

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁶

G21C 9/02

[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 93107437.1

[45]授权公告日 1999 年 1 月 6 日

[11]授权公告号 CN 1041569C

[22]申请日 93.6.23 [24]颁证日 98.10.17

[21]申请号 93107437.1

[30]优先权

[32]92.6.24 [33]US [31]07/903,683

[73]专利权人 西屋电气公司

地址 美国宾夕法尼亚州

[72]发明人 丹尼尔·J·麦克德莫特

肯尼斯·J·施拉德

特里·L·舒茨

审查员 何越峰

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事
务所

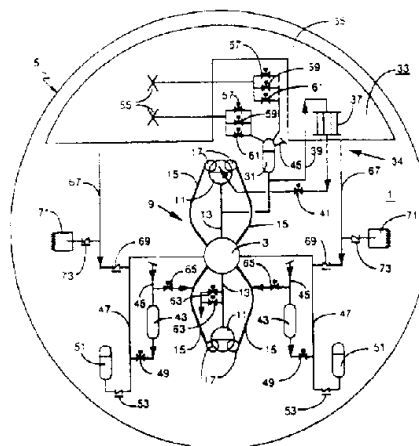
代理人 王礼华

权利要求书 4 页 说明书 11 页 附图页数 2 页

[54]发明名称 缓解压水堆中蒸汽发生器管破裂事故的装置和方法

[57]摘要

响应蒸汽发生器(11)中一补给水的高水位使反应堆冷却剂转向通过浸于设在安全壳内换料储罐(35)中的一个无源散热系统的热交换器(37)内,由此来降低主回路内的压力,以缓解在压水堆(1)中蒸汽发生器管(21)的破裂所造成的各种后果。同样响应蒸汽发生器的高水位,使冷却剂在反应堆冷却剂系统增压器(31)的压力下从堆芯补给罐(43)中引入主回路,从而保持反应堆冷却剂总量不变。蒸汽发生器的高水位也可用来隔离此启动进料水系统(81)和化合物与体积控制系统(85),以防止水漫入蒸汽集管(27)。



权 利 要 求 书

1. 一种压水堆 (1)，它包括有一设在一反应堆容器 (3) 之内的反应堆堆芯 (7)；一台蒸汽发生器 (11)，它有许多热传输管 (21)；一个反应堆冷却剂系统 (9)，它使反应堆冷却剂在一主回路中的压力下，通过上述反应堆堆芯 (7) 和蒸汽发生器 (11) 的热传输管 (21) 而循环流通；一台增压器 (31)，它可维持着上述主回路中反应堆冷却剂的压力；一台涡轮发电机；一种补给水供应系统 (81)，它供应补给水于上述蒸汽发生器 (11)，此补给水覆盖上述热传输管 (21) 并被转变为蒸汽，而蒸汽则通过在蒸汽发生器 (11) 顶部附近的蒸汽管 (27) 循环到次级回路中的上述涡轮发电机中；蒸汽发生器的若干水位指示装置 (75)，用来测量上述蒸汽发生器 (11) 中补给水的水位；以及安全系统 (33)，用来保持上述反应堆堆芯冷却并包括一个无源散热系统 (34)，此无源散热系统 (34) 还包含一个冷冷却剂储罐 (35)，一个浸没于上述冷冷却剂储罐 (35) 内的热交换器 (37) 以及带有第一阀门装置 (41) 的第一管系，当此阀门装置被打开时，即将上述主回路中的反应堆冷却剂转向通过上述热交换器 (37) 来散除余热，其特征在于：此种压水堆有一个包括逻辑单元 (77) 在内的蒸汽发生器热传输管破裂事故缓解装置 (76)，当利用上述蒸汽发生器补给水水位指示装置 (75) 测到上述蒸汽发生器 (11) 内一选定的补给水的高水位时，此逻辑单元 (77) 能对此作出反应，打开上述第一阀门装置

(41) .

