

HAZOP 分析方法在褐煤煤仓中的应用

刘芳¹, 王林², 彭书¹

(1. 航天长征化学工程股份有限公司, 北京 101111; 2. 中国蓝星(集团)股份有限公司, 北京 100029)

摘要: 为明确褐煤煤仓存在的主要危险因素, 并实现提前预防控制, 分析了 HAZOP 分析方法中常用工艺参数出现的偏差及原因。在阐述褐煤气化反应基本流程和褐煤煤仓基本流程的基础上, 结合 HAZOP 安全分析方法对褐煤煤仓温度、料位、压力、O₂ 组成和出口流量 5 个工艺参数进行分析, 提出参数偏差导致的后果, 并对各项偏差采取了安全保护措施。结果表明: 在控制温度方面普遍采用在煤仓排风过滤器出口设置温度报警装置, 并将煤仓与高温环境隔离, 适时通入 N₂ 以维持惰性环境, 通过煤仓排风将褐煤中过多挥发分排出, 可有效降低爆炸风险。对于煤仓出口堵塞导致压力升高、料位上升的问题, 可在煤仓出口设置振动设备, 通入 N₂ 流化碎煤, 并在煤仓保温伴热系统中设置温度低报警装置。

关键词: 褐煤; 煤仓; HAZOP 分析; 煤气化; 危险因素

中图分类号: TD76 **文献标志码:** A **文章编号:** 1006-6772(2014)03-0075-04

Application of HAZOP analysis method in lignite bunker

LIU Fang¹, WANG Lin², PENG Shu¹

(1. Changzheng Engineering Co. Ltd. Beijing 101111, China; 2. China National Bluestar (Group) Co. Ltd. Beijing 100029, China)

Abstract: To find the dangerous factors in lignite bunker and prevent these factors harming the bunker, analyze the deviation of common technique parameters of HAZOP analysis method and the causes. Based on the basic process of lignite gasification and bunker, combining with HAZOP analysis method, investigate the choice of temperature, material level, pressure, oxygen composition and outlet flow for lignite bunker. Point the consequences led by deviation and the corresponding protective measures. The results show that, installing temperature monitoring and protection alarm at the outlet of exhaust-flow filter and keeping the bunker away from the high temperature environment can better control the temperature of bunker. Feeding N₂ to bunker and exhausting the volatile matter can reduce the risks of explosion effectively. Installing the vibrator at the outlet of bunker, feed N₂ and install low temperature alarm device in heat tracing system can deduce pressure and material level caused by the outlet jams.

Key words: lignite; bunker; HAZOP analysis; coal gasification; dangerous factor

0 引 言

随着世界石油资源的紧缺和优质煤炭资源的耗竭, 褐煤综合利用问题逐渐引起关注^[1]。中国是煤炭储存、生产和消费大国, 煤炭消费占全国能源消费的 70% 以上。中国褐煤资源丰富, 已探明的保有储量达 1303 亿 t, 占全国煤炭储量的 13%, 其中内蒙古褐煤储量最大, 占全国褐煤储量的 77%^[2]。褐煤产量逐年递增, 据统计, 2011 年中国褐煤产量已达 4 亿多 t, 较 2007 年的 2 亿 t 增加了 1 倍多^[3]。对烟

煤、无烟煤进行保护性开发利用的同时, 发展褐煤气化技术, 拓展褐煤开发利用空间是当前中国节能政策鼓励发展的项目之一^[4]。煤气化过程需煤仓连续供煤, 一旦煤仓出现故障, 将对后续工段产生重大影响。煤仓在出料时往往会出现原煤堵塞现象, 严重影响设备正常运行, 甚至出现断流现象。煤仓堵塞还可能导致瓦斯爆炸, 成为煤矿主要环境风险源^[5-7]。煤仓堵塞后煤位有所变化, 研究表明可通过超声波得出可行的检测方法^[8]。针对煤仓底部的堵煤、跨煤问题, 可采用增加底部吹扫 N₂ 管道和

收稿日期: 2014-01-11; 责任编辑: 白娅娜 DOI: 10.13226/j.issn.1006-6772.2014.03.019

作者简介: 刘芳(1980—), 女, 天津人, 工程师, 从事煤气化研发及设计工作。E-mail: liufang026@126.com

引用格式: 刘芳, 王林, 彭书. HAZOP 分析方法在褐煤煤仓中的应用[J]. 洁净煤技术, 2014, 20(3): 75-78.

