



高职高专“十一五”规划教材

化工制图

孙庆群 主编



化学工业出版社

高职高专“十一五”规划教材

化 工 制 图

胡宜森、王德军、孙广群 主编 高等教育出版社, 2001

[12] 许林元, 李德强, 孙庆林, 姜金明. 上海: 同济大学出版社, 2003.

宋英杰 郭 雷 副主编

王 冰 主审



化学工业出版社

· 北 京 ·

本教材内容包括：制图基本知识、投影基础、基本立体的投影、组合体、展开图、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、计算机绘图等。

本教材为了适应高等职业教育的培养目标和教育特点，在选材和内容的编排上遵循学生的认知规律以及“必需、够用为度”和“工学结合、强化应用、培养技能”的原则，尽量做到深入浅出、内容精练、通俗易懂、易教易学。本教材采用了最新的《机械制图》国家标准，以突出教材的先进性和实用性。

本书与孙庆群主编的《化工制图习题集》同时出版，配套使用。

本教材主要适用于高职、高专院校化工类专业的制图教学，也可作为其他相近专业以及成人教育和职业培训的教材或参考用书。

主编 孙庆群
副主编 雷 骋 杰英宋
审主 水 王

图书在版编目 (CIP) 数据

化工制图/孙庆群主编. —北京：化学工业出版社，
2007.7

高职高专“十一五”规划教材
ISBN 978-7-122-00796-4

I. 化… II. 孙… III. 化工机械-机械制图-高等
学校：技术学院-教材 IV. TQ050.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 096039 号

责任编辑：高 钰

文字编辑：陈 喆

责任校对：周梦华

装帧设计：尹琳琳

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：三河市前程装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 16 1/2 字数 418 千字 2007 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：27.00 元

版权所有 违者必究

前 言

随着教育的不断深入,高等职业教育已经发展到了一个全新的历史阶段。学校规模之大、数量之众、专业设置之广和招生人数之多,都达到了历史最高水平。因此,作为高职院校核心建设项目之一的教材建设,也应该跟上高等职业教育发展的步伐,以解决许多高职院校缺少合适教材的燃眉之急,同时保证高职院校教育质量的稳步提升。鉴于此,我们组织编写了本教材。

制图是大学工科专业必修的技术基础课,本教材是针对化工类专业及化工机械的培养目标以及对制图课教学的要求而编写的。教材内容包括制图基本知识、投影基础、基本立体的投影、组合体、展开图、机件的表达方法、标准件与常用件、零件图和装配图、化工设备图、化工工艺图和计算机绘图等内容。本教材与孙庆群主编的《化工制图习题集》同时编写和出版,建议配套使用。本教材主要适用于所有化工类专业、化工机械、石油工程、石油储运及热能工程,可以根据不同专业的教学大纲要求在80~100学时内实施。

本教材针对基础学科的特点,通过讲授基本识图与绘图基本理论及方法的知识,培养学生的空间想象力以提高学生的看图和绘图能力,从而达到培养学生独立分析与解决工程实际问题的能力之目的。为满足生产实践和化工类专业的需要,本教材的内容设计是在继承传统内容精华的基础上,注重了化工设备图和化工工艺流程图的看图及绘图能力的培养与技能训练,同时还增加了计算机绘图的知识。在教材的编写上,注意总结教学经验并融入了编者多年积累的教学资料,内容编排遵循教学规律和学生的认知规律,本着“以应用为目的,以必需、够用为度,以掌握概念、强化应用为教学重点”的原则,力求做到结构体系清晰、取材新颖、密切联系生产实践,努力使文字叙述通俗易懂、深入浅出、语言简练、易读易懂、便于施教。本教材的编写采用了最新的《机械制图》国家标准,更突出了教材的先进性和在生产实践中的实用性。

本教材由孙庆群担任主编,宋英杰和郭雷担任副主编,其中绪论、第1章、第2章、第5章由孙庆群编写;第3章、第12章由郭雷编写;第4章由王峰编写;第6章、第10章由崔盟军编写;第9章由崔盟军和孙庆群共同编写;第7章、第8章、第11章由宋英杰编写。全书由孙庆群负责统稿,由王冰副教授担任主审。

本教材在编写过程中,参考了相关文献资料,尤其是王冰副教授对本教材提出了许多宝贵意见,在此一并表示感谢!

