

# 智能压板系统在齐齐哈尔冯屯 500 kV 变电站中的应用

牛志刚<sup>1</sup>, 贾腾飞<sup>1</sup>, 徐庆录<sup>2</sup>, 王建林<sup>3</sup>, 肖昆<sup>1</sup>

(1. 上海电力学院电力与自动化工程学院, 上海 200090; 2. 黑龙江省齐齐哈尔超高压局, 黑龙江 齐齐哈尔 161000; 3. 艾木恩电力科技(上海)有限公司, 上海 200090)

**摘要:** 目前变电站保护屏压板的位置只能由现场运行人员以人工方式检查确认, 自动化水平较低。智能压板系统的应用实现了对压板运行状态的实时在线监视, 对各种情况下的压板运行状态错误均能自动告警, 实现了压板操作全过程的监视与防误预警提示, 确保变电站压板投退安全可靠, 并在齐齐哈尔冯屯 500 kV 变电站的应用中取得了良好的效果。

**关键词:** 变电站; 压板; 智能压板系统; 实时在线监视; 冯屯 500 kV 变电站

## The application of intelligent platen system in Qiqihar Fengtun 500 kV substation

NIU Zhi-gang<sup>1</sup>, JIA Teng-fei<sup>1</sup>, XU Qing-lu<sup>2</sup>, WANG Jian-lin<sup>3</sup>, XIAO Kun<sup>1</sup>

(1. School of Electric Power and Automation Engineering, Shanghai University of Electric Power, Shanghai 200090, China;  
2. Heilongjiang Province UHP Bureau of Qiqihar, Qiqihar 161000, China;  
3. M&N Electric Power Technology (Shanghai) CO., LTD, Shanghai 200090, China)

**Abstract:** The location of platen on substation protective panel can only be checked and confirmed by the on-site staff manually, so the level of automation is low. The application of intelligent platen system realizes real-time online monitoring of the operating status of the platen, automatically alarms the operating status errors of the platen in all cases and realizes the whole process of operation of the platen surveillance and prevention of false warnings to ensure that on/off state of the substation platen is safe and reliable, and good results in Qiqihar Fengtun 500 kV substation are achieved.

**Key words:** substation; platen; intelligent platen system; real-time online monitoring; Fengtun 500 kV substation

中图分类号: TM76 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2010)23-0219-04

## 0 引言

随着变电站自动化技术的不断发展, 调度系统信息化、智能化水平已经达到了很高的程度。继电保护作为电网的重要组成部分, 虽然其本身的信息化、智能化水平很高<sup>[1]</sup>。但是, 压板管理方面的信息化、智能化水平则相对较低, 技术手段已经不能满足现场运行管理自动化的需要, 具体表现在压板运行状态完全依赖于当地人工巡检, 而由于二次设备压板在布局上的高度密集性、在功能上的集成复合性等特点, 很容易出现巡检疏漏及操作错误。特别是对于变电站实现无人值班后, 压板错误更难于及时发现。一旦压板运行状态错误未及时发现, 则会造成保护误动或拒动。

近几年的保护监督统计资料表明, 人为误投退、漏投退保护压板引起的事故百分比虽然有所下降, 但其绝对值仍然居高不下, 并且造成的负荷损失也

愈发严重<sup>[2]</sup>。因此, 确保保护压板投退的正确性和可靠性成为摆在运行人员面前的课题。

智能压板系统解决了这一难题。本系统实现了对压板运行状态的实时在线监视, 对各种情况下的压板运行状态错误均能自动告警, 实现了压板操作全过程的监视, 对不正确的运行方式及时报警, 便于及时处理, 确保变电站压板投退安全可靠, 避免出现事故, 并在齐齐哈尔冯屯 500 kV 变电站的应用中取得良好的效果, 提高了继电保护运行管理的自动化程度以及保护装置运行的正确性, 提高了电网运行的安全性。

