

真空气淬炉炉膛污染的危害和预防措施

朱 磊, 李 晶

(中航飞机股份有限公司, 西安 710089)

摘 要:真空热处理因为其具有无氧化脱碳、综合力学性能好、自动化程度高以及绿色无污染等诸多优势,正被越来越多的企业广泛使用;但是,由于其高度自动化和对真空室的密封的要求,对操作人员的技能、日常的保养和维护以及炉膛的洁净提出了很高的要求;本文分析讨论了真空气淬炉炉膛污染的原因及其造成的危害,以及设备的日常保养和使用过程中如何预防炉膛污染的措施。

关 键 词:真空气淬炉;污染;使用;保养

中图分类号: TG155.1+6

文献标识码: B

文章编号: 1002-0322(2019)01-0059-04

doi: 10.13385/j.cnki.vacuum.2019.01.13

Harm and prevent measures for chamber pollution of gas quenching furnace

ZHU Lei, LI Jing

(AVIC AIRCRAFT CO., LTD. Xi'an 710089)

Abstract: Vacuum heat treatment is widely used by more and more enterprises because of its advantages such as non-oxidation and decarbonization, good comprehensive mechanical properties, high degree of automation, and green and pollution-free. However, due to its high degree of automation and the requirements for sealing the chamber, high requirements are placed on the operator's skills, daily maintenance and the cleanliness of the furnace; this paper studied the causes and harm of pollution in the chamber of gas quenching vacuum furnace. The measures to prevent the pollution of chamber during using the equipment and the daily maintenance were discussed.

Key words: gas quenching furnace; pollution; use; maintenance

近年来,航空工业真空热处理设备逐年递增,真空油淬和真空气淬正在逐步代替普通电炉和盐浴炉成为航空工业主要的热处理方式,广泛应用于黑色金属和钛合金的热处理;同时,伴随着计算机技术和工业自动化的发展,真空炉的自动化程度越来越高,设备操作趋向于简单化。由于真空热处理具有无氧化、无脱碳、脱气、脱脂、表面质量好,变形微小,综合力学性能优异,无污染无公害,自动化程度高等优点^[1],真空热处理越来越普及,但对设备的日常维护和保养也提出了较高要求;做好设备的日常保养和检修,避免炉膛污染是保证产品质量和提过设备使用寿命的有效途径。在设备的使用过程中,由于设备使用、保养和维护不到位,造成设备污染,严重影响零件的质量并且造成设备炉膛和泵组的污染无法正常使用,带来巨大的经济损失。

1 真空炉炉膛污染的危害

炉膛污染,会使产品质量不能满足要求导致报废,同时会造成设备故障,给企业带来巨大的经济损失。

1.1 对产品质量的影响

由于退吸和氧分压低的原因,真空热处理具有无氧化、无脱碳,零件表面光亮,脱脂、脱气和净化表面的良好作用。但是,如果炉膛发生污染,则真空热处理的所有优点将不再发生,零件氧化、增碳、脱碳、吸氢等所有缺陷将会随着污染源产生。更严重的是,在加热过程中,低熔点金属熔化和有机物分解形成的颗粒或液体以及其它颗粒或液体污染物落到零件表面会造成零件的严重腐蚀。

1.2 对加热元件的影响

收稿日期: 2018-04-10

作者简介: 朱磊(1982-),男,汉族,陕西省米脂市人,本科,高级工程师。

真空气淬炉的加热带、炉床、隔热屏通常是用钼或钼钨合金制成,在高温状态下与氧或碳反应生成氧化钼或碳化钼^[2],影响加热带、隔热屏的使用寿命,且对加热带的加热参数和隔热屏对热量的反射有较大的影响,从而影响设备的加热效率和温度均匀性,而且由于碳化钼的脆硬性,加热带、隔热屏和加热带支撑架容易发生断裂;熔融的金属和金属粉末等污染物与加热带接触,导致加热带侵蚀,截面变小,局部过热而熔断;加热室内的陶瓷元件受到污染后,其绝缘性能下降,严重污染时,加热带和隔热屏短路,烧坏变压器。

