

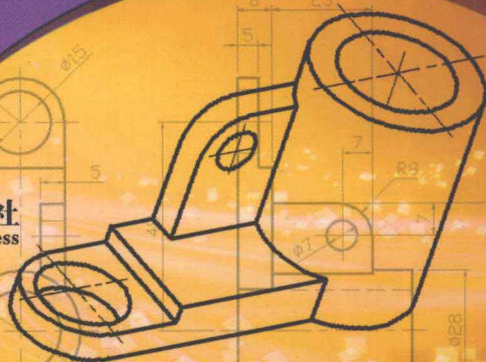


高等学校“十二五”重点规划教材
机械工程系列丛书

机械制图

主编 马有理

HEUP 哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press



机 械 制 图

主 编 马有理

副主编 包 丽 周 平

哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

本书是在结合非机械类专业的实际情况,汲取了近年来实际教学过程中的成功经验和同行专家的意见,并参考了“高等学校工科画法几何及工程制图课程教学基本要求”编写而成。

本书共分为 14 章,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,平面与立体相交,立体与立体相交,组合体,轴测图,机件图样的表达方法,螺纹和螺纹紧固件,标准件及常用件,零件图及其技术要求,装配图,计算机绘图,附录等。

本书可作为高等教育工科院校 48~85 学时的各非机类、近机类专业的制图课程的教材,亦可用于大专院校、成人教育等各类学校的相关专业教学使用,也可作为有关工程技术人员的参考书。作为教材使用时,可根据不同专业及学时安排对内容进行适当的取舍。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/马有理主编. —哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2011.7

ISBN 978-7-5661-0205-8

I. ①机… II. ①马… III. ①机械制图-教材
IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 163181 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451-82519328
传 真 0451-82519699
经 销 新华书店
印 刷 哈尔滨工业大学印刷厂
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 20.5
字 数 496 千字
版 次 2011 年 7 月第 1 次版
印 次 2011 年 7 月第 1 次印刷
定 价 38.00 元
<http://press.hrbeu.edu.cn>
E-mail:heupress@hrbeu.edu.cn

前 言

对于一些近机类、非机类专业的学生,必须具备一定的机械制图的理论知识,方能满足工程实际的需要。特别是近些年来,随着科学技术的迅速发展,各学科之间的交叉综合、计算机的普及和广泛应用,都对学生的基本素质和技能提出了更高的要求——学生对专业知识和各种基本技能必须学得更多、知识面更宽。在这样一种新形势下,要求教、学双方用较少的学时数,教、学更多的知识。因此,我们针对 48 ~ 85 学时的各工科非机械类专业编写了此书,以供选用。

本书在编写过程中,充分总结了多年的实际教学经验,结合工程实际应用,注重基本概念的讲解。本书所选实际案例分析难度适中,易于讲解及学生的理解和掌握,并注重理论与工程实际的有机联系,即对机械制图课作了必要的删减,又充分考虑了知识的连续性,并对必须掌握的知识作了较为详细的讲解,具有较强的教学适用性。

本书由哈尔滨商业大学、齐齐哈尔大学、黑龙江科技学院的老师联合编写。参加编写的有哈尔滨商业大学的马有理(第 1 章、第 2 章、第 3 章、第 4 章,约 11.4 万字)、朱琳(第 9 章、第 10 章,约 5.5 万字)、赵丽丽(第 7 章、第 14 章,约 7.5 万字)和兰爽(绪论、第 13 章、附录 I、附录 III,约 5.3 万字)、齐齐哈尔大学的包丽(第 11 章、第 12 章、附录 II,约 7.6 万字),黑龙江科技学院的周平(第 5 章、第 6 章、第 8 章,约 12.3 万字)。

本书具有如下特点:

1. 坚决贯彻“少而精”的原则,删除了重复、繁琐和陈旧的内容,使内容更简练、推陈出新、突出重点。

2. 加强了实践环节,使内容紧密结合工程实际,各章节中都大量地列举了实际工程实例,有利于教学环节的实施,又有利于培养学生学习兴趣和实际工程意识。在各章节中希望通过必要的实例讲解,提高学生分析问题和解决问题的能力。

3. 坚决贯彻有关机械制图的最新国家标准《机械制图》《技术制图》的相关内容。本书所涉及的大量标准,均以国家最新颁布的版本为准,使学生掌握最新的知识和各项标准规定。

