



化工技工学校教材

电动控制仪表 技能培训

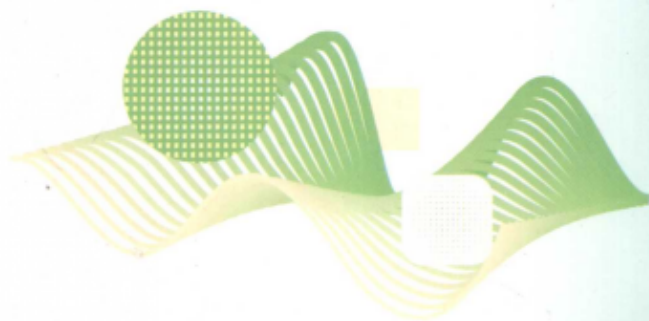
天津市化工仪电技术学校

杨健 主编

化学工业出版社

技校化工仪表维修工种系列教材

电工电子技术	技术原理	张立高主编	定价 20.00
电工电子技术	技能培训	赵春华 编	定价 14.00
化工测量仪表	技术原理	余国华主编	定价 15.00
化工测量仪表	技能培训	张大欣 编	定价 15.00
气动控制仪表	技术原理	宋家霖 编	定价 11.00
气动控制仪表	技能培训	杨 健 编	定价 8.00
电动控制仪表	技术原理	宋家霖主编	估价 20.00
电动控制仪表	技能培训	杨 健主编	定价 12.00
自动控制系统	技术原理	乐建波主编	定价 19.00
自动控制系统	技能培训	张大欣 编	定价 15.00



ISBN 7-5025-2524-6



9 787502 525248 >

ISBN 7-5025-2524-6/G · 691

定价: 12.00 元

（京）登字01号

化工技工学校教材

电动控制仪表

技能培训

天津市化工仪电技术学校

杨健 主编

化学工业出版社

·北京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

电动控制仪表 技能培训/杨健主编. —北京: 化学工业出版社, 2000.5
化工技工学校教材

ISBN 7-5025-2524-6

I. 电... II. 杨... III. 电动仪表: 单元组合仪表-技工学校-教材 IV. TH862

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 00999 号

化工技工学校教材

电动控制仪表

技能培训

天津市化工机电技术学校

杨 健 主编

责任编辑: 张建茹

责任校对: 洪雅姝

封面设计: 田彦文

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市昌平振南印刷厂印刷

三河市宇新装订厂装订

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 9 字数 200 千字

2000 年 5 月第 1 版 2000 年 5 月北京第 1 次印刷

印 数: 1—3000

ISBN 7-5025-2524-6/G·691

定 价: 12.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

内 容 提 要

本书是化工技工学校仪表维修工种技能培训教材之一,主要介绍了电动单元组合仪表的调校、检修及使用的基本方法和操作步骤。全书共分为十三个课题,分别是:DDZ-Ⅱ型差压变送器、DDZ-Ⅲ型差压变送器、1151 DP型差压变送器、DDZ-Ⅲ型温度变送器、DDZ-Ⅱ型开方器、DDZ-Ⅲ型乘除器、DDZ-Ⅲ型加减器、DDZ-Ⅱ型调节器、DDZ-Ⅲ型全刻度指示调节器、KMM可编程调节器、安全保持器、DDZ-Ⅱ型D/Q转换器和信号转换器。每个课题中都附有一定数量的复习与思考题。考虑到教材的实用性和完整性,在教材中编入了各种仪表的主要技术指标和特性参数。

