

文章编号:1006-544X(2003)04-0373-05

京南水电站微机发-变组纵差保护系统设计

林元¹, 张群英², 罗延平³

(1. 广西水利电力勘测设计研究院, 广西南宁 530023; 2. 桂林工学院 电子与计算机系, 广西桂林 541004; 3. 桂林电子工业学院 机电与交通工程系, 广西桂林 541004)

摘要:介绍了京南水电站微机发电机-变压器组纵差保护的设计. 其原理是通过比较发电机和/或变压器两侧电流的幅值和相位实现纵差保护, 当保护范围内发生故障时流入继电器的电流为两侧短路电流之和, 使继电器动作. 保护系统由输入输出接口变换器、处理器插件、输出单元和控制面板四部分构成; 保护流程分成信号输入、信号控制和处理及信号输出三大步骤; 微机保护功能通过软件实现, 对两侧电流相位差和不平衡电流按输入参数预先进行处理, 转化为两侧平衡电流判据, 由差动原理依次判定后, 向符合纵差保护动作条件的跳闸矩阵发出跳闸令.

关键词:水电站; 微机发-变组纵差保护; DRS 系统; 京南; 广西

中图分类号: TM77

文献标识码: A^①

0 概述

京南水电站位于广西苍梧县京南乡境内, 总装机容量 $2 \times 34.5 \text{ MW}$. 电站发电机-变压器组采用单元接线, 出线电压等级为 110 kV 和 35 kV. 其大部分与机组相关的设备均由奥地利提供政府贷款, 从奥地利进口设备, 是我区较早采用进口微机发-变组保护的中型电站. 传统的继电保护都是反应模拟量的保护, 其功能完全依赖硬件, 这使得保护功能欠完善, 在系统的设计、安装与维护中缺乏灵活性; 微机发-变组纵差保护在性能上比传统保护有了很大的提高, 并解决了许多传统保护所无法解决或难以解决的问题, 尤其是给设计工作带来了很大的灵活性. 京南水电站发-变组保护采用奥地利 ELIN (依林) 公司的 DRS (Digital Relay System) 保护系统, 该系统采用全集成模块化结构, 将实现各种保护所需的电流、电压等基本量采集输入, 并经 A/D 变换后送入微机, 由微机内部的继电保护应用程序按其流程一步步进行分析判断, 各个保护出口的信号经过跳

闸矩阵单元后驱动跳闸出口继电器, 继而使相应断路器跳闸. 系统可实现发-变组纵差保护、定子接地保护、失磁保护、负序保护、过电流保护、过电压保护、过负荷保护等发-变组所需的全部保护功能. 本文重点介绍微机发-变组纵差保护的原理、特点及实现方法.

1 理论分析

1.1 差动保护的基本原理

差动保护 (differential protection) 分纵联差动和横联差动两种形式, 纵联差动保护用于单回路, 横联差动用于双回路. 图1为变压器差动保护的单相原理电路图. 在变压器正常运行或差动保护的保护区外 K-1 点发生短路时, 如果 CT1 的二次电流 \dot{I}_1 与 CT2 的二次电流 \dot{I}_2 相等 (或相差极小), 则流入继电器 KA (或差动继电器 KD) 的电流 $\dot{I}_{KA} = \dot{I}_1 - \dot{I}_2 = 0$ (或差流值极小), 继电器 KA (或 KD) 不动作. 而在差动保护的保护区内 K-2 发生短路时, 对于单端供电的变压器来说, $\dot{I}_2 = 0$, 所

① 收稿日期: 2003-04-01; 修订日期: 2003-06-14

作者简介: 林元 (1968-), 女, 工程师, 电力系统及其自动化专业.

