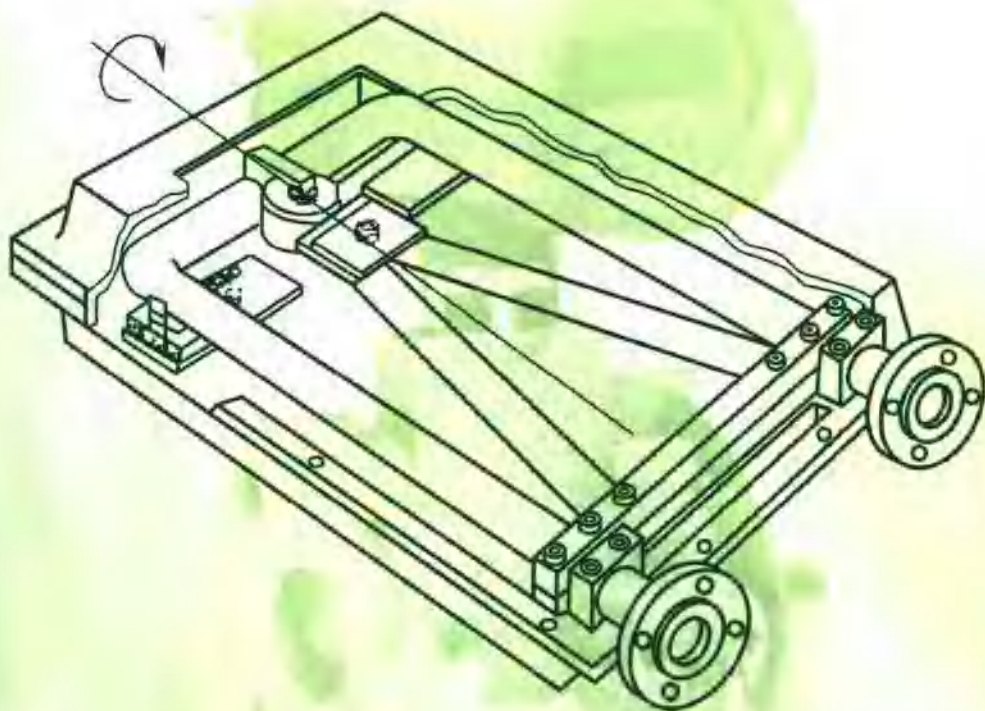


中等职业教育规划教材

流量控制系统

——自动控制专业项目教学教程之三

蔡夕忠 主编 谭爱平 主审



化学工业出版社
教材出版中心

中等职业教育规划教材

流量控制系统

——自动控制专业项目教学教程之三

蔡夕忠 主编

谭爱平 主审



化学工业出版社
教材出版中心

· 北 京 ·

本书作为自动控制专业项目教学系列教程之三,以甲醇氧化制甲醛的供料系统为项目主线,围绕流量控制的控制方案以及相关仪表展开。

本书介绍项目需要的流量控制系统的单回路控制和比值控制方案;简要介绍了流量检测仪表的种类、特点;介绍了流量控制所需要的计算装置,引出 S7-300 PLC 以及电动执行机构等,并对以上装置及系统的安装、维护进行较全面的介绍。

本书可以作为中等职业学校仪器仪表、自动控制专业的教材,也可以作为职工培训和从事仪表自动化的工作人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

流量控制系统/蔡夕忠主编. —北京:化学工业出版社,
2006.6

中等职业教育规划教材. 自动控制专业项目教学教程之三
ISBN 7-5025-8931-7

I. 流… II. 蔡… III. 流量-自动控制系统-专业学校-教材 IV. ①O351②TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 066404 号

中等职业教育规划教材

流量控制系统

—自动控制专业项目教学教程之三

蔡夕忠 主编

谭爱平 主审

责任编辑:张建茹

责任校对:于志岩

封面设计:胡艳玮

*

化学工业出版社

出版发行
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询:(010)64982530

(010)64918013

购书传真:(010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

化学工业出版社印刷厂印装

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 7¼ 字数 172 千字

2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-8931-7

定 价:13.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

自动化仪表类中等职业教育规划教材编审委员会

主 任 王黎明

副主任 开 俊 乐建波 蔡夕忠

委 员 (排序不分先后)

尹廷金 王 冠 吴祚武 李玉红

王 磊 谭爱平 纪绍青 张红翠

刘开民 王 哲 汪东翠 钱跃宗

李文祥 付志刚 李丽霞 张 洪

方清化

前 言

“给你 55 分钟，你可以造一座桥吗？”这是德国教育专家弗雷德·海因里希教授对“项目教学法”的介绍引入词。

“项目教学法”通过选取现实中一个“造一座桥”的项目，让学生进行讨论，按照“项目分析→制定计划→正式实施项目”的学习步骤，利用一种被称为“造就一代工程师伟业”的“慧鱼”模型拼装桥梁，使课堂教学中理论与实践教学有机地结合起来，培养学生的职业能力。

