

橡胶助剂的溶解度参数

李俊山

(青岛化工学院 266042)

孙 军

(荣成橡胶厂 264300)

张大龙

(烟台第二橡胶厂 264000)

摘要 分别用 Fedors, Lawson 和 Hansen 三种方法估算了硫化剂、促进剂和防老剂等近 300 种橡胶助剂的三种溶解度参数, 为橡胶工业提供了三套较为完整的常用橡胶助剂的溶解度参数。列举了用 Hansen 法计算增塑剂 DOP 溶解度参数的实例。

关键词 橡胶助剂, 溶解度参数

橡胶助剂的溶解度参数(δ)是橡胶工业的重要参数之一。它涉及到橡胶配方设计、助剂在共混胶两相中的分布、溶剂的选择和助剂的喷出等许多方面, 是橡胶工业科研、生产中不可缺少的数据。

在橡胶工业常用的 δ 中, 橡胶的 δ 在许多文献中均可查到^[1,2]。橡胶助剂中溶剂和常用增塑剂的 δ 文献中也有刊载^[1-3]。但经常使用的大量助剂的 δ 研究报道甚少。多年来只有 Gardiner^[4]在 1968 年用 Small 法估算了硫黄和促进剂 M, DM 和 TETD 等 6 种促进剂的 δ 。其它有关报道所见无几。因此估算橡胶助剂的 δ 是一项很有意义的工作。

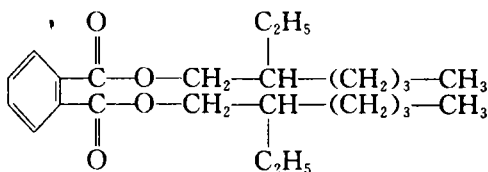
前文^[5]曾详细报道了采用 Fedors, Lawson 和 Hansen 三种方法估算橡胶助剂 δ 的原理与方法, 但没有报道具体橡胶助剂的 δ 。本文借助计算机, 采用上述三种方法估算

了近 300 种橡胶助剂的 δ , 为橡胶工业提供了三套近 300 种橡胶助剂的 δ 。

1 计算方法举例

本文仅介绍采用 Hansen 法计算增塑剂 DOP 的 δ 的方法。

增塑剂 DOP 的分子式如下:



首先将 DOP 分子分割成若干个化学基团, 然后从橡胶助剂的化学基团贡献值表^[6]中查出这些化学基团的 V_i , F_{di} , F_{pi} 和 E_{hi} 值, 进行加和, 最后用 Hansen 公式计算其 δ 。

$$\sum F_{di} = \text{邻亚苯基} + 2(-\text{COO}-) + 10(-\text{CH}_2-) + 4(-\text{CH}_3)$$

order at two degradation stages were obtained with Coats-Redfern method. The relationship between k (reaction rate constant) and T (temperature) was obtained through the calculation of the apparent activation energy and the frequency factor of the blend degraded in different degrees with Doyle method. The oxidation activation energy was calculated with Fuoss Formula.

