



普通高等教育机械类应用型人才及卓越工程师培养规划教材

机械制图

◎ 刘 军 王桂录 主 编

➤ 增加选学内容，适应不同专业和学时的教学需要

➤ 优化画法几何部分的内容，有利于提高学习效率

➤ 配备集动画、视频于一体的先进多媒体教学课件



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

普通高等教育机械类应用型人才及卓越工程师培养规划教材

机 械 制 图

刘 军 王桂录 主 编

朱永刚 郑喜贵 蒋玲玲 副主编

電 子 工 業 出 版 社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

本书根据教育部工程图学指导委员会制定的《普通高等院校工程图学课程教学基本要求》，采用最新颁布的《技术制图》和《机械制图》国家标准编写而成。针对普通高等教育（应用型）本科教育的特点，在理论教学的基础上，特别强化应用性、实用性技能的训练。

本书除绪论外，包括制图基本知识与技能、投影的基本原理、基本几何体、组合体、轴测图、图样的基本表示法、图样的特殊表示法、零件图、装配图、展开图和焊接图、计算机绘图基础，以及附录和参考文献。与本书配套使用的《机械制图习题集》同时出版。

本书可作为普通高等院校机械类、近机械类等专业的制图课程教材，也可作为国家中、高级制图员资格认证实训的教材，还可供成人教育和其他有关专业师生及工程技术人员使用或参考。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容
版权所有，侵权必究

图书在版编目（CIP）数据

机械制图/刘军，王桂录主编. —北京：电子工业出版社，2016.8

普通高等教育机械类应用型人才及卓越工程师培养规划教材

ISBN 978-7-121-28855-5

I. ①机… II. ①刘… ②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 (2016) 第 109743 号

责任编辑：郭穗娟

印 刷：涿州市京南印刷厂

装 订：涿州市京南印刷厂

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本：787×1 092 1/16 印张：17 字数：435 千字

版 次：2016 年 8 月第 1 版

印 次：2016 年 8 月第 1 次印刷

定 价：40.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：(010)88254888，88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式：(010)88254502，guosj@phei.com.cn

《普通高等教育机械类应用型人才及卓越工程师培养规划教材》

专 家 编 审 委 员 会

主任委员 黄传真

副主任委员 许崇海 张德勤 魏绍亮 朱林森

委 员 (排名不分先后)

李养良 高 荣 刘良文 郭宏亮 刘 军

史岩彬 张玉伟 王 毅 杨玉璋 赵润平

张建国 张 静 张永清 包春江 于文强

李西兵 刘元朋 褚 忠 庄宿涛 惠鸿忠

康宝来 宫建红 宁淑荣 许树勤 马言召

沈洪雷 陈 原 安虎平 赵建琴 高 进

王国星 张铁军 马明亮 张丽丽 楚晓华

魏列江 关跃奇 沈 浩 鲁 杰 胡启国

陈树海 王宗彦 刘占军 刘仕平 姚林娜

李长河 杨建军 刘琨明 马大国 王桂录

朱永刚

前 言

本书根据教育部工程图学指导委员会制定的《普通高等院校工程图学课程教学基本要求》，采用最新颁布的《技术制图》和《机械制图》国家标准编写而成。计算机绘图部分介绍了 AutoCAD 常用的绘图、编辑、文本和尺寸标注等基础知识，以及采用 AutoCAD 绘制零件图和装配图的基本方法。为适应不同专业、学时的教学需要，教材中标有*的章节可作为选学内容。

本书具有如下特点：

(1) 针对普通高等教育（应用型）本科教育的特点，在理论教学的基础上，特别强化应用性、实用性技能的训练。

(2) 优化了画法几何部分的内容，深入浅出、循序渐进、化解难点，有利于提高学生的学习效率，增进学生的学习兴趣。

(3) 注重学生工程素质和工程意识的培养，强调对学生仪器绘图能力、徒手绘图能力和动手能力的培养。

(4) 力求体系完整、概念清楚、重点突出、图文并茂、通俗易懂，便于组织教学，也便于学生自学。

(5) 采用最新颁布的《技术制图》、《机械制图》国家标准及与制图有关的其他标准，培养学生贯彻执行国家标准的意识和能力。

(6) 为适应先进的教学手段，本书配备了多媒体教学课件。其中，吸收了国内外同行的先进经验并结合编者多年的教学体会，是一款图文并茂的集动画、视频于一体的多媒体课件。

(7) 为使理论与实际紧密结合，本书还配有《机械制图习题集》，让学生在在学习理论知识的同时又能进行实际的绘图练习，以便更好地掌握所学的内容。

本书由郑州科技学院刘军、王桂录、朱永刚、郑喜贵、蒋玲玲、曹晓彦、曹义、韩彦勇、王基月、周凯凯编写，其中，刘军、王桂录任主编，朱永刚、郑喜贵、蒋玲玲任副主编。具体编写分工如下：刘军（绪论）、曹义（第1章 1.1~1.2 节、第4章、附表 20~21）、蒋玲玲（第1章 1.3~1.5 节、第10章）、朱永刚（第2章 2.1~2.5 节、第6章 6.3~6.5 节）、郑喜贵（第3章 3.1~3.3 节、第5章、附表 19）、韩彦勇（第6章 6.1~6.2 节、第7章 7.1~7.2 节、附表 1~3）、曹晓彦（第7章 7.5~7.6 节、第8章 8.1~8.3 节、第11章 11.1 节）、王桂录（第7章 7.3、7.4 节、第9章 9.6~9.8 节、第11章 11.2~11.6 节、附表 4~8）、王基月（第8章 8.4~8.7 节）、周凯凯（第9章 9.1~9.5 节、附表 9~18）。

