

A K- 13A 型沥青混凝土配合比设计

范文孝

(辽宁省高等级公路建设局, 沈阳 110021)

王铁滨 孙兆辉

(辽宁省交通高等专科学校, 沈阳 110122)

摘 要 京沈高速公路辽宁国内段路面施工采用 A K—13A 型抗滑表层沥青混合料, 保证了工程质量。

关键词 沥青混合料 设计方法 级配 抗滑表层

1 前言

京沈高速公路辽宁国内段全长 169.5km, 全线路面工程共分在 8 个标段。1997 年 11 月, 原路面施工图设计路面面层结构为: 下面层采用 7cm 厚 AC-30I 型沥青混凝土; 中面层采用 5cm 厚 AC-20V 型沥青混凝土; 上面层即抗滑层采用 4cm 厚沥青玛蹄脂碎石混合料(简称 SMA)。1998 年 12 月 25 日, 经研究决定抗滑层取消 SMA, 改为 A K-13B, 中面层沥青混合料类型由 AC-20V 型改成 AC-20I 型下面层沥青混合料类型不变。

1999 年 5 月 7 日, 路面表面抗滑层准备采用 SS-13 型, 但考虑到 SS-13 型沥青混合料级配范围较窄, 施工较难控制, 适当放宽了级配范围, 取消 SS-13 型, 除 8 标采用 A K-16A 型外, 其它各标段改为 A K—13A 型沥青混凝土抗滑表层, 且沥青混凝土抗滑表层的材料要求、沥青混合料的技术指标、抗滑表层的沥青选用, 相对于《公路沥青路面施工技术规范》(JTJ032—94) (以下简称《规范》) 要求做了局部调整和改进。

本文以京沈高速公路路面一标沥青混凝土拌和厂为例, 针对 A K—13A 型沥青混合料配合比设计, 在特定条件和特殊要求下, 详细说明其具体设计步骤和做法, 并谈谈个人的看法, 供广大读者在今后工作中参考。

2 A K—13A 沥青混凝土抗滑表层结构技术指标、材料及施工要求

(1) A K—13A 沥青混凝土抗滑表层结构的技术指标。

A、路面横向力系数 SFC 54 或路面抗滑值 (摆值 F_B) 45 (竣工后第一个夏季测定)。

B、路面整体弯沉值 L_R 设计值 0.219mm。

C、平整度: 3m 连续式平整度仪测定标准差 $\delta < 1.4$ mm。

(2) A K—13A 沥青混凝土抗滑表层材料要求

A、级配中 4.75mm (方孔筛) 以上的粗集料采用玄武岩, 4.75mm (方孔筛) 以下的细集料 (包括矿粉) 采用石灰岩。

B、混合料中尽量减少砂子的用量。

C、抗滑表层采用壳牌 90# 沥青取代辽河 A H—90。

表 1

试验项目	《规范》要求	设计要求
击实次数	两面各 50	两面各 75
稳定度 (kN)	> 5.0	5.5
流值 (0.1mm)	20—40	20—40
空隙率 (%)	4—10	3—5
沥青饱和度 (%)	60—75	65—75
浸水残留稳定度 (%)	> 70	75

注: A、冻融劈裂残留稳定度 70% B、混合料矿料间隙率 (VMA) 不宜小于 15%。

(3) A K—13A 沥青混合料马歇尔试验技术标准 (见表 1)。

(4) A K—13A 沥青混凝土抗滑表层施工要求。

A、压实度 98%

B、空隙率 $< 7\%$

C、油石比误差 $+ 0.3\%、- 0.2\%$

3 各种原材料的选择和试验。

在沥青混合料配合比设计之前, 材料选择和原材料试验是非常关键的步骤, 所有指标都要符合《规范》第 4 章及要求, 方允许进场使用。

(1) 沥青的选用

原设计图纸要求抗滑表层采用辽河 A H—90 沥青, 去年底前线指挥部要求改用进口壳牌 90# 沥青, 其技术标准应符合《规范》表 C.1 对 A H—90 沥青的规定。进口沥青到货后, 按试验规程要求取样, 在拌和厂中心试验室进行试验, 结果如表 2。

(2) 矿料的选用

A、粗集料的选用

10—15mm、5—10mm 碎石采用建昌药王庙料场的玄武岩, 其筛分结果见表 4, 石屑采用河北抚宁

石灰岩石屑, 视密度实测值为 $2.68\text{g}/\text{cm}^3$, 其筛分结果见表 4。按试验规程对玄武岩碎石质量进行检测, 结果如表 3, 各项指标均符合《规范》表 C. 8 的要求, 可以使用。

