

高等职业技术教育机电类专业规划教材

# 机械制图 与计算机绘图

金大鹰 主编



赠电子课件

 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



高等职业技术教育机电类专业规划教材

# 机械制图与计算机绘图

金大鹰 主编



机械工业出版社

本书是根据国务院 2014 年印发的《关于加快发展现代职业教育的决定》精神,并按教育部职业教育与成人教育司编发的《高等职业学校专业教学标准(试行)》的基本要求,在总结近年来制图教学改革经验、广泛征集读者意见的基础上,采用最新机械制图国家标准和 AutoCAD 2014 版编写而成。

本书以“看图、画图能力的培养”为编写主线,并突出看图能力的培养。全书共分十二章(轴测图未单独成章),内容包括:制图的基础知识和基本技能、投影的基本知识、看图基础、立体的表面交线、组合体、机件的表达方法、常用零件的特殊表示法、零件图、装配图、展开图、焊接图、计算机绘图等(展开图和焊接图为选学内容)。

本书适用于高等职业学校、高等工程专科学校及成人高等学校各专业 80~120 学时的制图教学。

与本书配套使用的《机械制图与计算机绘图习题集》也同时出版。

## 图书在版编目(CIP)数据

机械制图与计算机绘图/金大鹰主编. —北京:  
机械工业出版社, 2015. 1

高等职业技术教育机电类专业规划教材

ISBN 978-7-111-48924-5

I. ①机… II. ①金… III. ①机械制图—高等职业教  
育—教材②自动绘图—高等职业教育—教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 296403 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:杨民强 责任编辑:杨民强

封面设计:马精明 责任校对:丁 锋

责任印制:乔 宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2015 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·19.25 印张·477 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-48924-5

定价:39.80 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:(010)88379833 机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:(010)88379469 机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com

# 前 言

随着科学技术的不断发展,为适应现代教育改革的新形势,本书根据图务院 2014 年印发的《关于加快发展现代职业教育的决定》精神,并按教育部职业教育与成人教育司编发的《高等职业学校专业教学标准(试行)》的基本要求,在总结近年来教学改革经验、广泛征集读者意见和建议的基础上,采用最新机械制图国家标准和 AutoCAD 2014 最新版编写而成,供制图教学 80~120 学时的各专业使用。

本书以培养学生看图和画图能力为编写主线,尤其突出看图能力的培养。为此,更新了教材体系和内容,增减部分章节,调整了编排顺序。

第二章投影基本知识以“体”开篇,安排多种形式的练习和作业,达到概念清楚、基础牢固。在点、直线、平面的投影中,同时作其想象空间位置过程的逆向投影的直观图(轴测图),使学生掌握看图与画图之间的相互转化关系这一重要规律。

特设第三章“看图基础”,以“看图是画图的逆过程”为先导,以识读一面视图为手段,进一步强化看图的逆向思维训练,使学生走上正确的看图之路。识读一面视图有其深刻内涵:一题多解为主要特征,能激发学生的学习兴趣,提高教学效果;培养学生的空间想象能力;掌握看图要领和看图方法,从而化解立体表面交线的教学难点和降低组合体读图阶段的教学难度,给识读复杂的三视图奠定坚实的基础。

为突出看图能力的培养,本书结合教学进程为学生提供百余幅与其相适应的看图材料:带答案的看图、画图“双向”选做题、识图方法指导等。通过教师引导,学生在反复的看图实践中,逐渐养成“见图思物”的思维习惯,从中悟出对看图有益以至带有规律性的东西。

本书轴测图未单独成章,穿插在点、直线、平面、几何体、组合体中,反复教学,由浅入深使学生融会贯通,不仅给教学带来方便,而且教学效果也非常好。

在教学中,教师可根据专业特点和教学要求,对书中的内容做适当删减,也可对教学顺序进行调整。其中,展开图和焊接图为选学内容。

与本书配套的习题集,内容丰富,题型多、寓意深、角度新。其排序与教材同步,内容交融互补。习题有一定裕量,为教师取舍和学生多练提供方便。此外还编排少量有一定难度的看图题,并附有答案和立体图,供学有余力的学生选做。此外,习题集还开辟了“章首寄语”和“做题前必读”等栏目,内容包括体系剖析、做题思路引导、教学经验传授和教训告诫等。

