



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

化工生产自动控制

孟 琳 高祥录 主编



石油工业出版社
Petroleum Industry Press



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

化工生产自动控制

孟琳 高祥录 主编

常州大学图书馆
藏书章

石油工业出版社

内 容 提 要

本书共分为两大部分,通过九个功能不同的模块对测量仪表、化工自动化系统的使用与维护做出了详细的说明,在“工学结合”的情境化教学体系中提供了丰富的案例,对接了化工生产过程对操作工和仪表工的要求。

本书可作为高职院校化工类专业师生的教材,也适合化工企业培训操作工和仪表工,并可供现场操作工和仪表工参考。

图书在版编目(CIP)数据

化工生产自动控制/孟琳,高祥录主编.

北京:石油工业出版社,2016.8

“十二五”职业教育国家规划教材

ISBN 978-7-5183-1395-2

I. 化…

II. ①孟…②高…

III. 化工生产-生产技术-职业教育-教材

IV. TQ06

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 166889 号

出版发行:石油工业出版社

(北京市朝阳区安华里 2 区 1 号 100011)

网 址:www. petropub. com

编辑部:(010)64251362 图书营销中心:(010)64523633

经 销:全国新华书店

排 版:北京乘设伟业科技有限公司

印 刷:北京中石油彩色印刷有限责任公司

2016 年 8 月第 1 版 2016 年 8 月第 1 次印刷

787 毫米×1092 毫米 开本:1/16 印张:14.75

字数:375 千字

定价:30.00 元

(如出现印装质量问题,我社图书营销中心负责调换)

版权所有,翻印必究

前 言

《化工生产自动控制》原为大庆职业学院校本教材(原名《化工仪表使用与维护》),在多年使用中收集教师和学生的反馈信息,融合新教学理念,结合编者的教学经验,对原有的课程内容进行重构整合,形成了独特的教学体系。本教材入选“十二五职业教育国家规划教材”。

全书共分两篇九个模块,细分为二十一个单元,具有较强的可操作性。所有单元均包括现场回放、应知应会、能力提升、知识链接、问题分析、扩展阅读六个部分。

现场回放精选生产实例,建立学习情景;应知应会的内容是化工操作工应掌握的仪表和自动化技能;能力提升的内容是化工仪表工应掌握的技能;知识链接是相关的理论知识;问题分析是对现场回放中的生产实例进行分析解读,引导学生找到问题的关键点;扩展阅读是为了激发学生对仪表及自动化学科的兴趣、扩展知识面而设置的。

本教材适用于模块化教学,可以根据学时和学员的培训要求,对内容进行选择:单独进行理论学习可以选择“知识链接”部分;单独对操作工进行仪表方面的能力训练可以选择“应知应会”部分;对仪表工进行能力训练可以选择“能力提升”部分;需要进行测量仪表的培训时,可以选择第一篇或者其中的章节;需要进行自动化控制系统的培训时,可以根据需要选择第二篇。

本书由大庆职业学院孟琳和高祥录主编。编写分工如下:孟琳负责第二篇(除第九模块外)的编写工作;高祥录负责第一篇和第二篇第九模块的编写工作;大庆油田有限责任公司天然气分公司油气加工一大队的肖智博负责收集现场案例,并做了后期文字整理工作。在编写过程中,大庆炼化公司机电仪厂工程师高显忠和杨利丰、大庆炼化公司常减压分厂贾鸣春、大庆炼化公司动力一分厂宋佳旺、黑龙江蓝星化工有限公司王永付和任志勋等人给了编者很多的帮助和指正,在此表示衷心的感谢!

由于编者的经验和水平有限,本书中难免出现缺陷和错误,恳请广大读者批评和指正。

编 者

2016年3月

目 录

第一篇 测量仪表的使用与维护

第一模块 压力测量仪表的使用与维护	(3)
第一单元 弹性式压力表的使用与维护	(3)
第二单元 压力变送器的使用与维护	(14)
第二模块 温度测量仪表的使用与维护	(21)
第一单元 双金属温度计的使用与维护	(21)
第二单元 压力式温度计的使用与维护	(24)
第三单元 热电阻的使用与维护	(28)
第四单元 热电偶的使用与维护	(34)
第三模块 流量测量仪表的使用与维护	(45)
第一单元 差压式流量计的使用与维护	(45)
第二单元 转子流量计的使用与维护	(53)
第三单元 容积式流量计的使用与维护	(58)
第四单元 电磁流量计的使用与维护	(61)
第四模块 液位测量仪表的使用与维护	(66)
第一单元 差压式液位计的使用与维护	(66)
第二单元 浮力式液位计的使用与维护	(73)

