

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局

(43) 国际公布日  
2025 年 7 月 10 日 (10.07.2025)



(10) 国际公布号  
**WO 2025/145804 A1**

(51) 国际专利分类号:  
**H05B 1/02** (2006.01) **F24D 19/10** (2006.01)  
**H05B 3/02** (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2024/134123

(22) 国际申请日: 2024 年 11 月 25 日 (25.11.2024)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:  
202410023198.9 2024年1月5日 (05.01.2024) CN  
202420233030.6 2024年1月30日 (30.01.2024) CN

(71) 申请人: 广东美的暖通设备有限公司 (**GD MIDEA HEATING & VENTILATING EQUIPMENT CO., LTD.**) [CN/CN]; 中国广东省佛山市顺德区北滘镇蓬莱路工业大道 528311 (CN)。合肥美的暖通设备有限公司 (**HEFEI MIDEA HEATING & VENTILATING EQUIPMENT**

**CO., LTD.**) [CN/CN]; 中国安徽省合肥市高新区柏堰科技园创新大道88号 230088 (CN)。

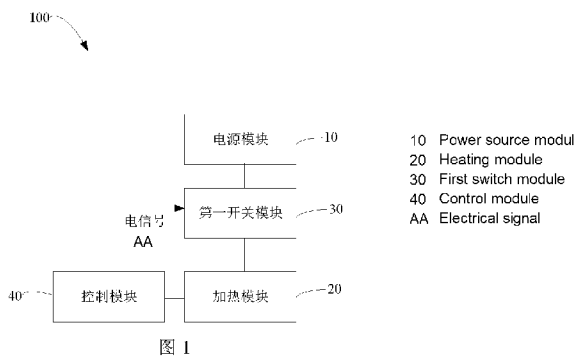
(72) 发明人: 张晓东 (**ZHANG, Xiaodong**); 中国广东省佛山市顺德区北滘镇蓬莱路工业大道 528311 (CN)。陈振强 (**CHEN, Zhenqiang**); 中国广东省佛山市顺德区北滘镇蓬莱路工业大道 528311 (CN)。李品飞 (**LI, Pinfei**); 中国广东省佛山市顺德区北滘镇蓬莱路工业大道 528311 (CN)。

(74) 代理人: 北京励诚知识产权代理有限公司 (**BEIJING LISENG IP ATTORNEYS, CO., LTD.**); 中国北京市丰台区汽车博物馆东路 1 号院诺德中心 6 号楼 702 100160 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN,

(54) **Title:** ELECTRIC HEATING CONTROL CIRCUIT, AND CONTROL METHOD AND APPARATUS, AND HEAT PUMP HEATING UNIT

(54) 发明名称: 电加热控制电路、控制方法及其装置和热泵采暖机组



(57) **Abstract:** Disclosed in the present application is an electric heating control circuit. The electric heating control circuit in the present application comprises: a power source module, a heating module, a first switch module and a control module, wherein the power source module is used for supplying power; the heating module is connected to the power source module, so as to heat a heated medium; the first switch module is disposed between the power source module and the heating module, and the first switch module is used for controlling the on/off of a circuit between the heating module and the power source module on the basis of an electrical signal; and the control module is electrically connected to the first switch module, and the control module is used for sending the electrical signal on the basis of a current or voltage measurement result between the power source module and the first switch module, or sending the electrical signal on the basis of the temperature of the heated medium in the heating module and the temperature of a heating wire of an electric heating tube. Thus, by means of a control module of the electric heating control circuit in the present application, when it is determined that a fault occurs during an electric heating process of a heating module, the control module can control, in a timely manner and on the basis of an electrical signal, a first switch module to be turned off, thereby achieving an electric heating protection effect.

MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA,  
PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD,  
SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ,  
UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区  
保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,  
NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚  
(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE,  
BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR,  
HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO,  
PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF,  
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN,  
TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 本申请公开了一种电加热控制电路。本申请的电加热控制电路包括: 电源模块、加热模块、第一开关模块和控制模块。电源模块用于供电; 加热模块与电源模块连接以对被加热介质加热; 第一开关模块设置在电源模块与加热模块之间, 第一开关模块用于根据电信号控制加热模块与电源模块之间的电路通断; 控制模块与第一开关模块电连接, 控制模块用于根据电源模块与第一开关模块之间的电流或电压检测结果发出电信号, 或根据加热模块内的被加热介质的温度及电加热管的发热丝温度发出电信号。如此, 本申请的电加热控制电路的控制模块可以在判定加热模块的电加热过程发生故障时, 控制模块可以根据电信号及时控制断开第一开关模块, 起到电加热保护作用。

## 电加热控制电路、控制方法及其装置和热泵采暖机组

## 优先权信息

本申请请求 2024 年 01 月 05 日向中国国家知识产权局提交的、专利申请号为 202410023198.9 的专利申请的优先权和权益，以及请求 2024 年 01 月 30 日向中国国家知识产权局提交的、专利申请号为 202420233030.6 的专利申请的优先权和权益，并且通过参照将其全文并入此处。

## 技术领域

本申请涉及热泵采暖领域，特别涉及一种电加热控制电路、控制方法及其装置和热泵采暖机组。

## 背景技术

随着国家对用电设备能源利用和效率的要求越来越高，热泵采暖越来越普遍，但热泵在极低温条件下制热能力不足时通常使用电加热管作为辅助热源。由于电加热功率高、电流大，可以使用继电器控制。然而，这种继电器控制的方式容易导致电加热管的电加热过程发生故障而出现意外。

## 发明内容

有鉴于此，本发明旨在至少在一定程度上解决相关技术中的问题之一。为此，本申请的目的在于提供一种电加热控制电路、控制方法及其装置和热泵采暖机组。

在某些实施方式中，本申请提供一种电加热控制电路。所述电加热控制电路包括电源模块、加热模块、第一开关模块和控制模块。所述电源模块用于供电；所述加热模块与所述电源模块连接以对所述被加热介质加热；所述第一开关模块设置在所述电源模块与所述加热模块之间，所述第一开关模块用于根据电信号控制所述加热模块与所述电源模块之间的电路通断；所述控制模块与所述第一开关模块电连接，所述控制模块用于根据所述电源模块与所述第一开关模块之间的电流或电压检测结果发出所述电信号，或根据所述加热模块内的被加热介质的温度及电加热管的发热丝温度发出所述电信号。

在某些实施方式中，所述电加热控制电路还包括：第二开关模块，所述第二开关模块设置在所述电源模块与所述第一开关模块之间，或设置在所述加热模块与所述第一开关模块之间，所述第二开关模块用于控制所述加热模块与所述电源模块之间的电路通断；所述控制模块包括第一温度检测模块，所述第一温度检测模块与所述第一开关模块和所述第二开关模块分别电连接，所述第一温度检测模块用于检测所述被加热介质的温度，当所述温度达到第一设定值时，输出第一电信号至所述第一开关模块以控制断开所述加热模块与所述电源模块之间的电路；在所述第一温度检测模块输出第一电信号后，继续检测所述被加热介质的温度，当所述温度达到第二设定值时，输出第二电信号至所述第二开关模块以控制断开所述加热模块与所述电源模块之间的电路，其中，所述第二设定值大于所述第一设定值。

在某些实施方式中，所述第一温度检测模块包括：第一检测单元和第二检测单元。所述第一检测单元与所述第一开关模块电连接，所述第一检测单元用于检测所述被加热介质的温度达到所述第一设定值时，输出所述第一电信号至所述第一开关模块，以控制所述加热模块与所述电源模块之间的电路断开；所述第二检测单元与所述第二开关模块电连接，所述第二检测单元用于在所述第一开关模块输出所述第一电信号后，检测所述被加热介质的温度达到所述第二设定值时，输出所述第二电信号至所述第二开关模块，以控制所述加热模块与所述电源模块之间的电路断开。

在某些实施方式中，所述电加热控制电路包括依次串联连接的多个所述第二开关模块，所述第二检测单元根据不同的第二设定值，输出不同的所述第二电信号控制不同的所述第二开关模块。

在某些实施方式中，所述电加热控制电路包括依次串联连接的多个所述第二开关模块和与所述第二开关模块连接的多个所述第二检测单元，多个所述第二检测单元分别与多个所述第二开关模块一一对应连接；多个所述第二检测单元分别输出不同的所述第二电信号，且多个所述第二检测单元输出不同的所述第二电信号时对应的第二设定值不同。

在某些实施方式中，所述电加热控制电路还包括第三开关模块，所述第三开关模块设置在所述电源模块与所述第二开关模块之间，所述第三开关模块用于控制所述加热模块与所述电源模块之间的电路通断；所述控制模块还包括第一电流检测模块，所述第一电流检测模块的一端连接在所述加热模块与所述电源模块之间的电路上，所述第一电流检测模块的另一端与所述第三开关模块电连接，所述第一电流检测模块用于在所述第二开关模块输出所述第二电信号后，检测所述加热模块与所述电源模块之间的电路存在电流时，输出第三电信号至控制所述第三开关模块，以控制所述加热模块与所述电源模块之间的电路断开。

在某些实施方式中，所述第一开关模块、所述第二开关模块和所述第三开关模块包括 1 个或多个继电器。

在某些实施方式中，所述控制模块还包括第一电压检测模块，所述第一电压检测模块包括至少一个电压检测器，一个所述电压检测器连接在一个继电器的两端，所述第一开关模块和所述第二开关模块中的所述电压检测器均与所述第三开关模块电连接；所述第一电压检测模块用于：在所述第一温度检测模块输出所述第一电信号后，至少一个所述电压检测器检测到所述第一开关模块中的至少一个所述继电器的两端存在电压时，输出第四电信号至控制所述第二开关模块，以控制所述加热

模块与所述电源模块之间的电路断开；在所述第一温度检测模块输出所述第二电信号后，至少一个所述电压检测器检测到所述第二开关模块中的至少一个所述继电器的两端存在电压时，则输出第五电信号至控制所述第三开关模块，以控制所述加热模块与所述电源模块之间的电路断开。

在某些实施方式中，所述加热模块包括电加热管，所述第一温度检测模块与所述电加热管连接，所述第一温度检测模块还用于实时检测所述电加热管的发热丝温度；在所述第一温度检测模块输出所述第一电信号后，所述第一温度检测模块检测到所述发热丝温度在预设时间内上升预设数值，输出所述第二电信号至所述第二开关模块以控制断开所述加热模块与所述电源模块之间的电路。

在某些实施方式中，所述第一温度检测模块与所述第三开关模块连接，所述第一温度检测模块还用于：在所述第一温度检测模块输出第二电信号后，检测到所述发热丝温度或所述被加热介质在预设时间内上升预设数值，输出第六电信号至所述第三开关模块以控制断开所述加热模块与所述电源模块之间的电路。

在某些实施方式中，所述电加热控制电路还包括提示模块，所述提示模块分别与所述第一电流检测模块、所述第一电压检测模块和/或所述第一温度检测模块电连接，所述提示模块用于：在所述第一电流检测模块输出所述第三电信号的同时，发出所述被加热介质的温度预警提示；在所述第一电压检测模块输出所述第五电信号的同时，发出所述被加热介质的温度预警提示；在所述第一温度检测模块输出所述第六电信号的同时，发出所述被加热介质的温度预警提示。

在某些实施方式中，所述控制模块包括：第二电流检测模块和软件控制模块，所述第二电流检测模块连接在所述电源模块与所述第一开关模块之间的电路上，所述第二电流检测模块用于输出第一检测结果；所述软件控制模块分别与所述第二电流检测模块和所述第一开关模块连接，所述软件控制模块用于根据所述第一检测结果发出第七电信号控制断开所述第一开关模块。

在某些实施方式中，所述第二电流检测模块包括电流互感器、整形滤波单元和电流计算单元，所述整形滤波单元连接在所述电流互感器与所述电流计算单元之间，所述整形滤波单元包括第一电阻、整形二极管、第二电阻、滤波电容和第三电阻；所述第一电阻的第一端分别与所述电流互感器与所述整形二极管连接，所述第一电阻的第二端接地；所述第二电阻的第一端连接所述整形二极管，所述第二电阻的第二端连接所述电流计算单元；所述滤波电容的第一端分别与所述第二电阻和所述电流计算单元连接，所述滤波电容的第二端接地；所述第三电阻的第一端分别与所述第二电阻与所述电流计算单元连接，所述第三电阻的第二端接地。

在某些实施方式中，所述电加热控制电路包括第二开关模块，所述第二开关模块设置在所述电源模块与所述第一开关模块之间，所述第二开关模块也用于根据电信号控制所述加热模块与所述电源模块之间的电路通断；所述软件控制模块与所述第二开关模块连接，所述软件控制模块用于根据所述第一检测结果输出第八电信号控制断开所述第二开关模块。

在某些实施方式中，所述第一开关模块和所述第二开关模块包括1个或多个继电器。

在某些实施方式中，所述第二电流检测模块用于输出第二检测结果；所述软件控制模块还用于根据所述第二检测结果输出第九电信号控制断开所述第二开关模块。

在某些实施方式中，所述控制模块包括第二温度检测模块，所述第二温度检测模块与所述软件控制模块电连接，所述第二温度检测模块用于检测所述被加热介质的温度，以发出第一控制信号至所述软件控制模块以输出第十电信号控制断开所述第一开关模块；或发出第二控制信号至所述软件控制模块以输出第十一电信号控制断开所述第二开关模块。

在某些实施方式中，所述加热模块包括电加热管，所述第二温度检测模块与所述电加热管连接，所述软件控制模块控制断开所述第一开关模块后，所述第二温度检测模块用于检测所述电加热管的发热丝温度，以输出所述第二控制信号至所述软件控制模块以输出第十二电信号控制断开所述第二开关模块。

在某些实施方式中，所述控制模块还包括第二电压检测模块，所述第二电压检测模块包括至少一个电压检测器，一个所述电压检测器连接在一个继电器的两端，所述第一开关模块和所述第二开关模块中的所述电压检测器均与所述软件控制模块电连接；所述第二电压检测模块用于输出第一电信号至所述软件控制模块以输出第十三电信号控制断开所述第二开关模块。

在某些实施方式中，所述电加热控制电路还包括提示模块，所述提示模块与所述软件控制模块电连接，所述提示模块用于发出故障提示及发出与所述被加热介质对应的温度预警提示。

本申请还提供一种电加热控制方法，基于上述实施方式中任一项所述的电加热控制电路。所述电加热控制方法包括：通过所述第一温度检测模块检测所述被加热介质的温度；当所述温度达到所述第一设定值时，控制所述第一温度检测模块输出所述第一电信号至所述第一开关模块，以控制所述加热模块与所述电源模块之间的电路断开；在所述第一温度检测模块输出所述第一电信号后，通过所述第一温度检测模块检测所述被加热介质的温度；当所述温度达到所述第二设定值时，控制所述第一温度检测模块输出所述第二电信号至所述第二开关模块，以控制所述加热模块与所述电源模块之间的电路断开，其中，所述第二设定值大于所述第一设定值。

在某些实施方式中，所述电加热控制方法包括：在所述第二开关模块输出所述第二电信号后，通过所述第一电流检测模块检测所述加热模块与所述电源模块之间的电路是否存在电流；当所述第一电流检测模块检测所述加热模块与所述电源模块之间的电路存在电流时，控制所述第一电流检测模块输出第三电信号至控制所述第三开关模块，以控制所述加热模块与所述电源模块之间的电路断开。

在某些实施方式中，所述电加热控制方法包括：通过所述第一温度检测模块检测所述加热模块中电加热管的发热丝温度，在所述第一温度检测模块输出所述第一电信号后，通过所述第一电压检测模块检测到所述第一开关模块中的至少一个所述继电器的两端存在电压时，输出第四电信号至控制所述第二开关模块，以控制所述加热模块与所述电源模块之间的电路断开；在所述第一温度检测模块输出所述第二电信号后，通过所述第一电压检测模块检测到所述第二开关模块中的至少一个所述继电器的两端存在电压时，则输出第五电信号至控制所述第三开关模块，以控制所述加热模块与所述电源模块之间的电路断开。

