

阪本金属

机械识图与制图基础教程

SKMT

培训讲师：顾泽铭

CONTENTS

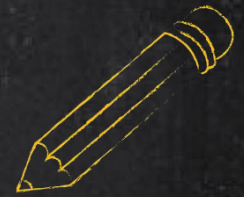
目 录

01 | 图纸的作用、概念

02 | 制图的基本规定

01

机械图纸的作用&概念



一.机械制图的作用

- 1.在机械工程中使用的图纸称为机械图纸。
- 2.机械图纸是表达机械零件和装配体结构、尺寸、技术要求的重要工具。机械制图与识图是以机械图纸为对象，研究如何运用正投影原理，绘制和阅读机械工程图纸的课程它涵盖了机械零件的尺寸、形状、公差以及表面粗糙度等信息；还包括了材料标识、热处理要求和零件的功能说明等重要信息。

二.机械制图的概念

在机械制图中，基本概念包括

定义: 机械制图是用图样确切表示机械的结构形状、尺寸大小、工作原理和技术要求的学科，是工程界的语言

图样组成: 图样由图形、符号、文字和数字等组成，用于表达设计意图和制造要求。

标题栏: 位于图中的右下角，填写零件名称、材料、数量、图样的比例等信息。

必要的尺寸: 反映零件各部分结构的大小和相互位置关系，满足零件制造和检验的要求。

基本知识: 机械工程师必须掌握机械制图的基本规定和画法，无论是手工绘图还是CAD制图。

三.机械制图的介绍与分类

1、识图:

是进行工程语言交流的基础;熟悉制图的基本知识,基本方法,培养识图和空间想象能力及空间分析能力;

2、工程图:

产品(设备)在设计.制造.检验.安装等过程中所使用的图纸;

3、工程图种类:

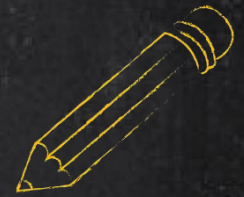
A.按内容分:装配图,零件图

B.按方法分:二维图 (CAD.CAXA图),三维图 (PRO/E.UG.3D MAX.Solid Works图)



