

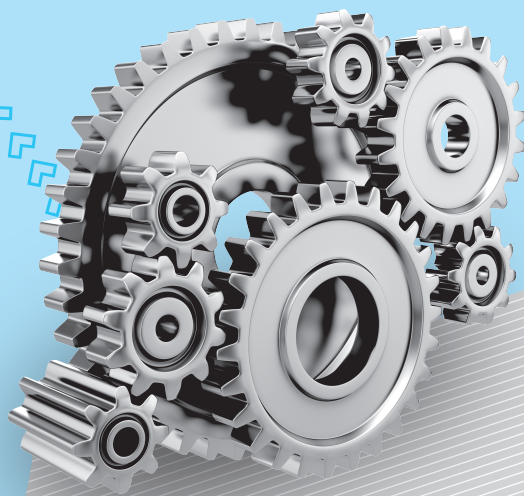
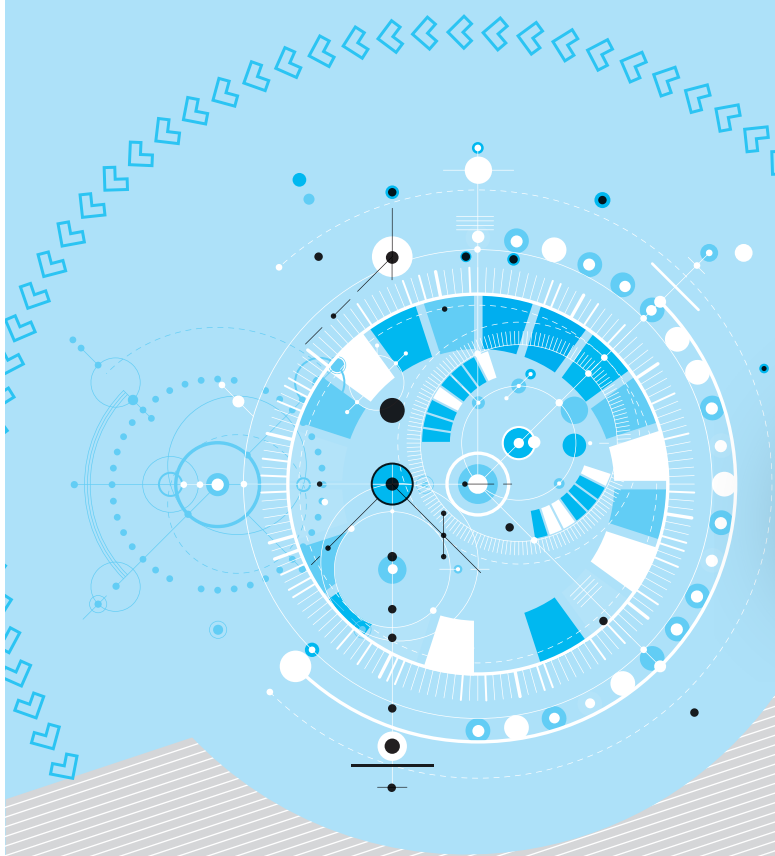


中等职业学校机械系列教材  
中等职业教育新形态一体化教材

# 机械制图

(少学时)

● 主编 杨 欧 夏坚平  
● 参编 战红梅 耿秀俊 李海燕 王延宝



上海交通大学出版社  
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

## 内容提要

本书主要内容包括制图基本知识、几何作图、正投影法与三视图、轴测图、组合体、机件的表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图,可与微课、动画、三维模型等多种数字化资源配套使用。另外,本书还配有《机械制图习题集》。

本书可作为中等职业学校(全日制普通中专、职业高中、技工学校、职工中专等)机械类和近机械类专业的教学用书,也可作为岗位培训材料。

## 图书在版编目(CIP)数据

机械制图:少学时/杨欧,夏坚平主编. — 上海:  
上海交通大学出版社,2022

ISBN 978-7-313-26981-2

I. ①机… II. ①杨… ②夏… III. ①机械制图—中等专业学校—教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2022)第 134718 号

### 机械制图(少学时)

JIXIE ZHITU(SHAOXUESHI)

