



中华人民共和国国家标准

GB/T 22158—2021

代替 GB/T 22158—2008

核电厂防火设计规范

Code for fire protection design of nuclear power plant

2021-10-11 发布

2022-05-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 防火设计总要求	3
5 总平面布置的防火设计	5
6 火灾预防和限制火灾蔓延	5
7 消防疏散	9
8 火灾自动报警系统.....	11
9 消防供水及灭火系统.....	14
10 通风防火与防排烟	22
11 火灾安全分析	26
12 内部防爆设计	28
13 重点区域和设备的防火设计要求	29
14 质量保证	40
附录 A (规范性) 抗震要求	42
附录 B (规范性) 调试及定期试验	44
附录 C (资料性) 电缆托盘段防火包覆技术要求	46
附录 D (资料性) 火灾风险类型	47

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。

本文件代替 GB/T 22158—2008《核电厂防火设计规范》，与 GB/T 22158—2008 相比，除结构调整和编辑性修改外，主要技术变化如下：

- a) 增加了总平面布置的防火设计(见第 5 章)、防火区/防火小区划分要求(见 6.2)、火灾安全分析(见第 11 章)、内部防爆设计(见第 12 章)、部分重点区域的防火设计要求(见 13.7、13.13、13.16、13.17、13.18)等内容；
- b) 删除了水密封试验等不适用的规定(见 2008 年版的附录 C)；
- c) 修改了防火设计总要求(见 4.4、4.5)、消防疏散(见第 7 章)、火灾自动报警系统(见第 8 章)、消防供水及灭火系统(见第 9 章)、通风防火与防排烟(见第 10 章)等章节内容。

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。

本文件由全国核能标准化技术委员会(SAC/TC 58)提出并归口。

本文件起草单位：中国核电工程有限公司、中广核工程有限公司、上海核工程研究设计院有限公司。

本文件主要起草人：堵树宏、谭广萍、刘文华、王乐、马国建、张晨、郑广慧、祝赫、宋磊、任兆鹰、谭李师、冯金祺、李京、黄耀、王栋、袁炜、陈怀宇、李艳丽、陈琳、关炜、林武清、张璐、蔡宙、汪朝晖、王金龙、沈建宇、胡北。

核电厂防火设计规范

1 范围

本文件规定了核电厂内部防火和防爆设计的基本要求,主要包括防火设计总要求、总平面布置的防火设计、火灾预防和限制火灾蔓延、消防疏散、火灾自动报警系统、消防供水及灭火系统、通风防火与防排烟、火灾安全分析、内部防爆设计,以及重点区域和设备的防火设计要求等。

本文件适用于国内新建陆上固定式热中子反应堆核电厂,其他类型核动力厂和核设施可参考本规范进行设计。

本文件主要针对核安全重要建(构)筑物(如:核岛厂房、重要厂用水系统泵房和廊道等)的内部防火和防爆设计,常规岛和配套设施厂房的消防设计在满足本文件第4章、第5章和第13章中的要求(专门特指核安全重要建(构)筑物的要求除外)基础上,遵照国内其他相关设计标准要求。

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 18380(所有部分) 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验
- GB/T 19216(所有部分) 在火焰条件下电缆和光缆的线路完整性试验
- GB/T 40620 核动力厂火灾危害性分析指南
- GB 50016 建筑设计防火规范
- GB 50058 爆炸危险环境电力装置设计规范
- GB 50084 自动喷水灭火系统设计规范
- GB 50140 建筑灭火器配置设计规范
- GB 50151 泡沫灭火系统设计规范
- GB 50219 水喷雾灭火系统技术规范
- GB/T 50294 核电厂总平面及运输设计规范
- GB 50745 核电厂常规岛设计防火规范
- GB 50974 消防给水及消火栓系统技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

