



普通高等教育“十一五”国家级规划教材  
全国高等专科学校教育机械工程类专业规划教材

# 机械制图

张萌克 主编

J I X I E Z H I T U



 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



赠电子教案

普通高等教育“十一五”国家级规划教材  
全国高等专科学校教育机械工程类专业规划教材

# 机 械 制 图

主 编 张萌克  
副主编 徐国新 佟红霞  
参 编 胡玉霞 王春莲  
        杨月新 陈周娟  
主 审 李 威



机 械 工 业 出 版 社

本教材是根据教育部制定的“高职高专教育工程制图基本要求”，在总结“机械制图”课程教学经验及改革成果的基础上编写的。

全书共9章，其主要内容为：制图的基本知识，点、直线和平面的投影，基本形体及其表面的交线，组合体，机件常用的表达方法，标准件及常用件，零件图，装配图和计算机绘图等。

本教材采用了国家最新发布的《技术制图》与《机械制图》等国家标准，可作为高职高专院校机械类、近机械类相关专业用教材，也可供其他专业及工程技术人员参阅。

与本教材配套的《机械制图习题集》由机械工业出版社同时出版，可供广大读者使用。

本书配有电子教案，免费向教师提供，需要者可与责任编辑或编者联系（LKYZMK@163.com）。

## 图书在版编目（CIP）数据

机械制图/张荫克主编. —北京：机械工业出版社，2006.9

普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 全国高等专科教育机械工程类专业规划教材

ISBN 7-111-19997-9

I. 机… II. 张… III. 机械制图 - 高等学校 - 教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2006）第 117757 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

责任编辑：王海峰 版式设计：霍永明 责任校对：张莉娟

封面设计：马精明 责任印制：洪汉军

北京京丰印刷厂印刷

2006 年 10 月第 1 版 · 第 1 次印刷

184mm × 260mm · 18.5 印张 · 452 千字

0 001—5 000 册

定价：28.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

本社购书热线电话（010）68326294

编辑热线电话（010）68354423

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

近年来,随着科学技术的不断发展,我国高等院校“机械制图”课程的教学已经发生了深刻的变化,其中最为突出的是教学内容的更新、课程体系的重构和教学手段的现代化。为了适应高等职业教育的发展,更好地突出职业教育特色,满足高等职业教育培养高级技术应用型人才的需要,本教材在编写过程中,以掌握基本概念、注重技能培养和提高综合素质为主导思想,全面贯彻“淡化理论、够用为度、培养技能、重在应用”的编写原则,并根据教育部制定的“高职高专教育工程制图基本要求”,结合编者从事高等职业教育20余年的教学实践,在总结“机械制图”课程教学经验及改革成果的基础上编写而成。

本教材采用了较新的结构体系。新体系的特点主要体现在基础平台与专业模块相结合、“机械制图”课程与后续课程的整体优化、“机械制图”与计算机绘图相结合等方面。

1. 教材重组了教学内容,以必需、够用为原则,对传统的画法几何及机械制图内容进行了优化组合,将画法几何内容进行了压缩和调整。

2. 教材介绍了 AutoCAD 2004 绘图软件的功能、绘图方法和技巧,把 CAD 软件作为一个高效的绘图工具引入传统的制图领域,充分发挥其功能,帮助学生建立空间概念,将画法几何、机械制图和计算机绘图有机融合起来,并为后续课程及计算机应用打下良好基础。

3. 注重能力的培养。机械制图是一门实践性很强的课程,过去在实践环节中,主要是依照模型,采用尺规绘图。新的结构体系加强了机械零件的测绘和计算机绘图的实训,通过实物测绘和计算机绘图实训可以使学生进一步了解生产实际,培养学生图形表达能力、形体分析能力、几何构形能力、动手能力和创新意识。

4. 教材全部贯彻国家最新发布的《技术制图》与《机械制图》等国家标准,按照课程内容的需要,将有关标准编排在附录中,以供学生学习时参考使用。

5. 编有《机械制图习题集》与本教材配套使用。

6. 本教材为高职高专院校机械类、近机械类及相关专业“机械制图”课程的适用教材。

本书由辽宁科技学院张萌克任主编,辽宁科技学院徐国新和洛阳工业高等专科学校佟红霞任副主编。参加本教材编写的有:辽宁科技学院杨月新(第1章)、运城学院陈周娟(第2章)、兰州城市学院胡玉霞(第3、9章)、辽宁科技学院徐国新(第4、6章)、洛阳工业高等专科学校佟红霞(第5章)、辽宁科技学院张萌克(第7章)、辽宁科技学院王春莲(第8章)。

本教材由河北农业大学李威担任主审,审阅人仔细、认真地审阅了全部书稿,提出了许多宝贵的意见和建议,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在缺点和错误,敬请批评指正。

