



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105005260 A

(43) 申请公布日 2015. 10. 28

(21) 申请号 201510358924. 3

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2013. 04. 26

G05B 19/05(2006. 01)

H01F 27/08(2006. 01)

(62) 分案原申请数据

201310192119. 9 2013. 04. 26

(71) 申请人 国网山东省电力公司青岛供电公司

地址 266003 山东省青岛市市南区刘家峡路
17 号

申请人 国家电网公司

(72) 发明人 刘远龙 陈志勇 崔潇 于立涛

于强 王林峰 胡东

(74) 专利代理机构 北京三聚阳光知识产权代理

有限公司 11250

代理人 寇海侠

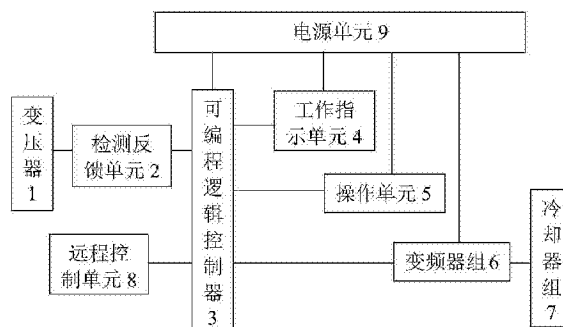
权利要求书3页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

一种变压器智能风冷变频节能方法及系统

(57) 摘要

本发明所述的一种变压器智能风冷变频节能方法及系统,系统包括检测反馈单元、可编程逻辑控制器、工作指示单元、操作单元、变频器、远程控制单元、电源单元及冷却器组,根据变压器的顶层油温、绕组温度和负载电流共同控制冷却器组运行数量和风机转速,以变压器顶层油温和绕组温度作为变频器调频控制参数,兼顾负载电流变化对冷却器转速和冷却器组的投入切除进行控制。有效避免了现有技术中变压器风冷变频节能系统及方法的灵活性差,运行方式单一,控制精度低,噪声大,没有根据变压器油温和绕组温度变化进行精确跟踪控制,冷效却果不好,不能经济的适用于各种复杂的场合与环境,不能实现冷却器的经济运行,造成了资源浪费的问题。



1. 一种变压器智能风冷变频节能系统,包括检测反馈单元、可编程逻辑控制器、工作指示单元、操作单元、变频器、远程控制单元、电源单元及冷却器组,其特征在于,

所述可编程逻辑控制器采用的变压器智能变频风冷节能方法为:根据变压器的顶层油温、绕组温度和负载电流共同控制冷却器运行数量和风机转速,具体方式为,

(1) 当变压器顶层油温或绕组温度 $T \leq 30^{\circ}\text{C}$ 且负载电流小于额定电流的 70% 时,启动工作冷却器组,所述工作冷却器组的变频器最高频率限定为 $f_{1\max}$,所述工作冷却器组的变频器初始频率为 f_1 ,此时所述工作冷却器组的变频器运行在初始频率 f_1 ,恒频恒速运行;

(2) 当变压器顶层油温或绕组温度 $30^{\circ}\text{C} < T \leq 50^{\circ}\text{C}$ 时,

此时,变压器顶层油温或绕组温度每变化 1°C ,所述工作冷却器组频率变化 Δf_2 ,

$$\Delta f_2 = \frac{(f_{1\max} - f_1)}{(50 - 30)} \text{Hz}/1^{\circ}\text{C},$$

此时所述工作冷却器组的变频器的频率为 f_2 ,

$$f_2 = f_1 + (T - 30) \times \Delta f_2;$$

(3) 当变压器顶层油温或绕组温度 $50^{\circ}\text{C} < T \leq 65^{\circ}\text{C}$ 或负载电流大于额定电流的 70% 时,所述工作冷却器组的变频器为最高频率 $f_{1\max}$,自动投运辅助冷却器组,所述辅助冷却器组的变频器最高频率设定为 $f_{2\max}$,所述辅助冷却器组的变频器起始频率为 f'_3 ,其中,所述辅助冷却器的变频器初始频率 $30\text{Hz} \leq f'_3 \leq 40\text{Hz}$,

此时,所述变压器顶层油温或绕组温度每变化 1°C ,所述辅助冷却器组的变频器的频率变化 Δf_3 ,

$$\Delta f_3 = \frac{(f_{2\max} - f'_3)}{(65 - 50)} \text{Hz}/1^{\circ}\text{C},$$

此时所述辅助冷却组的变频器的频率为 f_3 ,

$$f_3 = f'_3 + (T - 50) \times \Delta f_3;$$

(4) 当变压器顶层油温或绕组温度 $T \leq 47^{\circ}\text{C}$ 且负载小于 70% 时,辅助冷却器组自动切除;

(5) 当变压器顶层油温或绕组温度 $65^{\circ}\text{C} < T \leq 70^{\circ}\text{C}$ 时,所述工作冷却器组的变频器为最高频率 $f_{1\max}$,所述辅助冷却器组的变频器为最高频率 $f_{2\max}$,自动投运备用冷却器组,所述备用冷却器组的变频器最高频率设定为 $f_{3\max}$,所述备用冷却器组的变频器初始频率设定为 f'_4 ,其中,所述备用冷却器的变频器初始频率 $35\text{Hz} \leq f'_4 \leq 45\text{Hz}$,

