



9.4 零件图中的技术要求

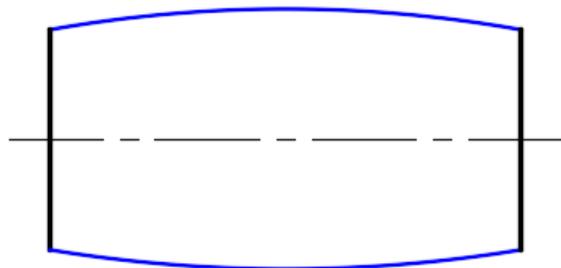
- ❖ 极限与配合
- ❖ 几何公差
- ❖ 表面结构的表示法





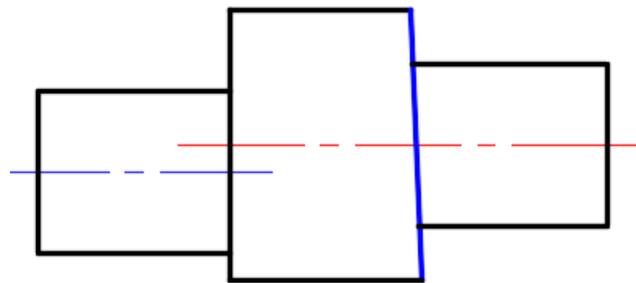
几何公差

在加工圆柱销时，可能出现成品外形不是理想圆柱面，而是中间粗两头细的鼓形，这种实际形状相对理想形状的误差，称为形状误差。



在加工台阶轴时，可能出现各段圆柱的轴线不在同一直线上的情况，这种实际位置与理想位置的误差，称为位置误差。

台阶轴上起定位作用的轴肩面，按设计要求应与轴线垂直，但实际情况可能会存在误差，这种实际方向与理想方向的误差，称为方向误差。





几何公差——几何特征符号、附加符号及其画法

完整的几何公差标注应包括几何特征符号、公差框格和指引线、公差数值及基准符号。其中几何特征符号见下表。

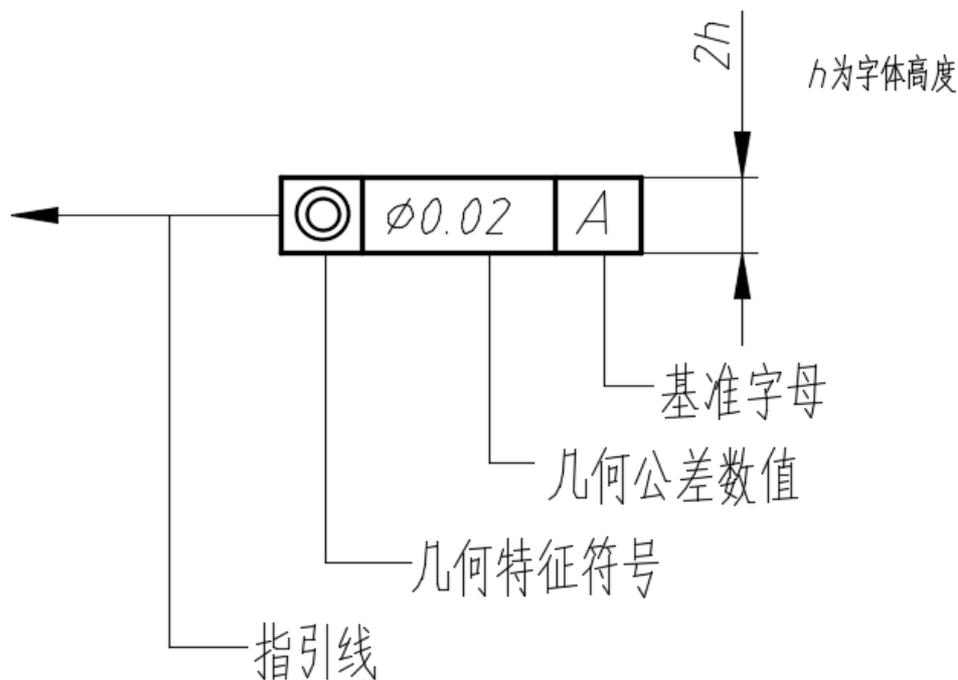
公差类型	几何特征	符号	有无基准	公差类型	几何特征	符号	有无基准
形状公差	直线度	—	无	位置公差	位置度		有或无
	平面度				同心度(用于中心线)		有
	圆度						
	圆柱度						
	线轮廓度						
	面轮廓度						
方向公差	平行度	//	有	对称度		有	
	垂直度	⊥					
	倾斜度	∠					
	线轮廓度						
	面轮廓度						
跳动公差	圆跳动		有	跳动公差	圆跳动		有
	全跳动						





几何公差——几何特征符号、附加符号及其画法

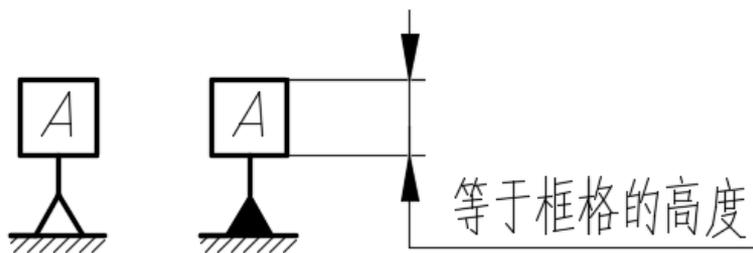
公差框格用细实线绘制，框格可以画成水平的或垂直的，框格高度是图样中尺寸数字高度的二倍，框格中的数字、字母和符号与图样中的数字等高，框格总长度视需要而定，可分两格或多格，依次填写几何特征符号、公差数值和表示基准的字母。





几何公差——几何特征符号、附加符号及其画法

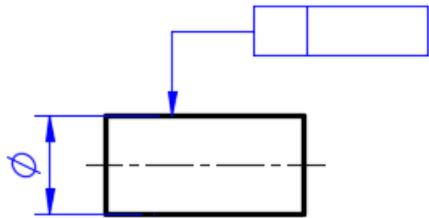
与被测要素相关的基准用大写字母标注在基准方格内，用细实线与一个深黑的或空白的三角形相连以示基准。基准方格与几何公差的框格高度等高，基准符号的高度视需要而定。



