

(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202887745 U

(45) 授权公告日 2013. 04. 17

(21) 申请号 201220503290. 8

(22) 申请日 2012. 09. 27

(73) 专利权人 中国核电工程有限公司

地址 100840 北京市海淀区西三环北路 117 号

(72) 发明人 赵侠 于勇 宋代勇 袁霞
赵光辉 李军 李伟 王志刚

(74) 专利代理机构 北京天悦专利代理事务所
(普通合伙) 11311

代理人 田明 任晓航

(51) Int. Cl.

G21C 15/18(2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

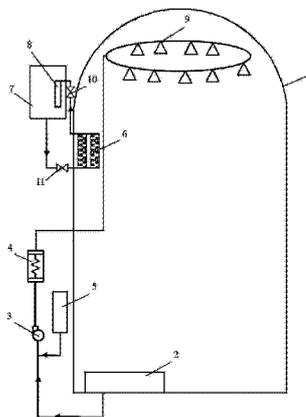
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

(54) 实用新型名称

一种能动与非能动相结合的安全壳排热装置

(57) 摘要

本实用新型属于反应堆设计技术,具体涉及一种能动与非能动相结合的安全壳排热装置。其结构包括安全壳喷淋系统和非能动安全壳热量导出系统,所述的安全壳喷淋系统的管线一端连接换料水箱,另一端经喷淋泵和热交换器后连接到安全壳顶部的喷淋集管;所述的非能动安全壳热量导出系统包括设置在安全壳内部的换热器或换热器组,所述的换热器或换热器组通过上升管线和下降管线与设置在安全壳外部的换热水箱相连接,换热水箱的高度高于换热器或换热器组的高度。本实用新型改进了传统能动安全系统核电站对安全级电源的依赖,提高核电站安全壳排热系统的固有安全性。



1. 一种能动与非能动相结合的安全壳排热装置,其特征在于:包括安全壳喷淋系统和非能动安全壳热量导出系统,所述的安全壳喷淋系统的管线一端连接换料水箱(2),另一端经喷淋泵(3)和热交换器(4)后连接到安全壳顶部的喷淋集管(9);所述的非能动安全壳热量导出系统包括设置在安全壳(1)内部的换热器或换热器组(6),所述的换热器或换热器组(6)通过上升管线和下降管线与设置在安全壳外部的换热水箱(7)相连接,换热水箱(7)的高度高于换热器或换热器组(6)的高度。

2. 如权利要求1所述的能动与非能动相结合的安全壳排热装置,其特征在于:在所述的安全壳喷淋系统喷淋泵(3)的上游管线上连接有化学添加剂箱(5)。

3. 如权利要求1或2所述的能动与非能动相结合的安全壳排热装置,其特征在于:所述的安全壳喷淋系统的喷淋集管(9)设置在安全壳(1)顶部不同标高处。

4. 如权利要求3所述的能动与非能动相结合的安全壳排热装置,其特征在于:所述的与安全壳喷淋系统的管线相连接的换料水箱(2)设置在安全壳内部堆芯下方地坑位置,所述的喷淋泵(3)、热交换器(4)和化学添加剂箱(5)设置在安全壳外。

5. 如权利要求1所述的能动与非能动相结合的安全壳排热装置,其特征在于:在所述的安全壳外部的换热水箱(7)内设有汽水分离器(8),所述的非能动安全壳热量导出系统的换热器或换热器组(6)的上升管线与汽水分离器(8)连接。

