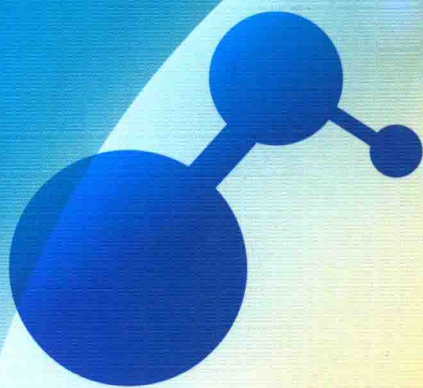




“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定



HUAGONG
DCS
JISHU YU CAOZUO

化工DCS 技术与操作

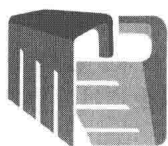


第二版

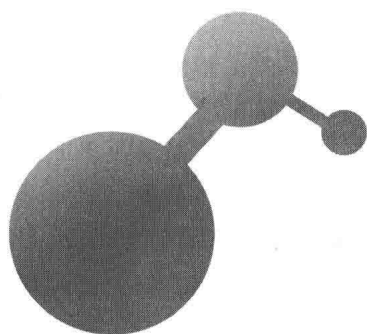
○ 吴 健 主编 ○ 刘松晖 陈亚鹏 副主编



化学工业出版社



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定



HUAGONG
DCS
JISHU YU CAOZUO

化工DCS 技术与操作

第二版

○ 吴 建 主编 ○ 刘松晖 陈亚鹏 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本教材主要介绍了化工产品生产中生产过程操作与控制相关知识、技术。教材内容包括仪表使用,简单控制系统操作与控制,化工生产工艺流程图分析,产品生产过程仿真操作,化工总控工考核项目等。

本教材根据高等职业教育的教学特点科学设计,运用项目教学法的理念,以化工生产过程中常用仪表、常见的控制方案做项目,以用生产过程仪表的选用、检修、控制工艺流程图绘制、控制方案的投运等为任务,以学生认知规律安排、整合教学内容,以企业工作岗位来设定任务。根据行业企业发展需要和完成职业岗位实际工作任务所需要的知识、能力、素质要求选取教学内容。所需设备投资不大,无污染,适合在学校作为载体进行教学。

本教材适合高等职业教育化工技术类及相关专业作为教材选用。本科院校相关专业可作为实训教材使用,本书也可作为有关企事业单位有关人员的培训教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

化工 DCS 技术与操作/吴健主编. —2 版. —北京:
化学工业出版社, 2016. 4
“十二五”职业教育国家规划教材
ISBN 978-7-122-26334-6

I. ①化… II. ①吴… III. ①化工生产-高等职业教
育-教材 IV. ①TQ06

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 032682 号

责任编辑: 窦 臻

文字编辑: 刘心怡

责任校对: 宋 玮

装帧设计: 孙远博

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: 三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 16 字数 396 千字 2016 年 5 月北京第 2 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: 35.00 元

版权所有 违者必究

前 言

化工 DCS 技术是现代化工行业所需人才最基本的技术，也是化工总控工及仪表维修工技能大赛中的重要组成部分。本教材第一版是浙江省重点建设教材，于 2012 年 7 月出版，至今已有 3 年。这期间，编者根据社会调研、毕业生回访、用户反馈分析，同时结合企业技术的更新发展，确定了本教材第二版的修订方案。本教材根据化工行业专家对化工生产技术专业所涵盖的工作领域进行工作任务和职业能力分析，同时遵循高等职业院校学生的认知规律，紧密结合化工总控工职业资格证书中相关考核要求，确定本教材的任务模块和内容。

化工自动化控制系统种类繁多，液位、温度、流量、压力是仪表自动化控制最常见的四个参数，掌握自动控制系统需要同时具备软件与硬件知识，本教材在内容安排上既考虑到学生的认知水平又深入浅出，实现能力的递进，所以内容基本按照学生的认知规律，由简单到复杂，由单元到系统，教学项目的选取均结合企业一线生产实际。以具体的设备、仪表安装使用、化工 DCS 自动控制为线索组织编写内容；以具体设备、仪表结构为基本目标，以设备、仪表操作过程组织教学，能很好地与生产实际任务相匹配。使学生通过对本书的学习，尽快熟悉岗位任务。对化工自动控制系统的学习按照生产控制过程由易到难、由浅入深顺序，逐步实施，使学生知识、能力、素质得到有序提高。在典型控制工艺流程的编排上，先对整体控制工艺流程图进行识读，再讨论相关的控制方案、控制品质，最后通过仿真实训和生产实训进一步实施操作与控制，使学生能够掌握化工自动控制相关的概念与知识。这样以实际生产设备来设计任务与知识、技能的联系，增强了学生的直观体验，激发了学生的学习兴趣。

本教材经全国职业教育教材审定委员会审定，被教育部立项为“十二五”职业教育国家规划教材。适合高等职业教育化工技术类及相关专业作为教材选用，本科院校可作为实训教材使用，也可作为各企事业单位有关人员的培训教材使用。