02

机械制图的基本规定



一、图纸幅面和标题栏

1. 图纸幅面及图框尺寸

优先采用基本幅面（A0-A4），尺寸符合GB/T 14689—2008。

必要时可加长幅面，如A4×3（297mm×630mm）。

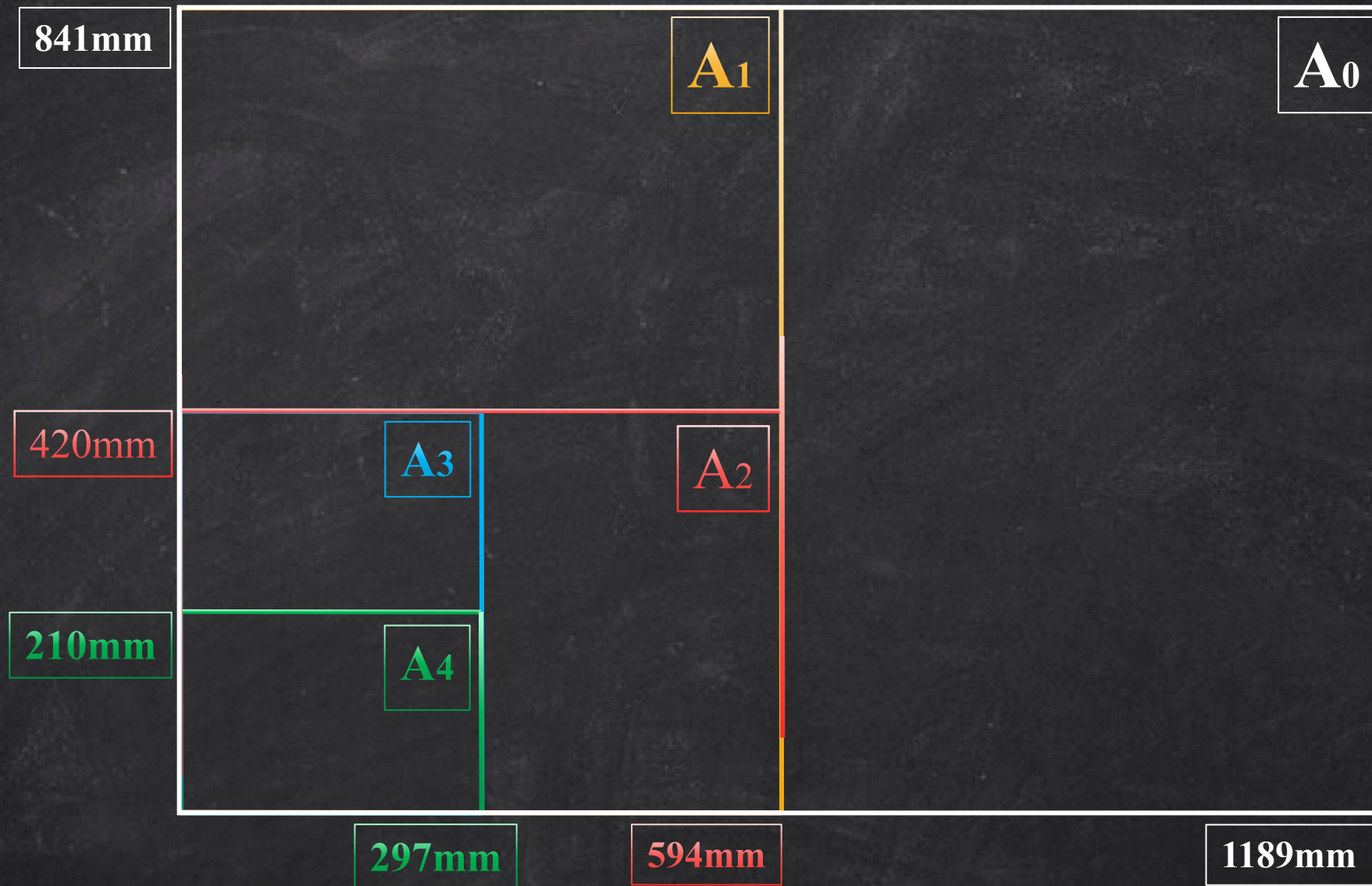
图框分不留装订边和留有装订边两种格式，标题栏位于右下角，包含更改区、签字区等。

在图纸上必须用粗实线画出图框，其格式分为留装订边和不留装订边两种，但同一产品的图样只能采用其中一种格式。

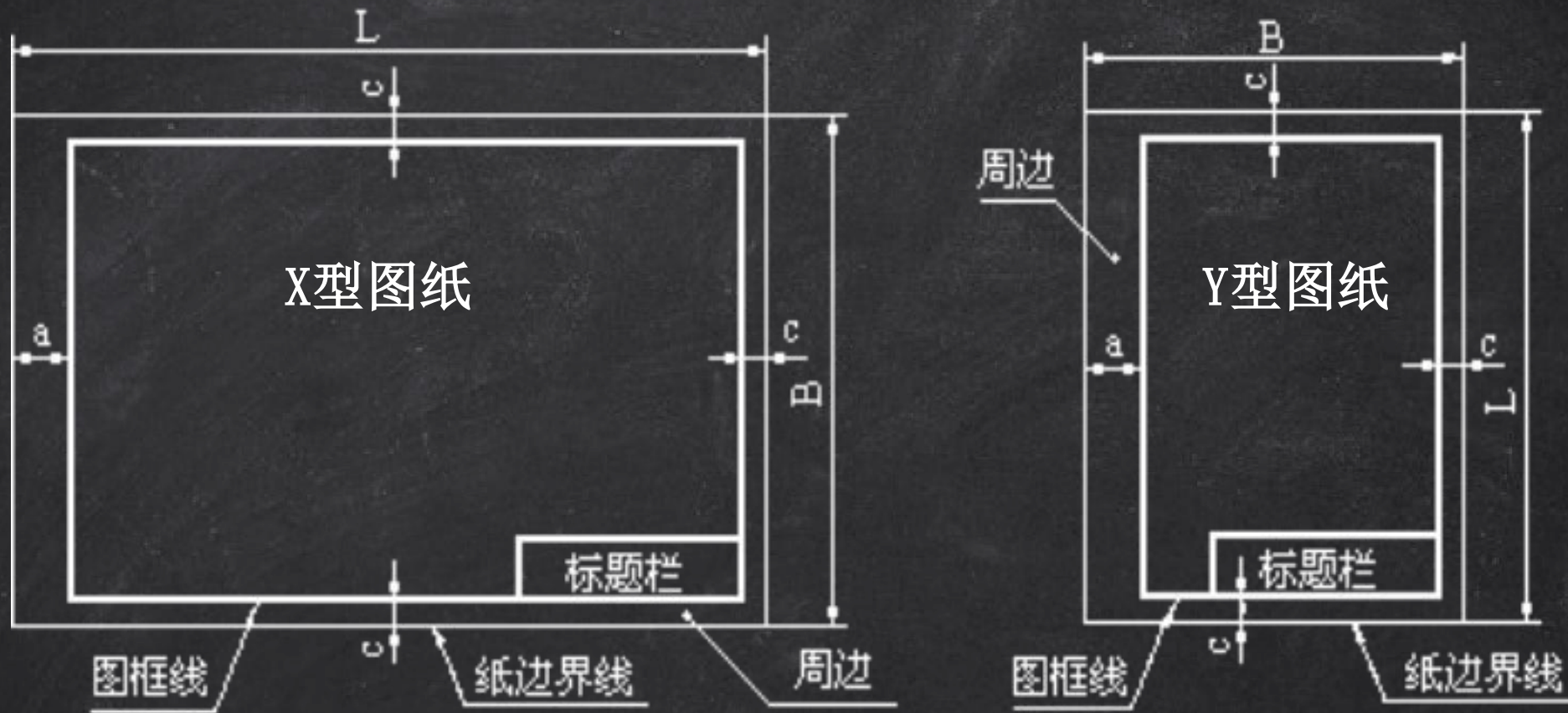
表 1-1 图纸幅面尺寸 (mm)

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
B×L	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
a	25				
c	10			5	
e	20		10		

