

Research on the Analysis and Reliability Assurance of Pressure Instrument Misalignment of Petroleum Drilling Platform for Safety Production

Zhi Zhou

Han Zheng Testing Technology Co., Ltd., Guanghan, Sichuan, 618300, China

Abstract

High-precision pressure instruments are critical safety indicators for oil drilling platforms. Inaccuracies in these instruments can lead to production inefficiencies or even major safety incidents. This paper examines the misalignment of pressure instruments used on oil drilling platforms, analyzing the factors affecting operational safety and the primary causes of such inaccuracies, including external environmental influences, inherent design flaws, improper installation and maintenance, and operator errors. The study proposes effective methods to ensure instrument reliability, such as enhancing reliability analysis during the design phase, improving environmental adaptability, optimizing installation and maintenance protocols, and upgrading operator expertise. These measures provide a reliable foundation for stable operations and enhanced production efficiency in the petroleum industry.

Keywords

oil drilling platform; pressure instrument; misalignment; reliability assurance

面向安全生产的石油钻井平台压力仪表失准分析与可靠性保障研究

周智

汉正检测技术有限公司，中国·四川广汉 618300

摘要

高精度的压力仪表是石油钻井平台进行安全生产的不可或缺的重要指标，压力仪表的失准会造成生产的低效率甚至重大的安全事故。本文主要围绕石油钻井平台上使用的压力仪表失准，论述压力仪表失准对安全生产的影响因素及造成压力仪表失准的主要原因，如外部环境因素的影响、仪表自身设计缺陷、安装与维护不当以及操作人员因素，最后提出一系列保障压力仪表的可靠性有效方法，如加强设计阶段的可靠性分析、提高仪表的环境适应性、优化安装与维护管理以及提升操作人员的专业水平，以此可以为石油行业的平稳运行和促进生产效益提供可靠的基础保证。

关键词

石油钻井平台；压力仪表；失准；可靠性保障

1 引言

近年来，在钻井技术发展的进程中，钻井平台在生产 and 使用的自动化程度逐步增强，压力仪表是钻井平台运行中不可缺少的仪表之一。而测量的压力仪表测量准确度不仅关系着钻井作业的生产安全与效率，同时如果仪表失准也会引起对压力监测的不准确，继而影响到生产，甚至出现事故。因此为了确保钻井平台生产作业的安全性，掌握压力仪表失准原因以及可靠度评估的措施有较重要的理论与实际意义。

2 石油钻井平台压力仪表失准与安全生产保障意义

2.1 提高安全生产水平

作为石油钻井平台十分重要的监测设备，压力仪表用于检测并监测钻井过程中各种压力数据。平台的压力仪表数据是否准确是平台安全生产水平的重要决定因素。而如果平台出现压力仪表失准现象，监测平台就有可能忽视压力情况的变化，致使系统得不到相应的调节，提高设备故障以及事故发生的概率。失准压力仪表的仪表测量数据并不准确，有可能出现判断压力不准确的现象，致使安全控制系统出现失当情况，存在相应的不安全因素。保证平台仪表的准确性和可靠性，能够使监控设备更加准确地运行，进而实现对设备的压力及时、准确控制。

【作者简介】周智（1995-），男，中国四川攀枝花人，本科，工程师，从事计量检测方面的研究。

2.2 降低运营成本

压力仪表失准会带来误报警、误判操作或未及时发现问题潜在故障,引起不必要的生产停工和设备维修,而误报警不但消耗大量的人力物力对仪表故障排查,而且会导致平台运营时效损失,增加生产成本;仪表失准会把设备无实际需求地停下来,是无谓的生产损失时间,浪费设备闲置和停机带来的经济损失;仪表的频繁维修和更换,又是增加了高额的维护成本以及更长的停机时间。因此提高压力仪表可靠性,有效降低由于仪表失准引起的误报警和不必要的生产停工,以及降低设备维修和更换频率,就会在长期运营中,大幅度地降低整体运营成本。

2.3 保障员工安全

钻井平台作为高危险性高复杂性的作业场所,运行装置包括大型设备和高压设备,压力异常情况有可能导致设备故障或者严重事故的发生。在压力仪表不准确的情况下,异常压力状况可能没有被及时发现或者控制,会造成设备故障的可能性增加、发生安全事故的可能性增大,如爆炸、泄漏。设备安全事故的发生,威胁设备正常运行、危及员工生命安全。为及时发现和处理相关设备的安全隐患,要控制好钻井设备的压力仪表的准确度,从而避免增加设备发生故障的风险^[1]。

