

高等职业教育“十二五”规划教材
中国高等职业技术教育研究会推荐
高等职业教育精品课程

机械制图

(第3版)

李景仲 魏祥武 主编



国防工业出版社

National Defense Industry Press

高等职业教育“十二五”规划教材
中国高等职业技术教育研究会推荐
高等职业教育精品课程

机械制图

(第3版)

李景仲 魏祥武 主编

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书共 12 章,主要包括:制图的基本知识、正投影的基本原理、基本几何体的投影、立体的表面交线、轴测图、组合体的视图和尺寸标注、机件的基本表示法、常用机件的特殊表示法、零件图、装配图、零部件测绘、其他工程图样简介等。本书理论与实践紧密结合,将专业知识和操作技能有机地融为一体,形成鲜明的特色。

另有国防工业出版社出版的《机械制图习题集(第 2 版)》(李景仲、魏祥武主编)与本书配套使用。

本书可作为高等职业院校机械类、近机类专业的教材,亦可作为成人教育学院机械类、高等教育自学考试相关专业的教学用书,以及有关工程技术人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/李景仲,魏祥武主编.—3 版 —北京:国防工业出版社,2011.1

高等职业教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-118-07146-7

I ①机… II ①李…②魏. III. ①机械制图—高等学校:技术学校—教材 IV ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 226416 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

腾飞印务有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 20 字数 451 千字

2011 年 1 月第 3 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 33.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010)68428422

发行邮购: (010)68414474

发行传真: (010)68411535

发行业务: (010)68472764

总 序

在我国高等教育从精英教育走向大众化教育的过程中,作为高等教育重要组成部分的高等职业教育快速发展,已进入提高质量的时期。在高等职业教育的发展过程中,各院校在专业设置、实训基地建设、双师型师资的培养、专业培养方案的制定等方面不断进行教学改革。高等职业教育的人才培养还有一个重点就是课程建设,包括课程体系的科学合理设置、理论课程与实践课程的开发、课件的编制、教材的编写等。这些工作需要每一位高职教师付出大量的心血,高职教材就是这些心血的结晶。

高等职业教育制造类专业赶上了我国现代制造业崛起的时代,中国的制造业要从制造大国走向制造强国,需要一大批高素质的、工作在生产一线的技能型人才,这就要求我们高等职业教育制造类专业的教师们担负起这个重任。

高等职业教育制造类专业的教材一要反映制造业的最新技术,因为高职学生毕业后马上要去现代制造业企业的生产一线顶岗,我国现代制造业企业使用的技术更新很快;二要反映某项技术的方方面面,使高职学生能对该项技术有全面的了解;三要深入某项需要高职学生具体掌握的技术,便于教师组织教学时切实使学生掌握该项技术或技能;四要适合高职学生的学习特点,便于教师组织教学时因材施教。要编写出高质量的高职教材,还需要我们高职教师的艰苦工作。

国防工业出版社组织一批具有丰富教学经验的高职教师所编写的机械设计制造类专业、自动化类专业、机电设备类专业、汽车类专业的教材反映了这些专业的教学成果,相信这些专业的成功经验又必将随着本系列教材这个载体进一步推动其他院校的教学改革。

方新

前 言

根据教育部“新世纪高职高专教育机械基础课程教学内容体系改革、建设的研究与实践”课题改革方案的要求,我们认真总结和充分吸收兄弟院校近年来的教学改革成果和成功经验,力求反映现代科学技术的新知识、新内容。本书在传授知识的同时,注重学生能力的培养,重点强化学生动手能力,拓宽学生的知识面和增加学生的适应性。本书是根据《高等工业学校画法几何及机械制图课程教学基本要求》的精神,汲取了国内同类教材的精华编写而成。在精练文字、精选图形、注重实践的基础上,对课程内容体系进行重构,以方便机械制图课程的教学。

本书主要有以下特点。

(1) 针对高等职业教育培养应用型人才、以能力为本位、重在实践能力和职业技能训练的特点,基础理论贯彻“实用为主、够用为度”的教学原则,明确编写目的。宗旨是拓宽学生的空间想象力,培养独立分析问题和解决问题的能力,学会画图和读图的技能,为后续课程打下基础。

