

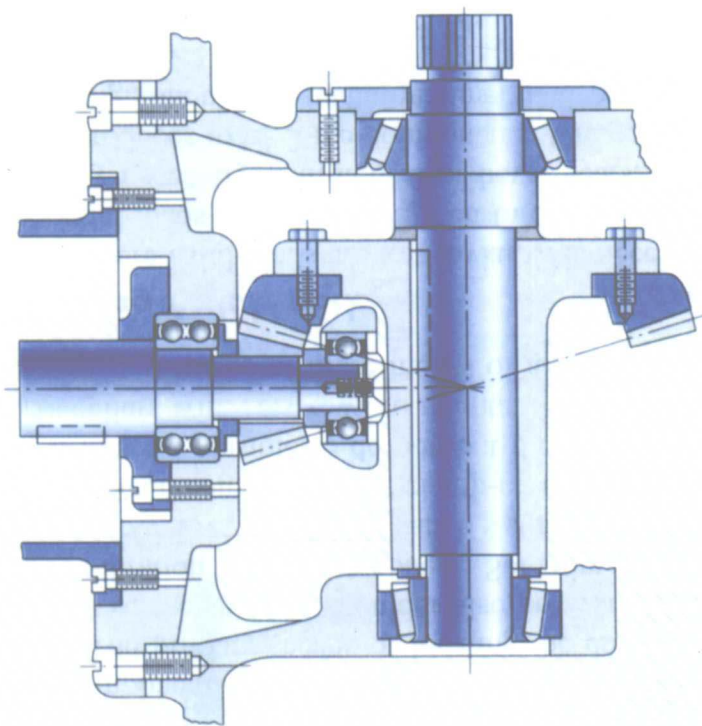
21世纪高校机电类规划教材

工程制图

第2版

ENGINEERING DRAWING

冯秋官 仝基斌 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

21 世纪高校机电类规划教材

工 程 制 图

第 2 版

主 编	冯秋官	仝基斌		
副主编	胡曼华	刘亚娟		
参 编	邱志荣	晋 萍	薛天跃	郑雄胜
主 审	陆国栋	董国耀		



机 械 工 业 出 版 社

本书是在第1版的基础上,由21世纪高校机电类规划教材编审委员会组织修订而成。

本书除保证基本的教学内容外,努力体现应用型本科教学的特色;加强组合体构型设计及使用造型软件进行基本体和简单组合形体造型;重视读图、测绘和徒手画图能力训练;适当降低截交线、相贯线和机械图的难度要求;贯彻了最新的制图国家标准。书中计算机绘图采用了AutoCAD2009版本。与本书配套使用的《工程制图习题集》(第2版)同时出版。

本书可作为应用型高等工程教育近机械类、非机械类各专业基础课教材,也可供电视、函授等其他类型学校有关专业使用,还可供其他专业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/冯秋官,全基斌主编. —2版. —北京:机械工业出版社, 2010.9

ISBN 978-7-111-31864-4

I. ①工… II. ①冯…②全… 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(2010)第176483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:刘小慧 刘远星

