



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

化工制图

(化工类专业适用)

第三版

胡建生 主编



化学工业出版社

本书提供多媒体课件
任课教师可免费下载
www.cipedu.com.cn

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

化 工 制 图

(化工类专业适用)

第三版

胡建生 主 编
戴猷元 责任主审
郭庆丰 审 稿



化学工业出版社

· 北京 ·

本书依据教育部 2009 年 5 月颁布的《中等职业学校机械制图教学大纲》，参考国家“CAD 技能等级考评大纲”对制图基础理论的要求，按照立体化教材建设思路编写而成。本书配有“化工制图多媒体课件”，免费供任课教师使用。课件内容与本书内容一一对应，完全可以替代教学模型和挂图，并可实现人机互动，灵活地进行教学，实现立体化教学目标。全部插图用计算机绘制、润饰，并采用套红方式双色印刷。

本书按 70~90 学时编写，适用于中等职业学校（全日制普通中专、职业高中、技工学校、职工中专、电视中专等）化工类专业的制图教学。

图书在版编目 (CIP) 数据

化工制图 (化工类专业适用) / 胡建生主编. — 3 版.
北京: 化学工业出版社, 2010. 7
中等职业教育国家规划教材
ISBN 978-7-122-08937-3

I. 化… II. 胡… III. 化工机械-机械制图-专业学校-教材 IV. TQ050. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 121153 号

责任编辑: 张建茹
责任校对: 郑捷

装帧设计: 韩飞

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 刷: 北京云浩印刷有限责任公司
装 订: 三河市前程装订厂
787mm×1092mm 1/16 印张 13½ 字数 349 千字 2010 年 9 月北京第 3 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 20.00 元

版权所有 违者必究

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见（教职成[2001] 1 号）的精神，教育部组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从 2001 年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲编写而成的，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定通过。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，努力为教材选用提供比较和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

第三版前言

本次修订以教育部2009年5月颁布的《中等职业学校机械制图教学大纲》为依据，按照中等职业教育国家规划教材的编写要求而组织编写的。同时，还修订编写了《化工制图习题集》（第三版），与本书配套使用。

本套教材按70~90学时编写，适用于中等职业学校（全日制普通中专、职业高中、技工学校、职工中专、电视中专等）化工类专业的制图教学，亦可供其他相近专业使用或参考。

本套教材突出化工行业特点，强化化工专业制图的内容。在教材内容和文字叙述上，注重语言简练、简明易懂，主要写是什么、怎么读、怎么画，不追究为什么，比较适合以应用为目的的制图教学。

教材修订充分考虑中等职业学校在校生的特点，按照立体化教材建设思路编写。在编写教材的同时，根据讲课思路设计开发了“化工制图多媒体课件”，课件内容与教材内容一一对应，完全可以替代教学模型和挂图，并可实现人机互动，灵活地进行教学，免费提供给任课教师使用，如有需要请发送邮件至：www.cipedu.com.cn。《化工制图习题集》（第三版）配备“化工制图解题指导”光盘，随习题集一起发行，为学生学习和任课老师辅导提供极大帮助，可大大减轻师生教与学的负担。

突出职业教育特色。中等职业教育要拓宽服务面向，实行学历教育与职业资格证书培训并举，与国家实行的就业准入制度相配套。将“工业产品类CAD技能一级”职业资格认证对制图基础理论的要求融入到教材中。通过本教材的学习，既能满足教育部新颁大纲的要求，又能基本掌握“工业产品类CAD技能一级”应具备的制图理论知识，以满足中职在校学生获得“双证”的需求，提升学生职业能力。

制图教材以“图”为主。本套教材注重典型图例的选择与设计，所有插图全部用计算机绘制、润饰，以确保图例正确、清晰，使人一目了然。同时，根据教学体会，对一些重点、难点或需提示的内容，进行必要的图示或文字说明，并采用套红的方式绘制、印刷，既便于教师讲课、辅导，又便于学生自学。

积极贯彻新国家标准和行业标准，充分体现教材的先进性。将定稿前搜集到的最新国家标准和行业标准，全部纳入到教材和习题集中。

本书由胡建生主编。参加本书编写工作的有：胡建生（编写第一章、第四章、第五章、第八章及附录），汪正俊（编写第二章、第三章），王苏东（编写第六章、第七章）。全书由胡建生统稿。

本书由清华大学戴猷元教授责任主审，郭庆丰审稿。参加审稿的还有史彦敏、曾红、贾艳东、陈清胜、邵娟琴。参加审稿的各位老师对书稿进行了认真、细致的审查，提出了许多宝贵意见和修改建议，在此表示衷心感谢。

