 碾压要求两侧到边, 确保有效压实宽度。

4) 养生

桥面防水黏结层施工完毕后, 应养护 24h 以上, 经检查防水黏结层实干后, 方可进行沥青混合料铺装层的施工, 见图 10.3.3。在铺装桥面铺装层前, 应控制机动车通行, 禁止人员踩踏。

10.3.4 质量控制

(1) 施工过程中, 应随时进行外观检查, 发现不满足要求时应立即停止施工; 查找原因、采取措施后再恢复施工; 对不符合要求部分应及时修补。

(2) 桥面防水黏结层施工过程中检查标准、试验方法及检查频率,应符合现行《公路工程质量检验评定标准》(土建工程)和表 10.3.4 的规定。

桥面防水黏结层施工过程中检验标准

表 10.3.4

检 查 项 目	检 查 频 率	技 术 标 准	试 验 方 法
外观检查	随时检查	外观均匀一致,与桥面板表面牢固黏结,不起皮	目测为主
沥青	每批检查一次	符合现行《公路沥青路面施工技术规范》的规定	按现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》进行
沥青洒布量	1 000m ² 一组	满足设计要求	洒布时采用固定容器收集
集料撒布量	每施工段一次	满足设计要求	每施工段总量检查

10.4 桥面沥青铺装层施工

10.4.1 材料要求

桥面沥青铺装层施工材料要求应满足热拌沥青混合料相关规定。

10.4.2 施工准备

桥面沥青铺装层施工前的技术、机械、试验检测仪器、料场与材料及作业面准备,应分别按第 2 章第 2.2~2.6 节执行。

10.4.3 施工要点

(1) 桥面沥青铺装层施工工艺应与同一路段沥青面层基本相同。为确保桥面沥青铺装层的压实度及密水效果,摊铺速度以正常路段的 80%为宜。

(2) 桥面伸缩缝预留槽下部应采用碎石填塞、上部采用沥青混合料进行摊铺压实,高程应与桥面板一致。

(3) 桥面沥青铺装下层施工,应按设计做好桥面碎石盲沟的预

留，以保证桥面排水系统的完善。

(4) 桥面铺装的复压宜采用轮胎压路机或钢轮压路机进行；经试验或经验证明不致损坏桥梁结构时，也可采用振动压路机碾压。

(5) 桥面沥青铺装层施工时，严禁运输车辆在桥面上掉头，除非特殊情况，应尽可能避免紧急制动，以避免破坏桥面防水黏结层。

10.4.4 质量控制

(1) 桥面沥青铺装层原材料、混合料、施工质量控制应按第 8 章第 8.7 节执行。

(2) 施工过程中应随时进行外观（色泽、油膜厚度、表面空隙等）检查；当发现铺装层局部渗水、严重离析时，必须采取补救措施。

(3) 桥面沥青铺装层施工过程中如发现“油斑”或局部光面时，应检查油石比、矿料级配是否偏离设计，拌和是否均匀，有无纤维、矿粉结团和用量偏离设计等情况；严重者应予铲除，并调整配合比。

(4) 应重点对桥面沥青铺装层压实度和渗水系数进行检查，其中渗水系数检测频率应为正常路面段的两倍。

(5) 在铺筑桥面沥青铺装层过程中，应对桥面防水黏结层的效果进行评定，确认防水黏结层完整不透水，与桥面板黏结良好。

(6) 桥面沥青铺装层与路面连接部位，应连接平顺。

11 隧道路面

11.1 一般规定

11.1.1 本章隧道路面是指水泥混凝土隧道路面和复合式隧道路面的施工技术要求，包括铺底施工与面层施工两个阶段。

11.1.2 铺底施工应在拱墙混凝土及二衬施工前完成，宜保持超前

3 倍以上衬砌循环作业长度，以利于衬砌台车模筑混凝土施工。铺底施工与掌子面距离不超过 60m。

11.1.3 铺底混凝土应及时进行施工，可半幅浇筑，以改善洞内交通状况和施工环境，但接缝应平顺，并做好防水处理。

11.1.4 隧道底部，超挖在允许范围内应采用与衬砌相同强度等级混凝土浇筑；超挖大于规定时，应按设计要求回填，不得用洞渣随意回填，严禁侵入衬砌断面（或仰拱断面）。

11.1.5 隧道路面施工宜在排水系统施工完成后进行，施工过程应确保排水设施完好，排水通畅。隧道洞外转向车道水泥混凝土路面应和洞内统筹安排施工，同步完成。

11.1.6 隧道路面施工过程中，隧道内必须保持良好通风，并应设置满足施工需要的照明系统。为保证洞内空气质量，路面施工进洞的各类施工机械与车辆，应配置带净化装置的柴油动力，汽油动力机械不宜进洞。

11.1.7 水泥混凝土路面应根据施工组织设计连续浇筑；在浇筑过程中，应保证已铺设路面地段修整、防护、养生等作业正常进行。当水泥混凝土路面强度未达到设计要求时，不得开放交通。

11.2 水泥混凝土隧道路面

11.2.1 水泥混凝土隧道路面的施工准备、材料要求、配合比设计、试验段施工、质量控制等各项工作按第 9 章执行。

11.2.2 铺底施工要点

（1）铺底施工前，应清除积水、杂物、虚渣等。

(2) 铺底施工时，应按图纸要求预埋横向盲沟、拱脚纵横向排水管排水设施，并注意设置与二衬贯通的变形缝。

(3) 铺底混凝土应配比准确，必须使用模板、机械捣固密实。

(4) 铺底施工过程中，应采取措施保证洞内临时交通通畅。可采用搭过梁或栈桥施工方案，设临时车辆通行平台保证不中断运输。

(5) 铺底混凝土强度达到设计强度 100%后，方可允许车辆通行。

(6) 铺底混凝土施工工艺流程如图 11.2.2 所示。

11.2.3 隧道水泥混凝土面层施工工艺流程如图 11.2.3 所示。

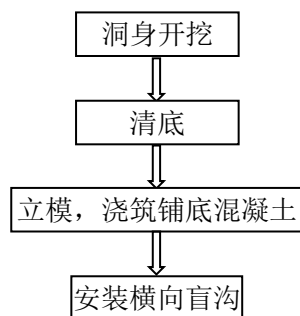


图 11.2.2 铺底混凝土施工工艺流程

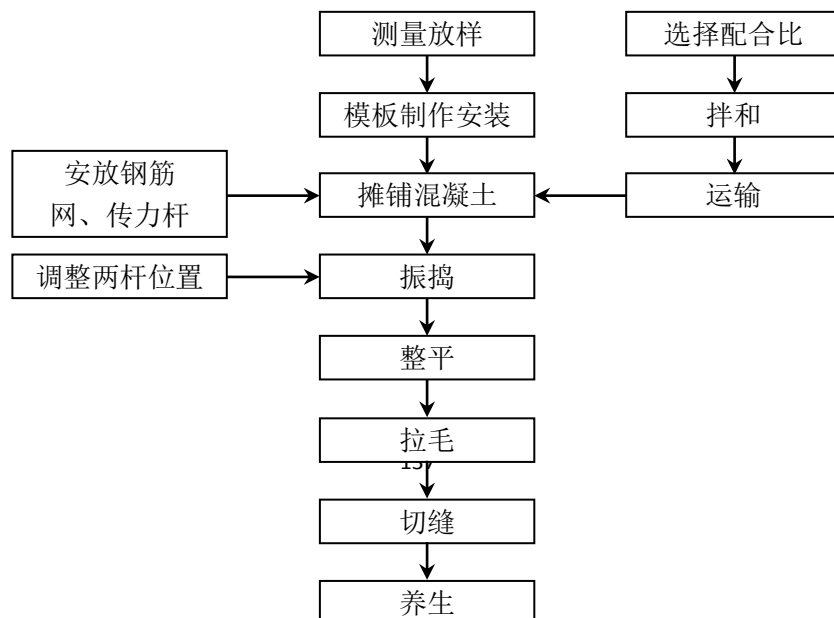


图 11.2.3 隧道水泥混凝土面层施工工艺流程

11.2.4 面层施工要点

1) 基底处理

路面施工前应对调平层进行专项报验，其几何尺寸、高程、纵横向坡等均应符合设计及规范要求；表面应冲洗干净、不积水，且排水系统良好。当调平层产生纵、横向断裂、挤碎、隆起、碾坏或大面积高程偏高而影响路面厚度时，应挖除修复；当调平层只是局部小面

积高程偏高影响路面厚度时，应予以凿除处理，以确保面板厚度。

2) 模板安装

(1) 路面施工模板应采用强度、刚度足够的槽钢，模板高度应与面板设计厚度一致，模板长度宜为 3~5m。

(2) 模板安装前，应按模板支立边线，将基层与模板的接触带整平，然后，沿立模边线将其贴立在基层顶面，对个别不平整处采取支持措施，并用砂浆填塞；模板之间采用螺栓连接，使接头连接紧密；模板侧面每米应埋设 1 处地锚牢固支撑，保证在浇筑混凝土时能经受冲击和振动。

(3) 模板应安装稳固, 接头紧密平顺, 不得有离缝、前后错茬、高低错台等现象。禁止在基层上挖槽, 嵌入安装模板。模板底部悬空处应采用砂浆封堵, 模板接头和拉杆插入孔采用塑料薄膜等密封, 以免漏浆。模板与混凝土的接触表面应涂隔离剂。

(4) 模板安装完毕后, 应对立模的平面位置、高程、横坡、相邻板高差、顶面接茬平整度等安装精确度进行全面检查。

3) 混凝土摊铺

(1) 混凝土摊铺前, 基层表面应清扫干净, 并应洒水湿润, 但不得积水。

(2) 应有专人指挥车辆均匀卸料。布料应与摊铺速度相适应, 摊铺厚度应考虑振实预留高度 (数据由铺筑混凝土试验段确定)。

4) 混凝土振捣

布料长度大于 10m 时, 可开始振捣作业。当采用密排振捣棒组间歇插入振实时, 每次移动距离不宜超过振捣棒有效作用半径的 1.5 倍, 并不得大于 50cm; 振捣时间宜为 15~30s。当采用排式振捣机连续拖行振实时, 应匀速缓慢、连续不间断地振捣行进, 作业速度应视作业效果确定 (以拌和物表面不露粗集料, 液化表面不再冒气泡并泛出水泥浆为准), 但宜控制在 4m/min 以内。同时应使用两根手持振捣棒, 对靠近模板、钢筋位置等不易振实部位辅以插入式振捣棒振实。

5) 整平

(1) 混凝土经振捣机振实后, 应立即用三辊轴进行提浆和整平。

三辊轴滚压整平时，应有专人处理轴前料位的高低情况。过高时应辅以人工铲除；轴下有间隙时，应使用混凝土找补。

(2) 三辊轴整平后，表面宜采用横向通长的铝合金刮尺往返 2~3 遍进行精确刮平，使混凝土表面的平整度达到要求后进行清边整缝，清除粘浆，修补缺边、掉角。

(3) 混凝土用直尺刮平后，待其表面泌水完毕后，及时进行精平，以保证路面表面平整度。

6) 拉毛

精平完成后，必须再拉毛处理，以恢复细部抗滑构造。

7) 接缝施工

(1) 纵缝施工

①为便于水泥混凝土路面标线，隧道路面纵缝应设置在中心线左侧 10cm。

②在面板振实过程中，应随即安装纵缝拉杆。为使拉杆安装牢固、水平、居中，并与接缝垂直，应用手持振动棒边振捣边调整拉杆，使之符合要求。

③横向面板连接摊铺前，若有发现因跑模而引起纵向施工缝不顺直的，应弹线用切割机进行切割顺直；对模板底部漏浆混凝土也应凿除清理；侧边拉杆应校正扳直，若发现拉杆松脱或漏插，应钻孔重新植入。

④横向面板连接摊铺时，应在纵向施工缝上半部涂满沥青，然后硬切缝并填缝。

（2）横向缩缝施工

①路面横向缩缝一般有两种，一种为不设传力杆假缝型，一种为假缝加传力杆型，均应采用切缝法施工。有传力杆缩缝的切缝深度应为 $1/3 \sim 1/4$ 板厚，最浅不得小于 70mm；无传力杆缩缝的切缝深度为 $1/4 \sim 1/5$ 板厚，最浅不得小于 60mm。

②缩缝传力杆的施工方法应采用前置钢筋支架法，钢筋支架应具有足够的刚度，传力杆应准确定位。摊铺之前，应在基层表面放样，并用钢钎锚固；宜使用手持振捣棒先振实传力杆高度以下的混凝土，然后再摊铺上层混凝土。传力杆无防粘涂层一侧应焊接，有涂料一侧应绑扎。

