

电动调节仪表

《电动调节仪表》编写组

DIANDONG DIAOJIE YIBIAO

上海科学技术出版社

内 容 简 介

本书主要介绍电动调节仪表中的电动单元组合式仪表及基地式调节仪表的作用原理、结构和某些部分的调校。电动单元组合式仪表主要介绍 DDZ-II 型系列。基地式调节仪表中除介绍动圈式调节仪表系列外,对目前试制、发展中的简易式调节仪表也举例略作介绍。另外,在电动执行器中对正在试制生产的简易式电动执行器作了简单的阐述。

电 动 调 节 仪 表

《电动调节仪表》编写组

(原上海人民版)

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所发行 上海新华印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 20.75 插页 2 字数 459,000

1979 年 10 月第 1 版 1979 年 10 月第 1 次印刷

印数: 1—13,000

书号: 15119·2041 定价: 2.00 元

前 言

工业自动化仪表日新月异地发展,在国民经济各部门已得到广泛的应用,化工、炼油等工业生产中也正逐步实现生产过程自动化。为了更迅速地推广应用化工测量及调节仪表,提高生产的自动化水平,1972年4月原燃化部召开的自控建设会议决定,由现化工部自控中心站组织编写《电动调节仪表》。

《电动调节仪表》编写组执笔者为:上海化工学院徐功仁、天津大学向婉成、华东石油学院赵玉珠、陈长清、浙江大学汤雪英、河北化工学院曹邦琨。全书由徐功仁统稿整理,上海化工学院张雪申、吴勤勤进行了校阅。

本书可供化工、炼油生产部门从事仪表及自动化工作者阅读,也可作为大专院校化工、炼油自动化专业学生的参考用书。

《电动调节仪表》编写组

一九七九年三月

目 录

第一章 引 言

| | |
|---------------|---|
| 第一节 气动仪表与电动仪表 | 1 |
| 第二节 电动仪表分类 | 2 |
| 第三节 电动单元组合式仪表 | 2 |
| 一、统一标准信号 | 3 |
| 二、分类 | 6 |
| 三、单元命名 | 7 |
| 第四节 基地式电动仪表 | 8 |
| 一、类型 | 8 |
| 二、命名 | 8 |

第二章 DTL 型调节器

| | |
|--------------------------|----|
| 第一节 DTL 型调节器的类型及其方块图 | 10 |
| 第二节 输入电路 | 11 |
| 一、偏差检测电路 | 11 |
| 二、内给定直流稳压源电路 | 13 |
| 三、辅助电路 | 14 |
| 第三节 PID 运算电路 | 15 |
| 一、概说 | 15 |
| 二、运算放大器和调节器的传递函数 | 17 |
| 三、PID 调节器的对数频率特性 | 24 |
| 四、比例、积分和微分作用与参数之间的关系 | 26 |
| 第四节 调制式直流放大器 | 34 |
| 一、调制与解调原理 | 34 |
| 二、调制 | 37 |
| 三、解调 | 43 |
| 四、输出电路 | 46 |
| 五、运算放大器的振荡及校正网络 | 49 |
| 六、自激振荡调制式放大器 | 50 |
| 第五节 手动操作部分与自动跟踪 | 52 |
| 第六节 DTL 型 PID 调节器实例 | 55 |
| 一、DTL-121 型 PID 调节器 (I) | 55 |
| 二、DTL-121 型 PID 调节器 (II) | 58 |
| 三、DTL-120 型 PID 调节器 | 64 |
| 第七节 DTL 型 PID 调节器的校验及检查 | 66 |
| 一、放大器校验 | 67 |
| 二、内外给定检查 | 67 |
| 三、比例度检查 | 67 |
| 四、积分时间检查 | 68 |

| | |
|---------------|----|
| 五、微分增益与微分时间检查 | 68 |
| 六、手动操作部分检查 | 68 |

第三章 变 送 器

| | |
|-----------------------|-----|
| 第一节 DBW 型温度 (温差) 变送器 | 69 |
| 一、测量桥路 | 69 |
| 二、电压 (毫伏) 电流 (毫安) 转换器 | 74 |
| 三、DBW 型温度 (温差) 变送器实例 | 76 |
| 四、校验 | 85 |
| 五、使用与安装 | 86 |
| 第二节 差压变送器 | 87 |
| 一、DBC 型差压变送器的结构与原理 | 87 |
| 二、差压变送器的测量 | 91 |
| 三、晶体管位移检测器和高频放大器 | 95 |
| 四、差压变送器的电磁反馈 | 103 |
| 五、差压变送器的静态特性 | 105 |
| 六、差压变送器的校验和安装 | 110 |
| 第三节 压力变送器 | 114 |
| 一、压力变送器 | 114 |
| 二、绝对压力变送器 | 117 |
| 三、负压力变送器 | 117 |
| 第四节 DBU 型液位变送器 | 118 |
| 第五节 DBL 型流量变送器 | 119 |
| 一、DBL 型差压流量变送器 | 119 |
| 二、靶式流量变送器 | 119 |

第四章 运算器和积算器

| | |
|---------------------|-----|
| 第一节 运算器的一般使用 | 121 |
| 一、运算器的一般用途 | 121 |
| 二、运算器的种类及其运算系数 | 121 |
| 三、运算器的一般检查与校验 | 124 |
| 四、运算器的一般安装 | 125 |
| 第二节 乘法器、除法器与乘除器 | 125 |
| 一、简单的乘法电路 | 126 |
| 二、正负矩形脉冲波调宽调高式乘除器 | 132 |
| 三、利用单向矩形脉冲波调宽调高的乘除器 | 139 |
| 四、霍尔元件乘除器 | 146 |
| 五、除法运算的精度 | 150 |
| 第三节 加减器 | 150 |
| 一、变流式加减器 | 151 |

| | |
|-------------------------|-----|
| 二、霍尔元件加减器 | 154 |
| 三、磁放大器式加减器 | 155 |
| 第四节 平方器和开方器 | 159 |
| 一、两极管平方器和开方器 | 159 |
| 二、利用乘除器做平方和开方运算 | 167 |
| 三、开方运算的精度与小信号切除电路 | 168 |
| 第五节 积算器 | 169 |
| 一、积算器的积算系数与积算速度 | 169 |
| 二、比例积算器 | 173 |
| 三、比例积算器的实例 | 173 |
| 四、开方积算器 | 183 |
| 五、积算器的检查与校验 | 189 |

