

中华人民共和国国家标准

8991-2091 TMD

GB/T 1995—1998

石油产品粘度指数计算法

(2004年确认)

代替 GB/T 1995—88

Petroleum products—Calculation of viscosity index

1 范围

- 1.1 本标准规定了由 40℃ 和 100℃ 运动粘度计算润滑油及有关物质粘度指数的方法。
- 1.1.1 方法 A——适用于粘度指数小于 100 和等于 100 的石油产品。
- 1.1.2 方法 B——适用于粘度指数大于 100 和等于 100 的石油产品。
- 1.2 本标准的表 1 适用于 100℃ 运动粘度在 2~70 mm²/s 的石油产品。对于 100℃ 运动粘度大于 70 mm²/s 的石油产品可按公式计算粘度指数。
- 1.3 以 20℃ 蒸馏水的运动粘度为 1.003 8 mm²/s 作为测定运动粘度的基准值。石油产品运动粘度的测定应按 GB/T 265 进行。

2 引用标准

下列标准包括的条文,通过引用而构成本标准的一部分。除非在标准中另有明确规定,下述引用标准都应是现行有效标准。

GB/T 265 石油产品运动粘度测定法和动力粘度计算法

GB/T 8023 液体石油产品粘度温度计算图

3 定义

本标准采用下列定义。

3.1 粘度指数 viscosity index

表示石油产品的运动粘度随温度变化这个特征的一个约定值。

注:对于运动粘度相近的油品,粘度指数越高,温度对运动粘度影响越小。

4 意义和用途

- 4.1 粘度指数是广泛采用并普遍接受的对石油产品运动粘度变化的量度,这种变化是由于油品在 40℃ 和 100℃ 之间温度改变所造成的。
- 4.2 润滑油的粘度指数较高,表明随温度升高油品运动粘度降低较小。
- 4.3 在实践中,粘度指数是表明运动粘度与温度关系的一个数值。

5 方法 A——适用于粘度指数小于 100 和等于 100 的石油产品

5.1 计算

- 5.1.1 如果试样在 100℃ 时运动粘度小于或等于 70 mm²/s,则根据表 1 选取合适的 *L* 和 *H* 值。如果测定值没列出,且在表 1 的范围内,则可以从表 1 通过线性内插法得到。如果试样在 100℃ 时运动粘度小于 2 mm²/s,则其粘度指数可以不说明或不报告。

国家质量技术监督局 1998-08-20 批准

1999-01-01 实施

5.1.2 如果试样 100℃时运动粘度大于 70 mm²/s,则 L 和 H 值可以根据式(1)和式(2)计算得到:

$$L = 0.8353Y^2 + 14.67Y - 216 \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$H = 0.1684Y^2 + 11.85Y - 97 \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:L——与试样 100℃运动粘度相同,粘度指数为 0 的油品在 40℃时的运动粘度,mm²/s;

Y——试样 100℃时的运动粘度,mm²/s;

