



普通高等教育规划教材

化工制图

吕安吉 郝坤孝 主编

HUAGONG
ZHITU



化学工业出版社

普通高等教育规划教材

化工制图

吕安吉 郝坤孝 主编



HUAGONG
ZHITU



化学工业出版社

· 北京 ·

本书是根据教育部制定的高等学校工科“画法几何及工程制图课程教学基本要求”编写而成的。本书的主要内容包括：制图基本知识、投影基础、立体的表面交线、组合体、轴测图、机件的表达方法、标准件与常用件、零件图、装配图、化工设备图、化工工艺图、AutoCAD 基础知识等。

本教材有《化工制图习题集》(郝坤孝、吕安吉主编)配套使用。

本教材可作为普通高等学校本科、高职高专化工类专业教材,也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

化工制图/吕安吉,郝坤孝主编. —北京:化学工业出版社,2011.6

普通高等教育规划教材

ISBN 978-7-122-11172-2

I. 化… II. ①吕…②郝… III. 化工机械-机械制图-高等学校-教材 IV. TQ050.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 076270 号

责任编辑:高 钰

文字编辑:项 激

责任校对:周梦华

装帧设计:史利平

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:北京永鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 22 $\frac{3}{4}$ 字数 496 千字 2011 年 7 月北京第 1 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:39.50 元

版权所有 违者必究

前 言

本教材是根据教育部制定的高等学校工科“画法几何及工程制图课程教学基本要求”编写而成的。

本教材的主要内容包括：制图基本知识、投影基础、立体的表面交线、组合体、轴测图、机件的表达方法、标准件与常用件、零件图、装配图、化工设备图、化工工艺图、AutoCAD基础知识等。

随着科技的迅猛发展，以及计算机技术的普及应用，本课程无论是课程体系，还是教学内容、教学方法和教学手段都发生了深刻的变化。因此，本教材以加强学生综合素质、创造性思维及创新能力的培养为出发点，尽量反映新知识、新内容，体现行业特色，应用现代科学技术，采用先进的教学方法和教学手段。

本教材具有以下特点：

① 注重最新国家标准和部颁标准的推广，突出绘图、读图能力的培养，力求贯彻理论联系实际原则，更符合高等教育的培养目标。

② 力求提高书中插图质量，图例明显，代表性强，使其达到清晰、醒目、秀美的效果。

③ 在内容设置上力求使投影理论部分以应用为目的，以机件表达方法为中介，以机械制图为基础，强化了化工行业和生产的针对性和实用性。在结构上力求做到画图和读图相结合，画图与尺寸标注相结合。

④ AutoCAD 基本知识采用 AutoCAD 2009 版本，并精选内容，做到在允许的学时范围内，达到能绘制二维图形的目的。

本教材可作为普通高等学校本科、高职高专化工类专业 80~150 学时化工制图的教材，也可供有关工程技术人员参考。

本教材有《化工制图习题集》（郝坤孝、吕安吉主编）配套使用。

参加本教材编写工作的有：吕安吉、郝坤孝、季阳萍、刘雯，由吕安吉、郝坤孝主编，张星明主审。

由于编者水平有限，书中欠妥之处，敬请读者批评指正。

编 者
2011 年 3 月

目 录

绪 论	1
第 1 章 制图的基本知识	3
1.1 国家标准关于制图的基本规定	3
1.2 绘图工具及使用	11
1.3 几何作图	13
1.4 平面图形的画法	18
1.5 绘图的方法和步骤	21
第 2 章 投影基础	24
2.1 投影法	24
2.2 物体的三视图	25
2.3 点的投影	28
2.4 直线的投影	31
2.5 平面的投影	38
2.6 直线与平面、平面与平面的相对位置	44
2.7 立体的投影	53
第 3 章 立体的表面交线	60
3.1 截交线	60
3.2 相贯线	69
第 4 章 组合体	76
4.1 组合体的形体分析	76
4.2 组合体三视图的画法	79
4.3 组合体的尺寸标注	82
4.4 组合体视图的识读	84
第 5 章 轴测图	93
5.1 轴测图的基本知识	93
5.2 正等轴测图	94
5.3 斜二轴测图	100
5.4 轴测剖视图	101
第 6 章 机件的表达方法	103
6.1 视图	103
6.2 剖视图	105
6.3 断面图	115
6.4 其他表达方法	117
6.5 第三角画法简介	122
第 7 章 标准件和常用件	124
7.1 螺纹	124