第五章 其他单元

| | |
|---------------------------|-----|
| 第一节 电-气转换器 | 191 |
| 一、DQ-100型电-气转换器 | 191 |
| 二、DQ-2型电-气转换器 | 194 |
| 第二节 气-电转换器 | 199 |
| 第三节 频率转换器 | 200 |
| 一、DZP-02型频率转换器的工作原理 | 201 |
| 二、校验 | 206 |
| 三、其他频率-电压转换电路简介 | 206 |
| 第四节 给定器 | 213 |
| 一、DGA-02型恒流给定器 | 213 |
| 二、DGF-02型分流器 | 218 |
| 第五节 辅助单元 | 220 |
| 一、DFQ-02型操作器 | 220 |
| 二、DFQ-03型选择操作器 | 225 |
| 第六节 JBJ-II型闪光报警器 | 227 |
| 一、工作原理 | 228 |
| 二、校验与使用 | 230 |

第六章 DDZ-II型电动单元 组合式仪表的应用

| | |
|--|-----|
| 第一节 概述 | 231 |
| 第二节 催化裂化炼油装置中反应器——再生 器的主要控制部分 | 232 |
| 一、工艺简述 | 232 |
| 二、反应器-再生器的主要控制回路 | 233 |
| 第三节 硝酸氧化炉温度控制 | 237 |

| | |
|---------------------------------------|-----|
| 一、工艺控制参数的确定 | 237 |
| 二、自动调节系统的组成 | 238 |
| 三、采用 DDZ-II 型电动单元组合式仪表的具 体系统 | 239 |

第七章 基地式电动仪表

| | |
|------------------------|-----|
| 第一节 XCT 动圈式指示调节仪 | 244 |
| 一、概述 | 244 |
| 二、动圈式二位指示调节仪 | 246 |
| 三、动圈式三位指示调节仪 | 253 |
| 四、动圈式时间比例调节仪 | 256 |
| 五、连续电流输出动圈式指示调节仪 | 264 |
| 第二节 自动平衡记录调节仪 | 271 |
| 一、调节部分的工作原理 | 272 |
| 二、调节部分的传递函数 | 278 |
| 三、调节部分的技术性能 | 278 |
| 四、调节部分的校验 | 279 |
| 第三节 简易液位调节器 | 281 |
| 一、工作原理 | 281 |
| 二、调节系统举例 | 286 |
| 第四节 简易压力调节器 | 287 |
| 一、工作原理 | 287 |
| 二、调节器应用实例 | 292 |

第八章 电动执行器

| | |
|------------------------|-----|
| 第一节 概述 | 294 |
| 一、电动执行器的用途 | 294 |
| 二、电动执行器的主要技术要求 | 294 |
| 三、电动执行器的工作原理 | 295 |
| 第二节 DKJ 角行程电动执行器 | 296 |
| 一、执行器 | 296 |
| 二、伺服放大器 | 309 |
| 三、DKJ 电动执行器的调试 | 314 |
| 第三节 DKZ 直行程电动执行器 | 315 |
| 一、主要技术要求 | 315 |
| 二、结构特点 | 315 |
| 三、主要参数的确定 | 317 |
| 第四节 简易式电动执行器 | 318 |
| 一、简易式电动执行器的组成 | 318 |
| 二、滚切电机的工作原理 | 320 |
| 三、DF-1 型伺服放大器 | 324 |

第一章 引言

在化工、石油生产过程中,对一些与产品质量有关的工艺参数,已广泛使用各种工业自动化仪表来进行自动检测和调节。在图 1-1 中,生产过程的某个参数,可借检测仪表变换成相应的电(或气)信号,然后把测得的信号送给显示仪表去指示或记录下来,以便实行监督和遥控。或者,如图中所示,进一步将测量信号再引入调节仪表中,与给定值比较。此时,调节仪表即按比较后的差值(通常称为偏差)发出调节信号,则执行机构动作,使阀门开大或关小,并使流入过程中的介质有所增减,从而引起参数发生变化,直至被调参数与给定值相等(即偏差消失)为止。

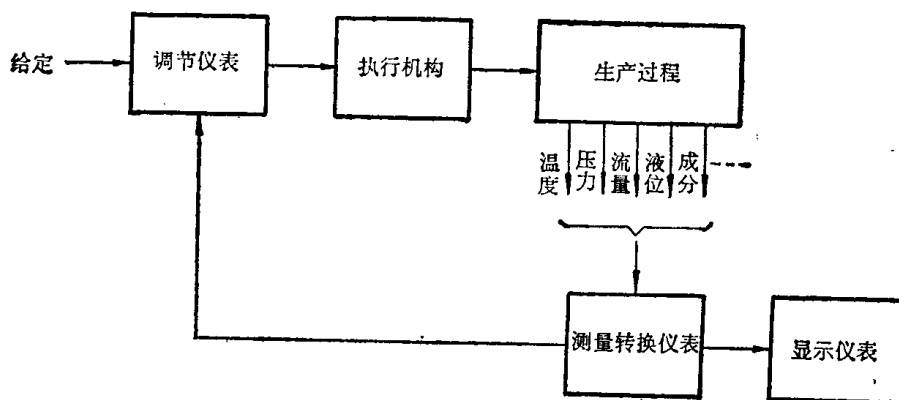


图 1-1 自动检测和调节系统

这是一个比较简单的自动检测和调节的例子。根据生产工艺上的要求,利用这些自动化仪表,可以构成各种形式的自动检测和调节系统。

第一节 气动仪表与电动仪表

按结构元件的不同,自动化仪表大致可分为气动和电动两类。气动仪表主要由喷嘴、挡板、膜片、波纹管、节流孔等机械元件所构成。电动仪表则主要由电阻、电容、半导体和磁性元件等电子零件所构成。