第二篇 化工自动化系统的使用与维护

第五模块 自动控制系统的使用与维护	(83)
第一单元 化工自动化基本知识普及	(83)
第二单元 自动控制系统故障分析	(89)
第三单元 PID 参数的工程整定	(101)
第六模块 自动控制系统影响因素的分析	(120)
第一单元 调节阀的使用与维护	(120)
第二单元 设备和工艺特性的分析与改进	(137)
第三单元 测量仪表对控制质量影响的分析	(154)
第七模块 复杂控制系统分析与对比	(162)
第八模块 典型化工设备控制方案的分析与对比	(180)
第九模块 计算机控制系统的使用与维护	(199)
参考文献	(214)
附 录	(215)
附录 1 热电阻分度表	(215)
附录 2 热电偶分度表	(218)
附录 3 工艺流程设计常用图例	(223)

第一篇 测量仪表的 使用与维护

第一模块 压力测量仪表的使用与维护

第一单元 弹性式压力表的使用与维护



现场回放

压力表怎么了

小张是某油田采油厂的一名生产循环水泵工,他的工作内容包括输水管线上的压力的检查。管线上安装的是弹簧管式压力表,经常出现压力不准或者没有压力的现象。有时轻敲压力表下边的引压管或者截止阀就可以解决问题,有时需要将压力表从管线上卸下来,用细铁丝疏通引压管和压力表接头,才能解决问题。但有些时候,就算将压力表卸下来疏通清理,表的指针也不能归零位,这时只能更换新的压力表,原来的旧表报废。

小张是新毕业的大学生,不能解释这种现象,很是疑惑。



应知应会

一、压力表的巡检内容

- (1) 压力表零部件装配应牢固、无松动现象。
- (2) 压力表应均匀光滑、无明显剥脱现象。
- (3) 压力表应有安全孔,安全孔上须有防尘装置(不准被测介质溢出表外的压力表除外)。
- (4) 压力表分度盘上应有如下标志:制造单位或商标;产品名称;计量单位和数字计量器具的制造许可证标志和编号;真空表应有“-”或“负”字;精度等级;出厂编号。
- (5) 压力表玻璃罩应无色透明,不应有妨碍读数的缺陷。
- (6) 指针指示端应覆盖最短分度线长度的 $1/3 \sim 2/3$, 指针指示端的宽度应不大于分度线的宽度。
- (7) 带有止销的压力表,在无压力或真空时,指针应靠近止销。无止销的压力表,在无压力或真空时,指针应于零位标志内,零位标志应不超过规定的允许误差绝对值的 2 倍。

二、压力表的日常维护

压力表经过一阶段的使用与受压,不可能自始至终保持正确,内部机件难免要出现一些变形和磨损,导致产生各种误差和故障。为了保持其原有精度,要定期检查,以便从中发现问题,及时予以调整和修理。

定期检修压力表的主要内容,是检查各部件是否依旧符合要求,装配情况是否良好,对其基本误差、回差、零点、终点以及指针偏转的平稳性和轻敲位移等,进行一次校验和检查,使之符合于检定规程的要求,以保证测量精度,延长使用的寿命。

压力表运行至三个月进行一次一级保养,其内容和要求如下:

(1)检查三通旋塞以及存水弯管接头,消除泄漏。

(2)检查压力表能否回零。

(3)检查并冲洗存水弯管,确保畅通。

压力表运行至一年后进行一次二级保养,其内容和要求如下:

(1)把压力表拆卸下来,送计量部门校验并铅封。

(2)拆卸检查存水弯管,丝扣应完好。

(3)拆卸检查三通旋塞,研磨密封面,保证严密不泄漏,其连接螺纹应完好无损。

(4)存水弯管,三通旋塞除锈、涂刷油漆。

三、仪表术语

1. 一次点

一次点是指检测系统或调节系统工程中直接与工艺介质接触的点,如压力测量系统中的取压点、温度检测系统中的热电偶(或热电阻)安装点,等等。一次点可以在工艺管道上,也可以在工艺设备上。

