

PTFE加工品的精度与成形品的方向性说明

1. 前言

PTFE的热膨胀系数比金属大，且在室温相变点20℃附近会产生约1~2%的体积变化。

另外，还具有柔韧性和弹性，薄壁产品难以切削，很难保证尺寸精度。因成形加工的残留应力，材料会因切削加工时的摩擦热，或切削后的经时性变化而发生变形，对尺寸精度造成影响。

由于上述性质，在加工精度要求与金属材料同等的尺寸公差时，可能会成为使用方和生产方之间的纠纷因素之一。下面，为大家说明PTFE的加工精度。

2. 常规尺寸公差

Table1中所示为JIS K6884-1971中规定的“四氟化乙烯树脂常规尺寸公差(切削加工)”。

Table1 四氟化乙烯树脂常规尺寸公差(切削加工)

单位mm

公称尺寸分类		公差	
		1级	2级
1以上	16以下	±0.1	±0.3
超过16	40以下	±0.2	±0.6
超过40	63以下	±0.3	±0.8
超过63	100以下	±0.4	±1.0
超过100	160以下	±0.5	±1.2
超过160	250以下	±0.6	±1.4
超过250	400以下	±0.7	±1.7
超过400	630以下	±1.0	±2.0
超过630	1000以下	±1.5	±2.5

本标准是在通过压缩成形或挤出成形进行PTFE成形品材料的机械加工的情况下，对1mm以上1000mm以下的尺寸做出的规定。该标准中的“· · 常规 · · ”是指，适用于图纸中未使用数值或符号进行指示的情况。

在要求PTFE的加工精度时，需要考虑到本质特性，其项目如下所示。

1. 热传导率小。
2. 热膨胀率较大。
3. 23℃附近体积变化大(约1%~2%)。
4. 有弹性。
5. 存在残留变形。

综上所述，加工精度取决于大小和形状公差，最小公差在±0.05左右，或JIS K6884规定值(1级)的约1/2。

但是，因为具有弹性，尺寸测量时如果测量器端部过于压紧，则无法得到正确的值。例如，根据千分尺的压紧方法，可能会产生0.1 mm以上的误差。请用户和制作方务必注意这一点。

3. 退火处理效果

通常，PTFE在压缩成形后会进行烧结处理，与进行压印(放入模具中进行烧结，并加压冷却)，或表层被迅速冷却的成形品相比内部应力较小。

但是，在要求高尺寸精度时，或形状复杂时，需要对材料进行退火处理。

通过消除材料成形时的压力，是提高尺寸精度，或抑制经时性变化的有效方法。

· 退火：

为去除因热量或机械性应力而产生的成形品的内部变形，保持一定的温度后，慢慢冷却的操作。

4. 表面粗糙度

加工精度可以说也就是表面粗糙度，需要与常规尺寸公差一样在考虑到材料特性的基础上进行数值设定。

树脂是会受到加工表面的切削热影响的弹性体，因此金属加工表面的要求很严格。

通常，表面粗糙度会因为加工设备的转速和进给速度的关系，因不同加工切削工具(刀具)而产生加工差异。

Table2：PTFE表面粗糙度的加工参考的标记

Figure1：计算平均粗糙度(Ra)

Figure2：最大高度(Rmax)

Figure3：圆棒、套筒材料的加工方法

Figure4：板材的加工方法

Table2 粗糙度的分类

新 JIS 标记		旧 JIS 标记		加工可否的参考
符号	算数平均粗糙度 Ra	符号	最大粗糙度 Rmax	
√	12.5~25a	▽	50~100S	○
√	3.2~6.3a	▽▽	12.5~25S	○
√	0.4~1.6a	▽▽▽	1.6~6.3S	○(板材为△)
√	0.012~0.2a	▽▽▽▽	0.05~0.8S	x

(单位：μm)

2种(新、旧)的相互关系是为方便起见而标出的，并不那么严密。

现在使用老 JIS(旧)标记的企业也不少。

该旧标识约在 60 年前制定，已经习以为常，而且要落实到制作现场需要时间，并且功能零件有沿用现有技术的倾向。

因此，了解新、旧的相对关系也很重要。

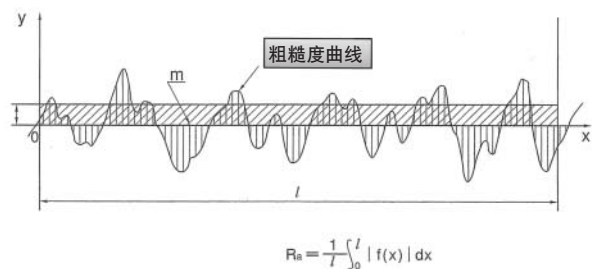
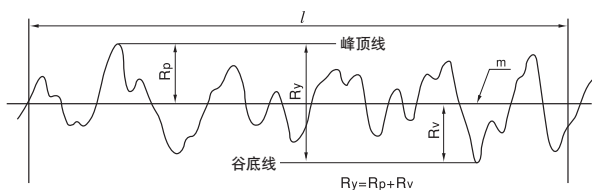