主 编:杨 欧 夏坚平

出版发行:上海交通大学出版社

地 址:上海市番禺路 951 号

邮政编码:200030

电 话:021-64071208

印 制:大厂回族自治县聚鑫印刷有限责任公司

经 销:全国新华书店

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:15

字 数:292 千字

版 次:2022 年 8 月第 1 版

印 次:2022 年 8 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-313-26981-2

定 价:43.00 元

版权所有 侵权必究

告读者:如您发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话:0316-8836866



# 前言

## Preface

课程改革与课程建设是提高教学质量的核心,也是教育改革的重点和难点。为贯彻落实《教育部关于进一步深化中等职业教育教学改革的若干意见》,力求使课程能力服务于专业能力,专业能力服务于岗位能力,编者按照知识从简到繁,由单一到全面,由浅入深的原则,兼顾国家相应专业职业资格鉴定标准的要求,编写了本书。

本书具有以下特点:

(1)注重职业技能的培养。本书根据机械类和近机械类专业学生的实际需要,合理确定学生应具备的能力结构和知识结构,以满足企业对技能型人才的需要。

(2)采用最新的《机械制图》等国家标准,力求使书中充满新标准、新技术等方面的内容,使教材具有鲜明的时代特征。

(3)全书统一配备极富立体感的三维渲染图,可激发学生的学习兴趣,并有助于学生培养由平面图形想象空间物体、以平面图形表现空间物体的意识和能力。

(4)本书配有微课、动画、三维模型等多种数字化资源。扫描书中二维码,即可随时随地获取微课、动画资源,实现立体化阅读体验。通过多视角观察三维模型,学生可分析复杂形体的结构,培养空间想象力,攻克制图学习中二维向三维转换的难点。

本书由杨欧、夏坚平主编并统稿,参加编写的还有战红梅、耿秀俊、李海燕和王延宝。其中,战红梅编写第一章,耿秀俊编写第二章,夏坚平编写第三、四、五章和附录,杨欧编写前言和第六、七、八章,李海燕编写第九章,王延宝负责微课、动画、三维模型等数字化资源的制作。



由于编者水平有限,对于书中的不足之处,欢迎读者尤其是任课教师提出批评意见和宝贵建议。

编 者



# 目 录

## Contents

<b>第一章</b>	<b>制图基本知识</b>	<b>1</b>
	<b>第一节 制图的基本规定</b>	<b>2</b>
	一、图纸幅面和格式(GB/T 14689—2008)	2
	二、比例(GB/T 14690—1993)	4
	三、字体(GB/T 14691—1993)	5
	四、图线(GB/T 4457. 4—2002)	6
	<b>第二节 尺寸注法</b>	<b>8</b>
	一、标注尺寸的基本规则	8
	二、尺寸的组成	9
	三、常见的尺寸注法	9
<b>第二章</b>	<b>几何作图</b>	<b>12</b>
	<b>第一节 常用绘图工具</b>	<b>13</b>
	一、图板	13
	二、丁字尺	13
	三、三角板	13
	四、圆规	14
	五、分规	14
	六、铅笔	15
	七、曲线板	15
	八、其他绘图工具和用品	15
	<b>第二节 基本作图方法</b>	<b>16</b>
	一、等分作图	16
	二、斜度和锥度	17
	三、圆弧连接	19
	四、椭圆的画法	23



**第三章**

<b>第三节 平面图形的画法</b>	<b>24</b>
一、尺寸分析	24
二、线段分析	24
三、具体绘图方法和步骤	24
<b>正投影法与三视图</b>	<b>29</b>
<b>第一节 投影法</b>	<b>30</b>
一、投影法的概念	30
二、投影法的分类	30
<b>第二节 三视图的形成及其投影规律</b>	<b>32</b>
一、三视图的形成	32
二、三视图之间的对应关系	34
三、三视图的作图方法与步骤	35
<b>第三节 点、直线和平面的投影</b>	<b>35</b>
一、点的投影	36
二、直线的投影	38
三、平面的投影	40
<b>第四节 几何体的投影</b>	<b>42</b>
一、平面立体的投影	42
二、曲面立体的投影	45
三、基本几何体的尺寸标注	50
<b>第五节 立体的表面交线</b>	<b>52</b>
一、截交线	52
二、相贯线	56
三、切割体的尺寸标注	59

**第四章**

<b>轴测图</b>	<b>61</b>
<b>第一节 认识轴测图</b>	<b>62</b>
一、轴测图的形成	62
二、轴测轴、轴间角和轴向伸缩系数	63
三、轴测图的基本特性	63
四、轴测图的分类	63
<b>第二节 正等测及其画法</b>	<b>64</b>
一、正等测的形成	64
二、轴测轴及各轴的伸缩系数	64
三、正等测的画法	64

