

HAZOP 分析方法在油田站场无人值守建设中的应用

宋晓娟 梁香娜 豆旭昭 刘若楠

(中国石油工程建设有限公司华北分公司, 河北 任丘 062550)

摘要: 本文通过对原油的联合处理站场的流程进行梳理, 总结出危险与可操作性 (HAZOP) 分析的核心内容, 介绍原油处理流程对 HAZOP 分析的影响, 从而进一步的了解 HAZOP 分析的关键点和分析流程, 明确 HAZOP 分析方法在原油处理站场的研究目标, 同时以某油田原油处理厂为例, 通过 HAZOP 分析, 识别进一步的控制措施以防止或减小危害后果, 为油田站场无人值守建设提供理论依据。

关键词: HAZOP 分析; 无人值守; 风险分析

0 引言

由于油气田各区块、油气输送增压 / 集气站场的位置相对较偏远、交通不便利、自然环境恶劣、倒班轮换周期较长等条件的限制, 对站内运行、值守人员产生较大的生理及心理压力。

HAZOP 分析可以识别工程系统正常操作工况以外的偏差以及所导致的不利后果、评估工程在安全与可操作性方面的足够程度, 同时针对安全措施不足的方面, 识别进一步的控制措施以防止或减小危害后果, 为油田站场无人值守建设提供理论依据。

通过建设无人值守站, 可以避免员工暴露在高风险环境之中, 提高了人的安全性; 采用计算机操作提高了运行的可靠性和效率, 从而达到安全、可靠、高效的基本要求。同时, 油气田无人值守站建设也是落实中央关于“转方式、调结构、促发展”要求的重要举措。

1 HAZOP 分析概述

HAZOP 分析是以系统工程为基础的一种可用于定性分析或定量评价的危险性评价方法, 用于探明生产装置和工艺过程中的危险及其原因, 寻求必要对策。

HAZOP 研究的侧重点是工艺部分或操作步骤的各种具体值, 基本过程是以引导词为引导, 将连续的工艺流程分成许多节点, 针对每一个分析节点, 通过分析生产运行过程中工艺状态参数的变动, 操作控制中可能出现的偏差, 以及这些变动与偏差对系统的影响及可能导致的后果, 找出出现变动偏差的原因, 明确装置或系统内及生产过程中存在的主要危险、危害因素, 并针对变动与偏差的后果提出应采取的措施。

1.1 HAZOP 分析过程

进行 HAZOP 分析, 首先需要成立一个有经验和

有能力的小组。小组成员在 HAZOP 分析主席的指引和领导下, 逐一开展以下工作: ①根据工艺及自控流程图, 将相关工艺系统划分为工艺单元 / 节点; ②针对某个工艺单元, 工艺工程师和运作工程师将说明这个工艺单元的设计目的和通常的操作条件; ③ HAZOP 分析工程师建议某个引导词, 比如无流量、多流等; ④辨识产生工艺偏差的原因, 而这原因必源自所讨论的工艺单元 / 节点里; ⑤预计潜在的后果影响。比如操作困难、工艺异常、生产关断、火灾爆炸安全事故等; ⑥辨识已有的安全防护措施, 以防止工艺偏差原因的发生或减轻后果的影响作业; ⑦如果认为现有安全防护措施不足够的, 将进一步建议增加额外的防护措施; ⑧在 HAZOP 分析工作表中记录讨论和行动的内容; ⑨将有关安全防护措施的工作委派给有关负责单位。

重复以上的分析步骤, 直到所有的引导词都应用和讨论了, 以及小组所有成员对分析内容满意为止。然后, 小组将继续分析下一个节点和下一个引导词, 以此类推直至所有节点和引导词都被分析完成为止。HAZOP 分析的详细工作流程参见图 1。

1.2 HAZOP 分析节点

石油天然气管道是保障能源供给、关系国计民生的基础性设施, 其系统的安全性问题受到各国政府的高度重视。针对油气集输系统中不同介质的特性, 按照其工艺流程的相对独立性和完整性进行划分, 形成常规油气集输系统 HAZOP 分析节点。

HAZOP 分析需要将工艺图或操作程序划分为若干分析节点或工艺单元, 由分析小组通过系列会议对每个节点使用所有引导词依次进行讨论分析, 分析偏离设计工艺条件的偏差所导致的危害和可操作性问题,

得到一系列结果，包括：偏差原因、后果、保护装置、建议措施。HAZOP 节点是指系统的工艺流程、工艺设备或者操作程序的特殊点，针对典型的原油处理站场，HAZOP 节点流程如表 1 所示。其中主要设备包括分离器、大罐、加热炉、换热器、原油处理器、机泵等。