本书除供技工学校学生实习培训外,还可供仪表工人技术培训使用及各类有关人员参考。

前 言

化工技工学校为经济建设服务,为化学工业的发展和进步服务,近20年来各校陆续开办了化工仪表维修工种,为企业输送了对口的技术工人。化工自动化仪表更新换代的速度很快,仪表维修技术的广度和深度拓展很宽,化工仪表维修成为一个很重要的工种,劳动部和国家教委1986年末颁发的《技工学校工作条例》,明确规定了中级技术工人的培养目标。对照化工仪表维修工种中级工的技术等级标准和《条例》中技工学校招收初中毕业生,学制三年的规定,化工技工学校完成化工仪表维修中级工的培养目标教学改革的任务十分迫切。在原化工部教育司的直接领导下,化工技校教学指导委员会电仪专业组,从1987年开始有组织、有计划地进行了广泛的调查和深入研讨,制定了以技能培训为主导的教学计划,并相应编写了成套培训教材。

化工仪表维修工种的培训教材为对应的两大系列:技能培训教材和技术原理教材。又依照仪表维修技术的内涵,各分六个部分,即《钳工、管工基础》、《电工电子技术》、《化工测量仪表》、《电动控制仪表》、《气动控制仪表》、《化工自动化系统》。技能培训教材依照实习课题的体例编写,技术原理则仍以章节的体例编写。

考虑到各化工技工学校的学习设施和相关条件不尽相同,欲使整套教材都能适应,如实习条件较弱的学校,可按照原化工部颁发的教学计划,技术原理教材用作技术基础课和专业课的理论教材,技能培训教材用作实习指导教材;而对实习条件较强的技工学校,就可以以操作技能培训为主线,两部教材一一对应使用,做到讲和练的有机结合,有效地提高培训质量。

这套教材涉及技能培训与技术原理的相关问题,对应部分之间相关问题的解决比较复杂,天津市化工仪电技术学校高继群、化工部淮南动力技工学校宋家霖、天津师范大学杨健和陕西兴平高级技工学校牛连和在编写过程中发挥了主导作用。化工出版社对编写工作进行了热情指导。审稿过程中得到了天津市化工仪电技术学校,淮南动力技校,太原化工技校,陕西兴平高级技工学校,山东鲁南化工技校,吉林化工技校,南化公司技工学校,浙江巨化公司技工学校,上海吴泾化工厂技校,云南省化工技校,重庆化工技校,西安医药化工技校,辽宁盘锦化工技校等单位的大力支持。在此一并致谢。

本套教材的编写过程,时间跨度较大,各种不足之处在所难免,热切希望听到对这套教材的批评指导。

本书是化工仪表维修工种《电动控制仪表》一技能培训教材,可与对应的《电动控制仪表》一技术原理教材配套使用,也可作为实习指导教材单独使用。

本书由天津化工仪电技术学校杨健统稿并编写第一、三、五~十三课题,重庆化工技校夏洪永编写第二、四课题。淮南动力技工学校宋家霖主审。参加审稿的还有:太原化工技校王黎明。

目 录

课题一 DDZ-Ⅱ型差压变送器	1
一、实习目的	1
二、准备知识	1
三、实习条件	3
四、实习内容与步骤	3
五、考核与评分	7
课题二 DDZ-Ⅲ型差压变送器	8
一、实习目的	8
二、准备知识	8
三、实习条件	10
四、实习内容与步骤	11
五、考核与评分	19
课题三 1151 DP 型差压变送器	20
一、实习目的	20
二、准备知识	20
三、实习条件	22
四、实习内容与步骤	22
五、考核与评分	31
课题四 DDZ-Ⅲ型温度变送器	32
一、实习目的	32
二、准备知识	32
三、实习条件	35
四、实习内容与步骤	35
五、考核与评分	43
课题五 DDZ-Ⅱ型开方器	44
一、实习目的	44
二、准备知识	44
三、实习条件	47
四、实习内容与步骤	47
五、考核与评分	49
课题六 DDZ-Ⅲ型乘除器	50
一、实习目的	50
二、准备知识	50
三、实习条件	53
四、实习内容与步骤	54

