

# DDZ-Ⅱ型 电动单元组合仪表

河北电力学院  
热工测量与自动化教研组编

水利电力出版社

## 内 容 提 要

本书对DDZ-II型电动单元组合仪表各单元的工作原理和线路进行了比较深入的分析介绍；对其常见的故障现象和造成原因作了详细说明，并列出了检修时所需的有关技术数据。

各单元均以全国统一设计的线路为主，但也兼顾了北京、上海、天津等仪表厂所设计的原有线路。

本书可供热工测量和自动化专业的工农兵学员、工人同志学习之用，对从事这方面工作的其他人员也有参考价值。

## DDZ-II型电动单元组合仪表

河北电力学院  
热工测量与自动化教研组编

\*

水利电力出版社出版

(北京德胜门外六铺炕)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

中国建筑工业出版社印刷厂排版

兰州新华印刷厂印刷

\*

1975年6月北京第一版

1975年10月兰州第一次印刷

印数 00001—26940册 每册 0.90元

书号 15143·3127

## 前 言

DDZ-Ⅱ型电动单元组合仪表，是我国仪表战线的广大工人、技术人员在轰轰烈烈的无产阶级文化大革命中，遵照毛主席关于“我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国”的教导，为满足我国工业自动化发展形势的需要而自行研制的一种成套新型自动化仪表。目前，这套仪表已在电力、冶金、石油和化工等部门中得到了广泛的应用。

在毛主席无产阶级革命路线的指引下，在批林批孔运动的推动下，社会主义到处都在胜利地前进。在此大好形势的鼓舞下，我们遵循毛主席关于“教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合”的伟大指示，为了适应当前工业自动化的新形势和教育革命实践的需要，在学院党委的领导下，编写了这本书。

本书阐述了该型仪表各单元的工作原理，汇编了各主要单元的调校和检修方法，并附引了一些有关产品的参考数据。本书可供从事热工自动化工作的同志及有关专业的工农兵学员参考。

本书是由我院徐书菘、沈自钧两位同志执笔的。初稿写成后，曾请北京自动化技术研究所和北京晒图机厂作了审阅，他们提出了许多宝贵的意见。此外，在编写过程中还得到了北京电力工业局中心试验所、北京热电厂、石景山发电厂、北京电力学校、南京工学院、上海调节器厂、上海自动化仪表十厂、天津仪表厂等单位的大力支持，原我院张儒纯同志对全稿进行了认真的文字加工，在此一并表示感谢。

由于我们的政治思想水平不高、业务水平有限，书中定有不少缺点和错误，恳望读者批评指正。

河 北 电 力 学 院  
热工测量与自动化教研组

1974年8月

# 目 录

前 言	
绪 言	1
第一章 压力、差压变送器	4
第一节 概 述	4
一、用 途	4
二、主要技术特性	4
第二节 工作原理	5
第三节 结构说明与线路分析	6
一、测量元件	7
二、可动杠杆系统	8
三、电磁反馈机构	17
四、高频位移检测放大器	18
五、整机线路分析	25
六、高频振荡器几个有关问题的说明	25
第四节 仪表的一般调整和校验	37
一、一般性检查	38
二、仪表的调整	38
三、仪表的精度校验	40
第五节 仪表的一般故障和检修	41
一、一般故障和检查方法	41
二、检修中的有关数据	42
第二章 温度(差)变送器	45
第一节 概 述	45
一、用 途	45
二、主要技术特性	45
第二节 工作原理	47

