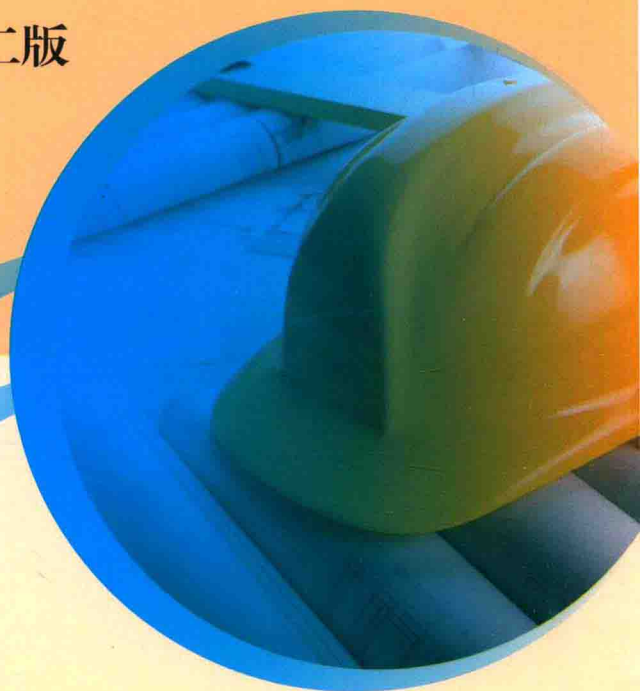


工

工程制图 第二版

惠学芹 陈西府 叶 霞 主编



高等教育出版社

高等学校教材

工程制图

Gongcheng Zhitu

第二版

惠学芹 陈西府 叶霞 主编

高等教育出版社·北京

内容提要

本书是根据教育部高等学校工程图学课程教学指导委员会 2015 年制订的《普通高等学校工程图学课程教学基本要求》，采用技术制图及机械制图的最新国家标准，结合作者多年来教学实践与改革的经验以及本课程的发展趋势，在第一版的基础上修订而成的。全书共 10 章，内容包括绪论、制图的基本知识和技能、正投影法基础、立体的投影、组合体、机件的图样画法、轴测图、标准件和常用件、零件图、装配图、计算机绘图基础等，书后附有附录。

与本书配套的惠学芹、陈西府、叶霞主编的《工程制图习题集》(第二版)同时修订出版。

本书可作为高等工科院校近机械类、非机械类各专业的工程制图课程(32~64 学时)教材，也可供其他类型学校有关专业选用。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/惠学芹,陈西府,叶霞主编.--2 版
--北京:高等教育出版社,2017.8
ISBN 978-7-04-048383-3

I.①工… II.①惠…②陈…③叶… 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(2017)第 202438 号

策划编辑	薛立华	责任编辑	薛立华	封面设计	张 志	版式设计	马敬茹
插图绘制	杜晓丹	责任校对	刘娟娟	责任印制	耿 轩		

出版发行	高等教育出版社	网 址	http://www.hep.edu.cn
社 址	北京市西城区德外大街 4 号		http://www.hep.com.cn
邮政编码	100120	网上订购	http://www.hepmall.com.cn
印 刷	北京七色印务有限公司		http://www.hepmall.com
开 本	787mm×1092mm 1/16		http://www.hepmall.cn
印 张	15	版 次	2012 年 7 月第 1 版
字 数	360 千字		2017 年 8 月第 2 版
购书热线	010-58581118	印 次	2017 年 8 月第 1 次印刷
咨询电话	400-810-0598	定 价	27.60 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 48383-00

第二版前言

本书是依据教育部高等学校工程图学课程教学指导委员会 2015 年制订的《普通高等学校工程图学课程教学基本要求》，采用技术制图及机械制图的最新国家标准，结合作者多年来教学改革的实践与经验、本课程的发展趋势以及工科近机械类及非机械类各专业工程制图课程学时少、内容多的特点，立足培养工程应用型人才，在第一版的基础上修订而成的。

修订后，本书具有以下主要特点：

(1) 内容和体系结构适合高等工科院校近机械类及非机械类各专业的特点，在内容上遵循少而精、突出应用性的原则，着力培养学生的徒手绘图、尺规绘图、计算机绘图等实践能力，并注重三者的有机融合，使本书更具有实用性。

