

油气管道仪表自动化设备故障预防及维护分析

唱君成（国家石油天然气管网集团有限公司山东省分公司，山东 德州 253000）

摘要：油气管道在能源运输、经济发展、环境保护、能源安全和战略意义等方面都发挥着重要作用。它们是现代社会不可或缺的基础设施之一，对于保障国家能源供应和促进经济社会发展具有重要意义。随着科技的持续进步，油气企业日益广泛地应用仪表自动化装置，这极大地提升了生产效能，并为企业带来了更丰厚的经济回报。然而，在这些仪表自动化设备的运作中，可能会遭遇各式各样的问题。因此，采取预防措施以避免故障的发生，并加强设备的保养工作显得尤为重要。本文探讨油气管道仪表自动化设备的故障预防策略，并深入讨论相关的维护措施。

关键词：油气管道；仪表自动化设备；维护措施

0 引言

油气管道提供了一种高效、连续的运输方式，能够大量、快速地输送石油和天然气。油气管道仪表自动化设备虽然能够让石油企业的生产活动更加高效的进行，但设备在使用过程中很容易出现故障，给石油生产活动造成阻碍，间接的增加石油企业的运营成本。所以，为保证仪表自动化设备的无障碍运行，就需要做好其故障预防及维护工作。

1 油气管道仪表自动化系统常见故障分析

1.1 压力仪表故障

在油气管道仪表自动化的运作中，相较于其他类型的仪表，压力仪表更频繁地遭遇故障。具体而言，在实际操作中，一个突出的问题是压力仪表的指针经常出现大幅度的波动现象。另一个常见问题是指针静止不动，这主要是由于技术人员在安装前缺乏充分的准备和必要的校准工作，导致压力仪表极有可能处于不稳定状态。此外，压力仪表本身的敏感性使其极易受外界因素干扰，进而引发更多问题。技术人员往往难以准确读取压力值，因为这一难题通常与感应点的故障紧密相关，这使得仪表指针很难保持在正常的工作状态。

1.2 温度仪表故障

在油气管道仪表自动化设备运行过程中，工作人员通常采用加热手段来实现石油成分的分离，依据各种化合物不同的沸点特性将其逐一提取。因此，在这类生产环境中，温度控制仪表作为一种基础装备，其性能容易受人为操作、技术水平等多种因素干扰，进而产生指针不动或跳动等故障现象。举例来说，一旦温度控制器出现指针卡死的情况，往往是因为仪表电路遭受外界因素影响，引发内部导线短路。又或者是

在生产环节中仪表本身出现问题，这将严重干扰仪表显示的读数准确性，使得读数带有较大的不确定性。

1.3 温度变送器与压力变送器故障

在油气管道仪表自动化设备中，温度变送器是一项核心的温度监测与调节元件，其常见的故障形态多样：首先是信号输出异常，温度传感器可能完全不发射信号，或者信号在特定区间内不稳定波动，导致无法准确反映实际温度状况。另外，测量精度问题也较为常见，这可能源于变送器长时间使用后的性能漂移、初始校准不准确或是周围温度的变动。变送器偏移，是指传感器在持续使用期间，即使环境温度未变，其输出信号也会逐渐偏移。而校准不准确则可能是因为生产过程中未严格校准，或是使用期间未按时进行重新校准。此外，通信故障或通信不稳定也是问题之一，特别是在使用数字化温度变送器时，通信故障可能由接口接触不良、通信协议不兼容或设备自身故障引起，这直接影响了变送器与主控系统或监控中心之间的数据交换和实时监控。

压力变送器作为油气管道仪表自动化设备重要组成部分，一旦出现故障，将对管道的安全监控和测量准确性造成重大影响。压力传感器可能出现的故障现象包括无信号发出、信号异常偏低或偏高以及信号波动不稳定等情况。造成这些问题的原因可能涉及到电源电压的不稳定、供电线路的断裂或短路、电源极性接反等问题，这些都可能阻碍压力变送器的正常运作。另外，电路板上元件的损坏、焊接质量问题或线路的老化同样可能导致无信号输出或信号异常。压力变送器的读数与实际压力之间可能存在显著的差异。校准问题也是一个重要因素：如果压力传感器没有定期进行精确校准，就会产生测量误差。此外，工作环境