本书适于高等职业学校、高等工程专科学校及成人高等学校各专业 80~120 学时的制图教学。

参加本书编写工作的有金大鹰、林春江、杜庆斌、拓晓华、刘宇、高俊芳、王忠海。由金大鹰担任主编。

由于我们的水平所限,书中的错误在所难免,诚请读者批评指正。

编 者

# 目 录

## 前言

绪论	1
<b>第一章 制图的基础知识和基本技能</b>	<b>4</b>
第一节 制图工具及用品	4
第二节 制图国家标准的基本规定	6
第三节 尺寸注法	11
第四节 几何作图	14
第五节 平面图形的画法	18
第六节 徒手画图的方法	20
<b>第二章 投影的基本知识</b>	<b>22</b>
第一节 投影法的基本概念	22
第二节 三视图	23
第三节 点的投影	27
第四节 直线的投影	30
第五节 平面的投影	34
第六节 几何体的投影	38
第七节 几何体的尺寸注法	47
第八节 几何体的轴测图	49
<b>第三章 看图基础</b>	<b>57</b>
第一节 看图是画图的逆过程	57
第二节 识读一面视图	58
第三节 看图的基本方法	64
第四节 看图综合举例	67
<b>第四章 立体的表面交线</b>	<b>70</b>
第一节 截交线	70
第二节 相贯线	81
第三节 截断体与相贯体的尺寸注法	87
<b>第五章 组合体</b>	<b>89</b>
第一节 组合体的组合形式	89
第二节 组合体视图的画法	89
第三节 组合体的尺寸注法	94
第四节 看组合体视图的方法	97
<b>第六章 机件的表达方法</b>	<b>103</b>
第一节 视图	103
第二节 剖视图	108

第三节	断面图	120
第四节	其他表达方法	123
第五节	看剖视图举例	129
第六节	第三角画法简介	131
<b>第七章</b>	<b>常用零件的特殊表示法</b>	<b>134</b>
第一节	螺纹	134
第二节	螺纹紧固件	140
第三节	齿轮	145
第四节	键联接、销联接	150
第五节	滚动轴承	155
第六节	弹簧	158
<b>第八章</b>	<b>零件图</b>	<b>162</b>
第一节	零件图的作用与内容	162
第二节	零件图的视图选择	164
第三节	零件图的尺寸标注	170
第四节	表面结构的表示法	174
第五节	极限与配合	179
第六节	几何公差	186
第七节	零件上常见的工艺结构	190
第八节	零件测绘	194
第九节	看零件图	199
<b>第九章</b>	<b>装配图</b>	<b>204</b>
第一节	装配图的作用与内容	204
第二节	装配图的表达方法	206
第三节	装配图的尺寸标注和技术要求	208
第四节	装配图上的零件序号和明细栏	209
第五节	装配结构简介	210
第六节	部件测绘	212
第七节	装配图的画法	215
第八节	看装配图	218
<b>第十章</b>	<b>钣金展开图</b>	<b>225</b>
第一节	求作实长、实形的方法	226
第二节	平面立体的表面展开	228
第三节	可展曲面的展开	229
第四节	不可展曲面的近似展开	233
<b>第十一章</b>	<b>焊接图</b>	<b>235</b>
第一节	焊缝的表示方法	235
第二节	焊缝的标注方法	239
<b>第十二章</b>	<b>计算机绘图</b>	<b>243</b>

## VI

第一节	AutoCAD 2014 的基本操作 .....	243
第二节	AutoCAD 2014 的基本图形绘制 .....	249
第三节	AutoCAD 2014 的基本编辑命令 .....	257
第四节	AutoCAD 2014 的注释图形 .....	262
第五节	AutoCAD 2014 的尺寸标注 .....	264
第六节	AutoCAD 2014 图层、块和面域 .....	267
第七节	AutoCAD 2014 的图形打印 .....	269
第八节	AutoCAD 2014 的绘图实例 .....	270
第九节	AutoCAD 2014 三维建模 .....	278
附录	.....	284
参考文献	.....	302

# 绪 论

根据投影原理、标准或有关规定，表示工程对象，并有必要的技术说明的图，称为图样。

本课程所研究的图样主要是机械图，用它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，如图 0-1 所示。图中给出了拆卸器和横梁的立体图，这种图看起来很直观，但是它还不能把机件的真实形状、大小和各部分的相对位置确切地表示出来，因此生产中一般不采用这种图样。实际生产中使用的图样是用相互联系着的一组视图(平面图)，如图 0-1 所示的装配图和零件图，它们就是用两个视图表达的。这种图虽然立体感不强，但却能够满足生产、加工零件和装配机器的一切要求，所以在机械行业中被广泛地采用。

