



高职高专“十一五”机电类专业规划教材

机械制图 与AutoCAD

杨玉萍 高龙士 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



赠电子教案

本教材是高职高专“十一五”机电类专业规划教材之一。根据教育部新制定的《高等学校工程图学课程教学基本要求》，为了尽快实现将现代三维造型等内容纳入工程图学教育中的目标，本教材将几何实体构成分析、零件的构形分析及由三维识图逐步过渡到二维图形识读、第三分角图形识读编排进内容体系，以便于学习者在后续课程的学习中，快速掌握三维造型的方法与设计软件的使用。本教材的主要内容为：识读与绘制标准图样，认识与绘制正投影图，各类零件的表示方法、尺寸标注及技术要求，标准件、常用件的表示方法与识读，装配体的表示方法与识读，零件、部件测绘，计算机绘图基本知识应用。计算机绘图采用 Auto CAD 2006 版。各章前有能力标准和学习任务提要，重要内容后有自测题、章尾有小结、学习活动方法及能力标准鉴定。

本教材建议学时为 90 学时，与本教材配套的有习题集和其他电子辅助资料。可作为高职高专院校机械类、近机械类相关专业用教材，也可供其他专业及工程技术人员参阅。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图与 AutoCAD/杨玉萍,高龙士主编. —北京:机械工业出版社, 2009.8

高职高专“十一五”机电类专业规划教材

ISBN 978-7-111-27673-9

I. 机… II. ①杨…②高… III. 机械制图:计算机制图-应用软件, AutoCAD-高等学校:技术学校-教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 117789 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:王海峰 责任编辑:刘良超 版式设计:霍永明

责任校对:张晓蓉 封面设计:马精明 责任印制:李妍

北京汇林印务有限公司印刷

2009 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·19 印张·468 千字

0 001—4 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-27673-9

定价:32.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 68354423

封面无防伪标均为盗版

前 言

本教材借鉴国外职业教育的先进理念，全书体现“以行业为先导，以能力为本位，以学生为中心，以学习需求为基础”的原则；知识点侧重于培养学习者的三维形体想象能力和二维标准视图的读图能力；难易程度按照初学者要求循序渐进，逐步展开。书中术语表达明确、易懂，图例直观。学习者可通过每一章的自测题及学习活动丰富自己的学习内容，同时用“本章学习小结与学习鉴定”环节来检验自己是否达到行业规定的读图、绘图能力要求。

本教材在编写过程中，考虑介绍国外企业图样，所以从第3章起，部分图例采用第三分角表示形式，引导学习者提高识读能力。并采用最新国家标准《技术制图》中的简化画法和尺寸简化标注。教材注意引导学习者先从三维图形形成概念，使学习者逐步进入二维正投影图形的认识阶段并掌握读、绘图方法，促使学习者尽快达到识读正投影图的能力标准。

本教材由重庆工业职业技术学院的杨玉萍同志和浙江工业职业技术学院的高龙士同志担任主编，杨玉萍同志负责教材编写大纲的制定、第1章至第4章的编写工作和图形的绘制、全书统稿工作；高龙士同志负责全书编写体系修改及内容策划工作，同时参与第5章、第6章的编写工作；重庆工业职业技术学院的屈波同志担任副主编，并负责第7章的编写工作；浙江工业职业技术学院的吴雄喜同志和高奇峰同志担任参编，负责第5章、第6章的编写工作。各位编者同时负责编写配套习题集中相应章节的内容。重庆大学的杨学元教授担任主审。

本书得到了天津中德职业技术学院的宋宪一教授的指点和帮助，在此表示衷心感谢。

感谢读者选用本套教材。书中的不妥之处，恳请批评、指正。

编 者

目 录

前言	
绪论	1
第1章 识读与绘制标准图样	4
1.1 常见图样概述	4
1.2 绘制标准图样规定	6
1.3 手工绘图尺、规使用简介	16
1.4 几何作图	20
1.5 绘制铅笔草图的方法	26
本章学习小结与学习鉴定	30
第2章 认识与绘制正投影图	32
2.1 正投影法及线、面正投影特性	32
2.2 基本体的三维构成方法	47
2.3 常见基本体的三视图及尺寸标注方法	49
2.4 板状体尺寸标注	56
2.5 简单体三视图的绘制及尺寸标注实例	57
2.6 认识与绘制轴测投影图	61
2.7 绘制与识读截断体的三视图	70
2.8 绘制与识读相贯线	82
2.9 认识与绘制组合体	89
2.10 标注组合体的尺寸	93
2.11 识读组合体的视图	99
本章学习小结与学习鉴定	106
第3章 各类零件的表示方法、尺寸标注及技术要求	108
3.1 零件的基本表示法简介	108
3.2 轴套类及管类零件的表示方法	131
3.3 板类零件的表示方法	133
3.4 盘盖类零件的表示方法	133
3.5 叉架类零件的表示方法	135
3.6 壳体类零件的表示方法	136
3.7 零件的第三分角表示方法	136
3.8 零件工艺结构的表示方法	136
3.9 标注零件图上的尺寸	142
3.10 标注与识读零件图上的技术要求	148
3.11 识读典型零件图	162
本章学习小结与学习鉴定	174
第4章 标准件、常用件的表示方法与识读	178
4.1 认识标准件与常用件	178
4.2 螺纹及其螺纹紧固件的表示方法与识读	179
4.3 键联接与销联接的表示方法与识读	192
4.4 弹簧及滚动轴承的表示方法与识读	196
4.5 圆柱齿轮的表示方法与识读	202
4.6 锥齿轮、蜗轮蜗杆的表示方法简介	206
本章学习小结与学习鉴定	212
第5章 装配体的表示方法与识读	214
5.1 部件的几种表示方法	214
5.2 装配工艺结构的表示方法	217
5.3 绘制装配工作图	219
5.4 标注装配图的尺寸及技术要求	222
5.5 识读装配图	223
本章学习小结与学习鉴定	231
第6章 零件测绘	234
6.1 测绘基本知识	234
6.2 零件测绘	238
6.3 部件测绘	242
本章学习小结与学习鉴定	247
第7章 计算机绘图基本知识应用	249
7.1 AutoCAD 2006 界面及常用工具栏、工具按钮简介	249
7.2 几何图形绘制	253
7.3 文字、剖面线、尺寸标注及编辑	265
7.4 块操作	271
7.5 零件图的绘制	274
7.6 绘制装配图简介	278
本章学习小结与学习鉴定	279
附录	281
附录A 极限与配合	281
附录B 标准件	285
附录C 常用零件结构要素	296
参考文献	298

