

高寒地区沥青路面施工技术规范

Standard Specification for Construction of

Highway Asphalt Pavement in Cold Region

2015 - 03 - 18 发布

2015 - 04 - 15 实施

青海省质量技术监督局

发布

目 次

前言..... VI

引言..... VII

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 符号、代号和微缩语..... 4

5 总则..... 5

6 碎石加工..... 6

 6.1 加工技术要点..... 6

 6.2 一般规定..... 6

 6.3 碎石加工质量控制..... 10

7 级配砂砾垫层..... 11

 7.1 施工技术要点..... 11

 7.2 一般规定..... 11

 7.3 材料要求..... 12

 7.4 准备工作..... 12

 7.5 路拌法施工..... 14

 7.6 质量管理及检查验收..... 17

8 水泥稳定碎（砾）石底基层、基层..... 18

 8.1 施工技术要点..... 18

 8.2 一般规定..... 19

 8.3 材料与机械要求..... 19

 8.4 混合料的组成设计..... 21

 8.5 铺筑试铺段..... 22

 8.6 施工..... 23

 8.7 质量管理及检查验收..... 26

9 级配碎（砾）石底基层、基层..... 29

 9.1 施工技术要点..... 29

 9.2 一般规定..... 29

 9.3 材料要求..... 30

 9.4 准备工作..... 32

 9.5 配合比设计..... 33

 9.6 铺筑试铺段..... 33

 9.7 级配碎砾石基层施工..... 34

9.8 养生及交通管制 36

9.9 质量管理及检查试验 36

10 透层、下封层、粘层 38

10.1 透层 38

10.2 下封层 42

10.3 粘层 56

11 沥青面层 58

11.1 施工技术要点 58

11.2 一般规定 58

11.3 材料、机械、检测设备及后场管理 60

11.4 混合料配合比设计 68

11.5 施工 72

11.6 质量管理与检查验收 76

12 水泥混凝土桥面防水层 80

12.1 一般规定 80

12.2 材料要求 80

12.3 施工准备 81

12.4 施工工艺 81

12.5 质量管理与检查验收 82

13 施工质量检查与验收 82

13.1 工程质量检查与验收 82

13.2 工程施工总结 84

附录 A（规范性附录） 路面原材料检测项目及检测频率 85

A.1 底基层 85

A.2 基层 85

A.3 下封层 86

A.4 面层 86

附录 B（规范性附录） 水泥稳定碎（砾）石基层质量检查方法 88

B.1 压实度 88

B.2 平整度 88

B.3 厚度 88

B.4 水泥剂量 88

B.5 级配 89

B.6 无侧限抗压强度 91

附录 C（规范性附录） 热拌沥青混合料马歇尔试验设计方法 93

C.1 一般规定 93

C.2 沥青混合料配合比设计步骤 93

C.3 目标配合比设计实例（AC-20 型沥青混合料） 98

附录 D（规范性附录） 表面活性温拌添加剂检测方法 108

D.1 PH 值的测定 108

D.2 固含量的测定 108

D.3 胺值的测定 108

附录 E（规范性附录） 施工质量动态管理办法.....110

附录 F（资料性附录） 沥青面层试铺总结编写办法113

 F.1 一般要求113

 F.2 编写顺序与内容113

附录 G（资料性附录）115

前 言

本规范的编写符合GB/T 1.1-2009的要求。

本规范由青海省交通运输厅提出并归口。

本规范由青海省公路建设管理局负责解释。

本规范起草单位：青海省公路建设管理局、江苏省交通科学研究院股份有限公司。

本规范主要起草人：韩忠奎、曹荣吉、苗广营、冯文阁、刘伟、王文祖、韦武举、杨应德、李凌云、张海军、陈宁、朱磊、李强、樊旺生。

引 言

交通部2008年1月2日颁发的“关于加强公路工程标准规范工作的若干意见”中明确提出：“鼓励各省（区、市）交通主管部门经部批准根据本行政区自然条件，在不违背公路工程行业标准的前提下，补充编制地方规定，在本行政区域内使用。”；“.....鼓励特殊工程项目根据自身特点，编制适合项目要求的项目指南，在项目上实施。”

“十三五”期间，青海省交通建设迎来新一轮的建设高潮。在新一轮建设高潮来临之时，为进一步提高沥青路面施工技术水平，确保沥青路面的建设质量，强化施工过程质量动态控制，使铺筑的沥青路面坚实、耐久、平整、稳定，提供安全、舒适、顺畅的交通条件，并达到技术可靠、经济合理、工艺科学，针对青海省自身的地理和气候特点，制定本规范。

高寒地区沥青路面施工技术规范

1 范围

本规范规定了高寒地区公路沥青路面施工技术规范术语和定义、符号和代号、总则、沥青路面垫层、底基层、路面基层、透层、下封层、粘层和路面面层以及水泥混凝土桥面防水粘结层。

本规范适用于高等级公路沥青路面施工。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

JTG D50 公路沥青路面设计规范
JTG E20 公路工程沥青及沥青混合料试验规程
JTG E42 公路工程集料试验规程
JTG E51 公路工程无机结合料稳定材料试验规程
JTG E60 公路路基路面现场测试规程
JTG F40 公路沥青路面施工技术规范
JTJ 032.2 公路沥青路面养护技术规范
JTJ 034 公路路面基层施工技术规范

3 术语和定义

以下术语和定义适用于本规范：

3.1

垫层 bedcourse

设于基层与土基之间的结构层。其主要作用是隔水、排水、防冻以改善基层和土基的工作条件。

3.2

基层 base

直接位于沥青面层下、用高质量材料铺筑的主要承重层或直接位于水泥混凝土面板下、用高质量材料铺筑的一层称做基层。基层可以是一层或两层，可以是一种或两种材料。

3.3

底基层 subbase

在沥青路面基层下、用质量较次材料铺筑的次要承重层或在水泥混凝土路面基层下、用质量较次材料铺筑的辅助层称做底基层。底基层可以是一层或两层以上，可以是一种或两种及以上材料。

3.4

水泥稳定碎（砾）石 cement stabilized crushed stone (gravel)

掺入适量的水泥和水，适当比例的碎石（或掺配砾石），经拌和得到的水泥稳定类混合料，在压实和养生后，当其抗压强度符合规定的要求时，称为水泥稳定碎（砾）石。

3.5

级配砂砾 graded gravel

粗、中、小砾石和砂各占一定比例的混合料，当其颗粒组成符合规定的密实级配要求且塑性指数和承载比均符合规定要求时，称为级配砂砾。

3.6

松铺系数 coefficient of loose paving material

材料的松铺厚度与达到规定压实度的压实厚度之比值称为松铺系数，常精确到小数点后两位。

3.7

集料 aggregate

由碎石（或砾石）、砂粒和粉粒（有时还可能有粘料）组成的，并以碎石（或砾石）和砂粒为主的矿料混合料，统称其为集料。

3.8

粗集料 coarse aggregate

在路面工程中，粗集料是指粒径大于2.36 mm的碎石、破碎砾石、筛选砾石和矿渣等。

3.9

细集料 fine aggregate

在路面工程中，细集料是指粒径小于2.36 mm的天然砂、人工砂及石屑。

3.10

矿粉 mineral filler

加入沥青混合料中起到填料作用的符合规格要求的矿物质粉末。填料可为磨细石粉、消石灰粉、水泥、粉煤灰等。

3.11

集料最大粒径 maximum size of aggregate

指集料的100%都要求通过的最小的标准筛筛孔尺寸。

3.12

集料的公称最大粒径 nominal maximum size of aggregate

指集料可能全部通过或允许有少量不通过（一般容许筛余不超过10%）的最小标准筛筛孔尺寸。通常比集料最大粒径小一个粒级。

3.13

沥青结合料 asphalt binder

在沥青混合料中起胶结作用的沥青类材料（含添加的外掺剂、改性剂等）的总称。

3.14

乳化沥青 emulsified binder

石油沥青（或煤沥青）与水在乳化剂、稳定剂的作用下经乳化加工制得的均匀的沥青产品，也称沥青乳液。

3.15

液体沥青 liquid bitumen

用汽油、煤油、柴油或其他方法等溶剂将石油沥青稀释而成的沥青产品，也称轻制沥青或稀释沥青。

3.16

改性沥青 modified bitumen

掺加橡胶、树脂、高分子聚合物、天然沥青、磨细的橡胶粉或者其它填料等外掺剂（改性剂），使沥青或沥青混合料的性能得以改善而制成的沥青结合料。

3.17

改性乳化沥青 modified emulsified bitumen

在制作乳化沥青的过程中同时加入聚合物胶乳，或将聚合物胶乳与乳化沥青成品混合，或对聚合物改性沥青进行乳化加工得到的乳化沥青产品。

3.18

透层 prime coat

为使沥青面层与非沥青材料基层结合良好，在基层上喷洒液体石油沥青、乳化沥青、煤沥青而形成的透入基层表面一定深度的薄层。

3.19

粘层 tack coat

为加强路面沥青层与沥青层之间、沥青层与水泥混凝土路面之间的粘结而洒布的沥青材料薄层。

3.20

封层 seal coat

为封闭表面空隙、防止水分侵入而在沥青面层或基层上铺筑的有一定厚度的沥青混合料薄层。铺筑

在沥青面层表面的称为上封层，铺筑在沥青面层下面、基层表面的称为下封层。

3.21

稀浆封层 slurry seal

用适当级配的石屑或砂、填料（水泥、石灰、粉煤灰、石粉等）与乳化沥青、外掺剂和水，按一定比例拌和而成的流动状态的沥青混合料，将其均匀地摊铺在路面上形成的沥青封层。

3.22

桥面防水层 bridge deck waterproofing membrane

设在桥面板与沥青铺装层之间，起防水和粘结作用的薄层。

3.23

沥青混合料 bituminous mixtures

由矿料（粗集料、细集料和填料的总称）与沥青结合料拌和而成的混合料的总称。包括沥青混凝土混合料（以AC、SMA、Superpave等表示）和沥青稳定碎石混合料（以ATB表示）。

4 符号、代号和微缩语

下列符号、代号和缩略语适用于本标准。

AC：密级配沥青混凝土混合料，分为粗型和细型两类。

ATB：密级配沥青稳定碎石混合料。

OAC：沥青混合料的最佳沥青用量，Optimum Asphalt Content之缩略语。

MS：马歇尔稳定度。

FL：马歇尔试验的流值。

γ_{se} ：沥青混合料中合成矿料的有效相对密度。

γ_{sb} ：沥青混合料中矿料的合成毛体积相对密度。

γ_{sa} ：沥青混合料中矿料的合成表观相对密度。

Pa：沥青混合料的油石比。

P_b ：沥青混合料中的沥青含量。

P_{be} ：沥青混合料中的有效沥青用量。

C：集料的沥青吸收系数。

γ_b ：沥青的相对密度。

γ_t ：沥青混合料的最大相对密度。

DP：沥青混合料的粉胶比（0.075 mm通过率与有效沥青含量的比值）。

VV：压实沥青混合料的空隙率，即矿料及沥青以外的空隙（不包括矿料自身内部的孔隙）的体积占试件总体积的百分率，Volume of air voids缩略语。

VMA：压实沥青混合料的矿料间隙率，即试件全部矿料部分以外的体积占试件总体积的百分率，Voids in mineral aggregate缩略语。

VFA：压实沥青混合料中的沥青饱和度，即试件矿料间隙中扣除被集料吸收的沥青以外的有效沥青结合料部分的体积在VMA中所占的百分率，Voids filled with Asphalt缩略语。

VCA：粗集料骨架间隙率percent air voids in coarse aggregate缩略语。

- VCA_{mix}: 压实沥青混合料的粗集料骨架间隙率, 即试件的粗集料骨架部分以外的体积占试件总体积的百分率, Voids in coarse aggregate of Asphalt mix 缩略语。
- VCA_{DRC}: 捣实状态下的粗集料松装间隙率, Voids in coarse aggregate 缩略语。
- DS: 沥青混合料车辙试验的动稳定度, Dynamic Stability 缩略语。
- FB (BPN): 用摆式仪测定的路面摩擦系数摆值, 其单位BPN是British Pendulum (Tester) Number 之缩略语。
- TFOT: 沥青的薄膜加热试验Thin Film Oven Test之缩略语。
- RTFOT: 沥青的旋转薄膜加热试验Rolling Thin Film Oven Test之缩略语。
- PI: 沥青的针入度指数, Penetration Index之缩略语。
- CL: 动态质量管理图上质量指标的平均值。
- UCL: 动态质量管理图上质量控制的上限值。
- LCL: 动态质量管理图上质量控制的下限值。
- SBS: 苯乙烯—丁二烯—苯乙烯嵌段共聚物, Styrene-Butadiene-Styrene Block Copolymer之缩略语。
- Superpave[™]: 美国SHRP (Strategic Highway Research Program) 沥青混合料配合比设计体系的注册名称, Superior Performing Asphalt Pavements之缩略语。
- PG: 沥青路用性能分级规格, Performance Graded之缩略语。
- SGC: 沥青混合料旋转压实试验机, Superpave Gyratory Compactor之缩略语。

5 总则

- 5.1 本规范规定了青海省沥青路面垫层、底基层、基层、下封层、粘层、面层以及桥面防水层的施工技术, 包括原材料质量要求、混合料配合比设计、路面施工方法和施工过程中的质量管理等。适用于青海省新建和改扩建公路工程沥青路面施工, 其它沥青路面工程可参照执行。
- 5.2 沥青路面施工应选择优质的原材料, 原材料、半成品或成品的质量标准, 凡本规范有规定者, 应按照规定执行; 无规定者, 应按现行的有关标准执行。
- 5.3 应参照以往成功工程经验, 结合青海省各地区实际情况选择公路沥青路面合适的结构和材料, 并积极开展技术攻关, 探索新结构、新材料、新工艺在高等级公路中应用的可行性。
- 5.4 沥青路面施工应认真贯彻国家环境和生态保护的相关规定, 沥青路面施工应确保施工安全, 做到文明施工、安全生产。
- 5.5 沥青路面施工应有详细、可行的施工组织设计, 遵循合理的施工工期, 且不得随意变动。沥青路面宜在气温高于 10 °C (高速公路和一级公路) 或 5 °C (其他等级公路), 以及雨天、路面潮湿的情况下施工, 如需在冬季施工时需采取相关冬季施工技术措施。
- 5.6 沥青路面施工应注重试验对施工过程的指导性, 试验检测的试验室和试验人员应取得相应的资质, 仪器设备应检定合格。

6 碎石加工

6.1 加工技术要点

- 6.1.1 碎石加工前期, 对生产各档碎石所用振动筛网的筛孔尺寸进行规范化, 筛网必须在确定规格后统一进行加工定制。

6.1.2 合理配置破碎机组合，为保证碎石加工的规格和质量，应采用二级及以上破碎组合，其中至少有一破为反击式破碎。

6.1.3 碎石生产过程中，应及时对生产设备的易损部件（包括：振动筛筛网、输送皮带、反击破碎腔内的破碎板锤等）进行检查，发现问题，立即停机检修或更换部件。

6.1.4 做好碎石加工质量自检工作，并根据碎石加工质量波动情况判断设备运转是否正常。

6.1.5 在振动喂料机之前增加隔片筛，以提高成品料的洁净程度。

6.1.6 重视碎石加工场地及堆放场地的建设管理，减少成品料的二次污染，避免成品料的混料、串料现象。

6.2 一般规定

6.2.1 加工原材料要求

用于加工沥青路面集料用的片、块石应该优先选择石灰岩、玄武岩等强度高和粘附性相对较好的岩石，对于受客观条件影响施工中无以上岩性石料，需改善石料粘附性以满足沥青面层用集料的相关要求。

6.2.2 加工设备要求

6.2.2.1 用于集料加工设备应采用反击式碎石破碎机（颚破设备应配备条形筛孔，用于过滤泥土、针片状块石），设备型号的选择应满足施工进度要求。为保证碎石加工的规格和质量，合理配置破碎机组合。

注：碎石加工过程中，针片状颗粒含量超标是一个非常突出的问题。为了减少集料的针片状颗粒含量，必须采用反击式破碎机，并且规范集料破碎工艺流程。

示例1：玄武岩、砂岩，经振动喂料机喂料，一破用颚式破碎机（颚破设备应配备条形隔片筛，用于过滤泥土和细长扁平块石），将 500 mm 的石料破碎至 130 mm 以下；二破用圆锥式破碎机，将 130 mm 的石料破碎至 40 mm 以下；三破使用反击式破碎机，然后将破碎的石料经过振动筛分档成最终产品。

示例2：石灰岩、花岗岩，经振动喂料机喂料，一破用颚式破碎机，将 500 mm 的石料破碎至 130 mm 以下；二破用反击式破碎机，然后经过振动筛分档至成品料，超粒径颗粒返回到反击式破碎机再次进行破碎，将石料破碎成最终产品。

6.2.2.2 碎石加工厂应配备布袋式或静电式除尘设备、振动喂料器和四层以上筛网的大面积振动筛。同时应配备常规检测设备，包括全套标准筛（方孔筛）、天平（精确至 0.1 g）、针片状测定仪（游标卡尺）。

6.2.2.3 设备所需电能应满足正常的生产需求（自行发电时，应特别注意发电设备功率与生产设备功率的匹配性）。

6.2.2.4 配置的筛网应采用正规厂家生产，质量和尺寸应有严格的保证措施，且筛网的数量配置至少两套（筛网的筛孔尺寸应一致，可使用游标卡尺进行检查；当生产时的筛网破损时，应将备用的筛网及时更换）。

6.2.2.5 筛网的筛孔尺寸应根据生产出的成品集料的通过率满足国家规范中对集料通过率的范围要求进行选定（粗集料公称最大粒径的通过率宜控制在 85%~95%）。

注：碎石加工场所用振动筛应能筛分出四种至五种规格集料，根据青海省以往碎石加工生产经验，针对不同沥青混合料规格，应选择不同的筛网尺寸。

示例1：AC-13 型，碎石加工场所用振动筛筛网应设置成 3.5 mm、6 mm、11 mm、15 mm，将碎石筛分成 0~3.5 mm、3.5 mm~6 mm、6 mm~11 mm、11 mm~15 mm 四档。

示例2: AC-16 型, 碎石加工场所用振动筛筛网应设置成 3.5 mm、6 mm、11 mm、18 mm, 将碎石筛分成 0~3.5 mm、3.5 mm~6 mm、6 mm~11 mm、11 mm~18 mm 四档。

示例3: AC-20 型, 碎石加工场所用振动筛筛网应设置成 3.5 mm、6 mm、11 mm、22 mm, 将碎石筛分成 0~3.5 mm、3.5 mm~6 mm、6 mm~11 mm、11 mm~22 mm 四档。

示例4: AC-25 型, 碎石加工场所用振动筛筛网应设置成 3.5 mm、6 mm、11 mm、28 mm, 将碎石筛分成 0~3.5 mm、3.5 mm~6 mm、6 mm~11 mm、11 mm~28 mm 四档。

6.2.3 加工集料相关指标要求

6.2.3.1 粗集料要求

6.2.3.1.1 沥青面层粗集料具体指标要求见下表 1 和表 2。

表1 沥青混合料用粗集料质量技术要求

指 标	单位	高速公路及一级公路		其他等级公路	试验方法
		表面层	其他层次		
石料压碎值 不大于	%	26	28	30	T 0316
洛杉矶磨耗损失 不大于	%	28	30	35	T 0317
表观相对密度 不小于	t/m ³	2.60	2.50	2.45	T 0304
吸水率 不大于	%	2.0	3.0	3.0	T 0304
坚固性 不大于	%	12	12	—	T 0314
针片状颗粒含量(混合料) 不大于	%	15	18	20	T 0312
其中粒径大于 9.5 mm 不大于	%	12	15	—	
其中粒径小于 9.5 mm 不大于	%	18	20	—	
水洗法<0.075mm 颗粒含量 不大于	%	1	1	1	T 0310
软石含量 不大于	%	3	5	5	T 0320

注1: 坚固性试验是反映抗冻性的指标, 考虑强制性做。

注2: 用于高速公路、一级公路时, 多孔玄武岩的视密度可放宽至 2.45 t/m³, 吸水率可放宽至 3%, 但必须得到建设单位的批准, 且不得用于 SMA 路面。

注3: 对 S14 即 3~5 规格的粗集料, 针片状颗粒含量可不予要求, <0.075 mm 含量可放宽到 3%。

表2 粗集料与沥青的粘附性、磨光值的技术要求

雨量气候区	1 (潮湿区)	2 (湿润区)	3 (半干区)	4 (干旱区)	试验方法
年降雨量(mm)	>1 000	1 000~500	500~250	<250	附录 A
粗集料的磨光值 PSV 不小于 高速公路、一级公路表面层	42	40	38	36	T 0321
粗集料与沥青的粘附性 不小于 高速公路、一级公路表面层	5	4	4	3	T 0616
高速公路、一级公路的其他层次及其他 等级公路的各个层次	4	4	3	3	T 0663

6.2.3.1.2 沥青面层和基层粗集料的粒径规格应按表 3 的规定生产和使用。

表3 粗集料规格

规格名称	公称粒径 (mm)	通过下列筛孔(mm)的质量百分率(%)												
		106	75	63	53	37.5	31.5	26.5	19.0	13.2	9.5	4.75	2.36	0.6
S1	40~75	100	90-100	-	-	0-15	-	0-5						
S2	40~60		100	90-100	-	0-15	-	0-5						
S3	30~60		100	90-100	-	-	0-15	-	0-5					
S4	25~50			100	90-100	-	-	0-15	-	0-5				
S5	20~40				100	90-100	-	-	0-15	-	0-5			
S6	15~30					100	90-100	-	-	0-15	-	0-5		
S7	10~30					100	90-100	-	-	-	0-15	0-5		
S8	10~25						100	90-100	-	0-15	-	0-5		
S9	10~20							100	90-100	-	0-15	0-5		
S10	10~15								100	90-100	0-15	0-5		
S11	5~15								100	90-100	40-70	0-15	0-5	
S12	5~10									100	90-100	0-15	0-5	
S13	3~10									100	90-100	40-70	0-20	0-5
S14	3~5										100	90-100	0-15	0-3

6.2.3.2 细集料要求

6.2.3.2.1 细集料具体指标要求见表 4 和表 5。

表4 细集料质量要求

项 目	单位	高速公路、 一级公路	其他等级公路	试验方法
表观相对密度，不小于	—	2.50	2.45	T 0328
坚固性(>0.3mm 部分) 不小于	%	12	—	T 0340
含泥量(小于 0.075mm 的含量)不大于	%	3	5	T 0333
砂当量不小于	%	60	50	T 0334
亚甲蓝值不大于	g/kg	25	—	T 0349
棱角性(流动时间)，不小于	s	30	—	T 0345

注：坚固性试验可根据需要进行。

表5 沥青混合料用机制砂或石屑规格

规格	公称粒径	水洗法通过各筛孔的质量百分率(%)							
	(mm)	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
S15	0~5	100	90~100	60~90	40~75	20~55	7~40	2~20	0~10
S16	0~3		100	80~100	50~80	25~60	8~45	0~25	0~15

注：当生产石屑采用喷水抑制扬尘工艺时，应特别注意含粉量不得超过表中要求。

6.2.3.3 底基层、基层用集料

底基层、基层用集料指标只对集料压碎值和针片状颗粒含量做相关要求，具体指标见表6。

表6 级配碎石或级配砾石所用集料质量技术要求

指标	单位	高速公路及一级公路		二级公路		二级公路以下		试验方法
		基层	底基层	基层	底基层	基层	底基层	
石料压碎值 不大于	%	26	30	30	35	35	40	T 0316
针片状颗粒含量 不大于	%	20						T 0312

6.2.4 场地建设要求

- 6.2.4.1 成品料的皮带下料口处、集料堆放场地、加工场地的运输道路均应采用水泥混凝土或水泥稳定碎石硬化。
- 6.2.4.2 集料加工厂的场地应平整，场地周围应设置有效的排水设施，不允许场地存在积水现象。
- 6.2.4.3 集料堆放场地各档集料之间应设置砖砌隔墙，隔离墙的高度、强度应根据堆放集料的重量进行确定，防止混料现象，确保规格的一致性。
- 6.2.4.4 各档成品料的皮带下料口处,各规格集料之间可采用砖、石砌以及混凝土浇筑挡墙隔离，避免串料。
- 6.2.4.5 成品料堆应采取及时、有效的覆盖措施，防止加工生产和运输过程中粉尘对成品料的二次污染，并防止原材料在雨季受潮积水。
- 6.2.4.6 矿粉宜采用罐装或室内存储，同时采取篷布覆盖和搭建矿粉堆放平台等措施，保证矿粉不受潮。

6.2.5 其它相关要求

- 6.2.5.1 集料加工过程中，需有专人负责巡视检查，发现不符合要求的矿石和杂物要及时清除，宜采用人工配合机械的方法选料，严禁将片石、泥块混合物运入碎石加工生产线。
- 6.2.5.2 面层碎石应采用二级或二级以上联合破碎设备（其中至少一级采用反击破），破碎机应连续、稳定地进行供料，在确保质量的同时提高产量。
- 6.2.5.3 山体的盖山泥土、植被、风化石等爆破前需清理干净。
- 6.2.5.4 振动喂料器必须正常工作，同时应配备过滤泥土、杂质的隔片筛。
- 6.2.5.5 宕口场地应干燥、洁净并作硬化处理。
- 6.2.5.6 调整好粗碎、中碎与细碎的最佳排料开口比，实现均衡生产，以减少针片状颗粒的含量。
- 6.2.5.7 宜选择材料强度高、不易磨损的破碎机牙板，并及时检查压板磨损状况，当破碎机板锤磨损到一定程度时就应及时更换，一般产量达到 15 000T 时宜更换牙板。

6.2.5.8 制定具体措施减小生产过程中的空气污染、噪音污染，并落实到生产活动中去，做到文明生产，合理利用水资源，保护水环境和周围的土壤环境，加强对周围生态环境的保护。

6.3 碎石加工质量控制

6.3.1 建立健全质量管理体系

建立与完善各项规章制度，加强生产过程中各环节的质量管理与质量控制，明确岗位职责，树立“质量第一”的思想，加强职工队伍的建设，包括思想教育与工作技能培训，建立完整的质量保证体系。

6.3.2 加强集料源头的质量控制

加强宕口的建设管理工作，对宕口上方及四周进行彻底清理，对宕口断面上存在的土夹层、裂隙泥土、风化石、表层覆盖土、表面植被等应及时清理并远运，确保块石的洁净、干燥；同时加大向宕口纵向挖掘的深度，尽量挖出更优质的原材料。

6.3.3 加强集料生产工艺的控制

6.3.3.1 生产设备巡查

集料加工过程中，应设置专人负责巡视检查破碎机、振动筛、除尘器、皮带运输机等运转情况，发现问题及时处理。

6.3.3.2 防止二次污染

加强集料的除尘力度，严格控制各规格料中的粉尘含量；粉尘应全部废弃，废弃场地应远离集料加工厂，严禁作为矿粉使用。集料加工过程中应做到加工现场“日产日清”，场地内洒水降尘，以减少空气中的粉尘含量，防止集料二次污染。

6.3.3.3 防止串料

各成品料出料口应设置隔断措施，防止串料和混料现象。

6.3.3.4 试验检测

集料加工厂应配备专业试验检测员，及时对各种规格的碎石加工质量进行自检。

6.3.4 加强成品料的质量控制

6.3.4.1 装运

成品集料装运过程中必须有专人统一指挥，严禁出现“抛、洒、漏”现象，防止对料场及其它集料的污染。

6.3.4.2 堆放

成品料应合理堆放，无论粗细集料均属于颗粒状散体物料，均应控制堆垛高度，避免离析。

条文说明：

(1) 碎石加工过程中，针片状颗粒含量超标是一个非常突出的问题。为了减少集料的针片状颗粒含量，必须采用反击式破碎机，并且规范集料破碎工艺流程。

一般玄武岩、花岗岩、辉绿岩等强度较高的岩石，经振动喂料机喂料，一破用颚式破碎机（颚破设备应配备条形隔片筛，用于过滤泥土和细长扁平块石），将 500 mm 的石料破碎至 130 mm 以下；二破用圆锥式破碎机，将 130 mm 的石料破碎至 40 mm 以下；三破使用反击式破碎机，然后将破碎的石料经过振动筛分档成最终产品。

一般石灰岩、砂岩等强度相对较低的岩石，经振动喂料机喂料，一破用颚式破碎机，将 500 mm 的石料破碎至 130 mm 以下；二破用反击式破碎机，然后经过振动筛分档至成品料，超粒径颗粒返回到反击式破碎机再次进行破碎，将石料破碎成最终产品。

（2）碎石加工过程中，为保证生产出来的各单粒级碎石级配满足规范要求，需要合理设置破碎设备振动筛网的孔径，一般振动筛网都有一定的倾斜角度（10度~15度不等），导致实际设置6 mm的筛网尺寸，实际有效筛网尺寸为 $6\text{ mm} \cdot \cos(10^\circ \sim 15^\circ) = 4.6\text{ mm} \sim 5.0\text{ mm}$ ，较为接近4.75mm方孔筛筛孔孔径。

一般 AC-13 型沥青混合料，碎石加工场所用振动筛筛网应设置成 3.5 mm、6 mm、11 mm、15 mm，将碎石筛分成 0~3.5 mm、3.5 mm~6 mm、6 mm~11 mm、11 mm~15 mm 四档。

一般 AC-16 型沥青混合料，碎石加工场所用振动筛筛网应设置成 3.5 mm、6 mm、11 mm、18 mm，将碎石筛分成 0~3.5 mm、3.5 mm~6 mm、6 mm~11 mm、11 mm~18 mm 四档。

一般 AC-20 型沥青混合料，碎石加工场所用振动筛筛网应设置成 3.5 mm、6 mm、11 mm、22 mm，将碎石筛分成 0~3.5 mm、3.5 mm~6 mm、6 mm~11 mm、11 mm~22 mm 四档。

一般 AC-25 型沥青混合料，碎石加工场所用振动筛筛网应设置成 3.5 mm、6 mm、11 mm、28 mm，将碎石筛分成 0~3.5 mm、3.5 mm~6 mm、6 mm~11 mm、11 mm~28 mm 四档。

一般水泥稳定碎石基层混合料，碎石加工场所用振动筛筛网应设置成 6 mm、11 mm、18 mm、33 mm，将碎石筛分成 0~6 mm、6 mm~11 mm、11 mm~18 mm、18 mm~33 mm 四档。

7 级配砂砾垫层

7.1 施工技术要点

7.1.1 加强级配控制

严格控制最大粒径、公称最大粒径、4.75 mm、0.6 mm和0.075 mm等关键筛孔通过率。

7.1.2 施工过程中减少离析

砂砾材料组成本身的随机性、波动性，施工过程中应避免出现粗细离析、块状离析、带状离析等现象，宜采用摊铺作业。

7.1.3 保证压实度

配备足够的碾压设备，每个工作面应配备2台以上18 T振动压路机和1台~2台25 T以上轮胎压路机，在含水量适宜的条件下有序碾压，宜采用重型击实确定的最大干密度作为评判压实度的标准。

7.2 一般规定

7.2.1 试验准备

级配砂砾施工前，应根据工程地质勘察报告，对原材料进行筛分、压碎值、针片状、天然含水量、液限、塑限、标准击实、CBR等常规检测，如工程需要可进行颗粒分析、有机质含量、易溶盐含量、冻膨胀和膨胀量试验等专项检测，试验结果应符合设计及规范要求。

7.2.2 压实度控制

级配砂砾混合料宜在略大于最佳含水量（约高1个~2个百分点）时进行碾压，直到达到按重型击实试验法确定的要求96%的压实度；

7.2.3 开放交通

铺筑级配砂砾垫层时，禁止开放交通，以保护下雨天表层不受破坏。

7.2.4 翻浆处理

铺筑级配砂砾垫层时，发现部分路段因雨翻浆和含水量不足松散，应及时采用挖晾、换填和洒水碾压等方式处理。

7.2.5 摊铺宽度

级配砂砾底基层应按设计宽度进行铺筑。

7.3 材料要求

7.3.1 砾石

7.3.1.1 级配砂砾用做垫层，砾石的最大粒径不应超过 53 mm。

7.3.1.2 砾石颗粒中细长及扁平颗粒的含量不应超过 20%。

7.3.1.3 砾石的压碎值高速公路及一级公路应不大于 30%、二级公路应不大于 35%、二级以下公路应不大于 40%。

7.3.1.4 用于底基层的级配砂砾在最佳含水量下制备的级配砂砾试件的干密度与工地规定达到的压实干密度相同时，浸水 4 d 的承载比值应不小于 60%。

7.3.2 级配砂砾垫层施工时，应遵守下列规定：

a) 级配砂砾级配应符合表 7 的规定。

表7 级配砂砾垫层的级配范围

筛孔尺寸 mm	53	37.5	9.5	4.75	0.6	0.075
通过质量百分率 %	100	80~100	40~100	30~50	8~25	0~7

b) 所取砂砾土样液限应 $\leq 28\%$ ，塑性指数应 ≤ 9 。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，或塑性指数与细土（粒径小于 0.5 mm 的颗粒）含量的乘积不应大于 100。

c) 级配砂砾应拌和均匀，无粗细颗粒离析现象。

7.4 准备工作

7.4.1 施工机械

现场应配备齐全施工机具和配件，做好机具开工前的保养、试机工作，并保证在施工期间一般不发生有碍施工进度和质量故障。对采用单幅路拌法一层摊铺施工，单个工作面应配备以下主要施工机械：

a) 平地机 2 辆，推土机 2 辆。

- b) 应至少配备 18 T 以上钢轮振动压路机 2 台, 25 T 以上轮胎压路机 1 台~2 台, 压路机的吨位和台数应与运输和拌和能力相匹配, 保证施工正常进行。
- c) 自卸汽车: 数量应与拌和设备、摊铺设备、压路机相匹配。
- d) 装载机: 数量应与拌和设备相匹配。
- e) 挖掘机 1 辆~2 辆。
- f) 洒水车 1 辆~2 辆。

7.4.2 检测仪器

工地试验室可根据工程需要, 宜配备以下主要质量检测仪器:

- a) 土壤液、塑限联合测定仪。
- b) 重型击实仪。
- c) 标准筛 (方孔)。
- d) 压碎值测定仪器。
- e) 试件制备与抗压强度以及 CBR 测定设备。
- f) 现场压实度检测设备 (灌砂筒)。
- g) 弯沉检测设备 (贝克曼梁 2 支, 含百分表)。
- h) 路面平整度仪 (3 m 直尺)。

7.4.3 路基检查

7.4.3.1 路基外形检查

路基外形检查内容有路基的高程、中线偏位、宽度、横坡度和平整度, 对路基外形不合格的路段应报与监理办, 再与项目办共同讨论解决方案。

7.4.3.2 路基强度检查

7.4.3.2.1 碾压检查

用 18 T 以上单钢轮压路机以低档速度沿路基表面作全面检查 (碾压 3 遍~4 遍), 不得有松散和弹簧现象。发现表土过干、表面松散应适当洒水碾压密实; 如土过湿发生弹簧现象, 应采取开挖晾晒、换填、掺石灰或粒料等措施进行处理。

7.4.3.2.2 弯沉检查

用标准车以规定频率检查路基表面回弹弯沉, 按测试季节算出代表弯沉值。

7.4.3.2.3 路基沉降检查

路基完成后, 沉降速率连续两个月宜小于每月 5 毫米, 可铺筑垫层。

7.4.3.2.4 检查内容、频率与标准应符合表 8 的规定。

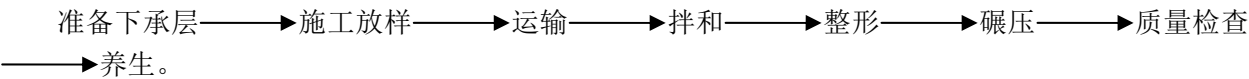
表8 路基质量检查验收标准

检查项目		质量标准		检查规定		备注
		要求值或允许偏差	质量要求	频率	方法	
压实度%	代表值	≥96	符合规范要求	每 200 m 检查 2 个断面	每个断面每个车道检查一点	
	极值	≥91				
纵断高程 mm		+10, -15	符合规范要求	每 100 m 检查 5 个点	水准仪	曲线增测 ZY、YZ
中线偏位 mm		50		每 100 m 检查 1 个点	经纬仪测量	
宽度 mm		不小于设计值	边缘顺直，曲线圆滑无曲折	每 100 m 检查 2 处	钢尺量	取每尺最大间隙
平整度 mm		15		每 200 m 检查 4 处	每处三米直尺连续量 10 尺	
横坡 %		±0.5		每 100 m 检查 2 个断面	水准仪	
弯沉		不大于设计值	取 97.7% 概率上波动界限值	每车道每 50 m 检查 2 个点	标准车	
曲线	超高 %	±0.5	平滑顺适	每条曲线处检查 2 个点	水准仪	
	加宽	不小于设计值		每条曲线处检查 2 个点	钢尺量	
外观要求		平整密实，12 吨~15 吨压路机碾压没有明显轮迹，不准积水，排水畅通				
边坡		符合设计要求				

7.5 路拌法施工

7.5.1 施工程序

级配砂砾垫层路拌法施工程序如下：



7.5.2 准备下承层

7.5.2.1 下承层表面应平整、坚实，具有规定的路拱，下承层的平整度和压实度应满足要求。

7.5.2.2 雨季施工时应采取措施排除下承层表面的水，勿使运到路上的材料过分潮湿。

7.5.2.3 对土基不论是路堤还是路堑，必须用 12 以上钢轮压路机进行 3 遍~4 遍碾压检验。在碾压过程中，如发现砂砾过干、表层松散，应适当洒水；如砂砾过湿，发生“弹簧”现象，应采用挖开晾晒、换填、掺石灰或水泥等措施进行处理。

