

基于多源融合的监控智能告警优化与应用

曹 锦

(国网安徽淮南供电公司, 安徽 淮南 232000)

摘要: 针对“无人值守+集中监控”模式下监控中心面临的告警泛滥难题,旨在提升故障研判效率,解决监控人员视而不见的痛点。文章结合 D6000 特性,提出一种基于多源信息融合的智能告警策略。首先构建可视化的信号四级分层次管控体系,其次采用时域防抖逻辑替代传统阈值,建立信号过滤机制,最后基于“电气量+开关量+拓扑”的多源融合技术,构建线路故障及保护配合的综合研判逻辑。工程应用表明,该策略通过逻辑图谱实现了对原始告警流的有效清洗,日均无效告警压降率超 80%,单一事故研判时间缩短至 15 s 以内。该方法显著提升了监控系统的告警提示效率,为电网安全运行提供了直观、高效的技术支撑。

关键词: 智能告警; D6000; 多源信息融合; 集中监控

中图分类号: TM764

DOI: 10.13882/j.cnki.ncdqh.2601A045

CSTR: 32400.14.ncdqh.2601A045

Optimization and Application of Intelligent Alarm for Monitoring Based on Multi-Source Fusion

CAO JIN

(State Grid Huainan Power Supply Company, Anhui Huainan 232000, China)

Abstract: Addressing the challenge of alarm flooding faced by monitoring centers under the "unattended and centralized monitoring" mode, this paper aims to enhance fault judgment efficiency and resolve the critical issue of operator inattention. Leveraging the characteristics of the D6000 system, an intelligent alarm strategy based on multi-source information fusion is proposed. First, a visualized four-level signal hierarchical control system is constructed. Second, a signal filtering mechanism is established by employing time-domain anti-jitter logic to replace traditional thresholds. Finally, a comprehensive fault diagnosis logic for line faults and protection coordination is built based on multi-source fusion technology utilizing electrical quantities, switching values, and topology. Engineering applications demonstrate that this strategy effectively cleans raw alarm streams through logical graphs. The average daily reduction rate of invalid alarms exceeds 80%, and the diagnosis time for a single fault is shortened to within 15 seconds. This method significantly improves the alarm notification efficiency of the monitoring system, providing intuitive and efficient technical support for the safe operation of the power grid.

Keywords: intelligent alarm; D6000; multi-source information fusion; centralized monitoring

0 引言

电力系统作为现代社会的核心基础设施,安全稳定运行毋庸置疑。以淮南地区为例,监控中心目前管辖 3 座 500 kV 变电站、17 座 220 kV 变电站及 35 座 110 kV 变电站。随着“无人值守+集中监控”模式的全面推广,监控业务呈现出设备基数大、信号维度广的特点,目前市公司监控系统的遥测、遥控、遥信一共有 144 913 个数字量。随着农村新型电力系统建设,分布式光伏与风能大规模接入主网

收稿日期: 2026-01-20

和配网、老旧城区配电网改造、源网荷储多要素协同运行使得监控数据量呈指数级增长^[1]。

引入 D6000 新一代集控模式提高了监控效率,但仍然存在恶劣天气数据激增与人工处理能力有限的矛盾。传统的 SCADA 系统采用的是全量上送模式,在恶劣天气或电网故障时,瞬间涌入的海量告警信息往往淹没关键事故信息。例如在配网综合不停电作业的合环操作中,暂态环流会产生大量告警过程信号。在雨雪冰冻天气,多条线路可能因结冰、舞动、绝缘等问题连续跳闸,造成大面积停电事件。通过图形化、智能化的手段,实现从被动监视向主

动研判转型，是 D6000 系统区别于往日 D5000 和 D3000 系统的先进之处。

1 监控告警现状与数据分析

1.1 告警数据流量统计

为直观展示监控压力，本文对监控中心历史数据进行了统计。正常天气下日均告警约 5 万条，而在雷雨大风等特殊工况下，受保护频繁启动及通道误码影响，单日峰值可达 12 万条，见图 1。

