

团 体 标 准

T/CNS 36—2020

高温气冷堆核动力厂核岛供热、 通风与空调系统设计准则

Design criteria for the nuclear island HVAC system of high temperature gas
cooled reactor nuclear power plant

2020-12-31 发布

2021-04-01 实施

中国核学会 发布

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国核学会提出。

本文件由核工业标准化研究所归口。

本文件起草单位：清华大学核能与新能源技术研究院、中核能源科技有限公司。

本文件主要起草人：张振中、张艳芝、江锋、何磊、李爱娟、刘思光、李建忠。

高温气冷堆核动力厂核岛供热、 通风与空调系统设计准则

1 范围

本文件规定了球床模块式高温气冷堆(简称“高温气冷堆”)核动力厂核岛供热、通风与空调(HVAC)系统的设计准则,以及相关的仪表控制和设备布置的设计要求。

本文件适用于高温气冷堆核动力厂,由设备、管道及控制装置组成的供热、通风与空调系统,依赖能动部件实现供暖、冷却、通风、烟气和热量控制、释放控制的功能。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB/T 6165 高效空气过滤器性能试验方法 效率和阻力
- GB/T 9225 核电厂安全系统可靠性分析一般原则
- GB/T 12727 核电厂安全级电气设备鉴定
- GB/T 12788 核电厂安全级电力系统准则
- GB/T 13285 核电厂安全重要系统和部件的实体防护
- GB/T 13286 核电厂安全级电气设备和电路独立性准则
- GB/T 13625 核电厂安全级电气设备抗震鉴定
- GB/T 13626 单一故障准则应用于核电厂安全系统
- GB/T 13627 核电厂事故监测仪表准则
- GB/T 13631 核电厂辅助控制点设计准则
- GB 18871 电离辐射防护与辐射源安全基本标准
- GB/T 22158—2008 核电厂防火设计规范
- GB 50019 工业建筑供暖通风与空气调节设计规范
- EJ/T 562 核安全有关的操作员动作时间响应设计准则
- EJ/T 1082—2005 核电厂防火准则
- NB/T 20038 核空气和气体处理规范 设计和制造通用要求
- NB/T 20395 主控制室可居留性设计要求
- NB/T 20402 RK压水堆安全重要流体系统单一故障准则
- HAF 003 核电厂质量保证安全规定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

安全壳 containment vessel

高温气冷堆常采用通风型低耐压式安全壳,它由反应堆舱室、或反应堆厂房、或反应堆厂房与反应堆舱室的组合构成,与负压通风系统一起,具有正常运行时维持负压排风、事故过程中不超压、事故后恢复负压排风的能力,能有效地降低正常运行和事故工况下的放射性排放,并可合理达到的尽量低。

3.2

负压通风系统 negative pressure ventilation system

高温气冷堆工艺辅助系统,与安全壳共同实现高温气冷堆通风型低耐压式安全壳的功能。在反应堆正常运行时,维持安全壳内微负压环境;在反应堆发生事故时,实现一回路放射性泄漏气体的有序净化排放;在安全壳内需进入检修时,实现通风换气功能。

3.3

高效空气过滤器 high efficiency air filter

用于进行空气过滤且使用 GB/T 6165 规定的钠焰法检测,过滤效率不低于 99.9% 的空气过滤器。

4 系统设计通用要求

4.1 系统的安全分级

在高温气冷堆中,HVAC 系统的安全分级应按照核动力厂构筑物系统和部件安全功能和设备分级,其中绝大部分为非安全级系统。

4.2 HVAC 系统的主要功能

HVAC 系统的主要功能如下:

a) 确保人身安全

如果工作场所的空气中有放射性气体或气溶胶被工作人员吸入体内,长期积累会引起内照射而危害健康。良好的通风和合理的气流组织可以有效防止和限制工作场所空气中放射性剂量的增高,保障人身安全。