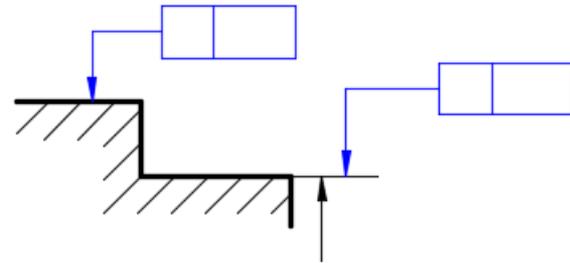


几何公差——几何公差的标注示例

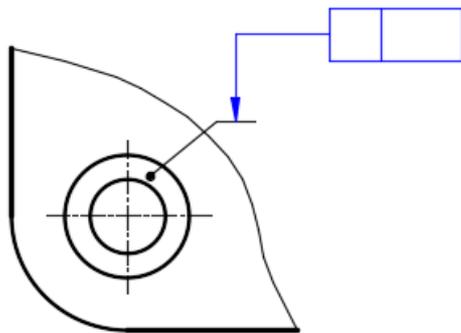
(a) 指引线指向轮廓并与尺寸线错开



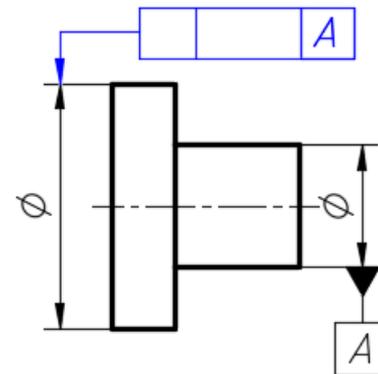
(b) 指引线指向轮廓延长线



(c) 指引线指向被测面的引出线的水平线



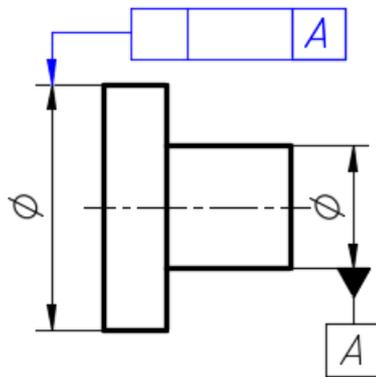
(d) 被测要素为轴线时，指引线对齐尺寸线



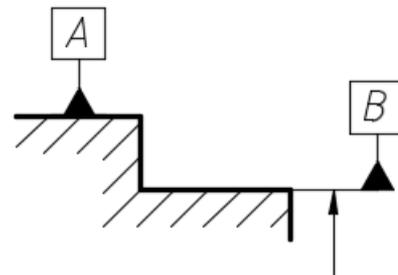


几何公差——几何公差的标注示例

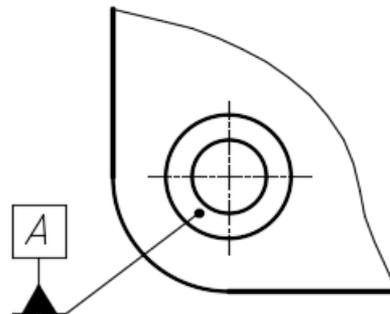
(e) 基准要素为轴线，框格指引线与尺寸线对齐，基准符号与尺寸线对齐



(f) 基准要素为面时，基准符号放置在轮廓线或其延长线上

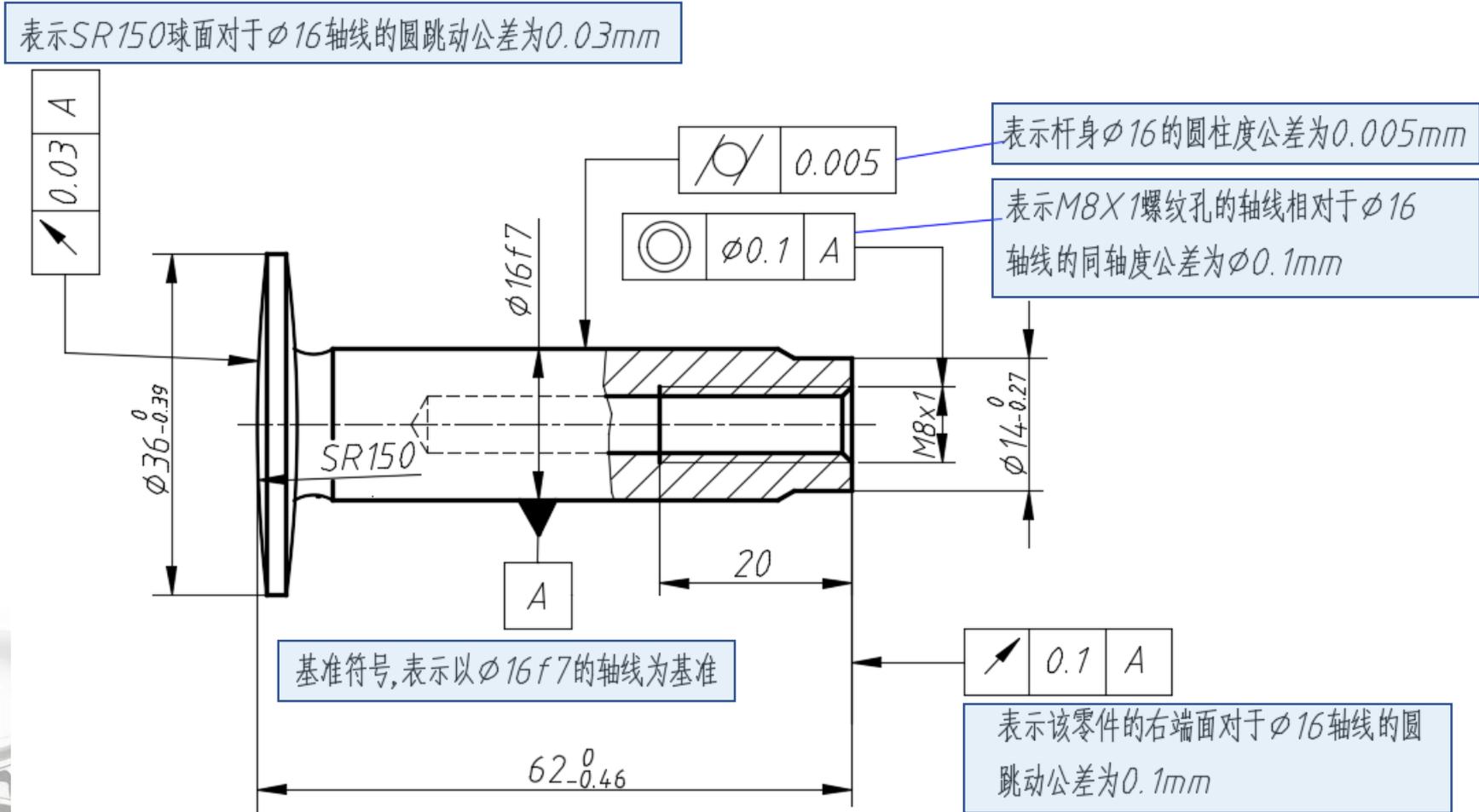


(g) 基准符号放置在被测面的引出线的水平线上





几何公差——几何公差的标注示例



注意： 图中关于几何公差的文字说明不属于图样的内容。



表面结构的表示法

所谓**表面结构**是指零件表面的几何形貌，是零件的表面粗糙度、表面波纹度、表面纹理、表面缺陷等表面几何形状的总称。

GB/T 131-2006《产品几何技术规范（GPS）技术产品文件中表面结构的表示法》适用于所有产品对表面结构有要求的标注。

本节只介绍应用较为广泛的**表面粗糙度**的符号、代号在图样上的表示与识读方法。



表面结构的表示法——表面粗糙度的参数

表面粗糙度是评定零件表面结构要求的一项重要参数，降低零件的表面粗糙度可以提高其表面耐腐蚀、耐磨性和抗疲劳等能力，但其加工成本也相应提高。

因此，在保证机器性能、满足零件表面功能的前提下，应尽量降低成本，合理选用表面粗糙度数值。

常用的表面粗糙度轮廓参数，主要有轮廓算术平均偏差**R_a**、轮廓最大高度**R_z**。





表面结构的表示法——表面粗糙度的参数

(1) 轮廓算数平均偏差Ra

在零件表面的一段取样长度内，沿测量方向（Z方向）的轮廓线上的点与基准线之间距离绝对值的算术平均值，用Ra表示，用公式表示为：

$$Ra = \frac{1}{l} \int_0^l |Z| dx \quad \text{或近似为: } Ra = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Z_i| \quad \text{其中} l \text{为取样长度}$$

