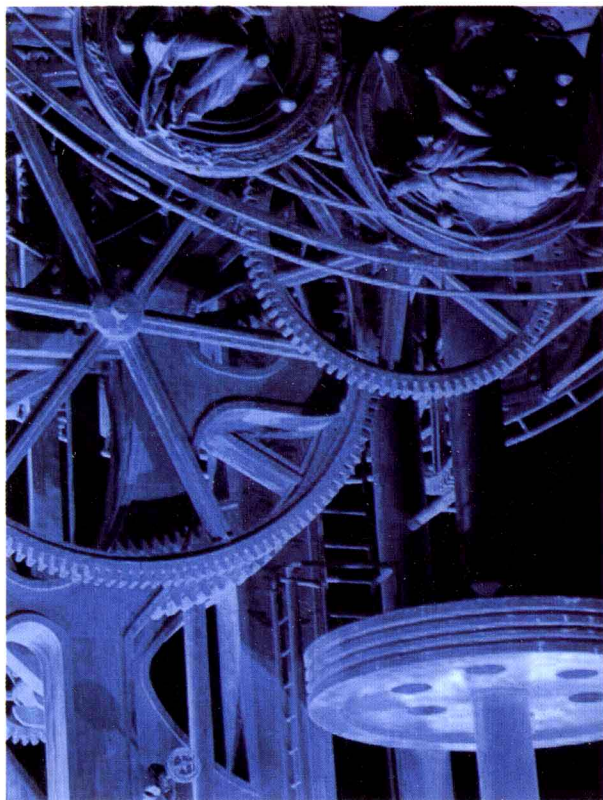


高等学校计算机应用规划教材

# 机械制图

## (非机械类专业)

- ◆ 制图的基本知识和技能
- ◆ 正投影法基础
- ◆ 立体的投影
- ◆ 组合体的构形与表达
- ◆ 机件常用的图样画法
- ◆ 标准件和常用件
- ◆ 零件图
- ◆ 装配图
- ◆ 计算机辅助绘图



高雪强 李才泼 葛敬侠 崔振勇 编著

清华大学出版社

高等学校计算机应用规划教材

# 机械制图(非机械类专业)

高雪强 李才泼 葛敬侠 崔振勇 编著

清华大学出版社

北 京

## 内 容 简 介

本书根据教育部颁发的“高等学校工科本科画法几何及机械制图课程教学基本要求”，结合多年教学经验及研究成果编写而成。

全书共分 9 章，主要内容包括：制图的基本知识和技能，正投影法基础，立体的投影，组合体的构形与表达，机件常用的图样画法，标准件和常用件，零件图，装配图和计算机辅助绘图等。

与本书配套使用的《机械制图习题集(非机械类专业)》也由清华大学出版社同时出版。

本书可作为高等工科院校非机类各专业课程教材，也可作为其他院校相关专业课程教材，亦可供有关工程技术人员及自学者参阅。

本书对应的电子教案和实例源文件可以到 <http://www.tupwk.com.cn/downpage> 网站下载。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签，无标签者不得销售。

版权所有，侵权必究。侵权举报电话：010-62782989 13701121933

### 图书在版编目(CIP)数据

机械制图(非机械类专业)/高雪强等编著. —北京：清华大学出版社，2011.1

(高等学校计算机应用规划教材)

ISBN 978-7-302-24133-1

I. 机… II. 高… 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(2010)第 232307 号

责任编辑：胡辰浩(huchenhao@263.net) 袁建华

装帧设计：孔祥丰

责任校对：成凤进

责任印制：李红英

出版发行：清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机：010-62770175

投稿与读者服务：010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈：010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

地 址：北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编：100084

邮 购：010-62786544

印 刷 者：北京鑫丰华彩印有限公司

装 订 者：三河市兴旺装订有限公司

经 销：全国新华书店

开 本：185×260 印 张：14.25 字 数：329 千字

版 次：2011 年 1 月第 1 版 印 次：2011 年 1 月第 1 次印刷

印 数：1~5000

定 价：28.00 元

# 绪 论

图形与文字、语言一样，是人类借以表达和交流信息的重要媒体之一。以图形为基础研究对象的“图形学”是一门最古老而又最现代的学科，历来是人们重要的学习内容和研究对象。机械制图是其中的一个分支。

