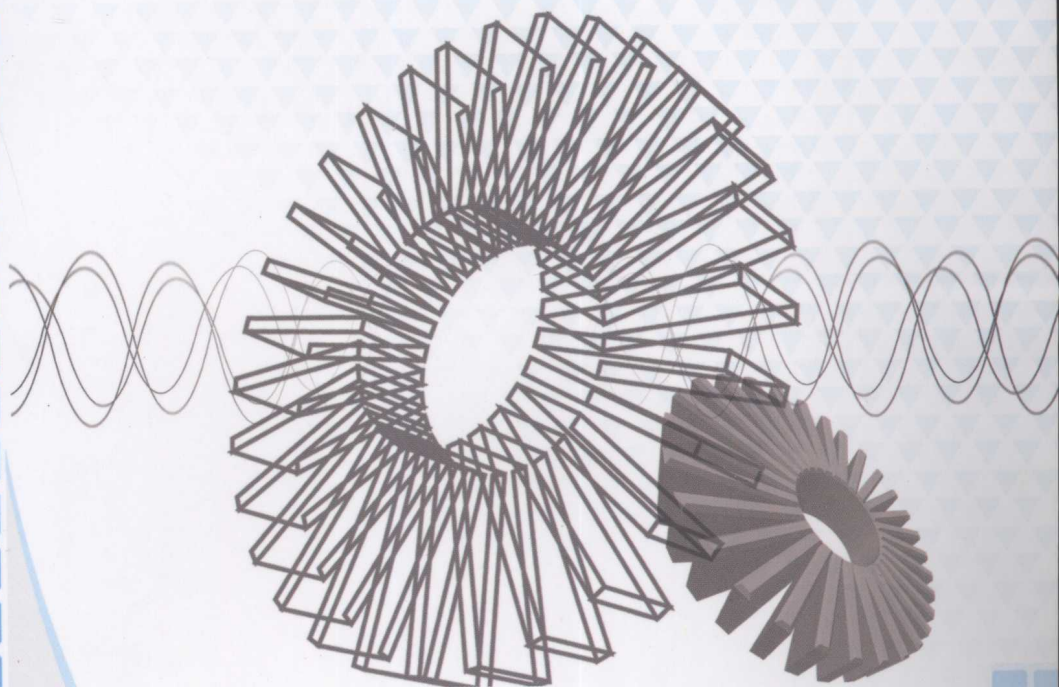




高职高专“十一五”机电一体化专业规划教材

机械制图

张丽荣 主编



赠电子教案



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

高职高专“十一五”机电一体化专业规划教材

机械制图

主 编 张丽荣
副主编 黄向裕 高 慧



机械工业出版社

本教材是在总结了多年机械制图教学实践经验的基础之上编写而成的。书中突出了为工程实际培养应用型人才的教學特点，加强了内容的针对性、实用性和可读性，以适应高等职业院校师生及从事机械设计、机械制造人员识读和绘制图样能力培养的需求。

本教材的主要内容包括：制图的基本知识与技能、投影的基本知识、立体表面基本元素及基本体的投影、截切体与相贯体的投影、轴测图、组合体、机件的表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图、计算机绘图，共十一章。教材在编写中全面贯彻了最新的《技术制图》与《机械制图》国家标准。

教材可供高职高专院校、中等职业技术学校作为教学用书，也可作为工程技术人员自学的参考书，还可作为制图员考证练习及参考用书。与教材配套使用的多媒体课件、《机械制图习题册》也同时出版。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/张丽荣主编. —北京：机械工业出版社，
2007.9

高职高专“十一五”机电一体化专业规划教材
ISBN 978-7-111-22127-2

I. 机… II. 张… III. 机械制图—高等学校：技
术学校—教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 123785 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑：王海峰 责任编辑：王德艳

版式设计：张世琴 责任印制：洪汉军

北京铭成印刷有限公司印刷

2007 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 18 印张 · 445 千字

0001—6000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-22127-2

定价：27.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
销售服务热线电话：(010)68326294

购书热线电话：(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话：(010)88379756

封面无防伪标均为盗版

前 言

《机械制图》是高等职业院校的一门技术基础课程，是整个高职高专教学工作中的重要组成部分。半个世纪以来，通过不断的教学实践，该教程在课程体系、教学内容以及教学方法等方面都有所改革和创新。

本教材主要内容包括：制图基本知识与技能、投影的基本知识、立体表面基本元素及基本体的投影、截切体与相贯体的投影、轴测图、组合体、机件的表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图及计算机绘图，共十一章。

本教材具有以下特点：

1) 结构体系严谨合理。基础理论与实际应用相结合，加强了识图和绘图能力的培养，达到了理论教学以应用为目的、以必须够用为度的标准。

2) 教材图文并茂，教学内容清晰、生动，使人一目了然。

3) 为了提高实际动手能力，本教材强化了徒手绘图部分的内容。

4) 公差配合部分的内容更加细化。

5) 本教材插图全部采用计算机绘制。平面图形清晰准确，立体图逼真。

6) 本教材配有电子教案。

7) 结合国家制图标准，跟进最新动态，做到信息准、内容新、讲解精。

8) 本教材参考了高职高专《机械制图教学基本要求》，并依据中、高级（机械类）《制图员国家职业标准》，按照中、高级制图员职业资格认证对制图基础理论的要求进行编制的，教学有依据，学习有目的。

