



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107945894 A

(43)申请公布日 2018.04.20

(21)申请号 201711129244.X

(22)申请日 2017.11.15

(71)申请人 深圳中广核工程设计有限公司

地址 518100 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

申请人 中广核工程有限公司
中国广核集团有限公司

(72)发明人 王之肖 李盛杰 胡剑 彭跃
万前

(74)专利代理机构 广州三环专利商标代理有限
公司 44202

代理人 王基才

(51)Int.Cl.

G21C 15/18(2006.01)

G21C 15/14(2006.01)

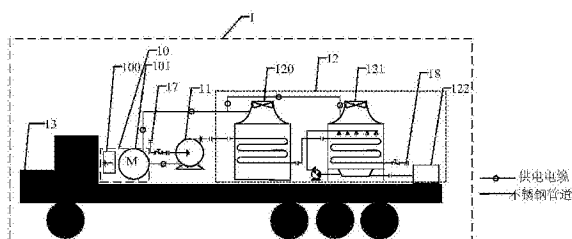
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

核电站乏燃料水池的移动式应急冷却装置

(57)摘要

本发明属于核电技术领域,提供了一种核电站乏燃料水池的移动式应急冷却装置和乏燃料水池应急冷却系统。本发明通过将动力设备、循环冷却泵和冷却设备集成在一个移动平台上,形成核电站乏燃料水池的移动式应急冷却装置。当乏燃料水池的原冷却系统发生故障时,动力设备驱动循环冷却泵和冷却设备工作,循环冷却泵将引入的乏燃料水池的池水输送至冷却设备,冷却设备对池水进行冷却后回送至乏燃料水池,实现对乏燃料水池的冷却。将动力设备、循环冷却泵和冷却设备集成在一个移动平台上,可提高移动式应急冷却装置的设备集成度和可用性,各设备协调运行便利且投运速度快。



1. 一种核电站乏燃料水池的移动式应急冷却装置,用于对乏燃料水池进行冷却,其特征在于,所述移动式应急冷却装置包括:动力设备、循环冷却泵以及冷却设备;

其中,所述动力设备、循环冷却泵以及冷却设备设置在同一移动平台上,并且所述动力设备与所述循环冷却泵以及所述冷却设备连接,所述循环冷却泵的入口通过引水管线与乏燃料水池的原冷却系统的取水口连接,所述循环冷却泵的出口与所述冷却设备的入口连接,所述冷却设备的出口通过回水管线向所述乏燃料水池回送冷却后的池水;

当所述乏燃料水池的原冷却系统发生故障时,所述动力设备驱动所述循环冷却泵和所述冷却设备工作,所述循环冷却泵将引入的乏燃料水池的池水输送至所述冷却设备,所述冷却设备对所述池水进行冷却后回送至所述乏燃料水池。

2. 根据权利要求1所述的移动式应急冷却装置,其特征在于,所述动力设备包括:备用油箱和发电机组;

所述备用油箱与所述发电机组连接,用于向所述发电机组提供燃料,所述发电机组与所述循环冷却泵以及所述冷却设备连接,用于驱动所述循环冷却泵和所述冷却设备工作。

3. 根据权利要求1所述的移动式应急冷却装置,其特征在于,所述冷却设备包括:空冷器和闭式冷却塔;

所述空冷器的入口为所述冷却设备的入口,所述空冷器的出口与所述闭式冷却塔的入口连接,所述闭式冷却塔的出口为所述冷却设备的出口;

所述空冷器对所述循环冷却泵输送的乏燃料水池的池水进行初步冷却,并将初步冷却后的池水输送至所述闭式冷却塔,所述闭式冷却塔对初步冷却后的池水进行二次冷却,并将二次冷却后的池水回送至所述乏燃料水池。

4. 根据权利要求3所述的移动式应急冷却装置,其特征在于,所述冷却设备还包括喷淋水贮存箱,所述喷淋水贮存箱与所述闭式冷却塔连接,用于向所述闭式冷却塔提供喷淋水。

5. 根据权利要求4所述的移动式应急冷却装置,其特征在于,所述喷淋水贮存箱包括多个相互连接的水箱。

6. 根据权利要求1至5任一项所述的移动式应急冷却装置,其特征在于,所述循环冷却泵的入口通过金属软管和所述引水管线连接,所述冷却设备的出口通过所述金属软管与所述回水管线连接。