7.5.2.4 应按路基施工技术规范规定逐个断面检查下承层标高。

7.5.2.5 在槽式断面的路段，两侧路肩上每隔一定距离（可为 5 m~10 m）交错开挖泄水沟（或做盲沟）。

7.5.3 施工放样

7.5.3.1 在底基层或老路面或土基上恢复中线，直线段每 15 m~20 m 设一桩，平曲线段每 10 m~15 m 设一桩，并在两侧路肩边缘外设指示桩。

7.5.3.2 在两侧指示桩上用明显标记标出级配砂砾底基层边缘的设计标高。

7.5.4 运输

7.5.4.1 应事先通过试验确定级配砂砾的松铺系数并确定松铺厚度。

7.5.4.2 根据各路段基层或底基层的宽度、厚度及规定的压实干密度分别计算各段需要的级配砂砾的数量，并计算每车料的堆放距离。

7.5.4.3 级配砂砾装车时，应控制每车料的数量基本相等。

7.5.4.4 对于玉树、果洛一些降雨量偏大的地区，砂砾料的含水量保持高于最佳含水量 1%~2%即可，必要时，在天气晴朗时须将砂砾料进行翻晒，防止砂砾料的含水量过大导致碾压过程中翻浆。

7.5.4.5 在同一料场供料的路段内，宜由远到近卸置集料。卸料距离应严格掌握，避免料不够或过多，料堆每隔一定距离应留一缺口。

7.5.4.6 级配砂砾在下承层上的堆置时间不应过长。运送集料较摊铺集料工序宜只提前 1 天~2 天。

7.5.4.7 料车将级配砂砾均匀卸在路槽顶面，并用推土机和平地机粗平，表面应力求平整，并具有规定的路拱。应同时摊铺路肩用料。

7.5.4.8 检查松铺材料层的厚度，必要时，应进行减料或补料工作。

7.5.5 拌和

7.5.5.1 可采用平地机和推土机相结合的方式进行拌和。

7.5.5.2 用平地机和推土机相结合进行拌和，宜翻拌 3 遍以上，确保混合料均匀。平地机拌和的作业长度，每段宜为 300 m~500 m。

7.5.5.3 第一遍拌和由路中心开始，将混合料向中间翻，同时机械应慢速前进。第二遍从两边开始，将混合料向外翻。拌和过程中，应保持合适的水分。

7.5.5.4 若使用在料场已拌和均匀的级配砂砾时，摊铺后混合料如有粗细颗粒离析现象，应用平地机进行补充拌和。

7.5.5.5 用平地机将拌和均匀的级配砂砾按规定的路拱进行整平和整形，在整形过程中，应注意消除粗细集料离析现象。

7.5.5.6 用平地机或轮胎压路机在已初平的路段上快速碾压一遍，以暴露潜在的不平整。

7.5.5.7 再用平地机进行整平和整形。

7.5.5.8 底基层表面高出设计标高部分应予刮除并将刮下的级配砂砾粒料扫出路外；局部低于标高之处，不能进行贴补，必须将其铲除重铺。

7.5.6 整形

7.5.6.1 混合料拌和均匀后,应立即用平地机初步整形。在直线段,平地机由两侧向路中心进行刮平;在平曲线段,平地机由内侧向外侧进行刮平。必要时,再返回刮一遍。

7.5.6.2 用平地机或轮胎压路机立即在初平的路段上快速碾压一遍,以暴露潜在的不平整。

7.5.6.3 再用平地机按本条第1款进行整形,整形前应用齿耙将轮迹低洼处表层5 cm以上耙松并按本条第b款再碾压一遍。

7.5.6.4 对于局部低洼处,应用齿耙将其表层5 cm以上耙松,并用新拌的混合料进行找平。

7.5.6.5 再用平地机整形一次。应将高处料直接刮出路外,不应形成薄层贴补现象。

7.5.6.6 每次整形都应达到规定的坡度和路拱,并应特别注意接缝必须顺适平整。

7.5.6.7 在整形过程中,严禁任何车辆通行,并保持无明显的粗细集料离析现象。

7.5.7 碾压

7.5.7.1 整形后,当级配砂砾的含水量等于或略大于最佳含水量时,立即用18T以上振动压路机进行碾压,保证在级配砂砾混合料含水量损失不宜过多,水分损失过多时,应洒水后再碾压。

7.5.7.2 碾压时先由振动压路机关闭振动静压1遍,随后开始振动碾压,先低频高幅2遍,再高频低幅2遍。

7.5.7.3 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。直线和不设超高的平曲线段,由两侧路肩开始向路中心碾压;在设超高的平曲线段,由内侧路肩向外侧路肩进行碾压。

7.5.7.4 碾压时,后轮应重叠1/2轮宽;后轮必须超过两段的接缝处。后轮压完路面全宽时,即为一遍。振动压路机碾压后由轮胎压路机静压。

7.5.7.5 碾压一直进行到要求的密实度为止。

7.5.7.6 一般需碾压6遍~8遍,应使表面无明显轮迹。压路机的碾压速度,开始的静压和头两遍振动碾压以采用1.5 km/h~1.7 km/h为宜,以后用2.0 km/h~2.5 km/h。碾压程序和碾压遍数并不是唯一的,应通过试铺确定。

7.5.7.7 路面的两侧应多压2遍~3遍。

7.5.7.8 严禁压路机在已完成的或正在碾压的路段上调头或急刹车。

7.5.8 接缝处理

7.5.8.1 横缝的处理

两作业段的衔接处,应搭接拌和。第一段拌和后,留5 m~8 m不进行碾压,第二段施工时,前段留下未压部分与第二段一起拌和整平后进行碾压。

7.5.8.2 纵缝的处理

应避免纵向接缝。两幅铺筑时,纵缝应搭接拌和,前一幅全宽碾压密实,在后一幅拌和时,应将相邻的前幅边部约30 cm搭接拌和,整平后一起碾压密实。

7.6 质量管理及检查验收

7.6.1 一般要求

7.6.1.1 质量管理包括所用材料的标准试验、铺筑试铺路段、施工过程中的质量管理和交工检查验收。

7.6.1.2 底基层完结后，均应进行交工检查验收。经检验合格后，方可进行下一道工序。凡经检验不合格的路段，必须进行补救，使其达到规定要求。

7.6.2 施工过程中质量管理

7.6.2.1 压实度检查应在碾压结束后立即进行，监理抽检可与施工单位自检同时检验。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。

7.6.2.2 级配砂砾底基层施工过程中质量标准和检查频率应符合表9的规定。

表9 级配砂砾垫层施工过程中质量检查标准

检查项目	质量标准		检查规定		备注
	要求值或容许误差	质量要求	频率	方法	
压实度 %	≥ 96	符合技术规范要求	每层每 200 米检查 4 处	每处每车道测 1 点	灌砂法，重型击实标准
平整度 mm	≤ 12		每 100 米检测 1 处	每处三米直尺连续测量 10 尺	每尺取最大间隙
纵断高程 mm	+5, -15		每 20 米检查 1 断面	水准仪测量	
厚度 mm	代表值 -10	均匀一致	每车道每 100 米检查 1 处	每处 3 点，路中路边挖坑检查	
	极值 -25				
宽度 mm	不小于设计	边缘顺直	每 40 米检查 1 处	用钢尺量	
横坡 %	± 0.3		每 100 米检查 3 个断面	用水准仪测量	
含水量 %	± 1.0	最佳含水量	随时	烘干法	
弯沉	代表值满足设计要求		全线每 20 m 检查 1 个点	T0951 试验方法	
外观要求	表面平整密实，无坑洼松散和弹簧现象，无碾压轮迹。				

注：检测频率除注明者外，系指单幅

7.6.3 交工检查验收

7.6.3.1 交工检查验收的目的是判断完成的路面结构是否满足设计文件与施工规范的要求。

7.6.3.2 检查内容包括工程完工后的外形尺寸和内部质量。

- 7.6.3.3 判定路面结构层质量是否合格（即满足要求）时，以 1 km 长的路段（双幅）为评定单位。检查施工原始记录，对上述检查内容进行初步判定。
- 7.6.3.4 进行抽样检查。抽样必须是随机的，不能带有任何倾向性。抽样检查项目、频率和质量标准应符合表 10 的规定。

表10 垫层交工检查验收质量标准、检查频率和检查方法

检查项目		规定值或允许偏差	检查频率	检查方法
压实度 %	代表值	≥96	每公里检查 10 处，每处每 车道检查 1 个点	灌砂法
	极值	≥91		
高程 mm		+5，-15	每 200 m 检查 4 个断面， 每断面 6 个点	
厚度 mm	代表值	-10	每 200 m 每车道检查 1 个 点	挖坑法
	极值	-25		
宽度 mm		不小于设计值	每 200 m 检查 4 个断面	皮尺量
横坡 mm		±0.3	每 200 m 检查 4 个断面	皮尺量
平整度 mm		≤12	每 200 m 2 处，每处连续 10 尺	3m 直尺

注：检查频率指公路双幅。

8 水泥稳定碎（砾）石底基层、基层

8.1 施工技术要点

8.1.1 级配稳定性

由于天然砂砾每一批次的级配会略有差异，在实际施工中，应对每一批次（如5 000吨）使用的碎石和天然砂砾进行筛分试验，在目标配合比的基础上，根据原材料筛分结果，通过试验进一步明确原材料掺配比例，作为当天生产的控制参数，可有效避免天然砂砾级配波动带来水稳碎砾石基层质量不稳定的弊端。

8.1.2 离析控制

水稳类材料的离析主要是在装料、运输和摊铺等环节中产生的，在水稳混合料装料过程中，宜在拌和机的成品料输送皮带和成品料存储料场之间设置一个挡板，如图G.2和G.3所示。在水稳混合料摊铺中，做到尽可能不收料斗，减少块状离析；在施工前，仔细检查摊铺机熨平板拼装情况，做到不刮料、不离析为止。

8.1.3 养生

水泥稳定类基层结构强度，必须充分重视施工养生。青海地域辽阔，各地区气候差异显著，应结合工程实地的地域特点，制定适宜的基层养生措施。

8.2 一般规定

8.2.1 压实厚度

水泥稳定碎（砾）石基层总设计厚度一般为15 cm~35 cm，采用集中厂拌混合料，现场用摊铺机摊铺、压路机碾压密实的工艺施工。若压实厚度大于20 cm，则需分两层摊铺，单层压实厚度不得小于10 cm。

8.2.2 施工温度

施工前应做好气温观察工作，在合适的时间段内进行施工，现场气温低于5℃时不得进行基层施工，并且应在第一次冰冻（-3℃~-5℃）到来之前半月停止施工。

8.2.3 配比组成

水泥稳定混合料采用干质量配合比计算，以集料为100，水泥剂量外加的外比表示。

8.2.4 拌和

水泥稳定混合料应采用专用的粒料拌和机集中厂拌生产。施工中应尽可能缩短从加水拌和到碾压终了的延迟时间，延迟时间不应超过水泥的初凝时间。

8.2.5 离析

应采取各种有效措施，防止基层在施工中出现离析（粗粒料集中）和开裂现象，对已经出现的离析和开裂应进行处理。

8.2.6 垫层的检查与验收

8.2.6.1 垫层外形检查、压实度和强度检查

级配砂砾垫层的检查项目、检查频率应符合表9的规定，表面应平整密实，无坑洼松散、无压路机碾压轮迹，不起皮、不开裂。

8.2.6.2 垫底基层沉降检查

路基及垫层的表面沉降速率宜达到连续两个月小于每月5毫米才可铺筑底基层、基层。

8.2.7 水稳底基层、基层施工时，应遵循下列规定：

8.2.7.1 配料应准确，拌和应均匀；

8.2.7.2 混合料摊铺应均匀，减少离析；

8.2.7.3 严格控制基层的压实厚度和高程，其横坡应与面层一致；

8.2.7.4 应在混合料略大于最佳含水量约1个百分点时进行碾压，直到达到重型击实试验确定的不小于98%压实度。

8.3 材料与机械要求

8.3.1 材料要求

8.3.1.1 水泥

普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥都可用于拌制水泥稳定混合料，宜采用强度等级不低于32.5级的早强、缓凝水泥，3 d胶砂强度应不小于18 MPa，水泥初凝时间应不早于3小时，终凝时间不早于6小时。水泥其它指标应符合国家相关标准的规定。相应的检查频率如下表所示。

经检定不合格的水泥不得进场使用；夏季高温作业水泥入罐温度不能高于50℃。

8.3.1.2 碎石

水泥稳定碎（砾）石层掺配的碎石最大粒径为37.5 mm或31.5 mm，宜按粒径19 mm~37.5 mm（或31.5 mm）、10 mm~20 mm两种规格备料。

水泥稳定碎石基层采用的碎石最大粒径为31.5 mm，宜按粒径20 mm~31.5 mm、10 mm~20 mm、5 mm~10 mm和0~5 mm四种规格备料。

碎石压碎值不应大于30%，粗集料针片状含量应不大于20%。

8.3.1.3 砾石

水泥稳定碎（砾）石基层用砾石的最大粒径为37.5 mm，宜筛除超粒径颗粒。砾石压碎值应不大于30%，粗集料针片状含量应不大于20%。砾石中小于0.6 mm的颗粒必须做液限和塑性指数试验，要求液限小于28%，塑性指数小于9。

8.3.1.4 水

凡饮用水皆可使用，遇到可疑水源，应委托有关部门化验鉴定，未经监理工程师批准的水源不得使用。

8.3.2 施工机械

8.3.2.1 拌和机

8.3.2.1.1 配置产量宜大于400 T/H的拌和机，要保证其实际出料（生产量的80%）能力超过实际摊铺能力的10%~15%。拌和机必须采用定型产品，并在多个工程中应用，且用户反应良好。为使混合料拌和均匀，拌缸要满足一定长度。至少要有四个进料斗，料斗上口必须安装钢筋网盖，筛除超出粒径规格的集料及杂物，料斗之间设有隔板避免不同规格集料之间的“混料”现象，见图G.1所示。

8.3.2.1.2 拌和机配有大容量的储水箱、水泥储罐。料斗、水箱、罐仓都要求装配高精度电子动态计量器，电子动态计量器应经有资质的计量部门进行计量标定后方可使用。

8.3.2.1.3 为了保证拌和机出料均匀，可在拌和机出料口处设置挡板，挡板设置见图G.2所示。

8.3.2.2 摊铺机

应根据路面基层的宽度、厚度，选用合适的摊铺机械。基层施工宜采用两台摊铺机梯队作业。要求两台摊铺机功能一致，最好为同一机型，而且机型较新，功能较全，以保证路面基层厚度一致，完整无缝，平整度好。

8.3.2.3 压路机

单工作面至少应配备18 T单钢轮压路机2台，25 T以上胶轮压路机1台。压路机的吨位和台数必须与拌和机及摊铺机生产能力相匹配，使从加水拌和到碾压終了的时间不超过水泥初凝时间，保证施工正常进行。

8.3.2.4 自卸汽车

数量应与拌和设备、摊铺设备、压路机相匹配。

8.3.2.5 装载机

后场生产用装载机数量应满足拌和机生产需要，杜绝冷料斗出现等、缺料现象。

8.3.2.6 洒水车

用于水稳基层养生的洒水车应有加压装置，呈雾状洒水，不得直接冲刷水稳基层。

8.3.3 检测仪器

水稳基层施工中，工地试验室应根据工程实际需要，宜配备以下检测仪器：

- a) 水泥胶砂强度、水泥凝结时间、安定性检验仪器
- b) 水泥剂量测定设备
- c) 重型击实仪
- d) 水泥稳定碎（砾）石抗压试件制备与抗压强度测定设备
- e) 标准养护室
- f) 基层密度测定设备
- g) 标准筛（方孔）
- h) 土壤液、塑限联合测定仪
- i) 压碎值仪
- j) 针片状测定仪器
- k) 取芯机
- l) 路面弯沉仪

8.4 混合料的组成设计

8.4.1 一般要求

8.4.1.1 水泥稳定混合料的组成设计包括：根据规定的材料指标要求，通过试验选取合适的砾石、碎石和水泥；确定合理的集料配合比例，使底基层和基层混合料中集料的颗粒组成分别满足表 11 和表 12 的要求。

表11 水泥稳定碎（砾）石混合料底基层级配范围要求

筛孔（mm）	37.5	31.5	19.0	9.5	4.75	2.36	0.6	0.075
上限（%）	100	100.0	90.0	70.0	50.0	35.0	20.0	5.0
下限（%）	100	93.0	75.0	50.0	29.0	15.0	6.0	0.0

表12 水泥稳定碎（砾）石混合料基层级配范围要求

筛孔（mm）	31.5	26.5	19.0	9.5	4.75	2.36	0.6	0.075
上限（%）	100.0	100.0	86.0	62.0	37.0	28.0	15.0	5.0
下限（%）	100.0	95.0	68.0	44.0	26.0	17.0	8.0	0.0

8.4.1.2 水泥稳定碎石（或碎砾石）7天浸水无侧限抗压强度代表值应满足设计要求。

8.4.1.3 为减少基层裂缝，应做到三个限制：

- a) 在满足设计强度的基础上限制水泥用量；
- b) 在减少含泥量的同时，限制细集料、粉料用量；
- c) 根据施工时气候条件限制含水量。

施工中要求水泥剂量不应大于 5.5%、合成集料级配中 0.075 mm 以下颗粒含量不宜大于 5%、碾压时含水量不宜超过最佳含水量的 1%。

8.4.1.4 混合料应制成直径和高均为 150 mm 圆柱试件，混合料设计宜采用振动成型方法，并采用重型击实法和静压成型法无侧限抗压强度试验进行验证。

8.4.2 混合料组成设计的步骤

8.4.2.1 取工地实际使用的集料，分别进行水洗筛分，按颗粒组成进行计算，确定各种集料的组成比例。要求组成混合料的级配应符合表 5 的规定。

8.4.2.2 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 3.5%~5.5%范围，分别取 4 种~5 种比例（以集料质量为 100）制备混合料（每组试件个数为：偏差系数 10%~15%时 9 个，偏差系数 15%~20%时 13 个），振动成型方法确定各组混合料的最佳含水量和最大干密度。

8.4.2.3 根据确定的最佳含水量，拌制水泥稳定混合料，按要求压实度制备混合料试件，放入养护室进行养护。水泥稳定碎石（或碎砾石）试件的养护条件应符合规范要求。前六天养生期间试件水份损失应不超过 10 g，水份损失超过此规定的试件，应予作废。

在标准条件下养护6天，浸水一天后取出，做无侧限抗压强度。按式（1）计算抗压强度的代表值。

$$R_{代} = \bar{R}(1 - Z_a C_v) \dots\dots\dots \text{式(1)}$$

式中：

- $R_{代}$ ——抗压强度代表值，MPa；
- $\bar{R}$ ——该组试件抗压强度的平均值，MPa；
- Z_a ——保证率系数，高等级公路保证率95%，此时 $Z_a=1.645$ ；
- C_v ——试验结果的偏差系数,以小数计。

8.4.2.4 取符合强度要求的最佳配合比作为水稳混合料的生产配合比，用重型击实法求得最佳含水量和最大干密度，用于指导施工。

8.5 铺筑试铺段

8.5.1 正式开工之前，应进行试铺。试铺段应选择经验收合格的下承层上进行，长度宜为 300 m，每一种试铺方案为 150 m。试铺路段的拌和、摊铺、碾压各道工序按现行 JTJ 034 规范进行。

8.5.2 通过试铺段主要决定如下内容：

8.5.2.1 验证用于施工的集料配合比例：

8.5.2.1.1 调试拌和机，分别称出拌缸中不同规格的碎石、水泥、水（水稳碎砾石则为碎石、砾石和水）的重量，测量其计量的准确性；

8.5.2.1.2 调整拌和时间，保证混合料均匀性；

8.5.2.1.3 检查混合料含水量、集料级配、水泥剂量、7天无侧限抗压强度。

8.5.2.2 确定一次铺筑合适的松铺厚度和松铺系数。

8.5.2.3 确定标准施工方法。

8.5.2.3.1 混合料配比的控制；

8.5.2.3.2 混合料摊铺方法和适用机具（包括摊铺机的行进速度、摊铺厚度的控制方式、梯队作业时摊铺机的间隔距离，一般5 m~8 m）；

8.5.2.3.3 含水量的调整和控制方法；

8.5.2.3.4 压实机械的选择和组合，压实的顺序、速度和遍数；

8.5.2.3.5 拌和、运输、摊铺和碾压机械的协调和配合。

8.5.2.4 确定每一作业段的合适长度（一般50 m~80 m）。

8.5.3 当使用的原材料和混合料、施工机械、施工方法及试铺路面各检验项目的检测结果都符合规定，即按以上内容编写《试铺总结》，经审批后即可作为申报正常路面施工开工的依据。

8.6 施工

8.6.1 一般要求

8.6.1.1 清除作业面表面的浮土、积水等，并将作业面表面洒水湿润。

8.6.1.2 开始摊铺的前一天进行测量放样，按摊铺机宽度与传感器间距，一般在直线上间隔为10 m、平曲线上为5 m做出标记，打好导向控制线支架

8.6.1.3 根据松铺系数算出松铺厚度，决定导向控制线高度，挂好导向控制线。用于控制摊铺机摊铺厚度控制线的钢丝拉力应不小于800 N。

8.6.1.4 下层水泥稳定基层施工结束7天后方可进行上层水泥稳定基层的施工。两层水稳基层施工间隔宜不超过30天。

8.6.1.5 水稳基层分层施工可采用以下两种方法进行，推荐选择第一种：

- a) 第一种：下层水稳施工结束7天养生后即可进行上层水稳的施工。两层水稳施工间隔不宜超过30天；
- b) 第二种：下层水稳终凝前进行上层水稳施工。两层水稳施工间隔不宜超过6 h。

8.6.1.6 上下基层之间应设有良好的粘结措施，在上基层摊铺前1 h以内在下基层表面设置粘结材料，洒布长度以不超过摊铺机前30 m~40 m为宜。粘结材料可采用以下两种：

- a) 采取洒水措施保持下基层表面湿润后，喷洒水泥浆，喷洒量按纯水泥质量计为 $1 \text{ kg/m}^2 \sim 1.5 \text{ kg/m}^2$ ，水灰比约为 1:1。喷洒设备可用带有加压装置的简易搅拌设备，或采用带有加压装置的洒水车（使用前后需做彻底的清洗）；
- b) 采取洒水措施保持下基层表面湿润前，人工洒布薄层水泥，水泥质量控制在 $1 \text{ kg/m}^2 \sim 1.5 \text{ kg/m}^2$ ，为保证水泥灰洒布均匀，可在一定段落长度内布灰后，人工用扫帚轻拨均匀。干水泥洒布完毕后采用带有加压装置的洒水车进行雾状喷水，洒水量不宜过大，可根据 1:1 水灰比进行控制，保证表面不积、流淌水。

注：分层施工采用本意见第二种方法时，施工上基层前可不设置粘结材料，但需要洒水将下基层表面湿润。

8.6.2 拌和

8.6.2.1 开始拌和前，拌和场的备料至少应能满足 3 天~5 天的摊铺用料。

8.6.2.2 每天开始搅拌前，应检查场内各处集料的含水量，计算当天的施工配合比，外加水与天然含水量的总和要比最佳含水量略高。同时，在充分估计施工富余强度时要从缩小施工偏差入手，不得以提高水泥用量方式来保证混合料的强度。

8.6.2.3 每天开始搅拌之后，出料时要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，抽检其配比、含水量是否变化。高温作业时，早晚与中午的含水量要有区别，要按温度变化及时调整。

示例：在水稳类基层施工时，含水量控制应视天气情况，早、中、下午拌和时大于最佳含水量的 0.5%~1.0%，如在高温 30℃ 天气情况下，混合料堆放 1 h，含水量平均损失约 0.5%；而摊铺后停放 1 h，表面 3 cm 能损失含水量约 2%。这样，若拌和站出料时混合料最佳含水量 5%，到摊铺碾压前，混合料含水量平均损失 1%。考虑到从出料到碾压，混合料含水量损失 1%，应控制出料含水量为 6%。检测出混合料的含水量不符合上述要求时，应及时通知拌和站进行调整。

8.6.2.4 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、中移动，分三次装料，宜在料仓上方设置挡板，避免混合料离析。

8.6.3 运输

8.6.3.1 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。

8.6.3.2 应尽快将拌成的混合料运送到铺筑现场。车上的混合料应覆盖，减少水分损失。

示例：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完成最终的延迟时间超过水泥初凝时间，必须予以废弃。

8.6.4 摊铺

8.6.4.1 摊铺前应将底基层适当洒水湿润。对于基层下层表面，应喷洒水泥浆，按水泥质量计，宜不少于 $1.0 \text{ kg/m}^2 \sim 1.5 \text{ kg/m}^2$ 。水泥净浆稠度以能洒布均匀为度，洒布长度以不大于摊铺机前 30 m~40 m 为宜。

8.6.4.2 摊铺前及摊铺过程中应检查摊铺机各部分运转情况。

8.6.4.3 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。

8.6.4.4 摊铺机宜连续摊铺，为保证水稳基层的连续摊铺，现场等候运输车辆不应少于 5 辆。拌和机生产能力较小时，在摊铺混合料时，应采用最低速度摊铺，避免摊铺机停机待料。摊铺机的摊铺速度宜控制在 1 m/min。

8.6.4.5 应采用两台摊铺机梯队作业，并保证速度、厚度、松铺系数、路拱坡度、平整度、振动频率一致等，接缝应平整。

8.6.4.6 摊铺机的螺旋布料器应有三分之二埋入混合料中。

8.6.4.7 在摊铺机后面应设专人检查混合料离析现象，应铲除局部粗集料过多的铺层，并用新拌混合料填补。

8.6.5 碾压

8.6.5.1 应紧跟摊铺机碾压，一次碾压长度一般为 50 m~80 m。碾压段落必须层次分明，设置明显的分界标志。

8.6.5.2 碾压应遵循试铺路段确定的程序与工艺。宜按照稳压（静压）、弱振、强振、最后稳压的工序进行压实，直至表面基本无轮迹。碾压完成后用灌砂法检测压实度。

8.6.5.3 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。

8.6.5.4 压路机碾压时应重叠 1/2 轮宽。

8.6.5.5 压路机换挡要轻且平顺，不要拉动基层，在第一遍初步稳压时，倒车后尽量原路返回，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，成齿状，出现个别拥包时，应专设工人进行铲平处理。

8.6.5.6 压路机行驶速度第 1 遍~2 遍宜为 1.5 km/h~1.7 km/h，以后各遍宜为 1.8 km/h~2.2 km/h。

8.6.5.7 压路机停车应错开，相互间距约 3 m，且停在已碾压好的路段上。

8.6.5.8 严禁压路机在已完成的或正在碾压的路段上调头和急刹车。

8.6.5.9 为保证水泥碎石基层边缘强度，应设置一定的超宽；当用方木或型钢模板支撑时，也应有一定超宽。

8.6.6 接缝处理

8.6.6.1 水泥稳定碎石（或碎砾石）混合料摊铺时，应连续作业，如因故中断时间超过 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；要特别注意桥头搭板前水泥稳定碎石（或碎砾石）的碾压。

8.6.6.2 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。其设置方法为：

- a) 压路机碾压完毕，沿端头斜面开到下承层上停机过夜。
- b) 第二天将压路机沿斜面开到前一天施工的基层上，用三米直尺纵向放在接缝处，定出基层面离开三米直尺的点作为接缝位置，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。
- c) 压路机沿接缝横向碾压，由前一天压实层上逐渐推向新铺层，碾压完毕再纵向正常碾压。
- d) 碾压完毕，接缝处纵向平整度应符合表 13 规定。

8.6.6.3 水泥稳定碎石（或碎砾石）混合料进行两台及以上梯队摊铺作业时，应合理处理纵向接缝。宜将纵向接缝与路面上的分道线相重合；两条摊铺带相接处，必须有一部分接茬，才能保证该处与其他部分具有相同的厚度；搭接的宽度前后应一致，施工时将前一台已铺混合料留下约 20 cm 的宽度暂不碾压，作为后摊铺混合料的高程基准面，最后再作跨缝碾压以消除缝迹。纵向接缝在各结构层位置应错开，一般不少于 50 cm。

8.6.7 养生及交通管制

8.6.7.1 对于高速公路和一级公路封闭施工时具体养生要求如下：

- a) 每一段碾压完成以后应立即进行质量检查，并开始养生。
- b) 针对各地区差异，采取适宜的养生方法。

示例：海西等蒸发量较大、缺水干旱的地区，采用塑料薄膜覆盖养生，一次性补水充分后，进行覆盖密封养生，要保证养生效果必须保证薄膜的覆盖到位，并防止其被风刮起；在玉树、果洛等海拔较高、昼夜气温相差较大的地区可采用草帘或复合土工布（一布一膜）进行覆盖保温养生；在海东等海拔相对较低、气候条件相对较好的地区可采用麻布或透水土工布覆盖养生。在 7 天内应保持基层处于湿润状态，28 天内正常养护。养生结束后，应将覆盖物清除干净。

- c) 用洒水车洒水养生时，洒水车的喷头应为喷雾式，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石（或碎砾石）层表面湿润。
- d) 基层养生期前 7 天，洒水车必须在另外一侧车道上行驶，工人手持水笼带，跨过中分带喷洒养生水。
- e) 在养生期间应封闭交通。

8.6.7.2 对于其他等级公路不能封闭施工时具体养生要求如下：

- a) 每一段碾压完成以后应立即进行质量检查，并覆盖保温保湿养生不少于 7 天。
- b) 对于半幅施工完需临时开放交通的路段，应在养生 7 天水稳基层检查合格后，尽快施做下封层或者上层路面结构层，对基层进行保护，并且对社会车辆限速 20 km/h 放行，尽可能减小对基层破坏。

8.7 质量管理及检查验收

8.7.1 施工过程中质量管理

8.7.1.1 混合料水泥剂量的测定应在拌和机拌和后取样，并立即（一般不得大于 10 分钟）送到工地试验室进行滴定试验。

8.7.1.2 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。

8.7.1.3 混合料集料级配检验和抗压强度检验应在拌和场按规定方法取样，配合水泥剂量测定进行水洗法筛分；在与基层碾压的同一时间制备强度试件。

8.7.1.4 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，直到全部测点符合要求为止。

8.7.1.5 水稳基层 7 天龄期应能取出完整的芯样，在高寒地区水稳基层龄期应放宽至 10 天~14 天，如不能取出完整芯样，应分析相关原因，现场制作无侧限抗压试验标准试件与基层同条件养生，如 7 天试件无侧限抗压试验满足要求，应确定出不合格的段落，进行返工处理。

注：水泥稳定类基层摊铺碾压成型后出现取不出芯样或芯样不密实、基层开裂等问题主要就是集料、混合料、灰剂量、含水量、级配的误差影响，混合料各种指标偏离设计值而导致。因此，要求检测人员及时监测、调整，使之保持在设计及规范允许范围内。

示例 1：水稳类基层取不出芯样或芯样离析不密实由以下三个原因：（1）混合料灰剂量偏小，起粘结作用的细颗粒偏少，导致基层成型、钙化后有一定的空隙，不密实；（2）拌和不均匀；（3）夏季、气候干燥季节基层摊铺前下一层结构层表面未充分洒水湿润，或摊铺时间过长未及时碾压等原因导致基层底部混合料含水量迅速丧失，难以压实。解决对策为：（1）实际灰剂量比设计灰剂量厂拌时高出 0.5%，加强原材料的质量控制，集料变异较大时重新筛分，重做配合比；（2）是调整水稳拌和机，使之搅拌均匀；（3）是基层摊铺前，下一层结构层表面应充分洒水湿润，并及时碾压。

示例 2：一般情况，基层开裂有以下三个原因：（1）水泥含量过高，导致温（干）缩较大；（2）碎石级配中细料偏多；（3）基层碾压时混合料含水量偏大；（4）养护不到位，养护结束时未及时铺筑下封层。解决对策为：

（1）在组成设计时，在保证强度的前提下，降低水稳碎石中的水泥含量；（2）碎石级配要尽可能接近级配范围的中值；（3）严格控制含水量；（4）养生期间保持表面湿润，养生结束时及时铺筑下封层。

8.7.1.6 水泥稳定碎（砾）石底基层、基层施工过程中质量标准和检查频率应符合 13 的规定。

表13 水泥稳定碎（砾）石底基层、基层施工过程控制质量检测标准

检查项目		质量要求或允许误差				检查规定	
		基层		底基层		检查频率	试验方法
		高速公路 一级公路	其他公路	高速公路 一级公路	其他公路		
压实度 (%)	代表值	≥98	≥97	≥96	≥95	2 处/200 米/车道	用灌砂法检查，采用振动成型标准（或重型击实标准乘以转换系数）
	极值	≥94	≥93	≥92	≥91		
平整度 (mm)		≤8	≤12	≤12	≤15	1 处/100 米	每处用三米直尺连续量 10 尺，每尺取最大间隙
纵横高程 (mm)		+5, -10	+5, -15	+5, -15	+5, -20	1 断面/20 米	每断面 3 点~5 点用水准仪测量
厚度 (mm)	代表值	-8	-10	-10	-12	1 处/200 米/车道	挖坑检查
	合格值	-15	-20	-25	-30		
宽度 (mm)		符合设计要求		符合设计要求		4 处/200 米	用皮尺丈量
离析情况		基本无离析		基本无离析		随时	目测
横坡度 (%)		±0.3	±0.5	±0.3	±0.5	4 断面/200 米	用水准仪测量
水泥剂量 (%)		±0.5	±0.5	±0.5	±0.5	每 2 000 m ² 1 次，1 次 6 个以上样品	EDTA 滴定及总量校核

表13 水泥稳定碎（砾）石底基层、基层施工过程控制质量检测标准（续）

强度（MPa）	符合设计要求	符合设计要求	1组 / 每天/1台拌和楼	7天浸水抗压强度
含水量（%）	0~+2	0~+2	随时	烘干法
级配	符合设计要求	符合设计要求	2 000 m ² /次，异常时随时试验	室内筛分
塑性指数	<9	<9	1 000 m ² /次，异常时随时试验	液塑限联合测定法
弯沉（0.01mm）	符合设计要求	符合设计要求	1处/20米	JTJ 059-95 T 0951-95
芯样完整	芯样完整基本无松散		每施工段每 500 m ² 点	钻芯取样
外观要求	①表面平整密实，无浮石，弹簧现象；②无明显压路机轮迹。			

注：检测频率除注明者外，系指双车道单幅。

8.7.2 交工检查验收

8.7.2.1 交工检查验收判定底基层、基层质量是否合格时，以 1 km 长的路段（双幅）为评定单位。检查施工原始记录，对检查内容进行初步判定。

8.7.2.2 进行随机抽样检查。检查项目、频率和质量标准应符合表 14 的规定。

表14 水泥稳定碎（砾）石底基层、基层检查项目及质量标准

检查项目		质量要求或允许误差				检查规定	
		基层		底基层		检查频率	试验方法
		高速公路 一级公路	其他 公路	高速公路 一级公路	其他公 路		
压实度 （%）	代表值	≥98	≥97	≥96	≥95	2处/200米/车道	用灌砂法检查，采用振动成型标准（或重型击实标准乘以转换系数）
	极值	≥94	≥93	≥92	≥91		
平整度（mm）		≤8	≤12	≤12	≤15	1处/100米	每处用三米直尺连续量10尺，每尺取最大间隙
纵横高程（mm）		+5，-10	+5，-15	+5，-15	+5，-20	1断面/20米	每断面3点~5点用水准仪测量
厚度 （mm）	代表值	-8	-10	-10	-12	1处/200米/车道	挖坑检查
	合格值	-15	-20	-25	-30		
宽度（mm）		符合设计要求		符合设计要求		4处/200米	用皮尺丈量

表14 水泥稳定碎（砾）石底基层、基层检查项目及质量标准（续）

强度（MPa）	符合设计要求	符合设计要求	1组 / 每天/1台拌和楼	7天浸水抗压强度
弯沉（0.01 mm）	符合设计要求	符合设计要求	1处/20米	JTJ 059-95 T 0951-95

注：检测频率除注明者外，系指双车道单幅。

9 级配碎（砾）石底基层、基层

9.1 施工技术要点

级配碎（砾）石底基层、基层施工，压实度及级配控制是关键。

9.1.1 压实度

在实际施工中，施工单位要配备性能优越且压实工能满足要求的设备，同时监督方做好现场监督工作，确保试验段制定的施工法案能够在实际施工中切实执行。每个工作面宜配备1台~2台18 T振动压路机和1台~2台25以上轮胎压路机，在含水量适宜的条件下有序碾压，宜采用重型击实确定的最大干密度作为评判压实度的标准。

9.1.2 级配

离析是级配碎（砾）石底基层、基层施工控制的难点，尤其是掺配一定比例的砾石时，由于砾石级配组成本身的随机性和不稳定性，更是增加了质量控制的难度。

9.2 一般规定

9.2.1 筛分准备

级配碎（砾）石用于半刚性路面的中间层、二级及二级以下公路的基层以及高速公路、一级公路底基层时，宜预先筛分成几组不同粒径的碎石或砾石（如19.5 mm~37.5 mm，9.5 mm~19.5 mm的碎石或砾石）。