## 1 传统压板存在的主要问题

目前, 数字化电力技术的应用, 在当前电力系统生产、运营过程中已经显示出不可估量的作用, 而数字化电力技术的基础环节就是必须采用对各种运行设备的工况状态参数进行全实时的检测采样及

跟踪的“微分”技术、数字逻辑等系列技术，以为神经网络、潮流点计算提供必备的动态数据流<sup>[1]</sup>。继电保护的微机革命又使得继电保护性能的可靠性有了很大的提高。然而变电站保护屏压板的运行状态，到目前还没有实现实时的监视，完全依赖于当地人工巡检，自动化水平较低。

根据变电站运行管理人员对传统压板的操作经验，发现传统压板主要存在以下问题：

- (1) 无法判断压板的虚接状态；
- (2) 压板运行的位置，不能远方实时查询；
- (3) 不能就地显示上位机确认的压板位置；
- (4) 不能判定压板投退是否可靠正确。

## 2 智能压板的基本原理

“电力生产，安全第一”。继电保护系统的安全运行，是电力系统最重要的安全保障，而继电保护系统中相关设备的安全运行尤其重要。因为继电保护装置等设备的特殊性，在跳闸回路上，必须设计的“压板”，是确保继电保护系统安全运行的重要保障手段。该压板是一个肉眼可视的断开点，便于运行人员判断继电保护装置的跳闸回路，是否可连通开关（断路器）的跳闸线圈，为检修、运行提供了极大的方便，但也使变电站的保护系统中，增加了一个不能完全闭环的断开点。

因继电保护跳闸压板的特殊性，正常状态下（无跳闸命令）时，两侧不能同时带电。而压板的投退由人工操作，完全靠运行人员的责任心、实际技术水平来把关。故在实际运行中，因压板投退不当，造成继电保护系统不能正确行为的现象时有发生。

智能压板系统解决了这一问题。

### 2.1 智能压板的基本原理

智能压板的基本原理是：使用非电量原理，实现对压板位置的监视。当压板投入或退出时，可以实现远方监视，并在远方和就地压板上同时显示压板的实时状态。配套上位机的智能压板专家系统软件后，构成了完整的智能压板系统。该系统可生成压板运行数据库，实现压板位置远方实时查询、历史数据查询、报表生成、自动压板状态核对、告警等数据库高级应用功能，可以实现压板投退预演功能，在 PC 机上实现投入逻辑的预演，并下传至压板，在压板上予以提示（预演成功后需要投退的压板，相应压板的 LED 闪烁），避免人为因素造成的压板误投退，从而消除了因压板误投退造成的安全事故隐患，达到了事故前的科学预防，极大提高了电网运行安全性。

智能压板的基本硬件原理如图 1 所示。

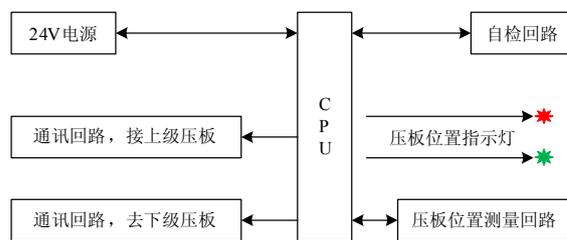


图 1 智能压板的基本硬件原理图

Fig.1 Basic hardware schematic diagram of intelligent platen

### 2.2 智能压板的功能配置

功能配置应符合表 1 的规定。

表 1 压板及其显示定义

Tab.1 Platen and the definition of display

功能配置	测量功能	备注
主回路连通功能	压板处于连通位置，红灯亮	
主回路断开功能	压板处于断开位置，绿灯亮	
主回路中间状态	压板位置不确定，红、绿灯同时闪烁	压板处于不确定的中间状态（虚接）

