

谈表面光洁度

余肱 编著

机械工业出版社

一 表面光洁度的基本概念

1 **表面光洁度** 经过机械加工的表面，实际上并不是完全光滑平整的，而是留下许许多多大小的加工痕迹，通常叫它做刀痕。粗加工的表面，凭肉眼就能看出表面上有起伏不平的加工痕迹；经过精加工的表面，从肉眼上看，似乎很平整，可是用放大镜或仪器来观察，仍然可以看到加工表面具有错综交叉的加工痕迹。这些加工痕迹的形成，主要是由于：机床的振动，刀具同加工表面的摩擦，切屑由被加工面分离时的塑性变形，以及冲击等因素造成的。

所谓表面光洁度，是指零件经过机械加工后，在表面上留下加工痕迹的光滑平整的程度，或者说是表面粗糙毛刺的程度。光洁度愈高，表面就愈光滑平整，粗糙毛刺的程度就愈小。相反，光洁度愈低，表面就愈不光滑平整，粗糙毛刺的程度就愈大。不少国家都用表面粗糙度一词来代替表面光洁度，特别是在国际加工表面质量第二次会议（1956年8月在列宁格勒召开）后，讨论并通过了用表面粗糙度标准来评定加工的表面质量，当时参加会议的有苏联、捷克、匈牙利、英国、法国、瑞典、瑞士……等十四个国家，会后各国都修改了它们原来的标准。苏联在1959年制订了新的ГОСТ 2789-59标准，~~代替了~~原来的ГОСТ 2789-51标准，也就是采用表面粗糙度代替原来的表面光洁度。我国现行的第一机械工业部颁布的（JB1178-60）标准，是采用表面光洁度这个名词，因此本书仍然用‘表面光洁度’这个名词。但是，在介绍苏联ГОСТ 2789-59新标准的时候，~~用~~表面粗糙度这个名词

来叙述。

表面加工后的痕迹，一般都比较微小，但也具有一定几何形状的特征，所以又叫做表面微观不平度，或表面微观几何形状误差，以区别于表面波度和表面宏观几何形状误差。

表面波度是指由于加工过程中机床——刀具——零件加工系统的振动，材料组织的不均匀，传动误差等原因造成的。表面波纹不仅周期明显，而且波距也较大，通常波距是在1~10毫米范围以内。

表面宏观几何形状误差是指加工系统的精度误差，是相对于正确几何形状的误差，如表面不直度、不平度、锥度……等。以波距来区分，是指波距在10毫米以上。

表面光洁度是专指加工后表面微观几何形状误差，不包括表面波度和表面宏观几何形状误差，其波距是小于1毫米。如果用图形来说明这三种误差，可能更容易了解些。图1就是具有这三种误差的断面，用 δ 表示的为表面不平度属于宏观几何形状误差，用 L_0 表示波距， H_0 表示波高的为表面波度误差，用 l 表示波距， H_{cp} 表示波高为表面微观几何形状误差，也就是表面光洁度的高低。

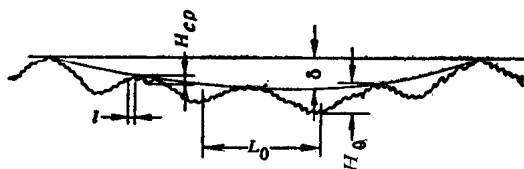


图1 具有宏观几何形状误差、表面波度及微观几何形状误差的断面示意图。

2 表面光洁度对零件性能的影响 在不久以前，人们对于加工后的零件，往往只注意它尺寸和形状的精确性，而对表面光洁度却是忽视的。可是由于机器运转的速度一天一天地提高，机器承受的负荷应力也相应地增大，表面光洁度不高的零件，在运转后

就会很快地磨損。从很多的事例中，人們都認識到：如果要使零件在高速度或高負荷下具有耐久的寿命，单靠尺寸的精确还是远远不够的，而在絕大的程度上要依靠表面光洁度的提高，才能保証零件的强度和耐磨性。也就是說，零件的表面光洁度关系着机器的可靠性和使用寿命的問題。

