

## (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  
2013 年 8 月 8 日 (08.08.2013)



(10) 国际公布号  
**WO 2013/113289 A1**

- (51) 国际专利分类号:  
*H02J 9/06* (2006.01) *G21C 17/00* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2013/071309
- (22) 国际申请日: 2013 年 2 月 3 日 (03.02.2013)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:  
201210023349.8 2012 年 2 月 2 日 (02.02.2012) CN  
201210122182.0 2012 年 4 月 24 日 (24.04.2012) CN
- (71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): **中广核工程有限公司 (CHINA NUCLEAR POWER ENGINEERING CO., LTD.)** [CN/CN]; 中国广东省深圳市福田区深南中路 69 号, Guangdong 518023 (CN)。 **中国广东核电集团有限公司 (CHINA GUANGDONG NUCLEAR POWER HOLDING CO., LTD.)** [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 518031 (CN)。

- (72) 发明人: 及  
(71) 申请人 (仅对美国): **周创彬 (ZHOU, Chuangbin)** [CN/CN]; 中国广东省深圳市福田区深南中路 69 号, Guangdong 518023 (CN)。 **陈军 (CHEN, Jun)** [CN/CN]; 中国广东省深圳市福田区深南中路 69 号, Guangdong 518023 (CN)。 **龚伯阳 (GONG, Boyang)** [CN/CN]; 中国广东省深圳市福田区深南中路 69 号, Guangdong 518023 (CN)。 **黄清武 (HUANG, Qingwu)** [CN/CN]; 中国广东省深圳市福田区深南中路 69 号, Guangdong 518023 (CN)。 **杨维稼 (YANG, Weijia)** [CN/CN]; 中国广东省深圳市福田区深南中路 69 号, Guangdong 518023 (CN)。 **侯佑胜 (HOU, Yousheng)** [CN/CN]; 中国广东省深圳市福田区深南中路 69 号, Guangdong 518023 (CN)。 **张百舸 (ZHANG, Baige)** [CN/CN]; 中国广东省深圳市福田区深南中路 69 号, Guangdong 518023 (CN)。 **郭均 (GUO, Jun)** [CN/CN]; 中国广东省深圳市福田区深南中路 69 号, Guangdong 518023 (CN)。 **祖友军 (ZU, Youjun)** [CN/CN]; 中国广东省深圳市福田区深南中路 69 号, Guangdong 518023 (CN)。

[见续页]

(54) Title: POWER SUPPLY METHOD OF COLD-STATE FUNCTION TEST IN NUCLEAR POWER PLANT

(54) 发明名称: 一种核电厂冷态功能试验的供电方法

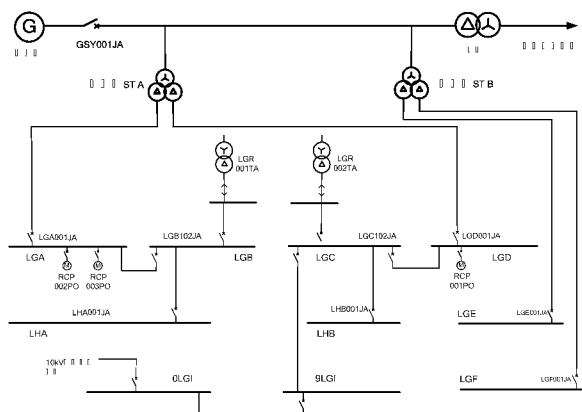


图 1 /Fig. 1

(57) Abstract: A power supply method of a cold-state function test in a nuclear power plant. The power supply method comprises: sequentially operating three main pumps respectively used for heating a loop and circulating loop fluid, and limiting loads of equipment positioned on the same incoming lines with the operating main pumps; when an auxiliary power supply loses power, a diesel engine automatically started on one incoming line driving an upper charging pump, an equipment cooling water system, an important factory water utilization system and a residual heat discharge system on the corresponding incoming line, supplying power for an uninterrupted power supply on the same incoming line, and supplying power for an uninterrupted power supply on another incoming line through patching, so as to supply power for instrument control equipment, an upper charging pump 1 being arranged on an incoming line A, and an upper charging pump 2 and an upper charging pump 3 being arranged on an incoming line B. By means of the technical solution, under the condition that a main power supply is unavailable, the construction progress of a nuclear power project is not affected, and safety of tests and equipment is ensured.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2013/113289 A1



- (72) 发明人: 及
- (71) 申请人: 章松林 (ZHANG, Songlin) [CN/CN]; 中国广东省深圳市福田区深南中路 69 号, Guangdong 518023 (CN)。
- (72) 发明人: 及
- (71) 申请人 (仅对美国): 孙怡 (SUN, Yi) [CN/CN]; 中国广东省深圳市福田区深南中路 69 号, Guangdong 518023 (CN)。 毕枫川 (BI, Fengchuan) [CN/CN]; 中国广东省深圳市福田区深南中路 69 号, Guangdong 518023 (CN)。 秦雁枫 (QIN, Yanfeng) [CN/CN]; 中国广东省深圳市福田区深南中路 69 号, Guangdong 518023 (CN)。 李西安 (LI, Xian) [CN/CN]; 中国广东省深圳市福田区深南中路 69 号, Guangdong 518023 (CN)。
- (74) 代理人: 广州三环专利代理有限公司 (SCIHEAD PATENT AGENT CO., LTD.); 中国广东省广州市越秀区先烈中路 80 号汇华商贸大厦 1508, Guangdong 510070 (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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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, 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, 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))。

一种核电厂冷态功能试验的供电方法, 该供电方法包括: 依次运行三个分别用于加热一回路及循环一回路流体的主泵, 并对与所运行的主泵在同一列进线上的设备进行负荷限制; 在辅助电源失电时, 自动启动的其中一列进线上的柴油机带动相应列进线上的上充泵、设备冷却水系统、重要厂用水系统和余热排出系统, 且柴油机组为本列进线上的不间断电源供电和通过临时接线为另一列进线上的不间断电源供电, 从而为仪控设备供电, 其中, 1 号上充泵设置在 A 列进线上, 2 号上充泵和 3 号上充泵设置在 B 列进线上。该技术方案可使在主电源不可用的情况下, 使核电工程建设的进度基本不受影响, 同时保证试验和设备的安全。

## 一种核电厂冷态功能试验的供电方法

本申请主张 2012 年 2 月 2 日申请的申请号为 CN201210023349.8, 发明名称为“一种核电厂冷态功能试验的供电方法”和 2012 年 4 月 24 日申请的申请号为 CN201210122182.0, 发明名称为“一种核电厂冷态功能试验的供电方法”的优先权。

### 技术领域

本发明涉及核电站调试领域, 尤其涉及一种核电厂冷态功能试验的供电方法。

### 背景技术

压水堆核电站主要由压水反应堆、一回路系统和二回路系统等三个部分组成。核裂变是由核燃料组成的反应堆堆芯在压力容器内进行的。压水堆以低浓缩铀为燃料、轻水为冷却剂和慢化剂。核裂变放出的热量由流经堆内的一回路系统的高压水带出堆外并在蒸发器发生器里将热量传递给二回路的水。水受热后产生的蒸汽推动蒸汽轮机, 蒸汽轮机则带动发电机发电。

为防止放射性物质外泄的事故, 在放射性物质(裂变产物)和环境之间设置了三道屏障, 只要其中有一道屏障是完整的, 就不会发生放射性物质外泄的事故。其中由压力容器及其相连的管道组成的一回路承压边界, 是核电站阻止放射性产物意外释放的第二道屏障。为保证第二道屏障的完整性, 在装载核燃料前必须对一回路承压边界进行冷态功能试验, 即对一回路水压试验, 将一回路打压到 228 巴相对压力。

一回路冷态功能试验是在冷态下对主系统、辅助系统高压部分进行首次水压试验、并在反应堆压力容器未打开、核蒸汽供应系统带压工况下进行功

能试验,以获得设备的初始运行数据及验证相连系统之间运行相容性的一系列工作。冷态功能试验压水堆核电机组一项特大型、高风险、高难度的调试项目,为满足进行冷态功能试验,关键设备的启动,设备联合调试等工作要求,规定核电站进行冷态功能试验,两路电源可用以确保上充泵的应急启动,两路电源指主电源+辅助电源或主电源+应急柴油机发电机。

现有技术为满足进行冷态功能试验,关键设备的启动,设备联合调试等工作要求,规定核电站两路电源可用,即主电源+辅助电源或主电源+应急柴油机发电机可用,以确保上充泵的应急启动。

现有技术要求核电站进行冷态功能试验时两路电源可用,即主电源+辅助电源或主电源+应急柴油机发电机可用。但是主电源线路建设常常受制于外部条件的限制,如涉及征地、拆迁等工作难度很大,主电源在冷态功能试验前,经常仍然不可用,导致无法进行冷态功能试验,影响核电厂的调试进程。

## 发明内容

本发明要解决的技术问题在于,针对现有技术的上述在主电源不可用时将导致无法进行冷态功能试验的缺陷,提供一种核电厂冷态功能试验的供电方法,该供电方法能在主电源不可用的情况下也能进行冷态功能试验。

本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:构造一种核电厂冷态功能试验的供电方法,用于在供电系统中进行冷态功能试验,所述供电方法包括:

依次运行三个分别用于加热一回路及循环一回路流体的主泵,其中,2号主泵和3号主泵设置在辅助电源的A列进线上,1号主泵设置在所述辅助电源的B列进线上,并对与所运行的所述主泵在同一列进线上的设备进行负荷限制,以满足该列进线上的辅助变压器的容量要求和该列进线上的所述辅助变压器到相应的配电盘的电缆的电流要求;

