



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106918101 A

(43)申请公布日 2017. 07. 04

(21)申请号 201710137271.5

(22)申请日 2017.03.09

(71)申请人 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 郭静涛 刘鹏飞 苑晓东 徐建刚
温华 戴一辉 孙立臣 赵侠
于风云

(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 任晓航 屈献庄

(51)Int.Cl.

F24F 5/00(2006.01)

F24F 11/02(2006.01)

F24F 13/02(2006.01)

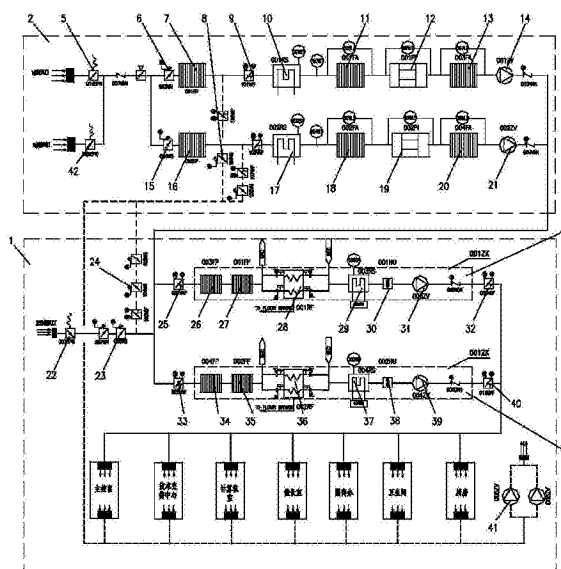
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

核电主控室通风空调系统

(57)摘要

本发明涉及核电主控室通风空调系统,包括正常通风空调系统、应急过滤通风空调系统和被服务区域;应急过滤通风空调系统与辐射监测系统控制连接;正常通风空调系统包括并联设置的两组空调机组;空调机组间实体隔离;空调机组的进风端均与正常新风口连接,出风端均与被服务区域连接;应急过滤通风系统的进风端与应急新风口连接,出风端与空调机组的进风端连接;正常通风空调系统的进风端管路与应急过滤通风系统的进风端管路上均设置电动隔离阀;每个空调机组的进风端管路和排风端的管路上均设置有防火阀。本发明满足了正常工况和事故工况下主控室可居留性的要求,使主控室通风空调系统的结构设计更加合理,提高核电站运行的安全性,可靠性。



1. 核电主控室通风空调系统, 包括正常通风空调系统 (1)、应急过滤通风空调系统 (2) 和被服务区域; 应急过滤通风空调系统 (2) 与辐射监测系统控制连接; 其特征在于, 所述正常通风空调系统 (1) 包括并联设置的两组空调机组 (3、4); 该两组空调机组 (3、4) 之间实体隔离;

所述空调机组 (3、4) 的进风端均与正常新风口连接, 出风端均与被服务区域连接;

所述应急过滤通风空调系统 (2) 的进风端与应急新风口连接, 出风端与正常通风空调系统 (1) 的空调机组 (3、4) 的进风端连接;

所述正常通风空调系统 (1) 的进风端管路与所述应急过滤通风空调系统 (2) 的进风端管路上均设置电动隔离阀 (6、15);

每个空调机组的进风端管路和排风端的管路上均设置有防火阀。

2. 如权利要求1所述的核电主控室通风空调系统, 其特征在于, 所述正常新风口和应急新风口处均设置有防冲击波阀 (5、22)。

3. 如权利要求1所述的核电主控室通风空调系统, 其特征在于, 所述被服务区域为主控室可居留区;

所述主控室可居留区由回风区域和非回风区域组成; 所述回风区域为主控室、技术支持中心、计算机房、值长室、隔离办公室、安工办公室和更衣室中的一种或几种; 所述非回风区域为厨房和卫生间中的一种或两种。

4. 如权利要求3所述的核电主控室通风空调系统, 其特征在于, 所述被服务区域的气体流出管路包括两种, 一种为与非回风区域连接的排风端管路, 另一种为与回风区域连接的回风管路; 所述被服务区域的回风管路与所述应急过滤通风空调系统 (2) 连接; 所述被服务区域的回风管路还与所述空调机组 (3、4) 的进风端管路连接; 所述回风管路上设有分别控制该回风管路与所述应急过滤通风空调系统 (2) 连接状态和该回风管路与所述空调机组 (3、4) 进风端管路连接状态的控制阀。