本教材可供高职高专院校、中等职业技术学校的学生作为教学用书，也可作为工程技术人员的参考用书，还可作为制图员考证练习及参考用书。

参加本教材编写的有：平顶山工业职业技术学院的张丽荣、高立廷；山西机电职业技术学院的黄向裕；北京工业职业技术学院的高慧。

本教材由张丽荣任主编，由黄向裕、高慧任副主编，由河南高职高专图学会理事长张玉琴统稿，由河南轻工学院刘申力教授任主审。

本教材具体编写分工如下：张丽荣编写绪论、第3、5、8章、附录A、B，高慧编写第1、2、4章，黄向裕编写第6、7、9、10章、附录C、D、E，高立廷编写第11章。

本教材多媒体课件由张丽荣、黄向裕制作完成。

本教材编写时参考了一些国内同类著作，在此向有关作者致谢。

由于编者水平所限，书中难免有不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

前言	
绪论	1
第1章 制图的基本知识与技能	4
1.1 手工绘图工具、仪器及用品	4
1.1.1 图板、丁字尺、三角板	4
1.1.2 比例尺	5
1.1.3 圆规和分规	6
1.1.4 直线笔和绘图笔	7
1.1.5 绘图用品	7
1.1.6 专用绘图机	9
1.2 制图的基本规定	9
1.2.1 图纸幅面和图框格式	10
1.2.2 图线及其画法	14
1.2.3 字体	17
1.2.4 比例	19
1.2.5 尺寸标注	20
1.3 常用几何图形的画法	25
1.3.1 几何作图	25
1.3.2 斜度和锥度	30
1.3.3 圆弧连接	30
1.4 平面图形的分析与画法	34
1.4.1 平面图形的尺寸分析	34
1.4.2 平面图形的线段分析	35
1.4.3 平面图形的画法	35
1.5 制图的一般方法和步骤	36
1.5.1 用绘图工具和仪器绘制图样	36
1.5.2 用铅笔绘制徒手草图	37
第2章 投影的基本知识	41
2.1 投影法概述	41
2.1.1 投影的概念	41
2.1.2 投影的分类	41
2.1.3 平行投影的特性	42
2.1.4 工程上常用的投影图	44
2.2 物体的三视图	45
2.2.1 三投影面体系的建立	46
2.2.2 三视图的形成	47
2.2.3 三视图之间的投影关系	48
2.2.4 三视图之间的位置关系	48
2.2.5 物体与三视图之间的方位关系	48
2.2.6 画三视图的方法与步骤	49
第3章 立体表面基本元素及基本体的投影	51
3.1 点的投影	51
3.1.1 点的三面投影及其规律	51
3.1.2 点的投影与其直角坐标的关系	53
3.1.3 特殊位置点的投影	54
3.1.4 两点的相对位置	55
3.2 直线的投影	56
3.2.1 直线的三面投影	56
3.2.2 直线上点的投影	57
3.2.3 各种位置直线的投影特性	57
3.2.4 两直线的相对位置	60
3.3 平面的投影	62
3.3.1 平面的表示方法	62
3.3.2 各种位置平面的投影特性	63
3.3.3 平面上的点和直线的投影	66
3.4 基本体的投影	67
3.4.1 平面立体的投影	68
3.4.2 回转体的投影	73
3.4.3 基本体的尺寸标注	81
第4章 截切体与相贯体的投影	83
4.1 截切体	83
4.1.1 截切体的有关概念及性质	83
4.1.2 平面截切体	83

4.1.3 曲面截切体	87	6.4 读组合体的视图	124
4.2 相贯体	94	6.4.1 读图要点	124
4.2.1 相贯体的有关概念及性质	94	6.4.2 读图方法和步骤	126
4.2.2 立体表面的相贯线	94	6.4.3 已知组合体两视图补画 第三视图	129
4.3 过渡线	98	第7章 机件的表达方法	132
4.4 相贯线的简化画法	99	7.1 视图	132
4.5 截断体和相贯体的尺寸标注	100	7.1.1 基本视图	132
4.5.1 截断体(常常是带有切口和穿孔的基本 本体)的尺寸标注	100	7.1.2 向视图	133
4.5.2 相贯体的尺寸标注	100	7.1.3 局部视图	133
第5章 轴测图	102	7.1.4 斜视图	134
5.1 轴测投影的基本知识	102	7.2 剖视图	135
5.1.1 轴测投影图的形成	102	7.2.1 剖视图的概念	135
5.1.2 轴测投影的基本概念	103	7.2.2 剖视图的种类	138
5.1.3 轴测轴的设置	103	7.3 断面图	143
5.1.4 轴测投影的特点	104	7.3.1 断面图的概念	143
5.1.5 轴测投影图的分类	104	7.3.2 断面图的种类	143
5.2 正等测轴测图	104	7.4 局部放大图和简化画法	145
5.2.1 正等测图的形成	104	7.4.1 局部放大图	145
5.2.2 正等测图的参数	105	7.4.2 简化画法	145
5.2.3 平面立体的正等测图的基本画法	106	7.5 读剖视图的方法和步骤	148
5.2.4 回转体的正等测图的基本画法	108	7.5.1 读剖视图的方法	148
5.3 斜二测轴测投影图	111	7.5.2 读剖视图的步骤	148
5.3.1 斜二测图的形成	111	第8章 标准件和常用件	151
5.3.2 斜二测图的参数	112	8.1 螺纹	151
5.3.3 斜二测图的画法	112	8.1.1 螺纹的形成	151
5.3.4 斜二测图的画法举例	113	8.1.2 螺纹的五要素	151
第6章 组合体	115	8.1.3 螺纹的规定画法	152
6.1 组合体的形体分析和组合形式	115	8.1.4 螺纹的种类与标注	154
6.1.1 组合体的形体分析	115	8.2 常用螺纹紧固件	156
6.1.2 组合体的组合形式及 表面连接关系	115	8.2.1 常用螺纹紧固件及其标记	156
6.2 组合体视图的画法	117	8.2.2 螺纹紧固件的联接画法	159
6.2.1 叠加型组合体视图的画法	117	8.3 齿轮	162
6.2.2 切割型组合体视图的画法	118	8.3.1 直齿圆柱齿轮各部分的名称、代号和 尺寸关系	163
6.3 组合体的尺寸标注	121	8.3.2 直齿圆柱齿轮的规定画法	164
		8.4 键联接、销联接	166