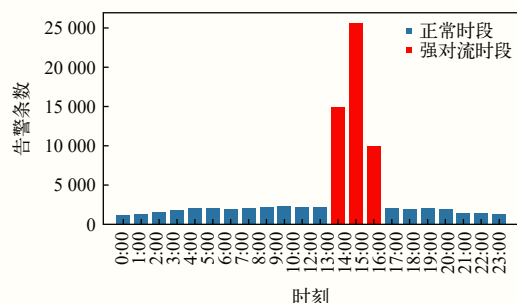


图1 典型强对流天气下告警信号数量时序分布图

据统计数据来看，需要立即通知、处置、汇报的事故异常信号实际占比不足 10%，绝大多数为状态变位、告知、频繁跳动越限类信号。

1.2 主要问题分析

当前主网监控告警业务面临多重技术瓶颈，首先是无效干扰信号泛滥，受限于老旧设备辅助接点的不稳定性，隔离开关等位置信号会常出现短时分合振荡，导致监控窗口被大量暂态无效信息占据，覆盖了有效信号，导致监控员漏看。还有单一电网故障会诱发多套保护装置的级联动作，会引发如各类保护启动、分/合闸及重合闸出口动作等海量的伴随信号，充斥了告警窗。最后是告警层级展示的缺失，高优先级的事故变位信号与常态化的遥测越限信号在展示界面上呈现混杂状态，仅靠颜色区别，缺乏显著的视觉区分度，极大地增加了监控人员提取关

键故障信息的识别负担。

2 智能告警系统的优化策略

针对上述问题，本文在 D6000 中部署了智能告警模块。系统整体逻辑架构见图 2。

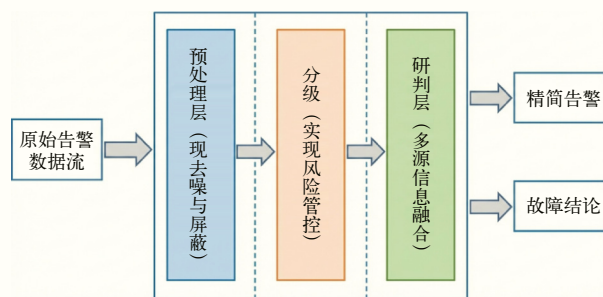


图2 智能告警系统整体逻辑架构

2.1 告警信号的分层分级管理

改变原有按厂站分类的模式，建立基于风险等级的 4 级管控体系，见表 1。

2.2 基于时域与拓扑的智能滤波

2.2.1 时域延时防抖逻辑

针对接点接触不良导致信号频发的现象，采用了“延时确认”逻辑。当信号变位后，系统启动 3 s 计时器。若在 3 s 内信号状态发生反转（复归），则判定为干扰脉冲，直接滤除且不会上告警窗，只有持续稳定 3 s 以上的变位才会被确认为有效告警信号，然后上窗并语音播报，其时序原理见图 3^[2]。

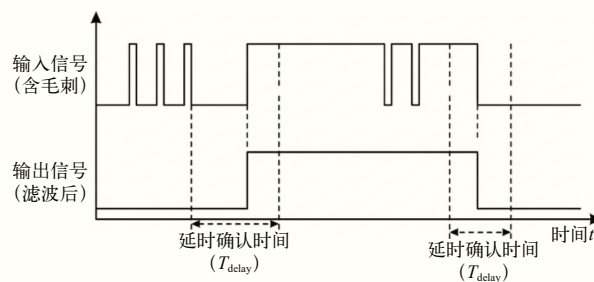


图3 时域延时防抖逻辑时序示意

表1 告警信号分层分级管理策略表

告警等级	定义	典型信号示例	展示策略
一级（事故）	导致停运/解列的紧急信号	开关跳闸、重瓦斯动作、差动动作	红色弹窗 + 强语音 + 置顶
二级（异常）	需尽快干预的缺陷信号	油温高、气压低闭锁、控制断线	黄色推图 + 提示音 + 滚动
三级（越限）	参数超出预警范围	电压/电流越限、过负荷	蓝色列表展示（不弹窗）
四级（告知）	正常操作/系统工况	刀闸变位、压板投退、自检复归	绿色后台归档（仅记录）

2.2.2 基于拓扑的关联屏蔽

利用电网一张图的拓扑关系，可以解决通信中断带来的批量误报问题。具体的屏蔽流程见图4。一旦系统检测到根节点（如通信网关或交换机）处于离线状态时，会自动激活屏蔽策略，拦截该节点下属所有子设备（如测控装置）因通信中断引发的遥测量不刷新、遥信失效等相关事故信号，仅向告警窗推送一条工况退出的告警^[3]。

2.3 基于多源信息融合的故障综合研判

2.3.1 线路故障“一键式”研判

传统模式下，监控员需要拼凑多条散乱信号，然后用个人经验判断是何种事故。优化后，D6000系统引入多源融合逻辑，将断路器分位、保护出口动作和间隔事故总3个条件进行“与”逻辑运算。当3个条件同时满足时，系统不再推送离散信号，而是直接生成1条“XX线路故障跳闸”的结论。