b) 满足人体的舒适感

工作人员长期停留在密闭的空间会感到不舒服,保证足够的新鲜空气,为运行人员高效率而又舒适地工作需要创造一个良好的空气环境。

c) 满足反应堆运行过程中的工艺要求

工艺设备、仪器仪表的正常工作对反应堆运行是极为重要的。该设备对工作环境的温度、湿度有一定要求,对环境的洁净度也有不同的要求。此外在运行中产生大量热、湿及有毒有害或易燃易爆气体等会直接影响反应堆工艺设备的安全运行,需要进行有效合理的处置。

d) 控制污染源

HVAC 系统可以控制被污染空气局限在一个小范围内,经净化处理后再排放至大气,防止其蔓延到周围地区和形成大面积污染。

4.3 质量保证要求

应按照 HAF 003 及相应导则所制定的质量保证大纲的相应要求设计、制造和安装所有安全级设备。

4.4 抗震准则

抗震符合 NB/T 20038 要求。

防火符合 GB/T 22158—2008 要求。

安全级部件的抗震鉴定可采用试验法、分析法或者两者组合的方法进行。

有关安全级电气设备的抗震鉴定符合 GB/T 13625 要求。

4.5 环境准则

4.5.1 室外空气设计计算参数

HVAC 系统的室外空气设计计算参数应遵守 GB 50019 要求,对于安全相关系统应按照极端气象参数进行校核。

4.5.2 设备环境准则

HVAC 系统设备应根据包括事故工况在内的各种运行模式所产生的极端环境条件及其持续时间进行设计。应要求按最不利条件及其持续时间进行设备鉴定。安全级电气设备的鉴定应遵守 GB/T 12727 要求。

4.5.3 恶劣的外部环境条件

所有安全级 HVAC 系统设计应根据情况包括恶劣的外部环境条件,如龙卷风、雪、冰冻、洪水、有害化学物质释放和飓风。在设计时,还应考虑各种事件的适当组合,可参考 HAD 102/05 中的要求。

4.6 单一故障准则

HVAC 系统的所有安全级部件和设备应遵守 NB/T 20402 所规定的单一故障准则。

为 HVAC 系统中安全级部件和设备供电的设备及控制系统应遵守 GB/T 13626 所规定的单一故障准则。

不考虑 HVAC 系统单一故障与火灾同时发生的叠加情况。

4.7 冗余和分隔

安全级 HVAC 系统的冗余系列应进行实体隔离或保护,使得其中一个系列的损坏不会导致另一个系列的损坏,或者使得单个事件诸如火灾不会损坏两个系列。

对系统的潜在危害及对危害的实体防护应遵守 GB/T 13285 的要求。

构成安全级电气系统或与安全级电气系统有关的线路和设备的独立性要求应遵守 GB/T 13286 的规定。

4.8 手动操作准则

安全级系统的操纵员手动操作指南,以及操作所必需的仪表、控制器、指示器、警报器等装置的功能性准则应符合 EJ/T 562 和 GB/T 13627 要求。

4.9 电源

冗余的 HVAC 安全级电气系统应由包括厂区应急电源在内的独立的安全级电源供电,HVAC 安全级电气系统应遵守 GB/T 12788 和 GB/T 13286 要求。

对于在假设火灾期间为了确保核安全要求对火势和烟气进行控制的非安全级 HVAC 系统应与应急电源相连接。

4.10 辅助控制室

应给辅助控制室以及在需要用辅助控制点停堆时通向该控制点的通道提供适当的环境。有关要求

按照 GB/T 13631 的规定。

4.11 烟气和热量控制准则

HVAC 系统的供方应当设计和供应满足 EJ/T 1082—2005 中 5.6 或 GB/T 22158—2008 中 4.5.5 有关要求的烟气和热量控制系统,提供满足要求的设备。应当由核动力厂营运单位通过防火评价和分析提供下列信息:

- a) 灭火工作的可达性;
- b) 为工作人员进入有安全级系统的区域保持持续的局部环境条件;
- c) 控制腐蚀性气体向安全级设备蔓延造成的破坏。

4.12 故障模式和后果分析

在故障模式和后果分析中应论证 HVAC 系统所有安全级部件和设备在经受任何单一故障后仍具备按预定方式执行其功能的能力。故障模式中应当考虑由误操作产生的故障。故障模式和后果分析按照 GB/T 9225 的规定。