图纸幅面



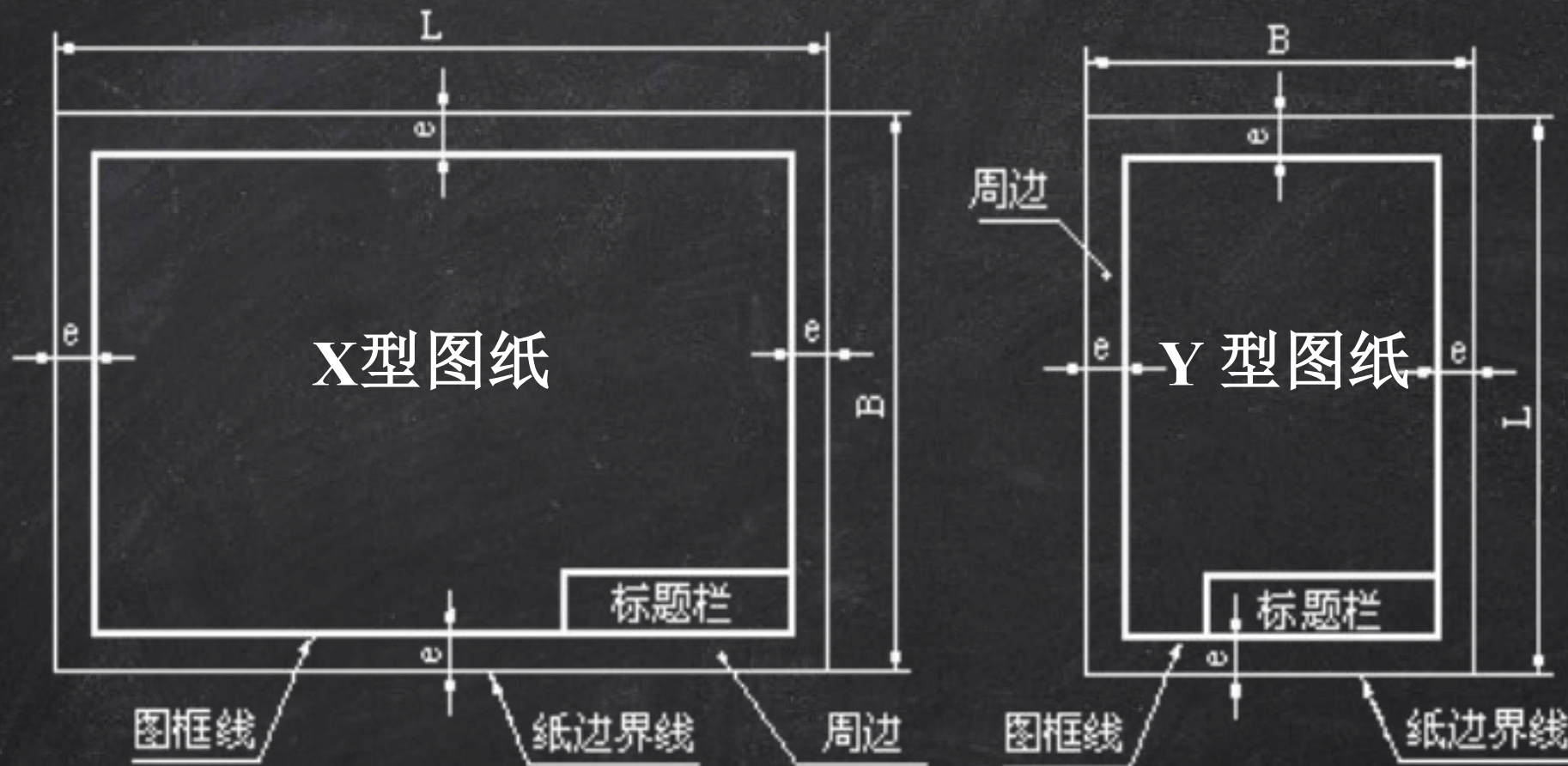
图框格式及其尺寸



有装订边图纸的图框格式

图框格式及其尺寸

无装订边图纸的图框格式



2. 标题栏

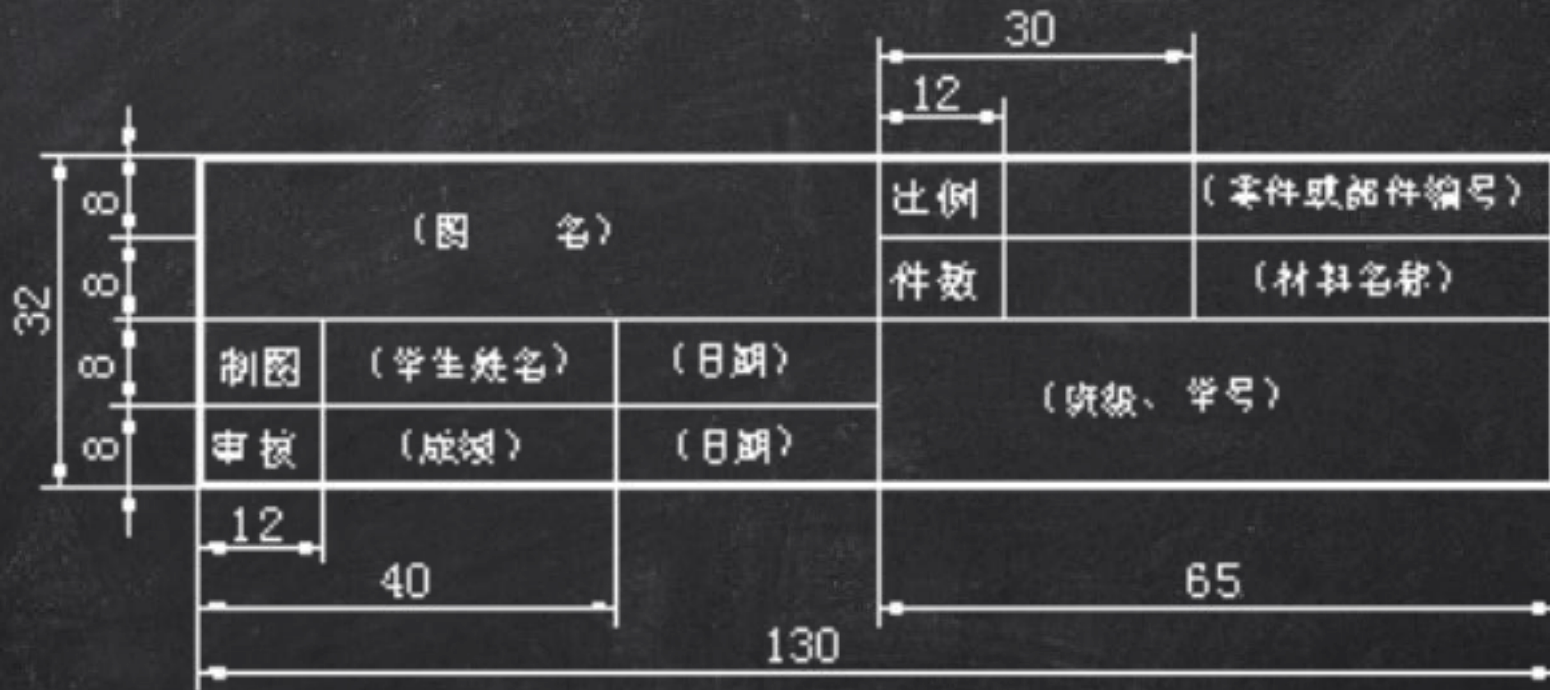
每张图纸上都必须画出标题栏，标题栏的外框线用粗实线、框内格线用细实线绘制。标题栏的格式和尺寸在国标中都有规定。

