

热工控制 仪表

杨庆柏 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

热工控制 仪表

编著 杨庆柏
主审 白 焰



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书从电力生产应用出发,对目前大型火力发电厂正在使用和将要使用的热工控制仪表进行系统和全面的阐述。

本书分四篇,共二十章。第一篇为基本知识,内容有绪论、术语和指标、信号标准化、仪表的抗干扰、SAMA图和电厂标识系统;第二篇为变送器,内容有变送器、模拟变送器、智能变送器和现场总线变送器;第三篇为分散控制系统,内容有分散控制系统、Symphony分散控制系统、Ovation分散控制系统;第四篇为执行器,内容有执行器、电动执行机构、气动执行机构、液动执行机构、调速执行机构、现场总线执行机构和控制机构。重点介绍了火电厂热工控制仪表的功能特点、结构原理、工作特性、校验调整、运行操作、组态设计和安装维护。

本书可供从事火电厂热工自动化的人员参考,同时可作为普通高等学校自动化本科专业教材,也可供电力类高职高专院校热工检测与控制技术等相近专业选用。

图书在版编目(CIP)数据

热工控制仪表/杨庆柏编著. —北京:中国电力出版社, 2008

ISBN 978 - 7 - 5083 - 7313 - 3

I. 热… II. 杨… III. 热工仪表 IV. TH810.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 067082 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2008 年 6 月第一版 2008 年 6 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 22.5 印张 549 千字

定价 36.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前言



热工控制仪表

20 世纪 60 年代以前,一提热工仪表,就知道指的是热工测量仪表,主要包括温度、压力、液位、流量传感器(一次仪表)和显示仪表(二次仪表)等。20 世纪 70 年代以后,随着大容量火力(200MW 以上)发电机组的陆续投入运行,各种类型的控制仪表也开始进入火电厂。20 世纪 90 年代初,DCS(分散控制系统)开始大规模地进入火电厂,取代了原来的部分控制仪表。由此,电厂对热工自动化技术人员的要求越来越高。

热工自动化技术可以概括为两个方面:一是硬件;二是软件。硬件指的就是热工控制仪表,而软件指的是控制原理或控制策略,它们相互依存,缺一不可。

热工控制仪表是实现热工自动化的工具,热工自动控制系统要达到预期的控制效果,没有性能优良、质量可靠的热工控制仪表是不行的,同样,没有一支从事热工控制仪表设计、安装、调试和维护且技术过硬的专业队伍更是不行的。本书从热工控制仪表组态设计、安装调试和运行维护的实际出发,精选内容,突出重点,力求使本书具有一定的先进性、系统性、完整性和实用性。本书的特点如下:

(1) 强调系统性。从眼、脑、手密不可分角度出发,将控制仪表的变送器、分散控制系统(DCS)和执行器有机地结合在一起。

(2) 突出应用性。介绍控制仪表构成原理和组态方法,着眼于控制仪表安装、调试和运行维护能力的培养和提高。

(3) 注重共性与个性相结合。对热工控制仪表只讲共性知识,不讲具体仪表,很难理解深透;若只讲具体仪表,不讲共性知识,则很难触类旁通。只有将两者结合起来,才能融会贯通,真正掌握热工控制仪表。计算机进入控制仪表后,使控制设备的更新速度加快。本书所介绍的控制仪表是目前最先进的控制仪表,但在几年后,这些仪表的硬件可能就成了旧设备,软件可能就成了旧版本。为了保持本书的生命力,本书将变送器、DCS 和执行器的共性部分各写出一章,因为知识是有继承性的,这些共性部分的很多内容将会被后续仪表传接下去,即使再过 10 年、20 年或更长的时间也不会落后。

(4) 介绍国外进口的控制仪表内容居多。热工控制仪表主要包括变送器(传感器)、控制器(DCS)、执行机构和控制机构(调节阀)等。从火电厂建设来看,当前主力机组为超临界参数的大容量(600~1000MW)机组,要求控制仪表不但反应速度要快,而且准确度高,还应该有着相当高的稳定性和可靠性。可是,目前国内的控制仪表还很难达到这样的要求,国外的控制仪表在火电厂中仍占主导地位。因此,本书对国外控制仪表的介绍居多,这些控制仪表代表着当今自动化仪表发展的最高水平。

