

81.254
3077

制氧事故汇编

庄胜强 主编

期 限 表

河海大学出版社

第一章 燃烧 爆炸事故

第一节 燃烧事故

在氧气放散现场点火吸烟 烧成轻伤

陈文字 (武钢能源总厂 430083)

一、事故经过

1980年3月×日8时许,氧气厂阀门室正值氧气放散时间,现场氧气浓度很大。一青年工人下夜班准备回家,在他下楼梯时,点火吸烟,顿时,他的手套、衣服、裤子等迅速着火燃烧,虽然他很快脱掉手套、衣裤等可燃物,但终究快不过燃烧速度,一只脚烧成轻伤。留下终身悔恨。

二、原因分析

“氧气现场、严禁烟火”,这是对每一个新进氧气厂工作的职工必须进行安全教育的第一课。但该职工并未引起高度警觉与重视,思想上的麻痹大意,是造成这次事故的主要原因。此外,造成这次事故的直接原因还有:①常温下氧气是无色无味无臭的气体。在标准状态下,它的密度 1.429kg/m^3 ,比空气略重(空气的密度为 1.293kg/m^3)。在氧气大量放散时,高浓度的氧气会“下沉”,使周围空气中的氧含量上升。②氧气具有强烈的助燃作用。实验表明:如把空气中的含氧量从21%提高到25%时,烟火就能被激发燃烧。如棉布自上而下的燃烧、空气中含氧量为21%时,其燃着时间为84秒;当空气中含氧量增加至28%时,其燃着时间缩短到43秒;如含氧量增加到84%时,其燃着时间进一步缩短到13秒钟(若是水平燃烧或自下而上的燃烧,其相对燃着时间更短),可见,随着空气中氧含量的提高,其助燃作用也随之加剧。当衣裤等棉织品吸收了过多的氧气后,遇火即燃。可见氧气区域严禁烟火是非常必要和千万不可忽视的。

三、防范措施

为杜绝类似事故的再发生,在氧气现场作业与停留人员必须严格注意以下问题:

1. 进入氧气现场,严禁带入火种;更不得在现场吸烟、使用电炉、点蚊香或进行有明火的作业及有关活动。
2. 氧气现场,不得存放易燃、易爆或可燃物品。
3. 离开氧气浓度较高的区域后,为消除衣服中吸入的氧气,应站在通风处停留15分钟后,才允许接近火源或动火作业。
4. 若遇衣服着火,应尽可能迅速地把衣服脱掉,并将火扑灭。在皮肤未烧伤时,也可马上就地打滚,或用自来水冲浇;在皮肤已烧伤时,本人或其他人都应刻不容缓地帮助把燃烧着的衣服脱下或撕掉,以防进一步烧伤。当衣服燃烧时,切忌扑打,因为扑打只会使燃烧更旺,更不能使用泡沫、二氧化碳等灭火器材。否则,将造成进一步伤亡等严重后果。
5. 加强对职工的安全教育,提高职工的安全意识;采取积极的预防措施,把事故消灭在萌芽状态。

在室内放散氧气的教训

孙宝毅 (济南钢铁集团总公司氧气厂 250101)

1975年11月,我厂3350m³/h和3200m³/h两台制氧机组运行。由于炼钢生产不均衡,氧气放散量较大,有时全部放散。由于氧压机房的放散管较小,有时放散不掉,造成低压罐压力过高,影响空分上塔压力。有的同志即打开氧压机试车用空气进口阀,使氧气先进入氧压机的进口阀,然后从试车用的空气阀放散。由于空气吸入阀在室内,致使大量氧气被放散在机房内。一日,电工王××不遵守车间禁烟制度,在氧压机房内吸烟,因室内氧气浓度大大超过正常值,造成本人烧伤致残、多人轻伤的恶性事故。由于抢救及时,设备未受到损失。

事故教训:

1. 应严禁氧气在室内放散,严防室内氧气管道及容器泄漏;
2. 车间动火除执行动火手续外,必须有防范措施。

在富氧澡塘间吸烟自焚

王明和 (武钢氧气厂 430083)

王某,男,52岁,1958年参加工作。

1983年1月3日,王某在武钢氧气厂阀门室上中班,当时正值氧气放散,现场氧气浓度很高。王于20时15分当班洗澡,在洗澡前点火吸烟,当打火机点燃时引火烧身,经奋力扑救无效,被活活烧死。

发生这次事故的直接原因是王某违反劳动纪律,当班洗澡,并在氧气区域吸烟,从这起事故中我们应吸取血的教训,遵守劳动纪律,在氧气区域严禁烟火。

氧压间地沟着火 烧伤维修人员

朱 俊 (四川德阳市第二重型机械厂动力车间 608013)

一、情况介绍

我车间氧压间地沟增设管道。1995年8月21日早晨,管道组两位师傅照常去施工,需动电焊,他们认为以往在地沟也动过火,不会有问题。所以未做任何检查,更未采取安全措施,便开动电焊机焊接,刚一引弧,瞬间地沟里便是一片火,施工人员衣服、头发被烧着,另一位师傅

急忙用自己的衣服扑灭头上的火焰,结果二人衣服被烧着。旁边一操作员见状拿起灭火器将火扑灭,结果两人都被烧伤,其中一人伤势较严重。

二、原因分析

燃烧的原因:

一是操作工更换曲轴箱内的润滑油时,有一部分冲洗到地沟内,另外设备密封不严渗油进入地沟;

二是氧压机及管道接头处泄漏氧气,空气不大流动,从而地沟内形成富氧空气。因此,在引弧明火时即瞬间燃烧。

检修抽烟点火 引起氧气罐燃烧

张书和 (河北邢台长征汽车厂设备处 邢台钢铁路 131 号 054000)

