

控制回路异常的分析及对策

虞俊峰 陈月卿 福建第二电力建设公司试验所 (350000)

【摘要】 从三个方面对控制回路的异常情况进行了详细的分析并结合某些典型的例子提出了具体的解决方案。

【关键词】 控制回路 断路器 防跳继电器 系统可靠性

高压断路器是电力系统中最重要的控制保护电器, 故对其控制回路的设计及元器件选用都提出了相当高的要求。

在电力系统中, 要准确可靠地切除系统中的故障, 除了继电保护装置要正确可靠的动作外, 作为继电保护的执行元件——断路器是否能可靠动作, 这对切除故障是至关重要的。显然, 在电力系统发生故障时, 即使继电保护装置正确动作, 但如果断路器失灵而拒动时, 故障仍不能被切除, 势必酿成严重的后果。断路器的可靠工作与消弧机构(断口部分)、操动部分、控制回路及控制电源有关, 其中, 消弧机构和操动机构的可靠性取决于断路器本身的制造水平, 而控制回路和控制电源这两部分的可靠性的提高主要取决于断路器二次回路的设计。据资料统计, 在 110kV 以上系统中, 断路器的拒动率为 1.8×10^{-3} , 其中 72% 是由控制回路不良引起的, (采用双重化后拒动率可降至 5×10^{-4}), 可见控制回路的重要性。

一个正常的控制回路操作部分如图 1 所示(未画出双重化及同期合闸回路), 它应包括能满足双重化跳闸; 跳合闸命令应保持足够长的时间; 有防止多次跳跃动作的闭锁措施; 并对跳合闸回路的完好性能随时监视; 能实现液压气压低的闭锁。

然而, 在现场的调试过程中发现, 控制回路常发生不能正常操作的问题: 如开关弹跳, 合不上, 分不掉, 莫名其妙的发生闪光, 指示灯状态全无等。经分析, 这些异常情况主要由以下三方面引起。控制回路中元件的质量问题。设计回路原理上不够合理。断路器二次附加回路引起。在此将它们一一列举分析, 望能引起有类似情况单位的注意能及时改进, 以提高系统安全运行系数。

控制回路中元件质量问题: 从图 1 中看起来, 回路中无外乎就是跳闸位置继电器、合闸位置继电器、防跳继电器及压力闭锁继电器, 这些机械触点式电磁继电器经检验调整后几乎不会出现故障, 但实际上这些电磁继电器线圈上都并联有消除线圈反电势的灭磁二极管, 如图中虚线二极管 D 所示, 许多原理图上并未画出, 致使查找故障时走了不少弯路, 例如曾在几个变电站中发现, 运行人员操作手动分闸断路器后, 断路器又自行合上(或合断路器后又自行跳开), 经查保护手跳闭锁重合闸及相应回路均正常, 停电后用万用表检查操作箱内各元件都无异常, 百思不得其解, 后来才发现是 TWJ 上并联的二极管 D 软击穿所致, 相当于合闸信号一直加在合闸回路上, 开关跳开后又通过此回路即正电源 1 → 二极管 D 反向击穿 → 断路器 DL 常闭触点 → 合闸线圈 HQ → 负电源 2, 使断路器自行合上。断电检查时, 由于万用表电压只有几伏, 不足以使二极管软击穿, 所以查不出问题, (可用一个 220V 白炽灯接在 7 与 2 之间, 若灯泡全亮则可判断二极管有反向软击穿)。同理, 若 HWJ 上的二极管软击穿就会发生合断路器后又自动跳开的现象。

由此可见, 控制回路中电子元件的选用很重要, 应尽量选用高可靠性的元器件, 我们后来用国外进口的 N 4007 (参数 1A 1000V 耐压) 二极管替换后, 再也没有发生过类似情况。而原出厂配用的是国产管芯的 2CZ82、83F 系列的管子, 由于某些特殊原因, 如管芯工艺不好,

老化程度不够等, 此类二极管的质量不过关, 难以可靠地用在这种长期通电的回路中。建议旧运行变电站在定期检验中全部更换, 特别是已运行了十几年的晶体管保护更应引起注意, 有必要时可用两只 1N 4007 串联代用, 杜绝此类故障的发生。