表面光洁度的高低，对零件的性能有以下这些影响：

一、减少磨損延长零件使用寿命 零件的表面光洁度低，表面就比较粗糙，两个接触的表面就不是全部接触，而是由一些凸出的峰頂相互接触（见图 2），使实际接触面积减小。例如，精車的表面，接触面积只有理論面积的 10~15%，精磨也只有 30~50%，只有研磨才能达到 90%。由于实际接触面积的减少，凸出的尖峰便承担了整個負荷，单位压力显著增加，因此尖峰就会很快地被磨平而造成磨損，使零件原来的配合間隙增大，失去应有的精度。所以磨光的軸比車光的軸耐用，研磨的塞規或卡規就远比精磨的塞規或卡規耐用的道理也就在这里。正是这样，适当地提高表面光洁度，机器的精度也就愈可靠，使用寿命也愈长。

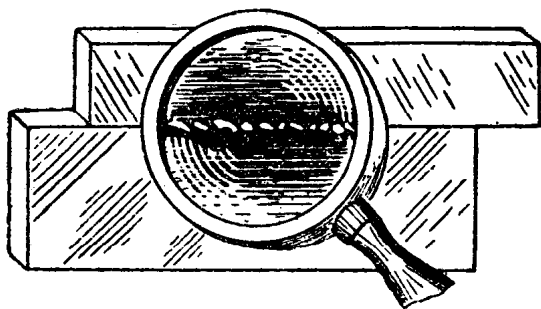


图 2 粗糙表面接触情况。

二、保証靜配合零件的緊固作用 如果将两个零件采用压配合方式装配在一起。当光洁度較低的时候，由于表面的一些

凸点或尖峰在压配合时被挤平，这样就等于轴的直径减小或孔的直径增大，减小了过盈，降低了配合紧度，使原来的重压配合，就可能成为轻压的配合。对于一根直径 180 毫米的轴，当微观不平度为 36.5 微米（相当于 $\nabla\nabla 4$ ）时，即使过盈增加 15%，比之微观不平度为 18 微米（相当于 $\nabla\nabla 5$ ）时，配合的连接强度反而降低 45~50%。

三、减少摩擦降低消耗功能 表面摩擦力的大小和接触表面的光滑程度有直接关系，像机械零件中的轴和轴承，以及导轨支承面等，不但相互接触，而且要相对地作运动。要是表面光洁度不高，摩擦的系数就增大，摩擦的阻力也相应增大，这时除了克服摩擦力所消耗的功能增大外，还容易产生发热和咬损。因而提高表面光洁度，也可以减少机器消耗的功率。

四、增加零件的疲劳强度 在零件工作的时候，有些零件承受的负荷是经常变化的，像车辆上的缓冲弹簧。车辆运转时受到的负荷，可能随着路面高低不平的程度而忽大忽小，这是负荷量的改变。发动机的传动轴有时顺转，有时倒转，负荷量可能没有变，而负荷的方向却改变了。这两种的负荷都叫它变动负荷。

承受变动负荷的零件，用到一定限度后往往会突然损坏，例如：弹簧会突然折断，发动机传动轴会突然扭断，这些损坏现象，在材料学中就叫它做疲乏损坏，也就是说零件的疲劳强度不高。

表面光洁度低的零件很容易产生应力集中，在凹槽角隅处产生细小裂纹，在变负荷的作用下，裂纹会逐渐扩大以致使零件突然损坏（疲乏损坏）。根据试验的结果，在变动负荷下，车削出的零件比磨光的零件寿命要减少两倍。表面粗加工的零件，其疲劳强度要比精加工的零件减低 12%。

五、增加耐蚀作用 空气中的气体和水蒸汽对金属表面有腐

蝕作用，表面愈粗糙，这种腐蝕作用也愈快。因为水蒸汽和腐蝕的气体，不但最容易附着和凝聚在凹处，并且从細微的裂紋中，迅速渗透到金屬的内部，如图 3 所示，表面的金屬层就会起斑塊剝落，这样很快地把零件腐蝕损坏。一根粗車的軸，放在空气中，很快就会有銹蝕出現，而一根經過磨光的軸能在較长的時間內保持光潔不銹。所以提高表面光潔度，也就增加零件的耐蝕能力。



