

# 安镇变电站 10 kV 开关柜程序控制

周洪涛,付斌杰,赵晓冬,潘书燕

(电力自动化研究院 南京中德保护控制系统有限公司,江苏 南京 210003)

**摘要:**从程序化控制发展的背景,通过对在间隔层装置与在主控单元中实现程序化控制的比较,分析了程序化控制目前进化为通过间隔层装置实现的缘由。以安镇变电站工程实例,介绍了程序化控制 4 种状态 12 种切换方向的思路,及工程实施过程中的各种配合问题:如间隔层装置顺控出口与开关柜的机构动作时间、机械互锁配合问题,紧急情况下的应急处理等问题。并说明了西门子保护测控装置的可编程技术。最后,介绍了监控后台关于顺控界面的设置,及顺控信号的反馈。

**关键词:**间隔层装置;程序化控制;电动机构配合;编程技术;后台界面

**中图分类号:** TM 76

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1006-6047(2006)04-0098-04

## 1 程序化控制背景

随着变电站监控水平的提高,变电站操作工作已由纯粹的手动控制过渡为手动控制与遥控操作共存的阶段,一些主要的操作机构如开关、隔离刀闸、接地刀闸等都可从监控主站遥控操作,变电站内还有诸如手车、挂接地线等操作目前还不能实现遥控操作。当将条件较好的变电站改造成无人值守站后,成立了专门的操作队,工作于各变电站之间。随着无人值守站模式的发展,变电站数量的急剧增长,操作队需熟知众多的变电站结构<sup>[1]</sup>。目前,基于监控主控单元的程序化控制是多数设计者考虑的首选,主要原因是主控单元软件可编程能力明显优于间隔层设备,相对较容易实现。

但最近几年随着开关柜的电动控制技术和变电站间隔层设备的可编程技术的逐步成熟,出现了变电站间隔层程序化控制模式,与在主控单元中实现程序化控制相比较不同的是:所有的位置判定在装置上实现,可以减少向主站传送相关信息的时间,响应速度和可靠性较高,使操作更快捷,只要变电站后台或监控主站向测控装置发送一条向目标位置转换的执行命令,装置接收到该命令后立即进行逻辑判断,然后分步直接闭合相应的遥控出口,每步之前都有位置信号判断,避免了主控单元与间隔层装置之间频繁的命令下发和信号上传,减少通信因素的干扰,保证程序化控制的可靠正确执行。另外即使监控主单元死机或通信失败,也可直接在间隔层装置上进行程序化控制<sup>[2-3]</sup>。

## 2 安镇变工程概况及要求

### 2.1 工程概况

安镇变电站(简称安镇变)建设规模远景为 3

台主变,主变电压等级 110 kV/10 kV,10 kV 4 段母线,2 个 10 kV 分段开关,3 台 10 kV 电容器,30 条 10 kV 出线。本期先上 2 台主变,10 kV 2 段母线,1 个 10 kV 分段开关,2 台 10 kV 电容器,20 条 10 kV 出线。监控后台软件采用中德公司 NSC 200NT 系统;主控单元软件采用中德公司 NSC 200;10 kV 保护测控装置采用 SIEMENS 公司的 7SJ 63,10 kV 开关柜采用全电动操作机构。

安镇变 10 kV 保护测控装置和一次设备比较先进,为实现程序化控制提供了有利的物质条件。

### 2.2 程序控制状态定义

10 kV 线路的运行方式分为运行、热备用、冷备用、线路检修 4 种,监控系统只下发 4 个顺控命令,程序控制应能实现 4 种运行方式间的转换操作。后台监控系统将当前的运行状态显示为红色。当系统发出程序操作指令时,后台系统提示当前的运行状态,并提示目标状态,等待运行人员的确认。运行人员确认后,后台显示从运行状态到目标状态的操作顺序,并再次等待运行人员的确认。运行人员确认后,间隔层装置按照操作程序进行顺序操作,并向系统传回过程信息,后台系统将已经执行过的步骤变为绿色,并有对勾提示。如果操作过程出现异常,后台系统显示相关信息,中止顺序操作并有错叉提示。为防止操作人员误操作或程序操作出现异常情况,特意设计了紧急停止命令。

