

普通高等教育“十一五”国家级规划教材  
普通高等院校机械制造类规划教材

# 机械制图

Descriptive Geometry & Mechanical Drawing

四川大学工程制图教研室 编  
马俊 王玫 主编

(第5版)



北京邮电大学出版社  
[www.buptpress.com](http://www.buptpress.com)

013028892

TH126  
237-5

普通高等教育“十一五”国家级规划教材  
普通高等院校机械制造类规划教材

# 机械制图

(第5版)

四川大学工程制图教研室 编

马俊 王玫 主编



北京邮电大学出版社  
www.buptpress.com



北航 C1638088

TH126  
237-5

122890810

## 内 容 提 要

本书是在 2007 年第 4 版的基础上修订而成, 是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

本书讲述以下四个部分内容。

1. 画法几何: 点、直线和平面的投影, 相对位置, 投影变换, 立体的投影, 平面与立体相交, 立体与立体相交。

2. 制图基础: 轴测图, 组合体、机件的表达方法, 制图的基本知识和规定以及尺寸标注的知识。

3. 机械制图: 标准要素、标准件与常用件, 零件图的绘制与阅读, 装配图的绘制与阅读。

4. 计算机绘图: 使用 AutoCAD 绘图的基本方法和技能。

本书附录摘编了最新的国家标准的基本规定及螺纹、螺纹紧固件、键与销、滚动轴承和公差与配合等的常用参数。

与本书配套使用的《机械制图习题集》, 由北京邮电大学出版社同时出版, 可供选用。为了适应现代教育的需要, 配合本书及习题集的使用, 本教研室还制作有多媒体 CAI 课件。

本书和配套习题集可作为高等学校工科机械类、近机械类专业机械制图课程的教材, 也可供各专业师生和工程技术人员参考。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图/马俊, 王玫主编. --5 版. --北京: 北京邮电大学出版社, 2012.9

ISBN 978-7-5635-3219-3

I. ①机… II. ①马…②王… III. ①机械制图 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 205264 号

---

书 名: 机械制图 (第 5 版)

著作责任者: 马 俊 王 玫 主编

责任编辑: 孔 玥

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号 (邮编: 100876)

发 行 部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京联兴华印刷厂

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 31.75

字 数: 773 千字

版 次: 2012 年 9 月第 5 版 2012 年 9 月第 1 次印刷

---

ISBN 978-7-5635-3219-3

定价: 48.00 元

• 如有印装质量问题, 请与北京邮电大学出版社发行部联系 •

# 前 言

本书是在 2007 年第 4 版的基础上的修订。本次修订着眼于新世纪人才培养及人才基本素质的需求, 根据“高等学校工程图学课程教学基本要求”及近年来发布的《机械制图》、《技术制图》等相关国家标准编写, 总结并吸取了近年来教学改革的成功经验和同行专家的意见。

本书具有以下特点:

1. 继续保持本书前版重视基本概念、基本理论和基本技能的特点, 论述详细, 表述准确流畅, 便于读者学习掌握知识内容。

2. 注意了本课程在人才素质培养过程中“公共平台”的作用, 强调启发学生的空间逻辑思维和形象思维的潜能和悟性, 注重学生图形表达能力、空间思维能力、设计构形能力、审美能力和创新能力的培养。

3. 有机地将计算机绘图的内容融合到制图的相关章节中, 以学习、掌握使用 AutoCAD 交互绘图软件绘制二维工程图样为主, 注意了计算机绘图内容与传统的图学内容相结合, 在本课程学习的各环节中, 计算机绘图与手工绘图并用。

4. 采用最新国家标准和最新版本软件。

5. 对书中部分选学内容采用\*号表示, 以适应不同专业、不同层次读者的需求。

6. 与本书配套使用的《机械制图习题集》, 由北京邮电大学出版社同时出版, 可供选用。为了适应现代教育的需要, 配合本书及习题集的使用, 本教研室还制作了多媒体 CAI 课件(光盘)。

负责本版编写工作的有: 马俊(绪论、第 4、9、11、13、14、15 章、附录)、王玫(第 3、6、7、8、12、16、18 章)、熊艳(第 2、17 章及各章计算机绘图内容)、陈玲(第 5、10 章)、蒲小琼(第 1 章)。全书由马俊、王玫主编, 马俊负责统稿和定稿。

