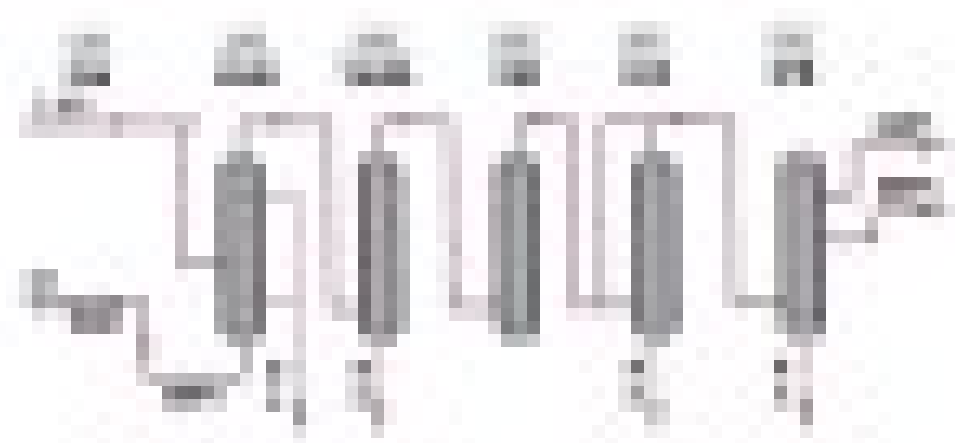


Chemical Engineering Drawing and CAD

化工制图与CAD

◎ 主编 邢锋芝
穆凤芸

中国石化出版社
CHINA PETROBRAND PUBLISHING HOUSE



Chemical Engineering Drawing and CAD

化工制图与CAD

◎ 主编 王德成
副主编 王德成

中国石化出版社
CHINA PETROBRAND PUBLISHING HOUSE

高等职业教育化工技术类专业“十二五”规划教材

化工制图与CAD

Chemical Engineering Drawing and CAD

主 编 邢锋芝 穆凤芸
主 审 王绍良

本教材在编写过程中，参考了国内外有关教材和文献资料。在编写过程中，天津渤海职业技术学院王绍良教授担任主编，王绍良教授对教材内容提出了宝贵意见。在编写过程中还得到天津渤海职业技术学院领导及同仁的大力支持，并表示感谢。

由于编写时间仓促以及作者水平有限，书中难免存在疏漏和错误，恳请广大读者批评指正。

本教材由天津渤海职业技术学院穆凤芸、邢锋芝、王绍良等编写。全书共分4章，第1章为绪论，第2章为化工制图的基本知识，第3章为化工制图的基本投影，第4章为化工制图的基本作图。全书力求做到概念清晰、重点突出、循序渐进、由浅入深、循序渐进、由浅入深、循序渐进、由浅入深。

天津渤海职业技术学院 天津渤海职业技术学院 天津渤海职业技术学院



天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

林秀霞等“十二五”专业类书对工升育培业服普高
内 容 提 要

本教材根据生产实际对制图知识的需求,将“化工制图”与“计算机辅助绘图技术 AutoCAD”两门课程进行整合,以应用为主,重新构建教材体系,旨在使学生在掌握制图基本知识的基础上,在阅读化工设备图和化工工艺图以及使用计算机软件(AutoCAD)绘制典型化工工艺图方面得到全面系统的训练。

本教材按 50~90 学时编写,供高职高专院校化工技术专业学生使用,同时也适用于成人教育、远程高等教育相关专业学生、自学人员及相关工程技术人员学习使用。

图书在版编目(CIP)数据

化工制图与 CAD/邢锋芝,穆凤芸主编. —天津:

天津大学出版社,2012. 8

高等职业教育化工技术专业“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5618-4428-1

主 审
主 主

- I. ①化… II. ①邢… ②穆… III. ①化工机械—机械制图—计算机制图—高等教育—教材
IV. ①TQ050.2-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 186416 号

出版发行 天津大学出版社

出版人 杨欢

地 址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)

电 话 发行部:022-27403647

网 址 publish.tju.edu.cn

印 刷 廊坊市长虹印刷有限公司

经 销 全国各地新华书店

开 本 185mm×260mm

印 张 13.75

字 数 343 千

版 次 2012 年 8 月第 1 版

印 次 2012 年 8 月第 1 次

印 数 1-3000

定 价 35.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请向我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究

前 言

本教材是按照高职高专人才培养目标,围绕制图课程的教学改革,总结编者多年从事高等职业教育制图教学的经验,并借鉴各院校教改成果和经验编写而成的。本教材根据生产实际对制图知识的需求,将“化工制图”与“计算机辅助绘图技术 AutoCAD”两门课程进行整合,以应用为主,重新构建教材体系,旨在使学生在掌握制图基本知识的基础上,在阅读化工设备图、化工工艺图以及使用计算机软件(AutoCAD)绘制典型化工工艺图方面得到全面系统的训练。