（3）横向施工缝施工

每天摊铺结束或摊铺中断时间超过 30min 时，应设置横向施工缝，其位置宜与胀缝或缩缝重合。横向施工缝在缩缝处应采用平缝加传力杆，施工缝传力杆施工方法同缩缝传力杆；在胀缝处按普通胀缝处理即可。

（4）胀缝设置与施工

隧道进出口应按要求设置胀缝。洞内需要设置胀缝时，应结合洞内衬砌沉降缝设置。

胀缝应采用前置钢筋支架法施工。前置法施工，应预先加工、安装和固定胀缝钢筋支架，并在使用手持振捣棒振实胀缝板两侧的混凝土后再摊铺。宜在混凝土未硬化时，剔除胀缝板上部混凝土，嵌入(20~25) mm×20 mm 的木条，整平表面。胀缝板应连续贯通整个

路面板宽度。

(5) 灌缝

水泥混凝土面板养生期满后，应及时灌缝。灌缝前，应先采用切缝机清除接缝中的杂物，再使用压力水和压力空气彻底清除接缝中的尘土及其他杂物，确保缝壁及内部清洁、干燥。

根据设计图纸要求，接缝填缝料必须采用橡胶沥青类，胀缝接缝板应采用沥青纤维类或橡胶泡沫板，其各项指标必须符合规范要求。填缝必须饱满、均匀、厚度一致并连续贯通，填缝料不得缺失、开裂和渗水。

8) 抗滑构造施工

路面水泥混凝土抗压强度达到 40%后，即可开始硬刻槽，并宜在两周内完成。刻槽深度应为 2~4mm，宽度为 3~5mm，槽间距为 15~25mm。硬刻槽后应随即将路面冲洗干净，并恢复路面的养生。

9) 养生

一般在水泥混凝土路面拉毛 2h、表面具有一定强度后，应立即覆盖土工布进行保湿养生，一般保湿养生天数宜为 14~21d，高温天气不宜少于 14d，低温天气不宜少于 21d。

养生期间，禁止车辆和人员在其上行走。

11.3 复合式隧道路面

11.3.1 本节所介绍的复合式隧道路面面层施工包括水泥混凝土面层与热拌沥青混合料面层。

11.3.2 复合式隧道路面的铺底与水泥混凝土面层的施工技术要

求按本章第 11.2 节执行。

11.3.3 沥青混合料面层宜在水泥混凝土路面达到设计强度的 80% 以后铺筑。

11.3.4 水泥混凝土面层表面处理宜采用喷砂抛丸或精铣刨两种方式，有关要求按第 10 章第 10.2 节执行。

11.3.5 沥青面层与水泥混凝土面层之间应设置防水黏结层，有关要求按第 10 章第 10.3 节执行。

11.3.6 复合式隧道路面的沥青混合料面层的施工准备、材料要求、混合料配合比设计、试验段施工、施工要点、质量控制等各项工作，应按第 8 章执行。

11.3.7 复合式隧道路面沥青混合料面层施工工艺流程如图 11.3.7 所示。

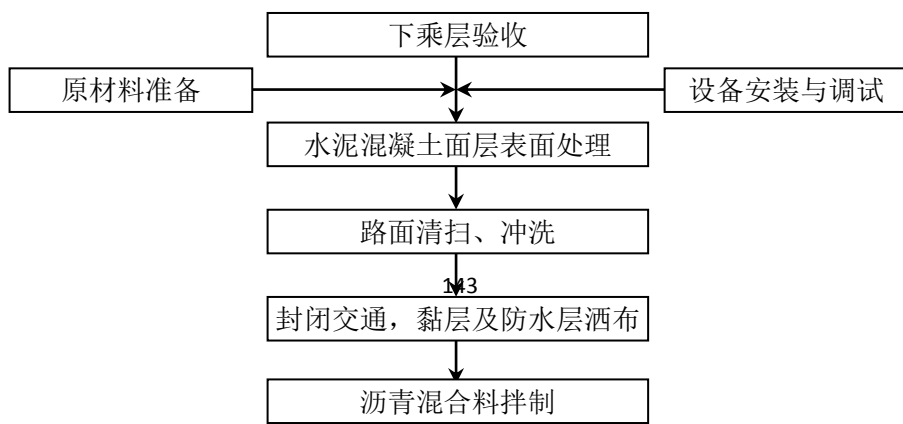


图 11.3.7 复合式隧道路面沥青混合料面层施工工艺流程

12 安全生产与文明施工

12.1 一般规定

12.1.1 参与路面施工与管理的单位,均应设置安全生产管理机构,

并配备专职安全员。项目经理、副经理、项目总工及专职安全员须取得相应安全生产考核合格证书，持证上岗。

12.1.2 在施工准备过程中，应建立安全管理、文明施工制度，明确安全、文明施工管理措施和要求。

12.1.3 施工区域应封闭管理，在进出口处设置禁行标识，禁止与施工无关人员进入施工作业区。在挖方、取土坑、电力设备等危险区域，应设置危险警示标志，必要时应采取围挡措施。

12.1.4 路面工程施工过程中，应采取措施，避免对已完成的桥梁、隧道等工程造成损坏，引发安全事故。

12.1.5 专职安全员应参与工程施工组织设计和重大方案的决策，应对施工各环节、安全措施进行验收和日常检查，建立健全安全管理档案。

12.2 安全生产

12.2.1 路面施工应贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的方针。施工前，应对各种安全危险源进行辨识和评估，并应在施工过程中有针对性地采取各种有效措施，预防事故发生；对危险性较大的工程应编制专项方案；对存在重大安全事故危险源的工程，应预先建立重大事故应急预案，开展应急预案的演练。

12.2.2 正式施工前，应对所有参与拌和、运输、摊铺、碾压、检测等施工作业人员，进行安全培训。每日须进行工前安全交底，使作业人员掌握安全操作规程。作业过程中，专职安全员应检查监督，严禁违规作业。

12.2.3 路面施工期间，为利于施工安全与污染控制，承包人应对负责的施工断面采取封闭措施并安排专人进行管理，必须对通行车辆建立发卡、登记制度。

12.2.4 路面工程施工场地的规划和临时设施的设置，应满足安全施工的要求，并应符合下列规定：

（1）拌和场地、临时驻地、临时道路等的选址，应避开容易发生自然灾害或易受施工影响诱发地质灾害的地点。

（2）在炸药库、燃料库、沥青储存罐等危险源附近，应按规定设置安全警告标志牌，并配备相应的灭火器材，

（3）施工区域内的临时道路应保持畅通；临时码头、栈桥和便桥的位置应按批准的设计选址，并应设置相应的交通安全标志。出入口处应有专人管理，并应设置相应的交通安全标志。边通车边施工的路段，应进行交通导流方案设计，并应设置交通防护、警示和引导的标志；必要时，应取得交警部门支持实施交通管制。

（4）专职安全员应按安全生产规定，对炸药、燃料等易燃易爆物品的存放和使用进行管理，并定期进行安全检查，并做好检查记录，确保施工安全。

12.2.5 施工现场的临时用电安全应符合下列规定：

（1）应编制临时用电施工组织设计，内容包括：确定电源进线、总配电箱、分配电箱的位置及线路定向，负荷计算，选择变压器容量和导线截面，制订安全用电技术措施和电气防火措施等。

（2）应严格按照临时用电施工组织设计与拌和场平面布置图进

行电力线架设和管理，且动力和照明线必须分开架设。

(3) 配电房（室）、变压器等固定电力设备均设置安全防护屏障或网栅围栏，高度不低于 2.5m，并应设置明显的禁止、警告标志。

(4) 施工现场临时用电应符合现行《施工现场临时用电安全技术规范》的规定。工程专用的电源中性点、直接接地的 220V/380V 低压电力系统等，必须采用 TN-S 接零保护系统，并做到三级配电两级保护和“一机一箱一闸一漏”。

(5) 电力作业人员必须持证上岗，按规定正确穿戴、使用劳动防护用品。

(6) 配电箱内多路配电应有标记，配电箱应有门、锁和防雨措施，铁壳开关箱必须接地。所有电器设备必须完整、无破损，性能良好。必须使用安装带有漏电保护器的插座。漏电保护器应定期试验，确保性能可靠。严禁使用铜丝、铁丝等金属代替保险丝。严禁在一个开关上连接多台电动设备。

(7) 夜间施工时，现场应设有满足施工安全要求的照明设施，且照明设施应加设网罩防护。严禁使用简易碘钨灯。

(8) 水泥罐、沥青罐、拌和楼等独立、突出设施应有避雷设施。

12.2.6 石灰消解、拌和作业的施工安全应符合下列规定：

(1) 石灰场应选择远离居民区、农作物和易燃物的空旷场地，周围应设护栏，不得堆放在道路上，并应注意洒水防尘。

(2) 消解石灰时，不得在浸水的同时投料、翻拌。从事石灰消解的作业人员必须穿戴规定的防护服装及设备。

(3) 石灰消解和拌和时，作业人员应在上风向操作，并应采取防尘措施。

(4) 拌和石灰时，应轻拌、轻翻，严禁扬撒。

12.2.7 混合料拌和作业时的施工安全应符合下列规定：

(1) 拌和机的各种机电（包括微电脑控制进料）设备，在运转前均需由机工、电工、电脑操作人员进行全面检查。

(2) 拌和机运行中，严禁进行保养和调试工作。拌和设备内需要清理时，必须停机；人员进入工作时，设备外应有专人监护。

(3) 拌和机生产过程中，严禁人员靠近沥青及加热管道，或在料斗下工作、通行。

(4) 油罐区应远离生活区，油罐区内禁止存放危险品、爆炸品和其他易燃物资。

12.2.8 运输作业时的施工安全应符合下列规定：

(1) 运输车辆驾驶人员须持照上岗，并应通过相关运输作业培训。严禁驾驶人员疲劳作业。

(2) 运输车辆进入施工现场前应检查其车况，尤其应对制动系统、自卸系统进行检查，保证车斗密封，后挡板牢固等。确保其在运输及卸料过程中不出现故障及漏油现象。

(3) 运输过程中，车辆不得超载、超速行驶，应遵守交通法规。

12.2.9 混合料摊铺作业的施工安全应符合下列规定：

(1) 摊铺机驾驶台及作业现场应视野开阔，清除一切有碍工作的障碍物。作业时，无关人员不得在驾驶台上停留。驾驶人员不得

擅离岗位。

(2) 运料车向摊铺机卸料时，应有专人指挥协调，同步进行，防止互撞。

(3) 驾驶应尽量平稳，不得急剧转向。弯道作业时，熨平装置的端头与路缘石的间距不得小于 10cm，以免发生碰撞。

(4) 用柴油清洗摊铺机时，不得接近明火。

12.2.10 路面碾压作业的施工安全应符合下列规定：

(1) 压路机作业前，应检查所有操作部件、仪表、制动器及转向机构，确保一切正常后方可进行操作。压路机开动前，应确认压路机前后无障碍或人员后，方可启动。

(2) 压路机在各种路段上作业时应与路基边缘保持一定的安全距离。

(3) 碾压作业时，应严格按照安全操作规定执行，听从施工人员的统一指挥。

(4) 压路机因故临时停车时，应立即将压路机置于制动状态。作业后，应集中停放在平坦坚实的地方，使压路机处于制动状态，不得停放在路边缘及斜坡上，也不应停放在妨碍交通的地方。

12.2.11 隧道路面施工作业的安全要求应符合下列规定：

(1) 隧道内所有施工人员必须穿着安全警示服。

(2) 沥青混合料面层施工时，应充分考虑温度高、烟雾多、噪声大、能见度低和空气流通困难等危险、危害因素，采取安保措施。

(3) 施工过程中，应配备相应的消防设备，施工人员必须熟悉

消防设备的性能和使用方法。凡进入隧道内的施工人员，不得吸烟，不得使用点火器材。

(4) 施工单位应根据隧道内施工作业环境特点编制安全生产专项施工组织设计，并制订安全事故应急救援预案。

12.3 文明施工

12.3.1 路面施工驻地建设、标志标牌设置等，应按《高速公路施工标准化技术指南第一分册工地建设》执行。

12.3.2 施工作业人员应统一着装，具体执行《高速公路施工标准化技术指南 第一分册工地建设》规定。

12.3.3 在正式施工前，应对所有进场工作人员进行环保教育，以增强环保意识。

12.3.4 为推行路面施工“零”污染目标，路面工程施工中，应处理好与机电、房建、绿化、安全设施、防护等工程交叉施工的协调，减少对路面和其他已完工程的污染。当房建、绿化等工程的施工车辆无法避免与路面工程交叉施工时，必须在进出口处设置轮胎冲洗设施。

