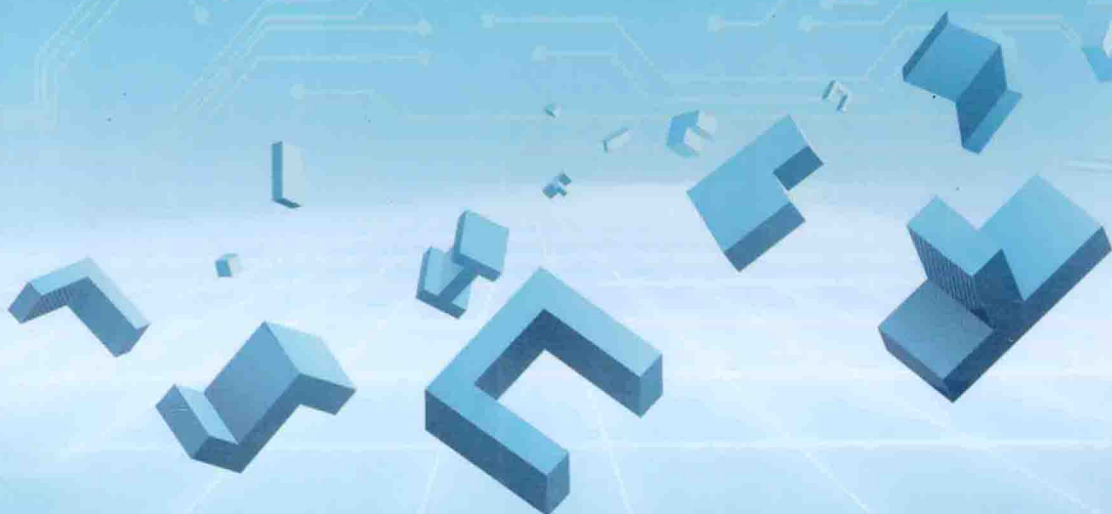


仪表自动化系统 安装与投运

张立军 © 主编



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

仪表自动化系统 安装与投运

主 编 张立军

副主编 赵 群

内 容 简 介

本书主要介绍常规自动化检测仪表、显示仪表、控制仪表和执行器的工作原理、校验、安装,以及由常规自动化仪表构成的简单控制系统和复杂控制系统的工作原理、投运及参数整定。

本书适用于高等学校自动控制技术专业和生产过程自动化专业,也可供相关专业学生以及从事生产过程自动化工作的工程技术人员使用。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

仪表自动化系统安装与投运 / 张立军主编. —北京:北京理工大学出版社, 2014.4
ISBN 978-7-5640-9127-9

I. ①仪… II. ①张… III. ①自动化仪表-安装 ②自动化仪表-调试方法
IV. ①TH86

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第077057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)

82562903 (教材售后服务热线)

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 / 北京国马印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 11

字 数 / 255千字

版 次 / 2014年4月第1版 2014年4月第1次印刷

定 价 / 35.00元

责任编辑 / 张慧峰

文案编辑 / 张慧峰

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

Foreword 前言

Foreword

本书依据自动控制技术专业人才培养方案,以常规自动化仪表为工具,围绕典型设备和系统,构建生产过程自动化系统,对自动化仪表及生产过程自动化系统进行分析、校验、安装与投运。

本书将“测量仪表”“控制仪表”以及“控制工程”三本书有机融合为一体,系统介绍自动化仪表与过程控制系统。本书以项目为主线,按检测仪表、显示仪表、控制仪表、执行器、简单控制系统、复杂控制系统的顺序逐渐展开,以适应工作过程为导向,项目教学为手段的理论实践一体化教学。本书力求理论和实践相结合,删除了过多的理论知识,增加了大量实践内容。在介绍基本理论知识的基础上,注重实践操作,强调项目的实用性,尽量贴近生产实际,以利于培养高等院校学生在生产过程自动化方面的实际动手能力。

本书以常规自动化检测仪表、显示仪表、控制仪表和执行器为基础,由两大部分共八个项目组成,项目一至项目四分别介绍常用的压力检测仪表、流量检测仪表、物位检测仪表以及温度检测仪表的校验安装,项目五至项目七分别介绍显示仪表、控制仪表以及执行器的校验安装,项目八和项目九分别介绍简单控制系统以及各种复杂控制系统的投运。

虽然目前常规显示仪表和控制仪表大多被计算机控制系统所代替,但考虑到本书是高职教材,应该让学生了解自动化仪表的发展过程,况且现在还有许多小规模控制系统仍然采用常规显示仪表和控制仪表,所以本书保留了显示仪表和控制仪表这两部分内容。通过这两部分内容的学习,希望学生为以后学习计算机控制系统打下坚实的基础。