7. 根据权利要求1所述的移动式应急冷却装置,其特征在于,所述移动式冷却装置还包括箱体,所述箱体覆盖所述动力设备,且所述箱体上设置有操作屏。

8. 一种核电站乏燃料水池应急冷却系统,包括乏燃料水池,其特征在于,所述核电站乏燃料水池冷却系统还包括至少一个如权利要求1至7任一项所述的移动式应急冷却装置。

核电站乏燃料水池的移动式应急冷却装置

技术领域

[0001] 本发明属于核电技术领域,尤其涉及一种核电站乏燃料水池的移动式应急冷却装置和乏燃料水池应急冷却系统。

背景技术

[0002] 乏燃料水池指的是用于存放核电厂在历次换料中从堆芯卸出的乏燃料组件。由于乏燃料组件在乏燃料水池中一定的衰变热,因此,乏燃料水池需要乏燃料水池冷却系统对其进行冷却,以维持水池水温在一定温度以下,进而实现正常工况下防止乏燃料水池温度过高损坏设备,事故工况下抑制乏燃料水池沸腾、防止乏燃料水池池水蒸干以及燃料组件裸露融化,从而避免造成大量放射性物质外泄。

[0003] 现有的百万千瓦级压水堆核电厂中,核辅助厂房内的乏燃料水池冷却系统(PTR)流程示意图如图1所示,其主要由循环冷却泵和换热器及配套管线组成。在核电厂正常运行工况及设计基准事故下,PTR系统运行,保持乏燃料水池水温低于某一限定值。

[0004] 然而,在发生全厂丧失交流电超设计基准事故下,现有的PTR系统电动设备将因失去动力电源而停运,乏燃料水池冷却即告中断,乏燃料组件衰变热会导致乏燃料水池水在数小时内达到沸腾。若乏池水长期沸腾,蒸汽携带放射性物质向乏燃料水池上部空间及邻近厂房弥散,恶化操作人员工作环境;另一方面,沸腾导致乏燃料水池水快速蒸发,如不能持续补充足够的水,将导致水池液位逐渐下降,乏燃料组件裸露并发生熔毁,造成大规模放射性物质不可控制的向外部释放。此外,现有的PTR系统的热量排除依赖于“设备冷却水/海水”这一冷链,当这一冷链由于设备故障不可用,即发生丧失最终热阱超设计基准事故时,乏燃料水池冷却也会中断,事故后果和全厂丧失交流电相同。

[0005] 有鉴于此,目前现有技术提供了一种能够解决上述问题的核电厂乏燃料水池应急冷却装置。如图2所示,该冷却装置由模块1和模块2组成,其中,模块1为由柴油发电机组、循环冷却泵、测量控制模块、冷却水贮存系统等集成的移动平台,模块2为水-空气冷却装置集成的另外一个移动平台,集成平台之间设置电源、冷却水、乏燃料水池冷却剂等的接口,根据需要运输至核电厂进行组装,进而由模块1和模块2配合执行冷却功能。

[0006] 然而,由于模块1和模块2分别运载,任何一个模块都不能单独具备冷却功能,平台之间需要现场连接才能实现系统功能,系统集成度低、协调运行性差,并且平台之间需要现场完成复杂的连接并进行相应的调试才能实现系统功能,投运速度慢;此外,由于任何一个模块都不能单独具备冷却功能,当其中任何一个模块故障时,整个装置即不可用,装置可用性较低。

[0007] 有鉴于此,确有必要提出一种新的技术方案,以解决上述技术问题。

发明内容

[0008] 本发明的发明目的在于:克服现有技术的缺陷,提供一种核电站乏燃料水池的移动式应急冷却装置和乏燃料水池应急冷却系统,以解决现有的核电站乏燃料水池应急冷却

装置集成度低、装置可用性低、协调运行性差以及投运速度慢的问题。

[0009] 为了实现上述发明目的,本发明提供了一种核电站乏燃料水池的移动式应急冷却装置,用于对所述乏燃料水池进行应急冷却,所述移动式应急冷却装置包括:动力设备、循环冷却泵以及冷却设备;

[0010] 所述动力设备、循环冷却泵以及冷却设备设置在同一移动平台上,并且所述动力设备与所述循环冷却泵以及所述冷却设备连接,所述循环冷却泵的入口通过引水管线与乏燃料水池的原冷却系统的取水口连接,所述循环冷却泵的出口与所述冷却设备的入口连接,所述冷却设备的出口通过回水管线向所述乏燃料水池回送冷却后的池水;