为在教学中激发学生在专业学习中的兴趣，培养自发的学习能力，训练实践能力和综合能力，发掘创造潜能，达到提升学生综合职业能力的目的。我们首次尝试对传统的教学设计予以改革，突破传统的课程体系，依据自动控制专业学生应具有的职业能力，根据“项目教学法”的教学思维，按压力控制、液位控制、流量控制、温度控制和综合控制的教学顺序，循序渐进，将应涵盖的教学内容进行融合调整，形成《自动控制专业项目教学系列教程》一套共 5 册教材。在各分册中，通过对教学项目和控制系统所涉及能力点的合理选择，自简单而复杂，先易后难，逐册递进，前后呼应，将自动控制专业学生应具备的知识能力，系统有机地融合进全套教程中。同时，在具体的教学设计安排中，充分利用现代化教学与实训手段，围绕一个完整的项目，按“预演项目结果→阐述项目设计思想→组织项目实施→系统评估”的过程，完成系统的教学活动。

本册为自动控制专业项目教学系列教程中第三分册，以甲醇氧化制甲醛的供料系统为项目主线，从流量控制系统的单回路控制和比值控制方案的确定，到流量检测仪表、计算装置控制装置、执行装置的选择，最后到控制系统的安装、实施和维护等。

本书由蔡夕忠任主编，并负责全书的统稿。谭爱平任主审。参加编写的还有汪东军、李文祥，其中：项目描述与任务一由蔡夕忠编写；任务二、任务四由蔡夕忠、汪东军共同编写；任务三主要由李文祥编写，任务五由三人共同编写。

汲取以往的教学精华，借助于成功的教学思维，力图改革，推陈出新，这是我们推出此套教程的主旨。因首次进行尝试，不足之处在所难免，恳请各位专家和读者不吝赐教，提出宝贵意见，对教程中出现的不足予以批评指正。

本套教材在编写过程中，得到全国化工中等职业教育教学指导委员会和广大职业院校及化学工业出版社的大力支持，在此一并表示衷心感谢。

全国化工中职机电仪表信息类专业教学指导委员会
《自动控制专业项目教学系列教程》编写组

2006 年 6 月

目 录

项目描述	1
一、工艺流程叙述	1
二、项目要求	2
任务一 项目分析	3
一、控制任务分析	3
二、典型设备介绍	3
三、安全因素分析	11
实训：企业生产装置参观	13
习题一	14
任务二 控制方案确定	15
一、甲醇流量积算显示方案	15
二、甲醇量与空气的流量控制	16
三、水蒸气与二元混合气比值控制方案	17
四、甲醇氧化制甲醛物料系统控制方案	26
实训：比值系数的设定	26
习题二	27
任务三 流量检测装置选择	29
一、流量检测仪表的基础知识	29
二、差压式流量计	30
三、转子流量计	36
四、电磁流量计	40
五、其他流量计	42
六、本项目检测装置选择	50
实训：转子流量计的校验	52
习题三	56
任务四 控制装置选择	59
一、积算器的选用	59
二、计算器的选择	64
三、控制器选择	71
四、执行器的选择	79
实训：阀门的零点调整	82
习题四	84

任务五 控制系统的安装与投运	86
一、系统接线图	86
二、设备安装	91
三、准备与调试	99
四、投运	101
五、系统维护	102
六、项目控制方案的缺陷与改进	104
实训：流量单闭环比值控制系统实训	105
习题五	106
参考文献	108

项目描述

一、工艺流程叙述

甲醇氧化制甲醛的工艺流程如图 0-1 所示，原料甲醇用泵送入高位槽 1，以一定的流量经过滤器 2 进入蒸汽加热的蒸发器 3。同时，由鼓风机 7 将已除尘和其他杂质的空气定量地送入蒸发器的底部。空气鼓泡通过被加热到 319~323K 的甲醇层时被甲醇蒸气所饱和，每升甲醇蒸汽和空气的混合物中甲醇的含量约为 0.5g。为了控制甲醇被氧化的速度，通过蒸汽分离缸 19，在甲醇和空气的混合物中加入一定量的水蒸气。为了保证混合气能在反应器内迅速反应，以及避免混合气中存在甲醇凝液，所以通过过热器 4 进行加热。过热混合气为

