




全国中等职业技术学校机械类通用教材

# 机械制

# 图

# JIXIE

(第五版)

 中国劳动社会保障出版社

全国中等职业技术学校机械类通用教材

# 机械制图

(第五版)

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

机械制图/钱可强主编.—5版.—北京：中国劳动社会保障出版社，2007  
全国中等职业技术学校机械类通用教材  
ISBN 978-7-5045-6178-7

I. 机… II. 钱… III. 机械制图-专业学校-教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 048503 号

**中国劳动社会保障出版社出版发行**

(北京市惠新东街1号 邮政编码：100029)

出版人：张梦欣

\*

中青印刷厂印刷装订 新华书店经销

787毫米×1092毫米 16开本 15.75印张 374千字

2007年7月第5版 2007年7月第1次印刷

定价：19.00元

读者服务部电话：010-64929211

发行部电话：010-64927085

出版社网址：<http://www.class.com.cn>

**版权专有 侵权必究**

本书封面轧有我社社标和英文缩写的暗纹

否则即为盗版，请读者举报

举报电话：010-64954652

# 前 言

为了更好地适应全国中等职业技术学校机械类专业的教学要求，劳动和社会保障部教材办公室组织全国有关学校的职业教育研究人员、一线教师和行业专家，对中等职业技术学校机械类专业部分教材进行了修订。

这次教材修订工作的重点主要体现在以下几个方面：

第一，坚持以能力为本位，重视实践能力的培养，突出职业技术教育特色。根据机械类专业毕业生所从事职业的实际需要，合理确定学生应具备的能力结构与知识结构，对教材内容的深度、难度做了较大程度的调整。同时，进一步加强实践性教学内容，以满足企业对技能型人才的需求。

第二，根据科学技术发展，合理更新教材内容，尽可能多地在教材中充实新知识、新技术、新设备和新材料等方面的内容，力求使教材具有鲜明的时代特征。同时，在教材编写过程中，严格贯彻国家有关技术标准的要求。

第三，努力贯彻国家关于职业资格证书与学历证书并重、职业资格证书制度与国家就业制度相衔接的政策精神，力求使教材内容涵盖有关国家职业标准（中级）的知识和技能要求。

第四，在教材编写模式方面，尽可能使用图片、实物照片或表格形式将各个知识点生动地展示出来，力求给学生营造一个更加直观的认知环境。同时，针对相关知识点，设计了很多贴近生活的导入和互动性训练等，意在拓展学生思维和知识面，引导学生自主学习。

第五，强调教辅资源的开发，力求为教学工作的开展构建一个更加完善的辅助平台，为教师提供更多的方便。本套教材除配有习题册、教学参考书、教学挂图外，还重点开发了多媒体教学光盘、机械专业考试组卷系统等。

本次修订的教材包括：《机械制图（第五版）》《工程力学（第四版）》《电工学（第四版）》《机械基础（第四版）》《机械制造工艺基础（第五版）》《金属材料

料与热处理（第五版）》《极限配合与技术测量基础（第三版）》《数控加工基础（第二版）》。

本次教材的修订工作得到了天津、河北、江苏、上海、山东、四川、陕西、广西、广东等省、自治区、直辖市劳动和社会保障厅（局）及有关学校的大力支持，在此我们表示诚挚的谢意。

《机械制图（第五版）》的主要内容有：制图基本知识与技能，正投影作图基础，立体表面交线的投影作图，轴测图，组合体，机械图样的基本表示法，机械图样中的特殊表示法，零件图，装配图，金属结构图、焊接图和展开图等。