12.3.5 严禁在路面结构层上堆放砂石、拌和砂浆。必须要堆放时，应采取隔离措施。

12.3.6 施工材料运输车辆应采取有效的封闭措施，防止材料沿途泄漏和扬尘。施工便道、场区道路应洒水，以保持湿润，避免扬尘。

12.3.7 施工废料、废水和生活垃圾应指定地点堆放、排放，避免污染环境。

12.3.8 应严格控制机械设备废气、粉尘的排放，使其符合国家规定的环保标准。

12.3.9 对环境有污染的设施和材料，应设置在远离人员居住的较为空旷的地点。在临近村镇、居民区的施工区域，应减少夜间施工。

12.3.10 各种机械设备应停放整齐；砂石料应分类堆放整齐。

12.3.11 应处理好与当地群众的关系，树立施工企业和工程项目的良好形象。

附录 A 密级配沥青混合料马歇尔配合比设计方法

A.1 一般规定

A.1.1 本方法适用 AC、ATB 热拌沥青混合料目标配合比设计。

A.1.2 热拌沥青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验证三个阶段，确定沥青混合料的材料品种、矿料级配、最佳沥青用量。

A.1.3 配合比设计的试验必须遵照现行试验规程的方法执行。混合料拌和必须采用小型沥青混合料拌和机进行。混合料的拌和温度和试件制作温度应符合本指南的要求。

A.1.4 SMA 混合料配合比设计采用马歇尔试件的体积设计方法进行。马歇尔试验的稳定度和流值并不作为配合比设计可否接受的唯一指标。

A.1.5 AC、ATB 沥青混合料配合比设计流程见图 A.1.5。

A.1.6 生产配合比设计可按照本方法规定的步骤进行。

A.2 沥青混合料配合比设计步骤

A.2.1 原材料的选用和试验

(1) 配合比设计的各种矿料必须按现行《公路工程集料试验规程》从工程用材料中取代表性样品。经试验，各项指标符合本指南规定后才能选用。当为生产配合比设计时，应从拌和机的各热料仓中取代表性样品进行试验，并提供设计参数。

(2) 沥青材料必须按现行《公路工程施工沥青和沥青混合料试验规程》从准备使用的沥青罐（库）中取代表性样品。经试验各项指标符合本指南规定后才能使用，同时应提供设计参数。

(3) 各种添加剂经检验符合本指南要求后，方可用于设计。

A.2.2 矿料配比设计

(1) 矿料配比宜借助电子计算机用试配法进行。矿料级配曲线按现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(T0725)的方法绘制(横坐标 $X=d_i^{0.45}$, 以原点与通过集料最大粒径 100%的点的连线作为沥青混合料的最大密度线。

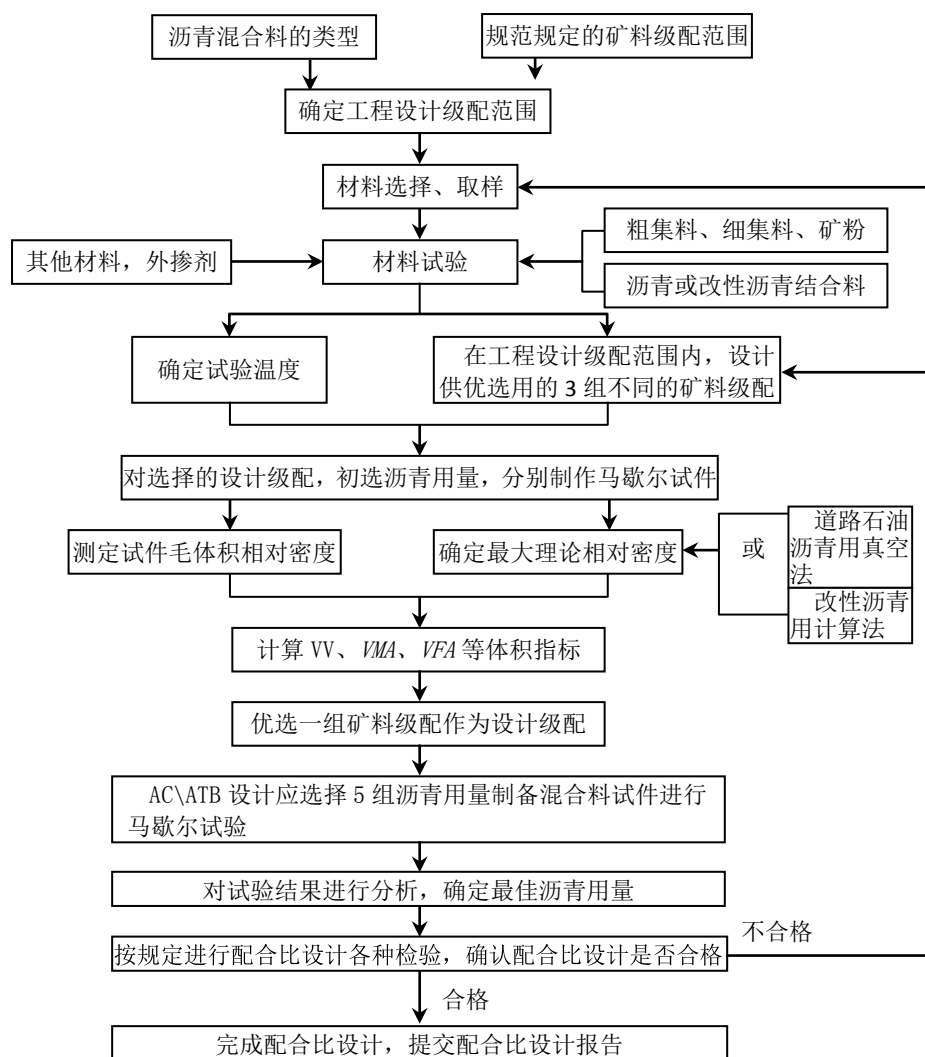


图 A.1.5 AC、ATB 沥青混合料目标配合比设计流程图

(2) 宜在工程设计级配范围内计算 3 组粗细不同的配比, 绘制设计级配曲线, 分别位于级配范围内的上方、中值及下方。设计合成级配不得有太多的锯齿形交错, 且在 0.3~0.6mm 范围内不出现“驼

峰”。当反复调整不能满足时，宜更换材料重新设计。

(3) 为确保高温抗车辙能力，同时兼顾低温抗裂性能的需要。配合比设计时，宜适当减少公称最大粒径附近的粗集料用量，减少 0.6mm 以下部分细粉的用量，使中等粒径集料较多，形成 S 形级配曲线，并取中等或偏高水平的设计空隙率。

(4) 确定各层的工程设计级配时，应考虑不同层位的功能需要，经组合设计的沥青面层应满足耐久、稳定、密水、抗滑等要求。

(5) 根据当地的实践经验选择适宜的沥青用量，分别制作 3 组不同级配的马歇尔试件，测定 VV 和 VMA，初选一组满足或接近设计要求的级配作为设计级配。

A.2.3 马歇尔试验

1) 配合比设计马歇尔试验技术标准应按现行《公路沥青路面施工技术规范》执行。

2) 道路石油沥青混合料试件成型温度应由沥青黏度—温度曲线确定。缺乏沥青黏温曲线时，可参照以下温度成型：70 号道路石油沥青混合料开始击实温度不低于 140°C，试模应按规定预热。50 号道路石油沥青混合料拌和击实温度一般要比 70 号道路石油沥青混合料要高 5~10°C。

3) 按式(A.2.3-1)计算矿料混合料的合成毛体积相对密度 γ_{sb} ：

$$\gamma_{sb} = \frac{100}{\frac{P_1}{\gamma_1} + \frac{P_2}{\gamma_2} + \dots + \frac{P_n}{\gamma_n}} \quad (\text{A.2.3-1})$$

式中： P_1 、 P_2 、...、 P_n ——各种矿料成分的配比，其和为 100；

γ_1 、 γ_2 、...、 γ_n ——各种矿料相应的毛体积相对密度，粗集

料按现行《公路工程集料试验规程》T 0304 方法测定, 机制砂及石屑按 T 0330 方法测定, 矿粉(含消石灰、水泥)以表观相对密度代替。

4) 按式(A.2.3-2)计算矿料混合料的合成表观相对密度 γ_{sa} :

$$\gamma_{sa} = \frac{100}{\frac{P_1}{\gamma'_1} + \frac{P_2}{\gamma'_2} + \dots + \frac{P_n}{\gamma'_n}} \quad (\text{A.2.3-2})$$

式中: P_1 、 P_2 、...、 P_n ——各种矿料成分的配比, 其和为 100;

γ'_1 、 γ'_2 、...、 γ'_n ——各种矿料按试验规程方法测定的表观相对密度。

5) 按式(A. 2. 3-3)预估沥青混合料适宜的油石比:

$$P_a = \frac{P_{a1} \times \gamma_{sbl}}{\gamma_{sb}} \quad (\text{A.2.3-3})$$

式中: P_a ——预估的最佳油石比(与矿料总量的百分比)(%);

P_{a1} ——已建类似工程沥青混合料的标准油石比(%);

γ_{sb} ——集料的合成毛体积相对密度;

γ_{sbl} ——已建类似工程集料的合成毛体积密度。

6) 确定矿料混合料的有效相对密度

(1) 对非改性沥青混合料, 宜以预估的最佳油石比拌和两组的混合料, 采用真空法实测最大理论相对密度, 取平均值。然后由式(A. 2. 3-4)反算合成矿料的有效相对密度 γ_{se} :

$$\gamma_{se} = \frac{100 - P_b}{\frac{100}{\gamma_t} - \frac{P_b}{\gamma_b}} \quad (\text{A.2.3-4})$$

式中: γ_{se} ——合成矿料的有效相对密度;

P_b ——试验采用的沥青用量（占混合料总量的百分数）（%）；

γ_t ——试验沥青用量条件下实测得到的沥青混合料最大理论相对密度，无量纲；

γ_b ——沥青的相对密度(25℃/25℃)，无量纲。

(2) 对改性沥青及 SMA 等难以分散的混合料，其有效相对密度宜直接由矿料的合成毛体积相对密度与合成表观相对密度按式(A.2.3-5)计算确定，其中沥青吸收系数 C 值根据材料的吸水率由式(A.2.3-6)求得，材料的合成吸水率按式(A.2.3-7)计算：

$$\gamma_{se} = C \times \gamma_{sa} + (1 - C) \times \gamma_{sb} \quad (\text{A.2.3-5})$$

$$C = 0.033w_X^2 - 0.2936w_X + 0.9339 \quad (\text{A.2.3-6})$$

$$w_X = \left(\frac{1}{\gamma_{sb}} - \frac{1}{\gamma_{sa}} \right) \times 100 \quad (\text{A.2.3-7})$$

式中： γ_{se} ——合成矿料的有效相对密度；

C ——合成矿料的沥青吸收系数；

w_X ——合成矿料的吸水率(%)；

γ_{sb} ——矿料的合成毛体积相对密度，无量纲；

γ_{sa} ——矿料的合成表观相对密度，无量纲。

7) 以预估的油石比为中值，按 0.5%间隔制备 5 组不同油石比混合料成型马歇尔试件。

8) 用表干法测定试件毛体积相对密度 γ_f 。

9) 确定沥青混合料的最大理论相对密度：

(1) 对道路石油沥青混合料，在成型马歇尔试件的同时，用真空法实测各组沥青混合料的最大理论相对密度 γ_{ti} ；

(2) 对改性沥青或 SMA 混合料宜按式(A.2.3-8)计算各个不同沥青用量混合料的最大理论相对密度, 并采用计算法计算混合料最大理论相对密度, 并进行校核。当两者差值小于 0.005 时, 取数值较大者为标准值; 当差值超过规定时, 应分析原因, 经论证后取值。

$$\gamma_{ti} = \frac{100 + P_{ai}}{\frac{100}{\gamma_{se}} + \frac{P_{ai}}{\gamma_b}} \quad (\text{A.2.3-8})$$

式中: γ_{ti} ——相对于油石比 P_o , 时沥青混合料的最大理论相对密度, 无量纲;

P_{ai} ——沥青混合料中的油石比(%);

γ_b ——矿料的有效相对密度, 按式(A.2.3-4)或式(A.2.3-5)计算, 无量纲;

