

橡胶增塑剂粘度-温度特性研究

冯涛,刘洪安,于恩强,李军,马志远,王瑞瑞

(中海沥青股份有限公司,山东 滨州 256601)

摘要:研究橡胶增塑剂粘度-温度特性的关系,推算橡胶增塑剂在不同温度下的运动粘度。用粘度测试值通过拟合和经验式计算,得到拟合粘度-温度方程和经验式粘度-温度方程,并将计算值与测试值进行对比,结果表明:橡胶增塑剂在100~160℃时,拟合方程计算的运动粘度准确度较高;在160~200℃时,经验式方程计算的运动粘度准确度较高。

关键词:橡胶增塑剂;粘度;温度;拟合

中图分类号:TQ330.38⁺5 **文献标志码:**A **文章编号:**2095-5448(2019)00-00-03

橡胶增塑剂是在橡胶加工过程中用于改善橡胶加工性能与应用性能的助剂^[1]。中海沥青股份有限公司是我国较早开发并生产满足欧盟REACH法规要求的环保型橡胶增塑剂的企业,是中海油橡胶增塑剂的主要生产基地,生产的环保型橡胶增塑剂市场占有率较高,已广泛应用于轮胎、橡胶制品等领域。

运动粘度是橡胶增塑剂的重要指标,可影响硫化胶的生热、拉伸强度和拉伸伸长率等性能^[2]。橡胶增塑剂的运动粘度-温度有很大关系,会随着温度升高而减小^[3]。橡胶增塑剂使用环境差别很大,用户需要不同温度下的运动粘度来指导产品的使用。对于100℃以上的橡胶增塑剂运动粘度,一般的运动粘度测定仪不能测定。

本工作利用不同温度下橡胶增塑剂的运动粘度到拟合粘度-温度方程,并利用粘度-温度的经验式计算得到经验式粘度-温度方程。将两个粘度-温度方程计算所得值分别与测试值进行对比,得到两个粘度-温度方程更适用的温度范围,从而为橡胶增塑剂在不同环境下的使用提供更准确的运动粘度参考数据。

1 实验

1.1 原理

用运动粘度测定仪测定橡胶增塑剂多个温度

作者简介:冯涛(1987—),男,山东枣庄人,中海沥青股份有限公司工程师,硕士,主要从事橡胶增塑剂、环保橡胶油、变压器油等产品的研究和开发工作。

E-mail:fengtao0331@126.com

下的运动粘度,根据粘度和温度进行线性拟合,得到拟合粘度-温度方程。

根据橡胶增塑剂粘度-温度关联的经验式[式(1)],可以得到经验式粘度-温度方程。

$$\lg[\lg(v+a)] = b + m \lg T \quad (1)$$

式中, v 为运动粘度, $\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$; T 为绝对温度, K ; a , b 和 m 为与橡胶增塑剂性质经验常数。

式(1)可用于橡胶增塑剂使用过程中运动粘度的估算^[4]。通过测定橡胶增塑剂不同温度下的运动粘度,求得式(1)中 b 和 m ,从而得到经验式粘度-温度方程。

根据拟合粘度-温度方程、经验式粘度-温度方程计算或作图,可以得到橡胶增塑剂不同温度下的运动粘度,并与测试值进行对比。

1.2 试样和设备

橡胶增塑剂A1220(重质环烷原油SZ36-1经溶剂精制的环保型产品),中海沥青股份有限公司产品;运动粘度测定仪(主要由恒温浴、粘度计、温度计、加热器、控温箱等组成),沈阳施博达仪器仪表有限公司产品。

1.3 性能测试

采用GB/T 265—1998,用运动粘度测定仪测试橡胶增塑剂在不同温度下的运动粘度。

2 结果与讨论

2.1 理化性质

橡胶增塑剂A1220的理化性质见表1。

表1 橡胶增塑剂A1220的理化性质

项 目	测试值	测试方法
密度(20℃)/(kg·m ⁻³)	945.7	GB/T 1884—2000
倾点/℃	3	GB/T 3535—2006
闪点/℃	228	GB/T 3536—2008
碳型组成/%		SH/T 0725—2002
芳碳率(C _A)	13.1	
环烷碳率(C _N)	49.3	
稠环芳烃(PCA)质量分数/%	2.1	NB/SH/T 0838—2010
苯并芘(BaP)含量/(mg·kg ⁻¹)	—	SN/T 1877.3—2007
8种多环芳烃(PAHs)含量/(mg·kg ⁻¹)	3.2	SN/T 1877.3—2007

从表1可以看出,橡胶增塑剂A1220的C_N较高,达到49.3%,这是由于其原料为环烷基原油,属于石油系橡胶增塑剂产品,其运动粘度符合牛顿流体体系,可用经验式对粘度-温度进行关联。橡胶增塑剂A1220满足GB/T 33322—2016《橡胶增塑剂 芳香基矿物油》中A1220要求,环保指标满足欧盟REACH法规要求^[5-6]。

2.2 运动粘度测试

用运动粘度测定仪对橡胶增塑剂在不同温度下运动粘度进行测定。为减少误差,每个温度下运动粘度测定3次,取平均值。结果如表2所示。

表2 橡胶增塑剂A1220在不同温度下的运动粘度 m²·s⁻¹

温度/℃	1次	2次	3次	平均值
60	142.05	142.07	142.06	142.06
70	76.89	76.89	76.89	76.89
80	45.58	45.58	45.58	45.58
90	29.07	29.07	29.07	29.07
100	19.74	19.79	19.75	19.76