H——与试样 100℃运动粘度相同,粘度指数为 100 的油品在 40℃的运动粘度,mm²/s。

表 1 运动粘度按 40℃、100℃分级的 L 和 H 的基准值

100℃运 动粘度 mm ² /s	L	H	100℃运 动粘度 mm ² /s	L	H	100℃运 动粘度 mm ² /s	L	H
2.00	7.994	6.394	5.50	49.09	33.34	9.00	123.3	71.10
2.10	8.640	6.894	5.60	50.87	34.32	9.10	125.7	72.27
2.20	9.309	7.410	5.70	52.64	35.29	9.20	128.0	73.42
2.30	10.00	7.944	5.80	54.42	36.26	9.30	130.4	74.57
2.40	10.71	8.496	5.90	56.20	37.23	9.40	132.8	75.73
2.50	11.45	9.063	6.00	57.97	38.19	9.50	135.3	76.91
2.60	12.21	9.647	6.10	59.74	39.17	9.60	137.7	78.08
2.70	13.00	10.25	6.20	61.52	40.15	9.70	140.1	79.27
2.80	13.80	10.87	6.30	63.32	41.13	9.80	142.7	80.46
2.90	14.63	11.50	6.40	65.18	42.14	9.90	145.2	81.67
3.00	15.49	12.15	6.50	67.12	43.18	10.0	147.7	82.87
3.10	16.36	12.82	6.60	69.16	44.24	10.1	150.3	84.08
3.20	17.26	13.51	6.70	71.29	45.33	10.2	152.9	85.30
3.30	18.18	14.21	6.80	73.48	46.44	10.3	155.4	86.51
3.40	19.12	14.93	6.90	75.72	47.51	10.4	158.0	87.72
3.50	20.09	15.66	7.00	78.00	48.57	10.5	160.6	88.95
3.60	21.08	16.42	7.10	80.25	49.61	10.6	163.2	90.19
3.70	22.09	17.19	7.20	82.39	50.69	10.7	165.8	91.40
3.80	23.13	17.97	7.30	84.53	51.78	10.8	168.5	92.65
3.90	24.19	18.77	7.40	86.66	52.88	10.9	171.2	93.92
4.00	25.32	19.56	7.50	88.85	53.98	11.0	173.9	95.19
4.10	26.50	20.37	7.60	91.04	55.09	11.1	176.6	96.45
4.20	27.75	21.21	7.70	93.20	56.20	11.2	179.4	97.71
4.30	29.07	22.05	7.80	95.43	57.31	11.3	182.1	98.97
4.40	30.48	22.92	7.90	97.72	58.45	11.4	184.9	100.2
4.50	31.96	23.81	8.00	100.0	59.60	11.5	187.6	101.5
4.60	33.52	24.71	8.10	102.3	60.74	11.6	190.4	102.8
4.70	35.13	25.63	8.20	104.6	61.89	11.7	193.3	104.1
4.80	36.79	26.57	8.30	106.9	63.05	11.8	196.2	105.4
4.90	38.50	27.53	8.40	109.2	64.18	11.9	199.0	106.7
5.00	40.23	28.49	8.50	111.5	65.32	12.0	201.9	108.0
5.10	41.99	29.46	8.60	113.9	66.48	12.1	204.8	109.4
5.20	43.76	30.43	8.70	116.2	67.64	12.2	207.8	110.7
5.30	45.53	31.40	8.80	118.5	68.79	12.3	210.7	112.0
5.40	47.31	32.37	8.90	120.9	69.94	12.4	213.6	113.3

表 1(续)

100℃运 动粘度 mm ² /s	L	H	100℃运 动粘度 mm ² /s	L	H	100℃运 动粘度 mm ² /s	L	H
12.5	216.6	114.7	16.0	331.9	164.6	19.5	471.3	221.1
12.6	219.6	116.0	16.1	335.5	166.1	19.6	475.7	222.8
12.7	222.6	117.4	16.2	339.2	167.7	19.7	479.7	224.5
12.8	225.7	118.7	16.3	342.9	169.2	19.8	483.9	226.2
12.9	228.8	120.1	16.4	346.6	170.7	19.9	488.6	227.7
13.0	231.9	121.5	16.5	350.3	172.3	20.0	493.2	229.5
13.1	235.0	122.9	16.6	354.1	173.8	20.2	501.5	233.0
13.2	238.1	124.2	16.7	358.0	175.4	20.4	510.8	236.4
13.3	241.2	125.6	16.8	361.7	177.0	20.6	519.9	240.1
13.4	244.3	127.0	16.9	365.6	178.6	20.8	528.8	243.5
13.5	247.4	128.4	17.0	369.4	180.2	21.0	538.4	247.1
13.6	250.6	129.8	17.1	373.3	181.7	21.2	547.5	250.7
13.7	253.8	131.2	17.2	377.1	183.3	21.4	556.7	254.2
13.8	257.0	132.6	17.3	381.0	184.9	21.6	566.4	257.8
13.9	260.1	134.0	17.4	384.9	186.5	21.8	575.6	261.5
14.0	263.3	135.4	17.5	388.9	188.1	22.0	585.2	264.9
14.1	266.6	136.8	17.6	392.7	189.7	22.2	595.0	268.6
14.2	269.8	138.2	17.7	396.7	191.3	22.4	604.3	272.3
14.3	273.0	139.6	17.8	400.7	192.9	22.6	614.2	275.8
14.4	276.3	141.0	17.9	404.6	194.6	22.8	624.1	279.6
14.5	279.6	142.4	18.0	408.6	196.2	23.0	633.6	283.3
14.6	283.0	143.9	18.1	412.6	197.8	23.2	643.4	286.8
14.7	286.4	145.3	18.2	416.7	199.4	23.4	653.8	290.5
14.8	289.7	146.8	18.3	420.7	201.0	23.6	663.3	294.4
14.9	293.0	148.2	18.4	424.9	202.6	23.8	673.7	297.9
15.0	296.5	149.7	18.5	429.0	204.3	24.0	683.9	301.8
15.1	300.0	151.2	18.6	433.2	205.9	24.2	694.5	305.6
15.2	303.4	152.6	18.7	437.3	207.6	24.4	704.2	309.4
15.3	306.9	154.1	18.8	441.5	209.3	24.6	714.9	313.0
15.4	310.3	155.6	18.9	445.7	211.0	24.8	725.7	317.0
15.5	313.9	157.0	19.0	449.9	212.7	25.0	736.5	320.9
15.6	317.5	158.6	19.1	454.2	214.4	25.2	747.2	324.9
15.7	321.1	160.1	19.2	458.4	216.1	25.4	758.2	328.8
15.8	324.6	161.6	19.3	462.7	217.7	25.6	769.3	332.7
15.9	328.3	163.1	19.4	467.0	219.4	25.8	779.7	336.7

