

文章编号:1671-8879(2014)03-0001-06

沥青性能与沥青组分的灰色关联分析

陈华鑫¹, 贺孟霜², 纪鑫和¹, 黄余阳阳²

(1. 长安大学 材料科学与工程学院, 陕西 西安 710061; 2. 长安大学 公路学院, 陕西 西安 710064)

摘要:针对沥青性能受沥青组分影响呈现出不同规律性, 致力于沥青四组分对沥青性能影响的研究。利用沥青四组分试验将不同沥青分离成化学性质相近、并与路用性能有一定联系的4个组分, 对不同沥青的针入度、软化点、延度、粘度、流变学性能等性能指标进行测试; 采用灰色关联分析方法, 计算沥青组分与沥青性能(针入度、软化点、延度、粘度、流变学性能)的关联系数, 从而定量得出沥青四组分对沥青性能的影响。研究结果表明: 胶质对沥青高温性能的影响最大, 芳香分对沥青低温性能影响较大; 沥青质对沥青老化前后粘度变化影响最大, 胶质次之, 饱和分、芳香分对粘度影响较小; 可为通过对不同沥青组分的对比以预测沥青高低温性能提供参考, 该结论与通过调和法所测沥青性能与沥青四组分的关联性相吻合。

关键词:道路工程; 沥青; 性能指标; 四组分; 灰色关联分析

中图分类号: U414

文献标志码: A

Gray correlation analysis of asphalt performance and four fractions

CHEN Hua-xin¹, HE Meng-shuang², JI Xin-he¹, HUANG YU Yang-yang²

(1. School of Materials Science and Engineering, Chang'an University, Xi'an 710061, Shaanxi, China;

2. School of Highway, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China)

Abstract: Since the asphalt performance presents different regularities under the influence of its fractions, this paper devoted to the study on the influence of asphalt four fractions on asphalt performance. The asphalt four fractions test separated asphalt into four components, which had similar chemical properties and were associated with the road performance, then the performance indexes of different asphalts, including penetration, softening point, ductility, viscosity and rheological properties were tested. Using gray correlation analysis method, the influence of asphalt four fractions on asphalt performance was studied quantitatively by calculating the correlation coefficient between asphalt fractions and performance (penetration, softening point, ductility, viscosity and rheological properties). The results show that resins have the greatest influence on asphalt high-temperature performance and aromatics have the greatest influence on asphalt low-temperature performance; asphaltenes have the greatest influence on asphalt viscosity performance with aging, the next is resins but saturates and aromatics have less influence. This conclusion provides reference for predicting the high-and-low temperature performance of asphalt by comparing its fractions, and this conclusion and the asphalt properties measured by harmonic method coincide with the relevance of asphalt four fraction. 10 tabs, 13 refs.

Key words: road engineering; asphalt; performance index; four fraction; gray correlation analysis

收稿日期: 2013-11-01

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项资金项目(CHD2010ZD004)

作者简介: 陈华鑫(1973-), 男, 安徽太湖人, 教授, 工学博士, E-mail: chx@gl.chd.edu.cn.

0 引言

半个世纪以来,许多研究者都致力于沥青化学组成分析的研究。先后有研究者采用蒸馏法、溶剂抽提法、吸附法、色谱分析法和化学沉淀法等方法,将沥青分离为不同的组分,沥青中各组分的含量与沥青的技术性质有直接关系^[1-3]。通过沥青调和法,采用富含芳烃的油分调和,可使硬沥青软化^[4-5]。沥青四组分对不同改性沥青性能指标的影响次序比较一致,沥青化学组分中胶质与沥青质的含量是影响粘度的主要因素^[6-9]。沥青高温粘度与软化点,低温韧性及低温延度之间存在较好的相关性。不论采用灰色关联分析,还是线性回归分析都能证明沥青的这种关联关系^[10-13]。但国内外对沥青性能与组分之间的关联缺乏系统的研究,且大多没有进行定量分析。为此,本文在对沥青性能进行较全面测试的基础上,应用灰色关联分析方法,建立沥青四组分与沥青性能之间的关联分析,以期定量得出沥青四组分对沥青性能的影响。