1 本教材在编写过程中,遵循了人们识图的认知过程和教材体系的自有规律。教材采用最新国家标准和行业标准,体现教材的先进性。

2 本教材以生产实际中常用的化工设备和典型化工工艺流程为主线,以实例引出基本知识,结合每一个单元知识逐步解决项目中的问题,引导学生完成典型化工设备图、化工工艺流程图阅读,并使學生能够使用计算机软件绘制典型化工工艺图。

3 本教材由天津渤海职业技术学院邢锋芝副教授编写绪论、第1至第2章、第6至第7章,并对全部内容进行统稿,天津渤海职业技术学院穆凤芸副教授编写第4至第5章,天津渤海职业技术学院赵勇编写第3章,天津渤海职业技术学院郑勇峰编写附录部分。本教材由邢锋芝副教授和穆凤芸副教授担任主编,湖南化工职业技术学院王绍良教授担任主审。王绍良教授对教材编写提出了宝贵的指导意见。在编写过程中还得到天津渤海职业技术学院领导及同人的大力支持,在此一并表示感谢。

4 由于编写时间仓促以及作者水平有限,书中难免有不合宜之处,恳请读者批评指正。

编 者

2012年6月

1.6 用 AutoCAD 进行实体造型	105
本章小结	118
思考与练习	129
第5章 物体的表达方法	131
5.1 视图	131
5.2 剖视图	134
5.3 断面图	141
5.4 局部放大图与简化画法	143
本章小结	146
思考与练习	147

目 录

第 0 章 绪论	1
0.1 图样的概念及其在生产中的作用	1
0.2 本课程的主要任务	1
0.3 本课程的特点和学习方法	1
第 1 章 化工设备和化工管道的认知	2
1.1 化工设备	2
1.2 化工管道	4
第 2 章 制图的基本知识和技能	10
2.1 制图国家标准简介	10
2.2 平面图形分析	18
2.3 AutoCAD 基础	19
本章小结	70
思考与练习	70
第 3 章 投影基础	75
3.1 正投影法与三视图	75
3.2 点、直线和平面的投影	79
本章小结	86
思考与练习	86
第 4 章 几何立体的投影	89
4.1 基本体	89
4.2 切割体	94
4.3 相贯体	102
4.4 组合体	105
4.5 用 AutoCAD 进行实体造型	118
本章小结	129
思考与练习	129
第 5 章 物体的表达方法	131
5.1 视图	131
5.2 剖视图	134
5.3 断面图	141
5.4 局部放大图与简化画法	142
本章小结	146
思考与练习	147

目 录

第 6 章 化工设备图	149
6.1 化工设备图的作用和内容	149
6.2 化工设备图的表达方法	151
6.3 化工设备的常用零部件	155
6.4 化工设备图的尺寸标注及其他	165
6.5 化工设备图的阅读	168
本章小结	173
思考与练习	173
第 7 章 化工工艺图	176
7.1 工艺流程图	176
7.2 设备布置图	181
7.3 管道布置图	186
7.4 实训项目	194
本章小结	196
思考与练习	197
附录	200
附录 A 常用材料及热处理	200
附录 B 螺纹	202
附录 C 常用标准件	203
附录 D 化工设备的常用标准化零部件	206
附录 E 化工工艺图常用设备代号和图例	213
参考文献	214

第0章 绪论

0.1 图样的概念及其在生产中的作用

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

人们在现代生产活动(如机器、设备、仪器等产品的设计、制造、维修)中,通常都离不开图样。图样作为表达设计意图和交流技术思想的一种工具,被称为工程技术界的“语言”。因此,凡从事与工程技术相关的行业的人员,都必须具有绘制和阅读图样的能力。

化工制图与CAD是一门研究如何绘制和阅读化工图样的技术基础课,主要介绍化工图样的图示原理、绘图方法、读图方法、相关的国家标准和行业标准及计算机辅助绘图技术的基本知识。

0.2 本课程的主要任务

本课程的主要任务是培养学生的画图和读图能力,主要有以下五点。

- ①使学生掌握正投影法的基本原理及其应用,培养学生的空间想象能力。
- ②培养学生的绘图和阅读相关工程图样的基本能力。
- ③讲授制图国家标准及相关的行业标准,使学生初步具有查阅标准和技术资料的能力。
- ④使学生能够阅读化工设备图、化工工艺图,能够运用计算机绘图软件绘制典型化工管道布置图和化工工艺流程图。
- ⑤培养学生认真负责的工作态度和一丝不苟、严谨科学的工作作风。