(5) 用 DCS 的组态图讲解控制策略。《热工控制系统》课程是用 SAMA 图讲解控制策略,而不依赖于仪表厂的 SAMA 图是不能变成计算机语言的,属于纸上谈兵;而《热工控

制仪表》课程是用仪表厂 DCS 的组态图讲解控制策略，仪表厂 DCS 的组态图是可以变成计算机语言的，属于真刀真枪。但由于篇幅和课程范围所限，本书不可能过多用 DCS 的组态图阐述机组的控制策略，只是从工程应用举例的角度说明，点到为止。

本书由沈阳工程学院杨庆柏教授编著。全书由华北电力大学白焰教授审阅，在此深表感谢。

由于时间仓促、编著者水平有限，书中难免存在不足之处，恳请读者批评指正。

编 者

2008 年 3 月

目 录



热 工 控 制 仪 表

前言

第一篇 基本知识

第一章 绪论	1
第一节 热工控制仪表的作用	1
第二节 热工控制仪表的发展历史	2
第三节 热工控制仪表分类	4
习题与思考题	8
第二章 术语和指标	9
第一节 名词术语	9
第二节 性能指标	13
习题与思考题	15
第三章 信号标准化	17
第一节 模拟信号的标准化	17
第二节 数字信号标准化	21
习题与思考题	27
第四章 仪表的抗干扰	29
第一节 干扰的来源	29
第二节 干扰的途径	30
第三节 抗干扰的措施	36
习题与思考题	41
第五章 SAMA 图	42
第一节 SAMA 图例	42
第二节 SAMA 图应用举例	44
习题与思考题	47
第六章 电厂标识系统	48
第一节 概述	48
第二节 KKS 电厂标识系统	49
习题与思考题	55

第二篇 变送器

第七章 变送器	56
第一节 概述	56
第二节 技术特性	65
第三节 变送器选择	71
第四节 安装与维护	74
习题与思考题	78
第八章 模拟变送器	80
第一节 1151 模拟变送器	80
第二节 扩散硅压力变送器	84
第三节 一体化温度变送器	85
习题与思考题	87
第九章 智能变送器	89
第一节 3051 智能变送器	89
第二节 LD301 智能变送器	98
第三节 ABB 智能变送器	105
第四节 ST3000 智能变送器	108
第五节 EJA 智能变送器	110
习题与思考题	112
第十章 现场总线变送器	114
第一节 LD302 现场总线变送器	114
第二节 TT302 现场总线温度变送器	124
第三节 3051 现场总线变送器	130
第四节 3244 现场总线温度变送器	131
习题与思考题	132

第三篇 分散控制系统

第十一章 分散控制系统	133
第一节 DCS 的概述	133
第二节 DCS 的体系结构	139
第三节 DCS 的现场控制站	140
第四节 DCS 的操作员站	155
第五节 DCS 的工程师站	157
第六节 DCS 的通信网络	160
习题与思考题	171
第十二章 Symphony 分散控制系统	173
第一节 通信网络	173

第二节 现场控制单元	176
第三节 人一系统接口	195
第四节 功能码	196
第五节 组态工具	199
第六节 Symphony 的工程应用	202
习题与思考题	211
第十三章 Ovation分散控制系统	212
第一节 Ovation 的结构	212
第二节 Ovation 控制站	213
第三节 Ovation 人一机界面	225
第四节 Ovation 的算法模块	227
第五节 Ovation 的工程应用	231
习题与思考题	238

第四篇 执行器

第十四章 执行器	240
第一节 概述	240
第二节 执行机构	243
第三节 控制阀	247
习题与思考题	251
第十五章 电动执行机构	252
第一节 DKJ 型电动执行机构	252
第二节 DDZ-S 型电动执行机构	256
第三节 伯纳德电动执行机构	267
第四节 AUMA 电动执行机构	272
习题与思考题	276
第十六章 气动执行机构	278
第一节 电/气转换器	278
第二节 气动薄膜执行机构	278
第三节 ZSLD 型电信号气动长行程执行机构	281
习题与思考题	284
第十七章 液动执行机构	285
第一节 概述	285
第二节 新华 DEH-Ⅲ液动执行机构	285
第三节 ABB DEH 液动执行机构	290
习题与思考题	293
第十八章 调速执行机构	295
第一节 液力耦合器调速机构	295

