



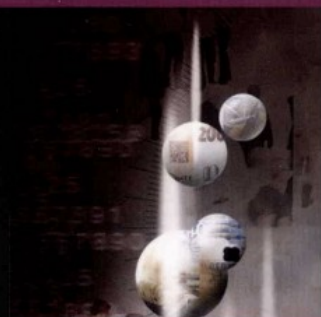
普通高等教育“十一五”国家级规划教材

[高校教材]

制浆造纸过程 自动测量与控制

(第二版)

刘焕彬 主编 朱学峰 主审



中国轻工业出版社



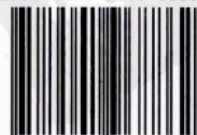
普通高等教育“十一五”国家级规划教材

制浆造纸过程 自动测量与控制

(第二版)

上架建议：制浆造纸技术

ISBN 978-7-5019-6886-2



9 787501 968862 >

定价：54.00元

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

制浆造纸过程自动测量与控制

(第二版)

刘焕彬 主编

刘焕彬 白瑞祥 胡慕伊 沈文浩 汤伟 编著

朱学峰 主审

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

制浆造纸过程自动测量与控制/刘焕彬主编. —2 版.

北京: 中国轻工业出版社, 2009. 6

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-5019-6886-2

I. 制… II. 刘… III. ①制浆-造纸-自动检测-高等学校-教材 ②制浆-造纸-自动控制-高等学校-教材

IV. TS7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 031814 号

责任编辑: 林 媛 责任终审: 滕炎福 封面设计: 锋尚设计
版式设计: 王培燕 责任校对: 燕 杰 责任监印: 张 可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 河北省高碑店市鑫昊印刷有限责任公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2009 年 6 月第 2 版第 1 次印刷

开 本: 787×1092 1/16 印张: 27.25

字 数: 697 千字

书 号: ISBN 978-7-5019-6886-2 定价: 54.00 元

读者服务部邮购热线电话: 010-65241695 85111729 传真: 85111730

发行电话: 010-85119845 65128898 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社读者服务部联系调换

60437J1X201ZBW

数字图书馆
PDG

前 言

在实现我国造纸工业现代化过程中,必须坚持以信息化带动工业化,以工业化促进信息化,走新型工业化的道路。自动化是工业化和信息化之间的“桥梁”。提高制浆造纸过程自动化水平不仅需要自动化工程技术人员努力,而且需要制浆造纸工程技术人员的密切配合。同时,安装在生产过程中的各种自动化装置和系统如同生产设备一样是供过程技术人员使用的工具。因此,从事制浆造纸工程技术工作者应该学习和掌握生产过程自动化的基本知识,以适应技术集成创新和造纸工业现代化的需要。因此,全国高校制浆造纸工程专业都开设了制浆造纸过程自动测量与控制课程。为了适应教学需要,中国轻工业出版社于1991年出版了由钱承茂、刘焕彬编写的高等学校轻工专业试用教材《制浆造纸过程测量与控制》,2003年出版了由刘焕彬主编的高等学校专业教材《制浆造纸过程自动测量与控制》。在此基础上,经教育部轻化工程教学指导委员会和中国轻工业出版社推荐,《制浆造纸过程自动测量与控制》(第二版)列入了教育部普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

《制浆造纸过程自动测量与控制》(第二版)的编写目的是使读者能掌握制浆造纸生产过程中主要变量的测量原理,正确地选用和使用有关测量仪表;能运用自动控制的基本理论去设计简单控制系统,能结合制浆造纸过程的要求,提出各工序的自动化方案,为自动化系统设计提供有关要求和数据;了解计算机分散控制系统(DCS)、全厂自动化、全厂信息化等新技术在制浆造纸生产过程中的应用。

本书注重从应用的角度出发,深入浅出地介绍有关自动测量和自动控制的内容。在介绍过程变量测量时,重点放在各变量的特点、测量原理与方法以及仪表的选用,而仪表的结构只作一般的介绍。在介绍自动控制系统时,重点放在从设计和使用好简单控制系统这一实际问题出发,介绍自动控制系统的组成、基本原理和影响因素。在介绍自动控制系统在造纸过程中的应用时,通过若干典型案例的分析,使读者能分析一个工段或车间的自动化系统的作用及相互关系。