智能压板具有自诊断功能，能够检查出失电、网络不通、压板自身故障等情况。

## 3 智能压板系统的构成及功能

智能压板系统应用先进的计算机与网络通信技术、自动化技术、传感器技术，对与变电站安全有关的压板运行状态进行在线实时监视，将其通过远程通信实时上报给后台监控系统，由上位机实现对现场保护压板的实时监视及不正确状态告警。

智能压板采用 24 V 高压网络方式与中继器相连，中继器通过 RS485 网络与上位机相连；上位机的每条 RS485 总线可连接 127 个中继器，每个中继器可以连接 127 个智能压板，因此能够满足各电压等级变电站的需求。

### 3.1 智能压板系统原理图

智能压板系统的原理图如图 2 所示。

(1) 各压板硬件完全相同，不需要配置地址，中继器只需要设定本系统压板总数和 RS485 子节点地址。

(2) 无电气接触的压板投退位置检测。

(3) 就地 LED 显示上位机确认的压板位置。

(4) 高压数据网络，接线极其简单，不管多少压板，压板之间只要 4 根线连接即可。

(5) 运行中任一个压板损坏后，原位置更换新的压板后，将自动配置，不必人工参与。

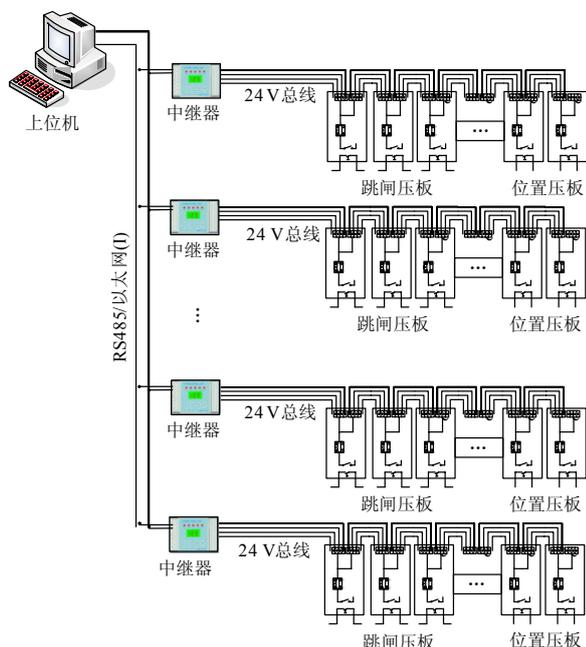


图 2 智能压板系统原理图

Fig.2 Schematic diagram of intelligent platen system

### 3.2 系统的主要功能

根据变电站现场运行对压板提出的要求, 主要有以下几点:

- (1) 压板必须肉眼直观看通、断。
- (2) 简单、可靠, 便于观察和操作。
- (3) 对于通断不确定状态有明确指示。
- (4) 远方查询压板的通断位置。

智能压板系统实现了如下的主要功能:

- (1) 能够判定出压板是否虚接。
- (2) 实现远方查询压板的位置状态。
- (3) 压板上就地显示主机(如保护装置)判定的压板位置信息。
- (4) 压板的运行方式与传统压板完全相同, 监视功能在幕后进行。
- (5) 智能压板系统的配置, 可现场配置、修改。
- (6) 智能压板系统输出数据格式标准化, 各种表格、数据的格式, 与 Microsoft 的 Excel 相同, 可实现与 Microsoft 的 Office 软件无缝接口。
- (7) 扩展功能
  - ① 可通过远动系统远方监视压板位置。
  - ② 可绘制压板历史运行曲线等运行数据。
  - ③ 可建立压板运行数据库, 并建立专家系统对压板运行方式进行智能判定。
  - ④ 可辅助保护、测控等装置的逻辑预判断。

