



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101908404 B

(45) 授权公告日 2012. 05. 02

(21) 申请号 201010223171. 2

阳少军等.  $\pm 500$  kV 天广直流换流变故障的分析与处理. 《高电压技术》. 2006, (第 09 期),

(22) 申请日 2010. 06. 30

审查员 唐述灿

(73) 专利权人 国家电网公司

地址 100031 北京市西城区西长安街 86 号

(72) 发明人 孙昕

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 马敬 逯长明

(51) Int. Cl.

H01F 27/14 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101710532 A, 2010. 05. 19,

US 6634117 B2, 2003. 10. 21,

吕家圣等.  $\pm 500$  kV 换流变压器现场干燥处理技术应用. 《高电压技术》. 2007, (第 10 期),

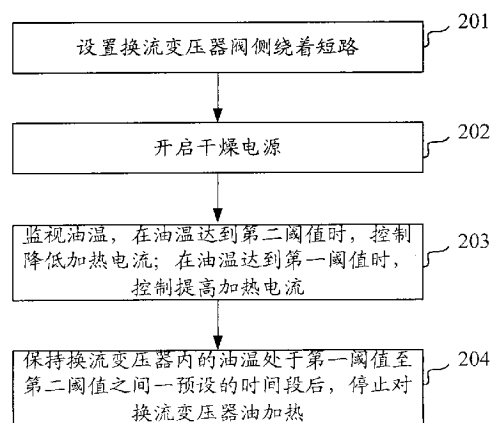
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种对换流变压器进行现场干燥的方法及装置

(57) 摘要

本发明公开了一种对换流变压器进行现场干燥的方法及装置,所述方法包括:设置换流变压器阀侧绕组短路,开启干燥电源,由所述干燥电源从换流变压器的网侧绕组为所述换流变压器施加电压;所述方法还包括:监视所述换流变压器内的油温,在所述油温达到第二阈值时,控制降低加热电流;在所述油温达到第一阈值时,控制提高加热电流;判断所述换流变压器内的油温处于第一阈值至第二阈值之间的时间是否到达一预设的时间段,若是,则停止对所述换流变压器油加热。应用本发明,加热的热量发自换流变压器绝缘内部,温度升高快,效率高。此种换流变压器现场干燥处理方法即使在环境温度极低的情况下也能达到很好的干燥效果。



1. 一种对换流变压器进行现场干燥的方法,其特征在于,包括:设置换流变压器阀侧绕组短路,开启干燥电源,由所述干燥电源从换流变压器的网侧绕组为所述换流变压器施加电压;所述方法还包括:

监视所述换流变压器内的油温,在所述油温达到第二阈值时,控制降低加热电流;在所述油温达到第一阈值时,控制提高加热电流;

判断所述换流变压器内的油温处于第一阈值至第二阈值之间的时间是否到达一预设的时间段,若是,则停止对所述换流变压器油加热。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,在由所述干燥电源从换流变压器的网侧绕组为所述换流变压器施加电压的过程中,还包括:控制所述换流变压器的外部的滤油机开启。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,在由所述干燥电源从换流变压器的网侧绕组为所述换流变压器施加电压的过程中,还包括:控制换流变压器油泵开启。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述监视的换流变压器内的油温为换流变压器内的顶层油温。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,

在干燥开始时,使用第一预定范围的额定电流;

在保持所述换流变压器内的油温处于第一阈值至第二阈值之间时,使用第二预定范围的额定电流,其中,所述第一预定范围的额定电流高于第二预定范围的额定电流。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,

所述第一预定范围的额定电流为90%~100%的额定电流;

所述第二预定范围的额定电流根据实际需要确定。

7. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述第二阈值为 $70+2^{\circ}\text{C}$ ;所述第一阈值为 $70-2^{\circ}\text{C}$ 。

8. 一种对换流变压器进行现场干燥的装置,其特征在于,包括:

设置单元,用于设置换流变压器阀侧绕组短路,开启干燥电源,由所述干燥电源从换流变压器的网侧绕组为所述换流变压器施加电压;