本书在编写过程中，得到了郑州科技学院教务处有关领导的大力支持和帮助，对此，我们表示衷心的感谢。郑州科技学院周文玉教授审阅了全书，并提出了许多宝贵的意见和建议，在此谨致谢忱。本书在编写中参考了国内外一些优秀教材，在此也向这些教材的编著者一并致谢。

尽管我们在探索《机械制图》教材特色建设的突破方面做了很多努力，但是由于编者的水平有限，书中内容难免有疏漏之处，恳请广大读者在使用本书时多提宝贵意见。

编 者

2016 年 4 月

目 录

绪论.....	1
---------	---

第 1 章 制图基本知识与技能	6
-----------------------	---

1.1 常用绘图工具及其使用	6
----------------------	---

1.1.1 图板、丁字尺和三角板	6
------------------------	---

1.1.2 圆规和分规	7
-------------------	---

1.1.3 铅笔和铅芯	8
-------------------	---

1.1.4 其他绘图工具	8
--------------------	---

1.2 机械制图国家标准的基本规定... ..	10
-------------------------	----

1.2.1 图纸幅面与格式	
---------------------	--

(GB/T 14689—2008)	10
-------------------------	----

1.2.2 比例 (GB/T 14690—1993)	12
---------------------------------	----

1.2.3 字体 (GB/T 14691—1993)	13
---------------------------------	----

1.2.4 图线 (GB/T 17450—1998,	
----------------------------	--

GB/T 4457.4—2002)	14
-------------------------	----

1.2.5 尺寸注法 (GB/T 1675.2—1996、	
-------------------------------	--

GB/T 4458.4—2003)	16
-------------------------	----

1.3 几何作图	22
----------------	----

1.3.1 等分线段	22
------------------	----

1.3.2 等分圆周及作正多边形	22
------------------------	----

1.3.3 斜度与锥度	23
-------------------	----

1.3.4 椭圆的画法	25
-------------------	----

1.3.5 圆弧连接	25
------------------	----

1.4 平面图形的画法	28
-------------------	----

1.4.1 尺寸分析	28
------------------	----

1.4.2 线段分析	29
------------------	----

1.4.3 画图步骤	29
------------------	----

1.4.4 尺寸标注	30
------------------	----

1.5 徒手绘图	31
----------------	----

1.5.1 简介	31
----------------	----

1.5.2 图线的徒手画法	31
---------------------	----

1.5.3 平面图形草图的画法	33
-----------------------	----

第 2 章 投影的基本原理	34
---------------------	----

2.1 投影法的基本知识	34
--------------------	----

2.1.1 投影法的概念	34
--------------------	----

2.1.2 投影法的种类	34
--------------------	----

2.1.3 正投影法的基本特性	35
-----------------------	----

2.2 点的投影	36
----------------	----

2.2.1 点在单一投影面上的投影	36
-------------------------	----

2.2.2 点的三面投影	36
--------------------	----

2.2.3 两点的相对位置	39
---------------------	----

2.3 直线的投影	40
-----------------	----

2.3.1 直线投影图的画法	40
----------------------	----

2.3.2 各种位置直线的投影	41
-----------------------	----

2.3.3 直线上的点	44
-------------------	----

2.4 平面的投影	45
-----------------	----

2.4.1 平面的表示法	45
--------------------	----

2.4.2 各种位置平面的投影	46
-----------------------	----

2.4.3 平面上的直线和点	50
----------------------	----

2.5 三视图的形成和投影关系	51
-----------------------	----

2.5.1 三视图的形成	52
--------------------	----

2.5.2 三视图之间的对应关系	53
------------------------	----

第 3 章 基本几何体	54
-------------------	----

3.1 基本体及其表面点的投影	54
-----------------------	----

3.1.1 平面立体	54
------------------	----

3.1.2 常见回转体	57
-------------------	----

3.1.3 立体尺寸标注	60
--------------------	----

3.2 截交线	61
---------------	----

3.2.1 平面与平面立体的表面交线	62
-------------------------	----

3.2.2 平面与圆柱立体的表面交线	63
-------------------------	----