使用所述A列交流应急配电盘为1号上充泵供电,使用所述B列交流应急配电盘为2号上充泵和3号上充泵供电,三个所述上充泵分别用于在冷态功能试验开始时向一回路充水,同时向所述主泵提供轴封注入水,在冷态功

能试验期间，向一回路加压，并通过上充下泄来平衡调节一回路的压力。

在本发明所述的核电厂冷态功能试验的供电方法中，所述供电方法还包括：使用有两条独立的外电网进线的所述辅助电源分别通过相应的辅助变压器独立供应到 A 列交流应急配电盘和 B 列交流应急配电盘；且保持所述 2 号上充泵和所述 3 号上充泵中的一个与所述 1 号上充泵同时运行。

在本发明所述的核电厂冷态功能试验的供电方法中，所述供电方法还包括：对每个辅助变压器到相应的配电盘的电缆的电流和温度进行检测，并判断电流和温度是否超过预设值。

在本发明所述的核电厂冷态功能试验的供电方法中，所述供电方法还包括：使用所述 B 列进线上的低压交流电源为水压试验泵供电。

在本发明所述的核电厂冷态功能试验的供电方法中，所述供电方法还包括：同时使用备用电源或柴油发电机为水压试验泵供电。

在本发明所述的核电厂冷态功能试验的供电方法中，所述供电方法还包括：将其中一列进线上交流应急配电盘与另一列进线上的低压交流电源整流后并联为直流盘供电，通过直流盘且使用不间断电源为仪控设备供电。

在本发明所述的核电厂冷态功能试验的供电方法中，所述供电方法还包括：同时使用应急柴油机为 1 号上充泵应急供电，和/或使用应急柴油机为 2 号上充泵、3 号上充泵应急供电。

在本发明所述的核电厂冷态功能试验的供电方法中，在所述辅助电源失电时，自动启动的其中一列进线上的柴油机带动相应列进线上的上充泵、设备冷却水系统、重要厂用水系统和余热排出系统，且所述柴油机为本列进线上的不间断电源供电和通过临时接线为另一列进线上的不间断电源供电，从而为仪控设备供电。

在本发明所述的核电厂冷态功能试验的供电方法中，对每列进线上的辅助变压器到相应的中压交流配电盘的电缆的电流和温度进行检测，并判断电流和温度是否超过预设值，其中，1 号主泵设置在 B 列进线上的其中一个中压交流配电盘上，2 号主泵、3 号主泵设置在 A 列进线上的其中一个中压交流配

电盘上，在电流或温度超过预设值时，停运主泵。

在本发明所述的核电厂冷态功能试验的供电方法中，所述 B 列进线上的低压交流电源为水压试验泵供电，其中，所述低压交流电源通过变压器、断路器连接 B 列进线上的另一个中压交流配电盘连接。

在本发明所述的核电厂冷态功能试验的供电方法中，所述柴油机设置在 A 列进线上的中压交流应急配电盘上，A 列进线上的低压交流配电盘为 A 列的交流不间断电源供电，A 列的交流不间断电源为 A 列的仪控设备供电；A 列进线上的低压交流配电盘通过临时接线为 B 列的交流不间断电源供电，从而为 B 列上的部分仪控设备供电，其中，A 列进线上的低压交流配电盘通过变压器、断路器连接 A 列进线上的中压交流应急配电盘。

在本发明所述的核电厂冷态功能试验的供电方法中，使 B 列 48V 直流供电的化学和容积控制系统的下泄安全壳外侧隔离阀保持现场手动强制开启。

在本发明所述的核电厂冷态功能试验的供电方法中，所述柴油机设置在 B 列进线上的中压交流应急配电盘上，B 列进线上的低压交流配电盘上为 B 列的交流不间断电源供电，B 列的交流不间断电源为 B 列的仪控设备供电；B 列进线上的低压交流配电盘通过临时接线为 A 列的交流不间断电源供电，从而为 A 列的仪控设备供电，其中，B 列进线上的低压交流配电盘通过变压器、断路器连接 B 列进线上的中压交流应急配电盘。

在本发明所述的核电厂冷态功能试验的供电方法中，对 A 列 48V 直流配电盘供电进行负荷限制。

实施本发明的技术方案，在主电源不可用的情况下，也能进行冷态功能试验，从而不会影响核电厂的调试进程。

## 附图说明

下面将结合附图及实施例对本发明作进一步说明，附图中：

图 1 是本发明一种实施例进行核电厂冷态功能试验的供电方法所使用的供电系统的电路结构图；

图 2 是本发明一种实施例进行核电厂冷态功能试验的供电方法所使用的供电系统第一部分的电路结构图；

图 3 是本发明一种实施例进行核电厂冷态功能试验的供电方法所使用的供电系统第二部分的电路结构图；

图 4 是本发明一种实施例进行核电厂冷态功能试验的供电方法所使用的供电系统第三部分的电路结构图；

图 5 是本发明一种实施例进行核电厂冷态功能试验的供电方法所使用的供电系统第四部分的电路结构图；

图 6 是本发明一种实施例进行核电厂冷态功能试验的供电方法所使用的供电系统第五部分的电路结构图；

图 7 是本发明一种实施例进行核电厂冷态功能试验的供电方法所使用的供电系统第六部分的电路结构图；

图 8 是本发明一种实施例进行核电厂冷态功能试验的供电方法所使用的供电系统第七部分的电路结构图。

## 具体实施方式

在现有技术中，核电站进行冷态功能试验时要求两路电源可用，即主电源和辅助电源并用，或主电源和应急柴油机发电机并用。而本发明是在主电源不可用的情况下，提供了一种新的冷态功能试验的供电方法，即使用辅助电源供电进行冷态功能试验。首先，在现有技术中，供电系统中的辅助电源在设计上由于只考虑启动 1 号主泵，没有考虑启动 2 号、3 号主泵，因此，本发明在仅使用辅助电源进行冷态功能试验时，必须解决的技术问题是：第一，采取那些措施能够运行三台主泵；第二，采取那些措施，使得安全上是否可接受，冷态功能试验要求两路电源可用以确保上充泵的应急启动。

图 1 是本发明一种实施例在进行核电厂冷态功能试验的供电方法所使用的供电系统的电路结构图，在该供电系统中，由高压开关站通过主变和降压变压器 A、降压变压器 B 供厂用电的是主电源，在主电源可用时，其分别通过

降压变压器 A、降压变压器 B 及相应的配电盘为各个设备供电,包括 1 号主泵 RCP(Reactor Coolant system,反应堆冷却剂系统)001P0、2 号主泵(RCP002P0)、3 号主泵(RCP003P0)、RRI(Component Cooling system,设备冷却水系统)(未示出)、SEC(ESSENTIAL SERVICE WATER SYSTEM,重要厂用水系统)(未示出)和 RRA(Residual Heat Removal system,余热排出系统)(未示出)等。下面具体说明在主电源不可用时如何使用辅助电源供电进行冷态功能试验,首先说明的是,LGR(Auxiliary Power Supply system,辅助厂用电源)具有两个独立进线 A、B,分别通过辅助变压器(001TA、002TA)及相应的配电盘为各个设备供电,2 号主泵和 3 号主泵设置在辅助电源的 A 列进线上,1 号主泵设置在辅助电源的 B 列进线上,该供电方法包括:

依次运行三个分别用于加热一回路及循环一回路流体的主泵,其中,2 号主泵和 3 号主泵设置在辅助电源的 A 列进线上,1 号主泵设置在辅助电源的 B 列进线上,并对与所运行的主泵在同一列进线上的设备进行负荷限制,以满足该列进线上的辅助变压器的容量要求和该列进线上的辅助变压器到相应的配电盘的电缆的电流要求,也即,无论启动哪一台主泵,都必须进行负荷限制,启动 1 号主泵时,将 A 列进线上不需要的负荷禁止投运,启动 2 号或 3 号主泵时,将 B 列进线上不需要的负荷禁止投运。并且,禁止同时运行两台主泵,特别是 2 号主泵、3 号主泵;

使用有两条独立的外电网进线的辅助电源分别通过相应的辅助变压器独立供到 A 列交流应急配电盘和 B 列交流应急配电盘;

使用所述 A 列交流应急配电盘为 1 号上充泵供电,使用所述 B 列交流应急配电盘为 2 号上充泵和 3 号上充泵供电,且保持所述 2 号上充泵和所述 3 号上充泵中的一个与所述 1 号上充泵同时运行,三个上充泵分别用于在冷态功能试验开始时向一回路充水,同时向主泵提供轴封注入水,在冷态功能试验期间,向一回路加压,并通过上充下泄来平衡调节一回路的压力。

关于依次运行三台主泵,需说明的是,冷态功能试验要求 500KV 可用的原因主要有以下几点:一回路排气时,可启动 3 台主泵进行动态排气;用 3

台主泵同时运行将一回路加热，保持一回路温度均匀；《反应堆冷却剂泵试验》（TP RCP 11）不仅有单台主泵试验工况，还有两台泵组合运行和三台主泵一起运行的试验工况。研究表明一回路的升温、动态排气及维持温度均衡等任务可由三台主泵依次单独运行完成，《反应堆冷却剂泵试验》（TP RCP 11）两台泵组合运行和三台主泵一起运行的试验工况，可在后续的热试中补做试验。

另外，优选地，对每个辅助变压器到相应的配电盘的电缆进行电流和温度检测，并判断电流和温度是否超过预设值。

下面结合一个具体的例子来说明以上供电方法：

#### 一、辅助电源供电负荷的限制

辅助电源供电负荷是否足够，关键是主泵能够启动，冷态功能试验期间，需要启动主泵对回路加热，同时进行主泵功能试验。在余热排出系统（RRA）连接一回路加热时，为使一回路温度均匀，需要依次运行三台主泵。