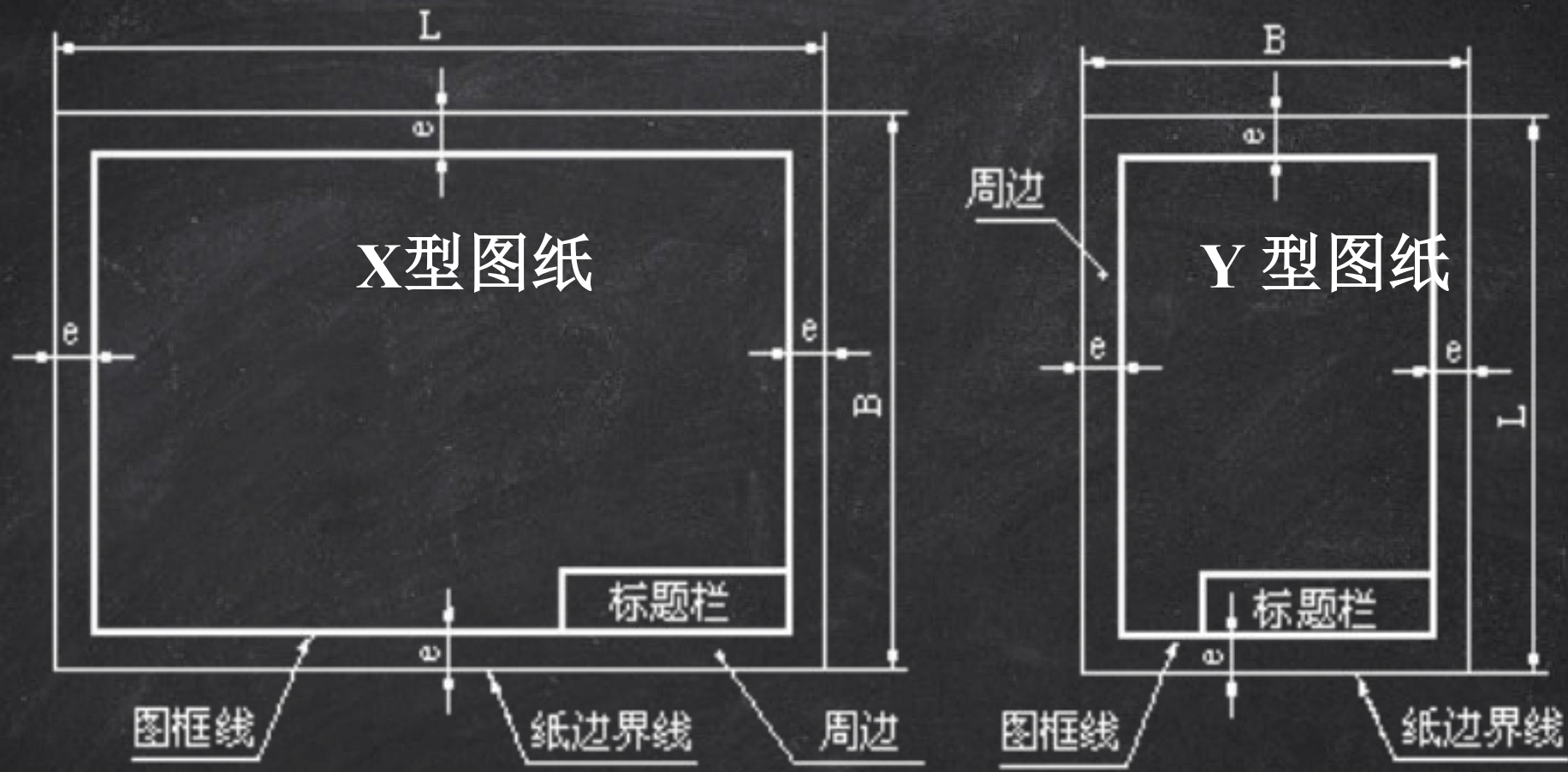
国标中规定的标题栏格式



制图作业中推荐使用简化的标题栏格式

标题栏应位于图纸的右下角，其底边和右边分别与图框线的底边线、右边线重合。
在此情况下，看图的方向与看标题栏的方向一致。





**当标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时，即构成X型图纸；
当标题栏的长边与图纸的长边垂直时，则构成Y型图纸。**

3.比例

比例是指图样中机件要素的线性尺寸与实际机件相应要素的线性尺寸之比。绘图时应选用国标中规定的绘图比例。

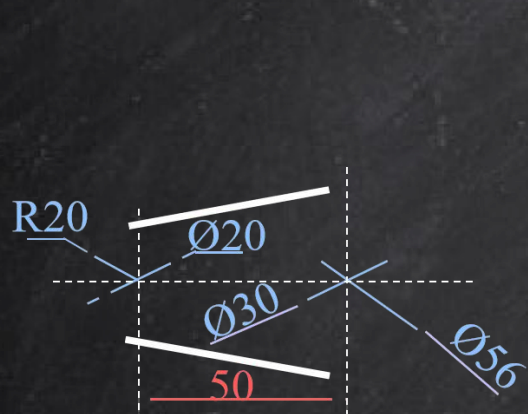
在满足需要的情况下，应尽量采用1:1的比例，以便使图样直接反映机件的实际大小。对于大而简单的机件一般采用缩小比例；对于小而复杂的机件一般采用放大比例。