8.4.1 键联接	166		
8.4.2 销联接	167		
8.5 滚动轴承	168		
8.5.1 滚动轴承的构造与种类	168		
8.5.2 滚动轴承的代号	169		
8.5.3 滚动轴承的画法	169		
8.6 弹簧	170		
第9章 零件图	172		
9.1 零件图的作用和内容	172		
9.1.1 零件图的作用	172		
9.1.2 零件图的内容	172		
9.2 零件图的视图选择	173		
9.2.1 主视图的选择	173		
9.2.2 视图表达方案的选择	174		
9.2.3 典型零件的视图表达方法 选择示例	174		
9.3 零件图的尺寸标注	176		
9.3.1 零件图上的主要尺寸必须 直接注出	176		
9.3.2 合理地选择基准	177		
9.3.3 避免出现封闭尺寸链	178		
9.3.4 标注尺寸要便于加工和测量	178		
9.3.5 典型零件图的尺寸标注示例	179		
9.4 零件上常见的工艺结构	180		
9.4.1 铸造零件的工艺结构	180		
9.4.2 零件加工面的工艺结构	181		
9.5 零件图上的技术要求	182		
9.5.1 表面粗糙度	182		
9.5.2 极限与配合	185		
9.5.3 形状和位置公差及其标注	191		
9.6 零件测绘	194		
9.6.1 零件测绘方法和步骤	194		
9.6.2 零件尺寸的测量方法	196		
9.6.3 零件测绘时的注意事项	197		
9.7 读零件图	197		
9.7.1 读零件图的要求	197		
9.7.2 读零件图的方法与步骤	197		
9.7.3 读零件图举例	198		
		第10章 装配图	202
		10.1 装配图概述	202
		10.1.1 装配图的作用	202
		10.1.2 装配图的内容	202
		10.2 装配图的表达方法	203
		10.2.1 规定画法	203
		10.2.2 特殊画法	204
		10.2.3 简化画法	204
		10.3 装配图中的尺寸和技术要求	205
		10.3.1 装配图的尺寸标注	205
		10.3.2 技术要求的注写	206
		10.4 装配图中的零、部件序号和明细栏	206
		10.4.1 零、部件序号的编排方法	206
		10.4.2 明细栏	207
		10.5 装配结构简介	207
		10.5.1 接触面的数量和结构	207
		10.5.2 转折处的结构	208
		10.5.3 螺纹联接的结构	208
		10.5.4 维修、拆卸的结构	209
		10.6 画装配图的方法和步骤	209
		10.7 读装配图及由装配图拆画零件图	212
		10.7.1 读装配图及由装配图拆画零件 图的方法和步骤	212
		10.7.2 读装配图及由装配图拆 画零件图举例	213
		第11章 计算机绘图	217
		11.1 AutoCAD 2006 基础	217
		11.1.1 AutoCAD 2006 的基本知识	217
		11.1.2 层、线型、线宽和颜色	219
		11.1.3 图形界限的设置	222
		11.1.4 图形显示控制	222
		11.1.5 选择对象和使用夹点编辑	223
		11.2 二维图形的绘制、注写文本和 图案填充	225
		11.2.1 二维图形的绘制	225
		11.2.2 注写文本	229
		11.2.3 图案填充	232

11.2.4 编辑图案填充	234
11.3 二维图形编辑	234
11.3.1 删除对象	234
11.3.2 复制对象	235
11.3.3 镜像对象	235
11.3.4 偏移对象	236
11.3.5 移动对象	236
11.3.6 修剪对象	237
11.3.7 阵列对象	237
11.4 尺寸标注	239
11.4.1 标注样式	239

11.4.2 标注尺寸	245
-------------------	-----

附录	248
----------	-----

附录 A 螺纹	248
---------------	-----

附录 B 常用标准件	252
------------------	-----

附录 C 极限与配合	263
------------------	-----

附录 D 标准结构	272
-----------------	-----

附录 E 常用材料	274
-----------------	-----

参考文献	280
------------	-----

绪 论

1. 本课程的性质和教学目标

工程图学是工程技术界研究技术图样的绘制原理和应用的一门学科。它是人们在长期的生产实践活动中,经过不断的发展和完善,而逐渐形成的一门独立的学科。其研究对象是技术图样。

技术图样就是在工程技术中,根据投影原理、国家标准或有关规定,准确地表示工程对象,并注有必要的技术说明的图,简称图样。在实际生产中,无论是机器或设备的设计、制造与维修,还是房屋、桥梁、船舶等的设计、建造与维护,都要按照图样来进行。设计部门通过图样来表达其设计思想和意图;生产与施工部门根据图样进行制造、建造、检验、安装以及调试;使用者也要通过图样来了解其结构、性能及原理,以掌握正确的使用、保养、维护和维修方法及要求。因此,图样是表达和交流技术思想的必备工具,也是用来指导生产、施工、管理等工作的重要技术文件,是工程界的共同语言。它可以通过手工绘制,也可以在计算机上通过绘图软件来绘制。因此,凡是从事工程技术工作的人员,都必须掌握绘制和阅读工程图样的能力。随着市场全球化的发展,国际间的交流日益频繁,在技术交流、国际合作、引进项目、劳务输出等国际交往的过程中,工程图样作为“工程师的国际语言”更是不可缺少。

图样的种类很多,不同的行业或专业,对图样有不同的要求和名称,如机械图样、建筑图样、水利图样、电气图样等。机械图样是其中的一种,它是用来表达机械零、部件或整台机器的形状、大小、材料、结构以及技术要求等内容的技术文件,是机械制造与生产加工的依据。

《机械制图》这门课程研究的内容是机械图样绘制与识读规律的理论和方法,它是高等职业技术学院机械类及其相关专业培养生产一线高级工程技术应用型人才的一门实践性很强的技术基础课。其主要任务是培养学生具有基本的绘制和识读机械图样的能力。

本课程的教学目标:

- 1) 能正确、熟练使用常用的绘图工具和仪器。
- 2) 了解、贯彻《技术制图》、《机械制图》等国家标准的有关基本规定,并具备查阅标准的能力。
- 3) 掌握正投影的基本理论和运用正投影法绘制图样的方法。
- 4) 掌握机件的表达方法及相关标准。
- 5) 掌握常用件、标准件(主要是螺纹紧固件)的规定画法。
- 6) 了解零件图、装配图的作用及内容,掌握阅读机械图样的方法。
- 7) 具有一定的计算机绘图能力。
- 8) 具有认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风,努力提高自身的综合素质,培养创新能力。

