绪　　论

1. 什么是机械制图

在工程设计、施工与产品制造中，用来表达设计思想和指导生产的主要技术文件，就是工程图形，用在机械产品中的图形称为机械图形。机械图形可用二维图形或三维图形来表达。如图 0-1 所示为一个支架类机械零件的三维图形，它具有形象逼真、立体感强的特点。但其内部结构不易表达清楚，特别是较为复杂的零件更是如此，而且尺寸的准确性也难以控制。若采用二维图形来表示，如图 0-2 所示，就是从前面往后看、从上面往下看和从左面往右看得到的三个平面图形（称为三视图），它具有易画、尺寸准确及内部结构表达清晰等特点，但它并不直观，一般人看不懂。如何解决从三维图形到二维图形或者从二维图形到三维图形的转换问题是机械制图的首要任务。

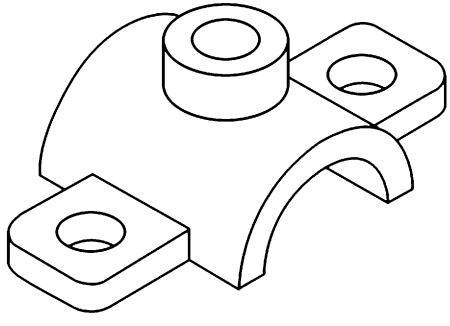


图 0-1　零件三维图

2. 什么是公差配合与技术测量

如图 0-2 所示图形，虽然零件形状和结构表达清晰，尺寸准确，但是所标注的尺寸没有给定允许的变动量，也未标注表面的粗糙度和孔轴线的歪斜度，加工后的零件形状要求就很难保证，这就必须由公差与配合加以限定。如果设计时，已给定尺寸和形状位置的允许变动量，那么又如何来检验加工后的产品是否合格呢？这就要靠技术测量来保证了。

因此，机械制图、公差配合和技术测量三位一体，缺一不可，这是本教材要解决的问题，也正是本教材的特点所在。

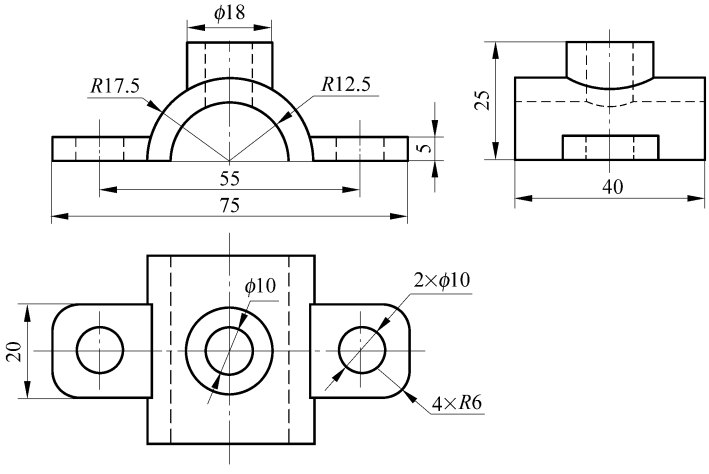


图 0-2　零件二维图

3. 为什么要学习《机械制图与公差》

根据投影原理和国家标准画出来的图形，称为“图样”。包含公差配合等技术要求的图样是设计者表达设计意图、制造者进行加工、使用者进行操作和维护设备的主要依据，是工程技术部门的重要技术文件，是工程界通用的“技术语言”，是工程技术人员都必须了解并掌握的。

高等职业技术教育所培养的是应用型人才，即生产或管理部门第一线的工程技术人员，对这些人员而言，就更应学习和掌握该门课程。在专业教学中，《机械制图与公差》是一门重要的主干课程，是学习其他专业课程的基础，只有基础打好了，其他课程才能学好。

4.《机械制图与公差》课程任务

(1) 掌握平行正投影方法，培养用二维图形表达三维空间形体的能力；

(2) 培养对空间形体的形象思维能力；

(3) 掌握公差配合与技术测量的必备知识；

(4) 掌握尺规绘图、徒手绘图和阅读专业图样的能力；

(5) 培养贯彻和执行国家制图标准的强烈意识。

5. 如何学习《机械制图与公差》

(1) 本课程是一门既有理论，又有很强实践性的专业基础课程，核心任务是使学生掌握用二维平面图形来表达三维空间形体的能力，并培养由二维平面图形想像其三维空间形状的能力。因此，在本课程学习中，必须将物体的投影与形状紧密地联系起来，贯穿始终，不断地见物思图(二维图)和见图思物(三维图)，只有不断地进行二维图形与三维图形