2. 如权利要求 1 所述的压水堆 (1) , 其特征在于: 上述安全系统 (33) 还包括着由上述增压器 (31) 增压的装有冷冷却剂的堆芯补给罐装置 (43) , 以及把上述堆芯补给罐装置 (43) 与主回路连接的第二阀门装置 (49) ; 所述缓解装置 (76) 所包括的逻辑单元 (77) , 能对上述蒸汽发生器 (11) 的补给水所选定的高水位作出反应而打开上述第二阀门装置 (49) , 并可在需要时把冷冷却剂引入主回路。

3. 如权利要求 2 所述的压水堆 (1) , 其特征在于: 上述补给水供应系统包括一个起动补给水供应系统 (81) 和将此补给水供应系统 (81) 与上述蒸汽发生器 (11) 相连接的第三阀门装置 (79) ; 上述缓解装置 (76) 包括的逻辑单元 (77) 能对由上述蒸汽发生器水位指示装置 (75) 所测出的选定供给水高水位作出反应, 并当上述供给水水位高于选定水位时, 关闭第三阀门装置 (79) 。

4. 如权利要求 2 所述的压水堆 (1) , 其特征在于: 上述安全系统包括一化学与体积控制系统 (85) , 此系统 (85) 有在压力下供应附加冷却剂的抽送泵装置, 以及第四阀门装置 (83) , 当此阀门装置打开时, 上述附加冷却剂在压力下可通过它而进入前述主回路; 上述缓解装置 (76) 包括能对上述蒸汽发生器水位指示装置 (75) 作出反应的逻辑单元 (77) , 后者蒸汽发生器水位高于所选定的水位时, 即关闭上述第四阀门装置 (83) 。

5. 如权利要求 4 所述的压水堆 (1) , 其特征在于: 上述补给水供应装置包括起动补给水供应系统 (81) 和连接此补给水供

应系统（81）与蒸汽发生器（11）的第三阀门装置（79）；上述缓解装置（76）包括的逻辑单元（77），它能随上述蒸汽发生器水位指示器装置（75）测量前述所选定的供给水的高水位时作出反应，而当上述进料水水位高于所选定的水位时，即关闭上述第三阀门装置（79）。

6. 如权利要求1所述的压水堆（1），其特征在于：上述补给水供应装置包括起动补给水供应系统（81）和连接此补给水供应系统（81）到前述蒸汽发生器（11）上的第三阀门装置（79）；上述缓解装置（76）包括能在上述蒸汽发生器水位指示器装置（75）测定所选定的供给水的高水位时作出反应的逻辑单元（77），当上述进料水水位高于所选定的水位时，它即关闭上述第三阀门装置（79）。

7. 如权利要求1所述的压水堆（1），其特征在于：所说安全系统包括一个能在压力下为主回路供应附加冷却剂的化学与体积控制系统（85）以及第四阀门装置（83），当此阀门打开时，通过它可在压力下将附加冷却剂送入主回路；上述缓解装置（76）包括能对上述蒸汽发生器水位指示装置（75）作出反应的逻辑单元（77），当上述蒸汽发生器水位高于所选定的水位时，它即关闭第四阀门装置（83）。

8. 一种缓解压水堆（1）内蒸汽发生器管道（21）泄漏事故的方法，该压水堆有一设在一反应堆容器（3）内的堆芯（7）；一台具有多根热传输管（21）的蒸汽发生器（11）；一个反应堆冷却剂系统（9），它使反应堆冷却剂在一主回路中的压力下，通过上述反应堆堆芯（7）和上述热传输管（21）而循环流动；