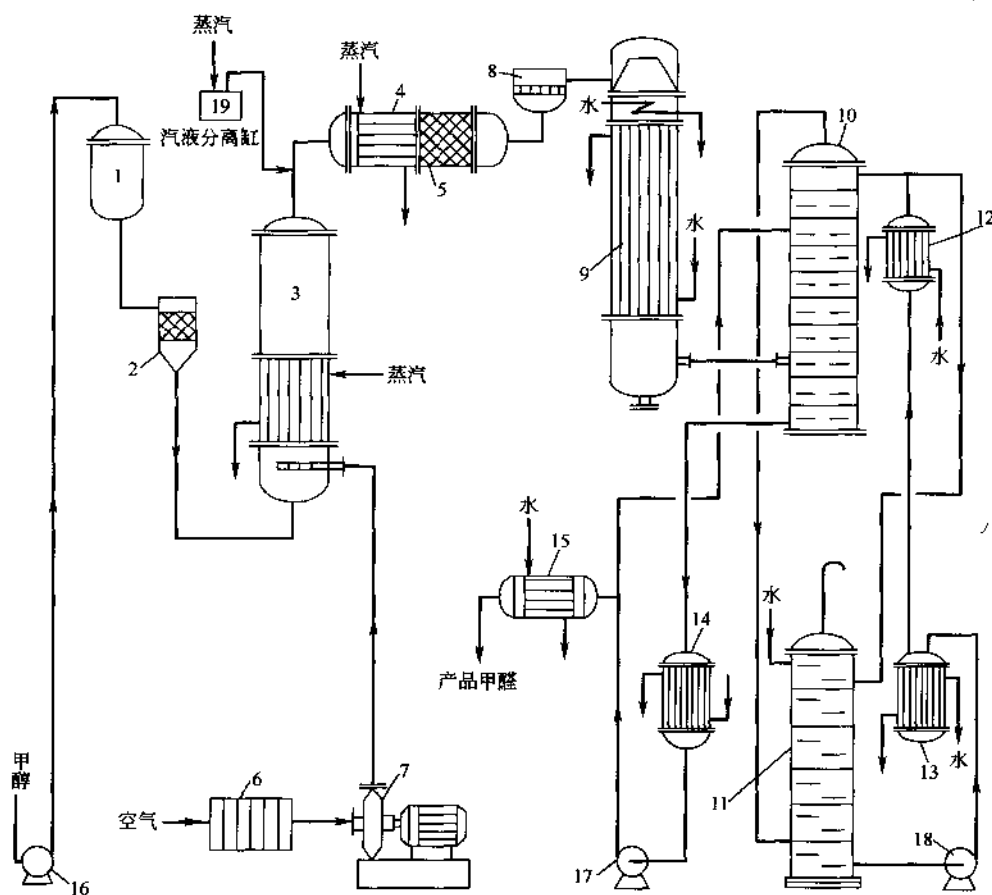


图 0-1 甲醇氧化制甲醛的工艺流程图

- 1—甲醇高位槽；2—甲醇过滤器；3—蒸发器；4—过热器；5—阻火器；6—空气过滤器；7—鼓风机；
8—过滤器；9—氧化器；10—第一吸收塔；11—第二吸收塔；12、13、14、15—冷却器；
16—甲醇泵；17、18—循环泵；19—汽液分离缸

了阻止氧化器中可能发生燃烧波及到蒸发系统，要经过阻火器 5 和过滤器 8 除去铁杂质后，才进入氧化反应器 9，在催化剂的作用下，温度控制在 $653\sim 923\text{K}$ 左右，进行氧化和脱氢反应。

从氧化器出来的气体进入第一吸收塔 10，将大部分甲醛吸收；未被吸收的气体再进入第二吸收塔 11 底部，从塔顶加入一定量的冷却水进行吸收。由第二吸收塔塔底采出的稀甲醛溶液经循环泵 18 打入第一、第二吸收塔，作为吸收的一部分。自第一吸收塔塔底引出的吸收液经冷却后，即为含 10% 甲醇的甲醛水溶液。甲醇的存在可以防止甲醛的聚合，甲醛的产率约 80%。

二、项目要求

根据工艺要求设计供料系统的控制方案，保证生产能够安全、有效地进行。为了进行成本核算，要求对进入生产流程的甲醇量进行计量。为了保证氧化反应的顺利进行和安全要求，设计控制系统，以保证参与氧化反应的甲醇、氧气、水蒸气比例符合要求。

根据控制方案选择所需要的检测仪表、控制仪表和执行装置，按照控制要求进行安装、调试，使系统能正常运行。

任务一 项目分析

任务目标：1. 明确项目的要求和安全因素，熟悉整个工艺过程；

2. 明确控制任务。

知识目标：1. 掌握化工生产中主要设备的作用和特点；

2. 了解流量控制在化工生产中的意义；

3. 熟悉化工生产中应注意的安全因素。

能力目标：1. 能看懂工艺流程图，识别流程中的主要设备；

2. 树立安全第一的指导思想，具备安全生产的意识。

一、控制任务分析

为了确保生产的安全进行，最大限度地提高生产效率，应对整个生产过程进行分析。本项目将根据甲醇氧化制甲醛的工艺要求，确定参与反应的物料流量控制方案，并根据确定的控制方案和企业自动化水平，以及自动化仪表和装置的发展情况，选择控制仪表、流量检测仪表和执行装置。

化工各种反应对参与化学反应的物料比都有一定的要求。甲醇氧化制甲醛生产所需的三种原料必须保持一定的比例，即甲醇气：空气：水蒸气=1：(1.7~1.9)：(0.7~0.9)。

为了保证以上的物料的配比，要对其流量进行控制。空气是通过鼓风机加入其流程，在甲醇蒸发器中与甲醇蒸汽混合，形成二元混合气体。甲醇液体通过离心泵加入甲醇蒸发器。因此，空气与甲醇的进入量基本稳定，可以设置简单的控系统完成。空气流量采用流量单回路控制系统，而通过控制甲醇蒸发器的液位定值控制，保证甲醇气体的流量稳定。合理设置两个控制系统的设定值，就可以保证其流量比，从而保证二元混合气中的醇氧摩尔比。