##### 1) LGR→LGB（配电盘）负荷计算

由于设计上没有考虑辅助电源供电下启动 2 号、3 号主泵，所以通过 LGB 向 LGA 供电启动 2 号或 3 号主泵时，必须通过负荷限制，以满足辅变容量和电缆容量的要求，因此，必须进行负荷分析与限制，采取措施，使得对 A 列进线上的设备进行限荷后，辅变容量和 LGR→LGB 电缆都能满足启动一台主泵的要求。

##### 2) LGR→LGC（配电盘）负荷计算

由于设计上没有考虑辅助电源供电下启动 1 号主泵，同时给公用中压母线（9LGI 和 0LGI）供电，而冷态功能试验需要用辅助电源给公用中压母线供电，因此，在启动 1 号主泵时，对 B 列进线上的设备进行限荷，使辅变容量和 LGR→LGC 电缆都能满足启动一台主泵的要求。

经过负荷限制后，无论 LGR 到 LGB，还是 LGR 到 LGC，在满足厂用电供给情况下，启动一台主泵，辅变容量和 LGR 到 LGB/LGC 电缆都能满足要求，从用电容量上来说，可以进行冷试。

## 二、两路电源可用以确保上充泵的应急启动

按照冷态功能试验调试程序要求，两路电源可用以确保上充泵的应急启动，如果辅助电源失去，柴油机应急启动并带上上充泵，保证主泵轴封注入，维持一回路压力，保证设备的安全。

但是如果柴油机不可用，是否能进行冷态功能试验，分析的关键是安全上是否可接受。在辅助电源可用、柴油机不可用的情况下，所使用的辅助电源，要求要有两条独立的外电网进线，分别通过辅助变压器独立供到 A 列交流应急配电盘和 B 列交流应急配电盘；使用所述 A 列交流应急配电盘为 A 列上充泵（1 号上充泵）供电，使用所述 A 列交流应急配电盘为 B 列上充泵（2 号上充泵和 3 号上充泵）供电，且保持一台 A 列上充泵（1 号上充泵）和一台 B 列上充泵（2 号上充泵或 3 号上充泵）同时运行（在 RRA 隔离时）。因此，即使柴油机不可用，仅使用辅助电源的两个独立进线也可确保上充泵的应急启动，因为：从技术规范定义上，辅助电源只能算一路电源，即使它有多条进线。因此，必须根据辅助站的接线方式，把它分成两个独立进线，供到厂用电。例如，一条进线独立供 LGB，另一条进线供 LGC。虽然有两个独立进行，但当正在带上充泵运行的一路电源失去时，另一列上充泵并不会自启动，主泵轴封注入失去，一回路将出现卸压。因此，这种供电方式下，在 RRA 隔离时，必须同时运行两台上充泵，即一台 A 列上充泵（1 号上充泵）和一台 B 列上充泵（2 号上充泵或 3 号上充泵）同时运行，当一路电源失去时，仍有一台上充泵维持运行，保证主泵轴封注入，维持一回路压力，如果失电造成运行的 RRI/SEC 停运，则另一列 RRI/SEC 将自动启动，维持主泵热屏冷却和其他设备冷却的需要。因此，风险仍是可控的，可进行冷态功能试验。当然，优选

情况下，同时使用应急柴油机为 1 号上充泵应急供电，和/或使用柴油机为 2 号上充泵、3 号上充泵应急供电。

使用 B 列进线上的低压交流电源 380V 为水压试验泵供电，例如，水压试验泵 RIS (Safety Injection System, 安全注入系统) 011P0 挂接在 9LGI 母线上，上充下泄隔离时，RIS011P0 运行，如果 LGR 到 LGC 失电，将造成 RIS011P0 停运。为维持主泵轴封，RIS011P0 最好有两路电源，最好 LLS (Hydrotest Purbin generator set, 水压试验泵汽轮发电机组) 柴油发电机可用，或则 LLS 接一路临时备用电源。

### 三、仪控设备的供电

在进行冷态功能试验时，可将其中一列进线上交流应急配电盘与另一列进线上的低压交流电源整流后并联为直流盘供电，通过直流盘且使用不间断电源为仪控设备供电。

例如，对于 A 列进线，仪控设备挂接在 A 列进线上交流应急配电盘 LHA 的直流电源 LAA、LBA、LCA、LBJ 上，当 A 列进线上的辅助变压器失电时，LHA 失电（最坏假设柴油机不可用），A 列直流盘 LAA、LBA、LCA、LBJ 失去一路供电，但另一路供电从 B 列进线的辅助变压器到配电盘 LGC 再通过低压交流电源 LKE 向这些直流盘供电仍可用，仍有一路交流供电，对直流盘影响不大。

由于 LAA、LBA 仍能正常运行，分别由其供电的不间断电源 LNE、LNG 将继续永久运行，不间断电源 LNA、LNC 在自己蓄电池电压较低后，将自动切换到由 LKE 供电的变压器供电，不会失电。

因此，当 A 列进线上的辅助变压器失电时，A 列直流盘及 220V 不间断电源均能继续永久工作，对 DCS (Distributed Control System, 分布式控制系统) 及电厂控制功能基本没有影响。

非安全级 DCS (KCP) A 列机柜由 LNE 和 LMA 供电，LHA 失电将造成 LMA 失电，它将由 LNE 供电继续工作，对电厂控制功能基本没有影响。

同理，对于 B 列进线上的仪控设备也是同样的供电方式。当 B 列进线上的辅助变压器失电时，B 列直流盘 LBB、LCB、LBP 及 220V 不间断电源 LNP、LNB、LND 均能继续永久工作，对 DCS 及电厂控制功能基本没有影响。

#### 四、两台上充泵并联运行

在 RCV (Chemical and volume Control system, 化学和容积控制系统) 上充下泄隔离后，两台 (1 号 + 2 号或 3 号) 上充泵并联运行的工况最恶劣。一台上充泵运行时，小流量管线流量约为  $13.6 \text{ m}^3/\text{h}$ ，影响上充泵的小流量的因素为每台泵的小流量多级降压孔板 (RCV021、022、023DI) 和 RCV003RF 前降压孔板 004DI，起决定作用的是每台上充泵的小流量多级降压孔板。计算表明，两台上充泵运行时，两台上充泵总小流量约为  $26.9 \text{ m}^3/\text{h}$ ，该结果通过计算上充泵读数的变化，在岭澳二期证明与实际两台泵运行压力变化一致，每台泵的小流量仍接近  $13.6 \text{ m}^3/\text{h}$ ，上充泵可长期运行，没有影响。

RCV003RF 的换热面积是  $22.1 \text{ m}^2$ ，在 RCV 侧  $26.9 \text{ m}^3/\text{h}$ ，RRI 侧 24.88 吨/小时，清洁条件下换热器系数约为  $2487.1 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ ；在 RCV 侧  $13.6 \text{ m}^3/\text{h}$ ，RRI 侧 24.88 吨/小时，清洁条件下 RCV003RF 换热器系数约  $1762.77 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ 。

$13.6 \text{ m}^3/\text{h}$  流量下，泵输入轴功率约 380KW，全部转换为热量传给 RRI。

冬天 RRI 入口水温按  $25^\circ\text{C}$  计算 (实际低于  $25^\circ\text{C}$ )。

计算结果表明：

一台上充泵运行时，在 RCV 泵出口温度 (热交换入口温度)  $39.9^\circ\text{C}$ ，热交换出口温度  $33.2^\circ\text{C}$ 。

两台上充泵并联运行时，在 RCV 泵出口温度 (热交换入口温度)  $45.9^\circ\text{C}$ ，热交换出口温度  $39.2^\circ\text{C}$ 。

这些温度对主泵轴封和上充泵运行并不高，并且重新投入上充下泄时，主泵是停运的。

结合图 2、图 3 和图 4，在本发明另一种实施例提供的供电系统中，由高压开关站通过主变和降压变压器 A、降压变压器 B 供厂用电的是主电源，在主

电源可用时,其分别通过降压变压器 A、降压变压器 B 及相应的配电盘为各个设备供电,这些设备包括 1 号主泵 (RCP (Reactor Coolant system, 反应堆冷却剂系统) 001P0)、2 号主泵 (RCP002P0)、3 号主泵 (RCP003P0)、1 号上充泵 (RCV (Chemical and volume Control system, 化学和容积控制系统) 001P0)、2 号上充泵 (RCV001P0)、3 号上充泵 (RCV001P0)、设备冷却水系统 (Component Cooling system, RRI)、重要厂用水系统 (ESSENTIAL SERVICE WATER SYSTEM, SEC)、余热排出系统 (Residual Heat Removal system, RRA) 及仪控设备。其中,2 号主泵和 3 号主泵设置在辅助电源的 A 列进线上的其中一个 6.6kV 中压交流配电盘 LGA 上;1 号主泵设置在辅助电源的 B 列进线上的其中一个 6.6kV 中压交流配电盘 LGD 上。1 号上充泵设置在 A 列进线上的 6.6kV 中压交流应急配电盘 LHA 上;2 号上充泵和 3 号上充泵设置在 B 列进线上的 6.6kV 中压交流应急配电盘 LHB 上。且每列进线上的中压交流应急配电盘通过断路器连接相应列的中压交流配电盘。另外,每列进线上的中压交流应急配电盘上都向设备冷却水系统、重要厂用水系统、余热排出系统的 6.6KV 水泵供电。每列进线上的低压交流配电盘 (例如 LLA、LLC、LLB、LLD 等) 向交流不间断电源盘 (例如 LNA、LNB、LNE、LNP 等) 和直流电源盘 (例如, LCA、LCB 等) 供电,交流不间断电源盘和直流盘向仪控设备供电,且每列进线上的低压交流配电盘均通过断路器、变压器连接相应列进线上的中压交流应急配电盘。

