

制冷与空调作业危险性分析

第一节 制冷与空调作业事故及特点

第二节 制冷与空调作业事故原因分析

第三节 制冷作业的爆炸危害分析

第四节 制冷空调循环水水质对制冷系统安全的影响

第一节 制冷与空调作业事故及特点

制冷作业的事故归纳起来主要为爆炸、中毒、窒息、冷灼伤及火灾等。

一、制冷与空调作业事故种类

(一) 制冷与空调作业爆炸事故

制冷作业发生的爆炸事故有两种：一种为化学爆炸事故，一种为物理性爆炸事故。

1 化学爆炸事故

(1) 氨气遇明火发生的爆炸事故

(2) 用氧气对制冷系统试压时发生的爆炸事故

(3) 焊接氨制冷系统产生的爆炸事故

(4) 直燃式溴化锂吸收式制冷机组火灾爆炸事故

2 物理性爆炸

(1) 制冷设备中的制冷剂具有较大的可压缩性，受压后体积收缩积聚能量，当容器的容积较大时，一旦遇到意外情况，容器或系统管道爆破，制冷剂就会瞬间急剧膨胀，释放出巨大的能量，形成物

理性的爆炸，如制冷系统中制冷剂液体管路以及制冷剂的钢瓶等受热发生的爆炸事故均属此类，也成液爆。

(2) 违章操作导致的设备超压爆炸事故。制冷空调系统运行中，操作人员违反安全操作规程，违章作业导致设备系统超压，若安全装置失灵，其压力超过设备强度，造成设备系统爆炸。

(二) 火灾事故

氨制冷剂具有可燃性，遇到明火会燃烧，氨的自然温度是 630℃，空气中的氨的含量达 11%—14%时，即可点燃，产生爆炸和火灾事故。

(三) 制冷剂的中毒、冻伤事故

1 氨泄漏造成的中毒事故

氨是一种有毒的刺激性气体，能严重地刺激口、鼻和肺黏膜。氨气不仅通过呼吸道和皮肤等造成人员的中毒事故，而且氨强烈的刺激性还造成对人眼睛的伤害，严重者造成眼睛失明。制冷作业中，曾发生多起氨的泄漏造成的人员中毒事故。

2 氟利昂的窒息中毒（略）

3 制冷剂的冻伤事故

液体制冷剂溅到人的皮肤上会造成冻伤事故。液体制冷剂与皮肤接触，造成皮肤和表面肌肉组织的损伤，特别是氨制冷剂，它不仅会冻坏肌肉组织，还腐蚀皮肤。这种腐蚀作业的症状与烧伤的症状相似，也称为冷灼伤。

二、制冷空调作业事故特点

总结制冷空调作业所发生的事故，其事故的特务可以归纳为如下

几点：

- (1) 群死群伤
- (2) 财产损失大
- (3) 社会影响大
- (4) 操作人员违章操作造成的事故在制冷空调事故中所占比例较大

第二节 制冷与空调作业事故原因分析

制冷与空调作业发生的事故，其原因主要与以下因素有关：

- (1) 制冷系统的压力
- (2) 制冷系统的温度
- (3) 制冷剂的理化性质
- (4) 违章操作

一、由于制冷系统超压而引起的危险

(一) 冷凝压力超高

冷凝压力超高是制冷空调系统压力超高的主要原因之一，设备超压直接威胁制冷设备的安全运行。制冷设备冷凝压力超高的主要原因是冷凝效果严重下降。

1 制冷空调系统循环冷却水系统若出现以下故障将会导致冷凝压力趋高。

- (1) 冷却水泵出现故障，导致冷却水不足。

(2) 冷却塔风机故障，如风扇电机皮带折断或松动导致风机转速减慢；水分布水眼堵塞，导致水流喷淋分布不均匀而造成冷却塔换热效果不好，冷凝器冷却水进口温度过高。

(3) 冷却水进出管道阀门或过滤器堵塞，导致水流不足或中断。

(4) 冷缺水管道内有空气，水泵出水压力不稳定。

(5) 冷凝器冷却水管道结垢，导致冷凝器换热率下降。

2 冷凝器有空气等不凝性气体，制冷空调系统在检修过程中由于抽空不彻底，系统会残留少量空气，另外在充装制冷剂或加油过程中操作不当，也会带入少量空气，这些空气聚集在冷凝器中占据冷凝器的气体空间，造成冷凝压力升高。

