

电力机车牵引电机故障检测诊断方法概述

陈永强

国能朔黄铁路发展有限责任公司车辆分公司 河北 沧州 062350

摘要：随着我国的经济发展的不断进步，我国铁路事业得到了快速的发展，这项事业的有效发展的完善了我国有关铁路方面的建设。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。牵引电机是非常重要的电力机车设备之一，在对该部位进行维护保养时具有一定的难度，因此牵引电机在工作过程中，一般会面临着比较恶劣的工作环境，再加上工作强度要求相对比较高，所以在运行过程中往往会出现故障。

关键词：电力机车；牵引电机；故障检测；诊断方法

引言：现如今，我国电力电子技术得到了飞速发展，同时也带动了电子控制技术的不断提高，目前改进了电力机车的运行技术，也完善了电力机车的各项功能，其内部结构也变得更加复杂。这些现象，同时也加重了电力机车交流牵引电机故障诊断工作。而这项工作能否顺利开展，关系着机车行驶的安全问题，因此，对其进行深入研究探讨有着重要的意义。

1 设备诊断技术的基本方法

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，因此不可能只采用单一的方法，而要采用多种方法。总体来说，凡是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，这就使得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、故障的智能诊断方法等^[1]。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。

2 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，可以说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，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，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。近些年来，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^[2]。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，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，实现了电力机车在不应用开关的情况下可以通过脉冲技术运行，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。

3 牵引电机常见故障

3.1 轴承故障

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^[3]。

3.2 电气故障

3.2.1 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^[4]。

3.2.2 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^[1]。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。

3.3 牵引电机故障检测机理

牵引电机不同部件发生故障的机理是不同的。以轴承故障为例，轴承是动车组牵引电机的重要部位之一，动车在实际运行的过程中，轴承更容易受到损害，而且故障率很高，产生的故障也难以诊断。当电机轴承发生故障时，轴承会出现轻微裂纹甚至断裂的情况。而当轴承高速运转时，故障部位会在载荷的作用下与正常部位不断地进行碰撞，碰撞产生的冲击力会导致轴承座和其它零件的振动，并且形成一系列减幅振荡，这些减幅振荡会产生不同的频率。因此在进行故障检测时，可以通过提取电机的故障特征频率，对其进行分析和诊断，进而判断出电机的相应故障^[2]。

4 电力机车交流牵引电机故障诊断的基本方法概述

4.1 多工况要求

这与一般场合应用的牵引电机不同，动车组的牵引电机一般可以工作在电动机和发电机状态。动车组作牵引运行时，牵引电机工作在电动机状态，将接触网提供的电能转换为机械能，驱动动车组运行；当动车组处于分相区或做电力制动时，牵引电机作为发电机工作，将列车动能转换为电能。为了达到对牵引电机的持续监测，要求在不同工况下，状态监控手段和故障诊断方法有效。

4.2 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^[3]。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。

4.3 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^[4]。

4.4 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^[1]。

4.5 绝缘故障

电机的绝缘体性能会受绝缘体老化以及过热等现象的影响，而出现降低的情况。在对电力机车牵引电机进行诊断时，有三类基本的诊断方法，分别为包含参数估计法、状态估计法以及等价空间法的基于解析模型法。包含感应电压检测法、定子电流检测法、以及振动信号检测法等基于信号处理诊断法。并且包含神经网络、专家系统、模糊理论的基于人工智能诊断法。

5 对故障进行处理的措施

首先，要对故障类型进行明确，这样才能够保证所制定的处理措施具有科学合理性，在此过程中需要对故障机理以及故障类型进行分析，所以对故障类型进行明确，并且具有的实际应用意义，因此对故障进行诊断的方法水平也是至关重要的，有关人员要重视对诊断水平进行提升，在具体工作过程中要积累相关的经验，并且对诊断方法进行优化和改进，从而对故障进行快速精准的诊断^[2]。其次要制定科学合理的故障处理以及维护保养体系。电力机车牵引电机一旦发生故障，那么就会有导致其故障的原因，并且各个故障之间还会存在一定的关系，所以对这些故障的处理措施，以及故障类型进行归纳和整理是至关重要的，在此过程中要制定科学的机制来完成该项工作，因此为了保证在对故障进行处理过程中做到有据可依，要制定相应的可执行方案，这样才能够很好的保证故障处理效率。最后，要重视对相关

人才进行培养,确保相关人员能够及时的对电力机车牵引电机故障进行分析和处理,同时,维修和保养人员也要具有工作积极性,这样才能够保证工作高效的开展^[3]。

结束语

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。在交流传动电力机车中,核心设备就是交流牵引电机,整个列车能否安全行车取决于交流牵引电机能否安全运行。

参考文献

- [1]李甜甜.电力机车交流牵引电机故障诊断研究[D].成都:西南交通大学,2014.
- [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.DOI:10.12159/j.issn.2095-6630.2020.09.3850.
- [3]李运坤,李雪.探讨变电一次设备故障预测与具体检修方案[J].低碳世界,2017(16):64-65.
- [4]宗春英.现代机械制造工艺及精密加工技术研[J].中小企业管理与科技旬刊,2017(6):196-197.