以 $\dot{I}_{KA} = \dot{I}_1$ ，超过继电器 KA（或 KD）的瞬时动作电流 $I_{OP(d)}$ ，使 KA（或 KD）瞬时动作，然后通过出口继电器 KM 使断路器 QF 跳闸，切断短路故障，同时由信号继电器 KS 发出信号^[1~3]。

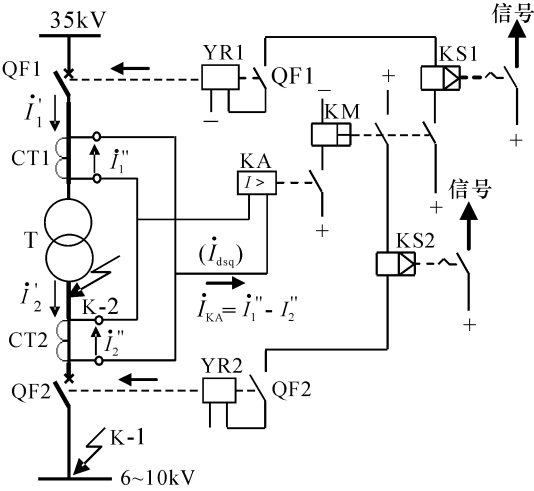


图 1 变压器差动保护原理
Fig. 1 Principle wiring of longitudinal differential protection for transformer

1.2 微机发-变组纵差保护原理

京南水电站微机发-变组纵差保护的保护区包括两部分：（1）发电机中性点至发电机出口的发电机纵差保护；（2）发电机中性点至主变压器高、中压侧（110kV、35kV）的发-变组单元纵差保护，如图 2 所示。

本电站采用的是三线圈变压器，差动保护采样电流分别取自发电机中性点侧电流互感器、变压器高压侧及中压侧电流互感器。因厂用变压器

容量和发电机容量相比很小，因此不考虑将厂用变压器高压侧电流互感器接入差动保护，即采用的是不完全差动保护。若在保护范围外部发生短路，则流过保护装置的差电流为零，保护不会误动；而当保护范围内部发生短路时，流过保护装置的差电流不为零，保护动作。

为避免电流互感器二次回路断线后又发生外部短路而在保护装置中产生差电流，使保护误动。常规保护是在差动保护中装设断线监视装置，当断线后，它动作发出信号，运行人员接此信号后需立即将差动保护退出运行；而 DRS 保护，adw 软件流程中设有断线监视判据项，若满足断线判据，则流程自动将该差动保护予以闭锁，极大减轻了运行人员的操作强度。

2 微机差动保护的特点

2.1 微机保护特点

微机发-变组纵差保护与常规同类保护相比，有以下几方面的特点：

- （1）采用数字信号处理技术；
- （2）公共数据可重复使用实现不同功能；
- （3）具数字储存功能，如过程记忆、滤波等；
- （4）容易实现远方通信，接口简单；
- （5）具有自动测试和监视功能；
- （6）软硬件标准化；
- （7）保护功能由软件实现。

