

石油化工中等专业学校统编教材

电动调节仪表

刘 琨 主 编



中国石化出版社

石油化工中等专业学校统编教材

电动调节仪表

刘 琨 主 编

内 容 提 要

全书分为两篇。第一篇重点阐述了DDZ-Ⅲ型变送器、电容式变送器、调节器、开方器、安全栅、电—气阀门定位器的构成原理、电路组成、使用方法和调校检修基本知识。第二篇介绍了集中分散型控制系统的产生和发展、可编程序调节器的特点、实现调节规律的算法、工作原理等,详细分析了SLPC、PMK、KMM可编程序调节器的软、硬件功能及使用维护基本知识。

本书内容实用,文字叙述力求深入浅出、通俗易懂,并配有实验指导、应用实例和思考题,适合用作石油化工中专仪表专业(或其它相近专业)教材,也可作为新型仪表短训班及工程技术人员后续教育的教材,同时还可供从事自动化仪表工作的技术人员学习参考。

石化行业
石油化

石油化工中等专业学校统编教材

电动调节仪表

刘 琨 主编

中国石化出版社出版发行

(北京朝阳区太阳宫路甲1号 邮政编码:100029)

北京京东印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

737×1092毫米 16开本 23印张 582千字 印5001—8006

1993年4月北京第1版 1996年3月北京第2次印刷

ISBN 7-80043-273-4/TH·041 定价:20.00元

前 言

面对自动化仪表迅速更新换代的形势,中国石化总公司教育处把改编教材做为教学改革的首要任务。《电动调节仪表》一书即是根据总公司仪表专业指导组1989年10月茂名会议通过的“电动调节仪表教学大纲”进行编写的。

目前,各种新型电动调节仪表以及新型控制系统——集散系统已在石油化工生产中起着主导作用,但一些六、七十年代发展起来的模拟式调节仪表也仍在广泛使用。为适应目前这种现状,编写本书的指导思想是:

1. 抓住同一代仪表的共性,分析其组成和原理,以达到举一反三、触类旁通的目的。
2. 以定性分析为主,适当地加上定量分析,以加深对仪表基本概念的理解。
3. 注重实用性。在介绍仪表时,尽量避免开繁琐的公式推导,突出概念。而且适当列举应用实例,增加仪表调校、安装、故障处理等有关使用方面的内容。
4. 注意选材的先进性。选取有代表性的新型仪表,如电容式变送器、二线制温度变送器、可编程调节器等作为本书的重点内容。

需要说明的是:

1. 本教材中,有关应用方面的知识没有作为独立章节,而是穿插在相应仪表中进行介绍。
2. 对大纲规定需要做实验的仪表,一般只选某一型号为例附以实验指导。由于仪表选型不一,仅供各校参考。
3. 按大纲规定,可编程调节器部分应以YS-80系列中的SLPC调节器和FC系列中的PMK调节器为主。考虑到石化企业中仪表选用和各校现有设备型号的广泛性,本教材的第二篇中又补充了DK系列KMM调节器。而且,内容也比计划要求的有所增加。各校可根据实际情况斟酌取舍。
4. 本课程教学时数为110学时。根据石化企业仪表应用的现状,应适当增加可编程调节器部分所占的学时比例(特别是实验时数)。为解决学时少与内容多的矛盾,建议安排一周的综合实验,以保证教学效果。
5. 考虑到本书的中心内容重点为“仪表”,因此对可编程调节器的通讯功能不做详细的介绍。

参加本书编写的有:兰州化工学校李克勤同志(第二章、第五章的1、2节,及相应思考题)、兰州石油学校刘琨同志(绪言、第一章、第三章、第四章,第五章的3、4节、第六章至第九章,及相应思考题)。全书主审人为广东石油学校蔡宣礼同志,参审人有兰州炼油化工总厂计量处梁启明高工、北京燕山石油化工学校倪焕民高工。在本书编写过程中,还得到浙江大学黄祯地教授和兰州炼油化工总厂有关人士的关心和热情帮助,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,时间仓促,错误疏漏在所难免,欢迎批评指正。

