

# 工业气体生产的安全控制措施探讨

徐飞

宜兴市恒昌工业气体有限公司

DOI:10.32629/jsse.v3i4.17846

**[摘要]** 为了保障工业生产安全以及人员、设备安全,本文通过分析工业气体生产环节存在的安全隐患,采取针对性的措施。通过加强气体检测与监控、加强设备安全管理、重视人员安全管理、完善安全管理制度,旨在有效降低工业气体生产过程中的安全风险。

**[关键词]** 工业气体; 生产; 安全控制

**中图分类号:** X913.3 **文献标识码:** A

## Discussion on Safety Control Measures for Industrial Gas Production

Fei Xu

Yixing Hengchang Industrial Gas Co., Ltd.

**[Abstract]** In order to ensure industrial production safety and personnel and equipment safety, targeted measures are taken by analyzing the safety hazards in the industrial gas production process. By strengthening gas detection and monitoring, enhancing equipment safety management, attaching importance to personnel safety management, and improving safety management systems, the safety risks in the industrial gas production process are effectively reduced.

**[Key words]** industrial gases; Production; security control

### 前言

工业气体作为现代工业体系里的关键要素,在推动产业转型升级时起着十分重要的作用,不论是钢铁冶炼、化工生产这些传统行业,还是半导体制造、新能源开发以及生物医药研发这些新兴领域,其战略地位都得到广泛认可。在工业气体生产过程中,包含诸多危险化学品以及繁杂的工艺环节,一旦出现泄漏、爆炸或者引起中毒事故,就会造成企业财产受损、人员伤亡,并且会对周围环境乃至社会公共安全形成严重威胁。基于此,加强工业气体生产安全管理显得十分关键,这是保证人民生命财产安全,维持社会稳定的重要手段,也是推动产业高质量发展的必要条件之一。

### 1 工业气体生产的安全隐患

#### 1.1 气体特性隐患

工业气体的特性是引发安全事故的主要因素,如氢气,具有高挥发性和强爆炸性,它与空气混合形成爆炸性混合物,一旦达到一定温度或点火条件,就会产生剧烈燃烧;乙炔也是典型的易燃易爆气体,同样存在爆炸风险,其爆炸极限范围为2.5%~82%,如果浓度超标遇到明火,可能迅速恶化成严重后果。有毒有害气体对人员安全构成显著威胁,以一氧化碳为例,无色无味且不易察觉,可通过与血红蛋白结合形成碳氧血红蛋白,使其丧失携带氧气的能力,从而引发组织缺氧并危及生命健康;氯气因其强烈

的刺激性与腐蚀性,不仅可对呼吸道、眼部及皮肤造成严重损伤,且在高浓度环境下更易引发窒息性死亡。

#### 1.2 设备设施隐患

气体生产设备老化、设计瑕疵、管理疏忽等都是安全隐患出现的主要原因,设备服役年限一直在增长,其性能慢慢退化,运行稳定性和可靠性也随之降低,故障发生的频率和泄漏的风险明显增加。同时,部分企业为了获得短期经济利益,不重视设备更新和保养方面的投入,从而增加潜在事故发生的可能性。设备受损一般由材料疲劳、腐蚀破坏、超载运行这些因素造成,管道壁变薄、法兰密封失灵等都会导致介质泄漏,进而引发严重安全事故<sup>[1]</sup>。

#### 1.3 人为操作失误

人为因素是造成工业气体生产安全事故频发的主要原因之一,操作人员的违规行为,比如违反安全规程、私自改变工艺参数、在禁火区内吸烟等,成为潜在的危险源。同时,操作失误频频发生,可能与员工的安全意识淡薄、专业技术水平不足有关,部分员工对工业气体的危害性认识不足,且存有侥幸心理,再加上缺乏系统性培训,对设备的运行原理以及操作流程了解不够深入,缺乏应急处理的能力。

#### 1.4 管理体系漏洞

工业气体生产安全问题与安全管理制度不完善有关,虽然

有些企业已经搭建基本制度框架,不过这些内容大多不够全面化、细致化,很难做到安全生产的精细管理。部分企业在制定安全制度时,没有清晰划分部门以及岗位的安全责任范围,造成实际运作时出现权责不清、互相推诿的情况。同时,安全监管不到位,部分企业在履行安全监管职责时,表现出形式主义的倾向,很难系统性地找出并消除潜在风险隐患。

## 2 工业气体生产的安全控制措施

### 2.1 气体检测与监控

#### 2.1.1 气体检测技术

气体检测技术及其相关设备种类繁多,各种方法与装置各有其独特的性能特点和应用范围。如表1所示,为常见气体检测技术的检测方法、原理、参数以及适用气体类型。气相色谱法是利用气体组分在固定相与流动相间分配系数差异,实现分离后定量分析,具有分离效果佳、响应速度快、灵敏度高等优点;红外吸收法是基于气体分子对特定波长红外光的特征吸收,通过吸光度来计算浓度,具有精度高、响应快、使用方便等优势;电化学传感法是通过气体与电极发生氧化还原反应,产生与浓度成正比的电流或电位信号,其优势体现在灵敏度高、选择性强、反应迅速等方面。