的相互转换，才能逐步培养空间思维能力。

（2）学练结合，认真完成相应的习题和大型作业，在实际读图和作图中，加深对投影的理解，提高读图与绘图的能力。认真做好技术测量的实验，加深对公差配合的理解。

（3）机械图样是工程界共同的技术语言，对同一张图，不同国家的工程技术人员都能看懂。为此，国家为机械制图及其公差与配合，制定了统一的标准。无论在本课程的学习阶段还是在毕业后的工作中，都必须树立严格执行国家标准的强烈意识，养成良好的绘图习惯，特别在用尺规绘图中，应注意图线和文字的规范和美观。

第 1 章

制图标准与基本技能

机械图样是生产过程中的重要技术文件，是工程技术人员表达设计思想、进行技术交流的重要工具，图样必须正确、完整、清晰、合理地表达物体。要做到这一点，就必须严格遵守国家有关制图的标准，并掌握正确的作图方法，熟练使用绘图工具，这是每个工程技术人员必备的基本技能。

1.1 机械制图国家标准

为了便于企业的生产管理和技术交流，国家质量监督检验检疫总局制定并颁布了一系列国家标准，其中《技术制图》与《机械制图》是有关制图方面的两个重要标准。

我国国家标准（简称国标）的代号为“GB”，例如，《GB/T14689—1993 技术制图　图纸幅面和格式》是制图标准中对图纸幅面和格式的规定。其中，T 表示推荐性标准（若无 T，则为强制执行的标准），14689 为发布顺序号，1993 是年号。《机械制图》标准适用于机械图样，而《技术制图》标准，则适用于工程界各种专业的技术图样。

本节仅摘要性地介绍机械制图标准中的图纸幅面、比例、字体和图线等基本规定，其他标准将在相应章节中介绍。

1.1.1 图纸幅面与格式（GB/T14689—1993）

1. 图纸幅面

为了使图纸幅面统一，便于装订与管理，并符合微缩和复制的要求，必须按下列要求选用图纸幅面。

① 优先采用表 1-1 中规定的基本幅面尺寸。表中边框 a、c、e 尺寸如图 1-1 所示。基本幅面有 5 种，其尺寸关系如图 1-2 所示。

② 必要时，允许使用加长幅面，其尺寸必须是基本幅面短边的整数倍。

表 1-1　基本幅面尺寸　　单位：mm

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

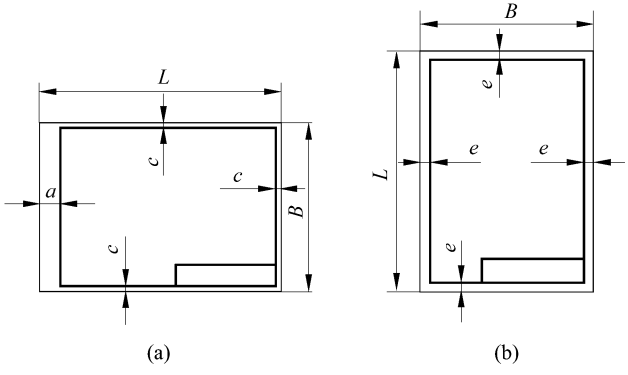


图 1-1　图框格式

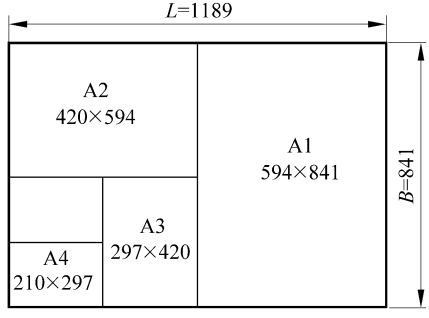


图 1-2　基本幅面尺寸关系

2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框线，图框格式有两种：不留装订边和留装订边。图 1-1(a)所示为留装订边式样，图 1-1(b)所示为不留装订边式样，同一种产品图样只能采用一种格式。