绪 论

一、电动调节仪表及其发展

为了实现连续生产过程的自动化,需要各种具有检测、变送、显示、计算、调节和执行等功能的仪表。人们将这类仪表称为自动调节仪表。

按照所使用能源的不同,自动调节仪表可分为气动调节仪表、液动调节仪表和电动调节仪表三大类。前两类仪表分别以空气和液体压力做为能源,以压力大小为传输信号。而电动调节仪表则以电做为能源,以电流或电压为传输信号。

自动调节仪表最早出现于20世纪40年代初。当时的调节仪表将测量、记录、调节等部分组装在一个表壳里,称为“基地式”自动化仪表。这种仪表比较适于现场就地检测和调节之用。它的结构型式是和当时自动化程度不高、控制分散的状况基本适应的。随着大型工业企业的出现,生产向综合自动化和集中控制的方向发展,人们感到基地式仪表的结构不够灵活。于是,将仪表按功能划分,制成若干种能够独立完成一定功能的标准单元,各单元之间用统一的标准信号相互联系。使用中可根据系统需要,选择一定的单元,象搭积木那样把仪表组合起来,构成各种复杂程度不同的自动调节系统,这类积木式的仪表称为“单元组合式”仪表。显然,这种将功能较全的复杂仪表分解为若干单元的做法,无论对仪表制造厂还是对用户的选用、维修都是有利的。此外,仪表划分为单元后,仪表盘上只安装最必要的单元,便于实现集中控制。所以,气动和电动单元组合仪表在各大中型企业中都得到了广泛应用。由于电动调节仪表具有传送信号快、传送距离远和便于与计算机联用的特点,因此在组成新型控制系统中,表现出比气动调节仪表更多的优越性,近几年其发展速度很快。

在我国电动单元组合仪表(简称DDZ)的发展大致经历了以下三个主要阶段。1958年开始研制生产以电子管为主要元件的电子管型仪表,称为DDZ-I型单元组合仪表。由于这套仪表耗电大且笨重,因此不久便被淘汰。1965年开始研制以晶体管为主要元件的晶体管型仪表,称为DDZ-II型单元组合仪表。由于采用了半导体新元件、新工艺使仪表体积缩小,重量减轻、性能得到提高。因此,DDZ-II型仪表至今仍在一些中小型企业中使用着。到了70年代中期,随着工业自动化水平的不断提高和电子工业的发展,同时在引进的国外先进技术的推动下,以集成电路为主要元件的DDZ-III型单元组合仪表很快在国内问世。实践证明,III型电动单元组合仪表不仅在稳定性、可靠性以及与计算机配套等方面都比以前的各类仪表有很大提高,更重要的是它具有本质性的安全防爆性能,从根本上解决了电动仪表长期以来未能彻底解决的防爆问题,因此得到了比DDZ-II型仪表更为广泛的应用。随后,电动调节仪表又在III型仪表的基础上进一步发展,出现了一种功能更加分离而结构组件化的组装式电子综合控制装置。如上海·福克斯波罗有限公司生产的SPEC200电子控制仪表等是当时的代表产品。这种新型的自动控制装置把调节、显示、操作等分离成功能更加单一的通用组件,而整套装置主要由这一块块功能组件插接装配而成。因此使构成系统更加灵活方便。另外,组装式电子控制装置之所以被称为“装置”而不称为“仪表系列”,是因为它是一个由制造厂家利用各种通用功能组件,按用户指定的控制功能进行组装(包括内部布线)并经过开环

试验后的成套装置。因而也为用户提供了极大方便。目前,在国内一些电厂中得到广泛应用。

电动调节仪表发展到这一阶段,虽然从功能齐全、性能先进、使用方便及维修简易等各方面已有很大提高,但是在仪表构成原理上并没有本质的变化。从早期的DDZ-I型单元组合仪表到后来的DDZ-III型单元组合仪表及组装式仪表,它们都是以模拟电子技术为主,并按照反馈原理形成各种基本调节功能的,因此,都属于反馈控制领域的模拟式电动调节仪表。