(2) 在内容取舍及章节划分时,既考虑到内容的系统性,又兼顾了方便教学。对传统的画法几何基本理论进行优化组合,删去了工程实际中应用甚少的内容,以掌握基本概念、强化实际应用、培养技能为教学重点。注意循序渐进,由浅入深,由简到繁;语言简明扼要,文字通俗易懂;图例典型,以图释义。

(3) 注重理论联系实际,将投影理论与图示应用相结合,加强必要的理论基础,又注重基本原理的具体应用。采用“零”、“装”集合的体系,将零件与部件相结合,通过常用部件及其主要零件来阐述零件图和装配图的主干内容。

(4) 为强化实践性教学,培养学生分析问题和解决实际工程问题的能力,书中增加了徒手绘制草图等方面的内容。

(5) 全部采用我国最新颁布的《技术制图》、《机械制图》国家标准及与制图有关的其他标准。

由于目前不少学校的教学计划中,一般均单独开设“计算机绘图”课程,故本书不含计算机绘图的内容。

本书另配有《机械制图习题集(第2版)》(李景仲、魏祥武主编),编排顺序与本书保持一致。

本书由李景仲、魏祥武任主编,王梅、陈墨红、王颀、习宗德任副主编。李滨慧任主审,并提出了许多宝贵的意见和建议。参加本书编写工作的还有胡晓燕、高红旺、何若宏、李东和、夏爽、王炜、刘丽、汤学杰、石亮婷、李莎。

在本书编写过程中,得到了辽宁省交通高等专科学校、陕西航空职业技术学院、张家界航空工业职业技术学院、广州华立科技职业学院、三亚航空旅游职业学院、青岛港湾职业技术学院、陕西交通职业技术学院、铜川职业技术学院等院校的大力支持,在此一并表示衷心的感谢。

本书可作为高等职业院校机械类、近机类专业的教材,亦可作为成人教育学院机械类、高等教育自学考试相关专业的教学用书,以及有关工程技术人员的参考用书。

本书在编写过程中参考了一些国内同类著作,在此特向有关作者致谢。

由于编者水平有限,难免有不足之处,恳请读者提出宝贵意见。

作者

高等职业教育制造类专业“十二五”规划教材 编审专家委员会名单

- 主任委员** 方 新(北京联合大学教授)
刘跃南(深圳职业技术学院教授)
- 委 员** (按姓氏笔画排列)
- 白冰如(西安航空职业技术学院副教授)
刘克旺(青岛职业技术学院副教授)
刘建超(成都航空职业技术学院教授)
闫大建(北京科技职业学院副教授)
米国际(西安航空技术高等专科学校副教授)
李景仲(辽宁省交通高等专科学校教授)
段文洁(陕西工业职业技术学院副教授)
徐时彬(四川工商职业技术学院副教授)
郭紫贵(张家界航空工业职业技术学院副教授)
黄 海(深圳职业技术学院副教授)
蒋敦斌(天津职业大学教授)
韩玉勇(枣庄科技职业学院副教授)
颜培钦(广东交通职业技术学院副教授)

总 策 划 江洪湖

《机械制图(第3版)》 编委会名单

主 编	李景仲	魏祥武		
副主编	王 梅	陈翌红	王 颀	习宗德
编 委	李景仲	魏祥武	王 梅	陈翌红
	高红旺	习宗德	王秀杰	李 靖
	王晓磊	胡晓燕	何若宏	李东和
	夏 爽	王 炜	刘 丽	汤学杰
	石亮婷	李 莎		
主 审	李滨慧			

