(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 1 月 9 日 (09.01.2025)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2025/007512 A1

(51) 国际专利分类号:
G21C 7/12 (2006.01) *G21C 17/112* (2006.01)
G21C 17/104 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2023/138585

(22) 国际申请日: 2023 年 12 月 13 日 (13.12.2023)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

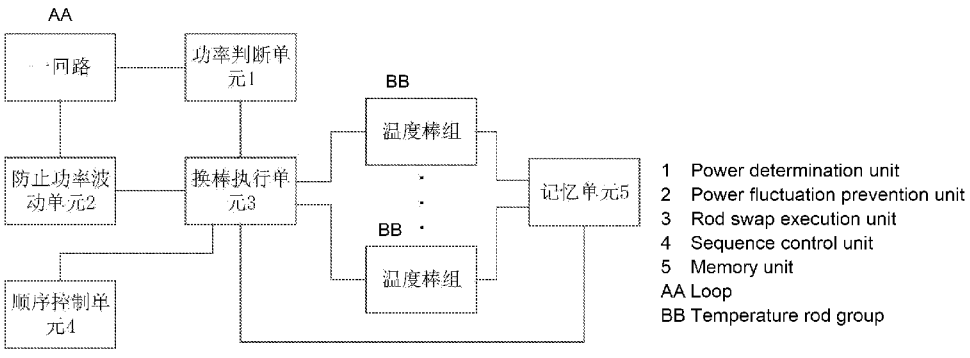
(30) 优先权:
202310817469.3 2023年7月5日 (05.07.2023) CN

(71) 申请人:中广核工程有限公司(**CHINA NUCLEAR POWER ENGINEERING CO., LTD.**) [CN/CN]; 中国广东省深圳市大鹏新区鹏飞路大亚湾核电基地工程公司办公大楼, Guangdong 518124 (CN)。深圳中广核工程设计有限公司(**CHINA NUCLEAR POWER DESIGN COMPANY LTD. (SHENZHEN)**) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区龙城街道441号天安数码创业园2号大厦, Guangdong 518100 (CN)。

(72) 发明人:王旭峰(**WANG, Xufeng**); 中国广东省深圳市大鹏新区鹏飞路大亚湾核电基地工程公司办公大楼, Guangdong 518124 (CN)。李恒(**LI, Heng**); 中国广东省深圳市大鹏新区鹏飞路大亚湾核电基地工程公司办公大楼, Guangdong 518124 (CN)。江辉(**JIANG, Hui**); 中国广东省深圳市大鹏新区鹏飞路大亚湾核电基地工程公司办公大楼, Guangdong 518124 (CN)。韦桥(**WEI, Qiao**); 中国广东省深圳市大鹏新区鹏飞路大亚湾核电基地工程公司办公大楼, Guangdong 518124 (CN)。周叶翔(**ZHOU, Yexiang**); 中国广东省深圳市大鹏新区鹏飞路大亚湾核电基地工程公司办公大楼, Guangdong 518124 (CN)。任立永(**REN, Liyong**); 中国广东省深圳市大鹏新区鹏飞路大亚湾核电基地工程公司办公大楼, Guangdong 518124 (CN)。王婷(**WANG, Ting**); 中国广东省深圳市大鹏新区鹏飞路大亚湾核电基地工程公司办公大楼, Guangdong

(54) **Title:** ROD SWAP SYSTEM AND METHOD FOR REACTOR OF NUCLEAR POWER PLANT

(54) 发明名称: 核电厂反应堆换棒系统及方法



[图1]

(57) **Abstract:** A rod swap system and method for a reactor of a nuclear power plant. The rod swap system for a reactor of a nuclear power plant comprises: a power determination unit (1), which is used for determining whether a loop power is stable, and generating a determination result for representing whether the loop power is stable; a power fluctuation prevention unit (2), which is used for monitoring a fluctuation state of the loop power in real time; and a rod swap execution unit (3), which is used for sequentially performing, according to the fluctuation state, rod position swap processing on first and second T rod groups comprised in each temperature rod group after it is determined that the loop power is stable. The rod swap system for a reactor of a nuclear power plant can automatically implement a rod swap operation efficiently, stably and reliably.

(57) 摘要: 核电厂反应堆换棒系统及方法，核电厂反应堆换棒系统包括：功率判断单元(1)，用于判断一回路功率是否稳定，并生成用于表征一回路功率是否稳定的判断结果；防止功率波动单元(2)，用于实时监测一回路功率的波动状态；以及换棒执行单元(3)，用于在确定一回路功率稳定后，根据波动状态依次对各温度棒组所包括的第一和第二T棒组进行棒位互换处理。核电厂反应堆换棒系统可以高效、稳定且可靠地自动实现换棒工作。

WO 2025/007512 A1

[见续页]

518124 (CN)。 骆楠柯(**LUO, Nanke**); 中国广东省深圳市大鹏新区鹏飞路大亚湾核电基地工程公司办公大楼, Guangdong 518124 (CN)。

(74) 代理人: 深圳市瑞方达知识产权事务所（普通合伙）(**SHENZHEN REFINED INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE (GENERAL PARTNERSHIP)**); 中国广东省深圳市南山区科兴路11号深南花园裙楼B区413室, Guangdong 518057 (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, 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))。

核电厂反应堆换棒系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及核电仪控技术领域，尤其涉及一种核电厂反应堆换棒系统及方法。

背景技术

[0002] 核电厂反应堆和汽轮发电机组之间的功率协调控制极为重要，二者涉及核能向电能的转换，也涉及与电能之间的能量平衡，只有安全可靠的堆机匹配才能确保核电厂安全、经济地运行。

[0003] 当前部分核电厂，反应堆控制系统采用了MODE-G模式，其特点是通过调节温度棒组、功率棒组和调节硼浓度来协调控制反应性和机组功率。功率棒组用于补偿大范围的功率变化（即粗调），温度棒组用于控制一回路平均温度（即细调），调硼用于补偿燃耗引起的慢反应性变化和氙效应引起的大范围反应性变化。然而，MODE-G模式需操纵员每天多次手动调硼补偿燃耗带来的慢反应性，存在废水产生量大、自动化水平低、灵活性差等缺陷，还会因T棒组长期插入堆芯会加剧燃料阴影效应，进而影响径向功率峰值因子，以及忽略了一回路功率对换棒工作的影响，导致换棒工作存在一定的安全风险。目前核电厂正缺乏一种可削弱燃料阴影效应且能够实现自动换棒的换棒方式。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题在于，提供一种核电厂反应堆换棒系统及方法。

[0005] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是：构造一种核电厂反应堆换棒系统，包括：

[0006] 功率判断单元，用于判断一回路功率是否稳定，并生成用于表征一回路功率是否稳定的判断结果；

[0007] 防止功率波动单元，用于实时监测所述一回路功率的波动状态；以及

[0008] 换棒执行单元，用于在确定所述一回路功率稳定后，根据所述波动状态依次对各温度棒组所包括的第一和第二T棒组进行棒位互换处理。

[0009] 优选地，所述核电厂反应堆换棒系统还包括：

[0010] 顺序控制单元，用于根据设定规律向所述换棒执行单元发送可控制各所述温度棒组执行棒位互换处理的执行指令，以在当前温度棒组完成棒位互换后，才会控制未完成棒位互换的温度棒组进行所述棒位互换处理。

