

授课题目		第一章 机械制图的基本知识
教学内容 (6 学时)		<p>本章主要介绍了制图的基本规则；绘图工具的使用方法；几何作图；平面图形的分析与画法；绘图的方法和步骤等。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 国标简介（图幅及格式、比例、字体、图线、尺寸标注）（2H）</li> <li>2 绘图工具及仪器的使用（简介）</li> <li>3 几何作图（任意正多边形、圆弧连接、锥度、斜度等）</li> <li>4 平面图形的分析及尺寸标注。（2H）</li> <li>5 徒手绘图（绘制草图时简介）。</li> <li>6 综合绘图练习。（2H）</li> </ol>
教学目的 及 要 求		<p><b>基本要求：</b>掌握技术制图中常用国标（如图幅格式、标题栏、比例、字体、图线、尺寸标注等）；掌握常用的几何作图方法（任意正多边形、圆弧连接、锥度、斜度等）；掌握平面图形绘制方法及尺寸标注；熟悉绘图工具的使用及徒手绘图的方法。</p> <p><b>教学目的：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 熟悉技术制图中的常用国标，在绘制工程图样时能自觉遵守国家标准；</li> <li>2 学会正确使用绘图工具绘制平面图形；</li> <li>3 学会徒手绘图。</li> </ol>
教学重点 及 难 点		<p><b>重点：</b>掌握技术制图中的常用国标，并在绘制图样时能自觉遵守；平面图形的分析和画法。</p> <p><b>难点：</b>（1）圆弧连接；（2）平面图形的分析和画法。</p>
课程 思政 实施 措施	教学 方法 手段	用挂图图示国标内容；用三角板、圆规在黑板上用作图，示范作图方法和要求。注意绘图课的辅导方式。
	知识 扩充	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 简述技术制图国家标准对尺寸数字注写的各种规定；</li> <li>2 引入全球标准化的概念。</li> <li>3 示范作图方法和要求，规范作图标准。</li> </ol>
	思考题	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 绘制工程图样，为什么必须遵守国家标准？</li> <li>2 国家标准规定机械制图所使用的图线宽度有几种？粗实线、虚线、点画线、双点画线、细实线的线宽是多少？；</li> <li>3 简述技术制图国家标准对尺寸数字注写的规定；</li> <li>4 要保证平面图形的图线光滑连接，其圆弧连接的作图关键是什么？</li> </ol>

# 第一章 机械制图的基本知识

## § 1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的有关规定

本节教学目标：

了解并遵守《技术制图》、《机械制图》国家标准对图幅、比例、图线、字体、视图、图样画法、尺寸注法等方面的基本规定。

重点：图纸幅面及格式、比例、字体及图线的基本规定，尺寸标注规则。

难点：图线的画法，尺寸标注规则。

引入：图样是工程技术界的国际技术语言，是生产过程中重要的技术文件。机械图样是按照国家标准进行绘制的，是设计、制造、技术交流和存档的技术文件，我们学好标准并严格地执行，不但是绘制正确、清晰的机械图样的需要，还是我们今后工作的需要。今天我们就来了解和学习机械制图国家标准中的一些基本规定。

### 1.1 图纸幅面和图纸格式（GB/T14619-1993）

- 图纸幅面

国家标准规定图纸幅面分为 A0 、 A1 、 A2 、 A3 、 A4 五种，详细尺寸见书中表 1-1。

GB——“国标”两字的汉语拼音缩写；

T ——推荐性国家标准；

14689——标准颁布的序号；

2008——颁布或修订标准的年号，用四位数字表示。

所谓图纸幅面，就是图纸的大小。

(1) 大小表示： 用  $B \times L$  表示，即 宽 $\times$ 长

(2) 种类： 有基本幅面和加长幅面 （表 1-1、1-2、1-3）

#### ①基本幅面

图纸基本幅面代号与尺寸

幅面代号	幅面尺寸	周边尺寸			
	B×L	a	c	e	
A0	841×1189	25	10	2	
A1	594×841			0	
A2	420×594			1	
A3	297×420		5		0
A4	210×297				

#### ②加长幅面

加长原则：由基本幅面的短边成整数倍的增加，而基本幅面的长边尺寸保持不变。

- 图框格式

图框用粗实线画出，有两种格式：1. 留有装订边；2. 不留装订边

图框与边框的尺寸见书中所示。

无论图样是否装订，均需画出图框。

(1) 定义 图样上限定绘图区域的线框。

(2) 种类 不留装订边和留装订边两种（图纸展示）。

(3) 绘制 用粗实线绘制。



2. 分类 原值比例、放大比例和缩小比例三种种类

3. 标注方法  $1:n$  或  $n:1$

4. 识别

从定义出发识别:

从比值出发: 原值比例 比值  $=1$ ; 放大比例 比值  $>1$ ; 缩小比例 比值  $<1$

5. 标注位置

标题栏中的比例栏中

$$\frac{I}{2:1}, \frac{A}{1:100}, \frac{B-B}{2.5:1}$$
  
视图下方或右侧 如:  $2:1$ 、 $1:100$ 、 $2.5:1$

6. 注意点:

①图样上所注的线性尺寸数值应是机件的实际大小, 与所选用的比例无关

②角度尺寸, 不论放大或缩小, 仍应按实际角度绘制和标注。

### 1.3 字体 (GB/T14691-1993)

字体要求: 字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字高的系列号: 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20 (mm)

汉字: 应写成长仿宋体, 字高  $h$  不小于 3.5mm, 宽为  $h$  的  $2/3$ 。

书写要领是横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。

数字和字母: 分为 A 型和 B 型, 包括斜体 ( $75^\circ$ ) 和直体 ( $90^\circ$ )。

1. 书写要求 字体工整, 笔画清楚; (这是对单字的形状、结构和笔划的要求)

间隔均匀, 排列整齐。 (这是对字与字、行与行的要求)

2. 对字体大小的要求

按字高, 字体系列有: 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20 mm, 按  $\sqrt{2}$  的比率递增。

3. 种类 汉字、数字和字母

(1) 汉字

①应写成长仿宋体, 并采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度  $h$  不得小于 3.5mm, 其字宽一般为  $h/2$ 。

②书写要领 横平竖直, 注意起落, 结构匀称, 填满方格。

③书写方法 先画好格子, 笔画要一笔写成, 不要勾描。

横要从左到右平直且略微提升, 竖要铅垂, 起落笔有力露锋; 偏旁部首比例分配适当, 结构匀称美观; 主要笔画尖锋触格, 但切忌一律追求满格。

④汉字只能写成直体。

(2) 字母和数字

①有 A 型和 B 型两种, A 型字体的笔画宽度  $d$  为字高  $h$  的  $1/14$ , B 型字体的笔画宽度  $d$  为字高  $h$  的  $1/10$ 。

②同一图样上, 只允许选用一种型式的字体, 建议采用 B 型字体。

③书写 字母和数字可写成斜体和直体。书写斜体字时, 字头向右倾斜, 与水平基准线成  $75^\circ$ 。

### 1.4 图线 (GB/T17450-1998)

该国标规定适用于技术制图, 包括机械、电气、土木等。

## 一、线型

国标规定了 15 种基本线型，机械制图中常用的几种线型为：

01 号实线，包括细实线和粗实线；02 号虚线；04 号细点画线

基本线型的变形——波浪线，图线的组合——双折线

各类线型的用处结合图 1-7 说明。

## 二、线宽

两种：粗：细=2:1,粗线优先选用宽度 0.5、0.7。点画线、虚线的画法：



## 三、图线的画法

1) 画圆的中心线时，圆心应是画的交点，点画线两端应超出轮廓 2-5mm，当圆较小时，点画线可用细实线代替。

2) 虚线、点画线应交于画线处。

3) 虚线圆弧与实线相切时，虚线圆弧应留出间隙。

4) 虚线直接在实线延长线上时，虚线应留出间隙。

### 1. 线型及其应用

GB/T17450—1998 技术图样的 15 种基本线型，常用 8 种，详见表 1-7。

GB/T4457.4—2002 机械图样的 9 种图线

### 2. 图线尺寸

图线的尺寸用图线的宽度来表示。

通常采用两种线宽，粗、细的比率为 2:1。

粗线线宽：0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2。

细线线宽：主要有 0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1 种公称系列，该数列的公比为 1:2 ( $\approx 1:1.4$ )。

### 3. 图线的画法

(1) 同一图样中同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线及双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。

