

· 试验与研究 ·

克拉玛依高等级道路沥青的综合评价

李剑新 江发强

克拉玛依石油化工厂炼油化工研究院 (克拉玛依 834000)

摘要 克拉玛依石油化工厂采用新疆九区稠油 (环烷基原油) 为原料生产的高等级道路沥青产品具有优良的低温延度 (15 延度大于150 cm, 5 延度大于 10 cm)、低蜡含量 (小于 2%)、良好的抗老化性能。其组成具有高胶质、低沥青质的特点。

关键词 道路沥青 针入度 延度 蜡含量 混合料

克拉玛依石油化工厂现以优质的新疆九区环烷基稠油为原料, 采用丙烷脱沥青调合工艺生产的道路沥青能够满足交通部 JTJ 052—93 (重交沥青) 和 GB 15180—92 (高等级沥青) 的标准要求, 具有良好的高低温性能和优良的路用性能。

1 原料性质

表 1 中列出的几种稠油是目前国内加工生产沥青产品的主要优质原料, 从表中可以看出克拉玛依九区稠油的蜡含量低, 低温性较好。

表 1 原油性质分析

项 目	九区稠油	辽河欢喜岭	胜利单家寺	大港羊三木	胜利孤岛	项 目	九区稠油	辽河欢喜岭	胜利单家寺	大港羊三木	胜利孤岛
密度(20 )/g · cm <sup>-3</sup>	0.926 9	0.942 8	0.971 9	0.949 7	0.949 5	硫含量, %	0.09	0.24	0.56	0.33	2.1
运动粘度/mm <sup>2</sup> · s <sup>-1</sup>						氮含量, %	0.39	0.34	0.55	0.31	0.43
100	50.1					残炭, %	5.44	2.00	10.5		
50	401.6	112.0	6 656.3	637.9	333.7	金属含量/μg · g <sup>-1</sup>					
酸值(KOH)/mg · g <sup>-1</sup>	4.33		7.4		2.0	铁	11.2	2.4	26.1		
凝固点/	- 21.0	- 15	14	- 2		镍	15.0	20.0	42.3	25.0	21.1
蜡含量, %	1.21	3.97	3.6	5.6	4.9	铜	17.9	0.74	< 0.1		
沥青质, %	0.58	1.20	0.0	0.0	2.9	钒	0.3	0.22	3.40	0.92	2.0
胶质, %	14.6	16.9	25.1	22.0	24.0						

表 2 列出九区稠油的丙烷脱沥青和减压渣油性质。从表 2 看出丙烷脱沥青和减压渣油具有蜡含量低、胶质含量高、沥青质含量低等特点。

2 克石化厂道路沥青基本性质分析

2.1 道路沥青产品基本性质分析

1999 年 5 至 7 月在克拉玛依石化厂丙脱和沥青车间分别取得 70 号、90 号、110 号、130 号道路沥青, 对四个牌号沥青样品进行全分析, 分析结果见表 3。

从表 3 可以看出, 克石化厂生产的道路沥青产品 15 延度均大于 150 cm, 10 延度基本大于 100 cm。薄膜烘箱后 15 延度均大于 100 cm, 针入度比均大于 60% (实测数据在 73% ~ 97%)。\*

\* 收稿日期: 2001-04-26

作者简介: 李剑新, 男, 工程师。现为克拉玛依石油化工厂炼油化工研究院沥青研究室主任, 从事沥青产品开发、原油评价及润滑油基础油的研究。



表 2 丙烷脱沥青和减压渣油性质

项 目		丙 脱 沥 青		减 压 渣 油		项 目	丙 脱 沥 青	减 压 渣 油
取样时间		1999-05	1999-12	1999-05	1999-12	延度/cm		
软化点/		56.0	58.0	28.0	32	15	28	> 150
针入度/10 <sup>-1</sup> mm						25	> 150	> 150
15		50	13	> 200	122	蜡含量, %	0.82	1.72
25			33		> 250	四组分分析, %		
动力粘度/Pa·s						饱和分	21.8	44.8
60		2 467	> 1 000	69.2	37.7	芳香分	35.6	37.6
135		1.89	1.07	0.24	0.23	胶质	40.8	17.5
密度 (20 ) /g·cm <sup>-3</sup>		0.985		0.974		沥青质	1.80	0.36