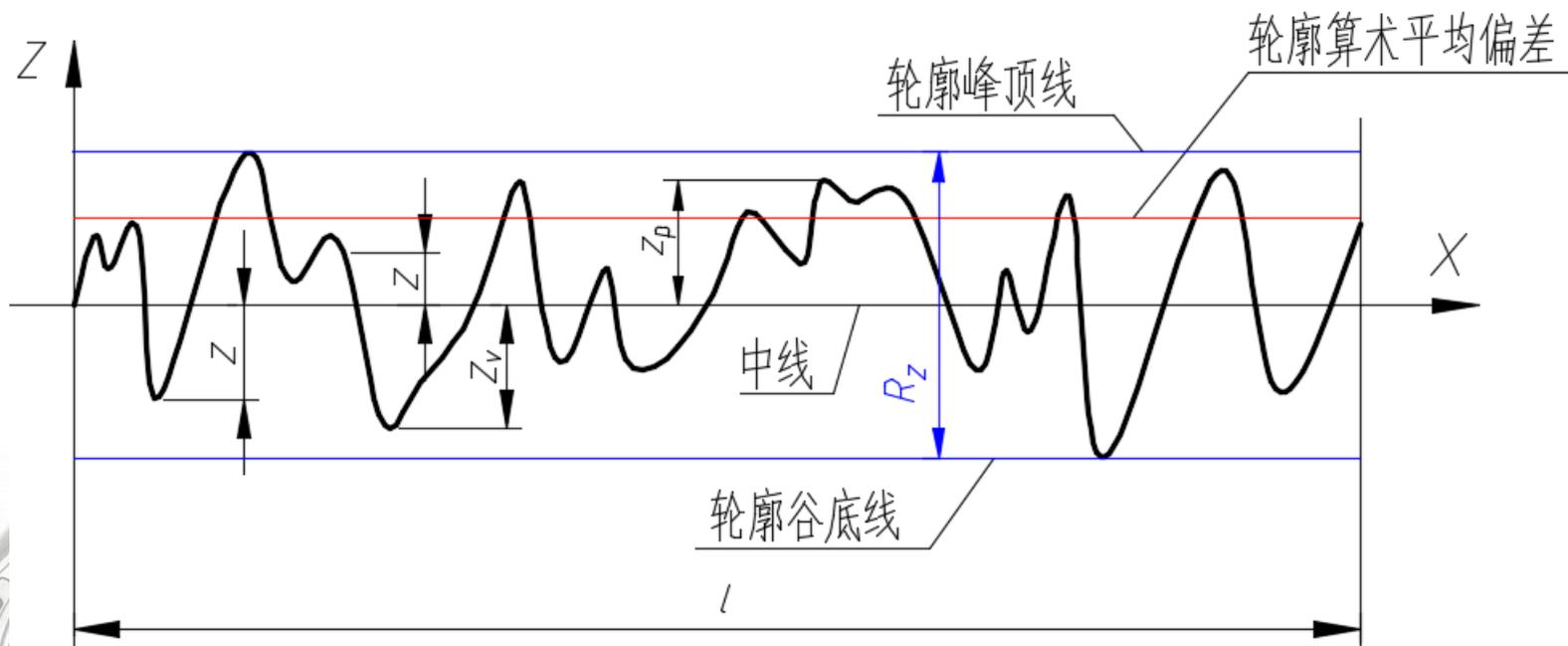
Ra参数能充分反映表面微观几何形状高度方面的特性，是国家标准推荐的首选评定参数。**Ra数值越大，零件表面越粗糙；反之，零件表面越光滑。**



表面结构的表示法——表面粗糙度的参数

(2) 轮廓最大高度 R_z

R_z 是在取样长度内轮廓峰顶线和轮廓谷底线之间的距离。



表面粗糙度轮廓的高度



表面结构的表示法—— R_a 及 R_z 数值系列

设计零件时，通常只采用轮廓算数平均偏差 R_a 。只有在特定要求时才采用轮廓最大高度 R_z 。 R_a 和 R_z 的数值系列如下表所示。

表面粗糙度参数 R_a 及 R_z 的数值系列 (单位： μm)

R_a	0.012	0.2	3.2	50	R_z	0.025	0.4	6.3	100	1600
	0.025	0.4	6.3	100		0.05	0.8	12.5	200	--
	0.05	0.8	12.5	--		0.1	1.6	25	400	--
	0.1	1.6	25	--		0.2	3.2	50	800	--

注：

1. 在表面粗糙度常用的参数范围内（ R_a 为 $0.025\sim 6.3\mu\text{m}$ ， R_z 为 $0.1\sim 25\mu\text{m}$ ），推荐优先选用 R_a 。（注意： R_a 或 R_z 为大小写字母，斜体）
2. 根据表面功能和生产的经济合理性，当选用的数值系列不能满足要求时，可选用补充系列值。补充系列值表中未列出。



表面结构的表示法——Ra值对应的加工方法及应用举例

下表所示为Ra参数值对应的表面特征、主要加工方法和具体应用。

Ra/ μm	表面特征	主要加工方法	应用举例
100 50	明显可见刀痕	粗车、粗铣、粗刨、钻、粗纹锉刀和粗砂轮加工	粗糙度最低的加工面，一般很少用
25	可见刀痕		
12.5	微见刀痕	粗车、刨、立铣、平铣、钻	不接触表面、不重要的接触表面，如螺钉孔、倒角、机座底面等
6.3	可见加工痕迹	精车、精铣、精刨、铰、镗、粗磨等	没有相对运动的零件接触面，如箱体、箱盖、套筒有配合要求的表面、键和键槽的工作表面；相对运动速度不高的接触面，如支架孔、衬套、皮带轮轴孔的工作表面等
3.2	微见加工痕迹		
1.6	看不见加工痕迹		
0.8	可辨加工痕迹方向	精车、精铣、精拉、精镗、精磨等	要求很好密合的接触面，如与滚动轴承配合的表面、锥销孔等；相对运动速度较高的接触面，如滑动轴承的配合表面、齿轮轮齿的工作表面等。
0.4	微辨加工痕迹方向		
0.2	不可辨加工痕迹方向		
0.1	暗光泽面	研磨、抛光、超精细研磨等	精密量具的表面、极重要零件的摩擦面，如汽缸的内表面、精密机床的主轴颈、坐标镗床的主轴颈等。
0.05	亮光澤面		
0.025	镜状光泽面		
0.012	雾状镜面		
0.006	镜面		



表面结构的表示法——表面结构符号、代号及画法

(1) 表面结构的图形符号

GB/T 131-2006/ISO 1302: 2000规定表面结构的图形符号分为基本符号、扩展图形符号、完整图形符号等，图样及文件上所标注的表面结构符号是完整图形符号。各种图形符号及其含义见下表。





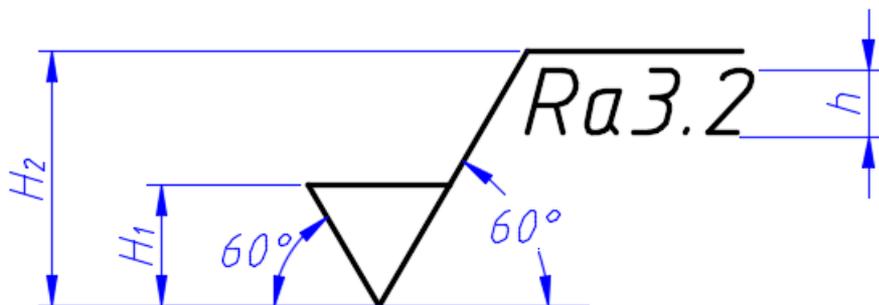
表面结构的表示法——表面结构符号、代号及画法

序号	分类	图形符号	含义说明
1	基本图形符号		表示表面未指定工艺方法。当通过一个注释解释时可单独使用，没有补充说明时不能单独使用
2	扩展图形符号		表示表面用去除材料方法获得。如：车、铣、刨、磨、钻、抛光、腐蚀、电火花、气割等，仅当其含义是“被加工表面”时可以单独使用
			表示表面是用不去除材料的方法获得，如：铸、锻、冲压、冷轧、粉末冶金等或保持上道工序形成的表面。
3	完整图形符号		在三个符号的长边上加一横线，用来标注有关参数和补充信息。
4	工件轮廓表面图形符号		视图上封闭轮廓的各表面有相同的表面结构要求时的符号。如果标注引起歧义时，各表面应分别标注。



表面结构的表示法——表面结构符号、代号及画法

表面结构的图形符号上，注有表面粗糙度的参数和数值及有关规定，则称为表面粗糙度代号，如下图所示。其中图形符号的尺寸 H_1 和 H_2 随所绘图中的轮廓线宽而有所变化。

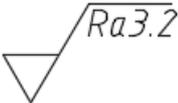
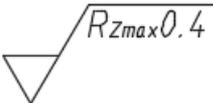
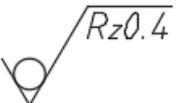


