

主编◎方小菊 陈越华 黄永杰

# 检测技术 与过程控制

JIANCE JISHU  
YU GUOCHENG KONGZHI

# 检测技术与过程控制

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 主 编 | 方小菊 | 陈越华 | 黄永杰 |     |
| 副主编 | 刘东海 | 农钧麟 | 陈娇英 |     |
| 参 编 | 韦瑞录 | 曾 毅 | 梁宁初 | 李 辉 |
| 主 审 | 麦艳红 |     |     |     |



## 内 容 简 介

本书按照项目引领、创设学习情境的模式进行编写,主要包括:自动检测技术认知、生产过程控制规律及控制系统应用和典型复杂控制系统的应用3个学习项目,包含压力测量仪表的应用、常用控制规律的应用等15个学习情境;压力检测单元实训、温度检测单元实训等6个实训项目的14个实训案例。

本书主要作为高等院校自动化专业群里的电气自动化技术、机电一体化技术、生产过程自动化技术等专业的教材,同时还可作为相关工程技术人员的自学用书。

版权专有 侵权必究

---

### 图书在版编目(CIP)数据

检测技术与过程控制 / 方小菊, 陈越华, 黄永杰主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2017.7

ISBN 978 - 7 - 5682 - 4217 - 2

I. ①检… II. ①方… ②陈… ③黄… III. ①技术测量 - 高等学校 - 教材②过程控制 - 高等学校 - 教材 IV. ①TG806②TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 145217 号

---

---

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市天利华印刷装订有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 14

字 数 / 330 千字

版 次 / 2017 年 7 月第 1 版 2017 年 7 月第 1 次印刷

定 价 / 54.00 元

责任编辑 / 陈莉华

文案编辑 / 陈莉华

责任校对 / 孟祥敬

责任印制 / 李志强

---

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

# 前言

## Preface

随着我国经济的飞速发展，自动化技术已成为现代企业发展的基础和主导。企业设备更新、管理方式现代化、工艺流程自动化程度的不断提高，需要大量既具备自动化理论知识，又能进行自动化系统的安装、调试、故障排除及设备管理的技术技能型人才。因此，我们编写了《检测技术与过程控制》这本教材，以用于培养过程自动化系统设计、安装、调试和管理人才的需要。

本书针对高等教育的特点，以国家示范性骨干建设院校中央财政支持重点建设电气自动化技术专业为切入点，借鉴先进的教育理念，基于工作过程系统化的检测与过程控制技术课程内容，以生产企业的自动化控制系统安装、调试、维修、管理等职业岗位工作过程为导向，从初级到高级，从简单到复杂开发出了一套具有鲜明专业特色、融入最新过程控制技术的课程和教材体系，对于培养满足企业岗位要求的自动化类专业人才具有十分重要的意义。

糖业是广西的支柱产业，本书内容融入蔗糖产业链，以蔗糖生产企业的自动化技术岗位的真实工作任务作为其中的拓展教学情境，企业自动化技术专家提供素材和真实案例，专任教师进行教材的组织和编写，将教育教学规律和企业真实工作过程有机结合起来。本书基于过程自动化系统、设备、工作任务的通用性，可适用于化工、食品加工、冶金等行业的自动化课程教学，具有广泛的适用性。

在本书的编写中，不仅充分考虑了完成自动化岗位所需要的职业能力，还充分结合学生的认知规律，将社会能力、方法能力的培养贯穿到职业能力的培养中，使学生具备可持续发展的能力。

参与本书编写、校对工作的有方小菊、陈越华、黄永杰、刘东海、农钧麟、陈娇英、曾毅、韦瑞录、梁宁初和李辉等人员。全书由方小菊主编，麦艳红教授主审。

编者

# 目 录

## Contents

### 学 习 项 目

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 项目一 自动检测技术认知          | 3   |
| 情境 1.1 压力测量仪表的应用      | 3   |
| 情境 1.2 物位测量仪表的应用      | 13  |
| 情境 1.3 流量测量仪表的应用      | 18  |
| 情境 1.4 温度测量仪表的应用      | 28  |
| 情境 1.5 成分测量仪表的应用      | 40  |
| 情境 1.6 传感器的应用         | 52  |
| 拓展情境 1.7 蔗糖厂检测技术与过程控制 | 57  |
| 项目二 生产过程控制规律及控制系统应用   | 69  |
| 情境 2.1 常用控制规律的应用      | 69  |
| 情境 2.2 控制器及其应用        | 75  |
| 情境 2.3 执行器的选用与安装调试    | 81  |
| 情境 2.4 工业过程控制系统的应用    | 88  |
| 情境 2.5 过程控制系统的投运      | 100 |
| 情境 2.6 计算机过程控制系统的应用   | 104 |
| 项目三 典型复杂控制系统的应用       | 139 |
| 情境 3.1 锅炉车间自控系统的设计    | 139 |
| 情境 3.2 精馏塔生产过程控制系统的应用 | 146 |

