

汪寿基 主编 韩德禄 副主编

化工自动化及仪表

中央广播电视大学出版社



化工自动化及仪表

汪寿基 主 编

韩德禄 副主编

中央广播电视大学出版社

(京)新登字 163 号

化工自动化及仪表

汪寿基 主 编

韩德禄 副主编

中央广播电视大学出版社出版
新华书店总店科技发行所发行

北京龙华印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 印张16.5 千字382

1993年7月第1版 1993年10月第1次印刷

印数: 1—5000

定价: 9.25 元

ISBN 7-304-00833-4/TQ · 11

前 言

生产过程自动化是指,应用一些自动化装置代替人的全部或部分劳动,直接操作生产设备,使生产过程全部或部分程度上自动地进行。这对生产过程,特别是化工、炼油等生产过程的高产、优质、安全、低耗有着重要意义。

1. 现代化工、炼油等生产过程是一个流程复杂、规模大、速度快的连续运行的系统。而人对于外界观察与响应的速度和能力是有限的,因而靠人工控制这类生产过程就不能满足速度和精度的要求,更谈不上使生产过程在最优的工况下运行。采用自动检测仪表与自动控制系统后,就能对生产过程的各种变量及过程的状态实现及时的监视与控制,从而使生产过程有可能在最优或接近最优的工况下运行,以达到提高产品的数量与质量、降低消耗与成本的目的。

2. 实现化工等生产过程自动化后,也由于配置了各种监视与控制仪表,便能够及时发现生产过程的异常现象,并得到及时处理,因而可以防止事故发生或扩大,保证生产过程安全进行,并能延长设备的使用寿命及设备的利用率。

3. 化工、炼油等生产过程具有高温、高压、易燃易爆、有毒、有腐蚀等特点,进行人工操作,其劳动条件是非常恶劣的,甚至非常危险,对生产过程的进行也不安全。实现自动控制后,操作人员只需要通过监视仪表与控制台对生产过程进行监视与控制,不必直接操纵生产设备,既有利于生产过程的安全进行,也改善了操作人员的劳动环境,也为逐步消灭体力与脑力劳动间的差别创造了条件。

随着化工、炼油等生产日益向着大型化、复杂化、高速化方向发展,对自动化的要求也越来越高,生产过程自动化的内容与概念也发生了深刻的变化,它不仅包括生产过程的自动控制,也包含了原材料、生产与销售计划的制订、生产的调度等管理工作的自动化,集生产过程控制、信息管理系统、通信网络于一体的综合自动化。

与此相适应,自动化装置也发生了极大的变化,由仅用于过程检测与控制的各種模拟基地仪表、单元组合仪表(电动的、气动的),发展到能用于过程控制与信息管理的分布型计算机控制系统,特别是其中的集散型控制系统(TDCS)目前在化工、炼油、冶金、电力等部门已得到广泛的应用。

建国四十多年来,特别是改革开放以来,我国化工、炼油等生产过程自动化技术有了很大的发展,但发展极不平衡。目前我国化学工业是处于自动化、半自动化、机械化、半机械化以及人工操作方式并存状态。

七十年代,特别是八十年代引进的大型化工、炼油装置,有的在局部范围内安装了计算机控制系统,有的在整个装置上配置了集散型计算机控制系统。它们代表了我国化工、炼油自动化的水平。

然而,在中、小型化工企业,特别是农药、染料、橡胶加工和一些精细化工企业中,除少数条

件好的局部装置配备了自动化仪表外,多数处于半自动化、半机械,甚至还处于人工操作状态。这些技术装置落后的企业,数量大范围广。

随着科学技术的进步,在目前用计算机技术改造传统工业的大趋势下,提高我国化工、轻工等各类工厂的自动化水平,不仅是必要的也是可能的。在一个现代化的轻工、化工、炼油等工厂中,其设备、机器和各种自动化装置都是按一定的工艺要求构成有机的整体。因此,工艺和设备人员必须具备一定的自动化基本知识,以便能和自控人员互相协商与合作,有利于改善生产条件。为此,中央广播电视大学为化工、轻工工艺类专业学生设置了“化工自动化及仪表”课程。