本教材由杭州职业技术学院吴健任主编，杭州职业技术学院刘松晖、河北化工医药职业技术学院陈亚鹏任副主编。金华职业技术学院蒋伟华完成项目一的编写，陈亚鹏完成项目四、项目五及附录一～附录四的编写，宁夏工商职业技术学院温艳完成项目六的编写，刘松晖完成项目二任务三、项目三任务三、任务四、项目七的编写。在编写过程中得到杭州格林达化学有限公司的尹云舰、浙江日华化学有限公司陈樟陆、杭州菲丝凯化妆品有限公司肖炎伟、国际香料香精（浙江）有限公司赵文佳、杭州电化集团有限公司胡万明、周有平的帮助和指导。在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限和时间仓促，书中难免有些不妥和疏漏之处，恳请读者批评指正。

编者
2015 年 8 月

第一版前言

“化工 DCS 技术与操作”是应用化工技术、精细化学品生产技术、石油化工生产技术等专业的一门专业核心课程，担负着向化工行业提供具有良好设备巡检和生产监控技能的应用性人才的任务。

本教材的特点是运用项目化教学的思想，根据化工行业企业发展需要和完成职业岗位实际工作任务所需要的知识、能力、素质，选取典型仪表、工艺流程控制与操作等为教学内容，突破传统教学方法，以学生认知规律安排、整合教学内容，科学设计学习性工作任务，每一单元内容将知识、技能、素质紧密融入载体，采取边做边学，学做合一，使学生在锻炼技能的同时，内化了知识，提升了素质。本教材的编写便于师生采取工学交替、任务驱动、课堂与实习地点一体化的教学模式开展教学活动。

教材以杭州职业技术学院开设此课程为例，提供了课程设计及教学的相关文件，主要包括教学内容的组织与安排、教学内容的具体表现形式、授课计划等。能够为教材使用者的实验实训条件建设、项目化教学提供经验和指导。选用本教材的学校可以与化学工业出版社联系 (cipedu@163.com)，免费索取。

本教材适合高等职业教育化工技术类及相关专业（包括应用化工、精细化工、石油化工、轻化工等）作为教材选用。也可作为本科院校实训教材或各企事业单位有关人员的培训教材使用。

本教材由杭州职业技术学院吴健任主编，河北化工医药职业技术学院陈亚鹏，杭州职业技术学院刘松晖任副主编。吴健完成项目一、项目三（任务一、任务二）、项目四（任务一、任务二）、项目六的编写，陈亚鹏完成项目五及附录一～附录四的编写，刘松晖完成项目三任务三及项目四任务三、任务四的编写，由金华职业技术学院蒋伟华完成项目二的编写，宁夏工商职业技术学院温艳完成项目七的编写。在编写过程中得到杭州职业技术学院童国通、谢建武，杭州格林达化学有限公司的尹云舰，浙江日华化学有限公司陈樟陆，杭州菲丝凯化妆品有限公司肖炎伟，国际香料香精（浙江）有限公司赵文佳的帮助和指导。在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限和时间仓促，书中难免不妥之处，恳请读者批评指正。

编者

2012 年 3 月

目 录

项目一 自动控制系统的认识	1	三、任务实施：铂电阻和热电偶测温性能 实验	57
一、任务分析	1	四、相关知识	59
二、案例引入	1	（一）温度测量方法	59
三、任务实施	5	（二）测温仪表的分类	59
四、思考练习题	5	（三）测温仪表选用的基本原则	60
项目二 仪表的选型、使用与校准	7	（四）热电偶温度计	61
任务一 压力检测仪表选型、使用与校准	7	（五）热电阻温度计	76
一、任务分析	7	（六）测温元件的安装	82
二、案例引入	7	（七）显示仪表	83
三、任务实施：弹簧管压力表的调校	8	五、思考练习题	86
四、相关知识	10	任务五 物位检测仪表选型、使用与 校准	88
（一）压力单位及测压仪表	10	一、任务分析	88
（二）弹性式压力计	12	二、案例引入	88
（三）电气式压力计	14	三、任务实施	88
（四）智能式变送器	16	四、相关知识	92
（五）压力计的选用及安装	17	（一）常用物位仪表	92
（六）测量的相关知识	20	（二）差压式液位变送器	93
（七）例题分析	22	（三）其他物位检测仪表	97
五、思考练习题	25	五、思考练习题	99
任务二 常规压力变送器的校验	26	项目三 简单控制系统的分析、控制	100
一、任务分析	26	任务一 对象特性测试	100
二、案例引入	27	一、任务分析	100
三、任务实施：常规压力变送器的校验	27	二、案例引入	100
任务三 流量检测仪表选型、使用	29	三、任务实施	100
一、任务分析	29	任务二 简单液位自动控制系统分析、 控制	102
二、案例引入	30	一、任务分析	102
三、任务实施：流量计性能测定	30	二、案例引入	102
（一）流量计性能测定	30	三、任务实施：单容水箱液位定值控制 实验	102
（二）电磁流量计的校验	34	四、相关知识	107
（三）涡轮流量计的校验	36	（一）自动控制系统的分类	107
四、相关知识	37	（二）自动控制系统的过渡过程及其 品质指标	108
（一）差压式流量计	37	（三）控制器的认识	112
（二）质量流量计	47	五、思考练习题	122
（三）电磁流量计	52		
五、思考练习题	55		
任务四 温度检测仪表选型、使用与校准	56		
一、任务分析	56		
二、案例引入	56		