由于编者水平所限,加之编写时间仓促,书中不足之处,敬请广大读者不吝指正。

编 者

2007年6月

目 录

绪论	1	2.4 面的投影	29
0.1 本课程的作用和研究对象	1	2.4.1 平面的表示法	29
0.2 本课程的性质和主要任务	1	2.4.2 各种位置平面的投影	30
0.3 本课程的学习方法和要求	2	2.4.3 一般位置平面	30
第1章 制图基本知识	3	2.4.4 投影面的垂直面	30
1.1 国家标准关于制图的基本规定	3	2.4.5 投影面的平行面	31
1.1.1 图纸幅面与格式	3	2.4.6 平面内的点与直线	31
1.1.2 标题栏	3	第3章 基本立体的投影	34
1.1.3 比例	4	3.1 平面立体	34
1.1.4 字体	5	3.1.1 棱柱	34
1.1.5 图线	6	3.1.2 棱锥	35
1.1.6 尺寸注法	7	3.2 回转体	36
1.2 绘图工具及仪器的使用	11	3.2.1 圆柱	36
1.2.1 图板和丁字尺	11	3.2.2 圆锥	37
1.2.2 三角板	11	3.2.3 圆球	38
1.2.3 圆规和分规	11	3.3 截交线	39
1.2.4 铅笔	12	3.3.1 截交线的性质	39
1.2.5 其他绘图用品	12	3.3.2 平面立体的截交线	39
1.3 几何作图方法	13	3.3.3 回转体的截交线	41
1.3.1 基本作图方法	13	3.4 基本立体的尺寸标注	45
1.3.2 椭圆的近似画法	15	3.4.1 基本体的尺寸注法	45
1.4 绘图的基本方法与步骤	16	3.4.2 有切口或有穿孔立体的尺寸注法	45
1.4.1 仪器绘图	16	3.5 轴测投影	47
1.4.2 徒手画图	16	3.5.1 轴测投影的基本知识	47
第2章 投影基础	19	3.5.2 平面立体的正等轴测图的画法	48
2.1 投影法及三视图的形成	19	3.5.3 回转体的正等轴测图的画法	49
2.1.1 投影的基本概念	19	3.5.4 斜二轴测图	52
2.1.2 投影法分类	19	第4章 组合体	54
2.1.3 三视图的形成	20	4.1 组合体的画图方法	54
2.2 点的投影	21	4.1.1 组合体的组合方式	54
2.2.1 点的三面投影	21	4.1.2 用形体分析法画图	57
2.2.2 点的坐标	22	4.1.3 用线面分析法画图	58
2.2.3 两点的相对位置	22	4.2 相贯线	58
2.3 直线的投影	22	4.2.1 相贯线的概念	58
2.3.1 直线的三面投影	22	4.2.2 相贯线的画法	58
2.3.2 各种位置直线的投影	23	4.2.3 相贯线的近似画法	60
2.3.3 点与直线的相对位置	24	4.2.4 相贯线的简化画法	60
2.3.4 直线与直线的相对位置	26		

4.3 组合体的尺寸标注	60	7.2.1 螺栓连接	92
4.3.1 叠加体的尺寸标注	60	7.2.2 螺柱连接	92
4.3.2 尺寸基准的选择	62	7.2.3 螺钉连接	92
4.3.3 截切体的尺寸标注	62	7.3 键、销、滚动轴承及弹簧	95
4.3.4 相贯体的尺寸标注	62	7.3.1 键及其连接	95
4.4 组合体的读图	63	7.3.2 销及其连接	95
4.4.1 形体分析法	63	7.3.3 滚动轴承	95
4.4.2 线面分析法	64	7.3.4 弹簧	97
4.4.3 绘制草图帮助读图	64	7.4 齿轮	98
第5章 表面展开图	66	7.4.1 直齿圆柱齿轮的画法	98
5.1 平面立体的表面展开	66	7.4.2 斜齿圆柱齿轮的画法	101
5.1.1 用旋转法、直角三角形法求一般位置直线的实长	66	7.4.3 直齿圆锥齿轮的画法	102
5.1.2 斜口四棱柱管的展开	67	第8章 零件图	104
5.1.3 棱锥形管的展开	67	8.1 零件图的作用和内容	104
5.1.4 斜棱柱管侧面的展开	68	8.1.1 零件图的作用	104
5.2 可展曲面的展开	69	8.1.2 零件图的内容	104
5.2.1 圆柱管件的展开	69	8.1.3 零件图的视图选择	104
5.2.2 圆锥管件的展开	70	8.1.4 零件图的尺寸标注	111
5.3 不可展曲面的近似展开	72	8.1.5 零件上的常见工艺结构	113
5.3.1 螺旋面的展开	72	8.2 零件图的技术要求	117
5.3.2 球面的展开	73	8.2.1 表面粗糙度	117
5.3.3 变形接头的展开	74	8.2.2 极限与配合	118
第6章 机件的表示方法	76	8.2.3 形位公差	121
6.1 视图	76	8.3 零件图的测绘	123
6.1.1 六个基本视图	76	8.3.1 草图绘制	123
6.1.2 向视图	77	8.3.2 绘制零件图	124
6.1.3 局部视图	77	8.3.3 零件的尺寸测量	124
6.1.4 斜视图	77	8.4 读零件图	126
6.1.5 第三角画法简介	77	8.4.1 读标题栏, 概括了解零件	126
6.2 剖视图的表达方法	79	8.4.2 分析视图, 想象结构形状	126
6.2.1 剖视图的形成	79	8.4.3 分析尺寸和技术要求	126
6.2.2 剖视图的分类	80	第9章 装配图	128
6.3 断面图及其他表达方法	83	9.1 装配图的作用和内容	128
6.3.1 断面图	83	9.1.1 装配图的作用	128
6.3.2 其他表达方法	84	9.1.2 装配图的内容	128
第7章 标准件与常用件	87	9.2 装配图的表达方法	129
7.1 螺纹	87	9.2.1 装配图视图的选择原则	129
7.1.1 螺纹的基本要素	87	9.2.2 装配图的规定画法	130
7.1.2 螺纹的分类	88	9.2.3 装配图的特殊表达方法	130
7.1.3 螺纹的规定画法	89	9.2.4 装配图的尺寸标注	131
7.1.4 螺纹的标注	91	9.2.5 装配图中的零、部件编号	132
7.2 螺纹连接件	92	9.2.6 标题栏和明细表	133
		9.2.7 常见的装配工艺结构	133