责任校对:李秋荣 封面设计:张静

责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2011年1月第2版第1次印刷

184mm×260mm·17印张·418千字

标准书号:ISBN 978-7-111-31864-4

定价:30.00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 封面无防伪标均为盗版

21 世纪高校机电类规划教材

编 审 委 员 会

顾问：李培根 华中科技大学

主任：左健民 南京工程学院

副主任：童幸生 江汉大学

郑 堤 浙江大学宁波理工学院

徐格宁 太原科技大学

陈 明 北华航天工业学院

党新安 陕西科技大学

邓海平 机械工业出版社

刘全良 浙江海洋学院

马 光 温州大学

张世亮 广东海洋大学

方庆瑄 安徽工业大学

胡 琳 深圳大学

委员：（按姓氏笔画排序）

王卫平 东莞理工学院

王 华 长春工程学院

仝基斌 安徽工业大学

朱志宏 福建工程学院

刘小慧 机械工业出版社

刘申全 中北大学分校

刘镇昌 山东大学

张 茂 西南石油学院

李子琼 厦门理工学院

李建华 中原工学院

李洪智 黑龙江工程学院

陈廉清 宁波工程学院

赵先仲 北华航天工业学院

夏凤芳 上海电机技术高等专科学校

顾晓勤 电子科技大学（中山）

倪少秋 机械工业出版社

序

为了适应我国制造业迅速发展的需要，培养大批素质高、应用能力与实践能力强的应用综合型人才已成为当务之急。这同时对高等教育的办学理念、体制、模式、机制和人才培养等方面也提出了全新的要求。

为了打通新形势下高等教育和社会需求之间的瓶颈，中国机械工业教育协会机电类学科教学委员会和机械工业出版社联合成立了“21 世纪高校机电类规划教材”编审委员会，本着“重基本理论、基本概念，淡化过程推导，突出工程应用”的原则，组织教材编写工作，并力求使本套教材突出以下特点：

(1) 科学定位。本套教材主要面向应用综合型人才的培养，既不同于培养研究型人才的教材，也不同于一般应用型本科的教材；在保持高学术水准的基础上，突出工程应用，强调创新思维。

(2) 品种齐全。这套教材设有“力学”、“制图”、“设计”、“数控”、“控制”、“实训”、“材料”等模块，可以方便学校选用。

(3) 立体化程度高。教材均要求配备 CAI 课件和相关的教辅材料，以方便教师和学生使用。

机械工业出版社是我国成立最早、规模最大的科技出版社之一，是国家级优秀出版社，是国家高等教育教材出版基地之一，在机电类教材出版领域具有很高的地位。相信这套教材在中国机械工业教育协会机电类学科委员会和机械工业出版社的精心组织下，通过全国几十所学校老师的认真编写，一定能够为我国高等教育应用综合型人才的培养提供更好用、更实用的教材。

教育部·机械工程及自动化专业分教学指导委员会·主任
中国机械工业教育协会·高等学校机械工程及自动化学科教学委员会·主任
李培根 院士
于华中科技大学

第 2 版前言

本书是在 21 世纪高校机电类规划教材《工程制图》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”修订而成的。与此同时，还修订出版了《工程制图习题集》（第 2 版），与本书配套使用。

本书修订时，注意了高等教育改革和发展对非机械类专业群的制图教学要求，征求了读者的意见和建议，继续坚持应用型本科“重基本理论、基本概念，淡化过程推导，突出工程应用”的原则；注重学生的投影基础和读图能力的培养，弃旧更新，以必需、够用为度，精简部分内容，突出重点，加强绘制和阅读工程图样的能力训练，体现应用型本科教学的特色，培养学生的创新思维能力；计算机绘图采用 AutoCAD 2009 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。

参加本书修订的有：冯秋官（绪论，第三、五章，附录），胡曼华（第一章）、晋萍（第二、六章），刘亚娟（第四章），邱志荣（第七章），仝基斌（第八、九章），郑雄胜（第十章），薛天跃（第十一章）。由冯秋官、仝基斌任主编，胡曼华、刘亚娟任副主编，陆国栋教授、董国耀教授任主审。

本书修订过程中得到许多同志的帮助，在此表示衷心感谢。

限于编者水平，书中难免存在缺点和错误，恳请读者批评指正。

编者的联系方式：fengqiuguan@sina.com。

编 者

第 1 版前言

本书是根据教育部工程图学教学指导委员会新制定的“普通高等院校工程图学课程教学基本要求”，总结多年来教学改革的经验和成果，并吸取许多兄弟院校教材的长处编写而成。

本书编写时，注意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，努力体现应用型本科教学的特色，深化课程改革，更新课程体系，精选教材内容。本书加强组合体的构型设计及使用造型软件进行基本体和简单组合形体造型，培养学生的创新能力；重视读图、测绘和徒手画图的能力训练；适当降低截交线、相贯线和机械图的难度要求；为适应不同专业、学时的教学需要，将一些偏而难的题例和拓宽加深的内容作为选学（用*表示）；贯彻了最新的《技术制图》和《机械制图》国家标准。书中计算机绘图内容采用了 AutoCAD2004 版本编写。本书文字叙述简练通俗，便于学生自学。