第三节	线路分析	48
一、	采用一个场效应管调制的温度(差)变送器 (统一设计线路)	48
二、	采用两个场效应管调制的温度(差)变送器 (北京自动化仪表厂生产)	60
三、	磁调制的温度(差)变送器(上海调节器厂生产)	67
四、	应用深度负反馈组成温度(差)变送器	80
第四节	温度(差)变送器的调整、校验和使用	81
一、	一般性检查	81
二、	量程调整和线性度校验	82
三、	使用温度变送器的注意事项	84
第五节	温度(差)变送器的一般故障和检修	85
一、	常见故障和原因	85
二、	检修中有关数据	88
附录一	温度与毫伏换算表	94
附录二	温度与电阻换算表	96
<b>第三章</b>	<b>DTL型调节器</b>	<b>98</b>
第一节	概  述	98
一、	用途及机能	98
二、	主要技术特性	98
第二节	调节器的一般概念	99
一、	调节器的动作规律	99
二、	调节器在不同动作规律时的特点	100
三、	调节器动作规律的实现方法	104
第三节	工作原理与线路分析	105
一、	输入回路	106
二、	放大器	108
三、	反馈回路	116
四、	DTL-121型调节器的整机线路分析	118
第四节	动态特性分析	118
一、	动态方框图	118
二、	反馈回路的传递函数	121

三、调节器整机的传递函数 .....	124
四、DTL-121型调节器的几种典型工况 .....	126
第五节 PID调节器整定参数的设置 .....	132
一、PID调节器 $\frac{T_D^*}{T_I^*}$ 的最大整定值 .....	133
二、设置方法 .....	134
三、举例 .....	136
第六节 手动操作与自动跟踪 .....	137
一、手动操作部分的工作原理 .....	137
二、调节器的自动跟踪原理 .....	138
第七节 采用两个场效应管调制的DTL型调节器 .....	140
一、调节器的原理方框图 .....	141
二、调节器各组成环节的线路分析 .....	142
三、整机线路分析 .....	149
第八节 调节器的调整和校验 .....	149
一、调校中所用的仪表和设备 .....	150
二、绝缘性能检查 .....	150
三、零位与开环放大倍数的调整 .....	150
四、比例带的校验 .....	153
五、积分时间的校验 .....	154
六、微分时间的校验 .....	155
七、内给定的调校 .....	156
八、跟踪误差的校验 .....	157
九、手动操作拨盘刻度误差的校验 .....	158
第九节 调节器的故障和检修 .....	158
一、故障的初步判断方法 .....	159
二、仪表放大器故障的检查方法 .....	160
三、故障举例 .....	161
四、DTL-121型调节器(上海调节器厂生产) 的主要元、部件介绍 .....	162
<b>第四章 微分器</b> .....	165
第一节 概 述 .....	165
一、用 途 .....	165

二、主要技术特性 .....	165
第二节 微分器的组成及其工作原理 .....	165
一、微分器的组成 .....	165
二、微分器的工作原理 .....	166
三、整机线路分析 .....	170
第三节 微分器的动态特性 .....	171
一、微分器的传递函数分析 .....	171
二、微分器整定参数的测试 .....	172
第四节 微分器的调整和校验 .....	173
第五节 微分器的一般故障和检修 .....	174
<b>第五章 电动执行器 .....</b>	<b>177</b>
第一节 概 述 .....	177
一、用途和分类 .....	177
二、主要技术特性 .....	178
第二节 工作原理和线路分析 .....	178
一、伺服放大器 .....	179
二、执行器 .....	189
三、电动执行器整机线路分析 .....	197
第三节 电动执行器的调整和校验 .....	198
一、伺服放大器的调整和校验 .....	198
二、执行器的调整和校验 .....	199
三、电动执行器系统的调整和校验 .....	200
第四节 电动执行器的一般故障和检修 .....	201
一、伺服放大器的故障和检修 .....	201
二、执行器的故障和检修 .....	204
三、电动执行器的有关数据 .....	205
附录一 双拍内反馈推挽线路磁放大器的工作原理 .....	210
一、最简单的磁放大器 .....	210
二、单拍磁放大器 .....	212
三、双拍磁放大器 .....	213
四、双拍内反馈推挽线路磁放大器 .....	214