阻燃 fire retardant

物体对某些物料的燃烧起熄灭、减少或显著阻滞作用的性质。

3.2

防火区 fire area

为防止火灾在规定的时间内蔓延而构筑的厂房或部分厂房,防火区可由一个或多个房间组成,其边

界全部用防火屏障包围。

3.3

防火小区 fire zone

设置防火设施(如限制可燃物料的数量、空间分隔、固定灭火系统、防火涂层或其他设施)以隔离火灾的区域,通过该设置使被隔离的系统不会受到显著损坏。

3.4

火灾荷载 fire load

空间内所有可燃物全部燃烧可能释放的热量总和。

注:单位为兆焦(MJ)。

3.5

火灾荷载密度 fire load density

设定空间内按地面的单位面积计算出的火灾荷载。

注:以兆焦每平方米(MJ/m²)表示。

3.6

火灾持续时间 fire duration time

设定空间内可燃物全部燃尽,且过程中无任何灭火干预行动的燃烧时间。

注:以分(min)或小时(h)为单位。

3.7

防火阀 fire damper

安装在通风与空气调节系统的送、回风管道上或防火边界上,平时呈开启状态,火灾时当管道内或防火边界上的烟气温度达到设定温度时关闭,或由消防控制系统关闭,并在一定时间内满足漏风量和耐火完整性要求,起隔烟阻火作用的阀门。

3.8

防火屏障 fire barrier

防止火灾蔓延至相邻区域且具有一定耐火极限的屏障,包括墙壁、地板、天花板、防火风管或者在门洞、贯穿件和通风系统等通道的封堵装置(防火门、防火阀、防火封堵、防火贯穿件等)。

3.9

火灾共模失效 fire-related common mode failure

由于火灾而导致执行同一核安全功能的系统、部件、电缆的多个系列同时丧失的后果。

3.10

疏散通道 evacuation passageway

主要用于火灾情况下人员疏散的走廊、通道、楼梯间、出口等主要疏散路线。

3.11

防烟楼梯间 smoke-proof staircase

在楼梯间内设置有加压送风系统或在楼梯间入口处设置有防烟的前室、开敞式阳台、凹廊,且通向前室和楼梯间的门均为防火门,为防止火灾的烟和热气进入的楼梯间。

3.12

受保护的疏散通道 protected evacuation passageway

为了防止火灾和烟气侵入并确保火灾情况下的人员疏散安全,划分为独立的防火区/防火小区的封闭楼梯间或防烟楼梯间及主要疏散通道。

注:厂房室外区域也视为受保护的疏散通道。

3.13

核安全重要建(构)筑物 nuclear safety important building and structure

容纳核安全重要物项(系统和部件)的建(构)筑物。

3.14

非能动防火保护装置 passive fire resistant protection structure

为确保火灾情况下机组的安全功能,火灾安全分析后认为需要对部分设备或电缆进行补充防火保护所设置的装置,包括电缆托盘段防火包覆、防火箱体、隔热屏障等。

3.15

火灾就地模拟盘 fire local mimic panel

就地火灾报警控制盘

安装于核安全相关厂房入口或各层,带有模拟平面图和指示灯,用于操作和控制区域内消防系统设备,并能进行火灾报警的就地控制盘柜装置。

3.16

火灾安全停堆部件 post-fire safe-shutdown components

火灾后达到和维持安全停堆状态所需要的设备及电缆。

3.17

火灾危害性分析 fire hazard analysis; FHA

评价每个防火区/防火小区假想火灾对安全重要物项的潜在影响,验证防火设计满足核安全三大目标要求的分析工作,包括防火屏障耐火极限可靠性、灭火系统和自动报警系统设计充分性等。

3.18

火灾薄弱环节分析 fire vulnerability analysis; FVA

为全面、系统地解决和处理火灾共模失效,针对每一防火区/防火小区开展共模点识别,然后对共模点进行功能分析和火灾风险分析,并对分析后确认无法接受的共模点采取补充防火措施,确保火灾情况下不会引起共模失效而导致机组所必需的安全功能丧失,保证实现核安全目标。

3.19

火灾安全停堆分析 post-fire safe-shutdown analysis; FSSA

评价每个防火区假想火灾的潜在影响,验证防火设计保障工艺及相关系统实现和维持安全停堆功能的分析工作。

3.20

火灾安全分析 fire safety analysis

为确保火灾后的核安全功能、验证防火设计充分性而进行的分析工作,包括 FHA、FVA、FSSA。

3.21

实体隔离 solid separation

物项之间采用具有一定耐火极限防火屏障进行隔离的方式,以避免火灾蔓延。

3.22

空间隔离 geographical separation

物项之间采用距离相隔且隔离空间内不设置任何可燃物的方式,以避免火灾蔓延。

4 防火设计总要求

4.1 概述

4.1.1 核电厂的消防设计,应充分贯彻“预防为主、防消结合”的方针。核安全重要建(构)筑物的消防设计应遵守“纵深防御”的原则,以实现下述目标:

- 防止火灾发生；
- 快速探测并扑灭确已发生的火灾，从而限制火灾的损害；
- 防止尚未扑灭的火灾蔓延，使其对执行重要安全功能系统的影响减至最小。

4.1.2 核电厂的建(构)筑物、系统和部件的设计、布置，尽可能降低内、外部事件引发内部火灾的可能性，并缓解其后果。

4.2 基本目的

4.2.1 应在火灾发生时和发生后确保如下核安全功能的有效性：

- 控制反应性；
- 排出堆芯余热，导出乏燃料贮存设施所贮存燃料的热量；
- 包容放射性物质、屏蔽辐射、控制放射性的计划排放，以及限制事故的放射性释放。

4.2.2 应在火灾发生时和发生后确保对核电厂状态进行监测的能力，以保证实现所要求的安全功能。

4.2.3 限制并尽早扑灭可能导致核电厂长期不可用的火灾。

4.2.4 确保工作人员的人身安全，采取一定措施在发生火灾时能使工作人员安全疏散，并且为火灾干预人员创造灭火救援条件。

4.3 基本假设

4.3.1 火灾可能在机组正常运行工况(从满功率到停堆状态)下发生。

4.3.2 火灾可能发生在任何存在固定或临时可燃物的场所。

4.3.3 不考虑同一或不同机组厂房内同时发生 2 起及 2 起以上的独立火灾事件。

4.3.4 不考虑火灾与独立的核安全事故(事件)、核安全相关设备故障、其他灾害的同时发生，除非火灾与上述事故之间存在因果关系。

4.3.5 火灾安全分析中，对于预计运行事件和设计基准事故，考虑机组达到安全停堆状态后发生一场独立火灾的可能性。

4.3.6 火灾安全分析中，鉴于设计扩展工况或地震后核电厂工况的复杂性，仅考虑设计扩展工况或地震后长期阶段发生独立火灾的可能性。长期阶段的具体时间应根据设计扩展工况或地震被完全缓解、机组达到最终安全状态的保守假设时间进行确定，宜为 15 天。

4.4 核安全重要建(构)筑物防止共模失效

4.4.1 在设计初期，宜尽可能通过非能动的防火隔离措施，将安全相关系统的冗余系列设置在不同的防火区/防火小区，确保一场火灾不会导致执行同一核安全功能的冗余系列同时丧失，即火灾引起的共模失效。

4.4.2 在设计后期，应当运用成熟的、经过验证的准则和方法，对每个防火区/防火小区开展专门的火灾薄弱环节分析或火灾安全停堆分析。根据分析结果，在必要的情况下补充设置防火保护措施，确保火灾情况下核安全功能的有效性。

4.5 其他要求

4.5.1 在设计过程中应采取必要措施以确保火灾不会引起设计基准事故或设计扩展工况的发生，并在火灾引起的预计运行事件下确保核电厂达到并维持安全停堆状态。

4.5.2 在设计过程中应采取必要措施，确保 4.3 所述事故或地震后发生的火灾不会对维持机组安全状态所需的核安全功能造成影响。

4.5.3 为核安全重要建(构)筑物提供保护的消防相关系统和设备应满足附录 A 规定的抗震要求，否则应证明地震后火灾不会对核安全功能造成影响。同时，应具有一定的质量保证要求，并按照附录 B 的

