



21世纪高职系列教材
SHIJI GAOZHI XILIE JIAOCAI

工程制图

主编 / 朱小平 余四红

哈尔滨工程大学出版社

(标准 GB/T 1800.3—2003)

内容简介

4 值



21世纪高职系列教材
SHIJI GAOZHI XILIE JIAOCAI

工程制图

主编 / 朱小平 余四红 副主编 / 章正伟 贾相武

哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

本书的主要内容有制图的基本知识与技能,正投影法的概念与基本几何元素的投影,立体的投影,立体表面的交线,组合体,轴侧图,机件的常用表达方式,标准件和常用件,零件图,装配图及附录。

本书采用我国最新颁布的《技术制图》与《机械制图》国家标准及制图的有关其他国家标准,适用于高职高专院校机械类各专业,也可供相近专业的师生和有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/朱小平,余四红主编.—哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2007.9

ISBN 978-7-81133-012-0

I.工… II.①朱…②余… III.工程制图-高等学校-教材 IV.TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 144834 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 黑龙江省地质测绘印制中心印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 14.5

字 数 310 千字

版 次 2007 年 9 月第 1 版

印 次 2007 年 9 月第 1 次印刷

定 价 25.00 元

<http://press.hrbeu.edu.cn>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

21 世纪高职系列教材编委会

(按姓氏笔画排序)

主任委员	王景代	丛培亭	刘 义	刘 勇
	李长禄	张亦丁	张学库	杨永明
委 员	季永青	罗东明	施祝斌	唐汝元
	曹志平	蒋耀伟	熊仕涛	
	王景代	丛培亭	刘 义	刘 勇
	刘义菊	刘国范	闫世杰	李长禄
	杨永明	张亦丁	张学库	陈良政
	肖锦清	林文华	季永青	罗东明
	胡启祥	施祝斌	钟继雷	唐永刚
	唐汝元	郭江平	晏初宏	曹志平
	蒋耀伟	熊仕涛	潘汝良	

前言

本书是根据教育部最新制定的《高职高专工程制图课程基本要求(机械类专业)》和最新颁布的《技术制图》、《机械制图》编写而成的,教学课时 60~80 学时左右。

在编写本书过程中,力求从高职高专的教学特点出发,反映高等职业教育的人才培养目标,遵循以应用为目的,以必需、够用为原则,删减了画法几何的内容,突出工程制图基本知识的学习和基本技能的训练,满足应用型人才培养的基本要求。全书文字简练,通俗易懂,并插入大量的图片,方便自学。

本书由浙江交通职业技术学院朱小平、余四红主编,章正伟、贾相武副主编。参加编写的有朱小平(绪论、第 1、2 章)、余四红(第 3、4、5 章)、贾相武(第 6、7、8 章)、章正伟(第 9、10 章),全书由朱小平统稿。

由于编者水平有限,书中一定存在不少遗漏和差错,恳请读者批评指正。

编 者

2007 年 5 月

目 录

绪 论	1
第一章 工程制图的基本知识与技能	2
第一节 制图的基本规范及规则	2
第二节 尺寸注法	11
第三节 几何作图的基本原理及方法	18
第二章 正投影法的概念与基本几何元素的投影	31
第一节 投影法的基本知识	31
第二节 三视图的形成及其投影规律	33
第三节 点、直线、平面的投影规律	38
第三章 立体的投影	56
第一节 基本立体的投影	56
第二节 平面立体的投影及其表面上取点	57
第三节 回转体的投影及其在表面上取点	60
第四章 立体表面的交线	65
第一节 平面与立体表面的交线——截交线的投影	65
第二节 两回转体表面的交线——相贯线的投影	71
第五章 组合体	77
第一节 组合体的组成方式	77
第二节 组合体投影图的画法	78
第三节 组合体的读图	81
第四节 组合体的尺寸标注	84
第六章 轴测图	89
第一节 轴测图的基本知识	89
第二节 正等轴测图	91
第三节 斜二等轴测图	97
第七章 机件常用的表达方式	100
第一节 视图	100
第二节 剖视图	104
第三节 断面图	115
第四节 图样的其他表达方法	118
第五节 机件图样画法举例	122
第八章 标准件与常用件	126
第一节 螺纹及螺纹紧固件	126
第二节 键联结与销连接	140
第三节 滚动轴承	143
第四节 齿轮	146
第五节 弹簧	150