由于编者的水平有限，加之时间较紧，不足之处在所难免，欢迎读者批评指正。

编者

2010年4月

目 录

绪论	1
第一章 制图基本知识	2
第一节 制图国家标准简介	2
第二节 标注尺寸的基本规则	8
第三节 几何作图	12
第四节 手工绘图技术	18
第二章 投影基础	25
第一节 投影的基本概念	25
第二节 三视图的形成及其对应关系	27
第三节 几何体的投影	31
第四节 轴测图	38
第三章 组合体	48
第一节 叠加型组合体	48
第二节 切割型组合体	52
第三节 组合体三视图的画法	58
第四节 组合体的尺寸注法	60
第五节 看组合体视图的方法	64
第四章 物体的表达方法	69
第一节 视图	69
第二节 剖视图	73
第三节 断面图	84
第四节 局部放大图和简化画法	86
第五节 螺纹及螺纹紧固件	90
第六节 蛇管的画法	97
第五章 零件图	99
第一节 概述	99
第二节 零件图的视图选择	100
第三节 零件图的尺寸标注	104
第四节 零件图上技术要求的注写	110
第五节 读零件图	120
第六章 化工设备装配图	123
第一节 化工设备装配图的内容和表达方法	123
第二节 化工设备装配图中焊缝的表示法	131
第三节 化工设备装配图的尺寸标注及其他	136

第四节	化工设备常用的标准化零部件	139
第五节	读化工设备装配图	145
第七章	化工工艺图	148
第一节	工艺流程图	148
第二节	建筑施工图简介	156
第三节	设备布置图	165
第四节	管道布置图	168
第五节	管道轴测图	175
第八章	制图测绘	178
第一节	零件测绘	178
第二节	装配体测绘	181
附录		187
一、	螺纹	187
二、	常用的标准件	188
三、	极限与配合	190
四、	常用材料	198
五、	化工设备标准零部件	200
六、	化工工艺图的有关代号和图例	206
参考文献		208

绪 论

一、图样及其作用

根据投影原理、制图标准或有关规定，表示工程对象并有必要技术说明的图，称为图样。

人类在近代生产活动中，无论是机器的设计、制造、维修，还是石油化工、冶金、航空、汽车、船舶、桥梁、建筑、电气等工程的设计与施工，都必须依赖工程图样才能进行。图样是设计、制造、使用和技术交流的重要技术文件，它不仅是生产或施工的依据，也是工程技术人员表达设计意图和交流技术思想的工具，被称为工程技术界的“语言”。

二、课程的主要任务

“化工制图”是一门研究如何绘制和阅读机械图样和化工专业图样的技术基础课，课程的主要任务是：

使学生掌握化工制图的基本知识，获得读图和绘图能力；培养学生分析问题和解决问题的能力，使其养成良好的学习习惯，具备继续学习专业技术的能力；对学生进行职业意识培养和职业道德教育，使其形成严谨、敬业的工作作风，为今后解决生产实际问题和职业生涯的发展奠定基础。

三、教学目标

① 掌握正投影法的基本原理和作图方法，能绘制和识读简单的零件图、中等复杂程度的化工设备图、化工工艺图。

② 学习和执行制图国家标准及相关行业标准，能适应制图技术和标准变化的需要。

③ 具备一定的空间想象和思维能力，形成由图形想象物体、以图形表现物体的意识和能力，养成规范的制图习惯。

④ 培养团队合作与交流的能力，以及良好的职业道德和职业情感，提高适应职业变化的能力。

四、学习方法

“化工制图”是一门既有理论又注重实践的课程，学习时应注意以下几点。

① 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，学习时不能死记硬背。通过由空间到平面、由平面到空间的一系列循序渐进的练习，不断提高空间思维能力和表达能力。

② 本课程的特点是实践性较强。只有通过反复实践，完成一系列的练习和尺规图作业，才能不断提高读图和画图的能力。在学习过程中，应正确掌握绘图仪器和工具的使用方法，不断提高手工绘图技巧。完成尺规图作业前，必须详细阅读作业指导书，做到动手前心中有数，以便提高完成作业的速度和质量。

③ 要重视学习和严格遵守制图方面的国家标准和行业标准，对常用的标准应该牢记并能熟练地运用。

第一章 制图基本知识

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。因此，在设计、绘制和阅读图样时，必须严格遵守制图国家标准和行业标准。

第一节 制图国家标准简介

图样是现代生产中的重要技术文件。为了便于管理和交流，国家质量监督检验检疫总局发布了《技术制图》和《机械制图》国家标准，对图样的内容、格式、表达方法等都作了统一规定，如图 1-1 所示。



图 1-1 制图国家标准样本

例如，“GB/T 14689—2008”称为标准编号，“GB/T”称为“推荐性国家标准”，简称“国标”。其中 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。“14689”是该标准的顺序号。“2008”表示该标准发布的年号，标注时可省略。

