

文章编号:1671-8879(2005)03-0033-04

沥青组分划分方法

景彦平^{1,2}

(1. 许昌市交通局,河南 许昌 461000; 2. 长安大学 特殊地区公路工程教育部重点实验室,陕西 西安 710064)

摘要:目前道路石油沥青的组分采用“溶解-吸附”三组分或四组分的分析法。以沥青凝胶渗透色谱(GPC)方法对目前划分沥青组分结果的分析为基础,指出了沥青同一组分结果中存在 2 种不同的组分,不能很好地把性质相似的化合物分到 1 个组分中。通过对济南、韩国和加德士等 3 种沥青的大量室内试验研究,提出了用沥青热重法(TG)划分沥青组分的新方法。试验结果表明,用 TG 法不仅可以划分沥青组分和确定沥青组分比例结构,而且还可以判断沥青温度稳定性的优劣。

关键词:道路工程;沥青组分;温度稳定性;沥青凝胶渗透色谱(GPC)方法;沥青热重法(TG)

中图分类号:U414.75

文献标识码:A

Asphalt component methodology

JING Yan-ping^{1,2}

(1. Department of Communications, Xuchang City Government, Xuchang 461000, China; 2. Key Laboratory for Special Area Highway Engineering of Ministry of Education, Chang'an University, Xi'an 710064, China)

Abstract: At present, the methodology of road asphalt adopts “solution-adsorption” three or four components analytical method. GPC methodology was utilized to analyze the result of present asphalt component, which showed that two different components exit in one asphalt component. According to a large amount of indoor experiments, TG methodology is put forward as a new methodology. The result of experiments showed that TG methodology not only compartmentalize the asphalt component, ensure it's proportion structure, but also can estimate temperature stability of asphalt. 2 tabs, 4 figs, 9 refs.

Key words: road engineering; asphalt component; temperature stability; GPC method; TG method

0 引言

沥青是由多种化合物组成的混合物,且结构复杂。为认识沥青的性质,很多研究者致力于沥青化学组分的分析和研究,并得出许多有价值的结论。目前中国在道路石油沥青的组分分析方法中,规定采用的是“溶解-吸附”三组分或四组分的分析法^[1~4]。这种方法能否把沥青化学性质“相近”的组成部分分到“一组”呢?根据 JTJ 052-2000 要求,通

过对济南、韩国和加德士沥青四分组后进行沥青凝胶渗透色谱(GPC)分析,结果表明,现有的沥青分组方法,不能很好地把性质相似的化合物分到 1 个组分中^[1~3]。对此,在对济南、韩国和加德士沥青分组进行 GPC 分析的基础上,提出了用沥青热重法(Thermogravimetry, TG)对沥青进行组分划分的方法。

1 沥青凝胶渗透色谱试验分析

试验按 JTJ052-2000 分别对济南、韩国和加德

收稿日期:2004-04-20

作者简介:景彦平(1962-),男,河南遂平人,许昌市交通局高级工程师,长安大学博士研究生。

士沥青按四组分法分组,采用美国生产的 GPC 仪器分别对 3 种沥青的不同组分进行分析,济南沥青的饱和分、胶质分子量分布见图 1,韩国沥青的胶质、沥青质分子量分布见图 2,加德士沥青的胶质、沥青质分子量分布见图 3^[4~6]。济南、韩国和加德士沥青四组分法分组分子量 M_w 、分散度 d 结果见表 1。