本书由四川大学胡义教授主审。审阅人提出了许多宝贵意见和指导性建议, 在此表示衷心感谢。

值此书出版之际, 对本书前版做出贡献的前辈表示感谢; 对本次修订中参与编写提纲讨论和审定的各位老师: 钟清林、干静、杨随先、周兵、牟柳晨、

尚利、尹湘云、万华伟、孙雁、胡萍表示感谢。也对参与图形制作的：钟欣、叶德生、吴越、韩志甲、温亚连、连姗姗、李霞等表示感谢。

本书在编写过程中参考了一些同类著作，特向作者表示衷心感谢，具体书目作为参考文献列于书末。由于编者水平有限，书中缺点、错误在所难免，敬请读者批评指正。

编者于成都

# 目 录

绪论 .....	1
<b>第 1 章 制图的基本知识和基本技能</b>	
1.1 制图基本规定 .....	3
1.1.1 图纸幅面和格式 .....	3
1.1.2 比例 .....	7
1.1.3 字体 .....	7
1.1.4 图线 .....	10
1.2 绘图工具、仪器及其使用方法 .....	14
1.2.1 常用的绘图工具 .....	14
1.2.2 其他绘图工具 .....	20
1.2.3 手工绘图机 .....	20
1.3 几何作图 .....	21
1.3.1 内接正多边形 .....	21
1.3.2 斜度和锥度 .....	22
1.3.3 椭圆的画法 .....	23
1.3.4 渐开线画法 .....	24
1.3.5 圆弧连接 .....	25
1.4 平面图形的生成 .....	27
1.4.1 平面图形的线段分析及绘图步骤 .....	27
1.4.2 绘图的一般方法和步骤 .....	29
<b>第 2 章 计算机绘图基础</b>	
2.1 概述 .....	34
2.1.1 CAD 的发展历程 .....	34
2.1.2 计算机辅助绘图软件 .....	35
2.2 进入 AutoCAD .....	35
2.2.1 AutoCAD 的启动和退出 .....	35
2.2.2 AutoCAD 主界面 .....	36
2.2.3 对图形文件的操作 .....	38
2.3 AutoCAD 绘图初步 .....	40
2.3.1 基本绘图流程 .....	40

2.3.2	AutoCAD 的命令和数据输入	40
2.3.3	AutoCAD 的基本绘图命令	41
2.3.4	构造选择集	44
2.3.5	常用的编辑命令	45
2.4	显示控制	49
2.4.1	视图缩放	49
2.4.2	视图平移	51
2.5	精确绘图	52
2.5.1	捕捉和栅格	52
2.5.2	对象捕捉	53
2.5.3	功能键和控制键	55
2.6	文字标注	56
2.6.1	使用 text 命令创建单行文字	56
2.6.2	标注特殊字符	57
2.6.3	创建多行文字	58
2.6.4	创建和修改文字样式	58
2.7	示例	59

### 第3章 点、直线、平面的投影

3.1	投影的基本知识	62
3.1.1	概述	62
3.1.2	投影法分类	62
*3.1.3	平行投影的普遍性质	63
3.1.4	工程上常用的4种投影图	65
3.2	点的投影	66
3.2.1	点的二面投影及其投影规律	66
3.2.2	点的三面投影及其投影规律	68
3.2.3	两点间的相对位置	71
3.3	直线的投影	72
3.3.1	直线的投影概述	72
3.3.2	各种位置直线的投影	73
3.3.3	求一般位置直线段的实长及其对投影面的倾角	76
3.3.4	直线上的点	78
3.3.5	两直线的相对位置	79
3.3.6	直线的迹点	83
3.3.7	一边平行于投影面的直角的投影	84
3.4	平面	87
3.4.1	平面的表示法	87

3.4.2	各种位置平面的投影	88
3.4.3	点、直线与平面的从属关系	91
3.4.4	属于平面的最大斜度线	95
3.5	用 AutoCAD 进行点和图线的控制	97
3.5.1	点	97
3.5.2	图线	98

## 第 4 章 直线与平面、平面与平面的相对位置

4.1	平行	103
4.1.1	直线与平面平行	103
4.1.2	两平面相互平行	104
4.2	相交	106
4.2.1	一般位置直线与特殊位置平面相交	106
4.2.2	特殊位置直线与一般位置平面相交	107
4.2.3	两特殊位置平面相交	107
4.2.4	特殊位置平面与一般位置平面相交	109
4.2.5	一般位置直线与一般位置平面相交	110
4.2.6	两一般位置平面相交	111
4.3	垂直	113
4.3.1	直线与平面垂直	113
4.3.2	平面与平面垂直	115
4.3.3	直线与直线垂直	116
4.4	综合举例	117
4.4.1	举例	117
4.4.2	小结	120
4.5	用 AutoCAD 进行图层和对象特性控制	121
4.5.1	图层	121
4.5.2	设置线型比例	123
4.5.3	对象特性	124
4.5.4	绘制二维平面图形	124