我市冶金制氧站,1987 年 10 月 1 日准备检修氧气贮气罐。9 月 30 日停车排放罐内氧气,第二天早上上班,两位维修工打开人孔进入罐内,因一人要抽烟,在火柴点着的同时,罐内迅即燃起大火,火焰从人孔喷出,另有一部分火焰从排空管喷出。在罐外的人紧急抢救罐内的两位同志,由于抢救及时,未造成死亡事故,但一人已烧成重伤,一人轻伤。在随后赶到的全厂干群及消防队员的协助下,才将罐内大火扑灭。

事故原因

在检修前没有将罐内氧气进行置换,罐内氧浓度较高,所以在点火抽烟时,一遇明火就立即引燃罐内人员的衣服。

这次事故教训深刻,同行在检修贮氧容器时,一定要先将容器内的氧气用空气进行置换。并取样分析,当罐内气体含氧量降到 21%~23% 时,才可进行焊接或检修,切不可疏忽大意。

氧气倒流 焊接起火伤人

姜振荣 (上钢三厂能源部 200126)

1972 年 2 月×日 8 时 15 分。在 3350m³/h 空分塔进行计划停车检修时,在冷箱内增设一处仪表管支架。电焊工 A 带领艺徒 B 负责施工,因冷箱作业空间拥挤只能容纳一人作业,艺徒 B 便留在箱外作监护。当 A 提起焊枪刚开始施焊时,一股大火即从冷箱内窜出,冷箱周围立即烈火熊熊。B 见状奋力将 A 救出,但烧伤面积已达 70%,其中三度烧伤面积达 30%,造成残疾。

教训:停车设备和运行设备之间的连接管网未装盲板切断,造成氧气倒流。缺乏严格的动火审批签证制度。未建立施工现场气体分析化验制度。

违反动火规定 造成火灾事故

张旭人 (上海第五钢铁厂制氧分厂 200940)

一、事故经过

1980年2月6日上午8时50分,外单位在我分厂内进行氧气工程施工时,有几位外来施工人员在施工中违反动火规定,擅自扩大动火范围,在高架式氧压厂房电缆沟盖板上进行气割作业(氧压厂房四周是禁火区域),在气割作业时,火星窜入电缆沟盖板缝隙中落在正在通电的电缆上(该电缆沟含氧量较高)。引起着火后燃烧点迅速蔓延,有十来根电缆受到不同程度的损坏,其中烧坏控制电缆引起控制电缆内部短路,使得7号4M12-59/30型氧压机配套的大电机(630kW)的油开关不断分合闸,强大的电流及过电压将该大电机烧坏。

事故发生后,分厂领导立即下令停止送电,空分塔停止运行,迅速切断空分送氧阀,并组织职工和总厂消防队一起奋力抢救,9时35分扑灭了大火,避免了更大的损失。

二、事故损失

直接经济损失9万多元。

造成停供氧9小时,折算金额9千多元。

设备修复费用8万4千多元。

三、事故分析和教训

1. 外来施工人员违反甲、乙双方安全协议中关于禁火区安全动火规定。
2. 外单位安全监督人员没有加强现场安全监督。
3. 防范措施也不够完善。

根据以上分析制定了相应措施:

1. 外单位在制氧现场动火,必须落实安全监督人员,教育施工人员严格执行双方安全协议。

2. 加强防范措施:

- ①利用多余的氮气作防火灭火之用,具体方法是在氧压厂房电缆沟内增设一路氮气管。当有火情时打开氮气阀门,使燃烧物得不到氧气助燃而自灭。

- ②明确规定电缆沟上不准动火,如确要在电缆沟上方及附近动火,必须采取有效的安全措施,用铁皮或将电缆沟盖板缝隙遮挡,并加以现场监护。

主冷检修中的伤亡事故

孙宝毅 (济南钢铁集团总公司氧气厂 250101)

1979年11月1日,我厂在检修2号3200m³/h空分主冷时,因总管内氧气窜入空分装置内,造成两人死亡的重大事故。

我厂 3200m³/h 空分设备,由于管式主冷列管经常破裂,被迫停车检修多次,后更换一台管式主冷,仍然破裂,造成氧气纯度大幅度下降,1979 年 4 月份更换为板式主冷,于同年 10 月份又发生泄漏,被迫停车检修。由于该板式主冷仅运行半年,处理板式主冷泄漏我们缺乏经验,因此,请来开封空分设备厂的技术人员及焊工。主冷堵漏工作于 10 月 31 日开始,到第二天上午 10 时许,正在堵漏的主冷内部突然起火,在主冷下部工作的开封焊工王某当场被烧死,站在主冷板式单元上的我厂钳工李某烧伤面积达 90%以上,绝大部分为三度烧伤,经多方抢救无效十天后死亡。

事故原因分析:2 号空分停机时送氧闸阀未关闭,氧气三通切换阀打在送氧侧,致使正在运行的 1 号空分(3350m³/h)的氧气总管倒回 2 号空分,继而进入正在检修的主冷内,当焊工打火时引起了火灾。

既然总管氧气能倒回 2 号空分主冷,为什么第一天主冷内动火时未发生火灾呢?经分析,原来 2 号空分停车时,送氧闸阀虽未关闭,但该空分使用的是 1 号空分仪表气源,使 2 号空分氧气三通切换阀处于切断位置。由于 1 号空分仪表气源消耗过大,影响主冷液面,于是在 11 月 1 日上午 9 时许关闭了通往 2 号空分的仪表气源。在 2 号空分仪表气源压力下降过程中,程序控制系统的小升压器给大升压器一个瞬间反向信号,使氧气三通切换阀打开,而当仪表气源完全失去时,氧气三通阀又未因阀芯自重而下落,因而氧气畅通无阻地从总管进入主冷内。

这一重大人身伤亡事故的直接原因就是我们没有严格执行安全技术操作规程。停机后,应该关闭的送氧闸阀未关闭,蓄冷器的氧气闸阀也未关闭,氧气三通阀是否关闭都未经过确认;而设备停机检修前,又无严格的安全防范措施和确认制,没有完善的动火手续。这些是我们在安全生产检修上血的教训。