80年代初,由于大规模集成电路工艺的迅猛发展以及微处理器的问世,为研制当今新型结构的控制系统——分散控制系统创造了无比优越的条件。事实证明,这种分散控制系统的出现是工业自动化仪表领域的一个重大变革。它突破了沿用已久的仪表系统结构,使仪表结构体系进入了一个崭新的阶段。作为分散控制系统的基层仪表——单回路数字调节仪(简称单回路调节器)就是在这一变革时期出现的一代新型调节仪表。它与过去的模拟式调节仪表相比发生了根本的变化。单回路调节器是一种以微处理器为核心部件的微机化仪表。在它的存储器中存放着多达几十种的标准运算子程序供用户调用,因此是多功能和通用型的。回顾自动调节仪表发展的历史,开始是基地式仪表,如前所述它将检测、控制、记录等功能集中于一身,属于多功能的结构。以后,随着控制要求的提高,为避免单个仪表做得过分复杂,人们发展了单元组合的结构方式,将功能分离使每个单元仪表只实现一种功能。而现在由于微机的出现,一块仪表可以毫不费劲地实现多种不同的功能,即由单功能又重新发展成多功能的。这种否定之否定的发展过程并不是技术的简单重复,而是提升到了一个新的高度。事实上,由于单回路调节器的许多功能均由软件实现,并且具有自诊断功能,所以比模拟式调节仪表更加可靠和便于维护。同时,这种调节器是利用“软连接”的方法构成各种调节系统的,即使是对于不熟悉计算机硬件和软件的人员,也能很快掌握各种复杂调节系统的“连接”方法。所以使用起来比单元组合仪表更加方便、灵活。此外,单回路调节器大都具有通讯功能,可以与上位计算机相连接,进行集中监视操作和数据处理,从而克服了过去模拟仪表不能进行数据处理的缺点。总之,单回路调节器在构成原理上是全新的,在功能和性能上都是过去模拟式调节仪表所无法比拟的。因此,很快被使用于各大型现代化工业企业中。

除此之外,近几年其它各种电动调节仪表,如变送器也正处于一个崭新的变革时代。过去二十多年一直沿用的力平衡式差压(压力)变送器,是人们熟知的。它是利用深度负反馈原理来减小弹性元件弹性模量随温度变化、弹性滞后以及非线性变形等因素的影响,从而保证测量精度的。因此,力平衡式变送器结构复杂、笨重,且存在着难以消除的静压误差。由于新材料的发展,出现了弹性模数温度系数很小的弹性材料。特别是电子检测技术的发展使微小位移的检测成为可能,因而允许弹性材料变形小,这使非线性和弹性滞后所引起的变差进一步减小。这些都为开环式的一类新型变送器的出现创造了条件。目前,被广泛地应用于现场的电容式差压变送器就是其中的一种。这种变送器不仅在原理上发生了由闭环到开环的根本变化,而且具有结构简单、运行可靠、无静压误差、维护方便的特点。随着新技术的不断发展,其它各种新型的变送器如振弦式、扩散硅压力变送器等也已研制成功,并应用于生产。近几年,国外不少公司又相继推出了一种智能变送器,例如罗斯蒙特公司的1151SMART系列变送器;FOXBORO公司的850系列变送器;山武-霍尼威尔公司的JTD200系列(上海调节器厂引进后型号为ST3000)等。这些智能变送器中有的是新开发的测量机构,再配上微处理机,有的则是在原有变送器的基础上,配上微处理机,因此它们是微机和通讯技术进入变送

仪表的产物。智能变送器的信号转换精度高（如其模拟输出精度达0.1%）、环境温度变化的影响小（如在 $-30\sim+80^{\circ}\text{C}$ 范围内，每变化 50°C ，最大零漂不大于0.1%）、静压和振动的影响小，且量程比特别大（如普通差压变送器量程比一般为3~10倍，而智能变送器JTD 200的量程比可达400），因此，一种规格仪表可满足各种测量范围的需要，使备表、备件数量大大减少。智能变送器的另一突出特点是具有通讯功能，通过对智能现场通讯器的简单键盘操作，可实现远程设定、变更和调校，就象我们用遥控器对电视机或录象机进行远距离操纵一样，而且这种变更和调校不需电流、电压表参与。除此之外，它还具有自诊断功能，这些都给使用和维护带来极大方便。因此，尽管目前的智能变送器价格比非智能的普通变送器高许多，但它仍具有美好的应用前景。