4.13 运行工况

HVAC 系统的设计应考虑电厂各种运行工况对该系统的要求。
有关电厂工况分类详见高温气冷堆其他标准,也可参考 NB/T 20035。

4.14 事故响应和恢复

事故响应和恢复包括:

- a) 机器和人的相互作用

为了使电厂对事故有正确响应,要求考虑机器动作与人行动的相互关系。HVAC 的控制系统和显示器应当集中,应当容易识别以便操作人员采取行动。应当有适用的系统说明和运行规程,运行规程应列出系统的所有运行模式,系统说明书应说明具有这样一些运行模式总的理由。

- b) 有关事故后恢复的系统设计

在所有 HVAC 系统设计中宜考虑事故后恢复期间电厂的各种要求。如果能证明非安全级设备在事故后能及时投入运行,并能够经受住事故后的环境条件,则允许该设备在事故后投入运行。

5 系统设计特定要求

5.1 设计要求

5.1.1 可靠性

在反应堆的各种工况(正常运行工况或事故工况)下,通风系统能保持厂房内的温、湿度和压力等满足设计值。

5.1.2 多重性

安全级通风系统应考虑有足够的多重性。即在系统中任何一个能动部件发生故障时,不应影响整个系统的正常运行功能,即这些能动部件应有一定的冗余度,并对其使用的电源也应有二条独立电路的供电,重要安全设施系统的重要设备应考虑有应急电源,以便在失去常用电源时维持功能。

5.1.3 独立性

一个通风系统的故障不应导致妨碍或失去其他通风系统的正常运行。

5.1.4 对释放出的放射性物质的控制

在可能受到放射性污染场所的通风系统,应设计成使放射性物质在反应堆内部循环、净化,而向周围环境的释放减少到最低程度(ALARA 原则)。

5.1.5 防止内部灾害

发生火灾时,应能远控或自动关闭风机。对可能发生火灾的区域应设置防火隔墙和防火阀以防止火灾蔓延。

主控制室通风系统应设计成可抵御事故所造成的放射性物质或有害有毒物的污染,使主控室与外界隔离,保证主控室的可居留性。

5.1.6 防止外部灾害

专设安全设施运行所必要的通风系统以及主控制室的通风系统,应能经受安全停堆地震动,震后仍能维持系统完整性和保持其功能。在设计基准的外来灾害(火灾、飞射物、龙卷风、地震等)时专设安全设施的通风系统应能保持正常运行。

5.1.7 运行管理

控制和监测设施应集中在控制室内或局部集中。

5.1.8 抗震类别和安全等级

通风系统中的设备、管道、支架和有关仪器等应符合所在系统的抗震类别。

5.1.9 其他

核岛应设有固定的消防设施,以保护过滤器在火灾时不受损害;每个柴油发电机房应有独立的通风系统和空调系统,各柴油发电机房的通风管道不应与其他厂房的通风管道相连接,蓄电池室应设防爆事故通风。

5.2 设计参数

安全壳、房间和厂房内的温度、湿度、压力和放射性物质释放量等设计参数根据工艺要求来确定。

5.3 通风换气

通风换气要求包括:

- a) 各安全壳、房间和厂房内应有一定的通风换气量,换气次数的多少与空间体积,逗留人数,放射性物质的操作方式、数量、毒性、事故的可能性以及房间的余热、余湿和其他有害物的多少等因素有关。
- b) 所有带有放射性的房间,应设全面通风和必要的局部通风装置,通风系统的最低功能应保证专业人员和周围大众受放射性气溶胶污染水平符合 GB 18871 或者 HAD 002 的规定。同时放射性气溶胶、放射性碘向环境的释放量,达到合理可行尽量低的水平。
- c) 一般情况下的核动力厂建筑物房间的换气次数计算参考如下:
 - 1) 绿区房间按 1 次/h~2 次/h 计算;
 - 2) 黄区房间按 2 次/h~4 次/h 计算;
 - 3) 橙区房间按 4 次/h 计算;
 - 4) 蓄电池室房间换气按 6 次/h~12 次/h 计算;