9.2.2 试验准备

级配碎砾石基层施工前，应根据工程地质勘察报告，对砾石进行天然含水量、液限、塑限、标准击实、CBR等常规检测，同时根据工程需要开展颗粒分析、有机质含量、易容盐含量、冻膨胀和膨胀量等试验检测。

9.2.3 结构层位

级配碎砾石用做路面的不同层次或用于路面中的不同位置，取决于材料本身的特性、材料的质量、气候条件、交通组成和交通量。

在路面结构中使用级配碎砾石有三种方法：

- 在轻交通道路上用在薄沥青面层下作为基层。
- 在重交通道路上用在厚沥青面层下作为基层或底基层。在这种情况下，可能有两种方式：一种是施工质量很好的高质量的级配碎砾石，直接用在厚沥青面层下作为基层；另一种是施工质量略次的级配集料用于较深的位置，通常用于有结合料基层的下面作为底基层。

- c) 用级配碎砾石用做沥青面层与水硬性结合料处治底基层与基层之间的中间层，以减轻水硬性结合料处治层的干缩裂缝反射到沥青面层上，即减轻反射裂缝。也有利于排除路面结构层中的水，减少甚至消除基层的冲刷现象。这种路面结构，又常称之为“倒装结构”。

注：使用级配碎砾石的两个决定性因素是施工质量和轴载。当这两个条件有利时，级配碎砾石即使在薄沥青面层或沥青表面处治下也会工作得很好。当轴载较大时，在某一交通水平以上，这种路面结构就不适用。上述三种方法在青海省已铺筑公路中均有使用。

9.2.4 关于最大粒径

当级配碎砾石用做二级和二级以下公路的基层或者高速公路、一级公路底基层时，其最大粒径应控制在37.5 mm以内；当级配碎砾石用做二级和二级以下公路的基层以及半刚性路面的中间层时，其最大粒径宜控制在31.5 mm以下。

9.2.5 拌和与摊铺

级配碎砾石用做半刚性路面的中间层、二级和二级以下公路的基层以及高速公路、一级公路底基层时，宜采用集中厂拌法拌制混合料，并用摊铺机摊铺混合料。

9.2.6 关于碎石掺量

掺加碎石不仅可以改善级配砾石的级配，同时更可以大幅度提高级配碎砾石基层的CBR。实际施工过程中，通过掺加碎石而提高级配砂砾混合料的强度，需要参照设计文件，并根据原材料特点进行必要的重型击实和CBR强度试验，由此确定适当的碎石掺量，以满足最大程度的经济、实用的效果。

9.2.7 其它规定：

- 9.2.7.1 级配应是一条顺滑的曲线。
- 9.2.7.2 配料必须准确。
- 9.2.7.3 塑性指数应符合规定。
- 9.2.7.4 混合料必须拌和均匀，没有粗细颗粒离析现象。
- 9.2.7.5 在最佳含水量时进行碾压，直到达到下列按重型击实试验法确定的要求 98%的压实度。
- 9.2.7.6 用重型振动压路机和轮胎压路机碾压时，每层的压实厚度可达 20 cm。
- 9.2.7.7 级配碎砾石基层未铺封层或面层时，禁止开放交通，以保护表层不受破坏。

9.3 材料要求

9.3.1 技术指标

级配碎（砾）石基层所用碎石、砾石应采用石质坚硬、清洁、不含风化颗粒的集料。
碎石宜采用反击式破碎机轧制方式，严格控制针片状颗粒含量，并保证碎石压碎值。级配碎（砾）石基层所用碎石技术指标满足表15的要求。

表15 碎石集料技术指标

试验项目	技术要求
针片状颗粒含量（%）	≤20
压碎值（%）	≤30

表 15 碎石集料技术指标（续）

软弱颗粒含量（%）	≤5
-----------	----

级配砂砾中的塑性细土会对集料的承载比产生明显的影响，塑性指数愈大，承载比愈小，水稳性愈不好，级配砂砾的液限及塑限等指标满足表16的要求。

表16 砾石集料技术指标

试验项目	技术要求
针片状颗粒含量（%）	≤20
压碎值（%）	≤30
液限（%）	<28
塑性指数	<6

9.3.2 级配范围

级配碎砾石用做半刚性路面的中间层、二级和二级以下公路的基层以及作为高速公路、一级公路底基层时，其颗粒组成和塑性指数建议满足表17中级配的规定。同时，级配曲线宜为圆滑曲线。

表17 级配碎砾石级配范围

级配范围	通过筛孔（方孔筛，mm）百分率（%）								
	37.5	31.5	26.5	19	9.5	4.75	2.36	0.6	0.075
GAB31.5 上限	100	100	95	90	75	50	40	20	8
GAB31.5 下限	100	90	80	65	50	25	20	10	3

注：根据青海省以往设计及施工经验，提出基层用级配碎砾石最大公称粒径为31.5mm。

9.3.3 其它要求

9.3.3.1 天然砂砾应质地坚硬，含泥量不得大于砂质量（粒径小于 4.75 mm）的 10%，砾石颗粒中针片状的含量不得超过 20%。

9.3.3.2 级配碎砾石的塑性指数与 0.5 mm 以下颗粒含量的乘积不超过一定数值，以保证级配集料的稳定性。

注：在年降雨量小于600 mm的中干和干旱地区，地下水位对土基没有影响时，乘积不应大于120；在潮湿多雨地区，乘积不应大于100。

9.3.3.3 轧制碎石的材料可以是各种类型的岩石(软质岩石除外)。

9.3.3.4 碎砾石中针片状颗粒的总含量应不超过 20%。碎砾石中不应有粘土块、植物等有害物质。

9.3.3.5 级配砂砾的颗粒尺寸应该合适，应有较好的级配，且必须筛除其中的超粒径颗粒。

9.3.3.6 为保证施工含水量的要求，原材料中细集料应采取覆盖措施以避免受潮。对于降水量大的地区，原材料中含水量较大，须将原材料晾晒后才可进行拌和。

9.3.3.7 级配碎砾石用半刚性路面的中间层、二级和二级以下公路的基层以及作为高速公路、一级公路底基层，级配碎砾石的 CBR 应不小于 160%。

9.3.3.8 用于拌和的水应采用可饮用水，水中不含有害的可溶性盐类、能引起化学反应的物质和其它污染物，卤水不得用于拌和级配碎砾石混合料。

9.4 准备工作

9.4.1 原材料

根据公路沿线区域地质、沉积环境及路线走向，沿线自采材料，若沿线料场碎砾石紧缺，需远运碎砾石。则根据设计单位的实际勘测，尽量减少运距，节约成本。

工程用水就地取材，若水源匮乏，则提前解决好工程用水的运输问题。

以上原材料经试验室检测，各项技术指标须满足 JTJ 034 规范要求。

9.4.2 施工现场

9.4.2.1 试验路段路床经监理工程师和建设单位验收合格。

9.4.2.2 行清扫，使顶面无松散材料、杂物及软弱点。

9.4.3 施工机械

级配碎砾石宜采用中心站集中厂拌法拌和，采用摊铺机进行摊铺。

应配备齐全施工机械和配件，做好开工前的保养、调试和试机，并保证在施工期间一般不发生有碍施工进度和质量故障。宜采用机械化连续摊铺质量。

应配备以下主要施工机械：

- a) 集中厂拌拌和机 1 台，产量宜大于 400 T/H，具体要求满足本标准 8.3.2 条中对拌和机的要求。
- b) 单工作面摊铺机 2 台。
- c) 压路机。至少应配备 18 T 以上单钢轮压路机 1 台~2 台，25 T 以上的轮胎压路机 1~2 台，振动压路机要有弱振和强振两档，最大激振力大于 30 T。压路机的吨位和台数应与拌和机及摊铺机生产能力相匹配，保证施工正常进行。
- d) 自卸汽车，数量应与拌和设备、摊铺设备、压路机相匹配。
- e) 装载机，数量应与拌和设备相匹配。
- f) 洒水车 2 辆，应带有雾状洒水喷头，不可直接冲刷基层。
- g) 智能型沥青洒布车 1 辆。

9.4.4 检测仪器

工地试验室，应根据工程实际需要宜配备以下试验检测设备：

- a) 重型击实仪
- b) 标准筛（方孔）
- c) 土壤液、塑限联合测定仪
- d) 压碎值仪
- e) 针片状测定仪器
- f) CBR 承载比测定仪器；

- g) 级配碎砾石基层现场压实度检测设备 灌砂法
- h) 现场弯沉测试设备（百分表，贝克曼梁及标准车等）。
- i) 路面平整度仪（3 m 直尺）

9.5 配合比设计

为保证级配碎砾石基层形成骨架密实结构，配合比设计时在级配范围内选取粗、中、细三种级配，分别进行室内配合比设计试验。设计程序如下：

- a) 首先进行原材料筛分试验，得出各档碎石材料及砾石材料的颗粒组成情况，并由此计算确定各种材料的配比，形成粗、中、细三种合成级配，合成级配应符合表 10 的规定。
- b) 在步骤 a) 的基础上，对于每个合成级配分别选取 5 个含水量进行重型击实成型试验，确定级配碎砾石混合料的最大干密度，并确定混合料在最大干密度时对应的最佳含水量。
- c) 确定级配碎砾石最佳含水量后，对于每个合成级配分别在最佳含水量条件下进行重型击实成型试验，对成型试件进行浸水 4 天的承载比（CBR）强度试验，室内 CBR 值要求大于 160%，在满足此要求的前提下，选取 CBR 值最大的级配作为设计级配。

9.6 铺筑试铺段

9.6.1 一般规定

试铺段应选择在经验收合格的垫层上进行，其长度宜为 300 m~600 m。

级配碎砾石混合料采用中心站集中拌和（厂拌）法施工，由两台摊铺机梯队摊铺作业，纵向松铺接缝。试铺段应选择在经验收合格的底层上进行。

9.6.2 试铺段目的

9.6.2.1 调试拌和机，分别称出拌缸中不同规格的碎砾石、水的重量，测量其计量的准确性；若采用连续式拌和设备，应首先确定各料仓的皮带转速，调整送料速度比例关系，然后按照级配要求进行试拌，确定各料仓的进料速度。

9.6.2.2 调整拌和时间，保证混合料均匀性。

9.6.2.3 检查混合料含水量、集料级配。

9.6.2.4 确定一次铺筑的合适厚度和松铺系数。

9.6.2.5 确定标准施工方法，包括：

- a) 混合料配比的控制。
- b) 混合料摊铺方法和适用机具（包括摊铺机的行进速度、摊铺厚度的控制方式等）。
- c) 含水量的增减和控制方法。
- d) 压实机械的选择和组合，压实的顺序，速度和遍数。
- e) 拌和、运输、摊铺和碾压机械的协调和配合。

9.6.2.6 确定每一作业段的合适施工碾压长度。

9.6.2.7 压实机械的选择和组合，压实的顺序，速度和遍数；使用强振碾压时，应注意振幅的适应性，确保级配碎砾石表面不发生集料振碎现象和结构层表面松散现象。具体要求如下：

- a) 18T 以上单钢轮压路机静压 1 遍（速度 1.5 km/h~1.7km/h）。

- b) 弱振碾压 2 遍~3 遍（速度 1.8 km/h ~2.2km/h）。
- c) 强振碾压 2 遍~3 遍（速度 1.8 km/h ~2.2km/h）。
- d) 轮胎压路机碾压 1 遍~2 遍（速度 1.5 km/h ~1.7km/h）。

9.6.2.8 严密组织拌和、运输、碾压等工序，缩短延迟时间。

9.6.2.9 质量检验内容、检验频率及检验方法。

9.6.3 试验段总结

当使用的原材料和混合料、施工机械、施工方法及试铺路面各检验项目的检测结果都符合规定，经监理工程师抽检确认，即按以上内容编写《试铺总结》，经驻地监理工程师审查、报总监代表批准，即可作为申报正式路面施工开工的依据。

9.7 级配碎砾石基层施工

9.7.1 一般要求

9.7.1.1 清除作业面表面的浮土、积水等。

9.7.1.2 开始摊铺的前一天要进行测量放样，按摊铺机宽度与传感器间距（一般在直线上间隔为 10m，在平曲线上为 5 m）做出标记，并打好导向控制线支架，根据松铺系数算出松铺厚度，决定导向控制线高度，挂好导向控制线，（测量精度按部颁标准控制）。用于控制摊铺机摊铺厚度的控制线的钢丝拉力应不小于 800 N。

9.7.2 拌和

9.7.2.1 开始拌和前，拌和场的备料应能满足摊铺要求。

9.7.2.2 每天开始搅拌前，应检查场内各处集料的含水量，计算当天的配合比。为了使现场级配碎砾石能在接近最佳含水量下碾压，外加水与天然含水量的总和要比最佳含水量略高。根据天气情况、气温高低，拌和含水量应适当调整。潮湿天气宜高 0.5%~1%，气温高、干燥天气可高 1%~2%。

9.7.2.3 每天开始搅拌之后，出料时要取样检查是否符合设计的配合比，进行正式生产之后，每 1 小时~2 小时检查一次拌和情况，抽检其配比、含水量是否变化。高温作业时，早晚与中午的含水量要有区别，要按温度变化及时调整。

9.7.2.4 拌和机出料不允许采取自由跌落式的落地成堆、装载机装料运输的办法。一定要配备带活门漏斗的料仓，为防止料仓内离析，可在下落到料斗的皮带附近增加挡板。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。

9.7.3 运输

9.7.3.1 运输车辆在每天开工前，要检验其完好情况，装料前应将车厢清洗干净。运输车辆数量一定要满足拌和出料与摊铺需要，并略有富余。

9.7.3.2 应尽快将拌成的混合料运送到铺筑现场。车上的混合料应覆盖，从运输到摊铺过程中，覆盖的布不应取下，以减少水分损失。

9.7.4 摊铺

9.7.4.1 摊铺前应将底层适当洒水湿润，但不应有积水。

9.7.4.2 摊铺前应检查摊铺机各部分运转情况。

9.7.4.3 调整好传感器臂与导向控制线的关系，严格控制厚度和高程，保证路拱横坡度满足设计要求。

9.7.4.4 摊铺机宜连续摊铺。当拌和机生产能力较小时，应采用最低速度摊铺，避免摊铺机停机待料。根据经验，摊铺机的摊铺速度一般宜在 1 m/min~3 m/min。

9.7.4.5 级配碎砾石混合料摊铺应采用两台摊铺机梯队作业，一前一后应保证速度一致，摊铺厚度一致，松铺系数一致，路拱坡度一致，摊铺平整度一致，振动频率一致等，两机摊铺接缝平整。

9.7.4.6 摊铺机的螺旋布料器应有三分之二埋入混合料中，以避免离析。

9.7.4.7 在摊铺机后面应设专人消除粗细集料离析现象，特别应铲除局部粗集料“窝”，并用新拌混合料填补。

9.7.5 碾压

9.7.5.1 每台摊铺机后面，应紧跟 18T 以上单钢轮压路机、振动压路机和轮胎压路机进行碾压，一次碾压长度一般为 50 m~80 m。碾压段落必须层次分明，设置明显的分界标志，并有监理旁站。

9.7.5.2 碾压应遵循生产试验路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，可以先稳压（静压）→弱振→强振→最后稳压，压至基本无轮迹为止。强振过程中，应注意避免过振，造成结构层表面松散和集料振碎现象。碾压完成后用灌砂法检测压实度。

9.7.5.3 压路机碾压时应重叠 1/2 轮宽。

9.7.5.4 压路机倒车换挡要轻且平顺，不要拉动底层，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，出现个别拥包时，应专配工人进行铲平处理。

9.7.5.5 压路机碾压时的建议行驶速度，第 1 遍~2 遍为 1.5 km/h~1.7 km/h，以后各遍应为 1.8 km/h~2.2 km/h。

9.7.5.6 压路机停车要错开，而且离开 3 m 远，最好停在已碾压好的路段上。

9.7.5.7 严禁压路机在已完成的或正在碾压的路段上调头和急刹车，以保证级配碎砾石层表面不受破坏。

9.7.5.8 路面的两侧应多压 2 遍~3 遍。

9.7.5.9 若现场发现含水量不足，可适当洒水。

9.7.6 接缝处理

9.7.6.1 级配碎砾石混合料摊铺时，应连续作业不中断。每天收工之后，第二天开工的接头断面应设置横缝；每当通过桥涵，特别是明涵、明通，在其两边需要设置横缝，基层的横缝应与桥头搭板尾端吻合。

9.7.6.2 横缝的处理方法：将第一段切缝至碾压符合要求的断面，直接摊铺第二段，并采用双钢轮压路机由第二段向第一段横向碾压。切缝采用斜切缝。

9.7.6.3 纵向接缝处理方法。宜将纵向接缝与路面上的分道线相重合；两条摊铺带相接处，必须有一部分接茬，才能保证该处与其他部分具有相同的厚度；搭接的宽度前后应一致，施工时将前一台已铺混合料留下约 20 cm 的宽度暂不碾压，作为后摊铺混合料的高程基准面，最后再作跨缝碾压以消除缝迹。纵向接缝在各结构层位置应错开，一般不少于 50 cm。

9.8 养生及交通管制

- 9.8.1 每一段碾压完成以后经 1 天~2 天的养生立即进行压实度、平整度等相关内容检查。
- 9.8.2 施工完成的级配碎砾石在进行了相关内容的检查后，应马上洒透层沥青，禁止开放交通，以避免表层在车辆的行驶作用下松散。
- 9.8.3 成型后的级配碎砾石层应及时铺筑沥青层；运料车不准在级配碎砾石层上调头、倒车，摊铺机推动运料车前行时，运料车的刹车不应一脚踩死，防止级配碎砾石被搓起。

9.9 质量管理及检查试验

9.9.1 一般要求

- 9.9.1.1 质量管理包括所用材料的质量检验、混合料试验、铺筑试铺路段、施工过程中的质量管理和交工检查验收。
- 9.9.1.2 级配碎（砾）石基层施工结束后，应进行检查验收和质量评定。经检验合格后，方可进行上一结构层施工。凡经检验不合格的段落，必须进行补救，使其达到规定的要求。

9.9.2 施工过程中质量管理

- 9.9.2.1 混合料集料级配检验应在拌和场或摊铺路段按规定方法取样，用水洗法筛分测定混合料级配。
- 9.9.2.2 压实度检查应在碾压结束后立即进行，监理抽检可与施工单位自检同时检验。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。
- 9.9.2.3 厚度检验采用挖坑丈量有困难时，也可采用定点高程测量法检验，须进行路基沉降量的修正。检测频率可增加 1 倍~2 倍。
- 9.9.2.4 级配碎砾石施工过程中质量标准和检查频率应符合表 18 的规定。

表18 级配碎砾石底基层、基层现场检测频率及质量标准

检查项目		质量要求或允许误差				检查规定	
		基层		底基层		检查频率	试验方法
		高速公路 一级公路	其他公路	高速公路 一级公路	其他公 路		
压实度 (%)	代表值	≥98	≥98	≥96	≥96	2 处/200 米/车道	用灌砂法检查，采用振动成型标准（或重型击实标准乘以转换系数）
	极值	≥94	≥94	≥92	≥92		

表18 级配碎砾石底基层、基层现场检测频率及质量标准（续）

平整度（mm）		≤8	≤12	≤12	≤15	1处/100米	每处用三米直尺连续量10尺，每尺取最大间隙
纵横高程（mm）		+5，-10	+5，-15	+5，-15	+5，-20	1断面/20米	每断面3点~5点用水准仪测量
厚度（mm）	代表值	-8	-10	-10	-12	1处/200米/车道	挖坑检查
	合格值	-15	-20	-25	-30		
宽度（mm）		符合设计要求		符合设计要求		4处/200米	用皮尺丈量
离析情况		基本无离析		基本无离析		随时	目测
横坡度（%）		±0.3	±0.5	±0.3	±0.5	4断面/200米	用水准仪测量
含水量（%）		0~+2		0~+2		随时	烘干法
级配		符合设计要求		符合设计要求		2 000 m ² /次，异常时随时试验	室内筛分
塑性指数		≤9		≤9		1 000 m ² /次，异常时随时试验	液塑限联合测定法
弯沉（0.01mm）		符合设计要求		符合设计要求		1处/20米	JTJ 059-95 T 0951-95
外观要求		①表面平整密实，无浮石，弹簧现象；②无明显压路机轮迹。					

注：检测频率除注明者外，系指双车道单幅。

9.9.3 交工检查验收

9.9.3.1 交工检查验收的目的是判断完成的路面结构层是否满足设计文件与施工规范的要求。检查内容包括工程完工后的外形尺寸和内部质量。

9.9.3.2 判定路面结构层质量是否合格（即满足要求）时，以1 km长的路段（双幅）为评定单位。检查施工原始记录，对上述检查内容进行初步判定。

9.9.3.3 进行抽样检查。抽样必须是随机的，不能带有任何倾向性。抽样检查项目、频率和质量标准应符合表19的规定。

表19 级配碎砾石底基层、基层检查项目及质量标准

检查项目		质量要求或允许误差				检查规定	
		基层		底基层		检查频率	试验方法
		高速公路 一级公路	其他 公路	高速公路 一级公路	其他 公路		
压实度（%）	代表值	≥98	≥98	≥96	≥96	2处/200米/车道	用灌砂法检查，采用振动成型标准（或重型击实标准乘以转换系数）
	极值	≥94	≥94	≥92	≥92		

表 19 级配砾石底基层、基层检查项目及质量标准（续）

平整度（mm）		≤8	≤12	≤12	≤15	1 处/100 米	每处用三米直尺连续量 10 尺，每尺取最大间隙
纵横高程（mm）		+5，-10	+5，-15	+5，-15	+5，-20	1 断面/20 米	每断面 3 点~5 点用水准仪测量
厚度（mm）	代表值	-8	-10	-10	-12	1 处/200 米/车道	挖坑检查
	合格值	-15	-20	-25	-30		
宽度（mm）		符合设计要求		符合设计要求		4 处/200 米	用皮尺丈量
弯沉（0.01mm）		符合设计要求		符合设计要求		1 处/20 米	JTJ 059-95 T 0951-95
横坡（%）		±0.3	±0.5	±0.3	±0.5	4 处/200 米	水准仪

注：检测频率除注明者外，系指双车道单幅。

10 透层、下封层、粘层

10.1 透层

10.1.1 一般规定

10.1.1.1 沥青路面各类基层顶面均需喷洒透层油，沥青面层必须在透层油完全渗透入基层后方可铺筑。气温低于 10℃或大风、即将降雨时不得喷洒透层油。

10.1.1.2 透层沥青选择应根据基层的种类、青海当地气候以及设计要求加以确定。喷洒后通过钻孔或挖掘确认透层油渗透入基层的深度宜不小于 5 mm（无机结合料稳定集料基层）~10 mm（无结合料基层），并能与基层联结成为一体。透层油使用之前应按照 JTJ E20-2011《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》的方法进行试验，且满足规范的要求。透层沥青的规格和质量，应符合 JTG F40-2004《公路沥青路面施工技术规范》之要求。

10.1.1.3 透层油的用量通过试洒确定，不宜超出表 20 要求的范围。

表20 沥青路面透层材料的规格和用量表

用途	液体沥青		乳化沥青	
	规格	用量（L/m ² ）	规格	用量（L/m ² ）
无结合料粒料基层	AL（M）~1、2 或 3 AL（S）~1、2 或 3	1.0~2.3	PC~2 PA~2	1.0~2.0
半刚性基层	AL（M）~1 或 2 AL（S）~1 或 2	0.6~1.5	PC~2 PA~2	0.7~1.5

注：表中用量是指包括稀释剂和水分等在内的液体沥青、乳化沥青的总量。乳化沥青中的残留物含量以50%为基准。

10.1.1.4 施工过程中各施工单位与驻地监理组应检验液体石油沥青或乳化沥青粘度，每车检验一次。

10.1.1.5 透层油宜采用沥青洒布车一次喷洒均匀,使用的喷嘴宜根据透层油的种类和粘度选择并保证均匀喷洒,沥青洒布车喷洒不均匀时宜改用手工沥青洒布机喷洒。

10.1.1.6 喷洒透层油前应清扫路面,遮挡防护路缘石及人工构造物避免污染,透层油必须洒布均匀,有花白遗漏应人工补洒,喷洒过量的立即洒布石屑或砂吸油,必要时作适当碾压。透层油洒布后不得在表面形成能被运料车和摊铺机粘起的油皮,透层油达不到渗透深度要求时,应更换透层油稠度或品种。

10.1.1.7 透层油洒布后的养生时间随透层油的品种和气候条件由试验确定,确保液体沥青中的稀释剂全部挥发,乳化沥青渗透且水分蒸发,然后尽早铺筑沥青面层,防止工程车辆损坏透层。

10.1.1.8 喷洒透层油后进行严格的交通管制,严禁车辆通行,直至透层满足渗透深度 5 mm 的要求。

10.1.2 材料要求

10.1.2.1 根据基层类型选择渗透性好的中、慢凝液体沥青或乳化沥青,喷洒后通过钻孔或挖掘确认透层油渗透入基层的深度宜不小于 5 mm (无机结合料稳定集料基层)~10 mm (无结合料基层),并能与基层联结成为一体。

10.1.2.2 乳化沥青质量应符合表 21 的要求。

10.1.2.3 液体沥青的技术要求应符合表 22 的规定。

10.1.2.4 一般情况,透层油洒布量为 0.6 L/m²~1.5 L/m² 左右。

10.1.2.5 施工前施工单位必须提供沥青洒布车标定报告。在确认材料规格和洒布车参数等没有变化,并得到监理确认后方可施工。施工过程中各施工单位与驻地监理组应检验液体石油沥青粘度,每车检验一次。

表21 道路用乳化沥青技术要求

试验项目	单位	品种及代号							
		阳离子			阴离子			非离子	
		喷洒用			喷洒用			喷洒用	
		PC-1	PC-2	PC-3	PA-1	PA-2	PA-3	PN-2	
破乳速度		快裂	慢裂	快裂或中裂	快裂	慢裂	快裂或中裂	慢裂	
粒子电荷		阳离子(+)			阴离子(-)			非离子	
筛上残留物(1.18mm 筛) 不大于		%	0.1						
粘度	恩格拉粘度计 E ₂₅		2-10	1-6	1-6	2-10	1-6	1-6	1-6
	道路标准粘度计 C _{25.3}	s	10-25	8-20	8-20	10-25	8-20	8-20	8-20
蒸发残留物	残留分含量 不 小于	%	50	50	50	50	50	50	50
	溶解度 不小于	%	97.5			97.5			97.5

表 21 道路用乳化沥青技术要求（续）

	针入度 (25℃)	dmm	50-200	50-300	45-150	50-200	50-300	45-150	50-300
	延度 (15℃), 不小于	cm	40						
与粗集料的粘附性, 裹附面积不小于			2/3						
常温贮存稳定性:									
1d	不大于	%	1						
5d	不大于		5						

注1: 粘度可选用恩格拉粘度计或沥青标准粘度计之一测定;

注2: 表中的破乳速度、粘附性、拌和试验的要求与所使用的石料品种有关, 质量检验时应采用工程上实际的石料进行试验, 仅进行乳化沥青产品质量评定时可不要求此三项指标;

注3: 贮存稳定性根据施工实际选用试验时间, 通常采用 5 d, 乳液生产后能在当天使用时也可用 1d 的稳定性;

注4: 当乳化沥青需要在低温冰冻条件下贮存或使用时, 尚需按 T 0656 进行 -5 ℃低温贮存稳定性试验, 要求没有粗颗粒、不结块;

注5: 如果乳化沥青是将高浓度产品运到现场经稀释后使用时, 表中的蒸发残留物等各项指标指稀释前乳化沥青的要求。

表22 道路用液体石油沥青技术要求

试验项目		单位	中凝						慢凝					
			AL (M)	AL (M)	AL (M)	AL (M)	AL (M)	AL (M)	AL (S)	AL (S)	AL (S)	AL (S)	AL (S)	AL (S)
			-1	-2	-3	-4	-5	-6	-1	-2	-3	-4	-5	-6
粘 度	C25.5	—	<20	—	—	—	—	—	<20	—	—	—	—	—
	C60.5	S	—	5~15	16~25	26~40	41~100	101~200	—	5~15	16~25	26~40	41~100	101~200
蒸 馏 体 积	225℃前	%	<10		<7	<3	<2	0	0	—	—	—	—	—
	315℃前	%	<35		<25	<17	<14	<8	<5	—	—	—	—	—
	360℃前	%	<50		<35	<30	<25	<20	<15	<40	<35	<25	<20	<15
蒸 馏 后 残 留 物	针入度 (25℃)	dmm	100~300		100~300	100~300	100~300	100~300	—	—	—	—	—	—
	延度 (25℃)	cm	>60		>60	>60	>60	>60	—	—	—	—	—	—
	浮漂度 (5℃)	S	—		—	—	—	—	<20	<20	<30	<40	<45	<50
闪点 (TOC 法)		℃	>65		>65	>65	>65	>65	>70	>70	>100	>100	>120	>120

10.1.3 准备工作

10.1.3.1 施工机械准备

10.1.3.1.1 智能型沥青洒布机

喷洒宽度3 m~6 m；沥青洒布车应自身带有导热油加热系统和自动控制洒布量的电脑控制系统，洒布宽度和洒布量可调节，每个洒布喷头都是可控的，从而保证洒布量的恒定和洒布的均匀性。不带电脑控制系统的沥青洒布车应进行洒布量的精确标定。方法：对沥青洒布车的车速、喷洒泵的转速和喷头离地高度进行记录，然后剪一块1 m×1 m硬纸板，称好重量，铺在沥青层表面，待洒过粘层乳化沥青后再称其重量，反算出乳化沥青用量和沥青洒布车的车速、喷洒泵的转速等参数，并确定其参数之间的关系。

10.1.3.1.2 洒水车，4 T~6 T洒水车一辆；

10.1.3.1.3 森林灭火鼓风机 3 台~4 台。

10.1.3.2 检测仪器准备

10.1.3.2.1 沥青针入度仪；

10.1.3.2.2 沥青延度仪；

10.1.3.2.3 沥青软化点仪；

10.1.3.2.4 沥青粘度仪。

10.1.3.3 透层油的洒布时间

透层喷洒时间根据渗透深度、对基层强度影响情况，通过现场试洒确定，可采取两种时间进行试洒，即为：a.碾压成型的水泥稳定级配碎石基层表面稍变干燥，但尚未硬化的情况下喷洒透层油，应尽量在基层碾压完成24小时内完成洒布，可对基层起一定的保护和养生作用；b.级配碎石（碎石）基层可养护7天后喷洒。

10.1.4 施工

10.1.4.1 基层的清扫

基层清扫前应采取措施防止路缘石及人工构造物受污染。清扫基层表面时，由6人~8人一字排开用竹帚进行全面清扫，再用2台~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。当基层表面过分干燥时，须在洒布透层油前5分钟~10分钟，对基层表面进行洒水预湿，使工作面处于潮湿状态但水分不饱和，同时避免积水区域，以免稀释液洒布后出现流淌。

现场监理应严格检查清扫的质量，如有缺陷，不得进行下一道工序。

10.1.4.2 喷洒透层油

基层表面清理干净后，用智能型沥青洒布车洒布透层油，具体洒布量应满足设计要求。

透层油洒布如有花白遗漏应人工补洒，喷洒过量的透层油应立即清除，可洒布干净的石屑、砂等吸除。

在正式施工前，应进行试洒，观测透层油的渗透速度和最终渗透深度，要求渗透深度应能大于5 mm（无机结合料稳定集料基层）~10 mm（无结合料基层），并能与中基层材料粘结成整体，如达不到此要求应对施工工艺进行调整（如基层养生时间、稀释比例、稀释液的温度和洒布量等），直到满足要求。

10.1.4.3 透层施工质量控制

监理人员应监督透层乳化沥青的喷洒质量。

a) 每天从正在施工的沥青洒布车中抽取透层乳化沥青样品，检测蒸发残留物含量。

b) 透层乳化沥青洒布应用均匀且用量准确，保证透层的渗透深度。

- c) 每天至少检查一次透层沥青的洒布量并稀释沥青中的沥青含量，乳化沥青用量可剪一块 1m×1m 硬纸板，称好重量，铺在基层表面，待洒过透层后再称其重量，反算出乳化沥青用量。并验证自动控制洒布车的误差范围。
- d) 应随时检查透层沥青洒布是否均匀，不得漏洒或过洒，更不得出现花白，当出现局部透层剥落时，应及时进行修补。
- e) 透层油洒布后不得在表面形成能被运料车和摊铺机粘起的油皮。

10.1.5 养生和交通管制

喷洒透层油后严禁车辆通行，对于乳化沥青要有足够的破乳时间。但如确需开放施工车辆通行且透层乳化沥青未干时，应洒布少量石屑或粗砂。

10.1.6 质量检查

透层施工阶段的质量检查方法及检验标准见表23。

表23 沥青路面透层施工阶段的质量检查标准

项目	检查频率	质量要求或允许误差	试验方法
乳化沥青用量	每半天 1 次	在规定范围内	称一定面积收取乳化沥青用量
渗透深度检查	3 点/5 000 m ²	通过取芯观察，渗透深度应不小于 5 mm（无机结合料稳定集料基层）～10 mm（无结合料基层），与基层表面牢固粘结，无多余透层油。	

10.2 下封层

10.2.1 一般规定

10.2.1.1 符合下列情况之一时，应在沥青面层下铺筑下封层：

- 1) 位于多雨地区且沥青面层空隙较大，有渗水严重可能。
- 2) 在铺筑基层后，不能及时铺筑沥青面层而需通行车辆的。

10.2.1.2 必须严格地区分下封层与透层油的区别：下封层的目的在于封闭表面，不一定要要求透下去，透层油要求渗透到一定深度。同时，其作用和目的也有很大的区别。

10.2.1.3 下封层可采用同步碎石封层、沥青表面处治封层或稀浆封层。同步碎石封层可采用热喷沥青作结合料，沥青表面处治封层可采用添加渣油的沥青或乳化改性沥青作为结合料，稀浆封层可采用普通乳化沥青或改性乳化沥青作结合料。下封层的厚度不宜小于 6 mm，且做到完全密水。

10.2.1.4 以沥青表面处治铺筑下封层时，通常采用单层式，矿料用量宜为 5～8 m³/1 000 m²，沥青用量可采用要求范围的中高限。

10.2.1.5 沥青表处下封层宜选择干燥和较热的季节施工，并在雨季前及最高气温低于 15 ℃到来以前半个月结束。气温低于 10 ℃时，不宜浇洒沥青。

10.2.2 热喷沥青同步碎石封层

10.2.2.1 材料要求

10.2.2.1.1 沥青

热喷沥青或改性沥青应满足本规范对沥青的技术要求。

10.2.2.1.2 集料

集料粒径的大小应与封层上铺筑的沥青混凝土粒径相匹配，一般情况，下封层集料采用的粒径可按JTGF40-2004《公路沥青路面施工技术规范》中S12或S13规格控制，即公称粒径5 mm~10 mm或3 mm~10 mm控制的碎石，筛分级配符合表3中的要求。宜采用干燥、洁净、无风化、无杂质的石料，技术要求与沥青混合料面层用集料料相同。（对不符合酸碱性要求的石料，需添加抗剥落剂）。集料使用前宜先除尘、并烘干。集料粉尘含量不大于0.8%，当集料中粉尘含量较大时，可通过沥青拌和机进行除尘，但需要提前将拌和机内粉尘清除，或将集料进行沥青预裹覆处理，预裹覆可采用道路石油沥青，沥青用量控制在0.3%以内。

10.2.2.2 准备工作

10.2.2.2.1 采用同步碎石封层技术施工热喷沥青封层，根据工程需要宜配备以下机械设备：

- a) 同步碎石封层车 1 台。
- b) 装载机 1 台。
- c) 16 T~20 T 胶轮压路机 1 台~2 台。
- d) 25 T~40 T 沥青高温罐车 1 台。
- e) 15 T 以上碎石运料车，具体数量根据运距确定。
- f) 鼓风机，森林灭火鼓风机 4 台。

10.2.2.2.2 工地试验室，根据工程需要宜配备以下检测仪器：

- a) 沥青针入度仪
- b) 沥青延度仪
- c) 沥青软化点仪
- d) 标准筛（方筛孔）
- e) 沥青粘度仪
- f) 路面渗水仪

10.2.2.2.3 施工前，对基层表面进行检查，接缝要进行处理完善，有破损地方应进行修补；若有其他污染或杂物应进行冲洗或清扫，当用水冲洗时，应等水分蒸发表面完全干燥后才可进行封层的施工。

10.2.2.2.4 对路缘石等两旁结构物或设施采取覆盖措施，以防沥青喷洒飞溅污染构造物。

10.2.2.2.5 确定单位面积碎石洒布量。为了保证施工时碎石能够均匀地满布在原路面上，防止出现“缺料露油”现象，要事先确定封层单位面积所用碎石的数量。将施工用碎石按 60%~70%均匀、不重叠地摆铺在测算面积上，然后计算出单位面积上所用石料的体积及质量。

10.2.2.3 施工

热喷沥青碎石封层施工工序基本见图G.5所示。

10.2.2.3.1 基层表面的清扫与冲洗

施工前对基层表面采用竹帚进行全面清扫，再用森林灭火器将浮灰吹净。

10.2.2.3.2 装料

在施工现场,采用轮式装载机向同步碎石封层车集料料斗中装入碎石,从沥青高温罐车泵吸热沥青至同步碎石封层车沥青储罐内。为防止高温沥青罐车的输油管阀门滴漏沥青,应采用铁质容器接收滴漏沥青。

10.2.2.3.3 洒布沥青和碎石

将装料完成的同步碎石封层车开至施工起点,操作手调整好各个系统的工作参数;然后指挥驾驶员沿预先设置的控制线起步,行驶速度应控制在 5 km/h~8 km/h 左右。