任务三 简单温度自动控制系统分析、 控制	123
一、任务分析	123
二、案例引入	124
三、任务实施：锅炉内胆水温定值控制 实验	124
四、思考练习题	127
任务四 简单流量自动控制系统分析、 控制	127
一、任务分析	127
二、案例引入	128
三、任务实施：单闭环流量定值控制系 统实验	128
四、相关知识	129
(一) 认识被控对象	129
(二) 认识执行器	133
五、思考练习题	136
项目四 带控制点的工艺流程图分析 ..	138
任务一 带控制点管路拆装工艺流程 分析	138
一、任务分析	138
二、任务实施	138
三、相关知识：管道及仪表流程图 (PID 图)	138
(一) 带控制点的工艺流程图的内容 ..	140
(二) 工艺流程图中的图例与代号	142
(三) 带控制点工艺流程图的绘制步骤 ..	145
四、思考练习题	148
任务二 管路拆装装置投运作业	148
一、任务分析	148
二、任务实施	148
三、思考练习题	150
任务三 流体输送装置投运作业	150
一、任务分析	150
二、任务实施	150
三、思考练习题	153
任务四 精馏单元带有控制点的工艺流程 图分析	154
一、任务分析	154
二、任务实施	154
三、相关知识	157
(一) 安全生产技术	157
(二) 工业卫生和劳动保护	158
四、思考练习题	159

项目五 典型 DCS 技术仿真操作	
实训	160
任务一 换热器温度控制仿真实训	160
一、任务分析	160
二、任务实施	160
三、思考练习题	166
任务二 液位自动控制仿真实训	166
一、任务分析	166
二、任务实施	166
三、相关知识：复杂控制系统分类	173
(一) 串级控制系统	173
(二) 其他复杂控制系统	176
四、思考练习题	178
任务三 精馏塔仿真实训	178
一、任务分析	178
二、任务实施	179
三、思考练习题	183
项目六 MCGS 组态软件认识与应用 ..	186
任务一 MCGS 组态软件认识	186
一、任务分析	186
二、任务实施	186
三、相关知识：MCGS 系统需求	201
(一) 最低配置	201
(二) MCGS 软件需求	201
(三) MCGS 软件安装	202
任务二 DCS 基本结构与应用系统组态 流程	202
一、任务分析	202
二、任务实施	202
三、相关知识	203
(一) DCS 的基本结构与组成	203
(二) MACS DCS 的结构与组成	205
(三) MACS 系统组态的基本内容与 流程	207
项目七 复杂生产工艺流程分析与 DCS 仿真操作	210
任务一 带控制点乙醛氧化制醋酸生产工艺 流程图分析	210
一、任务分析	210
二、任务实施	210
三、相关知识	213
(一) 乙醛氧化制醋酸生产方法及工艺 路线	213

（二）工艺流程简述 213

任务二 氧化工段开停车操作 215

 一、任务分析 215

 二、任务实施 216

任务三 醋酸氧化精制工段仿真操作 220

 一、任务分析 220

 二、任务实施 220

附录 全国职业院校化工生产技术（化

工总控工）技能竞赛要求及评分

 细则 233

附录一 管道系统安装 233

附录二 精馏操作技术 238

附录三 流体输送（现场操作） 243

附录四 化工 DCS 仿真操作 247

参考文献 248

项目一 自动控制系统的认识

[学习目标]

1. 了解自动控制系统的特征, 组成。
2. 了解自动控制系统的工作原理。
3. 理解自动控制的意义。

一、任务分析

1. 通过课前预习相关参考资料以及项目任务书, 预习自动控制系统相关内容, 了解自动控制系统的组成、工作原理。

2. 通过课前预习, 总结简单的控制系统由哪几部分组成, 各起到什么作用? 试列举一些自动控制在生活中应用的典型案例。

3. 10min 汇报学生的预习内容。课堂上实行教学做一体, 采用小组分析、讨论、汇报的教学方法。根据项目情景, 要求学生根据教师安排, 通过分析、讨论以及现场操作, 完成相应的学习目标, 达到以下几项技能:

- (1) 能总结自动控制系统的组成;
- (2) 能举出一些简单自动控制的例子;
- (3) 能分析自动控制系统的各组成环节的作用;
- (4) 能绘制简单自动控制系统框图。

