

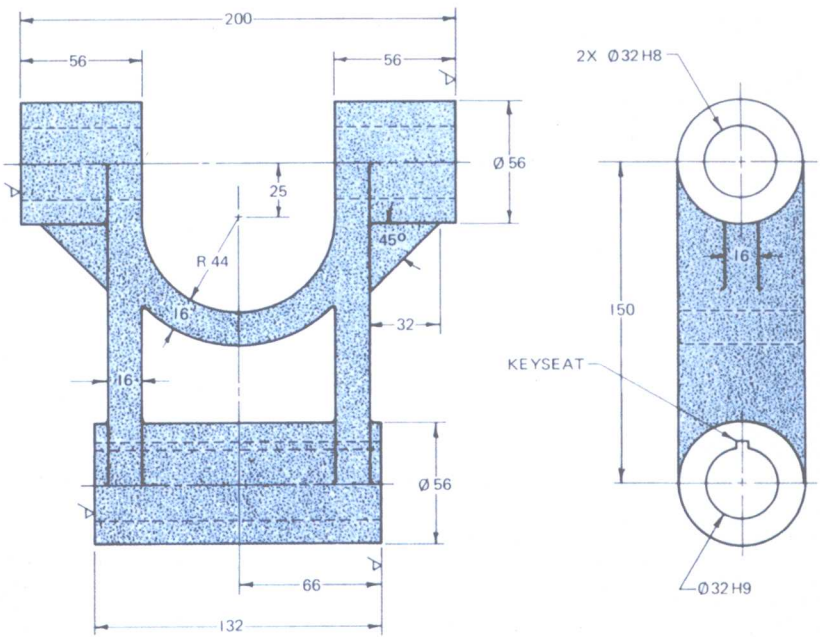
高等教育机电类专业规划教材

机械制图与计算机绘图

第4版

MECHANICAL DRAWING & COMPUTER GRAPHING

冯秋官 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

高等教育机电类专业规划教材

机械制图与计算机绘图

第 4 版

主 编	冯秋官						
副主编	陈建华	杨玉萍	毛国平				
参 编	陈 栩	陈 霞	陈国英	蒋 勇	曾 珠		
	周渝庆	史宛丽	陈光忠	刘 燕			
主 审	董国耀						



机械工业出版社

本书是在《机械制图与计算机绘图》(第3版)的基础上修订编写而成的,作为高等教育机电类专业基础课规划教材。

全书分上、下两篇。上篇为机械制图,内容有:制图的基本知识和技能、正投影基础、基本立体、立体表面的交线、轴测图、组合体、图样的基本表示法、图样的特殊表示法、零件图、装配图、展开图和焊接图。下篇为计算机绘图,内容有:计算机绘图基本知识、平面图形的画法、视图的画法、文本标注和尺寸标注、零件图和装配图画法、三维绘图简介等。与本教材配套使用的《机械制图与计算机绘图习题集》(第4版)同时出版。为满足多媒体教学的需要,还编制了配套使用的多媒体课件。

本书可作为高等院校机械类、近机械类各专业基础课教材,也可供电大、职大、函授以及成人教育等其他类型学校有关专业使用,还可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图与计算机绘图/冯秋官主编. —4版. —北京:
机械工业出版社, 2009. 8
高等教育机电类专业规划教材
ISBN 978-7-111-27857-3

I. 机… II. 冯… III. ①机械制图-高等学校-教材
②自动绘图-高等学校-教材 IV. TH126

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第128471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:刘小慧 责任编辑:周璐婷
版式设计:霍永明 责任校对:魏俊云
封面设计:王伟光 责任印制:乔宇
北京京丰印刷厂印刷
2010年4月第4版·第1次印刷
184mm×260mm·21.75印张·540千字
标准书号:ISBN 978-7-111-27857-3
定价:36.00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

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者服务部:(010)68993821

封面防伪标均为盗版

前 言

本书是在高等工科教育机电类专业规划教材《机械制图与计算机绘图》(第3版)的基础上,根据教育部工程图学教学指导委员会制定的“普通高等院校工程图学课程教学基本要求”,总结了多年来制图教学改革的经验和成果,参考并吸取了许多教材的长处修订编写而成的。与此同时,还修订编写了《机械制图与计算机绘图习题集》(第4版),与本书配套使用。

