



“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
全国高职高专院校机电类专业规划教材

过程控制与自动化仪表

GUOCHENG KONGZHI YU ZIDONGHUA YIBIAO

高志宏 主 编
王丽萍 魏翠琴 李忠明 副主编



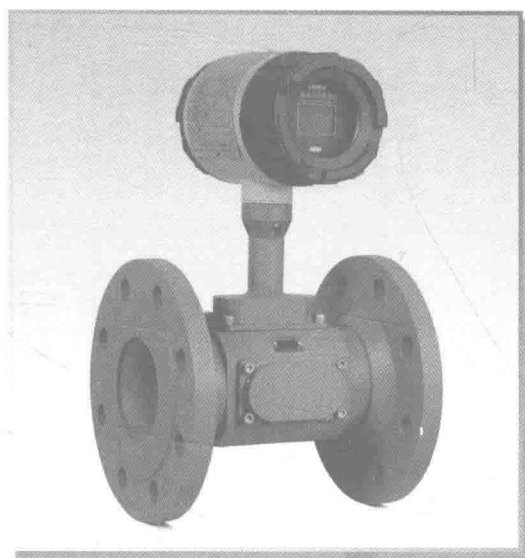


“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定
全国高职高专院校机电类专业规划教材

过程控制与自动化仪表

GUOCHENG KONGZHI YU ZIDONGHUA YIBIAO

高志宏 主 编
王丽萍 魏翠琴 李忠明 副主编



中国铁道出版社

CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书是“十二五”职业教育国家规划教材,以控制系统为主线,按照“先入门、后深入、再提高”的教学思路,将教学内容组织成10个递进模块:认识过程控制技术、变送器使用、调节器使用、执行器使用、控制系统调试、对象特性分析与测试、控制系统性能分析与设计、串级控制系统、前馈控制系统、其他复杂控制系统。

本书按照“理一实一体化”的方式组织教学内容,内容实用、编排科学、可读性强,是国家精品课程、国家精品资源共享课程的配套教材。

本书可作为高职高专自动化类专业的教材,也适合作为应用型本科自动化类专业及过程控制技术的培训教材或自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

过程控制与自动化仪表/高志宏主编. — 北京:中国铁道出版社,2015.12

“十二五”职业教育国家规划教材 全国高职高专院校
机电类专业规划教材

ISBN 978-7-113-20308-5

I. ①过… II. ①高… III. ①过程控制-高等职业教
育-教材②自动化仪表-高等职业教育-教材 IV. ①TP273②TH86

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第083056号

书 名: 过程控制与自动化仪表

作 者: 高志宏 主编

策 划: 祁 云

读者热线:(010)63550836

责任编辑: 祁 云

编辑助理: 吴 楠

封面设计: 刘 颖

责任校对: 汤淑梅

责任印制: 郭向伟

出版发行: 中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址: <http://www.51eds.com>

印 刷: 三河市兴达印务有限公司

版 次: 2015年12月第1版

2015年12月第1次印刷

开 本: 787 mm × 1 092 mm 1/16 印张: 14 字数: 325 千

印 数: 1~2000

书 号: ISBN 978-7-113-20308-5

定 价: 35.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社教材图书营销部联系调换。电话:(010)63550836

打击盗版举报电话:(010)51873659

编
审
委
员
会

主 任: 吕景泉

副主任: 严晓舟 史丽萍

委 员: (按姓氏笔画排序)

王 立	王文义	王龙义	王建明	牛云陞
朱凤芝	刘建超	刘薇娥	关 健	汤晓华
牟志华	李 文	李 军	李向东	肖方晨
狄建雄	汪敏生	宋淑海	张 耀	张文明
张永花	陆建国	陈 丽	陈铁牛	林 嵩
明立军	金卫国	宝爱群	胡学同	钟江生
祝瑞花	姚 吉	姚永刚	秦益霖	秦绪好
钱逸秋	徐国林	凌艺春	常晓玲	梁荣新
韩 丽	程 周	曾照香	谭有广	

随着我国高等职业教育改革的不断深化发展,我国高等职业教育改革和发展进入一个新阶段。教育部下发的《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》教高[2006]16号文件旨在进一步适应经济社会发展对高素质技能型人才的需求,推进高职人才培养模式的改革,提高人才培养质量。

教材建设工作是整个高等职业院校教育教学工作中的重要组成部分,教材是课程内容和课程体系的知识载体,对课程改革和建设既有龙头作用,又有推动作用,所以提高课程教学水平和质量的关键在于出版高水平高质量的教材。

出版面向高等职业教育的“以就业为导向,以能力为本位”的优质教材一直以来就是中国铁道出版社优先开发的领域。我社本着“依靠专家、研究先行、服务为本、打造精品”的出版理念成立了“中国铁道出版社高职机电类课程建设研究组”,并经过两年的充分调查研究,策划编写、出版了本系列教材。