3 石油钻井平台压力仪表失准的关键原因分析

3.1 外部环境因素的影响

石油钻井平台作业环境较为恶劣,其外部环境对压力仪表的准确度有着直接影响,高温、低温、潮湿及盐雾气候都会造成仪表失准。高温会使得压力仪表元件变形或材料老化,造成仪表的测量误差,在低温环境中会造成仪表内部元件冰冻或运动僵硬,造成压力仪表工作不准确。在盐雾等腐蚀气候下,则会对仪器的电路部分及外壳造成腐蚀,影响仪器中电子元件的稳定性与测量精度。

3.2 仪表自身设计缺陷

压力仪表本身的设计缺陷是影响压力仪表失准的一个重要原因。有些仪表本身的缺陷在设计时便已存在,如精度低、稳定性和防干扰性欠佳等,上述缺陷往往是在一段时间的运转后才逐渐显现出来的,因此在高负荷或者多变的情况下很容易失准。而有些仪表本身可能会缺乏一定的抗冲击性能,从而导致在井中高压作业时由于振击而失准。

3.3 安装与维护不当

仪表正确性是压力仪表本身设计、材质、加工环节,但除了安装和维护管理。仪表安装是否符合有关规定,是否有接触不良和传递信号不畅通的现象,导致仪表测量数据产生误差。例如没有将仪表正确地连接在检测点处或安装仪表没有考虑装置实际工作状态,造成压力信号接收不准确的问题,或在仪表运行过程中由于没有及时维护,仪表器件由于磨损、侵蚀、老化等出现故障等问题,缺少定期检定和校准,都会造成仪表的错误。

3.4 操作人员因素

操作人员的操作水平和操作习惯也会影响压力仪表的准确度。部分仪表出现故障的原因与操作人员的认知与操作不当相关,若操作人员对仪表相关原理不了解,操作规范不清楚,可能会导致仪表的安装、调校或操作出现问题,出现故障。操作人员在仪表校验时未遵循工作原理的相关步骤操作,未及时对测量结果进行校验与调整,都会降低其测量准确度^[2]。

4 提高石油钻井平台压力仪表可靠性的保障措施

4.1 加强设计阶段的可靠性分析

石油钻井平台压力仪表全寿命周期管理的第一步就为设计,该环节中的可靠性分析工作是仪表在全寿命周期后半部分能否正常工作的关键因素。因此,首先设计人员应彻底了解钻井平台的工作条件,了解工作场所中对压力仪表工作精度的影响因素,如钻井平台工作环境中有较为严重的高盐雾大气,对仪表外表面及内部金属组件都有腐蚀的影响,钻井工作时会对压力测量系统产生的振动影响等,在设计环节中应考虑周全。

根据分析环境因素,设计单位应制定严格仪表选型要求,选用有行业内权威机构认证、有同类海洋钻井平台大量应用经验的仪表型号产品,在仪表选型时既要考虑仪表精确度和量程大小问题,也要着重考虑仪表的耐腐蚀性和耐振动性、仪表承受温度等问题,比如对表壳材料可采用耐海洋大气腐蚀性良好的 316L 不锈钢材料、对仪表核心传感元件应选用采用先进封装工艺、在 -40℃至 85℃范围内都可以良好工作的元件。

此外,为了验证仪表在工程实际工况下可靠性的稳定性,研发设计人员还需建立完善的仪表模拟测控系统,通过模拟钻井平台工程实际工况的测控系统,在模拟不同工况的油套压变化、温度的变化、振动幅值以及盐雾腐蚀等工况下对仪表进行稳态长期性能测试及工况极限值性能测试,实时记录仪表的测量结果、反应速度、工作状况,分析仪表在不同工况下性能的异常变化特征,并及时对测试发现问题进行设计优化,例如针对模拟高振动工况测试时出现的仪表测量结果明显偏差时,可通过优化设计仪表内部结构,增加减振缓冲结构,提高仪表抗振动性能,保证仪表在实际工程条件下长时间稳定工作。

4.2 提高仪表的环境适应性

仪表材料选取应按照海洋环境特性进行选择,对于仪表的外壳及外部连接件应选择抗海洋腐蚀能力强的材料,除了 316L 不锈钢等以外,还可以选择哈氏合金、钛合金等更高级耐腐蚀材料,对于这些材料具有较强的盐雾抗腐蚀能力和机械强度以及耐磨损的特点,能够承受钻井平台作业过程中外部应力。对于仪表内部电路元器件和传感器,应选择抗

湿能力强的元器件,比如使用密封性良好的接插件,对电路主板进行三防涂层处理(防腐蚀、防潮湿和防霉菌),将外界的湿气和腐蚀性气体隔绝在外,避免内部元器件受潮和腐蚀而引发的仪表故障发生。