编 者

2006年6月于辽宁本溪

# 目 录

前言	
绪论	1
1.1 本课程的研究对象	1
1.2 学习任务和内容	1
1.3 本课程的学习方法	2
第1章 制图的基本知识	3
1.1 国家标准有关制图的规定	3
1.2 制图工具、仪器及使用方法	13
1.3 几何作图方法	14
1.4 平面图形的尺寸分析与绘图方法	18
第2章 点、直线和平面的投影	21
2.1 投影法的基本知识	21
2.2 点的投影	22
2.3 直线的投影	28
2.4 平面的投影	37
第3章 基本形体及其表面的交线	45
3.1 三视图的形成及投影规律	45
3.2 平面形体的三视图及其表面取点	47
3.3 曲面形体的三视图及其表面取点	50
3.4 平面与形体表面相交	55
3.5 两回转体表面相交	63
第4章 组合体	70
4.1 组合体的组合形式及其形体分析	70
4.2 组合体三视图的绘制	72
4.3 形体的尺寸标注	75
4.4 轴测投影图	82
4.5 组合体三视图的读图方法	90
第5章 机件常用的表达方法	95
5.1 视图	95
5.2 剖视图	98
5.3 断面图	108
5.4 简化画法及局部放大图	110
5.5 第三角投影法简介	115
第6章 标准件及常用件	118
6.1 螺纹和螺纹紧固件	118
6.2 键和销	132
6.3 齿轮	135
6.4 滚动轴承	144
6.5 弹簧	147
第7章 零件图	151
7.1 零件图的概述	151
7.2 零件的视图选择	153
7.3 典型零件的视图选择	154
7.4 零件图的尺寸标注	160
7.5 零件结构工艺简介	166
7.6 零件图的技术要求	169
7.7 读零件图	183
7.8 零件测绘	185
第8章 装配图	189
8.1 装配图的作用和内容	189
8.2 装配图的表达方法	191
8.3 装配图的尺寸标注	194
8.4 装配图的技术要求	195
8.5 装配图中的零、部件序号和明细栏	195
8.6 常见的装配工艺结构	196
8.7 装配图的绘制	199
8.8 看装配图及由装配图拆画零件图	206

<b>第9章 计算机绘图</b> .....	211	<b>附录</b> .....	256
9.1 AutoCAD 2004 绘图基础 .....	211	附录 A 螺纹 .....	256
9.2 图层设置与管理 .....	217	附录 B 螺纹紧固件 .....	260
9.3 常用二维绘图命令 .....	220	附录 C 键 .....	267
9.4 绘图辅助工具 .....	228	附录 D 销 .....	268
9.5 二维图形编辑 .....	233	附录 E 轴承 .....	270
9.6 文本书写 .....	243	附录 F 极限与配合 .....	273
9.7 尺寸标注 .....	246	附录 G 常用标准结构 .....	281
9.8 图块定义与应用 .....	251	附录 H 常用金属材料与热处理 .....	282
9.9 图形打印 .....	253	附录 I 专用名词中英文对照 .....	283
9.10 AutoCAD 2006 新特性 .....	254	<b>参考文献</b> .....	287

# 绪 论

## 1.1 本课程的研究对象

在工程中，根据国家标准和有关规定，应用正投影理论准确地表达物体的形状、大小及其技术要求的图纸，称为图样。图样是人们表达设计思想、传递设计信息、交流创新构思的重要工具之一，是现代工业生产部门、管理部门和科技部门中一种重要的技术资料，在工程设计、施工、检验、技术交流等方面有着极其重要的地位，因此，图样被喻为“工程界的语言”。

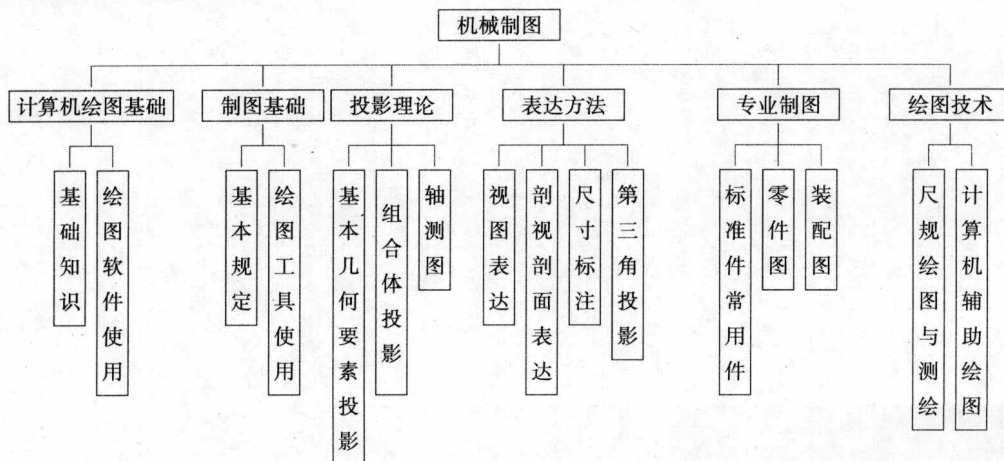
“机械制图”是一门研究绘制和阅读机械图样的技术基础课程，在工科院校中，是相关专业培养高级工程技术应用型人才必须学习的一门主干课程，是每个从事机械行业的工程技术人员都必须学习和熟练掌握的技能。

