

浅谈高压变频器功率单元故障的维修处理

徐 圆* 周 炯 黄方超
宁波钢铁有限公司 浙江 宁波 315807

摘 要: 高压变频调速技术目前在交流电动机的速度控制中广泛应用,它的性能可靠,优点突出,应用范围广,胜过其他一般调速方式。但是在使用过程中,高压变频器也暴露出许多问题,以电压源型高压变频器为例,其功率单元的故障发生概率明显较高,而且故障现象比较典型,分析判断过程较为复杂,本文主要是针对功率单元一些常见故障的分析处理,进行分析归纳总结。

关键词: 功率单元; 光纤通讯; 驱动故障; 单元旁路

DOI: <https://doi.org/10.37155/2717-5251-0401-24>

1 前言

高压变频器调速范围宽、调速精度高,起、制动平稳、可实现无级调速的优点,广泛应用于工业生产中。高压交流变频调速技术是90年代迅速发展起来的一种新型电力传动调速技术,主要用于交流电动机的变频调速,其技术和性能胜过其它任何一种调速方式,是工业上常用的、重要的交流传动调速设备。为保证高压变频器稳定、可靠地工作,合理的使用,日常维护保养尤其重要。发生故障后,根据故障现象,进行故障处理,及时消除故障;定期对高压变频器进行维护、检查。结合高压变频器在我企业使用过程中也碰到了一些问题,下面主要介绍利德华福高压变频器的实际使用中发生的常见故障现象、原因分析及处理方法。

2 利德华福高压变频器工作原理

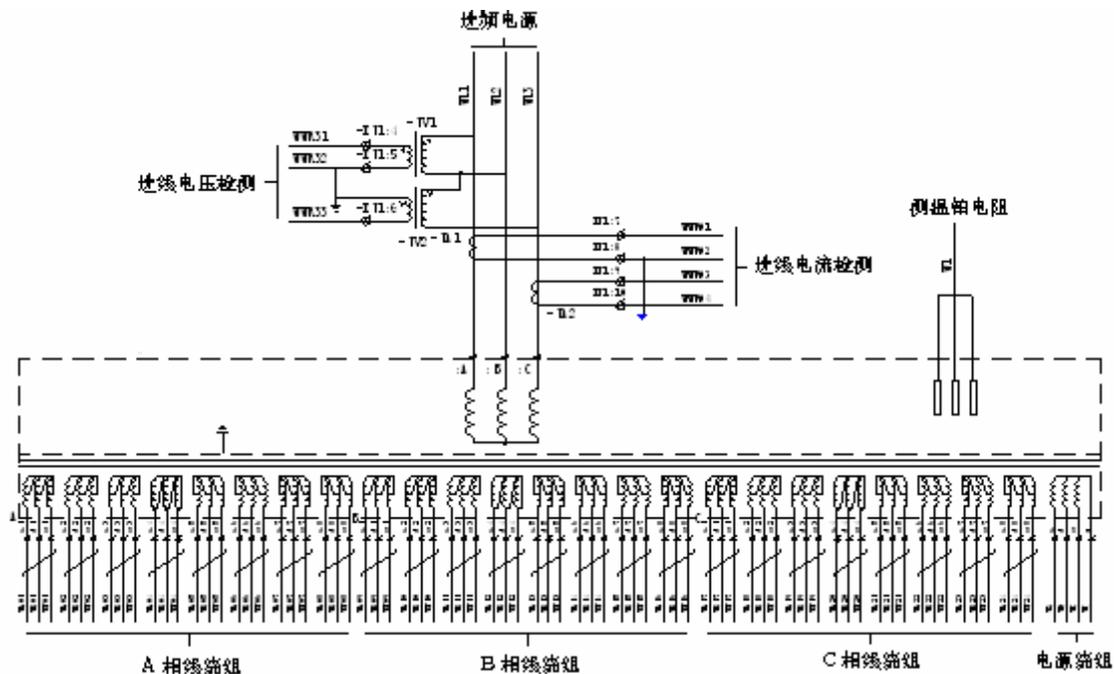


图1 利德华福高压变频器工作原理示意图

*通讯作者: 徐圆, 1981.12, 汉族, 男, 浙江宁波, 宁波钢铁有限公司, 电仪备修技师, 技师, 本科在读, 研究方向: 电气工程及其自动化。

输入测移位相变压器将网侧高压变换为副边的多组低压，各副边绕组再绕制时采用延边三角接法，相互之间有一定的相位差。这种多级移相叠加的整流方式，消除了大部分由独立功率单元引起的谐波电流，可以大大改善网侧的电流波形，使变频器网侧电流近似为正弦波，使其负载下的网侧功率因数达到0.95以上^[1]。