LIU Fang, WANG Lin, PENG Shu. Application of HAZOP analysis method in lignite bunker[J]. Clean Coal Technology, 2014, 20(3): 75-78.

煤仓底部增加旋转给料阀来解决^[9],也可采用耐磨材料和松散机械联合使用的方法^[10]。目前针对煤仓的诸多研究大都是生产中出现问题后针对性地提出解决措施,而没有系统分析导致煤仓出现问题的原因。HAZOP(Hazard and operability analysis)分析方法是系统工程为基础的用于定性分析或定量评价的危险性评价方法,可探明生产装置和工艺过程中的危险因素及造成危险的主要原因,寻求必要对策^[11]。将 HAZOP 分析方法应用于煤仓系统研究,可全面分析煤仓出现问题的原因,有针对性地提出预防措施。

1 HAZOP 分析方法

HAZOP 分析方法在化工装置的设计过程中具有重要作用。通过 HAZOP 分析可使装置的安装、试车、开车、停车、操作和维修可能发生的故障、事

故、危险、损害、火灾、人身安全等潜在危险因素及早发现,并在设计中补充、完善相应预防危险的措施^[12]。

具体操作方法为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造成的后果,分析出现变动或偏差的原因,明确装置、系统内及生产过程中存在的主要危险因素,并针对变动与偏差的后果提出具体措施。HAZOP 分析方法具有系统结构性、完整性及创造性等特点^[13],从而可提高装置的可操作性及安全性。

HAZOP 分析常用的引导词有 no、less、more、part of、as well as、reverse、other than。HAZOP 分析的关键步骤是将工艺参数与引导词组合成偏差,找出组合后有意义的偏差并对其进行分析^[14-15]。常用工艺参数出现的偏差及原因见表 1。

表 1 常用工艺参数出现的偏差及原因

工艺参数	偏差	可能导致偏差的原因
流量	过量(more)	控制阀开度过大,流量控制器故障;多泵操作,泵出口压头降低,进口压力增加;系统互串,换热管泄漏部分堵塞,容器或阀门故障,泵损坏;输送线路错误,过滤器堵塞,气蚀
	减少(less)	
	无流量(none)	
	逆流(reverse)	
温度	温度高(more)	温度控制器故障,环境条件,冷却管堵塞,冷却水供水终止;换热管破裂,加热器控制失效,加热介质漏入工艺过程,着火情况
	温度低(less)	
液位	液位高(more)	液位控制故障,控制阀打开,出口被封死或堵塞
	液位低(less)	
压力	压力高(more)	压力控制阀故障,放空压力不合适,安全阀被封死,因加热而超压;堵塞问题,连接到高压设备,黏度或密度发生变化
	压力低(less)	
组成变化		隔离阀泄漏,换热器列管泄漏,物料分离不完全;腐蚀,过程控制波动,反应产生副产品

2 褐煤气化反应

褐煤是化学活性较好的煤种,与烟煤、无烟煤相比,更易气化^[16]。褐煤具有 O/C 比、水分、挥发分高,灰分及灰熔融性温度变化大,发热量及机械强度低,热稳定性差,反应活性好等特性。从褐煤气化可能性方面考虑,现有典型的块煤、型煤、碎煤移动床气化技术,碎煤、粉煤流化床气化技术和粉煤气流床气化技术以及地下煤气化技术都可用于褐煤气化。褐煤粉煤气化基本流程为:褐煤经预干燥后水分由 30% 降至 15% 左右,温度为 80℃,直径为 10 mm;褐