6. 如权利要求1或5所述的能动与非能动相结合的安全壳排热装置,其特征在于:在所述的非能动安全壳热量导出系统的上升管线和下降管线上分别设有隔离阀(10、11)。

7. 如权利要求6所述的能动与非能动相结合的安全壳排热装置,其特征在于:所述的换热水箱(7)为封闭的钢筋混凝土结构,并设有不锈钢衬里。

一种能动与非能动相结合的安全壳排热装置

技术领域

[0001] 本实用新型属于反应堆设计技术,具体涉及一种能动与非能动相结合的安全壳排热装置。

背景技术

[0002] 传统核电站的安全壳排热系统是利用安全壳喷淋系统来排除进入安全壳的热量和放射性物质,以控制安全壳的环境条件。设置安全壳喷淋系统的目的是在适当时候从安全壳上部喷洒冷水,冷却安全壳大气,限制 LOCA 或 MSLLB 后的安全壳峰值压力。此外,必要时在喷淋液中添加化学药剂,以除去安全壳大气中的悬浮碘和碘蒸汽。能动的安全壳喷淋系统具备冷却能力强,事故后排热效果好的特点,得到广泛应用。但该技术过分依赖交流电源,当发生全厂断电叠加 LOCA 或 MSLLB 事故后,无法实现安全壳的长期有效排热。

[0003] 非能动安全壳排热装置的代表为美国 AP1000 的非能动安全壳冷却系统。非能动安全壳冷却系统采用非能动方式把安全壳内的热量散发到最终热阱—大气,如图 1 所示。正常运行工况下,空气从屏蔽构筑物顶部入口 1 进入,流过下降通道后又反向通过上升流道,带走钢安全壳容器壁传递的热量,最后从烟囱排至环境,在安全壳上方设置重力注水箱 2。接到安全壳高压信号后,系统的事故后运行自动启动,只需开启三个常关隔离阀中的任何一个,不需其他动作即可启动系统。系统的启动也可由操纵员在主控室或远程停堆工作站手动启动。

[0004] 由于单一的安全壳喷淋系统对安全级电源的依赖度过高,因此,利用能动与非能动相结合的方式控制安全壳的环境条件,是提高核电厂安全水平的大势所趋。非能动安全壳排热装置不依赖传统电源,依靠自然循环完成事故后安全功能。在全厂断电或安全壳喷淋系统故障相关的事故时,系统依然能够运行并实现安全壳的完整性,是能动安全壳排热装置的有效补充。

实用新型内容

[0005] 本实用新型目的在于针对传统核电站的安全壳排热系统的缺陷,提供一种能动与非能动相结合的安全壳排热装置,改进传统能动安全系统核电站对安全级电源的依赖,提高核电站安全壳排热系统的固有安全性。

[0006] 本实用新型的技术方案如下:一种能动与非能动相结合的安全壳排热装置,包括安全壳喷淋系统和非能动安全壳热量导出系统,所述的安全壳喷淋系统的管线一端连接换料水箱,另一端经喷淋泵和热交换器后连接到安全壳顶部的喷淋集管;所述的非能动安全壳热量导出系统包括设置在安全壳内部的换热器或换热器组,所述的换热器或换热器组通过上升管线和下降管线与设置在安全壳外部的换热水箱相连接,换热水箱的高度高于换热器或换热器组的高度。

[0007] 进一步,如上所述的能动与非能动相结合的安全壳排热装置,其中,在所述的安全壳喷淋系统喷淋泵的上游管线上连接有化学添加剂箱。

[0008] 进一步,如上所述的能动与非能动相结合的安全壳排热装置,其中,所述的安全壳喷淋系统的喷淋集管设置在安全壳顶部不同标高处。

[0009] 进一步,如上所述的能动与非能动相结合的安全壳排热装置,其中,所述的与安全壳喷淋系统的管线相连接的换料水箱设置在安全壳内部堆芯下方地坑位置,所述的喷淋泵、热交换器和化学添加剂箱设置在安全壳外。

[0010] 进一步,如上所述的能动与非能动相结合的安全壳排热装置,其中,在所述的安全壳外部的换热水箱内设有汽水分离器,所述的非能动安全壳热量导出系统的换热器或换热器组的上升管线与汽水分离器连接。