本系统的目标是建立系统尽量简单、实用、维

护方便, 且与现场实时对应, 同时对保护回路无任何影响。该系统已在齐齐哈尔超高压局冯屯 500 kV 变电站实现应用, 效果良好。

### 3.3 系统的实现目的

(1) 继电保护压板检测元件通过电磁感应原理获取信息, 不破坏原有继电保护回路。

(2) 当继电保护压板检测元件发生异常或损坏, 更换其元件时不需要停用有关保护装置, 从而提高其设备运行率和动作可靠性。

(3) 当继电保护装置停用或检修状态时, 其相应的保护压板开环控制, 允许其“投入”或“退出”。

(4) 当继电保护装置运行时, 其相应的保护压板进行闭环控制, 其压板长期运行时产生接触不良或认为退出时, 上位机立即发出音响报警和弹出相应的画面, 提示值班人员立即对其压板进行检查和处理, 并产生相应的时间顺序记录。

## 4 变电站应用实例

### 4.1 冯屯 500 kV 变电站简介

冯屯 500 kV 变电站是黑龙江西部和内蒙古东北部区域电网联结主网的重要变电枢纽, 现有 500 kV 进出线 5 回。站内西侧的冯屯 500 kV 可控串补站是目前世界上容量最大、额定提升系统最高的可控串补工程, 投运后最大可承担 2 090 MW 的输电任务, 是东北地区电源主干线的重要支撑。伊冯可控串补工程是国家发改委立项的国家级科技项目, 也是国家电网公司的重点科技示范工程。

### 4.2 后台监视软件功能描述

根据变电站运行管理人员提出的需求, 结合智能压板系统所实现的诸多功能, 该系统后台监视软件使用组态王工具进行开发。后台监视界面主要包括系统自检图界面、各屏柜测点显示界面、实时历史报警界面、数据查询报表打印界面等。

#### 4.2.1 测点显示界面

变电站内保护屏柜较多, 并且每面保护屏上压板数量不等。根据现场需要, 可以灵活地设置屏柜数目, 测点显示界面可以实时显示各屏柜上的压板状态。若一保护屏上某个或多个压板动作, 该界面可形象地显示出当前压板的位置状态, 并告知运行人员。测点显示图如图 3 所示。

#### 4.2.2 数据查询报表打印界面

在智能压板系统后台监视软件的主界面中, 设计了 Excel 报表界面, 来查询压板动作信息。把事先做好的 Excel 格式导入到报表中, 也可以在报表选择模板文件中进行设置, 完成设置后便可以达到数据实时记录、历史数据记录查找这两项功能。录

入到数据库的数据通过 Excel 软件进行保存、管理。并可以在 Excel 中，运用 VB 宏设计查询窗口，可以方便的查询所要压板的历史记录，并可以把查询结果保存在 Excel 中。