本书由钱可强、果连成、王明茹、李援、张年、徐照南、孙鸣雷、王怀英编写，钱可强主编；王槐德、黄雁、陈栋审稿，王槐德主审。本书计算机绘图李同军。

**劳动和社会保障部教材办公室**

2007年5月



# 目 录

绪论 .....	( 1 )
第一章 制图基本知识与技能 .....	( 5 )
§ 1—1 制图基本规定 .....	( 5 )
§ 1—2 尺寸注法 .....	( 11 )
§ 1—3 尺规绘图 .....	( 15 )
第二章 正投影作图基础 .....	( 23 )
§ 2—1 投影法概述 .....	( 23 )
§ 2—2 三面视图的形成及其投影规律 .....	( 25 )
§ 2—3 基本体的投影作图 .....	( 28 )
§ 2—4 点、直线、平面的投影 .....	( 33 )
第三章 立体表面交线的投影作图 .....	( 42 )
§ 3—1 立体表面上点的投影 .....	( 42 )
§ 3—2 截交线的投影作图 .....	( 45 )
§ 3—3 相贯线的投影作图 .....	( 58 )
第四章 轴测图 .....	( 65 )
§ 4—1 轴测图的基本知识 .....	( 65 )
§ 4—2 正等轴测图 .....	( 67 )
§ 4—3 斜二轴测图 .....	( 72 )
§ 4—4 轴测草图画法 .....	( 74 )
第五章 组合体 .....	( 79 )
§ 5—1 组合体的组合形式与表面连接关系 .....	( 79 )
§ 5—2 画组合体视图的方法与步骤 .....	( 81 )
§ 5—3 组合体的尺寸标注 .....	( 84 )
§ 5—4 读组合体视图的方法与步骤 .....	( 89 )
§ 5—5 组合体的轴测图画法 .....	( 97 )
第六章 机械图样的基本表示法 .....	( 99 )
§ 6—1 视图 .....	( 99 )

§ 6—2	剖视图	(104)
§ 6—3	断面图	(112)
§ 6—4	局部放大图和简化表示法	(114)
§ 6—5	各种表示法的综合应用举例	(118)
§ 6—6	第三角画法	(120)
<b>第七章</b>	<b>机械图样中的特殊表示法</b>	<b>(123)</b>
§ 7—1	螺纹及螺纹紧固件表示法	(123)
§ 7—2	齿轮	(140)
§ 7—3	键连接和销连接	(146)
§ 7—4	弹簧	(150)
§ 7—5	滚动轴承	(152)
§ 7—6	中心孔	(155)
<b>第八章</b>	<b>零件图</b>	<b>(158)</b>
§ 8—1	零件图概述	(158)
§ 8—2	零件结构形状的表达	(161)
§ 8—3	零件上的常见工艺结构	(165)
§ 8—4	零件尺寸的合理标注	(168)
§ 8—5	零件图上的技术要求	(175)
§ 8—6	读零件图	(192)
§ 8—7	零件测绘	(198)
<b>第九章</b>	<b>装配图</b>	<b>(203)</b>
§ 9—1	装配图的内容和表示法	(203)
§ 9—2	装配图的尺寸标注、零部件序号和明细栏	(208)
§ 9—3	常见的装配结构	(210)
§ 9—4	画装配图的方法与步骤	(212)
§ 9—5	读装配图的方法与步骤	(217)
§ 9—6	由装配图拆画零件图	(219)
<b>* 第十章</b>	<b>金属结构图、焊接图和展开图</b>	<b>(230)</b>
§ 10—1	金属结构件的表示法	(230)
§ 10—2	焊接图	(235)
§ 10—3	展开图	(240)

# 绪 论

## 一、图样的内容和作用

根据投影原理、标准或有关规定表示的工程对象，并有必要技术说明的图，称为图样。在制造机器或部件时，要根据零件图加工零件，再按装配图把零件装配成机器或部件。如图 0—1 所示的千斤顶，它是利用螺旋传动来顶举重物。图 0—2 是千斤顶装配图，根据装配图中的序号和明细栏，对照千斤顶立体图可看出，该部件由五种零件和三种标准件装配而成。图 0—3 是千斤顶中顶块的零件图。装配图是表示组成机器或部件中各零件间的连接方式和装配关系的图样，零件图是表达零件结构形状、大小及技术要求的图样。根据装配图所表示的装配关系和技术要求，把合格的零件装配在一起，才能制造出机器或部件。