图 3 在腐蝕作用的影响下的表面被破坏的略图。

除了上述几点影响以外，表面光潔度也是保証零件的尺寸精度和机器工作精度的必要条件，沒有相应的表面光潔度，就很难使精度保持稳定。

3 表面光潔度的标准 零件表面的光潔度是应当根据零件的作用和要求来选定，过去表面光潔度只分为三类：粗糙面(▽)、半光面(▽▽)和光潔面(▽▽▽)。随着加工技术的发展，对零件精密度的要求也愈来愈高，如果就这样籠統的划分，就很难明确表达表面的质量，因此必須把表面光潔度划分成若干等級，并制定出評定光潔度的等級标准。

評定表面光潔度的标准必須能表示出以下几点：

1) 能够正确地表达出表面微觀几何形状的特征，也就是能表达出加工后表面质量的高低。

2) 可以用实际数值来表示，而且这些数值能够用相应的測

量仪表准确地测定出来。

3) 表达精度高低的数值要有直观性, 使人一看就能直觉地意识到表面质量如何。如果用微观不平度的平均平方根偏差来评定, 就不如微观不平度的平均高度来得直观。

目前世界各国用来评定表面光洁度的标准很多, 还没有得到统一。但是, 能满足上述要求而且比较通用的有以下几种:

1) 微观不平度的最大高度 $H_{\max}$ 或 $H_{\text{最大}}$ 以测量表面上经常出现的微观不平度的最大高度来表示 (即从峰顶到谷底的高度), 见图 4。对偶然出现的特大高度, 可以略去不计。对木材制件表面多采用这个标准, 而金属制件表面就很少采用。

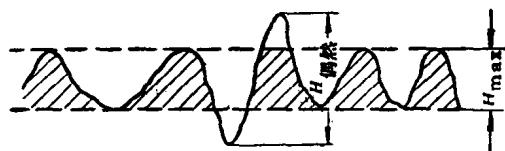


图 4 以微观不平度的最大高度表示。

2) 微观不平度的平均高度 H_{cp} 或 $H_{\text{平均}}$ 由被测量范围内峰顶到谷底的高度 H 的算术平均值求出, 但在计算时对个别显著偏差的 H 值可以略去不计 (如图 5 中 H_0 低于中线可以略去不计)。如果用算式表示, 为

$$H_{cp} = \frac{1}{n} (H_1 + H_2 + \dots + H_n)。$$

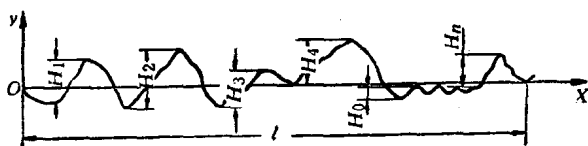


图 5 以微观不平度的平均高度表示。

我国第一机械工业部颁布的表面光洁度标准 (JB)178-60中, 采用的代号为 H_{ig} 。

在[表面粗糙度]的标准中, 是以 5 个峰顶和 5 个谷底分别到基线之间的距离总和之差来计算, 如图 6 所示。以符号 R_z 代表, 如用算式表示, 为:

$$R_z = \frac{(h_1 + h_3 + h_5 + h_7 + h_9) - (h_2 + h_4 + h_6 + h_8 + h_{10})}{5} \circ$$

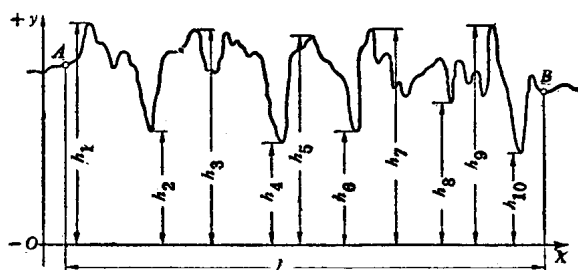


图 6 表面粗糙度。

3) 微观不平度的平均平方根偏差 H_{CK} 或 $H_{均方}$ 以测量表面的剖面轮廓上各点至其中线距离的平方平均值的平方根来计算。所谓中线是一条假想的直线, 它把剖面分为上下面积相等两个部

