

合成氨生产危险因素的分析辨识

吴 玮

(四川理工学院材料与化学工程学院)

摘要 合成氨生产过程中存在极大的危险性，容易导致发生各类安全事故。本文主要对合成氨生产中的危险性物质、火灾爆炸等方面的风险有害因素进行了分析，并提出了部分安全对策措施。

关键词 合成氨 危险有害因素 分析

加强危险化学品和工业危险因素的分析辨识、评价与监控，是一项事关社会安全、稳定和发展的大事。合成氨工艺在国家安全监管总局公布的首批重点监管的危险化工工艺目录中被列为首批重点监管的危险化工工艺，因此，对合成氨生产进行危险因素的分析辨识十分重要。识别系统中的危险源是危险源控制的基础，只有在危险因素分析之后才能有的放矢地考虑如何采取控制措施。本文将对采用天然气常压间歇催化转化、中低变甲烷化生产工艺（CCR法）的3万吨/年合成氨生产装置进行危险因素分析。

1 合成氨生产工艺流程简介

合成氨生产工艺主要由脱硫转化、中低变、碳化、甲烷化、合成五个工序组成。

(1) 脱硫转化工段。空气、饱和蒸汽和天然气经脱硫后按比例送入燃烧炉、蓄热炉，再通过转化炉内催化剂的作用，780~900℃的温度条件下生成转化气，再经除尘降温后压缩送至中低变工序。

(2) 中、低温变换工段。转化气经油水分离器后进入饱和塔、预腐蚀器、中变换热器、补充饱和蒸汽后进入中变炉、低变炉，在催化剂作用下，将转化气中的CO转换成CO₂和H₂，出中低变换炉的变换气冷却降温后送碳化工序吸收脱碳。

(3) 脱碳工段。变换气经汽水分离后进入碳化主塔、副塔、固定副塔、回收塔、回收清洗塔与合成送来的氨气在碳化吸收制浓氨水，送到碳化固定副塔，在顶部导入和变换气逆流接触进行碳化反应，吸收CO₂，在碳化主塔内生成碳酸氢铵结晶液，由主塔底部取出。造气车间软水岗位送来的软水经清洗塔顶部加入与固定副塔、回收塔来的碳化气逆流接触，进一步脱除CO₂和降低碳化气中氨含量，产生的稀氨水经提浓后送吸收制浓氨水供碳铵生产。出清洗塔的碳化气送甲烷化工序。

(4) 甲烷化工段。碳化气经油水分离器、甲烷化换热器、预热炉加热后进入甲烷化炉，在炉内催化剂的作用下进行甲烷化反应，经碳化气中CO₂，变换气中的CO脱除，合成氨原料气经甲烷化换热器换热回收热量，冷却降温后压缩送合成工序。

(5) 合成工段。混合原料气经油水分离后，经冷热交换器进入氨冷器，液氨自冷热交换器下部分离，气体进入合成塔，在塔内460~520℃下，经过催化剂作用进行合成反应，出塔气中的部分气氨经水冷器冷却降温后，气氨被冷凝为液氨，一并进入氨分分离液氨的氢氮气经循环机增压后，与新鲜原料混合气进入循环机形成循环。由氨分、冷交下部分离段分离出的液氨送入液氨储罐，由氨罐再向氨冷器加氨蒸发成气氨，送碳化吸收制浓氨水供生产碳铵。

2 合成氨生产危险因素分析

名称	闪点 ℃	自燃点 ℃	空气爆炸限 限% (体积)	危规类别 及项别	火灾危 险分类	空气中最高允 许浓度/(mg/m ³)	毒性危 害分级
氨	650	28~15	第 2.3 类 有毒气体	乙	30	N	
氯气	--	570	75~4	第 2.1 类 易燃气体	甲		
一氧化碳	--	610	74~12.5	第 2.1 类 易燃气体	乙	30	II
碳化氢	<-50	246	46~4.3	第 2.1 类 易燃气体	甲	10	II
甲烷	--	537	15~4.9	第 2.1 类 易燃气体	甲		
氢气	-188	--	--	第 2.2 类 不燃气体	--		窒息性气体
二氧化硫	--	--	--	第 2.2 类 不燃气体			窒息性气体

表1 物料危险特性表

2.1 物料的危险有害因素分析

合成氨生产的产品、原料、中间产物中涉及到较多的危险化学物

质。产品为氨，与空气混合能形成爆炸性混合物，遇明火、高热能引起燃烧爆炸，与氟、氯等接触会发生剧烈的化学反应。主要原料之一是天然气，主要成分是甲烷，约占90~98%，其次为乙烷，丙烷，丁烷等烷烃，少量N₂，CO₂，H₂，H₂S及有机硫化物等是一种可燃气体混合物，与空气混合能形成爆炸性混合物，遇热源和明火有燃烧爆炸的危险，与五氧化溴、氯气、次氯酸及其它强氧化剂接触剧烈反应。中间产物有一氧化碳、二氧化碳、硫化氢、氮气、氢气等，具有燃烧爆炸等危险。

