

# 机械制图

机类、近机类

(第4版)

冯涓 杨惠英 王玉坤 主编

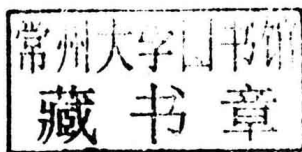
清华大学出版社

# 机械制图

机类、近机类

(第4版)

冯涓 杨惠英 王玉坤 主编



清华大学出版社

北京

## 内 容 简 介

本教材是在杨惠英、王玉坤主编的《机械制图(机类、近机类)(第3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2016年发布的“普通高等学校工程图学课程教学基本要求”,以及截至2016年颁布的相关国家标准修订而成。

全书划分为4篇,共18章。第1篇讲解机械制图中投影法的基本理论和基本知识;第2篇讲解各种形体的构成方法及其三视图的表达方法;第3篇介绍螺纹紧固件及常用件、零件图、装配图等工程应用;第4篇介绍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(机类、近机类)(第4版)》和多媒体教案同时出版。

本书可作为高等工科院校64~100学时机类、近机类各专业的机械制图课程教材,也可用于同类专业继续教育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:机类、近机类/冯涓,杨惠英,王玉坤主编. —4版. —北京:清华大学出版社,2018  
ISBN 978-7-302-49225-2

I. ①机… II. ①冯… ②杨… 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(2017)第331860号

责任编辑:赵 斌

封面设计:傅瑞学

责任校对:刘玉霞

责任印制:李红英

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:22.5 插 页:1 字 数:518千字

版 次:2002年8月第1版 2018年4月第4版 印 次:2018年4月第1次印刷

印 数:1~2500

定 价:59.80元

产品编号:074178-01

本教材是在杨惠英、王玉坤主编的《机械制图(机类、近机类)(第3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2016年发布的“普通高等学校工程图学课程教学基本要求”,听取读者意见进行修订而成。

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。自2002年第1版出版以来,本教材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,先后获得“北京市教育教学成果(高等教育)二等奖”“中国工程图学学会优秀教材奖”“清华大学优秀教材一等奖”等多项奖项,配套的多媒体电子教案获得“中国工程图学学会优秀课件奖”“清华大学优秀教学软件一等奖”等。

本次修订,除保留第3版的特色外,根据机械制图课程内容特点,结合机类、近机类专业的教学要求,将教材进行充实和重新组织,将全书划分为4篇:第1篇“投影基础”讲解投影的基本理论和基础知识;第2篇“体的构成及表达方法”讲解形体的构成方式及形体的多种表达方法;第3篇“机械图样的画法”介绍制图在机械设计、加工中的工程应用;第4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进行讲解,以提高读者的图形表达能力。第1~3篇可基本按照教材顺序组织教学,第4篇内容可以穿插在前3篇的教学过程中进行。

全书共18章,每章后均有小结,便于指导读者更好地掌握本章的重点和难点。

针对学生“听课易、做题难”的常见现象,在内容阐述上力求突出重点,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。

全书采用截至2016年最新颁布的《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(机类、近机类)(第4版)》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。

本教材适用于高等工科院校机类、近机类专业64~100学时的机械制图课程教学,也可作为同类专业继续教育的教材。

本教材由冯涓、杨惠英、王玉坤主编,修订工作具体分工为杨惠英负责第1、2篇,王玉坤负责第3篇,冯涓负责绪论、各篇篇首和第4篇。全书由冯涓负责统稿。

本书在修订过程中得到了本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

2018年2月于清华园

# 目录

## CONTENTS

绪论	1
----	---

### 第 1 篇 投影基础

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	17
2.1 点的投影	17
2.2 直线的投影	20
2.3 平面的投影	28
2.4 直线与平面及两平面间的相对位置	35
小结	42
第 3 章 投影变换	44
3.1 概述	44
3.2 换面法	45
3.3 旋转法简介	53
小结	56

### 第 2 篇 体的构成及表达方法

第 4 章 基本体的投影	59
4.1 体的三面投影——三视图	59
4.2 基本体的三视图	60
小结	71
第 5 章 平面与立体相交	73
5.1 平面与平面体相交	74
5.2 平面与回转体相交	77
小结	88
第 6 章 立体与立体相交	90
6.1 平面体与回转体相贯	90