下面具体说明在主电源不可用时如何使用辅助电源和应急柴油机来供电以进行冷态功能试验,首先说明的是,LGR (Auxiliary Power Supply system, 辅助厂用电源) 通过两个辅助变压器 (001TA、002TA) 及相应的配电盘为各个设备供电,该供电方法包括:

依次运行三个分别用于加热一回路及循环一回路流体的主泵,其中,2 号主泵和 3 号主泵设置在辅助电源的 A 列进线上,1 号主泵设置在所述辅助电源的 B 列进线上,并对与所运行的所述主泵在同一列进线上的设备进行负荷限制,以满足该列进线上的辅助变压器的容量要求和该列进线上的所述辅助变

压器到相应的配电盘的电缆的电流限值的要求；

在所述辅助电源失电时，自动启动的其中一列进线上的柴油机带动相应列进线上的上充泵、设备冷却水系统、重要厂用水系统和余热排出系统，且所述柴油机为本列进线上的不间断电源供电和通过临时接线为另一列最重要的不间断电源供电，其中，1号上充泵设置在A列进线上，2号上充泵和3号设置在B列进线上，三个所述上充泵分别用于在冷态功能试验开始时向一回路充水，在冷态功能试验期间，向一回路加压，并通过上充下泄来平衡调节一回路的压力，同时向所述主泵提供轴封注入水。

在一个优选实施例中，该供电方法还包括：对每列进线上的辅助变压器到相应的中压交流配电盘的电缆的电流和温度进行检测，并判断电流和温度是否超过预设值。

在另一个优选实施例中，所述B列进线上的低压交流电源为水压试验泵供电，其中，所述低压交流电源通过变压器、断路器连接B列进线上的另一个中压交流配电盘（例如LGC）连接。另外，备用电源或临时柴油发电机还可同时为水压试验泵供电。

在再一个优选实施例中，当柴油机设置在A列进线上的中压交流应急配电盘上时，A列进线上的低压交流配电盘为A列的交流不间断电源供电，A列的交流不间断电源为A列的仪控设备供电；A列进线上的低压交流配电盘通过临时接线为B列进线上的最重要的交流不间断电源（例如LNP）供电，从而为B列上的部分仪控设备供电，其中，A列进线上的低压交流配电盘通过变压器、断路器连接A列进线上的中压交流应急配电盘。还应当使B列48V直流供电的化学和容积控制系统的下泄安全壳外侧隔离阀（RCV010VP）保持现场手动强制开启。

当柴油机设置在B列进线上的中压交流应急配电盘上，B列进线上的低压交流配电盘上为B列的交流不间断电源供电，B列的交流不间断电源为B列的仪控设备供电；B列进线上的低压交流配电盘通过临时接线为A列的交流不间断电源供电，从而为A列的仪控设备供电，其中，B列进线上的低压交流配电

盘通过变压器、断路器连接 B 列进线上的中压交流应急配电盘。同时，对 A 列 48V 直流配电盘供电进行负荷限制。

下面具体说明以上供电方法：辅助电源供电负荷是否足够，关键是主泵能够启动（需说明的是，因主泵供电负荷远大于其他设备，如上充泵、设备冷却水系统、重要厂用水系统、余热排出系统及仪控设备的供电负荷，因此此处考虑这些设备供电的情况下，还能够启动主泵），冷态功能试验期间，需要启动主泵对回路加热，同时进行主泵功能试验。在余热排出系统连接一回路加热时，为使一回路温度均匀，需要依次运行三台主泵。由于设计上没有考虑启动 2、3 号主泵，所以 LGR（辅助电源）通过 LGB（中压交流配电盘）向 LGA（中压交流配电盘）供电启动 2 号主泵或 3 号主泵时，必须通过负荷限制，以满足辅变容量和电缆容量的要求，因此，必须进行负荷分析与限制，采取措施，使得对 A 列进线上的设备进行限荷后，辅变容量和辅助电源 LGR 到中压交流配电盘 LGB 的电缆电流都能满足启动一台主泵的要求。同样地，由于设计上没有考虑辅助电源供电下启动 1 号主泵，同时给公用中压母线（9LGI 和 0LGI）供电，而冷态功能试验需要用辅助电源给公用中压母线供电，因此，在启动 1 号主泵时，对 B 列进线上的设备进行限荷，使辅变容量和辅助电源 LGR 到中压交流配电盘 LGC 的电缆电流都能满足启动一台主泵的要求。经过负荷限制后，在满足厂用电供给情况下，启动一台主泵，辅变容量和辅助电源到中压交流配电盘 LGB/LGC 电缆电流都能满足要求，从用电容量上来说，可以进行冷试。

按照冷态功能试验调试程序要求，两路电源可用以确保上充泵的应急启动，如果辅助电源失去，柴油机应急启动并带上上充泵，保证主泵轴封注入，维持一回路压力，保证设备的安全。

当应急柴油机 LHP 设置在 A 列进线上的中压交流应急配电盘 LHA 时，此时，B 列进线上的应急柴油机 LHQ 不可用。当辅变失电时，A 列进线上的应急柴油机自动启动以给 A 列进线上的中压交流应急配电盘 LHA 供电，中压交流应急配电盘 LHA 为低压交流配电盘 LLA、LLC 供电，进而向 A 列进线上的直流

盘 LAA、LBA、LCA 等供电，A 列直流盘仍可永久运行。由于 A 列进线上的直流盘仍能正常运行，分别由其供电的不间断电源 LNE、LNG 将继续永久运行，由 LLA 和 LLC 供电的变压器为不间断电源 LNA、LNC 供电，因此不会失电。因此，当辅变失电时，A 列进线上的应急柴油机自动启动后，A 列直流盘及 220V 不间断电源均能继续永久工作，对安全级 DCS（KCS）A 列机柜没有影响。非安全级 DCS（KCP）A 列机柜（机柜内设置有仪控设备）由 A 列进线上的交流不间断电源 LNE 和 LNG 供电，或者由 A 列进线上的交流不间断电源 LNE、LNA 供电，它们都不会失电继续工作，对电厂控制功能基本没有影响。

当辅变失电时，由于 B 列应急柴油机不可用，B 列进线上的中压交流应急配电盘 LHB 失电，B 列进线上的直流盘 LBB、LCB、LBP 及 220V 不间断电源 LNP、LNH、LNB、LND 失去交流供电，当蓄电池耗尽后，它们将先后失去，所采取措施如下：

a) 交流不间断电源 LNB 和 LND

再结合图 5，B 列进线上的交流不间断电源 LNB、LND（图中仅示出了 LNB）可通过 9LLS（Hydrotest Purbin generator set，水压试验泵汽轮发电机组）再供电。在给 9LLS 加临时电源时，同时考虑可给交流不间断电源 LNB、LND 再供电。在 LNB、LND 蓄电池耗尽前，手动把 LNB、LND 变压器的供电转至 9LLS 供电，再手动把逆变器切到变压器供电。

b) 交流不间断电源 LNP 和 LNH

交流不间断电源 LNP 和 LNH 为安全级 DCS（KCS）和非安全级（KCP）B 列机柜供电，它们在 KCS/KCP 供电上是互为冗余的，但交流不间断电源 LNP 供电用户更多（主要是电站计算机和控制系统 KIC、现场仪表）。结合图 6，目前失电分析没有考虑两个 220V 不间断电源同时失电，考虑将交流不间断电源 LNP 的变压器由原来的 A 列进线上的非应急低压交流电源 LKD 供电，临时接到 A 列进线上的应急低压交流配电盘 LLA 上供电，这样，当辅变失电时，交流不间断电源 LNP 可通过 A 列进线上的柴油机供电，不会失电。交流不间断电源 LNH 不考虑再供电，当交流不间断电源 LNH 失电时，由交流不间断电源 LNH 供

电的机柜失去冗余电源，可由交流不间断电源 LNP 供电继续运行，对 DCS 及电厂控制功能基本没有影响。

c) 48V 直流盘 LCB

48V 直流盘 LCB 的失去对冷试的影响会主要如下：RCV010VP (化学和容积控制系统的下泄安全壳外侧隔离阀) 阀门关闭，连锁引起 RCV003/007/008/009VP 关闭，下泄管线不可用；上充阀 RCV050VP 失去控制保持原位 (但 RCV048VP 可用)；RCV250VP 关闭，过剩下泄管线不可用。RIS124VP (水压试验超压保护阀门) 无法自动开启，使超压保护功能失去。为防止 RCV010VP 阀门关闭造成下泄管线不可用，试验期间，用手轮强制开启 RCV010VP，因下泄有多道阀门，RCV010VP 手动开启并不会增加风险，从而克服因 LCB 因蓄电池耗光而失电带来的风险。因 48V 直流盘 LCB 不会立即失电，在上充下泄隔离期间，使用过剩下泄，RCV250VP 开启，有足够时间退回到上充下投运。对于 RIS124VP，水压试验期间要求 172 巴以上，要求派一名操作员到 RIS124VP 就地，与主控建立直通电话，防止超压保护拒动。如在 172 巴以下，失去辅变，应立即派人到 RIS124VP 就地，直到 RRA 连接。因此，通过给交流不间断电源 LNB、LND 增加再供电、将交流不间断电源 LNP 的变压器由原来的低压交流 380V 配电盘 LKD 供电，临时接到 A 列的中压交流应急配电盘上及把 RCV010VP 用手轮开启等措施后，风险是可控的。