2. 本课程的内容与要求

本课程的主要内容包括：制图的基本知识与技能、投影基础、机械制图以及计算机绘图四部分。学完本课程，应达到如下要求：

1) 通过学习制图的基本知识与技能，应熟悉并遵守制图的基本规定，学会正确地使用绘图工具和仪器，掌握平面图形的绘制方法、技巧及徒手绘图的能力。

2) 通过学习正投影法基本原理和投影图的绘制与识读，应掌握用正投影法表达空间形体的基本理论和方法，具有绘制与识读空间形体投影图的能力。这部分内容是绘制与识读有关机械图样的基础，是学习本课程的重点。同时应初步掌握轴测图的基本概念和画法，了解第三角投影法的基本概念。

3) 机械制图部分是本课程的主要内容，通过学习，应掌握机械图样的图示特点和表达方法；初步掌握机械图样的绘制方法；能正确绘制和识读中等以上复杂程度的机械零件工作图和装配图。

4) 随着现代计算机技术的革命所催生的数字化生存时代的到来，手绘图正逐步被计算机绘图所代替。作为未来的工程技术人员，在掌握了绘图与识图的基本技能以及投影原理的基础上，必须学会使用常用的绘图软件：比如熟悉 AutoCAD、CAXA 电子图板的基本操作，并能绘制简单的机械图样。这将充分发挥设计人员的创造性，大大缩短产品的设计周期，更有助于促进产品的标准化、系列化和通用化，在最短的时间内获得最高的收益。

3. 本课程的学习方法

本课程对大多数同学来说可能是陌生的，它将我们带进了一个完全崭新的图学领域，根据以上所述的该课程的性质、内容、要求及教学目标，学习中应遵循下述方法：

1) 端正学习态度，自觉刻苦钻研。“兴趣是最好的老师”，首先要培养兴趣，继而自觉、主动的学习，认真听讲，及时复习，反复练习。还要具备较强的自学能力，以适应科技新时代及终身学习的需要。

2) 严格遵守制图标准。在学习中，应认真学习《技术制图》、《机械制图》等国际、国家及行业的标准，熟记各种代号和图例的含义，并养成在绘图过程中自觉严格遵守标准的好习惯。

3) 坚持理论联系实际。投影基础与机械制图是互相联系又各有特点的两部分，投影基础是机械制图的理论基础，机械制图是投影理论的具体应用。前者比较抽象，系统性和理论性较强；后者比较实际具体，实践性较强。在学习时，必须认真学习投影原理，掌握空间形体与投影图之间的内在关系，反复进行“由空间到平面，由平面到空间”的绘图与读图的训练，不断提高绘图及识图的能力。

4) 努力培养耐心细致的工作作风和良好的绘图、读图习惯。在生产实践中，绘图和读图的丝毫差错，都会给生产和施工带来严重损失。因此，在学习中，自始至终，都要严格要求，一丝不苟，规范训练，树立对产品和工程认真负责的理念，切实培养起认真负责的工作态度和耐心细致的工作作风，而决不能忽视这种职业素质的训练。

4. 我国工程图学发展简介

劳动创造了人类文明，在人类文明的发展史中，也凝聚着我国劳动人民的智慧。作为世界上工程技术发展最早的文明古国之一，我国工程图学的发展也有着悠久的历史。早在春秋时期的《周礼考工记》中，就有了“规、矩、水、绳墨”等制图工具的记载。迄今我国发现的最古老的一幅建筑施工图，是战国时期的一块“兆域图”铜版，它于1977年在河北平山

的中山王墓中被发掘出土，其上用不同粗细的金属线画出了标有尺寸和文字说明的陵墓平面图，还使用了1:500的比例及正投影法和阶梯剖。由宋代的李诫所著的建筑工程巨著《营造法式》，在附图中绘制了大量的平面图、立面图、剖视图以及透视图和轴测图，仅附图就占了全书的六分之一。在明朝宋应星所著的《天工开物》一书中，也绘有大量的立体轴测图，用来表达各种器械的立体形状和结构。《营造法式》和《天工开物》这两部书至今还完好的保存在国家历史博物馆中。这些书籍充分展现了我国古代高水平的制图技术。

在近代，由于历史的原因，我国工业和科学技术的发展相当缓慢，因而工程图学的发展也曾一度止步不前。

建国后，百废待兴，工业生产和科学技术得到了迅猛的发展，工程图学也随之得到了前所未有的进步。1959年，新中国的第一个制图规范——国家标准《机械制图》由国家科学技术委员会颁布。在此以后，随着生产实践经验的不断积累，又对其进行了多次修订，使之不断完善，技术水平也不断提高。但由于“文化大革命”等历史条件的限制，这些标准过多地强调了国内的经验，相当多的内容与国际标准不符。因此，20世纪80年代，我国又相继颁布并实施了一大批有关制图的国家标准和行业标准，以1984年经国家标准局批准颁布的《机械制图》国家标准和在技术内容上具有统一性和通用性的《技术制图》国家标准最为典型。同时还规定，各项标准每经过五年都要进行一次复审和确认，并于1991年完成了这项工作。这些标准的颁布和实施，对我国工业生产和科学技术的发展起到了积极的推动作用。另外，我国在工程图学的理论与应用、图样标准化技术、制图技术与装备、图学教育理论及教学改革等方面，都取得了长足的发展。特别是从1967年开始研制计算机绘图工作以来，在1977年就设计出了具有世界先进水平的大型绘图机和彩色显示器，随着现代计算机技术的飞速发展和已经到来的新技术革命所催产的数字化生存时代的到来，各种绘图软件不断涌现和升级，CAD及计算机绘图技术越来越多的应用于我国的科研、生产、教育、管理等各个部门，同时，国际交流与合作也日益增多，这些都必将推动我国的工程图学向着更高水平的方向快速前进。

