[断路器]

基于芯片技术的断路器本体三相不一致保护回路研究与设计

文/广西电网有限责任公司电力科学研究院　王晓明　周　卫　周　柯　芦宇峰
广西电网有限责任公司钦州供电局　李文伟

提出了一种基于芯片技术的断路器本体不一致保护的全新设计思路，该设计方案用芯片处理代替了传统继电器，用光纤传输代替了传统电缆，有效地避免了因继电器及回路异常导致的误动情况，可大大提升断路器本体不一致保护的可靠性。

当电力系统发生三相不一致异常运行时，会产生零序分量和负序分量，它们会对发电机、电动机造成危害，对通信系统产生干扰，同时也影响系统保护装置的正确动作，所以电力系统不允许长时间地非全相运行，因此在分相操作的断路器均安装有本体三相不一致保护，确保在三相不一致时可靠跳开已处于不正常状态的断路器。目前常规实现方法主要是由断路器辅助开关串并联起动时间继电器，经延时起动出口继电器跳闸，但是在实际运行中断路器本体不一致保护采用的时间继电器、出口继电器和电缆等运行工况较差，经常出现由于时间继电器定值偏移、继电器接点绝缘异常及电缆绝缘异常等进而导致误跳闸的现象发生。

另外，随着断路器等一次设备向智能化、模块化、集成化和数字化发展，断路器传统控制回路实现方法也将随着一、二次设备的高度集成及深度融合发生改变。本文在分析断路器本体不一致保护典型配置及影响其可靠性因素的基础上，针对目前存在的诸多运行问题，结合一、二次融合技术，提出了一种基于芯片技术的断路器本体不一致保护全新设计方案。该设计方案用芯片处理代替了传统继电器，用光纤传输代替了传统电缆，有效地避免了因继电器及回路异常导致的误动情况，可大大提升断路器本体不一致保护的可靠性。

本体不一致保护典型配置及可靠性分析

1．本体不一致保护典型配置

断路器本体不一致保护典型配置如图1所示，由断路器的一组三相常开接点（S1LA、S1LB、S1LC）并联，另一组三相常闭接点并联，再将两者串联后起动一只带延时的继电器K16来判断是否出现三相不一致运行。当断路器三相不一致时，两组辅助接点中总有接点处于接通状态，K16继电器动作，到整定延时其接点接通，使出口继电器K61动作，K61接入跳闸回路跳开三相断路器。

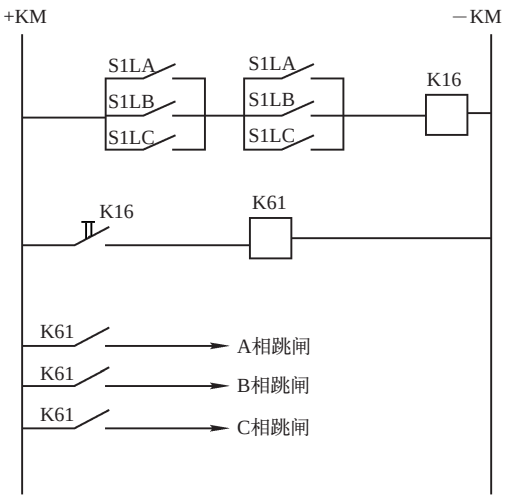

图1　本体不一致典型配置

2．可靠性分析

从图1中分析，断路器本体不一致保护起动回路取自断路器跳合位辅助接点，回路简单，其可靠性较低，单一元件故障导致本体不一致保护误动作的概率很大。为直观明了地分析其可靠性及影响因素，在分析断路器本体不一致保护故障模式的前提下，构建其可靠性故障树如图2所示。

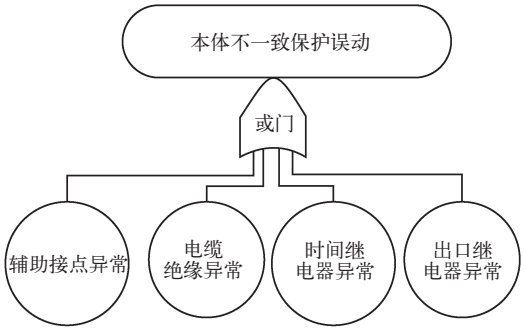

图2　可靠性故障树图

从图2可以看出，上述任一单元故障均能引起误跳闸。下面将对上述几种情况进行一一分析。

1）开关辅助接点异常，如辅助接点未能随开关动作正常翻转，则会启动K16延时继电器，进而引起三相跳闸。

2）在运行过程中电缆受环境及外力破坏等因素将影响回路绝缘，如开关机构箱到端子箱之间的控制电缆破损，有可能导致起动继电器或直接出口跳闸。

3）时间继电器及出口继电器在户外运行环境下易出现接点绝缘异常情况，在开关动作过程中受振动的影响，继电器也可能存在接点抖动而接通的现象，另外时间继电器在长期运行后会出现动作时间不稳定情况，上述几种情况均会造成误跳闸。