电动仪表能以工频率电作电源,取用简便,并以电量作为测量、调节信号,能作远距离传送,适宜于大型工厂的集中控制。气动仪表需以洁净的压缩空气作为气源,必须配备空气压缩机,气源净化等设备,费用较高,部分抵消了这类仪表本身价廉的优点。另外,它以 $0.2\sim 1\text{kg/cm}^2$ 压力的气信号作为传送信号,传送滞后现象较为显著,因而传送距离受到限制,适宜于安装在现场或作短距离的传送。

近年来在化工、石油生产过程中,自动化程度日益提高,逐渐使用成分分析仪表和巡回检测、数据处理以及控制等数字式电子仪表。这些仪表大都以电信号传送,采用电动仪表,彼此较易衔接。否则必须经过气-电、电-气转换装置来联系,手续繁复,费用增高。因此,电

动仪表的出现,虽比气动仪表为迟,但目前已在化工、石油生产中得到广泛使用。

然而,由于气动仪表使用历史较长,因而较为成熟,累积的经验比较多,也有助于维修工作。而电动仪表,则由于新颖的电子元件不断涌现,电路结构又不断革新,且使用时间又比较短,故有些地方尚待进一步摸索,取得经验。

在化工、石油生产过程自动化中安全使用仪表,关于防爆、防腐以及防潮是一个很突出的问题。气动仪表的最大优点是在本质上具有防爆性。关于这一点,当电动仪表还处于采用电子管的初始阶段时,可说是它的一个致命弱点,限制了它的推广使用到易燃易爆的场合。不过,发展到改用晶体管的现阶段,已有条件应用较低的电压源和电流源,倘再在仪表本身以及系统上作些合理的改进和安排,这一缺陷在本质上不是不能克服的。随着我国电子工业的飞跃发展,在电动仪表中一旦应用集成电路以后,更有利于仪表的安全使用。

由以上粗略的比较,可见电动、气动两类仪表各有特点,两者不宜偏废。在选用仪表时,应根据具体情况,对其可控性能,经济效果,维护检修,安全性能,可靠性,通用性等诸方面统盘考虑,因地制宜,合理选用。目前这两类仪表,在化工、石油生产过程自动化中,均见采用。而两者混合使用,取长补短的情况,更是屡见不鲜,电动仪表与气动阀门并用即为一例。

本书仅阐述有关电动仪表部分。气动仪表则在“气动调节仪表”分册中专门介绍。

第二节 电动仪表分类

与气动仪表相仿,电动仪表按其构成形式可分成基地式和单元组合式两类。

基地式仪表,一般以指示或记录仪表作为主体,附带将调节系统中的其余部分(常见的是把调节部分),也装在仪表壳内,构成一个整体。这样,在一台仪表中,就不仅能对某参数进行指示或记录,并且还具有调节的功能。这类基地式仪表适用于简单的调节系统,以实现生产过程局部自动化。

随着生产不断发展,生产规模不断扩大,要求仪表能集中监视和控制整个生产过程的运行情况,以便实现综合自动化。上述的这类基地式仪表已难满足这样的要求。单元组合式仪表,即是适应自动化发展而诞生的另一类新型的自动化仪表。

所谓“单元组合”就是根据自动系统中诸组成部分的各种功能和使用要求,将整套仪表划分成能够独立实现一定作用的各种单元,而在各单元之间用统一的标准信号来联系,根据要求,利用这些有限的单元,作多种多样的组合,构成形形色色、复杂程度各异的自动化系统。

第三节 电动单元组合式仪表

电动单元组合式仪表简称 DDZ,是取电(Dian)、单(Dan)、组(Zu)三字的汉语拼音第一个大写字母来命名的。

最初的电动单元组合式仪表 DDZ-I 型是应用真空管的,调节器则采取几个单元并合起来的形式。这套 DDZ-I 型仪表体积较为庞大、笨重,不但耗电量大,而且所需的电压高,电流大,易于引燃和引爆。随着半导体元件和电子技术的发展,这套仪表不久就被 DDZ-II 型所替代。

DDZ-II型整套仪表是在总结DDZ-I型构造与使用经验的基础上研制出来的。这套仪表不但扩充了品种,并且采用了半导体元件,磁芯元件,印刷电路等新工艺,使仪表性能改善,体积缩小,重量减轻。同时,调节器改由一个单元独立完成比例、积分、微分三项调节作用,电路构成方式比较简单。

这类仪表目前一般的性能如下:

- (1) 室内工作温度: $0\sim 45^{\circ}\text{C}$;
- (2) 现场工作温度: $-10\sim +45^{\circ}\text{C}$;
- (3) 基本误差: $\pm 0.5\%$, 即为0.5级表;
- (4) 输入、输出信号: 均以 $0\sim 10\text{mA}$ 的直流电流作为信号传送形式;
- (5) 恒流性能: 输出可接 $0\sim 1.5\text{k}\Omega$ 或 $0\sim 3\text{k}\Omega$ 的负载。在这情况下的恒流性能为负载每变化 $1\text{k}\Omega$ 输出信号电流的变化不大于 0.5% 。

一、统一标准信号

• DDZ-II型仪表能将所测得的各种被测参数的数值转换成统一的标准信号,并且各单元之间的联系也采用统一的标准信号。这样,在各单元之间便于联系,对信号易于运算,并且使电-气或气-电之间的转换,数字-模拟或模拟-数字之间的转换,均能统一规定,不但有利于与气动仪表混合使用,也有助于与数字式仪表配合使用。目前DDZ-II型以 $0\sim 10\text{mA}$ 的直流电流作为统一标准信号。