本书内容采用模块结构。全书由5个内容模块组成。过程自动控制导论模块介绍自动控制系统的组成和有关概念;自动控制系统基础理论模块讲述自动控制系统的组成、原理和设计;主要变量的测量与控制模块讲述制浆造纸过程变量的测量原理和仪表及控制方案;制浆造纸典型过程的特点及自动化方案模块介绍国内外应用的典型过程自动化方案;计算机控制及全厂信息化模块介绍计算机控制原理及全厂自动化、信息化的组成。由于本书采用模块结构,作为教材时各校可根据不同的教学要求和学时安排,采用不同的模块组合去组织教学。

本书共十七章,其中第一、二、三、四、五章由华南理工大学刘焕彬教授编写,第六、七、八章由天津科技大学白瑞祥教授编写,第九、十、十三章由南京林业大学胡慕伊教授编写,第十一、十二、十四章由华南理工大学沈文浩副教授编写,第十五、十六、十七章由陕西科技大学汤伟教授编写。全书由华南理工大学刘焕彬教授主编,华南理工大学朱学峰教授和黄道平教授审稿,朱学峰教授主审。

由于自动化和信息化的科学技术发展迅速,而且它们在造纸工业中的应用日新月异,加上编者知识水平有限,因此本书存在不足之处在所难免,希望读者批评指正。

编者

2008.12

目 录

第一篇 制浆造纸过程自动测量与控制	1
第一章 导论	1
第一节 自动化及其发展概况	1
一、自动化	1
二、自动化发展概况	1
第二节 自动控制系统	3
一、自动控制是人工控制的模仿与发展	3
二、自动控制系统的基本概念及特点	4
第三节 自动控制系统的特性	5
一、系统的静态过程、动态过程和过渡过程	5
二、自动控制系统的质量指标	6
第四节 自动控制系统设计概述	7
一、过程控制的任务	7
二、自动控制系统的设计要求	7
思考题与习题	9
第二章 控制对象特性及数学模型的建立	11
第一节 对象特性和机理分析法建立数学模型	11
一、一阶过程数学模型	11
二、二阶过程的数学模型	16
三、具有纯滞后特性对象的数学模型	17
四、高阶过程的数学模型	18
五、二阶对象和高阶对象数学模型的简化	19
第二节 描述被控对象特性的参数	19
一、被控对象的自衡及负荷	19
二、放大系数 K	20
三、时间常数 T	21
四、滞后时间 τ	22
第三节 拉氏变换和传递函数	24
一、拉氏变换	25
二、传递函数	28
第四节 过程辨识	33
一、过程辨识的内容和步骤	33
二、辨识过程模型结构和参数的简易方法	34
三、用最小二乘法辨识过程的数学模型结构和参数	36
四、用理论-实验法建立过程的数学模型	38
思考题与习题	40
第三章 控制器及其特性	41
第一节 控制器的特性	41

一、比例 (P) 调节规律	41
二、积分 (I) 及比例积分 (PI) 调节规律	42
三、微分 (D)、比例微分 (PD) 和比例积分微分 (PID) 调节规律	43
四、不同调节规律控制器的特性及选用	45
第二节 控制器的组成	45
一、控制器的基本组成	45
二、电动控制器	46
第三节 智能控制器简介	48
一、增强型 PID 控制规律分析	48
二、改进型 PID 控制算法	49
第四节 可编程控制器	51
一、可编程控制器 (PLC) 概述	51
二、可编程控制器的构成及工作过程	52
三、可编程控制器的编程语言	53
思考题与习题	54
第四章 变送器及其特性	55
第一节 变送器的构成原理及其特性	55
一、变送器的理想输入输出特性	55
二、变送器的构成原理及其数学模型	55
三、不同测量转换特性的变送器	56
第二节 变送器的测量滞后与量程调整	57
一、变送器的测量滞后	57
二、变送器的量程调整	58
三、变送器的零点调整和零点迁移	58
思考题与习题	59
第五章 调节阀及其特性	60
第一节 调节阀的构成和特性	60
一、执行机构的构成和特性	60
二、执行机构的选择	62
三、调节机构的种类	63
四、调节机构的选择	64
五、电气转换器和阀门定位器	67
第二节 调节阀的流量特性	68
一、理想流量特性	68
二、工作流量特性	70
三、调节阀流量特性的选择	70
第三节 调节阀口径的计算和选择	71
一、调节阀流量系数 C 的计算	71
二、调节阀口径的选择	74
思考题与习题	74
第六章 简单控制系统	76
第一节 简单控制系统设计概述	76