数字与字母的高度 h	2.5	3.5	5	7	10	14	20
符号线的宽度以及数字与字母线宽度	0.25	0.35	0.5	0.7	1	1.4	2
高度 H_1	3.5	5	7	10	14	20	28
高度 H_2 (最小值)	7	10.5	15	21	30	42	60



表面结构的表示法——表面结构符号、代号及画法

常用表面结构符号、补充要求及其意义见下表。

符号	含义	符号	含义
	用去除材料的方法得到的表面。 Ra 轮廓算术平均偏差为 3.2μm		用不去除材料的方法获得表面， Ra 轮廓算数平均偏差为 12.5μm
	用去除材料的方法得到的表面。 Rz 轮廓最大高度为 6.3μm		用去除材料的方法得到的表面。 Rz 轮廓的最大高度的最大值为 0.4μm
	用不去除材料的方法获得表面， Rz 轮廓最大高度为 0.4μm		Rz 轮廓，上限轮廓的最大高度为 1.6μm ，下限算数平均偏差为 0.8μm

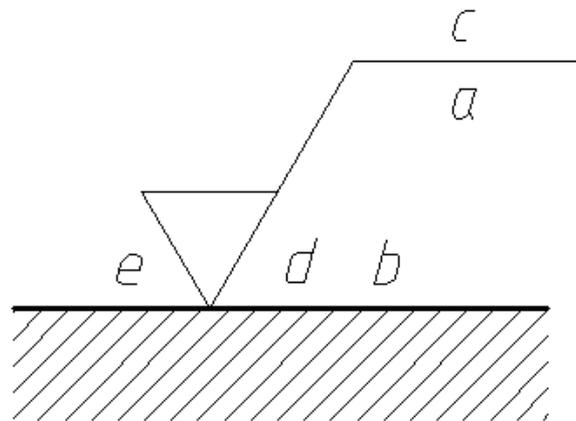


表面结构的表示法——表面结构图形代号的组成

在表面结构的基本符号周围，注上表面粗糙度参数值、单一要求和补充要求。

表面结构补充要求的注写位置如下：

- ❖ 位置a——注写表面结构的单一要求。
- ❖ 位置b——注写第二个表面结构要求。
还可注写第三个或更多个表面结构要求，此时，图形符号应在垂直方向扩大，以空出足够的空间。
- ❖ 位置c——注写加工方法、表面处理、涂层或其他加工工艺要求等，如车、磨、镀等加工表面
- ❖ 位置d——注写所要求的表面纹理和纹理方向
- ❖ 位置e——注写所要求的加工余量，以毫米为单位给出数值



表面结构的图形符号的组成



表面结构的表示法——表面结构要求在图样上的标注方法

表面结构要求对每一个表面只标注一次，并尽可能标注在相应尺寸及其公差在同一视图上，除非另有说明，所标注的表面结构要求是对完工零件表面的要求。

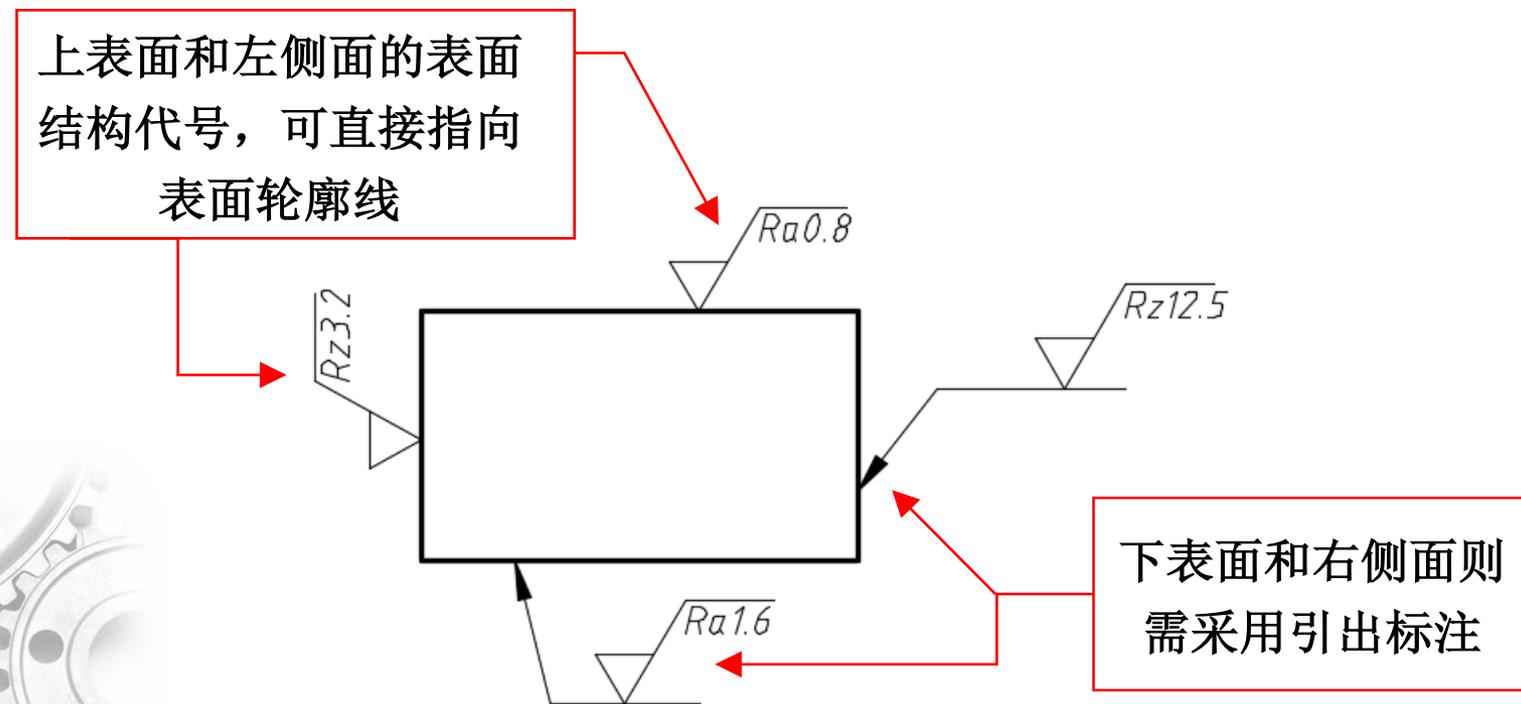
表面结构要求代号一般应标注在可见轮廓线、尺寸界线、引出线或它们的延长线上，**符号尖端从材料外指向表面并与图线接触。**