本系列教材主要涵盖高职高专机电类的公共课及六个专业的相关课程,即电气自动化专业、机电一体化专业、生产过程自动化专业、数控技术专业、模具设计与制造专业以及数控设备应用与维护专业。它们既自成体系又具有相对独立性。本系列教材在研发过程中邀请了高职高专自动化教指委专家、国家级教学名师、精品课负责人、知名专家教授、学术带头人及骨干教师等。他们针对相关专业的课程设置融合了多年教学中的实践经验,同时吸取了高等职业教育改革的成果,无论从教学理念的导向、教学标准的开发、教学体系的确立、教材内容的筛选、教材结构的设计,还是教材素材的选择都极具特色。

归纳而言,本系列教材体现如下几点编写思想:

(1)围绕培养学生的职业技能这条主线设计教材的结构,理论联系实际,从应用的角度组织内容,突出实用性,同时注意将新技术、新工艺等内容纳入教材。

(2)遵循高等职业院校学生的认知规律和学习特点,对于基本理论和方法的讲述力求通俗易懂,多用图表来表达信息,以解决日益庞大的知识内容与学时偏少之间的矛盾;同时增加相关技术在实际生产和生活中的应用实例,引导学生主动学习。

(3)将“问题引导式”“案例式”“任务驱动式”“项目驱动式”等多种教学方法引入教材体例的设计中,融入启发式教学方法,务求好教、好学、爱学。

(4)注重立体化教材的建设,通过主教材、配套素材光盘、电子教案等教学资源的有机结合,提高教学服务水平。

总之,本系列教材在策划出版过程中得到了教育部高职高专自动化技术专业教学指导委员会以及广大专家的指导和帮助,在此表示深深的感谢。希望本系列教材的出版能为我国高等职业院校教育改革起到良好的推动作用,欢迎使用本系列教材的老师 and 同学提出宝贵的意见和建议。书中如有不妥之处,敬请批评指正。

中国铁道出版社

本书是多年课程改革的成果总结,按照“先入门、后深入、再提高”的教学思路,将教学内容组织成10个递进模块。入门部分旨在技术应用:按照控制技术实施过程,将单回路控制系统分解为认识过程控制技术、变送器使用、调节器使用、执行器使用、控制系统调试5个模块。深入部分强调分析与设计:通过理论与实践相结合的方法,较为详细地讨论了对象特性分析与测试、控制系统性能分析与设计等方面的知识。提高部分旨在综合能力的提高:重点讨论了串级控制系统与前馈控制系统的设计与应用,并对其他复杂控制系统进行了分析。本书被评为“十二五”职业教育国家规划教材,教材较好地解决了如何根据岗位要求与职业教育规律进行系统化的重构课程这一问题,具有以下显著特点:

内容实用。七年的改革总结和多校的应用实践,保证了内容的实用性与严谨性。

编排科学。按照“先操作、后分析、再综合”的职教规律设计结构,按照“方案、集成、调试”的逻辑展开内容,保证了编排的科学性。

理实一体。以“锅炉三冲量控制”为贯穿性项目,全程任务驱动,通过“做中学”将理论与实践相统一。

可读性好。以液位控制等典型案例为载体,前后衔接、图文并茂,增强了可读性。

资源丰富。配套有课程标准、教学课件、教学录像等课程资源。

本书由湖州职业技术学院高志宏担任主编,湖州职业技术学院王丽萍和魏翠琴、辽宁石化职业技术学院李忠明任副主编,其中王丽萍编写模块一和模块二;李忠明编写模块三、模块四和模块七;高志宏编写模块五、模块六和模块八;魏翠琴编写模块九和模块十。全书由高志宏统稿。

编者在编写过程中参考了部分本科教材和优秀的高职高专教材,在此向各位参考书目的作者表示感谢!

由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,恳请广大读者批评指正,以便修正改进。主编的E-mail:260652419@qq.com,电话:0572-2363265,欢迎来信来电。

编者

2015年9月

模块一 认识过程控制技术	1
任务 1 简单控制系统的组成原理分析	1
任务 2 控制系统的图形化表示	4
任务 3 仪表联络方式分析	9
知识拓展 控制系统类型	12
习题	14
模块二 变送器使用	16
任务 1 变送器工作原理分析	16
任务 2 电容式差压变送器的使用	18
任务 3 EJA 智能变送器的使用	25
知识拓展 自动化仪表的发展与分类	32
习题	40
模块三 调节器使用	42
任务 1 控制规律分析	42
任务 2 智能调节器分析	48
任务 3 应用分析——AI 仪表的控制案例	59
知识拓展 安全防爆的基本知识和防爆措施	63
习题	67
模块四 执行器使用	69
任务 1 调节阀的基本原理与结构分析	69
任务 2 电动调节阀的使用	72
任务 3 气动调节阀的使用	82
知识拓展 电力调功器的使用	92
习题	99
模块五 控制系统调试	100
任务 1 控制系统性能评价	100
任务 2 控制器参数整定方法分析	103
任务 3 单回路控制系统调试	106

