

# 煤化工中氧气管线安全综述

胡永峰

国家能源集团宁夏煤业煤制油分公司 750000

DOI: 10.12238/jpm.v4i11.6409

**[摘要]** 煤炭是世界上最重要的一次性能源资源, 在世界上约 27% 的能源消费中占有重要地位。煤化工中氧的纯净度是影响煤气化利用率的关键因素, 而氧的易燃、爆炸等特点, 给煤的导输氧带来了很大的安全隐患。另外, 在低温甲醇洗尾气脱硫, 采用“活性炭纤维吸附+臭氧协同多相反应系统”处理工艺, 将纯氧转换为臭氧。文章从煤炭工业中应用纯氧存在的安全问题出发, 结合煤炭工业中氧的特点, 对煤炭工业中氧管道的运行进行了探讨, 并对煤炭工业中氧管道的运行提出了一些改进意见。

**[关键词]** 煤气化; 氧气; 安全隐患; 燃烧爆炸; 安全措施

## Summary of oxygen pipeline safety in coal chemical industry

Yong-feng hu

National Energy Group Ningxia Coal industry coal to oil branch 750000

**[Abstract]** Coal is the most important disposable energy resource in the world, and occupies an important position in about 27% of the world's energy consumption. The purity of oxygen in coal chemical industry is the key factor affecting the utilization rate of coal gasification, and the flammable and explosive characteristics of oxygen bring great safety risks to the oxygen conduction of coal. In addition, in the low-temperature methanol washing tail gas desulfurization, the treatment process of "activated carbon fiber adsorption + ozone cooperative multiphase reaction system" is adopted to convert pure oxygen into ozone. Based on the safety problem of pure oxygen in the coal industry, it discusses the operation of oxygen pipeline in the coal industry, and puts forward some improvement suggestions for the operation of oxygen pipeline in the coal industry.

**[Key words]** coal gasification; oxygen; safety risks; combustion and explosion; safety measures

## 引言

随着全球能源需求的不断增长, 矿物燃料的使用率也在不断提高, 而煤是各个地区应用最为广泛和容易获得的一种能源。在煤的综合利用方面, 为了提高煤的利用率, 提出了煤气化技术; 在环保装置技术开发中, 其中提出“活性炭纤维吸附+臭氧协同多相反应系统”工艺技术。氧气是气化炉常用的反应物, 将氧气和过热水蒸气混合后, 再通入气化炉, 可以得到更高的热值。在臭氧制备中, 将纯氧通过放电体和石英玻璃介质形成的双层微间隙放电结构时, 在高频高压下产生非常强烈的介质阻挡放电, 部分氧气分子被分解为自由态的氧原子, 这些自由态的氧原子与未分解的氧气分子重新结合生成臭氧( $O_3$ )。氧气是一种化学性质强烈的可燃气体, 当它与其它易燃气体, 例如: 氢气、乙炔、甲烷、瓦斯、天然气等按一定比例混合后, 会引起爆炸, 并且爆炸的威力与氧的压力和纯度成

正比, 所以危险系数很高。而在高温下, 油品与氧气易产生剧烈的燃烧, 严重时可引起爆炸。因此, 对于气化工程来说, 氧管线是一个相对危险的存在。

## 1 氧气系统

煤化工所用的高压氧气是从配套的空气分离设备中提取的, 其纯度可达 99.6% 摩尔。空分过程中产生的高压氧送至各装置区域。在气化炉反应时, 一部分氧气用于长明灯点火, 一部分经预热器后进入粉煤烧嘴, 氧气与煤粉在气化炉内进行混合燃烧, 生产出粗煤气。氧气流量是由粉煤流量与氧煤比计算实现的(氧煤比: 0.4~0.6), 即以煤定氧。在日常操作中氧煤比的控制至关重要, 可称之为气化的核心内容, 氧煤比过高会导致气化炉过氧和超温, 造成设备损坏乃至气化炉发生爆炸事故, 氧煤比过低则会使煤粉燃烧不完全, 影响产气质量及工艺气带灰堵塞等问题。在臭氧发送系统中, 通过放电氧气反应