0.3 本课程的特点和学习方法

①本课程是一门空间概念性很强的课程。学习投影方法应注重对基本概念、基本规律的理解,将投影作图与空间形体分析结合起来,多看、多想,循序渐进地建立和发展投影分析和空间想象能力。

②本课程的实践性很强。学生需通过识图实践,建立和发展空间想象能力;通过阅读图样的实践,理解和巩固图样的规定画法和读图的各种知识;通过大量的读图实践和计算机绘图练习,不断提高读图能力和计算机绘图能力。学习本课程一定要注意实践,及时完成作业。

③树立标准化意识。图样是用于指导生产施工的技术文件,为确保设计思想的表达和对图样信息理解的一致性,学习本课程应树立标准化意识,掌握并严格遵循国家标准的有关规定。对常用的标准应该牢记并能熟练地运用。

第1章 化工设备和化工管道的认知

什么是零件？什么是部件？什么是化工图样？图样的作用是什么？这些问题常使初学者感到困惑，所以在学习化工制图基本知识之前，有必要对化工设备和化工管道有初步的了解。本章主要介绍生产过程中常用的化工设备和化工管道的作用、基本结构，为同学们学习化工制图奠定基础。

1.1 化工设备

1.1.1 常见化工设备的类型

化工生产中为了将原料加工成一定规格的成品，往往需要经过原料预处理、化学反应以及反应产物的分离和精制等一系列化工过程。实现这些过程所用的机械，常常都被划归为化工设备。

化工设备通常可分为两大类：动设备和静设备。

①动设备。动设备指主要作用部件为运动部件的机械，如各种过滤机、破碎机、离心分离机、旋转窑、搅拌机、旋转干燥机以及流体输送机械等。

②静设备。静设备指主要作用部件是静止的或者只有很少量运动的机械，如各种容器（槽、罐、釜等）、普通窑、塔器、反应器、换热器、普通干燥器、蒸发器、反应炉、电解槽、结晶设备、传质设备、吸附设备、流态化设备、普通分离设备以及离子交换设备等。



图 1.1 反应器

化工产品多种多样，它们的生产方法也各不相同。但是化工生产过程大都可归纳为一些基本操作，如蒸发、冷凝、吸收、蒸馏及干燥等，称为单元操作。为了使物料能进行各种反应和各种单元操作，就需要各种专用的化工设备。化工设备的种类很多，结构、形状、大小各不相同。常见的化工设备有反应器、换热器、塔器、容器等。

1.1.2 常见化工设备的作用与基本结构

1. 反应器

反应器通常又称为反应罐或反应釜，主要用来使物料在其中进行化学反应。图 1.1 所示为一个带搅拌装置的反应器。反应器的主要结构通常由如下几个部分组成。

①壳体：由筒体及上、下两个封头焊接而成，提供了物料的反应空间。上封头常采用法兰结构，与筒体组成可拆式连接。

②传热装置:通过直接或间接的加热或冷却方式,提供反应所需要的热量或带走反应产生的热量。

③搅拌装置:由搅拌轴和搅拌器组成。

④传动装置:由电动机和减速器(带联轴器)组成。

⑤轴封装置:指转轴部分的密封结构,一般有填料箱密封和机械(端面)密封两种。

⑥其他装置:设备上必要的支座、人(手)孔、各种管口等通用部件。

2. 塔器

化工生产过程中的吸收、精馏、萃取以及洗涤等操作需在塔器设备中进行,塔多为细而高的圆柱形立式设备,通常分板式塔和其他新型塔等形式。填料塔也有各种形式。图 1.2 所示为填料塔。它由塔体、喷淋装置、填料、栅板及气液体进出口、卸料孔、裙座等零部件组成。液体从塔顶部的喷淋装置向下喷淋,气体由塔底部进入并上升,经过填料层,与液体充分接触,进行传热、传质或洗涤。为了使液体均匀下流,可在塔体的一定高度设再分布装置。填料用陶瓷、金属及工程塑料等材料做成各种表面积较大的形状,可以规则排列,也可以乱堆。填料层重量由栅板和支承圈支撑。液体由塔底排出,气体由塔顶逸出。通过卸料孔可以定期更换或清洗填料。塔体用裙座支撑于地基上。

