广西壮族自治区工程建设地方标准 **DB**

工程建设地方标准编号：DBJ/T 45-XXX-20XX

住房和城乡建设部备案号：JXXXXX-XXX

高温潮湿区RCA复配天然双改性

沥青路面标准

Hot and humid area of natural double RCA compound modified asphalt pavement standard

2017年XX月XX日发布 20XX年XX月XX日实施

**广西壮族自治区住房和城乡建设厅 发布**

**广西壮族自治区工程建设地方标准**

高温潮湿区RCA复配天然双改性

沥青路面标准

Hot and humid area of natural double RCA compound modified asphalt pavement standard

工程建设地方标准编号：DBJ/T 45-XXX-20XX

住房和城乡建设部备案号：JXXXXX-20XX

**批准部门：广西壮族自治区住房和城乡建设厅**

**主编单位：华蓝设计（集团）有限公司**

**广西大学**

**广西路桥工程集团有限公司**

**广西路冠科技投资发展有限责任公司**

**施行日期：20XX年XX月XX日**

**2017年 南宁**

目 次

[前 言 IV](#_Toc494563936)

[1 总则 1](#_Toc494563937)

[2 规范性引用文件 2](#_Toc494563938)

[3 术语、符号 3](#_Toc494563939)

[3.1 术语 3](#_Toc494563940)

[3.2 符号 8](#_Toc494563941)

[4 原材料技术要求 9](#_Toc494563942)

[4.1 一般规定 9](#_Toc494563943)

[4.2 普通岩沥青的相关技术要求 9](#_Toc494563944)

[4.3 RCA复配天然双改性沥青性能 10](#_Toc494563946)

[4.4 RCA复配天然双改性沥青规格 10](#_Toc494563947)

[4.5 基质沥青 10](#_Toc494563948)

[4.6 粗集料 11](#_Toc494563949)

[4.7 细集料 11](#_Toc494563950)

[4.8 填料 13](#_Toc494563951)

[5 RCA复配天然双改性沥青混合料配合比设计 14](#_Toc494563952)

[5.1 RCA的掺量 14](#_Toc494563953)

[5.2 RCA复配天然双改性沥青混合料设计要求 14](#_Toc494563954)

[5.3 RCA复配天然双改性沥青混合料目标配合比设计方法 17](#_Toc494563955)

[5.4 RCA复配天然双改性沥青混合料室内试验的试件制备 18](#_Toc494563956)

[5.5 RCA复配天然双改性沥青混合料生产配合比设计与验证 18](#_Toc494563957)

[6 RCA复配天然双改性沥青混合料施工 19](#_Toc494563958)

[6.1 一般规定 19](#_Toc494563959)

[6.2 RCA储存及投放 19](#_Toc494563960)

[6.3 RCA复配天然双改性沥青混合料的生产及施工工艺 19](#_Toc494563961)

[6.4 RCA复配天然双改性沥青混合料的运输 22](#_Toc494563962)

[6.5 RCA复配天然双改性沥青混合料的摊铺 23](#_Toc494563963)

[6.6 RCA复配天然双改性沥青混合料的碾压 24](#_Toc494563964)

[6.7 RCA复配天然双改性沥青路面接缝处理 26](#_Toc494563965)

[6.8 RCA复配天然双改性沥青路面开放交通及其他 27](#_Toc494563966)

[7 RCA复配天然双改性沥青路面的施工质量管理及检查验收 28](#_Toc494563967)

[7.1 一般规定 28](#_Toc494563968)

[7.2 施工前的材料与设备检查 28](#_Toc494563969)

[7.3 铺筑试验段 29](#_Toc494563970)

[7.4 RCA复配天然双改性沥青路面施工过程中的质量管理与检查 29](#_Toc494563971)

[7.5 RCA复配天然双改性沥青路面交工验收阶段的工程质量检查与验收 35](#_Toc494563974)

[7.6 工程施工总结及质量保证期管理 37](#_Toc494563975)

[附录A 本标准用词说明 41](#_Toc494563979)

[附录B 沥青层压实度评定方法 42](#_Toc494563980)

[附录C 施工质量动态管理方法 43](#_Toc494563981)

[附录D 沥青路面质量过程控制及总量检验方法 44](#_Toc494563982)

[附录E 沥青路面使用性能气候分区 45](#_Toc494563983)

[附件 47](#_Toc494563984)

[高温潮湿区RCA复配天然双改性沥青路面标准 47](#_Toc494563985)

[1 总则 48](#_Toc494563986)

[2规范性引用文件 49](#_Toc494563987)

[3 术语、符号 50](#_Toc494563988)

[4 原材料技术要求 51](#_Toc494563989)

[5 RCA复配天然双改性沥青混合料配合比设计 52](#_Toc494563990)

[5.1 RCA的掺量 52](#_Toc494563991)

[5.2 RCA复配天然双改性沥青混合料设计要求 52](#_Toc494563992)

[5.3 RCA复配天然双改性沥青混合料目标配合比设计方法 53](#_Toc494563993)

[6 RCA复配天然双改性沥青混合料施工 54](#_Toc494563994)

[6.1 RCA存储与投放 54](#_Toc494563995)

[6.2 RCA复配天然双改性沥青混合料的生产 54](#_Toc494563996)

[6.3 RCA复配天然双改性沥青混合料的摊铺 54](#_Toc494563997)

[6.4 RCA复配天然双改性沥青混合料的碾压 55](#_Toc494563998)

[7 RCA复配天然双改性沥青路面的施工质量管理及检查验收 56](#_Toc494563999)

[7.1 施工前的材料与设备检查 56](#_Toc494564000)

[7.2 铺筑试验段 56](#_Toc494564001)

# 前 言

根据广西壮族自治区住房和城乡建设厅《关于下达2017年度全区工程建设地方标准制（修）订项目第一批计划的通知》（桂建标[2017]20号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，针对广西区沥青道路建设的实际情况，结合RCA复配天然双改性沥青的研究成果与工程实践经验，参照国内外有关技术标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准共7章5个附录，主要技术内容包括：1.总则；2.规范性引用文件；3.术语、符号；4.原材料技术要求；5.RCA复配天然双改性沥青混合料配合比设计；6.RCA复配天然双改性沥青混合料施工；7.RCA复配天然双改性沥青路面的施工质量管理及检查验收。并附录相关条文说明，可供广西区道路建设部门参考和使用，以满足广西地区道路工程质量对于沥青路面高温、低温、抗水损害及耐久性的要求。

本标准由广西壮族自治区住房和城乡建设厅提出并归口管理，授权广西大学负责具体技术内容的解释。有关单位在执行本标准过程中如有意见或建议，请寄送广西壮族自治区住房城乡建设厅标准定额处（地址：南宁市金湖路58号广西建设大厦，邮编：530022）和广西大学土木建筑工程学院孟勇军（地址：广西壮族自治区南宁市西乡塘区大学路100号，邮政编码：530004），以便修订时研用。

本标准主要起草单位：华蓝设计（集团）有限公司，广西大学，广西路冠科技投资发展有限责任公司

本标准主要起草人员：孟勇军 巫裕润 庞赞龙 容洪流 毛明亮 马存祥 黄文秋 孔繁莉 邓媚 黎继国 潘莉娜

本标准主要审核人员：

本标准针对RCA复配天然双改性沥青的配合比设计、施工技术及质量检验方法提供了依据。

本标准为首次发布。

# 1 总则

**1.0.1** 为正确应用RCA复配天然双改性沥青路面技术，确保RCA复配天然双改性沥青路面的质量；为RCA复配天然双改性沥青路面的设计、施工以及质量验收等提供技术依据，结合广西区的实际情况，特制订本标准。

**1.0.2** 本标准适用于应用RCA复配天然双改性沥青路面技术的公路和城市道路，以及机场道路、厂矿、港区等专用道路。

**1.0.3** RCA复配天然双改性沥青路面设计应符合国家环境和生态保护的规定，鼓励设计节能降耗型路面，积极应用路面材料再生技术。

**1.0.4**  RCA复配天然双改性沥青路面施工除应符合本标准外，尚应符合国家、行业和广西壮族自治区现行有关标准的规定。

# 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

CJJ 169-2012 城镇道路路面设计规范

CJJ 1-2008 城镇道路工程施工与质量验收规范

CJJ 36-2016 城镇道路养护技术规范

CJJ/T 43-2014 城镇道路沥青路面再生利用技术规程

JTG E42-2005 公路工程集料试验规程

JTG F80/1-2004 公路工程质量检验评定标准

JTG E60-2008 公路路基路面现场测试规程

JTG E40-2007 公路土工试验规程

JTG D50-2017 公路沥青路面设计规范

JTG F40-2004 公路沥青路面施工技术规范

JTG E20-2011 公路工程沥青及沥青混合料试验规程

JT/T 860.5-2014 沥青混合料改性添加剂 第5部分：天然沥青

# 3 术语、符号

## 3.1 术语

### 3.1.1天然沥青 Natural asphalt

在自然界综合作用下生成的固态沥青类物质，其中常混有一定比例的矿物质。按形成的环境可以分为岩沥青、湖沥青、海底沥青和油页岩等。天然沥青通常作为改性剂提高普通石油沥青的性能，目前已经开发和用以道路改性的主要是岩沥青和湖沥青。

### 3.1.2岩沥青 Rock asphalt

石油在岩石夹缝中经过自然界的综合作用生成的沥青类物质。

### 3.1.3湖沥青 Lake asphalt

由于地壳变动、岩层断裂，地下石油和天然气涌溢出来，经长期与泥沙等物化合，后又不断地堆积和硬化，形成的以湖的形式存在的沥青类物质。

### 3.1.4 复配天然双改性沥青（RCA）

Rock Compound modified Asphalt的简写，通过高分子材料、天然沥青及稳定胶等对基质沥青进行改性制备而成的双改性添加剂，分为适用于悬浮密实型的RCA-AC型和适用于骨架密实型的RCA-SMA型。

### 3.1.5基质沥青 Base asphalt

用于生产改性沥青，掺加沥青改性剂进行改性的基础沥青，基质沥青的技术指标，应符合现行规范《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40-2004)的技术要求。如无特别说明，本标准中的基质沥青特指标号为70号的A级道路石油沥青。

### 3.1.6改性沥青 Modified bitumen(英)，Modified asphalt cement(美)

掺加橡胶颗粒、树脂、高分子聚合物、天然沥青、磨细的橡胶粉或者其他材料等外掺剂（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。

### 3.1.7 沥青结合料 Asphalt binder, Asphalt cement

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。

### 3.1.8 沥青混合料 Bituminous mixtures(英)，Asphalt mixtures（美）

由矿料与沥青结合料拌和而成的混合料的总称。按材料组成及结构分为连续级配、间断级配混合料，按矿料级配组成及空隙率大小分为密级配、半开级配、开级配混合料。按公称最大粒径的大小可分为特粗式（公称最大粒径等于或大于31.5mm）、粗粒式（公称最大粒径26.5mm）、中粒式（公称最大粒径16或19mm）、细粒式（公称最大粒径9.5或13.2mm）、砂粒式（公称最大粒径4.75mm）沥青混合料。按制造工艺分热拌沥青混合料、冷拌沥青混合料及再生沥青混合料等。

### 3.1.9 密级配沥青混合料 Dense-graded bituminous mixtures(英)，Dense-graded asphalt mixtures(美)

按密实级配原理设计组成的各种粒径颗粒的矿料与沥青结合料拌和而成，设计空隙率较小（对不同交通及气候情况、层位可作适当调整）的密实级配沥青混凝土混合料（以AC表示）和密实式沥青稳定碎石混合料（以ATB表示）。按关键性筛孔通过率的不同又可分为细型、粗型密级配沥青混合料等。粗集料嵌挤作用较好的也称嵌挤密实型沥青混合料。

### 3.1.10 开级配沥青混合料 Open-graded bituminous mixtures(英)，Open-graded asphalt mixtures(美)

矿料级配主要由粗集料嵌挤组成，细集料及填料较少，设计空隙率为18%的混合料。

### 3.1.11 半开级配沥青碎石混合料 Half(Semi)-open-graded bituminous paving mixtures(英)

由适当比例的粗集料、细集料及少量填料（或不加填料）与沥青混合料拌和而成，经马歇尔标准击实成型试件的剩余空隙率在6%~12%的半开式沥青碎石混合料（以AM表示）

### 3.1.12 间断级配沥青混合料 Gap-graded bituminous paving mixtures(英)，Gap-graded asphalt mixtures(美)

矿料级配组成中缺少1个或几个粒径档次（或用量很少）而形成的沥青混合料。

### 3.1.13 沥青玛蹄脂碎石混合料 Stone mastic asphalt(英)，Stone matrix asphalt (美)

由沥青结合料与少量的纤维稳定剂、细集料以及较多量的填料（矿粉）组成的沥青玛蹄脂填充于间断级配的粗集料骨架的间隙，组成一体的沥青混合料，简称SMA。

### 3.1.14 沥青混合料的理论最大密度 Theoretical maximum density of bituminous mixtures

假设压实沥青混合料试件全部为矿料（包括矿料自身内部的孔隙）及沥青所占有、空隙率为零的理想状态下的最大密度，以g/mm3。

### 3.1.15 沥青混合料的表观密度 Apparent density of bituminous mixtures

沥青混合料单位体积（含混合料实体体积与不吸收水分的内部闭口孔隙体积之和）的干质量，又称视密度，由水中法测定（仅适用吸水率小于0.5%的沥青混合料试件），以g/cm3 计。

