

(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
2017 年 5 月 18 日 (18.05.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/079950 A1

- (51) 国际专利分类号:
G21D 3/06 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2015/094496
- (22) 国际申请日: 2015 年 11 月 12 日 (12.11.2015)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: 中广核工程有限公司 (CHINA NUCLEAR POWER ENGINEERING COMPANY 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 518000 (CN)。 中国广核集团有限公司 (CHINA GUANGDONG NUCLEAR POWER HOLDING CORPORATION) [CN/CN]; 中国广东省深圳市福田区上步中路 1001 号深圳科技大厦 17-19 楼, Guangdong 518000 (CN)。
- (72) 发明人: 杨震 (YANG, Zhen); 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 518000 (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 518000 (CN)。 田亚杰 (TIAN, Yajie); 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

518000 (CN)。 史颢 (SHI, Ji); 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 518000 (CN)。 汪伟 (WANG, Wei); 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 518000 (CN)。 梁玲 (LIANG, Ling); 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 518000 (CN)。 李静 (LI, Jing); 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 518000 (CN)。 谭国成 (TAN, Guocheng); 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 518000 (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 518000 (CN)。 张小茹 (ZHANG, Xiaoru); 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 518000 (CN)。 彭华清 (PENG, Huaqing); 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 518000 (CN)。 陈卫华 (CHEN, Weihua); 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 518000 (CN)。 黄伟军 (HUANG, Weijun); 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

[见续页]

(54) Title: NUCLEAR POWER PLANT DIVERSE DRIVING SYSTEM, METHOD AND DIVERSE PROTECTION SYSTEM

(54) 发明名称: 一种核电站多样性驱动系统及方法和多样性保护系统

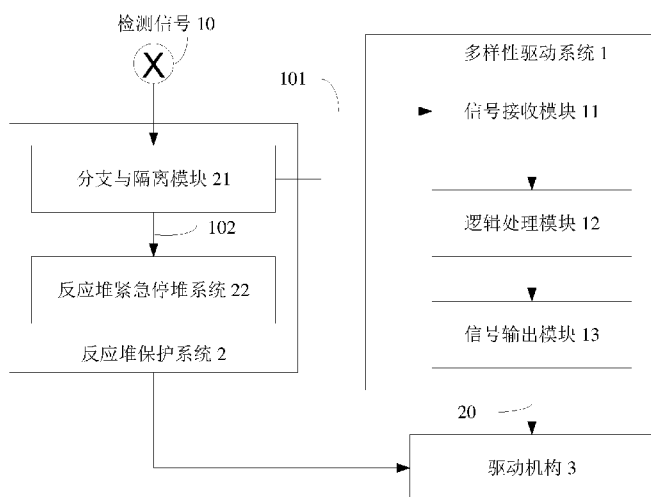


图 1

- | | |
|-----------------------------|--------------------------------------|
| 1 Diverse driving system | 12 Logic processing module |
| 2 Reactor protection system | 13 Signal outputting module |
| 3 Drive mechanism | 21 Branching and isolating module |
| 10 Detection signal | 22 Reactor emergency shutdown system |
| 11 Signal receiving module | |

(57) Abstract: A nuclear power plant diverse driving system, method and diverse protecting system, the nuclear power plant diverse driving system (1) being used to ensure the safety of the nuclear power plant when a reactor protection system (2) fails, comprising: a signal receiving module (11), used to receive a detection signal; a logic processing module (12), used to perform a logic processing on the detection signal so as to determine whether a design basis accident occurs, and generate a drive signal when such an accident is determined to have occurred; a signal output module (13), used to output the drive signal to an execution mechanism (3) so as to drive the execution mechanism (3) to operate, thus realizing automatic detection of the design basis accident and generation of the drive signal correspondingly so as to automatically control the operation of the execution mechanism (3).

(57) 摘要: 一种核电站多样性驱动系统及方法和多样性保护系统, 该核电站多样性驱动系统 (1) 用于在反应堆保护系统 (2) 失效时保护核电站的安全, 包括: 信号接收模块 (11), 用于接收检测信号; 逻辑处理模块 (12), 用于对所述检测信号进行逻辑处理以判断是否发生设计基准事故, 并当所述判断为是时产生驱动信号; 信号输出模块 (13), 用于将所述驱动信号输出至执行机构 (3) 以驱动所述执行机构 (3) 动作, 可实现对设计基准事故的自动检测并相应产生驱动信号以自动控制执行机构 (3) 动作。

动信号输出至执行机构 (3) 以驱动所述执行机构 (3) 动作, 可实现对设计基准事故的自动检测并相应产生驱动信号以自动控制执行机构 (3) 动作。



WO 2017/079950 A1



司办公大楼, Guangdong 518000 (CN)。江辉 (JI-ANG, 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 518000 (CN)。

(74) 代理人: 深圳市顺天达专利商标代理有限公司 (SHENZHEN STANDARD PATENT & TRADE-MARK AGENT LTD.); 中国广东省深圳市福田区深南大道 1056 号银座国际大厦 810-815 室, Guangdong 518040 (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, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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))。

一种核电站多样性驱动系统及方法和多样性保护系统

技术领域

[0001] 本发明涉及核电技术领域，尤其涉及一种核电站多样性驱动系统及方法和多样性保护系统。

背景技术

[0002] 数字化仪控系统（DCS）由于其简化的控制逻辑、灵活的组态能力以及强大的自诊断功能等优势在核电站安全级控制系统中得到了大力发展和应用，用作核电站反应堆保护系统中的数字化保护系统。但是，由于功能集中、共用软件和广泛采用通信技术等特点，数字化保护系统容易受共因故障的影响。对于实现反应堆安全功能的反应堆保护系统来说，在发生设计基准事故时，数字化保护系统若由于共因故障而无法执行其关键功能，将导致事故发展成超设计基准事故并进一步危害反应堆的安全。

[0003] 为了避免数字化保护系统在核电站设计基准事故下发生共因故障而导致核电站失去保护功能，现有技术中提供了一种核电站多样性驱动系统。该核电站多样性驱动系统用作反应堆保护系统的核电站多样性后备设备，在反应堆保护系统失效时实现保护功能。

[0004] 一种已知技术核电站多样性驱动系统主要通过紧急控制盘（ECP）、后备盘（BUP）和辅助继电器机柜（ARC）来实现保护功能。操作员通过手动操作紧急控制盘和后备盘分别将系统级控制信号和设备级控制信号输入辅助继电器机柜，从而使辅助继电器机柜分别实现对系统和现场设备的保护。另外，当数字化保护系统由于共因故障不能对核电站实施有效监测时，可通过后备盘获取核电站重要参数的显示及指示。

[0005] 然而，现有的核电站多样性驱动系统主要是通过手动干预控制，对操作员要求高。而且，大量安全级仪表和硬手操增加了后备盘的规模。

技术问题

[0006] 本发明实施例所要解决的技术问题在于，针对现有核电站多样性驱动系统需要

操作员手动干预的缺陷，提供一种能自动实现保护功能核电站多样性驱动系统及方法以及包括所述核电站多样性驱动系统的核电站多样性保护系统。

问题的解决方案

技术解决方案

- [0007] 为了解决上述技术问题，一方面，本发明实施例提供了一种核电站多样性驱动系统，用于在反应堆保护系统失效时保护核电站的安全，包括：信号接收模块，用于接收检测信号；逻辑处理模块，用于对所述检测信号进行逻辑处理以判断是否发生设计基准事故，并当所述判断为是时产生驱动信号；信号输出模块，用于将所述驱动信号输出至执行机构以驱动所述执行机构动作。
- [0008] 优选地，所述多样性驱动系统还包括人机接口模块，用于接收所述逻辑处理模块提供的显示信号，从而提供安全功能参数监视信息、报警信息以及系统和设备状态指示；还用于接收用户操作信号并发送至所述信号接收模块。
- [0009] 优选地，所述信号接收模块具体地用于接收与所述反应堆保护系统共用的检测信号、接收来自第三方检测系统的检测信号以及接收从所述人机接口模块输入的所述用户操作信号。
- [0010] 优选地，所述核电站多样性驱动系统还用于接收所述执行机构的反馈信号或通过逻辑处理进行延时，从而在所述反应堆保护系统正常工作时实现自动闭锁。
- [0011] 优选地，与所述反应堆保护系统共用的所述检测信号经隔离后输入至所述信号接收模块。
- [0012] 优选地，所述核电站多样性驱动系统还包括第一隔离模块，与所述反应堆保护系统共用的所述检测信号经过所述第一隔离模块隔离后输入至所述信号接收模块。
- [0013] 优选地，所述逻辑处理模块包括至少两个并行的比较单元和连接至所述比较单元的表决单元；每一所述比较单元用于将所述检测信号与设定值比较以判断是否发生设计基准事故，并输出比较结果至所述表决单元；所述表决单元用于对所述比较结果进行表决，当所述至少两个比较单元中至少有两个比较单元的比较结果为发生了设计基准事故时，所述表决单元输出所述驱动信号至所述信号输出模块。

- [0014] 优选地，所述逻辑处理模块的数量为两个，分别为第一逻辑处理模块和第二逻辑处理模块；所述执行机构包括棒控和棒位系统的电源柜和专设安全设施；所述第一逻辑处理模块用于对所述检测信号进行逻辑处理以判断是否发生设计基准事故，并当所述判断为发生了设计基准事故时产生第一驱动信号以驱动棒控和棒位系统的电源柜动作，从而切断控制棒驱动机构的电源；所述第二逻辑处理模块用于对所述检测信号进行逻辑处理以判断是否发生设计基准事故，并当所述判断为发生了设计基准事故时产生第二驱动信号以驱动专设安全设施动作。
- [0015] 优选地，所述核电站多样性驱动系统还包括第二隔离模块，所述第二驱动信号经所述第二隔离模块隔离后发送至设备接口模块的优选单元，通过所述优选单元发送至专设安全设施动作。
- [0016] 优选地，所述第一逻辑模块还包括延时单元，所述延时单元用于对所述第一逻辑模块的输入信号或输出信号进行延时。
- [0017] 优选地，所述信号接收模块还用于接收来自所述专设安全设施的反馈信号以闭锁所述第二驱动信号。
- [0018] 优选地，所述逻辑处理模块还包括预期瞬态不停堆保护逻辑模块，用于应对停堆保护系统在停堆过程中拒动；所述预期瞬态不停堆保护逻辑模块包括三个第一比较器、两个第二比较器、三选二表决器、第一与门和第二与门；所述三个第一比较器分别用于判断三个蒸汽发生器的给水量，所述三个第一比较器输出端分别连接至所述三选二表决器的输入端；所述两个第二比较器分别用于判断两组反应堆的堆功率，所述两个第二比较器的输出端分别连接至所述第一与门的输入端；所述表决器和所述第一与门的输出端分别连接至所述第二与门的输入端，所述第二与门的输出端连接至所述执行机构。
- [0019] 另一方面，本发明还提供了一种核电站多样性驱动方法，用于在反应堆保护系统失效时保护核电站安全，包括以下步骤：
- [0020] S1、接收检测信号；
- [0021] S2、对所述检测信号进行逻辑处理以判断是否发生设计基准事故；若是，则转步骤S3，否则继续步骤S2；

- [0022] S3、产生驱动信号以驱动执行机构动作。
- [0023] 优选地，所述多样性驱动方法还包括以下步骤：
- [0024] S4、输出显示信息以显示安全功能参数监视信息、报警信息以及系统和设备状态指示并接收用户操作信号。
- [0025] 优选地，所述步骤S1具体包括：接收与所述反应堆保护系统共用的检测信号、接收来自第三方检测系统的检测信号或接收从人机接口模块输入的所述用户操作信号。
- [0026] 优选地，所述多样性驱动方法还包括以下步骤：
- [0027] S5、接收所述执行机构的反馈信号或通过逻辑处理进行延时，从而在所述反应堆保护系统正常工作时实现自动闭锁。
- [0028] 优选地，在所述步骤S1之中，所述检测信号是经过隔离处理的。
- [0029] 优选地，在所述步骤S1之前还包括：
- [0030] S0、对与所述反应堆保护系统共用的所述检测信号进行隔离处理。
- [0031] 优选地，所述步骤S2还包括：
- [0032] S21、将所述检测信号与设定值进行至少两次并行的比较以判断是否发生设计基准事故，并对应输出至少两个比较结果；
- [0033] S22、对所述至少两个比较结果进行表决，当所述至少两个比较结果中有两个比较结果为发生了设计基准事故时，则转所述步骤S3，否则返回步骤S21。
- [0034] 优选地，所述执行机构包括棒控和棒位系统的电源柜和专设安全设施，所述步骤S3还包括：
- [0035] S31、产生第一驱动信号以驱动棒控和棒位系统的电源柜动作，从而切断控制棒驱动机构的电源；
- [0036] S32、产生第二驱动信号以驱动专设安全设施动作。
- [0037] 优选地，所述步骤S31还包括：对所产生的第二驱动信号进行隔离处理，然后发送至设备接口模块的优选单元，通过所述优选单元发送至所述专设安全设施。
- [0038] 优选地，所述步骤S32还包括：对所述第一检测信号或所述第一驱动信号进行延时。