当用统一标注或简化标注的方法表达表面结构要求时，应注写在标题栏附近或图纸下方。此时，代号或者说明文字的高度与图形上其他表面所注写代号的高度完全一致。



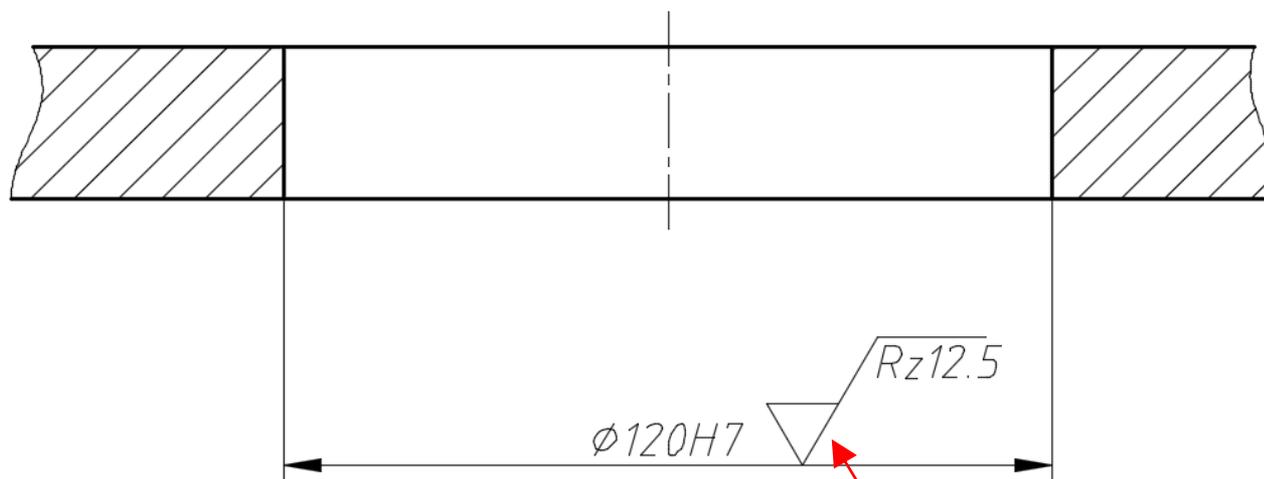
表面结构的表示法——常见的表面结构要求的标注示例

表面结构代号的注写和读取方向应该与尺寸的方向一致；**符号应从材料外指向并接触零件表面，不得留空隙。**





表面结构的表示法——常见的表面结构要求的标注示例

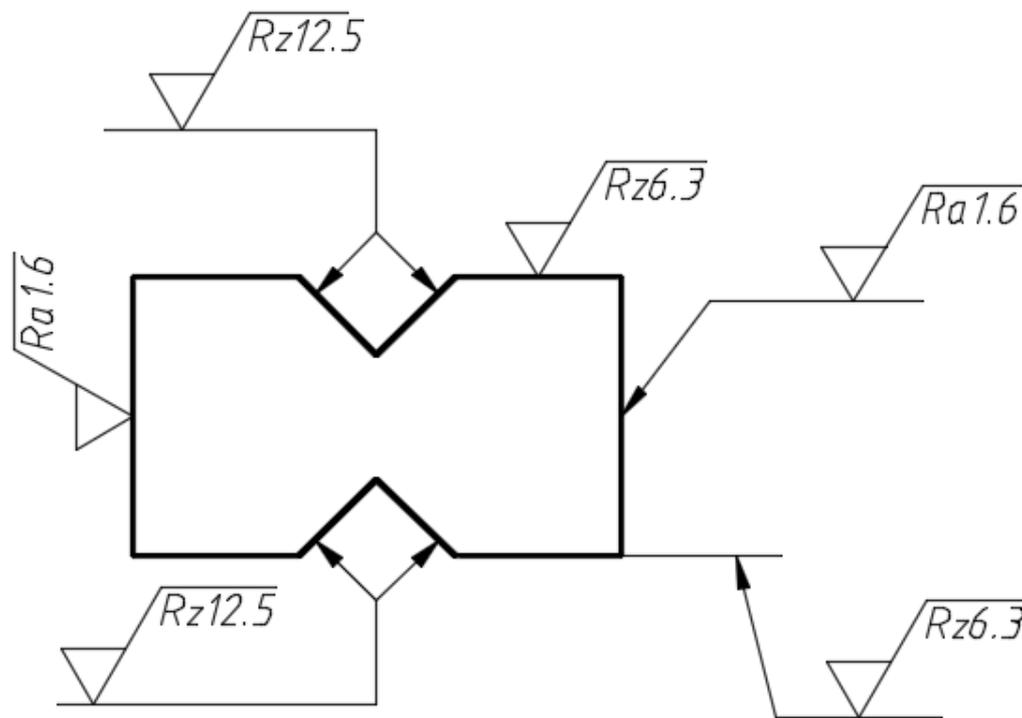


表面结构代号可以直接标在尺寸线上。



表面结构的表示法——常见的表面结构要求的标注示例

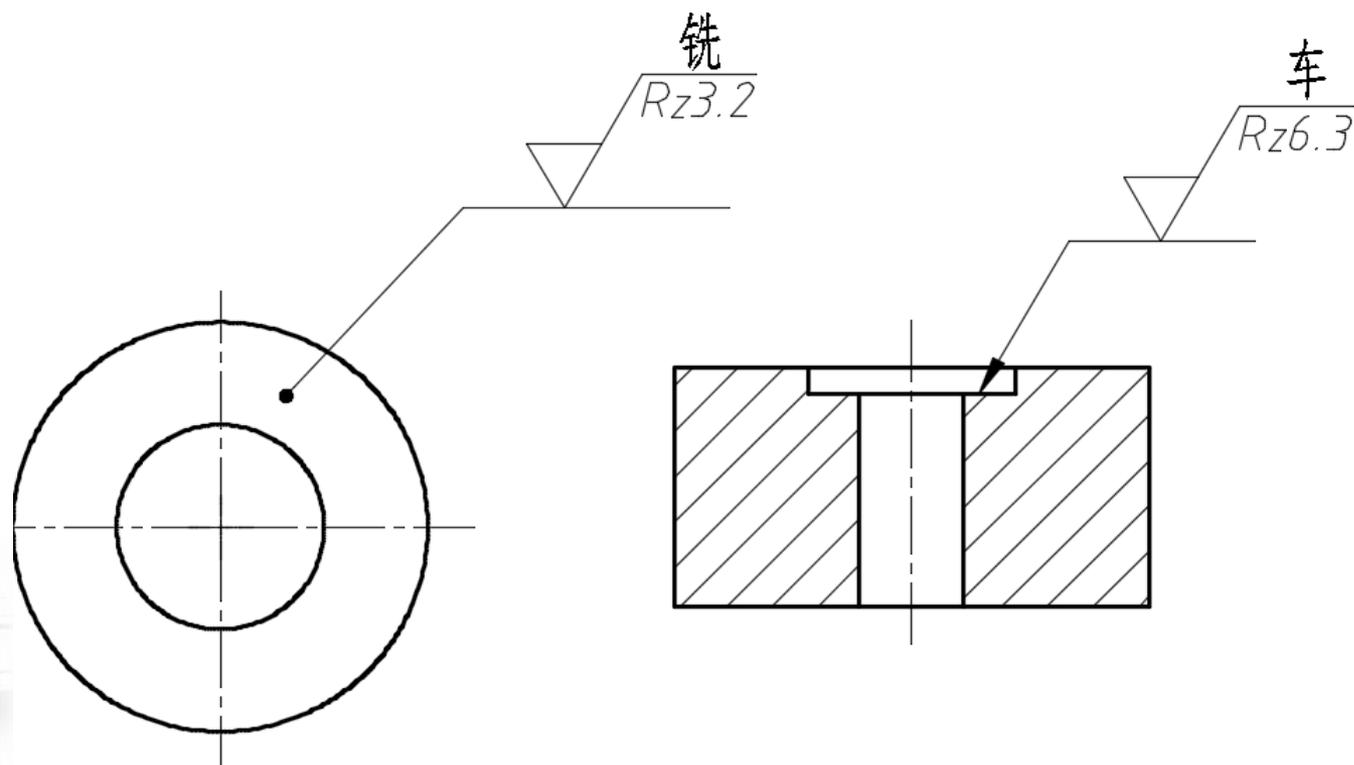
