

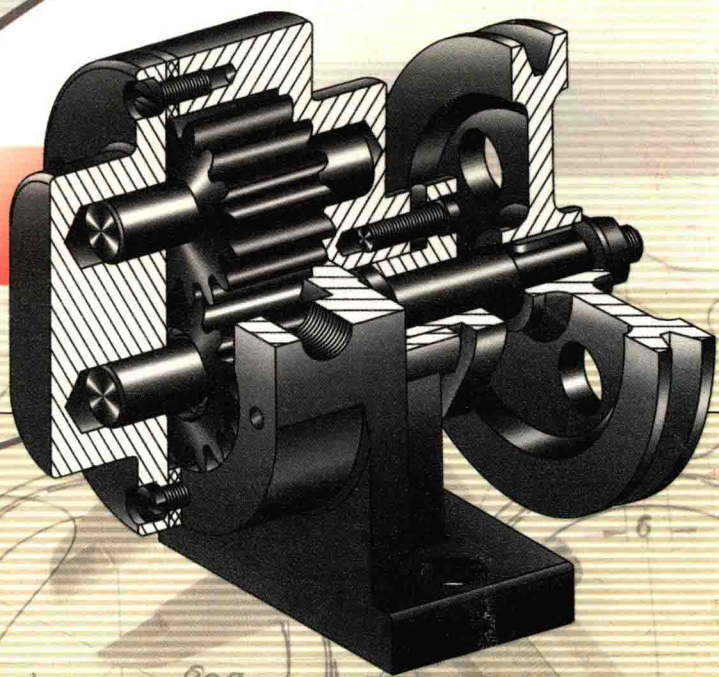


普通高等教育应用型本科规划教材

工程制图 | Engineering Drawing & AutoCAD

与AutoCAD

胡建生◎主编



立体化教材



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高

材

工程制图与 AutoCAD

主 编 胡建生
副主编 张兆隆 黄 艳
参 编 刘淑芬 雷一腾
主 审 齐世武

机械工业出版社

本书针对应用型本科、高职高专教育的特点,强化应用性、实用性技能的训练。本套教材配套资源丰富实用,包括助教用的《工程制图与 AutoCAD 教学软件》,其内容、顺序与纸质教材无缝对接,可实现人机互动,完全可以替代教学模型和挂图;《习题答案》和《电子教案》可单独打印,方便教师备课和教学检查;教材和习题集中设置了大量助学用的二维码,即扫即得实体动画或习题答案,旨在引发学生的学习兴趣;3套 Word 格式的“模拟试卷、答案及评分标准”供任课教师参考。本书全面采用在 2016 年 6 月底之前颁布实施的最新国家标准,并且用双色印刷。

凡使用本书作教材的教师,可登录机械工业出版社教育服务网(<http://www.cmpedu.com>)免费下载本书的配套资源,也可发送电子邮件至 cmpgaozhi@sina.com 索取。咨询电话:010-88379375。

本书可作为应用型本科、高职高专的工科非机械类专业及成人高等院校的制图教材,也可供各类工程制图培训班及工程技术人员使用或参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图与 AutoCAD/胡建生主编. —北京:机械工业出版社,2017.6
普通高等教育应用型本科规划教材
ISBN 978-7-111-56913-8

I. ①工… II. ①胡… III. ①工程制图-AutoCAD 软件-高等学校-教材
IV. ①TB237

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 114344 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:王英杰 责任编辑:王英杰 责任校对:樊钟英

封面设计:鞠 杨 责任印制:常天培

保定市中国画美凯印刷有限公司印刷

2017 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·17 印张·412 千字

0001—3300 册

标准书号:ISBN 978-7-111-56913-8

定价:45.00 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

服务咨询热线:010-88379833

读者购书热线:010-88379649

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

金书网:www.golden-book.com

前 言

为深入实施创新驱动发展战略,更好地服务于经济社会发展的需要,党中央、国务院做出了加快发展现代职业教育的重大战略部署。《国家中长期教育改革和发展规划纲要》《国务院关于加快发展现代职业教育的决定》等一系列重要文件的出台,旨在加快构建现代职业教育体系,促使形成定位清晰、结构合理的职业教育层次,培养高素质劳动者和技术技能型人才。本套教材内容与制图课在培养人才中的作用、地位相适应,教材体系的确立和教学内容的取舍,与应用型本科、高职高专的工科非机械类专业培养目标相适应,与毕业生就业岗位的技术应用、知识面较宽的要求相适应。

本套教材可作为应用型本科、高职高专的院校工科非机械类专业及成人高等院校的制图教材,也可供各类工程制图培训班及工程技术人员使用或参考。本套教材具有以下特点:

(1) 针对在校生的实际状况,适当降低纯理论方面的要求,强化应用性、实用性方面技能的训练。大幅缩减了传统的画法几何内容,注重基本知识的介绍,降低学生完成作业的难度,突出读图能力的训练。

(2) 将工程制图和 AutoCAD (2012 简体中文版) 两部分内容合在一套教材中,以满足工程制图和计算机绘图的教学需求。任课教师可根据本校的教学条件灵活地选择教学方式,既可分两部分单独教学,也可将 AutoCAD 部分穿插在工程制图的教学中。

(3) 《技术制图》和《机械制图》《建筑制图》《电气制图》国家标准是绘制工程图样和制图教学内容的根本依据。凡在 2016 年 6 月底之前颁布实施的制图国家标准和相关标准,全部在教材中予以贯彻,充分体现了本套教材的先进性。

(4) 教材插图中的各种符号、字体、箭头、线型的画法等,严格按照国家标准的规定绘制(修饰),以确保图例规范、清晰。对一些重点、难点或需提示的内容,进行必要的文字说明,并采用套红的方式绘制,双色印刷,既便于教师讲课、辅导,又便于学生自学。

(5) 本套立体化教材配套资源丰富实用,包括《工程制图与 CAD 教学软件》(约 1.47GB);《习题答案》;在教材和习题集中设置了大量的二维码(即扫即得答案);《电子教案》;“模拟试卷、答案及评分标准”等。

《工程制图与 AutoCAD 教学软件》是助教工具,免费提供给任课教师使用。教学软件是根据讲课思路为任课教师设计的。软件的内容与教材无缝对接,完全可以替代教学模型和挂图,彻底摒弃黑板、粉笔等传统的教学模式,大大提高讲课效率和教学效果。教学软件具备以下主要功能:

1) “死图”变“活图”。将教材中的平面图形,按 1:1 的比例建立精确的三维实体模型。通过 eDrawings 公共平台,可随意控制三维实体模型移动、翻转,实现不同角度的观看;六个基本视图和轴测图之间的转换、透明显示;三维实体模型的剖切;三维实体模型和线条图之间的转换;装配体的爆炸、拆卸、装配、运动仿真、透明显示等,将教材中的“死图”变成了可由人工控制的“活图”。