第二节 变频调速系统.....	296
习题与思考题.....	301
第十九章 现场总线执行机构	302
第一节 FP302 现场总线—气压转换器.....	302
第二节 FY302 现场总线阀门定位器	305
第三节 FF 现场总线执行机构	308
第四节 ROTORK 现场总线执行机构	311
第五节 ABB 现场总线执行机构	317
习题与思考题.....	321
第二十章 控制机构	322
第一节 调节阀.....	322
第二节 风机分类.....	329
第三节 风机的控制机构.....	331
习题与思考题.....	335
附录	337
附表 1 Symphony 功能码	337
附表 2 Ovation 算法模块	340
参考文献	349

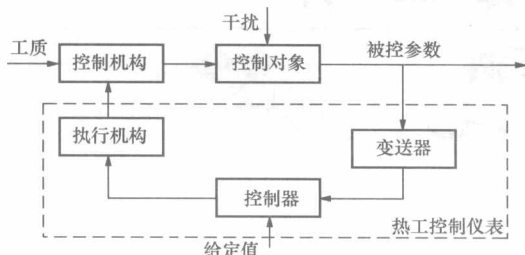


图 1-2 热工控制系统组成方框图

机构，如图 1-2 中虚线所示。控制机构是属于控制仪表还是属于控制对象，一直没有明确的界定。控制机构指的就是调节阀或调节挡板，属于生产设备，理应划归控制对象。但是，由于控制机构的工作性能对控制质量影响很大，而且它又是执行器的一个组成部分，因此控制机构也可划归控制仪表。

热工控制仪表的作用为：变送器对被控参数进行测量和信号转换；控制器将给定值与被控参数进行比较和运算；执行机构将控制器的运算输出转换为开关阀门或挡板的位移或转角，从而调节工质流量，最终使生产过程自动地按照预定的规律运行。

一个热工控制系统控制品质的好坏，除取决于控制系统的设计是否合理外，还取决于控制对象和控制仪表的工作特性。因此，作为热工自动化人员，既要熟悉控制对象的特性，还要了解和掌握各种热工控制仪表的结构原理、组态校验和安装维护，以便正确选择、使用各种控制仪表。

第二节 热工控制仪表的发展历史

希罗（Cicero）是公元前古希腊的一位发明家。他用重锤、滑轮等制造出当时是很神奇的神殿自动门，如图 1-3 所示。

当点燃神坛上的油灯（此油灯称为神灯或圣火）时，灯火燃烧使空气膨胀，球形容器内的空气因为膨胀产生了压力，把容器里的水通过管子挤到水桶内。水桶内的水多了，在其重力作用下带动绳索，使神殿大门的门轴转动，大门就打开了。当神殿上的灯火熄灭了，球形容器内压力降低，形成真空，水桶内的水自动地被吸回（虹吸现象）球形容器内。重锤在其重力作用下拉动绳索，使大门的门轴向反方向转动，门就自动关闭了。

希罗还制造出圣水自动售货机：当从投币口投进硬币后，靠硬币重量使一个杆转动，带动一个阀门，打开出水口，流出一定量的圣水。希罗制造的自动门和自动售水机，是西方世界最早的自动化机械。

近代最早发明的反馈系统，是荷兰人科尼利厄

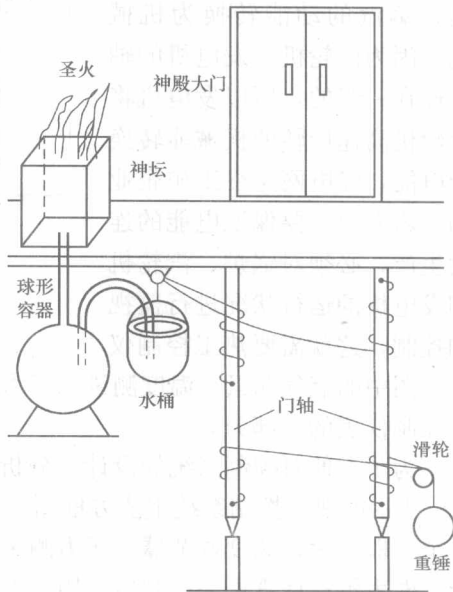


图 1-3 神殿自动门

斯·德贝尔 (Cornelius Drebbel, 1572—1633) 发明的温度调节器。丹尼斯·派宾 (Dennis Papin, 1647—1712) 在 1681 年发明了第一个锅炉压力调节器, 该调节器是一种安全调节装置, 与目前压力锅的减压安全阀类似。