附录二 DFD-03型电动操作器工作原理.....216

附录三 电动执行器的改进.....218

一、增加电感线圈,减小流经可控硅管的瞬时峰值电流.....218

二、增加电气限位及报警装置.....219

## 第六章 比例积算器.....222

第一节 概述.....222

一、用途.....222

二、主要技术特性.....222

第二节 工作原理.....223

第三节 DXS-102型比例积算器的线路分析.....225

一、直流转换器.....226

二、充放电电容 $C_2$ .....228

三、基准电压线路和间歇振荡器.....230

四、单稳态触发器.....232

五、驱动电路及电磁计数器.....233

六、DXS-102型比例积算器整机线路分析.....236

第四节 具有分频线路的DXS型比例积算器的

线路分析.....236

一、自动短接和阻抗转换装置.....237

二、充、放电回路.....239

三、单稳态触发器和放电回路.....240

四、基准电压线路.....241

五、比较线路.....242

六、分频线路和双稳态触发器.....244

七、驱动线路和脉冲数值的计数.....246

八、步进电动机.....248

九、精度调整.....250

十、DXS型比例积算器整机线路分析.....252

第五节 DXS-102型比例积算器的调整和校验.....253

一、基本误差校验.....253

二、机械计数器校验.....255



第六节 DXS-102型比例积算器的一般故障和检修	255
一、DXS-102型比例积算器的故障	255
二、DXS-102型比例积算器在检修中的有关数据	256
<b>第七章 电子开方器</b>	<b>258</b>
第一节 概 述	258
一、用 途	258
二、主要技术特性	258
第二节 工作原理	259
一、间歇振荡型直流放大器	260
二、加入平方负反馈实现开二次方运算	269
三、小信号切除	272
第三节 线路分析	272
一、间歇振荡器	272
二、乘法器和平方器	275
三、小信号切除线路	277
四、整机线路分析	278
第四节 仪表的调整和校验	279
第五节 仪表的一般故障和检修	280
附录一 应用硅稳压管的反向击穿特性所组成的平方器	283
<b>第八章 电子乘除器</b>	<b>285</b>
第一节 概 述	285
一、用 途	285
二、主要技术特性	285
第二节 工作原理	286
第三节 线路分析	290
一、自激振荡调制放大器	290
二、调宽式多谐振荡器	292
三、调高线路	297
四、电压-电流转换器	298
五、整机线路分析	298

第四节 电子乘除器的调整和校验 .....	299
一、调校时的外部接线 .....	299
二、校 验 .....	300
第五节 电子乘除器的一般故障和检修 .....	304
一、分部检查 .....	304
二、整机故障分析 .....	308
<b>第九章 电子计算器</b> .....	310
第一节 概 述 .....	310
一、用 途 .....	310
二、主要技术特性 .....	310
第二节 工作原理 .....	311
一、霍尔片与霍尔效应 .....	311
二、计算部件的构成 .....	313
三、计算部件的工作原理 .....	314
第三节 线路分析 .....	317
一、多谐振荡器 .....	317
二、调制和电压放大 .....	318
三、相敏检波和功率放大 .....	321
四、整机线路分析 .....	323
第四节 电子计算器的调整和校验 .....	323
一、调校时的外部接线 .....	323
二、校 验 .....	324
第五节 电子计算器的一般故障和检修 .....	325
一、故 障 .....	325
二、检修中的有关数据 .....	326
<b>第十章 加减器</b> .....	329
第一节 概 述 .....	329
一、用 途 .....	329
二、主要技术特性 .....	329
第二节 工作原理 .....	330
一、直流变流器 .....	330

二、自激调制式直流放大器 .....	332
三、多谐振荡器 .....	333
<b>第十一章 恒流给定器 .....</b>	<b>334</b>
<b>第一节 概 述 .....</b>	<b>334</b>
一、用 途 .....	334
二、主要技术特性 .....	334
<b>第二节 工作原理 .....</b>	<b>334</b>
一、自激调制式直流放大器 .....	335
二、可调直流电源 .....	336
<b>第十二章 Q型操作器 .....</b>	<b>338</b>
<b>第一节 概 述 .....</b>	<b>338</b>
一、用 途 .....	338
二、主要技术特性 .....	338
<b>第二节 工作原理 .....</b>	<b>338</b>
<b>第十三章 报警器 .....</b>	<b>341</b>
<b>第一节 概 述 .....</b>	<b>341</b>
一、用 途 .....	341
二、主要技术特性 .....	341
<b>第二节 工作原理 .....</b>	<b>341</b>
一、上限报警 .....	343
二、下限报警 .....	343

