

南方湿热地区 GAC-16C 沥青砼生产配合比设计

琚贵安¹, 邓玉训¹, 高萍¹, 姚丁²

(1.九江市公路管理局, 江西 九江 332500; 2.长沙理工大学, 湖南 长沙 410004)

摘要: 为了获得广东省某高速公路工程沥青路面生产配合比, 结合南方湿热地区高速公路沥青路面技术特点, 基于 GAC-16C 沥青混合料目标配合比马歇尔试验结果, 开展 4.7%、4.8% 油石比沥青砼生产配合比试验研究, 结果表明 4.7% 油石比更符合广东省气候要求, 且满足规范要求。

关键词: 公路; GAC-16C 沥青砼; 油石比; 生产配合比; 湿热地区

中图分类号: U416.217

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2018)03-0084-03

目前, 炎热地区公路、高速公路和一级公路的重载交通路段、山区公路的长大坡度路段较易产生车辙病害, 为此采取多种技术措施提高沥青混合料的抗高温性能, 其中采用改性沥青是一项行之有效的措施。广东省某高速公路为主要出省通道, 重车、超重车交通量相当大, 考虑到广东省整体上属于亚热带季风气候, 高温天气持续时间长, 同时考虑沥青路面耐久性等因素, 选择合适油石比对延长路面使用寿命、减少路面建养资金压力具有重要意义。该文依托该工程设计不同油石比沥青砼生产配合比, 通过室内外试验分析不同油石比沥青砼的性能, 并通过试验路验证获得最佳生产配合比。

1 原材料

采用 SBS I-D 改性沥青, 其性能检验结果见表 1。集料采用某石场生产的 10~18.5~10 和 3~5 mm 碎石, 自加工 0~3 mm 机制砂, 其性能检验结果见表 2。填料采用某建材有限公司生产的矿粉、某水泥有限公司生产的 P.C32.5R 水泥。

分别采用 4.7%、4.8% 油石比 GAC-16C 沥青混合料铺筑试验段, 其中 K48+910—K49+310 段左幅采用 4.7% 油石比, K49+310—720 段左幅采用 4.8% 油石比。

2 生产配合比室内试验

4.7%、4.8% 油石比 GAC-16C 沥青混合料马歇尔室内试验结果见表 3、表 4。从表 3、表 4 可看出: 4.7%、4.8% 油石比沥青混合料的稳定度、流值、空隙率、矿料间隙率、沥青饱和度、残留稳定度等指标均符合规范及设计要求。

表 1 SBS I-D 改性沥青性能检验结果

试验项目	技术要求	试验结果
针入度(25℃, 100 g, 5 s)/(0.1 mm)	40~60	56
针入度指数	≥0	0.05
软化点 $T_{R\&B}/^{\circ}\text{C}$	≥75	82
延度(5℃, 5 cm/min)/cm	≥25	29
运动粘度(135℃)/(Pa·s)	≤3	2.28
密度(25℃)/(g·cm ⁻³)	实测记录	1.036
溶解度(三氯乙烯)/%	≥99	99.72
闪点/℃	≥230	331
弹性恢复(25℃)/%	≥85	97
薄膜加热	质量变化/%	±1
试验残留物	25℃针入度比	≥65
(163℃, 5 h)	延度(10℃, 5 cm/min)/cm	≥20
		25

表 2 10~18 mm 粗集料性能检测结果

试验指标	技术要求	试验结果
石料压碎值/%	≤20	8.5
洛杉矶磨耗损失/%	≤18	11.1
表观相对密度	≥2.60	2.942
吸水率/%	≤2.0	0.48
坚固性/%	≤12	3.4
针片状颗粒含量(混合料)/%	≤12	—
>9.5 mm 颗粒含量/%	≤10	7.4
<9.5 mm 颗粒含量/%	≤15	—
<0.075 mm 颗粒含量(水洗法)/%	≤0.8	0.4
软石含量/%	≤3	0.2
与道路石油沥青的粘附性/级	≥5	5
磨光值 PSV/%	≥42	47

表 3 不同油石比沥青混合料马歇尔体积指标试验结果

油石比/%	稳定度/kN	流值/(0.1 mm)	空隙率/%	矿料 间隙率/%	沥青 饱和度/%	毛体积 相对密度	最大理论 相对密度
4.7	14.02	3.22	4.4	14.2	68.8	2.538	2.656
4.8	13.75	3.29	4.2	14.2	70.4	2.541	2.652
技术要求	≥8	1.5~4	4~6	13.5~15.5	65~75	实测	实测

