



高等学校教材



工程制图

第五版

中南大学工程图学教研室 编

徐绍军 赵先琼 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

高等学校教材

工程制图

Gongcheng Zhitu

第五版

中南大学工程图学教研室 编

徐绍军 赵先琼 主编



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

本书是根据教育部高等学校工程图学教学指导委员会 2010 年制订的“普通高等学校工程图学课程教学基本要求”及近几年新颁布的国家标准,以优化制图教学内容为目标,在第四版的基础上修订而成的。

本次修订主要对部分章节的内容进行了调整和修改,将涉及国家标准部分的内容按最新标准进行了修改,并以 AutoCAD 2010 作为绘图软件,对计算机二维绘图和计算机三维实体造型内容作了较大更新,全书除绪论外共 11 章,主要内容有制图的基本知识与技能,点、直线和平面的投影,立体及其表面交线的投影,组合体,机件常用的表达方法,标准件与常用件,零件图,装配图,其他图样简介,计算机二维绘图和计算机三维实体造型。书后有附录和参考文献。

中南大学工程图学教研室编,欧阳立新、徐绍军主编《工程制图习题集》(第五版)与本书配套使用,由高等教育出版社同时出版。本套教材可作为高等院校近机械类和非机械类各专业的教学用书,也可供函大、电大、职大的师生及自学读者选用,还可供广大工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/徐绍军,赵先琼主编;中南大学工程图学教研室编. -- 5 版. -- 北京:高等教育出版社, 2012.7

ISBN 978 - 7 - 04 - 034799 - 9

I. ①工… II. ①徐…②赵…③中… III. ①工程制图-高等学校-教材 IV. ①TB23

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第090734号

策划编辑 薛立华
插图绘制 尹 莉

责任编辑 薛立华
责任校对 杨雪莲

封面设计 张 志
责任印制 田 甜

版式设计 马敬茹

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印 刷 廊坊市科通印业有限公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 26
字 数 640 千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 1983 年 6 月第 1 版
2012 年 7 月第 5 版
印 次 2012 年 7 月第 1 次印刷
定 价 37.70 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 34799-00

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010)58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010)82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

第五版前言

本书是根据教育部高等学校工程图学教学指导委员会 2010 年制订的“普通高等学校工程图学课程教学基本要求”及近几年新颁布的国家标准,借鉴国内其他院校近年来教学改革的成功经验,以优化工程制图课程教学内容为目标,在第四版的基础上修订而成的。

本书在保持第四版特点的基础上,在内容上作了较大的调整与修订:

1. 增加了绘图仪器、绘图工具的使用方法等内容,对徒手绘图、尺规绘图及计算机绘图的方法循序渐进地进行介绍,使制图的经典内容与计算机绘图知识有机融为一体。

2. 对部分章节进行了调整,将机械图一章拆分为标准件与常用件、零件图和装配图三章,将计算机绘图一章拆分为计算机二维绘图和计算机三维实体造型两章。

3. 零件图和装配图的介绍尽可能以同一部件为例,使学生对零、部件及零件图和装配图有比较清晰的认识,从而更容易掌握相关知识。此外,为培养学生的徒手绘图能力,加强了零、部件测绘部分的内容。

4. 全书贯彻最新国家标准,对图样的表达、相关术语及有关标准等内容均按新标准进行了修订。

5. 以 AutoCAD 2010 作为绘图软件,对计算机二维绘图和计算机三维实体造型内容作了较大更新。

参加本书修订工作的有朱洒芳(第 1、2 章)、徐绍军(绪论,第 3~5、8 章,附录)、欧阳立新(第 6、11 章)、赵先琼(第 7 章)、陈斌(第 9 章)、汤晓燕(第 10 章),全书由徐绍军统一整理定稿。本版由徐绍军、赵先琼担任主编。

中国矿业大学江晓红教授对本书进行了审阅并提出了许多宝贵意见,在此表示诚挚的谢意。本书在修订过程中得到了中南大学工程图学教研室全体同志的大力支持,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中不当之处在所难免,敬请广大读者及图学界同仁批评指正。

