

639
5-1
1

D D Z

电动单元組合仪表

(电子管型)

第一分册

仪表介绍

第一机械工业部热工仪表科学研究所

第一机械工业部工业自动化仪表研究所

第一机械工业部第四局技术情报室

水利电力部华北电力建设公司

(一九六七年)

目 录

第一章 概述	1
第一节 单元组合仪表	1
第二节 DDZ 仪表的统一标准信号和调节器 的构成形式	3
第三节 DDZ 仪表 (电子管型) 的单元划分 及其用途	6
第四节 DDZ 仪表 (电子管型) 的特点和 技术特性	8
第五节 DDZ 仪表的发展	9
第二章 变送单元	19
第一节 机械力变送器	19
第二节 电量变送器	51
第三章 转换单元	87
第一节 气-电转换器	87
第二节 电-气转换器	95
第四章 显示单元	102
第一节 报警单元	102
第二节 DXZ-I 型动圈式指示表	116
第三节 DXB-III 型单针指示报警器	120
第五章 计算单元	124
第一节 计算单元	124
第二节 加法单元	144

第一章 概 述

第一节 单元组合仪表

生产过程自动化的范畴是极其广泛的。其中，生产过程自动检测与自动调节就是一个重要组成部分，它是利用各种检测、调节仪表或装置组成的各种自动调节系统，将生产过程中的各种被调参数，如温度、压力、流量、液位等控制在给定的（预定的）数值上，或者使其按给定的规律变化，图 1.1 所示的就是这种自动调节系统的原理方框图。

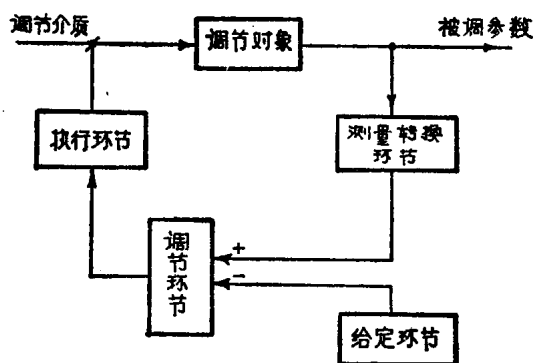


图 1.1 自动调节系统的原理方框图

这类自动调节系统，都是按偏差的原则进行调节的，即被调参数首先通过测量转换环节转换为某一种类的信号（如电信号），然后与给定环节来的给定信号进行比较，如果两者不相等，所产生的偏差信号则作用于调节环节，调节环节再按某

一預定的規律通过执行环节作用于調节对象，增大或减少調节介质，从而影响被調参数的变化，直至被調参数与給定值的偏差消除（或减少）为止。

一、单元組合仪表的出現

过去，組成自动調节系統的各个环几乎全被做成一个統一的整体，并且大都以記錄或指示仪表为中心，装配在同一表壳內，輸入为敏感測量元件所发出的信号，其輸出信号即可直接用来控制执行环节。这类仪表通常称为基地式調节仪表，一般仅适于用来构成单迴路調节系統，对生产过程进行簡單調节，实现局部自动化。

随着工业生产的不断发展，生产規模的扩大，特别是現代工业生产中的化工、炼油、冶金、电站等部門中的大中型企业，迫切要求进行集中控制，实现綜合自动化，以便更好地監視和控制整个生产过程的运行情况，因而原先仅适于局部自动化的各种基地式調节仪表，已不能适应这一要求，这就給自动化技术工具提出了新的要求。单元組合仪表就是适应这种要求而产生的一种成套新型自动化仪表。

二、什么是单元組合仪表

通俗地說，“单元組合”的概念有点象儿童玩的积木，即利用仅有的几十只大小不同，方圓不同，但尺寸和形状又有一定規律和联系的木块，可以拼装成各种各样的图案。单元組合仪表也是这样，它是根据自动检测与調节系統中各組成部分（环节）的不同功能和使用要求，将整套仪表划分成能独立实现一定作用的若干单元，各单元之間的联系則采用統一标准信号。用这些有限的通用单元，通过不同的組合，就可以构成多种多