Keywords TG, NR, BR, thermal dergradation

续表

序号	橡胶助剂	商品名称	$V^{(1)}$	Fedors		Lawson		Hansen			
				$E_{coh}^{(2)}$	$\delta^{(3)}$	$R_{LL}^{(1)}$	$\delta^{(3)}$	$F_d^{(4)}$	$F_p^{(4)}$	$E_{H}^{(1)}$	$\delta^{(3)}$
	丁基过氧基己烷	101	305.6	76260	15.80	82.62	18.51	4860	640000	12000	17.29
15	1,1-二叔丁基过氧基-3,3,5-三甲苯环己烷	231	287.2	79920	16.68	85.24	19.40	4790	640000	12000	18.10
16	过氧化二异丙苯	DCP	246.0	92360	19.38	81.46	20.48	4600	344200	6000	19.49
17	对醌二肟	—	88.2	71870	28.55	38.46	23.19	1590	1778498	50000	33.47
18	对-二苯甲酰苯醌二肟	DBQD	243.4	153570	25.12	97.80	22.61	4810	1784400	24000	22.79
19	四氯代对苯醌	—	107.2	102570	30.93	49.39	23.97	2850	2395800	5600	31.11
20	聚对二亚硝基苯	—	95.0	81500	29.29	35.38	21.38	1750	2477900	14000	27.59
21	三亚乙基四胺	—	144.0	71500	22.28	43.77	19.42	2500	88200	23000	21.57
22	己二胺	—	135.0	54760	20.14	36.60	18.26	2180	0	16800	19.63
23	3,3'-二氯联苯胺	—	153.2	112100	27.05	69.78	23.98	3740	629200	17600	27.16
24	三异丙醇胺	—	166.8	132830	28.22	51.90	19.72	2960	1390000	65000	27.47
25	N,N'-二亚肉桂基-1,6-己二胺	—	330.4	142820	20.79	111.16	20.71	5720	1304200	10000	18.49
26	N,N'-间亚苯基双马来酰亚胺	—	163.6	129140	28.10	68.63	23.00	3650	3663700	18000	27.29
27	4,4'-二硫化双(N-苯基马来酰亚胺)	—	239.0	184940	27.82	109.86	24.21	5800	3675800	18000	26.99
28	苯酚甲醛树脂	2123 [#]	59.5	66680	33.48	31.17	25.26	1620	262100	20000	33.93
29	叔丁基苯酚甲醛树脂	2402 [#]	121.8	82280	25.99	49.84	22.60	2680	262100	20000	25.81
30	叔辛基苯酚甲醛树脂	—	185.7	98110	22.99	68.36	21.55	3720	262100	20000	22.73
31	2,6-二羟甲基-4-氯代苯酚树脂	YDO	64.5	78230	34.83	36.22	26.27	1940	564600	20400	36.83
32	六羟甲基三聚氰胺六甲醚	—	301.3	144720	21.92	103.47	20.91	5260	4800000	48000	22.74
33	2,4-甲苯二异氰酸酯	TDI	136.9	93570	26.14	49.79	21.30	2180	2476300	0	19.64
34	3,3'-二甲基二苯甲烷-4,4'-二异氰酸酯	DMMDI	219.9	135160	24.79	84.16	22.03	4010	2488400	0	19.60
35	尿胶交联剂	LH-420	240.5	190670	28.16	109.47	24.09	5020	3046300	34200	25.11
36	二异丁烯酸乙二醇酯	SR-206	181.2	72540	20.01	50.76	18.70	3100	480200	14000	19.61
37	苯基三乙氧基硅烷促进剂	—	231.6	74330	17.91	61.15	18.22	3800	492100	9000	17.81
38	二甲基二硫代氨基甲酸二甲铵	—	162.7	76864	21.74	55.32	20.64	3010	640000	13400	21.18
39	二乙基二硫代氨基甲酸二乙胺	—	227.1	96624	20.63	73.92	20.28	4090	640000	13400	19.89
40	环己基乙基二硫代氨基甲酸-N-环己基乙基胺	774	318.9	135684	20.63	106.71	20.65	5950	640000	13400	19.91
41	二丁基二硫代氨基甲酸锌	BZ	348.7	183528	22.94	135.15	22.27	7020	1280000	10000	21.08
42	二戊基二硫代氨基甲酸锌	—	431.1	203288	22.18	153.75	21.84	8100	1280000	10000	20.40
43	二甲基二硫代氨基甲酸锌	PZ	155.5	124248	28.27	79.36	25.42	3780	1280000	10000	26.61
44	二乙基二硫代氨基甲酸锌	ZDC	219.9	144008	25.59	97.96	23.81	4860	1280000	10000	23.67
45	甲基苯基二硫代氨基甲酸锌	—	231.3	178708	27.80	121.59	25.91	5800	1304200	10000	26.39
46	乙基苯基二硫代氨基甲酸锌	PX	263.5	188588	26.75	130.89	25.20	6340	1304200	10000	25.21
47	二乙基二硫代氨基甲酸镉	CED	223.9	147318	26.65	97.96	23.59	4860	1280000	10000	23.27
48	二甲基二硫代氨基甲酸铅	LMD	155.5	126928	28.57	79.36	25.42	3780	1280000	10000	26.61