二元混合气要加入一定量的蒸汽，形成三元混合气体。由于水蒸气的含量决定反应速度和效率，所以，根据蒸汽加入量控制二元混合气体的流量。

甲醇的流量计量不能加以控制，主要在进入系统时对其进行累计指示即可。

氧化反应是一个放热反应，温度越高反应越快，但当温度超过 913K 时，甲醛的回收率明显下降，所以，温度一般控制在 873~913K 之间。反应温度通过冷却水控制，同时，当温度过高时，可以采用选择性控制系统，切断反应氧气量，即将压缩空气放空。温度控制的相关设计参阅《温度控制》分册。

二、典型设备介绍

甲醇氧化制甲醛的主要设备为氧化器，属于反应器的一种。整个生产过程还包括流体传输设备、换热设备等。本项目中不涉及到换热器的控制，所以，换热设备原理将在教程之四中介绍。

(一) 化学反应器

化学反应在化学反应器中进行。化学反应器在石油、化工生产中占有很重要的地位。它的重要性体现在两个方面,首先它是整个石油、化工生产中的龙头,提高产率,减少后处理的负荷,从而降低生产成本,这一切化学反应器起着关键作用。其次,化学反应器经常处在高温、高压、易爆条件下进行反应,且许多化学反应伴有强烈的热效应,因此整个石油、化工生产的安全与化学反应器密切相关。

1. 按进出物料状况分

按反应器的进出物料状况可以分为间歇式和连续式。

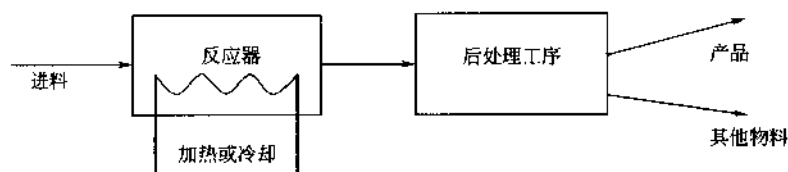
① 间歇式反应器。间歇式反应器是将反应物料分次或一次加入反应器中,经过一定反应时间后,排出反应器中所有的物料,然后重新加料再进行反应。间歇式反应器通常适用于小批量,反应时间长或对反应全过程的反应温度有严格程序要求的场合。

② 连续反应器。连续反应器则是物料连续加入,反应连续不断地进行,产品不断地排出,是工业生产中最常用的一种。一些大型的、基本化工产品的反应器都采用连续的形式。甲醛生产中采用这一类反应器。

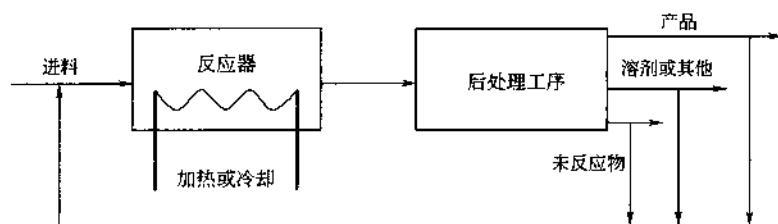
2. 按物料流程排列分

按物料流程的排列来分可分为单程与循环两类。

① 单程。按照单程的排列,物料在通过反应器后不再进行循环,如图 1-1(a) 所示。当反应的转化率和产率都较高时,可采用单程的排列。甲醛生产中采用这一类反应器。



(a) 单程反应器



(b) 循环反应器

图 1-1 两种物料流程的反应系统

② 循环反应器。如果反应速度较慢,或受化学平衡的限制,物料一次通过反应器,转化很不完全,则必须在产品进行分离之后,把没有反应的物料循环与新鲜物料混合后,再送入反应器进行反应,这种流程称为循环流程,如图 1-1(b) 所示。需要指出的是,在进料中若含有惰性物质,则在多次循环后,惰性物将在系统中大量积聚,影响进一步的反应,为此需把循环物料部分放空。循环反应器有时也有溶剂的循环,或某些过于剧烈的化学反应,需在进料中并入一部分反应产物。

3. 按反应器的结构形式分类

从反应器的结构形式来分类, 可以分成釜式、管式、塔式、固定床、流化床反应器等多种形式, 如图 1-2 所示。图 1-2 中 (a) 为连续聚合釜, 釜式反应器也有间歇操作的。(b) 为管式结构反应器, 实际上就是一根管道。(c) 为塔式反应器, 从机理上分析, 塔式反应器与管式反应器十分相似, 固定式床反应器是一种比较古老的反应器, 如图 1-2(d) 所示。甲醛生产中采用流化床反应器。