5. 如权利要求4所述的核电主控室通风空调系统, 其特征在于, 所述被服务区域的排风端管路与正常排风口连接, 该排风端管路与正常排风口之间 $2 \times 100\%$ 冗余设置两台排风机 (41)。

6. 如权利要求1所述的核电主控室通风空调系统, 其特征在于, 所述应急过滤通风空调系统 (2) 的进风端通过进风端管路与两个应急新风口均连接; 该两个应急新风口设置在相对于反应堆安全壳呈的不同方向, 所述应急新风口处装有污染物浓度传感器和用于控制应急新风口开闭的新风隔离阀; 所述污染物浓度传感器与控制器信号连接, 所述控制器与新风隔离阀控制连接。

7. 如权利要求1所述的核电主控室通风空调系统, 其特征在于, 所述应急过滤通风空调系统 (2) 包括两条过滤管路, 该两条过滤管路共用一个进风端管路和一个排风端管路。

8. 如权利要求1-7任一所述的核电主控室通风空调系统, 其特征在于, 所述空调机组 (3、4) 包括依次连接的预过滤器 (26、34)、高效过滤器 (27、35)、冷却器 (28、36)、加热器 (29、37)、加湿器 (30、38) 和送风机 (31、39); 所述预过滤器 (26、34) 通过所述空调机组 (3、4) 的进风端管路与所述正常新风口连接; 所述送风机通过所述空调机组 (3、4) 的排风端管路与所述被服务区域连接。

9. 如权利要求1-7任一所述的核电主控室通风空调系统, 其特征在于, 所述应急过滤通

风空调系统(2)包括依次连接的所述新风预过滤器(7、16)、电加热器(10、17)、前置高效粒子过滤器(11、18)、碘吸附器(12、19)、后置高效粒子过滤器(13、20)和应急送风机(14、21);所述新风预过滤器(7、16)通过应急过滤通风空调系统(2)的进风端管路与所述应急新风口连接;所述应急送风机(14、21)通过应急过滤通风空调系统(2)的排风端管路与空调机组(3、4)的进风端管路连接。

核电主控室通风空调系统

技术领域

[0001] 本发明属于核电站通风空调系统,具体涉及一种能够更加安全的核电站主控室通风空调系统设计。

背景技术

[0002] 主控室通风空调系统是为主控室,计算机房,技术支持中心,厨房、卫生间等提供通风空调服务,保持房间内的温度和湿度在所规定的限值内以满足设备运行和人员长期停留的要求,保证主控室可居留区在正常及事故工况下的可居留性。

[0003] 主控室通风空调系统为实现其功能,系统设计为在正常工况和事故工况下皆连续运行。如图1所示的现有的系统包括正常通风空调系统和应急过滤通风空调系统,分别对应两种运行工况:

[0004] 1) 正常工况:主控室通风空调系统连续运行,应急过滤通风空调系统的停运。空调机组将处理空气送至系统所服务的功能房间。空调机组 $2\times 100\%$ 冗余设置。

[0005] 2) 事故工况:在厂区污染情况下,应急过滤通风空调系统由辐射监测系统自动启动,完成由正常通风空调系统到应急过滤通风空调系统的切换(通过设在应急和正常进风管线的电动隔离阀8'和电动隔离阀14'实现的)。此时正常新风口关闭,应急新风口取风。同时空调机组内的主风机降风量运行,送入服务的相关房间。

