



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113623908 A

(43) 申请公布日 2021. 11. 09

(21) 申请号 202110926768.1

(22) 申请日 2021.08.12

(71) 申请人 珠海格力节能环保制冷技术研究中心有限公司

地址 519000 广东省珠海市前山金鸡路789号9栋(科技楼)

(72) 发明人 梁湖 钟瑞兴 周宇 黄成武
张凤阁 魏川铖

(74) 专利代理机构 深圳市康弘知识产权代理有限公司 44247

代理人 孙洁敏

(51) Int. Cl.

F25B 49/02 (2006.01)

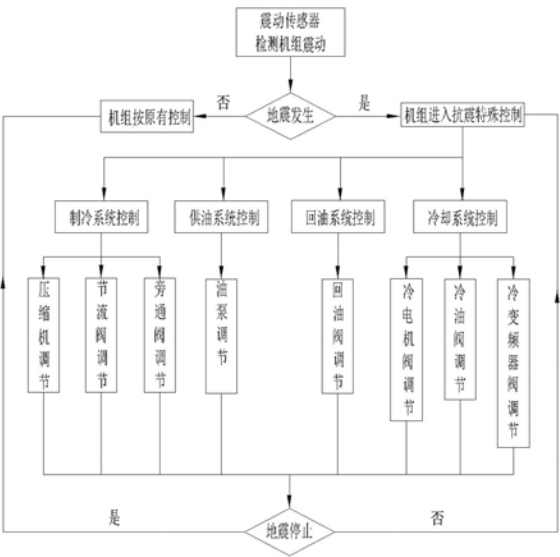
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

离心式冷水机组及其抗震运行控制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种离心式冷水机组及其抗震运行控制方法。所述抗震运行控制方法包括：在机组非震动部件上安装至少两个震动传感器，设置临界值参数，根据震动传感器检测到的震动数值与临界值参数的比较结果控制机组进入抗震运行模式。所述抗震运行模式包括：制冷系统控制、供油系统控制、回油系统控制和/或冷却系统控制。本发明在地震时仍然能够使离心式冷水机组稳定可靠运行，不出现故障停机。



1. 一种离心式冷水机组抗震运行控制方法,其特征在于,包括:在机组非振动部件上安装至少两个震动传感器,设置临界值参数,根据震动传感器检测到的震动数值与临界值参数的比较结果控制机组进入抗震运行模式。

2. 如权利要求1所述的抗震运行控制方法,其特征在于,所述临界值参数包括震动临界值参数Z、停止震动临界值参数Z1,震动测点比例临界值参数B和震动持续时间H。

3. 如权利要求1所述的抗震运行控制方法,其特征在于,所述震动传感器采用震动速度检测传感器,震动数值为震动烈度,单位mm/s。

4. 如权利要求2所述的抗震运行控制方法,其特征在于,进入抗震运行模式的判断条件为:

(11) 震动传感器检测的机组震动数值大于等于震动临界值参数Z;

(12) 机组震动数值大于等于震动临界值参数Z的震动传感器在所有安装震动传感器中占比大于等于震动测点比例临界值参数B;

(13) 条件(11)和(12)同时满足的持续时间大于等于震动持续时间H。

5. 如权利要求4所述的抗震运行控制方法,其特征在于,退出抗震运行模式的判断条件为:

(21) 震动传感器检测到的机组震动数值小于停止震动临界值参数Z1;

(22) 震动数值小于停止震动临界值参数Z1的震动传感器在所有安装震动传感器中占比大于等于震动测点比例临界值参数B;

(23) 条件(21)和(22)同时满足的持续时间大于等于震动持续时间H。

6. 如权利要求1所述的抗震运行控制方法,其特征在于,所述抗震运行模式包括:制冷系统控制、供油系统控制、回油系统控制和/或冷却系统控制。

7. 如权利要求6所述的抗震运行控制方法,其特征在于,所述制冷系统控制包括:压缩机调节,提高冷冻水出水温度目标值,降低压缩机负荷;节流阀调节,确保足够的冷凝器液位,保证机组冷却系统供液;旁通阀调节,降低蒸发器和冷凝器之间的压力差,避免机组喘振。

