

西德耶纳肖特玻璃厂

# 光学玻璃目录

(仅供内部参考)

第一机械工业部技术情报所

# 毛主席语录

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

打破洋框框，走自己工业发展道路。

外国有的，我们要有，外国没有的，我们也要有。

对于外国文化，排外主义的方针是错误的，应当尽量吸收进步的外国文化，以为发展中国新文化的借镜；盲目搬用的方针也是错误的，应当以中国人民的实际需要为基础，批判地吸收外国文化。

我们不能走世界各国技术发展的老路，跟在别人后面一步一步地爬行。我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。

## 翻 译 说 明

在波澜壮阔的无产阶级文化大革命的推动下，在毛主席无产阶级革命路线指引下，我国工农业各条战线热气腾腾，一片兴旺，一个伟大的社会主义革命和社会主义建设的新高潮正在兴起，光学玻璃工业也面临着飞速发展的新局面。

为了适应这种新形势的需要，我们遵循毛主席“洋为中用”和“知彼知己，百战不殆”的教导，翻译了这册《西德耶纳肖特玻璃厂光学玻璃目录》，作为情报资料，供生产、科研、设计等有关单位内部参考。

本目录列出了 243 种光学玻璃的性能参数表，同时还对光学玻璃的各种特性和等级分类作了概要介绍，并示出一些必要的图线。

毛主席教导我们：“一切外国的东西，如同我们对于食物一样，必须经过自己的口腔咀嚼和肠胃运动，送进唾液胃液肠液，把它分解为精华和糟粕两部分，然后排泄其糟粕，吸收其精华”。望有关单位在参阅本目录时，遵照毛主席这一伟大教导，“学那些和我国情况相适合的东西”，使之更好地为社会主义建设服务。

毛主席又教导我们：“中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平”。我们一定要有雄心壮志敢于走前人没有走过的道路，敢于攀登前人没有攀登过的高峰，打破常规，尽量采用先进技术，在这个不太长的历史时期内，使我国光学玻璃工业赶上和超过世界先进水平。

由于水平有限，在翻译出版过程中，难免有缺点和错误，敬希有关单位批评指正。

1971 年 5 月

## 1. 光学玻璃牌号的名称

光学玻璃牌号的名称，是根据其所在  $\frac{n_d}{\nu_d}$  图中的位置来命名的。阿贝 (Abbe) 常数由公式  $\nu_d = \frac{n_d - 1}{n_F - n_C}$  确定。折射率差值  $n_F - n_C$ ，被称为中部色散。当以  $n_{F'} - n_{C'}$  作为中部色散时，阿贝常数表示为  $\nu_e = \frac{n_e - 1}{n_{F'} - n_{C'}}$ 。

在  $\frac{n_d}{\nu_d}$  图中，各种玻璃被分成若干类。图中的每种玻璃牌号，是用缩写字母表示的类别名称，再标上一数字而组成的。本目录除列出了我们惯用的各玻璃牌号的名称外，还列出了6个数字，其中前3个数字表示折射率  $n_d$ ，后三个数字表示阿贝常数  $\nu_d$ 。(例如，BK7  $n_d = 1.51680$ ， $\nu_d = 64.17$ ，可表示为BK7-517642)。

各类玻璃按递减的  $\nu_d$  值列出。

按传统习惯， $n_d > 1.60$ ， $\nu_d > 50$  和  $n_d < 1.60$ ， $\nu_d > 55$  的各类玻璃，命名为“冕牌”(K)玻璃。其余各类玻璃命名为“火石”玻璃。图中的“K”类玻璃还包括轻钡冕玻璃(BaLK)和钡冕玻璃(ZK)。用特殊符号来区分短火石玻璃(KzF)和特短火石玻璃(KzFS)。

某些 LaK 和 LaSF 类玻璃的光学参数，只有加入氧化钍才能获得，这几种玻璃在“特殊性能”一栏中用“Th”注明。

## 2. 光学性能

### a) 折射率和色散

折射率是用如下 13 条光谱线来确定的:

光谱线	i	h	g	F'	F	e	d	D	C'	C	r	S	t
元素符号	Hg	Hg	Hg	Cd	H	Hg	He	Na	Cd	H	He	Cs	Hg
波长 (毫微米)	365.01	404.66	435.84	479.99	486.13	546.07	587.56	589.29	643.85	656.27	706.52	852.11	1013.98

每种玻璃所列折射率，表示同一炉号中，几块玻璃熔体折射率的平均值。所测数值已经作了这样的变换， $n_d$  值与以前目录中的数据，吻合到小数点第五位，阿贝常数和其 它 波 长 折 射 率，较以前的目录则有少许变化。

为了消除可能的系统误差，所有测量都是用两种不同的方法来 进 行 的。色散( $n_{\lambda_1} - n_{\lambda_2}$ )在可见光谱区，可测到  $\pm 3 \times 10^{-6}$  的精度，在不可见光谱区，可测到  $\pm 5 \times 10^{-6}$  的精度。

本目录所列的全部相对部分色散，都是用测到小数点 6 位的折射率来计算出的。除所列出的相对部分色散之外，如还需要具有小数点四位的相对部分色散，也必须用精确到小数点六位的折射率来确定。这些折射率可用色散公式来算出(见下节)。

同一炉号玻璃熔体的实际数据另有附表。我们所做的“标准测量”，使折射率的精度达  $\pm 3 \times 10^{-5}$ ，色散的精度达  $\pm 2 \times 10^{-5}$ 。折射率和色散的数据达 5 位小数。“精密测量”，使折射率和色散分别达到  $\pm 1 \times 10^{-5}$  和  $\pm 3 \times 10^{-6}$  的精度。这种情况下，折射率为 5 位小数，色散为 6 位小数。在这些数据表中，还注明了温度和大气压的影响。

在提高精度的情况下，还可以使折射率达到  $\pm 5 \times 10^{-6}$  的精度，使色散达  $\pm 2 \times 10^{-6}$  的精度。

### b) 色 散 公 式

除了本目录所列的折射率之外，在许多情况下，还需要知道另外一些波长的折射率，它们可由色散公式算出。为了在 365~1014 毫微米光谱范围内求出光学玻璃的色散值，我们运用了如下的方程式：

$$n^2 = A_0 + A_1\lambda^2 + A_2\lambda^{-2} + A_3\lambda^{-4} + A_4\lambda^{-6} + A_5\lambda^{-8} \quad (1)$$

利用这个方程式和本目录所列出的各类玻璃的常数  $A_0, A_1, A_2, A_3, A_4, A_5$ , 就可在 400~750 毫微米光谱范围内, 计算出折射率达  $\pm 3 \times 10^{-6}$  的精度; 在 365—400 毫微米和 750~1014 毫微米光谱范围内所计算的折射率精度是  $\pm 5 \times 10^{-6}$ 。(在这个公式中,  $\lambda$  必须用微米)。

玻璃的色散值还可用其它方程式求出。方程式(1)是理论色散公式经一系列发展而来的。为了尽可能提高精度, 必须用全部测定值去确定常数  $A_0, A_1, A_2, A_3, A_4, A_5$ 。因此, 公式(1)的系数就要用最小二乘法的方法来算出。进一步的研究表明, 公式(1)的精度(即, 只限于  $A_1\lambda^2$  和  $A_5\lambda^{-8}$  各项)接近于测量色散值的精度。

### c) 二级光谱

如果波长  $x$  和  $y$  的相对部分色散, 用如下方程式来表示,

$$P_{x,y} = \frac{n_x - n_y}{n_F - n_C} \quad (2)$$

那么, 正如阿贝所表示的那样, 对于大多数所谓“正常玻璃”来说, 如下的线性关系是近似成立的。

$$P_{x,y} \approx a_{xy} + b_{xy} \cdot \nu_d = \tilde{P}_{x,y} \quad (3)$$

众所周知, 二级光谱的校正, 即对两个以上的波长消色差, 至少就需要用一种不符合这一公式的玻璃。最好的解决办法是找到一些玻璃, 它明显地偏离阿贝经验公式, 也就是说, 其部分色散与用阿贝经验公式所得的结果有偏差。