在现代化的生产活动中，无论是机器的设计、制造、维修，或是船舶、桥梁等工程的设计与施工，都必须依据图样进行。图 0-1 下部的直观图即表示依据图样在车床上加工轴零件的情形。图样已成为人们表达设计意图、交流技术思想的工具和指导生产的技术文件。因此，作为一名工程技术人员，必须具有画、看机械图的本领。

机械制图就是研究机械图样的绘制(画图)和识读(看图)规律的一门学科。

## 一、本课程的性质、任务和要求

机械制图是工科高等学校最重要的一门技术基础课。其主要任务如下：

- 1) 掌握正投影法的基本理论和作图方法。
- 2) 能够正确执行制图国家标准及其有关规定。
- 3) 能够正确使用常用的绘图工具绘图，并具有徒手绘制草图的技能。
- 4) 掌握计算机绘图的基本知识，具有用计算机绘制机械图样的能力。
- 5) 掌握绘制和阅读机械图样的基本技能。
- 6) 培养创新精神和实践能力、团队合作与交流能力、良好的职业道德，以及严谨细致的工作作风和认真负责的工作态度。

## 二、本课程的学习方法

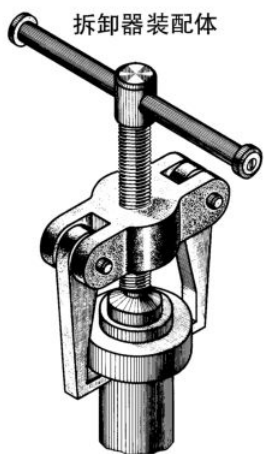
### 1. 注重形象思维

制图课主要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，其思维方法独特(注重形象思维)，学习时一定要抓住“物”“图”之间相互转化的方法和规律，注意培养自己的空间想象能力和思维能力。不注意这一点，即便学习很努力，也很难取得好的效果。

### 2. 注重基础知识

制图是一门新课，其基础知识主要来自于本课自身，即从投影概念开始，到点、直线、平面、几何体的投影……一阶一阶地砌垒而成。基础打好了，才能为进入“组合体”的学习搭好铺垫。

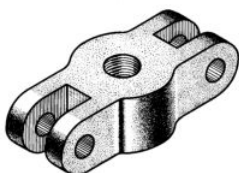
组合体在整个制图教学中具有重要地位，是训练画图、标注尺寸，尤其是训练看图的关键阶段。可以说，能够读懂、绘制组合体视图，看、画零件图就不会有问题了。因此应特别



拆卸器装配体

机器(装配体)都是由零件组合而成的。制造机器时,首先要根据零件图制造零件,再根据装配图把零件装配成机器。所以,图样是工程界的技术语言,是指导生产的技术文件。

零件

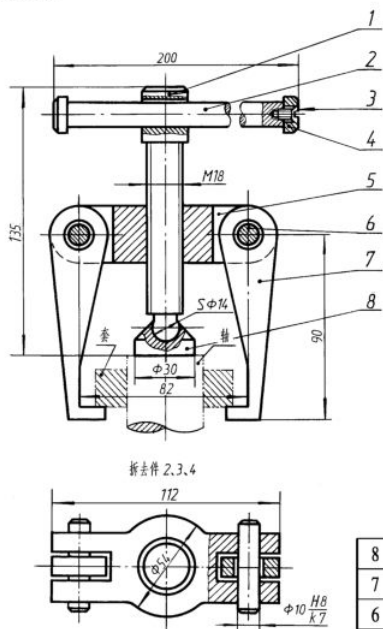


拆卸器的工作原理

顺时针转动把手2(见装配图),压紧螺杆1随之转动。由于螺纹的作用,横梁5即同时沿螺杆上升,通过横梁两端的销轴6,带动两个爪子7上升,被爪子勾住的零件(套)也一起上升,直到将其从轴上拆下。