目 录

第 0 章 绪论	1
第 1 章 制图的基本知识	4
1.1 机械制图国家标准摘录	4
1.1.1 图纸幅面及格式	4
1.1.2 比例	7
1.1.3 字体	8
1.1.4 图线	9
1.1.5 尺寸注法	13
1.2 绘图工具的使用方法	16
1.2.1 图板、丁字尺和三角板	16
1.2.2 绘图铅笔和图纸	17
1.2.3 圆规和分规	18
1.2.4 比例尺和曲线板	18
1.2.5 多功能模板	19
1.2.6 绘图机	19
1.2.7 其他绘图用品	20
1.2.8 计算机绘图	20
1.3 几何作图	20
1.3.1 等分直线段	20
1.3.2 等分圆周及作正多边形	21
1.3.3 斜度与锥度	21
1.3.4 圆弧连接	23
1.3.5 椭圆画法	24
1.4 平面图形的分析和绘图	25
1.4.1 平面图形的尺寸分析	25
1.4.2 平面图形的线段分析	26
1.4.3 平面图形的画图步骤	26
1.4.4 平面图形的尺寸标注	27
1.4.5 绘图的方法和步骤	27
1.5 徒手画图的方法	29
思考题	31

第2章 正投影的基本原理	32
2.1 投影法的基本知识	32
2.1.1 投影法的概念	32
2.1.2 投影法的种类及应用	32
2.1.3 机械工程上常用的图样简介	33
2.1.4 正投影的基本性质	35
2.2 三面视图的形成及其投影规律	36
2.2.1 三面视图的形成	36
2.2.2 三面视图之间的对应关系	38
2.3 点的投影	39
2.3.1 概述	39
2.3.2 点在两投影面体系中的投影	40
2.3.3 点在三投影面体系中的投影	41
2.3.4 点的三面投影与直角坐标	42
2.3.5 特殊位置点的投影	43
2.3.6 两点的相对位置、重影点	43
2.4 直线的投影	44
2.4.1 直线的三面投影	44
2.4.2 直线上点的投影	44
2.4.3 各种位置直线的投影特性	45
2.4.4 两直线的相对位置	48
2.5 平面的投影	49
2.5.1 平面的表示法	49
2.5.2 平面的投影过程	50
2.5.3 各种位置平面的投影特性	50
2.5.4 平面上的直线和点	52
2.6 变换投影面法	54
2.6.1 概述	54
2.6.2 换面法的基本作图方法	55
2.6.3 换面法的应用举例	58
思考题	60
第3章 基本几何体的投影	61
3.1 平面立体的投影及其表面取点	61
3.1.1 棱柱	61
3.1.2 棱锥	62
3.2 回转体的投影及其表面取点	63
3.2.1 圆柱体	63
3.2.2 圆锥体	65
3.2.3 圆球	66

思考题	68
第4章 立体的表面交线	69
4.1 截交线	69
4.1.1 截交线的性质和求法	69
4.1.2 平面立体的截交线	70
4.1.3 回转体的截交线	70
4.1.4 综合举例	76
4.2 相贯线	78
4.2.1 相贯线的性质和求法	78
4.2.2 利用积聚性求相贯线	78
4.2.3 利用辅助平面法求相贯线	80
4.2.4 相贯线的特殊情况	81
思考题	83
第5章 轴测图	84
5.1 轴测图的基本知识	84
5.1.1 轴测图的形成	84
5.1.2 轴测图的种类	85
5.1.3 轴测轴、轴间角、轴向伸缩系数	85
5.1.4 轴测投影的基本性质	86
5.2 正等轴测图	86
5.2.1 正等轴测图的形成及参数	86
5.2.2 正等轴测图的基本画法	86
5.2.3 平行坐标面圆的正等轴测图	88
5.2.4 组合体正等轴测图的画法	90
5.3 斜二轴测图	91
5.3.1 斜二轴测图的轴间角和轴向伸缩系数	91
5.3.2 斜二轴测图的作图方法	91
5.4 轴测剖视图	92
5.4.1 轴测剖视图的剖切方法	92
5.4.2 轴测剖视图的画法	93
5.5 轴测草图的画法	94
5.5.1 画轴测草图的基本技巧	94
5.5.2 画轴测草图的一般步骤	96
思考题	96
第6章 组合体的视图和尺寸标注	97
6.1 组合体的组合形式	97
6.1.1 组合体的构成方式	97
6.1.2 形体分析法	97
6.1.3 组合体上相邻表面之间的连接关系	98

