

(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202110832 U

(45) 授权公告日 2012. 01. 11

(21) 申请号 201120224674. 1

(22) 申请日 2011. 06. 29

(73) 专利权人 中科华核电技术研究院有限公司
地址 518000 广东省深圳市福田区益田路江
苏大厦 A 座 13 楼整层 A1301-1320
专利权人 中国广东核电集团有限公司

(72) 发明人 卢向晖 蒋晓华 林维青

(74) 专利代理机构 深圳市顺天达专利商标代理
有限公司 44217
代理人 林俭良

(51) Int. Cl.
G21C 15/18(2006. 01)

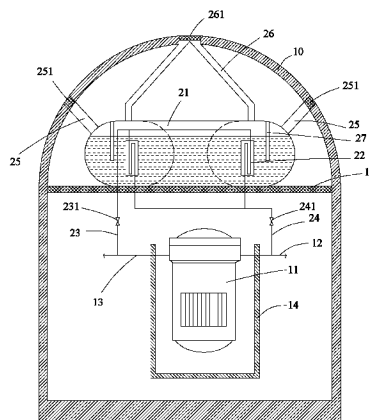
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 4 页

(54) 实用新型名称

一种置顶式压水堆非能动应急余热排出系统

(57) 摘要

本实用新型涉及一种置顶式压水堆非能动应急余热排出系统,包括安全壳、连接有热管段和冷管段的压力容器、设置在安全壳顶部并存储有冷凝水的贮水箱、以及在贮水箱内设置并被冷凝水浸没的至少一个换热器;换热器的管侧入口位置高于换热器的管侧出口;换热器的管侧入口通过进口管道与热管段连接,并且在进口管道上设置进口控制阀门;换热器的管侧出口通过出口管道与冷管段连接,并且在出口管道上设置出口控制阀门。在事故工况下,压力容器内的水或蒸汽通过热管段排出进入换热器内被降温或冷凝,贮水箱内的水被换热器不断加热,依靠贮水箱内水的沸腾将热量传递到大气(最终热阱)中,提高了核电站的可靠性、安全性和经济性。



1. 一种置顶式压水堆非能动应急余热排出系统,包括安全壳、设置在所述安全壳内的压力容器,所述压力容器连接有热管段和冷管段,其特征在于,该系统还包括设置在所述安全壳顶部并存储有冷凝水的贮水箱、以及在所述贮水箱内设置并被所述冷凝水浸没的至少一个换热器;所述换热器的管侧入口位置高于所述换热器的管侧出口;

所述换热器的管侧入口通过进口管道与所述热管段连接,并且在所述进口管道上设置进口控制阀门;

所述换热器的管侧出口通过出口管道与所述冷管段连接,并且在所述出口管道上设置出口控制阀门。

2. 根据权利要求1所述的置顶式压水堆非能动应急余热排出系统,其特征在于,所述贮水箱设有至少一组空气进口和空气出口,所述空气进口连接有进气管道,所述进气管道的进气口设置在所述安全壳的外侧;并且所述进气管道上设有进气控制阀门;

所述空气出口连接有出气管道,所述出气管道的出气口设置在所述安全壳的外侧;并且所述出气管道上设有出气控制阀门。

3. 根据权利要求2所述的置顶式压水堆非能动应急余热排出系统,其特征在于,所述出气管道的出气口的位置高于所述进气管道的进气口的位置。

4. 根据权利要求3所述的置顶式压水堆非能动应急余热排出系统,其特征在于,所述贮水箱内在所述换热器的一侧设有隔板,所述隔板的下端与所述贮水箱的底部之间留有缝隙;所述贮水箱的空气进口和空气出口分别位于所述隔板的两侧。

5. 根据权利要求1-4所述的置顶式压水堆非能动应急余热排出系统,其特征在于,所述换热器包括多个;

所述贮水箱的空气进口为多个,对应分别连接有多个所述进气管道;所述进气管道的进气口分布在所述安全壳的不同位置;