人们普遍认为最早应用于工业过程的自动反馈控制器, 是瓦特 (James Watt, 1736—1819) 于 1769 年发明的飞球调速器 (或称离心调速器), 它被用来控制汽轮机 (或称蒸汽机) 的转速。汽轮机转速调节系统如图 1-4 所示。

当转速升高时, 重锤在离心力的作用下向外张开, 使滑环向上移动, 通过刚性杠杆来关小调节阀, 使转速下降; 当转速降低时, 动作过程相反。在这种情况下, 调节的任务就在于: 随着机组转速的变化, 来增加或减少蒸汽流量, 以此保持能量平衡。作为调节回转设备转速变化的瓦特调节器, 其基本作用原理一直应用到今天。由于采用离心调速器直接带动阀门, 因此称为直接调节。实际上, 由于这种离心调速器的能量太小, 只能应用在功率较小的汽轮机上。由于飞球转动也需要汽轮机提供动力, 因此转速的测量精度会有所降低。瓦特的飞球离心调速器是世界上最早在技术上应用的自动控制器, 它开创了自动化仪表应用的新篇章, 使自动化问题成为人类永久研究的课题。

俄国人则断言, 最早的具有历史意义的反馈系统是由波尔祖诺夫 (I. Polzunov) 于 1765 年发明的用于水位控制的浮球调节器, 该水位浮球调节器系统见图 1-5。当蒸汽用量减小时, 水位升高, 浮球也随水位升高, 浮球带动与其相连接的杠杆一端升高, 而使与阀门相连接的杠杆一端下降, 进而使得盖在锅炉入水口上的阀门关小。由于进水量减小, 将使水位回落, 保持了水位不变, 从而保证了锅炉的正常生产蒸汽和安全运行。

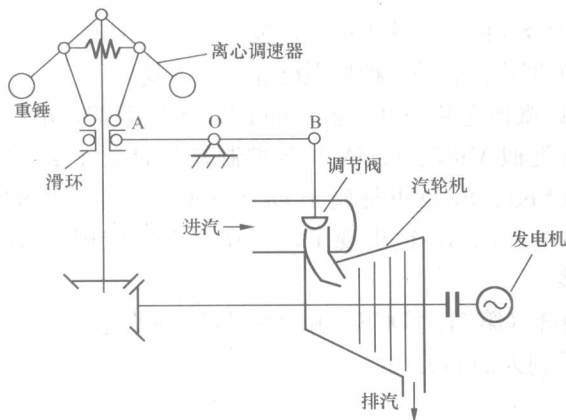


图 1-4 汽轮机转速调节系统

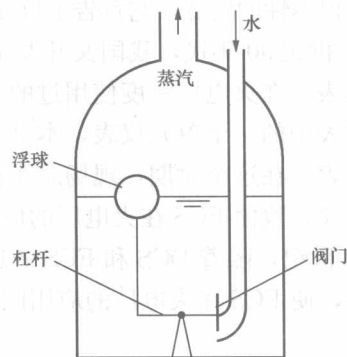


图 1-5 水位浮球调节器系统

美国发明家斯托特 (Stoughton) 在读书时, 为了节省下租房费, 他讲好要替房东看管锅炉, 以顶替房租。每天清晨 4 点, 只要闹钟一响, 他就得从睡梦中醒来, 爬出被窝, 跑到地下室, 打开锅炉炉口, 把锅炉烧旺。这当然是一件苦差事。为了摆脱这份劳苦, 他想出一个主意: 用一根绳子, 一头拴在锅炉门上, 一头拉到卧室里。闹钟一响, 他只要在被窝中拉一下绳子, 锅炉门就会被打开, 锅炉就烧旺了。后来, 他干脆把闹钟放到地下室的锅炉边上, 做一个类似老鼠夹子似的东西, 闹钟一响, 发条钮就动作, 使这个夹子带动一根木棍, 木棍倒下时, 炉门即被拉开。这样, 就全自动按时将炉门打开, 把锅炉烧旺。后来, 他在

