

继电保护用开关电源的故障分析及改进

徐涛¹, 吴迎霞², 张红超³, 于朝辉¹

(1. 许继电气股份有限公司, 河南 许昌 461000; 2. 重庆市电力公司, 重庆 400014;
3. 国家继电保护及自动化设备质量监督检验中心, 河南 许昌 461000)

摘要: 研究了实际运行中的继电保护用开关电源存在的几种问题。从开关电源工作原理入手, 分析了两种故障现象: 1) 输入电源波动, 导致开关电源停止工作; 2) 开关电源的启动电流过大, 导致供电电源过载告警。通过试验分别重现了以上两种故障现象, 分析了故障原因: 1) 由于设计时未考虑保护延时放电回路, 输入电压快速通断导致电源欠压保护误动作; 2) 启动功率一定的情况下, 启动门槛设置过低, 导致启动电流过大。并把改进后的开关电源与改进前的开关电源进行了对比验证。

关键词: 开关电源; 原理; 电源故障; 继电保护; 改进后的电源

Fault analysis and improvement of switching power supply for the relay protection

XU Tao¹, WU Ying-xia², ZHANG Hong-chao³, YU Zhao-hui¹

(1. XJ Electric Co., Ltd, Xuchang 461000, China; 2. Chongqing Electric Power Corporation, Chongqing 400014, China;
3. China National Testing Center for Relay Protection and Automation Equipment, Xuchang 461000, China)

Abstract: This paper analyzes several existing problems on the switching power supply for the relay protection in the actual running. According to the working principle of switching power supply, it makes an analysis of the following two malfunction phenomena: 1) after inputting power fluctuations, the switching power supply will stop running; 2) too large switching power supply start-up current will lead to the power supply overload alarm. This paper reproduces the above two malfunction phenomena, and studies the causes: 1) when not taking account of the discharge of protection circuit delay in the designing stage, the rapid on-off input voltage power supply will cause the misoperation of under-voltage protection; 2) two low start-up threshold will cause the too large start-up current. This paper makes a contrast test on the improved switching power supply with the original one.

Key words: switching power supply; principle; switching power supply failure; relay protection; improved switching power supply

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2010)10-0135-03

0 引言

继电保护装置对电力系统的安全可靠运行有着十分重要的作用, 继电保护装置故障所造成的电网故障在电网故障中所占的比重较高。据资料: 2007年, 国家电网公司 110 kV 及以下系统保护装置保护共发生不正确动作 37 次, 其中 40.54% 为运行部门继电保护人员责任, 制造部门责任占 37.84%, 在制造部门责任中, 制造质量不良为主要原因^[1]。继电保护用开关电源是继电保护装置中的主要功能模块, 继电保护用开关电源是利用现代电力电子技术, 控制开关晶体管开通和关断的时间比率, 维持稳定输出电压的一种电源。电源性能的好坏直接影响到

继电保护装置可靠性^[2]。

本文从开关电源的原理入手, 以测试的角度, 对两种有故障的电源模块通过试验再现其故障现象, 并分析了其故障原因, 最后对改进后的开关电源进行了对比验证。

1 开关电源工作原理

用半导体功率器件作为开关, 将一种电源形态转变为另一形态, 用闭环控制稳定输出, 并有保护环节的模块, 叫做开关电源^[3]。

高压交流电进入电源, 首先经滤波器滤波, 再经全桥整流电路, 将高压交流电整流为高压直流电; 然后由开关电路将高压直流电调制为高压脉动直

流；随后把得到的脉动直流电，送到高频开关变压器进行降压，最后经低压滤波电路进行整流和滤波就得到了适合装置使用的低压直流电。

电源工作原理框图如图 1 所示^[4]。

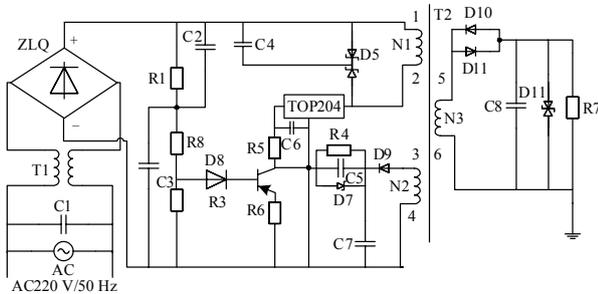


图 1 开关电源原理图

Fig.1 Schematic diagram of switching power supply

2 故障现象分析

由于继电保护用开关电源功能要求较多，需考虑时序、保护等因素，因此开关电源设计中的故障风险较高。另外供电保护装置又较民用电器工作条件苛刻，影响继电保护开关电源的安全运行。本文着重分析了两种因设计缺陷而造成故障的开关电源。