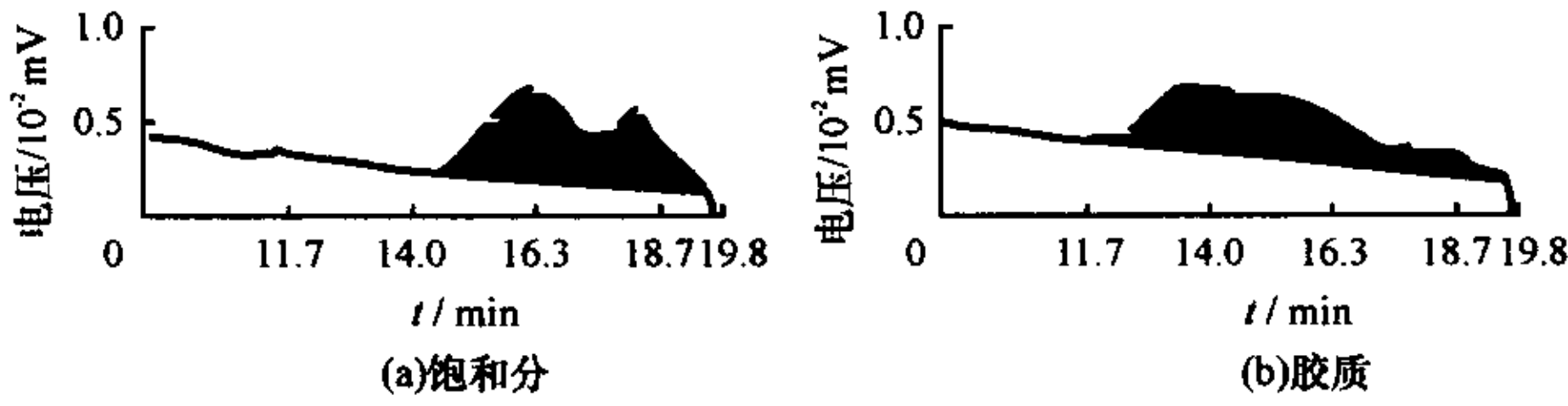


图 1 济南沥青分子量分布

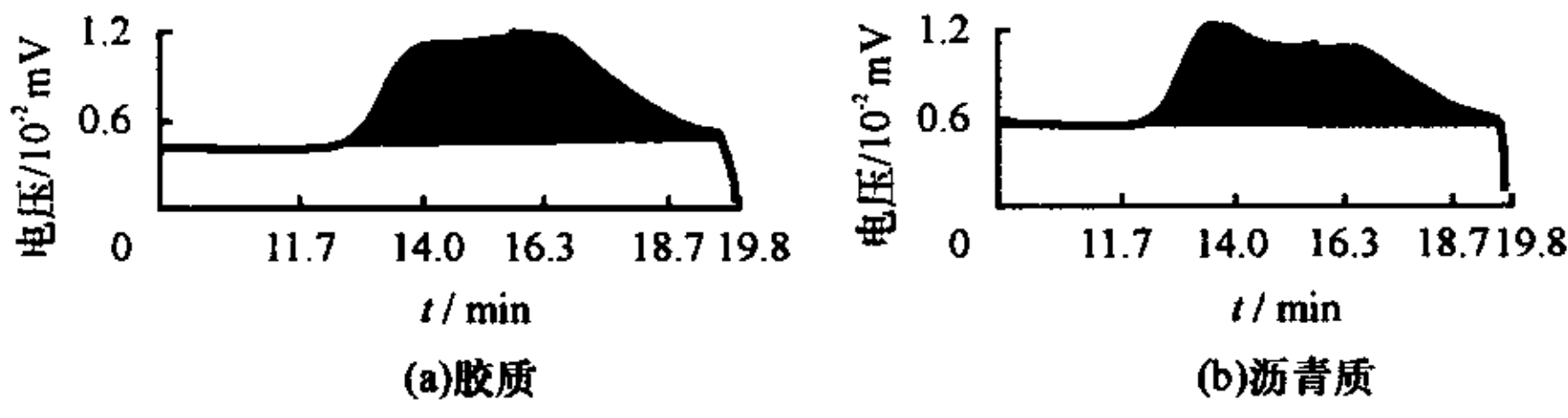


图 2 韩国沥青分子量分布

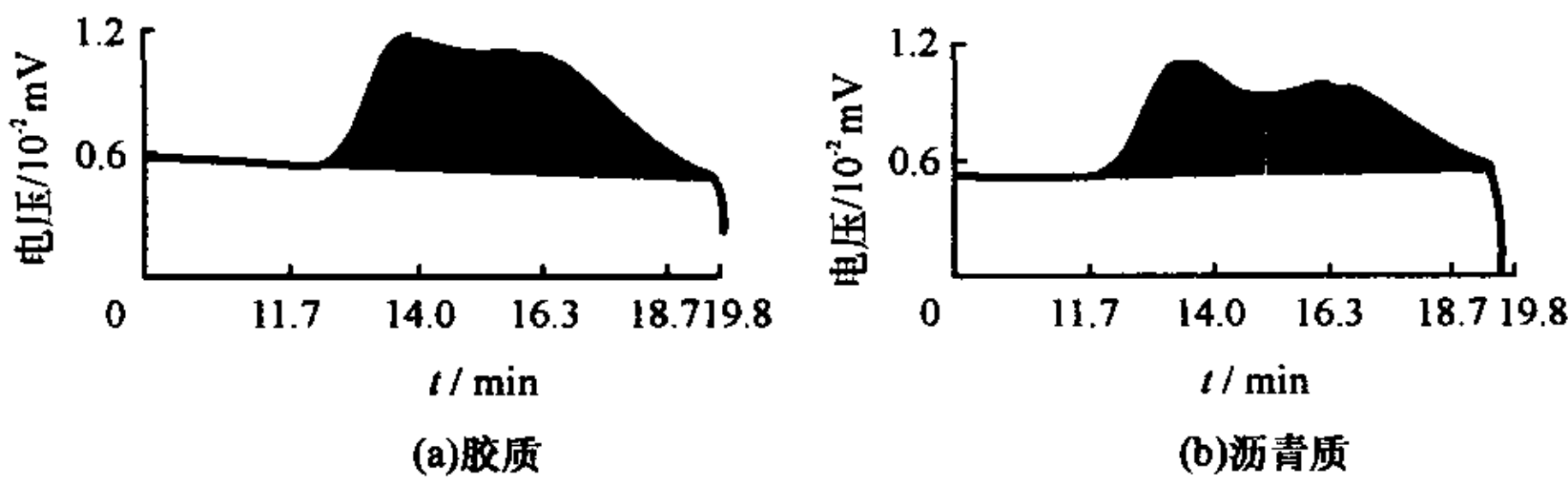


图 3 加德士沥青分子量分布

表 1 3 种沥青“分组”的分子量、分散度分析

| 编号 | 产地 | 组分 | M_w | d |
|------|-----|-----|-------|-------|
| Z001 | 济 南 | 饱和分 | 1 024 | 2.588 |
| Z002 | 济 南 | 胶质 | 4 451 | 5.444 |
| Z003 | 济 南 | 芳香分 | 2 520 | 2.807 |
| Z004 | 济 南 | 沥青质 | 2 464 | 1.713 |
| Z005 | 韩 国 | 饱和分 | 1 203 | 1.856 |
| Z006 | 韩 国 | 胶质 | 3 162 | 3.750 |
| Z007 | 韩 国 | 芳香分 | 2 328 | 3.272 |
| Z008 | 韩 国 | 沥青质 | 4 422 | 5.043 |
| Z009 | 加德士 | 饱和分 | 1 125 | 1.752 |
| Z010 | 加德士 | 胶质 | 3 821 | 3.779 |
| Z011 | 加德士 | 芳香分 | 2 079 | 2.948 |
| Z012 | 加德士 | 沥青质 | 5 193 | 5.348 |

从以上试验结果得出:

(1)济南沥青组分的组成结构,饱和分:芳香分:沥青质:胶质=1:2.461:2.406:4.347, d 的变化范围为 1.713~5.444,济南沥青分散度为

3.712。

(2)韩国沥青组分的组成结构,饱和分:芳香分:沥青质:胶质=1:1.935:3.676:2.628, d 的变化范围为 1.856~5.043,韩国沥青分散度为 2.767。

(3)加德士沥青组分的结构,饱和分:芳香分:沥青质:胶质=1:1.848:4.616:3.396, d 的变化范围为 1.752~5.348,加德士沥青分散度为 2.576。

