

文章编号: 0451—0712(2005)10—0185—07

中图分类号: U414. 03

文献标识码: B

# 抗滑表层改性沥青混凝土配合比设计及施工

栾国华

(路桥集团第一公路工程局华祥公司北京市100022)

**摘 要:** 主要根据路面施工的经验对改性沥青混合料配合比设计和施工中应注意的问题及质量控制做了简要的论述和说明。

**关键词:** 改性沥青混凝土; 配合比设计; 施工

为了提高京沪高速公路沥青混凝土路面的使用寿命和服务质量,山东省公路局决定在表面层使用改性沥青混合料铺筑抗滑表层,以提升沥青混凝土路面的技术含量。2000 年 8 月初,一合同段根据改性沥青的施工要求和技术标准,确定了沥青改性剂的品种和掺加比例,并进行了改性沥青混合料的配合比设计;通过试验段试铺,进一步确定了施工配合比和油石比供生产使用,使改性沥青混合料的质量自始至终处于稳定状态。

## 1 抗滑表层结构设计

为了使抗滑表层结构设计适应高速公路高标准、高质量的要求,就要使表面层不仅具有良好的抗滑性能,而且还应有良好的高温稳定性和低温抗裂性,以满足路面的各种使用性能。临红路段表面层采用改性沥青混凝土,就是业主适应新技术发展,提高路面质量的适时决策。一合同段基质沥青原设计采用日本加德士进行改性加工,后变更为南韩 SK 沥青,在掺用 4%(含量)SBS 改性剂后,加工成改性沥青。抗滑表层改性沥青混凝土设计铺筑厚度为 4 cm。

## 2 主要材料及材料试验情况

### 2.1 沥青

临红路段采用南韩 SK—70 沥青做抗滑表层,经检验其符合我国重交通道路沥青技术要求。主要技术指标见表 1。

### 2.2 改性剂

改性剂的选择主要考虑气候条件、荷载条件和

| 表1 SK—70 基质沥青主要技术指标 |        |                   |       |       |       |
|---------------------|--------|-------------------|-------|-------|-------|
| 试验项目                |        | 单位                | 技术要求  | 试验结果  | 试验方法  |
| 针入度(25℃,100g,5s)    |        | 0.1mm             | 60~80 | 71    | T0604 |
| 延度(5cm/min,5℃)      |        | cm                | >100  | >150  | T0605 |
| 软化点(环保法)            |        | ℃                 | 44~45 | 50℃   | T0606 |
| 闪点                  |        | ℃                 | >230  | >230  | T0609 |
| 溶解度(三氯乙烯)           |        | %                 | >99.0 | 99.7  | T0607 |
| 蜡含量                 |        | %                 | <3    | 2.35  | T0615 |
| 密度(15℃)             |        | g/cm <sup>3</sup> | 实测    | 1.030 | T0603 |
| TFOTFO              | 质量损失   | %                 | <0.8  | 0.09  | T0610 |
|                     | 针入度比   | %                 | >55   | 66    | T0610 |
|                     | 延度数25℃ | cm                | >50   | >130  | T0610 |

加工能力。临沂地区夏季炎热,冬季寒冷,同时京沪高速公路是国家干线公路,重车比例大,超载车多,要求路面要有抗车辙和拥包等抗永久变形的性能。

本工程采用国创一号 SBS 改性剂,SBS 通过高速剪磨设备等专用机械研磨和剪切,强制把改性剂打碎,使 SBS 充分均匀分散到基质沥青中,达到使沥青改性的目的。在一合同段改性沥青生产中,设备安装在现场(拌和站),边制造边使用,既给施工带来了极大方便,又充分保证了改性沥青的加工和使用质量。

SBS 改性剂的最大特点是它的高弹性,高温下不软化,低温下不发脆。一合同段采用的国创一号 SBS 星型改性剂,对南韩 SK—70 号沥青进行改性,随着 SBS 剂量增加,改性效果随之增大,针入度减

小,软化点升高,5℃延度增大,弹性恢复增大等。但 SBS 剂量达到 5%以上,增大的幅度明显减小,如果大于 6%,改性效果则几乎没有。因此,该合同段决定掺入 4%SBS 加工改性沥青。

2.3 SBS 改性沥青

SBS 改性沥青也叫热塑橡胶类改性沥青,以南韩 SK—70 沥青为基质,在其中掺入 3%~5%SBS,形成“互穿主网络”结构,兼顾了高温稳定性和低温抗裂性,形成复合性改性沥青。由于交通量的大增,车辆大型化、超载严重等,经常造成高温车辙、季节水损坏、温缩裂缝和抗滑性不足等问题,掺入 SBS 改性剂,可以提高沥青路面的使用性能:(1)提高了低温变形能力,延度增加,脆点降低;(2)提高了高温使用粘度;(3)改善了沥青温度感应性,针入度减小,软化点升高,60℃时粘度增大,PI 值提高,低温粘度降低;(4)提高了力学性能,弹性增加;(5)具有良好的施工流动性,在 90℃以上时,粘度基本上与基质沥青相近,便于施工;(6)提高了耐久性,热老化和光老化试验证明可延长沥青老化过程。

