

79.892  
152  
C.2

# DDZ-III 型 电动单元组合仪表

化学工业部化工进口项目建设指挥部组织编写



## 重 印 前 言

DDZ-Ⅲ型电动单元组合仪表是七十年代出现的一种结构先进、性能优良的自控仪表。我国有关部门本着对外国先进技术“一学、二用、三改、四创”的精神，在短时间内研制成功了这类新型自控仪表。为了适应发展化学工业、用先进的自控技术装备化工装置的需要，同时为适时地普及DDZ-Ⅲ型电动仪表理论和应用技术知识，配合培训化工自动化仪表工和技术人员的需要，我们在总结试制和应用这类仪表的经验的基础上，组织编写了本书。

参加本书编写和审定工作的有吉林化学工业公司仪表厂、浙江大学、沈阳化工学院、河北化工学院、上海化工学院、大连工学院、北京化工学院、哈尔滨工业大学、重庆大学、华东石油学院、兰州炼油厂仪表厂、北京燕山石油化学总公司前进化工厂、四川化工厂、泸州天然气化工厂、化工部第六设计院、化工部自动控制设计技术中心站。在出版过程中，北京化工实验厂、北京有机化工厂做了大量具体工作，对此，表示谢意。

本书于一九七七年初出版，通过三年来在生产建设和教学培训中使用，受到读者的好评。为了进一步满足广大读者的需要，适应实现四个现代化的要求，我们决定将该书重印。

过去编写出版此书时，由于编写和审稿时间仓促，加之我们水平所限，又缺乏经验，书中难免存有一些缺点和错误。这次重印时，作了少量的修改，可能还有遗漏或不妥之处，请广大读者批评指正，以便进一步修订提高。

· 化学工业部化工进口项目建设指挥部

1980年4月

## 符 号 说 明

本书尽量采用国际通用符号，不全者采用拼音符号。

|                                      |                |              |                            |
|--------------------------------------|----------------|--------------|----------------------------|
| $V_i$                                | 输入电压           | $R_I$        | 积分电阻                       |
| $I_i$                                | 输入电流           | $R_D$        | 微分电阻                       |
| $V_o$                                | 输出电压           | $K_I$        | 积分增益                       |
| $I_o$                                | 输出电流           | $K_D$        | 微分增益                       |
| $V_f$                                | 反馈电压           | $P$          | 比例带                        |
| $I_f$                                | 反馈电流           | $T_I$        | 积分时间                       |
| $Z_F$                                | 反馈阻抗           | $T_D$        | 微分时间                       |
| $V_s$                                | 给定电压           | $F$          | 反馈系数、相互干扰系数                |
| $V_F$                                | 集成运算放大器同相输入端电位 | $S$          | 拉氏算子                       |
| $V_F$                                | 集成运算放大器反相输入端电位 | $I_{cd}$     | 充电电流                       |
| $V_B$                                | 基准电平 (10 V)    | $I_r$        | 放电电流                       |
| $V_P$                                | 偏置电压           | $T$          | 时间常数、周期、三极管、场效应管、单结晶体管、可控硅 |
| $V_+$                                | 正电源            | $t$          | 时间                         |
| $V_-$                                | 负电源            | $f$          | 频率                         |
| $\alpha$                             | 运算系数           | $e$          | 相对误差                       |
| $\beta$                              | 运算系数           | $\Delta$     | 绝对误差、增量符号                  |
| $K$                                  | 运算系数，开关        | $R$          | 电阻、磁阻                      |
| $N$                                  | 运算系数           | $Z$          | 阻抗                         |
| $m$                                  | 运算系数           | $C$          | 电容                         |
| $+IN$                                | 集成运算放大器同相输入端   | $L$          | 电感                         |
| $-IN$                                | 集成运算放大器反相输入端   | $\phi$       | 磁通                         |
| $V_{os}$                             | 失调电压           | $\phi_m$     | 主磁通                        |
| $I_{os}$                             | 失调电流           | $\phi_g$     | 漏磁通                        |
| $I_b$                                | 偏置电流           | $H$          | 磁场强度                       |
| $R_i$                                | 差模输入电阻         | $B$          | 磁感应强度                      |
| $R_c$                                | 共模输入电阻         | $M$          | 互感                         |
| $A$                                  | 开环差模电压增益       | $D$          | 二极管、稳压管                    |
| $A_c$                                | 共模电压增益         | $IC$         | 集成组件                       |
| $R_o$                                | 输出电阻           | $W$          | 电位器、传递函数                   |
| $CMRR$                               | 共模抑制比          | $B$          | 变压器                        |
| $\frac{\partial V_{os}}{\partial V}$ | 电源电压灵敏度        | $C_H$        | 测试孔                        |
| $\frac{\partial V_{os}}{\partial T}$ | 失调电压温度系数       | $C_T$        | 插头                         |
| $\frac{\partial I_{os}}{\partial T}$ | 失调电流温度系数       | $C_Z$        | 插座                         |
| $C_M$                                | 积分电容           | $\times$     | 可调元件符号                     |
| $C_D$                                | 微分电容           | $\downarrow$ | 基准电平符号、虚地                  |
|                                      |                | $\perp$      | 接地                         |