本书修订编写时,注意了高等教育改革和发展对制图教学的新要求,广泛听取了读者的意见和建议,为适应应用型本科“重基本理论、基本概念,淡化过程推导,突出工程应用”的需要,深化课程改革,更新课程体系和内容,以“必需、够用”为度,整合部分章节,调整编排顺序,充实画法几何部分的基本内容,突出重点,精简偏深理论和文字叙述,加强绘制和阅读机械图样的能力训练,加强形象思维、构形设计、徒手画草图和用计算机绘图的能力训练,采用提高形象思维、构形设计和实践能力训练的新方法,体现应用型特色,有利培养创新精神,符合培养应用型人才的要求。为适应不同专业、学时的教学需要,将一些偏而难的内容作为选学(用*表示)。计算机绘图软件采用最新版本重新编写,全面贯彻最新的《技术制图》、《机械制图》国家标准和相关标准。为满足多媒体教学的需要,还编制了与教材配套使用的多媒体课件。

参加本书修订编写与配套课件编制工作的有:冯秋官、陈建华、杨玉萍、毛国平、陈栩、陈霞、陈国英、蒋勇、曾珠、周渝庆、史宛丽、陈光忠、刘燕。由冯秋官任主编。

本书由北京理工大学董国耀教授审阅。他对书稿提出了许多宝贵的意见和建议,在此表示衷心感谢。

本书在修订编写过程中得到许多同志的帮助,福建工程学院工程图学教研室全体教师参阅了本书稿,提出了许多宝贵的意见和建议,在此一并表示感谢。

值此第4版出版之际,对为本书前两版作出贡献而又未能参加这次修订编写的各位同仁深表感谢。

限于编者水平,书中难免存在错误和不足,恳请广大读者批评指正。

编 者

2009年5月

目 录

前言

绪论	1
----------	---

上篇 机械制图

第一章 制图的基本知识和技能	4	第五节 组合体的构型设计	124
第一节 制图国家标准的基本规定	4	第七章 图样的基本表示法	129
第二节 常用绘图工具及其用法	15	第一节 视图	129
第三节 几何作图	18	第二节 剖视图	133
第四节 平面图形的画法	22	第三节 断面图	142
第二章 正投影基础	27	第四节 其他表示方法	144
第一节 投影法	27	第五节 表示方法应用举例	147
第二节 点的投影	28	第八章 图样的特殊表示法	150
第三节 直线的投影	34	第一节 螺纹	150
第四节 平面的投影	41	第二节 常用螺纹紧固件	155
第五节 直线、平面的相对位置	49	第三节 键和销	159
第六节 换面法	57	第四节 齿轮	161
第三章 基本立体	63	第五节 滚动轴承	165
第一节 三视图的形成与对应关系	63	第六节 弹簧	167
第二节 平面立体	65	第九章 零件图	170
第三节 回转体	67	第一节 零件图的作用和内容	170
第四节 柱体	72	第二节 零件的视图选择	171
第五节 基本立体的尺寸注法	74	第三节 零件的工艺结构	178
第四章 立体表面的交线	77	第四节 零件图上的尺寸标注	182
第一节 截交线	77	第五节 零件图上的技术要求	188
第二节 回转体相贯线	87	第六节 零件测绘	203
第五章 轴测图	97	第七节 读零件图	206
第一节 轴测图的基本知识	97	第十章 装配图	209
第二节 正等轴测图	98	第一节 装配图的作用和内容	209
第三节 斜二轴测图	106	第二节 装配图的表示方法	211
第六章 组合体	108	第三节 装配图上的尺寸标注和技术要求	215
第一节 组合体的形体分析	108	第四节 装配图中零、部件的序号和明细栏	215
第二节 组合体的三视图画法	111	第五节 装配工艺结构	217
第三节 组合体的尺寸注法	113		
第四节 读组合体视图	117		