## 1.2 学习任务和内容

本课程的主要任务是：

- 1) 学习和掌握正投影的基本理论及应用，能够绘制和阅读中等复杂程度机械图样。
- 2) 熟悉并贯彻执行《技术制图》与《机械制图》国家标准的有关规定，培养查阅有关标准、手册的能力。
- 3) 培养学生的空间想象力以及分析问题、解决问题的能力。
- 4) 熟练地掌握 AutoCAD 绘图技能，同时培养学生在尺规绘图和徒手绘图方面的综合能力。
- 5) 培养学生一丝不苟的工作作风和严谨的工作态度。

本课程包括的内容如下：



### 1.3 本课程的学习方法

1) 本课程是实践性很强的技术基础课,在学习中除了掌握基本理论知识外,还必须密切联系实际,更多地注意在具体作图时如何运用这些理论。因此,必须通过一系列绘图、看图练习,才能掌握本课程的基本原理和基本方法。

2) 在学习中,必须经常注意空间几何关系的分析以及空间几何元素与其投影之间的相互关系。只有“从空间到平面,再从平面到空间”,进行反复研究和思考,才是学好本课程的有效方法。

3) 在计算机绘图的训练中,应掌握 AutoCAD 的绘图设置、编辑和绘图方法,不断提高综合应用 AutoCAD 各种命令的绘图技能。

4) 注意正确使用绘图仪器,不断提高尺规绘图技能和绘图速度。

5) 认真听课,及时复习,独立完成作业,有意识地培养自学能力和标准意识,提高创新意识,养成认真工作的习惯,这是 21 世纪高技能人才必备的基本素质。

### 1.2 学习内容

本课程主要讲授: (1) 学习并掌握正投影的基本原理及应用; (2) 学习并掌握 AutoCAD 绘图技能,同时培养学生尺规绘图技能; (3) 培养学生空间想象能力以及识图能力; (4) 培养学生严谨的工作作风和一丝不苟的工作态度。本课程的内容结构如下:





# 第 1 章 制图的基本知识

机械图样是工程上用以表达设计意图和交流技术思想的技术文件，是工程界的技术语言。设计师通过图样设计新产品，工艺师依据图样制造新产品。此外，机械图样还广泛应用于技术交流。

在各个工业部门，为了科学地进行生产和管理，对机械图样中图幅的安排、尺寸注法、图样画法、图纸大小、图线等内容，都做出了统一规定，这些规定称为制图标准。

本章主要介绍由国家质量技术监督局最新颁布的《技术制图》、《机械制图》国家标准（以下简称国标）中的有关规定，同时介绍绘图工具的使用、几何作图和平面图形的绘图方法等有关的制图基本知识。

国家标准代号为 GB，它由“国标”两个字的汉语拼音的第一个字母 G 和 B 组成，例如 GB/T 14690—1993，国标后面的两组数字分别表示标准的序号和颁布的年份。国家标准的代号以 GB 开头者为强制性标准，国家标准的代号以 GB/T 开头者为推荐性标准。

图样在国际上也有统一的标准，即 ISO 标准（International Standardization Organization 的缩写），这个标准是由国际标准化组织制定的。我国 1978 年参加国际标准化组织后，为了加强与世界各国的技术交流，国家标准的许多内容已经与 ISO 标准相同了。

## 1.1 国家标准有关制图的规定

### 1.1.1 图纸幅面及格式

#### 1. 图纸幅面（GB/T 14689—1993）

标准图幅共有五种，其尺寸见表 1-1 所示。绘制图样时应优先采用这些图幅尺寸，必要时也允许加长幅面。加长幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出的，见图 1-1。

表 1-1 图纸幅面尺寸

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

#### 2. 图框格式

图纸可以横放，也可以竖放。

每张图纸上都必须用粗实线画出图框，其格式有两种，一种是用于需要装订的图纸，如图 1-2a 所示；另一种则用于不需要装订的图纸，如图 1-2b 所示。同一产品的图样只能采用一种格式。