续表

序号	橡胶助剂	商品名称	V ⁽¹⁾	Fedors		Lawson		Hansen			
				$E_{coh}^{(2)}$	$\delta^{(3)}$	$R_{LL}^{(1)}$	$\delta^{(3)}$	$F_d^{(4)}$	$F_p^{(4)}$	$E_h^{(1)}$	$\delta^{(3)}$
49	二乙基二硫代氨基甲酸铅	—	219.9	146688	25.83	97.96	23.81	4860	1280000	10000	23.67
50	二甲基二硫代氨基甲酸铋	—	239.0	186002	27.90	119.04	25.22	5670	1920000	15000	25.67
51	二甲基二硫代氨基甲酸硒	—	332.0	236696	27.11	168.72	25.93	7560	2560000	20000	25.26
52	二乙基二硫代氨基甲酸碲	—	452.2	279146	24.85	205.92	24.20	9720	2560000	20000	22.78
53	乙基黄原酸锌	ZEX	146.3	123028	29.00	75.05	25.47	3640	320000	6000	25.98
54	正丁基黄原酸锌	ZBX	210.7	142788	26.03	93.64	23.77	4720	320000	6000	23.18
55	二硫化二丁基黄原酸	CPB	207.2	123868	24.45	93.97	24.01	4720	320000	6000	23.57
56	一硫化四甲基秋兰姆	TMTM	141.0	95618	26.04	71.44	25.30	3340	1280000	10000	26.39
57	一硫化四丁基秋兰姆	TBTS	334.2	154898	21.53	127.23	22.06	6580	1280000	10000	20.71
58	二硫化四甲基秋兰姆	TMTD	152.0	105328	26.32	79.69	25.77	3780	128000	10000	27.20
59	二硫化四乙基秋兰姆	TETD	216.4	125088	24.04	98.29	24.04	4860	1280000	10000	24.04
60	二硫化二甲基二苯基秋兰姆	—	227.8	159788	26.48	121.92	26.15	5800	1304200	10000	26.78
61	二硫化二乙基二苯基秋兰姆	TE	260.0	169668	25.55	131.22	25.40	6340	1304200	10000	25.54
62	四硫化四甲基秋兰姆	TMTT	175.0	129188	27.17	95.86	26.39	4660	1280000	10000	28.43
63	2-硫醇基苯并噻唑	M	107.9	77610	26.82	48.76	23.74	2580	652100	5000	25.96
64	二硫化二苯并噻唑	DM	182.8	150200	28.66	96.01	25.85	4860	1304200	10000	28.29
65	2-硫醇基苯并噻唑环己胺盐	MH	206.6	119060	24.01	78.93	21.99	4330	652100	13400	22.79
66	2-硫醇基苯并噻唑锌盐	MZ	186.3	169120	30.13	95.68	25.56	4860	1304200	10000	27.78
67	N-叔丁基-2-苯并噻唑基次磺酰胺	NS	177.7	101290	23.87	70.94	22.45	3780	696200	8100	22.81
68	N,N-二甲基-2-苯并噻唑基次磺酰胺	—	149.9	90930	24.63	61.93	22.79	3290	1292100	10000	24.62
69	N,N-二乙基-2-苯并噻唑基次磺酰胺	AZ	182.1	100810	23.53	71.23	22.23	3830	1292100	10000	23.16
70	N,N-二异丙基-2-苯并噻唑基次磺酰胺	BIBS	214.9	107210	22.34	80.45	21.78	4290	1292100	10000	21.75
71	N-环己基-2-苯并噻唑基次磺酰胺	CZ	191.9	114870	24.47	78.11	22.70	4210	696200	8100	23.29
72	N,N-二环己基-2-苯并噻唑基次磺酰胺	DZ	273.9	139870	22.60	104.01	21.99	5690	1292100	10000	22.03
73	N-氧联二亚乙基-2-苯并噻唑基次磺酰胺	NOBS	167.1	105670	25.15	70.70	23.11	3820	1452100	13000	25.54
74	N-氧联二亚乙基硫代氨基甲酸-N'-氧联二亚乙基次磺酰胺	OTOS	168.9	97974	24.08	71.41	23.11	3810	1600000	16000	25.68
75	六亚甲基四胺	H	108.6	49550	21.36	38.72	20.97	2270	2560000	20000	28.95
76	乙醛氨缩合物	AA	61.7	50500	28.61	16.17	17.31	990	250000	28400	27.99
77	丁醛丁胺缩合物	833	133.8	40270	17.35	32.48	17.22	1870	640000	5000	16.38
78	多亚乙基多胺	—	36.7	18250	22.30	12.88	19.70	700	44100	3100	21.93
79	二苯胍	D	168.7	96650	23.94	67.29	22.43	3420	752400	11200	22.45
80	三苯胍	TPG	222.7	128590	24.03	93.05	23.04	4700	764500	11200	22.61
81	二邻甲苯胍	DOTG	197.7	106070	23.16	76.65	22.15	3940	752400	11200	21.75
82	苯基邻甲苯胍	POTG	149.7	96650	25.41	66.50	23.66	3260	752400	11200	24.14
83	1,2-亚乙基硫脲	NA-22	63.7	54794	29.33	34.01	25.57	1640	88200	6200	27.96

