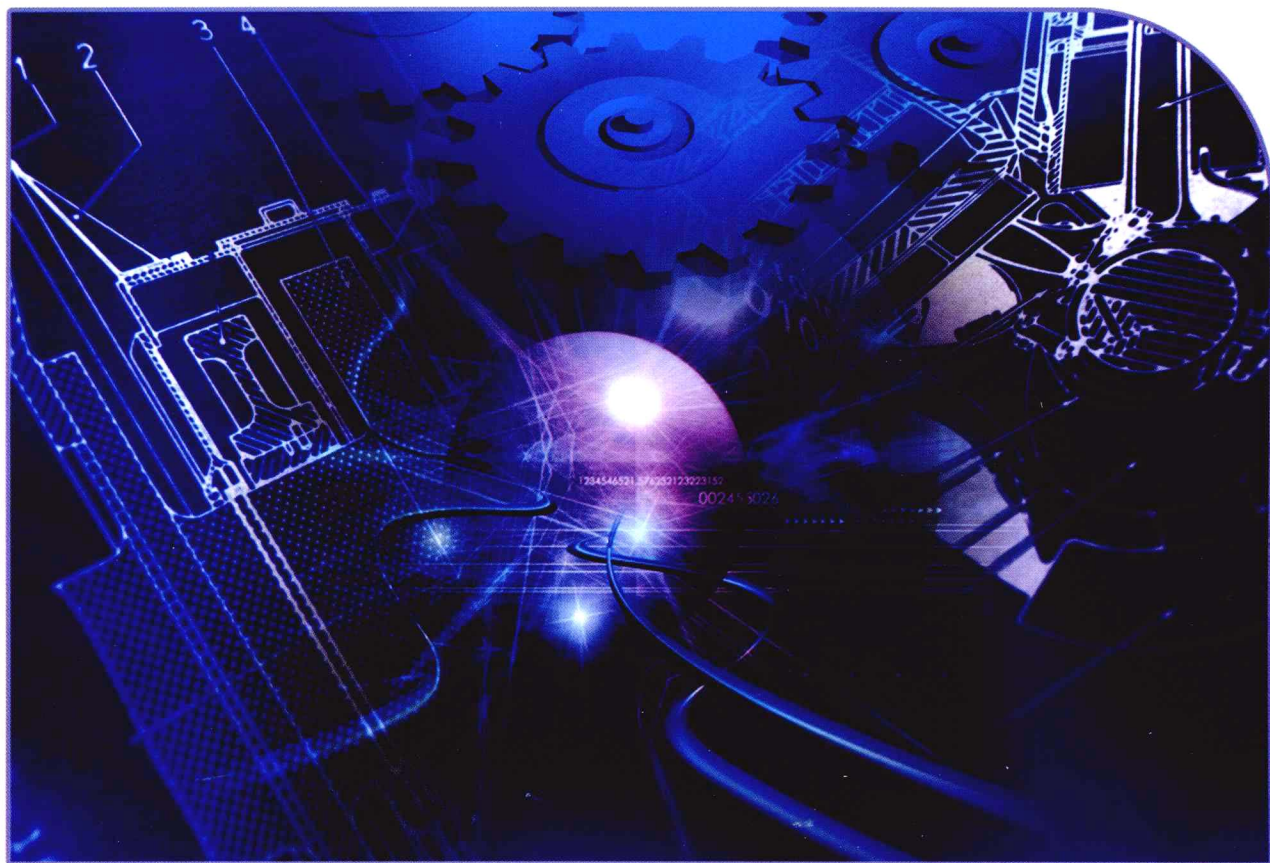




高等院校“十二五”精品课程建设成果



机械制图

JIXIE ZHITU

主 编 刘雅荣
主 审 王晓东

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

高等院校“十二五”精品课程建设成果

机械制图

主 编	刘雅荣				
副主编	孙延娟	高玉侠	王 洋		
参 编	孙增晖	李国斌	唐 敏	刘宏伟	
	刘利萍	于周男	姜海峰		
主 审	王晓东				

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书采用最新的《技术制图》及《机械制图》国家标准编写而成。

主要内容包括:制图的基本知识与技能,点、直线、平面的投影,基本体的投影,轴测图,组合体的投影,机件的表达方法,常用件及结构要素的特殊表示法,零件图,装配图九个项目。

本书可作为高等工科院校机械类、近机械类各专业“机械制图”课程的教学用书,也可供有关工程技术人员使用。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/刘雅荣主编. —北京:北京理工大学出版社,2012.7

ISBN 978-7-5640-6297-2

I. ①机… II. ①刘… 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(2012)第 159222 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / [http:// www. bitpress. com. cn](http://www.bitpress.com.cn)