本书由张立军担任主编,赵群担任副主编。张立军编写了概述、项目一至项目四和附录,赵群编写了项目五和项目六,宗俭编写了项目七,张立民编写了项目八,李井军编写了项目九。全书由张立军统稿,中国石化第四建设有限公司工程项目管理公司仪表专家魏志担任主审。

本书在编写过程中借鉴了他人许多经验。同时,得到了北京理工大学出版社的大力支持,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,且编写时间紧迫,书中难免有欠妥和错误之处,恳请读者提出宝贵意见。

编 者

Contents 目录

Contents

概 述	1
项目一 压力检测仪表的校验与安装	5
任务一 弹簧管压力表的校验	6
任务二 电容式压力变送器的校验	11
任务三 智能变送器的安装	14
项目二 流量检测仪表的校验与安装	20
任务一 差压流量计的校验与安装	21
任务二 转子流量计的安装与使用	29
任务三 漩涡流量计的安装与使用	33
任务四 质量流量计的安装	35
任务五 电磁流量计的安装	39
任务六 涡轮流量计的安装	44
任务七 椭圆齿轮流量计的安装	46
任务八 超声波流量计的安装	47
项目三 物位检测仪表的校验与安装	51
任务一 静压式液位计的使用	52
任务二 浮力式液位计的校验	55
任务三 声波式物位计的安装	59
项目四 温度检测仪表的校验与安装	64
任务一 热电偶温度计的校验	65
任务二 热电阻温度计的校验与安装	76

任务三 温度变送器的校验·····	79
项目五 显示仪表的校验与安装·····	85
任务一 模拟式显示仪表的故障检查·····	85
任务二 数字温度显示仪表的联校·····	91
任务三 无纸记录仪的安装·····	95
项目六 控制仪表的使用·····	99
任务一 电动模拟式调节器的使用·····	99
任务二 数字式控制仪表的组态·····	103
项目七 执行器的安装与校验·····	107
任务一 气动执行器的安装·····	107
任务二 配电 - 气阀门定位器调节阀的校验 ·····	114
任务三 电动执行器的安装与校验·····	117
项目八 简单控制系统的投运与参数整定·····	121
任务一 简单控制系统的投运·····	121
任务二 简单控制系统的参数整定·····	130
项目九 复杂控制系统的投运与参数整定·····	137
任务一 串级控制系统的投运与参数整定·····	137
任务二 其他复杂控制系统的投运与参数整定·····	143
附录一 铂铑₁₀—铂热电偶分度表·····	156
附录二 镍铬—铜镍热电偶分度表·····	160
附录三 镍铬—镍硅热电偶分度表·····	161
附录四 铂电阻 (Pt100) 分度表 ·····	165
附录五 铜电阻 (Cu50) 分度表 ·····	168
附录六 铜电阻 (Cu100) 分度表·····	169
参考文献·····	170

概 述

随着工业生产规模不断扩大、生产节奏不断加快、工艺复杂程度不断提高,原始手工操作方式已经远远不能满足现代化的生产需要。于是,诞生了一门新的技术:生产过程自动化。生产过程自动化一般指石油、化工、冶金、电力、建材、轻工等工业部门生产过程的自动化,即通过采用各种自动化仪表、电子计算机等自动化技术工具,替代操作工人的部分直接劳动,对生产过程中的某些物理参数进行自动测量和控制,从而达到提高生产效率、降低能耗、改善劳动条件和保护环境等目的。

一、自动化仪表的分类

自动化仪表按其功能不同,大致分成四个大类:

检测仪表——用于各种被测参数的测量、变换和信号的输出。如:压力检测仪表、流量检测仪表、物位检测仪表、温度检测仪表等。

检测仪表可以对检测元件输出的物理量信号作进一步信号转换,当转换后的信号为标准的统一信号(例如 $0\sim 10\text{ mA}$ 、 $4\sim 20\text{ mA}$ 、 $0.02\sim 0.1\text{ MPa}$ 等)时,此时的检测仪表一般称为变送器。如:压力变送器、差压变送器等。

显示仪表——接受检测仪表送来的信号,以指针位移、数字、图像等形式,准确地指示、记录或储存被测参数。如:模拟显示仪表、数字显示仪表、无纸记录仪等。

控制仪表——接受检测仪表送来的信号并与给定值进行比较,根据比较的结果即偏差大小,按照一定的控制规律运算,运算后输出控制信号。如:常规调节器、集散控制系统中的控制器等。