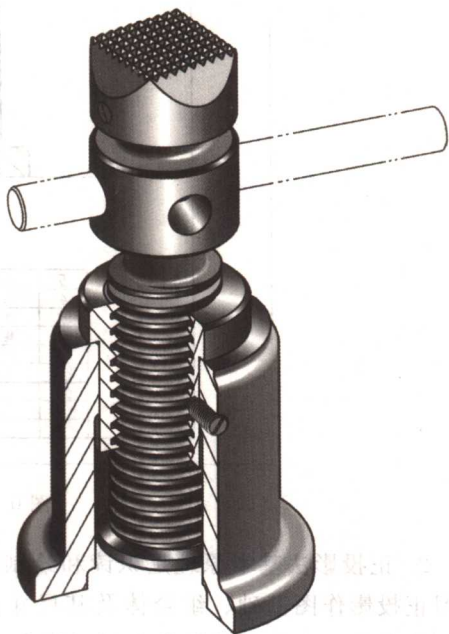


图 0—1 千斤顶

## 二、学习机械制图课程的目的

在现代工业生产中，机械、化工或建筑工程都是根据图样进行制造和施工的。设计者通过图样表达设计意图；制造者通过图样了解设计要求、组织制造和指导生产；使用者通过图样了解机器设备的结构和性能，进行操作、维修和保养。因此，图样是交流传递技术信息、思想的媒介和工具，是工程界通用的技术语言。作为中等职业教育培养目标的生产第一线的现代新型技能型人才，必须学会并掌握这种语言，初步具备识读和绘制工程图样的基本能力。

本课程研究的图样主要是机械图样。本课程是学习识读和绘制机械图样的原理和方法的一门主干技术基础课。通过本课程学习，可为学习后续的机械基础和专业课程以及发展自身的职业能力打下必要的基础。

## 三、本课程的主要内容和基本要求

本课程的主要内容包括制图基本知识与技能、正投影作图基础、机械图样的表示法、零件图和装配图的识读与绘制等四部分。学完本课程应达到以下基本要求：

1. 通过学习制图基本知识与技能，应熟悉国家标准《机械制图》的基本规定，学会正确使用绘图工具和仪器的方法，初步掌握徒手绘制草图的技能。



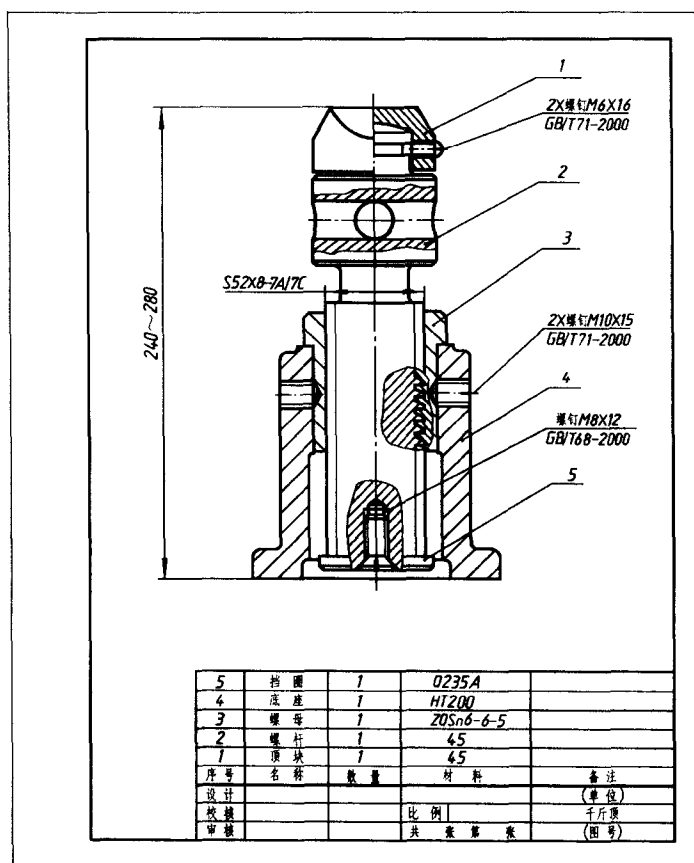


图 0—2 千斤顶装配图

2. 正投影法基本原理是识读和绘制机械图样的理论基础，是本课程的核心内容。通过学习正投影作图基础、组合体及其尺寸标注，应掌握运用正投影法表达空间形体的图示方法，并具备一定的空间想象和思维能力。

3. 机械图样的表示法包括图样的基本表示法和常用机件及标准结构要素的特殊表示法。通过学习图样的表示法，理解并掌握视图、剖视图、断面图等画法规定，以及螺纹紧固件连接、齿轮啮合、键和销连接等画法规定，这是识读和绘制零件图、装配图的重要基础。

4. 机械图样的识读与绘制是本课程的主干内容，也是学习本课程的目的所在。通过学习，还应了解各种技术要求的符号、代号和标记的含义，具备识读和绘制中等复杂程度的零件图和装配图的基本能力。

#### 四、学习方法提示

1. 本课程的核心内容是如何用二维平面图形来表达三维空间形体，以及由二维平面图形想象三维空间物体的形状。因此，学习本课程的重要方法是自始至终把物体的投影与物体的形状紧密联系，不断地“由物画图”和“由图想物”，既要想象物体的形状，又要思考作图的投影规律，逐步提高空间想象和思维能力。