4. 通过小组共同完成作业, 增加学生的人际沟通能力, 团队协作能力。

二、案例引入

在“化工设备使用与维护”、“化工单元操作与实训”课程中, 我们了解了流体输送装置的整个构成以及单元操作的一些内容, 涉及一些常见阀门、仪表的操作和认识, 以及流量的控制、液位的控制、压力的控制等概念, 这些均是手动控制方式, 我们对那种繁琐的手动控制有深入的体会, 而且也深刻体会到了要手动控制上水箱的液位, 需要专人进行监控, 且控制精度也不是很高。今天我们主要考虑自动控制是怎么回事, 组成一个自动控制系统需要哪些条件和设备? 下面我们通过简单的例子来进一步说明手动控制和自动控制。

图 1-1(a) 所示是一个液位贮罐, 在生产上常用来作为一般的中间容器或成品罐。从前一道工序来的物料连续不断地流入罐中, 而罐中的液体又送至下一道工序进行加工或包装。我们可以发现, 流入量(或流出量)的波动会引起罐内液体的波动, 严重时会上溢或至真空。解决这个问题最简单的办法, 是以贮罐液位为操作指标, 以改变出口阀门开度为控制手段, 如图 1-1 所示。当液位上升时, 将出口阀门开大, 液位上升越多, 阀门开得越大; 反之, 当液位下降时, 就关小出口阀门, 液位下降越多, 阀门关得越小。为了使贮罐液位上升和下降都有足够的余地, 选择玻璃管液位计中间的某一点为正常工作时的液位高度, 通过控制出口阀门开度而使液位保持在这一高度上, 这样就不会出现贮罐中液位过高而溢流至罐外, 或使贮罐内液体抽空而出现事故。归纳起来, 操作人员所进行的工作有三方面, 如图 1-1(b) 所示。

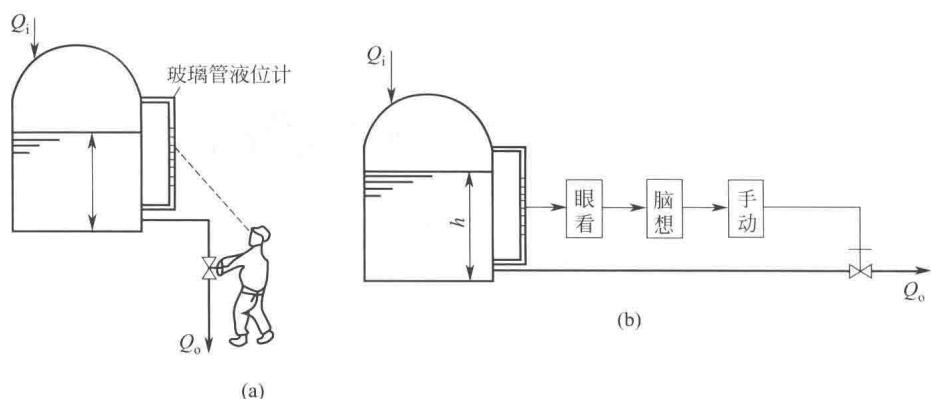


图 1-1 人工操作

1. 检测——用眼睛观察玻璃管液位计（测量元件）中液位的高低，并通过神经系统告诉大脑。

2. 运算（思考）、命令——大脑根据眼睛看到的液位高度，加以思考，并与要求的液位进行比较，得出偏差的大小和正负，然后根据操作经验，经思考、决策后发出命令。

3. 执行——根据大脑发出的命令，通过手去改变阀门开度，以改变流出量 Q_o ，从而把液位保持在所需高度上。

眼、脑、手三个器官，分别担负了检测、运算和执行三个任务，来完成测量、求偏差、再控制以纠正偏差的全过程。由于人工控制受到生理上的限制，满足不了大型现代化生产的需要，为了提高控制精度和减轻劳动强度，可以用一套自动化装置来代替上述人工操作，这样，就由人工控制变为自动控制了。水罐和自动化装置一起构成了一个自动控制系统，如图 1-2(a) 所示。如果绘制工艺控制流程图，一般表示成图 1-2(b) 的形式，由图可知：

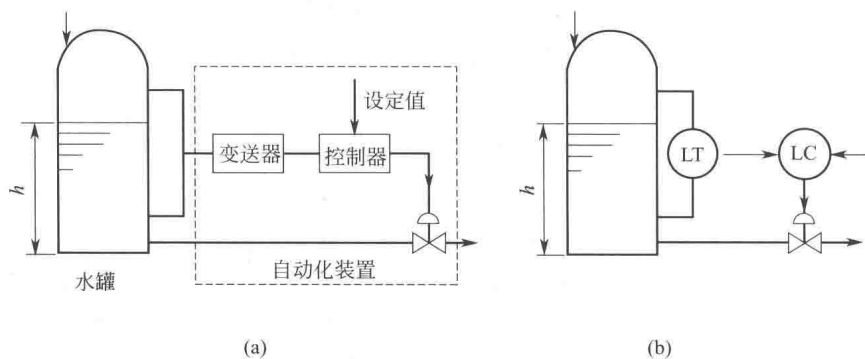


图 1-2 液位控制系统

1. 测量元件与变送器。图中以 LT 表示液位变送器（有时以 $\otimes$ 表示）。它的作用是测量液位，并将液位的高低转化为一种特定的信号（如标准电流信号、标准气压信号、电压等）。