B、细集料的选用

采用绥中县高岭镇沙河细砂, 细度模数为 1.32, 其筛分结果见过表 4, 视密度实测值为 $2.61\text{g}/\text{cm}^3$ 。

C、填料的选用

填料采用秦皇岛德隆水泥厂制造的石灰岩矿粉, 实测视密度为 $2.72\text{g}/\text{cm}^3$, 亲水系数为 0.75, 含水量小于 1%, 满足规范要求, 其粒度范围见表 4。

表 2 沥青质量试验结果

试验项目	《规范》规定	试验结果
针入度(25 针入度(25 , 100g, 5S))	(0.1mm)	80—100
延度(5cm/min, 15 延度(5cm/min, 15) 不小于(cm)	100	> 150
转化点(环球法)	()	42—52
密度(15)	(g/cm^3)	实测记录
薄膜加热	质量损失不大于(%)	1.0
试验 163	针入度比不小于(%)	50
5h	延度(25) 不小于(%)	50
	延度(15) (cm)	实测记录

4 目标配合比设计阶段

(1) 结合工地实际情况, 采用 PC—1500 计算机自编程序, 电算法进行试配调整, 尤其要使 4.75mm、2.36mm、0.075mm 三档的筛孔通过率尽量接近《规范》要求范围的中值。

表 3 粗集料质量规格

指 标	《规范》规定 (高速公路)	碎石规格(mm)	
		10—15	5—10
石料压碎值	不大于(%)	28	11.7
洛杉矶磨耗损失	不大于(%)	30	17.6
视密度	不小于(t/m^3)	2.50	2.62 2.61
吸水率	不大于(%)	2.0	1.6
对沥青的粘附性	不小于	4 级	4 级
坚固性	不大于(%)	12	0.8
针片状含量	不大于(%)	15	6.6 8.9
水洗法< 0.075mm 颗粒含量	不大于(%)	1	0.5
软石含量	不大于(%)	5	1.0
石料磨光值	不小于(BPN)	42	44.2
石料冲击值	不大于(%)	28	7.8

经过多种方案比较, 计算确定矿料级配组成如下:

10—15mm 碎石; 5—10mm 碎石; 石屑: 细砂; 矿粉= 40: 28: 18: 7: 7, 合成级配结果见表 4, 均符合《规范》要求。4.75mm 通过量偏低, 应适当提高 1.18mm 通过量。

(2) 马歇尔试验

根据《规范》D. 7 表所列的沥青用量及实践经验, 估计适宜的沥青用量为 50%, 以此为中值在 4%—6% 范围内按 0.5% 间隔变化, 取 5 个不同的沥青用量, 用小型拌和机与矿料拌和, 按规定的击实次数成型马歇尔试件。按《规范》B. 4. 2 规定的试验方法, 测定试件的密度, 并计算空隙率、沥青饱和度、矿料间隙率等物理指标, 进行体积组成分析, 其具体结果如表 5。

表 4 矿质混合料配合比计算表

筛孔(mm)	10—15mm 40%	5—10mm 28%	石屑 18%	细砂 7%	矿粉 7%	合成级配	《规范》 要求	《规范》 中值
16.0	100					100	100	100
13.2	83.8	100				93.5	90—100	95
9.5	12.8	98				64.6	60—80	70
4.75		13.6	100			35.8	30—53	41.5
2.36		0.9	73.6			27.5	20—40	30
1.18			34.5	100		20.4	15—30	22.5
0.6			19.4	97.4		17.3	10—23	16.5
0.3			9.2	51.8	100	12.3	7—18	12.5
0.15			5.2	18.4	99.9	9.2	5—12	8.5
0.075			2.1	4.6	86.5	6.8	4—8	6

根据《规范》附录 B. 4, B. 5, 计算最佳沥青用量及油石比: 按最大密度的沥青用量 a_1 , 最大稳定度的沥青用量 a_2 , 规定空隙率中值的沥青用量 a_3 确定最佳沥青用量的初始值 $OAC_1 = (a_1 + a_2 + a_3)/3 = 4$

8%。

按各项指标全部合格的沥青用量范围 $OAC_{min} - OAC_{max}$, 求取中值 $OAC_2 = (OAC_{min} + OAC_{max})/2 = 4.4\%$