在某些实施方式中，所述电加热控制方法包括：在第一温度检测模块输出所述第一电信号后，通过所述第一温度检测模块检测到发热丝温度在预设时间内上升预设数值，输出第二电信号至第二开关模块以控制断开加热模块与电源模块之间的电路；在所述第一温度检测模块输出所述第二电信号后，通过所述第一温度检测模块检测到所述发热丝温度在预设时间内上升预设数值，输出第六电信号至所述第三开关模块以控制断开所述加热模块与所述电源模块之间的电路。

在某些实施方式中，所述电加热控制方法包括：在所述第一电流检测模块输出所述第三电信号的同时，控制所述提示模块发出所述被加热介质的温度预警提示；在所述第一电压检测模块输出所述第五电信号的同时，控制所述提示模块发出所述被加热介质的温度预警提示；和在所述第一温度检测模块输出所述第六电信号的同时，控制所述提示模块发出所述被加热介质的温度预警提示。

本申请还提供一种电加热控制装置。所述电加热控制装置包括上述实施方式中任一项所述的电加热控制电路或用于实现上述实施方式中任一项所述的电加热控制方法。

本申请还提供一种热泵采暖机组。所述热泵采暖机组包括上述实施方式中所述的电加热控制装置。

本申请还提供一种暖通设备。所述暖通设备包括上述实施方式中所述的热泵采暖机组。

本申请的附加方面和优点将在下面的描述中部分给出，部分将从下面的描述中变得明显，或通过本申请的实践了解到。

## 附图说明

本申请上述的和/或附加的方面和优点从下面结合附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解，其中：

图1是本申请某些实施方式的电加热控制电路的结构示意图；  
图2是本申请某些实施方式的电加热控制电路的结构示意图；  
图3是本申请某些实施方式的电加热控制电路的结构示意图；  
图4是本申请某些实施方式的电加热控制电路的结构示意图；  
图5是本申请某些实施方式的电加热控制电路的结构示意图；  
图6是本申请某些实施方式的电加热控制电路的结构示意图；  
图7是本申请某些实施方式的电加热控制电路的结构示意图；  
图8是本申请某些实施方式的电加热控制电路的结构示意图；  
图9是本申请某些实施方式的电加热控制电路的结构示意图；  
图10是本申请某些实施方式的电加热控制电路的结构示意图；  
图11是本申请某些实施方式的电加热控制电路的结构示意图；  
图12是本申请某些实施方式的电加热控制电路的结构示意图；  
图13是本申请某些实施方式的电加热控制电路的结构示意图；  
图14是本申请某些实施方式的电加热控制电路的结构示意图；  
图15是本申请某些实施方式的电加热控制电路的结构示意图；  
图16是本申请某些实施方式的电加热控制电路的结构示意图；  
图17是本申请某些实施方式的电加热控制电路的结构示意图；  
图18是本申请某些实施方式的电加热控制电路的结构示意图；  
图19是本申请某些实施方式的电加热控制方法的流程示意图；  
图20是本申请某些实施方式的电加热控制装置的结构示意图；  
图21是本申请某些实施方式的电加热控制方法的流程示意图；  
图22是本申请某些实施方式的电加热控制方法的流程示意图；  
图23是本申请某些实施方式的电加热控制方法的流程示意图。

## 具体实施方式

下面详细描述本申请的实施方式，所述实施方式的示例在附图中示出，其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施方式是示例性的，仅用于解释本申请，而不能理解为对本申请的限制。

在本申请的描述中，需要理解的是，术语“第一”、“第二”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个所述特征。在本申请的描述中，“多个”的含义是两个或两个以上，除非另有明确具体地限定。

在本申请的描述中，需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”

应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接或可以相互通信;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

5 下文的公开提供了许多不同的实施方式或例子用来实现本申请的不同结构。为了简化本申请的公开,下文中对特定例子的部件和设置进行描述。当然,它们仅仅为示例,并且目的不在于限制本申请。此外,本申请可以在不同例子中重复参考数字和/或参考字母,这种重复是为了简化和清楚的目的,其本身不指示所讨论各种实施方式和/或设置之间的关系。

10 下面详细描述本申请的实施方式,所述实施方式的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施方式是示例性的,仅用于解释本申请,而不能理解为对本申请的限制。

15 请参阅图1,本申请提供一种电加热控制电路100。电加热控制电路100包括:电源模块10、加热模块20、第一开关模块30和控制模块40。电源模块10用于供电。加热模块20与电源模块10连接以对被加热介质加热。第一开关模块30设置在电源模块10与加热模块20之间,第一开关模块30用于根据电信号控制加热模块20与电源模块10之间的电路通断。控制模块40与第一开关模块30电连接,控制模块40用于根据电源模块10与加热模块20之间的电流或电压检测结果发出电信号,或根据加热模块20内的被加热介质的温度及电加热管的发热丝温度发出电信号。

具体地,电源模块10用于供电。本申请的电源模块10可以为单相电源,也可以为三相电源,在此不做限制。加热模块20与电源模块10连接以对被加热介质加热。

20 第一开关模块30设置在电源模块10与加热模块20之间。第一开关模块30用于控制加热模块20与电源模块10之间的电路通断。

25 控制模块40可以连接电源模块10与第一开关模块30之间的电路上,从而根据电源模块10与第一开关模块30之间的电流或电压检测结果发出电信号至第一开关模块30。例如,当电源模块10与第一开关模块30之间的电流与正常电流值偏差过大时,可以判断加热模块20的电加热过程发生故障,控制模块40可以发出控制第一开关模块30断开的电信号至第一开关模块30中,从而起到电加热保护作用。

30 控制模块40也可以与加热模块20电连接,从而根据加热模块20内的被加热介质的温度及电加热管的发热丝温度发出电信号至第一开关模块30。当加热模块20内的被加热介质的温度及电加热管的发热丝温度过大时,也可以判断加热模块20的电加热过程发生故障,控制模块40可以发出控制第一开关模块30断开的电信号至第一开关模块30中,从而起到电加热保护作用。

如此,本申请的电加热控制电路100的控制模块40可以根据电源模块10与第一开关模块30之间的电流或电压检测结果发出电信号,及根据加热模块20内的被加热介质的温度及电加热管的发热丝温度发出电信号,判定加热模块20的电加热过程是否发生故障。在判定加热模块20的电加热过程发生故障时,控制模块40可以根据电信号及时控制断开第一开关模块30,起到电加热保护作用。

35 请参阅图2和图3,本申请提供一种电加热控制电路100。电加热控制电路100还包括第二开关模块50,控制模块40包括第一温度检测模块41。在该实施方式中,电加热控制电路100此时包括电源模块10、加热模块20、第一开关模块30、第二开关模块50和第一温度检测模块41。

40 电源模块10用于供电。如图4所示,电源模块10可以为三相电源,三相电源对应的三个相L1、L2和L3进行供电,也可以为单相电源或其他电源,在此不做限制。

加热模块20与电源模块10连接以对被加热介质加热。如图4所示,加热模块20例如可以为电加热管,或其他加热体,在此不做限制。被加热介质例如可以为水或其他液体,也可以为其他可加热物质。本申请以被加热介质为水为例进行说明。

45 第一开关模块30设置在电源模块10与加热模块20之间。第一开关模块30用于控制加热模块20与电源模块10之间的电路通断。第一开关模块30可以为继电器等开关元件。如图4所示,第一开关模块30可以包括电辅热控制继电器K1、K2和K3。

50 如图2所示,第二开关模块50设置在电源模块10与第一开关模块30之间。或者,如图3所示,第二开关模块50设置在加热模块20与第一开关模块30之间。第二开关模块50用于控制加热模块20与电源模块10之间的电路通断。第二开关模块50也可以为继电器等开关元件。如图4所示,第二开关模块50可以包括电辅热保护继电器K4、K5和K6。

55 第一开关模块30可以包括1个或多个继电器,第二开关模块50也可以包括1个或多个继电器。

可以理解地,本申请的第一开关模块30和第二开关模块50内包含的继电器数量与电源模块10对应的电源数量相关。电源模块10为单相电源,则第一开关模块30和第二开关模块50内包含的继电器数量可以为1个。电源模块10为多相电源,则第一开关模块30和第二开关模块50内包含的继电器数量可以为多个。例如,当电源模块10为三相电源时,第一开关模块30和第二开关模块50内包含的继电器数量可以为3个。

需要说明的是,本申请的在电源模块10为单相电源时,第一开关模块30和第二开关模块50也可以包含串联连接的多个继电器,从而避免第一开关模块30或第二开关模块50中某个继电器发生粘连导致加热模块20持续加热而发生意外。

60 可以理解地,本申请用低成本的继电器替代原来昂贵的接触器进行控制加热模块20的加热过程,可以降低成本。

第一温度检测模块 41 与第一开关模块 30 和第二开关模块 50 分别电连接。第一温度检测模块 41 用于检测被加热介质的温度。当温度达到第一设定值时，第一温度检测模块 41 输出第一电信号至第一开关模块 30 以控制断开加热模块 20 与电源模块 10 之间的电路。在第一温度检测模块 41 输出第一电信号后，继续检测被加热介质的温度，当温度达到第二设定值时，输出第二断开信号至第二开关模块 50 以控制断开加热模块 20 与电源模块 10 之间的电路，其中，第二设定值大于第一设定值。第一温度检测模块 41 可以为热电偶温度传感器，也可以为其他仪器，在此不做限制。第一温度检测模块 41 可以部分或全部放置在被加热介质中。

第一设定值可以为默认设定的温度值。第一设定值也可以为根据不同被加热介质自行设定不同的温度值，例如被加热介质为水时，第一设定值可以为 58℃、60℃、61.5℃、62℃、62.5℃、63.5℃、64.8℃、65℃、66℃或 68℃，也可以为其他数值，在此不做限制。例如被加热介质为油时，第一设定值可以为 100℃。

第二设定值可以为默认设定的温度值。第二设定值也可以为根据不同被加热介质自行设定不同的温度值，例如被加热介质为水时，第二设定值可以为 70℃、71℃、71.5℃、72℃、72.5℃、73.5℃、74.8℃、75℃、76℃或 78℃，也可以为其他数值，在此不做限制。例如被加热介质为油时，第二设定值可以为 110℃。

另外，在被加热介质的温度达到第一设定值后，电加热管可以设定为在被加热介质的温度降低后可以重新对被加热介质进行加热。在被加热介质的温度达到第二设定值后，电加热管可以设定为在被加热介质的温度降低后不再重新对被加热介质进行加热。

第一电信号可以是电压信号或电流信号，在此不做限制。第二电信号也可以是电压信号或电流信号，在此不做限制。

可以理解地，由于第一温度检测模块 41 输出第一电信号后，若第一温度检测模块 41 检测到水温继续上升，则说明第一开关模块 30 中的继电器存在粘连现象，从而导致加热模块持续对被加热介质进行加热，使得被加热介质的温度不降反升。

因此，本申请的温度检测模块可以在输出第一电信号后，继续检测被加热介质的温度，当温度达到大于第一设定值的第二设定值时，再次输出第二断开信号至第二开关模块 50 以控制断开加热模块 20 与电源模块 10 之间的电路，从而确保加热模块 20 不会继续工作，避免由于加热模块 20 持续加热被加热介质而发生意外。

如此，本申请的电加热控制电路 100 中在第一温度检测模块 41 输出第一电信号后，继续检测被加热介质的温度，当温度达到第二设定值时，输出第二断开信号至第二开关模块以控制断开加热模块与电源模块之间的电路，可以有效避免第一开关模块中的继电器发生粘连导致加热模块持续加热而发生意外。

详细地，请参阅图 5，第一温度检测模块 41 可以包括第一检测单元 411 和第二检测单元 412。

第一检测单元 411 与第一开关模块 30 电连接。第一检测单元 30 用于检测被加热介质的温度达到第一设定值时，输出第一电信号至第一开关模块 30，以控制加热模块 20 与电源模块 10 之间的电路断开。

第二检测单元 412 与第二开关模块 50 电连接。第二检测单元 412 用于在第一开关模块 30 输出第一电信号后，检测被加热介质的温度达到第二设定值时，输出第二电信号至第二开关模块 50，以控制加热模块 20 与电源模块 10 之间的电路断开。

具体地，第一检测单元 411 可以是电子式温度控制器，或其他温度控制器，在此不做限制。电子式温度控制器利用其内部电路程序控制被加热介质的加热温度，使得用户能够精确地调整被加热介质的加热温度。

也即是说，第一检测单元 411 可以将采集到的温度转换为电压信号或电流信号输出至第一开关模块。也即是，第一检测单元 411 可以是热电偶温度传感器，热电偶温度传感器可以将温度转换为电压信号输出。

详细地，如图 5 所示，当第一检测单元 411 为电子式水温控制器时，当电子式水温控制器检测到水温到达第一设定值时，例如水温达到 60℃时，可以控制第一开关模块 30 断开加热模块 20 与电源模块 10 之间的电路，即断开图 4 中的电辅热控制继电器 K1、K2 和 K3，使得，当水温降低时重新加热。

第二检测单元 412 可以是机械式水温保护器，或其他温度传感器，在此不做限制。可以理解地，由于第一开关模块 30 输出第一电信号后，若机械式水温保护器检测到水温继续上升，表明控制继电器 K1、K2、K3 发生粘连。当水温达到第二设定值时，机械式水温保护器断开电辅热保护继电器 K4、K5、K6，电加热管不再继续加热，从而可以避免电加热管持续加热而发生意外。

需要说明的是，本申请的第一检测单元 411 和第二检测单元 412 可以为相互独立的两个温度传感器，也可以为一个温度传感器中设置的两个独立的检测单元。

如此，本申请的第一温度检测模块 41 可以通过两个检测单元实现在不同温度情况进行对被加热介质的温度的检测，以避免第一开关模块中的继电器发生粘连导致加热模块持续加热而发生意外。

请参阅图 6，在本申请的某些实施方式中，电加热控制电路 100 包括依次串联连接的多个第二开关模块 50，例如图 5 中包括多个第二开关模块 50 分别为 501、502 和 503，第二检测单元 412 根据不同的第二设定值，输出不同的第二电信号控制不同的第二开关模块 50。

也即是，本申请可以设置多个第二开关模块 50，即多组继电器作为保护继电器，及通过 1 个第二检测单元 412 检测被加热介质的温度。在第二检测单元 412 检测到温度达到不同第二设定值时，分阶段分别控制不同的继电器组断开，以避免第一开关模块 30 或第二开关模块 50 中的某个继电器发生粘连导致加热模块 20 持续加热而发生意外，起到对电加热过程的多级保护作用。

以第二开关模块 50 包括 3 个继电器构成 1 个继电器组和第二检测单元 412 为 1 个机械式水温保护器为例进行说明，即本申请的电加热控制电路 100 中可以设有多个依次串联连接的继电器组和 1 个机械式

水温保护器，1个机械式水温保护器分别与多个继电器组连接。

如图6所示，多个第二开关模块50为多个继电器组，具体分别为图6中的继电器组501、继电器组502和继电器组503。继电器组501、继电器组502与继电器组503均与机械式水温保护器4121电连接。其中，继电器组501包括继电器K4、K5和K6，继电器组502包括继电器K7、K8和K9，继电器组503包括继电器K10、K11和K12。机械式水温保护器521检测到被加热介质的温度达到的第二设定值例如可以为70℃时，机械式水温保护器4121输出第二电信号控制继电器组501断开。机械式水温保护器4121检测到被加热介质的温度继续上升达到的第二设定值例如可以为74℃时，机械式水温保护器4121输出第二电信号控制继电器组502断开。机械式水温保护器4121检测到被加热介质的温度继续上升达到的第二设定值例如可以为79℃时，机械式水温保护器4121输出第二电信号控制继电器组503断开。