## 绪 言

DDZ-Ⅱ型电动单元组合仪表，是我国仪表生产战线上广大工人和技术人员，在无产阶级文化大革命中，自行研制的一种新型自动化仪表。目前，该型仪表已在工业生产中日益得到广泛应用。下面简单介绍它的概况。

### 一、电动单元组合仪表的特点

电动单元组合仪表是以电能驱动的“积木式”仪表。它的特点是：把整套仪表分为若干能独立完成某项功能的典型单元，各单元之间的联系都采用统一的信号。因此在实际应用时，只需把数量较少的有关单元，通过不同的组合，就能构成多种多样的自动检测和调节系统。该型仪表不但各单元之间便于联系，而且指示、记录仪表也可以实现单一化；更重要的是，便于与电子计算机及其它数字化装置联用，适合于大规模生产的自动化要求。

### 二、DDZ-Ⅱ型仪表的品种分类

这一系列的仪表有下列各品种：

- (1) 变送单元——有差压变送器、压力变送器及温度变送器；
- (2) 调节单元——有调节器和微分器等；
- (3) 执行单元——有电动和气动两种执行机构；
- (4) 显示单元——有比例积算器和开方积算器等；
- (5) 计算单元——有加减器、开方器及乘除器等；
- (6) 给定单元——有恒流给定器和分流器等；
- (7) 转换单元——有频率转换器及气-电转换器等；

(8) 辅助单元——有操作器和选择操作器等。

### 三、DDZ-Ⅱ型仪表的主要性能指标

DDZ-Ⅱ型仪表的主要性能指标如下：

- (1) 统一标准信号—— $0\sim 10mA.D.C$ ;
- (2) 辅助联络信号—— $0\sim 10mV.D.C$ ，或 $0\sim 2V.D.C$ ;
- (3) 反应时间——要求小于或等于1秒；
- (4) 精度等级——整套仪表的精度不低于1级；其中变送器、转换器、计算器、给定器等单元，在额定电源电压、无振动及无外磁场干扰的室温环境中，测试精度一般为0.5级；
- (5) 负载电阻——变送器、转换器、计算器等的负载电阻为 $0\sim 1.5K\Omega$ ，恒流给定器、调节器等的负载电阻为 $0\sim 3K\Omega$ ；
- (6) 输出值的不稳定性——仪表输出值的抖动不大于1/2基本误差，调节器的输出抖动不大于 $50\mu A$ ；
- (7) 电源—— $220V.A.C$ 、 $50Hz$ 工业电源。

### 四、DDZ-Ⅱ型仪表各型号的代表符号

本系列仪表各单元的型号，均用汉语拼音大写字母表示。

1. DDZ-Ⅱ——电动单元组合仪表的总称；其中第一个D字代表“电动”，第二个D字代表“单元”，Z字代表“组合”。

2. 产品大类的代表符号：

B——变送单元；

T——调节单元；

K——执行单元；

X——显示单元；

J——计算单元；

G——给定单元；

Z——转换单元；

F——辅助单元。

3. 产品小类的代表符号：

Y——压力；	Z——直行程；
C——差压；	S——积算；
U——液位；	S——乘除；
L——流量；	J——加法；
W——温度；	A——恒流给定；
F——成分分析；	F——分流；
L——连续调节；	P——频率；
D——电动操作；	Q——气-电转换；
Q——气动操作；	J——记录；
J——角行程；	Z——指示。

# 第一章 压力、差压变送器

## 第一节 概 述

### 一、用 途

DDZ-Ⅱ型压力、差压变送器是用来把压力、差压、流量、液位、负压等热工参数，转换成 $0\sim 10mA, D.C$ 的统一信号，然后输送给指示、记录仪表，以及调节器或计算机，以实现对上述参数的显示、记录或自动控制。