7.2	螺纹紧固件及其连接	130
7.3	键、销连接	134
7.4	齿轮	136
7.5	螺旋件	144
7.6	滚动轴承	148
第8章	零件图	151
8.1	零件图概述	151
8.2	零件图的视图选择	153
8.3	零件上的常见工艺结构	159
8.4	零件图的尺寸标注	162
8.5	表面结构的表示法	167
8.6	极限与配合的基本概念	171
8.7	几何公差——形状、方向、位置和跳动公差基本知识(GB/T 1182—2008)	180
8.8	零件图的阅读	183
8.9	零件测绘	185
第9章	装配图	190
9.1	装配图概述	191
9.2	装配图的表达方法	191
9.3	装配图的画法步骤	194
9.4	装配图的标注	196
9.5	装配工艺结构	198
9.6	读装配图	200
9.7	由装配图拆画零件图	203
第10章	化工设备图	206
10.1	概述	206
10.2	化工设备常用零部件简介	209
10.3	化工设备图的表达特点	218
10.4	化工设备图的标注	224
10.5	化工设备图中焊缝的表达 (GB/T 324—2008)	233
10.6	化工设备图的绘制与阅读	239
第11章	化工工艺图	248
11.1	工艺流程图	248
11.2	设备布置图	257
11.3	管道布置图	265
11.4	管道轴测图	275
第12章	AutoCAD 基础知识	279
12.1	AutoCAD 基础	279
12.2	绘图环境的设置	286
12.3	基本绘图命令	291
12.4	图形编辑命令	295
12.5	尺寸标注	307
12.6	综合应用实例	311

附录	324
附录 1 螺纹	324
附录 2 螺栓	326
附录 3 极限与配合	335
附录 4 常用材料及热处理	339
附录 5 化工设备的常用标准化零部件	341
附录 6 化工工艺图中的有关图例	350
参考文献	355

绪 论

0.1 本课程的研究对象

工程图学主要研究绘制和阅读工程图样的理论与技术。工程图样普遍应用于工程领域，用于表达和传递制造信息的重要媒介，在技术与管理工作中有着广泛的作用。就机械工程领域和化工工程领域而言，主要采用机械图样和化工图样，从机械图样和化工图样中可以了解机器和化工设备的形状、尺寸和技术要求，以及其他如材料的准备、产品的检验等信息。因此，工程图样是组织和指导生产的重要技术文件，是表达和交流技术思想的工具，被称为工程界的“技术语言”，因此，工程技术人员必须掌握绘制工程图样的理论和方法。

随着计算机工业的发展，计算机绘图应运而生，近年来成为发展最迅速、最引人注目的技术之一。利用计算机完成工程图样信息的产生、加工、存储和传递等环节已成为工程界广泛采用的方法和技术。计算机绘图成为与工程制图学密切联系、不可分割、甚至相互融合的知识内容。

0.2 本课程内容

本课程的主要内容有投影理论基础、国家标准关于技术制图、机械制图的有关规定、图样的表达和绘图方法与技能。

投影理论基础主要研究空间几何元素点、直线、平面以及各种立体在投影体系中的投影规律和性质，建立空间几何元素的空间形位和投影之间的关系，建立各投影图之间的相互关系，以实现三维形状的二维准确图示和三维几何问题的二维正确图解。

机械制图主要涉及机械图样的基本规范，机件的表达方法、标准零件和常用零件的规定画法以及零件图和装配图中各项内容的画法，要深刻理解与机械制图相关的国家标准《技术制图》、《机械制图》中的规定，熟练正确地应用到绘图实践中。

化工制图包括化工设备图和化工工艺图。化工制图是在《技术制图》、《机械制图》的基础上，又采用了一些适合化工生产的规定和方法绘制成为化工图样，用以满足化工工程的需要。

绘图方式分传统手工绘图和计算机绘图。传统手工绘图分借助仪器精确绘图和徒手绘图，是牢固掌握绘图方法的基础和必要环节。计算机绘图需要依托一定的绘图软件，大部分绘图软件的操作原理和方法都类似，AutoCAD 软件具有普遍的代表性。