知识拓展 偏差性能指标	116
习题	117
模块六 对象特性分析与测试	119
任务1 对象特性分析	119
任务2 单容对象特性的实验测试	127
任务3 双容对象特性的实验测试	131
习题	133
模块七 控制系统性能分析与设计	135
任务1 控制方案优化	135
任务2 测量信号处理	143
任务3 调节阀的选择	147
习题	167
模块八 串级控制系统	169
任务1 串级控制系统分析	169
任务2 串级控制系统调试	174
任务3 串级控制系统设计与应用	182
习题	188
模块九 前馈控制系统	189
任务1 前馈控制系统分析	189
任务2 应用分析——锅炉汽包水位控制	193
习题	198
模块十 其他复杂控制系统	200
任务1 比值控制系统分析	200
任务2 选择性控制系统分析	203
任务3 分程控制系统分析	205
任务4 应用分析——锅炉燃烧系统的控制	208
习题	212
参考文献	214

理解控制系统原理是控制工程实施的基本前提。本模块通过多个实例,详细介绍简单控制系统的组成原理及其图形表达方式,以期达到学习目标。



学习目标

1. 会分析简单控制系统原理;
2. 会图形化表达控制系统。

任务1 简单控制系统的组成原理分析

过程控制系统的组成原理到底是怎样的?这可能是大家最为关心的问题,要说清这个问题可从一个生活实例——水槽液位的人工调节方法说起。

一、水槽液位的人工调节方法

图 1-1 所示是一个简单的水槽供水系统,由水泵打水到水槽中,经水槽底部的出水管对用户供水。为了保证供水流量恒定,要求水槽液位必须稳定。

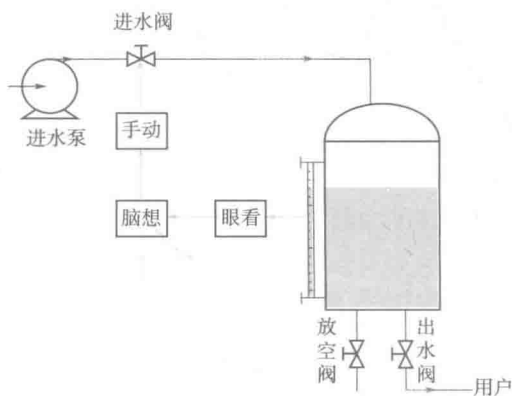


图 1-1 水槽液位的人工调节方法

人工调节方法可以这样做:先眼看水位数值大小,再大脑判断/决策操作方法,后手动调节进水阀开度,这样可使进水流量发生改变,保持水槽液位恒定。具体操作为:当液位上升时,将进水阀的开度关小,使进水流量变小;反之,当液位下降时,就开大进水阀的开度,增加进水流量。显然,液位上升越多,进水阀关得越小;液位下降越多,进水阀开得越大。

人工调节液位的方法,可以提炼成3个步骤:检测变量、运算方法、执行命令。

①检测变量:用眼睛观察液位的高低数值,并通过神经系统告诉大脑。

②运算方法:将眼睛看到的液位数值与要求的液位数值进行比较,得出液位的偏差。然后根据操作经验进行决策,发出操作命令。

③执行命令:根据大脑发出的操作命令,用手去改变进水阀的开度。

这3个步骤中“运算方法”最为关键,它要求操作人员正确地判断液位偏差、合理地发出操作命令,才能获得良好的调节效果。而操作命令——如何开大或关小进水阀是因人而异的,同样的液位偏差有人会开得大些、有人会开得小些,造成的结果是液位的波动情况不同。显然,使液位得到最佳控制是人工调节液位(也是自动调节液位)的努力方向。

二、水槽液位的自动控制方法

人工调节液位有3项工作:先检测变量,再运算方法,最后执行命令。这就启发我们:如果能用自动化仪表完成以上3项工作任务,岂不可以实现液位的自动控制?是的,液位的自动控制正是采用了变送器、控制器和执行器3个仪表,自动完成相应的工作任务,从而代替人工实现了液位自动控制。水槽液位的自动控制原理如图1-2所示。

