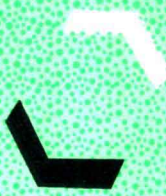




工人技术理论培训教材



# 仪表常见故障 的分析与处理

化学工业部人事教育司 组织编写  
化学工业部教育培训中心

化学工业出版社

化工工人技术理论培训教材

# 仪表常见故障的分析与处理

化学工业部人事教育司      组织编写  
化学工业部教育培训中心

化学工业出版社

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

仪表常见故障的分析与处理/化学工业部人事教育司,  
化学工业部教育培训中心组织编写. —北京: 化学工业出  
版社, 1997

化工工人技术理论培训教材

ISBN 7-5025-1827-4

I. 仪… II. ①化… ②化… III. ①化工仪表-故障  
检测-技术培训-教材②化工仪表-故障修复-技术培训-教材  
IV. TQ056.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 02949 号

---

化工工人技术理论培训教材  
仪表常见故障的分析与处理  
化学工业部人事教育司 组织编写  
化学工业部教育培训中心  
责任编辑: 刘 哲  
责任校对: 顾淑云  
封面设计: 于 兵

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)  
新华书店北京发行所经销  
北京市通县京华印刷厂印刷  
北京市通县京华印刷厂装订

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 3<sup>7</sup>/<sub>8</sub> 字数 107 千字  
1997 年 5 月第 1 版 1997 年 5 月北京第 1 次印刷  
印 数: 1—5000

ISBN 7-5025-1827-4/G · 469

定 价: 7.50 元

---

版权所有 盗印必究

凡购买化工版的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 请与本社发行部调换。

## 前 言

为了适应化工系统工人技术等级培训的需要,提高工人的技术理论水平和实际操作技能,我们依据《中华人民共和国工人技术等级标准》和《化工系统工人技术理论培训教学计划和教学大纲》的要求,组织有关人员编写了这套培训教材。

在教材编审过程中,遵循了“坚持标准,结合实际,立足现状,着眼发展,体现特点,突出技能,结构合理,内容精炼,深浅适度”的指导思想,以“等级标准”为依据,以“计划和大纲”为蓝图,从有利于教师教学和方便工人自学出发,力求教材内容能适应化工生产技术和现代化生产工人培训的要求。

按照“中华人民共和国工人技术等级标准”规定的化工行业 168 个生产工种的有关内容,在编制教学计划和划定大纲时,在充分理解等级标准的基础上,吸取了国外职业教育的成功经验,对不同工种、不同等级工人围绕技能所要求掌握的技术理论知识进行分析和分解,作为理论教学的基本单位,称之为“单元”。在计划和大纲中,168 个工种按五个专业大类(及公共课)将不同等级的全部理论教学内容分解为 301 个教学单元。为了方便各单位开展培训教学活动,把教学计划中一些联系较为密切的“单元”合在一起,分成 112 册出版。合订后的全套教材包括以下六部分。

无机化工类单元教材共 25 册:《流体力学基础》、《管路的布置与计算》、《物料输送》、《气相非均一系分离》、《液相非均一系分离》、《物料混合》、《固体流态化与应用》、《加热与冷却》、《蒸发》、《结晶》、《浸取与干燥》、《制冷》、《焙烧与工业炉》、《粉碎与筛分》、《电渗析》、《吸附分离》、《离子交换》、《常见的无机化学反应》、《电解及其设备》、《物料衡算与热量衡算》、《合成氨造气》、《合成氨变换》、《合成氨净化》、《合成氨压缩》和《氨的合成》。