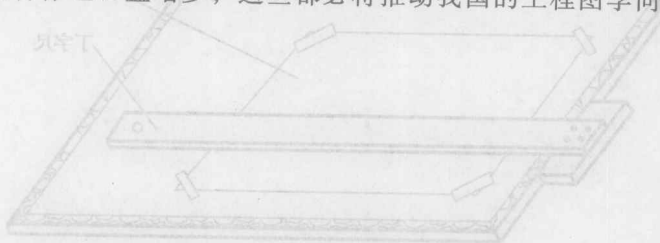


图 1-1 图

图 1-1 表

EA	SA	JA	0A	号升第图式只通图
000 × 200	010 × 010	050 × 050	050 × 050	(号 × 号) 号只通图

第1章 制图的基本知识与技能

要想看懂已画好的图样，并且能够画出符合要求、准确表达工程对象的图样，首先就必须掌握制图的基本知识和基本技能。

1.1 手工绘图工具、仪器及用品

图样绘制的质量好坏与速度快慢取决于绘图工具和仪器的质量，同时也取决于其能否正确使用。因此，要能够正确挑选绘图工具和仪器，并养成正确使用和经常维护、保养绘图工具和仪器的良好习惯。下面介绍几种常用的绘图工具、仪器、用品以及它们的使用方法。

1.1.1 图板、丁字尺、三角板

1. 图板

图板是用来铺放和固定图纸的。板面要求平整光滑，图板四周一般都镶有硬木边框，图板的左边是工作边，称为导边，需要保持其平直光滑。使用时，要防止图板受潮、受热。图纸要铺放在图板的左下部，用胶带纸粘住四角，并使图纸下方至少留有一个丁字尺宽度的空间，如图 1-1 所示。

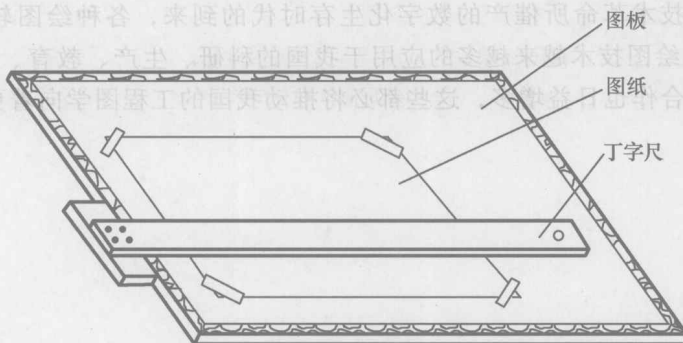


图 1-1 图板及丁字尺

图板大小有多种规格，它的选择一般应与绘图纸张的尺寸相适应，与同号图纸相比每边加长 50mm。常用的图板尺寸规格见表 1-1。

表 1-1 图板尺寸规格

(单位:mm)

图板尺寸规格代号	A0	A1	A2	A3
图板尺寸(宽×长)	920×1220	610×920	460×610	305×460

2. 丁字尺

丁字尺主要用于画水平线，它由互相垂直并连接牢固的尺头和尺身两部分组成，尺身沿长度方向带有刻度的侧边为工作边。绘图时，要使尺头紧靠图板左边，并沿其上下滑动到需

要画线的位置，同时使笔尖紧靠尺身，笔杆略向右倾斜，即可从左向右匀速画出水平线。应注意：尺头不能紧靠图板的其他边缘滑动而画线；丁字尺不用时应悬挂起来（尺身末端有小圆孔），以免尺身翘起变形，如图 1-1 所示。

3. 三角板

三角板由 45° 和 $30^\circ(60^\circ)$ 各一块组成一副，规格用长度 L 表示，常用的大三角板有 20cm、25cm、30cm。它主要用于配合丁字尺来画垂直线与倾斜线。画垂直线时，应使丁字尺尺头紧靠图板工作边，三角板一边紧靠住丁字尺的尺身，然后用左手按住丁字尺和三角板，且应靠在三角板的左边自下而上画线。画 30° 、 45° 、 60° 倾斜线时均需丁字尺与一块三角板配合使用，当画其他 15° 整数倍角的各种倾斜线时，需丁字尺和两块三角板配合使用画出，如图 1-2a 所示。同时，两块三角板配合使用，还可以画出已知直线的平行线或垂直线，如图 1-2b 所示。

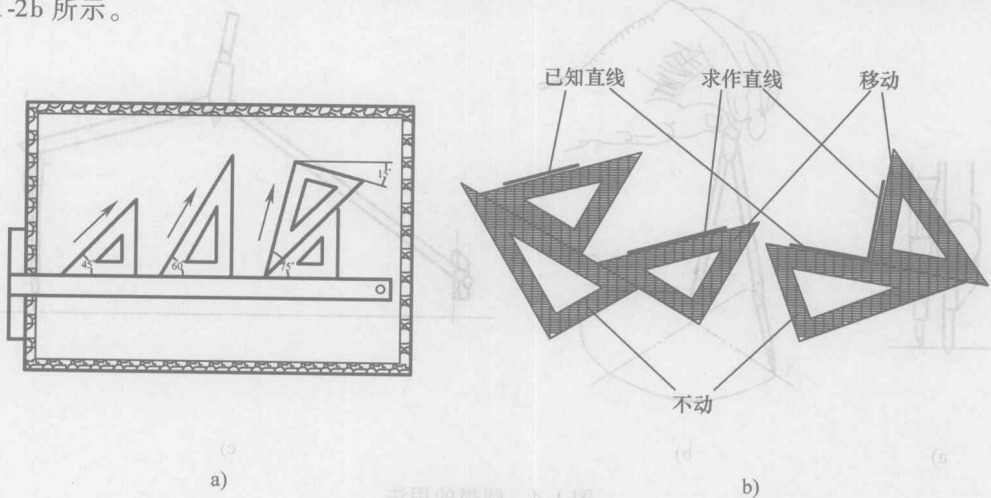


图 1-2 三角板和丁字尺的配合使用

1.1.2 比例尺

比例尺是按一定比例量取长度时的专用量尺，可放大或缩小尺寸，如图 1-3 所示。常用的比例尺有两种：一种外形成三棱柱体，上有六种（1:100、1:200、1:300、1:400、1:500、1:600）不同的比例，称为三棱尺；另一种外形象直尺，上有三种不同的比例，称为比例直尺。

