

PLC 在电力系统稳定控制中应用探讨

路光辉 朱长安 许昌继电器研究所 (461000)

裘峰源 西北电管局调度通信局 (710004)

康巍晶 哈尔滨市市郊农电局 (150076)

【摘要】 本文以就地联锁切机装置为例论证了 PLC 在稳定控制中的应用, 给出了详细的方案及软、硬件功能介绍。最后探讨了 PLC 在电力系统稳定控制中作为自动控制装置的优越性和可行性。由 PLC 构成的 PQJ—I 联锁切机系统特别适用于有重负荷远距离送电的水电站。

【关键词】 稳定控制 联锁切机 可编程序控制器(PLC)

前言

电力系统稳定破坏是电力系统最严重的故障形式之一, 国内外曾发生过许多系统稳定破坏事故, 给电力系统造成极严重后果, 故防止系统稳定破坏的控制是当前电力系统中极为迫切的任务。

提高电力系统稳定的措施有两大类: 一类是控制有功功率, 如切机、切负荷、汽轮机快减功率(快关)、电气制动等, 它用于平衡输电线路两端功率、抑制系统过渡过程中的功率振荡; 另一类是控制无功功率, 如发电机的静止或旋转无功补偿装置的强励和附加稳定控制, 通常用于提高同步功率和抑制系统振荡。

实际应用中, 以切机、切负荷、电气制动应用较多。特别是切机、过功率联切负荷, 虽然比较简略, 但简单可靠, 运行人员容易掌握, 得到了广泛应用。某些重要的 500kV 电网, 如华北的神大房电网、华中的葛汉、双汉等现正使用这类控制系统。

1 问题的提出

随着我国电力工业迅速发展, 不少大中型电厂相继建成。这些电厂一般容量大, 远离负荷中心, 由于与系统联系比较薄弱, 地区电网暂稳水平很低。

图 1 为安康水电站接入系统简图。水电站装机 4 台机组, 容量/每台 20 万 kW, 在正常运行时, 任一回联络线发生单相永久故障重合不成或双回线跳闸, 需要在线路三相跳闸的同时切除电站一台或几台机组, 以平衡输电线路两端功率, 抑制系统过渡过程中的功率振荡, 同时防止发电机加速产生的不良后果及整体提高关

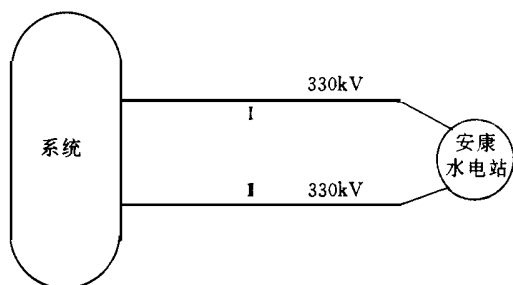


图 1 安康水电站接入系统示意图

中系统的稳定水平, 同时保持地区供电和厂用。

鉴于目前系统的实际情况, 采用安全自动装置是不改善网架结构而提高系统稳定性的基本手段之一。这里, 我们采用断路器跳闸联锁切机装置。

2 逻辑判据的建立

2.1 联锁切机的启动逻辑

安南双回线任一回线路输送功率超过 20 万时, 若该线路三相跳闸, 启动切机装置。

2.2 联锁切机的出口逻辑

①四台机运行, 双回线跳闸, 应切除三台机。

②四台机运行, 双回线一回跳闸, 应切除二台机。三台机运行, 双回线跳闸, 应切二台机。

③三台机运行, 双回线跳一回, 应切一台机。二台机运行, 双回线跳闸, 应切一台机。

根据以上要求, 可列出其逻辑表达式如下:

$$T_2 = 12 \text{ I II} + 123 \text{ I II} + 124 \text{ I II} + 1234 \text{ I II}$$

$$T_3 = 13 \text{ I II} + 23 \text{ I II} + 123 \text{ I II} + 134 \text{ I II} + 123(\text{I} + \text{II}) + 1234 \text{ I II} + 1234(\text{I} + \text{II})$$

$$T_4 = 14 \text{ I II} + 24 \text{ I II} + 34 \text{ I II} + 124 \text{ I II} + 134 \text{ I II} + 124(\text{I} + \text{II}) + 134(\text{I} + \text{II}) + 234(\text{I} + \text{II}) + 1234 \text{ I II} + 1234(\text{I} + \text{II}) \quad (1)$$