第九章 零件图	153
第一节 零件图的作用和内容	153
第二节 零件图的视图表达方法	154
第三节 零件的工艺结构及其画法	157
第四节 零件图尺寸的合理标注	159
第五节 零件图中的技术要求	165
第六节 零件测绘	176
第七节 阅读零件图的一般步骤	183
第十章 装配图	186
第一节 装配图的作用和内容	186
第二节 装配图的规定画法和特殊画法	187
第三节 装配图的尺寸标注及技术要求	189
第四节 装配图的零部件序号和明细栏	189
第五节 常见的装配工艺结构	190
第六节 部件测绘和装配图画法	192
第七节 看装配图的方法和步骤及从装配图中拆画零件图	200
附 录	207
参考文献	224

绪论

一、本课程的性质及其研究对象

本课程是一门重要的技术基础课,是以正投影法和《机械制图》国家标准为基础,研究工业生产中产品图样的绘制和阅读。

在机械制造业中,机械设备是根据工程图样来加工制造的。工程中若要生产某一机械产品,必须先画出表达该机械的装配图和所有的零件图,然后根据零件图制造出全部零件,再按装配图装配成机器。

工程图样是现代工业生产必不可少的重要技术资料,是用来表达设计意图、指导生产和技术交流的重要载体,是每一个工程技术人员必须掌握的“工程界的语言”。

机械图样的内容,包括表达机械(或零、部件)的结构形状、尺寸大小、材料、加工要求、检验指标、功能原理和其他技术要求等,这些内容涉及机械设计、机械制造工艺、机械材料、公差配合等专业知识。在本课程中,主要是学习图样的表达方法,关于机械设计和制造工艺等知识,将在相关课程中学习,本书只作必要的介绍。

二、学习本课程的目的和任务

本课程是工科院校学生必修的一门技术基础课。学习本课程的主要目的是培养绘制和阅读机械图样的能力。主要任务是:

1. 掌握平行投影法,特别是正投影法的基本理论。
2. 能够正确地使用绘图仪器和工具,掌握用仪器作图和徒手作图的技能。具有查阅常用标准零件、标准结构、公差与配合等国家标准的初步能力。
3. 能够绘制和看懂较简单的零件图和装配图。所绘制的图样投影正确、视图选择和配置恰当、尺寸齐全、字体工整、图面整洁,符合《机械制图》国家标准。
4. 培养空间想象和空间分析的初步能力。
5. 培养认真细致的工作作风。

三、本课程的学习方法

本课程是一门实践性较强的课程,学习时应该注意以下几点:

1. 扎实掌握基本理论。掌握空间几何元素点、线、面和体与它们的投影图之间的联系。
2. 独立完成作业。在完成作业的过程中,必须严格遵守国家标准规定;正确使用仪器。采用正确的作图步骤和方法;培养耐心细致、严肃认真、一丝不苟的工作作风,不但作图要正确,而且图面要整齐清洁。
3. 掌握投影分析和形体分析方法,提高看图、画图的能力。
4. 要注意结合生产实际,多看、多想、多练,学会多观察、多联想、多动手。

第一章 工程制图的基本知识与技能

工程图样是现代工业生产中必不可少的重要技术资料,它传递着设计的意图,是生产管理和技术交流的重要载体,是工程界共同的技术语言。为了适应生产、管理,便于准确无误地进行技术交流,国家质量技术监督检验检疫总局依据国际标准组织的标准,制定并颁布了与 ISO 国际标准接轨的我国《技术制图》和《机械制图》国家标准,简称“国标”,代号“GB”,例如 GB/T14689-1993,其中 GB/T 表示推荐性国家标准,14689 是标准的顺序号,1993 是标准的批准年号。国家标准统一规定了我国有关生产和设计部门共同遵守的制图基本标准,同时为国际间的技术交流和贸易往来打开了通道。我们必须认识国家标准的严肃性、权威性和法制性,确立标准意识,在绘制工程图样时,严格地遵守这些规定。