# 目 录

|                                                       |     |
|-------------------------------------------------------|-----|
| <b>第一章 DDZ-III型仪表总体概述</b>                             | 1   |
| 第一节 III型仪表的特点                                         | 1   |
| 第二节 III型仪表主要技术指标                                      | 2   |
| 第三节 品种分类及型号命名                                         | 4   |
| 第四节 III型仪表的应用                                         | 5   |
| 第五节 安全火花型防爆仪表的基本知识                                    | 9   |
| <b>第二章 集成运算放大器</b>                                    | 12  |
| 第一节 概述                                                | 12  |
| 第二节 差分放大器的基本知识                                        | 15  |
| 第三节 集成运放电路的结构及其特点                                     | 20  |
| 第四节 5G24通用运算放大器简介                                     | 39  |
| 第五节 集成运算放大器的主要技术指标                                    | 45  |
| 第六节 高阻抗和低漂移运算放大器                                      | 49  |
| <b>第三章 理想运算放大器及其基本运算电路</b>                            | 57  |
| 第一节 理想运算放大器的基本运算关系                                    | 57  |
| 第二节 DDZ-III型仪表中常用的运算电路                                | 60  |
| <b>第四章 实际运算放大器的运算电路分析</b>                             | 66  |
| 第一节 闭环参数和开环参数的近似关系                                    | 66  |
| 第二节 开环增益 $A$ 、输入阻抗 $Z_{IF}$ 、反馈阻抗 $Z_F$ 的变化所引起的闭环增益误差 | 73  |
| 第三节 闭环参数和开环参数的准确关系                                    | 76  |
| 第四节 失调电压 $V_{os}$ 、偏置电流 $I_b$ 和失调电流 $I_{os}$ 对运算精度的影响 | 81  |
| 第五节 计算举例                                              | 84  |
| 第六节 差动输入电路的普遍关系式                                      | 88  |
| <b>第五章 集成运放主要技术指标的测试</b>                              | 96  |
| 第一节 开环测试方法                                            | 96  |
| 第二节 闭环测试方法                                            | 98  |
| 第三节 利用辅助放大器的测试方法                                      | 105 |
| <b>第六章 调节器</b>                                        | 114 |
| 第一节 概述                                                | 114 |
| 第二节 基型调节器                                             | 116 |
| 第三节 特种调节器                                             | 145 |
| 第四节 附加单元                                              | 161 |
| 第五节 调节器和计算机的配合                                        | 167 |

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 第六节 调节器的校验           | 170 |
| <b>第七章 手动操作器</b>     | 174 |
| 第一节 DTQ 型手动操作器       | 174 |
| 第二节 便携式手动操作器         | 177 |
| 第三节 手动操作器的调校与故障处理    | 180 |
| <b>第八章 温度变送器</b>     | 183 |
| 第一节 概述               | 183 |
| 第二节 放大单元的工作原理        | 184 |
| 第三节 直流毫伏变送器的量程单元     | 195 |
| 第四节 电阻体温度变送器的量程单元    | 198 |
| 第五节 改进型电阻体温度变送器的量程单元 | 206 |
| 第六节 热电偶温度变送器的量程单元    | 209 |
| 第七节 安全火花型防爆措施        | 219 |
| 第八节 温度变送器的调校及故障处理    | 220 |
| <b>第九章 加减器</b>       | 223 |
| 第一节 概述               | 223 |
| 第二节 各级工作原理           | 224 |
| <b>第十章 乘除器</b>       | 231 |
| 第一节 概述               | 231 |
| 第二节 工作原理及运算关系的推导     | 231 |
| 第三节 乘除器的应用           | 241 |
| 第四节 乘除器的调校           | 244 |
| <b>第十一章 开方器</b>      | 249 |
| 第一节 概述               | 249 |
| 第二节 各级工作原理           | 250 |
| 第三节 开方器的调校及故障处理      | 254 |
| <b>第十二章 比例积算器</b>    | 258 |
| 第一节 概述               | 258 |
| 第二节 各级工作原理           | 260 |
| 第三节 比例积算器的调校及故障处理    | 272 |
| <b>第十三章 比率设定器</b>    | 275 |
| 第一节 概述               | 275 |
| 第二节 工作原理             | 276 |
| 第三节 比率设定器的调校及故障处理    | 280 |
| <b>第十四章 安全保持器</b>    | 284 |
| 第一节 安全保持器的原理         | 284 |
| 第二节 安全保持器的线路分析       | 288 |
| 第三节 安全保持器的调校及故障处理    | 299 |
| <b>第十五章 显示单元</b>     | 302 |

|             |                                     |     |
|-------------|-------------------------------------|-----|
| 第一节         | 概述                                  | 302 |
| 第二节         | 测量组件                                | 303 |
| 第三节         | 连杆及直线化机构                            | 318 |
| 第四节         | 记录纸驱动电路                             | 319 |
| 第五节         | 调整和校验                               | 322 |
| 第六节         | 脉冲信号发生器                             | 324 |
| <b>第十六章</b> | <b>矢量机构力平衡式差压变送器</b>                | 327 |
| 第一节         | 概述                                  | 327 |
| 第二节         | 差压变送器的工作原理及特点                       | 327 |
| 第三节         | 品种规格及主要技术性能                         | 329 |
| 第四节         | 位移检测放大器                             | 331 |
| 第五节         | 差压变送器的静态特性                          | 340 |
| 第六节         | 差压变送器的调校及故障处理                       | 345 |
| <b>第十七章</b> | <b>转换单元</b>                         | 348 |
| 第一节         | 电/气转换器                              | 348 |
| 第二节         | 电/气阀门定位器                            | 355 |
| <b>第十八章</b> | <b>电源箱</b>                          | 364 |
| 第一节         | 概述                                  | 364 |
| 第二节         | 铁磁谐振稳压器的的工作原理                       | 365 |
| 第三节         | 整机线路                                | 370 |
| 第四节         | 电源箱的调校与故障处理                         | 371 |
| <b>第十九章</b> | <b>分电盘</b>                          | 373 |
| 第一节         | 概述                                  | 373 |
| 第二节         | 工作原理                                | 373 |
| <b>附录</b>   | <b>1. 国外集成运放的种类及主要参数</b>            | 377 |
|             | <b>2. 国产集成运放、集成稳压器的电路图、接线图及主要参数</b> | 378 |