此基础上发明了钟控锅炉。

在新中国成立后的 50 多年中,我国火电厂热工控制仪表方面的变化可谓日新月异,它要超过火电厂中任何其他方面的变化。

20 世纪 50 年代,锅炉和汽轮机容量都很小,系统简单,只有少量的简单直接作用式自动调节,如锅炉汽包的水位调节。随着机组容量的增大、参数的提高和采用煤粉燃烧后,对自动调节的要求也就提高了,所要求的自动调节项目也增多了。除汽包水位自动调节外,还有燃料、风量、炉膛负压、蒸汽温度等的自动调节,但实际投入自动调节的多为汽包水位和炉膛负压,其他项目很难投入,自动投入率在 40%~60% 之间。长期造成自动调节投入率低的原因有两个:一是热工控制仪表落后、质量差;二是控制对象的可控性差。这个时期应用的热工控制仪表,主要是从前苏联进口的机械式调节器、电子式调节器,还有我国仪表部门参考苏联仪表研制出的 DDZ-I 型电动单元组合仪表和 QDZ 型气动单元组合仪表。

20 世纪 60 年代,我国仪表部门研制出采用统一信号制的 DDZ-II (0~10mA) 型电动单元组合仪表,但 DDZ 只能执行 PID 控制,很难适应复杂控制对象的要求。

20 世纪 70 年代,我国仪表部门又参考日本等国的仪表研制了 DDZ-III (4~20mA) 型电动单元组合仪表、TF-900、MZ-III 和 SPEC-200 型组件组装仪表。组件组装仪表的特点是功能组件化,选择不同的功能组件可以组成较复杂的控制系统。但是由于电子元器件质量不好,容易损坏,造成了自动控制系统失灵,致使许多自动控制系统不能投入正常运行。

20 世纪 80 年代,以微机为基础的分散控制系统(DCS)进入国内发电厂,很快解决了长期存在的热工控制仪表问题。由于 DCS 采用大规模集成电路,提高了可靠性,并且用软件编程的方式,可以实现复杂对象的各种控制规律,还可与保护、连锁条件互联,大大提高了控制系统的功能,经试点后很快得以推广,成为今天的主要热工控制仪表。DCS 的出现引起了控制领域中根本性的转变,它宣告了机械式和模拟式仪表的种种局限已经一去不复返了。

20 世纪 90 年代,我国又开发研制出以微机芯片为基本器件的 DDZ-S 型第四代电动单元组合仪表。在火电厂一度使用过的 STB (类似 VI87、KMM) 等控制器就是属于 DDZ-S 型系列仪表中的一个单元仪表,本书介绍的 SKJ、SKD 也是属于 DDZ-S 型系列仪表中的一个单元仪表。在这个时期,现场总线控制系统(FCS)也出现了,但在火电厂应用 FCS 一直存在争议,致使 FCS 在火电厂的应用搁浅。

21 世纪,随着 DCS 和 FCS 的逐渐融合(第四代 DCS)和一些 FCS 在火电厂成功应用的实例,使 FCS 在火电厂的应用问题又受到人们的关注。

第三节 热工控制仪表分类

一、按能源形式分

热工控制仪表按其所用能源形式的不同,可分为以下五大类。

1. 自力控制仪表

自力控制仪表的动力来自于仪表本身或所控制的对象,如膨胀式温度计、弹簧管式压力计、飞球式调速器和浮球式调节器等。

2. 液动控制仪表

液动控制仪表以高压油或水为能源,它也是发展得比较早的一类自动控制仪表,具有结

构简单、工作可靠的特点，多用于功率较大的场合。液动控制仪表的缺点是油容易渗漏，有产生火灾的危险，而且油的黏滞性使液动式控制仪表不能远距离传送信号，加上体积大，难以实现快速控制、远距离控制和集中控制。目前火电厂中的汽轮机调速系统和汽轮机数字电液控制系统（DEH）的执行机构（液动执行机构，简称 EH），仍采用液动控制仪表。