γ_b ——沥青的相对密度(25°C/25°C), 无量纲。

10)按式(A.2.3—9)~式(A.2.3-11)计算沥青混合料试件的空隙率 W 、矿料间隙率 VMA 和有效沥青的饱和度 VFA 等体积指标, 取两位小数, 进行体积组成分析。

$$VV = \left(1 - \frac{\gamma_f}{\gamma_t}\right) \times 100 \quad (\text{A.2.3-9})$$

$$VMA = 100 - \frac{\gamma_f}{\gamma_{sb}} \times P_s \quad (\text{A.2.3-10})$$

$$VFA = \frac{VMA - VV}{VMA} \times 100 \quad (\text{A.2.3-11})$$

式中: VV ——试件的空隙率(%);

VMA ——试件的矿料间隙率(%);

VFA ——试件的有效沥青饱和度(有效沥青含量占 VMA 的体积比例)(%);

γ_f ——试件的毛体积相对密度, 无量纲;

γ_t ——沥青混合料的最大理论相对密度，按实测或式(A.2.3-8)计算得到，无量纲；

γ_t ——各种矿料占沥青混合料总质量的百分率之和(%), 即 $P_s = 100 - P_b$;

γ_{sb} ——矿料混合料的合成毛体积相对密度，无量纲，按式(A.2.3-1)计算；

P_b ——沥青混合料沥青含量(%), $P_b = 100P_a / (100 + P_a)$;

P_a ——沥青混合料中油石比(%), $P_a = 100P_b / (100 - P_b)$ 。

11) 进行马歇尔试验，测定马歇尔稳定度及流值。

A.2.4 确定最佳沥青用量（或油石比）

1) 以油石比为横坐标，以马歇尔试验的各项指标为纵坐标，绘成圆滑曲线。确定均符合本指南规定的沥青混合料技术标准的沥青用量范围 $OAC_{min} \sim OAC_{max}$ 。选择的沥青用量范围必须涵盖设计空隙率的全部范围，且尽可能涵盖沥青饱和度的要求范围，并使密度及稳定度曲线出现峰值。若没有涵盖设计空隙率的全部范围，试验必须扩大沥青用量范围重新进行。

2) 按下列方法确定沥青混合料的最佳沥青用量 OAC_1 。

(1) 在曲线图上求取相应于密度最大值、稳定度最大值、目标空隙率（或中值）、沥青饱和度范围的中值的沥青用量 a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 。按式(A.2.4-1)取平均值作为 OAC_1 ：

$$OAC_1 = (a_1 + a_2 + a_3 + a_4) / 4 \quad (A.2.4-1)$$

(2) 若在所选择的沥青用量范围未能涵盖沥青饱和度的要求范

围，按式(A.2.4-2)求取三者的平均值作为 OAC_1 ：

$$OAC_1 = (a_1 + a_2 + a_3) / 3 \quad (A.2.4-2)$$

(3) 对所选择试验的沥青用量范围，密度或稳定度没有出现峰值（最大值经常在曲线两端）时，可直接以目标空隙率所对应的沥青用量 a_3 作为 OAC_1 ，但 OAC_1 必须介于 $OAC_{min} \sim OAC_{max}$ 的范围内；否则应重新进行配合比设计。

3) 以各项指标均符合技术标准（不含 VMA ）的沥青用量范围 $OAC_{min} \sim OAC_{max}$ 的中值作为 OAC_2 ：

$$OAC_2 = (OAC_{min} + OAC_{max}) / 2 \quad (A.2.4-3)$$

4) 通常情况下取 OAC_1 及 OAC_2 的中值作为计算的最佳沥青用量 OAC ：

$$OAC = (OAC_1 + OAC_2) / 2 \quad (A.2.4-4)$$

5) 按式(A.2.4-4)计算的最佳油石比 OAC ，从图中得出所对应的空隙率和 VMA 值，检验其是否能满足现行《公路沥青路面施工技术规范》关于最小 VMA 值的要求。当空隙率不是整数时，最小 VMA 按内插法确定，并将其画入图中。检查图中相应于此 OAC 的各项指标是否均符合马歇尔试验技术标准。

6) 根据实践经验和公路等级、气候条件、交通情况，调整确定最佳沥青用量 OAC 。

7) 按式(A.2.-5)及式(A.2.4-6)计算被矿料吸收的油石比及有效沥青含量：

$$P_{ba} = \frac{\gamma_{se} - \gamma_{sb}}{\gamma_{se} \times \gamma_{sb}} \times \gamma_b \times 100 \quad (A.2.-5)$$

$$P_{be} = P_b - \frac{P_{ba} \times P_s}{100} \quad (\text{A.2.-6})$$

式中: P_{ba} —沥青混合料中被矿料吸收的沥青比例(油石比)(%);

P_{be} —沥青混合料中有效沥青含量(%);

γ_{se} —矿料混合料有效相对密度,按式(A.2.3-4)或式(A.2.3-5)

计算,无量纲;

γ_{sb} —矿料混合料合成毛体积相对密度,按式(A.2.3-1)求取,

无量纲;

γ_b —沥青的相对密度(25°C/25°C),无量纲;

P_s —各种矿料占沥青混合料总质量的百分率之和(%),即

$P_s = 100 - P_b$;

P_b —沥青混合料中沥青含量(%)。

8) 检验最佳沥青用量时的粉胶比

按式(A.2.4-7)计算沥青混合料的粉胶比,宜符合 0.6~1.6 的要求。

对常用的公称最大粒径为 13.2~19mm 的密级配沥青混合料,粉胶比宜控制在 0.8 -1.2 范围内。

$$DP = \frac{P_{0.075}}{P_{be}} \quad (\text{A.2.4-7})$$

式中: DP —粉胶比,无量纲;

$P_{0.075}$ —矿料级配中 0.075mm 筛通过量,以矿料质量百分率计(%);

P_{be} —有效沥青含量,以沥青混合料质量百分率计(%)。

A.2.5 配合比设计检验

根据所选择的设计级配和所确定的最佳油石比,进行混合料配

合比设计检验,应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》的要求。
不符合要求的必须重新进行配合比设计。

A.2.6 配合比设计报告

(1) 配合比设计报告应包括工程设计级配范围选择说明、材料品种选择与原材料质量试验结果、矿料级配、最佳沥青用量及各项体积指标、配合比设计检验结果等。试验报告的矿料级配曲线应按规定的方法绘制。

(2) 报告不同沥青用量条件下的各项试验结果,并提出对施工压实工艺的技术要求。

A.3 AC-25 沥青混合料目标配合比设计实例

A.3.1 原材料检验

(1) 目标配合比所用道路石油沥青、石灰岩集料、石灰岩填料经检验各项指标均符合本指南的要求的(试验结果略),可用于目标配合比设计。

(2) 粗集料、细集料和矿粉水洗法筛分结果列于表 A.3.1。

各种集料和矿粉的筛分结果

表 A.3.1

矿料	通过以下筛孔(mm)的质量百分比(%)												
	31.5	26.5	19.0	16.0	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
1号	100	92.3	40.9	19.2	3.3	0.5	0	0	0	0	0	0	0
2号	100	100	100	100	97.2	63	4.7	0.7	0	0	0	0	0
3号	100	100	100	100	100	100	74.8	11.3	5.2	2.6	1.8	1.6	1.3
4号	100	100	100	100	100	100	100	87.7	64	39.2	24.6	15.3	10.9
矿粉	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99.8	99.5	97.8

A.3.2 矿料级配组成计算

根据各种矿料的筛分结果和 AC -25 要求的级配范围, 级配曲线见图 A.3.2, 实配计算结果列于表 A.3.2。根据本指南要求, 应选择粗、中、细三组不同级配, 现作为实例, 仅选用了一组级配。对于选择最佳级配步骤, 详见附录 A 第 A.2.2 条。

图 A.3.2 AC -25 设计级配曲线图

AC -25 型沥青混合料矿料级配组成计算结果 表 A.3.2

矿料名称及 用量 (%)	通过以下筛孔 (mm) 的质量百分率 (%)												
	31.5	26.5	19.0	16.0	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
1 号 (32.0)	32.0	29.5	12.1	6.1	1.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2 号 (28.0)	28.0	28.0	28.0	28.0	27.2	17.6	1.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3 号 (8.5)	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	6.4	1.0	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1
4 号 (29.0)	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	25.4	18.6	11.4	7.1	4.4	3.2
矿粉 (2.5)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4
合成级配	100	97.5	80.1	74.1	68.3	57.8	39.2	29.1	21.5	14.1	9.8	7.0	5.7
级配上线	100	100	92.0	84.0	76.0	64.0	48.0	38.0	28.0	20.0	14.0	10.0	7.0
级配下线	100	90.0	74.0	66.0	56.0	44.0	28.0	20.0	13.0	9.0	6.0	4.0	3.0

A.3.3 马歇尔试验

按设计的矿料比例配料，采用 5 种油石比，拌制混合料；每种混合料制备 6 个马歇尔试件，进行密度测定和马歇尔稳定度试验。

试验结果见表 A.3.3。

AC -25 型设计配合比马歇尔稳定度试验结果 表 A.3.3

级配类型	油石比(%)	稳定度 (kN)	流值 (0.1mm)	空隙率 (%)	VMA (%)	饱和度 (%)	毛体积 相对密度	最大理论 相对密度
AC-25	3.1	12.38	26.4	7.3	14.22	48.65	2.376	2.564
	3.6	12.66	28.8	5.3	13.42	60.52	2.415	2.551
	4.1	13.41	34.7	3.9	13.15	70.33	2.425	2.524
	4.6	13.21	38.4	2.7	13.11	79.41	2.446	2.512
	5.1	12.29	40.2	2.1	13.57	84.53	2.442	2.495
要求		>8.0	20~40	3.5~5.0		65~75	—	—

A.3.4 最佳油石比的确定

(1) 据马歇尔稳定度试验结果，分别绘制稳定度、流值、空隙率、饱和度、密度 VMA 与油石比的关系曲线，如图 A.3.4 所示。从曲线上找出相应于最大密度、最大稳定度、允许空隙率范围中值和饱和度规定范围中值对应的四个油石比，分别为 4.6%、4.1%、3.85% 和 4.15%，取四者的平均值 4.18% 作为最佳油石比初始值 OAC_1 。

(2) 从图 A.3.4 上求出能满足沥青混凝土各项指标要求的油石比范围 (OAC_{max} , OAC_{min}) [图 A.3.49]，分别是 4.50% 和 3.85%，该范围的中值 4.18% 作为油石比初始值 OAC_2 。

(3) 最佳油石比的初始值 OAC_1 在 OAC_{max} 与 OAC_{min} 之间，则取 OAC_1 与 OAC_2 的中值 4.18% 作为目标配合比的最佳油石比 OAC 。相应的最佳沥青用量为 4.01%。

A.3.5 最佳油石比下沥青混合料的性能检验

进行最佳油石比下的浸水马歇尔试验和冻融劈裂试验，来检验设计沥青混合料的水稳定性能。试验结果见表 A.3.5-1 和表 A.3.5-2。

最佳油石比下的浸水马歇尔检验

表 A.3. 5-1

混合料类型	马歇尔稳定度 (kN)	浸水马歇尔稳定度(kN)	残留稳定度 (%)	要求 (%)
AC-25	12.68	11.75	92.7	≥80

冻融劈裂试验结果

表 A. 3. 5-2

混合料类型	非条件劈裂强度 (MPa)	条件劈裂强度 (MPa)	劈裂强度比 (%)	要求 (%)
AC-25	0.5138	0.4237	82.5	≥75

A.3.6 配合比设计报告

(1) 采用取自施工现场的原材料，对路面下面层 AC -25 型沥青混合料目标配合比设计，得出如表 A. 6-1 和表 A.3.6-2 的结果。

矿料配合比及油石比

表 A.3.6-1

混合料类型	下列各种矿料所占比例 (%)					油石比 (%)
	1 号	2 号	3 号	4 号	矿粉	
AC-25	32.0	28.0	8.5	29	2.5	4.18

最佳油石比、密度、空隙率及体积指标

表 A.3.6-2

混合料类型	油石比 (%)	毛体积相对密度	最大理论相对密度	空隙率 (%)	饱和度 (%)	VMA (%)
AC-25	4.18	2.426	2.522	3.8	71.36	13.41

(2) 通过混合料级配调试和相关验证试验，表明所设计的道路石油沥青 AC - 25 型沥青混合料的水稳定性满足本指南要求，室内目标配合比设计所得结果可用于生产配合比的调试。