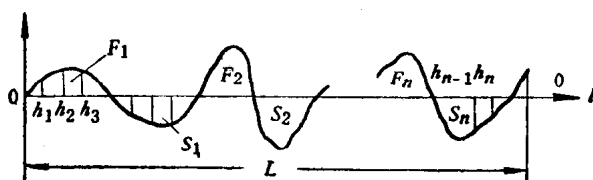


图 7 以微观不平度的平均平方根偏差表示。

分，如图 7 0-0 为中綫，此时：

$$F_1 + F_2 + \cdots + F_n = S_1 + S_2 + \cdots + S_n$$

用算式表示时，为：

$$H_{ck} = \sqrt{\frac{1}{L} \int_0^L h^2 dl},$$

或用其近似值：

$$H_{ck} = \sqrt{\frac{1}{n} (h_1^2 + h_2^2 + \cdots + h_n^2)}.$$

在我国 (JB)178-60 中采用代号为 H_{it} ，在表面粗糙度标准中代号为 R_a 或 H_{RMS} 。

4) 微觀不平度的算术平均偏差 R_a 以測量表面輪廓上各点至其中綫距离絕對值的算术平均偏差，如图 8 所示。用算式表示时，为：

$$R_a = \frac{1}{L} \int_0^L |y| dl$$

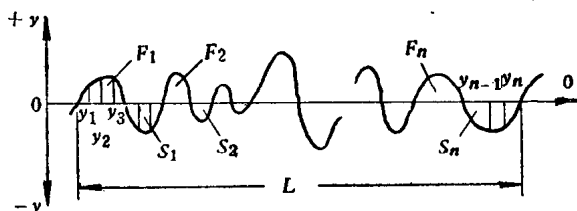


图 8 以微觀不平度的算术平均偏差 R_a 表示。

或其近似值 $R_a = \frac{1}{n} (|y_1| + |y_2| + \cdots + |y_n|)$ 。

$|y|$ 表示 y 的絕對值，即不論 y 原来为正值或負值，在計算时

都一律取正值。

R_a 的代号是用于表面粗糙度标准中，在某些国家的表面光洁度标准中的相当代号为 H_{CLAo} 。

在上述四种标准中，我国(JB)178-60 采用 H_{jg} ($H_{平均}$) 和 H_{jt} ($H_{3\sigma}$) 作为评定的标准，苏联 ГОСТ 2789-51 用 H_{cp} 和 H_{ck} 作为评定标准，而修订后(ГОСТ 2789 59)则采用 R_a 和 R_z 作为评定标准。英美等国则采用 R_a 和 R_q (H_{ck}) 作为评定标准。

4 (JB)178-60表面光洁度等级 有关表面光洁度的标准，我国还没有制定统一的国家标准，目前仍旧采用第一机械工业部在 60 年制订的 (JB) 178-60 的部颁标准，规定从 1961 年开始实行。在这个标准中，把表面光洁度分为 14 级，在精密机械和仪表工业中，因为有时还需要进一步的细致分级，因此在 6~14 级中对每级再细分为 a 、 b 、 c 三等。

评定的标准是采用 H_{jt} 和 H_{jg} ，对 5~12 级的表面最好采用 H_{jt} ，但也可用 H_{jg} ；对 1~4 级表面，则因为过于粗糙容易损伤测量仪器的触针，而 13~14 级又因为表面过于光滑不容易测定，所以都用 H_{jg} 。

