

非并网风电应用中金属材料清洗与防护技术

吴昊¹, 邹宜哲¹, 白珂²

(1.安徽航大生态材料有限公司,安徽蚌埠 233000;2.重庆诚投再生能源发展有限公司,重庆 404100)

[摘要] 为了保证大规模非并网风电装备,特别是金属构件的正常使用,需要对其进行必要的清洗及预防防腐处理等前处理,为后续涂层等最终防护工序打下良好材料基础。本文针对金属部件的清洗与预防防腐处理技术进行了研究,研发出金属清洗与防护产品,并进行了应用研究。

[关键词] 大规模非并网风电;金属;清洗;预防防腐;前处理

[中图分类号] TV511 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2015)03-0041-04

1 前言

大规模非并网风电有着诸多重要应用领域^[1,2],风电装备面临复杂的环境考验。为了保证风电设备,特别是金属结构件在服役期间的正常运转,必须做好金属表面的清洗及预防防腐处理等前处理,为后序防护工艺打下良好基础。

目前国内外市场的黑色金属防腐主要采用传统的防腐工艺,包括:a.镀锌或镀铝工艺;b.酸洗、磷化、钝化、达可罗等工艺;c.酸洗、磷化、钝化、电泳或喷粉工艺。上述传统的防腐处理工艺不仅工艺复杂,生产成本低,关键是产生较为严重的污染。在生产过程中,除大量的排放有毒有害的化学污染物,同时,在产品使用过程中还可能排放有害重金属,造成二次污染^[3-6]。因此传统的防腐工艺与当今国家倡导的绿色环保的改善环境,减少污染政策已很不适应,需要开发环保高效的表面预防防腐新技术,本文正是针对金属表面预防防腐技术进行了初步研究。

2 大规模非并网风电金属结构件清洗预处理研究

2.1 金属表面清洗的必要性

金属表面的洁净是后续防护措施能否发挥作用的关键。由于金属基体处理不当造成的酸碱或其他化学物质不当残留,会造成后续涂层开裂或剥落,最终导致金属构件失效,威胁非并网风电装备的安全运转。金属构件加工后表面往往会出现斑迹,主要包括锈蚀和乳化液斑。锈蚀可分为黄斑和黑斑两种,产生黄斑的主要是钢与盐酸、空气和水接触发生化学反应形成铁化合物,而黑斑的主要化学成分是铁粉,由于热处理是全氢罩式退火,退火时采用H做为还原气氛,FeO(OH)被还原成铁而形成铁粉。乳化液斑的产生是由于轧后带钢表面带有的铁粉微粒吸附大量浓缩油,而包住铁粉微粒变成油膜,其中水分形成水蒸气同铁粉微粒发生化学反应生成氧化铁,这样在铁粉微粒间就产生空隙,使水蒸气与添加剂和钢板产生氧化反应,板面氧化部位形成疏松氧化铁层,退火加热时,再形成四周封闭的空室区,油气排不出,而进入氧化铁层内形

[收稿日期] 2014-12-08

[基金项目] 科技部科技型中小企业技术创新基金(11C26213401871)

[作者简介] 吴昊,1975年出生,男,安徽泾县人,副教授,主要从事金属腐蚀机理与防护技术研究;E-mail:haowu6@163.com

成乳化液斑。金属构件表面的锈蚀和乳化液斑直接影响到构件表面质量和后续加工。因此,迫切需要一种高效清洗剂用于金属前处理工艺。

2.2 环保性金属清洗剂的研究

本研究中,清洗剂主要原料为天然植物提取物,对环境无任何影响。清洗剂中含有活性酶,可有效分解机油、润滑油、切削油等油品中的大分子,活性酶与清洗剂中所含的高效环保型乳化剂协同作用,能使附着在金属表面的油更易乳化,在外力作用下(如高压水流、超声波振荡、擦拭等)从金属表面剥离,达到清洁表面的效果。对于传统清洗剂难以处理的研磨浮尘,冷拔残留润滑剂的清洗效果非常好。由于活性酶的作用,清洗液表面无浮油,杜绝零件出清洗槽时的二次污染。此外,清洗防锈剂中还含有一种从植物提取的活性有机酸,在清洗油污的同时迅速钝化金属表面,起到抑制闪蚀及短期防锈作用。图1为清洗后金属管件的表面。

