

解怀仁 杨彬彦 主编

石油化工仪表控制系统 选用手册



E PERION^{PKS}
Process Knowledge System™

Honeywell

KNOWLEDGE INNOVATION RESULTS INDUSTRY SOLUTIONS

www.experionpks.com

中国石化出版社

石油化工仪表控制系统 选用手册

解怀仁 杨彬彦 主编

中国石化出版社

图书在版编目(CIP)数据

石油化工仪表控制系统选用手册/解怀仁,杨彬彦主编.
—北京:中国石化出版社,2004
ISBN 7-80164-516-2

I.石… II.①解… ②杨… III.石油化工-化工仪表-
控制系统-技术手册 IV.TQ056.1-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 008828 号

责任编辑:廖林林

封面设计:王国红

责任校对:张小宏

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com.cn

北京精美实华图文制作中心排版

河北天普润印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

*

889×1194 毫米 16 开本 21.25 印张 50 彩页 658 千字

2004 年 4 月第 1 版 2004 年 4 月第 1 次印刷

定价:60.00 元

京工商广临字 20040015 号

前 言

为了总结近几年石油化工仪表自动化技术的实践经验,反映国内外炼化企业新型仪表、控制技术的发展,给石油化工仪表自动化设计及企业技术人员提供参考,特组织炼化企业自控专业经验丰富的专家、高级工程师编写了这本《石油化工仪表控制系统选用手册》。

近期国内外仪表自动化系统正朝着仪表数字化、先进控制软件技术实用化、发展计算机网络技术以及综合自动化控制系统的方向发展。为了适应石油化工工业发展的需要,取得更大的经济效益,该手册将其注意力主要放在新型仪表及控制系统上,除了对常见的仪表及控制系统作了简要介绍外,特别增加了国内外新型仪表、智能仪表及自动控制系统与计算机管理技术的内容。比如,在第六章介绍了国外几大公司最新的 DCS 系统、工业知识系统、容错工业网络、大规模网络系统和高可靠性的控制系统;在第九章介绍了现场总线技术及现场总线控制系统和应用,反映了现场总线标准和技术的实施,对我国自控领域产生的巨大作用;在第十二章介绍了监控和数据采集系统(SCADA)在国内外的应用,及取得的明显经济效益;在第十三章介绍了先进控制技术,以及如何用来处理那些采用常规控制效果不好,甚至无法控制的复杂工业过程控制的问题;在第十四章介绍了计算机网络技术,尽管计算机网络技术发展时间不长,但速度很快,从单机与终端之间的通信,到今天世界上成千上万台计算机互联,大大促进了自动控制系统与计算机管理系统的发展;在第十五章介绍了企业资源计划系统(ERP),它着眼于企业内部资源的优化整合,实施 ERP 系统可有助于新体制的建立,推动从以计划、调度为中心的经营模式向以市场为导向、财务为核心的经营模式转化,进而提高企业的核心竞争力。

由于石油化工仪表自动化技术发展快,技术涉及面广,参加编写人员的水平有限,书中难免有不妥之处,恳请读者提出宝贵意见。

此外,我们对支持本书出版而刊登广告的公司,对所有撰稿人、审稿人为本书付出的辛勤劳动和贡献表示由衷的感激。

编委会

《石油化工仪表控制系统选用手册》

编写委员会

主 编：解怀仁 杨彬彦

编 委：解怀仁 杨彬彦 万学达 俞金寿 张 琳
斯可克

审 稿：万学达

编写人：解怀仁 杨彬彦 俞金寿 斯可克 吴占奎
蔡善华 丁佩顺 张子良 王 瑛 于继臣
魏 军 阎世昌 张敬波 李 斌 刘旭光
李春华 严 伟 周 雷 罗振涛 陈吉夫
李勇贤 白福成 赵吉峰 潘 庆 魏兴军
张衡广 陆德会 沈建勇 刘 禹 张学智
王淑珍 江 帆 周广飞 赵吉峰 钱福群
王树全 邬洪宇 肖 洪 蒋明义 赵建东
王吉溪 刘文福 董亚东 魏延芳 杜永智
朱野胜 刘尧则 杨晓梅 解 莹 张智辉