**第五章**

第三节 斜二测及其画法	71
一、斜二测的形成	71
二、轴测轴及各轴的伸缩系数	71
三、斜二测的画法	72
<b>组合体</b>	<b>75</b>
第一节 组合体的概念与组合形式	76
一、组合体的概念	76
二、组合体的组合形式	76
第二节 组合体三视图的绘制	78
一、形体分析	78
二、选择主视图	79
三、选比例、定图幅	79
四、布置视图	79
五、绘制底稿	79
六、检查、描深	79
第三节 组合体的尺寸标注	82
一、尺寸标注的基本要求	82
二、尺寸种类	82
三、尺寸基准	82
四、尺寸标注的步骤	82
五、尺寸标注注意事项	84
第四节 识读组合体的三视图	84
一、形体分析法	84
二、线面分析法	86
三、组合体读图注意事项	88
第五节 补视图和补缺线	89
一、补视图	89
二、补缺线	91
<b>机件的表达方法</b>	<b>93</b>
第一节 机件外部形状的表达	94
一、基本视图	94
二、向视图	95
三、局部视图	96
四、斜视图	97

**第六章**



**第七章**

五、识读斜视图和局部视图的要点	98
<b>第二节 机件内部形状的表达</b>	<b>99</b>
一、剖视图的形成	100
二、剖视图的种类	104
三、剖切面的种类	109
<b>第三节 断面图、局部放大图和简化画法</b>	<b>113</b>
一、断面图	113
二、局部放大图	116
三、常见的简化画法	116
<b>第四节 第三角画法简介</b>	<b>120</b>
<b>第七章 标准件和常用件</b>	<b>123</b>
<b>第一节 螺纹和螺纹紧固件</b>	<b>124</b>
一、螺纹	124
二、螺纹紧固件	129
<b>第二节 齿轮</b>	<b>133</b>
一、圆柱齿轮	134
二、锥齿轮	136
三、蜗轮、蜗杆	138
<b>第三节 键和销</b>	<b>139</b>
一、键	139
二、销	142
<b>第四节 滚动轴承</b>	<b>143</b>
一、滚动轴承的结构	143
二、滚动轴承的分类	143
三、滚动轴承的代号	143
四、滚动轴承的画法	145
<b>第五节 弹簧</b>	<b>146</b>
一、圆柱螺旋压缩弹簧各部分的名称及尺寸计算	146
二、圆柱螺旋压缩弹簧的规定画法	147
三、圆柱螺旋压缩弹簧画法举例	148

**第八章**

<b>第八章 零件图</b>	<b>149</b>
<b>第一节 零件图概述</b>	<b>150</b>
一、零件图的概念与内容	150
二、零件图的表达方案	151





三、零件图的尺寸标注	154
<b>第二节 零件图的技术要求</b>	<b>157</b>
一、表面粗糙度	157
二、互换性	161
三、几何公差	166
<b>第三节 零件的工艺结构</b>	<b>168</b>
一、铸造工艺结构	169
二、机械加工工艺结构	171
<b>第四节 识读典型零件图</b>	<b>171</b>
一、识读零件图的基本方法	171
二、识读零件图的步骤	172
三、典型零件图识读实例	172
<b>第五节 零件的测绘</b>	<b>178</b>
一、了解和分析测绘对象	179
二、确定表达方案	179
三、绘制零件草图	180
四、根据零件草图画零件图	180
<b>第九章 装配图</b>	<b>182</b>
<b>第一节 装配图概述</b>	<b>183</b>
一、装配图的概念	183
二、装配图的内容	183
<b>第二节 装配图表达方法</b>	<b>185</b>
一、规定画法	185
二、特殊表达方法	186
<b>第三节 装配图的标注</b>	<b>187</b>
一、尺寸标注	187
二、技术要求	188
三、装配图中零(部)件序号、明细栏和标题栏	188
<b>第四节 装配工艺结构</b>	<b>190</b>
一、保证轴肩与孔的端面接触	190
二、两零件在同一方向不应有两组面同时接触或配合	190
三、考虑装拆的方便与可能性	191
四、常见的密封装置	192
<b>第五节 识读装配图及由装配图拆画零件图</b>	<b>193</b>
一、识读装配图的方法和步骤	193