9.2.8	机器上的常见装置	134
9.3	读装配图和由装配图拆画零件图	135
9.3.1	读装配图的方法和步骤	135
9.3.2	由装配图拆画零件图	135
9.4	装配图的测绘	138
9.4.1	部件测绘的方法和步骤	138
9.4.2	部件测绘案例	139
第 10 章	化工设备图	146
10.1	概述	146
10.1.1	化工设备图的作用和内容	146
10.1.2	常见化工设备的类型	150
10.2	化工设备图的视图表达	151
10.2.1	化工设备的结构特点	151
10.2.2	化工设备图的表达方法	151
10.2.3	化工设备图的简化画法	153
10.2.4	法兰的简化画法	153
10.2.5	装配图中螺栓孔及法兰连接螺栓的简化画法	154
10.2.6	多孔板(眼)装配图中的简化画法	154
10.2.7	液面计的简化画法	154
10.2.8	设备涂层、衬里剖面的画法	155
10.2.9	剖视图中填料、填充物的画法	156
10.2.10	单线图的表达	157
10.2.11	管束或板束的表示方法	159
10.3	化工设备图中焊缝的画法	160
10.3.1	化工设备中主要的焊接结构形式和坡口	160
10.3.2	焊缝的画法	160
10.3.3	常用焊缝的标注	163
10.4	化工设备图的标注	166
10.4.1	尺寸标注	166
10.4.2	设计数据表的标注	168
10.4.3	技术要求	172
10.4.4	标题栏和明细栏	172
10.4.5	管口表	173
10.5	读化工设备图	174
10.5.1	读化工设备图的基本要求	174
10.5.2	化工设备图的阅读方法	174
10.5.3	化工设备图阅读举例	175
第 11 章	化工工艺图	179
11.1	化工工艺流程图	179

11.1.1	概述	179
11.1.2	工艺流程图的表达方法	179
11.1.3	工艺管道及仪表流程图	182
11.2	设备布置图	186
11.2.1	建筑图样的基本知识	186
11.2.2	设备布置图	188
11.2.3	设备安装详图和管口方位图	191
11.3	管道布置图	193
11.3.1	管道布置图的作用和内容	193
11.3.2	管道图的表示方法	195
11.3.3	管道布置图的画法	197
11.3.4	管道布置图的阅读	199
第 12 章	计算机绘图基础	201
12.1	绘图软件的启动和运行	201
12.1.1	AutoCAD 2004 的运行环境	201
12.1.2	安装 AutoCAD 2004	201
12.1.3	AutoCAD 2004 的启动和界面介绍	206
12.1.4	AutoCAD 2004 的常用控制命令	209
12.2	常用命令	211
12.2.1	AutoCAD 2004 命令介绍	211
12.2.2	AutoCAD 2004 的绘图命令	212
12.2.3	AutoCAD 2004 的修改命令	215
12.2.4	建立样板图	220
12.2.5	AutoCAD 2004 的尺寸标注	222
附录		226
1.	螺纹	226
2.	螺纹紧固件	229
3.	键、销、滚动轴承	232
4.	极限与配合	236
5.	钢制容器封头的形式参数与标记	241
6.	管法兰	245
7.	压力容器法兰	248
8.	耳式支座	252
9.	鞍式支座	254
10.	补强圈	255
11.	视镜	256
12.	液面计	257
13.	人孔	259
参考文献		261

绪 论

0.1 本课程的作用和研究对象

自从劳动开创人类文明史以来,图样和语言、文字、数字一样,也是人类认识自然,表达、构思、分析和交流思想的基本工具之一。随着图样在工程和日常生活中的应用,图样的表达方式在使用中边总结边改进,从而得到了不断完善和发展,进而逐渐形成了一门独立的学科。在科学技术日益发展的今天,工程图样仍是机械制造、土木建筑等工程在设计、制造、施工、安装、使用、维护以及生产过程中的试车、检修、技术改造等必不可少的重要技术文件,在现代工业、农业、国防、科研等领域中发挥了重要作用,有“工程界的共同语言”之称。由此可见,作为工程技术人员,必须掌握绘制(包括手工绘图及计算机绘图)和识读工程图样的基本理论知识和能力,以适应当今社会实践以及未来生产发展的需要。

