

电力机车牵引主变流器故障智能诊断系统探究

白海江

国能包神铁路集团有限责任公司机务分公司

摘要：研究牵引主变流器的故障诊断方法，需要把两个串联桥进行结合，构建单相半空桥式电路。在实际工作中，电力机车牵引主变流器在供电过程中需要对并联电动机进行运作，主变流器的故障有两种类型，第一种类型是自身输入故障，第二种类型是自身输出故障。利用网络的形式监测主变流器故障，使得主变流器的电压波形并不会在负债指数的变化中出现变动，研究整流软件的故障，输出电压指数如此会有所改变。基于此电力机车牵引主变流器的故障诊断，需要把输出电压波形的基本特点和规律是做参考依据，准确定位故障点。出现故障的过程中，电力机车牵引主变流器相关的电压波形会表现为异常情况，从电力机车牵引主变流器的故障分析入手，围绕故障诊断的基本理论，构建主变流器故障智能诊断系统，能够在很大程度上提高电力机车牵引主变流器的运作效率，有助于电动机车稳定运行。由此利用主变流器给机车的运行提供能量，提升电动机车牵引性能十分必要，为此进行如下的分析和探索。

关键词：电力机车；牵引；主变流器；故障诊断；分析

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2023.06.101

引言

直流牵引电动机受换向影响，从而限制了其功率和容量。第四代产品交流牵引电动机没有换向器和带绝缘的绕组，不存在换向问题，具有结构简单、运行可靠、单机功率大、调速范围广等特点，能满足于现代列车牵引传动系统对于高速、大功率的要求，以小波分析理论为基础，得到主变流器输出电压指数，能够科学有效地提取故障特征数据，从而针对性检测电力机车牵引主变流器的运作状态和故障点。基于理论的视角，主变流器输出电压波形不单单涉及非周期数据信号，还涉及畸变信号。通过小波分析理论对数据信号转变为图片峰值，从而体现出和噪声存在差异的特征。通过这一个特征，针对性选取晓波尺寸参数，对于强噪声环境下的突变信号加以针对性检测与核对。此外对于神经网络诊断理论而言，这一个理论是通过处理单元形成的一种计算机结构系统，神经网络能够在输入准确信息的条件下提高信息管理质量。电力机车牵引主变流器输出电压信号，对应的波形变化以及元件故障之间有着非线性关系。

一、分析智能巡检概述

对于智能巡检而言，在日常工作的过程中，除了具备声音识别、测温、表计识别等功能，还能够基于自身雷达感应设备、智能逻辑程序，自动规划运行线路等。从其特征上看，其拥有全自主巡检、室内室外复杂环境精准定位、全域障碍物避障、超前的轨迹预测能力、手

势指挥的人机交互体验以及全区域通信覆盖等特征，以其中全域障碍物避障为例，设备所搭载的激光雷达与环向超声波传感器及云台相机共同组合作为障碍物检测传感器，实现对所处环境的AI识别，在自主巡检过程中的静态点位障碍区主动避障和复杂环境下动态障碍物的实时避障功能更加安全精准高效。

二、分析电力机车牵引变流器的电气控制原理

电力机车采用牵引变流器与辅助变流器分离的方案，每台机车配备2套传动控制单元TCU，采用轴控技术控制主电路。TCU采用四象限整流器控制软件、异步牵引电机直接转矩控制软件、粘着控制软件，实现完全微机化、数字化的实时控制。通过通讯接口板对外联接MVB总线，与中央控制单元联系起来，形成控制与通讯系统，内部则借用单板机管理并行总线。实现网络化、信息化控制。TCU具有机车级控制和变流器级控制的功能。机车级的控制功能是根据司机指令完成对机车牵引/制动特性控制和逻辑控制，实现对主电路中接触器的通断控制和牵引变流器的启/停控制，计算列车所需的牵引/电制动力等。同时可以对TCU四象限输入电流、TCU原边电流、TCU原边接地、TCU SMC中间电压过压、TCU主回路接地、TCU逆变斩波过流等进行硬件保护；能够对TCUSMC低/高网压异常、TCU充电/短接接触器故障、TCU模块过热、TCU冷却水压力水温异常、牵引电机缺相超温超速进行软件级保护，以保证电气控制系