(2) 绘制图的对称中心线时，圆心应为线段的交点。点画线和双点画线的首末两端应是线段，而不是短画。当图形较小时，可用细实线来代替。

(3) 为了保证图样清晰，便于复制，两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7mm。

(4) 当有两种或更多种图线重合时，绘制顺序：可见轮廓线→不可见轮廓线→尺寸线→各种用途的细实线→轴线和对称中心线→假想线。

## 1.5 剖面符号 (GB/T4457.5-1984;GB/T17453-1998)

国标规定了在剖视图和剖面图中不同材料的剖面符号，详见书中表，其中金属材料为 45° 方向、间隔均匀的细实线。

## 1.6 尺寸注法

- 1. 基本规则 (用讲述方法进行)
- (1) 机件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) 图样中的尺寸以毫米为单位时。如采用其他单位，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。
- 2. 尺寸要素
- 一个完整的尺寸，一般由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字组成。(图 1-11)
- (1) 尺寸界线
- ①作用 用来表示所标尺寸的起始和终止位置，表示尺寸的度量范围
- ②绘制 用细实线绘制，一般由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出，也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作为尺寸界线
- ③注意点 尺寸界线一般应与尺寸线垂直，并超出尺寸线约 2mm，必要时才允许倾斜。在光滑过渡处标注尺寸时，必须用细实线将轮廓线延长，从它们的交点处引出尺寸界线。
- (2) 尺寸线(图形展示 P11 图 1-15)
- ①作用 表示尺寸的度量方向
- ②绘制 用细实线绘制，其终端形式有箭头和斜线两种形式(图形展示 P11 图 1-15)
- 说明：一般机械图样的尺寸线终端画箭头，建筑图样的尺寸线终端画斜线。
- 同一张图样中只能采用一种尺寸线终端的形式。
- 当尺寸线的终端采用斜线时，尺寸线与尺寸界线必须相互垂直。
- 各类尺寸线标注详见 P11
- ③注意点 尺寸线不能用其他图线代替，一般也不得与其他图线重合或画在其延长线上，并应尽量避免与其他尺寸线或尺寸界线相交。标注线性尺寸时，尺寸线必须与所注的线段平行。
- (3) 尺寸数字
- ①作用 表示尺寸度量的大小
- ②标注 线性尺寸的数字一般注写在尺寸线的上方，也允许注写在尺寸线的中断处，但同一张图样上注写方法应一致。
- 3. 常见的尺寸注法
- (1) 线性尺寸的注法
- ①尺寸界线 一般应与尺寸线重合
- ②尺寸线 必须与被注的线段平行且等长
- ③尺寸数字 (图 1-20)
- 水平方向：尺寸数字字头朝上注在尺寸线上方
- 垂直方向：尺寸数字字头朝左，也可按水平方式注写在尺寸线的中断处
- 倾斜方向：字头有朝上的趋势
- 尺寸数字不允许被任何图线穿过，否则应将图线断开。
- (2) 角度尺寸的注法
- ①尺寸界线 沿直径方向引出
- ②尺寸线 以角顶为圆心，适当长度为半径所画的圆弧
- ③尺寸数字 数字方向一律水平方向注写，一般写在尺寸线的中断处，必要时也可写在上方或外面，也可以引出标注
- (3) 圆或圆弧的尺寸标注
- 标注直径时

- ①尺寸界线 一般用圆形轮廓线代替。
- ②尺寸线 是通过圆心并止于圆周的直线，不能与中心线重合。对于局部视图中断开的圆只画一个箭头，但尺寸线应超过圆心少许。
- ③尺寸数字 数字前加注符号 “ $\Phi$ ”
- 标注半径时
- ①尺寸界线 一般用圆形轮廓线代替。
- ②尺寸线 是起于圆心，止于圆周的放射线，只画指向圆弧一端的箭头。
- ③尺寸数字 数字前加注符号 “R”。
- 标注大圆弧时
- ①需标圆心位置时，圆心位置在中心线上适当处自画，尺寸线用折线表示。
- ②若不需标出其圆心位置时，尺寸线应是朝向圆心方向的直线，而不是折线。
- （4）小尺寸的注法
- ①当尺寸太小没有足够位置画箭头或写数字时，箭头可自外指向内，尺寸数字可写在外边或引出标注。
- ②标注并列小尺寸时，箭头可用涂实的小圆点代替，每一个小圆点代表两个箭头
- （5）对称图形的标注
- 当对称机件的图形只画出一半或略大于一半时，尺寸线应略超过对称中心线或断裂处的边界线，并在尺寸线一端画出箭头。
- （6）方头结构的标注
- 表示剖面为正方形结构的尺寸时，可在正方形边长尺寸数字前加注符号 “ $\square$ ”，如  $\square 14$ ，或用  $14 \times 14$  代替  $\square 14$ 。
- （7）球面的标注
- 标注球面直径或半径时，应在符号  $\Phi$  或 R 前加注符号 “S”，如图 a 所示。对于螺钉、铆钉的头部、轴和手柄的端部等，在不致引起误会的情况下，可省略符号 S。
- 标注尺寸的符号和缩写详见表 1-8， P15。