0.3 本课程任务

本课程的任务主要有以下几点：

- ① 掌握使用投影法用二维平面图形表达三维空间形状的能力；
- ② 培养和发展学生的空间想象能力和空间思维能力；
- ③ 培养仪器绘图，徒手绘图的能力；
- ④ 培养阅读机械图样、化工图样的能力；
- ⑤ 培养工程意识，贯彻专项国家标准意识；
- ⑥ 培养使用 AutoCAD 绘制机械图样、化工图样的能力。

0.4 本课程的学习方法

本课程是一门既有理论又有实践的技术基础课，在学习过程中，主要有以下方法：

① 必须注重理论联系实际，勤思考、多动手，掌握正确的读图、画图的方法和步骤，提高绘图技能。

② 在学习过程中应掌握基本概念、基本理论和基本方法，在此基础上由浅入深地进行绘图和读图实践，逐步提高空间想象能力、空间思维能力、分析问题能力和解决问题能力。

③ 学习过程中，必须注意空间几何关系的分析以及空间形体与其投影之间的相互联系，“由物到图，再从图到物”进行反复思考。

④ 由于工程图样在生产中起着很重要的作用，绘图和读图的差错，都会带来损失，所以在学习过程中，应养成认真负责的态度和严谨细致的作风。本课程只能为学习者的绘图和读图能力打下初步基础，在后续课程学习以及生产实习、课程设计和毕业设计中，还要继续提高。

⑤ 认真听课，用心习题，深刻领会课程内容，很好地将理论与实践相结合，不断提高绘图和读图能力。

第 1 章 制图的基本知识

1.1 国家标准关于制图的基本规定

图样是现代工业生产中的重要技术文件，是人们表达和交流技术思想，组织生产与施工的重要工具，是工程技术人员的“语言”。因此，图样的绘制必须严格遵守统一的规范，这个统一的规范就是国家质量监督检验检疫总局制定的一系列有关《技术制图》与《机械制图》的国家标准，简称国标，用 GB 或 GB/T 表示。本节将对该标准中有关图纸幅面、格式、比例、字体、图线以及尺寸标注等做一简要介绍。

1.1.1 图纸幅面及格式（GB/T 14689—1993）

GB 为“国标”的汉语拼音第一个字母，“T”为推荐执行，“14689”为该标准编号，“1993”指该标准是 1993 年颁布的。

（1）图幅

为了便于装订、保管和技术交流，国家标准对图纸幅面的尺寸大小作了统一规定。绘制技术图样时，应优先采用表 1-1 规定的基本幅面，幅面代号为 A0、A1、A2、A3、A4 共 5 种。其中 A0 幅面尺寸最大，A1 幅面为 A0 幅面延长边对折，依此类推，后一幅面是前一幅面面积的 1/2。

表 1-1 图纸基本幅面及图框格式尺寸 mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B\times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
c	10			5	
a	25				
e	20		10		

（2）图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框，其格式分为留有装订边和不留装订边两种，同一产品的图样只能采用同一种格式。留有装订边的图纸，其图框格式如图 1-1 所示，不留装订边的图纸，其图框格式如图 1-2 所示。它们的周边尺寸都按表 1-1 的规定。

（3）标题栏

每张工程图样中均应画出标题栏，其位置一般在图纸的右下角。实际工作中，应采用国家标准 GB/T 10609.1—2008 规定的标题栏的组成、尺寸及格式等内容。学习阶段可采用如图 1-3、图 1-4 所示的标题栏格式和尺寸。

标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时，构成 X 型图纸，如图 1-1（a）和图 1-2（a）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 1-1（b）和图 1-2（b）所示。此时，看图的方向与看标题栏中文字的方向一致。