数据查询报表打印界面如图 4 所示。图 4 中，可以选取需要查询数据信息的压板，在右上角设置起始与结束时间，左下角设置保存的格式和位置，

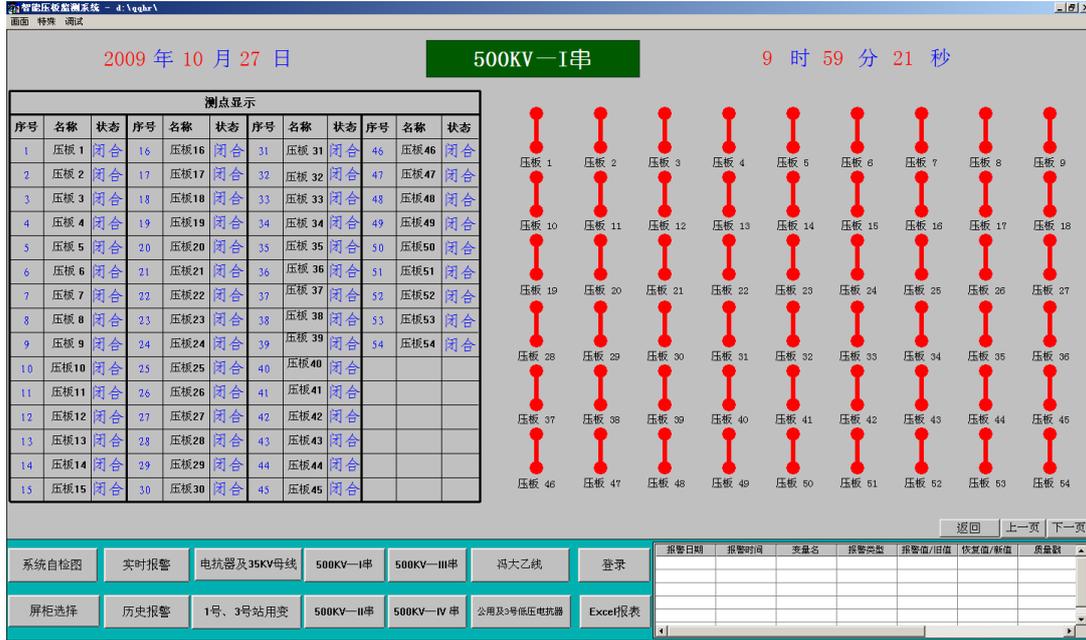


图 3 测点显示图

Fig.3 The display map of measuring point

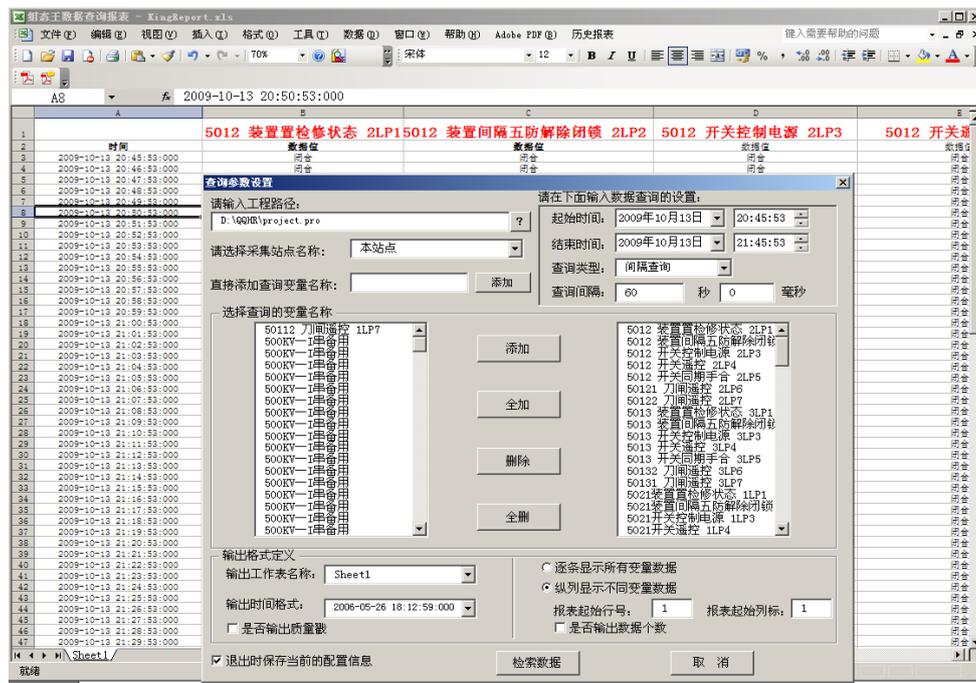


图 4 数据查询报表打印界面

Fig.4 The print interface of data query report

(下转第 245 页 continued on page 245)

