

近区电压优先原则的数字化实现方案

李尘, 孙苓生, 房鑫炎

(上海交通大学电力工程系, 上海 200030)

摘要: 3/2 断路器接线的一次系统的运行方式多种多样, 采用同期合闸方式时, 每台断路器两侧同期电压并非固定。在实际工程中, 同期电压的取法采用的是“近区电压优先原则”, 并使用相关的隔离开关和断路器的辅助触点来实现电压的切换。这种做法使同期回路的接线复杂, 同期电压选择可靠性不高, 另外也不利于同期合闸装置和保护的一体化。该文叙述了一种基于可编程逻辑器件的近区电压优先原则的数字化实现方案, 在不牺牲系统稳定性的前提之下, 简化了同期回路的接线, 同时也增强了同期合闸装置和保护的可结合度, 是对这一问题的一种新思考。

关键词: 同期合闸; 近区电压优先原则; 可编程逻辑器件

中图分类号: TM762 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2004)07-0045-03

0 引言

在超高压电力系统中, 为了节约成本, 往往采用 3/2 断路器的主接线方式。在 3/2 断路器接线的每一完整串中有三台断路器, 连接着四个可能互相分开的电源系统, 即两条母线和两回线路。当任何一台断路器断开时, 其触点两端的电压都有可能是非同期的。所以, 在每台断路器合闸时, 理论上讲, 都应该考虑使用同期合闸方式。然而, 3/2 断路器接线的一次系统的运行方式往往多变, 从而使得每台断路器两侧同期电压并非固定。因此, 3/2 断路器接线方式的同期回路因为可变条件众多而变得接线复杂。

在实际工程中, 同期电压的取法常常采用所谓“近区电压优先”的原则。图 1 所示为按“近区电压优先”原则构成的同期电压接线的示意图。

图中 U_1 、 U_2 为断路器合闸时需要比较的两个电压。按传统的做法, 电压回路是用相关的隔离开关和断路器的辅助触点来切换的。有时, 为了节省控制电缆, 也采用相应的继电器触点来切换。

然而, 这一点也不降低接线的复杂度。因此, 在有些具体的工程中, 为了简化同期回路的接线, 常常在各串中选出指定的断路器作为同期使用, 而其他断路器则不考虑同期操作。在取同期电压时, 也常常根据实际情况, 减少切换或不切换。例如, 只考虑在母线侧的断路器上进行同期操作, 同期电压只取母线电压和靠近母线的线路侧电压。

可是, 这种做法毕竟只是权宜之计, 因为这样做是以牺牲系统的稳定性为代价的。降低同期回路的接线复杂度必须另辟蹊径。

1 数字化的解决方案

观察“近区电压优先原则”, 我们可以发现如下事实, 即这一原则中的每一种电压选择方案都是基于开关量的。事实上, 传统的利用相关隔离开关和断路器的辅助接点切换电压的方案也是基于这一事实的。

如上事实为我们数字化实现近区电压优先原则提供了可能。我们可以利用逻辑判别来取代原先的接点切换, 从而简化接线。

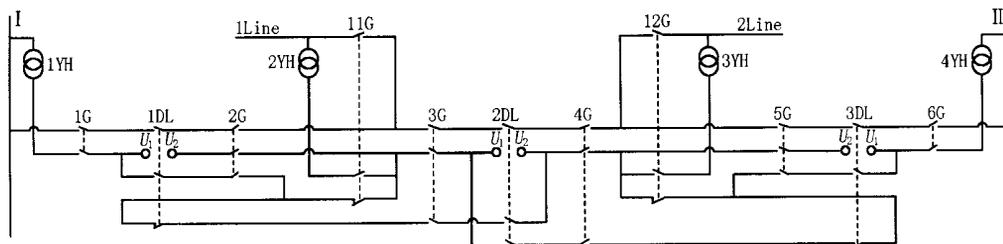


图 1 同期电压切换示意图

Fig. 1 Switching scheme of the synchro-voltage in 3/2 breaker system

这一想法可以通过一个组合逻辑电路来实现。

现在把近区电压优先原则用另一种形式叙述如表 1。

表 1 近区电压优先原则的表格化描述

Tab. 1 A tabular description of the principle for selecting synchro-voltage in 3/2 breaker system