要求进行定期试验以确保其有效性。

4.5.4 消防相关系统和设备的误动作或失效不应影响核安全功能的执行。

4.5.5 当采用消防水进行灭火时(无论是固定灭火系统还是消火栓),应在必要时采取措施防止由消防水引起的共模失效风险。

4.5.6 消防供电电源应能满足设计火灾持续时间内消防用电设备可靠供电的要求。

5 总平面布置的防火设计

5.1 建(构)筑物之间的防火设计

5.1.1 核岛建(构)筑物成组布置,相邻厂房之间采用耐火极限不小于 2 h 的防火屏障进行隔离,并按 6.2 要求进行防护。

5.1.2 核岛与常规岛之间应在符合核安全、工艺运行要求基础上保持合理的防火间距,并且核岛厂房与常规岛厂房之间设置耐火极限不小于 2 h 的防火屏障,该防火屏障上所有开口应安装耐火极限不小于 2 h 的防火门、防火阀,工艺管道和电缆通道贯穿的孔洞应进行防火封堵,耐火极限不小于 2 h。由于工艺特殊要求无法进行防火封堵的孔洞,应在孔洞处设置水幕系统,且系统作用时间不小于 2 h。

5.1.3 其他核安全重要建(构)筑物与非核安全重要建(构)筑物之间的最小间距应符合 GB/T 50294 的相关要求。

5.1.4 非核安全重要建(构)筑物之间的最小间距,应符合 GB/T 50294 的相关要求。

5.2 消防车道

5.2.1 核电厂厂区内应设置消防车道。

5.2.2 消防车道的净宽度不应小于 4.0 m,道路上空遇有管架、栈桥等障碍物时,其净高不宜小于 5.0 m,困难地段不应小于 4.5 m。

5.2.3 转弯半径应满足消防车转弯的要求,不宜小于 9 m。

5.2.4 消防车道与建筑之间不应设置妨碍消防车操作的树木、架空管线等障碍物。

5.2.5 消防车道的路面以及下面的管道和暗沟应能够承受重型消防车的压力。

5.2.6 消防车道靠建筑外墙一侧的边缘距离建筑外墙不宜小于 5 m。

5.2.7 消防车道的坡度不宜大于 8%。

5.3 其他要求

总平面布置的其他要求和规定遵守 GB/T 50294。

6 火灾预防和限制火灾蔓延

6.1 材料选择

为避免火灾潜在危险,核电厂建筑构件、系统设备宜选用不燃材料,并应限制可燃和易燃材料的数量。

材料选用要求:

——保证厂房稳定性的建筑物承重构件(墙体、柱、梁、楼板等),应采用不燃材料;

——构成防火区/防火小区边界的建筑物构件,应采用不燃材料;

——设备用材料应采用不燃、难燃材料,因工艺或其他特殊原因无法采用不燃和难燃材料时,允许使用少量的可燃材料或易燃材料;

- 塑料应经燃烧性能分级测试后使用；
- 禁止使用石棉制品,以及含有石棉纤维的制品。

6.2 防火区/防火小区划分

6.2.1 一般要求

核安全重要建(构)筑物的防火区/防火小区划分应按本文件要求进行设计,非核安全重要建(构)筑物的防火分区应按照国家现行有效的其他标准进行设计。

6.2.2 分区要求

6.2.2.1 防火区/防火小区由一个或多个房间组成,可跨越多个楼层。

6.2.2.2 厂房的所有房间(结构空间除外)应划分为防火区/防火小区,每个防火区/防火小区应具有唯一编码,且宜在现场清楚标明。

6.2.2.3 每个厂房应采用耐火极限不低于 2 h 的防火边界部件与其他厂房进行实体隔离。某些因工艺或布置所限无法在厂房边界处实施实体隔离措施,或厂房之间无可燃物的情况除外。

6.2.2.4 防火区/防火小区边界宜利用电厂已有的建筑、结构布局。

6.2.2.5 宜尽可能将核安全相关设备和电缆的冗余系列设置在不同的防火区/防火小区内,避免一场火灾引起核安全功能的共模失效。

6.2.2.6 火灾荷载集中的区域宜划分为独立的防火区/防火小区(如:集中布置的电气机柜间、仪控机柜间、电缆间、电缆竖井、油罐间、蓄电池间等)。减少其发生火灾后对其他区域(特别是容纳核安全设备和电缆的区域)所造成的影响。