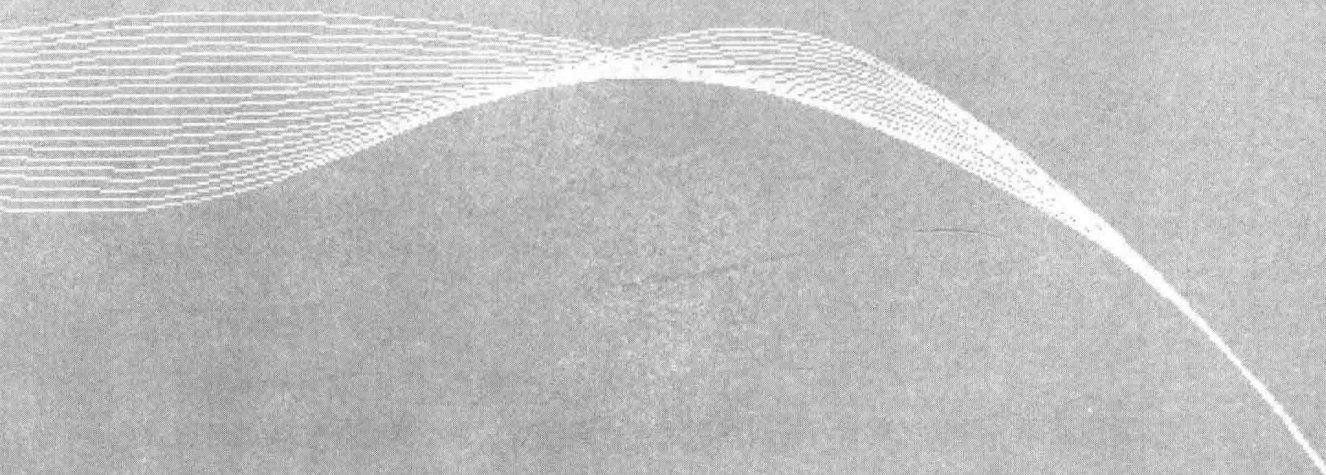
### 实 训 项 目

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 项目四 《压力检测单元实训》任务书      | 155 |
| 实训一 弹簧管压力表的校验          | 156 |
| 实训二 EJA 压力变送器的结构、安装和调校 | 159 |
| 实训三 压力测量回路、压力报警回路的构成   | 163 |

|                                         |     |
|-----------------------------------------|-----|
| 项目五 《温度检测单元实训》任务书 .....                 | 165 |
| 实训一 热电阻、热电偶的结构和安装 .....                 | 166 |
| 实训二 温度测量回路、温度报警回路的构成 .....              | 168 |
| 项目六 《液位、流量检测单元实训》任务书 .....              | 172 |
| 实训一 EJA 差压变送器的结构、安装和调校 .....            | 173 |
| 实训二 液位测量回路、液位报警回路的构成 .....              | 179 |
| 实训三 差压式流量计的测试和装配 .....                  | 181 |
| 项目七 《二次仪表单元实训》任务书 .....                 | 185 |
| 实训一 数字显示仪表的使用和示值校验 .....                | 186 |
| 实训二 PID 数字调节器的应用 .....                  | 189 |
| 实训三 无纸记录仪的应用 .....                      | 191 |
| 项目八 《压力调节系统单元实训》任务书 .....               | 194 |
| 实训一 压力调节系统的组成及投运 .....                  | 195 |
| 实训二 气动薄膜调节阀的校验和调整 .....                 | 197 |
| 项目九 《手操器单元实训》任务书 .....                  | 201 |
| 实训 SIC - H375 HART 375 智能终端手操器的使用 ..... | 202 |
| 附录1 常用压力表的规格及型号 .....                   | 207 |
| 附录2 常用工业用热电偶分度表 .....                   | 208 |
| 参考文献 .....                              | 214 |

# 学习项目

---





# 项目一

## 自动检测技术认知

### 情境 1.1 压力测量仪表的应用

**【引言】** 工程上把垂直作用在物体单位面积上的力称为压力。工业生产中，尤其在化工、炼油、火力发电等企业，借助于对压力或者差压（压力差）的测量，可以实现对液位、流量或者质量等工艺变量的测量。此外，为保证生产的正常进行，确保设备的安全运行，生产过程对压力测量或控制的要求很高，压力是工业生产中最重要和最普遍的测量变量之一。