电信号可以采用直流形式,也可以采用交流形式。直流信号容易与感应得来的杂声干扰区分开来,并且传送线的电感,电容对它影响甚微,因而敷线较为简便,故一般采用直流形式的信号。

电信号可以采用电流形式,也可以采用电压形式。考虑到传送线的电阻在一定范围内变化影响信号的电流值较小,因而用电流信号能作远距离传送,并且将信号电流流过电阻很易转换成相应的信号电压,故采用电流形式作为传送信号。另一方面,在采用电流信号之后,所有要接受同一信号的各单元均应串联,让该信号电流流过,因而好些单元将对地浮空。这样虽便于应用某些指示、显示装置,但要求每一个单元有独立的电源,且其输入和输出之间应彼此直流隔绝,无公共接地点;又如运算器之类有多组输入的单元,其各组输入之间也应无公共连接点,以防发生短路现象。

信号的上限取得愈高,则容许的信号电流愈大。这虽对力平衡式结构的变送器,就其灵敏度方面来说是有利的,因为能产生较大的电磁平衡力。但是在另一方面,信号电流大,传送损耗变大,增加单元的输出负担,耗电量大,对安全使用也不利。因此目前上限取 10mA 。

一般信号的下限可以从零开始,也可以不从零而从某一数值开始。考虑到信号进行数学运算以及采用刻度通用的显示仪表,下限从零开始比较直接。因此目前下限取为零。但在判断仪表是否断电,或者传送线是否断线等,便发生困难,并且仪表的结构比较复杂,不及下限不从零开始有利。因此电动单元组合式仪表究竟采用哪一种统一标准信号,看来还有待于在今后实践中来得出结论。

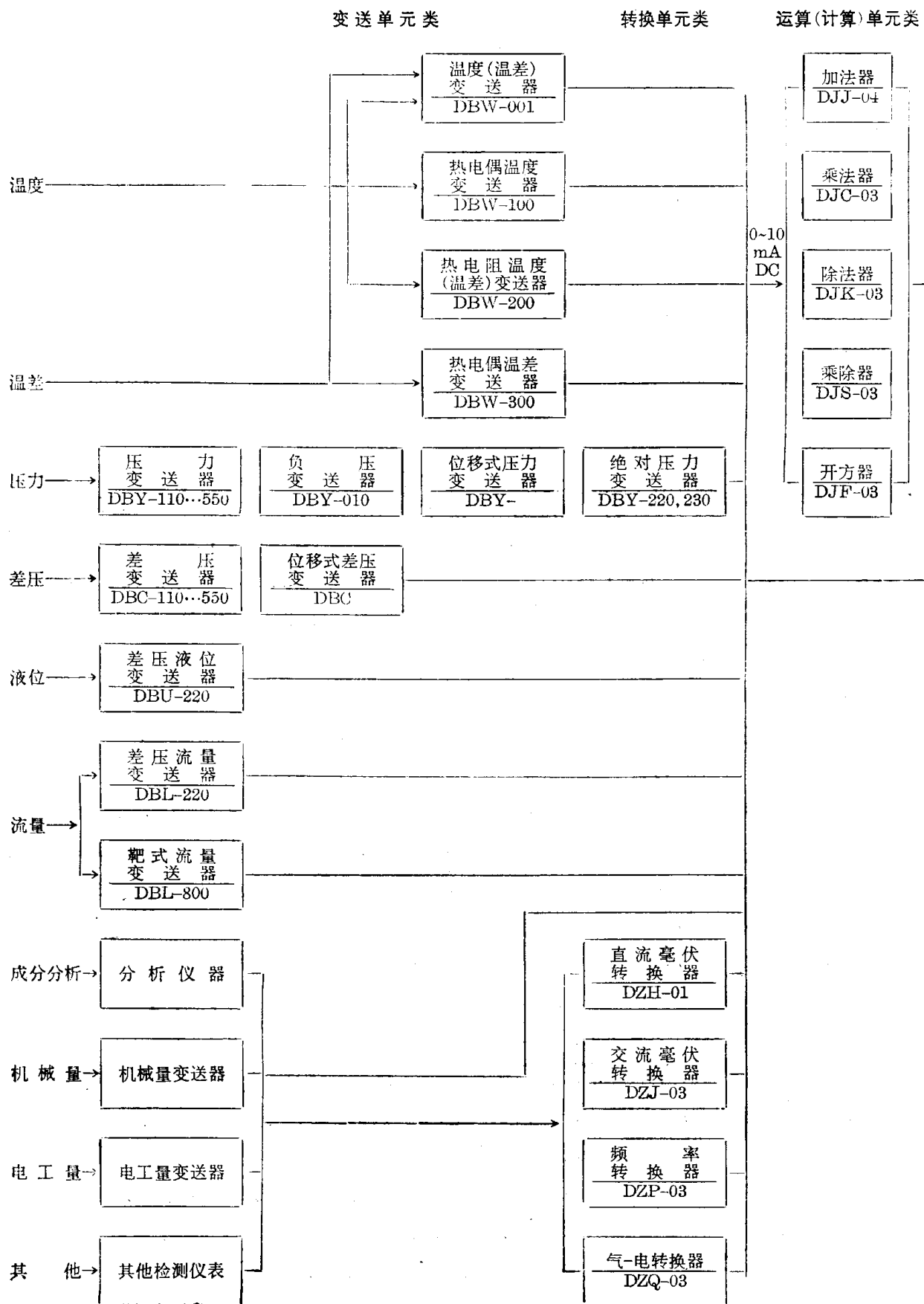
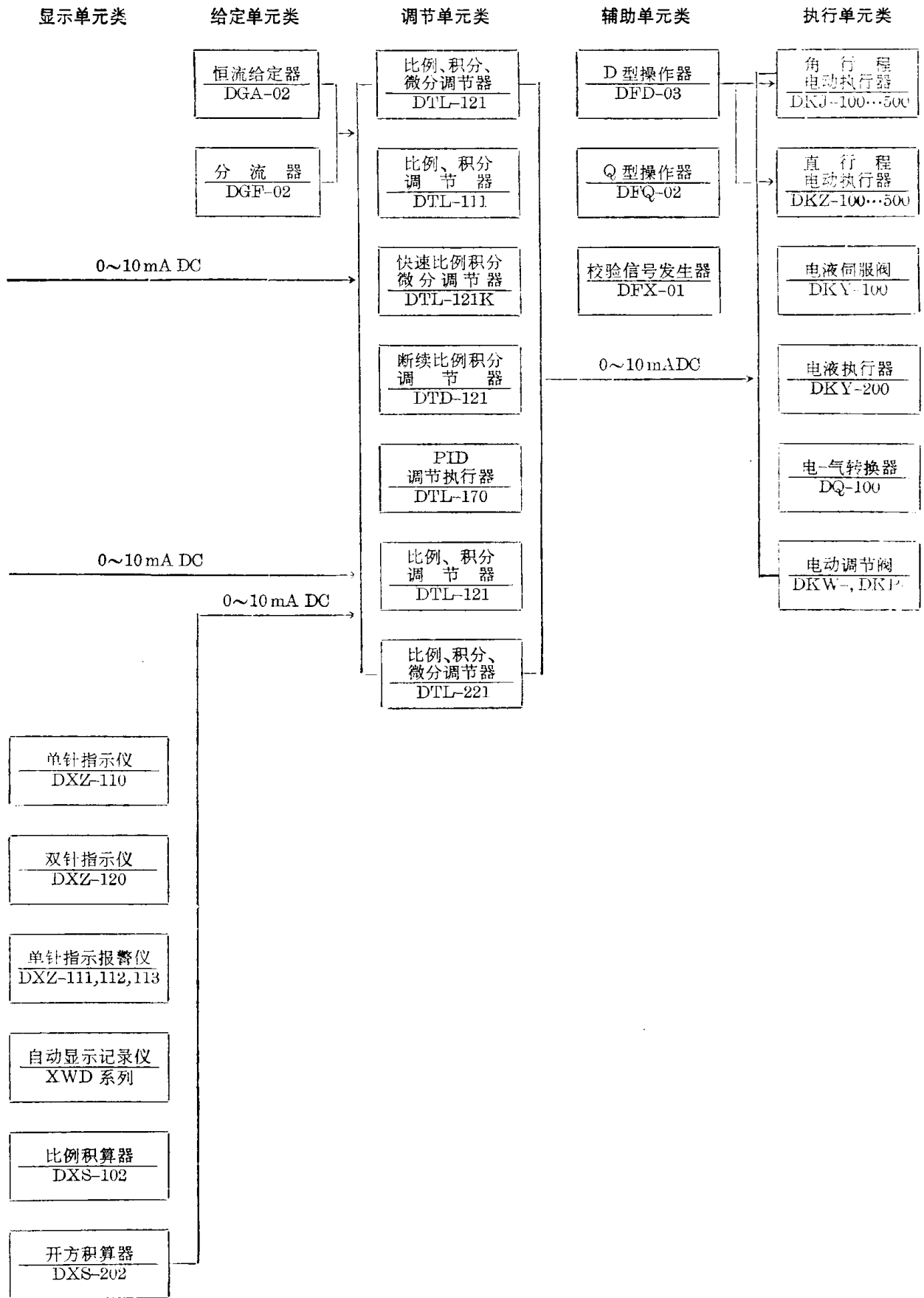