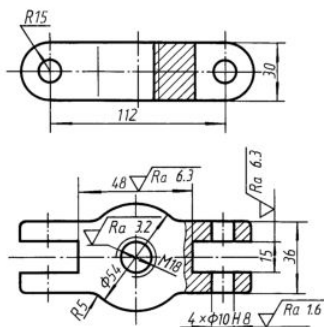
立体图

装配图



拆去件 2.3.4

零件图

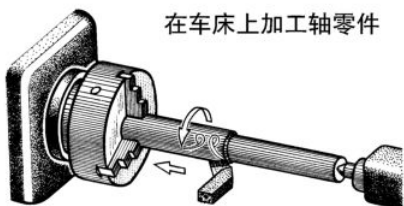


技术要求

1. 铲除毛刺。
2. 未注圆角 R2。

横 梁		比例	图号
		1:2	05
制图			
审核			

8	压紧垫	1	45	3	沉头螺钉 M5×8	1	
7	爪子	2	45	2	把手	1	Q235-A
6	销轴 10×60	2		1	压紧螺杆	1	45
5	横梁	1	Q235-A	序号	名称	数量	材 料
4	挡圈	1	Q235-A	拆卸器		比例	1:2 共 张
						重量	第 张



在车床上加工轴零件

直观图

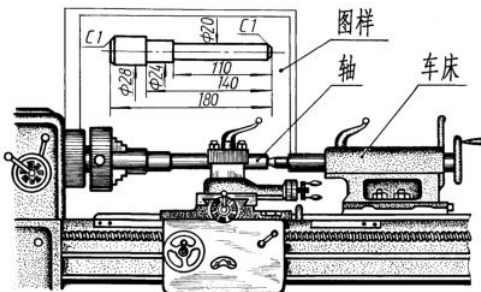


图 0-1 装配体、装配图,零件、零件图及依据图样加工零件的示例

注意组合体及其前段知识的学习，掌握看图、画图、标注尺寸的方法，否则此后的学习将会严重受阻，甚至很难完成本课的学习任务了。

### 3. 要注重作图实践

制图课的实践性很强，“每课必练”是本课的又一突出特点。就是说，若想学好这门课，使自己具有看图、画图的本领，只有完成一系列作业，认认真真、反反复复地“练”才能奏效。

综上所述，本课是以形象思维为主的新课，学习时切勿采用背记的方法；注意打好知识基础；只有通过大量的作图实践，才能不断提高看图和画图能力，达到本课最终的学习目标，为毕业后的工作创造一个有利的条件。

# 第一章 制图的基础知识和基本技能

工程图样是现代生产中不可缺少的技术资料，每位工程技术人员都必须熟悉和掌握有关制图的基本知识和技能。本章将重点介绍国家标准《机械制图》关于“图纸幅面和格式”“比例”“字体”“图线”“尺寸标注”等有关规定。同时，还将介绍几何图形的作图方法，并进行手工绘图的基本训练。

## 第一节 制图工具及用品

进行制图工作，需有制图工具及制图用品。它们质量的好坏，将直接影响图面质量和绘图速度。

常用的制图工具和用品有图板、丁字尺、三角板、制图仪器和图纸、铅笔等。

### 一、图板

图板是固定图纸用的矩形木板(图 1-1)，板面及导边应光滑平直。

### 二、丁字尺

丁字尺由尺头和尺身组成(图 1-1)。尺头和尺身的导边应保持互相垂直。

将尺头紧靠图板的左边，上下滑动，即可沿尺身的上边画出各种位置的水平线(图 1-2)。

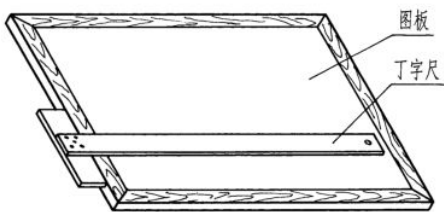


图 1-1 图板和丁字尺

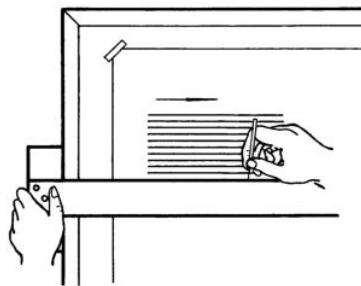


图 1-2 用丁字尺画水平线

### 三、三角板

三角板由  $45^\circ$  的和  $30^\circ-60^\circ$  的两块合成为一副。将三角板和丁字尺配合使用，可画出垂直线(图 1-3)、倾斜线(图 1-4)和一些常用的特殊角度。