3 冷凝器中制冷剂液体过多，过多的制冷剂液体覆盖传热管，减少制冷剂气体与冷却水管的换热面积，导致冷凝效果降低，制冷剂的气体不能很好的冷凝成液体，而使制冷剂气体压力超高。

4 冷凝器中润滑油积聚，也会降低热交换效率，导致冷凝器冷凝压力上升，产生超压危险。

(二) 制冷系统饱和蒸气压力增大

由于不正常的外部热量的干扰，引起制冷系统饱和蒸气压力增大，如用热氨或水对低温蒸发系统融霜或在高温环境下停机以及周围环境期货时，均会引起制冷系统内饱和压力增高，产生超压危险。

(三) 液体制冷剂充满封闭空间所产生的危险

充满制冷剂液体的管道和容器，由于环境温度升高而引起制冷剂

体积急剧膨胀，压力骤升。因此，将充满液体制冷剂管道两端的阀门关闭，或在容器和钢瓶中超量充装液体制冷剂都是非常危险的。制冷系统运行中，可能发生液爆的部位应特别注意，这些部位有：

- (1) 冷凝器与储液器之间的管道；
- (2) 高压储液器至膨胀阀之间的管道；
- (3) 二端有截止阀门的液体管道；
- (4) 高压设备的液位计；
- (5) 在氨容器之间的液体平衡管；
- (6) 液体分配站；
- (7) 气液分离器出口阀至蒸发器（或排管）见的管路；
- (8) 循环储液器出口阀至氨泵吸入端的管路；
- (9) 氨泵供液管道；
- (10) 容器至紧急汇氨器之间的液体管道。

经试验证明，充满液氨的钢瓶，放在日光照射的场地上，半个小时就能爆炸，爆炸率百分之百。

（四）起火时制冷系统的超压危险

制冷空调系统周围环境或机房起火时十分危险的，而相当多的制冷空调机房，即使是在制冷空调系统停止运行时，因为制冷剂尚在制冷系统里，起火时的温度会导致系统内的液体制冷剂急剧膨胀，压力骤升，造成超压爆炸和制冷剂大量泄漏的危险。

另外，许多设置在地下室的制冷空调系统设备，其容器上的安全阀排放口设在室内，一旦设备超压，安全阀大量释放制冷剂，并对现

场作业人员造成窒息中毒的危险。

二、直接由温度引起的危险

（一）金属在低温下的脆性破坏

制冷设备在低温的情况下应有足够的韧性，否则会因脆性破坏导致事故的发生。因此，在低温条件下，冷风机应采用耐腐蚀耐低温和潮湿的低温钢材，并具备足够的韧性，让钢材脆性转变温度低于冷风机的工作温度，防止材质脆性破坏。

（二）在封闭空间里载冷剂（水、盐水等）的冻结

在制冷空调系统运行中，载冷剂的冻结是常见事故，如冷水机组冷媒水（也称冷冻水）因水流不足或中断时，导致蒸发器内冷冻水温急剧下降至零度以下，冷冻水管路结冰即冻结，造成水管冻裂的设备事故。

（三）热应力产生的危险

制冷系统在运行操作过程中由于温度的变化，会产生热应力的影响，系统温度的突然变化，会使受热器件产生较大的热胀冷缩，特别是设备在低温状态下，遇到温度的突然升高，如热氨融霜作业等，加之设备材质和安装的质量等问题往往使设备承受不了如此大温差变化，故在设备的薄弱环节如接口或焊接部位等处发生破裂，造成制冷剂泄漏事故。