附录B 密级配沥青混合料 Superpave 配合比设计方法

B.1 一般规定

B.1.1 本方法适用于用旋转压实仪进行密级配热拌沥青混合料目标配合比设计。

B.1.2 Superpave 配合比设计应通过目标配合比设计、生产配合比设计和生产配合比验证三个阶段，确定沥青混合料的原材料品种、矿料级配和最佳沥青用量。

B.1.3 Superpave 配合比设计应遵照本指南规定的方法。混合料拌和采用小型沥青混合料拌和机进行，拌好的混合料应在压实温度下短期老化 2h，才能采用旋转压实仪制备混合料试件。混合料拌和温度和试件制作温度应符合附录 A 第 A.2.3 条的要求。

B.1.4 混合料应采用体积方法进行配合比设计，并用马歇尔试验作相关性能检验。

B.1.5 生产配合比设计可按照本方法规定的步骤进行。

B.2 沥青混合料 Superpave 配合比设计步骤

B.2.1 原材料的选用与试验

(1) 配合比设计的各种矿料、沥青材料和各种添加剂的选用与试验应按附录 A 第 A.2.1 条的规定执行。

(2) 粗集料的棱角性是指大于 4.75mm 集料中有一个或多个破碎面的集料百分率，按规定应不小于 100%。

B.2.2 矿料配比设计

(1) 根据经验在第 8 章表 8.4.2-1 控制点界限内，选择粗、中、

细三个矿料级配，级配均应在限制区外的下方。按附录 A 第 A. 2.2 条的规定绘制矿料级配曲线。

(2) 根据经验或按附录 A 式(A.2.3-3)，选择同一个初始沥青用量拌制沥青混合料，按附录 A 第 A.2.3 条规定的击实温度，用旋转压实仪在 0.6MPa 压力下制备试件，每种级配制备 2 个。

(3) 按附录 A 第 A.2.3 条的规定，计算矿料混合料合成毛体积相对密度 γ_{sb} 合成表观相对密度 γ_{sa} 和合成有效相对密度 γ_{se} 并确定沥青混合料最大理论相对密度 γ_t ，从而计算试件的压实度、空隙率、VMA、VFA 和 DP。

(4) 选取符合第 8 章表 8.4.1-1 要求的沥青混合料为设计级配。如果有两个或以上级配满足要求时，应选取 VMA 较大者为设计级配。

B.2.3 确定最佳沥青用量

(1) 用式(B.2.3)估算压实次数 $N_{\text{设计}}$ 、试件空隙率为 4% 的沥青用量 $P_{b, \text{估算}}$ ：

$$P_{b, \text{估算}} = P_{b, \text{初始}} - [0.4 \times (4 - V_a)] \quad (\text{B.2.3})$$

式中： $P_{b, \text{估算}}$ ——估算的沥青用量(%)；

$P_{b, \text{初始}}$ ——初始的沥青用量(%)；

V_a ——初始沥青用量沥青混合料在 $N_{\text{设计}}$ 压实次数时的空隙率(%)。

(2) 用 $P_{b, \text{估算}}$ 、 $P_{b, \text{估算}} \pm 0.5\%$ 、 $P_{b, \text{估算}} + 1\%$ 四个沥青用量与设计级配制备沥青混合料，用旋转压实仪成型试件，测定试件压实度、空隙率、VMA、VFA、DP，取设计压实次数、试件空隙率为 4% 的沥青用

量作为配合比设计用量。

B.2.4 设计沥青用量的检验

用设计沥青用量和设计级配制备旋转压实试件，检验设计压实次数沥青混合料体积性质，应符合第 8 章表 8.4. 1-1 的要求；同时制备马歇尔试件和其他性能指标试件，其物理力学性能应符合第 8 章表 8.4. 1-2 的要求。

B.2.5 配合比设计报告

按附录 A 第 A. 2.6 条的要求编制配合比设计报告。

B.3 Superpave - 20 目标配合比设计实例

B.3.1 原材料检验

(1) 目标配合比设计所用 SBS 改性沥青、石灰岩集料、石灰岩填料经检验各项指标均符合本指南的要求（试验结果略），可以用于目标配合比设计。其中，集料棱角性和相对密度结果列于表 B.3.1-1 和表 B.3.1-2。

集料认同特性性质试验结果表

表 B.3.1-1

试 验 项 目		试 验 值	Superpave 技术标准
集料认同特性	粗集料棱角性 (%)	100	≥ 100
	细集料棱角性 (%)	46.4	≥ 45

集料相对密度试验结果表

表 B.3.1-2

矿 料	标线相对密度	毛体积相对密度	吸水率 (%)
1 号	2.738	2.718	0.26
2 号	2.741	2.713	0.38
3 号	2.738	2.693	0.60
4 号	2.736	2.662	1.01

矿粉	2.736	—	—
----	-------	---	---

2) 粗集料、细集料和填料水洗法筛分结果列于表 B.3.1-3。

矿料筛分结果表

表 B.3.1-3

矿料											
	26.5	19.0	12.5	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
1号	100	78.4	7.8	1.4	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8
2号	100	100	98.1	69.2	4.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6
3号	100	100	100	100	92.0	2.0	1.1	1.0	1.0	1.0	0.9
4号	100	100	100	100	99.8	89.2	59.6	43.6	25.7	19.3	12.5
矿粉	100	100	100	100	100	100	100	100	99.6	95.4	82.3

B.3.2 矿料级配的选择

(1) 依据 Superpave 设计的一般方法, 在选择集料合成级配时, 首先调试选出粗、中、细三个级配; 各合成级配通过百分率列于表 B.3.2-1。

矿料级配组成表

表 B.3.2-1

合成级配	通过以下筛孔 (mm) 质量百分比 (%)										
	26.5	19.0	12.5	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
级配 A (25:39.5:10.5:23.5:1.5)	100	94.6	76.2	63.2	36.7	23.2	16.1	12.4	8.1	6.6	4.7
级配 B (20:41:11.5:26.5:1)	100	95.7	80.8	67.7	40.2	25.4	17.4	13.1	8.4	6.7	4.6
级配 C (20:37:11:31:1)	100	95.7	80.9	68.9	44	29.3	20	15.1	9.5	7.5	5.2

(2) 根据设计经验, 拟用 4.2% 的初始沥青用量, 采用旋转压实仪成型试件, 设定旋转压实仪的单位压力为 0.6MPa。初始沥青用量

下各级配旋转压实试验结果汇总于表 B.3.2-2。

三种试验级配旋转压实试验结果汇总表

表 B.3. 2-2

压 实 次 数	级配 A		级配 B		级配 C	
	试件 1	试件 2	试件 1	试件 2	试件 1	试件 2
N _{设计} (8 次) 高度 (mm)	129.6	129.5	128.7	129.2	126.9	126.1
N _{设计} (100 次) 高度 (mm)	113.9	113.7	113.5	113.9	112.9	112.4
空气中质量 (g)	4748.7	4742.7	4742.7	4764.6	4760.2	4725.8
水中质量 (g)	2803.0	2800.2	2814.3	2827.1	2838.3	2817.2
饱和面干质量 (g)	4759.6	4754.1	4752.3	4773.9	4767.8	4731.6
毛体积相对密度	2.427	2.427	2.447	2.447	2.467	2.469
最初压实度 (%)	83.6		84.7		86.1	
设计次数压实度 (%)	95.1		96.0		96.7	
最大理论相对密度	2.552		2.552		2.552	

(3) 表 B.3.2-3 为三种级配估算沥青用量试验结果评价表。依据评价指标,可以得出级配 A、B 满足 Superpave 设计要求,本次选择级配 B 为设计级配。确定的设计级配曲线绘于图 B.3.2,

三种级配估算沥青用量试验结果评价表

表 B.3.2-3

级 配	4%空隙率 沥青用量 (%)	VMA (%) (设计次数)	VFA (%) (设计次数)	DP	估算初始次数 压实度 (%)
A	4.48	13.65	70.69	1.15	84.4
B	4.14	13.03	69.31	1.24	84.6
C	3.89	12.35	67.61	1.52	85.4
标准	Superpave 标准	≥13.0	65~75	0.6~1.2*	≤89.0

注: *表示当级配通过限制区下方,粉胶比可增加到 0.8~1.6。

图 B.3.2 设计级配曲线

B.3.3 确定最佳沥青用量

(1) 设计级配确定后,由表 B.3.2-2 根据实际设计经验,估算压实次数%计、试件空隙为 4%的 P_b ,估算取 4.2%,四个沥青用量分别为: 3.7%、4.2%、4.7%、5.2%。

(2) 在进行确定选择级配沥青用量的试验时,压实次数设定在 $N_{\text{设计}}=100$ 次。设计级配四种沥青用量混合料试件试验结果列于表 B.3.3-1 和表 B.3.3-2; 根据表 B.3.3-2 中 3.7%、4.2%、4.7%、5.2%四个沥青用量的体积性质,得到设计沥青用量为 4.2%及其对应的体积性质。

设计级配四种沥青用量试验结果汇总表

表 B.3.3-1

沥青用量 (%)		3.7		4.2		4.7		5.2	
最大理论相对密度		2.571		2.550		2.532		2.512	
试件编号		1	2	1	2	1	2	1	2
高度 (mm)	8 次	128.9	129.1	129.0	128.2	126.1	126.9	125.8	125.4
	100 次	114.2	114.3	113.6	113.0	111.3	112.0	110.8	110.5
空气中质量 (g)		4756.5	4788.5	4766.3	4742.8	4752.4	4725.7	4725.7	4776.1
水中质量 (g)		2830.1	2847.6	2830.1	2814.9	2820.0	2807.4	2809.3	2838.5
饱和面干质量 (g)		4773.4	4803.3	4776.6	4753.1	4760.1	4732.6	4730.5	4781.4
毛体积相对密度		2.448	2.448	2.449	2.447	2.450	2.455	2.460	2.458
初始压实度 (%)		84.3		84.5		85.6		86.2	
设计压实度 (%)		95.2		96.0		96.9		97.9	

注: 最大理论相对密度为计算法获得。

四种沥青用量沥青混合料体积性质

表 B.3.3-2

沥青用量 (%)	在设计压实次数时			DP	初始压实度 (%)
	压实度 (%)	VMA (%)	VFA (%)		
3.7	95.2	12.57	61.82	1.42	84.3
4.2	96.0	13.01	69.26	1.23	84.5
4.7	96.9	13.27	76.64	1.08	85.6
5.2	97.9	13.60	84.55	0.97	86.2
Superpave 标准	96.0	≥ 13	65~75	0.8~1.6	≤ 89

B.3.4 设计检验

采用设计沥青用量为 4.2%拌制混合料成型试件, 检验设计压实度的 VMA 、 VFA , 初始压实度、最大压实度和 DP 等指标, 结果列于 B.3.4。所有检测指标均满足本指南的要求。

设计沥青用量验证试验结果表 表 B.3.4

沥青用量 (%)	在设计压实次数时			DP	初始压实度 (%)	最大压实度 (%)
	压实度 (%)	VMA (%)	VFA (%)		(%)	(%)
4.2	96.0	13.13	69.15	1.22	84.4	97.7
技术要求	96.0	≥ 13	65~75	0.6~1.2*	≤ 89	≤ 98

注: *表示当级配通过限制区下方, 粉胶比可增加到 0.8~1.6。

B.3.5 设计结果

通过以上试验和分析, 级配 B 为设计级配, 配合比为 1 号: 2 号: 3 号: 4 号: 矿粉= 20:41: 11.5: 26.5:1, 设计沥青用量为 4.2%, 其对应的混合料特性如表 B.3.5 所示。

混合料体积性质表

表 B.3.5

混合料特性	设计结果	Superpave 标准
V_a (%)	4.0	4.0

VMA(%)	13.13	≥ 13
VFA(%)	69.15	65~75
DP	1.22	0.6~1.2*
初始压实度 (%)	84.4	≤ 89
最大压实度 (%)	97.7	≤ 98

注：*表示当级配通过限制区下方，粉胶比可增加到 0.8~1.6。

B.3.6 马歇尔试验

按照设计级配和沥青用量，进行马歇尔击实试验，试验结果见表

B.3.6。

沥青混合料马歇尔试验结果

表 B.3.6

沥青用量 (%)	稳定度 (kN)	流值 (0.1mm)	空隙率 (%)	饱和度 (%)	VMA (%)	毛体积相 对密度	最大理论 相对密度
4.2	12.01	32.8	4.8	65.3	13.8	2.428	2.550
马歇尔	≥ 8	20~50	4.0~6.0	65~75	≥ 13	—	—