综上所述及结合实际运行情况分析，目前断路器本体三相不一致保护配置存在较高运行风险，主要体现在继电器设计选型问题，如继电器抗振能力不足，可能会因为共振引起继电器触点闭合，另外时间继电器的延时存在一定的离散性。还有，二次元器件老化问题，在户外恶劣运行条件下继电器、电缆等在长期运行中性能逐渐下降。

本体三相不一致保护实现新方案

根据上述可靠性分析及在南网范围内发生的本体三相不一致误动案例分析，目前传统配置运行可靠性得不到保障，有必要寻求一种新方案来实现本体三相不一致保护功能。本文以问题为导向，主要从解决继电器问题、电缆问题考虑，提出了一种基于芯片化技术的断路器本体三相不一致保护回路实现方法，方案架构如图3所示。

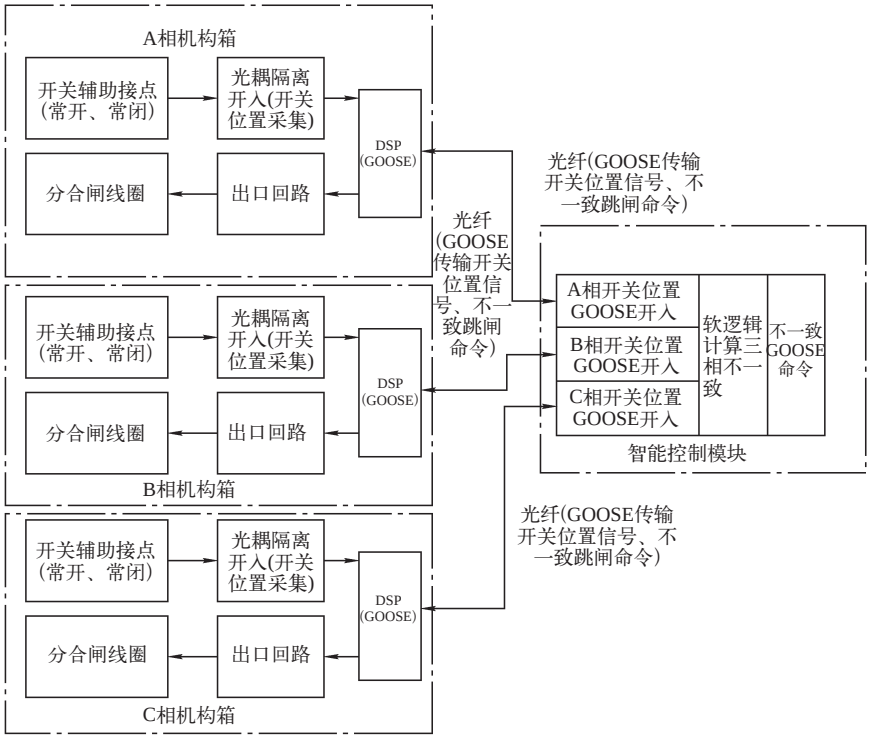

图3　方案架构图

图3中在各机构箱配置有就地采集模块，主要实现断路器位置信号采集、数据处理、GOOSE命令发送及接收和出口跳闸等功能。各机构箱通过光纤与汇控箱中的智能控制模块以GOOSE方式通信，智能控制模块主要实现了本体不一致保护功能的芯片化，用软逻辑代替了传统的电磁式继电器。此方案可有效地避免上述提到的继电器不可靠及电缆绝缘异常引起的误动、拒动现象。下面针对其硬件设计及软件算法设计进行详细说明。

