

火灾事故对空分设备精馏塔器的影响分析

管小勇, 嵇训达

(杭州杭氧股份有限公司, 浙江省杭州市东新路 388 号 310004)

摘要: 介绍在某钢厂 40000m³/h 空分设备安装过程中发生的一起火灾事故, 叙述火灾事故现场勘察工作, 分析了火灾事故的原因对空分设备精馏塔器的破坏程度, 为防止类似事故的再次发生, 提出了一些防范措施。

关键词: 空分设备; 火灾; 事故分析; 防范措施

中图分类号: TB664 **文献标识码:** B

Impact analysis of fire accident on distillation column in air separation unit

中国空分网 (http://www.kongfen.cc) 中国气体分离设备和工业气体行业门户

Guan Xiaoyong, Ji Xunda

(Hangzhou Hangyang Stock Co., Ltd., 388 Dongxin Road, Hangzhou 310004, Zhejiang, P. R. China)

Abstract: A fire accident occurred during the installation process of a 40000m³/h air separation unit at a steel factory is introduced, and the site survey of the accident is also described. After analyzing the reasons of fire accident and the damage degree to the distillation column of air separation unit, preventive measures for similar accidents are presented.

Keywords: Air separation unit; Fire accident; Accident analysis; Preventive measure

2008 年 6 月, 在国内某钢厂 40000m³/h 大型空分设备安装过程中, 发生了一起火灾事故。此次事故是国内空分设备在安装过程中发生的第一起火灾事故。由于是首次发生这类事故, 影响颇大, 引起了各方的高度重视。笔者作为设计和制造单位代表, 参与了整个事故的处理过程。为避免同类事故再次发生, 笔者提出自己的看法和相关的防范措施, 供同行参考。

1 事故发生

事故当天 13:20, 某安装工人在离地面约 50m 高的上塔顶部对冷箱板进行连续焊接工作。由于是立焊操作, 焊接过程中的熔浆发生了自然滴落, 正好滴落在操作脚手架的竹跳板上, 产生燃

烧。操作工发现后立即停止作业, 用自带的饮用水对燃烧处浇水灭火, 并对周边部位进行了检查。20 分钟后, 未发现其他异常情况, 此时正值用餐时间, 所以就离开了工作场所, 到地面用餐。

35 分钟后, 工地用餐的工人看到冷箱内开始冒烟, 施工人员立即到达冷箱顶部查看, 初步判断事故发生点后, 立即用自带的灭火器进行扑救。但由于火焰从竹跳板逐层往下蔓延, 而且所采用的干粉灭火器在冷箱内所起的灭火作用不大, 所以没能在火灾初期完成扑救。

50 分钟后, 厂内的消防人员到达现场, 疏导救火的安装工人离开现场, 由消防人员进行施救。在人员疏导和安装消防水管的过程中, 火势逐步蔓

收稿日期: 2009-07-03

作者简介: 管小勇, 男, 1980 年生, 工程师, 毕业于浙江工业大学, 现在杭州杭氧股份有限公司设计院从事压力容器和精馏塔的设计工作。



延, 黑烟从冷箱上的开孔处冒出, 并伴有火苗。虽然由厂内的专业消防人员施救, 但因消防水压不够, 所以未能控制住火势。

70 分钟后, 当地政府的消防队员赶到现场, 对火灾进行扑救。而此时, 火焰已经到达离地面约 20m 的主冷平台部位, 所有的竹跳板均已烧毁。后在消防队员的扑救下火才被完全扑灭。

从发现起火到完全扑灭, 前后约 70 分钟, 火灾影响部位为从上塔顶部到主冷的整个上塔段以及与主塔相邻的粗氩塔。

2 事故现场勘察

笔者到达火灾现场时, 消防部门已提取了相关证据, 事故原因基本确定。尽管在火灾后冷箱内的竹跳板等燃烧物体都已经清除干净, 但冷箱上清晰的印迹显示着这里曾发生过火灾。冷箱内的铝制设备均已被熏黑, 失去了原有的金属光泽。燃烧最严重的部位在上塔上、下段的对接处, 因为该处为现场对接部位, 是铺设竹跳板最多的地方。

为了了解和确定火灾对空分设备的影响, 确定设备内部有无遭到破坏、设备还能否正常使用, 通过与用户和安装单位讨论, 决定先进行以下的工作来判断设备受损情况:

(1) 测量主塔的垂直度, 初步判断火灾有无使设备变形。

(2) 选择燃烧最严重部位, 取上塔吊耳作试板(与上塔材质相同), 做材质的表面金相分析和力学性能试验。确认火灾对塔器材料强度的影响, 判断设备能否再正常使用。

(3) 选取上塔对接焊缝, 重新进行 100 % X 射线检测, 确认火灾对焊缝的影响。

(4) 对设备外表面进行清洗, 使设备恢复金属色泽。

(5) 轻轻旋开氮气出口管或污氮气出口管的氮封螺塞, 对塔内可燃气体(如氢气)进行浓度分析, 以判断在火灾过程中是否因高温使铝制内件与水气在塔内发生反应, 特别是灭火时经过管口等部位进入铝制内件的水气在高温下与铝材发生反应, 产生可燃气体(如氢气)的可能性, 从而埋下新的安全隐患。

(6) 打开液空进口管, 使用内视仪观察设备内部, 判断内部有无受影响。

3 事故原因分析

根据现场检查, 并深入了解事故的相关情况, 分析引起此次火灾发生以及蔓延的主要原因有:

(1) 事故发生在 6 月, 是当地气温较高的季节, 白天最高温度达 40 多度; 气候十分干燥, 极易发生火灾。

(2) 现场使用的是竹跳板, 尽管竹跳板应用广泛, 也有很多优点, 但处在高温、干燥的环境中, 极其易燃。

(3) 冷箱在本次火灾中起着烟囱的通风作用, 冷箱板上的各个开孔充当着进气、出气的通道, 使空气流通十分顺畅, 所以使火情迅速蔓延、扩大。

(4) 现场准备的消防设施——灭火器类型不对, 干粉灭火器适用于扑救易燃液体及气体的火灾, 也可扑救带电设备的火灾, 而对本案的火灾类型并不适用。在冷箱内, 空气流通比较顺利, 干粉在喷出后立即被吹散, 大大降低了灭火效果。而且配备的灭火器数量不够, 规格较小。

(5) 现场消防设备管网水压低, 延误扑救时间并影响扑救效果。

(6) 现场冷箱平台梯子采用折反梯, 人员只能站在冷箱的一侧, 而火灾发生在另一侧, 所以只能穿过冷箱内的脚手架来扑救火灾, 给扑救工作带来了一定的难度。

4 事故危险性分析

现场主要的燃烧物是竹跳板, 竹木的燃点是 400 ~ 470 , 火焰的温度约 1400 , 而火焰外表的温度大概在 500 。根据现场有浓烟的情况, 判定在事故发生时, 竹跳板并没有剧烈燃烧, 而且竹跳板与设备的距离最近的也有 0.1m, 因此, 火焰影响设备的温度大约在 200 ~ 300 。另外, 由于整个火灾过程在 1 个小时左右, 火势蔓延的范围沿塔壁高度约 30m, 因此对于局部位置, 火焰影响时间最多是 3 分钟左右。从现场取样的力学性能测试结果(见表 1)和金属表面金相分析结果来看, 对于铝合金, 300 的温度影响 3 分钟, 其金属材料的力学性能没有发生改变, 也不会对设备使用造成不利后果。

另外, 现场对焊接接头的焊缝进行 100 % X 射线检测, 结果表明仍然能满足设计要求。现场对冷箱和塔器金属表面的测定结果(见表 2、3)也表明



表 1 现场取样的力学性能测试结果

检查项目	标准要求	鉴定结果	
		1# 试样	2# 试样
抗拉强度/MPa	275	310	315
规定非比例延伸强度/MPa	125	147	151
断后延伸率	10%	27%	21%

注：(1) 1#、2# 试样分别为铝合金的垂直两方向试样；

(2) 依据标准是《一般工业用铝及铝合金板、带材第 2 部分：力学性能》(GB/T 3880.2—2006)，材料牌号为 5083-H112。

火灾事故后设备并没有发生明显的变形。综合以上因素，这次火灾不会对设备使用的安全性造成不利影响。

表 2 冷箱垂直度检测结果 单位：mm

名称	项目	原测量值		现测量值		规范要求
		右	左	右	左	
冷箱垂直度	冷箱 2 个立柱	5	5	5	5	1.5/1000，但总高度偏差小于 20mm。
	西面 2 个立柱	5	5	5	5	
	南面 2 个立柱	3	2	3	4	

表 3 塔器垂直度检测结果

单位：mm

塔器	方向	原数值		偏差值	现数值		偏差值	塔器总长度	规范要求	
		左	右		左	右				
下塔	北面	210	212	- 2	218	216	2	~ 20m	< 0.5/1000	
	西面	165	164	1	150	149	1			
上塔	上段	西面	220	227	- 7	219	213	6	~ 39m	垂直度允差 1/1000，总高范围内不超过 8mm。
		北面	220	220	0	248	250	- 2		
	下段	西面	115	116	- 1	113	114	- 1		
		北面	103	107	- 4	105	109	- 4		
小计	西面：- 8；北面：- 4。垂直度合格									
粗氩塔	上段	西面	188	190	- 2	184	182	2	~ 43m	< 0.5/1000
		南面	160	165	- 5	159	158	1		
	下段	西面	212	214	- 2	210	212	- 2		
		南面	158	156	2	255	254	1		
小计	西面：- 4；南面：- 3。垂直度合格									
粗氩塔	东面	134	132	2	127	124	3	~ 25m	< 0.5/1000	
	北面	111	108	3	108	103	5			
精氩塔	南面	137	135	2	—	—	—	~ 15m	< 0.5/1000	
	西面	146	148	- 2	—	—	—			