有机化工类单元教材共 7 册：《吸收》、《蒸馏》、《萃取》、《有机化学反应（一）》、《有机化学反应（二）》、《有机化学反应（三）》和《化学反应器》。

化工检修类单元教材共 43 册：《电镀》、《腐蚀与防护》、《机械传动及零件》、《液压传动与气动》、《金属材料热处理知识》、《机械制造工艺基础》、《化工检修常用机具》、《工程力学基础》、《测量与误差》、《公差与配合》、《化工机器与设备安装》、《化工压力容器》、《展开与放样》、《化工管路安装与维修》、《钳工操作技术》、《装配和修理》、《钢材矫正与成型》、《电工材料及工具》、《焊工操作技术》、《焊接工艺》、《阀门》、《化工用泵》、《风机》、《压缩机》、《化工分析仪表（一）》、《化工分析仪表（二）》、《化工测量仪表》、《电动单元组合仪表》、《化工自动化》、《集散系统》、《仪表维修工识图与制图》、《仪表常见故障分析与处理》、《过程分析仪表》、《化工检修钳工工艺学》、《化工检修铆工工艺学》、《化工检修管工工艺学》、《化工检修焊工工艺学》、《化工防腐橡胶衬里》、《化工防腐金属喷涂》、《化工防腐金属铅焊》、《化工防腐砖板衬里》、《化工防腐塑料》以及《化工防腐玻璃钢》。

化工分析类单元教材 6 册：《化学分析的一般知识及基本操作》、《化学分析》、《电化学分析》、《仪器分析》、《化验室基本知识》和《有机定量分析》。

橡胶加工类单元教材共 11 册：《橡胶、配合剂与胶料配方知识》、《再生胶制作机理、工艺及质量检验》、《橡胶加工基本工艺》、《轮胎制造工艺方法》、《力车胎制造工艺方法》、《胶管制造工艺方法》、《胶带制造工艺方法》、《橡胶工业制品制造工艺方法》、《胶鞋制造工艺方法》、《胶乳制品制造工艺方法》和《炭黑制造工艺方法》。

另外还有公共课及管理课类单元教材共 20 册：《电工常识》、《电工基础》、《电子学一般常识》、《电子技术基础》、《机械识图》、《机械制图》、《化工管路识图》、《工艺流程与装备布置图》、《工厂照明与动力线路》、《电气识图与控制》、《电机基础及维修》、《工厂电气设备》、《工厂电气技术》、《安全与防护》、《三废处理与环境保护》、《化工计量常识》、《计算机应用基础知识》、《化工应用文书写》、《标准化基础知

识》和《化工生产管理知识》。

按照“单元”体系组织编写工人培训教材，尚是一种尝试，由于我们经验不足和教材编审时间的限制，部分教材在体系的合理性、内容的先进性、知识的连贯性和深广度的准确性等方面还不尽如人意，为此建议：

一、各单位在组织教学过程中，应按不同等级的培训对象，根据相应的教学计划和教学大纲的具体要求，以“单元”为单位安排教学。

二、工人技术理论的教学应与操作技能的培训结合起来。技术理论的教学活动除应联系本单位生产实际外，还应联系培训对象的文化基础、工作经历等实际情况，制订相应的教学方案，确定相应的教学内容，以提高教学的针对性和教学效率。

三、在教学过程中发现教材中存在的问题，可及时与我们联系，也可与教材的编者或出版单位联系，使教材中的问题得到及时更正，以利教学。

本套教材的组织编写，得到全国化工职工教育战线各方面同志的积极支持和帮助，在此谨向他们表示感谢。

化学工业部人事教育司

化学工业部教育培训中心

1996年3月

## 内 容 提 要

本书是《化工工人技术理论培训教材》的一个分册,介绍了常见仪表的故障分析与处理方法。全书共分三章。第一章是常规仪表的故障分析与处理,包括气动差压变送器、电Ⅱ型变送器、常见节流装置、热电偶、热电阻、气动调节阀、风动塞阀、电动滑阀及反吹风仪表。第二章是智能化仪表的常见故障分析与处理,包括智能变送器的工作原理和操作方法以及数字调节器的故障分析。第三章是PLC和DCS常见故障的分析及处理方法。