[0011] 当所述乏燃料水池的原冷却系统发生故障时,所述动力设备驱动所述循环冷却泵和所述冷却设备工作,所述循环冷却泵将引入的乏燃料水池的池水输送至所述冷却设备,所述冷却设备对所述池水进行冷却后回送至所述乏燃料水池。

[0012] 本发明的另一目的还在于:提供一种乏燃料水池应急冷却系统,所述乏燃料水池应急冷却系统包括乏燃料水池和至少一个上述的移动式应急冷却装置。

[0013] 相对于现有技术,本发明通过将动力设备、循环冷却泵和冷却设备集成在一个移动平台上,形成核电站乏燃料水池的移动式应急冷却装置。当乏燃料水池的原冷却系统发生故障时,动力设备驱动循环冷却泵和冷却设备工作,循环冷却泵将引入的乏燃料水池的池水输送至冷却设备,冷却设备对池水进行冷却后回送至乏燃料水池,以实现乏燃料水池的冷却。将动力设备、循环冷却泵和冷却设备集成在一个移动平台上,可提高移动式应急冷却装置的设备集成度和可用性,各设备协调运行便利且投运速度快。

附图说明

[0014] 图1是现有技术提供的乏燃料水池冷却系统的结构示意图;

[0015] 图2是现有技术提供的另一乏燃料水池应急冷却装置的结构示意图;

[0016] 图3是本发明实施例提供的核电站乏燃料水池的移动式应急冷却装置的结构示意图;

[0017] 图4是本发明实施例提供的乏燃料水池应急冷却系统的结构示意图。

具体实施方式

[0018] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0019] 图3示出了本发明实施例提供的核电站乏燃料水池的移动式应急冷却装置的结构,为了便于说明,仅示出了与本发明相关的部分,详述如下:

[0020] 如图3所示,本发明实施例提供的核电站乏燃料水池的移动式应急冷却装置1用于对乏燃料水池进行冷却,其主要包括动力设备10、循环冷却泵11和冷却设备12。

[0021] 进一步地,请同时参考图3和图4,动力设备10、循环冷却泵11和冷却设备12设置在同一移动平台13上,并且动力设备10与循环冷却泵11以及冷却设备12连接,循环冷却泵11的入口通过引水管线15与乏燃料水池2的原冷却系统3的取水口连接,循环冷却泵11的出口与冷却设备12的入口连接,冷却设备12的出口通过回水管线16向乏燃料水池2回送冷却后

的池水。

[0022] 具体的,当乏燃料水池2的原冷却系统3发生故障时,动力设备10驱动循环冷却泵11和冷却设备12工作,循环冷却泵11将引入的乏燃料水池2的池水输送至冷却设备12,冷却设备12对池水进行冷却后回送至乏燃料水池2。

[0023] 需要说明的是,在本发明实施例中,移动平台13可采用可独立移动的装置实现,例如拖车;此外,应急冷却装置1分别与引水管线15和回水管线16之间的连接管线14,可采用金属软管实现。当然,本领域技术可以理解的是,连接管线14也可以采用其他材质的管道实现,此处不做具体限制。

[0024] 现有的乏燃料水池应急冷却装置的动力设备和冷却装置分别布置在两到三辆拖车上,运行时需要在各个车辆间进行管道、电缆连接,运行不便。在本发明实施例中,核电站乏燃料水池的移动式应急冷却装置1将动力设备10、循环冷却泵11以及冷却设备12及其它配件均安装在一辆半挂拖车上,设备集成度更高,各设备协调运行便利。

[0025] 此外,本发明核电站乏燃料水池的移动式应急冷却装置1为独立冷却模块,单独一个冷却模块投运,即可对乏燃料水池产生排热作用,其相对于现有技术提供的另一种移动式应急冷却装置而言,独立性更强,提高了移动式应急冷却装置的可用性。

[0026] 另外,在本发明核电站乏燃料水池的移动式应急冷却装置1中,动力设备10、循环冷却泵11以及冷却设备12之间采用管道、电缆固定连接,并且在备用时,装置内充满水。因此,在需要投运时,较现有技术提供的另一种移动式应急冷却装置投运前需完成模块间连接及充、排水操作而言,本发明核电站乏燃料水池的移动式应急冷却装置1可快速投运,装置应急性能得以更好体现。