## 一、本课程的研究对象

在工程技术界，无论是设计、施工或交流，都离不开图纸。工程图样仍是机械制造、土木建筑等工程中的重要技术文件，有“工程界的语言”之称。

机械图样以产品为对象，用于表达零、部件或整台机器的结构形状、尺寸大小、质量规范以及装配安装要求等，是机械行业在加工和检验零件、安装和调试机器的依据。

本课程主要研究绘制和阅读机械图样的基本理论和方法，学习国家标准《机械制图》和《技术制图》的相关内容。

## 二、本课程的性质和任务

本课程是工科院校中一门既有系统理论又有较强实践性的技术基础课。包括画法几何、制图基础、机械制图和计算机辅助绘图 4 部分内容。

本课程的主要任务有以下几项。

- (1) 学习正投影法的基本理论及应用。
- (2) 培养以图形为基础的形象思维能力。
- (3) 学习、贯彻国家标准《机械制图》和《技术制图》的有关规定。
- (4) 培养阅读和绘制机械图样的基本能力。
- (5) 培养计算机辅助绘图的基本技能。
- (6) 培养学生认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

## 三、本课程的特点和学习方法

本课程的特点是既有理论又偏重于实践。因此，学习时应注意以下几点。

### (1) 理论联系实际，提高两个能力

本课程的核心内容是用投影法在二维平面上表达空间几何元素以及图解几何问题，图示和图解贯穿始终。因此，要理论联系实际，多想、多看、多画，不断地“由物画图，由图想物”，将投影分析与空间分析相结合，逐步提高空间想象能力和投影分析能力。

### (2) 重视和强化实践环节

完成一定数量的习题和作业，是巩固基本理论和培养绘图、读图能力的基本保证。因此，对习题和作业应高度重视，认真、按时、优质地完成。

### (3) 严格遵守国家标准

为了确保图样传递信息的正确与规范,“国家标准”对图样的具体绘制、标注方法及格式等都做了严格、统一的规定。因此,从开始学习时就要强化标准化意识,认真学习并严格贯彻国家标准的各项规定。

### (4) 和工程实际相结合

本课程最终要服务于工程实际。因此,学习和积累相关工程实际知识,对于加强读图和绘图能力可以起到重要的作用。

# 前 言

编者长期从事工程图学课程及 CAD 教学研究工作的，先后主编机械制图、工程制图、AutoCAD 等多部教材，积累了丰富的教材编写经验。本书以教育部颁发的“画法几何及机械制图课程教学基本要求”为指导，从目前高等学校教学实际出发，结合多年教学经验及研究成果编写而成，可供计算机、电气、管理、纺织、化工、应用型理科等无机类专业做教材使用。

本教材定位于培养学生工程素质和能力上，在内容取舍及编排上继承传统内容的精华，做到既有完整的理论基础，又力求叙述简洁明了。注重内容结构合理、层次清晰、循序渐进、由易到难，便于教学和自学活动的顺利开展。考虑到本课程学时数的压缩及有关新国家标准的颁布实施，本书有以下特点：

(1) 在保证基本理论和知识体系完整的基础上，精简点、线、面的投影及线面关系等内容。侧重体的投影分析与作图。

(2) 选取典型例题，作图步骤分解并附有立体图，以降低学习难度，利于建立空间概念。文字力求精炼、流畅。

(3) 将“常见立体的尺寸标注”引入到“立体的投影”一章，使学习难点分解，便于学生逐步掌握尺寸标注的方法。

(4) 为适应社会发展的需要，采用现代化的制图方法，将“计算机辅助绘图”独立成章，加入教学内容，便于不同专业安排教学。

(5) 本书全部贯彻最新《技术制图》和《机械制图》国家标准。

与本书配套使用的《机械制图习题集》(书号 978-7-302-24132-4)也由清华大学出版社同时出版。

本书主要编写人员有高雪强、李才泼、葛敬侠、崔振勇，此外向其兴、李宝山、王龙、李娇、张云鹏、高阳、王亚明、韩壮、胡俊杰、刘晓亮、乔树军、李勇、刘海新、冯菲、李凯等也为本书的编写提供了帮助。