一、简单控制系统的工作过程	76
二、控制系统的工程要点	77
第二节 简单控制系统的方案设计	78
一、被控变量的确定	78
二、操纵变量的确定	79
三、测量和变送装置的选择	81
四、调节阀的选择	81
五、控制器的选择	84
六、工程设计中图例符号的统一规定	86
第三节 简单控制系统的投运及控制器的参数整定	90
一、控制器的参数整定	90
二、系统的投运及运行	96
思考题与习题	99
第七章 复杂及先进控制系统	101
第一节 串级控制系统	101
一、串级控制系统的组成	101
二、串级控制系统的特点和设计原则	103
三、串级控制系统控制器的选择及工程整定	106
第二节 比值控制系统	107
一、比值控制系统的类型及组成	108
二、比值控制系统的实施	109
三、比值控制系统的参数整定	111
第三节 前馈控制系统	112
一、前馈控制系统的组成	112
二、静态与动态前馈控制系统	113
三、前馈-反馈控制系统	114
四、前馈控制系统的应用及工程整定	115
第四节 先进控制系统	116
一、大纯滞后过程的控制系统	116
二、解耦控制系统	119
三、预测控制系统	121
四、适应性控制系统	124
第五节 智能控制系统	126
一、模糊控制	126
二、神经网络控制	131
三、专家控制	135
思考题与习题	136
第二篇 主要变量的测量与控制	138
第八章 常用变量的测量与控制	138
第一节 过程检测仪表概述	138
一、检测仪表的组成及接线方式	138
二、测量误差基本知识	141

三、安全防爆基础知识	144
第二节 压力的测量与控制	146
一、压力测量仪表的分类与原理	147
二、压力控制系统	155
第三节 液位的测量与控制	156
一、液位测量仪表的分类与原理	156
二、液位控制系统	162
第四节 流量的测量与控制	163
一、流量仪表的分类与原理	163
二、流量控制系统	168
第五节 温度的测量与控制	171
一、温度仪表的分类与原理	171
二、热电偶温度仪表	173
三、热电阻温度仪表	177
四、温度变送器	180
五、温度仪表的使用	183
六、温度控制系统	184
第六节 过程控制中的软测量技术简介	186
一、软测量技术的基本原理和结构	186
二、软测量主要技术	187
思考题与习题	190
第九章 浓度的测量与控制	192
第一节 溶液浓度	192
一、电极法测量浓度的基本原理	192
二、pH 的测量与控制	194
第二节 溶液密度	198
一、溶液浓度、密度与相对密度的关系	198
二、溶液浓度的光学测量方法——折光仪	199
三、溶液密度的测量与控制	200
第三节 纸浆浓度	203
一、中浓纸浆浓度的测量与控制	203
二、低浓纸浆浓度的测量与控制	208
第四节 纸浆打浆度	211
一、纸浆打浆度测量仪	212
二、打浆度的软测量	215
三、打浆度的控制	216
第五节 其他指标测量与控制	217
一、胶体电荷分析仪	217
二、在线留着率测量仪	218
三、白度变送器	220
思考题与习题	220
第十章 纸张质量指标测量	222
第一节 纸张水分的测量	222

一、红外线水分仪	222
二、微波水分仪	225
第二节 纸张定量的测量	228
一、测量原理	228
二、 β -射线纸张定量仪	229
第三节 纸张定量和水分的纵向和横向分布测量	232
第四节 纸张灰分测量仪	233
第五节 纸张其他质量指标的测量	233
一、纸张厚度测量仪	234
二、纸张透气度测量仪	234
三、纸张不透明度的测量	235
四、纸张颜色的测量	235
思考题与习题	236
第三篇 制浆造纸典型过程的自动化方案	237
第十一章 制浆过程的自动控制	237
第一节 自动化方案制订原则	237
一、自动化工程设计简介	237
二、自动化方案的制订	237
第二节 碱法蒸煮过程自动控制系统	238
一、被调变量的确定	238
二、间歇蒸煮原料装锅过程的控制	238
三、蒸煮温度和压力的程序控制	240
四、间歇蒸煮过程的计算机控制	241
五、连续蒸煮过程计算机控制	247
第三节 机械制浆过程自动控制系统	250
一、控制要点及控制参数的选择	250
二、控制系统	250
第四节 废纸制浆控制系统	254
一、废纸制浆工艺对自控系统的要求	254
二、废纸脱墨过程自控系统	256
第五节 洗筛过程自动控制系统	257
一、洗浆过程	258
二、筛选过程	261
第六节 漂白过程的自动控制系统	263
一、被调变量的确定	264
二、控制方案	264
思考题与习题	267
第十二章 碱回收过程的自动控制	268
第一节 蒸发过程	268
一、被控变量的选择	268
二、典型控制系统	269