6.2	组合体三视图的画法	99
6.2.1	叠加型组合体的三视图	99
6.2.2	切割式组合体的三视图	102
6.3	组合体视图的尺寸标注	103
6.3.1	基本体的尺寸标注	103
6.3.2	组合体的尺寸标注	104
6.4	组合体的看图方法	108
6.4.1	读图的基本要领	108
6.4.2	读图的基本方法	110
6.4.3	读图举例	113
	思考题	115
第7章	机件的基本表示法	116
7.1	视图	116
7.1.1	基本视图	116
7.1.2	向视图及向视配置法	117
7.1.3	局部视图	118
7.1.4	斜视图	119
7.2	剖视图	119
7.2.1	剖视的基本概念	120
7.2.2	剖视图的种类	123
7.2.3	剖切平面和剖切方法	124
7.2.4	剖视图的规定画法	128
7.3	断面图	129
7.3.1	断面图的基本概念	129
7.3.2	断面图的种类	129
7.3.3	断面图的标注	130
7.3.4	断面图的基本规定画法	131
7.4	其他表达方法	132
7.4.1	局部放大图	132
7.4.2	简化画法	133
7.5	表达方法综合举例	136
7.6	第三角投影简介	138
	思考题	139
第8章	常用机件的特殊表示法	141
8.1	螺纹及螺纹紧固件	141
8.1.1	螺纹的形成及要素	141
8.1.2	螺纹紧固件及其连接	148
8.2	齿轮	154
8.2.1	标准圆柱齿轮	154

8.2.2	锥齿轮	157
8.2.3	蜗轮、蜗杆	159
8.3	键、销连接	161
8.3.1	键连接	161
8.3.2	销连接	164
8.4	滚动轴承	165
8.4.1	滚动轴承的构造和种类	166
8.4.2	滚动轴承的代号	166
8.4.3	滚动轴承的画法	167
8.5	弹簧	168
8.5.1	圆柱螺旋压缩弹簧的各部分名称及尺寸计算	169
8.5.2	圆柱螺旋压缩弹簧的标记	169
8.5.3	圆柱螺旋压缩弹簧的规定画法	169
8.5.4	圆柱螺旋压缩弹簧的零件工作图	171
	思考题	172
第9章	零件图	173
9.1	零件图的作用和内容	173
9.2	零件图的视图选择	174
9.2.1	主视图的选择	174
9.2.2	其他视图的选择	176
9.3	零件图的尺寸标注	176
9.3.1	零件图的尺寸基准	177
9.3.2	尺寸标注的基本形式	177
9.3.3	尺寸标注的一般原则	178
9.3.4	中心孔的表示法	181
9.4	表面结构的图样表示法	184
9.4.1	基本概念及术语	184
9.4.2	评定表面结构常用的轮廓参数	185
9.4.3	有关检验规范的基本术语	187
9.4.4	标注表面结构的图形符号	188
9.4.5	表面结构要求在图样上的标注	190
9.4.6	表面结构要求中表面粗糙度值的选用	193
9.5	极限与配合	193
9.5.1	极限与配合的基本概念	193
9.5.2	极限与配合的标注和识读	198
9.6	几何公差	199
9.6.1	几何公差基本术语	200
9.6.2	几何公差分类、项目及符号	201
9.6.3	几何公差带	202

