



职工中等专业学校教材

自动调节设备

孔元发 编

北京科学技术出版社

内 容 提 要

本书从应用角度出发,较全面地对目前电厂中常用的各种热力过程自动调节设备进行了分析和讨论。全书共分三篇:第一篇为DDZ-Ⅱ型电动单元组合仪表,重点介绍机械力变送器、温度变送器、DTL型调节器和DKJ型电动执行器;第二篇为组装式电子综合控制装置,主要介绍MZ-Ⅱ和TF-900组装仪表中的主要功能组件的电路组成、工作原理和工作特性;第三篇为其它不同类型的自动调节设备,主要介绍1151系列电容式变送器、ITE热电偶和热电阻温度变送器、TKZ-2系列调速控制组合装置、气动基地式调节仪表、气动薄膜执行机构和带三断保护的电信号气动长行程执行机构等内容。

本书除作为电力职工中专“电厂热工测量及自动化”专业的教材外,还可供从事热工自动化方面的工程技术人员和工人参考。

职工中等专业学校教材

自动调节设备

孔元发 编

*

北京科学技术出版社出版

(北京西直门外南路19号)

北京科学技术出版社发行

北京朝阳区小红门印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 18印张 400千字

1989年3月第一版 1989年3月河北第一次印刷

印数: 1—2000册

ISBN 7-5304-0273-1XZ · 138 定价: 4.80元

前 言

为了提高水利电力系统职工的技术水平,使水利电力职工中等专业学校的教学工作走向正规化、系统化,我司统一组织编写了这套水利电力职工中专教材。这套教材是根据我司1985年制定的《水利电力系统成人中专教学计划及教学大纲》,由水电系统内各职工中专学校和普通中专学校中有经验的教师分工编写的。在编写过程中,力求在保证理论教育的系统性、完整性的同时,密切联系生产实际,深入浅出,突出水利电力职工教育的特点。

水利电力职工中专教材分基础课及专业课两大部分,包括发电厂及电力系统、输配电工程、用电管理、电厂热能动力装置、电厂热工测量及自动化、水工建筑、水电工程施工、水电站动力设备、陆地水文、工业与民用建筑及经济管理等11个专业,共约120余种教材。

《自动调节设备》系电厂热工测量及自动化专业课教材之一,全书分三篇共十五章。第一篇为DDZ-Ⅱ型电动单元组合仪表(第一章至第五章)主要讲授机械力变送器、温度变送器、DTL型调节器和DKJ型电动执行器的基本结构、工作原理、工作特性和调整环节;第二篇为组装式电子综合控制装置(第六章至第十一章),重点讲授MZ-Ⅲ和TF-900型组装仪表中的主要功能组件的结构组成、工作原理、工作特性和调整环节;第三篇为其它不同类型的自动调节设备(第十二章至十五章),主要讲授1151系列电容式变送器、ITE热电偶和热电阻温度变送器、TKZ-2系列调速控制组合装置、气动基地式调节仪表、气动薄膜执行机构和带三断(断气源、断电源、断电信号)保护的电信号气动长行程执行机构。

为了帮助学生加深理解各章内容,在重要章节之后写了内容小结,并在各章末附有一定数量的练习及思考题。

本书还可供从事热工自动化方面的工程技术人员和工人参考。

本书由重庆电力学校孔元发编写,由沈阳电力专科学校王景龙审稿。审者提出了一些修改意见,一些研究所和工厂为编者提供了丰富的资料,在此一并表示感谢。

由于编写时间仓促,教材中错误难免,恳请读者批评指正。

水利电力部 教育司

1988.4.1

目 录

前 言	
绪 论	1

第一篇 DDZ-I型电动单元组合仪表

第一章 概述	5
第一节 DDZ-I型仪表的控制系统组成及单元分类	5
第二节 DDZ-I型仪表的单元命名及主要性能指标	6
练习及思考题	8
第二章 机械力变送器	9
第一节 矢量机构变送器的基本结构及工作原理	9
第二节 变送器的机械系统和电磁反馈机构	10
第三节 低频位移检测放大器	17
第四节 整机综述及工作特性分析	23
练习及思考题	24
第三章 温度(差)变送器	26
第一节 基本结构及工作原理	26
第二节 输入回路	26
第三节 自激调制式直流放大器	33
第四节 负反馈回路	37
第五节 整机电路综述	40
练习及思考题	41
第四章 DTL型调节器	42
第一节 基本结构及工作原理	42
第二节 输入回路	42
第三节 调零及信号综合电路	45
第四节 自激调制式直流放大器	47
第五节 上、下限限幅电路	49
第六节 负反馈电路	51
第七节 调节器的动态特性	53
第八节 调节器的几种典型工况	55
第九节 自动跟踪电路	59
第十节 整机电路综述	61
练习及思考题	62
第五章 DKJ型电动执行器	64