1．硬件架构

从图3可知，本方案硬件架构主要分为两部分，其中布置在各相机构中的智能模块主要由电源模块、开入模块、数据处理模块和出口模块构成，其硬件架构如图4所示。

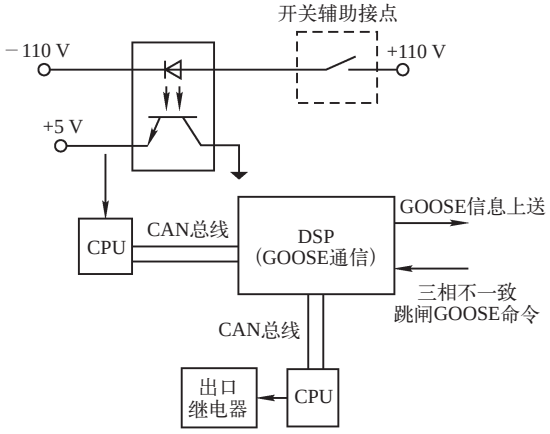

图4　分相智能模块硬件架构图

图4中开入CPU通过光耦隔离完成断路器位置信号采集，通过内部CAN总线将信号传至DSP处理，DSP负责对信号打包处理，与上层进行GOOSE通信，同时DSP还负责对GOOSE命令的解析，将解析后的信号通过CAN总线传至出口CPU，进而控制出口继电器出口跳闸。

除了图4中的分相智能控制模块，实现本体不一致保护另一个功能模块就是总的智能模块，其硬件架构如图5所示。智能控制模块主要用控制器代替传统大量二次电缆和分立元件构成的本体三相不一致回路，以GOOSE传输实现与间隔层保护测控设备、各机构分相控制模块的通信，实现信号采集及智能控制功能。

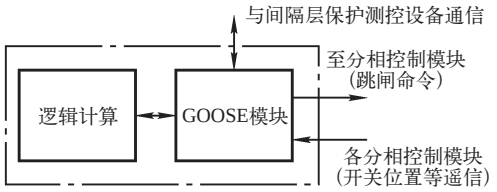

图5　智能控制模块硬件架构图

2．软件算法

该方案软件算法基本与传统本体不一致配置实现方案一致，采用断路器三相合位逻辑或、三相分位逻辑或，然后再进行逻辑与运算，进而判断是否发生三相不一致，逻辑框图如图6所示。

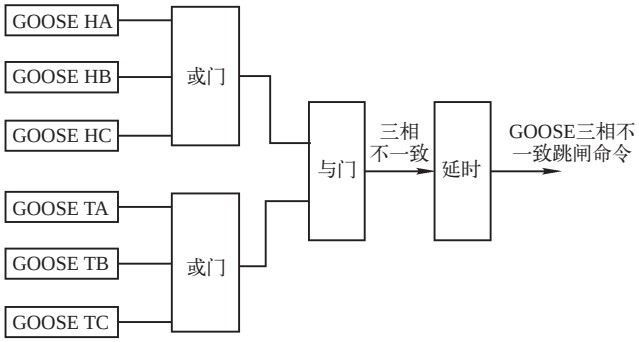

图6　软件架构图

图6中GOOSE HA、GOOSE HB和GOOSE HC分别为断路器三相合位，GOOSE TA和GOOSE TB和GOOSE TC分别为断路器三相分位。

综上所述，基于芯片技术的断路器本体三相不一致保护主要通过芯片化控制器实现其功能，通过在各机构箱就地设计的分相智能模块将断路器位置通过光纤传输至汇控柜中的智能控制模块，然后通过软逻辑实现不一致功能，例如当断路器出现三相不一致运行状态（A相因某种原因，无法正常合闸），此时分相智能模块将采集到的位置信号传至智能控制模块，此时智能控制模块接收到的GOOSE HA为0、GOOSE HB为1、GOOSE HC为1，GOOSE TA为1、GOOSE TB为0、GOOSE TC为0，按照图6 中逻辑进行计算，则判断出处于三相不一致，经延时向各分相控制模块发送GOOSE三相不一致跳闸命令。

结束语

针对断路器现有本体三相不一致保护可靠性差的问题，本文提出了一种基于芯片技术的断路器本体不一致保护方案，该方案以断路器机构本体一体设计的分相数字化就地模块和总控制模块为主，分相数字化就地模块实现断路器位置就地采集、光纤传输，总控制模块实现本体不一致逻辑运算、出口及与间隔层通信，用芯片处理代替了传统继电器，用光纤传输代替了传统电缆，有效避免了因继电器及回路异常导致的误动情况，可大大提升断路器本体不一致保护的可靠性。EA

（收稿日期：2019.12.12）

（编辑：朱金凤）