### 3.1.16 沥青混合料试件的沥青饱和度 Percent voids in mineral aggregate that are filled with asphalt in bituminous mixtures

沥青混合料试件内沥青部分的体积占矿料部分以外的体积（VMA）百分率，简称VFA，以百分率表示。沥青混合料内有效沥青部分（即扣除被集料吸收的沥青以外的沥青）的体积占矿料部分以外的体积（VMA）的百分率，称为有效沥青饱和度。

### 3.1.17 沥青路面 Asphalt pavement

铺筑沥青面层的路面。

### 3.1.18 透层 Prime coat

在非沥青材料基层上喷洒乳化沥青、煤沥青、液体沥青而形成透入基层表面一定深度的薄层。

### 3.1.19 封层 Seal coat

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。

### 3.1.20 粘层 Tack coat

在沥青层与沥青层、沥青层与水泥混凝土路面之前洒布的沥青材料薄层。

### 3.1.21 针入度 Penetration

表征沥青条件黏度的一项指标，同时也是我国作为沥青标号划分的依据。是指在规定温度和时间内，附加一定质量的标准针垂直贯入沥青试样的深度，以0.1mm计。通常我国将测定针入度的标准设定为25℃、针总质量100g、贯入时间5s。

### 3.1.22 针入度指数 Penetration index

沥青结合料的温度感应性指标，反映针入度随温度而变化的程度，由不同温度的针入度按规定方法计算得到，无量纲。

### 3.1.23 延度 Ductility

规定形态的沥青试样，在规定温度下以一定速度受拉伸至断开时的长度，以cm计。

### 3.1.24 软化点（环球法）Softening point

沥青试样在规定尺寸的金属环内，上置规定尺寸和质量的钢球，放于水或甘油中，以规定的速度加热，至钢球下沉达规定距离时的温度，以℃计。

### 3.1.25 闪点 Flash point

沥青试样在规定的盛样器内按规定的升温温度受热时所蒸发的气体以规定的方法与试焰接触，初次发生的一瞬即灭的火焰时的温度，以℃计。盛样器对粘稠沥青是克利夫兰开口杯（简称COC），对液体沥青是泰格开口杯（简称TOC）。

### 3.1.26马歇尔稳定度 Marshall stability

按规定条件采用马歇尔试验仪测定的沥青混合料所能承受的最大荷载，以KN计。

### 3.1.27 流值 Flow value

沥青混合料在马歇尔试验时相应于最大荷载时试件的竖向变形，以mm计。

### 3.1.28 动稳定度 Dynamic stability

按规定条件进行沥青混合料车辙试验时，混合料试件变形进入稳定期后，每产生1mm轮辙变形试验轮所行走的次数，以次/mm计。

### 3.1.29 油石比 Asphalt aggregate ratio

沥青混合料中沥青结合料质量与矿料总质量的比值，以百分率表示。

## 3.2 符号

本标准各种符号、代号及意义详见表3.2。

**表3.2 符号及代号**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 编号 | 符号或代号 | 意义 |
| 3.2.1 | A  | 道路石油沥青 |
| 3.2.2 | Pa | 沥青混合料油石比 |
| 3.2.3 | RCA | 复配双改性沥青添加剂 |
| 3.2.4 | AC | 密级配沥青混凝土混合料，分为粗型和细型两类 |
| 3.2.5 | SMA | 沥青玛蹄脂碎石混合料 |
| 3.2.6 | ATB | 密级配沥青稳定碎石混合料 |
| 3.2.7 | VMA | 压实沥青混合料的矿料间隙率 |
| 3.2.8 | VFA | 压实沥青混合料中的沥青饱和度 |
| 3.2.9 | AM | 半开级配沥青碎石混合料 |
| 3.2.10 | RCA-SMA | 间断级配的复配天然双改性沥青混合料 |
| 3.2.11 | RCA-AC | 连续级配的复配天然双改性沥青混合料 |
| 3.2.12 | TFOT | 沥青的薄膜加热试验 |
| 3.2.13 | RTFOT | 沥青的旋转薄膜加热试验  |
| 3.2.14 | COC | 沥青的克利夫兰杯开式闪点 |
| 3.2.15 | TOC | 沥青的泰格杯开式闪点 |
| 3.2.16 | PSV | 石料磨光值 |
| 3.2.17 | FB | 用摆式仪测定的路面摩擦系数摆值 |
| 3.2.18 | PI | 沥青的针入度指数 |
| 3.2.19 | MS | 马歇尔稳定度 |
| 3.2.20 | FL | 流值  |
| 3.2.21 | DS | 车辙试验动稳定度 |

# 4 原材料技术要求

## 4.1 一般规定

**4.1.1** 沥青路面使用的各种材料运至现场后必须进行质量检验，经评定合格后方可使用，不得以供应商提供的检测报告或商检报告代替现场检测。

**4.1.2** 沥青路面集料的选择必须经过认真的料源调查，确定料源应尽可能就地取材。质量符合使用要求，石料开采必须注意环境保护，防止破坏生态平衡。

**4.1.3** 集料粒径规格以方孔筛为准。不同料源、品种、规格的集料不得混杂堆放。

## 4.2 天然岩沥青的相关技术要求

天然岩沥青的相关技术要求见表4.2。

**表4.2 天然岩沥青的相关技术要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 类别 | 指标 | 单位 | 技术要求 |
| 新疆岩沥青 | 青川岩沥青 | 印尼布敦岩沥青 | 伊朗岩沥青 | 北美岩沥青 |
| 岩沥青 | 颜色 | — | 黑色粉末 | 黑色粉末 | 黑色、褐色粉末 | 黑色粉末 | 黑色粉末 |
| 灰分 | % | ≤5 | ≤15 | ≤80 | ≤30 | ≤2 |
| 含水率 | % | ≤2 |
| 粒度范围 | 4.75mm | % | 100 |
| 2.46mm | 95~100 |
| 1.18mm | >80 |
| 添加岩沥青后改性沥青 | 软化点（比原沥青提高值）不小于 | ℃ | 5 |
| TFOT（或RTFOT后）残留物 | 质量变化 | % | 不大于原基质沥青 |
| 针入度比（25℃） | % | 不小于原基质沥青 |
|  | 马歇尔试验稳定度 | kN | ≥8 |
| 流值 | mm | 1.5~4 |
| 残留稳定度 | % | ≥85 |

## 续表4.2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 冻融劈裂强度比 | % | ≥80 |
| 动稳定度 | 次/mm | ≥3000 |
| **注1**：本表仅列出了我国道路工程上常用的几种岩沥青，如有其他种类，可参照本表技术体系进行要求。**注2：**本表参数适用于各种密级配沥青混合料，本表外其他指标可参照相关规范或设计文件执行。**注3：**试验根据项目情况采用A级70号或90号沥青为基质沥青 |

## 4.3 RCA复配天然双改性沥青性能

RCA复配天然双改性沥青性能指标应符合表4.3要求。

**表4.3 RCA质量标准**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 规定值 |
| 天然沥青含量 | >30% |
| 矿物质 | 65%~70% |
| 其中：碳酸钙 | 55%~60% |
| 密度 | 1.4~1.6g/cm3 |
| 闪点 | ≥230 ℃ |
| 加热损失 | <1.2% |
| 含水量 | <2% |
| 颗粒最大粒径 | <1 mm |

## 4.4 RCA复配天然双改性沥青规格

RCA复配天然双改性沥青规格组成应符合表4.4要求。

**表4.4 RCA复配天然双改性沥青规格要求**

|  |  |
| --- | --- |
| 筛孔（mm） | 通过筛孔的质量百分率（%） |
| 2.36 | 100 |
| 1.18 | 90~100 |
| 0.6 | 80~100 |
| 0.3 | 70~95 |
| 0.15 | 40~80 |
| 0.075 | 40~70 |

## 4.5 基质沥青

基质沥青的技术指标，应符合现行规范《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-2004）

和《城镇道路工程施工与质量验收规范》（CJJ 1-2008）的技术要求。

## 4.6 粗集料

**4.6.1** 沥青层用粗集料包括碎石、破碎砾石、筛选砾石、钢渣、矿渣等，但高速公路、一级公路及城市快速路、主干路不得使用筛选砾石和矿渣。粗集料必须由具有生产许可证的采石场生产或施工单位自行加工。

**4.6.2** 粗集料应该洁净、干燥、表面粗糙，质量应符合表4.6.2的规定。当单一规格集料的质量达不到表中要求，而按照集料配合比计算的质量指标符合要求时，工程上允许使用。对受热易变质的集料，宜采用经拌和机烘干后的集料进行检验。

**表4.6.2 沥青混合料用粗集料质量技术要求**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 指 标 | 单位 | 高速公路、一级公路、城市快速路、主干路 | 其他等级公路、次干路、支路 | 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 |
| 坚固性，不大于 | % | 12 | 12 | — | T 0314 |
| 针片状颗粒含量（混合料），不大于其中粒径大于9.5mm,不大于其中粒径小于9.5mm,不大于 | % | 151218 | 181520 | 20— | T 0312 |
| 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坚固性试验可根据需要进行。

②用于高速公路、一级公路、城市快速路、主干路时，多孔玄武岩的视密度可放宽至2.45t/ 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。

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

## 4.7 细集料

**4.7.1** 沥青路面的细集料包括天然砂、机制砂、石屑。细集料必须由具有生产许可证的采石场、采沙场生产。

**4.7.2**细集料应该洁净、干燥、无风化、无杂质，并有适当的颗粒级配，其质量应符合表4.7.2的规定。细集料的洁净程度，天然砂以小于0.075mm质量的百分数表示，石屑和机制砂以砂当量（适用于0~4.75mm）或亚甲蓝值（适用于0~2.36mm或0~0.15mm）表示。

**表4.7.2 沥青混合料用细集料质量要求**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 指 标 | 单位 | 高速公路、一级公路、城市快速路、主干路 | 其他等级公路、次干路、支路 | 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（＜0.075mm部分），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 |

**4.7.3** 天然砂可采用河沙或海沙，通常采用粗、中砂，其规格应符合表4.7.3的规定。砂的含泥量超过规定时应水洗后使用，海沙中的贝壳类材料必须筛除。与沥青的粘附性小于4级的沙，不得用于高速公路、一级公路、城市快速路、主干路。开采天然砂必须取得当地政府主管部门的许可，并符合水利及环境保护的要求。

**表4.7.3 沥青混合料用天然砂规格**

|  |  |
| --- | --- |
| 筛孔尺寸（mm） | 通过各孔筛的质量百分率（%） |
| 粗砂 | 中砂 | 细沙 |
| 9.5 | 100 | 100 | 100 |
| 4.75 | 90~100 | 90~100 | 90~100 |
| 2.36 | 65~95 | 75~90 | 85~100 |
| 1.18 | 35~65 | 50~90 | 75~100 |
| 0.6 | 15~30 | 30~60 | 60~84 |
| 0.3 | 5~20 | 8~30 | 15~45 |
| 0.15 | 0~10 | 0~10 | 0~10 |
| 0.075 | 0~5 | 0~5 | 0~5 |

**4.7.4**石屑是采石场破碎石料时通过4.75mm或2.36mm的筛下部分，其规格应符合表4.7.4的规定。采石场在生产石屑的过程中应具备抽吸设备，高速公路、一级公路、城市快速路、主干路的沥青混合料，宜将S14与S16组合使用，S15可在沥青稳定碎石基层或其他等级公路、次干路及支路中使用。

**表4.7.4 沥青混合料用机制砂或石屑规格**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 规格 | 公称粒径（mm） | 水洗法通过各筛孔的质量百分率（%） |
| 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 |

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。

**4.7.5** 机制砂宜采用专用的制砂机制造，并采用优质石料生产，其级配应符合S16的要求。

## 4.8 填料

**4.8.1** 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，原石料中的泥土杂质应除净。矿粉应干燥、洁净，能自由地从矿粉仓流出，其质量应符合表4.8.1的要求。

**表4.8.1 沥青混合料用矿粉质量要求**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项 目 | 单位 | 高速公路、一级公路、城市快速路、主干路 | 其他等级公路、次干路、支路 | 试验方法 |
| 表观密度，不小于 | t/ m3 | 2.50 | 2.45 | T 0352 |
| 含水量，不大于 | % | 1 | 1 | T 0103烘干法 |
| 粒径范围＜0.6mm＜0.15mm＜0.075mm | % | 10090~10075~100 | 10090~10075~100 | T 0351 |
| 外观 | — | 无团粒结块 | — |  |
| 亲水系数 | — | ＜1 | T 0353 |  |
| 塑性指数 | % | ＜4 | T 0354 |  |
| 加热安定性 | — | 实测记录 | - T 0355 |  |

**4.8.2** 拌合机的粉尘可作为矿粉的一部分回收利用。但每盘用量不得超过填料总量的25%，掺有粉尘填料的塑性指数不得大于4%。

**4.8.3**粉煤灰作为填料使用时，用量不得超过填料总量的50%，粉煤灰的烧失量应小于12%，与矿粉混合后的塑性指数应小于4%，其余质量要求与矿粉相同。高速公路、一级公路及城市快速路、主干路的沥青面层不宜采用粉煤灰做填料。

# 5 RCA复配天然双改性沥青混合料配合比设计

## 5.1 RCA的掺量

**5.1.1** RCA掺量的初步选择应考虑以下因素：

①使用层位、费用成本等因素,并根据工程项目的气候和交通设计条件进行适当的调整；

②已有工程使用技术经验，特别是本地区应用RCA效果好的工程典型案例；

**5.1.2**无工程应用经验时按下表5.1.2推荐使用，并结合项目情况、RCA复配天然双改性沥青混合料测试情况进行适当调整。

**表5.1.2 RCA掺量范围**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| RCA掺量范围（%） | 典型掺加量（%） | 备注 |
| 1.0~2.0 | 1.5 | RCA与矿料质量之比 |