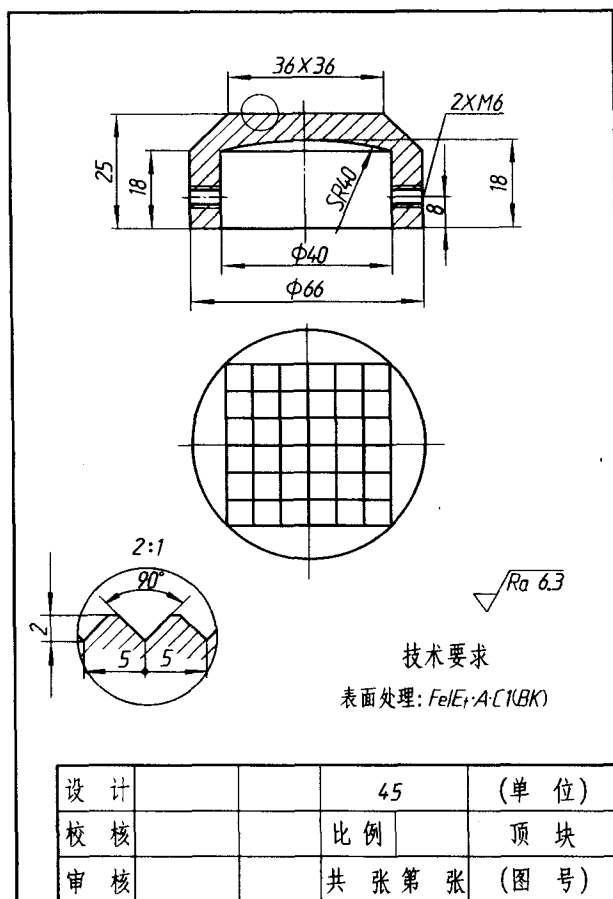


图 0—3 顶块零件图

2. 学与练相结合。每堂课后要认真完成相应的习题或作业，及时巩固所学知识。虽然本课程的教学目标是以识图为主，但是读图源于画图，所以要读画结合，以画促读，通过画图训练促进读图能力的提高。

3. 工程图样不仅是我国工程界的技术语言，也是国际工程界通用的技术语言，不同国籍的工程技术人员都能读懂。工程图样之所以具有这种性质，是因为工程图样是按国际上共同遵守的规则绘制的。这些规则可归纳为两个方面：一是规律性的投影作图；二是规范性的制图标准。学习本课程时，应遵循这两个规则，不仅要熟练地掌握空间形体与平面图形的对应关系，具有丰富的空间想象能力，同时还要熟悉、了解国家标准《技术制图》《机械制图》的相关内容，并严格遵守。

### 五、工程图学的历史与发展

自从劳动开创人类文明史以来，图形与语言、文字一样，是人们认识自然、表达和交流思想的基本工具。远古时代，人类从制造简单工具到营造建筑物，一直使用图形来表达意图，但均以直观、写真的方法来画图。随着生产的发展，这种简单的图形已不能正确表达形体，人们迫切需要总结出一套绘制工程图的方法，既能正确表达形体，又便于绘制和度量。

18世纪欧洲的工业革命，促进了一些国家科学技术的迅速发展。法国科学家蒙日在总结前人经验的基础上，根据平面图形表示空间形体的规律，应用投影方法创建了画法几何学，从而奠定了图学理论的基础，使工程图的表达与绘制实现了规范化。两百年来，经过不断完善和发展，工程图在工业生产中得到了广泛的应用。

在图学发展的历史长河中，我国人民也有着杰出的贡献。“没有规矩，不成方圆”，反映了我国在古代对尺规作图已有深刻的理解和认识，如春秋时代的《周礼·考工记》中已有规矩、绳墨、悬锤等绘图工具运用的记载。我国历史上保存下来的最著名的建筑图样为宋代李明仲所著的《营造法式》（刊印于1103年），书中记载的各种图样与现代的正投影图、轴测图、透视图的画法已非常接近。宋代以后，元代王桢所著《农书》（1313年）、明代宋应星所著《天工开物》（1637年）等书中都附有上述类似图样。清代徐光启所著《农政全书》，画有许多农具图样，包括构造细部的详图，并附有详细的尺寸和制造技术要求注解。但由于我国长期处于封建社会，科学技术发展缓慢，图学方面虽然很早就有相当高的成就，但未能形成专著留传下来。

