

电力机车牵引电机故障检测诊断方法探析

宋 博

国能朔黄铁路车辆分公司 河北肃宁 062300

摘 要: 我国的经济发展随着社会的不断进步,在此背景下,我国铁路事业得到了快速的发展,该事业的发展有效的完善了我国相关方面的建设。铁路运输在很大程度上依靠车头,随着社会科学技术的不断发展和进步,传统的蒸汽以及内燃机车已经被电气化时代所淘汰,目前的铁路运输行业应用最多的是电力机车。牵引电机作为机车最重要的驱动部件,故障类型较多,一旦发生故障将严重危及行车安全。因此牵引电机故障检测及诊断技术对于保障行车安全具有重要意义。

关键词: 电力机车; 牵引电机; 故障检测; 诊断方法

1 铁路机车牵引技术的发展

现代机械设备不断发展的过程中也带动了电力机车设备发展。在电力机车设备发展的最初阶段很多电力机车设备动力多为蒸汽式机车,蒸汽式机车是铁路系统第一代机车,这也标志着铁路运输进入到了全新的发展时代。但是蒸汽式机车因为动力比较软弱,操作相对复杂等方面的问题,并无法满足现代铁路交通运输发展需要,同时蒸汽式机车主要燃料为煤炭,这样不仅会消耗大量能源同时还会排放出大量的二氧化硫,并且给环境带来非常不利的影 响。在科技的支持下电力机车设备在铁路运输过程中得到了广泛的应用同时可以提升机车设备操作效率,电力机车设备牵引动力也随之增加^[1]。目前,电力机车晶闸管整流器类型也逐渐增多,更好的推动了铁路电力机车电子化发展。此种类型电力机车设备即具有良好的性能,同时可以提高电力机车电能控制效率,并保证铁路电力机车设备可以高效运行。比如,现阶段我国自主研发的韶山系列电力机车等,在电力机车牵引方面充分应用了电力电子技术。此外,我国还自主研发了斩波调压技术机车,通过脉冲技术运行,可以将触网电压与牵引发动机直接连接后应用到铁路电力机车电动机中,可以为机车提供持续的、稳定的电压。

2 设备诊断技术的基本方法

目前,由于设备故障比较复杂,就形成了设备故障诊断是一种探索性的过程这一特点。就设备故障诊断技术来说,重点不 只在于研究故障本身,而更在于研究故障诊断的方法。故障诊断过程由于其复杂性,所以不可能只采用单一的方法,而要采用多种方法^[2]。总体来说,只要对故障诊断能起作用的方法就要利用,必须从各种学科中广泛探求有利于故障诊断的原理、方法和手段,这就使故障诊断技术呈现多学科交叉这一特点。并且通

常分为:传统的故障诊断方法等。但是在实际生产过程中,牵引电机还有可能发生其它各种故障。

3 牵引电机常见故障

3.1 电气故障

3.1.1 定子故障

定子在电机运行过程中会受到各种各样的应力作用,通常包括热应力、机械应力和环境应力等。电机长期在这些应力作用下工作是影响定子状态并导致其发生故障的根本原因。定子故障大致可以分为两类,即定子绕组故障和定子铁芯故障。定子绕组故障主要包括层间或匝间绝缘击穿、绕组接地及绕组断路。绕组断路很少发生,断路原因通常是线圈端部振动、焊接工艺不当或者导线存在一定缺陷导致导线焊接点开焊。定子铁芯故障通常指铁芯松动。制造时铁芯压装不紧或紧固件失效、铁芯外表面漆膜凸起因受热软化遭受附加压力而被压平是导致铁芯松动的常见原因^[3]。

3.1.2 转子故障

电机转子故障可能由电气故障或机械故障引起。笼条断裂或开焊通常是由电机运行状态瞬间改变时受到的较大的热应力和冲击应力导致的。该故障通常会严重影响扭矩,威胁电机安全运行。第二类转子故障,即转子偏心故障是电机系列机械故障之一。这类机械故障包括负载不平衡以及轴心不齐等。长期的负载不平衡会损坏轴承和轴承箱并影响气隙的对称性。轴心不齐是指轴的安装未与其耦合负载在水平、垂直或径向方向对齐。在轴心不齐的情况下,转子将在恒定的径向力作用下逐渐偏离其正常位置,从而发生偏心故障^[4]。

3.2 轴承故障

轴承故障为发生概率最高的故障类型,轴承的使用寿命也相对较短。轴承缺陷分为分布式缺陷及局部缺

陷。分布式缺陷包括轴承座未对准、表面粗糙及滚动体尺寸过大等。局部缺陷包括滚动表面剥落、凹陷及裂纹。当滚轮经过这些缺陷表面时,会瞬间产生一系列冲击及振动,振动及冲击的幅度和频率可以通过缺陷的位置、速度及轴承尺寸计算得到。局部缺陷通常是由于轴承的内外滚道和滚动体表面之间的循环交变应力、电腐蚀、化学腐蚀和微振磨损腐蚀引起的^[1]。

4 电力机车交流牵引电机故障诊断的基本方法

交流牵引电机相关的故障诊断是广泛的,很强的综合性技术,包括、人工智能、模式设置和信号处理、电子、计算机科学和现代控制理论。由于交流牵引电机故障的复杂性与电机故障和故障症状之间的关系非常复杂,因此,在电机故障诊断方面有几种探索性的可能性。电机故障诊断技术的研究花更多的时间和精力,而不仅仅是故障本身。由于故障处理程序的复杂性和过程十分繁琐,不可能用单一故障处理和分析方法来解决,研究和分析也是以不同的方式进行的^[2]。也就是说,故障诊断方法必须合理使用,因此在寻找故障诊断的方法、手段和原理时,相关内容必须在广泛多类学科中探讨,这也有助于故障诊断的一个关键特征。