目 录

第一章 温度测量仪表	(1)	第八章 紧急停车系统及压缩机组综合控制系统	(137)
第一节 温度测量仪表的分类	(1)	第一节 国外最新 ESD 和 ITCC 产品	(137)
第二节 温度测量仪表的应用	(2)	第二节 应用实例	(143)
第三节 温度测量仪表选型原则	(3)	第三节 紧急停车系统中 ESD 选型原则	(155)
第二章 压力测量仪表	(5)	第九章 现场总线控制系统	(156)
第一节 压力测量仪表的分类	(5)	第一节 基金会现场总线技术 (FF)	(156)
第二节 压力测量仪表的选用	(6)	第二节 基金会现场总线控制系统	(159)
第三章 物位仪表	(8)	第三节 FF 控制系统设计与应用	(161)
第一节 各类物位仪表的特点及应用场合	(8)	第四节 FCS 与 DCS 的比较	(170)
第二节 物位仪表选型原则	(9)	第五节 现场总线和管控一体化	(172)
第三节 磁致伸缩液位计	(10)	第六节 现场总线 PROFIBUS 技术	(174)
第四节 雷达液位计	(11)	第十章 在线分析仪与智能仪表	(181)
第五节 矩阵式液位测量仪	(12)	第一节 在线分析仪的发展和选用	(181)
第四章 流量仪表	(14)	第二节 在线质量分析仪	(181)
第一节 节流装置	(15)	第三节 在线近红外线分析仪	(182)
第二节 一体化孔板流量计	(16)	第四节 环境监测分析仪	(186)
第三节 质量流量计	(18)	第五节 在线色谱分析仪	(188)
第四节 超声波流量计	(20)	第十一章 自动调节系统的设计	(193)
第五节 智能超声涡街流量计	(21)	第一节 设计须知与方案比较	(193)
第六节 锥形流量计	(24)	第二节 简单调节系统	(194)
第五章 执行器	(26)	第三节 调节作用及调节器选型	(197)
第一节 执行器(调节阀)的选择	(26)	第十二章 监督控制和数据采集系统 (SCADA)	(200)
第二节 阀门的特点及应用场合	(30)	第一节 国外的 SCADA 系统	(200)
第三节 智能式电气阀门定位器	(33)	第二节 SCADA 系统在长输管道上的应用	(204)
第六章 集散控制系统(DCS)	(36)	第三节 SCADA 系统在环保中的应用	(214)
第一节 DCS 的发展及现状	(36)	第四节 DLC-100 定量控制仪	(217)
第二节 国外最新集散控制系统	(37)	第五节 DLCS 系列定量发油系统	(218)
第三节 国内最新集散控制系统	(70)	第六节 UDC 罐区自动化管理系统	(220)
第四节 应用实例	(77)	第七节 HTZK 系列变频供油系统	(220)
第五节 DCS 选型要点	(100)	第十三章 先进过程控制	(224)
第六节 DCS 项目的实施步骤及注意事项	(101)	第一节 纯滞后补偿控制系统	(224)
第七章 可编程序控制器(PLC)	(104)	第二节 推断控制	(227)
第一节 PLC 的发展及现状	(104)	第三节 自适应控制	(230)
第二节 国外最新 PLC 产品	(107)	第四节 鲁棒控制	(232)
第三节 应用实例	(124)		
第四节 PLC 的选型原则	(130)		

第五节	基于模型的预测控制	(233)	第六节	合成氨装置控制系统	(279)
第十四章	计算机网络技术	(238)	第七节	尿素装置控制系统	(281)
第一节	网络技术介绍	(238)	第八节	乙烯裂解装置控制系统	(286)
第二节	网络安全	(243)	第九节	丙烯腈装置控制系统	(291)
第三节	网络管理	(245)	第十节	造气、丁辛醇装置控制系统 ..	(294)
第四节	网络设计	(247)	第十一节	线性低密度聚乙烯装置控制 系统	(298)
第十五章	企业资源计划系统(ERP)	(251)	第十二节	低压高密度聚乙烯(HDPE) 装置控制系统	(301)
第一节	ERP 基本概念	(251)	第十三节	高压低密度聚乙烯(LDPE) 装置控制系统	(306)
第二节	ERP 系统功能及方案	(251)	第十四节	腈纶装置控制系统	(310)
第三节	实施 ERP 系统的效益	(263)	第十五节	苯乙烯装置(SM)控制系统 ..	(313)
第四节	ERP 成功要素及实施	(265)	第十六节	聚苯乙烯(PS)装置控制系统	(315)
第十六章	典型炼油、化工装置控制系统	(269)	第十七节	聚丙烯(PP)装置控制系统 ..	(317)
第一节	常减压装置控制系统	(269)	第十八节	ABS/SAN 装置控制系统	(319)
第二节	重油催化裂化装置控制系统	(270)	第十九节	顺丁橡胶装置控制系统	(320)
第三节	延迟焦化装置控制系统	(276)	附录	部分仪器仪表厂商名录	(324)
第四节	催化重整装置控制系统	(277)			
第五节	加氢装置控制系统	(278)			

第一章 温度测量仪表

一般地说,表示物体或系统冷热程度的物理量称为温度。温度测量是建立在热平衡定律基础上的。通常,利用一个标准物体(温度计)与被测对象进行热交换,待两者建立热平衡后,根据标准物体的某些随温度而变化的物理性质来确定被测物体的温度。

为了对物体或系统的冷热程度进行测量,必须确定温标。温标就是温度数值化的标尺,它规定温度的读数起点(零点)和测量温度的基本单位。目前国际上使用较多的温标有摄氏温标、华氏温标、热力学温标和国际实用温标。

温度测量仪表的种类很多,主要分为接触式和非接触式两大类。接触式测量是指温度计的检出元件与被测对象良好地热接触,通过传导、对流达到热平衡,温度计的示值代表被测对象的真实温度;非接触式测量是指温度计的检测部分与被测对象互不接触,通过辐射换热达到热平衡,温度计的示值代表被测对象的表现温度。

石化企业生产过程都是在一定温度范围内(一般为 $-200\sim+1800^{\circ}\text{C}$)进行的。为保证石化产品的质量、收率和生产安全,重要的温度参数需要严格控制在很小范围内。因此,在石化生产中温度及其检测是十分重要的。大多数场合都采用接触式测量仪表,如双金属温度计、热电偶、热电阻等,它具有简单、可靠、廉价、测量准确度高的特点,能够测量到真实的温度。温度变送器和一体化的温度变送器、智能温度变送器应用也比较普遍,它们将输出信号送到DCS或调节仪表中实现温度的自动控制。

第一节 温度测量仪表的分类

温度测量仪表按测温方式可分为接触式和非接触式两大类。接触式温度仪表主要有液体膨胀式温度计、固体膨胀式温度计、压力式温度计、热电阻、热电偶等;非接触式温度仪表主要有光学高温计、光电高温计、辐射高温计等。