样的、复杂程度不同的自动检测与调节系统，以满足生产过程集中控制与综合自动化的要求。

第二节 DDZ 仪表的统一标准信号和 调节器的构成形式

单元组合仪表按所用的能源不同，分电动和气动两类。我国电动单元组合仪表（简称 DDZ 仪表，下同）在研制时，着重考虑了以下两个主要问题。

一、统一标准信号的确定

统一标准信号，是单元组合仪表的主要特征之一。有了这种标准联络信号，才能非常方便地把各个单元组合起来，构成各种自动检测与调节系统，才能发挥这类仪表的优越作用。

（一）采用统一标准信号的优点

1. 由于各种被测参数转换成统一标准信号，便于与巡回检测和数据处理装置以及控制计算机等现代技术设施配合使用，同时还可以使得指示、记录仪表单一化。

2. 采用统一标准信号，可将调节单元按需要组成各种调节规律的调节器；也可以将这些组合调节器进行任意级联，例如用一个调节器的输出作为另一个调节器的给定值，组成串级调节系统或更加复杂的调节系统。

3. 采用统一标准信号，可以通过各种转换单元（气-电转换器、电-气转换器等），将气动仪表与电动仪表联系起来，混合使用，从而扩大仪表的使用范围，以满足各工业部门的要求。

（二）确定统一标准信号的依据

DDZ 仪表采用的统一标准信号为 $0\sim 10$ 直流毫安。其理由

是：

1. 直流与交流比較

(1) 在信号傳輸綫中，直流不受交流感应影响；

(2) 直流不受傳輸綫路电感、电容和負載性质的限制，因而不存在相移的問題，使接綫簡化；

(3) 直流便于与巡迴检测和数据处理装置以及控制计算机配用，因为这些技术設施大部分为直流信号輸入；

(4) 傳輸直流信号的導綫有两根即已足够；

(5) 直流信号容易获得基准电压。

2. 电流与电压比較

(1) 电流与磁場作用，容易产生机械力；

(2) 电流信号傳輸綫的电阻在一定範圍内变化，不会影响电流值，因而适于信号的远距离传送；

(3) 对于要求电压輸入的受信仪表和元件，电流信号也能适用，在电流迴路中串入一电阻，从电阻两端即可取得电压，故使用比較灵活；

(4) 电流信号便于实现并联控制，一个調节信号可以同时同值地带动若干台执行机构。

3. 直流电流信号上限大小比較

(1) 对于采用力平衡結構的变送器，希望直流电流信号的上限越大越好，因为这样产生的电磁平衡力大，有利于設計和制造；

(2) 从减小直流电流信号在傳輸綫中的損失和縮小仪表体积，以及提高仪表的安全性和防爆性方面看，希望直流电流的上限越小越好。

4. 直流电流信号下限起点比較

(1) 为便于进行模拟量的加、减、乘、除、平方、开方等

的数学运算和采用通用刻度的指示记录仪表，希望直流电流信号的下限从零开始；

(2) 为便于检验信号传输线有否断线或仪表是否断电；有利于变送器放大装置的设计和仪表结构的简化，以及电-气转换，希望直流电流信号的下限不从零开始。

根据上述各项比较，为了采用力平衡结构，便于模拟量的数学运算，并考虑到配用巡回检测和数据处理装置以及控制计算机的可能性，特别是考虑到整套仪表统一采用6N1型双三极管（两半管能给出的总电流为16毫安）等情况，在着手研究试制时就将DDZ仪表（电子管型）的统一标准信号确定为0~10直流毫安。据估计，这种电平的信号，其传输距离可达50公里而不致于影响精度。

二、调节器的构成形式

单元组合仪表的另一重要特征是调节器的构成形式。调节器的构成形式是否先进，直接影响到整套仪表的性能和运用范围，这是一个涉及到单元划分原则的问题。目前，单元划分大致分为多单元制和少单元制二种。所谓多单元制是指要使调节器具有复合调节规律（如比例-积分、比例-积分-微分等），必须由多个具有单一调节规律（如比例、微分等）的独立单元组合才能实现。而少单元制则不然，它的比例-积分、比例-积分-微分等复合调节规律是由同一个调节单元实现的。显然，多单元制的特点是组合灵活，尤其适用于比较复杂的综合自动化系统，而且由于多单元制中的各个调节单元只实现单一的调节规律，便于制造和维修，在系统需要改组和扩展时，也用不着废置原有基础。但是，由于必须用多个单元的组合同才能实现复合的调节规律，因而多单元制在能量转换上难免有所重复和浪