绪 论

1. 学习目标及能力标准

本教材是以中外职业教育教改合作项目为平台,以应达到的机械行业能力标准为目标,以教育部新制定的《高等学校工程图学课程教学基本要求》为依据,以国家劳动和社会保障部《关于制定〈国家职业技能鉴定规范〉的通知》为指导思想来安排其教学内容的。图样画法、尺寸标注及识读方法是依据国家标准 GB/T 4457.4—2002《机械制图 图样画法 图线》、GB/T 4458.4—2003《机械制图 尺寸注法》、《GB/T 16675.1—1996 技术制图 简化表示法》等组织编写的。

教学环节及教学方法应根据不同行业的实际部件设计加工、装配、零件改进过程中的读、绘图能力要求来组织编写。在学习本教材的过程中,要配合一定时间的专业技能实训,力求使学习者达到企业员工读绘图的基础技术水平。

对本课程的学习能够帮助学习者获得以下方面的能力:

(1) 基础知识

- 1) 技术制图和机械制图最新国家标准中的相关规定。
- 2) 使用绘图工具、仪器及一种计算机绘图软件进行二维作图的知识。
- 3) 正投影方法及由三维形体到二维图样的构思与认识知识。
- 4) 各类机件的表示方法。
- 5) 现场绘制零件图及测量零件尺寸的知识。
- 6) 正确识读标准件、常用件及装配图的知识。

(2) 基本技能

- 1) 利用现有的标准图样有效地与相关工作人员和客户进行技术交流。
- 2) 识读机械零件图与装配图,用零件图加工零件;用装配图指导部件装拆与调试工作。

2. 本教材适应的学习对象

本教材主要针对高中以上文化程度,将要从事计算机辅助机械设计、现代化机械加工行业或各类机械维修、机电技术的工程技术人员。

3. 学习前应具备的能力

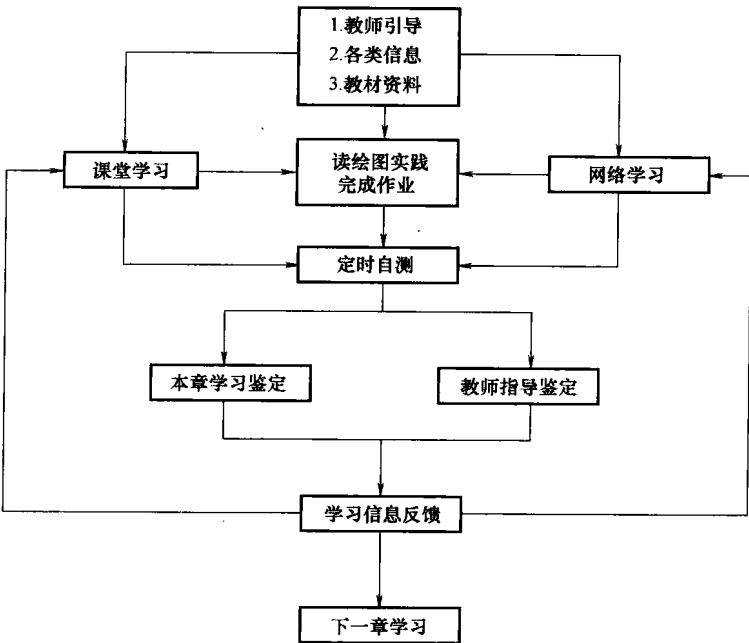
在学习本课程之前,学习者必须具备以下能力:初、高中几何概念,应用文阅读能力,初等数学和物理等科目中的度量知识和相关实验技能,尺规使用能力。

4. 课程的学习方法

(1) 各章学习内容和学习方法建议 在学习过程中,初学者应通过积极参加各种电教演示学习或网上课件的学习,同时配合小组讨论,完成各类模拟作图、读图训练和示范性学习,达到拓展空间构形能力和规范绘制图样的目的。

结合国家标准技术制图和机械制图中的有关资料及配套习题集进行学习,按要求完成全部学习活动和习题规定的内容。

(2) 学习步骤 学生学习可以按照教学安排在课堂上学习，也可以根据自己具备的基本能力，按照自己制定学习计划学习。其学习步骤参考如下：



5. 本章学习鉴定指南

(1) 鉴定标准 各章节的能力标准

(2) 鉴定证据

1) 基础知识和绘图技能以课堂内外及劳动部门的各种工程图类考核资料为鉴定证据。

2) 读绘图实践环节不能提供工厂实训鉴定的，可以在相关职能部门通过某种操作技能的读绘图鉴定作为证据。规定的课外作业（在没有教师直接的指导下完成的）也可作为鉴定证据。

(3) 鉴定项目 每章的鉴定项目可以参照下表选择适合的内容进行，也可以根据企业的实际情况更换和增减项目。

章序号	第一章	第二章	第三章	第四章	第五章	第六章	第七章
鉴定项目							
工作场所观察及实训记录参考			√	√	√	√	
模拟绘图的正确率	√	√	√	√	√	√	√
形体构思描述	√	√		√	√	√	√
图样识读口头交流	√	√	√	√	√	√	
绘图及测量技能展示	√	√	√	√	√	√	√
形体的表示方法选择与分析	√	√	√	√	√	√	
实训工作能力表现记录			√	√	√	√	√
模型制作效果		√					

(4) 鉴定顺序

学生完成活动自测鉴定 → 学生完成单元学习鉴定 → 完成能力标准教师鉴定

(5) 教学评估

1) 教学评估的目的

教师、学生、教育管理部门对学生学习需求信息进行反馈，是对课程教学活动设计和实施过程的质量监控，是对学生学习参与程度的及时检查。

2) 教学评估的标准

以国家劳动和社会保障部《关于制定〈国家职业技能鉴定规范〉的通知》、劳动和社会保障部《制图员职业技能标准》、《制图员职业技能规范》、国家标准 GB/T 4457.4—2002《机械制图 图样画法 图线》、GB/T 4458.4—2003《机械制图 尺寸注法》、《GB/T 16675.1—1996 技术制图 简化表示法》为依据。