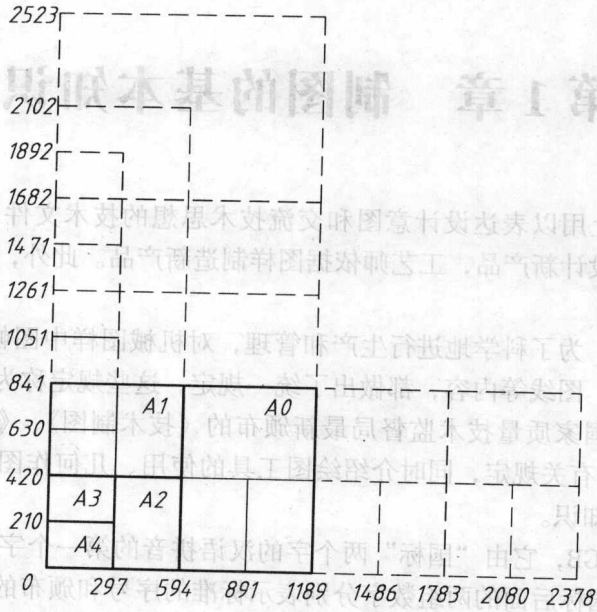
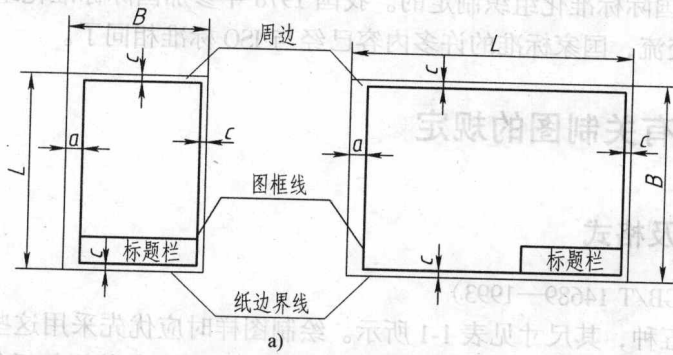
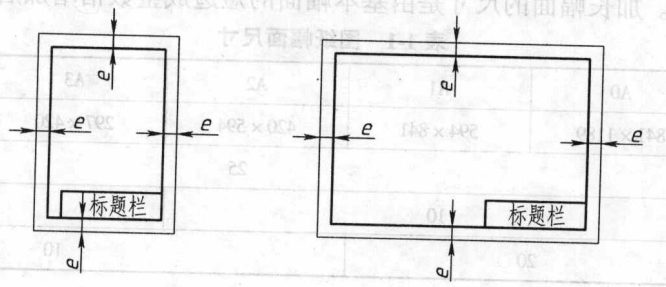


图 1-1 图幅及加长边



a)



b)

图 1-2 图框格式

a) 需要装订的图框格式 b) 不需要装订的图框格式

### 3. 标题栏格式

每张图纸都必须具有一个标题栏，它通常位于图纸右下角紧贴图框线的位置上。标题栏

的格式和内容在国家标准 GB/T 10609.1—1989 中作出了详细的规定，如图 1-3 所示，它适用于工矿企业等各种生产用图纸。而一般在学校的制图作业中可采用图 1-4 所示的标题栏格式及尺寸。必须注意的是标题栏中文字的书写方向，即为读图的方向。