20世纪50年代，我国著名学者赵学田教授简明而通俗地总结了三视图的投影规律——长对正、高平齐、宽相等，从而使工程图易学易懂。1959年，我国正式颁布国家标准《机械制图》，1970年、1974年、1984年相继作了必要修订。为了尽快与国际标准接轨，1992年以来我国又陆续制定了多项适用于多种专业的国家标准《技术制图》。目前，对1984年发布的《机械制图》国家标准分批进行的修订工作即将完成，逐步实现了与国际标准的接轨。

20世纪50年代，世界上第一台平台式自动绘图机诞生。70年代后期，随着微型计算机的出现，计算机绘图进入高速发展和广泛普及的新时期。

跨入21世纪的今天，计算机绘图、计算机辅助设计（CAD）技术推动了几乎所有领域的设计革命。CAD技术从根本上改变了手工绘图、按图组织生产的管理方式，无图纸生产、甩图板工程已经指日可待了。但是，计算机的广泛应用，并不意味着可以取代人的作用。同时，无图纸生产并不等于无图生产，任何设计都离不开运用图形来表达、构思，因此，图形的作用不仅不会降低，反而显得更加重要。

# 第一章

## 制图基本知识与技能

工程图样是现代工业生产中的重要技术资料，也是工程界交流信息的共同语言，具有严格的规范性。掌握制图基本知识与技能，是培养画图和读图能力的基础。本章着重介绍国家标准《技术制图》和《机械制图》中的制图基本规定，并简要介绍绘图工具的使用以及平面图形的画法。

### § 1—1

#### 制图基本规定

为了适应现代化生产、管理的需要和便于技术交流，我国制定发布了一系列国家标准，简称“国标”，包括强制性国家标准（代号“GB”）、推荐性国家标准（代号“GB/T”）和国家标准化指导性技术文件（代号“GB/Z”）。例如《GB/T 17451—1998 技术制图 图样画法 视图》即表示技术制图标准中图样画法的视图部分，发布序号号为 17451，发布年号是 1998 年。需要注意的是，《机械制图》标准适用于机械图样，《技术制图》标准则对工程界的各种专业图样普遍适用。本节摘录了《技术制图》和《机械制图》国家标准中有关的基本规定。

##### 一、图纸幅面和格式（GB/T 14689—1993）

###### 1. 图纸幅面

绘制图样时，应采用表 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 五种。

图 1—1 中粗实线所示为基本幅面。必要时，可以按规定加长图纸的幅面，加长幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。细实线及细虚线所示分别为第二选择和第三选择的加长幅面。

###### 2. 图框格式

图纸上限定绘图区域的线框称为图框。图框在图纸上必须用粗实线画出，图样绘制在图框内部。其格式分为留装订边和不留装订边两种，如图 1—2 和图 1—3 所示。同一产品的图样只能采用一种图框格式。

表 1—1 图纸幅面及图框格式尺寸

幅面代号	幅面尺寸	周边尺寸		
	$B \times L$	$a$	$c$	$e$
A0	841 × 1 189	25	10	20
A1	594 × 841			
A2	420 × 594		5	10
A3	297 × 420			
A4	210 × 297			

