

运用检修

HXd1C型机车辅助电路接地故障分析及处理

龚菊芳¹, 彭军华², 任小冬²

(1. 株洲机务段, 湖南 株洲 412004; 2. 株洲南车时代电气股份有限公司 售后服务中心, 湖南 株洲 412001)

摘要: 对HXd1C型机车辅助电路接地故障进行了分类, 对故障原因、判定方法及工作原理进行了详细分析, 为故障的快速、准确处理提供了明确的思路。

关键词: HXd1C型机车; 辅助变流器; 辅助电路; 接地故障; 原因分析

中图分类号: U269.6 文献标识码: B

文章编号: 1000-128X(2013)04-0104-03

HXd1C型机车辅助电路由变压器二次侧绕组、TGF54型辅助变流器(以下简称ACU)以及压缩机等负载设备构成。ACU的主要功能是将机车变压器二次侧绕组的单相AC 470 V电压经脉冲整流成DC 850 V,再逆变为三相AC 440 V电压,为机车辅助电路负载提供电源。

引起辅助电路接地故障的原因很多,如网压波动较大造成的输入异常、ACU自身元件烧损或检测传感器部件故障、辅助电路负载故障等等。

1 辅助电路接地检测原理

1.1 辅助电路检测原理

辅助电路接地检测、判断及保护由ACU逆变控制环节完成,检测电路见图1。

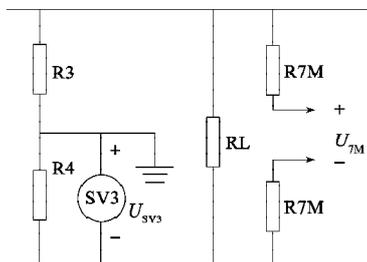


图1 辅助电路接地检测电路

辅助电路接地检测电路主要由接地检测电阻R3、R4和中间直流环节电压传感器SV3、电阻R7M检测部件组成。接地判断条件为:

$$\left| \frac{U_{7M}}{2} - U_{SV3} \right| \geq K \quad (1)$$

式中: U_{7M} ——中间直流环节全电压(7M电阻采样), V ; U_{SV3} ——中间直流环节半电压(SV3电压传感器采样), V ; K ——辅助电路接地故障保护门槛设定值, 75 V。

当中间直流环节电压传感器SV3、电阻R7M采集的电压信号满足式(1), 机车报辅助电路接地故障时, 采取分主断路器、封锁ACU脉冲、跳充电及短接接触器保护等措施。

1.2 辅助电路接地(全电压、半电压)信号ACU内部传输流程

全电压信号流程,如图2所示,由R7M电阻限流采集中间直流环节电压送入ACU控制部分模拟输入输出插件处理后送给逆变控制插件控制。

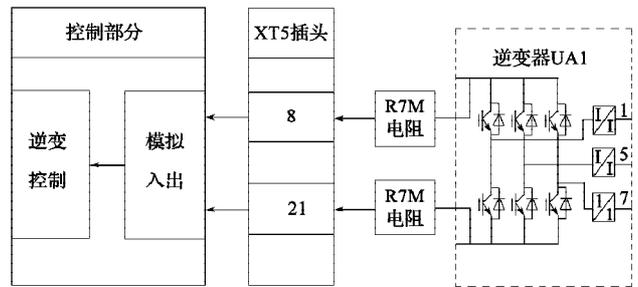


图2 全电压信号传输流程

半电压信号流程,由半电压传感器输出电流源信号送到ACU的模拟入出插件,由模拟入出插件将电流信号转化为电压信号,按比例放大后送给逆变控制板,再由逆变控制板硬件电路判断辅助电路是否接地,若判断为接地,逆变控制板发出接地信号给CPU板,由CPU板上报辅助电路接地故障给网络,请求分主断路器保护,并在显示屏中显示相关的故障信息。

2 接地故障原因分析及排查方法

接地故障通常分为真实接地和检测电路故障2种情况,按照图3所示的TGF54型辅助变流器电路结构,辅助电路接地又可细分为四象限输入侧(牵引变压器二次侧)接地、中间直流环节接地和逆变输出侧接地3类。

