



高职高专规划教材

◎化工类核心课程系列◎

化工制图

HUAGONG ZHITU 主 编◎于宗保 李 坤



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
安徽大学出版社



高职高专规划教材

◎化工类核心课程系列◎

化 工 制 图

主 编 于宗保 李 坤

副主编 李雪斌



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
安徽大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

化工制图/于宗保,李坤主编. —合肥:安徽大学出版社, 2013.9

高职高专规划教材. 化工类核心课程系列

ISBN 978-7-5664-0611-8

I. ①化… II. ①于… ②李… III. ①化工机械—机械制图—高等职业教育—教材

IV. ①TQ050.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 215697 号

化工制图

于宗保 李 坤 主编

出版发行:北京师范大学出版集团

安徽大学出版社

(安徽省合肥市肥西路3号 邮编 230039)

www.bnupg.com.cn

www.ahupress.com.cn

印 刷:合肥现代印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:184mm×260mm

印 张:14.5

字 数:358千字

版 次:2013年9月第1版

印 次:2013年9月第1次印刷

定 价:27.50元

ISBN 978-7-5664-0611-8

策划编辑:李 梅 张明举

责任编辑:武溪溪 张明举

责任校对:程中业

装帧设计:李 军

美术编辑:李 军

责任印制:赵明炎

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话:0551—65106311

外埠邮购电话:0551—65107716

本书如有印装质量问题,请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话:0551—65106311



前 言

本书是依据高等学校化工类各专业(含制药、生物、食品、环保、轻化工等)的教学要求,并针对化工类各专业学生对化工制图的基础理论、知识的实际需求而编写的。

本书以“够用和实用”的教学改革方向为主导,在教材结构体系和内容的设计上有突破和创新。以《技术制图》和《机械制图》国家标准为基础,重点突出化工制图的知识,削减了一些与化工技术类专业关系不大的知识,而将化工机械类专业必需的化工设备制图知识融入到化工设备图中,使化工制图与机械制图有机结合。本书既能减少教学课时数,又能更贴近化工技术类相关专业的后续专业课程教学,还能满足学生将来从事化工行业实际工作的要求,彰显化工制图的特色。

本书遵循理论知识“必需、够用”的原则,重点从培养和提高学生的基本制图和读图能力入手。在编写过程中,力求体现选图的典型性和各相关专业的通用性及实用性。

本书采用国家及化工行业最新制图标准规定,结构体系紧凑,取材新颖,语言简洁,深入浅出,易学易懂,与化工生产实际紧密对接,实用性强。为便于教和学,每章开头编写了“学习提示”,同时编写了《化工制图习题集》与其配套使用,方便教学。

本书除可作为高等学校化工技术类专业的教学用书外,同时可作为继续教育的大、中专学生用书,以及化工企业的工程技术人员、管理人员和新员工的培训教材。

安徽工贸职业技术学院于宗保、安徽理工大学李坤担任本书主编,并对全书进行统稿。于宗保编写第四章、第六章;李坤编写第五章及附录四;安徽理工大学李雪斌担任副主编,编写第三章概述、第一节、第二节、第四节及附录二;滁州职业技术学院周玲玲编写第一章;安徽水利水电职业技术学院桂霞编写第二章;中州大学孙学习编写第三章第三节及附录一、附录三。

本书编写过程中参阅了大量的书籍、文献,在此一并对其作者表示感谢。书中不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

2013年5月

内 容 提 要

全书共分六章,内容包括:制图基础知识、投影基础知识、化工制图基础知识、化工工艺流程图、化工设备图、管道布置图。

本书在传统化工制图教材的基础上进行了优化、创新。除注重机械制图的基本知识外,重点突出化工制图的基本知识,强化化工制图的内容选材和编排,着重体现对化工设备图、化工工艺流程图和管道布置图的绘图、读图能力的培养和技能训练,以提高化工制图的针对性、实用性和先进性,彰显化工制图的特色。