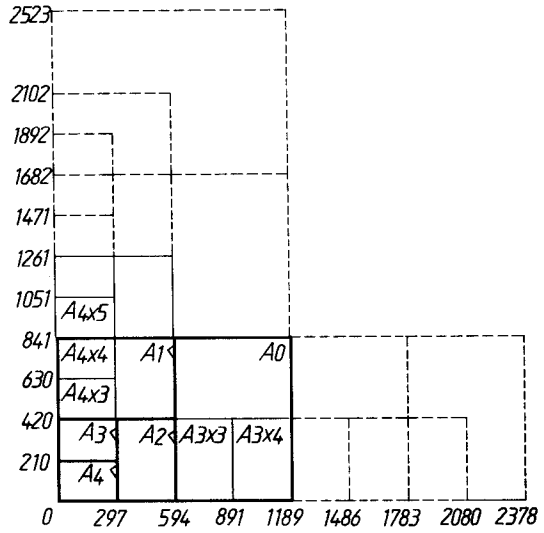


图 1—1 五种图纸幅面及加长边

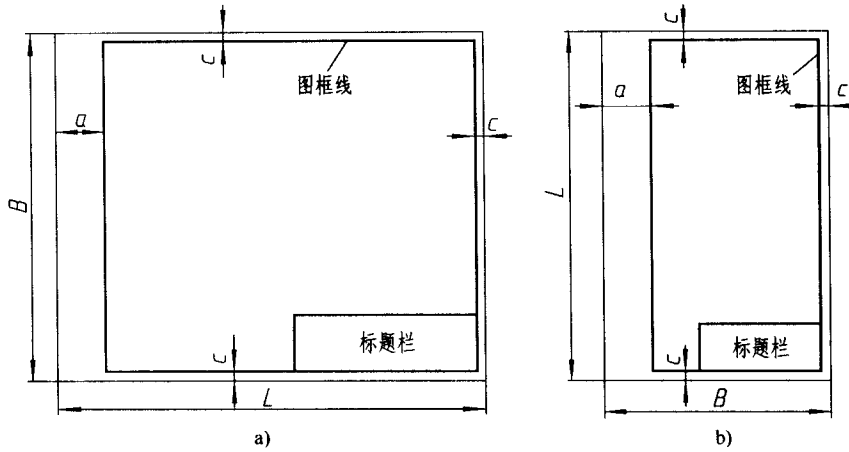


图 1—2 留装订边的图框格式

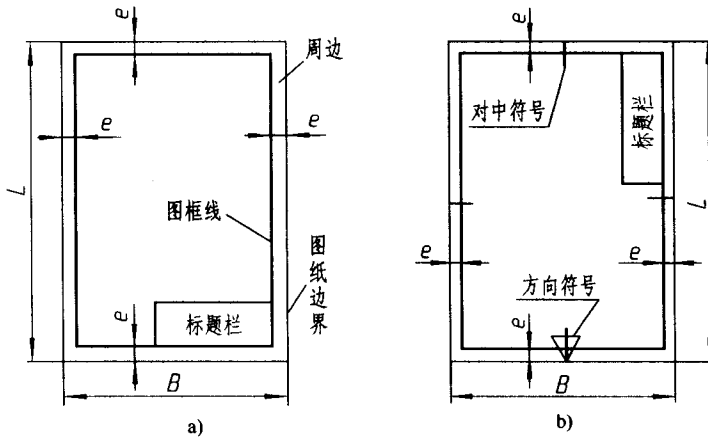


图 1—3 不留装订边的图框格式及对中、方向符号



为了复制和缩微摄影的方便，应在图纸各边长的中点处绘制对中符号。对中符号是从周边画入图框内 5 mm 的一段粗实线，如图 1—3b 所示。当对中符号在标题栏范围内时，则伸入标题栏内的部分予以省略。

### 3. 标题栏

标题栏由名称及代号区、签字区和其他区组成，其格式和尺寸由 GB/T 10609.1—1989 规定，教学中建议采用简化的标题栏（图 1—4）。

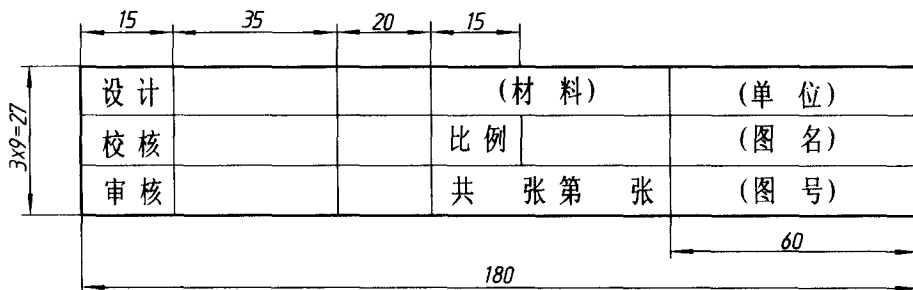


图 1—4 标题栏格式（练习用）

标题栏位于图纸右下角，标题栏中的文字方向为看图方向。如果使用预先印制的图纸，需要改变标题栏的方位时，必须将其旋转至图纸的右上角，此时，为了明确看图的方向，应在图纸的下边对中符号处画一个方向符号（细实线绘制的正三角形），如图 1—3b 所示。