[0011] 进一步,如上所述的能动与非能动相结合的安全壳排热装置,其中,在所述的非能动安全壳热量导出系统的上升管线和下降管线上分别设有隔离阀。

[0012] 进一步,如上所述的能动与非能动相结合的安全壳排热装置,其中,所述的换热水箱为封闭的钢筋混凝土结构,并设有不锈钢衬里。

[0013] 本实用新型的有益效果如下:本实用新型所提供的安全壳排热装置通过能动与非能动结合的方式既能应对设计基准事故,同时又能在全厂断电等超设计基准事故、严重事故或能动安全壳排热装置故障或失效的工况下持续排出安全壳内的热量,提高了系统的固有安全性,改进了传统能动安全系统核电站对安全级电源的依赖,提高了核电站的安全性,同时,能够有效保持安全壳的完整性。

附图说明

[0014] 图 1 为 AP1000 的非能动安全壳冷却系统结构示意图;

[0015] 图 2 为能动与非能动相结合的安全壳排热装置结构示意图。

具体实施方式

[0016] 本实用新型所提供的安全壳排热装置将能动的安全壳喷淋系统与非能动安全壳热量导出系统相结合。安全壳喷淋系统的管线一端连接换料水箱,另一端经喷淋泵和热交换器后连接到安全壳顶部的喷淋集管;非能动安全壳热量导出系统包括设置在安全壳内部的换热器或换热器组,所述的换热器或换热器组通过上升管线和下降管线与设置在安全壳外部的换热水箱相连接。

[0017] 能动的安全壳喷淋系统(简称 CSP 系统)用于设计基准事故工况下安全壳的排热,在事故工况下(LOCA 或安全壳内蒸汽管道破裂),当安全壳内的压力和温度升高到一定值时,将安全壳的压力和温度降低至可接受的水平,以保持安全壳的完整性。非能动安全壳热量导出系统(简称 PCS 系统)用于在超设计基准事故工况下安全壳的长期排热,包括与全厂断电和喷淋系统故障相关的事故。PCS 系统也用于严重事故工况(如果超设计基准事故发展到堆芯明显恶化的严重事故)的事故缓解。在核电站发生超设计基准事故(包括严重事故)工况时,将安全壳压力和温度降低至可接受的水平,以保持安全壳的完整性。安全壳喷淋系统和安全壳热量导出系统均用于事故后安全壳排热,因此将两系统组合起来使用控制安全壳内的温度压力水平,以保持安全壳完整性,能够应对设计基准事故到超设计基准事故直至严重事故。此组合方案比单一的能动系统或非能动系统覆盖的事故工况都要广,且事故后两系统分别投入运行对安全壳环境条件的限制效果更好。

[0018] 下面结合附图和实施例对本实用新型进行详细的描述。

[0019] 如图 2 所示,能动与非能动相结合的安全壳排热装置包括安全壳喷淋系统(CSP 系统)和非能动安全壳热量导出系统(PCS 系统),所述的安全壳喷淋系统的管线一端连接换料水箱 2,另一端经喷淋泵 3 和热交换器 4 后连接到安全壳顶部的喷淋集管 9,根据安全壳穹顶的结构特点,喷淋集管 9 位于安全壳顶部不同标高处,在喷淋泵 3 的上游管线上连接有化学添加剂箱 5,化学添加剂箱用于添加 NaOH,作用是用于吸附空气中的挥发性碘;以及提高喷淋水的 pH 值,避免结构材料腐蚀。换料水箱 2 可以设置在安全壳外或安全壳内,优选的方案中,换料水箱 2 设置在安全壳内堆芯下方地坑位置,换料水箱位于最低处,方便汇集来自安全壳喷淋、管道破口所带来的水源。喷淋泵 3、热交换器 4 和化学添加剂箱 5 均设置在安全壳外。

[0020] 能动安全壳排热装置为 CSP 系统,CSP 系统通过喷淋泵(电动泵)将喷淋水从内置或外置换料水箱抽至喷淋管线,向安全壳内喷射冷却水,以持续降低安全壳内因发生事故而导致的升温 and 升压。