清扫贮氧罐起火事故介绍

顾世德 (上海重型器厂动力处氧气站 200240)

我厂清理与电炉等用氧,由我站的 9 只贮氧罐(每只容积 15m³,工作压力 20kgf/cm²)管道输送供给。1983 年 5 月 1 日,在对 9 只贮氧罐进行清扫时,9 号贮氧罐突然起火,烧伤一名操作工,为吸取教训,介绍如下。

一、事故经过

参加贮氧罐清扫工作的 12 名工人,4 人一组,各负责 3 只贮氧罐。贮氧罐的人孔离地面高度 1.3m 左右,各组自打开 1 号、4 号、9 号贮氧罐人孔盖,随后有两人分别钻进 1 号、4 号贮氧罐进行清扫。8 时 45 分左右,负责清扫 9 号贮氧罐的两名操作工点火吸烟,其中一名操作工,嘴上含着香烟,双手扶着另一名操作工,两只脚先伸进人孔内,上身还在人孔外。当上身和头刚进入人孔时就叫了起来:“烧起来了,快拖我出去!”并随即将上身伸出人孔外,外面的操作工迅速把他拉出,见裤子还在燃烧,迅速扑灭了火。送医院,经检查两腿已烧伤为 2~3 度,烧伤面积达 10%左右。

二、原因分析

贮氧罐清扫前未用空气置换,9号贮氧罐人孔盖打开后,虽然相隔20分钟,但贮氧罐内还有剩余的氧气存在,且浓度较高。当操作工叼着香烟,钻进贮氧罐时,烟灰火星落在已吸饱了氧气的化纤织物裤子(未穿工作服)上与富氧空气中,就引起燃烧。

三、预防措施

1. 氧气站动火除按三级动火制度办理外,凡检修、维修氧气设备、管道等,不管动火不动火都必须用空气吹扫。

2. 对操作人员加强安全技术、操作规程教育。

3. 严禁在氧气站区域内吸烟。

用氧气作试压介质 造成冷冻机气缸爆炸

王明和 (武钢氧气厂 420083)

1976年5月10日15时15分,武钢氧气厂二空压站,降温用冷冻机(型号JA8-70活塞式制冷压缩机组, $2.22 \times 10^5 \text{ kJ/h}$)安装完毕后,违章作业——用氧气作试压介质,造成冷冻机气缸爆炸,当即重伤六人,轻伤四人,其中有两人伤势较重,经抢救无效死亡。

此次重大伤亡事故的发生,其直接原因是违章作业,用氧气查漏,在充压过程中未用减压表,盲目充压,共充入4瓶多氧气(氧气瓶压力为15MPa),在高压氧气和油脂接触时发生激烈的氧化放热反应,造成燃烧爆炸。

此次事故的间接原因是由于思想麻痹,管理制度不健全所致,我们应从这次事故中吸取教训,健全各项管理制度,严禁用氧气作试压介质。

第二节 空分塔爆炸事故

对一起空分下塔爆炸原因的分析

庄胜强 (上海梅山冶金公司炼钢厂 南京中华门外 210039)

1994年5月9日晚21时50分左右,淄博市山东新华制药厂动力车间的1号空分塔下塔发生了剧烈爆炸。爆炸使自上塔下部以下的冷箱完全炸开(见照片),厂房玻璃造成一定破坏;下塔所有塔板都冲向上部,其中上部四块塔板从下塔飞出塔外;下塔所有塔板全部损坏;主冷下管板下部外筒壳焊缝全部炸开(见照片);塔内主热交换器及液空吸附器被炸歪;空分塔冷箱、透平膨胀机控制柜以及塔旁的电加热炉等,都被严重炸歪。这次爆炸使整个下塔彻底报废。主冷和上塔,以及主热交换器和液空吸附器等,也都受到了较严重的损坏。

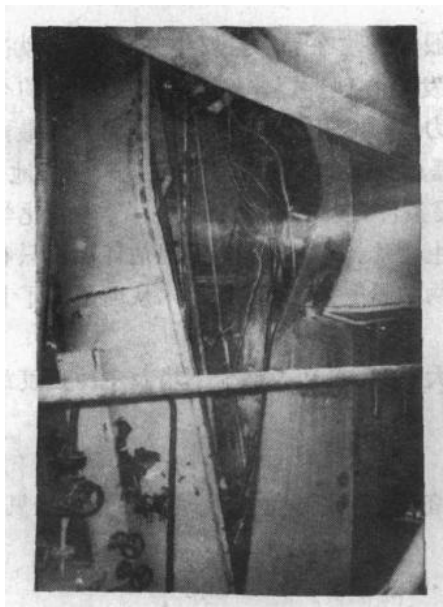


图 1-2-1 冷箱炸裂情况

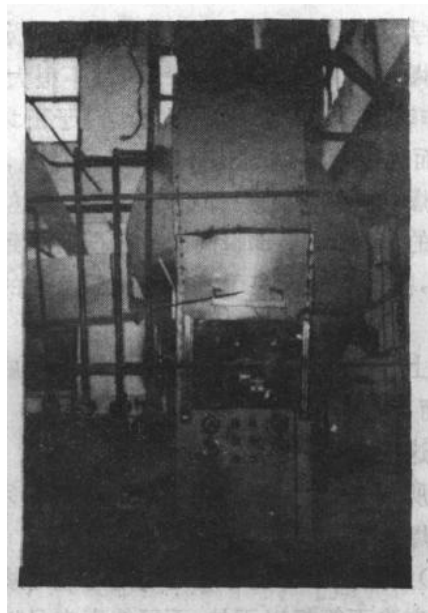


图 1-2-2 旋转 90° 后所见冷箱变形情况

事故发生后,厂里为了弄清这次爆炸的真实原因,从而派员携带事故录像带于 5 月 13 日来宁,请我帮助分析该事故原因,并特邀我赴厂察看,以作出科学的结论。

本人在听了事故经过介绍,反复观看录像,结合有关检验报告,对现场破坏情况及分子筛等实物进行认真检查后,确认该次爆炸的性质及原因。

一、爆炸性质的确定

只有确定了爆炸性质,才能迅速、准确地确定爆炸原因,确定爆炸性质可从始爆点、始爆处是否存在化学性爆炸条件、爆炸部位的筒壳强度与破坏情况,以及爆炸威力等等诸因素进行综合分析,从而准确地确认爆炸性质。