2. 自动控制器。图中以 LC 表示液位控制器。它接受变送器送来的信号，与工艺要求的液位高度相比较，得出偏差，并按某种运算规律算出结果，然后将此结果，用特定信号（电流或气压）发送出去。

3. 执行器。通常指控制阀，它和普通阀门的功能一样，只不过它自动地根据控制器送来的信号值改变改变阀门的开度。

显然，这套自动化装置具有人工控制中操作人员的眼、脑、手的部分功能。因此，它能完成自动控制贮罐中液位高低的任务。

在控制流程图中，一般用小圆圈表示某些自动化装置。圈内写有两位（或三位）字母，第一位字母表示被测变量，后继字母表示仪表的功能，常用被测变量和仪表功能的字母代号见表 1-1。

表 1-1 被测变量和仪表功能的字母代号

字母	第一位字母		后继字母
	被测变量	修饰词	功能
A	分析		报警
C	电导率		控制(调节)
D	密度	差	
E	电压		检测元件
F	流量	比(分数)	
I	电流		指示
K	时间或是时间程序		自动-手动操作器
L	物位		
M	水分或湿度		
P	压力或真空		
Q	数量或件数	积分、累积	积分累积
R	放射性		记录或打印
S	速度或频率	安全	开关、联锁
T	温度		传送
V	黏度		阀、挡板、百叶窗
W	力		套管
Y	供选用		继电器或计算器
Z	位置		驱动、执行或未分类的终端执行机构

在自动控制系统的组成中，除必须具有前面所述的自动化装置外，还必须具有控制装置所控制的生产设备。在自动控制系统中，将需要控制其工艺参数的生产设备、机器、一段管道或设备的一部分叫做被控对象，简称对象。图 1-2 所示的水罐就是这个液位控制系统的被控对象。化工生产中，各种塔器、反应器、换热器、泵、压缩机以及各种容器、贮罐都是常见的被控对象。复杂的生产设备中的精馏塔、吸收塔等，在一个设备上可能有好几个控制系统。这时在确定被控对象时，就不一定是整个生产设备。譬如说，一个精馏塔，往往塔顶需要控制温度、压力等，塔底又需要控制温度、塔釜液位等，有时中部还需要控制进料流量，这种情况下，就只有塔的某一与控制有关的相应部分才是某一控制系统的被控对象。例如讨论进料流量的控制系统时，被控对象指的仅是进料管道及阀门等，而不是整个精馏塔。

【例 1-1】 图 1-3 所示为一水箱的液位控制系统。试画出其方框图，指出系统中被控对象、被控变量、操纵变量各是什么？简要叙述其工作过程，说明带有浮球及塞子的杠杆装置在系统中的功能。

例题分析：方框图如图 1-4 所示。系统中水箱里水的液位为被控变量；进水流量为操纵变量；水箱为被控对象。带有浮球及塞子的杠杆装置在系统中起着测量与调节的功能。其工作过程如下：当水箱中的液位受到扰动变化时，浮球会上下移动，浮球将通过杠杆装置带动