B.3.7 高温稳定性试验和水稳定性试验

为了检验 Superpave - 20 沥青混合料的高温稳定性和抗水损害能力，按照本指南要求进行了车辙试验和水损害试验，试验结果汇总于表 B.3.7-1 -表 B.3.7-3。

车辙试验结果汇总表

表 B.3.7-1

混合料类型	沥青用量(%)	动稳定度 (次/mm)				
		1	2	3	平均	要求
Superpave-20	4.2	4500	4200	4500	4400	≥ 3000

浸水马歇尔稳定度试验结果

表 B.3.7-2

混合料类型	马歇尔稳定度 (kN)	浸水马歇尔稳定度 (kN)	残留稳定度 S_0 (%)	要求 (%)
-------	-------------	---------------	-----------------	--------

Superpare-20	12.01	11.10	92.4	≥85
--------------	-------	-------	------	-----

AASHTO T283 试验结果

表 B. 3. 7-3

混合料类型	无条件劈裂强度 (MPa)	条件劈裂强度 (MPa)	TSR (%)	要求 (%)
Superpare-20	0.3721	0.3296	88.6	≥80

B.3.8 目标配合比设计结果

根据取样的集料、矿粉、沥青等原材料，按照本指南进行室内配合比设计，得到的最佳沥青用量为 4.2%（油石比为 4.4%）。通过车辙试验，得知所设计的沥青混合料动稳定度满足本指南第 8 章表 8.4. 1-2 的要求；由浸水马歇尔试验和 AASHTO T283 试验得知，该沥青混合料抗水害性能良好，亦满足本指南第 8 章表 8.4. 1-2 的规定。因此，本次目标配合比设计可用于工地生产配合比设计。

附录 C 开级配 OGFC 混合料配合比设计方法

C.1 一般规定

C.1.1 除本方法另有规定外，应遵照附录 A 热拌沥青混合料配合比设计方法的规定执行。

C.1.2 OGFC 混合料的配合比设计采用马歇尔试件的体积设计方法进行，并以空隙率作为配合比设计主要指标。配合比设计指标应符合本指南规定的技术标准。

C.1.3 OGFC 混合料配合比设计后，必须对设计沥青用量进行析漏试验、肯塔堡试验等，并对混合料进行高温稳定性、水稳定性等进行检验。配合比设计检验应符合本指南的技术要求。

C.2 沥青混合料 OGFC 配合比设计步骤

C.2.1 材料选择

(1) 用于 OGFC 混合料的粗集料、细集料的质量应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》的要求。OGFC 宜在使用矿粉的同时，应掺用消石灰、纤维等添加剂。

(2) OGFC 宜采用高黏度改性沥青，质量应符合表 C.2.1 的技术

要求。当实践证明采用改性沥青或纤维稳定剂后能符合当地条件时，也可使用。

高黏度改性沥青的技术要求

表 C.2.1

试 验 项 目	单 位	技 术 要 求
针入度 (25℃, 100g, 5s), 不小于	0.1mm	40
软化点 ($T_{R\&B}$), 不小于	℃	80
延度 (15℃), 不小于	cm	50
闪点, 不小于	℃	260
薄膜加热试验 (TFOT) 后的质量变化, 不大于	%	0.6
黏韧性 (25℃), 不小于	N·m	20
韧性 (25℃), 不小于	N·m	15
60℃黏度, 不小于	Pa·s	20000

C.2.2 确定设计矿料级配和沥青用量

(1) 按试验规程规定的方法精确测定各种原材料的相对密度。其中 4.75mm 以上的粗集料为毛体积相对密度, 4.75mm 以下的细集料及矿粉为表观相对密度。

(2) 以现行《公路沥青路面施工技术规范》表 5.3.2-4 中规定的级配范围作为工程设计级配范围。在充分参考同类工程的成功经验的基础上, 在级配范围内适配 3 组 2.36mm 通过率不同的矿料级配作为初选级配。

(3) 对每一组初选的矿料级配, 按式(C.2.2-1)计算集料的表面积。

根据期望的沥青膜厚度,按式(C.2.2-2)计算每一组混合料的初试沥青用量 P_b 。通常情况下,OGFC 的沥青膜厚度 h 宜为 $14_{\mu m}$ 。

$$A=(2+0.02a+0.04b+0.08c+0.14d+0.3e+0.6f+1.6g)/48.74$$

(c.2.2-1)

$$P_b=h \times A$$

(C.2.2-2)

式中: A —集料的总的表面积;

a 、 b 、 c 、 d 、 f 、 g —分别代表 4.75mm、2.36mm、1.18mm、0.6mm、0.3mm、0.15mm、0.075mm 筛孔的通过百分率(%)。

(4) 制作马歇尔试件。马歇尔试件的击实次数为双面 50 次。用体积法测定试件的空隙率,绘制 2.36mm 通过率与空隙率的关系曲线。根据期望的空隙率确定混合料的矿料级配,并再次按上述第 C.2.2 条的方法计算初始沥青用量。

(5) 以确定的矿料级配和初始沥青用量拌和沥青混合料,分别进行马歇尔试验、谢伦堡析漏试验、肯塔堡飞散试验、车辙试验,各项试验指标应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》的技术要求,其空隙率与期望空隙率的差值不宜超过 $\pm 1\%$ 。如不符合要求,应重新调整沥青用量拌和沥青混合料进行试验,直至符合要求为止。

(6) 如各项指标均符合要求,即配合比设计已完成,即可出具配合比设计报告。

C.2.3 OGFC 沥青混合料配合比设计流程见图 C.2.3。

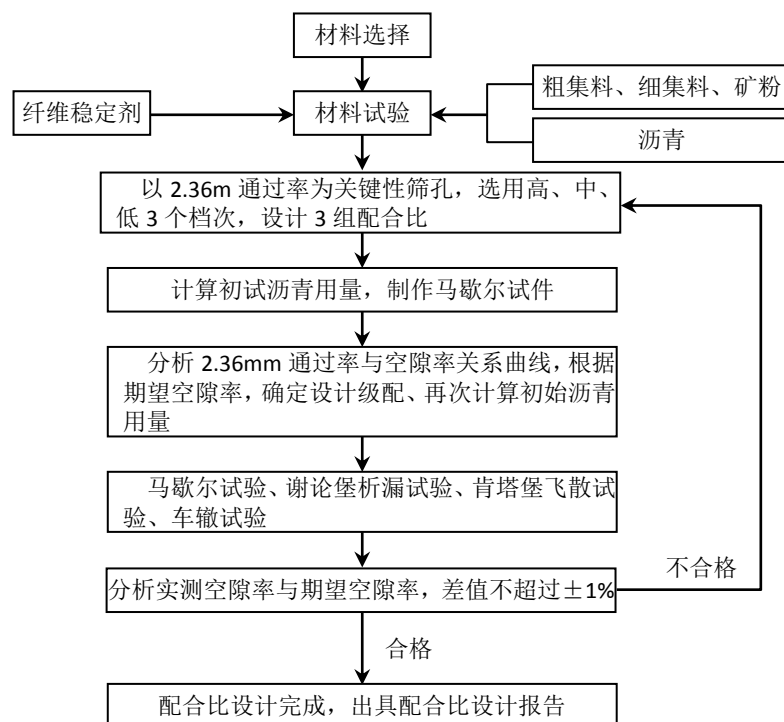


图 C.2.3 OGFC 沥青混合料配合比设计流程

附录 D 断级配 SMA 沥青混合料配合比设计方法

D.1 一般规定

D.1.1 本方法适用断级配 SMA 热拌沥青混合料目标配合比设计。

D.1.2 SMA 混合料配合比设计采用马歇尔试件的体积设计方法进行；马歇尔试验的稳定度和流值并不作为配合比设计可否接受的唯一指标。

D.1.3 SMA 沥青混合料配合比设计流程见图 D.1.3。

D.1.4 生产配合比设计可按照本方法规定的步骤进行。

D.2 SMA 沥青混合料配合比设计步骤

D.2.1 材料选择

(1) 对用于配合比设计的粗集料、细集料、填料、木质素纤维、抗剥离剂等材料，按本指南的规定进行选择，其质量应符合本指南

第 8 章的规定。

(2) SMA 宜采用 SBS 改性沥青；用于铺筑上面层的 SMA-13，宜采用玄武岩或辉绿岩集料。

D.2.2 设计矿料级配的确定

(1) SMA-13 混合料的工程设计级配范围宜直接采用现行《公路沥青路面施工技术规范》表 5.3. 2-3 规定的矿料级配范围。以 4.75mm 作为粗集料骨架的分界筛孔。

(2) 在工程设计级配范围内，调整各种矿料比例设计 3 组不同粗细的初试级配，3 组级配 4.75mm 通过率应分别为 23%、27%、31% 左右，0.075mm 的通过率为 10% 左右。

(3) 按附录 A 第 A.2.3 条的方法，计算初试级配的矿料的合成毛体积相对密度 γ_{sb} 、合成表观相对密度 γ_{sa} 、有效相对密度 γ_{se} 。

(4) 将每个合成级配中小于粗集料骨架分界筛孔的集料筛除，按现行《公路工程集料试验规程》T0309 的规定，用捣实法测定粗集料骨架的捣实堆积相对密度 γ_s ，按式 (D.2.2-1) 计算粗集料骨架混合料的平均毛体积相对密度 γ_{ca} ：

$$\gamma_{CA} = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{\frac{P_1}{\gamma_1} + \frac{P_2}{\gamma_2} + \dots + \frac{P_n}{\gamma_n}} \quad (D.2.2-1)$$

式中： P_1 、 P_2 ...、 P_n —粗集料骨架部分各种集料在全部矿料级配混合料中的配合比；

γ_1 、 γ_2 、... γ_n —各种粗集料相应的毛体积相对密度。

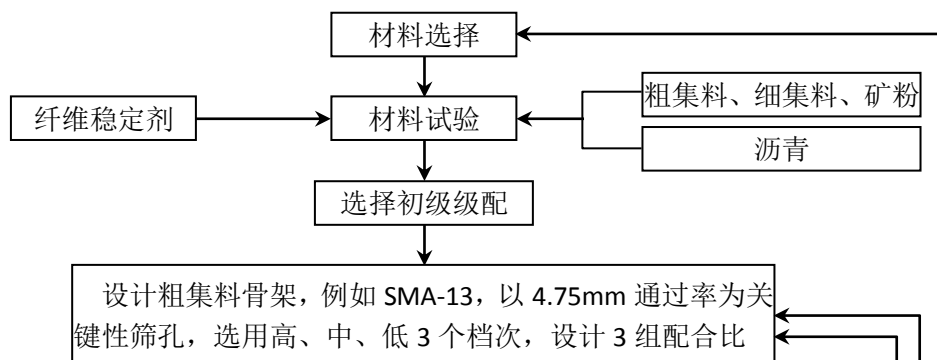


图 D.1.3 SMA-13 沥青混合料配合比设计流程

(5)按式(D.2.2-2)计算各组初试级配粗集料骨架捣实状态下的间隙率 VCA_{DRC} :

$$VCA_{DRC} = \left(1 - \frac{\gamma_s}{\gamma_{CA}}\right) \times 100 \quad (D.2.2-2)$$

式中: VCA_{DRC} ——粗集料骨架捣实状态下的间隙率(%);

γ_{CA} ——粗集料骨架的毛体积相对密度;

γ_s ——粗集料骨架的捣实堆积相对密度,等于捣实堆积密度除以水的密度。

(6) 根据经验或按附录 A 式(A.2.3-3)选用适宜的油石比 P_a , 作为马歇尔试件的初始油石比。

(7) 按照选择的初试油石比和矿料级配制作 SMA 试件, 马歇尔标准击实的次数为双面各 75 次, 一组马歇尔试件的数目不得少于 6

个。试件的毛体积相对密度由表干法测定。

(8) 按式(D. 2.2-3)计算不同级配条件下 SMA 混合料的最大理论相对密度, 其中纤维部分的比例不得忽略。

$$\gamma_t = \frac{100 + P_a + P_x}{\frac{100}{\gamma_{se}} + \frac{P_a}{\gamma_a} + \frac{P_x}{\gamma_x}} \quad (\text{D.2. 2-3})$$

式中: γ_{se} ——矿料的有效相对密度, 由附录 A 式(A.2. 3-5)确定;

P_a ——沥青混合料的油石比(%);

γ_a ——沥青混合料的表观相对密度;