一、图纸幅面和格式 (GB/T 14689—2008)

1. 图纸幅面

为了使图纸幅面统一，便于装订和保管以及符合缩微复制原件的要求，绘制技术图样时，应优先采用基本幅面，如表 1-1。基本幅面共有五种，其尺寸关系如图 1-2 所示。

幅面代号的几何含义，实际上就是对 0 号幅面的对开次数。如 A1 中的“1”，表示将全

表 1-1 图纸幅面/mm

图纸代号	幅面尺寸 $B \times L$	留边宽度		
		a	c	e
A0	841×1189	25	10	20
A1	594×841			
A2	420×594		5	10
A3	297×420			
A4	210×297			

注： a 、 c 、 e 为留边宽度，参见图 1-3、图 1-4。

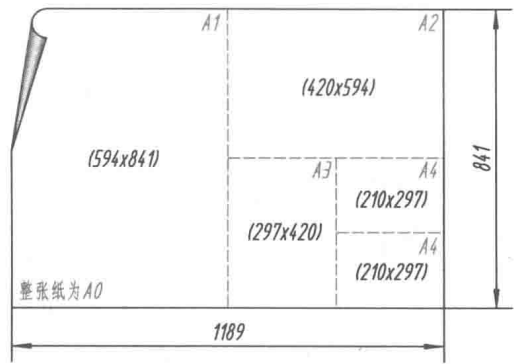


图 1-2 基本幅面的尺寸关系

张纸（A0 幅面）长边对折裁切一次所得的幅面；A4 中的“4”，表示将全张纸长边对折裁切四次所得的幅面。

2. 图框格式

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 1-3 所示，尺寸按表 1-1 的规定。

留有装订边的图纸，其图框格式如图 1-4 所示，尺寸按表 1-1 的规定。

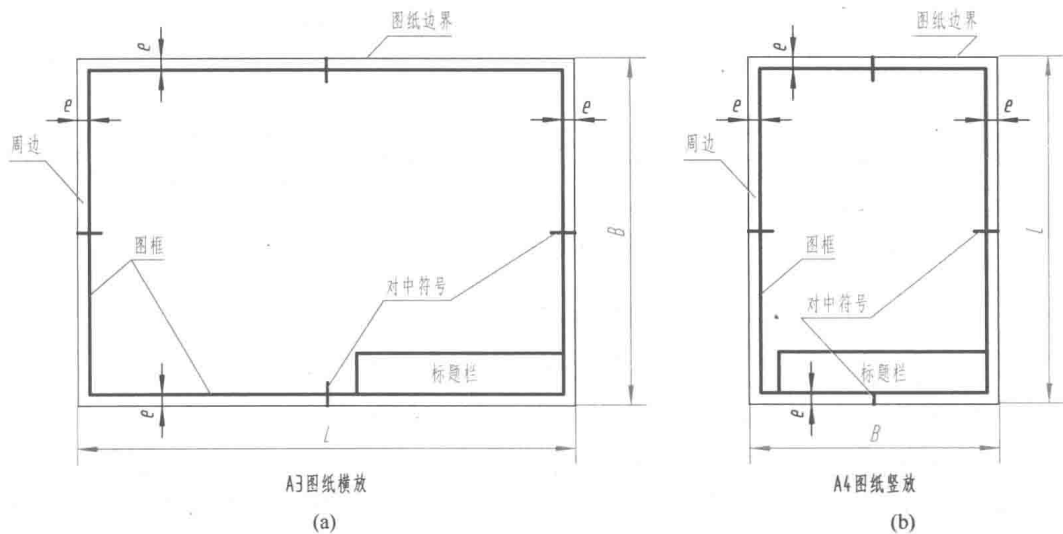


图 1-3 不留装订边的图框格式

3. 标题栏的方位

每张图样都必须画出标题栏。标题栏的格式和尺寸应按《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，建议采用图 1-5 的简化格式。标题栏的位置应位于图纸的右下角，如图 1-3、图 1-4 所示。标题栏中的文字方向为看图方向。