打开各料门控制开关,使沥青喷出,同时均匀洒布碎石。沥青洒布量的参数 2.0 kg/m^2 左右,一旦设定,同步碎石封层车的控制系统就会根据车速自动调节沥青流量,使洒布量控制在 2.0 kg/m^2 ,误差控制在 $\pm 5\%$ 以内。碎石洒布量应根据现场试验检测,通过控制车速确定。

10.2.2.3.4 碾压

刚洒布的下封层不能立即碾压,否则热沥青会粘附胶轮压路机的轮胎并粘走碎石。当沥青温度降至 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右时,采用胶轮压路机稳压1个来回,控制行驶速度在 5 km/h~8 km/h,使碎石压入沥青之中且粘结牢固。

10.2.2.3.5 养生

封层铺筑后,严禁施工车辆急刹车和掉头,并封闭交通。热喷沥青同步碎石封层的施工与下面层的施工紧密衔接,摊铺完下面层后方可开放交通。经胶轮压路机稳压形成的防水层表面,碎石和沥青的粘结非常牢固。

10.2.2.3.6 施工注意事项

10.2.2.3.6.1 为保证雾状喷洒而形成均匀、等厚度的沥青膜,必须保证普通沥青洒布温度在 $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上,改性沥青洒布温度在 $170\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上。

10.2.2.3.6.2 洒布沥青封层的施工气温不应低于 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$,大风、浓雾或雨雪天气不得施工。

10.2.2.3.6.3 喷油嘴高度不同沥青膜厚度不同,通过调整喷嘴高度使得沥青膜厚度适宜和均匀。

10.2.2.3.6.4 碎石封层车应以适宜的速度匀速行驶,在此前提下石料和粘结料两者的洒布率必须匹配。

10.2.2.3.6.5 沥青与碎石洒布后,应立即进行人工修补或补洒,修补的重点是起点、终点、纵向接缝、过厚、过薄或不平处。

10.2.2.3.6.6 派专人手拿竹扫帚紧跟同步碎石封层车后边,及时把弹出摊铺宽度(即沥青洒布宽度)外的碎石扫到摊铺宽度内;或加工挡板防止碎石弹出摊铺宽度以外。

10.2.2.3.6.7 当同步碎石封层车上任何一种料用完时,应立即关闭所有材料输送的控制开关。查对材料剩余量,校核拌和准确性。

10.2.2.4 质量管理与检查验收

10.2.2.4.1 施工阶段的质量管理

10.2.2.4.1.1 外观检测

沥青应均匀无漏洒和油层过厚现象。封层的单粒径碎石应洒布均匀、不重不漏。

10.2.2.4.1.2 洒布量检测分总量检测和单点检测。

前者控制施工路段的总体洒布量，对碎石和沥青过磅称重，根据洒布路段的长度和宽度计算洒布面积，然后计算施工路段的总体洒布量。后者控制单点洒布量和均匀性。

10.2.2.4.1.3 厚度的控制采用控制沥青与集料的总用量的方法来代替厚度管理，具体做法为根据将 1 日内全部原料的用量与铺筑面积，算出平均铺筑厚度值。

10.2.2.4.1.4 同步碎石封层施工过程中主要控制沥青喷洒量和横向不均匀度，石料洒布量及其横向不均匀度，碎石脱粒率。

- 1) 要求实际用量与设计量的差值应小于 100g/m²；
- 2) 横向沥青喷洒量的横向不均匀度系数不得大于 10%；
- 3) 要求碎石洒布量的横向不均匀度系数不得大于 15%。
- 4) 当石料的平均脱落率 $M_p < 10\%$ 时，合格；若 $M_p > 10\%$ ，则表明施工不良，应考虑修复。

10.2.2.4.1.5 同步碎石封层质量验收标准见表 26。

表24 热喷沥青同步碎石封层检验标准

检查项目	检查频率（每幅行车道）	质量要求或允许偏差	试验方法
外观	全线	密实、不松散	目测
厚度	每 200 米一点	-5 mm	钻芯
宽度	每 1 Km20 个断面	不小于设计宽度	用尺量
沥青用量	每 1 km1 点	±0.5%	抽提
石料用量	每 1 km	±5%	抽提
石料剥落	每 1 km4 点	小于 10%	现场测值
构造深度	每 1 km5 点	≥0.55	铺砂法
摩擦系数摆值	每 1 km5 点	≤45	摆式仪
渗水系数	每 1 km 测点	≥5 ml/min	变水头渗水仪

10.2.2.4.2 同步碎石封层须进行质量验收的视觉评价。

外观评价内容及标准如下：

- 1) 从外观看，同步碎石应力吸收层没有表面裂缝，且无沥青结合料的条纹；
- 2) 接缝平直顺滑，没有重叠，未覆盖或不好看的表面，纵缝的重叠区小于 5 cm，2 米直尺测量，跨横缝测量的间隙小于 6.5 mm；
- 3) 同步碎石封层表面沿着车道、路肩和边线是统一，均匀的，沿车道方向，任何 30 米内的高差都小于 50 mm。

10.2.3 乳化沥青表处下封层

10.2.3.1 材料要求

10.2.3.1.1 乳化沥青

乳化沥青下封层可采用普通乳化沥青或改性乳化沥青。采用的普通乳化沥青材料应符合表25的要求，改性乳化沥青应满足表26的要求。

表25 普通乳化沥青材料下封层技术要求

检测项目		技术要求
筛上剩余量 (%)		不大于 (%)
电荷		阳离子 非离子
破乳速度试验		慢裂
粘度	沥青标准粘度计 $C_{25,3}$ (S)	8~20
	恩格拉粘度 E25	1~6
蒸发残留物含量 (%)		不小于 (%)
蒸发残留物性质	针入度 (0.1mm) (100g, 25℃, 5s) 不小于 (%)	80~130
	延度 (15℃) (cm) 不小于 (%)	40
	溶解度 (%) 不小于 (%)	97.5
	软化点 (℃) 不小于 (%)	40
贮存稳定性	5d (%) 不大于 (%)	5
	1d (%) 不大于 (%)	1
与矿料的粘附性 (裹覆面积)		不小于
低温贮存稳定性 (-5℃)		无粗颗粒或结块
抗剪强度试验	30℃抗剪强度 (MPa) 不小于	0.040
	50℃抗剪强度 (MPa) 不小于	0.010

表26 改性乳化沥青材料下封层技术要求

检测项目		技术要求
0.85 筛上剩余量 (%)		不大于 (%)
电荷		阳离子 非离子
恩格拉粘度 E_v		1~6
蒸发残留物含量 (%)		不小于 (%)
蒸发残留物性质	针入度 (0.1mm) (100g, 25℃, 5s) 不小于 (%)	80~130
	延度 (5℃, 5cm/min) 不小于 (cm)	30
	溶解度 (%) 不小于 (%)	97.5
	弹性恢复 (5℃, 1h) 不小于 (%)	60
	动力粘度 (60℃) 不小于 (Pa. s)	400
	软化点 (℃) 不小于 (%)	50
贮存稳定性	5d (%) 不大于 (%)	5
	1d (%) 不大于 (%)	1
与矿料的粘附性 (裹覆面积)		不小于
低温贮存稳定性 (-5℃)		无粗颗粒或结块
抗剪强度试验	30℃抗剪强度 (MPa) 不小于	0.070
	50℃抗剪强度 (MPa) 不小于	0.020

10.2.3.1.2 碎石

应采用坚硬、清洁、干燥、无风化、无杂质、并有适当级配的颗粒组成的人工轧制的碎石，岩性宜为石灰岩，粒径可按表6.2.3中S12或S13规格即公称粒径5 mm~10 mm或3 mm~10 mm控制，不能采用山场的下脚料。无论是用S12或S13规格料，其粉料均不应太多，控制小于0.6 mm的粉料含量不超过6%。

10.2.3.1.3 乳化沥青用量及石屑用量的确定

作为下封层材料沥青乳液建议用量为 $0.9 \text{ kg/m}^2 \sim 1.0 \text{ kg/m}^2$ ，石屑用量为 $7 \text{ m}^3/1000\text{m}^2 \sim 9 \text{ m}^3/1000\text{m}^2$ ，但根据国内已有的成功经验，对于性能优良的乳化沥青，为达到有效封水及粘结的目的，用量可适当增加，沥青乳液最大可增至 $1.5 \text{ kg/m}^2 \sim 1.7 \text{ kg/m}^2$ ，人工洒布 $1.2 \text{ kg/m}^2 \sim 1.3 \text{ kg/m}^2$ 为宜，但必须保证在破乳前洒布足够多的石屑，石屑用量可按 $2 \text{ m}^3/1000\text{m}^2 \sim 4 \text{ m}^3/1000\text{m}^2$ 控制，保持少量露黑且保证不粘车轮及履带为原则，必须保证在破乳前将石屑洒布完成，破乳碾压后多余的石屑应扫除。

10.2.3.2 准备工作

10.2.3.2.1 施工机械

为了保证乳化沥青下封层施工质量，应配备齐全的施工机械和配件，并做好开工前的保养调试和试机。乳化沥青洒布采用智能型沥青洒布车进行稳定均匀的洒布，并结合人工机械洒布设备对洒布车不能到达的部位进行补洒，以保证乳化沥青在基层表面的完整性与均匀性。施工时宜配备以下施工机械（单个工作面）：

- 智能型沥青洒布车 1 辆，在施工前保证管道畅通，喷洒均匀，并准备人工机械洒布设备一套，以备补洒；
- 森林灭火鼓风机 3 台~5 台，用于清扫基层表面浮尘，并配以大量的铁锹，秃扫帚等小型工具；
- 洒水车 1 辆，用于在喷洒乳化沥青前 1 个小时左右洒水预湿；
- 2 T 以上载重翻斗车 2 辆，作料车使用，用于运输石屑；
- 6 T~8 T 光轮压路机 2 台，16 T 轮胎压路机 1 台；

10.2.3.2.2 工地试验室，根据工程需要宜配备以下试验检测设备：

- 沥青针入度仪
- 沥青延度仪
- 沥青软化点仪
- 标准筛（方筛孔）
- 沥青粘度仪
- 路面渗水仪

10.2.3.2.3 基层的常规检查

在施工前应检查基层表面的完整性，如基层出现表面松散、剥落、坑槽等情况，必须提前处理，否则坑槽处会引起乳化沥青的沉积，尤其是大面积松散处会影响乳化沥青与基层的整体粘结。

10.2.3.2.4 基层的清扫

基层表面的松动杂质和浮尘是影响基层与封层之间粘结的一个重要因素，当成型养生后的基层表面上存在浮砂时，在清扫时应下大加大力度，同时按下述程序严格执行：

- 组织 5 个~10 个施工人员，用秃的扫帚或自制的铁丝扫帚进行清扫，尽量将表面所有杂质都扫干净。

- b) 紧接着组织 2 个~3 个施工人员,用 2 台~3 台鼓风机沿着半幅路的纵向,2 个~3 个人成一斜线,前面的人靠近中央分隔带,后面的人依次递进,将表面的杂质吹出路基外,尽量使表面骨料外露。对于表面难以吹扫干净的浮砂,可以先用有压力的水进行冲洗,等表面干燥以后,再用鼓风机配合扫帚将基层顶面清扫干净。
- c) 基层的洒水润湿。在乳化沥青即将洒布之前,在清扫干净后的基层表面,视表面的干燥程度,用洒水车快速均匀地洒少量的水润湿水基层表面(水不宜洒得的太多,以免引起洒布后的乳化沥青流淌),用以打开基层表面的微观孔洞和降低粉尘,降低基层的表面张力,使乳化沥青能越过少量的杂质和浮尘,与基层有良好的裹覆和粘结。

10.2.3.3 施工

10.2.3.3.1 乳化沥青的洒布

10.2.3.3.1.1 采用智能型洒布车喷洒乳化沥青前,再次认真检查洒布车的沥青流量阀门系统、油泵输出压力装置、车辆行驶速度的控制系统,尤其是洒布管的调整,应使喷嘴的轴线与路面垂直,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,以保证乳化沥青喷洒均匀。同时在封层施工前应对路缘石、人工构造物予以适当防护,并封闭交通,减少干扰以保证成型质量。

10.2.3.3.1.2 乳化沥青的洒布。用沥青洒布车沿路基纵向匀速喷洒乳化沥青,从横向来看,半幅喷洒,应先洒布靠近中央分隔带的一个车道,由内向外,一个车道宽接着一个车道宽喷洒,下一个车道宽与前一个车道宽原则上不重叠或少重叠,但也不能露白,露白处需用人工机械喷洒设备补洒。洒布车喷洒完一个车道停车后,必须立即用油槽接住排油管滴下的乳化沥青,以防局部乳化沥青过多,污染基层表面。

10.2.3.3.1.3 当发现沥青洒布车喷洒乳化沥青后有空白、缺边时,应立即用人工补洒,有积聚时应予以刮除,以免日后产生松散或拥包和推挤等病害。

10.2.3.3.2 碎石的洒布

10.2.3.3.2.1 洒布用的碎石应干燥、洁净。

10.2.3.3.2.2 乳化沥青洒布后,紧接着用翻斗车装载碎石,用人工或机械洒碎石机向乳化沥青表面均匀洒布碎石,如下封层完工后不是立即铺筑沥青下面层,碎石用量可以用上限或者说更多些。

10.2.3.3.2.3 碎石洒布后应及时用拖扫或人工将碎石扫均匀,使碎石层厚度尽量保持一致,不重叠,也不露出沥青。局部有缺料时,应人工适当补洒,并扫出多余的碎石。

10.2.3.3.2.4 碎石洒布应在乳化沥青破乳之前完成。

10.2.3.3.2.5 两幅搭接处,前一幅洒布乳化沥青后应暂留约 20 cm 宽不洒布碎石,留待下一幅乳化沥青洒布后一起洒布。

10.2.3.3.3 碾压

碎石洒布后,用 6 T~8 T 轻型压路机碾压。压路机应从中心向路边方向碾压,碾压时每次轮迹重叠 30 cm,静压 5~6 遍,碾压速度不宜过快,行驶平衡并不得刹车或调头,能使碎石充分嵌入沥青膜,形成一层致密结构就行。

10.2.3.3.4 养护

碾压完毕后，应封闭交通7天，必须行驶的施工车辆最少在12小时后才可上路并保证车速低于5 km/h，不得刹车或调头，七天至一个月内亦要控制车辆行驶，一个月后可开放正常交通。7天后若摊铺下面层，只需将下封层上的多余石屑扫去即可进行下面层的摊铺。

10.2.3.4 施工阶段的质量管理

沥青表处下封层施工阶段的质量检查方法及检验标准应符合表27的规定。

表27 下封层质量检查项目及质量标准

项目	检查频率	质量要求或允许误差	试验方法
沥青量	每半天 1 次	在规定范围内	称定面积收取的沥青量
集料量	每半天 1 次	在规定范围内	用集料总量与洒布面积算得
渗水试验	1 处/1 000 m ²	渗水量<5 ml/min	用渗水仪，每处 2 点
刹车试验	1 处/2 000m ² (仅试铺段做刹车试验)	沥青层不破裂	7 天后用 BZZ-60 标准汽车以 50 km/h 车速急刹
外观检查	随时全面	外观均匀一致，用硬物刮开下封层观察，与基层表面牢固粘结，不起皮，无油包和基层外露等现象，无多余乳化沥青。	

10.2.4 稀浆封层

10.2.4.1 材料要求

10.2.4.1.1 乳化沥青

稀浆封层可采用普通乳化沥青或采用改性乳化沥青，其品种和质量应符合JTG F40-2004《公路沥青路面施工技术规范》中乳化沥青的相关要求。对于高等级公路和一级公路，宜采用改性的乳化沥青。添加的聚合物改性剂的种类及其最小用量是由混合料的配合比设计确定的。

稀浆封层施工单位应在施工现场配置存储乳化沥青的设备，该设备必须具有密封、搅拌和循环的功能。不允许采用敞口容器和地下油池。改性乳化沥青每次装入稀浆封层车前，应在存储罐中进行搅拌和循环后再装车。

10.2.4.1.2 集料

稀浆封层应选择坚硬、粗糙、耐磨、洁净的集料，技术指标见表28。集料通过4.75 mm筛的合成矿料的砂当量不得低于50%。细集料宜采用碱性石料生产的机制砂或洁净的石屑。对集料中的超粒径颗粒必须筛除。

表28 稀浆封层所用粗、细集料质量要求

材料名称	项目	标准	试验方法	备注
粗集料	石料压碎值，不大于（%）	28	T0316	合成矿料中 >4.75mm 的部分
	洛杉矶磨耗值损失，不大于（%）	30	T0317	
	石料磨光值，不小于（BPN）	—	T0321	
	坚固性，不大于（%）	12	T0314	
	针片状量，不大于（%）	18	T0312	
细集料	坚固性，不大于（%）	12	T0340	>0.3mm 部分

表 28 稀浆封层所用粗、细集料质量要求（续）

矿料	砂当量，不小于（%）	60	T0334	合成矿料中<4.75mm 部分
----	------------	----	-------	-----------------

稀浆封层采用的矿料中可以掺加矿粉。矿粉应干燥、疏松，无结团，矿粉的质量应符合JTG F40-2004《公路沥青路面施工技术规范》的有关规定。矿粉的作用主要是改善改性稀浆封层矿料级配，加快或减缓稀浆混合料的可拌和时间 and 成浆状态，提高稀浆混合料的稳定性和封层的强度。矿粉的掺加必须通过混合料设计试验确定。施工采用的矿料必须过筛，超规格粒径的颗粒要彻底清除，以免大粒径石料给拌和、摊铺带来不利影响。

根据铺筑厚度、处治目的、道路等级等条件，按照表29选用合适的矿料级配。矿料在稀浆封层混合料中起骨架作用，其最大粒径决定稀浆封层的厚度。一般情况下矿料最大粒径不超过设计摊铺厚度，从而避免下封层形成软油层和滑动层。

表29 稀浆封层的矿料级配

筛孔尺寸 mm	不同类型通过各筛孔的百分率 %		
	稀浆封层		
	ES-1 型	ES-2 型	ES-3 型
9.5	—	100	100
4.75	100	95~100	70~90
2.36	90~100	65~90	45~70
1.18	60~90	45~70	28~50
0.6	40~65	30~50	19~34
0.3	25~42	18~30	12~25
0.15	15~30	10~21	17~18
0.075	10~20	5~15	5~15
一层的适宜厚度（mm）	2.5~3	4~7	8~10

10.2.4.1.3 水

应采用可饮用水，水中不含有害的可溶性盐类、能引起化学反应的物质和其它污染物。制备改性乳化沥青的水质标准主要从外观、pH值、硬度等几个方面来考虑。要求外观上无色透明无异味无杂质，pH值为6.0~8.5，硬度<8度。

10.2.4.1.4 稳定剂

视乳化沥青的稳定性情况决定是否加入稳定剂，稳定剂剂量应通过乳化沥青的指标确定。

10.2.4.1.5 水泥

当稀浆封层出现强度不足、严重掉粒时，宜应加入水泥以提高强度。水泥采用一般普通硅酸盐水泥，剂量为1.0%~3.0%（矿料的比值）。

10.2.4.2 混合料配合比设计

稀浆封层混合料的配合比设计按下列步骤进行：

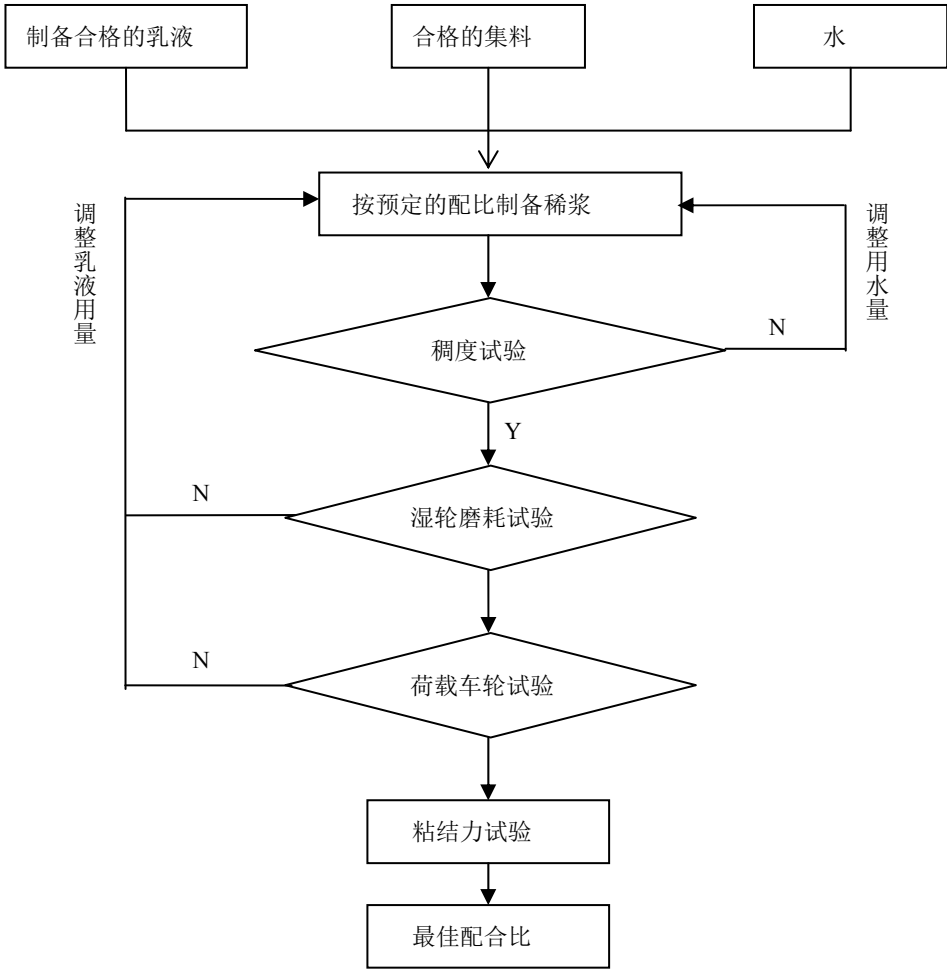


图1 稀浆封层混合料配合比设计程序

- a) 根据选择的级配类型，按表 22 确定矿料的级配范围。计算各种集料的配合比例，使合成级配在要求的级配范围内。
- b) 根据以往的经验初选乳化沥青、填料、水和外加剂用量，进行拌和试验和粘聚力试验。可拌和时间的试验温度应考虑最高施工温度，粘聚力试验的温度应考虑施工中可能遇到的最低温度。
- c) 根据上述试验结果和稀浆混合料的外观状态，选择 1 个~3 个认为合理的混合料配方，按表 30 规定试验稀浆混合料的性能，如不符合要求，适当调整各种材料的配合比例再试验，直至符合要求为止。

表30 稀浆封层混合料技术要求

项 目	单位	稀浆封层	试验方法
可拌和时间	s	>120	手工拌和
稠度	cm	2~3	T 0751
粘聚力试验			
30min（初凝时间）	N. m	≥1.2	T 0754
60min（开放交通时间）	N. m	≥2.0	

表 30 稀浆封层混合料技术要求（续）

湿轮磨耗试验的磨耗值（WTAT）			
浸水 1h	g/m^2	<800	T 0752
浸水 6d	g/m^2	—	

d) 当设计人员经验不足时，可将初选的 1 个~3 个混合料配方分别变化不同的沥青用量（沥青用量一般在 6.0%~8.5%之间），按照表 23 的要求重复试验，并分别将不同沥青用量的 1h 湿轮磨耗值及砂粘附量绘制成图 6 的关系曲线，以磨耗值接近表 23 中要求的沥青用量作为最小沥青用量 P_{bmin} ，砂粘附量接近表 23 中要求的沥青用量为最大沥青用量 P_{bmax} ，得出沥青用量的可选择范围 $P_{bmin} \sim P_{bmax}$ 。

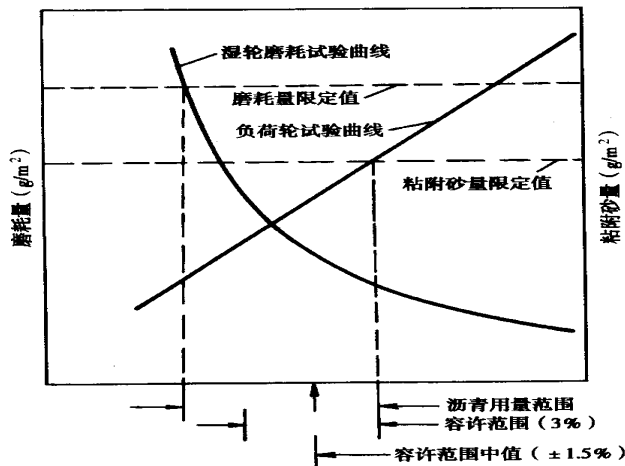


图2 图解法确定稀浆封层最佳沥青用量的曲线

- e) 根据经验在沥青用量的可选范围内选择适宜的沥青用量。
- f) 根据以往设计经验，在充分考虑气候及交通特点的基础上综合确定混合料配方。

10.2.4.3 准备工作

10.2.4.3.1 施工机械

为了保证稀浆封层的施工质量，应配备齐全的施工机械和配件，并做好了开工前的保养调试和试机。施工时宜配备了以下施工机械（单个工作面）：

- a) 能自动计量的稀浆封层机 1 台，见图 G.4 所示；
- b) 与稀浆封层机配套作业的机械有装载机、洒水车、洒布车、沥青运输车、风力灭火器等；
- c) 配备 4 吨~6 吨的轮胎压路机一台；

10.2.4.3.2 主要检测仪器

工地试验室应该根据施工需要，宜配备以下设备：

- a) 沥青针入度仪
- b) 沥青延度仪
- c) 沥青软化点仪
- d) 标准筛（方筛孔）
- e) 沥青粘度仪

- f) 路面渗水仪
- g) 稠度试验仪
- h) 粘结力测定仪
- i) 湿轮磨耗试验仪
- j) 负荷轮试验仪
- k) 沥青混合料抽提仪

10.2.4.3.3 施工前的准备

10.2.4.3.3.1 基层表面洒布透层油后有足够的养生时间。

10.2.4.3.3.2 对施工中采用的稀浆封层摊铺机、压路机等机具设备进行检查和调试。工程开工前或者施工中原材料和配合比发生较大变化，必须对稀浆封层机进行严格的计量标定工作。

10.2.4.3.3.3 清扫路面，清扫基层上的泥土、杂物、掉粒等；

10.2.4.3.3.4 透层的表面有泥土等杂物，应用森林灭火鼓风机吹干净，并保持干燥，提高稀浆封层与原路面的粘结性能；

10.2.4.3.3.5 施工区的路缘石等构造物应加以保护，以免溅上沥青受到污染。

10.2.4.3.3.6 检查、调试稀浆封层机处于良好的工作状态，并按提高的试验数据对骨料、乳化沥青、水、填料等各种材料的用量在稀浆封层机上进行供给量的标定，标定后不得随意改变。

10.2.4.4 施工

10.2.4.4.1 铺筑试验路段

试验段落长度以300m~500m为宜，铺筑试验段达到以下目的：

- a) 验证用于稀浆封层配合比的可行性；
- b) 确定稀浆封层车行驶的速度；
- c) 确定每一作业面的合适长度；
- d) 确定接缝的处理方案；
- e) 确定封层的标准施工方法。

采用的原材料、施工机械、施工方法及试验段各项检测项目都符合规定，经监理抽检确认合格，即可按以上内容编写《试铺总结》，经驻地办初审，报总监办审核批复，即可开始1km标准段的施工。1km标准段结束后报驻地办审核批复，即可进行大面积施工。

10.2.4.4.2 施工工艺

稀浆封层施工采用稀浆封层铺筑机，铺筑机应具备储料、送料、拌和、摊铺和计量控制等功能。应按下列程序进行施工：

清洁基层 → 放样划线 → 洒布乳化沥青 → 上料 → 拌和 → 摊铺 → 初期养护 → 开放交通。

a) 集料配合比控制

严格控制乳化沥青、水泥、矿料集料、水的配合比例，做到配料准确，待各种材料备齐后再行拌和，当缺料时应立即停止拌和。拌和好的混合料应有良好的施工和易性，无离析、花白现象。

b) 摊铺

铺筑机应在划定的车道内匀速连续摊铺，摊铺中要保持厚度均匀，符合设计要求，且表面平整。凡出现拌和料不符合质量要求的必须进行人工清除。对于纵缝、横缝处必须辅以人工找补，使之达到接头顺适，没有缺料或多料现象，不发生集料离析。

c) 检验与试验

应定期对铺筑的稀浆封层取样进行抽提试验、负荷轮碾压试验、湿轮磨耗试验等，检验其混合料的级配和沥青用量及相关指标，其级配容许偏差参照沥青混凝土的相关要求。

d) 碾压

在稀浆封层破乳后，宜用4 T~6 T轮胎压路机对其全幅碾压，使其与基层更紧密地结合，并将表面的粗集料压下去，使稀浆封层更加密实，不可使用振动压路机碾压。

e) 开放交通

当基层养生期满后施工稀浆封层的，待乳液破乳且水分完全蒸发后即可开放交通。同时尽量将车辆引入紧急停车带限速行驶，派专人定期清扫路面，以防杂物在行车碾压下损坏稀浆封层；

当基层铺筑后未进行养生或养生期未满足洒布透层、铺筑封层的路段，在稀浆封层施工后应按基层常规方法养生，严禁在基层养生期内开放交通。

10.2.4.4.3 施工中应注意事项

10.2.4.4.3.1 施工气温低于 10℃时，不得进行乳化沥青施工。保持在 10℃以上组织施工，有利于沥青液破乳和水分蒸发；

10.2.4.4.3.2 大风天及雨天不得从事乳化沥青施工，应待地表面干燥无水时方可进行乳化沥青施工；

10.2.4.4.3.3 每一批乳化沥青在出锅时必须要有分析报告书，以保证拌和设备中使用的基质沥青含量基本一致；

10.2.4.4.3.4 严禁将沥青液喷洒在防撞护栏、路缘石等构造物上，若因施工不慎而造成污染的必须及时清洗干净；

10.2.4.4.3.5 稀浆封层铺筑时应将路面宽度均匀分为数条铺道，摊铺板宽度应基本保持与分条宽度大致相等，使全路面均能使用机械铺筑，减少人工补缺。同时，铺筑过程中应辅以人工将其结合部的多余料清除及对个别缺料处进行补充，使结合部平整、顺适；

10.2.4.4.3.6 稀浆封层在开放交通过程中被损坏的，应进行人工修复。

10.2.4.5 施工阶段的质量控制

10.2.4.5.1 原材料检测

原材料检查频率和要求符合表31的要求。

表31 稀浆封层施工前的材料质量检查与要求

材料	检查项目	要求值	检验频率
乳化沥青	规范要求的检测项目	符合设计要求	每批料来一次
矿料	砂当量		
	级配		
矿料	含水量	实测	每天一次

注：矿料级配符合设计要求，是指实际级配不超出相应级配类型要求的各筛孔通过率的上下限，且以矿料设计级配为基准，实际级配中各筛孔通过率不得超过表32的允许波动范围。

表32 矿料级配及控制界限

通过下列方孔筛（mm）的质量百分率（%）									油石比 （%）
筛孔尺寸 （mm）	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075	
级配范围	100	70-90	45-70	28-50	19-34	12-25	17-18	5-15	设计值
控制界限（%）	0	±5	±5	±5	±5	±4	±3	±2	±0.05

10.2.4.5.2 施工中应对稀浆混合料进行抽样检测，抽检项目、频率、允许误差及方法如表 35 所示。

表33 稀浆封层施工过程检验

项 目	要求	检测频度	检验方法
稠度	适中	1 次/100m	经验法
油石比	施工配合比的油石比 ±0.2%	1 次/日	三控检验法
矿料级配	满足施工配合比的矿料 级配要求[注]	1 次/日	摊铺过程中从矿料输送带末端接出集料进行 筛分
外观	表面平整、均匀、无离 析，无划痕	全线连续	目测
摊铺厚度	-10%	5 个断面/km	钢尺测量或其他有效手段，每幅中间及两侧各 1 点，取平均值作为检测结果
浸水 1h 湿轮磨耗	≥800g/m ²	1 次/7 个工作日	湿轮磨耗试验

注：矿料级配符合设计要求，是值实际级配不超出相应级配类型要求的各筛孔通过率的上下限，且以矿料设计级配为基准，实际级配中各筛孔通过率不得超过表25的允许波动范围。

10.2.4.5.3 稠度检验的经验法

在刚刚摊铺出的稀浆混合料上用直径10 mm左右的细棍划出一道划痕，如果划痕马上被两边的材料淹没，说明混合料的稠度偏稀，应适当降低用水量；如果划痕两边的材料呈松散状态，说明混合料过稠或已经破乳；如果划痕能够保持3秒~5秒后才被周围材料覆盖，周围的材料仍然由一定的流淌性，说明混合料的稠度合适。

迎着太阳照射方向观察刚刚摊铺出的材料层，如果表面有大面积亮光的反光带，说明混合料的用水量偏大，稠度偏稀；如果刚摊铺出的材料层干涩，没有反光，说明混合料偏稠；如果刚刚摊铺出的材料层对日光呈现漫反射，说明稠度适宜。

10.2.4.5.4 油石比抽检方法

采用以下“三控检验法”对稀浆封层混合料进行油石比抽检：

- a) 每天摊铺前检查摊铺车料门开度和各个泵的设定是否与设计配比相符，认真记录每车的集料、填料用量和乳化沥青用量，计算油石比，每日一次总量检验；
- b) 摊铺过程中取样进行混合料抽提试验，检测油石比大小是否与设计油石比相符；

- c) 每 50 000m² 左右，统计一次施工用集料、填料和乳化沥青实际总用量，计算摊铺混合料的平均油石比。

10.2.4.5.5 稀浆封层交工验收质量检测

工程完工1个月~2个月时，将施工全线以1 km~3 km作为一个评价路段进行质量检查和验收。检查项目、频率、要求及方法如表34所示。

表34 稀浆封层交工验收检验要求

项目		质量要求	检验频率	方法
表观质量	外观	表面平整、密实、均匀，无松散、无花白料、无轮迹、无划痕	全线连续	目测
	横向接缝	对接、平顺，没有过量的凸起、未覆盖处、补丁等	每条	目测
	纵向接缝	宽度 < 80mm 不平整 < 6mm	全线连续	目测或用 3m 直尺
	边线	任一 30m 长度范围内的水平波动不得超过 ±50mm	全线连续	目测或用尺量
渗水系数		< 10ml/min	5 个点/km	T9071
厚度		±20%	5 个点/km	钻孔或其它有效方法

10.3 粘层

10.3.1 一般规定

10.3.1.1 符合下列情况之一时，必须喷洒粘层油。

- a) 双层式或三层式热拌热铺沥青混合料路面的沥青层之间。
- b) 水泥混凝土路面、沥青稳定碎砾石基层或旧沥青路面层上加铺沥青层。
- c) 路缘石、雨水口、检查井等构造物与新铺沥青混合料接触的侧面。

10.3.1.2 喷洒粘层油气温宜不低于 10 ℃，寒冷季节施工不得不喷洒时可以分成两次喷洒。路面潮湿时不得喷洒粘层油，用水洗刷后需待表面干燥后喷洒。

10.3.1.3 粘层油宜采用快裂或中裂乳化沥青、改性乳化沥青，也可采用快、中凝液体石油沥青，其规格和质量应符合本规范第 10.1.2 条的要求，所使用的基质沥青标号宜与主层沥青混合料相同。

10.3.1.4 一般情况，粘层油洒布量为 0.3 L/m²~0.6 L/m²。

10.3.1.5 粘层油宜在当天洒布，待乳化沥青破乳、水分蒸发完成，或稀释沥青中的稀释剂基本挥发完成后，紧跟着铺筑沥青层，确保粘层不受污染。

10.3.2 准备工作

10.3.2.1 施工机械的准备

10.3.2.1.1 智能型沥青洒布机

喷洒宽度3 m~6 m；沥青洒布车应自身带有导热油加热系统和自动控制洒布量的电脑控制系统，洒布宽度和洒布量可调节，每个洒布喷头都可控，从而保证洒布量的衡定和洒布的均匀性。不带电脑控制

系统的沥青洒布车应进行洒布量的精确标定。方法：对沥青洒布车的车速、喷洒泵的转速和喷头离地高度进行记录，然后剪一块1 m×1 m硬纸板，称好重量，铺在沥青层表面，待洒过粘层乳化沥青后再称其重量，反算出乳化沥青用量和沥青洒布车的车速、喷洒泵的转速等参数，并确定其参数之间的关系。

10.3.2.1.2 洒水车，4 T~6 T 洒水车一辆；

10.3.2.1.3 森林灭火鼓风机 3 台~4 台。

10.3.2.2 工地试验室，应根据工程实际需要宜配备以下检测仪器：

- a) 沥青针入度仪；
- b) 沥青延度仪；
- c) 沥青软化点仪；
- d) 路面渗水仪；
- e) 沥青粘度仪。

10.3.3 施工控制

喷洒粘层油之前需对污染严重的下层沥青层表面进行清扫，对泥土污染无法扫除干净的表面，应用水洗刷；对油污染的地方，应局部凿除面层并用相同沥青混合料修补。

各面层之间粘层沥青喷洒数量折算成纯沥青为0.2 kg/m²~0.3 kg/m²，对于隔年施工的面层应取高限；未施工防水层的桥面、通道表面和搭板的表面喷洒数量折算成纯沥青为0.4 kg/m²~0.5 kg/m²。