P_x ——纤维用量, 以沥青混合料总量的百分数计(%);

γ_x ——纤维稳定剂的相对密度, 由供货商提供或由比重瓶实测得到。

(9) 按式(D. 2.2-4)计算 SMA 马歇尔混合料试件中的粗集料骨架间隙率 VCA_{mix} 。试件的各项体积指标空隙率 VV 、集料间隙率 VMA 、沥青饱和度 VFA 按附录 A 第 A.2.3 条的方法计算。

$$VCA_{mix} = 100 - \frac{\gamma_{mb}}{\gamma_{CA}} \times P_{CA} \quad (\text{D. 2.2-4})$$

式中: P_{CA} ——沥青混合料中粗集料的比例(%), 即大于 4.75mm 的颗粒含量;

γ_{CA} ——粗集料骨架部分的平均毛体积相对密度, 由式(D.2.2-1)确定;

γ_{mb} ——沥青混合料试件的毛体积相对密度, 由表干法测定。

(10) 从 3 组初试级配的试验结果中选择设计级配时, 必须符合 $VCA_{mix} < VCA_{DRC}$ 及 $VMA > 17\%$ 的要求。当有 1 组以上的级配同时符合要求时, 以粗集料骨架分界筛孔集料通过率大且 VMA 较大的级

配为设计级配。

D.2.3 确定最佳沥青用量或最佳油石比

(1) 根据所选择的设计级配和初试油石比试验的空隙率结果，以 0.2%~0.4%为间隔，调整 3 个不同的油石比，制作马歇尔试件，计算空隙率等各项体积指标。

(2) 进行马歇尔稳定度试验，检验稳定度和流值是否符合本指南规定的技术要求。

(3) 根据期望的设计空隙率（一般为 4%），确定油石比，作为最佳油石比 OAC。所设计的 SMA 混合料应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》规定的各项技术标准。

D.2.4 配合比设计检验

根据所选择的设计级配和所确定的最佳油石比，进行混合料配合比设计检验，应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》的要求。不符合要求的必须重新进行配合比设计。

D.2.5 配合比设计报告

配合比设计结束后，应按附录 A 第 A. 3.6 条的要求及时出具配合比设计报告。

D.3 SMA-13 沥青混合料目标配合比设计实例

D.3.1 原材料检验

(1) 目标配合比所用 SBS 改性沥青、玄武岩集料、石灰岩填料、木质素纤维和抗剥落剂各项指标均符合本指南的要求（试验结果略），可以用于目标配合比设计。

(2) 粗集料、细集料、矿粉的筛分结果和相对密度试验结果分别列于表 D.3.1-1 和表 D.3. 1-2。

各种矿料的筛分结果

表 D.3. 1-1

矿料	通过以下筛孔 (mm) 质量百分率 (%)									
	16.0	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
1 号	100	80.5	9.3	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
2 号	100	100	99.8	13.7	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
4 号	100	100	100	100	89.8	68.8	39.0	18.0	12.1	7.0
矿粉	100	100	100	100	100	100	100	100	99.3	84.5

注：本实例矿料级配设计未采用 3 号料 (2.36~4.75mm)

集料密度试验结果

表 D.3. 1-2

材料	1 号	2 号	4 号	矿粉
表观相对密度	2.997	2.988	2.942	2.650
毛体积相对密度	2.990	2.876	—	—
吸水率 (%)	1.1	1.3	—	—

D.3.2 矿料级配组成计算

(1) 根据各种矿料的筛分结果和 SMA-13 要求的级配范围, 确定 SMA- 13 的三种级配 A、B、C, 4.75mm 筛孔通过率分别为 28.7%、25.6%、23.9%, 三种级配组成见表 D.3. 2-1。分别测定三种级配的 VCA_{DRC} , 按油石比 6.0%、木质纤维用量为沥青混合料质量的 0.3% 拌制 SMA 混合料, 双面击实 75 次制作试件, 测定 VCA_{mix} ; 及 VMA 等指标; 在满足 VCA_{mix} 。小于 VCA_{DRC} 和 VMA 大于 17%的基础上确定级配, 测试结果见表 D.3.2-2 和表 D.3. 2-3。

SMA-13 三种级配的设计组成结果

表 D.3.2-1

级配类型	通过以下筛孔 (mm) 质量百分率 (%)									
	16.0	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
(1 号: 2 号: 4 号: 粉)										
级配 A (44:32:14:10)	100	91.4	60.0	28.7	23.4	20.5	16.3	13.3	12.4	10.3
级配 B (45:34.5:10.5:10)	100	91.2	59.1	25.6	20.3	18.1	15.0	12.8	12.1	10.1

级配 C (45:36.5:8.5:10)	100	91.2	59.1	23.9	18.5	16.7	14.2	12.4	11.9	9.9
级配范围上线	100	100	75	32	27	24	20	16	13	12
级配范围下线	100	90	50	22	16	14	12	10	9	8

注：SMA-13 级配范围采用江苏省地方标准《江苏省高速公路沥青路面施工技术规范》(DB32/T1087-2008)。

VCA_{DRC} 测试结果

表 D.3.2-2

级配类型	粗集料捣实密度 (g/cm ³)	4.75mm 通过百分率 (%)	粗集料毛体积密度 (g/cm ³)	VCA _{DRC} (%)
级配 A	1.650	28.7	2.800	41.1
级配 B	1.640	25.6	2.800	41.4
级配 C	1.646	23.9	2.799	41.2

初试级配的体积分析

表 D.3.2-2

级配类型	油石比 (%)	最大理论 相对密度	毛体积相 对密度	空隙率 (%)	VMA (%)	VFA (%)	VCA _{mix} (%)
级配 A	6.0	2.624	2.538	3.3	17.2	80.9	41.1
级配 B	6.0	2.624	2.514	4.2	18.0	76.7	39.1
级配 C	6.0	2.626	2.493	5.1	18.7	73.0	38.2
要求	—	—	—	3.0~4.5	≥17	75~85	≤VCA _{DRC}

(2) 由表 D.3.2-2 和表 D.3.2-3 可知, 级配 B 满足饱和度、 $VCA_{mix} \leq VCA_{DRC}$ 及 $VMA \geq 17$ 的要求, 因此选取级配 B 为设计级配。确定的设计级配曲线见图 D.3.2。最大理论相对密度用算法获得。

图 D.3.2 SMA-13 配合比级配曲线

D.3.3 马歇尔稳定度试验

按设计级配 B 称取矿料，采用三种油石比拌制 SMA 混合料，采用双面击实 75 次成型马歇尔试件，进行马歇尔稳定度试验。试验结果列于表 D.3.3。

沥青混合料马歇尔试验结果

表 D.3.3

级配 类型	油石比 (%)	稳定度 (kN)	流值 (0.1mm)	VMA (%)	空隙率 (%)	VC _{mix} (%)	VFA (%)	毛体积 相对密度	最大理论 相对密度
SMA-13	5.8	8.56	32.7	18.2	4.9	39.3	73.0	2.502	2.631
	6.1	8.58	33.6	18.0	4.0	39.1	77.8	2.516	2.621
	6.4	9.42	41.6	18.1	3.3	38.9	81.5	2.530	2.617
要求		宜>6.0	20~50	≥17	3.0~4.5	≤VC _{ARC}	75~85	—	—

D.3.4 最佳油石比的确定

根据 SMA 混合料设计要求和实际工程情况，本次设计中空隙率为 4.0% 时，油石比为 6.1%，且其他指标（VMA、VCA、稳定度、饱和度等）均满足设计要求，故确定 6.1% 为最佳油石比。

D.3.5 混合料配合比设计检验

(1) 谢伦堡析漏试验。试验条件：试验温度 185°C +2°C，保温 1h 后进行析漏测试，结果列于表 D.3.5-1。

析漏试验结果

表 D.3.5-1

级配类型	油石比 (%)	析漏 1 (%)	析漏 2 (%)	析漏 3 (%)	平均 (%)	要求 (%)
SMA-13	6.1	0.08	0.07	0.05	0.07	≤ 0.10

(2) 肯塔堡飞散试验。试验条件：将成型的马歇尔试件（双面击实 50 次）在 $20^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 水温下浸泡 20h，然后采用洛杉矶磨耗试验机旋转 300 次进行飞散测试，结果列于表 D.3.5-2。

飞散试验结果

表 D.3.5-2

级配类型	油石比 (%)	飞散率 1 (%)	飞散率 2 (%)	飞散率 3 (%)	飞散率 4 (%)	平均 (%)	要求 (%)
SMA-13	6.1	8.2	7.1	7.5	9.6	8.1	≤ 1.5

(3) 抗水损害试验。为了检验沥青混合料的抗水损害性能，分别进行最佳油石比下的 SMA-13 沥青混合料的浸水马歇尔试验和冻融劈裂试验，试验结果见表 D.3.5-3 和表 D.3.5-4。

浸水马歇尔试验结果

表 D.3. 5-3

级配类型	马歇尔稳定度 (kN)	浸水马歇尔稳定度 (kN)	残留稳定度 MS_0 (%)	要求 (%)
SMA-13	8.69	8.29	95.4	≥ 80

冻融劈裂试验结果

表 D. 3. 5-4

级配类型	非条件劈裂强度 (MPa)	条件劈裂强度 (MPa)	劈裂强度 (%)	要求 (%)
SMA-13	0.5132	0.4237	82.5	≥ 80

(4) 动稳定度试验。试验条件：在 $60^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ， $0.7\text{MPa} + 0.05\text{MPa}$ 条件下进行车辙试验，检验高温稳定性。动稳定度试验结果列于表 D.3.5-5。

车辙试验动稳定度

表 D.3.5-5

级配类型	车辙动稳定度 (次/mm)					油石比 (%)
	1	2	3	平均	要求	
SMA-13	4500	3500	3938	3979	≥ 3000	6.1

D.3.6 配合比设计报告

通过混合料级配调试和相关检验试验，表明所设计的 SMA-13 型沥青混合料的抗水损害性能、高温稳定性能均满足现行《公路沥青路面施工技术规范》要求，可用于 SMA-13 混合料生产配合比设计。矿料配合比及最佳油石比列于表 D.3.6。

