

炼油仪表及自动化

(试用本)

兰州炼油厂 王中涛 编

67



石油工人初级技术培训教材

炼油仪表及自动化

(试 用 本)

兰州炼油厂 王中涛编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书主要介绍炼油厂常用的自动化仪表的结构、原理和使用方法,自动调节的基本知识以及自动调节系统的组成、工作过程和投运方法,炼油生产过程常用的自动调节系统典型方案和调节器参数的工程整定方法等内容。

本书为石油工人初级技术培训试用教材,也可供仪表工、炼油工阅读。

石油工人初级技术培训教材

炼油仪表及自动化

(试 用 本)

兰州炼油厂 王中涛编

石油工业出版社出版发行

(北京安定门内外馆东后街甲36号)

轻工出版社印刷厂排版

北京顺义燕华营印刷厂印刷

787×1092毫米 32 开本 5⁵/₁₆。印张 122 千字 印1—17,000

1983年11月北京第1版1983年11月北京第1次印刷

书号: 15037·2450 定价: 0.48元

前 言

本书是根据石油部劳资司一九八三年制订的炼油工技术培训教学大纲编写的，可作为石油工人初级技术培训试用教材，也可供仪表工、炼油工阅读。

本书主要讲述炼油厂常用的自动化仪表的结构、原理和使用方法，自动调节的基本知识以及自动调节系统的组成、工作过程及投运方法，炼油生产过程常用的自动调节系统典型方案和调节器参数的工程整定方法等内容。

在编写过程中，上海炼油厂毛希源、抚顺石油二厂王桂莲和大连石油七厂车淑英等同志曾提出宝贵意见，兰州炼油厂范相娟同志参加了本书插图描绘工作，在此一并表示感谢。

由于编写时间仓促，加之编者水平有限，本书肯定存在不少缺点和错误，敬请同志们批评指正。

编 者

一九八三年四月

目 录

绪论	1
第一章 测量和变送	11
第一节 测量仪表的基本知识及仪表品质评定的指标	11
第二节 压力测量和变送	16
第三节 流量测量和变送	21
第四节 液位测量和变送	28
第五节 温度测量和变送	33
第二章 气动薄膜调节阀	63
第一节 调节阀的结构和工作原理	63
第二节 阀门定位器	68
第三节 调节阀的安装	69
第三章 自动调节系统的品质与调节对象	71
第一节 自动调节系统的过渡过程	71
第二节 调节对象的特性	75
第三节 基本调节规律及其对过渡过程的影响	79
第四章 调节器及显示仪表	96
第一节 QXJ-313型气动记录调节仪	97
第二节 QXJ-213型气动记录调节仪	107
第三节 气动定值器和遥控板	121
第四节 DDZ-II型电动调节器	123

第五节	DDZ-Ⅲ型电动调节器	126
第六节	气动液位调节器	129
第七节	使用和维护注意事项	132
第五章	自动调节系统的分析与操作	136
第一节	基本调节系统的典型方案	136
第二节	调节系统的投运	142
第三节	调节器参数的工程整定	147
第四节	串级调节系统	151
参考文献		157
附录		158
一、	热电偶温度与毫伏对照表	158
二、	热电阻温度与电阻值对照表	169
三、	自控设计图例	172

绪 论

一、炼油生产过程自动化的内容

在现代化的炼油厂中，炼油生产过程大部分是由自动化仪表进行检测和控制的。在炼油生产过程中，将生产设备的操作以及生产过程的管理工作，用机器、仪表以及其它的自动化装置来代替一部分人工的直接劳动，使炼油生产过程在不同程度上自动地进行，这种用自动化装置来管理炼油生产过程的办法，称为炼油生产过程自动化。

由于自动化减轻了工人的劳动强度、改善了劳动条件，并能提高产品质量、降低生产成本、提高劳动生产率，因而它具有重大的经济意义和政治意义。目前，自动控制系统已成为炼油厂中必不可少的一个重要组成部分。

炼油生产过程自动化的内容很多，它包括自动检测、自动保护、程序控制和自动调节等方面。现简要介绍如下：

1. 自动检测

在炼油生产过程中，要想得到合乎质量的产品，就必须对生产过程加以控制。为了进行控制，首先就应了解生产过程进行的情况，因此，就必须经常检测反应生产进行的一些工艺参数，如温度、压力、流量、液位等。采用了自动检测装置则能不断地、连续地检查生产中各工艺参数的数值，并能自动地将这些参数的变化指示或记录下来。

