

基于 PLC 和变频器的变压器风冷控制系统设计

曹胜敏, 张铜钢

(唐山学院 装备制造系, 河北 唐山 063020)

摘要: 针对油浸自冷式变压器温度过高的问题, 设计了由 S7-200PLC 和变频器构成的强制风冷系统。用该系统对车间变电所的变压器进行降温处理, 可以改善变压器的运行环境, 提高其负荷率。

关键词: 变压器; 强制风冷; 运行环境

中图分类号: TP273⁺.2; TM411 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-349X(2015)03-0032-02

DOI: 10.16160/j.cnki.tsxyxb.2015.03.011

Design of Transformer Air-Cooling Control System Based on PLC and Frequency Conversion

CAO Sheng-min, ZHANG Tong-gang

(Department of Equipment manufacturing, Tangshan College, Tangshan 063020, China)

Abstract: The authors of this paper have designed a forced air-cooling system which contains a frequency inverter and S7-200PLC to overcome the problem of overheat. The system is capable of cooling the workshop substation transformers, and improving the transformer's operating environment and the load rate.

Key Words: transformer; forced air cooling; operating environment

近年来, 由于全球环境变化, 夏季各地气温屡创新高, 厂用变压器面临高温考验。中小型工厂配电变压器多数采用油浸式变压器, 其容量在 1 000 KVA 以下^[1], 没有达到加装风冷系统的标准, 均采用油浸自冷式, 温度保护较简单^[2]。某单位配电变压器为 400 KVA, 安装在室内, 除给工厂供电外, 还为三栋家属楼供电, 曾在 2000 年扩容, 增加了两个低压配电屏, 负荷率 85%, 在夏季用电高峰时运行温度极高。为此笔者给这台油浸自冷式变压器设计了风冷控制系统, 以改善变压器的夏季运行环境。

1 油浸式变压器的工作环境

S9 系列变压器的额定工作条件: ①海拔高度不超过 1 000 m; ②最高环境温度+40℃; ③最高年平均温度+20℃; ④最高月平均温度+30℃; ⑤户外最低气温-25℃^[3]。

变压器运行时, 绕组、铁芯、钢铁结构件中均要产生损

耗, 这些损耗将转变为热量散发到周围介质中, 从而引起变压器温度升高。变压器的温升计算, 是要计算各部分的温差和温升, 即绕组对油的温差、绕组对空气的平均温升、油对空气的平均温升及顶层油温升。油浸式变压器在连续额定容量稳态下的正常温升限值见表 1^①。

表 1 温升限值

名称		温升限值/K
顶层油温升	油不与大气直接接触的变压器	60
	油与大气直接接触的变压器	55
绕组平均温升(用电阻测量)		65
铁芯、绕组外部的电气连接线或油箱中的结构件		不超过 80

为了检测变压器运行时各部件的温度, 规定以变压器上层油温来确定变压器的允许温度。允许温度=允许温升+40℃。通过计算, 变压器顶层油的允许温度为 100℃(油不

① 见沈阳变压器有限公司《油浸式电力变压器设计手册》, 1999 年, 第 147—148 页。

与大气直接接触的变压器)。变压器本身应有供温度计用的管座,设在油箱的顶部,并伸入油内 $120 \pm 10 \text{ mm}^{[3]}$,以测量变压器的顶层油温。

2 变压器风冷控制系统的组成及原理

2.1 系统的组成

系统由风机、PLC、温度传感器、变频器构成。

温度传感器采用 BD-PT-B001 型直管封装铂电阻 PT100,接线方式采用两线制,工作温度设定为 $0 \sim 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$,对应输出信号 $0 \sim 10 \text{ V}$,供电电源 24 VDC ,用它取代变压器油温测量管座中的温度计。PLC 选用 S7-200 系列 CPU224,模拟量输入模块 EM231,模拟量输出模块 EM232。4 台风机安装在变压器的 4 个面。选用一台三菱变频器,使系统工作更节能。

EM231RTD 热电阻模块的设定开关 SW1—SW5 状态为 00100,模拟量输出模块 EM232 用其电压端子。变频器的参数见表 2。

表 2 变频器参数设置

项目	上限 频率	下限 频率	基准 频率	启动 时间	减速 时间	运行 模式
参数号	Pr. 1	Pr. 2	Pr. 3	Pr. 7	Pr. 8	Pr. 78 Pr. 79
设定值	50 Hz	0 Hz	50 Hz	5 s	2 s	0 2