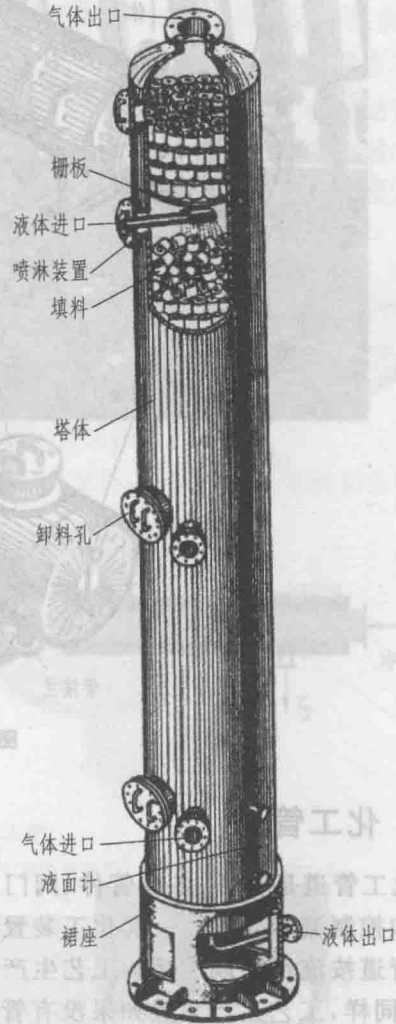


图 1.2 填料塔

3. 换热器

换热器主要用来使两种不同温度的物料进行热量交换,以达到加热或冷却的目的。常见换热器种类有列管式、套管式、螺旋板式等,其中列管式换热器最为常用。列管式换热器又分为多种形式,如固定管板式、浮头式、填函式、U形管式和滑动管板式等,但它们的基本结构和工作原理有不少共同之处。

图 1.3 所示为一固定管板式换热器,其主要结构除筒体、封头、支座等外,还有密集的换热管束按一定的排列方式固定在两端的管板上,两端管板用法兰与封头和管箱连接。管束与两端封头连通,形成管程,筒体与管束围成的管外空间称壳程。换热器工作时,一种物料走管程,另一种物料走壳程,从而进行热量交换。

4. 容器

容器主要用来储存物料,分为立式和卧式两类。图 1.4 所示为一卧式容器,它由筒体、封头、人孔、管法兰、支座等组成。

第1章 化工设备和化工管道

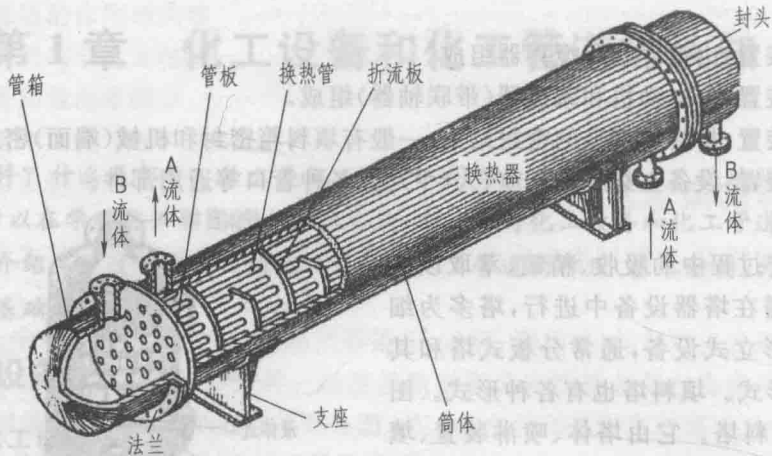


图 1.3 固定管板式换热器

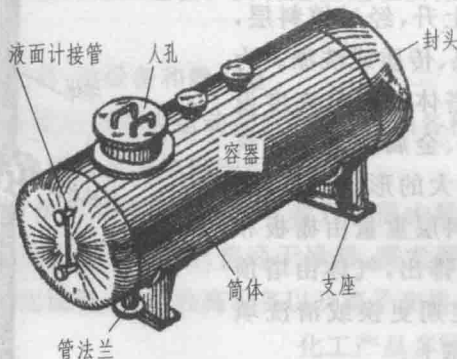


图 1.4 卧式容器

1.2 化工管道

化工管道是管子、各种管件、阀门及管架的总称。在化工生产中，必须通过管道来输送和控制流体介质。一套化工装置之所以能进行生产，是由于工艺过程所必需的设备用管道按流程加以连接。工艺生产装置的管道如同人体的血管，人没有血管就不能生存；同样，工艺生产装置如果没有管道的连接也就不能生产。所以，化工管道同一切化工机械设备一样是化工生产中不可缺少的组成部分。图 1.5 所示为某化工学院实训车间的一套化工装置，其中有管子、各种管件、阀门、管架、仪表、设备等。本节介绍管道的一些基本知识。