（四）设备下面地基冻胀而损坏建筑

在制冷系统中，因低温设备的温度较低，会将冻量传给地基，造成地基冻结而膨胀变形，如此反复，必定影响建筑物。在冷库建设中，

因为没有做好地面的防冻处理，导致冷库内的水分渗入地面，因低温造成地面冻结而膨胀隆起，使建筑的结构强度受到影响。

（五）低温对人的伤害

作业人员在低温环境下工作，所处的条件与其他工作的环境大不相同。尤其在冷库冻结间及冷藏间里工作就更为艰苦。在低温下工作，人的动作不是活，往往会感到手指和脚趾麻木，不穿防寒衣服，身体就会散失大量热量，从而降低和减缓新陈代谢的速率，使热量的损失和热量的产生更不平衡，进一步影响人体正常的新陈代谢，引起人体自身的御寒体系紊乱。

三、制冷剂的危害

（一）制冷剂对人生理的影响

首先是对人体和设备的直接危害，其次是对环境的破坏。

间接的危害人类。

直接危害表现在制冷剂自身所具有的毒性、燃烧爆炸性和对材料的腐蚀性。

对环境的破坏表现在是大气臭氧层急剧缩小，地球温室效应增加。

表 4-3 各种制冷剂的毒性比较表

（二）氨的危害

1 氨中毒的元凶分析

（1）氨中毒主要为急性中毒事故，制冷系统设备突然的破裂导致氨大量泄漏是致人中毒的主要原因。制冷设备发生破裂的原因，除

了由于系统级环境温度升高导致的液爆造成氨的泄漏等原因外，还与以下原因有关：

①振动破坏

②充氨作业由于胶管质量问题、老化，或管接头管卡不牢造成脱落、破裂导致的氨泄漏。

③在对制冷系统进行修理前，对修理部位降压抽空不彻底，造成带压拆卸系统设备、部件等导致氨泄漏。

④阀门阀盖与阀体之间密封不严，操作失误造成泄漏。

⑤压缩机液击产生的设备破裂。

2 急性氨中毒

氨时具有特殊臭味的刺激性气体，常温常压下为气体，氨通过呼吸道和皮肤侵入人体。氨易溶于水，常作用于眼结膜、上呼吸道及其他暴露于空气中的粘膜组织，附着粘膜后，成为碱性物质，对粘膜产生强烈的刺激作用。

3 慢性氨中毒

慢性氨中毒易引起慢性气管炎、肺气肿等呼吸系统疾病。

4 化学烧伤

氨属生碱性物质，当碱性物质与肌体蛋白结合后，形成可溶性碱性蛋白，并溶解脂肪组织，随着碱性物质不断地渗入深部组织，其剖面不断加深。烧伤的程度分为烧伤的面积和深度。

5 化学冻伤

氨液如果溅到人体上，将吸收人体表面的热量气化，热量失去过

多则造成肢体的冻伤。化学冻伤同时伴有化学烧伤。化学冻伤的症状是先有寒冷感和针刺样疼痛，皮肤苍白，继之逐渐出现麻木或丧失知觉，肿胀一般不明显，而在复温后才会迅速出现。

（二）氟利昂制冷剂的危害（略）

第三节 制冷作业的爆炸危害分析

制冷设备爆炸造成的危害是多方面的，而且十分严重，主要表现在：

一、碎片的破坏作用

设备、器件破裂爆炸时，气体高度喷出的反作用力固然可以把整个壳体向反向推动，造成危害，同时，有的壳体可能裂成大小不等的碎块向四周飞散。这些具有较高速或较大质量的壳体，碎块在飞出过程具有较大的动能，对人体、厂房有杀伤和破坏力。

二、冲击波的破坏作用

据估计，设备破裂爆炸所释放出来的能量，约有 3%-15%消耗于将设备进一步撕裂和将设备或碎片抛起，其余的能量产生冲击波。

冲击波产生时，空气压力会发生迅速且悬殊的变化，危害最大的是压力突然升高，产生一个很大正压力，即所谓超压 ΔP 在爆炸中心，冲击波超压 ΔP 可以达到及格甚至十几个大气压力，足以摧毁厂房、设备等。