6.2	回转体与回转体相贯	92
6.3	多体相贯	100
	小结	101
<b>第7章</b>	<b>组合体</b>	<b>103</b>
7.1	组合体的组合方式及表面过渡关系	103
7.2	组合体的画图方法	106
7.3	组合体视图的阅读方法	110
	小结	122
<b>第8章</b>	<b>机件图样的画法</b>	<b>124</b>
8.1	视图	124
8.2	剖视图	128
8.3	断面图	141
8.4	规定画法和简化画法	144
8.5	第三角投影法简介	148
	小结	150
<b>第9章</b>	<b>轴测图</b>	<b>153</b>
9.1	轴测图的基本知识	153
9.2	正等轴测图	154
9.3	斜二等轴测图	161
9.4	轴测剖视图	162
	小结	166
<b>第10章</b>	<b>尺寸标注基础</b>	<b>167</b>
10.1	尺寸标注的基本规定	167
10.2	组合体的尺寸标注方法	173
10.3	标注尺寸时应注意的几个问题	177
10.4	尺寸标注的清晰布置	178
10.5	一些常见形体的尺寸标注方法	180
10.6	轴测图的尺寸注法	181
	小结	181

### 第3篇 机械图样的画法

<b>第11章</b>	<b>螺纹及螺纹紧固件</b>	<b>185</b>
11.1	螺纹的形成、结构和要素	185
11.2	螺纹的种类	188
11.3	螺纹的规定画法	189
11.4	螺纹的标注	193
11.5	常用螺纹紧固件及其标记	195
11.6	螺纹紧固件及其连接装配图的规定画法	197

11.7 螺纹连接的防松装置及其画法	201
小结	203
<b>第 12 章 机械常用件及标准件的画法</b>	204
12.1 键	204
12.2 销	207
12.3 滚动轴承	208
12.4 齿轮	213
12.5 弹簧	218
小结	222
<b>第 13 章 零件图</b>	223
13.1 零件图的作用与内容	223
13.2 零件图的视图选择	224
13.3 零件的工艺结构	231
13.4 零件尺寸的合理标注	235
13.5 画零件图的方法与步骤	239
13.6 读零件图的方法与步骤	243
小结	245
<b>第 14 章 零件的技术要求</b>	246
14.1 表面粗糙度	246
14.2 极限与配合	252
14.3 几何公差	260
小结	265
<b>第 15 章 装配图</b>	266
15.1 装配图的作用与内容	266
15.2 装配图的规定画法和特殊画法	268
15.3 装配图的视图选择	270
15.4 装配图的尺寸标注	274
15.5 装配图的零件序号和明细栏	274
15.6 画装配图的方法与步骤	276
15.7 常见装配结构	280
15.8 读装配图的方法与步骤	281
15.9 由装配图拆画零件图	285
小结	288
<b>第 4 篇 制图的基本技能</b>	
<b>第 16 章 尺规作图与徒手绘图</b>	291
16.1 尺规几何作图	291
16.2 徒手绘图	298



小结.....	301
<b>第 17 章 AutoCAD 绘制平面图</b> .....	302
17.1 AutoCAD 2018 简介 .....	302
17.2 图线的绘制和修改.....	307
17.3 绘图辅助工具.....	311
17.4 文字书写.....	314
17.5 尺寸标注.....	314
17.6 绘制工程图的步骤.....	316
小结.....	318
<b>第 18 章 SolidWorks 构造三维模型</b> .....	319
18.1 SolidWorks 2017 简介 .....	319
18.2 零件建模.....	321
18.3 装配建模.....	327
18.4 生成工程图.....	328
小结.....	330
<b>附录 A 常用螺纹及螺纹紧固件</b> .....	331
<b>附录 B 常用键与销</b> .....	339
<b>附录 C 常用滚动轴承</b> .....	343
<b>附录 D 极限偏差</b> .....	344
<b>参考文献</b> .....	351

### 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、水利等领域的工程与产品构思、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。

工程图是工程技术部门的重要技术文件。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。

本课程的讲解注重理论的严谨性和实践性,强调与工程实践紧密结合,从而培养学生掌握科学思维方法、增强工程和创新意识,因此是本科学生的一门重要的技术基础课。工程技术人员应该掌握绘制工程图样的基本理论和基本方法,具备必要的绘图和读图能力,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(以正投影法为主)的基本理论及应用,培养用二维图形表达三维形体的能力。

(2) 培养空间想象能力和形象思维能力。

(3) 培养徒手绘图和尺规绘图能力,以及计算机二维绘图和三维建模能力。

(4) 培养绘制和阅读机械图样的能力。

(5) 树立工程意识、标准化意识,培养严谨的工作作风。

本课程的主要内容包括:

第1篇 投影基础。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,为后续内容打好基础。

第2篇 体的构成及表达方法。从简单的基本体到复杂组合体的形体构成方式,由浅入深,学会构造形体以及表达形体的多种方法和尺寸标注方法。

第3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4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建模软件,交互地绘制平面图、三维建模及投影生成工程图。