此时,所述变压器顶层油温或绕组温度每变化 1°C ,所述备用冷却器组的变频器的频率变化 Δf_4 ,

$$\Delta f_4 = \frac{(f_{3\max} - f'_4)}{(70 - 65)} \text{Hz}/1^{\circ}\text{C},$$

此时所述备用冷却器组的变频器频率设置为 f_4 ,

$$f_4 = f'_4 + (T - 65) \times \Delta f_4;$$

(6) 当变压器顶层油温或绕组温度 $T \leq 63^{\circ}\text{C}$ 时,备用冷却器组自动切除;

(7) 当变压器顶层油温或绕组温度 $T \geq 70^{\circ}\text{C}$ 时,该台变压器停止运行,同时发出报警信号;

所述冷却器组分为工作冷却器组、辅助冷却器组以及备用冷却器组；

所述工作冷却器组包括三组冷却器，所述工作冷却器的变频器初始频率 $f_1 = 5\text{Hz}$ ，所述工作冷却器的变频器最高频率 $f_{1\max} = 48\text{Hz}$ ；

所述辅助冷却器组包括一组冷却器，所述辅助冷却器的变频器初始频率 $f'_3 = 36\text{Hz}$ ，所述辅助冷却器的变频器最高频率 $f_{2\max} = 58.5\text{Hz}$ ；

所述备用冷却器组包括一组冷却器，所述备用冷却器的变频器初始频率 $f'_4 = 40\text{Hz}$ ，所述备用冷却器的变频器最高频率 $f_{3\max} = 60\text{Hz}$ ；

每个所述冷却器配一个所述变频器。

2. 根据权利要求 1 所述变压器智能风冷变频节能系统，其特征在于：

所述电源单元包括两个独立、互为备用的主电源，当一个主电源发生故障时，另一个主电源投入使用，并发出报警信号，同时将故障信号通过所述远程控制单元发送至控制中心。

3. 一种变压器智能风冷变频节能方法，根据变压器的顶层油温、绕组温度和负载电流共同控制冷却器运行数量和风机转速，其特征在于：

(1) 当变压器顶层油温或绕组温度 $T \leq 30^\circ\text{C}$ 且负载电流小于额定电流的 70% 时，启动工作冷却器组，所述工作冷却器组的变频器最高频率限定为 $f_{1\max}$ ，所述工作冷却器组的变频器初始频率为 f_1 ，此时所述工作冷却器组的变频器运行在初始频率 f_1 ，恒频恒速运行；

(2) 当变压器顶层油温或绕组温度 $30^\circ\text{C} < T \leq 50^\circ\text{C}$ 时，

此时，变压器顶层油温或绕组温度每变化 1°C ，所述工作冷却器组频率变化 Δf_2 ，

$$\Delta f_2 = \frac{(f_{1\max} - f_1)}{(50 - 30)} \text{Hz}/1^\circ\text{C},$$

此时所述工作冷却器组的变频器的频率为 f_2 ，

$$f_2 = f_1 + (T - 30) \times \Delta f_2;$$

(3) 当变压器顶层油温或绕组温度 $50^\circ\text{C} < T \leq 65^\circ\text{C}$ 或负载电流大于额定电流的 70% 时，所述工作冷却器组的变频器为最高频率 $f_{1\max}$ ，自动投运辅助冷却器组，所述辅助冷却器组的变频器最高频率设定为 $f_{2\max}$ ，所述辅助冷却器组的变频器起始频率为 f'_3 ，其中，所述辅助冷却器的变频器初始频率 $30\text{Hz} \leq f'_3 \leq 40\text{Hz}$ ，

此时，所述变压器顶层油温或绕组温度每变化 1°C ，所述辅助冷却器组的变频器的频率变化 Δf_3 ，

$$\Delta f_3 = \frac{(f_{2\max} - f'_3)}{(65 - 50)} \text{Hz}/1^\circ\text{C},$$

此时所述辅助冷却组的变频器的频率为 f_3 ，

$$f_3 = f'_3 + (T - 50) \times \Delta f_3;$$

(4) 当变压器顶层油温或绕组温度 $T \leq 47^\circ\text{C}$ 且负载小于 70% 时，辅助冷却器组自动切除；

(5) 当变压器顶层油温或绕组温度 $65^\circ\text{C} < T \leq 70^\circ\text{C}$ 时，所述工作冷却器组的变频器为最高频率 $f_{1\max}$ ，所述辅助冷却器组的变频器为最高频率 $f_{2\max}$ ，自动投运备用冷却器组，所述备用冷却器组的变频器最高频率设定为 $f_{3\max}$ ，所述备用冷却器组的变频器初始频率设定为 f'_4 ，其中，所述备用冷却器的变频器初始频率 $35\text{Hz} \leq f'_4 \leq 45\text{Hz}$ ，

此时, 所述变压器顶层油温或绕组温度每变化 1°C , 所述备用冷却器组的变频器的频率变化 Δf_4 ,

$$\Delta f_4 = \frac{(f_{3\max} - f'_4)}{(70 - 65)} \text{Hz}/1^{\circ}\text{C},$$