另外，图纸有横式和竖式两种型式，如图 1-1(a)和图 1-1(b)所示。

3. 标题栏与看图方向

在图框线的右下角，必须画出标题栏，标题栏中文字的方向一般就是看图方向。

国家标准(GB/T10609.1—1989)对标题栏作了规定，如图 1-3 所示，建议生产中采用。在制图教学练习中，可采用如图 1-4 所示简化格式。

为绘制或复制图样方便，在各边长的对中处分别画出对中符号，如图 1-5(a)所示。在特殊情况下，当标题栏文字方向与看图方向不一致时，则在看图方向的底边图框线的中线处画一个三角形，以示区别，如图 1-5(b)所示。

标题栏中的内容，主要包括图样名称、设计单位名称、设计和审核人员的签名，以及图的序号、绘图的比例、零件的材料等，标题栏的填写应统一、规范。

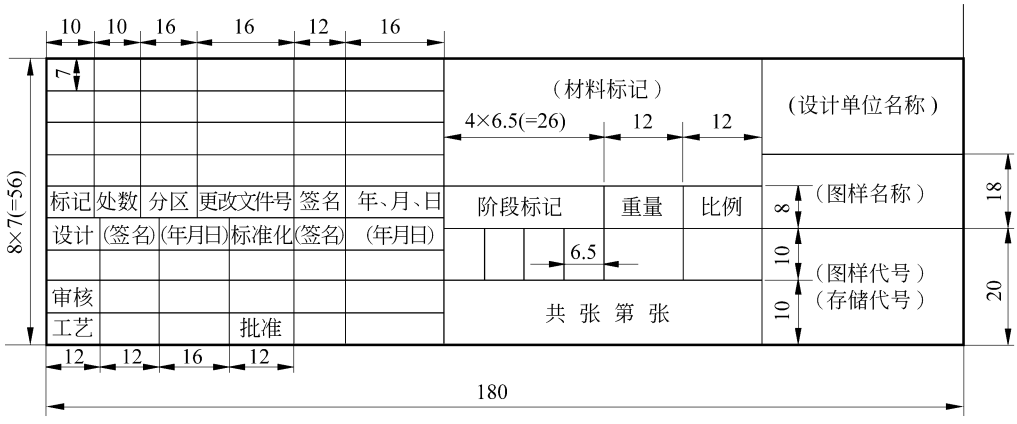


图 1-3　标题栏格式(一)

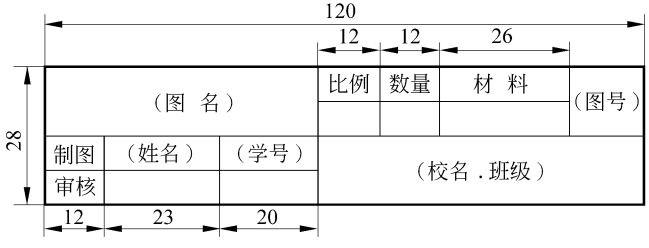


图 1-4　标题栏格式(二)

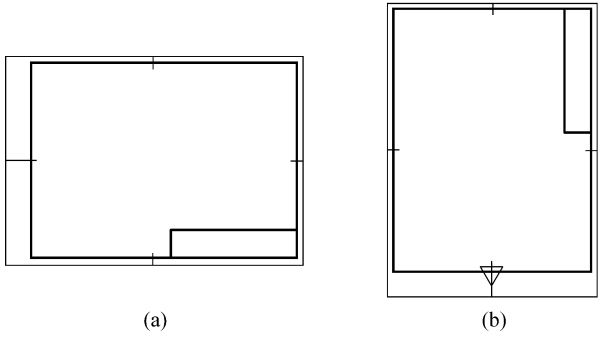


图 1-5　对中符号的应用

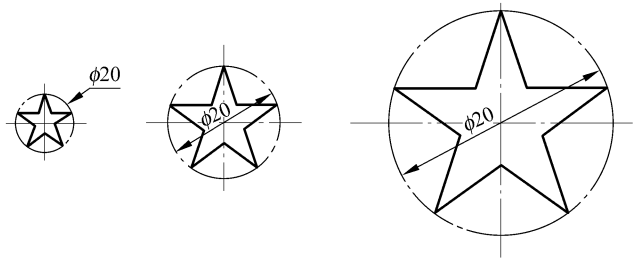
1.1.2　比例(GB/T14690—1993)

