



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

专业基础系列

工程制图 (非机类)

钱文伟 主编

刘鹏 白柳 副主编



高等教育出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

工 程 制 图

(非机类)

钱文伟 主 编

刘鹏 白柳 副主编

高等教育出版社

内容提要

本书是根据教育部制定的《高职高专教育工程制图课程教学基本要求》编写的,同时出版的钱文伟主编《工程制图习题集》与本书配套使用。

本书主要内容有制图的基本知识、立体的投影、组合体、机件形状的常用表达方法、常用零部件和结构要素表示法、零件图、装配图、电气工程图、计算机绘图及附录。本书采用我国最新颁布的《技术制图》与《机械制图》国家标准及与制图有关的其他标准。

本书可作为高职高专非机类特别是电子、计算机、管理类专业工程制图课程的教材,亦可供相近专业的师生及工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/钱文伟主编. —北京:高等教育出版社,
2007. 7

非机类

ISBN 978 - 7 - 04 - 021781 - 0

I. 工… II. 钱… III. 工程制图 - 高等学校:技
术学校 - 教材 IV. TB23

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第078345号

策划编辑 罗德春 责任编辑 贺玲 封面设计 于涛 责任绘图 朱静
版式设计 王莹 责任校对 姜国萍 责任印制 毛斯璐

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 100011
总 机 010 - 58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京机工印刷厂

开 本 787 × 1092 1/16
印 张 14.5
字 数 350 000

购书热线 010 - 58581118
免费咨询 800 - 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>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2007年7月第1版
印 次 2007年7月第1次印刷
定 价 19.60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 21781 - 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给予严厉打击。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)58581897/58581896/58581879

传 真：(010)82086060

E-mail：dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

数码防伪说明：

本图书采用出版物数码防伪系统，用户购书后刮开封底防伪密码涂层，将16位防伪密码发送短信至95881280，免费查询所购图书真伪，同时您将有机会参加鼓励使用正版图书的抽奖活动，赢取各类奖项，详情请查询中国扫黄打非网(<http://www.shdf.gov.cn>)。

短信反盗版举报：编辑短信“JB,图书名称,出版社,购买地点”发送至9588128

短信防伪客服电话：(010)58582300/58582301

网络学习平台使用说明：

1. 欢迎各位同学登录本课程的网络学习平台，进行答疑、完成作业及师生交流等学习活动。

网址：<http://4a.hep.edu.cn> 或 <http://4a.hep.com.cn>；

2. **登录方法：**请使用本书封底标签上防伪明码作为登录账号，防伪密码作为登录密码；

3. **注意事项：**

(1) 本账号有效学习时间50小时，账号内时间用完后账号失效。

(2) 本账号过期作废，有效使用时间截止至2012年7月31日。

电子邮箱：teacher_1@hep.edu.cn

咨询电话：(010)58581398/58581392

前 言

本书是根据教育部制定的《高职高专教育工程制图课程教学基本要求》编写的。在编写过程中,认真总结和充分吸取了各校近年来的教改经验与成果。

本书主要有以下特点:

(1) 贯彻“基础理论教育以应用为目的,以必需、够用为度,以掌握概念、强化应用为教学重点”的原则,教材内容的选择及体系结构完全适应工程专科的教学需要,力求体现高职高专特色。

(2) 增加了电气工程制图部分的内容,介绍了与电气专业相关图形的规定画法。

(3) 适当降低了立体表面交线的难度。截交线、相贯线的求解及画法以工程应用实例为主,以定形分析、特殊情况、简化画法为主,具有针对性、实用性强的特点。

(4) 所选图例紧密结合专业需要,并力求结合生产实际。

(5) 标准资料新。本书全部采用《技术制图》与《机械制图》最新国家标准及与制图有关的其他标准。

本书由钱文伟主编,刘鹏、白柳为副主编。参加编写的人员有:钱文伟(绪论、第1章、第5章、附录),崔纪超(第2章、第8章),朱绘丽(第3章),任春红(第4章、第7章),白柳(第6章),刘鹏(第9章)。本书由王冰教授审阅,他对书稿提出许多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。