此时所述备用冷却器组的变频器频率设置为 f_4 ,

$$f_4 = f'_4 + (T - 65) \times \Delta f_4;$$

(6) 当变压器顶层油温或绕组温度 $T \leq 63^{\circ}\text{C}$ 时, 备用冷却器组自动切除;

(7) 当变压器顶层油温或绕组温度 $T \geq 70^{\circ}\text{C}$ 时, 该台变压器停止运行, 同时发出报警信号。

4. 根据权利要求 3 所述的变压器智能风冷变频节能方法, 其特征在于, 所述辅助冷却器的变频器初始频率 $f'_3 = 36\text{Hz}$ 。

5. 根据权利要求 3 所述的变压器智能风冷变频节能方法, 其特征在于: 所述备用冷却器的变频器初始频率 $f'_4 = 40\text{Hz}$ 。

6. 根据权利要求 3 所述的变压器智能风冷变频节能方法, 其特征在于:

所述工作冷却器的变频器最高频率 $f_{1\max} = 48\text{Hz}$;

所述辅助冷却器的变频器最高频率 $f_{2\max} = 58.5\text{Hz}$;

所述备用冷却器的变频器最高频率 $f_{3\max} = 60\text{Hz}$ 。

一种变压器智能风冷变频节能方法及系统

[0001] 本申请为分案申请,母案申请号为 201310192119.9,申请日为 2013 年 4 月 26 日。

技术领域

[0002] 本发明涉及一种变压器风冷系统,属于电力设备技术领域。

背景技术

[0003] 电力变压器是电力系统主要设备之一,主要功能是电压转换和传输电流,而空载损耗、负载损耗和环境温度都会影响变压器冷却油的温度,变压器负载变化越大,损耗就越大,变压器的温度变化越大,同时变压器的温度也收外界环境的影响比较大,即使在同一天,由于昼夜温度变化和负荷峰谷差的变化叠加,更是造成变压器温度大幅变化的一个主要原因,进而影响了变压器的长期稳定运行和使用寿命。

[0004] 传统的变压器冷却系统采用继电器控制模式,通过温度控制器(油层表面、绕组温度表)有限的机械触点的开闭来驱动交流接触器的线圈,从而接通冷却器的工作回路,用热继电器实现过载、缺相等保护,用断路器实现短路保护,这种模式存在线路复杂,体积庞大,器件故障率高等缺陷,常规的温度控制节点小,容量小,误差大,控制冷却器工作电路的交流接触器启动频繁,触点容易烧坏,造成接触不良或粘连在一起,成为电机缺相或破坏绝缘的一个不可忽视的因素。另一方面断路器、接触器和热继电器的组合是控制柜的体积庞大,制造运输成本的增加,维护工作量加大,更换时收之源等一系列问题。

[0005] 现代的变压器冷却系统采用智能控制,一般采用微处理器或可编程逻辑控制器控制,虽然实现了智能,具有故障查询与联网监控操作等功能,但仍存在不少缺点:运行方式单一,不能经济的适用于各种复杂的场合与环境;不能实现冷却器的经济运行,也造成了资源的一种浪费;控制线路复杂,且不能对变压器的油温、负荷运行做连续精确的跟踪;启动电流大,对电网的冲击性较大,是接触器出头容易老化;温度控制不准确,当温度表有一组触点出现烧坏时,系统无法正常运行;温度负荷需要提供较多的节点,是电缆的芯数增加,维护、改造成本高,施工难度加大。

[0006] 专利文献 CN202404420U 公开了一种电力变压器智能变频风冷控制装置,包括变压器温度采集模块、变压器负荷采集模块、可编程控制器、变频器、触摸显示器和两组冷却风机,通过采集变压器二次侧负荷电流来直接参与变频控制,是通过负荷电流的大小来控制冷却风机的转速;当油温达到 55-60℃时,两组冷却风机按时轮回处于变频运行状态;当变压器的油温降到 45℃以下时,两组冷却风机停止工作,变压器处于自冷却状态;当变压器的油温升到 65℃时两组风机同时投入工作,若连续运行 1 小时后转为工频模式运行;当变压器的油温升至 70℃时,两组冷却风机由工频转换为变频模式运行;当变压器的油温超过 75℃时,两组冷却风机处于超频(60Hz)模式运行;当温度降低为 65℃时两组冷却风机转换为变频、按时轮回的模式运行。该技术方案根据负荷电流的大小控制变频器的工作来调节冷却风机的转速,而冷却的目的是降低温度,变压器的油温才是最重要的参数,同时由于变压器的油温除了受负载电流影响外,还受外界环境温度的影响,当外界环境温度很低时

变压器的油温不会太高,此时风机的转速仍受负载电流大小来控制,未能根据变压器油温变化进行精确的跟踪冷却控制,而冷却风机依然处于高速旋转的状态,无形中造成能源的浪费,也增加了噪声,给周边的居民及工作人员带来不便。此外,该技术方案中只设置有两组冷却风机,冷却效果有限,灵活性差,运行方式单一,不能经济的适用于各种复杂的场合与环境;不能实现冷却器的经济运行,也造成了资源的浪费。