第六节 部件测绘和装配图画法	220	* 第十一章 展开图和焊接图	231
第七节 读装配图和由装配图拆画 零件图	227	第一节 立体表面的展开	231
		第二节 焊接图	239
下篇 计算机绘图			
第十二章 计算机绘图基本知识	248	第十五章 文本标注和尺寸标注	282
第一节 计算机绘图概述	248	第一节 文本标注	282
第二节 AutoCAD 2008 的基本操作	248	第二节 尺寸标注设置	285
第十三章 平面图形的画法	255	第三节 尺寸及形位公差标注	294
第一节 绘图前的准备	255	第四节 尺寸标注实例	298
第二节 基本绘图编辑命令	262	第十六章 零件图和装配图画法	301
第三节 绘制平面图形	267	第一节 块操作	301
第十四章 视图的画法	271	第二节 由零件图拼画装配图	305
第一节 定义样板图	271	第十七章 三维绘图简介	307
第二节 机件视图的画法	271	第一节 三维绘图基础	307
第三节 特性管理器	279	第二节 三维实体造型	310
附录	316	四、极限与配合	332
一、螺纹	316	五、常用材料及热处理	336
二、常用标准件	319	参考文献	339
三、常用零件结构要素	329	读者信息反馈表	

绪 论

一、本课程的性质和任务

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。

近代一切机器、仪器、工程建筑等产品和设备的设计、制造与施工、使用与维护等，都是通过图样来实现的。设计者通过图样来表达设计意图和要求；制造者根据图样来了解设计要求，组织生产加工；使用者通过图样了解它的构造和性能，以及正确的使用和维护方法。因此，图样是表达设计意图、交流技术思想的重要工具，是工业生产中的重要技术文件，是工程界的技术语言。每个工程技术人员都必须具备绘制和阅读图样的基本能力。

用来表示机器、仪器等的图样，称为机械图样。本课程是研究绘制与阅读机械图样的基本原理和方法的一门重要技术基础课。通过本课程的学习，培养学生绘制和阅读机械图样的基本能力，培养科学思维、空间想象和创造性构形设计的初步能力与创新意识，以提高学生全面素质，为后续课程的学习打下基础。

本课程的主要任务是：

- 1) 学习正投影法的基本理论及其应用。
- 2) 培养绘制和阅读机械图样的基本能力。
- 3) 培养对三维形体与相关位置的空间形象思维与构思表达能力。
- 4) 培养尺规绘图、徒手绘图和应用计算机绘图的基本能力。
- 5) 学习、贯彻制图国家标准及其有关规定。
- 6) 培养自学能力、独立分析问题和解决问题能力，以及认真、负责的工作态度和一丝不苟的工作作风。

二、本课程的学习方法

本课程是一门既有系统理论，又有很强实践性的技术基础课。学习中应该做到：

- 1) 既要认真听课，又要及时、认真、独立地完成一定量的练习和作业。
- 2) 要坚持理论联系实际。应多通过参观生产现场，观察机械产品，借助模型、立体图、实物等，增加生产实践知识和表象积累。
- 3) 要注意物体与图样相结合，画图与读图相结合，构型与表达相结合，不断由物画图，由图想物，多画、多读、多想，由浅入深，反复实践，不断培养和发展空间想象能力和思维能力。
- 4) 必须严格遵守、认真贯彻制图国家标准及相关标准。
- 5) 要正确地使用绘图工具和仪器，还要熟练地掌握计算机绘图和徒手绘图的方法。
- 6) 不断改进学习方法，提高自学能力。

上篇 机械制图

第一章 制图的基本知识和技能

工程图样是现代化工业生产中必不可少的技术资料，规范性要求高，因此对图样画法、尺寸注法等都必须作出统一的规定。本章摘要介绍国家标准《技术制图》和《机械制图》中的基本规定，并对绘图工具的使用、几何图形的作图方法和绘图技能等进行简要介绍。

第一节 制图国家标准的基本规定

为了便于生产、管理和技术交流，国家标准《技术制图》和《机械制图》对图纸的幅面和格式、比例、字体、图线和尺寸注法等都作了统一的规定，每个工程技术人员都必须严格遵守。本节摘要介绍其中的部分内容。

一、图纸幅面和格式（GB/T 14689—2008）^①

1. 图纸幅面尺寸

绘制技术图样时，应优先采用表 1-1 所规定的基本幅面。必要时，也允许选用加长幅面，但加长后的幅面尺寸须符合标准规定，由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。

表 1-1 图纸基本幅面代号和尺寸 (单位: mm)

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

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，如图 1-1、图 1-2 所示，其尺寸见表 1-1。但同一产品的图样只能采用一种格式。

3. 标题栏的方位

每张图纸上都必须在右下角画出标题栏（见图 1-1、图 1-2）。GB /T 10609.1—2008 规定的标题栏格式和尺寸，如图 1-3 所示。学生作业中的标题栏可以自定，建议采用如图 1-4 所示的简化标题栏。