成为臭氧,此过程氧气需要控制流量、露点、压力、温度以及洁净条件。

同时,在氧气主管道和进烧嘴前的分支管道均设有氮气吹扫、氮塞与放空管线,以保证氧气在气化炉开停车时的安全使用。由于氧系统的绝热压缩,极易引起氧管线的燃烧和爆炸,所以在进行氧输送之前,必须严格执行氧输送计划,尤其是初始氧输送,必须逐步提高压力和保持压力,然后逐渐向界区输送氧。在进入气化界区时,应当进行旁路均压,均压完成后,方可将氧气引入气化的氧管线中。为避免人为手动操作中可能出现阀门启闭过快等问题,高压氧气系统最好设置为远程控制阀。具体引氧过程:阀门确认为开车状态,首先打开旁路阀,当主氧开关阀前后压差小于 100kPa 时,结束均压过程,此时打开主氧阀,关闭旁路阀。因此,加强对输氧管线安全预防措施的研究,对于提高输氧管线的人身、设备安全,减少事故发生,提高输氧效益具有重要意义。

## 2 氧气管线安全氧患分析

### 2.1 氧气管道的事故案例

氧是一种常见的工业气体,最简单的方法就是用管道运输,因为大部分的氧管线都是中压高纯度的氧,而且大部分氧管线都是远距离的运输,而且氧的特性比较特殊,在使用时稍有疏忽,就可能导致管线发生意外,从而带来无法弥补的损失。2005年4月14日,铜陵市一家钢铁公司的制氧厂,在对一台调节压力管道泄漏的气压阀门进行更换时,因为操作失误,导致了一起严重的爆炸事件,导致三人丧生,四人重伤(后四人经抢救无效,不幸身亡)。还有一家大的钢铁厂在2008年2月22日,由于没有经常清洗氧滤网,造成了铁锈、焊渣等建筑残余物堵在了滤清器前,当打开阀门的时候,高纯氧气流会将这些杂质带到管道中,与管道发生摩擦和碰撞,从而导致了氧气管道的阀门和过滤器的燃烧和爆炸。某大型炼钢厂在2008年2月22日,由于氧气过滤器未定期清扫,铁锈、焊渣等施工残留物堵塞在过滤器前,开阀时高纯度氧气流夹带着这些杂质与管道发生摩擦、撞击,引起氧气管道阀门及过滤器燃烧爆炸。2008年6月25日,一家工厂的一名工人在使用F型扳手打开主氧管时,氧气管道爆炸,导致2名工人重伤。这些惨痛的事故时刻警醒着我们输氧管道的安全生产。如何保证输氧管线的安全运转,这无疑是一项非常有意义的研究工作。

### 2.2 氧气管道燃烧爆炸的原因分析

含氧管线均为高含氧气体,含氧气体浓度较高,可燃物质的着火点较低,为钢管的燃烧创造了良好的条件。针对这一特点,若对输氧管线的处理不当,将导致三个燃烧因素的发生,从而导致燃爆和其它事故的发生。综合各类相关事例,导致氧气管自燃的原因如下:

2.2.1 颗粒碰撞管道的壁面。氧管道在维修和安装过程中,

会残留大量的焊渣和锈蚀物质,如果在运行之前不进行清除,这些焊渣和锈蚀物质会在空气中与管口等接触,产生较高的温度,从而引起爆炸。微粒尺寸愈小,愈易发生着火及其它问题。

2.2.2 携带在空气流动中的易燃杂质的燃烧:比如不加润滑油的管线,因为摩擦热和其他热源的关系,很容易被微小的油污点燃,从而引起火灾甚至爆炸。其燃点(常压氧气中)如表1所示。