发明内容

[0007] 本发明所要解决的技术问题是现有技术中变压器风冷变频节能方法灵活性差,运行方式单一,控制精度低,不是根据变压器油温和绕组温度变化进行精确跟踪控制,冷却效果不好,不能经济的适用于各种复杂的场合与环境,不能实现冷却器的经济运行,造成了资源浪费,从而提供一种控制精度高,变压器智能风冷变频节能方法及系统。

[0008] 为解决上述技术问题,本发明是通过以下技术方案实现的:

[0009] 一种变压器智能风冷变频节能方法,根据变压器的顶层油温、绕组温度和负载电流共同控制冷却器运行数量和风机转速:

[0010] (1) 当变压器顶层油温或绕组温度 $T \leq 30^{\circ}\text{C}$ 且负载电流小于额定电流的 70% 时,起动工作冷却器组,所述工作冷却器组的变频器最高频率限定为 $f_{1\max}$,所述工作冷却器组的变频器初始频率为 f_1 ,此时所述工作冷却器组的变频器运行在初始频率 f_1 ,恒频恒速运行;

[0011] (2) 当变压器顶层油温或绕组温度 $30^{\circ}\text{C} < T \leq 50^{\circ}\text{C}$ 时,

[0012] 此时,变压器顶层油温或绕组温度每变化 1°C ,所述工作冷却器组频率变化 Δf_2 ,

[0013]

$$\Delta f_2 = \frac{(f_{1\max} - f_1)}{(50 - 30)} \text{Hz}/1^{\circ}\text{C},$$

[0014] 所述工作冷却器组的变频器频率设置为 f_2 ,

[0015] $f_2 = f_1 + (T - 30) \times \Delta f_2$;

[0016] (3) 当变压器顶层油温或绕组温度 $50^{\circ}\text{C} < T \leq 65^{\circ}\text{C}$ 或负载电流大于额定电流的 70% 时,所述工作冷却器组的变频器为最高频率 $f_{1\max}$,自动投运辅助冷却器组,所述辅助冷却器组的变频器最高频率设定为 $f_{2\max}$,所述辅助冷却器组的变频器起始频率为 f'_3 ,

[0017] 此时,所述变压器顶层油温或绕组温度每变化 1°C ,所述辅助冷却器组的变频器的频率变化 Δf_3 ,

[0018]

$$\Delta f_3 = \frac{(f_{2\max} - f'_3)}{(65 - 50)} \text{Hz}/1^{\circ}\text{C},$$

[0019] 所述辅助冷却组的变频器频率设置为 f_3 ,

[0020] $f_3 = f'_3 + (T - 50) \times \Delta f_3$;

[0021] (4) 当变压器顶层油温或绕组温度 $T \leq 47^{\circ}\text{C}$ 且负载小于 70% 时,辅助冷却器组自动切除;

[0022] (5) 当变压器顶层油温或绕组温度 $65^{\circ}\text{C} < T \leq 70^{\circ}\text{C}$ 时,所述工作冷却器组的变频器为最高频率 $f_{1\max}$,所述辅助冷却器组的变频器最高频率设定为 $f_{2\max}$,自动投运备用冷却器

组,所述备用冷却器组的变频器最高频率设定为 $f_{3\max}$,所述备用冷却器组的变频器初始频率设定为 f'_4 ,

[0023] 此时,每变化 1°C 频率变化 Δf_4 ,

[0024]

$$\Delta f_4 = \frac{(f_{3\max} - f'_4)}{(70 - 65)} \text{Hz}/1^\circ\text{C},$$

[0025] 所述备用冷却器组的变频器频率设置为 f_4 ,

[0026] $f_4 = f'_4 + (T - 65) \times \Delta f_4$;

[0027] (6) 当变压器顶层油温或绕组温度 $T \leq 63^\circ\text{C}$ 时,备用冷却器组自动切除;

[0028] (7) 当变压器顶层油温或绕组温度 $T \geq 70^\circ\text{C}$ 时,该台变压器停止运行。

[0029] 所述工作冷却器的变频器初始频率 $5\text{Hz} \leq f_1 \leq 10\text{Hz}$ 。

[0030] 所述工作冷却器的变频器初始频率 $f_1 = 5\text{Hz}$ 。

[0031] 所述辅助冷却器的变频器初始频率 $30\text{Hz} \leq f'_3 \leq 40\text{Hz}$ 。

[0032] 所述辅助冷却器的变频器初始频率 $f'_3 = 36\text{Hz}$ 。

[0033] 所述备用冷却器的变频器初始频率 $35\text{Hz} \leq f'_4 \leq 45\text{Hz}$ 。

[0034] 所述备用冷却器的变频器初始频率 $f'_4 = 40\text{Hz}$ 。

[0035] 所述工作冷却器的变频器最高频率 $f_{1\max} = 48\text{Hz}$ 。

[0036] 所述辅助冷却器的变频器最高频率 $f_{2\max} = 58.5\text{Hz}$ 。

[0037] 所述备用冷却器的变频器最高频率 $f_{3\max} = 60\text{Hz}$ 。

[0038] 一种变压器智能风冷变频节能系统,包括检测反馈单元、可编程逻辑控制器、工作指示单元、操作单元、变频器、远程控制单元、电源单元及冷却器组。

[0039] 所述可编程逻辑控制器采用所述的变压器智能风冷变频节能方法控制所述冷却器的运行。

[0040] 所述冷却器组分为工作冷却器组、辅助冷却器组以及备用冷却器组;