[0006] 图1所示的现有通风空调系统包括核电主控室通风空调系统,包括正常通风空调系统1'、应急过滤通风空调系统2'和被服务区域;所述正常通风空调系统1'包括并联设置的两组空调机组(3'、4');所述空调机组(3'、4')的进风端均与正常新风口连接,出风端(出风端设置有止回阀35'和45')均与被服务区域连接;所述应急过滤通风空调系统2'的进风端与应急新风口连接,出风端与正常通风空调系统1'的空调机组的进风端连接;被服务区域包括排风端管路(与被服务区域中的厨房和/或卫生间连接)和回风管路(与被服务区域中除厨房和卫生间的其他区域连接),该排风端管路与正常排风口连接,该排风端管路与正常排风口之间设置一台排风机15';回风管路与正常通风空调系统1'的空调机组的进风端直接连接。所述被服务区域为包括A列仪控机柜间。所述空调机组包括依次连接的高效过滤器(31'、41')、冷却器(32、42)、加热器(33'、43')、加湿器(34'、44')和送风机。所述应急过滤通风空调系统2'包括依次连接的电加热器9'、前置高效粒子过滤器10'、碘吸附器11'、后置高效粒子过滤器和应急送风机12';应急进风口和正常进风口处的管线上设置有电动隔离阀(8'、14')。应急进风口和正常进风口分别与预过滤器(7'、13')连接。

[0007] 上述核电站主控室通风系统主要存在的问题如下:

[0008] 1) 经过计算,现有的通风空调系统在严重事故工况下,主控室人员的累积剂量超过规范GB18871-2002和HAD002/01-2010的限值要求,不满足主控室人员可居留的要求。

[0009] 2) 现有的空调系统的两台空调机组布置在同一机房内,如果一台空调机组失火,会导致系统停运,主控室可居留性将无法维持,这对核电站的安全构成严重威胁。

[0010] 3) 应急过滤通风空调系统仅设置了一条应急过滤管路,作为应急过滤的核心设备

(预过滤器、前置高效粒子过滤器、电加热器、碘吸附器和后置高效粒子过滤器)一旦在事故工况下失效,则会导致整个应急管路的失效,从而影响其安全相关功能的执行,进而主控室失去可居留性。

发明内容

[0011] 针对现有技术中所存在的问题,本发明的目的在于提供一种核电主控室通风空调系统,该方案能够解决一种空调机组失火导致的系统失效的缺点,提高核电站运行的安全性,可靠性。

[0012] 为达到上述发明目的,本发明的技术方案如下:

[0013] 核电主控室通风空调系统,包括正常通风空调系统、应急过滤通风空调系统和被服务区域;应急过滤通风空调系统与辐射监测系统控制连接;所述正常通风空调系统包括并联设置的两组空调机组;该两组空调机组之间实体隔离;

[0014] 所述空调机组的进风端均与正常新风口连接,出风端均与被服务区域连接;

[0015] 所述应急过滤通风系统的进风端与应急新风口连接,出风端与正常通风系统的空调机组的进风端连接;

[0016] 所述正常通风空调系统的进风端管路与所述应急过滤通风系统的进风端管路上均设置电动隔离阀;

[0017] 每个空调机组的进风端管路和排风端的管路上均设置有防火阀。

[0018] 进一步地,上述的核电主控室通风空调系统,所述正常新风口和应急新风口处均设置有防冲击波阀。

[0019] 发明人经过研究后发现,严重事故工况下,主控室人员的累积剂量超过规范GB18871-2002和HAD002/01-2010的限值要求的一个重要原因是非过滤渗入风量,解决非过滤渗入风量的一个方法是保证被服务区域的微正压,因此,上述核电主控室通风空调系统的基础上,进一步将所述被服务区域的回风管路与所述应急过滤通风空调系统连接,通过在事故状况下新风加回风的方式保证被服务区域的微正压,避免渗透风量影响,同时也能够保证事故状况下回风也得到过滤,避免污染物以回风的形式在被服务区域积累(背景技术的方案中回风不经应急过滤空调系统过滤,在事故状况下容易造成污染积累)。

[0020] 此外,被服务区域过大也是其渗透风量影响的一个原因。目前核电站主控室通风空调系统服务的区域包括仪控柜设备间、保护序列组,电话间,远程停堆站,主控室,技术支持中心,计算机房,厨房、卫生间等区域,所服务的区域分布在电气厂房三个标高层区域范围过大,无法维持主控室可居留区微正压30Pa,不满足RG1.196的要求。进一步地,核电主控室通风空调系统,所述被服务区域为主控室可居留区;所述主控室可居留区由回风区域和非回风区域组成;所述回风区域为主控室、技术支持中心、计算机房、值长室、隔离办公室、安工办公室和更衣室中的一种或几种;所述非回风区域为厨房和卫生间中的一种或两种。