表 3 四个牌号沥青样品全分析

项 目	质 量 指 标				项 目	质 量 指 标			
	AH-130	AH-110	AH-90	AH-70		AH-130	AH-110	AH-90	AH-70
针入度/10 <sup>-1</sup> mm	128	117	84	71	四组分分析, %				
延度/cm					饱和分	28.8	28.9	27.9	26.8
15	> 150	> 150	> 150	> 150	芳香分	32.9	32.6	31.7	30.8
10	> 150	> 150	> 122	93	胶质	37.9	38.2	39.6	41.9
5	82	12	11	6.5	沥青质	0.4	0.3	0.6	0.5
软化点(环球法)/	45.5	47.0	48.0	49.0	TFOT 后				
溶解度(三氯乙烯), %	> 99.0	> 99.0	> 99.0	> 99.0	质量变化, %	0.07	0.12	0.10	0.02
闪点(开)/	> 300	> 300	> 300	> 300	针入度比, %	73	74	79	75
密度(25 )/g·cm <sup>-3</sup>	0.975 0	0.976 0	0.978 9	0.979 0	延度/cm				
蜡含量, %	2.07	1.92	1.78	1.74	25	> 150	> 150	> 150	> 150
					15	132	123	109	101

为全面掌握和评价道路沥青产品的基本性质和生产质量, 收集 90 号、110 号、130 号道路沥青产品 1999 年 1 至 7 月出厂分析的主要指标数据列于表 4。

从表 4 可以看出 90 号、110 号、130 号道路沥青蜡含量在 1.50% ~ 1.92% 范围内, 沥青蜡含量均小于 2.0%。三个沥青产品 15 延度均大于 100, 薄膜烘箱试验针入度比均大于 60%。说明克石化厂沥青产品质量稳定。

2.2 道路沥青产品质量评价

结合克石化厂道路沥青的质量特点, 主要对延度、抗老化性、蜡含量等方面进行评价以便与国内外沥青产品质量对比。表 5 列出克石化厂道路沥青

与国内外部分道路沥青的性质对比, 表 6 列出几种进口沥青的实测结果。

2.2.1 延度

克石化厂的道路沥青 15 延度都大于 150 cm, 10 延度基本大于 100 cm, 尤其是 10 和 5 的延度性能甚至优于国外沥青。

2.2.2 抗老化性能

克石化厂的道路沥青产品薄膜烘箱试验后质量变化较小, 针入度比高, 尤其是老化后 25 和 15 延度性能较好, 与 ESSO 公司和 SHELL 公司的道路沥青产品相当。

2.2.3 蜡含量

克石化厂道路沥青产品蜡含量为 1.5% ~



2. 0%。

3 克石化厂道路沥青关键性指标分析

对克石化厂生产的 70 号、90 号、110 号道路沥青  $PI$  值等关键指标分析值见表 7，同表列出新加坡生产的 SHELL 90 号沥青和阿曼 70 号沥青分析数据。

从表 7 可以看出，克石化厂三个牌号的沥青  $PI$  值均大于 0.5，与国内的七种沥青相比  $PI$  值最高（见表 5）。 $PI$  值大，对温度敏感性低，随温度的变化性质变化小。

表 4 克石化厂部分道路沥青产品出厂分析

样 品	分析时间 月/日	针入度/ 10 <sup>-1</sup> mm	软化点/	蜡含量, %	延度(15 )/ cm	TFOT 后		
						蒸发损失, %	针入度比, %	延度(15 )/ cm
90	04-23	84	45.7	1.50	> 190	0.12	67.4	151
90	04-25	96	47.7	1.50	> 190	0.12	67.4	151
90	06-04	92	44.6	1.92	155	0.12	66.3	155
90	06-27	99	45.3	1.85	> 190	0.12	68.1	156
90	07-17	84	44.5	1.91	> 190	0.22	66.7	152
90	07-22	90	45.2	1.91	> 190	0.22	66.7	152
110	06-30	116	41.6	1.89	> 100	0.23	67.5	> 190
110	07-08	108	43.8	1.89	> 190	0.23	67.5	> 190
110	07-05	104	44.6	1.91	> 190	0.22	66.7	> 190
110	07-19	102	45.2	1.80	> 190	0.24	67.8	> 190
110	07-28	107	46.7	1.80	> 190	0.24	67.9	> 190
110	07-13	101	44.3	1.80	> 190	0.24	67.9	> 190
130	02-08	137	42.3			0.13	70.7	
130	06-30	133	42.1			0.13	70.7	