表 1 为 (JB)178-60 标准各级表面光洁度中所允许的微观不平度数值，表 2 为 6~14 级各等允许的微观不平度数值。

表 1 和表 2 中的光洁度级别和代号，仅限于 H_{jt} 或 H_{jg} 不平度的上限值，如 $\nabla\nabla\nabla 8$ 是指表面 H_{jt} 值不大于 0.8μ 或 H_{jg} 值不大于 3.2μ ， $\nabla\nabla 6_b$ 是指表面 H_{jt} 值不大于 2.5μ 或 H_{jg} 值不大于 8μ ，下限数值则并无规定。如果光洁度必须限制在一个级别或几个级别或等别的范围内，就需要在代号上注明限制光洁度级别或等别的两个号码。如 $\nabla\nabla\nabla 9-9$ 是指光洁度必须限制在 9

表1 表面光洁度级别 [(JB)178-60]

级 别	代 号	$H_{ji}(\mu)$	$H_{jg}(\mu)$
1	$\nabla 1$	—	$>125 \sim 250$
2	$\nabla 2$	—	$>63 \sim 125$
3	$\nabla 3$	—	$>40 \sim 63$
4	$\nabla \nabla 4$	—	$>20 \sim 40$
5	$\nabla \nabla 5$	$>3.2 \sim 6.3$	$>10 \sim 20$
6	$\nabla \nabla 6$	$>1.6 \sim 3.2$	$>6.3 \sim 10$
7	$\nabla \nabla \nabla 7$	$>0.8 \sim 1.6$	$>3.2 \sim 6.3$
8	$\nabla \nabla \nabla 8$	$>0.4 \sim 0.8$	$>1.6 \sim 3.2$
9	$\nabla \nabla \nabla 9$	$>0.2 \sim 0.4$	$>0.8 \sim 1.6$
10	$\nabla \nabla \nabla \nabla 10$	$>0.1 \sim 0.2$	$>0.5 \sim 0.8$
11	$\nabla \nabla \nabla \nabla 11$	$>0.05 \sim 0.1$	$>0.25 \sim 0.5$
12	$\nabla \nabla \nabla \nabla 12$	$>0.025 \sim 0.05$	$>0.12 \sim 0.25$
13	$\nabla \nabla \nabla \nabla 13$	—	$>0.06 \sim 0.12$
14	$\nabla \nabla \nabla \nabla 14$	—	~ 0.06

注: 判断 5~12 级表面光洁度最好采用 H_{ji} 也允许采用 H_{jg} 。特殊要求必须用 H_{ji} 判断时, 应在技术条件中注明。

表2 表面光洁度等别 [(JB)178-60]

级 别	$H_{ji}(\mu)$			$H_{jg}(\mu)$		
	等 别			等 别		
	a	b	c	a	b	c
6	$>2.5 \sim 3.2$	$>2 \sim 2.5$	$>1.6 \sim 2$	$>8 \sim 10$	$>6.3 \sim 8$	—
7	$>1.25 \sim 1.6$	$>1 \sim 1.25$	$>0.8 \sim 1$	$>5 \sim 6.3$	$>4 \sim 5$	$>3.2 \sim 4$
8	$>0.63 \sim 0.8$	$>0.5 \sim 0.63$	$>0.4 \sim 0.5$	$>2.5 \sim 3.2$	$>2 \sim 2.5$	$>1.6 \sim 2$
9	$>0.32 \sim 0.4$	$>0.25 \sim 0.32$	$>0.2 \sim 0.25$	$>1.25 \sim 1.6$	$>1 \sim 1.25$	$>0.8 \sim 1$
10	$>0.16 \sim 0.2$	>0.125	$>0.1 \sim 0.125$	$>0.63 \sim 0.8$	>0.5	—
		~ 0.16			~ 0.63	
11	$>0.08 \sim 0.1$	>0.063	>0.05	$>0.4 \sim 0.5$	>0.32	>0.25
		~ 0.08	~ 0.063		~ 0.4	~ 0.32
12	$>0.04 \sim 0.05$	>0.032	>0.025	$>0.2 \sim 0.25$	>0.16	>0.12
		~ 0.04	~ 0.032		~ 0.2	~ 0.2
13	—	—	—	$>0.1 \sim 0.12$	>0.08	>0.06
					~ 0.1	~ 0.08
14	—	—	—	$>0.05 \sim 0.06$	>0.04	~ 0.04
					~ 0.05	