[0021] 进一步地,上述的核电主控室通风空调系统,所述被服务区域的气体流出管路包括两种,一种为与非回风区域连接的排风端管路,另一种为与回风区域连接的回风管路;所述被服务区域的回风管路与所述应急过滤通风空调系统连接;所述被服务区域的回风管路还与所述空调机组的进风端管路连接;所述回风管路上设有分别控制该回风管路与所述应急过滤通风空调系统连接状态和该回风管路与所述空调机组进风端管路连接状态的控制

阀。

[0022] 进一步地,上述的核电主控室通风空调系统,所述被服务区域的排风端管路与正常排风口连接,该排风端管路与正常排风口之间 $2 \times 100\%$ 冗余设置两台排风机。

[0023] 进一步地,上述的核电主控室通风空调系统,所述应急过滤通风空调系统的进风端通过进风端管路与两个应急新风口均连接;该两个应急新风口设置在相对于反应堆安全壳呈的不同方向,所述应急新风口处装有污染物浓度传感器和用于控制应急新风口开闭的新风隔离阀;所述污染物浓度传感器与控制器信号连接,所述控制器与新风隔离阀控制连接。

[0024] 进一步地,上述的核电主控室通风空调系统,所述应急过滤通风空调系统包括两条过滤管路,该两条过滤管路共用一个进风端管路和一个排风端管路。

[0025] 进一步地,上述的核电主控室通风空调系统,所述空调机组包括依次连接的预过滤器、高效过滤器、冷却器、加热器、加湿器和送风机;所述预过滤器通过所述空调机组的进风端管路与所述正常新风口连接;所述送风机通过所述空调机组的排风端管路与所述被服务区域连接。

[0026] 进一步地,上述的核电主控室通风空调系统,所述应急过滤通风空调系统包括依次连接的所述新风预过滤器、电加热器、前置高效粒子过滤器、碘吸附器、后置高效粒子过滤器和应急送风机;所述新风预过滤器通过应急过滤通风空调系统的进风端管路与所述应急新风口连接;所述应急送风机通过应急过滤通风空调系统的排风端管路与空调机组的进风端管路连接。

[0027] 本发明具有以下有益效果:

[0028] 1、正常通风空调系统的两个空调机组实体隔离,防止了系统的共模失效,提高了系统的安全性、可靠性;

[0029] 2、事故工况系统采用变新风,回风全过滤,大幅度降低人员的辐射的累计剂量值,满足GB18871-2002和HAD002/01-2010中关于事故工况下主控室人员累计剂量值小于限值的要求。为主控室可居留区域的可居留性提供了保障;

[0030] 3、主控室通风空调系统服务于主控室可居留区,不包括与主控室人员可居留不相关的房间如仪控柜间,电话间,保护序列组等。可居留区集中布置在一层,由于服务的区域缩小,可居留区可以维持相关微正压(30Pa),避免外界污染空气向主控室可居留区内渗透;

[0031] 4、系统的排风机设置为两台100%冗余,风机有应急柴油机供电,防止单一故障失去排风机,主控室可居留区失去新风,可居留性无法保持的风险;

[0032] 5、应急新风口设置在不同位置,保证事故状况下进入系统的为受污染小的新风,减轻系统处理负担;

[0033] 6、应急过滤通风空调系统的管路设置两条,防止了设备单一故障而导致系统失效的风险。

附图说明

[0034] 图1为现有技术中二代堆型主控室通风空调系统实例的结构流程示意图;

[0035] 图2为本发明实施例的核电主控室通风空调系统结构流程示意图。

[0036] 上述附图1中,1'、正常通风空调系统;2'、应急过滤通风空调系统;3'、空调机组;

4'、空调机组;7'、预过滤器;8'、气动隔离阀;9'、电加热器;10'、高效离子过滤器;11'、碘吸附器;12'、应急送风机;13'、预过滤器;14'、电动隔离阀;15'、排风机;31'、高效过滤器;32'、冷却器;33'、加热器;34'、加湿器;35'、止回阀;41'、高效过滤器;42'、冷却器;43'、加热器;44'、加湿器;45'止回阀。