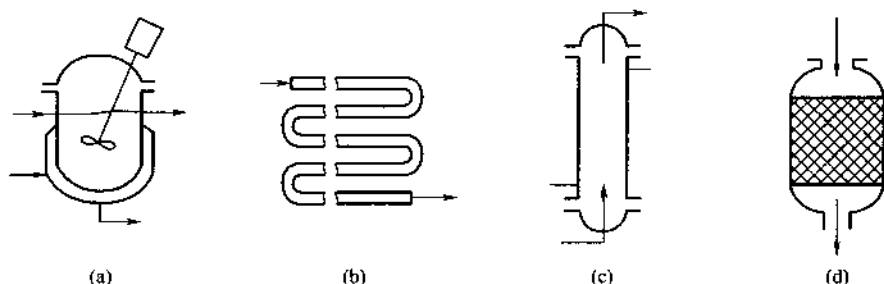


图 1-2 反应器的几种结构形式

4. 按传热情况分

按传热情况分, 可分为绝热式反应器和非绝热式反应器。

绝热式反应器与外界不进行热量交换, 非绝热式反应器与外界进行热量交换。一般当反应过程的热效应大时, 必须对反应器进行换热, 其换热方式有夹套式、蛇管式、列管式等。甲醛生产中采用非绝热反应器。

(二) 流体传送设备

在石油、化工等生产过程中, 各个生产装置之间都以输送物料的管道连接在一起。输送的物料通常有液体和气体之分。用于输送流体和提高流体压头的机械设备通称为流体输送设备。其中输送液体和提高其压力的机械为泵, 而输送气体并提高其压力的机械称为风机或压缩机。

泵可分为叶片泵和容积泵两大类。叶片泵主要是离心泵; 容积泵主要有往复泵、旋转泵。压缩机有容积式压缩机和速度式压缩机两大类。

1. 离心泵

离心泵的结构特点是在一个蜗壳形的泵壳内, 安装一个可以快速旋转的叶轮, 在叶轮上有 2~8 片叶片。泵壳上有两个接口, 通向叶轮中心的为进口, 与吸入管路相连; 在泵壳的切线方向为出口, 与排出管路相连。如图 1-3 所示。在启动泵前要先用液体从漏斗将泵壳内灌满。当叶轮飞快旋转时, 叶片间的液体也跟着旋转起

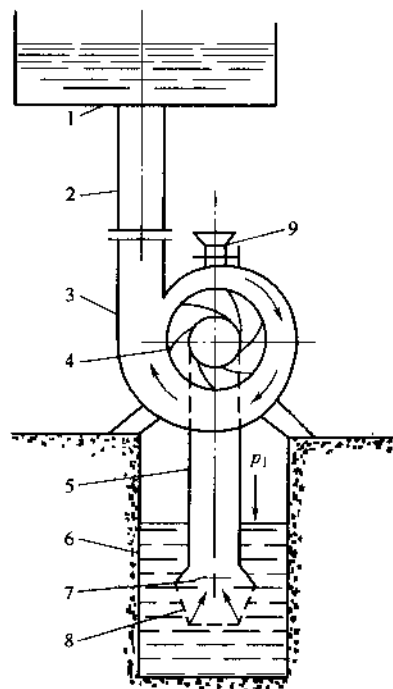


图 1-3 离心泵的工作原理

1—高位槽; 2—排出管; 3—泵壳;
4—叶轮; 5—吸入管; 6—吸液池;
7—底阀; 8—滤网; 9—漏斗

来。液体在离心力作用下，沿着叶片流道从叶轮的中心往外运动，然后从叶片的端部被甩出，进入泵壳内蜗室和扩散管（或导轮）。当液体流到扩散管时，由于液流断面面积渐渐扩大，流速减慢，将一部分动能转化为静能头，使压力上升，最后从排出管压出。与此同时，在叶轮中心，由于液体甩出产生了局部真空，因此吸液池内的液体在液面压力的作用下就从吸入管源源不断地被吸入泵内。叶轮连续旋转，将液体不断地由吸液池送往高位槽或压力容器。离心泵能输送液体是依靠高速旋转的叶轮使液体受到离心力的作用，故名为离心泵。

离心泵进出管线上的管路附件，对泵的正常操作作用很大。底阀是一个止回阀，它的作用是保证启动前往泵内灌的液体不会由吸入管流走。滤网则可防止吸液池内杂物进入管道和泵壳造成堵塞。

离心泵启动后，如果泵体和吸入管路中没有液体，它是没有抽吸液体的能力的。因为它的吸入口和排出口是相通的，叶轮中无液体而只有空气时，由于空气的密度比液体的密度小得多，不论叶轮怎样高速旋转，叶轮进口都不能达到较高的真空度。因此离心泵启动前必须在泵壳内和吸入管中灌满液体或抽出空气才能启动工作。

2. 压缩机

(1) 压缩机种类 压缩机种类繁多，按照压缩气体的原理可分为容积式压缩机和速度式压缩机。

① 容积式压缩机。容积式压缩机是使气体直接受到压缩，从而使气体容积缩小、压力提高的机器。一般这类压缩机具有容纳气体的汽缸，以及压缩气体的活塞。按照活塞运动方式的不同，它又有往复式活塞式和回转活塞式两种结构，前者简称为“活塞式压缩机”，后者简称为“回转式压缩机。”

② 速度式压缩机。它首先使气体分子获得很高的速度，然后让气体停滞下来，使动能头转化为静能头，即使速度转化为压力。速度式压缩机主要的型式有轴流式和离心式两种。

活塞式压缩机多适用于高压和超高压场合；离心式压缩机多适用于大流量的场合；回转压缩机虽兼有活塞式和离心式的特点，但由于它的压力和排气量有限，多适于中、小气量的场合。