3.2.3 平面与圆锥立体的表面交线	64
-------------------------	----

3.2.4 平面与球立体的表面交线	66
-------------------------	----

3.2.5 组合截交线的画法	67
----------------------	----



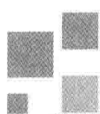
3.3 相贯线.....	67	6.1.3 局部视图.....	95
3.3.1 平面立体与曲面立体的 表面交线.....	68	6.1.4 斜视图.....	96
3.3.2 曲面立体与曲面立体的 表面交线.....	68	6.2 剖视图.....	96
3.3.3 组合相贯线的画法.....	73	6.2.1 剖视的概念.....	96
第4章 组合体.....	74	6.2.2 剖视图的种类.....	99
4.1 组合体的画法.....	74	6.2.3 剖切面的种类.....	101
4.1.1 组合形式.....	74	6.3 断面图.....	105
4.1.2 表面连接方式.....	74	6.3.1 断面图的概念.....	105
4.1.3 画组合体视图的方法和步骤.....	75	6.3.2 断面图的分类及画法.....	106
4.2 组合体的尺寸标注.....	78	6.3.3 断面图的标注.....	107
4.2.1 尺寸标注的基本要求.....	78	6.4 其他表达方法.....	108
4.2.2 有关尺寸完整的问题.....	78	6.4.1 局部放大图.....	108
4.2.3 标注尺寸的方法和步骤.....	79	6.4.2 规定画法.....	109
4.2.4 有关尺寸清晰的问题.....	80	6.4.3 简化画法.....	110
4.3 组合体的读图.....	81	6.5 第三角画法简介.....	113
4.3.1 读图的基本要领.....	81	6.5.1 基本知识.....	113
4.3.2 读图的基本方法.....	82	6.5.2 视图的配置及标识.....	113
第5章 轴测图.....	85	第7章 图样的特殊表示法.....	115
5.1 轴测投影的基本知识.....	85	7.1 螺纹.....	115
5.2 正轴测图.....	86	7.1.1 螺纹的形成和结构.....	115
5.2.1 正等轴测图的轴间角与轴向 伸缩系数.....	87	7.1.2 螺纹的要素.....	116
5.2.2 正等轴测图的画法.....	88	7.1.3 螺纹的规定画法.....	118
5.2.3 平面立体的正等轴测图.....	88	7.1.4 螺纹的种类和标记.....	120
5.2.4 回转立体的正等轴测图.....	89	7.2 常用螺纹紧固件.....	124
5.3 斜二轴测图.....	92	7.2.1 常用螺纹紧固件的种类和 画法.....	124
5.3.1 斜二轴测图的轴间角与轴向 伸缩系数.....	92	7.2.2 常用螺纹紧固件的连接画法.....	127
5.3.2 斜二轴测图的画法.....	92	7.3 键、销连接.....	130
第6章 图样的基本表示法.....	93	7.3.1 键连接.....	130
6.1 视图.....	93	7.3.2 销连接.....	132
6.1.1 基本视图.....	93	7.4 滚动轴承.....	133
6.1.2 向视图.....	95	7.4.1 滚动轴承的结构和种类.....	133
		7.4.2 滚动轴承的代号.....	134
		7.4.3 滚动轴承的画法.....	135
		7.5 齿轮.....	136
		7.5.1 圆柱齿轮.....	137
		7.5.2 圆锥齿轮.....	140



7.5.3 蜗杆蜗轮	141	9.1.2 装配图的内容	174
7.6 弹簧	142	9.2 装配图的表达方法	175
7.6.1 圆柱螺旋压缩弹簧各部分 名称及尺寸计算	142	9.2.1 装配图的规定画法	175
7.6.2 圆柱螺旋压缩弹簧的规定 画法	143	9.2.2 装配图的特殊表达方法	176
第8章 零件图	145	9.3 装配图上的尺寸标注和 技术要求	178
8.1 零件图的作用和内容	145	9.3.1 装配图的尺寸标注	178
8.1.1 零件图的作用	145	9.3.2 装配图的技术要求	179
8.1.2 零件图的内容	145	9.4 装配图中的零/部件序号和 明细栏	179
8.2 零件图的视图选择	147	9.4.1 零/部件序号	179
8.2.1 视图选择的要求	147	9.4.2 明细栏	180
8.2.2 主视图的选择	147	9.5 装配工艺结构简介	180
8.2.3 其他视图的选择	147	9.5.1 接触面与配合面的结构	181
8.3 零件图上的尺寸标注	148	9.5.2 方便拆卸的结构	181
8.3.1 零件图上尺寸标注的要求	148	9.5.3 防泄漏、密封结构	182
8.3.2 合理地选择尺寸基准	148	9.6 装配图的画法	183
8.3.3 尺寸的合理标注	149	9.6.1 确定表达方案	183
8.3.4 零件上常见结构的尺寸标注 ..	151	9.6.2 绘制装配图的步骤	186
8.4 零件图上的技术要求	152	9.7 读装配图和由装配图拆画 零件图	187
8.4.1 表面粗糙度	152	9.7.1 读装配图	187
8.4.2 极限与配合	155	9.7.2 由装配图拆画零件图	189
8.4.3 几何公差	160	9.8 零/部件测绘	191
8.5 常见的零件工艺结构	164	9.8.1 零件测绘	191
8.5.1 零件加工面的工艺结构	164	9.8.2 部件测绘	194
8.5.2 铸造零件的工艺结构	166	第10章 展开图和焊接图	198
8.5.3 过渡线	167	10.1 展开图	198
8.6 各类典型零件分析	168	10.1.1 平面立体的表面展开	198
8.6.1 轴套类零件	168	10.1.2 曲面立体的表面展开	200
8.6.2 轮盖类零件	169	10.2 焊接图	206
8.6.3 叉架类零件	170	10.2.1 焊缝的规定画法	207
8.6.4 箱体类零件	171	10.2.2 焊缝的标注	211
8.7 读零件图	172	10.2.3 焊接图示例	214
8.7.1 读零件图的目的	172	第11章 计算机绘图基础	216
8.7.2 读零件图的步骤	172	11.1 计算机绘图基本知识	216
第9章 装配图	174		
9.1 装配图的作用和内容	174		
9.1.1 装配图的作用	174		