3) 教学评估的内容

- ① 学习者在实训和工作场所的反映。
- ② 学习效果。
- ③ 知识点掌握是否符合行业需求。
- ④ 实训和工作场所的应用结果。

第 1 章 识读与绘制标准图样

1. 能力标准概括：正确使用绘图仪器及工具绘制标准图框和标题栏、几何图形、平面图形，正确、规范抄注平面图形尺寸。

2. 学习活动：课堂演示示范；制图标准学习；定时绘制常用平面图形

3. 学习资源：与本教材配套习题集一本；圆规、分规或绘图仪器 1 套；12cm、25 ~ 30cm 有机玻璃三角板各一副；HB、B、2B 型号铅笔各一支；裁纸刀、胶带纸、橡皮各一个；120 克 A3 幅面绘图纸 3 张；45 ~ 60cm 有机玻璃丁字尺一把；A3 号标准绘图板一块。

1.1 常见图样概述

机件的图样常见有四类：部件示意图；部件装配体轴测图（包括分解式装配图）；零部件三维效果图；零件图、装配工作图（正投影图）。通常把标注技术要求的，按国家标准《技术制图》绘制的投影图样称为标准图样。图样是产品设计和制造、安装和检测、销售与维修过程中不可缺少的，具有重要指导性的技术资料，也是国内外科学技术交流的重要工具。标准图样与美术图在直观性和表达的意义上有根本的区别。

(1) 部件装配示意图 如图 1-1 所示。这类图样主要用于装配体的装拆与维修过程。

(2) 部件轴测结构示意图 如图 1-2 所示。这类图样主要用于装配体的安装、使用、调试说明。

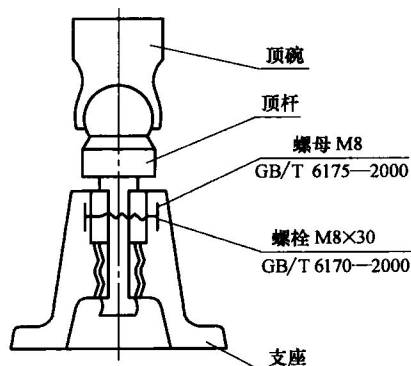


图 1-1 部件装配示意图

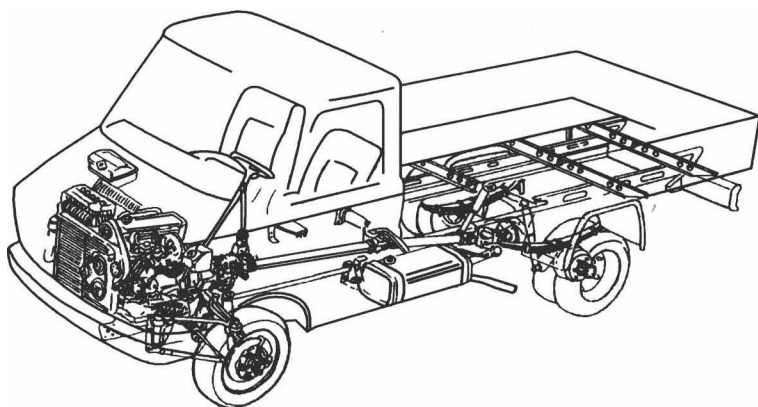


图 1-2 装配体轴测结构示意图

(3) 产品外观三维效果 如图 1-3 所示。这类图样主要用于产品销售过程中的宣传。

(4) 装配体轴测剖视图 如图 1-4 所示。这类图样反映了部件内、外部各零件的装配关系及工作原理。主要用于产品的功能介绍、产品的总装、维护保养、多媒体教学等方面。

(5) 装配工作图 如图 1-5 所示。这类图样主要作为产品的设计、制造和检验过程中的重要指导文件。

(6) 零件工作图 如图 1-6 所示。主要作为零件生产加工过程和检验过程中的重要技术文件。

为便于生产、管理和交流,必须对图样的画法及尺寸注法等制定出统一的标准。图 1-6 所示零件工作图是用正投影的方法绘制的,被称为在产品设计、生产制造和机械修理过程中的标准机械图样。本教材主要介绍的是机械正投影图样的绘制和识读。