1. 始爆点的确认

主冷和下塔的外径分别为 $\varnothing 690 \times 5\text{mm}$ 和 $\varnothing 440 \times 5\text{mm}$ 。鉴于主冷与下塔连接的主冷下锥体最大直径处全部炸开脱落,下塔所有塔板都冲向下塔顶部,且下塔顶部有 4 块塔板冲出塔外,从而很容易确定其始爆点即为主冷下锥体直径最大浇焊处。即始爆点为整个下塔和主冷强度最薄弱之处。

2. 爆炸威力巨大,是空分塔物理性爆炸的特点之一

这次爆炸不但发出了巨大的爆炸声,而且造成了如前所述的巨大破坏,这是作者以往对空分塔爆炸进行实际分析所见到的和搜集到的爆炸资料中极少见的。

空分塔爆炸威力的大小与气瓶或压力容器发生爆炸的威力大小作为判明爆炸性质,往往正好相反。在爆炸前压力相同,体积相同的前提下,气瓶或压力容器发生化学性爆炸时所释放的爆炸功要比物理性爆炸大数倍,数十倍,甚至百倍。然而,空分塔的爆炸则完全不同,化学性爆炸时所释放的爆炸功往往很小,且大部分化学性爆炸都不被操作人员所察觉。空分塔发生化学性爆炸所释放的爆炸功小,是由于塔内不可能存在大量的可燃物,也不需要大量可燃物同时

参与化学反应才能爆炸,以及塔内环境决定爆炸一般只发生在局部且发生在瞬间,这就决定了化学性爆炸所释放的爆炸功一般都不很大。相反,发物理性爆炸则具有相对较长的孕育过程,爆炸时整个塔内承受的压力远高于正常工作压力,爆炸一定发生在整个容器强度最薄弱的地方。而化学性爆炸因其带局部性的特点,因而始爆点大都发生在容器强度较强的地方。即化学性爆炸是由某处局部(少量)可燃物达到了燃爆条件,在瞬间发生的极为激烈的化学反应所产生的高温,使局部瞬间产生高压而导致局部发生爆炸,其整个爆炸过程估计仅仅只有百分几秒钟,甚至更短。鉴于其参与化学反应的可燃爆物数量一般不可能很多,从而限制了其爆炸威力。

由上分析可见,鉴于该次空分塔爆炸威力特别大,始爆点又为整个下塔及主冷强度最薄弱处,从而可基本认定为物理性爆炸。

3. 这次爆炸不存在化学性爆炸条件

众所周知,发生燃烧和化学性爆炸必须同时具备、且有足够量的可燃物、助燃物(氧气)和引燃引爆能量。

(1) 始爆处不可能存在足够的可燃爆物

在主冷下管板以下处,不可能存在足以达到可燃物(气体)极限的乙炔等可燃爆物。乙炔在空气或氧气中能发生燃爆的下限为 2.5%,该处是绝对不可能存在这一条件的,其他可燃爆气体的燃爆下限更高,则更是不可能的。始爆处也不可能存在足以燃爆的油脂。燃爆后检查炸脱的主冷下锥体及冲出塔外的塔板,均未发现有油脂,也无燃爆后形成的碳黑。

即是说,不管是理论分析,还是对实物检查,都不存在足以燃爆的可燃爆物。

(2) 没有足够的助燃物——氧气

主冷下管板下部,其气体含氮体积百分比为 98~99% N_2 ,也即氧含量 $\leq 2\%$ 。

在此环境中,如果既无催化剂参与工作,又无一定的高温,那么,这一点儿氧不但不能助燃,而且还会由于氧含量过低而使原来点燃的可燃物熄灭,试验证明,在氧含量低于 18.5%的低氧环境中,将点燃的蜡烛移入该环境中后,会因氧含量不足而自行熄灭。可见,主冷下管板处的氮气中虽然含有微量的氧气,但在无催化剂参与工作的条件下,其氧量不但不足以助燃,而且,即使正在进行的化学反应也会由于氧气过少而使燃烧熄灭。

(3) 不存在足够的引燃能量

该处气体、液体流速均很低,也无产生扰动的条件,因而也不可能因摩擦等产生足以引燃引爆可燃物的摩擦热或静电火花等引燃引爆能量。。

综上所述,在主冷下管板下部,不存在化学性爆炸的任何条件,因而这次爆炸只能是物理性爆炸。

二、爆炸原因分析

确认爆炸性质后爆炸原因就比较清楚了。爆炸的具体原因分析如下。

1. 安全阀失效

下塔安全阀于 1994 年 5 月 1 日进行了调校。调校报告上的起跳压力为 0.65MPa,回座压力为 0.52MPa。爆炸后对该杠杆式安全阀起跳压力重新进行校验,其起跳压力为 1.1MPa,开始微漏压力 0.5MPa。校验单位的结论是:该安全阀报废。

下塔正常工作压力为 0.5MPa,即正好是该安全阀微漏的起始压力,由于该安全阀发生微

量泄漏,则安全阀阀芯因结冰冻住是完全可能的,这样,将导致该安全阀的起跳压力大大超过 1.1MPa 的起跳值。

是不是爆炸后才造成该安全阀 0.5MPa 开始微漏,1.1MPa 才起跳? 分析认为,这是不可能的,若该安全阀确如 5 月 1 日所出具的调校报告,且无微量泄漏存在的话,则这次爆炸是完全可以避免的。因此,对爆炸后安全阀的校验报告值是可信的,且可得到这次下塔爆炸压力大大超过 1.1MPa 的结论。