单元的U、V输出端子相互串联而成星型接法给电机供电。无须输出滤波器；电机不需要降额使用，可直接用于旧设备改造；同时，电机的谐波损耗大大减少，消除了由此引起的机械振动，减少了轴承和叶轮的机械力。柜内还附带输出电流和电压检测功能。

3 功率单元结构组成

功率单元是使用功率电力电子器件进行整流、滤波、逆变的高压变频器部件。功率单元是构成高压变频器主回路的主要部分。功率单元主要组成部分包括：整流桥、可控硅、电解电容、IGBT、控制板（单元触发控制板、通讯板、反馈板等）

4 功率单元常见故障

常见的功率单元故障主要有：（1）光纤故障：光纤通讯指单体功率单元功率与其变频器控制系统之间的数据交换的方式；功率单元通电状态下检测不到单元通讯时，报上行断线或是下行断线，统称光纤故障。一般由光纤线路及通讯控制板问题导致^[2]。（2）单元驱动故障：功率单元通电状态下运行时，调整变频器给定频率时，控制面板报单元驱动故障，功率单元无输出，一般由驱动主控板及驱动主回路问题导致。（3）单元过热：单元内散热器上装有温度开关，当温度超过设置的报警值时，温度继电器辅助触点状态改变就会发出单元过热故障。（4）单元过压：直流母线电压超过保护值，变频器功率单元报单元过压故障。（5）单元旁路故障：单元旁路指高压变频器是由三相串联一定的功率单元组成的，若一个功率单元发生故障需被旁路时，功率单元切换到旁路状态，屏蔽该功率单元，达到此种功能的路径成为单元旁路，一个功率单元发生故障需被旁路时，功率单元不能正常切换到旁路状态当这种情况就称之为功率单元旁路故障，一般由旁路控制回路及主回路问题导致^[3]。

5 常见故障维修方法

功率单元故障的分析即处理是一个很专业的技术问题，一般需通过专业的技术人员通过相关检测仪器仪表测试分析综合来判断，一般分为静态检测和带电测试。静态检测：通过仪器仪表检测二极管、可控硅、IGBT等各元器件的性能。带电测试：静态测试完成后，判断各回路基本状态，判断是否具备上电条件，然后再进行通电测试。利用专门开发的高压变频器功率单元测试工装进行测试，测试工装基本组成包括：功率单元性能测试仪、示波器、升压变压器、自制负载及连接线等。使用时，功率单元测试工装外加380V交流电，通过升压变压器进行逐步升压，直至电压上升到功率单元额定电压700V停止升压，及示波器、负载等组合一起来完成，通过升压变压器给功率单元供电，通过高压功率单元测试工装光纤连接至功率单元模块，对其功率单元进行各项测试，工装显示面板上得出各项故障信息，然后通过故障信息拆解功率单元模块，综合判断出各种常见故障的原因及处理方法。如下图所示。