2) 调用绘图软件边讲边画,实现师生互动。对教材中需要讲解的例题,已预先链接在教学软件中,任课教师可直接调用“CAXA 电子图板 2007”绘图软件,边讲、边画,进行正确与错误的对比分析等,在课堂上彻底取消板图,实现师生互动,激发学生的学习热情。

3) 讲解习题。部分习题的答案不是唯一的, 根据教学的实际需求, 编写了 PDF 格式的教学参考资料《习题答案》(在“教学软件”文件夹中), 所有题目全部配有参考答案, 任课教师可单独(用彩喷)打印, 以便于备课。同时, 将《习题答案》中的所有习题, 按照不同题型, 处理成单独结果、包含解题步骤的答案、配置轴测图、配置动画演示等多种形式, 以“二维码答案”的形式, 分章链接在教学软件中, 任课教师可在课堂上任选某道题进行讲解、答疑, 减轻任课教师的教学负担。

4) 调阅教材附录。将教材中的附录按项分解, 分别链接在教学软件的相关部位, 任课教师可直观地带领学生查阅教材附录。

(6) 根据在校生的实际状况, 对教材中不易理解的一些例题, 配置了 120 个三维实体模型, 以二维码的形式呈现给学生, 有利于学生及时理解课堂上讲授的内容。在配套的《工程制图与 AutoCAD 习题集》中, 除了选择题、判断题等比较简单的题目外, 凡是需要学生动手绘图的题目(占 72%)都配有二维码。二维码是助学工具, 学生在完成练习题时, 通过扫描二维码, 即可看到解题步骤或答案。此举可有效地引发学生的学习兴趣, 减轻学生的学习负担。

(7) 提供电子教案。在“教学软件”文件夹中, 将《工程制图与 AutoCAD 教学软件》PDF 格式的全部内容作为电子教案, 供任课教师(用彩喷)打印, 方便教师备课和教学检查。

(8) 在“教学软件”文件夹中, 提供 3 套 Word 格式的“模拟试卷”、“试卷答案”及“评分标准”供任课教师参考。任课教师出考题时, 既可以直接使用, 也可以根据本校不同专业的要求, 修改使用。

参加本教材编写的有: 胡建生(编写绪论、第一章、第二章、第三章、第四章)、张兆隆(编写第七章、第八章、第九章)、黄艳(编写第五章、第六章)、刘淑芬(编写第十二章)、雷一腾(编写第十章、第十一章及附录)。全书由胡建生教授统稿。《工程制图与 AutoCAD 教学软件》由全体参编人员设计制作。

本教材由胡建生主编, 齐世武教授主审。参加审稿的还有史彦敏教授、张玉成副教授、贾芸副教授。参加审稿的各位老师对初稿进行了认真、细致的审查, 提出了许多宝贵意见和建议, 在此表示衷心感谢。

由于编者水平所限, 书中难免会有疏漏和差错, 欢迎任课教师和广大读者批评指正, 并将意见或建议反馈给我们(主编 QQ: 1075185975; 责任编辑 QQ: 365891703)。

编者

目 录

前言		
绪论	1	
第一章 制图的基本知识和技能	2	
第一节 制图国家标准简介	2	
第二节 尺寸注法	8	
第三节 几何作图	12	
第四节 平面图形分析及作图方法	20	
第五节 常用绘图工具的使用方法	23	
第二章 投影基础	26	
第一节 投影法和视图的基本概念	26	
第二节 三视图的形成及其对应关系	29	
第三节 点的投影	32	
第四节 直线的投影	36	
第五节 平面的投影	40	
第六节 几何体的投影	46	
第三章 组合体	52	
第一节 组合体的组合形式	52	
第二节 截交线	54	
第三节 相贯线	61	
第四节 组合体三视图的画法	64	
第五节 组合体的尺寸注法	67	
第六节 看组合体视图的方法	73	
第四章 轴测图	80	
第一节 轴测图的基本知识	80	
第二节 正等轴测图	81	
第三节 斜二等轴测图	89	
第五章 图样的基本表示法	92	
第一节 视图	92	
第二节 剖视图	96	
第三节 断面图	106	
第四节 局部放大图和简化画法	108	
第五节 第三角画法简介	111	
第六章 图样中的特殊表示法	115	
第一节 螺纹	115	
第二节 螺纹紧固件	121	
第三节 齿轮	124	
第四节 键联结和销联接	127	
第五节 滚动轴承	129	
第六节 圆柱螺旋压缩弹簧	132	
第七章 零件图	135	
第一节 零件的表达方法	135	
第二节 零件图的尺寸标注	140	
第三节 零件图上技术要求的注写	141	
第四节 零件上常见的工艺结构	152	
第五节 读零件图	154	
第六节 零件测绘	157	
第八章 装配图	159	
第一节 装配图的表达方法	159	
第二节 装配图的尺寸标注、技术要求及零件编号	162	
第三节 装配结构简介	164	
第四节 读装配图和拆画零件图	166	
第五节 装配体测绘	172	
第九章 金属焊接图	177	
第一节 焊接的表示法	177	
第二节 常见焊缝的标注方法	181	
第十章 建筑施工图	185	
第一节 建筑施工图的表达方法	185	
第二节 建筑施工图的识读	190	
第十一章 电气专业制图	193	
第一节 电气图的基础知识	193	
第二节 基本电气图	200	
第三节 专业电气图	206	
第十二章 AutoCAD 基本操作及应用	210	
第一节 AutoCAD 软件的界面	210	
第二节 AutoCAD 软件的基本操作	213	
第三节 常用的文件操作	218	
第四节 简单图形的绘制	220	
第五节 抄画平面图形并标注尺寸	224	
第六节 补画视图	229	
第七节 零件图的绘制	237	
第八节 装配图的绘制	246	
附录	251	
附录 A 螺纹	251	
附录 B 常用的标准件	252	
附录 C 极限与配合	257	
参考文献	264	

绪 论

一、图样及其在生产中的作用

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。

图样与文字、语言一样，是人类表达和交流技术思想的工具。在现代生产中，无论是机器设备的设计、制造、安装、维修，还是房屋的建造，都要根据图样进行。因此，图样是传递和交流技术信息与技术思想的媒介和工具，是工程界通用的技术语言。所有从事工程技术工作的人员都必须学习和掌握这门语言。

工程制图与 AutoCAD 是应用型本科、高职高专院校工科专业学生必修的技术基础课，是研究工程图样的绘制和识读规律的一门学科，旨在培养学生的空间思维能力，掌握手工绘图和计算机绘图绘图的基本技能，是学习后续课程必不可少的基础。