第一节 基本结构及工作原理	64
第二节 伺服放大器	65
第三节 执行器	70
第四节 电动执行器整机综述	77
练习及思考题	80

第二篇 组装式电子综合控制装置

第六章 组装式电子综合控制装置概述	81
第一节 组装式电子综合控制装置的特点	81
第二节 组装仪表的基本组成	82
第三节 模件组装仪表的型号命名	84
第四节 模件组装仪表的主要技术特性	85
练习及思考题	87
第七章 元电路及其应用	88
第一节 缓冲电路(A)	88
第二节 综合电路(S)	92
第三节 比较电路(B)和单向电路(D)	93
第四节 比例电路(P)	95
第五节 保持电路(J)	97
第六节 开关电路(K)和三角波电路(M)	102
第七节 转换电路(Z)	104
第八节 电源电路(Y)	106
练习及思考题	107
第八章 模件化功能组件	109
第一节 概述	109
第二节 加减组件ZDJJ-4000	111
第三节 平衡组件ZDFE-4000	114
第四节 函数组件ZDZT-4000	116
第五节 死区组件和绝对值组件	123
第六节 限幅组件和选择组件	126
第七节 乘法、除法和开方组件	129
第八节 调节组件	136
第九节 阻尼组件和限速组件	152
第十节 切换组件	157
练习及思考题	160
第九章 操作器及其应用	162
第一节 ZDFH型操作器的特点及功能	162
第二节 电路组成及工作原理	163
第三节 操作器的应用	169
练习及思考题	173
第十章 监视及监控组件	175

第一节	监视组件 ZDGB-1000 2000	176
第二节	监控组件 ZDKJ-5000	179
第三节	监控组件 ZDKJ-1000	191
第四节	监控组件的使用及报警过程	198
第五节	监控组件的改进	203
	练习及思考题	203
第十一章	TF型组装仪表中的转换及调节组件	205
第一节	转换组件	205
第二节	普通型 PID 调节组件	210
	练习及思考题	219

第三篇 其它不同类型的自动调节设备

第十二章	新型变送器	220
第一节	1151 系列电容式变送器	220
第二节	ITE 热电偶温度变送器	232
第三节	ITE 热电阻温度变送器	244
	练习及思考题	251
第十三章	TKZ-2 系列调速控制组合装置	252
第一节	DK-2 型控制器	252
第二节	TC-2 型同操器	257
第三节	TC-2A 型同操器	261
	练习及思考题	262
第十四章	气动基地式调节仪表	263
第一节	基本结构及工作原理	263
第二节	整机工作过程及动态特性	270
	练习及思考题	272
第十五章	气动执行机构	273
第一节	气动薄膜执行机构	273
第二节	ZSLD 型电信号气动长行程执行机构	275
	练习及思考题	281

绪 论

—

自动调节是火电厂热工过程自动化的重要组成部分。它的作用是当生产过程受到内、外干扰（在允许范围内），机组运行参数偏离给定值时，自动进行一些必要的操作来消除干扰的影响，使机组运行工况恢复到正常工作状况。电厂中的热工过程自动调节系统，一般都为反馈自动调节系统，其典型的系统方框图如图0-1所示。它是由调节对象和自动调

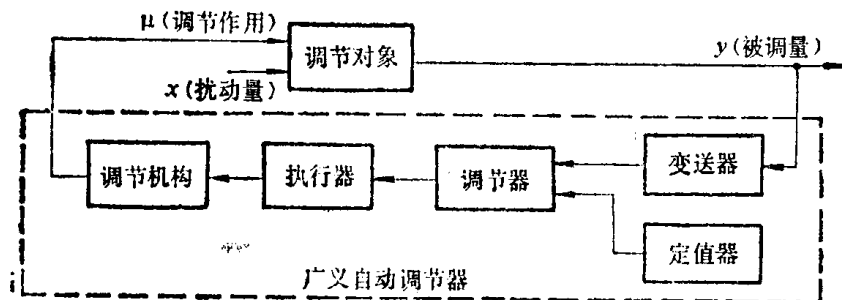


图 0-1 自动调节系统方框图

节器通过信号的传递和相互作用组成的，这里所说的自动调节器，是指从被调量到调节机构输出之间的全套自动调节设备的广义自动调节器。

广义自动调节器是任何工业自动调节系统的必要组成部分，是实现生产过程自动化必不可少的技术工具，各种控制原则和设计思想都要通过它们才能得到实现。因此，每个从事自动化技术工作的人员，都应该在掌握调节对象和控制理论的同时，充分认识自动化技术工具的重要作用，努力掌握各种自动调节设备的工作原理和性能特点，以便合理地选择和正确地使用它们，组成经济、可靠、品质优良的自动调节系统。

