空分装置危险因素分析及安全对策

Analysis of Risk Factors and Safety Countermeasures of Air Separation Device

杜鹏

Du Peng

华陆工程科技有限责任公司 中国·陕西 西安 710065

Hualu Engineering Technology Co., Ltd. Shaanxi, Xi'an, 710065, China

摘要: 本文主要对空分项目可能存在的危险因素进行了辨识和分析, 其中对重点危险源进行了较为细致的探讨。通过上述内容分析, 提出了应对性的安全策略, 以期有效降低空分项目风险, 对空分项目的实施和运行提供支撑。笔者通过对空分项目风险相关内容进行分析, 期望能为空分项目安全管理提供有效的参考和借鉴。

Abstract: In this paper, the possible risk factors of air separation project are identified and analyzed, and the key risk sources are discussed in detail. Through the analysis of the above contents, this paper puts forward forward in order to effectively reduce the risk of air separation project and provide support for the implementation and operation of air separation project. Through the analysis of the risk related contents of air

关键词: 空分装置; 危险因素; 安全; 对策

Keywords: Safety Countermeasures for Risk Factors of Air Separation Devices

DOI: 10.36012/etr.v2i9.2709

1 空分装置的危险因素分析

1.1 空分装置中危险有害物质分析

1.1.1 氧气的危化特性:

熔点℃	沸点℃	相对密度 (空气=1)	饱和蒸气压 (kPa)	临界温 度℃	临界压力 (MPa)
-218.8	-183.1	1.43	506.62/-164℃	-118.4	5.08

氧气无色无味气体, 是易燃物, 是可燃物爆炸的基本元素之一, 能氧化大多数活性物质, 与易燃物形成爆炸性混合物, 属于危险化学品, 危规号 22001。

1.1.2 氮气的危化特性:

熔点℃	沸点℃	相对密度 (空气=1)	饱和蒸气压 (kPa)	临界 温度℃	临界压力 (MPa)
-209.8	-195.6	0.97	1026.42/-173℃	-147℃	3.40

氮气无色无味气体, 惰性气体, 有窒息性, 在密闭空间可将人窒息死亡, 属于危险化学品, 危规号 22005。

1.1.3 液氧的危化特性:

液氧天蓝色透明且易流动液体, 熔点: -218.8℃, 沸点: -183.1℃, 相对密度(水=1): 1.14, 饱和蒸气压(kPa): 506.62(-164℃), 溶于水, 乙醇, 临界温度(℃): -118.95, 临界压力(MPa): 5.08, 危险特性同氧气, 属于危险化学品, 危规号 22002。

1.1.4 液氮的危化特性:

无色无臭压缩液体, 熔点: -209.8℃, 沸点 -195.6℃, 相对密度(水=1): 0.81/-196℃, 饱和蒸气压(kPa): 1026.42/-173℃, 微溶于水, 乙醇,。临界温度: -147℃, 临界压力(MPa): 3.40 惰性气体, 有窒息性, 在密闭空间可将人窒息死亡, 属于危险化学品, 危规号 22006。

2 空分装置中危险因素分析

2.1 助燃氧化性危害

氧气(包括液氧)助燃, 属易燃物, 是可燃物燃烧、爆炸的基本要素之一, 能氧化大多数活性物质; 与可燃物可形成爆炸性混合物, 遇明火极易引起燃烧危险, 液氧与可燃物接触时, 因碰撞易产生爆震, 存在爆炸危险, 液氧蒸发时形成气氧, 遇火源易引起闪烁燃烧危险。

2.2 富氧毒性危害

常压当氧浓度超过 40% 时, 有可能发送氧中毒, 吸入 40%~60% 浓度的氧气时, 出现胸闷、胸骨后灼烧感, 呼吸困难, 可是加剧, 严重是出现呼吸窘迫综合症。吸入浓度超过 80% 以上时, 出现面部肌肉颤动、眩晕继而全身强制性抽搐、昏迷、呼吸衰竭而死亡。

【作者简介】 杜鹏(1974~), 男, 大学本科, 高级工程师, 从事工程管理研究。

2.3 缺氧窒息危害

氮气、氩气是一种无色、无味、无毒、不可燃惰性气体，人体吸入时有很强的窒息性，会引起窒息危险，当吸入一定浓度的氮气时，可在数分钟内死亡。

2.4 低温冻伤危害

液氧、液氮、液氩均为低温液化气体，在标准大气压下，液氧沸点为 -183.1°C ，液氮沸点为 -195.6°C ，液氩的沸点为 -185.7°C ，人体接触时，会引起严重冻伤。