但在标注尺寸时，一律标注机件的实际尺寸，并在标题栏的“比例”一栏中填写所选用的比例值。

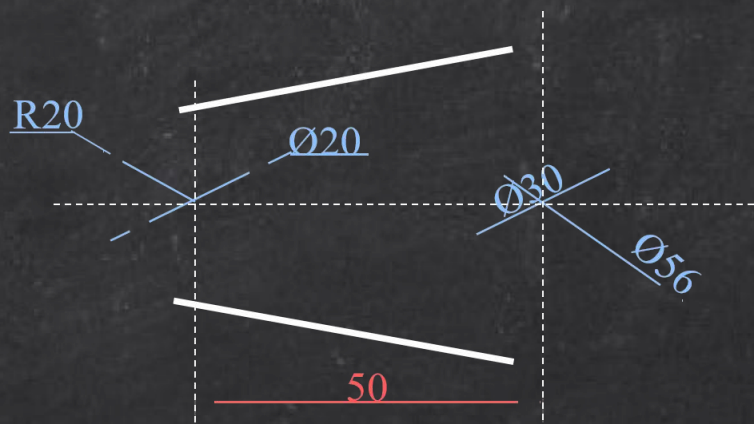
表 1-2 绘图的比例

原值比例	1:1
缩小比例	(1:1.5) ··· 1:2 ··· (1:2.5) ··· (1:3) ··· (1:4) ··· 1:5 ··· (1:6) ··· $1:1 \times 10^n$ ··· $(1:1.5 \times 10^n)$ ··· $1:2 \times 10^n$ ··· $(1:2.5 \times 10^n)$ ··· $(1:3 \times 10^n)$ ··· $(1:4 \times 10^n)$ ··· $1:5 \times 10^n$ ··· $(1:6 \times 10^n)$
放大比例	2:1 ··· (2.5:1) ··· (4:1) ··· 5:1 ··· $1 \times 10^n:1$ ··· $2 \times 10^n:1$ ··· $2.5 \times 10^n:1$ ··· $(4 \times 10^n:1)$

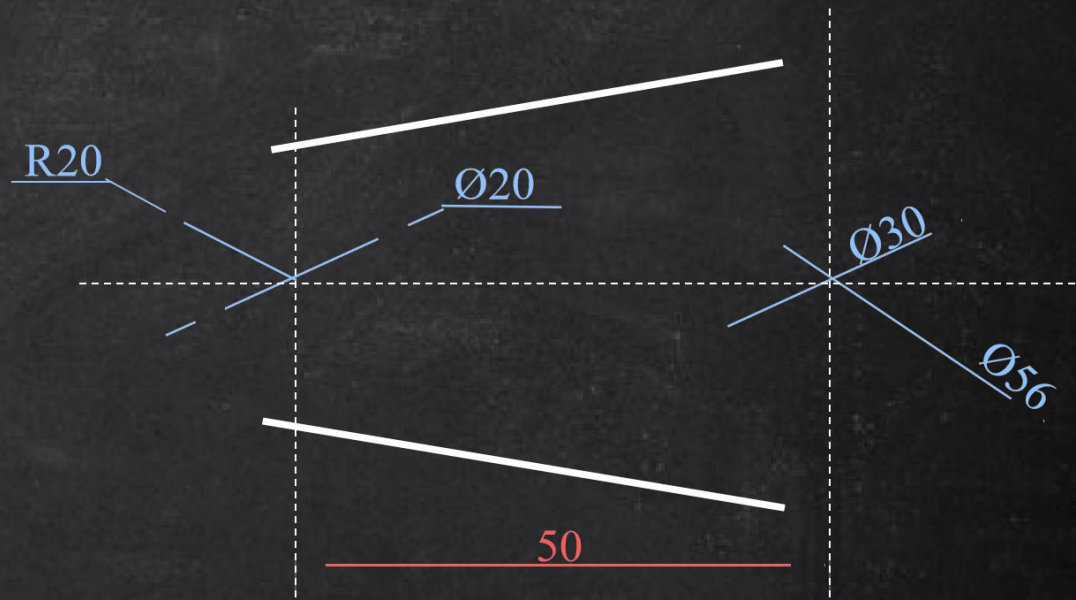
比例的使用



缩小比例



1:1比例



放大比例

二、图线及其应用

名称	名称	基本线型和名称	应用
实线	细实线		尺寸线尺寸界线指引线剖面线等
	粗实线		可见轮廓线螺纹牙顶线螺纹终止线
虚线	细虚线		不可见轮廓线
	粗虚线		允许表面处理的表示线
点划线	细点划线		中心线对称线齿轮的节圆线
	粗点划线		有特殊要求的线或表面的表示线
双点划线	细点双划线		假想轮廓线极限位置轮廓线
基本线型的变化	波浪线		断裂边界线

01 线宽

- 1.所有线型的图线宽度(d)应按图样的类型和尺寸大小在下列数系中选择
- 2.在同一图样中,同类图线的宽度 应一致。
- 3.机械工程图样上采用两类线宽,称为粗线和细线,其宽度比例关系为2:1

02 间隙

除非另有规定,否则两条平行线之间的最小间隙不得小于0.7mm:

03 可见轮廓线规范

可见轮廓线规范: 为突出实体边界, 强制采用粗实线绘制, 其线宽通常为0.5-2mm (根据图纸大小调整), 这是区别于其他线型的最显著特征。

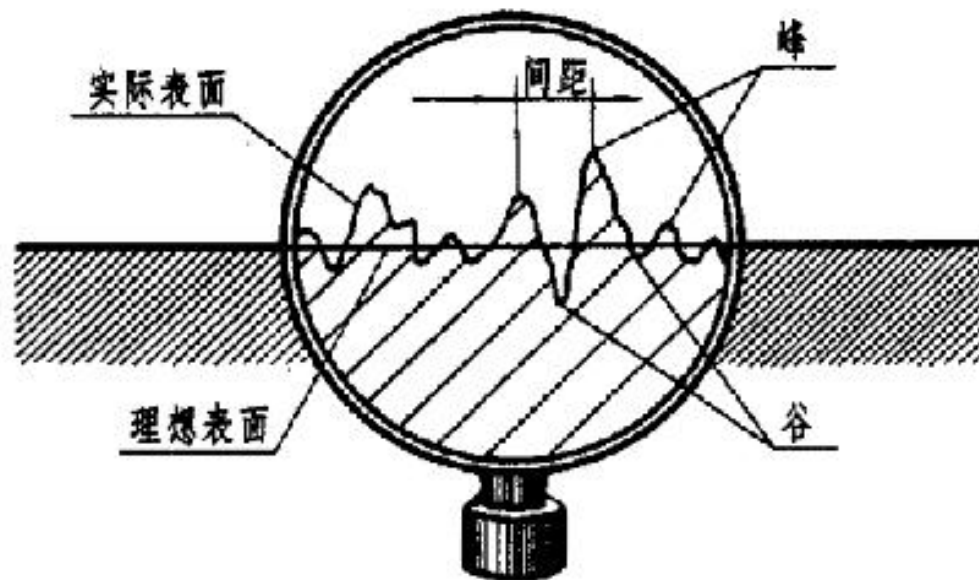
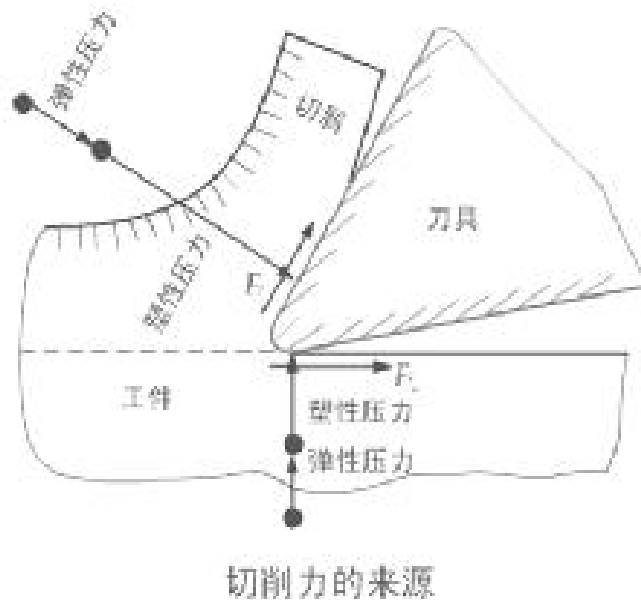
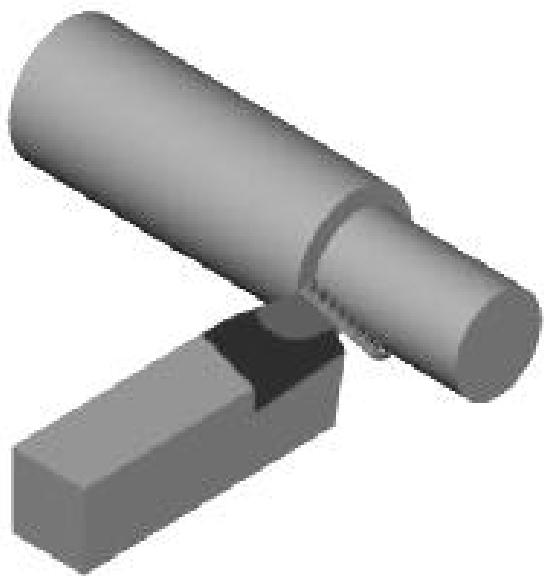
04 辅助线型规则

尺寸线/界线作为非实体元素, 必须使用细实线以避免喧宾夺主; 轴线/中心线采用细点划线 (长画约15mm, 短间隔约1mm) 以体现对称特性。

三、表面结构

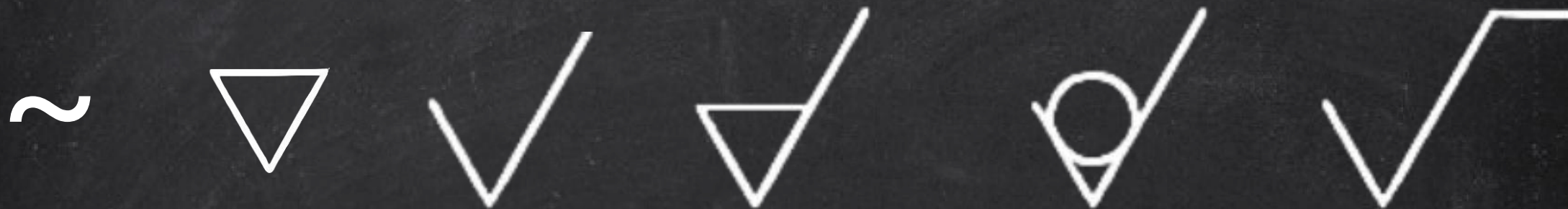
1. 零件表面上具有较小间距的峰谷所组成的微观几何形状特性，称为表面粗糙度。这主要是在加工零件时，由于刀具在零件表面上留下的刀痕及切削分裂时表面金属的塑性变形所形成的。

具体是指加工表面具有的较小间距和微小峰谷不平度。其两波峰或两波谷之间的距离（波距）很小（在1mm以下），用肉眼是难以区别的，因此它属于微观几何形状误差。表面粗糙度越小，则表面越光滑。表面粗糙度的大小，对机械零件的使用性能有很大的影响。



2.零件表面粗糙度也是评定零件表面质量的一项技术指标，它对零件的配合性质、工作精度、耐磨性、抗腐蚀性、密封性、外观等都有影响。

厂内常见的表面粗糙度符号为以下几种：



3.各国在机械加工领域对表面粗糙度的符号标注存在显著差异，虽然国际标准化组织（ISO）的标准（ISO302）是全球广泛采纳的基础，但主要工业国家仍保留了自己的传统标注体系或对ISO标准有本地化调整.以下是主要国家/地区体系的对比分析：（具体需参考图纸所标识的公差）