二、本课程的主要内容和基本要求

本课程的主要任务是培养学生具有阅读工程图样和手工画图、计算机绘图的能力。通过本课程的学习，应达到如下基本要求：

- 1) 掌握正投影法的基本原理及其应用，培养空间想象能力和思维能力。
- 2) 学习制图国家标准及相关的行业标准，掌握并正确运用各种表示法，具备绘制和识读简单的工程图样的能力，初步具备查阅标准和技术资料的能力。
- 3) 通过教学实践环节，对本课程的基本知识、原理和技能得到综合运用和全面训练。掌握手工绘图的基本技能和 AutoCAD 的基本操作，初步具备计算机绘图技能。
- 4) 通过本门课程的学习，培养认真负责的工作态度和一丝不苟的工作作风。

三、学习本课程的注意事项

工程制图与 AutoCAD 是一门既有理论又注重实践的技术基础课程，学习时应注意以下几点：

- 1) 本课程的核心内容是学习如何用二维平面图形来表达三维空间物体（画图），以及由二维平面图形想象三维空间物体的形状（读图）。在听课和复习过程中，要重点掌握正投影法的基本理论和基本方法，不断地“照物画图”和“依图想物”，切忌死记硬背。只有通过循序渐进的练习，才能不断提高空间思维能力和表达能力。
- 2) 本课程的实践性较强。因此，课后要及时完成相应的练习或作业，是学好本课程的重要环节。只有通过大量的实践，才能不断提高画图与读图能力，提高绘图的技巧。
- 3) 要重视实践，树立理论联系实际的学风。在测绘、上机操作等实践环节，既要用理论指导画图，又要通过画图实践加深对基础理论和作图方法的理解，以利于工程素质的培养。
- 4) 要重视学习并严格遵守技术制图和机械制图、建筑制图、电气制图等国家标准的的相关内容，对常用的标准应该牢记并能熟练地运用。

第一章 制图的基本知识和技能

第一节 制图国家标准简介

工程图样是表达工程技术人员的设计意图、交流技术思想、组织和指导生产的重要工具，是现代工业生产中必不可少的技术文件。工程图样作为技术交流的共同语言，必须有统一的规范，否则会给生产和技术交流带来混乱和障碍。为了便于管理和交流，国家质量监督检验检疫总局和国家标准化管理委员会发布了《技术制图》和《机械制图》《建筑制图》《电气制图》等一系列国家标准，对工程图样的内容、格式、表示法等制定了统一规定。《技术制图》国家标准是一项基础技术标准，在内容上具有统一性和通用性，在制图标准体系中处于最高层次；《机械制图》《建筑制图》《电气制图》等国家标准是不同专业的制图标准。《技术制图》和《机械制图》《建筑制图》《电气制图》等国家标准是绘制工程图样的根本依据，工程技术人员必须严格遵守其有关规定。

在标准代号“GB/T 4458.3—2013”中，“GB/T”称为“推荐性国家标准”，简称“国标”。G是“国家”一词汉语拼音的第一个字母，B是“标准”一词汉语拼音的第一个字母，T是“推”字汉语拼音的第一个字母，“4458.3”表示标准的编号（其中4458为标准顺序号，后面的3表示本标准的第3部分），“2013”是该标准批准的年号。

一、图纸幅面及格式（GB/T 14689—2008）

1. 图纸幅面

图纸宽度与长度组成的图面，称为图纸幅面。机械图样的基本幅面共有五种，其代号由“A”和相应的幅面号组成，见表1-1。基本幅面的尺寸关系如图1-1所示，绘图时优先采用表1-1中的基本幅面。

提示：国家标准规定，机械图样中的尺寸以 mm 为单位时，不需标注单位符号（或名称）。如采用其他单位，则必须注明相应的单位符号。为叙述简洁，本书中有些地方的尺寸单位未注出，均为 mm。

图纸幅面代号的几何含义，实际上就是对0号幅面的裁切次数。例如，A1中的“1”，表示将整张纸（A0幅面）的长边对裁一次所得的幅面，如图1-1b所示；A4中的“4”，表示将整张纸的长边对裁四次所得的幅面，如图1-1e所示。

表 1-1 基本幅面（摘自 GB/T 14689—2008）

（单位：mm）

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
（短边×长边） $B \times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
（无装订边的留边宽度） e	20		10		
（有装订边的留边宽度） c	10			5	
（装订边的宽度） a	25				

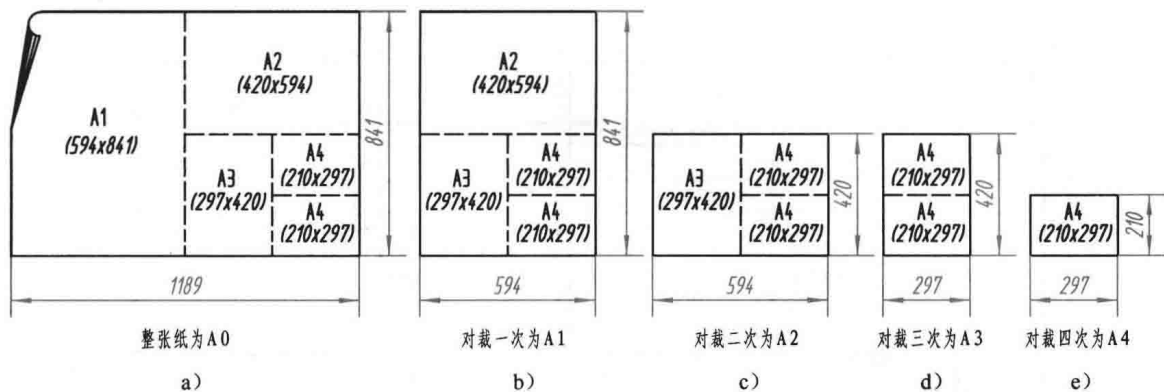


图 1-1 基本幅面的尺寸关系

提示：必要时，也允许选用加长幅面。加长幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。

2. 图框格式

图框是图纸上限定绘图区域的线框，如图 1-2、图 1-3 所示。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装订边两种，但同一产品的图样只能采用一种格式。

不留装订边的图纸，其图框格式如图 1-2 所示。留装订边的图纸，其图框格式如图 1-3 所示。基本幅面的图框及留边宽度等，按表 1-1 中的规定绘制。优先采用不留装订边的格式。

3. 标题栏及方位

由名称及代号区、签字区、更改区和其他区组成的栏目，称为标题栏。在机械图样中必须画出标题栏。标题栏应按 GB/T 10609.1—2008《技术制图 标题栏》的规定绘制。