监视单元,用于监视所述换流变压器内的油温,在所述油温达到第二阈值时,通知第一控制单元;在所述油温达到第一阈值时,通知第二控制单元;

第一控制单元,用于控制降低加热电流;

第二控制单元,用于控制提高加热电流;

保持及停止单元,用于保持所述换流变压器内的油温处于第一阈值至第二阈值之间一预设的时间段后,停止对所述换流变压器油加热。

9. 根据权利要求8所述的装置,其特征在于,所述装置还包括:

滤油机开启单元,用于所述干燥电源从换流变压器的网侧绕组为所述换流变压器施加电压的过程中,控制所述换流变压器的外部的滤油机开启。

10. 根据权利要求8或9所述的装置,其特征在于,所述装置还包括:

油泵开启单元,用于由所述干燥电源从换流变压器的网侧绕组为所述换流变压器施加电压的过程中,控制换流变压器油泵开启。

## 一种对换流变压器进行现场干燥的方法及装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及高电压与绝缘技术领域,特别涉及一种对换流变压器进行现场干燥的方法及装置。

### 背景技术

[0002] 换流变压器是直流输电系统的主要设备,其主要参数按直流系统的特殊要求确定。换流变压器的作用是向换流器供给交流功率或从换流器接受交流功率,并且将网侧交流电压转换成阀侧所需要的电压。在整流站,用换流变压器将交流系统和直流系统隔离,通过换流装置将交流网络的电能转换为高压直流电能,利用高压直流输电线路传输;在逆变站,通过换流装置将直流电能转换为交流电能,再通过换流变压器送到交流电网;从而实现交流输电网络与高压直流输电网络的联络。

[0003] 在变压器现场安装的过程中,防止变压器受潮是非常重要的环节,对变压器油的处理与防止变压器受潮密切相关。采取合适的变压器油处理方法,可以有效的防止变压器受潮,是保障变压器绝缘耐受水平的必要前提。

[0004] 在换流变压器安装现场,传统的对换流变压器进行现场干燥的方法是:真空注油后使用滤油机进行热油循环,之后静放一段时间,这样通过提高油温使变压器内绝缘件中的水分蒸发,从而达到进行现场干燥的目的,通过静放处理使变压器油充分浸渍绝缘件。对于容量不同的变压器油,只是增加热油循环时间、抽真空时间及静放时间。为防止损坏油质,需控制滤油机出口温度既不能使油温过高以至于影响油质,同时,由于滤油机对变压器油的加热方式属于从外部加热,加热过程中的能量损失较大。这两个因素导致实际使用传统方法进行干燥处理时,加热功率有限,现场干燥处理的时间长且效率低下。在环境温度恶劣的情况下,通过滤油机热油循环进行干燥处理的传统方法效果更加不理想,无法达到很好的干燥效果。

### 发明内容

[0005] 本发明实施例的目的在于提供一种对换流变压器进行现场干燥的方法及装置,以缩短换流变压器现场干燥时间、提高现场干燥的效率及干燥效果。

[0006] 本发明实施例提供了一种对换流变压器进行现场干燥的方法,包括:设置换流变压器阀侧绕组短路,开启干燥电源,由所述干燥电源从换流变压器的网侧绕组为所述换流变压器施加电压;所述方法还包括:

[0007] 监视所述换流变压器内的油温,在所述油温达到第二阈值时,控制降低加热电流;在所述油温达到第一阈值时,控制提高加热电流;

[0008] 判断所述换流变压器内的油温处于第一阈值至第二阈值之间的时间是否到达一预设的时间段,若是,则停止对所述换流变压器油加热。

[0009] 其中,在由所述干燥电源从换流变压器的网侧绕组为所述换流变压器施加电压的过程中,还包括:控制所述换流变压器的外部的滤油机开启。

[0010] 其中,在由所述干燥电源从换流变压器的网侧绕组为所述换流变压器施加电压的过程中,还包括:控制换流变压器油泵开启。

[0011] 其中,所述监视的换流变压器内的油温为换流变压器内的顶层油温。

[0012] 其中,在干燥开始时,使用第一预定范围的额定电流;

