



机械工程图学

主编 张玉伟 朱泽平
主审 李绍珍



国防工业出版社

National Defense Industry Press

机械工 程 图 学

主 编 张 玉 伟 朱 泽 平

主 审 李 绍 珍

国 防 工 业 出 版 社

· 北 京 ·

内容简介

本书参照教育部工程图学教学指导委员会《工程图学课程教学基本要求》，吸收了山东轻工业学校及兄弟院校近几年的教学改革成果，并适当考虑了工程图学的发展要求编写而成。

本书的主要内容包括传统工程制图理论：制图的基本知识，点、直线及平面的投影，立体的投影，回转体表面的截交线和相贯线，组合体的视图，轴测图，机件的常用表达方法，标准件和常用件，零件图，装配图等，另外还介绍了 AutoCAD 绘图基本知识、三维造型软件等内容。

与本书配套使用的《机械工程图学习题集》，由国防工业出版社同时出版。

本书可供高等工科院校作为工程制图教材，也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械工程图学/张玉伟,朱泽平主编. —北京:国防工业出版社,2010.12

ISBN 978-7-118-07139-9

I. ①机... II. ①张... ②朱... 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(2011)第 000132 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

腾飞印务有限公司印刷

新华书店经售



*

开本 787×1092 1/16 印张 28 $\frac{3}{4}$ 字数 651 千字

2010 年 12 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 48.00 元(含习题集)

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

《机械工程图学》 编委会

主 编 张玉伟 朱泽平

副主编 黄丽霞 付秀琢 张红霞

参 编 何冰清 李 华 闫 鹏 冯衍霞 苏国胜

主 审 李绍珍

前 言

本书参照教育部工程图学教学指导委员会《工程图学课程教学基本要求》，吸收了山东轻工业学院及兄弟院校近几年的教学改革成果，并适当考虑了工程图学的发展要求编写而成。

本教材主要有以下几个特点：

1. 目前，“机械工程图学”教学课时数比以前有了较大的压缩，因此本教材对传统工程制图的内容作了一定的删减，尤其对画法几何的内容，仅选用了最基本和必要的部分。教材其他内容的选择，也力求做到少而精，针对性强，简练实用。

2. 在教材内容的结构体系上，为了计算机绘图部分集中上课方便，我们将分散在各章中的 AutoCAD 绘图部分集中起来单独作为第 10 章，并在内容上增加了部分绘图图例。

3. 为适应将来工程图学发展的需要，本书第 11 章对目前广泛应用的三维建模软件 Pro/Engineer 进行了介绍。

4. 本书采用了 2000 年以后国家技术监督局发布的《技术制图》和《机械制图》最新国家标准。

与本书配套的《机械工程图学习题集》同时出版发行。

本书由张玉伟、朱泽平任主编，黄丽霞、付秀琢、张红霞任副主编。参加编写的有张红霞(第 1 章)、冯衍霞(第 2 章)、黄丽霞(第 3 章)、付秀琢(第 4 章)、朱泽平(第 5 章)、张玉伟(第 6 章)、李华(第 7 章)、何冰清(第 8 章、第 9 章)、闫鹏(第 10 章)、苏国胜(第 11 章)。

本书由山东大学李绍珍教授主审。

本书在编写过程中，得到了山东轻工业学院有关领导及工程图学教师的支持与帮助，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平所限，书中难免有错误与不当之处，敬请读者给予批评指正。

编 者
2010 年 5 月

绪 论

一、本课程的研究对象及作用

本课程主要研究运用投影法知识,按一定的标准规定,借助于图板、丁字尺、计算机等绘图工具,将物体的形状、尺寸、技术要求等准确地表达在图纸等介质上。这种应用于工程领域中,包含了物体形状、尺寸与技术要求等信息的图形称为工程图样。

工程图样是表达和交流技术思想的重要工具,是工程技术部门的一项重要技术文件。在工业生产与科学试验中,工程图样是进行加工制造、维修检验等方面的主要依据。因此它被喻为“工程界的技术语言”。

二、本课程的基本任务

- (1) 学习正投影法的基本原理及其应用。
- (2) 培养绘制与阅读机械工程图样的能力。
- (3) 培养空间想象、空间构思能力。
- (4) 学习用计算机绘制工程图样的基本技能。
- (5) 培养严肃细致的工作作风、认真负责的工作态度。