- 5) 有余热、余湿、或产生有害气体的房间应根据消除余热、余湿或有害气体需要的换气计算排风量；
- 6) 对于自由容积大的空间可适当减少换气次数。

5.4 气流组织

气流组织要求包括：

- a) 整个核岛厂房,空气流动方向,应从清洁区流向低污染区,从低污染区流向高污染区,最后从高污染区排出；
- b) 局部工作地点,空气流动方向应先经过人的工作岗位,然后再流向工艺设备,最后由工艺设备的排风罩排出；
- c) 室内排风口的位置应与送风口有一定距离并与送风口相互错开,使室内空气尽量减少涡流区或短路死角；
- d) 散发热或同时散发潮湿有害气体的房间,当采用上部或下部同时全面排风时,送风宜送至作业地带；
- e) 当采用全面排风消除余热、余湿或其他有害物质时,应分别从房间内温度最高、含湿量最大或有害物浓度最大的区域排风。

6 系统设计具体要求

6.1 空调送回风系统

6.1.1 系统功能

设置送回风系统的目的是将室外清洁空气根据需要对其进行过滤、加热(降温)、干燥(加湿)等处理,然后将符合质量要求的新鲜空气通过送风管道送到各房间或工作区,对室内或工作区进行通风换气、消除余热、稀释有害物以及保持室内所要求的空气温度、湿度、清洁度及正压等。

送回风系统设置原则：

- a) 直流式送风系统应根据工作区域污染情况,并结合排风系统情况进行合理设置。其目的是为了补偿排风,并保证反应堆工作场所空气中放射性物质和有害物浓度不超过所规定的卫生安全限制。
- b) 工作区为无污染的洁净区,可以设置新风加回风系统,以减少能量损失,同时保证满足房间的设计要求。

6.1.2 系统组成

送风系统由新风防雨百叶、空气处理机组(包括初中效空气过滤器、空气加热器、空气冷却器、加湿器、风机)送风管路、回风管路、调节阀、防火阀、送风口、回风口等组成。

在特殊情况下送风系统还需设置高效空气过滤器、碘吸附器等。

6.1.3 系统布置要求

6.1.3.1 新风口

新风口的位置应选择在室外空气较清洁的地方,以便将清洁空气吸入室内。因此要求进风口应远离排气点及其他污染源,应尽量设在全年主导风向的上风侧,且应低于排风口。

新风口底部距室外地坪不宜低于 2 m,而在风沙地区,进风口应尽量高一些,一般在 8 m~15 m。

一般情况下,新风口与排风口之间的水平距离不小于 10 m,垂直距离不小于 3 m。

事故新风口与排风口之间的水平距离不小于 20 m,垂直距离不小于 6 m。

6.1.3.2 送风机房

送风机房位置应尽可能远离放射性工作区,在该建筑物空气污染最小的区域。送风机房应考虑有通往外部清洁道路的出入口。机房应考虑进行零星维修工作的场所,并有通信设施。

6.1.3.3 送风净化机组

送风净化机组由空气净化段、通风机和控制等部分组成。由于反应堆是连续不间断运行,所以重要的送风机组应有备用风机。

6.2 排风系统

6.2.1 系统功能

设置排风系统的目的是按照辐射防护卫生要求将反应堆运行中及发生事故后散入空气中的有害物质集中收集并净化,使空气中放射性有害物的空气排出浓度不超过国家标准规定的限值。

6.2.2 系统组成

排风系统由排风口、排风管道、调节阀、防火阀、空气过滤器、碘吸附器及风机、烟囱等组成。

6.2.3 系统设计要

反应堆的排风系统除了少数非放射性的排风外,一般都集中到一个排风烟囱排至高空。对放射性物质和有毒有害物质应进行空气净化处理并达到国家标准后才允许排入烟囱。要求包括:

- a) 排风系统的划分原则:
 - 1) 排出的气体和粉尘混合后能形成有害的混合物和化合物的分开;
 - 2) 凡两种或两种以上的气体、蒸汽和粉尘混合后能引起燃烧或爆炸分开;
 - 3) 混合后的蒸汽容易凝结和聚集粉尘的分开;
 - 4) 剧毒物的排风与一般排风分开;
 - 5) 有放射性的与非放射性的分开;
 - 6) 放射性强度相差悬殊的分开;
 - 7) 需要过滤的或特殊处理的与不要求过滤的分开。
- b) 当绿区排风不得不接入橙区排风系统时,该绿区排风应接入橙区排风系统的末端而且应设置逆止阀或过滤器。
- c) 与核安全相关的系统应独立设置系统。
- d) 在反应堆运行中,排风净化设施是不可缺少的重要组成部分,是核岛内空气向周围大气排放的最后安全屏障。
- e) 排风净化装置要求:
 - 1) 在核电站通风系统中,排风净化处理装置一般由中效过滤器和高效过滤器及其压差检测装置组成;
 - 2) 直接与反应堆安全有关的,属于核安全级设备;
 - 3) 为了系统的可靠性和安全性,一些能动部件或重要设备应有一定的冗余度,对能动部件的外界动力如电源也有相应的严格要求,这些系统在发生单一故障事故时要求仍不丧失其原有的功能。
- f) 碘吸附装置要求:

- 1) 当排风中 含有放射性碘时,排风净化应采用碘吸附装置;
- 2) 碘吸附装置由前置高效空气过滤器、碘吸附器、后置高效空气过滤器(或亚高效空气过滤器)及温度传感器、烟感器等报警装置组成;
- 3) 在紧靠过滤箱体上游入口位置安装的电加热器上设置过热保护,在温度超限时,切断电加热器的供电电源,并向主控室发出第一阶段报警信号;
- 4) 电加热器的电源受风机运行工况控制,任何运行偏差在主控室发出报警信号;
- 5) 在电加热器与碘吸附器之间设置温度传感器,超过设定值时,由温控器发出信号切断电加热器电源,并在主控制室发出第二阶段报警信号,该信号在集中火灾报警控制器上显示;
- 6) 在电加热器与过滤器之间设置湿度传感器,控制电加热器的启停;
- 7) 在碘吸附器密封箱体的进、出口处各设置一个手动防火阀或手动耐火密闭阀。在火灾时手动关闭,将碘吸附器箱体与管道系统隔离;
- 8) 火灾自动报警系统包含上述温度传感器,还包括向主控室集中火灾报警控制器发出报警信号的温控装置;
- 9) 在碘吸附器活性炭的总装量大于 45 kg 时,碘吸附器的上部应设置喷淋装置,为了避免喷淋误动作,该喷淋装置不应与核岛消防水系统直接连通。在需要时,由消防人员使用软管接至专设的消火栓上。消火栓与碘吸附器的距离应小于 10 m。

6.2.4 排风口布置要求

6.2.4.1 位于房间上部区域的排风口,用于排出余热、余湿和有害气体时(含氢气除外),吸气口上缘至顶棚平面或屋顶距离不大于 0.4 m。

6.2.4.2 用于排出氢气与空气混合物时,吸风口上缘至顶棚平面或屋面的距离不大于 0.1 m。

6.2.4.3 位于房间下部区域的排风口,其下缘至地板的间距不大于 0.3 m。

6.2.4.4 排放烟囱设计要求:

- 排放烟囱出口内径根据总排风量和出口风速确定,出口风速一般取 8 m/s~16 m/s,最大不超过 20 m/s,但出口风速与厂区年平均风速的比值应大于 1.5,混凝土或砖砌烟囱上口内径应大于 0.8 m;
- 排放空气中可能含有放射性物质的排放烟囱,出口不应使用伞形或其他可能明显改变出口气流方向的风帽;
- 烟囱应满足抗震、抗龙卷风的要求;
- 烟囱应设置流量计量装置、气体流出物监测装置以及防雷接地装置;
- 烟囱的出口高度应满足向大气环境的排放要求。