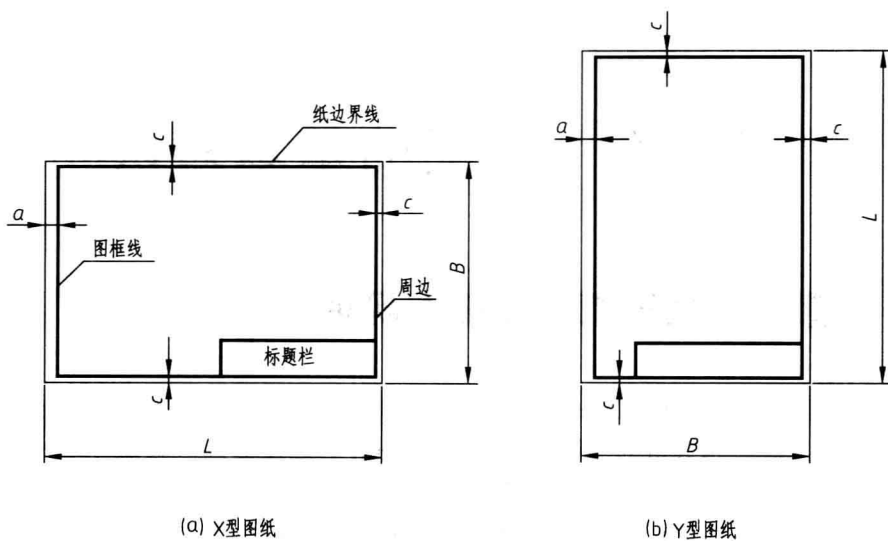


图 1-1 留有装订边图框格式

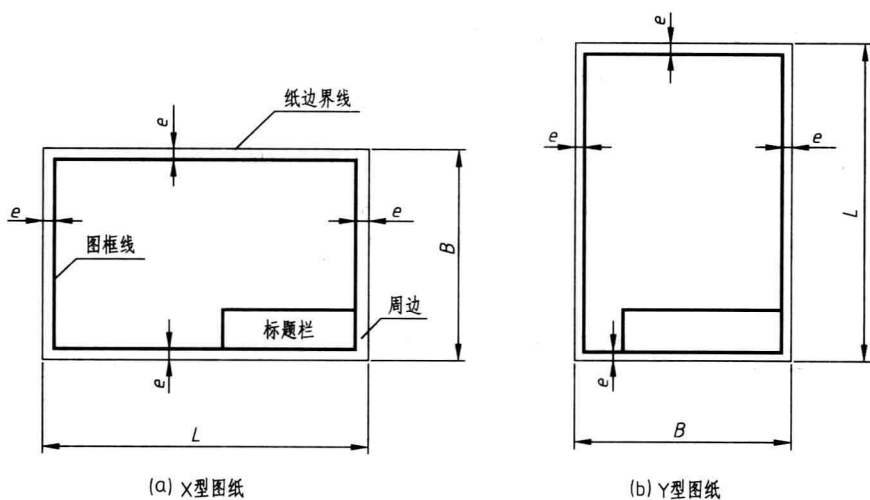


图 1-2 无装订边图框格式

62			12	12		12	7	28	
(零件名称)			数量		材料	图号			
			比例						
制图	(姓名)	(学号)	太原科技大学化学与生物工程学院 系 班						
审核									
12	25	25							
130									

图 1-3 零件图用标题栏

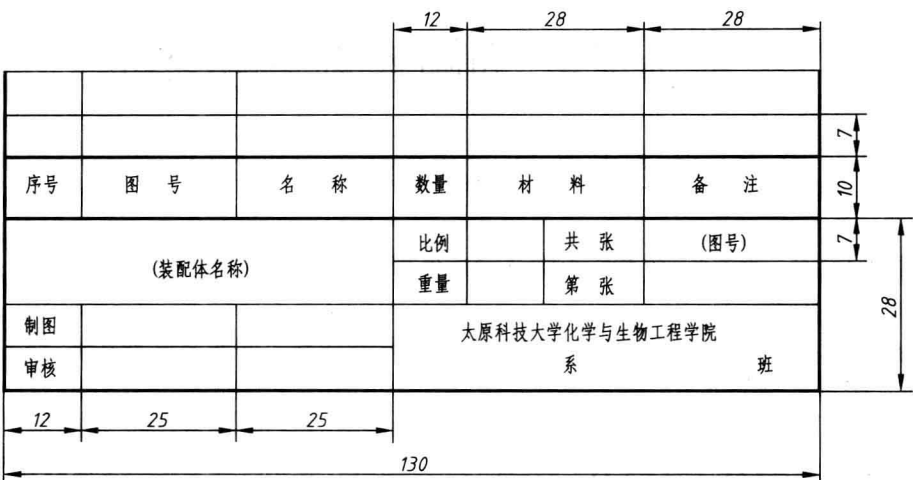


图 1-4 装配图用标题栏与明细表

1.1.2 比例 (GB/T 14690—1993)