2. 一次部件

一次部件又称取源部件,通常指安装在一次点的仪表加工件,如温度检测系统中的温度计接头(又称凸台)。一次部件可能是仪表元件(如流量检测系统中的节流元件),也可能是仪表本身(如容积式流量计、转子流量计等),更多的可能是仪表加工件。

3. 一次阀门

一次阀门又称要部阀、取压阀。指直接安装在一次部件上的阀门,如与取压短节相连的压力测量系统的阀门、与孔板正压室及负压室引出管相连的阀门等。

4. 一次仪表

一次仪表是指安装在现场且直接与工艺介质相接触的仪表,测量温度、压力、流量、液位、张力、转速、电流、电压,等等,如弹簧管压力表、双金属温度计、双波纹管差压计等。热电偶与热电阻不能称为仪表,而是作为感温元件,所以又称为一次元件。

5. 一次调校

一次调校通称单体检校。指仪表安装前后校准,原则上每台仪表都要经过一次调校。调校的重点是检测仪表的示值误差、变差,调节仪表的比例度、积分时间、微分时间的误差,控制点偏差,平衡度等。只有一次调校符合设计或产品说明书要求的仪表才能安装,以保证二次调校的质量。

6. 二次仪表

二次仪表是仪表示值信号不直接来自工艺介质的各类仪表的总称,用于显示和记录温度、压力、流量、液位等工艺参数的仪表,统称为二次仪表。二次仪表的仪表示值信号通常来自由变送器变换成的标准信号,二次仪表接受的标准信号一般有三种:气动信号(0.02 ~

0. 10kPa)、Ⅱ型电动单元仪表信号(0~10mA DC)、Ⅲ型电动单元仪表信号(4~20mA DC),也有个别的仪表不用标准信号。二次仪表通常安装在仪表盘上,按安装位置划分又可分为盘装仪表和架装仪表。

7. 现场仪表

现场仪表是安装在现场的仪表总称,是相对于安装在控制室的仪表而言的。可以认为除安装在控制室的仪表外,其他仪表都是现场仪表,包括所有一次仪表,也包括安装在现场的二次仪表。

8. 二次调校

二次调校又称二次联校、系统调校,指仪表现场安装结束,控制室配管配线完成且校验通过后,对整个检测回路或自动调节系统的检验,也是仪表交付正式使用前的一次全面校准。其校验方法通常是在测量上加一干扰信号,然后仔细观察组成系统的每台仪表是否工作在误差允许范围内,如果超出允许范围,又找不出准确的原因,要对组成系统的全部仪表重新调试。

9. 仪表加工件

仪表加工件是指全部用于仪表安装的金属、塑料机械加工件的总称,是仪表之间、仪表与工艺设备之间、工艺管道之间、仪表与仪表管道之间、仪表与仪表阀门之间的配管、配线,及其附加装置之间金属或塑料机械加工件的总称。仪表加工件在仪表安装中占有特殊地位。

10. 带控制点流程图

带控制点流程图可以详细地标出仪表的安装位置,是确定一次点的重要图纸。

 能力提升

一、压力表的故障判断与调修方法

弹簧管式压力表的结构比较简单,在使用过程中出现的故障可以通过维护解决。压力表常见故障原因及调修方法见表1-1-1。

表 1-1-1 弹簧式压力表常见故障原因及调修方法

故障现象	可能原因、检查重点	调修方法
接头螺纹损坏	扭力过大或者腐蚀	车修螺纹或报废
表壳、玻璃破损	外力破坏导致	更换
指针弯曲、松脱	指针剧烈跳动	矫直、敲紧
压力表无指示	引压管上的切断阀未打开	打开切断阀
	引压管堵塞	拆开引压管,用钢丝疏通或用压缩空气吹洗
	弹簧管堵塞	拆下传动机构,将弹簧管浸入汽油或清洗剂中15~30min后,甩出管内脏物,反复几次即可
	弹簧管开裂	更换同规格新的弹簧管
	中心齿轮与扇形齿轮因磨损而不能啮合或卡住	调整或更换同规格的中心齿轮与扇形齿轮
	传动机构和弹簧管自由端脱开	重新连接好