当应急柴油机 LHQ 设置在 B 列进线上的中压交流应急配电盘 LHB 时，此时，A 列进线上的应急柴油机 LHP 不可用。当辅变失电时，由于 A 列柴油机 LHP 不可用，A 列进线上的中压交流应急配电盘 LHA 失电，A 列进线上的直流盘 LAA、LBA、LCA、220V 交流不间断电源 LNE、LNG、LNA、LNC 失去交流供电，当蓄电池耗尽后，它们将先后失去，采取措施如下：

a) 交流不间断电源 LNA 和 LNC

结合图 7，设计上交流不间断电源 LNA、LNC 可通过 9LLS (仅示出了 LNA) 再供电，在给 9LLS 加临时电源时，同时考虑可给交流不间断电源 LNA、LNC

再供电。在交流不间断电源 LNA、LNC 的蓄电池耗尽前，手动把交流不间断电源 LNA、LNC 变压器的供电转至 9LLS 供电，再手动把逆变器切到变压器供电。

b) 交流不间断电源 LNE 和 LNG

交流不间断电源 LNE 和 LNG 为安全级 DCS (KCS) 和非安全级 (KCP) A 列机柜供电，它们在 KCS/KCP 供电上是互为冗余的，但 LNE 供电用户更多（主要是 KIC、现场仪表）。目前失电分析没有考虑两个 220V 不间断电源同时失电，但 A 列进线上的 230V 直流配电盘 LAA 可由原来的 B 列进线上的非应急低压交流电源 LKE 供电，临时接到 B 列进线上的应急低压交流配电盘 LLB 上供电（图 6），这样，当辅变失电时，直流配电盘 LAA 可通过 B 列进线上的柴油机供电，不会失电，从而保障 A 列进线上交流不间断电源 LNE 也不会失电。应说明的是，A 列进线上的 230V 直流盘 LAA 向 A 列进线上交流不间断电源 LNE 供电，如果 A 列进线上的 230V 直流盘 LAA 仅蓄电池能够维持供电时间大于 6 小时，则可以不考虑供电修改。另外，A 列进线上交流不间断电源 LNG 不考虑再供电，当 A 列进线上交流不间断电源 LNG 失电时，由 A 列进线上交流不间断电源 LNG 供电的机柜失去冗余电源，可由 A 列进线上交流不间断电源 LNE 供电继续运行，对 DCS 及电厂控制功能基本没有影响。

c) 48V 配电盘 LCA

为延长在交流失电后 A 列进线上的直流 48V 配电盘 LCA 运行时间，A 列进线上的直流 48V 配电盘 LCA 在冷试期间进行节电运行。按 A 列进线上的直流 48V 配电盘 LCA 节电运行负荷限制，使得在冷试期间 A 列进线上的直流 48V 配电盘 LCA 上游失去交流电后，A 列进线上的直流 48V 配电盘 LCA 蓄电池能维持供电大于 6 小时。

下面说明当应急柴油机 LHQ 设置在 B 列进线上的中压交流应急配电盘 LHB 时 B 列仪控电源的供电情况。当辅变失电时，应急柴油机 LHQ 自动启动给 B 列进线上的中压交流应急配电盘 LHB 供电，并向 B 列进线上的直流盘 LBB、LCB 供交流供电，B 列直流盘仍可永久运行。由于 B 列进线上的直流盘 LBB 仍能正常运行，分别由其供电的 B 列进线上的不间断电源 LNH、LNP 将能继续永久运

行，B 列进线上的不间断电源 LNB、LND 由 B 列中压交流应急配电盘上的 LLB 和 LLD 供电的变压器供电，不会失电。因此，当辅变失电时，应急柴油机 LHQ 自动启动后，B 列进线上的直流盘及 220V 不间断电源均能继续永久工作，对安全级 DCS（KCS）B 列机柜没有影响。保守考虑，失电后 6 小时将机组退到卸压状态。因此，在蓄电池耗尽之前，有足够时间退到卸压状态。

因此，通过给 LNA、LNC 增加再供电、将 LAA 的变压器由原来的 LKE 供电，临时接到 B 列的低压交流配电盘来供电及对 LCA 进行节电运行，风险是可控的。

综上，使用本发明的供电方法进行冷态功能试验，在主电源不可用的情况下，使核电工程建设的进度基本不受影响，同时保证试验和设备的安全。

以上所述仅为本发明的优选实施例而已，并不用于限制本发明，对于本领域的技术人员来说，本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的权利要求范围之内。

## 权 利 要 求 书

---

1、一种核电厂冷态功能试验的供电方法，用于在供电系统中进行冷态功能试验，其特征在于，所述供电方法包括：

依次运行三个分别用于加热一回路及循环一回路流体的主泵，其中，2号主泵和3号主泵设置在辅助电源的A列进线上，1号主泵设置在所述辅助电源的B列进线上，并对与所运行的所述主泵在同一列进线上的设备进行负荷限制，以满足该列进线上的辅助变压器的容量要求和该列进线上的所述辅助变压器到相应的配电盘的电缆的电流要求；

使用所述A列交流应急配电盘为1号上充泵供电，使用所述B列交流应急配电盘为2号上充泵和3号上充泵供电，三个所述上充泵分别用于在冷态功能试验开始时向一回路充水，同时向所述主泵提供轴封注入水，在冷态功能试验期间，向一回路加压，并通过上充下泄来平衡调节一回路的压力。

2、根据权利要求1所述的核电厂冷态功能试验的供电方法，其特征在于，所述供电方法还包括：

使用有两条独立的外电网进线的所述辅助电源分别通过相应的辅助变压器独立供应到A列交流应急配电盘和B列交流应急配电盘；

且保持所述2号上充泵和所述3号上充泵中的一个与所述1号上充泵同时运行。

3、根据权利要求2所述的核电厂冷态功能试验的供电方法，其特征在于，所述供电方法还包括：对每个辅助变压器到相应的配电盘的电缆的电流和温度进行检测，并判断电流和温度是否超过预设值，在电流或温度超过预设值时，停运主泵。

4、根据权利要求2所述的核电厂冷态功能试验的供电方法，其特征在于，所述供电方法还包括：使用所述B列进线上的低压交流电源为水压试验泵供电。

5 根据权利要求4所述的核电厂冷态功能试验的供电方法，其特征在于，

所述供电方法还包括：同时使用备用电源或柴油发电机为水压试验泵供电。

6、根据权利要求 2 所述的核电厂冷态功能试验的供电方法，其特征在于，所述供电方法还包括：将其中一列进线上交流应急配电盘与另一列进线上的低压交流电源整流后并联为直流盘供电，通过直流盘且使用不间断电源为仪控设备供电。

7、根据权利要求 2 所述的核电厂冷态功能试验的供电方法，其特征在于，所述供电方法还包括：同时使用应急柴油机为 1 号上充泵应急供电，和/或使用应急柴油机为 2 号上充泵、3 号上充泵应急供电。

8、根据权利要求 1 所述的核电厂冷态功能试验的供电方法，其特征在于，在所述辅助电源失电时，自动启动的其中一列进线上的柴油机带动相应列进线上的上充泵、设备冷却水系统、重要厂用水系统和余热排出系统，且所述柴油机为本列进线上的不间断电源供电和通过临时接线为另一列进线上的不间断电源供电，从而为仪控设备供电。

9、根据权利要求 8 所述的核电厂冷态功能试验的供电方法，其特征在于，对每列进线上的辅助变压器到相应的中压交流配电盘的电缆的电流和温度进行检测，并判断电流和温度是否超过预设值，其中，1 号主泵设置在 B 列进线上的其中一个中压交流配电盘上，2 号主泵、3 号主泵设置在 A 列进线上的其中一个中压交流配电盘上，在电流或温度超过预设值时，停运主泵。

10、根据权利要求 9 所述的核电厂冷态功能试验的供电方法，其特征在于，所述 B 列进线上的低压交流电源为水压试验泵供电，其中，所述低压交流电源通过变压器、断路器连接 B 列进线上的另一个中压交流配电盘连接。

11、根据权利要求 8 所述的核电厂冷态功能试验的供电方法，其特征在于，所述柴油机设置在 A 列进线上的中压交流应急配电盘上，A 列进线上的低压交流配电盘为 A 列的交流不间断电源供电，A 列的交流不间断电源为 A 列的仪控设备供电；A 列进线上的低压交流配电盘通过临时接线为 B 列的交流不间断电源供电，从而为 B 列上的部分仪控设备供电，其中，A 列进线上的低压交流配电盘通过变压器、断路器连接 A 列进线上的中压交流应急配电盘。

12、根据权利要求 11 所述的核电厂冷态功能试验的供电方法，其特征在于，使 B 列 48V 直流供电的化学和容积控制系统的下泄安全壳外侧隔离阀保持现场手动强制开启。

13、根据权利要求 8 所述的核电厂冷态功能试验的供电方法，其特征在于，所述柴油机设置在 B 列进线上的中压交流应急配电盘上，B 列进线上的低压交流配电盘上为 B 列的交流不间断电源供电，B 列的交流不间断电源为 B 列的仪控设备供电；B 列进线上的低压交流配电盘通过临时接线为 A 列的交流不间断电源供电，从而为 A 列的仪控设备供电，其中，B 列进线上的低压交流配电盘通过变压器、断路器连接 B 列进线上的中压交流应急配电盘。