6.3 负压排风系统

6.3.1 系统功能

负压通风系统属于工艺辅助系统,设置负压通风系统的目的是:

- a) 当高温气冷堆正常运行时,维持安全壳内的负压状态。
- b) 当安全壳内发生一回路管道断管事故时,氦气排放到安全壳内;当安全壳内压力超过设定压力时,由爆破片装置爆破,气体通过爆破泄压管道直接对大气环境排放;当安全壳内压力不超过设定压力时,对含有放射性氦气的空气通过过滤和除碘净化之后有序地排放到大气环境中,放射性有害物的排出浓度不超过 GB 18871 规定的限值。
- c) 当安全壳内发生主蒸汽管道断管事故时,泄漏的蒸汽通过爆破片泄放到大气环境中。
- d) 当安全壳内需要进人检修时,进行通风换气,使检修人员在此场所内安全工作。

6.3.2 系统组成

除包括 6.1.2 和 6.2.2 中有的设备外,还包括风道阻压阀、爆破片等设备。

6.3.3 系统设计要求

除满足 6.1.3 和 6.2.3 中的设计要求外,负压通风系统还需满足以下要求:

- a) 阀门应能耐压和耐温,并具有密封性;
- b) 风管应能抗腐蚀和抗辐照,并具有密封性;
- c) 经常运行的能动设备如风机等有 100%容量的冗余度。

6.4 主控制室 HVAC 系统

6.4.1 主控制室 HVAC 系统是保持房间内的温度和湿度在所规定的限值内以满足安全级设备正常运行和人员长期停留的要求,在厂区受到污染情况下保证操作人员的可居留性。

6.4.2 主控室 HVAC 的空调系统空气处理机组应设备用。

6.4.3 在厂区受到污染的情况下,设有两套碘吸附净化机组,互为备用。将有放射性污染的空气进行净化处理后再送至主控室,满足人员的可居留要求。

6.4.4 通风系统应采取降噪措施

6.4.5 主控制室的可居留性应遵守 NB/T 20395 要求。

6.5 防排烟系统

防排烟系统设计应遵守 GB/T 22158—2008 要求。

6.6 冷水系统

6.6.1 功能

核岛冷水系统为闭式冷水系统,它通过冷水机组为核岛各通风系统的组合空气处理机组的冷却器提供冷源,用于消除各厂房内电气设备、工艺设备以及建筑负荷的余热和余湿,达到设计需要的温湿度要求。