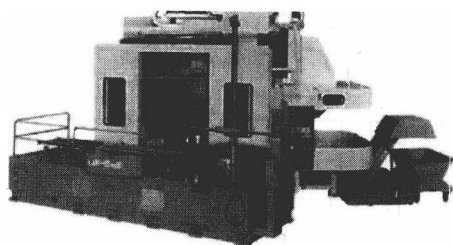


图 1-3 产品外观三维效果图

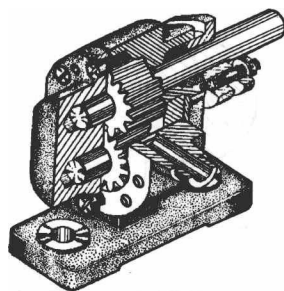
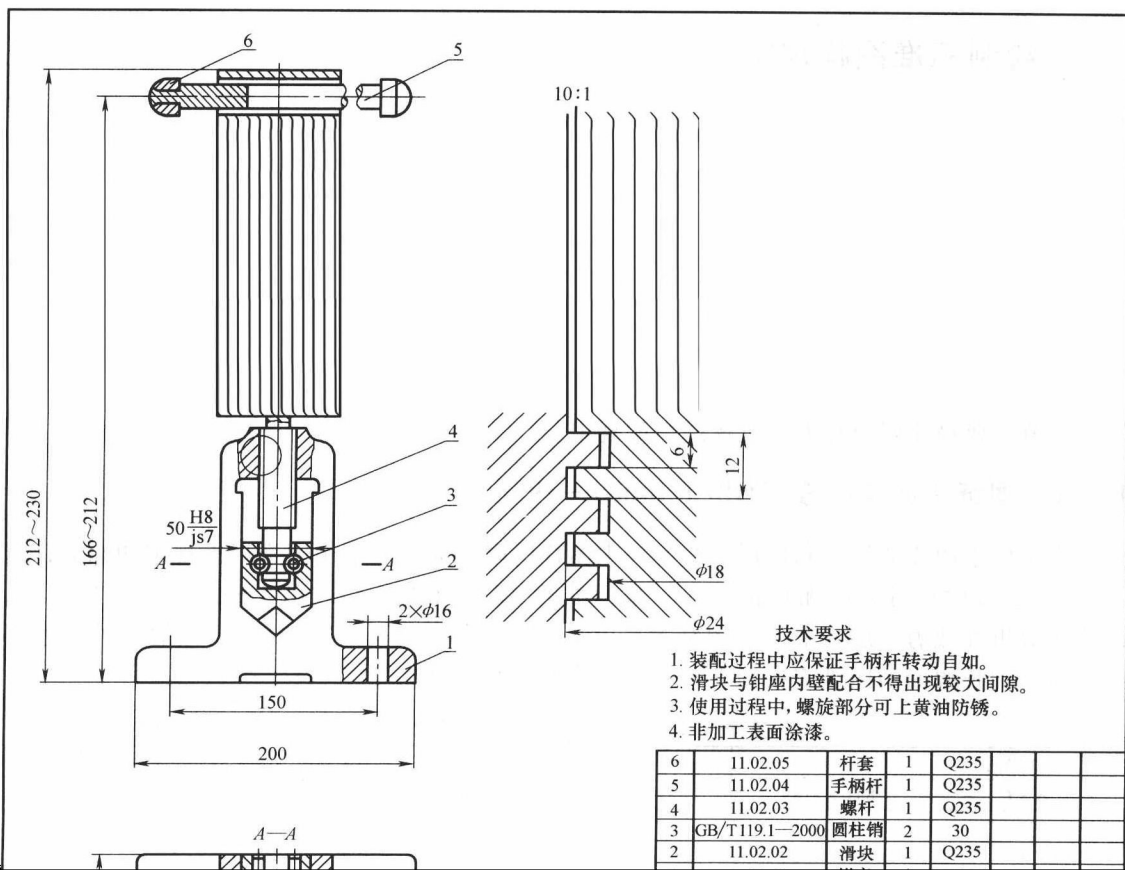


图 1-4 装配体轴测剖视图



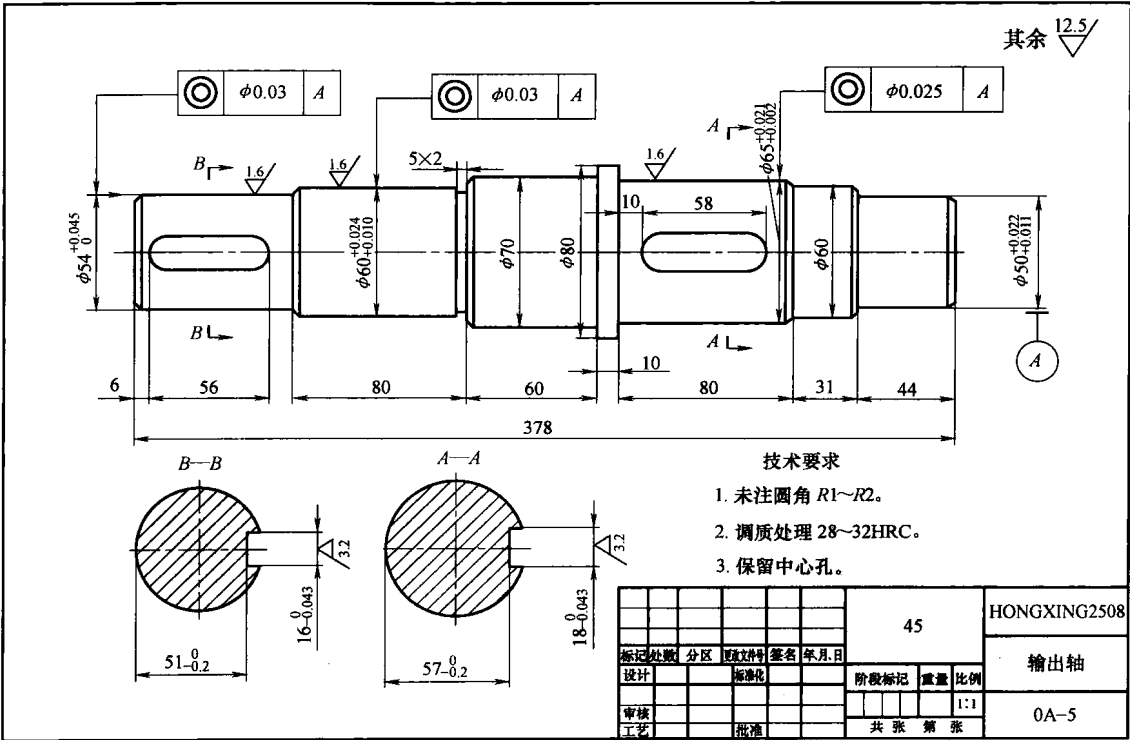


图 1-6 零件工作图

1.2 绘制标准图样规定

本节主要描述国家标准对机械图样的规定。

1.2.1 图纸幅面与剪裁（GB/T 14689—1993）

为了便于图样的管理和使用，绘制技术图样的图纸大小应采用国家标准规定的幅面，见表 1-1。必要时也可采用加长幅面。一张标准的 A0 号图纸，经过图 1-7 所示方法的划分，即依次对折并裁剪，成为下一号图纸大小，由此得到 A0、A1、A2、A3、A4 的 5 种基本图幅规格。加长幅面的图纸应按图 1-8 所示的裁剪方法获得。

表 1-1 图纸基本幅面代号及尺寸					(单位: mm)
图纸幅面	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				