本课程主要是面向化工类专业,在专业培养计划中,是研究、讨论化工类专业图样的表达和识读方法的一门工程应用性技术基础课程。化工制图要首先从制图的基本知识和投影基础开始,在学习工程制图基本知识的基础上,结合化工专业设计的特点,再专门研究化工工程图样(主要包括化工工艺流程图、化工机器图、化工设备图、化工机械和设备的常用零部件图等)的表达方法和图示特点、化工机械典型设备的测绘、化工设备图的阅读方法等。《化工制图》面向化工类专业,不能等同于《机械制图》,但与机械制图有着紧密的联系,同时也具有十分明显的专业特征。本课程首先要研究绘制和阅读机械图样的基本理论和方法,学习国家标准中《机械制图》、《技术制图》的相关内容,然后再研究化工专业制图。

0.2 本课程的性质和主要任务

本课程是一门既有系统理论、又有很强的实践性的重要的技术基础课。

(1) 本课程的主要任务

① 学习投影法(主要是正投影法)的基本理论及应用。

② 培养徒手绘图、尺规绘图、计算机绘图的综合绘图能力及阅读化工行业中常用的工程图样的能力。

③ 培养对物体的三维形状的空间逻辑思维能力和形象思维能力。

④ 培养严谨细致的工作作风和认真负责的工作态度。

(2) 化工行业中常用的工程图样

常用的化工工程图样有化工机器图、化工设备图和化工工艺图。

① 化工机器图 化工机器主要是指压缩机、离心机、鼓风机、泵和搅拌装置等。

化工机器图,除部分在防腐方面有特殊要求外,其图样基本上属于一般通用机械的常规表达范畴。在视图表达、尺寸标注、技术要求等方面与机械制图相同。

② 化工设备图 化工设备是指用于化工产品生产过程中的合成、分离、干燥、结晶、过滤、吸收、澄清等生产单元的装置和设备,常用的典型化工设备有反应罐(釜)、塔器、换热器、储罐(槽)等。

化工设备与化工机器比较,无论是在结构形状,还是在制造加工等方面都有很大的不同。为了能完整、正确、清晰地表达化工设备,常用的图样有化工设备总图、装配图、部件图、零件图、管口方位图、表格图及预焊接件图,作为施工设计文件的还有工程图、通用图和标准图等。化工设备图是化工制图研究的主要内容之一。

③ 化工工艺图 以化工工艺人员为主导,根据所要生产的化工产品及其有关技术数据和资料,设计并绘制的反映工艺流程的图样称为化工工艺图。化工工艺人员以此为依据,向化工设备设计人员及土建、采暖通风、给排水、电气、自动控制及仪表等专业人员提出要求,以便协调一致、密切配合,共同完成化工厂设计。

化工工艺图主要有化工工艺流程图、设备布置图、管路布置图;化工工艺图也是化工制图研究的主要内容。

现代化工事业的发展促进了化工设计制图的进步和成熟。化工设备零部件标准化、系列化程度越来越高,使得利用标准图、通用图的比例越来越大;化工制图中对于复杂的、重复的结构做了有效的简化,大大地降低了设计绘图人员的劳动强度。化工工艺图中各种阀门、仪表、器件、装置、设备的符号化表达,使工艺图更加规范化。

本书在介绍工程制图的基本知识和投影规律的基础上,将专门介绍化工设备图和化工工艺图的相关标准的规范及其绘制和阅读的基本知识。

0.3 本课程的学习方法和要求

(1) 注意培养空间想象能力和投影分析能力

在听课和复习过程中,要牢固掌握正投影法的基本理论和基本方法,尤其注意由平面到空间、由空间到平面转换的训练,不断地“由物画图、由图想物”,将按投影规律作图和空间想象结合起来,不断提高空间形象思维能力和投影分析能力。

(2) 要注意理论知识密切联系工程实践

学习时必须将制图课的理论知识和化工企业的建设(设计、制造、施工、安装、调试等)实际,有机会多到工程现场去仔细观察,多想象,多练习,认真完成绘、识图习题和作业。只有通过一定数量的作图实践并保证作业质量,才能掌握正确读图和画图的方法,不断提高绘图技能和读图技巧。

(3) 要树立较强的标准化观念

要重视学习和遵守国家标准、行业标准,树立标准化的思想,严格按国家标准和行业标准的有关规定绘图和读图。

(4) 注意培养严肃认真、一丝不苟的工作作风

因为图样是进行生产的依据,绘图和读图的差错都会给生产带来损失,所以在学习和做作业时,必须认真细致,树立强烈的工程意识(包括经济意识、安全意识等),一根线条、一个尺寸数字、一条技术要求都要认真地绘制和填写,必须保持对工作认真负责的态度,培养严肃认真和一丝不苟的工作作风。

第1章 制图基本知识

图样是工程技术人员表达设计思想、进行技术交流的工具，是工程界通用的技术语言。因此，掌握制图的基本知识和技能，是培养画图和看图能力的基础。本章将阐述有关制图的基本规定、尺寸注法、绘图工具的使用以及平面图形的画法等内容。