4. 对 AutoCAD 进行了基本介绍。目前,使用 AutoCAD 软件绘图是对学生的基本要求,因此本书对相关的内容作了必要的介绍。考虑到使用本书的各专业学生的学时数较少,所以将该部分内容集中放在本书的最后一章,推荐该部分内容主要以学生自学为主。

由于编者水平有限,书中错误和不妥之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编者

2011 年 3 月

目 录

绪论	1
第1章 制图的基本知识与技能	2
1.1 制图基本规定	2
1.2 尺规绘图基础	10
1.3 徒手绘图	16
第2章 点、直线和平面的投影	19
2.1 投影法的基本知识	19
2.2 点的投影	20
2.3 直线的投影	25
2.4 平面的投影	34
2.5 直线与平面、平面与平面的相对位置	41
第3章 基本体的投影	45
3.1 立体的三视图	45
3.2 基本体的三视图	47
第4章 平面与立体相交	57
4.1 平面与平面立体相交	58
4.2 平面与回转体相交	62
第5章 立体与立体相交	75
5.1 概述	75
5.2 平面体与回转体相贯	76
5.3 回转体与回转体相贯	78
第6章 组合体	87
6.1 概述	87
6.2 组合体视图的画法	89
6.3 组合体的尺寸标注	94
6.4 读组合体的视图	107
第7章 轴测图	121
7.1 轴测图的基本知识	121
7.2 正等轴测图	122
7.3 斜二等轴测图	128
7.4 轴测剖视图	129
第8章 机件图样的表达方法	132
8.1 视图	132
8.2 剖视图	136
8.3 断面图	149

8.4	局部放大图	153
8.5	其他规定画法和简化画法	154
8.6	机件表达方法综合举例	158
8.7	第三角投影法简介	162
第9章	螺纹和螺纹紧固件	165
9.1	螺纹的形成、结构和要素	165
9.2	螺纹的种类	168
9.3	螺纹的规定画法	168
9.4	螺纹的规定标记及标注	171
9.5	常用螺纹紧固件	173
9.6	螺纹紧固件的装配图画法	176
9.7	螺纹连接的防松	179
第10章	标准件及常用件	182
10.1	键及其连接	182
10.2	销	184
10.3	齿轮	185
10.4	滚动轴承	193
10.5	弹簧	196
第11章	零件图	200
11.1	零件图的作用与内容	200
11.2	零件图的视图选择方案	201
11.3	零件图常见的工艺结构	206
11.4	零件图的尺寸标注	210
11.5	零件图的画法	214
11.6	读零件图	215
第12章	零件图的技术要求	218
12.1	表面粗糙度	218
12.2	公差与配合	223
12.3	形状和位置公差	231
第13章	装配图	234
13.1	装配图的作用	234
13.2	装配图常用的表达方法	236
13.3	装配图的视图选择	239
13.4	装配图的尺寸标注与技术要求	242
13.5	装配图的零件序号和明细栏	243
13.6	装配图的画法	246
13.7	读装配图	250
13.8	由装配图拆画零件图	256
第14章	计算机绘图	259
14.1	AutoCAD 的入门知识	259

14.2	基本绘图命令的使用·····	270
14.3	AutoCAD 的常用编辑修改命令·····	276
14.4	AutoCAD 常用尺寸标注·····	287
14.5	三维绘图·····	291
附录 I	螺纹·····	296
附录 II	常用的标准件·····	299
附录 III	极限偏差·····	314

绪 论

1. 本课程的研究对象

图样与我们日常生活中使用的语言一样,是用来表达思想、进行技术交流与指导生产的基本工具,是生产过程中的重要技术文件。在现代工业生产中,无论是设计或者制造各种机械设备,还是房屋及桥梁建设或进行水利工程施工等,都离不开图样。因此,图样被誉为“工程界的技术语言”,作为一个工程技术人员必须掌握绘制工程技术图样的基本理论,具有熟练的绘图及读图能力,以适应工业生产过程中的需要。

本课程就是研究如何运用正投影法的基本原理,结合学习国家标准《机械制图》与《技术制图》的相关内容,绘制和阅读机械工程图样的课程。

2. 本课程的性质和任务

机械制图是一门既有系统理论又有很强实践性的重要的技术基础课,是工科院校各专业学生必修的、十分重要的主干技术基础课。其主要任务如下:

- (1) 学习正投影法的基本原理和应用;
- (2) 培养学生的空间想象和空间思维能力;
- (3) 培养学生尺规绘图、计算机绘图及简单的徒手绘图的能力,并使达到阅读机械图样的基本能力;
- (4) 学习《技术制图与机械制图》国家标准及其有关的基本规定,使学生具有查阅有关标准及手册的能力;
- (5) 培养学生认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

3. 本课程的特点和学习方法

机械制图是一门实践性很强的技术基础课,要在掌握基本理论和方法的基础上,通过大量的绘图和读图训练,在学习的各个环节中注意加强空间形体和平面投影图形的内在联系,逐渐掌握并运用形体分析法和线面分析法来分析和解决实际问题。要做到多想、多看、多画,将投影分析和空间分析相结合,不断地完成由空间到平面和由平面到空间的变换过程,由浅入深地不断提高空间想象能力和空间思维能力。

在学习过程中,必须掌握正确的画图方法和步骤。在本课程的学习过程中,对理论的掌握相对容易,其难点在于绘图与读图的实际应用上。因此,在掌握基本理论的基础上,要引导学生由浅入深、由易到难地通过一系列的绘图与读图的联系,逐步建立起空间图形概念。可以适当使用教学模型作为辅助的教学工具,但重点应该帮助学生由点、线、面的投影到体的投影,在头脑里建立空间模型的抽象概念。只有这样,才能更好地培养学生的空间想象能力和思维能力。

实践是培养学生实际绘图能力和读图能力的重要手段,是巩固基本理论的基本保证。在实际教学过程中,要求学生在掌握基本概念的基础上,对习题和作业应高度重视,一丝不苟地完成。绘制的图样要做到:投影正确、表达恰当、尺寸完整、字体工整、图面清晰整洁。

在绘制图样的过程中,要严格遵守国家标准的规定。国家标准是评价图样是否合格的唯一依据。因此,要认真地学习国家的有关制图标准并坚决地贯彻与执行。

第 1 章 制图的基本知识与技能

机械图样是工程技术人员表达和交流技术思想的工具,是设计和生产过程中重要的技术文件,也是产品或工程设计成果的一种表达形式。为了便于组织生产、管理和进行技术交流,对图样的画法、尺寸标注、技术要求及图样中使用的符号等有必要作出统一的技术规定。为此,国家标准《机械制图》与《技术制图》统一规定了在绘制图样过程中必须共同遵守的一些绘图规则。

本章从绘图的基本技能着手,分别就《机械制图》与《技术制图》等国家标准中规定的图纸的幅面和格式、绘图比例、字体和图线等内容作简要介绍。同时为了提高绘图质量和速度,本章也将对绘图工具的使用方法、基本几何作图等基本技能作简要的介绍。并简单地介绍徒手绘图的基本技巧。

1.1 制图基本规定

本节介绍国家标准中有关技术制图的基本规定,其内容包括图纸的幅面和格式、绘图比例、字体及图线等。在工程图样的绘制过程中必须严格遵守这些规定。

1.1.1 图纸幅面和格式

为了便于图样的绘制、使用和管理,图样必须绘制在规定的图幅和格式的图纸上。图纸幅面和格式在 GB/T 14689—1993《技术制图——图纸的幅面及格式》中作了明确的规定。

1. 图纸幅面

图纸幅面是指图纸宽度 B (图纸短边) 与图纸长度 L (图纸长边) 所组成的图面。绘制图样时,应优先采用表 1-1 中规定的图纸基本幅面尺寸。基本幅面代号有 A0, A1, A2, A3, A4 等五种。

表 1-1 图纸幅面及图框格式尺寸

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

图 1-1 中粗实线所示为基本幅面。必要时允许选用由基本幅面的短边成整数倍增加后得到的加长幅面。A0, A2, A4 幅面的加长量应按 A0 幅面长边 1/8 的倍数增加, A1, A3 幅面的加长量应按 A0 幅面短边 1/4 的倍数增加。