上述各类温度测量仪表的比较,可从准确度等级、分度值及测量范围几方面进行,见表1-1~表1-4。

表 1-1 准确度等级与分度值

仪表名称	准确度等级	分度值/ $^{\circ}\text{C}$	仪表名称	准确度等级	分度值/ $^{\circ}\text{C}$
双金属温度计	1, 1.5, 2.5	0.5~20	光学高温计	1~1.5	5~20
压力式温度计	1, 1.5, 2.5	0.5~20	辐射温度计	1~1.5	5~20
玻璃液体温度计	0.5~2.5	1~10	比色温度计		1~20

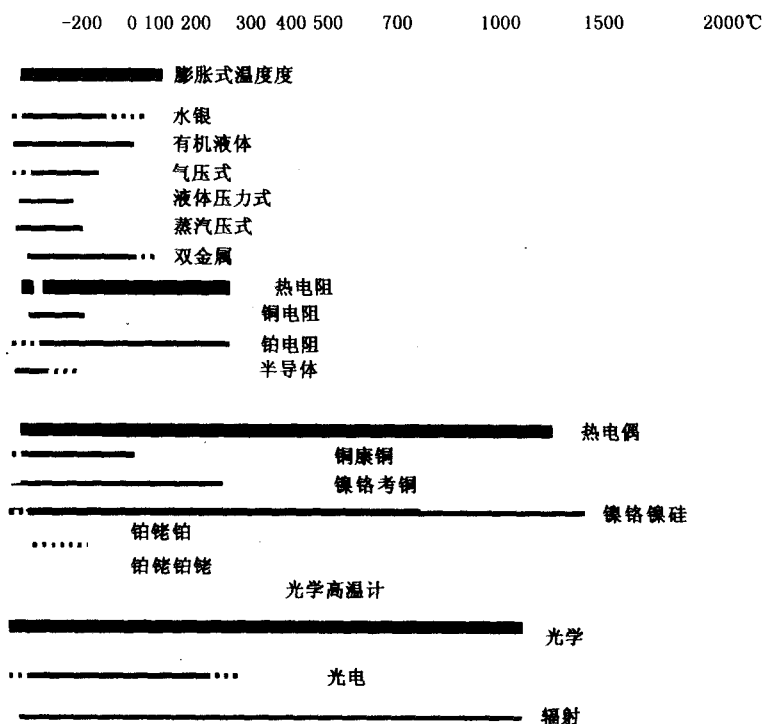
表 1-2 热电阻准确度等级与测量范围

名 称	测量范围/ $^{\circ}\text{C}$	准 确 度
铂 电 阻	$-200\sim<0$	$\pm 1^{\circ}\text{C}$
	$0\sim 100$	$\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
	$100\sim 650$	$\pm 0.5\%$
铜 电 阻	$-50\sim 50$	$\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
	$50\sim 150$	$\pm 1\%$

表 1-3 热电偶准确度等级与测量范围

名 称	测量范围/ $^{\circ}\text{C}$	准 确 度
铂铑-铂铑	< 800	$\pm 3^{\circ}\text{C}$
	> 800	$\pm 0.5\%$
铂铑-铂	< 800	$\pm 3^{\circ}\text{C}$
	> 800	$\pm 0.5\%$
镍铬-镍硅	< 400	$\pm 4^{\circ}\text{C}$
	> 400	$\pm 0.75\%$
镍铬-考铜	< 400	$\pm 4^{\circ}\text{C}$
	> 400	$\pm 1\%$
铜-考铜	< 300	1 级

表 1-4 各种温度计测量范围



各类温度计的特点，可见表 1-5 所示。

表 1-5 各类温度计的特点

名 称	简单原理	特 点		指 示	报 警	测 定 远 距 离	记 录	变 送
		优 点	缺 点					
液体膨胀式	液体受热时体积膨胀	价廉，准确度较高，稳定性好	易破碎，只能装在易测的地方	可	可			
固体膨胀式	金属受热时线性膨胀	示值清楚、机械强度好	准确度较低	可	可			可
压力式	温包里的气体或液体因受热而改变压力	价廉、易就地集中测量（一般毛细管长 20m）	毛细管机械强度差，损坏不易修复	可	可	近 距离	可	可
热电阻	导体或半导体的电阻随温度改变	测量准确，可用于低温低温差测量	和热电偶比维护工作量 大，振动场合易损坏	可	可	可	可	可
热电偶	两种不同金属的导体接点受热产生热电势	测量准确，安装维护方便，不易损坏	需要补偿导线，安装费较高	可	可	可	可	可
光学高温计	加热体的亮度随温度高低而变化	测量范围广，携带使用方便，价格低	只能目测，必须熟练才能测准	可				
光电高温计	加热体的颜色随温度高低而变化	反应速度快，测量较准确	构造复杂，价高读数麻烦	可		可	可	可
辐射高温计	加热体的辐射能量随温度变化而变化	反应速度快	误差较大	可		可	可	可

第二节 温度测量仪表的应用

一、液体膨胀式温度计

液体膨胀式温度计应用比较普遍，在炼油、化工厂常用的有水银玻璃温度计、有机液玻璃温度

计和电接点水银温度计。水银温度计和有机液温度计一般用于取数据的场合。在工艺过程操作压力较高,有易燃、易爆的危险性时,一般选用温度计套管而不选用带金属保护管的温度计。电接点水银温度计适用于温度位式控制及报警,特别是恒温控制,不适宜要求防爆的场所,接点容量小,使用寿命短。

二、固体膨胀式温度计(双金属温度计)

双金属温度计在炼油、化工厂已取代大部分水银玻璃温度计。使用较多的双金属温度计表壳直径为 $\phi 100$ 和 $\phi 150$,结构形式为径向式、轴向式或万向式,安装方式为固定式。

