

DOI: 10.11973/wsje201902014

磁粉检测与渗透检测在工程机械结构件无损检测中的应用

马 国¹, 贾华东², 卢长煜³, 陈理想⁴, 张贵芝¹, 张立平¹, 杨 超²

(1.江苏徐工工程机械研究院有限公司, 徐州 221004; 2.徐州徐工施维英机械有限公司, 徐州 221004;
3.徐州徐工环境技术有限公司, 徐州 221004; 4.徐州徐工基础工程机械有限公司, 徐州 221004)

摘 要: 介绍了磁粉检测及渗透检测在工程机械关键结构件中的应用情况, 分析了磁粉检测及渗透检测的原理、工艺及在工程机械结构件无损检测中的实用性。重点介绍了起重机臂架、旋挖钻机驱动套、混凝土泵车裙阀、钻机钻杆等结构件不同制造工艺下的磁粉检测与渗透检测实例。

关键词: 磁粉检测; 渗透检测; 工程机械结构件

中图分类号: TG115.28

文献标志码: B

文章编号: 1000-6656(2019)02-0062-03

Application of Magnetic Particle Detection and Penetration Detection in Nondestructive Testing of Construction Machinery Structural Component

MA Guo¹, JIA Huadong², LU Changyu³, CHEN Lixiang⁴, ZHANG Guizhi¹, ZHANG Liping¹, YANG Chao²

(1.Jiangsu Xugong Engineering Machinery Research Institute Co., Ltd., Xuzhou 221004, China;

2.Xuzhou XCMG Schwing Machinery Co., Ltd., Xuzhou 221004, China;

3.XCMG Environment Technology Co., Ltd., Xuzhou 221004, China;

4.Xuzhou Xugong Foundation Construction Machinery Co., Ltd., Xuzhou 221004, China)

Abstract: This paper introduces the applications of magnetic particle testing and penetrant testing technologies in key structural parts of construction machinery, and analyzes the principles and processes of magnetic particle testing and penetrant testing. Also the utility of magnetic particle testing and penetrant testing in nondestructive testing of structural parts of construction machinery is analyzed. The magnetic particle testing and penetrant testing examples of structural parts under different manufacturing process were introduced emphatically, such as crane boom, rotary drilling rig driving sleeve, concrete pump truck skirt valve and drilling rig drill pipe.

Key words: magnetic particle testing; penetrant testing; structural part of construction machinery

起重机械臂架、钻进机械钻杆等工程机械的关键结构件在工作中承受着关键载荷, 其品质极大地关系到工程进度及人身安全。

工程机械结构件有焊件、铸件、锻件及热处理件等多种形式, 结构复杂; 对比超声检测、射线检测及

涡流检测等其他无损检测方法, 磁粉检测及渗透检测方法具有对受检工件结构要求低、检测成本低、操作简单、表面检测灵敏度高且适用于现场检测的优点, 在工程机械关键结构件的无损检测中应用广泛, 且具有很好的检测效果。

笔者以臂架、钻杆、裙阀等典型工程结构件为对象, 介绍了磁粉检测及渗透检测在工程机械制造中的应用。

1 表面检测原理及工艺

1.1 磁粉检测原理及工艺

磁粉检测的原理是: 铁磁性工件被磁化后, 由于

收稿日期: 2018-06-12

基金项目: 江苏省自然科学基金资助项目(BK20180175); 徐州市重点研发计划资助项目(KC18096); 江苏省六大人才高峰资助项目(2016-GDZB-111)

作者简介: 马 国(1987—), 男, 工程师, 主要研究方向为焊接工艺及检测技术

通信作者: 马 国, 15052001182@163.com

不连续性的存在,工件表面和近表面的磁力线会发生局部畸变而产生漏磁场;漏磁场吸附施加在工件表面的磁粉,在合适的光照下形成目视可见的磁痕,从而显示出不连续性的位置、大小、形状和严重程度^[1]。