3. 气动控制仪表

气动控制仪表以压缩空气为能源，具有结构简单、直观、易于掌握、性能稳定、可靠性高、天然防爆及使用范围广等特点，特别适用于石油、化工等有易燃、易爆的生产现场。气动控制仪表已有几十年的历史，在 20 世纪 60 年代以前，它是工业自动化系统的主流控制仪表。因为气动信号的传输速度的极限是声速，其传输距离短，所以，如果仪表过于大型化，中央控制室所发出的控制指令抵达被控对象附近有较大的时间迟延。气动控制仪表传输距离有限，并且对气源供气的可靠性和纯净度要求比较严格，需设置专用的气源，多个气动信号的叠加和处理也比较麻烦，这些是气动控制仪表的主要缺点。在火电厂中，气动执行机构仍被广泛使用。

4. 电动控制仪表

电动控制仪表以电力作为能源。它是 20 世纪 60 年代才迅速发展起来的一种控制仪表，电动控制仪表采用电信号，其传输速度的极限是光速，这样一来，无论是中央控制室将信号送到被控对象，还是被控对象的被控参数送到中央控制室，都可以看成没有时间滞后，操作人员可以在中央控制室观察和操作。控制器、显示器、记录仪器（这些仪表现在已经被控制站和操作员站所取代）都可以安装在中央控制室，还能实现复杂的控制规律，并组成各种复杂的控制系统。但是，电动控制仪表也存在问题，就是电噪声的问题比较严重。为克服电噪声干扰，不得不采用极为复杂的电子线路。目前，电动控制仪表已成为工业生产过程实现自动控制的主流仪表，广泛地应用于电力、石油、化工、冶金、建材、轻工和交通等工业部门。

5. 混合式控制仪表

混合式控制仪表同时使用上述两种或两种以上的能源进行工作。混合式控制仪表在火电厂的典型应用，就是汽轮机数字电液控制系统。在这个控制系统中，既体现了电动控制仪表易于实现各种复杂控制规律的特点，又体现了液动控制仪表输出功率大的特点。

二、按结构形式分

热工控制仪表按其结构的不同，可分为以下六类。

1. 基地式控制仪表

基地式控制仪表的特点是，其测量、显示、控制和执行等部件组合成一个整体，放在一个表壳里，并安装在生产设备附近。但多数情况下是把这一整体分成两部分，即测量、显示和控制部件安装在一起；控制、显示和执行部件安装在一起。一个基地式仪表就能完成一个简单控制系统的测量、指示、记录、控制和执行等全部任务，具有结构简单、使用方便、可靠和经济等优点。

一个控制回路的构成需要有传感器、控制器和执行器，俗称控制三要素。20 世纪 50 年代前的基地式气动仪表就是把控制三要素就地安装在生产装置上，图 1-6 所示为基地式仪表的单回路控制。图中，孔板（传感器）将检测到的流体流量变为差压后引入到气动控制器，气动控制器输出气动信号控制气动调节阀（执行器），实现单回路控制。

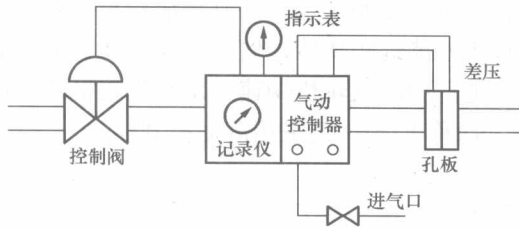


图 1-6 基地式仪表的单回路控制

生产过程的控制回路有多少个，基地式控制仪表就需要有多少个（套），它们在地理位置上分散于生产现场，自成体系，实现一种自治式的彻底分散控制。其优点是危险分散，一台仪表故障只影响一个控制点；其缺点是只能实现简单的控制，操作工奔跑于生产现场巡回检查，不便于集中操作管理，只适用于几个控制回路的小型系统。

基地式控制仪表的整定参数范围较窄，使用的局限性较大，一般不能互换使用。而且这种基地式仪表成套性很强，若有某一功能结构损坏，就会使整套装置全部报废。基地式控制仪表的被调参数的性质不能改变，例如，汽轮机用的调速器是专为控制转速设计的，它只能调节转速，不能作为测量控制其他参数之用，没有通用性。因此，基地式控制仪表多适用于单参数、单回路的简单控制系统。目前，在火电厂中，仍使用 KF 气动基地式仪表控制着高、低压加热器水位等热工参数。