[0041] 所述工作冷却器组包括三组冷却器;

[0042] 所述辅助冷却器组包括一组冷却器;

[0043] 所述备用冷却器组包括一组冷却器;

[0044] 每个所述冷却器配一个所述变频器。

[0045] 所述电源单元包括两个独立、互为备用的主电源,当一个主电源发生故障时,另一个主电源投入使用,并发出报警信号,同时将故障信号通过所述远程控制单元发送至控制中心。

[0046] 本发明的上述技术方案相比现有技术具有以下优点:

[0047] 本发明所述的一种变压器智能风冷变频节能方法,根据变压器的顶层油温、绕组温度和负载电流共同控制冷却器运行数量和风机转速,以变压器顶层油温和绕组温度作为变频器调频控制参数,兼顾负载电流变化对冷却器转速和冷却器组的投入切除进行控制。上述变压器智能风冷变频节能方法有效避免了现有技术中变压器风冷变频节能方法灵活性差,运行方式单一,控制精度低,没有根据变压器油温和绕组温度变化进行精确跟踪控制,冷效却果不好,不能经济的适用于各种复杂的场合与环境,不能实现冷却器的经济运行,造成了资源浪费的问题。

附图说明

[0048] 为了使本发明的内容更容易被清楚的理解,下面结合附图,对本发明作进一步的说明,其中,

[0049] 图 1 是本发明所述变压器智能风冷变频节能方法的流程图;

[0050] 图 2 是本发明所述变压器智能风冷变频节能系统框图。

[0051] 图中附图标记表示为:1-变压器,2-检测反馈单元,3-可编程控制器,4-状态显示单元,5-操作单元,6-变频器,7-冷却器组,8-远程控制单元,9-电源单元。

具体实施方式

[0052] 实施例 1:

[0053] 本实施例所提供的一种压器智能风冷变频节能方法的流程图 1 所示,所述变压器智能风冷变频节能方法,是根据变压器的顶层油温、绕组温度和负载电流共同控制冷却器运行数量和风机转速,方法如下所示:

[0054] (1) 当变压器顶层油温或绕组温度 $T \leq 30^{\circ}\text{C}$ 且负载电流小于额定电流的 70% 时,起动工作冷却器组,所述工作冷却器组的变频器最高频率限定为 $f_{1\max}$,所述工作冷却器组的变频器初始频率为 f_1 ,此时所述工作冷却器组的变频器运行在初始频率 f_1 ,恒频恒速运行。

[0055] 所述工作冷却器的变频器初始频率 $5\text{Hz} \leq f_1 \leq 10\text{Hz}$ 。

[0056] 本实施中,所述工作冷却器的变频器初始频率 $f_1 = 5\text{Hz}$ 。

[0057] 在其他实施例中,所述初始频率 f_1 可以取 6Hz、7Hz、8Hz、9Hz、10Hz 等值,根据变压器的型号、工况及工作环境来选择。

[0058] (2) 当变压器顶层油温或绕组温度 $30^{\circ}\text{C} < T \leq 50^{\circ}\text{C}$ 时,

[0059] 此时,变压器顶层油温或绕组温度每变化 1°C ,所述工作冷却器组频率变化 Δf_2 ,

[0060]

$$\Delta f_2 = \frac{(f_{1\max} - f_1)}{(50 - 30)} \text{Hz}/1^{\circ}\text{C},$$

[0061] 所述工作冷却器组的变频器频率设置为 f_2 ,

[0062] $f_2 = f_1 + (T - 30) \times \Delta f_2$ 。

[0063] 所述工作冷却器的变频器最高频率限定为 $f_{1\max} = 48\text{Hz}$ 。

[0064] (3) 当变压器顶层油温或绕组温度 $50^{\circ}\text{C} < T \leq 65^{\circ}\text{C}$ 或负载电流大于额定电流的 70% 时,所述工作冷却器组的变频器为最高频率 $f_{1\max}$,自动投运辅助冷却器组,所述辅助冷却器组的变频器最高频率设定为 $f_{2\max}$,所述辅助冷却器组的变频器起始频率为 f'_3 ,

[0065] 此时,所述变压器顶层油温或绕组温度每变化 1°C ,所述辅助冷却器组的变频器的频率变化 Δf_3 ,

[0066]

$$\Delta f_3 = \frac{(f_{2\max} - f'_3)}{(65 - 50)} \text{Hz}/1^{\circ}\text{C},$$

[0067] 所述辅助冷却组的变频器频率设置为 f_3 ,

[0068] $f_3 = f'_3 + (T - 50) \times \Delta f_3$ 。

[0069] 所述辅助冷却器的变频器初始频率 $30\text{Hz} \leq f'_3 \leq 40\text{Hz}$ 。

[0070] 本实施例中,所述辅助冷却器的变频器初始频率 $f'_3 = 36\text{Hz}$ 。

[0071] 在其他实施例中,所述辅助冷却器的变频器初始频率 f'_3 可选取 30Hz 、 32Hz 、 36Hz 、 38Hz 、 40Hz 等值,根据变压器的型号、工况及工作环境来选择。