## 第一章 DDZ-III 型仪表总体概述

随着我国国民经济的发展,大型现代化炼油厂和化工厂不断出现,它们对生产自动化控制仪表的要求越来越高。不但要求具有良好的稳定性和可靠性,而且应有先进的可靠的防爆结构。为了适应国民经济的这一发展要求,我国已经成功地研究制造出了具有七十年代先进水平的新型仪表——DDZ-III型电动单元组合仪表(简称III型仪表),并已在现场正常运行使用。经实践证明,这套仪表性能稳定、可靠,适应了大型炼油厂和化工厂的要求。为了使广大读者了解这套仪表的特点,并掌握其工作原理,以利于对其使用和维修,在本书中就将有关内容加以介绍。

### 第一节 III型仪表的特点

III型仪表和II型仪表一样,同属单元组合仪表。因此,无论是被检测和控制参数,还是仪表的品种及在系统中的作用都基本上是相同的。但是,由于在III型仪表中采用了新型元件(集成电路)和新型防爆结构(安全火花型)使得它和II型相比又具有如下特点:

#### 1. 采用了国际标准信号制

现场传输信号为  $4\sim 20\text{ mA DC}$

控制室联络信号为  $1\sim 5\text{ V DC}$

信号电流与电压的转换电阻为  $250\ \Omega$ 。

这种信号制的优点是:

(1) 电气零点不是从零开始,且不与机械零点重合。因此,不但充分利用了晶体管的线性段,而且容易识别断电、断线等故障;

(2) 只要改变转换电阻就可以将其它“活零点”的电流信号转换为  $1\sim 5\text{ VDC}$  的电压信号;

(3) 为现场变送器实现两线制创造了条件,而实现两线制又有利于安全防爆;

(4) 由于联络信号一样,可采用并联信号制,这就克服了II型仪表中由于采用串联信号制所带来的缺点。

#### 2. 采用了新型元件——集成电路

由于在III型仪表中广泛地采用集成电路,这给仪表带来如下优点:

(1) 由于集成运算放大器均为差分放大器,且输入级对称性好,所以漂移小,仪表的稳定性得到提高;

(2) 由于在III型仪表中所用运算放大器大部份是高增益的,所以开环放大倍数很高,这使仪表的精度得到提高;

(3) 由于在集成电路中,元件、线路、材料集成于一体,所以焊点少、强度高,大大地提高了仪表的可靠性;

(4) 由于采用集成电路,可以方便地实现小信号直接放大,无需象II型仪表那样进行信号调制。这就使很多单元省掉了铁淦氧变压器。这一措施使得仪表的可靠性有了进一步

的提高(因为变压器断线是常见故障之一);

(5) 由于集成电路具有机动灵活的特点, 所以使调节器的功能得到扩大。

### 3. 供电方式不同

在Ⅲ型仪表中采用了 24 V DC 集中供电, 并与备用蓄电池构成无停电装置。这种供电方式的优点是:

(1) 各单元省掉了电源变压器, 所以也没有工频电源进入单元仪表, 为仪表的防爆提供了有利条件;

✓ (2) 可实现两线制;

✓ (3) 在工频电源停电的情况下, 整套仪表在一定时间内仍可照常工作, 继续发挥其监视控制作用, 有利于安全停车。

### 4. 结构合理

Ⅲ型仪表在结构上较Ⅱ型也有许多先进之处, 这主要表现在以下几方面:

(1) 调节器有全刻度指示调节器和偏差指示调节器两个基型品种, 指示表头为 100 毫米大表头, 指示醒目、造形大方、便于监视;

(2) 自动、手动的切换以无平衡无扰动的方式进行, 并有硬手动和软手动两种方式;

(3) 调节器设有手动操作插孔, 可和便携式手动操作器配合使用;

(4) 有适合于单独安装和高密度安装的结构形式;

(5) 有内给定和外给定两种给定方式, 并设有外给定指示灯;

(6) 根据不同的要求, 调节器可以方便地增减附加单元, 如报警灯、报警单元、限幅单元等。

### 5. 整套仪表可构成安全火花型防爆系统

Ⅲ型仪表在设计上是按国家防爆规程进行的, 在工艺上对容易脱落的元件、部件都进行了胶封。而且增加了安全单元——安全保持器, 实现了控制室与危险场所之间的能量限制与隔离, 这是Ⅲ型仪表的重要特点。

## 第二节 Ⅲ型仪表主要技术指标

### 一、主要技术性能

1. 基本误差为  $\pm 0.5\%$ , 变差不超过  $\frac{1}{2}$  基本误差允许值;

2. 供电电压为  $24\text{ V} \pm 10\%$ , 当电源电压在此范围内变化时, 仪表的附加误差不超过基本误差允许值;

3. 使用环境温度, 控制室仪表为  $0 \sim 50^\circ\text{C}$ , 现场安装仪表为  $-40 \sim +82^\circ\text{C}$ ;

4. 使用环境湿度, 控制室仪表小于  $85\%$ , 现场安装仪表小于  $95\%$ ;

5. 环境振动影响, 当振动频率为  $25\text{ HZ}$ , 控制室仪表在振幅不大于  $0.2\text{ 毫米}$ , 现场安装仪表在振幅不大于  $0.5\text{ 毫米}$  时, 仪表的附加误差均不超过基本误差允许值;

6. 长期运行漂移, 仪表通电四小时后, 连续运行七天, 其附加误差不超过基本误差允许值;

7. 防爆等级为  $\text{H III} \text{。}$



## 二、外形结构

### (一) 盘装仪表

1. 盘装仪表(除积算计数器外)的外形及开孔尺寸为:

对单台安装:

外形尺寸:  $87 \times 182.5 \times 665$  (宽  $\times$  高  $\times$  长)

开孔尺寸:  $80^{+0.5} \times 172^{+0.5}$  (宽  $\times$  高)