本书可作为高等学校化工类及相关专业的教材,也可作为继续教育的大、中专学生用书,以及化工企业工程技术人员、管理人员和新员工的培训教材。

目 录

第一章 制图基础知识	1
第一节 国家制图标准及基础规定	1
第二节 绘图工具及仪器的使用	17
第三节 几何作图	20
第二章 投影基础知识	34
第一节 正投影法	34
第二节 物体的三视图	36
第三节 点的投影	40
第四节 直线的投影	43
第五节 平面的投影	49
第六节 基本体的投影	54
第七节 基本体表面的交线	58
第八节 组合体相贯线	62
第九节 轴测投影	65
第三章 化工制图基础知识	74
第一节 概述	74
第二节 化工制图的内容及相关标准	76
第三节 化工设备制图有关规定及原则	78
第四节 化工制图基础	84
第五节 化工制图常用图例符号	96
第四章 化工工艺流程图	98
第一节 概述	98
第二节 化工工艺流程图的种类及用途	99
第三节 工艺流程图的表达内容及方法	100

第四节	带控制点流程图的绘制	105
第五节	带控制点流程图的阅(识)读	115
第五章	化工设备图	117
第一节	化工设备的类型	117
第二节	化工设备的作用及结构特点	118
第三节	化工设备图的表达方法	119
第四节	焊接简介	126
第五节	化工设备的零件图及标准化	132
第六节	化工设备图阅读	140
第七节	设备布置图	144
第六章	管道布置图	162
第一节	概述	162
第二节	管道布置图的绘制内容及表达方法	163
第三节	管道及组成件的画法及标注	166
第四节	管道布置图阅(识)读	180
第五节	管段图	182
附 录		
附录一	管道及仪表流程图中设备、机器图例	192
附录二	管道及仪表流程图中管道、管件、阀门及管道附件图例	202
附录三	设备布置图上用的图例	211
附录四	管道布置图和轴测图上管子、管件、阀门及管道特殊件图例	214
参考文献		224

第一章 制图基础知识

学习提示：

本章内容是本课程的基本知识，是学习化工制图的基础。

国家制图标准及基本规定，介绍了国家标准“技术制图”中关于图纸幅面及格式、比例、字体、图线及尺寸标注的主要内容。读者无需死记硬背，但必须在作图的实践中认真执行。尺规制图工具及使用、几何作图、平面图形的尺寸分析与线段分析、平面图形的绘图方法与步骤等基本知识和基本技能，亦需在充分掌握其基本理论知识的前提下，通过对制图作业的不断练习而逐渐掌握。

第一节 国家制图标准及基础规定

一、制图标准介绍(通用标准,建筑、化工行业等标准)

在现代化工业生产中，无论是设备的制造、设备及管道的安装，还是厂房的建筑、化工工艺流程的控制都是根据图样进行的。图样是现代化工业生产中的重要技术文件，设计部门用图样来表达设计意图，制造部门根据图样来加工装配及安装，建设单位根据图样进行施工。因此，图样是表达和交流设计思想和制造要求的工具，同文字和语言具有相同的功能，而图样则更为直观、更为广泛、更为形象。因此，图样被称为工程技术界的语言，每个工程技术人员都必须掌握这种“语言”，否则将会是个“图盲”。

为便于生产、管理和进行技术交流，国家质量监督检验检疫总局依据国际标准化组织制定了国家标准，制定并颁布了《技术制图》、《机械制图》、《化工制图》等一系列国家标准，其中对于图样的内容、画法、尺寸标注等都做出了统一规范。《技术制图》国家标准是一项基本技术标准，在内容上具有统一性和通用性的特点，它涵盖了机械、建筑、水利、电气、化工等行业，处于制图标准体系中的最高层次。“化工制图”标准受国家制图标准的约束，但又要遵守化工行业制图标准的特殊规定。总之，“化工制图”应执行和遵守国家制图标准和化工行业制图标准，这两个标准是化工行业图样绘制和使用的准则。