由于工业生产过程复杂多样，因而相应的自动化类型、方式和程度亦各不相同，所采用的自动调节仪表也多种多样。这些调节仪表（指广义自动调节器，以下同）按其使用能源形式的不同可分为下列四大类：

- （1）气动调节仪表 以压缩空气为能源；
- （2）液动调节仪表 以高压油或水为能源；
- （3）电动调节仪表 以电能为能源；
- （4）混合式调节仪表 同时以上述两种或两种以上的能源进行工作。

这些调节仪表各有其优缺点和应用场合。

气动调节仪表的发展已有几十年的历史。在60年代以前，它是工业自动化的主要技术工具。由于气动调节仪表具有结构简单，易于掌握，价格便宜，天然防爆及使用范围广等特点，所以特别适用于石油、化工等有易燃易爆因素的生产现场。在电力部门中，气动基

地式调节仪表和气动执行器目前仍被广泛地采用。

液动调节仪表也是发展得较早的一种调节设备，它多用于功率较大的场合。例如，目前电厂中的汽轮机调速系统还较多地采用液动调节仪表。

气动和液动调节仪表的主要缺点是信息传递速度较慢，不适于快速调节、远距离控制和集中控制。

电动调节仪表是在50年代发展起来的一种调节设备。由于它具有信息传递速度快，能实现快速调节，便于远距离控制，容易与其它电子自动化技术工具（如电子巡回检测装置、数据处理装置和工业控制计算机等）配合使用，实现生产过程的全盘自动化，因此，它引起了世界各国的广泛重视，得到了迅速发展。目前电动调节仪表已成为工业自动化的主要技术工具，广泛应用于石油、化工、轻工、电力、冶金、交通等工业部门。

自动调节仪表按结构形式的不同又可分为基地式调节仪表和单元组合式调节仪表两大类。

基地式调节仪表的特点是：根据调节对象的特性和要求，将测量、记录、调节几部分组合设计成一个整体装置，组装在一个表壳里。这种调节仪表的系统成套性很强，但整定参数的变化范围较窄，使用的局限性较大，一般不能互换使用。对于某些单参数、单回路的简单调节系统，采用这种基地式调节仪表则具有简单、可靠和经济等优点。

单元组合式调节仪表的特点是：根据自动检测和调节系统中各组成部分的功能以及现场使用要求，将整套调节设备划分为若干独立作用的单元，各单元之间采用统一的输入和输出信号，使用时按照生产工艺的需要，将少量单元进行不同的组合，即可构成多种复杂程度不同的自动检测和调节系统。这种调节仪表具有组成与改组系统方便、灵活、通用性强等特点。

我国于50年代后期就设计和制造了气动单元组合（QDZ型）和电动单元组合（DDZ-I型）两大系列自动化仪表。随着电子技术的发展、半导体器件品种的增加和性能的改善，我国在60年代研制出了以晶体管和小型电子器件为基本元件的DDZ-II型电动单元组合仪表；在70年代又研制出了以集成运算放大器为基本元件的DDZ-III型电动单元组合仪表。

为了适应大型企业综合自动化的要求，我国仪表战线在70年代和80年代初还研制出了TF-900型和MZ-III系列等组装式电子综合控制装置（简称组装式调节仪表）。组装式调节仪表除了具有DDZ型仪表的所有功能外，还从生产过程的整体出发，针对不同调节对象的动态特性和相互关联的控制要求，引进了非线性控制、逻辑控制、数字技术和断续调节技术等，以实现局部过程的综合协调控制。此外，它还特别考虑了与工业控制计算机、程序控制装置、图象显示装置等的配套联用问题，以及监控和自动保护等问题，以提高整套仪表的控制性能。

近年来，为了加快我国工业自动化的发展速度，提高自动化仪表的生产和使用水平，还引进了1151系列、I系列、CPEC200和集散控制系统等自动化仪表的制造生产技术。这些自动化仪表的生产和应用，将进一步提高我国工业生产过程自动化的水平。