#### 一、学习目标

- (1) 明确仪表维修员岗位职责和工作内容。
- (2) 了解压力测量的基本知识。
- (3) 掌握弹簧管压力表的选用及检定方法。
- (4) 掌握前馈控制系统、反馈控制系统及前馈 - 反馈控制系统的原理分析。
- (5) 会使用常用的钳工工具。
- (6) 会使用 YL-60 型活塞式压力计。
- (7) 掌握压力变送器的选用及校准。
- (8) 掌握压力表的安装方法。

#### 二、工作任务

- (1) 根据条件计算，进行弹簧管压力表选型。
- (2) 进行弹簧管压力表检定，根据压力表检定数据进行计算、分析，填写记录。

三、知识准备

(一) 仪表维修员职业介绍

1. 职业定义

参加自控系统技术改造项目设备安装、调试；对在用的计量器具、仪器仪表进行维护、维修、定期检定、巡回检查、排除故障；做好仪表检修、巡检、检定记录并归档。

2. 主要工作内容

(1) 负责本班责任区计量器具的维护、维修、检定工作，按时完成车间及厂部下达的各项任务。

(2) 坚持每天对责任区计量器具巡回检查，及时处理计量器具、仪表故障，确保公司生产经营活动正常进行。

(3) 做好仪表检修记录。

(4) 按计量器具检定规程的要求，周期检定所管理的辖区内仪表，并做好检定记录，送档案员存档。

(5) 搞好班组建设和安全达标工作。

(6) 正确使用及妥善保管各种类标准仪器和工具。

(7) 努力学习新技术，不断提高技术水平。

(二) 压力表的分类

压力测量仪表按照其转换原理不同，可分为液柱式、弹性式、活塞式和电气式四大类，其工作原理、主要特点和应用场合如表 1-1-1 所示。

表 1-1-1 压力测量仪表分类比较

| 压力测量仪表的种类 |          | 测量原理                            | 主要特点                               | 用途                            |
|-----------|----------|---------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| 液柱式压力计    | U 形管压力计  | 液体静力平衡原理（被测压力与一定高度的工作液体产生的重力平衡） | 结构简单、价格低廉、精度较高、使用方便，但是测量范围比较窄，玻璃易碎 | 适用于低微静压测量，高精度者可以用作基准器，不适于工厂使用 |
|           | 单管压力计    |                                 |                                    |                               |
|           | 倾斜管压力计   |                                 |                                    |                               |
|           | 补偿微压计    |                                 |                                    |                               |
|           | 自然液柱式压力计 |                                 |                                    |                               |
| 弹性式压力表    | 弹簧管压力表   | 弹性元件弹性变形原理                      | 结构简单、牢固、使用方便、价格低廉                  | 用于高、中、低压的测量，应用十分广泛            |
|           | 波纹管压力计   |                                 | 具有弹簧管压力表的特点，有的因为波纹管位移比较大，可制成自动记录仪  | 用于测量 400 kPa 以下的压力            |
|           | 膜片式压力表   |                                 | 除具有弹簧管压力表的特点外，还能测量黏度较大的液体压力表       | 用于测量低压                        |
|           | 膜盒式压力表   |                                 | 用于低压或微压测量，其他特点同弹簧管压力表              | 用于测量低压或微压                     |

续表

| 压力测量仪表的种类      |                                         |                 | 测量原理                       | 主要特点                             | 用途                           |
|----------------|-----------------------------------------|-----------------|----------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| 活塞式<br>压力表     | 单活塞式压力表                                 |                 | 液体静力平衡<br>原理               | 比较复杂和贵重                          | 用于做基准仪<br>器，检定压力表或<br>实现精密测量 |
|                | 双活塞式压力表                                 |                 |                            |                                  |                              |
| 电气<br>式压<br>力表 | 压力<br>传感器                               | 应变式压力传<br>感器    | 导体或半导体的<br>应变效应原理          | 能将压力转换成电量，<br>并进行远距离传送           | 用于控制室集中<br>显示、控制             |
|                |                                         | 霍尔式压力传<br>感器    | 导体或半导体的<br>霍尔效应原理          |                                  |                              |
|                | 压力<br>(差压)<br>变送器<br>(分常规<br>式和智<br>能式) | 力矩平衡式变<br>送器    | 力矩平衡原理                     | 能将压力转化成统一标<br>准的电信号，并进行远距<br>离传送 |                              |
|                |                                         | 电容式变送器          | 将压力转换<br>成电 容 器 电 容<br>的变化 |                                  |                              |
|                |                                         | 电感式变送器          | 将压力转换<br>成电感的变化            |                                  |                              |
|                |                                         | 扩 散 硅 式 变<br>送器 | 将压力转换成<br>硅杯的阻值变化          |                                  |                              |
|                |                                         | 振弦式变送器          | 将压力转换<br>成振弦振荡频<br>率的变化    |                                  |                              |