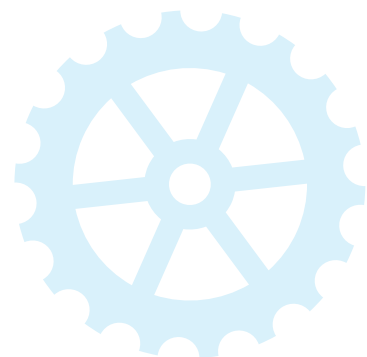
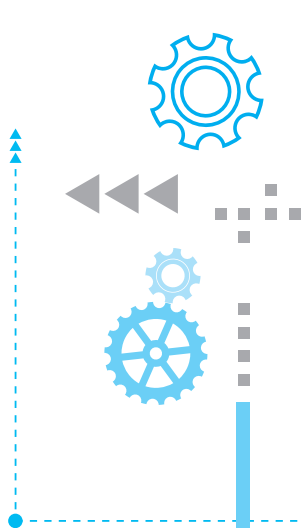
二、由装配图拆画零件图	196
<b>第六节 装配图的画法</b>	<b>199</b>
一、对所画装配体进行全面了解和分析	199
二、拆卸装配体	200
三、画装配示意图	200
四、画零件草图	201
五、画装配图	201

**附录**

**204**

**参考文献**

**229**



## 第 一 章

# 制图基本知识

工程图样是现代工业生产中最为基本的技术资料,是工程界的通用技术语言,具有严格的规范要求。为了阅读和绘制机械工程图样,必须熟悉和掌握有关标准和规定。现行的技术制图和机械制图国家标准是阅读和绘制机械工程图样的准则和依据。

掌握制图的基本知识和技能,是培养识图和绘图能力的基础。本章主要介绍国家标准中关于图纸幅面及格式、比例、字体、图线等的有关规定,以及尺寸标注的基本规则。





## 第一节

## 制图的基本规定

以 GB/T 14689—2008 为例，“GB/T”为推荐性国家标准的代号（一般可简称“国标”），之后的几位数字为标准的批准顺序号，“—”后的数字表示该标准发布的年份。

## 一、图纸幅面和格式（GB/T 14689—2008）

## 1. 图纸幅面

为了使图纸幅面统一，便于装订和保管以及符合缩微复制原件的要求，绘制技术图样时，应按以下规定选用图纸幅面。优先采用基本幅面，如表 1-1 所示。基本幅面共有五种，其尺寸关系如图 1-1 所示。必要时，也允许选用加长幅面，但加长后幅面的尺寸必须是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出的。

表 1-1 图纸的基本幅面

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841×1 189	594×841	420×594	297×420	210×297
$e$	20		10		
$c$	10			5	
$a$	25				