如将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，具体方法如图 1-5、图 1-6 所示。

### 四、圆规

圆规主要用来画圆或圆弧。圆规的附件有钢针插脚、铅芯插脚、鸭嘴插脚和延伸插杆等。

画圆时，圆规的钢针应使用有肩台的一端，并使肩台与铅芯尖平齐。圆规的使用方法如

图 1-7 所示(使用延伸插杆,可画较大半径的圆)。

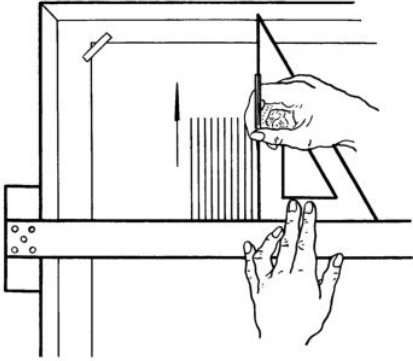


图 1-3 垂直线的画法

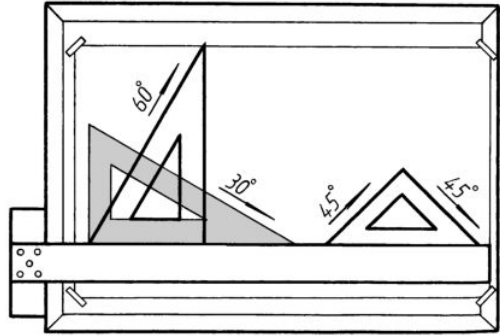


图 1-4 倾斜线的画法

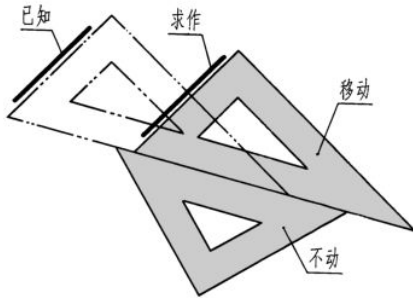


图 1-5 平行线画法

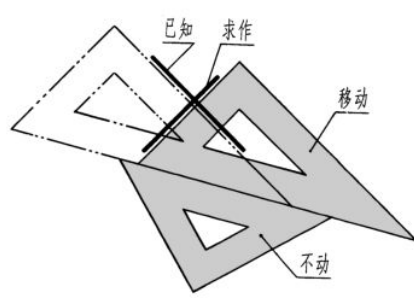
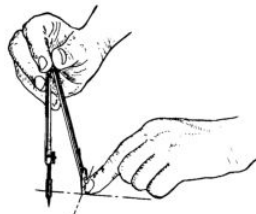


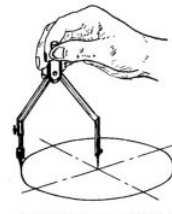
图 1-6 垂直线画法



a) 将针尖扎入圆心



b) 圆规向画线方向倾斜



c) 画大圆时圆规两脚垂直纸面

图 1-7 圆规的用法

## 五、分规

分规是用来截取线段、等分直线或圆周以及从尺上量取尺寸的工具。分规的两个针尖并拢时应对齐,其开合只需单手调整。

## 六、铅笔

铅笔分硬、中、软三种。标号有 6H、5H、4H、3H、2H、H、HB、B、2B、3B、4B、5B 和 6B 等 13 种。6H 为最硬,HB 为中等硬度,6B 为最软。

绘制图形底稿时,建议采用 2H 或 3H 铅笔,并削成尖锐的圆锥形;描黑底稿时,建议采用 HB、B 或 2B 铅笔,削成扁铲形。铅笔应从没有标号的一端开始使用,以便保留软硬的标号,如图 1-8 所示。

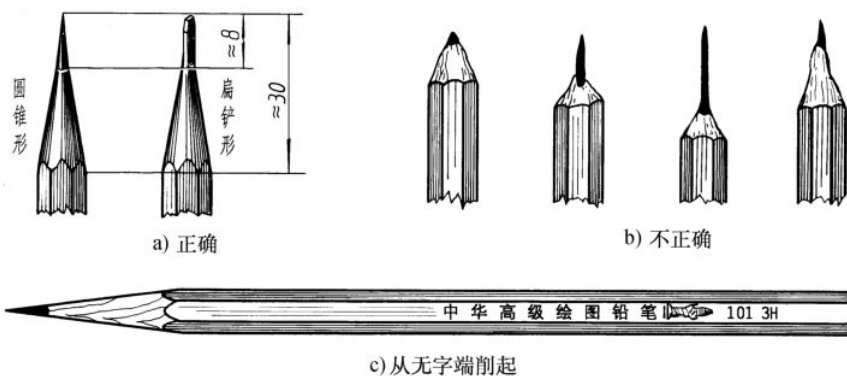


图 1-8 铅笔的削法

## 七、绘图纸

绘图纸质地坚实，用橡皮擦拭不易起毛。必须用图纸的正面画图。识别方法是用橡皮擦拭几下，不易起毛的一面即为正面。

画图时，将丁字尺尺头靠紧图板，以丁字尺上缘为准，将图纸摆正，然后绷紧图纸，用胶带纸将其固定在图板上。当图幅不大时，图纸宜固定在图板左下方，图纸下方应留出足够放置丁字尺的地方，如图1-9所示。

