

# Study on Intelligent Monitoring System for Oil-Immersed Power Transformer Cooling System Based on Virtual Instrument

Nan Wang, Jufang Wei, Wei Wang

Electric Power Research Institute of State Grid Tianjin Electric Power Corporation, Tianjin  
Email: wangnan8387@163.com

Received: May 30<sup>th</sup>, 2017; accepted: Jun. 25<sup>th</sup>, 2017; published: Jun. 28<sup>th</sup>, 2017

---

## Abstract

The traditional oil-immersed power transformer cooling control system is often achieved by setting the control cabinet next to the transformer to control the transformer cooling system. In this way, there are some problems such as lack of remote monitoring and necessary data storage capabilities, low reliability and other issues. This paper presents an intelligent monitoring system of oil-immersed transformer cooling system based on virtual instrument technology. The system is composed of intelligent control cabinet and monitoring system with Labview platform. It can control the cooling system according to the transformer oil temperature and load. The other functions include real-time display transformer and cooling system work, real-time data storage, forced manual remote control cooling system and transformer temperature field display, which has an important practical significant for safe operation of transformers.

## Keywords

Oil-Immersed Transformers, Monitoring System, Temperature Field, PLC, Virtual Instrument

---

# 基于虚拟仪器的油浸式电力变压器冷却智能监控系统研究

王楠, 魏菊芳, 王伟

国网天津市电力公司电力科学研究院, 天津  
Email: wangnan8387@163.com

收稿日期: 2017年5月30日; 录用日期: 2017年6月25日; 发布日期: 2017年6月28日

## 摘要

传统的油浸式电力变压器冷却控制系统常采取在变压器旁设置控制柜的方式对变压器冷却系统进行控制。针对无法远程监控,可靠性低等问题,本文提出一种基于虚拟仪器技术的油浸式变压器冷却智能监控系统,该系统由智能控制柜和以Labview为平台的监控系统组成,根据变压器油温、负荷进行控制,集实时显示变压器及冷却系统工作情况、数据实时存储、强制手动远程控制冷却系统和变压器温度场显示于一体,对变压器的冷却系统进行有效控制与监控。

## 关键词

油浸式变压器, 监控系统, 温度场, 可编程控制器, 虚拟仪器

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

电力变压器作为大电网的关键设备,保障其安全稳定运行,是电力系统的重中之重[1] [2]。其中油浸式变压器因其造价低,电压等级高,冷却效果好,容量大等优点,被广泛使用于变电站中[3] [4]。大型的油浸式变压器通常为强迫油循环风冷。目前这种变压器的冷却系统通常采用 PLC 系统结合继电器等实现对变压器冷却系统近距离控制[5]。这种控制方式缺乏远程监控能力,当发生突然情况时,不能实现远程手动控制,而且缺乏对变压器数据的存储,这大大降低了变压器系统运行的稳定性,严重地影响了电网的可靠运行[3] [4]。

针对现有油浸式变压器冷却系统控制技术存在的问题,本文设计了一种基于虚拟仪器技术的油浸式电力变压器冷却智能监控系统。该系统将 Labview 虚拟仪器技术、ANSYS 温度场分析技术与 PLC 技术集于一体,充分发挥了 PLC 的稳定性,Labview 的易操作性,实现对油浸式变压器的智能控制,变压器冷却系统的远程手动控制,实时计算显示变压器温度场、存储数据以及故障报警等功能。