塞子移动，进而使进水量发生变化，克服扰动对液位的影响。例如由于扰动使液位上升时，浮球上升，带动塞子上移，减少了进水量，从而使液位下降。

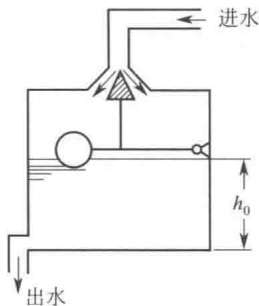


图 1-3 水箱液位控制系统

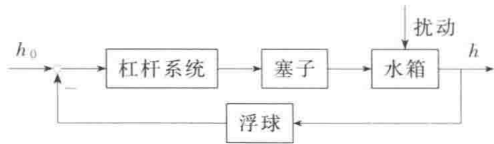


图 1-4 水箱液位控制系统方框图

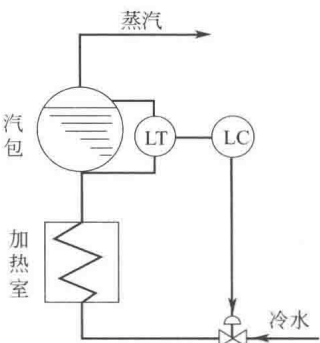


图 1-5 锅炉汽包液位控制系统

【例 1-2】 图 1-5 为锅炉汽包液位控制系统示意图，要求锅炉不能烧干。试画出其方框图，指出系统中被控对象、被控变量、操纵变量各是什么？简要叙述其工作过程。

例题分析：方框图如图 1-6 所示。锅炉汽包里水的液位为被控变量；进入加热室的冷水流量为操纵变量；锅炉汽包为被控对象。 $\textcircled{\text{LT}}$ 表示检测汽包里液位的仪表， $\textcircled{\text{LC}}$ 表示液位控制器，具有运算和调节的功能。其工作过程如下：当锅炉汽包里水的液位因蒸发过快而降低时，液位检测仪表将及时检测出该液位的大小，并将该检测信号与锅炉汽包液位设定值进行比较，然后将差值信号传递给液位控制器，进行运算，从而控制调节阀的开度，使冷水流量增大，补充汽包里的液位，使汽包里的液位维持在稳定状态。



图 1-6 锅炉汽包液位控制系统方框图

【例 1-3】 图 1-7 为换热器温度控制系统示意图。试画出其方框图，指出系统中被控对象、被控变量、操纵变量各是什么？简要叙述其工作过程。

例题分析：方框图如图 1-8 所示。经换热器加热后的热流体温度为被控变量；进入换热器后对冷流体进行加热的载热体流量为操纵变量；换热器为被控对象。 $\textcircled{\text{TT}}$ 表示检测换热器出口流体温度的仪表， $\textcircled{\text{TC}}$ 表示温度控制器，具有运算和调节的功能。其工作过程如下：当换热器内冷流体在出口处温度降低时，温度检测仪表将及时检测出该温度的大小，并将该检测信号与换热器冷流体出口温度设定值进行比较，然后将差值信号传递给温度控制器，进行运算，从而控制调节阀

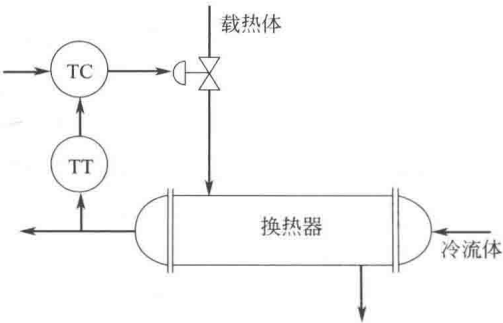


图 1-7 换热器温度控制系统

的开度,使载热体流量增大,从而向换热器提供更多的热量,使换热器冷流体出口温度维持在稳定状态。

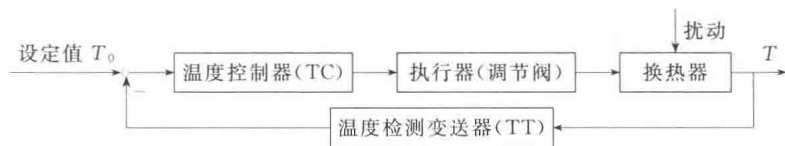


图 1-8 换热器出口温度控制系统方框图

通过上面的案例分析,我们了解了自动控制与手动控制的区别,那么,什么是 DCS 呢? DCS 是分布式控制系统的英文 distributed control system 的缩写,在国内自控行业又称之为集散控制系统。DCS 有什么特点呢? DCS 是计算机技术、控制技术和网络技术高度结合的产物。DCS 通常采用若干个控制器(过程站)对一个生产过程中的众多控制点进行控制,各控制器间通过网络连接并可进行数据交换。操作采用计算机操作站,通过网络与控制器连接,收集生产数据,传达操作指令。因此,DCS 的主要特点归结为一句话就是:分散控制集中管理。

三、任务实施

现在,我们进入流体输送车间进行现场观察,通过观察、讨论,要求回答下列问题:

1. 该车间具有哪些控制功能?属于手动控制还是自动控制?
2. 在上水箱的液位控制过程中,分析被控对象、控制器、执行器、检测变送器、被控变量、操纵变量各是什么?并画出方框图。
3. 根据观察结果,该执行器的结构如何?信号是如何传递的?

四、思考练习题

1. 某加热炉温度控制系统如图 1-9 所示,则该系统的操纵变量是 (),被控变量是 ()。

A. 原料油流量; 原料油出口温度

B. 原料油流量; 燃料量

C. 燃料量; 原料油出口温度

D. 燃料量; 原料油流量
2. 图 1-10 所示为贮槽液位控制系统,工艺要求液位保持为某一数值。

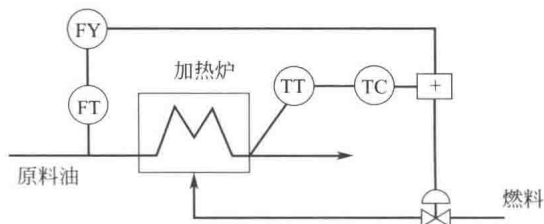


图 1-9 某加热炉温度控制系统

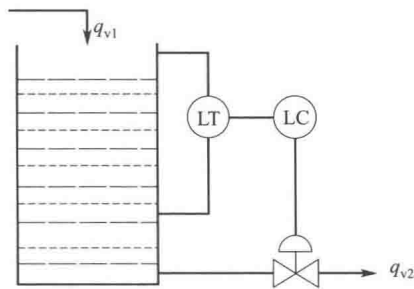
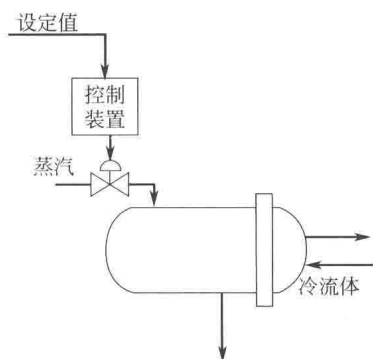