- [0039] 优选地，所述多样性驱动方法还包括以下步骤：
- [0040] S6、接收所述专设安全设施的反馈信号以闭锁所述第二驱动信号。
- [0041] 优选地，所述多样性驱动方法还包括以下步骤：
- [0042] S7、通过预期瞬态不停堆保护逻辑模块进行逻辑处理，以应对停堆保护系统在停堆过程中拒动；所述预期瞬态不停堆保护逻辑模块包括三个第一比较器、两个第二比较器、三选二表决器、第一与门和第二与门；
- [0043] 所述三个第一比较器分别用于判断三个蒸汽发生器的给水量，所述三个第一比较器输出端分别连接至所述三选二表决器的输入端；所述两个第二比较器分别用于判断两组反应堆的堆功率，所述两个第二比较器的输出端分别连接至所述第一与门的输入端；所述表决器和所述第一与门的输出端分别连接至所述第二与门的输入端，所述第二与门的输出端连接至所述执行机构。
- [0044] 又一方面，本发明还提供了一种多样性保护系统，用于保护核电站的安全，包括反应堆保护系统、多样性驱动系统和执行机构；
- [0045] 所述反应堆保护系统用于在核电站发生设计基准事故时驱动所述执行机构动作；
- [0046] 所述多样性驱动系统用作所述反应堆保护系统的后备设备，用于在核电站发生设计基准事故时驱动所述执行机构动作；所述多样性驱动系统包括：
- [0047] 信号接收模块，用于接收检测信号；
- [0048] 逻辑处理模块，用于对所述检测信号进行逻辑处理以判断是否发生设计基准事故，并当所述判断为是时产生驱动信号；
- [0049] 信号输出模块，用于将所述驱动信号输出至执行机构以驱动所述执行机构动作。
- [0050] 优选地，所述多样性驱动系统还包括人机接口模块，用于接收所述逻辑处理模块提供的显示信号，从而提供安全功能参数监视信息、报警信息以及系统和设备状态指示；还用于接收用户操作信号并发送至所述信号接收模块。
- [0051] 优选地，所述核电站多样性驱动系统还用于接收所述执行机构的反馈信号或通过逻辑处理进行延时，从而在所述反应堆保护系统正常工作时实现自动闭锁。

发明的有益效果

有益效果

[0052] 实施本发明实施例，具有如下有益效果：本发明可实现对设计基准事故的自动检测并相应产生驱动信号以自动控制执行机构动作，避免了在反应堆保护系统因设计基准事故而产生共因故障的情况下，需要用户手动操作以控制执行机构动作。因此，本发明可降低对用户的操作要求，提高核电站对共因故障的应对能力，进而提高核电站的安全性。另外，本发明提供了专门的核电站多样性人机接口模块，有效降低了后备盘的规模，使人机互动功能的可拓展性更高，不再局限于后备盘的原有设计。

对附图的简要说明

附图说明

[0053] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术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。

[0054] 图1是本发明提供的第一实施例核电站多样性保护系统结构方框图；

[0055] 图2是本发明提供的第二实施例核电站多样性保护系统结构方框图；

[0056] 图3是本发明提供的第三实施例核电站多样性保护系统结构方框图；

[0057] 图4是本发明提供的第四实施例核电站多样性保护系统结构方框图；

[0058] 图5是图1中的核电站多样性驱动系统的第一实施例结构方框图；

[0059] 图6是图5中的逻辑处理模块的一个实施例结构方框图；

[0060] 图7是图5中的逻辑处理模块的另一个实施例结构方框图；

[0061] 图8是图1中的核电站多样性驱动系统的第二实施例结构方框图；

[0062] 图9是图8中逻辑处理模块的一个实施例结构方框图；

[0063] 图10是图8中的逻辑处理模块的另一个实施例结构方框图；

[0064] 图11是图1中的核电站多样性驱动系统的第三实施例结构方框图；

[0065] 图12是图1中的核电站多样性驱动系统的第四实施例结构方框图；

[0066] 图13是本发明提供的第五实施例核电站多样性保护系统结构方框图；

[0067] 图14是图5中的逻辑处理模块的又一个实施例结构方框图；

[0068] 图15是本发明提供的第一实施例核电站多样性驱动方法流程图。

发明实施例

本发明的实施方式

[0069] 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做出创造性劳动的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。

[0070] 如图1-4所示，本发明提供的核电站多样性保护系统包括反应堆保护系统2、多样性驱动系统1和执行机构3。反应堆保护系统2是探测核电厂偏离可接受状态并发出指令维持安全的核电厂的安全系统，用于保护三大核安全屏障（即燃料包壳、一回路压力边界和安全壳）的完整性。当运行参数达到危及三大屏障的阈值时，紧急停闭反应堆，必要时启动专设安全设施。反应堆保护系统2中的反应堆紧急停堆系统22通常是以软件方式执行保护逻辑。例如，如图8和11所示，反应堆紧急停堆系统22包括反应堆停堆软件逻辑模块222和专用安全设施驱动软件逻辑模块224。这两个逻辑模块都是以纯软件的方式运行停堆和驱动逻辑，以分别控制停堆断路器31和专设安全设施33执行保护动作。

[0071] 多样性驱动系统1用作反应堆保护系统2的后备系统，在反应堆保护系统2失效时保护核电站的安全。与反应堆保护系统2不同，多样性驱动系统1以纯硬件的方式执行保护逻辑。以软件方式执行保护逻辑，容易因核电站发送设计基准事故而产生共因故障，失去保护核电站安全的功能。采用纯硬件方式执行保护逻辑，可有效避免因发生设计基准事故而产生共因故障。因此，反应堆保护系统2与多样性驱动系统1形成有效互补，确保了核电站的安全。

[0072] 执行机构3主要包括棒控和棒位系统和专用安全设施。其中，棒控和棒位系统用于提升、插入、保持和监视反应堆内各控制棒的位置，实现反应堆的起堆、停堆和稳定运行。专用安全设施主要包括安全注入系统、安全壳、安全壳喷淋系统、安全壳隔离系统和辅助等。安全注入系统用于向堆芯注入冷却水，防止堆芯熔化。安全壳用于容纳反应堆压力容器以及部分安全系统（包括一回路主系统和设备、停堆冷却系统），将其与外部环境完全隔离，以实现安全保护屏

障的功能。安全壳喷淋系统用于在核电站安全壳内发生失水事故或主蒸汽管道破裂时，向安全壳内喷出含硼水，限制安全壳内压力急剧增加和缩短高压持续时间、降低峰值压力和温度以防止安全壳超压失效。辅助给水系统用于向蒸汽发生器供水，以保护蒸汽发生器、防止堆芯溶化事故的发生。

[0073] 如图1-4所示，多样性驱动系统1包括：信号接收模块11、逻辑处理模块12和信号输出模块13。该核电站多样性驱动系统1的工作原理如下：信号接收模块11接收检测信号10，然后逻辑处理模块12对检测信号10进行逻辑处理以判断是否发生设计基准事故，如果发生了设计基准事故，逻辑处理模块12产生驱动信号20并通过信号输出模块13发送至执行机构3，以驱动执行机构3动作。其中，在本发明之前，检测信号10只是被输入到反应堆保护系统2中，反应堆保护系统2中的反应堆紧急停堆系统22对检测信号10进行逻辑处理可判断是否发生了设计基准事故，并相应产生驱动信号驱动执行机构动作以实现保护功能。本发明的核电站多样性驱动系统1直接接收提供给反应堆保护系统2的检测信号10，并进行与反应堆保护系统相同或改进了的逻辑处理，从而在发生设计基准事故时产生驱动信号20以驱动执行机构3动作。在反应堆紧急停堆系统22中，逻辑处理是通过应用软件实现的，而在核电站多样性驱动系统1中，逻辑处理时通过硬件实现的。因此，现有的反应堆保护系统2加上本申请的核电站多样性驱动系统1使得核电站具备核电站多样性的保护功能。在本发明提供的优选实施例中，如图5所示，核电站多样性驱动系统1还包括人机接口模块15，用于接收逻辑处理模块12提供的显示信号40并显示安全功能参数监视信息、报警信息以及系统和设备状态指示。同时，人机接口模块15还可以接收用户的操作，并将用户操作信号105发送给信号接收模块11。

[0074] 通常，输入至反应堆保护系统的检测信号10包括：核仪表系统的功率量程中子注量率信号，反应堆冷却剂系统的稳压器的压力信号，给水流量控制系统中的蒸汽发生器的水位信号以及主蒸汽系统的压力信号等。但是，本申请提供的多样性驱动系统1不但可以基于与反应堆保护系统2共用的这些检测信号进行逻辑处理以判断是否发生设计基准事故，还可以基于其他信号进行逻辑处理以判断是否发生设计基准事故。例如，如图13所示，多样性驱动系统1还可以接收第三

方检测系统7提供的检测信号104，对检测信号104进行逻辑处理以判断是否发生设计基准事故。当然，多样性驱动系统1还可以根据用户输入的操作信号105来产生驱动信号20。

[0075] 其中，第三方检测系统主要包括：核仪表系统、电厂辐射监测系统、棒控和棒位系统等。多样性驱动系统1可以直接从这些系统获取检测信号，执行逻辑处理并相应产生驱动信号。

[0076] 通过上述核电站多样性驱动系统，实现对设计基准事故的自动检测并相应产生驱动信号以自动控制执行机构动作，避免了在反应堆保护系统因设计基准事故而产生共因故障的情况下，需要用户手动操作以控制执行机构动作。因此，本发明可降低对用户的操作要求，提高核电站对共因故障的应对能力，进而提高核电站的安全性。另外，本发明提供了专门的人机接口模块，有效降低了后备盘的规模，使人机互动功能的可拓展性更高，不再局限于后备盘的原有设计。

[0077] 另外，如图1-4所示，与反应堆保护系统2共用的检测信号10经分支和隔离之后分别输入到反应堆保护系统2和核电站多样性驱动系统1中。对检测信号10的分支和隔离方法有多种。如图1所示，反应堆保护系统2中包含分支与隔离模块21。分支与隔离模块21将输入反应堆保护系统2中的检测信号10分支成两个相同的信号102和101并分别输入至反应堆紧急停堆系统22和信号接收模块11，并对这两个相同的信号101和102进行了隔离处理，从而使输入至信号接收模块11的信号101不受反应堆保护系统2的影响。图2示出了另外一种分支与隔离方式，反应堆保护系统2包括分支模块21和隔离模块23。检测信号10经分支模块21分成两个相同的信号101和102后，其中一个信号102直接输入至反应堆紧急停堆系统22，另一个信号101通过隔离模块23隔离后形成被隔离的信号103。信号103被输入至信号接收模块11。图3示出了第三种分支与隔离方式，反应堆保护系统2包括分支模块21，核电站多样性驱动系统包括隔离模块14。检测信号10经分支模块21分成两个相同的信号101和102，一个信号102直接输入反应堆紧急停堆系统22，另一个信号101输入隔离模块14形成被隔离的信号103。信号103被发送至信号接收模块11。图4示出了第四种分支与隔离方式，检测信号10经过独立于反应堆保护系统2和核电站多样性驱动系统1的分支与隔离模块4分成两个相同的相互隔离

的信号101和102，一个信号102直接输入至反应堆紧急停堆系统22，另一个信号101直接输入至信号接收模块11。分支与隔离模块4可以属于检测信号的检测装置的一部分，也可以是一个独立的设备或装置。

[0078] 图1-4给出了分支与隔离检测信号的四个实施例。应理解，本领域技术人员还可以根据这四个实施例得出更多的实施例，而这些实施例都属于本发明的保护范围。

[0079] 在本发明提供的优选实施例中，当反应堆保护系统2正常工作时，多样性驱动系统1并不执行保护功能。多样性驱动系统1通过接收执行机构3的反馈信号来自自动闭锁，从而不将驱动信号20发送至执行机构。多样性驱动系统1还可以通过逻辑处理进行延时，滞后于反应堆保护系统2接收检测信号10或者滞后于反应堆保护系统2输出驱动信号20。这样，当反应堆保护系统2正常工作时，由反应堆保护系统2执行核电站的安全保护，多样性驱动系统1自动闭锁。多样性驱动系统1的自动闭锁方法将在图8和图11所示的实施例中进行详细介绍。如图6和7所示，逻辑处理模块12包括比较模块和表决模块。如图6所示，逻辑处理模块12包括两个比较模块121A和121B。这两个比较模块同时接收信号接收模块11发送过来的检测信号10，然后分别在比较模块121A和121B中将检测信号10与设定值进行比较，并输出比较结果至表决模块122。例如，检测信号10可为反应堆温度，比较模块121A和121B中预设了温度值 T_0 。根据核电站的实际工作原理，例如，当反应堆温度超过了预设值 T_0 时则表示发生了设计基准事故，那么当输入至比较模块121A和121B的温度值大于预设温度 T_0 时，比较模块121A和121B则输出高电平至表决模块122。否则，比较模块121A和121B输出低电平至表决模块122。当比较模块121A和121B同时输出高电平时，表决模块122输出高电平，即驱动信号，至信号输出模块13；否则无驱动信号输出至信号输出模块13。在本实施例中，因为比较模块的数量只有两个，表决模块122可实施为与门。