每车乳化沥青施工单位均应取样检验，内容包括：粘度、蒸发残留物含量，蒸发残留物的针入度、延度、软化点等。粘层沥青施工每天上午、下午各检测一次洒布量，并随时外观检查洒布的均匀性。施工中应对粘层乳化沥青进行抽样检测，抽检项目、频率、允许误差及方法如表35所示。

表35 粘层乳化沥青施工过程检验要求

项目	频率	允许误差
蒸发残留物含量，%	每天一次	±5
标准粘度/s	每天一次	
蒸发残留物性质		
软化点/℃	每天一次	
洒布量，%	每天一次	±10

11 沥青面层

11.1 施工技术要点

11.1.1 沥青面层所用集料加工前期，首先要对生产各档集料所用振动筛网的筛孔尺寸进行规范化，筛网必须在确定规格后统一进行加工定制。

11.1.2 沥青面层所用集料在生产过程中，要及时做好碎石的自检工作，检测集料级配、针片状含量、含泥量等指标是否满足规范要求，根据检测结果可以看出设备是否存在问题（包括：振动筛筛网、输送皮带、反击破碎腔内的破碎板锤等），以便及时作出调整，从而保证集料生产的均匀。

11.1.3 重视集料加工场地及堆放场地的建设管理，减少成品料的二次污染，避免成品料的混料、串料现象。

11.1.4 根据青海不同区域特点选择沥青型号与沥青混合料类型。

11.1.5 重视目标配合比设计，目标配比设计是生产配比设计的基础，目标配比设计的某些混合料性能指标通常是通过生产配比设计来检查验证的，对于生产配比设计，不仅仅是确定混合料级配和用量以方便施工单位生产控制，更重要的是确保沥青路面的长期使用性能。

11.1.6 拌和楼控制的稳定性。正常施工阶段应通过每天的沥青混合料抽提筛分试验结果及生产控制打印记录综合评价拌和楼生产的稳定性。

11.1.7 施工温度控制。沥青混合料对温度的敏感性较高，温度过高混合料会老化，温度过低混合料又不利于摊铺碾压，因此施工当中应根据青海不同地域气候严格控制沥青混合料各环节的温度，确保摊铺碾压质量。

11.1.8 现场摊铺碾压工艺控制。摊铺碾压是路面的质量控制的关键，必须重视摊铺碾压工艺的选择及各施工工序的合理衔接，并形成质量抽检反馈机制，以便更好的保证路面质量。

11.2 一般规定

11.2.1 面层采用热拌沥青混合料铺筑时高等级公路和一级公路宜不低于 10℃ 气温下进行施工，其他等级公路宜不低于 5℃ 气温下进行施工；对于特殊情况需进行低温施工时，需采取低温施工的相关技术措施，如：加强运输过程中的保温组织措施，也可采用温拌技术，但是当气温低于 0℃ 时严禁施工。

11.2.2 根据青海区域气候特点，青海省可分为四个分区：I) 河湟谷地；II) 柴达木盆地及其延伸地区；III) 主要为祁连山地山区部分，玉树州较南端气候相对温和地区以及果洛的班玛、久治地区；IV) 青南高原大部分地区，以及祁连山脉西北部山区。分区图见图 G.6 所示，基于以上考虑，提出青海省不同气候分区的沥青及沥青混合料类型选择建议如表 36 和表 37。

注1：I 区，河湟谷地。是指青藏高原大坂山与阿尼玛卿雪山之间，黄河与湟水流域肥沃的三角地带，海拔较低，气候温和，土地肥沃，物产丰富，人口稠密，工农业发达，年平均降雨量在 300 毫米~600 毫米，是青海省气候最为温和的地区。对于沥青混合料来说，高温方面的指标要求相对较高，而低温要求相对其他地区较低。

注2：II 区，柴达木盆地及其延伸地区。柴达木盆地周围有祁连山、阿尔金山、昆仑山等山脉环绕。盆地底部海拔 2600 米~3000 米，边缘平均海拔 3350 米，高寒缺氧，少雨多风，高原大陆性气候特征显著。年平均气温 5.1℃~5.9℃，最高气温 33℃，最低气温 -40℃。年均降雨量为 100 毫米~300 毫米，西部地区一般只有十几毫米，年蒸发量为 1000 毫米~3000 毫米。

注3：III 区，主要为祁连山地山区部分，以及玉树州较南端地区和果洛的班玛地区。这几个地区的高温、低温和降雨量特征比较接近，除一些山峰之外，大部分海拔在 4000 米之下，相对青南高原其他地区气候较为温和，光照充足，日照强烈，冬寒夏凉，暖季短暂，冷季漫长，雨热同季，干湿季分明。年平均降水量通常在 300 毫米~600 毫米，其中班玛地区为高原大陆性半湿润气候，年均降水量 638.4 毫米。

注4：IV 区，青南高原大部分地区，以及祁连山脉西北部山区。以山地地貌为主，山脉绵延、地势高耸、地形复杂，海拔大多超过 4000 米，大气含量只占内地的 60% 左右，为典型的高原大陆性气候，年温差小、日湿差大、日照时间长、辐射强烈，一年中无四季之分，只有冷暖之别，冬季漫长而严寒，干燥多大风和雪雹天气；夏季短促温凉，乍暖还寒，多雨并伴有雪雹，自然条件极为严酷。年平均降水量在 400 毫米~700 毫米，其中久治县年均降水量 764.4 毫米。

表36 青海省不同气候分区的沥青选择

气候分区	包含区域	建议沥青 PG 等级	建议沥青类型
I	河湟谷地	PG64-22	SBS 改性沥青、橡胶沥青、普通沥青
II	柴达木盆地及延伸地区	PG64-28	SBS 改性沥青、橡胶沥青、普通沥青
III	主要为祁连山地山区部分，玉树州较南端气候相对温和地区以及果洛的班玛、久治地区	PG64-28	SBS 改性沥青、橡胶沥青、普通沥青
IV	青南高原大部分地区，以及祁连山脉西北部山区	PG58-34	SBS 改性沥青、普通沥青、SBR 改性沥青

注：所选择的沥青应满足不同分区的高温和低温要求，同时也应符合JTG F40-2004《公路沥青路面施工技术规范》对各种沥青的技术要求。

表37 青海省不同气候分区的沥青混合料选择

气候分区	包含区域	推荐沥青混合料类型
I	河湟谷地	上面层：AC13、AC16、Superpave13、SMA13、ARAC13 中面层：AC16、AC20、Superpave20 下面层：AC25、Superpave25
II	柴达木盆地及其延伸地区	上面层：AC13、AC16、Superpave13、SMA13、ARAC13 中面层：AC16、AC20、Superpave20 下面层：AC25、Superpave25
III	主要为祁连山地山区部分，以及玉树地区较南端相对温暖地区以及果洛的班玛地区	上面层：AC13、AC16、Superpave13、SMA13、ARAC13 中面层：AC16、AC20、Superpave20 下面层：AC25、Superpave25
IV	青南高原的大部分地区以及祁连山脉西北部山区	上面层：AC13、ARAC13 中面层：AC16、AC20 下面层：AC25、Superpave25

11.2.3 沥青混合料面层施工期间，应密切注意天气变化，已摊铺的沥青层因遇雨未进行压实的应予以铲除。雨过后，下承层完全干燥后方可进行沥青面层的施工。

11.2.4 一般情况，青海省沥青路面上、下面层多采用连续式密级配沥青混凝土（AC 型）。混合料公称最大粒径应与层厚相适应，沥青层单层压实厚度不宜小于集料公称最大粒径的 3 倍，以减少离析，便于压实。

11.2.5 沥青路面的各层沥青混合料应满足所在层位的功能性要求，且便于施工，不容易离析。各层应连续施工并联结成为一个整体。工程建设、监理、施工单位如发现混合料结构组合及级配类型的设计不合理时应提出意见要求修改、调整，或采取改性沥青等措施，以确保沥青路面的使用性能。

11.2.6 面层之间应设置粘结层，以保证面层结构的粘结性和连续性。

11.3 材料、机械、检测设备及后场管理

11.3.1 材料要求

11.3.1.1 粗集料

11.3.1.1.1 技术要求

粗集料应洁净、干燥、坚硬、无杂质、表面粗糙、近立方体的颗粒形状，粒径大于2.36 mm，集料生产中应选用反击式破碎机轧制的碎石，严格控制细长扁平颗粒含量，以确保粗集料的质量。集料质量应从源头抓起，派专人进驻集料加工厂，不合格的集料不得装车。粗集料技术要求如表38所示。

表38 沥青混合料用粗集料技术要求

指 标	单位	高速公路及一级公路		其他等级公路	试验方法
		表面层	其他层次		
石料压碎值 不大于	%	26	28	30	T 0316
洛杉矶磨耗损失 不大于	%	28	30	35	T 0317
表观相对密度 不小于	—	2.60	2.50	2.45	T 0304
吸水率 不大于	%	2.0	3.0	3.0	T 0304
对沥青的粘附性 不小于	/	4级	3级	3级	T 0616
坚固性 不大于	%	12	12	—	T 0314
针片状颗粒含量（混合料）不大于	%	15	18	20	T 0312
其中粒径大于 9.5mm 不大于	%	12	15	—	
其中粒径小于 9.5mm 不大于	%	18	20	—	
水洗法<0.075mm 颗粒含量 不大于	%	1	1	1	T 0310
软石含量 不大于	%	3	5	5	T 0320

注：有1个或以上表面为黄色节理面的集料颗粒含量应不大于5%。

11.3.1.1.2 上面层粗集料磨光值技术要求

上面层粗集料磨光值技术要求如表39所示。

表39 沥青混合料用粗集料磨光值的技术要求

雨量气候区	1 (潮湿区)	2 (湿润区)	3 (半干区)	4 (干旱区)	试验方法
年降雨量 mm	>1000	1000~500	500~250	<250	JTGF40-2004 附录 A
粗集料的磨光值 PSV 不小于	42	40	38	36	T0321

11.3.1.1.3 粗集料供料控制尺寸

用于沥青混合料的粗集料按三种规格尺寸供料，控制尺寸列于表40，控制上限的筛孔应通过100%，控制下限筛孔通过率应不大于15%。

表40 粗集料供料品种控制尺寸 (mm)

集料品种	下面层		上面层	
	控制尺寸	公称粒径	控制尺寸	公称粒径
1#料	26.5~13.2	10~20	16.0~9.5	10~15
2#料	9.5~4.75	10~5	9.5~4.75	10~5
3#料	4.75~2.36	5~3	4.75~2.36	5~3

11.3.1.2 细集料

11.3.1.2.1 用于沥青混合料的细集料应采用坚硬、洁净、干燥、无风化、无杂质，石质宜与粗集料相同，不能采用山场的下脚料。

11.3.1.2.2 对于细集料，粉尘含量和含泥量是控制重点，石屑的洁净程度以砂当量表示。沥青面层用石屑规格应为 S15 和 S16，且级配应满足表 41、表 42 和表 43 的要求。

11.3.1.2.3 一般而言，高等级公路沥青面层不应使用天然砂，但对于优质石料相对匮乏地区不得不采用天然砂时，沥青面层用天然砂应采用中砂，其规格应符合表 35 的规定，砂的含泥量超过规定时应水洗后使用。沥青面层中天然砂的用量，下面层不超过 15%，上面层不超过 10%。

表41 沥青混合料用石屑规格

规格	公称粒径 (mm)	通过下列筛孔的质量百分率 (%)							
		9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
S15	0~5	100	90~100	60~90	40~75	20~55	7~40	2~20	0~10
S16	0~3	—	100	80~100	50~80	25~60	8~45	0~25	0~15

表42 沥青混合料用天然砂规格

规格	公称粒径 (mm)	通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 (%)							
		9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
中砂	0~5	100	90~100	75~90	50~90	30~60	8~30	0~10	0~5

表43 沥青面层用细集料质量要求

指 标	高速、一级	二级及二级以下	试验方法
表观相对密度 $\geq$	2.50	2.45	T0328
坚固性 ($>0.3\text{mm}$ 部分) $\leq$ (%)	12	—	T0340
砂当量 $\geq$ (%)	60	50	T0334
含泥量 (小于 0.075mm 的含量), $\leq$ (%)	3	5	T0333
亚甲蓝值 $\leq$ (g/kg)	25	—	T0349
棱角性 (流动时间) $\geq$ (s)	30	—	T0345

注1：坚固性试验可根据工程需要进行。
注2：砂当量应不小于 60%（宜控制在 70%以上）。
注3：小于 0.075 mm 质量百分率宜不大于 12.5%。

11.3.1.3 填料

沥青混合料的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的矿粉。矿粉必须干燥、清洁，矿粉质量技术要求见表44。间歇式拌合楼回收的粉料不得用于拌制沥青混合料，以确保沥青面层的质量。

表44 沥青面层用矿粉质量技术要求

检验项目		单位	技术要求
表观相对密度	不小于	/	2.50
含水量	不大于	%	1.0
粒度范围	$<0.6\text{mm}$	%	100
	$<0.15\text{mm}$	%	90~100
	$<0.075\text{mm}$	%	75~100
外观		/	无团粒结块
亲水系数		/	<1.0
塑性指数		%	<4.0
加热安定性		/	无溃散、裂纹、鼓包

注：亲水系数宜小于0.8。
填料亦可以采用消石灰，代替部分矿粉，掺量不宜超过集料总质量的2%，并可提高混合料的水稳定性，沥青路面宜采用Ⅱ以上等级的消石灰，技术要求如表45所示。

表45 沥青面层用消石灰的技术要求

项 目	单位	技术要求	试验方法
表观相对密度 不小于	/	2.1	T0352
含水量 不大于	%	4	T0103
有效钙加氧化镁含量 不小于	%	55	T08013-94
安定性		合格	JC/T478.1-92
粒度范围	$<0.6\text{mm}$	%	100
			T0351

表 45 沥青面层用消石灰的技术要求（续）

	<0.15mm	%	90~100	
	<0.075mm	%	85~100	

11.3.1.4 抗剥落剂

当集料与沥青的粘附等级达不到技术要求时，需要掺加抗剥落剂等措施，对于液体抗剥落剂，应选用有较强抗老化性能，与沥青配伍性能良好的产品。技术要求包括：密度与沥青相同或接近；PH值宜大于7；常温下为液态，凝固点小于0℃；掺入沥青后（可按沥青质量0.4%加入）与石料的粘附性能提高到4级以上；

掺加铵类抗剥落剂的混合料需要进行老化后的检测，将混合料在135℃±1℃烘箱内进行4小时的高温短期老化，成型试件后在85℃±3℃烘箱中通风连续加热5d，进行浸水马歇尔与冻融劈裂试验，技术要求见表39。且应最少保证贮存两年以上不失效。

表46 抗剥落剂性能指标

技术性能	氯离子 含量（%）	铁离子 含量（%）	通过 2mm（%）	含水量 （%）	分解 温度（℃）	熔点 （℃）	PH 值	气味
技术要求	<1	>94	>90	<5	>250	90±2	5~7	无/轻微

集料与沥青的粘附性不满足沥青路面施工技术规范时，还可掺加消石灰、水泥，或将粗集料用饱和石灰水处理后使用，用量均为沥青混合料质量的1%~2%，具体用量由沥青混合料的水稳定性检验确定。

11.3.1.5 沥青

沥青混合料所采用的沥青标号应根据道路等级、气候条件、交通条件、路面类型、混合料设计要求选择。考虑到青海省的气候特点，以及青海近年气温升高趋势对沥青路面的影响，建议不同地区在选用沥青时充分考虑气候分区要求。

A级90号、110号和130号普通道路石油沥青和聚合物改性沥青（常用SBS改性沥青、SBR改性沥青）技术性质应符合表47和表48的规定。

表47 A 级 90 号、110 号和 130 号道路石油沥青技术要求

检 验 项 目			90 号	110 号	130 号
针入度（25℃，100g，5S）（0.1mm）			80~100	100~120	120~140
延度（5cm/min，15℃）（cm）			100	100	100
延度（5cm/min，10℃）（cm）			30	40	50
软化点（环球法）（℃）			44	43	40
溶解度（三氯乙烯）（%）			99.5	99.5	99.5
针入度指数 PI			-1.5 ~ +1.0	-1.5 ~ +1.0	-1.5 ~ +1.0
薄膜加热试 验 163℃，5h	质量变化（%）	不大于	±0.5	±0.5	±0.5
	针入度比（%）	不小于	57	55	54
	延度（15℃）（cm）	不小于	20	30	35
	延度（10℃）（cm）	不小于	8	10	12
闪点（COC）（℃）			245	230	230
含蜡量（蒸馏法）（%）			2.2	2.2	2.2

表 47 A 级 90 号、110 号和 130 号道路石油沥青技术要求（续）

密度（15℃）（g/cm ³ ）	实测	实测	实测
动力粘度（绝对粘度，60℃）（pa·s） 不小于	140	120	60

注1：试验方法按照现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTJ E20）规定的方法执行。用于仲裁试验求取 PI 时的 5 个温度的针入度关系的相关系数不得小于 0.997。

注2：经建设单位同意，表中 PI 值、60℃动力粘度、10℃延度可作为选择性指标，也可不作为施工质量检验指标。

注3：老化试验以 TFOT 为准，也可以 RTFOT 代替。

表48 聚合物改性沥青技术要求

技术指标		SBS（Ⅰ）				SBR（Ⅱ）			试验方法
		Ⅰ-A	Ⅰ-B	Ⅰ-C	Ⅰ-D	Ⅱ-A	Ⅱ-B	Ⅱ-C	
针入度（25℃，100g，5s）（0.1mm）		>100	100~80	80~60	60~40	>100	100~80	80~60	T0604
针入度指数 PI ≥		-1.2	-0.8	-0.4	0	-1.0	-0.8	-0.6	T0604
延度（5℃，5cm/min）≥（cm）		50	40	30	20	60	50	40	T0605
软化点 TR&B≥（℃）		45	50	55	60	45	48	50	T0606
运动粘度（155℃）≤（Pa·s）		3							T0625 T0619
闪点≥（℃）		230				230			T0611
溶解度≥（%）		99.5				99.5			T0607
离析，软化点差≤（℃）		2.0				—			T0661
弹性恢复（25℃）≥（%）		55	60	65	75	—			T0662
粘韧性≥（N·m）		—				5			T0624
韧性≥（N·m）		—				2.5			T0624
RTFOT 后残留物	质量损失≤（%）	±1.0							T0609 T0610
	针入度比（25℃）≥（%）	50	55	60	65	50	55	60	T0604
	延度（5℃）≥（cm）	30	25	20	15	30	20	10	T0605

采用橡胶沥青时，要添加的橡胶粉颗粒规格应符合表49的要求。橡胶粉筛分应采用水筛法进行试验。橡胶粉密度应为1.15 g/cm³ ± 0.05 g/cm³，应无铁丝或其它杂质，纤维比例应不超过0.5%，要求含有橡胶粉重量4%的碳酸钙，以防止胶粉颗粒相互粘结。

供应商应提供橡胶粉质量保证书，说明橡胶粉规格、加工方式、加工的废旧轮胎类型、橡胶粉的储存方式等。橡胶沥青应满足表50的技术要求。

表49 橡胶粉筛分规格

筛孔尺寸（mm）	通过率（%）
2.00	100
1.18	65~100

表 49 橡胶粉筛分规格（续）

0.6	20~100
0.3	0~45
0.075	0~5

表50 橡胶沥青技术要求

检测项目	技术指标
粘度，177℃，Pa.S	1.5~4.0
针入度（25℃,100g,5 s）0.1mm，最小	25
软化点，℃，最小	54
弹性恢复，25℃，最小	60

11.3.2 后场管理

工程开始前，须对材料的存放场地进行确认，检查集料堆放处是否已硬化，不符合规定要求时材料不得进场。进场的各种材料的来源、品种、质量应与提供的样品一致，不符合要求的材料严禁使用。后场管理要求详细如下：

11.3.2.1 场地要求

11.3.2.1.1 路面工程承包人应在工地拌和厂建有足以堆放承建标段上、下面层所用碎石总用量 2/3 并经过硬化处理的堆料场；

11.3.2.1.2 各种集料堆场地坪强度应能承受装载机的行驶。地坪结构建议采用压实度不小于 93%的掺灰土基土，铺装厚度不小于 10 cm 的碎石，其上再铺厚度不小于 10 cm 的水泥混凝土面层。拌和厂至主线道路应采用水泥混凝土或沥青混凝土硬化；

11.3.2.1.3 不同规格集料之间应设置一定高度的砖砌隔墙，防止各种集料之间相互混杂。应确保隔墙横向稳定，隔墙至少应有 40 cm 的厚度，并每隔一定长度应砌加劲立柱；

11.3.2.1.4 集料堆场的走向应与拌和机冷料斗排列走向平行，并应相隔一定距离，供装载机行驶；便于装载机从堆场一端装料，另一端堆放新到场集料的操作程序，做到集料“先到场先使用”，满足到场集料的检验要求。

11.3.2.2 沥青储存

11.3.2.2.1 沥青必须按品种、标号分开存放，长期不使用的盒装沥青放在自然温度下存储必须进行覆盖，防止长期雨水浸泡和太阳照射。在沥青储罐中的贮存的沥青温度不宜低于 130℃并不得高于 170℃，桶装沥青应直立堆放，加盖毡布。

11.3.2.2.2 设置合理的沥青加热装置，沥青加热炉底部设置一定的倾角，以保证沥青加热后快速输送，同时避免沥青在加热过程中的过度老化。盒装沥青在加热过程中，沥青温度不宜高于 180℃。

11.3.2.2.3 道路石油沥青的贮运，使用及存放过程中应有良好的防水措施，避免雨水或加热管道蒸气进入沥青中。

11.3.2.2.4 当沥青面层采用改性沥青时，首先应按使用要求选定相应等级的改性沥青，及适宜的基质沥青和改性剂类型，根据已有经验初步确定改性剂用量，并根据试验结果制备改性沥青。

11.3.2.2.5 工厂制作的成品改性沥青到达施工现场后存贮在改性沥青罐中，当需要作短时间保存时，改性沥青罐中必须加设搅拌设备并进行搅拌，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，发现离析等质量不符合要求的改性沥青不得使用。罐装 SBS 改性沥青，储存期控制在 15 日以内，储存温度控制在 130℃~140℃左右。罐装 SBR 改性沥青，储存期控制在 10 日以内，储存温度控制在 130℃~140℃左右。

11.3.2.3 进、用料要求

为避免集料堆放过程中发生离析，集料堆高不宜超过 4 m，进场集料不宜使用传送带或从某一固定高度卸料，尽量采用打堆的方式堆放集料，见图 G.7 所示。

11.3.2.4 场地管理

11.3.2.4.1 拌和厂生产过程中应及时洒水降尘，每天施工结束后应及时清扫堆料场地，防止集料二次污染；

11.3.2.4.2 拌和机排出的粉尘、热料仓的溢料和被机油污染的石料等不符合要求的废弃矿料，应堆至专门料场，明确标识，并及时清除，不应与拌制沥青混合料用集料混合堆放；

11.3.2.4.3 各规格料堆应设置面积不小于 0.5m² 的固定标牌、标示集料名称、规格、产地、责任人等，见图 G.8 所示。

11.3.3 施工机械

11.3.3.1 拌和楼

要求配置 3000 型以上间歇式沥青混合料拌和楼，至少配有 5 个冷料斗，成品沥青混合料储料仓的容量和个数视拌和楼能力及施工组织设计而定（一般情况下不宜低于 100 吨）、2 个粉仓（一个用于正常生产，另一个备用或用于添加抗剥落剂）。全部生产过程由计算机自动控制，配有良好的打印装置。拌和楼应配备良好的二级除尘装置。

拌和楼冷料仓之间须设有挡板，防止不同规格集料的“串料”现象，见图 G.9 所示。

拌和楼一级旋风除尘回收粉尘可通过螺旋输送至提升斗内再次使用，而二级布袋除尘回收粉尘严禁使用。且二级除尘的回收粉尘排放过程中须注意减少扬尘，以防扬尘回至冷料堆中，可集中排放至粉罐后排放，或直接通过螺旋输送排出，直接排出需要加湿处理，见图 G.10 所示。

为减少离析现象，拌和楼成品料卸料口高度不宜过高，以不影响料车正常作业尽量减少高度为宜。当高度过高时，可通过垫高地基来改善。

11.3.3.2 摊铺机

要求配置状态良好的沥青混合料摊铺机三台以上（含三台，其中一台备用）。摊铺机具良好的夯锤、找平系统，熨平板拼装要求新旧一致。

为减少摊铺过程的离析现象，螺旋布料器拼接不宜过短（见图 G.11 所示），尽量使用长螺旋（图 G.12 所示）。另外，为防止可能出现的带状离析集中，摊铺机挂勾应放置于摊铺机的端部。螺旋布料器变速箱位置由于缺少叶片，可能出现细料集中现象，可通过在此位置加装反向小叶片的方式进行改善，见图 G.13 所示。

11.3.3.3 压路机

单工作面要求配置 25 T 以上胶轮压路机 2 台以上，12 T 以上双钢轮压路机 2 台以上。

为减少混合料温度离析现象，双钢轮压路机作业过程中尽量减少喷水量，以不粘轮为度，在双钢轮压路机尽量实现间歇式喷水功能。

胶轮压路机应保证自身重量，自重不足时，在两侧加装配重。

11.3.3.4 自卸车

为保证施工的连续性，以及本地区的施工环境，载重量15 T以上的自卸汽车宜不少于20辆，具体数量视运距、运输条件及施工组织设计而定，保证前场等候卸料数量控制在每台摊铺机前3辆~5辆。

为减少运输过程中混合料温度散失过多，须做好保温措施。运输过程中须覆盖、绑扎严密，覆盖材料采用“两布一被”的方式（两层油布中间加一层棉被），同时在运料车侧厢、尾板凹槽处可填充石棉等保温材料，表面加铆上铁皮，见图G.14所示。

11.3.3.5 装载机

用于后场生产的装载机数量应能保证进料需要。

11.3.3.6 沥青洒布车

智能型沥青洒布车1辆。

11.3.4 检测设备

工地试验室必须配备性能良好、精度符合规定的质量检测仪器，并配备足够的易损部件。宜配备以下试验检测设备：

- a) 针入度仪；
- b) 延度仪；
- c) 软化点仪；
- d) 沥青混合料马歇尔试验仪；
- e) 马歇尔试件击实仪（底座必须固定良好，并用水平尺调平）；
- f) 试验室用沥青混合料拌和机；
- g) 沥青混合料最大理论密度测试仪（宜选择进口单筒型号）
- h) 脱模器；
- i) 沥青混合料离心抽提仪（配离心加速沉淀机）；
- j) 标准筛（方筛孔至少一套）；
- k) 烘箱（不少于2台，具体数量及型号要满足沥青和沥青混合料试验量的要求）；
- l) 马歇尔试模（不少于12只）；
- m) 恒温水浴；
- n) 路面取芯机；
- o) 路面弯沉仪；
- p) 砂当量仪；
- q) 路面平整度仪；
- r) 渗水系数仪（底座配有排气装置的改进型渗水系数仪）；
- s) 理论最大密度仪
- t) 高颈容量瓶（规格为500 mL至少6个）；
- u) 电子秤标定用砝码（根据电子秤标定重量进行相应配置）；
- v) 称量值最少5 kg、精确度为0.1 g的电子秤至少2台（应配备有调平气泡）；
- w) 水平尺；

- x) 温度计（温度枪），玻璃温度计数量应满足仪器设备、试验、检测等工作的需要；宜配备一把精确度较高的红外线温度枪，用于快速测量混合料的温度。

11.4 混合料配合比设计

热拌沥青混合料配合比设计遵循关于热拌沥青混合料配合比的目标配合比设计、生产配合比设计及生产配合比验证（试拌试铺验证）三个阶段，确定矿料级配及最佳沥青用量。

AC混合料配合比设计采用体积法进行设计，混合料体积结构见图G.15所示。

11.4.1 热拌沥青混合料技术要求

沥青面层各类型矿料级配根据施工技术规范要求，应符合表51的规定。

表51 AC型沥青混合料矿料级配范围

级配类型		通过下列筛孔(mm)的质量百分率(%)												
		31.5	26.5	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
粗粒式	AC-25	100	90~100	75~90	65~83	57~76	45~65	24~52	16~42	12~33	8~24	5~17	4~13	3~7
中粒式	AC-20		100	90~100	78~92	62~80	50~72	26~56	16~44	12~33	8~24	5~17	4~13	3~7
	AC-16			100	90~100	76~92	60~80	34~62	20~48	13~36	9~26	7~18	5~14	4~8
细粒式	AC-13				100	90~100	68~85	38~68	24~50	15~38	10~28	7~20	5~15	4~8

热拌沥青混合料设计采用马歇尔方法进行，混合料技术性质应满足表52要求，在确定了最佳油石比及集料级配后应开展相应的性能验证试验，性能试验结果应满足表53要求。

表52 AC型沥青混凝土马歇尔试验技术标准

试 验 指 标		单位	高等级公路、一级公路		二级及二级以下公路	
击实次数(双面)		次	75		50	
试件尺寸		mm	Φ 101. 6mm×63. 5mm			
空隙率 VV	深约 90mm 以内	%	3. 0~5. 0		3. 0~6. 0	
	深约 90mm 以下	%	3. 0~6. 0		3. 0~6. 0	
稳定度 MS 不小于		kN	8. 0		5. 0	
流 值 FL		0. 1mm	20~40 (20~50)			20~45 (20~50)
矿料间隙 率 VMA (%) 不小于	设计空隙率(%)	相应于以下公称最大粒径(mm)的最小 VMA 及 VFA 技术要求 (%)				
		26. 5	19	16	13. 2	
	2	10	11	11. 5	12	
	3	11	12	12. 5	13	
	4	12	13	13. 5	14	
	5	13	14	14. 5	15	
	6	14	15	15. 5	16	
沥青饱和度 VFA (%)		55~70	65~75			

注1：括号内为改性沥青混合料的技术要求；
注2：配合比设计中，沥青混合料的粉胶比宜控制在 0.8~1.6；

注3：设计空隙率不为整数时，VMA 内插得到；
注4：寒冷地区混合料沥青饱和度宜不小于 69%。

表53 AC 型沥青混合料配合比设计检验指标

检 验 项 目	单 位	技 术 要 求			试验方法
		当不使用改性沥青时		当使用改性 沥青时	
车辙试验动稳定度 ^①	次/mm	800 以上		2400 以上	T9719
		600 以上			
水稳定性：残留马歇尔稳定度 冻融劈裂试验	%	75 以上	80 以上	85 以上	T0709
		70 以上	75 以上	80 以上	T0729
低温小梁弯曲试验	μ ε	2300 以上		2800 以上	T0728

注1：当采用改性沥青时，车辙试验的试件成型后在常温下养生的时间不少于 48h，且不得超过 1 周，车辙试验不得采用取样后冷却再经二次加热重塑成型的试件；
注2：青海气候分区 I、II 动稳定度可选择 800 以上的标准，分区 III、IV 动稳定度可选择 600 以上的标准；
注3：对于青海气候分区的 I、II、III 地区选用此标准；
注4：对于青海气候分区的 IV 地区选用此标准。

11.4.2 设计步骤

沥青混合料配合比设计主要按以下步骤进行：

11.4.2.1 目标配合比设计阶段

11.4.2.1.1 确定各矿料的组成比例。分别取所用各类矿料进行筛分，用计算机或图解计算各矿料的用量，使合成的矿质混合料级配符合设计范围。本计算反复进行，使矿质混合料级配曲线应接近一条顺滑的曲线，考虑到混合料施工均匀性及抗高温性能，级配曲线尽量走“S”型，如图 3 所示。

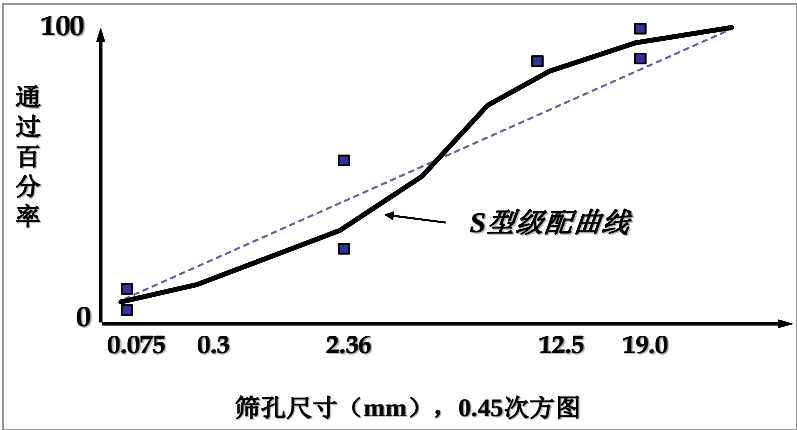


图3 矿料级配尽量呈 S 型级配

11.4.2.1.2 确定沥青的最佳油石比。根据计算确定的矿料组成和经验采用的油石比范围，按 0.5%间隔变化，取五个不同的油石比，用实验室小型拌和机拌制沥青混合料，制备五组马歇尔试件。测定试件

的密度、空隙率、沥青饱和度、稳定度和流值，分别绘制各项指标的曲线。按式（2）平均值作为最佳油石比初始值 OAC_1 。

$$OAC_1 = (a_1 + a_2 + a_3 + a_4) / 4 \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中：

a_1 ——密度最大值的油石比，%；

a_2 ——稳定度最大值的油石比，%；

a_3 ——空隙率范围中值的油石比，%；

a_4 ——沥青饱和度中值，%。

求出能满足沥青混凝土各项标准的最大油石比 OAC_{max} 和最小油石比 OAC_{min} ，按式（3）取中值 OAC_2 。

$$OAC_2 = (OAC_{max} + OAC_{min}) / 2 \quad \dots\dots\dots(3)$$

如果最佳油石比的初始值 OAC_1 在 OAC_{max} 和 OAC_{min} 之间，则认为设计结果是可行的，可取 OAC_1 和 OAC_2 的中值作为目标配合比最佳油石比 OAC 。结合项目气候特点，对应试件空隙率在3.0%~5.0%范围内；如 OAC_1 处在上述范围之外，应调整级配，重新进行配合比设计。

11.4.2.1.3 残留稳定度检验。按以上配合比制备沥青混凝土马歇尔试件，做浸水 48h 马歇尔试验，检验残留稳定度必须满足表 53 规定。

11.4.2.2 生产配合比设计阶段

11.4.2.2.1 确定各热料仓矿料和矿粉的用量。必须从二次筛分后进入各热料仓的矿料取样进行筛分。根据筛分结果，通过计算，使矿质混合料的级配接近目标配合比，以确定各热料仓矿料和矿粉的用料比例，供拌和机控制室使用。同时反复调整冷料仓进料比例，以达到供料均衡。

11.4.2.2.2 确定最佳油石比。取目标配合比设计的最佳油石比 OAC 和 $OAC \pm 0.3\%$ 三个油石比，取以上计算的矿质混合料，用试验室的小型拌和机拌制沥青混合料进行马歇尔试验，按目标配合比设计方法绘图分析，得出 OAC_1 和 OAC_2 后综合确定生产配合比的最佳油石比 OAC 。按以上方法确定的 OAC 可能与目标配合比的 OAC 不一致，如相差不超过 0.2 个百分点，应按生产配合比确定的 OAC 进行试件拌和试铺，或分析确定试拌试铺用油石比；如相差超过 0.2 个百分点，应找出原因，进一步试验分析后确定试拌试铺用油石比。

11.4.2.2.3 残留稳定度检验。按以上生产配合比，用室内小型拌和机拌制沥青混合料，做浸水 48h 马歇尔试验，检验残留稳定度，必须满足表 46 的规定。

11.4.2.3 生产配合比验证阶段

用生产配合比进行试拌，沥青混合料的技术指标合格后铺筑试铺段。取试铺用的沥青混合料进行马歇尔试验检验和沥青含量、筛分试验，检验标准配合比矿料合成级配中，至少应包括 0.075 mm、2.36 mm、4.75 mm 及公称最大粒径筛孔的通过率接近目标配合比级配值，并避免在 0.3 mm~0.6 mm 处出现驼峰。由此确定正常生产用的标准配合比。

11.4.2.4 关于沥青混凝土马歇尔室内试验中几点统一做法

- 11.4.2.4.1 进行目标配合比设计和生产配合比设计时，制备试件的混合料，需采用小型沥青混合料拌和机拌和，以模拟生产实际情况。
- 11.4.2.4.2 每组试件个数一律用 6 个；在配合比设计中，人工配制沥青混合料制作试件时宜采用替代法，施工现场采集的沥青混合料试样宜采用直接法制件。
- 11.4.2.4.3 进行目标配合比设计和生产配合比设计时，对矿料均须采用水洗法筛分。
- 11.4.2.4.4 试件成型温度：对于普通道路石油沥青，应根据粘温曲线确定其拌和与压实温度。对于改性沥青，由改性沥青供应商提供拌和压实温度，当条件不具备时，参照表 54 温度成型。

表54 改性沥青混合料试验拌和与击实温度（单位：℃）

矿料（包括矿粉加热温度）	170～175
沥青加热温度	160～170
沥青混合料拌和温度	160～170
试模预热温度	160～170
试件击实温度	155～160
试件成型终了温度	不低于 145