[0072] 所述辅助冷却器的变频器最高频率 $f_{2\max} = 58.5\text{Hz}$ 。

[0073] (4) 当变压器顶层油温或绕组温度 $T \leq 47^\circ\text{C}$ 且负载小于 70% 时,辅助冷却器组自动切除。

[0074] (5) 当变压器顶层油温或绕组温度 $65^\circ\text{C} < T \leq 70^\circ\text{C}$ 时,所述工作冷却器组的变频器为最高频率 $f_{1\max}$,所述辅助冷却器组的变频器为最高频率 $f_{2\max}$,自动投运备用冷却器组,所述备用冷却器组的变频器最高频率限定为 $f_{3\max}$,所述备用冷却器组的变频器初始频率设定为 f'_4 ,

[0075] 此时,每变化 1°C 频率变化 Δf_4 ,

[0076]

$$\Delta f_4 = \frac{(f_{3\max} - f'_4)}{(70 - 65)} \text{Hz}/1^\circ\text{C},$$

[0077] 所述备用冷却器组的变频器频率设置为 f_4 ,

[0078] $f_4 = f'_4 + (T - 65) \times \Delta f_4$ 。

[0079] 所述备用冷却器的变频器初始频率 $35\text{Hz} \leq f'_4 \leq 45\text{Hz}$ 。

[0080] 本实施中,所述备用冷却器的变频器初始频率 $f'_4 = 40\text{Hz}$ 。

[0081] 在其他实施例中,所述辅助冷却器的变频器初始频率 f'_4 可选取 35Hz 、 37Hz 、 39Hz 、 41Hz 、 43Hz 、 45Hz 等值,根据变压器的型号、工况及工作环境来选择。

[0082] 所述备用冷却器的变频器最高频率 $f_{3\max} = 60\text{Hz}$ 。

[0083] (6) 当变压器顶层油温或绕组温度 $T \leq 63^\circ\text{C}$ 时,备用冷却器组自动切除;

[0084] (7) 当变压器顶层油温或绕组温度 $T \geq 70^\circ\text{C}$ 时,该台变压器停止运行。

[0085] 本实施还提供一种变压器智能风冷变频节能系统,如图 2 所示,包括检测反馈单元 2、可编程逻辑控制器 3、工作指示单元 4、操作单元 5、变频器组 6、远程控制单元 8、电源单元 9 及冷却器组 7。

[0086] 所述可编程逻辑控制器采用所述的变压器智能风冷变频节能方法控制所述冷却器的运行。

[0087] 所述冷却器组 7 分为工作冷却器组、辅助冷却器组以及备用冷却器组。

[0088] 所述工作冷却器组包括三组冷却器。

[0089] 所述辅助冷却器组包括一组冷却器。

[0090] 所述备用冷却器组包括一组冷却器。

[0091] 每个所述冷却器配一个所述变频器。

[0092] 所述检测反馈单元 2 检测变压器顶层油温、绕组温度和负载电流,并将检测到的温度变化信号转述给所述可编程逻辑控制器 3。

[0093] 所述电源单元 9 包括两个独立、互为备用的主电源,当一个主电源发生故障时,另一个主电源投入使用,并发出报警信号,同时将故障信号通过所述远程控制单元 8 发送至

控制中心。所述电源单元 9 两个独立、互为备用的主电源皆为 380Vac 三相电,所述可编程逻辑控制器 3 控制所述变频器组 6 将电能变换为所需要的频率后直接给所述冷却器组 7 供电,同时取某一相电即单相电 220Vac 给所述可编程逻辑控制器 3、工作指示单元 4、操作单元 5 供电。

[0094] 实施例 2:

[0095] 本实施例所提供的一种压器智能风冷变频节能方法的流程图 1 所示,所述变压器智能风冷变频节能方法,是根据变压器的顶层油温、绕组温度和负载电流共同控制冷却器运行数量和风机转速,方法如下所示:

[0096] (1) 当变压器顶层油温或绕组温度 $T \leq 30^{\circ}\text{C}$ 且负载电流小于额定电流的 70% 时,起动工作冷却器组,所述工作冷却器组的变频器最高频率限定为 48Hz,所述工作冷却器组的变频器频率为 5Hz,恒频恒速运行。

[0097] (2) 当变压器顶层油温或绕组温度 $30^{\circ}\text{C} < T \leq 50^{\circ}\text{C}$ 时,

[0098] 此时,变压器顶层油温或绕组温度每变化 1°C ,所述工作冷却器组频率变化 Δf_2 ,

[0099]

$$\Delta f_2 = \frac{(f_{1\max} - f_1)}{(50 - 30)} \text{Hz}/1^{\circ}\text{C} = \frac{(48 - 5)}{(50 - 30)} \text{Hz}/^{\circ}\text{C} = 2.15 \text{Hz},$$

[0100] 即温度 T 每升高 1°C ,频率增加 2.15Hz,油温每降低 1°C ,频率减小 2.15Hz,

[0101] 所述工作冷却器组的变频器频率设置为 f_2 ,

[0102] $f_2 = f_1 + (T - 30) \times \Delta f_2 = [5 + (T - 30) \times \Delta f_2] \text{Hz}$ 。