9.6.4	公差框格及基准符号	202
9.6.5	几何公差的标注示例	203
9.6.6	几何公差标注的识读	204
9.7	零件常见的工艺结构	205
9.7.1	铸造工艺结构	205
9.7.2	机械加工工艺结构	207
9.8	典型零件的分析	208
9.8.1	轴、套类零件	208
9.8.2	盘、盖类零件	210
9.8.3	叉、杆类零件	212
9.8.4	支架类零件	213
9.8.5	箱体类零件	215
9.9	读零件图	218
9.9.1	识读零件图的方法与步骤	218
9.9.2	读零件图示例	219
	思考题	219
第 10 章	装配图	221
10.1	装配图的作用和内容	221
10.1.1	装配图的作用	221
10.1.2	装配图的内容	221
10.2	装配图的表达方法	222
10.2.1	装配图的规定画法	223
10.2.2	装配图的特殊表达方法	223
10.3	装配图的尺寸、技术要求、零件序号及明细栏	226
10.3.1	尺寸标注	226
10.3.2	技术要求	226
10.3.3	装配图上的零件序号和明细栏	227
10.4	装配结构的合理性	228
10.5	装配图的画法	232
10.5.1	分析部件的装配关系和工作原理	232
10.5.2	确定表达方案	234
10.5.3	画装配图的方法与步骤	234
10.6	装配图的识读和拆画零件图	237
10.6.1	装配图识读	237
10.6.2	由装配图拆画零件图	243
	思考题	247
第 11 章	零部件测绘	248
11.1	测绘前的准备工作	248
11.2	画零件草图	250

11.2.1	画零件草图的步骤	250
11.2.2	标注尺寸	250
11.2.3	测量尺寸的常用方法	253
11.2.4	螺纹的测量	255
11.2.5	齿轮的测量	256
11.2.6	零件测绘中的注意事项	257
11.3	画装配图	257
11.4	画零件工作图	259
	思考题	263
第 12 章	其他工程图样简介	264
12.1	展开图	264
12.1.1	概述	264
12.1.2	平面立体表面的展开	265
12.1.3	可展曲面的表面展开	266
12.1.4	变形接头的展开	268
12.1.5	不可展曲面的表面展开	269
12.1.6	生产中作展开图应考虑的因素	270
12.2	焊接图	271
12.2.1	概述	271
12.2.2	焊缝符号	272
12.2.3	焊接标注的有关规定	276
12.2.4	焊缝标注的示例	277
12.2.5	焊接图例	279
	思考题	280
	附录	281
	参考文献	304

第 0 章 绪 论

1. 本课程的地位和研究对象

在现代化生产中,各类机械设备的设计、制造与维修或是房屋、桥梁等工程的设计与施工,都是按一定的投影方法和技术要求,用图形来表达各自的形状、大小及其制造、施工要求的。在工程技术中,按一定的投影原理,准确地表达机器零件或工程构造物的形状、大小、技术要求的图形,称为工程图样,简称加黑。

图样和文字一样,也是人类借以表达、构思、分析和交流技术思想的基本工具。图样是人类语言的补充,是人类智慧和语言在更高层次上的具体体现。人们常把图样称为“工程技术界的语言”。工程技术图样就是根据投影原理及有关标准规定,表示工程对象,并带有技术说明的图。

技术图样可分为:机械图样、建筑图样、水利工程图样、电气工程图样、化工图样等。

本书所研究的图样主要是机械图样,以此来准确地表达机件(机器或零、部件)的形状、尺寸、制造和检验该机件时所需要的技术要求。机械图样是新产品设计、制造、检验、安装、使用、维修的依据。机械制造业使用的机械图样主要是装配图和零件图,而机器是由许多零、部件装配而成的,每个部件也有部件装配图,每个零件还必须有零件图。在整个生产过程中,始终离不开图样。

在机械制造行业中,设计师通过机械图样表达他们的设计意图,工艺师根据图样组织生产,工人根据图样进行加工,检验人员根据图样检查鉴定产品,用户根据图样安装、调试。因此,机械图样是机械制造业用以表达和交流技术思想的重要工具,是技术部门设计、改进、制造产品的一项重要技术文件。

《机械制图》是研究机械图样的绘制和识读规律与方法的一门学科。在机械类各专业的教学计划中,都设置了机械制图这门主干技术基础课,为学生绘图和读图打下基础,并在后续课程、生产实习、课程设计和毕业设计中,得到继续应用、培养和提高,从而使学生获得绘图和读图方面的训练。

2. 本课程的学习目的

本课程是一门理论严谨、实践性强的课程。学习机械制图的主要目的就是培养学生具有绘图、读图和空间想象能力,为后续工程技术方面课程的学习和将来从事工程技术方面的工作,打好绘制和阅读机械工程图样的基础。