6.2.2.7 主控制室、远程停堆工作站应分别划分为独立的防火区,并采取措施防止一场火灾对两者同时造成影响。

6.2.2.8 用于人员疏散的楼梯间和受保护的疏散通道应划分为独立的防火区/防火小区。该防火区/防火小区边界应满足实体隔离要求。

6.2.2.9 因工艺布置、限制事故后氢气聚集及事故后泄压等要求,安全壳内无法按实体隔离要求划分防火区时,应划分为防火小区。

6.2.3 边界要求

6.2.3.1 防火区/防火小区的实体隔离屏障(墙、门、楼板、嵌缝、通风管道防火阀、机械和电气贯穿件封堵等)的耐火极限应满足火灾危害性分析结果且不应低于 1 h,用于确保核安全功能的防火区耐火极限不应低于 2 h,并满足 4.5.3 要求的抗震、定期试验及质保要求,确保防火屏障的完整性,避免一个防火区/防火小区内发生的火灾蔓延到其他防火区/防火小区。

6.2.3.2 防火区与其他防火区/防火小区的边界应满足实体隔离要求,保持完整性,开口或孔洞应采用防火封堵材料封堵。

6.2.3.3 防火小区与其他防火小区的边界应满足实体隔离要求或空间隔离要求,其实体的防火屏障耐火极限不低于 1 h。当因工艺或其他原因确实无法进行防火封堵的,应确保火灾不会蔓延至该防火小区外,或火灾蔓延不会影响核安全。

6.2.3.4 边界防火部件(防火墙、防火门、防火阀、防火风管等)耐火性能均不应低于其所在的防火区/防火小区耐火极限要求。

6.3 电气设置与管道布置防火要求

6.3.1 电气设备和电缆选型

6.3.1.1 应选用绝缘符合标准的电气设备,采用无油化设备,尽量减少使用可燃性物质;中压配电装置

宜选用真空开关,在特殊场合使用的电气设备还要选用符合环境要求的产品。

6.3.1.2 核安全重要建(构)筑物内所有电缆应为阻燃或耐火电缆,应符合 GB/T 18380(所有部分)中规定的至少一项阻燃试验要求或 GB/T 19216(所有部分)规定的至少一项耐火试验要求。

6.3.2 电气设备布置和电缆敷设

6.3.2.1 安全相关电气设备和电缆的冗余系列之间应采取实体隔离或空间隔离措施,并尽量设置在不同的防火区/防火小区内,以避免一场火灾引起的共模失效。

6.3.2.2 主控制室内部应将安全相关电气设备和电缆的冗余系列进行隔离,将其布置在不同机柜或控制盘内。当由于运行或操作要求必须设置在同一个机柜或控制盘内时,冗余系列之间应保持如下的合理间距。

- a) 当盘台为阻燃材料时,则其最小水平分隔距离为 2.5 cm,最小垂直分隔距离为 15 cm。如果接线能经受下列最坏瞬态情况,最小垂直分隔距离可减少到 2.5 cm:
 - 非安全级电线受热将不会导致电线下垂并碰触到安全级电线或元件;
 - 安全级电线受热将不会导致电线下垂并碰触到冗余通道的安全级电线或元件。
- b) 当不能满足上述要求时,应采用如金属板、金属罩、金属套管、金属线槽或其他不燃材料等手段对其中一个冗余系列进行有效的实体隔离。

6.3.2.3 反应堆安全壳电气贯穿件的位置应远离机械贯穿件。

6.3.2.4 电缆应与外表面温度大于 100 °C 或介质为易燃流体的管道和设备之间保持至少 1.0 m 的距离,除非这些电缆是上述管道或设备的供电、控制或测量电缆。如果无法满足该项规定,则应采取有效的隔热或隔离措施,以保证电缆与上述管道和设备的隔离。

6.3.2.5 电缆桥架宜采用竖向与水平交替的敷设方式(台阶式),对于层高超过 6 m 的楼层,竖向线路宜每隔 5 m 设置不燃材料制作的防火隔断,对于层高不超过 6 m 的楼层,竖向线路宜每隔 5 m 设置不燃材料制作的防火隔断或在穿越楼板处进行防火分隔。