从仪表结构设计方面考虑,要全面分析环境因素对仪表性能的影响,优化仪表的密封结构和散热结构。仪表的密封结构设计要采用多层密封的形式,选用耐油、耐老化密封圈,使用氟橡胶密封圈,确保仪表外壳的密封性,防止海水、盐雾、灰尘进入仪表内部。同时针对钻井平台作业过程中所产生的高强度振动,在设计仪表内部结构时增加减振机构,如在传感器和仪表外壳之间加装弹性减振垫,仪表电路主板安装位置采用弹性固定方式,在仪表外壳内部固定电路主板,通过减振机构把外界振动的振动能量吸收掉,减少振动对仪表内部元件的影响,防止因振动导致元件松动、元件损坏或测量数据失真。

4.3 优化安装与维护管理

仪表安装工作也要遵循设计和安装说明书的要求,确保其安装位置正确、安装方法正确,做到合理安装。首先,在安装位置方面,选择安装仪表,要尽量远离钻机设备振动源,防止安装的仪表在设备振动影响下误差增大或者损坏;尽量避免选择仪表安装在海水直接冲刷或者日晒的地方,保证安装的仪表免遭恶劣环境直接影响。对需要进行压力测点的管道,安装仪表的测点应当选择管道内部流速平稳、没有涡流和死角的地方,确保测点数据能够有效体现管道内部压力数据情况,例如在水平的管道中安装仪表时,仪表要安装在管壁一侧,防止管道中积水或者积气影响测点数据^[3]。

安装过程中按照操作规范进行仪表的连接与紧固,对于仪表和管道的连接,在进行连接时确保连接处的密封,选择合适材质和尺寸的密封垫片,防止由于密封垫片连接不好造成仪表周围介质泄漏,影响仪表的测量结果和设备的安全;对于仪表的电器连接,防止接线端子错误造成仪表的损坏,防止接线端子接线松动影响信号的正常输出。安装好之后要对仪表进行初期调整和检测,包含对仪表的零点校验、量程校验和信号的传输校验,确保仪表安装后能正常运行。

日常维护管理。建立完善的维护管理机制,编制具体的维护计划和维护规程,首先制定定期巡检制度,由专业的维护人员,按规定的周期对压力仪表进行巡检,巡检内容主要包括仪表的外貌检视、工作状态检视和测量数据比对。其中在外观检视中对仪表的外观有无损坏、腐蚀情况,玻璃面是否完整,连接部位是否存在松动、渗漏状况等进行检视,在工作状态检视中对仪表指针或显示屏的显示是否正常,有

无卡顿、跳变等异常状况等进行检视,在测量数据比对中,将仪表测量数据和标准压力计测量数据进行比对,确定仪表的测量精度是否正常。

4.4 提升操作人员的专业水平

首先,建立完善培训计划,针对操作人员岗位要求和操作人员目前的知识水平,分阶段、分层次地开展培训工作,培训内容包括压力仪表的工作原理、结构、技术参数、操作方法、日常操作和保养、常见故障处理等方面,让操作人员掌握仪表的详细相关知识,培训方式上采用理论培训和实操培训相结合的模式,在理论培训方面邀请业内专家或仪表厂家技术人员讲解仪表专业技术知识和行业标准规范;实践操作方面安排人员在模拟培训场地或钻井平台进行实际操作培训,由操作人员实际完成仪表的安装调试、操作、故障处理等相关操作,以便掌握更多的仪表知识,通过实践加深对仪表知识的理解。

在操作培训中重点培养操作人员的正确操作能力,详细介绍仪表的正确操作过程,对仪表的开机启动、参数设置、测量数据读取、关机等操作过程进行详细讲解,同时强调各操作环节应当注意的问题,如仪表在开机前要保证仪表电源连接良好、仪表外观完好无损,在进行参数设置时要根据实际的测量需求正确设置量程、单位等,避免操作人员因为操作不当造成仪表损坏或者测量数据错误;同时模拟不同的工况选择不同的情景进行实战操作,增强操作人员在复杂工况面前的操作应变能力和操作熟练度,确保操作人员在任何情况下都能够熟练正确地操作仪表,获取正确的测量数据^[4]。

5 结语

石油钻井平台压力仪表失准问题关系到平台的安全与生产。从仪表失准原因分析入手,采取相应的保障措施,可大大提升仪表的可靠度,降低仪表失准的发生。为了保证石油钻井平台的安全生产,各相关企业应该重视好压力仪表设计、选型、安装、维护、人员培训等方面工作,保证设备长期稳顺的工作状态。

参考文献

- [1] 陈荣毅.石油化工仪表自动化设备的故障分析方法[J].石油石化物资采购,2025(7):10-12.
- [2] 王志坤.基于物联网的石油管道压力仪表数据自动采集方法[J].石油和化工设备,2024,27(2):119-121138.
- [3] 林林.海洋石油平台压力仪表应用初探[J].能源与节能,2013(3):109-111.
- [4] 石振华,李子敏,马桂君.关于海洋石油平台压力仪表应用的探讨[J].化工管理,2019(3):43-44.