

油气站场工艺管道完整性管理技术

Integrity Management Technology of Process Pipeline in Oil and Gas Station

杨魏¹ 张绍辉²

Wei Yang¹ Shaohui Zhang²

1. 四川石油天然气建设工程有限责任公司川东分公司 中国·四川 成都 610000

2. 中国石油西南油气田分公司川东北气矿 中国·四川 成都 610000

1. East Sichuan Branch of Sichuan Petroleum Construction Engineering Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610000, China

2. Northeast Sichuan Gas Mine of CNPC Southwest Oil and Gas Field Branch, Chengdu, Sichuan, 610000, China

摘要: 油气站场是输送石油的关键组成因素, 在石油和天然气运输过程中发挥了增加、分离、精确测量等作用, 对管道系统管理具有重要意义。由于石油和天然气属于易燃、易爆物品, 输送管道已成为一个高度危险的密闭和持续使用的输送设备。场站设备和管道的安全运营一直以来都是国家和社会关注的重点。现阶段, 油气管道完整性管理方法日益完善, 有利于工业应用, 但其完整性管理技术还存在一定的缺陷, 需要不断探索。论文对油气站场工艺管道完整性管理技术进行探讨, 简述油气站场完整性管理技术, 分析其管理技术要点, 以某油气站场为例, 探讨工艺管道完整性管理技术框架和实践效果, 期望能够为油气站场的完整性管理提供一定的参考建议。

Abstract: Oil and gas station is the key component factor of oil transportation, which plays the role of increase, separation and accurate measurement in the process of oil and natural gas transportation, which is of great significance to the pipeline system management. Because oil and gas are flammable and explosive items, the pipeline has become a highly dangerous closed and continuous transportation equipment. The safe operation of station equipment and pipelines has always been the focus of national and social attention. At present, the integrity management method of oil and gas pipeline is increasingly perfect, which is conducive to industrial application, but its integrity management technology still has some defects, which needs to be explored continuously. This paper discusses the process pipeline integrity management technology of oil and gas station, and the analysis of its management technology, taking an oil and gas station as an example, discusses the process pipeline integrity management technical framework and practical effect, is expected to provide some reference for the integrity management of oil and gas station.

关键词: 油气站场; 工艺管道; 完整性管理技术; 风险监测; 安全生产事故; 管理技术要点

Keywords: oil and gas station; process pipeline; integrity management technology; risk monitoring; safety production accidents; management technical points

DOI:10.12346/rb.v1i2.7735

1 引言

油气站场包含静设备、动设备、仪器仪表等设备类型, 其中静设备包含工艺管道、储存罐等; 动设备包含压缩机、泵、加热炉等; 仪器仪表包含各种压力表、温度表、计量仪表等^[1]。因为现场设备多种多样, 一旦出现故障或泄漏, 会引发安全事故, 造成较大的人员和财产损失。因而, 必须应

用可以信赖的完整性管理技术, 及时识别设备的潜在风险, 合理评估风险和不良影响, 以保证现场设备的安全运行^[2]。论文对油气站场完整性管理技术的应用进行探讨, 先简述油气站场完整性管理技术, 分析油气站场工艺管道完整性管理技术要点, 根据某油气站场完整性管理技术框架及实践效果, 总结油气站场完整性管理技术思路和方案。

【作者简介】杨魏 (1981-), 男, 本科, 工程师, 从事石油天然气管道建设施工管理研究。

2 油气站场完整性管理技术

现阶段,世界各国对油气管道完整性管理技术的科学研究已趋向完善,但管理方法还是处于探索研究环节。虽然能够提供油气站场和终端设备风险管理机制、危害识别和风险评估方式、油气管道完整性管理方法与流程,但并未谈及油气站场完整性管理的具体方法与流程^[3]。风险评估的完整性管理实质上是针对不同属性设备,能够选择不同风险评估方法的一种形式。依据风险评估的完整性管理理念与方式,总结其完整性管理技术,主要是指通过风险检查(RBI),以稳定为核心的维护(RCM)及其安全完整性分级(SIL)^[4]。

2.1 基于风险的检测(RBI)