执行器——接受控制仪表发出的控制信号,对被控设备实施控制作用,实现对被控变量的控制。如:气动调节阀、电动调节阀等。

二、自动化系统的分类

按照自动化系统的功能分类,可以分为自动检测系统、自动报警和联锁保护系统、程序控制系统、自动控制系统四种自动化系统。

1. 自动检测系统

利用各种仪表对生产过程中主要参数进行测量、指示、记录,这样的系统称为自动检测系统。它代替了操作人员对工艺参数的不断观察与记录,因此起到对过程信息的获取与记录作用。这在生产过程自动化中,是最基本的也是十分重要的内容。

2. 信号报警系统和联锁保护系统

信号报警系统:当工艺参数超过了允许范围,信号报警系统就自动地发出声光信号警报,告诫操作人员注意,并及时采取措施。

联锁保护系统:如工况已到达危险状态,联锁系统立即自动采取紧急措施,打开安全阀或切断某些通路,必要时紧急停车,以防止事故的发生和扩大。它是生产过程中的一种安全装置。

3. 程序控制系统 (又称顺序控制系统)

程序控制系统可以根据预先规定的步骤自动地对生产设备进行某种周期性操作。

4. 自动控制系统

生产过程中,如果某些参数经常受到外界干扰而偏离正常的工艺要求,就需要用一些自动控制装置,对生产过程进行自动调整,使这些需要控制的参数能自动地调回到规定的数值范围内,为此目的而设置的系统就是自动控制系统。自动控制系统是生产过程自动化的核心部分。

本书主要介绍四种自动化仪表及采用自动化仪表组成的自动控制系统。

三、自动控制系统的产生

自动控制系统是在人工控制的基础上产生和发展起来的。图 0-1 (a) 是一个人工控制容器液位的例子。为保证液位稳定在要求的高度,操作人员需要做三方面的工作,如图 0-1 (b) 所示:

(1) 检测。用眼睛观察玻璃管液位计 (测量元件) 中液位的高低,并通过神经系统告诉大脑。

(2) 运算 (思考)、命令。大脑根据眼睛看到的液位高度加以思考,并与要求的液位进行比较,得出偏差的大小和正负,然后根据操作经验,经思考、决策后发出命令。

(3) 执行。根据大脑发出的命令,通过手去改变阀门开度,改变流出量,从而把液位保持在所需高度上。

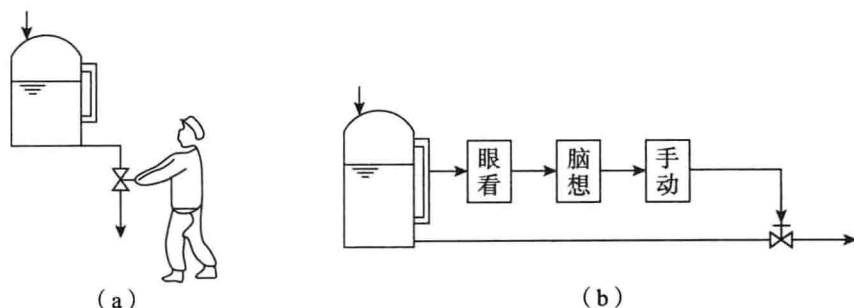


图 0-1 液位人工控制

(a) 人工控制容器液位; (b) 控制液位所需工作

眼、脑、手三个器官,分别担负了检测、运算和执行三个任务,来完成测量、求偏差、再控制以减小偏差的全过程。

由于人工控制受到生理上的限制,满足不了大型现代化生产的需要,为了提高控制精度和降低劳动强度,可以用一套自动化装置来代替上述人工操作,这样就由人工控制变为自动控制了。容器和自动化装置一起构成了一个自动控制系统,如图 0-2 (a) 所示。如果绘制工艺流程图,一般表示成图 0-2 (b) 所示的形式。

自动化装置主要包括三部分。

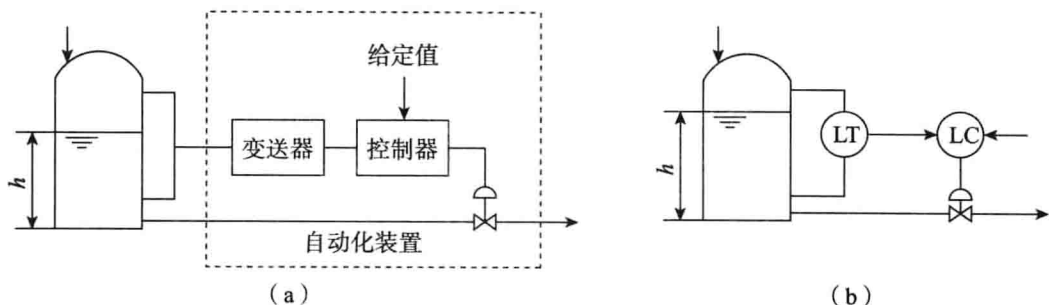


图 0-2 液位自动控制

(a) 自动控制系统;(b) 工艺控制流程图

(1) 测量元件与变送器。图 0-2 (b) 中以 LT 表示液位变送器。它的作用是测量液位,并将液位的高低转化为一种特定的信号(如标准电流信号、标准气压信号、电压等)。