表1 部分可燃物的燃点

可燃物名称	燃点/℃	可燃物名称	燃点/℃
润滑油	273-305	橡胶	130-170
钢纸垫	304	氟橡胶	474
三氧乙烯	392	聚四氟乙烯	507

2.2.3 阀门的摩擦力。在正常使用过程中,输氧管线的阀体本身也会产生摩擦和温度升高,在这样的含氧较高的环境下,极易引起爆炸。

2.2.4 由于静电或雷电的积聚,产生了电弧,从而产生了爆炸。在化工设计中,由于设备管道的复杂性和复杂性,以及氧管道的接地不良,或操作维修人员没有按照规定佩戴防护用品和使用合格的工具,都容易引起电火花,从而导致氧管道的燃爆事故。

2.2.5 管路和阀门的开关频率较高。管道阀门频繁开启与关闭时,受到前后压力的影响会急剧产生高温,从而造成管道阀门出现高温发生燃烧现象,其爆炸概率随压力平方的增加而增加。打个比方,在阀门前面是常温和高压,在阀门后面是低压。如果快速开启阀门,它的阀门后面的温度是通过绝热压缩的,它可以达到一些可燃物质的着火点,就像表1中显示的那样,有可能导致部分可燃物的燃烧。

2.2.6 供氧时,由于空气流动速度太快,造成局部温度升高,从而引起爆炸和燃烧。

2.2.7 因外部原因,如管线质量,管线技术,腐蚀变形,环境变化等,造成管线损坏,造成管线泄漏,引起火灾和爆炸。

2.2.8 由于管路中的阻塞或由于阀门的错误操作而引起管路中的压力过大,导致管路中的压力过大而产生爆裂。

2.2.9 如果纯正的高压氧气中的可燃物着火点下降,则会导致氧气管道发生爆炸。

氧管材料的影响:在不同的压力和温度下,氧管材料也有区别,例如,在较低的温度下,可以使用不锈钢,铝合金等材料,在较低的温度下,可以使用无缝钢管,在较高的温度下,可以使用黄铜和紫铜管。材料的选择不当也会导致爆管,比如用304不锈钢制作的管子,很容易被腐蚀、开裂,从而造成物理爆管。

## 3 氧气管道的安全运行措施

3.1 纯氧在高压运输时,其流速控制十分关键,由于纯氧

在管道内高速运动时与管壁的摩擦以及与多种杂质的碰撞,很容易使其产生高温,从而引发氧气爆炸。根据合适的管材控制合适的氧气流速,就不会引起过高的温度。

3.2 解决氧在流经阀门时发生绝热压缩的问题,可在氧调节阀的前后各设一间隔离室,当氧气供应时,必须打开旁通,以保持氧气的平衡。同时,每扇氧气阀门后面都要有一根铜基合金钢或不锈钢管,长度不得低于5倍管径,并且不得低于1.5米。

3.3 氧管路中,应尽可能减少弯头、分流口及宽直径三通,如果有弯头,则应在压力大于0.1MPa时采用阀门式凸缘,如果有分流口,则宜在主管风向45°至50°之间;另外,在进界区的氧气管道调节阀前面,要安装一个过滤器,如果选择一个适当的氧气控制阀,就可以避免由于摩擦而造成的事故,选择一个适合自己的氧气管道的阀门和法兰时,要尽可能选择一个整体锻造或铸造的,以减少摩擦力,而且材料的气孔、夹砂、缩孔不小于2,没有热裂、冷裂、夹杂、麻孔,并附各种检查报告。在焊接凸缘和凸缘时,可以使用具有良好阻燃性能的紫铜线作O形密封,以降低其着火率。

3.4 与其它的介质管道不同,氧管对内部的要求是干净的,没有任何的杂质,因此,氧管在使用时,必须经过一个除油、除锈的工序,而且在使用完之后,必须保持干净。人工除锈,化学除锈,喷砂除锈等是氧管线常见的除锈方式,除锈到管线上材料本身的色泽。氧阀润滑油最好选用不容易起火的硅油,硅脂。管道内表面的清洁可采用冲洗或拉洗两种方式,氧气阀门的油脂最佳选择是不易着火的硅油、硅脂。对阀门零件的除油,除油后要做气密性测试外,还应做水压力测试后要做钝化。