1.1 国家标准关于制图的基本规定

为了统一图样的画法，便于技术交流和管理工作，国家标准计量局颁布了国家标准《机械制图》，国家标准（简称“国标”）代号为“GB”。它对图样的内容、格式、表达方法都作了统一的规定，供设计单位和生产部门共同遵守。

在绘制图样时必须严格遵守国标的有关规定，树立标准化的概念。本节仅介绍技术制图国标的图纸幅面、比例、字体、图线等，其余将在以后有关章节中介绍。

1.1.1 图纸幅面与格式

(1) 图纸幅面尺寸

为了使图纸幅面尺寸整齐，便于装订和保管，国家标准（GB/T 14689—1998）对图纸幅面作了具体规定，见图 1.1。绘制技术图样时，应优先选用表 1.1 中规定的基本幅面。

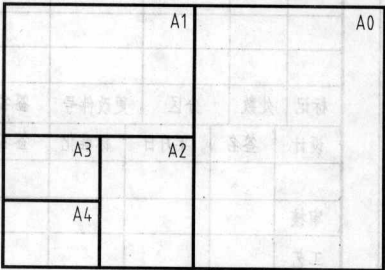


图 1.1 图纸幅面

(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，装订时通常采用 A3 横装或 A4 竖装。留有装订边的图纸，其图框格式如图 1.2 (a) 所示。不留装订边的图纸，其图框格式如图 1.2 (b) 所示。

表 1.1 图纸幅面尺寸 mm

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

(3) 对中符号和看图方向

图纸中图框的右下角必须画出标题栏，标题栏中的文字方向为看图方向。为了使图样复制时定位方便，在各边长的中点处分别画出对中符号（粗实线）。如果使用事先印制的图纸，需要改变标题栏的方位时，必须将其旋转至图纸的右上角。此时，为了明确绘图与看图的方向，应在图纸的下边对中符号处画一方向符号，如图 1.2 (c) 所示。

1.1.2 标题栏

每张图纸上都必须画出标题栏。标题栏的位置应位于图纸的右下角，见图 1.2。标题栏

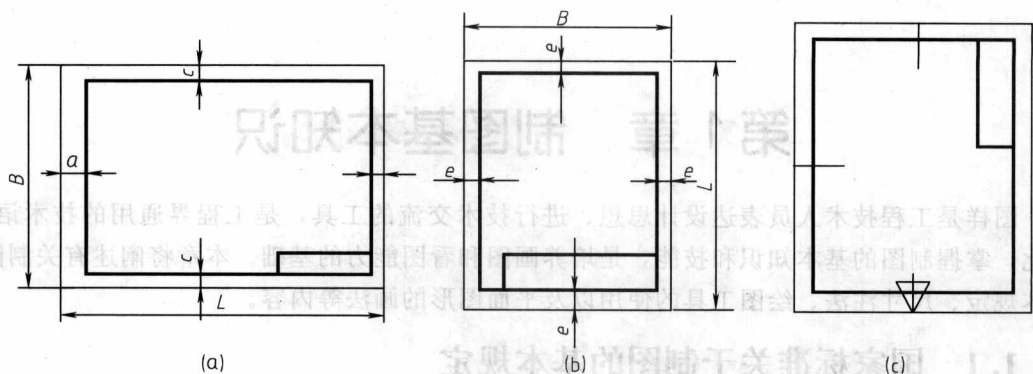


图 1.2 图框格式和看图方向

180									
10	10	16	16	12	16				
						(材料标记)		(单位名称)	
标记	处数	分区	更改件号	签名	年月日	4×6.5=26		12	12
设计	签名	年月日	标准化	签名	年月日	阶段标记		质量	比例
审核								6.5	
工艺						共 张 第 张		(图样代号)	
12	12	16	12	12	16	50			
8×7(=56)									
20									
18									

图 1.3 标题栏的格式和尺寸

的格式和尺寸按国家标准 (GB/T 10609.1—89) 的规定, 如图 1.3 所示。

当标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时, 则图纸类型如图 1.2 (a) 所示。若标题栏的长边与图纸的长边垂直时, 则图纸类型如图 1.2 (b) 所示。这样, 使得看图的方向与看标题栏的方向一致。

对中符号: 为了便于复制、摄影缩微时定位, 在图纸边的中间位置画一短粗线, 线宽不小于 0.5mm, 自纸边画起, 伸入图框内 5mm, 见图 1.2 (c)。

方向符号: 在如图 1.2 (a)、(b) 所示两种类型图纸混合使用时, 看图方向可以与标题栏的方向不一致, 为了确定看图方向, 在图纸边的中间位置画一等边三角形 (其高为 6mm), 对称地与对中符号重合, 见图 1.2 (c)。

1.1.3 比例

技术图样中图形与实物相应要素的线性尺寸之比, 称为图形的比例 (GB/T 14690—93)。比例分为原值、缩小、放大三种。为方便看图, 建议绘图时应尽可能按机件的实际大小 (即 1:1 的比例) 画图。若机件太小或太大, 则采用放大或缩小的比例画图。所用比例应符合表 1.2 中规定。图 1.4 表示同一机件 (化工储藏罐) 采用不同的比例画出的图形。在图样上标注的尺寸均为机件设计要求的尺寸, 而与比例无关。比例一般应注在标题栏中的比例栏内。必要时, 可在视图名称的下方或右侧标注比例。