图2 带有示波器及负载的综合测试平台

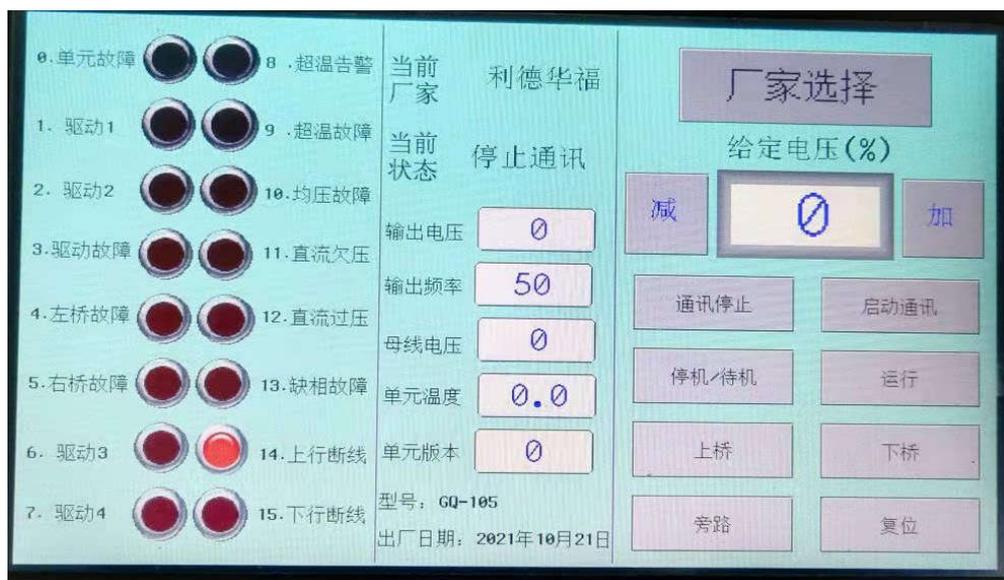


图3 高压变频器维修工装性能测试仪操作显示面板

在维修过程中发现,单元驱动故障及单元过压发生的概率较多,从检测情况看是由于驱动板、IGBT、可控硅、二极管损坏原因导致。单元过压情况也较为频繁,经过验证,是由于在长期运行中,电容器组电容组值降低导致,对于一些调速不频繁,响应要求不高的系统,电容容值降至额定的75%也能够维持运行,但是对于调速频繁,响应要求较高的系统,电容器组容值必须保持在额定的85%以上,所以电容老化是导致功率单元过压故障的主要症结所在。单元过热情况较少,光纤故障在测试时会出现,实际应用中故障情况极为少见^[4]。综合分析得出,IGBT、可控硅、二极管等元器件长期高电压、大电流工作,会导致发热量较大,板卡上元器件紧凑安装的结构,导致散热能力有限,受温度等因素影响较大,容易老化损坏;而电容寿命与使用年限和调速控制有关,与之相反光纤信号传输回路,功率小,发热量少,受温度等因素影响不大,故障较少^[5]。功率单元故障的原因及处理方法见下表。

序号	故障类型	故障原因	解决方法
1	光纤故障	光纤接口是否松动 光纤尾纤损坏 检查通讯控制板损坏	接口处检查插紧紧固 更换光纤尾纤 更换通讯控制板
2	单元驱动故障	板件通电检查板件损坏 驱动的主回路IGBT、可控硅、二极管损坏 通讯控制板故障导致的误报驱动故障	更换驱动控制板 更换IGBT、可控硅、二极管等元器件 更换损坏的通讯控制板
3	单元过热	滤网堵塞通风不畅导致散热不好 单元柜对应的风机故障 温控开关线路故障	更换或清洗滤网 检查维修更换风机 确认检查温控开关连接线路恢复正常
4	单元过压	直流母线电压值是否超出允许范围 中间环节主回路松动 电解电容组电容值异常	检查调整输入端电压 检查松动处端子紧固 检查更换异常的电容器组
5	单元旁路故障	单元旁路控制板损坏 旁路元可控硅器件损坏 旁路二极管损坏	检查更换损坏的旁路控制板 检查更换损坏的旁路可控硅元器件 检查更换旁路二极管

6 典型案例

在我们维修利德华福型号为HARS700280P的功率单元模块时,静态检测旁路可控硅短路即当旁路可控硅损坏时,功率单元不能正常运行,经过我们拆解功率单元模块内部,对照其原理图,综合分析试验得出我们可将此功率单元的旁路功能屏蔽后,在带有负载及示波器的专业功率单元测试平台上通电检测发现功率单元就能正常工作;在没有功率单元模块的情况,为了达到不影响现场的设备正常运行,用这样的故障处理办法也能临时使用^[6]。

7 结束语

在变频器的工作过程中,可能由于各种原因而导致变频器出现故障。因此在处理变频器故障的时候,需要对产生故障的原因进行全面了解,再了解产生故障的具体原因之后,针对性采取相应的措施以解决变频器的故障。与此同时,工作人员还需要做好变频器的日常维护工作,并严格按照相关规定对变频器进行维护保养工作,确保变频器的安全稳定的运行。

参考文献:

- [1]李宗臣,张奕黄.级联型多电平高压变频器的建模与仿真[J].电机与控制应用,2019,36(3):31-34
- [2]朱思国,欧阳红林,朱英浩.级联逆变器H桥输出电平单位坐标化矢量调制[J].华中科技大学学报(自然科学版),2018,39(3):87-91.
- [3]刘菊锋.高压变频器的操作维护及常见故障处理分析[J].2019,02(8):45-47.
- [4]蒋绍风,唐亮.高压变频器的操作维护及常见故障处理[J].2019,31(4):25-28.
- [5]董天舒.2017年中国高压变频器行业发展报告[J].中国电器工业协会变频器分会2018.
- [6]倚鹏.高压大功率变频器技术原理与应用[J].北京:人民邮电出版社2018.