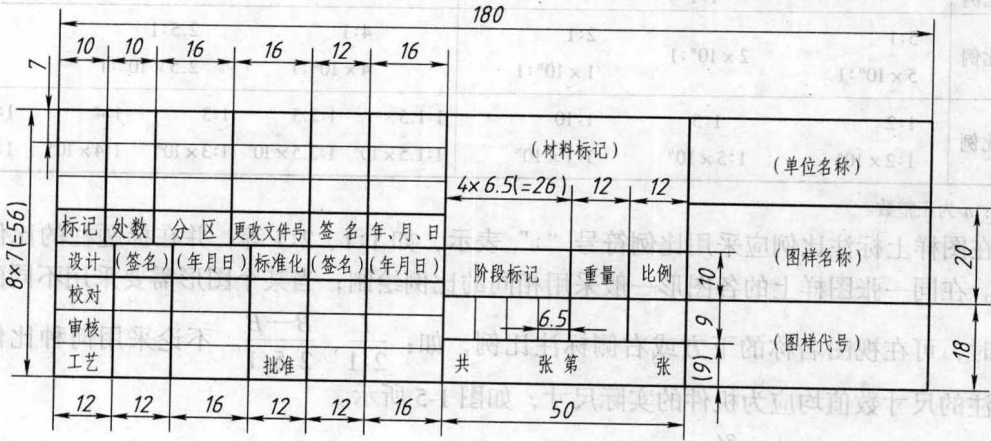


图 1-3 标题栏举例

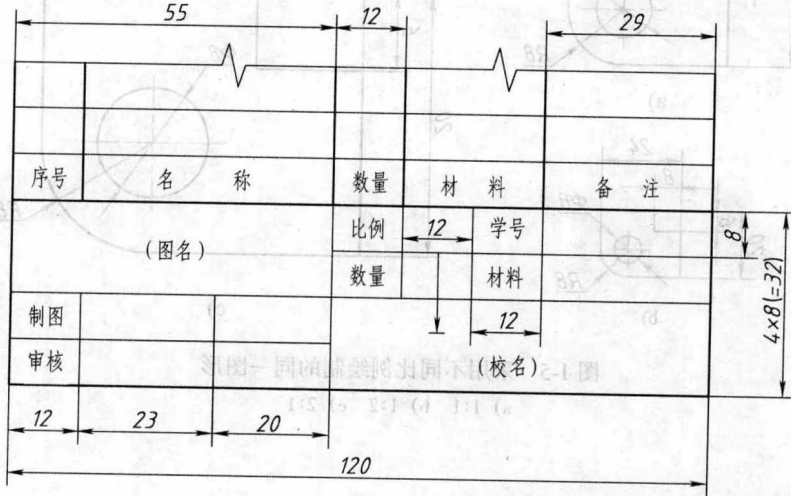


图 1-4 推荐学生使用的标题栏格式

### 1.1.2 比例 (GB/T 14690—1993)

绘制图样时所采用的比例，是指图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。比值为 1 的比例，即 1:1，称为原值比例；比值大于 1 的比例，如 2:1 等，称为放大比例；比值小于 1 的比例，如 1:2 等，称为缩小比例。

绘制图样时，应尽可能按机件的实际大小采用 1:1 的比例画出，以方便绘图和看图。但由于机件的大小及结构复杂程度不同，有时需要放大或缩小，当需要按比例绘制图样时，应由表 1-2 中所规定的第一系列中选取适当的比例，必要时也可选取表 1-2 第二系列的比例。

表 1-2 比 例

种类	比 例				
	第一系列			第二系列	
原值比例	1:1				
放大比例	5:1	$2 \times 10^n:1$	2:1	4:1	2.5:1
	$5 \times 10^n:1$		$1 \times 10^n:1$	$4 \times 10^n:1$	$2.5 \times 10^n:1$
缩小比例	1:2	1:5	1:10	1:1.5	1:2.5
	$1:2 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$	$1:1 \times 10^n$	$1:1.5 \times 10^n$	$1:2.5 \times 10^n$
				1:3	1:4
				$1:3 \times 10^n$	$1:4 \times 10^n$
					1:6
					$1:6 \times 10^n$

注:  $n$  为正整数。

在图样上标注比例应采用比例符号“:”表示,如 1:1、2:1 等,并在标题栏的比例栏中填写。在同一张图样上的各图形一般采用相同的比例绘制;当某个图形需要采用不同的比例绘制时,可在视图名称的下方或右侧标注比例,如:  $\frac{I}{2:1}$ 、 $\frac{B-B}{2.5:1}$ 。不论采用何种比例,图上所注的尺寸数值均应为机件的实际尺寸,如图 1-5 所示。

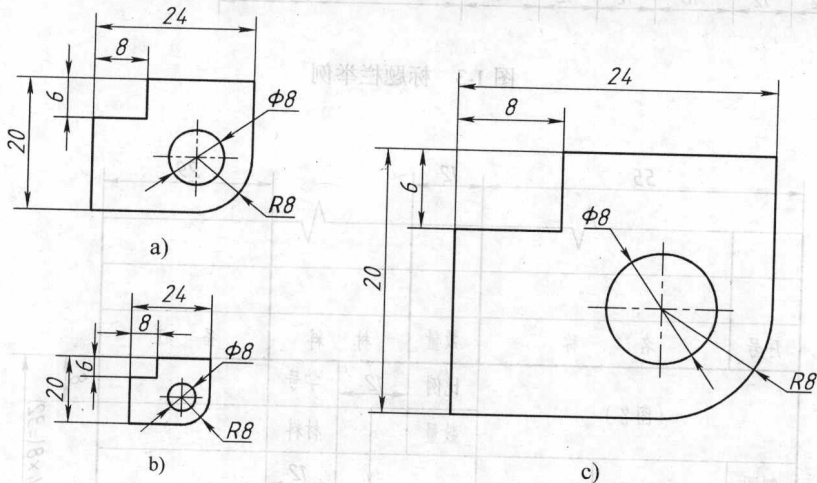


图 1-5 采用不同比例绘制的同一图形

a) 1:1 b) 1:2 c) 2:1

### 1.1.3 字体 (GB/T 14691—1993)

图样上除了表达机件的图形外,还需要用数字和文字来说明机件的大小和技术要求等内容。国标规定书写的字体必须字体端正、笔画清楚、排列整齐、间隔均匀。

#### 1. 字高

字体的高度  $h$  (单位为 mm) 代表字体的号数,分为 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20 八种,见表 1-3。