### 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,应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 投影基础

---

## 主要内容：

本篇在介绍机械制图的国家标准基本规定之后，重点介绍投影法的基本理论，着重研究点、直线、平面的投影特性及其相对位置关系，为后续讲解体的投影打下基础。研究投影变换的方法，以便于解决复杂空间问题。

## 学习方法提示：

投影法的基本理论是工程图形表达的基础，学习时应注意抓住重点，尤其注重投影分析，熟练掌握点、线、面的投影特性并注意在具体问题中的应用。



# 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	ↀↀↀ		

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

如图 1-1 所示:

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

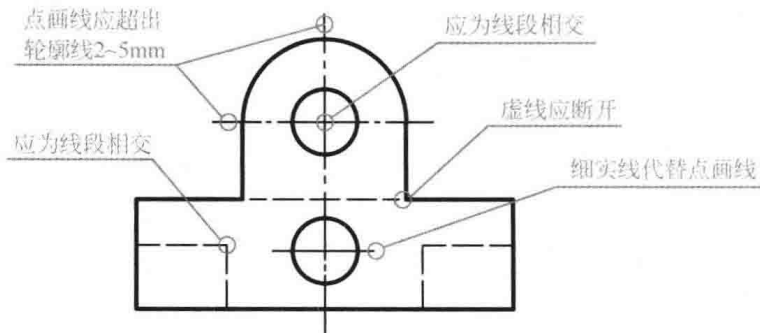


图 1-1 画图线时注意事项

- (2) 虚线、点画线或双点画线与实线相交或它们自身相交时,都应交到线段处。
- (3) 虚线、点画线或双点画线为实线的延长线时,不得与实线相连,中间应留有间隙。
- (4) 点画线应超出轮廓线外 2~5mm,且轮廓线外不能出现点画线中的点。
- (5) 当所绘制的图形较小,画点画线有困难时,点画线可用细实线代替。

图 1-2 为线型应用示例。

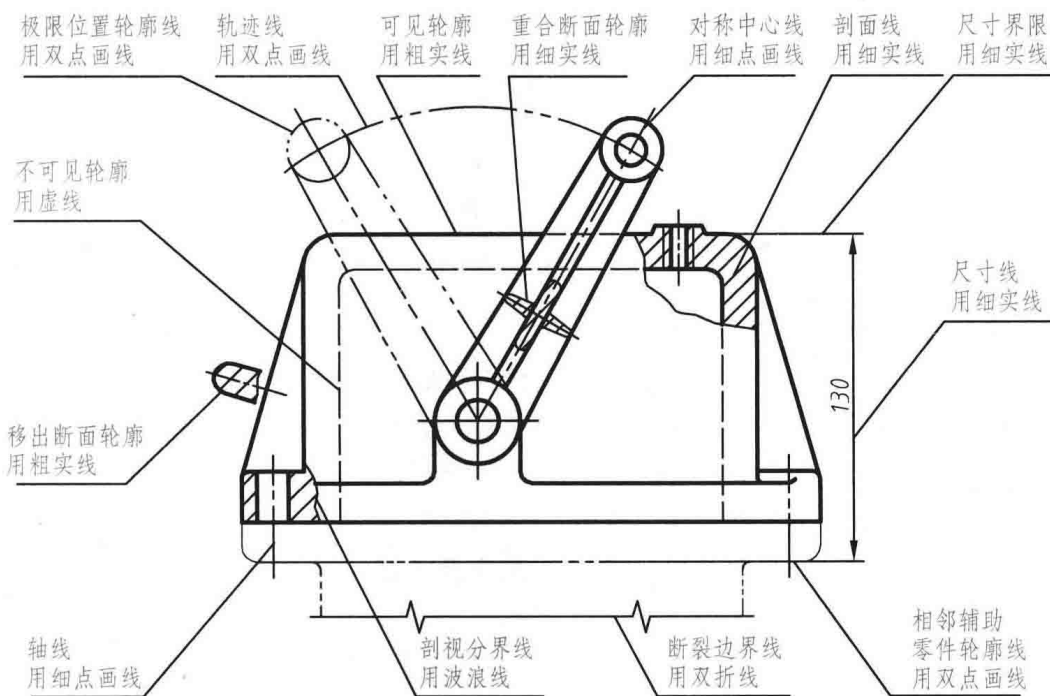


图 1-2 线型应用示例

### 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 1-3 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

7号字:

横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

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 1-3 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  $\phi$



A 型小写斜体拉丁字母和希腊字母  $\phi$