三、压力式温度计

压力式温度计有充气体和充液体两种,适宜近距离集中测量,在有振动、辐射热的场合更有优越性。由于毛细管机械强度较差,敷设时应避免遭受机械损伤,并注意毛细管不要沿冷热介质的管道和设备外壳敷设。

四、辐射高温计

辐射高温计可用于测量微小物体和运动物体的温度,以及由于振动、冲击而不能安装其他测温元件的场合,在石油化工厂中有时用于临时检测炉膛或炉管的温度。

五、热电偶、热电阻

热电偶和热电阻是石油、化工厂应用最广的测温元件,根据工艺介质和测温范围,采用不同材质的保护管。非一般场合应用的称为特殊热电偶、特殊热电阻。

1. 特殊热电阻

- 1) 室温热电阻,用于指示控制室内温度,主要用于恒温室、恒温车间或冷藏库等。
- 2) 高压热电阻,用于高压管道或容器,适于水蒸气、气体或其他介质的温度测量。
- 3) 油罐平均温度计,感温部分随油面高低而变化,测温范围在 $-30 \sim +100^{\circ}\text{C}$,与热电偶相比,测量准确度高,但易出故障。一般炼油厂油罐对测温要求较高时可用油罐平均温度计。
- 4) 超小型热电阻,用于测量轴承、轴瓦等物体的表面温度,测温范围在 $-50 \sim +100^{\circ}\text{C}$ 。

2. 特殊热电偶

1) 铠装热电偶,其外面套管是耐酸不锈钢管,内装有电熔氧化镁绝缘的一对热电偶丝,一起拉制而成。精度0.75级,管径 $1 \sim 5\text{mm}$,最小弯曲半径 $2.5D$ 。

主要特点是:热惰性小,反应速度快;耐腐蚀性好,寿命长;机械强度高,能耐强烈振动和冲击,适宜各种高压装置;容易做成各种特殊用途的形式,如多点热电偶、表面热电偶、微型热电偶等;长短可根据需要而定。

2) 耐磨热电偶,用硬质合金堆焊的保护管做成耐磨热电偶,适用于高温及高速流动状态的温度测量(如乙烯裂解炉、催化裂化及丙烯腈装置等),已有定型产品。

3) 表面热电偶,感温元件有弓形、凸形、针形和固定式四种形状。适用于各种形状固体表面温度的测量,使用时需根据测量物体表面形状来选用。

4) 多点式热电偶,以负极作为公用电极,多个正极根据各测量点的位置,分别焊在公用电极上做成多点式热电偶,也可由长度不等的热电偶在多孔绝缘瓷珠中组成。在石化装置中,反应器、合成塔、转化炉应用较多。

5) 防爆热电偶,接线盒为隔爆结构,用于爆炸危险场所。

第三节 温度测量仪表选型原则

在选择温度测量仪表时,一般应考虑以下几个方面:

1) 工艺角度

为满足工艺过程对温度测量的要求,在选型时应主要考虑温度测量范围、测量准确度要求、操作条件要求(就地、远传)、测量对象条件(管道、反应器、炉管、炉膛等)、工艺介质、场所条件(振动、

防爆等)、维护方便、可靠性高等内容。

2) 测量范围

温度仪表测量范围必须使正常温度在刻度的 30% ~ 70% 之间, 最高温度不得超过刻度的 90%。

3) 测温元件的插入深度

对于管道, 插入管中心附近或过中心线 5 ~ 10mm。对于容器等设备, 一般热电偶插入 400mm, 热电阻插入 500mm。侧线处塔盘温度测量点在降液盘下部液相, 插入深度根据具体情况而定。加热炉炉膛: 一般插入深度 $\leq 600\text{mm}$, 当插入深度 $\geq 1000\text{mm}$ 时应设支架。炉烟道: $< 500\text{mm}$ 。炉回弯头: 150mm。对于催化裂化反应沉降器、再生器、烧焦罐等, 一般插入 900 ~ 1000mm。贮油罐一般插入 500 ~ 1000mm 左右。

热电阻的插入深度, 应考虑将全部电阻体浸没在被测介质中。双金属温度计浸入被测介质中的长度, 必须大于感温元件的长度。

4) 测温元件的保护套管材质及耐压等级

无腐蚀介质, 选用 20 号碳钢保护套管, 使用温度 $\leq 450^{\circ}\text{C}$; 一般腐蚀性介质, 例如 H_2S 等, 选用 1Cr18Ni9Ti 不锈钢; 含氢氟酸介质, 选用蒙乃尔 (MONEL) 合金; 高温介质选用 Cr25Ti 不锈钢, 使用温度 $\leq 1000^{\circ}\text{C}$; 高温轻腐蚀介质, 选用 Cr25Ni20 不锈钢, 使用温度 $\leq 1000^{\circ}\text{C}$; 高温微压或常压介质, 选用钢玉, 使用温度 $\leq 1600^{\circ}\text{C}$ 。

其保护套管的耐压等级应与工艺管线或设备的耐压等级一样, 并符合制造厂家的规定。

5) 热电偶形式的选择

一般指示用单式热电偶。同时用于调节和指示的热电偶采用双式或两个单式。防水式接线盒用于室外安装或室内潮湿, 以及有腐蚀性气体的场合。

6) 热电阻的形式选择

一般指示用单式热电阻。同时用于调节与指示的热电阻采用双式或两个单式。防水式接线盒用于室外安装或室内潮湿, 以及有腐蚀性气体的场合。防爆热电阻, 用于有爆炸危险的场合, 一般热电阻 (包括单、双式) 为 M33 $\times$ 2 固定螺纹。设备安装上采用 DN25, PN 高于或等于设备压力等级的法兰。

