

大型井式气体渗碳炉爆炸和燃烧原因分析与防范

资阳南车传动有限公司 (四川 641303) 杨忠丹

井式气体渗碳炉主要供机械零件气体渗碳、碳氮共渗、渗氮及加热使用,它由炉壳、炉衬、炉盖、提升机构、风扇、马弗罐、加热元件、滴注器、温度控制及碳势控制装置组成。而大型井式渗碳炉是在标准井式渗碳炉基础上设计的大型炉,为了保障炉底的强度和大件渗碳工艺的要求,其结构有所改进,一般均采用由耐热钢卷制焊接制成无底马弗罐,马弗罐底部采用 N46 机械油进行密封,用于大型工件渗碳加工。我公司自 20 世纪 90 年代开始使用大型井式气体渗碳炉,用于机车牵引齿轮和大型工件的渗碳工艺,在使用过程中曾发生过一起爆炸、燃烧事故。本文就对这次渗碳炉产生爆炸、燃烧原因进行分析并提出相应防范措施。

1. 事故情况

我公司在使用大型井式气体渗碳炉过程中,渗碳炉

已经进行 8h 多渗碳时,操作者检查炉内气氛压力和运行均为正常,在刚离开渗碳炉 20m 左右,渗碳炉突然发生了剧烈爆炸,并产生巨大的冲击和爆炸声,将铺设在井式气体渗碳炉周围用角钢和钢板焊接的脚踏板全部炸开,造成用于密封无底马弗罐的机械油喷出并燃烧,直接经济损失达 20 万元左右。所幸由于操作者提前离开渗碳炉一分钟,没有造成人员伤亡。

2. 爆炸和燃烧的条件及过程

井式气体渗碳炉采用滴注式气氛控制方式,就是在用有机液体如甲醇、煤油、丙酮等直接滴入渗碳炉内,经过高温裂解形成一种气氛,这种气氛是一种可燃性气体,具有爆炸的可能。为了使炉内不吸入空气而破坏炉内气氛,要求炉内能维持几个至几十个毫米水柱的正压。因此渗碳炉的关键问题就是要有可靠的密封性。

表 5

材料	W18Cr4V		W6Mo5Cr4V2	
	1280	1180	1240	1150
淬火温度/℃	1280	1180	1240	1150
回火后 硬度 HRC	66	63	65	61
钢销数量 (万件)	10	16.2	22.1	27.3

七、结语

(1) 生产实践中,对直径 < 40mm 的销轴切断模,可直接用棒料机械加工,而不需改锻。W6Mo5Cr4V2 钢的碳化物不均性比 W18Cr4V 钢低 1~2 级。

(2) W6Mo5Cr4V2 钢的热塑性较好,便于通过锻造来进一步使碳化物分布情况得到改善。对直径 > 40mm 的销轴切断模,可选用合适直径的棒料下料,保证一定的锻造比,改锻后晶粒明显细化。

(3) 以低温 (1140~1150℃) 加热淬火,可获得较细的晶粒度。以等温淬火处理,可获得理想的下贝氏体组织。配以 570~600℃ 三次回火处理,可以获得较高的综合力学性能。

(4) 通过分析 W6Mo5Cr4V2 钢销轴切断模不同的使用工况,合理选用毛坯种类、规范的锻造和球化退工艺,制定合适的热处理工艺并认真操作,可获得理想的使用效果。MW (20090508)

可燃气氛产生爆炸应同时具备三个条件才能发生,即:

- (1) 密封的有限空间。
- (2) 可燃物的含量在着火浓度极限以内(即爆炸限以内),并充满整个有限空间。
- (3) 有火源引入或加热至着火温度。

可燃气体剧烈的氧化反应成为燃烧,在整个密封的空间里,瞬时全体积的燃烧称为爆炸。在密封的有限空间里,可燃物的含量在着火浓度极限内,其爆炸的过程大致是:火源引入,使火源附近的可燃气体燃烧,发出的热量加热并压缩其邻近层,使该层温度升高,迅速燃烧,如此继续传播,最后全容积瞬间完成燃烧,产生高压,出现爆炸现象。有关资料介绍,在产生爆炸时,其压力可达7~8大气压或更高,爆炸时的火焰传播速度将超过1000m/s,造成的后果十分严重。