通过本课程的学习,应使学生

1. 掌握过程自控系统的基本概念,能对工艺过程提出较合理的检测与控制要求,并配合自控人员确定过程控制方案;
2. 掌握常见自动化仪表选择、使用的基本知识,并能为自控设计提供必需的正确的工艺条件和数据;
3. 懂得单回路控制系统投运和调节器参数工程整定的方法。

本书根据 1991 年 9 月在中央广播电视大学主持下通过的教学大纲进行编写。第一章到第三章的 1~5 节由成都科技大学韩德禄副教授编写;第三章的 6~7 节由成都科技大学聂盛尧高级工程师编写;第四章到第八章由成都科技大学何玉樵副教授编写;第九章由成都科技大学汪寿基教授编写。全书由汪寿基教授任主编,韩德禄副教授任副主编。

参加本书审定工作的有:华东化工学院张蕴端教授、北京化工学院历玉鸣副教授、河北轻化工学院黄正慧副教授、浙江大学慎大刚副教授,全书由张蕴端教授任主审。

在本书编写与审定过程中,得到了成都广播电视大学副教授李伯川、讲师王淑霞的大力协助。

成都科技大学、中央广播电视大学、成都广播电视大学的领导对本书的编写给予大力支持,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,难免有错误或不妥之处,希望读者提出批评指正。

编者

1992 年 11 月

目 录

前言	(1)
第一章 自动控制系统基本概念	(1)
学习要求	(1)
第一节 自动控制系统概述	(1)
一、化工生产过程的控制	(1)
二、自动控制系统的分类	(3)
三、自动控制系统的组成	(4)
四、自动控制系统的方块图	(5)
五、系统的静态和动态	(6)
第二节 定值控制系统的过渡过程及其品质指标	(7)
一、定值控制系统的过渡过程	(7)
二、过渡过程的品质指标	(8)
小结	(9)
思考题及习题	(9)
第二章 被控过程特性	(11)
学习要求	(11)
第一节 描述被控过程特性的参数	(11)
一、放大系数 K	(12)
二、时间常数 T	(13)
三、时滞 τ	(16)
第二节 被控过程特性的实验测定	(18)
一、响应曲线法	(18)
二、矩形脉冲法	(19)
小结	(20)
思考题及习题	(21)
第三章 检测仪表及变送器	(22)
学习要求	(22)
第一节 概述	(23)
一、测量及测量误差	(23)
二、检测仪表的品质指标	(24)
第二节 温度检测仪表及变送器	(26)
一、温度检测仪表的分类	(26)

二、温度检测元件	(27)
三、DBW 型电动温度变送器	(33)
四、温度显示仪表	(36)
五、接触式测温仪表的选择与安装	(43)
第三节 压力检测仪表及变送器	(44)
一、概述	(44)
二、弹性式压力表	(46)
三、电气式压力计	(48)
四、压力表的选择和安装	(49)
第四节 流量检测仪表及变送器	(51)
一、概述	(51)
二、差压式流量计	(54)
三、转子流量计	(60)
第五节 液位检测仪表及变送器	(65)
一、概述	(65)
二、差压式液位计	(65)
三、沉筒式液位变送器	(68)
四、电容式液位变送器	(69)
第六节 自动成分分析仪器	(71)
一、概述	(71)
二、热导式气体分析器	(73)
三、红外线气体分析器	(75)
四、工业 pH 计	(78)
第七节 数字式显示仪表	(80)
一、概述	(80)
二、模-数转换	(82)
三、非线性补偿和标度变换	(83)
四、数字显示部分	(84)
五、数字式压力表	(85)
六、智能数字显示仪表简介	(86)
小结	(86)
思考题及习题	(92)
第四章 执行器——气动薄膜调节阀	(95)
学习要求	(95)
第一节 气动薄膜调节阀	(95)
一、气动薄膜调节阀的组成	(95)
二、气动薄膜调节阀的类型	(97)
三、调节阀的流量特性	(100)