第二章 压力测量仪表

垂直均匀地作用于单位面积上的力称为压力，亦称压强。物体上的所有压力的和称为绝对压力。空气柱形成的压力称为大气压力。当绝对压力大于大气压力时，两者的差为正，称为表压。反之，差值为负，称为负压。测量绝对压力的仪表称为绝对压力表。普通压力仪表测得的压力系表压。测量负压的仪表一般称为真空表。既能测量表压又能测量负压的仪表称为压力真空表。随着电子技术和半导体技术的发展，适应大型工业生产流程和计算机控制的要求，多种原理(如电阻、电感、电容、压电、压阻、振频等)的压力传感器、变送器和特种压力仪表陆续出现，使压力测量技术进入新的阶段。目前，对量值在数毫米汞柱至 250MPa 以上的流体压力，以及高温介质、脉动介质、腐蚀介质、粘稠状、粉状、易结晶介质的压力均有压力仪表可以测量，精度可达 0.1 级以上。仪表在可靠性、寿命、准确度、频率响应、信号传送距离、耐环境条件及抗电磁干扰等指标方面，均有很大提高。

1960 年第十四届国际权度大会规定以 Pa(Pascal 帕)作为国际制压力单位。它等于每 1 平方米的面积上垂直作用 1 牛顿的力产生的压力， $1\text{Pa} = 1\text{N}/\text{m}^2$ (1 帕 = 1 牛/米²)。我国为统一压力单位，已采用国际制压力单位。

在石化装置生产中，压力的检测和控制占有非常重要的地位，是产品质量和安全生产的重要保证。测量范围从负压(减压塔)到 300MPa(高压聚乙烯反应器)，从就地检测压力表到压力变送器、压力传感器，都获得广泛的应用。

第一节 压力测量仪表的分类

压力表由于作用原理不同，分为液柱式、弹性式、活塞式(压力校验仪)三大类。目前国内各类压力表的特点与应用场合见表 2-1。

表 2-1 压力表的特点与应用场合

分类与品种		特 点	测量范围	精 度	应 用 场 合
液柱式压力表	柱形压力计	结构简单，制作方便，但易破损	100 ~ 1000mm 液柱	1.5	用于测量气体的压力及差压(也可用于测量对充填工作液不起作用的腐蚀性介质)，可用于差压流量计
	杯形压力计		300 ~ 1500mm 液柱		
	斜管压力计		40 ~ 125mm 液柱	0.5 ~ 1	测气体微压、炉膛微压及差压
	补偿式压力计		150 ~ 250mm 液柱		
弹性式压力表	普通压力表、电接点压力表、真空表(防爆、非防爆)、双针双管压力表	结构简单，成本低廉，使用维护方便，产品品种多，使用最广泛	- 0.1 ~ 1000MPa	1.0, 1.5, 2.5	用于测量非腐蚀性、无爆炸危险的非结晶的气体，以及液体压力、负压。防爆场所应用防爆电接点压力表
			- 0.1 ~ 160MPa	1.5, 2.5	
	双面压力表		0.4 ~ 6MPa	1.5	非腐蚀性介质压力，可同时测二点表压及二点压差，用于机车上
	矩形压力表		0 ~ 2.5MPa	1.5	用于蒸汽机车、锅炉蒸汽压力测量
	远传压力表(电阻式、电感式)	有刻度，不防爆	0.16 ~ 2.5MPa	2.5	安装在仪表盘测非腐蚀性介质的压力、负压
	标准压力表		0.1 ~ 80MPa	1.5	实现压力远传，也能就地指示
		结构严密，精密压力表簧管材质为 1Cr18Ni9Ti	- 0.1 ~ 160MPa	0.2, 0.25	检验普通压力表或精确测量非腐蚀性介质的压力，精密压力表，可用于硝酸、大部分有机酸的介质压力测量

续表

分类与品种			特 点		测量范围	精 度	应 用 场 合	
弹 性 式 压 力 表	专 用 压 力 表	精密压力表	结构严密, 精密压力表 簧管材质为 1Cr18Ni9Ti		6 ~ 60 MPa	0.4, 0.25	检验普通压力表或精确测量非腐蚀性介质的压力, 精密压力表, 可用于硝酸、大部分有机酸的介质压力测量	
		氨用压力表 - 电接点为非防爆	簧管材质为不锈钢		- 0.1 ~ 160MPa	1.0, 1.5 2.5	液氨、氨气及混合物和对不锈钢不起腐蚀性作用的介质	
		氧气压力表	严格禁油		0.16 ~ 160MPa	1.0, 1.5 2.5	氧气压力	
		乙炔压力表			0.25 ~ 2.5MPa	2.5	乙炔发生器压力	
		氢气压力表			0.25 ~ 60MPa	2.5	氢气压力	
		耐酸压力表	镍铬, 钛铝合金为簧管材料		4 ~ 60MPa	1.5	测对本仪表材质不起作用的介质的压力	
		传感式油压表	导管长度 < 12m		0.3 ~ 1.6MPa	1.5, 2.5	发动机润滑系统中的油压测量	
	船用压力表	防振结构, 不宜盘装		0.025 ~ 0.4MPa	1.0, 1.5	用于船舶和有灰尘、震动、湿热的场所非腐蚀性介质		
	力 表	多圈螺旋管压力表、真空表 波纹管压力表		结构复杂, 但能记录, 远传报警指示		0.6 ~ 16MPa 0.025 ~ 0.4MPa	1.0, 1.5	能把非腐蚀性介质压力传至远离测量点的二次仪表, 也能就地指示、记录、调节
		膜片式压力表、真空表(电接点装置有耐腐蚀、不耐腐蚀两种材质)		· 耐腐蚀材料为 1Cr18Ni9Ti 和 Ni30CrAl, 含钼不锈钢, 带电接点装置, 不防爆		2.5MPa	2.5	适宜测量腐蚀性、非腐蚀性、非结晶、非凝固的粘性较大的介质压力和负压
0.1MPa								
活 塞 式 压 力 表	压力、真空变送器(不防爆)		霍 尔 变送器	霍尔效应原理	无 刻 度	0.26 ~ 40MPa	1.5, 1.0	能把非腐蚀性介质压力传至远离测量点的二次仪表, 不能就地指示霍尔变送器, 不耐震
			变送器					
	其 他 类 压 力 表	压力信号器		接触元件为微动开关, 触点容量 < 10VA	无 刻 度	1.6 ~ 4MPa	1.5	用于非腐蚀性介质压力远传到声光讯号系统和联锁
		压力继电器				0.6 ~ 3MPa	1.0, 0.2	
		防爆压力开关				0.1 ~ 2.5MPa		
		薄膜降压讯号器				0.3 ~ 3.3MPa	0.2	
	压力调节器				0.2 ~ 4MPa	0.2	可对非腐蚀介质进行压力调节	
压力校验仪		精度高、结构严密		- 0.1 ~ 250MPa	0.2	用于校验各类压力表、真空表		
真空校验仪				0.1MPa	0.5			