可以理解地，第二开关模块50数量越多，越能够保证避免第一开关模块30或第二开关模块50中某个或多个继电器发生粘连导致加热模块20持续加热而发生意外。

如此，本申请可以通过设置多个第二开关模块50和1个第二检测单元412，实现对加热模块20加热被加热介质的过程的多级保护，能够进一步保证避免第一开关模块30或第二开关模块50中的继电器发生粘连导致加热模块20持续加热而发生意外。

请参阅图7，在本申请的某些实施方式中，电加热控制电路100包括依次串联连接的多个第二开关模块50和与第二开关模块50连接的多个第二检测单元412。多个第二检测单元412分别与多个第二开关模块50一一对应连接。多个第二检测单元412分别输出不同的第二电信号，且多个第二检测单元412输出不同的第二电信号时对应的第二设定值不同。

具体地，以第二开关模块50包括3个继电器构成1个继电器组和第二检测单元412为机械式水温保护器为例进行说明，即本申请的电加热控制电路100中可以设有多个依次串联连接的继电器组和多个机械式水温保护器，多个机械式水温保护器分别与多个继电器组一一对应连接。这种多个机械式水温保护器分别与多个继电器组一一对应连接的方式相较于一个机械式水温保护器与多个继电器组连接的方式，电路连接更加清晰，控制指令不容易产生混淆，能够通过唯一的一个水温保护器控制唯一的一组继电器组的通断。

如图7所示，多个第二开关模块50为多个继电器组，具体分别为图7中的继电器组504、继电器组505和继电器组506，多个第二检测单元412可以分别为机械式水温保护器4122、4123和4124。继电器组504与机械式水温保护器4122电连接，继电器组505与机械式水温保护器4123电连接，继电器组506与机械式水温保护器4124电连接。

机械式水温保护器4122检测到被加热介质的温度达到的第二设定值例如可以为70℃时，机械式水温保护器4122输出第二电信号控制继电器组504断开。机械式水温保护器4123检测到被加热介质的温度达到的第二设定值例如可以为72℃时，机械式水温保护器4123输出第二电信号控制继电器组505断开。机械式水温保护器4124检测到被加热介质的温度达到的第二设定值例如可以为78℃时，机械式水温保护器4124输出第二电信号控制继电器组506断开。

可以理解地，此时第二开关模块50和第二检测单元412的数量越多，越能够保证避免第一开关模块30或第二开关模块50中某个或多个继电器发生粘连导致加热模块20持续加热而发生意外。

如此，本申请可以通过设置多个第二开关模块50和多个第二检测单元412，实现对加热模块20加热被加热介质的过程的多级保护，能够进一步保证避免第一开关模块30或第二开关模块50中的继电器发生粘连导致加热模块20持续加热而发生意外。

请参阅图8和图9，电加热控制电路100还包括第三开关模块60。控制模块40还包括第一电流检测模块42。第三开关模块60设置在电源模块10与第二开关模块30之间。第三开关模块60用于控制加热模块20与电源模块10之间的电路通断。

第三开关模块60也可以包括1个或多个继电器。如图9所示，第三开关模块60可以包括3个继电器，分别为电辅热保护继电器K7、K8和K9。

第一电流检测模块42的一端连接在加热模块20与电源模块10之间的电路上，第一电流检测模块42的另一端第三开关模块60电连接。第一电流检测模块42用于在第二开关模块60输出第二电信号后，检测加热模块20与电源模块10之间的电路存在电流时，输出第三电信号至控制第三开关模块60，以控制加热模块20与电源模块10之间的电路断开。

可以理解地，如果第一电流检测模块42检测到加热模块20与电源模块10之间的各个分支电路中的电流不为0，即任意一条电路中存在电流，即 $IL1 \neq 0$ ，或 $IL2 \neq 0$ ，或者 $IL3 \neq 0$ ，则说明电辅热保护继电器K4、K5或K6发生粘连，此时第一电流检测模块42可以控制断开电辅热保护继电器K7、K8、K9，以防止加热模块20对被加热介质进行持续加热而发生意外。

也即是，本申请通过检测电源模块10与加热模块20之间的电流达到检测继电器通断状态，以防止因为继电器发生粘连而导致加热模块20对被加热介质进行持续加热而发生意外。

如图9所示，第一电流检测模块42可以包括电流互感器421、滤波整流单元422和电流检测单元423。电流互感器421通过滤波整流单元422与电流检测单元423连接，电流检测单元423可以与第三开关模块60电连接，从而输出第三电信号至第三开关模块60，以控制加热模块20与电源模块10之间的电路断开。

电流互感器421是把一次侧大电流转换成二次侧小电流来测量。如图9所示，电流互感器421可以直接设置在电源模块10与第三开关模块60之间的电路上。

滤波整流单元422的整流滤波工作原理为基于电路元件对电压、电流、频率等特点的不同响应，实

现对交流信号的滤波和对直流信号的平滑处理, 保证电流检测单元 423 能够得到较为准确的电流检测结果。请参阅图 9, 滤波整流单元 422 可以包括滤波电容 E1、滤波电容 E2、整流二极管 D1、整流二极管 D2 和串联的多个电阻 R。

第一电流检测模块 42 可以仅与三相电源中的任意 1 相、2 相或 3 相对应的电源支路连接, 从而实现  
5 对各个支路上的继电器是否发生粘连进行检测。如图 8 所示, 可以仅在三相电源中的 L1 相和 L2 相两相对应的电路分别连接一个第一电流检测模块 42, 从而实现对 L1 相和 L2 相对应的电路中继电器 K1、K2、K4 和 K5 的电流检测, 以防止加热模块 20 对被加热介质进行持续加热而发生意外。

请参阅图 10, 控制模块 40 还可以包括第一电压检测模块 43。第一电压检测模块 43 包括至少一个电  
10 压检测器, 一个电压检测器并联连接在一个继电器的两端, 第一开关模块 30 和第二开关模块 50 中的电压检测器均与第三开关模块 60 电连接。

第一电压检测模块 43 用于在第一温度检测模块 41 输出第一电信号后, 至少一个电压检测器检测到  
第一开关模块 30 中的至少一个继电器的两端存在电压时, 输出第四电信号至控制第二开关模块 50, 以控制加热模块 20 与电源模块 10 之间的电路断开。第四电信号可以为电压信号或电流信号。

第一电压检测模块 43 还用于在第一温度检测模块 41 输出第二电信号后, 至少一个电压检测器检测  
15 到第二开关模块 50 中的至少一个继电器的两端存在电压时, 则输出第五电信号至控制第三开关模块 30, 以控制加热模块 20 与电源模块 10 之间的电路断开。第五电信号可以为电压信号或电流信号。

可以理解地, 若在继电器接收到断开的电信号进行断开后, 再通过电压检测器检测到该继电器的两  
端存在电压, 则表示该继电器发生粘连现象, 可能会导致加热模块 20 对被加热介质进行持续加热而发  
20 生意外。因此, 本申请通过电压检测器可以实时检测每个继电器断开后是否发生粘连的现象, 保证加热模  
块 20 的用电安全。

如此, 本申请的电加热控制电路 100 还可以通过第一电压检测模块 43 检测第一开关模块 30 和第二  
开关模块 50 内继电器是否发生粘连现象, 从而能够及时自动做出相应的保护措施, 防止因为继电器发  
生粘连而导致加热模块 20 对被加热介质进行持续加热而发生意外。

在本申请的一个实施方式中, 加热模块 20 包括电加热管, 第一温度检测模块 41 与电加热管连接。  
25 第一温度检测模块 41 还用于实时检测电加热管的发热丝温度, 在第一温度检测模块 41 输出第一电信号  
后, 第一温度检测模块 41 检测到发热丝温度在预设时间内上升预设数值, 输出第二电信号至第二开关模  
块 50 以控制断开加热模块 20 与电源模块 10 之间的电路。第二电信号可以为电压信号或电流信号。

其中, 预设时间例如可以为 2S、3S、4S、5S、5.5S、5.6S、5.8S、6S、7S 或 7.5S, 在此不做限制。  
预设数值例如可以为 1℃、1.5℃、1.8℃、2℃、2.4℃、2.8℃、3℃、4℃、5℃或 6℃, 在此不做限制。

可以理解地, 若在继电器接收到断开的电信号进行断开后, 再通过第一温度检测模块 41 检测电加热  
30 管的发热丝温度依然在上升, 则表示该继电器发生粘连现象, 可能会导致加热模块 20 对被加热介质进  
行持续加热而发生意外。因此, 本申请通过第一温度检测模块 41 检测电加热管的发热丝温度可以检测第  
一开关模块 30 内的继电器断开后是否发生粘连的现象, 保证加热模块 20 的用电安全。

如此, 本申请的电加热控制电路 100 还可以通过第一温度检测模块 41 检测第一开关模块 30 内继电  
35 器是否发生粘连现象, 从而能够及时自动做出相应的保护措施, 防止因为继电器发生粘连而导致加热模  
块 20 对被加热介质进行持续加热而发生意外。

在本申请的另一个实施方式中, 第一温度检测模块 41 与第三开关模块 60 连接。第一温度检测模块  
41 还用于在第一温度检测模块 41 输出第二电信号后, 继续检测发热丝温度, 检测到发热丝温度在预设时  
40 间内再次上升预设数值, 输出第六电信号至第三开关模块 60 以控制断开加热模块 20 与电源模块 10 之  
间的电路。第六电信号可以为电压信号或电流信号。

其中, 预设时间例如可以为 3S、4.2S、5.3S、5.5S、5.6S、5.8S、6S、6.1S、7S 或 8S, 在此不做限制。  
预设数值例如可以为 1℃、1.4℃、1.9℃、2℃、2.5℃、2.9℃、3℃、4℃、5.5℃或 7℃, 在此不做限制。

可以理解地, 若在继电器接收到断开的电信号进行断开后, 再通过第一温度检测模块 41 检测电加热  
45 管的发热丝温度依然在上升, 则表示该继电器发生粘连现象, 可能会导致加热模块 20 对被加热介质进  
行持续加热而发生意外。因此, 本申请通过第一温度检测模块 41 检测电加热管的发热丝温度可以再次检测  
第二开关模块 50 内的继电器断开后是否发生粘连的现象, 保证加热模块 20 的用电安全。

如此, 本申请的电加热控制电路 100 还可以通过第一温度检测模块 41 再次检测第二开关模块 50 内  
继电器是否发生粘连现象, 从而能够及时自动做出相应的保护措施, 防止因为继电器发生粘连而导致加  
热模块 20 对被加热介质进行持续加热而发生意外。

请参阅图 11 和图 12, 在本申请的某些实施方式中, 电加热控制电路 100 还包括提示模块 70, 提示  
模块 70 分别与第一电流检测模块 42、第一电压检测模块 43 和第一温度检测模块 41 电连接。

提示模块 70 用于在第一电流检测模块 42 输出第三电信号的同时, 发出被加热介质的温度预警提示。  
提示模块 70 还用于在第一电压检测模块 43 输出第五电信号的同时, 发出被加热介质的温度预警提示。  
提示模块 70 还用于在第一温度检测模块 41 输出第六电信号的同时, 发出被加热介质的温度预警提示。

55 温度预警提示可以通过语音提示, 也可以通过亮红色灯进行提示, 或者其他方式进行提示, 在此不  
做限制。如图 11 或图 12 所示, 提示模块 70 可以与第一电流检测模块 42 中的电流检测单元 423 电连接。

如此, 在第一电流检测模块 42 输出第三电信号的同时, 提示模块 70 可以发出被加热介质的温度预  
警提示, 用户可以在收到提示后做出相应的断电保护措施, 以防止加热模块 20 对被加热介质进行持续加  
热而发生意外。

60 请参阅图 13, 本申请还提供一种电加热保护电路 100。控制模块 40 包括第二电流检测模块 44 和软

件控制模块 45。也即是，在该实施方式中，电加热保护电路 100 包括电源模块 10、加热模块 20、第一开关模块 30、第二电流检测模块 44 和软件控制模块 45。

电源模块 10 用于供电。本申请的电源模块 10 可以为单相电源，也可以为三相电源，在此不做限制。加热模块 20 与电源模块 10 连接以对被加热介质加热。

第一开关模块 30 设置在电源模块 10 与加热模块 20 之间。第一开关模块 30 用于控制加热模块 20 与电源模块 10 之间的电路通断。

第二电流检测模块 44 连接在电源模块 10 与第一开关模块 30 之间的电路上。第二电流检测模块 44 用于输出第一检测结果。具体为，在第一开关模块 30 闭合后，第二电流检测模块 44 检测到电源模块 10 与第一开关模块 30 之间的电路的电流在第一预设时间内未达到目标电流值时输出第一检测结果。

第一预设时间例如可以为 1S、1.1S、1.2S、1.3S、1.4S、2S、3S、3.5S、4S、4.1S 或其他数值，在此不做限制。

目标电流值例如可以为预先设定的能够使得加热模块 20 正常加热的电流值，例如具体可以为 18A、18.5A、19A、20A、21A、22A、23A、23.5A、24A、25A 或其他数值，在此不做限制。

软件控制模块 45 分别与第二电流检测模块 44 和第一开关模块 30 连接，软件控制模块 45 用于根据第一检测结果发出第七电信号控制断开第一开关模块 30。即第一检测结果可以通过第七电信号的形式传输至软件控制模块 45。软件控制模块 45 还用于在电加热开始时控制第一开关模块 30 闭合。

可以理解地，当加热模块 20 的电加热过程开始时，软件控制模块 45 会自动发出闭合指令，以控制第一开关模块 30 闭合，使得加热模块 20 与电源模块 10 通电开始进行电加热。

在第一开关模块 30 闭合后，当第二电流检测模块 44 检测到电源模块 10 与第一开关模块 30 之间的电路的电流在第一预设时间内达到目标电流值而输出第一检测结果时，可以判定此时加热模块 20 的电加热过程正常。

反之，在第一开关模块 30 闭合后，当第二电流检测模块 44 检测到电源模块 10 与第一开关模块 30 之间的电路的电流在第一预设时间内未达到目标电流值而输出第一检测结果时，可以判定此时加热模块 20 的电加热过程发生故障，若继续闭合第一开关模块 30 以通过电源模块 10 为加热模块 20 提供电，使得加热模块 20 进行电加热过程，则可能会因为故障导致电加热意外的情况发生或损坏加热模块 20。因此，本申请通过控制第二电流检测模块 44 将第一检测结果输出至软件控制模块 45 中，软件控制模块 45 根据第一检测结果控制断开第一开关模块 30，可以避免因为电加热故障导致的意外事故发生。

如此，本申请在第二电流检测模块 44 检测到电源模块 10 与第一开关模块 30 之间的电路的电流在第一预设时间内未达到目标电流值时，判定加热模块 20 的电加热过程发生故障，第二电流检测模块 44 输出第一检测结果至软件控制模块 45 发出第七电信号以控制断开第一开关模块 30，起到电加热保护作用。

请参阅图 14，电加热保护电路 100 还包括第二开关模块 50。第二开关模块 50 设置在电源模块 10 与第一开关模块 30 之间，第二开关模块 50 也用于根据电信号控制加热模块 20 与电源模块 10 之间的电路通断。软件控制模块 45 与第二开关模块 50 连接，软件控制模块 45 还用于根据第一检测结果输出第八电信号控制断开第二开关模块 50。

第一开关模块 30 和第二开关模块 50 包括 1 个或多个继电器。如图 3 所示，当电源模块 10 为三相电源时，则第一开关模块 30 和第二开关模块 50 均包括 3 个继电器，第一开关模块 30 包括继电器 K1、K2 和 K3，第二开关模块 50 包括继电器 K4、K5 和 K6。