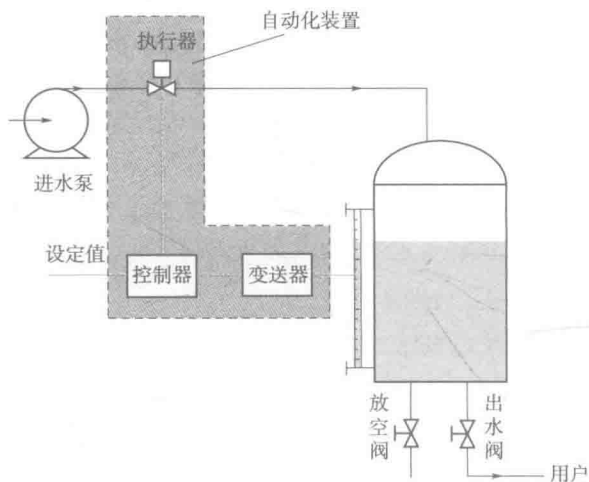


图 1-2 水槽液位的自动控制原理

3个仪表的功能如下:

①变送器:代替人眼自动检测液位,并转换成标准信号传送给控制器。

②控制器:代替人脑自动判断/运算控制值,并换成标准信号传送给执行器。

③执行器:代替人手自动调节进水阀开度,从而改变进水量、恒定水槽液位。

水槽液位的自动控制方法具有普遍意义,是过程控制的一般原理,即采用自动化仪表代替人工实现对生产过程(设备)的自动控制。它由3个步骤组成:先检测变量,再运算方法,最后执行命令。

说明:①过程控制是自动控制学科的一个重要分支,一般是指石油、化工、冶金、建材、轻工、制药、电力生产等工业生产中连续的或按一定程序周期进行的生产过程的自动控制。电力拖动及电机运转等过程的自动控制一般不包括在内。②控制系统形式

多种多样,但结构上可划分成3个部分:检测部分、控制部分和执行部分。最简单的过程控制系统就是由3个自动化仪表组成,也称单回路控制系统。

三、电加热锅炉的控制方案分析

1. 问题引出

电加热锅炉是大家较为熟悉的供热设备,其基本结构如图1-3所示。压力容器的下部存有一定量的水,电加热器对水进行加热而产生蒸汽,并由上部的供气管输送给广大用户。为维护锅炉的正常工作,锅炉有一进水管及时补充蒸汽消耗的水量。试拟定一个自动控制方案,满足:①供汽压力应保持恒定。②锅炉运行要保证安全。

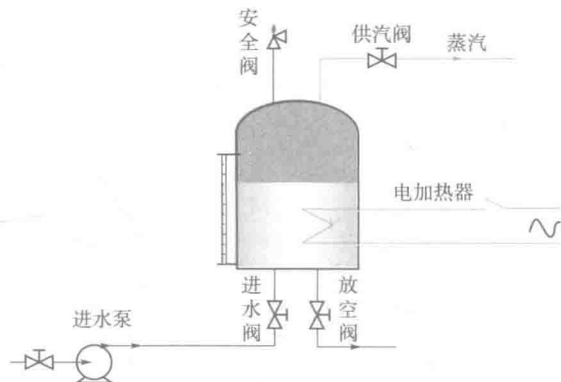


图 1-3 电加热锅炉基本结构

2. 问题分析

如何保持供汽压力恒定?实际应用中用汽量是随时变化的,如果蒸汽的产生量恒定不变,必然会造成蒸汽压力时高时低,从而影响供汽质量。因此,如何保持供汽压力恒定是电加热锅炉正常运行的关键之一。从蒸汽产生的机理可知,一定量的电加热功率就产生一定量的蒸汽。因此,要保持供汽压力恒定,必然要求电加热功率应根据蒸汽压力变化合理供给:当供汽压力变高,说明产生的蒸汽过多,这时应及时降低电加热功率;当供汽压力降低,说明产生的蒸汽过少,这时应及时提高电加热功率。而这正好得到了保持供汽压力恒定的自动控制方法——根据蒸汽压力的变化自动控制电加热功率。

如何保证锅炉运行安全?锅炉运行中蒸汽用量会发生变化,如果供水量恒定不变,就可能出现供水量过多或过少的情况。当供水量过多时,供给的蒸汽中就可能带水,甚至会产生锅炉运行的危险状况;而供水量过少,就可能出现锅炉的干烧情况,这会影响锅炉使用寿命。因此,保证供水量始终满足锅炉正常运行的需要,是锅炉安全运行的关键之一。稍加分析可以知道,反映锅炉供水量多少的最直接参数是锅炉液位,因此,根据锅炉液位的变化自动控制供水量,必然是保证锅炉安全运行的有效方法。