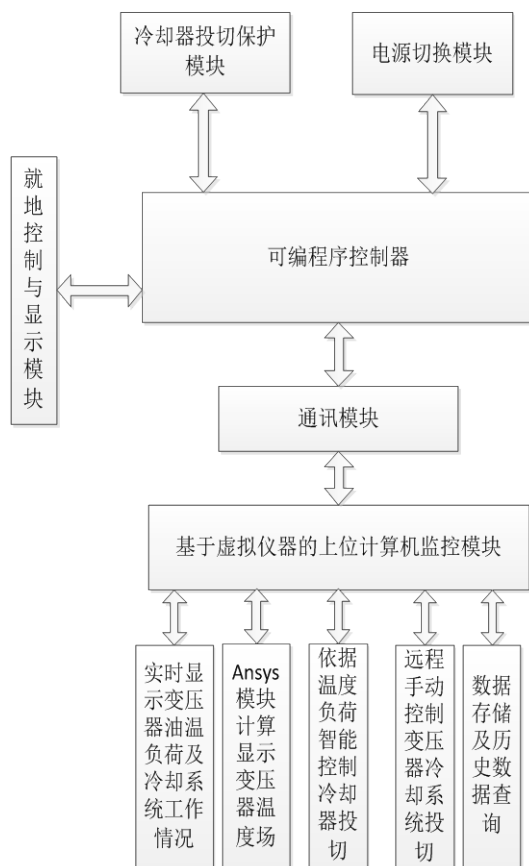
## 2. 系统的硬件构架

### 2.1. 系统总体架构

油浸式电力变压器冷却系统智能控制系统以高性能可编程控制器 PLC 硬件和 LabVIEW 软件为核心,充分发挥了 PLC 和 LabVIEW 智能化的潜能,实现了对油浸式电力变压器冷却系统的智能控制。本系统主要由电源切换模块、冷却器投切保护模块、就地控制与显示模块,通讯模块和上位计算机监视模块组成。能够实现油浸式电力变压器油温、负荷的实时远程与就地显示、冷却系统的就地与远程智能控制显示、冷却器故障报警等的功能,总体结构框架如图 1 所示。

### 2.2. 油浸式电力变压器冷却系统智能控制柜

油浸式电力变压器冷却系统智能控制系统是为了能够将变压器油温控制在规定的安全范围内,而自主研发的变压器冷却器智能控制系统。智能控制柜具有显示控制面板和后面板。前面板装有变压器冷却



**Figure 1.** Intelligent control system structure diagram of oil-immersed power transformers cooling system  
**图 1.** 油浸式电力变压器冷却智能控制系统结构图

系统工作状态指示灯，可以显示风机油泵工作故障状态及变压器油温、负荷情况。手动旋钮可以手动控制变压器冷却系统的投切。显示控制面板如图 2 所示。

控制柜后面板主要放置双电源转换开关、西门子 S7-200 型号 PLC、空气开关、接触器、中间继电器、旋钮和指示灯等部件。双电源自动转换开关主要功能为主备工作电源自动切换，当常用电源故障出现时，自动切换到备用电源。当两路电源都正常时，常用电源工作，备用电源处于备用状态。西门子 S7-200 可编程控制器 PLC 为控制系统的核心，可以根据输入的油温、负荷开关量信号，通过编程实现智能控制策略，输出控制各冷却器的开关量信号，进而实现变压器冷却系统的智能控制。PLC 通过给小型中间继电器输入开关量信号，进而控制接触器式中间继电器的通断，进而控制冷却器的启停。智能控制柜前面板的指示灯可以就地显示各冷却器及其两路供电电源的工作故障情况，油温和负荷的变化情况；旋转开关可以就地控制冷却器的启停。PLC 可将变压器各冷却器及其两路供电电源的工作与故障情况，油温和负荷变化情况发送给上位计算机，然后经工控机对数据进行处理显示存储。通讯模块与上位机的连接方式如图 3 所示。

控制柜具有 53 个接线端子，可以控制三组风机共计三组十台风机及三组十台油泵的投切。通过变压器油温及负荷传感器采集变压器状态。

本系统不仅能够智能控制变压器冷却器，还可以在变电站高电磁干扰环境的情况下，将冷却系统工作情况传到远方，进行远程的智能监控。



Figure 2. The display and control panel of intelligent control cabinet  
图 2. 智能控制柜显示控制面板

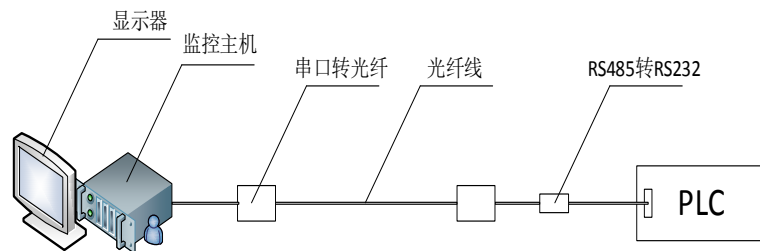


Figure 3. The connection diagram of communication module and the host computer  
图 3. 通讯模块与上位机的连接方式图