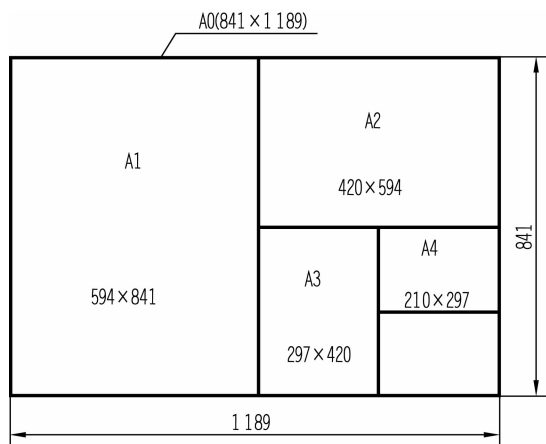


图 1-1 基本幅面的尺寸关系



## 2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框,格式分为不留装订边和留装订边两种,如图 1-2、图 1-3 所示。同一产品的图样只能采用一种格式。

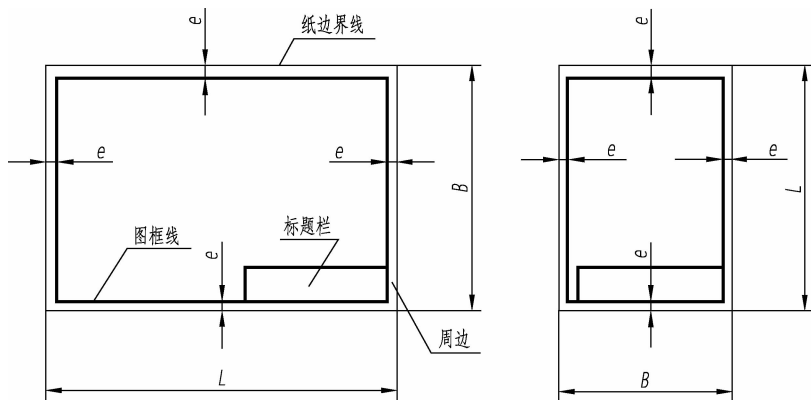


图 1-2 不留装订边的图框格式

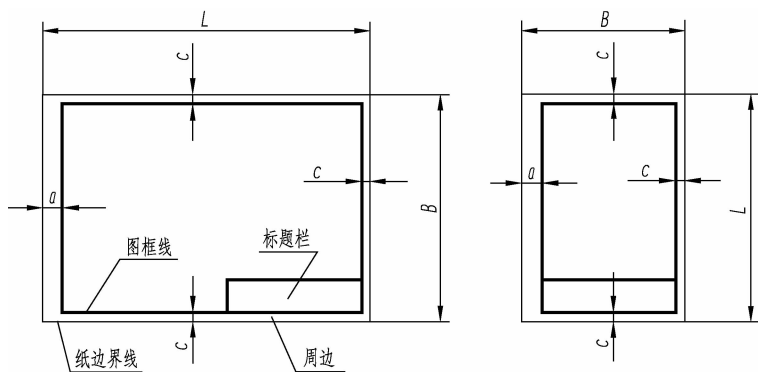


图 1-3 留装订边的图框格式

## 3. 标题栏

每张图样都必须画出标题栏。标题栏的格式在国家标准《技术制图 标题栏》(GB/T 10609.1—2008)中已有规定,如图 1-4(a)所示。在教学中建议采用简化的标题栏格式,如图 1-4(b)所示。标题栏的位置应位于图纸的右下角。

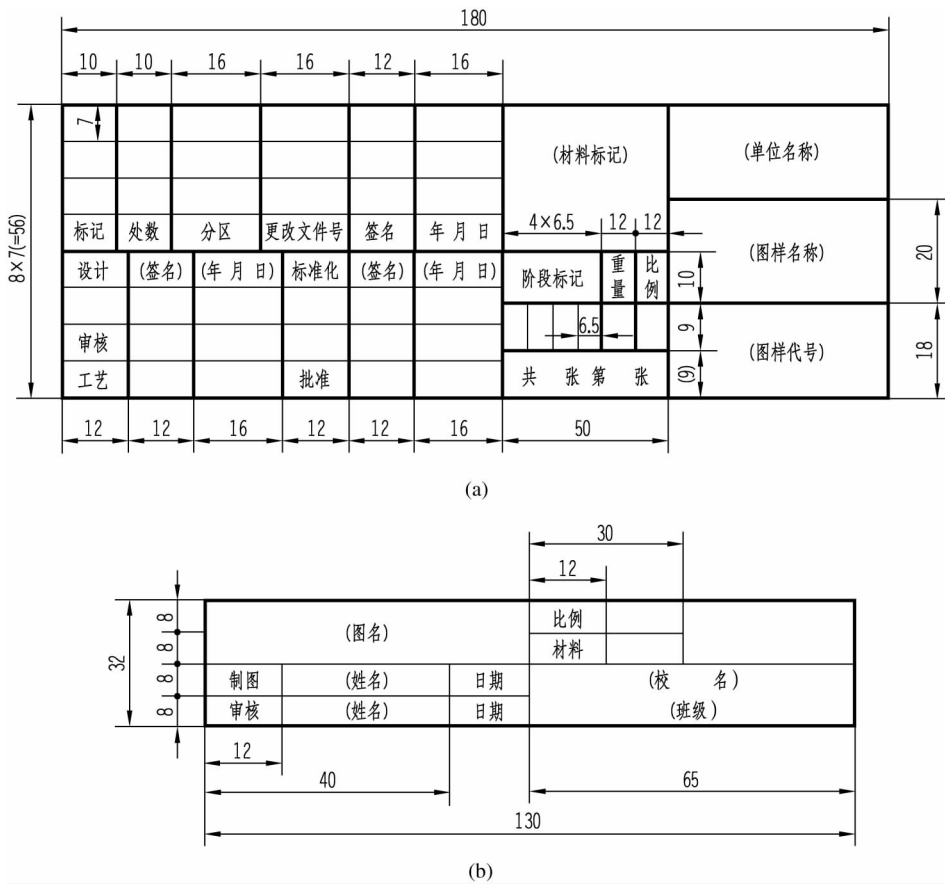


图 1-4 标题栏格式

(a) 国家标准规定的标题栏；(b) 简化的标题栏格式

## 二、比例 (GB/T 14690—1993)

### 1. 相关术语

- (1) 比例: 图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。
- (2) 原值比例: 比值为 1 的比例, 即 1:1。
- (3) 放大比例: 比值大于 1 的比例, 如 2:1 等。
- (4) 缩小比例: 比值小于 1 的比例, 如 1:2 等。