一台增压器 (31)，它可维持着主回路中的压力；一台涡轮发电机；一种补给水供应系统 (81)，它供应补给水于上述蒸汽发生器 (11)，此补给水覆盖上述热传输管 (21) 并被转变为蒸汽，而蒸汽则通过在蒸汽发生器 (11) 顶部附近的蒸汽管线 (27)，循环到次级回路中的上述涡轮发电机中；蒸汽发生器的若干水位指示装置 (75)，用来测量在上述蒸汽发生器 (11) 中补给水的水位，上述方法包括当降低上述回路中的压强的同时继续冷却上述反应堆堆芯 (7)，其特征在于此方法包括以下各步骤：监测上述蒸汽发生器供给水水位；并且上述水位高于一预先选定的高水位时，令反应堆冷却剂转移至一个浸没于冷水罐 (35) 中的热交换器 (37)，以将反应堆冷却剂压力至少降至上述次级回路中的蒸汽压力。

9. 如权利要求 8 所述的方法，其特征在于：上述压水堆 (1) 包括一个化学与体积控制系统 (85)，它在压力下供应补给反应堆冷却剂于主回路；它包括有下面的步骤：能响应上述选定的高补给水水位的显示值而将所述化学与体积控制系统 (85) 与主回路隔开。

10. 如权利要求 8 所述的方法，其特征在于：上述压水堆 (1) 包括一个化学与体积控制系统 (85)，它在压力下将反应堆冷却剂引入主回路以保持主回路压力；上述补给水供应系统 (81) 包括一个起动进料水系统；它包括有下述步骤：将化学与体积控制系统 (85) 与主回路隔开，中止补给水从上述起动补给水系统流出以及将冷冷却剂在主回路中现有的压力下引入主回路。

说明书

缓解压水堆中蒸汽发生器管破裂事故的装置和方法

本发明涉及压水堆，更具体地说，涉及缓解压水堆中蒸汽发生器管破裂的装置和方法。

在一压水堆（PWR）核电厂中，反应堆轻水式冷却剂通过堆芯循环而反应堆堆芯则因构成此堆芯的燃料组件中燃料的受控裂变被加热。此加热了的冷却剂在主回路的安全壳内环流，经过一热管段通向蒸汽发生器，在该处冷却剂通过热交换管，然后通过冷管段回到堆芯。覆盖于蒸汽发生器内热交换管上的供给水转变为蒸汽，在次级回路中流至安全壳外的一台利用这些蒸汽发电的涡轮发电机。

要是在此蒸汽发生器中成千上万的热交换管中有一个出现了泄漏，一次冷却剂就会漏入到蒸汽发生器副侧的供给水中，这就会损坏主、次级回路中的阻挡层，并且还有若干不利后果。首先，它导致反应堆冷却系统内冷却剂的损失。PWR 包括一台加压器，它是一个内装有反应堆冷却剂同时装有保持主回路压力的汽头的罐。对于蒸汽发生器管的微小破裂而言，此加压器能在一段时间内保持主回路中的压力。

通常，PWR 还有一化学与体积控制系统，该系统能控制反应堆冷却剂内减速剂的浓度和提供补充的冷却剂。在蒸汽发生器管出现中等程度破裂事故中，此化学与体积控制系统能够补充损失的反应堆冷却剂。然而，此系统是在压力下对主回路添加冷却剂的，这样，冷却剂会由于这种破裂而继续损失。

PWR 还有安全注入系统，它当压力降至预定水平以下时即把冷却剂注入反应堆中。压水堆还有一个用来换料的换料水供应罐，它在严重的冷却剂损失事故（LOCA）中也可用来向反应堆堆芯注水。

破裂的蒸汽发生器管的另一不利影响就是会把蒸汽发生器的副侧淹没。控制蒸汽发生器中供给水水位的自动控制装置则能在一次冷却剂进入蒸汽发生器副侧这一事故中中止供给水的流动。然而，即使供给水停止流动，如果泄漏足够严重，一次冷却剂也能完全淹没此蒸汽发生器的副侧而且会溢流进入蒸汽管线。这就会通过设置在次级回路中的减压阀导致辐射泄漏。

当前，在蒸汽发生器管破裂事故中，要求核电厂的操作人员去做大量工作。首先他们必须确认事件是否已经发生。为此可以通过观察此工厂中的两或多个蒸汽发生器之间的相对水位来完成此项工作。供给水位上升得比别处快的蒸汽发生器乃是有故障的装置。同样，此蒸汽发生器中各排放管的辐射强度也有助于鉴别相应情况。操作人员必须关闭此蒸汽发生器的主蒸汽管线隔离阀把有故障的蒸汽