**5.1.3**根据目标配合比试验数据调整RCA材料的掺加量

根据初定RCA掺量的目标配合比设计数据，分析掺加RCA后混合料的马歇尔强度、水稳性、高温稳定性等性能检验结果，综合混合料技术要求和经济性分析，进一步调整确定工程用RCA的掺量。有条件时，应以初步选定的RCA掺量为中心，进行3个不同RCA掺量的沥青混合料性能试验，优化确定。

## 5.2 RCA复配天然双改性沥青混合料设计要求

**5.2.1**应根据使用要求、气候特点、交通荷载与结构层功能要求等因素，结合沥青层厚度和当地经验，合理选择各结构层的沥青混合料类型，宜符合下列规定：

①表面层宜选用SMA、AC沥青混合料；

②在各个沥青层中至少有一层应为密级配沥青混合料；

③不同粒径沥青混合料的厚度应符合表5.2.1的规定。连续级配沥青混合料和沥青玛蹄脂碎石混合料的结构层厚度不宜小于集料公称最大粒径的2.5倍。。

**表5.2.1 不同粒径沥青混合料厚度**

|  |  |
| --- | --- |
| 沥青混合料类型 | 以下集料公称最大粒径沥青混合料的厚度(mm)，不小于 |
| 4.75 | 9.5 | 13.2 | 16.0 | 19.0 | 26.5 |
| 连续级配沥青混合料 | 15 | 25 | 35 | 40 | 50 | 75 |
| 沥青玛蹄脂碎石 | — | 30 | 40 | 50 | 60 | — |

### 5.2.2 RCA复配天然双改性沥青混合料级配范围

RCA复配天然双改性沥青混合料配合比分为连续级配与间断级配，其级配范围分别见表5.2.2-1与表5.2.2-2。

**表5.2.2-1 连续级配沥青混合料矿料级配范围**

|  |  |
| --- | --- |
| 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 |
| RCA-AC-25 | 100 | 100 | 90 | 85 | 76 | 65 | 52 | 45 | 33 | 24 | 17 | 13 | 8 |
| 100 | 88 | 77 | 67 | 60 | 48 | 25 | 18 | 14 | 10 | 7 | 5 | 4 |
| RCA-AC-20 |  | 100 | 100 | 95 | 80 | 75 | 56 | 44 | 33 | 24 | 17 | 13 | 7 |
|  | 100 | 91 | 78 | 63 | 54 | 28 | 20 | 14 | 10 | 7 | 5 | 5 |
| RAC-AC-13 |  |  |  | 100 | 100 | 85 | 79 | 50 | 38 | 28 | 30 | 15 | 8 |
|  |  |  | 100 | 92 | 68 | 40 | 26 | 18 | 12 | 10 | 7 | 6 |
| RCA-AC-10 |  |  |  |  | 100 | 100 | 75 | 58 | 44 | 32 | 23 | 16 | 8 |
|  |  |  |  | 100 | 90 | 45 | 30 | 20 | 13 | 9 | 6 | 4 |
| RAC-AC-5 |  |  |  |  |  | 100 | 100 | 75 | 55 | 40 | 28 | 18 | 10 |
|  |  |  |  |  | 100 | 90 | 55 | 35 | 20 | 12 | 7 | 5 |

**表5.2.2-2 间断级配沥青混合料矿料级配范围**

|  |  |
| --- | --- |
| 类型 | 通过下列筛孔（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 |
| RCA-SMA-20 | 100 | 100 | 92 | 82 | 55 | 30 | 22 | 20 | 16 | 14 | 13 | 12 |
|  | 90 | 74 | 64 | 42 | 20 | 15 | 14 | 12 | 10 | 9 | 9 |
| RCA-SMA-16 |  | 100 | 100 | 85 | 65 | 32 | 24 | 22 | 18 | 15 | 14 | 12 |
|  | 100 | 90 | 65 | 45 | 20 | 15 | 14 | 12 | 10 | 9 | 8 |
| RCA-SMA-13 |  |  | 100 | 100 | 75 | 34 | 26 | 24 | 22 | 18 | 16 | 13 |
|  |  | 100 | 92 | 53 | 22 | 17 | 16 | 13 | 11 | 10 | 9 |
| RCA-SMA-10 |  |  |  | 100 | 100 | 60 | 32 | 26 | 22 | 18 | 16 | 13 |
|  |  |  | 100 | 90 | 28 | 20 | 14 | 12 | 10 | 9 | 8 |

### 5.2.3 RCA复配天然双改性沥青混合料的设计技术要求

RCA-AC复配天然双改性沥青混合料的设计技术要求应满足下表5.2.3要求。

**表5.2.3RCA-AC复配天然双改性沥青混合料技术性能要求**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 试验项目 | 单位 | 技术要求 |
| 马歇尔试件尺寸 | mm | ∮101.6×63.5 |
| 马歇尔试件双面击实次数 | 次 | 75 |
| 空隙率 | % | 3~6 |
| 矿料间隙率，不小于 | % | 13 |
| 沥青饱和度 | % | 65~75 |
| 马歇尔试验稳定度，不小于 | kN | 8.0 |
| 流值 | 0.1mm | 10~40 |
| 残留稳定度，不小于 | % | 90 |
| 冻融劈裂强度比，不小于 | % | 85 |
| 动稳定度，不小于（60℃，0.7MPa） | 次/mm | 7000 |
| 动稳定度，不小于（70℃，0.7MPa）/（60℃，1.0MPa） | 次/mm | 5000 |
| 动稳定度，不小于（70℃，1.0MPa） | 次/mm | 2000 |
| 低温弯曲破坏应变，不小于 | με | 2000 |
| 渗水系数，不大于 | ml/min | 120 |

**注：**①对炎热地区或特重及以上交通荷载等级道路，可根据气候条件和交通状况适当提高试验温度或增加试验荷载。气候分区参考附录E。

RCA-SMA复配天然双改性沥青混合料的设计技术要求应满足下表5.2.4要求。

**表5.2.4 RCA-SMA复配天然双改性沥青混合料技术性能要求**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 试验项目 | 单位 | 技术要求 |
| 马歇尔试件尺寸 | mm | ∮101.6×63.5 |
| 马歇尔试件双面击实次数 | 次 | 50 |
| 空隙率 | % | 3~4 |
| 矿料间隙率，不小于 | % | 17 |
| 沥青饱和度 | % | 75~85 |
| 马歇尔试验稳定度，不小于 | kN | 6.0 |
| 流值 | 0.1mm | 10~40 |
| 残留稳定度，不小于 | % | 90 |
| 冻融劈裂强度比，不小于 | % | 85 |
| 动稳定度，不小于（60℃，0.7MPa） | 次/mm | 8000 |
| 动稳定度，不小于（70℃，0.7MPa）/（60℃，1.0MPa） | 次/mm | 6000 |
| 动稳定度，不小于（70℃，1.0MPa） | 次/mm | 3000 |
| 低温弯曲破坏应变，不小于 | με | 2000 |
| 渗水系数，不大于 | ml/min | 80 |
| 谢伦堡沥青析漏试验的结合料损失，不大于 | % | 0.2 |
| 肯塔堡飞散试验的混合料损失或浸水飞散试验，不大于 | % | 20 |

**注：**①对集料坚硬不易击碎，通行重载交通的路段，也可将击实次数增加为双面75次。

②对高温稳定性要求较高的重交通路段或炎热地区，设计空隙率允许放宽到4.5％，VMA允许放宽到16.5％(RCA-SMA-16) 或16％(RCA-SMA-19)，VFA允许放宽到70％。

③试验粗集料骨架间隙率VCA的的关键性筛孔，对RCA-SMA-19、RCA-SMA-16是指4.75mm，对RCA-SMA-13、RCA-SMA-10是指2.36mm。

④稳定度难以达到要求时，容许放宽到5.0kN(非改性)或5.5kN(改性)，但动稳定度检验必须合格。

5.3 RCA复配天然双改性沥青混合料目标配合比设计方法

RCA复配天然双改性沥青混合料目标配合比设计方法：

1.首先按常规马歇尔试验方法进行基质沥青（即不掺加RCA）混合料的配合比设计，包括原材料的检验、沥青混合料级配确定、最佳油石比确定和性能检验。

2.RCA-SMA添加剂中自身含有稳定剂，因此在制备RCA-SMA沥青混合料时，可适当将纤维稳定剂的投放量降低0.1%~0.2%。

3.在确定的普通沥青混合料最佳油石比的基础上降低0.5%~1.2%以及原最佳油石比下进行RCA复配天然双改性沥青混合料的配合比设计，并以RCA复配天然双改性沥青混合料技术性能要求为依据，进行性能检验，最终以技术指标及经济性来综合确定RCA复配天然双改性沥青混合料的最佳油石比。

## 5.4 RCA复配天然双改性沥青混合料室内试验的试件制备

RCA复配天然双改性沥青混合料室内拌和采用“干法”拌和

①先将预热的目标级配集料加入室内试验用的小拌和机中干拌30s；

②按掺配比例将RCA加入拌和锅中拌和90s，

③再加入基质沥青拌和90s，

④然后加入矿粉再拌和90s，

⑤最后将拌制好的混合料按照压实温度进行试件的成型工作，其中各环节温度控制可见下表5.4。

**表5.4 RCA复配天然双改性沥青混合料室内试验温度控制**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 控制温度（℃） |
| 集料加热温度 | 185~195 |
| 矿粉加热温度 | 常温 |
| RCA | 常温 |
| 基质沥青加热温度 | 160~170 |
| 拌和温度 | 180~190 |
| 拌和好后的RCA复配天然双改性沥青混合料温度 | 170~180 |
| 混合料废弃温度 | 195 |
| 试件击实温度 | 175 |

## 5.5 RCA复配天然双改性沥青混合料生产配合比设计与验证

**5.5.1** 在我国，热拌沥青混合料配合比设计主要采用马歇尔试验方法。RCA-AC混合料、RCA-SMA混合料均可参照《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-2004）进行配合比设计。

**5.5.2** 生产配合比进行试拌、铺筑时，应重点检验沥青混合料质量的稳定性，并取料进行车辙试验、浸水马歇尔试验等性能检验。根据油石比检验结果分析沥青用量的波动，优化确定压实方案和压实遍数。

# 6 RCA复配天然双改性沥青混合料施工

## 6.1 一般规定

**6.1.1** 施工单位应具备相应的道路工程施工资质。从事道路工程施工的技术管理人员、作业人员应认真学习并执行国家现行有关法律、法规、标准、规范。

**6.1.2** 施工单位应建立健全施工技术、质量、安全生产管理体系，制定各项施工管理制度，并贯彻执行。

**6.1.3** 施工前，施工单位应组织有关施工技术管理人员深入现场调查，了解掌握现场情况，做好充分的施工准备工作。

**6.1.4** 依据政府有关安全、文明施工生产的法规规定，结合工程特点、现场环境条件，制定施工管理措施，结合施工部署与进度计划，做好安全、文明生产和环境保护工作。

## 6.2 RCA储存及投放

### 6.2.1 RCA储存

RCA应储存在通风、干燥的仓库中，并采取有效的防淋、防潮措施以及消防措施。

### 6.2.2 RCA投放方式

RCA采用专用的投放设备进行投放，投放设备的出口直接与拌和锅相连接，在设置的时间内将RCA材料按需投放进拌和锅与集料进行拌和。

## 6.3 RCA复配天然双改性沥青混合料的生产及施工工艺

**6.3.1** 沥青混合料必须在沥青拌和厂（场、站）采用拌和机械拌制。

①拌和厂的设置必须符合国家有关环境保护、消防、安全等规定。

②拌和厂与工地现场距离应充分考虑交通堵塞的可能，确保混合料的温度下降不超过要求，且不致因颠簸造成混合料离析。

③拌和厂应具有完备的排水设施。各种集料必须分隔贮存，细集料场应设防雨顶棚，料场及场内道路应作硬化处理，严禁泥土污染集料。

**6.3.2**沥青混合料可采用强制间歇式拌和机或连续式拌和机拌制。高速公路、一级公路及城市快速路、主干路，宜采用间歇式拌和机拌和。连续式拌和机使用的集料必须稳定不变，一个工程从多处进料、料源或质量不稳定时，不得采用连续式拌和机。

**6.3.3**沥青混合料拌和设备的各种传感器必须定期检定，周期不少于每年一次。冷料供料装置需经标定得出集料供料曲线。

**6.3.4**间歇式拌和机应符合下列要求：

①总拌和能力满足施工进度要求。拌和机除尘设备完好，能达到环保要求。

②冷料仓的数量满足配合比需要，通常不宜少于5~6个。具有添加纤维、消石灰等外掺剂的设备。

**6.3.5**集料与沥青混合料取样应符合现行试验规程的要求。从沥青混合料运料车上取样时必须在设置取样台分几处采集一定深度下的样品。

**6.3.6**集料进场宜在料堆顶部平台卸料，经推土机推平后，铲运机从底部按顺序竖直装料，减小集料离析。

**6.3.7**高速公路、一级公路及城市快速路、主干路，施工用的间歇式拌和机必须配备计算机设备，拌和过程中逐盘采集并打印各个传感器测定的材料用量和沥青混合料拌和量、拌和温度等各种参数。每个台班结束时打印出一个台班的统计量，按附录D 的方法进行沥青混合料生产质量及铺筑厚度的总量检验。总量检验的数据有异常波动时，应立即停止生产，分析原因。