費，而且安裝和接綫也比較复杂。

但在着手研究和試制时，考虑到 DDZ 仪表(电子管型) 主要服务对象是化工、炼油、冶金和电站等部門中的大中型企业，对实现集中控制和綜合自动化的要求应給以較多的考虑，因此，調节器的构成形式采用了多单元制。

第三节 DDZ 仪表(电子管型)的 单元划分及其用途

我国現已成批生产的 DDZ 仪表(电子管型)共划分为变送、轉換、显示、計算、調节、給定、执行和輔助单元等八类。各类主要单元及其組合方式示于图 1.2。

(一) 变送单元类

用来将各种被測参数，如溫度、压力、流量、液位等轉換成 0~10 直流毫安的統一标准信号，传送到远处的仪表板上或中央控制室里的显示单元或調节单元，以对各种参数进行指示、記錄或調节。

(二) 轉換单元类

用来把 0.2~1.0 公斤力/厘米²的标准气动信号轉換成 0~10 直流毫安的統一标准信号，或者把 0~10 直流毫安的統一标准信号轉換成 0.2~1.0 公斤力/厘米²的标准气动信号。利用这类轉換单元，可以扩大 DDZ 仪表(电子管型)的使用范围。

(三) 显示单元类

与不同的变送器配用，对各种被測参数进行指示、記錄、报警和积算。这类单元目前只有报警单元一种，指示、記錄仪表需要时，可用相应量程的直流毫安表或其他指示、記錄仪表，例如毫伏計、自动电子电位差計等进行改装。DDZ 仪表(晶体管型)的 DXZ-I 型动圈式指示表与 DXB-III 型单針指示报警

器亦可供选用。

(四) 計算单元类

可以根据需要, 对各类单元输出的 $0\sim 10$ 直流毫安信号进行各种数学运算, 如加、减、乘、除、平方、开方以及乘除、乘后开方等运算, 适于生产过程实现多参数复合调节。

(五) 调节单元类

将变送器的测量信号与给定单元的定值信号进行比较, 并产生连续输出的调节信号。将这类单元进行适当的组合, 就可以构成能实现比例、比例-微分、比例-积分-微分等调节规律的组合调节器。

(六) 给定单元类

用来将被调参数的给定值, 以直流毫安的形式加给调节单元, 实现定值调节。如果把给定单元的輸出信号变为随时间或随其他参数而变化的直流毫安信号, 就可实现时间程序调节或参数程序调节。

(七) 执行单元类

根据调节单元送来的调节信号或手控信号, 操作各种管道的閘門, 以达到调节的目的。

(八) 輔助单元类

用来增加使用的灵活性。这类单元包括操作单元以及 RFW-I 型稳压器等。操作单元用以实现调节系统的无扰动切换, 以及手动远方操作。RFW-1 型稳压器可提供 120 伏交流稳定电压, 作为整套仪表的 120 伏稳压电源。

第四节 DDZ 仪表（电子管型） 的特点和技术特性

一、DDZ 仪表（电子管型）特点

1. 采用了 0~10 直流毫安的統一标准信号,便于各单元之間連接,通过不同組合,就可构成各种各样的、复杂程度不同的各种自动检测与調节系統。

2. 調节器的构成形式,基本上采用了多单元制,因而組合方便,使用灵活。但在某些使用条件下,仪表的用量却相应的增多了,外部接綫也比較复杂。

3. 各单元采用了力平衡和电平衡原理,便于提高精度、灵敏度和測量范围。

4. 反应迅速,能瞬时地远传信号而不易受干扰;同时,輸出信号的恒流性能很高,便于信号的远距离传送。

5. 各单元的元部件基本上为无触点的,可动部件也很少,因而仪表的可靠性較高。

6. 各单元的元部件的互換性較强,有利于使用維護,降低生产成本。

此外,在品种方面,貫徹了以少胜多的原則,用为数不多的品种,就可构成多种多样的自动检测与調节系統。在結構設計方面,貫徹了标准化、系列化、通用化的原則。在組合应用方面,充分考虑了与气动仪表、巡迴检测 and 数据处理装置、控制計算机以及其他許多检测仪表的配套使用問題,因而既能构成簡單的自动检测与調节系統,又能构成复杂的綜合自动化系統。