自动检测装置就是我们常用的各种测量指示和记录仪

表，如压力表、流量计等。

2. 自动保护

在炼油生产过程中，当某些工艺参数超过一定限量时就会影响生产，甚至会发生各种事故，如燃烧、爆炸以及损坏设备等。为此，设置了自动保护装置，在生产的不正常情况即将导致发生事故时，能及时帮助操作人员发现问题并采取紧急措施，以免除事故的发生；或者也可设置自动报警装置，如电铃、音响、灯光等，及时发出讯号以引起操作人员的注意。在实际生产过程中，自动保护装置的应用是很多的。

3. 程序控制

在炼油生产过程中，一些机器和设备需要按照一定的程序进行运转。例如：酮苯脱蜡过程的过滤操作中，要按照过滤、冷洗、反吹、刮蜡等操作步骤组成一定的顺序，按照一定的周期和规律重复地进行。

程序控制装置包括自动机和相应的执行机构。自动机是一个程序讯号发生器，按一定的程序发出讯号，从而控制执行机构去完成按一定程序进行控制的工作。因此，程序控制的采用能减轻工人的劳动强度、提高劳动生产率。

4. 自动调节

在炼油生产过程中，大多数物料处于液体或气体状态，它们连续地在密闭的管道和设备中进行各种变化。这些变化需在特定的条件下进行，即一定的压力、温度、流量、液位和成分等等，因此，只有严格的控制这些基本的工艺参数，才能保证生产过程的正常运行。

但是，由于生产过程中的物质在不断地运动，情况在不断地变化，生产过程中的每一个环节随时随地都可能出现各种

干扰因素，只要在生产过程的任何一个环节失去相对的平衡状态，就会导致其它环节生产的波动。因此，生产操作的任务就在于必须随时使这些工艺参数的数值保持在预先给定的范围内。由于干扰作用可使工艺参数偏离给定值，因此，就要求人们去加以调节，使已经受干扰作用影响而偏离给定值的参数重新回到给定值和所允许的波动范围之内，以建立新的平衡。但是，平衡总是相对的、暂时的、有条件的，而不平衡则是绝对的。在生产过程中干扰不断地产生，因此，也就要不断地加以调节；原来的平衡被干扰所打破，经过调节后，新的平衡被建立起来，如此不断地运动和变化着的过程就是自动调节的整个过程，它将工艺参数控制在给定的范围内。这样，就使生产过程能够在较好的条件下进行。

所谓自动调节，就是使用自动化装置来代替人工调节的过程。这是炼油自动化系统的核心，也是本书要讨论的主要内容。

以上概括地叙述了炼油生产自动化的大概内容，自动化的应用常是这四方面内容的总的考虑。

二、自动调节是人工调节的发展

在炼油生产中，可以看到各种不同的自动调节方法。例如，有用气动仪表、电动仪表或计算机控制的；也有单纯一个被调量（指被调节的工艺参数）、或两个和两个以上被调量的调节系统。但是，无论是气动仪表或电动仪表控制的，也无论是简单的还是复杂的调节系统，它们都是在手动操作经验的基础上发展起来的。自动化可以说是人工操作的模仿和发展。

现在，举一个例子进行分析解剖，看看自动调节是怎样在人工操作的基础上发展起来的。

锅炉是一种常见的动力设备，如图0-1所示。一台锅炉要能正常运行，锅炉液位是一个很重要的参数，锅炉液位过低会影响蒸汽产生量，也容易将锅炉烧干而发生严重事故；液位过高则又会使蒸汽夹带水滴并有溢出锅炉之危险。因此，操作人员就必须严格控制锅炉液位的高低以保证其正常运行。

