

长北气田生产工艺系统本质安全化的实现

李战平 姚呈祥 刘伟平

中国石油长庆油田公司第二采气厂

李战平等.长北气田生产工艺系统本质安全化的实现.天然气工业,2009,29(12):105-108.

摘 要 长北气田由中国石油与壳牌石油公司合作开发。在该合作项目实施过程中,合作双方始终将 HSE “零事故”作为首要目标,并为此制定了相应的程序和管理制度,尤其是在生产系统本质安全化管理方面有独特之处。为此,对比了中国石油与壳牌石油公司在生产工艺系统本质安全化方面的差异,总结出长北项目生产工艺系统本质安全化有以下特点:①本质安全化贯穿于整个项目的设计、施工以及生产运行和维护全过程,且有相应的控制和管理方法;②本质安全化的费用投入最低、合理、可行;③安全仪表系统性能稳定,故障率低,能够实现对生产工艺系统的连锁保护;④生产工艺系统建成后按照设计要求进行严格试车,确保后期操作安全平稳;⑤利用先进的 SAP 系统对工艺设备进行维护管理,保证工艺系统安全可靠。

关键词 鄂尔多斯盆地 长北气田 工艺系统 本质安全化 壳牌石油公司 安全生产 管理

DOI:10.3787/j.issn.1000-0976.2009.12.032

2005 年长北合作项目正式进入商业开发。该项目是目前中国陆上天然气勘探开发领域最大的对外合作项目,壳牌(中国)勘探与生产有限公司与中国石油共同承担了开发作业任务,具备年供气 $30 \times 10^8 \text{ m}^3$ 、稳产 10 年的能力。项目实施过程中,合作双方始终将 HSE 业绩表现作为首要目标,并制定了一系列相关程序、措施和管理制度,尤其是在生产系统本质安全化管理方面独具特色。

1 本质安全和本质安全化

本质安全一词产生于 20 世纪 60 年代,源于电气设备防爆构造设计。狭义的本质安全一般是指机器、设备本身所具有的安全性能,即是指机器、设备等自身物质和工艺设计条件能够自动防止操作失误或引发事故。广义的本质安全指包括“人—机—环境—管理”这一系统表现出的安全性能,通过优化资源配置和提高其完整性,使整个系统安全可靠。基于这一系统和安全管理体的本质安全理念认为,所有事故都是可以预防和避免的^[1]。

本质安全化就是为使生产装置、设备、系统以及

安全措施等达到本质安全而进行的研究、设计、改造和强化实施与管理的过程。目的是用科学技术尤其是安全科学技术的一切成就,使生产现场所形成的事故条件(或因素)从根本上得以消除;若暂时达不到这种要求,则可采取多种、多重的安全技术措施,形成最佳组合安全保障系统,以最大程度地实现安全生产^[2]。

2 生产工艺系统本质安全化的实施

长北项目生产工艺系统本质安全化体现在项目的设计、施工以及生产运行和维护管理的整个过程,通过在不同阶段采取不同的措施,来实现整个生产工艺系统的本质安全化。

2.1 项目设计阶段

2.1.1 重视设计前的专项评估

长北项目在概念设计、初步设计和施工图设计阶段,先后开展了一系列由第三方完成的专项评估,如电器安全性操作分析、仪表保护功能研究、价值工程研究、安全工程研究、噪音研究、危险性分析、危险及可操作性分析、消防分析、火灾爆炸性分析、定量

作者简介:李战平,1977 年生,工程师,2000 年毕业于大庆石油学院工业自动化专业,获学士学位;现任长庆油田公司第二采气厂长北天然气开发项目经理部生产作业组维护维修经理;主要从事自控、仪表等方面的维护维修工作,发表论 12 篇。
地址:(719000)陕西省榆林市经济技术开发区长庆油田公司第二采气厂长北天然气开发项目经理部。电话:(0912)3359569 转 5522,13992284517。E-mail: lzp_cq@163.com

危险性分析、人力因素工程研究、设备 HSE 案例分析、安全性评估等。通过前期专题论证,对确定合理的工艺模式和设备选型提供了可靠的依据,提高了整个工程的安全性、可靠性、经济性、实用性。

2.1.2 采用双重标准,现场布局安全合理

长北项目从工程的实用性、安全性和先进性出发,在设计时除了遵循中国国家 and 行业标准外,同时还满足了壳牌公司 DEP(设计与工程实践)的最低标准,两者比较按规定严格者执行。根据《原油和天然气工程设计防火规范》GB 50183-2004 的要求,将长北天然气处理厂主要划分为主装置区、辅助装置区、公用设施区、消防区、办公及生活区 5 个功能区。总平面布置按危险等级分区布置,主装置区在厂区的中央,其他功能区块围绕主装置区而建,办公及生活区在厂区的上风向,两套主装置区之间以及主装置区与其他功能区之间的距离都远大于行业标准要求,达到了安全可靠、布局合理的目的。