1 关联度分析方法

灰色关联分析的计算步骤。

(1)选择参考序列和比较序列,收集相关数据。将沥青质、饱和分、芳香分、胶质作为比较序列,即 $\{x_1(t)\}, \{x_2(t)\}, \{x_3(t)\}, \{x_4(t)\}$,将要进行分析的内容(针入度等)数据作为参考序列,即 $\{x_0(t)\}$, $t=1, 2, \dots$

(2)量纲一处理。由于收集的数据数量大小差异比较大,为便于处理,首先对各数列进行初值化处理,每个数列均除以该数列第1个数,得各序列的初值象。

令 $X'_i = X_i / x_i(1) = (x'_i(1), x'_i(2), \dots, x'_i(n))$, $i=0, 1, 2, \dots, m$

(3)求差序列。

记 $\Delta_i(k) = |x'_0(k) - x'_i(k)|$, $\Delta_i(k) = (\Delta_i(1), \Delta_i(2), \dots, \Delta_i(n))$, $i=0, 1, 2, \dots, m$

计算得到 k 时刻两比较序列的绝对差 $\Delta_i(k)$, 并得到绝对差值矩阵。

(4)求两极最大差和最小差。

记 $M = \max_i \max_k \Delta_i(k)$, $m = \min_i \min_k \Delta_i(k)$

(5)求关联系数 $\gamma_{0i}(k)$ 。

$\gamma_{0i}(k) = \frac{m + \xi M}{\Delta_i(k) + \xi M}$, $\xi \in (0, 1)$, $k=1, 2, \dots, n$;

$i=1, 2, \dots, m$

式中: M 为所有比较数列各个时刻绝对差中的最大值; m 为所有比较数列各个时刻绝对差中的最小值; ξ 为分辨系数,在 $(0, 1)$ 内取值,一般依据实际, ξ 多在 $0.1 \sim 0.5$ 中取值。

(6)计算灰色关联度 γ_{0i} 。两比较序列的关联度可以用这个序列各个时刻的关联系数的平均值定量表示,即有

$$\gamma_{0i} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \gamma_{0i}(k), i=1, 2, \dots, m$$

式中: γ_{0i} 为子序列与母序列的关联度; n 为比较序列的长度(即数据个数)。

2 试验部分

2.1 试验材料及方法

试验采用 ESSO90[#]、SK90[#]、SK70[#] 基质沥青以及 RTFOT/PAV 老化后的沥青。

对选取的沥青及老化后试样分别进行针入度、软化点、延度、布氏粘度及流变学试验。同时,对选取沥青及老化后试样进行组分分析,测定其四组分含量。试验方法依据《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTJ 052-2000)有关方法。

试验选取针入度测试温度为 25℃,软化点测试起始温度为 5℃,延度测试分别选取 10℃ 以及 15℃,布氏粘度测试温度选取 120、135、150、165℃。原样沥青以及 RTFOT 老化沥青 DSR 试验起始温度为 64℃;PAV 老化沥青 DSR(动态剪切流变仪)试验起始温度为 25℃;BBR 试验(弯曲梁蠕变试验)选取起始温度为 -6℃。

2.2 试验结果及分析

(1)不同沥青的针入度、软化点、延度以及不同温度下的布氏粘度结果见下页表 1。

由表 1 可以得出如下结论。

①不同标号沥青 PAV/RTFOT 老化前后指标变化规律几乎一致,表现为:软化点,SK70[#] > SK90[#] > ESSO90[#];延度,ESSO90[#] > SK90[#] > SK70[#];对于沥青原样和 PAV 老化后的沥青针入度规律为 SK90[#] > ESSO90[#] > SK70[#];而 RTFOT 老化后沥青的针入度规律为 ESSO90[#] > SK90[#] > SK70[#]。沥青的软化点反映沥青的高温性能,延度反映沥青的低温性能。可知沥青高温性能:SK70[#] 沥青优于 SK90[#] 沥青,ESSO90[#] 沥青偏低;沥青低温性能:ESSO90[#] 沥青优于 SK90[#] 沥青,SK70[#] 沥青偏差。