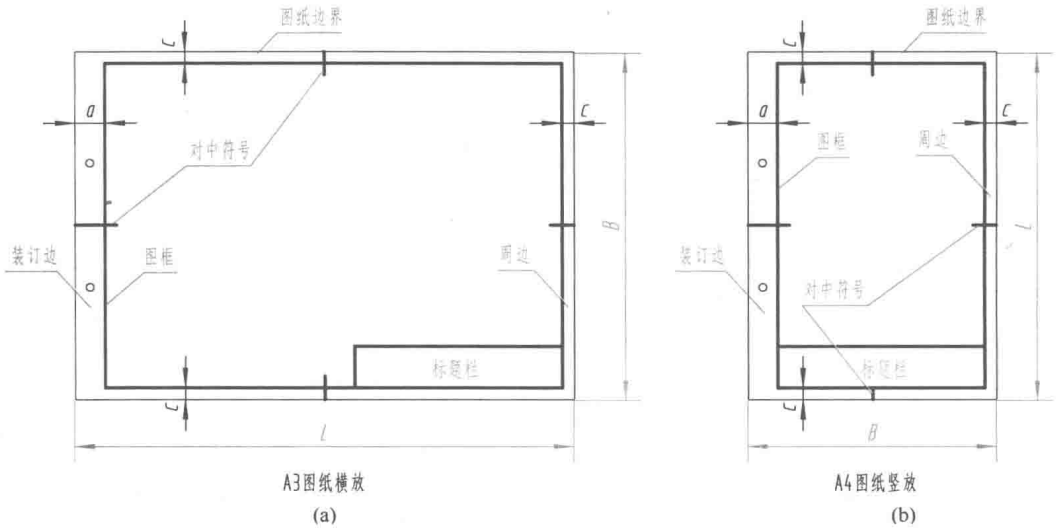


图 1-4 留有装订边的图框格式

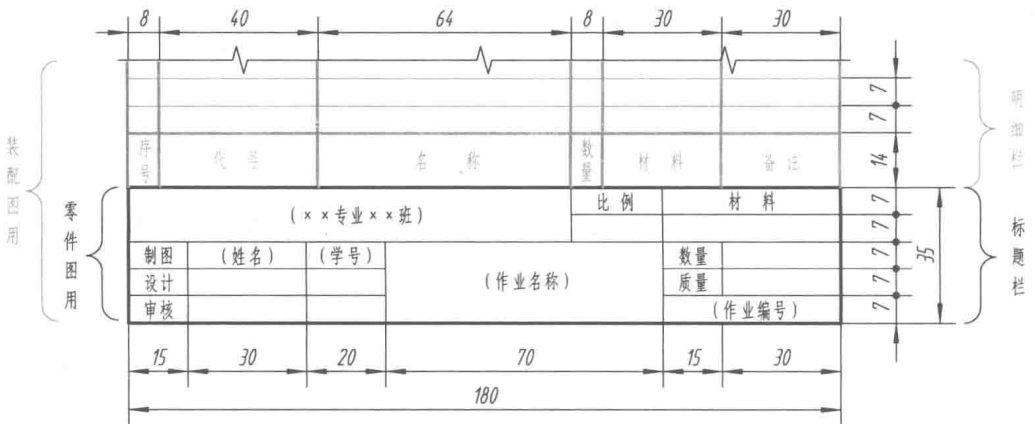


图 1-5 简化标题栏和明细栏的格式

4. 对中符号

为了使图样复制和缩微摄影时定位方便，对基本幅面的各号图纸，均应在图纸各边的中点处分别画出对中符号。对中符号用粗实线绘制，线宽不小于 0.5mm，长度从图纸边界开始至伸入图框内约 5mm。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，如图 1-3(b)、图 1-4(b) 所示。

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。绘制图样时，应由表 1-2 “优先选择系列” 中选取适当的绘图比例。必要时，允许从表 1-2 “允许选择系列” 中选取。为了从图样上直接反映出实物的大小，绘图时应尽量采用原值比例。

比例符号应以“:”表示，其表示方法为 1:1、1:2、5:1 等。比例一般应标注在标题栏中的“比例”栏内。绘图时不论采用何种比例，图形中所标注的尺寸数值必须是实物的实际大小，如图 1-6 所示。

表 1-2 比例系列

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 : 4 1 : 6 1 : 1.5 × 10 ⁿ 1 : 2.5 × 10 ⁿ 1 : 3 × 10 ⁿ 1 : 4 × 10 ⁿ 1 : 6 × 10 ⁿ