2.1 输入电源波动，开关电源停止工作

1) 故障现象：外部输入电源瞬时性故障，随后输入电压恢复正常，开关电源停止工作一直无输出电压，需手动断电、上电才能恢复。

2) 故障再现：用继电保护测试仪，控制输入电压中断时间，通过便携式波形记录仪记录输入电压和输出电压的变化。控制输入电压中断时间长短，发现输出存在如下三种情况：

a) 输入电源中断一段时间（约 100~200 ms）后恢复，此后输入电压恢复正常，开关电源不能恢复工作。（此过程为故障情况），具体时序图见图 2 所示。

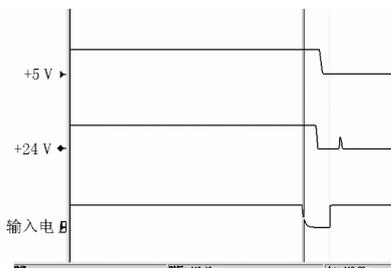


图 2 输入电源中断一段时间后恢复

Fig.2 Input voltage disappear after some time to resume

b) 输入电压长时中断（大于 250 ms）后恢复，+5 V、+24 V 输出电压均消失，此过程与开关电源的正常启动过程相同。具体时序图见图 3 所示。

c) 输入电压短暂中断（小于 70 ms）后恢复，+5 V 输出电压未消失，而+24 V 输出电压也未消失，对开关电源正常工作没有影响。具体时序图见图 4 所示。输入电压消失时间短暂，由于输出电压未出现欠压过程，电源欠压保护也不会动作。

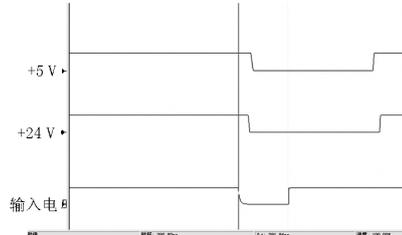


图 3 输入电源长时中断后恢复

Fig.3 Input voltage disappeared for a long time after the restoration

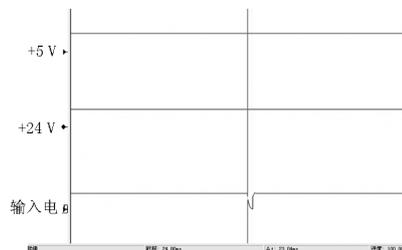


图 4 输入电源短时中断后恢复

Fig.4 Input voltage resumed after a brief disappearance

3) 故障分析：要分析此故障，应先了解该开关电源的正常启动逻辑和输出电压保护逻辑。

输入工作电压，输出电压+5 V 主回路建立，然后由于输出电压时序要求，经延时约 50 ms，+24 V 输出电压建立。

输出电压欠压保护逻辑为：当输出电压任何一路降到 20% U_n 以下时，欠压保护动作，且不能自恢复。

更改逻辑前，因输入电压快速通断而引起的电源欠压保护误动作，其根本原因是延时电路没有依据输入电压的变化及时复位，使得上电时的假欠压信号得不到屏蔽，从而产生误动作，如图 2 所示。

4) 解决措施：采取的措施是在保护环节上增加输入电压检测电路，并在延时电容上并接一个电子开关，只要输入电压低于设定值（开关电源停止工作前的值），该电子开关便闭合，延时电路复位，若输入电压重新上升至该设定值，给保护电路供电的延时电路重新开始延时，电源重新启动时的假欠压信号被屏蔽，彻底解决了由于输入电压快速波动所产生的电源误保护。从而避免了图 2 的情况，直接快速进入重新上电逻辑，此时的输出电压建立过程见图 3 所示。逻辑回路见图 5 所示。

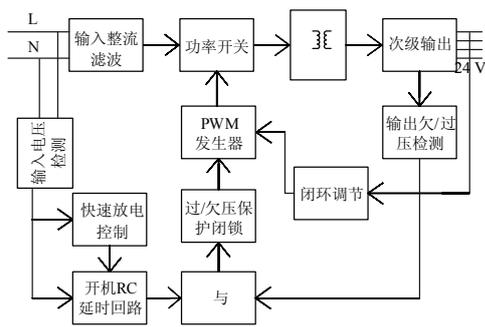


图5 增加放电回路后原理图

Fig.5 Diagram of adding discharge circuit

5) 试验验证: 用继电保护测试仪状态序列模拟输入电源中断, 用便携式波形记录仪记录输出电压随输入电压的变化波形。调整输入电压中断时间, 发现调整后的电源仅出现 b)、c) 两种情况, 不再出现 a) 即故障情况。