[0011] 优选地，所述核电厂反应堆换棒系统还包括：记忆单元，用于记录所有T棒组在进行所述棒位互换处理前所对应的初始棒位；

[0012] 所述换棒执行单元包括用于根据升降指令控制T棒组提升或下插的控制棒动作机构和与各所述温度棒组一一对应的多个棒组对执行单元；

[0013] 其中，每一个所述棒组对执行单元包括：

[0014] 启停控制模块，用于获取并根据暂停指令、结束指令和相应温度棒组的执行指令生成启停指令；

[0015] 第一棒组执行模块，用于获取并根据所述启停指令，以及相应温度棒组的第一T棒组的实时棒位和第二T棒组的初始棒位生成所述第一T棒组的升降指令；以及

[0016] 第二棒组执行模块，用于获取并根据所述启停指令，以及所述相应温度棒组的第二T棒组的实时棒位和第一T棒组的初始棒位生成所述第二T棒组的升降指令。

[0017] 优选地，所述第一和第二棒组执行模块分别包括：

[0018] 比较模块，其第二输入端获取相应T棒组的实时棒位，其第一输入端获取与所述相应T棒组成对的另一T棒组的初始棒位，其第一输出端输出所述相应T棒组的下插信号，其第二输出端输出可指示所述相应T棒组是否完成升降动作的完成指示信号，其第三输出端输出所述相应T棒组的提升信号；

[0019] 第一与门，其各输入端分别获取不闭锁下插信号、所述启停指令和下插信号，且通过其输出端输出所述相应T棒组的下插指令；以及

[0020] 第二与门，其各输入端分别获取不闭锁提升信号、所述启停指令和提升信号，且通过其输出端输出所述相应T棒组的提升指令。

[0021] 优选地，所述启停控制模块包括：

[0022] 第一RS触发器，其R端获取所述执行指令，其S端获取所述结束指令；

[0023] 第一或门，其一输入端获取所述暂停指令，另一输入端连接所述第一RS触发器的输出端；以及

[0024] 第一非门，其输入端连接所述第一或门的输出端，且通过其输出端输出所述启停指令。

[0025] 优选地，所述防止功率波动单元包括：

[0026] 减法器模块，其第一端获取一回路温度设定值，其第二端获取一回路平均温度测量值，用于计算所述一回路温度设定值减一回路平均温度测量值的差值；

[0027] 选择控制模块，用于获取并根据各T棒组的完成指示信号和各所述温度棒组的执行指令生成选择控制信号；

[0028] 选择模块，其第一输入端接入所述差值，其选择端接入所述选择控制信号，以根据所述选择控制信号选择是否输出所述差值；

[0029] 第一限值比较模块，用于在所述差值大于第一限值时，输出可控制正在进行所述棒位互换处理的需下插棒位的T棒组暂停下插棒位的不闭锁下插信号；以及

[0030] 第二限值比较模块，用于在所述差值小于第二限值时，输出可控制正在进行所述棒位互换处理的需提升棒位的T棒组暂停提升棒位的不闭锁提升信号。

[0031] 优选地，所述选择控制模块包括第二或门，以及与各所述温度棒组一一对应的多个触发模块；

[0032] 其中，每一个所述触发模块包括：

[0033] 第三或门，其第一、第二输入端分别获取相应温度棒组中两个T棒组的完成指示信号；

[0034] 第四与门，其第一输入端连接所述第三或门的输出端，其第二输入端获取所述相应温度棒组的执行指令；

[0035] 第二RS触发器，其R端连接所述第四与门的输出端，其S端获取所述相应温度棒组的执行指令；

[0036] 所述第二或门的各输入端分别连接各所述触发模块包括的第二RS触发器的输出端，所述第二或门的输出端输出所述选择控制信号。

[0037] 优选地，所述功率判断单元包括：

[0038] 温度测量模块，用于采集一回路温度测量值；

[0039] 锁存模块，其锁存端用于接收绝对值比较结果，其输入端连接所述温度测量模块以获取所述一回路温度测量值，用于根据所述绝对值比较结果输出锁存参考值；

[0040] 绝对值比较模块，其第一端获取所述一回路温度测量值，其第二端连接所述锁存模块的输出端以获取所述锁存参考值，其第三端获取第一设定值，用于判断所述一回路平均温度测量值与锁存参考值的偏差绝对值是否大于第一设定值，且通过其输出端输出所述绝对值比较结果；

[0041] 第五非门，其输入端连接绝对值比较模块的输出端以获取所述比较信号，进而对所述比较信号进行非运行处理；以及

[0042] 前延时模块，其输入端连接所述第五非门的输出端，用于延时第一设定时间后，通过其输出端输出所述判断结果。

[0043] 本发明还构造了一种核电厂反应堆换棒方法，包括：

[0044] S10、判断一回路功率是否稳定，若是执行下一步；

[0045] S20、实时监测所述一回路功率的波动状态；

[0046] S30、根据所述波动状态依次对各温度棒组所包括的两个T棒组进行棒位互换处理。

[0047] 优选地，在所述S30中，还包括：只有在当前温度棒组完成棒位互换后，才允许未完成棒位互换的温度棒组进行所述棒位互换处理。

[0048] 优选地，在所述S10中，所述判断一回路功率是否稳定的步骤，包括：

[0049] 在第一设定时间内，判断一回路平均温度测量值与锁存参考值的偏差绝对值是否小于第一设定值，若是判定一回路功率稳定，否则判定一回路功率不稳定。

[0050] 优选地，所述第一设定时间为200秒；和/或，所述第一设定值为0.4℃。

[0051] 优选地，在所述S30之前还包括：记录所有T棒组在进行所述棒位互换处理前所对应的初始棒位；

[0052] 在所述S30中，所述棒位互换处理包括：

[0053] 在接收到用户输入的暂停指令时，控制所有T棒组停止在当前位置；

[0054] 在未接收到用户输入的暂停指令时，控制需提升棒位的T棒组和需下插棒位的T棒组分别以相同速度提升棒位以及下插棒位，直至需提升棒位的T棒组的位置

升至需下插棒位的T棒组的初始棒位、需下插棒位的T棒组的位置降至需提升棒位的T棒组的初始棒位。

[0055] 优选地，所述S30包括：

[0056] S301、实时监测一回路平均温度测量值；

[0057] S302、若一回路平均温度设定值与所述一回路平均温度测量值的差值大于第一限值，则控制正在进行所述棒位互换处理的需下插棒位的T棒组暂停下插棒位；

[0058] S303、若所述一回路平均温度设定值与所述一回路平均温度测量值的差值小于第二限值，则控制正在进行所述棒位互换处理的需提升棒位的T棒组暂停提升棒位。

[0059] 优选地，所述第一限值为0.3℃，所述第二限值为-0.3℃。

[0060] 实施本发明的技术方案，通过功率判断单元生成用于表征一回路功率是否稳定的判断结果，以及通过防止功率波动单元实时监测一回路功率的波动状态，最后，换棒执行单元确定一回路功率稳定后，根据波动状态依次对各温度棒组所包括的第一和第二T棒组进行棒位互换处理；实施本发明可以高效、稳定且可靠地自动实现换棒工作，克服了废水产生量大、自动化水平低、灵活性差和阴影效应剧烈等缺陷，极大减轻操纵员工作负荷并降低人因失误风险。

附图说明

[0061] 下面将结合附图及实施例对本发明作进一步说明，附图中：

[0062] 图1是本发明一些实施例中核电厂反应堆换棒系统的结构示意图；

[0063] 图2是本发明一些实施例中换棒执行单元的结构示意图；

[0064] 图3是本发明一些实施例中防止功率波动单元的结构示意图；

[0065] 图4是本发明一些实施例中功率判断单元的结构示意图；

[0066] 图5是本发明一些实施例中核电厂反应堆换棒方法的流程示意图；

[0067] 图6是本发明一些实施例中核电厂反应堆换棒方法中的步骤S30的流程示意图。

具体实施方式

[0068] 为了对本发明的技术特征、目的和效果有更加清楚的理解，现对照附图详细说明本发明的具体实施方式。

[0069] 需要说明的是，附图中所示的流程图仅是示例性说明，不是必须包括所有的内容和操作/步骤，也不是必须按所描述的顺序执行。例如，有的操作/步骤还可以分解，而有的操作/步骤可以合并或部分合并，因此实际执行的顺序有可能根据实际情况改变。