(2) 在保持简明易懂、难易适中、典型实用的基础上，注重结合生产实际，并通过对部分图例的补充和修改，与正文有效互补。将三维图形和二维图形相结合，对基本理论和例题进行讲解，以帮助学生提高空间思维能力。

(3) 按照工程制图相关最新国家标准，对工程制图的传统教学内容和最新国家标准进行了修订和整合，强化了最新国家标准在工程制图教学中的有效推广。

(4) 根据高等工科院校近机械类及非机械类各专业对计算机绘图的实际需求，以 AutoCAD 2014 为例对计算机绘图相关内容进行了重新编排，以加强学生实践技能的培养，实现传统知识与现代技术的有机结合。

惠学芹、陈西府、叶霞主编的《工程制图习题集》(第二版)与本书配套使用，同时修订出版。

参与本次修订工作的有盐城工学院惠学芹(绪论，第 5 章)、陈西府(第 1、4 章，附录)、吴进(第 6、8 章)、刘道标(第 9 章)、黄传锦(第 7、10 章)，江苏理工学院叶霞(第 2、3 章)。本书由惠学芹、陈西府、叶霞担任主编并负责全书的统稿工作。

大连理工大学王丹虹、崔长德教授审阅了本书并提出了许多宝贵的修改意见，在此表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中的不足和错误在所难免，敬请各位读者及同仁批评指正。

编 者

2016 年 12 月

目 录

绪论	1
第 1 章 制图的基本知识和技能	2
1.1 国家标准《技术制图》及《机械制图》的有关规定	2
1.2 绘图工具和仪器的使用方法	14
1.3 几何作图	18
1.4 平面图形画法及尺寸标注	22
第 2 章 正投影法基础	26
2.1 投影法	26
2.2 点的投影	28
2.3 直线的投影	31
2.4 平面的投影	35
第 3 章 立体的投影	41
3.1 基本体及其表面上点、线、面的投影	41
3.2 平面与立体表面相交	49
3.3 两立体表面相交	58
第 4 章 组合体	64
4.1 组合体的视图	64
4.2 组合体视图的画法	67
4.3 组合体视图的阅读	72
4.4 组合体的尺寸注法	79
第 5 章 机件的图样画法	85
5.1 视图	85
5.2 剖视图	90
5.3 断面图	99
5.4 其他规定画法	101
第 6 章 轴测图	106
6.1 轴测投影的基本知识	106
6.2 正等轴测图	107
6.3 斜二轴测图	113
第 7 章 标准件和常用件	115
7.1 螺纹及螺纹紧固件	115
7.2 键连接和销连接	126

II 目录

7.3 齿轮	129
7.4 滚动轴承	132
7.5 弹簧	134
第8章 零件图	138
8.1 零件图的作用及内容	138
8.2 零件的视图选择和尺寸标注	139
8.3 零件的技术要求	148
8.4 零件的测绘	161
8.5 零件图的阅读	165
第9章 装配图	168
9.1 装配图的作用和内容	168
9.2 装配图的视图表达方法	170
9.3 装配图的尺寸标注与技术要求	173
9.4 装配图中零、部件序号和明细栏	174
9.5 装配图的绘制	176
9.6 装配图的阅读	179
第10章 计算机绘图基础	186
10.1 AutoCAD 入门	186
10.2 常用绘图命令	190
10.3 常用编辑命令	195
10.4 文本输入、尺寸标注及块操作	201
10.5 绘图实例	211
附录	214
参考文献	231

绪 论

一、本课程的性质、任务和研究对象

工程图样是准确地表达工程对象的结构、尺寸及其技术要求的图样。工程图样不仅是指导生产的重要技术文件,而且是工程界进行技术交流的重要媒介和工具,是“工程界的语言”。工程技术人员必须具备绘制和阅读工程图样的能力。

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) 培养对三维形体与相关位置的空间逻辑思维和形象思维能力;
- 3) 培养绘制和阅读工程图样的基本能力;
- 4) 培养徒手绘图、尺规绘图、计算机绘图等实践能力;
- 5) 培养查阅和使用有关手册及国家标准的能力;
- 6) 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