为了适应不同的用途，压力、差压变送器有多种产品形式可供选择。

### 二、主要技术特性

压力、差压变送器的主要技术特性如下：

- (1) 输入信号 压力或差压
- (2) 输出信号  $0\sim 10mA, D.C$
- (3) 负载电阻  $0\sim 1.5K\Omega$
- (4) 灵敏度  $\pm 0.1\%$
- (5) 基本误差 一般为 $\pm 0.5\%$ ，低差压为 $\pm 1\%$ ，微差压为 $\pm 2.5\%$
- (6) 变差 不大于基本误差
- (7) 反应时间 小于1秒
- (8) 恒流性能  $0.05mA/1.5K\Omega$

## 第二节 工作原理

DDZ-II型压力、差压变送器都是按力平衡原理工作的，因此通常把它们统称为“力平衡式变送器”。压力、差压变送器的品种规格虽然很多，但它们的工作原理和结构基本相同，为此这里主要介绍北京自动化仪表厂生产<sup>①</sup>的差压变送器。

差压变送器（北京产品）的工作原理如图1-1所示。

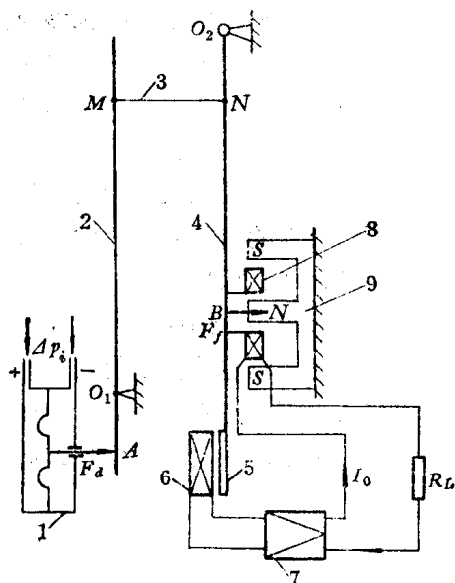


图 1-1 差压变送器（北京产品）的工作原理图

- 1—测量元件；2—主杠杆；3—传力簧片；4—副杠杆；5—检测铝片；6—平面线圈；7—位移检测放大器；8—反馈线圈；9—永久磁铁

测量元件1把所测差压 $\Delta p_i$ ，转换成相应的测量力 $F_d$ ，作用在主杠杆2的A点上，使它偏转；主杠杆又通过传力簧片3带

① 以下简称“北京产品”。



动副杠杆4偏转,从而改变了检测铝片5与平面线圈6之间的相对距离。检测铝片的位移,经位移检测放大器7转换成直流电流输出。该电流通过负载电阻 $R_L$ 和反馈动圈8。由于反馈动圈是固定在副杠杆上,并处于一个永久磁钢9的磁场中,因此在放大器输出电流的作用下,反馈动圈就对副杠杆产生一个电磁反馈力 $F_f$ 。当测量力 $F_a$ 与反馈力 $F_f$ 对杠杆系统所形成的力矩达到平衡时,杠杆系统就停止偏转。这时,通过位移检测放大器输出一个稳定的电流值,即反映所测差压的大小。

在上述变送器中,由于位移检测放大器的灵敏度很高,所以在测量过程中,弹性测量元件和杠杆系统的位移变化量极小。

从上述差压变送器的工作过程可以看出,这种变送器是按力平衡原理测量的,其实质就是用反馈力去平衡测量力。这和天秤是用砝码去平衡被称物体的重量相类似。

工业生产中广泛应用力平衡式仪表。因为这种仪表在动态结构上,是一个具有深度负反馈的有差系统,它可以充分利用负反馈来提高仪表的精度、线性度和反应速度。此外,在力平衡式仪表中,弹性测量元件的位移很小,因此弹性元件的一些不理想因素(如非线性、变差等)的影响也是很小的。

但是,力平衡式仪表也不是完善无缺的,例如,它的转换机构比较复杂,此外,相对说来,在动态稳定性方面,它也不及位移平衡式仪表。

### 第三节 结构说明与线路分析

目前,各有关仪表厂所生产的DDZ-Ⅱ型压力、差压变送器(以下统称力平衡变送器),在结构和线路上虽还没有完全统一,但是它们的组成原理却是基本相同的,即都是由测量元件、可动杠杆系统、电磁反馈机构及高频位移检测放大器等四大部分组成,如图1-2所示。