6.6.2 组成

冷水系统包括冷水机组、循环水泵、分集水器、冷水末端设备等及与之配套的管道、阀门、仪控装置等。

6.7 蒸汽与热水分配系统

核岛蒸汽与热水分配系统为非安全级系统,用于为工艺设备、空调设备提供加湿和加热蒸汽,对蒸汽冷凝水进行回收。

6.8 风管材质

6.8.1 工艺排风管:含放射性物质和酸(氯气除外)碱蒸气的排风管;可能含有放射性物质而且空气温湿度较高等排风系统的风管,应用不锈钢制作。

6.8.2 可能含有放射性物质但是空气湿度不高以及各种不含放射性物质和酸碱蒸气的送、排风系统的风管;采用碳钢喷漆制作,但是应使用耐辐照油漆。

6.8.3 卫生通道和卫生闸门的送、排风管,应使用镀锌钢板制作;中、低放射性的送风管也可以使用镀

锌钢板制作。

6.8.4 产生氯气的系统采用涂有环氧树脂的碳钢风管。

6.8.5 送风风管和排风中心至排放烟囱的总风道可采用钢筋混凝土或玻璃钢风道。

6.8.6 蓄电池房间的排风管道可采用铝风管。

6.9 保温与保冷

6.9.1 对于高温热水和蒸汽管道,从安全和工作环境的要求出发,应通过保温和绝热措施,使其表面温度不高于 50℃。

6.9.2 对于输送冷介质管道,应通过保冷设计,防止管道表面结露。

6.9.3 保温层应采用不燃材料制作。

7 仪表和控制装置

7.1 设计要求

7.1.1 一般要求

HVAC 每个系统应有足够的仪表和控制装置,以便将系统控制到其设计额定值范围内,并对系统实施检测,确保系统安全、有效、可靠的运行。

每个系统相关的仪表和控制装置的功能是将服务区环境的可控变量控制到它们限值之内,并监测系统及其部件的运行性能。

在所有仪表装置设计中宜根据情况考虑注入温度、压力、湿度、电离辐射、电气干扰、振动、腐蚀、疲劳和应力等各种环境影响。

7.1.2 测量仪表

指示仪表的标定范围应根据实际测量要求正确选择仪表的测量范围。包括:

- a) 温度传感器,按照测点处可能出现的温度范围的 1.2~1.5 倍来选择,温度传感器有热电偶、热电阻、电导体热敏电阻等类型。如果风道内的空气含有易燃易爆物质时,应采用本安型温度传感器。
- b) 湿度传感器,相对湿度传感器,有干式球温度计、湿敏传感元件。如果被测空气中含有易燃易爆物质时,应当采用本安型湿度传感器。湿度传感器的选型按照测点处可能出现的温度范围的 1.2~1.5 倍来选择。
- c) 压力(压差)传感器,压力(压差)传感器的测量范围一般可根据测压点可能出现的压力变化范围的 1.2~1.3 倍来选用,并且要求传感器的工作压力(压差)大于测压点可能出现的最大压力的 1.5 倍。
- d) 流量传感器,流量传感器有差压式、容积式、速度式等,流量传感器的测量范围一般可以按照系统最大工作流量的 1.2~1.3 倍来选取。

7.1.3 调节器

调节器也称为控制器,主要是以输出特性来评价,HVAC 自动控制系统中,常用的调节器按照输出特性主要分为四种类型:位势调节器、比例(P)调节器、比例积分(PI)调节器、比例积分微分(PID)调节器。

7.1.4 执行器

执行器从驱动方式上分为:电磁式执行器、电动执行器、气动执行器、自力式执行器、智能电动执

行器。

7.2 排气系统释放检测

对于每一个潜在放射性环境排放的 HVAC 排放点,都应提供仪表监测排出流的放射性活度。当活度水平高于定值点上限时应在主控室内报警。

多个 HVAC 系统可共用一个监测器。安全级放射性排风系统排放点的监测器应有冗余。

7.3 系统运行控制和监测

每个电厂应在控制室内有一套能表明电厂基本安全状态的 HVAC 系统参数的显示, HVAC 参数宜与其他需要的电厂参数一起实时显示;这些参数由设在控制室内方便位置的可靠系统和根据其他标准设置在其他位置的可靠系统来显示。

7.4 瞬态和事故工况

应当为响应火灾或核事件这类瞬态和事故工况提供仪表和控制装置。这种响应可能涉及某希望正常运行系统的停闭、备用系统启动和通过关闭防火阀或隔离阀等屏障将所选择的区域隔离。为响应某些工况或信号可以自动或手动完成上述操作。

HVAC 控制系统和指示器应当集中在一起,并且容易识别,以有助于操纵员在瞬态和事故工况下作出响应。过程指示器的显示应便于观察。在瞬态和事故工况时能表明 HVAC 系统状态的一组最少电厂参数应在控制室的一个位置集中显示。

7.5 有关试验的设备

应提供规格合适、数量足够和位置适当的仪表和仪表接头,以便能够进行首次和定期试验以保证设备运行在其运行限值内。这类仪表或者永久性安装用于正常运行期间,或者临时安装用于试验。对于后一种情况,应在管道、风道和小室上设置足够多的接头和连接装置,以便在其上拆除试验仪表后能可靠密封。