序号	橡胶助剂	商品名称	V ⁽¹⁾	Fedors		Lawson		Hansen			
				E _{cph} ⁽²⁾	δ ⁽³⁾	R _{HL} ⁽¹⁾	δ ⁽³⁾	F _{dL} ⁽⁴⁾	F _{pl} ⁽⁴⁾	E _{hL} ⁽¹⁾	δ ⁽³⁾
84	N,N'-二乙基硫脲	DETU	114.7	63164	23.47	45.43	22.19	2290	88200	6200	21.43
85	N,N'-二正丁基硫脲	DBTU	179.1	82924	21.52	64.02	21.21	3370	88200	6200	19.78
86	四甲基硫脲	—	122.5	54344	21.06	45.85	21.57	2310	1280000	10000	22.86
87	对,对'-二氨基二苯 甲烷	NA-11	159.3	93940	24.28	64.34	22.55	3370	24200	16800	23.54
88	糠胺	—	85.7	42480	22.26	30.44	20.78	1510	160000	11400	21.57
89	亚甲基二苯二甲 活性剂	—	167.9	85560	22.57	64.73	22.03	3450	112400	6200	21.52
90	氢氧化四乙胺	—	199.4	72590	19.08	46.53	17.04	2990	890000	25000	19.30
91	油酸二丁铵	—	543.4	176080	18.00	141.62	18.27	8680	480200	22400	17.26
92	乙醇胺	—	61.4	52240	29.17	16.20	17.38	1030	250000	28400	28.47
93	二乙醇胺	—	88.9	87730	31.41	27.28	19.24	1660	544100	43100	30.04
94	三乙醇胺	—	117.6	123230	32.37	38.35	20.05	2270	1390000	65000	32.03
95	二甘醇	—	88.2	82710	30.62	25.29	18.54	1600	660000	43000	30.02
96	三甘醇	—	124.2	95940	27.79	36.17	18.92	2240	820000	46000	27.36
97	辛酸	—	158.6	61980	19.77	40.75	17.83	2570	176400	10000	18.24
98	月桂酸	—	223.0	81740	19.15	59.35	18.28	3650	176400	10000	17.78
99	蓖麻酸	—	307.3	138410	21.22	88.25	19.09	5150	426400	30000	19.57
100	硬脂酸	—	319.6	111380	18.67	87.24	18.61	5270	176400	10000	17.46
101	油酸	—	314.4	110120	18.72	86.82	18.72	5130	176400	10000	17.32
102	亚油酸	—	309.2	108860	18.76	86.40	18.83	4990	176400	10000	17.16
103	月桂酸锌	—	427.5	158700	19.27	116.68	18.66	7020	480200	14000	17.47
104	硬脂酸铅	—	620.7	220660	18.85	172.47	18.88	10260	480200	14000	17.23
105	尿素	—	49.2	42490	29.39	13.50	17.48	850	592900	18800	30.42
106	三烯丙基氧脲酸酯	TAC	193.6	104880	23.28	71.90	21.66	3370	2400000	24000	22.16
107	三烯丙基异氧脲酸酯	TAIC	195.7	106410	23.32	66.32	20.67	3730	3698700	21000	23.82
108	苯偏三酸三烯丙酯	TATM	240.1	124730	22.79	82.44	20.86	4620	1790800	6000	20.65
109	三甲基丙烯酸三羟甲 基丙烷酯	SR-350	302.2	119930	19.92	89.01	19.34	5270	720300	21000	19.53
110	二甲基丙烯酸 1,3- 亚丁基二醇酯	SR-297	213.7	80680	19.43	60.02	18.78	3600	480200	14000	18.97
111	防焦剂										
111	N-亚硝基二苯胺	NA	155.1	92850	24.47	59.25	21.90	3120	1897100	12000	23.68
112	N-亚硝基-N-苯基 -β-萘胺	—	182.7	114480	25.03	78.36	23.30	3820	1897100	12000	23.66
113	水杨酸	—	90.9	89370	31.36	26.99	18.92	2010	438500	30000	29.53
114	邻苯二甲酸	—	109.4	87200	28.23	24.72	16.45	2330	364900	20000	25.82
115	马来酸酐	—	66.2	49430	27.33	21					

续表

[illegible]

续表

序号	橡胶助剂	商品名称	$V^{(1)}$	Fedors		Lawson		Hansen			
				$E_{coh}^{(2)}$	$\delta^{(3)}$	$R_{HL}^{(1)}$	$\delta^{(3)}$	$F_{di}^{(4)}$	$F_{pi}^{(4)}$	$E_{hi}^{(1)}$	$\delta^{(3)}$
	-6-叔丁基苯酚)	2246-S	290.4	178250	24.78	109.54	21.93	6100	524200	40000	24.19
151	二羟苯基丙烷	双酚 A	172.6	134370	27.90	68.18	22.32	3730	524200	40000	26.77
152	2,2'-双(3-甲基-4-羟基苯基)丙烷	双酚 C	201.6	143790	26.71	77.86	22.11	4310	524200	40000	25.85
153	2-巯基苯并咪唑	MB	98.2	73500	27.36	47.02	24.42	2300	696200	8100	26.52
154	2-巯醇基苯并咪唑锌盐	MBZ	166.9	160900	31.05	92.50	26.54	4300	1392400	16200	28.48
155	二乙基二硫代氨基甲酸镍	—	219.9	144008	25.59	97.96	23.81	4860	1280000	10000	23.67
156	二丁基二硫代氨基甲酸镍	NBC	348.7	183528	22.94	135.15	22.27	7020	1280000	10000	21.08
157	亚磷酸三苯酯	TPP	224.6	115290	22.66	81.84	21.49	4590	516300	9000	21.63
158	三(壬基苯基)亚磷酸酯	TNP	654.5	247980	19.46	208.37	20.23	11850	516300	9000	18.51
159	硫二丙酸二(十八酯)	DSTP	726.8	247290	18.45	208.28	19.20	12320	480200	14000	17.54
160	三丁基硫脲	—	247.4	98274	19.93	82.83	20.60	4460	684100	8100	19.21
161	4,4'-双(2-甲基苯基)-二苯胺	DFC-34	317.1	152410	21.92	123.94	22.35	6560	92500	3100	20.94
162	N,N,N',N'-四苯基二胺基烷 光稳定剂	350	283.7	141080	22.30	114.70	22.72	6030	1328400	10000	22.44
163	水杨酸苯酯	—	151.8	111680	27.12	59.21	22.31	3400	514200	27000	26.49
164	对,对'-亚异丙基双酚双水杨酸酯	BAD	313.4	234250	27.34	131.04	23.12	7050	1028600	54000	26.25
165	2-羟基-4-甲氧基二苯甲酮	UV-9	162.9	119110	27.04	64.68	22.36	3590	1027100	25000	26.04
166	2-羟基-4-正辛氧基二苯甲酮	UV-531	275.6	153690	23.61	97.23	21.18	5480	1027100	25000	22.35
167	2,2'-二羟基-4-甲氧基二苯甲酮	UV-24	153.9	148910	31.11	66.16	23.28	3640	1277100	45000	30.10
168	2,2'-二羟基-4,4'-二甲氧基二苯甲酮	UV-12	172.2	156970	30.19	73.26	23.19	4030	1437100	48000	29.58
169	2-氰基-3,3'-二苯基丙烯酸乙酯	N-35	210.9	118940	23.75	80.04	21.92	4950	904300	12000	25.06
170	2-(2-羟基-5-甲基苯基)苯并三唑	UV-P	138.3	117240	29.12	69.01	25.09	3480	2194200	35000	31.64
171	双(N,N-二正丁基二硫代氨基甲酸)镍 阻燃剂	NBC	348.7	183528	22.94	135.15	22.27	7020	1280000	10000	21.08
172	磷酸三甲苯酯	—	284.4	142480	22.38	98.10	20.95	5590	1109200	11000	20.95
173	磷酸三苯酯	—	240.9	128350	23.08	83.22	20.93	4810	1109200	11000	21.53
174	4,4'-亚异丙基双(2,6-二溴苯酚)	—	216.6	196330	30.11	101.41	24.41	5410	524200	40000	28.63
175	四氯代邻苯二甲酸酐	—	97.8	116230	34.47	56.84	27.00	3230	2567900	8600	38.04
176	四溴代邻苯二甲酸酐	—	121.8	131990	32.92	70.03	26.94	3630	1357900	7000	32.21
177	双(2,3-二溴丙基)反丁烯二酸酯	FR-2	245.4	133200	23.30	82.71	20.67	4620	480200	14000	20.48
178	六溴联苯	—	208.8	156820	27.41	101.08	24.83	5320	24200	0	25.49
179	十溴二苯醚	—	256.6	222130	29.42	136.08	26.05	7100	184200	3000	27.93