我们在基质沥青中掺入 4%SBS 进行改性,并进行了相关试验。

改性沥青的技术指标以改性的改善程度,即针入度指数 PI 的变化作为关键性评定指标。南韩“SK—70”SBS 改性沥青,针入度试验结果为 48,对照聚合物改性沥青技术要求,一合同段所用改性沥青属 I 类 I—D 型。I—D 型用于炎热地区及重交通量路段,符合设计要求。SBS 改性沥青试验结果见表 2。

表 2 SBS 改性沥青试验结果

| 试验项目             |         | 单位                | 技术要求  | 试验结果  | 试验方法  |
|------------------|---------|-------------------|-------|-------|-------|
| 针入度(25℃,100g,5s) |         | 0.1mm             | ≥40   | 48    | T0604 |
| 延度(5cm/min,5℃)   |         | cm                | ≥20   | 37    | T0605 |
| 软化点(环球法)         |         | ℃                 | ≥60   | 68.5  | T0606 |
| 闪点(COC)          |         | ℃                 | ≥230  | >280  | T0611 |
| 针入度指数 PI         |         | —                 | ≥0.2  | 0.64  | T0604 |
| 运动粘度(135℃)       |         | Pa·s              | ≤3    | 2.3   | T0603 |
| 粘度(60℃)          |         | Pa·s              | ≥250  | 278   | T0620 |
| 溶解度(三氯乙烯)        |         | %                 | ≥99.0 | 99.79 | T0607 |
| 离析、软化点差          |         | ℃                 | ≤2.5  | 1.5   | T0606 |
| 弹性恢复(25℃)        |         | %                 | ≥70   | 76    | T0605 |
| 粘韧性              |         | N·m               | —     | —     | T0624 |
| 密度 15℃           |         | g/cm <sup>3</sup> | 实测    | 1.036 | T0603 |
| RTFOT<br>后残留物    | 质量损失    | %                 | ≤1.0  | -0.11 | T0610 |
|                  | 针入度比    | %                 | ≥65   | 77    | T0610 |
|                  | 延度(15℃) | cm                | —     | —     | T0610 |
|                  | 延度(5℃)  | cm                | ≥15   | 18    | T0610 |

与改性前 SK—70 沥青实测技术指标相比效, SBS 改性沥青的最大特点是高温、低温性能好,具有良好的弹性恢复性能。从改性沥青试验结果看,针入度降低 2.3mm,软化点升高 18.5℃,60℃粘度指标为 278Pa·s,改善了沥青温度的敏感性和高温稳定性;5℃低温延度为 37cm,RTFOT5℃低温延度为 18cm,达到了改善低温性能的要求;25℃弹性恢复结果为 76%,达到了规定要求。SBS 改性沥青薄膜加热后的针入度比为 77%,抗老化性能较好。由此说明一合同段的沥青改性是成功的,可以进行配合比试验,用于生产。

2.4 碎石

碎石采用昌乐产粒径为 3~5mm、5~10mm 和 5~15mm 玄武岩碎石;机制砂将除去 0.075mm 以下部分。玄武岩碎石主要进行了 3 个指标的试验,见表 3。

表 3 玄武岩碎石试验结果

| 试验名称        | 试验结果 | 技术标准 | 试验方法     |
|-------------|------|------|----------|
| 石料磨光值/%     | 49   | ≥42  | T0321—94 |
| 石料冲击值/%     | 36   | ≤28  | T0322—94 |
| 磨耗值(洛杉矶法)/% | 15.8 | ≤30  | T0317—94 |

2.5 矿粉

矿粉采用石灰岩中强基性岩石等憎水性材料磨细而成,且不能含泥土杂质。在沥青用量一定时,矿粉用量对矿料的比表面积影响很大,直接影响沥青薄膜厚度,为使沥青混合料有好的高温稳定性,须使矿粉有足够的掺量,以减少起润滑作用的游离沥青的比例,以较薄的沥青膜使混合料结成一坚实的整体,同时也提高了水稳定性。