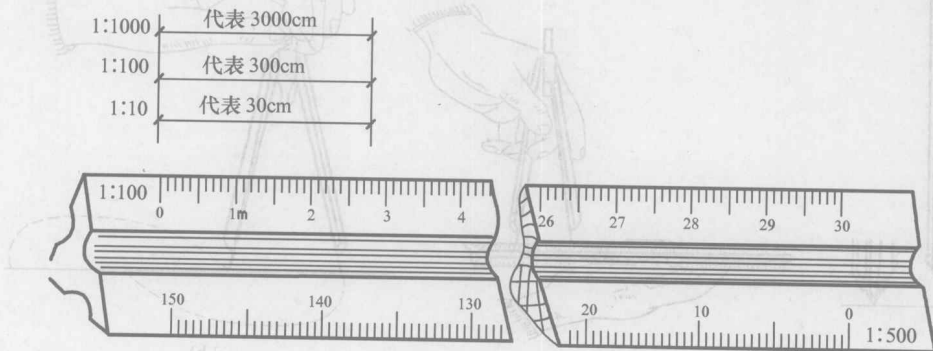


图 1-3 比例尺

尺。画图时可按所需比例，用尺上标注的刻度直接量取而不需换算。如按 1:100 比例，画出实际长度为 3m 的图线，可在比例尺上找到 1:100 的刻度一边，直接量取相应刻度即可，这时，图上画出的长度是 30mm。

1.1.3 圆规和分规

圆规主要是用来画圆及圆弧的。一般较完整的圆规应附有铅芯插腿、钢针插腿、直线笔插腿和延伸杆等，如图 1-4a 所示。在画图时，应使用钢针具有台阶的一端，并将其固定在圆心上，这样可不使圆心扩大，还应使铅芯尖与针尖大致等长。在一般情况下画圆或圆弧时，应使圆规按顺时针转动，并稍向前方倾斜。在画较大圆或圆弧时，应使圆规的两条腿都垂直于纸面，如图 1-4b 所示。在画大圆时，还应接上延伸杆，如图 1-4c 所示。

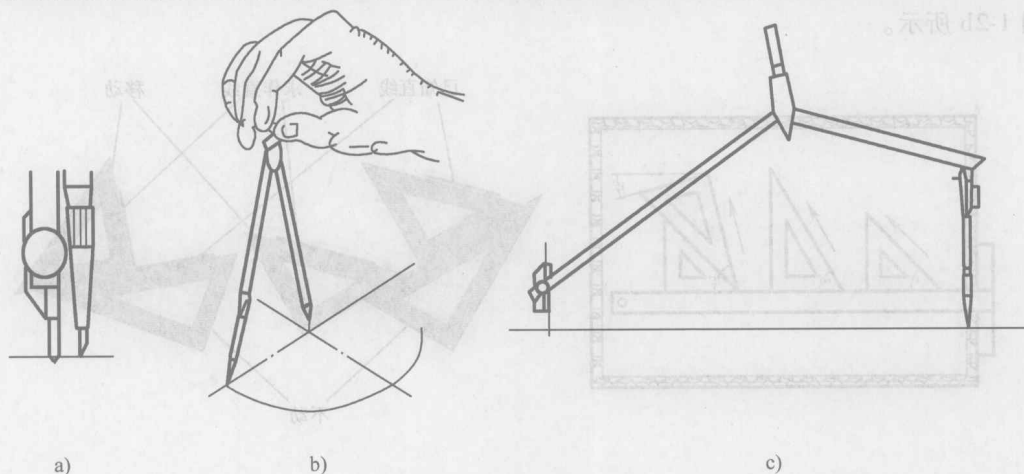


图 1-4 圆规的用法

分规主要是用来量取线段长度和等分线段的。其形状与圆规相似，但两腿都是钢针。为了准确地量取尺寸，分规的两针尖应保持尖锐，使用时，两针尖应调整到平齐，即当分规两腿合拢后，两针尖必聚于一点，如图 1-5a 所示。

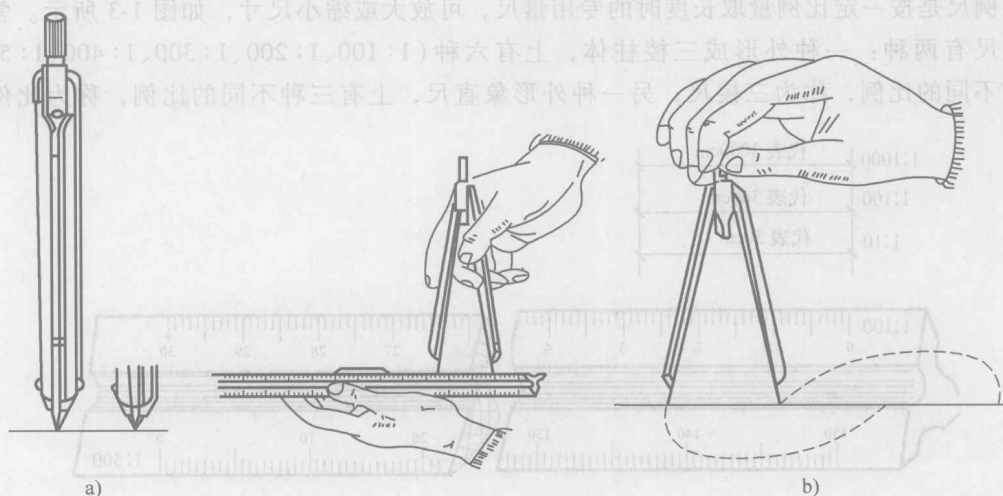


图 1-5 分规及其使用方法

等分线段时，通常用试分法，逐渐地使分规两针尖调到所需距离，然后在图纸上使两针尖沿要等分的线段依次摆动前进，如图 1-5b 所示。弹簧分规用于精确的截取距离。

1.1.4 直线笔和绘图笔

直线笔(也叫鸭嘴笔)是传统的上墨画线的工具。在使用时应注意每次注墨不要太多，不要让笔尖的外侧有墨，以免沾污图纸。画线时两叶片间要留有空隙，以保证墨水能流出。调整两叶片的距离为线宽，装墨高度约为 6~8mm，直线笔的使用如图 1-6 所示，但外倾、内倾、墨水太多、太少都不正确。