(2) 控制器。图 0-2 (b) 中以 LC 表示液位控制器。它接受变送器送来的信号,与工艺要求的液位高度相比较,得出偏差,并按某种运算规律算出结果,然后将此结果用特定信号(电流或气压)发送出去。

(3) 执行器。通常指调节阀,它和普通阀门的功能一样,只不过它能自动地根据控制器送来的信号改变阀门的开度。

显然,这套自动化装置具有人工控制中操作人员的眼、脑、手的部分功能。因此,它能代替人工控制完成自动控制容器中液位高低的任务,这样一套自动化装置我们称它为自动控制系统。

实际上,自动控制系统除了这套自动化装置之外,还有一个重要环节,即被控对象,也就是被实施控制作用的设备或装置,如锅炉、换热器、反应釜、容器、管道等。

四、带控制点的工艺流程图

在控制流程图中,一般用小圆圈表示某些自动化装置。圈内写有两位(或多位)字母,第一位字母表示被测变量,后续字母表示仪表的功能,如图 0-2 (b) 所示的 LC 表示“液位控制”。常用被测变量和仪表功能的字母代号见表 0-1。

表 0-1 被测变量和仪表功能的字母代号

字 母	第一字母		后续字母
	被测变量	修饰词	功能
A	分析		报警
C	电导率		控制(调节)
D	密度	差	
E	电压		检测元件
F	流量	比(分数)	
I	电流		指示
K	时间或时间程序		自动—手动操作器

续表

字 母	第一字母		后续字母
	被测变量	修饰词	功能
L	物位		
M	水分或湿度		
P	压力或真空		
Q	数量或件数	积分、累积	积分、累积
R	放射性		记录或打印
S	速度或频率	安全	开关、联锁
T	温度		传送
V	黏度		阀、挡板、百叶窗
W	力		套管
Y	供选用		继电器或计算器
Z	位置		驱动、执行或未分类的终端执行机构

如:PRC 为“压力记录控制”的代号。

五、仪表的信号制

在自动控制系统中,各仪表之间使用统一的联络信号才能正常工作。如果信号不一致,可以通过各种转换器将不同信号的仪表连接起来,混合使用。这就是信号制的概念。

信号制有多种,有模拟信号、数字信号和频率信号。目前国际电工委员会将电流信号 4~20 mA DC 和电压信号 1~5 V DC 确定为过程控制系统电动模拟信号的统一标准(我国旧标准为电流信号 0~10 mA DC 和电压信号 0~1 V DC,旧标准信号已经很少使用)。

电流信号的优点是远距离传输时仍能保证信号的传输精度,另外,对于要求电压输入的仪表,可在电流回路中串入一个电阻,从电阻两端引出电压,供给接收仪表。

电压信号的优点是可以多块仪表并联使用,取消或增加仪表不会影响其他仪表的工作;缺点是不适合远距离传输。

项目一

压力检测仪表的校验与安装

在工业生产过程中,压力是重要的操作参数之一,其中包括比大气压力高的压力和比大气压力低的真空度的检测。这些参数能够反映工业生产过程的工作状态,所以,压力的检测对保证工业生产过程高效、平稳、低耗和安全运行是十分重要的。

所谓压力是指由气体或液体均匀垂直作用于单位面积上的力,即物理概念中的压强。在国际单位制(代号为SI)中,压力的单位为帕斯卡,简称帕(Pa),1帕为1牛顿每平方米,即