从1989年至今，标准分四级管理，即国家、行业、地方、企业。我国《标准化法》规定：国家标准和行业标准分强制性标准和推荐性标准2种。国家标准中的每一个标准都有自己的

编号,标准编号一般由三部分组成,如“GB/T4457.2-2008”为该标准的编号,其中“GB”表示“国家标准”,它是“国家标准”汉语拼音的缩写,简称“国标”;“T”表示“推荐性标准”的属性,无“T”,则表示为“国家强制性标准”的属性;“4457.2”表示该标准的“顺序号”;“-2008”则表示该标准的“颁布时间”或“年号”为2008年;又如标准编号HG20519.2-2009《化工工艺设计施工图内容和深度统一规定第二部分工艺系统》,“HG”表示“化工行业”标准代号;“20519.2”表示该标准的“顺序号”,其中“.2”表示该项标准的中的“第二部分”序号;“-2009”表示该标准的“颁布时间”为2009年。早期的标准有用两位数字表示颁布时间的,如GB/T14689-93、HG20519-92等。1993年以后颁布(含修订)的标准“年号”规定用四位数字表示。

二、制图基本规定

化工制图和机械制图、建筑制图一样,同属于工程制图范畴。工程图样是现代化工业生产中不可缺少的技术资料,具有严格的规范性,图样的绘制必须严格遵守统一的规范。化工制图有其自己相对独立的绘图体系、行业规定和国家标准,每个从事技术工作的人员都必须掌握并遵守。本节将对该标准中有关图纸幅面、格式、比例、字体、图线及尺寸标注等逐一进行介绍。

三、图纸幅面及格式(GB/T14689-2008)

规定图纸幅面及格式的国家标准是GB/T14689-2008。

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所规定的基本幅面,幅面代号为A0、A1、A2、A3、A4,共5种。其中A4幅面尺寸最小,A3幅面为A4幅面延短边翻倍,依此类推,前一幅面是后一幅面面积的2倍。必要时也允许选用GB/T14689-2008所规定的加长幅面。

表1-1 图纸基本幅面及图框格式尺寸 单位:mm

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

2. 图框格式

图纸上限定绘图区域的线框称为图框。图框在图纸上必须用粗实线绘制,图样必须绘制在图框内部。图框格式分为留装订边和不留装订边2种。留装订边的图纸,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。它们的周边尺寸都遵守表1-1的规定。但同一产品的图样只能采用一种图框格式。