开关类别	同期电压	选择的电压互感器	相应的各断路器和隔离开关的位置状态												
边开关	U_1	1YH	开	合											
		2YH	开	合											
	U_2	3YH	开	合	合			合	合	合	合	合	合	开	合
		4YH	开	合	合	合	合	合	合	合	合	合	合	开	合
中间开关	U_1	1YH	合	开	合										开
		2YH	开	合											
	U_2	3YH	开	合			合	合	合	合	合	合	合	合	合
		4YH	开	合	合	合	合	合	合	合	合	合	合	合	开

当 U_1 、 U_2 中任何一个没有准备好时,即认为同期回路未准备好,从而不允许同期合闸。

2 数字化方案的实现

2.1 逻辑判别单元的实现

由表 1 可以推出电压选择的逻辑表达式,从而可以着手进行逻辑判别单元的实现了。下图是用 QUARTUS II 软件画的模块图:

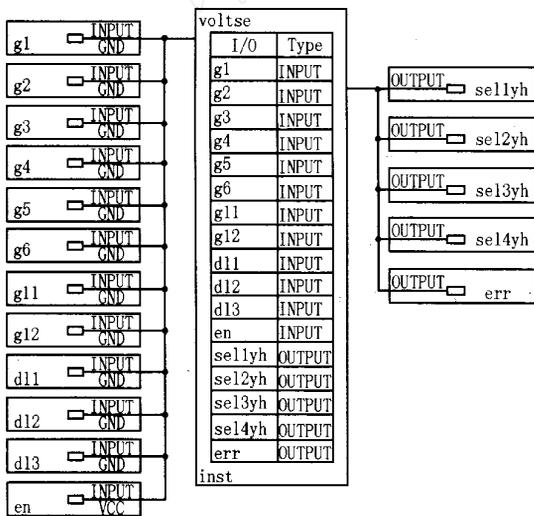


图 2 设计模块图

Fig. 2 Diagram of design module

其中: $g_1, g_2, g_3, g_4, g_5, g_6, g_{11}, g_{12}, d_{11}, d_{12}, d_{13}$ 分别对应于 1G, 2G, 3G, 4G, 5G, 6G, 11G, 12G, 1DL, 2DL, 3DL 的辅助触点的开关量输入('1' = 合上, '0' = 断开)。en 是使能输入,只有当 en 为高电平时,才允许同期电压选择逻辑投入使用,否则,将其退出。sel1yh, sel2yh, sel3yh, sel4yh 是四个同期电

压的选择信号,当 selnyh 为高电平时,表示对应的 nYH 电压互感器的输出被选为同期电压。err 输出信号为高电平时,表示同期电压尚未准备好。为了让这一单元更加通用,能同时适用于边开关和中间开关,我们使用可编程逻辑器件加以实现。由于边开关的逻辑单元和中间开关的逻辑单元具有相同的数字量输入和输出,所以可以考虑将它们做成通用的模块,并做在同一块 PLD 芯片上。边开关同期电压选择的逻辑和中间开关同期电压选择的逻辑不同,我们使用 VHDL 语言分别加以实现。以下是程序设计的层次图:

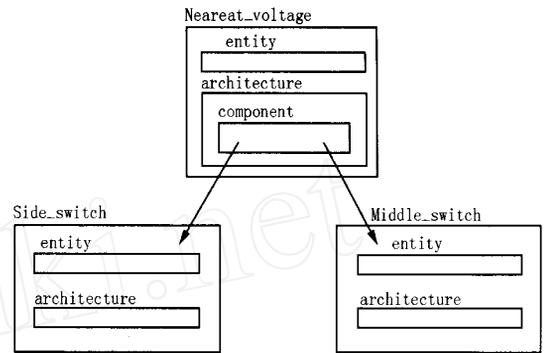


图 3 VHDL 设计层次图

Fig. 3 Hierarchical diagram of the VHDL design

2.2 模拟结果

图 4、图 5 是对上述逻辑实现的模拟的波形:

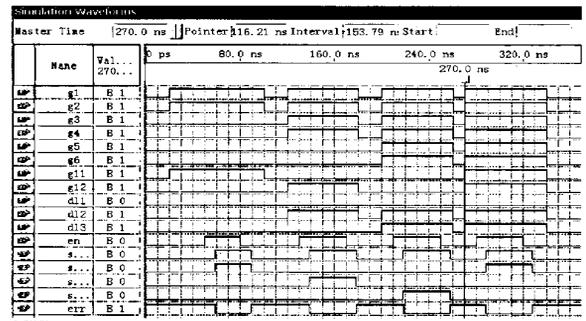


图 4 边开关同期电压选择模块的模拟结果

Fig. 4 Simulation waveforms of the synchro-voltage selecting module of side breakers