第一节 制图的基本规范及规则

我国各种标准较多,但各种标准都必须遵守国家的基础标准。《技术制图》是我国基础技术标准之一,它包括机械制图、工程建设制图、电气制图和其他制图四类。

本章介绍国家基础标准中的《技术制图》和《机械制图》中的图幅、比例、字体、图线、尺寸等基本规定。

一、图纸幅面及格式

1. 图纸幅面尺寸及代号

图纸幅面是指图纸的宽度与长度($B \times L$)围成的图纸面积。为了便于图纸管理、交流和装订,绘制图样时,图纸幅面尺寸应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面。沿幅面的长边对裁即得下一号幅面的图纸,其尺寸关系如图 1-1 所示。

表 1-1 图纸基本幅面的尺寸

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			

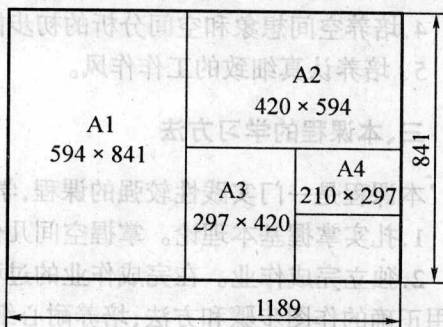


图 1-1 基本幅面

2. 图框格式

图框是图纸上限定绘图区域的线框。图纸上必须用粗线画出图框,图样画在图框内部,其格式分为留装订边和不留装订边两种,如图 1-2、图 1-3 所示。同一产品的图样只能采

用一种格式。装订时,一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装。图中的 a 、 c 、 e 尺寸大小根据图纸幅面大小不同而不同,其尺寸规格详见表 1-1。

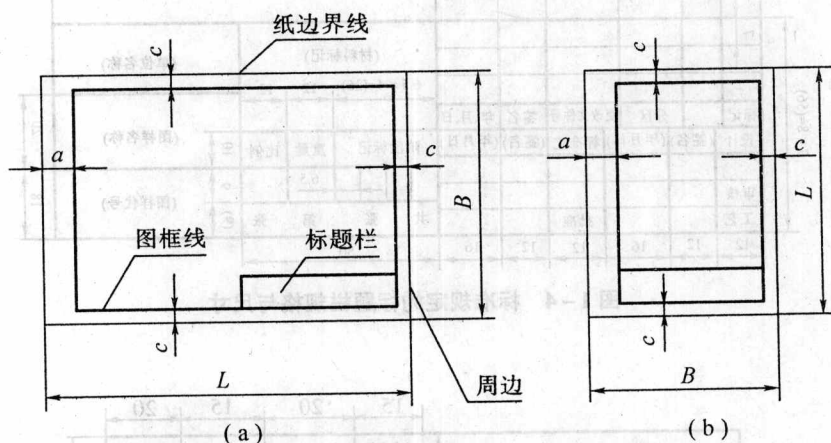


图 1-2 留有装订边图样的图框格式

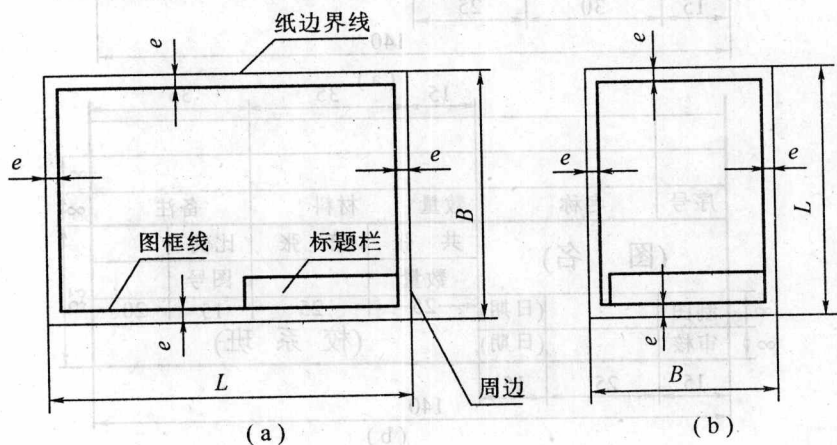


图 1-3 不留装订边图样的图框格式

二、标题栏(GB/T 10609.1-1989)

国标 GB/T 10609.1-1989 对标题栏的内容、格式和尺寸做了规定,如图 1-4 所示的标题栏是该标准提供的格式。

1. 标题栏的内容

标题栏由名称、代号、签字区、更改区和其他区组成,如图 1-4 所示,也可按实际需要增加或减小,每张图纸都必须画有标题栏。根据教学的实际需要,对零件图的标题栏和装配图的标题栏进行了简化,在此推荐零件图采用图 1-5(a)所示的格式与尺寸,装配图使用的标题栏如图 1-5(b)所示的格式与尺寸。