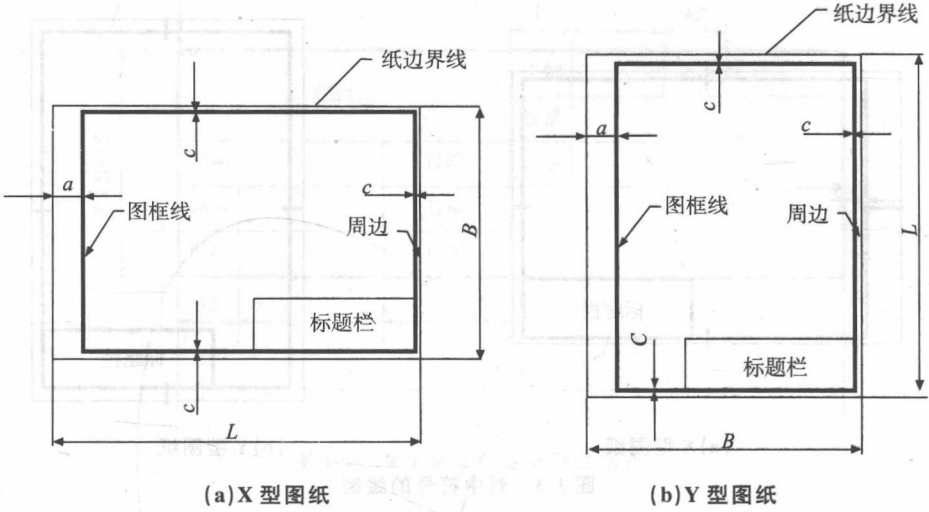


图 1-1 留装订边的图框格式

为了在复制和缩微摄影、阅读图样时便于定位，图框线上还可以绘制一些附加符号，如中对符号等。中对符号应画在图纸各边的中点处，从周边画入图框内约 5mm，用线宽不小于 0.5mm 的一段粗实线绘制，如图 1-3(a) 所示。值得注意的是，如果中对符号正处于标题栏范围内时，则伸入标题栏内的部分应予以省略，如图 1-3(b) 所示。

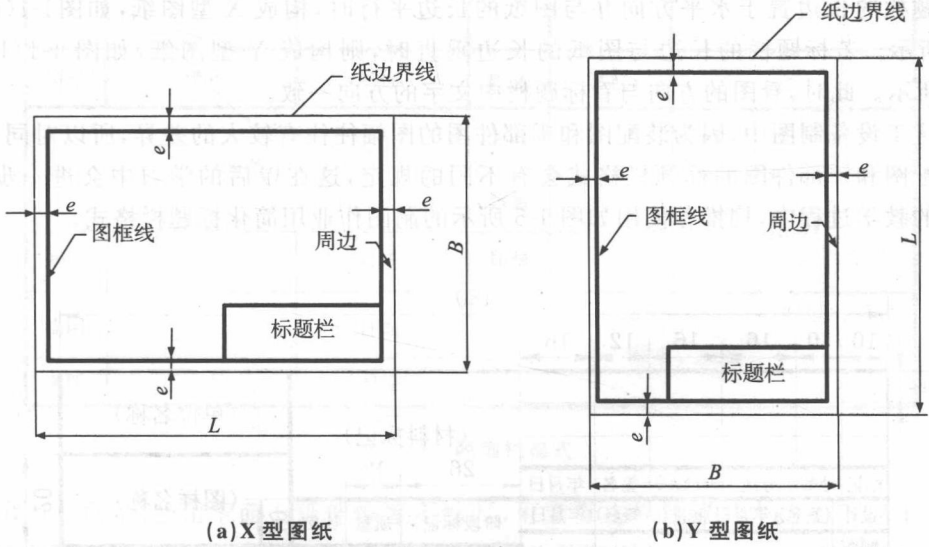


图 1-2 不留装订边的图框格式

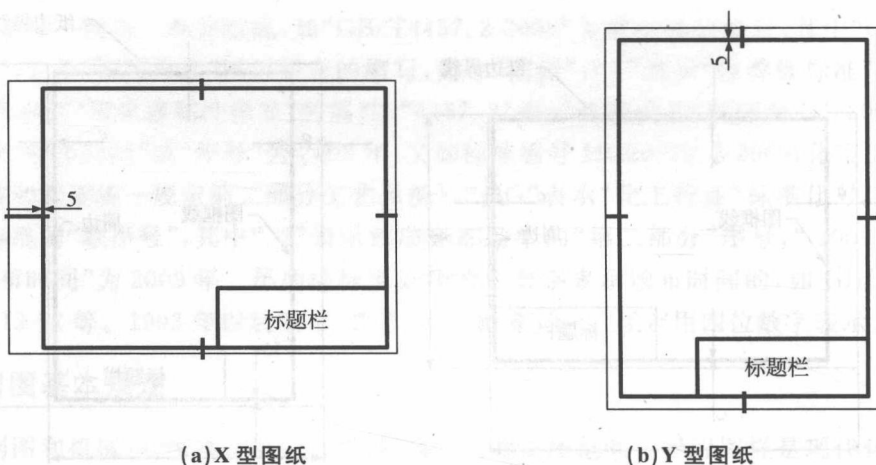


图 1-3 对中符号的绘制

3. 标题栏和明细栏

每张技术图样中均应画出标题栏,其位置一般在图纸的右下角。国家标准 GB/T10609.1-2008 对标题栏的组成、格式与尺寸等内容作了具体规定。实际工作中,应采用此标准绘制,如图 1-4 所示。学校学生学习阶段制图作业可采用如图 1-5 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时,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。