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京正合鼎业印刷技术有限公司

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 14.75

字 数 / 338 千字

版 次 / 2012 年 7 月第 1 版 2012 年 7 月第 1 次印刷

责任编辑 / 张慧峰

印 数 / 1~1 500 册

责任校对 / 周瑞红

定 价 / 39.00 元

责任印制 / 王美丽

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前 言

随着我国高等教育的迅速发展和教学改革不断深化,工程图学的教学内容、教学方法和手段都发生了深刻的变化。本教材以培养全面发展的高素质技能型专门人才的培养目标为出发点,以突出应用为目的,以培养学生的空间思维能力、读图能力为目标,结合编者多年的教学改革实践经验和多年的教学经验编写而成。

教材突出了机械类专业的教学特点,目标明确。按照知识由易到难,能力从弱到强的顺序选定教学内容,内容上注重针对性及应用性,叙述方法上通俗易懂、深入浅出,在表达形式上图文并茂、形象直观、便于阅读。并采用了最新的《技术制图》和《机械制图》的国家标准。

本课程的实践性很强,非常适合教、学、做一体化,边讲边练,为适应课程的特点本书知识与示例相结合,同时出版了与之相配套的《机械制图习题集》,供学生实践训练使用。

本书由刘雅荣任主编,孙延娟、高玉侠、王洋任副主编,参加编写的有孙增晖、李国斌、唐敏、刘宏伟、刘丽萍、于周男、姜海峰。本书的编写分工如下:唐敏(项目一:机械制图基本知识与技能)、王洋(项目二:点、直线、平面的投影)、刘雅荣(绪论、项目三:基本几何体的投影任务3.1、任务3.2,项目七:常用件及结构要素的特殊表示法)、孙延娟(项目三:基本几何体的投影任务3.3)、姜海峰(项目四:轴测图)、李国斌(项目五:组合体)、孙增晖(项目六:机件的表达方法)、高玉侠(项目八:零件图)、于周男(项目九:装配图)、刘丽萍(附表1至附表21)、刘宏伟(附表22)。全书由刘雅荣统稿,由王晓东主审。

在本书的编写过程中,得到有关院校、企业等单位帮助与支持,提出了许多宝贵的意见,对此我们表示衷心的感谢。

对本书存在的问题,衷心地希望广大读者提出宝贵意见与建议,以便今后继续改进。

目 录

绪论	1
项目一 机械制图基本知识与技能	2
任务 1.1 绘图工具及使用	2
1.1.1 铅笔	2
1.1.2 图板和丁字尺	3
1.1.3 三角板	3
1.1.4 圆规和分规	4
1.1.5 其他常用的绘图工具	5
任务 1.2 《机械制图》基本规定	6
1.2.1 图纸幅面和格式 (GB/T 14689—1993)	6
1.2.2 标题栏 (GB/T 10609.1—1989)	7
1.2.3 比例 (GB/T 14690—1993)	9
1.2.4 字体 (GB/T 14691—1993)	10
1.2.5 图线 (GB/T 4457.4—2002、GB/T 17450—1998)	11
1.2.6 尺寸标注 (GB/T 4458.4—2003、GB/T 16675.2—1996)	13
任务 1.3 几何作图	17
1.3.1 等分圆周和作正多边形	17
1.3.2 斜度和锥度	19
1.3.3 圆弧连接	20
任务 1.4 平面图形的尺寸分析及画法	23
1.4.1 平面图形的尺寸分析	23
1.4.2 线段分析	23
1.4.3 平面图形的绘图步骤	24
项目二 点、直线、平面的投影	26
任务 2.1 投影法及三视图	26
2.1.1 投影法概述	26
2.1.2 投影法分类	26
2.1.3 三视图	27
任务 2.2 点的投影	29
2.2.1 点的三面投影	29
2.2.2 点的三面投影与直角坐标的关系	29
2.2.3 点的三面投影规律	30
2.2.4 两点间的相对位置	31

2.2.5 重影点及其可见性	32
任务 2.3 直线的投影	33
2.3.1 直线的投影	33
2.3.2 各种位置直线的投影	33
2.3.3 点与直线	35
2.3.4 两直线的相对位置	36
任务 2.4 平面的投影	37
2.4.1 平面投影图的作图方法	37
2.4.2 各种位置平面的投影	38
2.4.3 平面内的点和直线	40
项目三 基本几何体的投影	42
任务 3.1 基本体的投影及表面取点	42
3.1.1 平面体的投影及表面取点	42
3.1.2 曲面体的投影及表面取点	44
任务 3.2 平面与立体表面的交线——截交线	48
3.2.1 平面体的截交线	49
3.2.2 回转体的截交线	51
任务 3.3 两回转体表面的交线——相贯线	58
3.3.1 利用积聚性法求相贯线	59
3.3.2 辅助平面法求相贯线	61
3.3.3 相贯线的特殊情况	62
项目四 轴测图	63
任务 4.1 轴测图的基本知识	63
任务 4.2 正等轴测图	64
4.2.1 正等轴测图的形成	64
4.2.2 正等轴测图的画法	64
任务 4.3 斜二轴测图	70
4.3.1 斜二轴测图的形成	70
4.3.2 斜二轴测图的画法	71
项目五 组合体	72
任务 5.1 组合体的组成方式	72
5.1.1 组合体的概念	72
5.1.2 组合体的组成方式	72
5.1.3 形体分析法	74
任务 5.2 组合体三视图的画法	75
5.2.1 画组合体三视图的方法和步骤	75
5.2.2 画图举例	77
任务 5.3 读组合体视图	78
5.3.1 读图的基本知识	78