本课程是工程类各专业必修的一门既有理论又有实践的重要技术基础课。它研究用正投影法解决空间几何问题以及绘制和阅读工程图样的理论和方法。

二、本课程的学习方法

本课程是一门理论性和实践性很强的课程,绘制和阅读工程图样是其主要内容。在学习中必须坚持理论联系实际的学风,即在学习、理解本课程各部分的内容时,必须认真完成一系列的作业,主要包括习题集上的作业、徒手绘制草图以及计算机绘图等,不断地由物画图、由图想物,分析和想象空间形体与平面图形之间的对应关系,逐步提高形象思维能力,建立空间概念。通过多看、多想、多画,逐步培养绘制和阅读工程图样的基本能力。学习本课程时,要熟悉制图的基本规定和基本知识,严格执行国家标准的有关规定,会查阅和使用有关的手册及国家标准。

通过本课程的学习,仅能为培养学生徒手绘图、尺规绘图和计算机绘图能力以及读图能力打下初步的基础,必须通过后续的生产实习、课程设计、毕业设计等的不断学习,才能进一步提高绘制和阅读工程图样的能力。

第 1 章 制图的基本知识和技能

本章重点介绍中华人民共和国国家标准《技术制图》和《机械制图》的基本知识,为工程图样的绘制和阅读提供技术标准;进一步介绍绘图仪器和工具的使用、徒手绘图及几何作图的方法、平面图形的画法及尺寸分析等内容,为工程图样的绘制提供基本方法。

1.1 国家标准《技术制图》及《机械制图》的有关规定

工程图样是工业生产中用来表达设计思想、交流技术、指导生产的基础技术文件,被称为“工程界的语言”。为此,国家标准《技术制图》和《机械制图》对工程图样的有关内容作了统一的规定。其中,《技术制图》适用于机械、电气、工程建筑等专业领域,是通用性和基础性的技术标准,《机械制图》是机械专业性技术标准。

国家标准简称“国标”,记作“GB”,其编号包括标准顺序号和标准颁布的年份。如 GB/T 14689—2008,其中“GB”表示国标,“T”为推荐性标准,“14689”是标准顺序号,“2008”是标准颁布的年份。

一、图纸幅面和格式

1. 图纸幅面

国家标准《技术制图 图纸幅面和格式》(GB/T 14689—2008)规定了图纸的五种基本幅面,如表 1-1 所示。绘制图样时,应优先选用表 1-1 中规定的基本幅面。必要时也可加长幅面,可按基本幅面的短边成整数倍增加。基本幅面和各种加长幅面的尺寸参考图 1-1,其中粗实线部分为基本幅面,细实线部分为优先选择的加长幅面,细虚线部分为各种规格的加长幅面。

表 1-1 图纸幅面及图框尺寸 mm

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

2. 图框格式

国家标准规定,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,但同一产品的图样只能采用一种格式。

留有装订边的图纸,一般有竖放(Y 型图纸)和横放(X 型图纸)两种,其图框格式如图 1-2a 所示。不留装订边的图纸,也有竖放和横放两种图框格式,如图 1-2b 所示。