[0080] 如图7所示，比较模块的数量也可以为3个，但是其工作原理与图6所示实施例类似，在此不再累述。在这种情况下，表决模块122可实施为三选二表决器。当然，本领域技术人员也可以根据实际需要设置成当三个比较模块的输出都为高电平时表决模块才输出驱动信号。

[0081] 在本发明中，通过在逻辑处理模块12中设置至少两个比较模块，可以提高逻辑处理模块12的可靠度。只有当其中至少两个比较模块的输出都反应出发生了设计基准事故时，逻辑处理模块12才产生驱动信号。

[0082] 图8示出了一种具体的逻辑处理模块，即反应堆停堆硬件逻辑模块12A。该硬件逻辑模块用于在发生设计基准事故时执行反应堆停堆逻辑。如图8所示，在反应堆保护系统2中，反应堆紧急停堆系统22包括模拟量输入模块221、反应堆停堆软件逻辑模块222和输出模块223。由于检测信号10为模拟信号，模拟量输入模块221将该模拟信号转化成数字信号后输入至反应堆停堆软件逻辑模块222进行逻辑处理。如果发生设计基准事故，反应堆停堆软件逻辑模块222产生驱动信号，通过输出模块223输入至执行机构3，即棒控和棒位系统的电源柜3内的停堆断路器31，从而使停堆断路器31断开。停堆断路器31电连接至控制棒驱动机构5，停堆断路器31的动作会相应引起控制棒驱动机构5动作，从而进行停堆保护。在现有技术中，反应堆停堆软件逻辑模块222也称为数字化保护系统。数字化保护系统很容易因为核电站发生设计基准事故而产生共因故障，进而无法进行停堆保护。因此，本实施例提供了一种通过硬件实现的停堆保护逻辑。

[0083] 如图8所示，核电站多样性驱动系统1包括信号接收模块11、反应堆硬件逻辑模块12A和信号输出模块13。因为本申请提供的核电站多样性驱动系统都是通过硬件实施的，因此检测信号10可直接输入至信号接收模块11，并进一步直接输入至反应堆停堆硬件逻辑模块12A，而无需进行数/模转化处理。反应堆停堆硬件逻辑模块12A产生的驱动信号（为区别图11所示实施例的驱动信号，此驱动信号可命名为第一驱动信号）201经信号输出模块13发送至棒控和棒位系统的电源柜的棒控单元32，从而直接切断电源柜的电源6。因此，即便是反应堆保护系统2或是停堆断路器31出现故障不能正常工作，多样性驱动系统1也可以实现紧急停堆。因此，核电站多样性驱动系统1从其信号输入至信号输出都不受数字化保护系统共因故障的影响，保证了其自动停堆功能的多样性及完整性。

[0084] 虽然图8只示出了核电站多样性驱动系统1的一部分结构，本领域技术人员应该明白核电站多样性驱动系统1还可包括图5所示的人机接口模块15。当然，图8中的分支与隔离模块21也可以实施成如图1-4所示的结构。反应堆停堆硬件逻辑模

块12A的具体结构与图6和7所示的逻辑处理模块的结构类似，但也可以有改进。下面将具体阐述其中两种结构。

[0085] 如图9和10所示，反应堆停堆硬件逻辑模块12A除了包括图6中所示的比较模块121A和121B之外还包括延时模块123。延时模块123可以如图9所示的连接在表决模块122之后，也可以如图10所示的连接在比较模块121A和121B之前。其工作原理如下：延时模块123对反应堆停堆硬件逻辑模块12A的输入信号或输出信号进行延时处理。例如，延时时间为 t_1 ，这就意味着只有设计基准事故持续时间大于等于 t_1 时，反应堆停堆硬件逻辑模块12A才会判定为发生了设计基准事故。这样就可允许反应堆保护系统2优先执行保护动作。也就是说，当发生设计基准事故时，如果反应堆保护系统2正常工作，那么反应堆保护系统2先执行保护处理以响应设计基准事故。在反应堆保护系统2响应后，检测信号10发生改变，核电站多样性驱动系统1接收到的信号为未发生设计基准事故，从而就不产生驱动信号。这样，就可以避免在反应堆保护系统2正常的情况下核电站多样性驱动系统1重复执行保护动作。当发生设计基准事故时，如果反应堆保护系统2产生共因故障而不能正常工作，那么核电站多样性驱动系统1会在设计基准事故发生后 t_1 时间时执行保护动作。

[0086] 当然，为了避免核电站多样性驱动系统1重复执行保护动作，反应堆停堆硬件逻辑模块12A的比较模块中的预设值也可以与反应堆停堆软件逻辑模块222中的预设值不同。例如，反应堆停堆软件逻辑模块222中的反应堆温度预设值为 T_1 ，而反应堆停堆硬件逻辑模块12A中的反应堆预设温度为 T_2 ， T_2 可大于 T_1 。这样，核电站多样性驱动系统1也会滞后于反应堆保护系统2执行保护动作。

[0087] 图11示出了另一种具体的逻辑处理模块，即专用安全设施驱动硬件逻辑模块12B。该硬件逻辑模块用于在发生设计基准事故时执行专用安全设施驱动。如图11所示，在反应堆保护系统2中，反应堆紧急停堆系统22包括模拟量输入模块221、反应堆停堆软件逻辑模块222、输出模块223和专用安全设施驱动软件逻辑模块224。图11包含了与图8相同的一些部件，其功能在图8中已经详细描述了，在此不再累述。如图8所示，在反应堆紧急停堆系统22中，数字保护系统包括两个软件模块，即相互连接的反应堆提供软件逻辑模块222和专用安全设施驱动软件

逻辑模块224。专用安全设施驱动软件逻辑模块224通过反应堆提供软件逻辑模块222接收检测信号10以判断是否发生设计基准事故，如果发生了设计基准事故，则通过设备接口模块的优选单元24发送驱动信号至专设安全设施33，以执行对专设安全设施33的保护。

[0088] 核电站多样性驱动系统1包括与专用安全设施驱动软件逻辑模块224相对应的专设安全设施驱动硬件逻辑模块12B。当发生设计基准事故时，专设安全设施驱动硬件逻辑模块122B产生驱动信号（为区别图8所示的实施例的驱动信号，该驱动信号可命名为第二驱动信号）202，并通过反应堆保护系统2的优选模块24发送至专设安全设施33。因为反应堆保护系统2中的优选模块24是硬件模块，因此，不会受共因故障的影响。也就是说，即便反应堆保护系统2的数字化保护系统（即图中的软件模块）发生了共因故障，核电站多样性驱动系统1依然可以通过优选模块24执行保护动作，为核电站提供核电站多样性保护。优选模块24用于提供优选策略，从而根据不同的实际情况对专设安全设施33进行不同的保护处理。

[0089] 优选地，核电站多样性驱动系统1输出的驱动信号202经过隔离之后再发送至优选模块24。图11和图12分别示出两种对驱动信号进行隔离的方法。如图11所示，反应堆保护系统2包括隔离模块23，核电站多样性驱动系统1的信号输出模块13将输出信号发送至隔离模块23后再输入至优选模块24。如图12所示，核电站多样性驱动系统1包括隔离模块14，信号输出模块13的输出信号输入至隔离模块14后再发送至反应堆保护系统2的优选模块24。应理解，图11和图12的两种对驱动信号的隔离方法可与图1-4中的对检测信号的隔离方法任意组合以构成新的实施例。例如，图3所示的实施例可与图12所示的实施例组合，这样，多样性驱动系统1就包括两个隔离模块14，一个用于隔离检测信号10，一个用于隔离驱动信号20。

[0090] 如图11和12所示，专设安全设施33还将反馈信号30发送至核电站多样性驱动系统1的信号接收模块11，从而避免核电站多样性驱动系统1在反应堆保护系统2正常时重复执行保护动作。专设安全设施33的反馈信号30可闭锁核电站多样性驱动系统1的第二驱动信号202。

[0091] 应理解，图8、11和12所示的核电站多样性驱动系统1还可以包括人机接口模块15。

[0092] 图13示出了核电站多样性驱动系统1的另一个实施例。如图13所示，核电站多样性驱动系统1包括信号接收模块11、逻辑处理模块12、信号输出模块13和人机接口模块15。人机接口模块15包括手操开关151、报警模块152、指示仪表153和指示灯154。手操开关151用于接收用户的手动操作，用户操作信息105通过人机接口模块15发送至信号接收模块11。逻辑处理模块12根据接收到的用户操作信号105产生驱动信号20以驱动执行机构3动作。在这一过程中，核逻辑处理模块12就无需执行如上面所描述的那么复杂的逻辑处理，因为用户操作信号105通常都是非常直接的对执行机构的具体操作。例如，停止/启动某一具体的现场设备、关闭/打开某一具体的阀门或断开或闭合某一电源等。当然，在本发明提供的另一优选实施例中，用户操作信号105也可以直接发送至逻辑处理模块12，逻辑处理模块12进而根据接收到的用户操作信号105产生驱动信号20。报警模块152用于发出报警信息，如文字提示、声音提示和/或发光提示。指示仪表153用于提供安全功能监视信息，如数字和/或文字信息。指示灯154用于指示系统和设备的状态。

[0093] 通过人机接口模块15，可提供关键安全功能系统级和设备级的手动触发，以及少量一般安全功能设备级的手动触发。人机接口模块15还可提供全方位的安全功能参数监视信息、报警信息及系统和设备状态指示。

[0094] 如图13所示，信号接收模块12除了可接收与反应堆保护系统共用的检测信号10和通过手操开关151提供的用户操作信号105之外，还可以接收检测系统7提供的检测信息104。检测系统7是独立于反应堆保护系统2和核电站多样性驱动系统1之外的第三方检测系统，用于获取核电站的各种检测信号。检测系统7提供的检测信号104可包括检测信号10，也可以是不同于检测信号10的其他检测信号。逻辑处理模块12可对检测信号104进行逻辑处理，从而在需要执行保护动作时（如发生设计基准事故或其他事故）产生驱动信号20以驱动执行机构3动作。图14示出了逻辑处理模块的另一个实施例。在本实施例中，逻辑处理模块12C为预期瞬态不停堆保护逻辑模块，用于应对停堆保护系统在停堆过程中拒动的问题。也

就是说，在某些情况下，反应堆保护系统并没有发生共因故障，但却在发生预期瞬态时拒绝动作，未能如期停堆。为此，本实施例的提供了预期瞬态不停堆保护逻辑模块12C以解决这一问题。

[0095] 如图14所示，预期瞬态不停堆保护逻辑模块12C包括三个第一比较器71A~71C、两个第二比较器71D和71E、三选二表决器72A、第一与门72B和第二与门73。三个给水量信号分别输入至三个第一比较器71A~71C的输入端，三个给水量信号分别反应三个蒸汽发生器的给水量。第一比较器将输入的给水量信号与预设值M0比较，然后将比较结果输出至三选二表决器72A的输入端进行表决。当三个比较器中有至少两个比较器的比较结果为蒸汽发生器给水量小于预设值M0时，三选二表决器72A输出高电平至第二与门73的一个输入端；否则输出低电平至第二与门73的一个输入端。两个堆功率信号分别输入至第二比较器71D和71E的输入端，两个堆功率信号分别反应两组反应堆的堆功率大小。第二比较器将输入的堆功率信号与预设值N0进行比较，然后将比较结果输出至第一与门72B。当输入的两个堆功率信号都大于预设值N0时，第一与门72B输出高电平至第二与门73的另一个输入端；否则输出低电平至第二与门72的另一个输入端。第二与门73的输出端分别连接至汽轮机脱扣模块34、紧急停堆模块35、辅助给水启动模块36和排放阀门闭锁模块37。

[0096] 两个堆功率信号都大于预设值N0意味着核电站一回路产热量很大。蒸汽发生器给水量小于预设值M0意味着核电站二回路散热量很小。当着两件事同时发生时，意味着反应堆的温度在不断地升高，而散热不足。这显然是不满足设计基准的，属于应该启动保护的预期瞬态。