3 改性沥青设备及制作工艺

本工程改性沥青设备是曾经在京沪高速公路化临段进行过生产,且性能不错的北京国创改性沥青有限公路开发的 LG—8B 炼磨式改性沥青设备,它由一台专用改性加工设备和成品贮存罐车两部分配套组成。加工时沥青与改性剂同时反复受到大功率、高温、高压、多回转胶体磨石研磨以及高速剪切的磨炼作用,均匀分散混合成一体。它由沥青外掺剂供给系统、炼磨搅拌系统、加热保温系统、控制系统、称量称重系统、液压站和相关连接管路组成。成品贮存罐连续不断地搅拌,防止离析,由沥青泵直送拌和机使用。主要技术指标为:(1)设计加工能力 6t/h~8t/h,另配备 30m<sup>3</sup>成品贮油罐可满足普通混凝土

拌和设备 60 t/h~120 t/h 的产量要求;(2)沥青流量计精度 0.5%,外掺剂精度 1%;(3)能适用于热塑性橡胶类 SBS、树脂类 PE、EVA 等各种热性能聚合物改性剂的加工需要;(4)可手动,也可自动,对 SBS 改性剂可分散到小于 0.01 mm 的比例达 50%以上,小于 0.015 mm 比例达 95%。

改性沥青设备 LG—8B 型是由两台半挂式工作车组成,一台为改性沥青制造车,一台是改性沥青成品贮存罐,由牵引车拉至现场与拌和厂的沥青管道进行连接配套即可使用。其工艺流程见图 1。

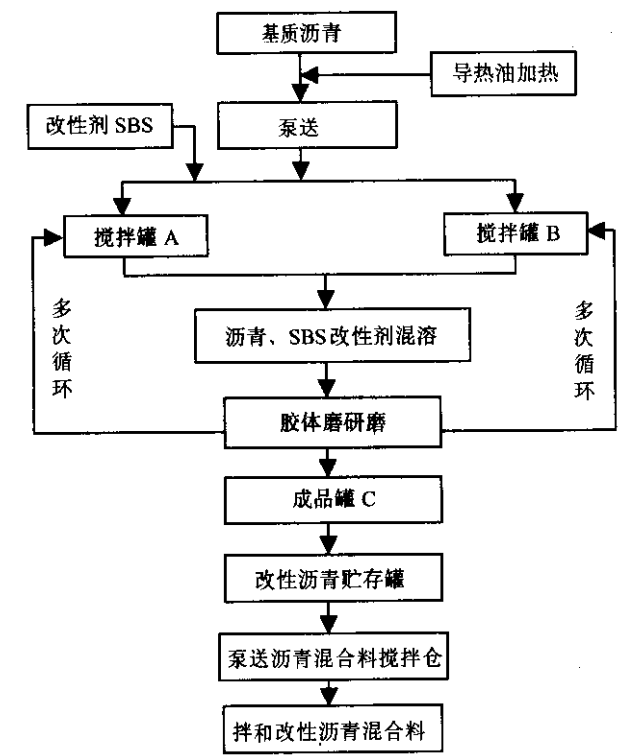


图 1 改性沥青混合料生产工艺流程

在改性沥青 LG—8B 型设备中,炼磨式胶体磨是技术关键的核心,它处于高温、高压、高速运转的环境下,改性剂受到磨内强大剪力和相互碰撞而不断分散,将颗粒磨细,与沥青形成相溶的稳定体,达到混溶的目的。

#### 4 改性沥青混合料配合比设计及相关试验

##### 4.1 配合比设计依据

配合比设计依据:《山东省京沪高速公路临红段招标文件》;《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTJ 052—93);《公路工程集料规程》(JTJ 032—94);《公路沥青路面施工技术规范》(JTJ 032—94);《公路改性沥青路面施工技术规范》(JTJ 036—98)。

改性沥青混合料的配合比设计与普通沥青混合料的配合比设计是一致的。在实际施工中,根据经验,采用最佳沥青含量比目标设计的最佳沥青含量低 1~2 个百分点,检验各项指标都能满足技术要求。

##### 4.2 目标配合比设计

###### 4.2.1 确定矿料级配

对各种矿料取样筛分,根据筛分结果和规范的要求,通过计算,由试验确定矿料配合比。经过反复调整计算,确定出了最佳级配曲线的矿料组成:5~15 mm 玄武岩:5~10 mm 玄武岩:3~5 mm 玄武岩:机制砂:矿粉=40:10:13:32:5。级配曲线都接近设计曲线中值,矿料筛分及计算见表 4。

###### 4.2.2 确定油石比

采用 3.5%、4%、4.5%、5%和 5.5%沥青用量(油石比)制作 5 组马歇尔试件,每组 6 块,成型每面锤击 75 次,通过马歇尔试验测定试件的密度、稳定