表 1.2 比例系列

种类	比 例	
	优先选择系列	允许选择系列
原值比例	1 : 1	
缩小比例	1 : 2, 1 : 5, 1 : 10 ⁿ , 1 : 2 × 10 ⁿ , 1 : 5 × 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
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

注：n 为正整数。

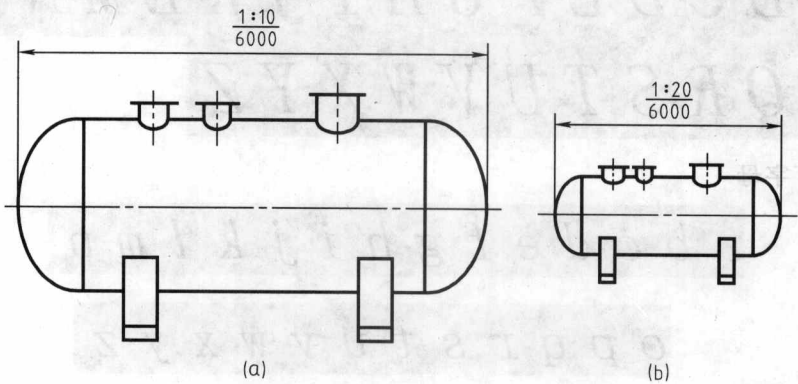


图 1.4 用不同比例画出的图形

1.1.4 字体

图样中书写的汉字、字母和数字必须做到字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体 (GB/T 14691—93) 高度 (用 h 表示) 的公称尺寸系列为：1.8mm, 2.5mm, 3.5mm, 5mm, 7mm, 10mm, 14mm, 20mm。字体高度代表字体的号数。

(1) 汉字

汉字应写成长仿宋体，并应采用中华人民共和国国务院正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。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。

字体示例：

汉字 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 匀 称 填 满 方 格

5 号字

化 工 制 图 石 油 机 械 工 程 电 子 汽 车 航 空 船 舶 土 木 建 筑 矿 山 纺 织 焊 接 工 艺

3.5 号字

零 件 螺 纹 齿 轮 设 备 机 器 反 应 罐 塔 器 换 热 器 储 罐 压 缩 机 离 心 机 鼓 风 机 泵 采 暖 通 风 给 排 水

(2) 数字和字母

数字和字母可写成正体或斜体（常用斜体），斜体字字头向右倾斜，与水平基准线约成 75° 。

阿拉伯数字

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

大写拉丁字母

A B C D E F G H I J K L M N O
P Q R S T U V W X Y Z

小写拉丁字母

a b c d e f g h i j k l m n
o p q r s t u v w x y z

罗马数字

I II III IV V VI VII VIII IX X

1.1.5 图线

机件的图形是由各种不同宽度和型式的图线构成的，如图 1.5 所示。绘图时应采用国家标准（GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—2002）规定的图线型式和画法。各种图线的名

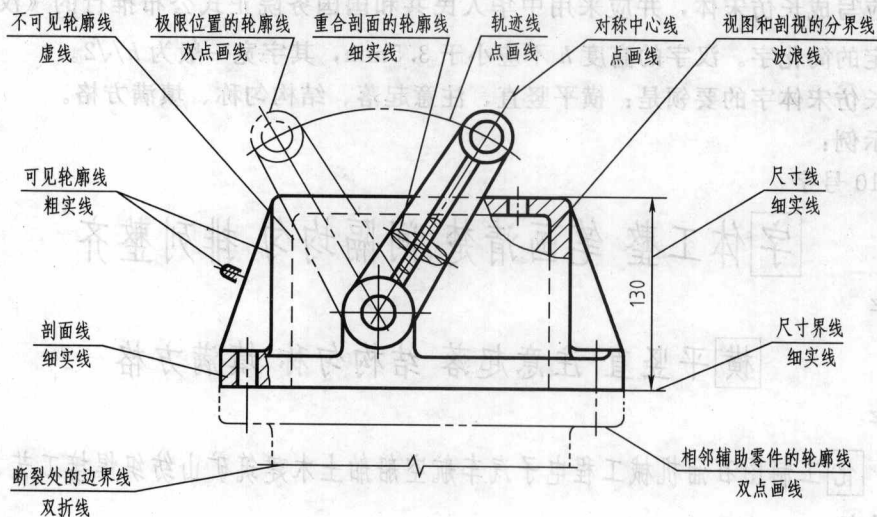
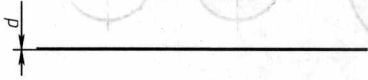
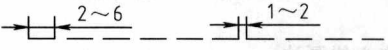
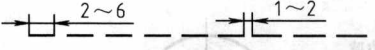
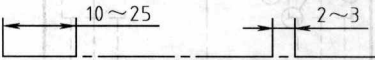
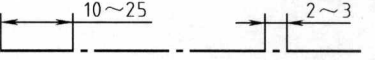
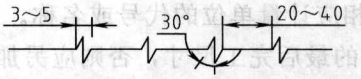