第二节 燃烧过程	270
一、黑液的再浓缩和喷射	270
二、黑液燃烧	271
三、锅炉给水和蒸汽生成	273
四、碱回收锅炉的先进控制系统	274
第三节 绿液苛化和石灰回收	274
一、苛化过程被控变量的选择	274
二、典型的过程控制系统	275
三、苛化率控制系统	276
四、白泥过滤的自动控制	276
五、石灰回收	277
思考题与习题	277
第十三章 造纸过程的自动控制	278
第一节 打浆与配浆控制	278
一、打浆控制	278
二、配浆控制	280
第二节 纸料流送及流浆箱控制	283
一、纸料流送过程控制	283
二、流浆箱控制	285
第三节 纸机传动控制	286
一、多分部同步速度链控制系统	287
二、具有负荷分配控制的分部传动系统	289
第四节 纸张水分与定量控制	291
一、纸张定量水分控制的特点	291
二、纸张定量水分典型控制方案	292
思考题与习题	296
第十四章 制浆造纸过程废水处理控制	297
第一节 制浆造纸过程废水处理控制	297
一、制浆造纸废水的来源及特点	297
二、制浆造纸废水处理控制	298
第二节 废纸制浆过程废水处理控制	301
一、沉池和污泥泵的控制	301
二、流量分配的控制	302
三、溶解氧 (DO) 和风机的控制	303
四、污泥回流的控制	304
五、废弃污泥的控制	305
六、药剂投放的控制	307
七、废纸制浆造纸废水处理 DCS 系统	308
思考题与习题	310
第四篇 先进控制技术在制浆造纸过程中的应用	311
第十五章 计算机控制系统	311
第一节 计算机控制系统概述	311

一、计算机控制系统发展概况	311
二、计算机控制系统的种类和特点	312
三、计算机控制系统的基本组成及信号流程	316
第二节 计算机控制系统的控制算法	319
一、计算机控制系统控制算法概述	319
二、理想数字 PID 和实际数字 PID	321
三、改进型数字 PID	326
四、数字 PID 参数的工程整定	330
第三节 计算机控制系统的输入输出通道	336
一、模拟量输入输出通道	336
二、数字量输入输出通道	339
三、输入数据处理	340
第四节 计算机控制系统的抗干扰技术	343
一、干扰的来源和传播途径	343
二、干扰抑制方法	345
三、控制系统接地技术	349
思考题与习题	351
第十六章 集散控制系统	352
第一节 DCS 概述	352
一、DCS 的产生过程	352
二、DCS 的发展历程	355
三、DCS 的特点和优点	362
第二节 DCS 的基本组成和体系结构	363
一、DCS 的基本组成	363
二、DCS 的产品结构类型和技术特征	365
三、DCS 的体系结构	369
第三节 典型 DCS 的体系结构介绍	376
一、HollySys MACS 系统	376
二、新华 XDPS 系统	377
三、SIMATIC PCS7 系统	378
四、Advant OCS 系统	379
第四节 DCS 在造纸工业中的应用举例	380
一、XDPS-400 系统在 Ahlstrom 纸浆筛选设备控制中的应用	380
二、SIMATIC PCS7 在制浆和碱回收过程控制中的应用	385
三、Advant OCS 在牛皮箱板纸生产过程中的应用	386
思考题与习题	390
第十七章 全厂自动化信息化与现场总线控制系统 (FCS)	391
第一节 全厂自动化和信息化的概念	391
一、全厂自动化和信息化的定义	391
二、全厂自动化的规划	392
三、全厂信息化发展历程	394
第二节 现场总线技术	395
一、现场总线简介	395

二、现场总线技术	396
第三节 现场总线系统	399
一、现场总线网络系统	399
二、现场总线控制系统	404
第四节 工业信息技术及现代集成过程系统	407
一、工业信息技术	407
二、制浆造纸工业现代集成过程系统	411
思考题与习题	417
参考文献	418