四、气动薄膜调节阀的选择	(103)
五、气动薄膜调节阀的动态特性和变差	(105)
六、气动薄膜调节阀的安装	(106)
第二节 阀门定位器	(107)
一、阀门定位器的作用	(107)
二、气动阀门定位器	(108)
三、电/气阀门定位器	(108)
小结	(109)
思考题及习题	(110)
第五章 调节器	(111)
学习要求	(111)
第一节 调节器的控制规律	(111)
一、位式控制	(112)
二、比例控制(P)	(113)
三、比例积分控制(PI)	(116)
四、比例微分控制(PD)	(118)
五、比例积分微分控制(PID)	(120)
第二节 调节器的类型	(121)
一、基地式调节器	(121)
二、单元组合式调节器	(121)
三、组装式电子控制装置	(122)
四、可编程调节器	(122)
五、集中分散型控制装置	(122)
第三节 单元组合式调节器	(122)
一、DDZ—Ⅱ型调节器	(122)
二、DDZ—Ⅲ型调节器	(127)
三、气动Ⅰ型比例积分调节器	(128)
第四节 可编程调节器	(133)
一、主要特点	(133)
二、组成及工作原理	(133)
小结	(135)
思考题及习题	(136)
第六章 单回路控制系统	(137)
学习要求	(137)
第一节 单回路控制系统的设计	(138)
一、被控变量的选择	(138)
二、操纵变量的选择	(140)
三、在系统设计时对检测变送环节的考虑	(142)

四、调节器控制规律的选择	(144)
第二节 单回路控制系统的整定	(146)
一、临界比例度法	(146)
二、衰减曲线法	(147)
三、经验法	(148)
第三节 单回路控制系统的投运	(150)
一、准备工作	(151)
二、系统的投运	(152)
小结	(154)
思考题及习题	(155)
第七章 复杂控制系统	(157)
学习要求	(157)
第一节 串级控制系统	(157)
一、串级控制系统概述	(157)
二、串级控制系统的特点及适用场合	(161)
三、串级控制系统的设计	(163)
第二节 均匀控制系统	(166)
一、均匀控制系统概述	(166)
二、均匀控制系统的类型	(168)
三、调节器控制规律的选择与调节器参数的整定	(169)
第三节 比值控制系统	(170)
一、比值控制系统的类型	(170)
二、比值控制系统的构成方案	(172)
三、比值系数的计算	(174)
第四节 其他复杂控制系统	(176)
一、前馈控制系统	(176)
二、选择性控制系统	(177)
三、分程控制系统	(179)
小结	(181)
思考题及习题	(183)
第八章 典型化工单元操作的控制	(184)
学习要求	(184)
第一节 流体输送设备的控制	(184)
一、离心泵的控制	(184)
二、往复泵的控制	(187)
三、压气机的控制	(188)
第二节 传热设备的控制	(192)
一、两侧均无相变化的换热器的控制	(192)

二、载热体进行冷凝的蒸汽加热器的控制	(194)
三、冷却剂进行汽化的冷却器的控制	(196)
第三节 精馏塔的控制	(198)
一、精馏塔自动控制的要求	(198)
二、精馏过程扰动因素的分析、操纵变量和被控变量的选择	(199)
三、精馏塔的控制方案	(202)
第四节 化学反应器的控制	(206)
一、反应器自动控制的要求及被控变量的选择	(207)
二、反应器的控制方案	(208)
小结	(211)
思考题及习题	(213)
第九章 化工过程计算机控制	(215)
学习要求	(215)
第一节 计算机控制系统的组成	(215)
一、计算机	(216)
二、过程通道	(216)
三、人-机联系设备	(217)
第二节 计算机控制系统的类型	(218)
一、操作指导控制系统	(218)
二、直接数字控制系统	(219)
三、监督控制系统	(219)
四、分级控制系统	(220)
五、分布型控制系统	(220)
第三节 集散型控制系统简介	(221)
一、TDCS—2000 集散型系统	(223)
二、TDCS—3000 集散型系统	(225)
三、网络—90 系统	(227)
第四节 化工过程计算机控制举例	(229)
一、加热炉温度的计算机控制	(229)
二、集散型控制系统应用举例	(232)
小结	(235)
思考题及习题	(235)
附录	(237)
附录一 自控系统常用符号	(237)
附录二 铂铑 ₁₀ -铂热电偶分度表	(239)
附录三 镍铬-镍硅(镍铬-镍铝)热电偶分度表	(243)
附录四 镍铬-铜镍(康铜)热电偶分度表	(247)
附录五 工业铜热电阻分度表	(247)