8. 如权利要求7所述的抗震运行控制方法,其特征在于,压缩机降负荷调节时,控制压缩机导叶运行开度在D-100%之间调节,D为地震时最小压缩机导叶运行开度。

9. 如权利要求6所述的抗震运行控制方法,其特征在于,所述供油系统控制包括根据油箱温度判断油加热器的开启或关闭:

当油箱温度小于设定温度T1时,油加热器开启;

当油箱温度在设定温度T1-T2之间时,油加热器保持当前状态;

当油箱温度大于设定温度T2时,油加热器关闭;

其中设定温度T2大于设定温度T1。

10. 如权利要求6所述的抗震运行控制方法,其特征在于,所述回油系统控制为保持回油阀开启。

11. 如权利要求6所述的抗震运行控制方法,其特征在于,所述冷却系统控制为冷油阀门按原有控制,冷电机阀门全开,冷变频器阀门全开。

12. 一种离心式冷水机组,其特征在于,所述离心式冷水机组使用权利要求1至11任一条所述的抗震运行控制方法。

离心式冷水机组及其抗震运行控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及空调技术领域,尤其涉及一种离心式冷水机组及其抗震运行控制方法。

背景技术

[0002] 水冷离心冷水机组是核岛中央冷冻水系统的核心制冷设备,其作用是对厂房电气、仪控设备进行冷却保证其安全运行并为工作人员提供舒适的工作环境,是核电厂主要辅助设备,也是核电站安全连续生产的关键设备。机组运行中,涉及制冷系统、冷却系统(包括冷油、冷电机、冷变频器等)、供油系统、回油系统等协调控制,某一环节出现问题都将导致机组故障停机。用于核岛的水冷离心式冷水机组必须具备抗震性能,要求在地震来临的时候,机组仍然能够稳定的运行。

[0003] 现有技术中有一种空调压缩机管路震动保护的方法,该方法检测压缩机运行中自身的震动,并通过降低压缩机频率减小震动。地震来临的时候,机组运行环境将变得恶劣,除了压缩机运行自身产生的震动外,还要考虑由于地震引起的震动,为保证不出现故障停机,对机组结构和控制部分的抗震设计提出更高的要求。

发明内容

[0004] 本发明提出一种离心式冷水机组及其抗震运行控制方法,以满足地震时仍然能够使离心式冷水机组稳定可靠运行,不出现故障停机。

[0005] 本发明提出的离心式冷水机组抗震运行控制方法包括:在机组非振动部件上安装至少两个震动传感器,设置临界值参数,根据震动传感器检测到的震动数值与临界值参数的比较结果控制机组进入抗震运行模式。

[0006] 所述临界值参数包括震动临界值参数Z、停止震动临界值参数Z1、震动测点比例临界值参数B和震动持续时间H。

[0007] 优选地,所述震动传感器采用震动速度检测传感器,震动数值为震动烈度,单位mm/s。

[0008] 进入抗震运行模式的判断条件为:

(11) 震动传感器检测的机组震动数值大于等于震动临界值参数Z;

(12) 机组震动数值大于等于震动临界值参数Z的震动传感器在所有安装震动传感器中占比大于等于震动测点比例临界值参数B;

(13) 条件(11)和(12)同时满足的持续时间大于等于震动持续时间H。

[0009] 退出抗震运行模式的判断条件为:

(21) 震动传感器检测到的机组震动数值小于停止震动临界值参数Z1;

(22) 震动数值小于停止震动临界值参数Z1的震动传感器在所有安装震动传感器中占比大于等于震动测点比例临界值参数B;

(23) 条件(21)和(22)同时满足的持续时间大于等于震动持续时间H。

[0010] 所述抗震运行模式包括：制冷系统控制、供油系统控制、回油系统控制和/或冷却系统控制。

[0011] 所述制冷系统控制包括：压缩机调节，提高冷冻水出水温度目标值，降低压缩机负荷；节流阀调节，确保足够的冷凝器液位，保证机组冷却系统供液；旁通阀调节，降低蒸发器和冷凝器之间的压力差，避免机组喘振。