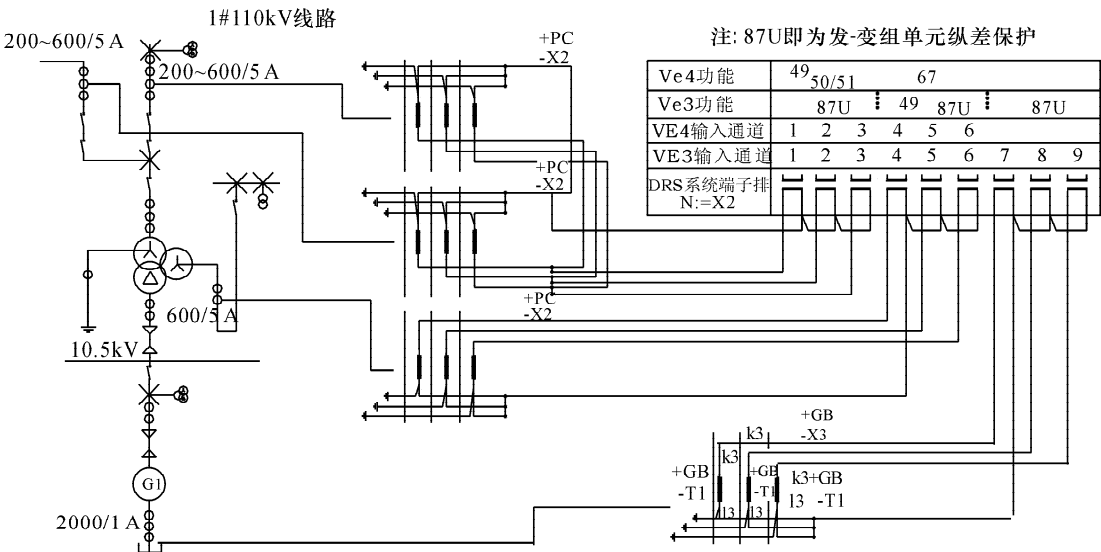


图 2 发-变组单元纵差保护原理接线图
Fig. 2 Principle wiring of longitudinal differential protection for generator - transformer block

2.2 特点分析与比较

(1) 常规差动保护每一侧的 CT 电流量通常是在保护装置的外部, 而微机差动保护是将保护的两侧 CT 电流量分别引至保护屏, 避免了外部引入信号的相互干扰, 提高了保护的准确性和可靠性, 便于日常维护, 在保护发生故障时可就近进行检查处理。

(2) 主变压器为 $\Delta/Y/\Delta-11$ 接线, 两侧一次电流相位相差 30° 。常规保护通常只能采取在接线上进行弥补的方法, 即在变压器的二次侧, 把 Y 接法的改为 Δ 接法, 而把 Δ 接法的改为 Y 接法, 这样才能使电流互感器两侧二次电流相位相同, 但采用上述联接方式后, 在互感器接成 Δ 侧的差动一臂中, 二次电流增大为 $\sqrt{3}$ 倍, 此时必须将该侧电流互感器的变比加大 $\sqrt{3}$ 倍, 以保证在正常运行及外部故障情况下差动回路中没有差电流。这给变压器、电流互感器的设计选型、匹配带来较大的困难, 也给实际安装接线、检修和故障处理带来不少麻烦, 容易出错。采用微机保护则问题可迎刃而解。关键在于: 微机保护功能是通过软件实现的, 它能对常规继电器无能为力的相位差和不平衡电流按输入端参数预先进行处理, 转化为两侧平衡的电流判据, 再根据差动原理一步一步判定后, 才向符合纵差保护动作条件的跳闸矩阵发跳闸令。变压器两侧二次电流线圈的接线简单、明了, 不易出错。

(3) 常规保护一般采用带速饱和线圈的差动继电器, 要求变压器两侧二次差动电流必须是同一等级的, 国内产品一般为 5A, 而国外的产品多是采用 1A 的, 京南水电站由 ELIN 公司供货的发电机中性点电流互感器, 其二次侧电流就是 1A 的。如果采用常规的保护装置, 就必须加装额外的变流器或重新对两侧电流互感器进行选型, 这对设备采购的范围有一定的制约。而采用微机保护时, 最终送入差动比较的参数都根据实际的接线、参数, 经过预先的设定和处理后才用于保护, 使问题很容易得到解决。

3 硬件组成

每套 DRS 保护系统主要由以下几部分硬件组成:

(1) 输入接口变换器 (交流量输入单元)。该装置由电流和电压接口变换器的输入板构成, 每块板最多可以处理 15 个模拟输入信号, 输入额定电流为 1A 或 5A, 额定电压为 100/110V。

(2) 处理器插件 (控制单元)。处理器插件是 DRS 保护系统的核心部分, 插件的外围设备包括模拟/数字变换器、由 CPU 控制的采样/保持器和多路切换开关、发光二极管 LED 等; 插件的内部设备主要由 1 台运行速度为 20 MHz 的 16 位微处理器组成, 微机保护系统的特有功能, 如: 设备输入参数的调整、保护整定参数的设定和修改、输入矩阵的设定 (CT/PT 及继电器闭锁信号)、故障纪录的查看和分析、LED 显示设定、跳闸矩阵设定以及实际 I/O 设置等等功能的实现, 都要经过该处理器的处理。