表 1 不同沥青的性能指标

Tab. 1 Performance indexes of different asphalts

沥青种类		针入度/0.1mm	软化点/℃	10 ℃ 延度/cm	15 ℃ 延度/cm	120 ℃ 粘度	135 ℃ 粘度	150 ℃ 粘度	165 ℃ 粘度
原样沥青	ESSO90 [#]	90.4	45.9	69.9	>100	0.691	0.280	0.163	0.094
	SK90 [#]	92.2	46.2	54.6	>100	0.900	0.353	0.186	0.104
	SK70 [#]	70.4	47.8	33.2	>100	1.024	0.373	0.223	0.114
RTFOT	ESSO90 [#]	51.9	52.4		46.1	1.173	0.429	0.238	0.119
老化后 沥青	SK90 [#]	49.6	52.7		43.1	1.226	0.507	0.266	0.137
	SK70 [#]	39.7	54.6		30.9	1.402	0.584	0.281	0.154
PAV 老 化后沥青	ESSO90 [#]	26.4	56.2		9.4	1.828	0.758	0.382	0.179
	SK90 [#]	29.8	60.8		6.4	2.223	1.010	0.486	0.227
	SK70 [#]	21.5	61.6		4.8	2.412	1.177	0.501	0.258

②对比原样沥青、RTFOT/PAV 老化后沥青的针入度、软化点、延度可看出:随着老化的进行,针入度、延度变小,软化点增大。沥青高低温性能表现为:沥青随着老化的进行,其高温性能变好,低温性能变差。

③对于原样沥青、RTFOT/PAV 老化后沥青在 120、135、150、165 ℃ 温度下的布氏粘度:SK70[#] > SK90[#] > ESSO90[#]。对比原样沥青、RTFOT/PAV 老化后沥青的布氏粘度发现,随着沥青老化的进行,沥青的粘度变大,且不同沥青老化后的粘度大致呈线性增长关系。

(2)不同沥青的流变学试验结果见表 2~表 4。

表 2 原样沥青以及 RTFOT 老化沥青 DSR 试验结果

Tab. 2 DSR results of asphalt and RTFOT-asphalt

沥青种类	温度/℃	$\frac{G^*}{\sin(\delta)}/\text{Pa}$ (原样沥青)	$\frac{G^*}{\sin(\delta)}/\text{Pa}$ (RTFOT 老化后沥青)
ESSO90 [#]	64	1 729.0	3 691
	70	900.5	1 915
SK90 [#]	64	2 476.0	4 369
	70	1 098.0	2 131
	76	547.2	
SK70 [#]	64	3 072.0	4 194
	70	1 598.0	2 134
	76	555.1	

表 3 PAV 老化沥青 DSR 试验结果

Tab. 3 DSR results of PAV-asphalt

沥青种类	温度/℃	$G^* \sin(\delta)/\text{kPa}$
ESSO90 [#]	25	2 676
	21	3 545
	19	4 999
	16	6 618
SK90 [#]	25	3 883
	21	4 933
	19	6 146
SK70 [#]	25	2 561
	21	3 224
	19	4 263
	16	5 453

表 4 BBR 试验结果

Tab. 4 BBR results

沥青种类	-6 ℃		-12 ℃		-18 ℃	
	S/MPa	m	S/MPa	m	S/MPa	m
ESSO90 [#]	89.0	0.425	243	0.305	478	0.247
SK90 [#]	71.6	0.406	179	0.313	325	0.274
SK70 [#]	98.6	0.378	244	0.290	403	0.236

注:S 为沥青蠕变劲度;m 为沥青蠕变速率。

由表 2~表 4 可以得出结论:ESSO90[#] 与 SK90[#] 沥青的 PG 分级均为 PG 64-22,SK70[#] 沥青的 PG 分级为 PG 64-16。