的温度变化也可能引起传感器性能的改变，进而影响测量的精确度。

2 油气管道仪表自动化系统故障原因分析

2.1 线路故障

在油气管道仪表自动化系统内，线路问题常被视为主要的故障来源，其可能对仪表测量准确性及系统稳定性产生显著影响。接触不良现象表现为信号传递不稳定、仪表读数出现波动或无法获取数据，其根源可能在于插件松动、焊接质量不佳或接点表面发生氧化。接触不良致使电路仿佛处于断路状态，妨碍信号的有效传播，从而干扰仪表的正常运作。同时，该现象还可能引发局部过热与能量损耗增大，加速绝缘材料老化或引发火灾。恶劣环境条件（如高湿、高温）可能导致线路绝缘层老化、裂变或形变，损害绝缘性能。腐蚀作用下，油气管道内的腐蚀性物质可能透过密封不严的接点侵入线路内部，造成线路腐蚀与损毁。振动与冲击在管道运行期间的常见现象，可能导致线路接点松脱或焊接点裂开。

2.2 环境变化

在高温条件下，仪表内部的电子组件可能会出现性能波动或加速老化的情况，这将导致测量准确度的降低乃至设备故障。而在低温环境下，可能会引起仪表内部出现冷凝现象，进而影响电路的正常运行，严重时还会引起短路或者绝缘损坏。高湿度的环境容易导致金属表面锈蚀，增加了电路接触不良的可能性。湿度若过高还可能让集成电路吸收过多的湿气，从而引发短路或绝缘失效。而过低的湿度可能导致部分传感器内部的电解液流失，进而影响测量的准确性。电磁干扰主要来源于诸如高压输电系统、无线电通信设备等外部因素。这些电磁场能够对仪表内的信号传输及处理电路产生干扰，导致测量数据出现异常或系统错误操作。此外，油气管线中的腐蚀性物质（例如硫化氢、二氧化碳等）以及土壤里的水分和电解质会对仪表的壳体、触点及内部组件造成侵蚀。这种侵蚀不仅会损害仪表的绝缘层，导致电路短路或断开，还会对测量组件的性能产生负面影响，进而降低测量精度。

2.3 人为因素

在油气管道仪表自动化设备运行过程中，测控元件的接触问题、电线连接失误、以及传感器定位不准等情况均可能发生。这些问题中，接触不佳可能会引起信号传输的间断或波动；而电线连接不当则可能造成电路短路或是断路；至于传感器定位不精确，则会

直接对测量数据的准确性产生影响。此外，由于技术水平的欠缺，安装人员可能不具备必要的专业技能与知识，从而难以准确理解并实施安装规范。在安装过程中，若不够细致认真，未能严格按照说明进行操作，也容易出现遗漏或差错。选用的仪表与油气管道的实际需求不符的情况同样值得关注，例如量程范围偏窄、精度不够等。同时，现场环境条件的复杂性也不容忽视，比如空间狭窄、温湿度极端等情况，这些都会增加安装工作的难度并提高出错的可能性。

3 仪表自动化设备的故障预防方法

3.1 加强油气管道仪表自动化设备预防性管理

为了有效预防故障，需定期执行预防措施，这样可以确保取得较好的预防成果。在开展定期预防的过程中，还需按照不同层级来实施。例如，对于频繁使用且连续运行时间较长的油气管道仪表自动化设备，应进行日常巡视检查，并依据现场仪表的不同校验周期（通常为每半年或每年一次），安排春季和秋季的仪表检查工作。此外，在节假日、冬季保温期以及夏季高温等特殊时段，也应进行维修保养。一旦发现设备存在隐患或问题，必须迅速采取相应措施加以解决，以防发生安全事故。采用这种方法，既能提升维修人员的工作效率，又能及时发现潜在故障，从而实现有效的预防效果。

3.2 构建全面的油气管道仪表自动化设备巡检制度

巡检是预防设备故障的关键措施，因此，石油管道企业需构建详尽的设备巡检规章，指派专人负责仪表自动化设备的定期检查。在巡检规则内，应针对常见故障类型设定相应的处理流程，一旦发现故障迹象，便能迅速采取措施进行控制，避免故障影响范围扩大，从而防止对石油管道企业产生重大经济损失。例如，当流量计的读数达到上限时，现场的仪表通常也会显示最大值，此时，可通过手动方式调整调节阀的开度，并观察流量数据的变化。若流量数据有所下降，表明问题可能源自生产工艺；若流量数据保持不变，则可能意味着问题出在仪表内部系统，接下来需进一步检查引压系统的运作状态，以确定具体故障性质及其成因，并据此实施相应的维修策略。

3.3 加强对现场测量仪表的管控力度

在油气管道行业的自动化装备操作中，设备不可避免地会受到环境因素的影响而产生磨损。具体而言，石油管道系统中的各类仪器设备及其组件在运行过程中的功能发挥至关重要，一旦某个关键部件发生故障，