10 kV 电容器的程序控制方式与 10 kV 线路基本相同。10 kV 分段的程序控制方式与 10 kV 线路不相同,10 kV 分段的运行方式分为运行、热备用、冷备用 3 种,分段隔离闸刀非电动操作机构。

### 2.3 主接线图及系统配置

无锡安镇变 110 kV 主接线图如图 1 所示,系统配置图如图 2 所示。

10 kV 线路/电容器运行、热备用、冷备用、检修 4 种状态定义:

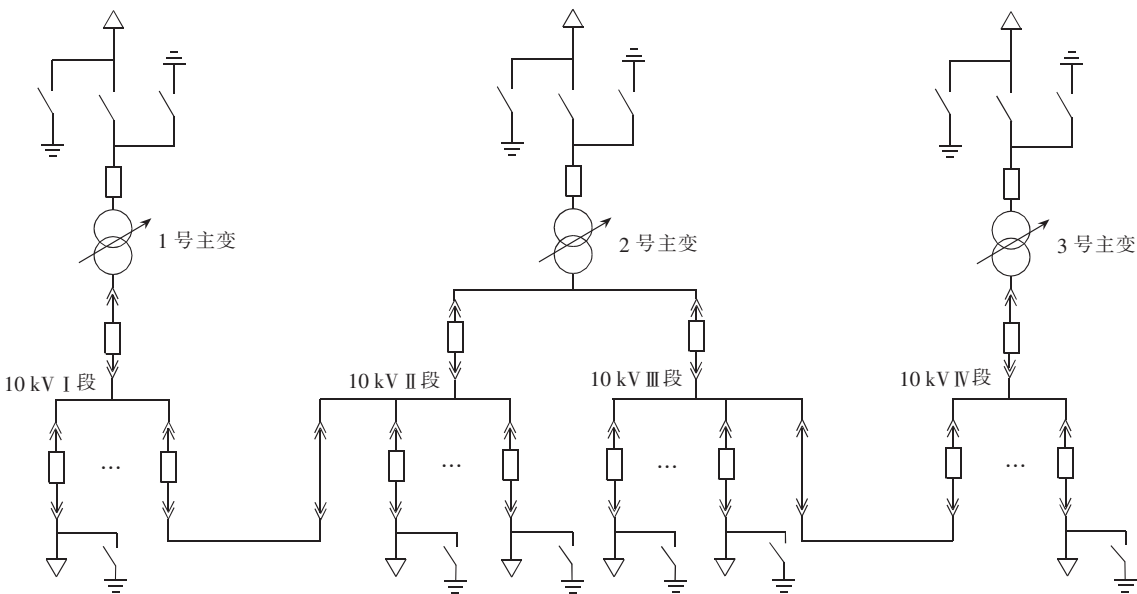


图 1 安镇变 110 kV 主接线图

Fig.1 Main connection 110 kV system in Anzhen substation

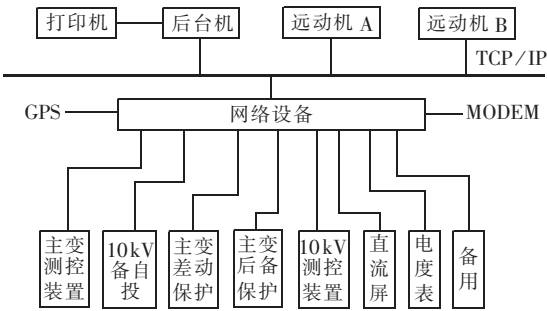


图 2 安镇变 110 kV 系统配置图

Fig.2 Configuration of 110 kV system in Anzhen substation

- a. 运行 (RUN) 为开关 (CB) 合 + 手车 (SC) 运行 + 接地闸刀 (DD) 分;
- b. 热备用 (WARM) 为开关 (CB) 分 + 手车 (SC) 运行 + 接地闸刀 (DD) 分;
- c. 冷备用 (COLD) 为开关 (CB) 分 + 手车 (SC) 试验 + 接地闸刀 (DD) 分;
- d. 检修 (STOP) 为开关 (CB) 分 + 手车 (SC) 试验 + 接地闸刀 (DD) 合。

10 kV 分段运行、热备用、冷备用 3 种状态定义:

- a. 运行 (RUN) 为开关 (CB) 合 + 手车 (SC) 运行 + 隔离闸刀 (GL) 合;
- b. 热备用 (WARM) 为开关 (CB) 分 + 手车 (SC) 运行 + 隔离闸刀 (GL) 合;
- c. 冷备用 (COLD) 为开关 (CB) 分 + 手车 (SC) 试验 + 隔离闸刀 (GL) 分。

3 程序化控制核心思想

3.1 顺控逻辑思路

程序化控制流程图如图 3 所示。

A,B,C,D 4 种状态,顺控切换方向有 12 种,根据用户要求只发向 4 个目标状态的遥控命令,为了简化

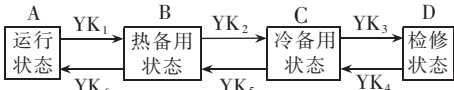


图 3 顺控逻辑图

Fig.3 Logic diagram of sequential control

逻辑,减少遥控命令数量,CFC(Continuous Function Chart)逻辑遵循了以上思路。

12 种顺控切换方向分别为

- a. A → B 只发 YK<sub>1</sub> 后结束;
- b. A → B → C 发 YK<sub>1</sub> → YK<sub>2</sub> 后结束;
- c. A → B → C → D 发 YK<sub>1</sub> → YK<sub>2</sub> → YK<sub>3</sub> 后结束;
- d. B → C 只发 YK<sub>2</sub> 后结束;
- e. B → C → D 发 YK<sub>2</sub> → YK<sub>3</sub> 后结束;
- f. C → D 只发 YK<sub>3</sub> 后结束;
- g. D → C 只发 YK<sub>4</sub> 后结束;
- h. D → C → B 发 YK<sub>4</sub> → YK<sub>5</sub> 后结束;
- i. D → C → B → A 发 YK<sub>4</sub> → YK<sub>5</sub> → YK<sub>6</sub> 后结束;
- j. C → B 只发 YK<sub>5</sub> 后结束;
- k. C → B → A 发 YK<sub>5</sub> → YK<sub>6</sub> 后结束;
- l. B → A 只发 YK<sub>6</sub> 后结束。

间隔层装置自动识别当前状态,根据下发的遥控命令即所要到达的目标位置,自己寻找 12 种顺控切换方向之一去执行程序控制。

3.2 顺控防误保证机制<sup>[4]</sup>

顺控防误保证机制有以下 4 点。

- a. 首先装置能够辨别目前所在的位置状态。
- b. 只有在上一次顺控成功执行之后才能下发下一步顺控命令;每一步顺控成功执行之后的成功信号将复归本次遥控命令,成功信号上传监控主机。
- c. 若发现任何失败信号将复归所有逻辑功能,本次顺控操作彻底停止,等待下一次新的顺控命令,失败信号上传监控主机。

d. 紧急停止命令,为了防止误发顺控命令或顺控命令执行过程中发现意外以及出现其他需要中止顺控命令的情况。

### 3.3 间隔层装置的顺控操作<sup>①</sup>

在间隔层装置上进行顺控操作,以西门子保护测控装置为例,SIEMENS 7SJ63 保护测控装置,含有 24 个硬遥信输入、15 个硬接点输出、宽液晶面板显示、画面遥控/程序操作,信号查询方便快捷;尤其是它的 CFC 逻辑编程,功能强大、简单实用。

7SJ63 装置液晶顺控画面显示的操作按以下 3 个步骤:

- a. 首先按面板“CTRL”键;
- b. 然后按面板“双向下”键;
- c. 就到了第 2 幅控制画面“CONTROL DISP.

2/3”CONTROL DISP。

正常的 4 种(运行、热备用、冷备用和检修)位置顺控操作必须输入密码后才能选择执行,但顺控急停命令 Emergen Cut 无需密码输入。

### 3.4 CFC 可编程技术<sup>②</sup>

SIPROTEC V4.0 西门子装置内部强大的 CFC 可编程技术,为通过装置实现程序化操作提供了有力的物质平台。CFC 提供的各种逻辑模块方便组合,4 种不同的 CFC 编程运行等级区分开了程序运行处理的优先等级,使程序化操作在西门子装置内部得以轻松实现。

## 4 与某开关柜的五防及时间配合

### 4.1 10 kV 线路/电容器分段五防闭锁条件<sup>[5]</sup>

10 kV 线路/电容器五防闭锁条件:

- a. CB 遥控合、分无前提条件;
- b. 手车遥控合、分前提条件为开关(CB)分+接地闸刀(DD)分;
- c. 接地闸刀遥控合、分前提条件为手车(SC)试验位置。

10 kV 分段五防闭锁条件:

- a. CB 遥控合前提条件为手车(SC)运行+隔离闸刀(GL)合;Or 手车(SC)运行+隔离闸刀(GL)分;Or 手车(SC)试验+隔离闸刀(GL)分;
  - b. CB 遥控分无前提条件;
  - c. 手车(SC)遥控合、分前提条件为开关(CB)分。
- 注:隔离闸刀不能遥控。

### 4.2 与开关柜配合问题

某开关柜因为是全电动操作的缘故,遥控命令下发接收有“自保持继电器”,此继电器必须被该遥控对象的位置状态所复归。这就会有问题:“自保持继电器”会记住已下发而因机械五防条件不满足而未执行的遥控命令,等机械五防条件重新满足时会回头重发先前未执行的遥控命令。由于开关柜出厂时未考虑此因素,重新更改控制回路较繁杂,

为了避免这种现象发生,现场在西门子 7SJ63 装置中加入了遥控五防逻辑,直接禁止遥控命令无谓的下发给开关柜。

某开关柜电动操作机构有 2 个特点。

a. 手车电动分或合时间大约 40 s;顺控逻辑手车合、分成功信号等待时间设为 60 s,以保证下次顺控操作得以执行;等待时间超过 65 s 后即判为失败,中止顺控操作。

b. 地刀电动分或合时间大约 20 s;顺控逻辑地刀合、分成功信号等待时间设为 40 s,以保证下次顺控操作得以执行;等待时间超过 45 s 后即判为失败,中止顺控操作。

## 5 NSC 200 NT 后台顺控操作<sup>[6]</sup>

为使操作人员能够清晰地观察程序化控制的每一步中间过程,开关、手车、地刀因顺控执行而进行的分、合操作,其后台报警窗将打上“顺控”标记,以示区别于正常遥控操作。除此还在监控后台上专门制作了顺控画面,后台系统将已经执行过的步骤变为绿色,并有“√”提示;如果操作过程出现异常,后台系统显示相关信息,中止顺序操作并有“×”提示。

### 5.1 启动画面

启动画面显示进入主接线图,用鼠标左键单击需要进行顺控操作的间隔名称进入该间隔的分图,如图 4 所示。

a. 正常的遥控画面,此画面可作单独的遥控操作,浏览一些遥测量及光子牌信号。

b. 顺控画面,此画面只可作顺控操作,不可进行普通遥控操作;若点击遥控按钮,会提示此画面是顺控画面不可进行遥控。所有的顺控画面都是如此。

### 5.2 顺控操作界面

点击顺控按钮,进入顺控操作界面,该界面显示当前间隔的状态:运行-热备用-冷备用-线路检修。若进行顺控操作,这几种状态中必须有一个显示为红色,即为该间隔当前的状态。这时,单击工具栏上遥控按钮,输入口令,单击需要切换到状态调出另外一副由当前状态切换到目标状态的操作步骤画面,如图 5 所示。

上图“热备用”着满色框即为该间隔层装置当前状态位置。

### 5.3 操作步骤成功画面

顺控操作可点击顺控执行按钮,顺控操作就按照步骤自动



图 4 启动画面  
Fig.4 The starting menu

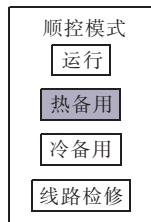


图 5 顺控模式画面  
Fig.5 The mode menu of sequential control

① 德国西门子公司. 7SJ62-63-64\_Manual\_44 技术资料. 2004.

② 德国西门子公司. Digsig4\_CFC\_e 技术资料. 2005.