续表

序号	橡胶助剂	商品名称	V ¹⁾	Fedors		Lawson		Hansen			
				E _{coh} ²⁾	δ ³⁾	R _{LL} ¹⁾	δ ³⁾	F _{di} ⁴⁾	F _{pi} ⁴⁾	E _{hi} ¹⁾	δ ³⁾
抗静电剂											
180	十八烷酰胺乙基·二 甲基·β-羟乙基 铵的硝酸盐	SN	470.3	195480	20.39	131.63	18.92	7940	2831704	34600	19.27
181	十八烷基三甲基铵三 氯化物	—	422.7	118560	16.75	110.46	18.25	6740	942500	5400	16.50
182	硬脂酸聚氧化乙烯酯 防霉剂	PES	639.3	247270	19.67	185.59	19.31	11000	1770100	51000	19.50
183	邻苯基苯酚	—	133.8	93680	24.46	52.50	22.15	2910	274200	20000	25.25
184	N-水杨酰苯胺	—	143.3	127170	29.79	60.62	23.06	3360	911004	25100	27.74
185	2,2'-二羟基-5,5'- 二氯二苯甲烷 合成增塑剂	—	150.9	151520	31.69	69.04	24.03	3870	1129200	40800	31.27
186	邻苯二甲酸二甲酯	DMP	155.4	77360	22.31	49.43	19.92	2890	492300	14000	21.36
187	邻苯二甲酸二乙酯	DEP	187.6	87240	21.56	58.73	19.82	3430	492300	14000	20.56
188	邻苯二甲酸二丁酯	DBP	252.0	107000	20.61	77.32	19.71	4510	492300	14000	19.59
189	邻苯二甲酸二异丁酯	DIBP	252.6	103520	20.24	77.25	19.67	4430	492300	14000	19.25
190	邻苯二甲酸二庚酯	DHP	387.2	162300	20.47	110.38	19.07	6670	972500	28000	19.38
191	邻苯二甲酸二辛酯	DOP	381.4	143040	19.37	114.44	19.57	6590	492300	14000	18.40
192	邻苯二甲酸二异辛酯	DIOP	381.4	143040	19.37	114.44	19.57	6590	492300	14000	18.40
193	邻苯二甲酸二壬酯	DNP	413.6	152920	19.23	123.74	19.55	7130	492300	14000	18.27
194	邻苯二甲酸二异癸酯	DIDP	445.8	162800	19.11	133.03	19.54	7670	492300	14000	18.16
195	邻苯二甲酸二(十三)酯	DTDP	542.4	192440	18.84	160.93	19.50	9290	492300	14000	17.91
196	己二酸二异丁酯	DIBA	264.6	91340	18.58	70.11	18.29	4240	480200	14000	17.79
197	己二酸二(2-己基己)酯	DOA	393.4	130860	18.24	107.31	18.65	6400	480200	14000	17.42
198	己二酸二异辛酯	DIOA	393.4	130860	18.24	107.31	18.65	6400	480200	14000	17.42
199	壬二酸二辛酯	DOZ	441.7	145680	18.16	121.25	18.72	7210	480200	14000	17.34
200	癸二酸二正丁酯	DBS	328.4	114580	18.68	88.79	18.53	5400	480200	14000	17.82
201	癸二酸二辛酯	DOS	457.8	150620	18.14	125.90	18.75	7480	480200	14000	17.32
202	癸二酸二异辛酯	DIOS	457.8	150620	18.14	125.90	18.75	7480	480200	14000	17.32
203	单月桂酸乙二醇酯	—	290.7	125020	20.74	81.30	18.82	4900	650100	30000	19.87
204	月桂酸丁氧乙酯	—	330.3	104870	17.82	89.04	18.50	5380	400100	10000	17.30
205	油酸甲酯	—	337.4	105200	17.66	91.49	18.56	5410	240100	7000	16.73
206	油酸正丁酯	—	385.7	120020	17.64	105.41	18.66	6220	240100	7000	16.73
207	乙酰蓖麻醇酸甲酯	MAR	371.8	126400	18.44	102.34	18.72	6030	480200	14000	17.44
208	硬脂酸正丁酯	BS	390.9	121280	17.61	105.99	18.59	6360	240100	7000	16.86
209	磷酸三丁酯	TBP	272.1	91120	18.30	65.07	17.36	4210	1072900	11000	17.16
210	磷酸三辛酯	TOP	466.2	145180	17.65	120.75	18.19	7330	1072900	11000	16.61
211	磷酸三苯酯	TPP	240.9	128350	23.08	83.22	20.93	4810	1109200	11000	21.53
212	磷酸二苯·辛酯	DPO	315.7	135700	20.73	95.77	19.64	5690	1097100	11000	19.25
213	磷酸三甲苯酯	TCP	284.4	142480	22.38	98.10	20.95	5590	1109200	11000	20.95
214	环氧硬脂酸丁酯	—	396.5	142750	18.97	111.64	18.95	6660	640200	17000	18.14
化学增塑剂											
215	2-萘硫酚	—	127.0	68010	23.14	53.46	22.95	2720	12100	0	21.43
216	二甲苯基硫酚	—	128.4	55800	20.85	44.18	20.67	2570	12100	0	20.03
217	五氯硫酚	—	124.4	104130	28.93	59.52	24.51	3590	1524600	2000	30.78
218	五氯硫酚锌盐	—	219.3	222160	31.83	117.18	26.12	6880	3049200	4000	32.65