(4)由于沥青的分组使其分子量更趋于均一化,使组分分子量的分布更为均匀,分组分分散度更小,沥青全组分分散度与各组分分散度的关系为:沥青全组分分散度要大于各分组分分散度,但济南沥青胶质分,韩国沥青芳香分、沥青质、胶质和加德士沥青芳香分、沥青质、胶质的组分分散度,都分别大于各自沥青全组分的分散度。

从图 1~图 3 可以看出,每个分离出的单组分中,都包含有 2 种不同的组分物质。在济南沥青分组中,尽管饱和分组分的分散度小于济南沥青全组分的分散度,但在饱和分的 GPC 分布图中,仍出现 2 个明显的峰值,这说明在饱和分组分里也包含有明显不同的 2 种组分物质。

通过对沥青整组和分组的 GPC 试验分析,说明现行沥青分组方法中存在的问题,需要寻找一种快速测出沥青组分及其组分比例结构的方法。本文以为应用 TG 法分析便可以做到。

2 TG 法分析沥青组分试验

TG 法是在程控温度下,测量沥青试样的质量与温度关系的技术,是把沥青试样放在炉子上进行加热称量的技术。用 TG 法可以对沥青组分进行划分,测出沥青组分比例结构,同时还可以根据沥青分解温度的高低来判断沥青温度稳定性的优劣。

2.1 沥青分解起始温度的确定

目前分解温度的确定有两种方法,按 ASTM 的规定,过热重损失 5%与 50%两点的直线与基线的延长线的交点定为分解温度;按 ISO 规定,把失重 20%和 50%两点的直线与基线的延长线的交点定义为分解温度。

为了达到既对沥青组分进行划分、测出沥青各组分比例结构,同时还可测出沥青不同组分的分解温度,本试验按照 ASTM 的规定来测定沥青各组分的分解温度。

2.2 沥青组分的划分及沥青组分比例结构的确定

(1)对于沥青 TG 图谱中,只有 1 个同向“弧”型,可认为该沥青是由性质相近的物质组成的。该沥青称为 I 组分沥青。

(2)对于沥青 TG 图谱中,有 2 个或 3 个同向“弧”型,可认为该沥青是由性质相近的 II 组分或 III 组分物质组成的,该沥青可称为 II 组分沥青或 III 组分沥青。连接 2 个同向“弧”中间反向“弧”切线交点沿横轴平行与纵轴交点对应数值,就是上一组分沥青所占沥青全组分的比例数,见图 4。

本试验采用美国生产的 TG 仪器,在升温速率 $20\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ 条件下,对常用的沥青各组分的分解温度、沥青组分及组分结构进行了试验。各组分在温度升高过程中,其失重 $0\%(T_0,\beta_0)$ 、 5% 、 50% 、 100%