[0103] (3) 当变压器顶层油温或绕组温度 $50^{\circ}\text{C} < T \leq 65^{\circ}\text{C}$ 或负载电流大于额定电流的 70% 时,所述工作冷却器组的变频器为最高频率 48Hz,自动投运辅助冷却器组,所述辅助冷却器组的变频器最高频率设定为 58.5Hz,所述辅助冷却器组的变频器起始频率为 36Hz,

[0104] 此时,每变化 1°C 频率变化 Δf_3 ,

[0105]

$$\Delta f_3 = \frac{(f_{2\max} - f'_3)}{(65 - 50)} \text{Hz}/1^{\circ}\text{C} = \frac{(58.5 - 36)}{(65 - 50)} \text{Hz}/^{\circ}\text{C} = 1.5 \text{Hz}/^{\circ}\text{C},$$

[0106] 即温度 T 每升高 1°C ,频率增加 1.5Hz,油温每降低 1°C ,频率减小 1.5Hz,

[0107] 所述辅助冷却器组的变频器频率设置为 f_3 ,

[0108] $f_3 = f'_3 + (T - 50) \times \Delta f_3 = [36 + (T - 50) \times 1.5] \text{Hz}$ 。

[0109] (4) 当变压器顶层油温或绕组温度 $T \leq 47^{\circ}\text{C}$ 且负载小于 70% 时,辅助冷却器组自动切除。

[0110] (5) 当变压器顶层油温或绕组温度 $65^{\circ}\text{C} < T \leq 70^{\circ}\text{C}$ 时,所述工作冷却器组的变频器为最高频率 48Hz,所述辅助冷却器组的变频器为最高频率 58.5Hz,自动投运备用冷却器组,所述备用冷却器组的变频器最高频率设定为 60Hz,所述备用冷却器组的变频器初始频率设定为 40Hz,

[0111] 此时,每变化 1°C 频率变化 Δf_4 ,

[0112]

$$\Delta f_4 = \frac{(f_{3\max} - f_2)}{(70 - 65)} \text{Hz}/1^{\circ}\text{C} = \frac{(60 - 40)}{(70 - 65)} \text{Hz}/^{\circ}\text{C} = 4 \text{Hz},$$

[0113] 所述备用冷却器组的变频器频率设置为 f_4 ,

[0114] $f_4 = f'_4 + (T - 65) \times \Delta f_4 = [40 + (T - 65) \times 4] \text{Hz}$ 。

[0115] (6) 当变压器顶层油温或绕组温度 $T \leq 63^\circ\text{C}$ 时, 备用冷却器组自动切除。

[0116] (7) 当变压器顶层油温或绕组温度 $T \geq 70^\circ\text{C}$ 时, 该台变压器停止运行。

[0117] 本实施还提供一种变压器智能风冷变频节能系统, 如图 2 所示, 包括检测反馈单元 2、可编程逻辑控制器 3、工作指示单元 4、操作单元 5、变频器组 6、远程控制单元 8、电源单元 9 及冷却器组 7。

[0118] 所述可编程逻辑控制器采用所述的变压器智能风冷变频节能方法控制所述冷却器的运行。

[0119] 所述冷却器组 7 分为工作冷却器组、辅助冷却器组以及备用冷却器组。

[0120] 所述工作冷却器组包括三组冷却器。

[0121] 所述辅助冷却器组包括一组冷却器。

[0122] 所述备用冷却器组包括一组冷却器。

[0123] 每个所述冷却器配一个所述变频器。

[0124] 所述检测反馈单元 2 检测变压器顶层油温、绕组温度和负载电流, 并将检测到的温度变化信号转述给所述可编程逻辑控制器 3。

[0125] 所述电源单元 9 包括两个独立、互为备用的主电源, 当一个主电源发生故障时, 另一个主电源投入使用, 并发出报警信号, 同时将故障信号通过所述远程控制单元 8 发送至控制中心。所述电源单元 9 两个独立、互为备用的主电源皆为 380Vac 三相电, 所述可编程逻辑控制器 3 控制所述变频器组 6 将电能变换为所需要的频率后直接给所述冷却器组 7 供电, 同时取某一相电即单相电 220Vac 给所述可编程逻辑控制器 3、工作指示单元 4、操作单元 5 供电。

[0126] 显然, 上述实施例仅仅是为清楚地说明所作的举例, 而并非对实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说, 在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。而由此所引伸出的显而易见的变化或变动仍处于本发明创造的保护范围之内。