[0070] 附图中所示的方框图仅仅是功能实体，不一定必须与物理上独立的实体相对应。即，可以采用软件形式来实现这些功能实体，或在一个或多个硬件模块或集成电路中实现这些功能实体，或在不同网络和/或处理器装置和/或微控制器装置中实现这些功能实体。

[0071] 参见图1，是本发明一些实施例中核电厂反应堆换棒系统的结构示意图。该核电厂反应堆换棒系统用于在一回路功率温度的状态下自动定期交换温度棒组包括的位于堆芯内、棒位不同的第一和第二T棒组的位置，以提高机组自动化水平和可靠性。如图1所示，该系统包括：功率判断单元1、防止功率波动单元2和换棒执行单元3。

[0072] 功率判断单元1用于判断一回路功率是否稳定，并生成用于表征一回路功率是否稳定的判断结果。

[0073] 防止功率波动单元2用于实时监测一回路功率的波动状态。

[0074] 换棒执行单元3用于在确定一回路功率稳定后，根据波动状态依次对各温度棒组所包括的第一和第二T棒组进行棒位互换处理。

[0075] 需说明的是，实施棒位互换处理的目的是将第一T棒组的棒位换为第二T棒组的初始棒位，第二T棒组的棒位换为第一T棒组的初始棒位。

[0076] 在本实施例中，通过功率判断单元生成用于表征一回路功率是否稳定的判断结果，以及通过防止功率波动单元实时监测一回路功率的波动状态，最后，换棒执行单元确定一回路功率稳定后，根据波动状态依次对各温度棒组所包括的第一和第二T棒组进行棒位互换处理；实施本发明可以高效、稳定且可靠地自动实现换棒工作，克服了废水产生量大、自动化水平低、灵活性差和阴影效应剧烈等缺陷，极大减轻操纵员工作负荷并降低人因失误风险。

[0077] 为了保证整个换棒过程堆芯工作稳定且安全，在一些实施例中，如图1所示，该核电厂反应堆换棒系统还包括顺序控制单元4。

[0078] 顺序控制单元4用于根据设定规律向换棒执行单元3发送可控制各温度棒组执行棒位互换处理的执行指令，以在当前温度棒组完成棒位互换后，才会控制未完成棒位互换的温度棒组进行棒位互换处理，这样有助于保证整个换棒过程堆芯工作稳定且安全。

[0079] 在一些实施例中，如图1所示，该核电厂反应堆换棒系统还包括记忆单元5。记忆单元5用于记录所有T棒组在进行棒位互换处理前所对应的初始棒位。

[0080] 进一步地，如图2所示，换棒执行单元3包括用于根据升降指令控制T棒组提升或下插的控制棒动作机构31和与各温度棒组一一对应的多个棒组对执行单元。其中，每一个棒组对执行单元包括启停控制模块321、第一棒组执行模块322和第二棒组执行模块323。

[0081] 启停控制模块321用于获取并根据暂停指令、结束指令和相应温度棒组的执行指令生成启停指令。

[0082] 第一棒组执行模块322用于获取并根据启停指令，以及相应温度棒组的第一T棒组的实时棒位和第二T棒组的初始棒位生成第一T棒组的升降指令。

[0083] 第二棒组执行模块323用于获取并根据启停指令，以及相应温度棒组的第二T棒组的实时棒位和第一T棒组的初始棒位生成第二T棒组的升降指令。

[0084] 在一些实施例中，如图2所示，第一和第二棒组执行模块分别包括比较模块3221、第一与门3222和第二与门3223。

[0085] 比较模块3221的第二输入端获取相应T棒组的实时棒位，比较模块3221的第一输入端获取与相应T棒组成对的另一T棒组的初始棒位，比较模块3221的第一输出端输出相应T棒组的下插信号，比较模块3221的第二输出端输出可指示相应T棒组是否完成升降动作的完成指示信号，比较模块3221的第三输出端输出相应T棒组的提升信号。

[0086] 第一与门3222的输入端分别获取不闭锁下插信号、第一与门3222启停指令和下插信号，且通过第一与门3222的输出端输出相应T棒组的下插指令。

[0087] 第二与门3223的各输入端分别获取不闭锁提升信号、启停指令和提升信号，且第二与门3223的输出端输出相应T棒组的提升指令。

[0088] 在一些实施例中，如图2所示，启停控制模块321包括第一RS触发器3211、第一或门3212和第一非门3213。

[0089] 第一RS触发器3211的R端获取执行指令，第一RS触发器3211的S端获取结束指令。

[0090] 第一或门3212的一输入端获取暂停指令，另一输入端连接第一RS触发器3211的输出端的。

[0091] 第一非门3213的输入端连接第一或门3212的输出端，且通过第一非门3213的输出端输出启停指令。

[0092] 在图2所示的实施例中，换棒执行单元3包括两个棒组对执行单元。可以理解的，第一个棒组对执行单元与第一T棒组T1a和第二T棒组T2a的升降相关，第二个棒组对执行单元与第一T棒组T1b和第二T棒组T2b的升降相关。以第二个棒组对执行单元为例，换棒执行单元3的工作原理如下：

[0093] 1、当需要T1b和T2b进行换棒操作，以及结束指令和暂停指令不使能时，T1b/T2b执行指令0010为高电平、结束指令和暂停指令为低电平，使得第一非门3213输出的启停指令为高电平；若T1b的初始棒位0006高于T2b的实时棒位0002，第一棒组执行模块322包括的比较模块3221的第一输出端输出的下插指令为低电平，比较模块3221的第三输出端输出的提升信号为高电平，若不闭锁提升信号0003使能（即为高电平时），第二与门3223的输出端输出的提升指令为高电平，进而使控制棒动作机构31控制第二T棒组T2b提升；相反，若T1b的初始棒位0006低于T2b的实时棒位0002时，第一棒组执行模块322包括的比较模块3221第一和第三输出端分别输出高电平和低电平，若不闭锁下插信号0004使能，第一与门3222的输出端输出的下插指令为高电平，使得控制棒动作机构31控制第二T棒组T2b下插；可以理解的，对于T1b的提升和下插控制逻辑，与前文相仿，在此不再展开叙述；

[0094] 2、当暂停指令使能时（即为高电平时），使第一或门3212的一输入端输入高电平，使得第一非门3213的输出端输出启停指令为低电平，并输入到换棒执行单元3中的所有第一与门3222和第二与门3223中，使所有下插指令和提升指令为低

电平，使得所有第一和第二T棒组均无法提升或下插，即暂停了所有T棒组的提升和下插；

[0095] 3、当不闭锁提升信号0003不使能时（即为低电平时），所有第二与门3223的输出端输出的提升指令为低电平，使得所有第一和第二T棒组均无法提升；同理，当不闭锁下插信号0004不使能时，所有第一与门3222的输出端输出的下插指令为低电平，使得所有第一和第二T棒组均无法下插。

[0096] 在一些实施例中，若比较模块3221的第一输入端获取到的T棒组的初始棒位和第二输入端获取到的T棒组的实时棒位高度相同，比较模块3221的第二输出端输出高电平，以说明相应T棒组的位置互换完。以第二T棒组T2b为例，当第二T棒组T2b的实时棒位等于第一T棒组T1b的初始棒位时，第二T棒组T2b的完成指示信号0014为高电平。