2.2 控制原理

变压器顶层油温达到 $60 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 时风冷系统启动,达到 $75 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 时报警。在 $60 \sim 75 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间时,变频器输出频率随温度而变化,温度高则输出频率高,风机转速高。若温度持续低于 $60 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 一个小时后,风冷系统停止。温度达到 $90 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,自动切断变压器及风冷系统电源。系统将当日最高温度存入固定存储空间,以便查询。系统框图如图 1。

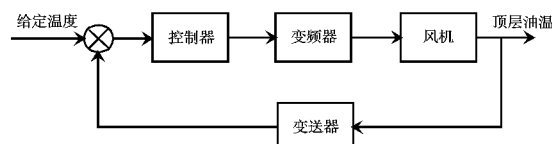


图 1 系统框图

控制过程为:将设定温度存入 PLC,传感器检测顶层油温,并变成 $0 \sim 10 \text{ V}$ 电压,送给 EM231 输入端,存入 AIW0。执行 PID 控制指令,将结果 AQW0 经 D/A 转换后从 EM232 的 M0,V0 输出给变频器的 2 和 5 端,使变频器输出相应频率,控制风机运行,使油温维持在 $60 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

3 变压器风冷控制系统的程序

3.1 PLC 的 I/O 分配表

PLC 输入端有开关量和模拟量两种信号,但电源均为 DC24 V。输出端的继电器负载用 AC220 V 电源,接于第一组输出端 Q0.0—Q0.3,指示灯负载用 DC24 V 电源,接于第二组输出端 Q0.4—Q0.6,见表 3。

表 3 PLC I/O 分配

输入			输出		
设备	地址	功能	设备	地址	功能
按钮 1	I0.0	启动系统	继电器 1 线圈	Q0.0	接通警铃
变送器	AIW0	反馈输入	继电器 2 线圈	Q0.1	切断变压器
EM235 AQW0 输出信号			指示灯 1	Q0.4	运行指示
			指示灯 2	Q0.5	报警指示

3.2 部分程序

系统程序采用模块式,可以优化程序结构,节省扫描时间。系统程序包括主程序、PID 子程序、中断程序。主程序的功能是调用子程序;PID 子程序完成的工作是,确定 PID 各参数并填入回路表,设置 PID 运算周期并进行重点连接;中断程序的功能是读过程变量油温值,将过程变量转化成标准化实数并填入回路表,执行 PID 指令,将输出值转换为符号整数输出。这里用定时中断 0,其时间间隔存储器为 SMB34,中断号为 10。

$$Y_t = K_c e(t) + K_c \frac{1}{T_I} \int_0^t e(t) dt + M_{initial} + K_c T_D \frac{de(t)}{dt}, \quad (1)$$

$$Y_n = K_c (SP_n - PV_n) + K_c \frac{T}{T_I} (SP_n - PV_n) + YX + K_c \frac{T_D}{T} (SP_{n-1} - PV_n). \quad (2)$$

PID 算法是将连续系统 PID 调节的微分方程式(1)进行离散化后,再利用 PLC 处理的重复性,变成如式(2)的形式。

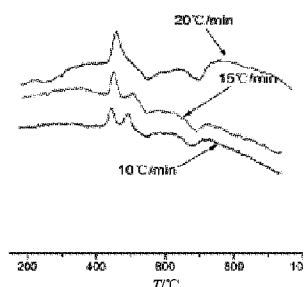
由离散化的 PID 算法可知,PLC 在执行 PID 调节指令时,需对算法中的 9 个参数进行运算,为此需要建立一个 PID 参数表^[4]。PID 参数表的格式及含义见表 4,该表由 36 个字节组成。

表 4 PID 参数

偏移地址(VB)	变量名	数据格式	I/O 类型	取值范围
0	反馈量(PVn)	双字实数	输入	0.0~1.0
4	给定值(SPn)	双字实数	输入	0.0~1.0
8	输出值(Yn)	双字实数	输入/输出	0.0~1.0
12	增益(Kc)	双字实数	输入	比例常数,可正可负
16	采样时间(T)	双字实数	输入	单位为 s,正数
20	积分时间(TI)	双字实数	输入	单位为 min,正数
24	微分时间(TD)	双字实数	输入	单位为 min,正数
28	积、微分前项(YX)	双字实数	输入/输出	0.0~1.0
32	反馈量前值(PVn-1)	双字实数	输入/输出	末次执行 PID 过程变量值