续表

序号	橡胶助剂	商品名称	$V^{(1)}$	Fedors		Lawson		Hansen			
				$E_{coh}^{(2)}$	$\delta^{(3)}$	$R_{LL}^{(1)}$	$\delta^{(3)}$	$F_d^{(4)}$	$F_h^{(4)}$	$E_h^{(1)}$	$\delta^{(3)}$
219	4-叔丁基邻甲苯硫酚	—	201.9	72290	18.92	57.13	18.84	4260	12100	0	21.11
220	2,2'-二苯甲酰氨基二苯基二硫化物	PT-22	289.6	218600	27.47	135.87	24.50	7180	1322008	10200	25.80
221	2,4-二亚硝基间苯二酚	—	64.6	88200	36.95	38.57	27.14	1690	2797900	20000	40.80
有机着色剂											
222	1125 耐晒黄 G	1125	238.9	158640	25.77	92.26	22.15	4770	3679000	18600	23.26
223	联苯胺黄	—	383.2	315740	28.70	170.95	23.93	8600	5672808	35000	25.17
224	2166 永固橙 RN	2166	197.4	169470	29.30	91.68	24.29	4390	3844000	33000	27.58
225	808 大红粉	808	233.3	204180	29.58	113.57	24.92	5430	2203104	35100	27.07
226	1207 甲苯胺红	1207	198.9	158820	28.26	90.49	24.04	4310	2699100	31500	26.38
227	靛蓝	—	156.4	126080	28.39	75.14	24.65	3960	1298200	10200	27.56
228	油溶黑	—	194.0	91800	21.75	62.57	20.14	3640	1169100	9900	20.84
橡胶溶剂											
229	环己烷	—	112.6	30690	16.51	27.76	17.26	1810	0	0	16.07
230	环戊烷	—	96.5	25750	16.34	23.07	16.87	1540	0	0	15.96
231	正庚烷	—	147.5	34120	15.21	34.53	16.94	2190	0	0	14.85
232	正辛烷	—	163.6	39060	15.45	39.18	17.19	2460	0	0	15.04
233	苯	—	90.4	31920	18.79	31.46	20.60	1390	0	0	15.38
234	甲苯	—	104.9	36650	18.69	30.98	18.96	1850	12100	0	17.67
235	二甲苯	—	119.4	41360	18.61	35.94	19.23	2110	12100	0	17.70
236	三氯甲烷(氯仿)	—	80.9	26020	17.93	21.40	17.68	1430	907500	1200	21.59
237	四氯化碳	—	90.0	31590	18.73	26.30	18.75	1730	1210000	1600	23.17
238	二氯乙烷	—	84.2	29140	18.60	21.34	17.31	1440	605000	800	19.68
239	氯苯	—	95.4	43490	21.35	31.11	19.93	1880	314600	400	20.67
240	甲醇	—	43.5	34510	28.17	8.20	13.69	630	250000	20000	28.31
241	乙醇	—	59.6	39450	25.73	12.84	15.43	900	250000	20000	25.18
242	正丁醇	—	91.8	49330	23.18	22.14	16.91	1440	250000	20000	22.22
243	异丁醇	—	92.1	47590	22.73	22.10	16.87	1400	250000	20000	21.86
244	丙酮	—	77.8	26790	18.56	15.82	15.23	1130	592900	2000	18.29
245	环己酮	—	107.3	43120	20.05	27.65	17.64	1830	592900	2000	19.00
246	丁酮	—	93.9	31730	18.38	20.47	16.01	1400	592900	2000	17.63
247	乙醚	—	103.0	22650	14.83	22.23	16.00	1480	160000	3000	15.83
248	四氢呋喃	—	84.2	24160	16.94	20.06	16.72	1370	160000	3000	17.97
249	乙酸甲酯	—	85.0	27420	17.96	17.52	15.44	1230	240100	7000	18.03
250	乙酸乙酯	—	101.1	32360	17.89	22.31	16.18	1500	240100	7000	17.69
251	乙酸戊酯	—	149.4	47180	17.77	36.09	17.23	2310	240100	7000	17.22
252	二硫化碳	—	30.5	52698	41.57	31.25	35.33	1890	0	0	61.97
253	四氯化萘	—	132.8	52750	19.93	42.89	20.01	2540	12100	0	19.14
254	十氯化萘	—	158.8	48480	17.47	44.16	18.58	2700	0	0	17.00
有机发泡剂											
255	偶氮二甲酰胺	AC	45.0	107160	48.80	23.38	24.88	1180	2465800	30800	50.89
256	偶氮二异丁腈	—	153.6	96280	25.04	44.40	18.95	2440	3700000	15000	22.51
257	苯磺酰肼	—	114.6	78390	26.15	45.06	22.10	2510	376556	17500	25.71
258	二亚硝基五亚甲基四胺	H	82.5	87500	32.57	42.31	25.21	1910	5022848	34000	41.06
259	N,N'-二甲基-N,N'-二亚硝基对苯二甲酰胺	BL-353	161.0	130520	28.47	59.96	21.63	3210	4940748	28000	27.61