[0097] 在一些实施例中，如图2所述，换棒执行单元3还包括与棒组对执行单元一一对应的多个第三与门33。第三与门33的两个输入端分别连接棒组对执行单元中的两个比较模块3221的第二输出端，可以理解的，当该棒组对执行单元所对应的两个T棒组（如T1b和T2b）的棒位互换完成时，第三与门33的输出端将输出高电平，该信号可用于告知工作人员温度棒组的两个T棒组换棒完成。

[0098] 在一些实施例中，如图3所示，防止功率波动单元2包括减法器模块21、选择控制模块22和选择模块23。

[0099] 减法器模块21的第一端获取一回路温度设定值，减法器模块21的第二端获取一回路平均温度测量值；减法器模块21用于计算一回路温度设定值减一回路平均温度测量值的差值。

[0100] 选择控制模块22用于获取并根据各T棒组的完成指示信号和各温度棒组的执行指令生成选择控制信号。

[0101] 选择模块23的第一输入端接入差值，选择模块23的选择端接入选择控制信号，以根据选择控制信号选择是否输出差值。具体地，若选择控制信号为高电平，选择模块23的输出端输出差值，若选择控制信号为低电平，选择模块23的输出端输出其第二输入端接入的第二设定值（可以为0，未图示）。

[0102] 第一限值比较模块24与选择模块23的输出端连接，第一限值比较模块24用于在差值大于第一限值时，输出可控制正在进行棒位互换处理的需下插棒位的T棒组暂停下插棒位的不闭锁下插信号。

[0103] 第二限值比较模块25与选择模块23的输出端连接，第二限值比较模块25用于在差值小于第二限值时，输出可控制正在进行棒位互换处理的需提升棒位的T棒组暂停提升棒位的不闭锁提升信号。

[0104] 具体地，如图3所示，当一回路功率产生向上波动时，对应的一回路平均温度测量值会变大，使差值小于第二限值（可以为−0.3℃）时，则第二限值比较模块25输出的不闭锁提升信号0003为低电平，进而使得所有T棒组暂停提升，但此时下插的T棒组依然会保持下插，从而使一回路平均温度测量值下降，对应的功率也会下降；随着一回路平均温度下降，当差值不小于第二限值后，暂停提升的T棒组会恢复提升。当功率产生向下波动时，对应的一回路平均温度测量值会变小，使差值大于第一限值（可以为0.3℃），则第一限值比较模块24输出的不闭锁下插信号0004为低电平，进而使得所有T棒组暂停下插，但此时提升的T棒组依然会保持提升，从而使一回路平均温度测量值提升，对应的功率也会提升；随着一回路平均温度上升，当差值不大于第一限值后，暂停下插的T棒组会恢复下插。

[0105] 在一些实施例在，如图3所示，第一限值比较模块24包括上限比较模块和第六非门。当差值大于第一限值时，上限比较模块输出高电平，但在第六非门的作用下，信号会转换为低电平，即不闭锁下插信号0004不使能。第二限值比较模块25包括下限比较模块和第七非门。当差值小于第二限值时，下限比较模块输出高电平，但在第七非门的作用下，信号会转换为低电平，即不闭上升插信号0003不使能。

[0106] 在一些实施例中，如图3所示，选择控制模块22包括第二或门221，以及与各温度棒组一一对应的多个触发模块222。其中，每一个触发模块222包括第三或门2221、第四与门2222和第二RS触发器2223。

[0107] 第三或门2221的第一、第二输入端分别获取相应温度棒组中两个T棒组的完成指示信号；第四与门2222的第一输入端连接第三或门2221的输出端，第四与门

2222的第二输入端获取相应温度棒组的执行指令；第二RS触发器2223的R端连接第四与门2222的输出端，第二RS触发器2223的S端获取相应温度棒组的执行指令；第二或门221的各输入端分别连接各触发模块222包括的第二RS触发器2223的输出端，第二或门221的输出端输出选择控制信号。

[0108] 参见图2和图3，选择控制模块22的工作原理如下：若第一T棒组T1b和第二T棒组T2b还处于棒位互换过程中，那么T1b/T2b执行指令0010为高电平，当第一T棒组T1b和第二T棒组T2b中有至少一个T棒组未完成的棒位互换，那么，第二T棒组T2b的完成指示信号0014和第一T棒组T1b的完成指示信号0015中，至少有一个为低电平，即第四与门2222的输出端输出低电平，因此第二RS触发器2223输出高电平，使得第二或门221的输出端输出的选择控制信号为高电平。可以理解的，只有所有T棒组棒位互换完成后，第二或门221输出的选择控制信号才可能是低电平。

[0109] 在一些实施例中，如图4所示，功率判断单元1包括温度测量模块11、锁存模块12、绝对值比较模块13、第五非门14和前延时模块15。

[0110] 温度测量模块11用于采集一回路温度测量值。

[0111] 锁存模块12的锁存端用于接收绝对值比较结果，锁存模块12的输入端连接温度测量模块11以获取一回路温度测量值。锁存模块12用于根据绝对值比较结果输出锁存参考值。当绝对值比较结果为高电平时，锁存模块12输出的锁存参考值为其输入端输入的参数，当绝对值比较结果为低电平时，锁存模块12输出的锁存参考值为前一时刻的输出值。

[0112] 绝对值比较模块13的第一端获取一回路温度测量值，绝对值比较模块13的第二端连接锁存模块12的输出端以获取锁存参考值，绝对值比较模块13的第三端获取第一设定值。绝对值比较模块13用于判断一回路平均温度测量值与锁存参考值的偏差绝对值是否大于第一设定值，且通过其输出端输出绝对值比较结果。当偏差绝对值大于第一设定值时，绝对值比较结果为高电平，反之为低电平。可选地，第一设定值可以为0.4℃。

[0113] 第五非门14的输入端连接绝对值比较模块13的输出端以获取比较信号，进而对比较信号进行非运行处理。

[0114] 前延时模块15的输入端连接第五非门14的输出端。前延时模块15用于延时第一设定时间后，通过其输出端输出判断结果。可选地，第一设定时间为200秒。

[0115] 参见图5所示，是本发明一些实施例中核电厂反应堆换棒方法的流程示意图，该方法包括以下步骤：

[0116] S10、判断一回路功率是否稳定，若是执行下一步；

[0117] S20、实时监测一回路功率的波动状态；

[0118] S30、根据波动状态依次对各温度棒组所包括的两个T棒组进行棒位互换处理。

[0119] 在一些实施例中，步骤S30还包括：只有在当前温度棒组完成棒位互换后，才允许未完成棒位互换的温度棒组进行棒位互换处理。

[0120] 在一些实施例中，步骤S10中的判断一回路功率是否稳定的步骤包括：在第一设定时间内，判断一回路平均温度测量值与锁存参考值的偏差绝对值是否小于第一设定值，若是判定一回路功率稳定，否则判定一回路功率不稳定。

[0121] 可选地，第一设定时间为200秒；和/或，第一设定值为0.4℃。

[0122] 在一些实施例中，在S30之前还包括：记录所有T棒组在进行棒位互换处理前所对应的初始棒位；

[0123] 步骤S30中的棒位互换处理包括：

[0124] 在接收到用户输入的暂停指令时，控制所有T棒组停止在当前位置；

[0125] 在未接收到用户输入的暂停指令时，控制需提升棒位的T棒组和需下插棒位的T棒组分别以相同速度提升棒位以及下插棒位，直至需提升棒位的T棒组的位置升至需下插棒位的T棒组的初始棒位、需下插棒位的T棒组的位置降至需提升棒位的T棒组的初始棒位。