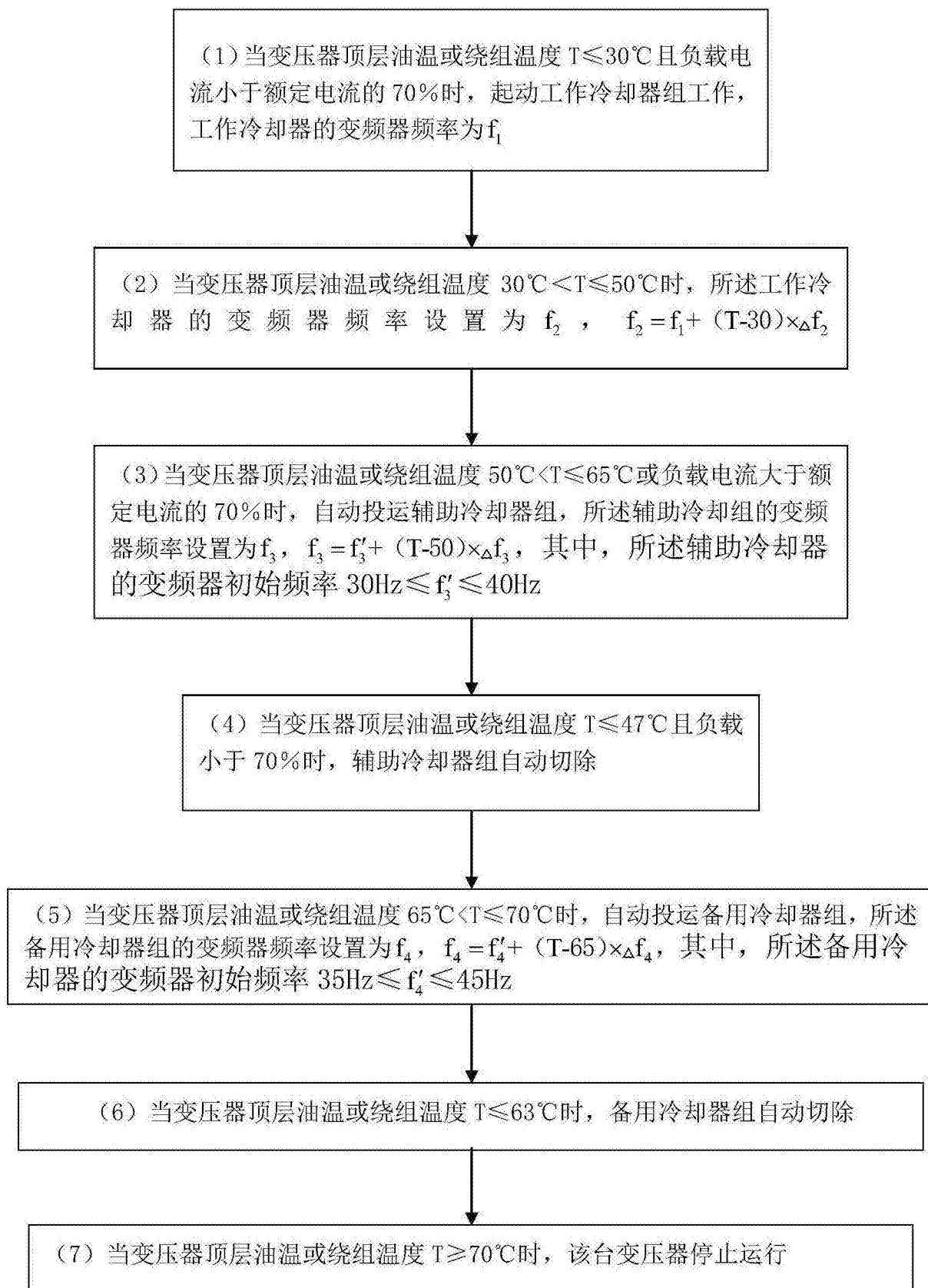


图 1

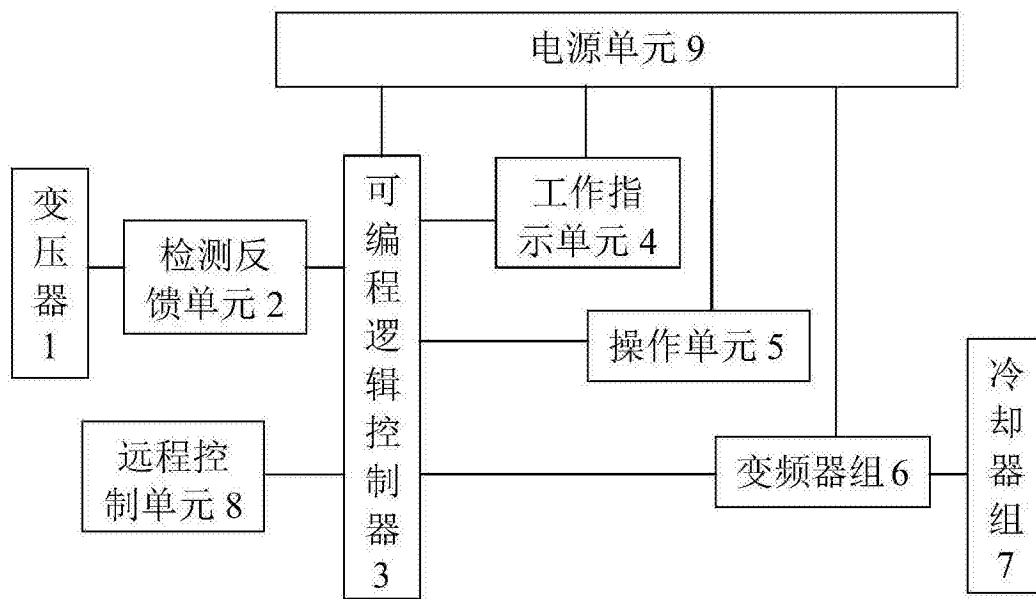


图 2