表 4 设计矿料筛分级配

| 筛分尺寸         | 级配 1 | 级配 2 | bailey | 通过下列筛孔(mm)的质量百分率/% |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------|------|------|--------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|              |      |      |        | 16                 | 13.2  | 9.5   | 4.75  | 2.36  | 1.18  | 0.6   | 0.3   | 0.15  | 0.075 |
| 玄武岩(5~15 mm) | 40   |      | 41.4   | 100                | 92.45 | 45.50 | 1.89  | 0.68  | 0.58  | 0.58  | 0.58  | 0.58  | 0.58  |
| 玄武岩(5~10 mm) | 10   |      | 9.7    | 100                | 100   | 97.19 | 19.22 | 1.50  | 0.98  | 0.98  | 0.98  | 0.98  | 0.98  |
| 玄武岩(3~5 mm)  | 13   |      | 13.1   | 100                | 100   | 100   | 21.58 | 2.71  | 1.95  | 1.95  | 1.95  | 1.95  | 0.68  |
| 机制砂          | 32   |      | 31     | 100                | 100   | 100   | 98.66 | 79.76 | 46.49 | 32.72 | 17.44 | 8.87  | 0     |
| 石粉           | 0    |      | 0      | 100                | 100   | 100   | 99.81 | 90.57 | 51.82 | 43.14 | 20.58 | 15.16 | 10.19 |
| 矿粉           | 5    |      | 4.8    | 100                | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   | 90.81 |
| AK—13 上限     |      |      | 100    | 100                | 90    | 80    | 30    | 20    | 15    | 10    | 7     | 5     | 4     |
| AK—13 下限     |      |      | 100    | 100                | 100   | 70    | 53    | 40    | 30    | 23    | 18    | 12    | 8     |
| 级配中值         |      |      | 100    | 100                | 95    | 77.92 | 41.5  | 30    | 22.5  | 16.5  | 12.5  | 8.5   | 6     |
| 合成级配 1       | 100  |      | 100    | 100                | 96.98 | 0     | 42.06 | 31.30 | 20.46 | 16.05 | 11.16 | 8.42  | 4.96  |
| 合成级配 2       |      | 0    | 0      | 0                  | 0     | 77.16 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 贝雷级配         |      |      | 100    | 100                | 96.87 |       | 40.86 | 30.31 | 19.80 | 15.53 | 10.80 | 8.15  | 4.79  |

度、流值、计算理论密度、空隙率、沥青饱和度及矿料间隙率。

按照国内油石比设计方法,最大密度 $a_1$ 、最大稳定度 $a_2$ 、空隙率中值 $a_3$ 所对应的沥青用量分别为5.1%、4.8%、5.1%,矿粉与胶结料之比为1.01%,由此确定最佳油石比 $OAC_1=5.0\%$ 。按各项合格指标范围的中值确定的最佳油石比 $OAC_2=(OAC_{\min}+OAC_{\max})=4.9\%$ 。最终确定最佳油石比 $OAC=4.9\%$ 。见表5。

| 表 5 改性沥青混合料马歇尔试验结果 |       |       |       |       |       |       |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 沥青含量/%             | 标准    | 3.5   | 4.0   | 4.5   | 5.0   | 5.5   |
| 表观密度/(g/cm³)       | 实测    | 2.45  | 2.47  | 2.50  | 2.51  | 2.52  |
| 理论密度/g/(cm³)       | 实测    | 2.71  | 2.68  | 2.66  | 2.65  | 2.62  |
| 空隙率/%              | 3~6   | 9.46  | 8.17  | 6.26  | 5.07  | 3.97  |
| 饱和度/%              | 65~75 | 47.05 | 54.18 | 63.75 | 70.77 | 77.36 |
| 流值/0.1 mm          | 2~4   | 2.15  | 2.55  | 3.2   | 3.72  | 3.97  |
| 矿料间隙率/%            | ≥14   | 17.86 | 17.83 | 17.26 | 17.34 | 17.51 |
| 稳定度/kN             | ≥7.5  | 10.21 | 11.32 | 11.39 | 11.77 | 11.90 |

按美国沥青研究学会提供的技术规范 MS—2 进行设计,最佳沥青含量对应密度为2.4 g/cm³,对应VV为4%,对应VMA为14.5%,对应VFA为70%,按各项指标范围中值确定最佳油石比为 $OAC=4.8\%$ ,见表6。

| 表 6 按美国学会技术规范进行的<br>改性沥青混合料马歇尔试验结果 |       |       |       |       |       |       |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 沥青含量/%                             | 标准    | 3.5   | 4.0   | 4.5   | 5.0   | 5.5   |
| 密度/(g/cm³)                         | 实测    | 2.46  | 2.47  | 2.50  | 2.51  | 2.52  |
| 空隙率/%                              | 3~5   | 9.46  | 8.07  | 6.15  | 5.07  | 3.85  |
| 饱和度/%                              | 65~75 | 31.06 | 41.06 | 53.01 | 61.51 | 71.20 |
| 流值/0.1 mm                          | 2~4   | 2.15  | 2.55  | 3.20  | 3.72  | 3.97  |
| 矿料间隙率/%                            | ≥12   | 13.68 | 13.68 | 13.08 | 13.17 | 13.35 |
| 稳定度/kN                             | ≥7.5  | 10.21 | 11.32 | 11.39 | 11.77 | 11.90 |

