

一则新八轴 HXd2 型机车主断路器无法闭合的故障分析研究

齐海波 赵志娟

(1. 质量保证部,山西 永济 044502
2. 特种产品开发部,陕西 西安 710016)

摘 要 以下介绍一起新八轴 HXd2 型机车牵引变流器在线发生故障后无法闭合主断路器造成行车故障的案例,为售后人员在遇到类似故障后快速解决提供经验。

关键词 机车变流器 主断路器 继电器

0 引言

HXd2 型电力机车也叫新八轴电力机车,采用 2(B₀-B₀)轴式,即双节机车连挂组成。交-直-交电传动系统,25kV/50Hz 的电压制式,具有恒工范围宽、轴功率大、粘着特性好、功率因数高、谐波干扰小、运营安全可靠、使用范围广等优点。机车主变流器作为牵引电传动系统核心部件,主要用于完成机车牵引、制动特性控制、防滑、防空转控制等功能。在正常的牵引、制动工况下,牵引变流器内的控制单元接收司机室控制指令,控制各变流器单元实现电源从工频电源到三相可控变压、变频的交流电源的转化,拖动异步牵引电机,实现对牵引电机的独立控制。牵引时能量从电网流向电机,电能转换为机械能;制动时过程相反,机械能转化为电能回馈电网。近期在迎水桥段发生一起由于 TCU、轴隔离继电器出现异常,导致主断无法闭合的故障。

1 故障介绍

2018 年 2 月 7 日,配属迎水桥机务段 HXd21486 机车,由太原乘务员值乘 21908 次,01:57 分榆次客站停车,02:08 司机汇报:A 车四象限 1A、1B 上下桥臂故障,四象限 1 硬件故障,逆变器 1 斩波器驱动故障,逆变器 1 斩波驱动或硬件故障,逆变器 1 隔离,主断路器合不上,咨询故障台无效,02:17 请求救援。

2 故障数据分析

2.1 DDU 数据

(1)数据简介

机车显示单元(Driver Display,简称 DDU)记录的故障信息为:机车速度(25.9~27.7)km/h,网压

(26624~27392)V,级位 0,四象限 1A、1B 上下桥臂故障,四象限 1 硬件故障,逆变器 1 斩波器驱动故障,逆变器 1 斩波驱动或硬件故障。如图 1 所示。

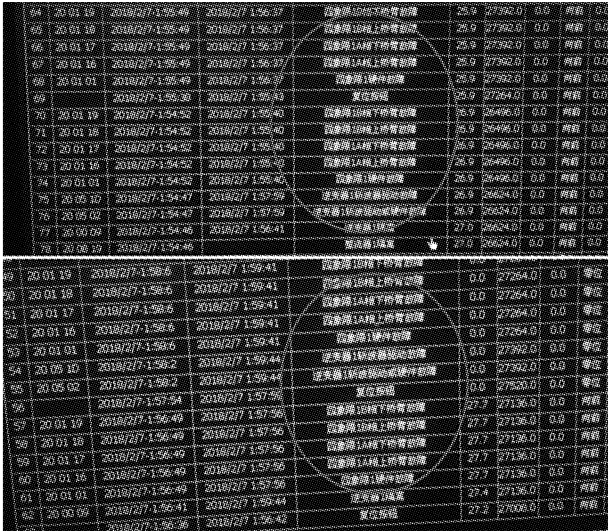


图 1 DDU 数据

(2)数据分析

①四象限 1B 上、下桥臂故障表示四象限模块可能存在异常;

②四象限 1A 上、下桥臂故障,逆变器 1 斩波器驱动故障,逆变器 1 斩波驱动或硬件故障表示四象限+斩波模块可能存在异常。

③四象限 1 硬件故障,表示四象限模块、四象限+斩波模块、输入电流传感器可能存在异常。

2.2 MPU 数据

(1)数据简介

机车中央处理单元(Main Processing Unit,简称 MPU)记录的数据。如图 2 所示。

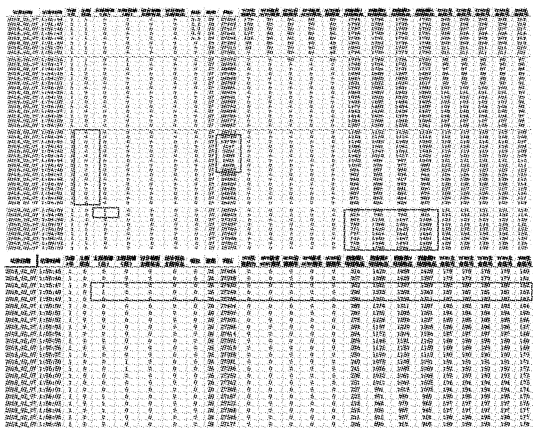


图2 MPU数据

(2)数据分析

①1: 5: 49 级位回零,逆变器封锁脉冲,机车牵引力降至零。1: 54: 16 断主断进入过分相区。此时机车状态正常。

②1: 54: 40 - 1: 54: 45,网压出现波动(如图3所示),但此时主断路器已经打开,从理论上分析是不会影响到变流器内部器件。

③1: 54: 54 机车驶出分相区,闭合主断路器(故障后的首次闭合),A - 1 轴中间电压无法建立(其他三个轴启动正常,如图4所示)。判断 A - 1 轴出现故障,断开主断路器。