11.1.1 AutoCAD 软件的启动	216	11.5.1 文本标注	239
11.1.2 AutoCAD 2010 经典工作 界面	218	11.5.2 尺寸标注	240
11.1.3 退出 AutoCAD 2010	221	11.6 工程图绘制实例	243
11.2 AutoCAD 2010 的基本操作	221	11.6.1 绘制零件图	243
11.2.1 管理图形文件	221	11.6.2 绘制装配图	244
11.2.2 命令的操作	224	附录	247
11.2.3 点坐标的输入方法	227	附录 A (摘录) 螺纹	247
11.3 常用绘图命令	230	附录 B (摘录) 常用件与标准件 ...	249
11.4 常用编辑命令	235	附录 C (摘录) 极限与配合	260
11.5 文本和尺寸标注	239	参考文献	264



绪

论

一、图样及其在生产中的作用

根据投影原理并遵照国家标准的有关规定绘制的能准确地表达物体形状、大小、材料及技术要求等方面内容的图，称为工程图样。

工程图样是工程与产品信息的载体，它能准确地表达出机械、土建、水利、园林等工程对象的形状、尺寸、材料和技术要求，是工程界交流、表达的语言，工程图学是研究工程与产品信息表达、交流与传递的学科。

机械图样是工程图样中的一种，机械制图是工程图学的一个分支。在现代机械生产和科学研究活动中，设计者通过图样来表达设计对象，制造者通过图样来了解设计要求从而组织制造和施工，使用者通过图样来了解使用对象的结构和性能，进行保养和维修。因此，每个与机械有关的工程技术人员都必须能够绘制和阅读机械图样。

二、本课程的主要任务

本课程学习绘制和阅读工程图样的原理和方法，培养学生的形象思维能力，是一门既有系统理论又有较强实践性的技术基础课。主要任务如下。

- (1) 学习正投影法的基本理论及其应用。
- (2) 学习、贯彻制图国家标准及其有关规定。
- (3) 培养学生用仪器、计算机、徒手三种方法绘制机械图样的基本能力。
- (4) 培养学生阅读机械图样的基本能力。
- (5) 培养学生的空间想象和思维能力，以及构型设计的基本能力。
- (6) 培养认真负责的工作态度和一丝不苟的工作作风。

三、本课程的内容和要求

本课程主要包括画法几何、制图基础、机械图和计算机绘图四个部分。

画法几何主要学习投影法的基本知识，研究三维空间的点、线、面、立体在二维平面上的投影及其相互位置关系。

制图基础主要介绍绘制图样的基本方法和基本技能。让学生能运用形体分析和线面分析的方法，进行组合体的画图、读图和尺寸标注，掌握各种视图、剖视图、断面图的画法及常用的简化画法和其他规定画法，做到视图选择和配置得当、投影正确、尺寸齐全和清晰，通过学习和实践，培养空间逻辑思维和形象思维能力。

机械图包括零件图、标准件和常用件以及装配图等内容。了解零件图、装配图的作用、内容，掌握视图选择的方法、规定画法，学习极限与配合及有关零件结构设计和加工工艺的知识



和合理标注尺寸的方法。培养学生绘制和阅读零件图、装配图的基本能力,达到正确绘制和阅读中等复杂程度的零件图和装配图的目的。

计算机绘图基础主要介绍通用绘图软件中文版 AutoCAD 2010。内容包括 AutoCAD 的基本知识及绘图、编辑、文本标注等基本命令,使学生在了解 AutoCAD 2010 基本知识的基础上,掌握 AutoCAD 二维图形的绘制和编辑,并掌握辅助作图功能、文本标注等基本内容,在最短的时间内学会利用 AutoCAD 绘制二维图形。

四、本课程的学习方法

本课程是一门既有系统理论,又有很强实践性的技术基础课。学习过程中,应注意做到:

(1) 弄清原理。只有掌握正投影法的基本原理,才能看懂机械图样。

(2) 遵守国标。作为工程界的共同语言,机械制图从头到尾都离不开国家标准。因此,必须认真学习并严格遵守有关技术制图和机械制图等方面的国家标准,否则是无法学好这门课的。

(3) 重视实践。本课程最大的特点就是实践性很强。只有通过大量的画图、读图实践,才能不断地提高画图与读图的能力,提高手工绘图和计算机绘图的技巧。因此,在认真听课的基础上,及时完成课上练习及课后作业,多画、多读、多想、由浅入深、反复实践显得尤为重要。

(4) 严谨细致。图样是制造、检验零件及装配、验收机械设备的依据,来不得半点马虎。从学校学习阶段开始,就应该培养一丝不苟、严谨细致的工作作风,为将来踏上工作岗位养成养好的职业习惯奠定坚实基础。