1.2.2 图框、标题栏格式（GB/T 14689—1993）

1. 图框格式

在标准幅面的图纸上应用粗实线绘制出图框。图框格式有留装订边和不留装订边两种，

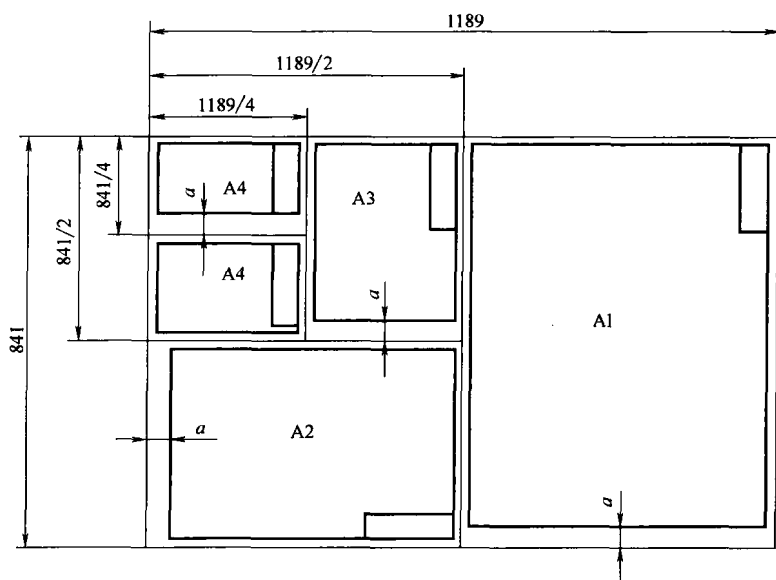


图 1-7 标准图纸幅面的裁剪方法

如图 1-9 所示。产品的图样一般采用 A3 横装或 A4 竖装。

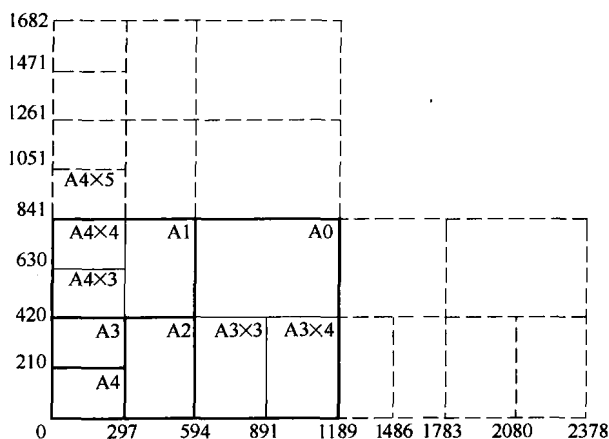


图 1-8 加长幅面划分

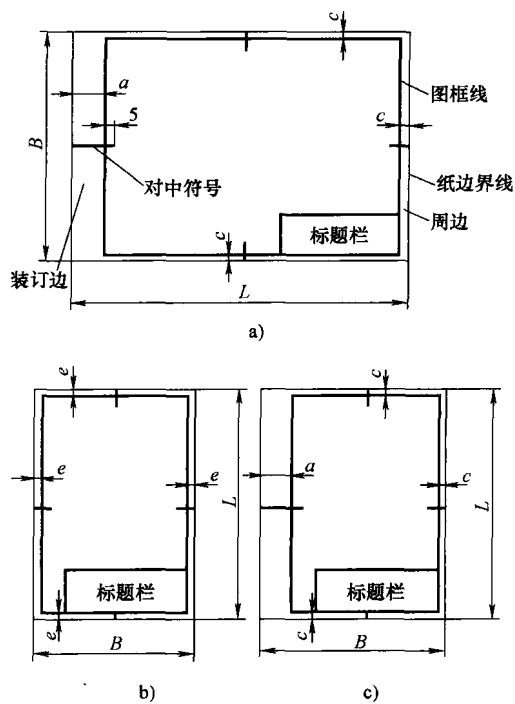


图 1-9 图框格式

a) 留装订边横装 b) 不留装订边竖装
c) 留装订边竖装

2. 标题栏格式

标题栏一般位于图框内的右下角，其位置、线型、尺寸、字体等均应遵守国家标准

定，在实际工作中标题栏由计算机绘制，如图 1-10 所示。学生用简化标题栏格式如图 1-12 所示。

为了合理安排图形，允许看图方向与看标题栏方向不同，但必须在图纸的下方对中符号处，用细实线绘制一个由等边三角形表示的方向符号。标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时，即构成 X 型图纸，如图 1-9a 所示。标题栏的长边与图纸的长边垂直时，即构成 Y 型图纸，如图 1-11 所示。标题栏的分区与内容含义参考 GB/T 10609.1—1989。