- 基本规则
- 以毫米为单位时不需注明。
- 尺寸数值为机件的真实大小。
- 每一尺寸只标注一次。
- 为最后完工的尺寸。
- 尺寸要素

尺寸界线：细实线，应超出尺寸线 2-5 毫米。

尺寸线：细实线，不能用中心线、轮廓线代替，尺寸线间的距离应大于 5 毫米。

尺寸数字：注在尺寸线上方或中断处；水平数字一字头向上；垂直数字一字头向左；倾斜数字 — 使字头向上倾斜。

各种符号的意义：

直径	半径	球直径	球半径	厚度	正方形	45° 倒角	深度	沉孔 或 锪平	埋头孔	均布
$\Phi$	R	S $\Phi$	SR	t	$\square$	C	$\downarrow$	$\sqcup$	V	EQS

## § 2 几何作图

本节教学目标：

掌握圆周等分、锥度、斜度、圆弧连接等几何作图方法，平面图形的尺寸分析。

重点：圆弧连接，平面图形的尺寸分析。

难点：分析和标注平面图形尺寸。

引入：“工欲善其事，必先利其器，其器不利，难善其事”。正确熟练地使用和维护绘图工具，不但能保证图面质量，提高绘图速度，而且能延长绘图工具的使用寿命。今天我们就来了解绘图工具的使用方法和维护措施。

### 一、常用绘图工具的种类及使用方法 P16

#### 1.图板（实物展示）

（1）构造 一般用胶合板制成，四周镶有硬木边。

（2）作用 用来铺放、固定图纸并进行绘图的工具

（3）要求 图板表面必须光滑平坦且具有弹性，左右导边必须光滑平直

（4）使用注意事项

①尽量用胶带纸等固定图纸，不允许用图钉；

②不允许在图板上写字、画画；

③不允许在图板上裁纸、削铅笔等；

④图板不可受潮湿或受高温，以免变形损坏，用后要妥善存放。

#### 2.丁字尺（实物展示）

（1）构成 由尺头和尺身组成。

（2）用途 主要用来绘制水平线。

（3）使用注意事项

①禁止直接用丁字尺绘制铅垂线，也不能用尺身下缘绘制水平线；

②不得用丁字尺裁纸、敲打或做其它用途；

③养成尺不离板的良好习惯，丁字尺用完后应挂在干燥的地方，以免变形、摔坏或踩断。

#### 3.三角板（实物展示）

（1）一副三角板包括 30°一块、45°一块。

（2）使用

①绘制图线时，三角板的一直角边紧靠丁字尺尺身的工作边，另一直角边置于左侧，左右移动三角板至绘线位置，左手按住丁字尺和三角板，右手握笔，自下而上绘制垂直线，自左至右画角度斜线。

②可绘制任意直线的平行线和垂直线。

③与丁字尺配合使用，可绘制垂直线和 30°、45°、60°以及 15°的倍数角的各种斜线。

（3）使用注意事项

①绘图前应用软布将三角板和丁字尺擦干净，以免弄脏图纸；

②三角板须放平保存，不得用三角板裁纸和敲打，以免损坏变形。

#### 4.圆规（实物展示）

（1）构造 它的一条腿上装有钢针，另一条腿上可换装三种插脚和接长杆。

（2）用途 用来绘制圆和圆弧。

（3）使用注意事项

①画圆前，应将插脚上的铅芯削好，将钢针有台肩的一端朝下（避免图纸上的针孔不断扩大），并使台肩面与铅芯尖端平齐。

②画圆时，应将钢针尖对准圆心（可借助左手食指），并扎入图板，并使笔尖与纸面垂直，右手捏住圆规头部手柄，一般按顺时针方向画圆，并向前进方向稍微倾斜。



## 5.分规（实物展示）

- （1）用途 用来量取尺寸、截取和等分线段或圆周。
- （2）要求 分规两腿并拢时，两针尖应对齐。

## 6.铅笔（实物展示）

正确地使用和修磨绘图铅笔是绘制既标准又漂亮图样的基础。

（1）铅芯软硬标记 用“B”或“H”标记，“B”前面的数字越大，铅芯越软，颜色越黑。“H”前面的数字越大，铅芯越硬，颜色越淡。“HB”铅芯软硬适中。

（2）使用和选用

- ①铅笔应从没有标号的一端开始削起，木杆削去约 25-30mm，铅芯外露约 6-8mm。
- ②绘图时，一般用 H 或 2H 铅笔画底稿线，用 HB 或 B 铅笔画粗线（圆规用铅芯可选软一号的 B 或 2B，用 H 铅笔画细线，用 HB 铅笔写字、画箭头。

