

工业气体储运、使用过程中的安全隐患以及应对措施

刘 椿（杭州贝斯特气体有限公司，浙江 富阳 311400）

摘 要：工业气体是现代化工厂生产过程中的重要原料，同时它也是危险性较强或易燃易爆的物质。因此，为保障工厂的安全生产，要切实加强工业气体的日常管理工作，做好储运、使用过程中的安全隐患排查，防止爆炸、泄漏事件的发生。本文首先介绍工业气体的分类及其危险事故类型，其次对其储运、使用过程中的安全隐患点进行深入分析，最后提出针对性的泄漏、爆炸等事故的应对措施，希望对相关行业工作的开展有所帮助。

关键词：工业气体；储运；安全隐患；应对措施

0 引言

工业气体一般具有较强的危险性，在生产、储运、使用过程中，一旦操作不当，很容易发生爆炸，影响工厂的安全生产。为保障化工项目的安全、有序进行，在保生产效率的同时，也要保生产安全。因此，要对工业气体发生事故的原因进行细致分析，并采取针对性的解决措施，最大限度保障工作人员的人身安全和工厂资产安全。

1 工业气体分类以及危险性

1.1 工业气体的分类

在通常情况下，工业气体会被称作瓶装工业气体，因为在存储时，它一般是压缩或液化状态的，容器是气瓶。按照工业气体的危险性质分类，一般可以分为三类，即有毒气体、易燃气体、不易燃气体。按照“化学产品的分类和标签”来划分，一般可以分为两类，即液化气、压缩气体。

在特定情况下，易燃气体会发生爆炸，处理不当还会引发大面积的燃烧事故；不可燃气体的性质是稳定的，也不可燃，但是它也是危险的，因为吸入这种气体会使人窒息，危及生命；有毒气体有两种，分为可燃与不可燃，它们的共同点是吸入后，人畜会发生中毒，严重的会导致死亡。

1.2 工业气体易发危险事故

工业气体的易发危险事故一般有三种：

1.2.1 发生物理性的爆炸

气体可以进行压缩以及液化，但是也不能无限度压缩，它是有临界压力和临界温度的。在压缩气体过程中，温度一直上升，当其升高至某个水平时，不能继续在压力下进行液化。简而言之，临界温度就是某种气体能压缩成液体的最高温度，高于这个温度，无论多大压力都不能使它液化。这个温度对应的压力就是临界压力。一种气体的临界温度与其对气体的热量

敏感度成反比，即临界温度越低，对热量越敏感。温度升高，蒸发速度变快，压力也变高，这种情况下，爆炸的风险也在逐步加大。

一般情况下，用于存储液化气以及压缩气体的气瓶是有固定的压力值的。在高压状态下的气体，如果其容器，即钢瓶被猛烈撞击，或者加热，其会迅速发生膨胀，容器气瓶内部的压力会迅速攀升，一旦这个压力突破了气瓶的极限强度，就会发生爆炸事故，且威力巨大，破坏力十足。

1.2.2 发生爆炸且具有持续燃烧性

可燃气的爆炸极限包括两种，即爆炸下限和爆炸上限，它们是遇火源能发生爆炸的可燃气浓度范围。在这个范围内，可燃气体会发生爆炸并且燃烧。

1.2.3 发生化学爆炸

工业气体具有活跃特性，在空气中会发生分解、氧化或者再次聚合等。其通常情况下会与其他类物质发生强烈的化学反应。发生反应之后会有高温、高压现象产生。在发生反应的过程中，大量的热量被释放出来，这些热量的聚积十分容易引发爆炸事件。工业气体中的有毒气体一旦发生爆炸更为危险，不仅是爆炸本身，而且还有爆炸的衍生物，都是具有毒性的，危害性更强。

2 工业气体储运、使用过程中的安全隐患点

2.1 工业气体泄漏

在易燃气体发生泄漏后，与空气混合，到达某个浓度时，如果再遇到火源，那么就会发生爆炸。可燃气体在空气中发生爆炸需要满足以下两点：①发生泄漏的气体属于易燃气体，这些气体跟空气发生混合，当混合的浓度处于爆炸极限时，便属于爆炸性混合物；②爆炸性混合物遇到火源。火源会在某种程度上将爆炸性混合物点燃，进而发生剧烈的爆炸。例：前些年，江苏某城市化肥厂发生的爆炸事件。当时情况为化肥

厂生产车间中某条管道发生破裂,氢气泄漏,而后发生爆炸。该事件导致5人死亡,20余人受伤。事件原因为管道内气体高速运动,碰撞管道,且与管道破裂处发生剧烈摩擦产生静电火花,火花点燃了之前泄漏气体与空气的爆炸性混合物,进而引发了大型的爆炸燃烧事故。

