

自动化仪表在“油水井常规井口管线回接”中的典型应用

朱俊俊（中海油能源发展装备技术有限公司，天津 300452）

摘要：本文针对渤中 29-6WHPA 平台油水井井口管线回接中涉及到的自动化仪表分析研究，结合自身工作经验从而了解目前采油平台常规井口管线回路中自动化仪表的典型模式应用设计，了解自动化仪表应用的意义，得出结论自动化仪表应用越来越广泛，同时朝着智能化，网络化的趋势发展。

关键词：自动化仪表；井口管线；典型应用

自动化石油工业在提升工作效率与产量、降耗节能、完善产品质量等层面发挥着重要的促进作用，其自动化发展进程中体现了仪表检测的抗震动、耐高温、耐腐蚀等典型特征，在石油工业生产进程中对过程变化具有可靠灵活的适应性。在油水井井口管线中，大量应用到压力、流量、温度等智能化仪表检测管理，提升了自动化生产控制水平。仪器仪表通过与计算机电子技术的融合，可在预设程序下自动完成工艺流程的控制，可以提高生产作业效率，还能用于对现场数据收集与监督，使生产品质更有保障。本文以渤中 29-6WHPA 项目为例，简要阐述一下现场仪表在井口管线回接项目中的选型及标准化应用。

1 自动化仪表选型的原则

1.1 工艺过程的条件

在油水井整套生产流程中介质的温度、压力、粘度、腐蚀性、毒性、等因素是仪表选型的最基本条件，仪表选型是否合理对井口区的防火、防爆、安全及使用期限，起着至关重要的作用。

1.2 操作的重要性

生产工艺流程的各检测点的参数主要反映在仪表的指示、计算、报警等重要参照依据。通常不会对生产工艺流程产生较大影响。在一些需要经常监测，查看的参数变量则推荐选择为指示型。比如油水井流程上的压力表，温度计，在一些需要经常了解其变化过程的比较重要的参数则推荐选择记录形式；而一些对生产工艺过程有比较大的影响，需要时刻监测参数形式，必要时应该设置控制；在对生产流程或者安全产生重大影响的一些参数，应设报警，例如：油水井井口控制盘处的 PSL 或者 PSHH 压力报警，应与中控实现逻辑表决，保障生产安全。

1.3 经济型及统一型

在满足生产流程工艺和自动化控制的需求下，仪表的选型应该进行合理的价值比对，选择经济价值与

使用性能匹配类型。在使用中，为了便于仪表的维修和管理，选型时也要注意仪表的统一性。尽量选择统一系列，同一规格和同一生产厂家的产品。以渤中 29-6WHPA 平台井口管线为例，涉及到压力变送器，温度变送器及电磁流量计要做到与原平台品牌型号的一致性，在油气管道抗硫管线处的自动化仪表类型也要注意选用抗硫材质。

2 油水井常规仪表类型

2.1 压力检测仪表

油水井中最常见，最直观的现场仪表——压力表。压力表的选用，要按照使用环境和测量介质的性质选用。石油平台在海洋环境腐蚀性较强的恶劣环境条件下，要选择合适的外壳材料及防护等级，目前海上石油平台上一般选用外壳材质 316ss，防护等级 IP56 级别。

对于一般介质的测量，压力在 $-40\text{kPa} \sim +40\text{kPa}$ 时，宜选用膜盒压力表；压力等级在 40kPa 以上时一般选用弹簧管压力表或者波纹管压力表；目前油水井的压力一般在 40kPa 以上。按照此选型原则弹簧管压力表为常规使用选择类型。

压力表规格的选择上，在管道和设备上安装的压力表，一般选择径向无边安装形式，表盘 100mm 为常用尺寸。在一些光线比较不好，安装位置受限或者不易查看位置比较高的场合，根据实际情况，宜选用 150mm 表盘，以本项目为例，工作环境允许，本着节能减排的原则在油水井管线均选用为 100mm 表盘仪表。

压力表量程选择应该根据管道工作压力来选择，表盘刻度上线应该为管道工作压力值得一到三倍，通常是两倍。在生产流程正常运行时，压力表的指针应该指到表盘量程不到三分之一的位置。在压力表选型原则中对于重油类及其类似的具有强腐蚀性、含固体颗粒粘稠液等介质应该选择膜片压力表或者隔膜压力

表。隔膜压力表是以弹簧管压力表为基础，附加隔膜化学密封而组成。隔膜上腔与弹簧管所形成的密封腔室内充满隔膜传导液，将被测压力传递至弹簧管。由于隔膜将介质与测量元件隔离，因而适用于强腐蚀、高粘度、易结晶、易凝固等介质。按照此选型原则海洋环境中测量油井具有腐蚀性介质管线压力应选用隔膜压力表，安装选型原则及经济性隔膜压力表在油水井管线上广泛应用。