- 11.4.2.4.5 沥青混合料试件密度统一用表干法测得的毛体积密度。
- 11.4.2.4.6 沥青混合料理论最大相对密度，道路石油沥青混合料按 T0711 真空法实测获得，改性沥青按计算法确定。
- 11.4.2.4.7 其中沥青混合料理论最大相对密度应每次进行实测得到实测值，并以每天总量检验的平均筛分结果及油石比平均值计算获得计算值，二者之间的差值应不大于 0.01，否则应分析原因论证后取值。
- 11.4.2.4.8 试件的配料、拌和均应单个进行，以确保试验结果的一致性。

11.4.3 铺筑前的准备

11.4.3.1 下面层铺筑前准备

- 11.4.3.1.1 检查下封层的完整性与基层表面的粘结性。对局部基层外露和下封层两侧宽度不足部分应按下封层施工要求进行补铺；对已成型的下封层，用硬物刺破后应与基层表面相粘结，以不能整层被撕开为合格。
- 11.4.3.1.2 对下封层表面浮动矿料应扫至路面以外，表面杂物亦清扫干净。灰尘应提前冲洗，风吹干净。
- 11.4.3.1.3 路面基层沉降检查。下封层完成后，基层顶面沉降速率连续两个月内小于 3mm/月，才可铺筑下面层。

11.4.3.2 上面层铺筑前准备

- 11.4.3.2.1 沥青下面层的质量检验。对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（例如严重离析和开裂、油污染等）应按规定进行修复，并由监理组签署意见报项目办备案。
- 11.4.3.2.2 对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。
- 11.4.3.2.3 对下面层表面，清扫干净、冲洗的水迹晾干后喷洒粘层沥青，以浇洒均匀，不流淌不粘轮为准。粘层沥青喷洒后应进行交通管制，禁止任何车辆通行和人员踩踏，不粘车轮时才可摊铺。

11.4.4 铺筑试验路

沥青各面层施工开工前，均需先做试铺路面。每个面层施工单位，通过合格的沥青混合料组成设计，拟定试铺路面铺筑方案，采用重新调试的正式施工机械，铺筑试铺路面。试铺路面宜选在正线直线段，长度不少于300 m。

试铺路面施工分为试拌和试铺两个阶段，需要决定的内容包括：

- a) 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，按生产能力确定机械数量与组合方式。
- b) 通过试拌决定：
 - 1) 拌和机的操作方式，如上料速度、拌和数量、拌和时间与拌和温度等。
 - 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。
- c) 通过试铺决定：
 - 1) 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。
 - 2) 压实机具的选择、组合、压实顺序、碾压温度、碾压速度及遍数。
 - 3) 施工缝处理方法。
 - 4) 沥青面层的松铺系数。
- d) 确定施工产量及作业段的长度，修订施工组织计划。
- e) 全面检查材料及施工质量是否符合要求。
- f) 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、通讯及指挥方式。

试铺路面的质量检查频率应根据需要比正常施工时适当增加（一般增加一倍）。试铺结束后，试铺路面应基本上无离析和石料压碎现象，经检测各项技术指标均符合规定，施工单位应立即提出《试铺总结报告》，由驻地监理工程师审查，经总监批准后即可作为申报正式开工的依据。

11.5 施工

11.5.1 一般规定

11.5.1.1 铺筑沥青下面层前应检查封层的完整性及基层的粘结性，对局部基层外露和下封层两侧宽度不足部分应按下封层施工要求进行补铺；对已成型的下封层，用硬物刺破后应与基层表面相粘结，以不被整层撕开为合格。

11.5.1.2 铺筑沥青面层前应对相应下承层进行表面清扫。铺筑下面层前应将下封层表面浮动矿料清扫至路面以外，表面杂物亦清扫干净，灰尘应提前冲洗，风吹干净。铺筑上面层前应将下面层表面的泥污进行彻底的清洗晾干，对于油污染处，应局部凿除面层，用相同沥青混合料修补。

11.5.1.3 上下面层之间应喷洒粘层沥青，粘层施工方法根据本指导意见进行。

11.5.1.4 对于水泥混凝土桥面，除按照本意见规定处理外，在铺筑沥青混合料下铺装层前，应检查桥面防水层的完整性，必要时补洒防水层；同时将防水层表面浮动集料扫至桥面以外。

11.5.1.5 桥面沥青混合料铺装中应将桥面接缝内杂物清理干净，填塞碎石并捣实，上铺厚度不小于4cm的沥青混合料，碾压密实，缝面标高应与水泥混凝土调平层一致。此项工作应在喷洒桥面防水层之前完成。

11.5.2 拌和

11.5.2.1 严格掌握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℃。道路石油沥青混合料的施工温度宜根据135℃及175℃条件下测定的粘度-温度曲线确定，

改性沥青混合料参考供应商提供的施工温度，条件不具备时，可参照表 55 的范围选择，并根据实际情况适当调整。

表55 沥青混合料施工温度（单位：℃）

各环节施工温度		沥青混合料类型		
		90 号沥青混合料	110 号沥青混合料	改性沥青混合料
沥青加热温度		150~160	145~155	165~175
混合料出厂温度		正常范围 155~165，超过 185 者废弃	正常范围 150~160，超过 185 者废弃	正常范围 170~180，超过 190 者废弃
混合料运输到现场温度		不低于 150	不低于 145	不低于 160
摊铺温度	正常施工	不低于 145，否则废弃	不低于 140，否则废弃	不低于 155，否则废弃
	低温施工	不低于 150，否则废弃	不低于 145，否则废弃	不低于 160，否则废弃
开始碾压混合料内部温度	正常施工	不低于 135	不低于 135	不低于 150
	低温施工	不低于 145	不低于 140	不低于 155
碾压终了表面温度	钢轮压路机	不低于 70	不低于 70	不低于 90

注1：沥青混合料的摊铺温度、初压温度、复压温度和碾压终了温度均指铺层中部的温度,如条件允许，用插入式热电偶数显温度计借助金属插杆进行测定，碾压终了温度用红外线手持测温仪测量表面温度再换算成铺层内部温度。

- 注2：低温施工以日平均温度低于 15℃界定。
- 11.5.2.2 拌和楼控制室要逐盘打印沥青及各种矿料的用量及拌和温度，并定期对拌和楼计量和测温进行校核；无材料用量和温度自动记录装置的拌和机不得使用；
- 11.5.2.3 拌和时间由试拌确定。必须使所有集料颗粒全部裹覆沥青结合料，并以沥青混合料拌和均匀为度，干拌时间控制在 3 s~5 s，湿拌时间控制在 35 s~45 s，每盘混合料生产周期控制在 60 s 左右；
- 11.5.2.4 要注意目测检查混合的均匀性，及时分析异常现象。如混合料有无花白、冒青烟和离析等现象。如确认是质量问题，应作废料处理并及时予以纠正。在生产开始以前，有关人员要熟悉项目所用各种混合料的外观特征；
- 11.5.2.5 每天结束后，用拌和楼打印的各料数量进行总量控制。据各仓用量及各仓筛分结果在线抽查矿料级配；计算平均施工级配和油石比，与设计结果进行校核；据每天产量计算平均厚度，与路面设计厚度进行校核；
- 11.5.2.6 规模生产中，若非原材料发生变化，混合料生产配合比合成级配不得随意改变。同时各热料仓比例只能由试验负责人批准变动，操作人员无权更改。为便于随时检查，可在控制室外部设当天配合比参数，见图 G.16 所示。
- 11.5.2.7 每台拌和机每天上午、下午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、矿料级配和沥青混凝土的物理力学性质。
- a) 油石比与设计值的允许误差-0.1%至+0.2%。
 - b) 矿料级配与生产设计标准级配的允许差值：

- 1) 0.075mm ±2%
- 2) ≤2.36mm ±4%
- 3) ≥4.75mm ±5%

11.5.3 运输

11.5.3.1 运输过程中需检测混合料的出厂温度与到场温度,可在运料车侧厢板中部距底 30 cm 处钻取测温孔,见图 G.17 所示,检测时插入深度不少于 150 mm。

11.5.3.2 为减少卸料过程的离析,运料车在装料时应按“前、后、中”分堆装料,见图 G.18 所示。可设专人指挥料车前后移动,或在司机可见处设置明显标识牌,见图 G.18 所示。当运输车型号基本一致时,可在地面上分别标出相应的停车位置,通过拌和机控制室内的警铃提示车辆移动。

11.5.3.3 沥青混合料运输车的运量应较拌和能力和摊铺速度有所富余,摊铺机前方应有四辆运料车等候卸料。

11.5.3.4 运料车应有良好的篷布覆盖设施,卸料过程中继续覆盖,直到卸料结束取走篷布,以资保温或避免污染环境。篷布的尺寸及质地应视运输车及运输条件而定,一般而言,运料车周边宜富余 30 cm~50 cm 的篷布,且运料车左右两侧应采取必要的篷布固定措施,尤其防止由于篷布尺寸偏小而导致运输过程中的降温过快以及篷布尺寸偏大而导致卸料过程中篷布卷入摊铺机。

11.5.3.5 连续摊铺过程中,运料车在摊铺机前 10 cm~30 cm 处停住,不得撞击摊铺机。现场应设置专人进行指挥,卸料过程中运料车应挂空档,靠摊铺机推动前进。

11.5.3.6 为减少卸料过程的离析现象,自卸车向摊铺机料斗内卸料时,尽可能减少顶升次数,见图 G.19 所示。

11.5.4 摊铺

11.5.4.1 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,按 2 m/min~4 m/min 予以调整选择(桥面铺装的摊铺速度应为面层的 0.8 倍以下,且不大于 2 m/min),做到缓慢、均匀、不间断地摊铺。做到每天收工停机一次。

11.5.4.2 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。

11.5.4.3 下面层摊铺厚度宜采用钢丝引导的高程控制方式。钢丝为扭绕式,直径不小于 6 mm,钢丝拉力大于 800 N,每 5 米设一钢丝支架。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,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“雪撬”。

11.5.4.4 上面层宜用非接触式平衡梁装置控制摊铺厚度。两台摊铺机摊铺层的纵向接缝,应采用斜接缝,避免出现缝痕。两台摊铺机梯队作业时,前后距离不应超过 30 m。

11.5.4.5 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。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 高度为度,熨平板挡板前混合料的高度应在全宽范围内保持一致,避免摊铺层出现离析现象。

11.5.4.6 检测松铺厚度是否符合规定,以便随时进行调整。摊前熨平板应预热至规定温度。摊铺机熨平板必须拼接紧密,不许存有缝隙,防止卡入粒料将铺面拉出条痕。

11.5.4.7 考虑到青海省施工环境温度偏低,摊铺机作业过程中应尽可能提高熨平板和夯锤振级,以不击碎石料为度。

- 11.5.4.8 为减少两台摊铺机拼接处的温度离析现象，两台摊铺机间距应尽量缩短，以不影响后台摊铺机作业为度，见图 G.20 所示，间距控制在 10 m 以内。
- 11.5.4.9 摊铺面层混合料前应将中央分隔带路缘石设置好，路肩侧应设置钢模板。近中央分隔带路缘石处应适量多摊些混合料，加强路缘石边缘处沥青混合料的压实，也可设置一台小型压路机对边部进行压实。
- 11.5.4.10 摊铺时尽量缩短料车更换的间隔时间，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。如出现摊铺中断而不得不拢料时，未防止料斗（尤其是两侧三角区域）前后两车料的温度离析，应及时对料斗进行清理。
- 11.5.4.11 摊铺遇雨时，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。

11.5.5 碾压

- 11.5.5.1 应选择合适的压路机组合方式及碾压步骤进行沥青混合料的压实。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。初压不宜使用胶轮压路机；复压采用轮胎压路机，终压采用钢轮压路机。
- 11.5.5.2 路面碾压方式、碾压程序及碾压遍数由试铺确定，并依据施工气温变化进行必要调整。碾压工艺可参照下列方式：
- a) 双钢轮压路机前静后振一遍，前后振压一遍，胶轮压路机碾压四遍，双钢轮压路机收光一至两遍；
 - b) 双钢轮压路机前后静压一遍，前后振压一遍，胶轮压路机碾压六遍，双钢轮压路机收光一至两遍。
- 11.5.5.3 碾压组合中需要重视胶轮压路机作用，胶轮压路机作用机理见图 G.21 所示，胶轮压路机碾压作业过程中主要依靠自重，通过前后轮的错位给路面施加搓揉的作用力，给路面作用一个变化的接地压力，对于提升细集料，从而保证路面的密水性起非常重要的作用。碾压组合设计中应让胶轮压路机尽可能紧跟。
- 11.5.5.4 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异，应符合表 56 的要求。

表56 沥青混合料碾压速度

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
轮胎压路机	/	/	3.5~4.5	8	/	/
钢轮	1.5~2	5	4~5	8	2~3	5
振动压路机	(静压)	(静压)	(振动)	(振动)	(静压)	(静压)

- 11.5.5.5 振动压路机应遵循“紧跟、慢压、高频、低幅”的原则。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、停止必须减速缓行，不得刹车制动。压路机折回应呈阶梯状，不应处在同一横断面上，见图 G.22 所示。
- 11.5.5.6 不同阶段的碾压长度一般控制为：初压阶段 40 m~60 m，复压阶段 50 m~70 m，施工中主要根据当日的气温、风速对混合料温度的影响而定。如遇到气温较低的环境，可视混合料温度散失情况，适当缩短碾压段落长度，碾压阶段温度控制见表 48。
- 11.5.5.7 为防止碾压过程中产生“粘轮”现象，钢轮压路机可采取间歇式喷水，但尽可能减少喷水量，以不粘轮为度；胶轮压路机则严禁喷水，施工开始阶段可通过人工在轮胎表面涂刷隔离剂（由植物油、

洗衣粉、水混合而成)的方式,见图 G.23 所示。待轮胎温度上升后则可不需要继续涂抹,改性沥青混合料需要间歇涂抹。

11.5.5.8 在当天碾压的沥青层面上,不得停放压路机或其它车辆,并防止矿料、油料和杂物散落在沥青层面上。

11.5.5.9 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。桥面沥青铺装层的压实功不应减少,以保证压实度。

11.5.5.10 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,防止沥青混合料粘轮。

11.5.5.11 压实完成 12h 后,方能允许施工车辆通行。

11.5.6 接缝处理

11.5.6.1 纵向施工缝。采用两台摊铺机成梯队联合摊铺方式完成的纵向接缝,应采用松铺斜接缝,以热接缝形式,最后作跨接缝碾压,以消缝迹。如果两台摊铺机相隔距离较短,也可做一次碾压。上下面层纵缝应错开 15 cm 以上。

11.5.6.2 横向施工缝。全部采用平接缝,见图 G.24 所示。用三米直尺沿纵向放置,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;继续摊铺时,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,从先铺路面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。

11.5.6.3 为减少路面接缝,横向施工缝不宜采取阶梯状,采用锯缝机齐切后,继续摊铺时,在切割面涂刷乳化沥青。

11.5.6.4 当天碾压完毕应将压路机开向未铺新面层的下承层上过夜,第二天压路机开回新施工面层上后,铲除接缝处斜坡层继续摊铺混合料。

11.5.6.5 上面层横向施工缝应远离桥梁伸缩缝 20 m 以外,以确保伸缩缝两边路面表面的平顺。

11.6 质量管理与检查验收

11.6.1 施工过程质量管理

11.6.1.1 原材料的质量检查:包括沥青、粗集料、细集料、填料。

11.6.1.2 混合料的质量检查:油石比、矿料级配、稳定度、流值、空隙率、残留稳定度;混合料出厂温度、运到现场温度、摊铺温度、初压温度、碾压终了温度;混合料拌和均匀性。

11.6.1.3 面层质量检查:厚度、平整度、宽度、高程、横坡度、压实度、弯沉值、横向偏位、渗水系数、构造深度和摩擦系数;摊铺的均匀性。沥青面层施工质量检查方法、检查频率和质量标准应符合表 57 要求。

其中,压实度采用双控指标,要求沥青拌和场每天取 1 次~2 次实测马歇尔试件密度,取平均值作为该批混合料铺筑路段压实度的马歇尔标准密度,马歇尔标准密度的压实度不小于 98%;每天实测的最大理论密度作为标准密度,平行试验的试样数不少于 2 个,以平均值作为该批混合料铺筑路段的压实度标准密度,改性沥青混合料采用计算法确定最大理论密度,最大理论密度压实度为 93%~97%。芯样宜在硬路肩和超车道上钻取。

上面层平整度要求连续平整度仪 100 m 标准差的合格标准不大于 0.8 mm。

渗水系数应作为常规试验进行检测,应使用改进型渗水仪(着地环状宽度 35 mm、装有渗水仪开关),施工单位自检和监理组抽检,可按取芯压实度检验频率随机选点。渗水系数合格率宜不小于 80%,当合格率小于 80%时应加倍频率检测,如检测结果仍小于 80%,需对该段面层进行处理。

表57 沥青路面施工阶段的质量检查标准

项目		检查频度（单幅双车道）	质量要求或允许差	试验方法
外观		随时	无油斑、离析、轮迹	目测
接缝		随时	紧密、平整、顺直、无跳车	目测、三米直尺
施工温度		每车料一次	符合表 48 规定	T0981
矿料级配，与生产设计	0.075mm	逐盘在线检测	± 2	计算机采集数据
	$\leq 2.36\text{mm}$		± 5	
	$\geq 4.75\text{mm}$		± 6	
计标准级配的差（%）	0.075mm	逐机检查，每天汇总 1 次，取平均值评定	± 1	总量检验
	$\leq 2.36\text{mm}$		± 2	
	$\geq 4.75\text{mm}$		± 2	
	0.075mm	每台拌和机每天上、下午各 1 次	± 2	T0725
	$\leq 2.36\text{mm}$		± 4	
	$\geq 4.75\text{mm}$		± 5	
沥青含量（油石比），与生产设计的差（%）		逐盘在线检测	± 0.3	计算机采集数据计算
		逐机检查，每天汇总 1 次，取平均值评定	± 0.1	总量检验
		每日每机上、下午各 1 次	$-0.1 \sim +0.2$	T0722
马歇尔试验	稳定度（kN）	每日每机上、下午各 1 次	高速一级不小于 8.0，二级及其以下 5.0	T0709
	流值（0.1mm）		普通沥青混合料：20~40（二级及其以下 20~45） 改性沥青混合料：20~50	
	空隙率（%）		生产配合比 ± 1	
压实度（%）		1 次/200 m	不小于 98（马歇尔密度） 93.0~97.0（最大理论密度）	T0924
厚度（代表值 mm）	上面层	1 次/2 000 m ²	-5 mm	T0912
	下面层	1 次/2 000 m ²	-3 mm	
	总厚度	1 次/2 000 m ²	设计值的-5%，二级及其以下为设计值的-8%	
平整度（三米直尺测最大间隙 mm）	上面层	随时，接缝处单杆评定	3 mm，二级及其以下为 5 mm	T 0931
	下面层	随时，接缝处单杆评定	5 mm，二级及其以下为 7 mm	

表 57 沥青路面施工阶段的质量检查标准（续）

平整度 (标准差 mm)	上面层	每车道连续检测，接缝处单杆评定	0.8mm，二级及其以下为 2.0mm	T 0932
	下面层	每车道连续检测，接缝处单杆评定	1.2mm，二级及其以下为 2.5mm	
宽度（m）		2 处/100m	不小于设计宽度	T0911
纵断面高度（mm）		2 处/100m	±15	T0911
横坡度（%）		2 处/100m	±0.3	T0911
中线平面偏位（mm）		2 处/100m	±20	T0911
渗水系数 ml/min 不大于		每 1km 5 点，上、中、下面层都应检测	图 8 地区分类，Ⅰ、Ⅲ、Ⅳ地区 150ml/min，Ⅱ地区 300ml/min	改进型渗水仪
上面层摩擦系数		1 处/200m	符合设计要求	T0964
上面层构造深度				T0961

注：渗水合格率不低于80%，以两公里评定。

11.6.1.4 过程中应加强对路面离析的检测，发现问题及时分析解决。离析可通过渗水、构造深度试验来判定，同一横断面进行构造深度测试时，最大值与平均值之比不应超过 1.5。

11.6.1.5 面层平整度是路面质量的主要指标，要求连续平整度仪 100m 标准差的合格标准下面层不大于 1.2 mm，，上面层不大于 0.8 mm。

11.6.1.6 面层厚度检查下面层合计厚度和上面层厚度。厚度代表值按本规范附录 F 计算。代表值应不小于设计值减去规定的允许差。

11.6.1.7 面层混合料的离析包括沥青混合料的温度离析和沥青混合料的级配离析。离析检测结果应符合下列要求：

- a) 施工过程中采用红外温度探测器检测的温度差不应超过 20 ℃；
- b) 构造深度的大值与平均值之比不应超过 1.5。

11.6.1.8 上面层碾压完毕构造深度应不小于 0.7 mm，摆式仪测得摩擦系数应不小于 55BPN。

11.6.1.9 施工过程中随时对路面进行外观（色泽、油膜厚度、表面空隙）检查，尤其特别注意防止粗细集料的离析和混合料温度不均匀，造成路面局部渗水、严重离析或压实度不足时，必须采取补救措施。

11.6.1.10 路面施工过程中如发现局部光面较多时，应仔细检查油石比、矿料级配是否偏离设计，拌和是否均匀、矿粉结团和用量偏离设计等情况，严重和应予铲除，并调整配合比。

11.6.1.11 在铺筑桥面铺装过程中需对桥面防水粘结层的效果进行评定，确认防水粘结层完整不透水，与桥面板粘结良好。

11.6.1.12 沥青面层施工应按本规范附录 E 的方法，利用计算机实行动态管理，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。

11.6.2 交工验收阶段的工程质量检查与验收

11.6.2.1 工程完工后，施工单位应将全线 1 km~3 km 作为一个评定路段，每侧行车道按表 58 规定的频率，随机选取测点，对沥青面层进行全线自检，将单个测定值与表中质量要求或允许偏差进行比较，计算合格率。除面层厚度应同时检查总厚度外，其余各项指标均检查上面层。

11.6.2.2 面层厚度、压实度宜利用施工过程中的钻孔数据，检查每一个测点与极值相比的合格率，计算代表值。只有代表值合格后，合格率才有意义。

11.6.2.3 路表平整度采用连续式平整度仪进行测定，以每 100 m 的标准差为 1 个测值，计算合格率。

表58 沥青路面面层交工检查与验收质量标准

检查项目		检查频率 (单幅路面面层)	质量要求或允许偏差	试验方法
外观		随时	表面平整密实，不得有明显轮迹、裂纹、推挤、油丁、油包等缺陷，且无明显离析	目测
面层总厚度	代表值	每 1km 5 点	设计值的-5%，二级及其以下为设计值的-8%	T0912
	极值		设计值的-10%，二级及其以下为设计值的-15%	
上面层厚度	代表值		设计值的-10%	
	极值		设计值的-20%	
压实度(%)， 不小于	代表值	每 1km 5 点	马歇尔密度的 96，最大理论密度的 92	T0924
	极值		马歇尔密度的 96，最大理论密度的 92	
平整度 (三米直尺测 最大间隙 mm)	上面层	随时，接缝处单杆评定	3mm，二级及其以下为 5mm	T 0931
	下面层	随时，接缝处单杆评定	5mm，二级及其以下为 7mm	
平整度 (连续式平整 度仪 标准差 mm)	上面层	每车道连续检测，接缝处单杆评定	0.8mm，二级及其以下为 2.0mm	T 0932
	下面层	每车道连续检测，接缝处单杆评定	1.2mm，二级及其以下为 2.55mm	
渗水系数 (ml/min)，不大于		每 1km 5 点	图 8 地区分类，I、III、IV 地区 150ml/min，II 地区 300ml/min	T0971
宽度		每 1km 20 断面	不小于设计宽度	T0911
纵断高程 (mm)		每 1km 20 断面	±15	T0911
中线偏位 (mm)		每 1km 20 断面	±20	T0911
横坡 (%)		每 1km 20 断面	±0.3	T0911
弯沉		全线每 20m 1 点	实测记录	T0951
构造深度		每 1km 5 点	实测记录	T1961
摩擦系数摆值		每 1km 5 点	实测记录	T0964

11.6.2.4 路表渗水系数与构造深度宜在施工过程中路面成型后立即测定，计算合格率。

11.6.2.5 利用摆式摩擦系数仪实测路表摩擦系数，如实记录测点数据并作必要的修正。

11.6.2.6 交工验收时用贝克曼梁实测路表的回弹弯沉值，如实记录测点的数据，并作必要的修正。

11.6.2.7 各项要求在交工验收时实测记录的数据可不作为沥青面层质量合格与否的评价指标。

12 水泥混凝土桥面防水层

12.1 一般规定

- 12.1.1 水泥混凝土桥面防水层要求能达到防水和保证层间粘结的作用,同时要能抵抗施工机械的作用和环境的影响。桥头搭板粘结层应与桥面防水层同时施工,技术要求与桥面防水层相同。
- 12.1.2 桥面防水层施工前,水泥混凝土表面应采用机械清除浮浆,除去超过设计标高的突出部位。
- 12.1.3 铺设防水粘结层必须确保混凝土完全干燥、洁净,严禁在潮湿的条件下铺设防水粘结层,防止混凝土中的水份遇热变成水汽使防水粘结层产生鼓包。
- 12.1.4 桥面防水层在低于 10℃气温、雨天及五级风以上天气均不得施工。

12.2 材料要求

12.2.1 防水粘结材料

- 12.2.1.1 防水粘结材料宜采用桥面柔性防水涂料、乳化 SBS 改性沥青或热喷改性沥青。
- 12.2.1.2 桥面防水粘结层用乳化 SBS 改性沥青的技术要求应符合表 26 的规定。
- 12.2.1.3 桥面柔性防水涂料的技术要求应符合表 59 的规定。

表59 桥面柔性防水涂料技术要求

试验项目	技术标准		检查频率
	1 号料	2 号料	
低温柔韧性	-20 ℃，7 d 后绕 Φ10 mm 棒， 无裂纹	-30 ℃，10 d 后时绕 Φ3 mm 棒，不开裂	每 2 000 m ² 一组试 样
耐热性	160 ℃ 30 min 薄膜无变化	180 ℃ 5 h 不起鼓，不脱落	
延伸性（%）	不小于 400	640~1000	
粘结强度（MPa）	0.25~0.40	不小于 1.0	
注：粘结强度试验温度为20℃，采用“∞”型试件，拉伸速度50~80mm/min。			

12.2.2 集料

当桥面防水层采用改性SBS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,需在桥面防水层表面均匀洒布少量S14号机制砂,集料规格应符合JTG F40-2004《公路沥青路面施工技术规范》的要求。

12.3 施工准备

桥面防水层施工前应作好桥面板的检查,包括以下几个方面:

- a) 表面平整,凹凸高差宜不大于 5 mm。
- b) 桥面铺装混凝土强度必须达到设计强度。
- c) 桥面铺装表面必须牢固、结实、无浮浆,不能有钢筋、骨料等尖锐突出物。
- d) 桥面表面要求干燥。

12.4 施工工艺

12.4.1 桥面的检查与清扫

用桥面清扫机清除水泥混凝土桥面铺装浮浆，再用2~3台森林灭火鼓风机将浮灰吹净，然后用水冲洗，风干后方可喷涂防水层。

12.4.2 材料的喷涂

12.4.2.1 乳化 SBS 改性沥青的桥面防水层的喷洒数量折算成纯沥青为 0.4 kg/m²~0.5 kg/m²。

12.4.2.2 桥面柔性防水层分三层进行喷涂施工：用 1 号底层料喷涂第一层防水涂料，用量为 0.5 kg/m²~0.52 kg/m²；实干后，用高粘 1 号料按 0.95 kg/m²~1.0 kg/m²用量喷涂第二层；实干后，用 2 号料按 0.1 kg/ m²~0.5 kg/ m²用量喷涂第三层。实干后防水层平均成型厚度 0.5 mm~0.6 mm。

12.4.3 撒布集料

每段乳化沥青喷洒后，立即用集料撒布机撒布集料，用量为2 m³/1 000 m²~3 m³/1 000 m²左右。

12.4.4 碾压

集料撒布后即 用 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。碾压顺序由路肩侧到中分带侧依次碾压。

12.4.5 养生

桥面防水层施工完毕 后 要 养 护 24 h 以 上，经检查防水层实干后，方可进行沥青混凝土铺装层的施工。在铺筑桥面铺装层前要控制交通，禁止人员在上面骑车、踩踏，控制机动车通行，并禁止在防水层表面刹车、调头。

12.5 质量管理与检查验收

12.5.1 一般要求

防水层施工完成后，应采取保护措施，不得再凿眼、打洞，施工完毕应及时清理现场。

12.5.2 防水层施工过程中的质量检验

12.5.2.1 施工单位在施工过程中应自检，随时进行外观检查，发现喷涂达不到要求，应立即停止施工，找出原因，采取措施后再恢复施工，对喷涂达不到要求的部分应及时修补。

12.5.2.2 桥面柔性防水层的检查标准、试验方法及检查频率应符合表 60 的规定。

表60 水泥混凝土桥面柔性防水层的检验标准

检查项目	试验条件	技术标准	检查频率
厚度（mm）	采用沥青针入度仪量测厚度	满足设计要求	1 000 m ² 一组（每组四点取平均值）
不透水性	在透水砂浆试件上，按实际的施工工艺喷涂防水层，经过热碾压沥青混合料作用后，进行渗水试验	57 cm 水柱，30 min 不渗漏	每 1 试用段一组，每组 3 个试件

表 60 水泥混凝土桥面柔性防水层的检验标准（续）

外观	目测无起泡、破损、滑移、皱折、堆积，30℃以上气温时，不被车轮胎粘走		随时
----	------------------------------------	--	----

13 施工质量检查与验收

13.1 工程质量检查与验收

13.1.1 青海省公路沥青路面施工现场质量管理应有相应的施工技术标准，健全的质量管理体系、施工质量控制和质量检验制度。

13.1.2 青海省公路沥青路面应按下列规定进行施工质量控制：

- a) 工程采用的主要材料、半成品、成品等应进行现场验收，并按本规程有关规定进行复验。现场验收和复验结果应经监理工程师检查认可。凡涉及结构安全和使用功能的，监理工程师应按规定进行平行检验或见证取样检测。
- b) 各工序应按本规程规定进行质量控制，每道工序完成后应进行检查，并形成记录。
- c) 工序之间应进行交接检验，相关专业工序之间的交接检验，未经监理工程师检查验收认可，不得进行下道工序施工。

13.1.3 沥青路面作为道路单位工程的分部（子分部）工程，可划分为透层、粘层、封层、热拌沥青混合料路面、温拌沥青混合料路面、桥面防水粘结层等分项工程。各分项工程可根据施工工艺、质量控制和专业工程特点及路段长度等划分为若干个检验批。

13.1.4 对沥青路面子分部工程的质量验收，应在各相关分项工程验收合格的基础上，进行质量控制资料及外观质量验收，并应对涉及结构安全的材料、试件、施工工艺等进行见证检测或结构实体检验。

13.1.5 当沥青路面施工质量不符合要求时，应按下列规定进行处理：

- a) 经返工重做的，应重新进行验收。
- b) 经有资质的检测单位检测鉴定能够达到设计要求的，应予以验收。
- c) 经有资质的检测单位检测鉴定达不到设计要求，但经原设计单位核算认可能够满足结构安全和使用功能的，可予以验收。
- d) 经返修或加固处理的分项、分部（子分部）工程，虽然改变外形尺寸但仍能满足使用要求，可按技术处理方案和协商文件进行验收。

13.1.6 通过返修或加固处理仍不能满足安全使用要求的沥青路面分部（子分部）工程，严禁验收。

13.1.7 工程完工后，施工单位应将全线以 100 m~500 m 作为一个评定路段，按各章节规定频率，随机选取测点，对沥青面层全线自检，计算平均值、标准差及变异系数，全线测定路基、基层、路面平整度、宽度、纵断面高程、横坡度等，并提出竣工图。

13.1.8 对需要钻（挖）孔取样才能检查的厚度、压实度，沥青用量、矿料级配等，经主管部门同意，可利用施工过程中测定的数据。当需实测矿料级配和沥青用量时，其试样可合用一个评定路段钻孔的混合料。

- 13.1.9 对厚度和压实度还应按本规程附录的方法计算每一个评定路段的平均值与代表值，并进行评定。
- 13.1.10 路缘石的质量检查及验收与车行道相同，其质量指标应符合表 61 的规定。

表61 路缘石工程质量标准

检查项目	检查频度	质量要求或允许偏差	检查方法
直顺度	每 100 m 2 点	10 mm	拉 20 m 小线量取最大值
预制块相邻块高差	每 100 m 5 点	3 mm	用钢板尺量
预制块相邻缝宽	每 100 m 5 点	±3 mm	用钢板尺量
立式路缘石顶面高程	每 100 m 5 点	±10 mm	用水准仪
水泥混凝土路缘石的预制块强度	每 1 km 1 点	25MPa	留试块试验
沥青混凝土路缘石的压实度	每 1 km 1 点	95%	取样试验

- 13.1.11 工程建设单位在接到施工单位的交工验收报告，并确认施工资料齐全后，应立即组织有关单位对施工质量进行交工检查与验收。检查验收应按随机抽样的方法，选择一定数量的评定路段进行实测检查，每一检查段的检查频度、试验方法及检测结果应符合本规范的规定。当实测检查有困难时，经主管部门同意后，可随机抽查一定数量施工单位的质量检测结果，对工程质量进行评定。此种情况下，仍应复测部份路段的平整度，并利用施工中保存的钻孔试件对厚度及压实度进行复核。
- 13.2 工程施工总结
- 13.2.1 工程结束后，施工企业应根据国家竣工文件编制的规定，提出施工总结报告及若干个专项报告，连同竣工图表，形成完整的施工资料档案，一并提交工程主管部门及有关档案管理部门。
- 13.2.2 施工总结报告应包括工程概况（包括设计及变更情况）、工程基础资料、材料、施工组织、机械及人员配备、施工方法、施工进度、试验研究、工程质量评价、工程决算、工程使用服务计划等。
- 13.2.3 施工管理与质量检查报告应包括施工管理体制、质量保证体系、施工质量目标、试验段铺筑报告、施工前及施工中材料质量检查结果（测试报告）、施工中工程质量检查结果（测试报告）、工程交工后质量自检结果（测试报告）、工程质量评价以及原始记录、相册、录像等各种附件。
- 13.2.4 施工企业在公路施工结束通车后，应进行定时间（宜为交工后一年）的工程使用服务，服务内容包括路面使用情况观测、局部损坏的维修保养，并将服务情况报告有关部门。

附 录 A
(规范性附录)
路面原材料检测项目及检测频率

A.1 底基层

路面底基层原材料检测项目、检测频率应符合表A.1的规定。

表A.1 路面底基层原材料检测项目、检测频率

材料品种	检测单位	检测项目	检测频率
级配砂砾	施工单位自检	液限、塑性指数、针片状、压碎值、水洗法筛分、有机质含量	不少于每 1 000 m ³ 检测一次
	监理组抽检	液限、塑性指数、针片状、压碎值、水洗法筛分、有机质含量	不少于自检频率 20%
	业主抽检	液限、塑性指数、针片状、压碎值、水洗法筛分、有机质含量	不少于自检频率 5%

A.2 基层

路面基层原材料检测项目、检测频率应符合表A.2的规定。

表A.2 路面基层原材料检测项目、检测频率

材料品种	检测单位	检测项目	检测频率
水泥	施工单位自检	细度、安定性、凝结时间、胶砂强度	不少于每批 300 吨/次
	监理组抽检	细度、安定性、凝结时间、胶砂强度	不少于自检频率 20%
	业主抽检	细度、安定性、凝结时间、胶砂强度	不少于自检频率 5%
粗集料 (>4.75mm)	施工单位自检	水洗法筛分、压碎值、针片状颗粒含量	不少于每 2 000 吨 检测 1 次
	监理组抽检	水洗法筛分、压碎值、针片状颗粒含量	不少于自检频率 20%
	业主抽检	水洗法筛分、压碎值、针片状颗粒含量	不少于自检频率 5%
细集料 (<4.75mm)	施工单位自检	水洗法筛分、液限、塑性指数	不少于每 1 000 吨 检测 1 次
	监理组抽检	水洗法筛分、液限、塑性指数	不少于自检频率 20%
	业主抽检	水洗法筛分、液限、塑性指数	不少于自检频率 5%

A.3 下封层

路面下封层原材料检测项目、检测频率应符合表A.3的规定。

表A.3 路面下封层原材料检测项目、检测频率

材料品种	检测单位	检测项目	检测频率
乳化石油 沥青	施工单位自检	粘度, 蒸发残留物含量、针入度、延度、软化点	不少于每车检测 1 次
	监理组抽检	粘度, 蒸发残留物含量、针入度、延度、软化点	不少于每 5 车检测 1 次
	业主抽检	粘度、筛上剩余量、贮存稳定性, 蒸发残留物含量、针入度、延度、软化点	不少于每 20 车检测 1 次
乳化 SBS 改性沥青	施工单位自检	粘度, 蒸发残留物含量、针入度、延度、软化点	不少于每车检测 1 次
	监理组抽检	粘度, 蒸发残留物含量、针入度、延度、软化点	不少于每 5 车检测 1 次
	业主抽检	粘度、筛上剩余量、贮存稳定性, 蒸发残留物含量、针入度、延度、软化点、弹性恢复	不少于每 20 车检测 1 次
集料	施工单位自检	水洗法筛分	不少于每 200 吨检测 1 次
	监理组抽检	水洗法筛分	不少于自检频率 20%
	业主抽检	水洗法筛分	不少于自检频率 5%

