



普通高等教育“十五”国家级规划教材  
面向21世纪课程教材

21世纪高等学校机械设计制造及其自动化专业系列教材

# 画法几何及机械制图

(第三版)

常明 主编  
童秉枢 主审

华中科技大学出版社  
<http://press.hust.edu.cn>

图书在版编目(CIP)数据

画法几何及机械制图(第三版)/常 明 主编  
武汉:华中科技大学出版社,2004年9月  
ISBN 7-5609-1963-4

- I. 画…  
II. ①常… ②胥… ③阮…  
III. 画法几何-高等学校-教材;机械制图-高等学校-教材  
IV. TH126

画法几何及机械制图(第三版)

常 明 主编

责任编辑:钟小珉  
责任校对:吴 晗

封面设计:刘 卉  
责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社  
武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:华中科技大学惠友文印中心  
印 刷:华中科技大学印刷厂

开本:787×960 1/16 印张:29.25 字数:588 000  
版次:2004年9月第3版 印次:2006年9月第9次印刷 定价:50.00元(含1 CD)  
ISBN 7-5609-1963-4/TH·101

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

## 内 容 简 介

本书是根据《工程图学教学基本要求》和大机械学科平台课程《画法几何及机械制图》的教学要求,在总结近几年我校实施教育部下达的《工程制图与机械基础系列课程教学内容与课程体系改革》的教改项目中所取得的经验的基础上编写的。本书面向21世纪教学需要,遵循从三维立体到二维图形的认识规律,将计算机辅助二维绘图、三维造型设计与经典的工程图学内容融合为一体,并把平面图形的构型设计、基本立体的构型设计组合体的构型设计、零件的设计以及计算机辅助造型设计等一系列形体设计练习作为一条主线,将形体设计理论、表达方法以及通常应遵循的教学思想贯彻其中,以达到本课程的教学目标。本教材还提供与之配套的电子教材、电子挂图、电子模型以及自主知识产权的科学、高效的辅助教学软件——凯图CAD2000,它既能满足多媒体教学的需要,也适用于传统的教学手段与方法。

本书可作为高等工科院校机械类、近机类各专业画法几何及机械制图课程的教材,也可供电大、职大及函大等高等工业学校师生及有关工程技术人员参考。

21 世纪高等学校  
机械设计制造及其自动化专业系列教材  
**编 审 委 员 会**

**顾问：** 姚福生                      黄文虎                      张启先  
          (工程院院士)            (工程院院士)            (工程院院士)

          谢友柏                      宋玉泉                      艾 兴  
          (工程院院士)            (科学院院士)            (工程院院士)

          熊有伦  
          (科学院院士)

**主任：** 杨叔子                      周 济  
          (科学院院士)            (工程院院士)

**委员：** (按姓氏笔画顺序排列)

于骏一 王明智 毛志远 左武炘 卢文祥  
朱承高 师汉民 刘太林 李培根 吴昌林  
吴宗泽 何玉林 陈康宁 陈心昭 张春林  
张福润 张 策 张健民 冷增祥 范华汉  
周祖德 洪迈生 姜 楷 黄纯颖 童秉枢  
傅水根 傅祥志 廖效果 黎秋萍 戴 同

**秘书：** 钟小珉 徐正达



## 第三版前言

本书是由华中科技大学牵头实施的“工程制图与机械基础系列课程教学内容与课程体系改革”项目的研究成果，是面向21世纪课程教材，并被评为普通高等教育“十五”国家级重点教材。

本书自2000年第二版出版以来，一直在华中科技大学和部分兄弟院校机械类和近机类本科专业教学中使用，受到读者和有关专家的好评，并于2002年获国家级优秀教材二等奖。