统在可靠的环境中运行。TCU主要保护功能有：一是TCU IGBT元件故障保护；二是TCU主回路接地保护；三是TCU SMC低网压保护、高网压保护；四是TCU SMC中间直流电压过压保护、欠压保护；五是TCU原边过流、原边接地、原边电流有效值过流保护；六是TCU四象限输入过流保护；七是TCU逆变过流、斩波过流保护；八是TCU模块过热保护；九是TCU进口水温 T_{s1} 超温、低温、水温差保护；十是TCU水压力 P_{s1} 过低、过高保护；十一是TCU充电/短接接触器卡分、卡合保护。十二是牵引电机缺相、温度过高、三相输出不平衡保护；

三、分析构建电力机车牵引主变流器智能诊断系统与实践

（一）分析信号采集模块

对电力机车牵引主变流器的故障问题开展智能化诊断，相关人员需要围绕着监测需要，给予变流器运行状态进行点位布置，不仅要顾及变流器的基本状态参数变化，梳理变流器故障诊断信息体系，还要提供出安装限制条件，使其信号采集模块建设能够满足电力机车牵引主变流器诊断需求。电力机车变流器是通过半导体器件加以形成的，相关电压传感器、霍尔电流均体现出一定精度，提高响应速度，基本上不会对被测电路产生影响，所以能够大范围作用在电子产品的研究中，精确化进行电流诊断和电压诊断，也是产品高效率运作的前提条件。汇集互感器组成机制和分流器组成机制，转变两者具体运作中潜在的问题，借助霍尔电流传感器能够对交流或者直流的形式进行诊断，还能够对瞬态峰值进行评估，所以应该取替互感器作为一种新兴产品，能够对每一种波形的电流指数和电压指数进行统计。利用霍尔电压以及电流传感器，还能够统计相应的瞬态峰值指数，副边电路能够综合性对原边电流波形进行保存，此和普通互感器之间是无法比拟的，由于普通互感器通常情况作用在50赫兹正弦波统计上。通常情况下霍尔电流传感器在具体工作中，精度是可以大于百分之一，作用在每一种形势波动的测量中，且线性度可以超过百分之零点一，对应动态性能也存在优势，因此可以优先的选择这个工具。

（二）完善数据保存模块

对于智能化的诊断电力机车牵引主变流器故障而

言，数据保存模块是较为重要的组成内容，相关人员可以通过高速80C51单片机实现这个目标，采用霍尔传感器传递信号对一些信号处理单位进行滤波处理和隔离处理，采集和保存在单片机上，记录相应的数据内容，例如RS232串行通讯口为介质对数据保存，转变成为动态化的信息资源，构建数据库，后续开展波形研究以及针对性的故障诊断，以列车控制网络通讯、监控机网络通讯的形式最终完善监控机的信息资料。准确来讲，LEM电压传感器测量信号，即模拟量信号，传递与保存电路内，获取1-5V电压信号，接下来以滤波电路的形式输入对应转换器，在转换结果被光耦处理之后，锁存在数据存储器中。另外数据保存模块的完善中，可以将其和上位机系统按照RS232C串行口衔接，涉及异步通讯方法，了解变流器电压以及电流处理波形信号，针对性诊断和分析。波形起点的创设比较关键，将其当作相位变化的基本依据，所以应同步收集数据信息。同步检测过程，主变压器原边检测变压器两侧获取信号得到滤波降压处理，转变为方波信号保存在系统内。同时因为前端引进滤波的环节，很有可能引出过零检测的数据偏移，因此调整为对应的阈值电平。

（三）构建上位机的处理结构

这个组成解结构有网卡和远程通信装置以及打印机等，上位机的而机构构建作为智能化监测故障的关键，其运作过程如下，设定针对性的参数使用系统，促进上位机在后台可以和下位机的数据进行通信保存，开展对应故障诊断分析和故障报警处理，管理工作动态的了解数据信息内容，对智能化系统开展针对性的管理，上运行的智能监测和故障诊断，有实时数据管理、图形显示管理、人机接口管理、各种组态功能等，其中图形显示管理涉及历史故障图形、数字记忆示波功能以及实时波形显示等；各种组态功能包含测点参数设置组态、测点信息选择组态，一是数据保存和处理。以充分给管理工作提供能够利用的数据信息为基础，结合变流器波形输出的基本形式，创设多样化信息显示功能和信息处理功能。首先是实时波形显示，智能化诊断系统的设定，应体现采集数据的及时性和时效性，对相关信号按照时间的变动特点全方位显示，判断柱图显示过程，利用柱图形式传递瞬时指数，相应的数字记忆示