第一篇 制浆造纸过程自动测量与控制

第一章 导 论

自动化技术和电子计算机的发展正在迅速地提高生产过程自动化程度。实现生产过程自动化,能提高产量,保证质量,减少原材料和能量的消耗,降低生产成本,改善劳动条件,确保生产安全,节能减排,保护环境,收到良好的经济效益和社会效益。因此生产过程自动化成为现代工业技术的主要趋势。

第一节 自动化及其发展概况

一、自 动 化

随着生产和科学技术发展阶段的变化,自动化的概念和内容不尽相同。早期,自动化是指用传输机等机器代替人的体力劳动,即机械化。后来,由于生产力的发展,机械设备的增多,人们控制机器设备的任务日益加重。为了减轻控制机器设备的负担,人们研制出自动控制装置去控制机器和生产过程,这时把利用反馈技术对机器设备进行自动控制称为自动化。20世纪60年代以来,人们为了减轻脑力劳动,开始应用电子计算机控制和管理生产过程和其他过程,这时,自动化不仅是指利用机器装置去减轻或代替人的体力劳动,而且包括应用机器装置减轻或代替人的脑力劳动,即实现信息处理的自动化。因此,自动化是一门研究用机器装置(仪表、电子计算机等)对生产过程和其他过程进行自动控制和信息处理,以延伸和扩展人的器官功能的综合科学技术。必须指出,不管自动化技术如何发展,它只是人的器官功能的延伸和加强,并不能全部地代替人的体力劳动和脑力劳动。

二、自动化发展概况

自动化技术的基础是自动控制理论,而自动控制理论是人类在认识自然,改造自然的过程中形成和发展的。自动控制理论从形成发展至今,已经历了80多年的历程,可分为3个发展阶段:第一阶段是以20世纪40年代兴起的控制原理为标志,称为经典控制理论阶段;第二阶段以20世纪60年代兴起的状态空间法为标志,称为现代控制理论阶段;第三阶段则是20世纪80年代兴起的智能控制理论阶段。自动控制理论发展的3个阶段的主要特征对照见表1-1。

经典控制理论研究的主要对象多为线性定常系统,主要解决单输入单输出问题,研究方法主要采用以传递函数、频率特性、根轨迹为基础的频域分析法。它的控制思想是对机器进

表 1-1

自动控制理论发展阶段

阶 段	第 一 阶 段	第 二 阶 段	第 三 阶 段
形成时间	20 世纪 50 年代以前	20 世纪 60~70 年代	20 世纪 80 年代以后
理论基础	经典控制理论	现代控制理论	智能控制理论
研究对象	单变量过程	多变量过程	多层次、众多因素控制
分析方法	传递函数, 频率法	矩阵理论、状态空间分析法	智能算子、多级控制

行“控制”使之稳定运行, 采用“反馈”的方式使系统按照要求精确地工作, 最终实现系统按指定目标运行。经典控制理论推动了当时自动化技术的发展与应用, 至今在工业技术领域中得到广泛应用。

现代控制理论产生于 20 世纪 60 年代前后。在这一时期, 计算机技术的迅猛发展为现代控制理论的形成与发展奠定了坚实的基础。同时, 发展航天技术的需要以及生产向大型化、连续化方向发展, 过程的非线性、耦合性和时变性, 经典控制理论已经不能满足要求, 从而促进了控制理论从经典到现代控制理论的发展。现代控制理论研究的问题从单输入单输出系统推广到了多输入多输出系统, 不仅可以研究线性系统, 而且可以研究非线性系统。现代控制理论建立的数学模型, 实现了从直接根据被控对象的物理特性的方法向建立一般化的参数估计与系统辨识理论的扩展。它以状态空间分析方法为基础, 内容包括了以最小二乘法为基础的系统辨识, 以极大值原理和动态规划为主要方法的最优控制和以卡尔曼滤波理论为核心的最佳估计等 3 部分。值得注意的是, 现代控制理论在综合和分析系统时, 已经从外部现象深入到揭示系统的内在规律性, 从局部控制进入到一定意义上的全局最优, 而且在结构上从单环扩展到适应环、学习环。与此同时, 电子数字计算机的发展和普及为现代控制理论的应用开辟了道路, 提供了十分重要的技术手段。