在化工设备制图中,因为装配图和零部件图的图幅往往有较大的差异,所以对同一台设备的装配图和零部件图的标题栏格式会有不同的规定,这在以后的学习中会进一步体现。在一般的教学过程中,均推荐使用如图 1-5 所示的制图作业用简化标题栏格式。

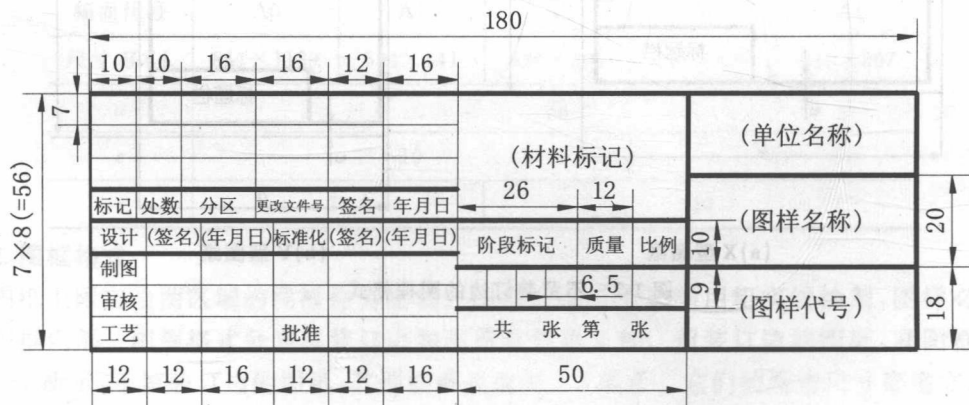


图 1-4 国家标准规定的标题栏格式

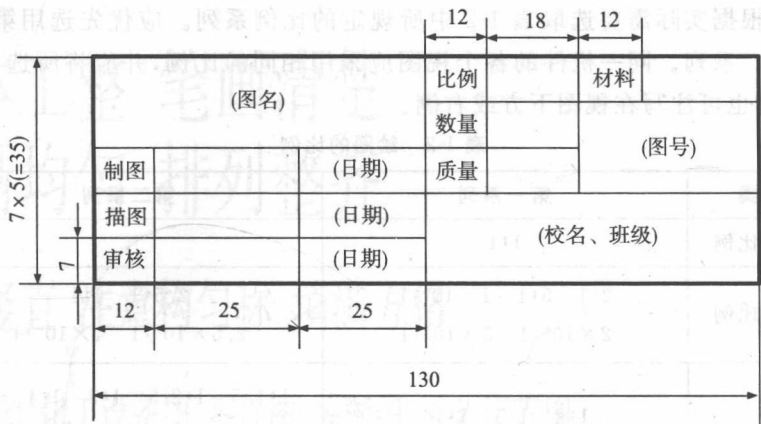


图 1-5 学生制图作业标题栏格式

装配图中一般还应有明细栏,明细栏一般配置在装配图中标题栏的上方,按由下而上的顺序填写,其格数应根据具体需要而定。

			12	18	38
序号	代号	名称	数量	材料	备注
(图名)			比例	材料	
			数量		(图号)
制图		日期	质量		
描图		日期	(校名、班级)		
审核		日期			

图 1-6 明细栏格式

如图 1-6 所示,当由下而上延伸位置不够时,可紧靠在标题栏的左边自下而上延续;当装配图中不能在标题栏的上方配置明细栏时,可作为装配图的续页按 A4 幅面单独给出,其顺序应是由上而下延伸;还可连续加页,但应在明细栏的下方配置标题栏,并在标题栏中填写与装配图相一致的名称和代号。

四、比例(GB/T14690-2008)