2.1.3 独立的安全仪表保护系统,提高装置安全性

长北气田试生产作业区(Trial Production Operation,简称 TPO)在 2005 年升级改造时,采用了具有安全联锁保护功能的 TRICON 系统;增加了用于实现安全联锁保护功能的检测仪表;在集气站进出口天然气管线、分离器排污管线上增加了紧急切断阀以及配套的仪表系统;在装置区周围增加了红外对射可燃气体探测器、火焰探测器。更新后的控制系统既保留了过程控制功能,又增加了仪表保护功能,提高了生产装置的安全可靠性^[3]。

长北气田天然气处理厂及井丛的自动控制系统采用了 DCS、IPS、FGS 相结合的控制、监测、保护系统。与国内较早的控制系统不同之处在于,将联锁保护功能和火焰及气体探测功能彻底地从 DCS 系统中分离出来,分别形成独立的 IPS、FGS 系统。不仅减轻了 DCS 的负担,也大大提高了联锁保护功能和火焰及气体探测功能的灵敏度和可靠性。DCS(Distributed Control System 集散控制系统)主要实现井丛、中央处理厂的生产控制、数据监控;IPS(Instrumented Protective System 仪表保护系统)是在生产出现异常时,为保护人员和工艺设备的安全而进行的停车控制系统;FGS(Fire and Gas System 火焰及气体监测系统)用来监测生产现场的火焰信号和检测可燃气体浓度。DCS、IPS、FGS 在控制器、功能模块、现场仪表、执行机构等方面相对独立,相互

补充,并有冗余备份,各系统之间通过 MODBUS 协议进行通讯,实现了井丛及长北天然气处理厂的远程控制。

2.1.4 合理的工艺流程,降低了操作风险和难度

针对长北气田天然气不含硫化氢,但含有微量凝析油的特点,我们先后在 TPO 榆林集配气总站进行了两套低温分离工艺设备的试验,分别为:①一级分离—板翅式换热器—节流—二级分离—预过滤器—气液聚结器—低温三级分离器—板翅式换热器—外输;②分离—三组管翅式换热器—节流—低温分离器—三组管翅式换热器—外输。通过对比,确定了长北气田天然气处理厂前期采用分离、预冷、JT 阀节流、低温分离的处理工艺,后期采用分离、增压、预冷、丙烷制冷低温分离的处理工艺。此套低温分离工艺流程不仅换热效果更好,而且设备数量大幅度减少,操作难度和风险以及运行费大大降低^[4]。

2.1.5 重点设备选型先进、留有备用

为了确保长北气田生产工艺系统安全可靠、高效运行,在低温分离工艺设备选型时,选用了国内外成熟、先进的固定管板式换热器和装有壳牌专利产品——SMS 高效分离元件的低温分离器,减少了系统的故障率;同时对空压机、导热油炉、重点机泵等辅助设备采取一备一用,即使出现故障,也不至于影响到整个系统的安全运行^[5]。

2.2 项目建设阶段

2.2.1 严把材料采购及项目施工质量关

长北项目天然气处理厂和井丛生产工艺系统采用 EPC 总包合同,承包商为中国石油集团工程设计有限责任公司西南分公司,施工单位为四川石油工程建设公司。为了确保设备质量及施工质量达到设计要求,长北项目采取了以下措施:①低温分离器、导热油炉、空压机、丙烷压缩机、天然压缩机等关键设备由壳牌公司独立采购;②聘请国际知名监理公司挪威船级社(DNV)进行全程监理;③安排资深专家代表操作组参与项目建设,对项目建设中存在的问题及时进行督促整改;④壳牌公司亚太区专家定期来长北项目,审查项目施工质量。

2.2.2 试车组参与项目建设,确保系统安全移交

项目建设完成后,并不是马上就交给操作组进行生产,而是交给试车组,由试车组进行验收,合格后按照设计要求进行系统调试和试运行,对存在的问题进行整改。系统试运行正常后,操作组才正式

接收。试车组的参与,不仅能够及时发现建设过程中存在的问题,还能够减少由操作组直接进行试车投运的风险。

2.3 生产运行和维护管理阶段

从安全管理学角度来看,本质安全是安全管理理念的转变,表现为对事故由被动接受到积极事先预防,以实现从源头杜绝事故,保护人类自身安全。过去人们普遍认为,高风险行业发生事故是必然的,不发生事故是偶然的。而本质安全理论则认为,如果在工作中处处按照标准和规程作业,提前进行控制,加强对人和设备的管理,就可以把事故降低到最低甚至实现零事故。发生事故是偶然的,不发生事故是必然的。

2.3.1 规范生产操作程序,确保按章操作

长北项目生产系统在正式移交给操作组时,不仅仅是将设备按照设计要求完整的移交,还包括全厂生产工艺系统完整的操作手册。操作手册是经过设计方、项目组和试车组相关专业负责人共同编写审核,在试车过程中进行实践验证过的。操作组在正式运行半年后还要对操作手册进行更新(目前长北项目生产系统操作手册已进行过两次正式修订)。此外,操作组还专门组织技术人员,编写了生产工艺系统中单体设备的操作规程。这样,能够保证操作人员在生产操作时做到有章可循、有据可依,确保了操作安全进行。