5.3.2 读图的基本方法	80
任务 5.4 组合体三视图的尺寸标注	85
5.4.1 基本体的尺寸标注	85
5.4.2 切割体和相贯体的尺寸标注	86
5.4.3 组合体的尺寸标注	86
项目六 机件的表达方法	91
任务 6.1 视图 (GB/T 17451—1998 GB/T 4458.1—2002)	91
6.1.1 基本视图	91
6.1.2 向视图	92
6.1.3 局部视图	93
6.1.4 斜视图	94
任务 6.2 剖视图 (GB/T 17452—1998 GB/T 4458.6—2002)	95
6.2.1 剖视的概念	95
6.2.2 剖切面的种类	98
6.2.3 剖视图的种类	102
任务 6.3 断面图 (GB/T 17452—1998 GB/T 4458.6—2002)	106
6.3.1 断面图的概念	106
6.3.2 断面图的分类及画法	106
任务 6.4 其他表达方法	109
6.4.1 局部放大图	109
6.4.2 简化画法与其他规定画法	110
6.4.3 第三角画法简介	114
项目七 常用件及结构要素的特殊表示法	116
任务 7.1 螺纹及螺纹紧固件的画法 (GB/T 4459.1—1995)	116
7.1.1 螺纹	116
7.1.2 常用螺纹紧固件及其连接	122
任务 7.2 键和销	126
7.2.1 键及键连接	127
7.2.2 销及销连接	129
任务 7.3 齿轮 (GB/T 4459.2—2003)	130
7.3.1 直齿圆柱齿轮	130
7.3.2 直齿圆锥齿轮	133
7.3.3 蜗轮、蜗杆	134
任务 7.4 滚动轴承	136
7.4.1 滚动轴承的结构和类型	136
7.4.2 常用滚动轴承的画法 (GB/T 4459.7—1998)	136
7.4.3 滚动轴承的代号 (GB/T 272—1993)	138
任务 7.5 弹簧	140
7.5.1 圆柱螺旋压缩弹簧的各部分名称及结构尺寸计算	140

7.5.2 圆柱螺旋压缩弹簧的规定画法	141
项目八 零件图	144
任务 8.1 零件图概述	144
任务 8.2 零件视图的选择	145
8.2.1 主视图的选择	145
8.2.2 其他视图的选择	146
8.2.3 零件上的常见工艺结构	147
任务 8.3 零件图的尺寸标注	150
8.3.1 尺寸基准的选择	150
8.3.2 尺寸标注的步骤	151
8.3.3 尺寸配置的形式	152
8.3.4 标注尺寸应注意的问题	152
任务 8.4 零件图上的技术要求	156
8.4.1 表面结构的图样表示法	156
8.4.2 极限与配合	161
8.4.3 几何公差	168
任务 8.5 常见典型零件分析	171
8.5.1 轴套类零件	171
8.5.2 盘盖类零件	172
8.5.3 叉架类零件	173
8.5.4 箱体类零件	174
任务 8.6 零件图的识读	176
8.6.1 阅读零件图的目的	176
8.6.2 阅读零件图的方法和步骤	176
任务 8.7 零件测绘	178
8.7.1 零件测绘的步骤	178
8.7.2 零件测绘举例	181
项目九 装配图	183
任务 9.1 装配图的作用和内容	183
任务 9.2 装配图的视图表示法	185
9.2.1 装配图画法的基本规定	185
9.2.2 装配图画法的特殊规定和简化画法	186
任务 9.3 装配图中的尺寸标注与零、部件编号及明细栏	187
9.3.1 尺寸标注	187
9.3.2 零、部件编号	188
9.3.3 标题栏及明细栏	189
任务 9.4 常见的装配工艺结构	189
9.4.1 装配工艺结构	189
9.4.2 机器上的常见装置	191

任务 9.5 部件测绘和装配图画法	192
9.5.1 部件测绘	192
9.5.2 画装配图	194
任务 9.6 读装配图和拆画零件图	196
9.6.1 读装配图的方法和步骤	197
9.6.2 由装配图拆画零件图	197
附表	201
参考文献	224

绪 论

1. 本课程的研究对象

根据投影原理、标准或有关规定,准确地表达物体的形状、尺寸及技术要求的图,称为图样。根据生产领域不同,图样又被分为机械图样、建筑图样、电子工程图样、水利图样、化工图样等。本书研究的图样是机械图样,它用来准确地表达机件的形状和尺寸以及制造和检验该机件时所需要的技术要求。

人类在近代生产活动中,无论是机器设计、制造、维修、或船舶、桥梁等工程的设计与施工,都必须依据图样才能进行。由此可见,图样是表达设计意图和交流技术思想的工具,是指导生产的技术文件。因此,作为高等技术人才,必须具有画图和看图的本领。