对高密度安装:

外形尺寸:  $(70n + m) \times 182.5 \times 665$  (宽  $\times$  高  $\times$  长)

开孔尺寸:  $(70n + m)^{+a} \times 172^{+0.5}$  (宽  $\times$  高)

其中  $n$ ——仪表安装台数;

$m$ ——外加尺寸;

$a$ ——公差

如果  $n=1\sim5$  台时,  $m=10$ ,  $a=0.5$

$n=6\sim10$  台时,  $m=12$ ,  $a=0.8$

$n>11$  台时,  $m=13$ ,  $a=1$

2. 盘装式仪表外壳端子板与折叠式带状导线通过插件与表芯连接, 拆装维修方便;

3. 调节器面板设有信号检查用和手动操作器用插孔, 供便携式手动操作器进行手动调节用(当调节器出故障时);

4. 高密度安装的盘装仪表做成纵形, 并在结构上给予相应考虑;

5. 端子板分为主端子板和副端子板, 主端子数为 15 个, 副端子数为 14 个, 当主端子不够用时, 可用副端子。

### (二) 架装仪表

1. 架装仪表(除电源箱外)外形尺寸统一为  $48 \times 175 \times 290$  (宽  $\times$  高  $\times$  长)、安装孔距离为  $165^{+0.2}$  mm。

2. 架装仪表接线端子部分用插入式接线端子, 因此拆装方便, 无须重新布线, 这避免了由于重新布线可能造成的差错。

3. 架装仪表主端子板端子数为 11 个, 副端子板端子数为 6 个。这种结构是考虑了防爆规程的要求, 即安全火花电路和非安全火花电路的端子需分开设置。

### (三) 现场变送器

1. 现场变送器从防爆上分为一般型、隔爆型和安全火花型三种结构。

2. 变送器的外壳和机体之间采用密封型结构。

3. 由于变送器采用力平衡原理的固定支点矢量平衡机构, 因此有较高的稳定性和较强的抗振动能力。

4. 过载保护结构简单、可靠, 膜盒上采用波纹保护, 主杠杆采用弹簧片保护。

5. 接触液体部分材料尽量采用各种耐腐蚀材料。

6. 放大器可外置使用, 使用环境温度为  $-40\sim+120^{\circ}\text{C}$ 。

7. 变送器都安装在  $\phi 50$  的管道上。

表 1-1 就 III 型仪表和 II 型仪表的主要技术性能进行了比较, 从中可以发现, III 型仪表

较Ⅱ型仪表具有许多优点。这些优点是Ⅲ型仪表中采用了新型的元件、合理的结构设计所获得的。

表 1-1 DDZ-Ⅱ型与 DDZ-Ⅲ型仪表比较

| 系 列   | 信号、电源与联接方式 |          |       |      | 防爆型式及安全保持器   |       | 主 要 元 件 |          | 结 构 特 点     |              |               |
|-------|------------|----------|-------|------|--------------|-------|---------|----------|-------------|--------------|---------------|
|       | 信 号        | 电 源      | 现场变送器 | 接受仪表 | 防爆型式         | 安全保持器 | 主要运算元件  | 主要测量膜盒   | 现场变送器       | 盘装仪表         | 盘后架装          |
| DDZ-Ⅱ | 0~10 mA DC | 220 V AC | 四线制   | 串联制  | 隔爆型          | 无     | 晶体管     | 四氟环型保护膜盒 | 一般力平衡       | 小表头<br>单台安装  | 端子板<br>接线式    |
| DDZ-Ⅲ | 4~20 mA DC | 24V DC   | 二线制   | 并联制  | 安全火花型<br>隔爆型 | 有     | 集成电路    | 扁平波紋保护膜盒 | 大量机构<br>力平衡 | 大表头<br>高密度安装 | 端子板加<br>插件连接式 |

| 系 列   | 主 要 技 术 性 能 |      |     |     | 品 种 规 格 及 功 能 |      |      |        | 维护检修及备品备件 |      | 经 济 性 |
|-------|-------------|------|-----|-----|---------------|------|------|--------|-----------|------|-------|
|       | 防爆等级        | 性能指标 | 稳定性 | 可靠性 | 品种规格          | 使用范围 | 系统构成 | 与计算机联用 | 维护检修      | 备品备件 |       |
| DDZ-Ⅱ | 低           | 一般   | 差   | 一般  | 一般            | 一般   | 一般   | 兼容性差   | 较难        | 互换性差 | 一般    |
| DDZ-Ⅲ | 高           | 高    | 好   | 高   | 全             | 广    | 灵活多样 | 兼容性好   | 方便        | 互换性好 | 一般    |

### 第三节 品种分类及型号命名

#### 一、品种与分类

根据单元功能及结构特点，DDZ-Ⅲ型仪表大体有下列八个基型品种：

1. 差压型二线制变送器；
2. 温度变送器；
3. 安全保持器；
4. 调节器；
5. 指示记录仪；
6. 计算单元；
7. 电/气转换器；
8. 电源箱。

仪表的分类：

按使用场所分为危险场所(现场)和安全场所(控制室)两种仪表；

按安装方式可分为现场安装、盘面安装和盘后架装三种仪表；

按仪表在系统中的作用和特点可分为变送单元、转换单元、显示单元、调节单元、计算单元、安全单元、辅助单元等，我国基本按这种方式分类。

#### 二、型号及规格编号的规定

型号及规格编号的命名，是根据一机部关于“型号命名”的规定，并结合Ⅲ型电动仪表

的特点进行的。由于目前全国的统一规定还没有制定出来,因此这里介绍的,仅是暂行规定。

Ⅲ型电动仪表的产品名称和型号命名基本上采用了Ⅱ型电动仪表的规定,而规格编号和附件编号及其型号是重新规定的。Ⅲ型电动仪表仍以电(Dian)、单(Dan)、组(Zu)三字的汉语拼音字母标志,即为DDZ,整套仪表取名DDZ-Ⅲ型电动单元组合仪表。