A.4 面层

路面面层原材料检测项目和检测频率应符合表A.4的规定。

表A.4 路面面层原材料检测项目、检测频率

材料品种	检测单位	检测项目	检测频率
沥青	施工单位自检	针入度、延度、软化点、密度	不少于每车检测 1 次
	监理组抽检	针入度、延度、软化点、密度	不少于每 5 车检测 1 次
	业主抽检	针入度、延度、软化点、密度, 老化后质量损失、针入度比、延度	不少于每 20 车检测 1 次
SBS 改性沥青	施工单位自检	针入度、延度、软化点、密度	不少于每车检测 1 次
	监理组抽检	针入度、延度、软化点、密度	不少于每 5 车检测 1 次
	业主抽检	针入度、延度、软化点、密度、针入度指数, 老化后质量损失、针入度比、延度	不少于每 20 车检测 1 次

表A.4 路面面层原材料检测项目、检测频率（续）

乳化 SBS 改性沥青	施工单位自检	粘度，蒸发残留物含量、针入度、延度、软化点	不少于每车检测 1 次
	监理组抽检	粘度，蒸发残留物含量、针入度、延度、软化点	不少于每 5 车检测 1 次
	业主抽检	粘度、筛上剩余量、贮存稳定性，蒸发残留物含量、针入度、延度、软化点、弹性恢复	不少于每 20 车检测 1 次
乳化 SBR 改性沥青	施工单位自检	粘度，蒸发残留物含量、针入度、延度、软化点	不少于每车检测 1 次
	监理组抽检	粘度，蒸发残留物含量、针入度、延度、软化点	不少于每 5 车检测 1 次
	业主抽检	粘度、筛上剩余量、贮存稳定性，蒸发残留物含量、针入度、延度、软化点、弹性恢复	不少于每 20 车检测 1 次
粗集料 ($>2.36\text{mm}$)	施工单位自检	压碎值、密度、吸水率、对沥青粘附性、针片状颗粒含量、水洗法筛分	不少于每 500 吨检测 1 次
	监理组抽检	压碎值、密度、吸水率、对沥青粘附性、针片状颗粒含量、水洗法筛分、软石含量（必要时）、高温压碎值（上面层）	不少于自检频率 20%
	业主抽检	全套试验	不少于自检频率 5%
细集料 ($<2.36\text{mm}$)	施工单位自检	密度、砂当量、水洗法筛分	不少于每 200 吨检测 1 次
	监理组抽检	密度、砂当量、水洗法筛分	不少于自检频率 20%
	业主抽检	密度、砂当量、水洗法筛分	不少于自检频率 5%
填料	施工单位自检	密度、含水量、亲水系数、水洗法筛分	不少于每 50 吨检测 1 次
	监理组抽检	密度、含水量、亲水系数、水洗法筛分	不少于自检频率 20%
	业主抽检	密度、含水量、亲水系数、水洗法筛分	不少于自检频率 5%
抗剥离剂	施工单位自检	密度、PH 值、掺入沥青后与石料粘附性、残留稳定度	不少于每标段每层检测 1 次
	监理组抽检	密度、PH 值、掺入沥青后与石料粘附性、残留稳定度	不少于每标段每层检测 1 次
	业主抽检	密度、PH 值、掺入沥青后与石料粘附性、残留稳定度	不少于每标段每层检测 1 次

注：掺入沥青后与石料粘附性按粗集料检测频率执行；残留稳定度施工单位不少于每周检测 2 次，监理组和业主按规定频率检测。

附 录 B
(规范性附录)
水泥稳定碎(砾)石基层质量检查方法

B.1 压实度

B.1.1 基层的干密度用灌砂法检查,应使用直径20 cm的灌砂筒,试坑挖深应为铺层的全厚,使检测结果代表该层平均干密度。从试坑中取出的全部混合料试样在工地现场用液化汽炉或用酒精炒干法测定含水量,应与烘干法进行对比试验,以减少试验误差,并对压实度不合格点能及时碾压。基层碾压结束便立即挖坑试验,监理抽检应与施工单位自检同时进行。

B.1.2 施工过程中的质量检查标准应是每个检查点的压实度均不小于98%,对压实度不合格的检查点应及时处理,直到合格为止。只有在交工验收时才允许用本规范附录A进行检验与评定。

B.2 平整度

B.2.1 基层平整度用三米直尺测量,单幅每200 m随机选取两处,每处连续量10尺,取每尺最大间隙为测量指标,合格标准为不大于8 mm。在施工过程,对平整度超标的测点不需要进行处治,但对施工单位提出警示应加强施工管理,以提高路面平整度。

B.2.2 在交工验收中,依据部标准JTJ 071检测方法,用合格率评定路面工程的得分值和质量等级。若以1 km双幅路面作为评定单元,则应有200个测定值,当合格率不小于95%得满分,合格率小于70%得零分,合格率小于95%且不小于70%时内插得分。

B.3 厚度

B.3.1 本规范采用挖坑法测量路面厚度,即用灌砂法进行压实度检查的同时,测量试坑的尝试即该层路面厚度。总厚度时,挖坑法比较困难。较理想的检查方法是定点高程测量及算出路面分层厚度和路面基层总厚度,同时厚度的测频率可提高规定规范的2倍~3倍。

B.3.2 路面厚度的检查标准和质量评定方法,施工过程和交工验收两个阶段相同,均采用附录H的方法计算总厚度的代表值。

- a) 厚度代表值不小于设计值减 8 mm 时,则该路段厚度合格;
- b) 厚度单点测值小于设计值减 15 mm 时,按测点数的百分率扣分。
- c) 对于单个厚度达不到设计值的测点也不必返工处理;
- d) 对于厚度代表值小于设计厚度减 8 mm 时,该评定路段厚度不合格,该不合格的路段是做返工处理还是用加厚沥青面层进行补强应由驻地监理上报业主研究决定。

B.4 水泥剂量

B.4.1 水泥稳定碎(砾)石混合料的水泥剂量,施工中采用EDTA滴定法测定。制备标准曲线时应配制五组不同水泥剂量的混合料,其中间为设计剂量,集料均为设计确定的级配,混合料用最佳含水量。

每种剂量配制1 800 g湿混合料试样，分成6分，每个试样300 g进行滴定，取6个试样试验结果的平均值作为该剂量消耗DETA标准溶液的ml数。以水泥剂量为横坐标，相应消耗EDTA溶液的ml数为纵坐标，绘制标准曲线。

B.4.2 施工检验时取湿混合料试样1 800 g，分成6个样品，每个300 g。每个样品滴定后，取6个样品水泥剂量的平均值作为该试样的水泥剂量。

B.5 级配

B.5.1 本标准规定，水泥稳定碎（砾）石混合料集料的级配检验在拌和场取成品混合料试样水洗筛分。由于含有水泥成分，应与水泥剂量联合检验。并认为水泥颗粒存留在0.075mm筛上的颗粒很少，对集料筛分结果的影响可以忽略。

B.5.2 混合料水洗筛分操作顺序如下：测定试样含水量→用EDTA滴定水泥剂量→水洗法测定0.075mm筛余质量→集料筛分检验。计算方法如下：

$$m_s = \frac{m_w}{1 + 0.01w} \dots\dots\dots \text{式(B.1)}$$

$$m_a = \frac{m_s}{1 + 0.01p_c} \dots\dots\dots \text{式(B.2)}$$

$$m_c = m_s - m_a \dots\dots\dots \text{式(B.3)}$$

$$m_g = m_s - m_b \dots\dots\dots \text{式(B.4)}$$

$$m_{0.075} = m_g - m_c \dots\dots\dots \text{式(B.5)}$$

$$p_i = \frac{m_i}{m_b + m_{0.075}} \dots\dots\dots \text{式(B.6)}$$

式中：

m_w ——混合料湿质量，g；

m_s ——混合料干质量，g；

m_a ——集料干质量，g；

m_c ——混合料中水泥质量，g；

p_c ——水泥剂量，g；

m_g ——水洗法小于 0.075 mm 部分质量（包括水泥），g；

m_b ——水洗法小于 0.075 mm 部分质量（没有水泥），g；

$m_{0.075}$ ——集料中小于 0.075 mm 部分质量，g；

m_i ——各筛分计筛余，g；

P_i ——各筛分计筛余，%。

B. 5. 3 检测实例

水泥稳定碎（砾）石混合料含水量用液化汽炉炒干法测定结果见表B.1，水泥剂量用EDTA滴定测定结果见表B.2，水泥稳定碎（砾）石混合料集料中小于0.075mm颗粒含量试验结果见表B.3，集料筛分结果见表B.4。

表B. 1 水泥稳定碎（砾）石混合料含水量计算表

盘号	盘质量 (g)	盘+湿料质量 (g)	盘+干料质量 (g)	干料质量 (g)	水质量 (g)	含水量 (%)	平均含水量 (%)
1	496.2	2113.3	2027.5	1531.3	85.8	5.6	5.7
2	490.5	2266.2	2168.9	1678.4	97.3	5.8	

表B. 2 水泥稳定碎（砾）石混合料水泥剂量试验表

试验次数	设计剂量 (%)	混合料湿质量 (g)	滴定消耗 EDTA 量 (ml)	曲线查得水泥剂 量 (%)	水泥平均剂量 (%)
1~6	5.0	300×6	13.4, 13.7, 14.0	5.1, 5.2, 5.4	5.2
			13.4, 13.8, 13.3	5.1, 5.3, 5.0	

表B. 3 水泥稳定碎（砾）石混合料水洗法确定小于 0.075mm 颗粒含量计算表

试样号	混合料 湿质量 (g)	混合料 干质量 (g)	集料干质量 (g)	水泥质 量 (g)	水洗后 0.075mm 筛上质量 (g)	水洗后小于 0.075mm 质量(g)	集料中小于 0.075mm 质量(g)
1	4100	3878.9	3687.2	191.7	3495.5	383.4	191.7
2	4000	3784.3	3597.2	187.1	3398.5	385.8	198.7

表B. 4 水泥稳定碎（砾）石集料筛分表

筛孔尺寸 (mm)	分计筛余质量 (g)		分计筛余百分率 (%)			累计筛余 (%)	通过量 (%)	规范范围 () %
	1	2	1	2	平均			
31.5	0	0	0	0	0	0	100	100
26.5	42.4	93.4	1.2	2.6	1.9	1.9	98.1	90-100
19.0	526.7	497.6	14.3	13.9	14.1	16.0	84.0	72-89
9.5	794.3	699.4	21.6	19.5	20.5	36.5	63.5	47-67

表 B.5 水泥稳定碎（砾）石集料筛分表（续）

4.75	763.9	850.2	20.7	23.6	22.1	58.6	41.4	29-49
2.36	726.9	624.3	19.7	17.4	18.6	77.2	22.8	17-35
0.6	382.4	423.0	10.4	11.8	11.1	88.3	11.7	8-22
0.075	254.9	205.6	6.9	5.7	6.3	94.6	5.4	0-7
底盘	191.7	198.7	5.2	5.5	5.4	100	0	
合计	3683.2	3592.2	100	100	100			

B.6 无侧限抗压强度

B.6.1 混合料应在储料仓卸料口下面用取样容器取样。汽车装混合料至一半时，将取样容器放卸料口下面，取样容器装满后，关闭卸料口，汽车开出，取出取样容器，汽车继续装料。应连续在三个料车上取样，拌和均匀后制备试件。

B.6.2 用静压的方法制成直径和高均为150 mm的圆柱试件，每个试件需称湿混合料质量 m_1 ，按下式计算：

$$m_1 = 0.01K \times \rho_{\max} \times V \times (1 + 0.01w) \dots\dots\dots (B.7)$$

式中：

K ——路面基层压实度标准， $K=98$ ，%；

$\rho_{\max}$ ——混合料最大干密度， g/cm^3 ；

V ——试件体积， $V=15 \times 15 \times 15 \times \pi / 4 = 2650.7 cm^3$ ；

w ——混合料实测含水量，%。

制备试件时，应取混合料实测含水量，不能用混合料配合比设计院中的最佳含水量，含水量的微小差异将影响试件的干密度和抗压强度。试件用塑料薄膜包覆，在规定温度养生6天，在养生期试件水分损失不得大于10 g，否则试件水泥的水化和硬化将是不充分的，试件强度的增长将受到影响。泡水1天测定无侧限抗压强度。

B.6.3 施工过程中，一组试个强度值用数理统计检测值的波动下限（保证率95%）不小于设计强度为合格，即：

$$R_d = \bar{R} - 1.645S \geq R_s \dots\dots\dots \text{式(B.8)}$$

式中：

R_d ——一组试件无侧限抗压强度代表值，Mpa；

$\bar{R}$ ——一组试件无侧限抗压强度算术平均值，Mpa；

S ——该组试件抗压强度的标准偏差, Mpa;

R_s ——路面基层强度设计值, Mpa。

在交工验收中, 仍用检测值的波动下限进行质量检验评定, R_d 则为评定路段内强度代表值, $\bar{R}$ 为评定路段内全部单个试件强度的算术平均值, S 为全部试件强度值的标准偏差。计算得评定路段内强度代表值不小于设计值, 该路段的强度为合格, 得满分值。否则为不合格, 得零分。强度不合格的路段, 应分析原因, 需进行返工处理。

附 录 C
(规范性附录)
热拌沥青混合料马歇尔试验设计方法

C.1 一般规定

C.1.1 本方法适用AC型密级配热拌沥青混凝土混合料配合比设计。

C.1.2 热拌沥青混合料配合比设计应通目标配合比设计、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。

C.1.3 配合比设计的试验方法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规范的要求。

C.1.4 生产配合比设计可参照本方法规定的步骤执行。

C.2 沥青混合料配合比设计步骤

C.2.1 原材料的选用和试验

C.2.1.1 配合比设计的各种矿料必须按现行JTJ E42-2005《公路工程集料试验规程》从工程实际使用的材料中取代表性样品。经试验，各项指标符合规定后才能选用。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。

C.2.1.2 沥青材料必须按现行JTJ E20-2011《公路工程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规定后才能使用，同时提供设计参数。

C.2.1.3 各种添加剂经检验符合本规范要求才能用于设计。

C.2.2 矿料配比设计

C.2.2.1 矿料配比宜借助电子计算机的电子表格用试配法进行。矿料级配曲线按JTJ E20-2011《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》T0725的方法绘制，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。

C.2.2.2 宜在工程设计级配范围内计算1组~3组粗细不同的配比，绘制设计级配曲线，分别位于工程设计级配范围的上方、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 mm~0.6 mm范围内不出现“驼峰”。当反复调整不能满意时，宜更换材料设计。

C.2.2.3 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0.6 mm以下部分细粉的用量，使中等粒径集料较多，形成S型级配曲线，并取中等或偏高水平的设计空隙率。

C.2.2.4 确定各层的工程设计级配时应考虑不同层位的功能需要，经组合设计的沥青路面应满足耐久、稳定、密水、抗滑等要求。

C. 2. 2. 5 根据当地的实践经验选择适宜的沥青用量，分别制作几组级配的马歇尔试件，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。

C. 2. 3 马歇尔试验

C. 2. 3. 1 配合比设计马歇尔试验技术标准按本标准第11章的规定执行。

普通沥青混合料试件成型温度应由沥青粘度-温度曲线确定，缺乏沥青粘温曲线时，可参照以下温度成型：开始击实温度不低于140℃，试模应按规定预热。

对于改性沥青混合料，宜由供应商提供拌和及击实温度，无温度资料时可参照表C.1选择。

表C.1 改性沥青混合料试验拌和与击实参考温度 单位：(℃)

工序	温度要求
矿料（包括矿粉）加热温度	170～175
沥青加热温度	160～170
沥青混合料拌和温度	160～170
试模预热温度	160～170
试件开始击实温度	155～160
试件成型终了温度	不低于 145

C. 2. 3. 2 按式C.1计算矿料混合料的合成毛体积相对密度 γ_{sb} 。

$$\gamma_{sb} = \frac{100}{\frac{p_1}{\gamma_1} + \frac{p_2}{\gamma_2} + \dots + \frac{p_n}{\gamma_n}} \dots\dots\dots \text{式(C.1)}$$

式中：
 $p_1、p_2 \dots\dots p_n$ ——各种矿料成分的配比，其和为 100；
 $\gamma_1、\gamma_2 \dots\dots \gamma_n$ ——各种矿料相应的毛体积相对密度，粗集料按 T0304 方法测定，机制砂及石屑按 T0330 方法测定，矿粉（含消石灰、水泥）以表观相对密度代替。

C. 2. 3. 3 按式C.2计算矿料混合料的合成表观相对密度 γ_{sa} 。

$$\gamma_{sa} = \frac{100}{\frac{p_1}{\gamma'_1} + \frac{p_2}{\gamma'_2} + \dots + \frac{p_n}{\gamma'_n}} \dots\dots\dots \text{式(C.2)}$$

式中：
 γ_{sa} ——材料的合成表观相对密度，无量纲；
 $\gamma'_1、\gamma'_2 \dots\dots \gamma'_n$ ——各种矿料按试验规程方法测定的表观相对密度。

C.2.3.4 按式C.3预估沥青混合料适宜的油石比。

$$p_a = \frac{p_{a1} \times \gamma_{sb1}}{\gamma_{sb}} \dots\dots\dots \text{式(C.3)}$$

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_{sb1} ——已建类似工程沥青混合料的标准油石比，%。

C.2.3.5 确定矿料混合料的有效相对密度

C.2.3.5.1 非改性沥青混合料

宜以预估的最佳油石比拌和2组的混合料，采用真空法实测最大相对密度，取平均值。然后由式C.4反算合成矿料的有效相对密度 γ_{se} 。

$$\gamma_{se} = \frac{100 - p_b}{\frac{100}{\gamma_t} - \frac{p_b}{\gamma_b}} \dots\dots\dots \text{式(C.4)}$$

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最大相对密度，无量纲

γ_b ——沥青的相对密度（25℃/25℃），无量纲。

C.2.3.5.2 改性沥青混合料

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C.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C.6求得，材料的合成吸水率按式C.7计算：

$$\gamma_{se} = C \times \gamma_{sa} + (1 - C) \times \gamma_{sb} \dots\dots\dots \text{式(C.5)}$$

$$C = 0.033w_x^2 - 0.2936w_x + 0.9339 \dots\dots\dots \text{式(C.6)}$$

$$w_x = \left(\frac{1}{\gamma_{sb}} - \frac{1}{\gamma_{sa}} \right) \times 100 \dots\dots\dots \text{式(C.7)}$$

式中：

C ——合成矿料的沥青吸收系数;

w_x ——合成矿料的吸水率, %。

C. 2. 3. 6 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。

C. 2. 3. 7 用表干法测定试件毛体积相对密度 γ_f 。

C. 2. 3. 8 确定沥青混合料的最大理论相对密度。

C. 2. 3. 8. 1 非改性沥青混合料

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相对密度 γ_{ti} 。

C. 2. 3. 8. 2 改性沥青混合料

宜按式C.8计算各个不同沥青用量混合料的最大理论相对密度。

$$\gamma_{ti} = \frac{100 + p_{ai}}{\frac{100}{\gamma_{se}} + \frac{p_{ai}}{\gamma_b}} \dots\dots\dots \text{式(C.8)}$$

式中:

γ_{ti} ——相对于计算油石比 P_{ai} 时沥青混合料的最大理论相对密度, 无量纲;

p_{ai} ——所计算的沥青混合料中的油石比, %;

C. 2. 3. 9 按式C.9、C.10和C.11计算沥青混合料试件的空隙率 VV 、矿料间隙率 VMA 和有效沥青的饱和度 VFA 等体积指标, 取2位小数, 进行体积组成分析。

$$VV = (1 - \frac{\gamma_f}{\gamma_t}) \times 100 \dots\dots\dots \text{式(C.9)}$$

$$VMA = (1 - \frac{\gamma_f}{\gamma_{sb}} \times P_s) \times 100 \dots\dots\dots \text{式(C.10)}$$

$$VFA = \frac{VMA - VV}{VMA} \times 100 \dots\dots\dots \text{式(C.11)}$$

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；

C. 2. 3. 10 进行马歇尔试验，测定马歇尔稳定度及流值。

C. 2. 4 确定最佳沥青用量（或油石比）

C. 2. 4. 1 以油石比为横坐标，以马歇尔试验的各项指标为纵坐标，将试验结果点入图中，边成圆滑的曲线。确定均符合本规范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，并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。如果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。

C. 2. 4. 2 按下列方法确定沥青混合料的最佳沥青用量 OAC_1 。

- a) 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 C.12 取平均值作为 OAC_1 。

$$OAC_1 = (a_1 + a_2 + a_3 + a_4) / 4 \dots\dots\dots \text{式(C.12)}$$

式中：

- a_1 ——相应于密度最大值的沥青用量，%；
 a_2 ——相应于稳定度最大值的沥青用量，%；
 a_3 ——相应于目标空隙率（或中值）的沥青用量，%；
 a_4 ——相应于沥青饱和度范围的中值的沥青用量，%；

OAC_1 ——沥青混合料的最佳沥青用量，%。

- b) 如果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 C.13 求取 3 者的平均值作为 OAC_1 。

$$OAC_1 = (a_1 + a_2 + a_3) / 3 \dots\dots\dots \text{式(C.13)}$$

- c) 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。

C. 2. 4. 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 。

$$OAC_2 = (OAC_{min} + OAC_{max}) / 2 \dots\dots\dots \text{式(C.14)}$$

C. 2. 4. 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 。

$$OAC = (OAC_1 + OAC_2) / 2 \dots\dots\dots \text{式(C. 15)}$$

C.2.4.5 C.15计算的最佳油石比OAC，从图中得出所对应的空隙率VV和VMA值，检验是否能满足本标准关于最小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。

C.2.4.6 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。

C.2.4.7 按式C.16及C.17计算被集料吸收的油石比及有效沥青含量。

$$P_{ba} = \frac{\gamma_{se} - \gamma_{sb}}{\gamma_{se} \times \gamma_{sb}} \times \gamma_b \times 100 \dots\dots\dots \text{式(C.16)}$$

$$P_{be} = P_b - \frac{P_{ba} \times P_s}{100} \dots\dots\dots \text{式(C.17)}$$

式中：

P_{ba} ——沥青混合料中被集料吸收的沥青比例（油石比），%；

P_{be} ——沥青混合料中有效沥青含量，%。

C.2.4.8 检验最佳沥青用量时的粉胶比

按式C.18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 mm~19 mm的密级配沥青混合料，粉胶比宜控制在0.8~1.2范围内。

$$FB = \frac{P_{0.075}}{P_{be}} \dots\dots\dots \text{式(C.18)}$$

式中：

FB ——粉胶比，无量纲；

C.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，应符合本标准的技术要求，不符要求的应重新进行配合比设计。

C.2.6 配合比设计报告

C.2.6.1 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。

C.2.6.2 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。

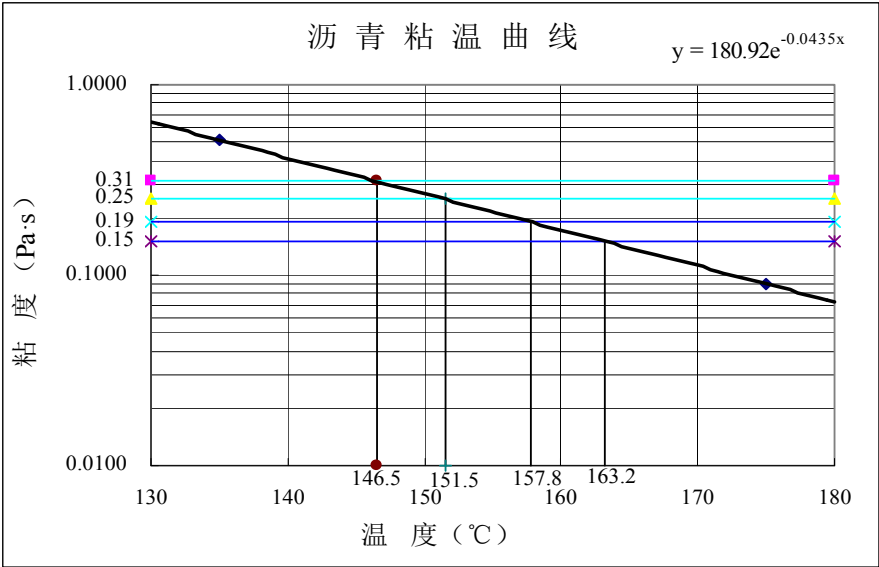
C.3 目标配合比设计实例（AC-20 型沥青混合料）

C.3.1 原材料检验

目标配合比所用AH-110号沥青、石灰岩集料、石灰岩填料经检验各项指标均符合本规范的要求（试验结果略），可以用于目标配合比设计。

C.3.1.1 沥青

AH-110号沥青的粘温曲线试验如图C.1和表C.2、C.3。



图C.1 沥青粘温曲线试验结果

表C.2 道路石油沥青粘度表

温度	135 ℃	175 ℃
粘度 (Pa. s)	0.512	0.090

表C.3 沥青混合料拌和和压实温度表

拌和温度 (℃)	压实温度 (℃)
157.8~163.2	146.5~151.5

C.3.1.2 集料

粗集料、细集料和矿粉水洗法筛分结果列于表C.3.1。

表C.4 各种集料和矿粉的筛分结果

原材料	通过方孔筛的百分率 (%)											
	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# 料	100	99.0	75.5	41.0	3.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
2# 料	100	100	100	100	88.6	3.1	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
3# 料	100	100	100	100	100	85.7	4.4	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
4# 料	100	100	100	100	100	100	87.2	59.1	41.5	23.0	17.0	12.2

表 C.5 各种集料和矿粉的筛分结果（续）

砂	100	100	100	100	100	98.4	77.1	49.6	31.2	13.8	5.4	2.0
矿粉	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98.9	94.6	81.2

C.3.2 初选级配

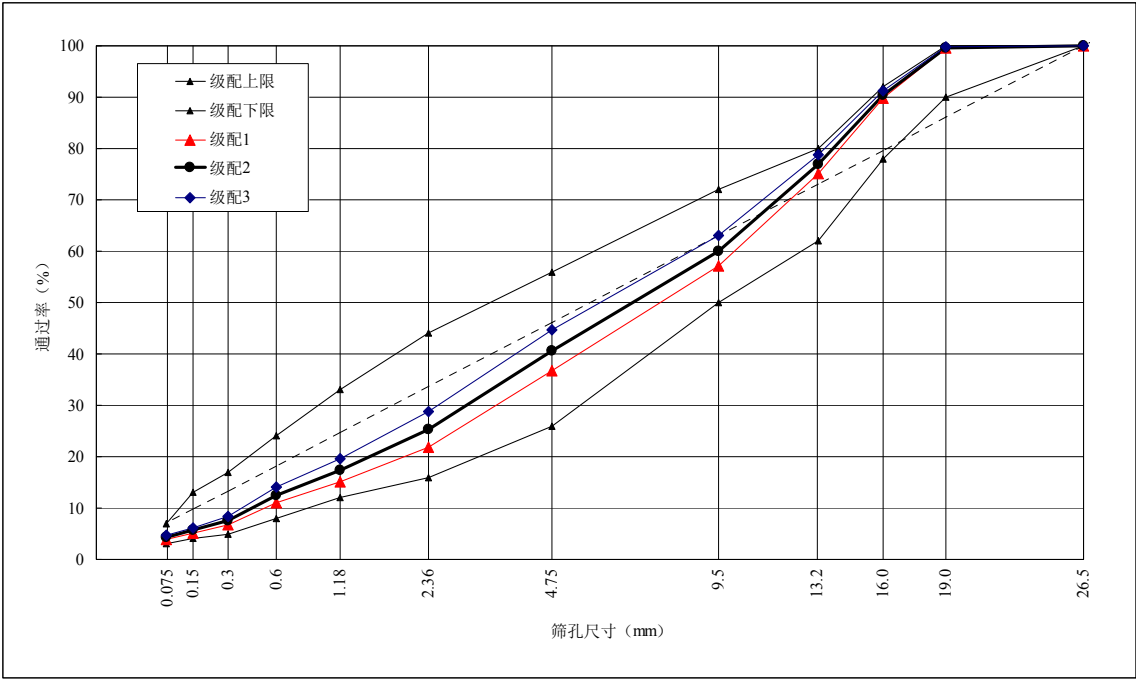
根据集料的筛分结果首先初选出粗、中、细三个级配（级配1、级配2、级配3），然后根据当地的工程实际应用情况选择油石比，分别制作马歇尔试件，得出试件的体积指标，根据体积指标初选一组满足或接近设计要求的级配作为设计级配。表C.5为各级配的矿料比例情况，表C.6为三种矿料合成级配，图C.2为三种级配曲线图。

表C.5 三种级配的矿料比例明细表

级配	矿料比例（%）					
	1#	2#	3#	4#	中砂	矿粉
级配 1	42.0	20.0	14.0	14.0	8.0	2.0
级配 2	39.0	19.0	14.0	17.0	9.0	2.0
级配 3	36.0	18.0	14.0	20.0	10.0	2.0

表C.6 三种矿料的合成级配通过率明细表

级配类型	通过下列筛孔（方孔筛，mm）的质量百分率（%）											
	26.5	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
级配 1	100	99.6	89.7	75.2	57.1	36.7	21.2	14.7	10.7	6.7	5.1	3.9
级配 2	100	99.6	90.4	77.0	60.1	40.6	24.5	16.9	12.2	7.5	5.7	4.3
级配 3	100	99.7	91.2	78.8	63.1	44.5	28.0	19.1	13.8	8.3	6.2	4.6



图C.2 AC-20 型三种试级配曲线图

C.3.3 试验级配评价

参照以往沥青路面下面层AC-20目标配合比的工程应用情况，选择油石比4.5%作为三种试级配用油石比、双面各击实75次（高速公路）马歇尔试件。马歇尔试验结果汇总如表C.7所示。

表C.7 三种试级配马歇尔试验结果汇总表

级配	体积指标					
	油石比 (%)	试件毛体积 相对密度	实测理论最 大相对密度	空隙率 VV (%)	矿料间隙率 VMA (%)	饱和度 VFA (%)
级配 1	4.5	2.371	2.512	5.6	15.1	62.9
级配 2	4.5	2.402	2.511	4.3	13.9	68.9
级配 3	4.5	2.429	2.510	3.2	12.9	75.0
技术要求	/	/	/	3-5	12-14	65-75

注：要求空隙率3、4、5所对应的VMA最小值分别为11、12、13，当空隙率不是整数时，由内插确定。

由表C.7可以看出级配2和级配3各项体积指标满足设计要求，根据设计经验本次设计选择级配2为设计级配。

C.3.4 马歇尔试验

按设计的矿料比例配料，采用五种油石比，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C.8。

表C.8 AC-20 设计级配马歇尔稳定度试验结果

级配类型	油石比 (%)	试件毛体积相对密度	实测理论最大相对密度	空隙率 VV (%)	矿料间隙率 VMA (%)	饱和度 VFA (%)	稳定度 (kN)	流值 (0.1mm)
AC-20	3.5	2.375	2.549	6.8	14.1	51.5	8.50	21.7
	4.0	2.389	2.530	5.6	14.0	60.2	9.12	26.1
	4.5	2.402	2.511	4.3	13.9	68.9	10.78	31.5
	5.0	2.411	2.493	3.3	14.0	76.6	8.96	36.8
	5.5	2.420	2.476	2.3	14.1	84.0	7.81	42.2
要 求		/	/	3~6	12~15	65~75	≥8	20~40

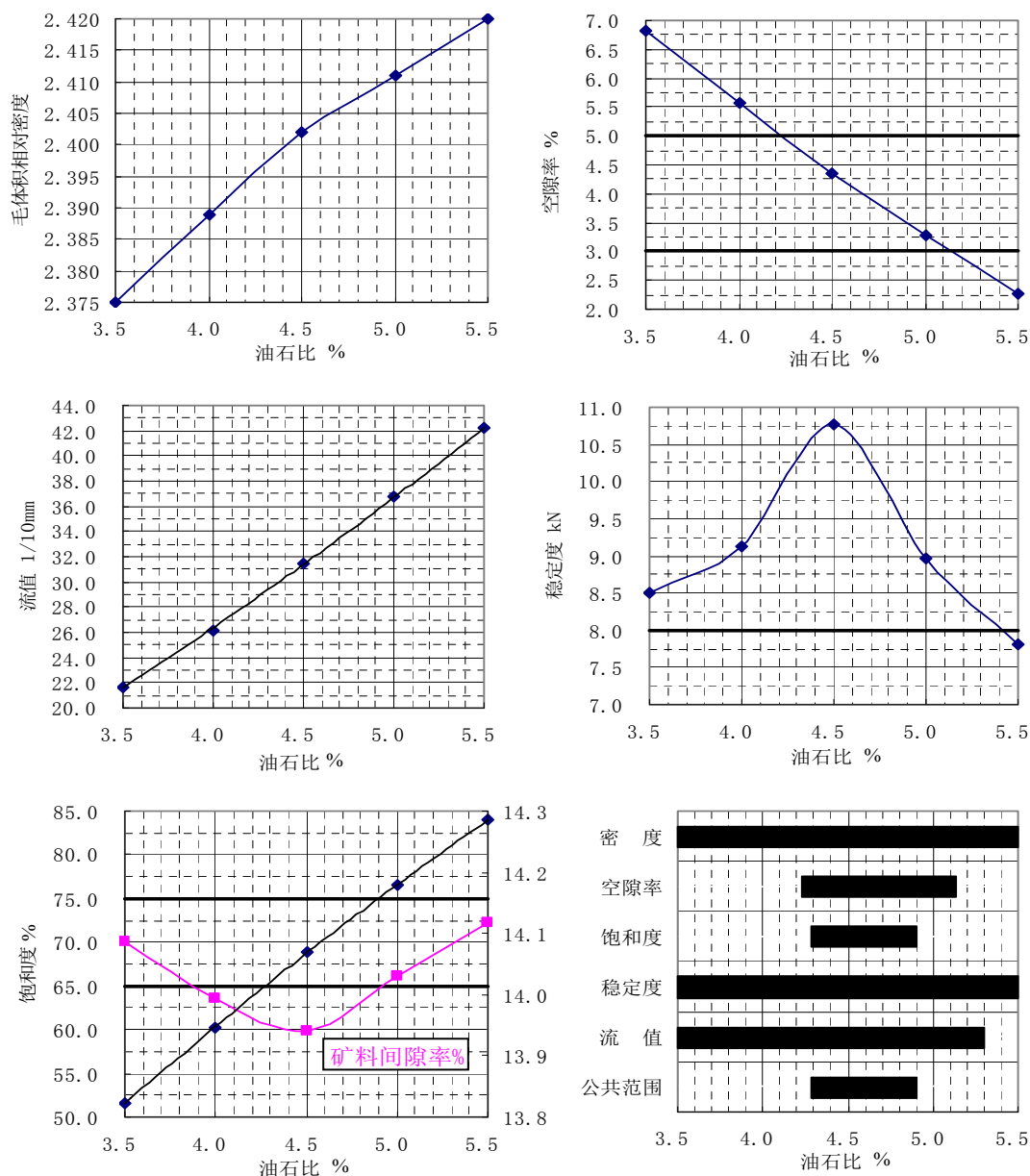
注：要求空隙率3、4、5、6所对应的VMA最小值分别为11、12、13、14，当空隙率不是整数时，由内插确定。

C.3.5 最佳油石比的确定

据马歇尔稳定度试验结果，分别绘制稳定度、流值、空隙率、饱和度与油石比的关系曲线，从曲线上找出相应与最大密度、最大稳定度、空隙率范围中值及沥青饱和度范围中值对应的四个油石比，求出四者的平均值作为最佳油石比初始值 OAC_1 ，但对选择试验的油石比范围，密度或稳定度如没有出现峰值，可直接以目标空隙率所对应的油石比作为 OAC_1 ；作图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} ），该范围的中值为 OAC_2 ，如果最佳油石比的初始值 OAC_1 在 OAC_{max} 与 OAC_{min} 之间，则认为设计结果是可行的，可取 OAC_1 与 OAC_2 的中值作为目标配合比的最佳油石比 OAC ，并结合青海的气候特点和实际情况论证地取用，最终得出最佳油石比。

由作图法可知，试件毛体积相对密度没有出现峰值，设目标空隙率为4.5%所对应的油石比为4.44%，即 OAC_1 为4.44%。由各项指标与油石比的关系图可得符合各指标要求的油石比范围为4.28%~4.90%，其中值为4.59%，即为 OAC_2 ， OAC_1 与 OAC_2 的平均值为4.52%，根据设计经验和青海省当地气候条件取油石比4.5%为最佳油石比。

稳定度、流值、密度、VV、VFA及VMA与油石比的关系见图C.3。



图C.3 密度、VV、VFA、VMA、稳定度及流值与油石比的关系图

C.3.6 设计结果

根据上述试验分析，选择级配2为设计级配，配合比为1#：2#：3#：4#：中砂：矿粉 =39：19：14：17：9：2，油石比为4.5%，相对应的沥青混合料性质如表C.9所示。

表C.9 沥青混合料体积性质表

混合料特性	设计结果	技术要求
试件毛体积相对密度	2.402	/
实测理论最大相对密度	2.511	/

表 C.9 沥青混合料体积性质表(续)

空隙率 VV (%)	4.3	3~5
矿料间隙率 VMA (%)	13.9	≥13.3
饱和度 VFA (%)	68.9	65~75
P _{be} (%)	3.909	/
V _{be} (%)	9.600	/
V _g (%)	86.059	/
粉胶比 DP	1.100	宜 0.6~1.6
DA (μm)	10.055	/
稳定度 MS (kN)	10.78	≥8
流值 FL (0.1mm)	31.5	20~40

C.3.7 沥青混合料检验

C.3.7.1 水稳定性检验

根据设计油石比及级配进行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。试验结果分别见表C.10和表C.11。