2.2 温度检测仪表

温度测量一直是工程测量的重点。在油、水井中温度计的应用也非常广泛。温度检测技术如今也比较成熟，发展的变化也相对不大。常见温度计类型为：玻璃管温度计、热电阻、双金属温度计。目前双金属温度计用途十分广泛，双金属温度计是把两种线膨胀系数不同的金属组合在一起，其中把一端固定，当产生温度变化时，两种金属产生不同的热膨胀，使表盘指针偏转来指示介质温度；双金属温度计分为：户外型、电接点型、耐震型、万向型、热套管式。目前海上油气水管道最常用的类型为热套管式，根据其特性可以用于直接测量生产工艺过程中 -80°C ~ $+500^{\circ}\text{C}$ 范围内液体、蒸汽和气体介质以及固体表面温度；其优点就是结构简单，价格低，维护方便，耐震，耐冲击，示值连续，缺点是测量精度较低，大多用于现场显示，不需要控制的场合；在油水管线上一般不需要控制的场合，测量温度均在 $0\sim 120^{\circ}\text{C}$ 。目前均采用双金属温度计。并在一些低温场合双金属温度计则具有局限性，可考虑其他形式温度计。

温度计的单位及刻度统一采用摄氏温度 ($^{\circ}\text{C}$)，检测元件 (温井) 插入长度，插入长度的选择应以检测元件插至被测介质温度变化灵敏具有代表性的位置为原则。在油水管线温度计的温井长度的选择应与管线尺寸吻合，常规油管线的尺寸为 4 寸管线，温井尺寸选择均选用 8in；6 寸水管线，温井尺寸选用为 10in；温井材质根据管道介质的不同要注意考虑材质的匹配性。

2.3 压力变送器

在油水管线中，压力变送器和压力表同时存在，它相当于传送压力的信息员。压力变送器的原理是利用某些物质与压力相关的电学特性，将被测压力转变为电信号。利用压力传感器的电信号可以制成压力变送器、数字压力计、电子式压力开关等输出标准信号的仪表、实现监测、显示、报警或控制等功能。

压力变送器量程的选择要按照管道实际检测的数值范围的 80% 选取，首先要考虑系统的最大的压力，通常压变测量的最大值要为系统达到最大压力的 1.5 倍。在水井管线回路中会有压力的峰值，这些峰值可能会到达“最大压力”五到十几倍，峰值过大有可能会对变送器产生设备损害。长时间的高压脉冲不断接近甚至超过变送器的最大额定压力，会减少变送器的使用寿命。传感器的响应速度和变压器的额定电压和分辨率息息相关，二者互相成就，另外缓冲器的使用可削减系统中的脉冲峰值，不过为了不降低压力变送器的使用寿命和性能，在设计时会考虑能承受的最大峰值。也是选择变送器时，系统性能与变送器寿命比较折中的解决办法。

油水井压力变送器均选用 4~20mA DC 带 HART 协议智能型变送器，在井口区爆炸危险区域内，选用隔爆型变送器。另外油水管线上均布置 2 台压力变送器，一台介入平台 PCS 系统实施压力监测，另外一台接入平台 ESD 系统实施压力监测及执行因果逻辑关系表决。两种变送器在防爆类型，压力测量范围上均相同。ESD 系统压力变送器不同于 PCS 压力变送器在于，ESD 在选型增加了 SIL 认证。SIL 认证是对安全设备的安全完整性等级或者性能等级进行评估和确认的一种第三方评估、验证和认证。接入 ESD 系统的压力变送器在选型上增加 SIL 认证，无疑是对设备的可靠性，安全性提供了更高一层的保障。

2.4 温度变送器

温度变送器和温度计在油水管路上，几乎同时存在，它相当于一个会发送给中控信息的温度计。常见的温度变送器分为热电偶、热电阻、一体化温度变送器。温度变送器的测量元件一般有热电偶、热电阻，从测温元件检测到参数通过输出模拟数据信号到变送器模块。海上石油生产系统目前比较常用的 RTD (电阻式) 温度变送器，通常 RTD 包含铂镍或铜线，因为这些材料是正温度系数材料。这就意味着随着温度升高电阻也随之增加，电阻的这种变化将用于探测和测量温度的变化。其中铂是工业应用最常见的 RTD 类型，这是因为铂具有出色的耐腐蚀性，稳定性，并且测量范围很广，达到 $-200\sim +850^{\circ}\text{C}$ 。

温度变送器的工作原理是将在生产系统中检测到介质参数信号转换为标准的电信号输出，常见通过硬线连接或总线的方式输出到中控 PCS 系统，在 PCS 系统中用于监测和控制相关数据。目前标准化的输出信

