

HAZOP 分析方法在液氨储罐区中的应用

曹晓李 (湖南化工设计院有限公司, 湖南 长沙 410000)

摘要: HAZOP (Hazard and Operability Analysis, 危险与可操作性分析) 分析以系统工程为基础, 是一种定性分析或定量分析的评价方法。通过 HAZOP 分析, 来辨识液氨储罐区在工艺设计及操作过程中的存在的问题, 为液氨储罐区的稳定安全运行提供指导意见。

关键词: HAZOP 分析; 液氨储罐区

1 HAZOP 分析方法简介

1.1 HAZOP 分析方法

HAZOP 分析是一个详细地辨识危险和可操性问题的过程, 通常是从偏差出发, 反向检查分析引起偏差的原因, 正向检查偏差可能导致的不利后果, 识别已有的安全措施, 进行风险评估, 如果风险不能接受, 则提出相应的措施, 以降低风险等级。

1.2 分析程序

HAZOP 分析将带控制点的工艺流程图划分为不同的分析节点, 通过一系列引导词对每个节点进行分析, 发现引起偏差的原因和由此可能产生的后果, 识别并且判断已有的安全设施 / 措施是否能够避免结果的产生, 并针对不足提出相应的措施或建议。需要如实地记录整个分析的过程。

1.3 技术目标

通过分析要达到的主要目标:

识别系统中可能存在的设计缺陷、设备故障、作业人员失误等可能带来的各种不利后果;

提出能够控制或降低风险, 以及可以改善工艺系统可操作性的措施, 从而防止事故的发生或者减少事故可能的后果;

对“原因 - 后果”形成的危险, 进行风险评估;

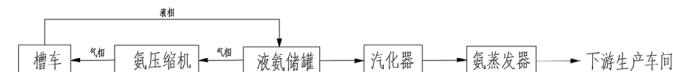
对现场的工艺、设备、仪表和安全管理等技术人员进行培训, 使其掌握 HAZOP 分析的基本原理。

2 在液氨储罐区中的应用

2.1 储罐区的基本情况

某化工企业的液氨罐区, 主要包括氨压缩机, 液氨储罐 (50m³) 1 台、氨汽化器和氨蒸发器。

液氨由槽车经公路运至本项目厂区后, 操作工将其气、液相管道接通, 用氨压缩机抽吸液氨储罐内的气相, 升压后进入汽车槽车, 迫使槽车内的液氨流入液氨储罐, 完成卸车。卸车后关闭液氨储罐气相物料出口及液相物料进口, 物料常温储存, 储存压力为 1.93MPa。气化时打开液氨储罐上液氨出口管路阀门, 液氨靠储罐内压输送进入气化器加热后, 再进入氨蒸发器气化, 氨蒸发器中的氨气最后被输至下游生产车间使用。



2.2 分析过程

HAZOP 分析是由一个分析团队来完成, 由不同专业的人组成的分析组。这种群体分析方式的主要优点是能够相互促进、互相补充、开拓思路, 这也是 HAZOP 分析的核心优势所在。

成立 HAZOP 分析小组, 有组长、工艺、仪表、电气、设备等专业人员, 记录员, 生产企业的主要负责人及操作工组成。

先对液氨储罐区的工艺流程图划分节点, 然后分析偏离设计工艺条件的偏差所导致的危险和可操作性问题。

2.3 节点划分

在 HAZOP 分析之初, 根据工艺或操作程序将 PID 图上的工艺系统分成若干节点。节点划分无所谓大小, 一般按照工艺流程从进入 PID 的管线开始, 继续直至工艺条件的重大变化或下一个设备 (或工段)。

序号	PID 图 纸名称	节点 名称	节点描述	节点 说明
1	液氨罐 区仪表 及工艺 流程图	液氨 储罐	液氨由汽车槽车经公路运进本项目后, 将其气、液相管道接通, 用氨压缩机抽吸液氨储罐内的气相, 升压后进入汽车槽车, 迫使槽车内的液氨流入液氨储罐, 完成卸车。卸车后关闭液氨储罐气相物料出口及液相进口, 物料常温储存, 储存压力为 1.93MPa。气化时打开液氨储罐上液氨出口管路阀门, 液氨靠储罐内压输送进入气化器加热后, 再进入氨蒸发器气化, 氨蒸发器中的氨气输送至生产车间使用。	液氨 储存 及气 化

2.4 风险评估

风险矩阵表

风险评估		可能性 (L)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
严重 性 (S)	1	1	2	3	4	5	6	7	8
	2	2	3	4	5	6	7	8	9
	3	3	4	5	6	7	8	9	10
	4	4	5	6	7	8	9	10	11
	5	5	6	7	8	9	10	11	12
	6	6	7	8	9	10	11	12	13
	7	7	8	9	10	11	12	13	14
	8	8	9	10	11	12	13	14	15