表 4 不同油石比沥青混合料马歇尔稳定度试验结果

油石比/%	非条件(0.5 h)下试验结果			条件(48 h)下试验结果			残留稳定度/%	
	空隙率/ %	稳定度/ kN	流值/ (0.1 mm)	空隙率/ %	稳定度/ kN	流值/ (0.1 mm)	试验 结果	技术 要求
4.7	4.4	14.02	3.22	4.5	13.04	3.60	93.0	≥85
4.8	4.2	13.72	3.29	4.2	12.73	3.67	92.6	

采用燃烧炉法对 4.7%、4.8% 油石比 GAC—16C 沥青混合料进行抽提筛分试验,结果见表 5,筛分级配曲线分别见图 1、图 2。由表 5 可知:燃烧炉试验二次测得 4.7%油石比沥青混合料的沥青含量分别为 4.69%、4.73%,4.8%油石比沥青混合料的沥青含量分别为 4.82%、4.84%,均符合规范允许偏

差±0.3%的要求。

根据筛分试验结果,2 种油石比沥青混合料的级配偏差都在规范要求范围内,说明级配和油石比控制良好。拌和楼生产的混合料级配与生产配合比设计级配两者相互符合,且几次筛分结果均未出现较大波动,混合料级配控制准确、稳定。

表 5 油石比沥青混合料沥青含量及筛分试验结果

混合料 类型	油石 比/%	通过下列筛孔(方孔筛,mm)的质量百分率/%													
		37.5	31.5	26.5	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
4.7%油	4.69	100	100	100	100	97.1	79.8	59.6	31.7	25.5	18.7	14.0	11.1	6.5	5.6
石比混	4.73	100	100	100	100	98.2	81.5	61.3	32.7	26.4	19.1	15.2	11.5	7.7	6.0
合料	4.71	100	100	100	100	97.6	80.6	60.4	32.2	26.0	18.9	14.6	11.3	7.1	5.8
4.8%油	4.82	100	100	100	100	97.9	83.1	61.4	33.1	25.5	18.5	15.5	10.9	7.5	5.4
石比混	4.84	100	100	100	100	98.6	82.6	61.5	32.5	25.5	19.1	15.7	11.6	7.8	6.0
合料	4.83	100	100	100	100	98.2	82.8	61.4	32.8	25.5	18.8	15.6	11.2	7.6	5.7
生产配合比设计级配		100	100	100	100	97.2	81.1	60.0	32.8	25.5	19.0	13.5	9.1	7.1	5.7
级配范围		100	100	100	100~ 100	100~ 95	90~ 70	70~ 50	44~ 26	35~ 18	29~ 15	23~ 12	18~8	13~6	4~8

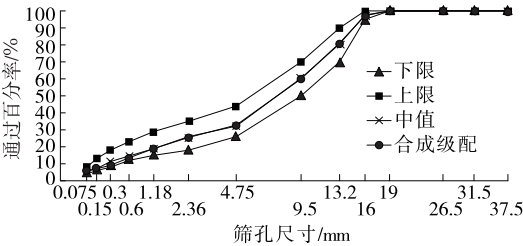


图 1 4.7%油石比沥青混合料筛分级配曲线

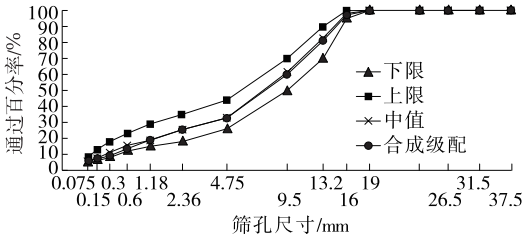


图 2 4.8%油石比沥青混合料筛分级配曲线

4.7%、4.8% 油石比 GAC—16C 沥青混合料车辙试验结果见表 6。从表 6 可以看出:2 种油石比沥

青混合料的动稳定度均满足规范要求(≥5 000 次/mm)。

表6 GAC-16C 沥青混合料车辙试验结果

油石比/ %	试验 温度/℃	动稳定度/(次·mm ⁻¹)			
		1	2	3	平均值
4.7	60	9 403.0	9 692.3	10 327.9	9 808
4.7	70	6 057.7	6 562.5	6 774.2	6 465
4.8	60	9 130.4	9 545.4	8 750.0	9 142
4.8	70	5 887.9	5 294.1	5 431.0	5 538