## 第 5 章 投影变换

5.1	概述	128
5.1.1	问题的提出	128
5.1.2	投影变换方法	128
5.2	换面法	129
5.2.1	基本概念	129
5.2.2	点的换面	130



5.2.3	直线的换面	134
5.2.4	平面的换面	135
5.2.5	换面法作图举例	137
*5.3	绕垂直轴旋转法	140
5.3.1	基本概念	140
5.3.2	点绕垂直轴旋转	141
5.3.3	直线绕垂直轴旋转	142
5.3.4	平面绕垂直轴旋转	144
5.3.5	绕不指明轴旋转	146

## 第6章 基本立体的视图

6.1	平面立体	148
6.1.1	棱柱	148
6.1.2	棱锥	151
6.2	常见回转体	154
6.2.1	圆柱体	155
6.2.2	圆锥体	157
6.2.3	圆球体	161
6.2.4	圆环体	163
6.2.5	复合回转体	165
6.3	用 AutoCAD 绘制三维基本形体	166
6.3.1	3D 坐标系	166
6.3.2	观察三维模型	167
6.3.3	绘制基本三维实体	168

## 第7章 平面与立体表面相交

7.1	平面与平面立体相交	172
7.2	平面与回转体相交	176
7.2.1	平面与回转体表面相交	176
7.2.2	曲面立体切槽、穿孔	182
*7.3	直线与曲面立体表面相交	187

## 第8章 两立体表面相交

8.1	平面立体与平面立体表面相交	190
8.1.1	平面立体与平面立体表面相交的相贯线	190
8.1.2	求平面立体与平面立体的相贯线的方法	191
8.2	平面立体与曲面立体表面相交	191
8.2.1	平面立体与曲面立体表面相交的相贯线	191

8.2.2	求平面立体与曲面立体的相贯线的方法	191
8.3	两曲面立体表面相交	192
8.3.1	两曲面立体表面相交的相贯线	192
8.3.2	求两曲面立体的相贯线的方法	192
8.3.3	相贯线的特殊情况	193
8.3.4	影响相贯线形状的因素	194
8.3.5	利用曲面立体表面取点求作相贯线	195
8.3.6	利用三面共点原理求作相贯线	199
8.3.7	复合相贯线	204
8.4	用 AutoCAD 创建复合实体	206
8.4.1	并集	206
8.4.2	差集	207
8.4.3	交集	208

## 第 9 章 组合体的三视图

9.1	组合体的构成	209
9.1.1	组合体的构成及表面连接形式	209
9.1.2	组合体的三视图	211
9.1.3	组合体画图和读图的方法	212
9.2	组合体三视图的画法	212
9.2.1	画组合体三视图的步骤	212
9.2.2	叠加式组合体三视图的画法	212
9.2.3	切割式组合体三视图的画法	215
9.3	组合体三视图的读法	217
9.3.1	读图应注意的问题	217
9.3.2	组合体视图阅读的方法和步骤	218
9.3.3	由二视图补画第三视图	221
9.3.4	补画视图中的漏线	223
9.4	用 AutoCAD 完成组合体的绘制	224

## 第 10 章 轴测图

10.1	轴测投影的基本知识	228
10.1.1	轴测投影的定义及术语	228
10.1.2	轴测投影的基本性质	229
10.1.3	轴测图的分类	229
10.2	常用轴测图的轴间角及轴向伸缩系数	229
10.2.1	正等测	229
10.2.2	正二测	230

10.2.3 斜二测 .....	230
10.3 点、线、面及平面立体轴测图的画法 .....	231
10.3.1 点、线、面轴测图的画法 .....	231
10.3.2 平面立体轴测图的画法 .....	232
10.4 平行于坐标面的圆的轴测图的画法 .....	234
10.4.1 椭圆长短轴的方向和大小 .....	234
10.4.2 平行弦法 .....	236
10.4.3 近似画法 .....	236
10.5 组合体轴测图的画法 .....	239
10.5.1 组合体轴测图的画法举例 .....	239
10.5.2 组合体上截交线和相贯线的画法 .....	240
10.6 轴测图剖视图的画法 .....	241
10.6.1 轴测图中物体的剖切 .....	241
10.6.2 轴测剖视图的剖面符号 .....	241
10.6.3 轴测剖视图画法举例 .....	242
10.7 用 AutoCAD 绘制正等轴测图 .....	242
10.7.1 激活轴测投影模式 .....	243
10.7.2 正等轴测图的绘制 .....	244
10.7.3 绘制正等轴测图举例 .....	244
<b>*第 11 章 曲线与曲面</b>	
11.1 曲线 .....	247
11.1.1 概述 .....	247
11.1.2 圆的投影 .....	247
11.1.3 螺旋线 .....	249
11.2 曲面的形成和分类 .....	250
11.2.1 曲面概述 .....	250
11.2.2 常用曲面 .....	251
<b>*第 12 章 立体的表面展开</b>	
12.1 平面立体的表面展开 .....	258
12.2 可展曲面立体的表面展开 .....	259
12.3 不可展曲面立体表面的近似展开 .....	263
12.4 异口形接头的表面展开 .....	266
<b>第 13 章 机件的表达方法</b>	
13.1 视图 .....	268
13.1.1 基本视图 .....	268