所述贮水箱的空气出口同样为多个,对应连接有多个所述出气管道;所述出气管道的出气口相连通,设置在所述安全壳的顶部。

6. 根据权利要求5所述的置顶式压水堆非能动应急余热排出系统,其特征在于,所述进气控制阀门为安装在所述安全壳位置处的进气爆破阀;

所述出气控制阀门为安装在所述安全壳位置处的出气爆破阀。

7. 根据权利要求5所述的置顶式压水堆非能动应急余热排出系统,其特征在于,所述贮水箱的外侧还设有将所述贮水箱与所述压力容器分隔的隔离板。

一种置顶式压水堆非能动应急余热排出系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及核电站的安全系统,更具体地说,涉及一种用于核电站事故工况下的将压力容器的热量导出的置顶式压水堆非能动应急余热排出系统。

背景技术

[0002] 随着技术的成熟核电站的安全性的不断提高,核电站的建设逐渐的成为国家发展的重要能源保障。

[0003] 目前的核电站中,核反应堆的结构是:在安全壳中形成反应堆堆腔,在堆腔中设置压力容器。压力容器连接有冷管段和热管段,蒸汽发生器连接在热管段和冷管段之间,通过冷管段注入冷却剂,对压力容器(反应堆堆芯)进行常规的冷却,然后通过热管段排出。

[0004] 为了实现压水堆的热量导出功能,通常是利用蒸汽发生器和余热排出功能来实现对压力容器内的热量的导出。现有的热量导出系统由于需要电源的支持,在失去全部电源(厂外电源和应急柴油发电机电源)的状态下,这些热量导出系统就会失效,降低了核电站的安全性。而且,并不是直接对压力容器内的热量进行导出,不利于热量的直接传出。

实用新型内容

[0005] 本实用新型要解决的技术问题在于,提供一种结构简单、可有效实现在事故工况下的对压力容器内的热量直接导出的置顶式压水堆非能动应急余热排出系统。

[0006] 本实用新型解决其技术问题所采用的技术方案是:提供一种置顶式压水堆非能动应急余热排出系统,包括安全壳、设置在所述安全壳内的压力容器,所述压力容器连接有热管段和冷管段,该系统还包括设置在所述安全壳顶部并存储有冷凝水的贮水箱、以及在所述贮水箱内设置并被所述冷凝水浸没的至少一个换热器;所述换热器的管侧入口位置高于所述换热器的管侧出口;

[0007] 所述换热器的管侧入口通过进口管道与所述热管段连接,并且在所述进口管道上设置进口控制阀门;

[0008] 所述换热器的管侧出口通过出口管道与所述冷管段连接,并且在所述出口管道上设置出口控制阀门。

[0009] 在本实用新型的置顶式压水堆非能动应急余热排出系统中,所述贮水箱设有至少一组空气进口和空气出口,所述空气进口连接有进气管道,所述进气管道的进气口设置在所述安全壳的外侧;并且所述进气管道上设有进气控制阀门;

[0010] 所述空气出口连接有出气管道,所述出气管道的出气口设置在所述安全壳的外侧;并且所述出气管道上设有出气控制阀门。

[0011] 在本实用新型的置顶式压水堆非能动应急余热排出系统中,所述出气管道的出气口的位置高于所述进气管道的进气口的位置。

[0012] 在本实用新型的置顶式压水堆非能动应急余热排出系统中,所述贮水箱内在所述换热器的一侧设有隔板,所述隔板的下端与所述贮水箱的底部之间留有缝隙;所述贮水箱

的空气进口和空气出口分别位于所述隔板的两侧。

[0013] 在本实用新型的置顶式压水堆非能动应急余热排出系统中,所述换热器包括多个;

[0014] 所述贮水箱的空气进口为多个,对应分别连接有多个所述进气管道;所述进气管道的进气口分布在所述安全壳的不同位置;

[0015] 所述贮水箱的空气出口同样为多个,对应连接有多个所述出气管道;所述出气管道的出气口相连通,设置在所述安全壳的顶部。

[0016] 在本实用新型的置顶式压水堆非能动应急余热排出系统中,所述进气控制阀门为安装在所述安全壳位置处的进气爆破阀;