[0027] 进一步地,根据本发明的一个优选实施方式,如图3所示,动力设备10包括:备用油箱100和发电机组101。

[0028] 具体的,备用油箱100与发电机组101连接,用于向发电机组101提供燃料,发电机组101与循环冷却泵11以及冷却设备12连接,用于驱动循环冷却泵11和冷却设备12工作。

[0029] 进一步地,作为本发明的一个优选实施方式,如图3所示,冷却设备12包括:空冷器120和闭式冷却塔121。

[0030] 其中,空冷器120的入口为冷却设备12的入口,空冷器120的出口与闭式冷却塔121的入口连接,闭式冷却塔121的出口为冷却设备12的出口。

[0031] 具体的,空冷器120对循环冷却泵11输送的乏燃料水池2的池水进行初步冷却,并将初步冷却后的池水输送至闭式冷却塔121,闭式冷却塔121对初步冷却后的池水进行二次冷却,并将二次冷却后的池水回送至乏燃料水池2。

[0032] 在本发明实施例中,本发明核电站乏燃料水池的移动式应急冷却装置1采用两级冷却,运行时来自乏燃料水池2的高温池水,先在空冷器120中冷却到合适温度,然后进入闭式冷却塔121,避免了现有的乏燃料水池应急冷却装置中高温乏燃料水池水直接进入闭式冷却塔,在闭式冷却塔管外壁出现结垢,导致冷却效果降低的情况发生。

[0033] 进一步地,作为本发明的一个优选实施方式,如图3所示,冷却设备12还包括喷淋水贮存箱122,喷淋水贮存箱122与闭式冷却塔121连接,用于向闭式冷却塔121提供喷淋水。

[0034] 进一步地,作为本发明的一个优选实施方式,喷淋水贮存箱122包括多个相互连接的水箱(图中未示出)。需要说明的是,在本发明实施例中,具体实施时,组成喷淋水贮存箱

122的多个小水箱中的部分水箱可以设置在移动平台13的载物平面以下。

[0035] 进一步地,作为本发明的一个优选实施方式,如图4所示,循环冷却泵11的入口通过金属软管14和引水管线15连接,冷却设备12的出口同样通过金属软管14与回水管线16连接。

[0036] 此外,在本发明的其他实施例中,优选的,循环冷却泵11的入口可以通过橡胶软管和引水管线15连接,冷却设备12的出口可以通过橡胶软管与回水管线16连接。

[0037] 进一步地,作为本发明的一个优选实施方式,移动式冷却装置1还包括箱体(图中未示出),箱体覆盖动力设备10,并且箱体上设置有操作屏,循环冷却泵11因有散热需求置于箱体外。

[0038] 在本发明实施例中,本发明核电站乏燃料水池的移动式应急冷却装置1在动力设备10、循环冷却泵11以及冷却设备12所在外空间配置屏蔽箱,并在屏蔽箱上配备设备操作屏,一方面在设备存储状态下保护设备,降低外部环境对设备的腐蚀;另一方面在设备运行时具有降噪作用;此外,屏蔽箱上操作屏的配备提高了成套设备的运行操作便利性。

[0039] 以下结合图3对本发明核电站乏燃料水池的移动式应急冷却装置1的工作原理进行说明,详述如下:

[0040] 当核电厂发生全厂丧失交流电和/或丧失最终热阱时,乏燃料水池的原冷却系统3的冷却功能丧失,此时本发明的移动式应急冷却装置1可投入使用。

[0041] 具体的,发电机组101为循环冷却泵11、空冷器120以及闭式冷却塔121提供动力,以驱动循环冷却泵11、空冷器120以及闭式冷却塔121工作,而温度高达100℃的乏燃料水池水,从循环冷却泵11的入口管道17引入,经过循环冷却泵11动力输送,先进入空冷器120进行初步冷却,降低到合适温度后,进入闭式冷却塔121进行进一步冷却,冷却后的乏池水通过闭式冷却塔121的出口管道18返回乏燃料水池2,以此实现对乏燃料水池2的冷却。

[0042] 基于上述乏燃料水池的移动式应急冷却装置1的应用优势,本发明还提供了一种包括上述核电站乏燃料水池的移动式应急冷却装置1的乏燃料水池应急冷却系统4(请参考图4)。

[0043] 如图4所示,本发明的乏燃料水池冷却系统4包括乏燃料水池2、乏燃料水池2的原冷却系统3部分管线,以及本发明实施例提供的核电站乏燃料水池的移动式应急冷却装置1,其中,乏燃料水池的移动式应急冷却装置1与原冷却系统3并联设置,两者均是用于对乏燃料水池2进行冷却,不同的是,本发明实施例提供的核电站乏燃料水池的移动式应急冷却装置1在核电厂发生超设计基准事故引发原冷却系统3发生故障时工作。

