

沥青路面上面层目标配合比设计研究

赵洪福

中铁二十五局集团有限公司

摘要:随着我国经济高速发展,公路交通工程也取得了长足进步,但在路面质量和耐久性上仍存在着很多问题。沥青混凝土作为一种优质、环保且性能高的建筑材料应用于各行各业中去。沥青路面热拌混合料的质量直接关系到整个公路工程施工质量。本文针对沥青目标配合比设计进行分析。本文主要依托从莞高速公路(惠州段)路面工程,以沥青路面的AC-16C上面层为例,介绍沥青混凝土材料特性和目标配合比设计以及原材料配载技术等内容进行阐述与分析论述,并分析了沥青混合料目标配合比设计和原材料配载技术,为今后的路面热拌施工提供借鉴。

关键词: 沥青路面;路面上面层;AC-16C;目标配合比

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.19.043

一、引言

随着我国经济高速发展,公路交通工程也取得了长足进步,但在路面质量和耐久性上仍存在着很多问题。沥青混凝土作为一种优质、环保且性能高的建筑材料应用于各行各业中去。沥青路面热拌混合料的质量直接关系到整个公路工程施工质量。本文针对沥青目标配合比设计进行分析。

二、项目概况

从莞高速惠州段路面工程主线路线长30.92km。推荐采用沥青路面结构为4.5cm厚AC-16C(改性)+5.5cm厚AC-20C(改性)+8cm厚AC-25C。考虑广东雨季长,雨水多,建议全线路基段均设置15~20cm厚透水性粒料垫层,其材料选型应根据本项目地材的实际来源进行选定。

三、设计要求

沥青面层上、中、下层沥青应符合《公路沥青路面施工技术规范》JTGF40-2004“道路石油沥青技术的要求”、广东省交通厅2003年299号文件《关于加强我省高速公路、一级公路沥青路面质量管理的通知》和《广东省公路路面典型结构应用技术指南》(2008年试用版)规定。本项目主线及枢纽互通匝道采用沥青路面结构,下面层沥青采用70号A级道路石油沥青。中、上路面面层沥青选用SBS类(I-D型)改性沥青,考虑到广东省高温气候条件及特重交通的影响,其中上、中面层选用的SBS类(I-D型)改性沥青需达到SHRPPG分级PG76-22要求。下面层采用70号A级道路石油沥青需达到SHARPPG分级PG64-22要求。

四、原材料的选择与标准

1. 沥青

沥青采用广州路宝沥青有限公司SBS(I-D)改性沥青,沥青试验结果如下表一,检验结果符合设计文件的技术要求,其检测结果如表一SBS(I-D)改性沥青技术

指标及试验结果。

表一SBS(I-D)改性沥青技术指标及试验结果

试验项目	技术指标	检测结果
针入度[25' C, 100g, 5s] (0.1mm)	40~60	50
延度[5'C. 5cm/min] (cm)	≥20	22
软化点[环球法] (C)	≥75	77.5
135'C运动黏度 (Pa·s)	≥3	2.485
闪点 (C)	≥230	316
质量变化 (%)	±1.0	-0.062
残留针入度比 (25C) (%)	≥65	72
针入度指数PI	≥0	0.15
溶解度 (三氯乙烯) (%)	≥99	99.60
储存稳定性 (离析): 48h软化点差 (C)	≥2.0	1.5

2. 集料

上面层粗集料要求采用技术指标符合要求玄武岩、闪长岩、辉绿岩等石料。沥青面层碎石须采用反击式破碎机生产,保证碎石质量。

粗集料采用宝发石场的碎石(3-5mm、5-10mm、10-20mm),细集料采用宝发石场的石屑0-5mm,其检验结果如下表二、表三,检验结果符合设计文件中的技术要求。

表二粗集料技术指标及检验结果

序号	试验项目	技术要求	检验结果		
			3~5mm	5~10mm	10~20mm
1	表观相对密度	≥2.6	2.730	2.810	2.725
2	吸水率 (%)	≥1.5	0.69	0.61	0.42