(3) 输出单元。主要包括跳闸模块和报警模块 2 部分: 跳闸模块由触发矩阵、跳闸矩阵和静态输出模块组成; 报警模块有 3 种型号, 可根据不同的接点电压和触点特性选用。

(4) 控制面板。控制面板是处理器的手动输入和操作设备, 标准的输入设备为 PC 机。面板上有一个键板, 其上有 16 个操作键和 4 行字符的信号指示和状态指示。可按照菜单中列有的保护功能及提示输入数据。

4 软件实现

微机发-变组纵差保护流程一般需要经过信号输入、信号控制和处理以及信号输出三大步骤。差动保护软件流程框图如图 3 所示。

4.1 输入参数的设定、修改

要进行参数的设定、修改, 首先需将个人 PC 机按要求连线至保护屏的通讯口, 而后即可启动用户应用程序, 分别输入系统代码、口令和授权代码后, 出现如图 4 所示基于 Windows 3.0 或更高版本的操作界面, 此时即可根据现场需要对界面上的相关内容进行相应的设定或修改。比如若变压器各侧均采用 Y 接法, 就可在此界面上对代表 Y 接法的 \bigcirc 进行选择, 选定 \bigcirc 后则变成 \odot , 表示变压器某一侧指定的向量组采用 Y 接法, 确认后则可完成设定或修改。其它设定、修改也是通过同样的步骤实现的, 只是操作的界面有所变化而已。

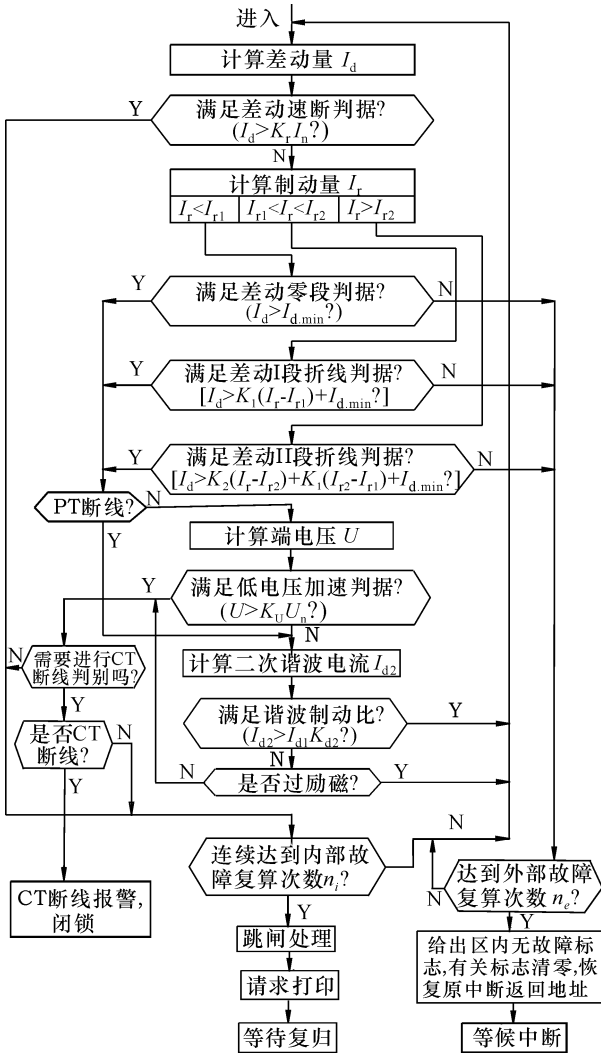


图3 差动保护软件流程示意图

Fig. 3 Software flow of differential protection

4.2 故障记录的读取、分析

本电站的微机发-变组保护系统(DRS系统)的故障记录可通过计算机监控系统的实时打印结果看到,也可通过与DRS相连的保护系统专用PC机以在线运行模式从VE中取出查看或拷贝.通过后一种方式取得的故障记录会更详细,因为可看到详细的故障自诊断结果和故障波形记录图,波形图相当于国内的故障录波结果,这对故障成因的分析和找到解决问题的方案非常有帮助.而常规保护需配置相应的录波设备才能取得故障波形记录.