机械制图是研究机械图样的绘制(画图)和识读(看图)规律的一门学科。

2. 本课程的主要任务和要求

- (1) 掌握正投影的基本理论和作图方法;
- (2) 培养学生正确执行制图国家标准及有关规定的良好习惯,具有查阅图样中有关标准手册的能力;
- (3) 培养学生空间思维和想象能力;
- (4) 培养学生绘制和识读机械图样的能力;
- (5) 培养学生认真负责的工作态度和严谨的工作作风。

3. 学习本课程的学习方法

(1) 制图课是研究怎样将空间物体用平面图形表示出来,怎样根据平面图形将空间物体的形状想象出来的一门学科,其思维方式是空间——平面——空间的反复思维过程,故学习的时候,一定要注重空间想象和思维能力的培养。

(2) 本课程是一门连续性很强的课程,整体由浅入深,环环相扣,因此要注意及时巩固和练习,否则会影响新知识的学习。

(3) 由于文字平面与空间的转化有一点的难度,因此在课堂上要认真听讲,因为老师在课堂上有多媒体彩色动画或者模型演示,直观性强,容易理解。

(4) 制图课的实践性很强,“每课必练”是本课程的一个突出特点。就是说,要想学好这门课使自己具有画图和看图的本领,只要完成大量的,一系列的作业,认认真真、反反复复的训练,才能奏效。

项目一 机械制图基本知识与技能

项目要求

知识目标：掌握绘图工具与绘图仪器的使用方法；掌握国家标准的各项规定；掌握基本几何图形的作图方法。

能力目标：具有正确地使用绘图工具和运用正确的作图方法，遵守国家标准的各项规定，绘制平面图形的能力。

工程图样是工程技术人员表达设计思想，进行技术交流的工具，是工程界通用的技术语言。因此，掌握制图的基本知识与技能，是培养画图和看图能力的基础。本项目将主要介绍常用绘图工具的使用、国家标准中《技术制图》与《机械制图》中的基本规定、几何作图方法、平面图形的分析等制图的基本知识和技能，为今后的学习打下必要的基础。

任务 1.1 绘图工具及使用

要想快速准确地绘图，应正确熟练地使用绘图工具，掌握正确的绘图方法，既能保证绘图质量，又能提高绘图速度。随着加工制造工艺技术的进步，绘图仪器的功能与品质有了显著的改善。本任务只介绍常用的绘图工具及仪器。

1.1.1 铅笔

绘图铅笔分软与硬两种型号，字母“B”表示软铅芯，字母“H”表示硬铅芯。“B”之前的数值越大，表示铅芯越软；“H”之前的数值越大，表示铅芯越硬。字母“HB”表示软硬适中的铅芯。绘制机械图样时，常用2H或H铅笔画底稿；用B或HB铅笔加深加粗全图；写字时用HB铅笔。铅笔应削制成圆锥形或矩形，圆锥形用于画细线及书写文字，矩形铅芯用于描深粗实线，如图1-1所示。

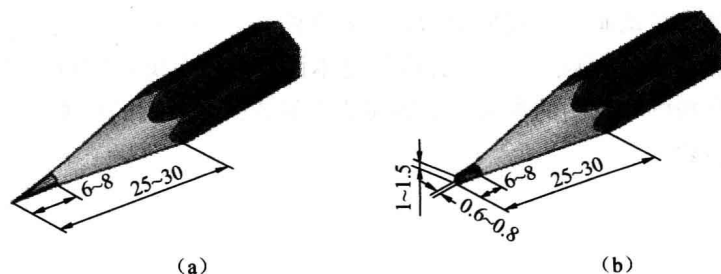


图 1-1 铅笔削法

(a) 圆锥形；(b) 矩形

图样上的线条应清晰光滑，色泽均匀。用铅笔绘图时，笔尖应与尺身靠紧，笔身垂直于纸

面或向运笔方向倾斜,用力要均匀。用圆锥形铅笔画长线时应转动笔杆,以使图线粗细均匀。

1.1.2 图板和丁字尺

图板是用来支承图纸的木板。画图时,需将图纸平铺在图板上,板面应平坦光洁,木质纹理细密,软硬适中。图板的左侧边称为导边,必须平直。图板有不同大小的规格,根据需要来选定。

丁字尺主要用于画水平线,它由尺头和尺身组成。尺头和尺身的连接处必须牢固,尺头的内侧边与尺身的上边(称为工作边)必须垂直。使用时,用左手扶住尺头,将尺头的内侧边紧贴图板的导边,上下移动丁字尺,自左向右可画出一系列不同位置的水平线,如图1-2(a)所示。