比例是指图样中图形的实际尺寸与其实物相应要素的线性尺寸之比。比例符号为“:”,比例的表示方法如 1:1、1:2、2:1 等。比例按其比值大小可分为原值比例、缩小比例和放大比例 3 种,其数值分别为等于 1、小于 1 和大于 1。

绘图时应根据实际需要选取表 1-2 中所规定的比例系列。应优先选用第一系列,必要时允许选用第二系列。同一机件的各个视图应采用相同的比例,并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 绘图的比例

种类	第一系列	第二系列
原值比例	1:1	
放大比例	2:1 5:1 $1 \times 10^n:1$ $2 \times 10^n:1$ $5 \times 10^n:1$	2.5:1 4:1 $2.5 \times 10^n:1$ $4 \times 10^n:1$
缩小比例	1:2 1:5 1:10 $1:2 \times 10^n$ $1:5 \times 10^n$ $1:1 \times 10^n$	1:1.5 1:2.5 1:3 1:4 1:6 $1:1.5 \times 10^n$ $1:2.5 \times 10^n$ $1:3 \times 10^n$ $1:4 \times 10^n$ $1:6 \times 10^n$

注: n 为正整数。

一般应根据以下原则选取绘图比例:

(1) 绘制图样时,比例应根据物件的形状大小、结构复杂程度以及该物件的用途等因素确定,尽可能使图样中图线的实际尺寸与物件相应要素的线性尺寸相同(即采用 1:1 的原值比例),以便能直观地从图样上反映出物件的实际大小。

(2) 如果不可能采用 1:1 的比例,则应尽可能使图样中的图线的实际尺寸与物件相应要素的线性尺寸相近,即采用表 1-2 中尽可能小的比例。

(3) 绘制同一物件的各个视图,应采用相同的比例,并在标题栏中注明所采用的比例。如果图中的某视图必须采用不同比例时,必须另行标注。

(4) 无论采用何种比例绘图,图中所标注的尺寸,均应是物件的实际尺寸,即在图纸中标注物件的所有尺寸均与图纸所采用的比例大小无关。

(5) 不得采用表 1-2 规定之外的比例绘图。

五、字体(GB/T14691-2008)

在图样中除了表示物体形状的图形外,还必须用文字、字母和数字说明物体的大小及技术要求等内容。字体是指图中文字、字母和数字的书写形式。为了使图样中标注的汉字、字母和数字清楚了,便于技术信息的交流,图样中的字体书写必须做到: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

国家标准规定汉字应写成长仿宋体,并采用国务院正式公布推行的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5mm,字宽一般为 $h/\sqrt{2}$,即约等于字高的 $2/3$ 。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。

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。基本笔画有点、横、竖、撇、捺、挑、钩、折 8 种,写法示例如下。

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 注意构匀称 填满方格

5 号字

化工制图 化工设备图 零件图 装配图 工艺流程图

2. 字母和数字

字母和数字可写成直体和斜体,斜体字的字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 角。汉字只能写成直体。

字母和数字分为 A 型和 B 型 2 种, 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 $1/10$ 。在同一图样上,只允许选用一种形式的字体。

(1) 拉丁字母示例如下:

大写斜体:

ABCDEFGHIJKLMN O P Q

小写斜体:

abcdefghijklmno p q

(2) 阿拉伯数字示例如下:

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 XI

直体:

I II III IV V VI VII VIII IX X

六、图线(GB/T4457.4-2008)

1. 图线的类型

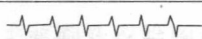
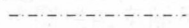
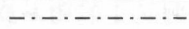
所有线型的图线宽度应按图样的类型、复杂程度和尺寸大小在下面系列中选择: 0.18mm、0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1.0mm、1.4mm、2.0mm。

当图样中出现三类不同宽度的图线时,分别称为粗线、中粗线和细线,其宽度比率为 4:2:1。工程图样中采用两类线宽,称为粗线和细线,其宽度比率为 2:1。绘图中的粗实线图