项目	ISO 1302 (国际)	ASME Y14.36 (美国)	JIS B 0031 (日本)	DIN ISO 1302 (德国)	GB/T 131 (中国)
基本符号	✓ (基本符号)	✓ (等同ISO)	▽ (三角符号体系)	✓ (等同ISO)	✓ (2006版后等同ISO)
去除材料符号	✓ (加短横)	✓ (加短横)	▽▽▽ (三角数量=精度等级)	✓ (加短横)	✓ (加短横)
不去除材料符号	⊖ (加小圆圈)	⊖ (加小圆圈)	▽ (单个三角)	⊖ (加小圆圈)	⊖ (加小圆圈)
参数标注位置	符号长边延伸线上方	符号长边延伸线上方	符号右侧或下方	同ISO	同ISO
特有传统符号	无	无	▽.▽▽.▽▽▽ (三角数量表粗糙度等级)	旧DIN用N1~N12 (数字越小越光滑)	1993版前用**▽1~▽14** (数字越大越光滑)
常用参数	Ra, Rz, Rmax	Ra, Rz, Rmax (ASME B46.1)	Ra, Rz, Ry (Ry=Rmax)	Ra, Rz, Rmax	Ra, Rz, Rmax
新旧版本兼容性	2002版后统一符号	与ISO高度兼容	新旧并行 (三角符号仍广泛使用)	2003年后全面转向ISO	2006版后废弃三角符号 (但老图纸常见)

4. 评定表面粗糙度

在表面粗糙度评定中， R_a 、 R_y 、 R_z 是三个核心参数，分别从不同维度表征表面的微观几何特征。它们的关系可从定义、计算方法和工程应用三方面系统分析：

(1) 定义与计算方法的本质差异

参数	定义 (ISO 4287标准)	计算公式特点	反映的特征
R_a	轮廓算术平均偏差：取样长度内轮廓各点与基准线偏差绝对值的均值	全轮廓数据积分平均	整体平均粗糙度 抑制偶然极端值
R_z	微观不平度十点高度：取样长度内5个最大轮廓峰高的平均值与5个最大轮廓谷深的平均值之和	选取10个极值点计算	局部显著峰谷的典型高度
R_y	轮廓最大高度 (旧标 R_{max})：取样长度内轮廓最高峰与最低谷的垂直距离	单组极值点差值	表面最极端的起伏量

- R_a 像 “全班平均分”，反映整体水平；
- R_z 像 “前十名平均分”，突出典型尖子生；
- R_y 像 “第一名与最后一名的分差”，体现极端差异。

(2) 参数间的经验比例关系

适用于常见机加工表面：

$$R_y \approx 4 \sim 7 \times R_a$$

(如 $R_a=1.6\mu\text{m}$ 时, R_y 通常在 $6.4\sim 11.2\mu\text{m}$ 之间)





$$R_z \approx 0.8 \sim 1.2 \times R_y$$

(因 R_z 取10点均值, 通常略低于 R_y)

(3) 工程应用

参数	优先应用场景	典型案例
Ra	<ul style="list-style-type: none">- 常规配合面- 摩擦副接触面- 外观要求高的表面	轴承座孔 ($R_a 0.8\mu\text{m}$)、汽车外饰件 ($R_a 0.4\mu\text{m}$)
Rz	<ul style="list-style-type: none">- 密封界面- 涂层/镀层基底- 疲劳敏感部位	发动机缸套 ($R_z 4\text{-}6\mu\text{m}$)、飞机起落架 ($R_z \leq 3.2\mu\text{m}$)
Ry	<ul style="list-style-type: none">- 极限工况验证- 质量控制红线指标- 特殊工艺评估 (如喷丸强化)	阀门密封面 ($R_y \leq 10\mu\text{m}$)、齿轮啮合面 ($R_y \leq 5\mu\text{m}$)

5.表面粗糙度的符号与意义

符号	意义
	基本符号，表示表面可用任何方法获得。当不加注粗糙度参数值或有关说明时，仅适用于简化代号标注。
	表示表面是用去除材料的方法获得，如车、铣、钻、磨等。
	表示表面是用少去除材料的方法获得，如铸、锻、冲压、冷轧等。
	在上述符号的长边上可加一横线，用于标注有关参数或说明。

6.表面粗糙度与加工方法

Ra12.5、Ra6.3 :一般代表零件表面应进行粗加工。

Ra3.2:一般代表零件表面应进行半精加工。

Ra1.6:一般代表零件表面应进行半精加工或精加工。

Ra0.8:一般代表零件表面应进行精加工或磨削加工。



四、公差与尺寸标注

1.尺寸公差

国标GB1800.1-2009将确定尺寸精度的标准公差等级分为18级，分别用IT1、IT2、.....IT18表示。从IT1到IT18相应的公差数值依次加大、精度依次降低。

- a) 基本尺寸；设计时给定的尺寸，称为基本尺寸。
- b) 实际尺寸：零件加工后经测量所得到的尺寸。
- c) 极限尺寸：实际尺寸允许变化的两个界限值称极限尺寸。它以基本尺寸确定。两个极限值中较大的一个称为最大极限尺寸（上偏差）较小的一个称为最小极限尺寸（下偏差）。
- d) 尺寸偏差；某一尺寸减其基本尺寸所得的代数差，称为尺寸偏差，简称偏差。

$$\text{实际偏差} = \text{实际尺寸} - \text{基本尺寸}$$

2.形位公差

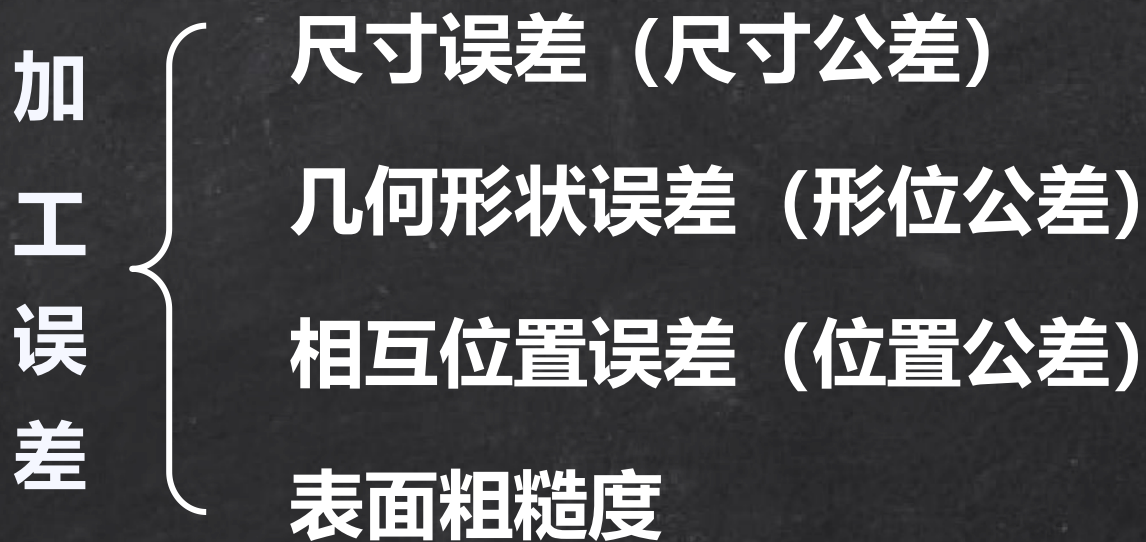
形位公差 (Geometric Dimensioning and Tolerancing, GD&T) 是机械工程中用于精确控制零件几何特征 (形状、方向、位置、跳动等) 与理想几何体之间允许偏差的标准化语言。