[0012] 压缩机降负荷调节时，控制压缩机导叶运行开度在D-100%之间调节，D为地震时最小压缩机导叶运行开度。

[0013] 所述供油系统控制包括根据油箱温度判断油加热器的开启或关闭：

当油箱温度小于设定温度T1时，油加热器开启；

当油箱温度在设定温度T1-T2之间时，油加热器保持当前状态；

当油箱温度大于设定温度T2时，油加热器关闭；

其中设定温度T2大于设定温度T1。

[0014] 所述回油系统控制为保持回油阀开启。

[0015] 所述冷却系统控制为冷油阀门按原有控制，冷电机阀门全开，冷变频器阀门全开。

[0016] 本发明还提出一种离心式冷水机组，所述机组在出现地震时使用上述抗震运行控制方法。

[0017] 本发明采用设置在机组非震动部件上的震动传感器实时监测地震信息，通过机组震动数据判断、识别机组是否处于地震发生环境运行，当机组处于地震发生中运行时，进行有别于非地震中运行的特殊控制，通过调节机组各个系统的控制，及调整机组保护机制的设置值，使机组运行可靠的同时，避免机组出现不必要的停机，保证在地震发生时，机组仍能够稳定的运行，提高机组的抗震能力。

附图说明

[0018] 图1为本发明提出的离心式冷水机组抗震控制原理图。

[0019] 图2为离心式冷水机组一实施例的系统图。

具体实施方式

[0020] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚，以下结合附图和实施例对本发明进行详细的说明。应当理解，以下具体实施例仅用以解释本发明，并不对本发明构成限制。

[0021] 本发明提出的离心式冷水机组抗震运行控制方法采用震动传感器实时监测机组的震动参数，识别机组是否处于地震发生中运行，当处于地震发生中运行时，机组进入抗震特殊控制模式，通过调整制冷系统、供油系统、回油系统、冷却系统的相应控制，使机组运行更加稳定可靠，满足抗震性能要求。

[0022] 本发明提出的离心式冷水机组抗震运行控制方法包括：在机组非振动部件上安装至少一个震动传感器，设置临界值参数，根据震动传感器检测到的震动数值与临界值参数的比较结果控制机组进入抗震运行模式。

[0023] 图1为本发明提出的离心式冷水机组抗震控制原理图。首先在机组上安装震动传感器，检测机组的震动。最好安装两个以上震动传感器，避免一个震动传感器故障，误传数

据,同时提高数据的准确性。设置地震发生时机组的震动临界值参数Z、停止震动临界值参数Z1、震动测点比例临界值参数B,震动持续时间H,参数Z、Z1、B和H为可设置参数,可根据实际情况调整。当同时满足下述条件时,判断为地震正在发生,机组进入抗震特殊控制模式运行:

(11)震动传感器检测到机组的震动数值 $\geq$ 震动临界值参数Z;

震动传感器可采用震动速度检测的震动传感器,震动数值是震动烈度,单位mm/s。震动传感器应安装在非地震时,机组运行振动较小的地方。

[0024] (12)震动数值 $\geq$ 震动临界值参数Z的震动传感器在所有安装震动传感器中占比 $\geq$ 震动测点比例临界值参数B;

如设置Z=5mm/s, B=50%,机组共安装有4个震动传感器,其中有3个震动传感器的震动数值 $\geq$ 5mm/s,则震动数值 $\geq$ Z的震动传感器在所有安装震动传感器中占比为75%,占比 $\geq$ B,满足上述条件。

[0025] (13)条件(11)和(12)同时满足的持续时间 $\geq$ 震动持续时间H。

[0026] 设置地震停止时机组的停止震动临界值参数Z1,当同时满足下述条件时,判断为地震已停止,机组恢复原有控制:

(21)震动传感器检测到的机组震动数值 $<$ 停止震动临界值参数Z1;

(22)震动数值 $<$ 停止震动临界值参数Z1的震动传感器在所有安装震动传感器中占比 $\geq$ 震动测点比例临界值参数B;