续表

序号	橡胶助剂	商品名称	V ¹⁾	Fedors		Lawson		Hansen			
				$E_{\text{coh}}^{2)}$	$\delta^{3)}$	$R_{\text{LL}}^{1)}$	$\delta^{3)}$	$F_{\text{d}}^{4)}$	$F_{\text{p}}^{4)}$	$E_{\text{H}}^{1)}$	$\delta^{3)}$
260	缩二脲	—	39.5	92090	48.28	21.36	25.28	1300	1229900	23900	49.76
	胶粘剂										
261	20%三苯基甲烷三异氰酸酯的二氯甲烷溶液	JQ-1	261.2	184630	26.59	108.49	23.01	4820	3732600	0	19.88
262	2,4-甲苯二异氰酸酯	TDI	136.9	93570	26.14	49.79	21.30	2180	2476300	0	19.64
263	4,4'-二苯基二异氰酸酯	MDI	190.9	125740	25.66	74.48	22.21	3430	2488400	0	19.78
264	六亚甲基二异氰酸酯	HDI	166.6	86560	22.79	44.21	18.15	2240	2464200	0	16.42
	偶联剂										
265	苯胺甲基三甲氧基硅烷	ND-43	203.9	72820	18.90	56.38	18.62	3420	536200	12100	18.80
266	苯胺甲基三乙氧基硅烷	ND-42	252.2	87640	18.64	70.33	18.76	4230	536200	12100	18.38
267	γ -缩水甘油基丙基三甲氧基硅烷	KH-560	217.0	65540	17.38	51.84	17.28	3380	800000	15000	18.13
268	乙烯基三乙氧基硅烷	A-151	174.9	78250	21.15	41.20	17.07	2730	1778700	6000	18.33
269	乙烯基三甲氧基硅烷	A-171	153.9	36190	15.33	31.60	15.82	2160	480000	9000	16.61
270	N- β -(氨基乙基)- γ -氨基丙基三甲氧基硅烷	A-1120	216.1	73200	18.40	52.88	17.49	3350	524100	20500	18.61
271	乙烷三-(2-甲氧基乙氧基)硅烷	A-172	261.9	75880	17.02	64.42	17.60	4080	960000	18000	18.04
272	γ -氨基丙基三乙氧基硅烷	KH-550	227.7	69770	17.50	54.10	17.25	3460	480000	17400	17.79
273	乙烯基三叔丁基过氧硅烷	KH-590	308.7	78910	15.99	77.97	17.88	4770	960000	18000	17.53
274	γ -(甲基丙烯酰氧基)丙基三甲氧基硅烷	KH-570	227.5	73090	17.92	55.25	17.44	3550	1072900	11000	17.68
275	β -(3,4-环氧基环己基)乙基三甲氧基硅烷	A-186	227.2	70100	17.57	57.30	17.79	3630	610000	12000	17.90
276	γ -巯基丙基三甲氧基硅烷	KH-580	188.2	56830	17.38	44.48	17.13	2960	480000	9000	17.57
277	甲基三甲氧基硅烷	A-163	145.4	32280	14.90	27.34	15.06	1980	480000	9000	16.43
278	乙烯基三乙氧基硅烷	A-151	202.2	41010	15.88	45.71	16.77	2970	480000	9000	16.49
	增粘剂										
279	α -蒽烯树脂	—	116.3	47770	20.27	43.08	21.43	2310	12100	0	19.88
280	烷基酚硫化物	—	250.9	165980	25.72	91.78	21.56	5080	524200	40000	24.04
281	二甲苯二硫化物混合物	6810	261.8	106580	20.18	88.05	20.66	5100	24200	0	19.49
282	N,N'-二苯基二苯胺二硫化物	SS	301.2	203100	25.97	125.69	23.09	7180	1322400	10200	24.83
283	2,2'-二硫代双(4,4'-二叔丁基-3-甲基苯酚)	463	426.0	219160	22.68	155.06	21.60	8660	524200	40000	22.58
284	2,2'-二硫代双(6-叔丁基对甲酚)香料	420	301.4	187960	24.97	117.79	22.34	6540	524200	40000	24.68
285	α -甲基紫罗兰酮	—	221.7	75890	18.50	65.50	19.29	3650	592900	2000	17.09
286	二甲苯麝香	—	220.7	103040	21.61	72.82	20.42	4280	3446800	4500	21.62
287	酮麝香	—	233.0	109760	21.70	76.89	20.43	4490	2894800	5000	21.12
	结构控制剂										
288	二苯基硅二醇	—	152.8	97070	25.20	53.57	20.95	3070	274200	20000	23.37