1.3 对真空系统的影响

使得一般的油封式旋片真空泵(机械泵)和油扩散泵和的油介质极易被污染、乳化而失效,还会引起油孔堵塞和排气阀损坏等,降低抽真空能力,从而需要更换泵油和滤芯造成浪费、泵维修率增高甚至泵损坏^[3]。炉膛污染还会导致真空阀门密封件受到污染,影响设备使用。

1.4 对真空规管的影响

我公司的真空气淬炉使用皮拉尼电阻规和反磁控冷阴极电离规,污染对规管的检测精度有很大影响。皮拉尼规通过测量流经被加热的铂电阻丝的电流来计算电阻值从而测定压力,电阻是温度的函数,电阻丝受到污染后,其辐射传热和气体分子碰撞产生对流和传导传热的能力降低,因此污染和气体温度对皮拉尼电阻真空规的测量精度有很大影响;对于反磁控冷阴极电离规的测量原理是利用放电电流和压力之间的关系,通过测定放电电流计算压力,其阴极受到表面污染后,会影响放出的电子量从而影响放电电流,因此测量精度会受到很大影响。

2 真空炉炉膛污染的原因

造成炉膛污染的原因很多,不同的污染源对产品质量和设备造成不同的影响,但是所有的污染都会影响产品质量并且造成设备性能下降甚至故障,给企业带来经济损失。

2.1 泄漏

泄漏是造成设备的污染的最主要原因之一,由于炉体上有很多开口用于泵组的连接、加热电极的连接、热电偶的安装、充气系统和冷却水系统的安装等,所有的连接处密封失效都有可能造成泄漏。

2.2 扩散泵、机械泵泵油返回炉膛

张静^[4]等分析了油扩散泵返油的主要原因有

泵壁特别是顶部泵壁的冷却能力、扩散泵油温过高、扩散泵入口障板阻挡油分子散射的能力不强、喷射塔变形、出口压力过大等;由于泵油温度过高或者泵的排气不顺畅可能造成机械泵返油污染炉膛。

2.3 零件或工装夹具未彻底清洗干净

真空热处理前的零部件多数经机械加工或钣金成形,零部件的表面在加工时常粘附上一层油脂、切削液、有机涂层、成型时模具表面的污染等,尽管在进行真空热处理前,都要经过清洗,但有些零部件形状复杂,特别是细管、深孔和封闭腔等复杂结构工件、冲压件翻边等,很难清洗干净。清洗干净的零部件在随后干燥人炉的过程中,操作不注意,油手、手套、不干净抹布接触后又可能使零部件表面上粘附油脂、手印等污染。

2.4 带入低熔点金属

低熔点金属如铅、铝、锌等是常见的污染物,在生产制造流过程中,为了区分零件或使零件具有可追溯性,会在零件上挂有标牌,经常出现铝标牌或者用铝丝绑扎标牌,热处理操作人员在不认真检查的情况下就会导致铝进入真空炉加热而造成污染;零件成形时,常常会用到铅锌模,如果成形后和热处理前不能彻底的清洗零件表面,就会带入铅和锌造成炉膛污染。

2.5 环境污染

热处理车间的环境也可能造成真空气淬炉的炉膛污染。目前,国内很多热处理厂都是各种炉型电炉、盐浴炉、真空炉等分布于同一热处理厂房,厂房环境中的灰尘、油烟、水蒸气等进入炉膛造成污染。

3 如何预防真空炉膛污染

3.1 日常检漏和泄漏预防

泄漏是真空炉最常见的故障,如何预防炉体发生泄漏和对炉体进行检漏是提高真空炉使用寿命和保证产品质量的有效途径。在日常使用中,应每周进行压升率测试判断炉体是否发生泄漏,并严格按照要求进行日常的保养和维护,做好预防性维修。

3.1.1 压升率测试方法^[5]

GB/T10066.1《电热设备的试验方法 第一部分:通用部分》规定了真空炉压升率的检测方法:将真空室抽至极限真空度后,关闭真空阀门并停止真空泵,15min后记录第一次读数,间隔不小于30min后记录第二次读数,两次读数的差值除以

时间即为压升率,单位为 Pa/h;为减少炉内构件放气或吸气对压升率的影响,以间隔不小于 30 分钟读取炉内压力值,绘出压力对时间的关系图,以曲线最后直线上升段的斜率作为压升率。