三、本课程的特点与学习方法

本课程是一门既有系统理论,又偏重于实践的技术基础课。学习该课程,既包含了对投影理论等知识的理解,又包含了绘图与看图基本技能的训练。而这两者,都必须通过大量的绘图、读图练习来加以实现。因此学好本课程必须要理论联系实际,多画、多想、多看,并通过完成较多的习题作业,来加强对投影理论、基本概念的理解,培养起较强的空间想象能力及较高的绘图与看图的基本技能。

此外在学习中还应注意:

(1) 本课程的中心内容主要是讲授如何用平面图形完整、准确、简捷地表达空间形体。因此在学习时要密切注意画在平面上的投影图形与所表达的空间形体之间的关系,由物画图,由图想物,只有通过这种经常的从空间到平面、从平面到空间的反复对照与思索,才能较快地提高空间想象力及画图与看图的能力。

(2) 要熟知国家颁布的《机械制图》、《技术制图》国家标准,尤其对《机械制图》国家标准中常用的一些规定必须熟记,并在绘图实践中严格遵守。另外还应尽可能了解一些机械制造的有关知识,这对学习该课程将很有益处。

(3) 本教材要求同学同时具备手工草图、仪器绘图和计算机绘图三种能力,尤其计算机绘图能力的培养,要靠同学们多争取上机机会,熟练运用各种绘图命令,才能又快又好地绘出工程图。

目 录

第 1 章 制图的基本知识	1
1.1 制图国家标准的基本规定	1
1.2 绘图工具及其使用	7
1.3 几何作图	9
1.4 平面图形的分析和画法.....	13
1.5 徒手绘制草图.....	15
第 2 章 点、直线及平面的投影	17
2.1 投影法的基本知识.....	17
2.2 点的投影.....	19
2.3 直线的投影.....	23
2.4 平面的投影.....	30
2.5 直线与平面、平面与平面的相对位置	36
2.6 换面法.....	43
第 3 章 立体的投影	48
3.1 平面立体.....	48
3.2 平面与平面立体表面相交.....	51
3.3 曲面立体.....	55
3.4 平面与曲面立体表面相交.....	61
3.5 两立体表面相交.....	70
第 4 章 组合体的视图	81
4.1 三视图的形成及其投影特性.....	81
4.2 组合体的形体分析与视图的画法.....	82
4.3 组合体的尺寸标注.....	87
4.4 看组合体的视图.....	96
第 5 章 轴测图	104
5.1 轴测图的基本知识	104
5.2 正等测图	105

5.3	斜二等轴测图	109
第6章	机件的常用表达方法	111
6.1	视图	111
6.2	剖视图	116
6.3	断面图	127
6.4	其他表达方法	130
6.5	机件表达方法的综合举例	133
第7章	标准件与常用件	137
7.1	螺纹及螺纹紧固件	137
7.2	键、销、滚动轴承与弹簧	152
7.3	齿轮	161
第8章	零件图	170
8.1	零件图的作用和内容	170
8.2	零件图的视图选择	171
8.3	零件上常见的工艺结构	177
8.4	零件图的尺寸标注	180
8.5	零件工作图上的技术要求	184
8.6	看零件图	198
第9章	装配图	202
9.1	装配图的作用和内容	202
9.2	装配图的表达方法	203
9.3	装配图的视图选择	206
9.4	装配图中的尺寸和技术要求	208
9.5	装配图中的零、部件序号和明细栏	209
9.6	装配结构的合理性简介	210
9.7	部件测绘	212
9.8	读装配图和拆画零件图	218
第10章	AutoCAD 绘图系统	224
10.1	AutoCAD 经典界面和基本操作	224
10.2	绘图入门	226
10.3	基本绘图命令	228
10.4	编辑命令	238

10.5	图形显示与查询	248
10.6	图层、线型和图块命令	249
10.7	AutoCAD 尺寸标注	253
10.8	AutoCAD 的图案填充	261
10.9	实例一 键槽的绘制	265
10.10	实例二 平衡支架三视图的绘制	273
第 11 章	三维实体建模简介	284
11.1	三维造型方法	284
11.2	Pro/Engineer 用户界面	286
11.3	草绘截面设计	289
11.4	基准特征	291
11.5	基础实体特征的建模	292
附录		299
参考文献		327