**6.3.8**沥青混合料的生产温度应符合5.4的要求。烘干集料的残余含水量不得大于1%。每天开始几盘集料应提高加热温度，并干拌几锅集料废弃，再正式加沥青拌和混合料。

**6.3.9**拌和机的矿粉仓应配备振动装置以防止矿粉起拱。添加消石灰、水泥等外掺剂时，宜增加粉料仓，也可由专用管线和螺旋升送器直接加入拌和锅，若与矿粉混合使用时应注意二者因密度不同发生离析。

**6.3.10**拌和机必须有二级除尘装置，经一级除尘部分可直接回收使用，二级除尘部分可进入回收粉仓使用（或废弃）。对因除尘造成的粉料损失应补充等量的新矿粉。

**6.3.11**沥青混合料拌和时间根据具体情况经试拌确定，以沥青均匀裹覆集料为度。RCA应在集料进入搅拌锅的同时采用专用设备按设计投放量投放入拌和锅内与集料进行干拌，干拌时间应比适当延长5s~10s，以保证矿料与RCA均匀混合。干拌结束后，喷入基质沥青进行湿拌，湿拌时间可适当延长5s~10s，也可保持不变。上述工艺均需现场试拌后确定。

**6.3.12**间歇式拌和机的振动筛规格应与矿料规格相匹配，最大筛孔宜略大于混合料的最大粒径，其余筛的设置应考虑混合料的级配稳定，并尽量使热料仓大体均衡，不同级配混合料必须配置不同的筛孔组合。当材料的规格或配合比发生变化时，重新根据室内配合比试拌。试拌时抽样检查混合料的沥青含量、级配组成和有关力学性能。

**6.3.13**间隙式拌和机宜备有保温性能好的成品储料仓，贮存过程中混合料温降不得大于10℃，且不能有沥青滴漏。RCA复配天然双改性沥青混合料的贮存时间不宜超过24h。

RCA复配天然双改性沥青混合料拌和流程和施工工艺流程分别如图6.3.13-1和图6.3.13-2所示。



图6.3.13-1 RCA复配天然双改性沥青混合料拌和工艺流程

下承层准备

备料

材料试验

沥青拌合机拌合

测量放样

报批配合比

摊铺机摊铺

拉线检测及跟补

碾压成型

跟踪检测

处理接缝

检测验收

图6.3.13-2 RCA复配天然双改性沥青混合料施工工艺流程

## 6.4 RCA复配天然双改性沥青混合料的运输

**6.4.1**热拌沥青混合料宜采用较大吨位的运料车运输，但不得超载运输，或急刹车、急弯掉头使透层、封层造成损伤。运料车的运力应稍有富余，施工过程中摊铺机前方应有运料车等候。对高速公路、一级公路及城市快速路、主干路，宜待等候的运料车多于5辆后开始摊铺。

**6.4.2**运料车每次使用前后必须清扫干净，在车厢板上涂一薄层防止沥青粘结的隔离剂或防粘剂，但不得有余液积聚在车厢底部。从拌和机向运料车上装料时，应多次挪动汽车位置，平衡装料，以减少混合料离析。运料车运输混合料宜用双层篷布覆盖保温、防雨、防污染。

**6.4.3**运料车进入摊铺现场时，轮胎上不得沾有泥土等可能污染路面的脏物，否则宜设水池洗净轮胎后进入工程现场。沥青混合料在摊铺地点凭运料单接收，若混合料不符合施工温度要求，或已经结成团块、己被雨淋的不得铺筑。

**6.4.4**摊铺过程中运料车应在摊铺机前100~300mm处停住，空挡等候，由摊铺机推动前进开始缓缓卸料，避免撞击摊铺机。在有条件时，运料车可将混合料卸入转运车经二次拌和后向摊铺机连续均匀地供料。运料车每次卸料必须倒净，如有剩余，应及时清除，防止硬结。

## 6.5 RCA复配天然双改性沥青混合料的摊铺

**6.5.1**热拌沥青混合料应采用沥青摊铺机摊铺，在喷洒有粘层泊的路面上铺筑RCA复配天然双改性沥青混合料时，宜使用履带式摊铺机。摊铺机的受料斗应涂刷薄层隔离剂或防粘结剂。

**6.5.2**铺筑高速公路、一级公路及城市快速路、主干路沥青混合料时，一台摊铺机的铺筑宽度不宜超过6m（双车道）~7.5m(3车道以上），通常宜采用两台或更多台数的摊铺机前后错开10~20m，呈梯队方式同步摊铺，两幅之间应有30~60mm左右宽度的搭接，并躲开车道轮迹带，上、下层的搭接位置宜错开200mm以上。

**6.5.3**摊铺机开工前应提前0.5~lh 预热熨平板不低于100℃。铺筑过程中应选择熨平板的振捣或夯锤压实装置具有适宜的振动频率和振幅，以提高路面的初始压实度。熨平板加宽连接应仔细调节至摊铺的混合料没有明显的离析痕迹。

**6.5.4**摊铺机必须缓慢、均匀、连续不间断地摊铺，不得随意变换速度或中途停顿，以提高平整度，减少混合料的离析。摊铺速度宜控制在1~3m/min。当发现混合料出现明显的离析、波浪、裂缝、拖痕时，应分析原因，予以消除。

**6.5.5**摊铺机应采用自动找平方式，下面层或基层宜采用钢丝绳引导的高程控制方式，上面层宜采用平衡梁或雪撬式摊铺厚度控制方式，中面层根据情况选用找平方式。直接接触式平衡梁的轮子不得粘附沥青。铺筑RCA改性沥青路面时宜采用非接触式平衡梁。

**6.5.6**沥青路面施工必须有施工组织设计，并保证合理的施工工期。沥青路面不得在气温低于10℃（高速公路、一级公路及城市快速路、主干路）或5℃（其他等级公路、次干路及支路），以及雨天、路面潮湿的情况下施工，寒冷季节遇大风降温，不能保证迅速压实时不得铺筑沥青混合料。热拌沥青混合料的最低摊铺温度不得低于表6.5的要求。每天施工开始阶段宜采用较高温度的混合料。

**表6.5 RCA复配天然双改性沥青混合料施工温度控制**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 温度控制 |
| 混合料运输到现场温度 | 不低于160℃ |
| 摊铺温度 | 不低于150℃ |

**续表6.5**

|  |  |
| --- | --- |
| 初压开始温度 | 不低于140℃ |
| 复压最低温度 | 不低于130℃ |
| 碾压终了温度 | 不低于110℃ |

**6.5.7**沥青混合料的松铺系数应根据混合料类型由试铺试压确定。摊铺过程中应随时检查摊铺层厚度及路拱、横坡，并按附录D的方法由使用的混合料总量与面积校验平均厚度。

**6.5.8**摊铺机的螺旋布料器应相应于摊铺速度调整到保持一个稳定的速度均衡地转动，两侧应保持有不少于送料器2/3高度的混合料，以减少在摊铺过程中混合料的离析。

**6.5.9**用机械摊铺的混合料，不宜用人工反复修整。当不得不由人工作局部找补或更换混合料时，需仔细进行，特别严重的缺陷应整层铲除。

**6.5.10**在路面狭窄部分、平曲线半径过小的匝道或加宽部分，以及小规模工程不能采用摊铺机铺筑时可用人工摊铺混合料。人工摊铺沥青混合料应符合下列要求：

①半幅施工时，路中一侧宜事先设置挡板。

②沥青混合料宜卸在铁板上，摊铺时应扣锹布料，不得扬锹远甩。铁锹等工具宜沾防粘结剂或加热使用。

③边摊铺边用刮板整平，刮平时应轻重一致，控制次数，严防集料离析。

④摊铺不得中途停顿，并加快碾压。如因故不能及时碾压时，应立即停止摊铺，并对已卸下的沥青混合料覆盖苫布保温。

⑤低温施工时，每次卸下的混合料应覆盖苫布保温。

**6.5.11**在雨季铺筑沥青路面时，应加强与气象台（站）的联系，己摊铺的沥青层因遇雨未行压实的应予铲除。

## 6.6 RCA复配天然双改性沥青混合料的碾压

**6.6.1**应选择合理的压路机组合方式及碾压步骤，以达到最佳碾压结果。沥青混合料压实宜采用钢筒式静态压路机与轮胎压路机或振动压路机组合的方式压实。压实成型的沥青路面应符合压实度及平整度的要求。

**6.6.2**碾压应自路基边缘向中央进行，压路机轮外缘距路基边应保持安全距离，压实度应达到要求，且表面应无显著轮迹、翻浆、起皮、波浪等现象。

**6.6.3**沥青混凝土的压实层最大厚度不宜大于l00rnm。

**6.6.4**沥青路面施工应配备足够数量的压路机，选择合理的压路机组合方式及初压、复压、终压（包括成型）的碾压步骤，以达到最佳碾压效果。高速公路、一级公路及城市快速路、主干路铺筑双车道沥青路面的压路机数量不宜少于5台。施工气温低、风大、碾压层薄时，压路机数量应适当增加。

**6.6.5**压路机应以慢而均匀的速度碾压，压路机的碾压速度应符合表6.6的规定。压路机的碾压路线及碾压方向不应突然改变而导致混合料推移。碾压区的长度应大体稳定，两端的折返位置应随摊铺机前进而推进，横向不得在相同的断面上。

**表6.6 压路机碾压速度（km/h）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 压路机类型 | 初压 | 复压 | 终压 |
| 适宜 | 最大 | 适宜 | 最大 | 适宜 | 最大 |
| 钢筒式压路机 | 2~3 | 4 | 3~5 | 6 | 3~6 | 6 |
| 轮胎压路机 | 2~3 | 4 | 3~5 | 6 | 4~6 | 6 |
| 振动压路机 | 2~3（静压或振动） | 3（静压或振动） | 3~4.5（振动） | 5（振动） | 3~6（静压） | 6（静压） |

**6.6.6**压路机的碾压温度应符合表6.5的要求，并根据混合料种类、压路机、气温、层厚等情况经试压确定。在不产生严重推移和裂缝的前提下，初压、复压、终压都尽可能高的温度下进行。同时不得在低温状况下作反复碾压，使石料棱角磨损、应碎，破坏集料嵌挤。

**6.6.7**沥青混合料的初压应符合下列要求：

①初压应在紧跟摊铺机后碾压，并保持较短的初压区长度，以尽快使表面压实，减少热量散失。对摊铺后初始压实度较大，经实践证明采用振动压路机或轮胎压路机直接碾压无严重推移而有良好效果时，可免去初压，直接进入复压工序。

②通常定采用钢轮压路机静压2~3遍。碾压时应将压路机的驱动轮面向摊铺机，从外侧向中心碾压，在超高路段则由低向高碾压，在坡道上应将驱动轮从低处向高处碾应

③初压后成检查平整度、路拱，有严重缺陷时进行修整乃至返工。

**6.6.8**复压应紧跟在初压后进行，并应符合下列要求：

①复压应紧跟在初压后开始，且不得随意停顿。压路机碾压段的总长度应尽量缩短，通常不超过60~80m。采用不同型号的压路机组合碾压时宜安排每一台压路机作全幅碾压，防止不同部位的压实度不均匀。

②密级配沥青混凝土的复压宜优先采用重型的轮胎压路机进行搓揉碾压，以增加密水性，其总质最不宜小于25t，吨位不足时宜附加重物，使每一个轮胎的压力不小于15kN。冷态时的轮胎充气压力不小于0.55MPa，轮胎发热后不小于0.6MPa，且各个轮胎的气压大体相同，相邻碾压带应重叠1/3~ 1/2 的碾压轮宽度，碾压至要求的压实度为止。

③粗集料为主的较大粒径的混合料，宜优先采用振动压路机复压。厚度小于30cm的薄沥青层不宜采用振动压路机碾压。振动压路机振动频率宜为35~50Hz，振幅宜为0.3~0.8mm。层厚较大时选用高频率大振幅，以产生较大的激振力，厚度较薄时采用高频率低振幅，以防止集料破碎。相邻碾压带重叠宽度为100~200mm。振动压路机折返时应先停止振动。

④对路面边缘、加宽及港湾式停车带等大型压路机难于碾压的部位，宜采用小型振动压路机或振动夯板作补充碾压。

**6.6.9**终压应紧接在复压后进行，如经复压后已无明显轮迹时可免去终压。终压可选用关闭振动的振动压路机碾压不宜少于3遍，至无明显轮迹为止。

**6.6.10**碾压轮在碾压过程中应保持清洁，有混合料沾轮应立即清除。对钢轮可涂刷隔离剂或防粘结剂，但严禁刷柴油。当采用向碾压轮喷水（可添加少量表面活性剂）的方式时，必须严格控制喷水量且成雾状，不得漫流，以防混合料降温过快。轮胎压路机开始碾压阶段，可适当烘烤、涂刷少量隔离剂或防粘结剂，也可少量喷水，并先到高温区碾压使轮胎尽快升温，之后停止洒水。轮胎压路机轮胎外围宜加设围裙保温。