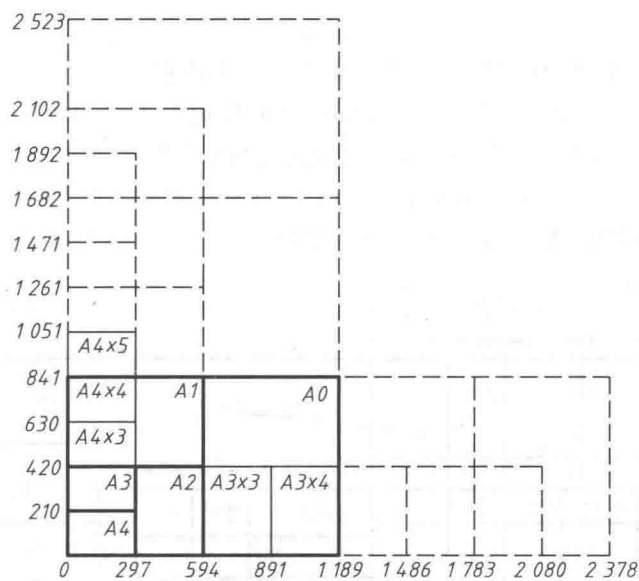


图 1-1 图纸幅面和尺寸

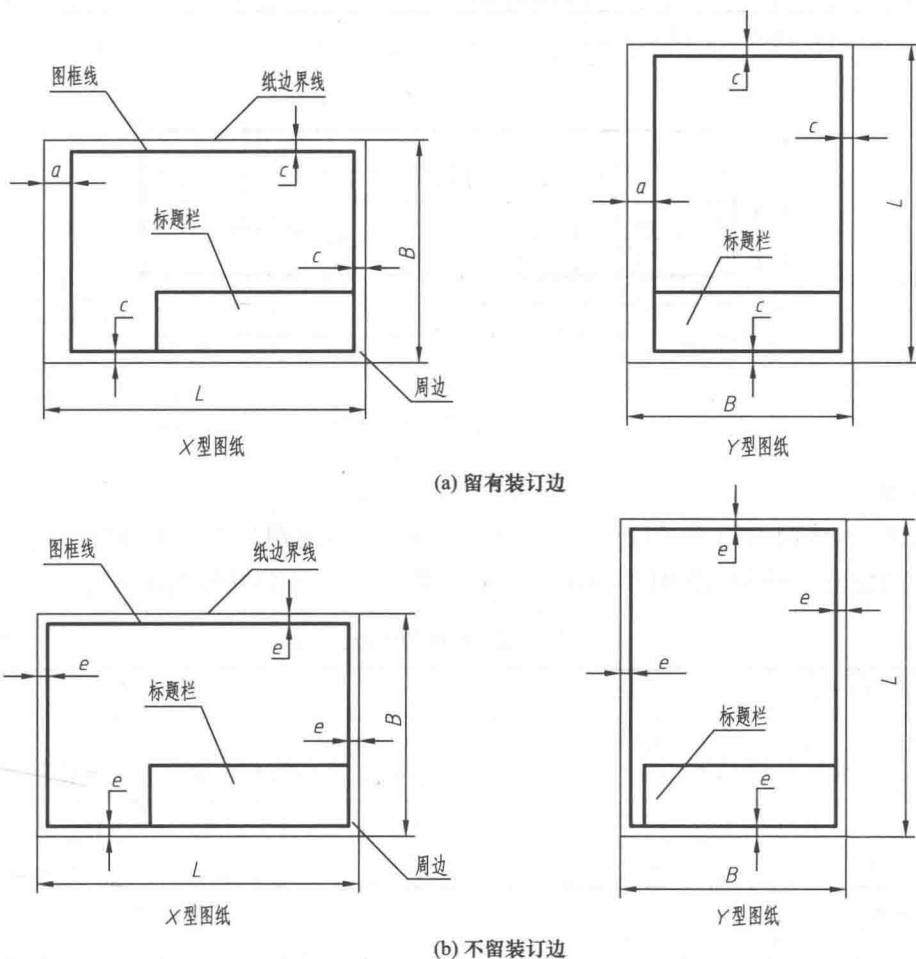


图 1-2 图框格式及标题栏位置

3. 标题栏

工程图样必须有标题栏,标题栏的位置一般位于图纸的右下角。若标题栏的长边置于水平方向并与图纸长边平行,则构成 X 型图纸;若标题栏的长边垂直于图纸长边,则构成 Y 型图纸。图框格式及标题栏位置如图 1-2 所示,看图的方向应与标题栏的方向一致。

国家标准《技术制图 标题栏》(GB/T 10609.1—2008)规定了标题栏的内容、格式和尺寸,如图 1-3a 所示。在制图作业中,标题栏可以采用图 1-3b 所示的简化形式。