本书适合化工、石油化工、炼油、冶金等工业部门的仪表维修工培训和自学。

# 目 录

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 仪表常见故障的分析与处理 (检 066)     | 1   |
| 第一章 常规仪表的常见故障及处理         | 2   |
| 第一节 气动差压变送器的故障分析与处理      | 2   |
| 第二节 电 阻型变送器的故障分析与处理      | 7   |
| 第三节 常见节流装置的故障分析与处理       | 18  |
| 第四节 热电偶及其配套仪表的故障分析与处理    | 20  |
| 第五节 热电阻及其配套仪表的故障分析与处理    | 26  |
| 第六节 气动调节阀的故障分析与处理        | 28  |
| 第七节 气动塞阀的故障分析与处理         | 36  |
| 第八节 电动滑阀的故障分析与处理         | 43  |
| 第九节 反吹气仪表的故障分析与处理        | 47  |
| 第十节 装置开停工及紧急事故情况下对仪表工的要求 | 51  |
| 第二章 智能化仪表常见故障及处理         | 57  |
| 第一节 智能变送器的工作原理和操作方法      | 57  |
| 第二节 智能变送器的常见故障及处理方法      | 68  |
| 第三节 数字调节器的常见故障及处理方法      | 76  |
| 第三章 PLC 和 DCS 常见故障及处理方法  | 83  |
| 第一节 PLC 系统的故障判断及处理方法     | 83  |
| 第二节 PLC 系统的应用程序故障分析      | 87  |
| 第三节 DCS 系统的故障判断及处理方法     | 89  |
| 第四节 大型机组复杂控制系统仪表调试方案举例   | 98  |
| 第五节 PLC 及 DCS 系统现场调试注意事项 | 105 |



# 仪表常见故障的分析与处理 (检 066)

吉林化学工业公司炼油厂 王 津 编  
吉林化学工业公司炼油厂 金延珍 审

# 第一章 常规仪表的常见故障及处理

## 第一节 气动差压变送器的故障分析与处理

气动差压变送器的应用十分广泛，特别是一些小厂，由于资金等原因，仍然使用气动差压变送器。而且气动差压变送器在某些场合有其独特的优点，所以在今后一段时期内，它是不会被完全淘汰的。

### 一、气动差压变送器的两个关键元件

#### 1. 喷嘴挡板机构

喷嘴挡板机构是气动仪表中的气动控制元件，是气动单元组合仪表中广泛使用的最基本的元件之一。它的作用是把输入的微小位移（即挡板相对喷嘴的距离）转换成相应的气压信号作为它的输出。

喷嘴挡板机构如图 1-1 所示。它由恒节流孔 1、喷嘴 2、挡板 3 和背压气室 4 组成。

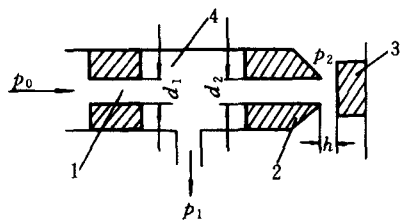


图 1-1 喷嘴挡板机构结构原理

1—恒节流孔；2—喷嘴；

3—挡板；4—背压气室

以 0.14MPa 压缩空气作为气源的气源压力，通过恒节流孔 1 进入气室 4，再由喷嘴和挡板间的间隙排出。由于恒节流孔孔径很小，这股气流通过恒节流孔时受到阻力，使气室 4 的压力低于气源压力，同时它随挡板和喷嘴间的距离变化而变化。当挡板靠近喷嘴时，排气间隙变小，排气

阻力增大，因此气室 4 的压力  $p_{背}$  增大；当挡板离开喷嘴时，排气间隙增大，排气阻力减小，背压室压力下降；挡板位置不变时，排气阻力不变，背压室压力不变。由此可知，挡板与喷嘴之间距离  $h$  在一定范围内变化时，气室 4 的压力  $p_{背}$  随着  $h$  的变化而变化，从而达到了把挡