二、主要技术特性

1. 統一标准信号	0~10 直流毫安
2. 負載电阻	2~5 千欧姆
3. 恒流性能*	≤ 0.05 毫安/千欧姆
4. 反应时间	≤ 1 秒
5. 基本誤差	$\leq \pm 1.0\%$
6. 电源	交流 220 伏和 120 伏(稳压), 50 赫芝
7. 允許环境温度	$-10 \sim +50^{\circ}\text{C}$
8. 允許环境相对湿度	$\leq 85\%$
9. 允許电源电压波动范围	$220 \pm 3\%$ 伏
10. 允許电源頻率波动范围	50 ± 1 赫芝
11. 允許环境振动	
頻率	≤ 25 或 50 赫芝
振幅	≤ 0.1 毫米

第五节 DDZ 仪表的发展

我国 DDZ 仪表的发展基本上分为电子管型和晶体管型两个阶段。以电子管为主要元件的 DDZ 仪表(电子管型)已經正式投入生产, 其主要品种有 27 个, 詳見后表。这些仪表已在化工、炼油、冶金、电站等部門开始获得了使用。現場使用表明, 仪表性能稳定, 运行可靠, 給生产带来的技术經济效果較为显著。但是, 由于目前采用的是电子管元件, 以及調节器采用多单元制的构成形式, 因而体积較大, 仪表用量較多, 外部接綫也較复杂。这些缺点, 虽然有些已得到改进, 例如繼續发展

* 恒流性能是指負載电阻在 2~5 千欧姆范围内变化时, 仪表輸出电流的恒定程度。

了比例-积分单元和微分单元,使得多单元制的缺点得到了部分弥补,但是,更多的问题是电子管型所固有的,只有发展到晶体管型阶段才能加以有效的克服。

DDZ 仪表(晶体管型)是在总结了电子管型仪表的制造与使用经验的基础上进行研制的。因此,不但品种大大扩充了,而且采用了半导体元件、磁性元件和其它新元件,印刷电路和其他新工艺,使仪表性能大为改善,仪表体积大为缩小;同时调节器的构成形式也改用了少单元制,使用更为方便。此外,为了适应多方面的需要,调节单元类包括统一信号输入的、辅助信号输入的、连续输出的、断续输出的等不同品种。在仪表结构方面,除基型品种外,还有防爆、防腐、防震等变型品种。电子管型和晶体管型两套仪表可以配套使用,也可以互换。

DDZ 仪表(电子管型)品种规格表

类别	产品名称	规格			生产厂家
		量	程	测量范围	
电 量 变 送 器	直流毫伏变送器-A型	0~50 毫伏		0~5; 0~10; 0~50 毫伏	上海调节器厂 大连仪表厂 辽阳电子仪表厂 天津市仪表厂
	直流毫伏变送器-B型	0~50 毫伏		0~5; 0~10; 0~20; 0~50 毫伏	天津市仪表厂 上海调节器厂
	交流毫伏变送器 (交流 50 赫芝)	0~100 毫伏		0~10; 0~20; 0~30; 0~40; 0~50; 0~100 毫伏 (50 赫芝)	辽阳电子仪表厂 上海调节器厂 天津市仪表厂 大连仪表厂
机 械 力 变 送 器	低压力变送器	0~10 公斤力/厘米 ²		0~1; 0~1.6; 0~2.5; 0~4; 0~6; 0~10 公斤力/厘米 ²	上海调节器厂 大连仪表厂 天津市仪表厂
	中压力变送器	0~100 公斤力/厘米 ²		0~18; 0~25; 0~40; 0~60; 0~100 公斤力/厘米 ²	
		0~600 公斤力/厘米 ²		0~100; 0~160; 0~250; 0~400; 0~600 公斤力/厘米 ²	
	高压力变送器	0~2500 公斤力/厘米 ²		0~1000; 0~1600; 0~2500 公斤力/厘米 ²	