表面结构代号一般标注在可见轮廓线、尺寸线、尺寸界限、特征线或其延长线上。





表面结构的表示法——常见的表面结构要求的标注示例

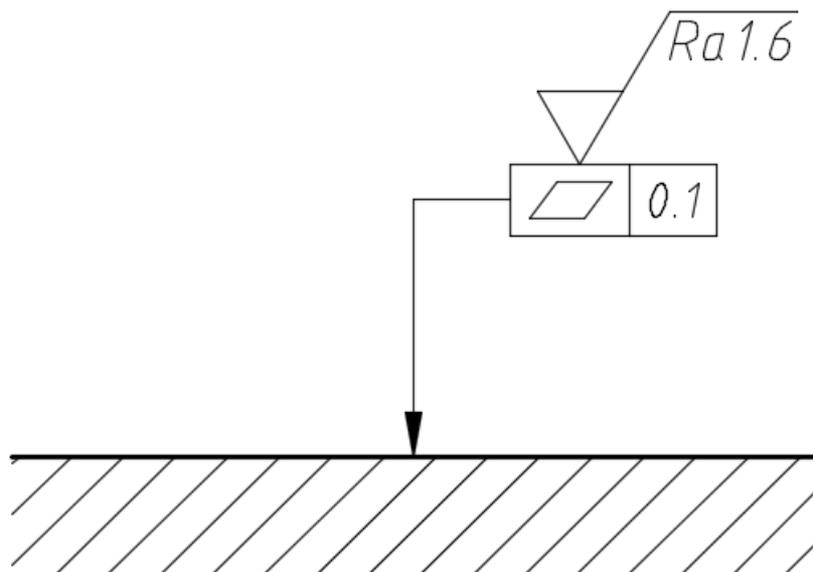
表面结构代号用带黑箭头或黑点的指引线引出标注。





表面结构的表示法——常见的表面结构要求的标注示例

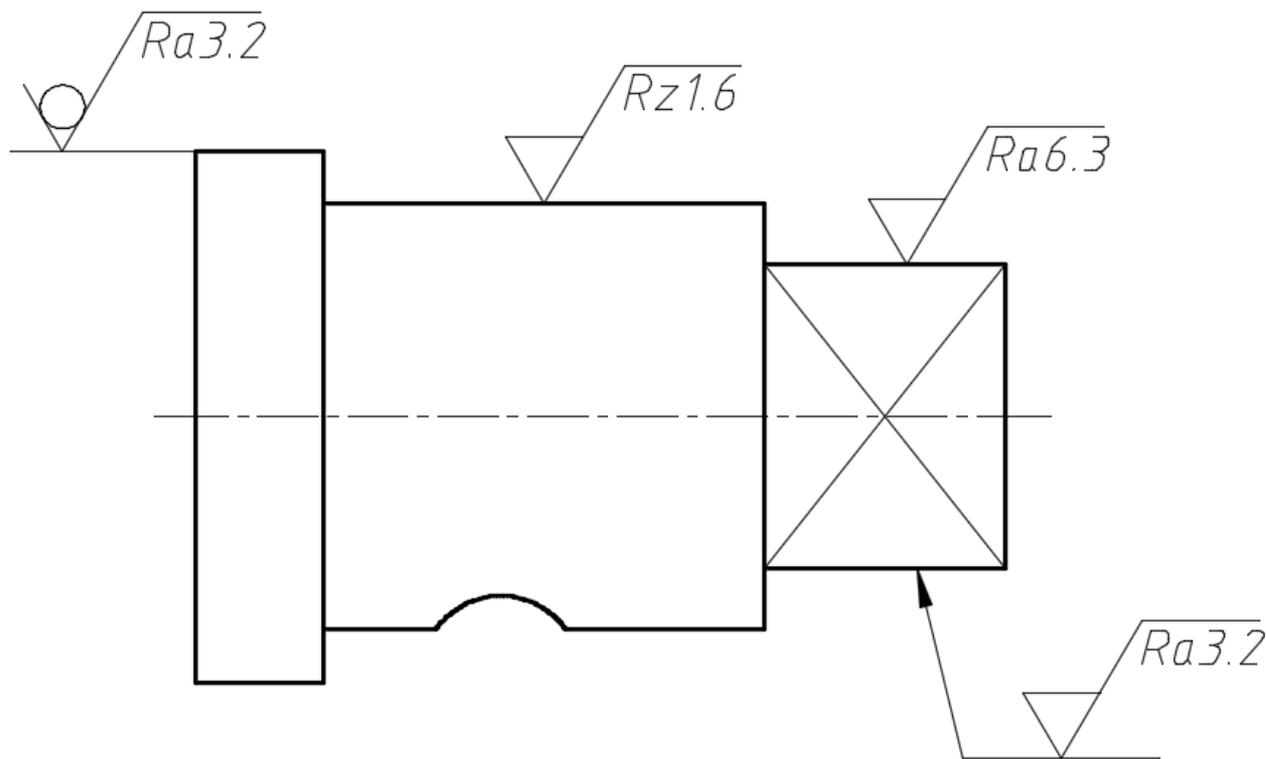
表面结构代号可标注在几何公差框格的上方。





表面结构的表示法——常见的表面结构要求的标注示例

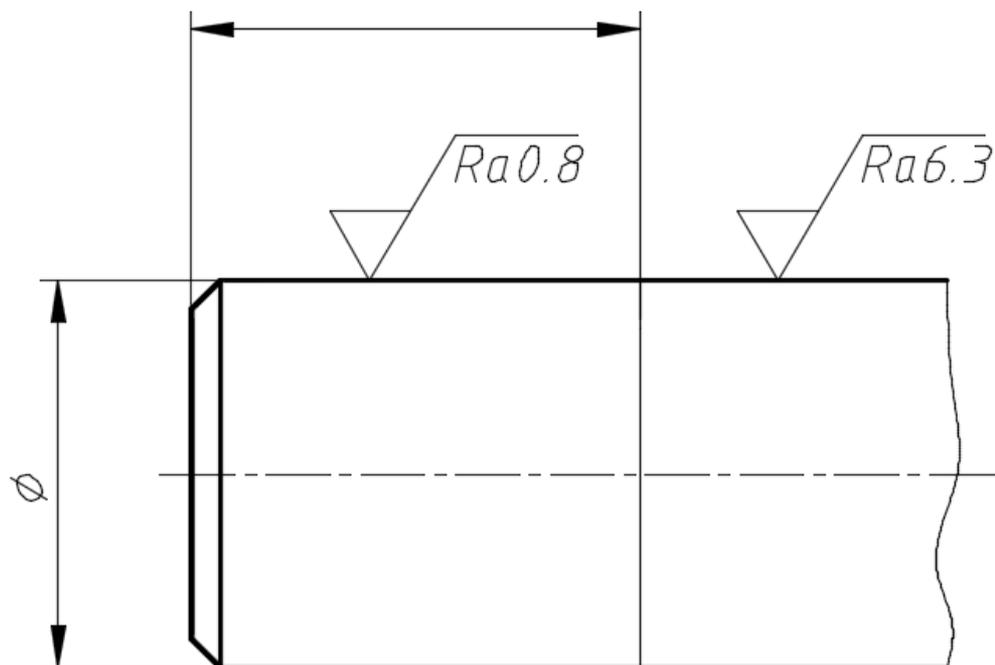
圆柱（或棱柱）各表面的表面结构要求相同时只需标注一次。如果各表面有不同的表面结构要求，则应分别单独标注，如图示零件右侧的棱柱上、下表面Ra值不同，需分别标注。