(三) 弹簧管压力表

弹簧管压力表的品种规格繁多，测压范围宽，测量精度高，仪表刻度均匀，坚固耐用，应用广泛。

单圈弹簧管压力表由单圈弹簧管和一组传动放大机构（简称机芯，包括拉杆、扇形齿轮、中心齿轮）及指示机构（包括指针、面板上的分度标尺）和表壳组成。其结构原理图如图 1-1-1 所示。

被测压力由接头通入，迫使弹簧管 2 的自由端向右上方扩张。自由端的弹性变形位移通过拉杆 3 使扇形齿轮 4 做逆时针偏转，带动中心齿轮做顺时针偏转，使其与中心齿轮同轴的指针 5 也做顺时针偏转，从而在刻度盘显示出被测压力  $P$  的数值。由于自由端的位移与被测压力呈线性关系，所以弹簧管压力表的刻度标尺为均匀分度。

应用中要注意弹簧管的材料应随被测介质的性质、

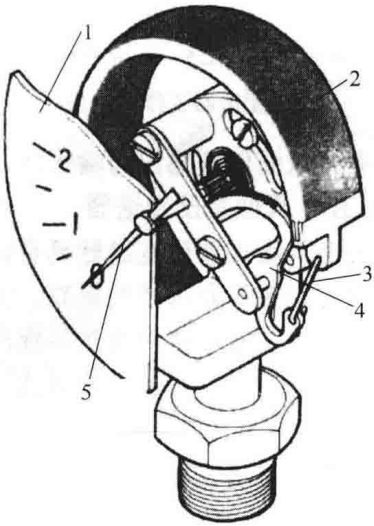


图 1-1-1 单圈弹簧管压力表结构示意图  
1—刻度盘；2—弹簧管；3—拉杆；  
4—扇形齿轮传动机构；5—指针

被测压力的高低而不同。一般在  $P < 20\text{ MPa}$  时，采用磷铜； $P > 20\text{ MPa}$  时，则选用不锈钢或者合金钢。但是在选用压力表时，必须注意被测介质的化学性质，一般在仪表的外壳上用表 1-1-2 所列的色标来标注。

表 1-1-2 弹簧管压力表色标含义

| 被测介质 | 氧气 | 氢气 | 氨气 | 氯气 | 乙炔 | 可燃气体 | 惰性气体或液体 |
|------|----|----|----|----|----|------|---------|
| 色标颜色 | 天蓝 | 深绿 | 黄色 | 褐色 | 白色 | 红色   | 黑色      |

(四) 电动Ⅲ型力矩平衡式压力变送器

变送器是电动单元组合仪表的重要单元之一，其作用是将被测变量转换为统一标准信号，送给显示仪表、记录仪表、控制器或计算机控制系统，从而实现对被测变量的自动测量和控制。

电动Ⅲ型力矩平衡式压力变送器是用来将压力信号转换成  $4 \sim 20\text{ mA DC}$  标准电信号的仪表。它采用  $24\text{ V}$  直流电源供电，为两线制现场安装、安全火花型（即在任何状态下产生的火花都是不能点燃爆炸性混合物的安全火花）防爆仪表。具有较高的测量精度（一般为 0.5 级），工作稳定可靠、线性好、不灵敏区较小。

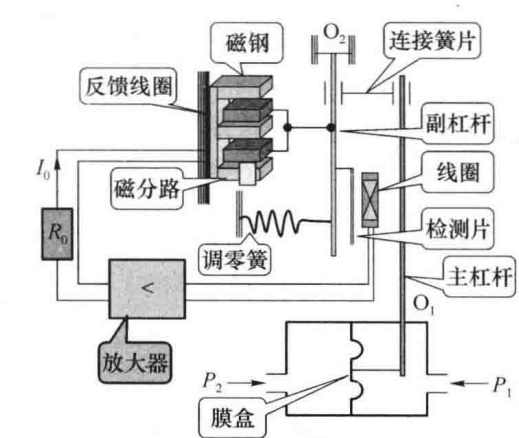


图 1-1-2 电动型压力变送器工作原理图

图 1-1-2 所示为电动型压力变送器的测量机构示意图。图中，测量室由测量膜片分隔开，右为高压室，左为低压室。测量膜片在差压作用下产生变形，通过连杆推动主杠杆绕轴封膜片支点  $O_1$  转动，通过推板作用在矢量板上，将作用力分解成沿矢量板作用在支点上的力和沿拉杆向上的力带动副杠杆绕十字支撑簧片转动，使与副杠杆刚性连接的动铁芯和差动变压器之间的距离改变，从而改变差动变压器原、副边绕组的磁耦合，使差动变压器副边绕组输出电压改变，经测量放大器放大后，转换成  $4 \sim 20\text{ mA DC}$  电流输出，该电流流过可动线圈，与永久磁钢之间形成电磁力作用于副杠杆以实现力矩平衡，从而保证输出与输入的一一对应关系。