可以理解地，第一开关模块 30 可以为电加热保护电路 100 中的控制继电器组，控制继电器的工作原理是用户设定一个被加热介质所需加热的最高温度例如为 60℃，达到该设定的温度则软件控制模块 45 会发出断开指令控制断开继电器，以在达到设定温度时停止电加热过程。

第二开关模块 50 可以为电加热保护电路 100 中的保护继电器组。也即是，在软件控制模块 45 根据第一检测结果控制断开第一开关模块 30 时，也控制断开第二开关模块 50，可以避免由于第一开关模块 30 在需要断开时发生粘连而导致电加热过程发生意外的情况发生，即第二开关模块 50 可以起到进一步地保护作用。

在一个实施例中，当第二电流检测模块 44 检测到电源模块 10 与第一开关模块 30 之间的电路的电流在第一预设时间内未达到目标电流值时输出第一检测结果时，软件控制模块 45 可以同时发出控制指令以同时控制断开第一开关模块 30 和第二开关模块 50，以保证及时断开加热模块 20 与电源模块 10 之间的通路，避免由于故障引发的一系列问题。

请参阅图 15，在本申请的某些实施方式中，第二电流检测模块 44 还用于输出第二检测结果。具体为，在第一开关模块 30 断开后，第二电流检测模块 44 检测到电源模块 10 与第一开关模块 30 之间的电路的电流在第一预定时间内未降低至第一预设阈值或在第二预定时间内未降低至零，输出第二检测结果，其中，第一预定时间小于第二预定时间。软件控制模块 45 用于根据第二检测结果输出第九电信号控制断开第二开关模块 50。

其中，第一预定时间为较短的时间，例如为 1 秒、2 秒、3 秒、4 秒、5 秒、6 秒、7 秒、8 秒、9 秒或 10 秒，在此不做限制。

第一预设阈值的具体电流值例如可以为加热模块 20 的额定电流的 10%、也可以为加热模块 20 的额定电流的 11%，或其他数值，在此不做限制。

第一预定时间为较长的时间，例如为 20 秒、25 秒、28 秒、30 秒、32 秒、35 秒、39 秒、40 秒、50 秒或 60 秒，在此不做限制。

可以理解地，在第一开关模块 30 断开后，软件控制模块 45 不会根据第一检测结果控制断开第二开

关模块 50 的某些实施例中，本申请的电加热保护电路 100 还可以通过第二电流检测模块 44 检测电源模块 10 与第一开关模块 30 之间的电路的电流是否在第一预定时间内降低至第一预设阈值或在第二预定时间内降低至零来判断第一开关模块 30 是否发生粘连，从而在电源模块 10 与第一开关模块 30 之间的电路存在电流时，判断第一开关模块 30 发生粘连。此时，第二电流检测模块 44 可以输出第二检测结果至软件控制模块 45 中，以根据第二检测结果断开第二开关模块 50，可以保证加热模块 20 与电源模块 10 之间的电路断开，避免由于第一开关模块 30 发生粘连导致电加热过程发生意外的情况发生。

具体地，请结合图 15，当电源模块 10 为三相电源时，可以包括 L1 相、L2 相和 L3 相电源支路，分别与加热模块 20 电连接。电源模块 10 与第一开关模块 30 之间的电路存在电流，可以指的是，图 2 中与 L1 相、L2 相和 L3 相连接的任意一条或多条电路中存在电流。

第二电流检测模块 44 具体可以包括图 15 中的电流互感器 441 (CT1) 和电流互感器 442 (CT2)、与电流互感器连接的整形滤波单元 443 和与整形滤波单元 443 连接的电流计算单元 444。整形滤波单元 443 中包括第一电阻 (图 3 中的 R1 或 R4)、整形二极管 (图 3 中的 D1 和 D2)、第二电阻 (图 3 中的 R2 或 R5)、滤波电容 (图 3 中的 E1 和 E2) 和第三电阻 (图 3 中的 R3 或 R6)。第一电阻的第一端分别与电流互感器 42 与整形二极管连接，第一电阻的第二端接地。第二电阻的第一端连接整形二极管，第二电阻的第二端连接电流计算单元 444。滤波电容的第一端分别与第二电阻和电流计算单元 444 连接，滤波电容的第二端接地。第三电阻的第一端分别与第二电阻与电流计算单元连接，第三电阻的第二端接地。

详细地，本申请对三相电源中两个支路 L1 相和 L2 相的电流值计算方法具体可以为：

假设电流互感器 CT1、CT2 的变比是 N，CT1 的输出电压是 V\_CT1、CT2 的输出电压是 V\_CT1，L1

相电流是 I1，L2 相电流是 I2：

$$V_{CT1} = I1 \times N \times \sqrt{2} \times R1$$

$$V_{CT2} = I2 \times N \times \sqrt{2} \times R4$$

假设电流互感器 CT1 滤波电路的输出电压是 V\_AD1，电流互感器 CT2 滤波电路的输出电压是 V\_AD2，

二极管 (D1 或 D2) 的电压降是 VF：

$$V_{AD1} = (V_{CT1} - VF) \times \frac{R3}{R2 + R3}$$

$$V_{AD2} = (V_{CT2} - VF) \times \frac{R6}{R5 + R6}$$

整理得：

$$I1 = \frac{\frac{V_{AD1}(R2+R3)}{R3} + VF}{N \times \sqrt{2} \times R1}$$

$$I2 = \frac{\frac{V_{AD2}(R5+R6)}{R6} + VF}{N \times \sqrt{2} \times R4}$$

由上述 I1 和 I2 的等式可以通过电流计算单元 42 计算得到 I1 和 I2 是为 0。在第一开关模块 30 已经断开后，在短时间内，例如 2 秒、3 秒或 5 秒，若 I1 和 I2 任意一个不能降为加热模块 20 的额定电流的 10% 或 I1 和 I2 均不能降为加热模块 20 的额定电流的 10%，或在一段长时间内，例如 20 秒、40 秒或 60 秒，若 I1 和 I2 任意一个不能降为 0 或 I1 和 I2 均不能降为 0，则表示第一开关模块 30 发生粘连，因此，此时可以通过第二电流检测模块 44 输出第二检测结果至软件控制模块 45 从而控制断开第二开关模块 50，保证加热模块 20 与电源模块 10 之间的电路断开，继而避免由于第一开关模块 30 发生粘连导致电加热过程发

生意外的情况发生。

需要说明的是，其中 L1 相、L2 相和 L3 相连接的任意一条或多条电路中存在电流的判定方式也可以为在第一开关模块 30 断开后的持续时间内，与 L1 相、L2 相和 L3 相电源连接的任意一条电路中持续存在电流，则表示第一开关模块 30 发生粘连。例如，在第一开关模块 30 断开后的 3S 时间内，第二电流检测模块 44 检测到与 L1 相、L2 相和 L3 相电源连接的任意一条或多条电路在 3S 内持续存在电流，即在 3S 内三条电路中的电流不为 0，如 3S 内三条电路中的电流值保持为 2A 或其他数值，则表示第一开关模块 30 发生粘连。

请参阅图 16 和图 17，在本申请的一个实施方式中，控制模块 40 还包括第二温度检测模块 46。第二温度检测模块 46 与软件控制模块 45 电连接。第二温度检测模块 46 用于检测被加热介质的温度，以发出第一控制信号至软件控制模块 45 以输出第十电信号控制断开所述第一开关模块 30；或发出第二控制信号至软件控制模块 45 以输出第十一电信号控制断开所述第二开关模块 30。

具体地，当第二温度检测模块 46 检测到被加热介质的温度达到第一设定值时，发出第一控制信号至软件控制模块 45 以输出第十电信号控制断开第一开关模块 30。第二温度检测模块 46 检测被加热介质的温度达到第一设定值后，继续检测被加热介质的温度，当被加热介质的温度达到第二设定值时，发出第二控制信号至软件控制模块 45 以输出第十一电信号控制断开第二开关模块 50，其中，第二设定值大于第一设定值。

其中，第一控制信号和第二控制信号可以为电压信号或电流信号，在此不做限制。

第一设定值和第二设定值的取值与被加热介质的类别相关。被加热介质不同，对应设定的第一设定值和第二设定值也不同。当被加热介质为水时，第一设定值例如可以为 58℃、60℃、62℃、62.5℃、65℃、66℃、67℃、68℃、69℃或 70℃，在此不做限制。第二设定值例如可以为 68℃、70℃、72℃、72.5℃、75℃、76℃、77℃、78℃、79℃或 80℃，在此不做限制。在一个具体的实施例中，当被加热介质为水时，第一设定值可以为 60℃，第二设定值可以为 70℃。

可以理解地，第一设定值可以为被加热介质正常需要被加热所达到的目标温度，第二设定值则为被加热介质加热到目标温度后，由于第一开关模块 30 发生粘连导致被加热介质继续被加热所检测得到的更高温度。因此，在第二温度检测模块 46 检测到被加热介质的温度达到第二设定值时，可以发出第二控制信号至软件控制模块 45，从而控制第二开关模块 50 断开，避免由于第一开关模块 30 发生粘连导致加热模块 20 的电加热过程发生安全事故。

如此，本申请可以通过第二温度检测模块 46 检测被加热介质的温度达到第一设定值时，发出第一控制信号至软件控制模块 45 控制第一开关模块 30 以精准控制被加热介质的目标加热温度。在第一开关模块 30 断开后，第二温度检测模块 46 被加热介质的温度继续增加至第二设定值时发出第二控制信号至软件控制模块 45，以避免由于第一开关模块 30 发生粘连导致加热模块 20 的电加热过程发生安全事故。

在本申请的另一个实施方式中，加热模块 20 包括电加热管，第二温度检测模块 46 与电加热管连接，软件控制模块 45 控制断开第一开关模块 30 后，第二温度检测模块 46 用于检测电加热管的发热丝温度，以输出第二控制信号至软件控制模块 45 以输出第十二电信号控制断开第二开关模块 50。

具体地，在软件控制模块 45 控制断开第一开关模块 30 后，第二温度检测模块 46 检测到发热丝温度在第二预设时间内上升预设数值，输出第二控制信号至软件控制模块 45 输出第十二电信号以控制断开第二开关模块 50。

第二预设时间例如可以为 2S、3S、3.5S、4S、4.5S、5S、5.1S、5.5S、6S 或 6.5S，在此不做限制。

预设数值例如可以为 1℃、2℃、2.5℃、3℃、3.5℃、4℃、4.5℃、5℃、5.1℃或 6℃，在此不做限制。

可以理解地，若软件控制模块 45 控制断开第一开关模块 30 后，第二温度检测模块 46 依然检测到发热丝温度在第二预设时间内继续上升预设数值，则表示第一开关模块 30 发生粘连，从而导致加热模块 20 仍然在持续对被加热介质进行加热。因此，此时第二温度检测模块 46 也可以发出第二控制信号至软件控制模块 45，从而控制断开第二开关模块 50，以在第一开关模块 30 发生粘连的情况下，保证加热模块 20 与电源模块 10 之间的通路断开，避免由于持续电加热导致的安全事故发生。

如此，本申请的电加热保护电路 100 还可以通过第二温度检测模块 46 检测电加热管的发热丝温度，继而判断第一开关模块 30 是否发生粘连，从而在判定第一开关模块 30 发生粘连的情况下，控制断开第二开关模块 50，避免由于持续电加热导致的安全事故发生。

在本申请的再一个实施方式中，电加热保护电路 100 还包括第二电压检测模块。第二电压检测模块包括至少一个电压检测器。一个电压检测器连接在一个继电器的两端，第一开关模块 30 和第二开关模块 50 中的电压检测器均与软件控制模块 45 电连接。第二电压检测模块用于输出第一电信号至软件控制模块 45 以输出第十三电信号控制断开第二开关模块 50。

具体地，在软件控制模块 45 控制断开第一开关模块 30 后，至少一个电压检测器检测到第一开关模块 30 中的至少一个继电器的两端的电压在第三预定时间内未降低至第二预设阈值或在第四预定时间内未降低至零，输出第一电信号至软件控制模块 45 控制断开第二开关模块 50，其中，第三预定时间小于第四预定时间。

其中，第三预定时间为较短的时间，例如为 1 秒、2 秒、3 秒、4 秒、6 秒、7 秒、8 秒、9 秒、10 秒或 11 秒，在此不做限制。

第二预设阈值的具体电流值例如可以为加热模块 20 的额定电压的 10%、也可以为加热模块 20 的额定电压的 12%，或其他数值，在此不做限制。

第四预定时间为较长的时间，例如为 21 秒、23 秒、27 秒、31 秒、33 秒、35 秒、38 秒、40 秒、50

秒或 60 秒, 在此不做限制。

可以理解地, 本申请的电加热保护电路 100 也可以通过检测第一开关模块 30 中的一个或多个继电器的电压, 以通过电压判定第一开关模块 30 内的继电器是否发生粘连。

如此, 本申请的电压保护电路 100 可以在电压检测器检测到第一开关模块 30 的至少一个继电器的两端的电压在第三预定时间内未降低至第二预设阈值或在第四预定时间内未降低至零时, 可以输出第一电信号至软件控制模块 45 以输出第十三电信号控制断开第二开关模块 50, 以保证及时断开加热模块 20 与电源模块 10 之间的通路, 避免由于继电器粘连引发电加热的意外事故发生。

请参阅图 18, 在本申请的某些实施方式中, 电加热保护电路 100 还可以包括提示模块 80。提示模块 80 与软件控制模块 45 电连接。提示模块 80 用于发出故障提示及发出与被加热介质对应的温度预警提示。

具体地, 提示模块 80 用于在软件控制模块 45 控制断开第一开关模块 30 的同时, 发出故障提示。故障提示例如可以以声音或文字的方式进行提示, 也可以以灯光闪烁的方式进行提示, 还可以以其他方式进行提示, 在此不做限制。声音或文字的方式进行提示的故障提示内容可以为“您的电加热设备发生加热故障, 请及时检修!”。

另外, 在软件控制模块 45 接收到第二控制信号和/或第二检测结果以控制断开第二开关模块 50 的同时, 提示模块 90 还用于发出与被加热介质对应的温度预警提示。温度预警提示例如可以以声音或文字的方式进行提示, 也可以以灯光闪烁的方式进行提示, 还可以以其他方式进行提示, 在此不做限制。声音或文字的方式进行提示的故障提示内容可以为“您的电加热的被加热介质的温度过高, 请注意!”。

如此, 本申请的电加热保护电路 100 可以通过提示模块 80 提示用户电加热过程是否发生故障或加热温度是否过高, 使得用户可以及时做出相应的防护措施或检查措施, 提升电加热过程的安全性。

上述介绍的是电加热控制电路 100 的具体结构, 下面介绍基于该电加热控制电路 100 实现的电加热控制方法。

请参阅图 19, 本申请提供一种电加热控制方法, 基于上述任一实施方式所述的电加热控制电路 100。电加热控制方法包括:

01: 通过第一温度检测模块检测被加热介质的温度;

03: 当温度达到第一设定值时, 控制第一温度检测模块输出第一电信号至第一开关模块, 以控制加热模块与电源模块之间的电路断开;

05: 在第一温度检测模块输出第一电信号后, 通过第一温度检测模块检测被加热介质的温度; 和

07: 当温度达到第二设定值时, 控制第一温度检测模块输出第二电信号至第二开关模块, 以控制加热模块与电源模块之间的电路断开, 其中, 第二设定值大于第一设定值。

请结合图 20, 本申请还提供一种电加热控制装置 200。电加热控制装置 200 包括上述实施方式中所述的电加热控制电路 100。

步骤 01、03、05 和 07 可以由电加热控制装置 200 实现, 也即是说, 电加热控制装置 200 用于: 通过第一温度检测模块检测被加热介质的温度; 当温度达到第一设定值时, 控制第一温度检测模块输出第一电信号至第一开关模块, 以控制加热模块与电源模块之间的电路断开; 在第一温度检测模块输出第一电信号后, 通过第一温度检测模块检测被加热介质的温度; 当温度达到第二设定值时, 控制第一温度检测模块输出第二电信号至第二开关模块, 以控制加热模块与电源模块之间的电路断开, 其中, 第二设定值大于第一设定值。其中, 电加热控制电路 100 的具体结构如前文所述, 在此不再赘述。第一设定值和第二设定值如前文所述, 在此不再赘述。