由以上分析可见,与微机保护相比,常规保护的差动继电器除了能手动粗调整定值外,均无法实现上述的设定、修改和记录功能.

5 结 论

微机发-变组纵差保护因其先进的技术使其在精度、灵敏性、可靠性等方面都比传统保护有了很大的提高,并解决了许多传统保护所无法解决或难以解决的问题^[4],极大地方便了设计、安装、调试、运行等工作,尤其是给设计工作带来了很大的灵活性,能切实地改善电网的供电可靠性.京南水电站微机发-变组纵差保护投入运行后,在选择性、速动性、灵敏性和可靠性等方面,均获得了用户的一直好评.

VE:0001 差动三绕组(SINGKARAK)	
AT1	VE:0001设置调整
动作值	0.301A
斜率	45 %
向量组1	<input checked="" type="radio"/> Y <input type="radio"/> D
向量组2	<input checked="" type="radio"/> Y <input type="radio"/> D
向量组3	<input checked="" type="radio"/> Y <input type="radio"/> D
零序过滤器1	<input checked="" type="radio"/> OFF <input type="radio"/> ON
零序过滤器2	<input checked="" type="radio"/> OFF <input type="radio"/> ON
零序过滤器3	<input checked="" type="radio"/> OFF <input type="radio"/> ON
2次谐波	10 %
5次谐波	5 %
抑制过电流	8 A
向量组1-2	0
向量组1-3	0
匹配比2-1	1.00
匹配比3-1	1.00
<div>传送给DRS 实际值 事件记录 输入矩阵</div>	

差动三绕组/动作

最小:0.20A 最大:0.60A

0.30A

← →

退出 传送给DRS 确认

图4 输入参数设定、修改界面

Fig. 4 Interface for setting and modification of input parameters

参考文献

- [1] 刘介才. 工厂供电 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1998.
- [2] 陈树德. 计算机继电保护原理与技术 [M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 1992.
- [3] 贺家李, 宋从矩. 电力系统继电保护原理 [M]. 天津: 天津大学出版社, 1980.
- [4] 周 强, 汪祖禄. 计算机继电保护的现状与发展 [J]. 水电厂自动化, 1996.

Microcomputer-based differential protection of generator-transformer block of Jingnan Hydroelectric Power Plant

LIN Yuan¹, ZHANG Qun-ying², LUO Yan-ping³

(1. *Guangxi Hydroelectric Power Design Institute, Nanning 530023, China*; 2. *Department of Electronic and Computer Science, Guilin Institute of Technology, Guilin 541004, China*; 3. *Department of Electronic Machinery and Transportation Engineering, Guilin Institute of Electronics, Guilin 541004, China*)

Abstract: The design on microcomputer-based longitudinal differential protection of generator-transformer block in Jingnan Hydroelectric Power Plant is introduced. The principle of longitudinal differential protection is the comparison of current amplitude and phase between the sides of generator and/or transformer. The relay will actuate while there is a fault within the range of protection, due to the relay input current equals to the sum of the short-circuit current from two sides. The protection system is composed of the following four parts: input/output interface converter, processor module, output unit and control panel. The flow of protection includes three steps: signal input, signal control and processing and signal output. The software can realize the functions of microcomputer-based protection in accordance to the sequences listed below. Firstly, the input parameters on behalf of the current phase difference and unbalanced current between the two sides are preprocessed. Secondly, they are transferred as balanced current criteria of the two sides and then are judged successively by the differential principle. Finally, the trip order will be sent out to the trip matrix with the actuation conditions of longitudinal differential protection.

Key words: hydroelectric power plant; microcomputer-based longitudinal differential protection of generator-transformer block; DRS system; Jingnan; Guangxi