2. 标题栏的方位



图 1-4 标准规定的标题栏规格与尺寸

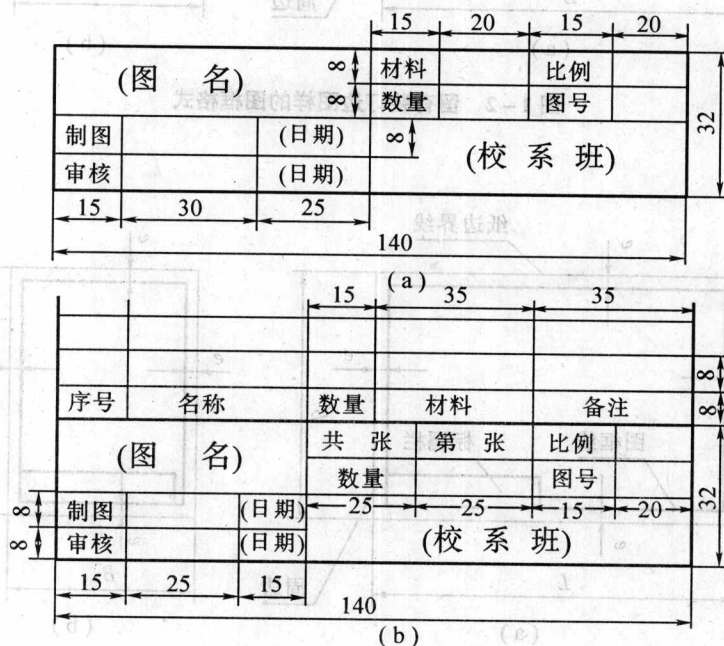


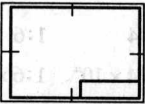
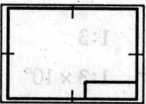
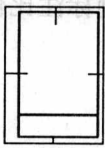
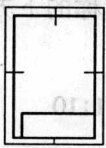
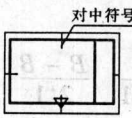
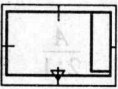
图 1-5 推荐教学使用的标题栏格式与尺寸

(a)零件图用;(b)装配图用

标题栏的位置一般位于图纸的右下角,如图 1-2、图 1-3 所示。当标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时,构成 X 型图纸;若标题栏的长边与图纸的长边垂直时,则构成 Y 型图纸。看图方向与标题栏方向一致为常见形式,如表 1-2 所示。

为了充分利用预先印制的图纸,允许将 X 型图纸的短边置于水平位置使用(如 A3 竖放、竖画、竖看),或允许将 Y 型图纸的长边置于水平位置使用(如 A4 图纸横放、横画、横看的情况),这时看图方向与标题栏内文字填写方向不一致,必须用方向符号指示看图方向,如表 1-2 中的允许方位中的图例。标题栏的填写仍按常规处理,与图样的尺寸注法、文字说明无确定的直接关系。

表 1-2 标题栏的方位

	基本方法	允许方位 (一般用于预先印刷的图纸)	方向符号
X型图纸	 留装订边  不留装订边	 	对于标题栏允许方位,为了明确绘图与看图时图纸的方向,应在图纸的下边对中线处画一个方向符号。 方向符号的尺寸及画法如下:
Y型图纸	 留装订边  不留装订边	 对中符号 	
说明	看图方向与标题栏填写方向一致,不标注方向符号。	看图方向与标题栏填写方向不一致,须标注方向符号。	

3. 附加符号

(1) 方向符号 方向符号的位置及尺寸规格,如表 1-2 所示。

(2) 对中符号 为使图样复制和缩微摄影时定位方便,各号图纸均可绘制对中符号。对中符号是从图幅边线的各边中点处,分别用粗实线(线宽一般不小于 0.5 mm)画入图框内约 5 mm 的一段粗实线,对伸入标题栏内的那部分不再画出,对中符号和方向符号的画法及位置,如表 1-2 所示。

三、比例(GB/T 14690—1993)

比例是指图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。线性尺寸是指用直线表达的尺寸,如直线长度、圆的直径等。