近几年来，由于我校承担了教育部“面向21世纪机械工程教学改革”和国家“机械基础教学基地建设”等重大教改项目，学校的机械类专业人才培养方案和教学计划都发生了重大变化，从2003年9月开始，在机械学科大类4个学院5个专业中实施机械学科大类人才培养计划，“画法几何及机械制图”课程列为机械学科大类平台课程，72学时。为了适应学校制定的教学改革的总体思路(降低重心，注重交叉，扩大专业方向)，本课程也制定了新的课程体系和教学内容体系，新的课程体系由“画法几何及机械制图”、“现代设计制图”和“计算机图形学”三门课程组成，新的教学内容体系则在本书中得以体现。另外，在本书修订时，由教育部高等学校工程图学教学指导委员会制定的新版《普通高等院校工程图学课程教学基本要求》也即将定稿，本书修订工作中充分吸取了新基本要求的建议和同行专家及广大读者的意见，并融合了近几年来本课程教学改革的成果，力求使新教材更加符合面向21世纪机械学科大类人才培养的需求。

本版除保留了第一版和第二版的一些特点外，还在以下几个方面做了修改。

(1) 将计算机三维造型的内容与二维绘图一样，融合到教学的全过程中，三维造型不再是放在最后一章，作为与后续课程联系的纽带，而成为贯穿全书的一条线。这样修改的目的是为了让我们的教学内容更加符合本学科发展的新趋势，同时也符合即将颁布的新的教学基本要求。

(2) 为了适应机械学科大类人才培养方案的要求，本次修订中修改或删除了教材和习题集中难度较大的例题和习题，降低了教学内容的深度，但在教材内容的宽度和广度方面则是增无减，这样处理的目的是贯彻“加强基础，拓宽知识，注重素质，培养能力”的高素质创新人才培养的指导思想。

(3) 全书修订中，尽可能地采用最新国家标准，但由于近几年相关国家标准的变化较快，加之我们收集的资料不尽齐全，难免有个别标准更新落后于实际情况，惟有通过多次修订才能逐渐完善。

(4) 经过多年的教学改革和课程建设，本教材已拥有网络课程、电子教案、教学素材库、习题库、试题库等网上资源，已成为名副其实的立体化教材。这些相关资源可以在华中科

技大学主页精品课程中下载。凡使用本教材的学校,如需要电子教案、凯图CAD教育版二、三维软件的请与编写组联系(email:cpcj0116@hust.edu.cn)。

参加本次修订工作的有:常明(绪论,第2、4、5、6、16章)、胥北澜(第1、3、10、14章)、阮春红(第7、13章)、何建英(第8章)、李喜秋(第9、11章),魏迎军(第12、15章),附录由李喜秋、魏迎军负责修订。全书由常明任主编,胥北澜、阮春红任副主编。

本书由清华大学童秉枢教授主审,并提出了许多宝贵意见和建议,在此表示衷心的感谢。

本书在编写和修订过程中参考了国内一些同类著作,相关书目作为参考文献列于书末,在此向这些著作的作者表示深深的谢意。

由于编者水平有限,书中错误及疏漏之处在所难免,敬请读者批评指正。

**编 者**

2004年7月于华工园

## 第二版前言

本修订版根据国家教育部1995年修订的高等工业学校《画法几何及机械制图课程教学基本要求》(机械类专业适用,参考学时100学时左右),并结合面向21世纪的《工程制图与机械基础系列课程教学内容与课程体系改革》项目的教改实践,在1999年第一版的基础上修订而成。在这次修订中,除保留1999年版的主要特点之外,在以下方面做了较大修改。

(1) 由于计算机辅助设计绘图软件凯图CAD已由DOS版发展到Windows版,因此,在本次修订中已将原教材采用的凯图CAD8.1版升级为凯图CAD2000版,这样可以保证教学内容符合CAD技术发展的要求,使读者了解图形软件发展的最新趋势。

(2) 本书在修订过程中,恰逢有部分与工程制图相关的国家标准进行了修改并颁布实施,因此,本书的机械制图的基本知识、表达方法、标准件与常用件等章节中,全部采用了已颁布实施的最新国家标准,以使读者及时了解有关国家标准的变化,并在设计绘图中贯穿最新国家标准。

(3) 第16章三维几何造型采用的教学软件也由1999年版的Gstar版升级为InteSolid版,该软件系统是由华中科技大学国家CAD支撑软件工程技术研究中心研究开发的自主知识产权的三维图形系统。软件的几何造型功能更强大,运行更稳定。其教学版已能满足工程制图及机械基础系列课程的教学要求。本教材中使用的自主知识产权的二、三维图形系统CADtool和InteSolid将由华中科技大学出版社以光盘方式提供给广大读者。