从现场打开的接管口分析，没有检测出塔内存在相关的危险气体；另外，内部金属表面色泽和内部的结构件也没有出现异常。因此可判断火灾事故未对设备内部造成破坏，仍能达到相关的技术性能。

5 事故影响小的原因分析

本次火灾事故未对空分设备造成太大破坏，原因主要是有以下几点：

(1) 冷箱内的空气流通尽管促使了火势的蔓延，但火势蔓延速度加快，对局部的破坏就小。另

外，竹跳板逐层布置，因此火烧并不是持续的，而是间断的。

(2) 设备就位后，没有将各接管的闷盖打开，也未进行配管，所以火灾引起的烟尘并没有进入设备内部，也避免了设备内部的材料参与燃烧。特别是上塔内部的填料，是由很薄的铝箔制成，一旦遇到明火，后果就不堪设想。

(3) 现场条件允许使用消防水灭火，如果当时现场有部分接管打开，那扑救时使用的自来水将直接进入塔内，后果也将不堪设想。



6 事故教训及防范措施

本次火灾事故虽没有造成太大的危害,但事故造成的损失也很大,各方付出了很多的人力、物力,也直接影响了空分设备的安装周期。为了避免类似事故再次发生,应采取以下防范措施:

(1) 现场准备工作必须考虑全面。安装现场焊接工作量较大,又处于干燥、高温季节,使用易燃的脚手架本身就是一个安全隐患。

(2) 现场必须配备足够的、合适的消防安全设备,并做好防范工作。

(3) 做好消防的巡查和消防通道的建设,以便第一时间发现事故,第一时间到达事故发生点。

(4) 选择正确的处理方法。对于已经打开各接管设备或是设备已经进入全面配管阶段,如果处理时仍然是通过大面积喷水灭火,那么肯定会造成设备的二次破坏,甚至使其报废。

(5) 在现场注意做好对设备安全防护工作,特别是对已经打开接管闷板的设备,必须使用干燥的阻燃材料保护好管口,这样既可以保护设备,也可以防止火灾事故对设备的破坏。

总之,在空分设备安装过程中要做好各项防范工作,按照相关标准,考虑全面,杜绝此类事故再次发生。□

四川攀钢梅塞尔气体产品有限公司正式挂牌营业

2009年9月8日,四川攀钢梅塞尔气体产品有限公司正式揭牌。今后,攀钢旗下的核心企业——攀钢攀枝花钢铁有限公司的工业气体供应将外包给这家新成立的公司。同时,四川攀钢梅塞尔气体产品有限公司还将分阶段投资新的空分设备,以满足攀钢发展所需的氧气、氮气和氩气。

据了解,四川攀钢梅塞尔气体产品有限公司投资总额为15亿元,注册资本为5亿元,其中攀钢攀枝花钢铁有限公司以相当于2亿元的实物资产(设备、厂房建筑物等)

出资,梅塞尔以3亿元现金出资,合资公司期限为30年。攀钢同意与梅塞尔就工业气体合作后,不再与其他气体生产厂商进行合作。合资公司除了接收攀钢攀枝花钢铁有限公司现有的空分设备外,还将在攀枝花建造1套制氧能力为30000~40000m³/h的空分设备,进而将在西昌现场建造2套空分设备,每套制氧能力为30000m³/h,为攀钢西昌钒钛资源综合利用项目供应工业气体。

本刊

林德在上海建立区域研发中心

2009年9月16日,林德集团宣布其在上海的研发中心启动,这也是林德工业气体与工程公司在中国设立的首个研发中心。该研发中心将与气体应用行业和研究机构开展合作研发,改进气体相关的工业过程,并研发面向未来、可持续发展的绿色技术。该中心将在水处理、电子、激光、冶金、焊接、制药、食品和饮料行业开展研发工作。

在启动仪式上,林德集团与南京钢铁联合有限公司、中石化石油化工科学研究院和清华大学签署合作协议,在

气体应用方面发展绿色技术。

林德集团在美国和欧洲现有两个研发中心,加上中国在内的这3个研发中心将通过共享应用技术、培训和能力建设等,进行全球和区域性的合作,其全球研发项目包括开发氢能源。在中国,林德集团负责在上海安亭建造上海首座氢气加气站。

本刊