表面结构的表示法——常见的表面结构要求的标注示例

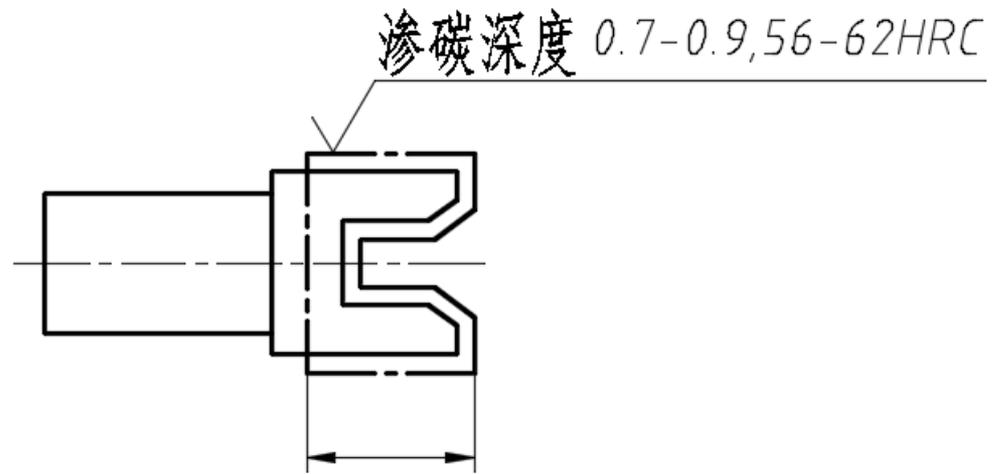
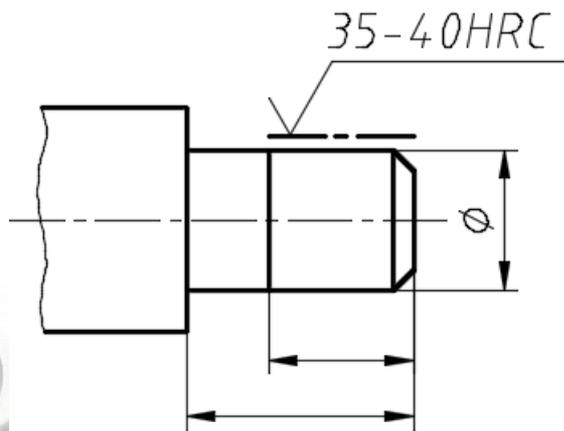
零件上同一表面有不同的表面结构要求时，应用细实线画出其分界线，并分别标注各段表面结构代号和尺寸。





表面结构的表示法——常见的表面结构要求的标注示例

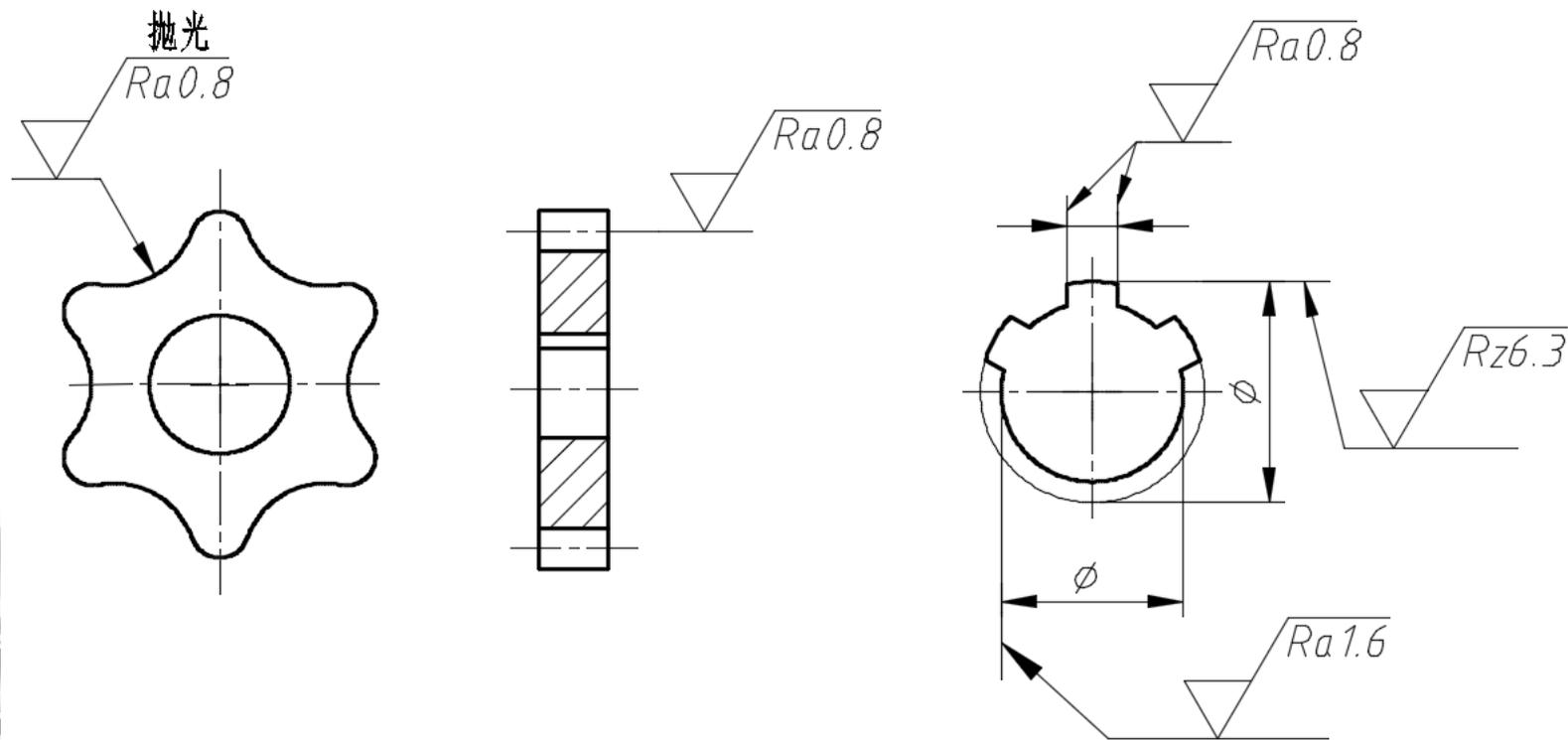
需要将零件局部热处理或局部镀（涂）覆时，应用粗点划线画出其范围，并标注相应的尺寸，也可以将其要求注写在表面结构符号长边的横线上。





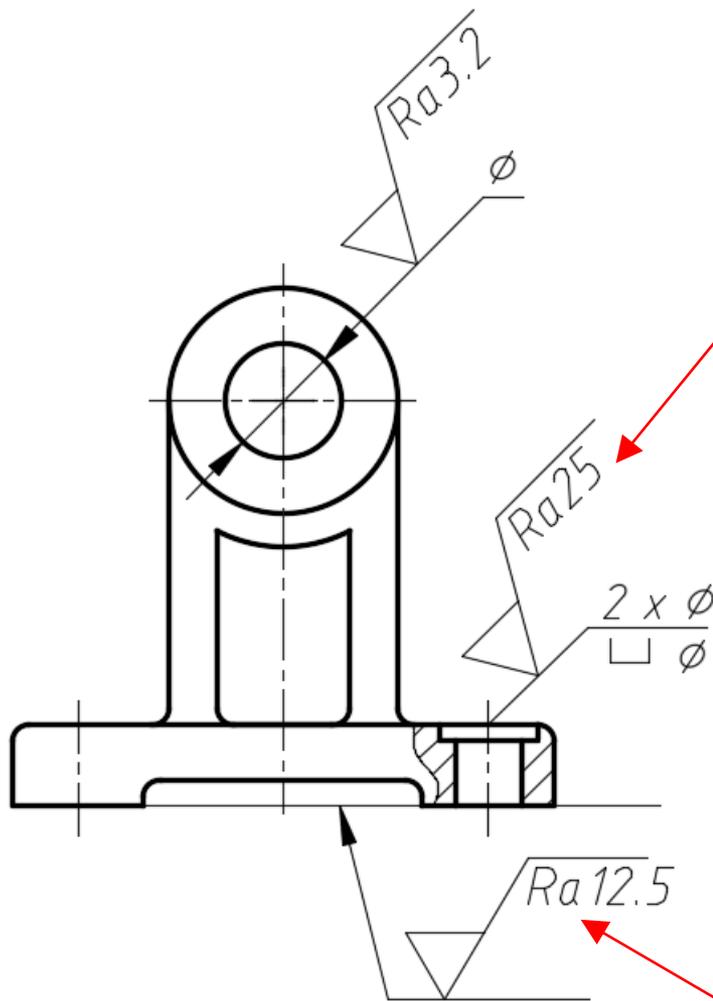
表面结构的表示法——常见的表面结构要求的标注示例

零件上连续表面及重复要素（孔、槽、齿等）的表面结构要求，可按图示的方式标注。





表面结构的表示法——常见的表面结构要求的标注示例



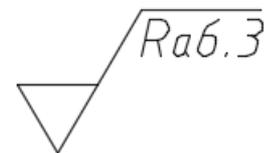
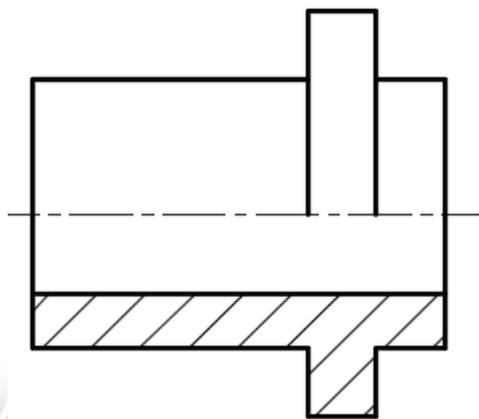
若沉孔结构各表面有相同的表面结构要求，可将代号标注在尺寸引线上。