其中: T_2 、 T_3 、 T_4 为[#]2~[#]4 机运行跳闸输出; 1、2、3、4 为[#]1~[#]4 机运行状态; I、II 为安南 I、II 线跳闸信号。

对上式进行逻辑简化, 得:

$$T_2 = 12 \text{ I II}$$

$$T_3 = 13 \text{ I II} + 23 \text{ I II} + 123(\text{I} + \text{II})$$

$$T_4 = 14 \text{ I II} + 24 \text{ I II} + 34 \text{ I II} + 124(\text{I} + \text{II}) + 134(\text{I} + \text{II}) + 234(\text{I} + \text{II}) \quad (2)$$

3 方案的实现

实现以上逻辑判据的联锁切机方案可由以下三种: 继电器逻辑控制、一般微机控制、PLC 控制, 其性能及设计复杂程度对比见表 1。

表 1 几种方案比较

方案 性能比较	继电器逻辑	可编程控制器 (PLC 扫描)	计算机 (单片机或控制机)
组成原理	单个继电器用连线实现以上逻辑	工业专用微处理器构成, 软件编程, 以扫描实现逻辑判别	以单片机或工业控制机组成, 软件编程。
复杂程度	需较多继电器, 连线复杂繁琐	简单 编程方便	需外围配件、印制电路板, 编程较繁琐
设计周期	较快	快	慢
可靠性	差	好	一般
功能及适应性	差	强	强
维护性	维护复杂	维护简单	调试周期长
扩展性	无	硬件留有余量, 软件现场修改, 扩展功能十分方便	软件现场难以修改

考虑到水电站及系统对装置的要求可能变化和运行操作的灵活性及本联锁切机装置应满足多种不同电站、电厂要求, 该装置还宜对系统运行方式的变化具有良好的适应性, 故采用 PLC 实现以上逻辑判据。