[0021] 所述的非能动安全壳热量导出系统(PCS 系统)包括设置在安全壳 1 内部的换热器或换热器组 6,所述的换热器或换热器组 6 通过上升管线和下降管线与设置在安全壳外部的换热水箱 7 相连接,换热水箱 7 的高度高于换热器或换热器组 6 的高度。换热水箱 7 内设有汽水分离器 8,所述的换热器或换热器组 6 的上升管线与汽水分离器 8 连接,在非能动安全壳热量导出系统的上升管线和下降管线上分别设有隔离阀 10、11。

[0022] PCS 系统采用非能动设计理念,利用安全壳内布置的换热器或换热器组与安全壳内的高温空气进行冷凝、对流和辐射传热,热段换热器的冷却水吸收安全壳内高温空气的热量升温,密度降低,与冷管段的水形成密度差,通过上升管线进入换热水箱内的汽水分离器,经换热水箱冷却后,通过下降管线流回换热器,完成自然循环。在安全壳外设置的换热水箱的最终热阱为大气,通过换热器管内水的流动,连续不断地将安全壳内的热量带到安全壳外,以实现超设计基准事故和严重事故工况下持续地非能动安全壳热量排出。

[0023] 本实施例中 PCS 系统设置三列,每个系列包括一组换热器、一台汽水分离器、一台换热水箱、一个电动隔离阀、二个并联的气动阀(位于下降管线)。换热器布置在安全壳内的圆周上;换热水箱是钢筋混凝土结构不锈钢衬里的设备,布置在双层安全壳外壳的环形建筑物内。

[0024] 在发生设计基准事故安全壳压力达到阈值后,CSP 系统自动触发启动,或由操纵员手动开启,以排出安全壳内热量。PCS 系统采用非能动技术,发生全厂断电时,在没有操纵员干预的情况下,系统自动投入运行,利用自然循环实现安全壳的长期排热。在无需操纵员操作的情况下,安全壳非能动排热时间至少维持 72 小时,72 小时后可以考虑其它补水手段。

[0025] 本实用新型采用能动与非能动相结合的方式导出安全壳内的热量,能够保持安全壳的完整性,满足我国核安全法规 HAF102(2004)《核动力厂设计安全规定》中对保持安全壳完整性和安全壳排热的要求。

[0026] 显然,本领域的技术人员可以对本实用新型进行各种改动和变型而不脱离本实用新型的精神和范围。这样,倘若对本实用新型的这些修改和变型属于本实用新型权利要求及其同等技术的范围之内,则本实用新型也意图包含这些改动和变型在内。