[0037] 上述附图2中,1、正常通风空调系统;2、应急过滤通风空调系统;3、空调机组;4、空调机组;5、防冲击波阀;6、电动隔离阀;7、新风预过滤器;8、电动隔离阀;9、防火阀;10、电加热器;11、前置高效粒子过滤器;12、碘吸附器;13、后置高效粒子过滤器;14、应急送风机;15、电动隔离阀;16、新风预过滤器;17、电加热器;18、前置高效粒子过滤器;19、碘吸附器;20、后置高效粒子过滤器;21、应急送风机;22、防冲击波阀;23、电动隔离阀;24、电动隔离阀;25、防火阀;26、预过滤器;27、高效过滤器;28、冷却器;29、加热器;30、加湿器;31、送风机;32、防火阀;33、防火阀;34、预过滤器;35、高效过滤器;36、冷却器;37、加热器;38、加湿器;39、送风机;40、防火阀;41、排风机。

具体实施方式

[0038] 下面结合附图和实施例对本发明进行详细的描述。

[0039] 如图2所示,本发明提供了一种核电主控室通风空调系统,用于核电站的主控室通风,包括正常通风空调系统1、应急过滤通风空调系统2和被服务区域;应急过滤通风空调系统2与辐射监测系统控制连接;所述正常通风空调系统1包括并联设置的两组空调机组(3、4);该两组空调机组(3、4)之间实体隔离(本实施例中为该两台空调机组分别设置在不同的房间进行隔离);所述空调机组(3、4)的进风端均与正常新风口连接,出风端均与被服务区域连接;所述应急过滤通风系统的进风端与应急新风口连接,出风端与正常通风系统的空调机组(3、4)的进风端连接;所述正常通风空调系统1的进风端管路与所述应急过滤通风系统的进风端管路上均设置电动隔离阀(6、15、23)。每个空调机组的进风端管路和排风端的管路上均设置有防火阀(25、32、33、40)。所述正常新风口和应急新风口处均设置有防冲击波阀(5、22)。

[0040] 正常通风系统的两个空调机组(3、4)实体隔离,以图2中上方的空调机组3发生火灾为例,此时与该发生火灾的空调机组3相对应的防火阀25和32关闭,此空调机组3被隔离,另一台空调机组4将启动,主控室通风空调仍然可保持运行,维持主控室的可居留性,如此,就防止了系统的共模失效,提高了系统的安全性、可靠性,在本实施例中,正常通风空调系统1与应急过滤通风空调系统2也采用了实体隔离,进一步避免了失火导致的系统共模失效。

[0041] 所述空调机组(3、4)包括依次连接的预过滤器(26、34)、高效过滤器(27、35)、冷却器(28、36)、加热器(29、37)、加湿器(30、38)和送风机(31、39);所述预过滤器(26、34)通过所述空调机组(3、4)的进风端管路与所述正常新风口连接;所述送风机(31、39)通过所述空调机组(3、4)的排风端管路与所述被服务区域连接。

[0042] 所述应急过滤通风空调系统2包括依次连接的所述新风预过滤器(7、16)、电加热器(10、17)、前置高效粒子过滤器(11、18)、碘吸附器(12、19)、后置高效粒子过滤器(13、20)和应急送风机(14、21);所述新风预过滤器(7、16)通过应急过滤通风空调系统2的进风端管路与所述应急新风口连接;所述应急送风机(14、21)通过应急过滤通风空调系统2的排风端

管路与空调机组(3、4)的进风端管路连接。所述应急过滤通风空调系统2的管路上还设置有防火阀9。

[0043] 本实施例中的核电主控室通风空调系统,被服务区域的气体流出管路包括两种,一种为与非回风区域连接的排风端管路,另一种为与回风区域连接的回风管路;被服务区域的排风端管路与正常排风口连接,该排风端管路与正常排风口之间 $2 \times 100\%$ 冗余设置两台排风机41。排风机41由应急柴油机供电,防止单一故障失去排风机41,作为被服务区的主控室可居留区失去新风,可居留性无法保持的风险发生。