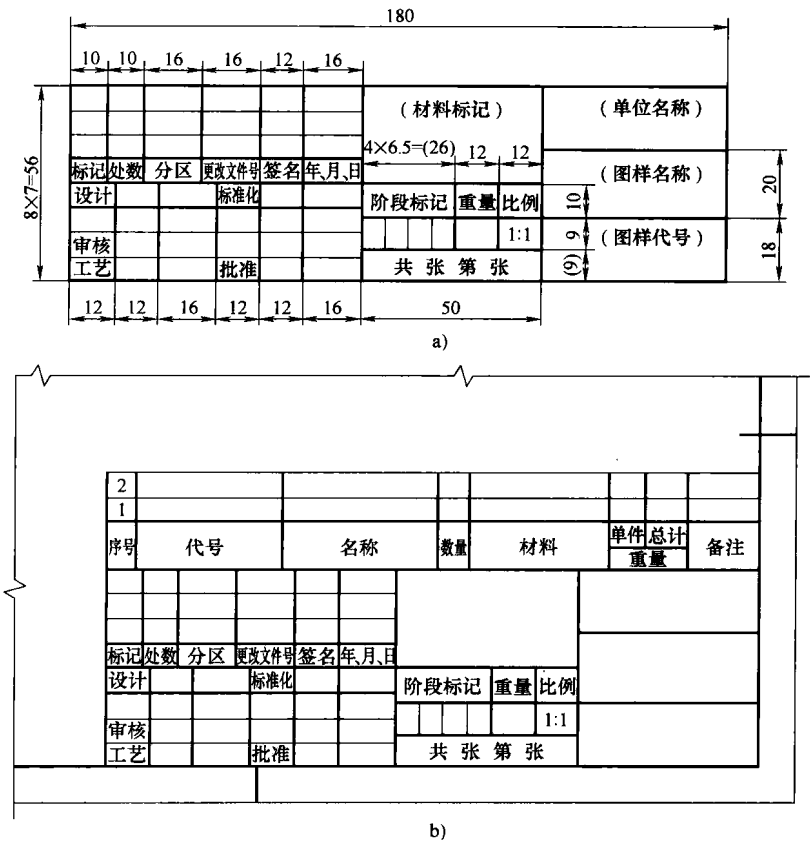


图 1-10 标题栏的标准格式

a) 零件图上的标准标题栏格式 b) 装配图上的标准标题栏及明细栏格式

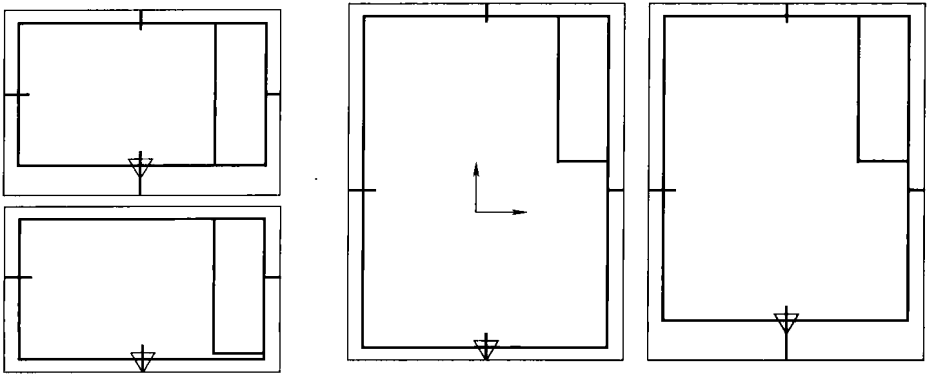


图 1-11 标题栏的正确配置与方向符号

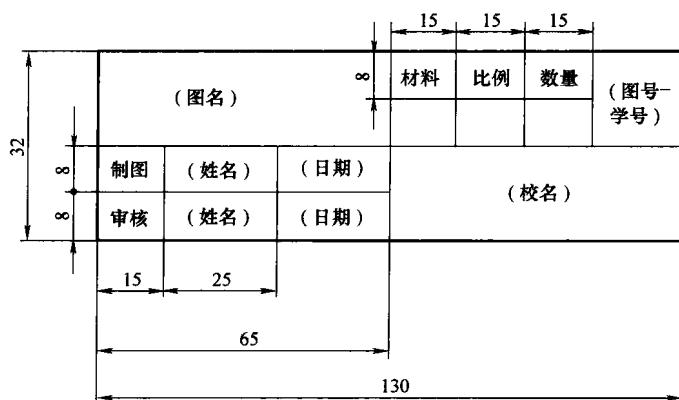


图 1-12 学生用简化标题栏格式

1.2.3 比例 (GB/T 14690—1993)

比例是指图形与实物相应要素的线性尺寸之比。

1. 比例的种类

- (1) 原值比例 比值为 1 的比例，即 1:1。
- (2) 放大比例 比值大于 1 的比例，如 2:1 等。
- (3) 缩小比例 比值小于 1 的比例，如 1:5 等。

需要按比例绘制图样时，应在规定的标准系列中选取适当的比值，见表 1-2。

表 1-2 优先及常用的绘图比例标准系列值

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
	$1:1.5 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$	$1:1 \times 10^n$

2. 标注比例的方法

一般情况下，比例应标注在标题栏中的比例一栏内。同一张图样上的各图形一般采用相

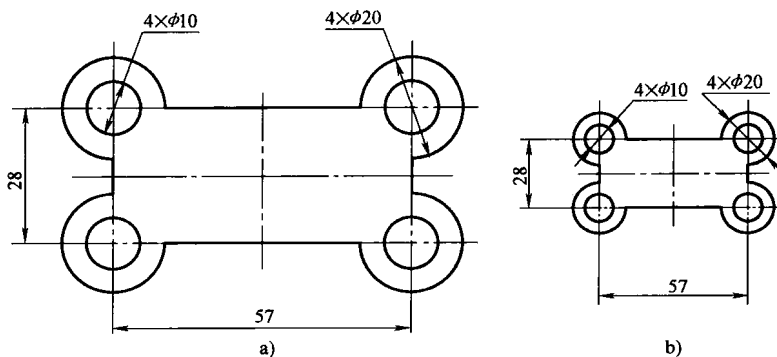


图 1-13 图形上的尺寸应按机件的实际大小标注

a) 1:1 比例绘图后的尺寸按实际大小标注 b) 1:2 比例缩小绘制的图形仍按实际大小标注

同的比例绘制；某个图形需要采用不同比例绘制时的标注方法见本书第三章局部放大图的标注方法。

无论图形放大或缩小，都应按实际大小标注尺寸，如图 1-13 所示。

1.2.4 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。

1. 字体的号数

字号为字体的高度 (h)，单位为 mm。按标准的尺寸分为 8 种。考虑照相缩微后图样的清晰度，汉字不应小于 2.5 号，手工书写常用字高为 3.5、5、7、10、14、20mm。

2. 字体的比例

字体笔画的宽度分为 A 型（笔画宽度为 $h/14$ ）和 B 型（笔画宽度为 $h/10$ ）。在同一图样中只允许选用一种形式的字体。字体书写示例如图 1-14、图 1-15 所示。A、B 型字体可参考国家标准《技术制图》书写。



图 1-14 字体的宽和高要成一定的比例

3. 字体的形式

字体可书写成直体或斜体。斜体字书写时应与水平方向线成 75° ，如图 1-15 所示。汉字推荐采用长仿宋体，书写要领是：横平竖直，注意起落，结构均匀，如图 1-16 所示。

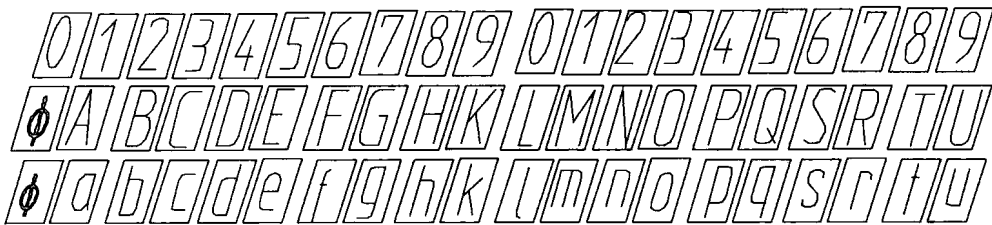


图 1-15 数字及字母的书写形式

10号字

技术图样中的常用字体 制图审核材料重量比例更

7号字

标注阶段数量零件装配焊接部分技术 热处理方法表面粗糙度机械机床

5号字

术要求汽车未注倒圆角标准结构螺栓钉滚动轴承圈 计算机绘图标准尺寸简化画法表示结构电子

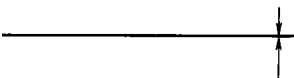
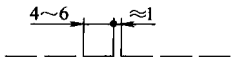
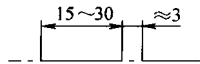
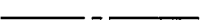
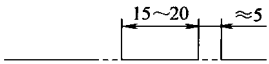
图 1-16 汉字的书写形式