[0097] 另一方面，本发明实施例还提供了一种核电站多样性驱动方法。如图15所示，该方法包括如下步骤：

[0098] S1、接收检测信号；

[0099] S2、对所接收到的检测信号进行逻辑处理；

[0100] S3、判断是否发生设计基准事故；若是，则转步骤S3，否则返回步骤S2；

[0101] S4、产生驱动信号以驱动执行机构动作。

[0102] 优选地，在实施过程中，步骤S2和S3通常由同一逻辑处理模块执行。

[0103] 在本发明提供的一个优选实施例中，该多样性驱动方法还包括以下步骤：

[0104] S5、输出显示信息以显示安全功能参数监视信息、报警信息以及系统和设备状态指示并接收用户操作信号。

[0105] 其中，步骤S5可与步骤S1-S4并行，从而实时地显示安全功能参数监视信息、报警信息以及系统和设备状态指示。

[0106] 在本发明提供的另一个实施例中，在步骤S1之前还需要对检测信号进行分支和隔离处理。具体的分支和隔离处理方法可在图1-4所示的系统中执行。

[0107] 在图1所示的核电站多样性驱动系统中，反应堆保护系统2的分支与隔离模块21将检测信号10分成两个相同的彼此隔离的信号101和102后，分别输入至核电站多样性驱动系统1和反应堆紧急停堆系统22中。图1所示的核电站多样性驱动系统1可按照如下步骤执行核电站多样性驱动方法：

[0108] S1、信号接收模块11接收经分支隔离后的检测信号101；

[0109] S2、逻辑处理模块12对所接收到的检测信号进行逻辑处理；

[0110] S3、逻辑处理模块12判断是否发生设计基准事故；若是，则转步骤S4，否则返回步骤S2；

[0111] S4、逻辑处理模块12产生驱动信号20并通过信号输出模块13输出至执行机构3以驱动执行机构3动作。

[0112] 在图3所示的核电站多样性驱动系统中，反应堆保护系统2的分支模块21将检测信号10分支成两个相同的信号101和102后，其中一个信号102输入至反应堆紧急停堆系统22，另一个信号101输入至核电站多样性驱动系统1的隔离模块14中。

图3所示核电站多样性驱动系统1可按照如下步骤执行核电站多样性驱动方法：

[0113] S1、隔离模块14接收经分支的检测信号101并对该检测信号101进行隔离处理；

[0114] S2、信号接收模块11从隔离模块14接收经隔离后的检测信号103；

[0115] S3、逻辑处理模块12对所接收到的信号进行逻辑处理；

[0116] S4、逻辑处理模块12判断是否发生设计基准事故；若是，则转步骤S5，否则返回步骤S2；

[0117] S5、逻辑处理模块12产生驱动信号20并通过信号输出模块13输出至执行机构3以驱动执行机构3动作。

- [0118] 类似的，根据图2和4所示的核电站多样性驱动系统的具体结构以及以上对图1和3的描述，本领域技术人员可相应地得出图2和4所示的核电站多样性驱动系统中所执行的核电站多样性驱动方法。在此不再累述。
- [0119] 在本发明提供的一个优选实施例中，以上核电站多样性驱动方法的逻辑处理具体包括以下步骤：
- [0120] S21、将第一检测信号与设定值进行至少两次并行的比较以判断是否发生设计基准事故，并对应输出至少两个比较结果；
- [0121] S22、对所述至少两个比较结果进行表决，当所述至少两个比较结果中有至少两个比较结果为发生了设计基准事故时，则驱动信号生成步骤。
- [0122] 该逻辑处理的具体步骤可由图6和7所示的逻辑处理模块执行。例如，以图6所示的逻辑处理模块为例介绍一个实施例。如图6所示，核电站多样性驱动系统1的信号接收模块11将接收到的检测信号分别发送至比较模块121A和121B。比较模块121A和121B将接收到的信号分别与预设值进行比较以判断是否发生设计基准事故，并分别输出比较结果至表决模块122。表决模块122对接收到的信号进行表决，当比较模块121A和121B的比较结果都表明发生了设计基准事故时，表决模块122生成驱动信号并发送至信号输出模块13。信号输出模块13进而将驱动信号发送至执行机构3。
- [0123] 本领域技术人员在下面这个实施例的教导下，可以根据图7的具体结构相应推导出另一个实施例。在此不再累述。
- [0124] 优选地，驱动信号有很多种类，分别用于驱动不同的执行机构3。图8和11示出了两种不同的逻辑处理模块所产生的两种不同的驱动信号。因此，在核电站多样性驱动系统1中还可执行以下步骤：
- [0125] S31、产生第一驱动信号201以驱动棒控和棒位系统的电源柜动作，从而切断控制棒驱动机构的电源；
- [0126] S32、产生第二驱动信号以驱动202专设安全设施动作。
- [0127] 上述两个步骤S31和S32可分别在如图8和11所示的核电站多样性驱动系统中由反应堆停堆硬件逻辑模块12A和专用安全设施驱动硬件逻辑模块12B执行。在具体实施过程中，图8和11中的两个核电站多样性驱动系统通常是合并在一个核电

站多样性驱动系统中。因此，上述步骤S31和S32通常在一个核电站多样性驱动系统中执行。

[0128] 在本发明提供的优先实施例中，需要对第二驱动信号进行隔离处理。如图11所示，专用安全设施驱动硬件逻辑模块12B产生的第二驱动信号还需要经过反应堆保护系统2的隔离模块23进行隔离处理后再输入至优选模块24。另外，如图12所示，核电站多样性驱动系统1的隔离模块14对专用安全设施驱动硬件逻辑模块12B产生的第二驱动信号进行隔离处理后与反应堆保护系统共用2的优选模块24。

[0129] 在本发明提供的优选实施例中，还需要对用于产生第一驱动信号的检测信号或第一驱动信号进行延时处理。如图9所示，表决模块122产生的驱动信号经过延时模块123延时后发送至信号输出模块13。另外，如图8和10所示，输入至反应堆停堆硬件逻辑模块的检测信号经延时模块123延时后分别输入至比较模块121A和121B。通过延时处理，可避免核电站多样性驱动系统1在停堆保护时重复动作。

[0130] 在本发明提供的优选实施例中，核电站多样性驱动系统1还可接收专设安全设施的反馈信号以闭锁第一驱动信号，从而避免重复动作。如图11和12所示，专设安全设施33电连接至核电站多样性驱动系统1的信号接收模块11，从而为核电站多样性驱动系统1提供反馈信号30。

[0131] 在本发明提供的优选实施例中，如图13所示，核电站多样性驱动系统1还可接收来自第三方检测系统7的检测信号104，对检测信号104进行逻辑处理以判断是否发生设计基准事故，并当所述判断为是时产生驱动信号以驱动执行机构3动作。优选地，如图13所示，核电站多样性驱动系统1的人机接口模块15包括手操开关151，从而核电站多样性人机接口模块15还可接收用户操作信号105并发送至信号接收模块11。从而，逻辑处理模块12根据所接收到的用户操作信号105产生第三驱动信号以驱动执行机构3动作。

[0132] 以上所揭露的仅为本发明一种较佳实施例而已，当然不能以此来限定本发明之权利范围，本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例的全部或部分流程，并依本发明权利要求所作的等同变化，仍属于发明所涵盖的范围。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种核电站多样性驱动系统，用于在反应堆保护系统失效时保护核电站的安全，其特征在于，包括：
- 信号接收模块，用于接收检测信号；
- 逻辑处理模块，用于对所述检测信号进行逻辑处理以判断是否发生设计基准事故，并当所述判断为是时产生驱动信号；
- 信号输出模块，用于将所述驱动信号输出至执行机构以驱动所述执行机构动作。
- [权利要求 2] 根据权利要求1所示的核电站多样性驱动系统，其特征在于，所述多样性驱动系统还包括人机接口模块，用于接收所述逻辑处理模块提供的显示信号，从而提供安全功能参数监视信息、报警信息以及系统和设备状态指示；还用于接收用户操作信号并发送至所述信号接收模块。
- [权利要求 3] 根据权利要求2所述的核电站多样性驱动系统，其特征在于，所述信号接收模块具体地用于接收与所述反应堆保护系统共用的检测信号、接收来自第三方检测系统的检测信号以及接收从所述人机接口模块输入的所述用户操作信号。
- [权利要求 4] 根据权利要求1所示的核电站多样性驱动系统，其特征在于，所述核电站多样性驱动系统还用于接收所述执行机构的反馈信号或通过逻辑处理进行延时，从而在所述反应堆保护系统正常工作时实现自动闭锁。
- [权利要求 5] 根据权利要求3所示的核电站多样性驱动系统，其特征在于，与所述反应堆保护系统共用的所述检测信号经隔离后输入至所述信号接收模块。
- [权利要求 6] 根据权利要求5所示的核电站多样性驱动系统，其特征在于，所述核电站多样性驱动系统还包括第一隔离模块，与所述反应堆保护系统共用的所述检测信号经过所述第一隔离模块隔离后输入至所述信号接收模块。

- [权利要求 7] 根据权利要求1所示的核电站多样性驱动系统，其特征在于，所述逻辑处理模块包括至少两个并行的比较单元和连接至所述比较单元的表决单元；
- 每一所述比较单元用于将所述检测信号与设定值比较以判断是否发生设计基准事故，并输出比较结果至所述表决单元；
- 所述表决单元用于对所述比较结果进行表决，当所述至少两个比较单元中至少有两个比较单元的比较结果为发生了设计基准事故时，所述表决单元输出所述驱动信号至所述信号输出模块。
- [权利要求 8] 根据权利要求7所示的核电站多样性驱动系统，其特征在于，所述逻辑处理模块的数量为两个，分别为第一逻辑处理模块和第二逻辑处理模块；所述执行机构包括棒控和棒位系统的电源柜和专设安全设施；所述第一逻辑处理模块用于对所述检测信号进行逻辑处理以判断是否发生设计基准事故，并当所述判断为发生了设计基准事故时产生第一驱动信号以驱动棒控和棒位系统的电源柜动作，从而切断控制棒驱动机构的电源；
- 所述第二逻辑处理模块用于对所述检测信号进行逻辑处理以判断是否发生设计基准事故，并当所述判断为发生了设计基准事故时产生第二驱动信号以驱动专设安全设施动作。
- [权利要求 9] 根据权利要求8所示的核电站多样性驱动系统，其特征在于，所述核电站多样性驱动系统还包括第二隔离模块，所述第二驱动信号经所述第二隔离模块隔离后发送至设备接口模块的优选单元，通过所述优选单元发送至专设安全设施动作。
- [权利要求 10] 根据权利要求8所示的核电站多样性驱动系统，其特征在于，所述第一逻辑模块还包括延时单元，所述延时单元用于对所述第一逻辑模块的输入信号或输出信号进行延时。
- [权利要求 11] 根据权利要求8所示的核电站多样性驱动系统，其特征在于，所述信号接收模块还用于接收来自所述专设安全设施的反馈信号以闭锁所述第二驱动信号。

- [权利要求 12] 根据权利要求1所述的核电站多样性驱动系统，其特征在于，所述逻辑处理模块还包括预期瞬态不停堆保护逻辑模块，用于应对停堆保护系统在停堆过程中拒动；所述预期瞬态不停堆保护逻辑模块包括三个第一比较器、两个第二比较器、三选二表决器、第一与门和第二与门；
- 所述三个第一比较器分别用于判断三个蒸汽发生器的给水量，所述三个第一比较器输出端分别连接至所述三选二表决器的输入端；所述两个第二比较器分别用于判断两组反应堆的堆功率，所述两个第二比较器的输出端分别连接至所述第一与门的输入端；所述表决器和所述第一与门的输出端分别连接至所述第二与门的输入端，所述第二与门的输出端连接至所述执行机构。
- [权利要求 13] 一种核电站多样性驱动方法，用于在反应堆保护系统失效时保护核电站安全，其特征在于，包括以下步骤：
- S1、接收检测信号；
- S2、对所述检测信号进行逻辑处理以判断是否发生设计基准事故；若是，则转步骤S3，否则继续步骤S2；
- S3、产生驱动信号以驱动执行机构动作。
- [权利要求 14] 根据权利要求13所述的核电站多样性驱动方法，其特征在于，还包括以下步骤：
- S4、输出显示信息以显示安全功能参数监视信息、报警信息以及系统和设备状态指示并接收用户操作信号。
- [权利要求 15] 根据权利要求14所述的核电站多样性驱动方法，其特征在于，所述步骤S1具体包括：接收与所述反应堆保护系统共用的检测信号、接收来自第三方检测系统的检测信号或接收从人机接口模块输入的所述用户操作信号。
- [权利要求 16] 根据权利要求13所述的核电站多样性驱动方法，其特征在于，还包括以下步骤：
- S5、接收所述执行机构的反馈信号或通过逻辑处理进行延时，从而在

