



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103295654 B

(45)授权公告日 2018.02.16

(21)申请号 201210050421.6

审查员 周桂芳

(22)申请日 2012.02.29

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103295654 A

(43)申请公布日 2013.09.11

(73)专利权人 上海核工程研究设计院

地址 200233 上海市徐汇区上海市虹漕路
29号

(72)发明人 廖亮 林千 申屠军 司胜义

(74)专利代理机构 上海旭诚知识产权代理有限
公司 31220

代理人 郑立

(51)Int.Cl.

G21C 15/12(2006.01)

G21C 15/14(2006.01)

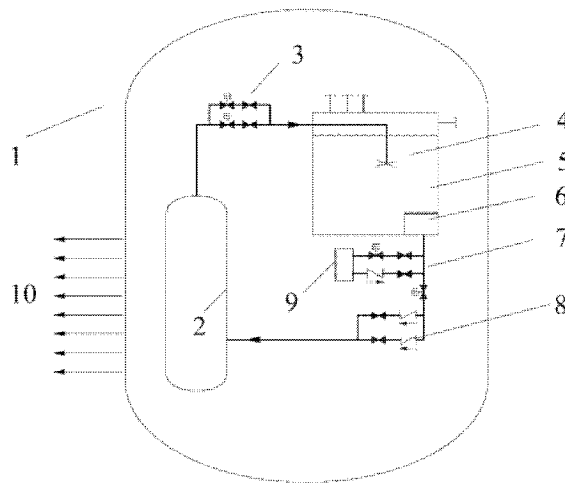
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

核反应堆的非能动安全注射系统

(57)摘要

本发明的目的在于提供一种核反应堆的非能动安全注射系统,不需要传统核电厂的高压、中压安注,系统简单。其设置在反应堆的安全壳内,其中自动降压系统连接在反应堆压力容器和内置冷源之间,内置冷源中装有足量的冷却剂,内置冷源的下部连接安全注射管线,安全注射管线通过阀门连接到反应堆压力容器,内置冷源连接安全注射管线的接口处设置有滤网,内置冷源的标高要高于反应堆压力容器;反应堆压力容器的冷却剂经由自动降压系统喷洒到内置冷源中,内置冷源中的冷却剂在重力作用下经滤网进入安全注射管线,安全注射管线中的冷却剂注入到反应堆压力容器中。



1. 核反应堆的非能动安全注射系统,其特征在于,所述核反应堆的非能动安全注射系统仅包括低压安注系统,设置在反应堆的安全壳内,包括自动降压系统、内置冷源以及安全注射管线,自动降压系统连接在反应堆压力容器和内置冷源之间,内置冷源中装有足量的冷却剂,内置冷源的下部连接安全注射管线,安全注射管线通过阀门连接到反应堆压力容器,内置冷源连接安全注射管线的接口处设置有滤网,内置冷源的标高要高于反应堆压力容器;反应堆压力容器的冷却剂经由自动降压系统喷洒到内置冷源中,内置冷源中的冷却剂在重力作用下经滤网进入安全注射管线,安全注射管线中的冷却剂注入到反应堆压力容器中;安全壳为钢安全壳,其设计压力 $>0.5\text{MPa}$;其自动降压系统包括卸压阀组和喷洒器,卸压阀组包括两组阀门,通过一条管线连接在反应堆压力容器和喷洒器之间。

2. 如权利要求1所述的核反应堆的非能动安全注射系统,其特征在于,还包括设置在安全壳内的再循环收集地坑及再循环滤网,再循环滤网通过阀门连接到安全注射管线中,再循环收集地坑内的冷却剂经再循环滤网进入到安全注射管线中,再进入到反应堆压力容器中。

3. 如权利要求1所述的核反应堆的非能动安全注射系统,其特征在于,其自动降压系统包括自动触发卸压阀组打开的信号采集装置。

4. 如权利要求1所述的核反应堆的非能动安全注射系统,其特征在于,内置冷源与安全壳的大气相连通。

5. 如权利要求3所述的核反应堆的非能动安全注射系统,其特征在于,自动降压系统的卸压阀组为电磁阀、爆破阀、止回阀的组合。

6. 如权利要求1所述的核反应堆的非能动安全注射系统,其特征在于,安全注射管线中的阀门为电磁阀、爆破阀、止回阀的组合。

7. 如权利要求1所述的核反应堆的非能动安全注射系统,其特征在于,喷洒器浸没在内置冷源中。

8. 如权利要求1所述的核反应堆的非能动安全注射系统,其特征在于,所述安全壳外设有外部冷却系统,以带走安全壳的热量至最终热阱。

核反应堆的非能动安全注射系统

技术领域

[0001] 本发明涉及核电站安全保护系统,尤其涉及核反应堆的冷却剂安全注射系统。

背景技术

[0002] 安全注射系统,是反应堆安全保护的一个重要措施。以压水堆为例,在发生丧失冷却剂事故后,反应堆内的冷却剂流失,并且反应堆的衰变热持续将反应堆内的冷却剂蒸发,从而可能使反应堆的堆芯裸露于冷却剂外,得不到足够的冷却,造成堆芯损伤甚至熔化,放射性泄漏。安全注射系统能够及时为反应堆的堆芯补充冷却剂,使其不裸露,从而阻止堆芯损伤的后果发生。