图样比例分为原值比例、放大比例和缩小比例三种。原值比例,即比值为 1 的比例,如 1:1;放大比例,即比值大于 1 的比例,如 2:1;缩小比例,即比值小于 1 的比例,如 1:2。绘制图样时,应根据实际需要优先从表 1-3 中的第一系列选用适当的比例。必要时允许选用第二系列的比例。一般应尽量按实物的实际大小(1:1)画图,便于直接从图样上看出物体的真实大小。不管图按什么比例绘图,图样上的尺寸数值均应按原值比例标注。图 1-6(a)所示的是 1:1 绘制,而图 1-6(b)是缩小比例绘制,但均按原值比例标注尺寸。

表 1-3 比 例

种 类	优先选用的比例		允许选用的比例					
原值比例	1:1							
放大比例	2:1	5:1	2.5:1	4:1				
	$1 \times 10^n : 1$	$2 \times 10^n : 1$	$5 \times 10^n : 1$	$2.5 \times 10^n : 1$	$4 \times 10^n : 1$			
缩小比例	1:2	1:5	1:10	1:1.5	1:2.5	1:3	1:4	1:6
	$1:2 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$	$1:1 \times 10^n$	$1:1.5 \times 10^n$	$1:2.5 \times 10^n$	$1:3 \times 10^n$	$1:4 \times 10^n$	$1:6 \times 10^n$

注: n 为正整数。

同一物体的各视图应采用相同的比例,一般应在标题栏的比例栏内填写比例。当某个视图需要采用不同比例表达时,必须另行标注,可在视图名称的下方或右侧标注比例,如图 1-7 所示。标注格式为

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

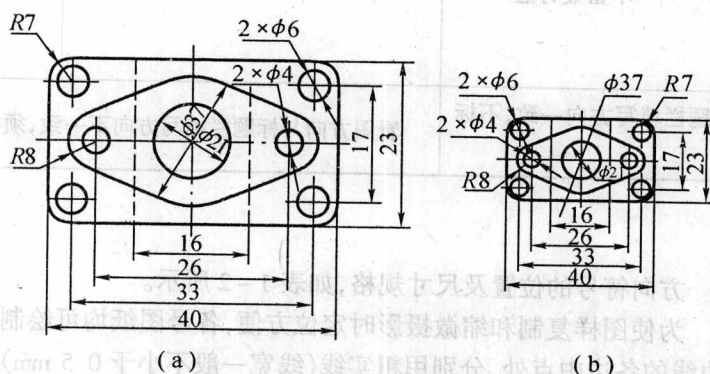


图 1-6 按原值比例标注

(a)按原值比例绘图;(b)缩小比例绘图

四、字体(GB/T 14691—1993)

图样中的字体书写必须做到“字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐”。

字体高度,用 h 表示,单位为 mm。其公称尺寸系列为 1.8 mm, 2.5 mm, 3.5 mm, 5 mm, 7 mm, 10 mm, 14 mm, 20 mm 八种。字体高度代表字体的号数。如需要更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

1. 汉字

汉字应写成直体长仿宋体字,并应采用我国正式公布推行的简化字。字的高度不应小于 3.5 mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

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,其基本笔画有

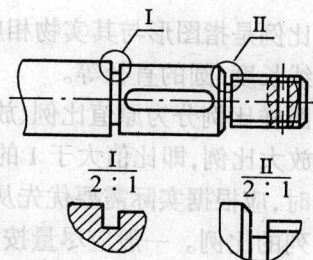


图 1-7 比例的另行标注方法

点、横、竖、撇、捺、挑、钩、折等，书写过程和实际笔画见图 1-8。长仿宋体书写示例见图 1-9。

横	竖	钩	拐	撇	捺
顿笔1短小,3可稍倾斜	同“横”类似	2为圆弧,4的倾角约45°	1与5在转角处接触	顿笔1与回笔2应短小	回笔2短小

图 1-8 仿宋体的基本笔划

变	材	章	锻	符	塑	泵	锌
↓1/2↑1/2	↓1/2↑1/2	↓1/3↑1/3	↓1/3↑1/3	↓2/3↑1/3	↓2/3↑1/3	↓2/5↑3/5	↓2/5↑3/5