从图 4、图 5 的模拟结果可以看出,上述的近区电压优先原则实现模块很好地实现了我们预期的同期电压选择功能。

2.3 输入、输出回路的考虑

考虑到系统的可实现性,我们将同期电压选择模块和本地保护装置做在一起,作为分散式保护的一个模块。现场采集的开关输入量经隔离装置隔离

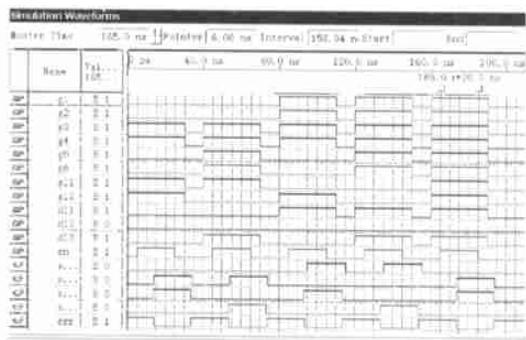


图5 中间开关同期电压选择模块的模拟结果

Fig. 5 Simulation waveforms of the synchro-voltage selecting module of the middle breaker

后,送入开关量信息寄存器。近区电压优先原则实现模块根据开关量信息寄存器里各断路器和隔离开关的位置信息作出判断,并把判断结果送往输出模块输出。再由控制输出(Action Control)结合保护的跳闸信息和近区隔离开关的位置信息量进行判断,给出同期合闸电压选择的输出。系统架构的草图如图6。

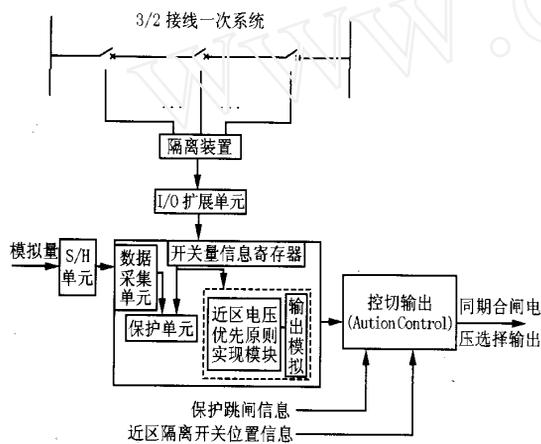


图6 系统架构草图

Fig. 6 A sketch of the system structure

另外,这里,逻辑模块的四个输出用于切换同期电压时,视边开关、中间开关的不同,还应该有不同的输出回路,分别如图7、图8所示。

3 总结

采用上述的数字化实现方法,大大降低了3/2断路器接线的同期回路接线的复杂度,但是又不至于影响系统的稳定性,因为从模拟的结果可以看出,上述方法很好地贯彻了“近区电压优先原则”。同时,上述的数字化方案还实现了3/2断路器接线系统的断路器和隔离开关的运行状态监视,并且具有

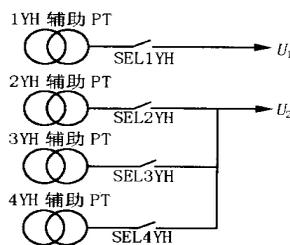


图7 边开关同期电压选择逻辑输出回路

Fig. 7 Output circuit of the synchro-voltage selecting module of side breakers

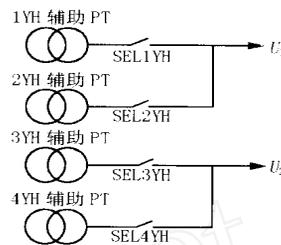


图8 中间开关同期电压选择逻辑输出回路

Fig. 8 Output circuit of the synchro-voltage selecting module of the middle breaker

很强的扩展能力。另外,由于本方案是基于可编程逻辑器件的,因此可以根据现场的实际情况对上述方案进行灵活的裁剪,譬如说当断路器串数大于三时一般不设出线开关11G和12G,此时我们就可以把相关判据里的11G和12G省去,或是简单的把相应的开关量输入端口置高。换句话说,这一方案较之传统的实现手段来看,也更加灵活。数字化的解决方案和传统工程中为降低接线复杂度而牺牲系统稳定性的做法是截然不同的,是对这一问题的新思考。

参考文献:

[1] 王小军(WANG Xiao-jun). VHDL 简明教程(A Concise Tutorial of VHDL Language) [M]. 北京:清华大学出版社(Beijing: Tsinghua University Press), 1997.