绘制图样时,图纸可以横放(图纸长边水平放置),也可以竖放(图纸长边垂直放置)。

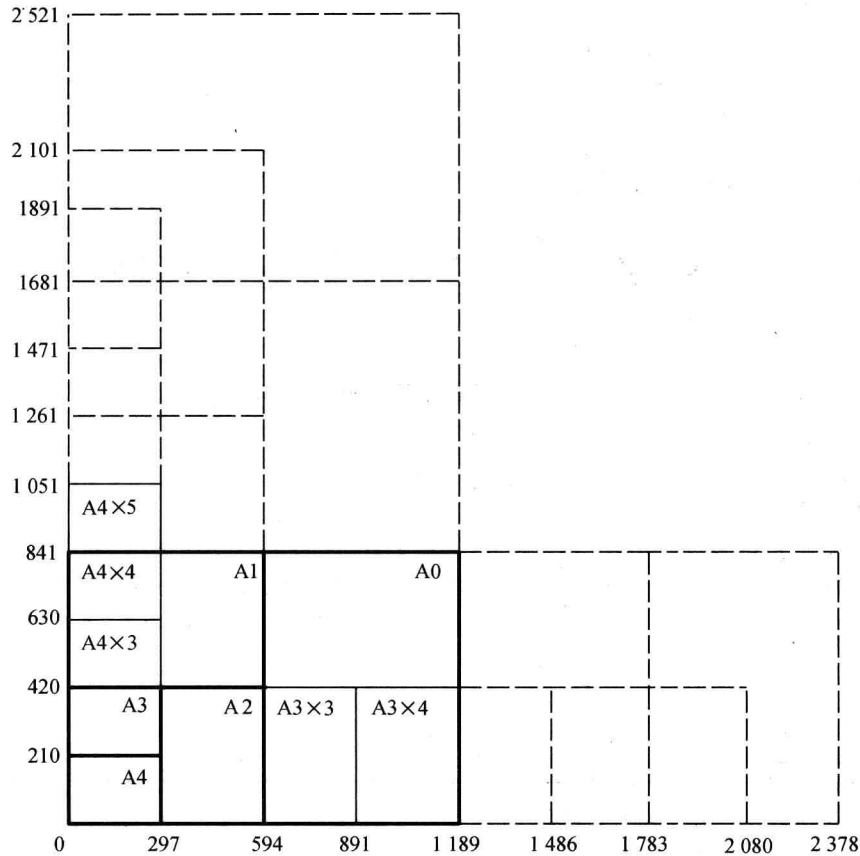


图 1-1 图纸幅面

2. 图框格式

图纸上限定绘图区域的线框称为图框。在图纸上图框必须用粗实线绘出,图样绘制在图框的内部。图框格式分为留装订边和不留装订边两种,但同一产品的图纸只能采用同一种格式。有装订边的图纸其图框格式如图 1-2 所示;不留装订边的图纸,图框格式如