五、工程图学发展简史

任何一门学科的产生和发展,都是和生产的发展密切相关的。工程图学同其他学科一样,也是劳动人民长期生产经验积累、总结和提高的结果。

1. 工程图学的发展史

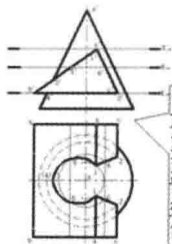
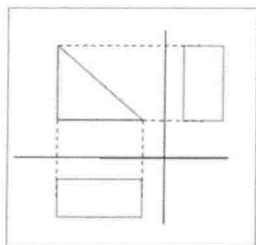
自从劳动开创人类文明史以来,图形一直是人们认识自然,表达、交流思想的主要形式之一。从象形文字的产生到埃及人丈量尼罗河两岸的土地,从航天飞机的问世到火星探测器对火星形貌的探测,图形的重要性可以说是别的任何表达方式所不能替代的。

欧几里得几何学的成功,揭开了人类认识自然的序幕;柏拉图的行星图,是人类通过图形进行思维、表达的典范;在人类文明史上占有重要地位的牛顿力学,其本质是几何力学;正是借助几何表达和分析的方法,牛顿创立了完美的经典力学宏伟大厦,为近代科学的发展奠定了坚实的基础。蒸汽机的发明及其应用,开始了近代工业革命,而蒸汽机制造的关键技术是汽缸的加工,加工汽缸需要车床,无论是汽缸的加工还是机床的制造,都需要工程图纸作为产品信息的载体。到 20 世纪初,美国由于采用互换性和公差配合技术,使得汽车制造中心由欧洲转移到本国——由于成批量生产,汽车工业的生产效率大大提高,汽车的价格大大下降,汽车进入到每一个家庭,使整个美国社会成为“轮子社会”,而“轮子”是依靠图纸生产出来的。

在近代工业革命的进程中,随着生产的社会化,1795 年法国科学家蒙日系统地提出了以投影几何为主线的画法几何,把工程图的表达与绘制高度规范化、唯一化,从而使得画法几何成为工程图的语法,工程图成为工程界的语言。



图1 欧几里得



当时蒙日的方法解决了复杂曲面相交点的繁琐计算问题。效率得到成倍地提高。



当时的欧洲盛行代数计算最精确度观点，但是高斯并不否认代数解析法的优点，但他认为过多地依赖解析法会失掉基于直觉想象力的几何思考能力的作用。于是他建议德国人应当认真研读蒙日的《画法几何学》。

图2 蒙日与《画法几何学》

在画法几何的普及过程中，前苏联学者切特维鲁新和弗罗洛夫等人的工作产生了很大的影响，对于加强学生的逻辑思维训练，培养学生的空间想象能力，起了很好的作用。我国工程图学学者、原华中理工大学赵学田教授简洁通俗地总结了三视图的投影规律为“长对正、高平齐、宽相等”，从而使得画法几何和工程制图知识易学、易懂。

计算机的广泛应用大大促进了图形学的发展，计算机图形学的兴起开创了图形学应用和发展的新纪元。以计算机图形学为基础的计算机辅助设计技术，推动了几乎所有领域的设计革命，CAD 技术的发展和水平已成为衡量一个国家科技现代化和工业现代化水平的重要标志之一。CAD 技术从根本上改变了过去的手工绘图、发图、凭图样组织整个生产过程的技术管理方式，将它变为在图形工作站上进行交互设计、用数据文件发送产品定义、在统一的数字化产品模型下进行产品的设计打样、分析计算、工艺计划、工艺装备设计、数控加工、质量控制、编印产品维护手册、组织备件订货供应等。其标志性的进展就是波音 777 飞机的设计和制造，在设计和制造领域里产生了一场革命。这场革命有三个特征产生了深远的影响，第一个特征是数字化 (Digital Definition)，全部数字化定义实现了 CAD/CAE/CAPP/CAM 等一系列过程的集成、无纸生产、数字化预装配 (Digital Pre-assembly)；第二个特征是标准化，波音公司与其合作生产发动机等公司的信息交换是在产品交换标准 (STEP) 下实现的；第三个特征是网络化，通过网络交换信息。

值得一提的有两点：一是计算机的广泛应用，并不意味着可取代人的作用；二是 CAD/CAE/CAPP/CAM 的一体化，实现了无纸生产（或无图纸生产），但并不等于无图生产。计算机的广泛应用，CAD/CAE/CAPP/CAM 的一体化，使得技术人员可以用更多的时间进行创造性的设计，而创造性的设计离不开运用图形工具的表达、构思。因此，随着 CAD 和无纸生产的发展，图形的作用不仅不会削弱，反而会更加显得重要。

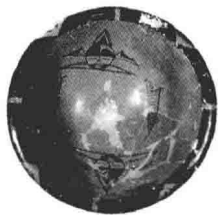


图3 彩陶上的图案



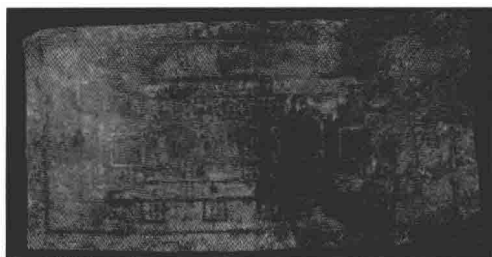
2. 我国工程图学的发展概况

在图形学的发展长河中,具有五千年文明史的中国也有辉煌的一页。“没有规矩,不成方圆”,反映了古代中国人民已对尺规作图的规律具有深刻的理解和认识。我国是世界文明古国之一,也是工程图历史最悠久的国家之一。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,受到举世公认。