编 者

2012 年 1 月于长沙

目 录

绪论	1	5.6 剖视图的轴测表达	167
第1章 制图的基本知识与技能	2	第6章 标准件与常用件	169
1.1 国家标准《技术制图》与《机械制图》 的有关规定	2	6.1 螺纹及螺纹紧固件	169
1.2 尺规绘图	15	6.2 键、销连接	185
1.3 几何作图	19	6.3 滚动轴承	188
1.4 平面图形分析及绘图	26	6.4 弹簧	191
1.5 徒手绘图技法	27	6.5 齿轮	194
第2章 点、直线和平面的投影	32	第7章 零件图	202
2.1 投影法的基本概念	32	7.1 零件和零件图概述	202
2.2 物体的正投影	35	7.2 零件表达方案的选择	203
2.3 点的投影	38	7.3 零件图的尺寸标注	214
2.4 直线的投影	42	7.4 零件图的技术要求	218
2.5 平面的投影	57	7.5 零件结构的工艺性简介	235
2.6 直线与平面相交和平面与平面相交	67	7.6 读零件图	238
第3章 立体及其表面交线的投影	71	7.7 零件测绘	242
3.1 立体的投影	71	第8章 装配图	246
3.2 截交线	80	8.1 装配图的作用与内容	246
3.3 相贯线	92	8.2 装配图的表达方法	246
第4章 组合体	99	8.3 装配图的尺寸标注和技术要求	250
4.1 组合体的构成和形体分析法	99	8.4 装配图中的零件序号和明细栏	251
4.2 组合体视图的画法	102	8.5 装配结构的合理性简介	253
4.3 组合体的尺寸标注	107	8.6 装配图的画法	255
4.4 组合体视图的读图方法	113	8.7 部件的测绘	258
4.5 轴测图的画法	122	8.8 读装配图和由装配图拆画零件图	261
4.6 组合体的构型设计	132	第9章 其他图样简介	267
第5章 机件常用的表达方法	138	9.1 展开图	267
5.1 视图	138	9.2 焊接图	274
5.2 剖视图	143	9.3 房屋建筑图	281
5.3 断面图	155	第10章 计算机二维绘图	295
5.4 其他表达方法	158	10.1 概述	295
5.5 表达方法的综合应用	164	10.2 AutoCAD 基础知识	295
		10.3 辅助绘图工具	299

10.4	绘制二维图形	302	11.5	观察三维图形	353
10.5	图案填充	309	11.6	组合实体的造型	359
10.6	文本标注	310	11.7	由三维造型图生成二维 工程图	373
10.7	图形编辑	312	11.8	Autodesk Inventor 软件简介	378
10.8	尺寸标注	322	附录		379
10.9	块及其属性	329	附录 1	标准结构	379
10.10	零件图绘制举例	333	附录 2	标准件	384
第 11 章	计算机三维实体造型	337	附录 3	极限与配合	397
11.1	三维坐标	337	附录 4	常用材料及热处理	404
11.2	创建三维实体	338	附录 5	CAD 工程制图规则	408
11.3	修改三维实体	344	参考文献		409
11.4	用户坐标系	350			

绪 论

1. 本课程的性质和内容

在工程建设中,通常要将机器和建筑物等的结构形状、尺寸大小、使用材料以及生产上的技术要求,按一定的投影方法和技术规定表达在图纸上,这就是工程图样。

工程图样是工程信息的有效载体,是工程技术部门的重要技术文件。它集中了工程产品的设计、制造、使用等多方面的信息,是表达交流技术思想的重要工具,是工程界共同的技术语言。

工程制图是一门研究如何阅读、绘制工程图样的技术基础课程,其内容包括画法几何、制图基础、绘制工程图样和计算机绘图四部分。

2. 本课程的学习目的

学习本课程的主要目的是:

- (1) 学习正投影的基本原理及其应用;
- (2) 培养绘制和阅读工程图样的基本能力;
- (3) 培养用计算机、尺规绘图及徒手绘制工程图样的能力;
- (4) 培养空间想象能力、形体构思能力和创新思维能力;
- (5) 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

3. 本课程的学习方法

(1) 本课程既有系统的理论,又有较强的实践性和技术性,因此要理论联系实际,不仅要准确掌握投影法的基本概念、原理和作图方法,而且要学会运用它将空间物体的形状、大小用投影表达出来,以及根据投影正确想象物体的空间形状。要达到这个要求,必须及时完成一定数量的习题和制图作业,不断地由物画图和由图想物,逐步提高空间想象能力和空间分析能力。

(2) 通过不断地实践,掌握计算机绘图、徒手绘图和尺规绘图的基本方法和技能,准确地绘制工程图样。

(3) 严格遵守国家标准的有关规定,要熟悉本书中的最新国家标准,以树立贯彻最新国家标准的意识,培养查阅国家标准的能力。

第1章 制图的基本知识与技能

1.1 国家标准《技术制图》与《机械制图》的有关规定

图样是现代工业生产中的主要技术文件。为了便于生产和技术交流,必须对工程图样的图幅大小、格式、比例、字体、图线、尺寸标注、表达方法等内容建立统一的规定。每个工程技术人员都必须树立标准化的概念,严格遵守,认真执行国家标准。

国家标准《技术制图》是我国颁布的一项基础技术标准,在内容上具有统一性和通用性,它涵盖了机械、电气、土建、水利等各技术行业。根据科学技术的发展需要,我国分别颁布了各不同技术部门只适用于自身的、更明确和细化的制图标准,如国家标准《机械制图》等。国家标准简称国标,用汉语拼音首字母“GB”表示。国家标准分为强制性标准和推荐性标准,其中推荐性国家标准在“GB”后加“/T”,字母后的两组数字分别表示标准的顺序号和该标准颁布的年份。本节将介绍制图中最常用的几项国家标准。

1.1.1 图纸幅面及格式(摘自 GB/T 14689—2008)

1. 图纸幅面

为了方便装订、保管图纸,绘制工程图样时,优先采用基本图纸幅面,具体规格尺寸见表1-1。必要时可采用加长幅面,这些幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出,规格尺寸可查阅 GB/T 14689—2008。

表 1-1 图纸基本幅面和图框尺寸

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

2. 图框格式

在图纸上,必须用粗实线画出图框,其格式有不留装订边(图1-1a、b)和留装订边(图1-1c、d)两种,但同一产品的图样只能采用一种格式,两种图框格式、尺寸见表1-1。一般情况下宜采用A3幅面横装和A4幅面竖装。

学生在学校做制图作业时,可采用图 1-3 所示的标题栏格式,标题栏外框用粗实线、内框用细实线绘制,标题栏内的图名用 10 号字,校名用 7 号字,其余用 5 号字。

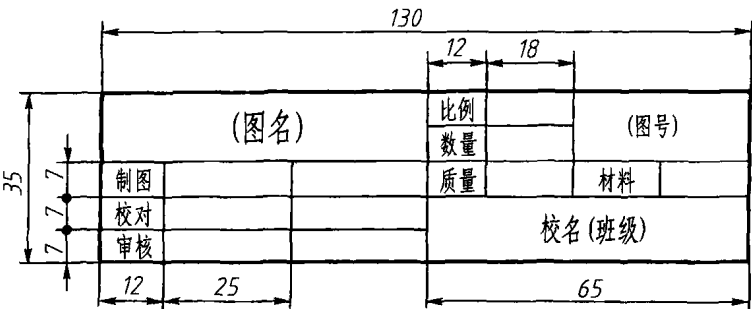


图 1-3 标题栏格式(制图作业中使用)

1.1.3 明细栏(摘自 GB/T 10609.2—2009)