續表

类 别	产 品 名 称	规 格			生 产 厂
		量 程	静 压	测 量 范 围	
变 送 单 元	机 械 力	0~±20毫米水柱	1 公斤力/厘米 ²		上海調節器厂
		0~±200 毫米水柱	1 公斤力/厘米 ²	0~±20; 0~±30; 0~±50; 0~±80; 0~±125; 0~±200 毫米水柱	天津市仪表厂
	力	0~400毫米水柱	1 公斤力/厘米 ²	0~40; 0~63; 0~100; 0~160; 0~250; 0~400 毫米水柱	上海調節器厂 大連仪表厂 天津市仪表厂
		0~160毫米汞柱	64; 160 公斤力/厘米 ²	0~40; 0~63; 0~100; 0~160 毫米汞柱	天津市仪表厂
	变 送	0~250毫米汞柱	64公斤力/厘米 ²	0~40; 0~63; 0~100; 0~160; 0~250 毫米汞柱	上海調節器厂
		0~400毫米汞柱	64; 100 公斤力/厘米 ²	0~40; 0~63; 0~100; 0~160; 0~250; 0~400 毫米汞柱	大連仪表厂

續表

类别	产品名称	规格			生产厂
		量程	静压	测量范围	
变 送 单 元	机 械 力 变 送 器	0~1000 毫米汞柱	64, 160 公斤力/厘米 ²	0~250; 0~400; 0~800; 0~1000 毫米汞柱	天津市仪表厂
		0~1600 毫米汞柱	64 公斤力/厘米 ²	0~250; 0~400; 0~630; 0~1000; 0~1600 毫米汞柱	上海調節器厂 大連仪表厂
			100 公斤力/厘米 ²		大連仪表厂
	差 压 式 流 量 变 送 器	0~400毫米水柱	1 公斤力/厘米 ²	0~40; 0~63; 0~100; 0~160; 0~250; 0~400 毫米水柱	上海調節器厂
		0~250毫米汞柱	64 公斤力/厘米 ²	0~40; 0~63; 0~100; 0~160; 0~250 毫米汞柱	上海調節器厂
		0~1000 毫米汞柱	64 公斤力/厘米 ²	0~250; 0~400; 0~630; 0~1000 毫米汞柱	上海調節器厂

續表

类别	产品名称	规格			生产厂家
		输入	输出	规格	
转换单元	气-电转换器	0.2~1 公斤力/厘米 ²	0~10 毫安 (直流)		上海调节阀厂 天津市仪表厂
	电-气转换器	0~10 毫安 (直流)	0.2~1 公斤力/厘米 ²		天津市仪表厂 大通仪表厂 上海自动化仪表一厂
类别	产品名称	型号	用途	规格	生产厂家
显示单元	报警单元		上、下限报警		天津市仪表厂
	单针指示报警器	DXB-III	指示及上、下限报警	0~100%或 0~10 毫安均方根刻度, 刻度弧长 110 毫米	上海自动化仪表六厂
	动圈式电流表	DXZ-110 DXZ-120	单针指示 双针指示	0~100%或均方根刻度, 刻度弧长 110 毫米	上海自动化仪表六厂

續表

类别	产品名称	规格				生产厂
		运算规律	输入	输出	仪表系数	
计 算 单 元	計算单元-A 型 (单量程)	乘	10 毫安(直流)	10 毫安(直流)	0.1	上海調节器厂 大连仪表厂 天津市仪表厂
		除	10 毫安(直流)	10 毫安(直流)	10	
		平方	10 毫安(直流)	10 毫安(直流)	0.1	
		开方	10 毫安(直流)	10 毫安(直流)	$\sqrt{10}$	
	計算单元-B 型 (双量程)	乘除	10 毫安(直流)	10 毫安(直流)	1.0	上海調节器厂 (未定型)
		乘后开方	10 毫安(直流)	10 毫安(直流)	1.0	
	加法单元	輸入通道数: 4		比例系数: 1 或 2		天津市仪表厂