注：n 为正整数。

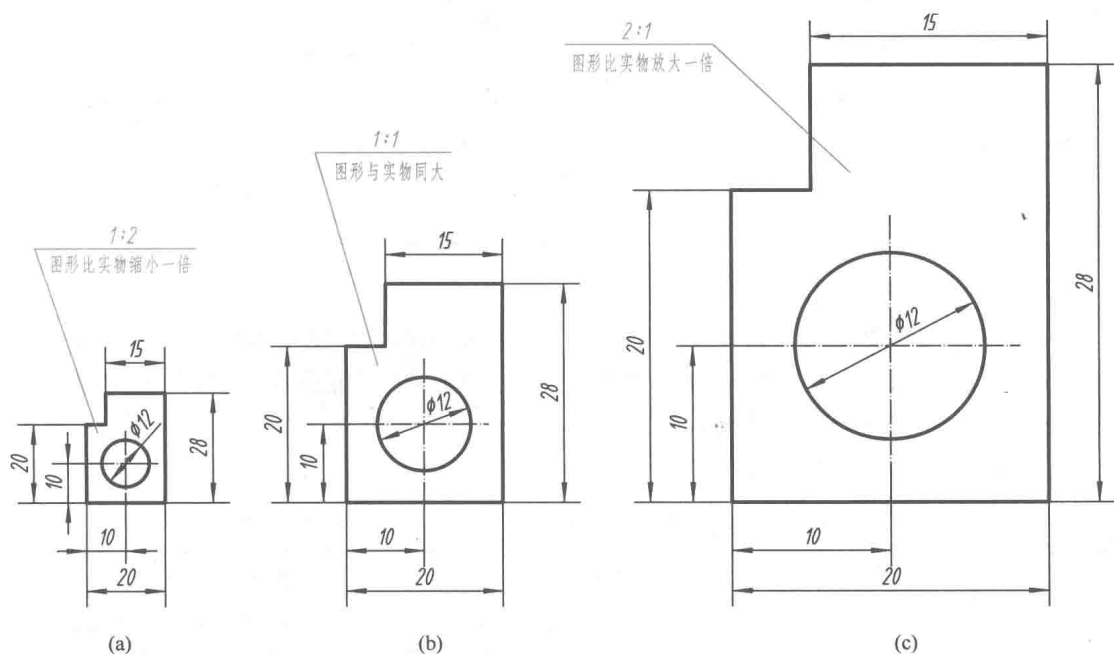


图 1-6 图形比例与尺寸的关系

三、字体 (GB/T 14691—1993)

1. 基本要求

① 在图样中书写的汉字、数字和字母，要尽量做到“字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐”。

② 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, 20mm。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。

③ 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 不应小于 3.5mm，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

书写长仿宋体字的要领是：横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。

④ 字母和数字分 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。在同一张图样上，只允许选用一种型式的字体。

⑤ 字母和数字可写成斜体或直体。斜体字字头向右倾斜，与水平线成 75° 。

2. 字体示例

汉字、数字和字母的示例，见表 1-3。



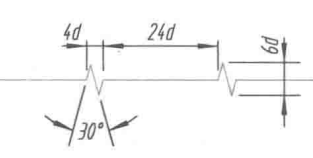

表 1-3 字体示例

字 体		示 例
长仿宋体 汉字	5 号	学好化工制图，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	大写斜体	ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
	小写斜体	abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
阿拉伯 数字	斜体	0123456789
	正体	0123456789
字体应用示例		$10J55(\pm 0.003)$ $M24-6h$ $R8$ 10^3 S^{-1} 5% D_1 T_d 380 kPa m/kg $\phi 20^{+0.010}_{-0.023}$ $\phi 25^{H6}_{/15}$ $\frac{II}{1:2}$ $\frac{3}{5}$ $\frac{A}{5:1}$ $\sqrt{Ra6.3}$ 460 r/min 220 V $1/\text{mm}$



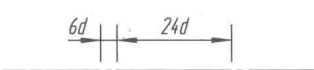


四、图线 (GB/T 4457.4—2002)

图线是指起点和终点间以任意方式连接的一种几何图形，形状可以是直线或曲线、连续线和不连续线。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常用的九种线型，其名称、型式、宽度及一般应用见表 1-4，图线的应用示例如图 1-7(b) 所示。

表 1-4 常用的图线 (摘自 GB/T 4457.4—2002)

名 称	线 型	线 宽	一 般 应 用
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、网格线
波浪线		$d/2$	断裂处边界线、视图与剖视图的分界线
双折线		$d/2$	
粗实线		d	可见棱边线、可见轮廓线、相贯线、螺纹牙顶线、螺纹长度终止线、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

续表

名称	线型	线宽	一般应用
细虚线		$d/2$	不可见棱边线、不可见轮廓线
粗虚线		d	允许表面处理的表示线
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
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