装配图中应绘制明细栏,明细栏一般配置在标题栏的上方,按由下至上的顺序填写。其格式、尺寸和内容如图 1-4 所示。

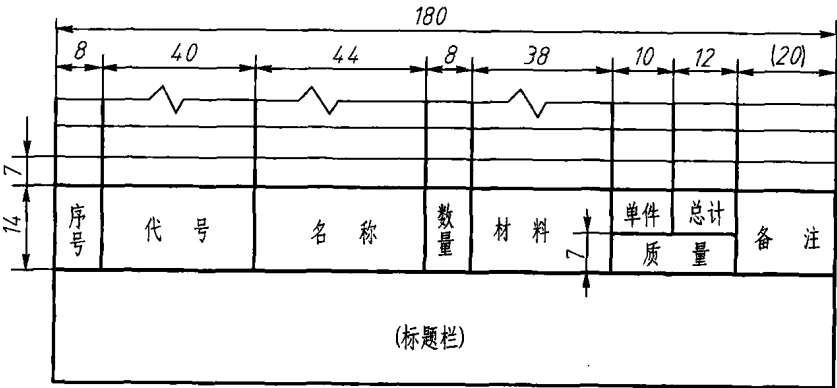


图 1-4 明细栏的格式、尺寸和内容

1.1.4 比例(摘自 GB/T 14690—1993)

图样的比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

比值为 1 的比例称为原值比例,比值大于 1 的比例称为放大比例,比值小于 1 的比例称为缩小比例。需要按比例绘制图样时,应由表 1-2 规定的系列中选取适当的比例;必要时,允许选用表 1-2 中带括号的比例。

表 1-2 绘图比例

种类	比例				
原值比例	1 : 1				
放大比例	2 : 1	5 : 1	1×10 ⁿ : 1	2×10 ⁿ : 1	5×10 ⁿ : 1
	(2.5 : 1)	(4 : 1)	(2.5×10 ⁿ : 1)	(4×10 ⁿ : 1)	

续表

种类	比例				
缩小比例	1:2	1:5	1:1×10 ⁿ	1:2×10 ⁿ	1:5×10 ⁿ
	(1:1.5)	(1:2.5)	(1:3)	(1:4)	(1:6)
	(1:1.5×10 ⁿ)	(1:2.5×10 ⁿ)	(1:3×10 ⁿ)	(1:4×10 ⁿ)	(1:6×10 ⁿ)

注: n 为正整数。

比例符号应以“:”表示。比例的表示方法如 1:1、1:2、2:1 等。

比例一般应填写在标题栏中的比例栏内。必要时,可在视图名称的下方或右侧标注比例,如:

$$\frac{I}{2:1} \quad \frac{A}{1:100} \quad \frac{B-B}{2.5:1} \quad \frac{\text{墙板位置图}}{1:200} \quad \text{平面图 } 1:100$$

为了方便读图,建议尽可能按物体的实际大小用 1:1 的比例画图,如物体太大或太小,则采用缩小或放大比例画图,不论采用何种比例,图样中标注的尺寸数值必须是物体的实际尺寸,如图 1-5 所示。