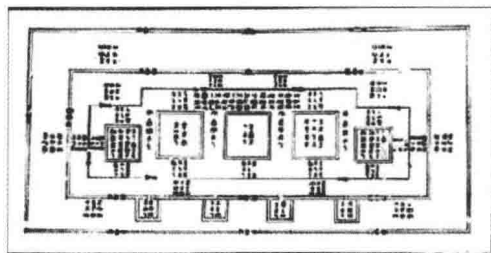
新石器时代,我们的祖先已能绘制一些几何图形和动物图案,具有简单的图示能力,如在西安半坡出土的仰韶彩陶图形中的鱼形图案。

春秋时期,在我国最早的一部技术著作《周礼·考工记》中,就有关于绘图工具和几何作图问题的记载。其中,记载了规矩、绳墨、悬垂等绘图工具的运用。

秦汉时期,我国已出现图样的史料记载,并能根据图样建筑宫室。如1997年在河北平山县发掘的战国时代中山王墓中,有一个长96cm、宽48cm、厚0.8cm、重32.1kg的铜版,版上用不同粗细的金、银线嵌制了439个字和一幅1:500的陵墓建筑平面图,该图是采用正投影法绘制的,制图方位上南下北,是我国已发现资料中最古老的一幅完整建筑平面图。



(a) 铜版原形



(b) 整理后的平面图

图4 中山王墓建筑平面图

宋代李诫(明仲)于公元1100年所著的《营造法式》一书,是我国建筑技术方面的一部经典著作,也是一部闻名世界的建筑图样的巨著。书中记载的各种图样与现代的正投影图、轴测图、透视图的画法已非常接近。全书共36卷,所附的图样就有6卷。书中采用中心投影法、平行投影法、轴测投影法清晰地表明了较为复杂的建筑结构和有关部分的形状。

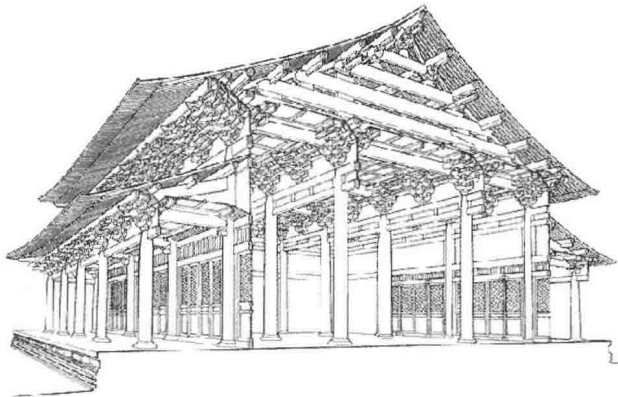


图5 《营造法式》图样



随着生产技术的不断发展,农业、交通、军事等器械的日趋复杂和完善,图样的形式和内容也日益接近现代工程图样。例如,在清代程大位所著的《算法统筹》一书的插图中,有丈量步车的装配图和零件图。

制图技术在我国虽有光辉的成就,但因长期受封建制度的统治,在理论上缺乏完整的、系统的总结。新中国成立前的近百年,我国又遭受帝国主义的侵略,处于半封建半殖民地的状态,致使工程图学停滞不前。新中国成立后,在中国共产党领导下,国家沿着建设有中国特色的社会主义道路前进,工业生产得到很快的恢复和发展,建立了自己的工业体系,结束了旧中国遗留下来的混乱局面,为我国的科学技术和文化教育事业开辟了广阔的前景,工程图学得到前所未有的发展。1956年原第一机械工业部颁布了第一个部颁标准《机械制图》,1959年国家科学技术委员会颁布了第一个国家标准《机械制图》,随后又颁布了国家标准《建筑制图》,使全国工程图样标准得到统一,标志着我国工程图学进入了一个崭新的阶段。随着科学技术的发展和工业水平的提高,技术规定不断修改和完善,先后于1970年、1974年、1984年、1993年修订了国家标准《机械制图》,并颁布了一系列《技术制图》与《机械制图》新标准。截至2003年年底,1985年实施的四类17项《机械制图》国家标准中已有14项被修改替代。此外,在改进制图工具和图样复制方法、研究图学理论和编写出版图学教材等方面都取得了可喜的成绩。

20世纪40年代,世界上第一台计算机问世后,计算机技术以惊人的速度发展。20世纪50年代初期,世界上第一台平板式数控绘图机问世,给古老的工程图学增添了新的篇章。1967年我国开始计算机绘图的研制工作,1968年制成LZ-5数控绘图仪,1977年制成具有先进水平的HTJ-1855大型精密绘图机和752型彩色显示器。1987年起,中国工程图学学会每两年主办一次国际计算机辅助绘图、设计、制造学术会议,增强了国际间的学术交流。目前,计算机绘图技术已在很多部门用于生产、设计、科研和管理工作。近年来,一系列绘图软件的研制成功,给计算机绘图提供了极大的方便,设计制图的现代化手段日益普及。