分类产品的型号和规格之间以横线隔开,而规格编号与附加规格编号之间则以横线或斜线分隔。

### (一) 型号命名

型号由三个汉字拼音大写字母组成。

第一个字母均为“D”,以表示电动单元组合仪表产品。

第二个字母代表各产品的分类,如:变送单元(B)、转换单元(Z)、计算单元(J)、调节单元(T)、安全单元(A)、辅助单元(F)等。

第三个字母代表产品的名称,如:毫伏、温度(W)、压力(Y)、差压(G)、流量(L)、浮筒液位(F)、气/电转换(Q)、电/气转换(D)、电/气阀门(F)、加减(J)、乘除(C)、开方(K)、积算(S)、倒相(F)、记录(J)、比率(B)、调节(L)、手操(Q)、报警(B)、限幅(S)、选择(S)、升压(F)、隔离(G)、安全保持器(B)、脉冲发生器(M)、插孔板(K)、分电盘(P)、电源箱(D)、指示(Z)。

型号命名举例:

DBG——电动差压型变送器;

DTL——电动调节器;

DJG——电动乘除器。

### (二) 规格编号

产品规格编号由四位数字组成,第一位数字为“3”,表示Ⅲ型电动仪表的产品,以区别Ⅰ型、Ⅱ型电动仪表,第二、第三、第四位数字根据不同产品,表示不同的用途及特点。

关于附加规格,根据用途和特点,单独标志。

产品型号及规格举例:

1. DBG 3225-F $\frac{10}{F_3}$  表示电动中静压中差压变送器。其中第一位数字“3”表示Ⅲ型,第二位数字“2”表示测量室材质为不锈钢,第三位数字“2”表示中静压中差压,第四位数字“5”表示防爆结构为安全火花型,F $\frac{10}{F_3}$ 表示带有0~100%等分刻度的现场指示计, $\frac{10}{F_3}$ 表示带零位迁移机构。

2. DTL-3111-G $\frac{01}{1}$ -G $\frac{14}{1}$  表示全刻度指示调节器。其中第一位数字“3”表示Ⅲ型,第二位数字“1”表示全刻度指示调节器,第三位数字“1”表示设定方式为内/外给定的一般型,第四位数字“1”表示带输出限幅,G $\frac{01}{1}$ 表示带报警灯,G $\frac{14}{1}$ 表示带励磁型输入报警。

因此,选用产品时,要明确指定产品型号、规格及附件;以满足生产实际的需要。

关于具体产品型号及规格,可参看制造厂提供的产品目录。

## 第四节 Ⅲ型仪表的应用

这节主要讨论Ⅲ型表在应用中的一些特点及其系统结构,而不去研究各种系统的自动

调节方案与过程，因为这方面的内容在自动化有关书籍中已有详细说明。

如前所述，Ⅲ型表和Ⅱ型表在自动控制系统中的作用是一样的，但Ⅲ型毕竟比Ⅱ型有所发展，这些在构成系统时就充分的体现出来了。下面我们就通过两个具体实例来看一下Ⅲ型表和Ⅱ型表的异同点。

### 一、单参数调节系统

用天然气做为原料来生产合成氨的工艺流程中，脱硫塔的单参数控制流程，如图 1-1 所示。其系统方块图如图 1-2。

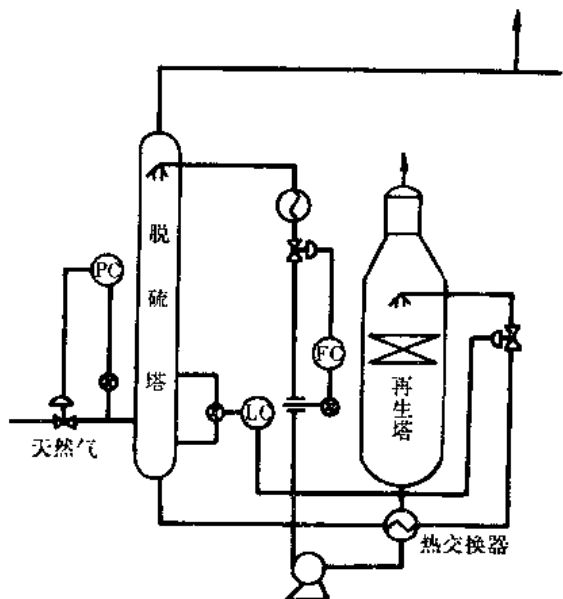


图 1-1 脱硫塔控制流程图

对于这样的调节系统，如果采用Ⅲ型仪表，既可以构成一般调节系统，也可以构成安全火花型调节系统。图 1-3 和图 1-4 分别为它们的接线图。

由上面各图可以看出，由Ⅲ型仪表所构成的调节系统，在结构上与Ⅱ型仪表没什么两样，但其接线不同，主要特点是：

1. 在一般调节系统中，现场变送器由 DFP 型分电盘供电，而在安全火花型系统中，则由 DAB-3330 型安全保持器供电。分电盘或安全保持器将 4~20 mA 的电流信号转换成 1~5 V 电压信号，并传输给接受仪表。