2.3 拟合粘度-温度方程

用测试的不同温度下的运动粘度作出温度与运动粘度的关系曲线,并对数据进行线性拟合,得到如下拟合粘度-温度方程和拟合曲线(见图2)。

$$\nu = 1059\,444\,785(T-273) - 3.867\,805\,872 \quad (2)$$

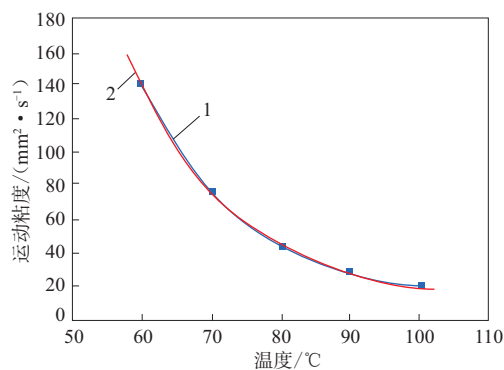
式中, ν 为运动粘度,mm²·s⁻¹;T为绝对温度,K。

从图2可以看出,拟合曲线与实测粘度-温度关系线拟合较好。

2.4 经验式粘度-温度方程

用测试的不同温度下的运动粘度计算出式

(1)中 b 和 m ,其中 a 按照我国环烷基油品经验取0.65。计算得 $b=11.17$, $m=-4.3$,得到如下经验式粘度-温度方程。



■—测试值;1—测试曲线;2—拟合曲线。

图2 拟合粘度-温度曲线

$$\lg[\lg(\nu+0.65)] = 11.17 - 4.3\lg T \quad (3)$$

以 $\lg T$ 为横坐标, $\lg[\lg(\nu+a)]$ 为纵坐标,将表2中5组数据做出关系线,如图3所示。

从图3可以看出, $\lg T$ 和 $\lg[\lg(\nu+a)]$ 为典型的线性关系,橡胶增塑剂在该温度范围内符合牛顿流体体系,可用式(1)表示粘度-温度关系。

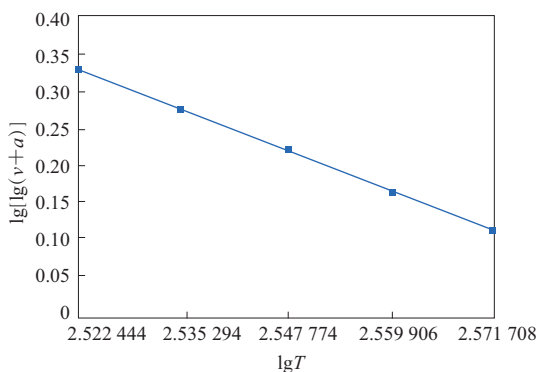


图3 经验式粘度-温度曲线

2.5 计算结果对比

利用拟合粘度-温度方程[式(2)]和经验式粘度-温度方程[式(3)]分别计算橡胶增塑剂在120, 140, 160, 180和200℃时的运动粘度,并与测试值进行对比并计算误差,如表3所示。

从表3可以看出:在120~160℃内,利用拟合粘度-温度方程计算的运动粘度与测试值更接近,误差小,准确度更高;在160~200℃内,利用经验式粘度-温度方程计算的运动粘度与测试值更接近,误差在13.5%左右,准确度更高。

3 结论

(1)对橡胶增塑剂的粘度-温度特性进行研究,可以得到拟合粘度-温度方程和经验式粘度-

表3 橡胶增塑剂运动粘度计算值与测试值

温度/℃	运动粘度/(mm ² ·s ⁻¹)			误差/%	
	拟合方程	经验式方程	测试值	拟合方程	经验式方程
120	9.62	10.14	9.73	1.1	4.2
140	5.30	6.18	5.62	5.7	9.9
160	3.16	4.15	3.65	13.4	13.7
180	2.00	2.99	2.64	24.2	13.2
200	1.33	2.27	2.00	33.5	13.5

温度方程。

(2) 在120~160 ℃内,拟合粘度-温度方程计算的运动粘度与测试值更接近,准确度较高。

(3) 在160~200 ℃内,经验式粘度-温度方程计算的运动粘度与测试值更接近,准确度较高。

参考文献:

[1] 杨卫国,廖聪隆. 橡胶加工助剂[J]. 轮胎工业,1999,63(9):567-573.
[2] 杨清芝. 现代橡胶工艺学[M]. 北京:中国石化出版社,1997:361-362.
[3] 林世雄. 石油炼制工程[M]. 北京:石油工业出版社,2000:81.
[4] 梁文杰. 石油化学[M]. 北京:石油大学出版社,1995:111-112.
[5] 杜建国. 欧盟PAHs认证引爆环保橡胶油市场[J]. 世界橡胶工业,2013,40(10):42-46.
[6] 王凯,杨文中,薛洪健,等. 减四线馏分油生产环保橡胶油的工艺研究[J]. 橡胶工业,2016,63(11):680-682.

收稿日期:2018-08-16

收稿日期:2017-11-16

Study on Viscosity-Temperature Characteristic of Rubber Plasticizer

FENG Tao, LIU Hongan, YU Enqiang, LI Jun, MA Zhiyuan, WANG Ruirui

(China Offshore Bitumen Co., Ltd, Binzhou 256601)

Abstract: The viscosity-temperature characteristic of rubber plasticizer was studied to calculate viscosity in different temperature. The methods of data fitting and empirical formula were adopted to make viscosity-temperature equations using test datas. The calculated datas from the equations were compared with test datas. The results showed that, the fitting equation was more accurate when temperature was between 100~160 ℃ and the empirical equation was more accurate when temperature was between 160~200 ℃.

Key words: rubber plasticizer; viscosity; temperature; fitting