4.1 交流牵引电机传统故障诊断

电机故障首先化学和物理手段时直接地检测化学和物理现象,在实际故障征兆过程中,对接收到的信号进行分析,信号中的特征信息被提取,故障信号基于该信号被捕获,并且故障被诊断。由于各种故障现象和电机故障之间没有统一的对应关系,这种故障处理方法往往需要工作人员进行多次求解和探索。

4.2 人工智能故障诊断方法

基于传统诊断方法的人工智能集成方法及理论。智能的电机故障诊断方法为其开辟了新的途径,广泛应用于实践,主导了电机故障诊断的总体方向

4.3 采用数学方法故障诊断

交流牵引电机故障处理技术仍是一门尚未成熟的学科,需要进一步发展和完善,需要在各个学科广泛集成和利用先进的科学技术,尤其是数学工具的有效使用。包括基于模糊数学的诊断方法、基于概率统计的诊断方法和基于模型识别的诊断方法^[3]。

5 电力机车交流牵引电机故障诊断的背景与意义

在铁路运输系统中,除了舒适性、经济性和速度指标外,安全性也是另一个非常重要的指标,它也是铁路发展的生命线和基础。铁路系统的可持续发展需要解决一个重要的可靠性和安全性问题。然而,在铁路安全系统中,交通安全是一项紧迫的任务,这就要求相关人

员对列车上的设备进行故障诊断和维修控制。其跨越式发展模式,有利于交流传动电力机车的发展和应用。如AC400型机车在我国首次开发,标志着我国已经走出AC机车时代,并有效促进了我国机车技术的发展^[4]。与直流电力机车相比,交流电力机车的范围更广,功率因数更高,牵引力更大,粘着性更大,恒功率范围更大。在电力机车中,牵引电机是非常重要的部分,但也有很多故障零件,这些故障与行车安全密切相关,整个列车的行车安全取决于交流牵引电机的行车安全。因此,诊断交流牵引电机故障很重要,同时牵引电机的工作环境很差,运行条件很差,如果电机在运行期间能保持良好的工作能力,有利于牵引电机的正确维护、保养和运行,定期维护保养,不仅能延长电机的使用寿命。

5.1 定子故障诊断

定子故障会对电机的定子电流产生影响,这影响可以通过Park矢量变化方法进行检查。Park变换本质上是一种三相到两相的等效变换,该变换将原三相相对称定子绕组产生的磁场变换为两个轴线相互垂直、旋转的定子绕组产生的基波合成磁场^[1]。一般情况下,正常电机的定子电流经过Park变换后,在新的坐标下的轨迹为一个以坐标原点为圆心的圆,实际情况下,其形状只能接近圆形。定子故障时,定子电流在新坐标下的轨迹将偏离正常运行情况下的圆形,经过研究发现,其形状与定子故障类型具有一定关系。

5.2 转子故障诊断

电机电流特征分析法是一种电机故障无创诊断方法,可用于电机转子故障诊断。转子故障将引起定子电流谐波发生变化,使用电流传感器对定子电流进行采集。对定子电流频谱进行分析,其提取频谱中表示转子故障的特征频率分量即可判断转子是否存在故障^[2]。

5.3 轴承故障诊断

电机运行的振动信号中的高频部分由滚动轴承转动过程中所产生的力引起。一般情况下,这些高频部分主要是因为摩擦引起,但是在轴承故障的情况下,振动信号中除开这些高频分量还会出现脉冲波。这些脉冲波通常是由摩擦表面的润滑层破裂导致。振动谱分析法所分析的对象是压电加速度传感器测量得到的信号经傅里叶变换得到的振动频谱信号。

5.4 检查和维护

机车的每一部分都在交流电力机车运行期间受到腐蚀、振动、摩擦和自然老化等因素的影响而逐渐磨损,机车一段时间后就会故障发生,无法正常运行。采取有计划的维护保养措施,保证机车可靠运行,提高机车运

行质量。目前交流机车是一种新型铁路机车引入我国。为了保证机车的安全运行，有必要实施新的机车维修系统。电力机车的维修与保养直接关系到机车的能耗、运输质量和能耗^[4]。不断完善维修技术提高机车维修水平。因此，机车空勤人员应做好机车维修工作，在日常维修基础上定期执行维修计划，检查、修理和更换机车零部件。

结语

综上所述，动车组牵引电机因其重要性以及工作环境的恶劣，需要经常进行故障诊断。现有的故障特征分析和诊断方法都存在一定的局限性，难以得到好的识别效果，需要通过进一步研究，综合不同种算法的特性，

利用算法融合，进一步得到较好的故障诊断结果。

参考文献

- [1]张士强, 孟凡环, 暴勇临. 机车车辆牵引电机转子拆解机设计与分析[J]. 机床与液压, 2017(22)
- [2]芦迪. 电力机车牵引电机故障检测诊断方法概述[J]. 建筑工程技术与设计, 2020(9):3983.
- [3]杨宏博, 刘诗佳, 宋永丰, 黄金. 牵引电机的主要故障及诊断方法综述[J]. 铁道机车车辆, 2014(5):69-71.
- [4]张振宇. 动车组牵引电机故障分析及诊断[J]. 内燃机与配件, 2019(14):173-174.