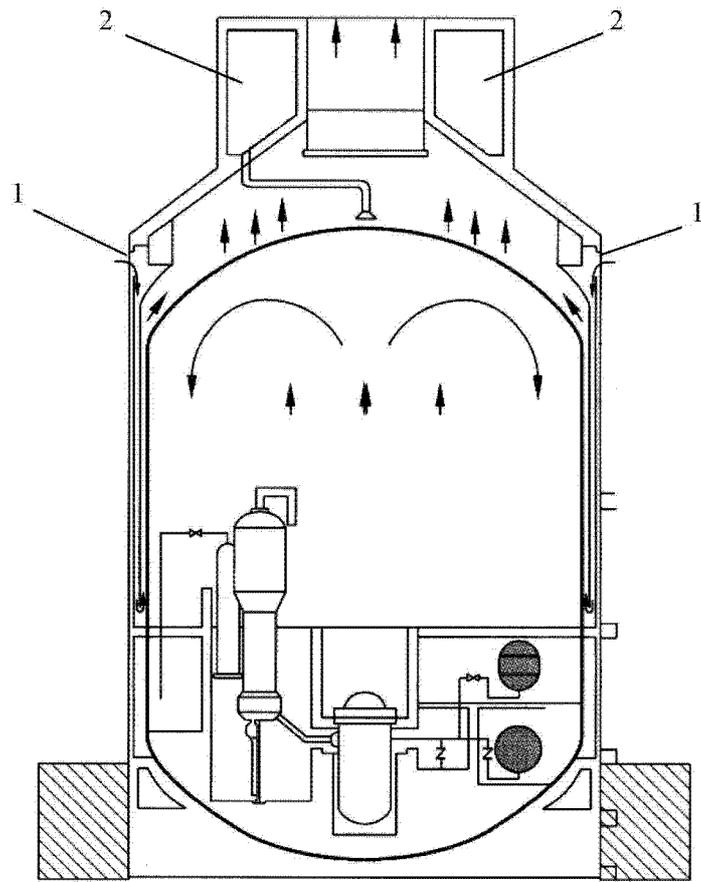


图 1

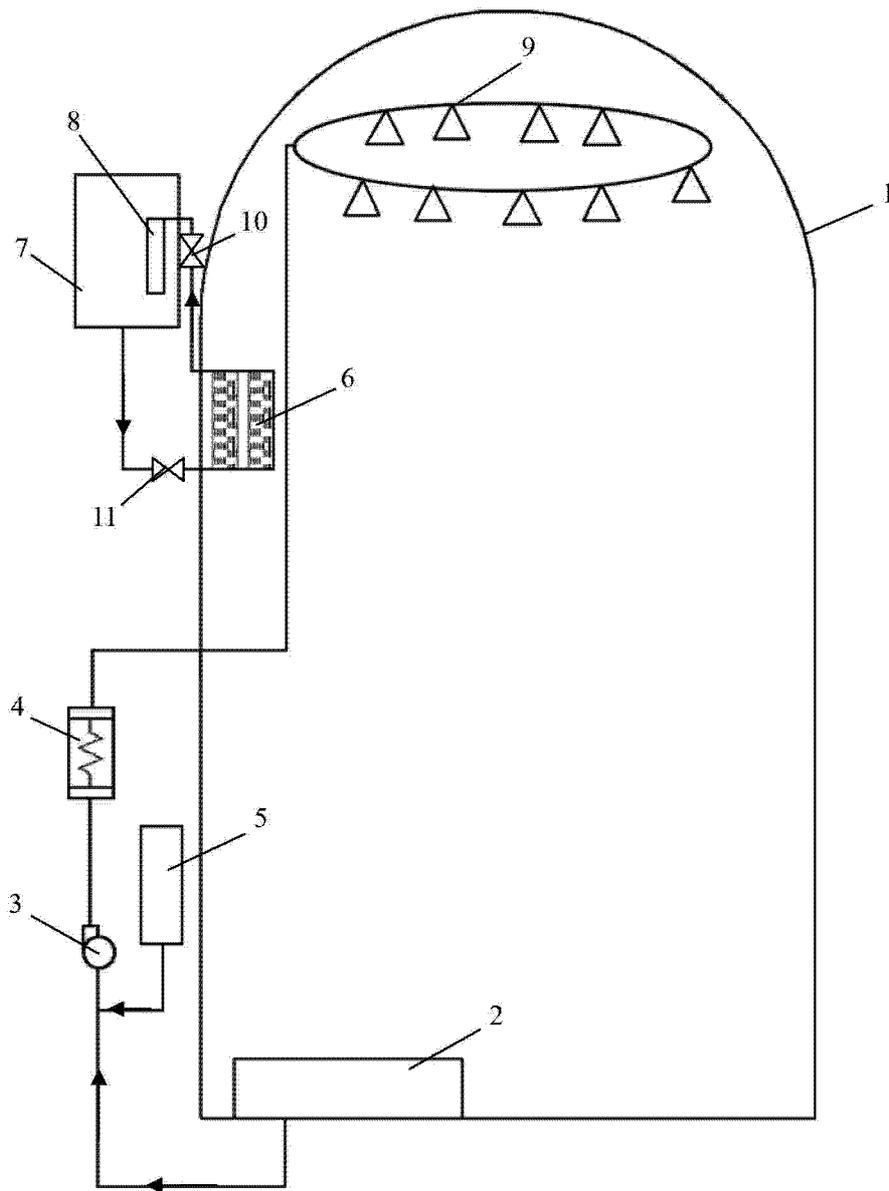


图 2