线宽度 b 在 $0.5 \sim 2.0\text{mm}$ 间选取,一般取 0.7mm 。在同一图样中,同类图线的宽度应一致。为了保证图样清晰、易读和便于缩微方便,应尽量避免在图样中出现宽度小于 0.18mm 的图线。

在绘制图形时,规定使用 9 种基本图线,即粗实线、细实线、波浪线、双折线、细虚线、细点划线、粗点划线、粗虚线,如表 1-3 所示。

表 1-3 图线类型及用途(摘自 GB/T4457.4-2008)

图线名称	图线类型	图线宽度	主要用途
粗实线		约 b	可见轮廓线
细实线		约 $b/2$	尺寸线、尺寸界线、通用剖面线、指引线、重合断面轮廓线和可见过渡线等
波浪线		约 $b/2$	断裂处的边界线、局部剖视图中剖与未剖部分的分界线等
双折线		约 $b/2$	断裂处的边界线
细虚线		约 $b/2$	不可见轮廓线
细点划线		约 $b/2$	轴线、圆中心线、对称线、轨迹线等
粗点划线		b	有特殊要求的范围表示线
细双点划线		约 $b/2$	极限位置的轮廓线、相邻辅助零件的假想轮廓线等
粗虚线		b	允许表面处理的表示线

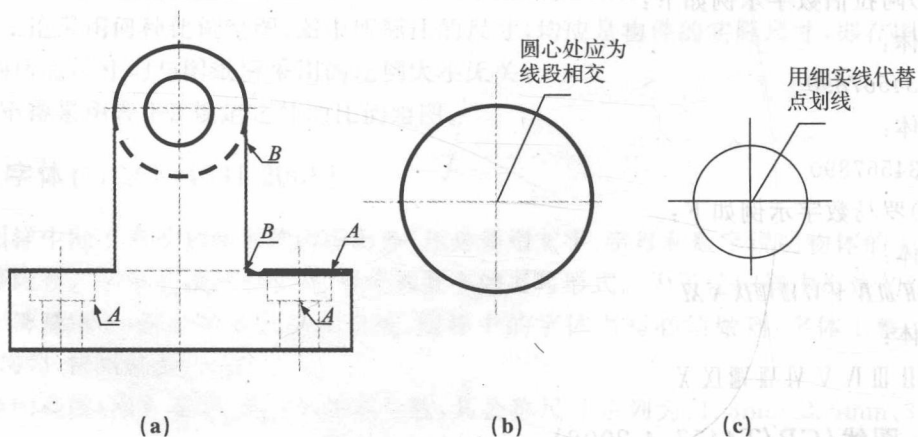


图 1-7 图线的画法示例

2. 图线的画法

图线的绘制应符合以下规定:

(1) 点划线、虚线与其他图线相交时都应是线段相交,不能交于点或空隙处,如图 1-7(a) 中 A 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 1-7(a) 中 B 处所示。

(2) 画圆时,首先要用垂直相交的两条点划线确定圆心,圆心处应为线段相交,如图 1-7(b)