(2) 活塞式压缩机工作原理

图 1-4 是活塞式压缩机的结构示意图。它的主要零部件包括汽缸、活塞、活塞杆、十字头、连杆、曲轴、机体以及飞轮等。电动机经由三角皮带驱动飞轮，从而带动曲轴转动，当曲轴作旋转运动时，通过连杆、十字头、活塞杆带动活塞作往复直线运动。

当活塞向下运动时，气体从吸气阀流入汽缸，充满汽缸与活塞端面之间的整个容积（此过程称为吸气过程）。当活塞到达最低点后（此点称为内止点），开始向上运动时，此时吸气阀已经关闭，气体被封闭在汽缸的密封空间之内。活塞继续向上行，迫使这个空间越来越小，因而气体

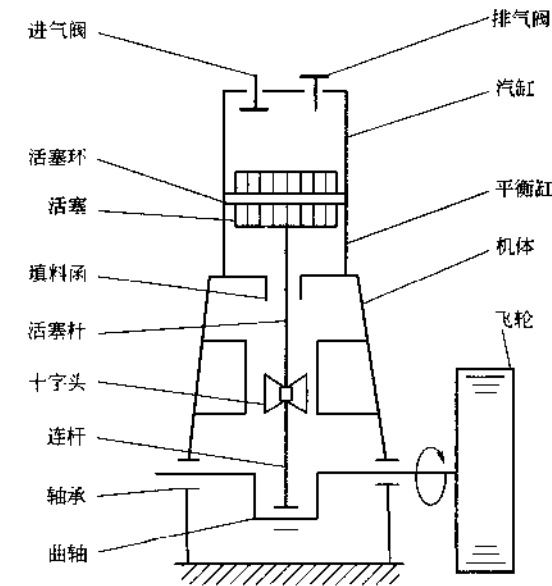


图 1 4 活塞式压缩机的结构示意图

压力也逐步提高。当活塞运行到某一位置时, 气体压力达到了工作要求的数值 (此过程称为压缩过程)。这时排气阀被迫开启, 气体在该压力下被排出, 直到活塞运行到顶点为止 (此点称为外止点, 这个过程称为排气过程)。由于活塞在汽缸内不断地作往复运动, 使汽缸循环地吸入和排出气体, 活塞往复一次称为一个工作循环。活塞每上行或下行一次所经过的距离, 称为行程 (或冲程)。为了不使活塞端面与汽缸顶部相撞击, 在设计制造时, 总留有一定的空隙, 这部分所占的容积称为“余隙”。正因为有余隙存在, 所以气体不可能被全部排尽。当活塞再次向下运动时, 余隙中残留的这部分具有一定压力的气体将随之发生膨胀 (此过程称为膨胀过程)。气体膨胀的结果使其压力下降, 当压力降低到低于外界压力时, 才开始下一次的吸气过程。上述的吸气、压缩、排气、膨胀四个过程, 合称为一个“循环”。

(三) 控制点流程图中典型设备符号

化工生产中常用带控制点的流程图表示生产工艺过程和控制方案。带控制点的工艺流程图是工艺操作人员和仪表工认识生产、了解控制方案等的依循。控制流程图虽然复杂, 但有一定规律, 依据国家行业标准 HG 20505—1992《过程检测和控制系统用文字代号和图形符号》、参照 GB 2625—1981 国家标准绘制。

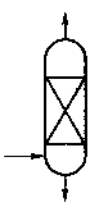
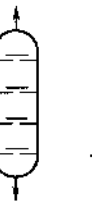
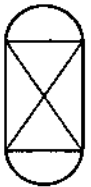
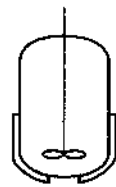
工艺流程图是以图解的形式表示化工生产过程, 即将生产过程中物料经过的设备按其形状画出示意图, 并画出设备之间的物料管线及物料流向。以几何图形和必要的文字解释, 表示设备及设备之间的关系, 全部原料、中间体、半成品、成品及副产物的名称和流向等。仪表自控工程技术人员也必须了解工艺流程, 并根据流程图中的控制方案来确定控制系统的实施方案。