1.2.1 管子

用于管道中输送各种流体的零件称为管子。管子的分类方法很多，主要有以下几种。

①按用途分类，可分为流体输送用管、传热用管、结构用管和其他用管等。

②按材质分类，可分为金属管和非金属管。图 1.6 所示为无缝钢管。

③按形状分类，可分为套管、翅片管、各种衬里管等，见图 1.7~1.9。

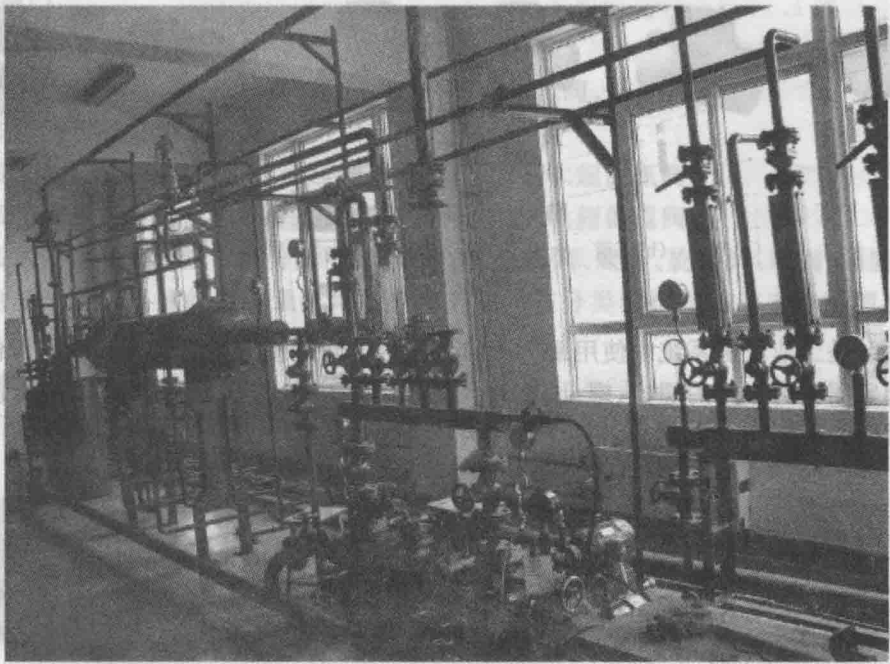


图 1.5 化工装置

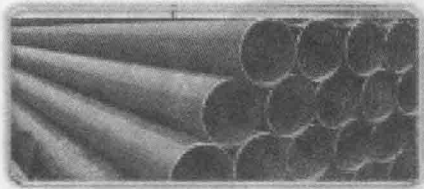


图 1.6 无缝钢管

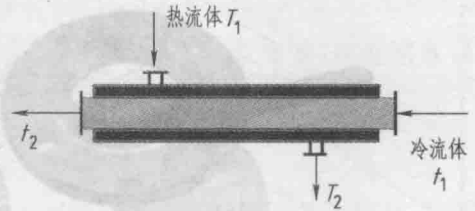


图 1.7 套管

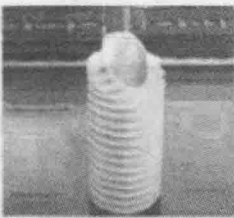


图 1.8 翅片管

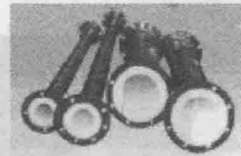


图 1.9 衬里管

1.2.4 管架

管架按：

(1) 承重

承重架

弹簧架、刚性架

1.2.2 管件

1. 常用管件

管件在管道系统中起着改变走向、改变标高、改变直径、封闭管端以及由主管引出支管的作用。管件的主要品种有弯头、三通、四通、异径管、管帽、螺纹短节等。图 1.10 所示为部分常用管件。管件常用材料有普通碳素钢、合金钢、不锈钢等。

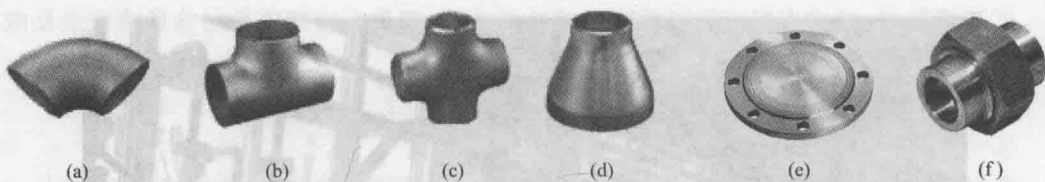


图 1.10 部分常用管件

(a)弯头 (b)三通 (c)四通 (d)同心异径管 (e)盲板 (f)活接头

2. 法兰

管法兰是工业管道系统中使用最广泛的一种可拆卸连接件。法兰及其紧固件包括法兰本身和起紧固密封作用的螺栓、螺母、垫片。图 1.11、图 1.12 所示分别为常用的管法兰和螺纹紧固件。

