

电磁无损检测技术在电力生产中的应用

王建芳

北京航天新立科技有限公司 北京 100039

摘要: 金属表面电磁无损检测技术,是以电磁学原理为依据的表面无损检测技术,具有敏感度好、测量速度快、效率高的特性,是目前在工业生产领域中对导电金属材料和铁磁材料等工件的表面检查中的优选技术。这对于我国航空航天、核工业、机械、石油化工、发电、铁路等领域工业部门的质量检验和监管实践中,也造成了重大冲击。但鉴于中国企业在电力生产领域的日益增长,所以政府部门采用了大量的无损检验方法,来保证电力生产领域的质量和安全性。

关键词: 电磁无损检测技术; 电力生产; 应用

1 电磁无损检测技术概述

无损测试,是指在不破坏或不干扰检测仪器使用性能的情况下,依靠电、磁、电、声、光等对物质的内在缺陷以及结构异常的产生反应的方法,通过对被检测工件的检查,确定并评估其内在结构和外观缺陷的形态、部位、尺寸、位置、形式、特征、种类等情况,从而评价被检测试件的品质、特性和能力等。

电磁无损检验是无损检查中的一个组成部分,它通过物质在电磁场影响下产生的电学及磁学特性的改变,以确定物质的结构和有关性质的实验手段。主要分为涡流测量、磁粉分析、漏磁测量等方法^[1]。近年来,随着技术的日益增强,电磁无损测量方法得到了很大进展,逐步达到了仪器简易、操作方便、检测灵敏度高及自动化等优点。

2 我国电磁无损检测技术发展现状

无损测试方法已在世界各地获得了普遍发展,而近十年来,电磁无损测试技术在建筑水利电力施工领域的运用也进展得很快。除了部分常规的无损检验手段仍被使用之外,目前,还有大量新检验手段已被应用,包括泄漏检验、漏磁检验、超声波衍射时差法以及红外检验。

3 电磁无损检测技术的应用

电磁无损测试技术使用领域相当广阔,其中最重要的包括航空航天、石化、锅炉温度压力容器、特殊设备、水利水电及工程建设等。最常见的无损检验手段是涡流检验、漏磁检查、磁粉检验、脉冲反射超声波检验、微波检查等。

3.1 涡流检测技术的应用

涡流检测技术需要应用电磁感应技术中无损检测的办法,通过被测量的零件中感应涡流的变化来评估导电材料和零件的某些性能是否出现缺陷,这种技术用于材料的表面和浅表面检测。

3.1.1 变电站GIS设备筒体焊缝的涡流检测

GIS设备的应用十分广泛,该设备一般应用在不同等级的电压变电站,在工作人员检测的过程中,因为在内外工作环境有时候会出现恶劣的环境,变电站里一些简单结构的焊缝和热影响区很容易导致表面裂纹,如果出现了泄露,将有可能危及到设施的损坏以及人体的安全。使用的涡流检测方式,可以应用于测试GIS焊接技术。科学家们通过研究,研制出了用一个直径大约15mm的正交桥式扁平线圈来作为涡流的探测器,并同时也对该项研究开展了试验研究,用0.5mm、1.0mm、2.0mm深的人工刻槽作为对比的实验对象,并通过现场的测试证实了,该研发的传感器可以很有效的测试出GIS设备焊接的表面问题^[2]。

3.1.2 特高压输变电塔法兰的阵列涡流检测

法兰焊接技术一直是中国特高压输变电钢杆塔的主要焊接方法之一,因为这样就可以使企业质量方面有了一种较为全面的检验方法,同时也成为了现代企业质量控制的主要依据。同时,中国国内的企业还根据法兰盘颈根处的构造特征,专门研制出了R系列对角柔性的阵列式涡流测量探头,并提出了铁塔法兰盘的阵列式涡流测量技术方法,这样就可以实现对法兰盘横向、纵向、倾角等构造问题的全方位检测,降低了表面检测盲区,而且测量精度也相当高。

3.2 漏磁检测技术的应用

漏磁测试技术,是指采用铁磁性金属的内磁性现象的一项无损测试技术,其基础是对被检测工件外表上的内部磁性技术,即由于金属外表面及近表面的缺陷,均可能引起工件内部的磁力线产生变化,所以通过被测量到的漏磁现象,就能够判断缺陷的位置、种类及其范围。

3.2.1 高压输电线钢芯的漏磁检测

输电线路因为要跨越较大的地理空间,在各种复杂气候和特殊天气条件等不同的状况下,又由于地交流输电线路导线所受到的很大的交变张力,容易产生钢芯疲劳损坏、于是国内外的专家学者们一起设计出了一个专门应用于对钢芯损坏、断股等可能形成的重大电漏问题实现检测的传感器,并确定了由48H号钕铁硼稀土永磁铁磁化体对地交流输电系统中的导线钢芯所构成,并以对地永磁铁、导磁体之间的电流密度,以及对沿线路的径向宽度和轴向宽度等为最主要因子,并以其质量为最主要的优选因子,并确立了用微生物自适应遗传算法筛选传感器的最主要设计方法。该技术极大地提高了巡线自动机器人的携带能力,尤其适合于对各种规格的钢芯断股检查中的漏电传感器配备与管理。