3. 原因分析

大型井式气体渗碳炉其外观尺寸较大,因此为了方便操作,均将渗碳炉安装在地下几米的深处,在地面渗碳炉周围用角钢和钢板焊接铺盖,形成了一个较为密封的有限空间。因此符合上述爆炸的三个条件之一,即:密封的有限空间。

从渗碳炉爆炸现场检查看,发现渗碳炉加热元件接线柱处有明显打火痕迹,而此处爆炸和燃烧痕迹最为明显,可以认定此处为爆炸和燃烧引入火源。因此符合上述爆炸三个条件之一,即:有火源引入或加热至着火温度。

将渗碳炉主要密封件无底马弗罐吊出,在对无底马弗罐进行密封检查时,发现无底马弗罐焊接缝处出现约350mm长、4~5mm宽的裂缝。由于无底马弗罐焊缝的开裂,具有一定压力的高温易燃易爆的气体从渗碳炉炉衬泄露到基础内,使基础内充满了高温易燃易爆的气体。因此达到了上述爆炸三个条件之一,即:可燃物的含量在着火浓度极限以内(即爆炸限以内),并充满整个有限空间。

此次渗碳炉突然发生剧烈爆炸和燃烧的原因如下:

(1) 渗碳炉在安装时,为了操作方便,使用角钢和钢板将渗碳炉周围密封较严实,使渗碳炉基础内形成一个密封的有限空间。

(2) 渗碳炉主要密封件是无底马弗罐,由于马弗罐尺寸加大,不可能采取整体铸造而成,通常采用

1Cr18Ni9Ti耐热不锈钢板卷成圆筒进行焊接,按照焊接要求,无底马弗罐不能存在焊接缺陷。由于该炉使用的无底马弗罐存在焊接缺陷,并且在930℃的高温下长期工作,炉内又是正压,使得无底马弗罐出现了不同程度的变形,造成焊缝突然开裂,具有一定压力的高温易燃易爆的气体从渗碳炉炉衬泄露到基础内,使基础内充满了高温易燃易爆气氛。

(3) 通电接线柱没有按照规范处理和定期检查,造成了接线柱接触不好,产生火花引起爆炸和燃烧。

4. 正确使用大型井式气体渗碳炉和安全防范措施

(1) 无底马弗罐是大型井式渗碳炉中重要部件,因为它是采用1Cr18Ni9Ti耐热不锈钢板卷成圆筒再进行焊接而成,造价十分昂贵,如何保证马弗罐在使用过程中的可靠性,合理确定使用寿命周期。

经过多年实践证明,无底马弗罐使用寿命周期为两年,在新的无底马弗罐使用前,必须对其焊缝进行探伤检查,或者采用煤油渗透检漏法对其焊缝进行检查,在使用一年时,将马弗罐吊出,再对其焊缝进行检查,保证马弗罐的密封性和安全性。使用两年后应该给予报废,或者对变形较为严重的部分割除,重新用新材料卷成圆筒再焊接而成。

(2) 由于大型井式气体渗碳炉基础处于地下较深的地方,对于南方潮湿地区,为了防止沼气的产生和易燃易爆的富化气突然外泄而引起爆炸事故,在渗碳炉基础内应安装抽风系统,保证基础内空气能够及时地进行交换,同时安装可燃气体浓度检测装置。

(3) 保证冷却油槽冷却水的畅通,定期对冷却水循环槽的水垢采用盐酸进行清理,保证密封油的温度保持在70~90℃,定期检查连接冷却水管路,观察回水大小和温度,防止管路脱落,避免油温达到其闪点,引起油雾和燃烧。定期清理密封油槽内的氧化皮、油垢及杂物,并在密封油槽内加装油位报警装置,使操作者掌握密封油位情况,以避免密封油不断消耗,密封油密封深度低于渗碳炉在渗碳时所需的气压毫米汞柱,从而引起易燃易爆的富化气突然外泄而造成爆炸事故。

(4) 定期检查接线柱接触情况,特别要控制好引出棒与加热元件的焊接质量,接线柱导电质量,杜绝任何打火现象的产生。**MW**

(20090531)