设计原理不够合理: 一个逻辑回路设计正确与否, 不仅关系到能否正确控制某设备或某一系统的工作状态, 而且将影响到被控系统的工作的可靠性和安全性, 在变电站二次控制回路的原理图中, 以其逻辑看似正确, 但放到整个系统运行时却常出现问题。如某些变电站 10kV 系统的控制回路部分原理如图 2 所示, 与图 1 的区别是为了简化位置指示灯回路 (可用两副继电器触点及两对电缆芯线), 单独调试时并没有发现问题, 而在整个系统运行时却发生了异常。假设只有甲乙两条线路, 原来都处于停电状态, 断路器分闸, KK 把手开关处于分闸后状态, 两线路的绿灯亮。当乙线路需要合开关投入运行时, 将乙线路的 KK 把手开关打至预备合闸位置, 乙的绿灯闪光, 此时却发现甲线路的 HWJ 继电器随着闪光在跳动, 经分析系设计考虑不周引起控制回路间产生迂回寄生回路, 致使甲线路的 HWJ 误动。

原因分析如下: 从图中可看出, 乙控制回路绿灯闪光的正确动作情况应该是: 正电源+KM → 经闪光继电器 → +SM → KK 乙 (9) (10) → LD 乙 → DL 乙 → HQ 乙 → 负电源- KM, 使乙绿灯闪光, 如图中短虚线流向所示。但同时正电源 1 还可由 HWJ 甲 → HD 甲 → KK 甲 (14) (15) → +SM 闪光小母线, 如图中长虚线流向所示, 通过闪光小母线从甲迂回至乙线路的 +SM 上, 整个迂回回路为: 正电源 1 → HWJ 甲 → HD 甲 → KK 甲 (14) (15) → +SM → KK 乙 (9) (10) → LD 乙 → DL 乙 → HQ 乙 → 负电源 2, 这里合闸位置继电器 HWJ 的电阻为 10kΩ 左右, 灯 HD 和 LD 的电阻为 2.2kΩ 左右, HQ 的电阻为 200Ω 左右。计算 HWJ 可分压到约 150V 的电压, 而 HWJ 中间继电器的动作电压一般为 50% 至 70% 的额定电压, 故 HWJ 可以动作, 由于闪光装置相当于将 +KM 与 +SM 通过其 SGJ 触点断续接通, 所以 HWJ 也断续被励磁。如此循环往复使甲线路的 HWJ 继电器随闪光继电器的动作频率而跳动。同理 TWJ 跳位继电器也会出现类似的不正常现象。为了避免控制回路之间的迂回引起跳合位的误动作, 应将 HD、LD 指示灯回路改为图 1 所示的 TWJ、HWJ 触点启动方式, 或将原 HD、LD 中串接逆止二极管, 切断从 HWJ 至 HD 的反向电流, 从而消除了迂回回路, 且不失红、绿灯监视跳合闸回路的功能, 又较简单地解决了误动问题。由此可见一个完整合理的原理图, 应该综合考虑现场实际运行情况, 做到真正的万无一失, 以便继电保护装置可靠运行。

对于断路器自身二次回路引起控制回路不正常的情况可见下列: 某变电站在安装完初期调试时发现, 所有馈线的控制回路都发现一种怪现象, 用 KK 开关将断路器合上时, 回路一切正常, 当将断路器跳开后 (无论是用 KK 手分, 还是保护跳闸), 跳、合位指示灯状态全无, 这时把控制电源断开再合上, 绿灯亮, 断路器跳闸位置指示才正常。经查设计图纸为一般的

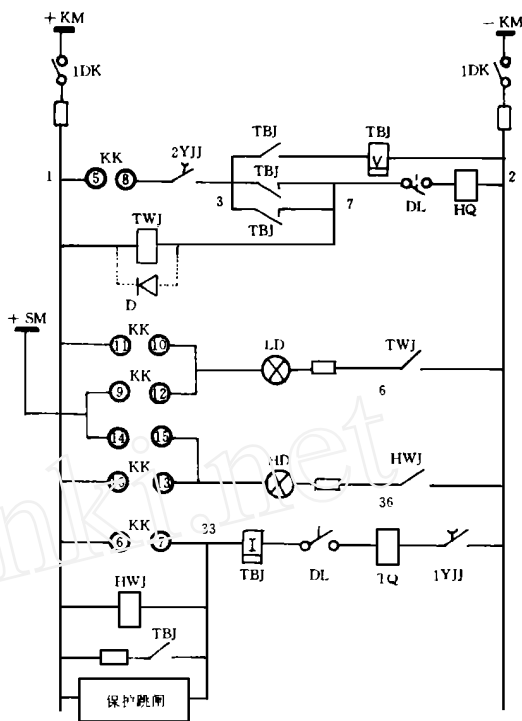


图 1

控制回路, 无特殊之处, 回路中各元件正常, 接线也正确, 最后将断路器本体开盖, 发现内部合闸回路并不是传统的合闸线圈串位置辅助触点形式, 还接有一个自身的防跳回路, 如图 3, 图中 J 为断路器内部的防跳继电器, 现将动作情况分析如下:

假设开关原始状态为分闸状态, 现操作将断路器合上, KK (5) (8) 通, 正电源 1→KK (5) (8)→TBJ 常闭→DL 常闭→HQ 合闸线圈→J—2 常闭→负电源 2, HQ 得电动作, 开关合上, DL 常开触点闭合, 防跳继电器 J 得电动作, 经 J—1 自保持, J—2 打开, 防止 HQ 线圈再次得电, 起到了防跳跃的作用, KK 把手返回后 (5) (8) 触点断开, 本应使防跳继电器 J 失电返回, 但由于跳闸位置继电器 TWJ 的存在, 正电源可经 TWJ 加至 J 上, 又因 TWJ 的电阻为 $10\text{k}\Omega$ 左右, J 的线圈电阻为 $20\text{k}\Omega$ 左右, 所以开关合上, KK 把手返回后, J 并没有返回, 而是一直动在那儿。TWJ 上分到的电压为 60 几伏, 还不会动作, J 分得的电压约为 160V (J 的返回电压为 60 多伏), 它不会返回, J—2 打开致使断路器合上后, 合闸回路就一直处于断开状态, 分闸后虽然辅助触点 DL 接通, 但因 J—2 还是打开的, 合闸回路仍不通, 所以 TWJ 不会动作, 故绿灯 LD 不亮, 切断控制电源闸刀, 人为的使继电器 J 返回, 解除自保持, J—2 触点返回, 合闸回路接通, TWJ 正常动作绿灯 LD 才亮。解决的办法是去除断路器内的自身防跳回路。

后经了解, 厂家加进此回路是因为某些断路器具有就地跳闸功能, 许多类型开关内都有类似的回路, 如福开、北开的 ZN 21—10 系列户内高压真空断路器, 西开的 SW 14SF6 高压断路器等, 很明显在实际运行中这些回路却造成了反作用, 有画蛇添足之嫌, 应该取消, 至于就地操作时的防跳应用二次操作箱内的 TBJ 继电器, 通过“就地—远方”操作开关的切换, 并用几条电缆芯线即可满足。所以生产厂家也应结合实际运行情况完善自己的产品, 以免造成不必要的损失。

上述几种控制回路的异常情况, 在多个变电站调试运行中都有发现, 问题具有普遍性, 望能引起同行及设计单位的注意, 共同将控制回路的故障率降低到最低程度, 提高系统运行的可靠性。

参考文献

- 1 李学博. 发电厂变电所电气部分. 西北工业大学出版社
- 2 洪佩孙. 电力系统继电保护. 水利电力出版社
- 3 何新民. 宋继成. 500kV 变电所电气部分设计及运行. 水利电力出版社
- 4 ZN 21—10 系列户内高压真空断路器使用说明书