3. 控制方案

由以上分析可知,要满足锅炉正常运行的两项工艺要求,自动控制系统必须具备:根据蒸汽压力的变化自动控制电加热功率和根据锅炉液位的变化自动控制供水量的功能。结合简单控制系统的组成原理,得到图1-4所示的电加热锅炉自动控制原理图。它由两个简单控制系统组成:一个是液位定值控制系统,一个是压力定值控制系统。两个控制

系统的结构完全相同,即都是由检测仪表、控制仪表和执行仪表3部分组成。但实际仪表有所不同,前者的检测仪表是液位变送器、执行仪表是调节阀;后者的检测仪表是压力变送器、执行仪表是调功器。需要说明的是通过调节电加热功率使蒸汽产生量发生变化,从而改变蒸汽压力,这样的锅炉蒸汽压力调节方法,是目前工程上常用的。

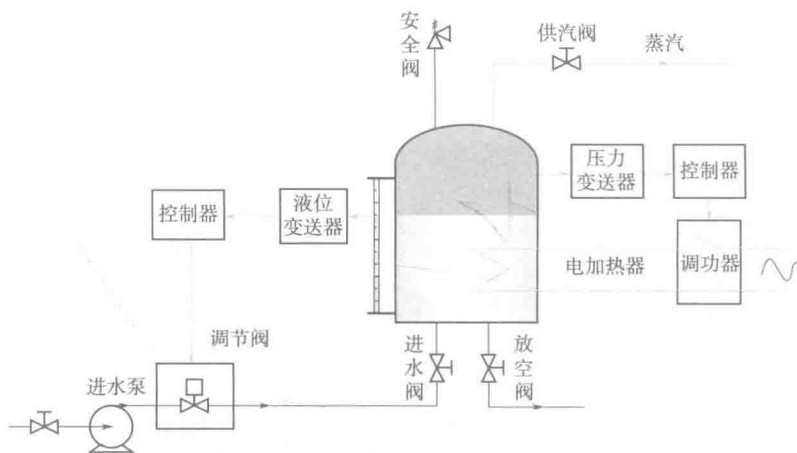


图 1-4 电加热锅炉自动控制原理图

任务 2 控制系统的图形化表示

图形是工程师语言。前面的自动控制方案都采用了“文字+方框”的表达形式,这种方法工程上也常用,具有表示方便、意义明确等特点。但略显烦琐,且不便统一与交流等,特别在复杂控制系统的表示时问题更为突出。对此,介绍两种自动控制系统图形表示方法:带控制点的流程图和控制系统方框图。

一、带控制点的流程图

带控制点流程图是用文字符号和图形符号在工艺流程图上描述生产过程自动控制的原理图,是工程应用中最为常用的图形化表示方式,必须掌握好。

(一)常用图形及文字代号规定

参照 GB/T 2625—1981《过程检测和控制流程图用图形符号和文字代号》国家标准,化工自控常用图形及文字代号规定如下。

1. 图形符号

仪表图形由3项内容组成:测量点、连接线图形符号和仪表图形符号,具体图形符号表示方法如图1-5所示。

测量点是由过程设备或管道符号引到仪表圆圈的连接引线的起点,一般无特定的图形符号。若测量点位于设备中,可在引线的起点加一个直径为2 mm的小圆符号或加虚线。

连接线图形符号是仪表圆圈与过程测量点的连接引线,常用的符号是细实线。当

有必要标注仪表信号能源时,可采用相应的缩写标注在信号线符号之上。如 AS-0.14 为 0.14 MPa 的空气源,ES-24 DC 为 24 V 的直流电源。

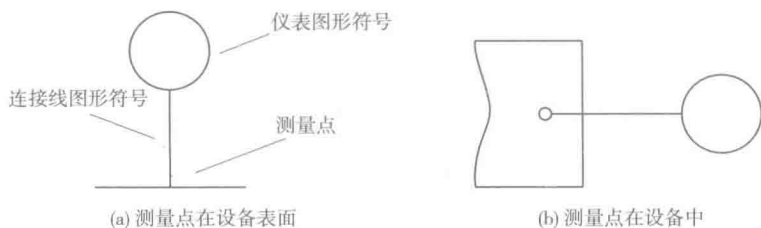


图 1-5 图形符号表示方法

仪表图形符号表示方法如图 1-6 所示。常规仪表图形符号是直径 12 mm (或 10 mm) 的细实线圆圈;集散控制系统仪表图形符号是细实线圆圈 + 相切方框;处理两个或多个变量,或处理一个变量但有多功能的复式仪表,可用相切的仪表圆圈表示。



图 1-6 仪表图形符号表示方法

2. 字母代号

字母代号表示被测变量和仪表功能,第 1 位字母表示被测变量,第 2 位字母及后面的字母表示仪表功能,一般由 3 位字母组成,最多 4 位字母。被测变量和仪表功能的字母代号如表 1-1 所示。