二、本课程性质和内容的设置

“电动调节仪表”是石油化工仪表及自动化专业的主要专业课之一。

由于目前电动调节仪表正处于发展和变革的时期。因此使国内出现了仪表品种繁多、几代仪表共存的复杂状况。为了适应这一形势的需要，同时考虑石油化工企业的现状，从先进性和实用性出发，本课程选择DDZ-Ⅲ型电动单元组合仪表和可编程单回路调节器（简称可编程调节器）两部分做为主要内容。

电动调节仪表是一门与电子技术、计算机技术密切相关的学科。对于新型调节仪表——可编程单回路调节器来说，还需要足够的自动化知识才能正确地使用它。因此要学好本门课程，必需较好地掌握电工、电子技术基础以及自动化基础知识，对于石油化工测量和微型计算机原理也应有一定的了解。

目 录

绪论	I
一、电动调节仪表及其发展	I
二、本课程性质和内容的设置	III

第一篇 DDZ-III型电动单元组合仪表

第一章 DDZ-III型仪表简介	1
第一节 DDZ-III型仪表的特点	1
一、采用国际标准信号	1
二、采用线性集成电路	1
三、采用集中供电方式	2
四、安全火花防爆	2
第二节 安全火花防爆仪表的基本知识	2
一、防爆基本知识	2
二、安全火花防爆仪表的特点	4
三、安全火花防爆系统	4
四、安全火花型防爆仪表的环境温度	5
第三节 III型仪表的分类和型号命名	5
一、品种分类	5
二、型号命名	7
第二章 变送单元	8
第一节 差压变送器	8
一、概述	8
二、差压变送器工作原理和结构	8
三、低频位移检测放大器	12
四、差压变送器的误差分析	17
五、差压变送器的调校及故障分析	19
第二节 电容式差压变送器	21
一、概述	21
二、电容式差压变送器的工作原理	22
三、电容式差压变送器的调校	35
第三节 电容式流量变送器	38
一、概述	38
二、流量变送器的转换电路	40
三、流量变送器的调校	46
第四节 热电偶式温度变送器	47

一、概述	47
二、热电偶温度变送器量程单元	49
三、放大单元	58
四、热电偶式温度变送器的调校	65
第五节 热电阻式温度变送器	66
一、概述	66
二、热电阻温度变送器量程单元	68
三、热电阻式温度变送器的调校	70
第六节 二线制温度变送器	71
一、概述	71
二、工作原理	73
第三章 调节单元	79
第一节 概述	79
一、常用调节器的调节规律	79
二、调节规律的实现方法及分析	81
第二节 基型调节器	89
一、组成原理简介	90
二、整机特性分析	92
三、手动电路及手动/自动切换	100
四、指示电路	102
五、运算误差及调整方法	103
第三节 基型调节器的积分饱和	104
一、积分饱和现象及危害	104
二、抗积分饱和的措施	105
第四节 基型调节器的调校与使用	108
一、基型调节器的调校	108
二、调节器的使用和维护	112
第四章 计算单元	115
第一节 概述	115
第二节 开方器	116
一、基本组成和原理	116
二、线路分析	117
三、开方器的调校	125
第五章 其它单元	127
第一节 隔离式安全栅	127
一、概述	127
二、输入式安全栅结构原理	127
三、输出式安全栅结构原理	133
四、隔离式安全栅的调校	136
五、安全火花型调节系统的组成	137

第二节 齐纳式安全栅	140
一、齐纳式安全栅的工作原理	140
二、齐纳式安全栅的应用	141
第三节 配电器	148
一、概述	148
二、工作原理	148
三、使用方法	148
第四节 电气阀门定位器	150
一、结构与工作原理	150
二、定位器的调校	152

第二篇 可编程调节器

第六章 概述	154
第一节 单回路调节器的产生	154
一、集散控制系统的出现和发展	154
二、单回路调节器与彻底分散型系统	155
三、单回路调节器的品种分类	157
第二节 可编程序调节器的特点	158
一、DDC控制的主要特点	158
二、可编程序调节器的特点	167
第三节 可编程序调节器的基本组成及原理	169
一、结构组成	169
二、工作过程	173
第七章 YS-80系列SLPC (A型) 可编程调节器	175
第一节 概述	175
一、编程语言及程序结构	175
二、内部寄存器及功能	176
第二节 指令介绍	179
一、基本输入输出指令	179
二、基本运算功能指令	179
三、逻辑运算指令	181
四、带编号的运算指令	183
五、控制运算指令	186
第三节 运行方式及无扰动切换功能	193
一、运行方式	193
二、运行方式的形成条件	194
三、无扰动切换功能	194
第四节 程序设计	197
一、用户程序设计方法	198
二、编写用户程序要领	202