(23)条件(21)和(22)同时满足的持续时间 $\geq$ 震动持续时间H。

[0027] 机组的抗震运行模式包括以下特殊控制:制冷系统控制、供油系统控制、回油系统控制和/或冷却系统控制。

[0028] 一、制冷系统控制包括:压缩机调节,提高冷冻水出水温度目标值,降低压缩机负荷;节流阀调节,确保足够的冷凝器液位,保证机组冷却系统供液;旁通阀调节,降低蒸发器和冷凝器之间的压力差,避免机组喘振。

[0029] 1.压缩机的调节:

设置温度调整增量 ΔT ,非地震时,压缩机根据设定冷冻出水温度T进行负荷调节,机组进入抗震运行模式时,冷冻出水温度以 $T + \Delta T$ 为目标温度,压缩机根据该目标温度进行负荷调节。 ΔT 为可设置参数, $\Delta T \geq 0$ 。通过提高冷冻水出水温度目标值,使压缩机进行降负荷运行,降低压缩机电机转速,提升可靠性。

[0030] 压缩机吸气口有导流叶片(又称导叶),像开关一样,可以调节压缩机吸气流量,导叶开度为0-100%进行调节。压缩机工况不变,压缩机吸气流量减小到一定程度,会导致压缩机喘振,需要设置一个最小的导叶开度,避免压缩机喘振),机组抗震特殊控制时,设置抗震最小压缩机导叶运行开度D,压缩机导叶运行开度只能在D-100%之间调节。如当前压缩机导叶运行开度 $< D$,则调节使压缩机导叶运行开度 $= D$ 。通过限制压缩机导叶运行范围,避免导叶开度过小引起压缩机喘振等问题,从而提高机组的可靠性。

[0031] 2.节流阀调节:

通过液位传感器检测机组冷凝器的液位,非地震时,节流阀根据设定冷凝器目标液位进行时的开度调节,使冷凝器液位在目标液位附近。机组抗震特殊控制时,设定抗震低位冷凝器液位 L_c ,高位冷凝器液位 G_c ,及液位检测周期T,其中 $G_c > L_c$ 。每个检测周期调整

一次节流阀开度：

如冷凝器最小液位 $<L_c$ ，则减小节流阀开度；

如冷凝器最小液位在 L_c-G_c 之间，则保持节流阀开度；

如冷凝器最小液位 $>G_c$ ，则增大节流阀开度。

[0032] 通过上述控制，确保冷凝器液位足够，保证机组冷却系统供液。

[0033] 保证冷却系统的供液是针对冷电机、冷变频器和冷油。冷却系统是通过压力差（冷凝器和蒸发器之间的压力差或冷凝器和闪发器之间的压力差）驱动冷媒供液的，从冷凝器取冷媒液体，经过节流降温后供给电机冷却，冷却电机后的冷媒回到蒸发器，再经过压缩机压缩排到冷凝器冷凝为液体，如此形成一个冷却循环，如冷凝器液位过低，冷却系统供液不足，会导致机组高温故障停机。

[0034] 冷凝器最小液位是指检测到的冷凝器实际液位高度。

[0035] 3.旁通阀调节：

机组安装热气旁通阀，非地震时，旁通阀根据负荷进行调节；机组抗震特殊控制时，设置抗震旁通阀增量开度 ΔP ，旁通阀运行开度在当前的开度上增加 ΔP 开度。

[0036] 旁通一般设置在机组蒸发器和冷凝器之间，目的是降低蒸发器和冷凝器之间的压力差，避免机组喘振，同时可以减低供冷负荷，起负荷调节作用。

[0037] 二、供油系统控制

润滑油必须保证在一定的温度范围内才能保证良好的特性，温度太高或太低都会影响润滑油的润滑效果。同时油温度太低，冷媒会和润滑油融合，导致体积膨胀出现跑油情况，所以必须保证油箱温度在一定范围内，通常在油箱上安装油加热器。