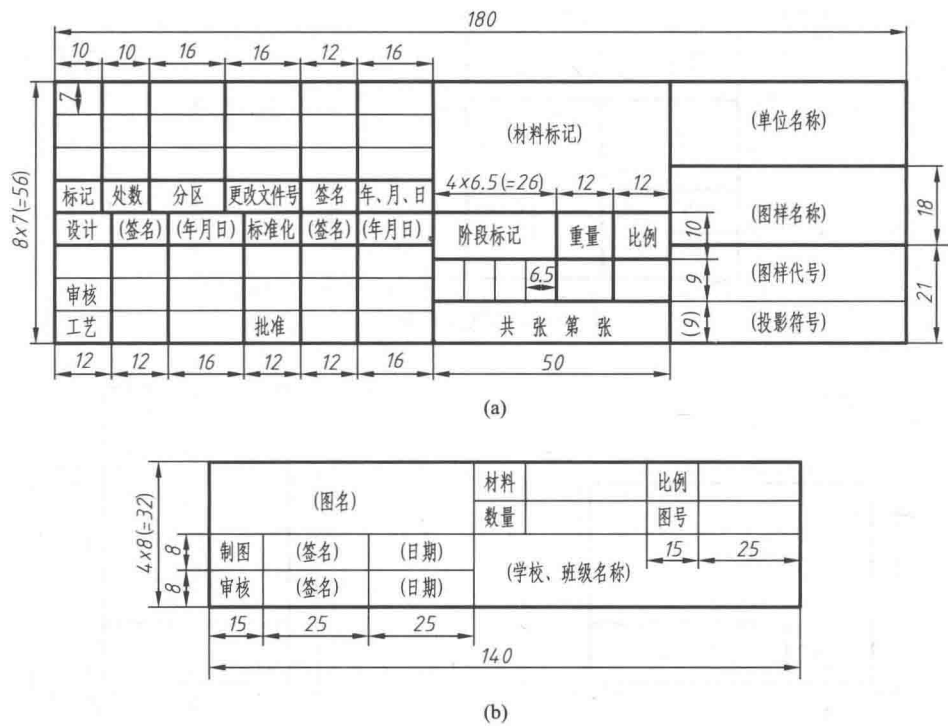


图 1-3 标题栏的格式举例

二、比例

国家标准《技术制图 比例》(GB/T 14690—1993)规定,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,一般应优先选用表 1-2 中不带括号的比例。

表 1-2 绘图的比例

原值比例	1 : 1
缩小比例	(1 : 1.5) 1 : 2 (1 : 2.5) (1 : 3) (1 : 4) 1 : 5 (1 : 6) 1 : 1×10 ⁿ (1 : 1.5×10 ⁿ) 1 : 2×10 ⁿ (1 : 2.5×10 ⁿ) (1 : 3×10 ⁿ) (1 : 4×10 ⁿ) 1 : 5×10 ⁿ (1 : 6×10 ⁿ)
放大比例	2 : 1 (2.5 : 1) (4 : 1) 5 : 1 1×10 ⁿ : 1 2×10 ⁿ : 1 (2.5×10 ⁿ : 1) (4×10 ⁿ : 1) 5×10 ⁿ : 1

注:n 为正整数。

绘制同一个机件的各个视图应选用相同的比例,并在标题栏的“比例”一栏中填写,如 1 : 1。

当某个视图需选用不同的比例时,则必须在该视图旁另行标注,如 1:2、1:5 等。

不论绘制机件时所采用的比例是多大,标注尺寸时均应按机件的实际尺寸标注,与绘图比例无关,如图 1-4 所示。

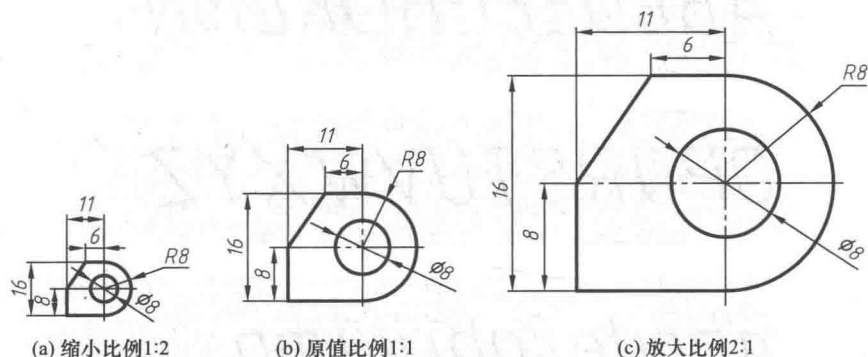


图 1-4 采用不同比例所画的图形

三、字体

在图样中,除表达机件形状的图形外,还需用汉字、字母和数字来标注尺寸或说明机件在设计、制造及装配时的各项技术要求。

国家标准《技术制图 字体》(GB/T 14691—1993)规定:

- 1) 在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。
- 2) 字体高度 h 代表字体的号数,其公称尺寸(单位为 mm)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。
- 3) 汉字应写成长仿宋体字,只使用直体,并采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5 mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ (约 0.7 h)。汉字书写示例如图 1-5 所示。汉字书写的要点是横平竖直,注意起落,结构均匀,填满方格。

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

工程制图 机械电子 汽车纺织 化工航空 船舶建筑 服装艺术 土木电气 信息材料

技术要求 圆半径 倒角公差 铸造热处理 比例零件 装配图 工作图 螺栓螺母 垫圈球轴承 螺纹齿轮

图 1-5 长仿宋汉字示例

4) 字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度(d)为 $h/14$ (h 为字高), B 型字体笔画宽度为 $(d)h/10$ 。字母和数字可写成斜体或直体,同一图样上只允许选用一种形式的字体,一般常用斜体,其字头向右倾斜,与水平基准线约成 75° 。图 1-6 所示为 B 型斜体字母、数字