续表

故障现象		可能原因、检查重点	调修方法
指针有跳动或呆滞		指针与刻度盘或与表面玻璃相撞有摩擦	矫正指针或加厚玻璃与表壳间的橡胶垫圈
		中心齿轮轴弯曲	矫直齿轮轴或更换
		中心齿轮与扇形齿轮啮合处有污损	拆下两齿轮,放在汽油盒里进行清洗
		示值调节螺丝不活动	锉薄连杆厚度
		引压管与装接头时堵、时通	更换新垫圈,或用钢丝疏通
非线性误差	先快后慢	放大比例偏大,连杆与扇形齿轮间夹角偏小	旋松底板固定螺丝,转动机芯至合适位置,增大夹角,然后旋紧螺丝,如还达不到目的,可缩短连杆长度
	先慢后快	放大比例偏小,连杆与扇形齿轮间夹角偏大	旋松底板固定螺丝,转动机芯至合适位置,减小夹角,然后旋紧螺丝,如还达不到目的,可增加连杆长度
线性误差	正误差	传动比偏大	调整示值调节螺钉外移
	负误差	传动比偏小	调整示值调节螺钉内移
轻敲位移超差	低压表易产生摩擦轻敲位移	传动放大部件污损	清洗传动放大部件
		零件加工不良、变形或机械损伤	更换不合格零件
		活动部件间隙不当	调整间隙
		指针松动或磨碰	紧固指针或调整指针
	高压表易产生荡动轻敲位移	轴、孔间隙不当	调整或更换零件
		游丝弹力不当	调整或更换零件
指针不能指示到上限		传动比偏小	调整示值调节螺钉内移
		机芯固定位置不对	将机芯逆时针旋转一点
		弹簧管焊接位置不对	重新焊接
压力卸掉后指针不能恢复零位		游丝力矩不足	脱开中心齿轮与扇形齿轮的啮合,加大游丝反力矩或更换游丝
		指针松动或打弯	在零位处重新固紧指针或平直指针
		中心齿轮与扇形齿轮摩擦、卡住	适当调整两齿轮的啮合间隙
		弹簧管因超压或腐蚀而失效	更换同规格的新弹簧管
每一检定点的超差相同		指针安装位置不对	加压到零点以外第一个检点处,重新安装指针,校准示值
仅有一两个点超差	正误差	齿轮啮合处有凸点	除去啮合点处污物、毛刺
	负误差	齿轮啮合处有凹点	更换磨损、有伤的齿轮

注:线性误差:弹簧管式压力表的示值误差随着压力成比例地增加。

非线性误差:压力表的示值误差随压力的增加不成比例地变化。

二、压力表的安装

(1) 压力表的取压点必须选在能正确反映被测压力实际大小的地方,例如要选在介质流动平稳的部位,不应在太靠近局部阻力或有其他干扰的地方,如转弯处等。取压管内端面与生产设备连接处的内壁应保持平齐,不应有凸出物或毛刺,以避免影响流体的平稳流动。

(2) 压力表的位置与被测压力的取压点不在同一个水平位置时,应该考虑静压对压力指示值的影响。

(3) 安装地点应力求避免振动和高温的影响。

(4) 测量蒸汽压力时应加装凝液管,以防止高温蒸汽与测压元件直接接触;测量黏度大、腐蚀性强或易于汽化的介质时,压力仪表安装应加隔离罐或采用隔膜压力表、密封毛细管膜片压力表,如图 1-1-1 所示(图中 ρ_1 为隔离液密度, ρ_2 为被测介质密度)。

测量固体颗粒或粉尘介质时应加吹洗装置或烧结金属过滤器。

总之,针对被测介质不同性质(高温、低温、腐蚀、污脏、结晶、沉淀、黏稠等),采取相应的防温、防腐、防冻、防堵等措施。

(5) 取压口到压力表之间应装有切断阀门,以备检修或更换压力表时使用。切断阀门应装设在靠近取压口的地方。

(6) 需要进行现场校验和经常冲洗引压管的情况下,切断阀门可改用三通阀门。

(7) 引压管不宜过长,以减少压力指示的迟缓。如超过 50m,应选用其他能远距离传示的压力仪表。

(8) 为安全起见,安装在高压设备和管道上的压力表,除应选用有通气孔的外,安装时表壳应向墙壁或无人通过之处,以防发生意外。如在操作岗位附近,安装高度宜距地面 1.8m 以上。不能满足安装高度要求时,应在压力表正面加保护罩。