板的微小位移转换成气压信号的目的。

## 2. 气动功率放大器

喷嘴挡板机构虽然可将挡板的微小位移转换成气压信号，但是由于恒节流孔很小，输出的压缩空气流量也很小，不能直接用来推动执行机构或使显示仪表指示。因此，必须把气流放大。气动功率放大器就是用来放大喷嘴挡板元件的输出气流，以推动显示仪表、调节器和执行器。

气动功率放大器的结构如图 1-2 所示。它由 A、B、C、D 四个气室及金属膜片 1、锥阀 2、阀杆 3、球阀 4 和弹簧片 5 组成。阀杆下端的球阀用来控制气源的进气量，只要使球阀有微小位移，就能引起气量的很大变化。阀杆上端的锥阀用来控制排气量（排入大气）。放大器的输入气压是喷嘴背压  $p_H$ 。

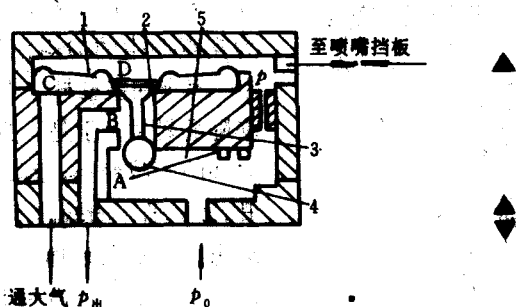


图 1-2 气动功率放大器原理图

1—金属膜片；2—锥阀；3—阀杆；4—球阀；5—弹簧片

0.14MPa 的气源分两路进入放大器。一路进入 A 室。在 A 室中由于弹簧片的弹力作用，将球阀压紧在阀座上，关闭了气室 A 和 B 之间的通路，使放大器输出为零。另一路经恒节流孔进入气室 D，再经喷嘴排入大气。当挡板靠近喷嘴时排气阻力增加，D 室中的压力升高，推动膜片 1 和阀杆 3 下移，从而关小了排气阀，同时打开进气球阀，气源从 A 室进入 B 室，由于进气量增加，排气量减小，所以 B 室的输出气量增加。反之，挡板离开喷嘴时输出气压  $p_H$  降低。综上所述，不同的

挡板位置有不同的喷嘴背压，也就有不同的放大器输出。由于放大器的输出和气源之间仅有球阀控制，而且它的气体流通面积要比恒节流孔和喷嘴的流通面积大得多，因此输出的气流要比通过恒节流孔的气流多的多，这就是气流放大原理。同时这种放大器的输出气压也比喷嘴背压放大了约 6~10 倍，所以实现了压力和流量的放大，即实现了功率放大。

## 二、气动差压变送器的的工作原理

气动差压变送器是根据力矩平衡原理工作的。结构原理见图 1-3。

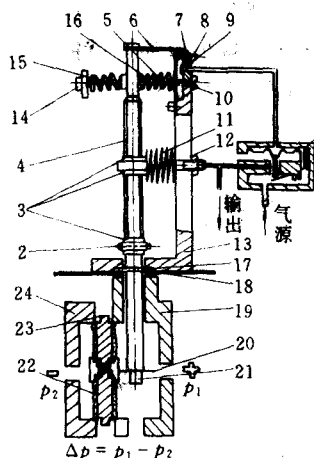


图 1-3 气动差压变送器结构原理图

- 1—放大器；2—调静压误差螺钉；
- 3, 7, 12—螺钉；4—杠杆；5—挡板；
- 6—顶针架；8—顶针；9—喷嘴；
- 10, 14—调节螺钉（调零或迁移量）；
- 11—反馈波纹管；13—支架；
- 15, 16—迁移弹簧或调零弹簧；
- 17—密封膜片（支点膜片）；
- 18, 23—密封环；19—正压室；
- 20—弹簧片；21—特殊螺母；
- 22—膜盒；24—负压室