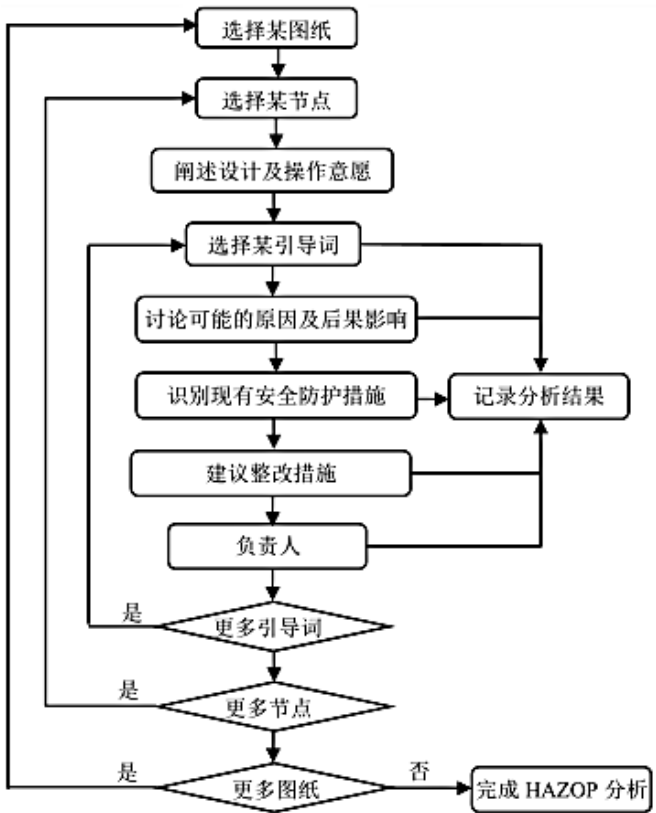


图 1 HAZOP 分析工作流程详解

表 1 原油集输站场系统 HAZOP 分析节点

节点	集输站场流程	节点描述
01	卸油流程	自卸油台卸油斗至缓冲罐出口阀门。设备包括卸油斗、卸油方罐、卸油泵、缓冲罐及其管阀
02	液气分离流程	自各集油线进口阀门至分离器含水仪出口阀门。设备包括阀门、分离器、流量计、含水仪
03	原油处理流程	自原油缓冲罐出口至原油脱水器出口。设备包括脱水器、提升泵、换热器、掺油泵
04	原油净化流程	自净化原油罐入口至原油外输泵出口。设备包括净化原油罐、外输计量系统及其管阀
05	伴生气处理流程	自三相分离器或缓冲罐气出口至除油器、干燥器、除硫装置等处理合格后外输或输至加热炉就地利用

06	采出水处理流程	自三相分离器或沉降罐出来的污水，主要设备包括过滤器、隔油罐、缓冲罐、柱塞泵等
07	站区供热流程	燃料气经过燃烧器在炉膛内燃烧，设备包括膨胀罐、导热油泵房、热媒炉间、采暖换热间、回水罐、热水泵等
08	加药流程	设备包括加药泵及加药管阀

1.3 HAZOP 的特点

①由第三方人员直接负责组织当前的直接设计人员和将来的直接运行人员共同讨论设计中的细节问题；②只考虑可引起各种事故的细节性失常问题的内在原因。不考虑与失常问题有关的外部原因；③是一种用于识别危险性和可操作性问题的形式化和系统化的识别方法，不能被用来解决这些问题或量化这些问题；④结论是建议性的，不是强制性的，只要求限期回答有关问题，只要能够解释通，可以不执行有关的结论；⑤目的只是评审在 P&ID 图上表示出来的并与操作程序有关的资料。将不会涉及到评审用 P&ID 图上没有标出的资料（例如：平面布置的细节）或在评审用程序文件中没有包括的操作方式；⑥只考虑由于一种可信的常规故障或至多两种可信的常规故障引起的危险，所以不会覆盖所有低频率的灾难性事件或多重故障引起的危险性事件。

2 HAZOP 技术的应用

有文献表明，HAZOP 研究中占 40%~50% 的问题是工艺装置操作的安全性研究，其余的问题是产品质量和可靠性的研究。

随着 HAZOP 技术的深入研究和广泛传播，目前主要应用于以下几个方面：①概念设计阶段的重大危害分析；②设计阶段的危害分析；③项目开车前的危害分析；④现有装置的危害分析；⑤装置改造前的危害分析；⑥装置大修前的危害分析；⑦对研究设施和实验室的危害分析。

按照 API750 的规定，HAZOP 定期分析的频率是 3 年~10 年，美国 OSHA29CFR1910.119 规定不超过 5 年。一般在项目初步设计完后可进行一次 HAZOP 分析，项目投产前可进行一次 HAZOP 分析，投产后每 5 年左右进行一次，如遇有重大改造、变更后必须进行一次 HAZOP 分析。