表1 常见气体检测技术

检测方法	仪器类型	核心技术参数	适用气体种类
气相色谱法	气相色谱仪(GC)	分离效率: $>10^4$ 理论塔板数;分析速度: 5~30min/次;灵敏度: 检测限 $0.1 \sim 10$ ppm;定量精度: RSD $<2\%$	无机气体( $O_2$ 、 $N_2$ 、 $H_2$ 、 $CO$ )、有机气体( $CH_4$ 、 $C_2H_6$ 、VOCs)、高纯度气体(纯度 $>99.99\%$ )
红外吸收法	红外气体检测仪	检测精度: $\pm 1\%$ ;响应时间: $<1$ s;检测波长: $2 \sim 15 \mu m$ ;测量范围: $0 \sim 100\%VOL$	极性分子气体( $CO$ 、 $CO_2$ 、 $SO_2$ 、 $NH_3$ 、 $CH_4$ )、部分有机蒸气(如乙醇、丙酮)
电化学传感法	电化学气体传感器检测仪	灵敏度: 检测限 $0.01 \sim 1$ ppm;响应时间: $<30$ s;线性范围: $0 \sim 1000$ ppm;传感器寿命: 1~3年	有毒有害气体( $H_2S$ 、 $Cl_2$ 、 $NH_3$ 、 $NO_2$ 、 $CO$ )、腐蚀性气体( $HCl$ 、 $HF$ )

#### 2.1.2 建立监控系统

建立气体泄漏、压力、温度监测系统,凭借多种多样的传感设备,对生产流程全程进行动态追踪,及时传送警报信号。气体泄漏探测模块采用气体浓度传感器,持续搜集作业环境中的气体成分数据,一旦检测数值超越预先设定的限值,就会立刻触发警报告知相关人员,并采取相应措施,以防止潜在事故出现;至于压力和温度监控单元,专门针对设备以及储罐的运行参数展开实时跟踪,保证它们始终处在安全范围内,如果出现异常情况,系统就会自动启动应急预案,如开启泄压装置或者启用降温设备,以此避免因超压或者过热而引发的设备损害风险。此外,建立智能监控系统,包含数据采集、传输、存储以及分析这些主要功能模块,做到对监测信息的即时高效获取,还要把数据传送到数据中心执行集中处理和深入剖析,依靠大数据技术展开数据挖掘和关联分析,迅速找到潜藏的风险要素,为决策提供可靠依据。

### 2.2 加强设备安全管理

#### 2.2.1 设备选型与采购

设备选型要充分考虑到其独有的物理化学特性,就强腐蚀性气体而言,如氯气、氯化氢,建议采用不锈钢或者玻璃钢等耐腐蚀材料,制作管路系统、储罐以及阀门部件;至于易燃易爆气体,如氢气、乙炔,配备具有很好防爆功能的装置,还要加上防爆电机、防爆电器以及静电防护手段,全方位考量生产规模和工艺流程的需求,精准挑选设备的规格和型号,保证其产能符合实际应用的要求。

#### 2.2.2 设备安装与调试

设备安装要依照产品说明书和技术规范来执行,保证施工质量达到标准。施工前,把现场的情况全部检查一遍,如场地是否平整、地基能否承载重量、水电气供应情况等。在安装时,对于设备的位置、垂直度、水平度,用精确的测量方法来加以确定并校正,使各项指标符合技术标准的要求;对于管路连接、电气布线,务必按照规定来操作,接口要结实,密封不能漏气,接线也要准确无误<sup>[2]</sup>。

设备调试包括空载调试、负载调试以及性能测试等诸多步骤,空载调试主要用来评判设备的基础运行状况、各个部件的功能表现以及控制系统的效能,以此来判定它在没有负载的情况下是否可靠;负载调试则是在模仿实际工作情况的条件下展开,着重考查设备承受一定负荷时的运行特点和稳定性,如压力、流量、温度这些参数是否符合技术标准;性能测试则会全面检测设备的技术指标,涉及产能、气体纯度、能耗等。调试期间,要严格按照方案的要求来进行,把相关数据记录下来,对于出现的问题要及时调整改善,等到确认设备达标以后才能投入运用。