[0013] 在保持所述换流变压器内的油温处于第一阈值至第二阈值之间时,使用第二预定范围的额定电流,其中,所述第一预定范围的额定电流高于第二预定范围的额定电流。

[0014] 其中,所述第一预定范围的额定电流为 90%~100%的额定电流;所述第二预定范围的额定电流根据实际需要确定。

[0015] 其中,所述第二阈值为  $70+2^{\circ}\text{C}$ ;所述第一阈值为  $70-2^{\circ}\text{C}$ 。

[0016] 本发明实施例还提供了一种对换流变压器进行现场干燥的装置,包括:

[0017] 设置单元,用于设置换流变压器阀侧绕组短路,开启干燥电源,由所述干燥电源从换流变压器的网侧绕组为所述换流变压器施加电压;

[0018] 监视单元,用于监视所述换流变压器内的油温,在所述油温达到第二阈值时,通知第一控制单元;在所述油温达到第一阈值时,通知第二控制单元;

[0019] 第一控制单元,用于控制降低加热电流;

[0020] 第二控制单元,用于控制提高加热电流;

[0021] 保持及停止单元,用于保持所述换流变压器内的油温处于第一阈值至第二阈值之间一预设的时间段后,停止对所述换流变压器油加热。

[0022] 其中,所述装置还包括:

[0023] 滤油机开启单元,用于所述干燥电源从换流变压器的网侧绕组为所述换流变压器施加电压的过程中,控制所述换流变压器的外部的滤油机开启。

[0024] 其中,所述装置还包括:

[0025] 油泵开启单元,用于由所述干燥电源从换流变压器的网侧绕组为所述换流变压器施加电压的过程中,控制换流变压器油泵开启。

[0026] 可见,应用本发明实施例提供的对换流变压器进行现场干燥的方法和装置,至少具有如下优点:加热的热量发自换流变压器绝缘内部,温度升高快,效率高。此种换流变压器现场干燥处理方法即使在环境温度极低的情况下也能达到很好的干燥效果。

[0027] 再有,采用本发明实施例提供的换流变压器现场干燥方法对于缩短换流变压器安装周期和提高现场干燥效果、缩短直流输电工程建设周期、保障换流变压器乃至整个直流输电工程的可靠性具有重要意义。

#### 附图说明

[0028] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0029] 图 1 是根据本发明实施例的对换流变压器进行短接的连接方式示意图;

[0030] 图 2 是根据本发明实施例的对换流变压器进行现场干燥的方法流程图;

[0031] 图 3 是根据本发明实施例的对换流变压器进行现场干燥的装置结构示意图;

[0032] 图 4 是根据本发明实施例的一种电源装置的逻辑结构示意图。

### 具体实施方式

[0033] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0034] 交流电压的分布由材料尺寸及其介电系数决定,因而湿度或温度的变化不会引起交流电压分布的明显变化。而直流电压的分布由材料尺寸及其电阻率决定。湿度或者温度的变化都会引起绝缘材料电阻率的变化,从而引起直流电压分布的变化。也就是说,换流变压器受潮后,不仅绝缘材料本身的绝缘水平会下降,而且电场的分布也会由于受潮而变化,导致局部电场加强。因此,换流变压器的绝缘受到受潮的影响更大,必须保持较高的干燥水平。为缩短换流变压器现场干燥时间并提高干燥效果,保障换流变压器的安全可靠,本发明实施例提供了一种对换流变压器进行现场干燥的方法。

[0035] 参见图 1,其是根据本发明实施例的对换流变压器进行短接的连接方式示意图。参见图 2,其是根据本发明实施例的对换流变压器进行现场干燥的方法流程图。结合图 1 和图 2,本发明实施例所提供的现场干燥的方法具体包括以下步骤:

[0036] 步骤 201,设置换流变压器阀侧绕组短路;

[0037] 步骤 202,开启干燥电源,由所述干燥电源从换流变压器的网侧绕组为所述换流变压器施加电压;