参加本书编写工作的有：福建工程学院胡曼华（第一章）、安徽工业大学晋萍（第二、六章），福建工程学院冯秋官（绪论，第三、五章，附录），黑龙江工程学院刘亚娟（第四章），福建工程学院邱志荣（第七章），安徽工业大学全基斌（第八、九章），浙江海洋学院郑雄胜（第十章），太原科技大学薛天跃（第十一章）。本书由冯秋官、全基斌任主编，胡曼华、刘亚娟任副主编。

本书由浙江大学陆国栋教授、北京理工大学董国耀教授主审，并经 21 世纪高校机电类规划教材审稿会审阅通过。

本书编写过程中得到许多同志的帮助，福建工程学院和安徽工业大学工程图学教研室的许多教师对本书稿提出了许多宝贵的意见和建议，在此表示衷心感谢。

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

目 录

序	
第2版前言	
第1版前言	
绪论	1
第一章 制图的基本知识和技能	2
第一节 制图国家标准的基本规定	2
第二节 常用绘图工具及其用法	11
第三节 几何作图	14
第四节 平面图形的画法	18
第二章 正投影基础	23
第一节 投影法和三视图	23
第二节 点的投影	26
第三节 直线的投影	31
第四节 平面的投影	39
第五节 直线、平面的相对位置	45
第三章 基本体及其表面交线	51
第一节 平面立体	51
第二节 回转体	53
第三节 截交线	57
第四节 回转体相贯线	64
第四章 轴测图	69
第一节 轴测图的基本知识	69
第二节 正等轴测图	70
第三节 斜二轴测图	76
第四节 轴测草图的画法	78
第五章 组合体	80
第一节 组合体的形体分析	80
第二节 组合体的三视图画法	82
第三节 组合体的尺寸注法	84
第四节 读组合体视图	89
第五节 组合体的构型设计	94
第六章 图样的基本表示法	98
第一节 视图	98
第二节 剖视图	103
第三节 断面图	112
第四节 其他表示方法	114
第七章 图样的特殊表示法	118
第一节 螺纹	118
第二节 常用螺纹紧固件	122
第三节 键和销	127
第四节 齿轮	129
第五节 滚动轴承	133
第六节 弹簧	135
第八章 零件图	138
第一节 零件图的作用和内容	138
第二节 零件的视图选择	140
第三节 零件的工艺结构	144
第四节 零件图上的尺寸标注	149
第五节 零件图上的技术要求	154
第六节 零件的测绘	163
第七节 读零件图	166
第九章 装配图	168
第一节 装配图的作用和内容	168
第二节 装配图的表达方法	170
第三节 装配图上的尺寸标注和技术要求	172
第四节 装配图中零部件的序号和明细栏	173
第五节 装配结构的合理性	174
第六节 画装配图的方法和步骤	176
第七节 读装配图和拆画零件图	180
* 第十章 其他图样	185
第一节 房屋建筑图	185

第二节	焊接图	196	第六节	二维图形绘图实例	228
第三节	电子线路图	201	第七节	实体造型	232
第十一章	计算机绘图基础	206	附录		241
第一节	AutoCAD 2009 工作空间	206	附录 A	螺纹	241
第二节	AutoCAD 的基本操作	207	附录 B	常用标准件	244
第三节	常用的绘图命令	213	附录 C	极限与配合	254
第四节	常用的图形编辑命令	216	附录 D	常用材料	259
第五节	文本与尺寸标注	222	参考文献		261
			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。

现代工业生产中，无论是机器、仪器的设计、制造与维修，还是工程建筑的设计与施工，都是通过图样来进行的。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，从而进行制造与施工；使用者通过图样了解产品的构造和性能，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。每个工程人员都必须具备阅读和绘制图样的基本能力。