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

帕所代表的压力较小,工程上经常使用兆帕(MPa)和千帕(kPa)。它们与帕之间的关系为

$$1 \text{ MPa} = 1 \times 10^3 \text{ kPa} = 1 \times 10^6 \text{ Pa}$$

在压力检测中,常有表压、绝对压力、负压(或真空度)之分,其关系如图1-1所示。

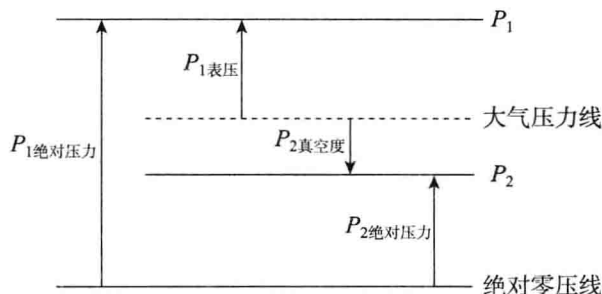


图 1-1 表压、绝对压力、负压(真空度)的关系

因为各种设备和测量仪表通常是处于大气之中的,本身就承受着大气压力。所以,工程上经常用表压或真空度来表示压力的大小。表压是绝对压力和大气压力之差,即

$$P_{\text{表压}} = P_{\text{绝对压力}} - P_{\text{大气压力}}$$

当被测压力低于大气压力时,一般用负压或真空度来表示,它是大气压力与绝对压力之差,即

$$P_{\text{真空度}} = P_{\text{大气压力}} - P_{\text{绝对压力}}$$

以后所提到的压力,除特别说明外(如绝对压力变送器的输出值为绝对压力),均指表压或真空度。

按工作原理不同压力检测仪表大致分为四大类。

1. 液柱式压力计

它是根据流体静力学原理,将被测压力转换成液柱高度进行测量的,按其结构形式的不同

同,有 U 形管压力计、单管压力计和斜管压力计等。这种压力计结构简单、使用方便,但其精度受工作液的毛细管作用、密度及视差等因素影响,测量范围较窄,一般用来测量低压力或真空度。

2. 弹性式压力计

它是将被测压力转换成弹性元件变形的位移进行测量的,有弹簧管压力计、波纹管压力计及薄膜式压力计等。图 1-2 所示为单圈弹簧管压力表。

3. 活塞式压力计

它是根据水压机液体传递压力的原理工作的。它的测量精度较高,允许误差可小到 0.02%~0.05%,一般作为标准型压力校验仪器,可检验其他类型的压力计。

4. 电气式压力计

它是通过机械和电气元件将被测压力转换成电量(如电压、电流、频率等)来进行测量的仪表,例如扩散硅式变送器、振弦式变送器以及电容式变送器等。



图 1-2 单圈弹簧管压力表

【项目描述】

本项目包括弹簧管压力表的校验、电容式压力变送器的校验以及智能变送器的安装三个任务。在学习弹簧管压力表、电容式压力(差压)变送器以及智能变送器工作原理、选型方法的基础上,掌握压力仪表的校验和安装方法。

【项目目标】

- (1) 掌握弹簧管压力表、电容式压力(差压)变送器以及智能变送器的结构及工作原理;
- (2) 掌握弹簧管压力表、电容式压力(差压)变送器以及智能变送器的选型方法;
- (3) 掌握弹簧管压力表、电容式压力变送器以及智能变送器的校验及安装方法。

任务一 弹簧管压力表的校验

【任务描述】

在学习弹簧管压力表工作原理、选型方法的基础上,掌握普通压力表的校验方法。

【知识链接】

弹性式压力计是利用各种形式的弹性元件,在被测介质压力的作用下,使弹性元件受压后产生弹性变形的原理而制成的测压仪表。这种仪表具有结构简单、价格低廉、读数清晰、工作可靠、测量范围广以及有足够的精度等优点。

一、弹性元件

弹性元件是一种简易可靠的测压敏感元件。当测压范围不同时,所用的弹性元件也不一样,常用的几种弹性元件的结构如图 1-3 所示。

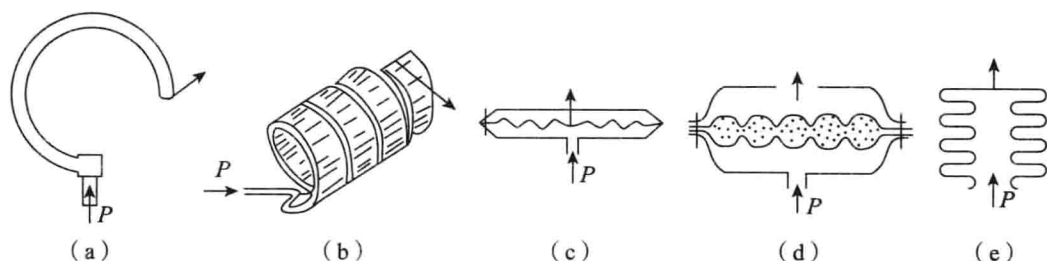


图 1-3 弹性元件示意图

(a) 单圈弹簧管; (b) 多圈弹簧管; (c) 膜片式弹性元件; (d) 膜盒式弹性元件; (e) 波纹管式弹性元件

1. 弹簧管式弹性元件

弹簧管式弹性元件的测压范围较宽,可测量高达 1 000 MPa 的压力。单圈弹簧管是弯成圆弧形的金属管子,它的截面做成扁圆形或椭圆形,如图 1-3 (a) 所示。当通入压力 P 后,它的自由端就会产生位移。这种单圈弹簧管自由端位移较小,因此能测量较高的压力。为了增加自由端的位移,可以制成多圈弹簧管,如图 1-3 (b) 所示。