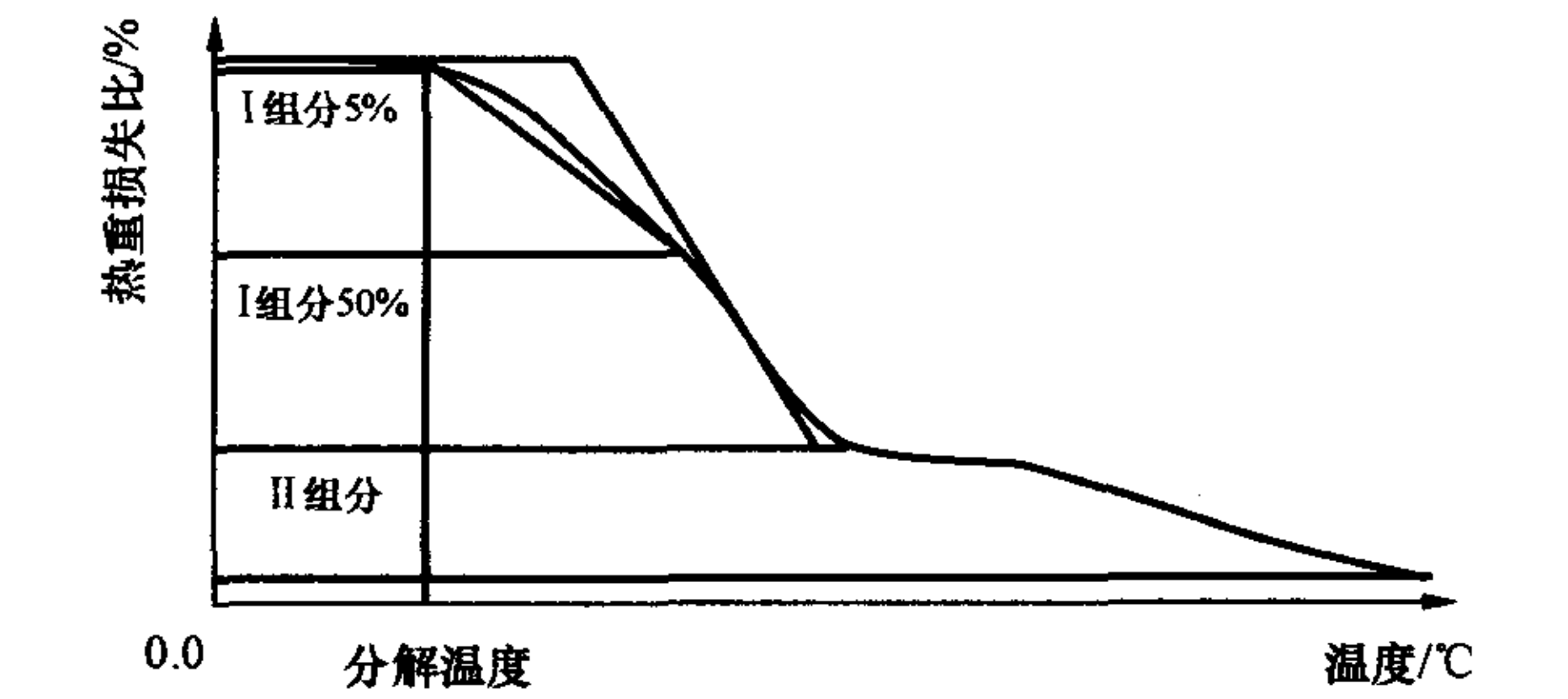


图 4 沥青分解温度与组分的确定

(T_1,β_1)所对应的沥青分解温度 T 、沥青各组分失重剩余量 β 的试验结果见表 2 [7~9]。

以上试验结果可以看出,I 组分沥青或 II 组分沥青的“I 组分”起始分解温度为 $252\sim 371\text{ }^{\circ}\text{C}$,分解终止温度为 $457\sim 506\text{ }^{\circ}\text{C}$,其相应组分为沥青全组分的 $63.9\%\sim 86.0\%$; II 组分沥青的“II 组分”的分