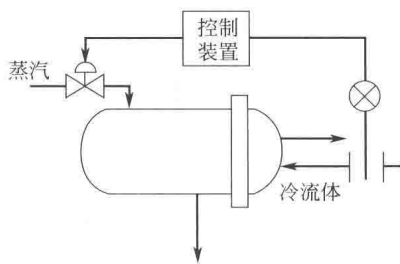
图 1-10 贮槽液位控制系统

- (1) 试画出系统的方框图。
- (2) 指出该系统被控对象、被控变量、操纵变量各是什么?
3. 下图哪一个为闭环控制系统? ()

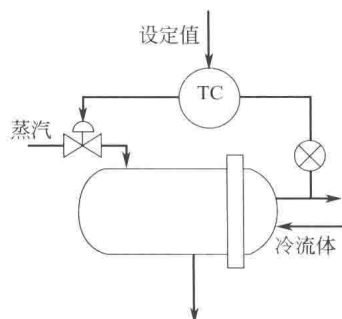
A.



B.



C.



4. 已知某夹套反应器温度控制系统如图 1-11 所示，反应大量放热。要求控制温度为 50°C ，在供气中断时保证冷却。

(1) 试画出系统的方框图。

(2) 指出该系统中被控对象、被控变量、操纵变量各是什么？

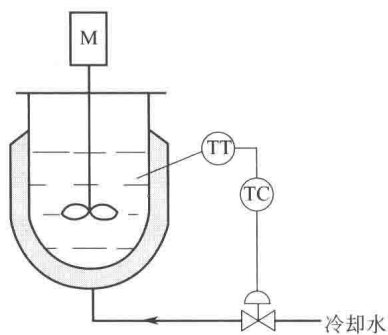


图 1-11 某夹套反应器温度控制系统

5. 根据自己的体会和生活观察，举例说明自动控制的案例，试画出自动控制方框图，并解说控制过程。

项目二 仪表的选型、使用与校准

任务一 压力检测仪表选型、使用与校准

[学习目标]

1. 了解压力检测仪表的类型，结构，工作原理。
2. 了解仪表检测的基本知识。
3. 理解压力检测仪表的安装、使用、校准方法。

一、任务分析

1. 通过课前预习相关参考资料以及项目任务书，了解仪表检测相关内容，了解压力检测仪表的类型、结构、工作原理。

2. 通过课前预习，理解压力检测仪表在自动控制系统中所起的作用。试总结一些压力仪表在生活中应用的典型案例。

3. 10min 汇报学生的预习内容。课堂上实行教学做一体，采用小组分析、讨论、汇报的教学方法。根据项目情景，要求学生根据教师安排，通过分析、讨论以及现场操作，完成相应的学习目标，达到以下几项技能：

- (1) 能总结压力检测仪表的类型；
 - (2) 能举出一些简单压力检测的例子；
 - (3) 能分析典型压力检测仪表的结构、工作原理；
 - (4) 能根据要求对压力表进行安装和校准；
 - (5) 能正确选用压力检测仪表。
4. 通过小组讨论，提高学生的人际沟通能力，团队协作能力。

二、案例引入

在上一项目中，我们认识了自动控制系统的基本组成，即由检测变送元件、控制元件、执行元件和被控对象四部分组成，而检测变送元件具有检测的功能，类似人的眼睛，所以在自动控制系统中具有非常重要的作用，本任务主要介绍检测仪表之压力检测仪表的有关内容。

在工业生产过程中，压力往往是重要的操作参数之一。在化工、炼油等生产过程中，经常会遇到压力和真空度的检测，其中包括比大气压力高很多的高压、超高压和比大气压力低很多的真空度的检测。如高压聚乙烯，要在 150MPa 的压力下进行反应；而炼油厂减压蒸馏，则要在比大气压低很多的真空条件下进行。如果压力不符合要求，不仅会影响生产效率，降低产品质量，有时还会造成严重的生产事故。在化学反应中，压力既影响物料平衡关系，也影响化学反应速率。所以，压力的检测与控制，对保证生产过程正常进行，达到高产、优质、低消耗和安全是十分重要的。