本书配套有数字化教学系统、试题库、网络课程。教师通过数字化教学系统利用现代多媒体技术辅助授课。授课时,通过数字化教学系统素材库中提供的图形、动画、三维模型库等素材、互联网素材或自己引入到本系统的素材按自定的顺序组织出自己的电子挂图或电子教案,既符合课程的一些共同规律又充分满足教师各自的个性化教学需要。通过配套的试题库系统,可根据要求迅速生成试卷及对应的答案,并且以 Word 文档的形式输出,也可用于考教分离。通过封底的学习卡账号和密码,可浏览相应的网络课程,便于学生课后自学。其他相关信息请及时查阅 <http://hv.hep.com.cn>。

本书主要作为高职高专学校电子、计算机、管理类等非机类专业工程制图课程的教材,同时出版的钱文伟主编《工程制图习题集》与本书配套使用。由于水平有限,对于书中不当之处,恳请读者批评指正。

编 者

2007.4

目 录

绪论	1	6.1 零件图的作用和内容	108
第1章 制图的基本知识	3	6.2 零件图表达方案的确定	109
1.1 国家标准有关机械制图的基本规定	3	6.3 零件图的尺寸标注	110
1.2 几何作图	12	6.4 典型零件的视图选择与尺寸标注	113
1.3 平面图形的分析及画图步骤	15	6.5 表面粗糙度	120
1.4 绘图方法	17	6.6 极限与配合、形位公差简介	123
第2章 立体的投影	22	6.7 零件上常见的工艺结构	133
2.1 正投影法与视图	22	6.8 读零件图	137
2.2 点、线、面的投影	25	第7章 装配图	138
2.3 平面立体的投影	34	7.1 装配图的作用和内容	138
2.4 回转体的投影	39	7.2 装配图的视图表达	138
第3章 组合体	49	7.3 装配图的尺寸注法和技术要求	141
3.1 组合体的构成分析	49	7.4 装配图中的零部件序号和明细栏	142
3.2 组合体视图的画法	51	7.5 常见的装配结构和装置	144
3.3 组合体的尺寸标注	55	7.6 读装配图	146
3.4 读组合体视图	59	第8章 电气工程图	150
3.5 轴测图	63	8.1 系统图及框图	150
第4章 机件形状的常用表达方法	68	8.2 电路图与印制电路板图	152
4.1 视图	68	8.3 接线图与线扎图	156
4.2 剖视图	71	8.4 逻辑图与流程图	160
4.3 断面图	79	第9章 计算机绘图	163
4.4 局部放大图、简化画法和规定画法	82	9.1 AutoCAD 概述	163
4.5 第三角画法简介	85	9.2 AutoCAD 操作基础	165
第5章 常用零部件和结构要素		9.3 AutoCAD 基本绘图命令	167
表示法	88	9.4 AutoCAD 编辑命令	173
5.1 螺纹	88	9.5 AutoCAD 图层控制	184
5.2 螺纹紧固件及其连接	93	9.6 文本输入与编辑	188
5.3 键连接与销连接	97	9.7 尺寸标注	189
5.4 滚动轴承	100	9.8 图块及其属性	194
5.5 齿轮	103	附录	200
5.6 弹簧	106	参考文献	224
第6章 零件图	108		

绪 论

一、本课程的研究对象

“工程制图”是一门研究图示、图解空间几何问题和绘制工程图样的学科。它主要研究绘制和阅读工程图样的基本理论和方法,学习国家标准《机械制图》和《技术制图》的相关规定。在工程技术中,按一定的投影方法和有关技术标准规定,准确将工程对象的形状、大小和技术要求等信息表达在图纸上所获得的图样称为工程图样。

工程图样是信息的载体,设计者通过图样传递设计意图、描述设计对象;生产者依据图样了解设计要求,组织和指导生产;使用者通过图样了解机器设备的结构和性能,进行操作和维修。因此,工程图样被称为“工程界共同的技术语言”,它是每个工程技术人员必须掌握的一种工具。