由于编者水平所限，书中不足之处，恳请读者批评指正。我们的信箱是 [huchenhao@263.net](mailto:huchenhao@263.net)，电话 010-62796045。

编 者

2010 年 11 月

# 目 录

<b>第 1 章 制图的基本知识</b> .....	1
1.1 国家标准《机械制图》的基本规定 .....	1
1.1.1 图纸幅面和格式(GB/T14689-2008) .....	1
1.1.2 比例(GB/T14690-1993) .....	3
1.1.3 字体(GB/T14691-1993) .....	3
1.1.4 图线及其画法(GB/T17450-1998、GB/T4457.4-2002) .....	5
1.1.5 尺寸注法(GB/4458.4-2003、GB/16675.2-1996) .....	6
1.2 绘图工具及其使用 .....	10
1.2.1 图板、丁字尺、三角板的用法 .....	10
1.2.2 圆规、分规的用法 .....	10
1.2.3 铅笔 .....	11
1.3 几何作图 .....	12
1.3.1 正多边形的画法 .....	12
1.3.2 椭圆的近似画法 .....	13
1.3.3 斜度和锥度 .....	14
1.3.4 圆弧连接 .....	15
1.4 平面图形的画法和尺寸标注 .....	16
1.4.1 平面图形的尺寸分析 .....	17
1.4.2 平面图形的线段分析 .....	17
1.4.3 平面图形的作图步骤 .....	18
1.4.4 平面图形的尺寸标注 .....	18
1.5 手工绘图的方法和步骤 .....	19
1.5.1 尺规绘图 .....	19
1.5.2 徒手绘图 .....	20
<b>第 2 章 正投影法基础</b> .....	23
2.1 投影法的基本知识 .....	23
2.1.1 投影法的概念 .....	23
2.1.2 投影法的分类 .....	23
2.2 点的投影 .....	24
2.2.1 点的三面投影 .....	24
2.2.2 点的投影与直角坐标的关系 .....	27

2.2.3	两点的相对位置	28
2.3	直线的投影	29
2.3.1	直线的三面投影	29
2.3.2	各种位置直线及其投影特性	30
2.3.3	两直线的相对位置	34
2.4	平面的投影	36
2.4.1	平面的几何表示法	36
2.4.2	各种位置平面及其投影特性	37
2.4.3	平面内的直线和点	39
<b>第3章</b>	<b>立体的投影</b>	<b>43</b>
3.1	体的投影——视图	43
3.1.1	体的投影	43
3.1.2	三面投影与三视图	44
3.2	平面立体	45
3.2.1	棱柱	45
3.2.2	棱锥	46
3.3	回转体	47
3.3.1	圆柱	48
3.3.2	圆锥	49
3.3.3	圆球	51
3.4	切割体	52
3.4.1	平面立体的截切	53
3.4.2	回转体的截切	53
3.5	两回转体相贯	60
3.6	常见立体的尺寸标注	63
3.7	轴测图	64
3.7.1	轴测图的基本知识	64
3.7.2	正等轴测图的画法	66
3.7.3	斜二等轴测图	71
<b>第4章</b>	<b>组合体</b>	<b>73</b>
4.1	组合体的构形与分析	73
4.1.1	组合体的构形方式	73
4.1.2	组合体邻接表面间的连接关系	74
4.1.3	形体分析法	76
4.2	组合体的视图表达	77
4.2.1	形体分析	77