3 试验路质量检验

试验路压实度和厚度检测结果见表7。从表7可看出:压实度平均值为99.6%,最大为100.5%,最小为98.8%,大于设计值98%,满足设计要求;厚度平均值为45 mm,最大为47 mm,最小为43 mm,大于设计值36 mm,满足设计要求。

试验路路面渗水检测结果见表8。从表8可以

表7 试验路路面芯样厚度及压实度

桩号	距中桩 位置/m	厚度/ cm	芯样密度/ (g·cm ⁻³)	油石比/ %	马歇尔密 度/(g·cm ⁻³)	理论最大 密度/(g·cm ⁻³)	马歇尔压 实度/%	理论压 实度/%	现场空 隙率/%
K48+935	2.5	44	2.511	4.7	2.531	2.648	99.2	95.1	4.90
K49+010	3.5	44	2.506	4.7	2.531	2.648	99.0	94.9	5.10
K49+095	2.0	46	2.518	4.7	2.531	2.648	99.5	95.4	4.65
K49+160	1.5	47	2.535	4.7	2.531	2.648	100.2	96.0	4.03
K49+245	2.5	45	2.524	4.7	2.531	2.648	99.7	95.6	4.43
K49+300	3.0	43	2.507	4.7	2.531	2.648	99.1	94.9	5.09
K49+355	2.5	43	2.547	4.8	2.534	2.644	100.5	96.3	3.72
K49+425	2.5	44	2.518	4.8	2.534	2.644	99.4	95.2	4.82
K49+500	3.5	47	2.540	4.8	2.534	2.644	100.2	96.0	3.98
K49+570	4.0	45	2.503	4.8	2.534	2.644	98.8	94.6	5.38
K49+635	2.5	46	2.524	4.8	2.534	2.644	99.6	95.4	4.59
K49+690	1.5	44	2.544	4.8	2.534	2.644	100.4	96.2	3.84
K49+710	2.5	46	2.527	4.8	2.534	2.644	99.7	95.5	4.49

表8 试验路路面渗水试验结果

桩号	距中桩 位置/m	油石比/ %	渗水系数/ (mL·min ⁻¹)	桩号	距中桩 位置/m	油石比/ %	渗水系数/ (mL·min ⁻¹)
K48+940	2.6	4.7	41	K49+415	2.5	4.8	26
K49+030	3.0	4.7	27	K49+490	3.0	4.8	28
K49+150	3.5	4.7	32	K49+570	4.5	4.8	34
K49+235	4.0	4.7	30	K49+645	4.0	4.8	31
K49+295	1.5	4.7	45	K49+710	2.5	4.8	19
K49+365	1.5	4.8	30				

看出:试验路段的渗水系数满足设计要求(≤ 100 mL/min),沥青上面层结构密实性良好,密水问题基本得到解决。

采用手工铺砂法进行试验路表面构造深度检测,结果见表9。从表9可看出:试验路表面构造深度最大值为1.10 mm,最小值为0.90 mm,路面表面宏观构造满足设计要求(≥ 0.8 mm)。

4 结论

试验段采用4.7%、4.8% 2种油石比,室内马歇尔试验结果表明2种油石比沥青混合料的稳定度、

表9 试验路表面构造深度检测结果

检测 桩号	车道	构造深 度/mm	检测 桩号	车道	构造深 度/mm
K48+920	超车道	0.90	K49+420	超车道	10.6
K49+045	主车道	1.02	K49+490	主车道	1.00
K49+190	超车道	1.10	K49+575	超车道	0.98
K49+250	主车道	1.02	K49+630	主车道	1.02
K49+300	超车道	1.04	K49+700	超车道	1.10
K49+365	主车道	1.04			

流值、空隙率、矿料间隙率、饱和度、残留稳定度等指
(下转第90页)