工程制图主要用来研究绘制和阅读工程图样的基本原理和方法，培养学生的形象思维能力，是一门既有系统理论又有较强实践性的技术基础课。

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) 培养学生用仪器、计算机、徒手三种方法绘制工程图样的基本能力。
- 3) 培养学生具有初步的空间想象和思维能力、构型设计能力，以及阅读常见工程图样的基本能力。
- 4) 学习、贯彻制图国家标准及其有关规定。
- 5) 培养学生认真、负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

二、本课程的学习方法

- 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。应通过多参观生产现场，观察产品，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、多想，由浅入深，反复实践，不断培养和发展空间想象和思维能力。
- 4) 必须严格遵守、认真贯彻制图国家标准及相关规定。
- 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。

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。本章主要介绍国家标准《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作简要介绍。

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，作了统一的规定。本节介绍其中的部分内容。

一、图纸幅面和格式（GB/T 14689—2008）

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图框尺寸 (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，其格式分为无装订边和有装订边两种，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（图 1-1、图 1-2）。GB/T 10609.1—2008 中规定了标题栏的格式和尺寸。学生制图作业中的零件图标题栏，建议采用图 1-3 所示的简化标题栏，也可以自定。把图 1-3 中的“数量”改为“质量”，“材料”改为“共 张”，其下方的空格改为“第 张”后，可作为简化装配图标题栏。

有些图纸上还具有对中符号、方向符号、剪切符号、投影符号等附加符号，需要时可查阅 GB/T 14689—2008。

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 所列的比例。

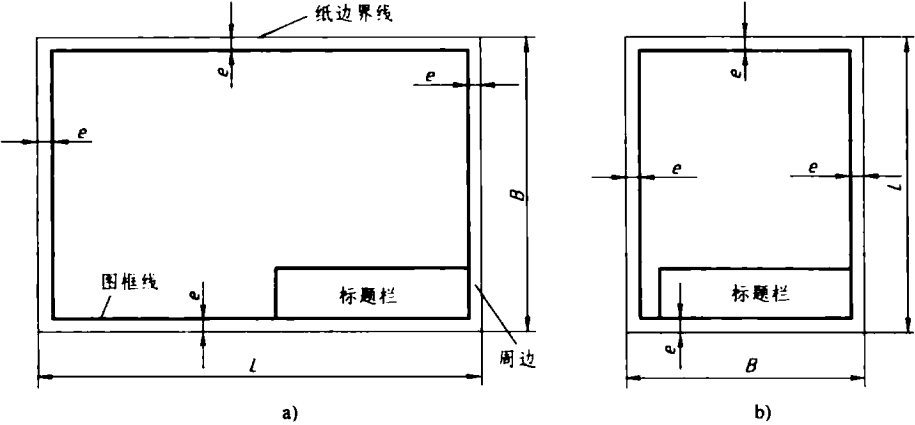


图 1-1 无装订边图纸的图框格式
a) X 型 b) Y 型

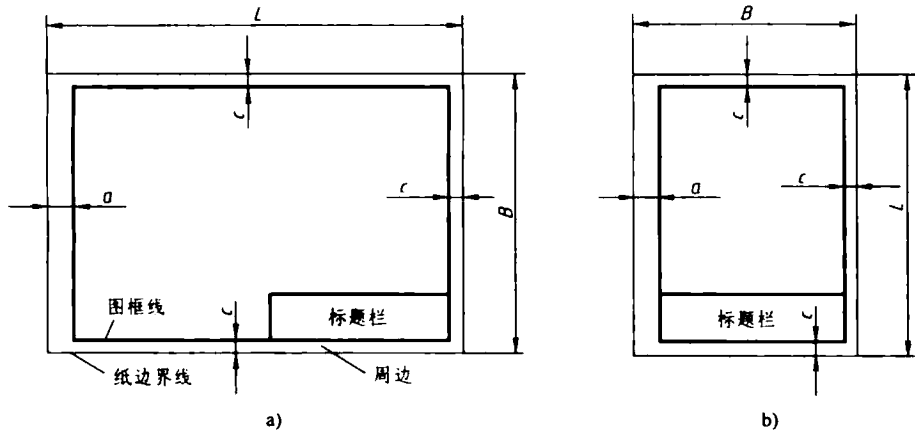


图 1-2 有装订边图纸的图框格式
a) X 型 b) Y 型

				12	12	20		
4 × 7 (=28)	(图样名称)				比例	数量	材料	(图样代号)
7	制图			(学校名称)				
	审核							
	12	25	20	130				