6.3.2.6 对于距顶板小于 1 m 且未由固定自动灭火系统保护的多层水平电缆桥架,应至少每隔 25 m 设置不燃材料制作的防火隔断,以防止火灾蔓延。

6.3.2.7 对电缆穿越防火边界处的墙体和楼板的实体部位处的孔洞进行防火封堵。

6.3.2.8 如果可燃或易燃液体可能侵入电缆沟时(例如辅助锅炉房、柴油发电机和电源间等),则该电缆沟内禁止敷设与核安全相关的电缆。当不能避免时,应在电缆沟覆盖防护盖板前用砂土填埋或衬上矿物吸收材料。

6.3.3 管道布置

6.3.3.1 尽量避免使用能吸附可燃液体的保温材料。当必须使用时,保温材料外应加金属密封保护层以防止保温材料吸附可燃液体。禁止任何沥青类材料作为密封保护层使用。

6.3.3.2 当高温管道或设备附近可能存在挥发性可燃液体的泄漏而引起火灾风险时,应对这些高温管道或设备采取适当的保护措施,如:蒸汽排放阀应采用密封套进行隔热处理。

6.3.3.3 为了限制可燃流体管路上的泄漏,管道连接应采取焊接方式。当不得不用法兰连接时,应采用承插焊式法兰,所有螺母应锁紧。宜尽可能减少管道的接头数量,不宜使用软管连接,当必须使用时应选择具有良好耐火性能的软管。

6.3.3.4 对防火屏障的管道贯穿孔应根据贯穿孔的具体情况(如:一根或多根管道贯穿、管道直径或截面积、管道温度、是否有保温层、墙的壁厚及特性、环形间隙大小等)按下述要求执行:

- 防火屏障上的所有贯穿孔应进行防火封堵。但反应堆厂房某些区域由于要考虑事故工况下的卸压要求,允许有未封堵的孔洞,宜采取有效的防护措施。
- 贯穿相邻两个不同厂房的管道,应使用柔性耐火材料进行孔洞封堵或采用柔性耐火接头,以承

受建筑物的不均匀沉降引起的位移。

6.4 特殊区域防火与非能动防火设施

6.4.1 建筑物构件

构成防火区/防火小区边界的墙体、柱、梁、楼板、屋顶承重构件等应为不燃烧体。

6.4.2 架空地板

核安全重要建(构)筑物内不宜使用架空地板。

若不得不使用架空地板时,宜采用不燃材料。楼板和架空地板之间高度大于 0.8 m 且设置有可燃物时,则应设置火灾自动报警系统。

6.4.3 管沟

核安全重要建(构)筑物内不宜使用管沟。

若核安全重要建(构)筑物内不得使用管沟、且存在可燃液体流入风险时,应在沟槽内装完管道后,在沟内填砂子或不燃性矿物纤维,然后盖上防护盖板,避免可燃液体意外流入发生火灾。当上述管沟穿越防火区/防火小区边界时,应在该处设置允许水流通过但防止火灾蔓延的油水分离器或其他措施。

6.4.4 吊顶

吊顶(包括吊顶格栅)应为不燃烧体。

应限制天花板与吊顶空间内的可燃物数量。

上述空间内应最远每 25 m 用不燃烧体隔开。如果吊顶内设有自动灭火系统设施时,可不受本条规定限制。

6.4.5 防火嵌缝

核安全重要建(构)筑物各种类型嵌缝(包括但不限于:伸缩缝、变形缝、沉降缝、构造缝、预制缝等),当设置在防火屏障处时应满足该防火屏障耐火极限要求;当设置在厂房边界处时,应满足不低于 2.0 h 的耐火极限要求。