图 1-2 DDZ-II 型电动



单元组合仪表系统示意图

二、分 类

根据 DDZ-II 型仪表在自动化系统中的作用和特点, 整套仪表可划分成变送、转换、计算(运算)、显示、给定、调节、执行以及辅助八大类单元。主要单元及其组合方式见图 1-2。

1. 变送器

它将各种被测参数, 如温度、压力、流量、液位等物理量转换成相应的 $0\sim 10\text{mA}$ 直流电流, 传送到远处仪表盘上的显示仪表或调节器去, 以便进行记录或调节。

例如, 温度变送器(*DBW*)、差压变送器(*DBC*), 即属于此类。

2. 转换器

它将频率、电压等电信号、或者 $0.2\sim 1\text{kg/cm}^2$ 的标准气动信号转换成相应的 $0\sim 10\text{mA}$ 直流电流的统一标准信号。

例如, 频率转换器(*DZP*)、气-电转换器(*DZQ*), 即属于此类。

至于和气-电转换器作用相反的电-气转换器(*DQ*), 在图中列入执行器类。这是因为常用它所转换成的相应标准气动信号来驱动气动阀门的缘故。

3. 显示仪

它对各种被测参数进行指示、记录、报警和积算。

例如, 自动显示记录仪(*XWD*)、比例积算器(*DXS*), 即属于此类。

4. 运算器(计算器)

它对各种仪表所输出的统一标准信号进行加、减、乘、除、开方、平方之类的数学运算, 以满足多参数复合测量、校正和调节的要求。

例如, 乘除器(*DJS*)、开方器(*DJF*), 即属于此类。

5. 调节器

它将来自变送器的测量信号(一般情况)与给定值进行比较, 根据所得的偏差, 输出连续的调节信号。

例如, 比例、积分、微分的作用式调节器(*DTL*), 即属于此类。

6. 给定器

它将被调参数的给定值, 以相应的直流毫安数, 注入调节器。

例如, 分流器(*DGF*)、恒流给定器(*DGA*), 即属于此类。

7. 执行器

它接受调节器所输出的调节信号, 或手动控制信号, 使阀门开大或关小, 以达到调节的目的。

例如, 直行程电动执行器(*DKZ*)、角行程电动执行器(*DKJ*), 即属于此类。

8. 辅助单元

它主要用手动操作发出手动控制信号, 使执行器动作, 以便进行遥控或现场操作。

例如, 各式操作器——电动型操作器(*DFD*)、气动型操作器(*DFQ*), 即属于此类。

三、单元命名

根据各仪表的特点和习惯用语情况,象指示和记录仪表称为指示仪和记录仪以外,其余均称为“器”。如上述的变送器、转换器、运算器(计算器)、给定器、调节器、执行器等等。

根据最新的命名法,这类仪表的型号由两部分组成,在这两部分之间用短横线隔开。

第一部分由三个汉语拼音大写字母所组成。

(1) 第一个字母均取 D,表示属于电动单元组合式的仪表。

(2) 第二个字母代表仪表大类。例如:

| | |
|-------------|----------|
| 变 送 器——B | 调 节 器——T |
| 转 换 器——Z | 给 定 器——G |
| 显 示 仪——X | 执 行 器——K |
| 运算器(计算器)——J | 辅助单元——F |

(3) 第三个字母代表仪表小类。例如:

| | |
|----------|----------|
| 温 度——W | 压 力——Y |
| 差 压——C | 流 量——L |
| 液 位——U | 成分分析——F |
| 电 工 量——D | 直流毫伏 |
| 频率转换——P | 转 换——H |
| 加法运算——J | 气电转换——Q |
| 除法运算——K | 乘法运算——C |
| 开方运算——F | 乘除运算——S |
| 记 录——J | 指 示——Z |
| 恒流给定——A | 积 算——S |
| 连续调节——L | 分 流——F |
| 角 行 程——J | 断续调节——D |
| 液动执行——Y | 直 行 程——Z |
| 电动操作——D | 气动操作——Q |

第二部分又分成两节。

(1) 第一节由三位或两位数字组成。

变送器、显示仪、调节器和执行器四种仪表均由三位数字组成。前两位代表仪表系列、规格和结构特征。第三位数字代表序号。

其余四种仪表,则由两位数字组成。第一位数字代表规格和结构特征。第二位数字代表序号。

(2) 第二节由一个或几个汉语拼音大写字母所组成。它标志仪表的特殊用途。例如:

| | |
|--------|--------|
| 快 速——K | 防 爆——B |
| 防 腐——F | |

例如:

DBW-100K, 即代表热电偶温度变送器(快速)。

DBW-100KB, 即代表热电偶温度变送器(快速, 防爆)。

第四节 基地式电动仪表

一、类 型

在化工、石油生产过程自动化中, 基地式电动仪表一般有动圈式指示仪附带位式、报警、时间比例和 *PID* 调节装置以及自动平衡显示仪附加 *PID* 调节装置两种。

和单元组合式仪表一样, 基地式电动仪表最初也采用真空管, 但目前已均由半导体元件所代替。它们均以直流电流作为传送信号。凡附带 *PID* 调节装置的动圈式或者自动平衡式显示仪, 输出的调节信号与 DDZ-II 型相同, 也是取 0~10mA 的直流电流。

此外, 还有一种称为“简易式电子仪表”, 基本上也是属于基地式仪表的一种。它是把检测(或变送)、调节(有时包括偏差指示), 或者甚至把执行机构等部分, 配合成套, 集中在一起, 安装在现场, 以实行自动调节。这类仪表是根据某一个别控制回路的特定要求来进行设计、制造的, 虽然对各种自动化系统的通用性稍差, 然而只要电路和结构简单可靠, 成本低廉, 而且行之有效, 则必然很受欢迎, 特别是对中、小型企业的自动化可起很大的推动作用。目前这种简易式电子仪表正处在研试和改进的阶段中。

不论动圈式或者自动平衡式显示仪表, 在化工测量仪表分册温度测量部分中已作了详尽的介绍。本书仅着重叙述有关构成基地式仪表的其他附带装置。

二、命 名

关于基地式电动仪表的命名, 可分别参考相应式显示仪的命名法。兹简述于下:

1. 动圈式仪表的命名法

动圈式仪表的命名法也是由两部分所组成。两部分之间用短横线隔开。

第一部分由三个汉语拼音大写字母组成。

(1) 第一位字母总是为 X, 代表显示式仪表。

(2) 第二位字母取为 C, 则代表磁电式。

(3) 第三位字母取为 T, 则代表调节仪。

第二部分由三位数字组成。

(1) 第一位数字表示设计序号。例如:

高频振荡固定参数——1;

高频振荡可变参数——2;

时间——3。

(2) 第二位数字表示调节方式。例如:

双位调节——0;

三位调节(狭中间带)——1;

三位调节(宽中间带)——2;

脉冲式时间比例调节——3;

时间比例加双位调节——4;

时间比例加三位调节——5;

连续输出式的比例调节——8;

连续输出式的比例、积分、微分调节——9。

(3) 第三位数字表示所配的一次元件或仪表的种类。例如:

配接热电偶——1;

配接热电阻——2;

配接霍尔变换器——3;

配接压力变送器——4。

例如, XCT-191 表示高频振荡固定参数动圈式指示附 *PID*(连续输出)调节仪。

2. 自动平衡式显示仪表的命名法

自动平衡式显示仪表的命名法也是由两部分所组成。两部分之间用短横线隔开。

第一部分由三个汉语拼音大写字母组成。

(1) 第一个字母总是 X, 代表显示式仪表。

(2) 第二个字母表示仪表的构成形式。例如:

电位差计——W;

电 桥——Q。

(3) 第三个字母表示仪表的形状。例如:

条形——A;

圆 图——B;

长图——C;