2. 薄膜式弹性元件

薄膜式弹性元件根据其结构不同还可以分为膜片式与膜盒式等。它的测压范围较弹簧管式的低。图 1-3 (c) 为膜片式弹性元件,它是由金属或非金属材料做成的具有弹性的一张膜片(有平膜片与波纹膜片两种形式),在压力作用下能产生变形。有时也可以由两张金属膜片沿周围对焊起来,成一薄壁盒子,内充液体(例如硅油),称为膜盒,如图 1-3 (d) 所示。

3. 波纹管式弹性元件

波纹管式弹性元件是一个周围为波纹状的薄壁金属筒体,如图 1-3 (e) 所示。这种弹性元件易于变形,而且位移较大,常用于微压与低压的测量(一般不超过 1 MPa)。

二、弹簧管压力表

弹簧管压力表的测量范围极广,品种规格繁多。按其所使用的测压元件不同,分为单圈弹簧管压力表与多圈弹簧管压力表。按其用途不同,除普通弹簧管压力表外,还有耐腐蚀的氨用压力表、禁油的氧气压力表等。它们的外形与结构基本上是相同的,只是所用的材料有所不同。

单圈弹簧管压力表是弹性式压力计的典型代表。若增加附加装置,如记录机构、电气变换装置、控制元件等,则可以实现压力的记录、远传、报警、自动控制等。弹性式压力计可以用来测量几百帕到数千兆帕范围内的压力,因此在工业上应用非常广泛。

弹簧管压力表的结构原理如图 1-4 所示。弹簧管 1 是压力计的检测元件。图中所示为单圈弹簧管,它是一根弯成 270° 圆弧的椭圆截面的空心金属管子。管子的自由端 B 封闭,管子的另一端固定在接头 9 上。当通入被测压力 P 后,由于椭圆形截面在压力 P 的作用下,将趋于圆形,弯成圆弧形的弹簧管随之产生向外挺直的扩张变形。由于变形,使弹簧管的自由端 B 产生位移。输入压力 P 越大,产生的变形也越大。由于输入压力与弹簧管自由端 B 的位移成正比,所以只要测得 B 点的位移量,就能反映压力 P 的大小,这就是弹簧管压力计的基本测量原理。

弹簧管自由端 B 的位移量一般很小,直接显示有困难,所以必须通过放大机构才能指示出来。具体过程是这样的:弹簧管自由端 B 的位移通过拉杆 2 (见图 1-4) 使扇形齿轮 3 作

逆时针偏转,于是指针 5 通过同轴的中心齿轮 4 的带动而作顺时针偏转,在面板 6 的刻度标尺上显示出被测压力 P 的数值。由于弹簧管自由端的位移与被测压力之间具有正比关系,因此弹簧管压力表的刻度标尺是线性的。

游丝 7 用来克服因扇形齿轮和中心齿轮间的传动间隙而产生的仪表变差。改变调整螺钉 8 的位置(即改变机械传动的放大系数),可以实现压力表量程的调整。

在压力表使用过程中,常常需要把压力控制在某一范围内,即当压力低于或高于给定范围时,生产过程有可能出现问题,甚至可能发生危险。这时就应采用带有报警或控制触点的压力表。将普通弹簧管压力表稍加变化,便可成为电接点信号压力表,它能在压力偏离给定范围时,及时发出信号,以提醒操作人员注意或通过中间继电器实现压力的自动控制。

图 1-5 是电接点压力表的结构和工作原理示意图。压力表指针上有动触点 2,表盘上另有两个可调节的指针,上面分别有静触点 1 和静触点 4。当压力超过上限给定数值(此数值由静触点 4 的指针位置确定)时,动触点 2 和静触点 4 接触,红色信号灯 5 的电路被接通,使红灯发亮;若压力低到下限给定数值时,动触点 2 与静触点 1 接触,接通了绿色信号灯 3 的电路。静触点 1 和 4 的位置可根据需要灵活调节。