7.6 控制方式

7.6.1 送排风系统的连锁

当房间有负压要求时,通风系统启动时,先启动排风机,再连锁启动送风机,当系统停运时,先关闭送风机再关闭排风机。同时发出送风机与新风电动阀启停信号。

7.6.2 冷水系统的连锁

当系统运行时,先打开冷却水系统的电动阀门,再启动冷水系统循环水泵连锁启动冷水机组,当系统停止运行时,先关闭冷水机组再连锁关闭冷水循环水泵,最后关闭冷却水系统的电动阀门。

7.6.3 空调系统的电加热器应与送风机连锁

空调系统的电加热器应送风机连锁,并设无风断电保护和超温断电保护;电加热器应采取接地及剩余电流保护措施。

8 设备布置

8.1 布置要求

HVAC 系统内的各种部件的布置应使其在运行、维修和事故后状态下减少辐射照射。应有足够的

空间用于现场维修活动、设备和部件的移动或更换

如果设备有排水设施,则应将维修期间的污染扩散减至最少。照明、屏蔽和设备的安装应方便检查、消除故障和维修。

8.2 空气净化机组、风机和电动机

空气净化机组、风机和电动机要求包括:

- a) 空气净化机组、风机等设备布置应使送、回风管和新、排风管接管简洁合理,避免反复转弯、重叠。设备布置要留足够安装维修空间,又要尽量节省空间。
- b) 空气净化机组冷凝水出口处,应设置存水弯等防止抽空的措施,保证排水顺畅。
- c) 空气净化机组应设计成容易对过滤器和吸附器做维修和更换。推荐的更换方法应尽量可能使工作人员少受辐射照射。
- d) 空调机房应设置排水地漏,多个空气处理机组合用的机房,宜在每个机组附近设置排水地漏,以免机房地面上大量敷设冷凝水管。
- e) 风机的布置应能方便润滑、密封或轴承更换等维修工作,为了保证可靠性,风机和电动机的布置应不会被水淹。

8.3 冷水机组

冷水机组要求包括:

- a) 冷水机组在布置时应考虑到设备的日常操作、维修和维护的需要,检修、操作和维护面的净尺寸不宜小于 1 m;
- b) 冷水机组等要求抽管检修的设备,其检修空间长度应大于抽管长度;
- c) 冷水机组的主机和附属设备的尺寸与重量较大,应预留它们初次和以后更换时出入设备房需要的孔口与通道,尤其是位于地下的设备机房;
- d) 当设备需要在楼板上水平运输时,运输通道的楼板的结构设计承载力应满足设备运输荷载的要求。

8.4 管道

管道要求包括:

- a) 风管布置要简洁合理,矩形风管弯头内侧不小于风管宽度的 0.5 倍,如受到限制,也应采用带导流叶片的弯头。减缩、渐扩管斜度不可太大。
- b) 机房的新、排风防雨百叶窗的局部阻力系数较大,应保持面风速小于 3 m/s。
- c) 空调水管布置要高于设备顶标高,下行支管应避免过多遮挡维修作业面。

8.5 阀门、仪器仪表

阀门、仪器仪表要求包括:

- a) 手动或电动控制的水阀、风阀、水过滤器、压力表、温度计等配件,应安装在便于观察、维修和操作的部位;
- b) 安装在贯穿防火屏障风道上的防火阀应有与被其贯穿的屏障相同的设计耐火极限。

参 考 文 献

- [1] NB/T 20035 压水堆核电厂工况分类
 - [2] HAD 102/05 与核电厂设计有关的外部人为事件
-

中国核学会
团体标准
高温气冷堆核动力厂核岛供热、
通风与空调系统设计准则

T/CNS 36—2020

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

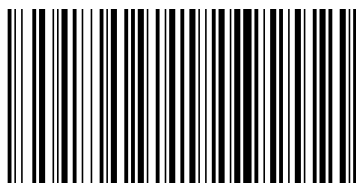
*

开本 880×1230 1/16 印张 1.25 字数 31 千字
2021年8月第一版 2021年8月第一次印刷

*

书号: 155066·5-3469 定价 21.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



T/CNS 36-2020



码上扫一扫 正版服务到