执行。若顺控成功,会有对勾出现,并在操作完成后出现“执行完毕”,如图 6 所示。

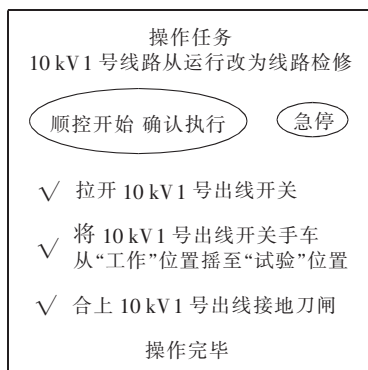


图 6 顺控操作 1 画面

Fig.6 Menu1 of sequential control

#### 5.4 操作步骤失败画面

若顺控失败,就会有错叉出现。操作完毕后遥控按钮自动弹起,可以直接返回到前一幅画面。这时如果不切换画面,对勾或错叉会一直保持,直到切换画面时才刷新。

#### 5.5 急停操作

每幅顺控画面右上角均有“急停”按钮,若在顺控过程中发现异常情况,可以从后台或装置面板上直接无密码输入下发急停命令,中止后续顺控操作,已下发的顺控操作命令无法停止。请操作人员谨慎操作。

### 6 结语<sup>[7]</sup>

本文只介绍了 10 kV 开关柜的程序化操作,相对测控装置和开关柜较易实现。对于 110 kV 及以上变电站由于电力组网的复杂性和运行方式的多样性、各间隔层之间的相互关联性,测控装置的可编程容量和有效载荷、高电压等级一次设备的电动控制技术,都将影响程序化控制的安全可靠运行,这也是各个相关学科下一步要注重研究的方向。

#### 参考文献:

- [1] 程明,金明,李建英,等. 无人值班变电站监控技术[M]. 北京:中国电力出版社,1999.
- [2] 黄益庄. 变电站综合自动化技术[M]. 北京:中国电力出版社,2000.
- [3] 湖南省电机工程学会. 无人值班变电站的新建、改造与运行[M]. 北京:中国电力出版社,2000.
- [4] 苏盛,LI K K,曾祥君,等. 通用变电站操作票生成方法的研究[J]. 电网技术,2004,28(14):15-18.  
SU Sheng,LI K K,ZENG Xiang-jun,et al. Design and implementation of database of scada system based on com[J]. **Power System Technology**,2004,28(14):15-18.
- [5] 谷群辉,罗安,王击,等. 一种实用的供电可靠性预测评估算法[J]. 电网技术,2003,27(12):76-79.  
GU Qun-hui,LUO An,WANG Ji,et al. A practicable algorithm to forecast and evaluate reliability of power supply[J]. **Power System Technology**,2003,27(12):76-79.
- [6] 唐涛,诸伟楠,杨议松,等. 发电厂与变电站自动化技术及其应用[M]. 北京:中国电力出版社,2005.
- [7] 那志强,高国宁,顾新建. 浙江电网调度计划和检修管理系统[J]. 电力系统自动化,2003,27(9):73-75.  
NA Zhi-qiang,GAO Guo-ning,GU Xin-jian. Development and application of a system for power dispatching plan and maintenance management[J]. **Automation of Electric Power Systems**,2003,27(9):73-75.

(责任编辑:汪仪珍)

#### 作者简介:

周洪涛(1973-),男,江苏南京人,工程师,从事电力系统自动化调试工作(E-mail:hongtao\_zhou@sina.com);

付斌杰(1973-),女,河南商丘人,高级工程师,从事变电站综合自动化研究和设计工作;

赵晓冬(1977-),男,山东淄博人,工程师,从事电力自动化研究开发工作;

潘书燕(1971-),女,安徽合肥人,硕士,从事变电站综合自动化和微机保护的研究开发和应用工作。

### Program control of 10 kV switch cabinet in Anzhen substation

ZHOU Hong-tao,FU Bin-jie,ZHAO Xiao-dong,PAN Shu-yan

(Nanjing Sino-Germany Protection & Substation Control

System Co.,Ltd.,Nanjing 210003,China)

**Abstract:** The program controls implemented in cell device and main control unit are compared, and the reason of current implementation in cell device is analyzed. With Anzhen substation as an example,the concept of four states and twelve switching directions is introduced,as well as the cooperation in implementation,such as the cooperation of sequential control outputs of cell device with the mechanism operation time and mechanical interlock in switch cabinet,and the emergency operations in emergent cases. The programming technique of Siemens protection measuring control device is illuminated. The setting of sequential control interface and the feedback of sequential control signal are also described.

**Key words:** cell device; program control; electric mechanism cooperation; programming technique; background interface