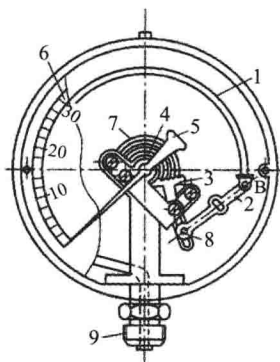


图 1-4 弹簧管压力表

1—弹簧管;2—拉杆;3—扇形齿轮;4—中心齿轮;
5—指针;6—面板;7—游丝;8—调整螺钉;9—接头

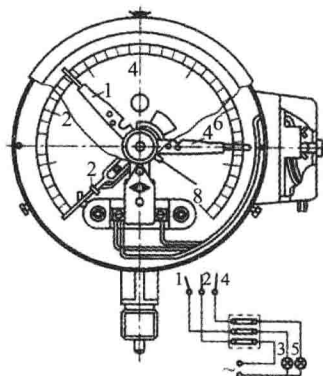


图 1-5 电接点压力表

1, 4—静触点;2—动触点;3—绿灯;5—红灯

三、压力表的选用

压力表的选用应根据对压力测量的要求,结合其他各方面的情况,加以全面的考虑和具体的分析。选用压力表和选用其他仪表一样,一般应考虑以下几个方面的问题。

1. 仪表类型的选用

仪表类型的选用必须满足使用要求。例如是否需要远传变送;被测介质的物理化学性质(诸如腐蚀性、温度高低、黏度大小、脏污程度、易燃易爆等)是否对测量仪表提出特殊要求;现场环境条件(诸如高温、电磁场、振动及现场安装条件等)对仪表类型是否有特殊要求等。总之,根据工艺要求正确选用仪表类型是保证仪表正常工作的重要前提。

例如普通压力表的弹簧管多采用铜合金,高压的也有采用碳钢的,而氨用压力表弹簧管的材料却都采用碳钢,不允许采用铜合金。因为氨气对铜的腐蚀极强,所以普通压力表用于氨

气压力测量很快就会损坏。

氧气压力表和普通压力表在结构和材质上完全相同,只是氧用压力表要严格禁油。因为油进入氧气系统会引起爆炸。所以氧气压力表在校验时,不能像普通压力表那样采用变压器油作为工作介质,并且氧用压力表在存放中要严格避免接触油污。如果必须采用现有的带油污的压力表测量氧气压力,使用前必须用四氯化碳反复清洗,认真检查直到无油污为止。

2. 仪表测量范围的确定

仪表的测量范围 (measuring range) 是指被测量可按规定精确度进行测量的范围,它是根据操作中需要测量的参数大小来确定的。

在测量压力时,为了延长仪表使用寿命,避免弹性元件因受力过大而损坏,压力表的上限值应该高于工艺生产中可能的最大压力值。根据“自控设计技术规定”,在测量稳定压力时,所选压力仪表的上限值应大于最大工作压力的 1.5 倍;测量脉动压力时,所选压力仪表的上限值应大于最大工作压力的 2 倍;测量高压压力时,所选压力仪表的上限值应大于最大工作压力的 1.7 倍。

为了保证测量值的精确度,所测的压力值不能太接近仪表的下限值,即仪表的量程不能选得太大,一般被测压力的最小值应不低于仪表量程的 1/3 为宜。

根据被测参数的最大值和最小值计算出仪表的上、下限后,还不能以此数值直接作为仪表的量程范围。因为仪表标尺的极限值不是任意取一个数字都可以的,它是由国家主管部门用规程或标准规定的。因此,选用仪表量程范围时,也只能按照仪表选型样本中的数值选取。普通压力表的主要技术指标见表 1-1。

表 1-1 普通压力表的主要技术指标

型号	Y-40	Y-60	Y-100	Y-150	Y-250
公称直径 /mm	40	60	100	150	250
接头螺纹	M10×1	M14×1.5	M20×1.5		
精度等级	2.5		1.5		
测量范围 /MPa	0~0.1, 0.16, 0.25, 0.4, 0.6, 1, 1.6, 2.5, 4, 6				0~0.6, 1, 1.6, 2.5, 4, 6
		0~10, 16, 25	0~10, 16, 25, 40, 60		
	-0.1~0, 0.06, 0.15, 0.3, 0.5, 0.9, 1.5, 2.4				

3. 仪表精确度等级的选取

仪表精确度是根据允许的最大测量误差来确定的。计算公式为

$$\delta_{\text{允}} = \pm \frac{\text{仪表允许的最大绝对误差}}{\text{测量范围上限值} - \text{测量范围下限值}} \times 100\%$$

计算结果去掉 $\pm$ 和 %, 如果数值恰好在国家规定的精度等级上 (一般工业用仪表的精度等级是: 0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 1.5, 2.5, 5.0), 则这个数值就是所要的精度等级。如果数值不在国家规定的精度等级上, 则分两种情况: 一种情况是选新表的精度等级, 应该选精度等级高的一级; 另一种情况是确定现有仪表的精度等级, 应该选精度等级低的一级。一