13.1.2	向视图	270
13.1.3	局部视图	270
13.1.4	斜视图	271
13.2	剖视图	272
13.2.1	剖视图的概念及画法	272
13.2.2	剖切面的种类和剖切方法	275
13.2.3	剖视图的种类	278
13.3	断面图	283
13.3.1	断面图的概念	283
13.3.2	断面的种类和画法	283
13.3.3	断面的标注	284
13.4	局部放大图和简化画法及其他规定画法	285
13.4.1	局部放大图	285
13.4.2	简化画法及规定画法	286
13.4.3	其他规定画法	289
13.5	综合举例	290
*13.6	第三角投影法简介	291
13.7	用 AutoCAD 进行图案填充	293
13.7.1	图案填充	293
13.7.2	编辑填充图案	296

## 第 14 章 尺寸标注基础

14.1	尺寸注法	297
14.1.1	基本规则	297
14.1.2	尺寸的组成	297
14.1.3	各类尺寸的标注	298
14.2	平面图形的尺寸标注	302
14.2.1	平面图形的尺寸	302
14.2.2	平面图形的尺寸标注方法	303
14.3	组合体的尺寸标注	304
14.3.1	组合体尺寸的分类	304
14.3.2	尺寸基准及定位尺寸	304
14.3.3	尺寸标注的完全性	305
14.3.4	尺寸标注的清晰性	306
14.3.5	组合体的尺寸标注举例	308
14.4	轴测图上标注尺寸	310
14.5	用 AutoCAD 进行尺寸标注	311
14.5.1	常用的尺寸标注	311

14.5.2	设置标注样式 .....	315
14.5.3	编辑尺寸标注 .....	318

## 第 15 章 螺纹、键、销及其连接

15.1	螺纹的规定画法及标注 .....	320
15.1.1	螺纹的形成、结构和要素 .....	320
15.1.2	螺纹的种类 .....	322
15.1.3	螺纹的规定画法 .....	323
15.1.4	标准螺纹的规定标记及其标注 .....	325
15.2	螺纹紧固件及连接 .....	329
15.2.1	螺纹紧固件及画法 .....	329
15.2.2	螺纹紧固件连接的画法 .....	331
15.3	键及其联结 .....	335
15.3.1	键的分类及标记 .....	335
15.3.2	普通平键、半圆键、钩头楔键的联结画法 .....	336
15.3.3	花键及其联结画法 .....	337
15.4	销及其连接 .....	338
15.4.1	销的种类及标记 .....	338
15.4.2	销连接的画法 .....	339

## 第 16 章 齿轮、弹簧、滚动轴承

16.1	齿轮 .....	340
16.1.1	渐开线圆柱齿轮 .....	341
16.1.2	圆锥齿轮 .....	344
16.1.3	蜗杆蜗轮的画法 .....	346
16.2	弹簧 .....	348
16.2.1	圆柱螺旋压缩弹簧术语、各部分名称及尺寸关系 .....	349
16.2.2	圆柱螺旋压缩弹簧的画法 .....	349
16.3	滚动轴承 .....	351
16.3.1	滚动轴承的结构、分类和标记 .....	351
16.3.2	滚动轴承的画法 .....	353

## 第 17 章 零件图

17.1	零件的表达 .....	356
17.1.1	概述 .....	356
17.1.2	零件的结构分析 .....	358
17.1.3	零件表达方案的选择 .....	363
17.1.4	各类型零件表达方案的选择 .....	365