微处理机及电子计算机等先进设备在国外已普遍应用于工业生产过程的自动控制，大大地推进了现代工业自动化的水平。目前，国内正大力研究、试验和推广微处理机

及微型计算机的总体分散型综合控制系统。可以预料，以微处理机及微型计算机为核心的新型自动化仪表，不久将广泛地应用于各类工业生产的综合控制。

二

《自动调节设备》是电厂热工测量及自动化专业的主要专业课之一，内容包括DDZ-II型电动单元组合仪表、组装式电子综合控制装置及其它不同类型的自动调节设备。本课程的重点是讲授组装式电子综合控制装置和DDZ-II型电动单元组合仪表。考虑到电厂所用主要调节设备的配套性和先进性，对滑差电机控制装置、1151系列电容式变送器、I系列温度变送器、气动基地式调节仪表、气动执行器等也作了适当介绍。

《自动调节设备》这门课程的内容庞杂，发展更新很快，调节设备的品种繁多，各有不同的用途和特点。每一种调节设备几乎都是一个独立而完整的仪表或装置，它们一般都具有比较复杂的结构形式或电气线路，在工作原理上也有所不同。但是，只要我们对各类模拟量调节设备进行仔细研究和分析后，就不难发现，在这些千差万别的模拟量调节设备中有其共同点：它们一般都是按负反馈平衡原理构成的，其组成原理如图0-2所示。由图所示可直观地看出，按负反馈平衡原理构成的各种模拟量调节仪表或装置，在结构上主要由

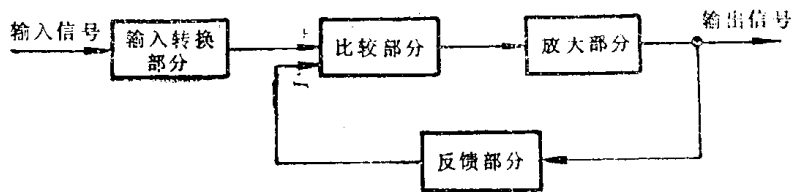


图 0-2 模拟量调节仪表的组成原理方框图

输入转换部分、比较部分、放大部分和反馈部分所组成，各部分信息的传递与作用方向如图中箭头所示。图0-2所示结构方框图简明扼要地表示出了模拟量调节仪表工作的基本原理为负反馈平衡原理；基本结构分为输入、比较、放大、反馈四部分。

由图0-2所示结构框图，利用调节原理知识可方便地把该类仪表各组成部分的作用、工作原理及特性阐述清楚。输入转换部分是一个线性环节，一般由高稳定性和高精度的元、部件组成；比较部分也都由线性的元、部件组成，用以保证各综合信号在该部分进行线性迭加（或称线性综合）；放大部分是一个高增益的放大器（气动放大器、机械放大器或电子放大器等）；用以保证负反馈平衡的精度；反馈部分是由高精度和高稳定度的元、部件所组成的各种运算电路。当放大部分的增益足够大时，仪表的传递特性基本上由反馈回路传递特性的倒数与输入转换部分传递特性的乘积所决定。特性参数的调整环节一般都附设在输入转换部分和反馈部分。

在分析每一个具体仪表时，应注意以下两点：

1) 将整体仪表分解为简单的基本部件或环节（以上述的结构框图为基础），弄清它们的工作原理和传递特性，以及保证这些特性的技术条件和调校方法。

2) 懂得怎样由基本部件或环节组成仪表的基本方法和对整机特性的分析。

在教学（或学习）过程中，应始终按唯物辩证法的认识论去系统地分析和掌握每一个仪表的基本内容，培养学生既要善于分析，又要善于综合。具体讲，就是在分析每一个仪表时，本质上应从它们的结构联系、连接、运动以及运动的产生（即动作原理）和消失（即动态或静态平衡）方面去考察，并将整体内容划分为如下六个部分，即仪表的基本用途→基本结构组成→工作原理→工作特性→调整环节→误差分析，依次逐步深化。这种逻辑层次的分析，符合唯物辩证法的认识论，有利于培养学生的逻辑思维能力和分析、综合能力。

信号后，一方面送到显示单元供指示或记录，同时送到调节单元与给定单元送来的（或由调节单元内部取得的）给定值进行比较。调节单元按照比较后得出的偏差信号经某种运算后发出调节信号，控制执行单元的动作，将阀门开大或关小，控制进入调节对象的工艺介质（或能量）的多少，达到自动调节的目的。以图1-1中还可以看出，对于不同的调节对象只需更换一个或几个单元，便可满足不同的调节要求。