图 1.5 图线的用途示例

称、型式、代号、宽度及在图上的一般应用见表 1.3。

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	一 般 应 用
粗实线		d	可见轮廓线；可见过渡线
细虚线		约 $d/2$	不可见轮廓线；不可见过渡线
粗虚线		约 $d/2$	允许表面处理的表示线
细实线		约 $d/2$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、重合端面的轮廓线及指引线等
细点画线		约 $d/2$	轴线、对称中心线等
细双点画线		约 $d/2$	极限位置的轮廓线、相邻辅助零件的轮廓线等
粗点画线		d	有特殊要求的线或表面内的表示线
波浪线		约 $d/2$	断裂处的边界线等
双折线		约 $d/2$	断裂处的边界线等

注：表中虚线、细点画线、双点画线的线段长度和间隔的数值可供参考。

图线分为粗、细两种。粗线的宽度 d 应根据图的大小和复杂程度，在 0.5~2mm 之间选择，细线的宽度约为 $d/2$ 。图线宽度的推荐系列为：0.13mm，0.18mm，0.25mm，0.35mm，0.5mm，0.7mm，1mm，1.4mm，2mm；线宽为 0.13mm 的图线尽量避免采用。

绘制图样时，应注意以下各点。

① 同一图样中同类图线的宽度应基本保持一致，虚线、点画线及双点画线的线段长度应各自大致相等。线段长短和间隔建议按表 1.3 中的范围选取。

② 点画线和双点画线的“点”实际上是一条小短划线，而不是一个小圆点；点画线、双点画线与其他图线相交时应以线段相交；点画线的首末两端应是线段而不是小短划线；圆的中心线应以线段相交，超出圆轮廓的两端为 2~5mm，如图 1.6（a）所示。

③ 在较小的图形上绘制点画线或双点画线有困难时，可用细实线代替。画直径小于 12mm 的圆，其中心线一般用细实线画出，如图 1.6（c）所示。

④ 虚线与虚线或与其他图线相交时，应以线段相交，不得留有空隙，虚线为实线的延长线时，应留出空隙，如图 1.7 所示。

1.1.6 尺寸注法

图样除了表达形体的形状外，还应标注尺寸（GB/T 4458.4—2003、GB/T 16675.2—



图 1.6 圆的中心线画法

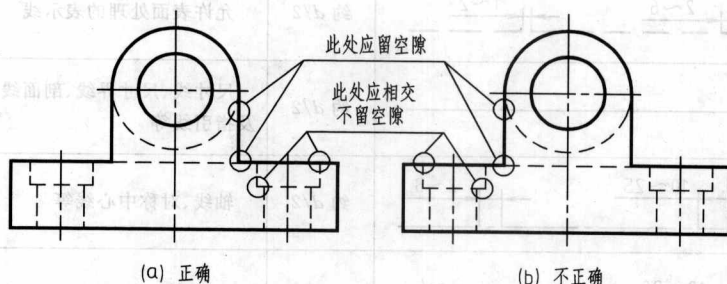


图 1.7 虚线的画法

1996), 以确定其大小。

(1) 基本规则

- ① 机件的大小应以图样上所标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 (包括技术要求和其他说明) 的尺寸以 mm 为单位时, 不需标注计量单位的代号或名称。如果要采用其他单位, 则必须注明相应计量单位的代号或名称。
- ③ 图样中所标注的尺寸, 为该图样所示机件的最后完工尺寸, 否则应另加说明。
- ④ 机件的每一尺寸, 一般只标注一次, 并应标注在反映该结构最清晰的图形上。
- ⑤ 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 1.4。