**6.6.11**压路机不得在未碾压成型路段上转向、调头、加水或停留。在当天成型的路面上，不得停放各种机械设备或车辆，不得散落矿料、油料等杂物。

## 6.7 RCA复配天然双改性沥青路面接缝处理

**6.7.1** RCA复配天然双改性沥青路面的施工必须接缝紧密连接平顺，不得产生明显的接缝离析。上、下层的纵缝应错开150mm（热接缝）或300~400mm（冷接缝）以上。相邻两幅及上、下层的横向接缝均应错位lm以上。接缝施工应用3m直尺检查，确保平整度符合要求。

**6.7.2**纵向接缝部位的施工应符合下列要求：

①摊铺时采用梯队作业的纵缝应采用热接缝，将已铺部分留下100~200mm 宽暂不碾压，作为后续部分的基准面，然后作跨缝碾压以消除缝迹。

②当半幅施工或因特殊原因而产生纵向冷接缝时，宜加设挡板或加设切刀切齐，也可在混合料尚未完全冷却前用镐刨除边缘留下毛茬的方式，但不宜在冷却后采用切割机作纵向切缝。加铺另半幅前应涂洒少量沥青，重叠在已铺层上50~100mm，再铲走铺在前半幅上面的混合料，碾压时由边向中碾压留下100~150mm，再跨缝挤紧压实。或者先在已压实路面上行走碾压新铺层150mm左右，然后压实新铺部分。

**6.7.3**高速公路、一级公路及城市快速路、主干路的表面层横向接缝应采用垂直的平接缝，以下各层可采用自然碾压的斜接缝，沥青层较厚时也可作阶梯形接缝。其他等级公路、次干路、支路的各层均可采用斜接缝，见图6.7。

图6.7 横向接缝的几种形式

a)斜接缝；b)阶梯型接缝；c)平接缝

**6.7.4**斜接缝的搭接长度与层厚有关，宜为0.4 ~ 0.8m。搭接处应洒少量沥青，混合料中的粗集料颗粒应予剔除，并补上细料，搭接平整，充分压实。阶梯形接缝的台阶经铣刨而成，并洒粘层沥青，搭接长度不宜小于 3m。

**6.7.5**平接缝宜趁尚未冷透时用凿岩机或人工垂直刨除端部层厚不足的部分，使工作缝成直角连接。当采用切割机制作平接缝时，宜在铺设当天混合料冷却但尚未结硬时进行。刨除或切割不得损伤下层路面。切割时留下的泥水必须冲洗干净，待干燥后涂刷粘层油。铺筑新混合料接头应使接茬软化，压路机先进行横向碾压再纵向碾压成为一体，充分压实，连接平顺。

**6.7.6**为保证平整度，铺面碾压过程中应安排专人配3m直尺进行步检，及时处理不平整位置。

**6.7.7**经水准仪检测混合料松铺表面高程、横坡及平整度合格和检测找补后及时用压路机进行压实工序直线段由两侧向中间碾压，在超高段路段上由内侧向外侧碾压。

**6.7.8**碾压完成后，再次测量混合料高程，并计算得出松铺系数。碾压时现场进行压实度的跟踪检测，以取得碾压组合与现场压实度的关系，为大面积施工提供参考数据。

## 6.8 RCA复配天然双改性沥青路面开放交通及其他

**6.8.1**RCA热拌沥青混合料路面应待摊铺层完全自然冷却，混合料表面温度低于50℃后，方可开放交通。

**6.8.2**沥青路面雨季施工应符合下列要求：

①注意气象预报，加强工地现场、沥青拌和厂及气象台站之间的联系，控制施工长度，各项工序紧密衔接。

②运料车和工地应备有防雨设施，并做好基层及路肩排水。

**6.8.3**铺筑好的沥青层应严格控制交通，做好保护，保持整洁，不得造成污染，严禁在沥青

层上堆放施工产生的土或杂物，严禁在已铺沥青层上制作水泥砂浆。

# 7 RCA复配天然双改性沥青路面的施工质量管理及检查验收

## 7.1 一般规定

**7.1.1**沥青路面施工应根据全面质量管理的要求，建立健全有效的质量保证体系，对施工各工序的质量进行检查评定，达到规定的质量标准，确保施工质量的稳定性。

**7.1.2**高速公路、一级公路及城市快速路、主干路沥青路面应加强施工过程质量控制，实行动态质量管理。

**7.1.3**本标准规定的技术要求是工程施工质量管理和交工验收的依据。

**7.1.4**所有与工程建设有关的原始记录、试验检测及计算数据、汇总表格，必须如实记录和保存。对已经采取措施进行返工和补救的项目，可在原记录和数据上注明，但不得销毁。

## 7.2 施工前的材料与设备检查

**7.2.1**施工前必须检查各种材料的来源和质量。对经招标程序购进的沥青、集料等主要材料，供货单位必须提交最新检测的正式试验报告。从国外进口的材料应提供该批材料的船运单。对首次使用的集料，应检查生产单位的生产条件、加工机械、覆盖层的清理情况。所有材料都应按规定取样检测，经质量认可后方可订货。

**7.2.2**各种材料都必须在施工前以“批”为单位进行检查，不符合本标准技术要求的材料不得进场。对各种矿料是以同一料源、间一次购入并运至生产现场的相同规格材料为一“批”；对沥青是指从同一来源、同一次购入且储入同一沥青罐的同一规格的沥青为一“批”。材料试样的取样数量与频度按现行试验规程的规定进行。每50t RCA应进行筛分、含水量和灰分试验一次，每100t RCA必须进行一次全面质量检测，应符合第4章中RCA原材料各项技术要求。

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

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

**7.2.5**正式开工前，各种原材料的试验结果，及据此进行的目标配合比设计和生产配合比设计结果，应在规定的期限内向业主及监理提出正式报告，待取得正式认可后，方可使用。

## 7.3 铺筑试验段

**7.3.1**高速公路、一级公路及城市快速路、主干路的沥青路面在施工前应铺筑试验段。其他等级公路、次干路、支路在缺乏施工经验或初次使用重大设备时，也应铺筑试验段。注意抓好材料规格、施工工艺流程、工程质量过程控制，总结经验。当同一施工单位在材料、机械设备及施工方法与其他工程完全相同时，也可利用其他工程的结果，不再铺筑新的试验路段。

**7.3.2**试验段的长度应根据试验目的确定，通常宜为200~500m ，宜选在正线上铺筑。

**7.3.3**热拌热铺RCA复配天然双改性沥青混合料路面试验段铺筑分试拌及试铺两个阶段，应包括下列试验内容：

①检验各种施工机械的类型、数量及组合方式是否匹配。

②通过试拌确定拌和机的操作工艺，考察计算机打印装置的可信度。

③通过试铺确定透层油的喷洒方式和效果、摊铺、压实工艺，确定松铺系数等。

④验证RCA复配天然双改性沥青混合料生产配合比设计，提出生产用的标准配合比、最佳沥青用量以及RCA最佳掺量。

⑤建立用钻孔法与核子密度仪无破损检测路面密度的对比关系。确定压实度的标准检测方法。核子仪等无破损检测在碾压成型后热态测定，做13个测点的平均值为1 组数据，一个试验段的不得少于3 组。钻孔法；在第2天或第3天以后测定，钻孔数不少于12个。

⑥检测试验段的渗水系数。

**7.3.4**试验段铺筑应由有关各方共同参加，及时商定有关事顷，明确试验结论。铺筑结束后，施工单位应就各项试验内容提出完整的试验路施工、检测报告，取得业主或监理的批复。

## 7.4 RCA复配天然双改性沥青路面施工过程中的质量管理与检查

**7.4.1**RCA复配天然双改性沥青面层施工必须在得到开工令后方可开工。

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

**7.4.3**RCA复配天然双改性沥青混合料生产过程中，必须按表7.4.3规定的检查项目与频度，对各种原材料进行抽样试验，其质量应符合本标准规定的技术要求。每个检查项目的平行试验次数或一次试验的试样数必须按相关试验规程的规定执行，并以平均值评价是否合格。未列入表中的材料的检查项目和频度按材料质量要求确定。

**表7.4.3 施工过程中材料质量检查的项目与频度**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 材料 | 检查项目 | 检查频度 | 试验规程规定的平行试验次数或一次试验的试样数 |
| 高速公路、一级公路、城市快速路、主干路 | 其他等级公路、次干路、支路 |
| 粗集料 | 外观(石料品种、含泥量等)针片状颗粒含量颗粒组成(筛分)压碎值磨光值洛杉矶磨耗值含水量 | 随时随时随时必要时必要时必要时必要时 | 随时随时必要时必要时必要时必要时必要时 | －2~322422 |
| 细集料 | 颗粒组成(筛分)砂当量含水量松方单位重 | 随时必要时必要时必要时 | 必要时必要时必要时必要时 | 2222 |
| 矿粉 | 外观<0.075mm含量含水量 | 随时必要时必要时 | 随时必要时必要时 | －22 |
| 石油沥青 | 针入度软化点延度含蜡量 | 每2~3天1次每2~3天1次每2~3天1次必要时 | 每周l次每周l次每周l次必要时 | 3232~3 |
| 改性沥青 | 针入度软化点离析试验(对成品改性沥青)低温延度弹性恢复显微镜观察(对现场改性沥青) | 每天1次每天1次每周1次必要时必要时随时 | 每天1次每天1次每周1次必要时必要时随时 | 32233－ |
| 乳化沥青 | 蒸发残留物含量蒸发残留物针入度 | 每2~3天1次每2~3天1次 | 每周1次每周1次 | 22 |
| 改性乳化沥青 | 蒸发残留物含量蒸发残留物针入度蒸发残留物软化点蒸发残留物的延度 | 每2~3天1次每2~3天l次每2~3天1次必要时 | 每周1次每周l次每周1次必要时 | 2323 |

**注：**①表列内容是在材料进场时已按“批”进行了全面检查的基础上，日常施工过程中质量检查的项目与要求。

②“随时”是指需要经常检查的项目，其检查频度可根据材料来源及质量波动情况由业主及监理确定；“必要时”是指施工各方任何一个部门对其质量发生怀疑，提出需要检查时，或是根据需要商定的检查频度。

**7.4.4**沥青拌和厂必须按下列步骤对沥青混合料生产过程进行质量控制，并按表7.4.2规定的项目和频度检查沥青混合料产品的质量，如实计算产品的合格率。单点检验评价方法应符合相关试验规程的试样平行试验的要求。

①从料堆和皮带运输机随时目测各种材料的质量和均匀性，检查泥块及超粒径碎石，检查冷料仓有无窜仓。目测混合料拌和是否均匀，有无花白料，油石比是否合理，检查集料和混合料的离析情况。

②检查控制室拌和机各项参数的设定值、控制屏的显示值，核对计算机采集和打印记录的数据与显示值是否一致。按附录D的方法进行沥青混合料生产过程的在线监测和总量检验。按附录C的方法进行沥青混合料质量动态管理。

③检测沥青混合料的材料加热温度、混合料出厂温度，取样抽提、筛分检测混合料的矿料级配、油石比。抽提筛分应至少检查0.075mm、2.36mm、4.75mm、公称最大粒径及中间粒径等5个筛孔的通过率。

④取样成型试件进行马歇尔试验，测定空隙率、稳定度、流值，计算合格率。对VMA、VFA指标可只作记录。同时按附录B的方法确定压实度的标准密度。

注：沥青混合料的存放时间对体积指标有一定影响，施工质量检验的马歇尔试验以拌和厂取样后立即成型的试件为准，但成型温度和试件高度必须符合试验要求。

**表7.4.4 热拌RCA复配天然双改性沥青混合料的频度和质量要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 检测项目 | 频 率 | 质量标准 | 试验方法 |
| 外 观 | 随 时 | 均匀、色泽亮、无花白料、离析、油团 | 目 测 |
| 混合料成品温度 | 逐车检测评定 | 175~185℃ | 出厂时人工检测 |
| 混合料温度波动 | 逐盘测量记录，每天标准差评定 | 标准差小于5℃ | 自动检测与打印、存储 |
| 级配检查1 | 每日2次 | NMAS与0.075mm：±1.5%2.36，4.75mm：±3%其他筛孔：±4% | T0725抽提或燃烧法 |

## 续表7.4.4

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 级配检查2 | 逐盘在线检测 | NMAS与0.075mm：±1%2.36，4.75mm：±2%其他筛孔：±3% | 自动检测与打印、存储 |
| 油石比检查1 | 每日2次 | ±0.3% | 燃烧法或T0722 |
| 油石比检查2 | 逐盘在线检测 | ±0.2% | 自动检测与打印、存储 |
| 最大理论密度 | 每日1次 | 实测记录 | T0711 |
| 实验室试件空隙率 | 每日2次 | 与设计偏差±1% | T0702、T0709 |
| 实验室试件VMA | 每日2次 | 与设计偏差±1% | T0702、T0709 |
| 马歇尔试验稳定度、流值 | 每日2次 | 符合设计要求 | T0702、T0709 |
| 马歇尔残留稳定度 | 每2日1次 | 符合设计要求 | T0702、T0709 |
| 车辙试验 | 每日1次 | 符合设计要求 | T0719 |
| 低温弯曲实验 | 必要时 | 符合设计要求 | T0715 |
| 热料仓筛分结果 | 每2日1次 | 实际测定 | T0302 |