煤进入褐煤煤仓,经落煤管进入磨煤机碾磨出合格煤粉送入气化炉气化,产出合成气,褐煤气化反应基本流程如图 1 所示。

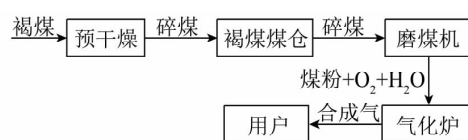


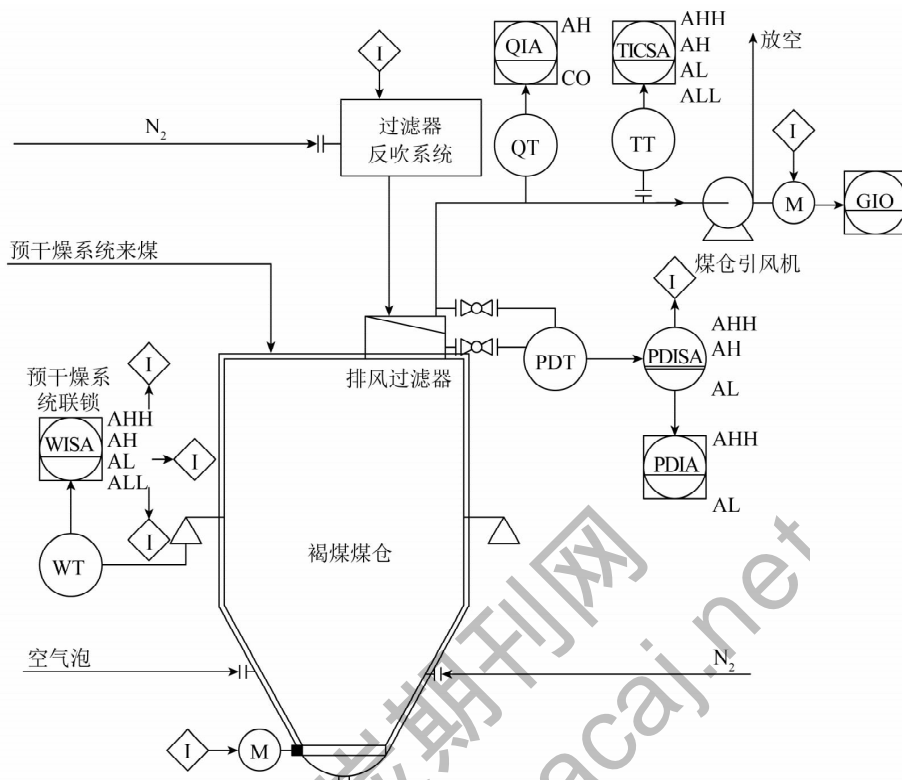
图 1 褐煤气化反应基本流程

3 褐煤煤仓的 HAZOP 分析

褐煤气化过程需要煤仓连续供煤,但由于褐煤

的高挥发分和高水分等特性,导致煤仓极易发生事故。如果煤仓出现问题,将对后续工段产生重大影响。

因此对褐煤煤仓进行安全分析尤为重要。褐煤煤仓基本流程如图 2 所示。



QT—含量变送; QIA—含量变送报警; TT—温度变送; TICS—温度指示连锁报警; PDT—压差变送; PDISA—压差指示连锁报警; PDIA—压差指示报警; WT—质量变送; WISA—质量指示连锁报警; GIO—电机开关信号; AH—高报警; AHH—高高报警; AL—低报警; ALL—低低报警; I—连锁; M—电机

图 2 褐煤煤仓基本流程

结合 HAZOP 分析方法对褐煤煤仓温度、料位、压力、O₂组成和出口流量 5 个工艺参数进行分析,提

出参数偏差导致的后果,并对各项偏差采取了安全保护措施,具体见表 2。

表 2 褐煤煤仓 HAZOP 分析

参数	偏差	后果	原因	已采取的安全保护措施	建议措施
温度	过高	达到煤仓内挥发分闪点,导致煤仓爆炸	来煤温度高; 发生外部火灾; 煤仓内氧含量过高	设置温度监控器,煤仓周围有消防泡和消防水管; 煤仓内通入惰性气体	预计停车时,预干燥系统应减负荷,减少煤粉在仓内的停留时间,并将煤粉尽快导出
	过低	仓壁结露形成挂腊,易产生明火,导致煤仓爆炸	漏入冷气体导致仓内温度过低; 持续通入低压 N ₂ ,而煤仓设计压力为常压	仓体密封,防止热量散失; 有保温伴热系统; 通入的 N ₂ 管道有预热系统	设置伴热系统温度低报警装置
料位	过高	煤仓内煤粉过多,蓄积的挥发分多引起爆炸	预干燥系统超负荷供煤; 煤仓出口堵塞	煤仓设有称重模块,煤质量高报警装置,煤质量超高报警装置; 煤仓锥部设有振动料斗防止堵塞煤仓出口; 煤仓内通入惰性气体惰性化仓内环境	
	过低	煤仓无法满足供煤要求,此套供煤系统停车,不存在安全问题			