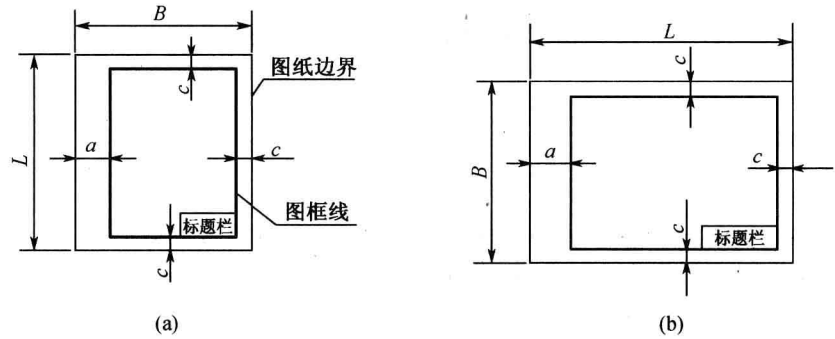


图 1-2 留装订边的图框格式

(a) 图纸竖放; (b) 图纸横放

图 1-3 所示。图中尺寸如表 1-1 所示。

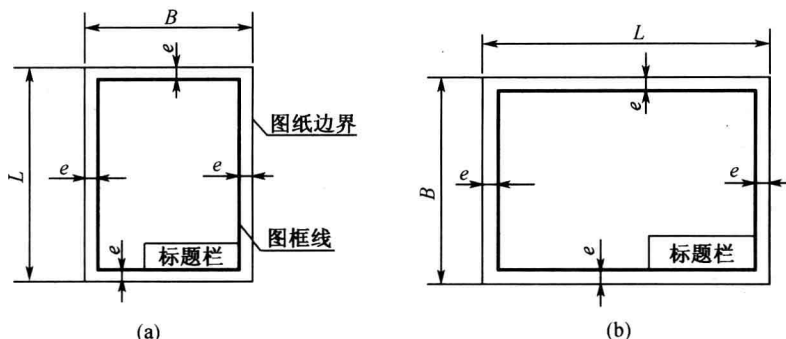


图 1-3 不留装订边的图框格式

(a) 图纸竖放; (b) 图纸横放

3. 标题栏

每张图样上都要有标题栏。标题栏位于图纸的右下角,其格式和尺寸按 GB/T 10609.1—1989 的规定。标题栏一般由名称代号区、签字区和其他区域所组成。图 1-4 是国标中规定的标准标题栏。学生作业也可以使用简化的标题栏,如图 1-5 所示。

180												
10		10		16		16		12		16		
8×7(=56)	7											



图 1-5 学生作业用标题栏

2. 比例的选择

图样的比例按 GB/T 14690—1993《技术制图——比例》的规定。绘制图样时应优先选用表 1-2 中的比例;必要时也可以选取标准中规定的允许选取的比例,见表 1-3。表中字母 n 为正整数。

表 1-2 优先选用的比例

原值比例	1:1		
放大比例	5:1	2:1	
	$5 \times 10^n:1$	$2 \times 10^n:1$	$1 \times 10^n:1$
缩小比例	1:2	1:5	
	$1:2 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$	$1:1 \times 10^n$

表 1-3 允许选用的比例

放大比例	4:1	2.5:1			
	$4 \times 10^n:1$	$2.5 \times 10^n:1$			
缩小比例	1:1.5	1:2.5	1:3	1:4	1:6
	$1:1.5 \times 10^n$	$1:2.5 \times 10^n$	$1:3 \times 10^n$	$1:4 \times 10^n$	$1:6 \times 10^n$

在绘制机械图样时,选用哪一种图幅及比例,应该由机件的实际大小、结构形状的复杂程度以及图样的用途等多种因素所决定。但是为了能直观地了解实物的大小和形状,标准推荐在表达清楚、布局合理的情况下,尽量采用原值比例;在绘制同一机件时,各个视图应尽可能选用同一比例。在特殊情况下,当图样中的个别视图采用了不同的比例时,必须在该视图名称的下方标注比例。

1.1.3 字体

字体是图样的一个重要组成部分,标注尺寸和书写技术要求,都离不开字体。国家标准 GB/T 14691—1993《技术制图——字体》中,规定了技术图样及相关文件中书写的汉字、数字、字母的书写方式和基本尺寸。

为了使绘制的图样清晰美观,不致因字体不规范而造成误解,给生产带来麻烦和损失,

图样中字体书写必须做到:字体端正、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

为此,国家标准制定了字体高度(用 h 表示)的公称尺寸系列:1.8 mm, 2.5 mm, 3.5 mm, 5 mm, 7 mm, 10 mm, 14 mm, 20 mm。如果需要书写更大的字体,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比例递增。字体的高度代表的是字体的号数。

1. 汉字

国家标准规定,汉字要写成长仿宋体,并采用国家正式公布的简化字。汉字的高度 h 不宜小于3.5 mm,字体宽度一般为 $\frac{\sqrt{2}}{2}h$,即约为字高的2/3。

长仿宋体的特点是:横平竖直、书写规则、刚劲有力、笔画粗细均匀。书写要领是:排列匀称、起落分明、填满方格。为了保持字体的大小一致,可以在按字号大小画的格子内书写。汉字的书写示例见图1-6。

10 号字

字体端正 笔画清楚 间隔匀称 排列整齐

7 号字

国家标准规范机械制图基本知识与技能比例字号

5 号字

装配图零件技术要求 螺纹 齿轮 滑动轴承 机械电子 航空汽车 土木建筑 公路桥梁

3.5 号字

对称轴线 大写斜体字 横平竖直 拉丁字母 罗马图线形式 应用比例关系 机械图样基本要求 实物要素

图1-6 汉字字号示例

2. 数字和字母

数字和字母分为A型和B型两种。A型字体的笔画宽度 d 为字高 h 的 $\frac{1}{14}$;B型字体的笔画宽度 d 为字高 h 的 $\frac{1}{10}$ 。数字和字母可以写成直体和斜体,斜体字字头向右倾斜,与水平方向成 75° 。另外,同一图样上,只允许选用一种形式的字体。数字和字母的B型书写示例如图1-7所示。