### 二、比例（GB/T 14690—1993）

比例是指图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

当需要按比例绘制图样时，应从表 1—2 规定的系列中选取。

表 1—2 绘图比例

原值比例	1 : 1				
放大比例	2 : 1 (2.5 : 1)	5 : 1 (4 : 1)	1 × 10 <sup>n</sup> : 1 (2.5 × 10 <sup>n</sup> : 1)	2 × 10 <sup>n</sup> : 1 (4 × 10 <sup>n</sup> : 1)	5 × 10 <sup>n</sup> : 1
缩小比例	1 : 2 (1 : 1.5) (1 : 1.5 × 10 <sup>n</sup> )	1 : 5 (1 : 2.5) (1 : 2.5 × 10 <sup>n</sup> )	1 : 1 × 10 <sup>n</sup> (1 : 3) (1 : 3 × 10 <sup>n</sup> )	1 : 2 × 10 <sup>n</sup> (1 : 4) (1 : 4 × 10 <sup>n</sup> )	1 : 5 × 10 <sup>n</sup> (1 : 6) (1 : 6 × 10 <sup>n</sup> )

注：n 为正整数，优先选用不带括号的比例。

为看图方便，建议尽可能按机件的实际大小，即原值比例画图，如机件太大或太小，则采用缩小或放大比例画图。不论放大或缩小，标注尺寸时必须注出设计要求的尺寸。图 1—5 所示为用不同比例画出的同一图形。

### 三、字体（GB/T 14691—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。字体的号数即字体的高度  $h$  分为 8 种：20、14、10、7、5、3.5、2.5、1.8 mm。

汉字应写成长仿宋体，并采用国家正式公布的简化字。汉字的高度不应小于 3.5 mm，其宽度一般为  $h/\sqrt{2}$ 。

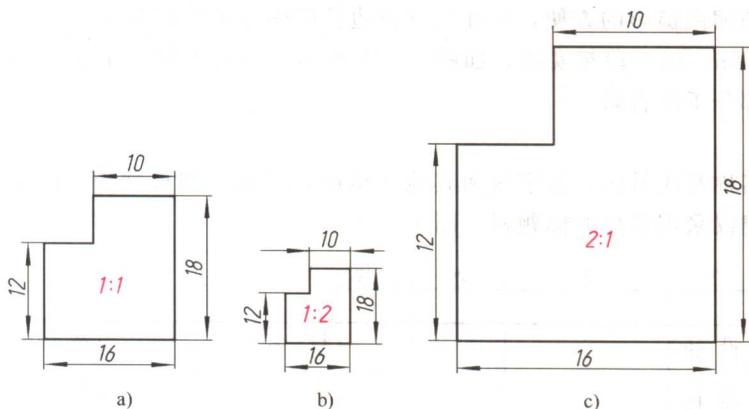


图 1—5 用不同比例画出的图形

长仿宋体汉字的书写要领是：横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。汉字常由几个部分组成，为了使字体结构匀称，书写时应恰当分配各组成部分的比例。

数字和字母可写成直体或斜体（常用斜体），斜体字字头向右倾斜，与水平基准线约成  $75^\circ$ 。字体示例如下：

汉字

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

3.5 号字

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

变  $\begin{matrix} \overline{1/2} \\ \overline{1/2} \\ \overline{1/2} \end{matrix}$  材  $\begin{matrix} \overline{1/3} \\ \overline{1/3} \\ \overline{1/3} \end{matrix}$  章  $\begin{matrix} \overline{1/3} \\ \overline{1/3} \\ \overline{1/3} \end{matrix}$  锻  $\begin{matrix} \overline{1/3} \\ \overline{2/3} \\ \overline{2/3} \end{matrix}$  符  $\begin{matrix} \overline{2/3} \\ \overline{1/3} \end{matrix}$  塑  $\begin{matrix} \overline{2/5} \\ \overline{3/5} \end{matrix}$  泵  $\begin{matrix} \overline{2/5} \\ \overline{3/5} \end{matrix}$  锌  $\begin{matrix} \overline{2/5} \\ \overline{3/5} \end{matrix}$

汉字的结构分析示例

阿拉伯数字

0123456789

大写拉丁字母

ABCDEFGHIJKLMNO

PQRSTUVWXYZ

小写拉丁字母

abcdefghijklmnopq

rstuvwxyz

罗马数字










IIIIIIIVVVVIIIIIXX

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

##### 1. 图线的线型及应用

绘图时应采用国家标准规定的图线线型和画法。国家标准《技术制图 图线》(GB/T 17450—1998)规定了绘制各种技术图样的15种基本线型。根据基本线型及其变形,国家标准《机械制图 图样画法 图线》(GB/T 4457.4—2002)中规定了9种图线,其名称、线型及应用示例见表1—3和图1—6。