[0126] 在一些实施例中，如图6所述，步骤S30包括：

[0127] S301、实时监测一回路平均温度测量值；

[0128] S302、若一回路平均温度设定值与一回路平均温度测量值的差值大于第一限值，则控制正在进行棒位互换处理的需下插棒位的T棒组暂停下插棒位；

[0129] S303、若一回路平均温度设定值与一回路平均温度测量值的差值小于第二限值，则控制正在进行棒位互换处理的需提升棒位的T棒组暂停提升棒位。

[0130] 可选地，第一限值为0.3℃，第二限值为−0.3℃。

[0131] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述，每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处，各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。对于实施例公开的装置而言，由于其与实施例公开的方法相对应，所以描述的比较简单，相关之处参见方法部分说明即可。

[0132] 专业人员还可以进一步意识到，结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤，能够以电子硬件、计算机软件或者二者的结合来实现，为了清楚地说明硬件和软件的可互换性，在上述说明中已经按照功能一般性地描述了各示例的组成及步骤。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行，取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能，但是这种实现不应认为超出本发明的范围。

[0133] 结合本文中所公开的实施例描述的方法或算法的步骤可以直接用硬件、处理器执行的软件模块，或者二者的结合来实施。软件模块可以置于随机存储器（RAM）、内存、只读存储器（ROM）、电可编程ROM、电可擦除可编程ROM、寄存器、硬盘、可移动磁盘、CD-ROM、或技术领域内所公知的任意其它形式的存储介质中。

[0134] 可以理解的，以上实施例仅表达了本发明的优选实施方式，其描述较为具体和详细，但并不能因此而理解为对本发明专利范围的限制；应当指出的是，对于本领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明构思的前提下，可以对上述技术特点进行自由组合，还可以做出若干变形和改进，这些都属于本发明的保护范围；因此，凡跟本发明权利要求范围所做的等同变换与修饰，均应属于本发明权利要求的涵盖范围。

权利要求书

[权利要求 1] 一种核电厂反应堆换棒系统，其特征在于，包括：

功率判断单元（1），用于判断一回路功率是否稳定，并生成用于表征一回路功率是否稳定的判断结果；

防止功率波动单元（2），用于实时监测所述一回路功率的波动状态；以及

换棒执行单元（3），用于在确定所述一回路功率稳定后，根据所述波动状态依次对各温度棒组所包括的第一和第二T棒组进行棒位互换处理。

[权利要求 2] 根据权利要求1所述的核电厂反应堆换棒系统，其特征在于，还包括：

顺序控制单元（4），用于根据设定规律向所述换棒执行单元（3）发送可控制各所述温度棒组执行棒位互换处理的执行指令，以在当前温度棒组完成棒位互换后，才会控制未完成棒位互换的温度棒组进行所述棒位互换处理。

[权利要求 3] 根据权利要求1或2所述的核电厂反应堆换棒系统，其特征在于，还包括：记忆单元（5），用于记录所有T棒组在进行所述棒位互换处理前所对应的初始棒位；

所述换棒执行单元（3）包括用于根据升降指令控制T棒组提升或下插的控制棒动作机构（31）和与各所述温度棒组一一对应的多个棒组对执行单元；

其中，每一个所述棒组对执行单元包括：

启停控制模块（321），用于获取并根据暂停指令、结束指令和相应温度棒组的执行指令生成启停指令；

第一棒组执行模块（322），用于获取并根据所述启停指令，以及相应温度棒组的第一T棒组的实时棒位和第二T棒组的初始棒位生成所述第一T棒组的升降指令；以及

第二棒组执行模块（323），用于获取并根据所述启停指令，以及所述相应温度棒组的第二T棒组的实时棒位和第一T棒组的初始棒位生成所述第二T棒组的升降指令。

[权利要求 4] 根据权利要求3所述的核电厂反应堆换棒系统，其特征在于，所述第一和第二棒组执行模块分别包括：

比较模块（3221），其第二输入端获取相应T棒组的实时棒位，其第一输入端获取与所述相应T棒组成对的另一T棒组的初始棒位，其第一输出端输出所述相应T棒组的下插信号，其第二输出端输出可指示所述相应T棒组是否完成升降动作的完成指示信号，其第三输出端输出所述相应T棒组的提升信号；

第一与门（3222），其各输入端分别获取不闭锁下插信号、所述启停指令和下插信号，且通过其输出端输出所述相应T棒组的下插指令；以及

第二与门（3223），其各输入端分别获取不闭锁提升信号、所述启停指令和提升信号，且通过其输出端输出所述相应T棒组的提升指令。

[权利要求 5] 根据权利要求4所述的核电厂反应堆换棒系统，其特征在于，所述启停控制模块（321）包括：

第一RS触发器（3211），其R端获取所述执行指令，其S端获取所述结束指令；

第一或门（3212），其一输入端获取所述暂停指令，另一输入端连接所述第一RS触发器（3211）的输出端；以及

第一非门（3213），其输入端连接所述第一或门（3212）的输出端，且通过其输出端输出所述启停指令。

[权利要求 6] 根据权利要求1或2所述的核电厂反应堆换棒系统，其特征在于，所述防止功率波动单元（2）包括：

减法器模块（21），其第一端获取一回路温度设定值，其第二端获取一回路平均温度测量值，用于计算所述一回路温度设定值减一回路平均温度测量值的差值；

选择控制模块（22），用于获取并根据各T棒组的完成指示信号和各所述温度棒组的执行指令生成选择控制信号；

选择模块（23），其第一输入端接入所述差值，其选择端接入所述选择控制信号，以根据所述选择控制信号选择是否输出所述差值；

第一限值比较模块（24），用于在所述差值大于第一限值时，输出可控制正在进行所述棒位互换处理的需下插棒位的T棒组暂停下插棒位的不闭锁下插信号；以及

第二限值比较模块（25），用于在所述差值小于第二限值时，输出可控制正在进行所述棒位互换处理的需提升棒位的T棒组暂停提升棒位的不闭锁提升信号。

[权利要求 7] 根据权利要求6所述的核电厂反应堆换棒系统，其特征在于，所述选择控制模块（22）包括第二或门（221），以及与各所述温度棒组一一对应的多个触发模块（222）；

其中，每一个所述触发模块（222）包括：

第三或门（2221），其第一、第二输入端分别获取相应温度棒组中两个T棒组的完成指示信号；

第四与门（2222），其第一输入端连接所述第三或门（2221）的输出端，其第二输入端获取所述相应温度棒组的执行指令；

第二RS触发器（2223），其R端连接所述第四与门（2222）的输出端，其S端获取所述相应温度棒组的执行指令；

所述第二或门（221）的各输入端分别连接各所述触发模块（222）包括的第二RS触发器（2223）的输出端，所述第二或门（221）的输出端输出所述选择控制信号。

[权利要求 8] 根据权利要求1或2所述的核电厂反应堆换棒系统，其特征在于，所述功率判断单元（1）包括：

温度测量模块（11），用于采集一回路温度测量值；

锁存模块（12），其锁存端用于接收绝对值比较结果，其输入端连接所述温度测量模块（11）以获取所述一回路温度测量值，用于根据所述绝对值比较结果输出锁存参考值；

绝对值比较模块（13），其第一端获取所述一回路温度测量值，其第二端连接所述锁存模块（12）的输出端以获取所述锁存参考值，其第三端获取第一设定值，用于判断所述一回路平均温度测量值与锁存参考值的偏差绝对值是否大于第一设定值，且通过其输出端输出所述绝对值比较结果；