深信,随着我国改革开放的不断推进,工程图学定能不断地适应社会主义建设的需要,在图学理论、应用图学、计算机图学、制图技术、制图标准、图学教育等诸方面,定能得到更加广泛的应用和迅速的发展。



第1章

制图基本知识与技能

机械图样是现代机械工业生产中必不可少的技术资料,每位工程技术人员均应熟悉和掌握有关制图的基本知识和技能。本章将着重介绍国家标准《技术制图》和《机械制图》中的一些基本规定,并简略介绍平面图形的基本作图法、尺寸标注及徒手绘图的有关内容。

1.1 常用绘图工具及其使用

“工欲善其事,必先利其器。”图样的绘制有两种方法:手工绘图和计算机绘图,手工绘图又包括尺规绘图和徒手绘图。尺规绘图是绘制各类工程的基础,具备了良好的尺规绘图能力,就为借助其他绘图手段和工具绘制高质量的工程图奠定了基础。尺规绘图是借助于丁字尺、图板、三角板、圆规、分规、铅笔等主要绘图工具进行绘图的方法。正确使用各种尺规工具和仪器既能保证绘图质量,加快绘图速度,又能为计算机绘图奠定基础。因此,必须养成正确使用、维护绘图工具与仪器的良好习惯。常用的绘图工具有图板、丁字尺、三角板、圆规、分规、绘图铅笔、比例尺、曲线板、擦图片、绘图橡皮、胶带纸、削笔刀等。

1.1.1 图板、丁字尺和三角板

1. 图板

图板是用来铺放和固定图纸的矩形木板。绘图工作就是在图板上进行的,因此要求图板的板面平整光滑、木质细软。图板一般由胶合板制成,四边镶以平直的硬木边框,其左边是工作导向边,要求光滑平直,如图 1.1 (a) 所示。

2. 丁字尺

丁字尺用来绘制水平直线。它由相互垂直的尺头和尺身组成,尺身的上边有刻度,是工作边,如图 1.1 (a) 所示。使用时,必须将尺头紧靠图板导边作上下移动,右手执笔,沿尺身工作边自左向右画线,画线时,笔杆应稍向外倾斜,尽量使笔尖贴靠尺边,如图 1.1 (b) 所示。禁止直接使用丁字尺画水平线的垂直线,也不能用尺身下缘画水平线。

3. 三角板

一副三角板有两块,一块是 45° 等腰直角三角板,另一块是 30° 、 60° 的直角三角板。它们常与丁字尺配合使用,可画垂线(自下而上画出)和与水平成 15° 倍数角的斜线,如图 1.2 所示。两块三角板配合还可以画已知直线的平行线和垂直线,如图 1.3 所示。