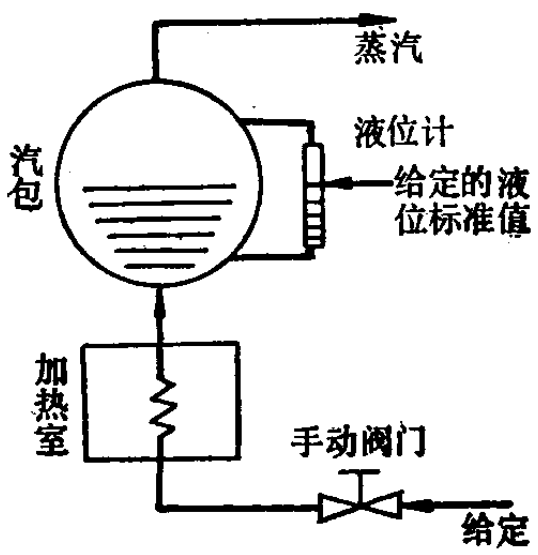


图 0-1 锅炉液位手动调节示意图

大家知道，当蒸汽耗水量与锅炉进水量相等时，液位就保持在给定的正常标准值上；而当生产负荷突然发生变化，使需要的蒸汽量增加时，液位就会下降；此外，当进水管的水压变化使给水量变化时，也会使锅炉液位发生变化。所以，操作人员必须密切注视液位的变化情况，一旦发现实际的水位高度与应该维持的正常水位

值（即给定值）之间出现偏差时，就要马上进行调节，即开大或关小给水阀门，使液位恢复到给定值。

从这个例子我们可以看出，在人工手动调节时，操作步骤有这样三个环节：

- （1）观察 观察液位的变化，即观察被调参数的数值变化。
- （2）比较 把观察值与给定值进行比较，根据观察值与给定值二者的偏差值的大小和方向，决定如何进行调节。
- （3）操作 操纵阀门，改变给水量。

人工操作往往比较紧张和繁忙，而且工作中不能疏忽大意。如用自动装置来模拟和实现操作的规律，就可以摆脱人

们的繁重劳动。实行了自动化操作，一个人可以检查和监督许多自动装置，劳动生产率可大为提高，工作条件也可有所改善。而且，由于自动装置能连续工作，就可使得生产情况相当平稳，利于提高产品产量和质量。

从以上分析可知，自动调节系统中的自动装置应由以下三个部分组成：

(1) 检测与变送 检测出液位的高低并将液位高低转换成为一个信号（气压信号，或电流信号，或机械位移），送到调节器去。用来检测液位高低的装置叫做测量元件，用来将测量元件发出的信号变换为调节器或指示记录仪等所需要的信号的装置叫做变送器。

(2) 调节器 能将变送器送来的测量信号与工艺上所要求的给定信号进行比较，并决定按怎样的规律进行调节。

(3) 调节阀 能自动地根据调节器送来的信号值改变阀门的开启程度，产生调节动作。

将这三部分连同被调节的对象组成一个系统，就能实现自动调节，代替人工操作。图0-2是锅炉液位自动调节系统示意图。

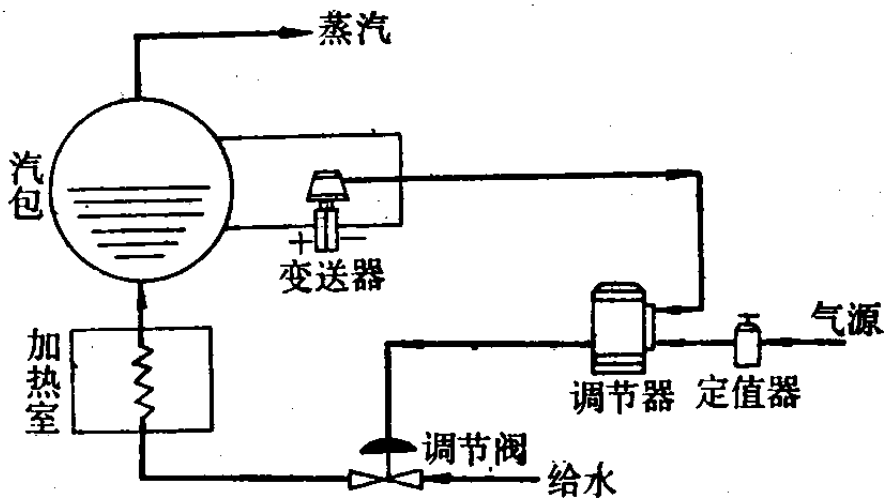


图 0-2 锅炉液位自动调节示意图

下面我们就来考察一下，自动化装置是怎样代替人工操作的。

1. 变送器代替了人的观察

我们的调节对象是一个蒸汽锅炉系统，要控制的工艺参数是锅炉的液位。在人工操作时，锅炉液位的高低和液位的变化情况是通过观察来了解的。而自动调节则是用差压变送器来代替人的观察，差压变送器根据液位的高低变化发出相应的测量信号。