第五节 操作	205
一、用户程序的输入	205
二、正面板及操作	211
三、侧面板及操作	211
四、自诊断功能及操作	216
五、复电操作及启动方式的设定	217
六、接线及有关问题	217
第八章 FC系列PMK 可编程调节器	220
第一节 概述	220
一、硬件结构简述	220
二、编程语言	221
第二节 模块介绍	222
一、输入模块	222
二、控制运算模块	227
三、输出模块	242
第三节 控制功能	243
一、基本控制功能 (2nd PID)	243
二、串级控制功能 (1st PID+2nd PID)	244
三、比率控制功能 (R+PID)	245
四、程序控制功能 (PGC+PID)	246
第四节 无扰动切换性能	246
一、给定方式间的无扰动切换	246
二、输出方式及无扰动切换性能	248
第五节 程序设计	249
一、填写模块连接图的基本原则	249
二、程序设计例	250
第六节 操作	252
一、调节器的接线端子	252
二、调节器的人机会话部分	255
三、程序输入方法	271
四、调节器的投运	280
五、常用输出方式间的无扰动切换操作	281
六、常用的运行方式及实现方法	282
七、自诊断功能与操作	282
第七节 应用	284
一、复杂调节系统的组态方法	284
二、应用实例	288
第九章 DK系列KMM可编程调节器	293
第一节 概述	293
一、原理结构简述	293

二、编程语言	294
第二节 模块介绍	294
一、输入处理模块	294
二、运算模块	296
三、输出模块	306
第三节 控制类型和无扰动切换	307
一、控制类型	307
二、无扰动切换的性能	308
第四节 程序设计	310
一、概述	310
二、编写程序步骤	312
三、程序编写实例	320
第五节 用户程序的写入	329
一、编程器 (程序写入器)	329
二、程序写入RAM的方法	330
三、用户EPROM的写入和读出	332
四、编程器的其它操作	332
第六节 KMM调节器的操作	335
一、调节器的投运	335
二、调节器运行中的主要操作	337
三、自诊断功能及操作	343
思考题	346
本书主要符号说明	352
参考文献	353

第一篇 DDZ-Ⅲ型电动单元组合仪表

第一章 DDZ-Ⅲ型仪表简介

第一节 DDZ-Ⅲ型仪表的特点

DDZ-Ⅲ型仪表是我国电动单元组合仪表的第三代产品，它已由四川仪表总厂等厂家生产。除此之外，还有引进技术国内生产的Ⅰ系列仪表、EK系列仪表等也均属于DDZ-Ⅲ型电动单元组合仪表范畴。它们都具有以下共同特点。

一、采用国际标准信号

DDZ-Ⅲ型仪表采用了IEC推荐的信号标准。控制室与现场之间的传输信号为 $4\sim 20\text{mA}$ 、DC；控制室内仪表的接受信号为 $1\sim 5\text{V}$ 、DC。

来自现场的 $4\sim 20\text{mA}$ 、DC传输信号到控制室后经 250Ω 的精密电阻转换为 $1\sim 5\text{V}$ 、DC电压，作为控制室内仪表的联络信号，见图1-1。

这种信号制和传输方式的优点是：

(1) 仪表的电气零点为 4mA 、DC，不与机械零点重合。这种“活零点”的安排有利于识别仪表断电、断线等故障，且为现场变送器实现两线制提供了可能性。所谓两线制的变送器就是将供电的电源线与信号的输出线合并为两根导线，见图1-1。由于信号为零时变送器仍要处于工作状态，即总要消耗一定的电流，所以零电流表示零信号时是无法实现两线制的。在现场使用两线制变送器不仅节省电缆、布线方便，而且还便于使用安全栅，有利于安全防爆。

(2) 现场与控制室之间的信号传输采用电流制，使信号大小不受传输线及负载电阻变化的影响，有利于提高远距离信号传输的精度。对于要求电压输入的受信仪表，只要在电流回路中串入一个电阻便可得到电压信号，故使用比较灵活。