**7.4.5**RCA复配天然双改性沥青路面铺筑过程中必须随时对铺筑质量进行评定，质量检查的内容、频度、允许差应符合表7.4.5的规定。

**表7.4.5 热拌RCA复配天然双改性沥青混合料路面施工质量控制标准**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项 目 | 检查频度及单点检验评价方法 | 质量要求或允许偏差 | 试验方法 |
| 高速公路、一级公路、城市快速路、主干路 | 其他等级公路、次干路、支路 |
| 外观 | 随时 | 表面平整密实，不得有明显轮迹、裂缝、推挤、油盯、油包等缺陷，且无明显离析 | 目测 |
| 接缝 | 随时 | 紧密平整、顺直、无跳车， | 目测 |
| 逐条缝检测评定 | 3mm | 5mm | T 0931 |
| 施工温度 | 摊铺温度 | 逐车检测评定 | 符合本标准规定 | T 0981 |
| 碾压温度 | 随时 | 符合本标准规定 | 插入式温度计实测 |

## 续表7.4.5

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 厚度① | 每一层次 | 随时，厚度50mm以下厚度50mm以上 | 设计值的5%设计值的8% | 设计值的8%设计值的10% | 施工时插入法量测松铺厚度及压实厚度 |
| 每一层次 | 1个台班区段的平均值厚度50mm以下厚度50mm以上 | -3mm-5mm | － | 附录D总量检验 |
| 总厚度 | 每2000m2一点单点评定 | 设计值的-5% | 设计值的-8% | T 0912 |
| 上面层 | 每2000m2一点单点评定 | 设计值的-10% | 设计值的-10% |
| 压实度② | 每2000m2检查1组逐个试件评定并计算平均值 | 实验室标准密度的97%最大理论密度的93%试验段密度的99% | T 0924、T 0922本标准附录B |
| 平整度(最大间隙) ④ | 上面层 | 随时，接缝处单杆评定 | 3mm | 5mm | T 0931 |
| 中下面层 | 随时，接缝处单杆评定 | 5mm | 7mm | T 0931 |
| 平整度(标准差) | 上面层 | 连续测定 | 1.2mm | 2.5mm | T 0932 |
| 中面层 | 连续测定 | 1.5mm | 2.8mm |
| 下面层 | 连续测定 | 1.8mm | 3.0mm |
| 基层 | 连续测定 | 2.4mm | 3.5mm |
| 宽度 | 有侧石 | 检测每个断面 | ±20mm | ±20mm | T 0911 |
| 无侧石 | 检测每个断面 | 不小于设计宽度 | 不小于设计宽度 |
| 纵断面高程 | 检测每个断面 | ±l0mm | ±15mm | T 0911 |
| 横坡度 | 检测每个断面 | ±0.3% | ±0.5% | T 0911 |
| 沥青层层面上的渗水系数 ③ | 每1km不少于5点，每点3处取平均值 | 120ml/min | T 0971 |

**注：**①表中厚度检测频度指高速公路、一级公路及城市快速路、主干路的钻坑频度，其他等级公路、次干路、支路可酌情减少状况，且通常采用压实度钻孔试件测定。上面层的允许误差不适用于磨耗层。

②压实度检测按附录B的规定执行，钻孔试件的数量按7.4（8）的规定执行。进行核子仪等无破损检测时，每13个测点的平均数作为一个测点进行评定是否符合要求。实验室密度是指与配合比设计相同方法成型的试件密度。以最大理论密度作标准密度时，对RCA复配天然双改性沥青混合料，由每天的矿料级配和油石比计算得到。

③渗水系数适用于公称最大粒径等于或小于19mm的沥青混合料，应在铺筑成型后未遭行车污染的情况下测定，表中渗水系数以平均值评定，计算的合格率不得小于90%。

④3m直尺主要用于接缝检测，对正常生产路段，采用连续式平整度仪测定。

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

①利用摊铺过程在线控制，即不断地用插尺或其它工具插入摊铺层测量松铺厚度。

②利用拌和厂沥青混合料总生产量与实际铺筑的面积计算平均厚度进行总量检验。

③当具有地质雷达等无破损检验设备时，可利用其连续检测路面厚度，但其测试精度需经标定认可。

④待路面完全冷却后，在钻孔检测压实度的同时测量沥青层的厚度。

**7.4.7**沥青路面的压实度采取重点对碾压工艺进行过程控制，适度钻孔抽检压实度的方法。

①碾压工艺的控制包括压路机的配置(台数、吨位及机型)、排列和碾压方式、压路机与摊铺机的距离、碾压温度、碾压速度、压路机洒水(雾化)情况、碾压段长度、调头方式等。

②碾压过程中宜采用核子密度仪等无破损检测设备进行压实密度过程控制，测点随机选择，一组不少于13点，取平均值，与标定值或试验段测定值比较评定。测定温度应与试验段测定时一致，检测精度通过试验路与钻孔试件标定。

③在路面完全冷却后，随机选点钻孔取样，如一次钻孔同时有多层沥青层时需用切割机切割，待试件充分干燥后(在第二天之后)，分别测定密度。压实度计算及标准密度的确定方法应遵照本标准附录B的规定，选用其中的1个或2个标准评定，并以合格率低的作为评定结果，但不得以配合比设计时的标准密度作为整个施工及验收过程中的标准密度使用。钻孔后应及时将孔中灰浆淘净，吸净余水，待干燥后以相同的沥青混合料分层填充夯实。为减少钻孔数量，有关施工、监理、监督各方宜合作进行钻孔检测，以避免重复钻孔。

④测试压实度的一组数据最少为3个钻孔试件，当一组检测的合格率小于60%，或平均值小于要求的压实度时，可增加一倍检测点数。如6个测点的合格率小于60%，或平均值 仍然达不到压实度要求时，允许再增加一倍检测点数，要求其合格率大于60%，且达到规定的压实度要求(注意记录所有数据不得遗弃)。如仍然不能满足要求的应核查标准密度的准确性，以确定是否需要返工以及返工的范围。当所有钻孔试件检测的压实度持续稳定并符合要求时，钻孔频度可减少至每公里不少于一个孔。施工过程中钻孔的试件宜编号贴上标签予以保存，以备工程交工验收时使用。

⑤压实层厚度等于或小于3cm的超薄表面层或磨耗层、厚度小于4cm的SMA表面层、易发生温缩裂缝的严寒地区的表面层、桥面铺装沥青层，以及使用改性沥青后，钻孔试样表面形状改变，难以准确测定密度时，可免于钻孔取样，严格控制碾压。

**7.4.8**压实成型的路面应按《公路路基路面现场测试规程》（JTG E60-2008）规定的方法随机选点检测渗水情况，渗水系数的平均值宜符合表7.4.5的要求。如需要测定构造深度时，宜在测定渗水的同时在附近选点测定，记录实测结果。

**7.4.9**施工过程中应随时对路面进行外观(色泽、油膜厚度、表面空隙)评定，尤其特别注意防止粗细集料的离析和混合料温度不均，造成路面局部渗水严重或压实不足，酿成隐患。如果确实该路段严重离析、渗水，且经2次补充钻孔仍不能达到压实度要求，确属施工质量差的，应予铣刨或局部挖补，返工重铺。

**7.4.10**施工过程中必须随时用3m直尺检测接缝及与构造物的连接处平整度的检测，正常路段的平整度采用连续式平整度仪或颠簸累积仪测定。

**7.4.11**高速公路、一级公路及城市快速路、主干路沥青路面的施工应按本标准附录C的方法，利用计算机实行动态质量管理，并计算平均值、极差、标准差及变异系数以及各项指标的合格率。

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

## 7.5 RCA复配天然双改性沥青路面交工验收阶段的工程质量检查与验收

**7.5.1**工程完工后，施工单位应将全线以1~3km作为一个评定路段，每一侧车行道按表7.5的规定频度，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的质量要求或允许偏差进行比较，计算合格率，然后计算一个评定路段的平均值、极差、标准差及变异系数。施工单位应在规定时间内提交全线检测结果及施工总结报告，申请交工验收。

**7.5.2**沥青路面交工时应检查验收沥青面层的各项质量指标，包括路面的厚度、压实度、平整度、渗水系数、构造深度、摩擦系数。

①需要作破损路面进行检测的指标，如厚度、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，同时按附录B的方法计算代表值。厚度也可利用路面雷达连续测定路面剖面进行评定。压实度验收可选用其中的1个或2个标准，并以合格率低的作为评定结果。

②路表平整度可采用连续式平整度仪和颠簸累积仪进行测定，以每100m计算一个测值，计算合格率。

③路表渗水系数与构造深度宜在施工过程中在路面成型后立即测定，但每一个点为3个测点的平均值，计算合格率。

④交工验收时可采用连续式摩擦系数测定车在行车道实测路表横向摩擦系数，如实记录测点数据。

⑤交工验收时可选择贝克曼梁或连续式弯沉仪实测路面的回弹弯沉或总弯沉，如实记录测点数据(含测定时的气候条件、测定车数据等)，测定时间宜在公路的最不利使用条件下(指春融期或雨季)进行。

**表7.5 热拌RCA复配天然双改性沥青混合料路面交工检查与验收质量标准**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 检查项目 | 检查频度（每一侧车行道） | 质量要求或允许偏差 | 试验方法 |
| 高速公路、一级公路、城市快速路、主干路 | 其他等级公路、次干路、支路 |
| 外观 | 随时 | 表面平整密实，不得有明显轮迹、裂缝、推挤、油盯、油包等缺陷，且无明显离析 | 目测 |
| 面层总厚度① | 代表值 | 每1km 5点 | 设计值的-5% | 设计值的-8% | T 0912 |
| 极值 | 每1km 5点 | 设计值-10% | 设计值的-15% | T 0912 |
| 上面层厚度① | 代表值 | 每1km 5点 | 设计值的-10% | － | T 0912 |
| 极 值 | 每1km 5点 | 设计值-20% | － | T 0912 |
| 压实度 | 代表值 | 每1km 5点 | 实验室标准密度的96%最大理论密度的92%试验段密度的98% | T 0924 |
| 极值(最小值) | 每1km 5点 | 比代表值放宽1%(每km)或2%(全部) | T 0924 |
| 路表平整度 | 标准差σ | 全线连续 | 1.2mm | 2.5mm | T 0932 |
| IRI | 全线连续 | 2.0m/km | 4.2m/km | T 0933 |
| 最大间隙 | 每1kml0处，各连续10杆 | － | 5mm | T 0931 |
| 路表渗水系数 不大于 | 每1km不少于5点，每点3处取平均值评定 | 120mL/min | － | T 0971 |
| 宽度 | 有侧石 | 每1km 20个断面 | ±20mm | ±30mm | T 0911 |
| 无侧石 | 每1km 20个断面 | 不小于设计宽度 | 不小于设计宽度 | T 0911 |
| 纵断面高程 | 每1km 20个断面 | ±l5mm | ±20mm | T 0911 |
| 中线偏位 | 每1km 20个断面 | ±20mm | ±3Omm | T 0911 |
| 横坡度 | 每1km 20个断面 | ±0.3% | ±0.5% | T 0911 |
| 弯沉 | 回弹弯沉 | 全线每20m l点 | 符合设计对交工验收的要求 | 符合设计对交工验收的要求 | T 0951 |
| 总弯沉 | 全线每5m l点 | 符合设计对交工验收的要求 | － | T 0952 |
| 构造深度 | 每1km 5点 | 符合设计对交工验收的要求 | － | T 0961/62/63 |
| 摩擦系数摆值 | 每1km 5点 | 符合设计对交工验收的要求 | － | T 0964 |
| 横向力系数 | 全线连续 | 符合设计对交工验收的要求 | － | T 0965 |

**注:**高速公路、一级公路及城市快速路、主干路面层除验收总厚度外，尚须验收上面层厚度，代表值的计算方法按附录B进行；

## 7.6 工程施工总结及质量保证期管理

## 7.6.1质量保证体系见图7.6.1:

项目经理

项目总工

质检部

工程部

作

业

队

测量队

试验

技术方案

质检

图7.6.1 质量保证体系图

**7.6.2**质量保证措施：

1、施工前，组织技术人员认真会审设计文件和图纸，切实了解和掌握工程的要求及施工的技术标准。

2、做好各类设备的配置工作，满足工程施工的需要。

3、做好施工材料的质量控制，确保合格材料进场。

4、严把“测量”关，配备先进的测量仪器，严格按到测量复核制度进行施工。

5、在施工过程中严格按照“三按、六不”质量控制办法进行，即按设计图纸、按工艺操作、按“检验标准”检验：原材料未经检验，不准进入施工现场；桩橛尺寸不清楚，不准破土；未经技术交底，不准开工；隐蔽工程未经检验，不准覆盖；本工序未经检验，不准进入下道工序；未经检验合格，不准计价。

## 7.6.3施工进度及质量保证措施

1、施工进度保证措施

搞好技术培训，组织专业化施工，对技术强的工种、工序开工前先进行培训，组织专业队伍施工以加快进度，提高质量。施工过程中，加强指挥与协调，定期召开进度分析会，依据存在的问题及时调剂劳动力、设备，保证施工顺利进行。科学地组织机械化作业和流水作业，加强对施工机械设备的管理，组织好设备配件的采购、供应，提高设备完好率和利用率，保证机械化生产顺利进行，保证工程质量和工程进度的落实。