发生顺隔离。然后,利用无损伤的蒸汽发生器,通过减低蒸汽侧压使反应堆冷却下来。操作人员或者降低能将蒸汽排至一冷凝器的蒸汽旁路控制器的压力设定值,或者降低蒸汽发生器动力操纵的排汽阀的设定值。一旦反应堆充分冷却下来(大约 28°C 或 54°F),就能将反应堆压力降至与该隔开的有故障的蒸汽发生器的压力相等,此蒸汽发生器也就将能停止泄漏。通常,可由操作人员打开增压器喷淋阀来冷凝此增压器中的一些蒸汽,由此使压力降低。

前述安全注入系统的正常反应是在假定有事故发生时,提供较高的压力注入。然而,一旦反应堆压力降至有故障的蒸汽发生器的压力值(一般约为75大气压,1,000磅/平方英寸)时,那些高压安全注入泵便将自动地增大其注入量而势必再行增加反应堆的压力。为了避免这种将重新使蒸汽发生器管泄漏的压力再度升高,就必须关闭安全注入泵。这要求操作人员仔细地检查反应堆的工作状况以确保可靠地关闭了高压注入泵。

上述工序是相应于单个蒸汽发生器管的破裂而设计的。当前,管理人员重视了核电厂作业中蒸汽发生器有多个(3—7个)管道破裂的情形。在现行的核电厂中,由于有可能需要操作人员作出非常快的反应,所以上述这类事故或会导致有故障的蒸汽发生器发生过量充填现象。

近来,为PWR用的无源安全系统正在研制之中。这种无源安全系统不依赖一类的有源部件泵,也不需要操作人员操作。转让给本发

明代理人的美国专利 4,753,771 号就是针对关于 PWR 用的无源安全系统的。这种系统是一种无源散热系统,它应用一种浸在换料水供应罐中的冷冷却剂中的热交换器("PRHR HX"),且连接在主回路的热管段与冷管段之间。用一扇通常是关闭着的阀来防止正常条件下有冷却剂流过此热交换器。当反应堆冷却剂温度达到预定值时,例如当蒸汽发生器未能足够散热时所发生的情形,上述阀将被打开,同时反应堆冷却剂则利用热对流而循环,通过热交换器以从此冷却剂中消除余热。当此 SG(蒸汽发生器)水位下降至一预定水位时,PRHRHX 可以交替地开动。

在专利 4,753,771 号中所描写的另一种无源安全系统是一种堆芯补给罐。它盛有反应堆冷冷却剂,同时通过一增压器中的蒸汽管线供应蒸汽对此补给罐加压。有一扇通常是关闭着的阀门将此堆芯补给罐与主回路隔开。如果增压器中的液体水位下降到低于一预定的水位时,此阀即打开以把堆芯补给罐与主回路系统接通。堆芯补给罐相对于增压器,安装成得以在此前述条件下,使堆芯补给罐的液面水位足以促使堆芯补给罐可向主回路补充冷却剂。这样就能在蒸汽发生器的管道破裂事故中对反应堆冷却剂的少量损失作出补偿;不过,除非增压器水位业已降至预定位置,此系统是不会作出反应的。

这就需要一种改进的装置和方法能对蒸汽发生器管道破裂作出反应,以便迅速地中止泄漏同时保证反应堆的正常连续冷却,特别是需要一种利用无源安全系统而又不需要操作人员干预的装置和方