第 1 章 制图的基本知识

1.1 制图国家标准的基本规定

机械图样是机械设计和机械制造过程中的重要技术文件，被称为工程界的共同语言，具有严格的规范性。国家标准中规定了有关《技术制图》和《机械制图》的标准。它是工程界重要的技术基础标准，是绘制和阅读机械图样的准则和依据。为了满足生产技术发展的需要，机械制图标准进行过多次修改和补充。

国家标准简称国标，包括强制性国标（代号为 GB）、推荐性国标（代号为 GB/T）和指导性国标（代号为 GB/Z）。代号后面的两组数字，分别表示标准顺序号和标准批准的年份，例如“比例”的标准号为 GB/T14690—1993。本节就图纸幅面和格式、比例、字体、图线等制图国标的有关规定作简要介绍。其他标准将在有关章节中叙述。

1.1.1 图纸幅面及格式（GB/T14689—1993）

1. 图纸幅面

绘制图样时，应优先采用表 1-1 中规定的图纸基本幅面，必要时，也允许选用所规定的加长幅面，加长幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出，如图 1-1 所示。图中粗实线为基本幅面（第一选择）；细实线和虚线所示为加长幅面（第二选择和第三选择）。

表 1-1 图纸基本幅面尺寸 (mm)

幅面代号	A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
B×L	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
a	25				
c	10			5	
e	20		10		