2. 单元组合式控制仪表

在自动控制系统中，根据单元组合式控制仪表所担负的功能分解成不同的单元，每一单元均为一种仪表，不同单元之间的连接采用统一的传输信号。因此在自动控制系统中，每一单元仪表损坏时，只需更换被损坏单元，其他单元照常使用。这种控制仪表具有组成与改组系统方便、灵活和通用等特点，适合大、中规模生产过程自动化的要求，因此，有人称这种控制仪表为积木式仪表。单元组合式控制仪表主要有 QDZ、DDZ-I（电子管）、DDZ-II（晶体管）、DDZ-III（集成运算放大器）、DDZ-S（微机芯片）型。单元组合式控制仪表通常使用多个生产厂家提供的产品，使得工艺生产所需的备品、备件品种繁多，为此而花费大量人力物力，并且工艺生产在相当程度上依赖于仪表生产厂商。由单元组合式控制仪表形成的系统控制策略采用硬接线，更改十分不方便。另外，控制单元的 I/O 点有限，很难实现给水全程和单元机组协调等复杂控制。

3. 组件组装式控制仪表

组装式控制仪表的特点是，将整套仪表的控制和运算功能与显示操作功能分开。为此，组件组装式控制仪表在结构上分为控制柜和操作台两大部分。控制柜中以插接方式密集安装了一块又一块具有独立功能的功能组件，这是组件组装式控制仪表的显著特征。显示操作台是人—机联系部分，集中安装了与监视、操作有关的控制台装仪表。在我国，组件组装式控制仪表系列主要有自行研制的 TF-900 型和 MZ-III 型，还有引进生产的 SPEC-200 型。这类仪表在 20 世纪 80 年代的 200MW 和 300MW 机组中有所应用。但由于分散控制系统（DCS）的出现，这类控制仪表已经被淘汰。

4. 单回路调节器

单回路调节器也称单回路控制器或可编程数字调节器或微机控制仪表。随着微机芯片价格的进一步下降，用它来控制一个回路的成本与常规模拟式调节器的价格相近，于是就出现了单回路调节器。它是单元组合式仪表向微机化发展和计算机控制向分散化发展相结合的产物，显然，这类控制器用于生产过程，使“危险”更加分散。单回路调节器只是 DDZ-S 的一个品种，其结构形式仍属于积木式（单元组合式）仪表，例如 KMM 和 VI87。单回路调

节器在火电厂的应用时间很短，只有几年的时间，随后就被分散控制系统取代了。

5. 分散控制系统

分散控制系统 (Distributed Control System, DCS) 是一种以微处理器和微型计算机为核心，在控制 (Control)、计算机 (Computer)、通信 (Communication)、图像显示 (CRT)，即 4C 技术迅速发展的基础上研制成功的一种新型控制装置。DCS 具有纵向分层、横向分站的体系结构，它的设计思想是分散控制、集中管理，也称为集散 (型) 控制系统或分布式控制系统。

6. 现场总线控制系统

现场总线控制系统 (Field bus Control System, FCS) 是诸多现场仪表通过现场总线互联及与控制室人一机界面组成的系统，它是一个全分散、全数字化、全开放和互操作的新一代生产过程控制系统，因为控制功能重新送回现场，所以每台现场仪表都是一个基地式控制仪表，并且通过现场总线与其他现场仪表和控制室人一机界面进行双向数字通信。

事物的发展总是由简到繁，又从繁到简，形成一个波浪式前进、螺旋式上升的过程，但这决不是简单的重复，而是不断的升华，以达到更高的水平。热工控制仪表的发展也是如此，20 世纪 50 年代以前的基地式仪表和气动单元组合仪表，在现场集检测、显示与控制于一体，实现了分散控制；20 世纪 60 年代出现的电动单元组合仪表和组件组装仪表，将现场的检测和执行与显示和控制分开，实现了集中控制；20 世纪 70 年代出现的分散控制系统，将 4C 技术相互融合，实现了集中分散控制；20 世纪 80 年代出现的现场总线控制系统 (FCS)，将控制功能下放给现场，若 FCS 成为主流仪表时，就又回到了分散控制。控制仪表的发展历程如图 1-7 所示，基地就是现场，控制仪表从基地仪表、气动仪表出发，经电动单元组合仪表、组件组装仪表、单回路调节器、分散控制系统到现场总线控制系统，最后又回到了现场，似乎又回到了原来的情况。历史的发展竟然如此相似，但是，FCS 有智能、有通信、有自诊断，它与以前的基地式分散控制仪表相比有本质的不同，是控制仪表发展的最高阶段。