由图 1-3 可知，压力  $p_1$ 、 $p_2$  分别进入正压室 19 和负压室 24，在工作情况下  $p_1 > p_2$ ，就在膜盒 22 产生作用力。此作用力通过弹簧片 20 作用在主杠杆 4 的下端，以密封膜片 17 为支点产生的力矩使杠杆顺时针转动。固定在主杠杆 4 上边的顶针架 6 亦随着转动。于是，挡板 5 与喷嘴 9 之间的间隙变小，使喷嘴 9 的背压上升，放大器 1 的输出压力增加。同时，输出压力进入反馈波纹管 11，在反馈支点产生一个力作用在主杠杆上，以密封膜片 17 为支点，产生反时针方向的力矩而使挡板远离喷嘴。当测量力产生的顺时针力矩和由反馈波纹管产生的逆时针反馈力矩相等时，主杠杆就稳定在一个新的平衡位置上，喷嘴挡板之间的间隙随即稳定。这样放大器 1 就能输出与测量差压成比例的气压信号。当差压变化时，杠杆平衡就被破坏，通过反馈作用，又迅速地重复上述动作，建立新的平

衡状态, 差压变送器就有了新的输出。于是输出压力与差压信号便成——对应的比例关系。

### 三、常见故障的分析与处理

气动差压变送器常见故障的分析与处理见表 1-1。

表 1-1 气动差压变送器常见故障的分析与处理

|   | 故障现象                          | 故障分析                   | 排除方法                                                        |
|---|-------------------------------|------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 1 | 有测量信号,但没有输出压力,或输出压力达不到 0.1MPa | 气源压力达不到规定值 0.14MPa     | 气源管道堵塞或管道泄漏,要查清原因,对症处理。减压过滤器堵塞要清洗                           |
|   |                               | 气源压力正常,而输出压力达不到 0.1MPa | 喷嘴挡板沾污,要擦干净;挡板变形,盖不住喷嘴,用钳子校正;放大器恒节流孔堵塞,要清洗或更换;放大器球阀上有脏物,要清除 |
|   |                               | 膜盒上弹簧片变形               | 拆下来矫直或更换                                                    |
|   |                               | 输出管线漏气                 | 把橡皮管插紧扎好,或更换管线                                              |
|   |                               | 迁移量没调好                 | 调节迁移弹簧                                                      |
|   |                               | 顶针架变形                  | 校正好顶针架,重调顶针,重调静压误差                                          |
|   |                               | 承受单向压力,膜盒不复原           | 从反方向加 1~5MPa 的压力,保持几分钟,压力取消后再调整零位                           |
|   |                               | 膜盒损坏                   | 更换膜盒                                                        |
| 2 | 没有测量信号,但输出压力达最大值              | 减压阀输出压力过大              | 修理或更换减压阀                                                    |
|   |                               | 喷嘴沾污                   | 处理干净                                                        |
|   |                               | 气源与输出管线相通              | 遥控板切换阀漏,要修理                                                 |
|   |                               | 气源与输出管线接错              | 重接                                                          |
|   |                               | 膜盒上弹簧片变形               | 拆下来矫直或更换                                                    |