4.2.2	视图选择	78
4.2.3	选比例、定图幅	78
4.2.4	画底稿	78
4.2.5	检查、描深	81
4.3	组合体视图的尺寸标注	81
4.3.1	尺寸标注要完整	81
4.3.2	尺寸布置及注意事项	83
4.3.3	组合体常见结构的尺寸注法	84
4.3.4	标注组合体尺寸的方法步骤	84
4.4	组合体视图的阅读	85
4.4.1	读图的基本要领	86
4.4.2	读图的基本方法	88
<b>第 5 章</b>	<b>机件常用的图样画法</b>	<b>93</b>
5.1	视图	93
5.1.1	基本视图	93
5.1.2	向视图	95
5.1.3	局部视图	95
5.1.4	斜视图	96
5.2	剖视图	97
5.2.1	剖视图的概念	97
5.2.2	剖视图的种类	102
5.2.3	剖视图的剖切方法	106
5.3	断面图	110
5.3.1	断面图的概念	110
5.3.2	断面图的种类	111
5.4	其他图样画法	113
5.4.1	局部放大图	113
5.4.2	简化画法	113
5.5	第三角投影简介	116
<b>第 6 章</b>	<b>标准件和常用件</b>	<b>119</b>
6.1	螺纹	119
6.1.1	螺纹的形成	119
6.1.2	螺纹的要素	120
6.1.3	螺纹的规定画法	122
6.1.4	螺纹的种类	124
6.1.5	螺纹的标记和标注	124

6.2	螺纹紧固件及其连接	126
6.2.1	螺纹紧固件的种类和标记	126
6.2.2	螺纹紧固件的画法	127
6.2.3	螺纹紧固件连接的画法	128
6.3	键和销	132
6.3.1	键及键连接	132
6.3.2	销及销连接	134
6.4	滚动轴承	135
6.4.1	滚动轴承的结构和种类	135
6.4.2	滚动轴承代号	135
6.4.3	滚动轴承的画法	136
6.5	齿轮	137
6.5.1	圆柱齿轮的各部分名称及代号	138
6.5.2	圆柱齿轮的基本参数	139
6.5.3	圆柱齿轮各部分的尺寸关系	139
6.5.4	单个圆柱齿轮的规定画法	140
6.5.5	圆柱齿轮啮合画法	140
6.6	弹簧	141
6.6.1	圆柱螺旋压缩弹簧的各部分名称及尺寸计算	142
6.6.2	圆柱螺旋压缩弹簧的作图步骤	142
6.6.3	装配图中圆柱螺旋压缩弹簧的画法	143
<b>第7章</b>	<b>零件图</b>	<b>145</b>
7.1	零件图的作用和内容	145
7.2	零件图的视图选择和尺寸标注	146
7.2.1	零件图的视图选择	146
7.2.2	零件图的尺寸标注	149
7.3	零件上常见的工艺结构	153
7.3.1	铸造工艺结构	153
7.3.2	机械加工工艺结构	154
7.4	零件图上的技术要求	156
7.4.1	表面结构要求	156
7.4.2	极限与配合	160
7.4.3	几何公差	165
7.5	读零件图的方法和步骤	167
7.5.1	读零件图的基本方法和步骤	167
7.5.2	读零件图综合举例	168

第 8 章 装配图 .....	171
8.1 装配图的作用和内容 .....	171
8.1.1 装配图的作用 .....	171
8.1.2 装配图的内容 .....	171
8.2 装配图的表达方法 .....	173
8.2.1 规定画法 .....	173
8.2.2 特殊表达方法 .....	173
8.2.3 简化画法 .....	174
8.3 常见装配结构 .....	175
8.4 读装配图 .....	176
8.4.1 读装配图的方法和步骤 .....	176
8.4.2 由装配图拆画零件图 .....	178
第 9 章 计算机辅助绘图 .....	183
9.1 AutoCAD 2010 的基础知识 .....	183
9.1.1 AutoCAD 2010 的启动和退出 .....	183
9.1.2 AutoCAD 2010 的绘图界面 .....	183
9.1.3 AutoCAD 2010 命令调用方式 .....	186
9.1.4 AutoCAD 2010 数据输入方式 .....	186
9.1.5 AutoCAD 2010 图形的显示控制 .....	187
9.1.6 AutoCAD 2010 精确绘图方式 .....	187
9.1.7 约束 .....	188
9.2 AutoCAD 2010 绘图环境的设置 .....	189
9.2.1 设置显示精度和绘图窗口背景 .....	189
9.2.2 设置图形界限 .....	190
9.2.3 设置图层 .....	190
9.3 AutoCAD 2010 绘图和编辑命令 .....	192
9.3.1 AutoCAD 2010 的绘图命令 .....	192
9.3.2 AutoCAD 2010 的编辑命令 .....	196
9.4 AutoCAD 2010 文字和尺寸标注 .....	196
9.4.1 文字标注 .....	196
9.4.2 尺寸标注 .....	199
附录 .....	203
参考文献 .....	215