2.2 工业气体反应失控

工业气体在高压下进行氧化、聚合的过程中,大多数会有放热反应发生。在这些反应发生时,如果它的容器所在位置系统出现故障,电源故障或者缺水等都会导致反应热的积聚。热量的积聚同时压力也在急速攀升,容器压力过高超过限值,就会发生爆炸。例:某年国内东北城市一化工厂的爆炸事件,即为反应失控引发的。该工厂在生产聚氯乙烯树脂过程中,因操作不当,发生相当严重的爆炸事故,导致12人死亡,2人重伤,3人轻伤,经济损失20余万元。该事故起因为在生产机器进行聚合反应、并处于激烈反应状态时,操作人员却将冷却水阀关闭,导致反应产生的热量无法得到及时释放,聚合物的超压、过热等因素导致检修孔垫圈被冲开,大量的氯乙烯被喷洒出来,并且产生静电,静电火花与混合物接触引发大规模的爆炸事故。

2.3 工业气体储存瓶使用不当

由于工业气体的储存瓶管理不当引发的爆炸事故时有发生,究其原因,大概可分为两种:①根据有关规定,在工业气体储存瓶补填之前必须要对其进行检测,确定其中无残留气体才可进行下一步操作。如果气瓶中残留有气体,那么盲目进行再次补填,容易发生化学反应,极其可能引发爆炸。例:南方某市发生多起气瓶爆炸事故。最严重的导致5人死亡,12人受伤,经济损失百万元以上。事故的共同点为所有气瓶均安装于同一氧气站中。由于工作疏忽,操作人员并未按照规定对气瓶进行检测,确定其中无残留气体,而是直接补填氧气。但是气瓶之前有可燃气体残留,两者形成爆炸性混合物,在使用过程中,遇到刺激便会引发爆炸;②装有乙炔的存贮瓶中丙酮量不充足也会引发爆炸。在溶剂中必须有足够的丙酮,丙酮量的多少决定着乙炔气体的溶解量。如果缺乏溶剂,气瓶的压力也会变大。在运输过程中、使用过程中,更为不稳定,更易发生爆炸。

2.4 工业气体生产设备检修操作不当

工业气体大部分都是有毒、易燃、易爆、具有强

腐蚀性的,在生产过程中,也容易残留于生产设备以及管道中。生产设备经过一段时间的运行,需要进行检修,检修维护工作与火关系密切,一旦违反操作程序或者粗心省略了步骤,就可能会发生爆炸火灾事故。

设备维护发生事故的原因多为试运行以及停车错误,清洁和更换操作错误、分离以及安装盲板未能按需进行、检查以及维护程序未能及时进行等。例:广西某化工企业发生一起因设备维护导致的爆炸事故,直接经济损失百万元以上。事故调查结果显示,该企业当时正在对氮气管进行维护以及更换工作,在熄灭酒精罐时并未将焊接好的氮气罐从其中分离,着就导致了酒精蒸气进入了氮气管,进而形成了含有酒精的爆炸性混合物,最后混合物被引燃导致回火,爆炸事故发生。

3 工业气体泄漏、爆炸等事故的应对措施

3.1 工业气体泄漏事故的应对措施

在工厂,一旦发生了气体泄漏,首先确认泄漏的气体种类,如果是易燃气体,那么必须要严禁在现场使用、打开火源,包括电源也要紧急进行关闭处理,任何可能会导致事故中心爆炸的物品都必须清理干净。泄漏区域的大小、可燃气体的扩散程度都决定着火源燃烧的状态,工作人员在确定了事故可能波及的区域后,设置警戒线,安排人员马上进行疏散。当进入警戒区域时,手机不可携带、不可使用,带有金属物体的鞋子以及其他非防爆工具都不可进入。

如果发生泄漏的不是可燃气体,那么应急救援人员一定要正确佩戴呼吸器,且在事故中心区域设置警戒线,防止无关人员入内,避免发生危险。马上疏散事故可能波及到的人员,避免发生窒息死亡事件,尽可能降低不可燃气体泄漏事故引发的恶劣后果。

如果发生泄漏的是有毒气体,应急救援人员要第一时间佩戴好呼吸系统,穿上防护服以完全隔离危险物品的侵蚀,迅速向中心区域发出警告,并根据气体的扩散性以及影响程度,快速疏散周边受影响人员。

3.2 工业气体火灾事故的应对措施

工业气体引发火灾事故要视情况不同而采取不同的应对措施:①因气体泄漏引发火灾,首先应做的是将周围燃烧的火焰扑灭,防止火势的进一步扩大,把火情控制在一定范围内;②事故现场应实施阻隔措施,不具备阻隔条件的,要保持气体的燃烧一直处于稳定状态。一旦大量的可燃气体突然加快泄漏速度,那么与空气相遇混合后,在火源处会发生剧烈的爆炸,其