续表

| 序号 | 故障现象                 | 故障分析                   | 排除方法                                          |
|----|----------------------|------------------------|-----------------------------------------------|
| 3  | 没有差压时输出降不到零点 (20kPa) | 喷嘴堵                    | 疏通                                            |
|    |                      | 排气嘴堵                   | 疏通                                            |
|    |                      | 由于零点弹簧失去垂直位置或由于弹簧承受扭力大 | 重新调整                                          |
|    |                      | 膜盒变形                   | 更换膜盒                                          |
| 4  | 有输出信号, 但很迟钝或达不到满值    | 输出管道泄漏                 | 老化的胶质管线要更换                                    |
|    |                      | 负载容量太大                 | 推动大容量负载时, 要加中间继电器                             |
|    |                      | 减压阀流量不足                | 清洗或更换减压阀                                      |
|    |                      | 膜盒上弹簧片损坏               | 矫直弹簧片或更换                                      |
|    |                      | 膜盒漏油                   | 更换膜盒                                          |
| 5  | 零位漂移                 | 喷嘴挡板沾污                 | 擦拭、清洗                                         |
|    |                      | 顶针螺钉松动                 | 用小扳手、小螺丝刀锁紧                                   |
|    |                      | 输出管道、反馈回路漏气            | 更换管道或波纹管                                      |
|    |                      | 膜盒漏油                   | 更换膜盒                                          |
| 6  | 输出特性线性不好, 误差大        | 喷嘴、挡板沾污                | 擦拭、清洗                                         |
|    |                      | 放大器反馈或背压回路漏气           | 堵漏或更换零件                                       |
|    |                      | 膜盒或毛细管漏油               | 更换膜盒, 彻底堵塞毛细管漏洞                               |
|    |                      | 膜盒上弹簧片变形               | 拆下来校正, 重新装配                                   |
|    |                      | 膜片工作状态不正确              | 固定膜盒上弹簧时, 在紧固前后应保证输出压力变化不超过 2.67kPa (20mm Hg) |
|    |                      | 气源流量不足, 压力不稳           | 清洗减压阀                                         |
|    |                      | 放大器特性不好                | 清洗放大器或更换零件                                    |

续表

| 序号 | 故障现象                           | 故障分析                       | 排除方法                               |
|----|--------------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| 7  | 输出压力振荡                         | 测量信号本身是脉动的                 | 在输入或输出回路中安装针形阀或气容                  |
|    |                                | 气路不通畅                      | 疏通气路                               |
|    |                                | 输出管道或反馈回路漏气                | 堵漏; 更换管道; 更换波纹管                    |
|    |                                | 放大器或喷嘴挡板沾污                 | 清洗、擦拭                              |
| 8  | 承受单向压力等于零或超过满度                 | 膜盒完好没损坏                    | 从反方向打 1~5MPa 压力, 保持几分钟, 压力取消后一般能回零 |
|    |                                | 弹簧片变形                      | 校正弹簧片, 重新装配                        |
|    |                                | 膜盒破裂或漏油                    | 换膜盒                                |
|    |                                | 挡板变形                       | 校正挡板                               |
| 9  | 输出压力不能稳定在一点上, 一碰就降到零, 再一碰就超过满度 | 反馈回路堵塞, 或严重漏气              | 更换胶管或波纹管, 把胶管插好, 扎紧                |
|    |                                | 弹簧并圈或碰到挡板; 波纹管并圈, 挡板和导向件相碰 | 对症处理, 防止运动元件和固定元件相碰                |
|    |                                | 调量程支点与机架脱开                 | 重新装配                               |
| 10 | 测量介质泄入转换部分                     | 密封膜片裂                      | 仪表大修, 全部拆下, 更换主杠杆上密封膜片后再装配调校       |