[0003] 中国发明专利申请(申请号200910108230.9、公开号CN101847451A)公开一种安全注入系统,涉及一种安全注入系统,包括高压安注泵、低压安注泵和安注箱,还包括用于容纳安注水的换料水箱。有益效果在于,减少了系统交叉管道,实现连续运行。但该安全注入系统复杂,包括高压安注、低压安注和安注箱(中压安注),系统失效的概率必然增加;另外,该系统为泵驱动,在丧失电源的情况下,不能执行应有的功能。

[0004] 中国实用新型专利(申请号201020211920.5、公告号CN201698775U)公开用于核反应堆压力容器的直接安注系统,涉及一种用于核反应堆压力容器的直接安注系统,该系统包括安注冷源、安注管道、以及在所述安注管道上设置的安注控制阀门;在发生设计基准事故或者严重事故或其他特殊情况下,可以通过安注管道直接将安注冷源中的冷媒注入到压力容器中。该系统没有安注驱动泵,在反应堆发生事故工况下,压力容器内的压力很高(比如15MPa),而压力容器外部通常为常压(约0.1MPa),无法保证安注冷源内的水顺利注入压力容器。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种核反应堆的非能动安全注射系统,不需要传统核电厂的高压、中压安注,系统简单。

[0006] 为实现所述目的核反应堆的非能动安全注射系统,其特点是,设置在反应堆的安全壳内,包括自动降压系统、内置冷源以及安全注射管线,自动降压系统连接在反应堆压力容器和内置冷源之间,内置冷源中装有足量的冷却剂,内置冷源的下部连接安全注射管线,安全注射管线通过阀门连接到反应堆压力容器,内置冷源连接安全注射管线的接口处设置有滤网,内置冷源的标高要高于反应堆压力容器;反应堆压力容器的冷却剂经由自动降压系统喷洒到内置冷源中,内置冷源中的冷却剂在重力作用下经滤网进入安全注射管线,安全注射管线中的冷却剂注入到反应堆压力容器中。

[0007] 所述的核反应堆的非能动安全注射系统,其进一步的特点是,安全壳为钢安全壳,其设计压力 $>0.5\text{MPa}$ 。

[0008] 所述的核反应堆的非能动安全注射系统,其进一步的特点是,还包括设置在安全壳内的再循环收集地坑及再循环滤网,再循环滤网通过阀门连接到安全注射管线中,再循

环收集地坑内的冷却剂经再循环滤网进入到安全注射管线中,再进入到反应堆压力容器

[0009] 所述的核反应堆的非能动安全注射系统,其进一步的特点是,其自动降压系统包括卸压阀组和喷洒器,以及自动触发卸压阀组打开的信号采集装置。

[0010] 所述的核反应堆的非能动安全注射系统,其进一步的特点是,内置冷源与安全壳的大气相连通。

[0011] 所述的核反应堆的非能动安全注射系统,其进一步的特点是,自动降压系统的卸压阀组为电磁阀、爆破阀、止回阀的组合。

[0012] 所述的核反应堆的非能动安全注射系统,其进一步的特点是,安全注射管线中的阀门为电磁阀、爆破阀、止回阀的组合。

[0013] 所述的核反应堆的非能动安全注射系统,其进一步的特点是,喷洒器浸没在内置冷源中。

[0014] 所述的核反应堆的非能动安全注射系统,其进一步的特点是,所述安全壳外设有外部冷却系统,以带走安全壳的热量至最终热阱。

[0015] 本发明的有益效果为:

[0016] 利用安全壳承压能力较高的特点,通过自动降压系统降低压力容器内部压力,在安全壳超过设计压力之前,压力容器和安全壳内就能够达到压力平衡,使内置冷源的冷却剂能够依靠重力驱动注入压力容器;

[0017] 不需要传统核电厂的高压、中压安注,系统简单;

[0018] 采用非能动技术驱动冷却剂注入压力容器,不依赖外电源;

[0019] 具有良好的可行性和可靠性。

附图说明

[0020] 图1是核反应堆的非能动安全注射系统的结构框图。

具体实施方式

[0021] 如图1所示的实施例以压水堆发生丧失冷却剂事故为例,对本发明的非能动安全注射系统作进一步说明。

[0022] 非能动安全注射系统设置在反应堆的安全壳1内,包括卸压阀组3、喷洒器4、内置冷源5以及安全注射管线7。包括卸压阀组3和喷洒器4构成自动降压系统,自动降压系统还可以包括自动触发卸压阀组打开的信号采集装置以及其他装置。卸压阀组3连接在反应堆压力容器2和喷洒器4之间,喷洒器4浸没在内置冷源5中,内置冷源5中装有足量的冷却剂。内置冷源5的下部连接安全注射管线7,安全注射管线7连接到反应堆压力容器2。内置冷源5连接安全注射管线7的接口处设置有滤网6,且安全注射管线7中还设置有再循环滤网9。另外,前述连接由相关管线和阀门实现,数条管线(例如两条)从反应堆压力容器中引出,通过一系列阀门并联和/或串联的组合(例如电磁阀与止回阀的组合,或者爆破阀与止回阀的组合)。安全壳1是承压容器,可以承受比传统安全壳更高的压力(比如设计压力1.5MPa);安全壳包容系统内除安全壳外部冷却系统外其他的设施。