本工程取最佳沥青含量为4.7%。为了优化设计,在计算沥青混合料各项指标时将日本加德士改性沥青混合料和南韩SK改性沥青混合料的试验各项指标进行比较,在相同4.7%沥青含量下,发现南韩SK改性沥青混合料的密度提高了1.04%,相应空隙率降低0.29%,矿料间隙率减小0.67%;饱和度增加了而稳定度略有减小,流值略有增加。由此说明由于所用沥青性质的差别,在沥青加工改性后,对

相同的设计级配和最佳沥青含量来说,其混合料试验结果还是有一定的差别,至少表面防水、低温抗裂上有所改善,因而表面层施工中选择南韩SK沥青较合理。两种沥青混合料体积指标结果比较见表7。

| 表 7 两种改性沥青混合料各项指标比较      |                                  |              |
|--------------------------|----------------------------------|--------------|
| 混合料类型                    | AK13—A                           |              |
| 配合比设计结果                  | 玄武岩 5~15 mm : 5~10 mm : 3~5 mm : |              |
|                          | 机制砂 : 矿粉 = 40 : 10 : 13 : 32 : 5 |              |
| 最佳沥青含量 / %               | 4.7                              |              |
| 最佳沥青含量试件各项指标             |                                  |              |
| 项目                       | 原设计(加德士SBS 改性沥青)                 | 现设计(SK 改性沥青) |
| 密度 / g / cm <sup>3</sup> | 2.504                            | 2.530        |
| 空隙率 / %                  | 5.30                             | 5.01         |
| 砂料间隙 / %                 | 17.28                            | 16.61        |
| 饱和度 / %                  | 67                               | 70           |
| 稳定度 / kN                 | 11.7                             | 11.4         |
| 流值 / mm                  | 3.20                             | 3.34         |

#### 4.2.3 高温稳定性试验

作为混合料配合比设计的辅助性试验结果,以测定沥青混合料的高温抗车辙能力,该配合比设计采用最佳沥青含量4.7%,密度2.504 g/cm³,制作3组试件,平均动稳定度结果为2865次/mm。见表8。

| 表 8 高温稳定性试验结果 |             |       |       |       |
|---------------|-------------|-------|-------|-------|
| 室内试验次数        | 动稳定度/(次/mm) |       |       |       |
|               | 1           | 2     | 3     | 平均    |
| 1             | 2 760       | 2 915 | 2 920 | 2 865 |

#### 4.2.4 冻融劈裂试验

冻融劈裂试验作为混合料配合设计的辅助性试验结果,该配合比设计采用最佳沥青含量4.7%,密度2.53 g/cm³,制作8组试件,分别做强度试验,其强度比为87.48%。试验计算及结果见表9。

#### 4.3 生产配合比设计

一合同段使用西筑160型间歇式沥青拌和机,在目标配合比基础上,将各冷料仓中不同规格的材料烘干并提升到热料仓中,分级流入振动筛不同规格的热料称量斗中,振动筛根据级配类型选择筛号,共设4级:17 mm、10 mm、5 mm、3 mm,然后从热料斗中取样,在室内筛分,按规范要求的矿料级配,确定各热料斗中不同规格的矿料比例,供拌和控制使用。为了使面层具有好的抗滑性能,又满足空隙率、饱和度指标,在选择级配4曲线时,大的筛孔如