二、本课程的任务

- 1) 学习正投影法的基本理论及其应用。
- 2) 培养空间想象和思维能力。
- 3) 培养空间几何问题的图解能力。
- 4) 培养绘制和阅读工程图样的基本能力。
- 5) 培养利用计算机绘制各类工程图样的基本能力。
- 6) 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

三、本课程的特点和学习方法

1) 本课程内容的特点是既有理论又有较强的实践性,其核心内容是学习如何用二维平面来表达三维空间物体的形状。因此,在学习过程中,不能仅满足于对理论、原则的理解,而必须和生产实际密切相结合。

2) 在学习过程中,必须注意空间形体与其投影之间的相互联系,“从图形到实物,从实物到图形”进行反复研究和思考,逐步提高空间想象能力和空间思维能力。学习的过程中可以借助模型、轴测图等能增强感性认识的辅助手段,但不可依赖。

3) 认真独立完成一定数量的作业和习题是巩固基本理论和培养画图、读图能力的保证,学习中要注意读图源于画图,要“读画结合,以画促读”。

4) 不断增强自己的工程意识,遵守国家标准《机械制图》、《技术制图》的有关规定,培养良好的工作作风和牢固的工程实践意识。

5) 在学习本课程时,除了通过听课和复习掌握基本理论、基本知识和基本方法以外,还要结合生产实际完成一系列的制图作业,进行将空间物体表达成平面图形,再由平面图形想象空间物体的反复训练,掌握空间物体和平面图形的对应关系,并逐步培养空间想象力。

6) 正确处理读图和画图的关系。对于从事机械制造工作的人员,正确地读懂图样是非常重

要的。同样,绘制图样也同样重要。画图可以加深对制图规律和内容的理解,从而能够提高读图能力。只有对图样理解得好,才能又快又好地将其画出。

7) 在读图和画图的实践过程中,要注意逐步熟悉和掌握国家标准《机械制图》、《技术制图》及其他有关规定,在学习中应注意养成认真负责、耐心细致、一丝不苟的优良作风。

第 1 章 制图的基本知识

本章将介绍国家标准《机械制图》与《技术制图》的一般规定、绘图工具及仪器的使用、平面图形的画法及尺寸标注的一般要求。

1.1 国家标准有关机械制图的基本规定

工程图样是指导生产和对外进行技术交流的重要技术文件,因此对于工程图样的有关内容,我国制定了与国际标准相适应的国家标准,这些标准是每个工程技术人员必须掌握、遵守和执行的准则。

本节仅就图幅、比例、字体、图线、尺寸注法等基本规定予以介绍,其余内容将在以后有关章节逐一叙述。

1.1.1 图纸幅面及格式(GB/T 14689—1993) ①

1. 图纸幅面

图纸幅面指的是图纸宽度与长度组成的图面。绘制技术图样时,应根据所要表达的物体结构图的大小来选择图纸幅面,通常选用表 1-1 规定的基本幅面尺寸。必要时也可以按规定加长幅面。

表 1-1 图纸基本幅面及图框尺寸

mm

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

基本幅面图纸中,A0 幅面为 1 m^2 ,A1 图纸的面积是 A0 的一半,A2 图纸的面积是 A1 的一半,其余以此类推。

2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框。图框有两种格式:留有装订边和不留装订边,如图 1-1 和图 1-2 所示,同一产品中所有图样均采用同一格式。周边尺寸 a 、 c 、 e 等按表 1-1 的规定画出。图纸装订形式一般采用 A4 幅面竖装,也可按 A3 幅面横装。

3. 标题栏(GB/T 10609.1—1989)

① GB/T 14689—1993 是图纸幅面和格式的标准编号,其中“GB/T”是“国家标准(推荐性)”汉语拼音字母缩写,“14689”是标准顺序号,“1993”是该项标准批准的年号。