附录六	工业铜热电阻分度表.....	(248)
附录七	工业铂热电阻分度表.....	(248)
附录八	气动调节阀型号编制说明.....	(251)
附录九	气动薄膜调节阀主要技术数据.....	(252)
参考文献		(253)

第一章 自动控制系统基本概念

学 习 要 求

1. 掌握自动控制系统的组成、方块图的意义及画法。
2. 了解自动控制系统分类,系统的动态和静态。
3. 理解自动控制系统中使用的各种术语;扰动作用和控制作用的含义以及它们之间的关系。
4. 掌握闭环控制系统在阶跃扰动作用下,被控变量随时间变化的几种基本形式及过渡过程品质指标的含义。

第一节 自动控制系统概述

一、化工生产过程的控制

化工生产过程都必须在工艺所规定的工艺变量(温度、压力、流量、液位、浓度等)条件下进行操作,才能保证生产安全、高效地进行。

但是,在生产过程中,由于某些因素的影响往往使得各种表征生产过程进行状况的变量偏离工艺指标。若要达到稳定操作,必须对那些工艺变量进行控制。为了实现控制要求,可采用两种方式:一是人工控制;二是自动控制。自动控制是在人工控制的基础上发展起来的。因此,下面先介绍人工控制,在此基础上来理解自动控制。

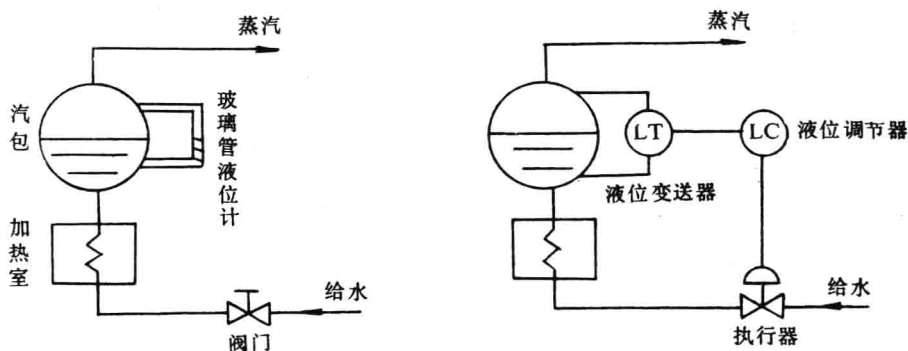


图 1-1 锅炉汽包水位控制示意图

图 1-1 所示为生产蒸汽的锅炉汽包示意图。锅炉是化工、炼油等工厂中常见的重要设备。在锅炉正常运行中,汽包水位是一个十分重要的变量,它的高低直接影响着蒸汽的品质及锅炉的安全。水位过高,由于汽包上部空间减小,从而影响汽水分离效果,使蒸汽带液,降低了蒸汽的质量和产量,甚至损坏后续设备;而水位过低时,轻则影响汽水平衡,重则烧干锅炉甚至引起爆炸。要使锅炉水位保持在规定的数值上(或在规定值上下某一范围内变动),必须使蒸汽耗汽量与锅炉给水量相适应。如果锅炉给水量不变,蒸汽负荷突然增加或减小时,就会使水位下降或上升;相反,蒸汽负荷不变而给水压力发生变化,水位同样也会偏离规定的数值。因此,必须通过控制使水位维持在规定的数值上。