具体地, 本申请在连通加热模块 20 与电源模块 10 的电路后, 加热模块 20 对被加热介质进行电加热, 被加热介质的温度慢慢升高。此时, 先通过第一温度检测模块 41 实时检测被加热介质的温度, 在温度达到第一设定值时, 控制第一温度检测模块 41 输出第一电信号至第一开关模块 30, 以控制加热模块 20 与电源模块 10 之间的电路断开。也即是, 第一开关模块 30 收到第一电信号后, 则可以控制第一开关模块 30 内的继电器断开, 以控制加热模块 20 电源模块 10 之间的电路断开。

可以理解地, 若第一开关模块 30 收到第一电信号后, 第一开关模块 30 内的继电器未发生粘连, 则此时加热模块 20 电源模块 10 之间的电路已经断开, 被加热介质的温度会下降。因此, 若第一开关模块 30 收到第一电信号后, 被加热介质的温度不降反升, 则判定第一开关模块 30 内的继电器发生粘连。

因此, 在第一温度检测模块 41 输出第一电信号后且被加热介质的温度继续上升并达到第二设定值时, 控制第一温度检测模块 41 输出第二电信号至第二开关模块 50, 使得加热模块 20 与电源模块 10 之间的电路断开, 能够避免第一开关模块 30 中某个继电器发生粘连导致加热模块 20 持续加热而发生意外。

如此, 本申请的电加热控制方法可以在第一温度检测模块 41 可以在输出第一电信号后, 继续检测被加热介质的温度, 当温度达到大于第一设定值的第二设定值时, 再次输出第二断开信号至第二开关模块 50 以控制断开加热模块 20 与电源模块 10 之间的电路, 从而确保加热模块 20 不会继续工作, 避免由于加热模块 20 持续加热被加热介质而发生意外。

请参阅图 21, 电加热控制方法包括:

02: 在第二开关模块输出第二电信号后, 通过第一电流检测模块检测加热模块与电源模块之间的电路是否存在电流; 和

04: 当第一电流检测模块检测加热模块与电源模块之间的电路存在电流时, 控制第一电流检测模块输出第三电信号至控制第三开关模块, 以控制加热模块与电源模块之间的电路断开。

请结合图 19, 步骤 02 和 04 也可以通过电加热控制装置 200 实现。也即是说, 电加热控制装置 200 用于在第二开关模块输出第二电信号后, 通过第一电流检测模块检测加热模块与电源模块之间的电路是

否存在电流；和当第一电流检测模块检测加热模块与电源模块之间的电路存在电流时，控制第一电流检测模块输出第三电信号至控制第三开关模块，以控制加热模块与电源模块之间的电路断开。

具体地，如果第一电流检测模块 42 检测到加热模块 20 与电源模块 10 之间的各个分支电路中的电流不为 0，即任意一条电路中存在电流，即  $IL1 \neq 0$ ，或  $IL2 \neq 0$ ，或者  $IL3 \neq 0$ ，则说明电辅热保护继电器 K4、K5 或 K6 发生粘连，此时第一电流检测模块 42 可以控制断开电辅热保护继电器 K7、K8 和 K9，以防止加热模块 20 对被加热介质进行持续加热而发生意外。

如此，本申请通过第一电流检测模块 42 检测电源模块 10 与加热模块 20 之间的电流进而检测第一开关模块 30 和第二开关模块 50 内继电器的通断状态，以防止因为继电器发生粘连而导致加热模块 20 对被加热介质进行持续加热而发生意外。

另外，本申请除了应用上述方法防止第一开关模块 30 和第二开关模块 50 内继电器发生粘连外，还可以使用电压检测器直接连接在每个继电器的两端，在需要断开某个或多个继电器时，可以通过看电压检测器是否有显示数值，从而判断继电器是否发生粘连，从而防止因为继电器发生粘连而导致加热模块 20 对被加热介质进行持续加热而发生意外。

请参阅图 22，电加热控制方法包括：

06：在第一温度检测模块输出第一电信号后，通过第一电压检测模块检测到第一开关模块中的至少一个继电器的两端存在电压时，输出第四电信号至控制第二开关模块，以控制加热模块与电源模块之间的电路断开；和

08：在第一温度检测模块输出第二电信号后，通过电压检测模块检测到第二开关模块中的至少一个继电器的两端存在电压时，则输出第五电信号至控制第三开关模块，以控制加热模块与电源模块之间的电路断开。

请结合图 20，步骤 06 和 08 也可以通过电加热控制装置 200 实现。也即是说，电加热控制装置 200 用于在温度检测模块输出第一电信号后，通过电压检测模块检测到第一开关模块中的至少一个继电器的两端存在电压时，输出第四电信号至控制第二开关模块，以控制加热模块与电源模块之间的电路断开；和在温度检测模块输出第二电信号后，通过电压检测模块检测到第二开关模块中的至少一个继电器的两端存在电压时，则输出第五电信号至控制第三开关模块，以控制加热模块与电源模块之间的电路断开。

具体的第一电压检测模块 43 的结构、连接关系和检测步骤如前文所述，在此不再赘述。

如此，本申请的电加热控制方法还可以通过第一电压检测模块 43 检测第一开关模块 30 和第二开关模块 50 内继电器是否发生粘连现象，从而能够及时控制做出相应的保护措施，防止因为继电器发生粘连而导致加热模块 20 对被加热介质进行持续加热而发生意外。

请参阅图 23，电加热控制方法包括：

091：通过第一温度检测模块检测加热模块中电加热管的发热丝温度，在第一温度检测模块输出第一电信号后，通过第一温度检测模块检测到发热丝温度在预设时间内上升预设数值，输出第二电信号至第二开关模块以控制断开加热模块与电源模块之间的电路；和

093：在第一温度检测模块输出第二电信号后，通过第一温度检测模块检测到发热丝温度在预设时间内上升预设数值，输出第六电信号至第三开关模块以控制断开加热模块与电源模块之间的电路。

请结合图 20，步骤 091 和 093 也可以通过电加热控制装置 200 实现。也即是说，电加热控制装置 200 用于通过第一温度检测模块检测加热模块中电加热管的发热丝温度，在第一温度检测模块输出第一电信号后，通过第一温度检测模块检测到发热丝温度在预设时间内上升预设数值，输出第二电信号至第二开关模块以控制断开加热模块与电源模块之间的电路；和在第一温度检测模块输出第二电信号后，通过第一温度检测模块检测到发热丝温度在预设时间内上升预设数值，输出第六电信号至第三开关模块以控制断开加热模块与电源模块之间的电路。

具体的第一温度检测模块 41 的结构、连接关系和检测步骤如前文所述，在此不再赘述。

其中，如前文所述，预设时间例如可以为 2S、3S、4S、5S、5.5S、5.6S、5.8S、6S、7S 或 7.5S，在此不做限制。预设数值例如可以为 1℃、1.5℃、1.8℃、2℃、2.4℃、2.8℃、3℃、4℃、5℃或 6℃，在此不做限制。

如此，本申请的电加热控制方法还可以通过第一温度检测模块 41 检测第一开关模块 30 和第二开关模块 50 内继电器是否发生粘连现象，从而能够及时控制做出相应的保护措施，防止因为继电器发生粘连而导致加热模块 20 对被加热介质进行持续加热而发生意外。

在本申请的某些实施方式中，电加热控制方法包括：在第一电流检测模块输出第三电信号的同时，控制提示模块发出被加热介质的温度预警提示；在第一电压检测模块输出第五电信号的同时，控制提示模块发出被加热介质的温度预警提示；和在第一温度检测模块输出第六电信号的同时，控制提示模块发出被加热介质的温度预警提示。

电加热控制装置 200 用于在第一电流检测模块输出第三电信号的同时，控制提示模块发出被加热介质的温度预警提示；在第一电压检测模块输出第五电信号的同时，控制提示模块发出被加热介质的温度预警提示；和在第一温度检测模块输出第六电信号的同时，控制提示模块发出被加热介质的温度预警提示。

温度预警提示可以通过语音提示，也可以通过亮红色灯进行提示，或者其他方式进行提示，在此不做限制。

如此，本申请的电加热控制方法可以通过提示模块 70 可以发出被加热介质的温度预警提示，使用户可以在收到提示后做出相应的断电保护措施，以防止加热模块 20 对被加热介质进行持续加热而发生意外。

本申请还提供一种热泵采暖机组。热泵采暖机组包括上述实施方式中的电加热控制装置 200。具体的电加热控制装置 200 如前文所述，在此不再赘述。

如此，本申请的热泵采暖机组中的电加热控制装置 200 可以在第一温度检测模块 41 输出第一电信号后，继续检测被加热介质的温度，当温度达到第二设定值时，输出第二断开信号至第二开关模块 50 以控制断开加热模块与电源模块之间的电路，可以有效避免第一开关模块 30 中的继电器发生粘连导致加热模块持续加热而发生意外。

本申请还提供一种暖通设备。暖通设备包括上述实施方式中所述热泵采暖机组。暖通设备例如可以为空调、热水机等设备。

如此，本申请的暖通设备中的电加热控制装置 200 可以在第一温度检测模块 41 输出第一电信号后，继续检测被加热介质的温度，当温度达到第二设定值时，输出第二断开信号至第二开关模块 50 以控制断开加热模块与电源模块之间的电路，可以有效避免第一开关模块 30 中的继电器发生粘连导致加热模块持续加热而发生意外。

请参阅图 20，本申请还提供一种电加热保护装置 200。电加热保护装置包括上述实施方式中任一项所述的电加热保护电路 100。具体的电加热保护电路 100 的结构如前文所述，在此不再赘述。

如此，本申请的电加热保护装置 200 的电加热保护电路 100 在第二电流检测模块 44 检测到电源模块 10 与第一开关模块 30 之间的电路的电流在第一预设时间内未达到目标电流值时，判定加热模块 20 的电加热过程发生故障，第二电流检测模块 44 输出第一检测结果至软件控制模块 45 以控制断开第一开关模块 30，起到电加热保护作用。

本申请还提供一种热泵采暖机组。热泵采暖机组上述实施方式中所述的电加热控制装置 200。具体的电加热控制装置 200 和电加热保护电路 100 的结构如前文所述，在此不再赘述。

如此，本申请的热泵采暖机组中电加热保护装置 200 的电加热保护电路 100 本申请的电加热控制电路 100 的控制模块 40 可以根据电源模块 10 与第一开关模块 30 之间的电流或电压检测结果发出电信号，及根据加热模块 20 内的被加热介质的温度及电加热管的发热丝温度发出电信号，判定加热模块 20 的电加热过程是否发生故障。在判定加热模块 20 的电加热过程发生故障时，控制模块 40 可以根据电信号及时控制断开第一开关模块 30，起到电加热保护作用。

本申请还提供一种暖通设备。暖通设备包括上述实施方式中所述热泵采暖机组。暖通设备例如可以为空调、热水机等设备。

如此，本申请的暖通设备的热泵采暖机组中电加热保护装置 200 的电加热保护电路 100 本申请的电加热控制电路 100 的控制模块 40 可以根据电源模块 10 与第一开关模块 30 之间的电流或电压检测结果发出电信号，及根据加热模块 20 内的被加热介质的温度及电加热管的发热丝温度发出电信号，判定加热模块 20 的电加热过程是否发生故障。在判定加热模块 20 的电加热过程发生故障时，控制模块 40 可以根据电信号及时控制断开第一开关模块 30，起到电加热保护作用。

以上实施例仅表达了本申请的几种实施方式，其描述较为具体和详细，但并不能因此而理解为本申请专利范围的限制。应当指出的是，对于本领域的普通技术人员来说，在不脱离本申请构思的前提下，还可以做出若干变形和改进，这些都属于本申请的保护范围。因此，本申请专利的保护范围应以所附权利要求为准。

## 权利要求书

1.一种电加热控制电路，其特征在于，所述电加热控制电路包括：

电源模块，所述电源模块用于供电；

加热模块，所述加热模块与所述电源模块连接以对被加热介质加热；

5 第一开关模块，所述第一开关模块设置在所述电源模块与所述加热模块之间，所述第一开关模块用于根据电信号控制所述加热模块与所述电源模块之间的电路通断；

控制模块，所述控制模块与所述第一开关模块电连接，所述控制模块用于根据所述电源模块与所述第一开关模块之间的电流或电压检测结果发出所述电信号，或根据所述加热模块内的被加

10 热介质的温度及电加热管的发热丝温度发出所述电信号。

2. 根据权利要求1所述的电加热控制电路，其特征在于，所述电加热控制电路还包括：第二开关模块，所述第二开关模块设置在所述电源模块与所述第一开关模块之间，或设置在所述加热模块与所述第一开关模块之间，所述第二开关模块用于控制所述加热模块与所述电源模块之间的电路通断；

15 所述控制模块包括第一温度检测模块，所述第一温度检测模块与所述第一开关模块和所述第二开关模块分别电连接，所述第一温度检测模块用于检测所述被加热介质的温度，当所述温度达到第一设定值时，输出第一电信号至所述第一开关模块以控制断开所述加热模块与所述电源模块之间的电路；在所述第一温度检测模块输出第一电信号后，继续检测所述被加热介质的温度，当所述温度达到第二设定值时，输出第二电信号至所述第二开关模块以控制断开所述加热模块与所

20 述电源模块之间的电路，其中，所述第二设定值大于所述第一设定值。

3. 根据权利要求2所述的电加热控制电路，其特征在于，所述第一温度检测模块包括：

第一检测单元，所述第一检测单元与所述第一开关模块电连接，所述第一检测单元用于检测所述被加热介质的温度达到所述第一设定值时，输出所述第一电信号至所述第一开关模块，以控制所述加热模块与所述电源模块之间的电路断开；和

25 第二检测单元，所述第二检测单元与所述第二开关模块电连接，所述第二检测单元用于在所述第一开关模块输出所述第一电信号后，检测所述被加热介质的温度达到所述第二设定值时，输出所述第二电信号至所述第二开关模块，以控制所述加热模块与所述电源模块之间的电路断开。

4. 根据权利要求3所述的电加热控制电路，其特征在于，所述电加热控制电路包括依次串联连接的多个所述第二开关模块，所述第二检测单元根据不同的第二设定值，输出不同的所述第二

30 电信号控制不同的所述第二开关模块。

5. 根据权利要求3所述的电加热控制电路，其特征在于，所述电加热控制电路包括依次串联连接的多个所述第二开关模块和与所述第二开关模块连接的多个所述第二检测单元，多个所述

第二检测单元分别与多个所述第二开关模块一一对应连接；

多个所述第二检测单元分别输出不同的所述第二电信号，且多个所述第二检测单元输出不同的

35 所述第二电信号时对应的第二设定值不同。

6. 根据权利要求2或3所述的电加热控制电路，其特征在于，所述电加热控制电路还包括：

第三开关模块，所述第三开关模块设置在所述电源模块与所述第二开关模块之间，所述第三

40 开关模块用于控制所述加热模块与所述电源模块之间的电路通断；和

所述控制模块还包括第一电流检测模块，所述第一电流检测模块的一端连接在所述加热模块与所述电源模块之间的电路上，所述第一电流检测模块的另一端与所述第三开关模块电连接，所