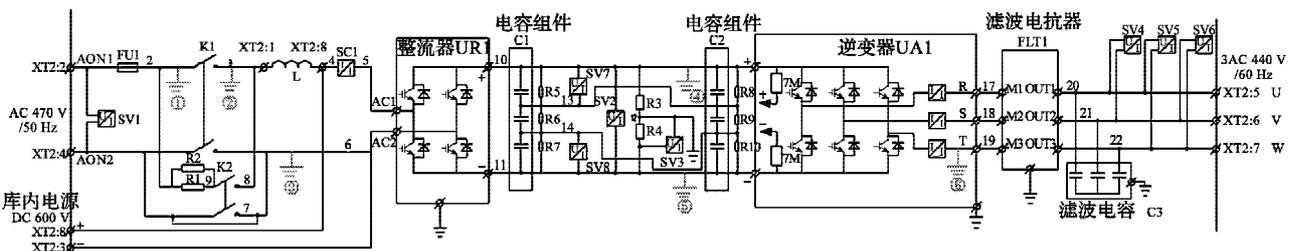


图3 TGF54型辅助变流器电路

收稿日期: 2013-05-10

2.1 辅助电路真实接地

2.1.1 四象限输入侧接地

四象限输入侧接地, 例如图3中的①点接地, 可能原因有牵引变压器二次侧接地、短接/充电接触器及充电电阻接地及各相关线路接地等。

在甩开ACU外部输入的主断路器状态信号情况下, 升弓、合主断路器, 此时牵引变压器二次侧a8-x8两端输出电压单相为AC 470 V。由于此时ACU未接收到主断路器已闭合信号, 电路中的充电、短接接触器不闭合, 电路未构成回路, 因此即使四象限整流器或其部电路存在接地, SV3、R7M检测的中间直流环节电压均为0, 故ACU无法判断出接地故障。但当图3中①点接地时, 电路能够形成回路, 等效电路见图4, 故此时, 机车一合主断路器就会报辅助电路接地故障, 故障点应定位在牵引变压器二次侧输出a8端及其相关电路, 涉及范围见图5。

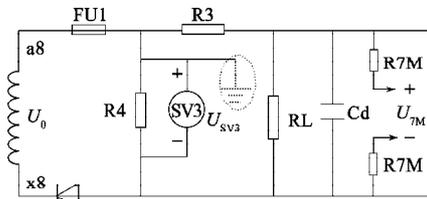


图4 ①、②点接地等效电路图

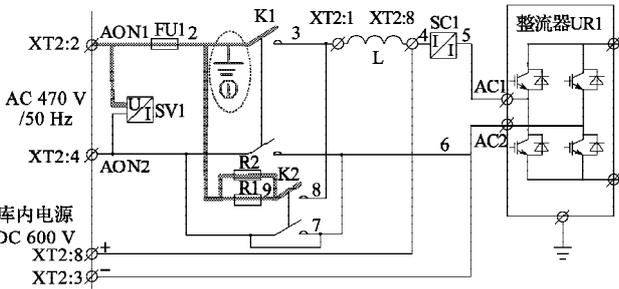


图5 ①点接地范围

图4中, U_0 为牵引变压器二次侧输出电压 AC 470 V, 接地检测电阻 R3、R4 的电阻值为 $15\text{ k}\Omega$, 空载电阻 (均压电阻) RL 的电阻值为 $(R_5 + R_6 + R_7) // (R_8 + R_9 + R_{10}) = (4.5 + 4.5 + 4.5) // (4.5 + 4.5 + 4.5) = 6.75\text{ k}\Omega$ 。由此可得: $U_{SV3} \approx 470\text{ V}$, $U_{7M} \approx 146\text{ V}$, 代入式(1)求得,

$$\left| \frac{U_{7M}}{2} - U_{SV3} \right| = 397\text{ V} > K, \text{ 满足ACU报接地故障条件。}$$

若甩开ACU外部输入的主断路器状态后接地故障不出现, 则可以排除图5所示的a8端接地故障。此时, 首先恢复ACU外部主断路器状态信号线, 之后, 再甩开ACU内部控制变压器信号。由于此时ACU未接收到同步信号, ACU不会启动四象限变流器和逆变器, 因此即使逆变器或其部电路存在接地, 因逆变器未启动负载未接入, 故逆变器输出端接地时电路未能构成回路, SV3、R7M检测的中间直流环节电压均为正常, 故ACU无法判断出接地故障。但当图3中②、③点接地时, 等效电路见图4、图6。故此时, 机车一合主断路器