1.1.3 三角板

三角板有 45° — 90° 角和 30° — 60° — 90° 角的各一块。将一块三角板与丁字尺配合使用,自下而上可画出一系列不同位置的垂直线,如图1-2(b)所示;还可画与水平线成特殊角度如 30° 、 45° 、 60° 的倾斜线,如图1-2(c)所示;将两块三角板与丁字尺配合使用,可画出与水平线成 15° 、 75° 的倾斜线,如图1-3所示。两块三角板互相配合使用,可任画已知直线的水平线或垂直线,如图1-4所示。

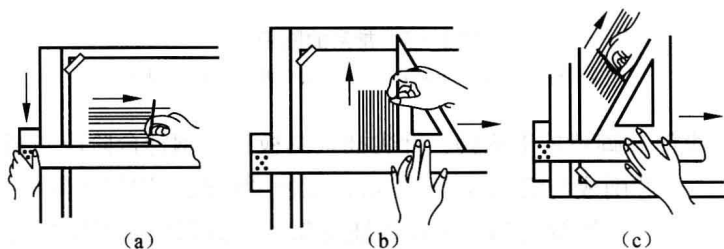


图1-2 用丁字尺和三角板画线

(a) 画水平线; (b) 画垂直线; (c) 画斜线

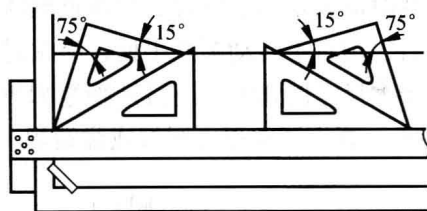


图1-3 画 15° 、 75° 斜线

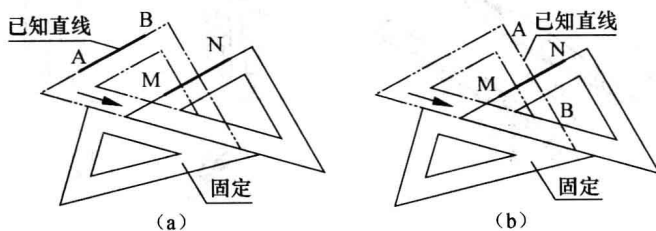


图1-4 画已知直线的平行线和垂直线

(a) 画平行线; (b) 画垂直线

1.1.4 圆规和分规

圆规用来画圆和圆弧。圆规的一脚装有带台阶小钢针，称为针脚，用来固定圆心。圆规的另一脚可装上铅芯，称为笔脚。笔脚可替换使用铅笔芯、鸭嘴笔尖（上墨用）、延长杆（画大圆用）和钢针（当分规用）。圆规的构造较多，常用的有大圆规、弹簧规和点圆规等，如图 1-5 所示。

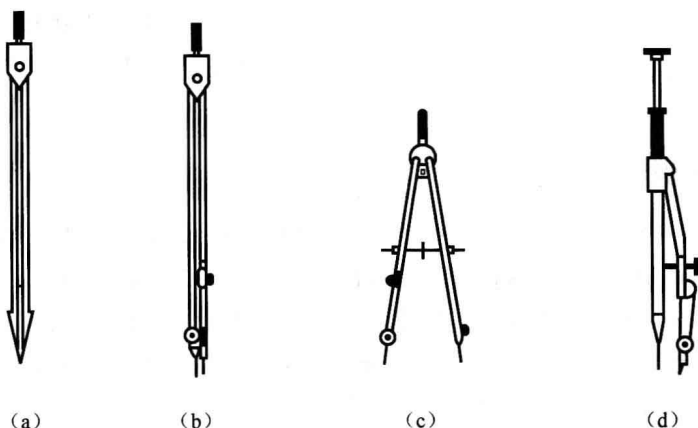


图 1-5 常用的圆规

(a) 分规；(b) 大圆规；(c) 弹簧规；(d) 点圆规

使用圆规时，应使针脚稍长于笔脚，针尖插入图板后，钢针台阶应与铅芯尖端齐平。铅芯削成与纸面成 75° 楔形，以使圆弧粗细均匀如图 1-6 所示。

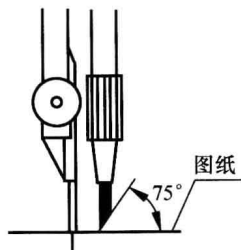


图 1-6 圆规的针尖

笔脚上的铅芯在画细线圆时，将 2H 或 H 铅芯磨成凿形；画粗线圆时，将 B 或 2B 铅芯磨成带方形截面的头部，如图 1-7 (a) 所示。图 1-7 (b) 是这两种形状的铅芯被分别装在圆规插脚上的情形。

画圆时应先定圆心位置，用细点画线画出垂直相交的中心线，量取半径后，用右手转动圆规手柄，沿顺时针方向均匀画圆，如图 1-8 所示。画大尺寸圆弧时，应将针脚笔脚折弯，使其与纸面垂直，如图 1-9 所示。画小圆常用点圆规或弹簧规，也可用模板画出。