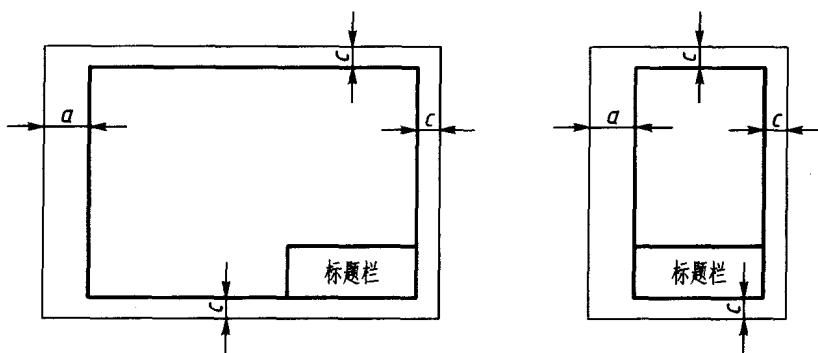


图 1-1 留有装订边的图框格式

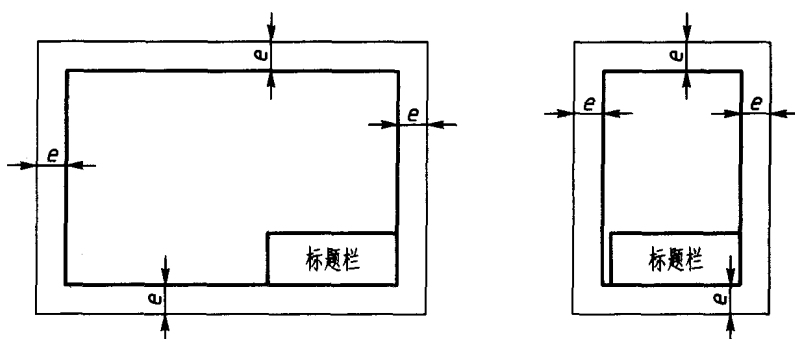


图 1-2 不留装订边的图框格式

绘图时应在每张图纸的右下角画出标题栏,其外框用粗实线绘制,内部用细实线分格。
GB/T 10609.1—1989规定的格式如图 1-3 所示,制图作业中可暂时采用图 1-4 所示的格式。