3.1.2 真空炉常见泄漏点和泄漏检测

真空泄漏故障维修的关键,是看能否准确地判断出故障点(泄漏点)。查找泄漏点的通常步骤是,按照上述方法进行压升率检测后,如真空室真空度一直下降,且管路真空度保持不降低,说明真空室有泄漏点;此时应用氦质谱检漏仪对真空室可能存在泄漏点的位置进行检漏,着重检查加热电极、热电偶安装孔和热电偶本身、气体连接法兰和充气阀门、炉门、压力表和压力传感器连接处、真空规管连接处等与外界有接口的地方,对于真空炉,还应检查热交换器有无泄漏,通常内部循环设备的热交换器在设备的内部,难以检查,可以利用热交换器冷却水管的接口通入氦气的方法检漏。如果真空管路上的真空度很快下降,且真空室真空度保持较好或者略有提高,则应对真空管路和真空泵系统进行检漏;如果真空管路和真空室真空度都一直降低,还应检查真空阀。

3.1.3 泄漏预防

防止泄露就是要保证炉门和各管路、热电偶等连接部位密封件的有效工作,因此,要定期对密封件进行检查清理。首先,要检查密封件应清洁、平整无破损并具有良好的弹性,用酒精和抹布将密封件清理干净并涂抹真空脂;其次,检查密封件是否有破损或弹性不够,如有应更换密封件;最后,应定期对密封圈进行更换即使密封圈完好无损,对于更换阀门等修理需要拆除密封圈时,重新安装时最好安装新密封圈。

3.2 真空泵返油的预防

根据扩散泵的工作原理和造成返油的原因,预防扩散泵返油的主要措施有:在扩散泵入口和真空室之间加装冷阱,可以有效地捕捉部分扩散泵返油蒸汽和裂解物还可以抽除真空室内的可凝蒸汽防止扩散泵油污染;检查前级泵的工作状态,严格控制扩散泵加热前的前级真空度避免出现出口压力大于入口压力造成扩散泵返油;定期检查扩散泵冷却水管路是否畅通,必要时进行清理疏通,严格控制扩散泵冷却水温度和流量,避免出现泵油不能冷凝造成的蒸汽返流;按照所使用的泵油严格控制扩散泵的加热温度,避免出现蒸汽流过大来不及冷凝而返流^[3],定期对扩散泵控制热电偶进行校验;泵油完全冷却后再关闭冷

却水,防止泵油氧化;定期打开扩散泵真空挡板阀进行清理,用酒精和抹布擦拭干净阀体,特别是密封圈;

为防止机械泵和罗茨泵返油,首先要控制泵油的温度,通常机械泵和罗茨泵都具有风冷或水冷装置,对于水冷泵只要保证水冷装置的流量和压力以及冷却水入口温度满足要求就能有效的控制油温,对于风冷泵要确保风扇正常工作以及散热窗无堵塞;其次要及时更换泵油、油滤和尾气排放过滤,确保排气畅通,避免出现排气压力过大造成返流;最后要定期对真空管路阀门进行清洁,确保密封良好。

新采购设备时可以考虑干式真空泵代替油泵,分子泵代替油扩散泵,可以杜绝真空泵返油,同时减少更换泵油和油滤带来的维护成本。

3.3 清洗和检查工件

零件在加工和周转过程中,难免会出现表面污染,有时为了防锈会涂防锈油,因此在装炉前必须清洗,必要时进行喷砂处理。常规的清洗方法有碱清洗、手工溶剂清洗等,即在零件装炉前,采用洗涤汽油或者无水乙醇等有机溶剂或用碱溶液彻底清洗零件表面,对于复杂零件可采用超声波清洗、蒸汽清洗或真空清洗;工件和工装入炉前,除应检查所有部位清洗干净且无涂镀层外,还应检查随零件和工装入炉的标识无低熔点金属或其它非金属,最好使用不锈钢。

3.4 日常维护

为防止真空炉膛污染,还应加强以下方面的日常操作和维护。开启炉门后尽快装卸工件,尽快关闭炉门,并抽真至低于 10Pa,设备在长期不生产时,应保持炉膛内压力低于 10Pa,避免环境中的污染物进入炉膛和加热带、隔热屏吸气,必要时对炉膛进行烘烤处理;每次开启炉门时检查炉膛内部,及时用吸尘器清理炉膛内污染物,必要时用酒精和抹布将加热带和隔热屏上的污染物擦洗干净。