第五非门（14），其输入端连接绝对值比较模块（13）的输出端以获取所述比较信号，进而对所述比较信号进行非运行处理；以及

前延时模块（15），其输入端连接所述第五非门（14）的输出端，用于延时第一设定时间后，通过其输出端输出所述判断结果。

[权利要求 9] 一种核电厂反应堆换棒方法，其特征在于，包括：

S10、判断一回路功率是否稳定，若是执行下一步；

S20、实时监测所述一回路功率的波动状态；

S30、根据所述波动状态依次对各温度棒组所包括的两个T棒组进行棒位互换处理。

[权利要求 10] 根据权利要求9所述的核电厂反应堆换棒方法，其特征在于，在所述S30中，还包括：只有在当前温度棒组完成棒位互换后，才允许未完成棒位互换的温度棒组进行所述棒位互换处理。

[权利要求 11] 根据权利要求9所述的核电厂反应堆换棒方法，其特征在于，在所述S10中，所述判断一回路功率是否稳定的步骤，包括：

在第一设定时间内，判断一回路平均温度测量值与锁存参考值的偏差绝对值是否小于第一设定值，若是判定一回路功率稳定，否则判定一回路功率不稳定。

[权利要求 12] 根据权利要求11所述的核电厂反应堆换棒方法，其特征在于，所述第一设定时间为200秒；和/或，所述第一设定值为0.4℃。

[权利要求 13] 根据权利要求9所述的核电厂反应堆换棒方法，其特征在于，在所述S30之前还包括：记录所有T棒组在进行所述棒位互换处理前所对应的初始棒位；

在所述S30中，所述棒位互换处理包括：

在接收到用户输入的暂停指令时，控制所有T棒组停止在当前位置；

在未接收到用户输入的暂停指令时，控制需提升棒位的T棒组和需下插棒位的T棒组分别以相同速度提升棒位以及下插棒位，直至需提升棒位的T棒组的位置升至需下插棒位的T棒组的初始棒位、需下插棒位的T棒组的位置降至需提升棒位的T棒组的初始棒位。

[权利要求 14] 根据权利要求9至13任一项所述的核电厂反应堆换棒方法，其特征在于，所述S30包括：

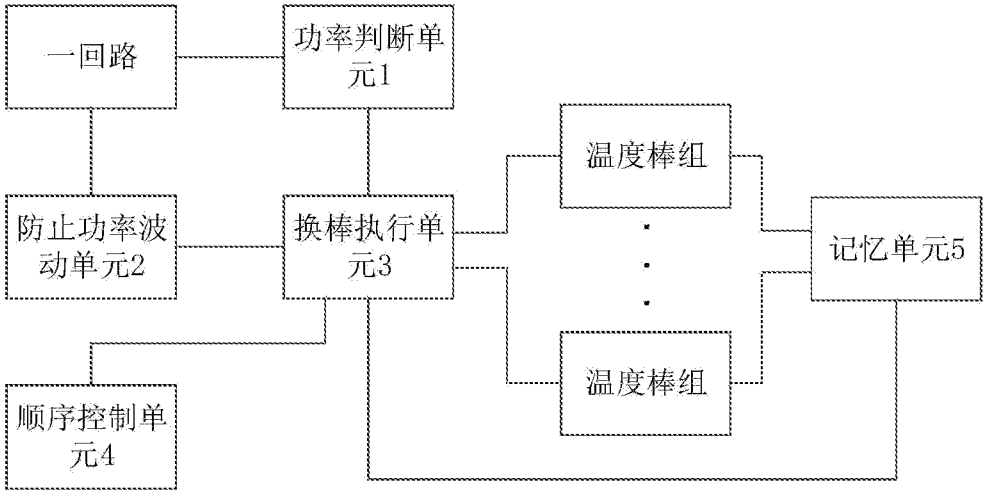
S301、实时监测一回路平均温度测量值；

S302、若一回路平均温度设定值与所述一回路平均温度测量值的差值大于第一限值，则控制正在进行所述棒位互换处理的需下插棒位的T棒组暂停下插棒位；

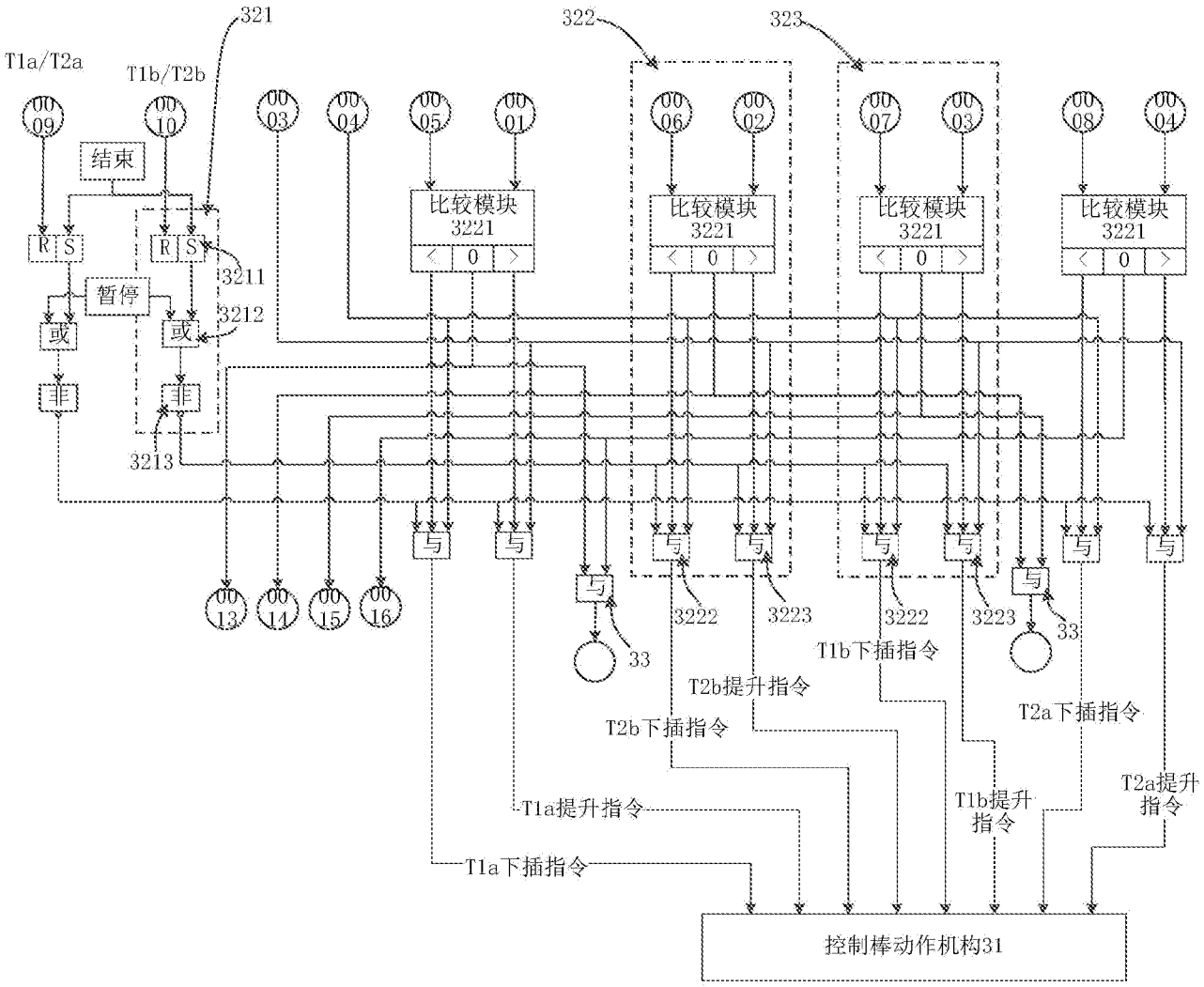
S303、若所述一回路平均温度设定值与所述一回路平均温度测量值的差值小于第二限值，则控制正在进行所述棒位互换处理的需提升棒位的T棒组暂停提升棒位。