表 1(完)

100℃运 动粘度 mm ² /s	L	H	100℃运 动粘度 mm ² /s	L	H	100℃运 动粘度 mm ² /s	L	H
26.0	790.4	340.5	37.5	1538	591.3	55.0	3126	1066
26.2	801.6	344.4	38.0	1575	603.1	55.5	3180	1082
26.4	812.8	348.4	38.5	1613	615.0	56.0	3233	1097
26.6	824.1	352.3	39.0	1651	627.1	56.5	3286	1112
26.8	835.5	356.4	39.5	1691	639.2	57.0	3340	1127
27.0	847.0	360.5	40.0	1730	651.8	57.5	3396	1143
27.2	857.5	364.6	40.5	1770	664.2	58.0	3452	1159
27.4	869.0	368.3	41.0	1810	676.6	58.5	3507	1175
27.6	880.6	372.3	41.5	1851	689.1	59.0	3563	1190
27.8	892.3	376.4	42.0	1892	701.9	59.5	3619	1206
28.0	904.1	380.6	42.5	1935	714.9	60.0	3676	1222
28.2	915.8	384.6	43.0	1978	728.2	60.5	3734	1238
28.4	927.6	388.8	43.5	2021	741.3	61.0	3792	1254
28.6	938.6	393.0	44.0	2064	754.4	61.5	3850	1270
28.8	951.2	396.6	44.5	2108	767.6	62.0	3908	1286
29.0	963.4	401.1	45.0	2152	780.9	62.5	3966	1303
29.2	975.4	405.3	45.5	2197	794.5	63.0	4026	1319
29.4	987.1	409.5	46.0	2243	808.2	63.5	4087	1336
29.6	998.9	413.5	46.5	2288	821.9	64.0	4147	1352
29.8	1011	417.6	47.0	2333	835.5	64.5	4207	1369
30.0	1023	421.7	47.5	2380	849.2	65.0	4268	1386
30.5	1055	432.4	48.0	2426	863.0	65.5	4329	1402
31.0	1086	443.2	48.5	2473	876.9	66.0	4392	1419
31.5	1119	454.0	49.0	2521	890.9	66.5	4455	1436
32.0	1151	464.9	49.5	2570	905.3	67.0	4517	1454
32.5	1184	475.9	50.0	2618	919.6	67.5	4580	1471
33.0	1217	487.0	50.5	2667	933.6	68.0	4645	1488
33.5	1251	498.1	51.0	2717	948.2	68.5	4709	1506
34.0	1286	509.6	51.5	2767	962.9	69.0	4773	1523
34.5	1321	521.1	52.0	2817	977.5	69.5	4839	1541
35.0	1356	532.5	52.5	2867	992.1	70.0	4905	1558
35.5	1391	544.0	53.0	2918	1007			
36.0	1427	555.6	53.5	2969	1021			
36.5	1464	567.1	54.0	3020	1036			
37.0	1501	579.3	54.5	3073	1051			