图 1-9 长仿宋体示例

2. 字母和数字

字母和数字分为 A 型和 B 型两类,如图 1-10 所示。A 型字的笔画宽度(d)为字高(h)的 $\frac{1}{14}$,即 $d = \frac{h}{14}$ 。B 型字的笔画宽度(d)为字高(h)的 $\frac{1}{10}$,即 $d = \frac{h}{10}$ 。在同一张图样上,只允许选用一种型式的字体。

字母和数字均可写成直体或斜体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° ,但是计量单位、化学元素应写成直体。

3. 字体综合应用规定及示例

(1)图样中的数学、物理、计量单位符号及其他符号、代号,应符合相应的规定,如图 1-11(a)所示。

(2)用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母,一般应采用小一号的字体,如图 1-11(b)所示。

(3)各种字母和数字组合书写时,其排列格式和间距应符合规定,如图 1-1(c)所示。

五、图线(GB/T 17450 技术制图 图线;GB/T 4457.4-2002 机械制图 图样画法 图线)

国家标准规定了技术制图所用图线的名称、型式、结构、标记及画法规则。它用于各种技术制图,如机械、电气、建筑和土木工程图样等。表 1-4 给出了基本线型的名称、型式、代号。



图 1-10 字母与数字

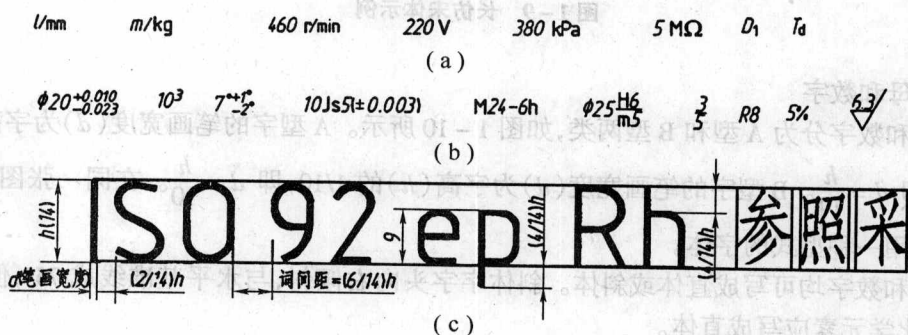


图 1-11 字母数字组合的写法

- (a) 图样中的数学、物理和计量单位等; (b) 图样中的指数、分数、极限偏差等数字及字母等;
(c) 数字及字母等组合书写的格式与间距

国家标准规定了九种图线宽度,其宽度系列为 0.13, 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2, 单位为 mm。绘制工程图时,所有图线宽度应根据图样类型、尺寸大小、比例和缩微复制的要求在上述系列中选择,为保证图样清晰易读,便于缩微复制,图样上尽量避免采用线宽小于 0.18 mm 的图线。另外,手工绘图因绘图工具偏差引起的线宽误差不得大于 $\pm 0.1d$ 。

机械制图中常用的几种图线的代号、名称、规格及应用范围,如表 1-5 所示。各种图线的应用实例,如图 1-12 所示。

表 1-4 基本线型

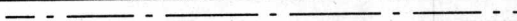
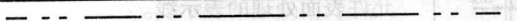
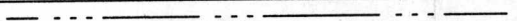
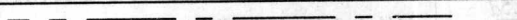
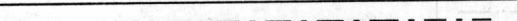
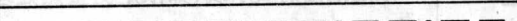
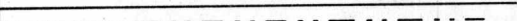
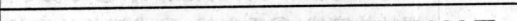
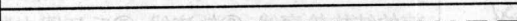
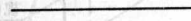
代码No	基本线型	名称	常用图线代号及其名称
01		实线	No.01.1(细实线)
02		虚线	No.01.2(粗实线)
03		间隔画线	No.01.21(波浪线)
04		点画线	No.02.1(细虚线)
05		双点画线	No.02.2(粗虚线)
06		三点画线	No.04.1(细点画线)
07		点线	No.04.2(粗点画线)
08		长画短画线	No.05.1(细双点画线)
09		长画双短画线	
10		画点线	
11		双画单点线	
12		面双点线	
13		双面双点线	
14		画三点线	
15		双画三点线	