标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时，则构成 X 型图纸，如图 1-1a、图 1-2a 所示。若标题栏的长边与图纸的长边垂直时，则构成 Y 型图纸，如图 1-1b、图 1-2b 所示。在此情况下，看图的方向与看标题栏的方向一致。

① “GB/T” 为推荐性国家标准，“14689” 为标准的顺序号，“2008” 表示该标准是 2008 年发布的。

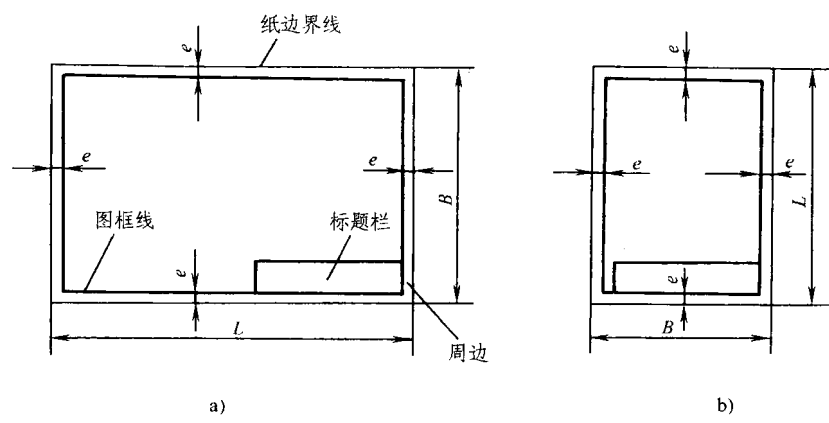


图 1-1 不留装订边的图框格式

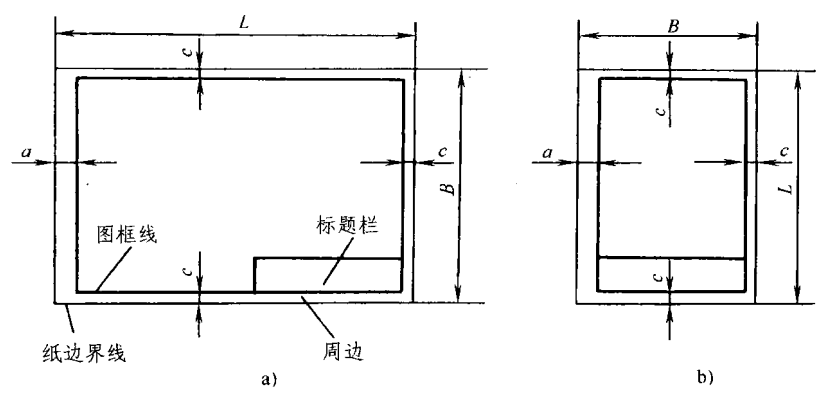


图 1-2 留装订边的图框格式

180									
10	10	16	16	12	16	(材料标记)		(单位名称)	
4×6.5(=26)						12	12	(图样名称)	
标记	处数	分区	更改文件号	签名	年、月、日	阶段标记	重量	比例	(图样代号)
设计	(签名)	(年月日)	标准化	(签名)	(年月日)	共	张	第	张
审核						共	张	第	张
工艺						共	张	第	张
12	12	16	12	12	16	50		21	

图 1-3 标题栏的格式

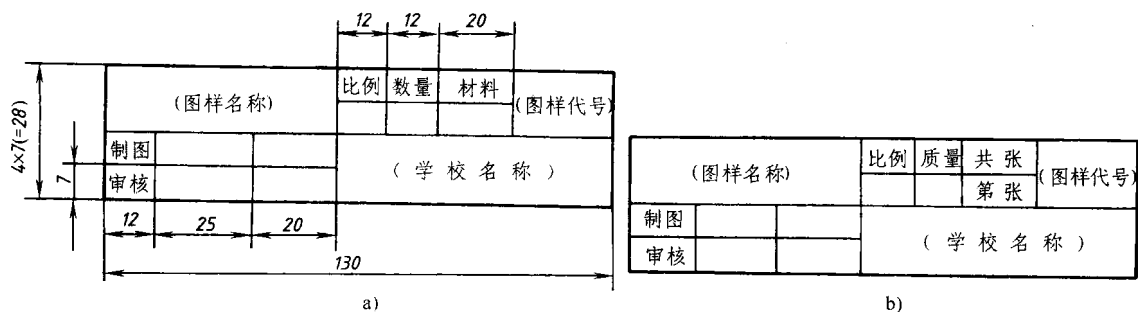


图 1-4 制图作业用简化标题栏

a) 零件图标题栏 b) 装配图标题栏

为了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，如图 1-5 所示；或将 Y 型图纸的长边置于水平位置使用，如图 1-6 所示。