#### 2. 汉字

汉字应写成长仿宋体,并采用国家正式公布推行的简化字。长仿宋字的书写要领为:横平竖直、注意起落、结构均称、填满方格。

汉字的高度不应小于 3.5mm,其宽度一般为  $h/\sqrt{2}$ 。



长仿宋体的书写示例如下所示：

机械图样中的汉字数字各种字母必须写得字体端正笔划清楚排列整齐间隔均匀

表 1-3 字体大小

字体的代号	20号	14号	10号	7号	5号	3.5号	2.5号	1.8号
字高	20	14	10	7	5	3.5	2.5	1.8
字宽( $h/\sqrt{2}$ 字高)	14	10	7	5	3.5	2.5	1.8	1.3

注：单位为 mm。

### 3. 数字

数字有阿拉伯数字和罗马数字两种，有直体和斜体之分。常用的是斜体字，其字头向右倾斜，与水平方向约成  $75^\circ$ ，书写示例如下所示：

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

*0 1 2 3 4 5 6 7 8 9*

阿拉伯数字示例

I II III IV V VI VII VIII

*I II III IV V VI VII VIII*

罗马数字示例

### 4. 字母

字母有拉丁字母和希腊字母两种，常用的是拉丁字母，我国的汉语拼音字母与它的写法一样，每种均有大写和小写、直体和斜体之分。写斜体字时，通常字头向右倾斜与水平线约成  $75^\circ$ ，以下即为拉丁字母与希腊字母的书写示例。

A B C D E F G H I J K L M N

拉丁字母示例 (斜体)

$\alpha \beta \gamma \delta \epsilon \zeta \eta \theta \iota \kappa \lambda \mu \nu \xi$

希腊字母示例 (斜体)

### 5. 应用示例

用作分数极限偏差、注脚等的数字及字母一般采用小一号的字体，下面是字体的应用示例。




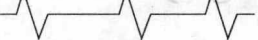

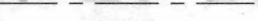


$$10^3 S^{-1} D_1 T_d \quad \phi 20^{+0.010}_{-0.023} \quad 7^{\circ+1^{\circ}}_{-2^{\circ}} \quad \frac{3}{5}$$

### 1.1.4 图线 (GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—2002)

#### 1. 图线及其应用

绘制图样时应采用表 1-4 中规定的各种图线。机械图样中图线的宽度分为粗、细两种，粗线的宽度  $d$  应按图的大小和复杂程度在  $0.5 \sim 2\text{mm}$  间选择，常用的线宽约  $1\text{mm}$ 。细线的宽度约为  $d/2$ 。国标推荐的图线宽度系列为： $0.13$ 、 $0.18$ 、 $0.25$ 、 $0.35$ 、 $0.5$ 、 $0.7$ 、 $1$ 、 $1.4$ 、 $2\text{mm}$ ，图 1-6 为图线的应用示例。

表 1-4 图线及应用举例

图线名称	图线型式	图线宽度	主要用途
粗实线		粗线	可见轮廓线
细实线		细线	尺寸线、尺寸界线、剖面线、辅助线、重合断面的轮廓线、引出线、螺纹的牙底线及齿轮的齿根线
波浪线		细线	断裂处的边界线、视图与剖视图的分界线
双折线		细线	断裂处的边界线
细虚线		细线	不可见的轮廓线
细点画线		细线	轴线、对称中心线、齿轮的分度圆及分度线
粗点画线		粗线	限定范围的表示线
细双点画线		细线	相邻辅助零件的轮廓线、中断线、极限位置的轮廓线、轨迹线