就会报辅助电路接地故障, 故障点应定位在四象限输入端及其相关电路, 涉及范围见图7。

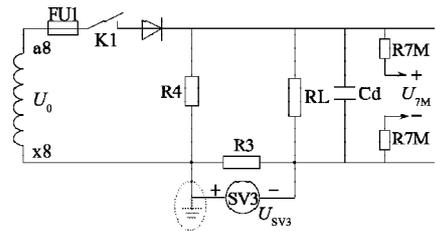


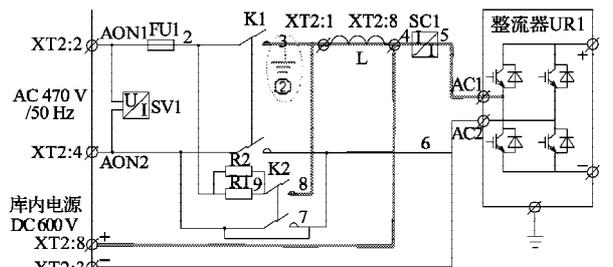
图6 ③点接地等效电路图

②点接地原理与①点接地相同, 请参考图4分析, 只是②点接地时, 只有在充电或短接接触器闭合的情况下才能判断出来。③点接地, 如图6所示, 当K1闭合的情况下, $U_{SV3} \approx 324\text{ V}$, $U_{7M} \approx 146\text{ V}$, 代入式(1)求得

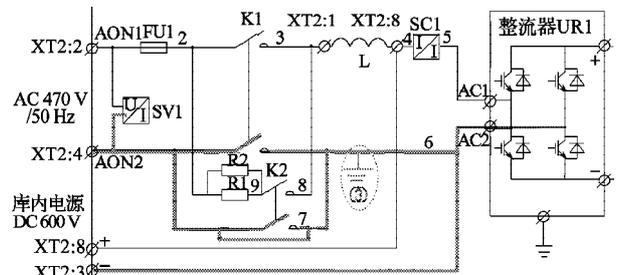
$$\left| \frac{U_{7M}}{2} - U_{SV3} \right| = 251\text{ V} > K, \text{ 满足ACU报接地故障条件。当}$$

K1断开时, $U_{SV3} \approx 146\text{ V}$, $U_{7M} \approx 73\text{ V}$, 代入式(1)求得

$$\left| \frac{U_{7M}}{2} - U_{SV3} \right| = 109\text{ V} > K, \text{ 满足ACU报接地故障条件。}$$



(a) ②点接地范围



(b) ③点接地范围

图7 ②、③点接地范围

根据上述分析, 可以分别在接触器K1闭合和断开的情况下检测中间直流环节全电压和半电压的电压值, 通过观察全电压和半电压的变化值来判断是否为四象限输入侧接地。若出现半电压大于全电压, 则基本可以确认为四象限输入侧接地。

2.1.2 中间直流环节接地

中间直流环节接地, 例如图3中的④、⑤点, 其故障现象与②、③点接地故障类似, 均应在充电或短接接触器闭合情况下, 且中间直流环节全电压在150 V以上才会出现报辅助电路接地故障。中间直流环节接地的等效电路图见图8, 可能的接地点包括四象限整流器输出侧、支撑电容、均压电阻、逆变器输入侧及有关线路等, 涉及范围见图9。