根据DDZ-Ⅱ型仪表在自动检测与调节系统中的作用和特点，整套仪表划分为八大单元。各单元的名称及作用如下：

（1）变送单元——将各种被测参数（如温度、压力、流量、液位等）转换为0~10mA，D.C的统一信号，传送到显示和调节单元，以实现对各种参数的指示、记录或调节。

（2）调节单元——将变送单元送来的测量信号与给定信号进行比较，并按一定的调节规律输出连续的调节信号，控制执行器动作。

（3）执行单元——根据调节单元送来的调节信号或手操信号，操作各种调节机构（如挡板、阀门等），以达到调节的目的。

（4）显示单元——将变送单元或其它单元送来的信号进行显示、记录、报警和积累，以供运行人员监视系统工况之用。

（5）计算单元——根据需要，对各类单元输出的0~10mA，D.C信号进行各种数学运算（如加、减、乘、除、平方、开方等运算），以实现生产过程的多参数综合调节、配比调节、流量信号的温度、压力校正计算等，改善调节质量。

（6）给定单元——将被调参数的给定值以0~10mA，D.C.电流的形式送入调节单元，实现定值调节、时间或参数程序调节。

（7）转换单元——它是DDZ-Ⅱ型仪表与其它系列仪表之间联系的桥梁，能将气动单元组合仪表的20~100kPa标准气压信号和其它非统一的各种电信号转换成0~10mA，D.C.的统一联络信号，或把0~10mA，D.C.的统一联络信号转换成20~100kPa的标准气压信号。利用转换单元，可以组成各种复合调节系统，扩大DDZ-Ⅱ型仪表的使用范围。

（8）辅助单元——配合各单元在自动检测和控制系统中起附加或补充作用，以增加系统组合和操作的灵活性及系统运行的安全性，如操作切换、报警、发信号、数值选择、限幅等。

除上述八大基本单元外，为适应电厂大机组的自动调节和其它复杂调节系统调节的需要，还专门设计生产了若干补充产品，如函数发生器等，用以构成较完善的调节系统。

第二节 DDZ-Ⅱ型仪表的单元命名及主要性能指标

根据DDZ-Ⅱ型仪表各类单元的特点和习惯用语，将指示和记录仪表称为指示仪和记录仪，其余仪表均称为器，如变送器、转换器、给定器、调节器、执行器等。

整套仪表以电（Dian）、单（Dan）、组（Zu）三字的汉语拼音文字的第一个大写字母为标志，即DDZ，代表电动单元组合之意，其后的罗马数字Ⅱ代表整套仪表为晶体管型。

DDZ-Ⅱ型仪表的各类单元型号由两部分组成，其间用短横线分开，组成型式如图1-2

所示。型号的第一部分1、2、3为三个汉语拼音大写字母，各表示的意义如下：

1——均为字母D，表示该型仪表是以电能驱动的单元组合仪表。

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；G——给定单元；Z——转换单元；J——计算单元；F——辅助单元。

3——各大类中的产品小类的代表符号，同一个字母在不同大类中代表不同的产品，如：

在变送单元中：W——温度和温差；Y——压力；C——差压；L——流量；F——液位。

在调节单元中：L——连续；D——断续。

在执行单元中：J——角行程；Z——

直行程。

在显示单元中：Z——指示；J——记录；S——积算。

在计算单元中：J——加减；S——乘除；K——开方。

在给定单元中：A——恒流；F——分流。

在转换单元中：J——交流毫伏；Z——直流毫伏；P——频率。Q——气-电转换。

在辅助单元中：C——选择；F——限幅；Z——阻尼；Q——气动操作；D——电动操作。

型号的第二部分又分两节组成：

第一节4、5、6由三位或两位阿拉伯数字组成。变送、显示、调节和执行单元类的产品由三位数字组成，前两位数字代表产品系列、规格和结构特征，第三位数字代表产品序号。其它各类产品均由两位阿拉伯数字组成：第一位数字代表产品的规格和结构特征；第二位数字代表产品序号。

第二节7由一个或两个汉语拼音字母组成，标志产品的变形结构或特殊用途。字母的意义如下：M——面板式；X——现场安装式；J——盘后架装式；N——气密式；K——快速；B——防爆；F——防腐。