級範圍內，即 H_{jI} 值必須大於 0.2μ 但又不得大於 0.4μ ，或 H_{IR} 值必須大於 0.8μ 但又不得大於 1.6μ ； $\nabla\nabla\nabla 9b - \nabla\nabla\nabla\nabla 10a$ 是指 H_{jI} 值必須在 $0.16\sim 0.32\mu$ 或 H_{IR} 值必須在 $0.63\sim 1.25\mu$ 範圍內。

測定表面微觀不平度時，如在技術條件中沒有規定微觀不平度的測量方向時，必須在有最大數值的方向上進行測定。在測量範圍內至少有 5 個波峰存在。同時在 1~4 級時測量長度不小於 3 毫米；在 5~7 級時長度不小於 2 毫米；在 8~14 級時長度不小於 1 毫米。

對光潔度沒有特殊要求的平坦表面，應注上符號 $\sim$ 。

5 ГОСТ 2789-59 表面粗糙度等級 一九五九年，蘇聯曾頒布了新的表面粗糙度標準 (ГОСТ 2789-59) 以代替原來的 ГОСТ 2789-51 表面光潔度標準。採用 R_a 和 R_z 作為評定標準。新標準中對表面粗糙度也分為 14 級，對 6~14 級每級又分為 a、b、C 三等。在 6~12 級最好採用 R_a 來評定，1~5 級和 13~14 級因為用 R_a 測量不便，故最好用 R_z 來評定，這些和 (JB) 178-60 都相同。

表 3 列有各級允許的微觀不平度數值，表 4 為 6~14 級各等允許的不平度數值。

蘇聯新標準 ГОСТ 2789-59 的特點是：

1) 採用 R_a 代替 H_{CK} ，這樣不僅更有直觀性，而且測定 R_a 的儀表構造也較測定 H_{CK} 的簡單，容易提高測量精度，同時測定方法也比較簡便。

2) 所有粗糙度代號不論那一級都只用一個 “ ∇ ” 符號，然後在後面注上級別數字，如： $\nabla 3$ 、 $\nabla 6$ 、 $\nabla 8$ 、 $\nabla 11$ 等，記憶比較方便。

表3 表面粗糙度級別(ГОСТ 2789-59)

級 別	代 号	$R_a(\mu)$	$R_z(\mu)$	基 准 长 度 (毫米)
		不 大 于		
1	$\nabla 1$	80	320	8
2	$\nabla 2$	40	160	
3	$\nabla 3$	20	80	
4	$\nabla 4$	10	40	2.5
5	$\nabla 5$	5	20	
6	$\nabla 6$	2.5	10	0.8
7	$\nabla 7$	1.25	6.3	
8	$\nabla 8$	0.63	3.2	
9	$\nabla 9$	0.32	1.6	0.25
10	$\nabla 10$	0.16	0.8	
11	$\nabla 11$	0.08	0.4	
12	$\nabla 12$	0.04	0.2	
13	$\nabla 13$	0.02	0.1	0.08
14	$\nabla 14$	0.01	0.05	

表4 表面粗糙度等別(ГОСТ 2789-59)

級 別	$R_a(\mu)$			$R_z(\mu)$		
	等 別					
	a	б	в	a	б	в
6	2.50	2.0	1.6	10.0	8.0	--
7	1.25	1.0	0.8	6.3	5.0	4.0
8	0.63	0.5	0.4	3.2	2.5	2.0
9	0.32	0.25	0.2	1.6	1.25	1.0
10	0.16	0.125	0.1	0.8	0.63	0.5
11	0.08	0.063	0.05	0.4	0.32	0.25
12	0.04	0.032	0.025	0.2	0.16	0.125
13	0.02	0.010	0.012	0.1	0.08	0.063
14	0.01	0.008	0.006	0.05	0.04	0.032

