

浅析神华号交流电力机车主变流器中IGBT炸裂原因分析及改进措施

张树珍

朔黄铁路发展有限责任公司机辆分公司

摘要: 神华号交流电力机车运用中发生主变流器中IGBT炸裂故障由多种因素引起,有IGBT本身技术缺陷,IGBT全生命周期,长时间大功率超载运行等因素,现对上述不良因素进行分析,并提出相应的改进和预防措施。

关键词: 神华号机车; IGBT; 炸裂

一、引言

神华号交流电力机车是国家能源集团和中车株洲电力机车有限公司通过技术引进消化吸收再创新,结合运用线路条件、牵引运输模式、操纵方式等情况,以动力单元为基础的模块化设计,形成9600KW的交流传动机车。该型机车2013年2月3日在朔黄线投入运用牵引万吨列车,2016年3月9日全面担当两万吨列车运输任务,已累计运输煤炭10.2亿吨,为国内重载铁路运输技术的发展奠定了坚实的基础。但神华号机车主变流器中IGBT炸裂故障较多,增加了两万吨列车运行安全的不稳定因素。为减少或避免神华号机车主变流器中IGBT炸裂故障的发生,本文针对神华号机车在朔黄线运用的实际情况,分析主变流器中IGBT炸裂的原因,研究下一步的改进和预防措施。

二、IGBT在主变流器中的应用

神华号交流电力机车主变流器主要用于控制主变压器和牵引电机之间的能量传输,进而控制牵引电机以获得所期望的转矩。IGBT是变流器的核心部件,四象限模块IGBT来自主变压器的单相交流输入电压转换为直流电压,为中间直流电路提供电能;再生制动工况时,通过中间直流电路进行直-交变换,将电能回馈给电网;逆变器模块IGBT将中间直流电压逆变为VVVF三相(U、V、W)交流压电源,提供给牵引电机;辅助逆变器模块,与主逆变器模块工作原理相同。

三、调研情况

(一) 模块故障特点

近年来发生典型故障12件:5列为牵引工况,过分相前牵引手柄回大“零位”时刻;3列为牵引工况,过分相后牵引手柄离开大“零位”时刻;3列为机车静止状态下,牵引手柄离开大“零位”时刻;1列为电制工况,电制力大幅度增大瞬间时刻。特点如下:

- 1、牵引手柄回大“零位”或离开大“零位”
- 2、整流模块故障率高于逆变模块的故障率
- 3、5-8月份为故障高发期
- 4、变流器模块在使用年限超过4-5年后,IGBT失效率增高
- 5、同一厂家批次的模块故障较集中
- 6、从C5修模块检测来看,IGBT失效率未降低

(二) 现场故障分析情况:

主变流器四象限输入或逆变模块故障主要原因为四象限模块桥臂直通、单管故障变桥臂直通两类,造成中间回路短路,四象限输入或逆变输出电流快速增大至过流,IGBT在大电流的冲击下进一步损坏,导致烧损。

辅助逆变器故障均为元件或脉冲链路故障,无法有效开通,导致输出电流异常,进而导致输出电压畸变,由于辅变控制采用电压闭环控制,采集到的异常电压进一步导致控制紊乱。

四、原因分析

(一) 从模块内部电路分析

正常工况下,当电网电压为正半波,电流从次边绕组,经过V1元件和V3元件的续流二极管,到中间直流回路正线,然后给支撑电容和负载供电。直流回路负线,经过V6元件和V8元件的续流二极管,到次边绕组,构成了一个正常整流的电流回路。

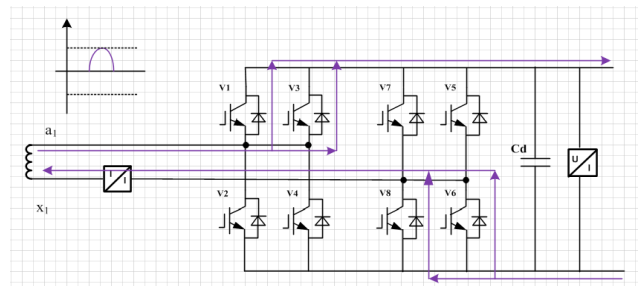


图1 正常工况电网电压正半波

当电网电压为负半波,电流从次边绕组,经过V5元件和V7元件的续流二极管,到中间直流回路正线,然后给支撑电容和负载供电。直流回路负线,经过V2元件和V4元件的续流二极管,到次边绕组,构成了一个正常整流的电流回路。

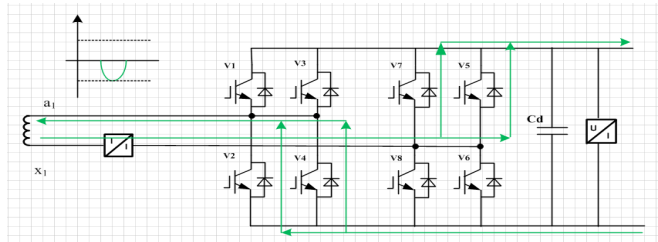


图2 正常工况电网电压负半波

当V5元件故障处于短路状态(图3),电流直接由直流回路正线经过短路的V5元件回到次边绕组,此情况相当于牵引绕组次边短路,导致电流很大,造成IGBT炸损。

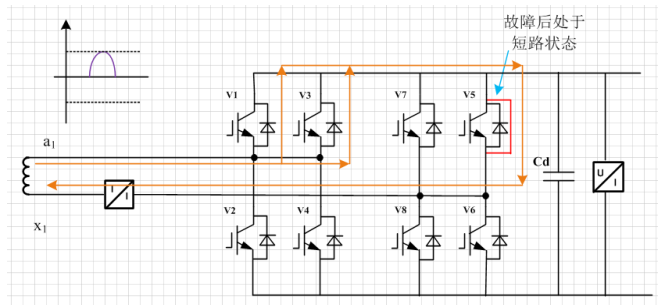


图3 元件短路电网电压正半波

由于某元件故障处于短路状态,电流直接由直流回路正线经过短路的元件回到次边绕组,相当于牵引绕组次边短路,导致电流很大,造成IGBT炸损。

(二) 从模块元件分析

机车均长时间处于电流250A以上工作,承受较大的热冲击

(下转第361页)