2.3.2 加强生产操作管理,提高员工的安全意识

一般的生产操作都需要人去完成,因此,人的因素对工艺系统本质安全化有重要的影响。在长北项目,为了避免人为因素引起事故,我们采取了很多管理制度,如工作许可证(PTW)、工作危害分析(JHA)、班前会、退后五步法、A.C.T 事故控制卡等。

此外,还通过建立 HSE 准则、对操作人员进行安全技能培训、宣传安全文化、A.C.T 卡奖励等方法来提高大家的安全意识,实现人的本质安全化^[6]。

2.3.3 利用 SAP 系统实现对生产系统的维护和管理

SAP(Systems Application Products)是应用较为普遍的一种 ERP(Enterprise Resource Planning,企业资源规划)软件系统,它涵盖了企业的人事、财务、生产/运行、原材料供应等方面。

在生产操作中,主要使用了 SAP 系统的工厂维护管理模块,包括如下功能:预防性维护(Preventive Maintenance)、矫正性维护(Corrective Maintenance)

)、工厂维护符合率计算、工厂总的可靠性分析、报告分析等。维护人员根据 PM 工单要求进行维护,并将维护结果填写齐全,上交并录入数据库。如果某台设备出现故障,就要按照 CM 工作程序进行维修,维修人员将故障部件、维修结果以及使用的物料等信息填写在 CM 工单上,上交并录入数据库。维修工程师在 SAP 系统中可以对维修完成率、工厂整体以及单体设备的可靠性进行分析,对于经常出现故障的设备,可进一步分析原因,提出针对性的改进建议。SAP 系统的实施,实现了对生产工艺系统安全状态的定期监控和全面了解,出现故障可以提前处理、确保设备不带病运行、无安全隐患^[7]。

2.3.4 定期专项审核,确保生产系统整体安全可靠

作为壳牌公司在亚太区的重点合作项目,长北项目在技术方面得到了壳牌公司亚太区的大力支持。壳牌公司亚太区先后派来一些技术专家,对长北项目进行了一系列专项审查,包括 HSE 审查、资产完整性及可操作性审查、操作完整性审查等。通过这些审查,使得长北项目生产工艺系统的安全性能不断完善。

3 合作双方生产工艺系统本质安全化对比

1)壳牌公司将生产系统的本质安全化贯穿于整个项目的设计、施工以及生产运行和维护管理的全过程,而且有相应的控制程序和管理制度;中石油对本质安全化的理解主要侧重于生产阶段和维护阶段,而且侧重于人的本质安全和安全管理制度方面。

2)壳牌公司在本质安全化方面的费用投入较高,但并非无限制,而是要达到最低、合理、可行,即费用最低、符合安全和法律要求、实际操作可行;中石油以前在本质安全化方面的投入比较少,近年来有所增加,但总体费用还远远不及壳牌公司。

3)壳牌公司选用的安全仪表系统性能稳定,故障率低,并且定期测试,能够实现对生产工艺系统的联锁保护;中石油有些生产装置安装的仪表保护系统故障率较高,而且不定期进行测试,关键时刻不能完全起到联锁保护作用。

4)壳牌公司让试车组参与项目建设,能够尽早暴露生产系统中存在的问题,保证将生产系统安全完整地移交给操作组。同时,试车过程也为操作人员积累了丰富的操作经验,确保后期操作安全平稳。

5)在设备的维护管理方面,壳牌公司和中石油有各自的运行制度,而且各有所长。壳牌公司利用SAP系统对工艺设备进行的预防性维护和根源分析值得学习;中石油所采取的设备维护保养承包到人的做法还是应坚持。

自 2006 年正式开始商业供气以来,长北项目HSE 业绩表现优秀。截至目前,生产作业组无可记录事故发生天数已超过 1 000 天,长北天然气处理厂3 年来无生产事故发生。

参 考 文 献

[1] 宫宏,赵志勇,刘全桢,等.创建本质安全型石油化工企业[J].安全、健康和环境,2006,6(3):2-4.

[2] 张友亭,杜兵,刘忠宽,等.浅议本质安全化在煤矿安全生产中的应用[J].煤矿安全,1998,29(6):35-37.
[3] 李战平.TRICON 系统在长北气田集气站的应用[J].工业控制计算机,2008,21(10):11-13.
[4] 鲁艳峰,王军江.榆林气田新旧低温分离工艺的对比分析[J].天然气工业,2007,27(3):127-129.
[5] 杨小龙,李战平,李富生,等.长北气田地面工程技术[J].天然气工业,2007,27(10):106-108.
[6] 王博.浅谈企业如何实现人的本质安全[J].长庆石油经济,2007(增刊):39-42.
[7] 李朋江.SAP 在长北项目中的应用[J].长庆石油经济,2007(增刊):18-20.

(修改回稿日期 2009-10-16 编辑 赵 勤)