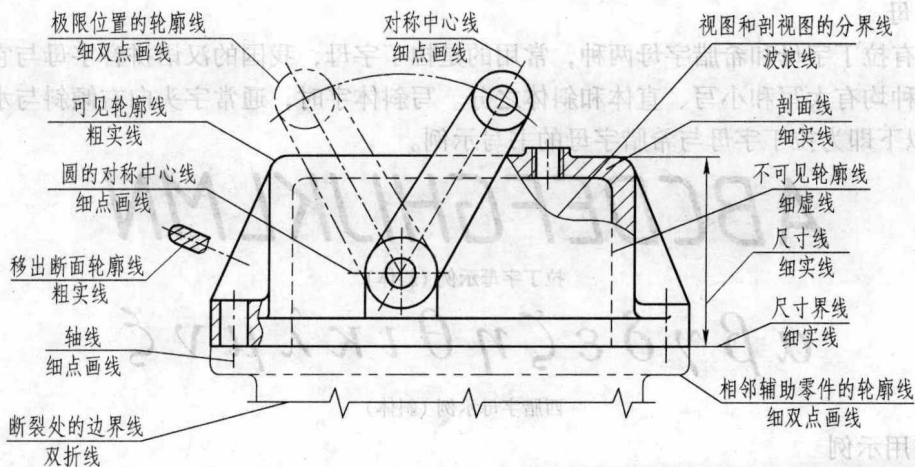


图 1-6 图线应用示例

## 2. 图线画法

同一张图样中同类图线的宽度应基本一致，虚线、点画线、双点画线的线段长短和间隔应各自大致相等。

绘制圆的对称中心线时，圆心应为线段的交点，首末两端应是线段而不是短画或点，且超出图形外 2~5mm。

在较小的图形上绘制点画线、双点画线有困难时，可用细实线来代替。

虚线、点画线或双点画线和实线或它们自己相交时，应以线段相交，而不应在空隙处相交。

当虚线、点画线或双点画线是实线的延长线时，连接处应为空隙，如图 1-7 所示。

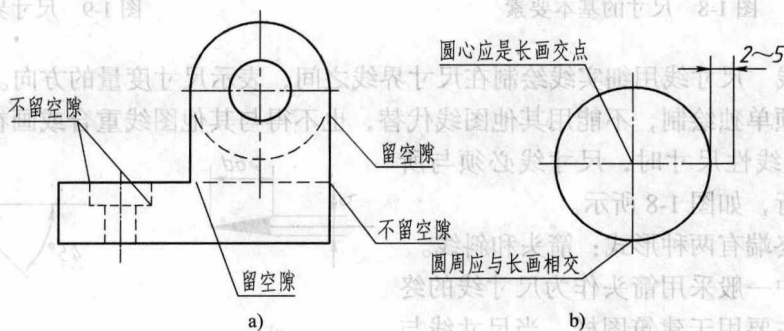


图 1-7 图线绘制注意事项

### 1.1.5 尺寸注法 (GB/T 4458.4—2003、GB/T 16675.2—1996)

机件的形状由图形来表达，而大小则必须由尺寸来确定。标注尺寸时，应严格遵守国家标准有关尺寸标注的规定，做到正确、完整、清晰、合理。

#### 1. 尺寸标注的基本规则

1) 机件的真实大小应以图样上所标注的尺寸数值为依据，与图形的比例大小及绘图的准确程度无关。

2) 图样中的尺寸，以 mm 为单位时，不需标注计量单位的名称或代号，如采用其他单位，则必须注明相应的计量单位或名称（如 30°10'5"）。

3) 图样中所标注的尺寸，应为该图样所示机件的最后完工尺寸，否则需另加说明。

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. 尺寸的组成

一个完整的尺寸标注由尺寸界线、尺寸线、尺寸数字和表示尺寸线终端的箭头或斜线组成，如图 1-8 所示。

(1) 尺寸界线 尺寸界线用细实线绘制，用以表示所注的尺寸范围。尺寸界线一般由图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出，也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作为尺寸界线。通常，尺寸界线应与尺寸线垂直，并超出尺寸线终端 2mm 左右，必要时允许尺寸界线与尺寸线倾斜，如图 1-9 所示。