(4) 与本书配套的《画法几何及机械制图习题集》也作了相应的修订,由华中科技大学出版社同时出版。这套教材可作为高等工业学校机械类、近机类各专业画法几何及机械制图课程(80~120学时)的教材,亦可作为广大工程技术人员的学习参考书。

本书经专家评议,教育部批准为面向21世纪的教改教材,本书由清华大学童秉枢教授主审,习题集由浙江大学谭建荣教授主审,两位教授对教材和习题集的修订工作提出了许多宝贵建议,在此向他们表示衷心的感谢。

参加本次修订工作的有:常明(绪论,第1、5、6、15章)、胥北澜(第3、10、14章)、朱林(第2、4章)、阮春红(第7、13章)、程进明(第11、12章)、何建英(第8章)、李喜秋(第9章),第16章由常明、李丹共同编写。全书用计算机绘制的图形由李丹、李喜秋两位老师负责修改和整理。本书的修订工作,得到教研室许多老师和教辅人员的帮助,凝聚着参与教学改革和

教学基地建设的全体同志的智慧和汗水，在此一并表示感谢。

本书编写过程中，参考了一些国内同类著作，在此特向有关作者致谢！

由于编者水平所限，书中会有某些缺点或错误，敬请读者批评指正。

**编 者**

2000年7月于华工园



## 第一版前言

随着国家教育部制定的《面向21世纪高等工程教育教学内容和课程体系改革计划》的启动,我校机械学院承担的教育部三项重大教改项目已全面实施。经过几年的探索与实践,我们对本课程改革的基本思路是:“以空间构思能力为核心,以创造性形体设计与表达能力为主线,以计算机绘图、仪器绘图和徒手草图能力为基础,以计算机三维造型设计为纽带,贯穿于机械基础系列课程教改全过程。”基于这一改革思想,依照高等学校工科制图课程教学指导委员会制定的《画法几何及机械制图课程教学基本要求》的主要精神,总结多年的教学经验,特别是近几年本课程教学改革的实践经验,编写了本书,作为面向21世纪教学改革的新教材。本书具有以下特点。

(1) 遵循从三维立体到二维图形的认知规律,本书将立体的二维、三维描述方法安排在第三章,目的是加强学生对三维立体的感性认识,为学习几何元素的投影打下基础,同时也为更进一步的课程体系改革准备条件。

(2) 加强了创造性形体设计与表达的教学与练习。本书把平面图形的设计、基本立体的设计、组合体的设计、零件的设计、装配体的设计以及计算机辅助造型设计等一系列形体设计练习作为一条主线,将形体设计的理论、表达方法以及通常应遵循的原则贯彻其中。目的是从本课程开始培养学生的创新意识和创造性的形体设计能力。

(3) 计算机设计绘图的教学内容与经典的工程制图内容科学地融为一体,自始至终贯穿全书。计算机设计绘图作为21世纪工程设计的主要手段与方法,是21世纪机械类专业人才必须具备的基本素质之一,因此,强化计算机绘图能力的培养,提高CAD/CAM技术的应用水平,已成为培养能适应21世纪发展的优秀专业人才的必由之路。显然,那种在机械制图教科书中增加一章有关计算机绘图内容的课程体系已经不能适应面向21世纪的人才培养需求。而把计算机设计绘图的新内容与经典工程图学内容全面融合的新体系才是工程制图课程教学改革的必然趋势。

(4) 本书采用华中科技大学图形软件中心研制的自主知识产权的设计绘图软件——凯图CAD作为辅助教学软件。一方面,因为该软件是国内惟一由工程制图教师研究开发的CAD软件,它不仅符合画法几何及机械制图课程教学全过程的要求,而且也能满足厂矿企业、设计院工程设计的全部需求和国家标准的所有规定;另一方面,因为该软件将画法几何的投影原理与计算机的高速度、高精度和大容量的特点科学地结合在一起,科学合理,易学易用,可节省大量学时,符合教学改革的总体要求。此外,采用高水平的自主知识产权教学软件本身就有利于激励学生的创新意识和进取精神,树立赶超世界先进水平的信心。