号主要为 4~20mA 的直流电信号,温度变送器的供电接线方式为两线制。在井口区爆炸危险区域内,选用隔爆型变送器,一般井口油水管线上只需布置 1 台温度变送器接入中控 PCS 系统,实现中控监测。

2.5 电磁流量计

电磁流量计也是一款常见的工业流量测量仪表,是一种精度高,可靠性强,高使用寿命长的流量仪表,也是目前石油生产系统最常见,性价比最高的一款监测流量的设备。电磁流量计是应用电磁感应原理,根据导电流体通过外加尺寸时感生的电动势来测量导电流体流量的一种仪器。它的使用频率也是比较高的,大家在选用电磁流量计时应该以什么样的标准来选择呢?首先需要了解到需要测量流量的工况条件,测量的介质、工作温度以及工作压力。根据工况的这三项重要的参数基本上就可以对电磁流量计进行选用。

电磁流量计按照安装方式分类一般有法兰式电磁流量计、插入式电磁流量计,卡装式电磁流量计,以本项目为例管道电磁流量计的安装形式均为法兰式。

在井口管线回接中主要应用在水井管路上,通常在每口注水井上方管线都要加装 1 台电磁流量计。针对以渤中 29-6WHPA 水井管线回路处的电磁流量计选型,为了改善涡流与流畅畸变的影响,流量计安装的前、后直管段长度有一定的要求,否则会影响测量精度,另外常规购买流量计法兰安装形式为 RF,但在本项目水井管线回路上配管预留法兰为 RTJ,这时应注意要提前准备配对法兰,避免因法兰片形式不同,影响安装使用。

另外电磁流量计体积稍大,为了方便工人安装和后期维修,必须在设计时候考虑流量计的安装位置,预留足够的维修空间。如果管道震动大,在流量计两边应有固定管道的支座。另外流量计不应安装在强磁场附近,要远离阵动(远离泵或其他阵源),如有必要,应采用挠性连接件,减少振动。

3 油水井自动化系统应用的意义

3.1 数据处理

自动化水平的提高,自动化仪表设备在采油平台使用越来越频繁。为了提高对整个平台生产系统的监测及分析处理能力,需要更多的数据支持,数据共享满足自身数据消息处理同时,还能接受别人传来的数据信息。在油气水等各个生产系统中投入一些智能化设备,提高数据支持,形成自动化操作系统。即自动化技术为钻井平台提供一个良好的数据共享模

型,使整个生产系统智能化、自动化。智能监控油气生产及处理系统,实时监控并采集油水井运行参数,生产过程合理有序,增产不增人,有效控制人力成本。

3.2 数据安全性

自动化仪表能快速、准确的检索系统中的误差并及时纠正。通过信息处理技术和手段,有效提高精度,限制外界干扰。自动化仪表在采油平台的应用,降低了出错频率,极大提高整个系统的信息处理效率,解决系统硬件负荷过大的问题。油水井的自动化生产系统及中控 ESD 系统通过自动化仪表设备监视远传数据,对一些潜在风险提出警报,调节必要的生产系统,极大减少工作人员的工作量、提高生产可靠性,预防紧急情况,改进生产控制。系统操作安全有序,充分实现人性化管理及时进行故障预警,现场操作安全有序,减少安全事故的发生。

3.3 综合智能化

海上石油平台是相当于一个设备密集,技术密集,数据量大的智能化工厂。各个生产系统实现仪表自动化等同于把生产过程单元模块作为一个整体来控制和管理,实现管控一体化,生产自动化。

4 结论

如今,自动化技术的发展使得石油生产效率和安全性能大幅度的提高,自动化仪表在石油生产技术中各个单元应用也越来越广泛,且已发展为综合自动化,更多的智能仪表运用到生产系统中,控制的精度越来越高,控制的方式日益多样化,例如一些无线变送器的应用,多种变送器组合应用,还有一些大数据技术和云计算技术应用,可以更加轻松实现对生产数据的检测,实现大数据分析 & 生产过程智能管理。有效减少石油生产事故带来的损失,对于石油生产有积极推动作用。相信将来会有更智能,更全面的自动化仪表投入到油水井井口管线回接中,发挥更大的作用。

参考文献:

- [1] 韩璞,王建国. 自动化专业概论 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2011.
- [2] 陈经纬. 浅析工业自动化仪表与自动化控制技术 [J]. 中小企业管理与科技, 2016(12):194-195.
- [3] 方洁琼. 刍议自动化仪表控制系统的现状与发展趋势 [J]. 电子技术与软件工程, 2017(17):142.
- [4] 杨帆. 试论仪表自动化发展对项目工程的影响 [J]. 中国科技纵横, 2011(06):309.