针对 PG 分级可以得出结论:沥青的高温性能:SK70[#] > SK90[#] > ESSO90[#]; 沥青的低温性能:SK90[#] > ESSO90[#] > SK70[#]; 沥青的抗疲劳性能:ESSO90[#] > SK70[#] > SK90[#]。

PG 分级与中国的针入度分级对沥青的高低温评价基本一致,标号高的沥青其低温性能比较好,标号低的沥青其高温性能比较好。

(3)不同沥青的组分含量结果见表 5。

表 5 不同沥青的组分含量

Tab. 5 Fraction contents of different asphalts %

沥青种类		沥青质	饱和分	芳香分	胶质
原样 沥青	ESSO90 [#]	8.58	12.86	56.49	22.07
	SK90 [#]	11.87	17.25	44.39	26.49
	SK70 [#]	12.44	16.32	44.62	26.62
RTFOT 老 化后沥青	ESSO90 [#]	9.17	10.87	54.11	25.85
	SK90 [#]	14.12	16.03	40.84	29.01
	SK70 [#]	14.96	13.65	42.67	28.72
PAV 老化 后沥青	ESSO90 [#]	16.18	11.84	43.49	28.49
	SK90 [#]	17.58	16.22	35.35	30.85
	SK70 [#]	17.94	12.85	38.60	30.61

由表 5 可以得出结论:沥青中饱和分+芳香分的含量比沥青质+胶质的含量多,随着沥青老化时间的进行,沥青质、胶质含量基本呈现增加趋势,而饱和分、芳香分含量则呈现减少趋势。这是由于沥

青的老化过程,主要表现为沥青与氧气的氧化反应,从而使饱和分、芳香分这类轻组分转化为沥青质、胶质这类重组分。

3 沥青组分与沥青性能指标的关联分析

沥青性能的差异取决于沥青的化学组成,在进行沥青性能的研究中,期待得到一种沥青组分与性能之间的关联,本文分析几种沥青组分与性能之间的关联程度,以确定影响沥青性能的关键因素。

分别以沥青的针入度、软化点、延度、粘度、PG 分级相关数值作为参考数列,以沥青质、饱和分、芳香分、胶质作为比较数列,应用关联度计算软件,计算四组分对沥青性能的关联系数。

3.1 沥青组分与三大指标间的关联分析

计算关联系数时,选取同一沥青的原样沥青、RTFOT/PAV 老化后沥青的针入度、软化点、延度为参考数列,分别计算老化前后 ESSO90[#]、SK90[#]、SK70[#] 沥青三大指标与沥青四组分的关联系数,计算结果见表 6。

表 6 沥青三大指标与四组分的关联系数

Tab. 6 Correlation coefficients between asphalt three indexes and four fractions

项 目	沥青	沥青质	饱和分	芳香分	胶质
针入度	ESSO90 [#]	0.650	0.768	0.767	0.672
	SK90 [#]	0.601	0.694	0.718	0.639
	SK70 [#]	0.601	0.739	0.699	0.642
软化点	ESSO90 [#]	0.718	0.683	0.688	0.917
	SK90 [#]	0.818	0.653	0.625	0.827
	SK70 [#]	0.809	0.595	0.649	0.814
延度	ESSO90 [#]	0.672	0.784	0.775	0.687
	SK90 [#]	0.654	0.761	0.780	0.695
	SK70 [#]	0.679	0.792	0.812	0.735

由表 6 可以得出如下结论。

(1)对于 ESSO90[#] 沥青、SK70[#] 沥青,饱和分对沥青老化前后针入度变化影响最大,其次是芳香分,胶质次之。对于 SK90[#] 沥青,芳香分对沥青老化前后针入度影响最大,其次是饱和分,胶质次之。