1.1.4 图线

1. 图线的形式及应用

机件的图形是用各种不同形式和粗细的图线绘制而成的。国家标准GB/T4457—2002《技术制图——图线》规定了图样中图线的线型、尺寸及画法,如表1-4所示。图线的主要应用示例如图1-8所示,图线的其他用途可参阅国家标准。绘制图样时,应采用表中所规定的图线。

斜体数字 0123456789

直体数字 0123456789

大写斜体拉丁字母

A B C D E F G H I J K L M

N O P Q R S T U V W X Y Z

大写直体拉丁字母

A B C D E F G H I J K L M

N O P Q R S T U V W X Y Z

小写斜体拉丁字母

a b c d e f g h i j k l m

n o p q r s t u v w x y z

小写直体拉丁字母

a b c d e f g h i j k l m

n o p q r s t u v w x y z

图 1-7 数字及字母书写示例

2. 图线的宽度

图线分为粗细两种。根据图样的大小和复杂程度,国家标准中规定粗线的宽度 b 应在 $0.5 \sim 2 \text{ mm}$ 之间,细线的宽度约为 $b/3$ 。

图线宽度的推荐系列为: $0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2 \text{ mm}$ 。制图中比较常用的粗实线宽度 b 为 $0.5 \sim 1 \text{ mm}$ 。为了保证图样清晰易读,便于复制,图样中应尽量避免出现线宽小于 0.18 mm 的图线。

表 1-4 图线的名称、型式及应用

图线名称	图线型式	图线宽度	主要用途
粗实线		b	可见轮廓线
细实线		$b/3$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、引出线、重合断面的轮廓线、螺纹牙底线、齿轮齿根线
虚线		$b/3$	不可见轮廓线
点画线		$b/3$	轴线、圆中心线、对称线
波浪线		$b/3$	断裂处边界线、局部剖视的分界线
双折线		$b/3$	断裂处边界线、局部剖视的分界线
双点画线		$b/3$	假想轮廓线、可动零件极限位置的轮廓线

3. 图线的画法

画图线时应注意下面的几个问题:

(1) 在同一张图样中,同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线及双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。

(2) 绘制圆的对称中心线时,圆心应为线段与线段的交点。点画线的首末两端应是线段而不是短画,同时点画线两端应超出圆轮廓 $2 \sim 5 \text{ mm}$,如图 1-9(a) 所示。

(3) 当所绘制圆的图形的直径较小,画点画线有困难时,可以用细实线代替点画线,如图 1-9(b) 所示。

(4) 虚线、点画线及双点画线自身相交或与其他图线相交时,都应交在线段处,不应在空隙或短画处相交。另外,当虚线处于粗实线的延长线上时,虚线与粗实线间应留有间隙,如图 1-10 所示。