4 结论

1. 引起真空炉膛污染的主要原因有设备泄漏、真空泵返油、环境中的污染物、随工件装炉的低熔点金属或非金属以及零件表面的切削液和油污等。

2. 炉膛污染不仅使工件质量不能要求,还会使加热元件和抽真空系统损坏,严重影响设备的使用寿命,甚至直接导致设备无法使用。

3. 预防真空炉膛污染的主要措施有:及时排除设备的潜在泄漏点、保证真空泵的正常工作、确保入炉的零件清洁干净且无涂镀层和低熔点金属或非金属标识等、设备在停机时应尽量保证处于真空状态。

参考文献

[1] 阎承沛. 我国真空热处理技术的现状和未来 [J]. 热

处理, 2000, (2): 1-8

[2] 臧纯勇, 汤慧萍, 王建永, 等. 钼金属高温抗氧化能力的研究概况[J]. 热加工工艺, 2008, 37(24): 125-128

[3] 蒋飞, 蔡东锋. 油封式旋片真空泵在恶劣介质环境中的应用[J]. 真空, 2000, (2): 39-41

[4] 张静, 王栋庆. 油扩散泵返油率的控制分析 [J]. 真空, 2015, 52(1): 57-59

[5] GB/T 10066.1-2004, 电热设备的试验方法 第一部分: 通用部分[S].

投 搞 须 知

《真空》杂志创刊于 1964 年, 由沈阳真空技术研究所主办, 沈阳真空杂志社编辑出版, 国内外公开发行。国家级刊物, 中国科技核心期刊, 首批列入我国“中文核心期刊要目总览”中工业技术类核心期刊, 同时列为“中国科技论文统计与分析”首批统计刊源, 首批入编“中国学术期刊光盘版”。并被美国化学文摘(CA)等期刊收录。50 多年来在我国真空界享有盛名, 颇受广大读者欢迎, 为我国真空业界首选技术刊物, 发行量居全国同类刊物之首。

自 1994 年转换经营机制以来, 社会效益与经济效益同步增长。由我国真空学术界著名学者组成编委会, 为本刊把关定向; 由国内真空企业界组成杂志董事会和国外著名厂商为本刊提供经济实力。自 1989 年以来先后有德国 LEYBOLD 公司、瑞士 BPS 公司、美国 MKS 公司、英国 BOC EDWARDS 公司、日本真空技术株式会社等外商企业在本刊上刊登产品广告发布信息。

收录情况:中国科技核心期刊; 工业技术类核心期刊; 应用物理类核心期刊; 中国核心期刊(遴选)数据库全文收录期刊; 中国期刊全文数据库全文收录期刊; 中国物理学文献数据库收录期刊; 中国科技论文统计与分析刊源; 中国科技期刊引证报告统计源刊; 中国学术期刊综合评价数据库来源期刊; 中国期刊网、光盘国家工程中心用刊; 首届中国学术期刊(光盘版)规范执行优秀奖; 电子科技文摘数据库数据源刊; 美国化学文摘(CA)。

主要内容:真空获得技术与装备的理论分析和技术创新; 真空测量与检漏技术的理论研究和新品开发; 真空应用技术工程实践理论探讨新领域开拓。

本刊特色:真空工程实用, 贴近研发生产经营一线; 理论实践并重, 推动真空工程技术创新; 信息资源广博, 争做应手的工程师手册。

投稿须知:《真空》刊载理论与实践并重的真空技术及其应用方面的论文, 内容涉及真空获得、真空测量、真空应用各个领域及其相关的科研论文、动态综述、新产品新技术等。

本刊现已开通在线采编系统, 请登录本刊网址: <http://www.vacjour.com> 进行在线投稿, 由于系统刚开始启用, 如果你在使用中遇到任何问题请及时与我们联系, 也欢迎您提出宝贵意见, 帮助我们完善网络采编系统, 为您提供更好的服务。

欢迎广大专家, 学者投稿!

联系电话: 024-24134406

E-mail: zkzk1964@126.com

(真空杂志社)