



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

# 机械制图

(第3版)

非机类

杨惠英 冯 涓 王玉坤 主编

清华大学出版社



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

# 机械制图

(第3版)

非机类

杨惠英 冯 涓 王玉坤 主编

清华大学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书是在2002年第1版及2010年第2版的基础上,结合非机类机械制图课程教学的基本要求,以及截至2013年颁布的相关国家标准修订而成的。本书第1版曾获“北京市教育教学成果(高等教育)二等奖”,第2版入选普通高等教育“十一五”国家级规划教材,第3版入选“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材。

全书划分为3篇,共15章。第1篇侧重机械制图的基本理论和基本知识,内容包括:国家标准的基本规定;正投影法的基本原理,点、直线、平面的投影及其相对位置关系;基本体的投影;形体表面的交线;组合体的画图和读图方法;机件图样的画法;尺寸标注基础知识;轴测图等。第2篇侧重将基本理论和基础知识应用于机械设计表达中,内容包括:螺纹紧固件及常用件;零件图;装配图等。第3篇侧重提高图形的表达基本技能,内容包括:尺规作图和徒手绘图;计算机辅助绘图及三维建模。与本书配套的《机械制图习题集》和多媒体电子教案同时出版。

本书可作为高等工科院校32~64学时非机类各专业机械制图课程的教材,也可作为继续教育同类专业的教材及供有关工程技术人员参考。

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:非机类/杨惠英,冯涓,王玉坤主编.--3版.--北京:清华大学出版社,2015  
ISBN 978-7-302-39345-0

I. ①机… II. ①杨… ②冯… ③王… III. ①机械制图—高等学校—教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第024967号

责任编辑:杨倩  
封面设计:傅瑞学  
责任校对:赵丽敏  
责任印制:何芊

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印 装 者:清华大学印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:19.5 字 数:447千字

版 次:2002年8月第1版 2015年7月第3版 印 次:2015年7月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:45.00元

产品编号:059098-01

# 前言

## FOREWORD

本教材是在杨惠英、王玉坤主编的《机械制图》(非机类)第1、2版的基础上,根据教育部高等学校工程图学课程教学指导委员会制定的“高等学校工程图学课程教学基本要求”,吸取读者意见进行修订而成的。

本教材立足于机械制图课程的基本理论、基础知识和基本技能,反映了高等院校人才培养对机械制图课程的新要求,体现了清华大学多年来在本课程中的丰富积累。先后于2002年、2010年出版了教材的第1、2版。自出版以来,被全国许多高等院校所采用,受到同行专家和使用者的广泛好评。2004年获“北京市教育教学成果(高等教育)二等奖”,2003年获“中国工程图学学会优秀教材奖”,2004年获“清华大学优秀教材一等奖”,第2版于2007年入选普通高等教育“十一五”国家级规划教材,第3版于2014年入选“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材。

本次修订,除保留第1、2版的特色外,根据机械制图课程内容特点,将教材进行充实和重新组织。将全书划分为3篇:第1篇“制图基础”侧重制图的基本理论和基础知识;第2篇“机械图样的画法”侧重将基本理论和基础知识应用于机械设计的表达中;第3篇“制图的基本技能”则从手工绘图、计算机辅助绘图与建模方面提高读者的图形表达能力。第1篇和第2篇可基本按照教材顺序进行教学,第3篇内容可以穿插在前两篇的教学过程中进行。

针对学生“听课易、做题难”的常见现象,在内容阐述上突出重点,抓住难点,通过丰富的、有代表性的例题,采用三维模型图与二维视图相对照,运用双色印刷,详细演绎空间分析及投影分析的基本方法和绘图步骤,直观而形象,更有利于绘图与读图能力和空间想象、空间思维能力的培养。

全书采用最新颁布的《机械制图》、《技术制图》国家标准。

与主教材配套使用的《机械制图习题集》和多媒体教案同时进行修订,并提供习题集的三维模型文件和参考答案供授课教师和读者选用。

本教材适用于高等院校非机类32~64学时的机械制图课程教学,也可作为继续教育同类专业的教材。本教材由杨惠英、冯涓、王玉坤主编,参加修订工作的有杨惠英(第1篇)、王玉坤(第2篇)、冯涓(第3篇)。黄利平参加了部分章节内容的编写。全书由杨惠英、冯涓负责统稿。