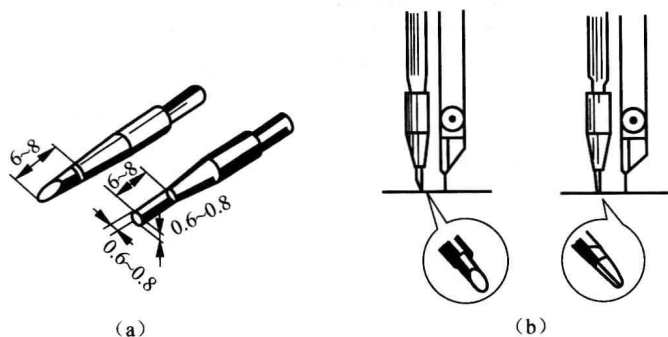


图 1-7 用于圆规上的铅芯削法

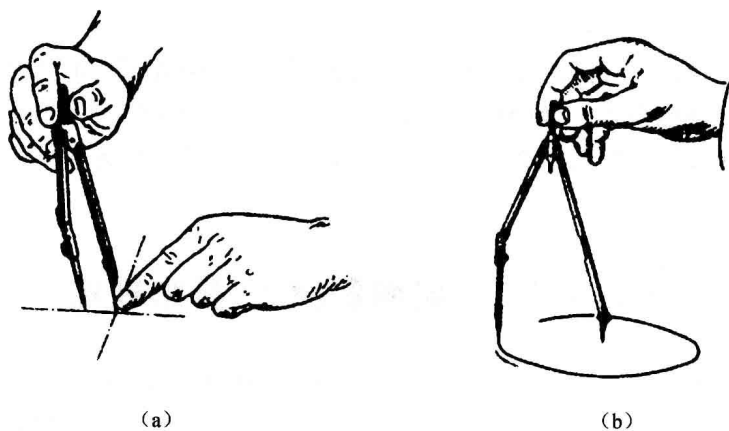


图 1-8 用圆规画圆弧

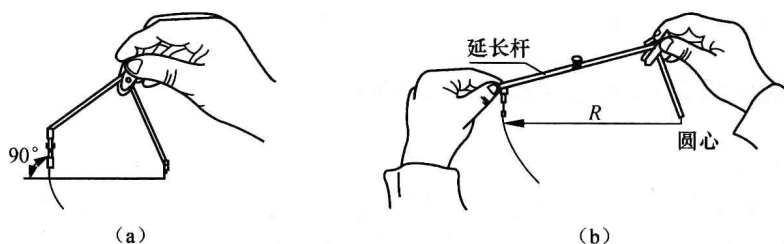


图 1-9 画大圆弧

(a) 用大圆规; (b) 用加长杆

分规是用来量取线段或等分线段的工具。分规的两腿端部有钢针，当两腿合拢时，两针尖应重合于一点。

1.1.5 其他常用的绘图工具

在工程图中常用的绘图工具还有：比例尺、曲线板、鸭嘴笔、针管笔和模板等。

作图时，为了方便尺寸换算，将工程上常用比例按照标准的尺寸刻度换算为缩小比例刻度或放大比例刻度刻在尺面上，具有此类刻度的尺称为比例尺。当确定了某一比例后，可以不用计算，直接按照尺面所刻的数值，截取或读出实际线段在比例尺上所反映的长度。

曲线板是用来绘制非圆曲线的。首先要定出曲线上足够数量的点，再徒手用铅笔轻轻地将各点光滑地连接起来，然后选择曲线板上曲率与之相吻合的部分分段画出各段曲线。注意应留出各段曲线末端的一小段不画，用于连接下一段曲线，这样曲线才显得圆滑，如图 1-10 所示。

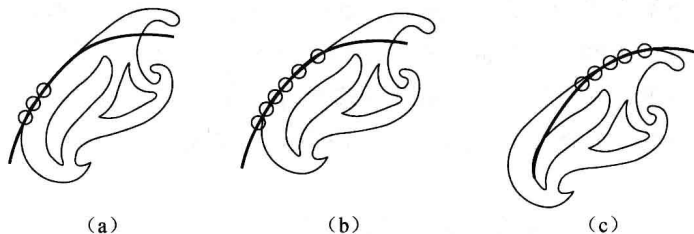


图 1-10 用曲线板作图

鸭嘴笔和针管笔都是用来描图的专用工具。

为了提高绘图速度，可使用各种功能的绘图模板直接描画图形。有适合绘制各种专用图样的模板，如六角螺栓模板、椭圆模板、字符符号模板等。绘图时可直接从模板上描绘图形。模板作图快速简便，但是作图时应注意对准定位线，绘图笔应垂直纸面，沿图形孔的周边绘制。

任务 1.2 《机械制图》 基本规定

图样是工程技术界的共同语言，为了便于指导生产和对外进行技术交流，国家标准对图样上的有关内容作出了统一的规定，每个从事技术工作的人员都必须掌握并遵守。国家标准（简称“国标”）的代号为“GB”。本任务主要介绍图幅、比例、字体、图线、尺寸注法等基本规定，其他的有关标准将在以后相关章节中介绍。