2. 安全保持器的安全火花端子与非安全火花端子是分开的。凡来自危险场所的信号均接到安全火花端子上，如变送器

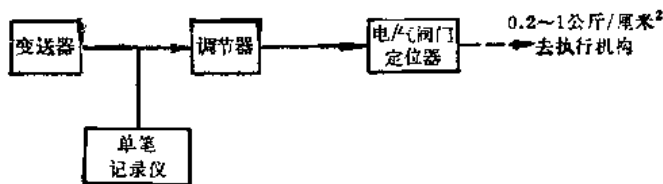


图 1-2 脱硫塔流量调节系统方块图

的信号接 A、B 端子；凡送往危险场所的信号同样也须接到安全火花端子上，如调节器的输出信号经输出式安全保持器的 C、D 端子送到电/气阀门定位器。

3. 在安全火花型系统中，现场仪表采用安全火花型防爆结构。

### 二、按温度和压力校正的气体流量调节系统

气体的体积（或重量）流量是根据流体的温度和压力的变化而变化。如果把不同的温度和压力下的气体流量换算成标准状态时的流量，就需根据气体状态方程式对温度和压力进行校正，求得标准状态时的气体流量。

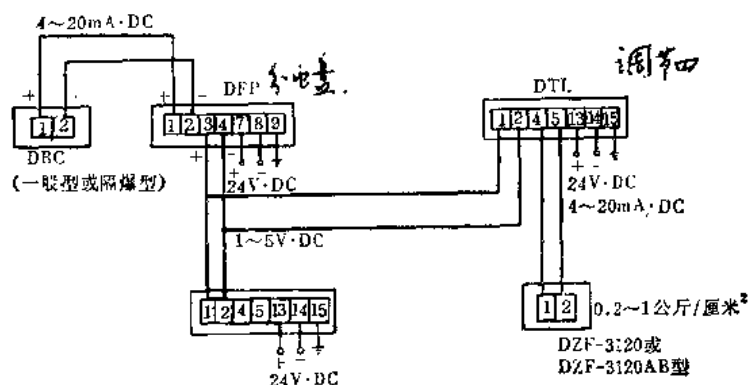


图 1-3 脱硫塔流量调节系统（一般）接线图

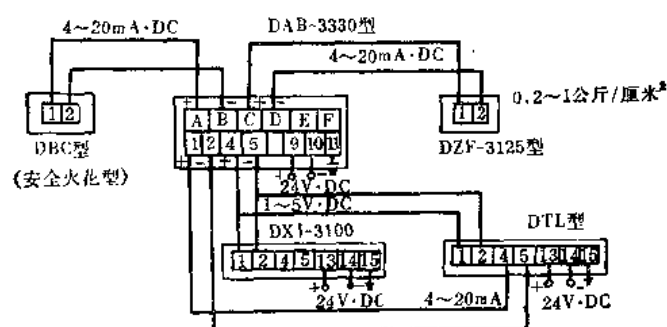
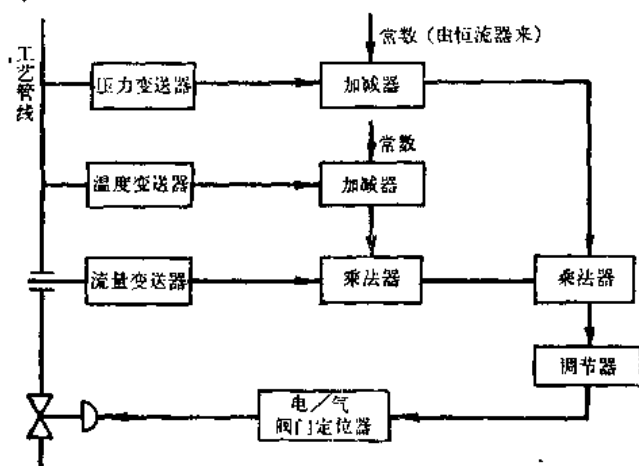
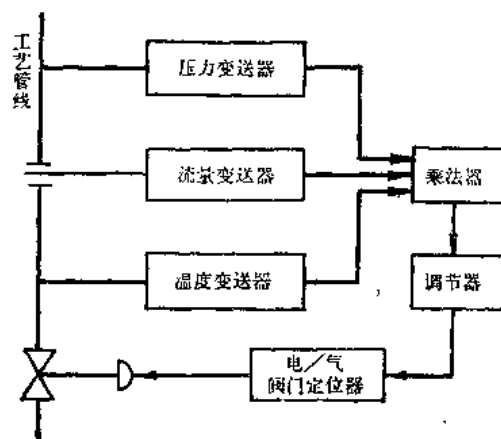


图 1-4 脱硫塔流量调节系统（安全火花型）接线图

图 1-5 和图 1-6 分别表示了用Ⅱ型和Ⅲ型仪表构成的控制系统图。显然，Ⅲ型仪表构成这种系统简单、方便而经济。因为一台Ⅲ型乘除器就可完成二台Ⅱ型加减器、恒流器和乘除器的功能。