法。

本发明能满足上述的以及其它方面的需要,它是针对一种压水堆,其中,蒸汽发生器的管道破裂可借助于监测蒸汽发生器的水位来发现,从而得到减轻其影响。当蒸汽发生器水位达到一预选的高水位时,即可起动一无源散热系统来降低主回路中的压力从而中止泄漏。与此同时,打开堆芯补给罐的隔离阀以保持反应堆冷却剂的总量。这不会导致主回路中再度增压,因为堆芯补给罐压力是随从于增压器所控制的主回路中的压力。本发明还包括隔离开化合物和容积控制系统,使之能降低主回路压力,同时也能隔离开不安全的起动补给水系统以避免水溢进蒸汽管线。

更具体地说,本发明的目的是针对一种压水堆,此压水堆包括有:设在反应堆容器之内的堆芯;一台蒸汽发生器,它有许多热传输管;一个反应堆冷却系统,其中反应堆冷却剂在一主回路中的压力下通过反应堆堆芯和蒸汽发生器的热传输管而循环流动;一台增压器,它可在主回路中保持反应堆冷却剂压力;一台涡轮发电机;一种补给水供应系统,它将补给水供应于蒸汽发生器,补给水复盖着热传输管并被转换为蒸汽,蒸汽继而通过蒸汽发生器顶部附近的蒸汽管线循环到次级回路中的涡轮发电机;蒸汽发生器的若干个水位指示器,用来测量蒸汽发生器中补给水的水位;以及安全系统,用来保持着反应堆堆芯的冷却并包含一个无源散热系统,此散热系统则有一冷却剂存储罐,一个浸没于此冷冷却剂存储罐内的热交换器以及带有第

一阀门装置的第一管系,当此阀门装置打开时,即把主回路中的反应堆冷却剂转向通过热交换管来散除余热,在这方面所作的改进是包括有蒸汽发生器热传输管破裂事故的缓解装置,此缓解装置包括一个对蒸汽发生器中补给水的已选定的高水位能作出反应的装置。当利用蒸汽发生器补给水位指示装置测定出该高水位时,此反应装置可打开第一阀门装置。此补给水的高水位信号也被用来把堆芯补给罐与反应堆冷却剂系统连通以保持冷却剂总量同时允许用无源散热系统来降低压力;还被用来隔开启动补给水供应系统和化合物与体积控制系统。

下面结合附图,对最佳实施例作说明,其会对本发明获得全面的了解,在附图中:

图 1 是体现本发明的一种压水堆的示意性平面图。

图 2 是示意图,阐明在本发明用于图 1 所示的压水堆时的逻辑图。

参考图 1 和图 2,应用了本发明的压水堆 PWR1 包括有一反应堆容器 3,支承于安全壳 5 之内。反应堆堆芯 7 则支承于容器 3 之内并由一个反应堆冷却剂系统 (RCS) 9 来冷却。此 RCS9,或主回路包括有一对蒸汽发生器 11,每一个通过热管段 13 与反应堆容器 3 相连,还包括有一对冷管段 15。反应堆冷却剂泵 17 使反应堆轻水式冷却剂通过堆芯 7、热管段 13 到蒸汽发生器 11,再经冷管段 15 而循环回反应堆容器 3。

热冷却剂由热段 13 进入一在蒸汽发生器 11 底部的一个槽头内的入口箱 19, 通过 U 形热传输管 21 再进入此槽头的出口箱 23, 并从该处利用反应堆冷却剂泵 17 通过冷段 15 将其抽送回反应堆容器 3。有一个标准的补给水系统(未画出)将补给水 25 送到此蒸汽发生器 11 的副侧, 达到能正常复盖热传输器管 21 的水位。热冷却剂流过管 21, 将补给水 25 转变为蒸汽, 再让蒸汽通过一在蒸汽发生器 11 顶部的蒸汽集管 27 而送到次级回路中的涡轮发电机(未画出)。此蒸汽集管 27 内有一个减压阀 29 将蒸汽排放到大气中, 以防次级回路中过度增压。