图 1-3 制图作业用简化零件图标题栏

表 1-2 比例 (一)

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

注: n 为正整数。

表 1-3 比例 (二)

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

注: n 为正整数。

为使图形能直接反映实物的真实大小,绘图时,应尽可能采用原值比例。无论采用何种比例,图形上所注的尺寸数值,都必须是实物的实际大小。

标注比例时,比例符号应以“:”表示,如 1:1、2:1、1:2 等。

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)的公称尺寸系列为:1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20 (单位为 mm)。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;横从左到右要平直且略微提升,竖要铅垂,起落笔有力露锋;偏旁部首比例适当,结构匀称美观,如图 1-4 所示。

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 (d) 为字高 (h) 的 1/10。同一图样上,只允许选用一种型式的字体。

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 1-5 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 1-4 长仿宋体字示例

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
 abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
 12345678910
 I II III IV V VI VII VIII IX X
 R3 2×Φ5 M24-7H Φ60H7 Φ30g6
 Φ20^{+0.021}₀ Φ25^{-0.007}_{-0.020} Q235 HT200

图 1-5 拉丁字母和数字示例 (B 型字体)

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》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 1-4。制图中应优先采用的图线组别为 0.5 和 0.7。

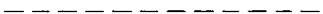
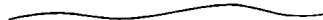
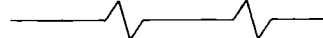
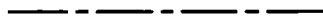
表 1-4 图线宽度和图线组别

(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、型式和一般应用见表 1-5。

表 1-5 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 螺纹的牙顶线及螺纹长度终止线 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 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
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、细点画线和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 1-6 所示。

2. 图线的画法 (图 1-7)