表 1-1 中幅面代号意义见图 1-2、图 1-3。

2. 图框格式

在图纸上，必须用粗实线画出图框，其格式分为不留装订边和留有装订边两种，分别如图 1-2 和图 1-3 所示，但同一产品的图样只能采用一种格式。

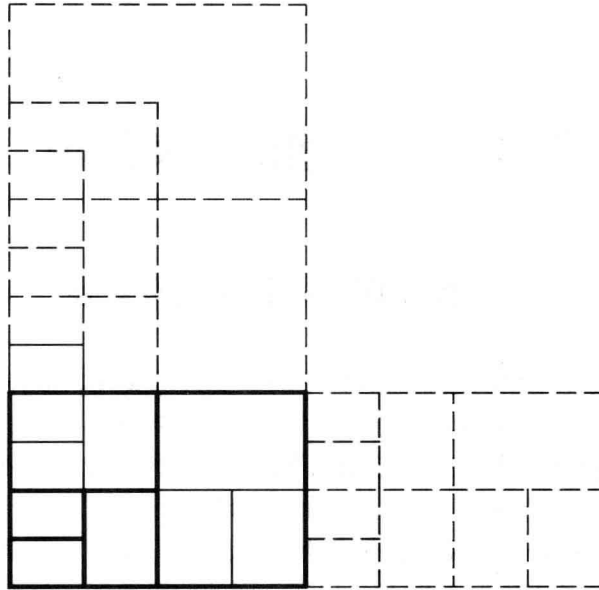


图 1-1 图纸的加长幅面

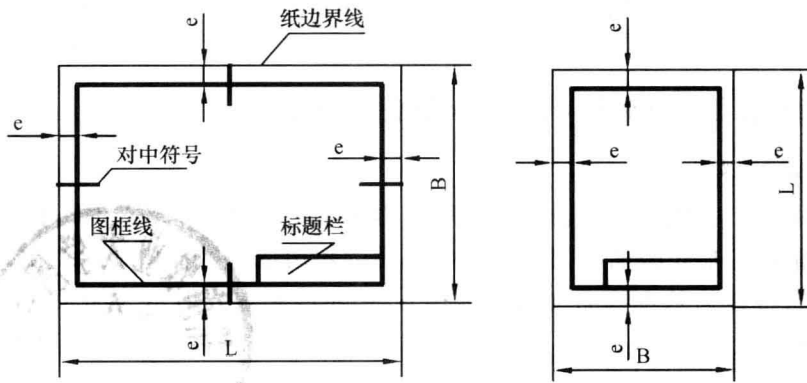


图 1-2 不留装订边的图框格式

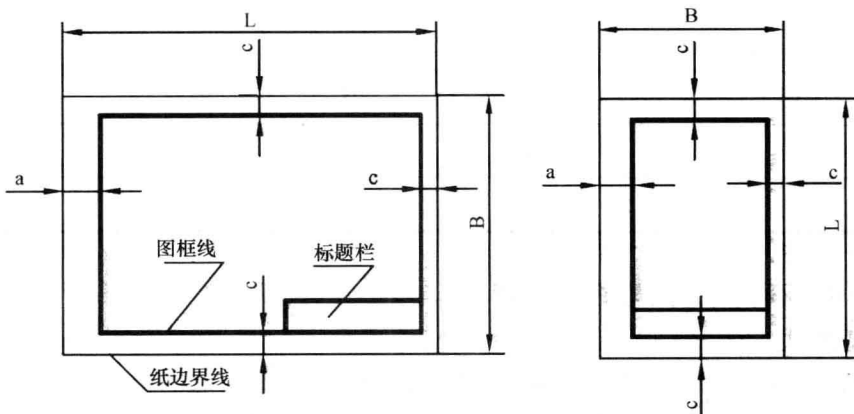


图 1-3 留有装订边的图框格式

绘图时，图纸可以竖用(短边水平)或横用(长边水平)，如图 1-2、图 1-3 所示。为了使图样复制和缩微摄影时定位方便，应在图纸各边(不是图框的边!)的中心处分别画出对中符号，对中符号用粗实线绘制，线宽不小于 0.5mm，长度从纸边界线开始伸入图框内约 5mm，如图 1-2 所示。

3. 标题栏

GB/T10609.1-1989 对标题栏的内容、格式和尺寸作了规定，见图 1-4(a)。标题栏的位置位于图纸的右下角，如图 1-2、图 1-3 所示。标题栏的文字方向应为看图方向，标题栏的外框为粗实线，里边是细实线，其右边线和底边线应与图框线重合。学生制图课建议采用图 1-4(b)的格式。

1.1.2 比例(GB/T14690-1993)

比例是图中图形与实物相应要素的线性尺寸之比。需要按比例绘制图样时，应在表 1-2 规定的系列中选取适当的比例。

表 1-2 绘图比例

种类	比例				
原值比例	1 : 1				
放大比例	2 : 1 (2.5 : 1)	5 : 1 (4 : 1)	$1 \times 10^n : 1$ ($2.5 \times 10^n : 1$)	$2 \times 10^n : 1$ ($4 \times 10^n : 1$)	$5 \times 10^n : 1$
缩小比例	1 : 2 (1 : 1.5) ($1 : 1.5 \times 10^n$)	1 : 5 (1 : 2.5) ($1 : 2.5 \times 10^n$)	1 : 1×10^n (1 : 3) ($1 : 3 \times 10^n$)	1 : 2×10^n (1 : 4) ($1 : 4 \times 10^n$)	1 : 5×10^n (1 : 6) ($1 : 6 \times 10^n$)

为了能从图样上得到实物大小的真实感，应尽量采用原值比例(1:1)，当机件过大或过小时，可选用表 1-2 中规定的缩小或放大比例绘制，但尺寸标注时必须注实际尺寸。一般来说，绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例，并在标题栏中填写。当某个视图需要采用不同比例时，可在视图名称的下方或右侧标注比例，例如：

$$\frac{I}{2:1} \quad \frac{A}{1:100} \quad \frac{B-B}{2.5:1} \quad \text{平面图 } 1:10$$