回到图 1, 有一增压器 31 控制主回路中的压力。

给 PWR1 装备上一台用于 RCS(反应堆冷却剂系统)的无源安全系统 33。此无源安全系统 33 包括一无源散热系统 34, 它利用在安全壳内的密封换料水储罐 (IRWST) 35。IRWST 35 盛有通常在换料时所用的大量的冷冷却剂。此无源散热系统 34 包括一个浸没于 IRWST 中的冷却剂内的热交换器 37。热交换器 37 通过第一管系 39 与第一阀门 41 连通, 用以让一次冷却剂从热管段 13 通过热交换器 37 转向而进入在蒸汽发生器低端的槽头出口箱 23 和冷段 15, 在此附近绕过蒸汽发生器的热传输管 21。此无源冷却系统 35 在美国专利 4,753,771 号中有详细的描述, 在此, 作为参考已将该专利综合于本申请中。热交换器 37 与热、冷管段 13 和 15 是这样装配的: 即使不开动反应堆冷却剂泵 17, 当阀门 41 被打开时, 在主回路中的热冷却

剂也能借助热对流通通过无源热交换器 37。

无源安全系统 33 还包括若干堆芯补给罐 43。这些罐 43 盛有反应堆冷却剂,并利用增压器 31 顶部的蒸汽通过管线 45(为清楚起见,部分地表出)而增压。堆芯补给罐 43,则通过第二管系 47 和第二阀门 49,利用增压器 31,在此压力设定值下将补给冷却剂供应到主回路。

无源安全系统 33 还包括蓄液器 51,它以相对低的压力,通过单向阀 53 和管系 47 向主回路供应附加的反应堆冷却剂。

此无源安全系统 33 的另一个子系统是自动减压系统 55,此子系统包括一个位于 IRWST35 中的淋水器 55 以及三组阀门 57、59 和 61,它们依次打开以从增压器 31 中排放蒸汽来减少 RCS 的压力。通过连向热管段 13 的一条线路内的阀门 63 可进行第四阶段的减压,把 RCS9 中的压力通过与热管段 13 相连的管线中的阀门 63 降到安全壳内的环境压力。

无源安全系统 33 有效地保持反应堆堆芯 7 的冷却。无源散热系统 34 由增压器 31 中的一个低水位来起动以打开阀门 41,同时通过无源热交换器 37 使反应堆冷却剂转向。这就降低了冷却剂的温度,继而将降低压力。阀门 41 也同样由蒸汽发生器补给水的一个低水位来控制。

堆芯补给罐 43 的阀门 49 和 65 由增压器 31 中的低水位信号来起动,以将冷却剂按增压器所维持的压力添加到反应堆冷却系统

RCS 中去。由增压器 31 通过管线 45 供应给堆芯补给罐 43 的蒸汽压力,为堆芯补给罐中流出的冷却剂提供了一个相对低的流速。当 RCS 中的装料有较多损失的情况下,譬如说,在一冷却剂损失事故 (LOCA) 的过程中,则可通过与堆芯补给罐 43 和冷管段 15 相连的一个开启着的阀门 65,而使冷却剂获得较高的流速。当 RCS 中的压力下降时,便由蓄液罐 51 通过单向阀门 53 来供应附加的冷却剂。

在发生 LOCA 时,在依次打开阀门 57、59 和 61 来启动自动减压系统 55,把增压的蒸汽排放到 IRWST35 去。作为最后阶段的减压,则是开启阀门 63 把 RCS 的压力降低到安全壳内的环境压力。由于降低了 RCS 中的压力,IRWST35 中的冷却剂便流经第四管系 67 和单向阀 69 而将反应堆容器 3 溢满。溢满反应堆中的冷却剂有些被汽化,凝结在安全壳 5 的壁上,同时被收集至泵 71 之内,凝结的蒸汽能从该处流经单向阀 73 返回至反应堆容器。

如前所述,本发明的目的在于提出一种装置和方法以对蒸汽发生器热传输管 21 的破裂作出反应。当 RCS 中的压力高于蒸汽发生器 11 副侧中的压力时,就会导致蒸汽发生器副侧中一次冷却剂的丢失。蒸汽发生器 11 配备有一个补给水水位监测系统 75。这是一种安全级系统,它有四个独立的系列(图 2 中只画出一个)。反应堆冷却剂泄漏入蒸汽发生器的副侧会造成补给水水位的升高,而这是可以由水位检测系统 75 测出。标准的补给水系统(未画出)将会对补给水水位的升高作出反应而停止对蒸汽发生器添加进料水。然而,由于冷