第二节 压力测量仪表的选用

一、量程的选择

在测稳定压力时, 最大量程应选择接近而又大于正常值的 1.5 倍。在测交变压力时, 则最大量程应选择接近而又大于正常值的 2 倍。往复泵出口压力测量的最大量程应选择接近而又大于往复泵出口的最大压力。真空表不受此限。上述选择是由于测量时稳定压力常使用在分度上限值的 $1/3 \sim 2/3$ 处, 交变压力不大于分度上限的 $1/2$ 。对于瞬间测量, 允许使用至分度上限的 $3/4$, 这样可保持弹簧管长时期的弹性不变形。

二、精度的选择

精度的选择要以经济、实用为原则。一般工业用 1.5、2.5 级已足够, 在科研、精密测量和校验压

力表时,则需用 0.4 或 0.25 级以上的精密压力表和标准压力表。校验测量上限为 0.25MPa 以内的 0.16、0.25 级标准压力表和真空表或其他类似仪器可用双活塞真空压力计;校验 0.25MPa 以上的同样精度的标准压力表可用活塞式压力计。

三、使用环境和介质性能的考虑

1) 腐蚀性稀硝酸、乙酸、氨类及其他一般腐蚀介质,用耐酸压力表、精密压力表、氨用压力表、不锈钢为膜片的膜片压力表。

2) 易结晶、粘性强时,用膜片压力表。

3) 爆炸性环境、远传和带调节采用气动仪表,用电动仪表时需用防爆型。

4) 机械振动强的场合需用船用压力表。测脉动压力时需装螺旋形减振器和阻尼阀。

5) 带粉尘气体的测量需装除尘器。

6) 强腐蚀性含固体颗粒、粘稠液的介质,以及稀盐酸、盐酸气、重油类及其类似介质可用吹气法、冲液法或制造隔离膜盒和充隔离液测量。隔离膜盒中的膜片材质为四氟橡胶或四氟塑料。隔离测量又可采用将隔离液直接注入测量管或隔离罐的两种方法,前者多用于平稳压力测量,后者多用交变压力测量。采用全氟三丁胺(相对密度 1.856)作隔离液,取得了很好的效果。用于测量温度 $> 80^{\circ}\text{C}$ 以上的蒸气或介质的压力表需装螺旋形或 U 形弯管。

四、工艺要求

对于现场指示,在 0.06MPa 以下非危险性介质的压力、真空、差压测定时,用玻璃管压力计或膜盒式微压计;0.06MPa 以上用一般弹簧管压力表、真空表、双管双针压力表、波纹管压力计。

对于远距离指示,需要就地指示的用远传压力表,不需要就地指示的可用压力变送器。

信号报警及联锁与位式调节用电接点压力表、压力继电器、压力调节器。

科研积累数据或易出事故场所及车间经济核算总结和累计备查(如蒸汽压力)时用记录式压力表。

五、仪表外型的选择

在经济、实用基础上应考虑便于安装、美观。一般盘装宜用矩形压力表;多圈螺旋管压力表、波纹管压力表;与远传压力表和压力变送器配用的二次表;轴向有边(尾注 ZT 型)或径向有边(尾注 T 型)的弹簧管压力表(ZT 型常用, T 型不常用)。盘装时弹簧管压力表直径为 $\phi 150\text{mm}$ 。

六、现场安装

几乎所有压力表均可用于现场安装,而弹簧管压力表用表面直径 100mm,在照明条件差、标高较高、示值不容易看清楚的情况下用表面直径 200 ~ 250mm。

七、压力调节系统的选用

压力调节系统可选用位移平衡式仪表,也可选用压力变送器与单元组合二次仪表配套使用。位移平衡式仪表一般作为基地式指示(或记录)调节,具有结构简单,价格便宜,安装、维护方便等特点。对在仪表室内不需要观察工艺参数的调节系统一般推荐选用此类仪表。压力变送器与单元组合二次仪表组成的调节系统用于仪表室内需要观察工艺参数的调节系统。对 $-0.1 \sim 0.2\text{MPa}$ 范围内的压力需高灵敏度测量时,可用差压变送器代替压力变送器。