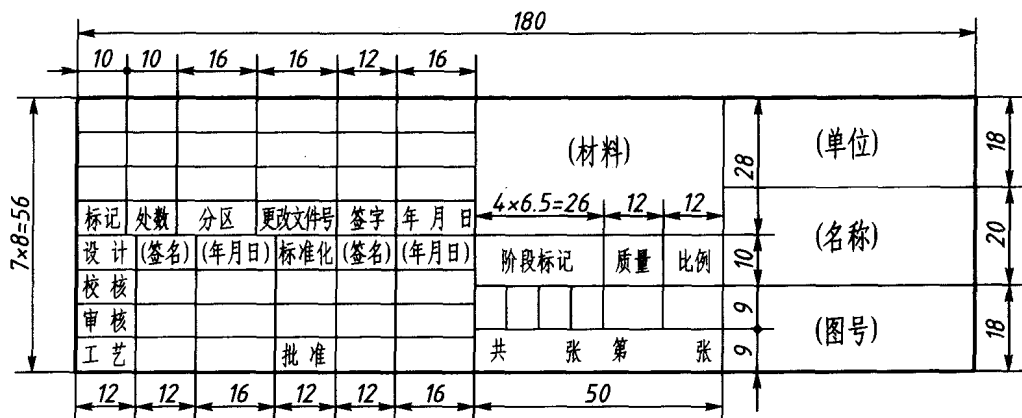


图 1-3 国家标准标题栏的格式及其组成部分的尺寸

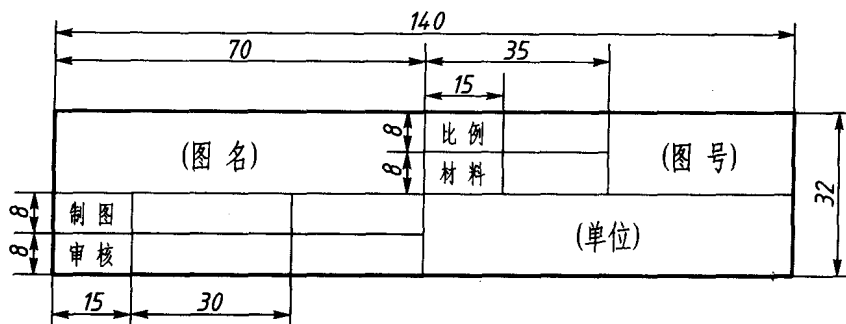


图 1-4 制图作业中采用的标题栏格式

1.1.2 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。绘制图样时,应尽可能按物体的实际大小采用 1:1 的原值比例画出。绘制小而复杂的物体可采用放大比例,绘制大而简单的物体可采用缩小的比例。绘制图样时,应在表 1-2 中所规定的系列中选取适当的比例。无论采用缩小还是放大的比例绘图,图样中所标注的尺寸应为物体的实际大小,与所用的比例无关,如图 1-5 所示。绘制图样时,对于选用的比例应在标题栏“比例”一栏中注明。

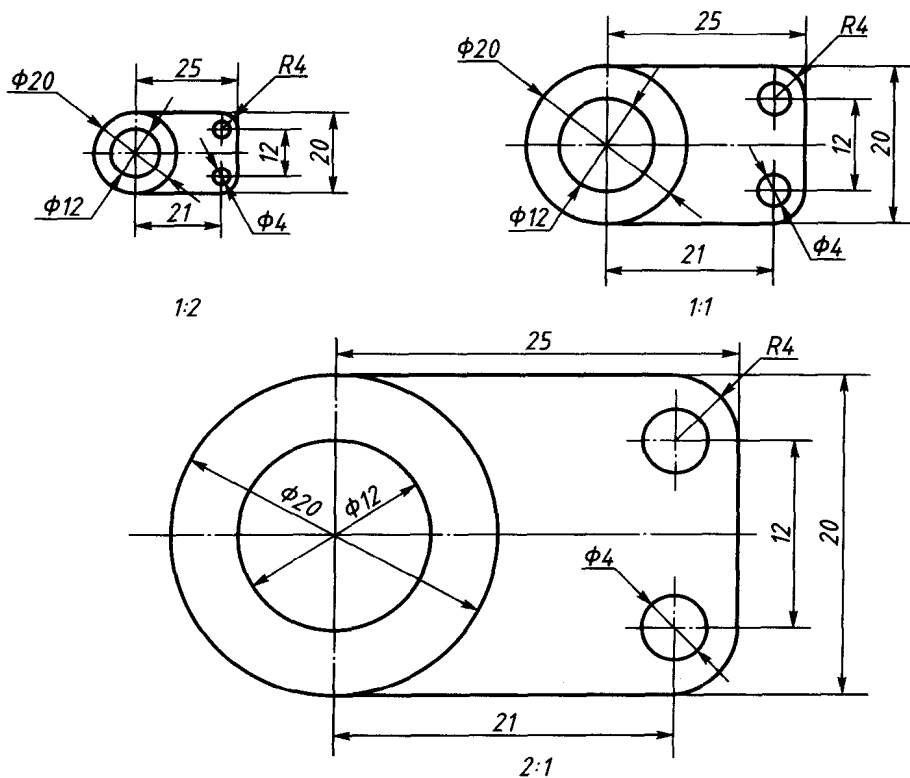


图 1-5 用不同比例画出的图形及其尺寸标注

表 1-2 比例系数

种类	比例	
原值比例	1:1	
放大比例	第一系列	5:1 2:1 $5 \times 10^n:1$ $2 \times 10^n:1$ $1 \times 10^n:1$
	第二系列	4:1 2.5:1 $4 \times 10^n:1$ $2.5 \times 10^n:1$
缩小比例	第一系列	1:2 1:5 1:10 $1:2 \times 10^n$ $1:5 \times 10^n$ $1:10 \times 10^n$
	第二系列	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,第一系列为优选系列,必要时可选第二系列。

1.1.3 字体(GB/T 14691—1993)

在图样上除了表示机件形状的图形外,还要用文字和数字来说明机件的大小、技术要求和其他内容。

图样中书写的汉字、数字、字母必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体的号数即为字体的高度 h ,分为 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20 等八种,单位为 mm(毫米)。