2.5 静电聚集危害

高速流动的气体在管路系统及设备内流动时，易产生静电聚集，特别是氧气及液氧等助燃气体，因流速过快，可能产生高电位静电，遇明火或者静电放电易引起燃爆，通过国内多起燃爆事故原因分析，静电放电是导致火灾爆炸事故的一个重要原因。

3 工艺过程中的危险因素分析

3.1 空气压缩过程的危险因素

空分压缩过程可能发生火灾爆炸事故，多发生在轴瓦、转子、电机、排气管中，爆炸的原因主要有：冷却水中断或供应不足、油泵故障导致润滑油中断、排气管道积碳等原因。

3.2 分子筛吸附过程中的危险因素

分子筛吸附是空气分离前预处理工序，脱除洁净空气中的杂质如乙炔、碳氢化合物及水分对深冷分离安全至关重要，如果分子筛吸附失效，碳氢化合物带入冷箱可能发生不可预测的安全事故。

3.3 深冷过程中的危险因素

分馏塔是空分装置的关键设备，是氧氮分离的关键部机，分馏塔液氧富集，如果其中碳氢化合物超标（主要是乙炔和油脂等）一遇火花就会发生猛烈的爆炸。

分馏塔爆炸事故多发生在冷凝蒸发器液氧蒸发区一级板翅式换热器氧气隔层底部。

3.4 空气膨胀制冷过程中的危险因素

气体在膨胀机内膨胀时，温度显著降低，可能有部分气体液化，液体温度升高时，产生急剧气化，会对叶轮、叶片产生严重破坏，存在潜在的危险，另外，膨胀机内油料易燃，一旦发生泄漏，遇高温或者明火，会引起火灾、爆炸。

3.5 液氧输送过程中的危险因素

液氧压力输送过程中也会发生火灾爆炸事故，在液氧泵体内爆炸常发生在叶轮及泵壳部位，泵体外常发生在密封圈的上部和电机之间，另外，液氧泵轴承润滑油缺失，出现局部高温，也能引起液氧气化后爆炸。

4 空分装置危化品安全对策

4.1 根据氧气的危化特性

氧气的助燃易爆性是安全生产的主要控制因素，控制氧气流速和压力，避免出现冲击场，氧气管道做好脱脂及静电接地，阻断点火连的形成，是防止氧气燃爆事故发生的有效措施；

4.2 根据氮气及液氧、液氮、液氩等低温液体的危化特性

窒息性、富氧毒性以及低温冻伤伤害是主要控制因素，采用仪表泄漏报警以及防止有毒气体聚集措施，

可有效防止窒息事故的发生。保证低温液体系统管道系统的焊接质量、做好在线压力检测、制定针对性的操作规程是控制和减小低温伤害的有效办法。

5 空分装置工艺过程安全对策

（1）设置冷却水温、水压检测及轴承温度连锁，空分压缩机运行中冷却水供应不及，应立即停车，保证机组安全运行；

（2）设置空压机油温、油压与轴承温度报警连锁，如出现油泵故障以及润滑油不足立即停车，避免事故发生。

（3）定期清理排气管积碳，设置排气温度报警连锁。

（4）检测和控制分子筛吸附器出口温度以及二氧化碳等碳氢化合物含量，设置检测报警及停车连锁，保证洁净空气进入冷箱，避免深冷工序生产安全。

（5）设置分馏塔液氧低位报警，冷凝蒸发器采用防爆型设计，板翅式换热器采用防止烃类析出结构；

（6）设置透平膨胀机密封压力与油压的压差连锁，出现膨胀机超速、油压异常、轴温过高等异常情况时，应自动关闭入口阀并停车检查。

（7）保证膨胀机进口温度，保证气体膨胀的过热度，严控膨胀机后温度保证气体不液化。

（8）液氧泵应设置出口压力、轴温超温声光报警及自动停车装置。

综上所述，在国内生产安全要求越来越高，管控越来越严的态势下，空分装置安全风险管理具有有着十分重要的作用，本文主要针对空分装置的危化因素、生产过程中的危险因素进行详细识别和分析，并相应提出安全管控对策，以期能够对空分装置安全风险进行有效把控，对空分安全管理提供有效的参考和借鉴。

参考文献

- [1] 李化治，制氧技术 [M]. 冶金工业出版社，1997.
- [2] GB16912-2008, 深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程 [S]. 北京：中国标准出版社，2009.
- [3] GB50030-2007, 氧气站设计规范 [S]. 北京：中国标准出版社，2008.