表 5 国内七种沥青的基本性质

项 目	克石化厂 沥 青	A	B	C	D	E	F
针入度/10 <sup>-1</sup> mm	90	104	144	72	97	88	96
软化点/	47.2	46.6	44.2	49.5	48.9	48.9	47.1
延度 (15 ) /cm	> 100	> 100	> 100	> 100	70	46	37.9
溶解度, %	99.69	99.57	99.53	99.56	99.54	99.50	99.48
密度/g · cm <sup>-3</sup>	0.981 5	1.012 0	1.005 0	1.031 0	0.997 8	0.996 5	1.001 0
蜡含量, %	1.40	2.40	4.4	3.65	5.70	3.80	6.0
脆点/	- 12	- 12	- 10	- 8	- 12	- 11	- 10
$PI$ 值	0.86	0.4	- 1.15	- 0.16	- 0.72	- 0.11	- 1.59
TFOT 后							
质量变化, %	0.03	0.51	0.12	0	0.10	0	0.02
针入度比, %	77.8	56.7	59.0	65.3	61.9	67.0	65.6
软化点/	52.7	53.3	49.1	52.4	52.5	53.8	51.6
延度 (25 ) /cm	> 100	> 100	> 100	> 100	76.1	83	60

表 6 几种进口沥青的实测结果

项 目	进口沥青 1	进口沥青 2	进口沥青 3	进口沥青 4	阿曼*	沙特*
针入度/ $10^{-1}\text{mm}$	62	68	90	67	137	65
延度 (25 ) /cm	> 150	> 150	> 150	> 150	> 150	> 150
软化点 (环球法) /	49.0	48.5	46.0	49.8	53	50.6
闪点 (开) /	300	312	334	328		343
密度 (25 ) / $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	1.036	1.035	1.031	1.039	1.003	1.0256
溶解度 (三氯乙烯), %	99.8	99.6	99.9	99.9	99.5	99.9
蜡含量 (裂解法), %	1.68	1.97	1.89	1.60	2.20	2.01
TFOT 后						
质量变化, %	0.11	0.21	0.1	0.1	< 0.1	0.03
针入度比, %	70	73	68	72	86	64.6
延度/cm						
25	140	150	150	100		99.5
15	120	123	83	100	12.5	61.2

注: \* 国内沿海炼油厂加工该原油生产的沥青产品

表 7 克石化厂沥青关键指标分析值

沥 青 品 种	克 70 号	克 90 号	克 110 号	壳牌 90 号	阿曼 70 号
针入度/ $10^{-1}\text{mm}$					
30	105	128	168	133	
25	73	85	110	82	52
15	30	39	48	37	28
5	6.5	11	12		7.0
PI 值	0.60	1.04	0.67	0.58	- 0.55
$T_{800}/$	53	53.3	48	51.5	51.0
$T_{1.2}/$	- 23.7	- 29.0	- 29.2	- 25	- 13.9
回归公式	$\text{Log}p = 0.036\ 6T + 0.933\ 1$	$\text{Log}p = 0.034\ 3T + 1.074\ 9$	$\text{Log}p = 0.036\ 2T + 1.137\ 2$	$\text{Log}p = 0.036\ 7T + 1.012$	$\text{Log}p = 0.043\ 5T + 0.682\ 9$
蜡含量, %	1.74	1.91	1.67	< 2.0	1.8