[0044] 需要说明的是,在本发明实施例中,乏燃料水池冷却系统4可包括多个至少一个移动式应急冷却装置1,当该乏燃料水池冷却系统4包括多个移动式应急冷却装置1时,多个移动式应急冷却装置1之间并联设置,并且由于本发明的移动式应急冷却装置1为独立冷却模块,因此,根据乏燃料水池2的热负荷需求,可选择一个移动式应急冷却装置1单独运行,或两个移动式应急冷却装置1并列运行。

[0045] 相对于现有技术,本发明通过将动力设备、循环冷却泵和冷却设备集成在一个移动平台上,形成核电站乏燃料水池的移动式应急冷却装置。当乏燃料水池的原冷却系统发生故障时,动力设备驱动循环冷却泵和冷却设备工作,循环冷却泵将引入的乏燃料水池的池水输送至冷却设备,冷却设备对池水进行冷却后回送至乏燃料水池,以实现乏燃料水

池的冷却。将动力设备、循环冷却泵和冷却设备集成在一个移动平台上,可提高移动式应急冷却装置的设备集成度和可用性,各设备协调运行便利且投运速度快。

[0046] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

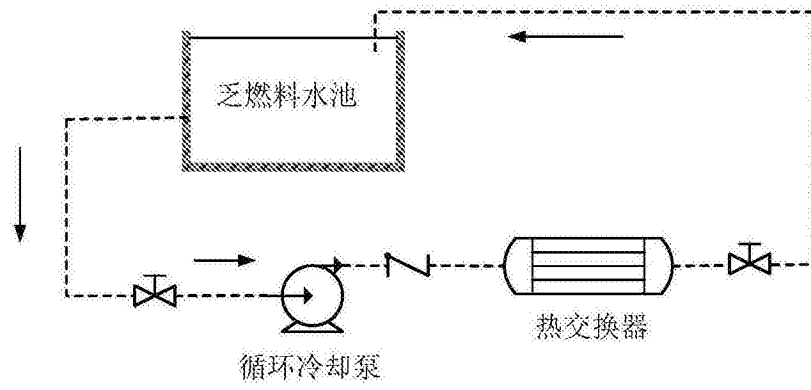


图1

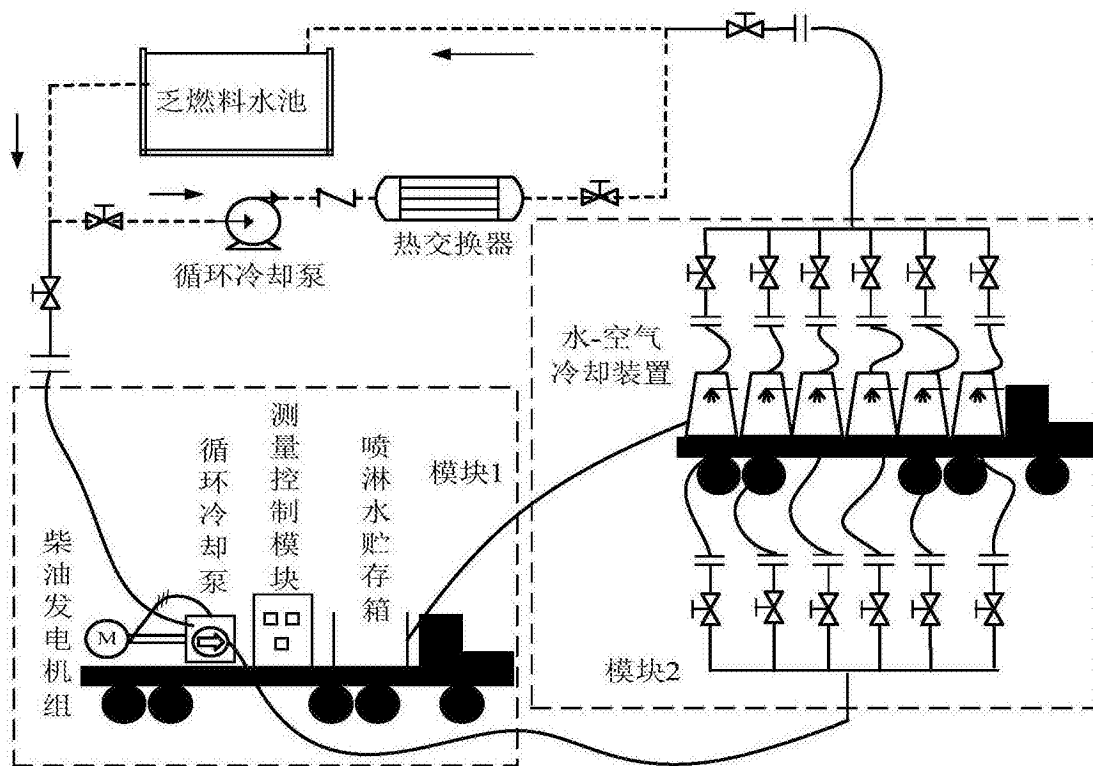


图2

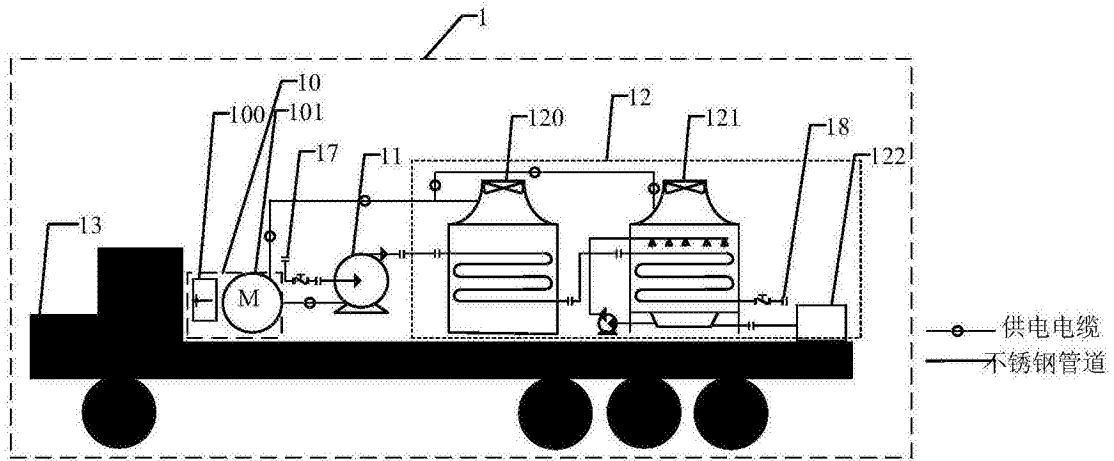


图3

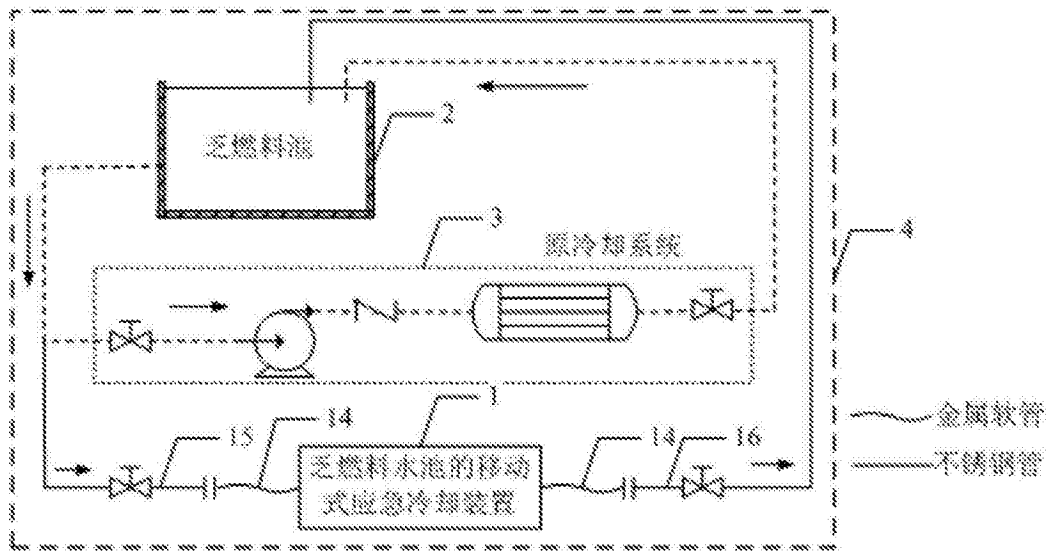


图4