5.1.3 试样的粘度指数 VI 可按式(3)计算得到:

$$VI = [(L - U)/(L - H)] \times 100 \dots\dots\dots(3)$$

式中: U ——试样 40℃ 时运动粘度, mm^2/s 。

5.1.4 计算实例

测得试样 40℃ 运动粘度为 73.30 mm^2/s , 100℃ 运动粘度为 8.86 mm^2/s 。

利用表 1(通过内插法)得到: $L=119.94$

利用表 1(通过内插法)得到: $H=69.48$

代入式(3)并修约到整数:

$$VI = [(119.94 - 73.30) / (119.94 - 69.48)] \times 100 = 92.43$$

$$VI = 92$$

6 方法 B——适用于粘度指数等于 100 和大于 100 的石油产品

6.1 计算

6.1.1 如果试样 100℃ 运动粘度小于或等于 70 mm^2/s , 则根据表 1 选取合适的 H 值。如果测定值没列出, 但在表 1 范围内, 则可以从表 1 通过线性内插法得到。如果试样 100℃ 运动粘度小于 2 mm^2/s , 则其粘度指数就可不说明或不报告。

6.1.2 如果试样 100℃ 运动粘度大于 70 mm^2/s , H 值可通过式(4)得到:

$$H = 0.1684Y^2 + 11.85Y - 97 \dots\dots\dots(4)$$

式中: Y ——试样 100℃ 时运动粘度, mm^2/s ;

H ——与试样 100℃ 运动粘度相同, 粘度指数为 100 的油品在 40℃ 时的运动粘度, mm^2/s 。

6.1.3 试样的粘度指数 VI 可按式(5)和式(6)得到:

$$VI = \{[(\text{antilog}N) - 1] / 0.00715\} + 100 \dots\dots\dots(5)$$

$$N = (\log H - \log U) / \log Y \dots\dots\dots(6)$$

式中: U ——试样 40℃ 时的运动粘度, mm^2/s 。

注: $\text{antilog}N$ 表示反 $\log N$ (下同)。

6.1.4 计算实例

(1) 试样 40℃ 的运动粘度为 22.83 mm^2/s , 100℃ 的运动粘度为 5.05 mm^2/s 。

利用表 1(通过内插法)得到: $H=28.97$

代入式(6)(通过对数计算):

$$N = [(\log 28.97 - \log 22.83) / \log 5.05] = 0.14708$$

代入式(5)并修约到整数:

$$\begin{aligned} VI &= \{[(\text{antilog}0.14708) - 1] / 0.00715\} + 100 \\ &= [(1.40307 - 1) / 0.00715] + 100 = 156.37 \\ &= 156 \end{aligned}$$

(2) 试样 40℃ 的运动粘度为 53.47 mm^2/s , 100℃ 的运动粘度为 7.80 mm^2/s 。

利用表 1 得到: $H=57.31$

代入式(6)(通过对数计算):

$$N = [(\log 57.31 - \log 53.47) / \log 7.80] = 0.03376$$

代入式(5)并修约到整数:

$$\begin{aligned} VI &= \{[(\text{antilog}0.03376) - 1] / 0.00715\} + 100 \\ &= [(1.08084 - 1) / 0.00715] + 100 = 111 \end{aligned}$$

7 报告^{1]}

试样的粘度指数报告到整数。当这个数在两个整数中间时,就报告偶数。

8 精密度和偏差

8.1 精密度^{1]}

粘度指数的精密度取决于用来计算的两个独立的运动粘度的精密度。用来计算粘度指数的运动粘度应符合 GB/T 265 规定的精密度。

8.2 偏差

利用 40℃ 和 100℃ 运动粘度计算粘度指数是精确的,这种计算方法不会引起偏差。



采用说明:

1] 本标准的精密度只与 GB/T 265 相关联。

附录 A

(提示的附录)