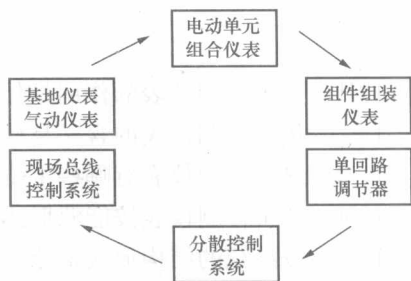


图 1-7 控制仪表的发展历程

三、按信号是否连续分

热工过程控制仪表按其信号随时间的变化是否连续，还可分为两大类。

1. 模拟控制仪表

模拟控制仪表的输入或输出信号是随时间变化而变化的，模拟量的最大特点是连续性，即在其随时间变化曲线上的任意一点均可求导。模拟控制仪表在我国已经历了多次升级换代，如气动基地式仪表→DDZ-I→DDZ-II→DDZ-III→TF-900 和 MZ-III。我国在模拟控制仪表的设计、制造和使用上均有较成熟的经验，长期以来，广泛应用于电力等其他工业部门。但进入 20 世纪 90 年代以后，除模拟变送器和执行器继续使用外，其他模拟控制仪表基本上被数字控制仪表所取代，而且模拟变送器和执行器目前已开始被现场总线变送器和现场总线执行器所取代。

2. 数字控制仪表

数字控制仪表的输入或输出信号随时间变化是不连续的，它是一个离散时间信号序列

(或脉冲序列), 存在间断点, 不是任意一点均可求导。近 10 多年来, 随着微电子技术和计算机技术的迅速发展, 数字式控制仪表的各类品种相继问世, 如单回路控制器、DDZ-S 型电动单元组合式仪表、DCS、PLC (可编程逻辑控制器) 和 FCS 等。这些仪表以微型计算机为核心, 其功能完善、性能优越, 能解决模拟控制仪表难以解决的问题, 满足现代化生产过程的高质量控制要求, 被越来越多地应用于生产过程自动化中。因为变送器和执行器相对控制器发展较慢, 在生产现场多采用模拟式的, 所以这类数字仪表 (指 DCS 和 PLC, 但 FCS 除外) 大部分的输入要接收模拟信号, 而输出则要转换为数字信号输出, 属于半数字控制仪表, 但按传统仍把它们划分在数字控制仪表内, 只有 FCS 中的现场总线仪表才是真正的数字控制仪表。

与被控制的生产对象相比, 热工控制仪表的发展可以说是突飞猛进, 其品种之多、发展之快, 使人颇有眼花缭乱之感。作为热工自动化人员和自动化专业的学生, 不但要熟悉控制对象和生产中已应用的仪表, 还要学习和掌握新型仪表, 任务是繁重和艰巨的。

在分析每一块仪表或设备时, 主要应从使用 (校验、安装和维护) 的角度出发, 对它们的功能 (或用途)、特点、基本构成、工作原理、工作方式、组态操作和使用维护方法等进行较全面和系统的介绍。学生在学习控制仪表的结构和组态操作以及校验时, 应从实验和现代化教学中掌握这些方面的知识。有条件的学校应购买教材中涉及的典型仪表, 开办相应的实验课, 另外还要组织人员拍摄典型热工控制仪表的电视教学片, 并制作相应的 CAI 课件。这样, 一定能收到好的教学效果。

习 题 与 思 考 题

- 1-1 热工控制仪表的作用是什么?
- 1-2 热工控制仪表的含义是什么?
- 1-3 热工控制仪表有哪些主要分类方法?
- 1-4 热工控制仪表按能源形式可分为哪几类仪表? 它们的特点是什么?
- 1-5 按系统的结构形式来分, 热工控制仪表可分为哪几类仪表?
- 1-6 常规模拟控制仪表是指哪些仪表?
- 1-7 数字控制仪表都是指哪些仪表?
- 1-8 DEH、QDZ、DDZ、TF-900/MZ-Ⅲ/SPEC-200、DCS、FCS、PLC、I/O、KMM/VI87、PID、4C 的含义各是什么?
- 1-9 DDZ-I、DDZ-II、DDZ-III、DDZ-S 的主要区别是什么?
- 1-10 控制三要素是指什么?
- 1-11 自动化仪表的发展方向是什么?