书写示例。



$R3$ $SR16$ $t6$ $H7$ $20^{+0.010}_{-0.023}$ $Q235$ $HT200$
 $\phi 20_{g6}^{H7}$ $\frac{B-B}{2:1}$ $10JS5(\pm 0.003)$ $M16-7H$ $C2$

图 1-6 B 型斜体字母、数字书写示例

四、图线

1. 基本线型

国家标准《机械制图 图样画法 图线》(GB/T 4457.4—2002)规定了机械制图中的图线标准,适用于机械图样。机械图样中的常用线型及其应用举例见表 1-3。

表 1-3 基本线型及应用

图线名称	图线型式	线宽	图线应用举例
粗实线		d	可见轮廓线
细虚线		$d/2$	不可见轮廓线
细点画线			轴线; 对称中心线
细实线			尺寸线及尺寸界线; 剖面线; 重合断面的轮廓线; 过渡线; 螺纹牙底线; 齿轮的齿根线
波浪线			断裂处边界线; 视图与剖视图的分界线
双折线			断裂处边界线; 视图与剖视图的分界线
细双点画线		d	相邻辅助零件的轮廓线; 轨迹线; 可动零件的极限位置的轮廓线
粗点画线			限定范围表示线
粗虚线			允许表面处理的表示线

在机械图样中,图线一般只有两种宽度,分别称为粗线和细线,其宽度之比为 2:1。表 1-3 中, d 表示粗线的宽度(单位为 mm),应在数系 0.25,0.35,0.5,0.7,1,1.4,2 中选择。通常情况下,根据图纸的大小和图形的复杂程度可选取适当的 d 值,并尽量优先采用 0.5 mm 和 0.7 mm。

图线的一般应用示例如图 1-7 所示。

2. 绘制图线的注意事项

绘图时,图线的画法应遵循以下基本要求:

1) 同一图样中,同类图线的宽度应基本一致。虚线的短画与间隔应各自相等,点画线及双点画线的点画、长画和短间隔应各自大致相等。

2) 两条平行线之间的距离应不小于粗实线的两倍宽度,其最小距离不得小于 0.7 mm。

3) 点画线和双点画线中的“点”应画成约 1 mm 的短画,点画线和双点画线的首尾两端应是线段而不是点画。

4) 点画线、双点画线、虚线和粗实线相交或他们自身相交时,应以“画或长画”相交,不应在“点”或“短间隔”处相交。

5) 当虚线位于粗实线的延长线上时,在虚线与粗实线的连接处,虚线应留有间隙。

6) 绘制圆的对称中心线(简称中心线)时,圆心应为长画的交点。在较小的图形上绘制点画

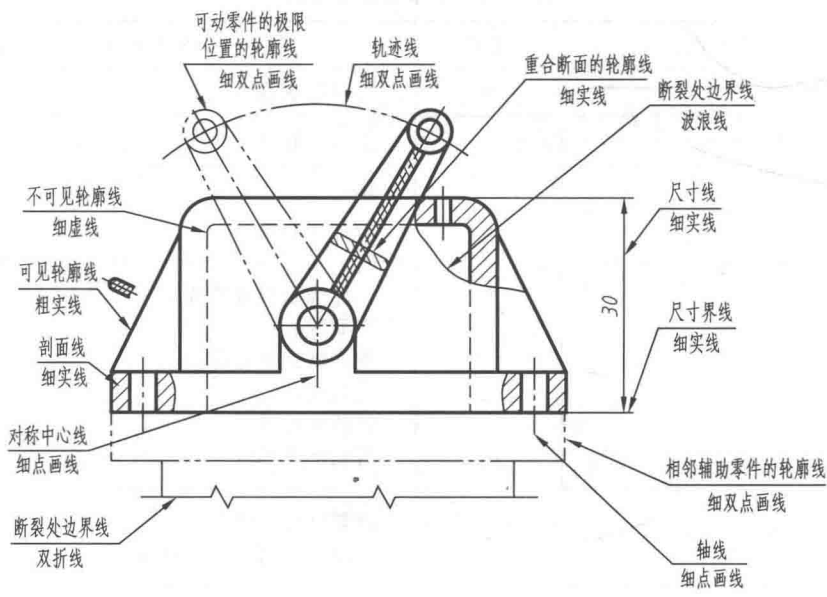


图 1-7 图线应用示例

线或双点画线有困难时,可用细实线代替。中心线的首、末两端应超出轮廓线 2~5 mm。

7) 图线尽量不要与文字、数字或符号相交,不可避免时应首先保证文字、数字或符号清晰。

图 1-8 所示为图线应用中的常见错误。

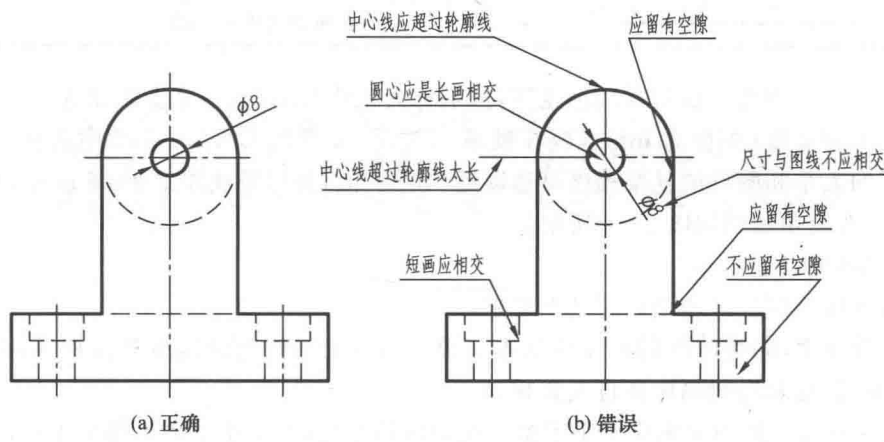


图 1-8 图线应用的常见错误

五、尺寸注法

尺寸用来表达机件的大小和各部分的相对位置,是工程图样的重要内容之一。尺寸标注必须符合国家标准的基本规定,下面介绍国家标准《机械制图 尺寸注法》(GB/T 4458.4—2003)的基本内容。

(2) 尺寸线

尺寸线表示尺寸度量的方向,必须用细实线绘制,不能用其他图线代替,不得与其他图线重合或画在其延长线上。标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行,相互平行的尺寸线应排列整齐、间距均匀,间隔应大于 5 mm,如图 1-11 所示。

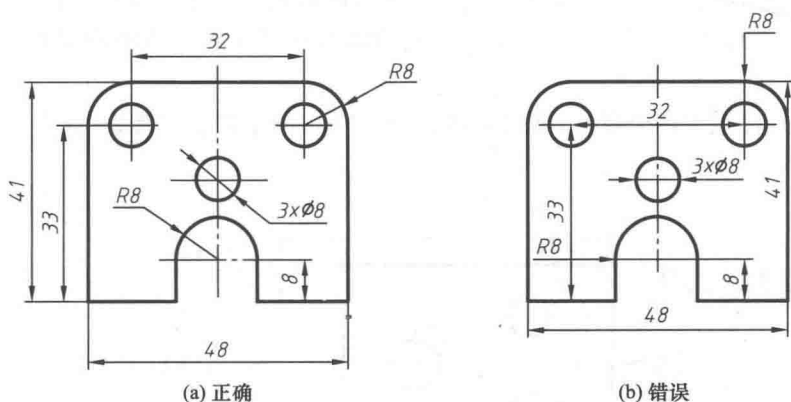


图 1-11 尺寸线示例

尺寸线终端有两种形式,即箭头和斜线。机械图样一般用箭头形式的尺寸线终端,箭头的尺寸如图 1-12a 所示,其中 d 为粗实线的线宽。在没有足够的空间画箭头或注写数字时,允许用斜线或圆点代替箭头,斜线采用细实线,如图 1-12b 所示。

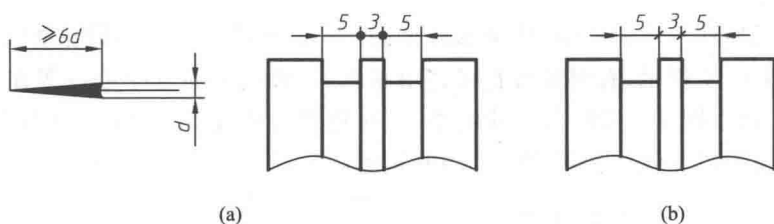


图 1-12 尺寸线终端

(3) 尺寸数字

尺寸数字表示尺寸的数值,应按国家标准规范书写。同一张图上的字高应一致,一般 A0、A1 幅面的图纸可用 5 号字, A2~A4 幅面的图纸可用 3.5 号字。尺寸数字要保证清晰,不可被任何图线所通过,否则必须将该图线断开。