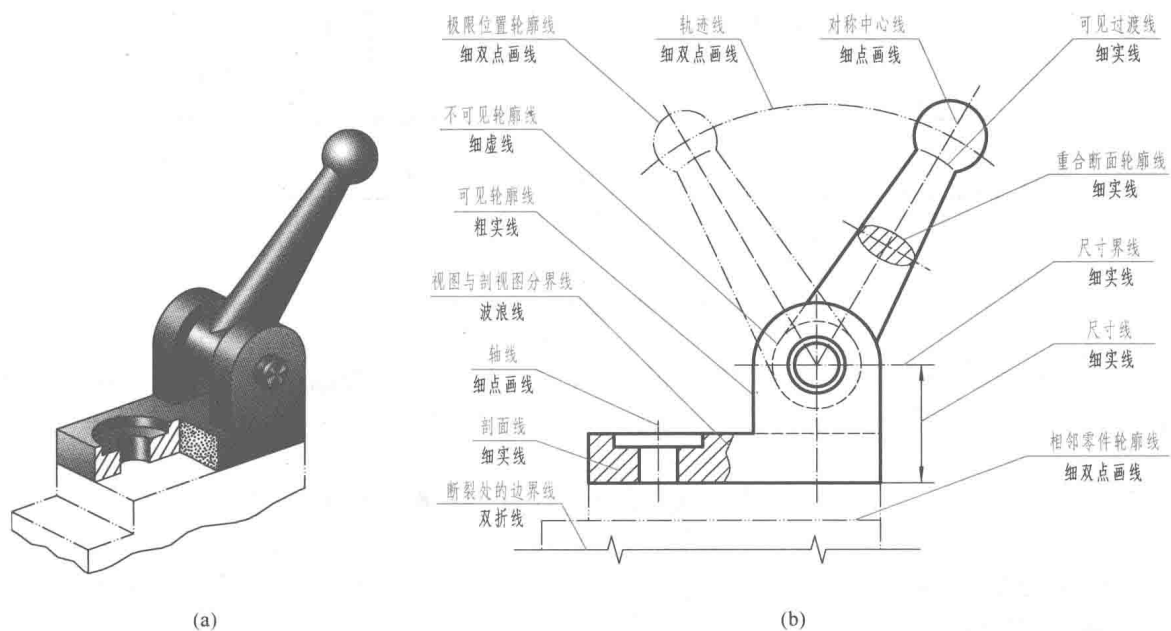


图 1-7 图线的应用示例

1. 图线规格

图线分为粗细两种规格。粗线的宽度 d 应按图的大小和复杂程度，在 $0.5 \sim 2\text{mm}$ 之间选择。建议粗线采用 $d=0.7\text{mm}$ ，细线的宽度约为 $d/2$ 。

图线宽度系列为：0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2mm。

2. 图线画法

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

实际绘图时，图线的首、末两端应是“画”，不应是“点”；图线(实线或细虚线)相交时，应以“画”相交，而不应该是“点”或“间隔”；细虚线是实线的延长线、或细虚线圆弧与实线相切时，细虚线应留出间隔，如图 1-8、图 1-9 所示。

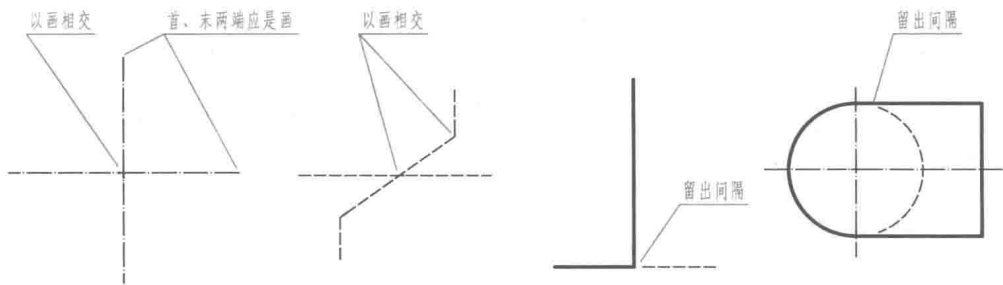


图 1-8 图线相交的画法

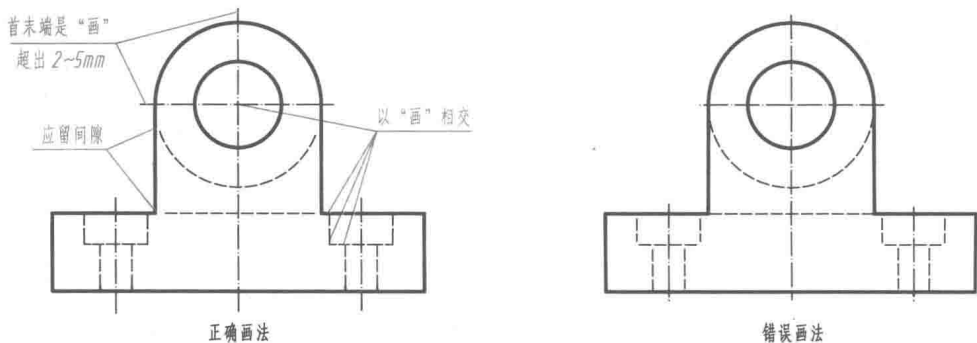


图 1-9 图线画法的正误对比

画圆的中心线时，圆心应是“画”的交点，细点画线的两端应超出轮廓线 2~5mm；当圆的图形较小（直径小于 12mm）时，允许用细实线代替细点画线。

第二节 标注尺寸的基本规则

图形及图样上的尺寸，是加工制造零件的主要依据。如果尺寸标注错误、不完整或不合理，将给生产带来困难，甚至生产出废品而造成浪费。

一、基本规则

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 图样中的尺寸，以 mm(毫米)为单位时，不需标注计量单位的代号或名称，如果采用其他单位，则必须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，为该图样所示零件的最后完工尺寸，否则应另加说明。