(2)对于 ESSO90[#] 沥青、SK90[#] 沥青、SK70[#] 沥青,胶质对沥青老化前后软化点变化影响最大,沥青质次之,饱和分、芳香分的影响最小。

(3)对于 ESSO90[#] 沥青,饱和分对沥青老化前后延度变化影响最大,其次是芳香分,沥青质的影响最小。对于 SK90[#] 及 SK70[#] 沥青,芳香分对沥青老化前后延度影响最大,其次是饱和分,沥青质的影响最小。

综上所述,饱和分、芳香分对沥青老化前后针入度影响最大,其次是胶质,沥青质的影响最小;胶质对沥青老化前后软化点变化影响最大,沥青质次之,饱和分、芳香分的影响最小;饱和分、芳香分对沥青老化前后延度影响最大,其次是胶质,沥青质影响最小。这表明,胶质、沥青质对沥青高温性能影响较大,饱和分、芳香分对沥青低温性能的影响较大。

其原因是,饱和分是强的增塑剂,在沥青中主要使沥青质-胶质塑化,因此饱和分对沥青针入度及延度的影响较大。胶质、沥青质具有较好的高温性能,因此胶质、沥青质的存在增强了沥青高温性能。

3.2 沥青组分与布氏粘度间的关联分析

计算关联系数时,选取同一沥青的原样沥青、RTFOT/PAV 老化后沥青的粘度作为参考数列,分别计算老化前后 ESSO90[#]、SK90[#]、SK70[#] 沥青粘度与沥青四组分的关联系数,计算结果见表 7。

表 7 沥青粘度与四组分的关联系数

Tab. 7 Correlation coefficients between asphalt viscosities and four fractions

温度/℃	沥青	沥青质	饱和分	芳香分	胶质
120	ESSO90 [#]	0.717	0.625	0.631	0.683
	SK90 [#]	0.766	0.675	0.665	0.720
	SK70 [#]	0.762	0.643	0.667	0.708
135	ESSO90 [#]	0.739	0.646	0.654	0.712
	SK90 [#]	0.745	0.673	0.667	0.71
	SK70 [#]	0.725	0.651	0.667	0.693
150	ESSO90 [#]	0.767	0.639	0.648	0.720
	SK90 [#]	0.745	0.665	0.658	0.705
	SK70 [#]	0.801	0.655	0.684	0.734
165	ESSO90 [#]	0.904	0.647	0.660	0.779
	SK90 [#]	0.781	0.666	0.656	0.721
	SK70 [#]	0.769	0.641	0.666	0.710

由表 7 可以得出如下结论:在 120、135、150、165 ℃时,对于 ESSO90[#] 沥青、SK90[#] 沥青、SK70[#] 沥青,沥青质对沥青老化前后粘度变化影响最大,胶质次之,饱和分、芳香分对粘度影响最小。

其原因是,沥青质是强的增稠剂,它在沥青中的一个重要影响是增强沥青的粘附性,因此如果要制备粘度较高的沥青,应该以沥青质含量较高的沥青为佳。

3.3 沥青组分与 PG 分级相关数值间的关联分析

计算关联系数时,选取同一老化状态下的不同沥青作为参考数列,分别计算不同沥青在原样沥青、RTFOT/PAV 老化后沥青的 DSR、BBR 各项指标与沥青四组分的关联系数,计算结果见下页表 8~

表 10。

表 8 $G^*/\sin(\delta)$ 与四组分的关联系数

Tab. 8 Correlation coefficients between $G^*/\sin(\delta)$ and asphalt four fractions (70 ℃) Pa

组分	沥青质	饱和分	芳香分	胶质
原样沥青	0.784	0.765	0.622	0.809
RTFOT 老化后沥青	0.570	0.687	0.621	0.985

由表 8 可以看出,在 70 ℃时,胶质对不同沥青的抗车辙因子 $G^*/\sin(\delta)$ 影响最大(单位 Pa)。

对于沥青抗疲劳性能,本文比较关心的温度为 $\frac{T_g-T_d}{2}+4$ ℃时的抗疲劳性能,其中 T_g 、 T_d 分别为高温、低温。针对所选沥青,即为 25 ℃。