该偏差值用纵坐标差  $\Delta P$  来表示, 则每个  $P-\nu_d$  点便相对于阿贝“正常线”平移了  $\Delta P$  量。方程式(3)如用更普遍使用的关系式(4)来代替, 则

$$P_{x,y} = a_{x,y} + b_{x,y} \cdot \nu_d + \Delta P_{x,y} = \tilde{P}_{x,y} + \Delta P_{x,y} \quad (4)$$

这样， $\Delta P_{x,y}$  一项就定量地表示了与“正常玻璃”相比时的偏差色散的特性。

每种玻璃牌号，都列出了如下五种相对部分色散偏离“正常线”的偏差值  $\Delta P$ 。

$$P_{C,t} = \frac{n_C - n_t}{n_F - n_C} \quad P_{C,s} = \frac{n_C - n_s}{n_F - n_C}$$

$$P_{F,e} = \frac{n_F - n_e}{n_F - n_C} \quad P_{g,F} = \frac{n_g - n_F}{n_F - n_C} \quad P_{i,g} = \frac{n_i - n_g}{n_F - n_C}$$

图 1 和图 2 表示出了  $\nu_d$  的函数  $P_{C,t}$  和  $P_{i,g}$ ，这是玻璃不规则状态最为明显的相对部分色散。为了便于选择具有最大偏差部分色散的玻璃，在图 3 和图 4 中把  $\Delta P_{C,t}$  和  $\Delta P_{i,g}$  与  $\nu_d$  相对应地表示出来。准确的  $\Delta P$  值列于各玻璃的数据表中。K7 和 F2 玻璃被选为“正常玻璃”。下面的“正常线”(公式 3)是由 K7 和 F2 的数值求出来的。除了已采用的那些“正常线”外，它们可以直接地把表中所列的  $\Delta P$  值折算成“正常线”。