表 2 热重分析结果

| 序号 | 产地 | 标号 | T_0 | β_0 | $T_{5\%1}$ | $\beta_{5\%1}$ | $T_{50\%1}$ | $\beta_{50\%1}$ | T_1 | β_1 | $\Delta T/\Delta\beta$ | T_2 | β_2 | $T_{5\%2}$ | $\beta_{5\%2}$ | $T_{50\%2}$ | $\beta_{50\%2}$ | T_3 | β_3 |
|----|--------|---------|-------|-----------|------------|----------------|-------------|-----------------|-------|-----------|------------------------|-------|-----------|------------|----------------|-------------|-----------------|-------|-----------|
| 1 | 兰州 | A-60 | 215 | 100 | 234 | 96.1 | 394 | 61.1 | 472 | 22.9 | 0.30 | 566 | 22.9 | 579 | 22.0 | 716 | 15.3 | 825 | 5.8 |
| 2 | 韩国 | AH-70 | 317 | 100 | 328 | 96.7 | 432 | 67.9 | 493 | 36.1 | 0.36 | 574 | 32.5 | 585 | 29.8 | 649 | 15.3 | 700 | 1.5 |
| 3 | 江阴 | AH-70 | 266 | 100 | 280 | 95.9 | 428 | 58.2 | 492 | 16.3 | 0.37 | | | | | | | | |
| 4 | 美国湖北科氏 | AH-70 | 313 | 100 | 322 | 95.9 | 419 | 58.7 | 483 | 18.0 | 0.48 | | | | | | | | |
| 5 | 泰国 | AH-90 | 240 | 100 | 252 | 97.4 | 349 | 78.0 | 457 | 35.6 | 0.30 | 577 | 30.7 | 586 | 29.0 | 668 | 15.5 | 723 | 2.7 |
| 6 | 江阴 | AH-90 | 260 | 100 | 276 | 95.6 | 431 | 58.5 | 490 | 17.3 | 0.36 | | | | | | | | |
| 7 | 江苏 | AH-90 | 262 | 100 | 278 | 95.7 | 427 | 57.4 | 494 | 14.7 | 0.37 | | | | | | | | |
| 8 | 加德士 | AH-90 | 327 | 100 | 339 | 95.8 | 438 | 58.3 | 485 | 16.6 | 0.53 | | | | | | | | |
| 9 | 镇海 | AH-90 | 343 | 100 | 355 | 95.9 | 459 | 59.3 | 500 | 18.7 | 0.52 | | | | | | | | |
| 10 | 玉门 | A-100 | 314 | 100 | 324 | 95.9 | 429 | 59.1 | 490 | 18.1 | 0.47 | | | | | | | | |
| 11 | 济南 | A-100 | 272 | 100 | 290 | 95.7 | 441 | 57.1 | 500 | 14.3 | 0.38 | | | | | | | | |
| 12 | 济南 | A-100 甲 | 274 | 100 | 288 | 95.6 | 436 | 57.0 | 495 | 14.0 | 0.39 | | | | | | | | |
| 13 | 盘锦 | AH-110 | 266 | 100 | 281 | 95.8 | 431 | 57.5 | 498 | 15.1 | 0.37 | | | | | | | | |
| 14 | 克拉玛依 | AH-110 | 303 | 100 | 315 | 95.9 | 450 | 59.0 | 488 | 18.5 | 0.44 | 664 | 15.6 | 664 | 15.6 | 744 | 12.2 | 812 | 8.0 |
| 15 | 克拉玛依 | A-140 | 292 | 100 | 307 | 96.2 | 430 | 61.7 | 505 | 23.4 | 0.36 | 564 | 21.5 | 573 | 20.3 | 635 | 10.9 | 689 | 0.7 |
| 16 | 盘锦 | AH-140 | 244 | 100 | 256 | 96.3 | 399 | 62.6 | 485 | 25.2 | 0.31 | 612 | 20.6 | 635 | 18.3 | 725 | 10.7 | 844 | 3.9 |
| 17 | 兰州(剪) | | 247 | 100 | 264 | 95.9 | 431 | 58.8 | 493 | 17.5 | 0.34 | | | | | | | | |
| 18 | 新加坡 | | 351 | 100 | 364 | 95.9 | 466 | 59.1 | 506 | 18.3 | 0.53 | | | | | | | | |
| 19 | D-2 | | 321 | 100 | 335 | 96.2 | 440 | 62.4 | 483 | 24.9 | 0.46 | | | | | | | | |
| 20 | 台湾乳化 | | 305 | 100 | 320 | 96.0 | 455 | 59.5 | 500 | 19.0 | 0.42 | | | | | | | | |
| 21 | 兰州乳化 | | 254 | 100 | 271 | 95.8 | 435 | 58.3 | 491 | 16.6 | 0.35 | | | | | | | | |
| 22 | 台湾乳化 | | 321 | 100 | 331 | 96.0 | 447 | 59.5 | 486 | 19.1 | 0.49 | | | | | | | | |
| 23 | 韩国 | | 360 | 100 | 371 | 95.9 | 469 | 59.3 | 505 | 19.0 | 0.56 | | | | | | | | |

解起始温度为 566~664 ℃,分解终止温度为 689~844 ℃,其相应组分为沥青全组分的 36.1%~14.0%。分解温度的大小,说明了沥青本身的温度稳定性的