[权利要求 15] 根据权利要求14所述的核电厂反应堆换棒方法，其特征在于，所述第一限值为0.3℃，所述第二限值为−0.3℃。

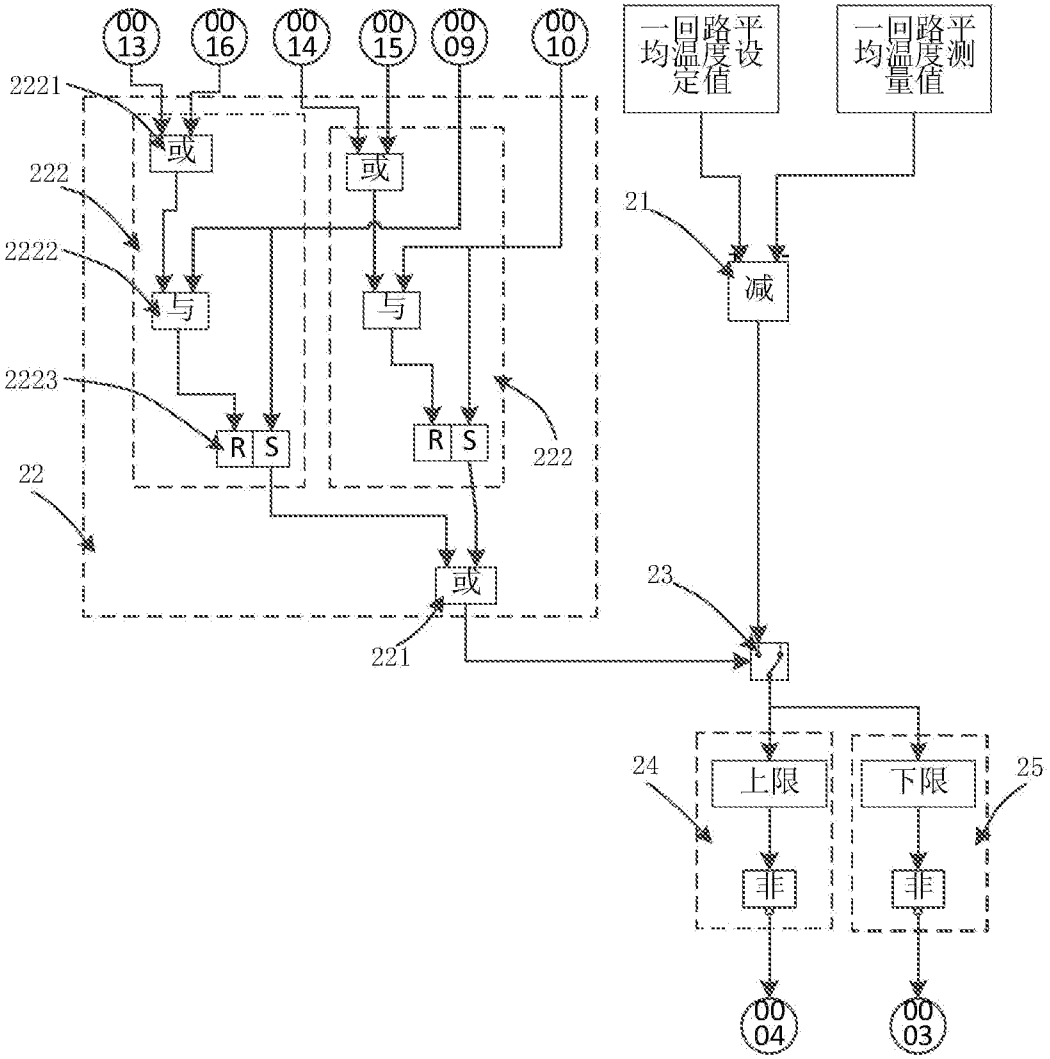
[图1]


一回路
功率判断单元1
防止功率波动单元2
换棒执行单元3
温度棒组
温度棒组
记忆单元5
顺序控制单元4

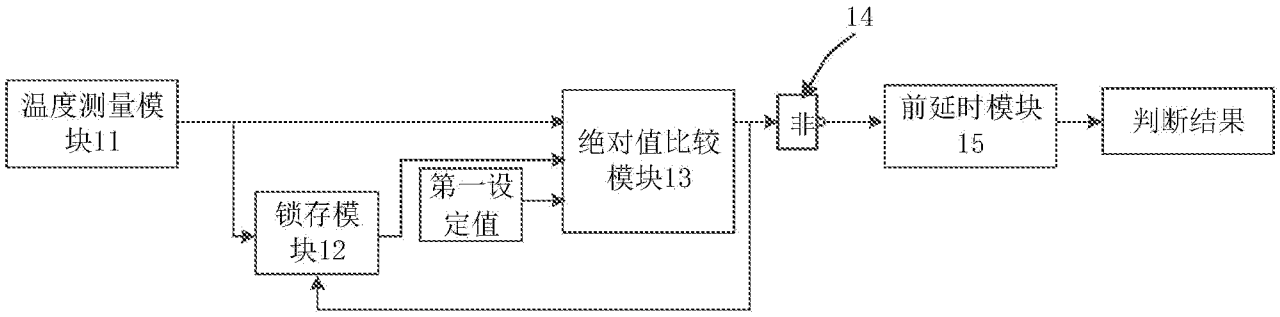
[图2]


321
322
323
T1a/T2a
T1b/T2b
结束
暂停
比较模块3221
3211
3212
3213
或
非
与
33
3222
3223
T1b下插指令
T2b提升指令
T2b下插指令
T2a下插指令
T1a提升指令
T1b提升指令
T2a提升指令
T1a下插指令
控制棒动作机构31

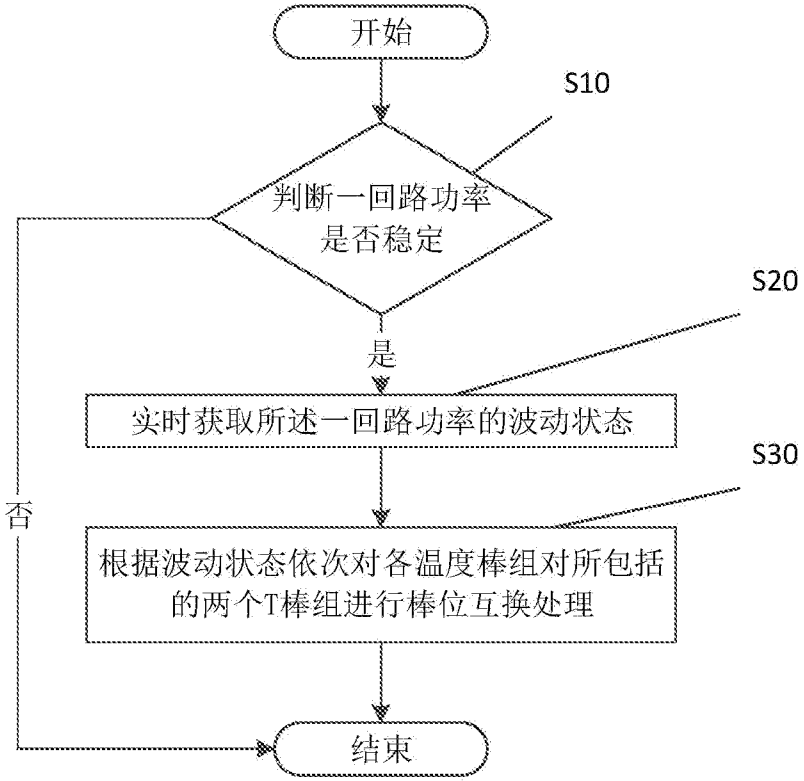
[图3]