表 9 冻融劈裂试验结果

| 冻融循环后第一组(试件试件直径 101.61 mm) |           |           |           |           |           |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 试件编号                       | 1         | 3         | 5         | 7         | 平均        |
| 最大理论密度/(g/cm³)             | 2.53      |           |           |           |           |
| 试件高度/mm                    | 61.94     | 61.66     | 61.28     | 61.22     |           |
| 空气中质量/g                    | 1 206.8   | 1 208.8   | 1 213     | 1 209.3   |           |
| 水中质量/g                     | 734.3     | 736.4     | 735.3     | 732.9     |           |
| 饱和质量/g                     | 1 313.2   | 1 214.6   | 1 215.3   | 1 212.5   |           |
| 试件主体积密度/(g/cm³)            | 2.52      | 2.53      | 2.53      | 2.52      | 2.52      |
| 试件空隙率/%                    | 0.39      | 0.08      | 0.12      | 0.34      | 0.23      |
| 真空保水水中质量/g                 | 751.9     | 753.5     | 753.5     | 749.9     |           |
| 真空保水 SSD/g                 | 1 226.2   | 1 229.9   | 1 231.6   | 1 224.5   |           |
| 试件吸水率/%                    | 4.09      | 4.43      | 3.89      | 3.20      | 3.90      |
| 应力环读数                      | 109       | 97        | 99        | 100       |           |
| 压力值/N                      | 9 205.64  | 8 206.52  | 9 373.04  | 8 456.30  | 8 560.38  |
| 劈裂强度/Pa                    | 0.93      | 0.84      | 0.86      | 0.87      | 0.87      |
| 冻融循环前第二组试件                 |           |           |           |           |           |
| 试件编号                       | 2         | 4         | 6         | 8         | 平均        |
| 试件高度/mm                    | 62.54     | 61.80     | 62.84     | 62.56     |           |
| 空气中质量/g                    | 1 207.6   | 1 206.2   | 1 204.7   | 1 206.5   |           |
| 水中质量/g                     | 735.9     | 734.2     | 733.7     | 733.6     |           |
| 饱和质量/g                     | 1 213.6   | 1 211.5   | 1 211.5   | 1 212.4   |           |
| 试件主体积密度/(g/cm³)            | 2.53      | 2.83      | 2.52      | 2.52      | 2.52      |
| 试件空隙率/%                    | 0.811 7   | 0.11      | 0.64      | 0.40      | 0.23      |
| 应力环读数                      | 125       | 113       | 124       | 110       |           |
| 压力值/N                      | 10 537.8  | 9 538.68  | 10 454.54 | 8 288.9   | 9 954.98  |
| 劈裂强度/Pa                    | 1.055 793 | 0.967 134 | 1.042 451 | 0.930 367 | 0.998 936 |
| 冻融劈裂强度为 87.479 65%         |           |           |           |           |           |

13.2 mm、9.5 mm 通过率取中值略偏上,其余通过率接近中值,见表 10。

表 10 矿料筛分合成级配

| 矿料  | 配比  | 热仓号 | 通过下列筛孔(mm)百分率/% |        |       |       |       |       |       |      |      |       |
|-----|-----|-----|-----------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|
|     |     |     | 16              | 13.2   | 9.5   | 4.75  | 2.36  | 1.18  | 0.6   | 0.3  | 0.5  | 0.075 |
| 碎石Ⅰ | 40  | 1   | 40              | 37.1   | 19.5  | 1.0   | 0.4   | 0.2   | 0.2   | 0.2  | 0.2  | 0.2   |
| 碎石Ⅱ | 10  | 2   | 10              | 10     | 9.8   | 2.1   | 0.2   | 0.1   | 0.1   | 0.1  | 0.1  | 0.1   |
| 碎石Ⅲ | 13  | 3   | 13              | 13     | 13    | 3.4   | 0.4   | 0.3   | 0.3   | 0.3  | 0.3  |       |
| 机制砂 | 32  | 4   | 32              | 32     | 32    | 31.2  | 24.1  | 14.5  | 11.4  | 6.0  | 4.6  |       |
| 矿粉  | 5   |     | 5               | 5      | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5    | 5    |       |
| 混合料 | 100 |     | 100             | 97.1   | 79.3  | 42.7  | 30.1  | 20.1  | 17.0  | 11.6 | 10.2 | 4.5   |
| 要求  |     |     | 100             | 90~100 | 60~80 | 30~53 | 20~40 | 15~30 | 10~23 | 7~18 | 5~12 | 4~8   |

取目标配合比设计的最佳沥青含量 4.9%±0.3%等 3 个沥青用量进行马歇尔试验,最后确定生产配比的最佳沥青用量为 4.7%。

4.4 生产配合比验证

确定了生产配合比,开始试验段试铺。通过取样

检验,抽提后混合料的平均沥青含量为4.67%,换算成油石比为 4.9%,与设计基本相符。试验马歇尔的各项指标为:空隙率 5.2%、饱和度 68.7%、稳定度 4.9 kN、流值3.28 mm。制作两组试件进行马歇尔试验,残留稳定度为93.2%。现场检验,压实度、构造深

度及摩擦系数均符合设计和规范要求。

### 5 抗滑表层试验段施工

试验段选择在基层检验合格的段落上 200 m 的长度范围内,它包括 3 个主要阶段:试拌、试铺、碾压。试验段的目的是检验沥青混合料的配合比、施工工艺,探讨拌和运输、压实各个阶段的施工方法的可能性;检验施工机械的性能及可行性;检验前后台的联系及现场施工工艺管理情况等。