工艺流程图中以设备的外形及字母代号表示设备类型。流程图中用细实线绘制, 设备中的管线接头、支脚和支架均不表示。

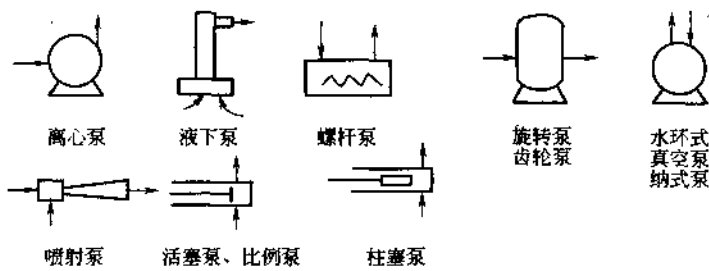
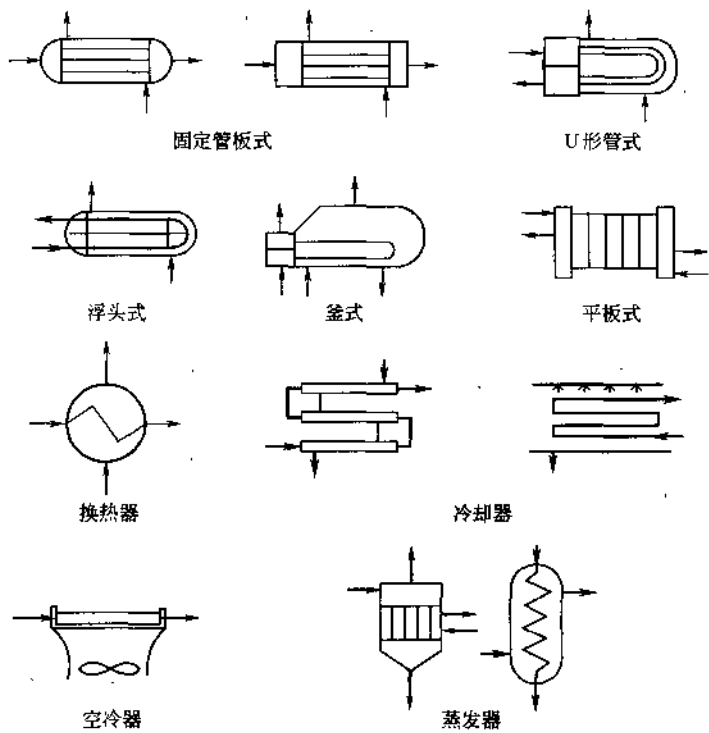
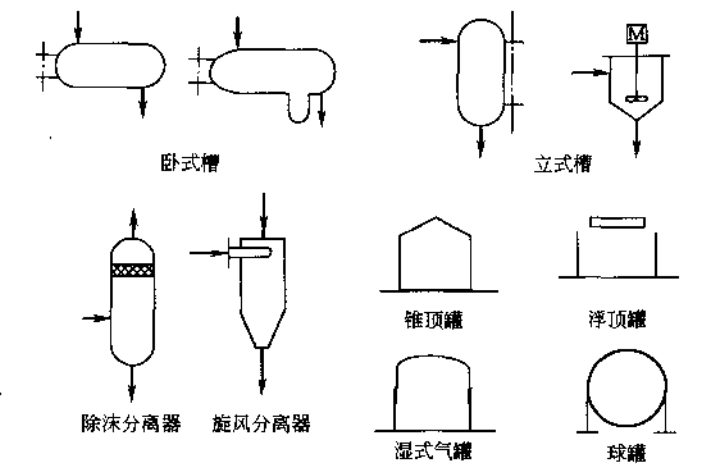
1. 工艺流程图中常用设备代号与图例

常用到的工艺设备按照原理分为塔、反应器、容器、热交换器 (换热器、冷却器、蒸发器)、泵、压缩机、工业炉等。表 1-1 表示工艺流程图常用设备的代号与图例。

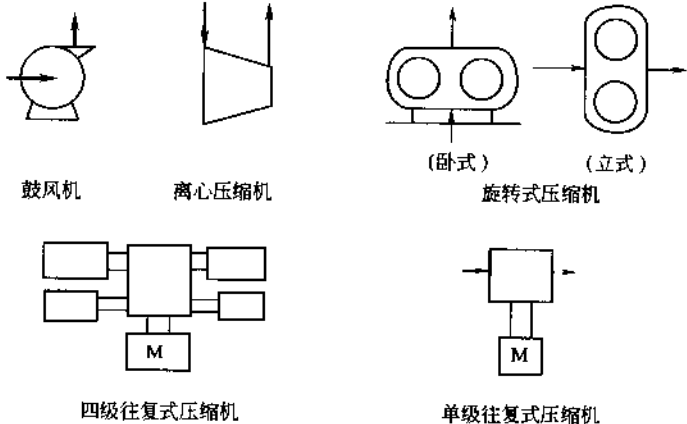
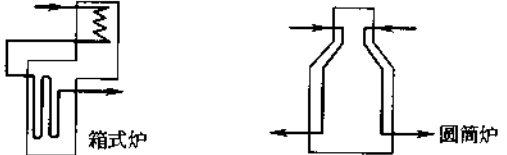
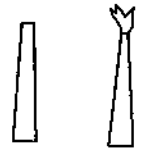
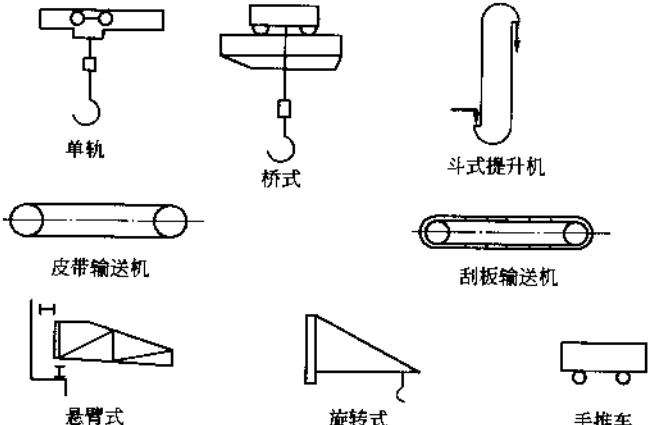
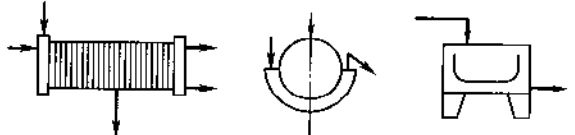
表 1-1 工艺流程图常用设备的代号与图例