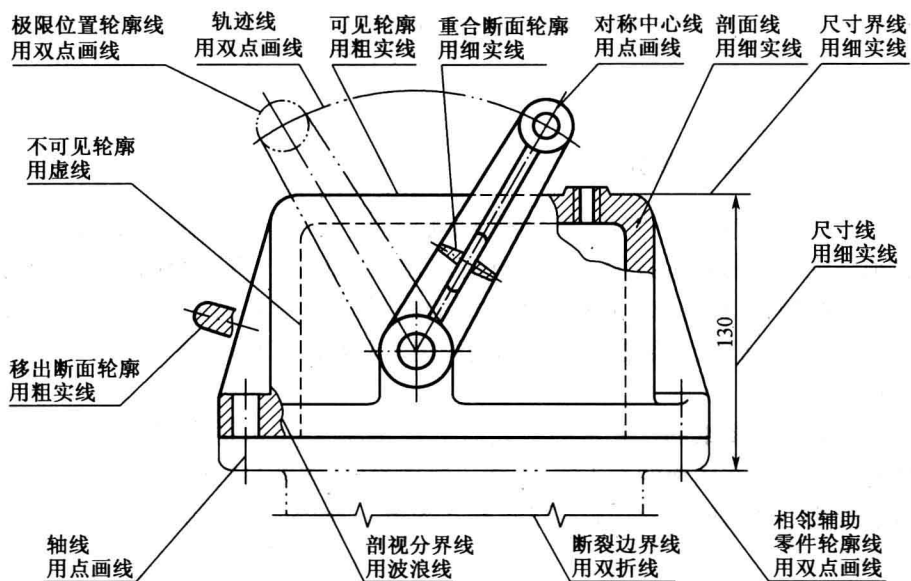


图 1-8 图线的一般应用示例

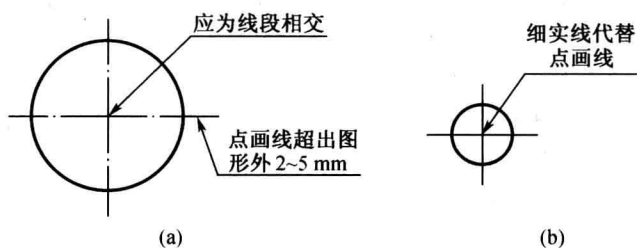


图 1-9 圆中心线的画法

(a) 一般画法; (b) 用细实线代替点画线

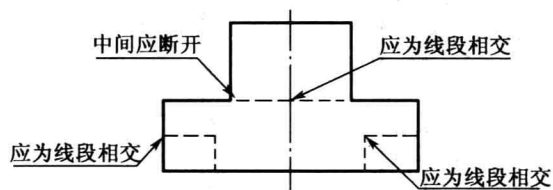


图 1-10 图线画法示例

1.2 尺规绘图基础

1.2.1 尺规绘图工具简介

尺规绘图是指用铅笔、丁字尺、三角板、圆规等为主要工具来绘制机械图样,它是工程技术人员必须详细了解的基本技能。虽然目前实际的绘图中计算机绘图已经取代了手工绘图,但尺规绘图是对工程技术人员的基本技能的训练,也是学习和巩固制图理论知识不可缺少的方法,必须反复练习、熟练掌握。常用的绘图工具有以下几种。

1. 图板

图板是用来固定图纸的。要求图板表面平整,图板的左边是丁字尺的滑动边,必须平直。绘图时图纸固定在图板的左下方,但为了绘图方便,图纸与图板下边的距离应不小于丁字尺尺身的宽度。图纸的四角用胶带纸粘贴在图板上,如图 1-11 所示。

2. 丁字尺

丁字尺自身主要用来画水平线。丁字尺由尺身和尺头组成。尺身与尺头的结合必须牢固,不得有松动,且二者之间必须相互垂直。尺身的上边缘为工作边;尺头的内侧边为丁字尺的导边,工作时将其与图板的左边紧密贴合,使之沿着图板上下滑动。因此尺身的上边缘和尺头的内侧边都必须平直光滑。为了使用方便,丁字尺的长度应与所用图板的大小相适应,丁字尺的使用方法如图 1-11 所示。

3. 三角板

一副三角板有 45° 角和 30° (即 60°) 角各一个。三角板常与丁字尺配合使用,可以画出与水平方向成 90° 角的铅垂线,如图 1-12 所示,也可以很方便地利用三角板的斜边画出各种特殊角度 ($45^\circ, 30^\circ, 60^\circ$) 的倾斜线。

除以上的几种绘图用具以外,其他常用的工具还有:铅笔、圆规、分规、比例尺、曲线板以及鸭嘴笔等,其用法此处从略。

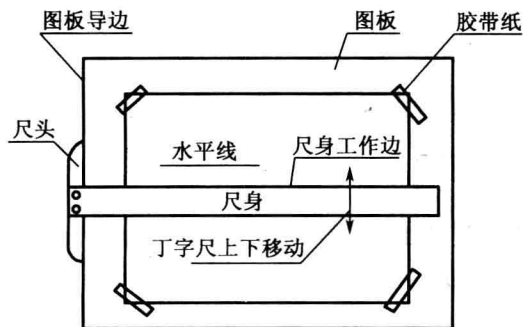


图 1-11 图纸粘贴及丁字尺的使用方法

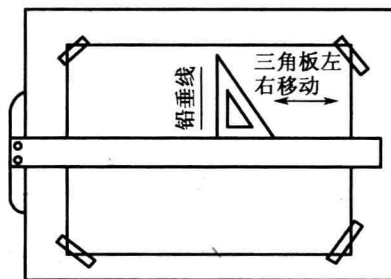


图 1-12 用丁字尺和三角板画铅垂线