[0038] 在对换流变压器的网侧绕组供电时,通过换流变压器的绕组发热以及杂散损耗发热从换流变压器绝缘内部进行加热,充分的利用了热源,避免了能量损耗。

[0039] 步骤 203,监视所述换流变压器内的油温,在所述油温达到第二阈值时,控制降低加热电流;在所述油温达到第一阈值时,控制提高加热电流;

[0040] 步骤 204,判断所述换流变压器内的油温处于第一阈值至第二阈值之间的时间是否到达一预设的时间段,若是,则停止对所述换流变压器油加热,否则继续保持换流变压器内的油温处于第一阈值至第二阈值之间。

[0041] 在一较佳实施例中,上述保持油温处于第一阈值至第二阈值之间的一预设时间段可以为 24 小时。

[0042] 之后,静放一段时间,让变压器油充分浸渍绝缘件后即完成了现场干燥处理。

[0043] 需要说明的是,在由所述干燥电源从换流变压器的网侧绕组为所述换流变压器施加电压的过程中,还可以包括:控制所述换流变压器的外部的滤油机开启,以进行热油循环,将换流变压器绝缘中蒸发出的潮气带出。

[0044] 需要说明的是,在由所述干燥电源从换流变压器的网侧绕组为所述换流变压器施加电压的过程中,还可以包括:控制换流变压器油泵开启,以防止换流变压器内部出现局部过热现象,使变压器油的整体热的更均匀。

[0045] 需要说明的是,上述干燥电源可以由调压器,中间变压器以及补充电容器构成的电源系统。本发明实施例中,并不对干燥电源的具体结构、形式做限定,也就是说,任何能够充当干燥电源的主体都可以成为干燥电源。

[0046] 需要说明的是,上述监视的换流变压器内的油温为换流变压器内的顶层油温。

[0047] 需要说明的是,在图 2 所提供的实施例中,当干燥开始时,可以使用第一预定范围的额定电流;在保持所述换流变压器内的油温处于第一阈值至第二阈值之间时可以使用第二预定范围的额定电流,其中,所述第一预定范围的额定电流高于第二预定范围的额定电流。

[0048] 在一较佳实施例中,上述第一预定范围的额定电流可以是 90%~100%的额定电流,上述第二预定范围的额定电流可以根据实际需要确定,一种可能的实现情况是,在保持油温处于第一阈值至第二阈值之间时,可以使用 60%左右的额定电流,即当需要油温升高时,使用大于 60%的额定电流为油温加热,当需要油温降低时,使用小于 60%的额定电流。

[0049] 需要说明的是,上述第一、二阈值可以根据现场的实际情况进行设定,例如,可以设定第二阈值为 70+2℃;设定第一阈值为 70-2℃。本文对第一、二阈值的实际具体数值没有严格的限定。

[0050] 可见,应用本发明实施例提供的对换流变压器进行现场干燥的方法,至少具有如下优点:加热的热量发自换流变压器绝缘内部,温度升高快,效率高。此种换流变压器现场干燥处理方法即使在环境温度极低的情况下也能达到很好的干燥效果。

[0051] 换流变压器是直流输电工程中最重要设备之一。以 ±800kV 特高压直流输电示范工程为例,单极采用双 12 脉动换流器串联方式,两极共使用 24 台换流变压器。加上备用相,换流变压器的总台数达到 56 台之多。采用本发明实施例提供的换流变压器现场干燥方法对于缩短换流变压器安装周期和提高现场干燥效果、缩短直流输电工程建设周期、保障换流变压器乃至整个直流输电工程的可靠性具有重要意义。

[0052] 需要说明的是,本发明实施例所提供的方法不但适用于 800kV 的特高压,同样适用于 500kV 的高压换流变压器。

[0053] 下面从现场施工的角度,对本发明实施例再做详细说明。

[0054] 首先,令换流变压器阀侧绕组短路,从网侧绕组为换流变压器施加电压。

[0055] 其次,使用调压器、中间变压器以及补偿电容器等组成的电源系统作为换流变压器现场干燥处理的干燥电源,由该干燥电源对换流变压器网侧绕组进行供电,通过换流变压器的绕组发热以及杂散损耗发热从换流变压器绝缘内部进行加热。