## 7.曲线板（实物展示）

- （1）结构 曲线板的轮廓是由多段不同曲率半径的曲线组成。
- （2）用途 用于绘制非圆曲线。
- （3）使用

- ①先打出曲线上若干点，用铅笔徒手轻轻将各点连成曲线。
- ②由曲线上曲率半径较小的一端开始，选用曲线板上相吻合的部分，按照“找四连三，首尾相叠”的方法要领，使整条曲线光滑。

## 8.其他绘图工具

比例尺、胶带纸、墨线笔等。

## 二、几何作图

### 1.采用绘图工具绘制各种简单基础图形

平分线段：分规法、辅助线法

圆等分及圆内多边形：

斜度与锥度：

圆的切线：

圆弧连接：

### 2.平面图形的绘制

步骤：

平面图形的尺寸分析：尺寸基准——尺寸分类——圆弧分类

平面图形的画法及尺寸标注

### 3.绘图步骤

（1）准备 →（2）画底稿 →（3）检查、描深 →（4）标注尺寸 →（5）填写标题栏及文字说明 →（6）检查整理。

## 2.1 正多边形作图（自学）

## 2.2 斜度和锥度

## 2.3 圆弧连接

### 一、圆弧连接的几何原理

- 1. 圆弧与直线连接
- 2. 圆弧与圆弧连接

连接弧圆心和切点的作图

二、椭圆（四心法）

三、圆的渐伸线（自学）

### §3 平面图形的尺寸标注

#### 3.1 平面图形尺寸标注的要求

#### 3.2 平面图形的尺寸分析

- 尺寸基准

确定尺寸位置的点、线称为尺寸基准，尺寸基准至少有两个：水平和垂直两个方向。

- 定形尺寸

确定图形形状和大小的尺寸。

- 定位尺寸

确定各图形基准间相对位置的尺寸。

#### 3.3 平面图形的线段分析

一、已知弧：两个定位尺寸及圆弧半径均已知。

二、中间弧：已知一个定位尺寸和半径，另一定位尺寸需由与其相切的已知线段作图求出。

三、连接弧：已知圆弧半径，两个定位尺寸均未知，需作图求出。

结合书中图 1-28 分析以上三种线段。

#### 3.4 标注平面图形尺寸的方法

一、图形分解法

二、特征尺寸

#### 3.5 几个注意的问题

- 标注作图最方便、直接用以作图的尺寸
- 标注切线的长度尺寸
- 不要标注封闭尺寸
- 总长、总宽尺寸的处理

一般应标注总长、总宽尺寸，但当图形的一端（或两端）为圆或圆弧时，则一般不注总体尺寸。

#### 3.6 平面图形尺寸标注示例：结合书中图说明。

### §4 平面图形构型设计

#### 4.1 平面图形构型设计的一些原则

- 构型应表达功能特征
- 造型应注意工程化
- 便于绘图与标注尺寸

应尽可能用常用的平面图形和圆弧连接构型，已便于用常用绘图工具作图和标注尺寸，以便于制造。

- 注意运用图形变换和整体效果。

## 4.2 平面图形构型设计的方法及作图

- 用圆弧连接方法进行平面几何图形设计
- 设计要求
- 设计方法和作图过程（重点为圆弧连接的分析 and 作图）
- 平面图案构型设计

图 1-42 两例设计说明

## § 5 画草图

- 本节教学目标：
- 掌握徒手作草图的技能。
- 重点：徒手作草图的技能。
- 难点：徒手作草图的技能。
- 引入：徒手绘图是在设计者企图抓住一闪念的设计灵感时，通常以这种方式绘制立体的草图、轴测图、零件草图、装配示意草图的过程，因此画草图是工程技术人员必备的一项基本技能。
- 徒手绘图
  - （1）说明 是指通过目测估计物体各部分尺寸比例，以徒手方式绘制出来的图样。
  - （2）特点 迅速、简便，常用于创意设计、现场测绘、修配机器等。
  - （3）要点 徒手目测，先画后量，画线力均，横平竖直，曲线光顺。
  - （4）注意点：草图不是潦草的图，除比例不要求符合标准外，其余均必须遵守国家标准规定，要求做到图线清晰、粗细分明、字体工整。