五、考核与评分	55
课题七 DDZ-Ⅲ型加减器	56
一、实习目的	56
二、准备知识	56
三、实习条件	59
四、实习内容与步骤	59
五、考核与评分	60
课题八 DDZ-Ⅱ型调节器	61
一、实习目的	61
二、准备知识	61
三、实习条件	66
四、实习内容与步骤	67
五、考核与评分	75
课题九 DDZ-Ⅲ型全刻度指示调节器	76
一、实习目的	76
二、准备知识	76
三、实习条件	79
四、实习内容与步骤	79
五、考核与评分	86
课题十 KMM 可编程序调节器	87
一、实习目的	87
二、准备知识	87
三、实习条件	88
四、实习内容与步骤	89
五、考核与评分	108
课题十一 安全保持器	120
一、实习目的	120
二、准备知识	120
三、实习条件	121
四、实习内容与步骤	121
五、考核与评分	123
课题十二 DDZ-Ⅱ型 D/Q 转换器	124
一、实习目的	124
二、准备知识	124
三、实习条件	125
四、实习内容与步骤	125
五、考核与评分	127
课题十三 信号转换器	128
一、实习目的	128
二、准备知识	128

三、实习条件·····	130
四、实习内容与步骤·····	130
五、考核与评分·····	132

课题一 DDZ-II 型差压变送器

一、实习目的

1. 熟悉 DDZ-II 型双杠杆式差压变送器（以下简称仪表）的结构特点。
2. 掌握仪表的调校方法。
3. 掌握仪表一般故障的分析与排除方法。

二、准备知识

（一）仪表用途

DDZ-II 型差压变送器常被用来测量差压、流量和液位等工艺参数，并将被测工艺参数转换为 $0 \sim 10\text{mA}$ DC 的输出电流信号，传递给指示仪表、记录仪表和调节仪表进行显示和控制，从而实现生产过程的自动检测和自动控制。

差压变送器安装在生产现场的工艺设备或工艺管道上，直接测量工艺参数，通常被称作一次仪表。仪表的输出信号通过信号线传递给控制室中的其他仪表（二次仪表）。信号传递方式如图 1-1 所示。