3.5 氧气管及其附近的气管应安装静电引导和消除装置,用于静电接地的材料和零件必须先除锈和除油,在材质本身的接地安装完成后,再进行防腐处理,以避免腐蚀材料影响接地效果。一般情况下,接地电阻小于10Ω,法兰间的电阻小于0.03Ω。

3.6 在氧气管道进行施工的时候,一定要有一套详尽的施工方案,经过各级领导的同意,经过作业分析合格,所有的人员、机器、阀门都已经确认完毕,有关的作业票都是完整的,这样才能进行施工。

3.7 不能随意连接和使用氧气管,每个接口和阀门处要悬挂警示标志。

3.8 提高作业及有关人员的作业技术及安全意识,加强管理者对氧气管线的关注,健全氧气管线的管理计划。

#### 4 氧气管道操作的事项规范要求

氧气管道施工(脱脂、酸洗、钝化、坡口、焊接、试压、吹扫等)的流程及其后期的运行与保养中,面临着不同的重大安全隐患,从而要求作业队伍在运行过程中对这些隐患予以格

外的重视,下面介绍一些运行过程中的注意事项和规程要求。

4.1 气化装置供氧管路属于高压管路,必须按照GB16912-2008和《压力管道安全技术监察规程—工业管道》的有关规定进行安装。

4.2 氧管道安装检修后都要脱脂,在对氧管道进行脱脂作业的时候,不能在现场产生火源,也就是现场人员不能抽烟,禁止动火电焊气焊操作。如若为金属管道,防止有水参与,否则会腐蚀管道。

4.3 在操作时,应当严格按照操作规程操作,严禁私自使用其他不合格的阀门。在现场操作自动阀门时,一定要站在阀门边上,并且操作要缓慢,以防发生意外情况。在打开主氧截止阀的同时,一定要先将旁通阀开启,等系统默认的均压完成后,再将旁通阀关掉,然后缓慢的将主氧截止阀打开,以避免发生意外。

4.4 运行人员要定期清洗氧管滤芯,在维修期间要做好氧管的清洗工作,并要做好氧管壁厚的测量工作。

4.5 氧管线维修时,必须对对应的氧管线进行严格更换,氧含量不能超过23%。

4.6 不能在半路上随意设置用氧点。

4.7 操作者必须了解氧管线的紧急情况预案,以保证一旦出现意外情况,可以立即进行处置。遇有火情时,应先关闭电源。

4.8 在氧气管道中,应当有流量计、压力表等相关的监控设备以及安全互锁装置。安全阀和压力表每年都要对应急关闭阀和其他防护装置进行校验。

4.9 输氧管要根据《国家特殊设备监督管理办法》的规定,进行安全检查,经检测合格后方可投入运行。

#### 结语:

煤化工中所使用的氧具有高纯度和高压的特点,所以当煤化工的氧气管道开始投入运行和日常运行时,要认真思考它的潜在危险。无论是在设计、施工、生产、运营等方面,都要认真对待,并严格遵守有关的标准、规范,确保其在压力、流速等方面都能满足煤化工应用的需要,从而减少氧气管道安全事故的发生,确保人身和设备的安全。文章就氧气管爆炸的原因进行了剖析,并就氧气管在使用过程中应注意的问题,提出了氧气管在使用过程中应采取的安全措施。

#### [参考文献]

[1]侯玲梅,张胜梅,刘宁,等.煤气化装置氧气管线安全综述[J].广东化工,2022,49(5):94-96.

[2]江珍珍,刘焱,王盘峰.煤气化装置中氧气管道的设计探讨[J].化肥设计,2016,54(5):27-30.

[3]胡庆丽,唐亮.壳牌煤气化装置氧气管道和渣水管道布置设计的优化[J].化肥设计,2014(5):13-14,19.