### 2. 比例系列

绘制图样时, 为了从图样上直接反映出实物的大小, 尽量采用原值比例。但各种实物的大小和结构千差万别, 绘图时也可根据实际需要 from 表 1-2 中选取放大比例或缩小比例。



表 1-2 比例系列

种 类	优先选择系列	允许选择系列
原值比例	1:1	
放大比例	5:1      2:1	4:1      2.5:1
	$5 \times 10^n : 1$ $2 \times 10^n : 1$ $1 \times 10^n : 1$	$4 \times 10^n : 1$ $2.5 \times 10^n : 1$
缩小比例	1:2      1:5      1:10	1:1.5      1:2.5      1:3
	$1:2 \times 10^n$ $1:5 \times 10^n$ $1:1 \times 10^n$	$1:1.5 \times 10^n$ $1:2.5 \times 10^n$ $1:3 \times 10^n$
		1:4      1:6
		$1:4 \times 10^n$ $1:6 \times 10^n$

注: $n$  为正整数。

### 3. 标注方法

比例符号以“:”表示,表示方法如 1:1、1:2、5:1 等。不论采用何种比例,图形中所标注的尺寸数值必须是实物的实际大小,与图形的比例无关,如图 1-5 所示。比例一般应标注在标题栏中的比例栏内。

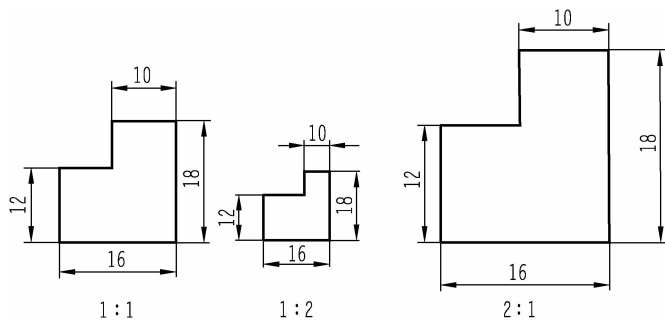


图 1-5 图形比例与尺寸数字

## 三、字体(GB/T 14691—1993)

在图样上除了要用图形来表达零件的结构形状外,还必须用数字及文字来说明它的大小和技术要求等其他内容。书写的汉字、数字和字母,都必须做到字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

### 1. 汉字

汉字应写成长仿宋体字,并应采用国家正式公布的简化字。汉字的高度(用  $h$  表示)不应小于 3.5 mm,其字宽一般为字高的 0.7 倍。字体的高度代表字体的号数,其公称尺寸系列:1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20(单位为 mm)。



书写长仿宋体字的要领:横平竖直、注意起落、结构匀称。示例如下:

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

技术制图 机械电子 汽车船舶 土木建筑

螺纹齿轮 航空工业 施工排水 供暖通风 矿山港口

## 2. 字母和数字

字母和数字(包括阿拉伯数字、罗马数字、拉丁字母及少数希腊字母)按笔画宽度  $d$  与字高  $h$  的关系情况可分 A 型和 B 型。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  $1/10$ 。在同一图样上,只允许选用一种字体。字母和数字可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成  $75^\circ$ 。

字母:

<sup>斜体</sup>  
A B C D E F G H I J K L M N  
O P Q R S T U V W X Y Z

<sup>直体</sup>  
A B C D E F G H I J K L M N  
O P Q R S T U V W X Y Z

阿拉伯数字:

<sup>斜体</sup>  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

<sup>直体</sup>  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

罗马数字:

<sup>斜体</sup>  
I II III IV V VI VII VIII IX X


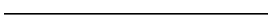






<sup>直体</sup>  
I II III IV V VI VII VIII IX X

## 四、图线(GB/T 4457.4—2002)

绘制图样时,应遵循国家标准《机械制图 图样画法 图线》(GB/T 4457.4—2002)的规定。绘制图样时,常用的图线如表 1-3 所示。



表 1-3 常用的图线

图线名称	图线线型	主要用途
粗实线		可见轮廓线
细实线		尺寸线、尺寸界线、剖面线、引出线
细波浪线		断裂处的边界线、视图与剖视图的分界线
细双折线		断裂处的边界线
细虚线		不可见轮廓线
细点画线		轴线、对称中心线
粗点画线		限定范围表示线
细双点画线		相邻辅助零件的轮廓线、中断线、 可动零件的极限位置的轮廓线