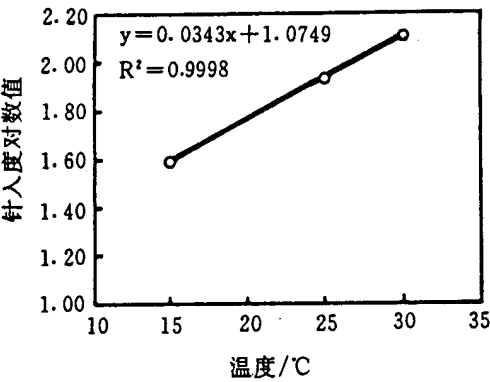


图 1 克石化厂 90 号道路沥青感温曲线

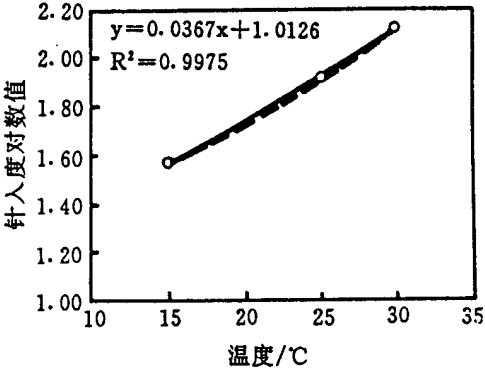


图 2 新加坡 90 号沥青感温曲线

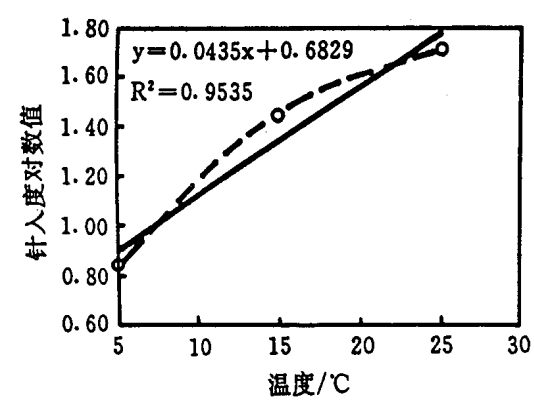


图 3 阿曼 70 号沥青感温曲线

将表 7 中的克 90 号、SHELL 90 号、阿曼 70 号三个沥青的感温曲线绘出 (见图 1、图 2、图 3)。

从图中看出克 90 号沥青感温性能，曲线线型非常好。

从表 7 看出克拉玛依石油化工厂的道路沥青  $T_{800}$  值较高、 $T_{1.2}$  值较低，说明该沥青具有良好的高低温性能。

4 克石化重交沥青混合料使用性能关键指标评价

按照交通部公路研究所制订的对沥青混合料评价关键性指标，由交通部公路研究所，新疆乌鲁木齐交科所等单位对克石化厂生产的重交沥青进行混合料关键指标的评价。沥青混合料评价关键性指标有：高温稳定性的车辙试验，低温抗裂性能的弯曲蠕变速率，水稳定性的沥青与石料的粘附性 (见表 8~ 10)。

表 8 车辙试验结果

混合料类型	温度/	沥青品种	压密变形/ mm	动稳定度/ 次·mm <sup>-1</sup>	变形速率/ mm·m <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup>	碾压次数 (30mm) / 次
AK-13A (玄武岩)	60	克拉玛依 90 号	2.4	2 100	0.02	6 694
		克拉玛依 110 号	5.3	499	0.08	5 826
	80	克拉玛依 90 号				446
		克拉玛依 110 号				306
AK-16 (辉绿岩)	60	克拉玛依 90 号	1.9	3 150	0.013	3.8
		克拉玛依 110 号	2.3	2 250	0.019	9.1
		克拉玛依 70 号		3 360	0.012	3.5
	80	克拉玛依 90 号				2 418
		克拉玛依 110 号				2 038
		克拉玛依 70 号				3 500

从表 8 可以看出，克石化厂的 90 号沥青车辙动稳定度试验均大于 2 000 (次/mm)，远大于最高要求 800 的值。表 9 列出克石化厂道路沥青混合料和国内外其它 6 种沥青混合料的低温弯曲蠕变速率值，该值越大，表明低温抗裂能力越强。

表 9 沥青混合料低温弯曲蠕变速率试验结果

沥青品种	混合料级配	弯曲蠕变试验应变速率 (0.1 MPa)/a·MPa	评价结果
克拉玛依	AC-10 型	$7.31 \times 10^{-6}$	合格
沥青 1	LH-15 I 型	$1.16 \times 10^{-7}$	不合格
沥青 2	LH-15 I 型	$1.19 \times 10^{-6}$	合格
沥青 3	LH-20 II 型	$3.08 \times 10^{-7}$	不合格
沥青 4	AC-16 I 型	$6.05 \times 10^{-7}$	合格
沥青 5	AC-16 I 型	$3.34 \times 10^{-7}$	不合格
沥青 6	LH-20 I 型	$6.39 \times 10^{-7}$	合格

