

SCADA 智能报警设计与实现

Design and Implementation of Intelligent Alarm in SCADA

樊跃江¹ 张玉敏² 丁健¹ 刘娜²

(新疆油田公司石西油田作业区¹,新疆 克拉玛依 834000;新疆油田公司实验检测研究院²,新疆 克拉玛依 834000)

摘要: 油田监控中有大量需要定期设置报警限的参数,利用 SCADA 实时数据库技术对监控点近期运行状况进行数学分析,通过内部逻辑算法集成,自动生成监控参数报警限,使系统发出警报,有利于监控人员迅速判明现场情况,及时采取应对措施。采用 SCADA 智能报警技术,在自动设置报警限和智能报警方面取得了很好的成效,有效提高了系统报警的直观性和准确性。

关键词: 油田监控 智能报警 算法集成 SCADA 数据库

中图分类号: TP277 **文献标志码:** A

Abstract: In oilfield monitoring, there are a large number of parameters that need to regularly set the alarm limits; by adopting SCADA real time database technology, the recent operation status of the monitored points is analyzed mathematically, through internal logic algorithm integration, the alarm limits are generated automatically for monitoring parameters, thus to make the system announces alarms, this is helpful for operators to judge field conditions and make countermeasures promptly. By using intelligent alarm technology of SCADA, good effects are obtained in automatic alarm limit settings and intelligent alarms, the intuitiveness and accuracy of the system alarms are enhanced effectively.

Keywords: Oilfield monitoring Intelligent alarm Algorithm integration SCADA Database

0 引言

在油田生产过程中,油井、计量站、集油处理站等生产单元的压力水平经常随单井产能、管线通畅情况、站库工艺参数等因素的变化而波动,这就为油田自动化监控的报警限设置带来了很大的工作量,且经常出现报警限设置不及时的情况。在井站数量众多的自动化油田中,由于存在上述情况,监控系统往往存在大量的无效报警,监控人员被迫采用更加准确但耗时的人工翻阅曲线方式来筛查异常情况,原有报警系统功能未能发挥,工作效率下降。另外因个人素质、经验及精神状态等的差异,不同监控人员对现场发出的报警信息可能会产生不同的判断,这对现场需要采取的应对措施非常关键。为了提高监控人员的现场判断能力,可以将监控过程中关于现场的异常情况进行定量分析判定,并以内部程序的形式固化到报警系统中,使其发出近似于人工判断的智能报警^[1]。

1 SCADA 系统现状

以地处沙漠地区油气当量年产百万吨以上的石西油田作业区为例,其数据采集与监视控制(supervisory

control and data acquisition, SCADA) 系统监控着石西、石南、莫北、石南 31 四个油气田的 60 余座计量站、600 余口油气水井,共计 5 963 个监控点。单井、计量站、联合站间的密闭系统由于各种原因而导致内部压力水平时有波动,因此需要定期重新设定系统内大量监控点的报警限。据统计,这类性质的监控点约占总数的三分之一,即 2 000 点以上。一般来说,油井油、套、回压、光杆负荷、计量站集油(水)线压力等值随时间变化,报警值需 1 个月校订一次,以保证其有效性。抽油井抽油杆负荷和电机电流的情况类似。

按照每个监控点设置高高报、高报、低报、低低报四个报警限约需要花费 2 min,2 000 点设置报警限需要 4 000 min,折合 66 h 左右,在实际过程中工作人员通常需要 10 d 以上的时间才能全部设完。实际情况是报警限的设置经常处于滞后状态,系统存在大量的无效报警,给监控工作带来了很大难度。为了弥补报警系统效率低下的问题,监控人员每 4 h 翻阅一遍监控参数曲线,确定现场情况。翻阅参数曲线能够直观准确地发现异常情况,但其缺点是速度慢、周期长,发现问题的及时性远低于对即时报警的确认。

2 智能报警设计与实现

2.1 报警限类型

一般来说,运行水平随时间波动的监控参数都需

修改稿收到日期:2012-07-10。

第一作者樊跃江(1973-),男,1996年毕业于电子科技大学微电子学专业,获学士学位,高级工程师;主要从事信息工程方面的研究。

要定期重新设置报警限^[2]。在油田监控中主要监控点类型如表 1 所示。

表 1 监控点类型
Tab.1 The types of monitored points

序号	类型	监控点	报警频率
1	抽油井	油(回)压、抽油杆负荷	频繁
2	自喷井	油压、套压、回压	频繁
3	注水井	注水压力	较频繁
4	计量站	集油管汇、分离器、注水管汇压力	较频繁
5	气井	一、二、三级阀后压力,温度	一般
6	水源井	压力、流量、电流(A、B、C)	一般