所述反应堆保护系统正常工作时实现自动闭锁。

[权利要求 17] 根据权利要求15所述的核电站多样性驱动方法，其特征在于，在所述步骤S1之中，所述检测信号是经过隔离处理的。

[权利要求 18] 根据权利要求17所述的核电站多样性驱动方法，其特征在于，在所述步骤S1之前还包括：

S0、对与所述反应堆保护系统共用的所述检测信号进行隔离处理。

[权利要求 19] 根据权利要求13所述的核电站多样性驱动方法，其特征在于，所述步骤S2还包括：

S21、将所述检测信号与设定值进行至少两次并行的比较以判断是否发生设计基准事故，并对应输出至少两个比较结果；

S22、对所述至少两个比较结果进行表决，当所述至少两个比较结果中有两个比较结果为发生了设计基准事故时，则转所述步骤S3，否则返回步骤S21。

[权利要求 20] 根据权利要求19所述的核电站多样性驱动方法，其特征在于，所述执行机构包括棒控和棒位系统的电源柜和专设安全设施，所述步骤S3还包括：

S31、产生第一驱动信号以驱动棒控和棒位系统的电源柜动作，从而切断控制棒驱动机构的电源；

S32、产生第二驱动信号以驱动专设安全设施动作。

[权利要求 21] 根据权利要求20所述的核电站多样性驱动方法，其特征在于，所述步骤S31还包括：对所产生的第二驱动信号进行隔离处理，然后发送至设备接口模块的优选单元，通过所述优选单元发送至所述专设安全设施。

[权利要求 22] 根据权利要求20所述的核电站多样性驱动方法，其特征在于，所述步骤S32还包括：对所述第一检测信号或所述第一驱动信号进行延时。

[权利要求 23] 根据权利要求19所述的核电站多样性驱动方法，其特征在于，还包括以下步骤：

S6、接收所述专设安全设施的反馈信号以闭锁所述第二驱动信号。

- [权利要求 24] 根据权利要求13所述的核电站多样性驱动方法，其特征在于，还包括：
- S7、通过预期瞬态不停堆保护逻辑模块进行逻辑处理，以应对停堆保护系统在停堆过程中拒动；所述预期瞬态不停堆保护逻辑模块包括三个第一比较器、两个第二比较器、三选二表决器、第一与门和第二与门；
- 所述三个第一比较器分别用于判断三个蒸汽发生器的给水量，所述三个第一比较器输出端分别连接至所述三选二表决器的输入端；所述两个第二比较器分别用于判断两组反应堆的堆功率，所述两个第二比较器的输出端分别连接至所述第一与门的输入端；所述表决器和所述第一与门的输出端分别连接至所述第二与门的输入端，所述第二与门的输出端连接至所述执行机构。
- [权利要求 25] 一种多样性保护系统，用于保护核电站的安全，其特征在于，包括反应堆保护系统、多样性驱动系统和执行机构；
- 所述反应堆保护系统用于在核电站发生设计基准事故时驱动所述执行机构动作；
- 所述多样性驱动系统用作所述反应堆保护系统的后备设备，用于在核电站发生设计基准事故时驱动所述执行机构动作；所述多样性驱动系统包括：
- 信号接收模块，用于接收检测信号；
- 逻辑处理模块，用于对所述检测信号进行逻辑处理以判断是否发生设计基准事故，并当所述判断为是时产生驱动信号；
- 信号输出模块，用于将所述驱动信号输出至执行机构以驱动所述执行机构动作。
- [权利要求 26] 根据权利要求25所示的核电站多样性驱动系统，其特征在于，所述多样性驱动系统还包括人机接口模块，用于接收所述逻辑处理模块提供的显示信号，从而提供安全功能参数监视信息、报警信息以及系统和设备状态指示；还用于接收用户操作信号并发送至所述信号接收模块

。

[权利要求 27] 根据权利要求25所示的核电站多样性保护系统，其特征在于，所述核电站多样性驱动系统还用于接收所述执行机构的反馈信号或通过逻辑处理进行延时，从而在所述反应堆保护系统正常工作时实现自动闭锁