$$\tilde{P}_{C,t} = 0.5450 + 0.004743 \cdot \nu_d$$

$$\tilde{P}_{C,s} = 0.4029 + 0.002331 \cdot \nu_d$$

$$\tilde{P}_{F,e} = 0.4884 - 0.000526 \cdot \nu_d$$

$$\tilde{P}_{g,F} = 0.6438 - 0.001682 \cdot \nu_d$$

$$\tilde{P}_{i,g} = 1.7241 - 0.008382 \cdot \nu_d$$



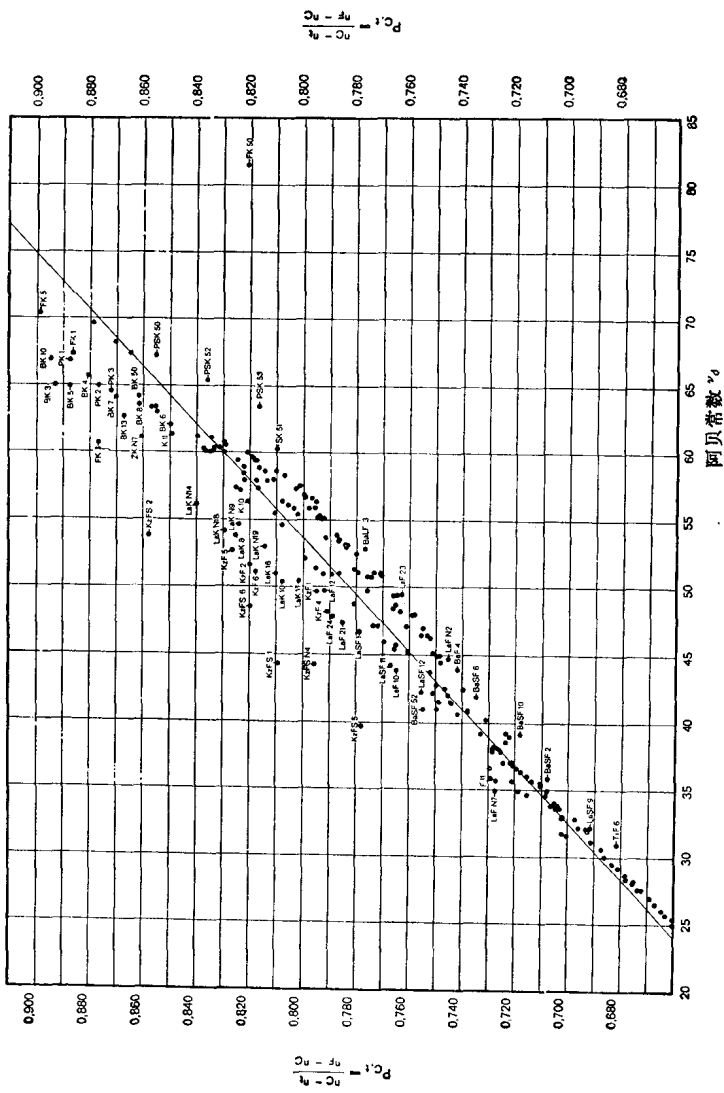


图 1 以  $n_d$  为变量的相对部分色散  $P_{C,t} = \frac{n_C - n_t}{n_F - n_C}$

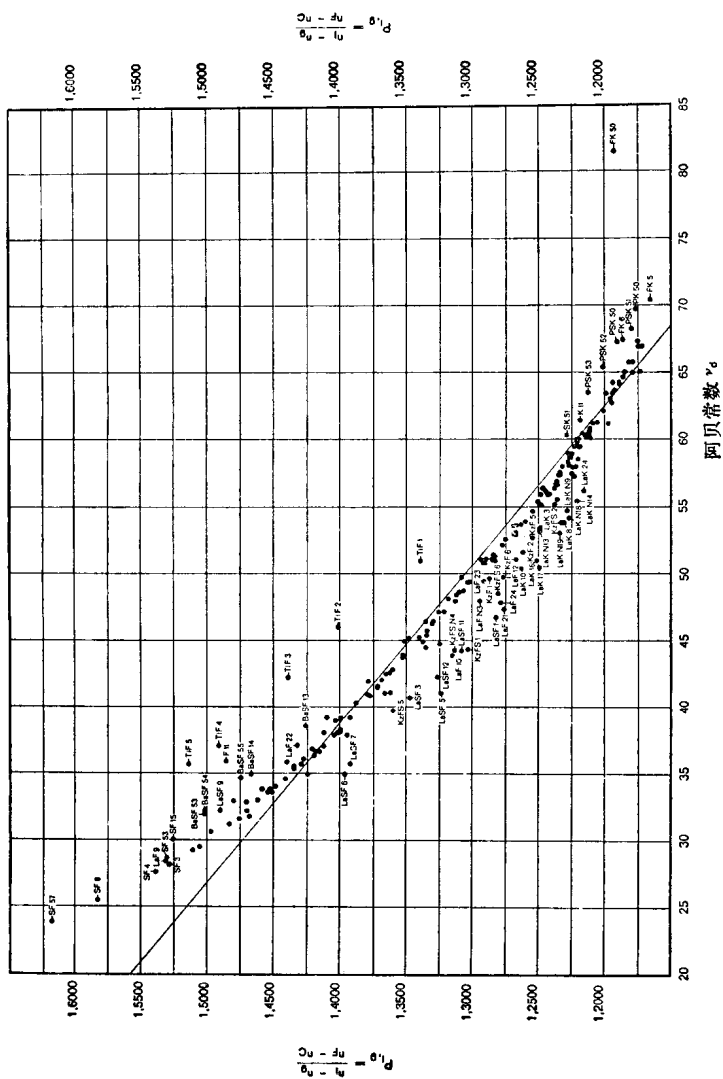


图 2 以  $v_d$  为变量的相对部分色散  $P_{i,g} = \frac{n_i - n_g}{n_F - n_G}$

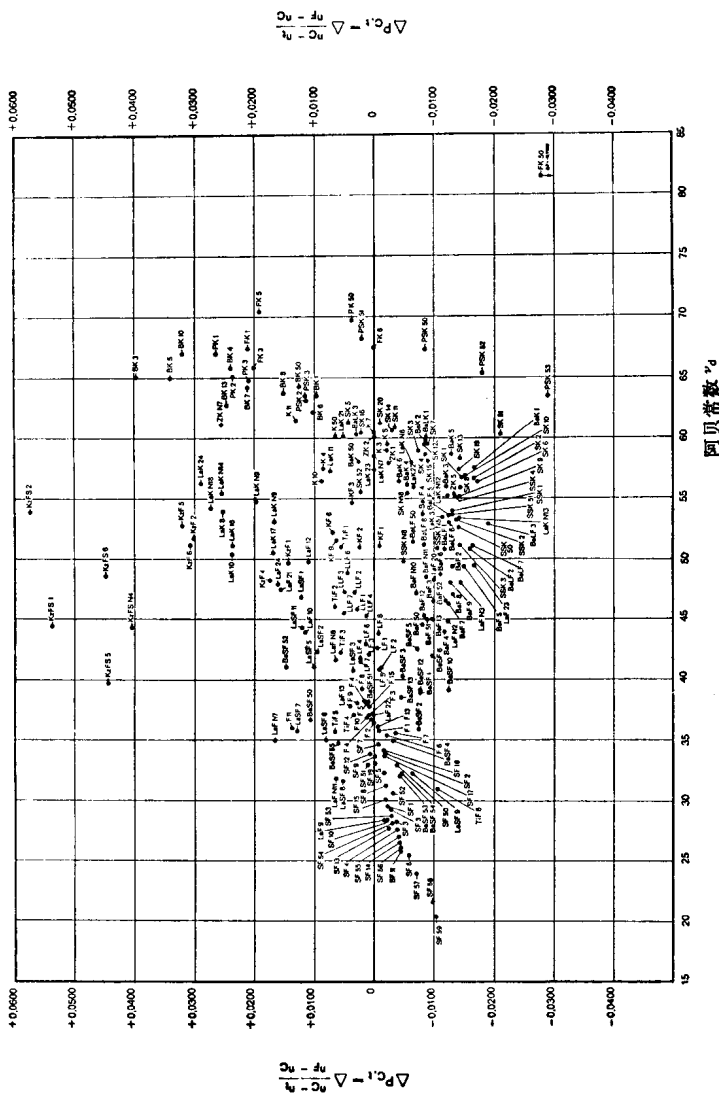
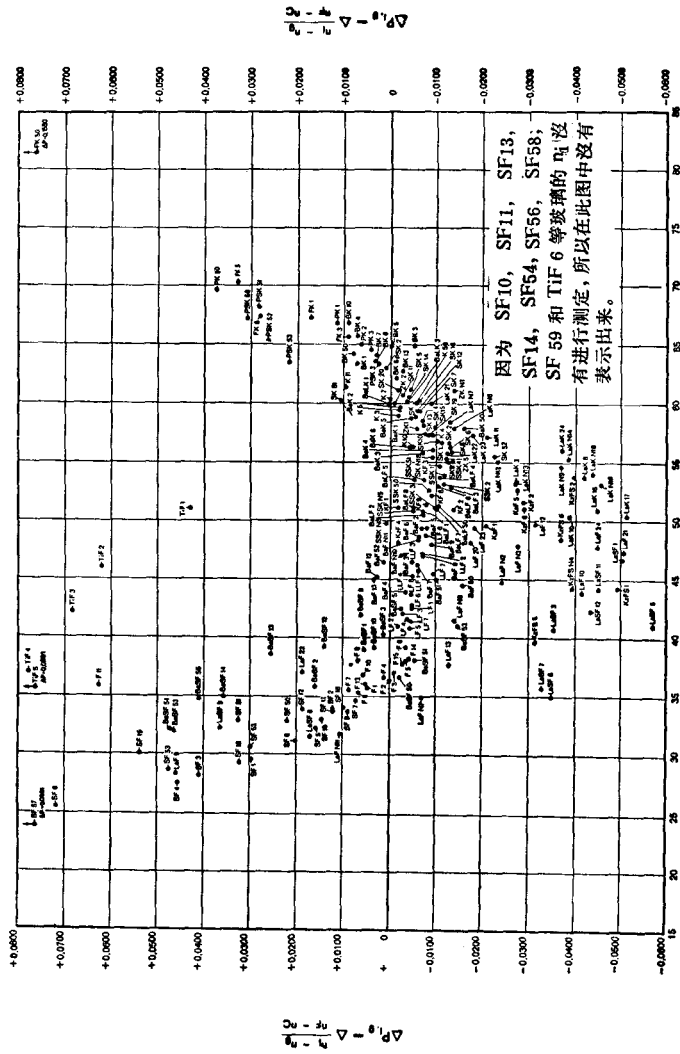