[0017] 所述出气控制阀门为安装在所述安全壳位置处的出气爆破阀。

[0018] 在本实用新型的置顶式压水堆非能动应急余热排出系统中,所述贮水箱的外侧还设有将所述贮水箱与所述压力容器分隔的隔离板。

[0019] 实施本实用新型具有以下有益效果:在事故工况下,压力容器内的水或蒸汽通过热管段排出进入换热器内冷凝,贮水箱内的水被换热器不断加热,将蒸汽降温冷凝,然后再注入冷管段,重新注入到压力容器内,将压力容器的热量直接导出。

[0020] 进一步的,贮水箱内的水被不断加热,通过出气管道排出到安全壳外的大气中,依靠贮水箱内的水沸腾将热量传递到大气(最终热阱)中;在贮水箱内的水量持续减少,直至换热器露出水面,此时,利用空气对换热器进行冷却,进而形成有效的空气冷却循环,从而通过蒸汽发生器将压力容器热量导出到安全壳外的最终热阱(大气)中,实现了在事故工况下的核电站压力容器余热排出的功能,提高了核电站的可靠性、安全性和经济性。

附图说明

[0021] 下面将结合附图及实施例对本实用新型作进一步说明,附图中:

[0022] 图 1 是本实用新型的置顶式压水堆非能动应急余热排出系统的一个实施例的示意图;

[0023] 图 2 是本实用新型的置顶式压水堆非能动应急余热排出系统的工作状态模式一的示意图;

[0024] 图 3 是本实用新型的置顶式压水堆非能动应急余热排出系统的工作状态模式二的示意图;

[0025] 图 4 是本实用新型的置顶式压水堆非能动应急余热排出系统的工作状态模式三的示意图。

具体实施方式

[0026] 如图 1 所示,是本实用新型的置顶式压水堆非能动应急余热排出系统的一个实施例,可应用于核电站的事故应急处理。该核电站的核反应堆结构是:在安全壳 10 内形成反应堆堆腔 14,在堆腔中设置压力容器 11。压力容器 11 连接有冷管段 12 和热管段 13;当然,在热管段 13 和冷管段 12 上还分别设有稳压器和主泵等设备。可以理解的,核电站当然具有其他配套设备,在此不作赘述。

[0027] 如图所示,该置顶式压水堆非能动应急余热排出系统包括贮水箱 21 以及换热器

22。在本实施例中,该换热器 22 为两个,可以理解的,换热器 22 的数量可以根据需要设置一个或多个。该换热器 22 的管侧入口位置高于其管侧出口,从而有利于形成自然循环。

[0028] 该换热器 22 的管侧入口通过进口管道 23 与热管段 13 连接,并且在进口管道 23 上设置进口控制阀门 231;换热器 22 的管侧出口通过出口管道 24 与冷管段 12 连接,并且在出口管道 24 上设置出口控制阀门 241。利用该置顶式压水堆非能动应急余热排出系统将压力容器 11 的热量导出到安全壳 10 外的最终热阱(大气)中,实现了在事故工况下的压力容器 11 余热排出的功能。

[0029] 可以理解的,两个换热器 22 的进口管道 23 可以并联连接,同时接入到热管段 13,而出口管道 24 也可以并联连接,同时接入到冷管段 12。当然,也可以采用串联方式连接。

[0030] 在本实施例中,该贮水箱 21 设置在安全壳 10 的顶部,并且可以在安全壳 10 内设置隔离板 15,将贮水箱 21 与压力容器 11 进行实体隔离,防止事故下放射性物质从空气进口、空气出口泄露出去,增加了系统安全性。

[0031] 进一步的,该贮水箱 21 设置有空气进口和空气出口。在本实施例中,空气进口为两个,对应进气管道 25 为两个,分别与空气进口对应连接。当然,空气进口的数量还可以根据需要设置为一个或多个。对应的,进气管道 25 的进气口分布在安全壳 10 的不同位置,接入外界的空气。进气控制阀门 251 采用安装在安全壳 10 上的进气爆破阀,在需要时,打开进气爆破阀即可接入外界空气。