第三章 物 位 仪 表

物位是指开口容器或密封容器中介质液面(液位)、两种液体介质的分界面(界面)和固体粉状或颗粒在容器中堆积的高度(料面)。在石化生产中一般以液位测量为主。

物位测量的内容应包括液体介质的液位和相、界位,浆体介质的液位,以及固体、颗粒、粉沫介质的料位。其测量仪表称为液位仪(液体相对密度不同时,为相、界位)和料位仪(指固体介质颗粒或粉沫)。

20世纪50年代以前,物位测量的方法主要有:目视法(玻璃管、玻璃板、窥镜等)、浮力式及压力式,以现场指示及报警控制为主。50年代以后,开始发展利用电测技术的各种物位测量方法,如电容式、超声式、微波式、电导式、振动阻尼式等,都是利用被测物料的某种物理特性(介电率、电导率、声阻率、热导率、辐射吸收等)检测物位。80年代末以来,由于微电子技术的发展,以及过程自动化发展的需求,促使液位测量技术进一步发展。到了90年代,过程自动化技术的发展及市场的增大,使得物位测量仪表市场需求旺盛,给物位测量技术的发展增加了动力。这一阶段不但技术得到发展,而且市场竞争促使规模化生产,大型自动化公司也开始重视物位仪表。原来专业性的物位仪表公司,或被跨国大公司收购,或向综合性物位仪表公司发展。

由于测量过程与被测物料特性密切相关,而被测物料的特性又各不相同,因此除了浮力式仪表以外,物位仪表没有通用的产品。每类产品都有其适应范围。

第一节 各类物位仪表的特点及应用场合

物位仪表种类很多,一般按测量方法分为直读式、浮力式、静压式(差压、压力)、电接触式、电容式、超声波、雷达式、称重式、辐射式、激光式、音叉式、磁致伸缩式及高频物位计等。各类物位仪表的特点及应用场合见表3-1。

表 3-1 各类物位仪表的特点及应用场合

检测方式 及名称		直 读 式		差 压 式			浮 力 式			电 磁 式				
		玻璃管 式 液 位 计	玻璃板 式 液 位 计	压力液 位 计	差压式 液位计	法兰差 压式液 位 计	浮子式 液位计	浮球式 液位计	浮筒式 液位计	电阻式 物位计	电容式 物位计	电感式 物位计	磁性物 位 计	磁致伸 缩 物 位 计
检测 元 件	测量范围/m	<1.5	<3		20	20	20	1.5	2.5		2.5~30		4	<6(硬) <24(软)
	测量准确度				±1%	±1%		±1.5%	±1%	±10mm	±2%		±10mm	0.05% (0.5℃)
	可动部分	无	无	无	无	无	有	有	有	无	无	无	无	无
	与介质 接触否	接触	接触	接触	接触	接触	接触	接触	接触	接触	接触	接触	接触	接触
输出 方 式	信号制			模拟	模拟	模拟		模拟 开关	模拟	开关	模拟开关	开关	模拟	总线 RS485 模拟
	操作条件	就地目视	就地目视	远传	远传	远传	远传	远传报警	远传	远传报警	远传报警	报警	远传报警	远传
被测 对 象	所测物 位参数	液位	液位	液位料位	液位界位	液位界位	液位	液位界位	液界	液位料位	液位料 位界位	液位	液位	液位界 位温度
	工作压力/ MPa	<1.6	<4					1.6	32		32	<6.4		≤6.4
	介质温度/℃	100~150	100~150		-20~ 200	-20~ 200		450	200		-200~ 200		-30~ 300	-40 ~150
	对粘性介质					可用		可用					可用	可用
	对多泡 沸腾介质			适用	适用	适用		适用	适用					

检测方式 及名称		声学式				核辐射式				其他形式			
		气介式 超声波 物位计	液介式 超声波 物位计	固介式 超声波 物位计	音叉式物 位信号器	核辐射 物位计	核辐射物 位信号器	中子 物位计	雷 达 物位计	射频导纳 物 位 计	矩 阵 涡 流物位计	重锤料位 测 重 仪	激 光 物位计
检测 元件	测量范围/m	30	10		3	15			30		20	30	
	测量准确度	± 3%	± 5mm			± 2%	± 2.5mm		0.3%		± 1mm (0.5℃)		
	可动部分	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无		无
	与介质 接触否	不	不	不	接触	不	不	不	不	不	接触	接触	不
输出 方式	信号制	模拟	模拟	模拟	开关	模拟	模拟	开关	模拟数字	开关模拟	RS485 接口模拟	模拟	模拟
	操作条件	远传	远传	远传	远传	远传要 防护	远传要 防护	远传要 防护	远传	远传	远传		远传
被测 对象	所测物 位参数	液位料位	液位界位	液位	料位	液位料位	液位料位	液位料位	液位料位	液位	液位界 位温度	料位	液位料位
	工作压力/ MPa								< 2.5	< 16	1		
	介质温度/ ℃	200					1000		- 40 ~ 70	- 40 ~ 350	- 30 ~ 125		
	对粘性介质	适宜	适宜	适宜		适宜	适宜	适宜	适宜	适宜	适宜		适宜
	对多泡 沸腾介质			适宜		适宜	适宜						

第二节 物位仪表选型原则

物位仪表选型应从实用和经济两方面考虑。根据被测介质的物理性能(温度、压力、粘度、颗粒、粉尘)、化学性能(易燃、易爆、易腐蚀)和具体的工作条件(敞口、密闭、振动)及应用要求、测量参数(计量、控制、检测, 和液位、料位、界位)等选择。