表三细集料技术指标及检验结果

序号	试验项目	技术要求	检验结果
1	表观相对密度	≥2.5	2.831
2	砂当量 (%)	≥65	78
3	吸水率 (%)	-	1.30

3. 填料

填料矿粉其各项技术指标及检验结果如下表四,检验结果符合设计文件中的技术要求。

表四矿粉技术指标及检验结果

序号	试验项目	技术要求	检验结果
1	表观密度 (t/m ³)	≥2.5	2.703
2	亲水系数	<1	0.5
3	塑性指数 (%)	<4	2.9

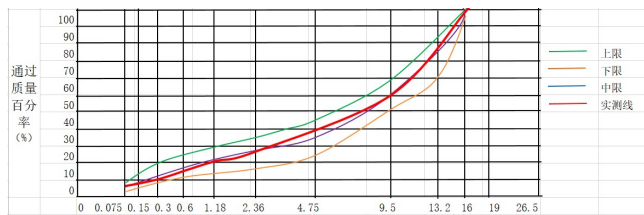
表五矿料级配试验数据

矿料	比例 (%)	对应筛孔 (mm) 的通过率 (%)												
		31.5	26.5	19	16.0	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
10~20	45	—	—	100	91.0	60.0	9.8	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
5~10	10	—	—	100	100	99.6	98.0	3.4	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
3~5	5	—	—	100	100	100	100	32.0	5.0	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
0~5	37	—	—	100	100	100	100	93.3	58.7	42.7	34	19.5	14.0	9.2
矿粉	3	—	—	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97.0	88.6
矿料合成级配	—	—	—	100	96.0	82.0	59.2	39.6	25.3	19.2	16	10.6	8.5	8.5
	下限	—	—	100	95	70	50	26	18	15	12	8	6	4
标准级配	上限	—	—	100	100	90	70	44	35	29	23	18	13	8
	中值	—	—	100	98	80	60	35	27	22	18	13	10	6

五、矿料级配参数

1. 矿料组成

此次 AC-16C 配合比矿料组成为：碎石 (10~20mm)：碎石 (5~10mm)：碎石 (3~5)：石屑 (0~5mm)：矿粉=45%：10%：5%：37%：3%，根据各组成集料筛分试验结果得出如下矿料级配，级配合成试验数据如表五，级配曲线图见图一。



图一矿料级配合成曲线图

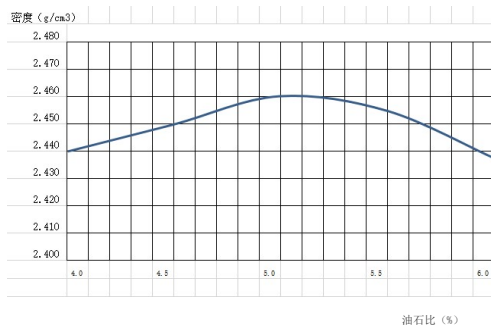
注：图中实线为矿料合成级配曲线结果，虚线为矿料级配曲线范围的规定。

2. 级配矿料相关系数计算

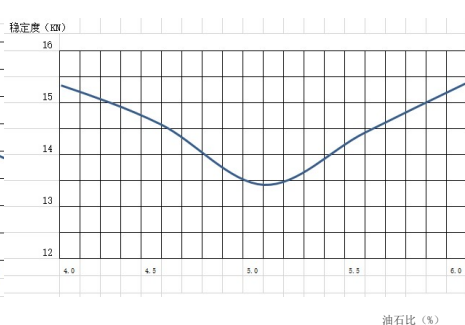
对级配的矿料计算其合成毛体积相对密度 r_{sb} 、合成表观相对密度 r_{sa} 、有效相对密度 r_{se} 合成吸水率 w_x 、吸油率 c 。

表六初步设计矿料级配技术指标验算数据

序号	类型	r_{sa}	r_{sb}	r_{se}	w_x	c
1	AC-16C	2.771	2.714	2.756	0.76	0.730



图二 密度—油石比



图三 稳定度—油石比

4. 马歇尔试验数据

取5.0%的油石比为中值±0.5%之差制作5组马歇尔试件，计算空隙率等各项体积指标。

表六马歇尔试验结果统计表

项目	油石比 (%)	实测相对密度	理论最大相对密度	空隙率 (%)	空隙率 (%)	饱和度 (%)	稳定度 (KN)	流值 (0.1mm)
设计要求	—	—	—	4-6	≥13.5	65-75	≥8.0	15-40
1	4.0	2.440	2.496	2.2	13.6	83.5	15.30	44
2	4.5	2.450	2.530	3.2	13.6	76.7	14.62	40
3	5.0	2.460	2.564	4.0	13.6	70.4	13.37	35
4	5.5	2.456	2.586	5.1	14.2	64.4	14.33	38
5	6.0	2.437	2.605	6.5	15.3	57.6	15.40	43

六、最佳油石比确定

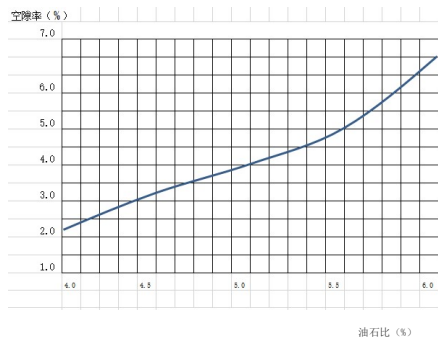
根据表六，作出各指标与油石比的关系图及满足各指标要求的油石比范围图，见图二至图七。

从马歇尔试验结果及图二至图七，可得出最大密度时的油石比 $a_1=5.10\%$ ，最大稳定度油石比 $a_2=6.00\%$ ，空隙率中值油石比 $a_3=5.45\%$ ，沥青饱和度中值油石比 $a_4=5.02\%$