[0056] 一种可能的干燥电源的结构如图 3 所示,具体包括:

[0057] 调压器 401,该调压器 401 的输入端接至换流站电源,输出端接至中间变压器 403 的输入端;

[0058] 调压器控制系统 402,用于调节所述调压器的电压;

[0059] 中间变压器 403,所述中间变压器 403 的输出端接至换流变压器网侧绕组;

[0060] 补偿电容器组 404,与所述换流变压器网侧绕组并联;

[0061] 测量系统 405,用于测量所述换流变压器内的顶层油温,将所测量的温度信息传输至保护系统;

[0062] 保护系统 406,用于监测接收到的温度信息,当所述温度信息达到预警值时发出报警信号。

[0063] 上述测量系统 405 还可以包括:

[0064] 调压器输入端测量装置,用于测量并显示调压器输入端的电压和 / 或电流,将所

述电压和 / 或电流传输至保护系统 ; 和 / 或,

[0065] 调压器输出端测量装置, 用于测量并显示调压器输出端的电压和 / 或电流, 将所述电压和 / 或电流传输至保护系统 ; 和 / 或,

[0066] 中间变压器输出端测量装置, 用于测量并显示中间变压器的输出电压及输出电流, 将所述电压和 / 或电流传输至保护系统 ; 和 / 或,

[0067] 换流变压器测量装置, 用于测量并显示换流变压器网侧绕组电流, 将所述电压和 / 或电流传输至保护系统。

[0068] 上述保护系统还用于根据所述电压和 / 或电流确定是否执行跳闸操作, 以保证整个电源装置的安全。

[0069] 上述中间变压器输出端测量装置包括电容分压器和电流互感器, 其中,

[0070] 所述电容分压器并联在所述中间变压器的输出端 ;

[0071] 所述电流互感器串接在所述中间变压器的中性点套管处。

[0072] 上述换流变压器测量装置包括电流互感器, 所述电流互感器串接在所述换流变压器网侧的中性点套管处。

[0073] 上述电源装置还包括 : 开关系统 407, 所述开关系统 407 可以具体包括 :

[0074] 入口断路器, 设置在所述调压器的输入端, 用于控制所述电源装置与外接电源的通断 ;

[0075] 出口断路器, 设置在所述调压器的输出端, 用于设置调压器零位保护。

[0076] 上述调压器控制系统 402、测量系统 405、保护系统 406、开关系统 407 可以置于同一物理位置, 例如置于一个开关柜中, 以方便实际操作中的调节和检测。

[0077] 上述只是一种可能的实施例, 具体应用时并不限于此。

[0078] 干燥开始时, 使用比较大的加热电流, 例如 90% ~ 100% 额定电流, 控制油温温升为每小时 5 ~ 10°C。此时, 可以让开启换流变压器油泵开启。

[0079] 之后, 监视变压器油的顶层油温, 当顶层油温达到 70°C 时, 加热电流降低, 具体的降低幅度可能实际情况确定, 例如, 如果希望快速降低, 可以采用较小的额定电流, 如果希望慢点降低可以采用较高的额定电流, 继续保持换流变压器油泵开启, 然后根据此后油温的变化趋势通过调节干燥电源中的调压器, 改变调压器的输出电压来实现增大或减小加热电流, 直至顶层油温指示保持在 70°C ± 2K 的范围内。

[0080] 持续干燥 24 小时。在该过程中, 主要监视换流变压器顶层油温控制在指定加热温度的 ± 2°C 范围内。若出现顶层油温超出范围, 应相应调节加热电流。

[0081] 加热干燥过程中, 通常需要开启换流变压器外部滤油机进行热油循环, 以将换流变压器绝缘中蒸发出的潮气带出。

[0082] 为防止换流变压器内部出现局部过热现象, 加热干燥过程中应开启换流变压器油泵。

[0083] 本发明实施例还提供了一种对换流变压器进行现场干燥的装置, 参见图 3, 具体包括 :