。

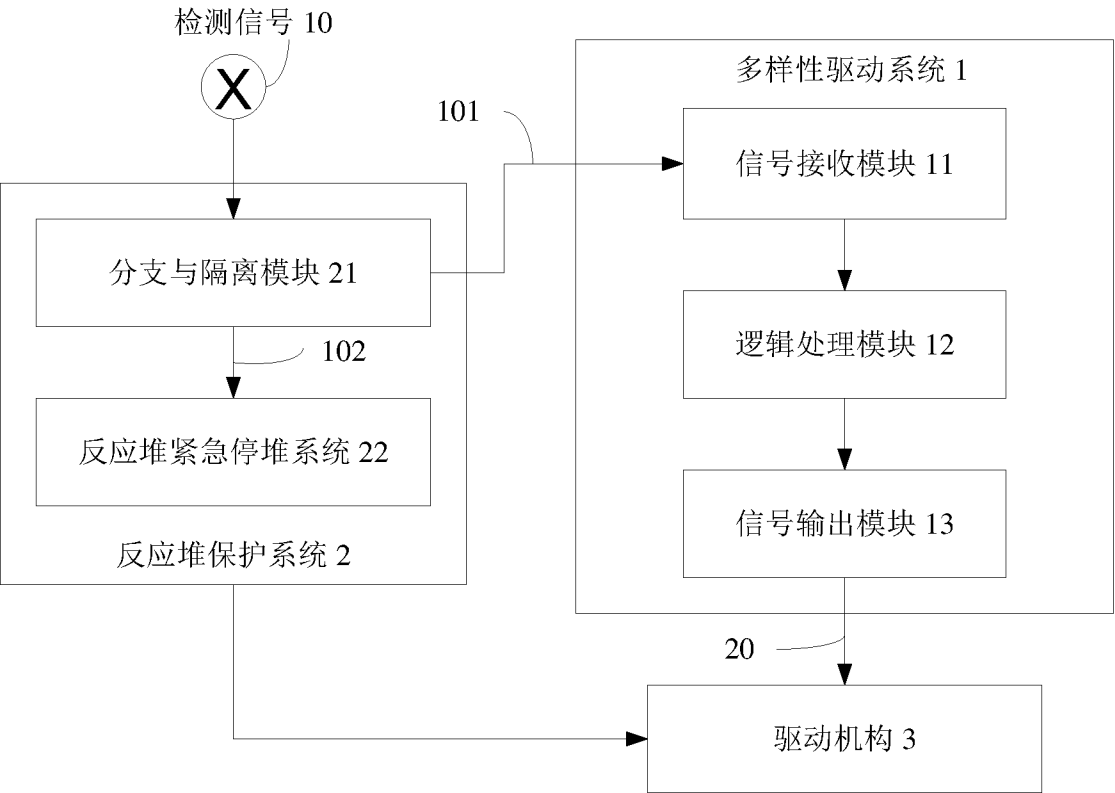


图 1

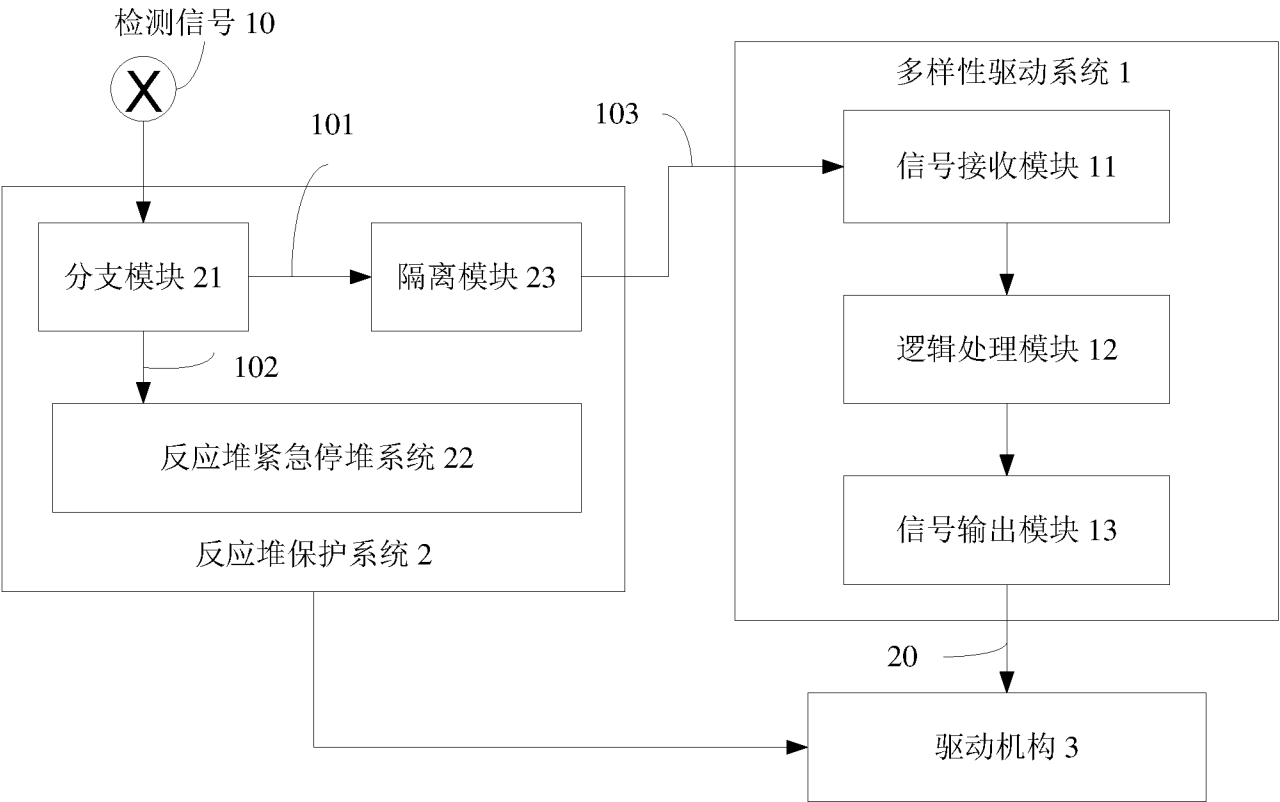


图 2

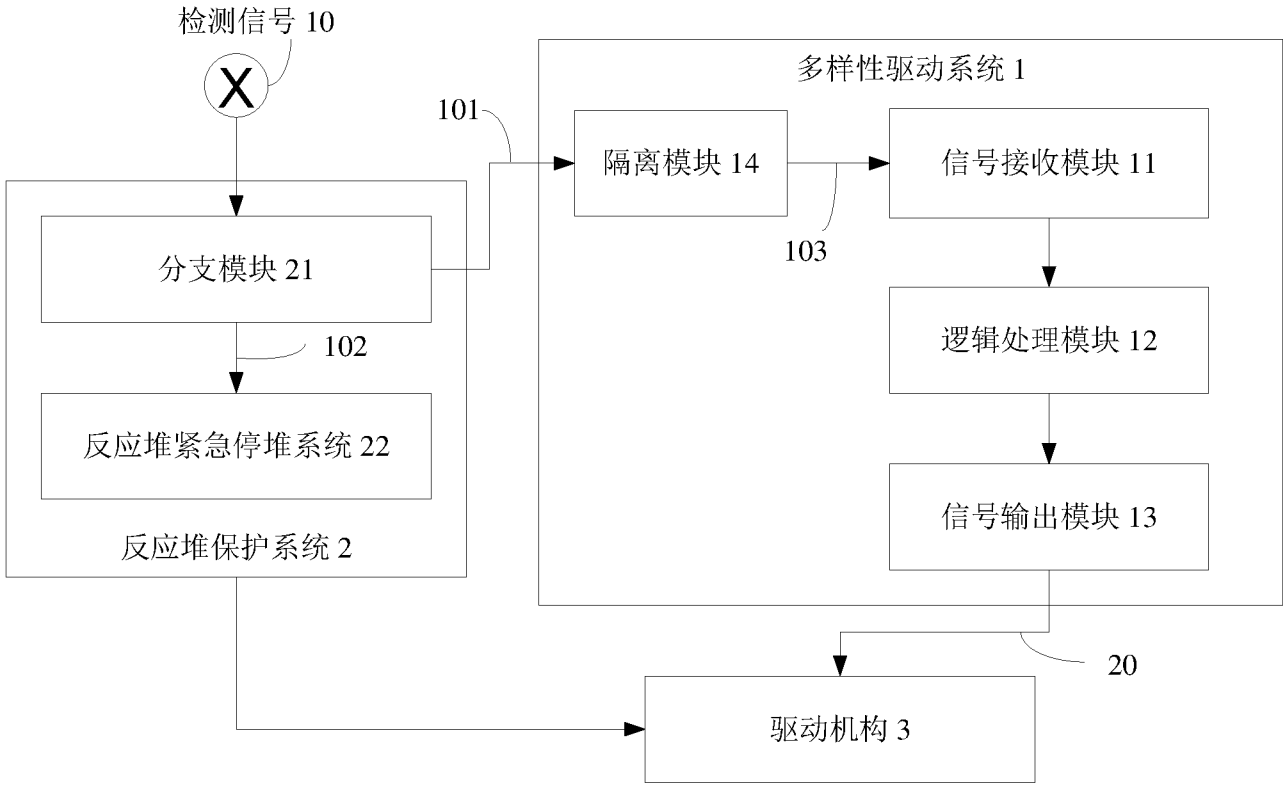


图 3

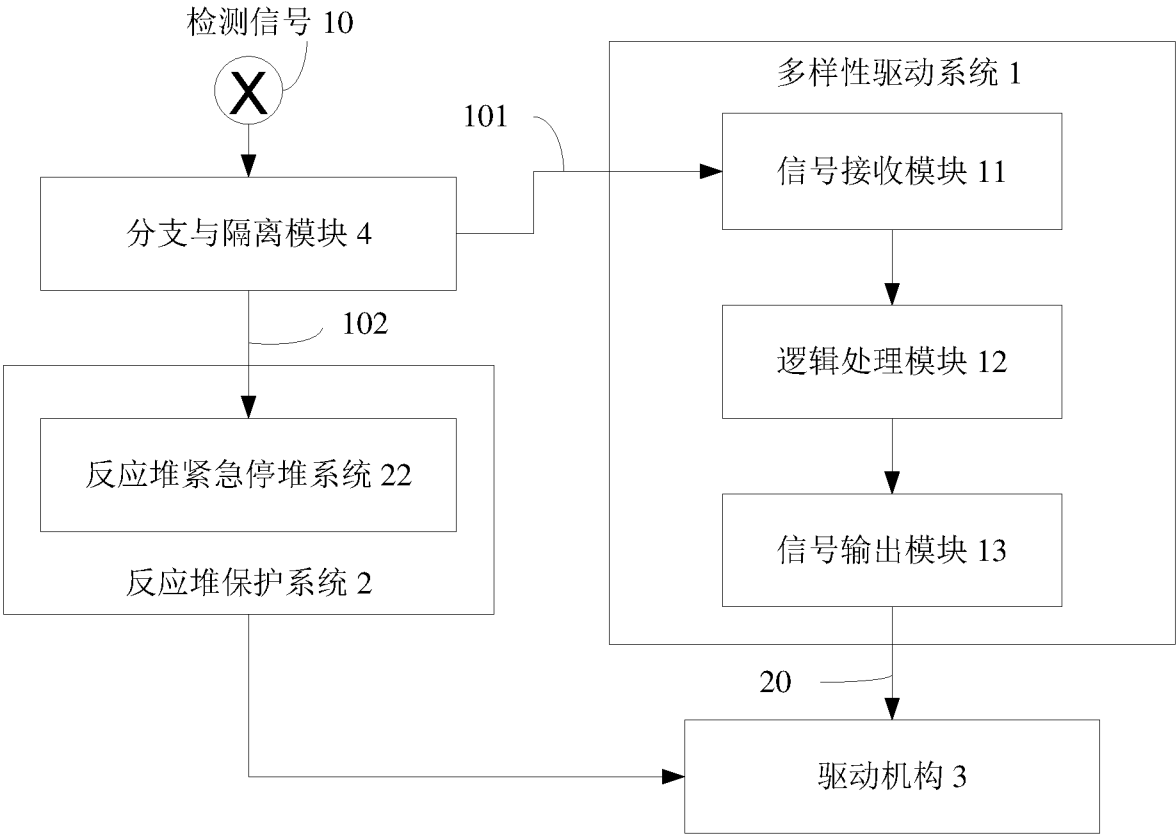


图 4

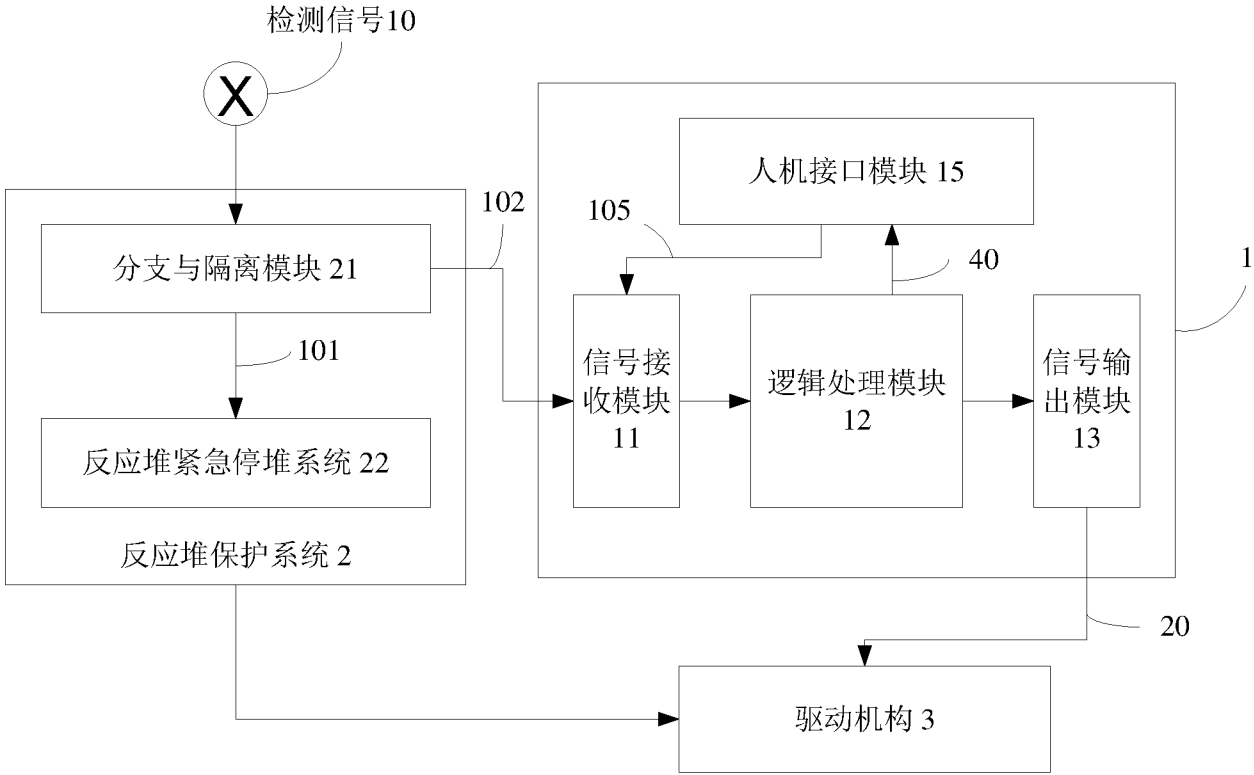


图 5

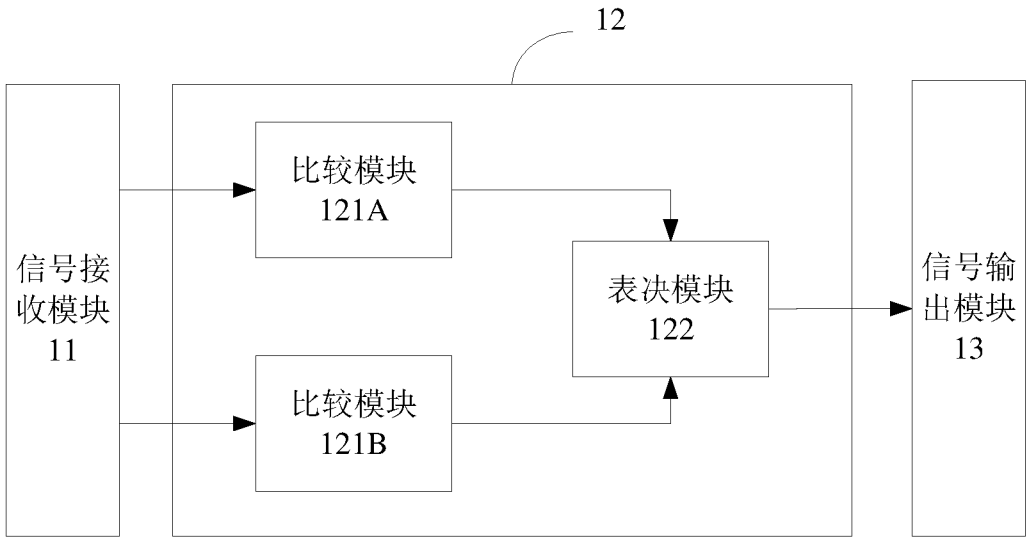


图 6

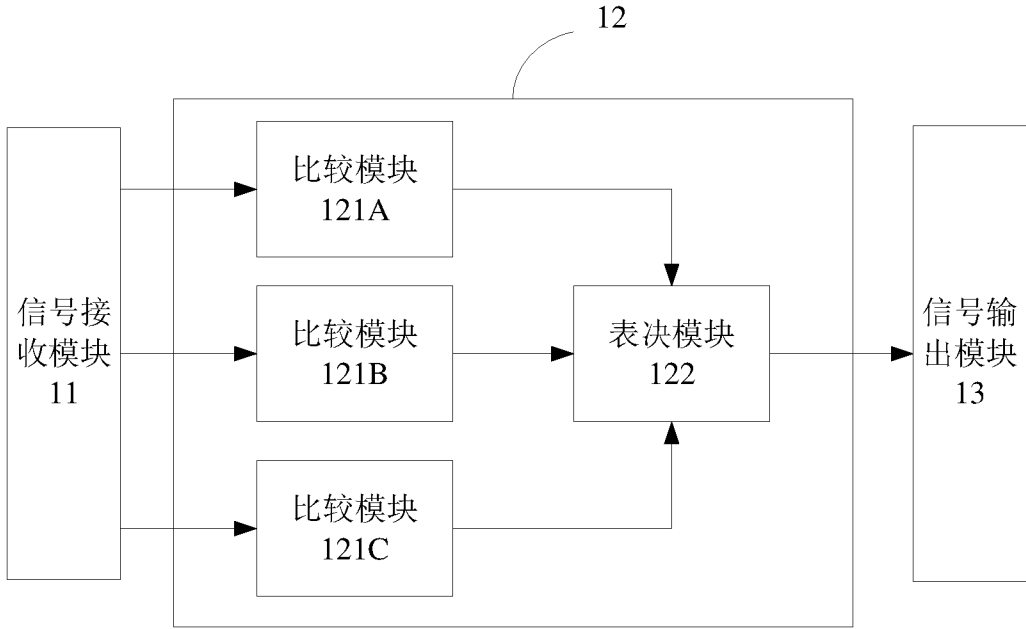


图 7

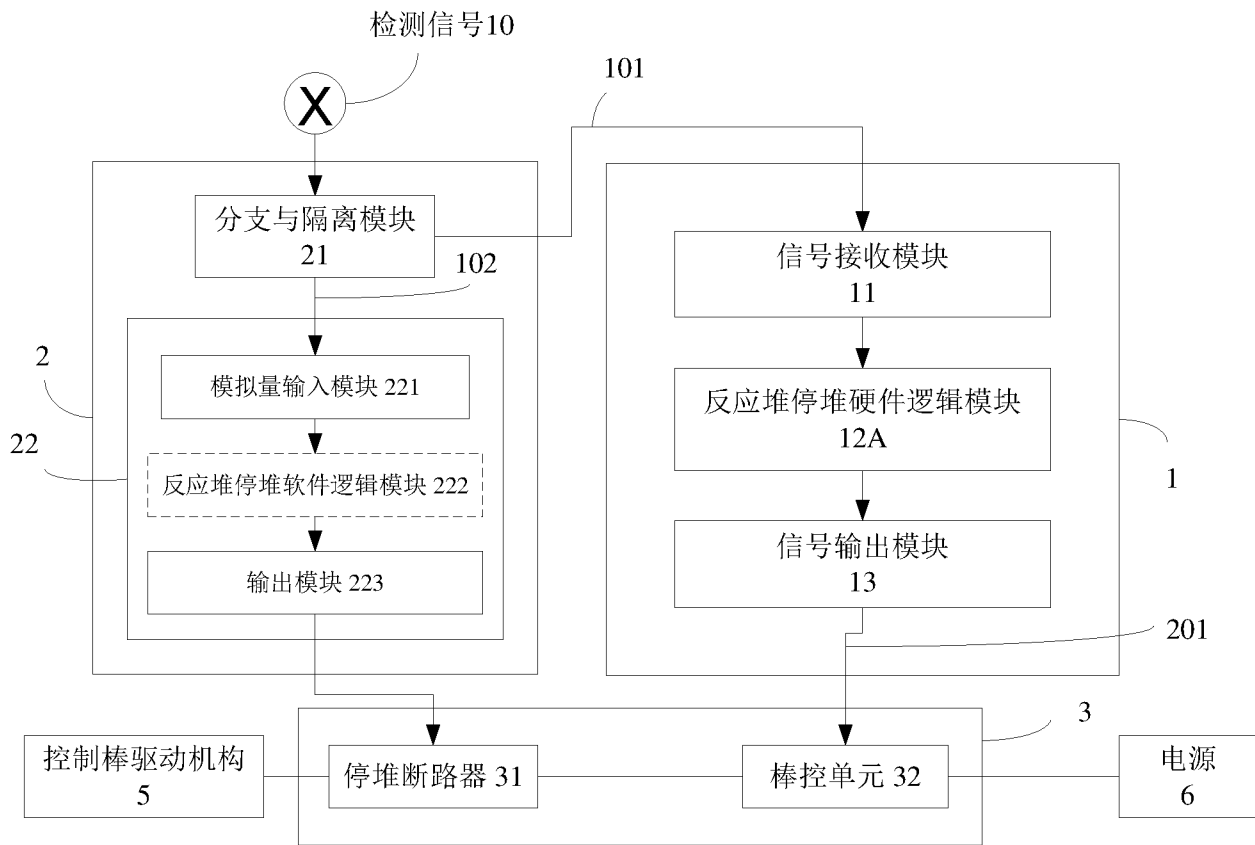


图 8

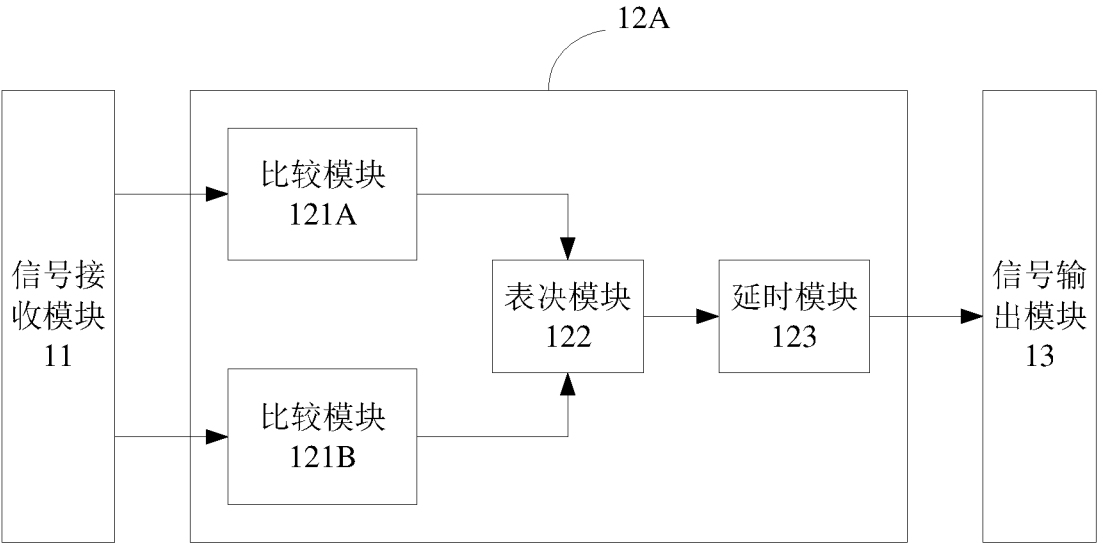


图 9

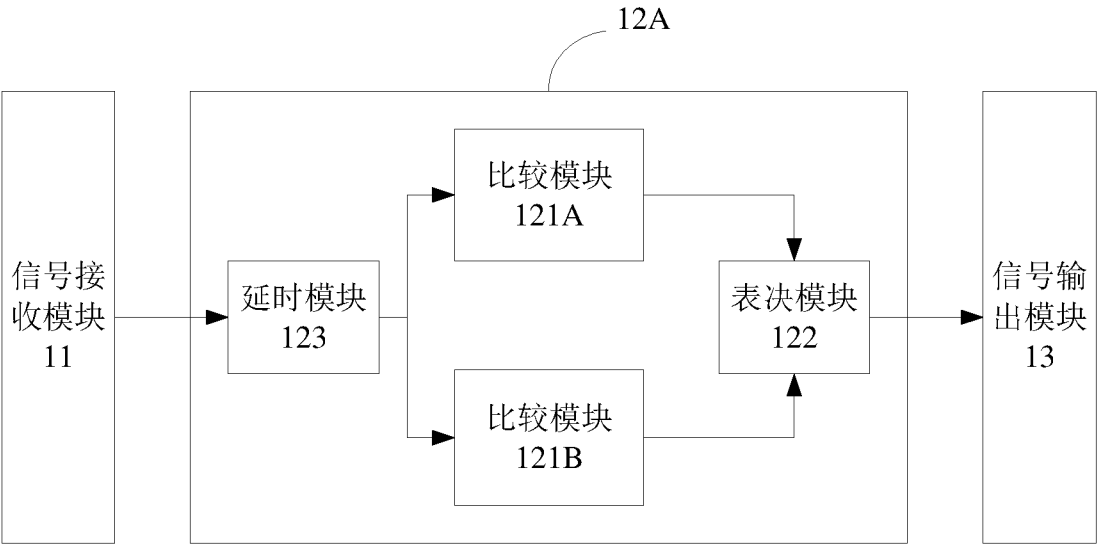


图 10

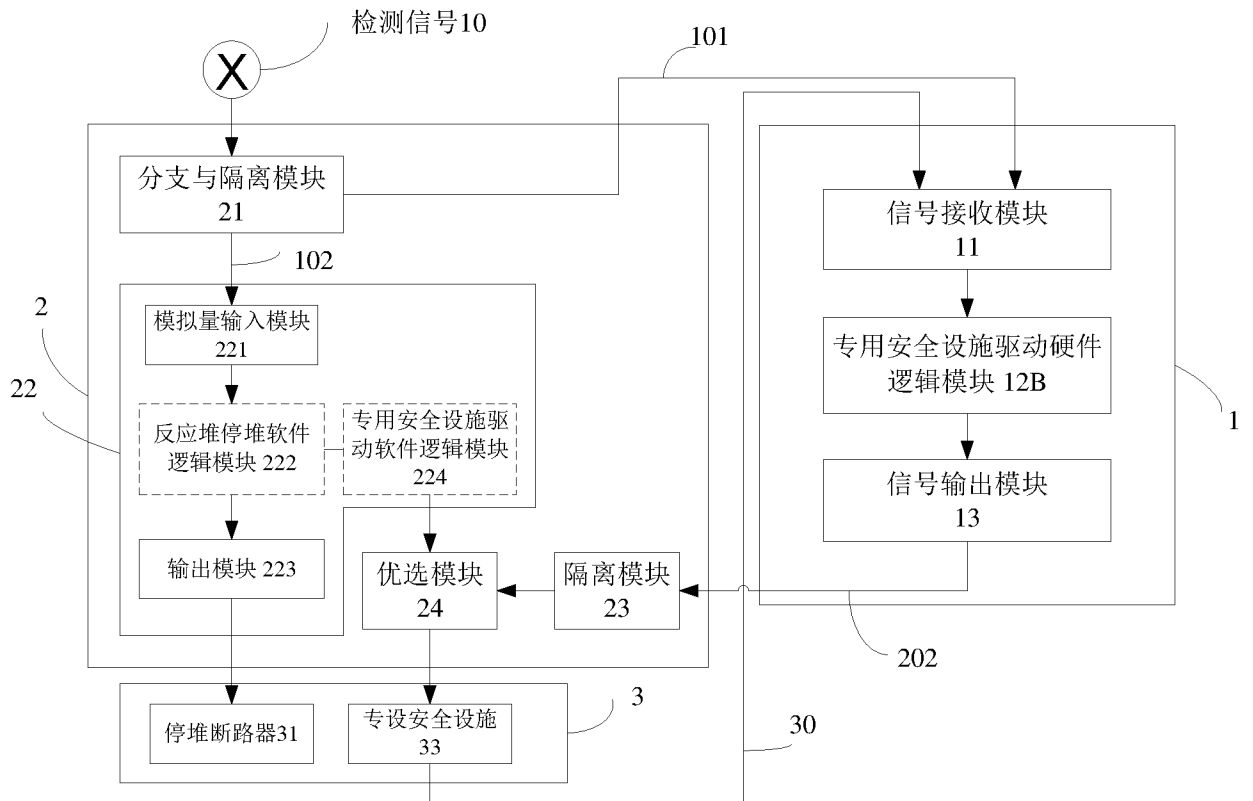


图 11

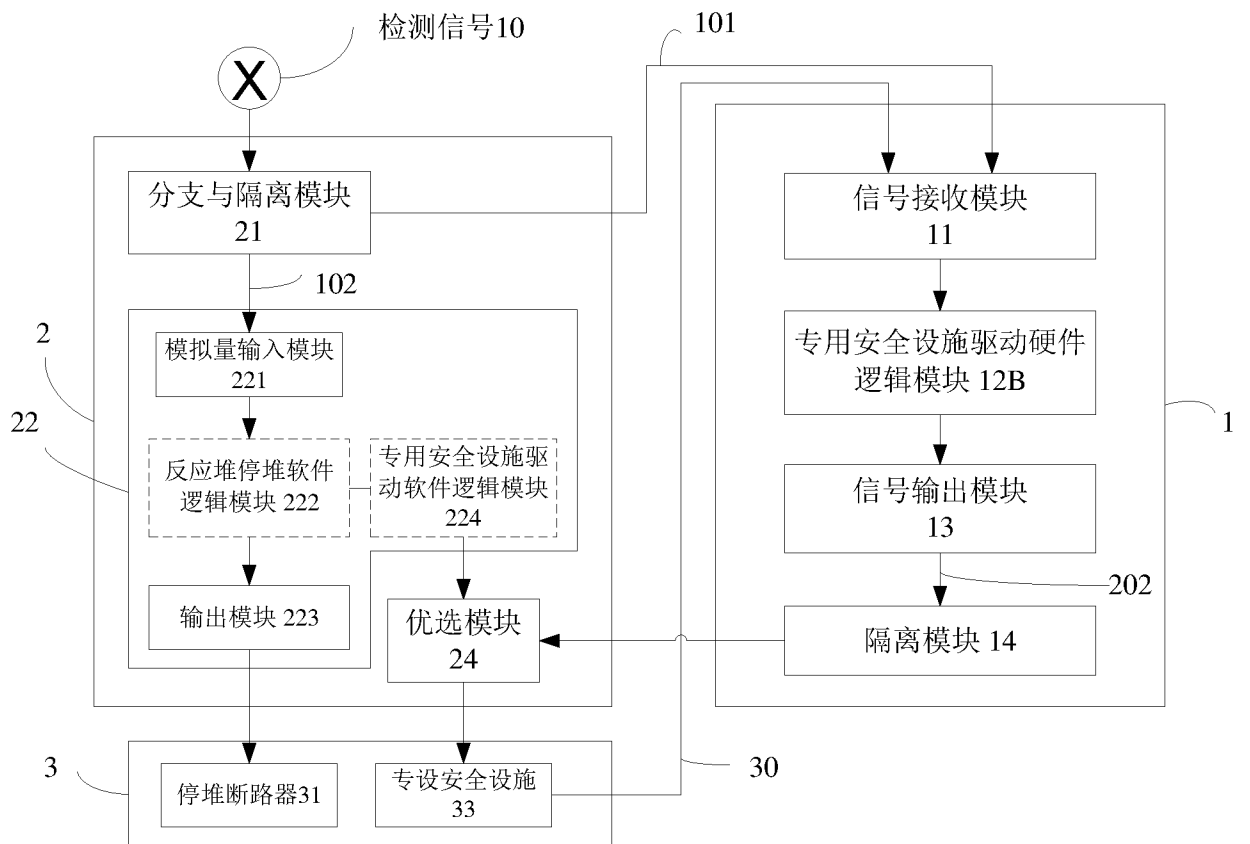


图 12

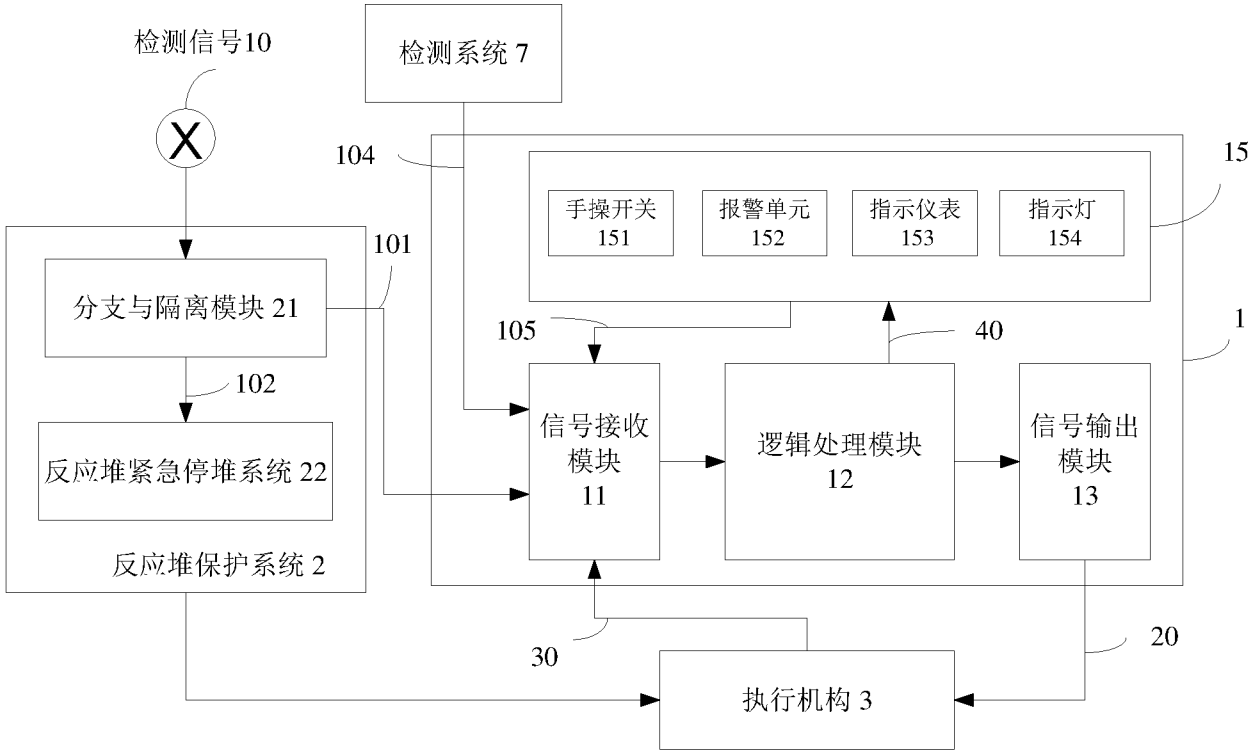


图 13

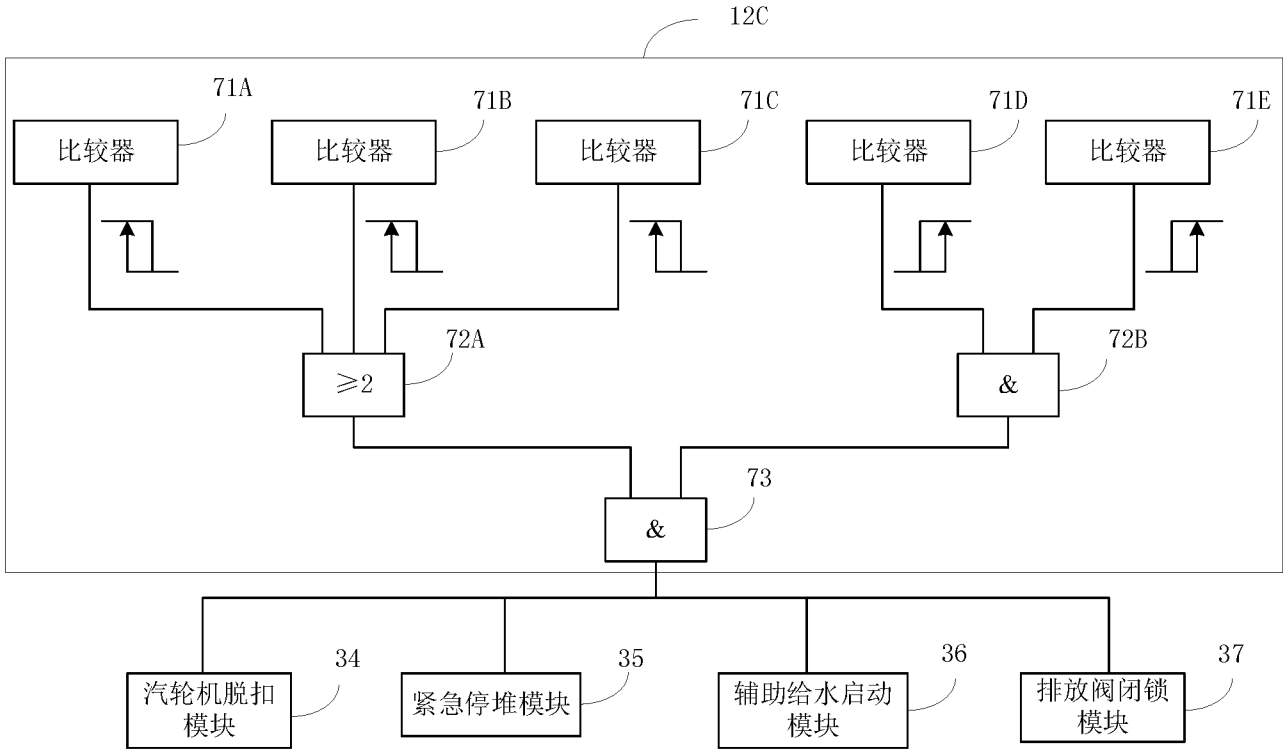


图 14

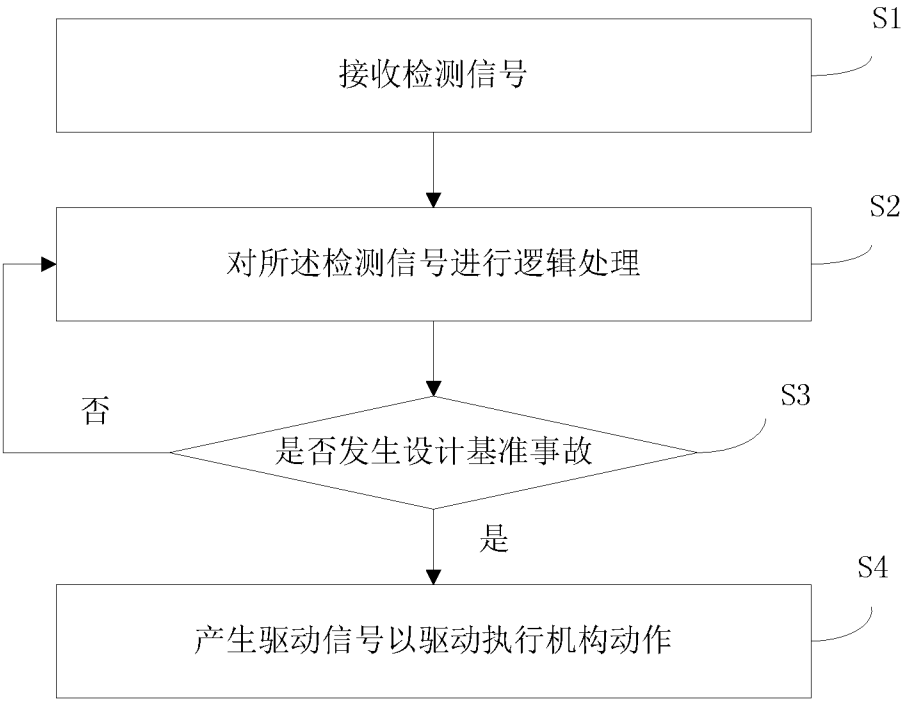


图 15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2015/094496

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G21D 3/06 (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)

G21D

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)

CNPAT, EPODOC, WPI, CNKI: nuclear w power, diversity, driv???, parameter?, alarm???, compare???, automatic, safe??, sens???,
measure+, emergency, redundan+, reactor, protect, logic, hardware, parallel, judge, accident

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E	CN 105448368 A (CHINA NUCLEAR POWER ENGINEERING CO., LTD. et al.) 30 March 2016 (30.03.2016) description, paragraphs [0006]-[0052] and figures 1-15	1-27
X	CN 104485142 A (CHINA NUCLEAR POWER ENGINEERING CO., LTD. et al.) 01 April 2015 (01.04.2015) description, paragraphs [0059]-[0104] and figures 1-4	1-6, 13-18, 25-27
Y	CN 104485142 A (CHINA NUCLEAR POWER ENGINEERING CO., LTD. et al.) 01 April 2015 (01.04.2015) description, paragraphs [0059]-[0104] and figures 1-4	8-11, 20-23
X	CAO, Jianting et al. " Analysis of Diversified Protection and Control Functions Implemented in DCS for Nuclear Power Plants " MODERN ELECTRIC POWER, vol. 24, no. 6, 31 December 2007 (31.12.2007) ISSN: 1007-2322, sections 1-4	1, 7, 12, 13, 19, 24, 25