3. 本课程的任务和基本要求

- (1) 掌握用正投影法图示空间物体的基本理论及其应用。
- (2) 掌握正确使用绘图仪器画图和徒手画图的方法,并具有较高的绘图技能和技巧。
- (3) 学习、贯彻《技术制图》、《机械制图》国家标准和有关技术规定。
- (4) 培养绘制(包括零、部件测绘)和阅读机械图样的能力。
- (5) 培养和发展空间想象能力。

(6) 应用绘图软件,用计算机绘制机械图样。

(7) 培养学生认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

此外,还必须重视对自学能力、分析问题和解决问题的能力以及审美能力的培养。

4. 本课程的特点和学习方法

本课程是一门实践性很强的技术基础课程,因此要注重理论联系实际,既注重学好基本理论、基础知识和基本方法,又要注重强化动手能力,练好基本功。

(1) 本课程的主要任务,是培养学生画图和看图的能力,因此,学习本课程时,要把基本概念理解透彻,做到融会贯通,并灵活运用这些概念、原理和方法进行解题。应在牢固掌握基本投影原理的基础上,注重把物体绘成图样以及依据图样想象物体空间形状的一系列循序渐进的练习,以便不断发展自己的空间想象能力,不断提高图形与尺寸的表达能力。

(2) 为了培养空间想象能力和空间形体的图示表达能力,必须注意对物体进行几何分析,以及掌握不同形体在各种相对位置的投影特性,由浅入深、由简到繁,多画、多看、多想,加强“由物到图”、“由图到物”的训练,掌握其转化规律,提高绘图和读图能力。反复深化空间形体与平面图形之间的对应关系,逐步提高空间想象能力和图示空间物体的能力。

(3) 理论联系实际,在掌握基本知识、基本理论的同时,勤于思考,认真、独立完成每一次作业和练习。通过一系列的绘图和读图实践,逐步掌握绘图和读图的方法和步骤,从而提高绘图和读图能力。

(4) 严格遵守《技术制图》和《机械制图》国家标准的有关规定,养成正确使用绘图工具和仪器的习惯,进行绘图技能的操作训练。

(5) 机械图样在生产中起着重要作用,工程技术人员不能画错或看错图样,否则会造成重大损失。因此,在学习中要养成实事求是的科学态度和严肃认真、耐心细致、一丝不苟的工作作风,为成为一名有创造性的机械工程技术人员奠定坚实的基础。

5. 工程图学的历史与发展

自从劳动开创人类文明史以来,图形与语言、文字一样,是人们认识自然、表达和交流思想的基本工具。远古时代,人类制造简单工具或营造建筑物,就开始用图形来表达意图,但都是以直观、写真的方法来画图。随着生产的发展,这种简单的图形不能准确表达形体,需要总结出一套绘制工程图的方法,以满足既能正确表达形体,又便于绘图和度量,以便按图样进行制造或施工的需求。18 世纪的欧洲工业革命促使一些国家的科学技术得到迅猛发展。法国著名科学家蒙日(Gaspard Monge, 1746—1818)总结前人经验,根据平面图形表达空间形体的规律,应用投影方法编著了《画法几何学》(1798 年出版),创建了画法几何学学科体系,奠定了图学理论基础,将工程图的表达与绘制规范化。200 多年来,经过不断发展和完善,形成了一门独立的学科——工程图学。

在图形学发展的历史长河中,具有 5000 年文明史的中国曾有光辉的一段。“没有规矩,不成方圆”,反映了我国古代对尺规作图已有深刻的理解和认识。我国在天文图、地理图、建筑图、机械图等方面都有过杰出的成就,既有文字记载,也有实物考证,举世公认。

在西安半坡出土的仰韶期彩陶盘图形中的鱼形图案,表明我们的祖先在新石器时代(约在 10000 年以前),已能绘制一些几何图形和动物图案了。春秋时代的《周礼·考工记》中记载了规矩、绳墨、悬锤等绘图工具的应用。我国历史上保存下来最著名的建筑图样是