2. 主冷下锥体的浇焊质量差

检查爆炸后炸开的主冷下锥体浇焊处发现,焊料中存在大量较大气泡,气泡直径达 10~20mm 的很多,图纸规定浇焊带宽度为 30mm,实际上,许多地方浇焊宽度却不足 10mm,另外,虽然从该烧焊处全部炸开,但锥体母材却无任何撕裂损伤及破坏。可见,原制造厂的焊接质量比设计要求有较大差距,设计焊缝系数 $\psi=0.8$,估计实际的焊缝系数将远小于 0.8 的设计值,从而使主冷的实际爆破压力大幅度降低。

这里要说明的是,该次爆炸的直接原因不是因焊接质量差造成的。如果仅仅是由于焊接质量差造成这次爆炸,那么,爆炸口处一定会呈现撕裂状,且该空分塔就不可能正常运行十多年了。

焊接质量差虽然不是该次爆炸的直接原因,但如果焊接质量达到设计要求,那么,一般说来,这次爆炸也是有可能避免的。按设计,其爆破压力应为:

$$P \geq \frac{2\sigma_b\psi S}{D_i + S} \quad (1-2-1)$$

式中: σ_b ——H₆₂黄铜的抗拉强度 kgf/cm²,查《五金手册》得: $\sigma_b \geq 3000 \text{ kgf/cm}^2$

ψ ——焊缝系数,设计值 $\psi \geq 0.8$

S——壁厚 mm

D_i ——主冷大径的内径 mm,实际值为 $D_i=690 \text{ mm}$

$$P \geq \frac{2\sigma_b\psi S}{D_i + S} = \frac{2 \times 3000 \times 0.8 \times 5}{690 + 5} = 34.5 \text{ kgf/cm}^2 \approx 3.4 \text{ MPa}$$

在设备正常运行时,这么高的压力一般是不可能达到的,21 时及其前面的运行记录,空压机排气压力为 2.2MPa,主热交换器压力为 1.8~1.9MPa,下塔压力为 0.5MPa。如果焊接质量好的话,其爆炸压力必须大于 3.4MPa,然而据现场设备破坏情况分析,估计爆炸压力 $\leq 2 \text{ MPa}$,但 $> 1.1 \text{ MPa}$ 。可见,焊接质量差对这次爆炸是有影响的,但不是直接的原因。

3. 爆炸的直接原因是下塔严重超压

下塔严重超压的条件是:节-2、节-4 阀关闭;或节-2、节-4 阀开度偏小,被干冰堵塞,且下塔安全阀不起作用。

(1) 节-2、节-4 阀关闭引起爆炸的可能性

这种可能性是存在的。但据设备的当班操作者称,她在爆炸前 20 分钟即离岗上厕所去了,爆炸后方回,同班的另一位老师傅几小时前就调休回家了,当时又近午夜,车间内除本车间值

班人员外,无其他闲杂人员,因而有外人特地关闭节-2、节-4 阀引起爆炸的可能性虽然存在,但厂、车间负责人均认为,其现实可能性几乎不存在。其他设备操作工不会去关闭上述阀门。

(2)分子筛严重中毒失效

事故发生后,对1号空分设备纯化器内的分子筛进行了检查,发现大部分分子筛成黄色甚至完全变成焦黑色,已严重中毒失效。另外,再生入口氮气温度仅230℃,少数时间达270℃,出口温度只有70~80℃,以及切换周期长达110小时。上述诸原因必然导致CO₂带入空分塔内。事故后对4套空分设备纯化器后空气中的CO₂测定,在工作周期内纯化器后空气中的CO₂含量均很高。爆炸的这套空分设备纯化器后空气中CO₂含量高达100~150PPm,证实了设备运行中有大量CO₂随着加工空气带入塔内,主热交换器阻力大,运行几天,阻力即达2kgf/cm²,同时造成节-2、节-4 阀及筛板堵塞。当节-2、节-4 阀严重堵塞而又不对该两阀刮霜时,即可造成下塔压力严重超压而导致这次爆炸。

三、应吸取的几点教训

1. 该150m³/h制氧机操作工虽已工作两年,但尚不能独立操作,加上去厕所离岗,致使设备失去监控,从而未能发现设备不正常情况而及时采取措施。空分岗位应有两名操作工,而这次爆炸前,名义上有一名操作工,实际上岗位上无人。如果岗位上有人值班,该次爆炸应该是可以避免的。可见,对操作工加强技术培训、严格工艺纪律和劳动纪律是十分必要的。

2. 消除5L-16/45型空压机跑油,防止分子筛中毒失效。

分子筛一旦被油污染中毒,应及时更换合格的分子筛。另一方面,设备运行中必须彻底再生,入口氮气再生温度控制在300℃左右,再生排气温度应尽可能高些,至少应≥130℃。再就是控制分子筛吸附器的切换周期,保证对CO₂等杂质的净化效果。

3. 对空分塔加温气体温度必须严格控制,摒弃用蒸汽(或电炉)直接加热空气去加温空分塔的工艺。正确的方法应是用蒸汽(或电炉)加热水,再由水加热空气,保证加温空气的入口温度<100℃(一般应低于80℃),从而保证塔内的铅锡焊料不致因加温而软化、熔化、甚至使得焊缝脱开。

150m³/h分馏塔爆炸原因分析

孙爱俊 (盐城市钢铁厂空分分厂 江苏省盐城市 224002)

我们分厂FON-150/600-3型1号分馏塔,是杭州制氧机厂1984年的产品,十年来该分馏塔的操作工况较稳定。但在1994年7月6日间断制氧开车时,却发生了分馏塔爆炸事故。