以下是常见标识注解:

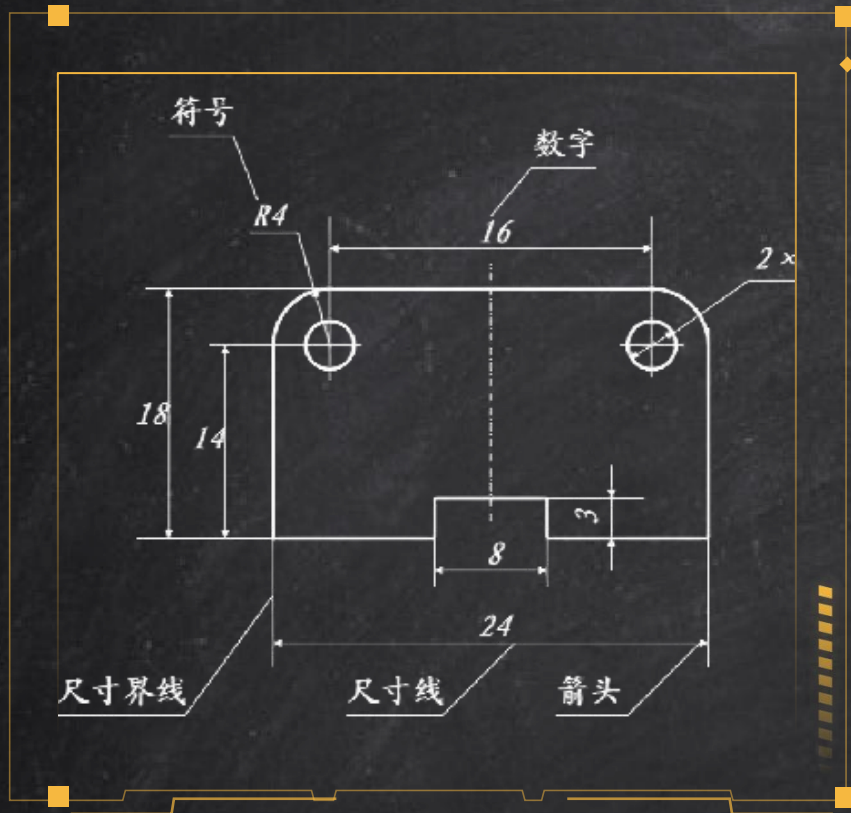
类型	符号	功能	公差带示例
直线度	—	限制实际直线偏离理想直线的程度	两平行直线或圆柱面内区域
平面度	▭	控制实际平面与理想平面的偏差	两平行平面间区域
圆度	○	限制实际圆与理想圆的差异	两同心圆间区域
圆柱度	∕○∕	综合控制圆柱面的圆度、素线直线度和轴线直线度	两同轴圆柱面间区域
线轮廓度	⤿	约束非圆曲线（如叶片轮廓）的形状精度	包括一系列直径球的区域
面轮廓度	⋄	控制曲面（如汽车车身）的形状偏差	包括一系列球的区域
平行度	∕∕	确保被测要素与基准平行	两平行平面或圆柱面内区域
垂直度	⊥	控制被测要素与基准的90°关系	两平行平面或圆柱面内区域
倾斜度	∠	管理非90°的理论角度（如锥面）	两平行平面或圆柱面内区域
锥度比	⤿	圆锥体（或圆台）两端直径差与轴向长度的比值	圆锥体（或圆台）两端直径差与轴向长度区域
同轴度	◎	保证被测轴线与基准轴线重合	圆柱面内区域
对称度	≡	控制中心要素（如键槽）相对于基准的对称分布	两平行平面间区域
圆跳动	↗	限制旋转表面在单一测量截面的跳动量	圆环或圆柱面内区域
全跳动	↗	控制整个旋转表面的综合跳动（形状+位置）	两同轴圆柱面或两平行平面间区域

3.加工误差

经过机械加工后的零件，由于机床夹具、刀具及工艺操作水平等因素的影响，零件的尺寸和形状及表面质量均不能做到完全理想而会出现加工误差。



4.尺寸标注



零件图中的尺寸是加工、检验零件的依据，是零件图的重要内容之一。在零件图上标注尺寸，要求做到正确、完整、清晰、合理。其中，正确、完整、清晰的要求已在组合体的尺寸标注中进行了阐述；合理是指标注的尺寸能满足设计和加工的要求，既要符合零件在工作时的要求，又要便于加工、测量和检验。

图纸要求

- (1)、实物的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据,与图形的大小及绘图的准确度无关。
- (2)、图样中(包括技术要求和其他说明)的尺寸,以毫米为单位时,不需标注计量单位的代号或名称,如采用其它单位,则必须注明相应的计量单位的代号或名称
- (3)、图样中所标注的尺寸,为该图样所示机件的最后完工的尺寸,否则应另加说明。
- (4)、机件的每一尺寸,一般只标注一次并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

学无止境