1.2.1 图纸幅面和格式（GB/T 14689—1993）

1. 图纸幅面尺寸

绘制技术图样时，应优先采用表 1-1 中所规定的基本幅面尺寸。必要时也允许加长幅面，但应按基本幅面的短边整数倍增加。各种基本幅面和加长幅面参见图 1-11。其中粗实线部分为基本幅面；细实线部分为第一选择的加长幅面；虚线为第二选择的加长幅面。加长后幅面代号记作：基本幅面代号×倍数。如 A3×3，表示按 A3 图幅短边加长为 297 的 3 倍，即加长后图纸尺寸为 420 mm×891 mm。

表 1-1 图纸幅面尺寸 (mm)

幅面代号		A0	A1	A2	A3	A4
尺寸 $B \times L$		841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
图框	a	25				
	c	10			5	
	e	20		10		

基本幅面图纸中，A0 幅面为 1 m²，长边是短边的√2倍，因此 A0 图纸长边 L=1 189 mm，短边 B=841 mm，A1 图纸的面积是 A0 的一半，A2 图纸的面积是 A1 的一半，其余依次类推，其关系如图 1-11 所示。

2. 图框格式和尺寸

在图纸上必须用细实线画出表示图幅大小的纸边界线，用粗实线画出图框。其格式分为不留装订边和留有装订边两种，但同一产品中所有图样应采用同一种格式。

不留装订边的图纸，其图框格式如图 1-12 所示，周边尺寸 e 按表 1-1 中的规定选取。

留有装订边的图纸，其图框格式如图 1-13 所示，周边尺寸 a 和 c 也按表 1-1 中的规定选取。

加长幅面的周边尺寸，按所选用的基本幅面大一号的周边尺寸确定。如 A2×3 的周边尺寸，按 A1 的周边尺寸确定，即 e 为 20 mm 或 c 为 10 mm。

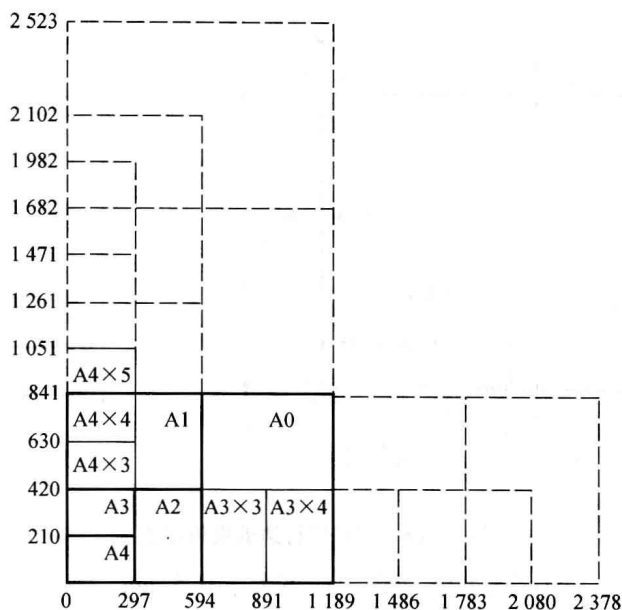


图 1-11 基本幅面与加长幅面尺寸 (mm)

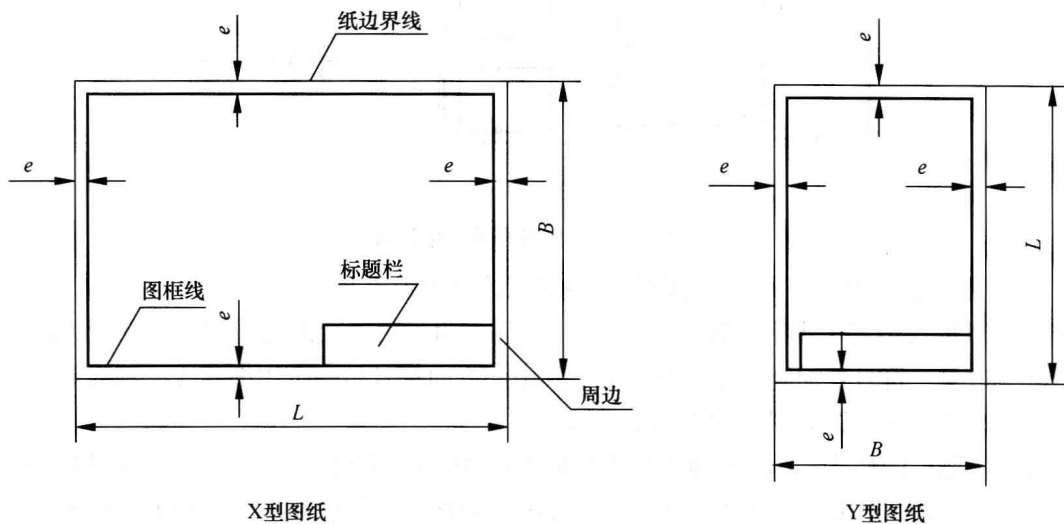


图 1-12 不留装订边的图框格式

1.2.2 标题栏 (GB/T 10609.1—1989)