经典控制理论与现代控制理论被统称为传统(或常规)的控制理论。传统控制理论的共同特点是: 各种理论与方法都是建立在对象的数学模型基础上的, 或者说, 传统控制理论的前提条件是必须能够在常规控制理论指定的框架下, 用数学公式严格地表述出被控制对象的动态行为。对象的数学模型可以基于微积分理论、线性代数或矢量分析。因此可以把传统控制理论方法概括地称为“基于数学模型的方法”(Mathematical Model Based Techniques)。传统控制理论对能够得到准确数学表述的对象能进行有效控制, 最适用于以该过程(设备)变量为对象的控制系统的设计问题。而在应用于以过程任务(或追求目标)为对象的控制时, 传统控制理论遇到的最大困难是不确定性问题, 即系统模型的不确定性和环境本身的不确定性。随着科学技术的不断进步和工业生产的不断发展, 人们发现, 许多现代军事和工业领域所涉及的控制过程和对象都难以建立精确的数学模型, 甚至根本无法建立数学模型, 即使对有些对象和过程可以建立数学模型, 但由于模型极其复杂, 难以实现实时的高性能的有效控制。因此, 基于数学模型的传统控制理论面临着强有力的挑战。

在传统控制理论形成和发展进程中, 特别是在传统控制理论遇到困难时, 人们已经注意到开辟控制理论的新途径: 避开数学模型, 直接用机器去模仿工程技术人员的操作经验, 实现对复杂过程的有效控制, 从而孕育着新一代控制理论——智能控制理论诞生。智能控制理论在 20 世纪 80 年代开始形成和发展。

智能控制理论是在传统控制理论基础上, 吸收人工智能、运筹学、计算机科学、模糊数学、实验心理学、生理学等其他科学中的新思想、新方法, 对更广阔的对象(过程)实现期

望控制。其核心是如何设计和开发能够模拟人类智能的机器，使控制系统达到更高的目标。智能控制理论是传统控制理论的继承和发展。传统控制理论中的“反馈”和“信息”这两个基本概念，在智能控制理论中仍然占有重要地位，并且更加突出了信息处理的重要性。在智能控制系统中并不排斥传统控制理论的应用，恰恰相反，在分级递阶结构的智能控制系统中，面向生产的执行级，更强调采用传统控制理论进行设计。这是因为在这一级的被控对象通常具有精确的数学模型，成熟的传统控制理论可以对其实现高精度控制。

综观上述发展简史，自动化技术在工业中的应用大致可以分为4个阶段：

(1) 单变量检测阶段（20世纪40年代前）。它以人工现场操作，在设备附近安装基本变量（温度、压力、流量、液位等）的测量仪表为标志，有的还带有简单的报警和控制装置。操作人员通过检测仪表可以了解主要设备的运行情况，以便在必要时采取措施，保证产品质量，维持生产安全。

(2) 局部自动化（又称单机自动化）阶段（20世纪40年代到50年代初）。它的重要标志是对单机（或简单过程）的主要变量进行自动控制，以大型电子显示仪表和气动仪表为代表。

(3) 综合自动化阶段（20世纪50年代到70年代）。在这一阶段中，将几台单机或整个车间的主机根据工艺过程连接起来，应用电动或气动单元组合仪表实现多个变量的自动控制。操作人员可以在控制室或仪表盘前方便地监视和处理生产问题。但是开机、停机、事故处理以及附属设备的操作等还要人工去完成。

(4) 全厂自动化阶段（20世纪80年代以后）。这是综合自动化的更高形式，采用高度集中中央控制装置，突出标志是电子计算机的应用，进入所谓计算机集成过程系统（Computer Integrated Process Systems, CIPS）的时代。现场检测仪表的数据全部输入计算机，由计算机对变量进行自动控制，能自动开机、停机，预报和处理生产的异常状态。20世纪90年代以来，生产自动化与电子商务、现场总线技术相结合，出现了工业信息化技术（Industrial Information Technology），实现企业管理和生产控制全厂自动化和信息化，使整个企业的生产和管理保持在高效率、低消耗、安全可靠的最佳状态。