3 工程应用实例分析

3.1 案例一：通信通道故障下的信号还原

以110 kV某变电站因10 kV出线故障引发站用电波动，进而导致全站通信中断的典型事故为例。本文对比了系统优化前后的处置效果，在传统监控

模式下，通信中断瞬间触发了数百条“遥测、遥信失效”告警，形成信息堆叠，致使核心跳闸信号被覆盖，如图5所示，监控人员难以第一时间锁定故障根源。应用智能告警策略后，系统首先通过拓扑分析识别出“通信中断”工况，自动激活屏蔽逻辑，抑制了由此生成的诸多无效告警。待通信通道恢复后，系统调用“数据保险箱”中的暂存数据，利用时序重构技术自动还原了故障发生的全过程。该结论精准定位了事故因果链条，有效验证了多源信息融合技术在复杂故障场景下的可靠性^[4]，见图6。

3.2 案例二：10 kV线路故障的“一键式”智能研判

为验证多源信息融合算法在复杂工况下的可靠性，本文选取淮南某110 kV变电站农网线路永久性故障进行实证分析。针对优化前因电压波动和重合闸逻辑导致监控后台瞬间涌入大量伴生信号、形成信息风暴且平均研判耗时达2 min的痛点。优化后的系统采用了“事件驱动+逻辑闭锁”机制。该机制首先实时提取保护出口与断路器变位特征，进而同步校核线路有功、电流的归零状态，最后通过逻辑抑制算法自动屏蔽过流、电压越限等离散过程信号。测试结果表明，系统成功将繁杂的原始信号流聚合为一条高优先级的故障结论，如图7~8所示，