在学校的制图作业中，为了简化作图，建议采用图 1-4 所示的简化标题栏和明细栏。

标题栏一般应置于图样的右下角。若标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行，则构成 X 型图纸，如图 1-2a、图 1-3a 所示；若标题栏的长边与图纸的长边垂直，则构成 Y 型图纸，如图 1-2b、图 1-3b 所示。在此情况下，标题栏中的文字方向为看图方向。

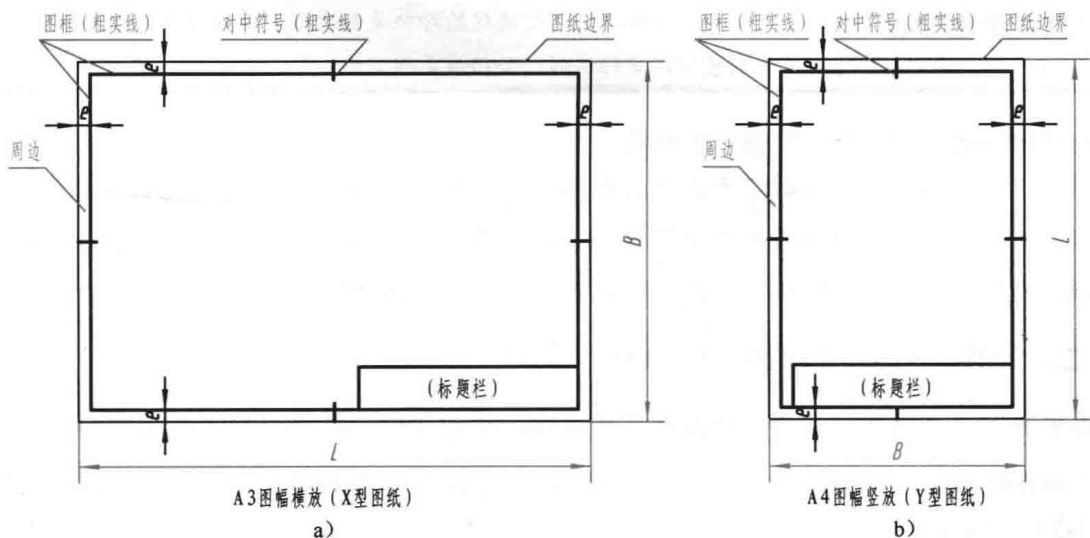


图 1-2 不留装订边的图框格式

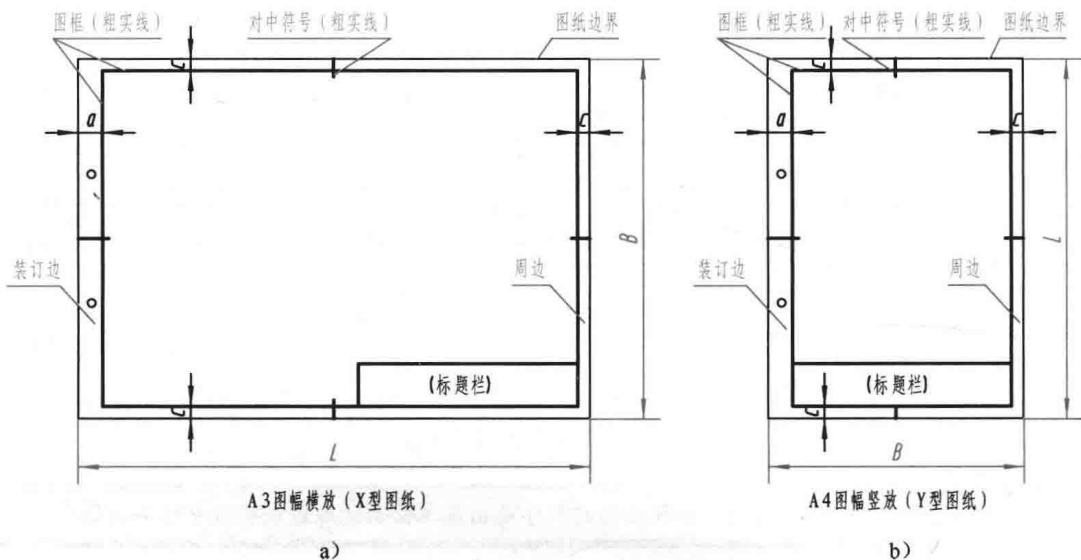


图 1-3 留装订边的图框格式

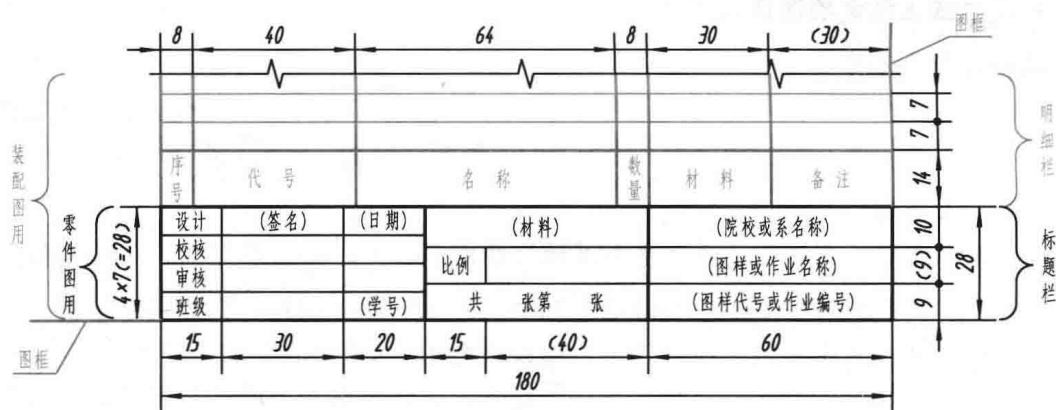


图 1-4 简化标题栏和明细栏的格式

提示：简化标题栏的格线粗细，应参照图 1-4 绘制。标题栏的外框是粗实线，其右侧和下方与图框重叠在一起；明细栏中除表头外的横格线是细实线，竖格线是粗实线。

4. 对中符号

对中符号是从图纸四边的中点画入图框内约 5mm 的粗实线段，通常作为缩微摄影和复制的定位基准标记。对中符号用粗实线绘制，线宽不小于 0.5mm，如图 1-2、图 1-3 所示。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。

二、比例 (GB/T 14690—1993)

图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比，称为比例。简单说来，就是“图：物”。

绘制图样时，应在表 1-2 的“优先选择系列”中选取适当的绘图比例。必要时，也允许从表 1-2 的“允许选择系列”中选取。

为了在图样上直接反映实物的大小，绘图时应尽量采用原值比例。因各种实物的大小与

结构千差万别,绘图时,应根据实际需要选取放大比例或缩小比例。绘图比例一般应填写在标题栏中的“比例”一栏内。

表 1-2 比例系列 (摘自 GB/T 14690—1993)