14、根据权利要求 13 所述的核电厂冷态功能试验的供电方法，其特征在于，对 A 列 48V 直流配电盘供电进行负荷限制。

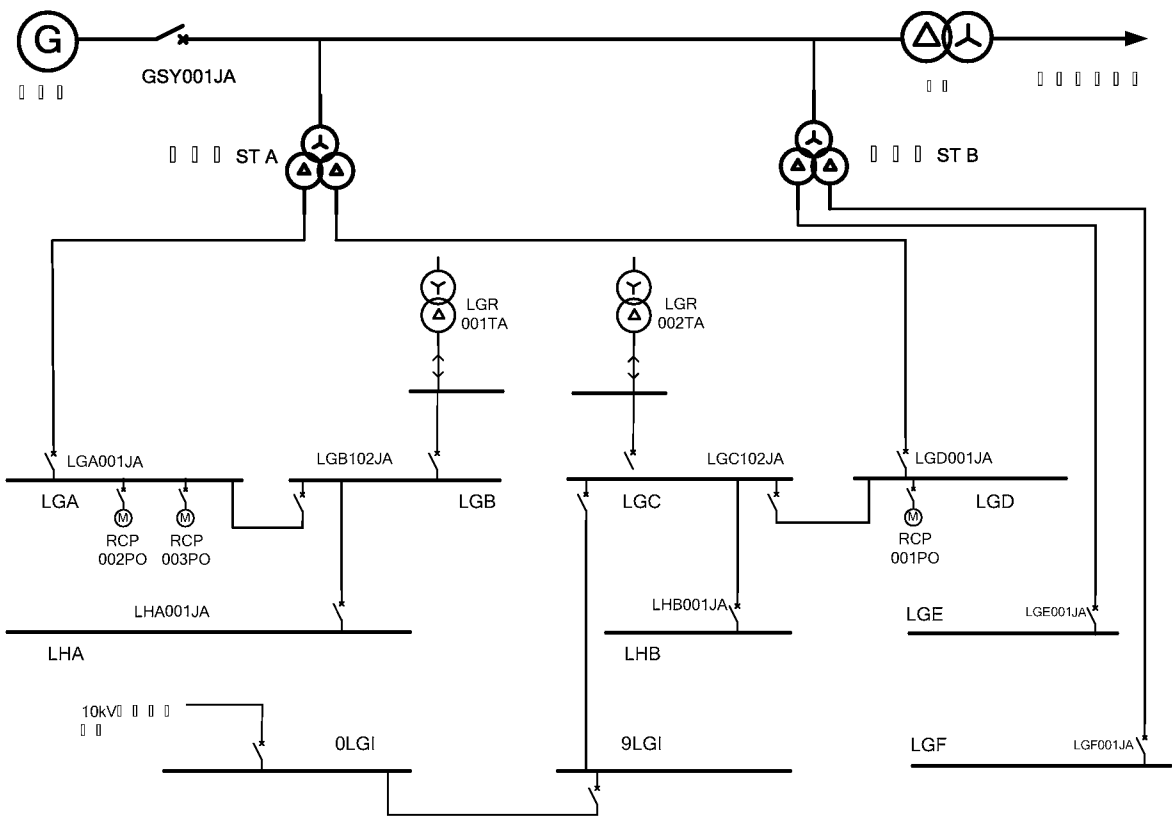


图 1

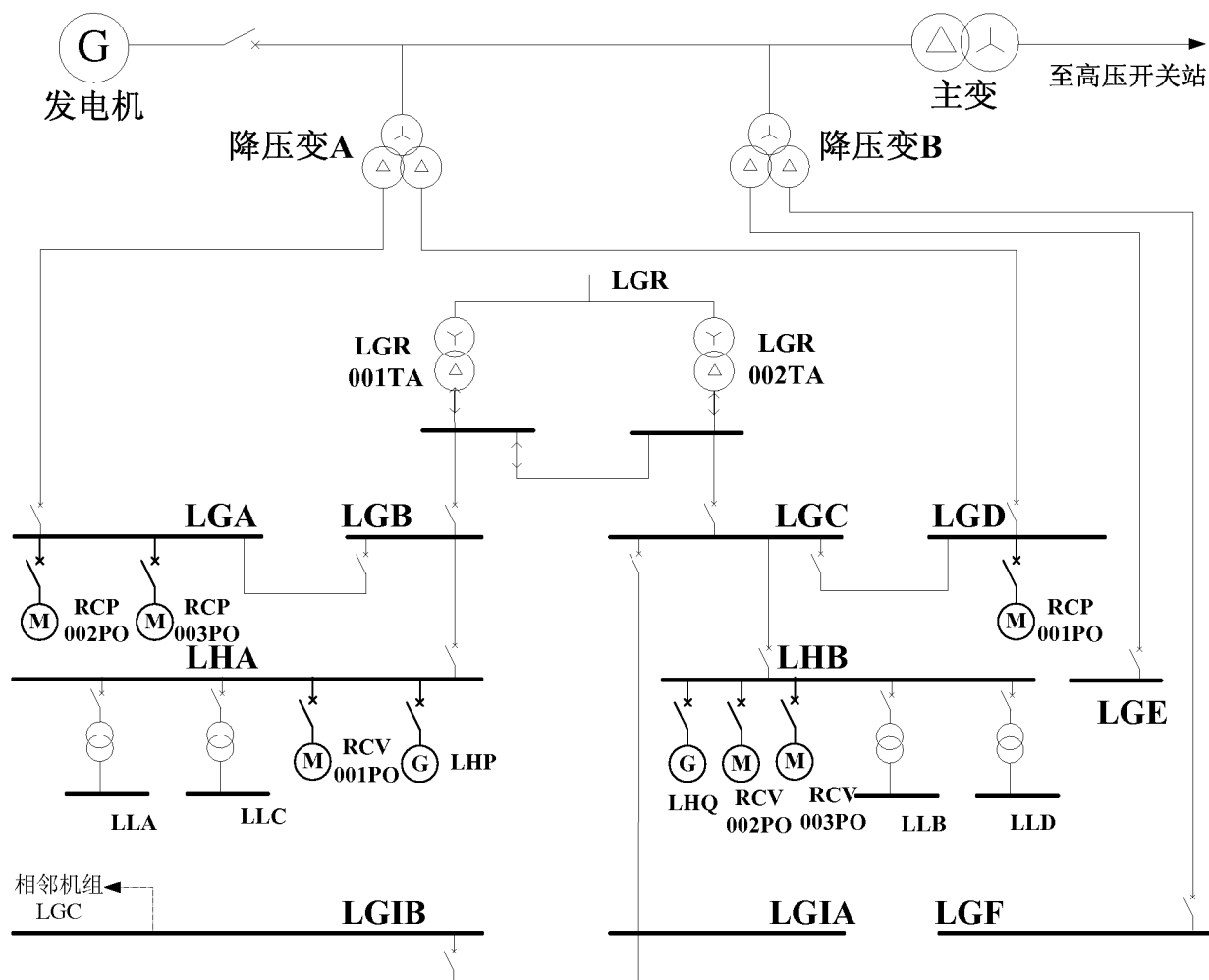


图 2

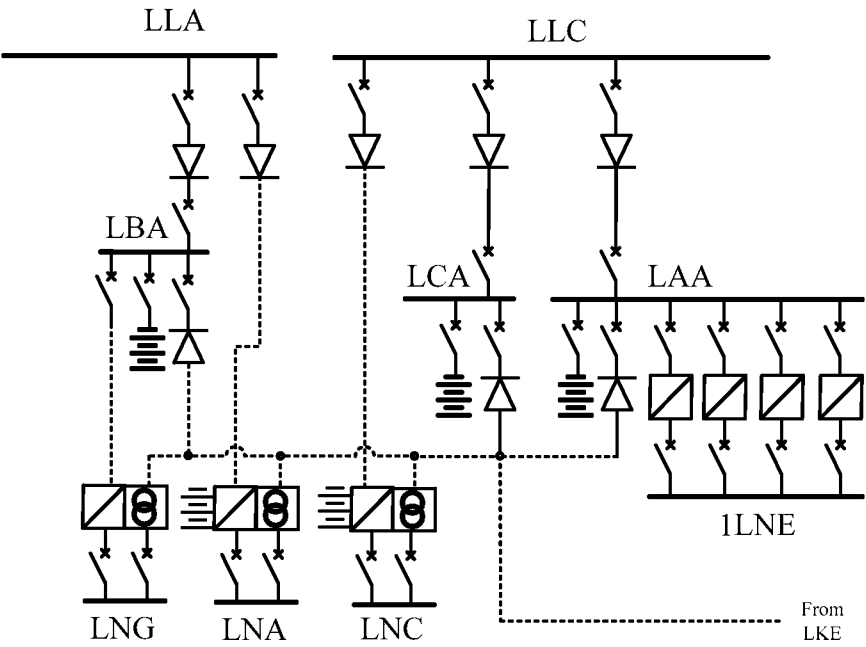


图 3

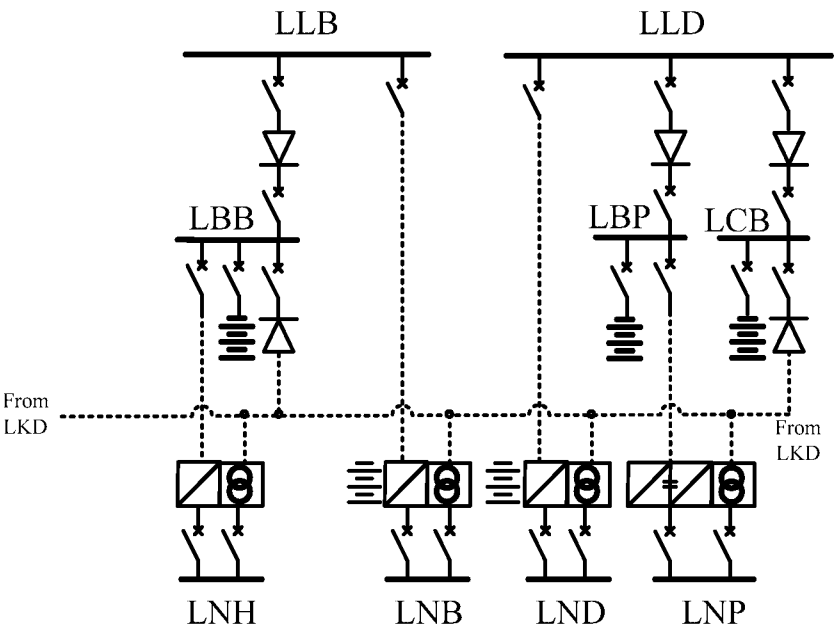


图 4

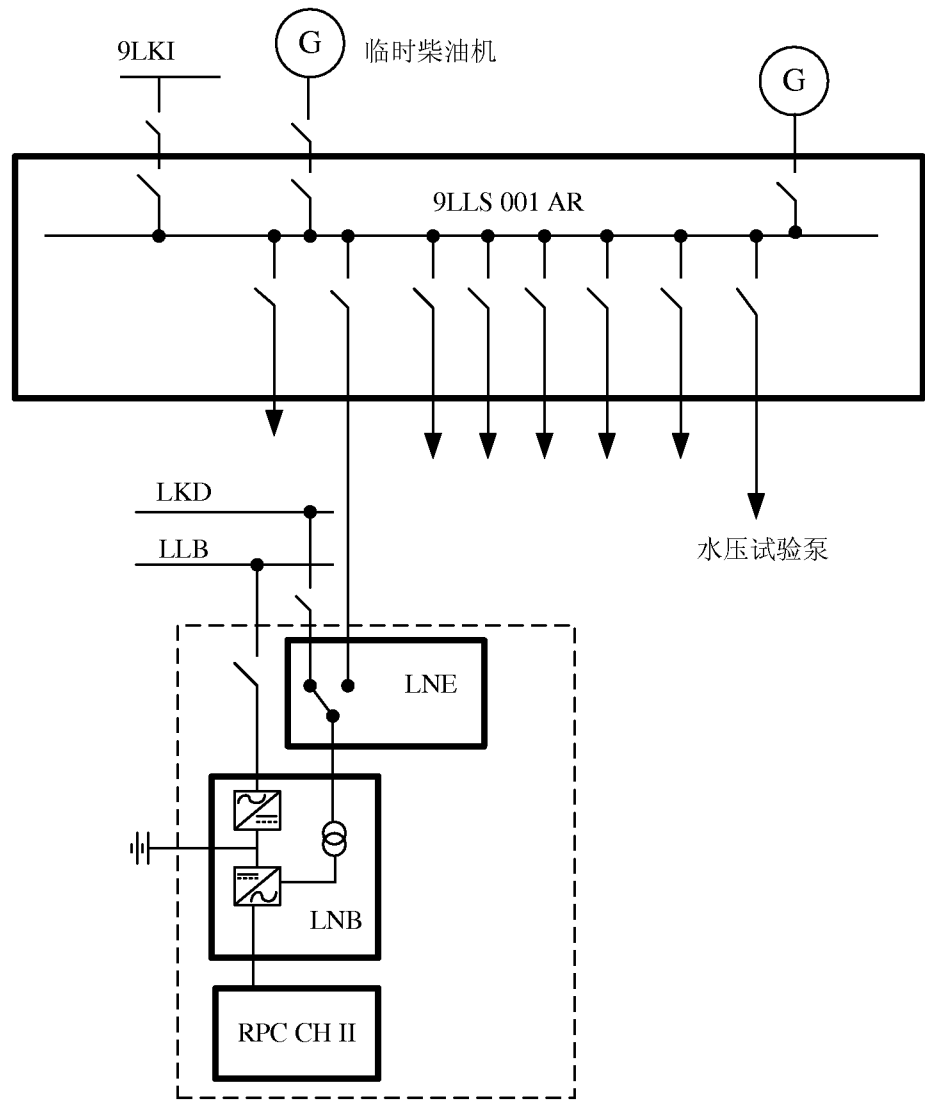


图 5

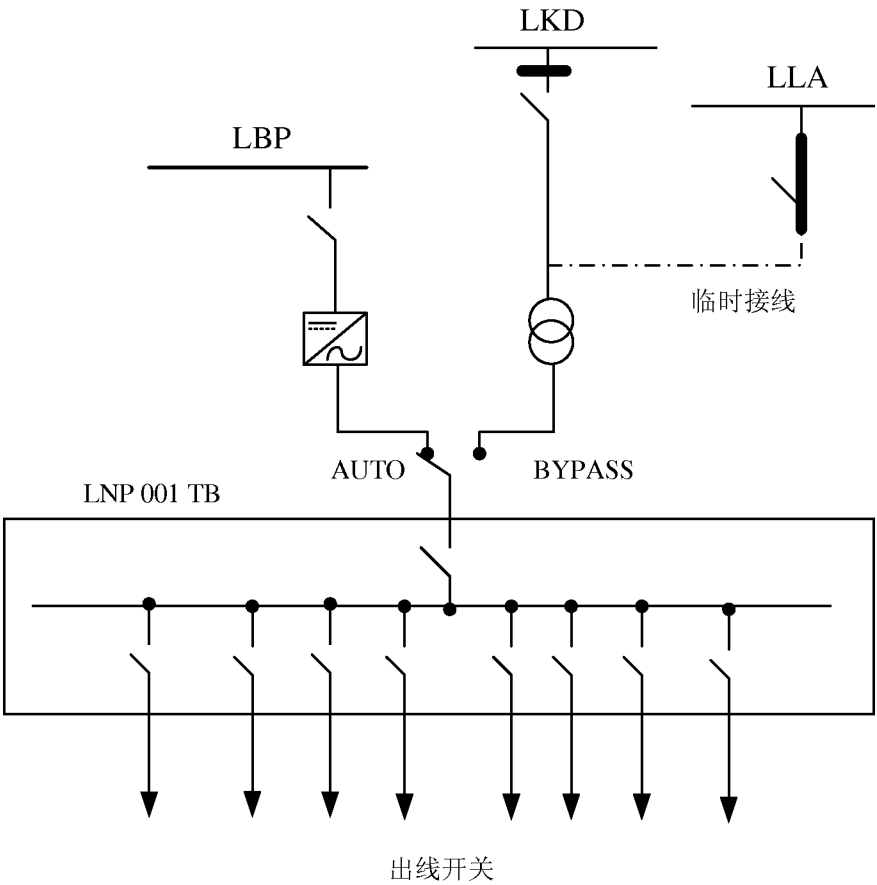


图 6

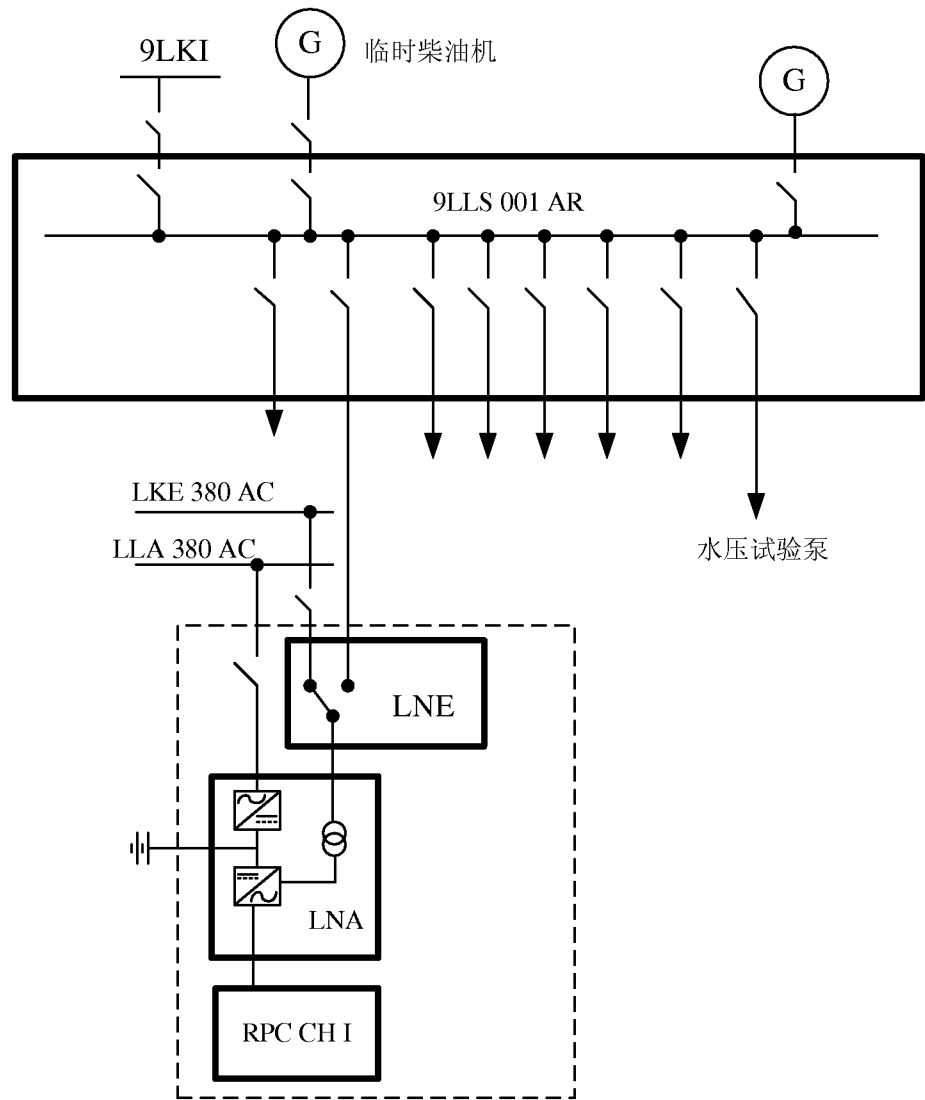


图 7

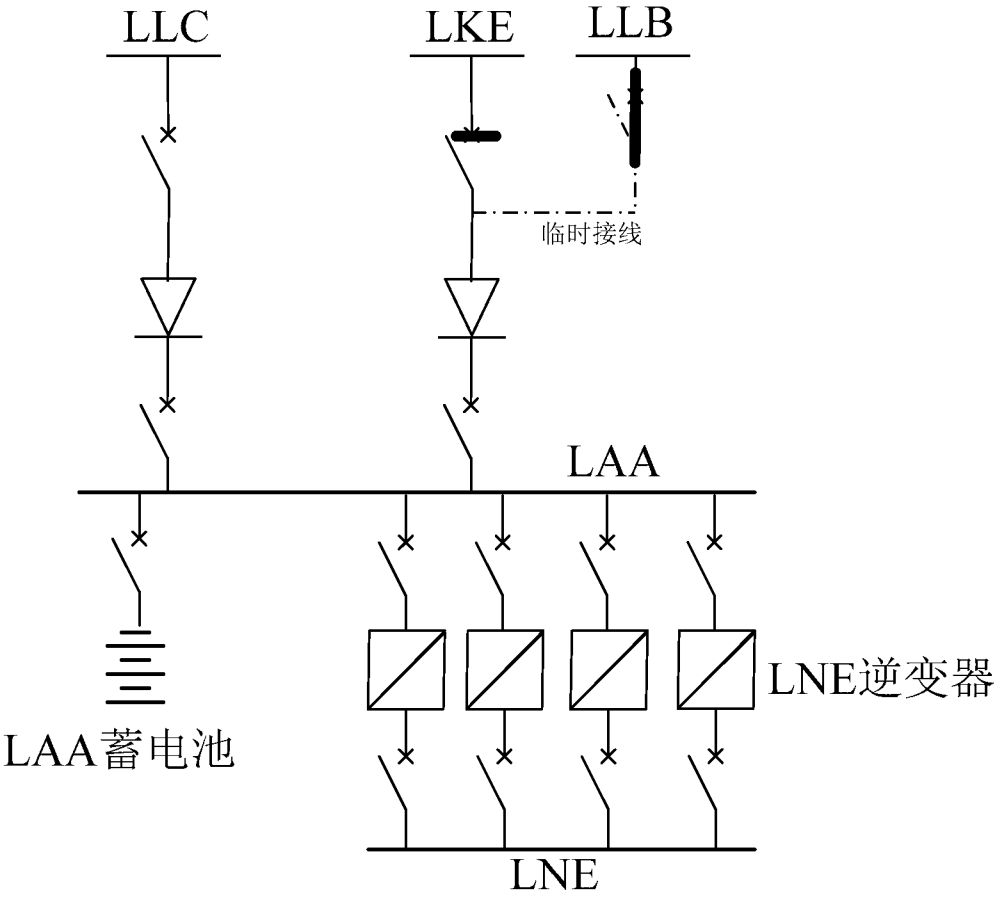


图 8

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/CN2013/071309

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

See the extra sheet

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: H02J 9, G21C 17

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, WPI, EPODOC, CNKI nuclear, plant, power supply, source, emergency, auxiliary, pump, transformer compar+, chang+

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                    | Relevant to claim No. |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| P, X      | CN 102568629 A (CHINA GUANGDONG NUCLEAR POWER GROUP CO et al.) 11 July 2012 (11.07.2012) see claims 1-6                                               | 1-7                   |
| P, X      | CN 102638095 A (CHINA GUANGDONG NUCLEAR POWER GROUP CO et al.) 15 August 2012 (15.08.2012) see claims 1-9, description, paragraphs [0021] to [0025]   | 1, 8-14               |
| A         | CN 202111518 U (CHINA GUANGDONG NUCLEAR POWER GROUP CO et al.) 11 January 2012 (11.01.2012) see description, paragraphs [0040] to [0063] and figure 1 | 1-14                  |

☒ 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<br>15 April 2013 (15.04.2013)                                                                                                                      | Date of mailing of the international search report<br>09 May 2013 (09.05.2013) |
| Name and mailing address of the ISA<br>State Intellectual Property Office of the P. R. China<br>No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao<br>Haidian District, Beijing 100088, China<br>Facsimile No. (86-10)62019451 | Authorized officer<br><br>LI, Chengcheng<br><br>Telephone No. (86-10)62411762  |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**International application No.  
PCT/CN2013/071309

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                   | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | CN 102255377 A (CHINA GUANGDONG NUCLEAR POWER GROUP CO et al.) 23 November 2011 (23.11.2011) see the whole document  | 1-14                  |