3 结 语

应用热重法分析沥青的组分、组分结构及温度稳定性,其测试手段先进、测试方法简单、可在较短时间内快速、准确地测出结果。该方法适合于对道路沥青的物理性质的分析,但对沥青各组分具体组成仍需要进一步研究。

参考文献:

References:

- [1] 张登良. 沥青与沥青混合料[M]. 北京:人民交通出版社,1993.
ZHANG Deng-liang. Asphalt and asphalt mixture [M]. Beijing: People's Communication Press, 1993.
- [2] 沈金安. 沥青及沥青混合料路用性能[M]. 北京:人民交通出版社,2001.
SHEN Jin-an. Property of asphalt and asphalt mixture for road[M]. Beijing: People's Communication Press, 2001.
- [3] C H 波波夫. 石油化学[M]. 北京:石油工业出版社,1955.
C H nOnOB. Petrochemistry[M]. Beijing: Petroleum Industry Press,1955.
- [4] 北京石油学院. 石油化学组成分析[M]. 北京:中国工业出版社,1961.
Beijing Petroleum Institute. Component analysis of pe-

troleum chemistry [M]. Beijing: Chinese Industry Press,1961.

- [5] 张明南,陈汝熙. 中国石油轻馏分的组成[M]. 北京:科学出版社,1962.
ZHANG Ming-nan, CHEN Ru-xi. Component of light fraction Chinese petroleum [M]. Beijing: Science Press,1962.
- [6] 石油大学外事办公室,加拿大阿尔伯特省油砂技术研究管理局(AOSTRA). 重质油、油砂技术研究资料[Z]. 1989.
External Affairs Office of Petroleum University, AOSTRA. Black oil and oil sand the technique data[Z]. Canada, 1989.
- [7] 赵 可,原健安. 聚合物改性沥青机理研究(之一)——改性剂对轻质组分的吸收作用及体系的聚集态[J]. 西安公路交通大学学报,2001,21(2):34-37.
ZHAO Ke, YUAN Jian-an. The study on the mechanism of polymer modified asphalt (Part1)——absorbing-action of modifier to light constituent in asphalt and the state of aggregation[J]. Journal of Xi'an Highway University, 2001, 21(2): 34-37.
- [8] 赵 可,原健安. 聚合物改性沥青与矿料的粘附性研究[J]. 中国公路学报,2000,13(2):8-12.
ZHAO Ke, YUAN Jian-an. Research on the cohesiveness of polymer modified asphalt and aggregate [J]. China Journal of Highway and Transport, 2000, 13(2): 8-12.
- [9] 沙庆林. 沥青和沥青混凝土现状[J]. 交通运输工程学报,2001,1(3):1-6.
SHA Qing-lin. The development of asphalt and asphalt-concrete[J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2001, 1(3): 1-6.

《中国公路学报》2005 年征订通知

《中国公路学报》(季刊)是中国公路学会主办的公路交通行业最权威的学术性刊物,主要刊载道路工程、桥隧工程、交通工程、筑路机械工程、汽车与汽车运用工程、公路运输经济与工程经济等专业应用技术及理论性文章,并适当报道有关公路交通的新技术、新材料、新工艺以及国内外重大学术活动、工程建设及科技动态信息等。《中国公路学报》网络版——中国公路网延伸了《中国公路学报》的信息传播功能,为读者提供全方位的公路交通信息服务。中国公路网的网址为: <http://www.highway-china.com>。

《中国公路学报》(大 16 开本)读者对象为:公路交通界的科研人员、工程技术人员、经济管理人员及大专院校的师生。《中国公路学报》每期定价 15.00 元(含邮寄费),2004 年 4 期共 60.00 元。

另外,《中国公路学报》编辑部现有少量 2002 年合订本,100 元(含邮寄费)/册。欢迎订阅!

收款单位:长安大学杂志社(西安市南二环路中段)

帐号:3700021609014486011

开户行:西安市工商行小寨分理处 邮编:710064

联系人:赵文义 电话:(029)82334387