3.1 装置的硬件特点

整套装置由一个工业 PLC, 二个功率继电器, 四个电流继电器及中间、信号继电器组成,

其硬件原理框图见图2。

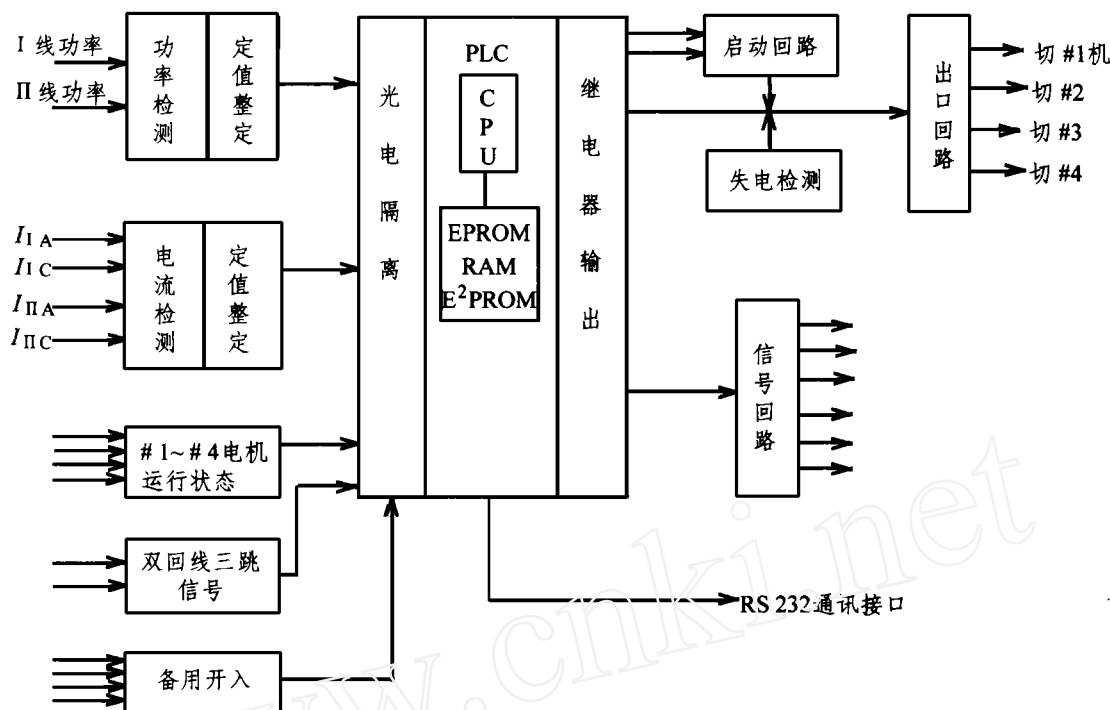


图2 联锁切机装置硬件框图

由图2可看出,该系统由相对独立的功率检测、电流检测、逻辑控制、启动控制、出口及信号几部分构成,这种结构不仅使系统具有很大的灵活性、通用性和可扩充性,而且可靠性也很高。

考虑到今后的发展需要,留有专门的备用开入和输出,为以后修改和增加功能留有余地。配置RS-232接口,直接与上位机通讯,可组成计算机集中控制PLC LINK。

3.2 装置的软件功能

本装置软件采用模块化结构,用梯形图编程。其模块由三部分构成,即基本模块、自诊断和外部故障诊断模块、故障处理模块。

基本模块主要完成基本逻辑判据的判别处理工作。如:

$$T_I = L_{JA I} \cdot L_{JC I} + T_{JR I}$$

$$T_{II} = L_{JA II} \cdot L_{JC II} + T_{JR II}$$

上式即为双回线跳闸判据。

$$I = G I \quad \boxed{\text{---} | 1s} \cdot T_I \quad \boxed{\text{---} | 1s} \quad (\text{记忆 } 1s)$$

$$II = G II \quad \boxed{\text{---} | 1s} \cdot T_{II} \quad \boxed{\text{---} | 1s}$$

$$QD = L_{JA I} \cdot L_{JC I} \cdot I + L_{JA II} \cdot L_{JC II} \cdot II$$

(4)

上式即为启动判据

由式3及式4可以看出,我们增加了功率启动阈值和低电流启动门坎,确保该装置的稳定控制起到正确作用。

自诊断和外部故障诊断模块使PLC在运行中出现故障时向中央信号发出运行异常信号。当外部故障时即外部设备出现不该产生的情况时,PLC执行FNU 20指令,将故障编号在编程

器上以四位BCD 数的形式显示出来,使运行人员及时处理。

故障处理模块是利用 PLC 内部的特殊线圈定义号,一旦检测到故障,该线圈启动,屏蔽 PLC 所有出口。

4 PLC 在电力系统稳定控制中的应用探讨

电力系统稳定控制是一个典型的大系统控制问题。随着技术的发展,许多覆盖一个区域电网的稳定控制系统不断出现和投入使用,关于稳定控制理论和策略也不断发展和完善。但系统安全自动装置作为保证电力系统安全稳定运行的辅助手段,其作用是不可忽视的。在电网的网络结构一定的情况下,装设必要的系统安全自动装置,往往是提高系统稳定水平的最经济、最有效的措施。“从现阶段的实践效果看,一些简单的就地控制系统,容易为运行人员接受,较快在电力系统中发挥了作用,而一些较复杂的区域控制系统,由于运行整定复杂,或其中个别环节(例如通道)不够完善,影响整个控制系统迟迟不能投运发挥作用。所以,在现阶段对复杂系统稳定控制尚未取得明显改善前,宜主要发展分散的就地控制系统。为改善其性能,可采用较强检测和逻辑控制功能的微机控制装置,必要时辅以某些简单的远方信息。控制装置应有较好的可扩展性和可维护性。”^[1] PLC 正以其高可靠性、扩展性和可维护性,加之很强的逻辑控制功能成为自动控制装置的首选机型之一。由 PLC 构成的自动装置具有动作逻辑简明、逻辑判断迅速以及对运行方式变化有较强的适应能力等一系列优点,是作为现正广泛使用的由继电器逻辑构成的切机装置的理想换代产品,具有广阔的发展前景,PLC 和其它复杂的系统控制装置互相配合使用(或作为其一个控制单元)可使稳定的控制系统更为适用。