种类	定义	优先选择系列	允许选择系列
原值比例	比值为 1 的比例	1 : 1	—
放大比例	比值大于 1 的比例	5 : 1 2 : 1 5 × 10 ⁿ : 1 2 × 10 ⁿ : 1 1 × 10 ⁿ : 1	4 : 1 2.5 : 1 4 × 10 ⁿ : 1 2.5 × 10 ⁿ : 1
缩小比例	比值小于 1 的比例	1 : 2 1 : 5 1 : 10 1 : 2 × 10 ⁿ 1 : 5 × 10 ⁿ 1 : 1 × 10 ⁿ	1 : 1.5 1 : 2.5 1 : 3 1 : 1.5 × 10 ⁿ 1 : 2.5 × 10 ⁿ 1 : 3 × 10 ⁿ 1 : 4 1 : 6 1 : 4 × 10 ⁿ 1 : 6 × 10 ⁿ

注: n 为正整数。

图样中所标注的尺寸数值必须是实物的实际大小,与绘制图形所采用的比例无关,如图 1-5 所示。

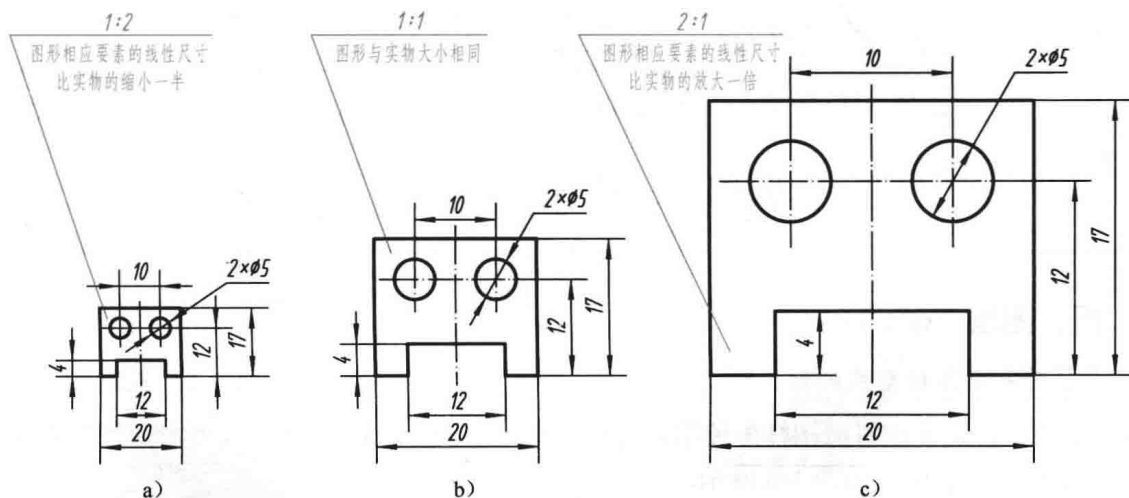


图 1-5 图形比例与尺寸数字

三、字体 (GB/T 14691—1993)

字体是指图中文字、字母、数字的书写形式。在图样上除了要用图形来表达零件的结构形状外,还必须用文字、字母及数字来说明它的大小和技术要求等其他内容。

1. 基本规定

1) 字体高度代表字体的号数,用 h 表示。字体高度的公称尺寸系列为: 1.8mm、2.5mm、3.5mm、5mm、7mm、10mm、14mm、20mm。如需要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

2) 汉字应写成长仿宋体字,并应采用国家正式公布的简化字。汉字的高度 h 应不小于 3.5mm, 字宽 $=h/\sqrt{2}$ 。

3) 字母和数字分 A 型和 B 型两种。A 型字体的笔画宽度 $d=h/14$, B 型字体的笔画宽度 $d=h/10$ 。在同一张图样上,只允许选用一种型式的字体。

4) 字母和数字可写成直体(正体)或斜体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 。

提示:用计算机绘制机械图样时,汉字、数字、字母(除表示变量外)一般应以直体输出。

2. 字体示例

汉字、数字和字母的示例,见表1-3。



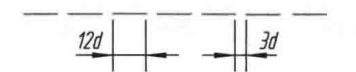
表1-3 字体示例

字体		示 例
长仿宋体 汉字	5号	学好机械制图,培养和发展空间想象能力
	3.5号	计算机绘图是工程技术人员必须具备的绘图技能
拉丁字母	大写	ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
	小写	abcdefghijklmnopqrstuvwxyz abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
阿拉伯 数字	直体	0123456789
	斜体	0123456789
字体应用示例		$10JS5(\pm 0.003)$ M24-6h R8 $10^3 S^{-1}$ 5% D_1 T_d 380kPa m/kg $\phi 20^{+0.010}_{-0.023}$ $\phi 25^{H6}_{f5}$ $\frac{II}{1:2}$ $\frac{3}{5}$ $\frac{A}{5:1}$ $\sqrt{Ra 6.3}$ 460r/min 220V l/mm

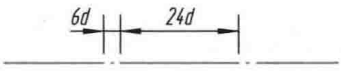

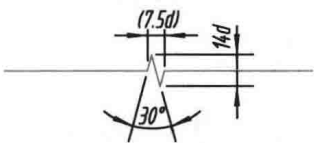


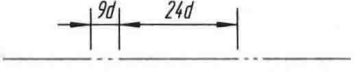
四、图线 (GB/T 4457.4—2002)

图中所采用各种型式的线,称为图线。国家标准 GB/T 4457.4—2002《机械制图 图样画法 图线》规定了在机械图样中使用的九种图线,其名称、线型、线宽及一般应用见表1-4。图线的应用示例,如图1-6所示。

表1-4 名称线型、线宽及一般应用(摘自 GB/T 4457.4—2002)

名称	线 型	线宽	一 般 应 用
粗实线		d	可见棱边线、可见轮廓线、相贯线、螺纹牙顶线、螺纹终止线、齿顶圆(线)、表格图和流程图中的主要表示线、系统结构线(金属结构工程)、模样分型线、剖切符号用线
细实线		$d/2$	过渡线、尺寸线、尺寸界线、指引线和基准线、剖面线、重合断面的轮廓线、短中心线、螺纹牙底线、尺寸线的起止线、表示平面的对角线、零件成形前的弯折线、范围线及分界线、重复要素表示线、锥形结构的基面位置线、叠片结构位置线、辅助线、不连续同一表面连线、成规律分布的相同要素连线、投射射线、网格线
细虚线		$d/2$	不可见棱边线、不可见轮廓线

(续)