[0044] 所述应急过滤通风空调系统2的进风端通过进风端管路与两个应急新风口均连接;该两个应急新风口设置在相对于反应堆安全壳呈的不同方向,所述应急新风口处装有污染物浓度传感器和用于控制应急新风口开闭的新风隔离阀;所述污染物浓度传感器与控制器信号连接,所述控制器与新风隔离阀控制连接。如此,两个应急新风口互为备用,系统根据两个应急新风口处放射性污染物浓度的高低,通过隔离阀对两个新风口进行自动切换,保证事故状况下进入系统的为受污染小的新风,减轻系统处理负担。所述应急过滤通风空调系统2包括两条过滤管路,该两条过滤管路共用一个进风端管路和一个排风端管路。两条过滤管路互为备用,保证其中一条过滤管路的核设备失效的情况下,应急过滤通风空调系统2仍能够正常工作,防止了设备单一故障而导致系统失效的风险。

[0045] 发明人经过研究后发现,严重事故工况下,主控室人员的累积剂量超过规范GB18871-2002和HAD002/01-2010的限值要求的一个重要原因是渗入风量。解决渗入风量的一个方法是保证被服务区域的微正压,因此,上述核电主控室通风空调系统的基础上,进一步将所述被服务区域的排风端管路与所述应急过滤通风空调系统2连接,通过在事故状况下新风加回风的方式保证被服务区域的微正压,避免渗透风量影响。

[0046] 此外,被服务区域过大也是其渗透风量影响的一个原因。目前核电站主控室通风空调系统服务的区域包括仪控柜设备间、保护序列组,电话间,远程停堆站,主控室,技术支持中心,计算机房,厨房、卫生间等区域,所服务的区域分布在电气厂房三个标高层区域范围过大,无法维持主控室可居留区微正压30Pa,不满足RG1.196的要求。进一步地,所述被服务区域为主控室可居留区;主控室可居留区由回风区域和非回风区域组成;所述回风区域为主控室、技术支持中心、计算机房、值长室、隔离办公室、安工办公室和更衣室中的一种或几种;所述非回风区域为厨房和卫生间中的一种或两种。如此,将电站主控室通风空调系统重新划分,与主控室人员可居留不相关的房间如仪控柜间,电话间,保护序列组等房间由控制柜间通风系统负责。重新划分后,主控室通风空调系统服务的区域集中布置在一层,与外界区域从实体上隔离开来,以提供对可居留区域外部事件(设计基准事故及严重事故)及其后果最基本的保护,并防止放射性污染空气,以及烟雾渗入主控室可居留区域内。

[0047] 进一步地,所述被服务区域的回风管路与所述应急过滤通风空调系统2连接;所述被服务区域的回风管路还与所述空调机组(3、4)的进风端管路连接;该回风管路上设有分别控制该回风管路与所述应急过滤通风空调系统2连接状态(该连接状态包括允许回风端管路中回风流进应急过滤通风空调系统的开启状态和阻止回风端管路中回风流进应急过滤通风空调管路的关闭状态)和该排风端管路与所述空调机组(3、4)进风端管路连接状态(该连接状态包括允许回风端管路中回风流进所述空调机组(3、4)进风端管路的开启状态和阻止回风端管路中回风流进所述空调机组(3、4)进风端管路的关闭状态)的控制阀。

[0048] 本实施例的工作过程如下：

[0049] 1) 正常工况：本实施例的核电主控室通风空调系统以新风(来自正常新风口)加回风(来自被服务区的回风管路)的方式连续运行，应急过滤通风空调系统2的停运。正常通风空调系统1的空调机组(3或4)将处理空气送至被服务区域的各个房间(本实施例中为主控室、技术支持中心、计算机室、值长室、卫生间和厨房)。该空调机组2×100%冗余设置。

[0050] 2) 事故工况：在厂区污染情况下，应急过滤通风空调系统2由辐射监测系统自动启动，完成由正常通风空调系统1到应急过滤通风空调系统2的切换(通过电动隔离阀实现的)。此时正常新风口关闭，根据放射性污染物浓度的高低，自动切换为放射性污染物浓度相对较低的应急新风口取风。同时空调机组(3或4)内的送风机(31、39)降风量运行，电动隔离阀(8、24)切换，使回风(来自被服务区域的排风端管路)与新风(来自应急新风口)一同经过应急过滤通风空调系统2的过滤管路处理后进入空调机组(3或4)，送入被服务区域。每条应急过滤管路设有去除放射性气溶胶的高效粒子过滤器和放射性碘(分子碘和甲基碘)的Ⅲ型碘吸附器(12、19)以及保证碘吸附器除碘效率的电加热器(10、17)，还有能动设备应急风机。