④ 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。

二、尺寸的构成

每个完整的尺寸，一般由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字组成，通常称为尺寸三要素，如

图 1-10 所示。

1. 尺寸界线

尺寸界线表示尺寸的度量范围，用细实线绘制。尺寸界线由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出，也可利用这些线作为尺寸界线。尺寸界线一般应与尺寸线垂直，且超过尺寸线箭头 2~3mm，必要时也允许倾斜，如图 1-11 所示。

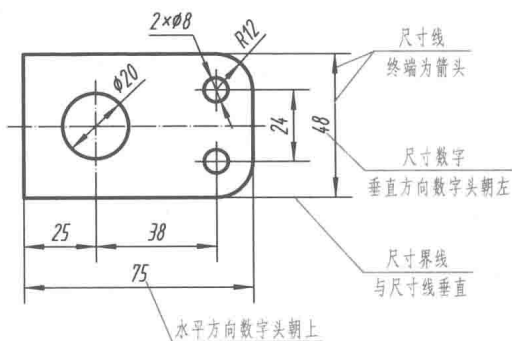


图 1-10 尺寸三要素

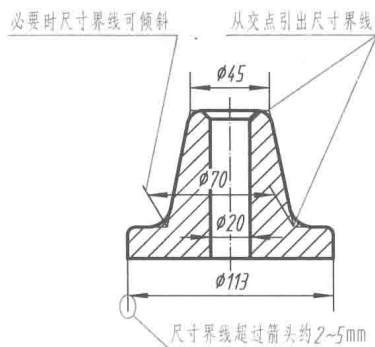


图 1-11 尺寸界线的画法

2. 尺寸线

尺寸线表示尺寸的度量方向，用细实线绘制。尺寸线不能用图中的任何图线来代替，也不得画在其他图线的延长线上。线性尺寸的尺寸线应与所标注的线段平行；尺寸线与尺寸线之间、或尺寸线与尺寸界线之间应尽量避免相交，因此，在标注尺寸时，应将小尺寸放在里面，大尺寸放在外面，如图 1-12(a) 所示。

尺寸线终端有箭头和斜线两种形式，其画法如图 1-12(c) 所示。同一图样上只能采用一种形式。机械图样上一般采用箭头，箭头表示尺寸的起、止，其尖端应与尺寸界线接触。

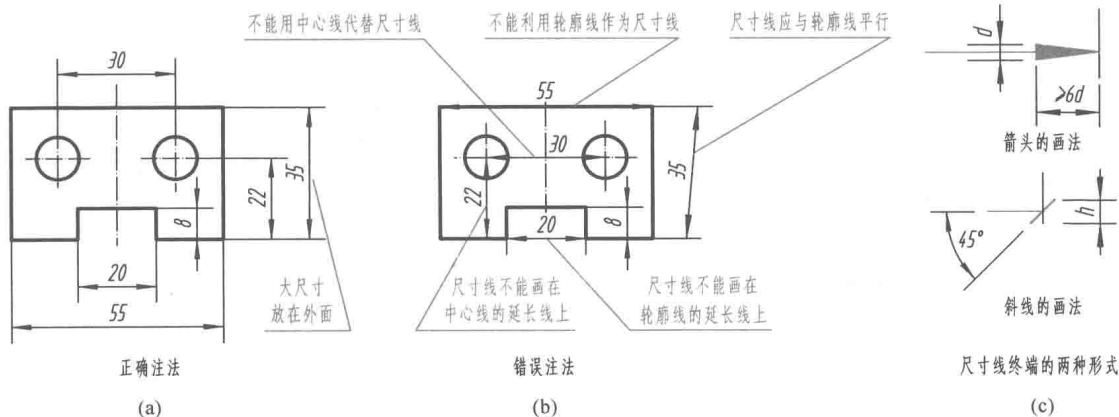


图 1-12 尺寸线的画法

3. 尺寸数字

尺寸数字表示零件的实际大小。尺寸数字一般用 3.5 号标准字体书写。线性尺寸的尺寸数字，一般应填写在尺寸线的上方或中断处，如图 1-13(a) 所示；线性尺寸数字的书写方向：水平方向字头朝上、竖直方向字头朝左，并应尽量避免在图 1-13(b) 所示 30° 范围内标注尺寸。当无法避免时，可按图 1-13(c) 的形式标注。