(3) 控制室内采用并联制信号传输方式，使同一调节系统所属仪表之间有公共端，便于同计算机连接。此外，这种并联方式能减少变送器的负载电阻（一般， $>350\Omega$ ）。因此，变送器功率级的供电电压可大大降低，有利于安全防爆，且提高了仪表的可靠性。

二、采用线性集成电路

线性集成运算放大器实际是制作在单一硅片上的一个差动输入多级直流放大器。由于目

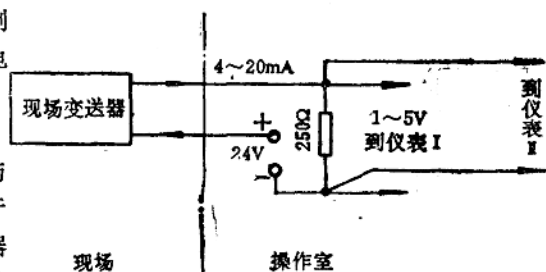


图 1-1 Ⅲ型仪表信号传输示意

前集成电路工艺技术已十分成熟,使线性集成运算放大器具有温度漂移小、输入阻抗高($>500K$)和具有高增益($>10^5$)的特点。因此,能够保证DDZ-Ⅲ型仪表有较高的共模信号抑制比,并具有高的运算精度和稳定性。其次,使用了集成运算放大器,使仪表线路简化,减少了焊点。因而大大提高了可靠性。此外,由于采用了新元件、新工艺无疑为仪表结构和线路设计的改进提供了条件,使DDZ-Ⅲ型仪表系列中,一些单元仪表的功能扩大、性能也得到提高。

三、采用集中供电方式

DDZ-Ⅲ型仪表采用24V、DC集中供电,并备有蓄电池作为备用电源,其优点是:

(1) 各单元省掉了电源变压器,没有工频电源进入单元仪表,既解决了仪表的发热问题,又有利于防爆措施的实现。

(2) 在工频电源停电的情况下,备用电池投入,使整套仪表在一定时间内仍可照常工作,大大提高了系统的可靠性。

四、安全火花防爆

Ⅲ型仪表在设计上和工艺上都是按国家防爆规程进行的。而且,增加了安全单元——安全栅,实现控制室与危险场所之间的能量限制与隔离。因而从根本上解决了电动调节仪表在易燃、易爆危险场所使用时的防爆问题。

第二节 安全火花防爆仪表的基本知识

在石油化工企业的生产现场中,常常存在着易燃、易爆的气体或蒸气。它们与空气混合即成为有爆炸危险的混合物,使其周围空间成为具有不同程度爆炸危险的场所。一旦这些混合物达到爆炸浓度,在仪表或其它电气设备产生的火花作用下,就会引起燃烧或爆炸。因此必须根据生产现场的性质,正确选择电气仪表或设备的防爆等级。

一、防爆基本知识

(一) 危险场所的分级

爆炸性气体、可燃蒸气与空气混合形成爆炸性混合物的场所,按其危险程度的大小分为三个区域等级。

0级区域(简称0区),是指在正常情况下,爆炸性气体混合物连续地、短时间频繁地出现或长时间存在的场所。

1级区域(简称1区),是指在正常情况下,爆炸性气体混合物有可能出现的场所。

2级区域(简称2区),是指在正常情况下,爆炸性气体混合物不能出现,仅在不正常的情况下偶尔短时间出现的场所。

(二) 爆炸性气体混合物的分级和分组

爆炸性气体混合物的爆炸危险程度,通常用能引起气体燃烧或爆炸的最小电流——最小引燃电流以及它的传爆间隙(能力)大小来衡量。显然,最小引燃电流越小、传爆间隙越小(传爆能力强),气体的爆炸危险程度越高。

为排除其它因素对混合气体爆炸性能的影响,由国家专门机构根据标准试验条件下的最

小点燃电流比MICR(各种气体或蒸气的最小点燃电流与实验室的甲烷的最小点燃电流之比)和最大试验安全间隙(传爆间隙)MESG分为I、IIA、IIB、IIC四级,见表1-1(a)。同时,按混合气体的引燃温度将其分为T1、T2、T3、T4、T5、T6六组,见表1-1(b)。