(9) 被测介质压力波动大时压力表应采取缓冲措施。

(10) 测量带有灰尘、固体颗粒或沉淀物等混浊介质的压力时,取源部件应倾斜向上安装。在水平的工艺管道上宜顺流束方向成锐角安装。

(11) 压力取源部件在水平和倾斜的工艺管道上安装时,取压口的方位应符合:测量气体压力时,在工艺管道的上半部;测量液体压力时,在工艺管道的下半部与工艺管道的水平中心线呈 $0 \sim 45^\circ$ 夹角的范围内;测量蒸汽压力时,在工艺管道的上半部及下半部与工艺管道水平中心线成 $0 \sim 45^\circ$ 夹角的范围内。

三、压力表类型的选择

乙炔、氨及含氨介质的测量应选用氨用压力表。普通压力表的弹簧管材料多采用铜合金,高压的也有采用碳钢。而氨用压力表的弹簧管材料都采用碳钢,不允许采用铜合金,因为氨气对铜的腐蚀极强,所以普通的压力表用于氨气压力测量会很快损坏。

氧气的测量应选用氧气压力表。氧气压力表与普通压力表在结构和材质上完全相同,只

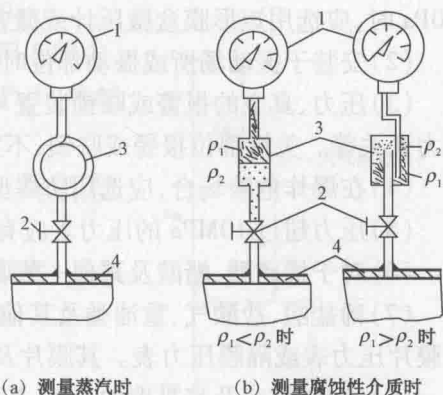


图 1-1-1 压力表安装示意图

1—压力表;2—切断阀门;
3—凝液管;4—取压容器

是氧气压力表禁油,因为油进入氧气系统会引起爆炸。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。

硫化氢和含硫介质的测量应选用抗硫压力表。

对于黏稠、易结晶、含有固体颗粒或腐蚀性的介质,应选用隔膜压力表或膜片压力表,隔膜或膜片的材质,应根据测量介质的特性选择。

一般介质的压力测量仪表的选用,应符合下列规定:

(1)对一般介质的测量,压力在 40kPa 以上时宜采用弹簧管压力表;压力在 40kPa 以下时,宜选用膜盒压力表;压力在 $-0.1 \sim 0.2$ MPa,应选用弹簧管压力真空表;压力在 $-500 \sim 500$ Pa 时,应选用矩形膜盒微压计或微差压压力计。

(2)安装于振动场所或振动部位时,宜选用耐振压力表。

(3)压力、真空的报警或联锁装置可分别选用带电接点的压力表、真空表、压力真空表或压力开关等。关键部位报警或联锁,不宜选用带电接点压力表。

(4)在爆炸危险场合,应选用防爆型的。

(5)压力超过 10MPa 的压力表应有泄压安全措施。

(6)对于稀硝酸、醋酸及其他一般腐蚀性介质,应选用耐酸压力表或不锈钢膜片压力表;

(7)稀盐酸、盐酸气、重油类及其他类似的强腐蚀性、含固体颗粒、黏稠液等的介质,应选用膜片压力表或隔膜压力表。其膜片及隔膜的材质,必须根据测量介质的特性选择。

(8)结晶、结疤及高黏度的介质,应选用法兰式隔膜压力表。

弹簧管压力表外形尺寸的选择,应符合下列规定:

(1)在管道和设备上安装的压力表,宜为径向无边、表壳直径 100mm 或 150mm。

(2)就地盘装压力表宜为轴向带边、表壳直径 150mm 或 100mm。

(3)仪表气动管路及其辅助装置上安装的压力表直径宜为 60mm,气动仪表的输出压力表直径宜为 100mm。

(4)安装在照明度较低、位置较高或示值不易观测场合的压力表,表盘直径为 150mm 或更大。

四、压力表的投入使用

(1)开启一次阀门,使导管充满被测介质。

(2)二次阀门为三通门时,缓缓开启排污手轮,用被测介质冲洗导管。冲洗干净后,再关闭排污手轮。

(3)缓慢开启二次阀门(测蒸汽或高温介质的压力表,应待导管内有凝结水或高温介质的温度已降低至不烫手时,再开启二次阀门),投入仪表。

(4)测量蒸汽或液体的压力表投入后,如指针指示不稳或有跳动现象,一般是由于导管有空气造成的。装有放气阀门的,应打开进行放气,未装放气阀门的,可关闭二次阀门,将仪表接头稍稍松开,再稍稍打开二次阀门,放出管内空气。待接头流出的液体中无气泡冒出时,再关紧二次阀门,拧紧接头,重新投入仪表。

(5)多点测量的风压表投入后,应逐点检查指示是否正常。

(6)真空压力表投入后,应进行严密性试验。在正常状态下,关闭一次阀门,15min 内指示值的降低不应大于 3%。



知识链接

一、化工生产中的压力

在化工生产过程中,经常会遇到压力和真空度的测量,其中包括比大气压力高很多的高压和比大气压力低很多的低压(真空度)的测量。如果压力不符合要求,不仅影响生产效率,降低产品质量,有时还会造成严重生产事故。因此,为了保证生产正常进行,必须对压力进行测量,并按一定要求对压力进行控制。此外,压力测量的意义还不局限于它本身,有些参数的测量,如液位、流量等往往是通过测量压力或压差来进行的。

工业生产中的压力是指均匀垂直地作用在单位面积上的力,即是物理学中的压强。常用单位有帕(Pa)、千帕(kPa)、兆帕(MPa)、巴(bar)、公斤力。

工业生产中压力的测量常有表压、绝对压力、负压(真空度)之分。

其中,绝对压力是指实际的压力。表压和负压(真空度)是相对于大气压力而言的。表压是指所测量的压力与大气压力之差,负压(真空度)是指大气压力与所测量的压力之差。

它们之间的关系如图 1-1-2 所示。

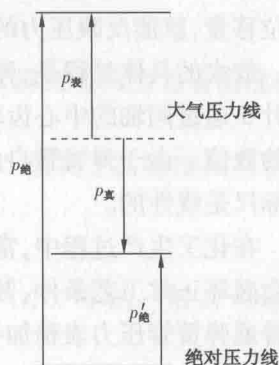


图 1-1-2 绝对压力、表压、负压(真空度)的关系

$$p_{\text{表}} = p_{\text{绝}} - p_{\text{大}}$$

$$p_{\text{真}} = p_{\text{大}} - p'_{\text{绝}}$$

因为通常各种工艺设备和测量仪表都处于大气之中,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,而表压和真空度通常用压力表和真空表来测得。

二、弹性式压力表

弹性式压力表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。具有结构简单、使用可靠、读数清晰、牢固可靠、价格低廉、测量范围宽以及有足够的精度等优点,可用来测量几百帕到数百兆帕范围内的压力。

弹性式压力表的感测元件是弹性元件,常用的弹性元件有下列几种,如图 1-1-3 所示。测压范围不同时,所用的弹性元件也不一样。

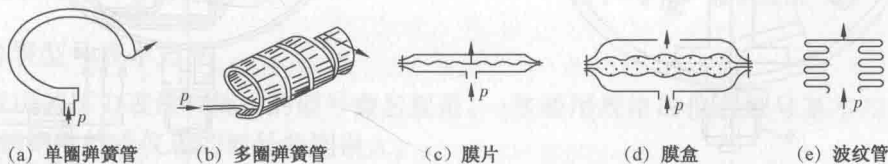


图 1-1-3 弹性元件

单圈弹簧管是弯成圆弧形的金属管,它的截面做成扁圆形或椭圆形,当通入压力后,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,能测量较高的压力。为了增加自由端的位移,也可以制成多圈弹簧管,产生的位移量较单圈弹簧管要大。