[0038] 非地震时，油加热器根据供油温度调节开启/关闭，机组抗震特殊控制时，油加热器根据油箱温度判断开启/关闭：

当油箱温度小于设定温度 T_1 时，油加热器开启；

当油箱温度在设定温度 T_1-T_2 之间时，油加热器保持当前状态；

当油箱温度大于设定 T_2 时，油加热器关闭。

[0039] 其中设定温度 T_2 大于设定温度 T_1 。

[0040] 三、回油系统控制

图2是机组一实施例的系统图。包括压缩机1、冷凝器2、节流阀3、蒸发器4、回油阀5、第一引射器6、第二引射器7和油箱8。机组运行过程中，压缩机轴承处会有部分润滑油渗漏到机组制冷系统中（冷媒中），需要定期的将系统中的油回收。冷媒集中在机组蒸发器4中，利用第一引射器6，取冷凝器2的高压冷媒气体，将蒸发器中富含油的冷媒引射到压缩机1的吸气口，通过降压、冷媒蒸发、冷媒和润滑油分离，润滑油落在压缩机吸气口底部，利用第二引射器7，将压缩机吸气口底部的润滑油引射到油8箱，完成一个回油过程。

[0041] 回油阀5安装在冷凝器2和第一引射器6之间，控制高压冷媒气体的通断，即控制回油开始和结束。

[0042] 非地震时，回油阀周期性开启，机组抗震特殊控制时，回油阀保持开启。

[0043] 四、冷却系统控制

非地震时，冷油阀门根据供油温度控制开启/关闭，冷电机阀门根据电机绕组温度控制开度，冷变频器阀门根据变频器温度控制开度。机组抗震特殊控制时，冷油阀门按原有

控制,冷电机阀门全开,冷变频器阀门全开。

[0044] 本发明提出的技术方案采用设置在机组上的震动传感器采集地震信息,通过比较判断,识别机组是否处于地震发生环境运行;当机组处于地震发生中运行时,进行有别于非地震中运行的特殊控制,通过调节机组各个系统的控制,及调整机组保护机制的设置值,使机组运行可靠的同时,避免机组出现不必要的停机,保证在地震发生时,机组仍能够稳定的运行,从而使机组满足抗震性能要求。