般来说,所选用的仪表越精密,则测量结果越精确、可靠。但越精密的仪表,一般价格越贵,操作和维护越复杂。因此,在满足工艺要求的前提下,应尽可能选用精确度较低、价廉耐用的仪表。

【任务实施】

弹簧管压力表的校验

在对弹簧管压力表进行校验前应按照《国家计量检定规程》对仪表进行必要的检查,以确定仪表是完好的。

如图 1-6 所示的压力校验台为校验压力表的典型设备,校验过程如下。

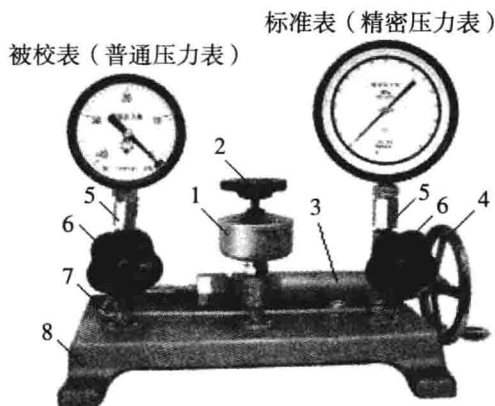


图 1-6 活塞式压力校验台原理图

1—油杯;2—油杯阀;3—手摇泵;4—手轮;5—螺母;6—针阀;7—导压管;8—底座

(1) 将压力表校验台平放在工作台上。

(2) 将工作液注入油杯。打开针阀 6,摇动手轮 4,将手摇泵 3 活塞推到底部。旋开油杯阀 2,揭开油杯盖,将工作液注满油杯 1。关闭针阀 6,反向旋转手轮 4,将工作液吸入手摇泵 3 (应使油杯内有适量工作液),装上油杯盖和油杯阀。

(3) 排除传压系统内的空气。关闭油杯阀 2,打开针阀 6,轻摇手轮 4,直至看到两压力表接头处有工作液即将溢出时,关闭针阀 6,打开油杯阀 2,反向旋转手轮 4,给手摇泵补充工作液,再关闭油杯。

(4) 校验。按图将被校表和标准表分别安装在校验台上。打开针阀,用手摇泵加压即可进行压力表的比较校验。

校验时,先检查压力偏差,如合格,即可校验各点(表测量范围的 25%, 50%, 75% 三处),先做线性刻度校验,再做刻度上限耐压检定 3 min。每个校验点应分别在轻敲表壳前后两次读数,然后记录被校表轻敲后示值、标准表示值、标准表示值和轻敲位移量。以同样方式做反行程校验和记录。

计算各点的绝对误差和变差,找出最大绝对误差和最大变差,填入表 1-2 中。将最大绝对误差和最大变差与被校仪表的允许误差比较,判断被校仪表是否合格。

表 1-2 仪表校验单

实验日期： 年 月 日		指导教师：		实验人：		同组人员：	
项目	名称	型号	测量范围	精度等级	出厂编号	制造厂	
标准表							
被校表							
校 验 记 录							
被校表读数							
标准表读数 /MPa	上行						
	下行						
绝对误差 /MPa	$\Delta_{\text{上}}$						
	$\Delta_{\text{下}}$						
绝对变差 /MPa	Δ'						
最大绝对误差 /MPa							
最大绝对变差 /MPa							

(5) 校验结束。校验结束后应转动手轮,使标准表和被校表指针回零,哪块仪表指针先回零,就先关闭哪块仪表下方的针阀,然后再转动手轮,使另一块仪表的指针也回零,关闭其下方的针阀。两个针阀全部关闭后,打开油杯阀,转动手轮,将手摇泵中的工作液送回油杯中,然后关闭油杯阀,校验完毕。

任务二 电容式压力变送器的校验

【任务描述】

在学习电容式压力(差压)变送器工作原理、选型方法的基础上,掌握压力变送器的校验方法。

【知识链接】

电气式压力计的作用是把压力信号检测出来,并转换成电信号输出。如果输出信号被进一步变换为标准电信号,压力传感器又称为压力变送器。标准信号是指物理量的形式和数值都符合国际标准的信号。例如直流电流 4~20 mA、空气压力 0.02~0.1 MPa 都是当前通用的标准信号。1151 系列电容式压力(差压)变送器是典型代表。

一、电容式差压变送器的结构及工作原理

1151 系列电容式压力(差压)变送器是目前工业生产中应用最多又非常成熟的一种电气式压力检测仪表,具有结构简单、过载能力强、可靠性好、测量精度高、体积小、重量轻、使用方便等一系列优点。1151 系列电容式压力(差压)变送器为两线制传输仪表,其信号线和电