本书在修订过程中得到了单位领导和课程教师的大力支持,在此致以深情谢意。由于编者水平有限,书中不足及错误之处在所难免,敬请读者不吝指正。

编者

2015年1月于北京清华园



# 目录

## CONTENTS

绪论	1
----	---

### 第 1 篇 制图基础

第 1 章 制图的基本知识	5
1.1 国家标准的基本规定	5
1.2 投影法及其分类	14
小结	15
第 2 章 点、直线、平面的投影	16
2.1 点的投影	16
2.2 直线的投影	19
2.3 平面的投影	26
2.4 直线与平面及两平面的相对位置	33
小结	38
第 3 章 基本体的投影	40
3.1 体的三面投影——三视图	40
3.2 基本体的三视图	41
小结	51
第 4 章 平面与立体相交	52
4.1 平面与平面体相交	53
4.2 平面与回转体相交	56
小结	65
第 5 章 立体与立体相交	67
5.1 平面体与回转体相贯	67
5.2 回转体与回转体相贯	69
5.3 多形体相交	75
小结	76
第 6 章 组合体	78
6.1 组合体的组合方式及表面过渡关系	78
6.2 组合体的画图方法	81
6.3 组合体视图的阅读方法	85



小结 .....	97
<b>第 7 章 机件图样的画法 .....</b>	<b>99</b>
7.1 视图 .....	99
7.2 剖视图 .....	103
7.3 断面图 .....	116
7.4 规定画法和简化画法 .....	118
小结 .....	124
<b>第 8 章 轴测图 .....</b>	<b>127</b>
8.1 轴测图的基本知识 .....	127
8.2 正等轴测图 .....	128
8.3 斜二等轴测图 .....	135
8.4 轴测剖视图 .....	136
小结 .....	138
<b>第 9 章 尺寸标注基础 .....</b>	<b>140</b>
9.1 尺寸标注的基本规定 .....	140
9.2 组合体的尺寸标注 .....	146
9.3 尺寸标注的清晰布置 .....	151
9.4 一些常见形体的尺寸标注方法 .....	153
小结 .....	154

## 第 2 篇 机械图样的画法

<b>第 10 章 螺纹紧固件及常用件 .....</b>	<b>157</b>
10.1 螺纹的画法及标注 .....	157
10.2 螺纹紧固件 .....	166
10.3 键 .....	173
10.4 销 .....	176
10.5 齿轮 .....	177
10.6 弹簧 .....	182
10.7 滚动轴承 .....	186
小结 .....	188
<b>第 11 章 零件图 .....</b>	<b>190</b>
11.1 零件图的作用与内容 .....	190
11.2 零件图的视图选择 .....	191
11.3 零件的工艺结构 .....	196
11.4 零件尺寸的合理标注 .....	200
11.5 零件的技术要求 .....	205
11.6 画零件图的方法与步骤 .....	217
11.7 读零件图的方法与步骤 .....	220

小结.....	222
<b>第 12 章 装配图</b> .....	223
12.1 装配图的作用与内容.....	223
12.2 装配图的规定画法和特殊画法.....	225
12.3 装配图的视图选择.....	227
12.4 装配图的尺寸标注.....	230
12.5 装配图的零件序号和明细栏.....	230
12.6 画装配图的方法与步骤.....	232
12.7 常见装配结构.....	236
12.8 读装配图的方法与步骤.....	237
12.9 由装配图拆画零件图.....	240
小结.....	242
<b>第 3 篇 制图的基本技能</b>	
<b>第 13 章 尺规作图与徒手绘图</b> .....	247
13.1 尺规几何作图.....	247
13.2 徒手绘图.....	254
小结.....	257
<b>第 14 章 AutoCAD 绘制平面图</b> .....	258
14.1 AutoCAD 2013 简介.....	258
14.2 图线的绘制和修改.....	262
14.3 绘图辅助工具.....	267
14.4 尺寸标注.....	271
14.5 绘制工程图的步骤.....	272
小结.....	274
<b>第 15 章 SolidWorks 构造三维模型</b> .....	275
15.1 SolidWorks 2013 简介.....	275
15.2 零件建模.....	277
15.3 装配建模.....	283
15.4 生成工程图.....	284
小结.....	286
<b>附录 A 常用螺纹及螺纹紧固件</b> .....	287
<b>附录 B 常用滚动轴承</b> .....	293
<b>附录 C 极限偏差</b> .....	294
<b>参考文献</b> .....	301