3 HAZOP 分析实例

以某区块原油处理站为例，HAZOP 分析节点流程主要有：油品外输工艺流程、热水流程、排污流程及大罐抽气流程。主要工艺设备见表 2。

表 2 某区块原油站场工艺节点及主要设备表

节点	集输站场流程	流程描述
01	油品外输工艺流程	上游来油→原油除砂器→加热炉→分离缓冲罐→储油罐→外输泵→计量站→外输至下一站
02	气相去加热炉流程	缓冲罐→除油器→脱硫撬→加热炉
03	大罐抽气流程	储油罐→大罐抽气→气处理区
04	热水流程	站外回水管道→回水罐→热水泵→热水炉→去采暖/伴热
05	排污流程	水源井→微孔过滤器→柱塞泵→配水间→到各注水单井

HAZOP 分析小组根据某油田原油处理站工艺流程图进行分析与研究，对节点中的原因及其可能发生的最严重后果进行详细查找与辨识后，提出了 21 条建议措施，如表 3 所示。

表 3 某区块原油站场 HAZOP 分析建议表

建议编号	建议措施
R1	缓冲罐进口阀门更换为电动阀门，并将阀位信号上传，具有远程启停功能，并设置阀位偏差报警
R2	建议根据规范增设备用缓冲罐
R3	缓冲罐出口阀门更换为电动调节阀门，并将阀位信号上传，具有远程启停功能，并设置阀位偏差报警
R4	储油罐进口阀门更换为电动阀门，并将阀位信号上传，具有远程启停功能，并设置阀位偏差报警
R5	储油罐出口阀门更换为电动调节阀门，并将阀位信号上传，具有远程启停功能，并设置阀位偏差报警
R6	设置储油罐高液位报警系统，并设置液位与进出口阀门连锁装置
R7	泵进口阀门改为电动阀门，并将阀位信号上传，具有远程启停功能，并设置阀位偏差报警
R8	泵出口阀门改为可调节型电动平板闸阀，并将阀位信号上传，具有远程启停功能，并设置阀位偏差报警
R9	采集泵电参数齐全，增设泵自保护措施；增设泵及电机运行状态信号远传及报警；设置泵一键启停及自动切换备用泵程序，方便在控制室启用备用泵
R10	泵出口设置高压报警，高高连锁停泵保护措施，进口设置低压保护功能

R11	全站范围（含室内室外）增加视频监控配套智能防爆热成像监控系统，保证站场内监控无死角
R12	房间轴流风机与可燃气体检测连锁
R13	增加管线泄漏报警系统
R14	增设加热炉气进口压力信号远传
R15	回水罐进口阀门更换为电动阀门，并将阀位信号上传，具有远程启停功能，并设置阀位偏差报警
R16	回水罐出口阀门更换为电动阀门，并将阀位信号上传，具有远程启停功能，并设置阀位偏差报警
R17	将加热炉进口阀门更换为电动阀门，并将阀位信号上传，具有远程启停功能，并设置阀位偏差报警
R18	加热炉可一键启动，设置自动切换热水炉程序（自动切换程序中含启动前自查程序）
R19	热水炉出口阀门更换为电动阀门，并将阀位信号上传，具有远程启停功能，并设置阀位偏差报警
R20	增加燃烧器启停及状态等参数，并设置状态报警信号
R21	过滤器排液阀改为电动阀门，并增加自动排液控制

4 结束语

为了进一步完善与优化生产，我们建议所有在 HAZOP 分析会议上所提出的建议都应该在会后采取具体的措施予以落实，并对采纳 HAZOP 建议的程度及其有效落实方法进行详细记录。通过对 HAZOP 分析报告中提出的建议措施进行进一步的评估，根据风险管理的最低合理可行原则和可接受风险要求，进一步提高站场的自动化水平，增加相关的仪表检测及连锁保护手段，实现远程端控制与操作，建设无人值守站场。

参考文献：

- [1] 陈杰. 关于油田无人值守站场自动化运行的研究 [J]. 电子技术, 2015(11):5-7.
- [2] 李秋娟, 余冬, 史威, 等. HAZOP 分析方法在油气管道系统中的应用研究 [J]. 中国仪器仪表, 2010(11): 52-55.
- [3] 赵宏振. 长输管道天然气站场 HAZOP 分析实践 [J]. 天然气与石油, 2010, 28(4):1-4.
- [4] 张斌. HAZOP 技术在丁辛醇装置上的应用研究 [D]. 青岛: 中国石油大学 (华东), 2008.