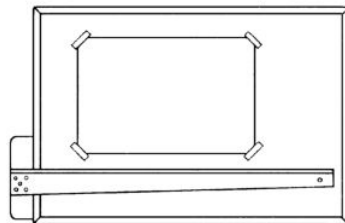


图 1-9 固定图纸的位置

除上述工具和用品外，必备的绘图用品还有比例尺、曲线板、橡皮、小刀、砂纸、胶带纸等。

## 第二节 制图国家标准的基本规定

国家标准《技术制图》是一项基础技术标准；国家标准《机械制图》是一项机械专业制图标准，它们是绘制与使用图样的准绳。必须认真学习和遵守这些有关规定。

国家标准，简称国标，代号为 GB (GB/T 为推荐性国标)。例如，图纸幅面的相应标准编号是 GB/T 14689—2008。“14689”为标准的顺序号，“2008”为标准发布的年份。

本节摘要介绍最新制图国家标准中的图纸幅面和格式、比例、字体、图线等制图的基本规定，其他相关内容将在以后章节中叙述。

### 一、图纸幅面和格式 (GB/T 14689—2008)

#### 1. 图纸幅面

绘制技术图样时，应优先选用基本幅面(表 1-1)。基本幅面共有五种，其尺寸关系如图 1-10 所示。

#### 2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框，其格式分为留装订边(图 1-11a)和不留装订边(图 1-11b)两种(同一产品的图样只能采用一种格式)，尺寸按表 1-1 的规定。

#### 3. 标题栏的方位与看图方向

每张图纸都必须画出标题栏。标题栏的方位与看图方向密切相联，共有两种情况：一是

当标题栏位于图纸右下角时，应按标题栏的方向看图(图 1-11)。二是当标题栏位于图纸右上角时(见图 1-12,当利用预先印制的图纸绘图时将出现这种情况)，应按“方向符号”指示的方向看图。该图中位于图纸各边中点处的粗实线短画为“对中符号”，所有图样均应画出，其作用是复制图样和缩微摄影时定位提供方便。方向符号(细实线的等边三角形)应在下边的对中符号处画出，其大小和所处的位置如图 1-12 所示。

表 1-1 图纸幅面尺寸 (单位:mm)