表 1-1(a) 爆炸性气体的分级

级 别	最大试验安全间隙 MESG, mm	最小点燃电流比 MICR
I ①	MESG=1.14	MICR=1.0
IIA	$0.9 < \text{MESG} < 1.14$	$0.8 < \text{MICR} < 1.0$
IIB	$0.5 < \text{MESG} \leq 0.9$	$0.45 < \text{MICR} \leq 0.8$
IIC	$\text{MESG} \leq 0.5$	$\text{MICR} \leq 0.45$

①系指甲烷气体。

表 1-1(b) 爆炸性气体的分组

组 别	引 燃 温 度 t , °C	组 别	引 燃 温 度 t , °C
T1	$450 < t$	T4	$135 < t \leq 200$
T2	$300 < t \leq 450$	T5	$100 < t \leq 135$
T3	$200 < t \leq 300$	T6	$85 < t \leq 100$

根据国家专门机构所提供的爆炸性气体、蒸气特性表,可确定相应危险场所中爆炸性混合物的级别和组别。如乙醛为IIA级、T4组(引燃温度为140°C);甲醇为IIA级、T1组(引燃温度为455°C);乙烯为IIB级、T2组(引燃温度为425°C);乙醚为IIA级、T4组(引燃温度为170°C);乙炔为IIC级、T2组(引燃温度为305°C);二硫化碳为IIC级、T5组(引燃温度为102°C)等。

(三) 防爆电气设备的分类

为保证电气设备在上述危险环境中安全使用,必须采取相应的防爆措施。根据国家标准GB3836·1—83规定,我国防爆电气设备分为八大类,其类型标志如下:

- (1) 隔爆型——d
- (2) 增安型——e
- (3) 本质安全型——ia, ib
- (4) 正压型——p
- (5) 充油型——o
- (6) 充砂型——q
- (7) 无火花型——n
- (8) 特殊型——s

电气仪表或设备的防爆等级标志中,应标明其防爆类型和适用场所。例如防爆等级标志为ia IIC T5,表明该仪表或设备为本质安全防爆型,可用于IIC级、T5组气体环境;又如防爆等级标志为d IIC T4,表明该仪表或设备为隔爆型,可用于IIC级、T4组气体环境。

在实际中应注意,要根据现场条件选择电气仪表及设备的防爆等级。所选用的防爆级别和组别,不应低于该防爆危险场所内爆炸性混合物的级别和组别。一般对于组别和级别高的

易燃易爆气体（如前述的氢、乙炔和二硫化碳等）不宜采用隔爆型防爆，而应采用安全火花型防爆。

除了正确选用防爆等级外，还必须按照防爆仪表的要求和国家有关防爆规程进行安装、使用和检修。否则不能保证防爆性能，并可能造成严重事故。

二、安全火花防爆仪表的特点

上述分析表明，无论多么危险的易燃易爆气体，都必须在一定条件下才能起燃或引爆，只有当环境温度、引爆电流等外部条件具备时，燃烧或爆炸才能发生。所以，只要控制好外部条件，燃烧或爆炸的危险便可以消除。由此，产生安全火花型的防爆仪表。

所谓“安全火花”就是指这种火花的能量很低，它不能使爆炸性混合物发生爆炸。所谓“安全火花防爆仪表”，就是指利用“安全火花”原理实现防爆的仪表。这种仪表的电路始终不会产生非安全火花，其电压一般不超过30V、DC，电流不超过30mA、DC。并且，必须保证无论是正常情况下还是事故情况下，都不会向危险场所提供过大的电流和电压。目前，安全火花型防爆仪表的供电一般都采用24V、DC电源，其电流都在4~20mA、DC范围内。

Ⅲ型仪表中，差压变送器、温度变送器、电气阀门定位器和安全栅等都属于安全火花型防爆仪表。这些仪表电路中，采取了相应的防爆措施，如严格限制电感和电容存贮和释放的能量等。在安全火花型防爆仪表中分安全火花电路和非安全火花电路，从仪表结构上应将这两种电路隔开，以防互相接触造成短路。如印刷电路板分开布置和分开安装，接线端子分开并有明显区别等。