### 3. 系统软件开发环境及变压器冷却系统智能监测与控制

#### 3.1. 基于虚拟仪器的系统软件实现方法

基于虚拟仪器的系统软件实现方法采用 LABVIEW 与 ANSYS 的混合编程的方法[6]。油浸式电力变

压器冷却系统监控平台以 windows7 系统工控机为基础, 采用 LABVIEW 作为虚拟仪器开发平台, LABVIEW 采用可视化的 G 语言, 广泛应用于控制监测系统的开发。本系统具有实时显示变压器冷却系统工作情况和变压器油温负荷、依据油温及负荷智能控制冷却器投切、远程手动控制变压器冷却系统投切及数据保存及历史数据查询功能。为了更全面的保障电力变压器的安全稳定运行, 当变压器温度超过 55 摄氏度时, 借助嵌入到 LABVIEW 监控平台的 ANSYS 温度场计算模块, 可以实时精确计算此时变压器的温度场情况, 值班人员通过界面显示窗的温度场分析, 可以及时准确地找出变压器的温度分布情况。

### 3.2. 程序流程设计

基于虚拟仪器技术的油浸式电力变压器冷却系统智能监控系统是集变压器油温及负荷情况监测、变压器风机油泵工况实时显示、数据实时存储、强制手动远程控制冷却系统风机油泵启停和变压器温度场显示于一体的远程智能监控平台, 各个模块相互协作实现整个系统的智能监控功能。

为了防止某一台风机长时间工作, 程序设计为当变压器温度超过 55℃ 低于 65℃ 时, 采取风机轮循工作机制, 一组风机工作一段时间会自动切除, 二组风机会自动投入。当温度超过 65℃ 低于 75℃ 时, 会投入两组风机同时工作。温度超过 75℃ 时, 三组风机会依次投入工作。当负荷超过 65% 时, 一组油泵自动投入, 工作一段时间会自动切除, 二组油泵自动投入, 一二组油泵轮循工作。当负荷超过 75% 时, 考虑油流效应, 一组、二组、三组会分阶段投入工作。这种工作机制保证了变压器冷却系统风机油泵的高效利用, 解决了某个风机或油泵工作时间过长的问题。

为了使变压器油温及负荷情况监测、变压器风机油泵工况显示、数据存储、强制手动远程控制冷却系统风机油泵启停和变压器温度场显示等功能更清晰直观方便操作, 本文利用虚拟仪器技术设计了具有较好人机互动能力的油浸式电力变压器冷却系统智能监控系统操作界面, 使得对变电站的冷却系统工作