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

注： $e$ 、 $c$ 、 $a$  为留边宽度，参见图 1-9。

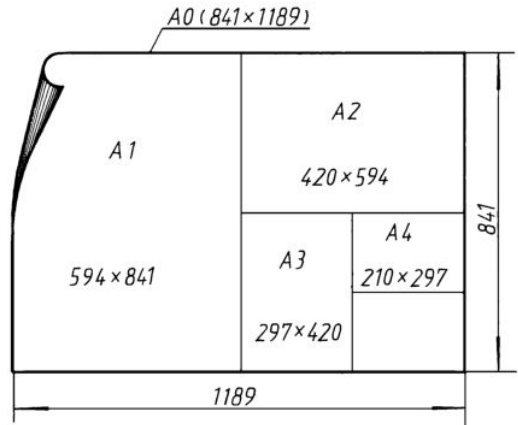


图 1-10 基本幅面的尺寸关系

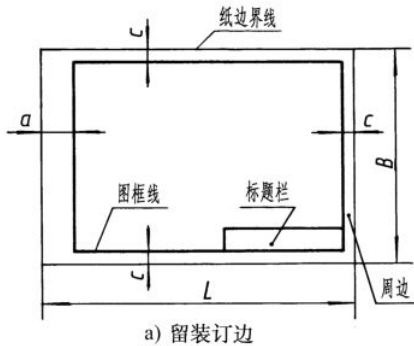


图 1-11 图框格式

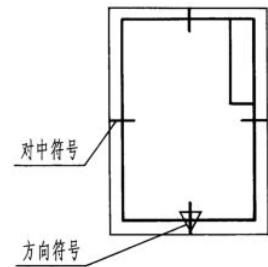


图 1-12 对中符号与看图方向

标题栏的格式和尺寸应按 GB/T 10609.1—2008 的规定画出(标题栏长度为 180mm)。在制图作业中建议采用图 1-13 的格式和尺寸。

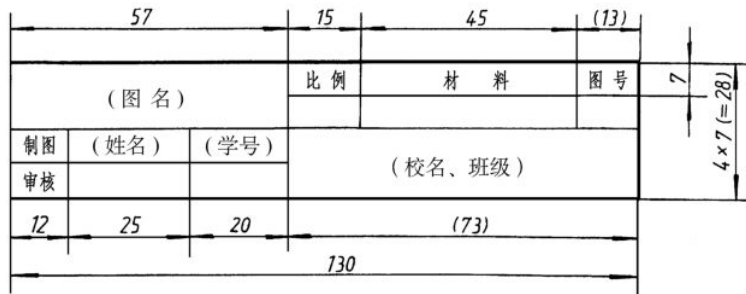


图 1-13 制图作业标题栏的格式

## 二、比例(GB/T 14690—1993)

### 1. 术语

- (1) 比例。图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。
- (2) 原值比例。比值为 1 的比例，即 1:1。
- (3) 放大比例。比值大于 1 的比例，如 2:1 等。
- (4) 缩小比例。比值小于 1 的比例，如 1:2 等。

### 2. 比例系列

- 1) 需要按比例绘制图样时，应由表 1-2 “优先选择系列” 中选取适当的比例。
- 2) 必要时，也允许从表 1-2 “允许选择系列” 中选取。

表 1-2 比例系列

种 类	优先选择系列	允许选择系列
原值比例	1:1	—
放大比例	5:1      2:1 5 × 10 <sup>n</sup> :1   2 × 10 <sup>n</sup> :1   1 × 10 <sup>n</sup> :1	4:1      2.5:1 4 × 10 <sup>n</sup> :1      2.5 × 10 <sup>n</sup> :1
缩小比例	1:2      1:5      1:10 1:2 × 10 <sup>n</sup> 1:5 × 10 <sup>n</sup> 1:1 × 10 <sup>n</sup>	1:1.5      1:2.5      1:3      1:4      1:6 1:1.5 × 10 <sup>n</sup> 1:2.5 × 10 <sup>n</sup> 1:3 × 10 <sup>n</sup> 1:4 × 10 <sup>n</sup> 1:6 × 10 <sup>n</sup>

注：n 为正整数。

为了从图样上直接反映出实物的大小，绘图时应尽量采用原值比例。因各种实物的大小与结构千差万别，绘图时，应根据实际需要选取放大比例或缩小比例。但不论采用何种比例，图形中所标注的尺寸数值都应是设计要求的尺寸，如图 1-14 所示。

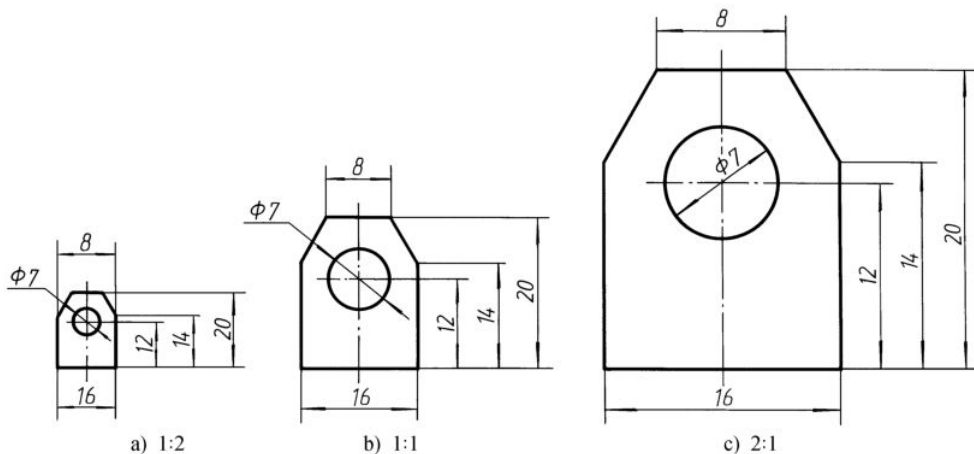


图 1-14 以不同比例画出的图形

## 三、字体(GB/T 14691—1993)

### 1. 基本要求

- 1) 在图样中书写的汉字、数字和字母，都必须做到“字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐”。