如果某台仪表具备上述情况中的一种特殊结构，则第二节由一个字母组成；如果兼备两种特殊结构，则用上述两个大写字母组合表示。

DDZ-Ⅱ型仪表的主要性能指标如下：

(1) 统一联络信号—— $0\sim 10\text{mA}$ ，D.C.；

(2) 辅助联络信号—— $0\sim 10\text{mV}$ ，D.C.或 2V ，D.C.；

(3) 精度等级——整套仪表的基本精度不低于1.0级（即基本误差小于 $\pm 1\%$ ），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、无外磁场干扰、室温和规定的工作湿度环境中，测试精度一般为0.5级；

(4) 反应时间——整套仪表的反应时间一般不超过1s；

(5) 负载电阻——变送器、转换器、计算器等的负载电阻为 $0\sim 1.5\text{k}\Omega$ ，恒流给定器、调节器等负载电阻为 $0\sim 3\text{k}\Omega$ ；

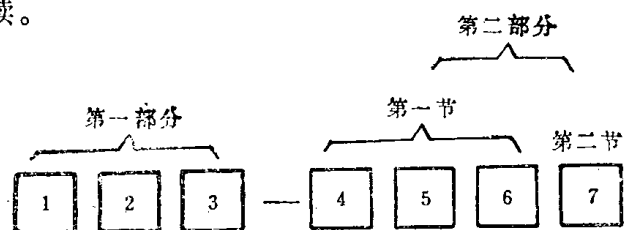


图 1-2 DDZ-Ⅰ型仪表的单元命名表示法

- (6) 输入电阻——有统一联络信号输入的仪表，其输入电阻为 200Ω ；
- (7) 恒流性能——负载电阻在规定范围内变化时，仪表的附加误差不得超过允许的基本误差；
- (8) 电源——220V, A.C.、50Hz工业电源。当电源电压变化 220^{+20}_{-30} V时，仪表输出值的变化均不应超过允许基本误差的绝对值；
- (9) 环境温度——控制室仪表 $0\sim 45^{\circ}\text{C}$ ；现场安装仪表 $-10\sim +60^{\circ}\text{C}$ 。

练习及思考题

- (1) DDZ-Ⅱ型仪表具有什么特点？
- (2) DDZ-Ⅱ型仪表有哪几大单元？各单元的作用是什么？
- (3) DDZ-Ⅱ型仪表有哪些主要性能指标？

第二章 机械力变送器

机械力变送器是DDZ-Ⅱ型仪表中两大类变送器之一，它是按力平衡原理进行工作的，故又称力平衡式变送器。在热工测量及自动调节系统中，它作为检测、变送环节，主要用来连续测量蒸汽、水、油、气体等流体介质的差压、压力、液位、流量等热工参数，并将其转换成0~10mA，D.C.的统一信号，送入显示、计算、调节等单元及组装式仪表或其它数字装置、工业控制机等。

为适应各工业部门的需要，该类变送器有许多品种供用户选择。同一厂家的机械力变送器，其结构基本相同，只是测量部分不同，如压力变送器的检测元件是弹簧管或波纹管，差压变送器的检测元件是膜片或膜盒等。

目前电厂中广泛使用的DDZ-Ⅱ型机械力变送器，按力结构的作用方式不同可分为双杠杆机构变送器和矢量机构变送器。本章主要介绍矢量机构变送器。

第一节 矢量机构变送器的基本结构及工作原理

矢量机构变送器是DDZ-Ⅱ型仪表中较广泛使用的一种机械结构类型的力平衡式变送器。它具有零点稳定、工作可靠、调整方便、抗震性强、使用环境温度范围广等优点。

DBC型和DBY型矢量机构力平衡式变送器，除测量部分外，其它机械结构和电气线路完全相同。下面以DBC型差压变送器为例说明它们的基本结构和工作原理。

DBC型矢量机构变送器的基本结构如图2-1所示。它由测量部分、力平衡转换部分、低频位移检测放大器和电磁反馈机构组成，其组成原理如图2-2所示。由图示可以看出，此变送器是根据负反馈的力平衡原理进行工作的，它是一个具有深度负反馈的有差系统。