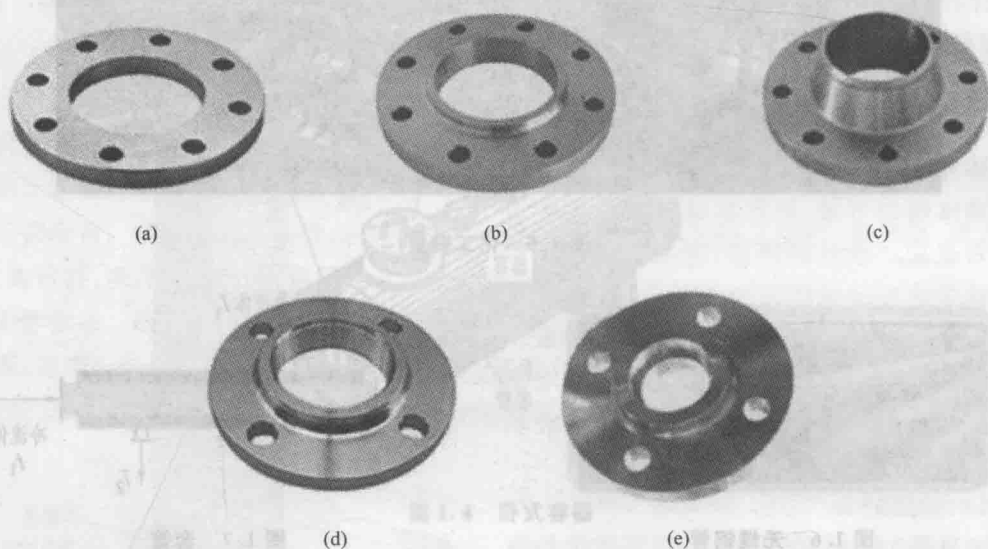


图 1.11 常用的管法兰

(a)板式平焊法兰 (b)带颈平焊法兰 (c)带颈对焊法兰 (d)螺纹法兰 (e)承插焊法兰

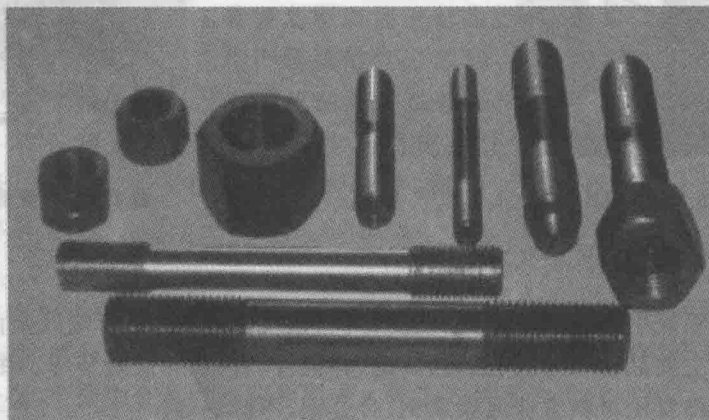


图 1.12 螺纹紧固件

1.2.3 阀门

1. 阀门的分类

- ①按用途和作用分为截断阀、调节阀、止回阀、分流阀、安全阀。
- ②按驱动形式分为手动阀、动力驱动阀。
- ③按公称压力分为真空阀、低压阀、中压阀、高压阀、超高压阀。
- ④按工作温度分为高温阀、中温阀、常温阀、低温阀、超低温阀。
- ⑤按阀门通用分类法一般分为闸阀、截止阀、止回阀、蝶阀、旋塞阀、球阀、隔膜阀、柱塞阀等。这种分类法是目前国内最常用的分类方法。该分类法按阀门的工作原理和用途来分,同时又考虑阀门结构上的区别。

2. 常见阀门的功能

阀门是流体管道的控制装置,在石油化工生产过程中发挥着重要的作用。其主要功能如下。

- ①接通或截断介质的通道,包括闸阀、截止阀、隔膜阀、球阀、旋塞阀、蝶阀等。图 1.13 所示为闸阀、截止阀、球阀。
- ②阻止介质倒流,包括各种结构的止回阀。
- ③调节介质压力、流量等,包括调节阀、节流阀、减压阀等。
- ④分离、分配或混合介质,包括各种结构的分配阀和疏水阀等。
- ⑤防止介质压力超过规定数值,保证管道或设备安全运行,包括各种类型的安全阀。