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 29 June 2016	Date of mailing of the international search report 26 July 2016
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer ZHANG, Yanyan Telephone No. (86-10) 010-62413544

INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational application No.
PCT/CN2015/094496

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CAO, Jianting et al. " Analysis of Diversified Protection and Control Functions Implemented in DCS for Nuclear Power Plants " MODERN ELECTRIC POWER, vol. 24, no. 6, 31 December 2007 (31.12.2007) ISSN: 1007-2322, sections 1-4	8-11, 20-23
A	CN 101968974 A (CHINA NUCLEAR POWER ENGINEERING CO., LTD. et al.) 09 February 2011 (09.02.2011) the whole document	1-27
A	CN 103400623 A (CHINA NUCLEAR POWER ENGINEERING CO., LTD. et al.) 20 November 2013 (20.11.2013) the whole document	1-27
A	CN 103700414 A (CHINA NUCLEAR POWER ENGINEERING CO., LTD. et al.) 02 April 2014 (02.04.2014) the whole document	1-27
A	WO 2015112304 A2 (NUSCALE POWER, L.L.C. ET AL.) 30 July 2015 (30.07.2015) the whole document	1-27

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2015/094496

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 105448368 A	30 March 2016	None	
CN 104485142 A	01 April 2015	WO 2016091158 A1	16 June 2016
CN 101968974 A	09 February 2011	CN 101968974 B	02 January 2013
CN 103400623 A	20 November 2013	None	
CN 103700414 A	02 April 2014	None	
WO 2015112304 A2	30 July 2015	CA 2927946 A1	30 July 2015
		WO 2015103091 A1	09 July 2015
		US 2015186803 A1	02 July 2015

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2015/094496

A. 主题的分类

G21D 3/06(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)

G21D

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))