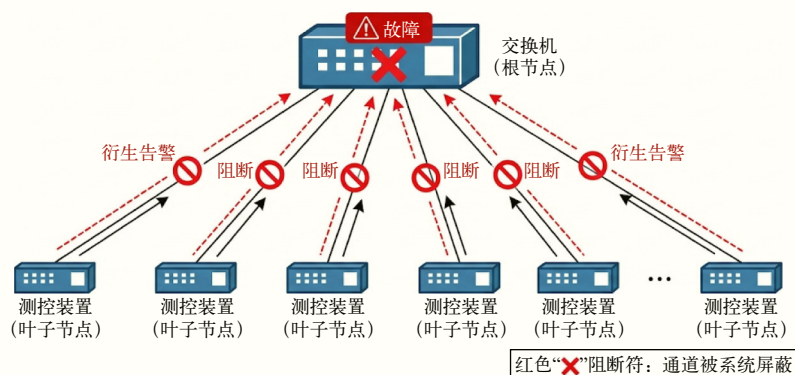


图4 基于拓扑关联的通信中断屏蔽机制示意

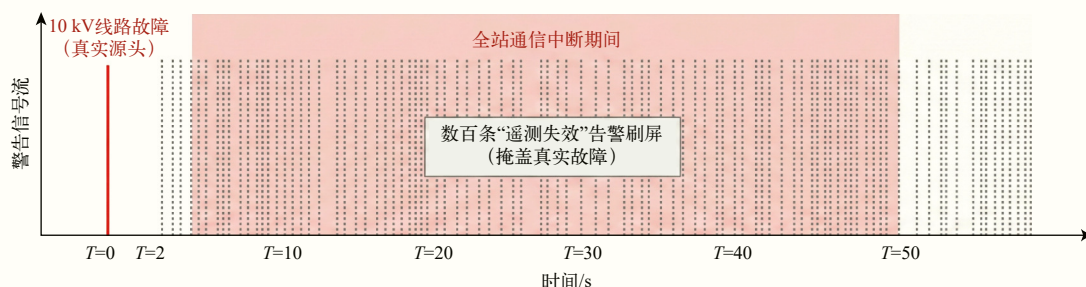


图5 优化前—告警风暴和掩盖故障

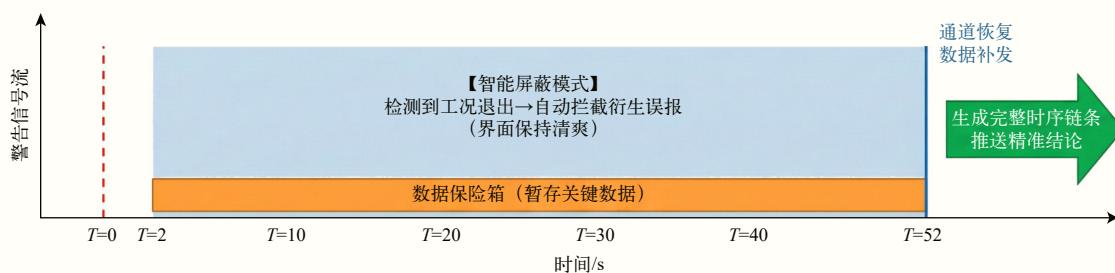


图6 优化后-智能屏蔽与时序重构

将故障确认时间从 120 s 压缩至 1 s，有效验证了智能研判模型在降低决策时延与提升人机交互效率方面的显著优势^[5]。

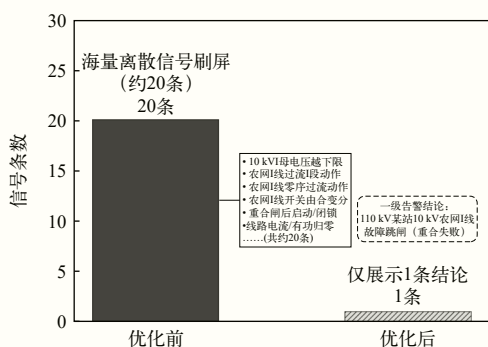


图7 界面告警信号数量对比

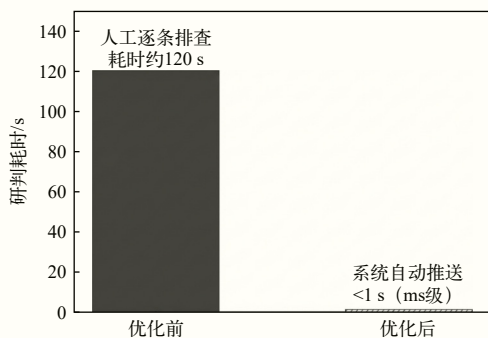


图8 故障研判耗时对比（效率提升）

4 优化成效统计

该功能投入使用后，通过对淮南辖区内多座变电站的每日告警数据的长期跟踪，优化前后告警数量对比见图9。

通过统计对比，系统优化后日均无效告警数量从5万条压降至1万条，显著提升了监控系统的告警效果。

结果表明，该方法可以有效清洗原始杂乱的告警流，日均无效告警压降率超80%，同时利用多源融合逻辑实现故障s级诊断，大幅缩短了单一事故

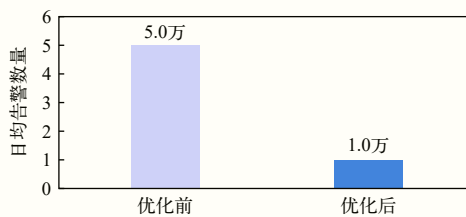


图9 系统优化前后日均告警数量对比

的研判时间。此外系统还能通过时序分析主动发现保护定值配合不当等隐患，显著提升了监控业务的智能化与精益化水平^[6]。

5 结束语

本文提出的基于D6000集控系统多源信息融合的智能告警功能，采用了工程实用的分层管控、逻辑防抖和拓扑关联技术。实际工作可以证明，该策略有效解决了监控人员面临的告警泛滥问题，显著提升了D6000系统的告警效果和故障应急响应速度，具有较高的推广应用价值^[7]。

参考文献

- [1] 曾福顺. 浅析农村新型电力系统建设方案[J]. 农村电气化, 2024(11):15-19.
- [2] 顾春阳, 张乐. 一起10 kV出线故障引起的通信通道退出案例分析[J]. 农村电气化, 2024(11):57-61.
- [3] 张全元, 熊辰熙, 孙德州, 等. 220 kV线路单相永久性故障引起变压器间隙保护动作分析[J]. 农村电气化, 2024(11):75-78.
- [4] 郭创新, 高振兴, 刘毅, 等. 采用分层多源信息融合的电网故障诊断方法[J]. 高电压技术, 2010, 36(12):2976-2983.
- [5] 金芬兰, 王昊, 范广民, 等. 智能电网调度控制系统的变电站集中监控功能设计[J]. 电力系统自动化, 2015, 39(01):241-247.
- [6] 邓丰, 徐帆, 曾哲, 等. 基于多源暂态信息融合的单端故障定位方法[J]. 电工技术学报, 2022, 37(13):3201-3212.
- [7] 孙宏斌, 郭庆来, 潘昭光. 能源互联网:理念、架构与前沿展望[J]. 中国电机工程学报, 2024, 44(1):1-15.

作者简介

曹锦(1997—), 女, 硕士, 工程师, 从事方向为电网监控和集控维护, E-mail: 1931868329@qq.com.

(责任编辑:张峰亮)