比例是指图样中图形与实物相应要素的线性尺寸之比。绘图时，比例值可从表 1-2

中选取。为绘图、看图的方便，应尽量采用原值比例为 1∶1 进行画图。但无论采用何种比例值，图样中所标注的尺寸，均为设计对象的真实尺寸，与图形大小无关，如图 1-6 所示。比例值要填写在标题栏“比例”项中。

表 1-2　常用比例

种　类	比　例　值					
原值比例	1∶1					
放大比例	2∶1	2.5∶1	4∶1	5∶1	10∶1	
缩小比例	1∶1.5	1∶2	1∶2.5	1∶3	1∶4	1∶5



(a) 1:2绘图　　(b) 1:1绘图　　(c) 2:1绘图

图 1-6　不同比例的图形

1.1.3　字体(GB/T14691—1993)

图样中书写的字体必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。字体的高度(用 h 表示)即为字号，字号系列有：1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20，单位为 mm。

汉字字体采用长仿宋体，而且必须是国家正式公布的简化字，字高一般不小于 3.5mm，字宽为 $h/\sqrt{2}$。

数字和字母符号可写成斜体。斜体字头应向右倾斜，与水平基准线成 75°，但对于量纲的单位、化学元素符号等应采用正体。

字号、字体示例：

汉字 10 号字

字体工整笔画清楚间隔均匀排列整齐

7号字

横平竖直注意起落结构匀称填满方格

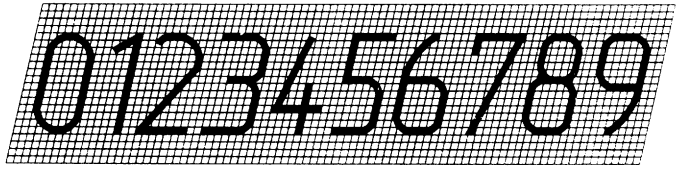
5号字

技术制图机械电子汽车船舶土木建筑矿山井坑港口纺织服装

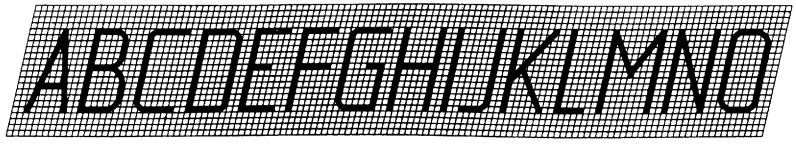
3.5号字

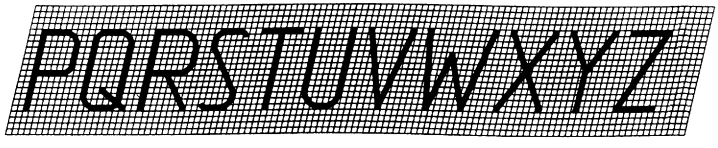
螺纹齿轮端子接线飞行指导驾驶舱位挖填施工引水通风闸阀坝棉麻化纤

阿拉伯数字

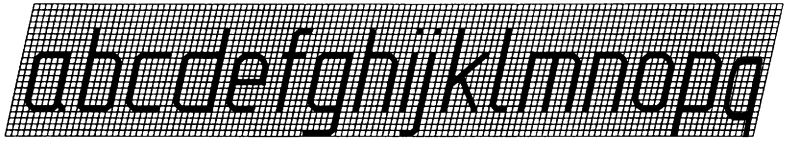


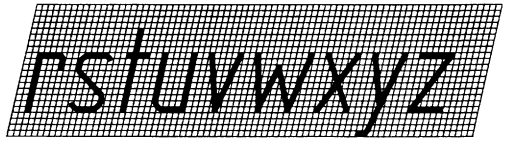
大写英文字母



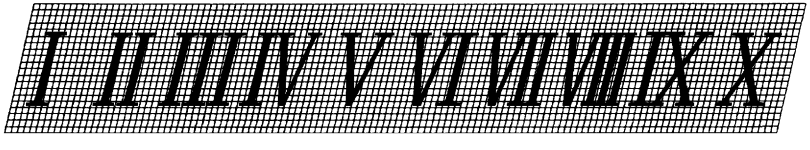


小写英文字母





罗马数字



1.1.4　图线

图线是图样的重要组成部分之一，其正确与否，不但影响到图样的准确性，而且还影响到图样的美观。

1. 基本线型

国家技术制图标准(GB/T17450—1998)规定了 15 种基本线型，在机械制图标准(GB/T4457.4—2002)中建议采用 9 种基本线型，其用途如表 1-3 所示。