如图 1-1(a)所示,人工控制时首先用眼睛观察安装在锅炉汽包上的玻璃管液位计所反映的水位数值,经大脑思考,将观察到的水位值与规定的水位值相比较计算偏差,再根据偏差的大小及变化趋势,决定如何开大或关小阀门,然后,用手把给水阀门按思考的结果开大或关小。上述过程不断重复下去,直到水位回到规定的数值为止。人工控制不仅劳动强度大而且对某些变量变化快、操作条件又较严格的生产过程来说是很难满足要求的。

假如用一套自动化装置来代替上述人工操作,使过程的控制自动进行,这就实现了自动控制。如图 1-1(b)所示的锅炉水位自动控制系统图中,首先用液位变送器 LT 替代人眼对水位进行检测,并把测得的水位数值转换成相应的标准信号送往液位调节器 LC,调节器代替人的大脑,接受变送器送来的测量信号,把它与预先规定的水位高度信号相比较,如果两个信号相等,表示实际水位值正好为规定的水位值;如果两个信号不相等,表示实际水位值与规定水位值有偏差,这是工艺所不允许的,于是调节器根据偏差的大小输出相应控制信号送往执行器,执行器代替人手和阀门,其调节阀开度变化,使进入锅炉的给水量变化,经过反复调节,最后使水位回到规定的高度上,从而完成对汽包水位的自动控制。图 1-1(b)所示的自动控制系统图,称为锅炉汽包水位带控制点工艺流程示意图。除此之外,化工生产还经常对温度、压力、流量等其他变量进行自动控制。对于带控制点的模拟流程示意图上的各种自控系统常用符号,请参阅附录一。

根据锅炉水位控制的例子,可归引出几个控制系统中常用的术语:

被控过程(简称过程或称被控对象):在自动控制系统中,工艺变量需要控制的生产过程、设备或机械等,例如锅炉汽包。

被控变量:被控过程内要求保持设定数值的工艺变量称为被控变量,例如锅炉汽包内的水位。

操纵变量:通常是指受控于调节阀,用以克服扰动的影响,使被控变量保持设定值的物料量或能量,称为操纵变量。例如锅炉给水。

扰动(干扰):除操纵变量外,作用于被控过程并引起被控变量变化的因素,称为扰动。例如蒸汽负荷的变化。

设定值:被控变量的预定值称为设定值。例如锅炉汽包中预先设定的水位值。

偏差:是被控变量的设定值与实际值之差。但是,能够直接获取的信息是被控变量的测量值而不是实际值。因此,在控制系统中通常把设定值与测量值之差作为偏差。

二、自动控制系统分类

按控制系统的基本结构,自动控制系统可分为闭环控制系统和开环控制系统。

(一)闭环控制系统

例如,图 1-1(b)所示的锅炉汽包水位自动控制系统就是一个闭环控制系统。当锅炉中水位值与设定值有偏差时,液位调节器根据偏差的情况,按一定的控制规律发出控制信号去调整给水阀门的开度,改变给水量,最终使水位回到设定值上。又例如,图 1-2 所示为加热器温度自动控制系统。图中温度变送器 TT 用来检测热流体出口温度。当出口温度偏离设定值时,温度调节器 TC 根据偏差的情况去调整蒸汽阀门的开度,以改变蒸汽量,使热流体出口温度回到设定值上。

从图 1-1(b)和图 1-2 的例子可以看出,操纵变量(给水量和蒸汽量)通过被控过程(锅炉汽包和换热器)去影响被控变量(水位和温度),而被控变量又通过自动控制装置去影响操纵变量。从信息的传递关系来看,构成了一个闭合回路,所以称为闭环控制系统。由于被控变量的信息要送回到自动控制装置的输入端,所以又称为反馈控制系统。