# 第1章 制图的基本知识

在画图 and 读图过程中，首先应该对制图的基本知识有所了解。本章重点介绍国家标准关于制图的基本规定、绘图工具使用、几何作图方法、平面图形的画法以及手工绘图等内容。

## 1.1 国家标准《机械制图》的基本规定

工程图样作为“工程界的语言”，是技术人员表达设计思想、进行技术交流的工具，是生产过程中重要的技术文件，因此必须有统一的规定。为此我国制定并实施了《技术制图》和《机械制图》国家标准，每一个工程技术人员都必须认真遵守标准规定。

### 1.1.1 图纸幅面和格式(GB/T14689-2008)

#### 1. 图纸幅面尺寸

绘制图样时，应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面，必要时允许加长幅面。加长幅面的尺寸由基本幅面的短边尺寸成整数倍增加后得到。

表 1-1 图纸幅面及图框尺寸 (单位 mm)

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

#### 2. 图框格式

在图纸上，必须用粗实线画出图框，用来限定绘图区域，其格式分为不留装订边和留有装订边两种，如图 1-1 和图 1-2 所示。但是同一产品的图样必须采取同一种格式。

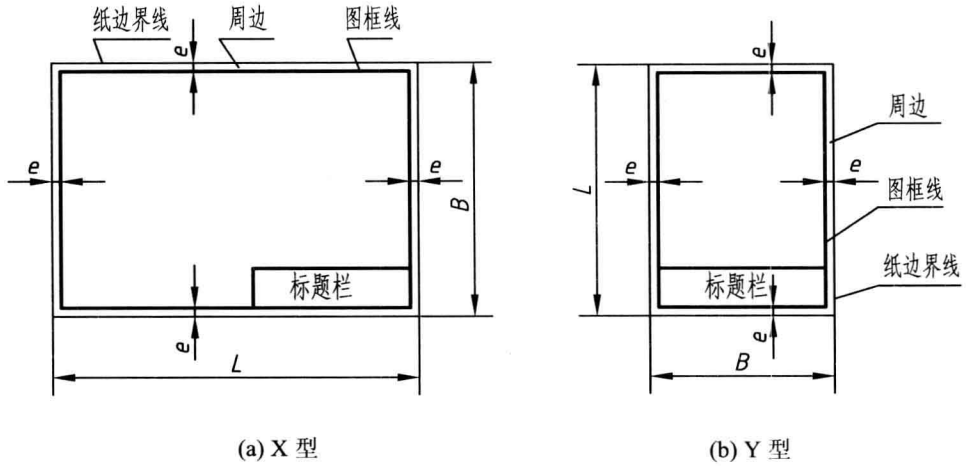


图 1-1 不留装订边的图框格式

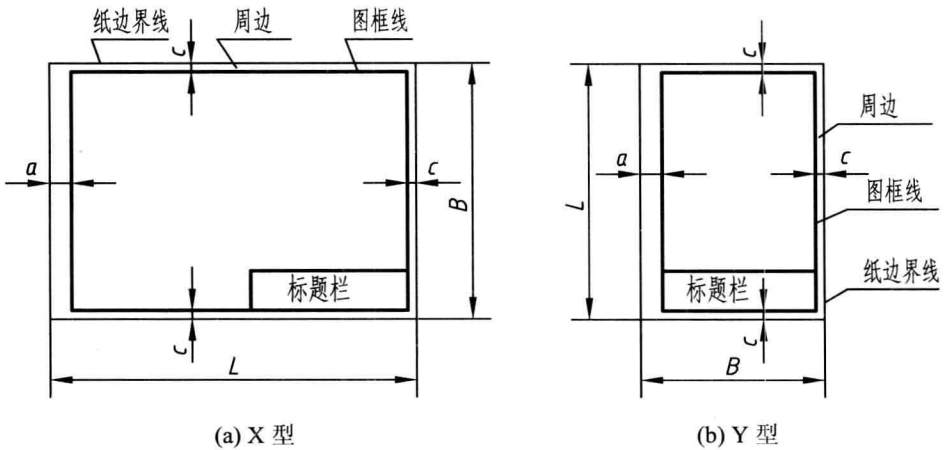
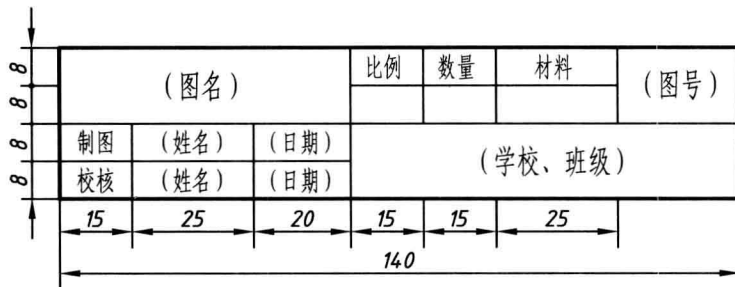


图 1-2 留有装订边的图框格式

### 3. 标题栏的方位及其格式

每张图纸都必须在右下角画出标题栏，GB/T10609.1-1989 对标题栏的格式和尺寸作了规定。为了学习方便，建议学生作业中的标题栏采用如图 1-3 所示的简化格式。



(a) 零件图标题栏

图 1-3 学生用简化标题栏



(b) 装配图标题栏及明细栏

图 1-3 学生用简化标题栏(续)

### 1.1.2 比例(GB/T14690-1993)

比例是指图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。绘图时，应从表 1-2 左半部分规定的比例系列中选取适当的比例，必要时允许选用右半部分的比例。

表 1-2 标准比例系列

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

注：n 为正整数

绘制同一机件的各个视图应尽可能采用相同的比例，并标注在标题栏的“比例”栏中。必要时，可在视图名称的下方注明比例，如：

$$\frac{I}{2:1} \quad \frac{A}{100:1} \quad \frac{B-B}{2.5:1}$$