表 1-3　基本线型与应用

图线名称	图线型式	图线宽度	应用举例
粗实线		d	可见轮廓线等
细实线		$d/2$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、重合断面轮廓线、过渡线等
细虚线		$d/2$	不可见轮廓线等
细点划线		$d/2$	轴线、对称中心线、轨迹线等
波浪线		$d/2$	断裂处的边界线、视图与剖视的分界线等
细双点划线		$d/2$	相邻辅助零件的轮廓线、极限位置的轮廓线等
双折线		$d/2$	同波浪线
粗点划线		d	限定范围表示线
粗虚线		d	允许表面处理的表示线

2. 图线宽度

机械图样中，图线宽度 d 值(mm)必须在下列数系中选取：0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1.0、1.4、2。数值的大小应根据图幅的大小而定，在制图作业中，粗实线的宽度可取 $d=0.5\sim0.7$mm，其他线的宽度为 $d/2$。

3. 图线应用注意事项

① 在同一张图样中，同类图线的宽度应一致，如虚线、点划线等，其线段长度、间隔应大致相同，如图 1-7 所示。

② 绘制圆的对称中心线时，其圆心相交处应是线段，超出轮廓线的长度为 3～5mm，当圆的直径较小时，中心线可用细实线代替，如图 1-7 所示。

③ 当虚线、点划线相交或与其他图线相交时，应是线段相交。当虚线处于粗实线的延长线上时，虚线与粗实线之间应留有空隙，如图 1-8 所示。

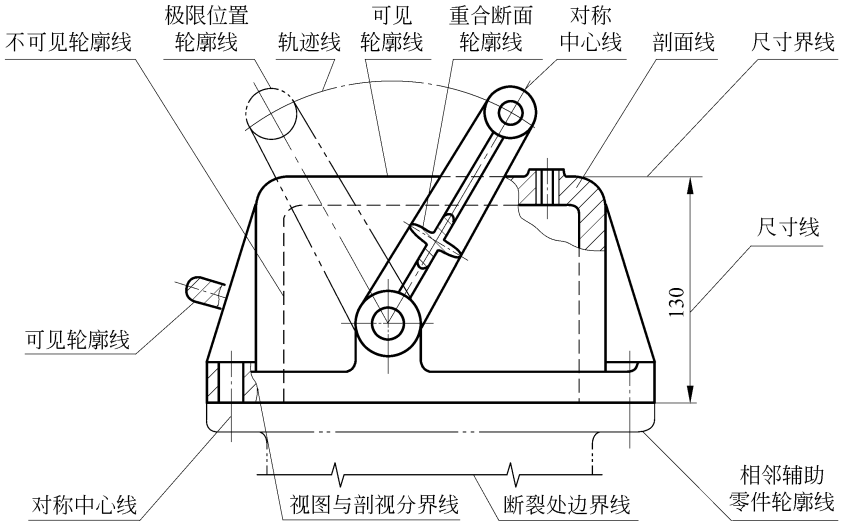


图 1-7　图线应用(一)

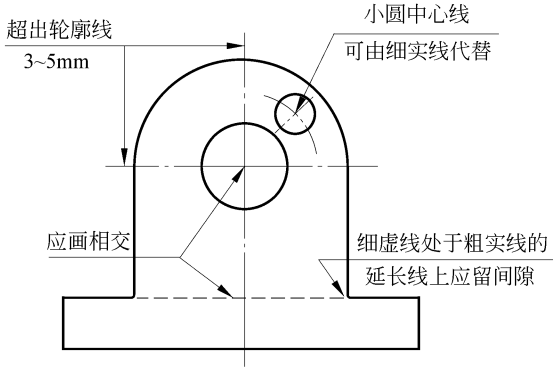


图 1-8　图线应用(二)

1.1.5　尺寸标注(GB/T4458.4—2003)

尺寸标注是图样的重要组成部件,是生产过程中的直接依据。标注尺寸时,必须严格遵守国家标准的规定,做到正确、完整、清晰、合理。

1. 基本规定

① 机件的真实大小应以图样上所注尺寸数值为依据,与图形大小及准确性无关。

② 图样中的尺寸以 mm 为单位,而且不注明计量单位符号或名称,如用其他单位,则必须注明相应的单位符号。

③ 图样中所标注尺寸为该图样所示机件的最后完工尺寸,否则应另加说明。