表 1-1 被测变量和仪表功能的字母代号

字母	第 1 位字母		后继字母		
	被测变量	修饰词	读出功能	输出功能	修饰词
A	分析	—	报警	报警	—
B	烧嘴、火焰	—	供选用	供选用	供选用
C	电导率	—	—	控制	—
D	密度	差	—	—	—
E	电压(电动势)	—	检测元件	—	—
F	流量	比(分数)	—	—	—
G	供选用	—	视镜、观察	—	—
H	手动	—	—	—	高
I	电流	—	—	指示	—
J	功率	扫描	—	—	—
K	时间、时间程序	变化速率	—	操作器	—
L	物位	—	灯	—	低
M	水分或湿度	瞬动	—	—	中、中间
N	供选用	—	供选用	供选用	供选用

续表

字母	第1位字母		后继字母		
	被测变量	修饰词	读出功能	输出功能	修饰词
O	供选用	—	节流孔	—	—
P	压力、真空	—	连接点、测试点	—	—
Q	数量或件数	积算、累计	—	—	—
R	核辐射	—	—	记录	—
S	速度、频率	安全	—	开关、联锁	—
T	温度	—	—	传送	—
U	多变量	—	多功能	多功能	多功能
V	振动、机械监视	—	—	阀、风门、百叶窗	—
W	重量、力	—	—	套管	—
X	未分类	X轴	未分类	未分类	未分类
Y	事件、状态	Y轴	—	继电器、计算器、转换器	—
Z	位置、尺寸	Z轴	—	驱动器、执行机构或未分类的终端执行机构	—

第1位字母常用的有4个被测变量,分别是:流量F、物位L、压力P、温度T,后续功能字母常用的也是4个输出功能:控制C、指示I、记录R、传送T,它们实质是英文单词的第一字母。例如:PT表示压力变送器,PIT表示有压力显示与变送功能的仪表;而TIC表示温度显示与控制功能的仪表等。

3. 仪表位号

在检测、控制系统中,构成一个回路的每个仪表(或元件),都应有自己的仪表位号。仪表位号由字母代号组合和回路编号两部分组成,第1位字母表示被测变量,后续字母表示仪表的功能;回路编号可以按装置或工段(区域)进行编制,一般用3位至5位数字表示。仪表位号表示方法如图1-7所示。

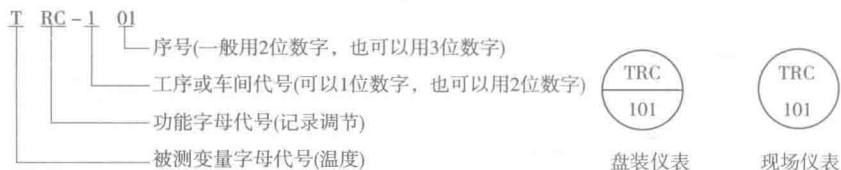


图1-7 仪表位号表示方法

仪表位号表示方法是:字母代号填写在圆圈上半圈中,回路编号填写在圆圈下半圈中。表示集中仪表或盘面安装仪表时,圆圈中有一横线,就地安装仪表中间没有横线。

(二) 应用分析

1. 水槽液位控制

应用以上知识,可以画出液位定值控制系统的带控制点流程图。根据图1-2水槽液位的自动控制原理得知:测量仪表对液位进行测量与传送,应用“圆圈+LT”表示;

控制器则对液位信号进行判断与运算,应用“圆圈+LC”表示;执行器用来改变进水阀开度(调节流量),应用“圆圈+FV”表示。同时,根据信号传递关系,用连接线相连就组成了图1-8所示的水槽液位的带控制点流程图。