### 1. 课程的性质和作用

工程图样是工程与产品信息的载体,在工程与产品信息的表达、交流和传递过程中发挥重要的作用,被称为“工程界的语言”。在机械、建筑、水利等工程构思、设计、制造、维护等过程中,工程图样是工程与产品信息的定义、表达和传递的主要媒介;在科学研究中,图形常常可以直观表达实验数据,帮助研究者发现科学规律、掌握事物的内在联系;在形象思维的过程中,图形的形象、直观等特点,有利于人们认识规律,启发创造性思维。

工程图形是工程技术部门的一项重要技术文件。它可以用二维图形表达,也可以用三维图形表达;可以用手工绘制,也可以由计算机生成。

本课程理论严谨,实践性强,与工程实践联系密切,对培养学生掌握科学思维方法、增强工程和创新意识有重要作用,是本科学学生的一门重要的技术基础课。工程技术人员必须掌握绘制工程图样的基本理论和基本方法,具有较强的绘图和读图能力,以适应现在及将来生产发展的需要。

### 2. 课程的任务和内容

本课程的主要任务包括:

- (1) 学习投影法(主要是正投影法)的基本理论及应用。
- (2) 培养基本的绘图能力、三维造型能力以及阅读简单机械图样的能力。
- (3) 培养对空间形体的形象思维能力。
- (4) 培养严谨细致的工作作风和认真负责的工作态度。

本课程的主要内容包括:

第1篇 制图基础。侧重于投影的基本理论和基本方法。主要介绍机械制图的基本知识,点、线、面等几何元素的投影及相对位置关系,从简单的基本体到复杂的组合体的形体构成方式,以及形体的投影表达的各种方法和尺寸标注方法。

第2篇 机械图样的画法。侧重于制图基础在工程上的应用。以工程图样在机械领域的应用为背景,以机械零部件的表达方法为核心,介绍工程图样在工程中的典型应用及相关的国家标准。

第3篇 制图的基本技能。侧重于提高图形的绘制技能。介绍尺规作图、徒手绘图的基本方法,利用典型的计算机绘图与造型软件,交互地绘制平面图、三维造型及投影生成工程图。



### 3. 课程的特点及学习方法

本课程的特点是既有理论又偏重于实践。因此,学习时应注意以下问题。

(1) 理论联系实际,提高两个能力。本课程以图示、图解贯穿始终。对于投影理论的学习,要紧紧抓住“图形”不放,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) 重视实践。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) 掌握正确的画图步骤和分析解决问题的方法。在学习中,一般对理论的理解并不难,难的是在画图与看图的实际应用上。因此,必须注意掌握正确的画图步骤和分析解决问题的方法,以便准确、快速地画出图形。

(4) 严格遵循国家标准。国家标准是评价机械图样是否合格的重要依据,因此,要认真学习国家标准的相关内容并严格遵守。

---

# 第1篇 制图基础

---

## 主要内容：

本篇学习机械制图的基础知识，主要包括：国家标准的基本规定和投影法的基本理论；点、线、面的投影特性及其相对位置关系；从简单的基本体，到经过平面切割立体、立体间相交等多种方式构成复杂的组合体，讲解各种形体的构成方式及其三视图的表达方法；针对复杂形体，研究多视图、剖视图、断面图、轴测图等多种表达方法及尺寸标注方法。

## 学习方法提示：

本篇是课程学习的核心基础内容。学习时应注意抓住重点，注意提高空间思维能力，同时特别加强投影分析，注意点、线、面的投影特性在形体视图分析中的应用。



# 第1章

## 制图的基本知识

### 1.1 国家标准的基本规定

工程图纸是产品在设计、制造、检验和使用过程中不可缺少的技术文件,是工程技术人员进行技术交流的重要工具,因此绘制和阅读工程图样时必须严格遵守我国有关制图的一些标准规定。



本节主要介绍国家标准中的一些基本规定,如图纸中的图线、字体、图纸的幅面和格式、绘图比例等。

#### 1.1.1 图线

##### 1. 图线的线型

国家标准《机械制图 图样画法 图线》GB/T 4457.4—2002对基本线型的结构、尺寸、绘制规则等都作了详细规定(见表1-1)。

表 1-1 图线的基本线型与应用

图线名称	图线型式及代号	图线宽度	一般应用举例
粗实线		$d$	可见轮廓线 螺纹牙顶线和螺纹长度终止线 齿轮的齿顶圆线
细实线		约 $d/2$	尺寸线及尺寸界线 指引线 剖面线及重合断面的轮廓线 过渡线 螺纹牙底线 表示平面的对角线 不连续同一表面连线 成规律分布的相同要素连线 投影线