述第一电流检测模块用于在所述第二开关模块输出所述第二电信号后，检测所述加热模块与所

45 述电源模块之间的电路存在电流时，输出第三电信号至控制所述第三开关模块，以控制所述加热模块与所述电源模块之间的电路断开。

7. 根据权利要求6所述的电加热控制电路，其特征在于，所述第一开关模块、所述第二开关模块和所述第三开关模块包括1个或多个继电器。

8. 根据权利要求7所述的电加热控制电路，其特征在于，所述控制模块还包括第一电压检测

50 模块，所述第一电压检测模块包括至少一个电压检测器，一个所述电压检测器连接在一个继电器的两端，所述第一开关模块和所述第二开关模块中的所述电压检测器均与所述第三开关模块电连接；所述第一电压检测模块用于：

在所述第一温度检测模块输出所述第一电信号后，至少一个所述电压检测器检测到所述第一

55 开关模块中的至少一个所述继电器的两端存在电压时，输出第四电信号至控制所述第二开关模块，以控制所述加热模块与所述电源模块之间的电路断开；

在所述第一温度检测模块输出所述第二电信号后，至少一个所述电压检测器检测到所述第二

开关模块中的至少一个所述继电器的两端存在电压时，则输出第五电信号至控制所述第三开关模块，以控制所述加热模块与所述电源模块之间的电路断开。

9. 根据权利要求8所述的电加热控制电路，其特征在于，所述加热模块包括电加热管，所述

第一温度检测模块与所述电加热管连接，所述第一温度检测模块还用于实时检测所述电加热管的发热丝温度；

在所述第一温度检测模块输出所述第一电信号后，所述第一温度检测模块检测到所述发热丝

模块与所述电源模块之间的电路。

10. 根据权利要求 9 所述的电加热控制电路，其特征在于，所述第一温度检测模块与所述第三开关模块连接，所述第一温度检测模块还用于：

在所述第一温度检测模块输出第二电信号后，检测到所述发热丝温度或所述被加热介质在预设时间内上升预设数值，输出第六电信号至所述第三开关模块以控制断开所述加热模块与所述电源模块之间的电路。

11. 根据权利要求 10 所述的电加热控制电路，其特征在于，所述电加热控制电路还包括提示模块，所述提示模块分别与所述第一电流检测模块、所述第一电压检测模块和/或所述第一温度检测模块电连接，所述提示模块用于：

在所述第一电流检测模块输出所述第三电信号的同时，发出所述被加热介质的温度预警提示；  
在所述第一电压检测模块输出所述第五电信号的同时，发出所述被加热介质的温度预警提示；  
和

在所述第一温度检测模块输出所述第六电信号的同时，发出所述被加热介质的温度预警提示。

12. 根据权利要求 1 所述的电加热控制电路，其特征在于，所述控制模块包括：第二电流检测模块和软件控制模块，所述第二电流检测模块连接在所述电源模块与所述第一开关模块之间的电路上，所述第二电流检测模块用于输出第一检测结果；所述软件控制模块分别与所述第二电流检测模块和所述第一开关模块连接，所述软件控制模块用于根据所述第一检测结果发出第七电信号控制断开所述第一开关模块。

13. 根据权利要求 12 所述的电加热控制电路，其特征在于，所述第二电流检测模块包括电流互感器、整形滤波单元和电流计算单元，所述整形滤波单元连接在所述电流互感器与所述电流计算单元之间，所述整形滤波单元包括第一电阻、整形二极管、第二电阻、滤波电容和第三电阻；

所述第一电阻的第一端分别与所述电流互感器与所述整形二极管连接，所述第一电阻的第二端接地；

所述第二电阻的第一端连接所述整形二极管，所述第二电阻的第二端连接所述电流计算单元；  
所述滤波电容的第一端分别与所述第二电阻和所述电流计算单元连接，所述滤波电容的第二端接地；

所述第三电阻的第一端分别与所述第二电阻与所述电流计算单元连接，所述第三电阻的第二端接地。

14. 根据权利要求 13 所述的电加热控制电路，其特征在于，所述电加热控制电路包括：

第二开关模块，所述第二开关模块设置在所述电源模块与所述第一开关模块之间，所述第二开关模块也用于根据电信号控制所述加热模块与所述电源模块之间的电路通断；

所述软件控制模块与所述第二开关模块连接，所述软件控制模块用于根据所述第一检测结果输出第八电信号控制断开所述第二开关模块。

15. 根据权利要求 14 所述的电加热控制电路，其特征在于，所述第一开关模块和所述第二开关模块包括 1 个或多个继电器。

16. 根据权利要求 15 所述的电加热控制电路，其特征在于，所述第二电流检测模块用于输出第二检测结果；

所述软件控制模块还用于根据所述第二检测结果输出第九电信号控制断开所述第二开关模块。

17. 根据权利要求 14 所述的电加热控制电路，其特征在于，所述控制模块包括第二温度检测模块，所述第二温度检测模块与所述软件控制模块电连接，所述第二温度检测模块用于检测所述被加热介质的温度，以发出第一控制信号至所述软件控制模块以输出第十电信号控制断开所述第一开关模块；或发出第二控制信号至所述软件控制模块以输出第十一电信号控制断开所述第二开关模块。

18. 根据权利要求 17 所述的电加热控制电路，其特征在于，所述加热模块包括电加热管，所述第二温度检测模块与所述电加热管连接，所述软件控制模块控制断开所述第一开关模块后，所述第二温度检测模块用于检测所述电加热管的发热丝温度，以输出所述第二控制信号至所述软件控制模块以输出第十二电信号控制断开所述第二开关模块。

19. 根据权利要求 18 所述的电加热控制电路，其特征在于，所述控制模块还包括第二电压检测模块，所述第二电压检测模块包括至少一个电压检测器，一个所述电压检测器连接在一个继电器的两端，所述第一开关模块和所述第二开关模块中的所述电压检测器均与所述软件控制模块电连接；所述第二电压检测模块用于输出第一电信号至所述软件控制模块以输出第十三电信号控制断开所述第二开关模块。

20. 根据权利要求 19 所述的电加热控制电路，其特征在于，所述电加热控制电路还包括提示模块，所述提示模块与所述软件控制模块电连接，所述提示模块用于发出故障提示及发出与所述被加热介质对应的温度预警提示。

21. 一种电加热控制方法，基于权利要求 1 至 20 任一项所述的电加热控制电路，其特征在于，所述电加热控制方法包括：

通过所述第一温度检测模块检测所述被加热介质的温度；

当所述温度达到所述第一设定值时，控制所述第一温度检测模块输出所述第一电信号至所述

第一开关模块，以控制所述加热模块与所述电源模块之间的电路断开；

在所述第一温度检测模块输出所述第一电信号后，通过所述第一温度检测模块检测所述被加热介质的温度；和

- 5 当所述温度达到所述第二设定值时，控制所述第一温度检测模块输出所述第二电信号至所述第二开关模块，以控制所述加热模块与所述电源模块之间的电路断开，其中，所述第二设定值大于所述第一设定值。

22. 根据权利要求 21 所述的电加热控制方法，其特征在于，所述电加热控制方法包括：

在所述第二开关模块输出所述第二电信号后，通过所述第一电流检测模块检测所述加热模块与所述电源模块之间的电路是否存在电流；

- 10 当所述第一电流检测模块检测所述加热模块与所述电源模块之间的电路存在电流时，控制所述第一电流检测模块输出第三电信号至控制所述第三开关模块，以控制所述加热模块与所述电源模块之间的电路断开。

23. 根据权利要求 22 所述的电加热控制方法，其特征在于，所述电加热控制方法包括：

- 15 通过所述第一温度检测模块检测所述加热模块中电加热管的发热丝温度，在所述第一温度检测模块输出所述第一电信号后，通过所述第一电压检测模块检测到所述第一开关模块中的至少一个所述继电器的两端存在电压时，输出第四电信号至控制所述第二开关模块，以控制所述加热模块与所述电源模块之间的电路断开；和

- 20 在所述第一温度检测模块输出所述第二电信号后，通过所述第一电压检测模块检测到所述第二开关模块中的至少一个所述继电器的两端存在电压时，则输出第五电信号至控制所述第三开关模块，以控制所述加热模块与所述电源模块之间的电路断开。

24. 根据权利要求 23 所述的电加热控制方法，其特征在于，所述电加热控制方法包括：

在所述第一温度检测模块输出所述第一电信号后，通过所述第一温度检测模块检测到发热丝温度在预设时间内上升预设数值，输出第二电信号至第二开关模块以控制断开加热模块与电源模块之间的电路；和

- 25 在所述第一温度检测模块输出所述第二电信号后，通过所述第一温度检测模块检测到所述发热丝温度在预设时间内上升预设数值，输出第六电信号至所述第三开关模块以控制断开所述加热模块与所述电源模块之间的电路。

25. 根据权利要求 24 所述的电加热控制方法，其特征在于，所述电加热控制方法包括：

- 30 在所述第一电流检测模块输出所述第三电信号的同时，控制所述提示模块发出所述被加热介质的温度预警提示；

在所述第一电压检测模块输出所述第五电信号的同时，控制所述提示模块发出所述被加热介质的温度预警提示；和

在所述第一温度检测模块输出所述第六电信号的同时，控制所述提示模块发出所述被加热介质的温度预警提示。

- 35 26. 一种电加热控制装置，其特征在于，所述电加热控制装置包括权利要求 1 至 20 任一项所述的电加热控制电路或用于实现权利要求 21 至 25 任一项所述的电加热控制方法。