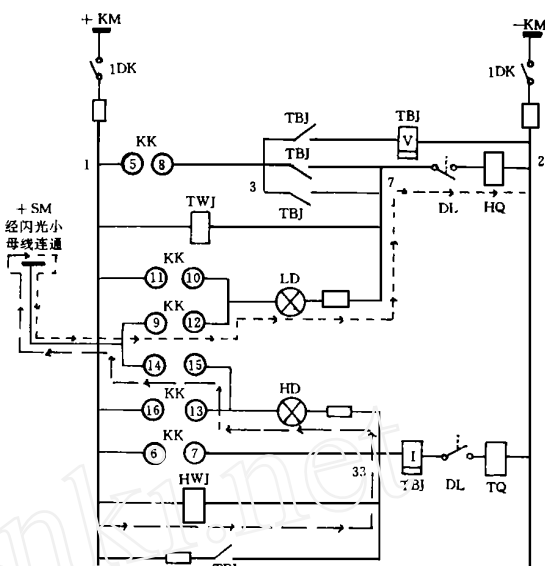


图 2

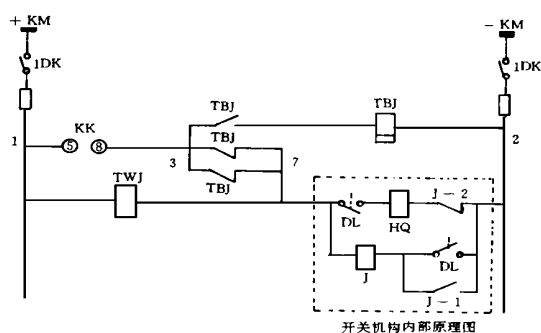


图 3

YTF(S)- 500 remote trip signal transmission device is a new generation of remote tripping device which is developed basing on the advanced technology of SW T- 500F6 teleprotection signal audio transmission device and ESB500 power line carrier of Siemens company. Differing with other remote tripping signal transmission devices in China, the device can simultaneously transmit the remote tripping signals of two independent systems. It has higher safety and reliability than that of other devices, because it adopts the patent techniques of Siemens company, the keyed frequency-shift F6 modulation technique and the pulse noise restraint technique.

Keywords: Remote trip Safety Reliability Keyed frequency-shift

Development of IC- Based Complete Protection Suitable for Small or Middle Scale Hydro (Thermal) Power Stations Zhang Dawei et al(30)

An IC- based protective device which is suitable for the small or middle scale hydro (thermal) power stations with the single generator capacity not more than 50MW and the outgoing voltage not higher than 35kV is introduced. The device uses digital dial setting and its main protective unit is equipped with element failure locking circuit. So it has higher reliability and flexibility.

Keywords: Protection digital setting IC- based Small and middle- scale hydro (thermal) power stations

GENERAL DESCRIPTION

Current State of fault Recorder and Discussion on New Scheme Su Hongxun et al(33)

The main functions and important features of the new generation of combined fault recorder and monitor device which is set up on IPC technique, LAN technique and communication technique are described in view of the shortcomings of fault recorder in China.

Keywords: Fault recorder Harmonic analysis On- line data analysis IPC LAN

Discussion on the Maloperation Cause of HF Blocking Type Protection Zhang Keyuan et al(39)

The influence of 150Hz line- frequency component which comes into the transceiver of HF protection via HF channel is analyzed. Combined with the analysis on the interrupted waves of receiver's HF signal recorded at two faults, the judgement is given that the maloperation results from the 50Hz line- frequency component which comes into the HF output circuit of the transceiver when the HF channel is not grounded well. This paper presents a method of restricting the line- frequency component and suggests to verify the correctness of the analysis by farther simulation combined with site experience.

Keywords: Receiving interrupt HF channel HF transformer saturation Lin- frequency component Ground potential rise

EXPERIENCE EXCHANGE

THR Distance Protection Applied in Dayawan Nuclear Power Station Zhang Huagui(45)

For the connections of 500kV one- and a- half CBs, line protection is equipped according to line layout and operates to two CBs. The available distance protections can be selected from domestic CKJ- 1, LZ96 and RA ZFE of ABB company, 7SL 32 of Siemens company, TLS of GE company, and THR of Reyrolle company, etc. The THR distance protection used on the Dayawan nuclear power station to Zengcheng 500kV line is introduced.

Keywords: Static type Distance protection Swing blocking

Analysis and Countermeasure of Anomaly in Control Circuit Yu Junfeng et al(49)

The anomaly of control circuit is carefully analyzed in three aspects and the detailed solution is presented basing on some typical examples.

Keywords: Control circuit CB Trip-proof relay System reliability

RELIABILITY RESEARCH

Study on the Testing and Assessment Method of Measurement Relay's Reliability Han Tianxing et al(52)

Because the failure of relay and protective device can lead great loss to power system and other industries, to rise the reliability of equipment used in the power system is very necessary. Measurement relay is a basic unit of relay protection for power system, so to study the reliability of measurement relay becomes more important. The reliability data system is set up basing on the operation feature of the relay. Many important questions, such as how to perform the verification, assessment and statistic of the reliability are discussed and the testing procedure is described. Basing on the above test theory of reliability, the reliability tester of measurement relay is studied.

Key words: Measurement relay Reliability data system Reliability test

The Designing of Resisting Disturbance of the Subrack Han Zaolin, Xiao Juan(56)

Along with the development of modern scientific technique, more and more equipment in power, electronic and apparatus industries use subrack structure to lay electronic elements. To decrease the influence of electromagnetic wave and static electricity produced from the equipment and environment on the function of the equipment, how to improve the function and reliability of resisting disturbance in aspects of material selection, earthing design, card screening, mounting location and ventage design are discussed.

Key words: Subrack Anti- interference design Screening