2、施工质量保证措施

①本工程项目实项目生产经理负责制，质量控制执行网络管理，层层把关，分层落实，做到各负其责，责任到人。

②严把材料质量关，所有原材料进场后，及时取样送检监理工程师检测，经监理工程师认可后方能使用。

③开工前组织员工进行质量教育，加强质量意识，分层技术交底，学习施工组织设计的有关规定内容，熟悉图纸，了解设计意图，自觉按施工规范施工。

④加强设备机具保养维护工作，使之能始终保持良好的运行状态。

⑤搞好现场施工调度，合理安排工程进度，协调各工种、工序间的衔接，及时解决生产中出现的疑难问题。

## 7.6.4安全文明生产及环境保护措施

工程施工中，保障施工人员的人身安全、工程的安全，以及避免工程施工对周围环境的干扰，加强环境保护，是我公司的服务宗旨。在施工中，将严格遵守国家的安全生产法规和环境保护法令，自觉保护劳动者生命安全，保护自然生态环境，力争展现出一个工程良好的企业形象，展示我们生产管理的综合现代化水平。

1、工程项目施工的安全管理。加强现场管理，搞好工程的保卫、防盗，搞好永久工程和临时工程安全，防止发生安全事故，制订安全生产的组织措施，并制订严密的安全生产规程，留有足够的安全生产费用，购置安全生产的设备和器件，保证施工生产现场的紧急事故处理的开支。

2、加强安全生产教育并制订预防措施，以保证员工的安全和健康。

3、保证安全的主要措施

项目部安全文明生产目标为：事故频率控制在1‰以下，费率控制在1‰以内，杜绝重大伤亡事故发生，争创文明工地。特制订以下安全措施如下：

①建立安全保证体系，项目部设置专职安全员。利用各种宣传工具，采用多种教育形式，使职工树立安全统一的思想，不断强化安全意识，建立安全保证体系，使安全管理制度化，教育经常化。

②各级领导在下达生产任务时，必须同时下达安全技术措施检查工作时，必须总结安全生产情况，提出安全生产要求把安全生产贯彻到施工的全过程中去。

③认真执行定期安全教育，安全讲话，安全检查制度，设立安全监督岗，发挥群众安全人员的作用，对发现事故隐患和危及到工程人身安全的事项，要及时处理，作出记录，及时整改，落实到人。现场施工管理人员及工人必须佩戴安全帽、反光背心，严禁穿拖鞋等；在施工路段，设置醒目的施工标志、标牌、交通警示标志。

④建立健全安全生产管理机构，成立以项目经理为组长的安全生产领导小组，全面负责并领导本项目的安全生产工作。按照公司颁布的《安全生产责任制》的要求，落实各级管理人员和操作人员的安全生产责任制，做到纵向到底，横向到边，各自作好本岗位的安全工作。

⑤加强施工现场安全教育，通过安全教育，增强职工安全意识，树立“安全第一、预防为主”的思想；掌握基本生产知识和安全操作技能；提高职工遵守施工安全纪律的自觉性，认真执行安全操作规定，做到：不违章指挥、不违章操作、不伤害自己、不被他人伤害，达到提高职工整体安全防护意识和自我防护能力；认真执行安全检查制度，保证检查制度的落实，要规定定期检查日期及参加检查的人员。

4、施工机械的安全控制

①各种机械操作人员和车辆驾驶员，必须有操作合格证，不准将机械设备交给无操作证的人员操作，对机械操作人员要建立档案，专人管理。

②操作人员必须按照本机说明书规定，严格按照工作前的检查制度和工作中注意观察及工作后的检查保养制度。

5、做好以下文明施工及环保工作

①根据施工场地情况，规划生活用房和施工用房。在工地设置明显的标示牌，标明建设工程名称、规模、标明建设、设计、监理、施工单位名称、建设单位工地总代表、施工单位负责人与总工程师的姓名、工程开（竣）工日期等内容。

②施工现场的管理人员和操作人员必须按要求佩戴安全帽和上岗证。施工场地的道路必须平整畅通，排水系统良好，运料车辆经过之处可适当洒水，避免扬尘。材料、机具堆放整齐。严格用地管理，临时工程设施均安排在计划用地红线内。

③及时清除现场垃圾及施工废、剩料，尽量避免拌合站的扬尘。对施工红线以外的农作物、树木等不得破坏，严禁乱倒污泥、垃圾等。

④做好施工现场安全保卫工作，采取必要的防盗措施，建立值班制度，非施工人员不得擅自进入施工现场，施工人员着装不合安全规定的也不准进入施工现场。

**7.6.5**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。

**7.6.6**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。

**7.6.7**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)、施工过程中工程质量检查结果(测试报告)、工程交工验收质量自检结果(测试报告)、工程质量评价以及原始记录、相册、录像等各种附件。

**7.6.8**施工企业在质保期内，应进行路面使用情况观测、局部损坏的原因分析和维修保养等。质量保证的期限根据国家规定或招标文件等要求确定。

# 附录A 本标准用词说明

为了准确地掌握规范条文，对执行标准严格程度的用词作如下规定：

1 表示很严格，非这样作不可的用词：正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”。

2 表示严格，在正常情况下均应这样作的用词：正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”。

3 表示允许稍有选择，在条件许可时，首先应这样作的用词：正面词采用“宜”或“可”；反面词采用“不宜”。

条文中指明必须按有关标准、规范或规定执行的写法为“应按……执行”或“应符合……要求或规定”。非必须按所指的标准、规范或其他规定执行写法为“可参照……执行”。

# 附录B 沥青层压实度评定方法

沥青路面的压实度是非常重要的质量指标，许多高速公路发生早期损害大都与压实不足有关。沥青路面的压实度采取重点进行碾压工艺的过程控制，适度钻孔抽检压实度校核的方法。钻孔抽样应在路面完全冷却后进行。对RCA复配天然双改性沥青路面宜在第三天以后取样。压实度和厚度都是单点控制。在计算代表值时，考虑了不同等级公路的保证率，对高速公路、一级公路及城市快速路、主干路为95%，其他等级公路、次干路、支路为90%。在路面厚度验收时也需要计算代表值，计算方法也按附录B执行。沥青层压实度评定方法具体可参照《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-2004）进行。

# 附录C 施工质量动态管理方法

**C.0.1** 沥青路面施工过程中的动态质量管理，国外工业发达国家早在30多年前就相当普及。当初京津塘高速公路在外国监理的指导下，自始至终很好地使用了这个方法，为施工质量管理起到了很好的作用。规范的内容也是在国内外实践经验的基础上提出来的。动态质量管理是过程控制的重要手段，旨在及时发现影响质量的因素，提高施工质量的稳定性，减小变异系数。

**C.0.2** 施工单位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。施工单位应总结经验，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。

**C.0.3** 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。具体方法可参照《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-2004）进行分析，研究对策。

**C.0.4** 施工结束后，施工单位宜汇总全部数据，计算平均值、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，作为下一个工程的企业管理目标。数据库及动态质量管理的内容应制成光盘等便于长期保存。

# 附录D 沥青路面质量过程控制及总量检验方法

沥青路面的过程控制是保证在施工过程中不出次品的手段，为了改变现在大都为事后检查的做法，本标准增加过程控制及总量检验的内容。

就我们目前的水平而言，能够做到过程控制的项目并不多，为此本标准重点规定了沥青混合料生产过程中的在线监测项目，这就要求每拌和一盘沥青混合料就基本上了解其质量是否符合要求，这是真正意义上的过程控制。如果暂时做不到每一盘控制的话，可以每一天作总量检验。这是肯定可以做到的。所有施工单位都必须按照规范要求执行。对沥青混合料的质量以前都是抽提筛分，现在还不能不要，因为总量检验的准确性(关键是称重传感器)需要互相校验。

沥青路面的厚度以前多通过钻孔试件，数据少，还可能人为地舍弃一些数据，采用每天实际的生产量与铺筑面积计算，将能得到比较准确的平均厚度。

以后随着技术水平的提高，能够实行过程控制的项目将会不断增多，施工质量管理的水平也将得到发展和提高。

# 附录E 沥青路面使用性能气候分区

**E.0.1** 按照设计高温分区指标，一级区划分为3个区，应符合表E.0.1的划分。

**表E.0.1 按照设计高温分区**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 高温气候区 | 1 | 2 | 3 |
| 气候区名称 | 夏炎热区 | 夏热区 | 夏凉区 |
| 最热月平均最高气温（℃） | >30 | 20~30 | <20 |

**E.0.2** 按照设计低温分区指标，二级区划分为4个区，应符合表E.0.2的划分。

**表E.0.2 按照设计低温分区**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 低温气候区 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 气候区名称 | 冬严寒区 | 冬寒区 | 冬冷区 | 冬温区 |
| 极端最低气温（℃） | <-37.0 | -37.0~-21.5 | -21.5~-9.0 | >-9.0 |

**E.0.3** 按照设计雨量分区指标，三级区划分为4个区，应符合表E.0.3的划分。

**表E.0.3 按照设计雨量分区**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 雨量气候区 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 气候区名称 | 潮湿区 | 湿润区 | 半干区 | 干旱区 |
| 年降雨量（mm） | >1000 | 1000~500 | 500~250 | <250 |

**E.0.4** 沥青路面温度分区由高温到低温组合而成，应符合表E.0.4的划分。

**表E.0.4 沥青路面温度分区**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 气候区名 | 最热月平均最高气温（℃） | 年极端最低气温（℃） |
| 1-1 | 夏炎热冬严寒 | >30 | <-37.0 |
| 1-2 | 夏炎热冬寒 | -37.0~-21.5 |
| 1-3 | 夏炎热冬冷 | -21.5~-9.0 |
| 1-4 | 夏炎热冬温 | >-9.0 |
| 2-1 | 夏热冬严寒 | 20~30 | <-37.0 |
| 2-2 | 夏热冬寒 | -37.0~-21.5 |
| 2-3 | 夏热冬冷 | -21.5~-9.0 |
| 2-4 | 夏热冬温 | >-9.0 |
| 3-1 | 夏凉冬严寒 | <20 | <-37.0 |
| 3-2 | 夏凉冬寒 | -37.0~-21.5 |
| 3-3 | 夏凉冬冷 | -21.5~-9.0 |
| 3-4 | 夏凉冬温 | >-9.0 |

注：第一个数字代表高温分区，第二个数字代表低温分区，数字越小表示气候因素越严重。

**E.0.5** 由温度和雨量组成的气候分区，应符合表E.05的划分。

**表E.0.5 沥青及沥青混合料气候分区指标**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 气候区名 | 温度（℃） | 雨量（mm） |
| 最热月平均最高气温（℃） | 年极端最低气温（℃） | 年降雨量（mm） |
| 1-1-4 | 夏炎热冬严寒干旱 | >30 | <-37.0 | <250 |
| 1-2-2 | 夏炎热冬寒湿润 | -37.0~-21.5 | 1000~500 |
| 1-2-3 | 夏炎热冬寒半干 | 500~250 |
| 1-2-4 | 夏炎热冬寒干旱 | <250 |
| 1-3-1 | 夏炎热冬冷潮湿 | -21.5~-9.0 | >1000 |
| 1-3-2 | 夏炎热冬冷湿润 | 1000~500 |
| 1-3-3 | 夏炎热冬冷半干 | 500~250 |
| 1-3-4 | 夏炎热冬冷干旱 | <250 |
| 1-4-1 | 夏炎热冬温潮湿 | >-9.0 | >1000 |
| 1-4-2 | 夏炎热冬温湿润 | 1000~500 |
| 2-1-2 | 夏热冬严寒湿润 | 20~30 | <-37.0 | 1000~500 |
| 2-1-3 | 夏热冬严寒半干 | 500~250 |
| 2-1-4 | 夏热冬严寒干旱 | <250 |
| 2-2-1 | 夏热冬寒潮湿 | -37.0~-21.5 | >1000 |
| 2-2-2 | 夏热冬寒湿润 | 1000~500 |
| 2-2-3 | 夏热冬寒半干 | 500~250 |
| 2-2-4 | 夏热冬寒干旱 | <250 |
| 2-3-1 | 夏热冬冷潮湿 | -21.5~-9.0 | >1000 |
| 2-3-2 | 夏热冬冷湿润 | 1000~500 |
| 2-3-3 | 夏热冬冷半干 | 500~250 |
| 2-3-4 | 夏热冬冷干旱 | <250 |
| 2-4-1 | 夏热冬温潮湿 | >-9.0 | >1000 |
| 2-4-2 | 夏热冬温湿润 | 1000~500 |
| 2-4-3 | 夏热冬温半干 | 500~250 |
| 3-2-1 | 夏凉冬寒潮湿 | <20 | -37.0~-21.5 | >1000 |
| 3-2-2 | 夏凉冬寒湿润 | 1000~500 |

# 附件

# 高温潮湿区RCA复配天然双改性沥青路面标准

（条文说明）

Hot and humid area of natural double RCA compound modified asphalt pavement standard

（Commentary）

二零一七年

# 1 总则

近年来，由于天然岩沥青具有良好的路用性能，已经在国内外高速公路、一级公路及城市快速路、主干路、机场道路、钢桥面铺装、城市快速路及隧道工程的沥青面层中得到了广泛应用。

由于不同产地的天然岩沥青存在较大的质量差异，施工质量得不到有效保障，同时现行施工中天然岩沥青的投放量较大，成本较高。我国道路科研工作人员采用高分子纳米材料对天然岩沥青进行复配改性，制备得到RCA复配天然双改性沥青。RCA复配天然双改性沥青对基质沥青进行改性后可以显著改善沥青混合料的高温抗车辙性能、抗水损坏性能、抗老化性能和防滑性能。相对于传统石油改性产品，天然岩沥青抗老化能力强，具有很好的耐候性。RCA作为一种新型的沥青路面材料，经济效益明显，可以为国家道路建设节省大量投资。