(5) 本书全部文字都由编者用字处理软件输入,全部插图都是由自主知识产权的设计绘图软

件凯图CADtool和Gstar产生。因此，随同本书发行的还有与本书配套的电子教材、电子挂图、电子模型和一系列辅助教学软件，特别适合多媒体教学和网络教学的环境。

(6) 增强了徒手绘制草图的教学内容。徒手绘图是计算机辅助设计绘图技术日益普及，特别是构思设计时必须具备的技能。本书第3章集中讲授了徒手绘草图的方法和技巧，然后在组合体木模测绘、表达方法和零部件测绘等章节均安排了相应的练习。

参加本书编写的有：常明(绪论，第1、2、5、6、15章)、胥北澜(第3、10、14章)、朱林(第4、16章)、阮春红(第7、13章)、程进明(第11、12章)、何建英(第8章)、李喜秋(第9章)。全书由常明任主编，胥北澜、朱林任副主编。

本书的编写工作，得到教研室许多老师和教辅人员的帮助，凝聚着参与教学改革和教学基地建设的全体同志的智慧和汗水，以及研制辅助教学软件的青年教师和研究生的贡献，在此一并表示感谢。

本书编写过程中，参考了一些国内的同类著作，在此特向有关作者致谢！

由于编者水平所限，书中会有某些缺点或错误，敬请读者批评指正。

**编 者**

1999年3月于华工园

# 目 录

绪论.....	(1)
<b>第 1 章 机械制图的基本知识.....</b>	<b>(3)</b>
1.1 关于制图国家标准的内容简介.....	(3)
1.2 绘图工具及其使用方法.....	(13)
1.3 几何作图.....	(17)
1.4 平面图形的分析与作图步骤.....	(20)
1.5 尺规绘图的一般步骤.....	(22)
1.6 徒手画草图.....	(25)
<b>第 2 章 计算机绘图与立体造型.....</b>	<b>(31)</b>
2.1 计算机绘图软件简介.....	(31)
2.2 凯图系统的预备知识.....	(37)
2.3 主菜单工具箱.....	(44)
2.4 主绘图工具箱.....	(46)
2.5 剪切工具箱.....	(48)
2.6 三维造型软件简介.....	(50)
<b>第 3 章 立体的三维与二维的描述方法.....</b>	<b>(58)</b>
3.1 投影法概述.....	(58)
3.2 投影与视图.....	(60)
3.3 轴测图.....	(68)
3.4 计算机绘制轴测图.....	(76)
<b>第 4 章 点、直线、平面的投影.....</b>	<b>(80)</b>
4.1 点的投影.....	(80)
4.2 直线的投影.....	(86)
4.3 平面的投影.....	(99)
4.4 旋转法.....	(111)
4.5 计算机绘制点、线、面的投影.....	(116)

<b>第 5 章 几何元素的相对位置</b> .....	(121)
5.1 平行问题.....	(121)
5.2 相交问题.....	(122)
5.3 垂直问题.....	(126)
5.4 图形数学模型及计算机实现方法.....	(129)
5.5 凯图软件的编辑工具箱.....	(132)
<b>第 6 章 曲线与曲面</b> .....	(137)
6.1 曲线概述.....	(137)
6.2 曲线的投影特性及其画法.....	(138)
6.3 圆的投影.....	(140)
6.4 螺旋线.....	(142)
6.5 曲面的基本知识.....	(144)
6.6 回转面.....	(147)
6.7 螺旋面.....	(149)
6.8 计算机绘制曲线.....	(151)
<b>第 7 章 基本体及其截交线</b> .....	(154)
7.1 平面立体.....	(154)
7.2 平面立体的截交线.....	(161)
7.3 回转体.....	(170)
7.4 回转体的截交线.....	(178)
7.5 基本体的尺寸标注.....	(189)
7.6 计算机绘制基本体的三视图.....	(192)
7.7 带切口基本体的三维造型.....	(196)
<b>第 8 章 组合体</b> .....	(200)
8.1 组合体的形体分析和组合形式.....	(200)
8.2 相贯线的画法.....	(203)
8.3 组合体的画法.....	(217)
8.4 组合体的尺寸标注.....	(222)
8.5 组合体的读图方法.....	(224)
8.6 组合体的构形设计与三维建模.....	(230)