| A         | CN 1507632 A (FRAMATOME ANP) 23 June 2004 (23.06.2004) see the whole document                                        | 1-14                  |
| A         | CN 102195334 A (CHINA GUANGDONG NUCLEAR POWER GROUP CO et al.) 21 September 2011 (21.09.2011) see the whole document | 1-14                  |
| A         | JP 11031624 A (KAWAKAMI TORYO KK) 02 February 1999 (02.02.1999) see the whole document                               | 1-14                  |
| A         | JP 10213696 A (TOSHIBA ENG KK) 11 August 1998 (11.08.1998) see the whole document                                    | 1-14                  |

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

International application No.  
PCT/CN2013/071309

| Patent Documents referred<br>in the Report | Publication Date | Patent Family    | Publication Date |
|--------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| CN 102568629 A                             | 11.07.2012       | None             |                  |
| CN 102638095 A                             | 15.08.2012       | None             |                  |
| CN 202111518 U                             | 11.01.2012       | None             |                  |
| CN 102255377 A                             | 23.11.2011       | None             |                  |
| CN 1507632 A                               | 23.06.2004       | FR 2823592 A1    | 18.10.2002       |
|                                            |                  | WO 02084670 A1   | 24.10.2002       |
|                                            |                  | EP 1386325 A1    | 04.02.2004       |
|                                            |                  | KR 20040002912 A | 07.01.2004       |
|                                            |                  | JP 2004530874 A  | 07.10.2004       |
|                                            |                  | ZA 200307951 A   | 28.07.2004       |
| CN 102195334 A                             | 21.09.2011       | None             |                  |
| JP 平 11-31624A                             | 02.02.1999       | None             |                  |
| JP 平 10-213696A                            | 11.08.1998       | None             |                  |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/071309

Continuation of: Classification Of Subject Matter:

H02J 9/06 (2006.01) i

G21C 17/00 (2006.01) i

# 国际检索报告

国际申请号

**PCT/CN2013/071309**

## A. 主题的分类

参见附加页

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: H02J 9, G21C 17