RCA相比传统的天然岩沥青具有以下优势：

1.相比传统的天然岩沥青掺加量，RCA的掺加量较低，有效的降低道路造价成本；

2.提升沥青混合料的高温稳定性和水稳定性效果明显，动稳定度最低可达7000次/mm，冻融劈裂强度比不低于85%。

然而RCA作为一种新型的路面材料，尚未有一个完整的路面设计、施工与质量验收标准。为了更好的发挥RCA材料的性能，结合实际工程案例编制了本标准，主要阐述了RCA材料的技术性能要求、RCA复配天然双改性沥青混合料的配合比设计、RCA复配天然双改性改性沥青混合的拌和、摊铺、碾压工艺及对RCA复配天然双改性改性沥青路面的验收标准，为以后的RCA材料的使用提供了一个技术依据。

# 2规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

CJJ 169-2012 城镇道路路面设计规范

CJJ 1-2008 城镇道路工程施工与质量验收规范

CJJ 36-2016 城镇道路养护技术规范

CJJ/T 43-2014 城镇道路沥青路面再生利用技术规程

JTG E42-2005 公路工程集料试验规程

JTG F80/1-2004 公路工程质量检验评定标准

JTG E60-2008 公路路基路面现场测试规程

JTG E40-2007 公路土工试验规程

JTG D50-2017 公路沥青路面设计规范

JTG F40-2004 公路沥青路面施工技术规范

JTG E20-2011 公路工程沥青及沥青混合料试验规程

JT/T 860.5-2014 沥青混合料改性添加剂 第5部分：天然沥青

# 3 术语、符号

1.对上文3.1.4复配天然双改性沥青中RCA-AC型和RCA-SMA型进行解释：

（1）RCA-AC

以天然岩沥青为载体，辅以高分子材料进行配伍制得复合双改性沥青添加剂。将其作为外掺剂按比例添加，使沥青或沥青混合料的性能得以改善而制成的连续级配的复配天然双改性沥青混合料。

（2）RCA-SMA

以天然岩沥青为载体，辅以高分子材料进行配伍制得复合双改性沥青添加剂。将其作为外掺剂按比例添加，使沥青或沥青混合料的性能得以改善而制成的间断级配的复配天然双改性沥青混合料。

2.对上文3.1.6改性沥青定义中常用的改性剂定义进行解释，

（1）橡胶颗粒 Rubber particles

将废旧轮胎加工成具有一定粒径的橡胶颗粒，将具有一定粒径组成的橡胶颗粒掺入沥青或取代相对应粒径的部分集料掺入沥青混合料中，从而改善沥青及沥青混合料的性能。

（2）树脂 Resin

采用环氧树脂对普通沥青进行改性，可以提高沥青材料的黏附力、拉伸强度及断裂延伸率。

（3）高分子聚合物 High molecular polymer

采用高分子聚合物对沥青改性，从而改善沥青的高温稳定性、低温抗开裂及水损能力，常用的高分子聚合物改性剂有SBS、SBR、EVA、PE类等材料。

（4）沥青掺量 Natural asphalt content

RCA复配双改性剂中天然沥青类胶结料占改性后沥青总质量（含天然沥青）的质量百分率，以百分比（%）计。

（5）橡胶粉 Rubber powder

将废旧轮胎加工成20目以上的橡胶粉，将一定量比例的废胶粉到基质沥青中，在高温条件下充分反应后制得橡胶沥青，从而改善沥青的抗老化性及温度敏感性。

# 4 原材料技术要求

在沥青路面建设过程中，材料起到至关重要的作用。有些新建的高速公路、一级公路及城市快速路、主干路沥青路面出现早期损坏，材料是重要的原因。因此，这里特别强调要把好材料关，应该以试验为依据，严格控制质量，防止使用不符要求的材料造成损失。

结合目前通用的公路及城镇道路规范对RCA材料的技术指标及其混合料采用的基质沥青、粗细集料和填料提出要求。

RCA产品质量的稳定直接影响到RCA复配天然双改性沥青混合料的稳定性，并且对RCA复配天然双改性沥青的施工方法和技术方案的确定也有影响。RCA质量的稳定性包括原材料成分、性质和加工质量的稳定性等，在施工质量管理中应予以关注和严格控制。必要时可检验RCA的成分，以判定RCA质量的可靠性。

强调RCA产品在包装上应考虑产品运输、储存和施工应用时的便利性；同时，在运输、储存的过程中应当防水以免RCA受潮结块。

另外，因RCA具有极强的粘附性，易产生结块现象，但并不影响其质量，为防止颗粒粘着或结块，应放置在室内或有遮盖地方，避免高温和超高堆放。

# 5 RCA复配天然双改性沥青混合料配合比设计

## 5.1 RCA的掺量

研究表明，RCA复配天然双改性沥青混合料的路用性能与RCA的掺量密切相关，因此，需要确定RCA的最佳掺量。这项工作的实质是确定RCA改性技术方案，涉及的主要因素包括RCA的化学组成和性质、基质沥青的性能及性能随掺量的变化关系等。

考虑到经济性和路用性能的平衡，RCA的常用掺量一般为集料总重的1.0%~2.0%。用于交通量特别大或重载交通道路上时，可以考虑添加量为集料总重的2%。

## 5.2 RCA复配天然双改性沥青混合料设计要求

### 5.2.1 RCA复配天然双改性沥青混合料级配范围

沥青混合料的配合比设计是施工过程中一件十分重要的工作，是本标准的核心内容之一。配合比设计不能满足于达到规范的技术要求，满足规范指标只是一个起码要求，并不一定是最优化的设计。一个好的设计应该具有良好的使用性能，施工操作性好及变异性小、容易压实，尤其是经得起实践考验，确保沥青路面不产生损坏。

目前采用天然沥青对基质沥青进行改性，由于天然沥青中灰分物质的存在，在进行混合料配合比设计时，并未考虑到灰分的存在，导致拌和的沥青混合料性能偏差较大，在实际使用中，路面很快出现早期病害。为提高路面路用性能和延长使用寿命，在配合比设计矿料级配范围时，考虑到灰分的存在，对级配进行了重新设计，保证RCA材料的实际使用效果。

### 5.2.2 RCA复配天然双改性沥青混合料的设计技术要求

本条规定了在马歇尔试验配合比设计的基础上进行的各种配合比混合料的性能检验，包括高温稳定性检验、水稳定性检验、低温性能检验等。同时根据“沥青路面透水测定方法及指标要求”的研究成果增加了渗水系数检验。由于试件尺寸适用性的原因，对需要用轮碾成型机制作的板式试件的车辙试验、弯曲试验、渗水试验等均适用于公称最大粒径等于或小于19mm的混合料。

沥青路面破坏的模式有多种，沥青路面的车辙、水损害破坏主要通过沥青混合料的配合比试件检验得到保证，车辙试验的动稳定度、浸水马歇尔试验的残留稳定度、冻融劈裂试验的残留强度比在国际上得到广泛的应用。

## 5.3 RCA复配天然双改性沥青混合料目标配合比设计方法

RCA复配天然双改性沥青混合料与其它类型混合料配合比设计基本相同，包括目标配合比设计、生产配合比设计以及生产配合比验证三个阶段。因此，这三阶段配合比设计是一个完整的整体，必须通过设计找到一个平衡点，材料、性能、经济各方面都满意，然后得出一个标准配合比，取得监理、业主的批准，方可在生产中使用。

与现行技术规范采用马歇尔试验方法进行配合比设计相适应，本规程对RCA复配天然双改性沥青混合料的设计要求、步骤等进行了适当调整，混合料设计性能应满足实际工程项目的交通荷载、气候条件等实际情况需要。

RCA复配天然双改性沥青混合料配合比设计中，天然沥青中的灰分应按照实际比例计入矿粉；在计算沥青用量时，应按照“天然沥青掺量×天然沥青溶解度”确定替换道路石油沥青的比例，将该部分沥青与石油沥青合并作为油石比参数。RCA复配天然双改性沥青的掺量通过性能指标、成本分析综合确定。

# 6 RCA复配天然双改性沥青混合料施工

## 6.1 RCA存储与投放

RCA是不流动的颗粒状材料，储存时做好防护措施，不会受潮结块。

目前，RCA复配天然双改性沥青混合料主要的生产方式是采用干拌。采用RCA专用的投放设备直接投放进拌和锅内与集料进行干拌。未采用人工投放RCA材料，主要是人工投放存在两个问题：1.投放不及时导致RCA产品不能均匀的混合于沥青混合料；2.投放量存在较大误差，质量不能得到保障。

## 6.2 RCA复配天然双改性沥青混合料的生产

1.国际上通用间歇式和连续式两类沥青拌和设备，经我国的试验和使用实践证明，采用间歇式拌和机更符合我国国情，这是因为我国目前使用的材料品种较杂, 变异性大, 再加上拌和厂大都是露天料场, 材料含水量受天气影响较大, 所以主张采用间歇式拌和机。

2.本部分主要阐述了RCA 改性沥青混合料的拌和生产。RCA复配天然双改性沥青混合料的温度控制与普通沥青混合料存在较大差异，集料加热温度比普通沥青混合料高10℃~20℃，矿粉加热温度比普通沥青混合料高20℃~25℃，拌和温度比普通沥青混合料要高10℃~20℃。干拌时间需延长5~10s，让RCA材料与集料均匀混合。

## 6.3 RCA复配天然双改性沥青混合料的摊铺

“摊铺机必须缓慢、均匀、连续不间断地摊铺，不得随意变换速度或中途停顿，以提高平整度，减少混合料的离析”是摊铺这一节的核心。

在沥青路面施工工序中，厚度、压实度及平整度是3个最重要的指标。定要在确保压实度的前提下努力提高平整度，应从以下方面入手提高平整度：

①保证充分供料，摊铺机均匀、连续地摊铺，避免间隙和停顿。

②采用比较长的平衡梁控制方式的自动找平装置，有条件时尽量采用非接触式平衡梁。

③控制摊铺宽度，避免全幅摊铺，做好摊铺机接缝。

④科学地安排压路机，均衡地跟在摊铺机后面及时碾压。碾压时保持直线方向、均衡慢速，折返时关闭振动，渐渐地改变方向，折返点错开不得在同一个断面上。对轮胎压路机和振动压路机要采取合理的组合排序，通常是轮胎压路机在前，压实效果好，平整度通过振动压路机弥补。

⑤压路机的对桥涵、通道等构造物的接头以及各种特殊部位，特别要注意接缝的平整度。要仔细操作以避免造成跳车。

⑥除了迫不得已的情况外，要避免摊铺后人工修正。

⑦所有机械不能在未冷却结硬的路面上停留。

## 6.4 RCA复配天然双改性沥青混合料的碾压

我国沥青路面发生早期损坏，经常是由于压实不足造成的。改善压实工艺，保证混合料充分压实是提高沥青路面建设质量的关键。尤其是当沥青层层厚较薄，采用的混合料中的粗集料含量较多时，混合料温度下降更快，可供碾压的时间更短，对压实的要求更高。

压路机的折返很有技巧，要密切注意在折返过程中会不会产生推移拥包，有的压路机是在前进多靠近摊铺机时曲线拐弯，然后倒退错轮，这样容易在未碾压段落产生横向推移。

复压是整个压实过程中的关键，采用什么样的压路机十分重要。不同的压路机具有不同的特点，它与压实层厚度关系很大，薄压实层适宜于采用静态的刚性碾，不宜用振动压路机。轮胎压路机可以适宜于不同厚度的压实层，使用最“皮实”。对沥青粘度较大、或者较厚的压实层，静态的刚性碾可能难以达到要求的压实度。

# 7 RCA复配天然双改性沥青路面的施工质量管理及检查验收

## 7.1 施工前的材料与设备检查

材料是为保证沥青路面建设质量的第一个，也是最重要的一个环节。规范规定了保证质量的三个环节：首先是招标及订货关，供货单位必须提出各种材料的质量检测报告。然后是进货关，供货单位供应的材料有可能违背投标时的承诺，进货时必须重新检验，尤其是石料的来源比较杂，必须以“批(lot)”为单位进行控制，施工单位和监理都必须下功夫。现在不少工程单位在采石场派驻监理和材料员，对生产供应的材料进行监督，是个好办法。第三是使用及保管关。有的材料本来是不错的，可是拌和厂在进货时对堆放场地、堆料顺序马马虎虎，场地和运输路线没有硬化，不同材料之间没有隔离，使用时相互混杂，或者在装载机装料时将泥土混入材料，把本来不错的材料弄得很脏。还有像桶装沥青经常是无序堆放，上面不加盖苫布，导致雨水从桶口漏入。所以材料进场后的存贮、堆放、管理情况都必须重视。

## 7.2 铺筑试验段

对高速公路、一级公路及城市快速路、主干路这些重大工程来说，铺筑试验段是不可缺少的步骤，经过多年实践，现在已经成了习惯。但是铺筑试验段绝不是一种形式，必须达到要求的目标。现在有不少试验段本身就不满意，经常是拌和机还未调整稳定，还没有达到要求的级配及油石比，混合料的温度也不对，试验段却结束了。有些工程因为怕没有把握，把试验段放在老路、匝道、连接线上铺筑，得不到与正线上相同的结果，只能作为试验段的试验性拌和铺筑用，很难成为正线施工的依据，应该待一切都稳定以后，在正线上按照正规的施工工艺铺筑正式的试验段，真正起到正线施工的作用。