1. 汉字

图样上的汉字应写成长仿宋体字,并应采用国家正式公布的简化字。长仿宋体字的特点是:字形长方、笔画挺直、粗细一致、起落分明、撇挑锋利、结构均匀。汉字高度 h 不应小于 3.5 mm,其字宽度 b 一般为 $\frac{h}{\sqrt{2}}$ ($\approx 0.7h$),图 1-6 为图样上常用的 10 号、7 号和 5 号长仿宋体字的示例。

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

(a) 10 号字示例

横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

(b) 7 号字示例

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

(c) 5 号字示例

图 1-6 长仿宋体汉字示例

2. 数字和字母

数字和字母可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° ,当与汉字混合书写时可采用直体,如图 1-7 所示。

3. 字体应用示例

用作指数、分数、注脚、尺寸偏差的字母和数字,一般采用比基本尺寸数字小一号的字体,如图 1-8 所示。

0123456789

0123456789

(a) 阿拉伯数字示例

I II III IV V VI VII VIII

I II III IV V VI VII VIII

(b) 罗马数字示例

ABCDEFGHIJ

ABCDEFGHIJ

(c) 大写拉丁字母示例

abcdefghij

abcdefghij

(d) 小写拉丁字母示例

图 1-7 数字、字母示例

$$S^{-1} \frac{3}{5} 10^3 D_1 M24-6h \phi 40_{0}^{+0.025} Td 1:20 \sqrt{3.2}$$

图 1-8 字体应用示例




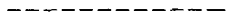
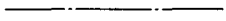


1.1.4 图线 (GB/T 4457.4—2002, GB/T 17450—1998)

1. 图线的形式及其应用

国家标准规定的图线宽度 d 共 9 种: 0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2 mm。在机械图样中, 图线分粗、细两类, 画图时粗线与细线的宽度比为 2:1, 粗实线线宽优先采用 0.5 mm、0.7 mm。绘制图样时常用线型及其应用见表 1-3。

图线的应用举例如图 1-9 所示。

表 1-3 图线的基本线型及其应用

图线名称	图线形式	图线宽度	图线应用举例	
粗实线		d	可见棱线、轮廓线	
细实线		约 $d/2$	尺寸线和尺寸界线、剖面线、重合断面的轮廓线, 可见过渡线	
波浪线		约 $d/2$	断裂处的边界线 视图与剖视的分界线	
虚线		约 $d/2$	不可见棱线、轮廓线	画长 4~8 mm 间隔约为 1.5 mm
细点画线		约 $d/2$	轴线、对称中心线、节圆及节线	长画长 12~16 mm 短间隔约为 1.5 mm
粗点画线		约 d	有特殊要求的线或表面的表示线	
双点画线		约 $d/2$	相邻辅助零件的轮廓线、轨迹线、极限位置的轮廓线	mm 短画长约为 3 mm