小型长图——D。

第二部分由两节数字所组成。

(1) 第一节有一位数字, 表示显示类型和是否附带调节部分。

(2) 第二节有两位数字, 表示附加装置。

例如: XWD-400 表示小型长图自动平衡式电子电位差计, 除附带调节装置以外并无其他附加装置。

第二章 DTL 型调节器

第一节 DTL 型调节器的类型及其方块图

DTL 型的 PI 和 PID 调节器, 一般接受来自变送器的测量信号(代表被调参数的大小)与给定值比较, 产生一个偏差, 而后将该偏差处理成一个调节信号输出, 使执行机构动作。它们处理偏差的方式, 都是将偏差信号进行连续的比例 (P)、积分 (I) 和微分 (D) 三种运算的组合。因而 PI 和 PID 调节器的电路结构基本相同。所不同的, 后者仅比前者多具备一个微分运算电路。

这类调节器主要由输入电路和 PID (或 PI) 运算电路两大部分所组成。此外, 还可能

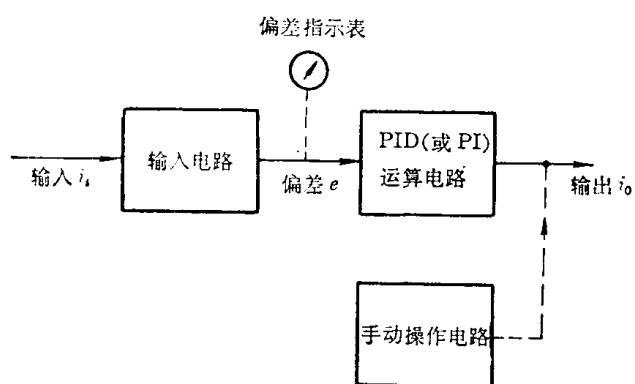


图 2-1 PID (或 PI) 调节器方块图

附带偏差指示和手动操作电路(图 2-1)。输入电路根据来自变送器的信号——输入信号电流 i_i 与给定值比较产生偏差信号电压 e 。 PID (或 PI) 运算电路将偏差电压进行比例、积分和微分(或比例和积分)运算后, 变为 $0\sim 10\text{mA}$ 的调节信号 i_o 输出到执行器去。偏差指示表最大能指示出 $\pm 20\%$ 满标值的偏差, 用以监视系统的调节运行情况。手动操作电路, 可直接由人

操作, 输出“手动电流”到执行器去, 代替调节信号电流, 进行遥控。因此, 调节器总是装在仪表盘上, 以便监视和操作。

表 2-1 列举若干 PID 和 PI 调节器的类型及型号。

表 2-1

| 型 号 | 类 型 |
|------------------|-------------------------------------|
| DTL-110, DTL-111 | 带偏差指示和手动操作的比例、积分 (PI) 调节器 |
| DTL-120, DTL-121 | 带偏差指示和手动操作的比例、积分和微分 (PID) 调节器 |
| DTL-130, DTL-153 | 不带偏差指示和手动操作的比例、积分 (PI) 调节器 |
| DTL-140, DTL-152 | 不带偏差指示和手动操作的比例、积分和微分 (PID) 调节器 |
| DTL-131 | 带偏差指示但不带手动操作的比例、积分 (PI) 调节器 |
| DTL-141 | 带偏差指示但不带手动操作的比例、积分和微分 (PID) 调节器 |

目前, 在化工、石油生产过程自动化中, 大多数采用 DTL-111 型和 DTL-121 型, 即带偏差指示和手动操作的比例、积分和微分的调节器。这类调节器也比较典型, 所以本章将着重阐述。

第二节 输入电路

一般调节器的输入电路包含偏差检测电路、内给定稳压电源电路、正反作用开关和滤波电路四部分,如图 2-2 所示。

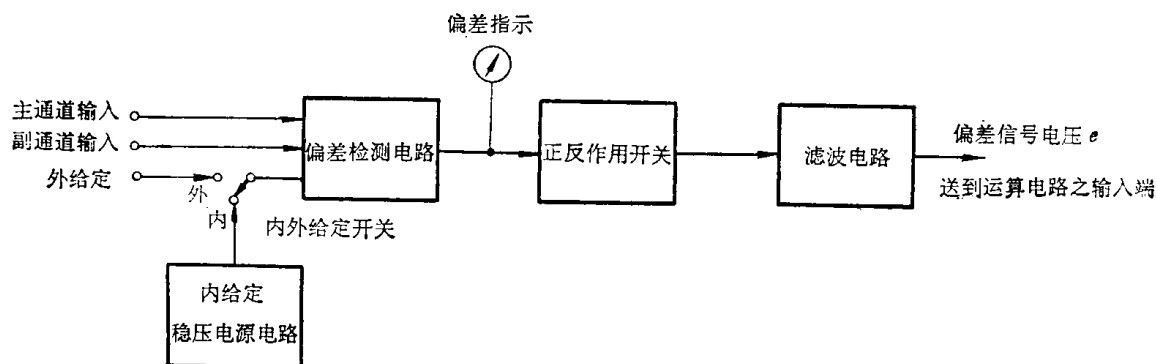


图 2-2 输入电路的结构

一、偏差检测电路

偏差检测电路是将调节器的输入信号电压 e_i 与给定信号电压 e_r (外给定或者内给定) 进行比较——相减, 送出一个大小和极性相应于这两者之差的偏差信号电压 e , 即

$$e = e_i - e_r \quad (2-1)$$

当 $e_i > e_r$ 时, e 为正, 获得正偏差; 反之, 当 $e_i < e_r$ 时, e 变为负, 获得负偏差。

关于偏差检测电路, 目前多数根据直流电压比较法来构成, 即把相应于调节器的输入信号电流的直流电压, 与相应于(内或外)给定值的直流电压, 反极性连接起来, 于是在串联电路的两端, 便能获得一个相应于偏差信号的直流电压。在 DDZ-II 型中, 输入、输出电信号大都采用电流形式, 为了要使这种信号电流转换成相应的电压, 让它流过电阻, 取其上的压降作为相应的信号电压。