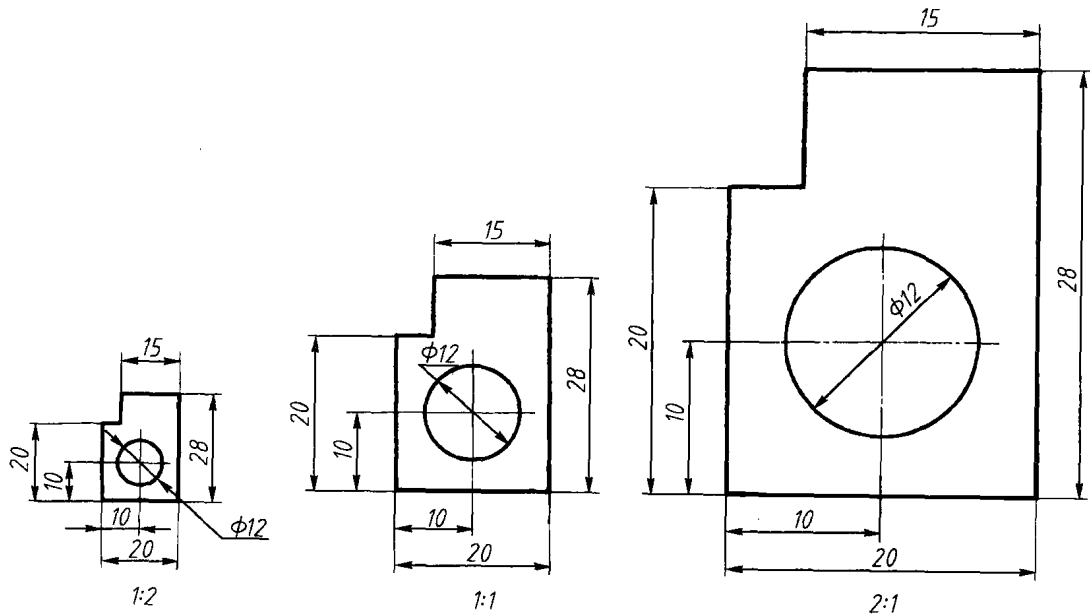


图 1-5 图形比例与尺寸数值的标注

1.1.5 字体(摘自 GB/T 14691—1993)

1. 基本要求

图样中书写字体必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。汉字应写成长仿宋体字,并采用国家正式推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。

字体高度(用 h 表示)的公称尺寸系列为 1.8 mm, 2.5 mm, 3.5 mm, 5 mm, 7 mm, 10 mm, 14 mm, 20 mm。汉字的高度 h 不应小于 3.5 mm, 其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度为字高的 $1/14$, B 型字体的笔画宽度为字高的 $1/10$, 在同一图样上, 只允许选用一种形式的字体, 字母和数字可写成斜体或直体, 斜体字字头向右倾斜, 与水平基准线成 75° 。

2. 字体示例

(1) 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航空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

(2) A 型斜体拉丁字母

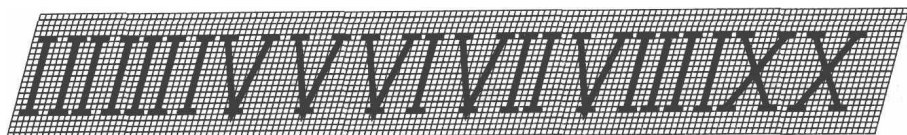
A B C D E F G H I J K L M N O

P Q R S T U V W X Y Z

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

(3) A 型斜体数字



3. 字体的综合应用

字体的综合应用有下述规定：

(1) 用做指数、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。

(2) 图样中的数学符号、物理量符号、计量单位符号以及其他符号、代号，应分别符合有关国家标准的规定。

其综合示例如下：

$$10^3 \quad S^{-1} \quad D_1 \quad T_d \quad \phi 20_{-0.023}^{+0.010} \quad 7^{\circ+1^{\circ}}_{-2^{\circ}} \quad \frac{3}{5}$$

$$10Js5(\pm 0.003) \quad M24-6h \quad R8 \quad 5\%$$

$$220 \text{ V} \quad 380 \text{ kPa} \quad 460 \text{ r/min}$$

$$\phi 25 \frac{H6}{m5} \quad \frac{II}{2:1} \quad \frac{\overset{\frown}{A}}{5:1}$$

4. 汉字的书写要领

长仿宋体字的书写要领为横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。汉字长仿宋体的基本笔画如表 1-3 所示。

表 1-3 汉字基本笔画

名称	点	横	竖	撇	捺	挑	折	勾
基本笔画及运笔法	尖点 垂点 撇点 上挑点	平横 斜横	 竖	平撇 斜撇 直撇	斜捺 平捺	平挑 斜挑	左折 右折 斜折 双折	 竖勾 左曲勾 右曲勾 平勾 竖弯勾 横折弯勾 竖折折勾