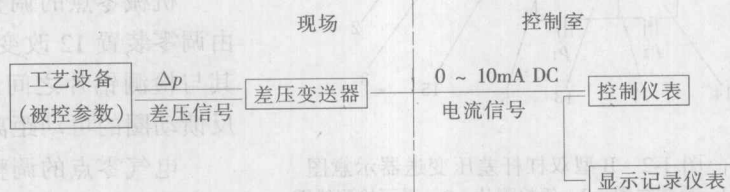


图 1-1 差压变送器应用示意图

（二）主要技术性能及规格

1. 性能指标

基本误差： $\pm 0.5\%$

回程误差（变差）：不大于基本误差

不灵敏区： $\leq 0.1\%$

反应时间： $\leq 1\text{s}$

负载电阻： $0 \sim 1.5\text{k}\Omega$

恒流性能：附加误差 $\pm 0.05\text{mA}/1.5\text{k}\Omega$

静压（零点）附加误差：静压 $\leq 16\text{MPa}$ 为 $\pm 3\%$ ；静压 $> 16\text{MPa}$ 为 $\pm 5\%$

2. 规格

测量范围： $100\text{Pa} \sim 2.5\text{MPa}$

输出信号： $0 \sim 10\text{mA}$ DC

供电电源： $220 \pm \frac{20}{30}\text{V}$ AC

环境温度： $-10 \sim 55^\circ\text{C}$

相对湿度： $\leq 95\%$

环境振动：频率 $\leq 25\text{Hz}$ ；振幅 $\leq 0.1\text{mm}$

仪表管接头螺纹： $\text{M}20 \times 1.5$

仪表安装管外径： $\phi 55 \pm 5\text{mm}$

(三) 仪表的结构

DDZ-II 型双杠杆差压变送器结构如图 1-2 所示。

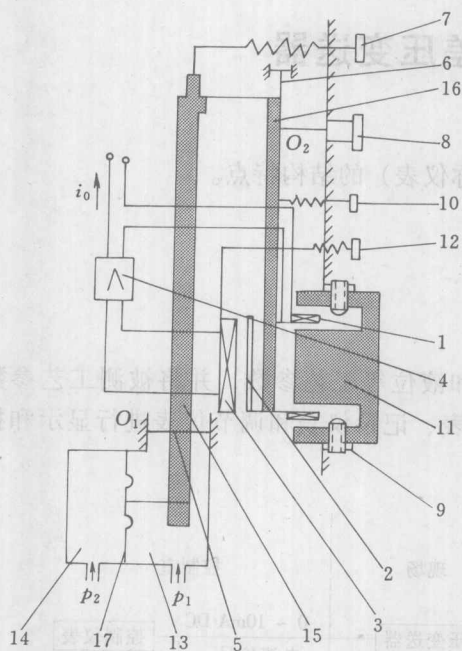


图 1-2 B 型双杠杆差压变送器示意图

- 1—反馈线圈；2—铝检测片；3—平面检测线圈；
4—位移检测放大器；5—轴密封膜片；6—十字簧片；
7—迁移装置；8—偏心螺钉；9—磁分路调整螺钉；
10—零位调整装置；11—电磁反馈磁铁；12—位
移调整装置；13、14—正、负压室；15—主杠杆；
16—副杠杆；17—测量元件（膜片或膜盒）

2. 量程调整

仪表的量程调整有三种方式：粗调、细调和微调。

①粗调 改变反馈动圈的不同接法以获得不同的反馈动圈有效圈数，可以在很大范围内改变电磁反馈系数，用来粗调量程。不同量程时绕组的接线方法如图 1-3 所示。

高量程时，①与②短接、④与⑤短接，由①、⑤两端子接入电路，动圈圈数为 3000 匝。

中量程时，①与③短接，动圈圈数为 1990 匝。

低量程时，③与⑤短接，动圈圈数为 1010 匝。

这种粗调方式的最小量程与最大量程之比约为 1:3。

②细调 量程细调由调整量程调整装置 8 来完成。量程调整装置是一个固定在机架上的偏心螺钉，调整它可以改变副杠杆支点的位置，从而调整量程。这种调整范围较小而且连续，因此作为量程细调。

当满度输出电流在 $10\text{mA} \pm 1.5\text{mA}$ 之内，可通过细调方式调整。

③微调 量程微调由调整磁分路螺钉 9 来完成。调整它可以改变磁钢气隙中的磁感应强

由于采用了双杠杆，有效地提高了杠杆系统的放大倍数，减小了杠杆长度缩小了仪表的体积。

(四) 仪表的调整内容

仪表在出厂之前，根据使用者的要求，调校在预定的测量范围上，并在铭牌上注明。在现场安装使用前，使用者必须重新对仪表进行调校；检修后的仪表也需要进行调校，调校合格的仪表才能够安装使用。

仪表调校内容如下。

1. 零点调整

零点调整分为调机械零点和电气零点两种方式，是通过仪表的零点调整机构来完成的。

机械零点的调整是在仪表不通电的情况下，由调零装置 12 改变平面检测线圈的初始位置，使其与检测铝片之间的距离为 $1.5 \sim 2\text{mm}$ ，以保证反馈动圈的 movable 距离在 2mm 以上。