所示。点划线(双点划线)的首末两端应是线段而不是点,且两端应超出轮廓线 2~5mm。虚线、点划线(双点划线)的短划、长划的长度和间隔应各自大小相等。

(3)在较小的图形上画点划线(双点划线)(小于或等于 8mm)有困难时,允许用细实线代替,如图 1-7(c)所示。

(4)考虑微缩制图的需要,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。

(6)两种图线重合时,只需画出其中一种。优先顺序为:可见轮廓线、不可见轮廓线、对称中心线、尺寸界限。

3. 图线的应用

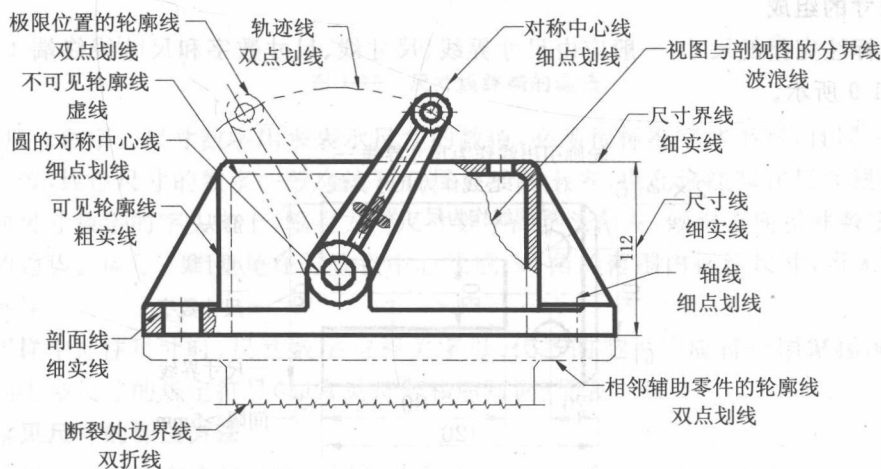


图 1-8 图线的应用示例

工程图样中,图线的应用规则见表 1-5,其具体应用示例如图 1-8 所示。

七、尺寸标注(GB/T4458. 4-2008)

图样中的图形只能表达机件的形状,而机件各部分的相对位置和结构形状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. 标注尺寸的基本规则

在图样中标注尺寸时,必须符合以下基本要求:

(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,均以毫米(mm)为单位,不需要标注计量单位或代号;如需采用其他单位,则必须注明相应的计量单位的名称或代号。

(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)在保证不引起误解和不产生理解多义性的前提下,应力求简化标注。

(6)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
直径	ϕ	斜度	$\angle$
半径	R	锥度	$\triangleleft$
球面	S	埋头孔	V
正方形	$\square$	沉孔或铰平	$\sqcup$
均布	EQS	深度	$\Downarrow$
45°倒角	C	厚度	t

2. 尺寸的组成

一个标注完整的尺寸,一般应由尺寸界线、尺寸线、尺寸数字和尺寸线终端 4 个部分组成,如图 1-9 所示。

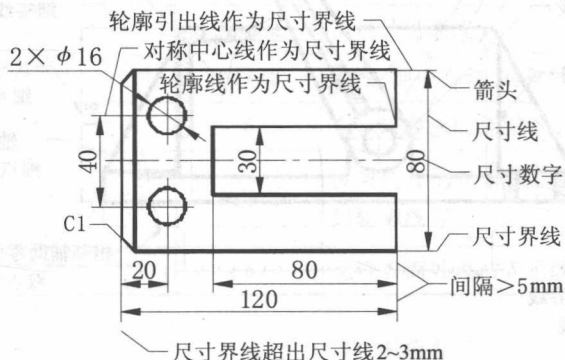


图 1-9 尺寸的组成

(1)尺寸界线。尺寸界线用来表示所标注尺寸的起始和终止位置。尺寸界线用细实线绘制,并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出,也可以直接利用轮廓线、轴线或对称中心线等作为尺寸界线。尺寸界线的尾端应超出尺寸线 2~3mm。尺寸界线一般应与尺寸线垂直,必要时才允许与尺寸线倾斜。

(2)尺寸线。尺寸线用来表示所标注尺寸的方向。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他图线的延长线上,并应尽量避免尺寸线之间及尺寸线与尺寸界线之间相交。

标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行,相同方向的各尺寸线之间的距离应保持均匀,间隔应大于 5mm,以便注写尺寸数字和有关符号。

(3)尺寸线终端。尺寸线终端有 2 种形式:箭头或斜线。尺寸线终端的形式如图 1-10(a)和(b)所示。

箭头适用于各种类型的图样,箭头的尖端应与尺寸界线接触,不得超出也不得离开,如图 1-10(a)所示。同一图样中箭头的大小要一致,一般采用一种形式。图 1-10(c)所示的箭头画法均不符合要求。