续表

参数	偏差	后果	原因	已采取的安全保护措施	建议措施
压力	过高	煤仓破裂,煤粉泄漏引发火灾	发生火灾,使煤仓内煤粉由于温度过高导致大量挥发分析出,体积急剧膨胀;通入煤仓的 N_2 温度低,使仓内煤粉温度降低,黏结堵塞煤仓过滤器出口	煤仓周围有消防泡和消防水管;通入的 N_2 管道有预热系统;设置过滤器压差控制报警系统	煤仓设置压力报警装置
	过低	不存在安全问题			
O_2 组成	过高	煤仓发生爆炸	煤仓漏入大量空气	持续补充 N_2 ,以降低系统氧含量	
	过低	不存在安全问题			
出口流量	过低	煤仓内煤粉过多,蓄积的挥发分多引起爆炸	煤仓出口堵塞	煤仓锥部设有振动料斗,防止堵塞煤仓出口	
	过高	煤仓内料位低,不存在安全问题			
	无	此套供煤系统停车,不存在安全问题			

4 结 语

通过控制褐煤煤仓的温度、料位、压力、 O_2 组成和出口流量,有效避免煤仓发生事故。在控制温度方面普遍采用在煤仓排风过滤器出口设置温度报警装置,并将煤仓与高温环境隔离,适时通入 N_2 以维持惰性环境,通过煤仓排风将褐煤中过多挥发分排出,可有效降低爆炸风险。对于煤仓出口堵塞导致压力升高、料位上升的问题,可在煤仓出口设置振动设备,并通入 N_2 而流化碎煤。由于进入煤仓的煤是预干燥脱水后的褐煤,温度低时容易返潮架桥而堵塞煤仓出口,因此需要在煤仓的保温伴热系统中设置温度低报警装置。

研究证实通入 N_2 可使煤仓系统惰性化,是降低系统氧含量的有效方法。通过HAZOP方法系统全面分析褐煤煤仓,定期检测关键阀门及报警系统,指出装置和设备生产运行中的潜在风险,有针对性地提出控制、降低风险的改善措施,有效避免了重大安全事故的发生,为后续煤气化装置提供安全可靠的供煤系统。

参考文献:

- [1] 张旭辉,刘振强,苗文华,等.中国褐煤在活性焦制备及应用方面的发展前景[J].洁净煤技术,2011,17(1):59-61.
[2] 赵永飞,李建新,葛凤.中国褐煤加工利用浅谈[J].洁净煤

技术,2009,15(6):62-64.

- [3] 白中华,赵玉冰,黄海东,等.中国褐煤提质技术现状及发展趋势[J].洁净煤技术,2013,19(6):32-36.
[4] 周夏.褐煤气化技术评述[J].煤化工,2009(6):1-4.
[5] 谢娟,康静文.煤矿环境风险源的识别探析[J].矿业安全与环保,2013(6):116-118.
[6] 孔艳丽.电厂原煤仓堵煤机理试验研究[D].杭州:浙江大学,2013:12-19.
[7] 王冲,董建勋,白向飞,等.褐煤深度脱水的实验研究[J].洁净煤技术,2012,18(1):54-57.
[8] 李明.超声测距在煤位检测中的应用[J].洁净煤技术,2010,16(4):123-125.
[9] 刘鲁伟.壳牌煤气化磨煤单元存在的问题及改造方案[J].科技资讯,2012(35):107-108.
[10] 张宗军,李军庆,张淑民.防煤仓堵塞方案研究[J].西部探矿工程,2012,24(2):179-182.
[11] 王秀军,陶辉.HAZOP分析方法在石油化工生产装置中的应用[J].安全健康和环境,2005,5(2):6-9.
[12] 黄新平.也谈HAZOP在石油化工设计中的应用[J].石油化工设计,2009,26(2):32-36.
[13] 魏吴晋,林柏泉,翟成.使用HAZOP分析法对重大事故进行调查分析[J].中国安全科学学报,2006,16(3):119-123.
[14] 国蓉,程光旭,郑宝祥,等.德士古煤气化工艺及装置的长周期安全运行分析[J].西安交通大学学报,2005,39(9):994-1002.
[15] 董泰斌.HAZOP分析技术在大化肥装置设计审查中的应用[J].大氮肥,2009,32(3):192-195.
[16] 宋贝,周江红.我国褐煤煤化工技术现状及发展前景[J].科技论坛,2010(9):34.