2. 调节器的作用

由差压变送器发出的测量信号反映了液位的高低。这个液位高低是否符合生产要求，就要求有个标准和它比较，这个标准是按照生产情况而预先设定的。在人工操作时，我们可以在与锅炉相连通的玻璃液位计上画一个记号，表明液位到了这个高度就是标准液位（给定值），液位过高或过低时，都要进行调节。在自动调节时，液位的高低已由变送器转换为测量信号，那么测量信号和谁来进行比较呢？我们可以用定值器发出一个恒定的、与标准液位相对应的给定信号，再把测量信号和给定信号进行比较。当两个信号大小一样时，说明实际液位正在标准值上；如果两个信号不一样，说明实际的液位值和标准值有偏差（偏高或偏低），这样，就需要进行调节。这个比较机构就装在调节器内。

此外，调节器在将测量信号与给定信号进行比较得到偏差信号之后，就按偏差信号的情况和预定的调节规律发出相应的调节信号。这就是调节器的作用。人们在人工手动调节的长期实践过程中摸索出了许多经验。按照这些经验决定是把阀门开大一些好呢，还是关小一些好；是动作快一些好呢，还是慢一些好。不同的运行方式会有不同的调节效果，

操作人员的操作规律适当，才可能有好的调节效果。所以，操作人员应摸透调节对象的性质，熟知哪些因素会引起被调量的变化，怎样调节才能有好的效果。调节器就是在总结人工操作经验的基础上发展起来的。调节对象因性质的不同而具有不同的调节规律，调节器就按照这些预定的规律发出进行调节信号，操纵执行机构，执行调节任务。

3. 调节阀代替手操阀门执行调节任务

由调节器送来的调节信号作用在气动薄膜调节阀的阀头上。当信号压力增大时，阀杆的位移增大，阀门开度也就改变，这就代替手动操作阀门，实现了自动调节的任务。

从以上的对比分析可知：自动化并不神秘，自动调节是在人工调节的基础上发展起来的，一个好的调节系统一定是人工操作经验的生动、准确的反映。

三、自动调节系统的组成

从上面简单的实例中，可以概括出一般的自动调节系统是由四个部分组成的：即调节对象、测量变送、调节器和调节阀。为了更清楚地表示出一个自动调节系统各个组成环节的相互影响和信号之间的联系，常用方块图表示。用一个方块表示一个环节，画一个箭头线表示信号的相互联系和传递方向，如图0-3所示。

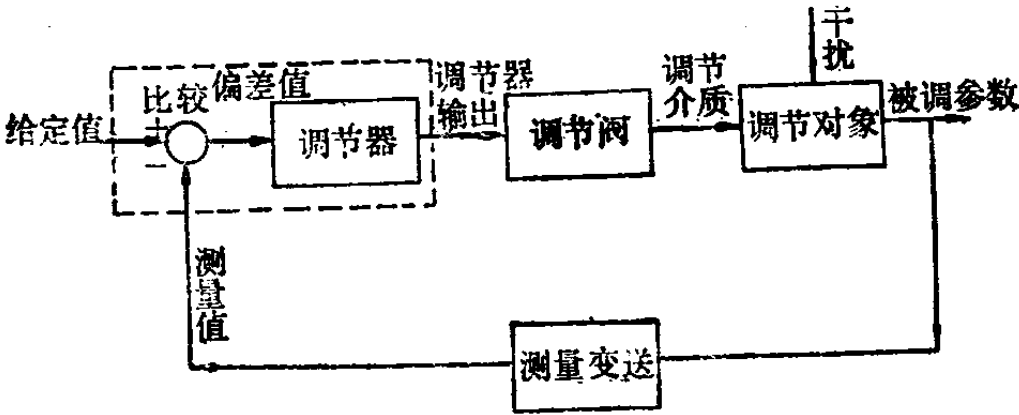


图 0-3 自动调节系统的组成方块图

下面结合液位调节的例子，分析方块图的意义。

调节对象：被控制的设备或机器。在锅炉液位调节的例子中，调节对象就是锅炉。

被调参数：按照工艺要求，某些参数应该维持在预定的变化幅度之内，如对这些参数进行调节，这些参数就叫做被调参数。在液位调节的例子中，液位就是被调参数。

干扰：在生产过程中，凡是影响被调参数的各种作用，都称为干扰，或称为扰动作用。由于外界的干扰作用，破坏了生产上的平衡，破坏了正常生产的条件，改变了生产中所要求保持的工艺参数值，这就使正常的生产过程受到影响。生产上的每一个环节随时随地都可能出现干扰因素，只要生产上的某一环节失去了相对的平衡状态，就会导致其它生产环节产生波动。在锅炉液位调节一例中，影响被调参数的因素有来自用汽方面的负荷变化或水压的变化，这些因素都称为干扰。