2.2 报警限设置方法

程序设置监控点报警限的原理和人工设置方法是类似的,但程序设置的报警限更加准确、可靠。程序首先从 SCADA 历史库取近期一段平稳、无异常情况的监控点数据作为参照,时长为 24 h 或 48 h,以 5 min 或 10 min 为间隔对参照值进行周期取样,并按大小排序。对最大的前 10(或 6)个值取平均值,作为该监控点的波动高值。在此基础上加一个经验值作为这个监控点的高位报警限。低位报警限的算法类似,即对取值并排序后的最小的 10(或 6)个值取平均,作为波动低值,在此基础上减去一个经验值作为低位报警限(最低为 0,不能为负值)。在程序界面,经验值(负荷跨度百分比系数)可以进行微调,以适应实际需要。以下以自喷井回压、油压和抽油机负荷为例进行说明。

对于自喷井回压,一天的波动高值为 1.0 MPa,波动低值为 0.8 MPa。设置报警限时,根据波动情况,对波动高值加 0.1 MPa 即 1.1 MPa,作为回压高报警限,加 0.3 MPa 即 1.3 MPa 作为高高报警限;对波动低值减 0.1 MPa 即 0.7 MPa,作为回压低报警限,减 0.3 MPa 即 0.5 MPa 作为低低报警限。经验值是监控人员做出的经验选择,因监控点类型不同而不同。对于自喷井油压,高限经验值和高高限经验值分别为 0.5 MPa 和 1.0 MPa。

抽油机负荷的报警限设置比较特殊,在实际监控中,抽油机负荷跨度的变化往往能更准确地反映抽油机的工作状态(负荷跨度是 SCADA 系统的一个监控点)。因为抽油泵下放深度,抽油泵、抽油杆工作状态等因素差别,各抽油机负荷、负荷跨度差别较大,所以不存在一个通用的经验值去帮助确定抽油机负荷跨度的上下报警限。

经过测试,选用了百分比法去设定负荷跨度的报警限,即当程序计算出负荷跨度的波动高值后,再乘以一个百分比系数作为负荷跨度的高报警限。低报警限的

算法类似^[3-6]。如抽油机负荷跨度波动高值为 1.2 t,那么高报警限值则为 $1.2 \times (1+20\%) = 1.44 \text{ t}$;波动低值为 0.8 t,低报警限值为 $0.8 \times (1-20\%) = 0.64 \text{ t}$ 。

2.3 异常情况确定

在油田监控中,监控人员对于现场异常情况的判断往往要综合几个因素。如当注水井管线破时,SCADA 系统会同时监测到计量配水站中该井的注入压力下降,注水量上升;对于抽油井,当井下抽油泵出现漏失时,SCADA 系统将会监测到该井的回压、抽油杆负荷跨度都出现低限报警;在现场发生抽油杆断脱等极端现象时,该井的负荷将出现跳跃式的下落,同时回压也有一个明显的下落。

经过分析,将现场情况中的若干异常情况的表现形式总结如表 2 所示。

表 2 异常情况表现形式

Tab.2 The forms of expression for abnormal conditions

序号	类型	异常名称	表现形式
1	抽油机	管线堵	回压上限报警,时长 30 min 以上
		管线破	回压下限报警
		泵漏	回压、负荷跨度下限报警
2	自喷井	抽油杆断拖	回压下限报警,负荷高低报警
		油嘴堵	油压上限报警、回压下限报警
		管线破	回压下限报警
3	注水井	管线堵	回压上限报警
		油嘴刺大	油压下限、回压上限报警
		管线破	压力下限报警,流量上限报警
4	计量站	管线堵	压力上限,流量下限报警
		管线破	注水压力下限报警
		安全阀起跳	压力下限报警,计量分离器液位上限报警

2.4 智能报警实现

SCADA 智能报警辅助分析系统架构如图 1 所示。

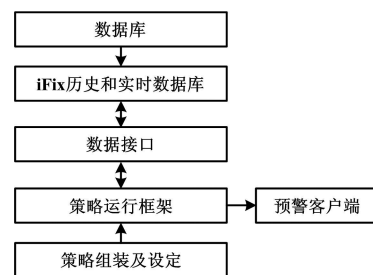


图 1 系统架构

Fig.1 System architecture

系统是以现有 iFix 平台为基础,依托油田自动化网络环境,以 Windows 通信接口技术开发出的客户端/服务器模式的程序。在网内架设一台专用的策略服务器,运行策略服务程序。策略服务程序支持客户组