表 9 PAV 老化沥青 $G^*\sin(\delta)$ 与四组分的关联系数

Tab. 9 Correlation coefficients between $G^*\sin(\delta)$ and four fractions of PAV-asphalt kPa

组分	沥青质	饱和分	芳香分	胶质
25 ℃	0.744	0.756	0.666	0.714

由表 9 可以得出,在 25 ℃时,饱和分对不同沥青的疲劳因子 $G^*\sin(\delta)$ 影响最大(单位 kPa),其次为沥青质,再次为胶质,芳香分的影响最小。

表 10 BBR 测得项目与四组分的关联系数

Tab. 10 Correlation coefficients between BBR results and asphalt four fractions

参数	温度/℃	沥青质	饱和分	芳香分	胶质
S	−6	0.832	0.753	0.844	0.799
	−12	0.742	0.710	0.846	0.766
	−18	0.674	0.640	0.869	0.687
m	−6	0.699	0.616	0.863	0.716
	−12	0.753	0.632	0.726	0.778
	−18	0.787	0.631	0.674	0.802

由表 10 可以得出如下结论:在低温环境下,芳香分对不同沥青蠕变劲度 S 的影响最大,其次为沥青质及胶质,饱和分的影响最小;饱和分对沥青蠕变速率 m 的影响最小。

综上所述,胶质对不同沥青的高温流变性能影响最大,芳香分对不同沥青的低温流变性能影响较大。

4 结 语

(1)利用沥青三大指标与流变学试验的对比分析,发现沥青以三大指标所测得高低温性能与流变学试验测得高低温性能大致一致。

(2)通过对沥青与沥青四组分的灰色关联分析,比较关联系数大小得出:胶质对沥青高温性能的影响最大,芳香分对沥青低温性能影响较大;沥青质对

沥青老化前后粘度变化影响最大,胶质次之,饱和分、芳香分对粘度影响较小。这与通过调和法所测沥青性能与沥青四组分的关联性相吻合,同时说明了利用灰色关联分析方法,可以准确、科学地得出沥青性能与沥青四组分的关联性。

(3)应用中可以通过不同沥青组分的对比,以预测沥青高低温性能。

(4)本文仅对基质沥青进行了研究,并提出了相关的影响大小。但是该结论对改性沥青是否适用,仍需进一步的研究,以得出更符合实际应用的方法。

参考文献:

References:

[1] JTJ 052—2000,公路工程沥青及沥青混合料试验规程[S].
JTJ 052—2000, Testing procedures of highway asphalt and asphalt[S]. (in Chinese)

[2] AASHTO MP1,1995,美国 SHRP 沥青路用性能规范[S].
AASHTO MP1,1995, Specification standard of U S SHRP asphalt road performance [S]. (in Chinese)

[3] Haiping Z, Sir H, Peter V. Caltrans use of scrap tire in asphalt rubber products: a comprehensive review [J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering: English Edition, 2014, 1(1): 39-48.

[4] 陈惠敏. 石油沥青产品手册[M]. 北京:石油工业出版社, 2001.
CHEN Hui-min. Petroleum asphalt products manual [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2001. (in Chinese)

[5] 王永刚, 廖克俭, 闫 锋, 等. 灰色关联分析法在沥青调和中的应用[J]. 辽宁化工, 2003, 32(5): 223-225.
WANG Yong-gang, LIAO Ke-jian, YAN Feng, et al. Application of grey correlation analysis to asphalt blending[J]. Liaoning Chemical Industry, 2003, 32(5): 223-225. (in Chinese)

[6] 蔡 婷. 沥青材料的组分与粘度试验分析[D]. 西安: 长安大学, 2005.
CAI Ting. Analysis of asphalt composition and viscosity test[D]. Xi'an: Chang'an University, 2005. (in Chinese)

[7] 李 波, 韩 森, 徐鸥明, 等. 基于主成分分析法的沥青路面使用性能评价[J]. 长安大学学报: 自然科学版, 2009, 29(3): 15-18.