一、经过

1994年7月6日9时10分,空压机停车达114小时后重新启动,按临时开车步骤进行操作。当热交换器压力升到1MPa左右时,只听到“轰”的一声,然后从仪表板上方喷出一股气流,夹带珠光砂,吹出10m左右,即进行紧急停车。

事故后,我们立即赴现场仔细观察了设备运行记录和事故现象,详细询问了当班工人。据操作工反映,开车5分钟后,当热交换器压力升到1MPa左右时,打开了节-1阀1圈。节-2阀10圈,节-4阀8圈,氧气放空阀20cmCCl₄柱,氮气放空阀40cmCCl₄柱左右。刚启动膨胀机,分馏塔就发生了爆炸。我当时用手摸入塔带压空气管道,明显感觉发热,入塔空气温度指示45℃,氧氮排出阀管道上有“冒汗”现象。

二、原因

从现场各种数据、现象、部位和操作工反映来分析,首先排除了冷凝蒸发器爆炸的可能性。因为我们每周都进行一次乙炔含量分析,从未发现液氧中有乙炔。然后,根据珠光砂喷出的部位,我们怀疑是热交换器氧隔层破裂。

这是因为我厂冷凝蒸发器液氧液面平时都控制在30~35cmCCl₄柱范围内,间断制氧停车后,上塔58块塔板上的液体因无上升蒸汽,故从上而下流入冷凝蒸发器中,当液体量超过冷凝蒸发器上锥体的氧气排出管高度时,就会流入热交换器氧隔层中。

同时,由于停车前刚刚切换了纯化器,使吸附筒中分子筛产生大量“吸附热”,开车后,入塔空气温度升高。在热交换器中,正流热空气高达55℃,返流液体(混合液)约-180℃,而开车时节-1阀开启过大,使通过热交换器的空气过多,造成氧隔层中的液体快速汽化。再加上氧气出口开启过小,使得瞬间在热交换器氧隔层中产生超压,又因热交换器氧隔层为锡焊结构,终于在以前补焊的氧隔层部位冲开。

为了证实我们的分析结论,决定马上重新开车。开了1小时后,氧纯度和产量都很正常,但在分馏塔上热交换器氧隔层部位筒壳处有明显的结霜痕迹,氧隔层只有微量的泄漏。根据氧产量、纯度无明显变化现象,证明我们的分析是正确的。

三、教训

1. 停车前应先将液氧液面降到25cmCCl₄柱左右,使塔板上流下的液体不流入或少流入热交换器氧隔层。

2. 从严控制入塔空气温度,其温度应低于40℃。纯化器切换时,一定要加温冷吹彻底,对分子筛“吸附热”应采取相应的冷却措施。

3. 间断制氧开车时,节-1阀不能开启过快过急。

4. 加强分馏塔定期维修,发现泄漏及时修理。

50m³/h 空分塔爆炸事故介绍

高学明 (山西煤矿机械厂制氧站 太原北营 030031)

山西机器厂KOMPLEA-50型制氧设备系匈牙利制造。该设备进口后在北京某厂安装运行,1964年调入山西,1978年在山西机器厂安装投入使用。1984年7月1日凌晨3时许,发现膨胀机进气阀杆密封圈漏气严重,当即叫来两名跟班维修工修理。6时又发现此处漏气,又叫来维修工修理。由于漏气严重,结霜面积太大,维修工急于修好,用大号汽油喷灯给膨胀机加

温。在维修间只是膨胀机停止运行,其余的设备仍继续运转,这时突然一声巨响,空分塔整体向上浮动 27cm,下塔蒸发器爆炸,顿时珍珠岩四处飞溅,在场的两名维修工人全被珍珠岩覆盖,其中一人腿被打伤,伤势严重。事故发生后,太原市劳动局,太原市技术协作委员会制氧队负责同志立即赶赴现场,查看了爆炸事故的原因,并指示保护现场。

一、现场状况

分馏塔外壳下部被炸开,四周向上卷起 1.5m,珍珠岩全部倒出,淌满场地;下塔蒸发器炸成碎块,下塔塔板全部挤扁从底部飞出,爆炸片飞向全车间;冷凝蒸发器 70%列管毁坏;上塔塔筒及塔板焊缝大部分震开,操作盘上的压力表、液面计等被震落,主要工艺管道全部折断;塔整体倾斜,几乎躺倒。事故惨重,无法修复。

二、事故原因

1984 年 7 月 5 日太原市劳动局组织各大制氧站工程技术人员到现场,对发生事故的原因进行了认真的分析,一致认为:(1)设备陈旧,机型落后,上、下塔安全阀失灵;(2)严重违章作业,在修理膨胀机时按操作规程规定,应全部停机,待修好后再重新启动,但两次维修膨胀机时其余的设备仍在继续运转,造成下塔超压而引起爆炸;(3)维修人员在修理膨胀机期间,操作人员将节-1 阀开得过大,有脱岗现象;(4)管理混乱,乙炔不按时进行化验,压力表一年多不作校验,设备未定期保养,完好率差。

三、教训及预防措施

通过现场介绍,使全市制氧厂(站)的职工从中得到了教训,并订出预防措施:(1)对设备陈旧、机型落后的制氧机,要有计划地更新改造。对受压容器及安全阀、压力表都要按时进行校验,安全装置必须保持动作灵敏可靠;(2)加强设备管理,定期维修保养,指定专人负责管理,对不符合安全规定的设备要向主管部门报告,坚决停下来,不准带病运转;(3)严格按照操作规程办事,杜绝违章作业,严守工作岗位,保持设备的完好率,确保设备安全运行。

分馏塔超压爆炸 “缺氧日”作为教训

朱奇凯 (大冶有色金属公司机修厂制氧车间 湖北省黄石市 435005)