图形不论采用何种比例，图形上所注尺寸数值，必须是实物的真实大小。

### 1.1.3 字体(GB/T14691-1993)

在图样上除了应表达机件的形状外，还需要用文字和数字注明机件的大小、技术要求及其他说明等。

#### 1. 字体的书写

字体书写必须做到：字体工整，笔画清楚，间隔均匀，排列整齐。

## 2. 字体的号数

字体的号数即字体的高度。字体的高度  $h$  系列为：1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20mm。需要书写更大的字时，其字体高度应按  $\sqrt{2}$  的比例递增。汉字高度不应小于 3.5mm。

## 3. 字体的宽度

字体的宽度一般为  $h/\sqrt{2}$ 。字母和数字有 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。同一图样上，只允许选用一种形式的字体。

## 4. 常用字体示例

### (1) 汉字

汉字应写成长仿宋体，书写要领是：横平竖直，注意起落，结构均匀，填满方格。常用的长仿宋体字示例如图 1-4 所示。

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 结构均匀 填满方格

图 1-4 长仿宋字体示例

### (2) 字母和数字

字母和数字可写成斜体或直体。斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成  $75^\circ$ ，如图 1-5 所示。

大写斜体拉丁字  
*ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ*

小写斜体拉丁字  
*abcdefghijklmnopqrstuvwxyz*

A 型阿拉伯数字                      B 型阿拉伯数字  
*0123456789*                      *0123456789*

A 型罗马数字斜  
*I II III IV V VI VII VIII IX X*

图 1-5 字母、数字示例




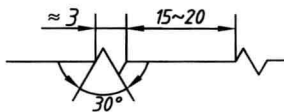
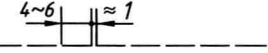

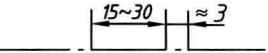

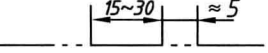
### 1.1.4 图线及其画法(GB/T17450-1998、GB/T4457.4-2002)