调节介质：要克服干扰的影响，就需要进行调节。调节的方法是利用阀门开度的变化去改变物料的进料量，这种手段就叫做调节作用，而所用的介质则叫做调节介质。在锅炉液位调节的例子中，往锅炉中注入的水就是调节介质。

测量元件、变送器：要调节，就必须依据干扰的情况来作出判断。要知道干扰后的情况，就要利用测量元件和变送器对被调参数进行测量，并将其转变为一定的信号输出，如本例中所用的差压变送器。

测量值：变送器的输出值。

给定值：一个与被调参数的预定值相对应的信号值。

偏差值：给定值与测量值之差。

调节器输出：调节器将给定值与测量值进行比较，得出

偏差，再根据偏差的情况，按一定的调节规律发出相应的输出信号去推动调节阀。在实际的仪表中，比较机构是调节器的一个组成部分。为了突出比较机构，在自动调节系统的组成方块图中用一个圆圈单独画出来。

调节阀：接受调节器的输出信号，按照调节器输出信号的大小和方向，改变调节阀的开度，从而改变调节介质的量值，使被调参数回到给定值附近。如本例中的调节阀就是按调节器的输出信号对锅炉的进水量进行调节的，从而使液位发生变化，并保持在给定值附近。

在生产过程中，干扰不断地产生，调节作用也在不断地进行，平衡不断地被打破，经过调节，新的平衡又被建立起来，这就构成了整个调节过程。如因某种干扰使液位上升时，测量变送部分将液位测量出来，调节器将测量值与给定值进行比较，根据偏差的情况，调节器的输出发生相应的变化，从而把调节阀门关小，使进水量减小，阀门动作的结果使液位降低，并逐渐向给定值靠拢。

四、课程的任务与要求

现代化的炼油厂是由许多机械、设备和自动化装置按一定的工艺要求组合而成的。工艺过程的实现靠设备和自动化装置来完成。所以，对炼油工作者来说，学习和掌握炼油仪表及自动化的一些基础知识是很必要的。

通过本课程的学习，应了解常用炼油仪表的基本原理及其主要特点，并能正确地使用。此外，还应了解自动调节的基本知识，懂得基本调节规律和在生产开停工过程中自动调节系统的投运，以及调节器参数整定的基本方法。

复 习 题

- (1) 什么叫炼油生产过程自动化？实现自动化有什么意义？
- (2) 炼油生产过程自动化包括哪些方面？
- (3) 如何组成一个自动调节系统？它是怎样工作的？
- (4) 画出自动调节系统的方块图，并说明各部分的意义。

第一章 测量和变送

如前所述，准确测量炼油生产过程中的各种参数（主要是压力、流量、液面、温度和成分等），是保证生产正常进行的重要一环。变送器在自动测量和调节系统中，用以测量以上各种参数，并将被测参数成比例地转换成相应的标准气压信号（ $0.2\sim 1$ 公斤力/厘米²），或标准直流电流信号（ $0\sim 10$ 毫安或 $4\sim 20$ 毫安），送至显示仪表或调节器，进行指示或调节。

在自动测量和调节系统中，对变送器的要求是可靠、精确、灵敏和快速。变送器的误差直接影响测量的准确程度和调节系统工作的好坏。正如人工操作时，若人的眼睛看不准仪表指示值，就用手去调节阀门开度，结果就不可能是实际需要的开度，必然会影响调节系统工作的好坏。一般对变送器精度的要求是0.5级或1级。

第一节 测量仪表的基本知识及仪表品质评定的指标

一、关于测量仪表的基本知识

1. 测量的概念

所谓测量，就是用实验的方法求出某个量的大小，也就是将被测物质的量与所采用的“测量单位”之间进行比较，得出它们之间的比值。测量的结果必须有大小和单位，两者不可缺一。如被测物质的量是一定时，所采用的测量单位不