需要说明的是,在图1-8(b)中,执行器的图形符号并没有画出。这是因为当执行器采用规定的图形绘制时,其仪表图形符号可以省略。

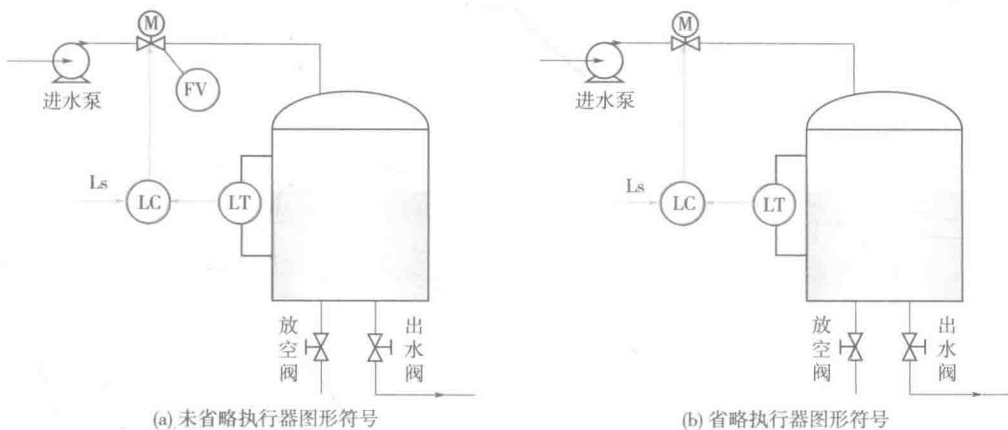


图1-8 水槽液位的带控制点流程图

2. 热交换器控制

工业上广泛应用热交换器,其中,壳管式热交换器的基本结构如图1-9所示:需要加热的物料从左端流入,被加热后从右端流出;加热蒸汽从上部流入容器,经热交换冷凝成液体后从下部流出。工艺要求:被加热后的物料温度应保持恒定,试拟定一个合理的自动控制方案,并用带控制点的流程图表示。

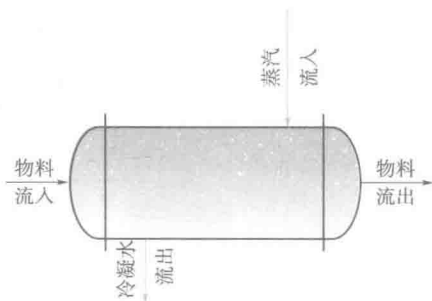


图1-9 壳管式热交换器的基本结构

简单控制系统关键是两点:确定出合理的被控变量和操纵变量。现工艺要求是被加热后的物料温度保持恒定,自然选择物料的出口温度作为被控变量。但是,操纵变量如何选择,即调节什么参量可以使物料的出口温度及时发生变化?这里有两种可行方案。一是选择物料作为操纵变量,如图1-10(a)所示。可以设想:当物料温度过高时,可以通过增大物料量来降低出口温度;而当物料温度过低时,可以通过减少物料量来提高出口温度。但是,这种方案存在明显不足:生产量受到影响,物料会时大时小,生产不能满负荷运行。另一种方案是选择蒸汽作为操纵变量,如图1-10(b)所示:当物料温度过高时,减少蒸汽供应量使加热量减小,自然物料温度下降;而当物料温度过低时,增大蒸汽供应量。这种方法不会影响生产,且调节及时、响应快,是较为合理的控制方案。基于以上分析,得到图1-10(b)所示的带控制点流程图。

3. 流量控制

现有一水泵供水系统,实际运行中发现因进水压力时常波动而造成出水流量变化较大。现工艺要求拟定一个合理的自动控制方案,保证供水流量恒定,并用带控制点的流程图表示。

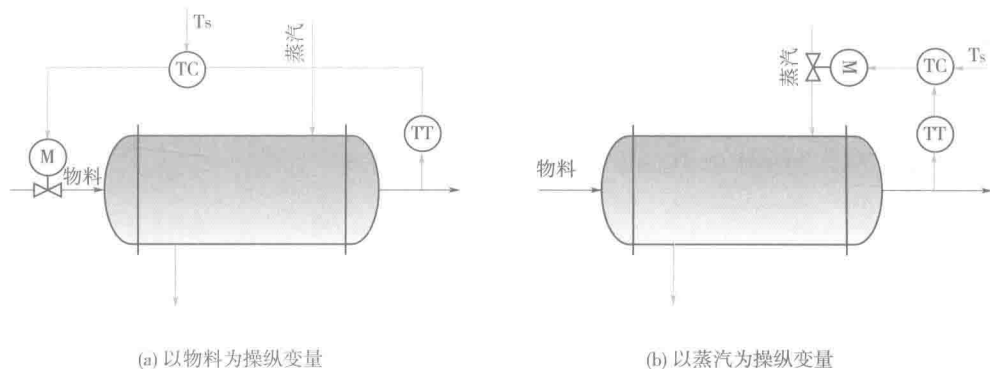


图 1-10 热交换器的带控制点流程图

由简单控制系统原理不难得知,要保证供水流量恒定就需要选择供水流量为被控变量,而操纵变量的选择,即调节什么变量才能控制好水泵出口流量,有两种可行方案:一是在水泵的出口管路上安装调节阀,由调节阀控制出口水流量;二是用变频器调节水泵转速从而控制出口水流量。两种控制方法在工业上都有一定的应用,特别是后者在目前的恒压供水应用中应用十分普遍。根据以上分析,可以得到图 1-11 所示的两种流量控制方案。