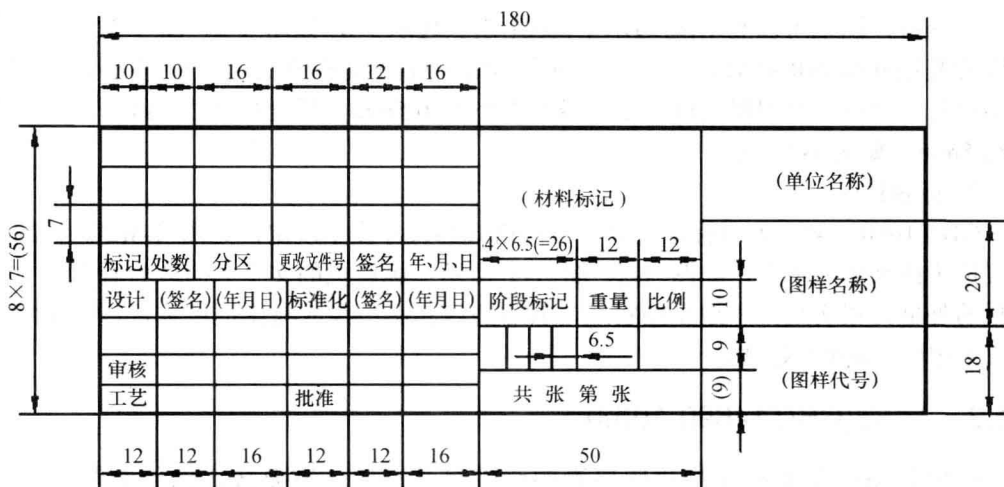
1.1.3 字体(GB/T14691—1993)

图样中书写的汉字、数字和字母，必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

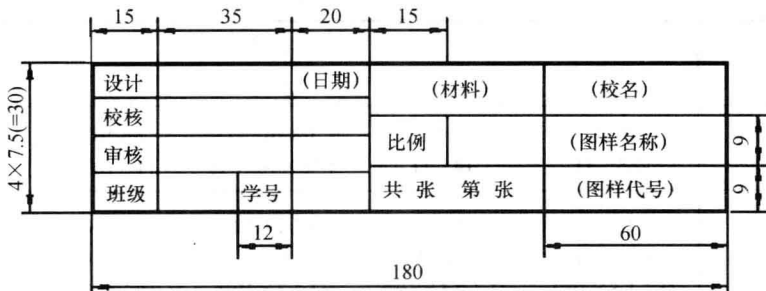
字体的高度(用 h 表示)的公称尺寸系列为 1.8mm, 2.5mm, 3.5mm, 5mm, 7mm, 10mm, 14mm, 20mm。字体高度代表字体的号数。

1. 汉字

汉字应写成长仿宋体，并应采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度不应小于 3.5mm，其字宽一般为字高的 $2/3$ (约 $0.7h$)。长仿宋体的书写要领是：横平竖直，注意起落，结构匀称，填满方格。



(a)



(b)

图 1-4 标题栏的尺寸与格式

(a) 标题栏格式; (b) 练习用标题栏。

长仿宋体的汉字示例:

10 号字

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

7 号字

横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

5 号字

技术制图 机械电子 汽车船舶 土木建筑 矿山井坑 港口 纺织服装

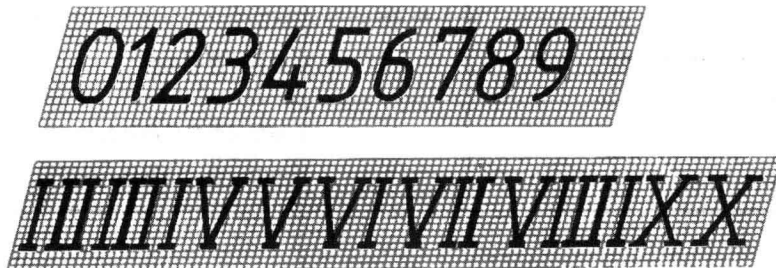
2. 数字和字母

数字和字母有直体和斜体两种。一般采用斜体，斜体字字头向右倾斜，与水平线约成 75° 角。在同一图样上，只允许选用一种形式的字体。

1) 斜体拉丁字母示例



2) 斜体数字示例



1.1.4 图线(GB/T4457.4-2002)










1. 图线线型及其应用

GB/T4457.4-2002《机械制图 图样画法 图线》中规定了 9 种线型，分为粗线、细线两种，其线宽比例是 2:1，图线宽度代号用 d 表示，当粗线的宽度为 d 时，细线的宽度应为 $d/2$ 。图线宽度的数系有 9 种，即：0.13mm，0.18mm，0.25mm，0.35mm，0.5mm，0.7mm，1mm，1.4mm，2mm。为了保证图样清晰、便于复制，图样上尽量避免出现线宽小于 0.18mm 的图线。图线形式及应用如表 1-3 所示。

2. 图线的画法

(1) 同一图样中同类图线的宽度应基本一致，虚线、点画线、双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等，在图样中要显得匀称协调，建议采用图 1-5 所示的图线规格。