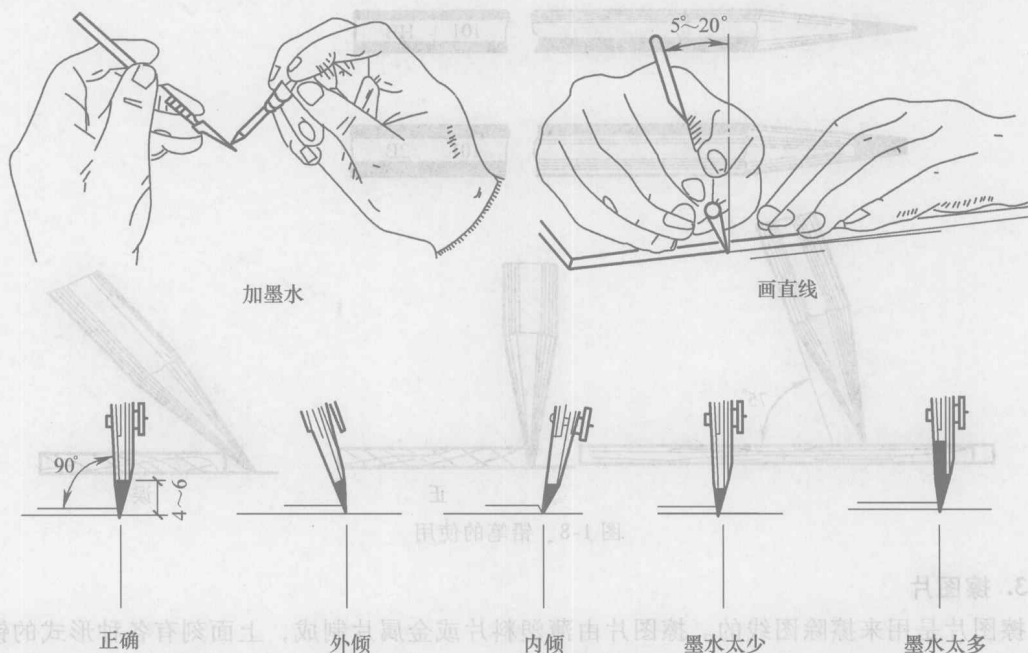


图 1-6 直线笔的使用

绘图笔如图 1-7 所示，头部装有带通针的针管，类似自来水笔，能吸存炭素墨水，使用较方便。针管笔分不同粗细型号，可画出不同粗细的图线，通常用的笔尖有粗(0.9mm)、中(0.6mm)、细(0.3mm)三种规格，用来画粗、中、细三种线型。

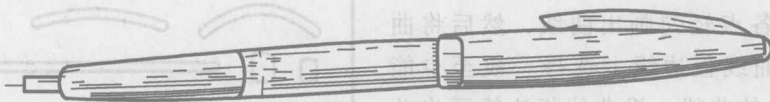


图 1-7 绘图笔

1.1.5 绘图用品

1. 绘图纸

绘图时要选用专用的绘图纸。专用绘图纸的纸质应坚实、纸面洁白，且符合国家标准规定的幅面尺寸。图纸有正反面之分，绘图前可用橡皮擦拭来检验其正反面，擦拭起毛严重的一面为反面。

2. 铅笔

铅笔是用来画图线或写字的。铅笔的铅芯有软硬之分，铅笔上标注的“H”表示铅芯的硬度，“B”表示铅芯的软度，“HB”表示软硬适中，“B”、“H”前的数字越大表示铅笔越软或越硬，6H和6B分别为最硬和最软的。画工程图时，应使用较硬的铅笔打底稿，如3H、2H等，用HB铅笔写字，用B或2B铅笔加深图线。铅笔通常削成锥形或铲形，笔芯露出约6~8mm。画图时应使铅笔略向运动方向倾斜，并使之与水平线大致成75°角，如图1-8所示，且用力均匀，匀速运动。用锥形铅笔画直线时，要适当转动笔杆，这样可使整条线粗细均匀；用铲形铅笔加深图线时，铅芯可削成与线宽一致，以使所画线条粗细一致。