表 5 AK—13A 目标配合比马歇尔试验结果

沥 青 含量%	理论密度 (g/cm ³)	实测密度(水中重 法)(g/cm ³)	空隙率 (%)	饱和度 (%)	矿料间隙率 (%)	稳定度 (kN)	流 值 (0.1mm)
4	2.486	2.333	6.13	58.7	14.85	6.29	25.1
4.5	2.469	2.355	4.61	68.1	14.45	6.59	27.1
5	2.453	2.370	3.37	76.5	14.33	7.01	28.7
5.5	2.437	2.368	2.82	80.9	14.81	6.64	30.9
6	2.421	2.364	2.37	84.6	15.36	6.29	34.5

表 6 马歇尔试验结果

油石比 %	理论密度 (g/cm ³)	实测密度 (g/cm ³)	空隙率 (%)	矿料间隙 率(%)	饱和度 (%)	稳定度 (kN)	流 值 (0.1mm)	浸水时间 (h)	残留稳定 度(%)
4.8	2.459	2.361	3.89	14.48	72.5	6.59	24.6	0.5	90.74
4.8	2.459	2.355	4.23	14.70	71.2	2.98	24.9	48	

由此确定最佳沥青用量OAC= 4.6%
相应最佳石油比= 4.8%
(3) 水稳定性检验
按照最佳油石比 4.8%, 重新制作两组试件, 进行马歇尔试验及 48h 浸水马歇尔试验, 对沥青混合料的水稳定性进行验证, 结果如表 6。
浸水马歇尔残留稳定度为 90.74%, 符合不得小于 75% 的设计要求。
(4) 高温稳定性检验

按《规范》7.4.3 条规定: 对于高速公路的上面层和中面层的沥青混凝土混合料进行配合比设计时, 应通过车辙试验机对抗车辙能力进行检验, 在温度 60℃ 轮压 0.7MPa 条件下进行车辙试验动稳定度不小于 800 次/mm。因此由马歇尔试验设计的配合比并不能直接作为目标配合比, 对上述设计的级配及油石比的沥青混合料进行车辙试验, 动稳定度为 906 次/mm, 符合要求。
最初几种配合比方案的动稳定度未达到要求, 采取措施主要有增加矿粉用量、增加粗集料用量、减少沥青用量等, 这几种措施中, 效果最明显的是沥青

用量对动稳定度的影响, 试验表明: 在上述矿料配合比不变的前提下, 油石比 4.4% 时, 动稳定度为 1615 次/mm, 油石比 4.8% 时, 动稳定度为 906 次/mm。

5 生产配合比设计阶段

目标配合比设计完成以后, 应根据拌和厂采用的拌和机进行生产配合比设计。本工程采用日本产 NAPI—1000 型拌和机, 首先根据级配类型选择振动筛的等效筛孔为 20mm, 12mm, 9mm 四级, 从二次筛分后进入各热料仓的材料取样进行筛分, 与目标配合比设计一样进行矿料级配计算, 筛分的结果及计算得到的配合比如表 8 所示, 各热料仓取样测定视密度如表 7。

表 7 各热料仓材料视密度试验结果

热料仓	4# 仓	3# 仓	2# 仓	1# 仓
粒径(mm)	20—12	12—9	9—5×3.5	5×3.5 以下
视密度(g/cm ³)	2.62	2.62	2.61	2.66

设计的矿料级配为:
4# 仓(20—12): 3# 仓(12—9): 2# 仓(9—5×3.5): 1# 仓(5×3.5 以下):
矿粉= 30: 11: 28: 25: 6

表 8 抗滑表层各热料仓筛分结果及配比

筛孔 (mm)	4# 仓 (30%)	3# 仓 (11%)	2# 仓 (28%)	1# 仓 (25%)	矿粉 (6%)	合成级配(生 产配合比)	《规范》要求 (%)
1.6	100					100	100
13.2	69.9	100	100			91.0	90—100
9.5	4.6	39.8	98	100		64.2	60—80
4.75		0.4	22.1	98.4		36.8	30—53
2.36			1.5	89.1		28.7	20—40
1.18				56.1		20.1	15—30
0.6				40.8		16.2	10—23
0.3				23.8	100	12.0	7—18
0.15				11.2	99.9	8.8	5—12
0.075				4.3	86.5	6.3	4—8