图 1.13 阀门

(a) 闸阀 (b) 截止阀 (c) 球阀

1.2.4 管架

管架按支架的作用分承重架、限制性支架和减振架三大类,其作用分别如下。

(1) 承重架

承重架是用来承受管道的重力及其他垂直向下载荷的支架(含可调支架),包括滑动架、弹簧架、刚性吊架、滚动支架。

(2) 限制性支架

限制性支架是用来阻止、限制或控制管道系统位移的支架(含可调限位架),包括导向架、限位架、定值限位架、固定架。

(3) 减振架

减振架是用来控制或减小除重力和热膨胀作用以外的任何力(如物料冲击、机械振动、风力及地震等外部荷载)的作用所产生的管道振动的支架,包括弹簧、液压和机械三种类型。

1.2.5 分析图 1.14 所示醋酐残液蒸馏岗位的工艺流程和管道走向

由图 1.14 可以看出以下内容。

1. 工艺流程

(1) 设备

醋酐残液蒸馏岗位有残液蒸馏釜(位号 R1101)、冷凝器(位号 E1102)和真空受槽(位号 V1103A、V1103B,这两个为相同设备)共四台设备。

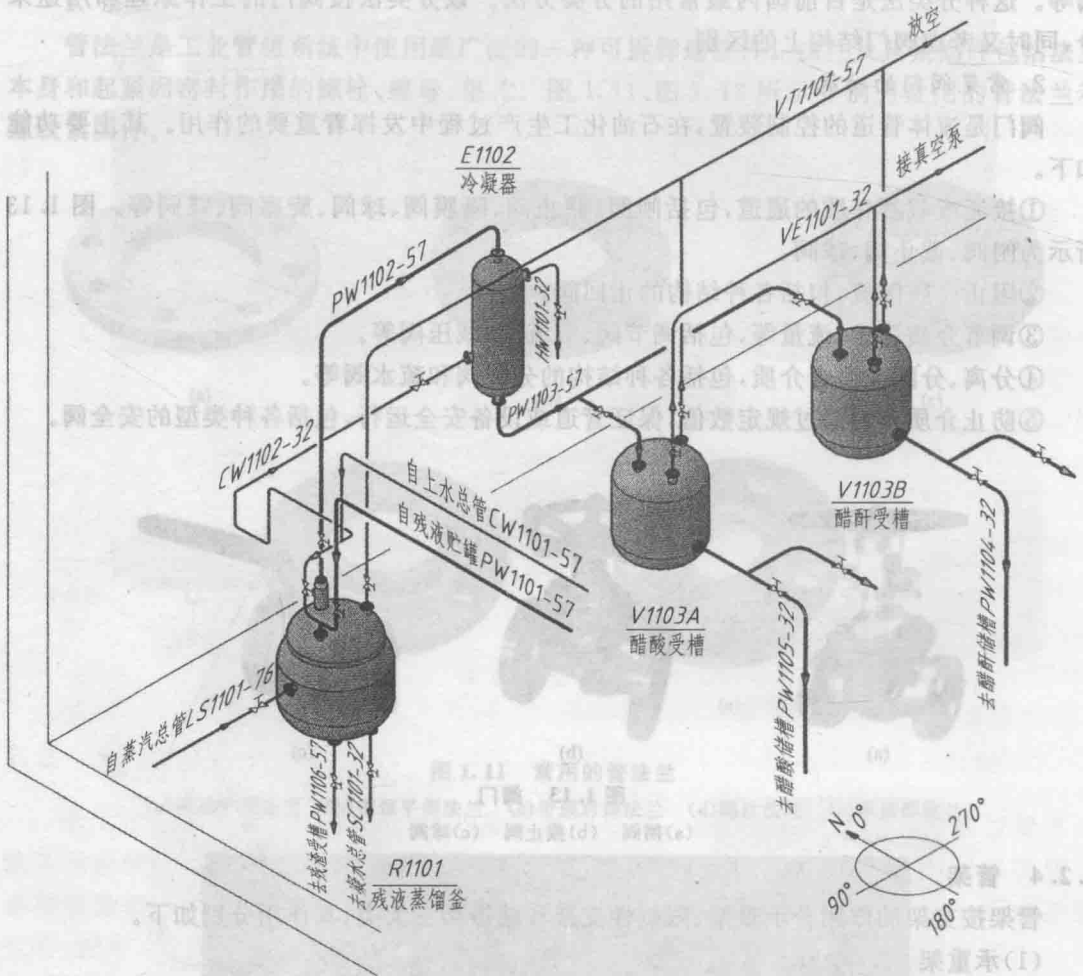


图 1.14 醋酐残液蒸馏岗位管道立体图

(2) 主要物料的工艺流程

来自残液贮罐的醋酐残液沿管道 PW1101-57 进入蒸馏釜,由来自蒸汽总管的蒸汽加热,物料中醋酐蒸发变为蒸气。醋酐蒸气沿管道 PW1102-57 进入冷凝器,冷凝后的液态醋酐沿管道 PW1103-57 流入醋酐真空受槽 V1103B 中,然后由管道 PW1104-32 放入醋酐储槽。