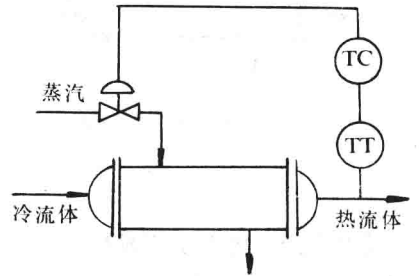


图 1-2 蒸汽加热器带控制点工艺流程示意图

在分析闭环控制系统特性时,常将控制系统按照工艺需要控制的变量(即设定值)是否变化和如何变化来分类。这样可将闭环控制系统分为以下三种类型。

1. 定值控制系统

定值控制系统是指设定值恒定不变的控制系统,例如锅炉汽包水位控制系统。按照要求应使锅炉汽包内的水位保持在一定数值上,这就需要采用定值控制系统。定值控制系统的作用是克服扰动对被控变量的影响,使被控变量最终回到设定值或其附近。

2. 随动控制系统

随动控制系统又称自动跟踪系统。这类系统的设定值是不断变化的,而且这种变化不是预先规定好的,是随机变化的。这类系统的主要任务是使被控变量能够尽快地、准确无误地跟踪设定值的变化而变化。在化工自动化中,有些比值控制系统就属随动控制系统,例如要求甲流体的流量与乙流体的流量保持一定的比值,当甲流体的流量变化时,乙流体的流量能按一定的比例随之变化。

3. 程序(顺序)控制系统

这类系统的设定值也是变化的,但它是一个已知的时间函数,即设定值按一定的时间程序变化。例如食品加工中杀菌釜温度控制和锦纶生产中的熟化罐温度控制系统都属于程序控制系统。

(二)开环控制系统

操纵变量通过被控过程影响被控变量,但是被控变量并不通过自动控制装置去影响操纵变量,这种系统从信息传递关系来看,未构成闭合回路,所以称为开环控制系统。开环控制系统

分为两种。一种是按设定值进行控制,如图 1-3(a)所示。换热器的蒸汽量与设定值保持一定的函数关系。当设定值变化时,操纵变量(蒸汽量)随之变化去影响被控变量(热物体出口温度)。另一种是按扰动进行控制,即所谓前馈控制。如图 1-3(b)所示,当负荷(冷物体流量)变化是主要扰动时,前馈控制装置按扰动情况去改变操纵变量,从而影响被控变量。

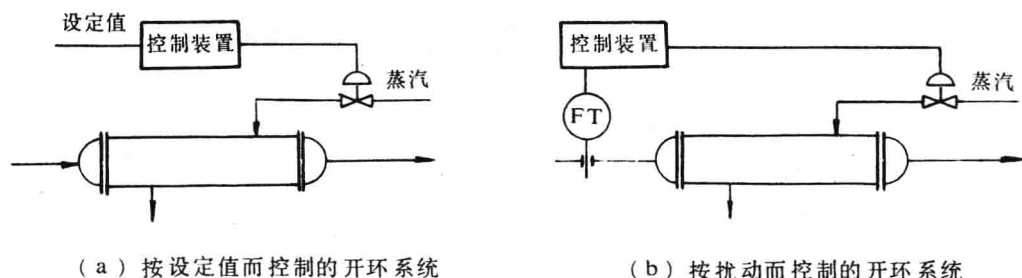


图 1-3 开环控制系统的基本结构

总的说来,化工生产领域里用得最多的是闭环控制系统中的定值控制系统。因此,本教材以后所讨论的控制系统,若未加特别说明,都是指定值控制系统。

三、自动控制系统的组成

一个自动控制系统主要由两大部分组成:一部分是起控制作用的全套自动化装置。对于常规仪表来说,它包括检测元件及变送器、调节器、执行器等;另一部分是自动化装置控制下的被控过程。

1. 被控过程

自动控制系统中,工艺变量需要控制的生产过程、设备或机器称为被控过程。化工生产中各类塔器、反应器、泵与压缩机以及各种容器、贮槽(罐),甚至一段输送流体的管道或者复杂塔器(如精馏塔)的一部分都可以是被控过程。