矩平衡，从而保证输出与输入的一一对应关系。

(五) 其他差压变送器

力矩平衡式差压变送器具有体积大、质量大、易损坏、不易调校、维修困难等特点。随着过程控制技术和水平的提高，大量高精度、现代化的控制仪表及装置被广泛应用于工业过程控制中，这也对压力变送器提出新的要求。目前微位移式压力变送器已普遍得到应用，主要有电容式、电感式、扩散硅式、振弦式等。下面主要介绍目前应用较广泛的几种新型差压变送器。

1. 电容式差压变送器

电容式差压变送器由测量部件、转换放大器两部分组成。其中测量部分的核心部件是由两个固定的弧形电极与中心感压膜片这个可动电极构成的两个电容器，如图 1-1-3 所示。当被测差压变化时，中心感压膜片发生微小的位移（最大位移量不超过  $0.1\text{ mm}$ ），使之与固定电极间的距离发生微小的变化，从而导致两个电容值发生微小的变化，该变化的电容值

由转换放大电路进一步放大成 4 ~ 20 mA DC 电流。这个电流与被测差压成一一对应的线性关系，实现差压的测量。电容式差压变送器具有精度高、耐振动和冲击、可靠性和稳定性高、体积小、质量小、调校方便等特点。

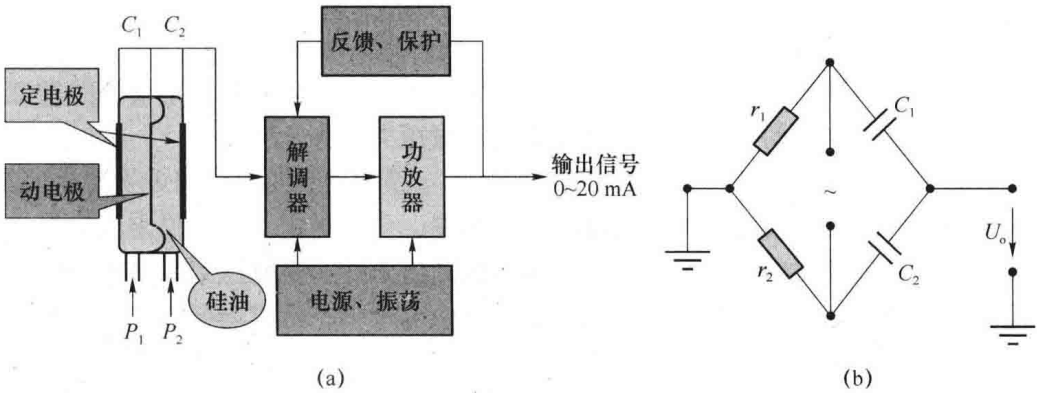


图 1-1-3 电容式差压变送器  
(a) 结构示意图；(b) 测量桥路

2. 扩散硅式压力变送器

扩散硅式压力变送器的结构如图 1-1-4 所示，由测量桥路和放大电路两部分组成。测量桥路主要由硅应变片组成，它采用 4 片电阻扩散在一片很薄的单晶硅片上组成一个桥路。当输入的压力作用于高、低膜片时，通过各自分入的填充液将压力传递到感测元件硅应变片上，硅应变片受压后，使测量桥路失去平衡，输出电压信号，经放大器放大转换输出 4 ~ 20 mA DC 电流。