- coupling in industrial distribution systems[C]. //PEDS 2005. Kuala Lumpur, 2005: 532-537.
- [18] Pradhan A K, Routray A. Applying distance relay for voltage sag source detection[J]. IEEE Trans on Power Delivery, 2005, 20 (3): 529-531.
- [19] Seung Ill Moon, Seon-Ju Ahn. A method to determine the relative location of voltage sag source for power quality diagnosis[C]. //IFAC World Congress. 2005: 2192-2197.
- [20] 楼书氢. 配电网中电压暂降源的识别与定位[D]. 北京: 华北电力大学, 2007.
- LOU Shu-qing. The identification and location of the voltage sag source in distribution system[D]. Beijing: North China Electric Power University, 2007.
- [21] Gomez J, Morcos M, Tourn D, et al. A novel methodology to locate originating points of voltage sags in electric power systems[C]. // International Conference on Electricity Distribution. Turin: 2005.
- [22] Roberto Chouhy. Voltage sags: single event characterization, system performance and source location[D]. Sweden: Chalmers University of Technology, 2007.
- [23] Liao Huaiwei. Voltage sag source location in high-voltage power transmission networks[C]. //Power and Energy Society General Meeting-Conversion and Delivery of Electrical Energy in the 21st Century. Pittsburgh: 2008: 1-4.
- [24] Chang G W, Chao J P, Chu S Y, et al. A new procedure for tracking the source location[C]. //Power Engineering Society General Meeting. Tampa: 2007: 1-4.
- [25] Roberto Chouhy, Daniel Karlsson, Jaap Daalder. Voltage sags source location methods performance under symmetrical and asymmetrical fault conditions[C]. //IEEE PES Transmission and Distribution Conference and Exposition. Venezuela(Latin America): 2006: 1-6

收稿日期: 2009-11-18; 修回日期: 2010-01-08

作者简介:

吕干云(1976-), 男, 副教授, 博士, 主要研究方向为电能质量、电力电子及人工智能在电力系统中的应用。

E-mail: ganyun\_lv@zjnu.cn

(上接第 222 页 continued from page 222)  
点击检索数据按钮, 便可以完成了查询, 结果显示在 Sheet1 中, 如图 4 所示数据值闭合或断开, 便是所查询压板的位置状态。

## 5 结语

智能压板系统成功解决了电力系统继电保护设备二次压板的位置监视问题, 利用计算机技术与网络通信技术成功实现了压板位置监视的自动化, 能准确、可靠地反映出压板的工作状态位置信息, 避免了人工操作出现失误后无法由微机监控实时报警而造成的重大损失, 有效地提高了压板位置信息管理的效率, 适用于 66 kV、110 kV、220 kV、330 kV 及 500 kV 高压、超高压变电站, 作为与网、省、地各级电力公司压板监测装置, 为电网的安全、经济运行提供一个有效的解决方案, 适应了数字化变电站与智能电网发展的不断需求。

目前, 智能压板系统实现二次装置运行、管理的各个环节“可控、在控”, 实现继电保护专业管理现代化, 从整体上提升电网调度运行管理水平。该系统在国家电网冯屯 500 kV 变电站中运行稳定, 效

果良好, 得到了电网生产运行人员的肯定与好评, 准备在更大的范围内推广应用。

## 参考文献

- [1] 任俊杰, 蒋岚. 电力系统继电保护压板图像识别系统[J]. 北京联合大学学报, 2004, 18 (2): 60-64.
- REN Jun-jie, JIANG Lan. The image recognition system of relaying plate in electric power system[J]. Journal of Beijing Union University, 2004, 18 (2): 60-64.
- [2] 汪洪明, 杨妮娜. 二次压板操作的安全措施与防范探讨[J]. 继电器, 2007, 35 (2): 76-78.
- WANG Hong-ming, YANG Ni-na. Discussion on security and prevention of the operation of secondary pressure plate[J]. Relay, 2007, 35 (2): 76-78.

收稿日期: 2009-11-20; 修回日期: 2009-12-28

作者简介:

牛志刚(1961-), 男, 高级工程师, 主要研究方向为电力系统自动化装置、继电保护等;

贾腾飞(1983-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为电力系统继电保护与数字化变电站; E-mail: jtf1002@126.com

徐庆录(1957-), 男, 高级工程师, 主要研究方向为通信、自动化、继电保护等。