比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。比例符号为“：”，比例按其比值大小可分为原值比例、缩小比例和放大比例三种，其比例分别为等于 1、小于 1 和大于 1。

绘图时，所用的比例应符合表 1-2 中的规定。优先选用第一系列，尽量采用 1：1 的原值比例，必要时允许选用第二系列比例。

同一机件的各个视图应采用相同的比例，并应将所选比例填写在标题栏中，必要时也可注写在视图下方或右侧。

表 1-2 比例

种 类	第 一 系 列	第 二 系 列
原值比例	1：1	
放大比例	2：1 5：1 1×10 ⁿ ：1 2×10 ⁿ ：1 5×10 ⁿ ：1	2.5：1 4：1 2.5×10 ⁿ ：1 4×10 ⁿ ：1
缩小比例	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。

1.1.3 字体 (GB/T 14691—1993)

在图样中除了表示物体形状的图形外，还必须用文字、数字和字母说明物体的大小及技术要求等内容。图样中书写字体必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体的高度（用 h 表示）代表字体的号数，其公称尺寸系列为：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。

(1) 汉字

汉字应采用我国正式公布推广的简化字，并写成长仿宋体字。汉字的高度 h 不应小于 3.5mm，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。为保证字体大小一致和排列整齐，书写时可先打格子，然后写字。

长仿宋体字的书写要领：横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。

汉字示例如下。

10 号字

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

7 号字

横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

5 号字

技术制图机械化工设备土木建筑焊接螺纹轴承零件图装配图工艺图

(2) 字母和数字

数字和字母可写成直体和斜体，斜体字的字头向右倾斜，与水平基准线成 75° 。

① 拉丁字母示例如下。

大写斜体：

ABCDEFGHIJKLMNPOQ

小写斜体：

abcdefghijklmnopq

② 数字示例如下。

斜体：

1234567890

直体：

1234567890

③ 罗马数字示例如下。

斜体：*I II III IV V VI VII VIII IX X*

直体：I II III IV V VI VII VIII IX X

1.1.4 图线 (GB/T 4457.4—2002)

(1) 图线型式及应用

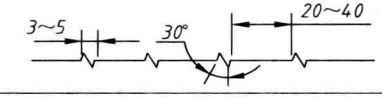
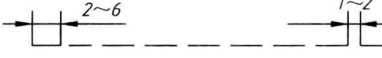
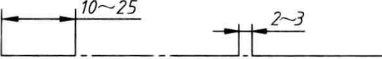
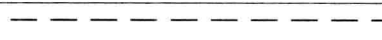
所有线型的图线宽度应按图样的复杂程度和大小来确定，在 0.18mm、0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1.0mm、1.4mm、2.0mm 中选取。绘图中的粗实线图线宽度 b 在 0.5~2.0mm 间选取。

在机械图样中采用粗、细两种线宽，它们之间的比例为 2 : 1，在绘制图形时，常用的图线见表 1-3，粗实线的宽度 b 一般取 0.7mm。图线应用举例如图 1-5 所示。

表 1-3 机械制图的图线型式及应用 (摘自 GB/T 4457.4—2002)

图线名称	图线型式	图线宽度	主要用途
粗实线		b	可见轮廓线
细实线		$b/2$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、指引线及重合断面轮廓线、可见过渡线等
波浪线		$b/2$	断裂处的边界线、局部剖视图中剖与未剖部分的分界线等

续表

图线名称	图线型式	图线宽度	主要用途
双折线		$b/2$	断裂处的边界线
细虚线		$b/2$	不可见轮廓线
细点画线		$b/2$	轴线、对称中心线等
细双点画线		$b/2$	极限位置的轮廓线、相邻辅助零件的轮廓线等
粗点画线		b	有特殊要求的范围表示线
粗虚线		b	允许表面处理的表示线