续表

图线名称	图线型式及代号	图线宽度	一般应用举例
粗虚线	-----	$d$	允许表面处理的表示线
细虚线	-----	约 $d/2$	不可见轮廓线
粗点画线	— · — · — ·	$d$	限定范围表示线
细点画线	— · — · — ·	约 $d/2$	轴线 对称中心线 齿轮分度圆线
细双点画线	— · — — — · — — — · — — — ·	约 $d/2$	相邻辅助零件的轮廓线 可动零件极限位置的轮廓线 中断线 轨迹线
波浪线	~~~~~	约 $d/2$	断裂处边界线 视图和剖视的分界线 注: 同一幅图上只能采用其中的一种线型
双折线	——— / ——— / ———		

说明: 如不特别指明, 本书中的点画线和虚线均指细点画线和细虚线。

## 2. 图线的宽度

机械工程图样中采用两种图线宽度, 称为粗线与细线。粗线的宽度为  $d$ , 细线的宽度约为  $d/2$ 。图线宽度  $d$  应根据图样的复杂程度、尺寸大小、绘图比例和缩微复制的要求在下列数系中选取: 0.25mm, 0.35mm, 0.5mm, 0.7mm, 1mm, 1.4mm, 2mm。优先选用 0.5mm 和 0.7mm。

## 3. 注意事项

- (1) 在同一图样中, 同类图线的宽度应一致。
- (2) 虚线、点画线、双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。
- (3) 绘制圆的对称中心线时, 圆心应为线段与线段的交点; 点画线应超出圆的轮廓线外 2~5mm, 且轮廓线外不能出现点画线中的点(图 1-1(a))。当所绘制的圆的直径较小(例如小于 12mm), 画点画线有困难时, 中心线可用细实线代替(图 1-1(b))。