具体要进行以下几点验证和总结工作:(1)确定拌和温度、拌和时间、验证矿料级配和沥青用量;(2)确定摊铺温度、压路机类型、压实工艺及压实遍数;(3)检测试验段施工质量,不符合要求时应找出原因,采取纠正措施,重新铺筑试验路,直到满足要求为止。

### 6 试验段施工中的试验检验

在试验段施工中,试验室从拌和场取样进行了抽提、筛分和马歇尔试验,结果见表 11 和表 12。

表 11 抽提及矿料筛分结果(平均)

| 油石比<br>% | 通过下列筛孔(mm)的质量百分率/% |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|----------|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
|          | 16                 | 13.2 | 9.5  | 4.75 | 2.36 | 1.18 | 0.6  | 0.3  | 0.15 | 0.075 |
| 4.9      | 100                | 96.8 | 78.6 | 43.1 | 30.9 | 19.6 | 16.3 | 11.0 | 9.8  | 5.0   |

表 12 马歇尔试验结果(平均)

| 最大理论密度<br>g/cm <sup>3</sup> | 马歇尔试件密度<br>g/cm <sup>3</sup> | VV<br>% | VMA<br>% | VFA<br>% | 稳定度<br>kN | 流值<br>mm |
|-----------------------------|------------------------------|---------|----------|----------|-----------|----------|
| 2.658                       | 2.528                        | 5.02    | 16.4     | 70.7     | 12.0      | 3.26     |

压实度的检验对沥青路面是很重要的一环,表面层压实度要求 98%,钻孔平均压实度为 98.9%,标准差为 1.248,代表压实度为 98.5%。平整度采用连续式平整度仪测定,合格率为 98.5%。表面构造深度用砂铺法和电动铺砂仪确定,总平均值为 0.98 mm。采用横向摩擦力系数测定车(SCRIM)沿纵向测定两次,速度 50 km/h,平均摩擦系数为 0.53。

### 7 改性沥青混合料的生产

(1)生产改性沥青混合料要求沥青入口温度不低于 160℃,改性沥青成品温度 175℃左右,集料加热温度稳定在 200℃左右,改性沥青混合料出厂温度控制在 175~185℃之间。拌和时要求总的拌和时间要比普通沥青混合料延长 10~15 s,拌和温度控制在 180℃左右。

改性沥青混合料随拌随用,施工时要根据拌和能力,对运输路线和施工车辆进行合理规划,有特殊情况时,贮存时间不能超过 6 h,混合料降温不能超过 10℃,且不得发生混合料老化、滴漏和产生离析现象。不合格的混合料应立即废弃。

(2)运输:与普通沥青混合料运输无大的区别,要规划好便捷、通畅的运输路线,并根据气候、运距采取适当的保温、防水、防尘措施,为了防止混合料表层结硬,必要时采取加厚和双层覆盖措施。

(3)摊铺:对于改性沥青混合料在温度低于 130℃时不应摊铺,一般摊铺温度要求高于 160℃;摊铺速度控制在 2~5 m/min;对于 160 t 的供应能力来说,控速应不大于 3 m/min;虚铺系数应取 1.1~1.15,并根据现场情况适当调整。

(4)压实工艺和机械组合。

混合料拌和采用西筑 160 t/h 沥青拌和站 1 套;摊铺采用 ABG423 摊铺机 1 台;碾压采用德国宝马双轮双振压路机 2 台;运输车 25 台。摊铺机摊铺行进 30~50 m 后,即可由 2 台振动压路机实施碾压,随着摊铺机的缓慢前进,振动压路机开振动呈梯队跟进,使压实路线呈台阶状不断向前延伸,不要采用首尾相接的纵列分段碾压方式。碾压速度控制在 5.5 km/h。改性沥青混合料碾压一般不采用轮胎压路机,压实时轮迹重叠宽度不小于 20 cm,建议振动频率为 35~50 Hz 之间。

使用 ABG423 全幅摊铺机在摊铺时由于螺旋轴的长距离带动,在中间部位和两侧混合料发生不均匀现象,有时离析明显,这时应抬高螺旋轴与下承面之距,使混合料均匀分布。摊铺机行进时,由于刮平板和混合料粗集料的粘带和推移作用会在混合料表面刮出众多横向裂纹,压实完后仍然明显,增大了压实表面空隙。为消除裂纹,除使摊铺机保持均速、熨平板温度不低于 60℃和调整好夯锤行程外,还需调整压实工艺:第一遍碾压时压路机前行时静压,返回时开振动,为得使混合料向反方向推移以弥合裂纹,然后再正常碾压。