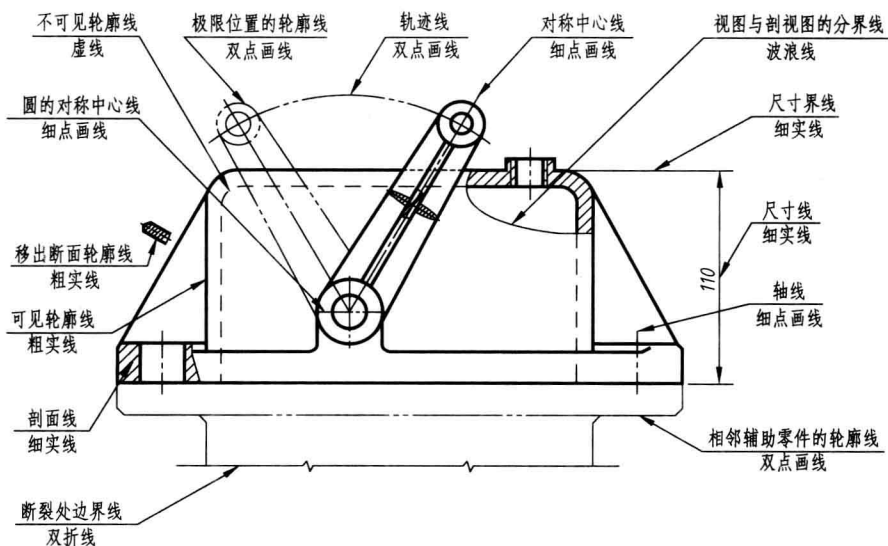


图 1-5 图线应用举例

(2) 图线的画法

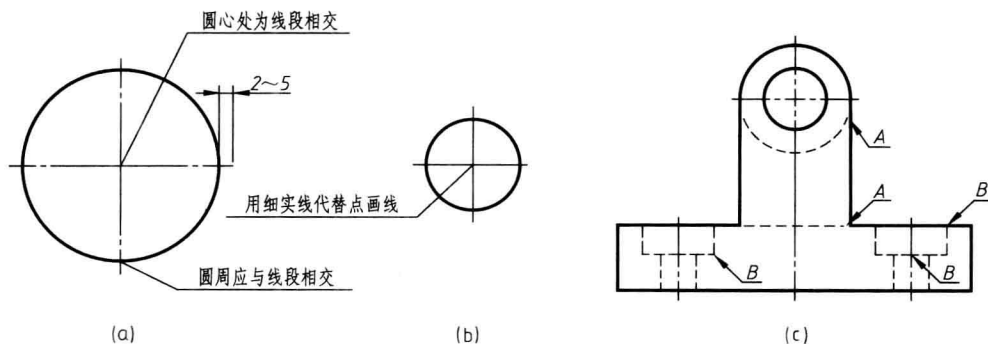


图 1-6 画图线的注意点

① 画圆首先要用垂直相交的两条点画线确定圆心，圆心处应为线段相交，如图 1-6 (a) 所示。点画线（双点画线）的首末两端应是线段而不是点，且两端应超出圆外 2~5mm。

② 在较小的图形上画点画线（双点画线）有困难时，可用细实线代替，如图 1-6 (b) 所示。

③ 点画线、虚线与其他图线相交时都应是线段相交，不能交在空隙处，如图 1-6 (c) 中 B 处所示。当虚线处在粗实线的延长线上时，应先留空隙，再画虚线的短线，如图 1-6 (c) 中 A 处所示。

④ 两条平行线（包括剖面线）之间的距离应不小于粗实线的 2 倍宽度，其最小距离不得小于 0.7mm。

⑤ 在同一张图样中，同类图线的宽度应一致，并保持线型均匀，颜色深浅一致。

1.1.5 尺寸标注 (GB/T 4458.4—2003)

图形只能表达机件的形状，而机件的大小必须通过标注尺寸来表示。标注尺寸是制图中一项极其重要的工作，必须认真、细致，以免给生产带来不必要的困难和损失，标注尺寸时必须按国家标准的规定标注。