利用非标准温度的运动粘度计算粘度指数¹⁾

A1 在有些情况下,当条件不能满足标准温度 40℃和 100℃时,而又需要了解样品的粘度指数,则可以利用其他温度的运动粘度估算出 40℃和 100℃的运动粘度,这可以通过 GB/T 8023 中适当的方程得到。用于测定运动粘度的两个非标准温度应尽可能的接近标准温度,且差值应尽可能大。

A2 利用非标准温度的运动粘度计算得到的试样的粘度指数只能作为适当的信息资料,不能作为规格要求的结果报告。

附录 B

(提示的附录)

其他计算方法

B1 本标准的第 5 章和第 6 章已经给出了粘度指数计算的精确方法,然而,通过计算机或可编程序的计算器计算粘度指数也是需要的。本附录描述了三种计算方法。

B2 粘度指数的计算需要以下条件:

B2.1 输入 40℃和 100℃的运动粘度。

B2.2 计算与 100℃运动粘度相当的 L 和 H 值。

B2.3 粘度指数的计算应该用本标准的第 5 章和第 6 章的公式。

B3 L 和 H 值利用下面三种情况确定:

B3.1 将完整的 L 和 H 值表贮存在计算机中, L 和 H 值通过线性内插法同本标准算法一样将准确得到。这个表需要一个相当大的计算机存储器,这样才能确保 L 、 H 值和粘度指数计算的准确度。

B3.2 将表 1 中的有限个数输入到计算机的存储器中,利用试样 100℃运动粘度给定的 Y 值计算得到相当的 L 值。从表 B1 中选取一组与给定的运动粘度最接近的数据组。同样地再选取高于和低于这组数据的一对数据组,使用这三组数据,利用式(B1)计算出系数 a 、 b 和 c :

$$L = aY^2 + bY + c \quad \dots\dots\dots (B1)$$

按式(B2)计算出系数 d 、 e 和 f :

$$H = dY^2 + eY + f \quad \dots\dots\dots (B2)$$

表 B1 中的 32 组数据选自表 1,它表明要达到经二次内插法计算得到可接受的 L 和 H 值准确度所需要用的最少数据组数目。对于表 B1 的其他选择也能适用于现有计算机存储器及 L 和 H 值计算所需要的准确度。

采用说明:

1] 未采用原文 X1 中的 X1.3“粘度指数精密度讨论”。

表 B1 L 和 H 值的二次内插数据组

100℃运动粘度			100℃运动粘度		
mm ² /s	L	H	mm ² /s	L	H
2.0	7.994	6.394	12	201.9	108.0
2.9	14.63	11.50	13.5	247.4	128.4
3.8	23.13	17.97	15	296.5	149.7
4.1	26.50	20.37	16.5	350.3	172.3
4.4	30.48	22.92	18	408.6	196.2
4.7	35.13	25.63	20	493.2	229.5
5.0	40.23	28.49	24	683.9	301.8
5.7	52.64	35.29	28	904.1	380.6
6.4	65.18	42.14	34	1286	509.6
6.7	71.29	45.33	40	1730	651.8
7.0	78.00	48.57	47.5	2380	849.2
7.4	86.66	52.88	55	3126	1066
7.8	95.43	57.31	62.5	3966	1303
8.4	109.2	64.18	70	4905	1558
9.0	123.3	71.10	100	9604	2772
10.5	160.6	88.95	130	15810	4290

B3.3 表 1 的数据也能适用于其他一系列二次方程,每个方程的范围必须与 L 和 H 值范围内所有数值可接受的准确度一致。表 B2 给出了 16 组数据组成的数据表,这样计算得到的 L 和 H 单个值的误差不会超过 0.1%。对于一个给定的 Y 值,可选择范围包含这个 Y 值的一组数据,并直接计算 L 和 H 值。