2.2 生产过程危险因素辨识

(1) 火灾爆炸。合成氨生产过程中压缩机、合成塔、换热器、脱硫塔、转化炉、天然气管道、合成气管道、锅炉等存在火灾爆炸的危险。生产工艺条件中高温、高压使可燃气体爆炸极限扩宽，气体物料一旦过氧，极易在设备和管道内发生爆炸。高温、高压气体物料从设备管线泄漏时会迅速膨胀与空气混合形成爆炸性混合物，遇到明火或因高流速物料与裂口处摩擦产生静电火花引起着火和空间爆炸。气体压缩机等转动设备在高温下运行会使润滑油挥发裂解，在附近管道内造成积炭，可导致积炭燃烧或爆炸。高温、高压可加速设备金属材料发生蠕变、改变金相组织，还会加剧氢气、氮气对钢材的氢蚀及渗氮，加剧设备的疲劳腐蚀，使其机械强度减弱，引发物理爆炸。液氨大规模事故性泄漏会形成低温云团引起大范围人群中毒，遇明火还会发生空间爆炸。

(2) 中毒窒息。生产过程中存在的有毒、窒息性物质有硫化氢、一氧化碳、氨、二氧化碳、氮气等。操作不当、安全设施未设置或设置不完善，如反应器、泵、管道和鼓风机等处发生泄漏，扩散会造成人员中毒窒息事故。超温、超压运行容易造成设备、阀门、管道疲劳、脆变、老化，低温、湿度、臭氧同时对设备、阀门、管道造成锈蚀、脆变等损伤。都可能引起毒物、易燃液体、易燃气体泄漏，从而造成中毒。

(3) 高温灼烫。装置中一段转化炉、合成塔、热力管道、锅炉、蒸发器等都属高温设备，内部最高温度达到900℃以上，如保温层效果不好或绝热层有损坏，当作业人员接触又未戴手套，极有可能造成高温烫伤。过热蒸汽及热物料管道绝热层有损坏，高热介质会对人员造成烫伤。

(4) 噪声、机械伤害等其他危险性因素。生产区压缩机、风机等设备是噪声发生源，当噪声的大小超过一定值后，不仅影响工厂正常的工作和生产，且对人员健康和安全生产会造成一定的危害。生产过程中使用了大量的机械设备，还有带动这些机械设备运转的电机、泵等运动部件，由于设备的选型、安装、操作及检修等未采取正确手段，极易发生机械伤害。另外，还存在高处坠落、粉尘、触电危害，雷电、静电对人、设备和建筑的损害。

3 重大危险源辨识

根据GB18218-2000《重大危险源辨识》，对该项目生产场所装置区进行重大危险源辨识。根据安监局协调字〔2004〕56号《关于开展重大危险源监督管理工作的指导意见》，对项目锅炉、压力管道、压力容器等进行“重大危险源申报范围”的辨识。

液氨储存区构成重大危险源，部分压力管道和压力容器构成重大危险源申报范围，构成重大危险源申报范围的设备和管道，应按照重大危险源进行管理和监控。

4 安全控制措施

合成氨生产过程中的自动化控制既可节省劳动力、减(转27页)

(接36页)轻劳动强度,又有利于工艺的安全运行。在可能散发天然气、一氧化碳、氢气、氨等可燃气体和有毒气体的部位设置可燃气体和有毒气体检测报警器;脱硫转化工序、变压吸附工序采用DCS系统在中央控制室集中操作控制;合成工序采用集散控制,对温度、压力、流量、气体成分、液位等进行自动调节和自动报警和检测;转化炉设置空气比例自动调节装置和高温报警装置等,自动控制系统运行状况良好,是安全生产的重要保障。同时,要注意加强作业人员培训教育,严格按照操作规程操作,减少失误;加强设备、电气设施、有毒物设备管道等的管理维护,减少泄漏发生;使用合格的防护用品,

保证系统的安全运行。

参考文献

- [1] 吴宗之,高进东,魏利军.危险评价方法及其应用[M].北京:冶金工业出版社,2002
 - [2] 林玉波.合成氨生产工艺[M].北京:化学工业出版社,2006
- 作者简介 吴玫,女,四川理工学院材料与化学工程学院讲师,主要从事环境与安全方面的教学科研。

(收稿日期:2010-09-17)