### 8 施工质量管理

(1)现场施工压实是至关重要的一环,混合料的摊铺要一气呵成,在尽可能高的温度下进行,所有施工工序应在混合料温度下降至 110℃之前完成。现场测试人员要做好相关记录。

(2)为了保证路面平整度,要按规范要求缓慢、

## 2006 年度《公路》月刊广告征订

《公路》月刊于1956年9月创刊。是我国公路行业出版最早的综合技术类科学技术期刊;全国中文核心期刊。《公路》杂志由交通部主管,由中交公路规划设计院主办,由《公路》杂志社出版。《公路》杂志1996年获第二届全国优秀科技期刊三等奖;双效期刊;2005年荣获第三届国家期刊奖百种重点期刊。

经过为读者服务的近50年,《公路》月刊形成了自己鲜明的特点,“坚持科技第一”、“热忱为读者服务”是我们的一贯方针。《公路》月刊目前月发行量为2万份,拥有稳定的读者群,并深得读者们的信任与厚爱。

为做好2006年度《公路》杂志的广告计划,并及早着手设计和制作,《公路》月刊已经开始征订2006年度广告。请有意通过《公路》月刊向大众宣传自己产品的商家及在市场经济大潮中树立企业形象的设计、科研、施工、管理等单位,尽快与本刊联系,索要“广告刊登须知”及“价目表”。

为加强广告安排的计划性,本刊将按照收到征订合约的先后次序,安排广告刊出位置与时间的优先权,请及早与我们联系。

广告是市场营销活动的重要环节,本刊作为广告媒体,将竭诚为您服务。愿我们携手合作,共创美好未来。

广告联系人:王 010-65259164,65279988 转 1801

谭昌富 010-65259168,65279988 转 1802

谢跃庆 010-65125565,65279988 转 1816

地址:北京东四前炒面胡同33号(100010)

E-mail:advt@chn-highway.com

《公路》杂志社

均匀、连续不断地摊铺,在此过程中不得随意变换速度或中途停顿。但由于是1台沥青拌和站供料,难免出现摊铺机供料不足的现象,因此摊铺机的速度要慢一些,有时可放慢至1~2 m/min,这也是正常的,“宁可慢,不能快”,并根据现场情况进行调整。

为保证平整度,切忌“摊铺机停顿”。由于摊铺机摊铺时,熨平板角度会发生变化,影响平整度。摊铺机“停顿”,使摊铺机下存留的混合料温度下降,使摊铺层的压实厚度和平整度受影响。因此,不是特殊情况不允许停顿,生产指挥人员要掌握拌和机生产能力与摊铺能力调配;运料车要富余,一般要求在施工时机前要有3~4台以上的运料车等候,做到“运料车等摊铺机,不能让摊铺机等运料车”。施工时要准备好3 m平整度尺,在摊铺机后量测;同时八轮仪也要进行阶段性平整度检测。

(3)摊铺机摊铺时前后台有特殊情况发生时,暂时停止摊铺,如果量测温度出现下降到不能压实,则迅速撤出摊铺机,切割做好临时接头,将混合料全部压实。如果能继续摊铺,则检查运料车的混合料温度是否符合要求,如果还在摊铺温度范围内,则将运料车表层硬壳清除,然后继续摊铺,否则应将混合料全部废弃。

如遇到气候变化,特别在阵雨多发季节,生产人员要密切注意天气预报。如果遇到即时雨,应立即停

止摊铺,将已铺好的混合料迅速进行碾压,或覆盖准备好的塑料薄膜。如果温度降低,雨淋混合料,成型已有困难,则应坚决铲除,不留质量隐患。

(4)矿料级配按规范要求频率对混合料取样进行筛分试验,并在施工过程中逐盘打出热料仓的质量、矿粉质量及一盘混合料的总质量,随时计算出矿料级配与标准配合比进行对照。沥青用量(油石比)为检测重点,要求每天每台拌和机取样抽提筛分不少于一次,这是例行的常规检验,要求油石比误差不能超过 $\pm 0.3\%$ 。

(5)铺筑抗滑层前要对全线中面层进行一次全面检查,发现有柴油污染油面,一定要切割重新填料、压实。

(6)当采用钻孔取样法检测改性沥青混合料路面压实度有困难时,应增加核子密度仪的检测数量、范围和频度,并严格控制碾压遍数,以保证压实度符合要求。

### 9 小结

通过抗滑层施工至今的观察,特别是经过冻融和雨季的考验,路面基本没有损坏现象,相信使用改性沥青再加上精心施工,能够做出低成本、高质量的路面来。