## 第二节 电Ⅱ型变送器的故障分析与处理

### 一、电Ⅱ型变送器工作原理

电Ⅱ型变送器的原理结构图如图 1-4 所示。

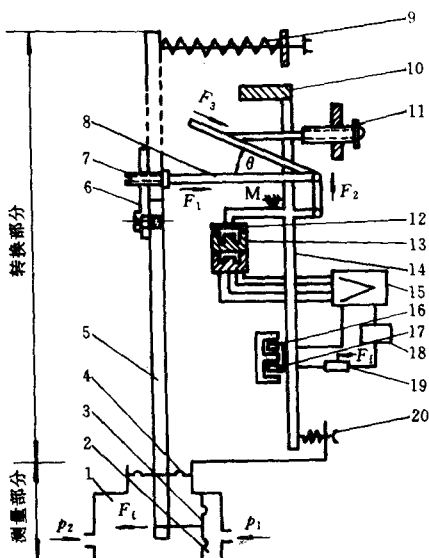


图 1-4 差压变送器结构原理示意图

- 1—低压室；2—高压室；3—测量元件（膜盒、膜片）；4—轴封膜片；  
 5—主杠杆；6—过载保护簧片；7—静压调整螺钉；8—矢量机构；  
 9—零点迁移弹簧；10—平衡锤；11—量程调整螺钉；  
 12—检测片（衔铁）；13—差动变压器；14—副杠杆；  
 15—放大器；16—反馈动圈；17—永久磁钢；  
 18—电源；19—负载；20—调零弹簧

图 1-4 中，被测差压信号由高、低压室引入，在膜盒 3 上转换为集中力  $F_i$ 。此力作用于主杠杆 5 的下端，使主杠杆以轴封膜片 4 为支点偏转，并以力  $F_1$  沿水平方向推动矢量机构 8。矢量机构 8 将推力  $F_i$  分解成  $F_2$  和  $F_3$ 。 $F_3$  沿矢量板方向作用，被固定于基座上的矢量板平衡掉。 $F_2$  使矢量机构的推板向上移动，并通过连接簧片带动副杠杆 14 以支点 M 逆时针转动，这使固定在副杠杆上的差动变压器的检测片（衔铁）12 靠近差动变压器 13，使两者间的气隙减小。这时差动变压器的输出增加，并通过放大器 15 放大为 4~20mA 的输出电流  $I_o$ 。当输出电流流过反馈动圈 16 时，产生电磁反馈力  $F_f$ ，使副杠杆顺时针转动。



当反馈力  $F_f$  所产生的力矩与  $F_i$  产生的力矩近似相等时, 变送器便达到一个新的稳定状态, 此时放大器输出的电流即为变送器输出电流, 它与被测差压信号成正比。

## 二、常见故障的分析与处理

### 故障一

通电后输出为零。

分析与处理

①连接导线可能断了, 现场没电。

②电源极性接反。

在现场维护中经常碰到这种现象, 首先要检查有没有以上两种故障。对于突然出现输出为零的仪表, 最好先检查连接导线断没断, 现场仪表有没有电源。如果导线未断, 电源也有, 则找其他原因, 或者是工艺原因, 或者是引压管线堵塞, 或是仪表其他元件出了故障。对于第一次投用的变送器, 如果通电后输出为零, 则首先检查电源是否接反。需要注意的是, FC 系列差压变送器的电源接法与一般电 II 型仪表接法不同, 24V 正接  $0_-$ , 24V 负接  $0_+$ 。这一点需特别注意。

### 故障二

通电后输出在 20mA 以上, 用手推平衡锤也降不下来。

分析与处理

①机械故障, 例如平衡锤被卡住。

②差动变压器初级线圈 A、B 断线 (图 1-5)。

③差动变压器初级与次级任意两点短路 (AC、AD、BC、BD)。

④E、F 两点短路。

⑤晶体管放大器损坏。

由图 1-5 可知,  $BG_1$  与差动变压器以及其他偏置电路构成低频振荡器, 差动变压器原边  $L_{AB}$  与  $C_4$  在  $BG_1$  集电极组成谐振回路。正常工作时,  $L_{AB}$  与  $C_4$  上的谐振电压经整流滤波后, 作为  $BG_2$ 、 $BG_3$  管的输入信号, 其大小随检测片位置而变, 在该电压控制下, 经复合管  $BG_2$ 、 $BG_3$  得到 4~20mA 电流。当 AB 断线时, 振荡器不再振荡, 但在  $D_1$ 、 $D_2$  上的偏置电压作用下,  $BG_1$  集电极继续有静态电流流过。由于  $V_{D_1 D_2} \approx$