---

<b>第 9 章 常用表达方法</b> .....	(235)
9.1 视图.....	(235)
9.2 剖视图.....	(238)
9.3 断面图.....	(250)
9.4 简化画法与规定画法.....	(253)
9.5 计算机绘制剖视图.....	(258)
9.6 表达方法综合举例.....	(259)
9.7 轴测剖视图.....	(262)
9.8 第三角投影法介绍.....	(264)
<b>第 10 章 零件图概述</b> .....	(267)
10.1 零件图的内容.....	(267)
10.2 零件与部件的关系.....	(269)
10.3 表面粗糙度及其标注.....	(272)
10.4 极限与配合及其标注.....	(276)
10.5 形状与位置公差.....	(281)
10.6 零件的工艺结构.....	(285)
<b>第 11 章 螺纹及连接件</b> .....	(293)
11.1 螺纹的基本知识.....	(293)
11.2 键、销连接.....	(307)
11.3* 焊接.....	(311)
<b>第 12 章 常用件</b> .....	(315)
12.1 齿轮的几何要素和规定画法.....	(315)
12.2 滚动轴承的画法.....	(324)
12.3 弹簧.....	(329)
12.4 常用件的计算机绘制.....	(333)
12.5 连接件和常用件参数化建库.....	(334)
<b>第 13 章 零件图</b> .....	(337)
13.1 一般零件的分类和零件的视图选择.....	(337)
13.2 零件图的尺寸标注.....	(349)

13.3	零件测绘和零件图的绘制 .....	(358)
13.4	零件图的读图方法 .....	(363)
13.5	计算机绘制零件图 .....	(365)
13.6	零件造型 .....	(368)
<b>第 14 章</b>	<b>装配图 .....</b>	<b>(374)</b>
14.1	装配图的作用和内容 .....	(374)
14.2	装配图的表达方法 .....	(376)
14.3	装配图的视图选择 .....	(379)
14.4	装配图上的尺寸标注和技术要求注写 .....	(381)
14.5	装配图上的零件序号及零件明细栏、标题栏 .....	(382)
14.6	介绍几种合理的装配工艺结构 .....	(383)
14.7	部件测绘 .....	(386)
14.8	由零件草图画装配图 .....	(390)
14.9	由装配图拆画零件图 .....	(395)
14.10	计算机绘制装配图 .....	(398)
<b>第 15 章</b>	<b>表面展开图 .....</b>	<b>(403)</b>
15.1	平面立体表面的展开 .....	(404)
15.2	可展曲面的展开 .....	(406)
15.3	变形接头的展开 .....	(412)
15.4	不可展曲面的近似展开方法 .....	(413)
<b>第 16 章</b>	<b>复杂零件造型及部件装拆 .....</b>	<b>(418)</b>
16.1	几何造型的基本知识 .....	(418)
16.2	复杂零件造型 .....	(424)
16.3	三维装配与拆卸 .....	(428)
<b>附录</b>	<b>.....</b>	<b>(432)</b>
<b>参考文献</b>	<b>.....</b>	<b>(454)</b>



# 绪 论

## 一、本课程的研究对象

准确地讲，本课程的研究对象是机械工程图样。所谓图样，就是工程界用来表达物体的形状、大小和有关技术要求的图形。进入信息时代以来，装载图样的介质已从图纸发展为计算机存储介质。然而，无论是以图纸为载体的图样，还是以计算机存储介质为载体的图样，都是本课程研究的对象。图样与文字、数字一样，也是人们表达设计思想、记录创新构思、指导生产加工、交流思想意图的重要工具之一。在工业、农业、交通运输、文化教育、经济等各个领域都离不开图样。因此，图样被誉为“工程技术界的共同语言”。每个工程技术人员都必须熟练地掌握这种语言。

本课程是一门研究设计、绘制和阅读机械工程图样的原理和方法的技术基础课程，它的目的就是培养学生运用计算机绘图、仪器绘图和徒手绘草图等方法来进行创造性形体设计、表达设计思想的能力。