表 B2 二次方程式(公式 B1 和公式 B2)的系数

Y _{min}	Y _{max}	a	b	c	d	e	f
2.0	3.8	1.14673	1.7576	-0.109	0.84155	1.5521	-0.077
3.8	4.4	3.38095	-15.4952	33.196	0.78571	1.7929	-0.183
4.4	5.0	2.5000	-7.2143	13.812	0.82143	1.5679	0.119
5.0	6.4	0.10100	16.6350	-45.469	0.04985	9.1613	-18.557
6.4	7.0	3.35714	-23.5643	78.466	0.22619	7.7369	-16.656
7.0	7.7	0.01191	21.4750	-72.870	0.79762	-0.7321	14.610
7.7	9.0	0.41858	16.1558	-56.040	0.05794	10.5156	-28.240
9.0	12	0.88779	7.5527	-16.600	0.26665	6.7015	-10.810
12	15	0.76720	10.7972	-38.180	0.20073	8.4658	-22.490
15	18	0.97305	5.3135	-2.200	0.28889	5.9741	-4.930
18	22	0.97256	5.2500	-0.980	0.24504	7.4160	-16.730
22	28	0.91413	7.4759	-21.820	0.20323	9.1267	-34.230
28	40	0.87031	9.7157	-50.770	0.18411	10.1015	-46.750
40	55	0.84703	12.6752	-133.310	0.17029	11.4866	-80.620
55	70	0.85921	11.1009	-83.19	0.17130	11.3680	-76.940
70	>70	0.83531	14.6731	-216.246	0.16841	11.8493	-96.947

$L = aY^2 + bY + c \dots \dots \dots (B1)$
 $H = dY^2 + eY + f \dots \dots \dots (B2)$

B4 用给定的 Y 和 U 值,从表 B2 中找到相应的 Y 值计算出的 L 和 H 值,通过 B4.1 或 B4.2,粘度指数可直接计算得到。

B4.1 式(3)(当 $U \geq H$)。

B4.2 式(5)和式(6)(当 $U \leq H$),这在本标准的第 6 章中已经叙述。

B5 计算实例

试样 40℃ 的运动粘度为 73.50 mm²/s,试样 100℃ 的运动粘度为 8.86 mm²/s。

B5.1 使用 B3.1 的描述,“查找”计算机存储器中存储 L 和 H 值表:

100℃运动粘度 mm ² /s	L	H
8.8	118.5	68.79
8.9	120.9	69.94

通过线性内插计算得到试样 L 和 H 值

$$L = 119.94, \quad H = 69.48$$

B5.2 按照 B3.2 中的描述,使用表 B1,利用计算机存储器选取三组数据:

100℃运动粘度 mm ² /s	L	H
8.4	109.2	64.18
9.0	123.3	71.10
10.5	160.6	88.95

根据式(B1)和(B2)计算得到

$$L = 0.65079Y^2 + 12.1762Y - 39.00$$

$$H = 0.17460Y^2 + 8.4952Y - 19.50$$

对于 $Y=8.86$, Y 值在 8.4 和 9.0 范围之间,得到试样的 L 和 H 值:

$$L = 119.9681, \quad H = 69.4741$$

B5.3 根据 B3.3 中的描述,存储器中包含 $Y=8.86$ 的 $Y_{\min}=7.7$ 和 $Y_{\max}=9.0$,得到公式为:

$$L = 0.41858Y^2 + 16.1558Y - 56.040$$

$$H = 0.05794Y^2 + 10.5156Y - 28.240$$

根据给定的 $Y=8.86$ mm²/s,计算得到 L 和 H 值:

$$L = 119.9588, \quad H = 69.4765$$

B5.4 根据上述计算,由于 $U \geq H$,按式(3)计算粘度指数 VI :

$$VI = [(L - U)/(L - H)] \times 100$$

由三种计算方法分别得到试样的粘度指 VI 数如下:

B5.4.1 对于 B5.1 得到的 L 和 H 值

$$VI = (119.94 - 73.50)/(119.94 - 69.48) \times 100 = 92.033 = 92$$

B5.4.2 对于 B5.2 得到的 L 和 H 值

$$VI = (119.9681 - 73.50)/(119.9681 - 69.4741) \times 100 = 92.027 = 92$$

B5.4.3 对于 B5.3 得到的 L 和 H 值

$$VI = (119.9588 - 73.50)/(119.9588 - 69.4765) \times 100 = 92.030 = 92$$