为使绘制的图样便于管理及查阅, 每张图都必须有标题栏。通常, 标题栏应位于图框的右下角。

当标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时, 则构成 X 型图纸; 当标题栏的长边与图纸的长边垂直时, 则构成 Y 型图纸, 如图 1-12 与图 1-13 所示。此时, 看图的方向与看标题栏的方向一致。

为了使图样复制和缩微摄影时定位方便, 应在图纸各边长的中点处分别画出对中符号。对中符号用粗实线绘制, 线宽不应小于 0.5 mm, 长度从纸边界线开始至伸入图框内约 5 mm,

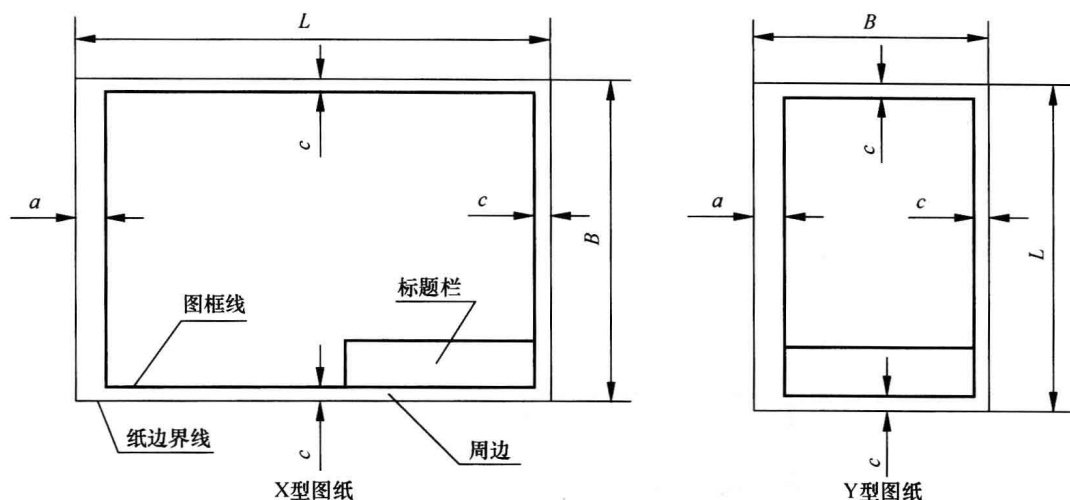


图 1-13 留有装订边的图框格式

如图 1-14 (a) 所示。对中符号的位置误差应不大于 0.5 mm 。当对中符号处在标题栏范围时，则伸入标题栏部分省略不画，如图 1-14 (b) 所示。

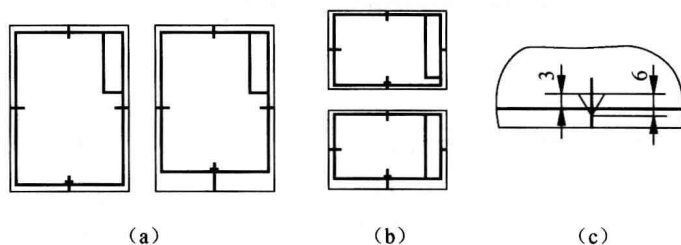


图 1-14 方向符号及对中符号

若使用预先印制好的图纸，允许将 X 型图纸的短边置于水平位置 [图 1-14 (a)]；或将 Y 型图纸的长边置于水平位置 [图 1-14 (b)]。为了明确绘图与看图时的图纸方向，应在图纸下边对中符号处加画一个方向符号，其中，方向符号是一个用细实线绘制的等边三角形，其大小及所在位置如图 1-14 (c) 所示。

对于标题栏的格式，国家标准 GB/T 10609.1—1989 已做了统一的规定，如图 1-15 所示。标题栏中各区的布置见图 1-15 (a)，标题栏的格式、分栏及尺寸见图 1-15 (b)。标题栏各栏填写内容见表 1-2。

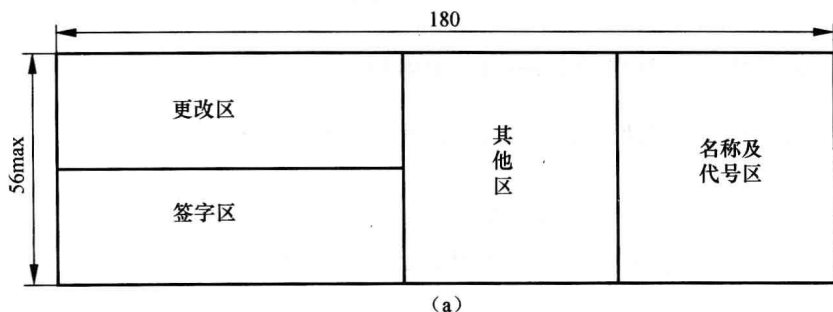


图 1-15 标题栏的格式及部分尺寸

(a) 标题栏各区的布置