RBI(Risk Based Inspection)是工艺管道、储存罐和其他静设备完整性的评定技术。其基本概念是依据设备的常见故障概率和常见故障不良影响来计算,对系统的风险值进行排序,再根据风险性排列,明确需要注意的问题设备及构件^[5]。现阶段,常见的方式包含判定法、半定量法和定量法。根据对常见故障概率和常见故障不良影响的解读,可以知道优先选择查验次序和有效、高效的检测方式。通过制订有效、可靠的定期检查维护计划,可完成高危设备20%~30%的高效检测和80%~90%的风险预控,进而减少设备风险,降低维修管理成本^[6]。

2.2 以可靠性为中心的维护(RCM)

RCM(Reliability Centered Maintenance)是明确动态性设备维护管理要求和改进维护系统的自动化控制方式^[7]。理论依据是分析全部系统的作用和常见故障,明确系统异常的后果;选用逻辑性决策方法,确立常见故障后果的风险管控防范措施;选用专家评价、定量分析模型、常见故障数据分析等方法与技术,优化维护保养策略。

2.3 安全完整性分级(SIL)

SIL(Safety Integrity Level)主要是针对安全仪表系统的完整性管理方式^[8]。RBI、RCM、SIL都是围绕概率风险评估技术去处理低概率、高后果的极端事件^[9]。概率统计是基于大量数据实现的,通过分析事件风险的发生率,结合其风险伤害程度,可以全面明确每一个事件的风险水平并进行排序。由此可知,油气站场的完整性管理是一个项目工程,必须全面配合,不断加强管理者和专业技术人员的业务能力,需要结合不同类型的技术方式、检测方式、评估方法,甚至维护保养方式。

3 油气站场工艺管道完整性管理技术要点

近些年,中国检测技术的实力飞速发展,为油气站场工艺管道的完整性提供了强大的服务支持。各种各样技术的运用不但可以明显提高油气站场工艺管道的完整性,而且能为其运行的安全性奠定良好的基础,防止外界宏观因素和内部控制要素所造成的潜在风险,立即发出预警信息,尽量避免安全事故的发生。

①在管理技术环节中,深入分析油气站场工艺管道的完整性,尤其是结合相应的关键点,探讨泵阀门、储存罐、压缩机、仪表加热炉工艺管道等设备的协同性及配合性,做好设备维护,防止在施工过程中,因为精细化管理不足导致安全生产事故。

②油气站场工艺管道完整性管理应以工艺管道相关设备为基础,依据现阶段设备实际情况,选择合适的管理技术措施,通过事先风险预警机制发觉隐形的、潜在风险,然后进行有效管理。只有严格控制才可以尽量避免不良风险,借助高效的专业管理和精细管理提升管道运行的安全。

③在油气站场工艺管道完整性管理环节中,要遵循系统性、同步性、协调性原则。例如,在规划前期做好整体统筹,保证完整性管理核心理念升级,达到现阶段油气站场发展需要,并按照实际运行状况,在后期在施工过程中开展有针对性的调整。全部流程都由完整性管理机构运行,不断创新技术,通过建立和完善数据库管理,开展完备的动态调整,以有效提升运行流畅度,防止各系统出现故障。

④在管理环节中,可通过统筹目标妥善处理潜在风险。一方面,可通过管理机制及早发现危险因素,为风险控制获得有效时间。另一方面,在管理环节中,要全面预测分析设备的应用情况、运行状况、技术状态、使用期限、振动、泄漏情况。一旦出现问题,需及时向生产管理部门汇报。只有创建高效的信息反馈,才能够尽量减少安全生产事故风险,让油气站场整个完整性管理处在高水平运行状态,确保零故障或者低故障运行,减少维护成本费用。

4 油气站场完整性管理技术框架及实践

油气站场完整性管理的实施步骤有六个,主要包括数据采集、风险分析、风险评价、完整性评定、维护保养、高效率评定^[10]。现以某油气站场为例,分析工艺管道完整性管理的技术框架和实践效果,具体如下:

4.1 资料收集

一个油气集输站有12套不同功能的储存罐、2套分离设备、2套热处理炉、9套输油泵、1套天然气压缩机、阀门工艺管道网等基础设施。

4.2 风险识别

某集输站按站内功能分布为储罐区、出入站阀区、原油处理区、供热系统区、原油运输区、压缩机区等。各个单位的重要风险和有害因素如下所示:

①储罐区:火灾爆炸和高处坠落事故。现役储存罐发生火灾爆炸的几率不大,梯台高空坠落的几率更高。

②出入站阀区:阀门密封常见故障所引起的物质泄露几率比较大。

③原油处理区:这个区域高压容器数量大,管汇流程相对繁杂,压力气温变化大,动静密封点多,造成油气泄露的概率比较大。

④供热系统区：火灾爆炸、机械设备毁坏、噪声污染的概率比较高。

⑤原油运输区：火灾事故、发生爆炸、中毒。热处理炉易发生火灾事故，发生爆炸的可能性更大。

⑥压缩机区：火灾爆炸、高空坠落、机械伤害概率较高。

4.3 风险评价

依据油气集输站的特性，参考世界各国类似油气集输站的运转、维护保养、设计工程经验，选用三步分析法对油气集输站系统进行基本核查，以获得机械故障的概率（LOF）和设备失效后果（COF），结论如表1所示。

表1 场站设备 LOF 和 CIF 结果分析

设备类型	LOF 等级					COF 等级				
	1	2	3	4	5	E	D	C	B	A
储罐	√									√
加热炉				√			√			
三相分离器				√		√				
输油泵				√						√
天然气压缩机			√				√			
工艺管网					√	√				

根据表1可得到场站设备整体的风险等级，如图1所示。

可能性等级	1				储罐					非常高
	2									高
	3		天然气压缩机							中等
	4	三相分离器	加热炉		输油泵					低
	5	场内管网								风险等级
		E 级	D 级	C 级	B 级	A 级				
		后果等级								

图1 场站设备风险分析矩阵（5×5）

依据风险评价结果能够得知，储存罐在所有场站设备的完整性管理中具有重要意义。按照风险性排行不难发现，储存罐的风险水平也是非常高的，所以降低风险，重点是提升储存罐日常维护、保养检测和管理水平。此外，输油泵处在中等风险水平，三相分离器和加热炉均处在低风险水平。

4.4 完整性检测与评价

评估和评定场站内部设备的实际完整性时，储存罐区通常采用宏观检验、罐顶罐壁板超声测厚、罐底板漏磁等手段；加热炉和三相分离器设备通常采用宏观查验、仪表阀门查验、焊缝超声探伤等手段；输油泵和压缩机通常采用常见故

障综合诊断数据分析系统；工艺管道网通常采用超声波检测和测厚等方式。

4.5 维修维护

根据对各类设备的风险评价、完整性和检测评定，可总结后续完整性管理策略，有益于及时采取相应的防范措施，保证场站正常的生产安全管理。

4.6 效能评价

效能评定用以评价完整性管理具体的工作或者总体实施情况、效率。必须搜集大量与完整性管理有关的技术以及信息数据，并且需要在统计数据相对健全的情况下进行。因项目是该油气站场的初次完整性管理，尚缺乏和工作有关的技术以及数据，必须在后续按时组织开展效能评价，以创建站场完整性管理数据库系统。

5 结语

油气站场完整性管理的核心关键是数据库管理，风险管控涉及生产流程的主要设备。因而，要实现油气站场的完整性管理，必须掌握完整性管理技术要点，科学研究涉及的生产流程的主要设备，鉴别潜在风险，以保障油气站场运输的安全，提高工艺管道完整性管理水平。

参考文献

- [1] 刘玉杰,马雨廷,李明.完整性管理在长输管道中的应用研究[J].石油工业技术监督,2018,34(4):37-39.
- [2] 汤林,付勇.油气田管道完整性管理研究与实践[J].油气田地面工程,2018,37(12):1-5.
- [3] API 1160, Managing system integrity for hazardous liquid pipelines[S].2019.
- [4] API 353, Managing system integrity of terminal and tank facilities[S].2006.
- [5] ASME B 31.8S, Managing system integrity of gas pipelines[S].2018.
- [6] 杨艺.输气站场控制系统SIL分析与应用研究[D].成都:西南石油大学,2015.
- [7] 何勇.油气管道场站防护雷电与静电的措施分析[J].清洗世界,2020,36(1):73-74.
- [8] 陈磊.油气站场工艺管道完整性管理[J].石化技术,2018,25(10):212.
- [9] 张景平,王琦,王亚同.提升油气管道场站防雷装置防护性能的三个措施[J].甘肃科技,2019,35(13):30-33.
- [10] 王和波.长输油气管道腐蚀检测及修复的相关研究[J].工程技术研究,2018(2):73-74.