为了保证字体大小一致、排列整齐,初学时应画格书写,字与字的间隔为字高的 $1/4$ 左右,行距约为字高的 $1/3$ 。书写时,笔画要一笔写成,不要勾描。

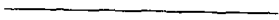
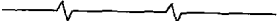
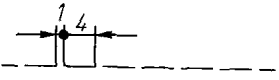
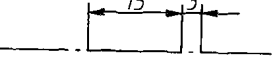
1.1.6 图线(摘自 GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—2002)

图样中的图形是由多种图线组成的,国家标准规定了各种图线的名称、尺寸(宽度、构成)、画法。

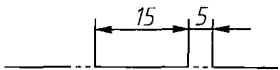
1. 线型

国家标准规定的基本线型代码、名称、线型形式及一般应用如表 1-4 所示。

表 1-4 机械图样线型代码、名称、形式及应用

代码	名称	线型	一般应用
01.1	细实线		过渡线; 尺寸线、尺寸界线; 指引线和基准线; 剖面线、投射线; 重合断面的轮廓线; 短中心线; 螺纹牙底线; 表示平面的对角线; 范围线及分界线; 重要要素的表示线,如齿轮的齿根线;
01.2	粗实线		可见棱边线; 可见轮廓线; 相贯线; 螺纹牙顶线和螺纹终止线; 齿顶圆(线); 剖切符号用线;
	波浪线		断裂处边界线; 视图与剖视图的分界线 ^①
	双折线		断裂处边界线; 视图与剖视图的分界线 ^①
02.1	细虚线		不可见棱边线; 不可见轮廓线
02.2	粗虚线		允许表面处理的表示线
04.1	细点画线		轴线; 对称中心线; 分度圆心线; 孔系分布的中心线; 剖切线

续表

代码	名称	线型	一般应用
04.2	粗点画线		限定范围表示线
05.1	细双点画线		相邻辅助零件的轮廓线; 可动零件的极限位置的轮廓线; 重心线; 成形前轮廓线; 剖切面前的结构轮廓线; 轨迹线;

① 在一张图样上一般采用一种线型,即采用波浪线或双折线。

2. 线宽

所有线型的线宽 d 应按图样的类型和尺寸大小,在数系 0.13 mm, 0.18 mm, 0.25 mm, 0.35 mm, 0.5 mm, 0.7 mm, 1 mm, 1.4 mm, 2 mm 中选择。