却剂的泄漏,水位将不断升高。如果不采取措施来缓解此情况,补给水将会溢流进入蒸汽集管 27,并且经过减压阀 29 而散失。

这里所描述的无源安全系统最终会对破裂的蒸汽管作出反应。当因为泄漏而使增压器 31 的水位下降时,堆芯补给罐 43 就会开始对 RCS 添加冷却剂。当继续泄漏时,堆芯补给罐水位会降低到使阀门 57 打开的水位,以便将 RCS 中的余热排放到 IRWST 中去,IRWST 35 将把 RCS 中的压力降低到蒸汽发生器副侧中的压力,从而中止泄漏。然而,这要在有相当大量的冷却剂已经从蒸汽发生器中溢出到蒸汽集管 27 后才会发生。

本发明对管道破裂提供一种更快速的反应,它能在进料水溢入蒸汽集管 27 前就有效地停止泄漏。依照本发明,提出了蒸汽发生器管道破裂事故缓解装置 76,它包括一个逻辑单元 77,当四个水位监测器 75 至少有一个显示蒸汽发生器 11 中的补给水水位已达到一预定的象征蒸汽管道破裂的高水位时,逻辑单元 77 就会发出一个控制信号。此控制信号断开反应堆,打开阀门 41,将反应堆冷却剂转移到无源热交换器 37 并使蒸汽发生器管短路。一次冷却剂的冷却降低了 RCS 的压力,当 RCS 中的压力下降到蒸汽发生器副侧的压力时,泄漏就会止住。控制信号由逻辑单元 77 产生,同时开启堆芯补给罐 43 的阀门 49 以保持 RCS 中的冷却剂总量。当来自增压器 31 中的蒸汽使堆芯补给罐 43 增压时,它并不增加 RCS 中的压力;而当无源热交换器 37 降低了冷却器的温度时,此增压器的压力也随之下降。

来自逻辑单元 77 的控制信号也同时用来关闭阀门 79, 此阀门把起动补给水系统(SFWS)81 隔开。此 SFWS81 在起动过程中以一种低的受控速率供应补给水。它同时也作为一种应急补给水供应装置, 如果主补给水系统在运行中失灵, 它可以临时性的保持蒸汽发生器的有限的热吸收能力。在蒸汽发生器管破裂事故中, 中心逻辑一般来说将会中止补给水进入有故障的蒸汽发生器, 然而, 这种逻辑没有多余的或不是安全级的, 因此必须考虑到它的失效情况。

此外, 当蒸汽发生器中的补给水位升至高于预定的高水位时, 由逻辑单元 77 产生的控制信号也能操纵阀门 83 以隔开化学与体积控制系统(CVCS)85。如前所述, CVCS 有高压泵群, 当无源热交换器在降低压力时, 它们将尽可能来保持 RCS 中的压力。

就本发明而言, 无源热交换器 37 被设置成当察觉到蒸汽发生器中的供给水处于高水位, 即毋需等到堆芯补给罐中水位已经降到一低点来启动来源热交换器时, 就能迅即起动。这样, 一旦检测出蒸汽发生器处于高水位时, 就能立即降低 RCS 的压力。同时堆芯补给罐也立即起动以补充 RCS 中损失的冷却剂, 并把压力迅速降低到足以使补给水不会溢流入蒸汽集管 27。隔离 SFWS81 和 CVCS85, 可避免冷却剂增加过多而造成在 RCS 压力下降到蒸汽发生器副侧压力以前就使冷却剂溢出。可以预期本发明的这一系统能足够快地作出反应, 不仅能防止单个管道破裂的补给水溢出而且也能防止约从三到七个的多管道同时破裂的情形。