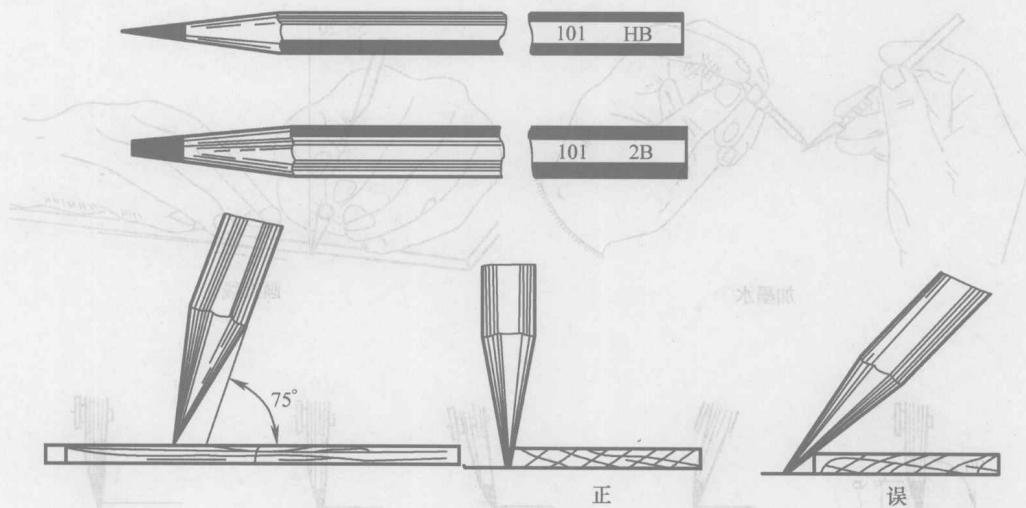


图 1-8 铅笔的使用

3. 擦图片

擦图片是用来擦除图线的。擦图片由薄塑料片或金属片制成，上面刻有各种形式的镂孔（见图1-9）。使用时，可选择擦图片上适宜的镂孔，盖在图线上，使要擦去的部分从镂孔中露出，再用橡皮擦试，以免擦坏其他部分的图线，并保持图面清洁。

4. 曲线板和机械模板

曲线板是用来画非圆曲线的工具。曲线板的使用方法是首先求得曲线上若干点，再徒手用铅笔过各点轻勾画出曲线，然后将曲线板靠上，在曲线板边缘上选择一段至少能经过3~4个点的曲线，沿曲线板边缘画出此段曲线，再移动曲线板，自前段接画曲线。如此延续下去，即可画完整段曲线。

机械模板主要用来画各种机械标准图例和常用符号，如形位公差项目符号，粗糙度符号，斜度、锥度符号，箭头等。模板上刻有用以画出各种不同图例或符号的孔，其大小符合一定的比例，只要用铅笔在孔内画一周，图例就画出来了。使用机械模板，可提高画图的速度和质量。

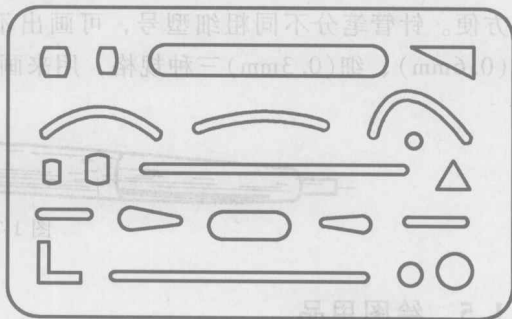


图 1-9 擦图片

5. 其他绘图用品

除上述用品外,绘图时还需要用小刀(或刀片)、绘图橡皮、胶带纸、量角器、砂纸及软毛刷等。

1.1.6 专用绘图机

1. 机械式绘图机

机械式绘图机使用方便,绘图效率高,对绘制复杂图形,其工作效率更加显著。它的图板高度、方向和倾斜角度可以调整,其上的相关机构可代替三角板、丁字尺、量角器等绘图工具,如图 1-10 所示。

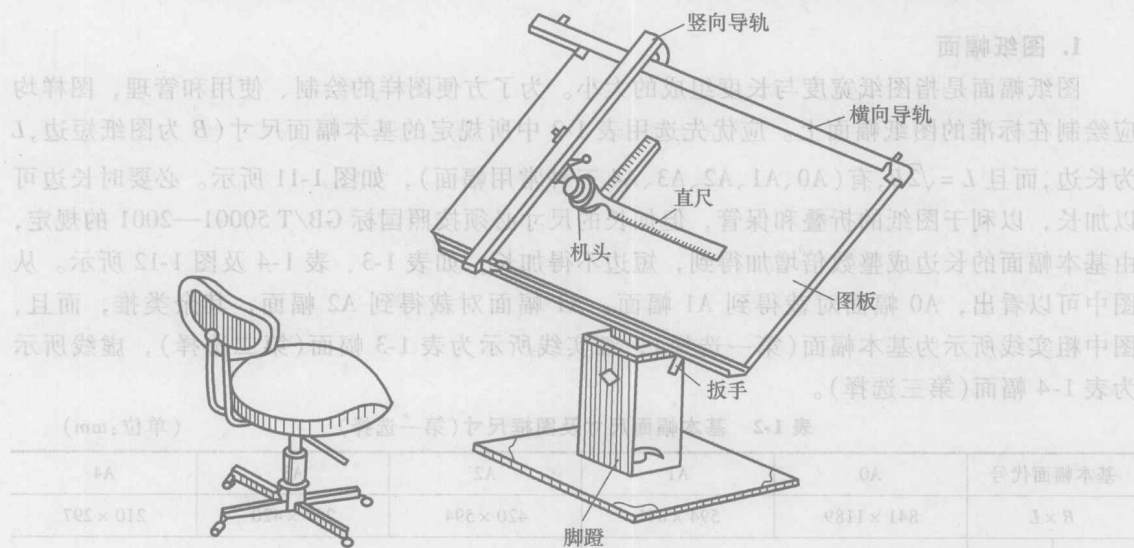


图 1-10 机械式绘图机

2. 数控自动绘图机

目前各行各业已广泛采用计算机绘图,数控自动绘图机可以按照给定的参数画出所需要的几何图形和书写各种文字等。在计算机绘图系统中,可按需要配置各种形式的全自动绘图机。其中主要类型是平板式和滚筒式,此外还有精度更高的平面电机式绘图机,但前两种在计算机绘图系统中使用较多。关于计算机控制自动绘图机的详细介绍,可以参阅有关计算机绘图教材。

1.2 制图的基本规定

机械图样是现代设计和制造机械零件与设备过程中的重要技术文件,为便于生产、管理和进行技术交流,国家质量技术监督局(原国家标准局)依据国际标准化组织制定的国际标准,制定并颁布了《技术制图》、《机械制图》等一系列国家标准,其中对于图样内容、画法、尺寸注法等都做出了统一规范。《技术制图》国家标准是一项基础技术标准,在内容上具有统一性和通用性的特点,它涵盖了机械、建筑、水利、电气等行业,处于制图标准体系中的最高层次。《机械制图》国家标准,则是机械类的专业制图标准。这两个国家标准,是机械