3) 測定的範圍規定了基準長度, 各級基準長度數值規定在表 3 內。

除此之外, 對表面粗糙度粗於 $\nabla 1$ 的表面, 即 $R_a > 80 \mu$ 或 $R_z > 320 \mu$ 時, 如果要限制表面粗糙度的話, 可以用“ ∇ ”符號注在表面上, 再將允許的粗糙度數值注在開口處。如图 9 即表示 A 面的 R_z 不大於 500μ 。這是舊標準沒有的。

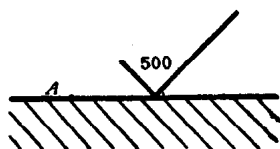


图 9 表面粗糙度粗于 $\nabla 1$ 表示法。

ГОСТ 2789-59 中各級粗糙度代號其含意也是僅限制上限值, 如 $\nabla 7$ 系指 R_a 不大於 1.25μ 或 R_z 不大於 6.3

μ 。如果要限制在某一範圍內也要注出限定級別或等別的號碼, 如 $\nabla 9-10$ 表示要在 9 級和 10 級之間, $\nabla 9_{\sigma}-9_B$ 表示要在 9 級的 σ 等和 B 等之間。

對粗糙度無特殊要求的平坦表面, 也是以 $\sim$ 符號來表示。

6 木材表面光潔度等級 在機械工業中也經常有木材加工, 木材加工表面的光潔度標準是用不平面度最大高度 H_{max} 來評定。我國 [機械制圖] 國家標準 (GB) 131-59 中, 規定木材表面光潔度分為十個等級。光潔度的符號以 ∇ 為代表, 等級數字注在符號的後面, 如 $\nabla 2$ 、 $\nabla 7$ 、 $\nabla 10$ 等。蘇聯仍舊用 ∇ 代表木材光潔度, 但在等級數字間增加一個木材縮寫字母 [∂], 如 $\nabla \partial 2$ 、 $\nabla \partial 9$ 等。

表 5 為木材表面光潔度等級, 及各級允許的最大不平度的數值。

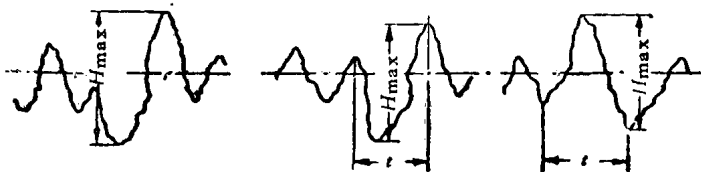


图10 木材表面。

表 5 木材表面光洁度等級

等 級	最大的不平度 $H_{\max}$ (μ)	代 号	
		ZJ 052-58①	ГОСТ 7016-54
1	>1250~1600	▽1	▽01
2	>800~1250	▽2	▽02
3	>500~800	▽3	▽03
4	>315~500	▽4	▽04
5	>200~315	▽5	▽05
6	>100~200	▽6	▽06
7	>60~100	▽7	▽07
8	>30~60	▽8	▽08
9	>16~30	▽9	▽09
10	~16	▽10	▽010

① ZJ052-58为我国第一机械工业部制訂的重型机械标准。

7 表面光洁度在图紙上标注的方法 对需要 規定 光洁度要求的表面，都应该在图紙上标注出相应的光洁度等級和代号，如▽▽5、▽▽▽9、▽▽▽▽12等。以前某些图紙上往往只粗略地注出▽（粗糙面）、▽▽（半光面）、▽▽▽（光面）、▽▽▽▽（极光面）等代号，而不注出級別数字，这是不完整的。在图紙上标注光洁度級別的时候，必須是完整而明确，不能含糊不清。