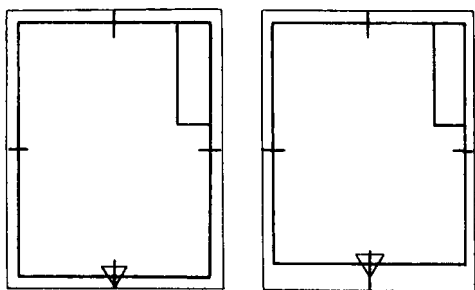


图 1-5 X 型图纸短边置于水平位置

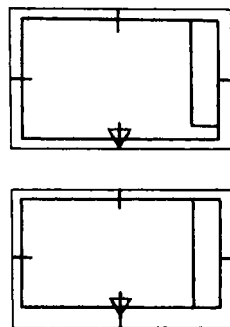


图 1-6 Y 型图纸长边置于水平位置

4. 附加符号

为了使图样复制和缩微摄影时定位方便，应在图纸各边的中点处分别画出对中符号（见图 1-5、图 1-6）。对中符号用粗实线绘制，线宽不小于 0.5mm，长度从纸边界开始至伸入图框内约 5mm，位置误差不大于 0.5mm。当对中符号处在标题栏范围内时，则伸入标题栏部分省略不画。

对于使用预先印制的图纸，为了明确绘图与看图时图纸的方向，应在图纸下边对中符号处画上方向符号，如图 1-5、图 1-6 所示。

方向符号是用细实线绘制的等边三角形，其大小和所处位置如图 1-7 所示。

二、比例（GB/T 14690—1993）

比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。绘制图样时，应在表 1-2 规定的系列中选取适当的比例。必要时，也允许选取表 1-3 中的比例。

表 1-2 比例（一）

种 类	比 例		
原值比例	1:1		
放大比例	5:1	2:1	
	$5 \times 10^n:1$	$2 \times 10^n:1$	$1 \times 10^n:1$
缩小比例	1:2	1:5	1:10
	$1:2 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$	$1:1 \times 10^n$

注：n 为正整数。

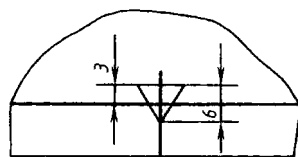


图 1-7 方向符号

表 1-3 比例 (二)

种 类	比 例				
放大比例	4:1	2.5:1			
	$4 \times 10^n:1$	$2.5 \times 10^n:1$			
缩小比例	1:1.5	1:2.5	1:3	1:4	1:6
	$1:1.5 \times 10^n$	$1:2.5 \times 10^n$	$1:3 \times 10^n$	$1:4 \times 10^n$	$1:6 \times 10^n$

注: n 为正整数。

为使图形直接反映实物的真实大小,绘图时,应尽可能采用原值比例,但有时需要采用放大或缩小比例来绘图。无论采用何种比例,图形上所注的尺寸数值,必须是实物的实际大小。但图形中的角度,仍应按实际尺寸绘制和标注。

标注比例时,比例符号应以“:”表示,如 1:1, 2:1, 1:2 等。比例一般应标注在标题栏中的比例栏内。

三、字体 (GB/T 14691—1993)

图样中书写的字体必须做到: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)的公称尺寸系列为:1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20。如需要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体高度代表字体的号数。

1. 汉字

汉字应写成长仿宋体字,并应采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

长仿宋体字的书写要领是:横平竖直,注意起落,结构匀称,填满方格。书写时,笔画要一笔写成,不得勾描;横要从左到右平直且略微提升,竖要铅垂,起落笔有力、露锋;偏旁部首比例适当;主要笔画尖锋触格,结构匀称美观。如表 1-4 和图 1-8 所示。

表 1-4 长仿宋体字的基本笔画和写法

六	兴	二	川	刀	二	ㄨ	二	ㄣ	ㄣ	ㄣ
心	江	于	中	厂	千	分	边	均	牙	代
点	六	上	八			公	处	拉	材	气
									马	凸

2. 字母和数字

字母和数字分为 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度 (d) 为字高 (h) 的 $1/14$, B 型字体的笔画宽度为字高的 $1/10$ 。同一张图样上,只允许选用一种形式的字体。