(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（即与绘图比例）及绘图的准确度无关。

② 图样中（包括技术要求和其他说明）的尺寸，以毫米（mm）为单位时，不需要标注“mm”或“毫米”；如采用其他单位，则必须注明相应单位的代号或名称。

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 机件上的每一个尺寸，一般只标注一次，并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

⑤ 尽可能使用符号和缩写词。常见符号和缩写词见表 1-4。

表 1-4 常见符号和缩写词

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	正 方 形	$\square$	埋头孔	∇
半径	R	45°倒角	C	均布	EQS
球面直径	S ϕ	深度	$\downarrow$	厚度	t
球面半径	SR	沉孔或铰平	$\perp$		

(2) 尺寸的组成

完整的尺寸由尺寸界线、尺寸线、尺寸数字和尺寸线终端等要素组成，如图 1-7 (a) 所

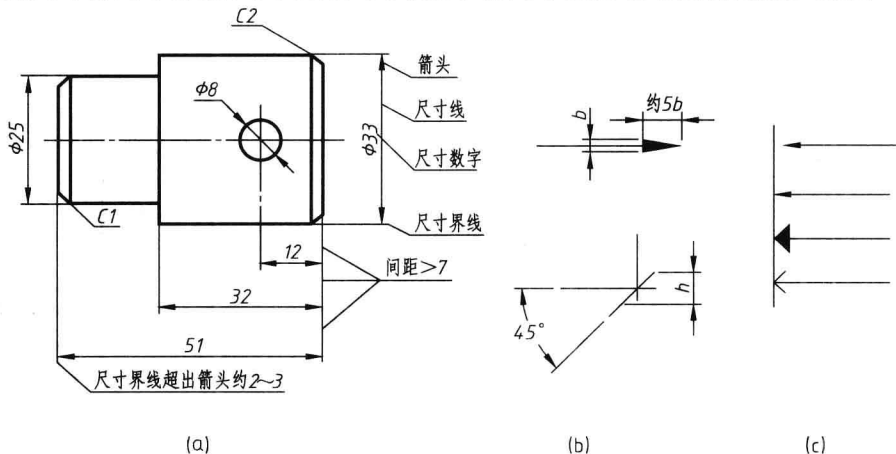


图 1-7 尺寸的组成

示。图中的尺寸线终端可以有箭头、斜线两种形式。尺寸线终端的形式如图 1-7 (b) 所示, 适应于各类图样。图 1-7 (c) 所示箭头的画法不符合要求。

(3) 常见尺寸的标注方法

常见尺寸的标注方法见表 1-5。

表 1-5 尺寸的标注方法

项目	说 明	图 例
尺寸界线	① 尺寸界线表示尺寸的度量范围, 用细实线绘制, 并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出, 也可以利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线 ② 尺寸界线应与尺寸线垂直。当尺寸界线过于贴近轮廓线时, 允许倾斜画出 ③ 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	
尺寸线	① 尺寸线用细实线单独绘制, 不得用其他图线代替, 一般也不得与其他图线重合或画在其延长线上 ② 标注线性尺寸时, 尺寸线必须与所标注的线段平行	
尺寸数字	① 线性尺寸的数字一般注在尺寸线的上方, 也允许填写在尺寸线的中断处 ② 线性尺寸的数字应按右栏中左图所示的方向填写, 并尽量避免在图示 30° 范围内标注尺寸 ③ 数字不可被任何图线通过。当不可避免时, 图线必须断开	

续表

项目	说 明	图 例
线性尺寸	尺寸线应与所标注的线段平行。当有几条平行的尺寸线时,应按“小尺寸在内,大尺寸在外”的原则排列,以避免尺寸线与尺寸界线相交	
直径与半径	① 圆或大于半圆的圆弧应标注其直径,并在数字前加注符号“ϕ”,其尺寸线必须通过圆心 ② 等于或小于半圆的圆弧应标注其半径,并在数字前加注符号“R”,其尺寸线从圆心开始,箭头指向轮廓线	
	③ 标注球面直径或半径时,应在符号“ϕ”或“R”前加注符号“S”,在不致引起误解时允许省略符号“S”	
小尺寸的标注	① 在没有足够的位置画箭头或注写数字时,可将数字、箭头布置在外面 ② 标注一连串的小尺寸时可用小圆点或斜线代替箭头,但最外两端箭头仍应画处	