我们用 PLC 组成的就地联锁切机系统 PQJ—I 作为关中大电网稳定控制的一部分正式供货。

参考文献

- 1 袁季修. 我国电力系统稳定控制应用概况. 中国电力, 1995. 5
- 2 网间联络线的安全稳定控制. 河北中调方式科. 电网技术, 1994
- 3 曾宪国、曲和南. 微型机就地判别式安全自动装置. 电网技术, 1994
- 4 田瑞庭. 可编程序控制器应用技术. 机械工业出版社, 1993
- 5 韩祯祥. 电力系统稳定. 中国电力出版社, 1993

内部资料征购信息

许昌继电器研究所信息处最近编译一本《1996 年国外继电保护文集》,它选择了在国外期刊及国际继电保护会议上所发表的优秀论文进行了编译,作为内部资料交流,每本收工本费 30.00 元(含邮资),欲订阅者,请寄款到:河南许昌继电器研究所信息处郑永霞收,联系电话:(0374) 3314554~2254

testing the phase difference between secondary harmonic voltage and secondary harmonic current. Artificial secondary harmonic current is put into secondary coil of electrical arc elimination coil of generator neutral protection. This protection can constitute 100% protective range with the fundamental wave zero sequence voltage protection.

Key words: Single phase earthed protection of generator stator winding Secondary harmonic Fourier transformation

Application of PLC in stability Control of Power System **Lu Guanghui et al**(30)
The application of PLC in stability control of power system is described with reference to the local interlocked generator cut off device. The detailed scheme, software and hardware are presented. Advantages and feasibility of the PLC used as automatic control device in stability control of power system are discussed. PQJ-1 interlocked generator cut-off system which is composed of PLC is especially available to the water power station with distant and heavy loads.

Key words: Stability control Interlocked generator cut-off system PLC

New Intelligent Microcomputer- Based Protection Debugging Apparatus **Chao Qin et al**(34)
The hardware structure, software design principle, function and features of a new intelligent protection debugging apparatus, which is based on a MCS 8098 single-chip microcomputer, are described in this paper. The apparatus can provide in real time the electric current and voltage transient waveforms of various fault cases in power system and the system static signals to protective device according to the operating signal and process of the device. It can replace the expensive dynamic modelling laboratory to carry out the debugging of HF and distance protections and the static and dynamic modelling tests of whole protection. It features small size and low price, and is especially available for field debugging and testing.

Key words: Microcomputer protection Single-chip microcomputer Debugging apparatus Software

Development And Application of On- Line Fault Monitor for DC System of Power Generating Plant **Cui Shi et al** (36)

The working principle and structure of an on-line fault monitor for dc system are described in this paper. When an one-point or multi-point earth fault occurs, the monitor can quickly detect the serial number and polarity of the branch circuit earthed, and meantime give alarm to the operator on site. It has been put in operation in the second power plant of Jiamusi.

Key words: DC system On-line Monitor Earth

Characteristic And Testing of Microcomputer Protective Relay for LV Network **Li Renjun et al** (40)

TECHNICAL IMPROVEMENT

Consideration on Technical Improvement Design of Substation without Operator on Duty **Chen Yuanpeng**(46)

Improvement Design of Current Phase Comparison Type Bus Differential Protection **Zhao Xuejun** (51)
The advantages and shortcomings of current phase comparison type bus differential protection are presented in this paper and the suggestion is made to improve design.

Key words: Bus differential protection Improvement Suggestion

SITE EXPERIENCE

Analysis on Maloperation Event of Bus Protection of Guizhou Qingzhen Power Plant on November 15, 1996 **Cheng Lijun** (54)

Several Questions on Complete Realization of Microcomputer- Based Fault Recorder Signal Remote Transfer **Sun Yueqin** (58)

STRUCTURE AND TECHNOLOGY

Discussion on Two Connection Methods of Terminal **Zou Xiyun** (60)

In electrical connection, using terminal as transition connection is a more general method. In various terminal structures of China, the two methods of plate pressure connection and sleeve pressure connection are often used. By analysis and comparison between the two methods, some shortcomings of plate pressure connection method are shown and the connection method of sleeve structure is recommended.

Key words: Terminal Connection Electrical connection

English editor: Zhang Zhiqiang