

# 继电保护硬压板在线监测系统

## 产品介绍与技术规格书

非接触式检测 | 双重监测方案 | 无需停电安装 | 实时在线监测

# 一. 产品概述

## 1.1 产品背景

继电保护装置硬压板是电力系统中重要的二次设备操作元件，其投退状态直接关系到保护功能的正确实现。传统人工巡检方式存在效率低、实时性差、易误判等问题，无法满足智能变电站对设备状态实时管控的需求。本产品基于中元华电等成熟厂商的技术路线，结合最新技术标准（Q/GDW 12301-2023/2024），提出一套完整的硬压板在线监测系统，实现压板状态的实时监测、智能分析和可视化管理。

## 1.2 产品特点

### 非接触式双重检测

采用磁感应+角度传感器双重检测方案，无机械磨损，检测准确率 $\geq 99.9\%$ ，使用寿命 $\geq 10$ 年。

### 无需停电安装

传感器采用磁吸式/粘贴式/卡装式安装，不影响原有二次回路，无需停电施工，安装便捷。

### 实时在线监测

状态采集周期 $\leq 1$ 秒，状态变化响应时间 $\leq 2$ 秒，系统可用率 $\geq 99.9\%$ ，数据完整性 $\geq 99.99\%$ 。

### 智能防误联动

与五防系统联动，操作票自动核对，压板状态异常实时告警，有效防止误操作事故。

### 边缘计算能力

汇聚节点支持本地智能分析，即使通信中断也可独立运行，提高系统可靠性。

### 灵活组网方式

支持 RS485 总线、LoRa 无线、工业以太网等多种通信方式，适应不同变电站环境需求。

## 1.3 设计依据

- Q/GDW 12301-2023/2024《变电站硬压板在线监测技术规范》
- 国家电网关于推进继电保护装置硬压板辅助监测技术应用的指导意见
- 南方电网相关技术导则
- GB/T 17626 系列 电磁兼容试验和测量技术
- IEC 61850 变电站通信网络和系统

## 二. 系统架构

### 2.1 三层分布式系统组成

系统采用先进的三层分布式架构设计，由感知层、采集层、传输层和应用层组成，各层之间相对独立，便于扩容和维护。

#### 第一层：感知层（传感器层）

由位置传感器（磁感应/角度传感器）组成，安装在硬压板附近，实时检测压板投退状态。采用非接触式双重检测方案，确保护检测准确率 $\geq 99.9\%$ ，工作温度 $-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$ ，使用寿命 $\geq 10$ 年。

#### 第二层：采集层（采集单元 AU）

按屏柜配置，每单元支持 8-16 路传感器接口，负责数据采集、去抖处理和通信上传。具备本地存储功能，工作温度 $-40^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$ ，防护等级 IP50，平均无故障时间 $\geq 50,000$ 小时。

#### 第三层：传输层（汇聚节点 CN）

按小室配置，负责数据汇聚、协议转换和边缘计算。支持 IEC 61850 规约，上行接管理单元（以太网/光纤），下行接采集单元（RS485/LoRa），支持本地智能分析。

#### 第四层：应用层（管理单元 MU）

全站配置一套，由工业级服务器或嵌入式装置组成，负责监控主站、数据存储、告警管理和智能分析。支持与五防系统、继电保护信息系统联动，实现一体化智能管控。

### 2.2 通信规约支持

层级	通信媒介	通信规约
管理单元 — 汇聚节点	屏蔽双绞线/光纤	IEC 61850 MMS
汇聚节点 — 采集单元	RS485 / LoRa / ZigBee	Modbus RTU/TCP
采集单元 — 传感器	电缆 (≤10 米)	开关量/模拟量

## 三. 技术指标

### 3.1 系统性能指标

指标项	技术要求
状态采集周期	≤1 秒
状态变化响应时间	≤2 秒
系统可用率	≥99.9%
数据完整性	≥99.99%
通信中断恢复时间	≤30 秒
状态检测准确率	≥99.9%

### 3.2 采集单元技术指标

指标项	技术要求
传感器接口数量	8-16 路
状态检测准确率	≥99.9%
平均无故障时间(MTBF)	≥50,000 小时
工作温度	-40°C ~ +70°C
存储温度	-40°C ~ +85°C
相对湿度	5% ~ 95% (无凝露)
海拔	≤4000 米
防护等级	IP50

### 3.3 传感器技术指标

指标项	技术要求
检测方式	非接触式（磁感应+角度）
输出形式	开关量或模拟量
响应时间	≤10ms
检测距离	5-15mm（可调）
工作温度	-40℃ ~ +85℃
防护等级	IP50
使用寿命	≥10年

### 3.4 电磁兼容性

符合 GB/T 17626 系列标准：静电放电抗扰度 4 级、射频电磁场辐射抗扰度 3 级、电快速瞬变脉冲群抗扰度 4 级、浪涌抗扰度 4 级。

## 四. 软件界面展示

本系统配套专业的监控管理软件，提供直观的可视化操作界面，支持实时状态监测、历史数据查询、告警管理和智能分析等功能。软件界面设计人性化，运维人员无需复杂培训即可上手操作。



图 4-1 系统软件显示界面

## 五. 安装效果展示

本系统传感器采用非接触式安装，无需改动原有二次回路，不影响正常操作。安装方式灵活多样，支持磁吸式、粘贴式和卡装式，适应不同类型的硬压板。以下为现场安装实际效果展示：



图 5-1 现场安装样板效果

## 六. 系统功能

### 6.1 状态监测功能

实时监测硬压板投退状态，状态变化事件实时记录，支持历史状态查询和状态变化趋势分析。系统状态采集周期 $\leq 1$ 秒，确保状态变化的实时感知，数据完整性 $\geq 99.99\%$ 。

## 6.2 告警管理功能

支持状态异常告警、设备离线告警、通信中断告警等多种告警类型。告警级别可配置，支持告警抑制与复归，可通过短信、邮件等方式推送告警信息。

## 6.3 防误操作功能

与五防系统联动，操作票自动核对，压板状态实时校验，误操作预警。有效防止保护误动/拒动，避免停电事故，保障电网安全运行。

## 6.4 智能分析功能

状态变化趋势分析、异常模式识别、设备健康评估。汇聚节点支持边缘计算，即使通信中断也可独立进行本地智能分析。

## 6.5 联动控制功能

与五防系统联动、与继电保护信息系统联动、与巡视机器人联动（可选）。实现一体化智能管控，提升变电站自动化水平。

## 6.6 可视化展示功能

支持一次接线图集成展示、屏柜平面图展示、3D 可视化展示（可选）。界面直观友好，运维人员可快速掌握全站压板状态。

# 七. 应用场景与效益分析

## 7.1 适用场景

1. 35kV 及以上电压等级新建或改造变电站
2. 需要对继电保护压板状态进行实时监控的电力设施
3. 期望提升运维智能化水平、减少人工巡检的电网企业

## 4. 对防误操作有较高要求的智能变电站项目

## 7.2 投资效益分析

效益类型	说明
减少人工巡检	无需专人巡检，每年节约人工成本约 10 万元
减少误操作事故	防止保护误动/拒动，避免停电损失，效益显著
提高安全运行水平	实时监测，及时发现隐患，提升电网安全可靠
提升运维智能化	积累设备状态数据，支持精益化管理和科学决策
投资回收期	约 5 年（仅计算人工节约），考虑避免事故效益回收期更短