在机械图样中采用粗细两种线宽,它们的比例为 2:1(粗线的宽度为  $d$ ,  $d=0.5 \sim 2 \text{ mm}$ ,细线的宽度为  $d/2$ )。

在同一图样中,同类图线的宽度应一致。细(粗)虚线、细(粗)点画线及细双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。

各种图线应用举例如图 1-6 所示。

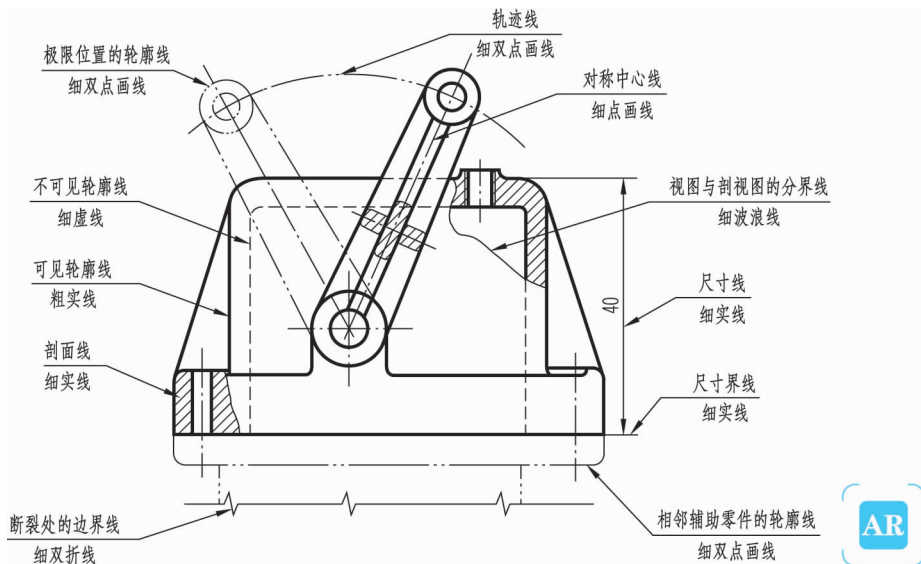


图 1-6 各种图线应用举例

如图 1-7 所示,画图线时应注意以下几点:

(1) 细点画线、细双点画线的首末两端应是短线段,而不是点。



(2) 各种线型相交时, 都应以短线段相交, 而不应是点或间隔。

(3) 当有两种或更多种的图线重合时, 通常应按照图线所表达对象的重要程度优先选择绘制顺序: 可见轮廓线—不可见轮廓线—尺寸线—各种用途的细实线—轴线和对称线(中心线)—假想线。

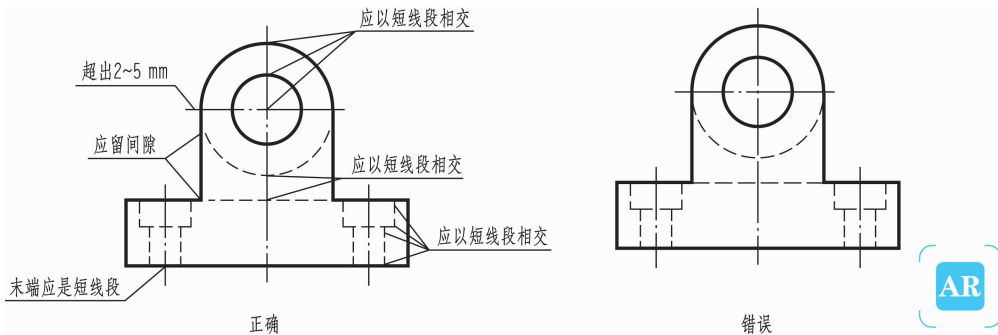


图 1-7 图线画法正误对比

## 第二节

# 尺寸注法

在机械图样中, 图形只能表达机件的结构形状, 若要表达它的大小, 则必须在图形上标注尺寸。尺寸是加工制造机件的主要依据, 也是图样中指令性最强的部分。如果尺寸标注错误、不完整或不合理, 将给生产带来困难。尺寸注法应遵循国家标准《机械制图 尺寸注法》(GB/T 4458.4—2003) 的规定。