表C.10 浸水马歇尔稳定度试验结果

混合料类型	非条件 (0.5h)			条件 (48h)			残留稳定度 MS ₀ (%)	要求 (%)
	空隙率 (%)	稳定度 (kN)	流值 (0.1mm)	空隙率 (%)	稳定度 (kN)	流值 (0.1mm)		
AC-20	4.4	10.68	26.9	4.3	9.56	35.6	83.0	≥75
	4.3	11.45	28.7	4.2	8.79	33.8		
	4.4	11.02	29.4	4.1	9.17	33.2		
平均值	4.4	11.05	28.3	4.2	9.17	34.2		

表C. 11 冻融劈裂试验结果

混合料类型	非条件		条件		TSR(%)	要求(%)
	空隙率 (%)	劈裂强度 (MPa)	空隙率 (%)	劈裂强度 (MPa)		
AC-20	5.5	1.0429	5.1	0.8399	80.5	≥70
	5.5	1.0053	5.4	0.8209		
	5.4	1.0555	5.3	0.8523		
	5.7	1.0403	5.3	0.8245		
平均值	5.5	1.0360	5.3	0.8344		

C. 3. 7. 2 高温稳定性试验

试验条件：在60.0℃±1.0℃，0.7MPa±0.05MPa条件下进行车辙试验以检验沥青混合料的高温稳定性，车辙试件空隙率及动稳定度试验结果分别见表C.12及表C.13所示，车辙碾压深度照片见图C.4。

表C. 12 车辙试件空隙率汇总表

试件组数	试件编号	试件毛体积 相对密度	实测理论最大 相对密度	空隙率 (%)
1	1	2.408	2.511	4.1
	2	2.403		4.3
	3	2.406		4.2
	4	2.398		4.5
	平均值	2.404		4.3
2	1	2.406		4.2
	2	2.395		4.6
	3	2.403		4.3
	4	2.398		4.5
	平均值	2.400		4.4
3	1	2.403		4.3
	2	2.411		4.0
	3	2.413		3.9
	4	2.408		4.1
	平均值	2.409		4.1

表C. 13 车辙试验动稳定度

混合料类型	油石比 (%)	动稳定度 (次/mm)					变异系数 (%)	要求 (%)
		1	2	3	平均	要求	3.5	≤20
AC-20	4.5	1400	1500	1431	1444	≥1000		



图C. 4 AC-20 车辙碾压深度照片

C. 3. 7. 3 低温抗裂性试验

依据设计要求进行了设计沥青混合料低温抗裂性能检验，试验温度-10℃，检验结果见表C.14。

表C. 14 低温小梁弯曲试验结果

试件编号	最大荷载 (kN)	跨中挠度 (mm)	抗弯拉强度 (MPa)	劲度模量 (MPa)	破坏应变 (μ ε)	要求 (μ ε)
1	1.039	0.489	8.04	3078.0	2611.3	≥2300
2	0.938	0.502	7.39	2796.7	2643.0	
3	1.021	0.462	8.31	3424.9	2425.5	
4	1.086	0.434	8.33	3582.8	2324.1	
5	1.037	0.460	7.81	3159.7	2470.2	
6	0.969	0.475	7.76	3103.6	2500.9	
平均	1.015	0.470	7.94	3191.0	2495.8	

C. 3. 8 室内配合比设计结论

采用现场所送石料对该工程AC-20道路石油沥青混合料进行目标配合比设计，得出如下结论：

表C.15 矿料配合比及油石比

混合料类型	下列各种矿料所占比例 (%)						油石比 (%)
	1#	2#	3#	4#	中砂	矿粉	
AC-20	39.0	19.0	14.0	17.0	9.0	2.0	4.5

表C.16 最佳油石比及密度、空隙率

混合料类型	油石比 (%)	试件毛体积 相对密度	实测理论最大相 对密度	空隙率 VV (%)	矿料间隙率 VMA (%)
AC-20	4.5	2.402	2.511	4.3	13.9

通过混合料级配调试和相关验证试验，表明所设计的AC-20型沥青混合料的抗水损害性、高温稳定性和低温抗裂性能满足要求，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 D
(规范性附录)
表面活性温拌添加剂检测方法

D.1 PH值的测定

PH值是指添加剂溶液的酸碱度，它是一个表面活性剂活性特性指标。测试方法如下：

- a) 采用 PH 计进行 PH 值的测试。
- b) PH 计宜带有温度补偿功能。PH 计在使用前必须经过标定，确保 PH 计正常工作。
- c) 温拌添加剂取样时应先充分搅拌，以确保取样均匀。
- d) 测试酸值时温拌添加剂样品的温度为 $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，并在测试过程中保持适度搅拌。
- e) 由于添加剂的缓释效应，PH 计读数如果能稳定保持 ≥ 0.5 分钟即可取为最终的酸值结果。

D.2 固含量的测定

固含量指添加剂去除可挥发成分后的含量，表征有效成分在混合料的最终残留量。测试方法如下：

- a) 常温下称取 $20\text{ g}\pm 0.02\text{ g}$ 温拌添加剂，放入洁净的 1 000 ml 烧杯中，记录温拌添加剂与烧杯的总质量为 M_1 。
- b) 将盛有温拌添加剂的烧杯在 $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ 烘箱中放置 5 小时后取出，待冷却至室温后记录其总质量为 M_2 。采用式 D.1 计算固含量 R 。

$$R = \frac{(20 - M_1 - M_2)}{20} \times 100 \dots\dots\dots \text{式(D.1)}$$

式中：

R ——固含量，%；

M_1 ——温拌添加剂与烧杯的总质量，g；

M_2 ——经烘箱放置并冷却至室温后残留物与烧杯的总质量，g。

D.3 胺值的测定

胺值是表面活性添加剂常用特定（活性）成分性指标，通过检测胺值，可以用于添加剂活性的初步确认。测试仪器和方法如下：

D.3.1 化学试剂和设备

- a) 异丙醇
- b) 0.5 摩尔/升的标准盐酸溶液
- c) 天平，精确度 0.001 g
- d) 烧杯，250 mL
- e) 磁力搅拌器
- f) 50 毫升滴定管，精确度 0.1 ml
- g) 蒸馏水、纯净水
- h) 精密 PH 计

D. 3. 2 样品测试步骤

- a) 加入 28 克~30 克的添加剂样品到烧杯中，同时记录实际重量，精确度为 0.01g。
- b) 往烧杯中加入 90g±3g 异丙醇的水溶液（异丙醇：蒸馏水重量比=75：25）。
- c) 放入磁力搅拌转子，将烧杯放置于磁力搅拌器上，搅拌至充分溶解。
- d) 用 PH=7 和 PH=4 的标准溶液，标定 PH 计。
- e) 往滴定管里（50 毫升，精度 0.1ml）加入 0.5 摩尔/升标准盐酸，并记录体积。
- f) 将 PH 计插入溶液中。
- g) 缓慢的往烧杯里滴定加入 0.5 摩尔/升标准盐酸，同时观测 PH 计显示读数。
- h) 当读数接近 7.5 时，逐滴滴入标准盐酸，直到使 PH 值达到 7.5 并保持稳定，记下此时滴管的刻度；继续加入盐酸，当读数接近 3.5 时，逐滴滴入标准盐酸，直到使 PH 值稳定在 3.48~3.52 之间。
- i) 记录终点的滴管读数。滴定 PH 值为 7.5 时的读数减去结束时读数为标准盐酸的用量。用以下的公式计算胺值。

D. 3. 3 胺值的计算

胺值 = $\frac{V_a \times N \times 56.1}{S_a \times R}$ 式(D. 2)

式中：
胺值——单位：mg/g；
N ——盐酸标准溶液的摩尔浓度，mol/l；
V_a ——滴定消耗的盐酸体积，ml；
S_a ——实际的温拌添加剂样品量，g。

附 录 E
(规范性附录)
施工质量动态管理办法

- E.1 施工过程中，应以试验检测质量指标的变异系数（或标准差）作为施工水平的主要评价指标。做好经验总结工作，自行建立各项施工质量指标变异系数的允许界限值，作为企业管理的目标。
- E.2 宜利用计算机建立工程质量数据库，随时输入各项数据，绘制逐次检测结果 $\bar{X}$ 或逐日检测结果平均值 $\bar{X}$ 的质量曲线。检查试验数据是否超出规范允许的误差范围，发现有不符合要求的情况时应认真分析其原因并采取措施。同时分阶段（一定日期）计算出逐日结果平均值的平均值 $\bar{\bar{X}}$ （期望值）、极差 R 、标准差 S 及变异系数 C_v ，汇总整理。试验项目包括压实度、试件空隙率、矿料间隙率、油石比、关键筛孔通过率等。
- E.3 施工质量控制宜采取平均值和极差管理图 $\bar{X}-R$ 的方法，将试验结果逐次绘制管理图，其横坐标为试验日期，纵坐标为 $\bar{X}$ 或 R 。
- E.4 在 $\bar{X}-R$ 管理图中应以平均值 $\bar{\bar{X}}$ 作为中心线 CL ，并标出质控上限 UCL 和质控下限 LCL ，表示允许的施工正常波动范围。当有超出质控上、下限范围时，应视为施工异常或试验数据异常。同时随着施工的进展，当发现标准差及变异系数有增大倾向时，应分析原因，研究对策。
- E.5 E.0.5 $\bar{X}-R$ 管理图的中心线、质控上限、质控下限按式E.0.5-1~ E.0.5-6 计算。

$\bar{X}$ 图中：

$$CL = \bar{\bar{X}} \dots\dots\dots \text{式(E. 1)}$$

$$UCL = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} \dots\dots\dots \text{式(E. 2)}$$

$$LCL = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} \dots\dots\dots \text{式(E. 3)}$$

R 图中：

$$CL = \bar{R} \dots\dots\dots \text{式(E. 4)}$$

$$UCL = D_4 \times \bar{R} \dots\dots\dots \text{式(E. 5)}$$

$$LCL = D_3 \times \bar{R} \dots\dots\dots \text{式(E. 6)}$$

式中：

CL —— $\bar{X}$ -R管理图中的中心线（期望值）；

UCL —— $\bar{X}$ -R管理图中的质控上限；

LCL —— $\bar{X}$ -R管理图中的质控下限；

$\bar{\bar{X}}$ —— 一个阶段各组检测结果平均值的平均值；

$\bar{R}$ —— 一个阶段各组检测结果的极差R的平均值；

A_2, D_3, D_4 —— 由一组检测结果的试验次数决定的管理图用的系数，其值应按表E.0.5确定。

表E. 1 管理图用系数表

一组检测结果的 试验次数 n	d ₂	d ₃	A ₂	D ₄	D ₃
2	1.128	0.853	1.88	3.267	—
3	1.693	0.888	1.023	2.575	—
4	2.059	0.880	0.729	2.282	—
5	2.36	0.864	0.577	2.115	—
6	2.534	0.848	0.483	2.004	—
7	2.704	0.833	0.19	1.924	0.076
8	2.847	0.820	0.373	1.864	0.136
9	2.970	0.808	0.337	1.816	0.184
10	3.078	0.797	0.308	1.777	0.223
∞	—	—	$\frac{3}{d_2 \sqrt{n}}$	$1 + 3 \frac{d_3}{d_2}$	$1 - 3 \frac{d_3}{d_2}$

E. 6 在 $\bar{X}$ -R管理图中可标出本标准规定的质量标准或允许差范围。当有超出此范围，即施工不合格时，应予处理。

E. 7 在 $\bar{X}$ -R管理图和直方图中可标出企业管理的目标的允许范围。当有超出此范围，即施工水平下降时，应研究对策。

- E.8 施工质量动态管理工作宜借助于电子计算机进行。各级工程管理部门宜随时查询或检查所有的数据。
- E.9 施工结束后，施工单位宜汇总全部数据，计算出平均值、标准差及变异系数，绘制整个工程的施工质量直方图或正态分布曲线，作为下一个企业的企业管理目标。数据库及动态质量管理的内容应制成光盘等长期保存。

附 录 F
（资料性附录）
沥青面层试铺总结编写办法

F.1 一般要求

F.1.1 面层试铺总结应采用建设单位规定的表格编制，经申报批准后，此表放在总结的首页。

F.1.2 试铺结束后，由施工单位编写试铺总结，经驻地监理组审核，总监代表批准，作为面层正式开工申请文件之一。

F.2 编写顺序与内容

F.2.1 试铺路段概况

包括桩号，长度（不少于200 m），面层结构类型，施工日期，施工单位，监理单位，施工时天气情况，温度、湿度、风力等。

F.2.2 批准的目标配合比和生产配合比

F.2.2.1 目标配合比

包括原材料产地品种、性能检测结果，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。

F.2.2.2 生产配合比

包括各热料仓集料、矿粉筛分结果，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。

F.2.3 机械设备和人员组成

F.2.3.1 使用的主要机械设备和数量。

F.2.3.2 人员组成情况及分工职责。

F.2.4 沥青混合料试拌

F.2.4.1 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、拌和时间（干拌、湿拌、加料卸料时间）等。

F.2.4.2 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。

F.2.5 沥青混合料摊铺

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，熨手板预热方式和温度，厚度自动控制及找平方式，消除铺面离析的技术等。

F.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。

F.2.7 面层松铺系数

用定点测量下层表面高程、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。

F.2.8 施工缝处理方法

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。

F.2.9 试铺路段各项技术指标检查结果

F.2.10 结论意见

F.2.10.1 试铺是否成功。

F.2.10.2 试铺确定的沥青混合料配合比。

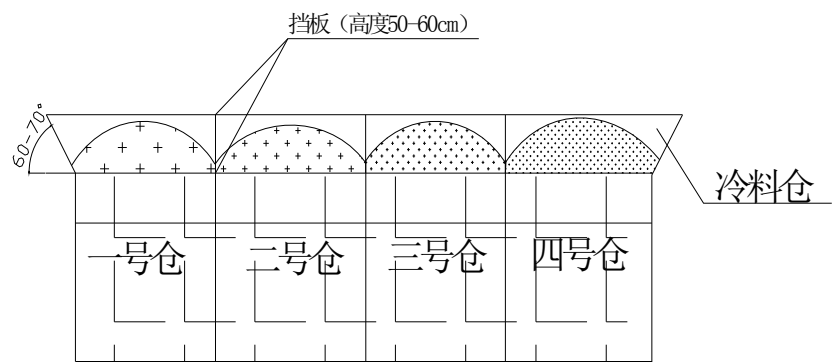
F.2.10.3 试铺确定的施工产量及作业长度。

F.2.10.4 正式施工中需改进的若干建议。

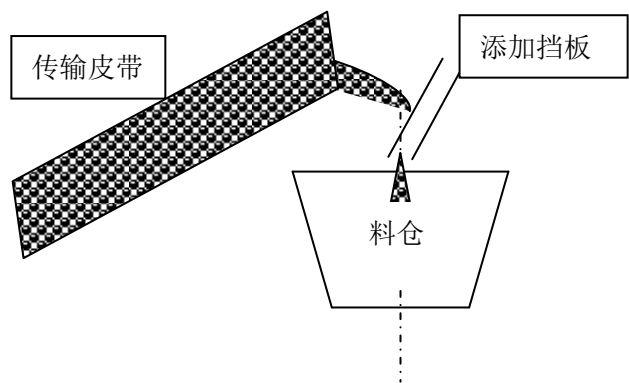
F.2.10.5 对开工申请中施工组织设计的修改建议。

F.2.10.6 确定施工组织及管理体系、质保体系等。

附 录 G
(资料性附录)
图 片



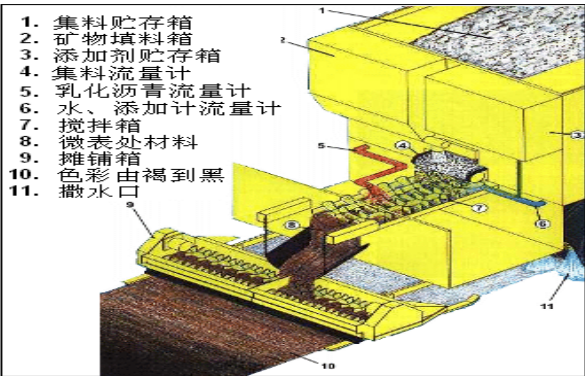
图G. 1 不同冷料斗之间及外侧设置挡板示意图



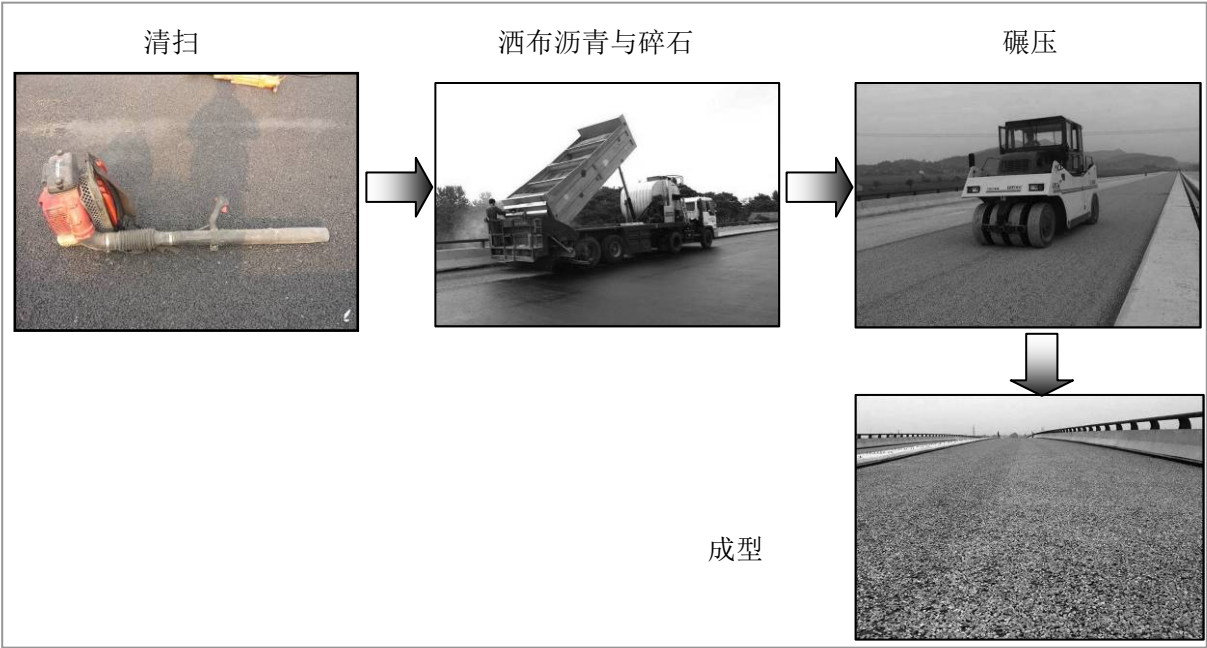
图G. 2 拌和机出料口处设置挡板示意图



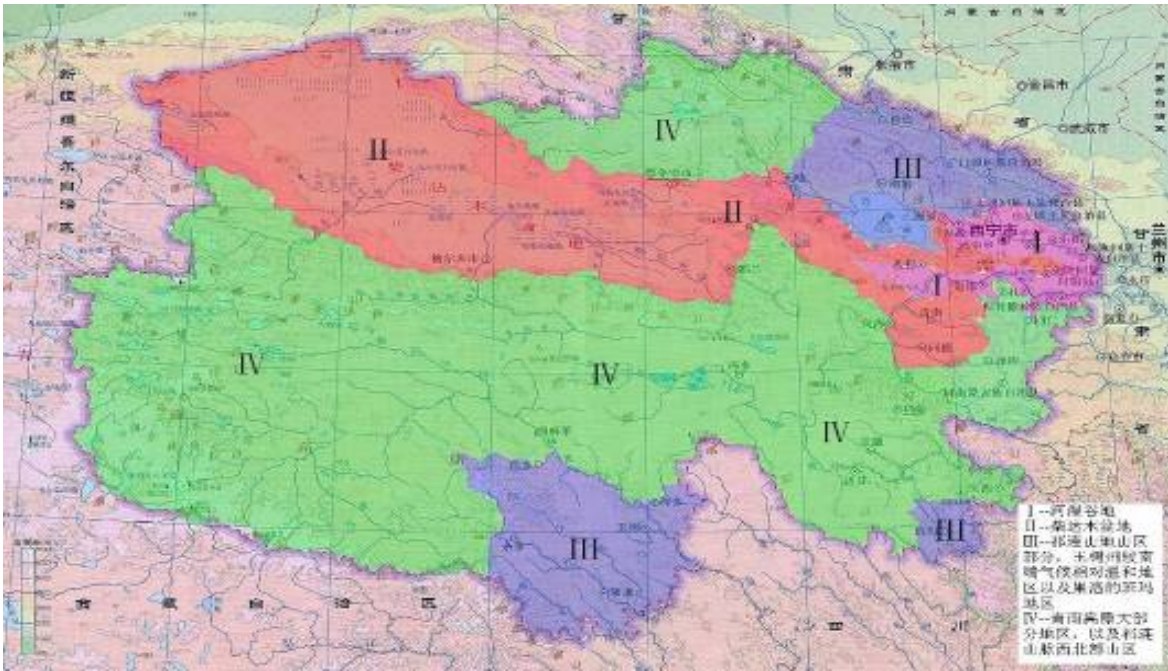
图G. 3 拌和机出料口处设置挡板示意图



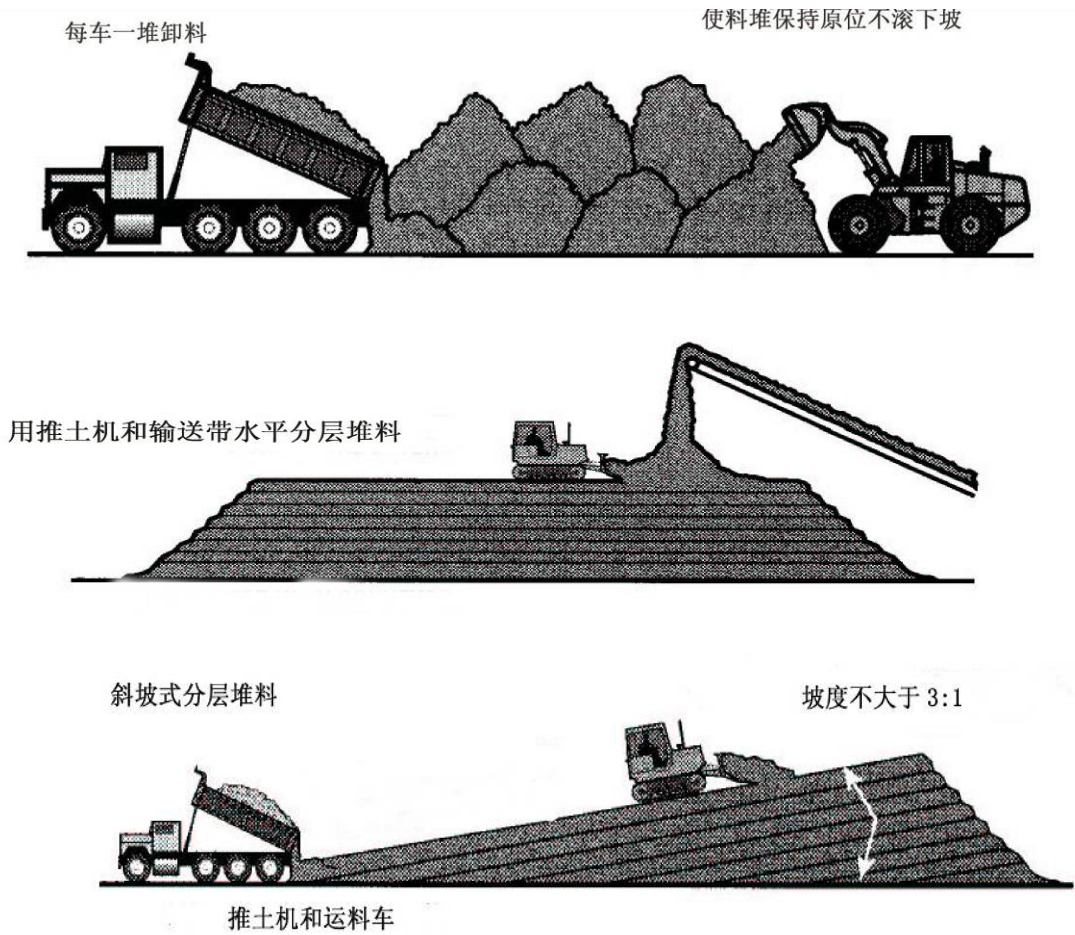
图G. 4 能自动计量的稀浆封层机



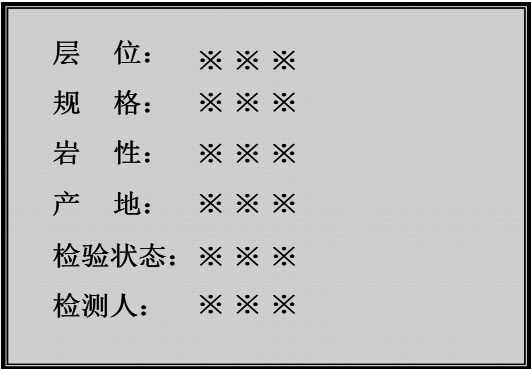
图G. 5 热喷沥青碎石封层施工工序



图G.6 青海省公路沥青与沥青混合料气候分区



图G.7 减少堆料形成离析



图G.8 料场标识牌



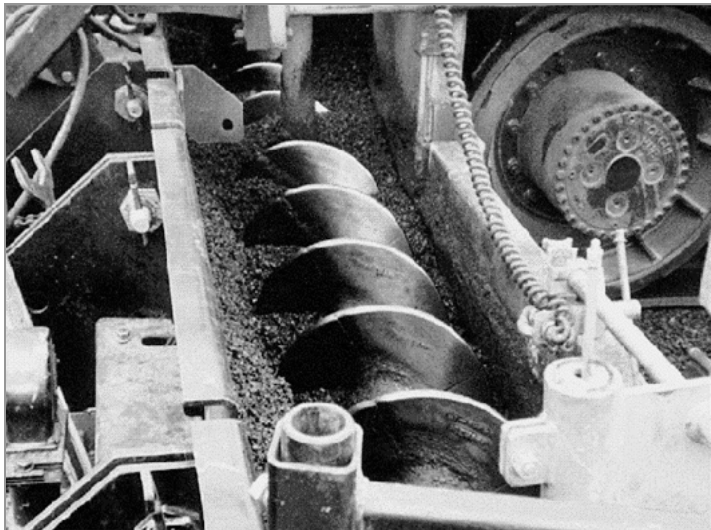
图G.9 拌和楼冷料斗之间须设有隔离挡板



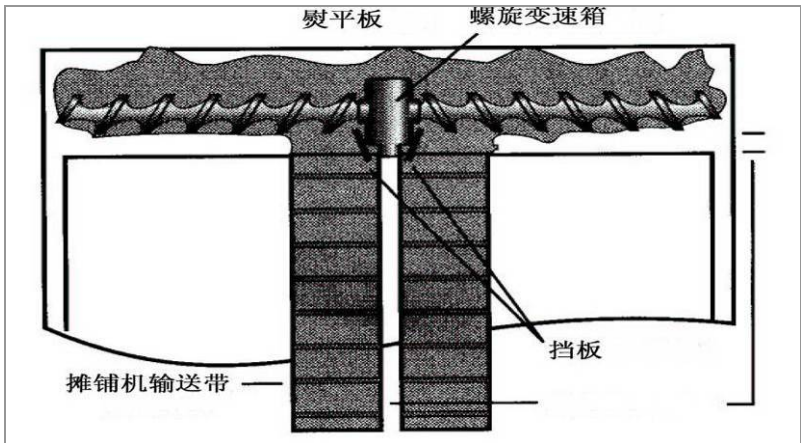
图G.10 回收粉加湿处理排放



图G. 11 螺旋输送机过短



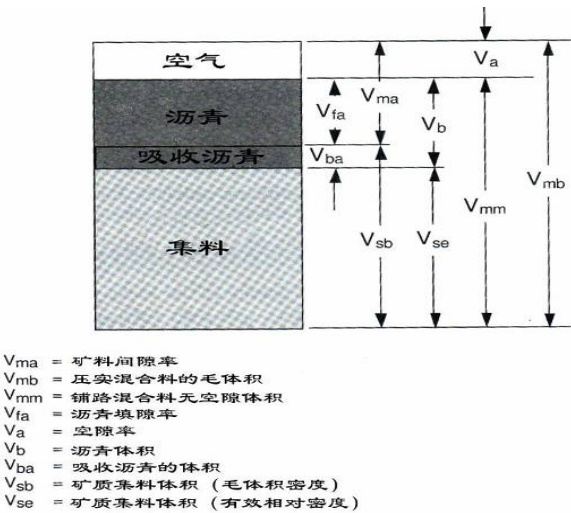
图G. 12 尽可能采用长螺旋



图G. 13 摊铺过程中减少变速箱位置细料集中现象



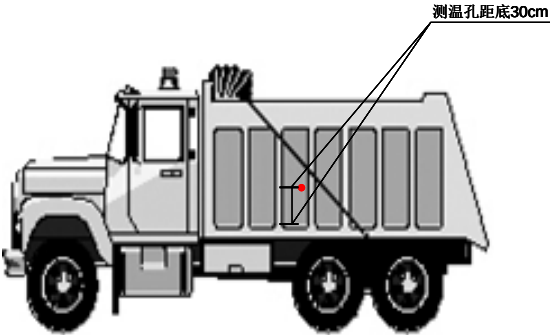
图G.14 运料车采取严密的覆盖措施



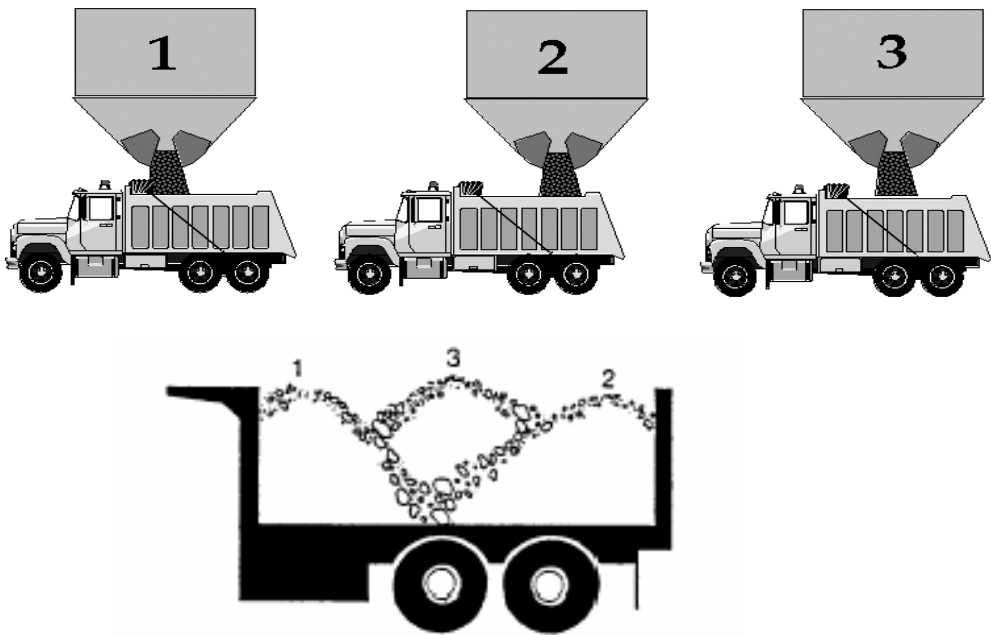
图G.15 沥青混合料体积性质构成图注

※ 高速路面 ※ 标沥青混合料配比						
日期: ※※ 年 ※ 月 ※ 日						
混合料 类型	热料仓比例				矿粉	沥青
	1#	2#	3#	4#		
※※	※	※	※	※	※	※
试验负责人	※※	监理负 责人	※※	操作手 确认	※※	

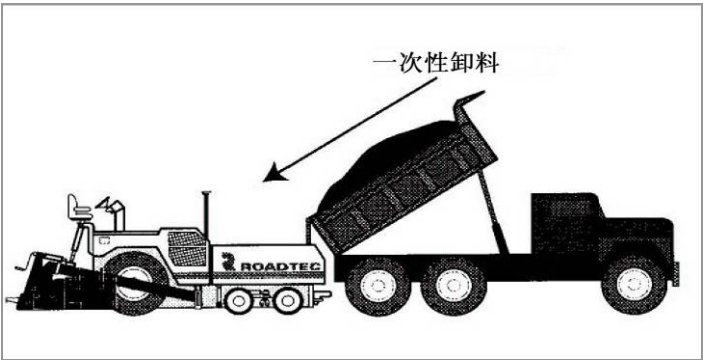
图G.16 拌和楼配比标识牌示意图



图G. 17 运料车测温孔位置



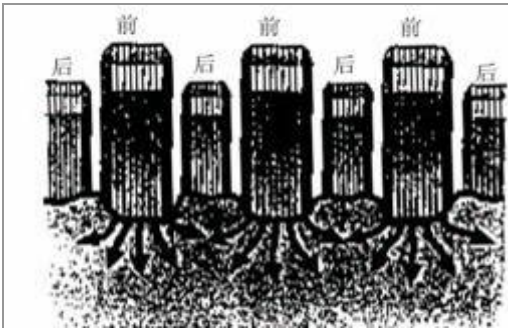
图G. 18 运料车装料顺序



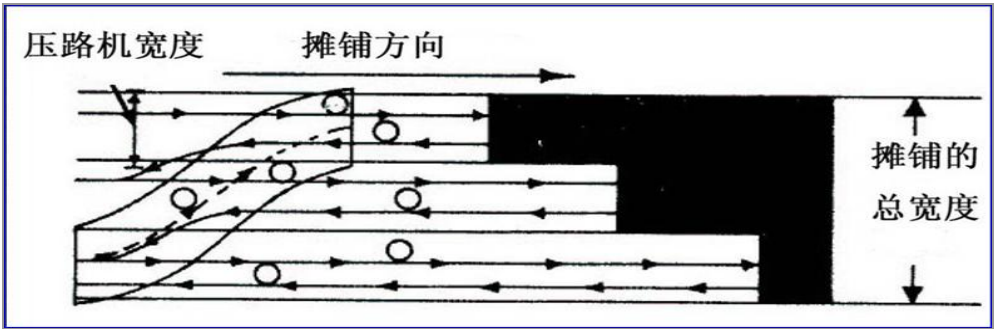
图G. 19 运料车卸料尽量减少顶升次数



图G. 20 两台摊铺机间距应尽可能缩短



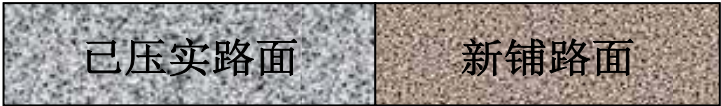
图G. 21 胶轮压路机作用机理



图G. 22 压路机作业呈阶梯状向前递进



图G. 23 人工涂抹隔离剂



图G. 24 平接缝

关于批准 DB63/T 1381—2015
《高寒地区沥青路面施工技术规范》
2015 年第 1 号修改单的函

省交通运输厅：

你厅以青交科函〔2015〕158 号文申请批准的 DB63/T1381—2015 《高寒地区沥青路面施工技术规范》2015 年第 1 号修改单，经我局批准于 2015 年 7 月 20 日起实施，现予以公布。

修改单见附件。

附件：地方标准修改通知单

青海省质量技术监督局

2015 年 6 月 29 日

附件：

地方标准修改通知单

2015 年第 1 号

DB63/T1381—2015 《高寒地区沥青路面施工技术规范》 2015 年第 1 号修改单

本修改单经青海省质量技术监督局于 2015 年 6 月 29 日以青质监标函〔2015〕74 号文批准，自 2015 年 7 月 20 日起实施，现予以公布。

DB63/T1381—2015 《高寒地区沥青路面 施工技术规范》2015 年第 1 号修改单

表 47 内容修改为：

表 47 A 级 90 号、110 号和 130 号道路石油沥青技术要求

检 验 项 目			90 号	110 号	130 号
针入度 (25℃, 100g, 5S) (0.1mm)			80~100	100~120	120~140
延度 (5cm/min, 15℃) (cm)	不小于	100	100	100	100
延度 (5cm/min, 10℃) (cm)	不小于	30	40	50	
软化点 (环球法) (℃)	不小于	44	43	40	
溶解度 (三氯乙烯) (%)	不小于	99.5	99.5	99.5	
针入度指数 PI			-1.5~+1.0	-1.5~+1.0	-1.5~+1.0
薄膜加热 试验 163℃, 5h	质量变化 (%)	不大于	±0.5	±0.5	±0.5
	针入度比 (%)	不小于	57	55	54
	延度 (15℃) (cm)	不小于	20	30	35
	延度 (10℃) (cm)	不小于	8	10	12
闪点 (COC) (℃)			245	230	230

含蜡量（蒸馏法）（%）	不大于	2.2	2.2	2.2
密度（15℃）（g/cm ³ ）		实测	实测	实测
动力粘度（绝对粘度，60℃）（pa.s）	不小于	140	120	60

注 1： 试验方法按照现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTJ E20）规定的方法执行。用于仲裁试验求取 PI 时的 5 个温度的针入度关系的相关系数不得小于 0.997。

注 2： 经建设单位同意，表中 PI 值、60℃动力粘度、10℃延度可作为选择性指标，也可不作为施工质量检验指标。

注 3： 老化试验以 TFOT 为准，也可以 RTFOT 代替。