字母和数字可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° ,如图 1-9 所示。

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 闸阀坝 棉麻化纤

图 1-8 长仿宋体字示例

大写拉丁字母

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

小写拉丁字母

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

阿拉伯数字

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

罗马数字

I II III IV V VI VII VIII IX X

应用示例

R3 2×Φ5 M24-7H Φ60H7 Φ30g6

Φ20^{+0.021}₀ Φ25^{-0.007}_{-0.020} Q235 HT200

图 1-9 拉丁字母和数字示例 (B 型斜体)

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

1. 线型及其应用

国家标准 GB/T 17450—1998《技术制图 图线》中规定了绘制各种技术图样的基本线型、基本线型的变形及其相互组合。在机械图样中，国家标准 GB/T 4457.4—2002《机械制图 图样画法 图线》规定，只采用粗线和细线两种线宽，它们之间的比例为 2:1。图线宽度和图线组别，见表 1-5。制图中应优先采用的图线组别为 0.5 和 0.7。

表 1-5 图线宽度和图线组别 (单位: mm)

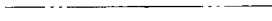
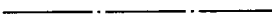
图线组别	0.25	0.35	0.5	0.7	1	1.4	2
粗线宽度	0.25	0.35	0.5	0.7	1	1.4	2
细线宽度	0.13	0.18	0.25	0.35	0.5	0.7	1

机械图样上常用的几种图线的名称、形式和一般应用，见表 1-6。

表 1-6 线型及其应用

图线名称	线型	图线宽度	一般应用
粗实线		粗	可见棱边线 可见轮廓线 相贯线 螺纹的牙顶线与螺纹长度终止线 齿顶圆（线） 剖切符号用线
细虚线		细	不可见棱边线 不可见轮廓线
细实线		细	尺寸线和尺寸界线 剖面线 过渡线 指引线和基准线 重合断面的轮廓线 螺纹的牙底线及齿轮的齿根线 辅助线 投影线
细点画线		细	轴线 对称中心线 齿轮的分度圆（线） 孔系分布的中心线 剖切线
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	断裂处的边界线 视图与剖视图的分界线

(续)

图线名称	线型	图线宽度	一般应用
细双点画线		细	相邻辅助零件的轮廓线 可动零件的极限位置的轮廓线 剖切面前的结构轮廓线 轨迹线
粗点画线		粗	限定范围表示线
粗虚线		粗	允许表面处理的表示线

以下将细虚线、细点画线、细双点画线分别简称为虚线、点画线和双点画线。
图线应用示例,如图 1-10 所示。

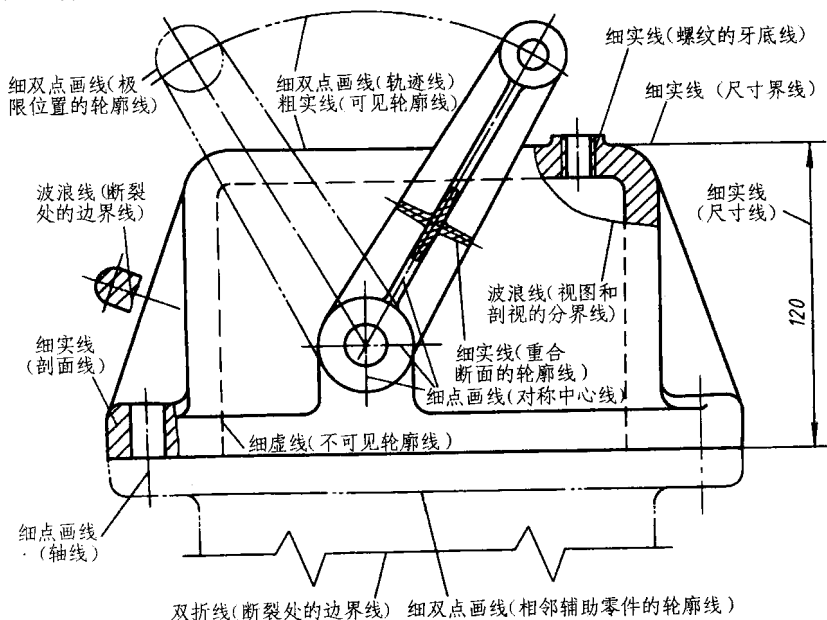


图 1-10 图线应用示例

2. 图线的画法 (见图 1-11)