电气零点的调整，在机械零点调整好之后进行。调整时仪表需通电，调整调零螺钉 10 来改变固定在副杠杆的检测铝片的初始位置，从而实现调零。

当变送器不进行零点迁移时，零点迁移弹簧可用来配合调电气零点。

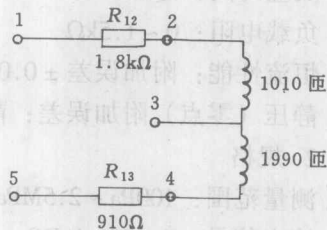


图 1-3 带抽头的反馈动圈

度，达到调整量程的目的。旋进螺钉，量程增大，旋出螺钉，量程减小。

当满度输出电流在 $10\text{mA} \pm 0.2\text{mA}$ 之内，可调整磁分路螺钉进行量程微调。

3. 迁移调整

零点的迁移由迁移弹簧 7 来完成。负迁移应拉紧迁移弹簧，正迁移需压缩迁移弹簧。

4. 静压误差调整

静压误差的调整，通常采用在平衡吊带下端与机座之间增减垫片的方法，使主杠杆预先有一个偏转角，借以抵消静压作用下杠杆的附加偏转，使静压误差被消除。静误差为正误差时增加垫片，反之减少垫片。

对于高静压的差压变送器（静压超过 16MPa）设有专门的静压误差调整装置，用它调整机架的微小位移消除静压误差。

三、实习条件

表 1-1 为本课题所需仪表、仪器设备的相关内容，请注意表格的填写方式，预习课题内容，核对表格中所填项目，并填写所空的栏目。

表 1-1 实习设备明细表

序号	仪表及仪器设备	性能规格	设备编号	数量	在课题中的用途	备注
1	DDZ-II 型差压变送器	/		1	被调校仪表	
2	标准压力表	0.25 级/		1	显示输入信号	
3	压力表	1.0 级/		1	显示静压压力	
4	直流毫安表	0.5 级/0~10mA DC		1	显示输出电流	
5	标准电阻箱	0~9.9K 0.1%		1	模拟负载电阻	
6	活塞式压力计	0.4~250MPa		1	产生输入信号	
7	兆欧表	$\leq 1\%/500\text{V}$		1	检测被校仪表绝缘性能	
8						
9						
10						

四、实习内容与步骤

1. 结构认识

①旋开表壳，认识仪表四大组成部分：测量元件、杠杆系统、位移检测放大和电磁反馈系统。

②对照图 1-2 找出图中所标各部件。

2. 校验接线

①将差压变送器垂直安装在试验架上。

②按照图 1-4 接线、接管。

3. 一般检查

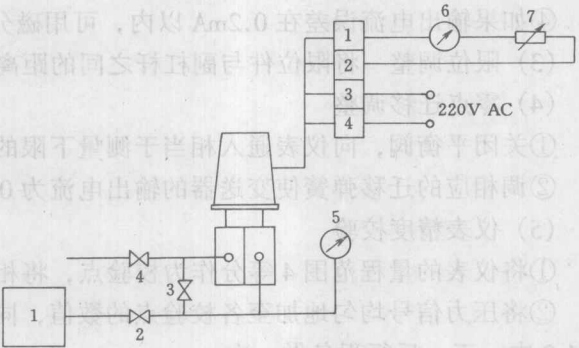


图 1-4 校验接线图

1—活塞式压力计；2、3、4—截止阀；5—标准压力表 0.25 级；6—标准直流毫安表 0.5 级；7—电阻箱 0~9.9kΩ 0.1 级

(1) 仪表结构检查

①检查仪表各机械传动部分的连接件，螺钉是否有松动；

②检查杠杆系统是否转动灵活；

③反馈动圈在磁钢中有无卡滞现象；

④电路部分有无脱落、断线等。

(2) 绝缘电阻测试(用兆欧表) 操作时应多加注意，防止损坏仪表。

①电源回路对仪表外壳绝缘电阻应大于 $50M\Omega$ ；

②信号输出回路对仪表外壳的绝缘电阻应大于 $20M\Omega$ 。

(3) 基本性能检查

①确认线路无误后，给仪表通电；

②用手拨动杠杆，输出电流应能向正、反两个方向变化。当输出电流为正时，反馈动圈应被吸向磁钢，否则应将动圈的两个端头对调。

4. 仪表的调整与校验

(1) 零位调整

①仪表正、负压室通大气，用调零装置调整平面检测线圈的位置，使之与铝检测片之间的初始距离为 $1.5 \sim 2mm$ ；

②给仪表通电，调整调零螺钉使仪表输出电流为 $0mA$ ；

注意：仪表初始机械零位用调零装置调好后，就不再使用调零装置，只使用调零螺钉来调整零位。

③关闭平衡阀3，向仪表正压室缓慢输入相当于满量程四分之三以上的压力信号，然后逐步将输入压力调至 $0kPa$ ，仪表的输出电流应回到 $0mA$ ，否则，用调零螺钉调整。