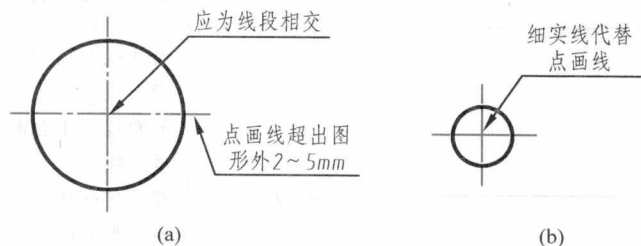


图 1-1 圆的中心线的画法

- (4) 虚线、点画线与其他图线相交时, 都应交到线段处。当虚线位于粗实线的延长线上时, 虚线与粗实线间应留有间隙(图 1-2)。

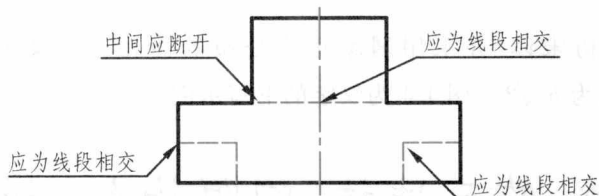


图 1-2 点画线、虚线、实线交接画法

图 1-3 为线型应用示例。

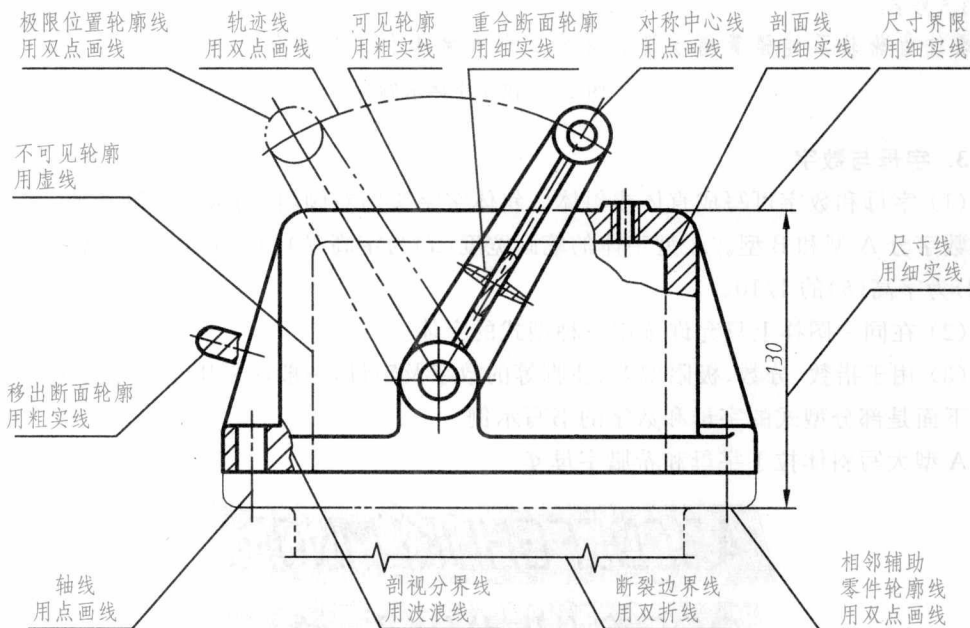


图 1-3 线型应用示例

### 1.1.2 字体

国家标准《技术制图 字体》GB/T 14691—1993 规定了图样上汉字、字母、数字的结构形式及基本尺寸。

书写字体必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

具体规定如下所述。

#### 1. 字高

字体高度(用  $h$  表示)代表了字体的号数,如 3.5 号字的字高为 3.5mm。字体高度  $h$  的公称尺寸(单位为 mm)系列为: 1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20。当还需要书写更大的字时,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。



## 2. 汉字

汉字应写成长仿宋体,并采用国家正式公布的简化字。汉字的高度不应小于3.5mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。图1-4为汉字的书写示例。

10号字:

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

5号字:

技术制图 机械电子 汽车航空船舶土木建筑矿山港口纺织

3.5号字:

螺纹齿轮轴承键弹簧端子设备阀施工引水棉麻化工自动化

图1-4 汉字字体示例

## 3. 字母与数字

(1) 字母和数字可写成直体或斜体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 $75^\circ$ 。字母和数字分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 $1/10$ 。

(2) 在同一图样上只允许选用一种型式的字体。

(3) 用于指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母,一般应采用小一号的字体。

下面是部分型式的字母和数字的书写示例。

A型大写斜体拉丁字母和希腊字母  $\phi$

*ABCDEFGHIJKLMNOR*  
*QRSTUVWXYZ  $\phi$*

A型小写斜体拉丁字母和希腊字母  $\phi$

*abcdefghijklmnopq*  
*rstuvwxyz  $\phi$*

A型大写直体拉丁字母和希腊字母  $\phi$

ABCDEFGHIJKLMNOR  
QRSTUVWXYZ  $\phi$

A 型小写直体拉丁字母和希腊字母  $\phi$

abcdefghijklmnopq  
rstuvwxyz  $\phi$

B 型大写斜体拉丁字母和希腊字母  $\phi$

*ABCDEFGHIJKLMNOR*  
*QRSTUVWXYZ  $\phi$*

B 型小写斜体拉丁字母和希腊字母  $\phi$

*abcdefghijklmnopq*  
*rstuvwxyz  $\phi$*

B 型大写直体拉丁字母和希腊字母  $\phi$

ABCDEFGHIJKLMNOR  
QRSTUVWXYZ  $\phi$

B 型小写直体拉丁字母和希腊字母  $\phi$

abcdefghijklmnopq  
rstuvwxyz  $\phi$

A 型斜体阿拉伯数字

*0123456789*

A 型直体阿拉伯数字

0123456789

B 型斜体阿拉伯数字

0123456789

B 型直体阿拉伯数字

0123456789

### 1.1.3 图纸幅面和格式

#### 1. 图纸幅面

国家标准《技术制图 图纸幅面和规格》GB/T 14689—2008 对图纸幅面和图框尺寸作了具体规定(见表 1-2、表 1-3)。

表 1-2 基本幅面及图框尺寸

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				

表 1-3 加长幅面(第二选择)

mm

幅面代号	A3×3	A3×4	A4×3	A4×4	A4×5
$B \times L$	420×891	420×1189	297×630	297×841	297×1051

必要时,允许采用加长幅面,其尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出(见图 1-5)。

图 1-5 中粗实线所示为基本幅面,应优先选用;细实线所示为加长幅面(第二选择);虚线所示为加长幅面 A0×2、A0×3、A1×3、…、A4×9 共 14 种(第三选择)。

加长幅面的图框尺寸按所选用的基本幅面大一号的图框尺寸确定,例如 A3×4 的图框尺寸,按 A2 的图框尺寸确定。

#### 2. 图框格式

(1) 图框格式分为不留装订边(图 1-6)和留装订边(图 1-7)两种,但同一产品图样只能采用一种格式。

(2) “纸边界线”由图纸幅面的尺寸确定。

(3) 无论哪种格式的图纸,其图框线均应采用粗实线绘制。