17.2	零件图中的尺寸标注	370
17.2.1	概述	370
17.2.2	尺寸基准及其选择	370
17.2.3	零件图中尺寸标注的合理性	372
17.2.4	零件图的尺寸标注举例	377
17.3	零件图中的技术要求	380
17.3.1	公差与配合	380
17.3.2	形状和位置公差	387
17.3.3	表面粗糙度	394
17.3.4	常用材料、热处理与表面处理	399
17.4	读零件图	400
17.4.1	读零件图的方法和步骤	400
17.4.2	读零件图举例	400
17.5	零件测绘	404
17.5.1	概述	404
17.5.2	零件测绘	404
17.5.3	常用测量工具和测量方法	405
17.5.4	螺纹测绘	406
17.5.5	零件测绘举例	406
17.6	用 AutoCAD 绘制零件图	409
17.6.1	创建图块和属性	409
17.6.2	标注形位公差	414
17.6.3	零件的实体造型到二维图纸	415

## 第 18 章 装配图

18.1	概述	416
18.1.1	装配图的分类	416
18.1.2	装配图的内容	416
18.2	机器、部件的表达方法	417
18.3	装配图中的尺寸注法	418
18.4	装配图中零、部件序号及明细栏	418
18.4.1	零、部件序号	419
18.4.2	明细栏	420
18.5	装配图的画法	420
18.5.1	装配工艺结构	420
18.5.2	装配图表达方案的选择	422
18.5.3	画装配图的步骤	424
18.6	装配图的阅读	430

18.6.1	概述	430
18.6.2	读装配图的要求	430
18.6.3	读装配图的方法和步骤	430
18.7	由装配图画零件图——拆图	431
18.7.1	拆图的方法和步骤	431
18.7.2	标准零、部件和借用件的处理	434
18.7.3	拆图举例	434
<b>附录</b>		
A.1	常用螺纹及螺纹紧固件	437
A.2	常用键与销	449
A.3	常用滚动轴承	455
A.4	极限与配合	463
A.5	常用材料及热处理	465
<b>参考文献</b>		473

# 绪 论

## 1. 课程的性质、任务和主要内容

工程图样，被称为“工程界的语言”，在现代工业中，设计、制造、安装和使用等环节中都离不开工程图样，是生产管理、科学研究、技术交流的重要手段。因此，每个工程技术人员都必须掌握这门语言，具备绘制和阅读工程图样的能力。“机械制图”是研究用正投影法绘制和阅读工程图样的原理和方法，是一门既有系统理论又有较强实践性的技术基础课。

课程的主要内容包括4个部分。

(1) 画法几何：用正投影法研究图示空间几何元素和形体以及图解空间几何问题的基本原理和方法。

(2) 制图基础：国家标准的有关规定，使用仪器绘图、徒手绘图的基本方法和技能。图样的表达和尺寸标注的基本方法。

(3) 机械制图：绘制和阅读机械零件图和部件装配图的理论、方法。

(4) 计算机绘图：使用 AutoCAD 绘图的基本方法和技能。

本课程的任务是：

(1) 学习投影法的基本理论及其应用；

(2) 培养空间想象和空间思维能力；

(3) 培养绘制和阅读机械图样（主要是零件图和部件装配图）的基本能力；

(4) 培养利用计算机绘制图形的能力；

(5) 在学习过程中，培养自学能力、分析问题和解决问题的能力以及创造性思维能力，培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

## 2. 课程的学习方法

“机械制图”是一门实践性很强的技术基础课程，它必须在学习掌握知识内容的基础上，通过完成一系列的制图作业来巩固和提高，培养绘制和阅读机器设备图及零件图的基本能力。为了更好地掌握课程的基本内容，在学习过程中必须注意以下各点：

(1) 做到课前预习，认真听课，做好笔记，及时复习总结，弄清课程的基本理论、基本方法和基本作图。注意应用形体分析法、线面分析法和结构分析法分析问题和解决问题。

(2) 在学习的各个环节中加强空间→平面、平面→空间的有机联系，由浅入深地通过一系列的绘图和读图，不断地由物画图，由图想物，不断地提高空间想象和空间思维能力。

(3) 要及时、认真、独立地完成作业。在完成作业的过程中，要在掌握相关知识内容的基础上，按照正确的方法和步骤作图。

(4) 在完成作业的过程中，要注意养成耐心细致、严肃认真的工作作风。要学会查阅和遵守有关国家标准的规定，学会查阅有关的手册和国家标准。通过习题和作业提高绘图和读图能力，提高自己的独立工作能力和自学能力。



(5) 全部作业和习题，要用绘图工具和仪器（圆规、分规、三角板、铅笔等）精确作图，保证图面整洁美观，标记文字准确工整，图线符合国家标准的规定和要求。要培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

本课程的学习能为学生的图样绘制和阅读能力打下基础，并在后续课程和设计实践中不断地巩固和提高。