图 2-3a、b 和 c 即示这种偏差检测电路。在图 2-3a 中, 以外来的信号电压 e_r 作为调节器的给定信号——外给定。输入信号电流 i_i 流过输入电阻 R_i , 在 R_i 上的压降, 作为相应的输入信号电压 e_i 。由于 e_r 和 e_i 是以反极性相串的, 所以在偏差检测电路的 A、B 输出端, 出现它们之差, 即为偏压电压

$$e = R_i i_i - e_r \quad (2-2)$$

在图 2-3b 中, 以外来的信号电流 i_r 作为调节器的给定信号。外给定电流 i_r 和输入信号电流 i_i 分别流过电阻 R_r 和 R_i , 其上的压降分别形成两个相应的电压 e_r 和 e_i 。与上述情况相仿, 由于两串联电压的极性相反, 因而在偏差检测电路的 A、B 输出端, 同样能获得偏差电压

$$e = R_i i_i - R_r i_r \quad (2-3)$$

在图 2-3c 中由调节器内部的可调直流稳压电源电压作为给定信号——内给定。输入信号电压 e_i 仍由输入信号电流 i_i 流过输入电阻 R_i 来建立, 但外来的给定电压现换成装在调

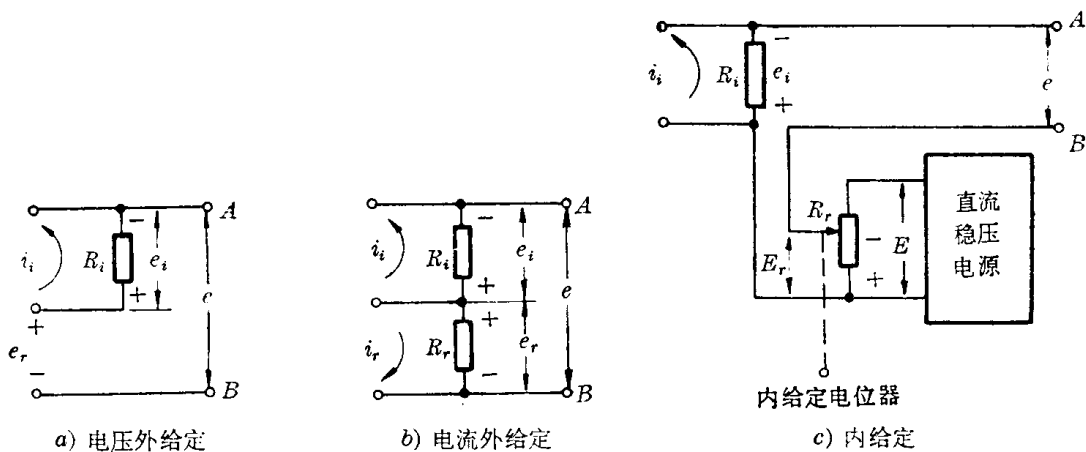


图 2-3 偏差检测电路

节器内部的稳压源 E 来供给, 调整跨接在该稳压源输出端的给定电位器 R_r , 取其分压作为内给定电压 E_r 。于是在偏差检测电路的 A 、 B 输出端也获得偏差信号电压

$$e = R_i i_i - E_r \quad (2-4)$$

从以上式 (2-2)、(2-3) 和 (2-4) 可见, 在这三种情况下, 为了要将输入信号与给定信号比较, 它们必须有相同的变化范围, i_i 和 i_r 都应是在 $0 \sim 10 \text{ mA}$ 以内变化的直流电流。倘 R_i 与 R_r 所采用的阻值相等, 约数十欧或数百欧, 譬如, 现设 $R_i = R_r = 200 \Omega$, 则相应的信号电压(包括 e_r 、 e_i 和 E_r) 以及偏差电压 e 的变化范围均应为 $0 \sim 200 \times 10 \text{ mV}$, 即 $0 \sim 2 \text{ V}$ 。

为了便于操作人员及时了解系统的调节运行情况和操作, 在调节器的面板上往往装有一个偏差指示表。实质上它是跨接在偏差检测电路 A 、 B 输出端的一个电压表, 用来指示偏差的大小。不过, 表上的刻度不是直接刻着偏差电压的绝对值, 而是偏差电压与满度输入信号电压(相应于 10 mA 时的满量程, 在上例中为 2 V) 之比(即相对偏差值)来刻度的。这个相对偏差的范围是局限在 $\pm 20\%$ 以内(在上例中, 即相当于 $0.20 \times 2 = 0.4 \text{ V}$ 的最大绝对偏差), 以利于提高读数精度。

为了便于实现定值、串级或多参数等调节, 调节器往往兼备上述两类内、外给定电路, 用一选择开关来操作, 并且还设有两条以上的输入通道。

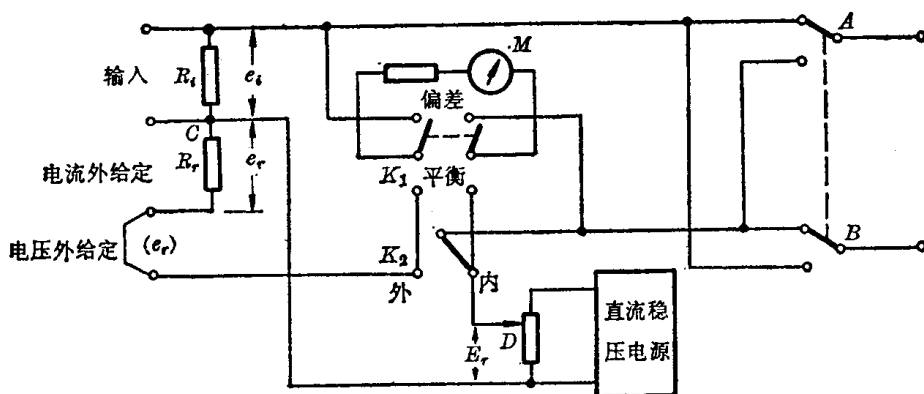


图 2-4 具有内外给定和偏差指示的偏差检测电路

图 2-4 示具有内、外给定的偏差检测电路。图中, 单刀双掷的内外给定开关 K_2 用来选