名称	线型	线宽	一般应用
细点画线		$d/2$	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		$d/2$	断裂处边界线、视图与剖视图的分界线
双折线		$d/2$	
粗虚线		d	允许表面处理的表示线
粗点画线		d	限定范围表示线
细双点画线		$d/2$	相邻辅助零件的轮廓线、可动零件的极限位置的轮廓线、重心线、成形前轮廓线、剖切面前的结构轮廓线、轨迹线、毛坯图中制成品的轮廓线、特定区域线、延伸公差带表示线、工艺用结构的轮廓线、中断线

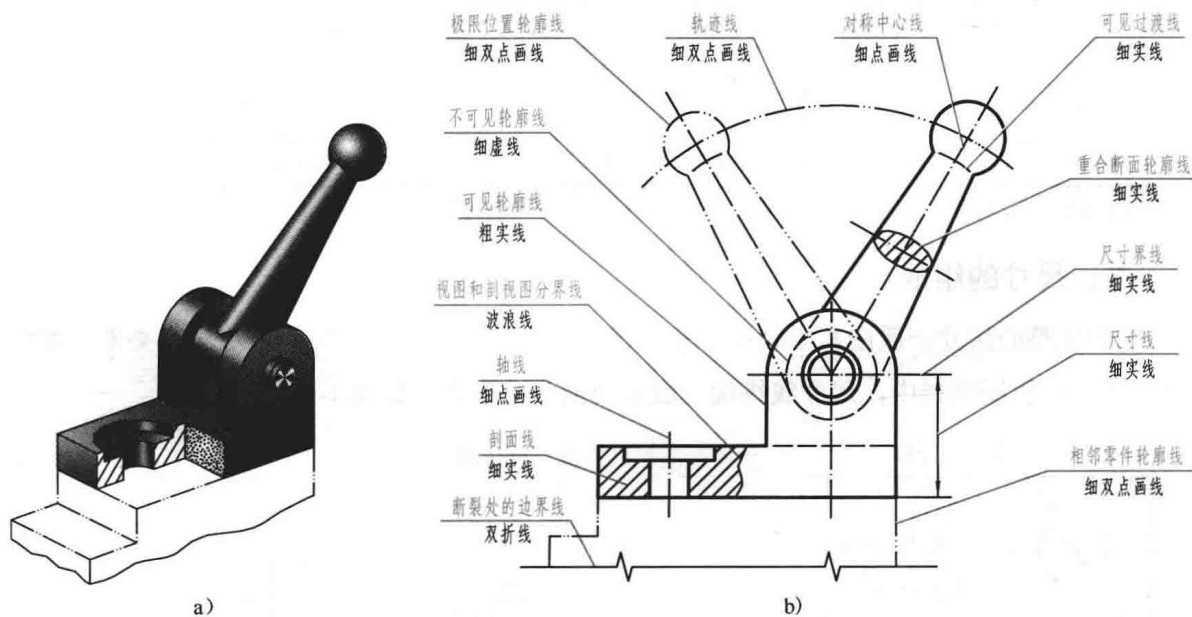


图 1-6 图线的应用示例

机械图样中采用粗、细两种线宽，线宽的比例关系为 2 : 1。图线的宽度应按图样的类型 and 大小，在下列数系中选取：0.13mm、0.18mm、0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1.0mm、1.4mm、2mm。

粗实线（包括粗虚线、粗点画线）的宽度通常采用 0.7mm，与之对应的细实线（包括波浪线、双折线、细虚线、细点画线、细双点画线）的宽度为 0.35mm。

在同一图样中，同类图线的宽度应基本一致。细（粗）虚线、细（粗）点画线及细双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。

第二节 尺寸注法

在机械图样中，图形只能表达零件的结构形状，若要表达它的大小，则必须在图形上标注尺寸。尺寸是加工制造零件的主要依据，不允许出现错误。如果尺寸标注错误、不完整或不合理，将给机械加工和装配带来困难，甚至生产出废品而造成经济损失。

一、标注尺寸的基本规则（GB/T 4458.4—2003）

尺寸是用特定长度或角度单位表示的数值，并在技术图样上用图线、符号和技术要求表示出来。标注尺寸的基本规则如下：

- 1) 零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) 零件的每一尺寸，一般只标注一次，并应标注在反映该结构最清晰的图形上。
- 3) 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 常用的符号和缩写词（摘自 GB/T 4458.4—2003）

名称	符号和缩写词	名称	符号和缩写词	名称	符号和缩写词
直径	ϕ	厚度	t	沉孔或锪平	\square
半径	R	正方形	\square	埋头孔	∇
球直径	$S\phi$	45°倒角	C	均布	EQS
球半径	SR	深度	∇	弧长	\frown

注：正方形符号、深度符号、沉孔或锪平符号、埋头孔符号、弧长符号的线宽为 $h/10$ ，符号高度为 h (h 为图样中字体高度)。

二、尺寸的组成

每个完整的尺寸一般由尺寸数字、尺寸线和尺寸界线组成，通常称为尺寸三要素，如图 1-7 所示。在机械图样中，尺寸线终端一般采用箭头的形式，如图 1-8 所示。

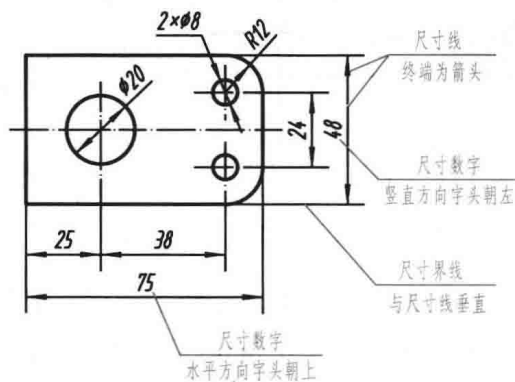


图 1-7 尺寸的标注示例

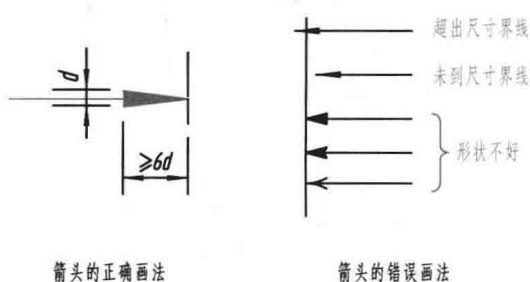


图 1-8 箭头的形式和画法

1. 尺寸数字

尺寸数字表示尺寸度的大小。

线性尺寸的尺寸数字，一般注在尺寸线的上方或左方，如图 1-9 所示。线性尺寸数字的

方向：水平方向字头朝上，竖直方向字头朝左，倾斜方向字头保持朝上的趋势，并尽量避免在图 1-9a 所示的 30° 范围内标注尺寸。当无法避免时，可按图 1-9b 的形式标注。