[2] 何新民, 宋继成(HE Xir-min, SONG Ji-cheng). 500 kV 变电所电气部分设计及运行(Design and Operation of the Electrical Part of the 500 kV Substations) [M]. 北京:水利电力出版社(Beijing: Hydraulic and Electric Power Press).

收稿日期: 2003-07-25

作者简介:

李尘(1979-),男,硕士研究生,主要从事电力系统自动化方面的研究;

(下转第52页 continued on page 52)

采用平台化思想,充分体现开放性,对于构建适应不同地区电力用户对保护及故障信息系统的要求有着较强的灵活性。

参考文献:

- [1] 何江,吴杏平,李立新,等(HE Jiang, WU Xing-ping, LI Li-xin, et al). 基于组件技术的电力系统实时数据库平台(A Component Based Real-time Database Management Platform) [J]. 电网技术(Power System Technology), 2002, 26(3): 64-67.
- [2] 黄德斌,唐毅,程慈源,等(HUANG De-bin, TANG Yi, CHENG Ci-yuan, et al). 基于平台概念的继电保护计算及管理系统(A Software Platform Based Protective Relaying Calculation and Management System) [J]. 电网技术(Power System Technology), 2002, 26(7): 53-55.
- [3] 陈长德,张保会,魏春轩(CHEN Chang-de, ZHANG

Bao-hui, WEI Chun-xuan). 故障录波数据集中分析与专家系统(Centralized Analysis and Expert System on the Fault Recorder Data) [J]. 中国电力(Electric Power), 2002, 32(9): 40-43.

- [4] IEEE Std C37 111 - 1999 (Revision of IEEE Std C37 111 - 1991), IEEE Standard Common Format for Transient Data Exchange (COMTRADE) for Power System [S].

收稿日期: 2003-07-21; 修回日期: 2003-12-05

作者简介:

李江林(1967-),高级工程师,从事保护自动化领域产品开发;

魏世平(1967-),工程师,负责电气自动化产品工程实施;

游定鹏(1966-),工程师,负责电气自动化工程实施;

连湛伟(1973-),工程师,从事保护自动化领域产品开发。

A new design for the IEC standard-based protective relay and fault information management system

LI Jiang-lin¹, WEI Shi-ping², YOU Ding-peng², LIAN Zhan-wei¹

(1. Beijing XI Electric Co., Ltd, Beijing 100085, China; 2. Foshan Water Supply Company, Foshan 528002, China)

Abstract: This paper puts forward a new design thought for the protective relay and fault information management system based on universal monitoring software platform and new IEC standard——IEC61850 and IEC61970. It expatiates the composition and main functions of the proposed system.

Key words: software platform for SCADA; IEC61850; IEC61970; fault analysis expert system

(上接第 47 页 continued from page 47)

孙苓生(1948-),男,高级工程师,主要从事电力系统自

动化与电力电子技术方面研究;

房鑫炎(1963-),男,副教授,主要从事继电保护及系统恢复理论方面研究。

Digital implementation of the principle for selecting synchro-voltage in 3/2 breaker system

LI Chen, SUN Ling-sheng, FANG Xir-yan

(Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200030, China)

Abstract: The diverse operator modes of the 3/2 breaker systems don't make the U-line and the U-bus of an open breaker fixed. In engineering application, the selection of the synchronism voltage is usually according to the principle that the nearest voltages are prior. Traditionally, the relevant auxiliary contacts of the switches and breakers are used to switch the synchro-voltage, which results in the complexity of the synchro-check circuit. This kind of implementary scheme also makes the integration of protection system and the synchro-check recloser almost impossible. Although engineers try different ways to decrease the complexity of the synchro-check circuit, many of those are still not satisfactory. This paper describes a digital implementation of synchro-voltage selecting principle based on programmable logic device (PLD), which can decrease the complexity of the synchro-check circuit and increase the combination with the protection system. This is a new thought on the problem.

Key words: synchro-check reclose; priority principle of the nearest voltages; programmable logic device (PLD)