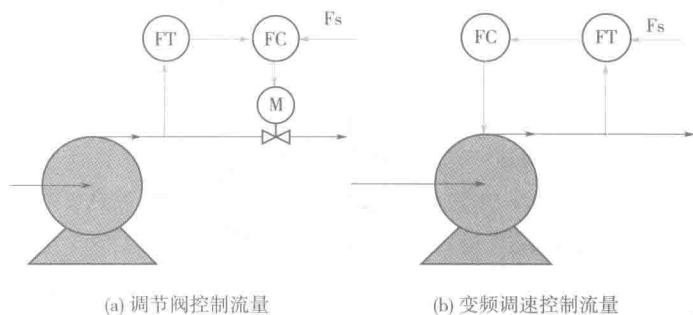


图 1-11 水泵流量的带控制点流程图

二、控制系统方框图

控制系统的性能指标能否从理论上进行分析或数值运算,这是人们十分关心的问题。如果可能的话,必然对在线系统的性能完善、控制系统的方案优化与结果预测等,带来极大帮助。这就需要学习控制系统的另一种表达方式——控制系统的框图表示。

液位定值控制系统的方框图如图 1-12 所示,它是根据信号流的关系将各环节依次排列,各个环节的输入/输出信号流表示了输入变量与输出变量之间的影响关系。方框图能清晰地表达出各环节的相互作用机理和信号流关系。例如:方框图中清楚地显示,测量反馈信号与设定值信号相比较后得到偏差值 e ;而影响被控对象的因素,不仅有操纵变量,还有外部干扰作用 f 。另外,方框图中不仅可以文字、字母表示,更可以赋予数值,而这就应用自动控制理论对控制系统的性能指标进行分析与运算,从而使控制系统的改造与设计等工作更具科学性和有效性。

绘制方框图时,需要注意常用名词和术语的意义:

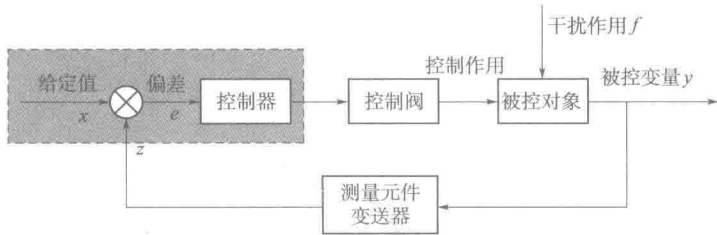


图 1-12 液位定值控制系统的框图

被控对象: 需要实现控制的设备或生产过程。

被控变量: 对象内要求保持设定值的物理量。

操纵变量: 用以使被控变量保持设定值的物理量或能量。

干扰/扰动: 除操纵纵变量外, 能引起被控变量变化的因素。

设定值: 被控变量的目标值。

偏差: 被控变量的设定值与实际值之差。

注意: 在工程应用上, 偏差一般指被控变量的实际测量值与设定值之差。

任务 3 仪表联络方式分析

有了合理的控制方案, 就可以选择相应的控制仪表进行系统集成。但是, 控制系统集成不是简单的线路连接, 须遵循一定的原则。在成套仪表系统中, 仪表之间都由统一的联络信号进行信号传输。采用统一的联络信号, 不仅可使同一系列的各类仪表组成系统, 还可以通过各种转换器, 将不同系列的仪表连接起来, 混合使用, 从而扩大了仪表的使用范围。此外, 由于各种变量被转换为统一信号, 因此能够较为方便地实现各类仪表同工业控制机等先进技术工具配合使用。

一、联络信号特点

控制仪表和装置常使用两类联络信号: 气压信号和电信号。气动控制仪表, 国际上已统一使用 20 ~ 100 kPa 气压信号作为仪表之间的联络信号。电动控制仪表, 其联络信号一般有三种: 模拟信号、数字信号和频率信号。模拟信号和数字信号是自动化仪表及装置所采用的主要联络信号。本书着重讨论电模拟信号的传输问题。

电模拟信号主要以直流电流或直流电压作为统一联络信号。信号的取值范围主要有两类: 一类是下限值从零开始, 另一类是下限值从某个确定值开始。而信号上限值有高有低、各不相同。不同的仪表系列, 所取信号的上、下限值是不同的。例如, DDZ-II 型仪表采用 0 ~ 10 mA 直流电流作为统一联络信号; DDZ-III 型仪表采用 4 ~ 20 mA 直流电流和 1 ~ 5 V 直流电压作为统一联络信号; 有些仪表则采用 0 ~ 5 V 或 0 ~ 10 V 直流电压作为联络信号, 并在装置中考虑了电压信号与电流信号的相互转换问题。

目前, 国际电工委员会 (IEC) 将电流信号 4 ~ 20 mA (DC) 和电压信号 1 ~ 5 V (DC) 确定为过程控制系统电模拟信号的统一标准。