表 1-5 图线的规格及其应用

图线代号及名称	图线名称	图线型式及规格	图线的一般应用
No.01 (实线)	No.01.2 粗实线		①可见棱线;②可见轮廓线(含移出断面的轮廓线);③相贯线;④螺纹牙顶线;⑤螺纹长度终止线;⑥齿顶圆(线);⑦表格图、流程图中的主要表示线;⑧系统结构线(金属结构工程);⑨模样分型线;⑩剖切符号用线。
	No.01.1 细实线		①过渡线;②尺寸线;③尺寸界线;④指引线和基准线;⑤剖面线;⑥重合断面的轮廓线;⑦短中心线;⑧螺纹的牙底线;⑨尺寸线的起止线;⑩表示平面的对角线;⑪零件成形的弯折线;⑫范围及分办线;⑬重复要素的表示线(如齿根线);⑭锥形结构的基面位置线;⑮叠片结构位置线(如变压器叠钢片);⑯辅助线;⑰不连续同一表面连线;⑱成规律分布的相同要素连线;⑲投影线;⑳网格线。
	No.01.1 波浪线 (基本线型的变形) 双折线 (图线的组合)	 	①断裂处边界线;视图与剖视图的分界线。 ②断裂处边界线;视图与剖视图的分界线。

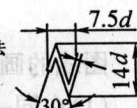
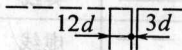
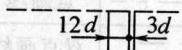
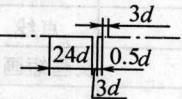
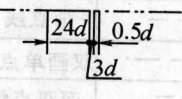
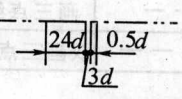
折线的画法
d 为线宽

表 1-5(续)

图线代号及名称	图线名称	图线型式及规格	图线的一般应用
No.02 (虚线)	No.02.01 细虚线		①不可见棱线;②不可见轮廓线等。
	No.02.2 粗虚线		允许表面处理的表示线。
No.04 (点画线)	No.04.1 细点画线		①轴线;②对称中心线;③分度圆(线);④孔系分布的中心线;⑤剖切线。
	No.04.2 粗点画线		限定范围的表示线(如限定测量热处理表面的范围)。
No.05 (双点画线)	No.05.1 细双点画线		①相邻辅助零件的轮廓线;②可动零件的极限位置的轮廓线;③重心线;④成形前轮廓线;⑤剖切面前的结构轮廓线;⑥轨迹线;⑦毛坯图中制成品的轮廓线;⑧特定区域线;⑨延伸公差带表示线;⑩工艺用结构的轮廓线;⑪中断线。

注:表中的 d 为相应的线宽。

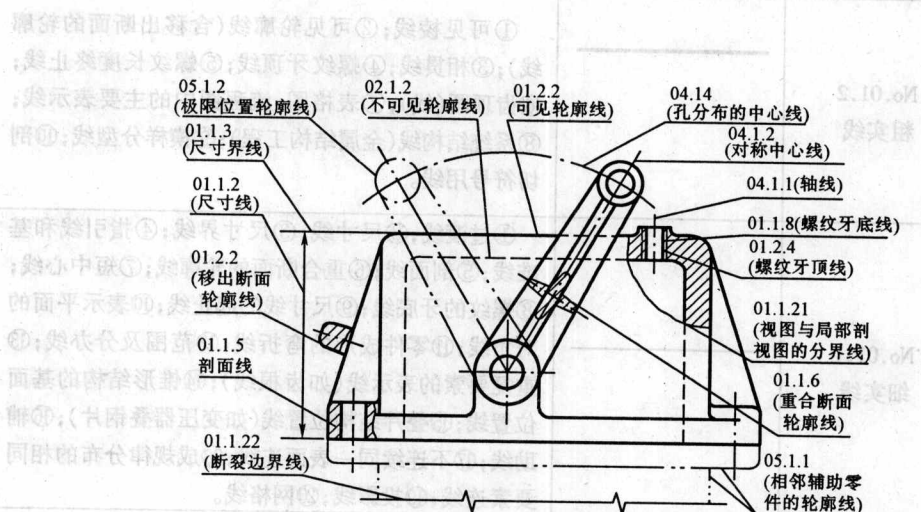


图 1-12 图线的应用

图线的画法应遵守下列要求:

(1)在同一张图样中,同类图线的宽度应一致。虚线、点画线、双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。一般在图样中应保持图线的匀称协调。

(2)虚线、点画线、双点画线的相交处应是画(即线段),而不应是点或间隔处,详见图