④1: 55: 47 多次尝试闭合主断无果,造成行车无法继续,请求救援。判断是 A - 1 轴故障引起主断无法闭合,但不排除有其他因素,需排查验证。

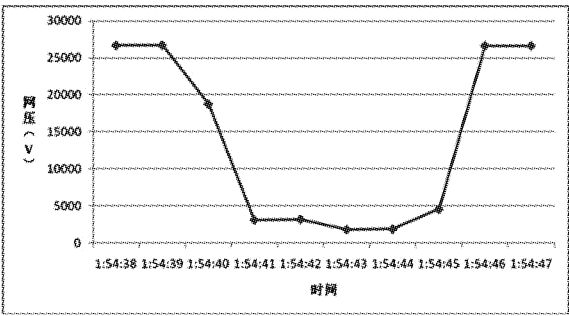


图3 电网电压故障时刻随时间变化

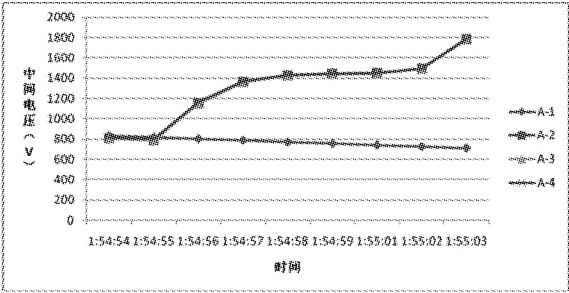


图4 中间电压故障时刻随时间变化

2.3 数据分析得出结论

复位按钮操纵后,故障不消除,说明故障非偶发因素,而是硬性故障,判断故障是硬件问题引起。

3 排查诊断过程

根据故障信息及数据反映的结果,判断本次故障由两种因素构成,一是故障的出现导致 A - 1 轴无法正常工作;二是主断无法闭合。

3.1 回段初步检查

主断仍然无法闭合,故障频繁报出。

3.2 因素一排查

结合故障信息和数据,A - 1 轴无法正常工作的原因主要集中在四象限功率模块、四象限斩波功率模块、电流传感器三部件上。

3.2.1 针对功率模块排查制定方案

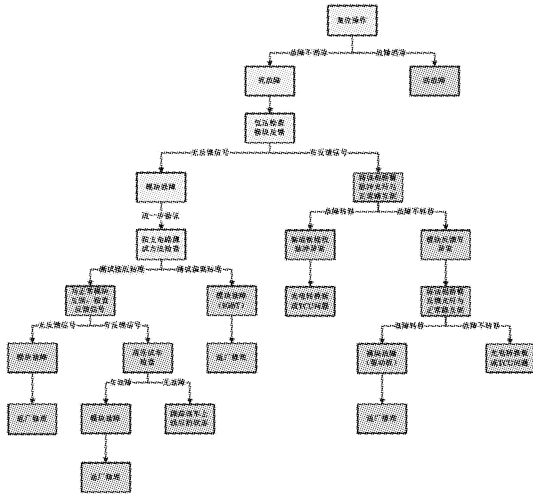


图5 故障因素一排查方案

3.2.2 具体排查

(1)依据图5中的排查方案,确认复位无效,确认是死故障,低压检查模块反馈确认无反馈信号。进一步验证模块状态,拆卸四象限、四象限斩波功率模块,按主电路测试方法进行检查。详细结果如表1、表2所示。

测试结果:两台模块均正常,表示模块 IGBT 状态正常。

(2)A - 1 轴四象限功率模块、四象限斩波功率模块恢复后,上低压 110V 控制电检查两台模块反馈指示灯,均处于熄灭状态(逆变模块反馈指示正常),考虑两台模块同时故障的可能性比较低,采取将 A - 1 轴和 A - 3 轴 TCU 进行互倒,再次上低压 110V 检查,发现 A - 3 轴四象限功率模块、四象限斩波功率模块反馈指示灯熄灭,故障屏显示四象限 3A、3B 上下桥臂故障,四象限 3 硬件故障,逆变器 3