2. 检测元件及变送器

它的作用是感受工艺变量的变化并将它转换成一种特定信号(如气压信号或电流信号)。检测元件及变送器在自动控制系统中起着“眼睛”的作用,它时刻监视着生产的进行情况,又为自动控制系统提供进行控制的依据。

3. 调节器

调节器又称控制器。它把检测元件及变送器送来的测量信号与工艺上需要保持的设定值信号进行比较得出偏差,根据偏差的大小及变化趋势,按预先设计好的控制规律进行运算后,输出相应的控制作用(如气压或电流信号)给执行器。

4. 执行器

它接受调节器送来的信号,相应地去改变操纵变量,克服扰动的影响,最终实现控制要求。化工生产中最常用的执行器是气动薄膜调节阀。

一个自动控制系统,除上述四部分是不可缺少的外,还有一些附属(辅助)装置,例如设定

装置、转换装置、显示仪表等。其中,显示仪表可以是单独的仪表,也可以是测量仪表、变送器或调节器附带的显示部分。因此,显示仪表将放在检测元件及变送器一章内讨论。而在自动控制系统的方块图上,一般都不画出附属装置。

四、自动控制系统的方块图

在研究自动控制系统时,为了能够更清楚地表示出系统中各个组成部分以及它们之间的相互影响和信号联系,便于对系统进行分析研究,一般都用方块图来表示控制系统的组成和作用。单回路控制系统的方块图如图 1-4 所示。图中每一个方块代表系统中的一个组成部分称为“环节”。两个方块之间用一条带箭头的线段相联系表示信号的流向。作用于方块上的信号称为该环节的输入信号,它送出的信号称为该环节的输出信号。上一环节的输出信号就是下一环节的输入信号。对每一个环节而言,其输出信号与输入信号之间的关系仅取决于该环节自身的特性。现仍以图 1-1(b)为例来加以说明。其中锅炉汽包可用一个“被控过程”方块来表示,锅炉汽包水位就是被控变量 Y 。在方块图中被控变量 Y 就是过程的输出信号。引起被控变量偏离设定值 Y_s 的外来因素可能是蒸汽负荷的变化或给水压力的改变等扰动 f ,因此,扰动是作用于被控过程的输入信号。此外,给水流量的改变是由于执行器动作引起的,改变给水流量可以克服扰动对被控变量的影响,使被控变量回到设定值。所以对“执行器”方块而言,给水流量就是操纵变量 m ,它是执行器的输出信号又是被控过程的输入信号。同样,对“检测元件及变送器”方块而言,其输入信号是汽包水位高度 Y ,输出信号是水位高度的测量值 Y_m 。对“调节器”方块来说,输入信号是水位设定值 Y_s 与测量值 Y_m 之差即偏差,输出信号是送给执行器的控制作用 c ,它使执行器动作,改变操纵变量的大小,克服扰动影响,最终使被控变量回到设定值上。

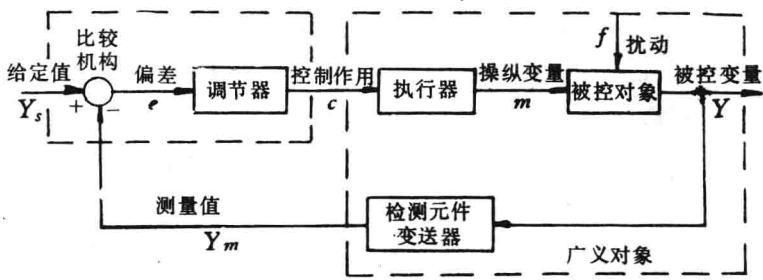


图 1-4 自动控制系统方块图

图 1-4 所示自动控制系统方块图,可适用于以各种工艺变量为被控变量的单回路控制系统。例如图 1-1(b)的锅炉汽包水位自动控制系统,图 1-2 所示换热器温度控制系统以及压力、流量等定值控制系统。

通过分析上述自动控制系统方块图可以得出:

1. 方块图上每一个方块代表着一个具体的实物。方块之间带箭头的线段表示它们之间信号的联系及流向,与工艺设备间物料的流向无关。例如图 1-5 所示的两个液位控制系统。它们都可用图 1-4 的方块图来表示。在执行器与被控过程两方块之间,带箭头的线段所表示的信号流向都是由执行器指向被控过程的。但是图 1-5(a)中,执行器控制下的操纵变量是被控过程

(贮槽)的流入物料;图 1-5(b)中,执行器控制下的操纵变量则是被控过程的流出物料。从物料流动方向来看,前者进,后者出;但从信号流向来看,它们都是作用于被控过程,使液位发生变化的输入信号。

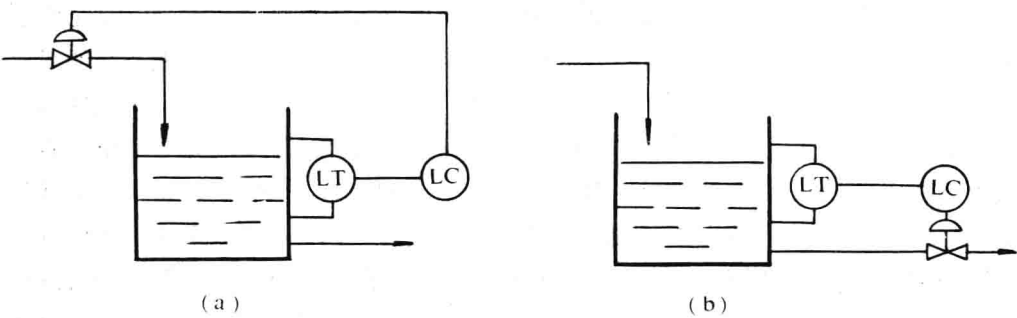


图 1-5 两个液位控制系统图

2. 从方块图上可以看出,任何一个信号只要沿着箭头方向前进,最后仍会回到原来的起点。所以自动控制系统是闭环系统。闭环控制系统的闭合回路是通过检测元件及变送器将被控变量的测量值 Y_m 送回到系统的输入端与设定值 Y_s 进行比较而形成的。这种把系统的输出信号重新返回到系统的输入端的作法叫做“反馈”。在图 1-4 中,反馈信号 Y_m 相对于设定值 Y_s 取负值,所以叫负反馈。整个系统称为具有负反馈的闭环控制系统,设定值和扰动是系统的输入信号,被控变量是系统的输出信号。

3. 一个自动控制系统还可以看作由调节器和广义对象(包括被控过程、执行器、检测仪表及变送器)组成。在方块图上为了更清楚地表明调节器的比较机构的比较作用,故将它单独画出,实际上比较机构不是独立的元件,而是调节器的一个组成部分。

五、系统的静态和动态

在自动化领域中,把被控变量不随时间变化的平衡状态称为系统的静态,而把被控变量随时间变化的不平衡状态称为系统的动态。

当一个自动控制系统的输入(设定值和扰动)及输出(被控变量)都保持不变时,整个系统就处于一种相对稳定状态,系统内各组成环节都不改变其原来的状态,它们的输入、输出信号的变化率为零。但生产仍在进行,物料和能量仍然有进有出,所以系统的静态反映的是相对平衡状态。

原先处于相对平衡状态的系统,一旦受到扰动的影响,平衡就会受到破坏,被控变量随时间发生变化,调节器等自动化装置就会改变原来的状态,产生一定的控制作用,改变操纵变量克服扰动的影响,力图使系统恢复平衡状态。在这一段时间内,整个系统都处于变动状态中,这种状态叫做动态。

一个自动控制系统投入运行后,不可避免地有扰动作用于被控过程,以致破坏正常生产状态,因此,必须通过自动控制装置不断地施加控制作用去消除扰动作用的影响,使被控变量保持在生产所规定的工艺技术指标上。可见从控制的角度了解系统的动态比了解系统的静态更