- LI Bo, HAN Sen, XU Ou-ming, et al. Evaluation of asphalt pavement performance based on principal component analysis[J]. Journal of Chang'an University: Natural Science Edition, 2009, 29(3): 15-18. (in Chinese)
- [8] 刘子兴, 常立峰. 橡胶沥青性能试验及影响因素分析[J]. 筑路机械与施工机械化, 2011, 28(3): 59-62.
- LIU Zi-xing, CHANG Li-feng. Performance experiment and analysis of influential factors for rubber asphalt[J]. Road Machinery & Construction Mechanization, 2011, 28(3): 59-62. (in Chinese)
- [9] 赵永桢. 不同类型改性沥青混合料路用性能对比[J]. 筑路机械与施工机械化, 2012, 29(12): 81-85.
- ZHAO Yong-zhen. Comparison of road performance of different kinds of modified asphalt mixture[J]. Road Machinery & Construction Mechanization, 2012, 29(12): 81-85. (in Chinese)
- [10] 高彦丽, 李其祥, 向东栋, 等. 复合改性沥青组分与性能的灰色关联分析[J]. 湖北大学学报: 自然科学版, 2011, 33(2): 178-181.
- GAO Yan-li, LI Qi-xiang, XIANG Dong-dong, et al. Grey correlation analysis between composition and performance of compound modified bitumen[J]. Journal of Hubei University: Natural Science, 2011, 33(2): 178-181. (in Chinese)
- [11] 高山松. 沥青组成对其粘度影响的灰色关联分析[J]. 石油沥青, 2008, 22(2): 66-68.
- GAO Shan-song. Asphalt composition influencing its viscosity and its grey correlation analysis[J]. Petroleum Asphalt, 2008, 22(2): 66-68. (in Chinese)
- [12] 李立寒. 沥青性能指标之间的关联程度分析[J]. 石油沥青, 2000, 14(3): 6-10.
- LI Li-han. Analysis of relation degree of asphalt performance index[J]. Petroleum Asphalt, 2000, 14(3): 6-10. (in Chinese)
- [13] 邓聚龙. 灰理论基础[M]. 长沙: 华中科技大学出版社, 2002.
- DENG Ju-long. Gray theoretical basis[M]. Changsha: Huazhong University of Science and Technology Press, 2002. (in Chinese)

长安大学“教育部科技查新工作站(G01)”简介

科技查新是为避免科研课题重复立项和客观正确地判别科研成果的新颖性、实用性和可推广性而设立的一项信息服务业务,由具有科技查新资质的查新机构承担完成。

长安大学“教育部科技查新工作站(G01)”,经教育部科技发展中心批准(教技发函[2004]8号)于2004年7月成立,具有在全国范围内开展科技查新工作的专业资质。

本工作站严格按照国家科技部《科技查新规范》开展以下业务工作:

1. 为科研立项、成果鉴定、新产品开发、博士、硕士研究生开题等提供真实可靠的客观依据,保证每个查新项目的新颖性、科学性和可靠性。

2. 开展课题检索、技术咨询和课题跟踪服务,为教师及专业技术人员、本科生和研究生提供原文及题录等,认真准确地为校内外用户提供全面的文献信息线索。

3. 开展文献查收、查引工作,为校内外用户提供论文被国内外著名检索刊物收录情况的报告。

本工作站设在长安大学图书馆。长安大学图书馆具有丰富的文献资源,并且开通了 Dialog 国际联机检索系统,为科技查新工作奠定了良好的资源保障体系。同时,本查新站制定了严格的内部管理规章制度,查新人员在开展查新工作的过程中,能以质量为第一要务,热情认真地为用户服务。

欢迎广大科技工作者、教师、研究生和新老用户前来联系业务,本站将认真热情地提供科技查新与文献信息服务。

联系人:刘壮生 徐芳 程海涛 张永梅

地址:陕西西安南二环路中段 长安大学校本部图书馆(北院)一楼信息部

电话(传真):029-82334377

网址: <http://lib.chd.edu.cn>; E-mail: liuxin@chd.edu.cn