斩波驱动或硬件故障。测试结果:故障发生了转移,确认故障集中在 TCU 上。TCU 经返回大连所检测,确认是 ALCA 电源板出现异常。

3.2.3 电流传感器排除

功率模块 IGBT 测试正常,TCU 互倒后故障发生转移,根据电流传感器的较低故障率判断,电流传

感器为正常状态。

3.3 因素二排查

主断路器在故障发生后不能闭合,回段后排查并更换 TCU 后仍不能闭合,但故障已经不再报出,分析主断路器无法闭合的原因可能是轴隔离继电器异常导致。

表 1 四象限功率模块主回路测试表

IGBT 位置	测试点位	电阻档		二极管档	
		正向电阻 (>100) kΩ	反向电阻 (4 ~ 8) kΩ	正向压降 (无穷大)	反向压降 (0.2 ~ 0.4) V
B 相上桥臂(H1 + H3)	S1→S3	364.4	7.08	∞	0.32
B 相下桥臂(B1 + B3)	S3→S2	357.1	7.11	∞	0.33
备注	按照测试点位箭头指向测试: 正向代表红色表笔对应箭头前的点位(黑色表笔对应箭头后的点位); 反向代表黑色表笔对应箭头前的点位(红色表笔对应箭头后的点位);				

表 2 四象限斩波功率模块主回路测试表

IGBT 位置	测试点位	电阻档		二极管档	
		正向电阻 (>100) kΩ	反向电阻 (4 ~ 8) kΩ	正向压降 (无穷大)	反向压降 (0.2 ~ 0.4) V
A 相上桥臂(H1)	S1→S3	360.9	7.05	∞	0.34
A 相上桥臂(H2)	S1→S4	371	7.24	∞	0.35
斩波上桥臂(H3)	S1→S5	416	7.20	∞	0.34
A 相下桥臂(B1)	S3→S2	367	7.13	∞	0.32
A 相下桥臂(B2)	S4→S2	353	6.97	∞	0.30
斩波下桥臂(B3)	S5→S2	433	6.85	∞	0.31
备注	按照测试点位箭头指向测试: 正向代表红色表笔对应箭头前的点位(黑色表笔对应箭头后的点位); 反向代表黑色表笔对应箭头前的点位(红色表笔对应箭头后的点位);				

3.3.1 TCU 不允许合主断的因素

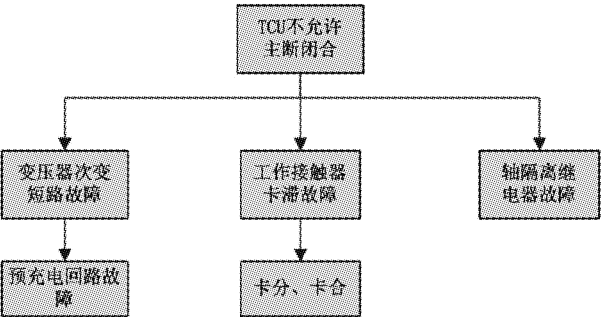


图 6 TCU 不能闭合情况

3.3.2 具体排查情况

更换 A - 1 轴 TCU 后,四象限整流器故障已经消除,但主断无法闭合,考虑到 TCU 不允许主断路器闭合的原因有上述三种因素。

(1) 变压器次边短路

该故障是由于预充电回路(预充电接触器、预充电电阻)出现异常,预充电接触器卡滞、预充电电阻烧损等都会造成变压器次边短路,此情况 TCU 不允许主断路器闭合,经检查预充电回路各器件状态均正常,排除此项可能性。

(2)工作接触器卡滞

该故障为主接触器在运行中由于风压、触头、电磁阀问题导致主接触器发生卡合、卡分故障,此情况下 TCU 不允许主断路器闭合,检查风管无漏风,拆卸灭弧罩检查触点有发黑但没有熔点,给低压 110V 后检查电磁阀机构分断动作状态正常,排除此项可能性。

(3)轴隔离继电器故障

根据轴隔离继电器在低压原理图(图 7)中的功能分析,只有当继电器 A 组常闭触点无法断开时, E4、F4 成为一个点位后,整流器跳主断信号出现,此时主断路器是无法闭合的,根据该思路对继电器进行检查。

拆下轴隔离继电器测试线圈电阻,结果为 4.88kΩ (正常值为 5 kΩ),判断线圈状态正常;

不通电的情况下测量各支路的常开、常闭触点,结果显示都是∞,判断是继电器的触点动作机械卡滞;

接通电源(外接 110V 直流)测试,所有常开、常闭触点之间阻值仍为∞,进一步确认为触点动作机械卡滞;

更换轴隔离继电器后,试车检查主断合、分正常,恢复机车使用。

参考文献

[1]韩建宁,杨春宇,郑慧丽. HXd21000 型机车静态下牵引逆变器过流故障分析研究. 电传动技术,2017,4.
[2]韩建宁,王彬,杨丽辉. HXd21000 型电力机车牵引变流器中间直流环节短路故障分析. 机车电传动技术,2013, (1):94-96.