图3 偏离“正常线”的相对部分色散偏差  $\Delta P_{C,t} = \Delta \frac{n_C - n_t}{n_F - n_C}$  阿贝常数  $\nu_d$



阿贝常数  $\nu_d$

图 4 偏离“正常线”的相对部分色散偏差  $\Delta P_{i,g} = \Delta \frac{n_i - n_g}{n_D - n_C}$

因为 SF10, SF11, SF13, SF14, SF54, SF56, SF58, SF59 和 TiF 6 等玻璃的  $n_D$  没有进行测定, 所以在此图中没有表示出来。

### d) 温度对折射率和色散的影响

折射率的温度系数  $\frac{\Delta n}{\Delta t}$ ，是根据波长  $\lambda$ 、温度  $t$  和大气压力  $P$  来确定的。

必须把相对系数  $\frac{\Delta n}{\Delta t}$  相对 和绝对系数  $\frac{\Delta n}{\Delta t}$  绝对 相区别。 $\frac{\Delta n}{\Delta t}$  相对 是在玻璃温度和周围空气温度相同以及大气压为 760 毫米汞柱

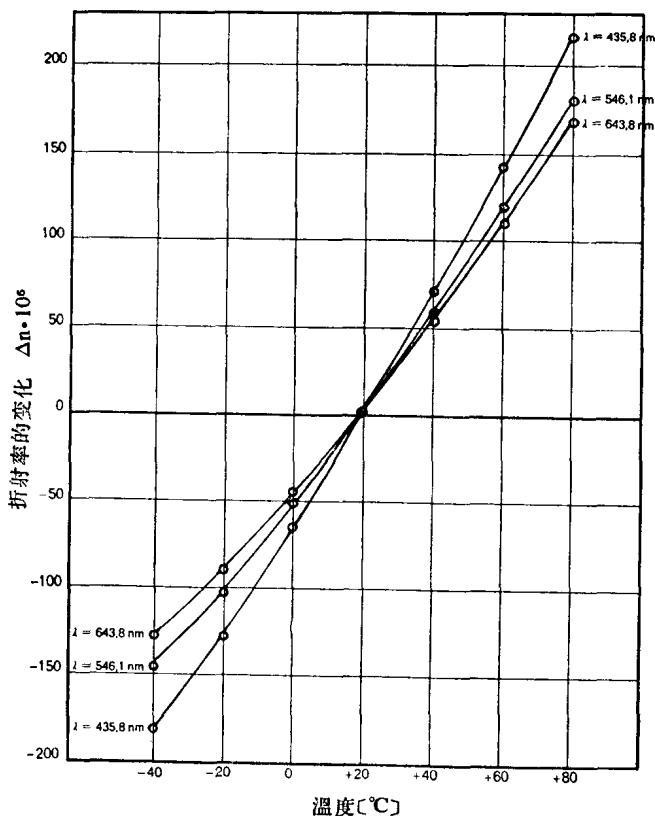


图5 BK7 玻璃在 -40~80°C 温度范围内的折射率变化

的情况下测出的;  $\frac{\Delta n}{\Delta t}$  绝对 是在真空中测出的。

折射率温度系数  $\frac{\Delta n}{\Delta t}$  是在以  $20^{\circ}\text{C}$  为一个温度间隔的条件下, 对波长  $\lambda=643.8$  毫微米,  $\lambda=587.6$  毫微米,  $\lambda=546.1$  毫