由图2-1和图2-2所示，输入差压信号 Δp 作用在测量敏感元件(膜盒或膜片)两侧时，在测量元件的中心连接簧片处便产生一集中测量力 F_i 。此力通过连接簧

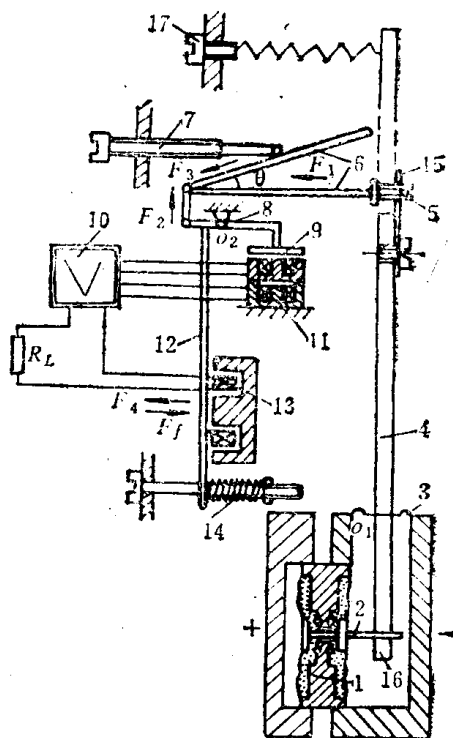


图 2-1 矢量机构变送器的工作原理图

- 1—测量元件；2—连接簧片；3—轴封膜片；
- 4—主杠杆；5—静压调整螺钉；6—矢量机构；
- 7—量程调整丝杆；8—支点；9—检测板；
- 10—放大器；11—差动变压器；12—副杠杆；
- 13—反馈动圈；14—调零机构；15—过载保护
- 簧片；16—连接螺母；17—零点迁移机构

片2作用在主杠杆4的下端,经主杠杆(支点为 o_1)传递到矢量机构上的水平推力为 F_1 。

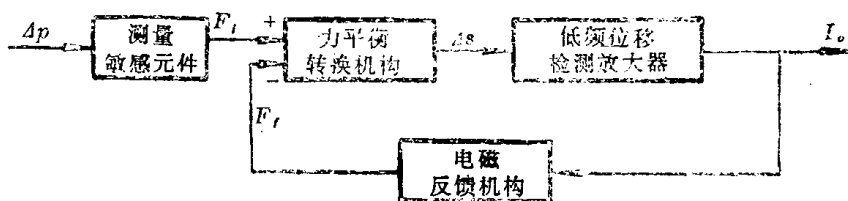


图 2-2 矢量机构变送器的组成原理方框图

矢量机构将力 F_1 分解为垂直方向的分力 F_2 和沿矢量角 θ 方向的分力 F_3 两个分力,图如2-3所示。由于矢量板的端部是固定在基座上的,因此沿矢量角 θ 方向的分力 F_3 被固定支点的反作用力所平衡,对副杠杆的运动不起作用。分力 F_2 驱动副杠杆以十字簧片支点 o_2 为转动支点发生偏转,使固定在副杠杆上的检测板产生相应的位移 Δs ,即检测板与差动变压器之间的气隙 s 改变,则差动变压器的输出电压 Δu 发生变化。 Δu 经低频位移检测放大器10转换放大后输出0~10mA, D.C.的统一信号供给负载。此电流同时流经处于永久磁场内的反馈

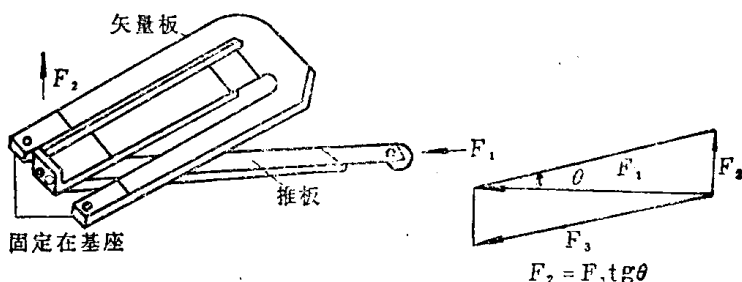


图 2-3 矢量板的结构与力的分解

动圈,产生一个与测量力相平衡的反馈力 F_f ,当反馈力所产生的反馈力矩与测量力所产生的测量力矩相平衡时,变送器便达到一个新的平衡状态,此时的输出电流与被测压差信号成正比例。

由上述分析可知,整个变送器是一个闭合的负反馈系统。由于低频位移检测放大器的灵敏度很高,所以在整个量程范围内,检测板的位移只有几微米,系统其它各部分的机械位移量也极小。对于这样微小位移变化的机械传动系统,在很大程度上可忽略各弹性支承所固有的变形力和其它活动支点的摩擦阻力。所以,测量力的变化几乎完全由电磁反馈力的变化来平衡,即按负反馈的力平衡原理进行工作。

第二节 变送器的机械系统和电磁反馈机构

一、测量部分

测量部分的作用就是将被测参数(如差压、压力、液位、流量等热工参数)转换成相应的测量力。力平衡变送器之所以能够测量几个性质不同的参数,关键就在于有各种相应的测量部分。