1) 在同一图样中,同类图线的宽度应一致。各类线素(不连续的独立部分,如点、画、间隔)的长度应各自大致相等,符合国家标准规定(见表 1-7)。

表 1-7 常用线素的长度

线素	长度	线素	长度
点	$\leq 0.5d$	画	$12d$
短间隔	$3d$	长画	$24d$

注: d 为图线的宽度。

实际作图时,通常虚线画长 4~6mm,间隔 1mm;点画线长画长 15~30mm,两长画间

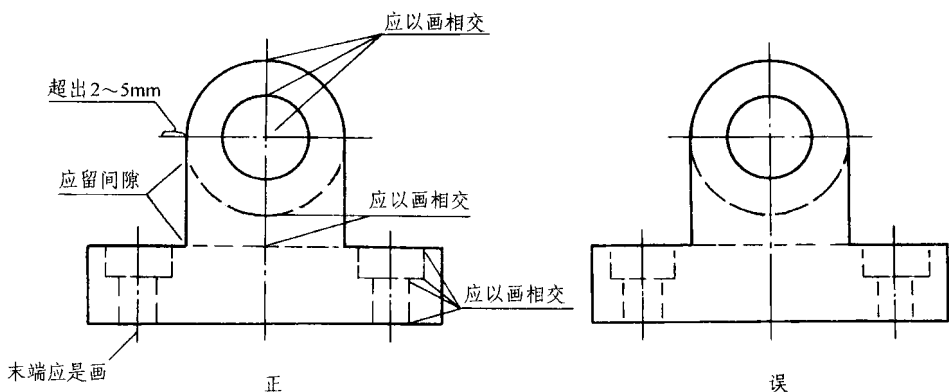


图 1-11 图线画法

间隔约 3mm；双点画线长画长 15 ~ 30mm，两长画间间隔约 5mm。

2) 图线相交时，都应以画或长画相交，而不应该是点或间隔。

3) 虚线直线在实线延长线上相接时，虚线应留出间隔；虚线圆弧与实线相切时，虚线圆弧应留出间隔。

4) 实际绘图时，图线的首末端应是长画，而不应是点。点画线的两端应超出轮廓线 2 ~ 5mm。

5) 画圆的中心线时，圆心应是长画的交点。当圆的图形较小（直径小于 12mm）时，允许用细实线代替点画线。

6) 两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7mm。

7) 当图线重合时，优先选择的绘制顺序是：可见轮廓线→不可见轮廓线→尺寸线→各种用途的细实线→轴线和对称中心线→假想线。

五、尺寸注法（GB/T 4458.4—2003 和 GB/T 16675.2—1996）

1. 基本规则

1) 机件的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据，与图形的大小及绘图的准确度无关。

2) 图样中（包括技术要求和其他说明）的尺寸，以毫米为单位时，不需标注计量单位符号（或名称），如采用其他单位，则应注明相应的单位符号。

3) 图样中所标注的尺寸，为该图样所示机件的最后完工尺寸，否则应另加说明。

4) 机件的每一尺寸，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

图样上标注的每一个尺寸，一般由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字所组成，如图 1-12 所示。

(1) 尺寸界线 尺寸界线

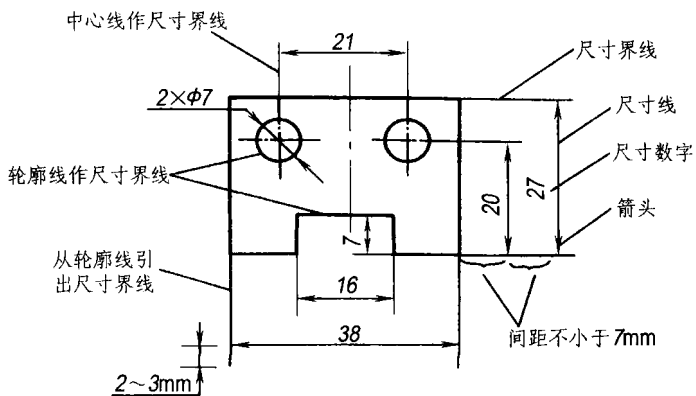


图 1-12 尺寸的组成