检测工艺包括预处理、磁化工件(磁化方法、规范、时机)、施加磁粉(干法或湿法、连续法或剩磁法)、磁痕分析、退磁及后处理等过程。文章实例中采用交流磁轭法对工件进行磁化,设备型号为CDX-Ⅲ,提升力大于45 N,磁化时间为1~3 s。选用黑水磁悬液,浓度为 $10\sim 25\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$,施加方法为喷洒;为增强对比度,采用FC-5反差增强剂;为提高检测灵敏度,采用A1型标准试片。检测标准采用NB/T 47013.4—2015《承压设备无损检测 第4部分:磁粉检测》,质量等级要求Ⅰ级合格。

1.2 渗透检测原理及工艺

渗透检测的原理^[2]是:利用液体的毛细管作用,将渗透液渗入固体材料表面开口缺陷处;再通过显像剂将渗入的渗透液析出到表面而显示缺陷的存在。其探伤工艺包括预处理、施加渗透剂、去除多余渗透剂、干燥、施加显像剂及观察评定等过程。文章实例中检测温度为 $10\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$,渗透剂、清洗剂、显像剂型号为DPT-5,渗透剂施加方法为喷涂,渗透时间大于10 min,采用擦除法去除多余渗透剂;显像剂施加方法为喷涂,显像时间大于7 min。检测标准采用NB/T 47013.5—2015《承压设备无损检测 第5部分:渗透检测》,质量等级要求Ⅰ级合格。

2 典型结构件的检测

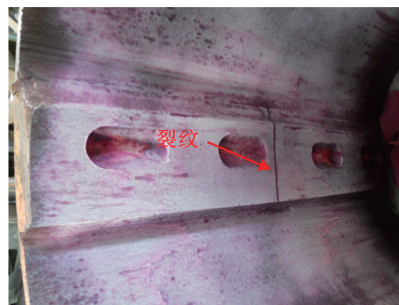
2.1 焊接件的检测

工程机械结构件80%以上为焊接件,如起重机吊臂、挖掘机动臂、摊铺机熨平板、压路机压轮等。焊接件缺陷主要为焊缝尺寸超差、咬边、未焊透、未熔合、气孔、夹杂、裂纹等。在很多场合,无法采用超声检测等方法来检测此类焊接件。

驱动套是旋挖钻机工作装置中的关键零部件,在钻杆钻进过程中,动力头中的驱动套带动钻杆,产生扭矩,在液压油缸的加压力作用下,旋转掘进。驱动套主要由筒体及牙板焊接而成,筒体材料一般是27SiMn,牙板材料一般是35CrMo。在钻进过程中,由于受到钻杆极大的反作用力以及冲击与振动的作用,牙板容易出现磨损及断裂失效,影响施工进度及质量。图1为工作一定时间后的某驱动套牙板,采用渗透检测方法检测发现的贯穿性裂纹(在牙板中部位置)。



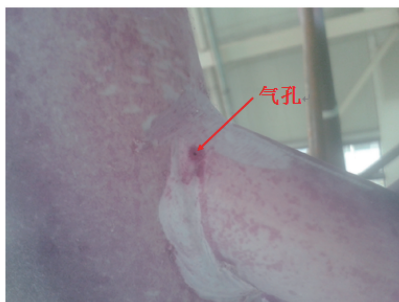
(a) 驱动套实物



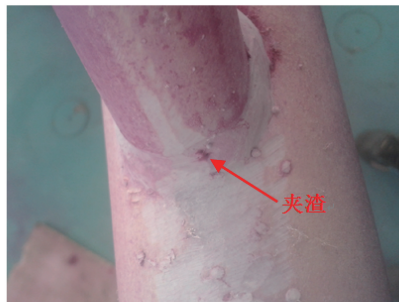
(b) 裂纹图片

图1 某驱动套实物及其渗透检测结果

吊臂是起重机的关键受力结构件,桁架式吊臂主要由角钢、钢管或异型钢管等型材焊接而成,通常使用柔性的钢丝绳牵拉吊臂顶部实现变幅,因此桁架臂是受到压应力的双向压弯构件。由于桁架的结构特点,钢管之间的对接焊缝为相贯线,且焊缝短小,焊接操作不便。在起弧与收弧搭接处,容易出现气孔、夹渣缺陷,甚至出现危害严重的裂纹。图2为起重机桁架臂的渗透检测结果示例。