尺寸数字不可被任何图线所通过，当不可避免时，图线必须断开，如图 1-10 所示。

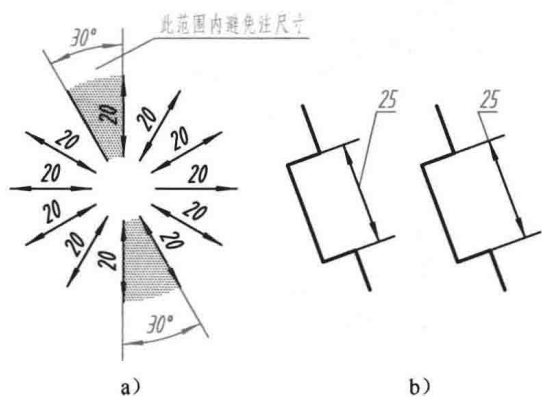


图 1-9 线性尺寸的注写

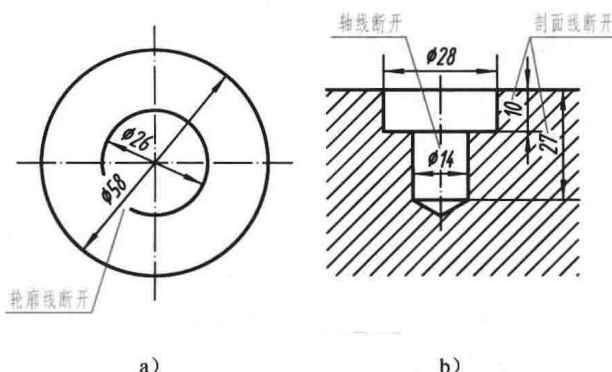


图 1-10 尺寸数字不可被任何图线所通过

标注角度的尺寸界线应沿径向引出，尺寸线画成圆弧，其圆心为该角的顶点，半径取适当大小，标注角度的数字，一律水平方向书写，角度数字写在尺寸线的中断处，如图 1-11a 所示。必要时，允许注写在尺寸线的上方或外面（或引出标注），如图 1-11b 所示。

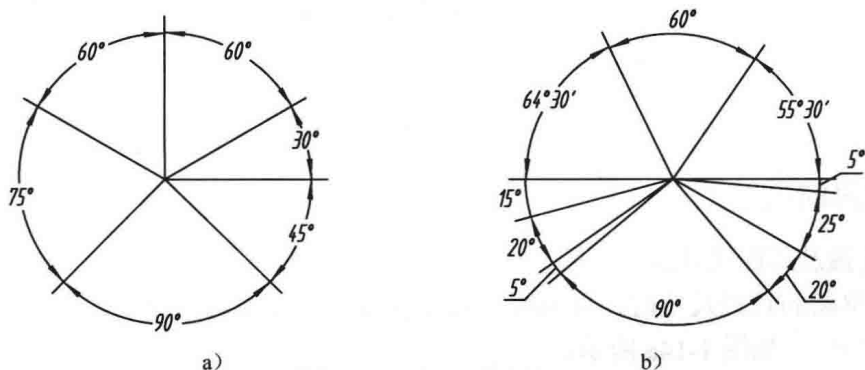


图 1-11 角度尺寸的注写

2. 尺寸线

尺寸线表示尺寸度量的方向。

尺寸线必须用细实线单独画出，不能用其他图线代替，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，尺寸线必须与所标注的线段平行，如图 1-12a 所示。图 1-12b 是尺寸线错误画法的示例。

3. 尺寸界线

尺寸界线表示尺寸的度量范围。

尺寸界线一般用细实线单独绘制，并自图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出。也可以利用轮廓线、轴线或对称中心线作为尺寸界线，如图 1-13a 所示。

尺寸界线一般应与尺寸线垂直，必要时允许倾斜。在光滑过渡处标注尺寸时，必须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 1-13b、c 所示。

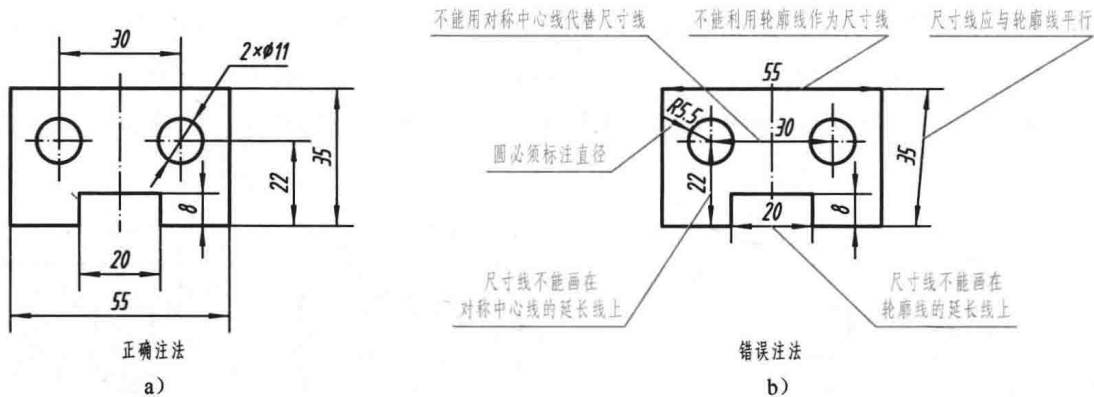


图 1-12 尺寸线的画法

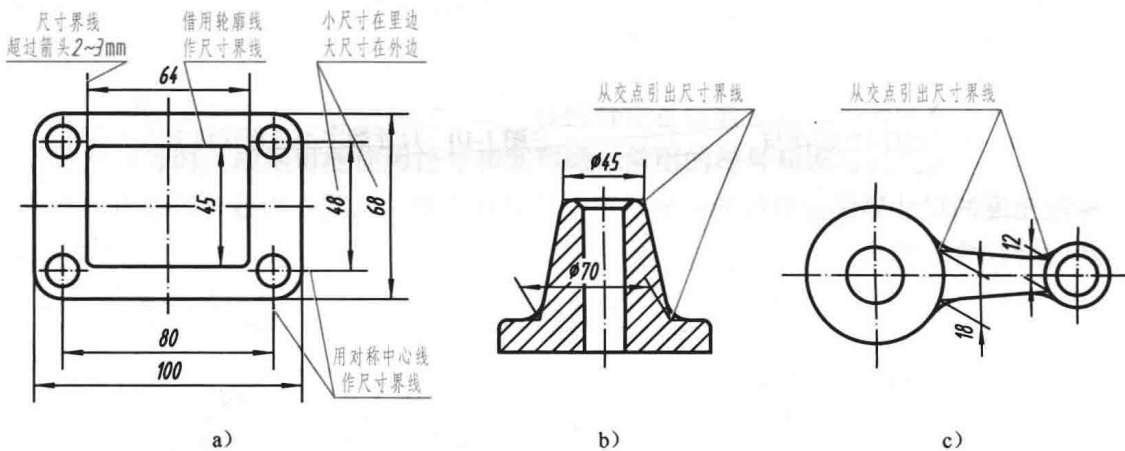


图 1-13 尺寸界线的画法

三、常用的尺寸注法

1. 圆、圆弧及球面尺寸的注法

1) 标注整圆的直径尺寸时，以圆周为尺寸界线，尺寸线通过圆心，并在尺寸数字前加注直径符号“ ϕ ”，如图 1-14a 所示。

标注大于半圆的圆弧直径，其尺寸线应画至略超过圆心，只在尺寸线一端画箭头指向圆弧，如图 1-14b 所示。标注小于或等于半圆的圆弧半径时，尺寸线应以圆心出发引向圆弧，只画一个前头，并在尺寸数字前加注半径符号“ R ”，如图 1-14c 所示。