续表

序号	橡胶助剂	商品名称	V ¹⁾	Fedors		Lawson		Hansen			
				E _{coh} ²⁾	δ ³⁾	R _{HL} ¹⁾	δ ³⁾	F _d ⁴⁾	F _H ⁴⁾	E _H ¹⁾	δ ³⁾
289	四甲基乙二醇二甲 基硅醚	2 [#]	186.2	42340	15.08	42.13	16.74	2770	320000	6000	16.21
290	N,4-亚硝基-N-甲 基苯胺	—	100.9	75580	27.37	42.70	22.90	1970	2523524	17000	28.24

注:1)cm³·mol⁻¹; 2)J·mol⁻¹; 3)J^{1/2}·cm^{-3/2}; 4)J^{1/2}·cm^{3/2}·mol⁻¹。

2 结论

本文以正庚烷和环己烷等 16 种有机溶剂 δ 的实测值为对照标准,用 t 检验法检验了估算值与实测值差异的显著性。其结果为^[5],Fedors 法和 Lawson 法的准确度较高,Hansen 法稍差。由于 Hansen 法估算的 δ 可以同时给出三维 δ 数据,用它评价橡胶助剂在橡胶中的溶解行为要比其它方法的准确度高些^[8]。所以在目前尚无提高其准确度的有效方法之前,Hansen 法估算的橡胶助剂的 δ 仍不失为一套宝贵的数据。因此本文用三种方法估算的常用橡胶助剂的 δ 都具有重要意义,均可以使用。

参考文献

1 Brandrub J *et al.* Polymer Handbook. 2nd ed. New York:1975:186
2 橡胶工业手册编写小组. 橡胶工业手册第三分册. 修订版,北京:化学工业出版社,1992:54
3 山西化工研究所. 塑料橡胶加工助剂. 北京:化学工业出版社,1983:15
4 Gardiner J B. Curative diffusion between dissimilar elastomers and its influence of adhesion. Rubb. Chem. Technol.,1968;41(5):1312
5 李俊山,孙 军等. 橡胶助剂溶解度参数的理论估算. 橡胶工业,1992;39(11):685
6 李俊山,孙 军等. 估算橡胶助剂溶解度参数用基团贡献值的研究. 橡胶工业,1995;42(7):393—395
7 孙载坚. 塑料增韧. 北京:化学工业出版社,1982:18
8 吴培熙等. 聚合物共混改性原理及工艺. 北京:轻工业出版社,1984:31

收稿日期 1995-02-25

河北省科学院激光研究所

塑料螺旋管的最新设备和技术

塑料螺旋管是橡胶抽吸管的替代产品,造价低、寿命长、用途广,受到橡胶塑料生产厂家的青睐

我研究所参考国外设备,研制成功 WSL-C 型无带塑料螺旋管生产线。可生产 Φ51mm(2 英寸)以上各口径塑料螺旋管,质量达到国外同类产品的要求。每班产 Φ76mm(3 英寸)管 450m 以上,造价仅为进口设备的 1/10。我研究所提供设备、配方、技术秘诀、人员培训、试车等全面服务,有可行性报告备索参考。

另外,我所有 SJ-90 八成新挤出机两台、高速搅拌机一台出售。

地 址 石家庄友谊南大街 22 号 邮 编 050081
联系人 刘风景 电 话 0311-3026249