[0032] 该空气出口为两个,对应的出气管道 26 也为两个,分别与空气出口连接,将贮水箱 21 内的蒸汽排出。在本实施例中,出气管道 26 的出气口相连通,并设置在安全壳 10 的顶部,而进气管道 25 的进气口的位置低于出气口的位置,形成烟囱效应,更加有利于蒸汽或热空气的排出。出气控制阀门 261 也可以采用安装在安全壳 10 上的出气爆破阀,在需要时,打开出气爆破阀即可排出贮水箱 21 内的蒸汽或热空气。当然,出气管道 26 的出气口也可以分开设置,贮水箱 21 的空气出口、出气管道 26 的数量也可以根据需要设置为一个或多个。

[0033] 进一步的,为了增加空气对流能力,在贮水箱 21 内设置有隔板 27。该隔板 27 的下端与贮水箱 21 的底部之间留有缝隙,而贮水箱 21 的空气进口和空气出口分别位于该隔板 27 的两侧,从而在贮水箱 21 的水蒸干后,起到空气的导流作用,以增强空气对流能力,提高换热效率。当然,隔板 27 的高度、数量可以根据实际要求进行设计修改。

[0034] 反应堆在正常工况下运行时,系统是不启动的。进气控制阀门 251、出气控制阀门 261 关闭,连接热管段 13 和冷管段 12 的进口控制阀门 231、出口控制阀门 241 也关闭,该应急余热排出系统不影响核电站原有的系统功能。

[0035] 需要该系统启动时,操作员手动启动或者其他信号触发该系统启动。连接热管段 13 和冷管段 12 的进口控制阀门 231、出口控制阀门 241 同时打开,建立自然循环回路。进气控制阀门 251 和出气控制阀门 261 打开,贮水箱 21 跟大气连通。压力容器 11 的热水和/或水蒸气通过进口管道 23 进入换热器 22,由换热器 22 进行冷却,冷却后的水密度变大,往下流到出口管道 24,进入冷管段 12 为热管段 13 的水进入补充,形成自然循环。

[0036] 由于换热器 22 的加热作用,贮水箱 21 里水的温度不断上升,直到沸腾。这个过程会吸收一些热量。水沸腾后将能大量地将热量通过出气管道 26 传到大气,贮水箱 21 里的水会逐渐减少。在水从初始温度被加热到沸腾,再慢慢被蒸干的这段时间里,系统对压力容

器 11 的冷却能力是很强的,正好跟堆芯产生余热较多的初始阶段相匹配。这时换热器 22 的工作状态是模式一,如图 2 所示。

[0037] 随着水箱里的水逐渐变少,换热器 22 换热能力逐渐降低。当液位低于隔板 27 的下端时,空气冷却循环通道形成,外界冷空气从进气管道 25 进入,对换热器 22 进行风冷,换热后的空气经出气管道 26 排出到外界大气,这时水冷和空冷同时进行。空气冷却的形成增加了换热器 22 的冷却能力,同时也充分利用了设备的冷却能力。这时换热器 22 的工作状态是模式二,如图 3 所示。

[0038] 贮水箱 21 里的水被蒸干后,系统进入空气冷却阶段。空气从进气管道 25 进入,冷却换热器 22,冷空气被加热上升,从出气管道 26 排出,冷空气从进气管道 25 持续补充,冷却换热器 22。这时的冷却能力较之前小了,正好与堆芯排出余热变小相匹配,这时换热器 22 的工作状态时模式三,如图 4 所示。

[0039] 本系统至少具有以下优点:

[0040] 1、非能动的余热排出系统,提高了系统的可靠性和安全性。该系统不用动力驱动,依靠自然循环,将热量传递到安全壳 10 外的大气中。固有安全性保证不存在因为驱动机构的失效而影响系统功能的问题,减少了系统失效的概率。提高了核电站的安全性。

[0041] 2、压力容器 11 的热量直接排到安全壳 10 外的最终热阱(大气)中,减少了安全壳 10 内的热量,降低了对安全壳 10 的要求,从而降低了安全壳 10 的建造成本,提高了核电站的经济性。