27. 一种热泵采暖机组，其特征在于，所述热泵采暖机组包括权利要求 26 所述的电加热控制装置。

28. 一种暖通设备，其特征在于，所述暖通设备包括权利要求 27 所述的热泵采暖机组。

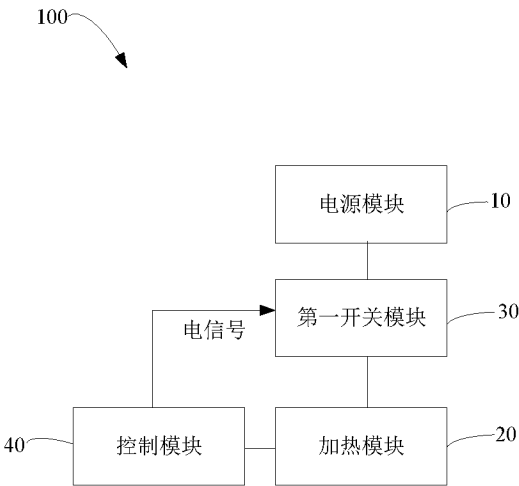


图 1

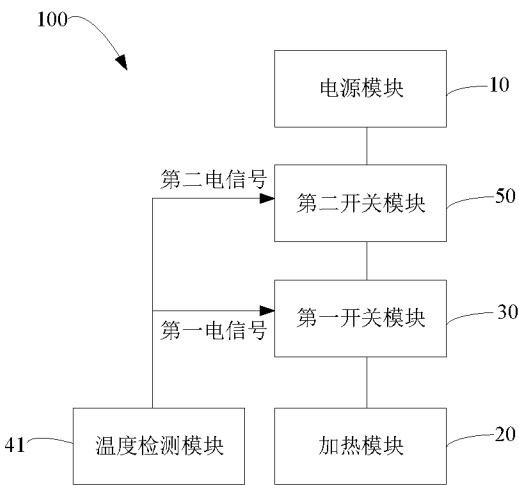


图 2

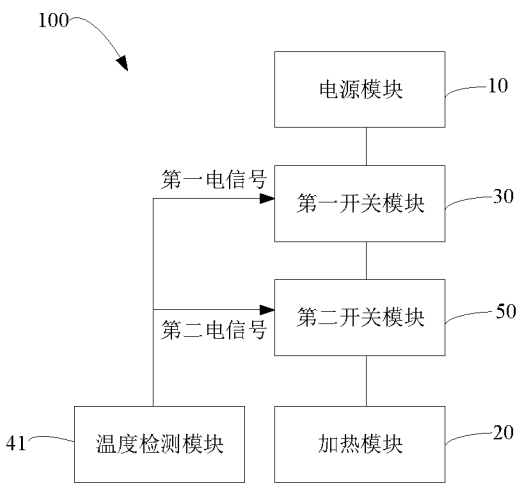


图 3

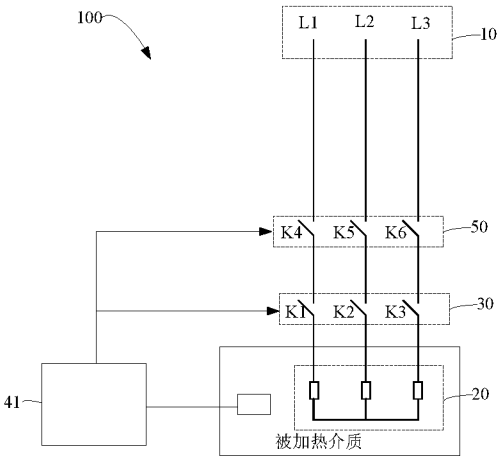


图 4

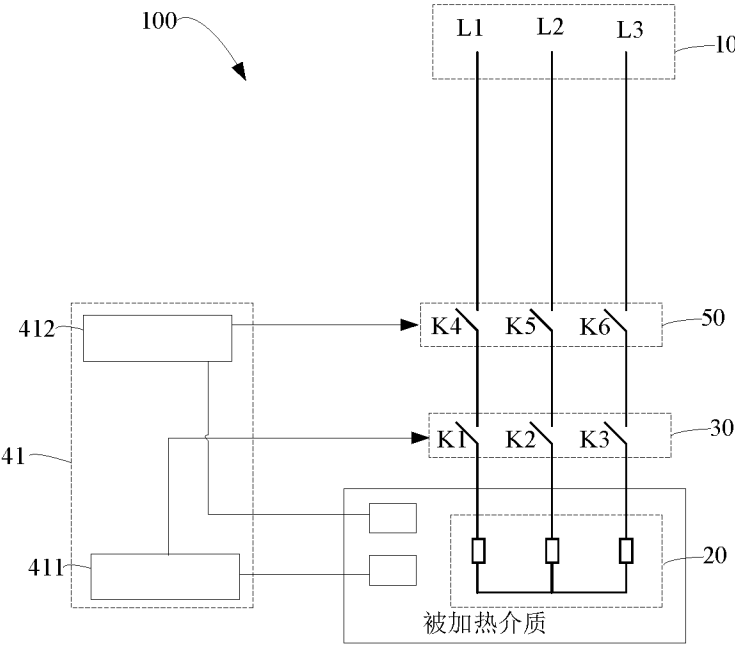


图 5

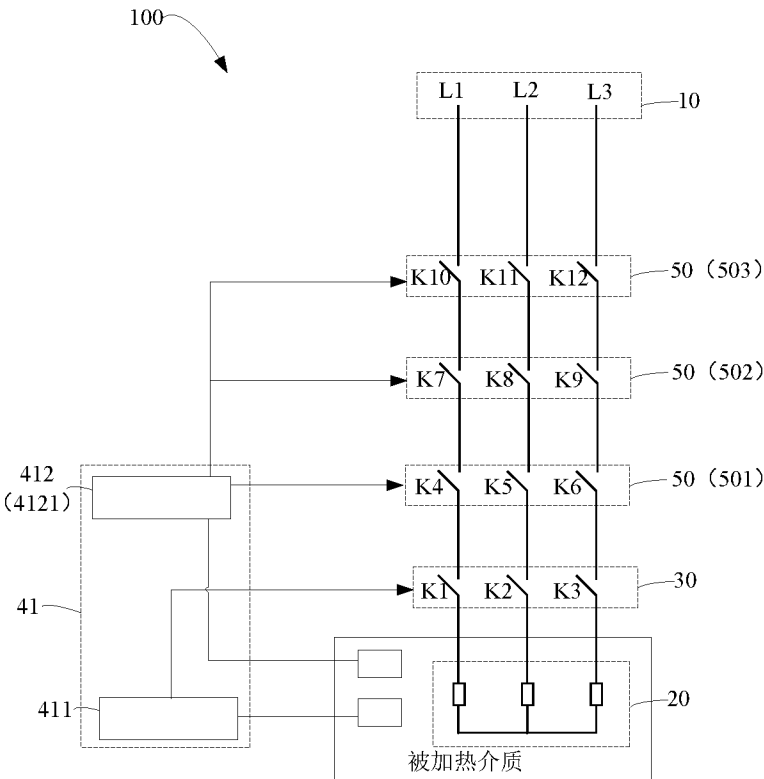


图 6

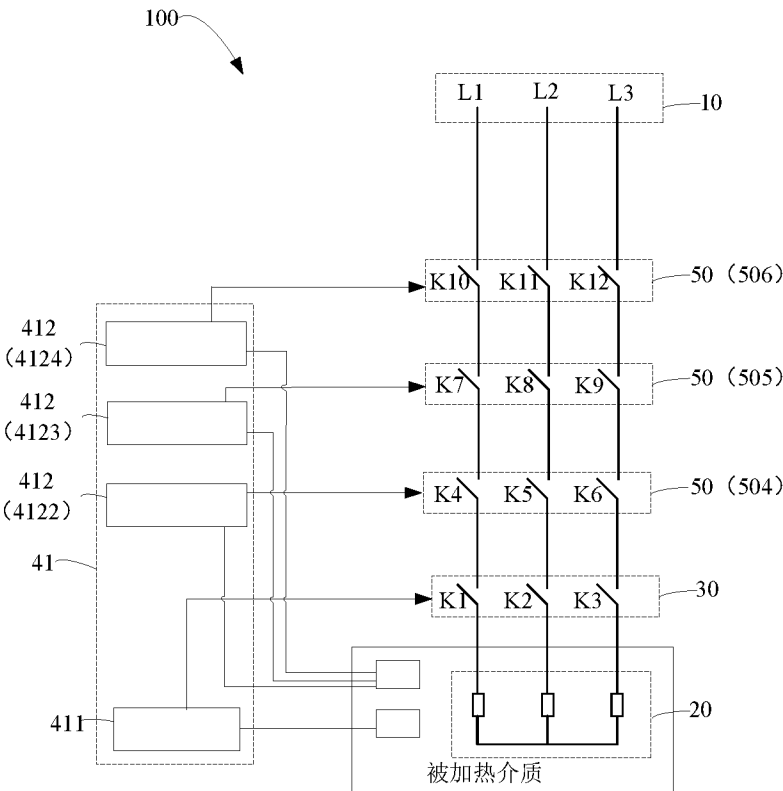


图 7

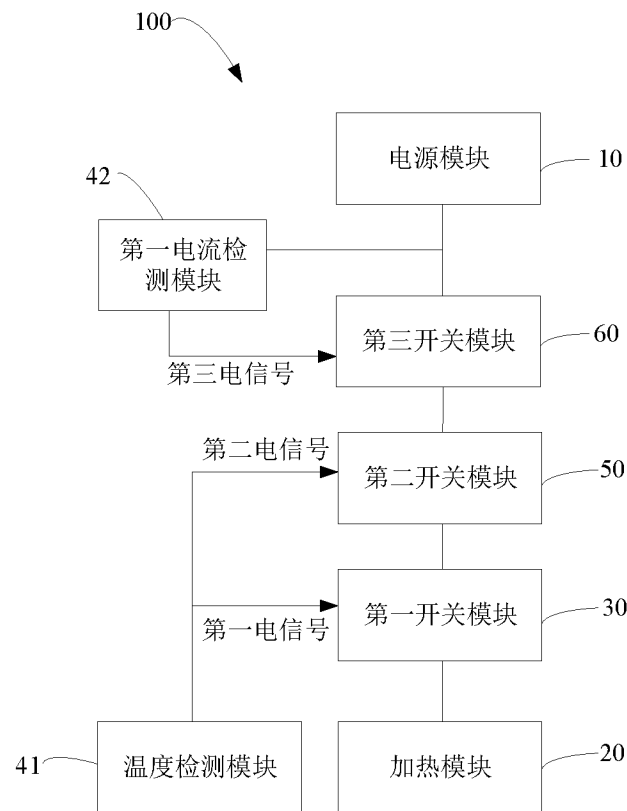


图 8

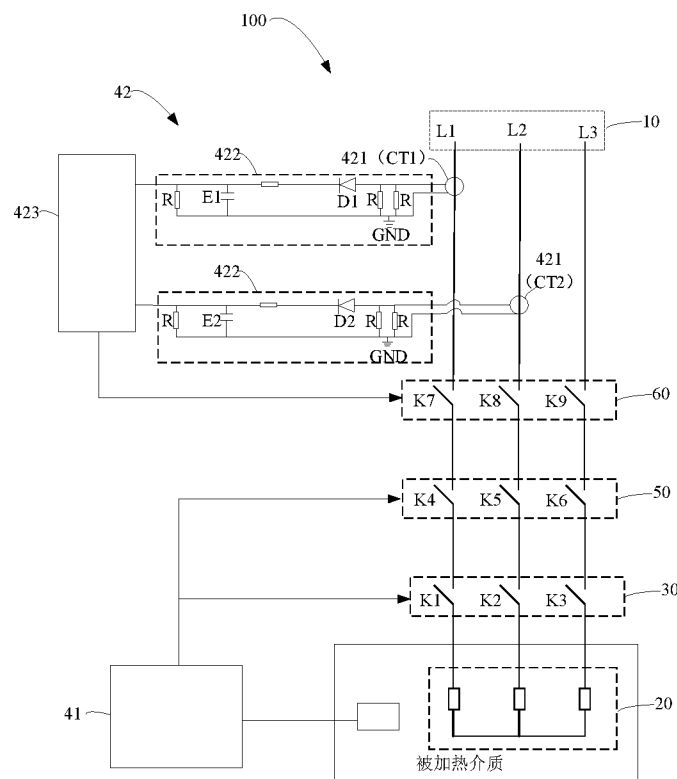


图 9

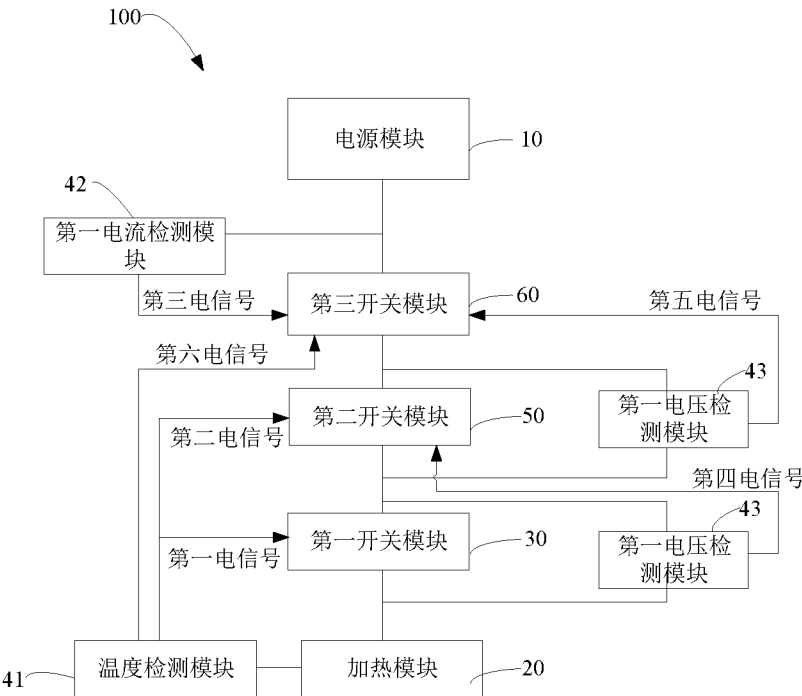


图 10

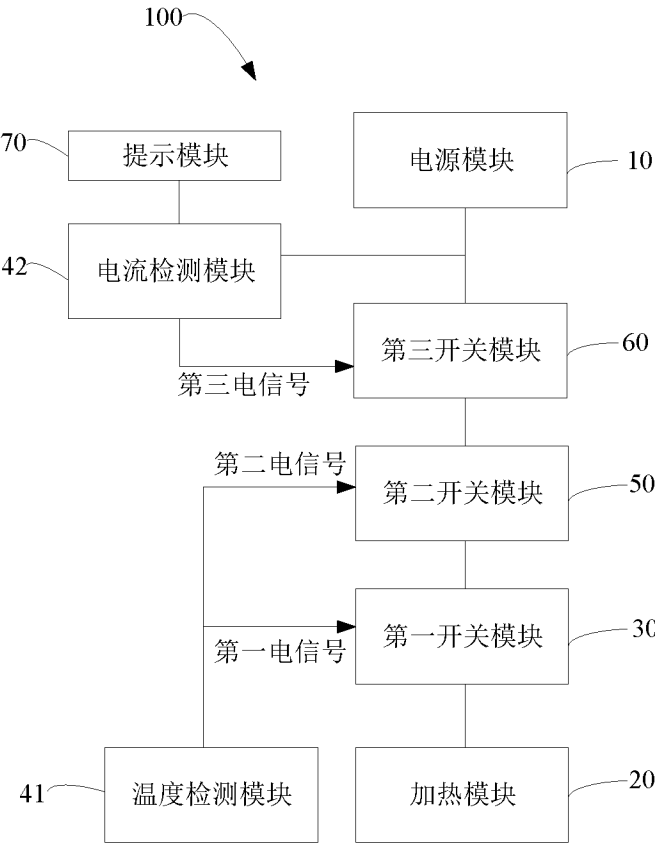


图 11

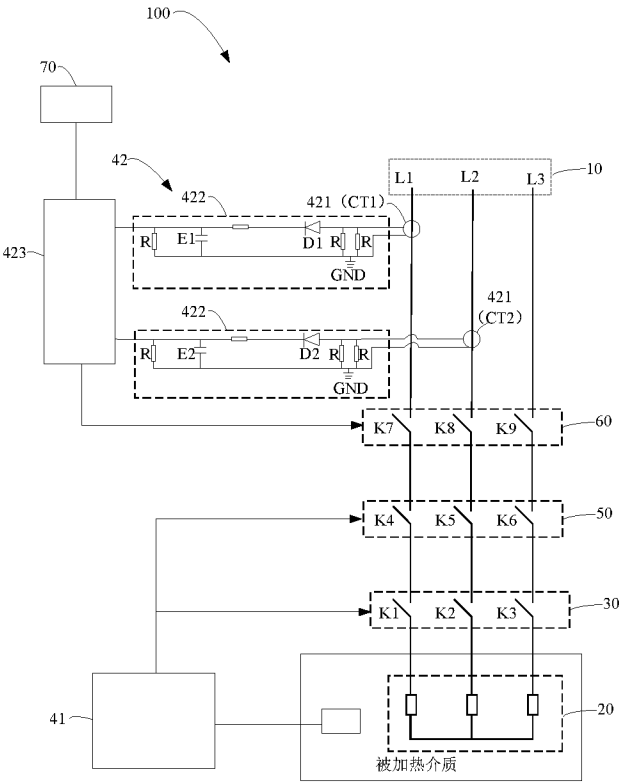


图 12

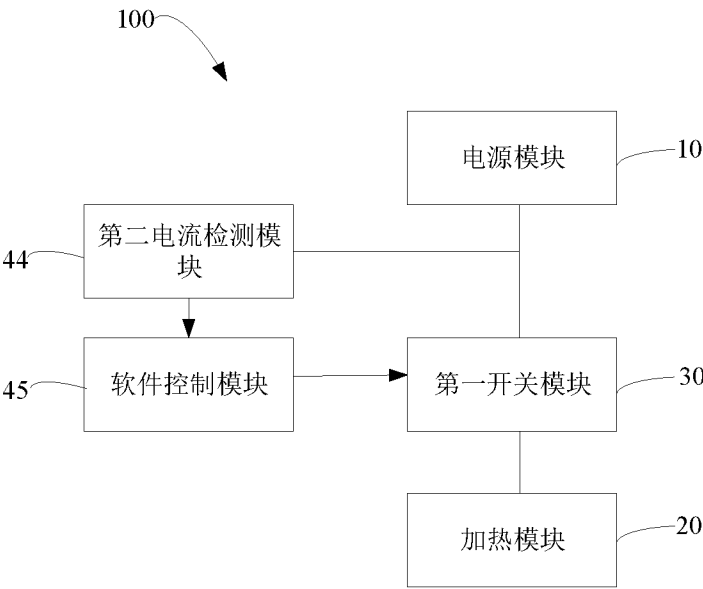


图 13

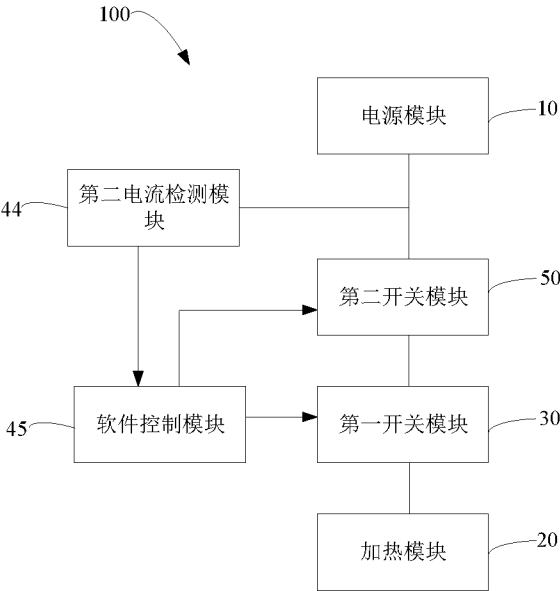


图 14

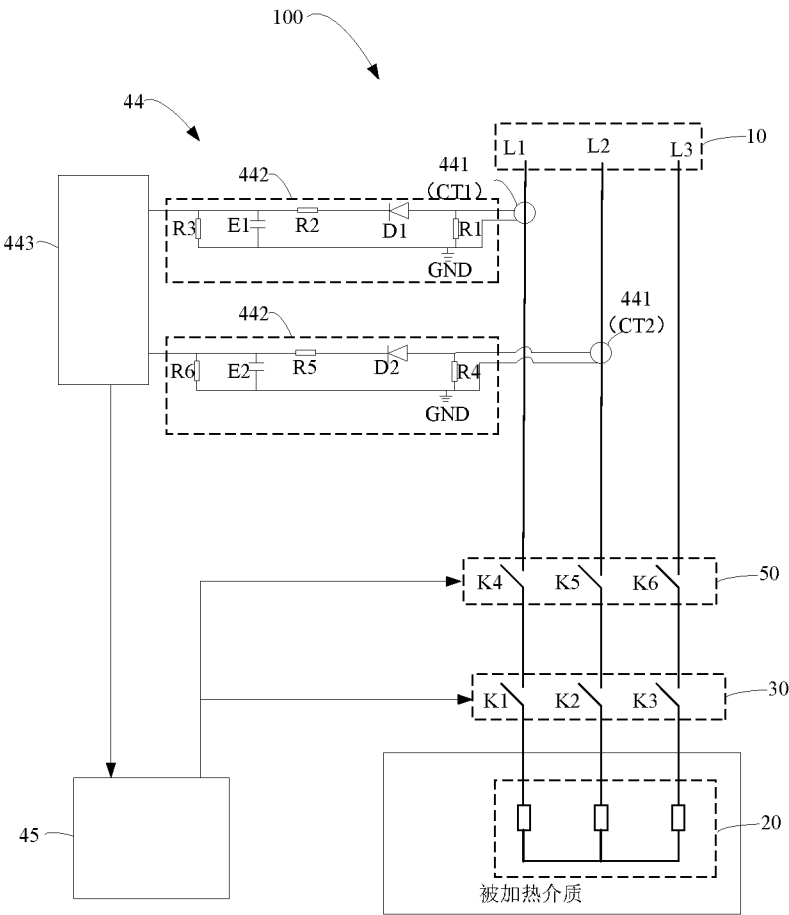


图 15

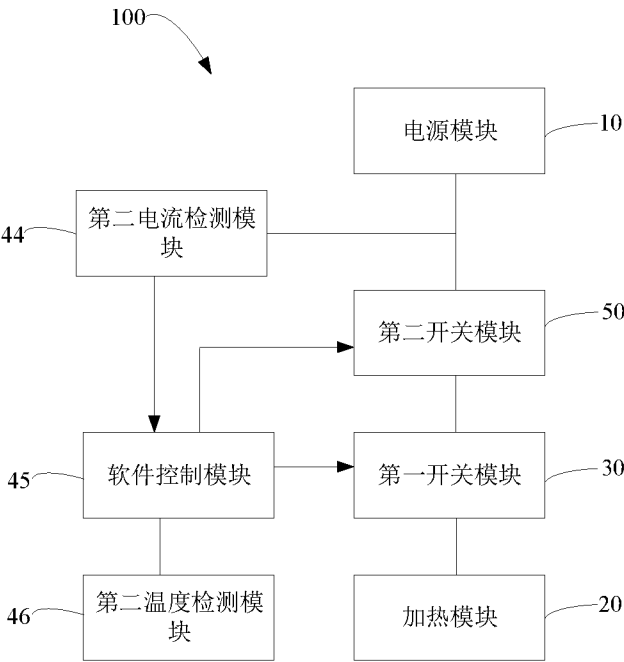


图 16

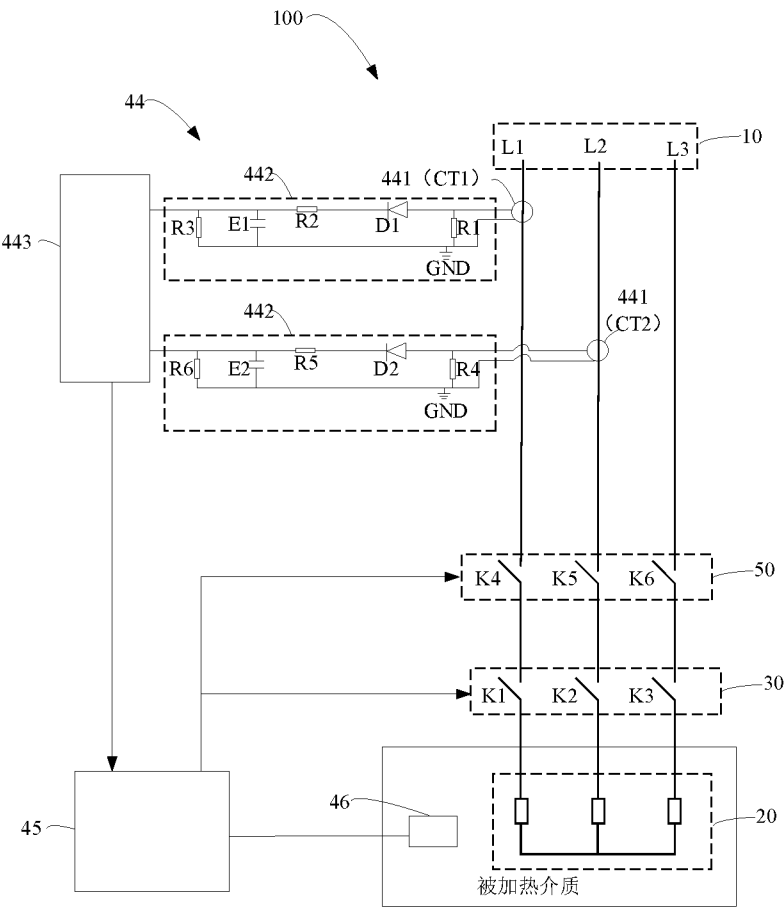


图 17

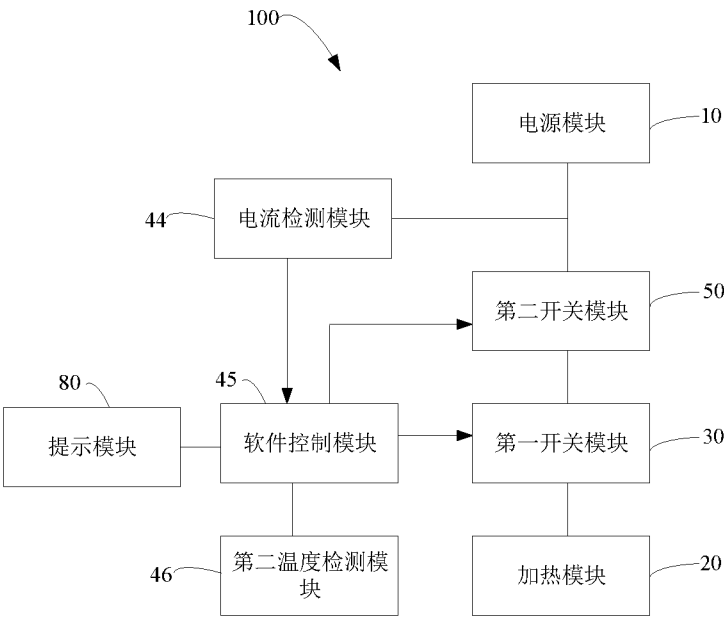


图 18

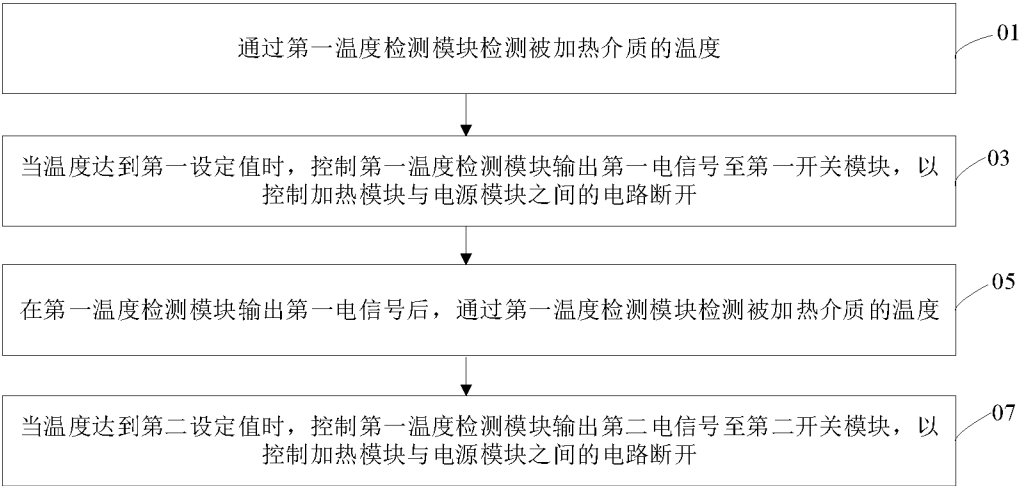


图 19



图 20

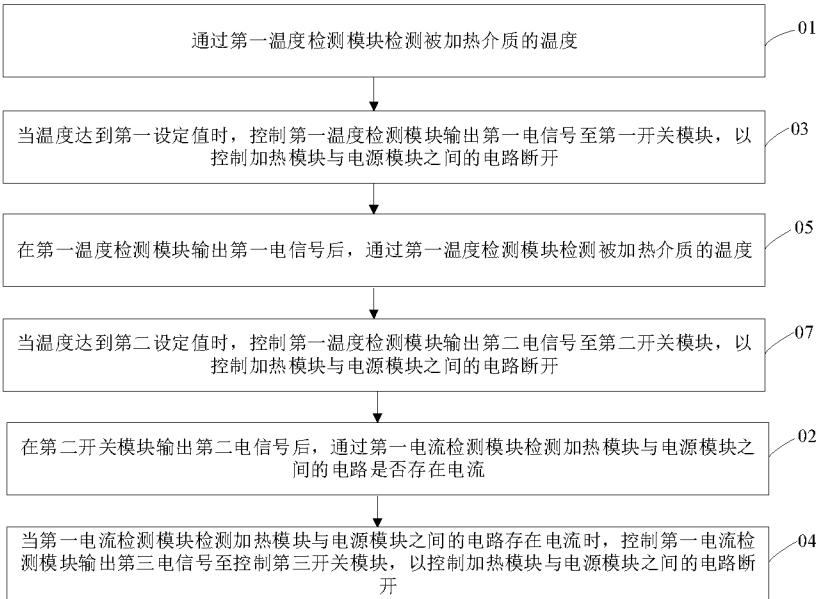


图 21

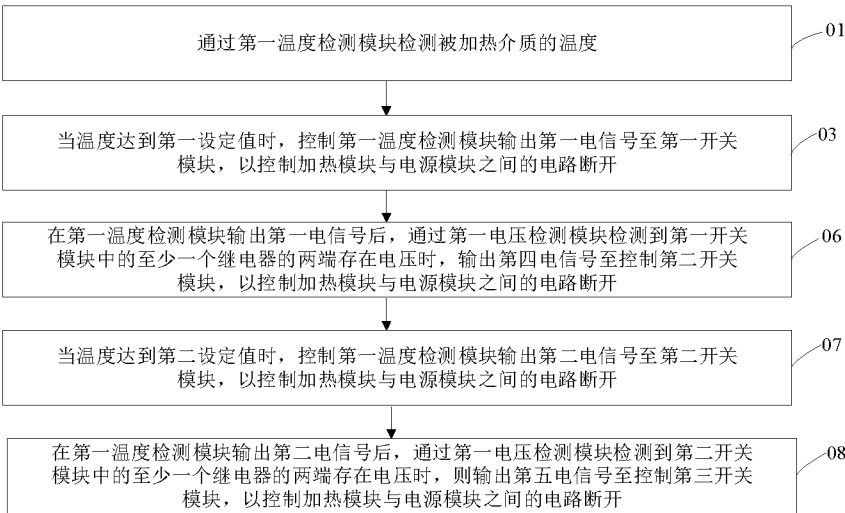


图 22

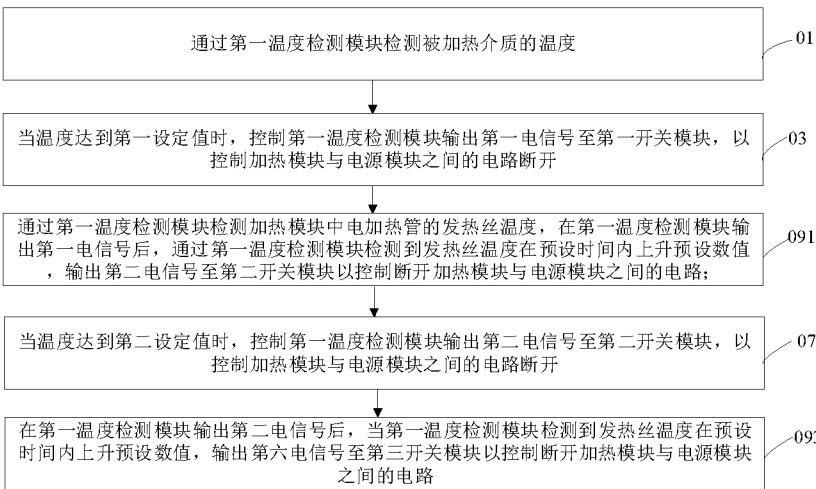


图 23

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2024/134123

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

H05B1/02(2006.01)i; H05B3/02(2006.01)i; F24D19/10(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC:H05B; F24D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, CNTXT, VEN, WOTXT, EPTXT, USTXT, CNKI, IEEE: 电加热, 控制, 开关, 电流检测, 电压检测, 加热管, 发热丝, 温度, heat, control, switch, current, voltage, heating tube, heating wire, temperature

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                             | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| PX        | CN 117896855 A (HEFEI MIDEA HEATING & VENTILATING EQUIPMENT CO., LTD. et al.) 16 April 2024 (2024-04-16)<br>description, paragraphs 0024-0149, and figures 1-5 | 1-28                  |
| X         | CN 110022621 A (WANG ZHENFU) 16 July 2019 (2019-07-16)<br>description, paragraphs 0032-0122, and figures 1-5                                                   | 1-28                  |
| A         | CN 112816914 A (GREE ELECTRIC APPLIANCES, INC. OF ZHUHAI) 18 May 2021 (2021-05-18)<br>entire document                                                          | 1-28                  |
| A         | CN 216390485 U (SHENZHEN HEERTAI SMALL HOME APPLIANCE INTELLIGENT TECHNOLOGY CO., LTD.) 26 April 2022 (2022-04-26)<br>entire document                          | 1-28                  |
| A         | WO 2014071630 A1 (HU SHAOBANG) 15 May 2014 (2014-05-15)<br>entire document                                                                                     | 1-28                  |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“D” document cited by the applicant in the international application

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 March 2025

Date of mailing of the international search report

14 March 2025

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/  
CN)  
China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District,  
Beijing 100088

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/CN2024/134123**