[0051] 事故时继续供应新风一是为了人员可居留的呼吸要求，二是为了保证主控室应急区域的微正压，避免外界污染空间向内渗透。

[0052] 事故工况采用降风量全回风过滤，能够大幅度减低人员的累积剂量值，满足GB18871-2002和HAD002/01-2010中关于事故工况下主控室人员累计剂量限值的要求，满足了正常工况和事故工况下主控室可居留性的要求，使主控室通风空调系统的结构设计更加合理，提高核电站运行的安全性，可靠性。

[0053] 显然，本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样，倘若对本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其同等技术的范围之内，则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

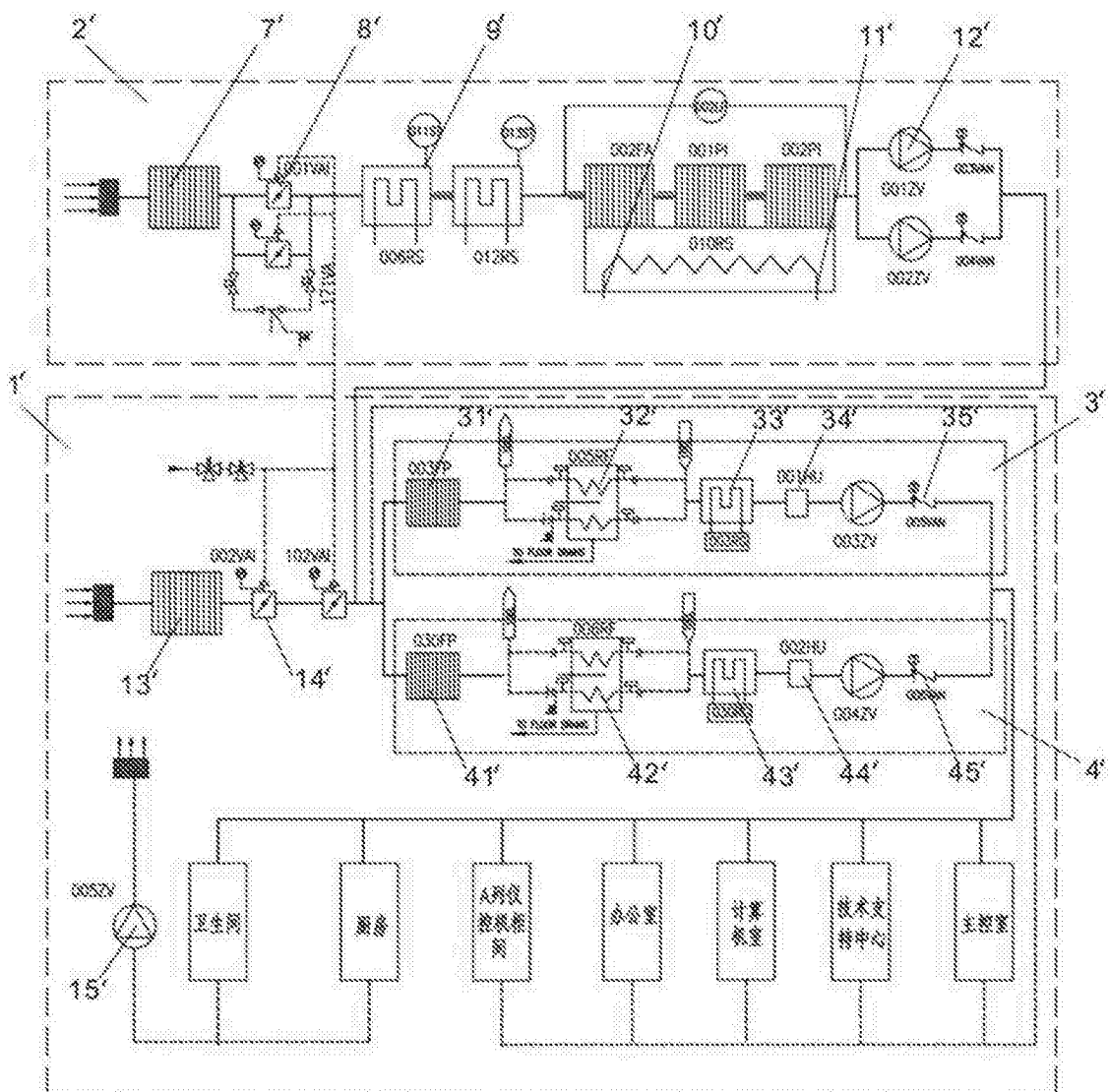


图1

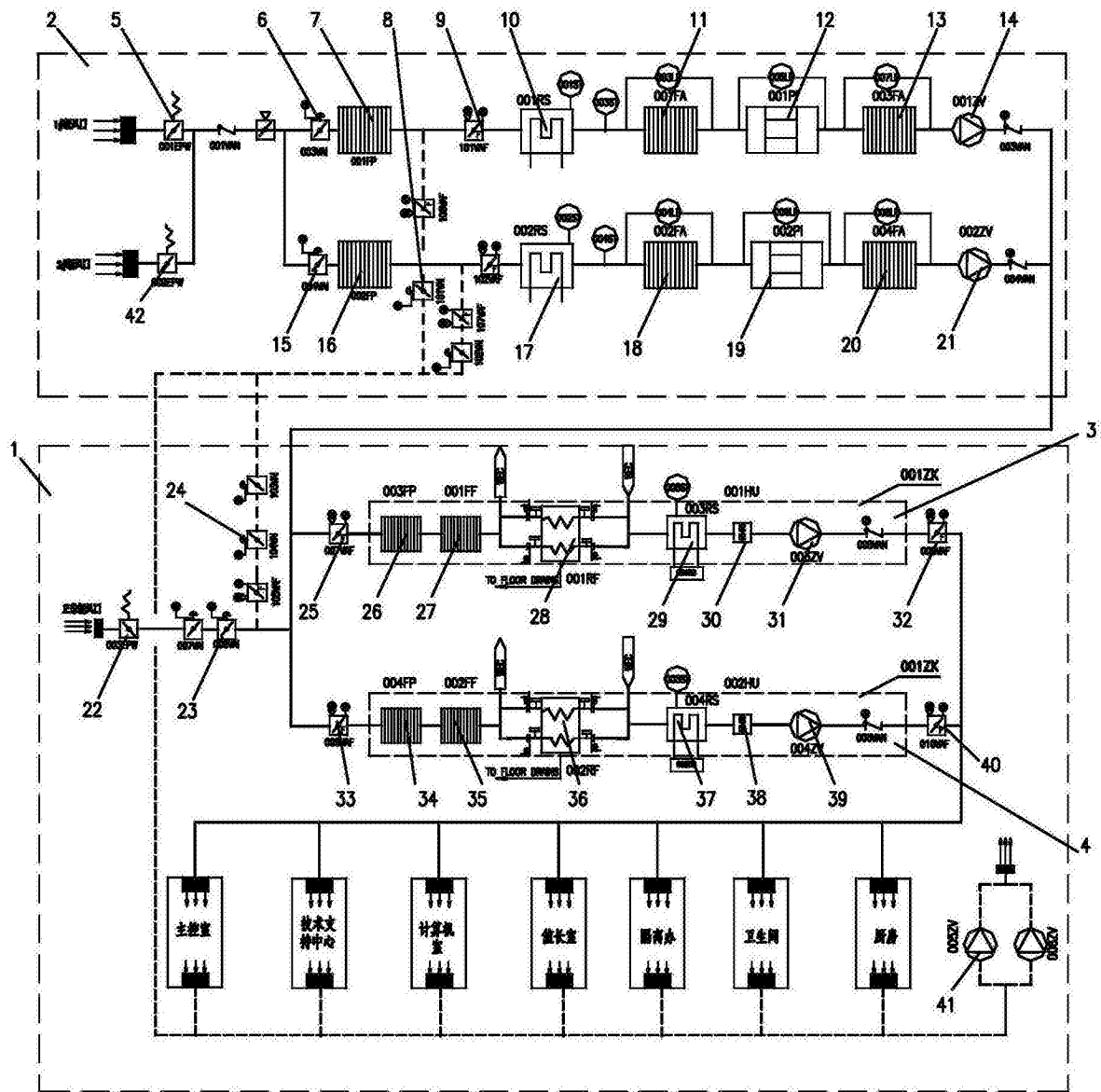


图2