#### 2.2.3 设备维护与检修

设备维护保养对于提升服役寿命、保持稳定运行有着重要意义,企业应针对各个时段制定任务目标,明确时间安排、责任划分。日常维护包括清洁、润滑、紧固、校正和除锈;定期打扫,有效地清除设备上附着的灰尘、油迹以及一些其他杂物,从而优化工作环境;注意设备运动部件的润滑,降低机器部件之间的损耗,延长整个机体的工作寿命。同时,制定科学的设备检修标准与操作规程,在检修前,制订详细的作业计划,确定检修范围、技术参数、工艺流程以及安全管控要点等;在检修过程中,对目标设备实施全面的检测与养护,及时替换失效的部件,消除潜藏的风险点;检修结束后,对设备的状态加以评定,等到各项指标均符合要求以后再投入使用。

### 2.3 重视人员安全管理

#### 2.3.1 安全培训与教育

在员工的安全培训上,包括入职引导、平常培训、专门技能加强等诸多板块。对于新员工入职引导,重点在于阐述企业的生产安全方针、作业规章、作业地点的环境特性及其工作岗位的风险情况,促使他们尽早地融入企业的安全文化大环境之中;平常培训通过各种各样的形式,如专场讲座、互动议论、公告牌展现、经典案例拆解等,持续改善员工的安全意识水平,提升其应对紧急事件的能力;专项技能培训重点针对某些岗位的人员,依照其职业特性以及技能需求,制订系统的、分模块的专业培训

计划,包括气体充装操作、设备保养修理以及应急处置等诸多核心部分,目的就在于全方位提升员工的操作水平及应对突发事件的能力<sup>[3]</sup>。

### 2.3.2 人员资质管理

在工业气体生产中,特种作业人员涉及的岗位较多,要完成特定培训并通过考察才准许上岗,目的就是约束从业人员的操作行为,真正保护好生产的现场安全秩序。创建从业人员资质档案管理系统,执行动态化管理机制,保证从业人员资质的合规性和可靠性,系统要涵盖基本资料、特种作业操作证复印件、培训记录、考核成果等核心要素。企业要定时对特种作业人员资质展开复核,着重关注操作证有效期、复审周期、继续教育完成情况等关键指标。对于即将到期的操作证,要及时告知持证人员办理续期手续,还要加强对操作证后续跟踪管理,保证其资格一直处在合法有效状态。

### 2.3.3 规范人员行为

创建系统的员工行为规范体系,以保证生产流程高效运转。具体而言,包括行为准则和纪律要求,严格依照安全生产制度,佩戴并使用劳动保护用品,坚决杜绝违规操作和擅自离开岗位。在气体生产车间里,员工得按照既定的工艺参数去完成作业任务。同时,创建并完善员工行为监管体系,尽快找出并妥善解决潜藏的违规现象和安全风险,企业要搭建多层级的监督网络,依靠专职安全人员的日常巡查、专门审查、视频监控等方式,全方位覆盖员工的行为动态。

### 2.4 完善安全管理制度

#### 2.4.1 建立健全安全生产责任制

在安全管理方面,企业要明晰各级管理层、各个职能部门以及岗位人员的具体职责,再采用逐层分解的方法,落实到每个人身上。通过依靠签订安全生产责任书之类的手段,细化各层级的任务指标和绩效标准,从而达成全员参与、责任到人的目标。在

这个体系当中,高层管理者应当承担总体安全规划的顶层设计与综合协调任务,安全管理部门专注于日常监管和隐患排查工作,生产部门负责现场作业的安全把控,设备管理部门则侧重于设备的维护保养及运行状态监测等工作。

#### 2.4.2 建立定期安全检查制度

构建长效安全监管机制,实现隐患早期识别并有效处理。企业要制定完善的安全检查计划,确定检查内容、标准、办法以及频率。检查内容包括设备运行状况、制度落实、操作规程执行等;检查方法采取多元方法结合的方式,如日常巡查、专项检查、节假日检查等。对于已发现的安全隐患,要形成专门的台账管理体系,明确责任主体、整改时限、具体要求,保证隐患治理工作能高效推进。

## 3 结语

工业气体生产的安全管理尤为重要,通过分析工业气体生产现存的安全隐患,给出对应的解决办法,通过结合气体特性,加强人员、设备安全管理,以实现安全生产,最大程度地削减潜在危害。

### [参考文献]

- [1]马坡.危险气体泄漏监测在工业生产安全中的实践与优化——以甲烷为例[J].化学工程与装备,2024(08):160-162.
- [2]徐海洋.气体泄漏检测技术在化工安全生产的应用[J].化工安全与环境,2025(03):23-26.
- [3]赵学臣,李强.氯碱化工生产流程及副产氢气的安全高效利用[J].全面腐蚀控制,2025(04):172-175.

### 作者简介:

徐飞(1988—),男,汉族,江苏宜兴人,本科,化学工程与工艺专业,中级注册安全工程师(其他安全+化工安全),一级注册消防工程师,研究方向:安全生产管理。