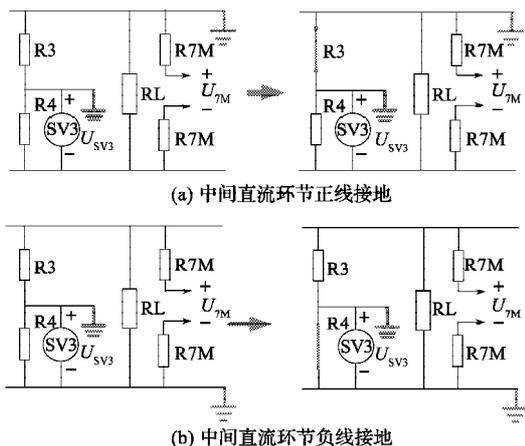


图8 中间直流环节接地等效电路图

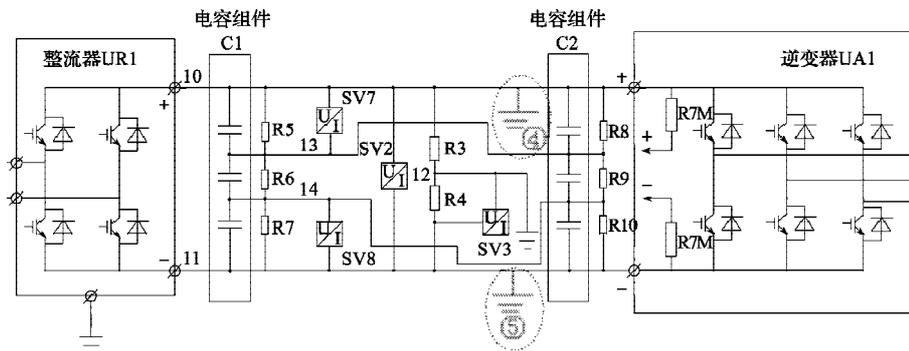


图9 中间直流环节接地范围

如图8(a)所示,当④点(直流正线)接地时,中间直流环节R3被短接,此时 $U_{SV3}=U_{7M}=850\text{V}$,代入式(1)求得 $\left|\frac{U_{7M}}{2}-U_{SV3}\right|=425\text{V}>K$,满足ACU报接地故障条件。如图8(b)所示,当⑤点(直流负线)接地时,中间直流环节R4被短接,此时 $U_{SV3}=0, U_{7M}=850\text{V}$,代入式(1)求得 $\left|\frac{U_{7M}}{2}-U_{SV3}\right|=425\text{V}>K$,同样,满足ACU报接地故障条件。

2.1.3 逆变输出侧接地

输出侧接地,例如图3中的⑥点,其故障现象往往表现为逆变启动后报辅助电路接地。ACU启动逆变输出后,IGBT导通,接地检测电路得以形成。可能的故障点包括逆变器输出侧、辅助变流器负载(如压缩机、空调等)及相关线路等,涉及范围见图10。

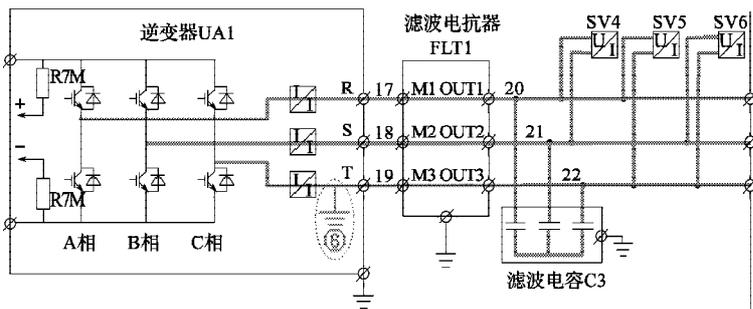


图10 逆变输出侧接地范围

如图10所示,若⑥点接地时,当C相上桥臂导通时,此时相当于中间直流环节正线接地;当C相下桥臂导通时,此时相当于中间直流环节负线接地,其接地判断原理同④、⑤点接地。

2.2 检测电路故障报出的接地

主要原因有接地检测电阻故障、电压传感器±15V电源异常、SV3电压传感器故障,以及R7M电阻、模拟输入输出板、逆变控制板、相关线路故障等,引起中间直流环节全电压、半电

压信号异常,导致ACU误判接地。

3 结语

文章对HXD1C型机车辅助电路接地故障的原理进行了详细的解读,并采用分类的方式对故障进行了定位,为故障的快速、准确处理提供了明确的思路。依据该思路株洲机务段成功处理了几起辅助电路接地故障,具有广泛的指导意义。

参考文献:

- [1] 彭江山,陈健.TGF54型辅助变流器使用维护说明书[S].株洲:南车株洲电力机车研究所有限公司,2010.
- [2] 罗铁军,丁培义,彭军华.HXD1C型电力机车故障处理手册[G].株洲:南车株洲电力机车研究所有限公司,2011.
- [3] 罗铁军,彭江山,彭军华.HXD1C型电力机车电气系统检修技术资料[G].株洲:南车株洲电力机车研究所有限公司,2010.

动态消息

《机车电传动》编辑部声明

为顺应网络环境下期刊出版的新要求,推进期刊网络出版传播,凡向本刊投稿并被本刊录用,在著作权法的框架内,该论文的复制权、发行权、信息网络传播权、翻译权、汇编权等权利在全世界范围内转让给本刊及本刊授权的相关数据库。凡被本刊录用的稿件将同时通过因特网、手机等进行网络出版或提供信息服务,根据本刊编辑部稿酬标准一次性支付作者著作权使用报酬(即稿费,包含印刷版、光盘版和网络版等各种使用方式的报酬)。

《机车电传动》编辑部

