

# HAZOP分析在钢铁企业煤气系统的应用

李小强

新疆天山钢铁巴州有限公司 新疆 和静 841300

**摘要:**介绍了HAZOP在冶金企业煤气系统中具体的分析方法及工作流程,并以新疆天山钢铁巴州有限公司煤气柜为例,采用HAZOP定性与定量分析的有机结合,识别出导致偏差产生的原因和由此可能产生的后果,量化分析措施的可靠性和事故后果的发生概率,使分析方法最大限度的服务于实践。

**关键词:**HAZOP; 钢铁企业; 系统的应用

## 引言

危险与可操作性分析(HAZOP)是20世纪70年代由英国帝国化学公司(ICI)提出的。经过几十年的实践应用和发展完善,HAZOP技术因其科学、系统的优势,在装置工艺危害辨识领域地位突出,已被发达国家广泛应用,包括化工、石油、石化、机械、航天等工业领域。但在钢铁行业中,HAZOP分析运用较少。

在钢铁企业生产过程中涉及较多的危险物质,其焦化、高炉、转炉冶炼过程中产生的煤气、氧气生产产生的氧气、焦化产品粗苯、重苯和硫磺等,大多为易燃、易爆及易中毒的物质,其中煤气在回收及利用过程中,当压力、温度等控制不当时,极易发生着火爆炸、中毒及环境污染等事故

## 1 煤气柜的HAZOP分析

煤气柜的主要作用是当高炉、转炉煤气管网中煤气压力高于规定值时,即管网中煤气过剩,气柜便充气,存储煤气;当煤气管网中煤气压力低于规定值时,即管网中煤气欠缺,气柜便排气,释放煤气,以保证煤气管网的稳定运行。

本次分析针对新疆天山钢铁巴州有限公司动力厂15万 $m^3$ 高炉煤气柜、8万 $m^3$ 转炉煤气柜等2座在线运行煤气柜装置及附属煤气管网开展HAZOP分析工作,充分辨识15万 $m^3$ 高炉煤气柜、8万 $m^3$ 转炉煤气柜等2座在线运行煤气柜装置及附属煤气管网存在的工艺风险及可操作性问题,辨识不同事故场景的安全措施,针对安全措施不足的场景,提出相应建设措施消减风险。

煤气柜设备系统根据其功能特性可以被划分为5个部分,包括煤气柜本体、进出口管道及阀门、水封系统、配重系统、监测系统。每个功能按照需要决定是否划分子功能系统,因煤气柜系统中功能系统较为简单,不必继续划分子功能系统,直接细化到不同部件即可。煤气柜单元根据其工艺要素特性,对可能发生偏差造成系统

风险的要素进行分析,共分为压力、温度、气缸内活塞高度、气体组分和水封水位5个要素,再根据引导词建立合理的偏差,对系统进行风险分析。

2 本次HAZOP分析的工作程序主要包括:前期准备、现场调查培训及现场分析会议,组织专家再次会议报告编制三个阶段。

### 2.1 前期准备

根据HAZOP分析要求,成立HAZOP分析工作小组,收集煤气系统的工程设计图纸(P&低D、PFD、U&低D)及相关技术资料。并对图纸、资料,图纸变更的内容,进行核对并分析,从中确定满足HAZOP分析的图纸及资料。同时并收集了煤气领域的一些最新技术资料,并对这些资料进行研读分析,提前做好了技术准备工作<sup>[1]</sup>。

### 2.2 HAZOP调查培训

在准备工作完成后,与就时间、地点、人员等问题达成一致后,经现场核查,人员培训后,召集HAZOP分析会议。每次HAZOP会议由公司安排人员主持和记录,会议主要对HAZOP分析方法进行了讲解,对分析范围内的节点、参数进行了全面、深入的分析。

### 2.3 HAZOP分析报告编制

在HAZOP分析会议结束后,HAZOP工作小组成员根据分析会议讨论的内容,通过后续与动力厂相关技术人员的沟通交流,编制完成了该项目的HAZOP分析报告。对于HAZOP分析方法使用进行详细讨论,对于油泵站工艺流程以及主要装置进行讨论,并进行节点划分,制定节点分析计划,并对节点开展讨论分析,记录分析记录<sup>[4]</sup>。

## 3 HAZOP分析工作程序与方法介绍

HAZOP分析方法是通过对一组引导词(比如无流量、多流量、少流量、高温、低温、高压、低压、高液位、低液位等)的使用,来全面分析介绍。

### 3.1 HAZOP分析工作程序与方法介绍

HAZOP分析方法是通过一组引导词(比如无流量、多流量、少流量、高温、低温、高压、低压、高液位、低液位等)的使用来全面和系统地辨识装置设计可能导致安全或操作问题的设计缺陷,评估是否需要的安全措施。HAZOP分析的进行首先组织建立一个有经验和有能力的小组。本项目HAZOP分析小组成员包括了公司领导、动力厂相关管理人员,动力厂安全、工艺、仪表、设备等专业技术工程师以及安全咨询公司的安全技术专家共同组成的<sup>[2]</sup>。

### 3.2 HAZOP分析工作相关要求

(1)HAZOP分析应体现其系统化和结构化的特点,对工艺系统中潜在的由于偏离设计意图而出现的事故剧情与可操作性问题进行综合分析。全面识别煤气系统的危险和设计缺陷,揭示煤气系统存在的事故剧情,特别是高风险、多原因和多后果的复杂剧情。判断煤气系统存在的风险与安全措施的充分性,提出消除或降低风险的建议措施。

