

基于微机继电保护装置的集成化保护和控制系统设计

兰 岚, 万伟民

(武汉大学电气工程学院, 湖北 武汉 430400)

摘要: 针对继电保护装置中存在的有待改进的地方, 提出了新型的设计思路。集成化保护和控制系统设计可有效改善保护和控制系统的性能, 提高可靠性、耐用性以及容错功能。论述了容错型集成化控制系统依据 $N-1$ 原则的实现方法, 并对集成化设计中的特殊功能进行了具体探讨, 如各组继电保护装置同步问题、自动闭锁和复原、高频自动关闭以及延时断路器保持, 得到了较为理想的集成化保护和控制系统设计。

关键词: 微机继电保护装置; 保护和控制系统; 通信技术发展; 容错型集成化控制系统; 集成系统设计

Design for integrated protection and control system based on microprocessor relay device

LAN Lan, WAN Wei-min

(School of Electrical Engineering, Wuhan University, Wuhan 430400, China)

Abstract: Based on that the current relay protection device needs to be improved, this paper proposes a new design thought. Integrated protection and control system can be effective in improving the protection and control system performance and increasing reliability, durability, and fault tolerance. This paper discusses the realization approach to fault-tolerant integrated control system based on $N-1$ principle, and details special features in the integrated design, such as synchronization of protective relaying devices in each group, automatic blocking and recovery, high-frequency automatic closing, as well as the self-closing delay of the circuit breaker. Thus an ideal design for integrated protection and control system is obtained.

Key words: microprocessor relay device; protection and control system; communication technology development; integrated fault-tolerant control system; integrated system design

中图分类号: TM774 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2010)08-0111-04

0 引言

随着电力系统不断发展和先进技术的不断引入, 现代继电保护装置和过去使用的有很大不同。过去的许多设计规程和范例也不再有效。本文结合国内外继电保护装置的发展, 介绍了很多新型设计理念, 可用于改善保护和控制系统(IPAC)的性能, 提高可靠性, 耐用性以及容错能力。

继电保护的方式和装置的优劣主要是从选择性, 可靠性, 速动性, 灵敏性以及经济性和可实现性等多个角度来判断, 而事实上每一种途径和设计都会存在其独特的优势和缺点, 为此应不断探求和改进, 结合实际的情况, 改进保护和控制系统的性能, 将不足最小化。

就目前的继电保护装置而言, 值得改进的地方有以下几点:

1) 减小成本、维修费用和运行费用。

2) 必须改善系统稳定性, 同时减少停机时间以获得更大的客户满意度。

3) 能够实时监测断路器与保护和控制系统。使用中继的存储信息进行异常情况探测, 系统故障诊断和预防性维修。

针对上述发展趋势和要求, 现代继电保护装置显示出提高保护和控制系统可靠性的可能。通过引入通信发展的先进技术和消除单点故障对整个保护和控制功能决定性影响的设计理念, 新型的集成系统设计能有效改善继电保护装置的性能。

为了满足集成保护和控制系统标准要求, 通过有效利用新一代继电保护装置的特性, 发展了很多新型的控制功能。

1 通信技术发展

通信技术的发展为上述三点要求提出的实现的契机。首先, 增加从 IPAC 系统中获取的数字和模

拟 SCADA 数据,可以减少外地人员的工作量,可减小运行费用。

其次,电力系统通信技术的不断发展将提高 SCADA 系统的可靠性,可减少继电保护装置数量,淘汰 RTU 模拟传感器和数字 I/O,以及特定的供应商协议转换设备。可减小成本,同时也改善了系统稳定性。

再次,先进的通信技术能够实现本地和远程(通过 SCADA 或者 EMS 系统)监测,观测如系统负荷和电压等稳态条件的变化趋势。能够捕捉电力系统暂态事件中的系统电流,电压和频率的波形。将这些信息可靠保存,以便进一步分析。这些新型技术也保障了对断路器与保护和控制系统的实时监控和预测分析。

2 容错型集成化控制系统^[1]

单点故障不应产生决定性的影响。系统或器件的故障可能使得系统不够稳定和可靠,但必须保证能够承受,这就是 N-1 原则。通过冗余的设计,可以使得控制系统满足要求。

如果本地和远程控制功能没有共享的继电器、通信处理器等装置,就造成了人工控制系统的冗余。本地 HMI 计算机并不是集成化保护和控制系统中必需的组件,但提供了大量功能。集成化系统通过操作控制接口与继电器连接,提供直接的控制职能。因此本地控制系统应包括额外的冗余。