## 二、本课程的任务

(1) 学习投影理论和正确的图学思维方法，培养学生用投影法表达三维形体的能力。

(2) 培养学生的空间思维能力和空间想像能力，逐步提高学生的三维立体的构思能力和创新性的三维形体设计能力，为机械基础系列课程的培养目标奠定基础。

(3) 培养学生的计算机绘图、仪器绘图和徒手绘草图的能力以及阅读各种介质存储的机械图样的能力。

(4) 培养学生掌握机械制图国家标准的有关知识，并能熟练地查阅机械设计制图中的常用标准。

(5) 在教学全过程中，注意培养学生的自学能力、独立分析问题和解决问题的能力以及耐心细致的工作作风和认真负责的工作态度。

## 三、本课程的学习方法

(1) 循序渐进地培养空间思维能力和空间想像能力，是本课程的重要特点。因此，在学习过程中必须随时进行从空间形体到平面图形和从平面图形到空间形体之间的互相联想的思维活动。也就是说，当已知条件是三维立体模型或三维立体图时，则要根据投影规律去想像二维投影图的形状，并用正确的方法画出所求的投影图；而当已知条件是二维投影图时，则应运用正确的投影分析方法，想像出所示立体的三维形状结构，然后再选用适当的

立体表达方法进行绘图表达。

(2) 在认真学习投影理论的同时,注意加强对教学过程中使用的几何立体的模型、零件、部件的感性认识,为提高空间构思设计能力积累形体资料。

(3) 本课程是一门实践性很强的技术基础课程,除上课认真听讲、积极思考、课后看书自学外,更重要的是多动手、多画图、多想像、深入理解从三维立体到二维图形之间的转换规律,以及由二维图形想像出三维立体形状的正确方法。

(4) 在计算机绘图、仪器绘图和徒手绘草图练习中,应注意掌握正确的画图和读图的方法及步骤,并能正确查阅相关的国家标准,不断提高自己用各种手段设计绘图的技能,努力做到设计绘制的工程图样正确、规范。

在学习过程中,有意识地培养自己的自学能力和创新能力,这是 21 世纪优秀科技人才必须具备的基本素质。

# 第 1 章 机械制图的基本知识

工程图样与文字一样，是工程技术人员借以表达设计思想，进行技术交流、组织施工和生产的重要技术资料，是工程技术界的“共同语言”。随着计算机图形学的发展，计算机辅助设计绘图技术正迅速在企事业单位推广应用，为工程技术人员提供了现代化的设计绘图工具。

本章将介绍有关机械制图的基本知识，并将着重介绍国家标准中涉及到有关机械制图的技术标准。

## 1.1 关于制图国家标准的内容简介

国家标准《技术标准》和《机械制图》是国家制定的基本技术标准，绘图时必须严格遵守标准的有关规定，以便工业部门科学地进行生产与管理。国家所制定并颁布的一系列的国家标准简称为“国标”。国标有以下三种执行方式：强制性的（代号为“GB”），推荐性的（代号为“GB/T”），指导性的（代号为“GB/Z”）。例如“制图标准 GB/T 14689—1993”含义是指关于图纸幅面和格式的标准，标准顺序号为 14689，批准颁布的年号是 1993 年。随着科技的发展，标准还会不断地被修改，新的标准又将适应生产发展的新需要。

### 1.1.1 图纸幅面及标题栏 GB/T 14689—1993

#### 1. 图纸幅面尺寸

表 1-1 列出了标准中规定的各种图纸的幅面尺寸，绘图时应优先采用。每张图样均需有细实线绘制的图幅。必要时可延长边长，但加长量必须符合标准的规定，见图 1-1。

图 1-1 中的粗实线所示为表 1-1 所规定的基本幅面。需要加长图纸幅面时，可以按规定加长幅面，其尺寸按基本幅面的短边成整数倍值得取。基本幅面为首选，即第一选择。有时需要加长幅面，细实线为加长幅面的第二选择，虚线所示为加长幅面的第三选择。

#### 2. 图框和标题栏

图纸上所限定绘图区域的线框称为图框。每张图样均需有粗实线绘制的图框和标题栏。需要装订的图样，应留装订边，其图框格式如图 1-2(a)、(b)所示。不需装订的图样，其图框格式如图 1-2(a)、(b)所示。