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,WPI,EPODOC,CNKI: 核电, 供电, 电源, 试验, 应急, 辅助, 泵, 变压器, nuclear, plant, power supply, source, emergency, auxiliary, pump, transformer

## 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 |
|------|------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| P,X  | CN 102568629 A (中广核工程有限公司等) 11.7 月 2012(11.07.2012) 见权利要求 1-6                      | 1-7     |
| P,X  | CN 102638095 A (中广核工程有限公司等) 15.8 月 2012(15.08.2012) 见权利要求 1-9、说明书第[0021]段-第[0025]段 | 1,8-14  |
| A    | CN 202111518 U (中国广东核电集团有限公司等) 11.1 月 2012(11.01.2012) 见说明书第[0040]段-第[0063]段及附图 1  | 1-14    |
| A    | CN 102255377 A (中国广东核电集团有限公司等) 23.11 月 2011(23.11.2011) 见全文                        | 1-14    |
| A    | CN 1507632 A (法国通 ANP 公司) 23.6 月 2004(23.06.2004) 见全文                              | 1-14    |
| A    | CN 102195334 A (中国广东核电集团有限公司等) 21.9 月 2011(21.09.2011) 见全文                         | 1-14    |
| A    | JP 平 11-31624A (KAWAKAMI TORYO KK) 02.2 月 1999(02.02.1999)见全文                      | 1-14    |
| A    | JP 平 10-213696A (TOSHIBA ENG KK) 11.8 月 1998(11.08.1998) 见全文                       | 1-14    |



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

15.4 月 2013(15.04.2013)

国际检索报告邮寄日期

**09.5 月 2013 (09.05.2013)**

ISA/CN 的名称和邮寄地址:

中华人民共和国国家知识产权局

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088

传真号: (86-10)62019451

受权官员

**李承承**

电话号码: (86-10) **62411762**

# 国际检索报告

关于同族专利的信息

国际申请号

**PCT/CN2013/071309**

| 检索报告中引用的<br>专利文件 | 公布日期       | 同族专利             | 公布日期       |
|------------------|------------|------------------|------------|
| CN 102568629 A   | 11.07.2012 | 无                |            |
| CN 102638095 A   | 15.08.2012 | 无                |            |
| CN 202111518 U   | 11.01.2012 | 无                |            |
| CN 102255377 A   | 23.11.2011 | 无                |            |
| CN 1507632 A     | 23.06.2004 | FR 2823592 A1    | 18.10.2002 |
|                  |            | WO 02084670 A1   | 24.10.2002 |
|                  |            | EP 1386325 A1    | 04.02.2004 |
|                  |            | KR 20040002912 A | 07.01.2004 |
|                  |            | JP 2004530874 A  | 07.10.2004 |
|                  |            | ZA 200307951 A   | 28.07.2004 |
| CN 102195334 A   | 21.09.2011 | 无                |            |
| JP 平 11-31624A   | 02.02.1999 | 无                |            |
| JP 平 10-213696A  | 11.08.1998 | 无                |            |

续：主题的分类：

H02J 9/06 (2006.01) i

G21C 17/00 (2006.01) i