6.4.6 防火封堵

核安全重要建(构)筑物的防火封堵,当设置在防火屏障处时应满足其耐火极限要求;当设置在厂房边界处时,应满足不低于 2.0 h 的耐火极限要求。

6.4.7 防火门

6.4.7.1 具有耐火极限要求的防火区/防火小区边界处应设置防火门,其耐火极限应满足相应边界耐火极限要求。

6.4.7.2 常开防火门应在火灾情况下自动关闭,且与火灾自动报警信号联动,防止火灾蔓延,其状态信号应反馈至主控制室。

6.4.7.3 疏散通道上的防火门应为平开门,不应采用推拉门、卷帘门、吊门、转门和折叠门,其门扇开启力不应大于 80 N。

6.4.7.4 防火门应具备 20 万次启闭内保持正常使用功能的能力,即不发生影响正常使用的变形、故障和损坏。

6.4.7.5 对人员经常通行的防火门可设置开关状态指示装置反馈至主控制室。

6.4.8 防火盖板

6.4.8.1 防火盖板的耐火极限应不低于所在防火屏障的耐火极限要求。

6.4.8.2 人员通行用(带助力)防火盖板的开启力应适于手动开启并配置助力开启推杆,其正常开启角度不小于 90° 。

6.4.8.3 位于疏散通道的防火盖板应具备防冷烟性能并配置闭锁装置。

6.4.9 电缆防火包覆

6.4.9.1 电缆防火包覆应具有一定的耐火性能。

6.4.9.2 对散热量较大的动力电缆,不宜采取电缆防火包覆措施,可采用设计变更或路径修改的方式防止发生共模失效。如需要采取电缆防火包覆措施时,应考虑防火包覆内温度上升对电缆的影响。

6.4.9.3 对于测量电缆、控制电缆以及不连续供电的阀门低压动力电缆,可采取全封闭防火包覆措施。

6.4.9.4 当反应堆厂房外的低压动力电缆(不连续供电的阀门低压动力电缆除外)需要采取电缆防火包覆措施时,应考虑防火包覆内温度上升的影响,宜参考附录 C 确定防火包覆型式或对电缆承载电流及其启动相应设备的能力进行测定。

6.4.9.5 带通风散热孔的防火包覆,通风散热孔应具备防火膨胀密封功能,当周围发生火灾时可膨胀并封闭,避免火灾或烟气对包覆内的电缆造成损坏。

6.4.10 非能动实体防火保护装置

6.4.10.1 非能动实体防火保护装置应具有一定的耐火性能。

6.4.10.2 非能动实体防火保护装置的设计应便于受保护设备的维修和定期检查,其拆装操作不应降低其耐火极限和稳定性。

6.4.10.3 宜考虑非能动实体防火保护装置内温度上升的影响。

6.4.10.4 封闭防火箱体上的开孔(用于通风散热、卸压、窥视检查等功能)应具备防火膨胀密封功能,当周围发生火灾时可膨胀并封闭,避免火灾或烟气对箱体内的设备造成损坏。

7 消防疏散

7.1 一般要求

7.1.1 在厂房整体布局的最初设计阶段,宜考虑火灾情况下人员的安全疏散及消防队员的灭火救援,对疏散路线和疏散通道进行合理的规划和设计。

7.1.2 核安全重要建(构)筑物内应设置疏散通道,以确保任何可达房间内的所有人员都能够在火灾情况下及时疏散至室内外安全区域。

7.1.3 每个厂房疏散出口的设置应在满足核电厂实物保护要求的基础上同时响应防火的需求。

7.1.4 受保护的疏散通道应采取措施保护其不受外部火灾和烟气的影响。该区域不应作为电缆敷设通道且不得存放其他可燃物,该区域不应有影响疏散的凸出物或其他障碍物。

7.1.5 疏散通道应设置清晰的永久性疏散指示标识、应急照明、消防广播,以及必要的消火栓、移动式灭火器。疏散通道内的火灾就地模拟盘、灭火控制系统操作装置处应设置报警设施和通信设施。

7.1.6 主要用于人员通行的走廊、通道、封闭楼梯间或防烟楼梯间的疏散门应向疏散方向开启。

7.1.7 一般情况下,控制区内的疏散是从放射性水平高的区域向放射性水平低的区域进行,当上述疏散无法实现时,可通过控制区与非控制区之间的通道进行疏散。

7.1.8 电梯不能用作火灾情况下的人员疏散通道。

7.1.9 主控制室至远程停堆工作站应设置至少两个独立的疏散通道,确保发生火灾时,在必要情况下主控室操纵员能安全疏散至远程停堆工作站。

7.2 疏散出口

7.2.1 一般情况下,每个厂房设置至少两个不同方向的疏散出口通向安全区域。当厂房功能单一且火灾风险小同时厂房每层建筑面积不大于 250 m² 时,可设置一个疏散出口通向安全区域。