便会影响到整体机械系统的正常运作,进而影响现场检测设备的使用寿命。因此,应细致地检查每条回路,并详实记录检查数据,为后续的故障诊断和设备维护提供可靠的依据。以温度检测设备的寿命管理为例,通过对热电势 mV 值的测量来评估其温度状态,确保温度维持在正常范围内;若发现保护套管损坏,需及时更换;当热电偶未产生热电势输出时,需排查线路是否出现短路或断路问题,以及接线是否松动;面对热电偶热电势输出波动的情况,则需检查接线是否存在接触不良,以及绝缘层有无受损。唯有保障现场检测设备的长期稳定运行,方能确保现场生产活动的顺利开展,从而促进石油管道企业的经济利益最大化。

3.4 加强油气管道仪表自动化设备的监督管理

从实际情况来看,很多装置能为石油管道企业提升效益并增进生产效能,但设备故障会导致企业需承担修复费用,进而抬高运营成本。因此,企业应强化对仪表自动化装置运行的监控与管理,确保工作人员严格遵守操作规程,防止不当操作引发设备故障。例如,对于违规操作的工作人员,应给予一定处罚,如扣减部分奖金,并要求其重新培训,只有通过考核后方可恢复岗位工作,以此加强员工的责任意识,减少事故及故障的发生率。

4 仪表自动化设备的维护措施

4.1 合理运用仪表自动化设备诊断技术

即便设备未出现故障,维护团队亦应进行全面检查,以详尽了解各个组件的工作状态。一旦设备发生异常,维护人员即可迅速识别问题并采取精确措施予以解决,从而缩短故障响应时间,减少石油管线公司的财务损失。例如,在对温度传感器进行检修时,若保护套管内存在金属碎屑或灰尘,接线端子处积聚灰尘,热电阻发生短路,与外壳接触,仪表外壳渗入水分等情况,均可能导致仪表显示的数值低于实际值或数值波动不定。热电阻发生开路或引线断路现象,则会导致仪表显示数值异常偏高。这些是温度传感器可能遭遇的故障表现。当检测到的目标物温度高于周围环境时,表明测量温度实际上低于环境温度;反之,若目标物温度低于环境温度,则说明测量温度高于实际环境温度。为了尽可能减少此类误差,通常可采取以下方法:加大介质循环频率;缩小保护套管的直径;增加插入深度,确保更多受热区域暴露;在保护套管内部引入热传导介质。通过合理应用诊断技术,能够确保设备稳定运行。

4.2 提高油气管道操作人员水平

为了确保仪表自动化设备稳定运行,石油管道企业的维护策略应侧重于预防。这就要求员工拥有高超的操作技能。例如,企业需建立一套全面的设备保养规程,实现对各类自动化仪表的持续监控。每次维护后,详细记录各项数据至表格中,为未来的维护作业提供参考。此外,企业应当整理出每种自动化仪表可能出现的典型故障,并针对每一项故障制定详尽的解决方案。定期组织维护人员进行培训,以增强他们的专业能力。当维护人员发现设备出现异常时,可以根据这些文档进行处理,确保设备的正常运作。

4.3 科学合理选择优良的自控设备

鉴于自动化仪表装置内集成了诸多高端技术,相应的维护工作复杂度较高,对维护人员的专业技能提出了高标准的要求。通过引入前沿、优质设备,可显著降低设备的维护难度并提升维护效率。例如,当石油管线公司选用自动化仪表设备时,应优先考虑技术成熟、故障发生率低的产品,并确保供应商提供高质量的售后服务。一旦设备运行中出现异常,供应商需能在最短时间内提供现场服务,从而减少石油企业应对设备故障的时间。在设备安装阶段,应严格遵循既定规范进行操作,并在必要时请求供应商的技术支持来设定参数,确保参数的合理性,以此促进自动化仪表系统的高效运作。

5 结语

总结而言,在制定油气管道仪表自动化设备故障维护策略时,应实施定期的预防性管理措施,建立详尽的设备巡检规程以及突发事件应对流程,强化对现场检测仪器使用寿命的关注,同时确保对自动化设备的使用过程进行严格的监控与管理。在执行设备维护工作时,应合理应用设备诊断技术,提升石油管道企业员工的操作技能,并选择性能卓越的自动化设备,以减少维护的复杂度。

参考文献:

- [1] 马巧玲.石油化工自动化控制仪表常见故障的原因探究[D].硅谷,2014(12):102-103.
- [2] 李浩,戴松喜,包琪.自动化仪表在电气设备生产过程中的常见故障研究[J].化工管理,2016(18)211.

作者简介:

唱君成,男,汉族,大学本科,研究方向:油气管道、仪表自动化。