由于在最集成的保护和控制系统中最低可靠性的组件是计算机,推荐使用有面板 HMI 控制功能的继电器,为本地的继电器控制提供支持。如果 HMI 计算机停止工作,许多功能虽然不能便利的获得,但仍可能实现本地对系统的控制。

在保证冗余的同时,也应消除本地控制中积极的多元因素,在 HMI 中设置一个系统,它包括 HMI 计算机中脚本运行给继电器的计时器阶段性脉冲。

当 HMI 计算机或通信路径故障时该系统也失效。如果计时器没有刷新,达到预设时间,可进行本地控制。

图 1 为有冗余的集成控制系统。图 2 为集成控制系统没有设计冗余的情况,远程 SCADA 控制和本地 HMI 控制分享通信信道传给统一的通信处理器和继电器,在共同控制断路器的控制回路。这时需由有面板 HMI 的继电器提供冗余。在此设计中继电器必须包括独立控制按钮来开断断路器,以防继电器本身失效。由于此设计没有单点故障,可以满足运行。

因此对于集成化控制系统而言,冗余设计可有效提高系统的容错性能,即使在本身的系统设计中不带有冗余,应在继电器中补充,使得系统在结构简单,节约成本的同时满足容错要求。

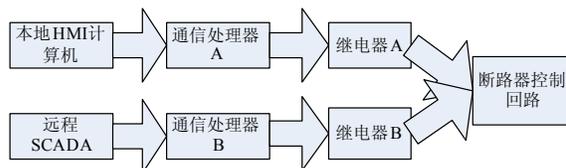


图 1 有冗余集成控制系统

Fig.1 Integrated control system with redundancy

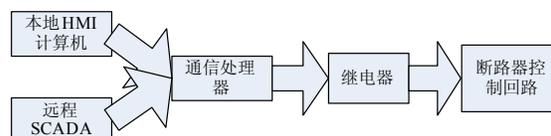


图 2 无冗余集成控制系统

Fig.2 Integrated control system without redundancy

3 集成化设计中的定制功能

3.1 各组继电保护装置的同步(图 3)^[2]

随着系统的复杂程度增加,多元化的各组继电保护装置要同时运行,就必须保证同步。

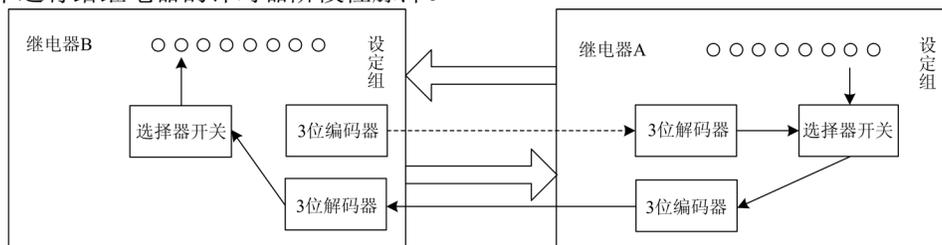


图 3 各组继电保护装置的同步实现

Fig.3 Synchronization of relay protection devices in each group

各组的设置可以 SCADA 远程执行或通过本地的面板 HMI 按钮。设继电器 A 需要 8 种工作状态。其具体实现方法为:继电器 A 的选择器开关通过 3

位的逻辑关系配置为 8 个位置开关。每个位置激发继电器 A 中相应的设定组,并通过 3 位解码器和一个硬件的输入输出接口送到继电器 B。这个 3 位信

息在继电器 B 中进行编码, 并激发匹配的继电器 B 中相应设定组。从而使得继电器 A 和继电器 B 能快速的实现动作同步。多组时的实现原理与此一致。

表 1 继电器中解码数字信号所对应的组别

Tab.1 Decoding digital signals corresponding to the group in the relay

输入或输出信号			设定组别	输入或输出信号			设定组别
A1	A2	A3		A1	A2	A3	
0	0	0	设定组 1 号	1	0	0	设定组 5 号
0	0	1	设定组 2 号	1	0	1	设定组 6 号
0	1	0	设定组 3 号	1	1	0	设定组 7 号
0	1	1	设定组 4 号	1	1	1	设定组 8 号

有两种方式可实现集成保护和控制系统选择选择器开关的新位置, 并实现连续的设定组激发。方法一是本地控制, 按指定的用户可编程按钮, 在小于 5 s 间隔内按钮被按的次数作为开关位置动作的次数。如原来的激发设定组为 2 号, 当在 5 s 内按下三次时 5 号设定组将被激发。另一种方法是远程控制, 通过从继电器 B 将 3 位外部信号传至继电器 A, 所获得信号形成上升或者下降沿, 选择器开关位置依据解码的位置数字而改变。这种方式使得两个继电器同时发生设定组的变化。