图 1-5 Ⅱ型仪表构成的控制  
气体流量系统图图 1-6 Ⅲ型仪表构成的控制  
气体流量系统图

为了更好地比较实际需要的仪表台数，图 1-7 和图 1-8 分别表示了用 II 型和 III 型仪表构成温度压力校正系统的方块图。

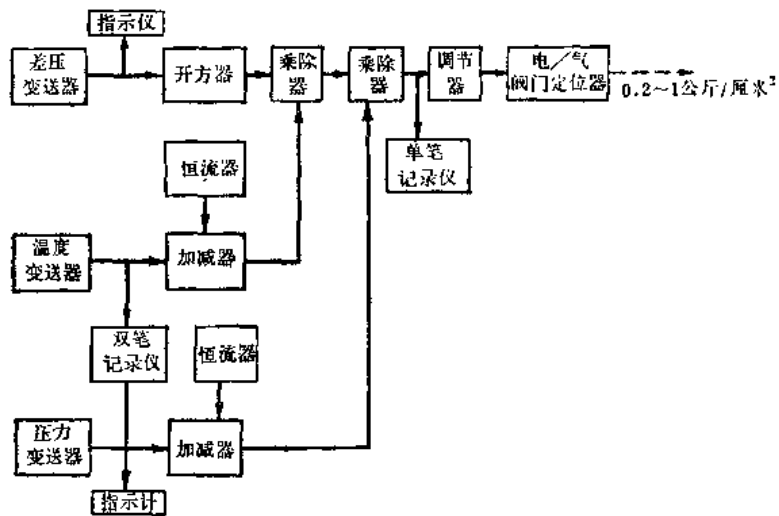


图 1-7 II型仪表构成温压校正系统的方块图

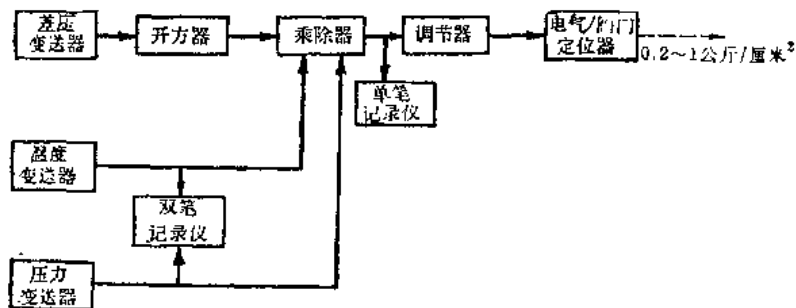


图 1-8 III型仪表构成温压校正系统的方块图

将方块图中所需仪表台数进行比较，列于表 1-2。

表 1-2

| 类 型      | 变送器<br>(台) | 指示仪<br>(台) | 记录仪<br>(台) | 开方器<br>(台) | 恒流器<br>(台) | 加减器<br>(台) | 乘除器<br>(台) | 调节器<br>(台) | 电气阀门定位器<br>(台) | 分电盘<br>(台) |
|----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------------|------------|
| DDZ-II型  | 3          | 2          | 2          | 1          | 2          | 2          | 2          | 1          | 1              | —          |
| DDZ-III型 | 3          | —          | 2          | 1          | —          | —          | 1          | 1          | 1              | 1          |

由于III型变送器有现场指示计，故无需再加指示，但需加一台分电盘。在构成同样的系统时，用III型仪表共节省六台仪表，其效果是显著的。

对于温、压校正系统构成安全火花型防爆系统的接线图见图 1-9，与构成一般系统的接线图大同小异，这里不再赘述。

通过以上两个具体实例可以明显看出，III型仪表不但可以构成一般调节系统，而且可

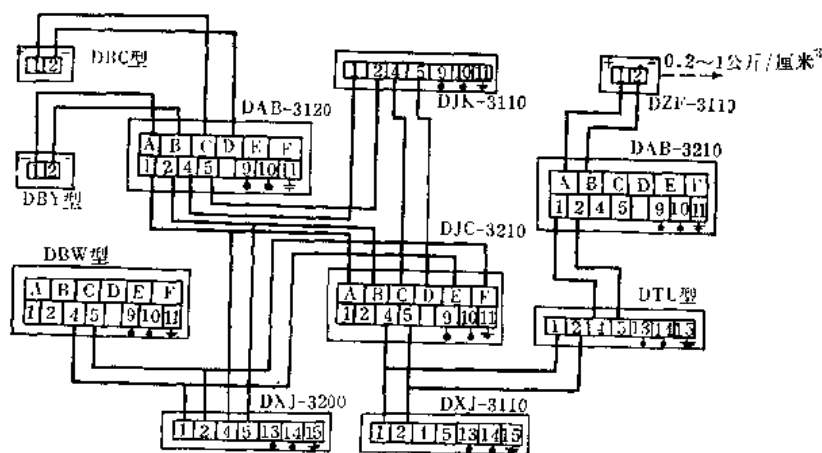


图 1-9

以构成安全火花型防爆系统，同时在构成系统时可以用较少的台件数实现同样的功能。这些是 I 型仪表的突出优点。

## 第五节 安全火花型防爆仪表的基本知识

### 一、安全火花型防爆仪表的基本概念

所谓“安全火花”，是指其能量不足以构成其周围可燃介质点火源的“火花”。

采取一定措施后，对在正常状态或事故状态所产生的“火花”均为“安全火花”的仪表，称之为安全火花型防爆仪表。

从上述含义出发可以看出，安全火花型防爆仪表在本质上是安全的，因此国外也称这种仪表为本质安全防爆仪表，简称本安仪表。

这里所说采取一定措施，主要是指两个方面。其一，在线路设计上，对处于危险场所的回路，要选择适当大小的  $R$ 、 $C$ 、 $L$ ，借以达到限制火花能量，使其只产生安全火花；同时在较大的  $R$ 、 $C$ 、 $L$  回路中并联二极管来消除不安全火花。其二，是指在仪表品种中增加了安全单元——安全保持器，其作用是对安全场所的高能量进行限制和隔离，使其不致窜入危险场所（安全保持器的工作原理在十四章讲解）。由此可以看出，前一种措施是使危险场所不产生不安全火花，后一种措施是使安全场所的不安全火花到不了危险场所。这两种措施是达到安全火花防爆的关键。

### 二、安全火花型防爆仪表的优点

1. 安全火花型防爆仪表防爆等级比结构防爆仪表高一级，所以可以用在氢气、乙炔和二硫化碳等危险场所，而结构防爆仪表则不能；
2. 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. 安全火花型防爆系统，经长期使用后不降低防爆等级；
4. 安全火花型防爆仪表在运行中，可用安全火花型测试仪器在现场进行带电测试和检修。

### 三、安全火花型防爆仪表的品种及结构

在Ⅲ型仪表中属于安全火花型防爆仪表的有：差压变送器类、温度（毫伏）变送器、电/气转换器、电阀门、安全保持器。

在安全火花型防爆仪表中，有两种性质的电路。其一是安全火花电路，这种电路是严格按照国家防爆规程进行设计的；其二是一般电路，即非安全火花电路。当两种电路处于同一块印刷板或装在同一壳体时，必须采取严格的有效措施防止二者混浊。