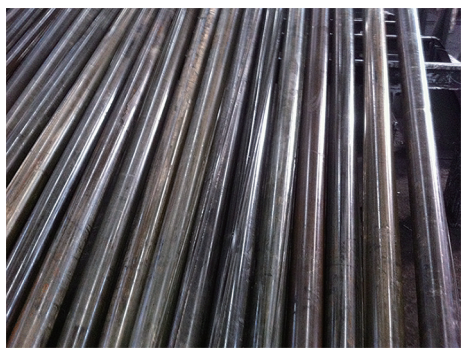


图1 清洗处理后的金属管件
Fig. 1 Pipeline after rinsing

3 大规模非并网风电金属结构件的预防腐研究

3.1 金属构件预防腐研究现状

金属构件预防腐通常采用磷化处理。磷化废水无机磷含量高,化学需氧量和生化需氧量相对较低,用生化法处理难以达到废水排放标准的要求。多数富营养化水体中控制因素为磷,因此富营养化污染已成为目前所面临的重大环境问题。大量含磷的工业废水排入江河湖泊中,增加了水体营养负荷,引起水体(特别是封闭水体)的富营养化。磷化液使用后的处理工作量大。磷化废渣的主要成分是磷酸铁和磷酸锌,随着磷化的广泛使用以及我国污染物排放法规的严格执行,磷化废渣的处理问题愈显突出^[6-10]。

3.2 环保型金属构件预防腐的研究^[7-12]

材料表面科学的研究和电化学研究表明,金属表面能越低越有利于表面的防护,同时基体金属在腐蚀环境中电化学活性越低越容易避免腐蚀的侵害。本研究中所用的成膜剂高分子链上的官能团具有孤对电子,能与金属表面形成配位键,从而使水基防锈剂膜层在金属表面具有很好的附着力。成膜剂所形成的高分子膜层比较致密,能有效隔绝腐蚀介质与金属表面接触,从而保护金属。且该高分子膜层可以在烘烤条件下,保持完整和致密的结构。本研究中金属构件预防腐处理剂所形成的膜层可以在200℃下,保持膜层完整,且性能稳定。这满足了后续喷涂工艺的烘烤要求。

此外,本金属构件预防腐处理剂还含有可降低材料表面能的功能性物质,可以有效降低金属表面能,使得腐蚀介质不易黏附和停留在金属表面,从而提高了预防腐的综合防护性。处理剂中的微米或纳米级电化学活性成份,可以在材料表面形成微区电化学保护阵列,对基体金属进行电化学保护,从而使防护性进一步增强。对预防腐处理剂的组分进行适当调整可以形成预防腐时间为1周至1年的系列产品。

为了保证后续喷涂时的结合力要求,所选用的成膜剂与有机涂料化学结构相近,且其中部分官能团在适当条件下可以与有机涂料发生交联,从而保证了生产后期喷涂粉末涂层的工艺需要,使得粉末涂层与防锈膜层具有良好的结合力。图2为预防腐处理后的金属表面微观结构,图中表面为在金属表面形成了有序排列的粒子阵列。图3为金属预防腐处理剂采用马尔文纳米粒度仪测定的防锈剂粒度图,测试表明平均粒径约为100 nm。

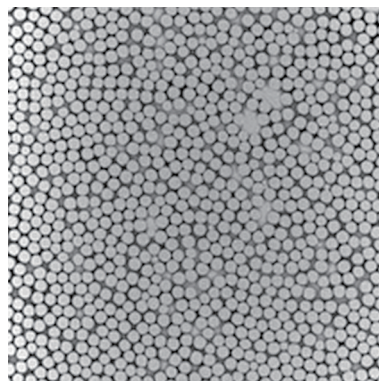


图2 预防腐处理后的金属表面微观结构
Fig. 2 Microstructure of surface after treatment

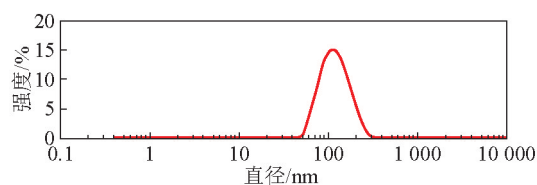


图3 马尔文纳米粒度仪测定的粒度图

Fig. 3 Size distribution by intensity measured by Melvin nano particle sizer

预防腐膜的热失重分析结果(TG/DTG, Thermal gravity analysis/differential thermal gravity)如图4所示,防锈膜在250℃时开始失重,在325~360℃时失重速率不断增大,在360℃时质量损失速率达到最大,之后在360~409℃,失重速率逐渐变小,409℃后失重速率较低,试样质量变化变缓。575℃时失重最严重。预防腐膜250℃以内热稳定性较好。