硅应变片有非常高的灵敏度，可将很小的输入信号转换成很大的输出信号，便于测量，并且抑制干扰信号能力强。

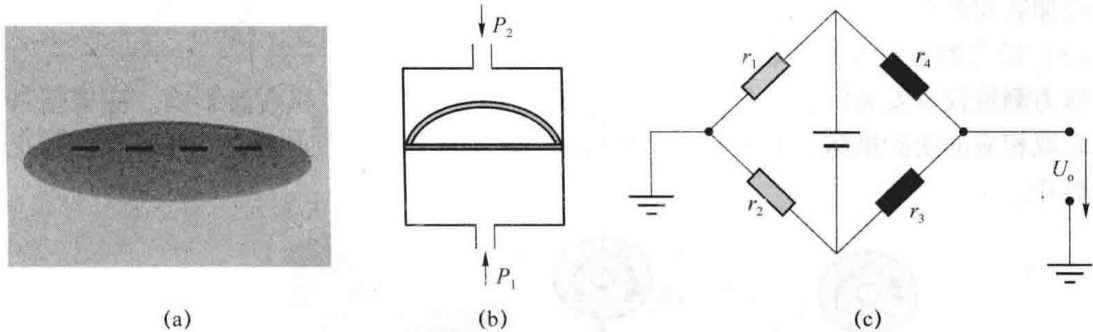


图 1-1-4 扩散硅式压力变送器原理示意图  
(a) 硅应变片；(b) 扩散杯；(c) 测量桥路

3. 智能差压变送器

在普通差压变送器的基础上增加微处理器电路，就构成了智能型差压变送器。它可通过手持终端（也称手操器）对现场变送器的各种运行参数进行选择 and 标定，具有精度高、使用维护方便等特点。通过编制各种程序或输入模型，使变送器具有自动诊断、自动修正、自动补偿以及错误方式报警等多种功能，从而提高了变送器的精确度，简化了调校、维护过程，实现了与计算机和控制系统直接对话的功能。

## (六) 压力测量仪表的选择、安装及案例分析

### 1. 压力测量仪表的选择

根据实际生产过程的要求、被测介质的性质、现场环境条件等因素，来选择压力测量仪表的类型、测量范围和精度等级。

#### (1) 仪表类型的选择。

根据工艺要求，被测介质的物理、化学性质及现场环境等因素来确定仪表的类型。对于特殊的介质，应选用专用的压力表，如氨压力表、氧压力表等。

#### (2) 仪表测量范围的选择。

根据被测压力的大小来确定测量仪表的测量范围。一般规定，测量稳定压力时，被测压力的最大值不得大于仪表满量程  $M$  的  $2/3$ ；测量脉动压力时，被测压力的最大值不得大于仪表满量程  $M$  的  $1/2$ ；测量高压时，被测压力的最大值不得大于仪表满量程  $M$  的  $3/5$ 。为了保证测量的准确度，一般被测压力的最小值应大于仪表满量程  $M$  的  $1/3$ 。

#### (3) 仪表精度等级的选择。

仪表精度根据工艺生产中所允许的最大测量误差来决定。考虑到生产成本，一般所选的仪表精度只要能满足生产需要即可。

### 2. 压力测量仪表的安装

#### (1) 测压点的选择。

测压点选择的好坏，直接影响到测量的效果。测压点必须能反映被测压力的真实情况。一般选择与被测介质呈直线流动的管段部分，且使取压点与流动方向垂直；测液体压力时，取压点应在管道下部；测气体压力时，取压点应在管道上方；测量蒸汽时，取压点在管道两侧中部。

#### (2) 导压管的铺设。

导压管粗细要合适，在铺设时应便于压力测量仪表的保养和信号传递。在取压口到仪表之间应加装切断阀。当遇到被测介质易冷凝或冻结时，取压点应在管道上方。

#### (3) 压力测量仪表的安装。

压力测量仪表安装时，应便于观察和维修，尽量避免振动和高温影响。应根据具体情况，采取相应的防护措施，如图 1-1-5 所示，压力测量仪表在连接处应根据实际情况加装密封垫片。

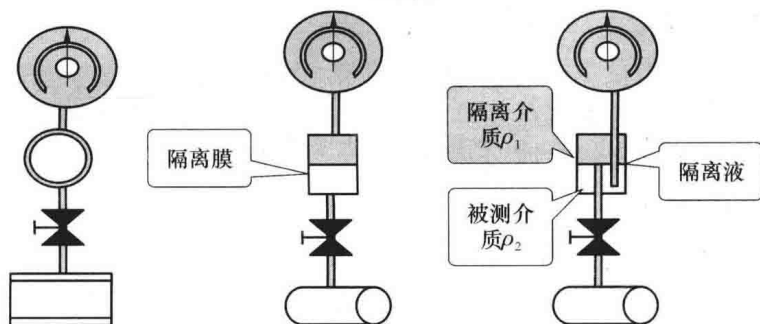


图 1-1-5 压力测量仪表的安装

### 3. 压力测量仪表的应用案例

接下来,以电容式压力传感器为例,介绍其应用。

#### (1) 基本原理。

电容式压力传感器采用变电容测量原理,将由被测压力引起的弹性元件的位移变形转变为电容的变化,用测量电容的方法测出电容量,便可知道被测压力的大小,如式(1-1-1)。