这里顺便指出，由安全火花型防爆仪表所构成的系统，不一定是安全火花型防爆系统，如图 1-10 就不是安全火花型防爆系统，而图 1-11 则是安全火花型防爆系统。从广义方面讲，在图 1-11 中，由安全保持器至现场（危险场所）一侧为安全火花电路，而从安全保持器至非危险场所一侧为非安全火花电路。电路所以有这种质的变化，完全是由于有了安全保持器所决定的，所以安全保持器是构成安全火花型防爆系统的关键。必须指出，有了安全保持器，系统也不一定是安全火花型防爆系统，若在图 1-11 中的现场仪表中有很大的  $L$ 、 $C$ ，当线路出现故障（短路、断路）时，也可能产生非安全火花，引起爆炸事故。所以一个线路是安全火花电路的充分而必要条件，一是自身不产生非安全火花，二是安全场所的非安全火花不能流入。因而一个线路需经过国家防爆机关进行严格鉴定后，方能确认是否安全火花电路。

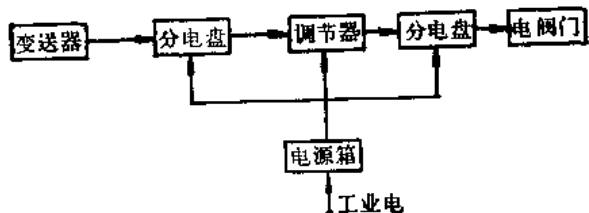


图 1-10 非安全火花型防爆系统

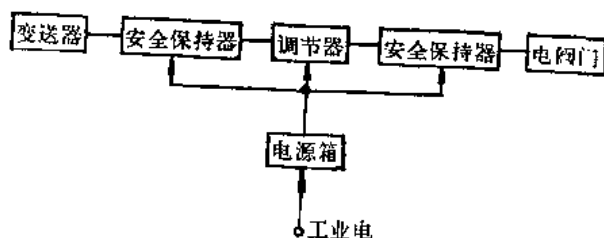


图 1-11 安全火花型防爆系统

统，如图 1-10 就不是安全火花型防爆系统，而图 1-11 则是安全火花型防爆系统。从广义方面讲，在图 1-11 中，由安全保持器至现场（危险场所）一侧为安全火花电路，而从安全保持器至非危险场所一侧为非安全火花电路。电路所以有这种质的变化，完全是由于有了安全保持器所决定的，所以安全保持器是构成安全火花型防爆系统的关键。必须指出，有了安全保持器，系统也不一定是安全火花型防爆系统，若在图 1-11 中的现场仪表中有很大的  $L$ 、 $C$ ，当线路出现故障（短路、断路）时，也可能产生非安全火花，引起爆炸事故。所以一个线

### 四、安全火花型防爆仪表的使用环境温度

为了确保安全防爆，必须严格限制仪表的表面温度，仪表的表面温度由两方面条件所决定，一是周围环境温度，二是仪表本身的温升。

根据我国的规定，将易燃易爆气体按其自燃点分为五组，将每组自燃点的温度乘以 80%，就是仪表表面的最高允许温度，如表 1-3 所示。

表 1-3 仪表表面最高允许温度

| 组 别        | a   | b   | c   | d   | e  |
|------------|-----|-----|-----|-----|----|
| 仪表表面允许温度，℃ | 360 | 240 | 160 | 110 | 80 |

由于仪表在运行中或事故状态可能使仪表有温升，所以仪表使用环境温度应按下式计算：



使用环境温度 = 自燃点温度  $\times 80\%$  - 仪表温升

式中仪表温升按  $10^{\circ}\text{C}$  计。根据此式计算，仪表在各组可燃气体中使用时，其允许最高环境温度如表 1-4 所示。

表 1-4 仪表使用最高环境温度

| 组 别                          | <i>a</i> | <i>b</i> | <i>c</i> | <i>d</i> | <i>e</i> |
|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 允许最高环境温度, $^{\circ}\text{C}$ | 350      | 230      | 150      | 100      | 70       |

表 1-3 和表 1-4 仅仅是考虑了可燃气体不致引起爆炸这一方面，另一方面要想保证仪表正常工作，还要考虑仪表本身所能适应的环境温度。如，安全保持器的工作环境温度为  $0\sim 50^{\circ}\text{C}$ ；差压变送器的工作环境温度为  $-40\sim +82^{\circ}\text{C}$ ，在放大器移置的情况下最高可到  $120^{\circ}\text{C}$ 。所以 III 型仪表中，差压变送器在 *e* 组使用时，环境温度最高为  $70^{\circ}\text{C}$ （受自燃点限制），在 *d* 组中使用时环境温度最高为  $100^{\circ}\text{C}$ （受自燃点限制），而在 *a*、*b*、*c* 三组使用时，最高环境温度为  $120^{\circ}\text{C}$ （受仪表本身正常工作条件限制）。

## 五、仪表的防爆等级标志

仪表的防爆等级标志有以下三种。

1.  $\text{HIII}_e$ ——“H”指安全火花型，“III”指最小引爆电流小于  $70\text{mA}$ ，“e”指自燃温度为 *e* 组；

2.  $\text{B}_{3d}$ ——“B”指隔爆型，“3”指 3 级防爆，“d”指自燃温度为 *d* 组；

3.  $\text{AB}_{3d}$ ——表示主体为安全型，接线盒附件为隔爆型，3 级防爆 *d* 组。

最后须着重指出，任何防爆仪表，在使用中必须正确选用防爆等级，此外还必须按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，方能保证其防爆性能，否则将造成严重事故。