2.2 启动电流过大, 导致供电电源过载告警

1) 故障现象: 电源模块稳态工作电压为 220 V, 额定功率为 20.8 W, 额定输出时输入电流约为 130 mA。当开关电源输入电压缓慢增大时, 导致输入电流激增, 引起供电电源过载告警。

2) 故障分析: 经查发现输入电压为 60 V 时, 电源启动, 此时启动瞬态电流约为 200 mA, 稳态电流为 600 mA, 启动时稳态电流和瞬态电流将为 600 ± 200 mA, 造成输出电流激增。而由于条件限制, 此电源模块的供电电源输出仅为 500 mA, 因此造成供电电源过载。

由于开关电源工作需要一定的功率, 设计中由于未考虑到电源启动时, 输出回路的启动需要一定的功率, 而启动电压比较低, 所以功率的突增, 必然带来开关电源启动瞬态电流的激增, 电流的激增对供电电源有较大的冲击。

3) 解决措施: 启动需要的功率一定, 如果要减小启动电流, 可以考虑增加启动电压的门槛。将开关电源的启动电压提高到 130~140 V。

4) 试验验证: 调整开关电源的启动电压后, 通过测试仪模拟输入电压缓慢启动。当开关电源在满载情况下, 试验中缓慢上升输入电压 (上升速率 5 V/s 或 10 V/s), 从 0~130 V 启动, 启动时稳态电流降低到 200~220 mA, 稳态电流大约为 200 ± 100 mA, 因而启动时稳态电流和瞬态电流将为 400 ± 100 mA, 启动电流较改进前减小 300 mA, 不会对供电电源造成太大的冲击。可有效避免输入电压瞬间降低时, 给整个供电回路造成较大的电流冲击。

3 结束语

从以上问题分析可知, 开关电源设计时, 需要关注电能变换的各个环节, 开关电源的输出电压建立和消失时序和电源的保护功能, 是紧密联系的, 当其中的某一环节存在缺陷时, 开关电源就不能正常工作。因此在开关电源设计前, 应重点进行两种工作:

1) 考虑诸如此类的问题, 如启动功率一定时, 启动电压门槛过低, 会产生输出电流瞬态突增的现象。

2) 在设计后尽可能依据继电保护用开关电源行标, 经专业测试部门验证。从而设计出稳定可靠的开关电源。

参考文献

- [1] 沈晓凡, 舒治淮, 刘军, 等. 2007 年国家电网公司继电保护装置运行情况[J]. 电网技术, 2008,32(16): 9-12. SHEN Xiao-fan, SHU Zhi-huai, LIU Jun, et al. Operation situation of protective relays of state grid corporation of China in 2007[J]. Power System Technology, 2008, 32(16): 9-12.
- [2] 徐敏锐, 吴在军. 继电保护用开关电源的设计[J]. 江苏电机工程, 2004(6). XU Min-rui, WU Zai-jun. Design of switching-type power supply for relay protection system[J]. Jiangsu Electrical Engineering, 2004(6).
- [3] 张占松, 蔡宣三. 开关电源的原理与设计[M]. 北京: 电子工业出版社, 2001. ZHANG Zhan-song, CAI Xuan-san. The principle and designment of switching power supply[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2001.
- [4] 回宝成, 郭世明. 单片开关电源原理及应用[J]. 电源技术应用, 2001(9):57-60. HUI Bao-cheng, GUO Shi-ming. Theory and application of single-chip switching power supply[J]. Power Supply Technologies and Applications, 2001(9):57-60.

收稿日期: 2009-06-26; 修回日期: 2009-07-23

作者简介:

徐涛 (1981-), 男, 助理工程师, 主要从事继电保护及自动化产品的测试技术、测试方法的研究和科研产品的测试工作; E-mail: zsxutao@xjgc.com

吴迎霞 (1977-), 女, 工程师, 主要研究电力系统运行与控制;

张红超 (1977-), 男, 工程师, 主要从事继电保护及自动化产品检测及研究工作。