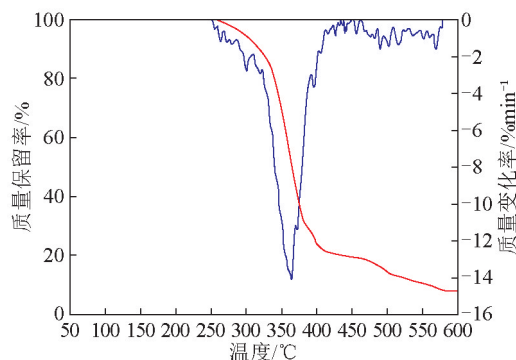


图4 金属预防腐处理后热失重分析图

Fig. 4 TG/DTG analysis after surface treatment

为了保证上述预防腐处理的效果,本研究专门设计了相应的装置对金属表面进行预防腐处理。如图5所示。

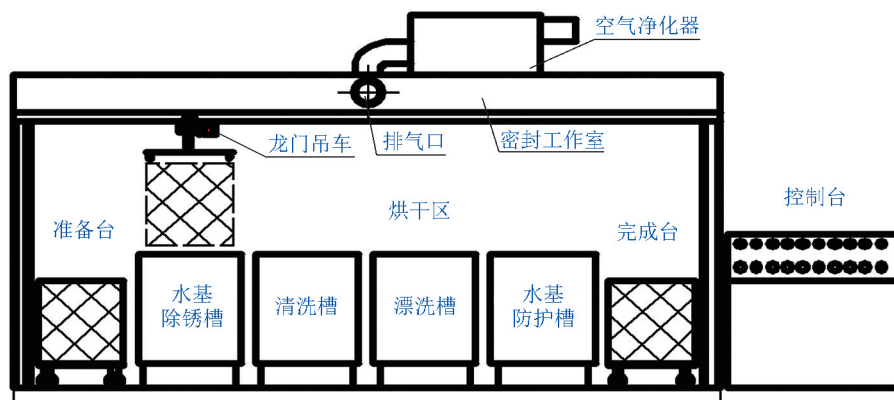


图5 预防腐处理设备示意图

Fig. 5 Schematic plot of surface treatment facility

预防腐处理工艺包括上料、除锈除油、清洗、漂洗、预防腐、下料等步骤。上料台为移动平台,料框放在平台上,人工将待处理工件推入上料处。除锈除油槽内层用耐酸的聚四氟乙烯板制作,外加保温材料,加热器安装在槽四角,超声波振板嵌装在四壁和底面。循环泵为聚四氟塑料泵,循环的作用主要有两点,一是通过循环使溶液和温度均匀,二是在管道中能加装滤清器,将溶液中游离颗粒分离。溶液上油污由溢流口流入集油槽,通过油水分离器分离。清洗槽内层采用不锈钢板制作,工件进入槽溶液中,溶液通过管道泵进行循环,并配置颗粒过滤器和离子交换树脂,确保进入槽中的水得到净化,管道泵为不锈钢管道泵。过滤后的水送到第三槽,第三槽清洗后的水溢流到本槽进行循环清洗。清洗后的工件进入漂洗槽中进行漂洗,漂洗槽内层采用不锈钢板制作,工件浸入槽溶液中,溶液通过