在图紙上标注光洁度的具体方法，應該按照[机械制图]国家标准(GB)131-59的規定进行，其主要內容有：

1) 标注光洁度代号时，必須将标准中所規定的光洁度級別或等別注出，如▽3、▽▽5、▽▽▽7a、▽▽▽▽12b,并注在可見的輪廓綫上。

2) 零件的全部表面要求同样的光洁度时，該光洁度代号应标注在图紙右上角，并加注[全部]两字，而在零件图形上不必再注光洁度代号（见图 11）。

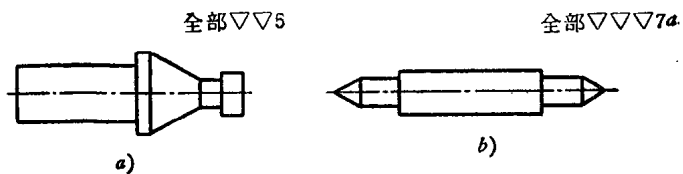


图11 全部表面光洁度相同标注法。

3) 如果零件各表面所要求的光洁度不同时, 就必须分别在各表面上标注出其相应的光洁度代号, 如图 12 所示。

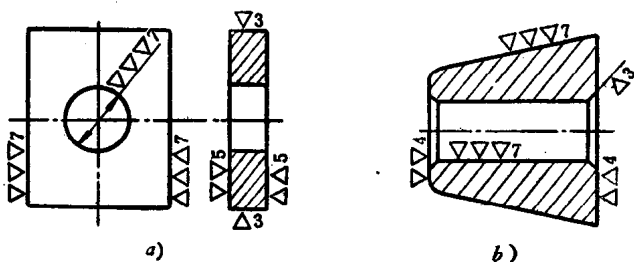


图12 各表面光洁度不同标注法。

对图中用得最多的一种光洁度代号, 可注在图纸右上角, 并加注[其余]两字, 此时图纸上具有该种光洁度的各表面就不必再标注, 但其他光洁度不同的表面仍应要分别注出(如图 13)。

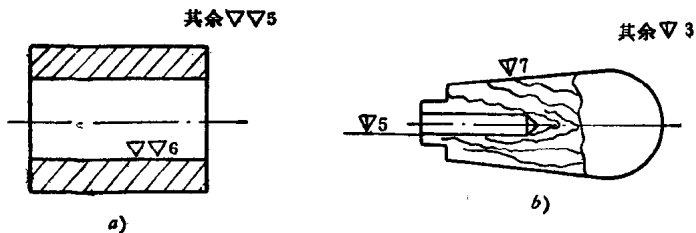


图13 多数表面光洁度相同标注法。

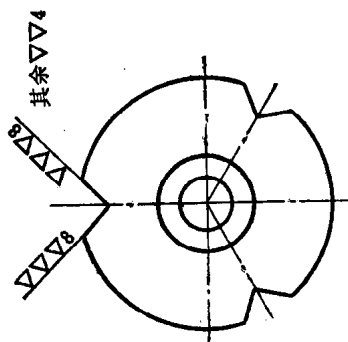


图14 相同的类型表面光洁度标注法。

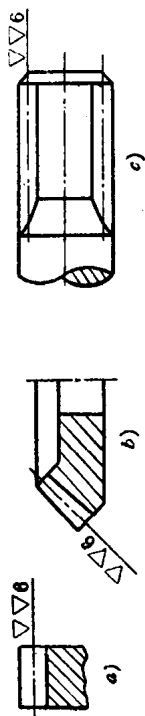


图15 齿形光洁度标注法。

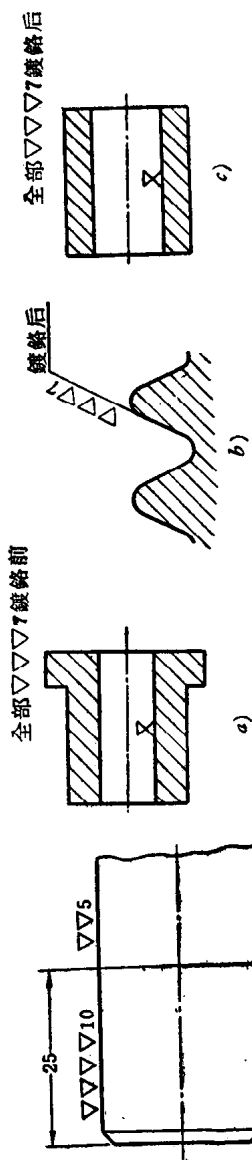


图16 同一表面有不同光洁度要求标注法。

图17 涂层表面光洁度标注法。