表 1-3 图线形式及应用

图线名称	图线形式	图线宽度	主要应用
粗实线		d	可见轮廓线, 相贯线, 螺纹牙顶线 螺纹长度终止线, 齿顶圆(线)
细实线		$d/2$	尺寸线, 尺寸界线, 剖面线 重合断面的轮廓线, 过渡线 螺纹牙底线及齿轮齿根线
波浪线		$d/2$	断裂处的边界线 视图与剖视的分界线
双折线		$d/2$	断裂处的边界线 视图与剖视的分界线
细虚线		$d/2$	不可见轮廓线, 不可见过渡线
粗虚线		d	允许表面处理的表示线, 如热处理
细点划线		$d/2$	轴线, 对称中心线, 孔系分布的中心线分度圆(线)
粗点划线		d	限定范围表示线
细双点划线		$d/2$	相邻辅助零件的轮廓线 极限位置的轮廓线, 中断线

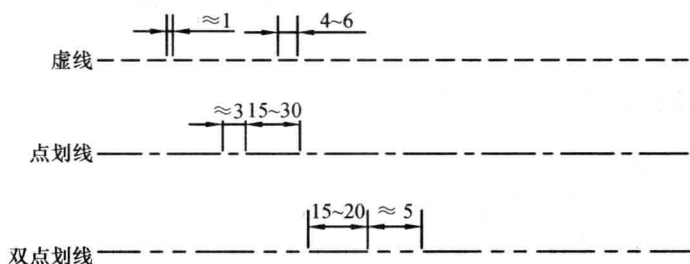


图 1-5 图线规格

(2) 绘制点画线和双点画线时, 首末两端及相交处应是线段而不是短画, 超出图形轮廓 2mm~5mm。在较小的图形上绘制点画线和双点画线有困难时, 可用细实线代替。