2) 汉字应写成长方宋体字, 并应采用国家正式公布的简化字。汉字的高度  $h$  不应小于  $3.5\text{mm}$ , 其宽度一般为  $\sqrt{2}h$ 。字体高度代表字体的号数。

3) 数字和字母可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜, 与水平基准线成  $75^\circ$ 。

## 2. 字体示例

汉字、数字和字母的示例见表 1-3。

表 1-3 字体








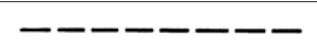

字 体	示 例
长仿宋体汉字	10 号 字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐
	7 号 横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格
	5 号 技术制图石油化工机械电子汽车航空船舶土木建筑矿山井坑港口纺织焊接设备工艺
	3.5 号 螺纹齿轮端子接线飞行指导驾驶舱位挖填施工引水通风闸坝棉麻化纤
拉丁字母	大写斜体 
	小写斜体 
阿拉伯数字	斜体 
罗马数字	斜体 

## 四、图线(GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—2002)

### 1. 图线的应用

国家标准《技术制图》、《机械制图》规定了图线的名称、形式、代号、宽度以及在图上的应用。机械图样中常用线型的名称、形式等见表 1-4。图线应用示例如图 1-15 所示。

表 1-4 图线

图线名称	图线形式及代号	图线宽度	应用举例
粗实线		$d$	可见轮廓线、棱边线
细虚线		$d/2$	不可见轮廓线、棱边线
细实线		$d/2$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、过渡线
细点画线		$d/2$	轴线 对称中心线
波浪线		$d/2$	断裂处的边界线 视图与剖视图的分界线
双折线		$d/2$	断裂处的边界线 视图与剖视图的分界线
粗点画线		$d$	限定范围的表示线
粗虚线		$d$	允许表面处理的表示线
细双点画线		$d/2$	相邻辅助零件的轮廓线 极限位置的轮廓线、轨迹线

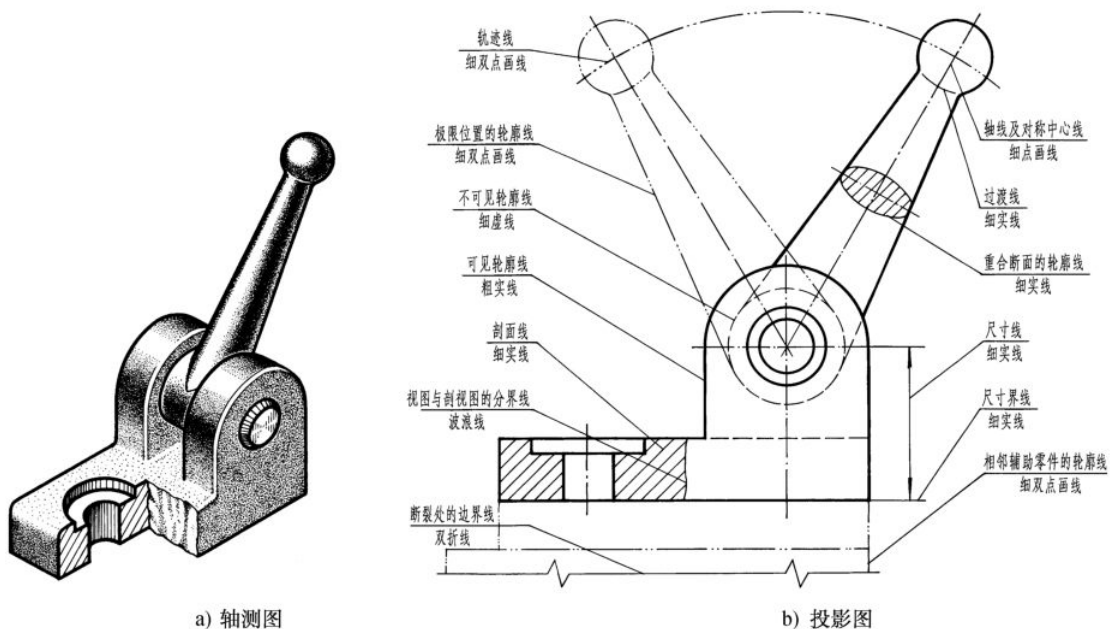


图 1-15 各种图线应用示例

## 2. 图线的画法

1) 机械图的图线分为粗线和细线两种，其线宽之比为 2:1。常用的粗线宽度为 0.5 ~