[0045] 以上所述仅为本发明的具体实施方式。应当指出的是,凡在本发明构思的精神和框架内所做出的任何修改、等同替换和变化,都应包含在本发明的保护范围之内。

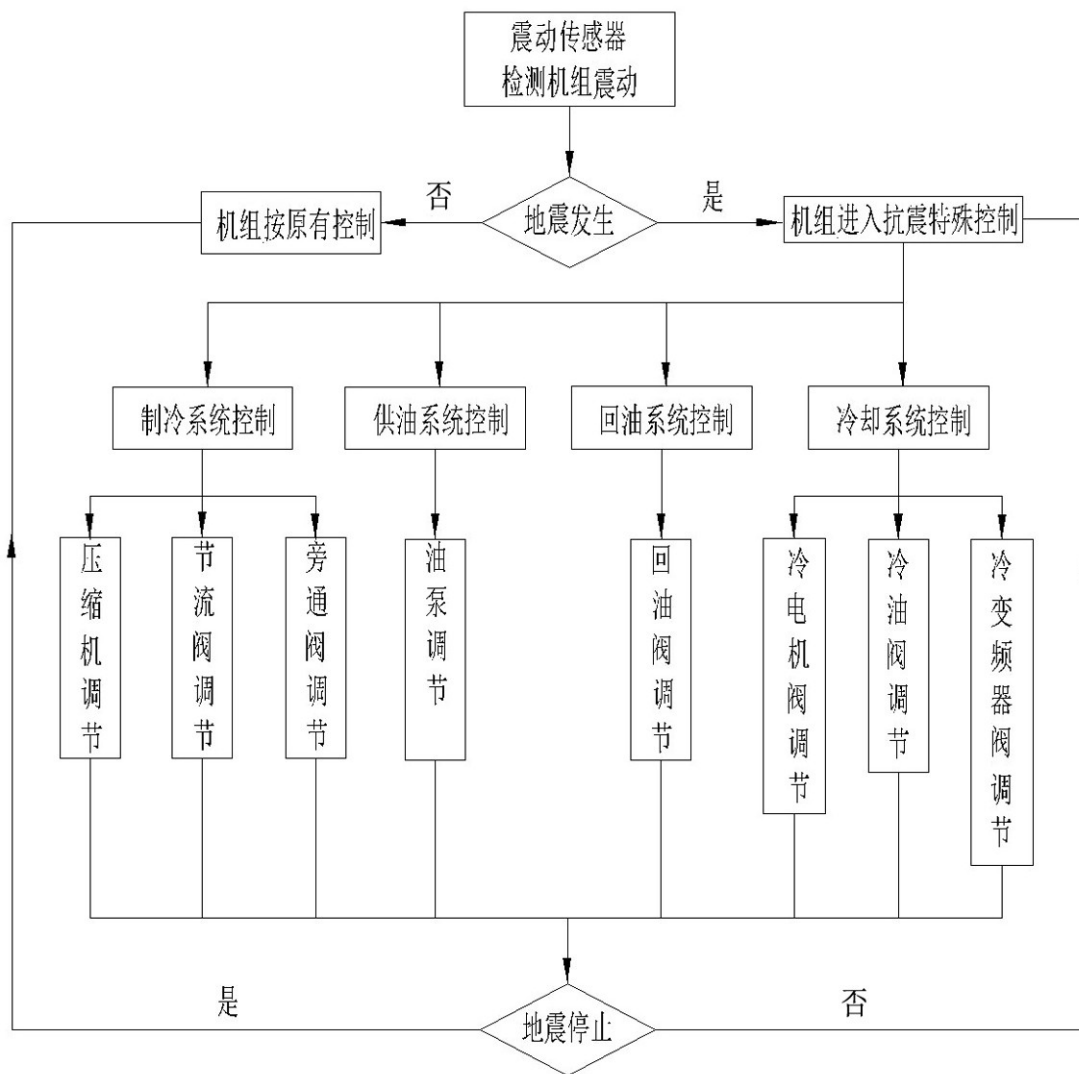


图1

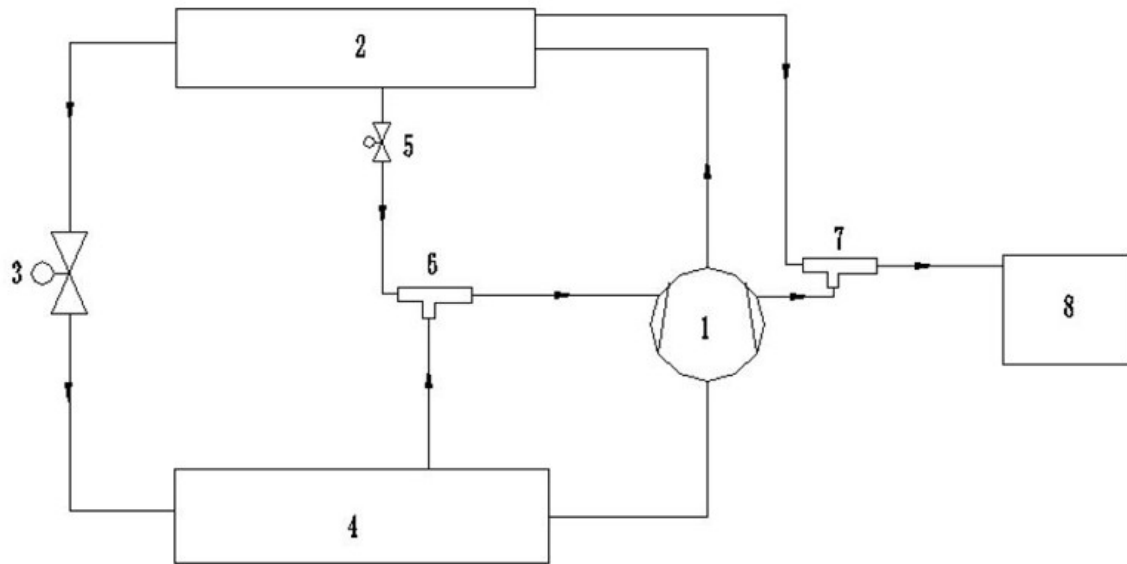


图2