矿料配合比及最佳油石比

表 D. 3. 6

级配类型	下列各种矿料所占比例 (%)				油石比 (%)
	1 号	2 号	4 号	矿粉	
SMA-13	45	34.5	10.5	10	6.1

附录 E 路面试铺总结编写要求

E.1 沥青路面垫层、底基层、基层试铺总结编写要求

垫层、底基层、基层等结构层试铺完成，并经检测后，应及时进行试铺总结的编写。试铺总结按下列顺序和内容进行编写。

E.1.1 试验段概况

试验段概况包括：桩号，长度，面层结构类型，施工日期，承包人，监理单位，施工天气情况（温度、湿度、风力）等。

E.1.2 批准的配合比

批准的配合比包括：场地原材料性能检测结果（集料、水泥），矿料级配组成，水泥（石灰）、碎石的比例，标准击实、7d 无侧限抗压强度（或 CBR）等试验结果。

E.1.3 机械设备与人员组成

（1）使用的主要机械设备和数量。

（2）人员组成情况及分工职责。

E.1.4 混合料拌和

（1）拌和机信号、上料速度、拌和数量、拌和时间、卸料方式等。

（2）验证混合料配合比：试拌混合料的集料级配，混合料的配合比，混合料含水率等。

E.1.5 混合料摊铺

内容包括：摊铺机梯队作业情况（或路拌方法），料车卸料方式，摊铺速度，厚度控制及找平方式，消除摊铺离析的技术等。

E.1.6 混合料碾压

应至少有两种不同的碾压组合方式（必须确保达到要求的压实度），每种方案碾压机具的选择，组合方式，压实顺序，碾压速度及遍数（列表说明）等。

E.1.7 铺层松铺系数

铺层松铺系数用定点测量下卧层表面高程、面层松铺高程、面层压实高程等计算得到，测点数应大于 30。测量数据应在总结中列

出。

E.1.8 施工接缝处理方法

内容包括：两台摊铺机中间接缝、施工缝的处理方法，如何确保接缝处铺层的压实度和外观均匀性符合规定。

E.1.9 试验段各项技术指标检查结果

E.1.10 试铺存在的问题及分析

介绍试铺过程中存在的问题，及造成原因分析。

E.1.11 结论意见

(1) 试铺是否成功。建议施工用的配合比。

(2) 建议施工产量及作业长度。

(3) 正式施工中需改进的若干建议。

(4) 对开工申请施工组织设计的修改建议。

(5) 确定施工组织及管理体系、质保体系。

(6) 安全保障措施、应急预案。

E.2 沥青路面面层试铺总结编写要求

沥青路面试铺用正式表报批，放在总结的首页，按以下内容编写。

E.2.1 试铺路段概况

试铺路段概况包括：桩号，长度（不少于 300m），面层结构类型，施工日期，承包人，监理单位，施工天气情况（温度、湿度、风力）等。

E.2.2 批准的目标配合比和生产配合比

(1) 原材料质量：包括原材料产地品种、性能检测结果。

(2) 目标配合比：批准的目标配合比试验结果。

(3) 生产配合比：包括各热料仓集料、矿料筛分结果，密度试验结果，矿料级配组成，最佳沥青用量（油石比）的沥青混合料技术性质试验结果。

E.2.3 机械设备和人员组成

(1) 使用的主要机械设备和数量。

(2) 人员组成情况及分工职责。

E.2.4 沥青混合料试拌

(1) 拌和机的拌和方式：拌和机型号，上料速度，拌和数量，拌和温度（沥青温度、集料温度、出料温度），拌和时间（干拌时间、湿拌时间、加料卸料时间）等。

(2) 验证沥青混合料配合比：试拌沥青混合料技术性质，确定试铺用沥青混合料的配合比。

E.2.5 沥青混合料摊铺

内容包括：摊铺机梯队作业情况，料车卸料方式，摊铺温度，摊铺速度，初步振捣夯实的方法和强度，熨平板预热方式和温度，厚度自动控制及找平方式，消除铺面离析的技术等。

E.2.6 沥青混合料压实方案

应至少有两种压实方案（必须确保达到要求的压实度）。每种方案压实机具的选择，组合方式，压实顺序，碾压速度及遍数（列表说明），碾压温度等。

E.2.7 面层松铺系数

面层松铺系数用定点测量的下卧层表面高程、面层松铺高程、面层压实高程方法计算得到，测点数应大于 30。测量数据应在总结中列出。

E.2.8 施工缝处理方法

内容包括：两台摊铺机中间接缝的处理方法，如何确保接缝处面层的压实度，渗水系数和外观均匀性符合规定。

E.2.9 试铺路段各项技术指标检查结果

(1) 承包人每种碾压方案钻芯取样数不少于 10 个，渗水系数测定点不少于 20 个。

(2) 中心试验室、监理单位可与承包人共同钻取芯样，试样共享，分别测定；独立完成渗水系数测定不少于 10 点。

(3) 以上各单位均应计算试验段的各热料仓比例，并与生产配合比比较。

E.2.10 试铺存在的问题及分析

介绍试铺过程中存在的问题，及原因分析，提出解决措施。

E.2.11 结论意见

(1) 试铺是否成功。建议施工用沥青混合料配合比。

(2) 建议施工产量及作业段长度。

(3) 正式施工中需要改进的若干建议。

(4) 对开工申请中施工组织设计的修改建议。

(5) 确定施工组织及管理体系、质保体系等。

(6) 安全保障措施、应急预案。

E.3 水泥混凝土路面面层试铺总结编写要求

水泥混凝土路面面层试铺完成，并经检测后，应及时进行试铺总结的编写。试铺总结按下列顺序和内容进行编写。

E.3.1 试验段概况

试验段概况包括：桩号，长度（不少于 200m），水泥混凝土结构类型，施工日期，承包人，监理单位，施工天气情况（温度、湿度、风力）等。

E.3.2 批准的配合比

(1) 原材料质量：包括原材料产地品种、性能检测结果。

(2) 配合比：包括水灰比、砂率、单位用水量、单位水泥用量、砂石料用量。

E.3.3 机械设备和人员组成

(1) 使用的主要机械设备和数量。

(2) 人员组成情况及分工职责。

E.3.4 水泥混凝土拌和

通过试拌检验搅拌楼性能及确定合理搅拌工艺，检验适宜摊铺的搅拌楼拌和参数，包括：上料速度，拌和容量，搅拌均匀所需时间，新拌混凝土的坍落度、振动黏度系数、含气量、泌水性、VC 值和生产使用的混凝土配合比等。

E.3.5 水泥混凝土摊铺

通过试铺检验主要机械的性能和生产能力，检验辅助施工机械

组配合理性；检验面层摊铺工艺和质量：模板架设固定方式或基准线设置方式；摊铺机械（具）的适宜工作参数，包括松铺系数、摊铺速度、振捣时间与频率、滚压遍数、碾压遍数、压实度、中间和侧向拉杆

置人情况等；检验整套施工工艺流程。

E.3.6 试验段各项技术指标检查结果

建立混凝土原材料、拌和物、路面铺筑全套技术性能检验手段，熟悉检验方法。

E.3.7 试铺存在的问题及分析

试铺中，承包人应认真做好记录，监理单位监督检查试验段的施工质量，及时与承包人商定并解决问题。

E.3.8 结论意见

（1）试铺是否成功。建议施工用的配合比，提出材料供应要求。

（2）建议施工产量及作业段长度，制订面层混凝土摊铺施工进度计划。

（3）正式施工中需要改进的若干建议。

（4）对开工申请中施工组织设计的修改建议。

（5）确定施工组织及管理体系、质保体系等。

（6）安全保障措施、应急预案。

附录 F 沥青路面施工质量能力认证的实施和分析

F.1 目的与范围

F.1.1 为确保各级试验机构资质认可的有限性，保证施工质量的

可比性和一致性，大型工程必须在施工开始前进行能力认证试验。

F.1.2 能力认证包括：沥青（针入度、软化点、延度），集料及混合料（油石比，抽提级配，马歇尔试件密度、最大理论密度，旋转压实试件密度、最大理论密度）等。

F.2 参考文件

F.2.1 CNAS - RL02 能力验证规则。

F.2.2 CNAS - GL02 能力验证结果的统计处理和能力评价指南。

F.2.3 CNAS - GL03 能力验证样品均匀性和稳定性评价指南。

F.2.4 ASTM E691 开展试验室间研究以确定试验方法精密度的规程。

F.3 意义

F.3.1 在实际试验条件下，同时检验操作人员和仪器。

F.3.2 与大的样本的平均值相比较，单个试验结果的离散性超过标准要采取预防或改正措施。

F.3.3 评价试验结果的质量，从而减少由于试验误差造成产品质量的误判及纠纷。

F.4 实施

F.4.1 由业主或业主委托独立第三方按照 RL02、GL03 规则，验证样品均匀性和稳定性，并按 GL02 或 ASTM E691 进行试验结果的统计分析和对评价结果进行分析评估。

F.4.2 按 GL03 规则准备样品，按沥青混合料目标配合比准备沥青（1kg）。

F.4.3 按级配准备集料 50kg，其中试验两个试件，每个试件质量约为 5kg，按四分法要求，共约 40kg。剩余 10kg 用于最大理论密度测试，采用集料公称最大粒径对应的最小取样标准的密度进行测试。

F.4.4 参加单位收到样品后，检测沥青黏度，确定拌和与压实温度。改性沥青拌和与压实温度按现行《公路沥青路面施工技术规范》规定执行。

F.4.5 马歇尔试样按我国规定，Superpave 试样按 AASHTO T312 规定。松散混合料在压实温度下老化 2h。

F.4.6 Superpave 试件可立刻脱模，马歇尔试件成型后 24h 后脱模。

F.4.7 Superpave 试样按 T166 测定压实混合料毛体积密度。

F.5 试验结果评价

F.5.1 按 GL02、GL03、RL02 或 ASTM E691 对试验结果进行分析评估。

F.5.2 比对试验数据分析公式。

F.6 报告

F.6.1 给出全部统计分析一览表，包括试验结果平均值，重复性标准差 S_r ，再现性标准差 S_R ，试验室间变异系数，以及 95% 置信度时重复性和再现性极限值。

F.6.2 计算的试验室间一致性统计量 h 和试验室内一致性统计量 K 。

F.6.3 给出全部统计分析报告以及附件。分析报告包括试验

室内试验结果平均值，试验室间试验结果平均值、试验室内标准偏差，试验室间偏差，试验室间的标准偏差，试验室内重复性标准偏差，试验室间再现性标准偏差，试验室间变异系数，以及 95%置信度时重复性和再现性极限值。计算的试验室间一致性统计量和试验室内一致性统计量等数据。

F.6.4 若一个实验室的试验室间一致性统计量 h_{crit} 超过临界值，则认为不合格，应予以改整。若接近 h_{crit} ，则认为需要采取预防措施以确保试验方法和试验设备不存在任何问题。

F.6.5 若一个试验室的试验室内一致性统计量 K 超过了 K_{crit} ，则认为重复性不合格，应予以改整。若接近 K_{crit} ，说明这个试验室内的标准差与其他试验室内标准差相差不大，此时应采取预防措施确保试验设备和试验方法不出现问题。

附录 G 沥青路面施工工序总体流程图

沥青路面施工工序总体流程图见图 G。

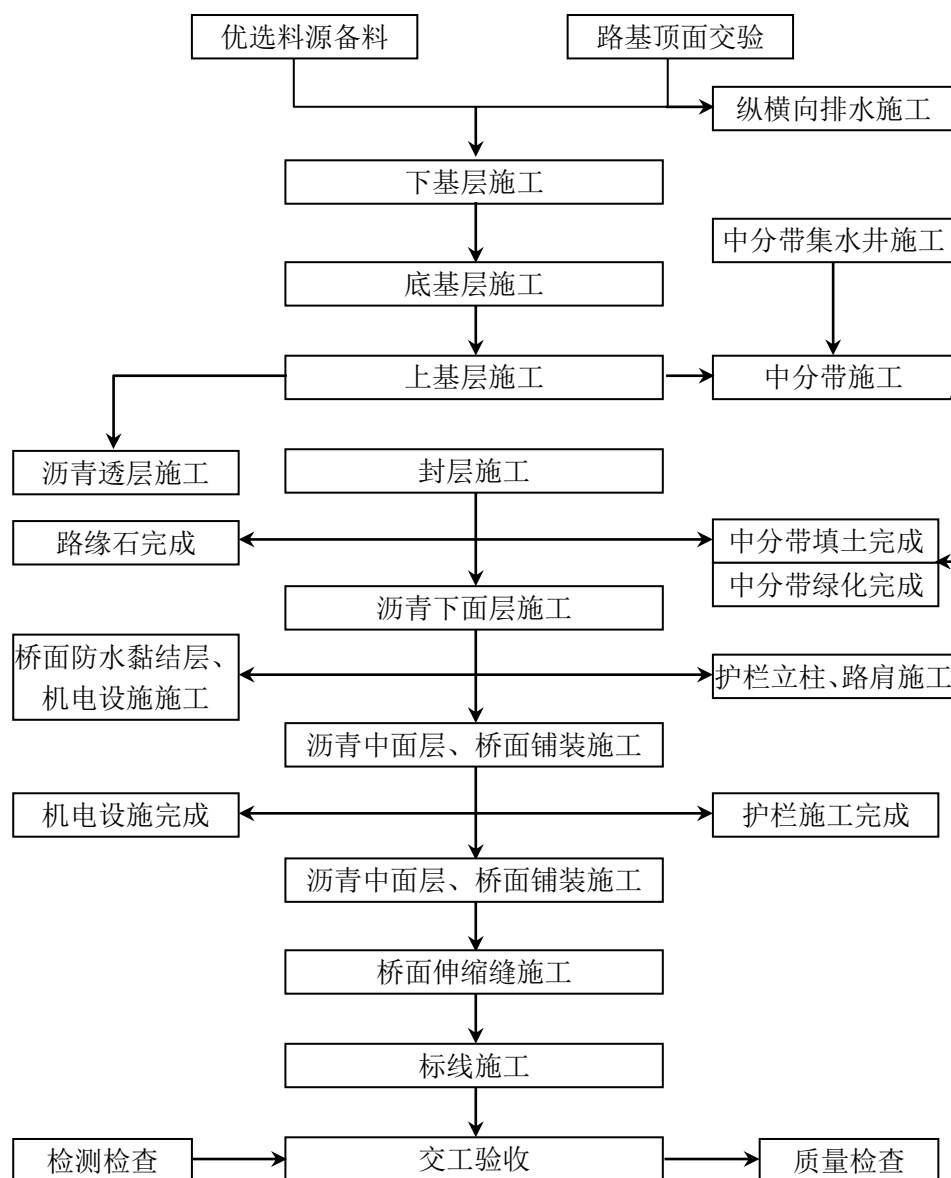


图 G 沥青路面施工工序总体流程图