CNPAT, EPDOC, WPI, CNKI 核电站, 多样性, 保护, 驱动, 安全, 反应堆, 逻辑, 硬件, 并行, 冗余, 报警, 比较, 检测, 传感, 事故, 判断, 参数: nuclear w power, diversity, driv???, parameter?, alarm???, compare???, automatic, safe???, sens???, measure+, emergency, redundan+, reactor

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
E	CN 105448368 A (中广核工程有限公司 等) 2016年 3月 30日 (2016 - 03 - 30) 说明书第[0006]-[0052]段、附图1-15	1-27
X	CN 104485142 A (中广核工程有限公司 等) 2015年 4月 1日 (2015 - 04 - 01) 说明书第[0059]-[0104]段、附图1-4	1-6, 13-18, 25-27
Y	CN 104485142 A (中广核工程有限公司 等) 2015年 4月 1日 (2015 - 04 - 01) 说明书第[0059]-[0104]段、附图1-4	8-11, 20-23
X	曹建亭. “采用DCS实现核电站多样性保护控制分析” 现代电力, 第24卷, 第6期, 2007年 12月 31日 (2007 - 12 - 31), ISSN: 1007-2322, 第1-4节	1, 7, 12-13, 19, 24, 25
Y	曹建亭. “采用DCS实现核电站多样性保护控制分析” 现代电力, 第24卷, 第6期, 2007年 12月 31日 (2007 - 12 - 31), ISSN: 1007-2322, 第1-4节	8-11, 20-23

☒ 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

“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

2016年 6月 29日

国际检索报告邮寄日期

2016年 7月 26日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

张艳艳

电话号码 (86-10)010-62413544

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	CN 101968974 A (中广核工程有限公司 等) 2011年 2月 9日 (2011 - 02 - 09) 全文	1-27
A	CN 103400623 A (中广核工程有限公司 等) 2013年 11月 20日 (2013 - 11 - 20) 全文	1-27
A	CN 103700414 A (中广核工程有限公司 等) 2014年 4月 2日 (2014 - 04 - 02) 全文	1-27
A	WO 2015112304 A2 (NUSCALE POWER, L.L.C. ET AL.) 2015年 7月 30日 (2015 - 07 - 30) 全文	1-27

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2015/094496

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	105448368	A	2016年 3月 30日	无			
CN	104485142	A	2015年 4月 1日	WO	2016091158	A1	2016年 6月 16日
CN	101968974	A	2011年 2月 9日	CN	101968974	B	2013年 1月 2日
CN	103400623	A	2013年 11月 20日	无			
CN	103700414	A	2014年 4月 2日	无			
WO	2015112304	A2	2015年 7月 30日	CA	2927946	A1	2015年 7月 30日
				WO	2015103091	A1	2015年 7月 9日
				US	2015186803	A1	2015年 7月 2日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)