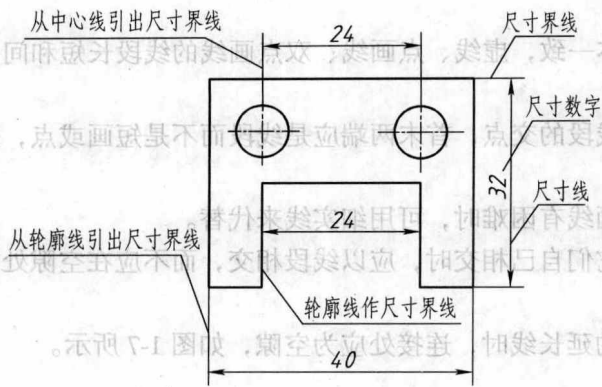


图 1-8 尺寸的基本要素

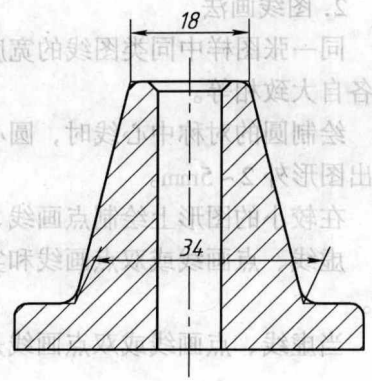


图 1-9 尺寸界线

(2) 尺寸线 尺寸线用细实线绘制在尺寸界线之间，表示尺寸度量的方向。

尺寸线必须单独绘制，不能用其他图线代替，也不得与其他图线重合或画在其他图线的延长线上。标注线性尺寸时，尺寸线必须与所标注的线段平行，如图 1-8 所示。

尺寸线的终端有两种形式：箭头和斜线。

机械图样中一般采用箭头作为尺寸线的终端，斜线形式主要用于建筑图样。当尺寸线与尺寸界线垂直时，同一图样中只能采用一种尺寸终端形式。

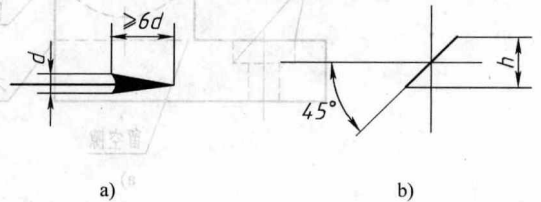


图 1-10 箭头形式

箭头适用于各种类型的图样，其画法如图 1-10a 所示。

斜线用细实线绘制，其画法如图 1-10b 所示。当尺寸线的终端采用斜线形式时，尺寸线与尺寸界线必须互相垂直。

(3) 尺寸数字 尺寸数字表示所注机件尺寸的实际大小。线性尺寸的数字一般注写在尺寸线的上方，也可注在尺寸线的中断处。尺寸数字的书写方法有两种：

1) 如图 1-11 所示，水平方向的尺寸数字字头朝上；垂直方向的尺寸数字，字头朝左；倾斜方向的尺寸数字其字头保持有朝上的趋势。但在 30° 范围内应尽量避免标注尺寸，当无法避免时，可参照如图 1-11b 的形式标注。在注写尺寸数字时，数字不可被任何图线所通过，当不可避免时，必须把图线断开，如图 1-11c 所示。

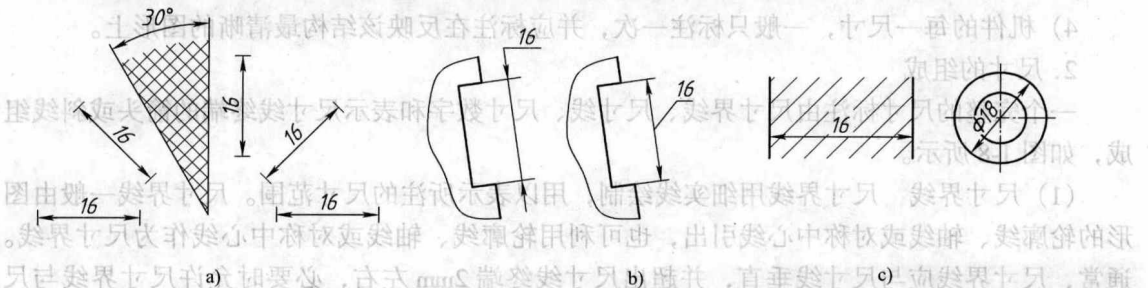


图 1-11 尺寸数字的方向



2) 如图 1-12 所示, 对于非水平方向的尺寸, 其数字可水平地注写在尺寸线的中断处。尺寸数字的注写一般采用第一种方法, 且注意在一张图样中, 尽可能采用同一种方法。

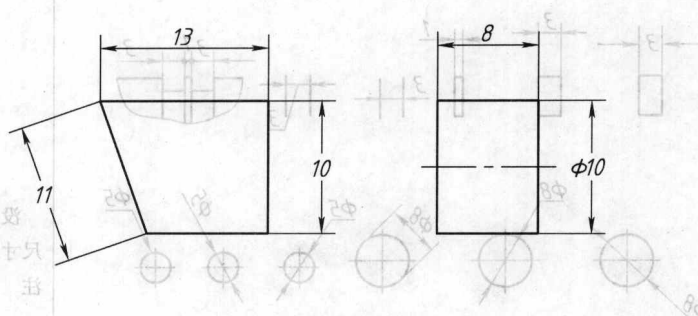


图 1-12 线性尺寸数字的注写方法

### 3. 常用的尺寸标注法

根据国家标准的相关规定, 表 1-5 列举了一些常见的尺寸注法示例以供参考。

表 1-5 尺寸注法的基本规定

内容	示例	说明
角度		角度的尺寸界线应沿径向引出。尺寸线应画成圆弧, 其圆心是该角的顶点。角度的尺寸数字一般应注写在尺寸线的中断处, 并一律写成水平方向, 必要时也可写在尺寸线的上方、外面或引出标注
直径和半径		<p>直径、半径的尺寸数值前, 应分别注出符号“<math>\phi</math>”“<math>R</math>”。对球面, 应在符号“<math>\phi</math>”“<math>R</math>”前加注符号“<math>S</math>”, 在不致引起误解时, 也允许省略符号“<math>S</math>”</p> <p>当圆弧的半径过大或在图纸范围内无法标注其圆心位置时, 可用折线形式表示尺寸线。若无需表示圆心位置时, 可将尺寸线中断</p>