三、氨的二次危害

制冷系统中如果使用氨作为制冷剂，当系统设备爆炸时，氨必定

向四周散发。而氨散发于大气时呈气态存在，对人体的器官有强烈的刺激，甚至中毒窒息，称为二次毒害。

同时，氨在空气中的含量为 16%-25%，便成为极易爆燃的混合气体。此时，只要遇到火源（如明火、钢铁零件碰击产生的火花），就会立刻发生燃烧性的爆炸，其爆炸能量往往比设备物理性的爆炸的能量更大。而且，这种燃烧性的爆炸，还可能引起火灾，危害更为严重。此现象称为二次爆炸。

第四节 制冷空调循环水水质对制冷系统安全的影响

对循环冷却水系统，特别是敞开式循环水系统，冷却水在不断循环使用过程中，由于水的温度升高，水流速度的变化，水的蒸发，各种无机离子相有机物的浓缩，冷却塔和冷水池在室外受到阳光照射、风吹雨淋、灰尘杂物的飘落，以及设备结构和材料等多种因素的综合作用，会产生严重的水垢附着、设备腐蚀和细菌藻类微生物的大量滋生，以及由此形成的粘泥污垢堵塞管道等危害，这些危害会威胁和破坏设备长周期地安全生产，造成经济损失。

一、水垢附着

天然水中溶有各种矿物和盐类，水源不同，水质也不同，如海水与淡水，地表水与地下水，长江水与珠江水的水质都不同。就是同一水系，上游和下游的水质也有变化。除含高钾、钠的软水外，一般天然水中都溶解有重碳酸盐，这种盐是冷却水发生水垢附着的主要成分。水垢附着的危害，不仅降低换热器的传热效率，降低制冷量，而

且导致冷凝压力超高、压缩机功耗增加、耗能增大，危及安全运行，甚至被迫停产。

二、设备腐蚀

1 冷却水中溶解氧引起的电化学腐蚀，敞开式循环冷却水系统中，水与空气能充分的接触，因此水中溶解氧可达饱和状态，当碳钢与溶有氧气的冷却水接触时，由于金属表面的不均匀性和冷却水的导电性，在碳钢表面会形成许多微电池，微电池的阴、阳极上分别发生氧化还原的共轭反应。这些反应，促使微电池上的阳极金属不断溶解而被腐蚀。

2 有害离子引起的腐蚀

循环冷却水在浓缩中，除重碳酸盐浓度随浓度倍数增长而增加外，其他盐类如氯化物、硫酸盐等的浓度也会增加，容易引起氯离子点蚀。对于不锈钢制的换热器，氯离子引起应力腐蚀的主要原因，一般氯离子的含量不超过 50—100PPM。

3 微生物引起的腐蚀

循环冷却水中最常见的并能造成危害的微生物大致有细菌、真菌和藻类等三类。

冷却水中滋生的微生物会直接参与腐蚀反应，除了这些微生物排出的氨盐、硝酸盐、有机物、硫化物和碳酸盐等代谢物使水质组成发生变化而引起腐蚀，最主要的是由于铁细菌和厌氧的硫酸盐还原菌的存在引起的腐蚀。

三、微生物的滋生和粘泥污垢

冷却水中的微生物，一般是指细菌和藻类。

在新鲜水中，一般来说细菌和藻类都较少，但在循环冷却水中，由于养分的浓缩，水温的升高和日光照射，给细菌和藻类创造了迅速繁殖的条件。大量细菌分泌出的粘液，像粘合剂一样，能使水中的灰尘杂质和化学沉淀物等粘附在一起，形成黏糊糊的污染，他们粘附在换热器的传热表面上，这种污染有人称为生物粘泥，也有人把它叫做软垢。

软垢积附在换热器管壁上，除了会形成氧的浓差电池引起腐蚀外，它们还会使冷却水的流量减少，从而降低换热器的冷却效率，严重时，这些生物粘泥会将管子堵死。在制冷空调机组中冷凝器冷缺水管堵塞会造成冷凝器换热效率下降，冷凝压力超高，压缩机耗能严重，制冷效率下降等问题。

获取更多资料

微信搜索 暖通空调