表 1—3 图线的线型及应用 (根据 GB/T 4457.4—2002)

图线名称	图线型式	图线宽度	一般应用举例
粗实线		粗	可见轮廓线
细实线		细	尺寸线及尺寸界线 剖面线 重合断面的轮廓线 过渡线
细虚线		细	不可见轮廓线
细点画线		细	轴线 对称中心线
粗点画线		粗	限定范围表示线
细双点画线		细	相邻辅助零件的轮廓线 轨迹线 极限位置的轮廓线 中断线
波浪线		细	断裂处的边界线 视图与剖视图的分界线
双折线		细	同波浪线
粗虚线		粗	允许表面处理的表示线

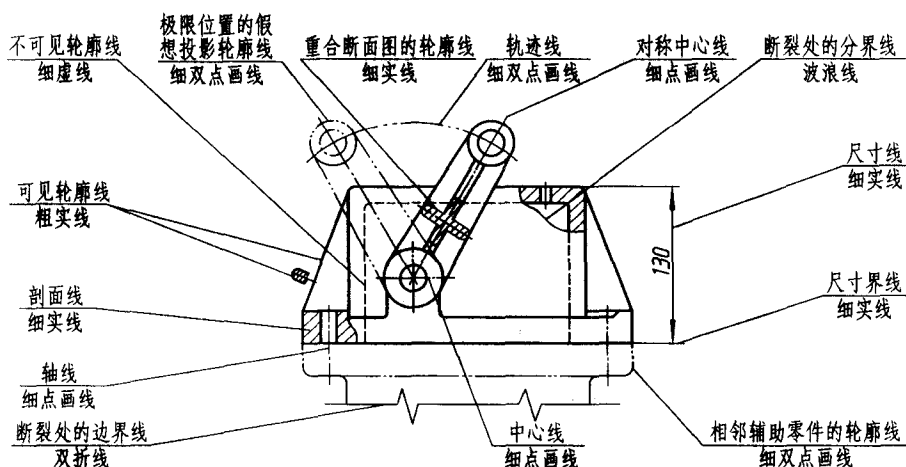


图 1—6 图线的应用

机械制图中通常采用两种线宽，粗、细线的比率为 2 : 1，粗线宽度优先采用 0.5 mm、0.7 mm。为了保证图样清晰、便于复制，应尽量避免出现线宽小于 0.18 mm 的图线。

## 2. 图线画法

(1) 细虚线、细点画线、细双点画线与其他图线相交时尽量交于画或长画处。如图 1—7a 所示，画圆的中心线时，圆心应是长画的交点，细点画线两端应超出轮廓 3~5 mm；当细点画线较短时（如小圆直径小于 8 mm），允许用细实线代替细点画线，如图 1—7b 所示。图 1—7c 所示为错误画法。

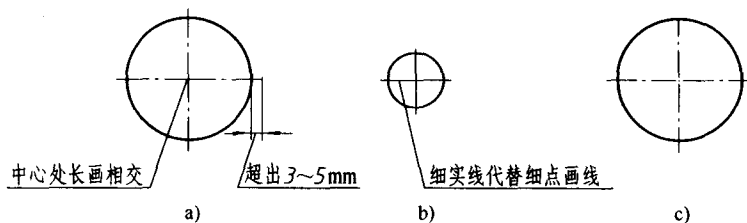


图 1—7 圆中心线的画法

(2) 细虚线直接在粗实线延长线上相接时，细虚线应留出空隙，如图 1—8a 所示；细虚线与粗实线垂直相接时则不留空隙，如图 1—8b 所示；细虚线圆弧与粗实线相切时，细虚线圆弧应留出空隙，如图 1—8c 所示。

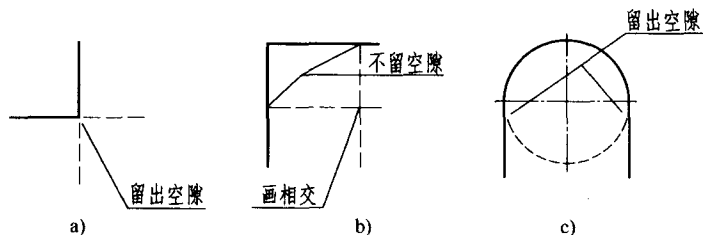


图 1—8 细虚线画法