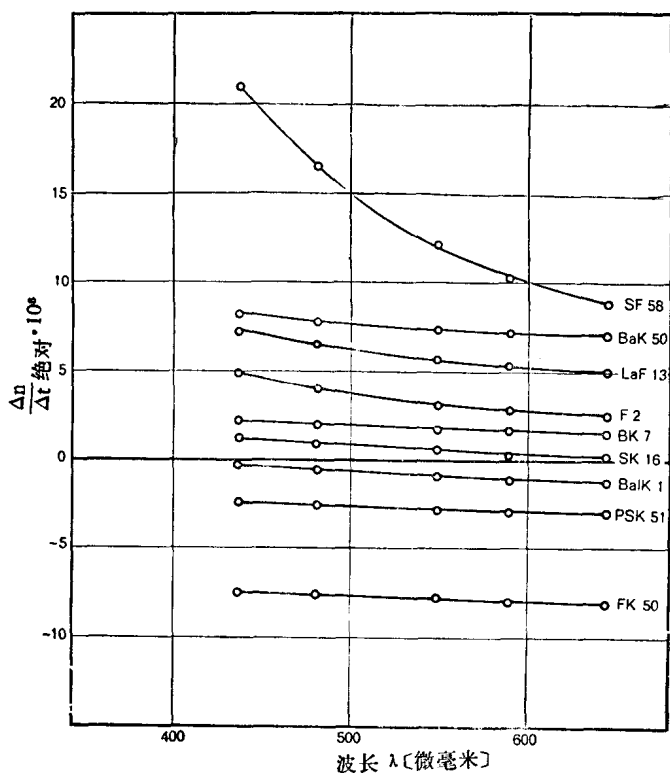


图 6 以波长  $\lambda$  为变量的某些光学玻璃的折射率温度

系数  $\frac{\Delta n}{\Delta t}$  绝对 (温度范围为  $20\sim 40^{\circ}\text{C}$ )

微米， $\lambda=480.0$  毫微米和  $\lambda=435.8$  毫微米来测出的。进行这些测量的温度范围为  $-40\sim 80^{\circ}\text{C}$ 。本表暂时所列的大多数玻璃的温度系数，仅适用于较小的温度范围。

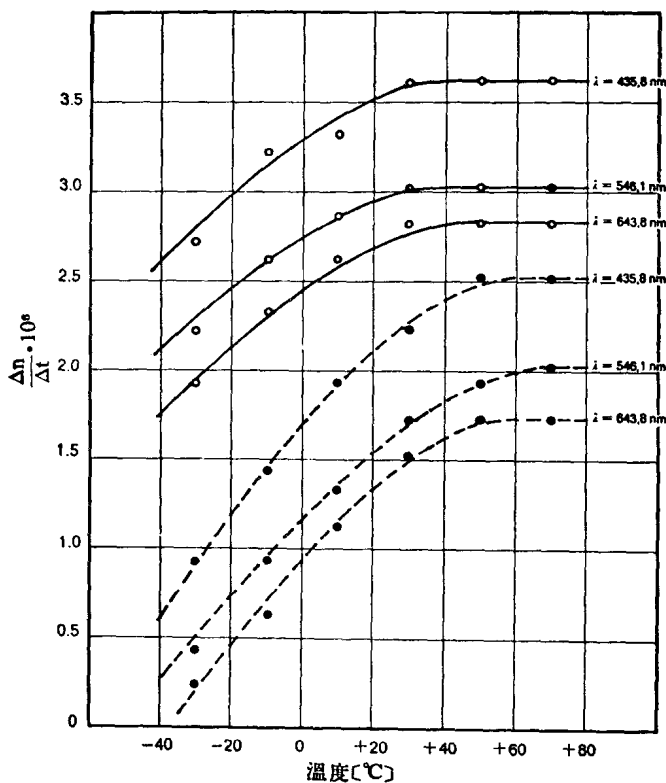


图7 以温度为变量的绝对和相对折射率温度

系数  $\frac{\Delta n}{\Delta t}$  (BK7 玻璃)