弹性膜片是由金属或非金属做成的具有弹性的一张膜片,在压力作用下能产生变形。有时也可以由两块金属膜片沿周口对焊起来,成一薄壁盒子状,称为膜盒。

波纹管是一个周围为波纹状的薄壁金属筒体,这种弹性元件易于变形而且位移可以很大,可用于测量低压或微压,应用非常广泛。

弹簧管压力表主要由测量元件和放大指示机构组成,如图 1-1-4 所示。测量元件弹簧管是一根弯成 270°圆弧的椭圆形截面的空心金属管,管子的自由端 B 封闭,管子的另一端固定在接头 9 上。通入被测的压力后,由于椭圆形截面在压力的作用下将趋向圆形,弯成圆弧形的弹簧管随之产生向外挺直的扩张变形,从而使弹簧管的自由端 B 产生位移。输入压力越大,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,就能反映压力的大小。此位移一般较小,必须通过放大机构才能指示出来。

放大的具体过程是:弹簧管自由端 B 的位移通过拉杆 2 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的数值。由于弹簧管自由端位移与被测压力之间具有正比例关系,因此,弹簧管压力表的刻度标尺是线性的。

在化工生产过程中,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,就会破坏正常工艺条件,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。

具有报警功能的弹簧管式压力表的结构如图 1-1-5 所示,工作过程是这样的:压力表指针上有动触点 2,表盘上另有两根可调节指针,上面分别有静触点 1 和 4。当压力超过上限给定数值时,2 和 4 接触,红色信号灯 5 的电路被接通,红灯发亮。若压力低到下限给定数值时,2 与 1 接触,接通了绿色信号灯 3 的电路。1、4 的位置可根据需要灵活调节。