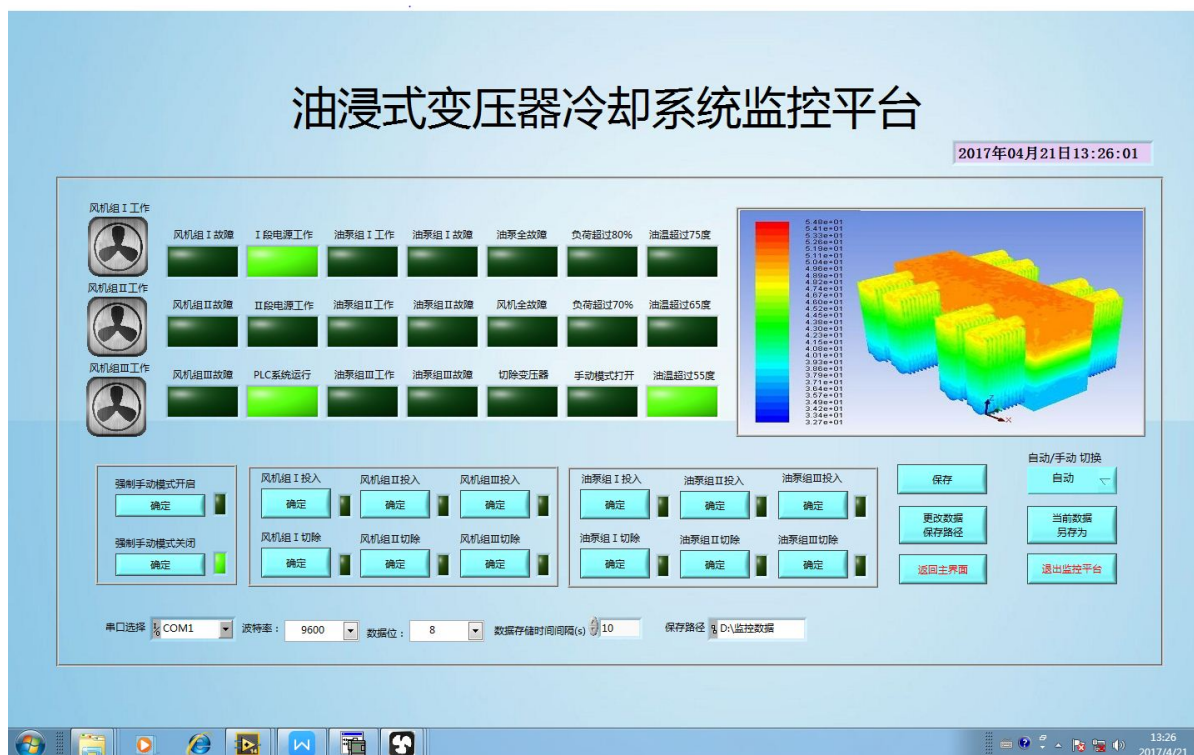


Figure 4. Monitoring interface

图 4. 监控界面



**Table 1.** System test accuracy  
**表 1.** 系统测试准确率

测试项目	测试次数	正确执行	准确率
模拟温度	50	50	100%
风机轮循	50	50	100%
模拟负荷	50	50	100%
温度场显示	50	50	100%
手动控制	50	50	100%
数据查询	50	50	100%

故障情况、变压器油温负荷情况、数据存储及远程手动控制均带来极大的便捷，也有利于保障变压器的安全稳定运行[7]。当温度超过 55 度时，系统计算并显示变压器温度场，风机组一投入工作，温度信号灯点亮，监控平台界面如图 4 所示。

#### 4. 现场验证

为了验证本套系统的性能，通过自行设计了触发信号模拟箱对本系统进行了测试。通过真实模拟变压器工作情况 50 次，系统执行均达到了预期效果。其验证结果如表 1 所示。

#### 5. 总结

本文主要设计了集变压器油温及负荷情况监测、变压器风机油泵工况实时显示、数据实时存储、强制手动远程控制冷却系统风机油泵启停和变压器温度场显示于一体的油浸式电力变压器冷却系统智能监控系统，配合自行研制的油浸式电力变压器冷却系统智能控制柜，可以对变压器的冷却系统实现智能监控。监控系统运行稳定，为变压器安全运行提供了有力的保障。

#### 基金项目

国网天津市电力公司科技项目资助(项目号: KJ16-1-18)。

#### 参考文献 (References)

- [1] 裴建芝. 电力变压器冷却系统技术改造及效益分析[J]. 价值工程, 2016(25): 181-182.
- [2] 南春雷, 吴继兵, 白永祥, 梅纪东, 李文兴. 强油风冷变压器冷却系统改造的探讨与实践[J]. 科技创新导报, 2016(14): 25-26 + 29.
- [3] 黄柯. 自耦式强油风冷变压器冷却系统改造及节能评估[J]. 智能电网, 2014(10): 42-45.
- [4] 陈德. 220 kV 强迫油循环风冷电力变压器冷却系统改造分析[J]. 科技信息, 2012(35): 143-144+149.
- [5] 陈挺. PLC 技术在变压器冷却系统改造中的应用[D]: [硕士学位论文]. 青岛: 中国石油大学, 2010.
- [6] Chen, G., Xu, M., Liu, T., Ni, J. and Zhang, Y. (2013) Intelligent Control System of Transformer Cooling Based on DCS and Dual PLC. 2013 *Fifth International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation*, Hong Kong, 648-651.
- [7] 杨理, 李林川, 李俊元, 刘梅, 张健. 强油循环风冷变压器冷却系统自控装置的研制[J]. 电力系统及其自动化学报, 2004(5): 52-55.

**期刊投稿者将享受如下服务：**

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：[aepe@hanspub.org](mailto:aepe@hanspub.org)