以上操作需反复作几次，直到仪表的零位稳定。

(2) 量程调整

①缓慢给变送器加入输入压力信号到满量程，此时输出电流应为 $10mA$ ；

②读取输出电流，如果与 $10mA$ 的误差超过 $1.5mA$ ，应检查量程粗调接线是否正确；如果不正确需要重新连接。

③如果输出电流的误差在 $1.5mA$ 以内，可调整偏心螺钉来对量程进行细调；输出电流大于 $10mA$ ，支点向上调，反之向下调。当支点被调整后应除去压力信号后重新调整零位。反复调整零位与量程直至都符合精度要求。

④如果输出电流误差在 $0.2mA$ 以内，可用磁分路螺钉进行量程微调。

(3) 限位调整 将限位件与副杠杆之间的距离调在 $0.5 \sim 1mm$ 。

(4) 零点迁移调整

①关闭平衡阀，向仪表通入相当于测量下限的信号；

②调相应的迁移弹簧使变送器的输出电流为 $0mA$ 。

(5) 仪表精度校验

①将仪表的量程范围4等分作为校验点，将相应实际输入信号压力值分别填入表1-2中；

②将压力信号均匀地加至各校验点的数值，同时记下各校验点对应的输出电流值，填入表1-2中；正、反行程各做一次；

③计算出各点的基本误差及回程差。

(6) 气密性检查和静压误差的调校

表 1-2 校验数据表

输入(标准)/kPa	输出(标准)/mA		输出(实测)/mA		绝对误差	变差(回程差)
	正	反	正	反		
	0	0				
	2.5	2.5				
	5	5				
	7.5	7.5				
	10	10				

- ①更换量程合适的压力表；关闭阀 4，打开阀 3 和阀 2；
 - ②调整压力源，向正、负压室同时输入规定的静压；
 - ③待压力稳定后，切断压力输入（关闭阀 2）；
 - ④观察差压变送器有无泄漏现象，压力表的指示值在 5 分钟之内不得下降 2%，否则查找漏气原因并排除；
 - ⑤在输入差压为 0kPa，输出电流为 0mA 时，用迁移弹簧使仪表输出电流为 0.5mA；
 - ⑥关闭阀 4，打开阀 3，向正、负压室输入额定静压；
 - ⑦观察仪表输出电流变化是否超过允许误差。
- (7) 静压误差的调整 如果仪表的静压误差超过允许范围，需要进行调整。调整静压调整装置的步骤如下。

- ①除去静压，将膜盒连接簧片和引出轴下部杠杆松开，消除内应力；
 - ②松开静压调整螺钉的紧固螺母；
 - ③当静压误差超差值为正时，逆时针方向旋转调整螺钉，反之，顺时针方向调整该螺钉；
 - ④恢复紧固状态，重新输入静压进行校验，直到合格为止。
- 静压误差调整后，必须重新校验仪表的基本误差。

5. 仪表常见故障的分析与排除

(1) 仪表常见故障及分析步骤 双杠杆式差压变送器的机械零件较多，容易出故障，在分析故障时应从机械部分和电路部分综合考虑，才能及时、准确地找到故障部位。下面列出差压变送器在调校和使用中的一些常见故障及可能原因，结合图 1-5 供故障分析时参考。