其余类型的字体可参照本教材配套习题内容练习。

1.2.5 图线 (GB/T 17450—1998)

在机械图样中，不同的线型所表示的意义不同。各种图线的样式及应用分别见表 1-3 和图 1-17。

表 1-3 图线样式及应用

图线名称	图线形式	图线宽度	一般应用
粗实线		d	可见轮廓线
细实线		约 $d/2$	1. 尺寸线及尺寸界线 2. 剖面线 3. 重合断面的轮廓线 4. 螺纹的牙底线及齿轮的齿根线 5. 过渡线等
波浪线		约 $d/2$	1. 断裂处的边界线 2. 视图和剖视的分界线
双折线		约 $d/2$	断裂处的边界线
细虚线		约 $d/2$	不可见轮廓线
细点画线		约 $d/2$	1. 轴线 2. 对称中心线 3. 节圆及节线
粗点画线		d	限定范围的表示线
细双点画线		约 $d/2$	1. 相邻辅助零件的轮廓线 2. 极限位置的轮廓线 3. 轨迹线

图线的宽度应在下列数系中选择：0.13mm，0.18mm，0.25mm，0.35mm，0.5mm，0.7mm，1mm，1.4mm，2mm。在同一张图样中，同类图线的宽度应一致。

1.2.6 尺寸标注（GB/T 16675—1996）

尺寸是设计和制造零件的直接依据。国家标准 GB/T 16675—1996《技术制图简化表示法第2部分：尺寸注法》中对其标注作了专门规定，在绘制、识读图样时必须遵守标准原则，否则会引起混乱，给生产带来损失。

1. 标注尺寸的基本原则

- 1) 图样上标注的尺寸数值是机件实际大小的数值。
- 2) 在图样上标注尺寸时，以 mm（毫米）为计量单位，不需注出单位名称和代号。如要引用其他计量单位，必须注明计量单位的名称或代号。
- 3) 图样上标注的尺寸是机件的最后完工尺寸，否则需另加说明。
- 4) 机件的同一结构尺寸，一般只在最能够反映形状、结构特征的图形上标注一次。
- 5) 图样上的尺寸标注应作到：正确、完整、清晰、合理，如图 1-18 所示。

2. 尺寸的组成要素

尺寸标注体系由尺寸界线、尺寸线、箭头、尺寸数字四要素组成，如图 1-18 所示。

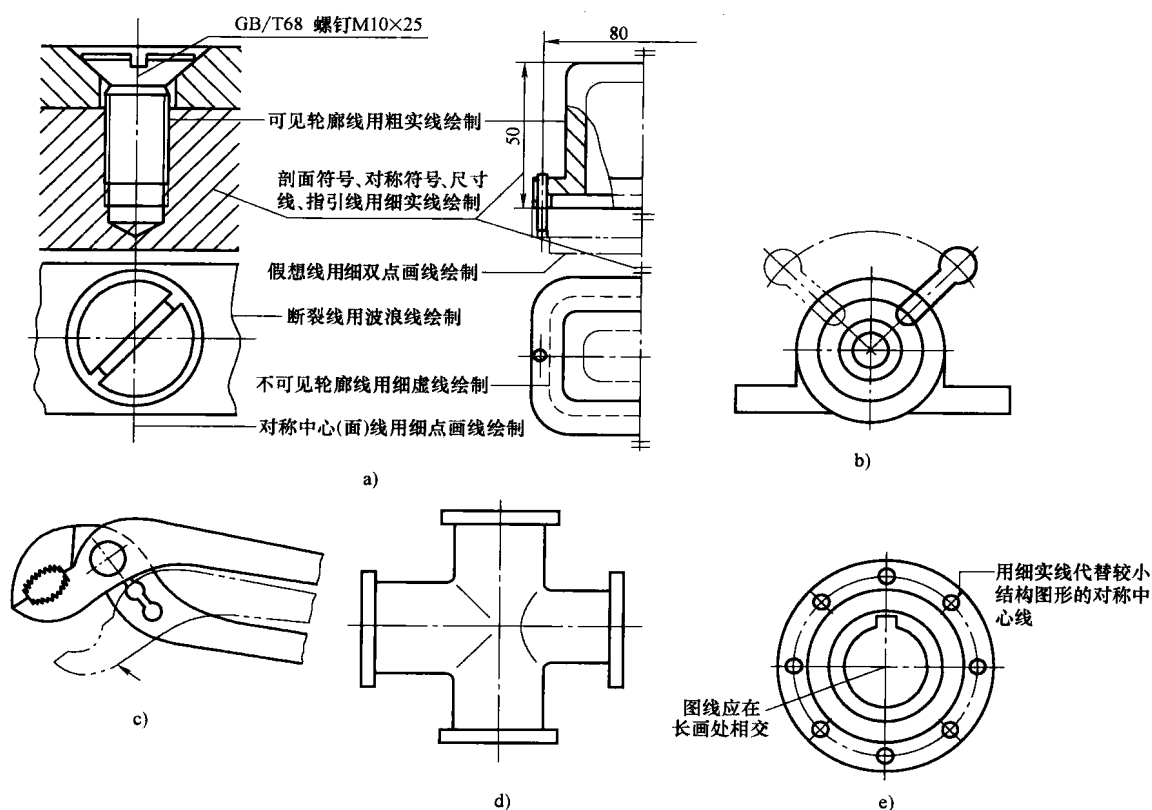


图 1-17 部分图线在图样中的应用

- a) 部分常见线型的作用 b) 零件的运动极限位置用细双点画线绘制 c) 可活动零件处于极限位置时的轮廓线用细双点画线应用绘制 d) 零件表面因圆角产生的过渡线用细实线绘制且细实线的两端应断开 e) 较小结构图形的对称中心线画法