Figure 1 表面粗糙度的种类：计算平均粗糙度(Ra)



备注：求解Ry时，要排除可能是伤痕处的部分，要避免高峰以及谷底仅仅抽取基准长度

Figure2 表面粗糙度的种类：最大高度(Rmax)

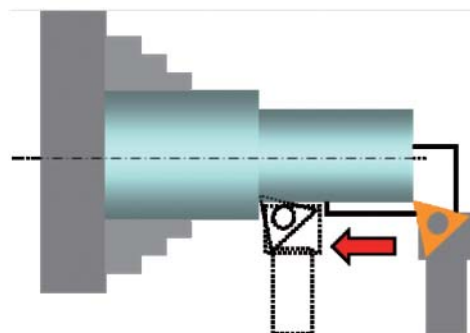


Figure3 外径加工

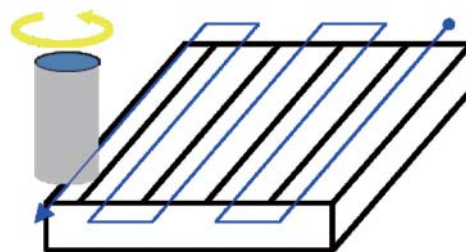


Figure4 面加工

5. 成形品的方向性

PTFE 成形品因其成形方法不同而存在方向性，方向会产生不同的物理特性。PTFE 的常规成形方法是压缩成形法。

Figure5 所示为压缩成形方法的工序。

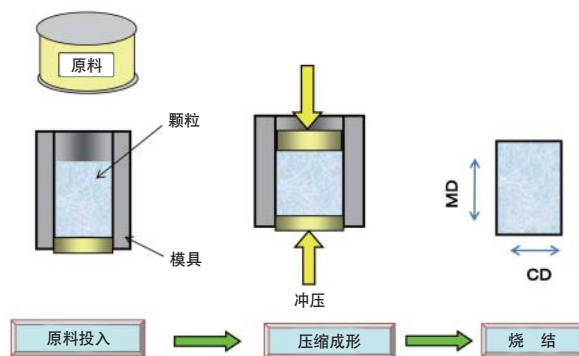


Figure5 压缩成形方法的工序

压缩成形方法是将原料投入模具内，在垂直方向上压缩凝固，因此会产生方向性。

成形时的在压缩方向上成形的方向称为 MD：molding direction，其直角方向称为 CD：crosssectional direction。

PTFE 材料中，有将填充材料混入 PTFE 原料中的含填充材料 PTFE，纤维状的填充材料在成形中会定向排列，物理特性会有明显差异，因此在设计、使用的时候需要予以

注意。

会发生变化的特性有

压缩蠕变性：MD方向的值比CD方向高

拉伸强度、伸长率：CD方向的值比MD方向高，容易伸长

线膨胀系数：MD方向的值比CD方向大

材料为套筒状和圆棒状时，肉眼即可分辨成形方向并进行加工，但板状材料且需要复杂的加工时，需要在初期的加工阶段进行标记以明确方向。

6. 结语

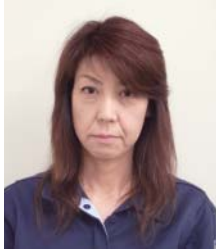
PTFE具有化学惰性，耐化学品性优异，可以在广泛的温度范围内使用，在固体物质中具有最小的摩擦系数，因

此在众多用途中被采用。另外，与金属相比，机械加工极为容易，在树脂材料中也属于比较柔软，在组合使用时具有容易贴合的特点的材料。

近年来，在精密机械领域也大量采用PTFE加工品，同时尺寸精度要求也越来越高。伴随着机床和工具的进化，要跟上加工技术的加速脚步。但是，需要用户和制作方就与用途相符的尺寸精度要求和容许值进行确认。

7. 参考文献

- 1) 华尔卡手册 技术篇 2010年9月
- 2) Du Pont-Mitsui Fluorochemicals Co., Ltd.
氟树脂 杜邦™特氟龙实用手册
- 3) JIS K 6884-1971



川井 成子

研究开发本部 开发部
功能树脂产品开发小组
树脂第3组



太田 伸幸

研究开发本部 开发部
功能树脂产品开发小组
树脂第3组

修订和致歉 华尔卡技术新闻夏刊 No.31 中刊登的“PTFE线膨胀系数说明”3.尺寸修正计算示例中有错误，特此修订并致歉。

误：尺寸变化 = $1000 \times (100 - 0) \times 20 \times 10^{-5} = 20$ **正**：尺寸变化 = $1000 \times (0 - 25) \times 20 \times 10^{-5} = -5$
因此，0℃时的长度变为995mm(收缩)。