(2)对于间歇操作的HAZOP分析,应关注其特殊的分析要点,如节点需按操作阶段划分,除了分析与连续工艺一样的参数外,还应分析每个操作阶段的操作步骤。

(3)应清楚确定HAZOP分析范围。明确系统边界,以及系统与其他系统和周围环境之间的界面。

(4)应清楚确定HAZOP分析假设的一般性原则。

(5)对于HAZOP分析会上不能明确界定后果、剩余风险的高风险事件,可进行LOPA、S/L验证、QRA等分析工作。

### 3.3 HAZOP分析一般原则

HAZOP分析是一个详细地识别危险和可操作性问题的过程,由公司分析团队完成。HAZOP包括辨识可能的设计意图偏离,分析这些偏离可能的原因,评估这些偏离的后果。

#### 4 HAZOP 分析的主要特点包括

(1)HAZOP分析是一个创造性的过程。通过系统地应用一系列引导词来辨识潜在的设计意图的偏离,并利用这些偏离作为“触发器”,激励分析团队成员思考该偏离发生的原因以及可能产生的后果。

(2)HAZOP分析是在一位训练有素、富有经验的分析组组长的引导下进行的。组长应通过逻辑性的、分析性的思维确保对煤气系统进行全面分析。且最好配有一名记录员,记录识别出的危险和(或)操作异常,以便评估和决策。

(3)HAZOP分析需要依赖具备适当的技术水平和经验的多个领域的专家来完成。这些专家要有好的直觉和判

断能力。

(4)HAZOP分析应在积极思考和坦率的讨论氛围中进行。当识别出一个问题时,做好记录以便后续的评估和决策。

(5)对识别出的问题提出解决方案并非HAZOP分析的主要目标,但是一旦提出解决方案,做好记录供相关负责人参考。

### 5 HAZOP 分析结论

本次HAZOP分析提出45条建议,并对上述建议进行了风险排序,在考虑了现有安全措施的基础上,原因发生的可能性与后果严重程度组合,高度风险建议4条,中度风险建议5条,低风险建议36条。分配比例如下图。建议措施风险等

本次 HAZOP 分析将建议措施分为工程措施和管理措施两大类,统计如下:

序号	问题类别	项数
1	工程措施	18
2	管理措施	27

通过与在工艺、设备、控制仪表、操作、安全管理不同岗位的从事煤气管理,对煤气系统有着多年实践经验和丰富技术知识的专家的讨论,对该节点的偏差识别、对有意义的偏差的原因、后果、应采取的措施进行了分析。然后对多人讨论结果结合文献查阅、比较,进行了后续大量的整理(归类、比较、筛选剔除、补充等),总结编制了该HAZOP分析的重要组成部分—煤气系统HAZOP分析表。通过柜容、柜体温度、柜体活塞升降速度、压力偏高、煤气泄漏偏差在硬件投入方面,应全面实现自动控制,安装有确保安全使用的监测和调节仪表、必要的切断装置、事先报警系统、联锁系统,保证材料、设备和安装质量;管理方面,对偏离正常工艺参数和违反操作规程、出现事故时操作员应采取的动作进行良好的培训和演练,提高操作人员的业务素质,以保证装置的安全运行<sup>[1]</sup>。

### 6 在 HAZOP 分析的指引

(1)将相关工艺系统划分为主管网及分支管网节点,梳理调研系统运行及设备操作条件。

(2)通过一组对流量、温度、压力等重要参数的了解查阅,辨识产生偏差的原因,预计潜在的后果影响。

(3)依据标准的风险评价方法,采纳标准内给定的初始事件发生频率参考值以及事故发生的严重性,采用风险矩阵计算出初始事件的风险等级。

(4)辨识已有的安全防护措施,以预防工艺偏差原因的发生或减轻后果的影响作业。并采用安全措施消减

因子和失效概率,计算出采取安全措施后的风险等级。

(5)若认为安全防护措施采纳后,计算出的风险等级仍为企业不可接受的风险,将采取建议防护措施。在采用安全措施的消减因子和失效概率,计算出建议防护措施采纳后,剩余风险等级是否可以接纳。

#### 结语

通过采用HAZOP分析方法,对公司煤气系统进行了全面的检查和分析,并提出了相应的建议措施。这些建议的提出有助于降低煤气系统运行异常产生的风险,有助于改善公司安全生产条件,有助于安全生产事故的早期预防。根据目前所掌握的技术资料,通过进行工艺安全分析,目前工艺安全基本符合安全生产的要求。建议公司充分考虑HAZOP分析报告所提出的建议和措施,在进行的完善改进的同时,配备培养高素质的员工,严格

执行岗位操作规程,继续按照国家有关法律、法规、标准、规范的要求,严格落实现有规章制度和安全管理体系,能有效保证安全生产。

#### 参考文献

[1]白永忠.化工过程安全中的工艺危害分析方法综述[J].安全健康环境.2016, 10: 2-5.

[2]基于知识本体的HAZOP信息标准化框架[J].高东,肖遥,张贝克,许欣,吴重光.化工进展.2020(06)

[3]孙文勇,许芝瑞,邓德利等.工艺安全管理系统中的工艺危害分析方法比较[J].中国安全生产科学技术,2017(7): 116-117

[4]基于过程模拟的HAZOP偏差量化研究与应用[J].程希安,张琪,廖思超,杨霞,李玉刚.现代化工.2017(07)