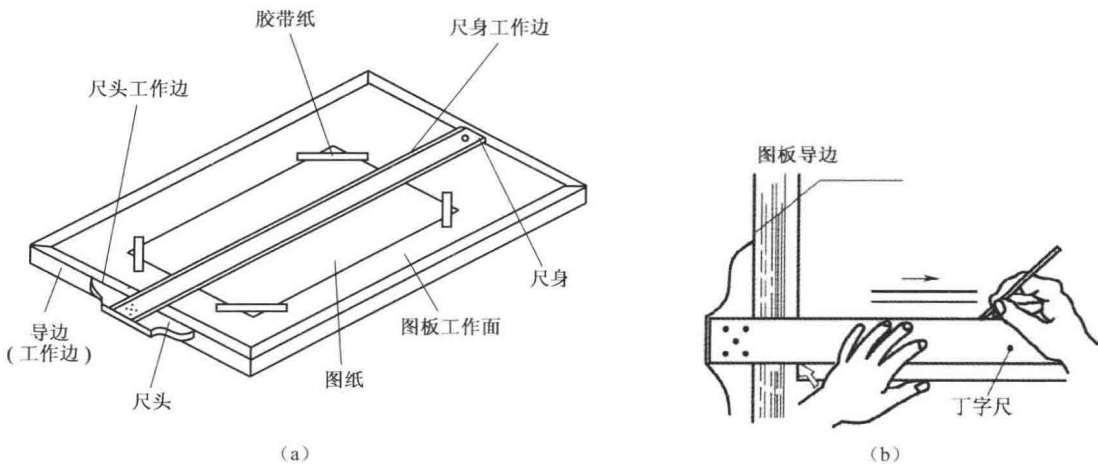


图 1.1 图板和丁字尺

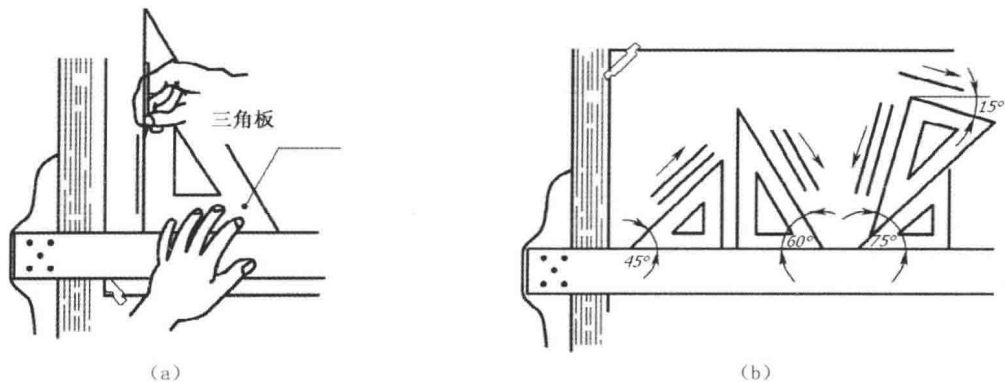


图 1.2 三角板与丁字尺配合使用

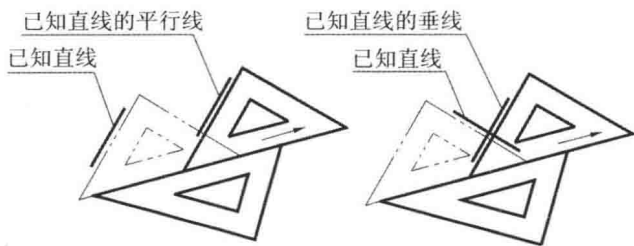


图 1.3 两块三角板配合使用

1.1.2 圆规和分规

1. 圆规

圆规是画圆和圆弧的工具。使用前，应先调整针脚，使钢针尖略长于铅芯，如图 1.4 (a) 所示。画图时，将针尖轻轻插入纸面，铅芯与纸接触，并将圆规向前进方向稍微倾斜，作顺时针方向旋转，即画成一圆，如图 1.4 (b) 所示。画较大的圆时，要使用加长杆，并使圆规的钢针和铅芯尽可能垂直于纸面，如图 1.4 (c) 所示。画小圆时，圆规两脚应向里弯曲，如图 1.4 (d) 所示。

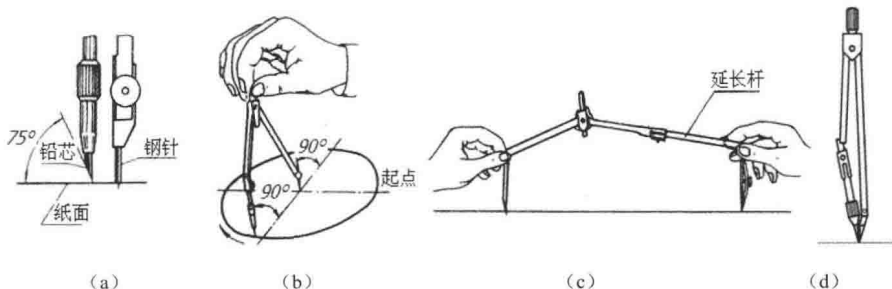


图 1.4 圆规的使用方法

2. 分规

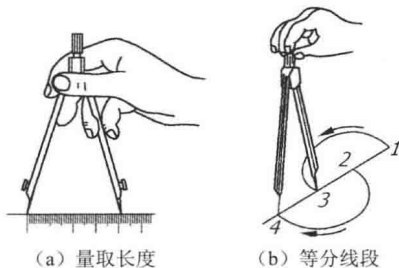


图 1.5 分规的使用方法

分规是用来量取长度和等分线段的工具，其两脚均装有钢针，两脚并拢时将两针尖调整对齐。从比例尺上量取长度时，针尖不要正对尺面，应使针尖与尺面保持倾斜，如图 1.5 (a) 所示。用分规等分线段时，通常要用试分法，将分规两针尖调整到所需的距离，然后用右手拇指和食指捏住分规手柄，使分规两针尖沿线段交替旋转前进，如图 1.5 (b) 所示。

1.1.3 铅笔和铅芯

在绘制工程图样时要选择专用的“绘图铅笔”。一般需要准备以下几种型号的绘图铅笔来绘制不同的线型：H 铅笔常用来画底稿或细线；HB 铅笔常用来写字或画箭头；B 铅笔常用来画粗线；2B 铅笔常用来加深粗线。

在铅笔标号中，字母 H 之前的数字越大，表示铅芯越硬，画出来的图线就越淡；字母 B 之前的数字越大，铅芯越软，画出来的图线就越黑。由于圆规画圆时不使用力，因此圆规上使用的铅芯一般要比绘图铅笔软一号。用于画粗实线的铅笔和铅芯应磨（或削）成矩形断面，其余的磨成圆锥形，如图 1.6 所示。铅笔应从没有标号的一端削起，以便保留铅芯硬度的标号。

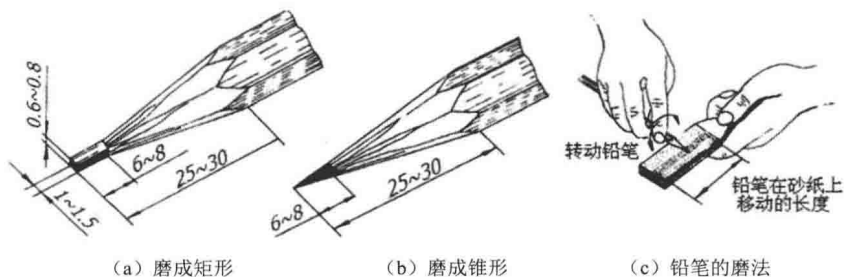


图 1.6 铅笔的修磨方法和形状

1.1.4 其他绘图工具

除了上述绘图工具，常用的手工绘图工具和用品还有比例尺、曲线板、橡皮、胶带纸、擦