波, 应该对波形数据加以动态保存和显示。其次历史故障数据显示, 对全部的故障数据通过图形模式加以凸显, 能够实施时间轴的放大操作、缩短操作, 对多种时间跨度的故障信息进行呈现, 让管理工作可以确切判断故障点。信息计算功能有平均指数、峰值和小波分析等数据。二是对组态功能进行优化。首先测点参数的优化, 这个组态结构的设定, 工组人员是需要结合被测点和测量通道运作效果开展针对性的设置, 有信号测量和名称记录以及物理量单位记录、采样频率调整等等, 规定上下限值和故障诊断的时间, 研究信号变化趋势, 其次测点数据选取的优化, 电力机车牵引主变流器故障的智能化诊断, 组成结构中必然要设定测点数据组态, 有柱图显示、波形显示, 提高组态中历史故障诊断的效率和报表信息融合效率。三是故障诊断和时效性处理。智能化诊断电力机车牵引主变流器故障, 设定两个模块的故障, 第一个模块是预诊断, 第二个模块是越限故障诊断。前者主要是诊断电力机车牵引主变流器装置在运行之前是否有问题, 结合预诊断参数的基本状态开展针对性检测, 了解装置的运作过程是否维持正常, 及时显示预诊断结果, 这一个功能能够在上位机前台组成模块中完成。后者主要是发挥上位机的作用, 对测点数据组态内的参数信息传递给下位机, 对下位机进行模拟量优化, 需要进行越限故障监测的数据信号整体上归纳, 有上越限检测、下越限检测等, 判断最终越限结果。把故障检测信息传递到上位机, 有严重故障时要对信息保存系统加以录波优化, 上位机的具体工作在后台上开展, 下位机信号采集过程都被纳入在检查体系内。同时对于智能化故障监测而言, 根据上位机后台为基础实现, 具体过程主要是上位机结合故障诊断组态模型进行模块的创设, 采用下位机获取测点的信息, 根据诊断模型的基本方法完善诊断过程, 接下来对诊断结果保存在信息资源库中, 开展必要性处理项目。故障越限检测, 仅仅是诊断信号的运作状态, 不涉及对应的故障因素以及故障点, 诊断结果可以对故障原因提供一定参考, 由此完善电力机车牵引主变流器故障的智能化诊断系统之后, 使得电力机车能够高效率运转。

总结

综上所述, 电力机车牵引主变流器智能诊断系统构

建有重要意义和价值, 电力机车的运行中, 主变流器是一个主要组成结构, 若其出现故障, 直接降低电力机车的运行效率。目前CMD系统在机务段机车运用、安全管理、应急处置、机车整备和检修等方面发挥了一定的作用, 通过建立数据交换中心, 打破机务各信息系统间的数据孤岛, 提高了数据流转和分析效率, 也改变了一些机务段作业岗位的传统工作思路和操作模式, 但通过对CMD数据实时自动分析工作的深入开展, 发现现有数据接口所开放的数据无法做到线上机车的实时分析为此相关人员应通过科学的方式健全智能化诊断系统, 利用先进的技术动态统计电力机车运用情况, 切合实际促进电力机车牵引主变流器的性能发挥, 提高运作效益。

参考文献

- [1] 姜宋阳, 任宝珠, 周鹏等. 电力机车牵引变流器接地检测电路优化[J]. 铁道科学与工程学报, 2022, 19(06): 1786-1793.
- [2] 徐绍龙, 倪强, 李学明等. 自动驾驶电力机车牵引变流器中IGBT寿命损耗优化策略[J]. 中国电机工程学报, 2021, 41(18): 6381-6390.
- [3] 龙光海. 和谐型电力机车牵引变流器电气故障分析及在FRACAS系统中的运用[D]. 华南理工大学, 2021.
- [4] 张健. HX-D3型电力机车牵引变流器IGBT炸裂原因分析及对策[J]. 铁道技术监督, 2020, 48(10): 41-44.
- [5] 任宝珠, 王乃福, 周鹏. 几种和谐型电力机车牵引变流器主电路对比分析与研究[J]. 铁道机车与动车, 2020(03): 24-27+5.
- [6] 李建南. 对HXD1D型电力机车牵引变流器研究[J]. 内燃机与配件, 2019(20): 62-63.
- [7] 麻骁. HXD1C型电力机车牵引变流器电气原理及重点故障分析处理[D]. 中国铁道科学研究院, 2019.
- [8] 王延哲. 电力机车牵引电机温升试验及高海拔修正方法的研究[J]. 机车电传动, 2018(06): 115-118+122.
- [9] 杨帆. HX-D1C型电力机车牵引变流器直流母排故障分析[J]. 机车电传动, 2018(02): 119-121.
- [10] 陶宣彤. 大功率电力机车牵引变流器的故障诊断[J]. 电子技术与软件工程, 2017(23): 238-239.