表9 生产配合比马歇尔试验结果

沥青用量 (%)	理论密度 (g/cm ³)	实测密度 (g/cm ³)	空隙率 (%)	饱和度 (%)	矿料间隙率 (%)	稳定度 (KN)	流值 (0.1mm)
4.3	2.467	2.338	5.2	65.2	14.96	5.98	20.1
4.6	2.458	2.340	4.8	68.5	15.25	6.21	25.0
4.9	2.448	2.339	4.4	71.7	15.52	6.70	27.0

在确定各热料仓的材料比例的同时,要反复调整冷料仓进料比例,以达到供料均衡,并取目标配合比设计的最佳沥青用量4.6%、4.3%、4.9%等三个沥青用量进行马歇尔试验,确定生产配合比的最佳沥青用量。

根据表9试验结果,考虑到目标配合比设计最佳沥青用量4.6%,结合以往的实践经验,决定采用沥青用量4.8%(油石比5.0%)。

作为生产配合比的建议值,供试拌铺筑试验段,该拌和机拌和能力为每锅1000kg,因此各热料仓的用量分别为:

4# 仓(20—12): $1000 \times (1 - 4.8\%) \times 30\% = 286\text{kg}$

3# 仓(12—9): $1000 \times (1 - 4.8\%) \times 11\% = 105\text{kg}$

2# 仓(9—5×3.5): $1000 \times (1 - 4.8\%) \times 28\% = 267\text{kg}$

1# 仓(5×3.5以下): $1000 \times (1 - 4.8\%) \times 25\% = 238\text{kg}$

矿粉: $1000 \times (1 - 4.8\%) \times 6\% = 57\text{kg}$

沥青: $1000 \times 4.8\% = 48\text{kg}$

6 生产配合比验证阶段

目标配合比报告、生产配合比报告完成以后,应先报请驻地办、总监办、前线工程指挥部审批,在此期间应会同设计、监理、施工等有关单位的专家一起进行对混合料矿料级配及油石比的会审,发表意见,报告批准后,施工单位选定好试验段,并按此配合比进行试拌试铺,各方面技术人员到现场观察摊铺、碾压过程和成型混合料的表面状况,鉴定混合料的级配及油石比状况,提出调整意见,另一方面,实验室人员配合摊铺现场,分别在拌和厂和摊铺同时采集沥青混合料试拌,进行抽提试验,检验实际矿料级配和油石比是否合格;制备试件进行马歇尔试验和浸水马歇尔试验,检验是否符合设计要求,同时,按照

《规范》关于铺筑试验段的要求,进行各种常规试验。

实验室在第一次取样马歇尔试验后发现稳定度、流值、沥青饱和度符合设计要求,空隙率稍大,但未超标,抽提筛分显示,实际矿料级配接近设计级配,但油石比达到4.8%,属拌和机控制上偏小所致。第二次取样,矿料级配及马歇尔指标均符合设计要求,同时还进行浸水马歇尔试验,残留稳定度为91.5%,满足要求,AK—13A生产配合比经验证是可行的,工程质检人员据此编写了生产配合比报告及试验路段施工总结报告,经监理及前线指挥部批准,最终施工单位的标准配合比如下:

(1)各热仓比例:

4# 仓(20—12): 3# 仓(12—9): 2# 仓(9—5×3.5): 1# 仓(5×3.5以下): 矿粉= 30: 11: 28: 25: 6

(2)施工过程中矿料级配、各粒经集料波动范围,要满足《规范》表E.2的要求,特别要注意交工验收时,矿料级配实测值必须符合在设计级配范围内。

(3)设计油石比5.0%,相应沥青用量为4.8%,其施工容许误差不得超过+0.3%,-0.2%。

7 结束语

目前,京沈高速公路锦州至山海关段已经竣工通车数月,实践证明,路面各结构层配合比设计是合理的。施工过程中每天按规定进行了大量马歇尔试验,抽提试验,试验结果除极少数外,余均符合设计要求,但受条件限制,生产过程中车辙试验未能正常进行验证。通过此次施工,工程施工单位、设计单位、监理单位积累了大量而宝贵的经验和试验数据,为今后高速公路沥青路面高质量设计、施工奠定了良好的技术基础。

参考文献

- 1 《公路沥青路面施工技术规范》(JTJ032—94). 人民交通出版社, 1994
- 2 《公路沥青路面设计规范》(JTJ014—97). 人民交通出版社 1997