(1) 尺寸界线 表示尺寸度量的范围。用细实线绘制，尺寸界线可用轮廓线代替。

(2) 尺寸线 表示尺寸度量的方向。用细实线绘制，尺寸线不能以轮廓线代替或绘制在其他图线的延长线上，如图 1-20b 所示。

(3) 箭头 表示尺寸度量的起止。机械图样中常采用实心箭头的画法，部分小尺寸的箭头可用粗黑圆点或 45° 细斜线表示，如图 1-19、图 1-20a 所示。

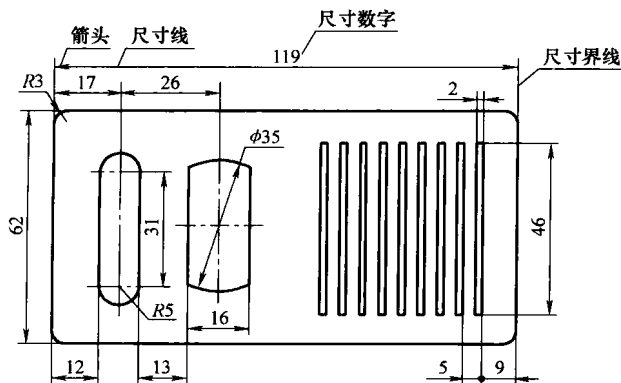


图 1-18 尺寸标注的四要素

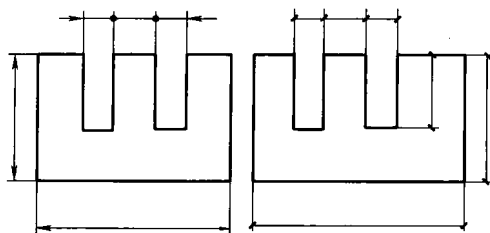


图 1-19 尺寸箭头的种类

(4) 尺寸数字 表示尺寸度量的实际大小。尺寸数字注写具有方向性,且不能被任何图线通过,如必须通过时,则应断开图线。尺寸数字只能标注机件的实际大小,与绘图比例的变化无关。尺寸标注容易出现的错误如图 1-22 所示。

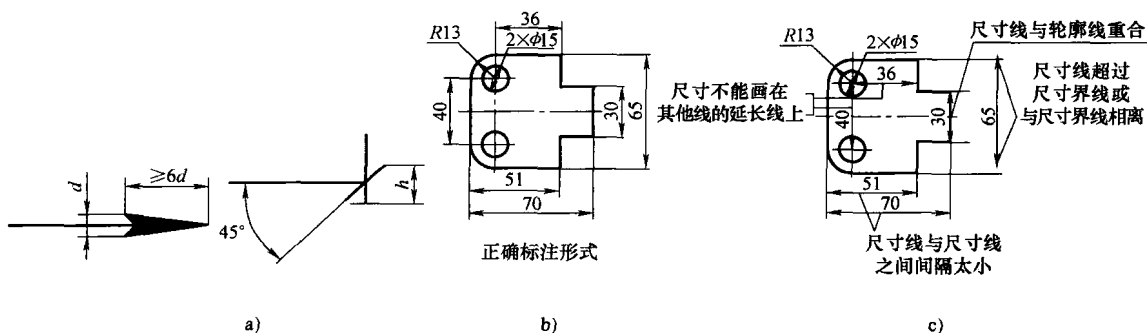


图 1-20 尺寸要素的画法

a) 尺寸箭头的放大图形 b) 尺寸线与尺寸界线的画法 c) 错误标注形式

尺寸标注应注意的问题如图 1-21 所示,标注的正误比较如图 1-22 所示。

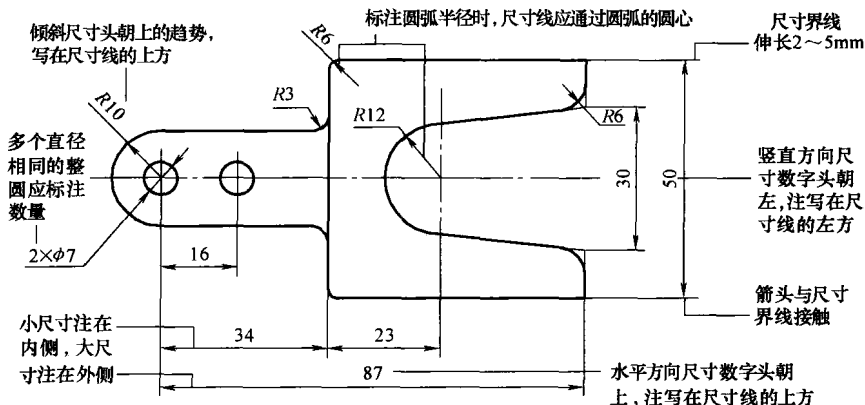


图 1-21 标注尺寸的注意事项

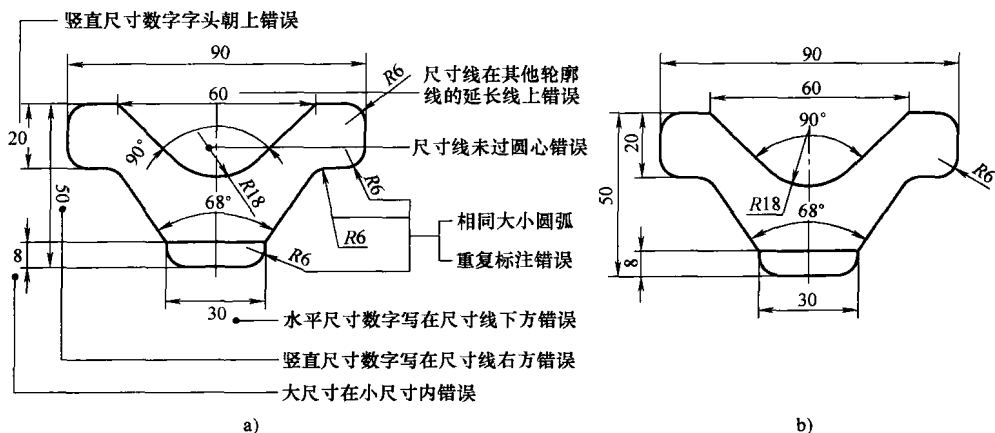


图 1-22 尺寸要素标注正误比较

a) 错误标注形式 b) 正确标注形式