| Patent document<br>cited in search report |            |    | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s) |           |   | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|------------|----|--------------------------------------|-------------------------|-----------|---|--------------------------------------|
| CN                                        | 117896855  | A  | 16 April 2024                        | None                    |           |   |                                      |
| CN                                        | 110022621  | A  | 16 July 2019                         | None                    |           |   |                                      |
| CN                                        | 112816914  | A  | 18 May 2021                          | CN                      | 215449553 | U | 07 January 2022                      |
| CN                                        | 216390485  | U  | 26 April 2022                        | None                    |           |   |                                      |
| WO                                        | 2014071630 | A1 | 15 May 2014                          | CN                      | 103975645 | A | 06 August 2014                       |

A. 主题的分类

H05B1/02(2006.01)i; H05B3/02(2006.01)i; F24D19/10(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC:H05B; F24D

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNABS、CNTXT、VEN、WOTXT、EPTXT、USTXT、CNKI、IEEE: 电加热,控制,开关,电流检测,电压检测,加热管,发热丝,温度,heat, control, switch, current, voltage, heating tube, heating wire, temperature

C. 相关文件

| 类型* | 引用文件, 必要时, 指明相关段落                                                                     | 相关的权利要求 |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| PX  | CN 117896855 A (合肥美的暖通设备有限公司 等) 2024年4月16日 (2024 - 04 - 16)<br>说明书第0024-0149段, 附图 1-5 | 1-28    |
| X   | CN 110022621 A (王振福) 2019年7月16日 (2019 - 07 - 16)<br>说明书第0032-0122段, 附图 1-5            | 1-28    |
| A   | CN 112816914 A (珠海格力电器股份有限公司) 2021年5月18日 (2021 - 05 - 18)<br>全文                       | 1-28    |
| A   | CN 216390485 U (深圳和而泰小家电智能科技有限公司) 2022年4月26日 (2022 - 04 - 26)<br>全文                   | 1-28    |
| A   | WO 2014071630 A1 (胡少邦) 2014年5月15日 (2014 - 05 - 15)<br>全文                              | 1-28    |

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☒ 见同族专利附件。

★ 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“p” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2025年3月10日

国际检索报告邮寄日期

2025年3月14日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局  
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

授权官员

曹阳

电话号码 (+86) 010-53961232

PCT/ISA/210 表(第2页) (2022年7月)

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号  
PCT/CN2024/134123

| 检索报告引用的专利文件 |            |    | 公布日<br>(年/月/日) | 同族专利 | 公布日<br>(年/月/日)        |
|-------------|------------|----|----------------|------|-----------------------|
| CN          | 117896855  | A  | 2024年4月16日     | 无    |                       |
| CN          | 110022621  | A  | 2019年7月16日     | 无    |                       |
| CN          | 112816914  | A  | 2021年5月18日     | CN   | 215449553 U 2022年1月7日 |
| CN          | 216390485  | U  | 2022年4月26日     | 无    |                       |
| WO          | 2014071630 | A1 | 2014年5月15日     | CN   | 103975645 A 2014年8月6日 |