尺寸数字不允许被任何图线所通过，当不可避免时，必须把图线断开，如图 1-14 所示。

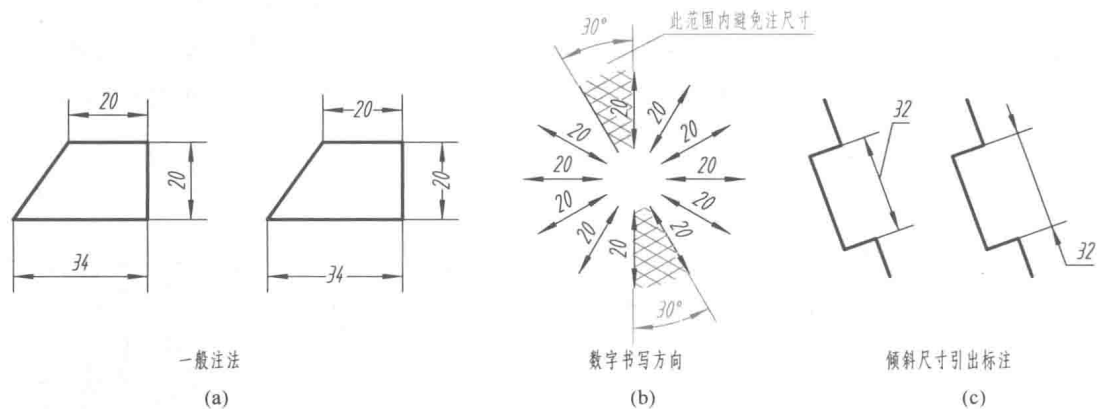


图 1-13 线性尺寸的注写方向

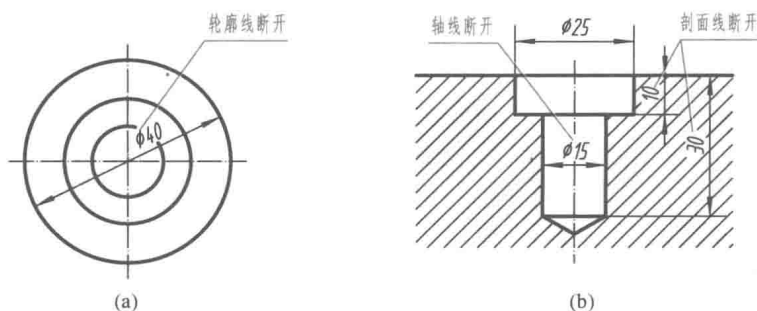


图 1-14 任何图线不能通过尺寸数字

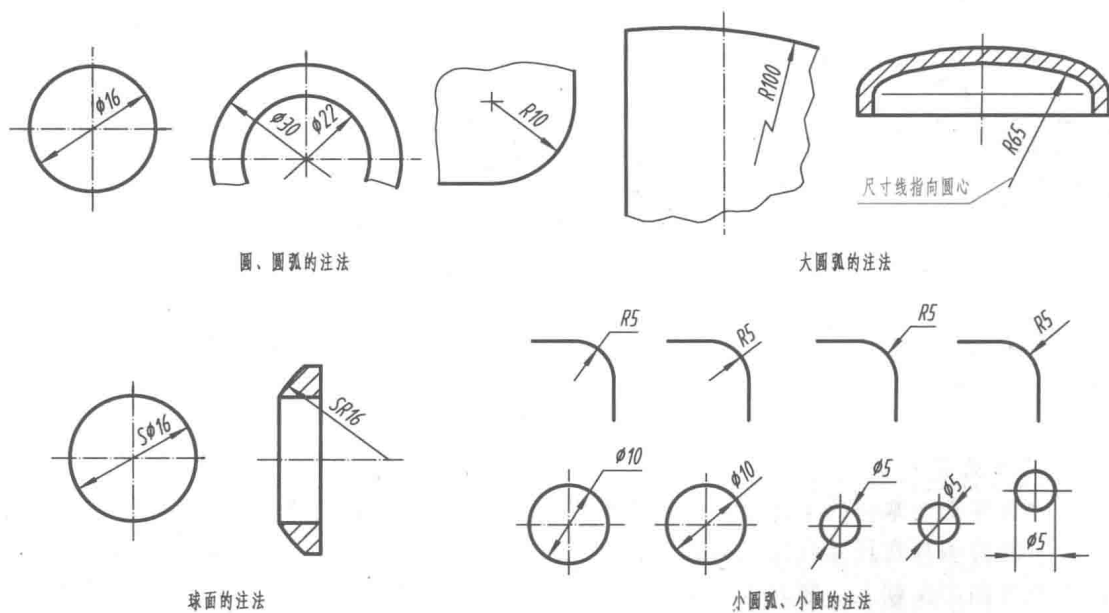


图 1-15 圆、圆弧及球面尺寸的标注