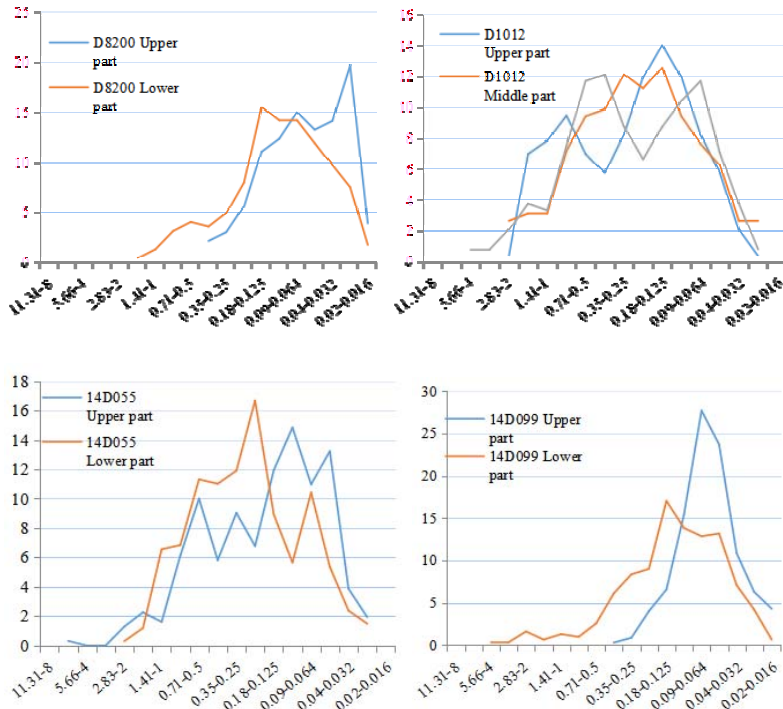


图2 风化土粒度概率分布曲线

(二) 在南方地区气候、岩性等要素同等的条件下, 地壳活动性对风化壳发育程度起到了关键作用。地壳的抬升剥蚀起到了“均一化作用”。

(三) 风化土层内部, 自上而下, 风化土粒度变粗, 黏土矿物含量减少, 下部残积土更趋近于风化岩石。

参考文献

[1] 张必双. 基于损伤理论对岩土边坡的流固耦合分析[J].

湖南交通科技, 2010 (03)

[2] 李崖. 坡地地貌坍方的水文工程地质研究[J]. 长春地质学院学报, 1995 (04)

[3] 刘维国, 单钰铭, 张莲花, 徐进. 岩石三轴实验中的应力路径与应力应变分析[J]. 成都理工大学学报(自然科学版), 2015 (04)

(上接第313页)

与电应力, 导致IGBT元件产生工作疲劳, 故障率升高; 牵引手柄回大“零位”或离开大“零位”, 大跨度提手柄时刻的电流瞬间冲击, 故障率升高。

五、改进建议

首先, 在模块电容端子加装绝缘帽, 防止母排放电时, 导致电容器端子间二次引弧; 其次, 整治散热器保证机车主变流柜水循环畅通, 连接母排处的螺栓紧固状态进行确认, 保证连接的可靠; 再次, 利用C5修时机将状态不良的变流器模块进行检测维修; 最后, 加强IGBT的出厂试验, 降低IGBT的早期失效率。

六、结束语

神华号机车牵引变流器在重载运输环境下运用, IGBT 作

为功率单元的核心器件, 虽然采取了相应的预防措施, 防止此类故障进一步恶化, 但是IGBT失效还没有最终解决, 随着对神华号机车不断运用实践, 我们将继续深入研究, 确保两万吨列车运行安全。

参考文献

[1] 吴新红, 高首聪等. HXD1C和HXD1型电力机车的粘着控制的再思考[J]. 机车电传动, 2014年02期。

[2] 王国建, 刘红灿. 重载列车发生坡停的原因及对策[J]. 铁道运输与经济, 2008年01期。

[3] 黄洪兰. 防止同区铁路列车坡停的研究与对策[J]. 中国铁路. 2007年12期。

(上接第375页)

智慧城市的过渡和转变。

四、结束语

综上所述, 在数字城市建设中, 要不断更新和优化三维建模技术, 将航空摄影测量应用到数字城市三维建模中, 及时搜集城市地理信息和土地利用情况, 构建数字城市三维立体模式, 为城市规划管理提供信息依据, 促进城市的数字化和智能化建设。

参考文献

[1] 甘迪娟, 周伟杰. 基于航测的数字城市三维建模技术[J]. 地球, 2013,(10): 131-131, 130.

[2] 吴逸超. 基于无人机航测和三维建模技术的城市储备用地调查研究[D]. 江西: 江西财经大学, 2017.

[3] 张岩. 基于UAV的城市三维建模[D]. 山东: 山东科技大学, 2013.