(3) 虚线与虚线相交, 或与其他图线相交时, 应以线段相交, 当虚线为粗实线的延长线时, 应留有间隙, 以示两种不同线型的分界线。

绘制图线应注意的问题见图 1-6。

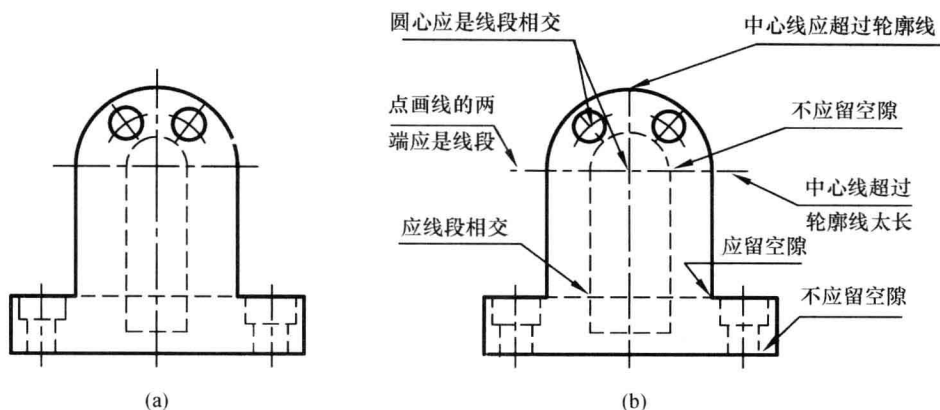


图 1-6 画点画线和虚线应遵守的画法

(a) 正确；(b) 错误。

图线应用示例如图 1-7 所示。

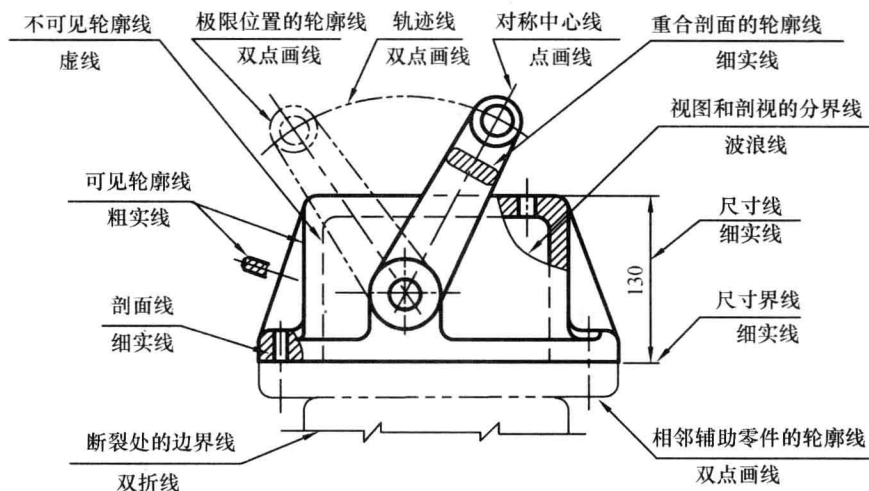


图 1-7 图线应用实例

1.2 绘图工具及其使用

正确使用绘图工具和仪器，是保证绘图质量、提高绘图效率的一个重要方面。为此，必须养成正确使用绘图工具及仪器的好习惯。

常用的绘图工具及仪器有图板、丁字尺、三角板、圆规、分规、曲线板、铅笔等。

1.2.1 图板和丁字尺

图板用作画图时的垫板以铺放、固定图纸，其板面必须平整、光滑，周边应平直，绘图时用胶带纸将图纸固定在图板上。丁字尺由尺头和尺身组成，与图板配合使用，主

要用来画水平线。使用时左手握尺头，使内侧边紧靠图板的左边上下滑动，沿尺身工作边由左向右画水平线，如图 1-8 所示。

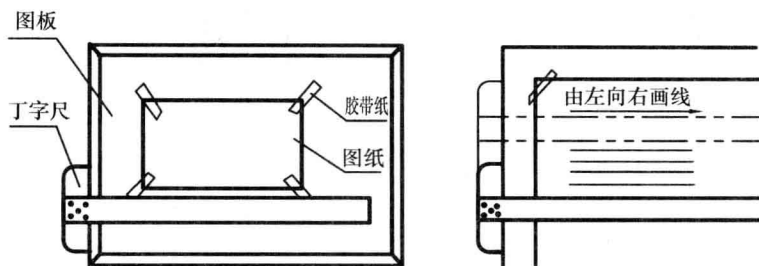


图 1-8 图板与丁字尺的用法

1.2.2 三角板

一副三角板有两块，一块是 45° 等腰直角三角形，另一块是 30° 和 60° 直角三角形。三角板与丁字尺配合使用，可画竖直线和 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° 的倾斜线，如图 1-9 所示。此外，利用一副三角板，还可以画出已知直线的平行线和垂直线。

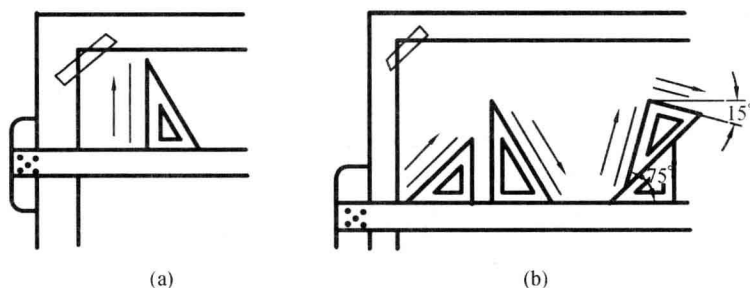


图 1-9 三角板的用法

1.2.3 圆规

圆规主要用于画圆和圆弧。圆规的一条腿上装有铅芯，另一条腿上装有钢针，钢针两端的形状不同，一端为台阶状，另一端为锥状，常用台阶状的那端做圆规用，锥状针尖做分规用。画大圆时需装延伸杆。使用时，针尖应比铅芯略长，钢针和铅芯垂直于纸面，特别在画大圆时更应如此。

1.2.4 分规

分规用来量取线段、等分线段和截取尺寸。分规两腿均装有锥形钢针。为了量取尺寸准确，分规的两针尖应平齐。

1.2.5 铅笔

绘图用铅笔的铅芯分别用 B 和 H 表示软、硬程度，B 前的数字越大表示铅芯越软，H 前的数字越大则铅芯越硬。绘图时根据不同使用要求，应备有以下几种铅笔：B 或