有输入信号、无输出电流

- ①检查各级电源电压是否正常。正常时振荡级电源为 12V，功放级电源为 55 ~ 65V，辅助电源约 17V；
- ②反馈动圈或负载回路开路；
- ③功放管 VT₂ 开路或损坏；
- ④输出滤波电容 C₇ 短路。

输出电流大于 10mA

- ①检查线圈 L₁ 或 L₂ 是否短路或断线，造成振荡器输出高电压；
- ②功放管 VT₂ c、b 极短路，60V 电源几乎直接加在输出端形成大电流；
- ③振荡管 VT₁ 开路；
- ④稳压管 VZ₃ 开路或 VZ₄ 短路；

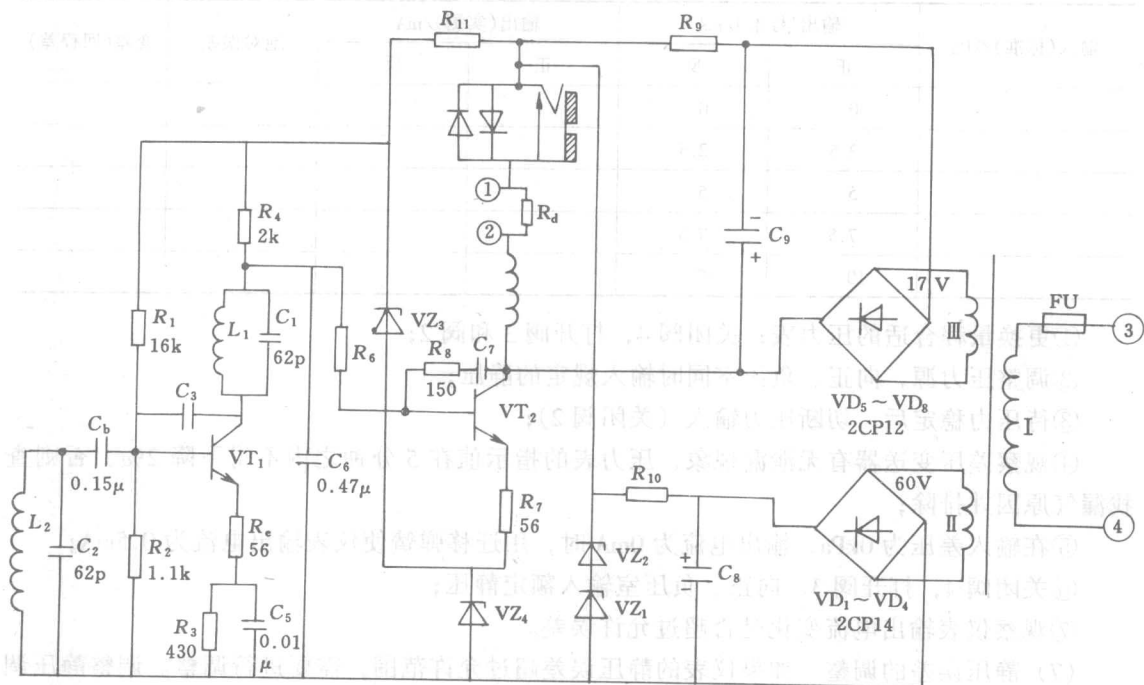


图 1-5 高频位移检测放大器

⑤ 电容 C_1 、 C_2 、 C_5 短路或 C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_6 开路。