一、按应用要求选择

测量液位的仪表有: 玻璃管(板)式、浮力式(浮子、浮筒、浮球)、静压式(压力、差压)、电磁式(电容、电阻、电感、磁致伸缩、磁性)、超声波式、核辐射式、激光式、矩阵涡流式等。

测量料位的仪表有: 重锤探测式、音叉式、超声波式、激光式、核辐射式等。

测量界面的仪表有: 浮力式、差压式、超声波式等。

二、按准确度、工作条件、测量范围选择

1. 按准确度要求选择

目前, 在物位计量中, 计量准确度要求较高时, 多采用高准确度物位仪表, 如磁致伸缩液位计、雷达液位计、矩阵涡流液位计等, 将在文中做重点介绍。

2. 按工作条件选择

恶劣——核辐射式;

较差——电容式、矩阵涡流式、射频导纳式;

一般——一般物位计

3. 按测量范围选择

2m 以下: 高温(450℃以下)粘性介质——内浮球式;

一般及界面——外浮筒式或差压式。

2m 以上：一般介质——差压式、雷达式、矩阵涡流式、磁性液位计；

特殊介质——法兰差压式、核辐射式。

在实际生产中，涉及到物位测量的场合很多，其中测量条件的好坏对仪表的测量准确度有很大影响。不同的仪表适应性不同。

物位仪表没有通用的产品，每类产品都有其适应范围和选用场所，也各有局限性。同时，测量方法也在发展中，新的物位测量仪表层出不穷。一定要认真把握住选型要点，选准、选好。

第三节 磁致伸缩液位计

磁致伸缩液位计是根据磁致伸缩长度测量原理设计的，其传感器由波导管、外管、磁性浮子和电子部件组成。20 世纪 80 年代末首先在欧美市场应用，具有高精度、高可靠性和多参数同时测量等特性，市场占有率逐年增大。现国内已开发并生产磁致伸缩液位计，可提供液面、油水界面、体积、平均温度等参数。

现以 MET 系列磁效应液位仪为例，简单介绍磁致伸缩液位计的工作原理和技术指标。该系列产品是基于磁致伸缩现象为原理而开发出来的新一代高精度液位测量仪表，可同时测量液位、界位、温度等参数，并具有精度高，稳定可靠，使用寿命长，结构精巧，环境适应性强，安装简便及模拟、数字信号输出方式选择等特点，可广泛应用于石油、化工、制药、食品饮料、污水处理等领域中各种常压或压力液罐的液位、界位、温度测量与控制。

一、工作原理

脉冲发生器产生一个电脉冲，沿仪表外保护管内的波导丝传递。根据电磁场理论，电脉冲同时伴随一个环型磁场以光速向前传递。当该环型磁场遇到浮子中永久磁铁的纵向磁场时，将形成一个螺旋型磁场。它作用于波导丝上并使之扭转，从而产生超声扭转波。该超声扭转波返回到传感线圈（变换器）时转换成横向应力，使通过传感线圈的磁通发生变化，从而在传感线圈两端产生感应电压。这样，可以通过精确测量发射脉冲和返回扭转波的时间差来确定浮子的精确位置。

二、系统组成

如图 3-1 所示，该测量系统由现场一次表 MET-L、现场显示器 MET-FF 和控制室二次表 MED、KZD 组成，并可与计算机一起构成罐区自动化管理系统。

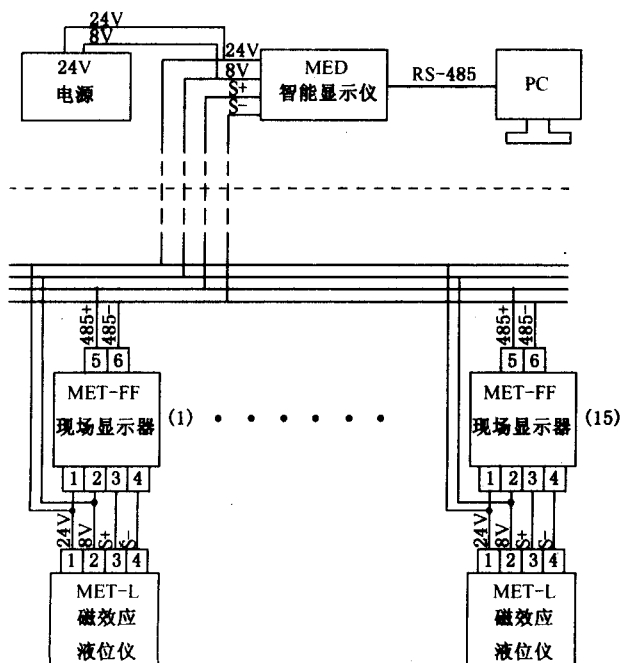


图 3-1 现场显示线路的连接

三、技术参数

测量参数：液位 界位 温度；

测量范围：液位： $\leq 4\text{m}$ （硬质杆）； $\leq 13\text{m}$ （柔性杆）；

温度： $-55 \sim +135^{\circ}\text{C}$ ；

测量精度：液位 界位 $\leq 0.05\% \text{FS}$ ，温度 $\leq \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ；

供电电压： $(24 \pm 6)\text{V DC}$ ；

信号传输：4 ~ 20mA 模拟信号，RS-485 数字信号；

介质压力： $\leq 2.5\text{MPa}$ ；

测杆材料：1Cr18Ni9Ti；

防爆标志：Ex dIIBT4；

工作环境：温度： $-40 \sim +70^{\circ}\text{C}$ ，湿度： $\leq 90\text{RH}\%$ ；

安装连接方式：M20 × 25（粗牙螺纹），标准规格法兰；