如图2-4所示,差压变送器的测量部分主要由差压测量室(由高压容室1和低压容室5

组成)、差压测量敏感元件(膜盒2)、引出杠杆6、C形簧片4和轴封膜片7组成。

差压信号引入高低压容室后,作用于膜盒(或膜片)的两侧,通过膜盒的有效面积转换成与其成正比的集中测量力,经C形簧片传递给引出杠杆,引出杠杆在该力作用下以轴封膜片为支点产生一测量力矩作用于杠杆系统。在这里,轴封膜片一方面作为引出杠杆的转动支点,另一方面起密封作用,把高压容室与外界隔绝。变送器在工作过程中,由于密封膜片承受着全部静压,所以对密封膜片要求较高,即不仅应有一定的强度和耐腐蚀性能,而且其转角刚度应很小。

在力平衡变送器中,测量差压的弹性敏感元件的结构、尺寸和材料,随被测介质的性质、测量范围和所承受的静压不同而不同。

(一) 差压测量敏感元件

测量低差压和高差压时,一般都采用金属膜盒作测量敏感元件,膜盒的结构如图2-5所示。将两块几何形状和物理性能完全相同的金属膜片1分别与上、下两硬芯焊牢后,利用螺纹结构将两硬芯固定在一起。然后将两膜片与底座焊牢,再在膜片与底座之间的空腔内填充硅油,用钢珠封住油口后即构成膜盒。

采用这种膜盒结构具有以下优点:

1) 双膜片结构可以减小温度变化所引起的测量误差。当温度变化引起硅油膨胀时,硅油对两膜片所产生的力的方向是相反的,可以互相抵消。此外,两膜片因温度变化而产生变形所引起的附加力的方向也是相反的,也可以互相抵消。

2) 膜盒内填充硅油,一方面可传递压力,另一方面对膜盒还起单向过载保护作用。当膜盒处于单向过载受压时,膜盒硬芯4的端面压住密封垫圈6,使膜盒内的硅油不能流动。根据液体不可压缩原理,从而保护膜盒不被损坏。此外,膜盒中所充硅油对冲击力具有一定缓冲作用(即阻尼作用)。当被测差压产生脉动时,迫使硅油通过中间的间隙流向一侧,因硅油具有一定的粘度,其流动速度相对于被测差压的变化速度要慢得多,故具有阻尼作用。这种阻尼作用可消除被测介质的高频脉动差压对变送器输出精度的影响。

在力平衡变送器中,要求膜盒的工作特性(即压力-力转换特性)为线性,即要求膜盒的有效面积恒定。实际上膜盒的有效面积在位移很小的情况下可视为一恒定值。为确保仪表精度,在使用中应力求避免膜盒的膜片产生过大位移。

膜盒的有效面积 A 可用下式估算:

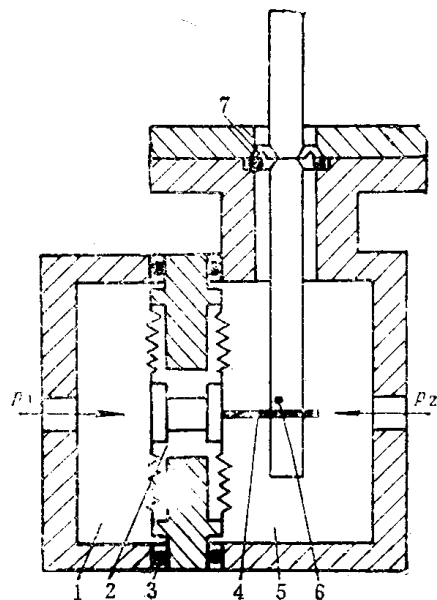


图 2-4 差压变送器的测量部分

- 1—高压容室; 2—膜盒; 3—密封垫圈;
4—C形簧片; 5—低压容室;
6—引出杠杆; 7—轴封膜片

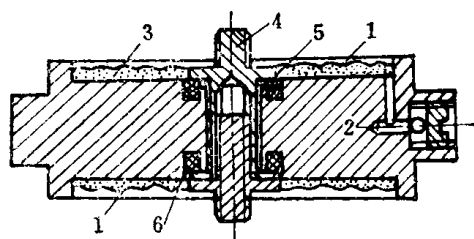


图 2-5 膜盒

- 1—膜片; 2—底座; 3—硅油; 4—硬芯;
5—齿环; 6—密封垫圈