$$C = \frac{\epsilon A}{d} \quad (1-1-1)$$

式中,  $\epsilon$  为电容极板间介质的介电常数;  $A$  为两平行板的相对面积;  $d$  为两平行板间距。

#### (2) 基本组成。

电容式压力传感器主要由测量膜片(金属弹性膜片)、镀金属的凹形玻璃球面及基座组成。测量膜片左右空间被分隔成两个室,其中充满硅油。

#### (3) 测量注意事项。

测量膜片在焊接前加有预张力,当两边的压力相等时,处于中间平衡位置,此时定极板左右两电容的电容值完全相等。

#### (4) 测量电路,电容式压力传感器测量电路如图1-1-6所示。

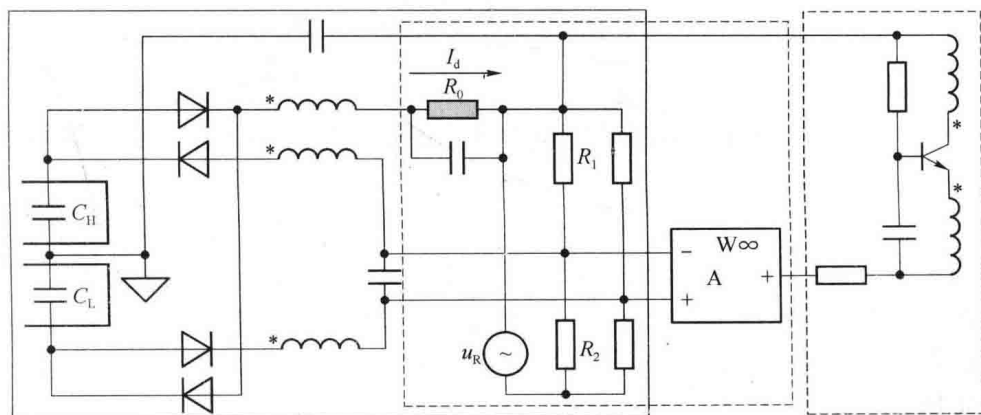


图 1-1-6 电容式压力传感器测量电路

电容转化成电流的公式为:

$$I_d = I_L - I_H = \frac{C_L - C_H R_1 - R_2}{C_L + C_H R_1 R_2} u_R \quad (1-1-2)$$

## 四、看一看案例

### (一) 工作准备

- (1) 了解压力测量基本知识及弹簧管压力表的选用。
- (2) 掌握弹簧管压力表的安装方法。
- (3) 熟悉工业仪表误差、精度的计算。

### (二) 设备、工具、材料准备

- (1) YL-60 型活塞式压力计一台。
- (2) 标准压力表 0~1.0 MPa、1.6 MPa、2.5 MPa、4.0 MPa, 精度 0.4 级各一块。

- (3) 被检压力表 0 ~ 1.0 MPa、1.6 MPa、2.5 MPa，精度 1.6 级各一块。
- (4) 扳手一套。
- (5) 纸和笔。
- (6) 计算器。

(三) 实施

1. 工作任务一

根据题目的要求进行计算，对照参考答案，验证计算结果。

[例 1-1-1] 现要选择一只安装在往复式压缩机出口的压力表，被测压力的范围为 22 ~ 25 MPa，工艺要求测量误差不得大于 1 MPa，且要求就地显示。试正确选择压力表的型号、精度及测量范围。

参考答案：往复式压缩机的出口压力为脉动压力，则有

$$22 \geq \frac{M}{3} \text{ 和 } 25 \leq \frac{M}{2} \text{ 可得 } 66 \geq M \geq 50$$

查附录 1，可选测压范围为 0 ~ 60 MPa。

工艺允许最大误差为：

$$\delta = \frac{\Delta_{\max}}{M} \times 100\% = \frac{1}{60} \times 100\% = 1.67\%$$

选择精度等级为 1.5 级的压力表。

查表可得，选 Y-100 型、测量范围为 0 ~ 60 MPa、精度等级为 1.5 级的弹簧管压力表。

2. 工作任务二（弹簧管压力表检定）

(1) 方法。

采用精密压力表与被检压力表在各被检定点逐一比对的方法，确定被检压力表的各项误差。由于标准压力表和被检压力表在同一连通管内，静压平衡压力相等，所以通过被检压力表的示值误差与标准压力表示值的直接比较就能测得。图 1-1-7 所示为 YL-60 型活塞式压力计的实物图，图 1-1-8 为其原理图。