在同一图样中,同类图线的宽度应一致。应优先采用 0.5 mm 或 0.7 mm 的线宽,并尽量保证在图样中不出现宽度小于 0.18 mm 的图线。

机械图样上采用两种线宽,粗线与细线的比例关系为 2 : 1;建筑图样上,可以采用三种线宽的图线,其比例关系为 4 : 2 : 1。

3. 画图线时的其他规定

(1) 两条平行线之间的最小间隙一般不得小于 0.7 mm。

(2) 细虚线、细点画线和其他图线相交时应适当地相交于画线处,如图 1-6 所示。

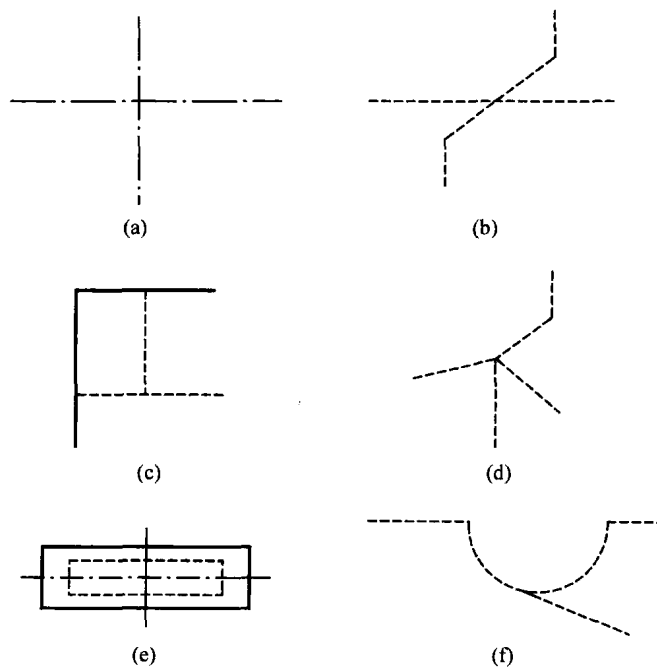


图 1-6 细虚线、细点画线相交画法

(3) 中心线、对称线应超出轮廓线 2~5 mm, 如图 1-6e 所示。

4. 图线应用示例

各种线型在机械图样中的应用如图 1-7 所示。

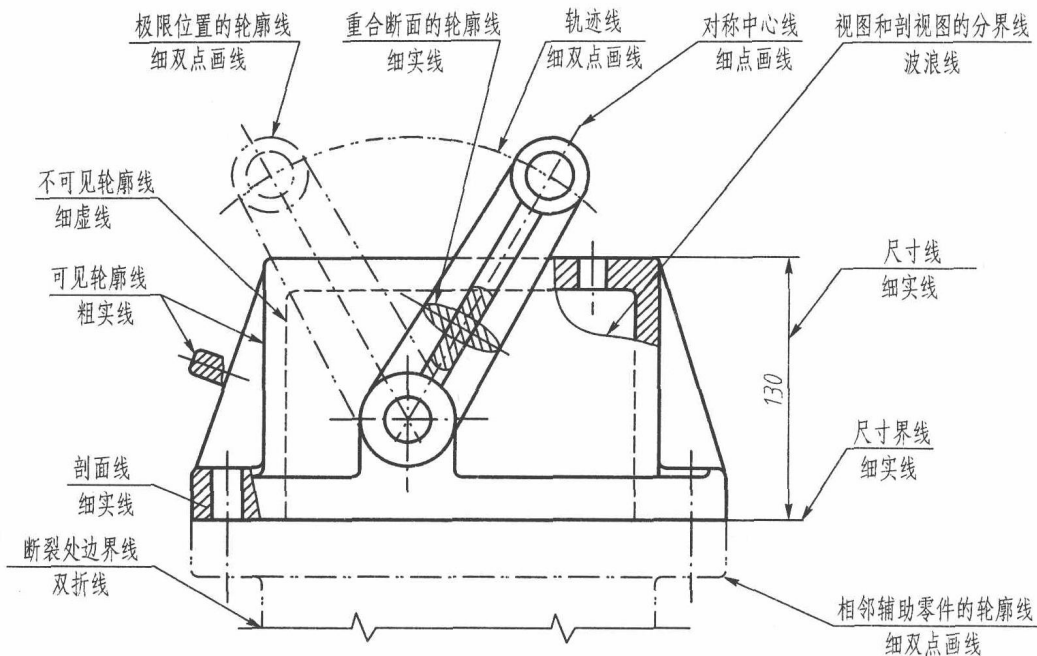


图 1-7 图线应用示例

1.1.7 尺寸注法(摘自 GB/T 4458.4—2003、GB/T 16675.2—1996)

1. 基本规则

(1) 物体的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据, 与图形的大小和绘图的准确度无关。

(2) 图样中(包括技术要求和其他说明)的尺寸以 mm 为单位时, 不需要标注单位的符号或名称; 如采用其他单位, 则必须注明。

(3) 图样中所标注的尺寸为该图样所示物体的最后完工尺寸, 否则应另加说明。

(4) 物体的每一尺寸一般只标注一次, 并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

2. 尺寸的组成和基本注法

一个完整的尺寸由尺寸界线、尺寸线、尺寸线终端(箭头或斜线)以及尺寸数字组成, 如图 1-8 所示。机械图样一般采用箭头作为尺寸线终端, 其画法如图 1-9a 所示; 建筑图上的线性尺寸一般采用斜线作为尺寸线终端, 其画法如图 1-9b 所示。

尺寸标注的基本规定如表 1-5 所示。