由于安全火花型防爆仪表在本质上是安全的，因此这种仪表也称为本质安全防爆仪表，简称本安仪表。它有如下优点：

- (1) 原则上可适用于有氢、乙炔和二硫化碳等ⅡC级易爆性混合物的危险场所。
- (2) 安装费用低，安全火花型防爆系统的安装费用比结构防爆系统低20~40%。
- (3) 可长期使用而不降低防爆等级。
- (4) 可在现场使用安全火花型测试仪器，对安全火花防爆仪表进行测试和检修。

三、安全火花防爆系统

使用Ⅲ型仪表构成调节系统时有两种情况，即图1-2所示的非安全火花型防爆系统和图1-3所示的安全火花型防爆系统。

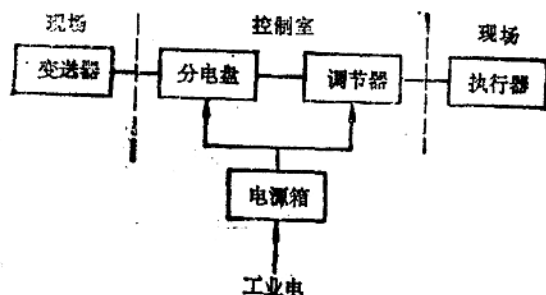


图 1-2 非安全火花型防爆系统

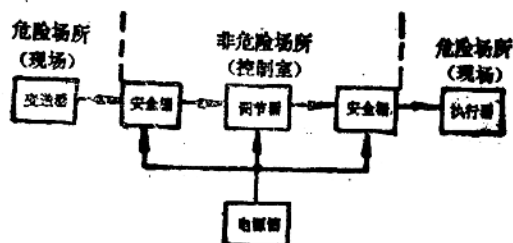


图 1-3 安全火花型防爆系统

图1-2中，即使采用了安全火花型的变送器，但由于没有使用安全栅对现场（危险场所）和控制室（安全场所）实行隔离，所以构成的也不是安全火花型防爆系统。图1-3中，使用了

安全栅，可以实现现场与控制室之间的隔离，即能保证安全场所的非安全火花不会流入危险场所。但这并不意味着有了安全栅，系统就一定是安全火花型的防爆系统。在危险场所还必须采用安全火花型防爆仪表，否则一旦现场仪表线路发生故障，就可能产生非安全火花，引起爆炸事故。所以，构成安全火花型防爆系统的必要条件，其一是危险场所仪表自身不产生非安全火花（采用安全火花型防爆仪表），其二是安全场所的非安全火花不能窜入危险场所（采用安全栅）。

四、安全火花型防爆仪表的环境温度

为确保安全防爆，必须严格限制仪表的表面温度。仪表的表面温度由两方面因素决定，一是周围环境温度，二是仪表本身的温升。

根据国家关于爆炸危险场所电气安全的试行规定，工厂用的电气设备最高表面温度不得超过表1-2的规定。

表 1-2 仪表表面最高允许温度

组 别	T1	T2	T3	T4	T5	T6
最高允许表面温度，℃	450	300	200	135	100	85

考虑到运行中或事故情况下有可能使仪表产生温升，所以仪表使用环境温度应按下式计算：

使用环境温度 = 最高允许表面温度 × 80% - 仪表温升

式中，仪表温升按10℃计算，可得到仪表在各组可燃性气体中使用时所允许的最高环境温度，如表1-3所示。

表 1-3 仪表使用最高环境温度

组 别	T1	T2	T3	T4	T5	T6
允许最高环境温度，℃	350	230	150	100	70	60

以上仅仅考虑了仪表在可燃性气体中工作时，不致引起爆炸的一面，要想保证仪表正常工作，还需考虑仪表本身所能适应的环境温度。如果两者出现矛盾时，首先应服从防爆规程的限制。例如差压变送器的工作环境温度为-40~+80℃，在放大器移置于变送器外的情况下最高可达120℃（即保证仪表正常工作的条件）。所以，它在T5组使用时，环境温度最高为70℃（受防爆规程限制），在T4组中使用时的环境温度最高为100℃（受防爆规程限制），而在T1、T2、T3三组中使用时，最高环境温度为120℃（受仪表本身正常工作条件的限制）。

第三节 I型仪表的分类和型号命名

一、品 种 分 类

（一）按仪表在系统中的作用和特点可分为以下八类，见图1-4。

（1）变送单元：温度变送器、差压变送器、液位变送器、压力变送器等。