3. 常见的尺寸标注示例

(1) 线性尺寸注法

线性尺寸数字的方向一般应按图 1-13a 所示的方向注写。水平方向的尺寸,其数字书写在尺寸线的上方,字头向上;竖直方向的尺寸,其数字书写在尺寸线的左方,字头向左;倾斜方向的尺寸,其数字字头趋向斜上方,并尽可能避免在图示 30° 范围内标注尺寸,当无法避免时可按图 1-13b 的形式标注。

(2) 圆和圆弧的尺寸注法

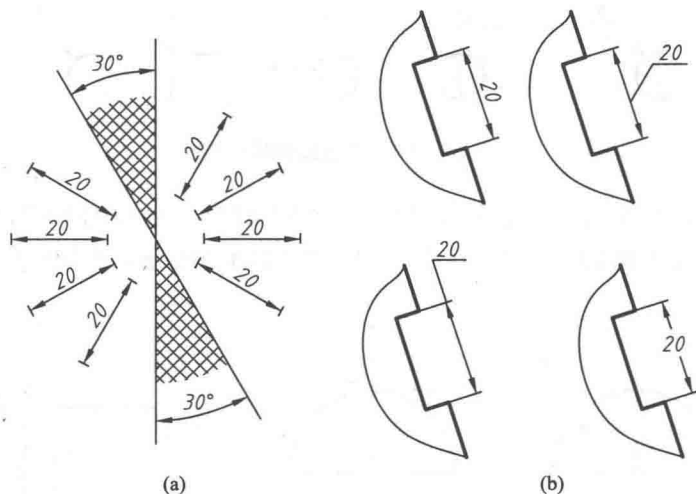


图 1-13 线性尺寸的标注

圆和大于半圆的圆弧应标注直径尺寸,尺寸线应通过圆心,尺寸线的两个终端应画成箭头,并在尺寸数字前加注符号“ ϕ ”,如图 1-14a 所示。当图形中的圆只画出一半或略大于一半时,尺寸线应略超过圆心,此时仅在尺寸线一端画出箭头,如图 1-14b 所示。小于或等于半圆的圆弧应标注半径尺寸,尺寸线一端应画到圆心,另一端画成箭头,并在尺寸数字前加注符号“ R ”,如图 1-14 c、d 所示。当圆弧的半径过大或在图纸范围内无法标出其圆心位置时,可按图 1-14e 所示的形式标注。

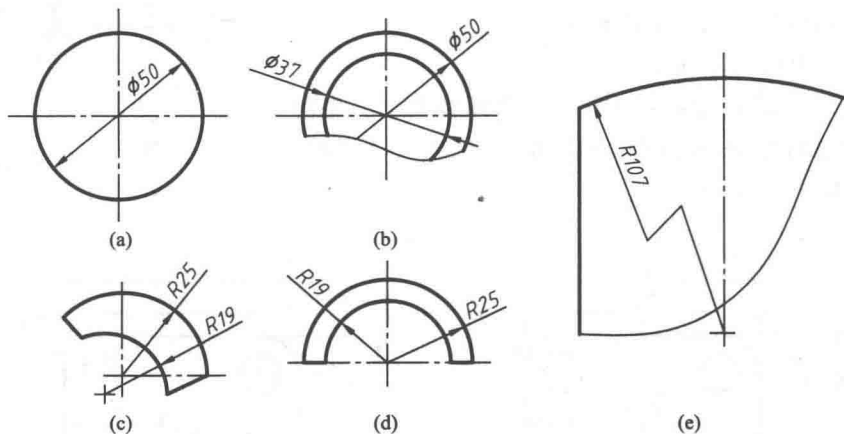


图 1-14 圆和圆弧的尺寸标注

对图形上直径较小的圆或圆弧,当没有足够的位置画箭头和注写尺寸数字时,可按图 1-15 的形式标注。标注小圆弧半径的尺寸线,不论其是否画到圆心,但其方向必须通过圆心。

注意,图样上相同的直径、半径尺寸只需标注一次,如图 1-18 中的 $3 \times \phi 8$ 、 $R 8$ 。

(3) 球面的尺寸注法