PID 参数表设置程序如图 2 所示,PID 运算周期设置及中断连接程序如图 3 所示。

(下转第 64 页)



(c) 粒径在 180~240 目

图 4 不同升温速率对围场土差热分析曲线的影响

3 结论

(1) 试样粒度越大, 差热分析曲线上峰形越宽且平坦, 反应温度滞后。考虑到热消耗, 只要粒度符合生产要求, 应尽量选择原料粒度大一些。

(2) 随着升温速率升高, 差热分析曲线上反应峰的峰形变得高且尖锐, 反应温度也会有所滞后, 峰的起始温度、峰顶温度和结束温度都向高温方向有些偏移。

参考文献:

- [1] 熊国亮, 任立琴, 刘敏芳. 低成本透锂长石质耐热陶瓷的研究[J]. 中国陶瓷, 2014, 50(5): 33-35.
- [2] 樊雪琴, 侯永改, 路继红, 等. V_2O_5 对低温陶瓷结合剂性能与结构的影响[J]. 中国陶瓷, 2014, 50(7): 61-63.
- [3] 沈清, 杨长安. 差热分析结果的影响因素研究[J]. 陕西科技大学学报, 2005, 23(5): 59-61.
- [4] 陈文娟, 陈巍. 差热分析影响因素及实验技术[J]. 洛阳工业高等专科学校学报, 2003, 13(1): 10-11.
- [5] 邱小云. 差热分析曲线的影响因素[J]. 理化检验: 物理分册, 2012, 48(12): 801-803.
- [6] 曹国喜, 冯际田, 胡和方, 等. 差热分析若干影响因素探讨[J]. 玻璃与搪瓷, 2002, 30(4): 33-36.
- [7] 王仲军, 刘大成. 样品粒度对差热分析影响的研究[J]. 中国陶瓷工业, 2001, 8(3): 26-27.

(责任编辑: 李秀荣)

(上接第 33 页)

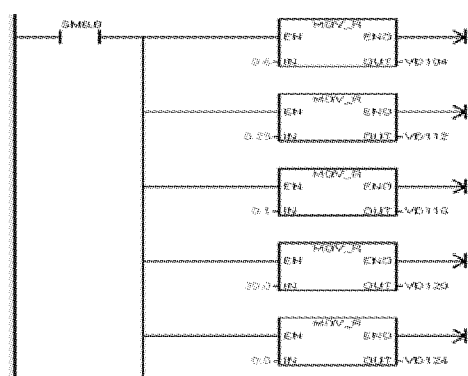


图 2 PID 参数设置程序

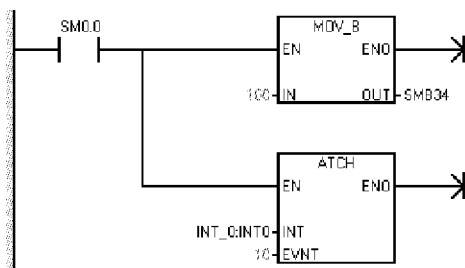


图 3 PID 运算周期设置及中断连接程序

4 结论

变压器风冷控制系统用温度传感器取代温度计, 实现了对变压器温度的检测, 安装方便, 接线简单, 运行可靠, 风冷装置节能运行。工厂的车间变压器或小型工厂的变压器, 用该风冷装置进行降温处理, 能够有效缓解由夏季气温升高以及负荷量增大引起的变压器温度过高的状况, 减少变压器事故, 保障人身和设备的安全。

参考文献:

- [1] 刘介才. 工厂供电[M]. 5 版. 北京: 机械工业出版社, 2011: 78.
- [2] 张铜钢, 曹胜敏, 宋凤娟. 基于 PLC 的工厂主变压器综合保护系统设计[J]. 变压器, 2008, 45(11): 16-17.
- [3] 谢毓城. 电力变压器手册[K]. 北京: 机械工业出版社, 2003: 101.
- [4] 徐国林. PLC 应用技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2007: 126-129.

(责任编辑: 夏玉玲)