注: 绿色区域代表可以接受的风险, 黄色和红色区域代表不可以接受的风险。

把风险矩阵应用于 HAZOP 分析, 结合风险矩阵,

利用事故的后果严重等级和事故发生的频率等级，在风险矩阵中计算事故的风险等级。

风险矩阵分析法（简称LS）， $R=L \times S$ ，其中R是风险值，是事故发生的可能性与事件后果的结合，L是事故发生的可能性；S是事故后果严重性；R值越大，说明该系统危险性大、风险大。

风险矩阵可能性说明（L）

可能性分类		预期发生频率
8 非常频繁的	在设施中通常发生（至少每年有发生）	> 1
7 经常的	可能在设施的使用寿命中发生多次	$1 \sim 10^{-1}$
6 非常可能的	可能在设施的使用寿命中发生过一次或者两次	$10^{-1} \sim 10^{-2}$
5 可能的	类似的事件已经发生过，或者可能在10个类似设施的使用寿命中发生过	$10^{-2} \sim 10^{-3}$
4 也许的	在集团内的某些地方曾经发生过类似的事件	$10^{-3} \sim 10^{-4}$
3 稀少的	在行业的某些地方曾经发生过类似的事件	$10^{-4} \sim 10^{-5}$
2 很稀少的	类似的事件还没有在行业中发生过	$10^{-5} \sim 10^{-6}$
1 极不可能的	类似的事件还没有在行业中发生并且发生的可能性极小	$10^{-6} \sim 10^{-7}$

风险矩阵严重性说明（S）

严重性分类		人员	财产	环境
8 极度严重		> 30人死亡或永久全失能伤害	> 1亿	有明显超出岗位的影响，需要> 10年才能恢复
7 严重		11~30人死亡或永久全失能伤害	5000万~1亿	有明显超出岗位的影响，需要5~10年才能恢复
6 扩大的		2~10人死亡或永久全失能伤害	1000万~5000万	有明显超出岗位的影响，需要1~5年才能恢复
5 重大		1人死亡；或≥5人永久部份失能伤害或暂时全失能伤害	500万~1000万	有明显超出岗位的影响，需要一年才能恢复
4 高度		永久部份失能伤害≥1人或暂时全失能伤害<5人	100~500万	有明显超出岗位的影响，需要几个月才能恢复
3 中度		损失工时伤害≥5	10~100万	有明显超出岗位的影响，需要数周才能恢复
2 轻度		<5人损失工时伤害	5~10万	有明显超出岗位的影响，几天可以恢复
1 可忽略的		一人急救伤害	<5万	局限于岗位，可以迅速自然消散

2.5 分析结果

编号	参数	参数+引导词	偏离描述	原因	后果	原始风险			现有措施	现有风险			建议项
						S	L	R		S	L	R	
1	温度	温度过高	液氨储罐温度过高	夏季气温过高	液氨储罐可能超压破裂	5	6	很高	1、液氨储罐设温度检测报警器；2、当液氨储罐温度高于40℃时，联锁开启喷淋水进行降温	5	3	低	

2	压力	压力过高	液氨储罐压力过高	超液位	氨气可能泄露，储罐超压破裂	5	5	高	1、液氨储罐设压力检测及压力超高报警；2、液氨顶部设安全阀	5	3	低	
			氨蒸发器压力高	进料管道阀门开度过大	物料泄漏，引发火灾爆炸事故	4	6	高	1、氨蒸发器设置压力显示及高压报警，压力超高时报警，及时通知操作人员进行处理；2、氨蒸发器设置压力联锁，压力达到高高位时联锁关闭气化器进料管道开关阀；3、氨蒸发器顶部设安全阀1个	4	3	低	
3	液位	液位过高	液氨储罐液位过高	进料管道上的手动阀门开度过大；	有溢料风险，严重时可能造成液氨储罐超压破裂	5	6	很高	液氨储罐设置液位显示及高液位报警，液位超高时报警，及时通知操作人员进行处理；液氨储罐设置液位联锁，液位达到高高位时联锁关闭液氨进口管道开关阀，停止进料	5	3	低	
			液氨储罐液位过低	液氨储罐出料管道手动阀门开度过大	影响生产，无明显影响	1	3	低	液氨储罐区设置液位计及低液位报警，液位超低时及时报警，通知操作人员进行处理	1	3	低	

综上所述，本次HAZOP对液氨储罐区工艺进行全面地、系统地分析，使分析人员对于液氨储罐区的工艺过程有了更深一步的了解。液氨储罐区的温度、压力、液位过高时，处于高风险区/很高风险区，当设计采用相应的安全措施/设施后，可由高风险区/很高风险区降至低风险区，使事故可控。通过本次分析，不仅可以使各分析人员对于液氨储罐区的危险及应采取的措施有了更进一步的理解，而且对于日后液氨储罐区的日常生产与维护以及安全管理提供了良好的指导作用。

参考文献：

[1] 张武星, 李晓明. HAZOP-LOPA 分析方法在液氨储罐区的应用[J]. 风险评价, 2016, 16(8).

作者简介：

曹晓李（1985-），女，工程师，硕士，研究方向：化工安全方面工作。