[0084] 设置单元 301, 用于设置换流变压器阀侧绕组短路, 开启干燥电源, 由所述干燥电源从换流变压器的网侧绕组为所述换流变压器施加电压 ;

[0085] 监视单元 302, 用于监视所述换流变压器内的油温, 在所述油温达到第二阈值时,

通知第一控制单元 303 ;在所述油温达到第一阈值时,通知第二控制单元 304 ;

[0086] 第一控制单元 303,用于控制降低加热电流 ;

[0087] 第二控制单元 304,用于控制提高加热电流 ;

[0088] 保持及停止单元 305,用于保持所述换流变压器内的油温处于第一阈值至第二阈值之间一预设的时间段后,停止对所述换流变压器油加热。

[0089] 上述装置还可以包括 :

[0090] 滤油机开启单元 (图未示),用于在由所述干燥电源从换流变压器的网侧绕组为所述换流变压器施加电压的过程中,控制所述换流变压器的外部的滤油机开启。

[0091] 上述装置还可以包括 :

[0092] 油泵开启单元 (图未示),用于在由所述干燥电源从换流变压器的网侧绕组为所述换流变压器施加电压的过程中,控制换流变压器油泵开启。

[0093] 可见,应用本发明实施例提供的对换流变压器进行现场干燥的装置,至少具有如下优点 :加热的热量发自换流变压器绝缘内部,温度升高快,效率高。此种换流变压器现场干燥处理方法即使在环境温度极低的情况下也能达到很好的干燥效果。

[0094] 换流变压器是直流输电工程中最重要设备之一。以  $\pm 800\text{kV}$  特高压直流输电示范工程为例,单极采用双 12 脉动换流器串联方式,两极共使用 24 台换流变压器。加上备用相,换流变压器的总台数达到 56 台之多。采用本发明实施例提供的换流变压器现场干燥装置对于缩短换流变压器安装周期和提高现场干燥效果、缩短直流输电工程建设周期、保障换流变压器乃至整个直流输电工程的可靠性具有重要意义。

[0095] 需要说明的是,本发明实施例所提供的装置不但适用于  $800\text{kV}$  的特高压,同样适用于  $500\text{kV}$  的高压换流变压器。

[0096] 对于装置实施例而言,由于其基本相似于方法实施例,所以描述的比较简单,相关之处参见方法实施例的部分说明即可。

[0097] 需要说明的是,在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0098] 本领域普通技术人员可以理解实现上述方法实施方式中的全部或部分步骤是可以通程序来指令相关的硬件来完成,所述的程序可以存储于计算机可读取存储介质中,这里所称得的存储介质,如 :ROM/RAM、磁碟、光盘等。

[0099] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并非用于限定本发明的保护范围。凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换、改进等,均包含在本发明的保护范围内。