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, 符合国家标准的规定(表 1-6)。

表 1-6 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。

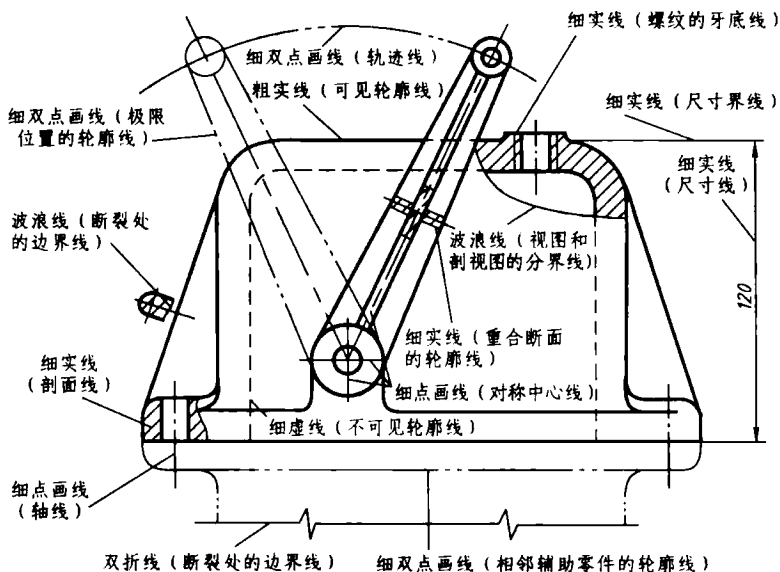


图 1-6 图线应用示例

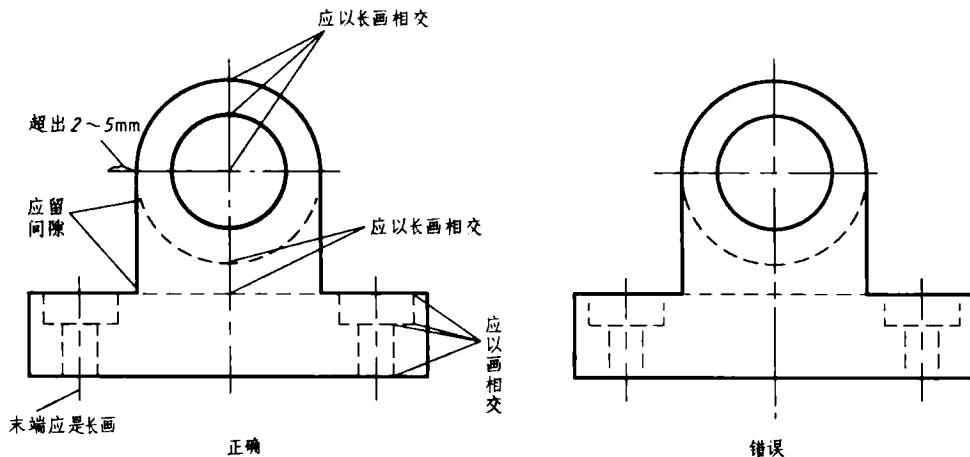


图 1-7 图线画法

实际作图时，通常虚线画长 4 ~ 6mm，间隔约 1mm；点画线长画长 15 ~ 30mm，两长画间间隔约 3mm；双点画线长画长 15 ~ 30mm，两长画间间隔约 5mm。

2) 图线相交时，都应应以画或长画相交，而不应该交于点或间隔。

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) 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, 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, 当以 mm 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) 机件的每一个尺寸, 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 1-8 所示。

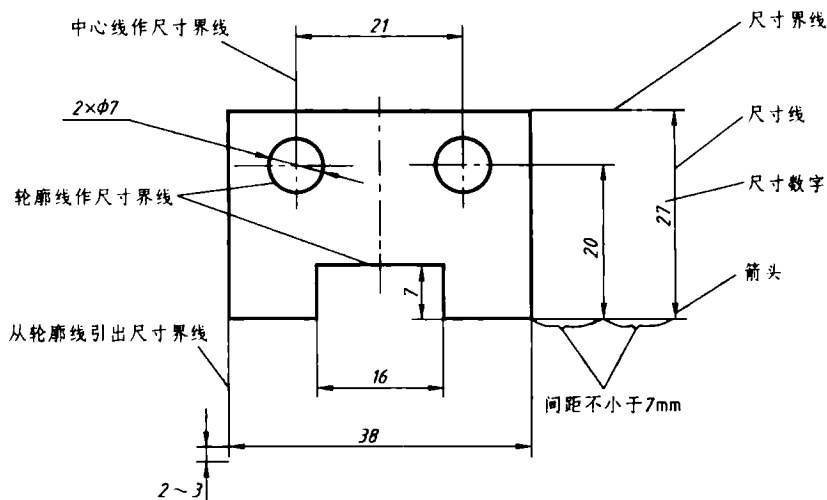


图 1-8 尺寸的组成

(1) 尺寸界线 尺寸界线表示尺寸的度量范围。它用细实线绘制, 并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出, 也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线。

尺寸界线一般应与尺寸线垂直, 必要时才允许倾斜。在光滑过渡处标注尺寸时, 应用细实线将轮廓线延长, 从它们的交点处引出尺寸界线, 如图 1-9 所示。

(2) 尺寸线 尺寸线表示尺寸的度量方向。它用细实线绘制, 不能用其他图线代替, 一般也不得与其他图线重合或画在其延长线上。标注线性尺寸时, 尺寸线应与所注的线段平行。图 1-10 为尺寸线错误画法示例。

尺寸线的终端有箭头和斜线两种形式, 如图 1-11 所示。箭头形式适用于各种类型的图样。当尺寸线的终端采用斜线 (用细实线绘制) 形式时, 尺寸线与尺寸界线应相互垂直。