序号	设备类别	代号	图 例
1	塔	T	     填料塔 筛板塔 浮阀塔 泡罩塔 喷洒塔
2	反应器	R	   固定床反应器 管式反应器 反应釜

续表

序号	设备类别	代号	图 例
3	泵	P	 离心泵 液下泵 螺杆泵 旋转泵 齿轮泵 水环式 真空泵 喷射泵 活塞泵、比例泵 柱塞泵
4	换热器冷却器蒸发器	E	 固定管板式 U形管式 浮头式 釜式 平板式 换热器 冷却器 空冷器 蒸发器
5	容器(槽、罐)	V	 卧式槽 立式槽 锥顶罐 浮顶罐 除沫分离器 旋风分离器 湿式气罐 球罐

续表

序号	设备类别	代号	图 例
6	鼓风机压缩机	C	 鼓风机 离心压缩机 (卧式) (立式) 旋转式压缩机 四级往复式压缩机 单级往复式压缩机
7	工业炉	F	此二图例仅供参考，炉子形状改变时，依据形状画出。  箱式炉 圆筒炉
8	烟囱火炬	S	 烟囱 火炬
9	起重运输机械	L	 单轨 桥式 斗式提升机 皮带输送机 刮板输送机 悬臂式 旋转式 手推车
10	其他机械	M	 板框式压滤机 回转过滤器 离心机

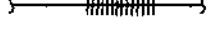
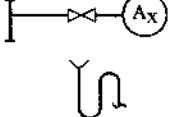
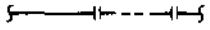
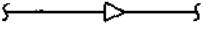
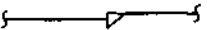
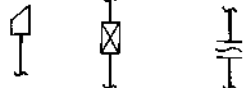
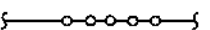
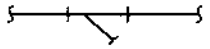
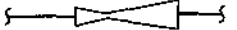
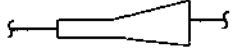
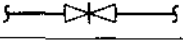
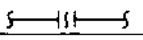
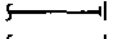
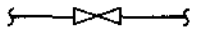
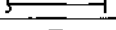
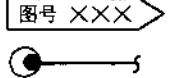
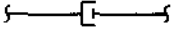
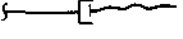
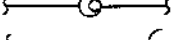
2. 工艺流程图的管道与附件图例

工艺生产过程各种生产设备需要通过管道以及附件将其连接起来，从而完成一定的生产任务。连接的管道型号、性质等均不同，而且管道中的介质也不相同。所有这些不同，都要用不同的图例符号或字母代号来表示。仪表工也必须能够根据流程图分析工艺生产情况，从而确定生产控制方案、选择适当的仪表，并能根据生产的实际情况对控制系统进行维护。工艺流程图中的管道物料代号如表 1-2 所示，工艺流程图中的管道与附件图例如表 1-3 所示。

表 1-2 工艺流程图中的管道物料代号

物料名称	代号	物料名称	代号	物料名称	代号
工业用水	S	热水回水	RS'	排出污水	PS
回水	S'	低温水	DS	酸性下水	CS
循环上水	XS	低温回水	DS'	碱性下水	JS
循环回水	XS'	冷却盐水	YS	蒸汽	Z
生活用水	SS	冷却盐水回水	YS'	空气	K
消防用水	FS	脱盐水	TS	氮气或惰性气体	D ₁
热水	RS	凝结水	N	输送用氮气	D ₂
真空	ZK	有机载热体	RM	润滑油	LY
放空	F	油	Y	密封油	HY
煤气、燃料气	M	燃料油	RY	化学软水	HS

表 1-3 工艺流程图中的管道与附件图例

序号	名称	图 例	序号	名称	图 例
1	软管		8	放空管或带防雨帽放空管	
	翅管		9	分析取样接口漏斗	
	可拆卸短管				
	同心异径管				
	偏心异径管		10	消声器 阻火器 爆破膜	
	多孔管				
2	管道过滤器				
3	毕托管		11	视盅	
	文氏管				
	混合管		12	伸缩器(波形、方形、弧形)	
4	转子流量计(现场指示型)		13	疏水器	
5	插板(滑动盲板)		14	闸阀	
	锐孔板				
6	盲法兰		15	截止阀	
	管子平板封头		16	来自或至其他图 来自或去界区外	
7	活接头				
	软管活接头				
	转动活接头				
	吹扫接头		17	针孔阀	
	挠性接头				