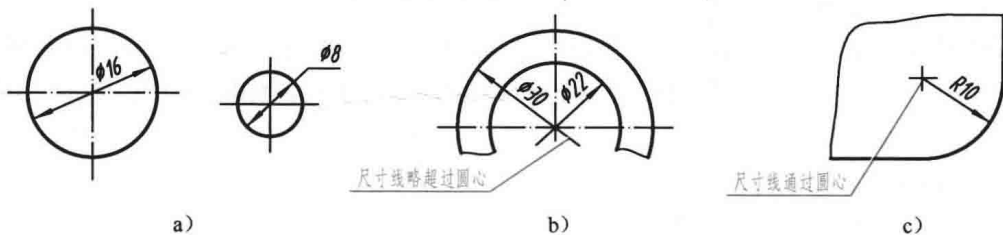


图 1-14 直径和半径的注法

2) 当圆弧的半径过大或在图纸范围内无法标出圆心位置时，可采用折线的形式标注，如图 1-15a 所示。当不需标出圆心位置时，则尺寸线只画靠近箭头的一段，如图 1-15b 所示。标注球面的直径或半径时，应在尺寸数字前加注球直径符号“ $S\phi$ ”或球半径符号“ SR ”，如

图 1-15c 所示。

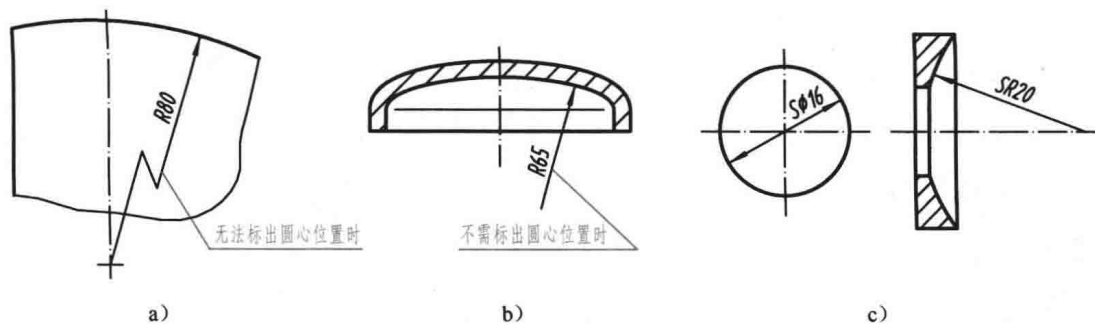


图 1-15 大圆弧和球面的注法

2. 小尺寸的注法

对于尺寸界线之间没有足够位置画箭头或注写尺寸数字的小尺寸,可按图 1-16 所示的形式进行标注。标注一连串的小尺寸时,可用小圆点代替箭头(代替箭头的圆点大小应与箭头尾部宽度相同),但最外两端箭头仍应画出。当直径或半径尺寸较小时,箭头和数字都可以布置在圆弧外面。

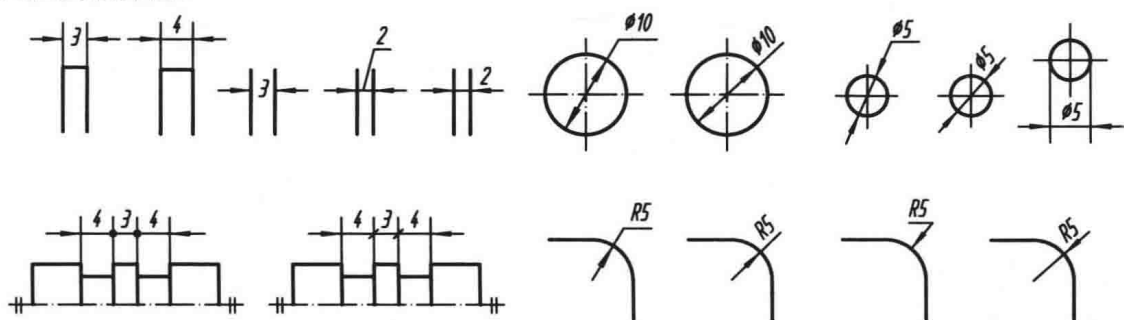


图 1-16 小尺寸的注法

四、简化注法 (GB/T 16675.2—2012)

1) 在同一图形中,对于尺寸相同的孔、槽等组成要素,可仅在一个要素上注出其尺寸和数量,并用缩写词“EQS”表示“均匀分布”,如图 1-17a 所示。当组成要素的定位和分布情况在图形中已明确时,可不标注其角度,并省略“EQS”,如图 1-17b 所示。

2) 标注板状零件的厚度时,可在尺寸数字前加厚度符号“t”,如图 1-18 所示。

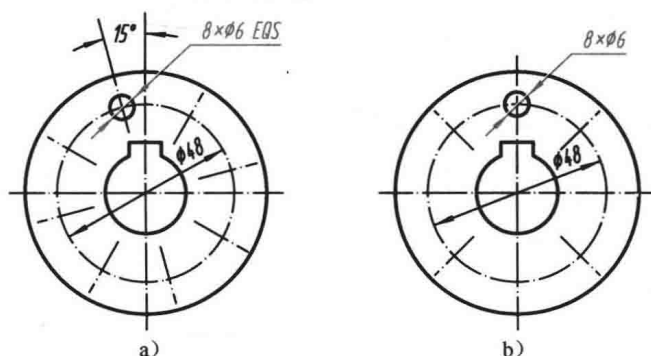


图 1-17 尺寸的简化注法

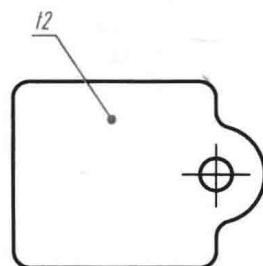


图 1-18 板状零件厚度的注法