图样中的图形是由各种图线组成的。国家标准对图线的名称、型式、宽度、应用和画法都作了规定，以便于绘图和技术交流。

#### 1. 图线的型式及应用

根据 GB/4457.4-2002 的规定，机械图样通常采用表 1-3 列出的 9 种图线。

表 1-3 机械制图常用图线

图线名称	图线型式	图线宽度	一般应用举例
粗实线		$d$	可见轮廓线
细实线		约 $d/2$	尺寸线及尺寸界线 剖面线 重合断面的轮廓线 螺纹的牙底线 过渡线
波浪线		约 $d/2$	断裂处的边界线 视图和剖视的分界线
双折线		约 $d/2$	断裂处的边界线
细虚线		约 $d/2$	不可见轮廓线
粗虚线		$d$	允许表面处理的表示线
细点画线		约 $d/2$	轴线 对称中心线 节圆及节线
粗点画线		$d$	有特殊要求的线或表面的表示线
细双点画线		约 $d/2$	相邻辅助零件的轮廓线 极限位置的轮廓线 轨迹线

各种图线的应用举例如图 1-6 所示。



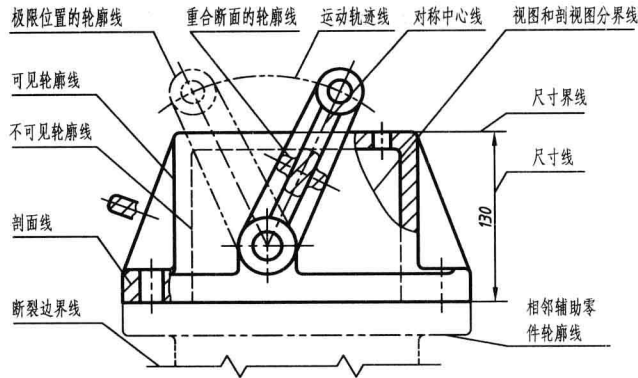


图 1-6 各种图线应用示例

## 2. 图线宽度

机械制图中通常采用粗、细两种线宽，如表 1-3 所示，粗线的宽度为  $d$ ，细线的宽度约为  $d/2$ 。

图线宽度( $d$ )系列为：0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1.0、1.4、2.0mm。机械图样中粗线宽度建议采用 0.7mm 为宜。

## 3. 图线画法注意事项

(1) 在同一图样中，相同线型的线宽应保持一致。虚线、点画线及双点画线的线段长度及间隔应各自大致相等。点画线和双点画线的首尾两端应该是长画而不是点。

(2) 绘制圆的中心线时，圆心应为长画的交点，而不能画成点或间隔。细点画线两端应超出圆弧或相应图形轮廓 3~5mm。

(3) 在较小的图中画点画线或双点画线困难时，可用细实线代替。上述画法如图 1-7(a) 所示。

(4) 当图线相交时，应是画相交。当细虚线在粗实线的延长线上时，在细虚线和粗实线的分界点处，细虚线应留出间隙，如图 1-7(b) 所示。

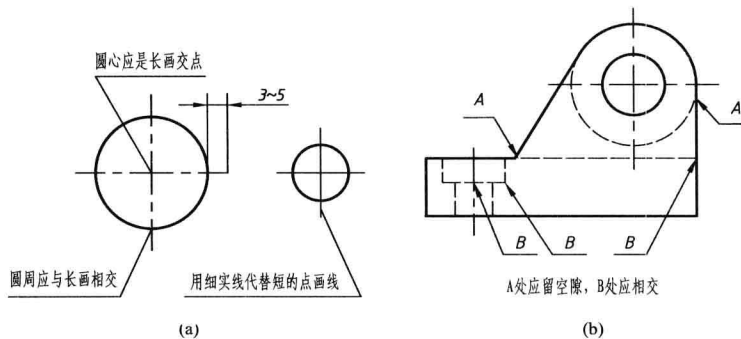


图 1-7 细点画线、细虚线画法举例

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

图样中的图形用来表达机件的结构形状，而机件的大小及各部分的相对位置关系则需