### 一、标注尺寸的基本规则

(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, 当以毫米为单位时, 无须标注单位符号(或名称); 当采用其他单位时, 必须注明相应单位符号(或名称)。

(3) 机件的每个尺寸一般只标注一次, 并标注在反映该结构最清晰的图形上。

(4) 图样中所注标的尺寸, 为该图样所示机件的最后完工尺寸, 否则应另加说明。

(5) 标注尺寸时, 应尽可能使用符号和缩写词。常用的符号和缩写词如表 1-4 所示。



表 1-4 尺寸标注常用的符号和缩写词

名称	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	弧度
符号和缩写	$\phi$	R	$S\phi$ SR	t	□	C	$\nabla$	□	∇	EQS	⌒

## 二、尺寸的组成

一个完整的尺寸包括尺寸数字、尺寸线和尺寸界线,如图 1-8 所示。

- (1) 尺寸数字:表示尺寸的大小。
- (2) 尺寸线:表示度量尺寸的方向。
- (3) 尺寸界线:表示度量尺寸的范围。

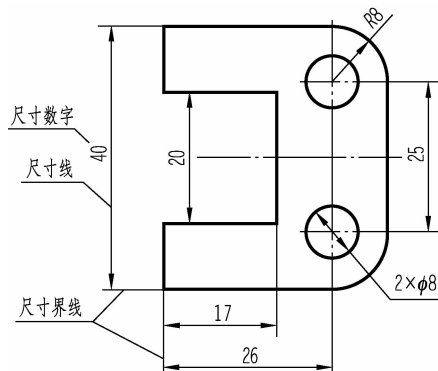


图 1-8 尺寸标注示例

## 三、常见的尺寸注法

常见的尺寸注法如表 1-5 所示。

表 1-5 常见的尺寸注法

项目	图例	基本规定
尺寸线		<p>(1) 尺寸线用细实线画出,不能用其他图线代替,也不得与其他图线重合或画在其他线的延长线上</p> <p>(2) 尺寸线应与所标注的线段平行;尺寸线与轮廓线的距离、相同方向上尺寸线之间的距离约为 7 mm</p>
尺寸界线		<p>(1) 尺寸界线用细实线绘制,由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出,也可直接利用它们做尺寸界线</p> <p>(2) 尺寸界线一般应与尺寸线垂直。当尺寸界线贴近轮廓线时,允许与尺寸线倾斜</p> <p>(3) 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</p>



(续表)

项 目	图 例	基本规定
尺寸数字		<p>(1) 尺寸数字一般应标注在尺寸线的上方,也允许标注在尺寸线的中断处</p> <p>(2) 线性尺寸数字一般应按图(a)所示的方向标注,并尽可能避免在图示 30° 范围内标注。若无法避免,则可按图(b)所示的形式标注</p> <p>(3) 尺寸数字不可被任何图线所通过,否则必须将该图线断开</p>
尺寸线终端		<p>(1) 通常机械图样尺寸线终端画成箭头,箭头尖端与尺寸界线接触,不得超出也不得分开。</p> <p>(2) 尺寸线终端也可用斜线形式,此时尺寸线与尺寸界线必须垂直</p>
直径与半径		<p>(1) 当标注直径时,应在尺寸数字前加注符号“<math>\phi</math>”;当标注半径时,应在尺寸数字前加注符号“R”</p> <p>(2) 当圆弧的半径过大或在图纸范围内无法注出其圆心位置时,可按图(a)所示的形式标注;当不需要标出其圆心位置时,可按图(b)所示的形式标注,但尺寸线应指向圆心</p>
球面直径与半径		<p>当标注球面直径或半径时,应在符号“<math>\phi</math>”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,如图(b)所示</p>



(续表)

项 目	图 例	基本规定
角度		<p>尺寸界线应沿径向引出, 尺寸线画成圆弧, 圆心是角的顶点, 尺寸数字一律水平书写, 一般注在尺寸线的中断处, 必要时也可按图(b)所示的形式标注</p>
弦长与弧长		<p>当标注弦长和弧长时, 尺寸界线应平行于弦的垂直平分线; 当标注弧长尺寸时, 尺寸线用圆弧, 并应在尺寸数字上方加注符号“<math>\frown</math>”</p>
狭小部位		<p>(1) 当在没有足够的位置画箭头或标注数字时, 可将箭头或数字布置在外面, 也可将箭头和数字都布置在外面 (2) 当几个小尺寸连续标注时, 中间的箭头可用斜线或圆点代替</p>
对称机件		<p>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</p>