—○—○—○—  $\frac{\Delta n}{\Delta t}$  相对      -·-·-·-·  $\frac{\Delta n}{\Delta t}$  绝对

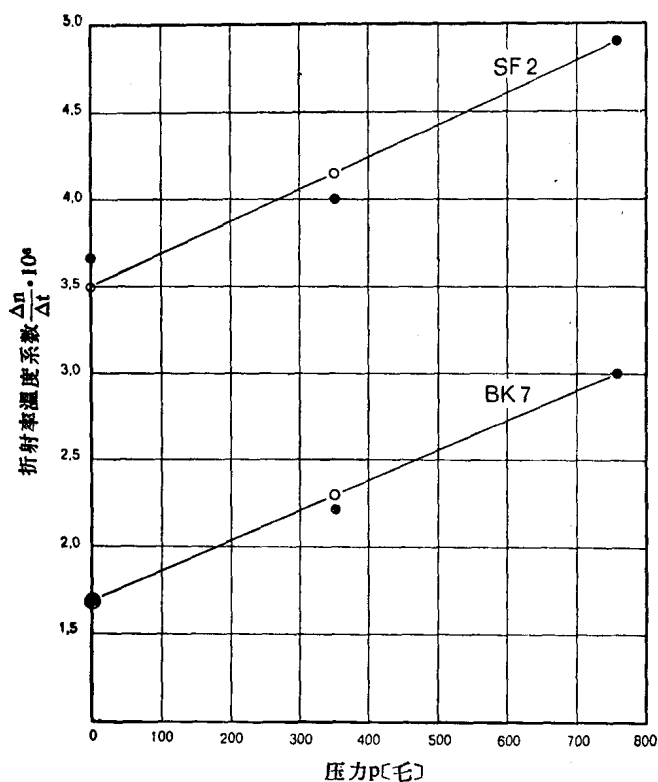


图8 以大气压为变量的折射率温度系数  $\frac{\Delta n}{\Delta t}$  (玻璃是 SF2 和 BK7, 温度范围为 20~40°C, 波长  $\lambda = 546.1$  毫微米)。

○ ○ ○ 计算值      ● ● ● 测量值,

### e) 紫外光谱的折射率

紫外光谱的折射率, 是用与光电池相连接的球面反射光学系统来测定出的。



现已采用的那些数值列表如下：

玻璃牌号	各波长的折射率			
	365.01 毫微米	334.15 毫微米	313.17 毫微米	312.57 毫微米
FK3	1.48150	1.48711	1.49204	1.49220
PK2	1.53742	1.54377	1.54938	1.54956
BK4	1.51877	1.52479	1.53009	1.53027
BK7	1.53626	1.54271	1.54843	1.54861
UBK7	1.53623	1.54266	1.54837	1.54855
BK10	1.51562	1.52145	1.52658	1.52675
BK50	1.52935	1.53573	1.54139	1.54157
BaLK1	1.54800	1.55529	1.56178	1.56198
BaLK3	1.53943	1.54653	1.55286	1.55307
K4	1.54132	1.54900	1.55592	1.55615
K10	1.52350	1.53119	1.53820	1.53844
K11	1.52011	1.52691	1.53306	1.53326
UK50	1.54377	1.55090	1.55725	1.55746
ZK1	1.55590	1.56366	1.57060	1.57083
ZK5	1.55784	1.56612	1.57357	1.57382
BaK3	1.58990	1.59859	1.60645	1.60671
BaK5	1.58015	1.58808	1.59514	1.59538
SK16	1.64559	1.65404	1.66154	1.66178
KF1	1.56739	1.57713	1.58626	1.58657
KF2	1.55248	1.56182	1.57049	1.57079
KF3	1.53807	1.54630		
LaK8	1.74574	1.75688	1.76686	1.76718
LLF3	1.59089	1.60231		
F6	1.68545	1.70522		

所列折射率的精度，在  $\lambda < 365$  毫微米的情况下是  $\pm 2 \times 10^{-5}$ 。如果再提高精度，就可达到  $\pm 1 \times 10^{-5}$ 。必须注意的是，温度对紫外光谱范围内的折射率影响是相当大的。