蒸馏釜中蒸馏醋酐后的残渣,加水稀释后再继续加热,生成醋酸沿管道 PW1103-57 进入醋酸真空受槽 V1103A 中,然后由管道 PW1105-32 放入醋酸储槽。

(3)其他物料的工艺流程

残液蒸馏釜通过夹套加热,蒸汽来自 LS1101-76。通过水管 CW1101-57 向釜中加水,通过管道 SC1101-32 排水,釜顶部接放空管。蒸馏釜中的废渣沿管道 PW1106-57 放入残渣受槽。冷凝器上水来自管道 CW1102-32,回水管为 HW1101-32。两个真空槽,由管道 VE1101-32 所连真空泵施加负压,顶部都接放空管。

(4)阀门控制情况

由于本系统为间断性操作,每段管道上都装有截止阀,因此不同的操作阶段是通过有关阀门的操作而实现的。

2. 管道走向

①自残液贮罐来的醋酐残液沿管道 PW1101-57 由南向北拐弯向下进入蒸馏釜。另有水管 CW1101-57 也由南向北拐弯向下并分为两路:一路向西、向下,拐弯向南与管道 PW1101-57 相交;另一路向东、向北、向下,然后又向北、向上,再转弯向东接冷凝器。水管与物料管在蒸馏釜、冷凝器的进口处都装有截止阀。

②PW1103-57 是从冷凝器下部分别至真空受槽 A、B 的管道:它自出口向下、向东,先分出一路向南、向下,进入真空受槽 A;同时原管道继续向东、向南、向下进入真空受槽 B。两个入口管上都有截止阀。

③VE1101-32 是真空受槽 A、B 与真空泵之间的连接管道,由真空受槽 A 顶部向上,拐弯向东与自真空受槽 B 上部来的管道会合后继续向东与真空泵出口相接。管道 VE1101-32 在与真空受槽 A、B 相接的立管上都装有阀门。

④VT1101-57 是与蒸馏釜、真空受槽 A、真空受槽 B 相连接的放空管,在连接各设备的立管上都装有截止阀。

第2章 制图的基本知识和技能

本章主要介绍国家标准《技术制图》与《机械制图》中的一些基本规定,平面图形的尺寸分析、线段分析和基本绘图步骤,计算机绘制平面图形的方法。

通过本章的学习,要达到以下基本要求:

- ①熟悉图纸的幅面及格式、比例、字体、图线、尺寸注法等国家标准中关于制图的基本规定;
- ②熟练掌握计算机基本绘图与编辑命令、图形显示控制命令的使用;
- ③掌握绘图工具与绘图环境设置,图层、颜色、线型、特性修改及属性匹配等命令的操作;
- ④能正确查阅国家标准,树立认真贯彻国家标准的意识;
- ⑤能对已知的平面图形进行尺寸分析、线段分析;
- ⑥能使用 AutoCAD 2009 的有关操作命令绘制平面图形。

2.1 制图国家标准简介

图样作为技术交流的共同语言,必须有统一的规范,否则会带来生产过程和技术交流中的混乱和障碍。国家质量监督检验检疫总局、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》等一系列制图国家标准。国家标准《技术制图》将各类专业制图中共同的内容制定成标准,在技术内容上具有统一性、通用性和通则性;国家标准《机械制图》、《建筑制图》、《电气制图》等是专业制图标准,是按照专业要求进行补充的,其技术内容是专业性和具体性的。它们都是绘制和使用工程图样的准绳。

在标准代号 GB/T 14689—2008 中,GB/T 为推荐性国家标准代号。其中 G、B、T 分别是“国家”、“标准”、“推荐”这三个词汉语拼音的第一个字母。GB 即表示国家标准,一般简称“国标”;T 表示该标准为国家推荐性标准;14689 是该标准的顺序编号;2008 为该标准发布的年号。

2.1.1 图纸的幅面和格式(GB/T 14689—2008)

1. 图纸幅面尺寸

为了使图纸幅面统一,便于装订和保存,绘制技术图样时,应优先采用基本幅面。基本幅面有五种,其尺寸关系如表 2.1 所示。必要时,可以使用加长幅面。加长幅面的尺寸可根据其基本幅面的短边成整数倍增加。

表 2.1 图纸基本幅面尺寸

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
B×L	841×1 189	594×841	420×594	297×420	210×297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				