[0023] 内置冷源5的位高要高于反应堆压力容器2。

[0024] 当反应堆发生丧失冷却剂事故,既破口事故后,反应堆压力容器2内的冷却剂通过破口喷放至安全壳1内部,反应堆压力容器2内的液位降低、压力降低,安全壳1内的压力升高。

[0025] 当反应堆压力容器2内的液位降到一定程度时,触发卸压阀组3的开启信号,卸压阀组3的开启信号的触发(即阀门开启)不依赖于外部电源(例如依赖于压力),反应堆压力容器2通过卸压阀组3帮助降低压力,反应堆压力容器2的气态(可能有部分液态)冷却剂通过卸压阀组3的阀门和管线由喷洒器4喷洒至内置冷源5中。

[0026] 当反应堆压力容器2内的压力和安全壳1内部的压力达到基本平衡时(比如1.5MPa),内置冷源5中的冷却剂由于存在重力的驱动,将经过滤网6进入安全注射管线7,并通过安全注射管线7注入到反应堆压力容器2内,为反应堆堆芯补充冷却剂。安全注射管线7上的阀门8此时已经由一定信号开启(比如反应堆压力容器某个低液位),在安全注射过程中,不依赖于外部电源的驱动。

[0027] 随着喷放的继续,安全壳1内的压力和温度升高,安全壳1设有外部冷却设施(比如外部喷淋、池式浸没、热管导热等方式)10,对安全壳1进行冷却,带走安全壳1内的热量至最终热阱,为安全壳1降温降压。

[0028] 随着安全注射的进行,内置冷源5中的冷却剂越来越少,而反应堆压力容器2内的冷却剂被堆芯加热成为气态喷放到安全壳1内,由于安全壳1的外部冷却,这些气态的冷却剂又被冷凝成液态,并通过再循环滤网9,再次进入安全注射管线7,注入到反应堆压力容器2内,从而形成循环,实现完全非能动,保证反应堆堆芯长时期的冷却,只要反应堆压力容器2的初始冷却剂装量足够,反应堆堆芯能够保持始终不裸露,从而确保不会发生堆芯损伤。

[0029] 图1所示的实施例能够在不依赖外电源的情况下,通过简单的设备和系统,成功对反应堆压力容器进行安全注射和补充冷却剂,保证反应堆堆芯的安全,具有良好的可行性和可靠性。然而前述各部件的连接仅为本发明的示例性说明并非限制性说明,也可以是其他连接方式。

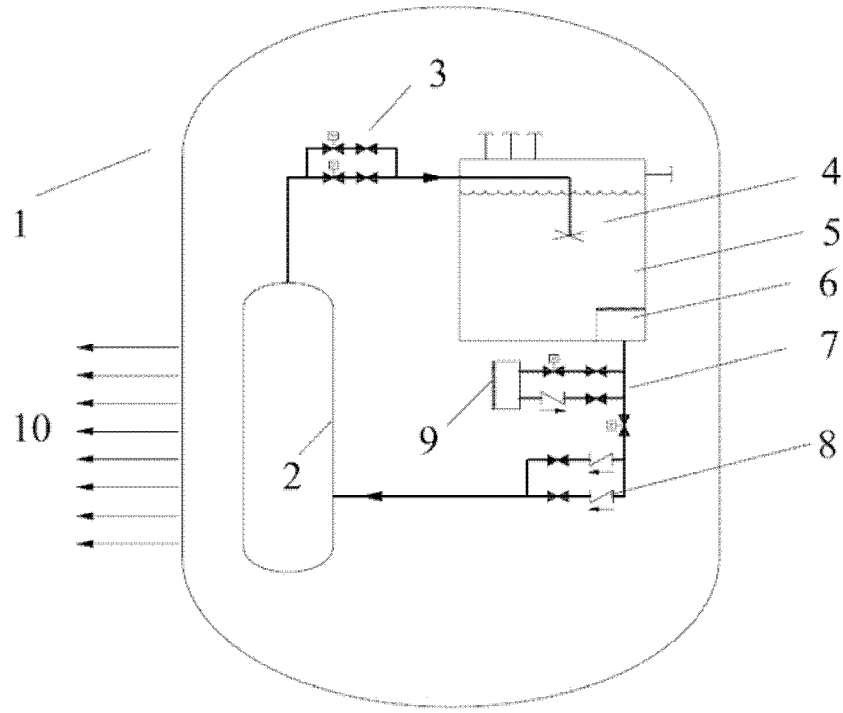


图1