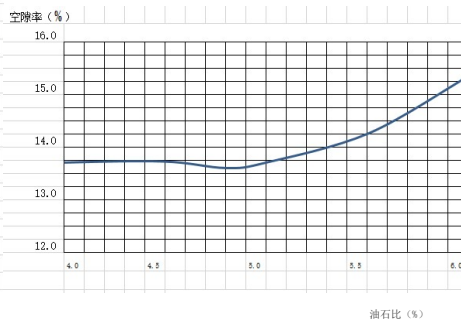
$$OAC_{min}=5.00\%, oac_{max}=4.50\%$$

$$OAC_1=(a_1+a_2+a_3+a_4)/4=5.39\%$$

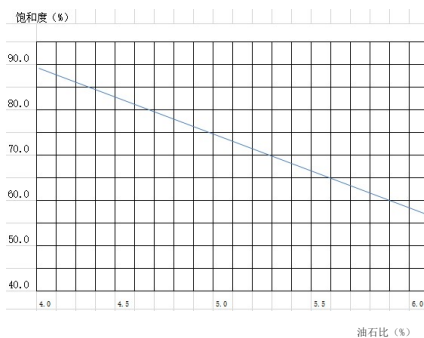
$$OAC_2=(OAC_{min}+OAC_{max})/2=4.75\%$$



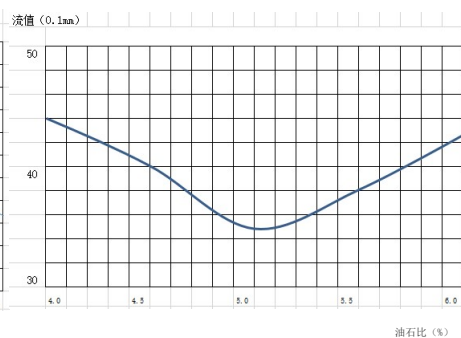
图四 空隙率—油石比



图五 稳定度—油石比



图六 饱和度—油石比



图七 流值—油石比

$$OAC = (OAC1 + OAC2) / 2 = 5.07\%$$

以油石比为5.1%制作马歇尔试件，计算空隙率等各项体积指标，试验结果如下表七。

表七马歇尔试验检测结果表

项目	油石比 (%)	实测相对密度	理论最大相对密度	空隙率 (%)	间隙率 (%)	饱和度 (%)	稳定度 (KN)	流值 (0.1mm)
设计要求	—	—	—	4-6	≥13.5	65-75	≥8.0	15-40
1	5.1	2.455	2.558	4.0	13.9	71.0	13.63	36

由以上可知，以油石比为5.1%时，其各项指标均满足设计文件中的技术要求，根据施工地区的气候条件、实践经验及本工程的工程等级、交通情况，确定最佳油石比为5.1%。

七、计算沥青混合料各项比例指标

- 1、沥青结合料被集料吸收比例 $P_{ba} = 0.579\%$
- 2、有效沥青含量 $P_{be} = 4.30\%$
- 3、有效沥青的体积百分率 $V_{be} = 10.23\%$
- 4、矿料的体积百分率 $V_g = 85.77\%$
- 5、粉胶比 $FB = 1.51$
- 6、有效沥青膜厚度 $DA = 7.75\mu m$

八、水稳定性性能检验

水稳定性性能检验通过浸水马歇尔试验来进行，检验结果见下表八，检验结果符合设计文件中的技术要求。

表十一 AC-16C沥青混合料水稳定性检验结果

试验项目	规范要求	试验结果	结果评价
残留稳定度试验	不小于85%	90.4%	符合设计文件要求

九、抗车辙性能检验

抗车辙性能检验通过车辙试验来进行，检验结果符合设计文件中的技术要求，具体检验结果见表九。

表九AC-16C沥青混合料配合比动稳定度检验结果

试验项目	规范要求	试验结果	结果评价
动稳定度试验 (60℃)	不小于5500次/mm	5834次/mm	符合设计文件要求

十、确定AC-16C目标配合比及用油量

AC-16C目标配合比的矿料比例及沥青用量如下表十。

表十目标配合比确定的矿料比例及用油量

材料名称	10-20mm	5-10mm	3-5mm	0-5mm	矿粉	沥青用量 (油石比)
合成比例 (%)	45	10	5	37	3	5.1

十一、结论

根据试验结果，矿料合成比例为碎石 (10~20mm) : 碎石 (5~10mm) : 碎石 (3~5) : 石屑 (0~5mm) : 矿粉 = 45% : 10% : 5% : 37% : 3%，油石比为5.1%时，AC-16C沥青混合料目标配合比的各项性能满足设计文件中的技术要求。

参考文献

- [1] 《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40-2004
- [2] 《公路工程集料试验规程》JTGE42-2005
- [3] 《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTGE20-2011

作者简介：赵洪福 (1990-06)，男，汉族，山东日照，本科，工程师，研究方向：公路工程。