表 1.4 尺寸标注中的常用符号和缩写词

名 称	符号或缩写词
直径	ϕ
半径	R
球半径	SR
球直径	S ϕ
厚度	t
正方形	□
45°倒角	C
深度	↓
沉孔或锪平	┐
埋头孔	▽
均布	EQS

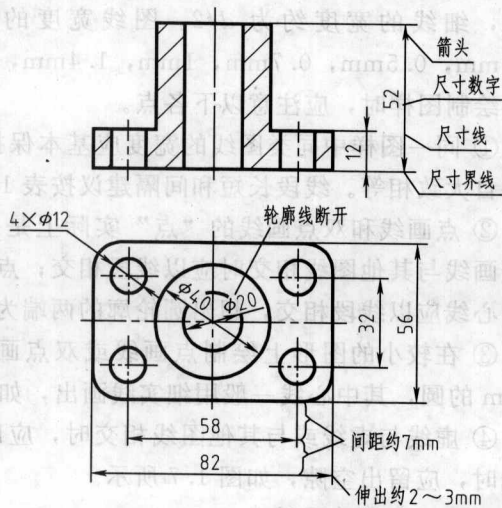
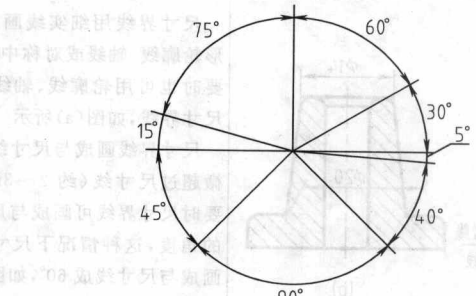
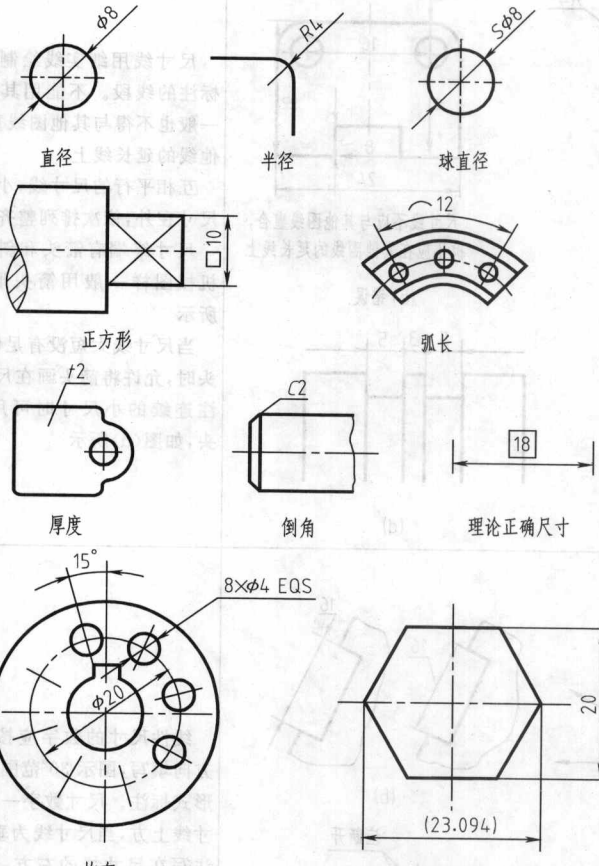


图 1.8 尺寸的组成

表 1.5 尺寸注法

尺寸要素	图 例	说 明
尺寸界线	(a) (b)	尺寸界线用细实线画出,一般由图形轮廓线、轴线或对称中心线引出,必要时也可用轮廓线、轴线或中心线作尺寸界线,如图(a)所示 尺寸界线画成与尺寸线成直角并稍微超过尺寸线(约2~3mm),特别需要时尺寸界线可画成与尺寸线成适当的角度,这种情况下尺寸界线尽可能画成与尺寸线成60°,如图(b)所示
尺寸线	(a) 正确 (b) 错误 $\geq 4b$ b b 为图中粗实线的宽度 (c) (d)	尺寸线用细实线绘制,且平行于所标注的线段。不能用其他图线代替,一般也不得与其他图线重合或画在其他线的延长线上 互相平行的尺寸线,小尺寸在里,大尺寸在外,依次排列整齐 尺寸终端有箭头和斜线两种形式,机械图样一般用箭头形式,如图(c)所示 当尺寸线太短没有足够的位置画箭头时,允许将箭头画在尺寸线外边;标注连续的小尺寸时可用圆点代替箭头,如图(d)所示
尺寸数字	(a) (b) (c) (d) (e)	线性尺寸的数值应按图(a)所示的方向填写,图示30°范围内,应按图(b)形式标注。尺寸数字一般应注写在尺寸线上方,当尺寸线为垂直方向时,应注写在尺寸线的左方,也允许注写在尺寸线的中断处,如图(c)所示 尺寸数字不可被任何图线所通过,否则必须将图线断开,如图(d)所示 狭小部位的尺寸数字按图(e)所示方式注写

尺寸要素	图 例	说 明
角度		角度的尺寸界线应沿径向引出,尺寸线是以角的顶点为圆心画出的圆弧线。角度数字应水平注写。角度较小时,也可用指引线引出标注
标注有关符号		在尺寸数字的前面或后面加上符号,表达设计要求,常用的符号有:直径“ϕ”、半径“R”、球直径“$S\phi$”、球半径“SR”、正方形“$\square$”、弧长“$\frown$”、厚度“t”、45°倒角“C”、均布“EQS”、理论正确尺寸“$\square$”、参考尺寸“()”等 说明:整圆或大于半圆的圆弧一般标注直径尺寸,小于或等于半圆的圆弧一般标注半径尺寸,半径尺寸只能标注在圆弧图形上

⑥ 若图样中的尺寸全部相同或某个尺寸和公差占多数时,可在图样空白处作总的说明,如“全部倒角 $C1$ ”、“其余圆角 $R4$ ”等。

⑦ 同一要素的尺寸应尽可能集中标注,如多个相同孔的直径(图 1.8)。

⑧ 尽可能避免在不可见的轮廓线(虚线)上标注尺寸。

(2) 尺寸的组成及其注法

图样中的尺寸,一般由尺寸界线、尺寸线、箭头和尺寸数字组成。标注尺寸的基本方法见表 1.5。