3.2.2 电站锅炉水冷壁管的漏磁检测

高压锅炉是北京发电厂的三大主机之一,其高压锅炉中的水冷壁管以及随着高压燃料发电锅炉发展等的在长时间工作过程中,受到烟气、煤灰、明火作业人员以及高水平管内钢材等的强力冲击下,极易产生反锈、冲蚀和耗水力等的影响,并形成了重大安全隐患。于是,国内外有关的学者们便迅速地又把漏电电流测量技术使用到了某企业的锅炉中高温水冷壁管测量上。当通过马鞍形传感器,实现了对水冷壁管的高速扫描和测量以后,便能精确检出管道中的腐蚀坑、均匀的薄、深孔、裂缝和缺口等的状况,其最高测量精度也仅有0.5mm,一次就可测量大约60m²~120m²的水冷壁管范围内。

3.3 磁粉检测技术的应用

磁粉检查,是指通过磁性现象来检测机械零件表面和接近表面缺陷处的一项磁性无损测量技术。当磁力线通过铁磁材料或采用磁性技术的钢零件后,机械零件表面和接近表面的缺陷处的磁力线,会产生弯曲、不连接、或逸出的金属零部件,进而发生在表面形成磁极或产生可检测的漏磁场的现象。在此时。通过在零部件表面洒上干磁粉检测或浇上磁悬液,经过磁粉检测的金属微粒迅速地便被吸收在故障处,因而产生用肉眼就可直接观察的明显磁痕现象。又由于磁力线检查虽然也能对缺陷部位引起畸变校正,但由于它既不会接触零部件表面,更不能引起金属泄漏,所以通过磁粉检查仍可探测金属露在表面或者探测还未露出表面而埋藏在表面下几毫米的近表面缺陷^[3]。磁粉测量可直接地表现出缺陷的形态、部位、尺寸以及严重程度,能大致判断故障特征,有很大的测量敏感性,磁粉测量对缺陷的积累所产生的磁痕有放大功能,测量的最小幅度可达0.1 μm。

3.4 脉冲反射超声检测技术

脉冲反射超声波检测,是目前在业界内应用较为广泛的无损检测方式之一。利用超声探伤仪,还可使用扫描显现方式,对焊缝材质和钢板的结构特征进行测量,以被测材料的内部传递时间或传播距离为横坐标,纵坐标则为超声反射波的振幅。这就是说,假如出现了同一种金属材料的内部传导问题,又或者是因为问题的同时产生,就造成了在该金属材料内产生不同的内部传播介质,当使用发射的超声波传感器与测量设备界面时,在其横坐标位置的显示器屏幕上就形成了一个反射波的图像,而与之相对应的纵坐标即为在该被检测材料内部所形成的传输缺陷。

3.5 微波检测技术的应用

微波检测是采用微波作为通信载体的一类无损检测手段。在微波测量中,随着微波强和被测量物体之间,以及随着物体的电磁特性改变及其对微波强的反射变化,便产生了微波的能量分配情况,包括了微波强持续时间、相位、频率幅度和基本参数之间的变化。如此一来,人们便可以通过预测微波强度时间和空间基本参数的变化规律,也就是通过测定微波强度时间基本参数的变化规律,进而确定出被检测材料或物质的时间特征上有没有存在瑕疵,从而据此便可以预测所有的物理数据。

3.5.1 复合绝缘子的微波检测

复合绝缘子,相比于普通的玻璃或陶瓷绝缘子,由于具有性能好、重质轻、憎水性涂料、电晕强的优点,因此近年来也更多的运用在家庭供电系统的工程中。由于国际市场上对复合绝缘子需求量的增加,因此少量复合绝缘子中也难免发生了一些现象,比如芯棒的脆断、界面击穿,从而导致了大量故障的发生等。但目前,在中国国内的科研机构提供了一个利用高频微波研究的新方法,通过微波进行有机硅橡胶内的瑕疵和缺陷,及其在芯棒中的折反射试验和缺陷测试,来确定在复合绝缘子内的外观低于0.4mm的微小瑕疵。

3.5.2 电力电缆偏心的微波检测

电缆偏心问题主要是因为电缆的内部线路中心与其外部的电缆绝缘保护层均有不同的高度,这就导致了在电缆纵向断面上的电缆绝缘保护层厚薄并不相同。而电缆的内部导线绝缘保护层厚薄又是以其中间相对较薄的部分为准的,这样如果不适当就会导致大量破坏^[4]。国内的专家也已引进了微波测量的技术,并开发出了电缆偏心测量装置。该系统是一种主动平衡微波电桥装置,它的主要运行特点包括了微波测量装置、处理系统以及微

机控制器，能够即时的对电缆芯线角度的改变作出了精确的评估和指示。

结语

电磁无损检验技术在整个发电、输电、变电以及整个供电的工作过程中，都具有着极其重要的使用价值，在向变电站GIS设备筒体、电厂高压锅炉等方向发展的水冷壁、架空式输电网保护、复合悬式绝缘子、钢杆塔法兰、电缆检查技术等运用中都具有着极其突出的优越性，对降低故障影响，维护供电的正常平稳工作作出了巨大努力。随着受到现代社会生产经营活动的影响，人们对电力系统的可靠性也提出了愈来愈多的需求，而电磁无损检验技术也将会在现代电能管理中起到越来越重

要的角色。

参考文献

- [1]刘淑一《无损检测技术在水利工程中的应用初探》[J].黑龙江科技信息, 2016(23).
- [2]杜伟男, 郭凯扬《浅析无损检测技术在水利工程中的应用》[J].黑龙江科技信息, 2014(35).
- [3]王黎明, 李昂, 成立, 等.基于微波反射法的复合绝缘子无损检测方法[J].高电压技术, 2015(2): 584-591.
- [4]覃波, 吴安如, 彭欣.漏磁检测在电站锅炉水冷壁管腐蚀检测中的应用[J].湖南工程学院学报(自然科学版), 2014(4): 28-30.