管道泵进行循环,颗粒过滤器和离子交换树脂器净化后的水首先进入该槽中。工件漂洗结束后须进行烘干,烘干在漂洗槽上方进行。带有加热器的风扇安装在龙门吊支架上,工件出水后进行烘吹,快速去除工件表面水分。预防腐槽内层采用不锈钢板制作,外加保温层,加热器装在槽内四角,循环泵采用不锈钢循环泵。处理结束的工件放入完成台,由人工拉出。所有工艺过程都在密封室内进行,室内上方设有排气口,密封室骨架由槽钢构成,可作为龙门吊车的机架,密封室下半层用铁板封闭,密封室上半层为玻璃观察窗。采用龙门式吊车,刚性提升,精确定位,提升机械手有抖动功能,减少加工零件对处理液的带出量。整个设备采用可编程逻辑控制器实时控制。

4 水循环利用研究

为了配合生产过程中产生的污水,形成绿色生

产业链,本研究中采用高效活性树脂作为核心填料,实现化学催化反应及物理吸附多效作用;以水分类治理、水资源及金属等资源循环利用、模块化设计为主要理念,将非膜工业循环水处理及金属回收工艺、生物净水工艺、物化净水工艺等技术模块合理设计及组合,实现工业废水和水中金属等资源循环利用。该处理技术较传统污水处理工艺,具有投资节省、占地面积节省、综合经济效益高、设备使用期长等特点,不仅节约排污的各项费用,而且可以将废水转化为车间用水,水中金属等成分转化为生产原料,经济及社会效益较高。

5 结语

大规模非并网风电是绿色产业链的重要能源源头。为了保证产业链的正常运行,其每个节点的可靠性都非常关键。材料科学与工程是构成产业链的基础,本研究中研发出的清洗,预防腐及水循环利用等技术为大规模非并网风电实施中的选材用材方面,提供了一个全新的选择,能将环保,可持续生产,高效防护等技术要素有机结合起来,为非并网风电在更广范围内,更复杂应用环境下推广提

供有力的技术支持。

参考文献

- [1] 顾为东.大规模非并网风电产业体系研究[J].江苏电机工程,2009,28(增刊):1-3.
- [2] 顾为东.非并网风电产业发展新战略与风电非并网理论[M].北京:化学工业出版社,2006.
- [3] 李 焕,周 铭,陈 斌,等.磷酸酯改性经基丙烯酸乳液合成与耐腐蚀性研究[J].涂料工业,2009,39(1):14-16.
- [4] Neuder H, Sizemore C, Kolody M, et al. Molecular design of in situ phosphatizing coatings (ISPCs) for aerospace primers [J]. Progress in Organic Coatings, 2003, 47 :225-232.
- [5] 北京师范大学无机化学教研室.无机化学(第三版)[M].北京:高等教育出版社,2001.
- [6] 张天胜.缓蚀剂[M].北京:化学工业出版社,2002.
- [7] 陈 战,王家序,秦大同.HA-1 非离子表面活性剂的合成及其应用[J].重庆大学学报(自然科学版),2001,24(3):9-11.
- [8] 梁 涛,王玉宝,张绍旭,等.LM-A 型水基缸套研磨液的研制及应用研究[J].新技术新工艺,2002,(7):40-42.
- [9] 刘顺良,郭庆林,李文杰,等.84 消毒液对金属器械锈蚀与防锈蚀杀菌作用的研究[J].中国医院药学杂志,1996,16(4):173-174.
- [10] 子 年,欧阳少文.用苯甲酸钠作消毒液的抗锈剂[J].中国医院药学杂志,1985,5(3):40-41.
- [11] 国家药典委员会.中华人民共和国药典(二部)[Z].北京:化学工业出版社,2000,附录 81.
- [12] 李东光.150 种防锈剂配方与制作[M].北京:化学工业出版社,2011.

Technology of cleaning and protecting corrosion for metal structures in large-scale non-grid-connected wind power application

Wu Hao¹, Zou Yizhe¹, Bai Ke²

(1. Anhui Hangda Eco-materials Co., Ltd., Bengbu, Anhui 233000, China; 2. Chongqing Chengtuo Renewable Energy Development Co. Ltd., Chongqing 404100, China)

[Abstract] The equipments of large-scale non-grid-connected wind power should be cleaned and properly treated to protect corrosion as pretreatment and make preparations for painting later. It is necessary, especially for metal structures. In this paper, the methods of cleaning, rinsing and treating metal parts would be studied. And some products would be introduced to clean and protect the parts.

[Key words] large-scale non-grid-connected wind power; metal; clean; protect corrosion; pretreatment