后果是灾难性的；③在火灾的现场，如果有易燃的压力容器，要使用水枪将其覆盖，并将其移动至安全位置，防止其发生破裂，对周围环境、人进行二次伤害；④如果发生事故的是天然气管道，有出现泄漏、着火现象，在确保安全的情况下，应找到天然气管道阀门。阀门没有损坏的情况下，将入口、出口的阀门关闭，此时火势很容易控制，并因失去气源而自动熄灭。需要注意的是，现场指挥人员必须时刻观察情况，注意危险迹象。在灭火过程中，如果安全阀突然着火，且变亮、振动，出现破裂或者其他异常现象。指挥人员要准确、迅速做出决定，通知现场人员撤离至安全地带，保障人员生命安全。

3.3 工业气体事故应急救援措施

工业气体事故如果特别严重，现场人员应立即向紧急救援中心报告，报告中要将事故发生的时间、地点、事故类型、材料特性以及目前情况、事故点设备位置描述清楚，还要叙述清楚发出警报的人员姓名、联系方式等，方便后续救援工作的顺利展开。

当指挥部接到事故报告后，会立即向事故发生控制区的安全生产监督管理部门汇报，同时根据事故的性质，发生爆炸火灾的物质特性等，准备好对应救援物资，组织人员立即进行营救处置。紧急救援物资以及救援专家需立刻奔赴现场进行抢险救援。

应急救援人员在抵达事故现场之后，要迅速对事故性质、现场情况进行判断，将安全区域划分出来，制定好事故处置方案，并负责现场应急工作，科学、合理分配救援任务。专家抵达事故现场后，在指挥人员指示下，做好自我防护措施之后，根据分工的不同，有序开展救援以及处置工作。

事态处于可控范围之后，安排工作人员对事故现场进行净化处理工作，防止污染等次生灾害发生。

3.4 工业气体泄漏物、泄漏源头的处置措施

3.4.1 处置泄漏物

对于工业气体的泄漏物，处置一般可以分为三种情况：①采取将工业气体的浓度稀释的方式。例：易燃气体发生泄漏，在事故现场，可施加大量的水蒸气、氮气等，来稀释其浓度，使其无法达到燃烧条件。具体使用时，可采取喷雾开花水等方式来实施，达到稀释效果；②采取将工业气体范围覆盖的方式。例：液化气发生泄漏，用某种物质将其表面覆盖，减缓液化气蒸发的速度，使混合物浓度达不到燃烧条件，就不会发生爆炸事故；③使用其他材料吸收泄漏物。例：

如果液体发生泄漏，使用沙子等性质较为稳定的物质对其进行吸收与中和，之后将其排放至安全处。

3.4.2 处置泄漏源头

处置泄漏源头一般分为两种情况：①在工业气体的制造过程中，发生了泄漏，那么工作人员需要确认情况是否安全。如果是安全情况，那么要紧急关闭阀门，更改下一步流程，或者终止操作，待处置妥当后再进行生产；②存储于容器中的工业气体发生泄漏事件，工作人员要使用喷水器火消防水冷却容器进行处置，且要对材料泄漏处进行封堵。封堵的材料不可随意选用，避免发生二次灾害。

3.5 采用特定材料处置工业气体爆炸

①多孔陶瓷对于防止爆炸传播有良好效果。原理为多孔陶瓷可将传播至其孔内的火焰团分隔开来，由一团分为多个小基团，如此依赖，爆炸火焰的能量耗散就无法继续向外传播；②甲烷发生爆炸时也可采用多孔陶瓷材料，其对该类型爆炸的抑制作用明显。距离点火源位置、厚度等不同，其对于火焰传播产生的影响也不相同。当与点火源距离为 30cm 时，火焰锋面速度呈先增加后降低的态势，厚度越厚，这种速度的降低效果会越明显；当与点火源的距离为 50cm 时，火焰速度峰值与超压峰值与多孔陶瓷的厚度成反比，即多孔陶瓷越厚，这种降速越明显。但是对于火焰锋面速度下降的效果却不明显，而且下降时间跟常规爆炸相比较长。

4 结束语

化工企业的性质特殊，其所使用的工业气体一定要严格、认真对待，必须切实做好其储运、使用过程中的管理工作。相关企业必须在日常工作中强化操作人员的职业技能，提高其责任心，要求所有操作按标准流程完成，不放过任何细节，进一步做好工业气体的安全使用工作，保障工作人员的人身安全，保障企业的财产安全，推动行业持续、健康发展。

参考文献：

- [1] 张冀. 工业气体爆炸事故原因分析及应急救援 [J]. 化工设计通讯, 2021, 47(09): 147-148.
- [2] 段玉龙, 王硕, 王文和, 邓智迅, 赖帆, 张晏华. 多孔陶瓷结构抑制甲烷爆炸实验研究 [J]. 消防科学与技术, 2020, 39(06): 746-749.
- [3] 祁榴花. 工业气体爆炸事故原因分析及应急救援研究 [J]. 化工管理, 2016(1): 2.