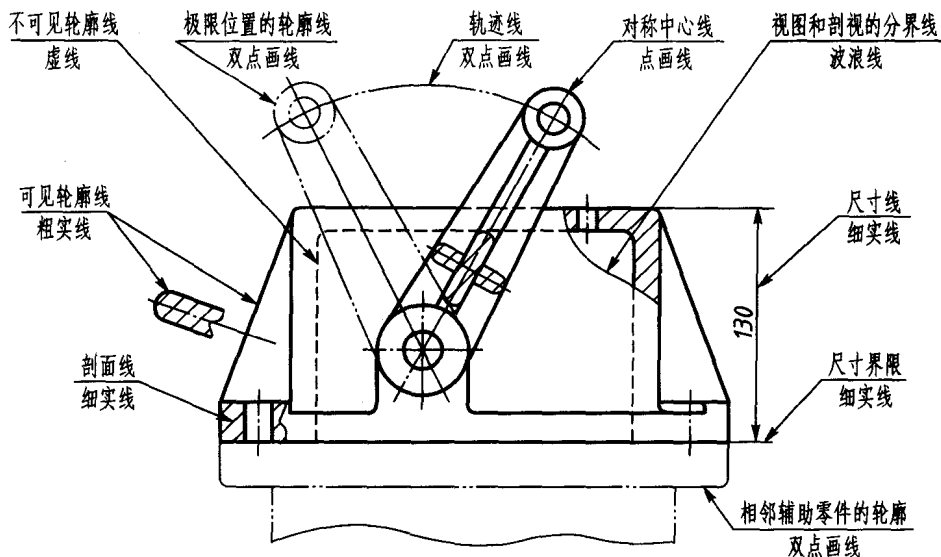


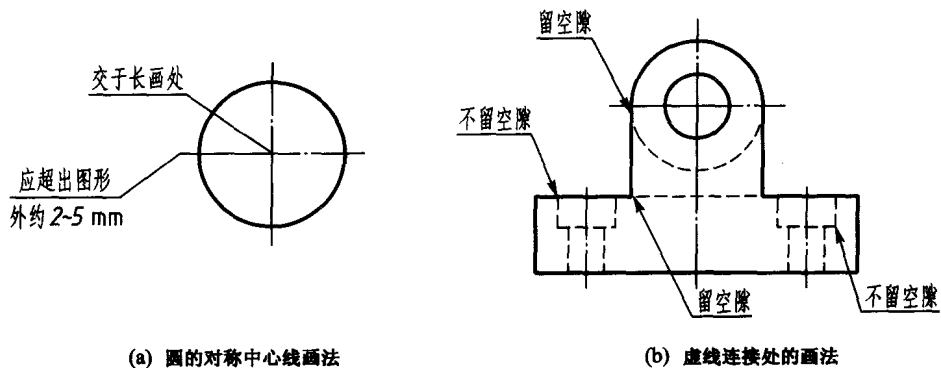
图 1-9 图线应用举例

2. 图线的画法

绘图时,图线的画法有如下要求:

- 1) 同一图样中,同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线及双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。点画线和双点画线的首尾两端应是线段而不是短画。
- 2) 绘制圆的对称中心线时,圆心应为线段的交点,且对称中心线的两端应超出圆弧 2 ~ 5 mm。
- 3) 在较小的图形上绘制虚线、点画线或双点画线有困难时,可用细实线代替。
- 4) 当图线相交时,必须是线段相交。当虚线成为粗实线的延长线时,在虚线、实线的连接处虚线应留有空隙。

图线正确画法举例如图 1-10 所示。



(a) 圆的对称中心线画法

(b) 虚线连接处的画法

图 1-10 图线正确画法图例

1.1.5 尺寸标注的基本规定(GB/T 4458.4—2003, GB/T 16675.2—1996)

图形只能表达物体的形状,而物体的大小则由标注的尺寸确定。标注尺寸是一项极为重要的工作,必须认真细致、一丝不苟。如果尺寸有遗漏或错误,会给生产带来困难和损失。

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) 图样中尺寸以 mm(毫米)为单位时,不需标注计量单位的代号或名称,如果必须采用其他单位,则应注明相应的计量单位的代号或名称。

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,并应标注在反映结构最清晰的图形上。

2. 尺寸组成

如图 1-11 所示,一个完整的尺寸标注一般应由尺寸界线、尺寸线、尺寸数字这三个基本要素组成。

(1) 尺寸界线

尺寸界线用细实线绘制,表示尺寸度量的范围。尺寸界线应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出,也可直接用轮廓线、轴线或对称中心线作为尺寸界线。尺寸界线一般与尺寸线垂直,必要时允许倾斜。尺寸界线应超过尺寸线的终端 2~3 mm。

(2) 尺寸线

尺寸线用细实线绘制,表示尺寸度量的方向。尺寸线必须单独画出,不能与其他图线重合或画在其延长线上。标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行,当有几条相互平行的尺寸线时,各尺寸线的间距要均匀,间隔应在 7~