第二节 自动控制系统

一、自动控制是人工控制的模仿与发展

图1-1是小型锅炉汽包液位人工控制的示意图，当蒸汽用量与进水量相等时，汽包液位维持在正常值上，不需要调节（控制）进水阀门。当用汽量变化时，液位也会随之变化。为了维持液位在规定值上，操作人员要按下述3个步骤进行操作：第一步“观察”，用眼睛观察液位计上液位的变化情况；第二步“思考”，用大脑将观察到的液位值与要求的规定值进行比较得出两者之间的偏差值，并根据偏差值的大小和变化情况决定如何指挥手去控制阀门；第三步“执行”，根据大脑的指令用手去开大或关小进水阀门，直至液位重新维持在规定值为止。如果上述3个步骤是由人工直接完成的，称为人工控制；如果是用自动装置去完成上述3个操作步骤，便称为自动控制。

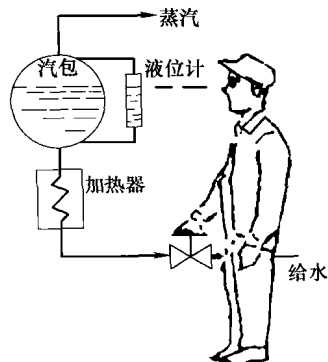


图1-1 汽包液位的人工控制

简单自动控制系统由如下 4 个部分组成：①被控制的生产设备，称为“对象”；②“变送器”，把被控制变量测量出来并转换为信号，起“观察”作用；③“控制器”（又称“调节器”），将测量信号与给定信号进行比较得出偏差值并按预先设计好的控制规律发出控制信号，指令“操纵器”动作，起“思考”作用；④“操纵器”（又称“调节阀”、“控制阀”），根据控制器送来的控制信号改变阀门的开关程度，起“执行”作用。图 1-2 是与图 1-1 对应的汽包液位自动控制系统。

二、自动控制系统的基本概念及特点

为了更清楚地表示出一个自动控制系统各组成部分及其相互关系，常常用方块图来表示。图 1-3 是图 1-2 所示自动控制系统的方块图。

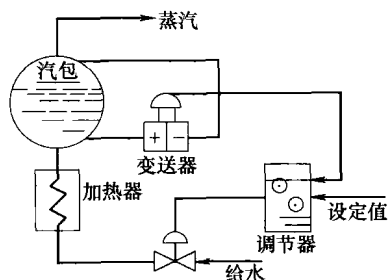


图 1-2 汽包液位的自动控制

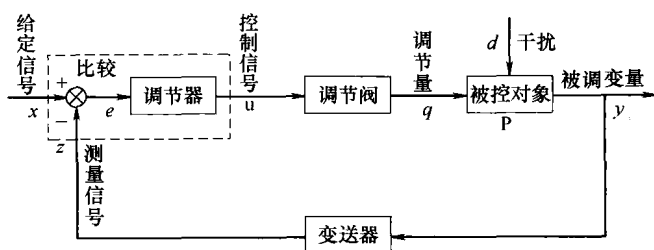


图 1-3 简单自动控制系统的组成方块图

方块图中的每一个方块表示组成系统的一个环节，两个方块之间用一条有箭头的线相连表示相互关系和信号传递方向。线上的字母表示相互间的作用信号。每一个方块受其前面方块的影响而对其后面的方块施加影响。表 1-2 列出了有关简单自动控制系统的基本概念。

表 1-2 简单自动控制系统的基本概念

名 称		符号	物理意义及作用	对照图 1-2 的实例
过 程	被控对象	P	被控制的生产过程或设备	锅炉汽包
	被控变量(被调变量)	y	对象中表示运行状况、需要控制的参数	汽包液位
	给定信号	x	被控变量的标准(规定)值	规定的汽包液位高度
	干扰	d	引起被控变量变化的外界影响因素	用汽量的变化
	调节变量(调节量)	q	受调节阀直接控制的变量	进水量
仪 表	变送器	T	测量被调参数值	差压变送器
	测量信号	z	变送器输出的表示被控变量值大小的信号	变送器输出的表示液位的信号
	给定信号	x	表示给定值大小的信号	定值器的输出信号
	定值器		输出给定信号的仪表	定值器
	偏差信号	e	给定信号值 x 与测量信号值 z 之差 $e=x-z$	
	控制器(调节器)	C	计算偏差并根据偏差大小发出控制信号	调节器
	控制信号	u	控制器输出、用于调节执行机构的信号	调节器的输出信号
	执行器	V	根据控制信号带动阀门动作的机构	气动调节阀