一、事故经过

1989 年 11 月 15 日凌晨 4 时,湖北大冶有色金属公司机修厂制氧车间一套 FL-50 型分馏塔突然爆炸。操作板被炸成一个大洞,甩出 4m 多远,蒸发器与下塔完全脱节,整个塔身成倾斜状,下塔塔板被炸成许多碎块飞出,一角钢打在对面空压机上撞出重痕,珠光砂倾泻下来,整个机房烟尘弥漫,一时什么也看不见。稍许,操作工迅速停止膨胀机和空压机运转。

二、事故原因

主要是操作者脱岗,分馏塔中压超压引起爆炸。另外操作板上的中压表被堵,安全阀没有动作,未能泄放下塔压力而导致爆炸。。

三、事故教训

尽管这次事故没有人身伤亡,但直接经济损失达 1.3 万元,而且相当危险。为了使车间职

工牢牢地记住这次事故的教训,车间把“11月15日”定为“缺氧日”。

本着“事故原因分析不清不放过;事故责任者和群众没有受到教育不放过;没有防范措施不放过的“三不放过”原则,认真地召开了事故分析会,并制订出“安全作业岗位标准”。

四、修复使用

为了使事故损失降低到最低程度,车间组织各方面力量进行抢修,仅10天就恢复了生产。

五、防范措施

1. 坚持每周星期一为“安全学习日”,牢固树立“安全第一”的思想,记住教训,警钟常鸣。
2. 加强夜间干部巡回查岗制度,杜绝操作人员夜间睡觉、脱岗等违纪现象发生。
3. 在塔后增设两块电接点压力表,完善了安全报警装置,维修人员加强对设备的保养。

150m³/h 分馏塔爆炸事故简介

于忠源 (西安化工厂空分车间 710077)

我厂一套150m³/h制氧机,在1982年10月4日冷试车进行到11时30分时,突然一声巨响,只见上塔直冲天空,后掉落在5m以外。这是制氧行业罕见的爆炸事故。

一、现场情况

下塔严重倾斜,塔内30块塔板,除6块被冲击在一起外,其余24块全部飞出;塔支座被炸毁;液氮槽炸裂;冷凝蒸发器外壳变形,与下塔连接的螺丝有4只被拉断;上塔两节筒体,12块塔板被炸毁;塔内管道不同程度地遭到损坏;主热交换器冷端有三处被挤扁。

事故发生后,保护了现场,并请有关单位进行了详细检查与分析。

二、事故原因分析

这次爆炸事故的原因:一是指挥混乱。开车前没有很好地组织人员对设备、阀门等进行检查;二是分馏塔在开车前没有遵守操作规程,阀门全部处于关闭状态,操作者未作必要的检查就启动空压机,后又启动膨胀机,并打开通-6阀,然后离开操作板,等发现下塔超压时,想开节-2、节-4阀;但阀门已打不开,这时压力表指针已到头。正准备开启吹-1或吹-2阀时,只听到一声巨响,严重的事故已发生了。虽未造成人身伤亡,但使国家财产遭受了重大损失。

一起冷凝蒸发器的泄漏事故及处理

邵予坤 (甘肃陇西30号信箱 748109)

我单位有两套150m³/h空分设备,所产氮气由管道直接输供生产使用,其副产品氧气,除供全厂使用外,销售其它单位。

一、操作措施

1号分馏塔进行大修理前,各部工况基本上和往常一样,氮气、氧气指标均在正常范围内。大修理后,进行试运行,发现氧气纯度下降,最高时只能达到98.5%,而且波动也较大。初步判断为二氧化碳干冰堵塞,产生液悬,是加温吹除不彻底、操作不当所致。针对上述判断,我们对分馏塔采取了以下措施:

1. 排出部分液体。
2. 短期停车(静置15~30分钟)。
3. 对分馏塔进行彻底加温吹除。
4. 重新清洗分馏塔。

但是,氧气纯度仍然达不到要求。经分析怀疑冷凝蒸发器可能有泄漏。

二、事故点确定

为了进一步证实是冷凝蒸发器发生了泄漏,我们进行了下列试验:

用盲板堵住节-2、节-3、节-4阀,打开节-1阀,给下塔送0.5MPa压力的空气;然后,观察上塔压力,结果上塔表压从0位开始上升。

用两塔相联的氮气管道,给上塔输送0.05MPa的氮气,也发现下塔表压从0位开始上升。两次不同位置进气,压力表均发生了变化,试验表明冷凝蒸发器已经泄漏。

故障具体位置在何处呢?

为了查清具体泄漏点,就必须将冷凝蒸发器取下来作进一步检查。检查步骤是:将下锥体外筒、上锥体和上封头焊料焊掉,然后根据上、下管板的外圆尺寸,用薄钢板制作一锥形圆筒,两端用锡铅焊料,焊在上管板和下管板上,并在此筒上部和下部分别开两个孔,一个接进水管,一个接放水管,并连接一个阀门,再从进水管加水,通过水的渗漏,观察具体位置,并做上记号,结果发现冷凝蒸发器有两根列管发生泄漏。

三、原因分析

主要原因是:从现场观察芯体,在组装时焊料流落到管内,造成个别列管堵塞;鉴于目前空压机仍采用油润滑气缸,送到分馏塔的空气尚含有微量油分,因此分馏塔在工作一个周期后,必须进行脱脂、清洗、加热、吹除等工作。我们用的洗塔脱脂剂是四氯化碳,而四氯化碳在有水分的情况下对金属有严重的腐蚀作用。每次洗塔,四氯化碳都要在堵塞的管孔内残留,而每次清洗后的加热吹除,不可能很彻底,所以就造成了四氯化碳残液在堵管内腐蚀管壁,天长日久,就造成了泄漏。

四、处理方法与建议

根据泄漏情况,我们在列管的两端用锥形塞堵住,再用锡焊焊好,开车后一切正常,氧气纯度达99.7%以上,氮气纯度达99.99%以上,各部工况均在要求范围内。

根据故障情况,笔者提出以下建议:

1. 制造厂家装配后,对冷凝蒸发器管子应逐根检查,发现堵塞应即予打通。
2. 清洗后应对塔彻底加温吹除,加温时间比正常加温时间延长一倍。
3. 改用对金属腐蚀较弱的清洗剂洗塔,如用金属清洗剂或去油粉洗塔。
4. 改善空压机冷却条件,及时准确吹除油水分分离器;或采用无油润滑空压机,减少频繁洗塔。

冷凝蒸发器试压时列管爆破分析

高学明 (山西煤矿机械厂制氧站 030031)

我厂 50m³/h 制氧机是邯郸制氧机厂 1978 年生产的,1979 年由山西省××设备安装公司负责安装,1983 年进行全面调试。在调试过程中下塔超压,造成冷凝蒸发器列管爆破,使调试工作中断。

一、事故经过

1983 年设备安装完毕,转入调试阶段。在分馏塔下塔试压中,高压空气压力升至 4MPa 时,才慌忙打开节-1 阀往下塔送气。由于操作不太熟练,节-1 阀开得太大,进气量过猛,造成下塔超压。当操作者还未反映过来时,就听到塔内“噼”的一声,下塔立即泄压。再继续往塔内送气,下塔稍有微压,这时发现上塔压力表上涨很快,经过数次检查,均未查到原因,调试工作被迫停止。

二、爆破原因分析

1. 调试前,上下塔安全阀都没有重新调整检验,因此在超压的情况下没有动作。
2. 调试人员业务不熟悉。他们说:“我们公司从未安装调试过制氧机,对氧气生产原理、工艺操作等都不了解,只是在安装中大概了解了一下工艺过程,看了几次使用说明书,就到现场操作。”现场又没有专业技术人员指导和制氧工配合,参加调试人员都心中无数。

三、排除故障继续调试

安装公司撤离后,当时我厂正进行基建和设备安装,需大量氧气,厂部决定自己组织技术力量,由笔者任组长,继续对制氧设备进行调试并针对问题做了大量准备工作。

1. 制订试车方案及安全措施,召开有关人员会议,组织参试人员认真学习安全技术操作规程、熟悉工艺流程、掌握各项技术数据。详细了解造成事故的主要原因,总结经验教训。

2. 安全阀、压力表送计量部门重新校验核对,纯化器、油水分离器等受压容器,作水压试验。

3. 对所有机组重新解体检查,清洗脱脂。并按照使用说明书和试车方案,从头开始单机试车,以确保联动试车顺利进行。

4. 查找分析在调试中出现的问题。我们首先对分馏塔进行气密性试验,当试到下塔时,在将节-2、节-3 阀全部关死的情况下,压力无法保持,而且下降很快,上塔压力则明显上涨,甚至有超压现象。经反复试验证明,是冷凝蒸发器列管漏气。拆塔取出冷凝蒸发器,单独作气密性试验,查明有两根管子破裂,一根裂缝长达 50mm。根据使用说明书规定,我们将管子两头用锡堵死,用空气打压 0.75MPa,放在水里查漏,未发现泄漏,停压 2 小时,符合规定。经四氯化碳脱脂后重新组装,整体试压正常。

5. 所有缺陷处理后,进行联动试车,一次成功,各项工艺技术指标均达到要求,氧气纯度 99.5%,氧气产量 50m³/h。经验收合格,投入使用。

四、事故教训及预防措施

1. 安装调试制氧机是一项技术性很强的细致工作,一定要按照操作规程办事,千万不可草

率从事。

2. 安装单位必须制订出安装调试方案和切实可行的安全措施,同时要有专业技术人员和制氧工配合参加。上岗操作人员需经过技术培训取证后才能上岗。

3. 设备安装前后对安全阀要进行校验,以确保安全。

150m³/h 空分塔吹除爆炸简介

徐学礼 陶兴华 (黑龙江鸡西矿务局机电厂制氧车间 158100)

我厂自制的 150m³/h 制氧机,1973 年 10 月 1 日投产后运转正常。但在 1974 年 4 月 20 日一次加温吹除中,分馏塔发生了爆炸事故。此次事故虽未伤人,但国家财产损失很大。

一、事故经过

那天进行塔的正常加温,加温完毕开始吹除,当分子筛纯化器工作压力升至 40kgf/cm² 时,立即打开空气总进口阀吸除,当阀打开 1 秒钟后,只听得很沉闷的一声巨响,把塔崩坏了,顿时珍珠岩粉满屋飞扬。

二、破坏情况

塔外壳(热交换器前面)M12 螺栓 26 个断掉 23 个,大部分飞出。下人孔部位上下 4 米之间的塔外壳,外凸 220mm。塔内热交换器、馏分进口处接管震裂。出热交换器氧气、氮气、馏分管震裂。下塔中 24 塔板全部飞出。冷凝蒸发器上升 300mm,上下锥体震瘪。下管板被下塔塔板打成许多伤痕。上塔下部十块塔板以下外壳变形,塔板几乎全压瘪。塔的基础之水泥表面破碎。破坏相当严重。

三、事故原因

吹除前,节-2 节、节-3 阀关闭,通-6 阀未关,且膨胀机第一阀杆块仍顶起进气阀杆,致使 40kgf/cm² 高压空气经通-6 阀和被顶起的膨胀机进气阀杆,通过膨胀机进入下塔,超压导致爆炸。

四、教训和措施

这次事故损失严重,空分塔不少部件报废。急生产所需,在组织抢修中,除外壳外,其余全部利用本车间人力,领导和群众一起干,经 17 天的奋战才修复。于 5 月 15 日又投入了生产。

主冷泄漏原因分析及处理

王友华 (中煤第三建设公司总机厂氧气分厂 安徽省宿州市 234000)

1989 年 1 月 26 日,我厂设备停机检修,28 日修好后,分馏塔启动液化,29 日 5 时各阀关闭至相应位置,压力、温度指标趋于正常,但氧纯度始终调不上去,怀疑可能是检修后分馏塔未