10 mm,且应小尺寸在里,大尺寸在外,尽量避免尺寸线之间及尺寸线与尺寸界线之间相交。在圆或圆弧上标注直径或半径时,尺寸线应通过圆心或圆心在其延长线上。

在机械图样中,常用箭头表示尺寸线终端,如图 1-12 所示。在标注小尺寸时,可用实心圆点代替,其直径为粗实线的宽度。

(3) 尺寸数字

线性尺寸数字一般标注在尺寸线的上方或左方。尺寸数字的方向应以看图方向为准。尺寸线为水平方向时,尺寸数字的字头向上,从左向右书写;尺寸线为竖直方向时,尺寸数字的字头朝左,从下向上书写;尺寸线倾斜时,尺寸数字的字头应保持朝上的趋势。

3. 尺寸标注实例

表 1-4 中列出了国家标准规定的一些尺寸标注形式。

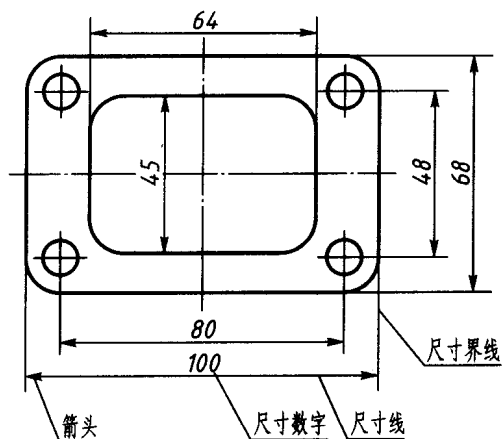
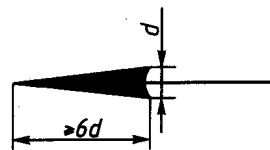


图 1-11 尺寸的基本要素



d —粗实线的宽度

图 1-12 尺寸终端形式

表 1-4 尺寸的标注形式

标注内容	说 明	示 例
线性尺寸的 数字方向	尺寸数字应按示例中图所示方向注写并尽可能避免在 30° 范围内标注尺寸,当无法避免时,可按右图的形式标注	
角度	尺寸数字一律水平书写,尺寸界线应沿径向引出,尺寸线应画成圆弧,圆心是角的顶点。尺寸数字一般注在尺寸线的中断处,必要时允许写在外面或引出标注	
直径	标注圆的直径尺寸时,应在尺寸数字前加注“ ϕ ”,尺寸线一般按示例绘制	
半径	标注半径尺寸时,应在尺寸数字前加注“R”,半径尺寸一般按右侧两个图例所示方法标注,尺寸线应通过圆心	
大半径	圆弧半径较大时,在图纸范围内无法标出圆心位置时,可按示例中左图标注,不需要标出圆心位置时,可按右图标注	
小尺寸	在标注线性尺寸、尺寸界限之间没有足够的位置时,箭头可放在外面,或用小圆点代替箭头,数字也可以写在外面或引出标注。半径与直径的小尺寸的注法如图例所示	

标注内容	说 明	示 例
球面	应在 ϕ 、 R 前加注“S”。在不致引起误解时,则可省略	
弧长和弦长	标注弦长时,尺寸线因平行于该弦,尺寸界限应平行于该弦的垂直平分线。标注弧长尺寸时,尺寸线用圆弧,尺寸数字前面应加注符号“~”	
均布的孔	均匀分布的孔,可按示例所示标注。当孔的定位和分布情况在图中已明确时,允许省略其定位尺寸和缩写词“EQS”	
板状零件	标注板状零件的厚度时,可在尺寸数字前加符号“t”	

图 1 - 13 用对比的方法,指出了初学标注的一些常见错误,请大家仔细辨认。根据 GB/T 16675.2—1998 的规定,标注尺寸时,应尽可能使用符号和缩写词。常用的符号和缩写词见表 1 - 5。

表 1 - 5 标注尺寸常用的符号和缩写词

名称	符号或缩略词	名称	符号或缩略词	名称	符号或缩略词
直径	ϕ	厚度	t	沉孔或锪孔	□
半径	R	正方形	□	埋头孔	∇
球直径	$S\phi$	45°倒角	C	均布	EQS
球半径	SR	深度	↓		