3.2 自动闭锁和自动复原^[2]

继电保护装置在判断后若不动作需进行自动闭锁, 若动作, 之后需自动复原。这就使得继电保护装置的逻辑设计更为复杂。继电器中可用的自动闭锁功能不能涵盖所有的特殊情况和实用标准所需的细节。继电器内部可编程逻辑元素有助于提高自动闭锁设计专用化的水平, 并执行一切强制性的和可选的计划要求。

断路器具有自动重合闸功能。根据系统要求, 断路器在一定的系统条件下可进行自动闭合。如暂态故障后母线恢复; 系统电压恢复并稳定在一定幅值水平; 系统频率恢复到可运行水平。前两个条件与继电器 A 中配置的连拍自动闭锁功能有关。第三个条件是有关频率恢复的逻辑, 由实用说明书定制开发的, 并放置在继电器 A 中。

3.3 高频自动关闭

频率因素由继电器失控状态, 频率失控状态, 低电压条件等决定。保护和控制系统设计提供了低频跳闸事故后的自动恢复功能。有两种高频情况的恢复也在设计中实施。一是当频率稍微超过标准 50 Hz 时快速自动重合闸, 以维持系统供需平衡; 一是当频率恢复到稍低于标准 50 Hz 时依据电力系统频率事故恢复计划延迟反应时间。

3.4 延时断路器保持

延时断路器检测逻辑被用作断路器保护, 在继电器中编程后按方案执行。它用于核实主断路器在断路器关合操作中触点移动的时间, 将此时间与参考断路器操作时间比较。如果实际操作时间超过参考时间, 延时断路器起动, 相应的预警信号传给本地和远程接口。

图 4 给出了延时断路器保持的继电器设计。当 CPU 输出由 0 变 1, 光敏晶体管突然由导通变为截止, 为继电器线圈释放储存的能量提供电流通路, 从而最终实现主断路器的跳闸。从 CPU 发出信号时刻开始, KT 延时线圈使得控制开关保持导通从而辅助继电器不动作, 但是在参考时间内主断路器(其出口继电器线圈为 KCO1)没有断开, KT 到达计时时间, 辅助继电器所对应的出口继电器控制电路中的光敏晶体管截止, 从而 KCO2 释放能量, 辅助断路器断开。此设计有效提高了系统可靠性。

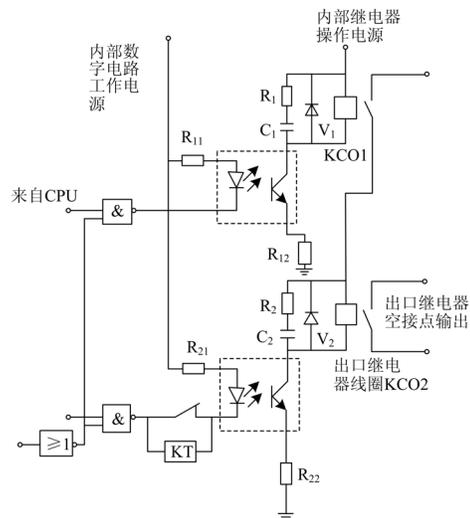


图 4 具有延时断路器保持的继电器设计

Fig.4 Relay with self-closing delay breaker

4 结论

新型集成保护和控制系统 (IPAC) 设计已成为发展趋势。集成化保护和控制系统设计提供了全面和可靠的配电保护和控制的解决办法, 并具有节约大量成本的潜力。此外, 其编程操作方便, 可进行预防性维护, 提高系统稳定性。

总而言之, 新型的集成保护和控制系统 (IPAC) 具备以下关键性的优势^[2]:

- 1) 有效解决成本问题, 将许多传统保护和控制系统功能集成到继电保护装置中, 如断路器失灵保护, 传统开关, 辅助继电器, 测量系统等, 从而减小继电保护装置的数量。

2) 所需数据记录, 测量和事故信息植入本地微机继电保护装置和远程检索, 使得解决方案标准化。对多级继电器的继电保护整定计算和错误检查模块化。

3) 继电器设定或编程更为灵活, 系统具有更多先进的功能。如遥感探测, 远程控制, 自动控制, 实时控制, 负载数据记录, 系统测量, 器件测量, 持续数据记录等。

尽管已经实现多功能的继电保护装置, 但新型的集成保护和控制系统还面临很多问题。如, 直流电源电压波动, 继电器触点反弹时机等。同时对于集成化的设计还可能带来一些实际问题, 如设计的复杂度增加使得维修工作难度增多, 同时连锁反应的处理也面临挑战。

随着不断的发展和改进, 集成化保护和控制系统必将实现功能的全面化, 控制的智能化, 装置的节能化, 保护更为快速, 系统更为可靠。

参考文献

[1] Thompson M. The Power of Modern Relays Enables Fundamental Changes in Protection and Control System

Design[J]. Schweitzer Engineering Laboratories, Inc, 2007.