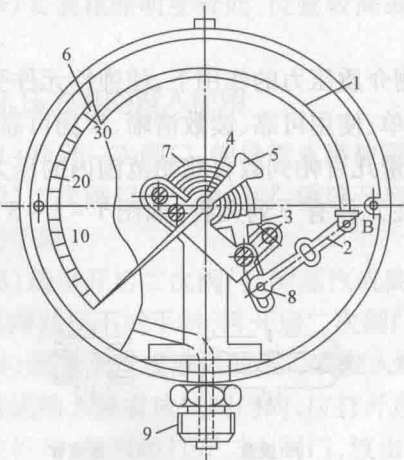


图 1-1-4 弹簧管式压力表结构

- 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—调整螺丝;9—接头

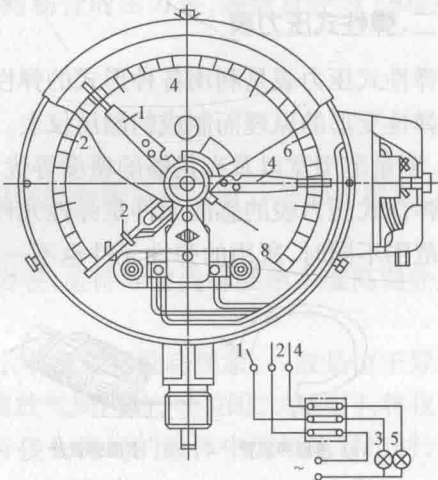


图 1-1-5 电接点信号压力表

- 1,4—静触点;2—动触点;3—绿灯;
5—红灯;6—刻度盘

三、压力表的有关概念

1. 压力表的分类

按其测量精确度,压力表可分为精密压力表、一般压力表。

按其指示压力的基准不同,压力表可分为一般压力表、绝对压力表、差压表。

按其测量范围,压力表可分为真空表、压力真空表、微压表、低压表、中压表及高压表。

按其组成,压力表可分为液柱式,电子式和机械式。机械式压力表可以根据弹性元件进一步分为弹簧管式压力表、膜片式压力表、膜盒式压力表等。

2. 压力表的技术参数

1) 精度等级

压力表的精度等级表明压力表的测量准确程度,精度等级的数值越大表明压力表的准确程度越低。同样精度等级的压力表,量程越大,允许误差越大。

生产中经常使用的压力表的精度为 2.5 级、1.6 级。1.0 级和 0.5 级属于高精度压力表,现在有的数字压力表已经达到 0.25 级。

2) 外径

表盘所指示的整个盘面直径称为压力表的外径,一般分为大、中、小。小的一般为 60mm 以下,中等的为 60~150mm,大的为 150mm 以上。

3) 径向,轴向

径向指压力表的连接口径与表盘成 I 型,如图 1-1-6 所示;轴向指压表的连接口径与表盘成 T 型,如图 1-1-7 所示。



图 1-1-6 径向式压力表

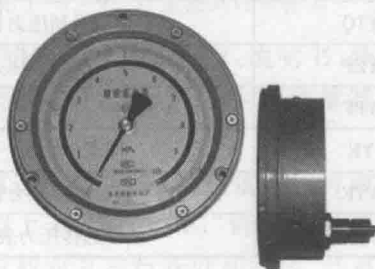


图 1-1-7 轴向式压力表

3. 压力表型号表示方法

目前,我国的压力表没有统一的型号命名规范,一些通用规格的仪表型号基本相近,但耐震/隔膜/不锈钢等特殊仪表的型号差别很大。

压力表的型号通常表示为 Y□□—□□,第一个字母 Y 表示压力表,第一个框内为字母则表示该表的结构型式,第二个框内为字母则表示其他功能性质或型式,横杠后面第一个框内为数字表示表壳公称直径(50, 60, 100, 150mm),横杠后第二个框内为字母表示结构型式(无代号表示径向无边;Z 代表轴向无边;ZQ 代表轴向带前边;T 代表径向带后边;A 代表带调零装置;B 代表带镜面;C 代表带调零装置和镜面)。具体压力表型号的意义见表 1-1-2、表 1-1-3、表 1-1-4。

表 1-1-2 压力表型号的意义 (Y—□□)

型号	结构型式	精确度,%	测量范围,MPa
Y—50Z	轴向无边	±2.5	-0.1~0;-0.1~0.06;-0.1~0.15; -0.1~0.3;-0.1~0.5;-0.1~0.9; -0.1~1.5;-0.1~2.4。
Y—60	径向无边		
Y—60T	径向带后边		
Y—60Z	轴向无边		
Y—60ZQ	轴向带前边		
Y—100	径向无边	±1.6	0~0.1;0~0.16;0~0.25;0~0.4;0~0.6; 0~1.0;0~1.6;0~2.5;0~4;0~6;0~10; 0~16;0~25;0~40;0~60 每种型号的压力表均有以上测量范围可供 选择
Y—100T	径向带后边		
Y—100Z	轴向无边		
Y—100ZQ	轴向带前边		
Y—150	径向无边		
Y—150T	径向带后边		
Y—150Z	轴向无边		
Y—150ZQ	轴向带前边		

表 1-1-3 压力表型号的意义 (Y□—□□)

型号	说明	型号	说明
YA—60、YA—100、YA—150	氨压力表	YB—150A、YB—150	B 系列精密压力表
YE—60、YE—100、YE—150	E 系列膜盒压力表	YE—100B、YE—150	不锈钢膜盒压力表

表 1-1-4 压力表型号的意义 (Y□□—□□)

型号	说明	型号	说明
YTQ	安全型系列压力表	YTN	耐震动压力表
YEF	不锈钢防腐膜合压力表	Y—MC、Y—MN	卫生型系列隔膜压力表
YPF	不锈钢防腐膜片压力表	YXC	电接点压力表
YE	膜盒压力表	YX	普通电接点压力表
YTF	一般耐腐蚀压力表	YTZ	电阻远传压力表
YTT	差动远传压力表		

 问题分析

在“压力表怎么了”这一案例中,生产循环水中不可避免地存有杂质,虽然工艺上会设计过滤装置,但有些细小的杂质还是不能被完全过滤出,会随着水流进入引压管、截止阀或者压力表内部。当杂质卡在引压管或者截止阀时,会堵住循环水进入压力表内部,从而影响压力的测量,表现为压力或大或小(视具体情况而不同)。有时可以通过轻敲引压管或截止阀,让杂质脱落进入管线中,使压力表可以正常测量。当杂质进入压力表内部,堵塞弹簧管,这时就算是卸下压力表,也不能让杂质从内部出来,弹簧管内的堵塞会残留一部分循环水,因而会有残余压力,使得指针不能归零,这时只能更换新的压力表。