对不连续的同—表面（如带有凹槽的底板底面）可用细实线连接，只标注一次该表面的结构要求。



表面结构的表示法——常见的表面结构要求的标注示例

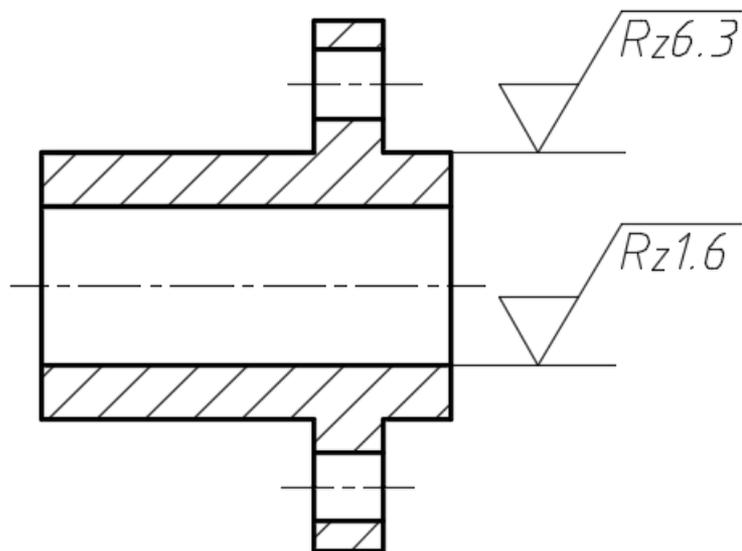
如果零件所有表面有着相同的表面结构要求，可将其统一标注在图样标题栏附近。



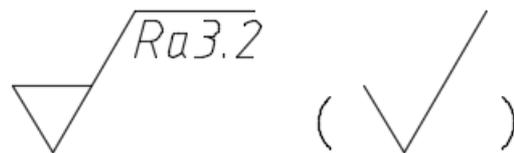


表面结构的表示法——常见的表面结构要求的标注示例

如果零件的大多数表面有相同的表面结构要求时，可统一标注在图样的标题栏附近，在该符号后面加上圆括号，圆括号内给出无任何其他标注的基本符号。



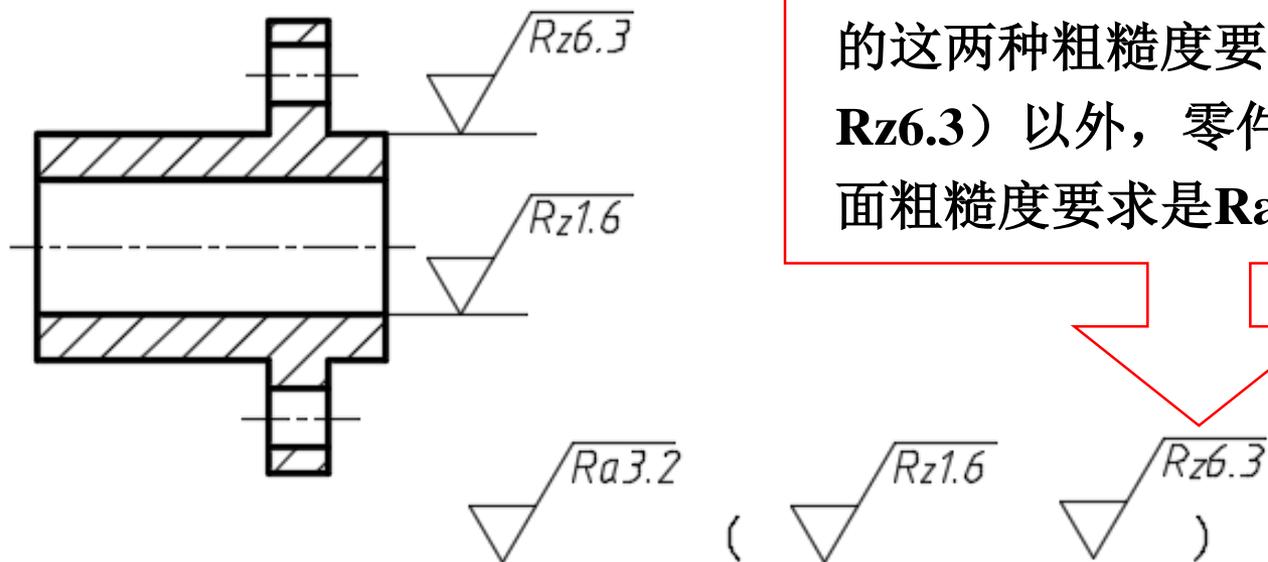
此处含义为：除了图上标注的表面结构要求，其余表面结构要求均是Ra3.2。





表面结构的表示法——常见的表面结构要求的标注示例

如果零件的大多数表面有相同的表面结构要求时，可统一标注在图样的标题栏附近，在该符号后面加上圆括号，圆括号内给出无任何其他标注的基本符号。



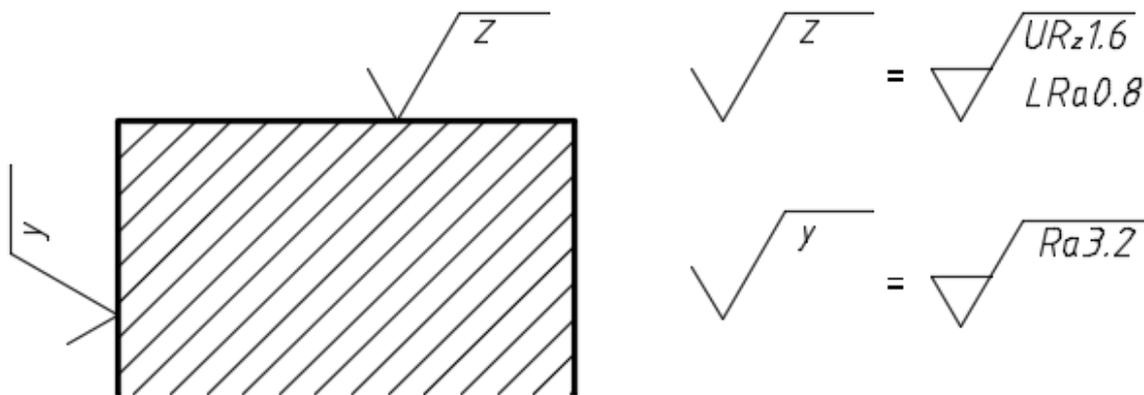
此处含义为：除了括号内标注的这两种粗糙度要求（**Rz1.6**和**Rz6.3**）以外，零件上其余的表面粗糙度要求是**Ra3.2**。



表面结构的表示法——常见的表面结构要求的标注示例

当多个表面具有相同的表面结构要求或者标注位置受到限制时
可以采用简化标注。

一种简化形式可采用带字母的完整图形符号对相同表面结构要求的表面进行标注。以等式的形式注写在图形附近或标题栏附近。





表面结构的表示法——常见的表面结构要求的标注示例

当多个表面具有相同的表面结构要求或者标注位置受到限制时可以采用简化标注。

另一种简化形式是采用基本图形符号和扩展图形符号说明表面结构要求，以等式的形式注写在图形附近或标题栏附近。