[2] Vaziri M, Brojeni F, Shulman E, et al. Innovative Distribution Feeder Protection and Control Schemes Using New Capabilities of Microprocessor Relays[A]. in: 59th Annual Conference for Protective Relay Engineers[C]. 2006.

[3] 张保会, 尹项根. 电力系统继电保护[M]. 北京: 中国电力出版社, 2008.
ZHANG Bao-hui, YIN Xiang-gen. Relay Protection in the Electrical Power System[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2008.

[4] 董新洲, 丁磊. 数字化集成保护与控制系统结构设计方案研究[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37(1): 1-5.
DONG Xin-zhou, DING Lei. Research on Design of Digital Integrated Protection and Control System[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37(1): 1-5.

收稿日期: 2009-05-26; 修回日期: 2009-08-15

作者简介:

兰 岚 (1988-), 女, 本科, 研究方向为电力系统稳定、分析与控制等; E-mail: lanlanziyu@126.com

万伟民 (1988-), 男, 本科, 研究方向为电力系统稳定、分析与控制等。

(上接第 99 页 continued from page 99)

当为读服务时, 服务参引中有\$SP\$时, 表示读定值, 直接由映射信息读数据库。为增强时效性, 读服务可以由IEC61850通信模块直接读录波装置数据库。

4 结语

基于 IEC61850 协议的故障录波装置能完全满足数字化变电站的要求, 通过高速网络通信, 实现数据与资源共享^[6]。本文所述的故障录波装置已通过国网 IEC61850 一致性试验, 取得了满意的测试效果, 完全达到了电力系统对故障录波装置的要求, 在工程中具有良好的应用前景。

参考文献

[1] 杨永标. 基于 IEC61850 的数字化故障录播器的研制[J]. 电力系统自动化, 2008, 32 (13): 58-61.
YANG Yong-biao. Development of a Digital Fault Recorder Based on IEC61850[J]. Automation of Electric Power Systems, 2008, 32 (13): 58-61.

[2] 王玲. 基于 IEC61850 的高压线路间隔的建模研究[J]. 继电器, 2007, 35 (24): 33-35.
WANG Ling. Analysis on High Voltage Line Bay Based on IEC61850[J]. Relay, 2007, 35 (24): 33-35.

[3] 徐振明. 基于 IEC61850 标准的电力系统的两种建模方式[J]. 继电器, 2008, 36 (6): 58-61.

XU Zhen-ming. Two Modeling Methods of Power System Based on IEC61850 Standard[J]. Relay, 2008, 36 (6): 58-61.

[4] 徐敏. 基于 IEC61850 标准的电抗器保护建模方法[J]. 电网技术, 2008, 32 (1): 84-86.

XU Min. IEC61850 Based Modeling Method for Shunt Reactor Protective Functions[J]. Power System Technology, 2008, 32 (1): 84-86.

[5] 陆岩. IEC61850 信息模型的反思与变通[J]. 电力自动化设备, 2008, 28 (10): 68-70.

LU Yan. Reconsideration and Compromise of IEC61850 Information Modeling[J]. Electric Power Automation Equipment, 2008, 28 (10): 68-70.

[6] 窦晓波. 基于 IEC61850 的新型数字化变电站通信网络的研究与实践 (博士学位论文) [D]. 南京: 东南大学, 2006.

DOU Xiao-bo. Research and Application on Communication Network of Digital Substation Based on IEC 61850, Doctoral Dissertation[D]. Nanjing: Southeast University, 2006.

收稿日期: 2009-05-18; 修回日期: 2009-06-24

作者简介:

李俊刚 (1981-), 男, 硕士, 研究方向为数字化变电站系统及相关产品研发; E-mail: aogusdu@gmail.com

王皖豫 (1962-), 男, 大专, 研究方向为电力系统; 崔 岱 (1982-), 男, 硕士, 研究方向为电力系统。