三、任务实施：弹簧管压力表的调校

1. 教学目标

- (1) 通过任务实施，熟悉常用测压仪表的结构和工作原理；
- (2) 了解活塞式压力计的结构、原理和使用；
- (3) 了解弹簧管压力表的维修方法。

2. 仪器设备与工具

(1) 弹簧管压力表、活塞式压力计、电接点弹簧管压力表、远传压力计、真空表、压力变送器。

(2) 工具：活动扳手、螺丝刀、镊子、尖嘴钳、起针器、毛刷子等。

(3) 其他：变压器油。

3. 教学内容及实施步骤

(1) 仔细观察实验室内已有的压力仪表及压力变送器，记录名称及型号参数，了解其主要用途和工作原理。

(2) 做好校验工业用弹簧管压力表的准备工作。

校验前根据被校表的测量范围和精度等级，选择好校验设备和标准表，同时还要准备好修表用的工具。选取标准表时，标准表的测量上限一般应不低于被校表的测量上限，标准表的允许误差应不大于被校表允许误差的 $1/3$ ，或者标准压力表比被校压力表高两个精确度等级。

确定校验点：对于 1.0，1.5，2.0，2.5 精确度等级的压力表，可在 5 个刻度点上进行校验。对于 0.5 级或更高精确度等级的压力表，应取全刻度标尺上均匀分布的 10 个刻度点进行校验。

4. 校验步骤

(1) 检验压力表校验器连接接头垫片的良好情况，安装好并用扳手拧紧标准表和校验表。

(2) 调节地脚螺钉，使水准泡位于正中。

(3) 开启油杯上的针形阀，注入变压器油。逆时针旋转手轮，将油吸入手摇泵内。顺时针旋转手轮，将油压入油杯，观察是否有小气泡从油杯中升起，若有，逆时针旋转手轮，再顺时针旋转手轮，反复操作，直至不出现气泡。

(4) 关紧油杯上的针形阀，打开两表下的针形阀，顺时针旋转手轮，平稳地升压，直到被校压力表指示第一个压力校验点，读标准压力表的指示值。

如果使用砝码，加上相应压力的砝码，顺时针旋转手轮，使油压力上升直到砝码盘逐渐抬起，到规定高度时停止加压，轻轻转动砝码盘，读被校表压力指示值。

单方向增压至校验点后读数，轻敲表壳再读数。继续加压到第 2 个，第 3 个…校验点，重复以上操作，直到满量程为止。

① 均匀增压至刻度上限，保持上限压力 3min。

② 逆时针旋转手轮，均匀降至零压，平稳地降压进行下行程校验。

③ 操作中注意指示有无跳动、停止、卡塞现象。求出被校压力表的基本误差、变差、轻敲位移。

④ 零位调整方法：用取针器取出被校压力表指针，再按照零刻度位置轻轻压下指针。

⑤ 量程调整方法：用螺丝刀松开扇形齿轮上的量程调节螺钉，改变螺钉在滑槽中的位

置，调好后固紧螺钉，重复上述校验。调量程时零位会变化，因此，一般量程、零位需反复进行调整。

⑥ 待校验合格后，放掉检验器的压力，拆下被校表，揩掉油污并装上盖子，打好铅封，填写校验记录单。

5. 注意事项

(1) 加压与降压过程中应注意被校压力表指针有无跳动现象，如有跳动现象，应拆下修理。

(2) 活塞式压力计上的各切断阀只许有稍许开度（例如阀手轮旋开 1/4 圈），如果开度过大，被加压油可能从切断阀阀芯处漏出。

6. 教学成果形式——实验报告

报告应有如下内容。

- (1) 实验目的。
- (2) 实验中所用仪器和设备的名称、主要规格（精确度等级、量程等）、编号。
- (3) 实验内容和步骤。
- (4) 校验记录。
- (5) 实验数据处理及结论（仪表是否合格、存在问题等）
- (6) 实验体会。
- (7) 此外注明实验人_____，第_____组，同组人_____，指导老师_____，实验日期_____。

数据记录与处理见表 2-1。

表 2-1 弹簧管压力表校验数据记录表

压力校验器：型号_____ 厂家_____

标准表型号：型号 YB-150A 准确度等级_____ 测量范围_____

厂家_____ 编 号_____

被检表型号：型号 Y-150A 标称准确度等级_____ 测量范围_____

厂家_____ 编 号_____

实训环境： 室温_____ 相对湿度_____

压力单位：MPa

序号	标准表 示值 p_0	被校表示值 p								绝对误差 Δp		$\Delta p'$ 变差	$\Delta p''$ 轻敲位移	
		上行程(升行程)				下行程(降行程)				Δp_1	Δp_2	p_1 平均— p_2 平均	轻敲 1	轻敲 2
		敲前 p_1	敲前 $p_{1\text{平均}}$	敲后 p'_1	敲后 $p'_{1\text{平均}}$	敲前 p_2	敲前 $p_{2\text{平均}}$	敲后 p'_2	敲后 $p'_{2\text{平均}}$					
1														
2														