各种报警策略及其他分析策略。在组态完成策略组装后,策略运行框架周期执行或者条件触发设定好的策略,报警限值的分析计算也是在策略中实现^[7-8]。同时,策略服务定义数据访问接口,具有访问 iFix 历史数据库和实时数据库的功能。

在实际开发中,采用 Python(蟒蛇)脚本作为嵌入脚本的分析解析器。当目标参数的变化符合脚本定义的条件时,报警系统将发出一条智能报警信息,如“某井泵漏”、“某计量站安全阀起跳”等^[9-10]。在此,Python 脚本可以方便地扩展、组合各种逻辑,满足监控人员的预定要求。智能报警脚本设置界面如图 2 所示,SCADA 智能报警系统客户端报警上下限设置界面如图 3 所示。



图 2 智能报警脚本设置界面

Fig. 2 Script setting interface for intelligent alarm

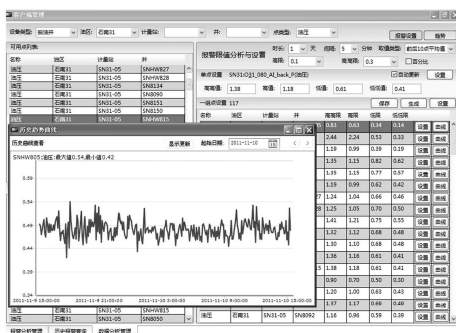


图 3 客户端报警上下限设置界面

Fig. 3 High/Low limits setting interface for client alarm

3 应用效果

SCADA 智能报警辅助分析系统从 2011 年 10 月下旬开始试运行,经过半年多的调试与改进,取得了很好的效果。

① 报警限设置程序显著提高了报警限设置效率,缩短了设置报警的周期,以前 10 d 左右的工作量,现在 1 h 即可完成。同时报警的数量趋于合理,自系统应用以来,由于报警限设置及时有效,经统计,报警量从原来的每天 1 200 条左右已减少至 200 条以下,仅为原来的 1/6。在现场异常情况总数不变的条件下,

报警量的大幅度降低意味着监控人员甄别异常情况的及时性大幅提高,同时也降低了发生监控疏漏的几率。

② 系统的智能报警功能直观而明确,监控人员可以快速判定异常情况,及时采取应对措施,这对于缺乏经验的监控人员尤为有益。智能报警的策略组态灵活易用,监控人员只要稍作学习就可以独立添加新的策略,系统的后续扩展性较强。

③ SCADA 智能报警辅助分析系统是以现有 iFix 平台为基础,以 Windows 通信接口技术开发出的客户端/服务器模式的程序。该系统架设了一台专用的策略服务器用以运行策略服务程序,并与 iFix 的历史数据库与实时数据库进行数据交互。经监测,系统运行期间策略程序对 SCADA 系统的影响可以忽略不计,从而保证了整个监控系统的稳定性。

4 结束语

智能报警系统是发挥 SCADA 系统监控效率的关键所在,目前 SCADA 实时数据库技术已经比较成熟,只要条件明确,专业人员通过编程可以实现复杂的分析功能。如对于某一口抽油井产量的异常下降,分析程序可以将负荷(功图)、油压、回压等数据关联起来,从而判断是因为地质变化、抽油泵、油管漏还是单井管线破引起的。在油田生产中的诸多现象都是类似的多方面参数的关联表现,通过研究这些关联性并以数学模型的形式清晰化,可以最终以计算机程序的形式实现智能预警和监控。目前该项研究尚处于起步阶段,未来油田智能监控技术将大有作为。

参考文献

- [1] 孙东. 抽油机电参数远程智能故障诊断技术研究[J]. 自动化仪表, 2012, 33(5): 22-23.
- [2] 樊跃江, 赵丽萍, 郭宝灵, 等. 关于改进 SCADA 报警系统的几点探讨[J]. 新疆石油天然气, 2011, 7(2): 83-84.
- [3] 王振明. SCADA 软件系统的设计与开发[M]. 北京: 机械工业出版社, 2009: 16-19.
- [4] 王华忠. 监控与数据采集系统及其应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2010: 25-27.
- [5] 刘志. 基于 OPC 技术的生产数据采集与过程监控系统研究与开发[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2009.
- [6] 张福军. 油田抽油机参数无线数据采集与监控系统的设计[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2010.
- [7] 宋新航. SCADA 系统设计和实现[D]. 天津: 天津大学, 2007.
- [8] 王淑玲. 大港油田油井自动化监控系统的设计[D]. 天津: 天津大学, 2008.
- [9] 蒋能记. 陆梁油田自动化异构系统融合技术研究与应用[D]. 成都: 西南石油大学, 2007.
- [10] 李跃华. 智能报警系统的设计与实现[D]. 南京: 南京理工大学, 2006.