(a) 缺陷一



(b) 缺陷二

图2 桁架臂的渗透检测结果示例

2.2 铸件的检测

铸件在工程机械结构件中占的比例很小,主要用于复杂位置结构的连接或承载,如汽车起重机平衡梁、混凝土泵车 S 阀、裙阀等。

裙阀形状类似裙子,进料口小,出料口大。混凝土泵送时,裙阀有一半填充了混凝土,减少了磨损。裙阀在铸造后,还需再经热处理加工。由于结构复杂且壁厚不均,裙阀在铸造及热处理过程中有产生裂纹的风险,在装机泵送混凝土过程中,裂纹又易发生扩展导致裙阀断裂,发生严重的质量事故。因此,裙阀在铸造完成后,必须经过无损检测合格后方可使用。由于裙阀结构复杂,且铸造完成后要经过喷砂处理,因此无损检测以磁粉检测为主,需检出表面及近表面的缺陷。裙阀在检测过程中,要提前喷洒反差增强剂来提高对比度,磁化方法采用磁轭法,磁悬液采用黑水磁悬液,某裙阀的检测结果如图 3 所示。



图 3 某裙阀的磁粉检测结果

2.3 热处理件的检测

工程机械结构件中,销轴、钻杆等均为热处理工件。工厂某一批次钻机钻杆在装机过程中,发现在接头螺纹口处存在肉眼可见裂纹,因此为保证品质及安全,采用磁粉检测方法对该批次所有钻杆进行检测。钻杆在检测过程中,提前喷洒反差增强剂提高对比度,磁化方法采用磁轭法,磁悬液采用黑水磁悬液,检测结果如图 4 所示。

从检测结果中,发现裂纹主要位于钻杆母螺纹口处,有径向、周向及斜向裂纹,裂纹大小不一,部分裂纹贯穿整个壁厚。同时公螺纹口处也发现少量细小裂纹,并均为周向。

钻杆在工作过程中承受巨大的内外压、扭曲、弯曲及振动等载荷,裂纹的存在对施工作业有极大的危害,特别是母螺纹口处的裂纹易导致钻杆脱扣。

3 结论

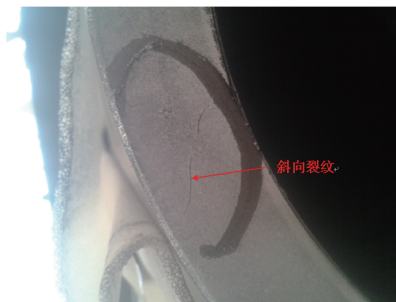
磁粉检测与渗透检测方法对受检件结构形式要



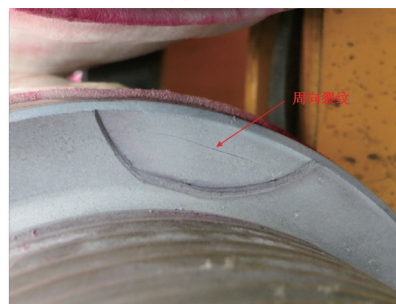
(a) 缺陷一



(b) 缺陷二



(c) 缺陷三



(d) 缺陷四

图 4 某批次钻杆的磁粉检测结果

求低、检测成本低、操作简单且适于现场检测,在工程机械关键结构件的无损探伤中发挥了重要作用。随着工程机械对关键结构件质量要求的逐步提高,磁粉检测与渗透检测的应用将会日益增多。

参考文献:

- [1] 宋志哲.磁粉检测[M].北京:中国劳动社会保障出版社,2013.
- [2] 胡学知.渗透检测[M].北京:中国劳动社会保障出版社,2013.