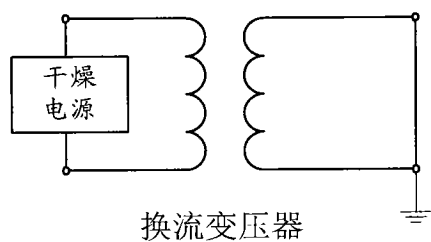


图 1

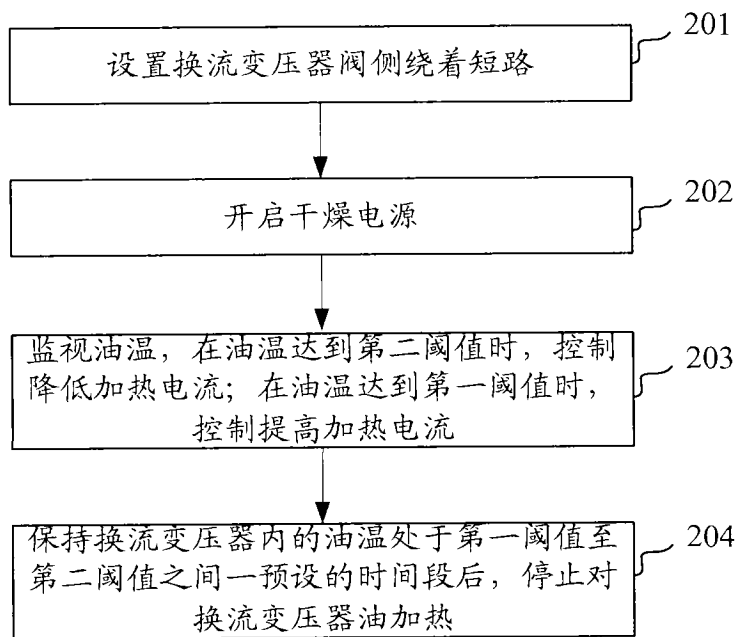


图 2

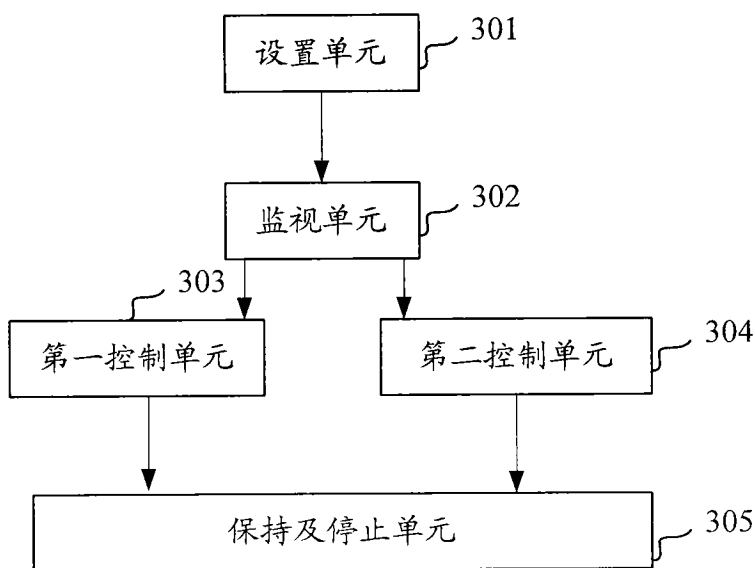


图 3

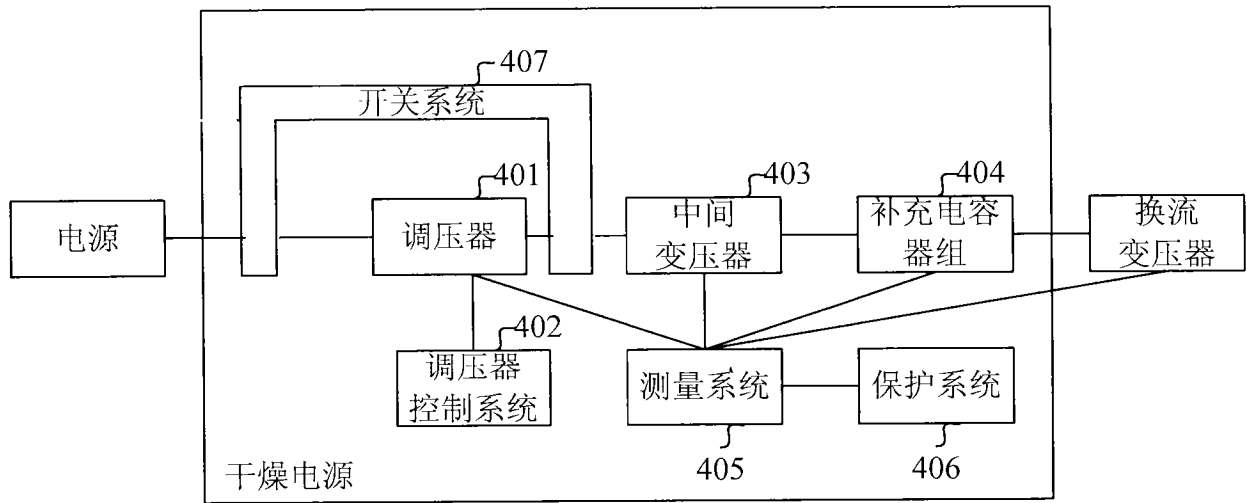


图 4