[0042] 3、系统启动的前一阶段,依靠贮水箱 21 里水的沸腾将热量传到大气(最终热阱),当水被蒸干后,系统依靠空气将热量带走。解决了水箱的水被蒸干后失效的问题。

[0043] 4、空气冷却阶段,空气入口处设置隔板 27,将冷空气导流到换热器 22 的下部。换热器 22 将热量传递到冷空气,冷空气受热温度上升,密度变小往上流动,入口的冷空气往下补充,从而实现空气的流动,有利于热量传出。

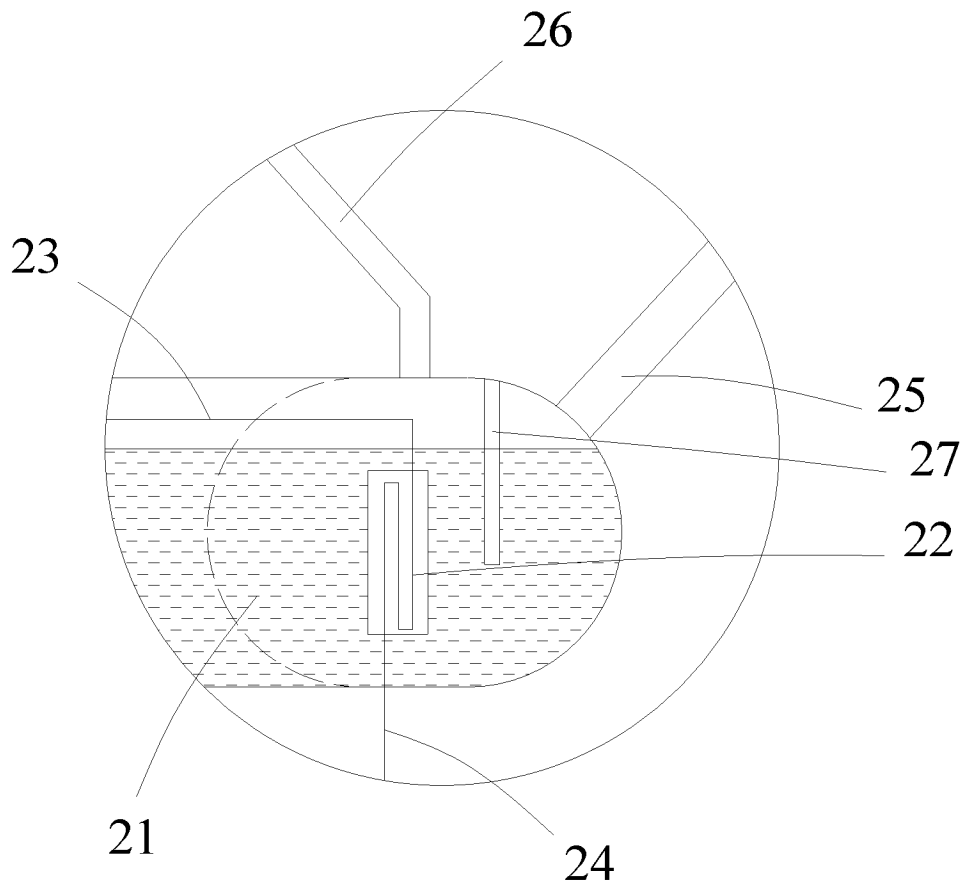


图 2

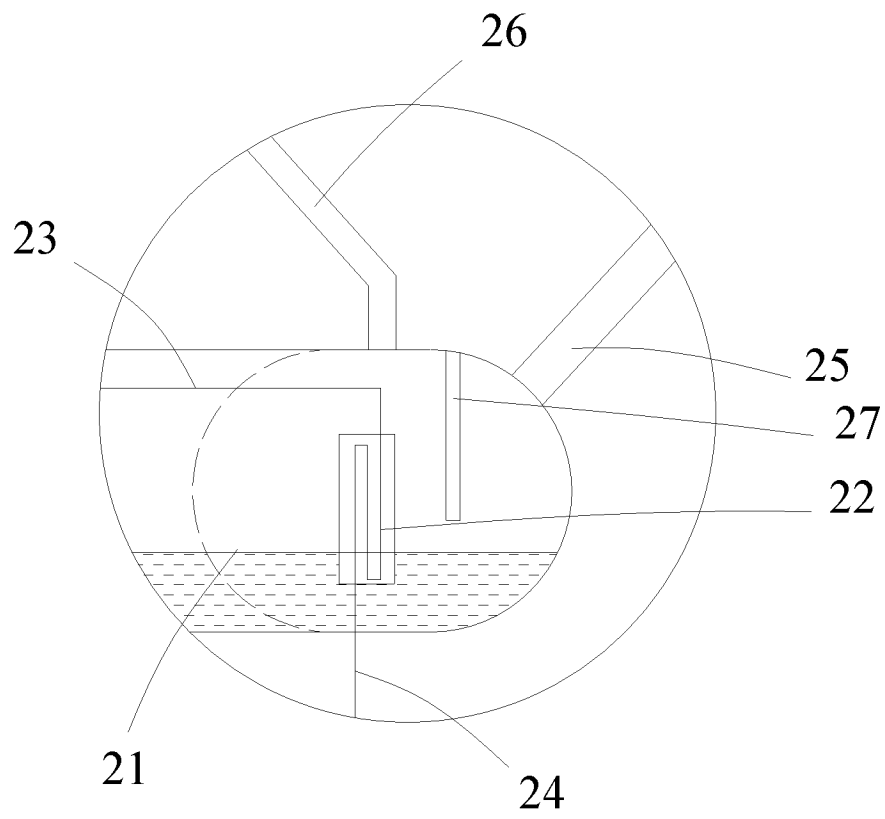


图 3

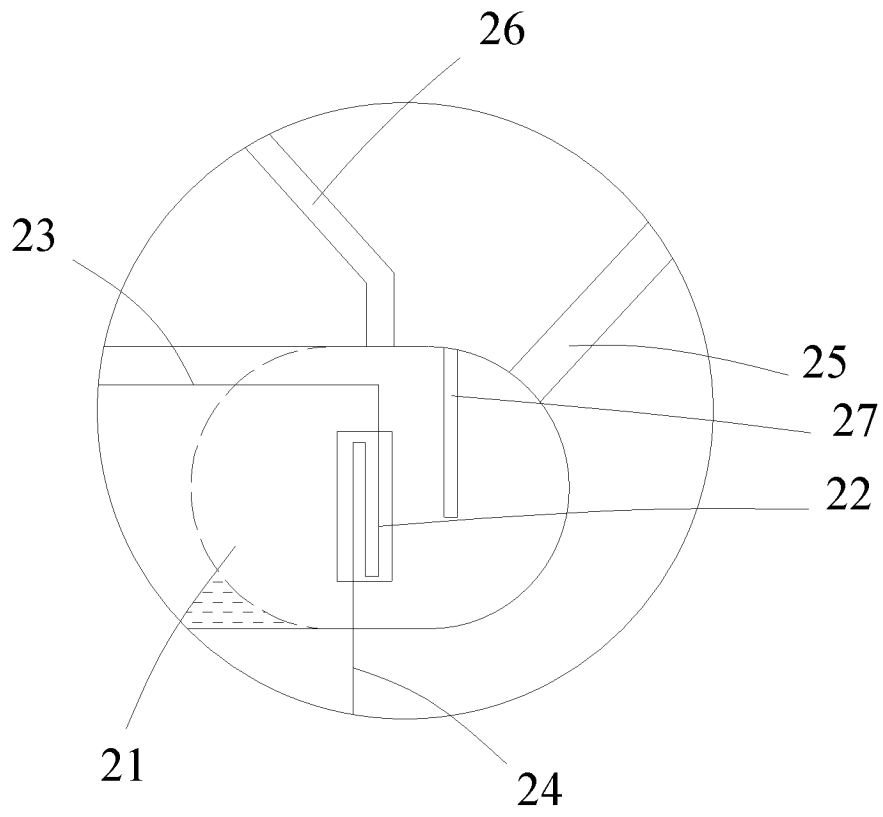


图 4