影响因素之间的组合效应,从而进一步表征边坡稳定性的不利组合状态,实现边坡稳定性的精确评价。

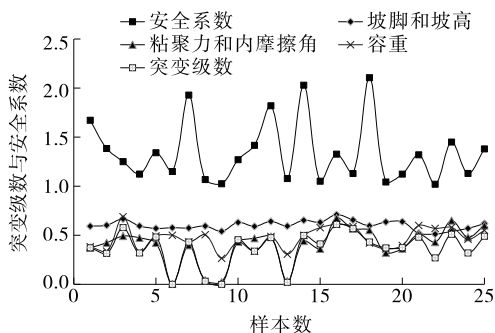


图3 边坡影响因素的突变级数与稳定性安全系数的关系

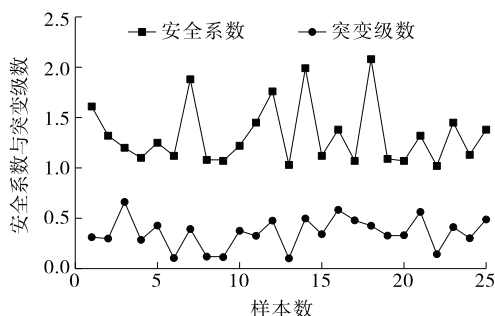


图4 边坡突变级数和稳定性安全系数的对应关系

4 结语

该文依据分叉和突变理论,提出采用突变级数表征边坡的稳定状态,并基于神经网络分析法,利用25个边坡样本的稳定性指标数据计算得到边坡稳定性评价结果。该方法综合考虑了对边坡稳定性产生影响的各个因素,能较真实地描绘不同因素对其

稳定性的影响程度。实例计算表明,以突变理论为基础,通过神经网络的非线性动态处理获取边坡稳定性状态的评价方法具有较好的适用性。

参考文献:

- [1] 夏元友,李梅.边坡稳定性评价方法研究及发展趋势[J].岩石力学与工程学报,2002,21(7).
- [2] 张家忠.非线性动力系统的运动稳定性、分岔理论及其应用[M].成都:西安交通大学出版社,2010.
- [3] 肖桃李,李新平,米健.土质边坡稳定性影响因素的研究[J].地质灾害与环境保护,2007,18(2).
- [4] 刘秉正,彭建华.非线性动力学[M].北京:高等教育出版社,2004.
- [5] 黄润秋,许强.非线性理论在工程地质中的应用[J].中国科学基金,1996(2).
- [6] 高科,李夕兵,官凤强.基于突变级数法的边坡地震稳定性综合评价[J].地下空间与工程学报,2009,5(2).
- [7] 丁庆华.突变理论及其应用[J].黑龙江科技信息,2008(35).
- [8] 张立明.人工神经网络的模型及其应用[M].上海:复旦大学出版社,1993.
- [9] H L van der Maas, P C Molenaar. Stages of cognitive development: an application of catastrophe theory[J]. Psychological Review, 1992, 99(3).
- [10] Martin Anthony, Peter L Bartlett. Neural network learning: theoretical foundations[M]. Cambridge University Press, 1999.

收稿日期:2017-12-07

(上接第86页)

标均符合规范及设计要求。其中,油石比4.7%的现场空隙率为4.4%,比4.8%油石比的现场空隙率4.2%略大。

广东省整体上属于亚热带季风气候,高温天气持续时间长,而且该高速公路为广东主要出省通道,重车、超重车交通量相当大,根据规范要求,对于炎热地区公路、高速公路和一级公路的重载交通路段、山区公路的长大坡度路段,预计有可能产生较大车辙时,宜在空隙率符合要求的范围内将计算最佳沥青用量减小0.1%作为设计沥青用量,同时考虑到沥青路面耐久性等因素,4.7%的油石比更符合广东省气候要求,该项目宜采用4.7%油石比进行GAC-16C沥青混合料生产配合比设计。

参考文献:

- [1] 何昌轩.基于集料组成和几何形态分析的沥青混合料性能试验研究[D].成都:西南交通大学,2007.
- [2] 冯永平.湿热地区AC-13型沥青混合料抗车辙性能试验研究[J].湖南交通科技,2016,42(4).
- [3] 冉旭波.高等级公路沥青路面车辙病害成因和防治措施[J].科技信息,2011(20).
- [4] 邓陈富.GAC-16C型沥青砼路面上面层质量控制探讨[J].建设科技,2017(10).
- [5] 程英伟,何晓鸣,张伟.AC-16型沥青混合料工程设计级配范围研究[J].武汉工业学院学报,2006,25(1).
- [6] JTG E20-2011,公路工程沥青及沥青混合料试验规程[S].

收稿日期:2017-12-02