00 13
00 16
00 14
00 15
00 09
00 10
一回路平均温度设定值
一回路平均温度测量值
2221
或
或
222
21
2222
与
与
减
2223
R S
R S
222
22
或
23
221
24
上限
下限
25
非
非
00 04
00 03

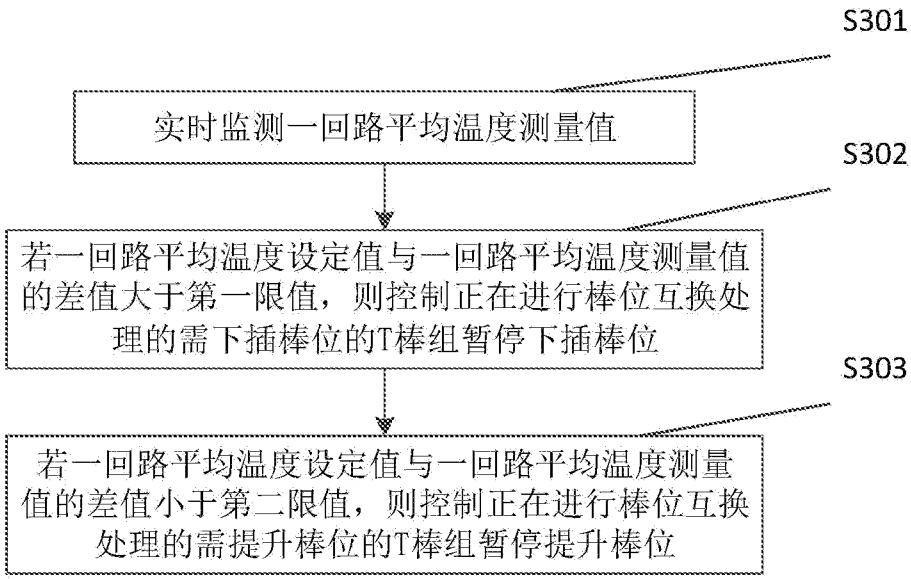
[图4]


14
温度测量模块11
绝对值比较模块13
非
前延时模块15
判断结果
锁存模块12
第一设定值

[图5]


开始
S10
判断一回路功率是否稳定
否
是
S20
实时获取所述一回路功率的波动状态
S30
根据波动状态依次对各温度棒组对所包括的两个T棒组进行棒位互换处理
结束

[图6]


S301
实时监测一回路平均温度测量值
S302
若一回路平均温度设定值与一回路平均温度测量值的差值大于第一限值，则控制正在进行棒位互换处理的需下插棒位的T棒组暂停下插棒位
S303
若一回路平均温度设定值与一回路平均温度测量值的差值小于第二限值，则控制正在进行棒位互换处理的需提升棒位的T棒组暂停提升棒位

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2023/138585

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G21C7/12(2006.01)i; G21C17/104(2006.01)i; G21C17/112(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)

G21C (IPC)

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)

CNTXT, ENTXTC, DWPI, CNKI: 核电, 控制棒, 换棒, 功率, 稳定, 波动, 棒位, nuclear power, control rod, exchang+, power, stabl+, fluctuat+, position

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 117012412 A (CHINA NUCLEAR POWER ENGINEERING CO., LTD. et al.) 07 November 2023 (2023-11-07) claims 1-15, description, paragraphs 0071-0130, and figures 1-6	1-15
X	CN 106531236 A (CHINA NUCLEAR POWER ENGINEERING CO., LTD. et al.) 22 March 2017 (2017-03-22) description, paragraphs 0040-0080, and figures 1-5	1-15
X	严肃等 (YAN, Su et al.). "三代核电厂控制棒控制策略浅析 (Non-official translation: Brief Analysis of Control Rod Control Strategy of Third Generation Nuclear Power Plant)" *科技视界 (Science & Technology Vision)*, 25 March 2015 (2015-03-25), sections 1-5	1-15
A	CN 114783632 A (CHINA GENERAL NUCLEAR POWER CO., LTD. et al.) 22 July 2022 (2022-07-22) entire document	1-15
A	CN 112750544 A (CHINA GENERAL NUCLEAR POWER CO., LTD. et al.) 04 May 2021 (2021-05-04) entire document	1-15

☑ 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	Date of mailing of the international search report
21 March 2024	**01 April 2024**

Name and mailing address of the ISA/CN	Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) **China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088**	Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 105702303 A (CHINA GENERAL NUCLEAR POWER CO., LTD. et al.) 22 June 2016 (2016-06-22) entire document	1-15
A	CN 114944236 A (XI'AN THERMAL POWER RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.) 26 August 2022 (2022-08-26) entire document	1-15
A	KR 20160112251 A (KOREA ATOMIC ENERGY RESEARCH INSTITUTE) 28 September 2016 (2016-09-28) entire document	1-15
A	JP H08278388 A (TOSHIBA CORP.) 22 October 1996 (1996-10-22) entire document	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2023/138585

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 117012412 A	07 November 2023	None	
CN 106531236 A	22 March 2017	None	
CN 114783632 A	22 July 2022	None	
CN 112750544 A	04 May 2021	None	
CN 105702303 A	22 June 2016	None	
CN 114944236 A	26 August 2022	None	
KR 20160112251 A	28 September 2016	KR 101721101 B1	29 March 2017
JP H08278388 A	22 October 1996	None	

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2023/138585

A. 主题的分类

G21C7/12(2006.01)i；G21C17/104(2006.01)i；G21C17/112(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)

G21C (IPC)

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））

CNTXT,ENTXTC,DWPI,CNKI: 核电，控制棒，换棒，功率，稳定，波动，棒位，nuclear power, control rod, exchang+, power, stabl+, fluctuat+, position

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 117012412 A (中广核工程有限公司 等) 2023年11月7日 (2023 - 11 - 07) 权利要求1-15，说明书0071-0130段，图1-6	1-15
X	CN 106531236 A (中广核工程有限公司 等) 2017年3月22日 (2017 - 03 - 22) 说明书0040-0080段，图1-5	1-15
X	严肃等. "三代核电厂控制棒控制策略浅析" 科技视界, 2015年3月25日 (2015 - 03 - 25), 第1-5节	1-15
A	CN 114783632 A (中广核研究院有限公司 等) 2022年7月22日 (2022 - 07 - 22) 全文	1-15
A	CN 112750544 A (中广核研究院有限公司 等) 2021年5月4日 (2021 - 05 - 04) 全文	1-15
A	CN 105702303 A (中广核研究院有限公司 等) 2016年6月22日 (2016 - 06 - 22) 全文	1-15
A	CN 114944236 A (西安热工研究院有限公司) 2022年8月26日 (2022 - 08 - 26) 全文	1-15

☑ 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	国际检索报告邮寄日期
2024年3月21日	2024年4月1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	受权官员 王伟宁 电话号码 (+86) 010-62085688

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
A	KR 20160112251 A (KOREA ATOMIC ENERGY RES) 2016年9月28日 (2016 - 09 - 28) 全文	1-15
A	JP H08278388 A (TOSHIBA CORP) 1996年10月22日 (1996 - 10 - 22) 全文	1-15

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2023/138585

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	117012412	A	2023年11月7日	无			
CN	106531236	A	2017年3月22日	无			
CN	114783632	A	2022年7月22日	无			
CN	112750544	A	2021年5月4日	无			
CN	105702303	A	2016年6月22日	无			
CN	114944236	A	2022年8月26日	无			
KR	20160112251	A	2016年9月28日	KR	101721101	B1	2017年3月29日
JP	H08278388	A	1996年10月22日	无			