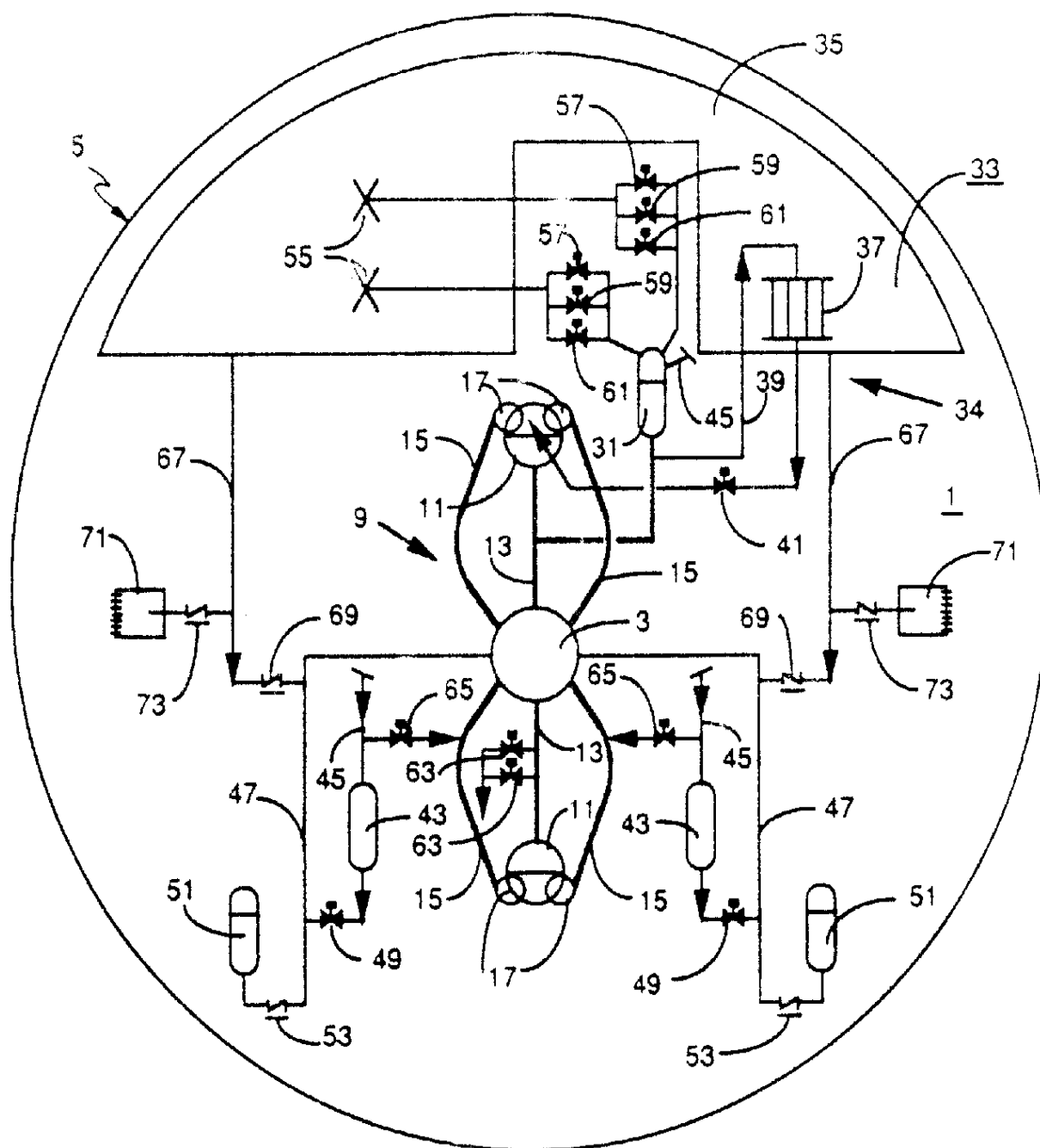


图1