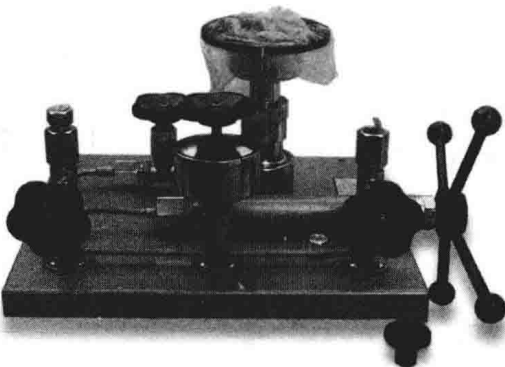


图 1-1-7 YL-60 型活塞式压力计

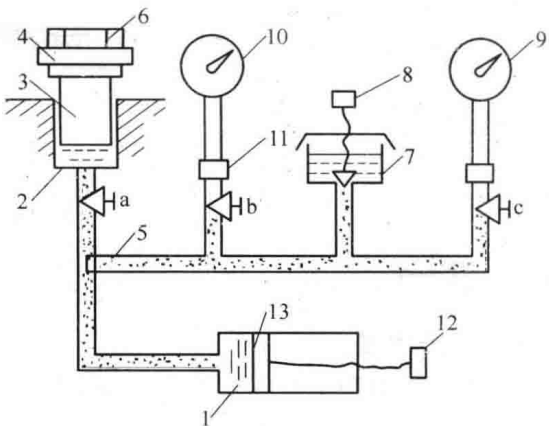


图 1-1-8 活塞式压力计原理图

- 1—液压油缸；2—溢流油杯；3—溢流阀芯；4—溢流阀体；
- 5—油管；6—手轮；7—油杯；8—平衡阀；9—被检压力表；
- 10—标准压力表；11—接头；12—旋转手轮；13—活塞
- a, b, c—截止阀

(2) 注意事项。

① 选用的标准压力表的允许基本误差应小于或等于被检压力表的 1/3。

② 标准压力表的量程应大于被检压力表的 1/3。

(3) 被检压力表的主要技术要求。

① 示值误差：在测量范围内，示值误差应不大于表 1-1-3 所规定的允许误差。

② 回程误差：在测量范围内，回程误差应不大于表 1-1-3 所规定的允许误差绝对值。

③ 轻敲位移：轻敲表壳后，指针示值变动量应不大于表 1-1-3 所规定的允许误差绝对值的 1/2。

④ 指针偏转平稳性：在测量范围内，指针偏转应平稳，无跳动和卡住刺针现象。

表 1-1-3 被检压力表的主要技术要求

| 准确度等级 | 允许误差（按量程的百分比计算）/% |      |                       |      |
|-------|-------------------|------|-----------------------|------|
|       | 零位                |      | 测量上限的<br>(90 ~ 100) % | 其余部分 |
|       | 带止销               | 不带止销 |                       |      |
| 1.6   | 1.6               | ±1.6 | ±2.5                  | ±1.6 |

(4) 被检压力表的通用技术要求（外观）。

① 压力表外表无松动现象、标志齐全。

② 表玻璃无色透明、无损伤，没有妨碍读数的缺陷。

③ 分度盘平整光洁，各标志清晰可辨。

④ 指针指示端应能覆盖最短分度线长度的 1/3 ~ 2/3。

(5) 检定内容和步骤。

1) 检定前的准备工作。

选择一只 1.6 级的普通压力表作为被检压力表，对其基本误差进行检定，在全标尺范围内总检定点不得少于 5 个，并做检定前准备。

① 操作使用活塞式压力计前，观察气液式水平器是否处于水平状态，将仪器调整到水平状态。

② 将 a、b、c 三阀关死。打开油杯阀，在油杯内注入约 2/3 的纯净变压器油，逆时针旋转手轮 12 使工作活塞退出，吸入工作液。

③ 关闭油杯阀，打开 b、c 阀，顺时针旋转手轮 12 加压排出管内的空气，直至压力表接头处有工作液即将溢出。

④ 活塞式压力计右端装上被检压力表，左端装上标准压力表，管接处应放置垫片，同时用扳手拧紧压力表，不漏油为止。

⑤ 重新吸油，加压排气，让气体从油杯阀处排出。关闭油杯阀，做好检定前的准备工作。

⑥ 手轮的旋进或旋出可使油压上升或下降。当压力泵一次加压达不到规定值时，可关闭 b、c 阀，打开油杯阀再次吸油。然后关闭油杯阀，打开 b、c 阀继续加压。

2) 检定。

① 在被检压力表量程的 0%、25%、50%、75%、100% 5 点进行升压、降压的检定。