表 10 矿料与沥青的粘附性试验

级 别	克拉玛依 70 号 (未加 AST)	克拉玛依 90 号 (未加 AST)	克拉玛依 110 号 (未加 AST)
玄武岩	3	3	3
辉绿岩	3	3	2
石灰岩	5	5	4

从表 10 中看出克石化厂的沥青与常用的玄武岩和石灰岩粘附性在 3~ 5 级，说明克石化厂的沥青有良好的粘附性。

交通部研究所对克石化厂生产的重交沥青 (代号为 KLM) 和国内其它六种沥青，按照美国 SHRP 沥青路用性能规范试验进行了综合评定，七种沥青试验结果见表 11。

5 结语

a) 克石化厂以独特的环烷基稠油为原料，采

用丙烷脱油沥青和减压渣油调和工艺生产的重交  
通道路沥青选题优良且性质稳定。

b) 克石化厂生产的重交通道路沥青具有良好的  
的高低温性能。

表 11 采用美国 SHRP 沥青路用性能规范试验的沥青性质

代号沥青名称	KLM	A	B	C	D	E	F
SHRP 沥青使用性能等级	PG64-2	PG64-2	PG52-2	PG64-2	PG58-2	PG52-2	PG52-2
	8	8	8	2	2	2	2
最高路面设计温度/	64	64	52	64	58	52	52
最低路面设计温度/	- 28	- 28	- 28	- 22	- 22	- 22	- 22
适用的温度范围/	92	92	86	86	86	74	74
原样沥青							
粘度 (135 ) /Pa · s	0.356 7	0.346 1	0.255 7	0.565 2	0.556 3	0.306 6	0.315 4
动态剪切 ( $G^* / \sin \delta$ ) /kPa	1.584	1.026	1.541	1.253	1.939	1.970	1.681
试验温度/	64	64	52	64	58	52	52
RTFOT 残留沥青							
质量损失, %	+ 0.05	+ 0.85	+ 0.20	- 0.05	- 0.15	+ 0.06	- 0.10
动态剪切 ( $G^* / \sin \delta$ ) /kPa	2.674	2.538	3.591	2.297	3.603	4.370	4.432
试验温度/	64	64	52	64	58	52	52
PAV 残留沥青							
PAV 老化温度/	100	100	100	100	100	100	100
动态剪切 ( $G^* / \sin \delta$ ) /kPa	3 032	4 378	3 558	3 731	4 551	4 110	3 723
试验温度/	16	16	16	19	19	19	19
蠕变劲度/M Pa	181.5	205.0	237.5	133.5	165.5	173.5	165.5
m 值	0.37	0.35	0.30	0.33	0.33	0.32	0.30
试验温度/	- 18	- 18	- 18	- 12	- 12	- 12	- 12
直接拉伸破坏应变, %	0.2 (NG)	0.2 (NG)	0.2 (NG)	-	1.2	0.8 (NG)	0.5 (NG)
试验温度/	- 18	- 18	- 18	-	- 12	- 12	- 12

c) 通过对道路沥青使用性能关键指标分析,克石化厂的道路沥青具有良好的感温性能和低温抗裂性能。

d) 通过对混合料关键指标分析和美国 SHRP 沥青路用性能规范的试验评价,克石化重交通道路沥青综合指标优良。

参考文献

1 卢铁瑞 . 道路沥青混合料低温性能评价指标的研究 . 石油沥青, 1998, 12 (1): 20~ 32

2 黎少邦等 . 用沙特阿拉伯中质原油生产高等级道路沥青 . 见: 中石化石油化工研究院原油情报站 . 1999 年原油情报论文集, 茂名: 茂名石油化工公司 . 1999

Overall Evaluation on High Grade Road Asphalt  
Produced by Kramay Petrochemical Plant

Li Jianxin, Jiang Faqiang

Research Institute of Kramay Petrochemical Plant (Kramay 834000)

**Abstract** A high grade paving asphalt was produced from naphthene-based crude oil of xinjiang ninth area, which had good low temperature ductility (15 ductility> 150 cm, 5 ductility > 10 cm), low wax content (less than 2%), and good aging-resistant property. Its component is characteristic of high resin and low asphaltene

**Key Words:** Road asphalt; Penetration index; Ductility; Wax content; Mixed material