输出电流达不到 10mA

① 检查限位件是否碰副杠杆，因此造成输出限位；

② 反馈动圈上的“量程粗调”接头可能接错，量程过大；

③ 负载电阻超过 1.5k Ω ；

④ 偏心螺钉被卡住，未与副杠杆紧接触；

⑤ 功放级电源电压过低，或 VZ_1 、 VZ_2 有一个短路。

输出反向

① VT_2 开路或 b、e 极短路，使正向电流为零；

② 无 60V 电源电压；

③ VT_1 b、c 极或 c、e 极间短路，使功放级无输入信号；

④ 稳压管 VZ_3 短路或 VZ_1 开路；

⑤ 电容 C_3 、 C_0 短路。

线性不好或变差（回程差）大

① 反馈动圈与磁钢有卡、碰现象；

② 限位件碰副杠杆；

③ 磁钢中有铁屑等污物；

④ 机械结构中有没拧紧的螺钉；

⑤ 弹性测量元件本身特性变坏。

其他故障

① 无负向电流，可能是 17V 辅助电源开路或电阻 R_8 开路；

②输出振荡不能稳定，可检查由 C_4 和 R_7 组成的校正环节是否开路，电容 C_7 是否开路以及机械部分有无松动，放大器元件有无虚焊，永久磁钢的间隙中有无污物等；

③输出电流发生突跳现象，可能是振荡器 12V 电源电压低于 11V，此时可加大电阻 R_2 ，如由 $1.1\text{k}\Omega$ 改为 $1.2\text{k}\Omega$ ，即可使振荡状况得到改善。

(2) 故障分析排除练习 故障分析练习实例。

仪表故障现象：有输入差压信号时，无输出信号。

故障分析检查操作步骤和检查结果如表 1-3 所列。

表 1-3

检查步骤	检查部位	检查结果	检查步骤	检查部位	检查结果
1	检查振荡级电源电压	12V	4	负载通路	正常
2	功放级电源电压	60V	5	功放管 VT_2	工作电压不正常： 集电极脱焊
3	辅助电源电压	17V			

重新焊接 VT_2 的集电极管脚，仪表恢复正常。

由实习指导教师设置一个故障，学生将分析排除故障的操作内容填入表 1-4 中。

表 1-4

故障现象		
检查步骤	检查部位	检 查 结 果
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

五、考核与评分

按表 1-5 中内容进行考核，并将结果填入表中。

表 1-5 考核与评分表

序 号	考 核 内 容	时间要求	分数比例	考 核 结 果
1	实习内容预习		10%	
2	实习准备		5%	
3	结构认识		10%	
4	仪表调校		25%	
5	故障分析、排除		25%	
6	设备整理回收		5%	
7	安全规范遵守		10%	
8	实习总结		10%	

考核评价

课题二 DDZ-Ⅲ型差压变送器

一、实习目的

1. 进一步理解 DDZ-Ⅲ型差压变送器（以下简称仪表）的工作原理。
2. 熟悉仪表的结构。
3. 掌握仪表的调整和基本误差的校验方法。
4. 逐步培养并提高故障分析能力。

二、准备知识

(一) 仪表用途



图 2-1 差压变送器应用方式示意图

如图 2-1 所示，差压变送器用来连续测量液位、分界面、密度等参数并与节流装置配合连续测量气体、蒸汽和液体的流量，还可测量液体、蒸汽或气体的压力、差压、负压等物理量。将被测参量转换成 4 ~ 20mA DC 电流信号输出，作为

显示、记录仪表和控制仪表的输入信号，构成自动检测、记录、控制等自动化系统。

(二) 主要技术性能及规格

1. 性能指标

- 基本误差：±0.5%
线性误差：±0.5%
回程误差：0.5%
静压误差：±3%（静压 < 16MPa 时）
±5%（静压 ≥ 16MPa 时）

2. 规格

- 测量范围：0 ~ 100Pa 至 0 ~ 1MPa
负载能力：250 ~ 350Ω
输出信号：4 ~ 20mA DC
电源：24V DC
使用温度：-25 ~ 60℃
环境湿度：0 ~ 95%
防爆结构：一般型
 隔爆型（B_{3d}）
 安全火花型（HⅢ_e）

安装形式：垂直、水平和倾斜安装

(三) 调整原理

1. 零位调整

由于Ⅲ型仪表电流信号起始值为 4mA，如图 2-2 所示，因此，在输入差压 $\Delta p = 0$ （测量