7.2.2 人员经常使用的面积大于 180 m² 的房间应设置两个不同方向的疏散门。

7.3 疏散距离

7.3.1 人员工作地点到室外出口、受保护的疏散通道、其他防火区或另一厂房的距离不应大于 40 m。鉴于反应堆厂房内的特殊情况,当存在第二个疏散路线时,房间内任一点至人员闸门等疏散出口的距离可大于 40 m,但应采取有效措施限制人员闸门等疏散出口附近的火灾荷载。

7.3.2 除反应堆厂房外,首层楼梯间应直通室外或另一厂房,否则应在其与室外或另一厂房之间设置受保护的疏散通道。

7.3.3 疏散通道不应设置超过 15 m 的袋形走道。

7.3.4 对于长距离电缆廊道、综合廊道,其疏散距离宜考虑如下因素。

——未设置固定灭火设施的电缆廊道和敷设多层电缆的综合廊道,两个疏散出口之间的距离不应大于 80 m,且袋形走道长度不应大于 10 m。

——设置固定灭火设施的电缆廊道和敷设多层电缆的综合廊道,两个疏散出口之间的距离不应大于 350 m,且袋形走道长度不应大于 50 m。

7.4 疏散宽度和高度

7.4.1 厂房内疏散通道、楼梯和门的各自总净宽度,应根据疏散人数按每 100 人不小于 1.00 m 计算确定,并满足 7.4.2~7.4.4 要求。

7.4.2 主要疏散通道净宽度不应小于 1.40 m,净高度不应低于 2.20 m。当满足上述要求确有困难时,其净宽度不应小于 0.90 m,净高度不应低于 1.80 m。不得降低首层主要疏散通道净宽度要求。

7.4.3 每层楼梯净宽度应按其上层(地下楼梯按其下层)疏散人数最多的一层经计算确定,且最小净宽度不应小于 1.10 m。对于因工艺原因确有困难且运行期间一般情况下很少有人进入的厂房(如:反应堆厂房等),其楼梯最小净宽度不应小于 0.90 m。

7.4.4 疏散门的净宽度不应小于 0.90 m,净高度不应小于 2.10 m。对于不经常使用的房间和局部通道上的门,当满足上述要求确有困难时,其疏散门净宽度不应小于 0.60 m,净高度不应低于 1.80 m。首层主要疏散外门的净宽度不应小于 1.20 m。

7.5 消防疏散照明和备用照明

7.5.1 厂房的如下区域应设置消防疏散照明。

——划分为独立防火区/防火小区的疏散通道、楼梯间及其前室,照度不低于 5.0 lx。

——其他疏散通道,照度不低于 1.0 lx。

7.5.2 消防疏散照明除正常供电作为主电源外,还应设置可靠的应急电源。疏散照明自带蓄电池,其应急电源的转换时间不应大于 5 s,高危险区域使用的系统的应急转换时间不应大于 0.25 s,工作时间不应小于 90 min。

7.5.3 厂房的如下区域应设置备用照明。

——主控制室、消防控制室、远程停堆工作站、消防水泵房、防排烟机房、自备发电机房、配电间以及发生火灾时仍需正常工作的消防设备间。其作业面最低照度不应低于正常照明的照度。

——主控制室通向远程停堆工作站的通道。

7.5.4 备用照明除正常主电源外,还应设置可靠的应急电源。其应急电源宜采用自备发电机组。

8 火灾自动报警系统

8.1 一般规定

8.1.1 火灾自动报警系统应设置于核电厂各厂房和建筑物中存在火灾危险的房间或区域内。

8.1.2 火灾自动报警系统应设有自动和手动两种触发装置。

8.1.3 为了综合考虑火灾情况下的灭火救援和确保核安全功能,核安全重要建(构)筑物的消防控制室应与机组主控制室合并设置。

8.1.4 火灾自动报警系统设备应选择符合国家有关标准和有关市场准入制度的产品。

8.1.5 核安全重要建(构)筑物的火灾自动报警系统设备应经过抗震鉴定并能承受安全停堆地震力引发的极限地震条件。

8.1.6 核安全重要建(构)筑物的火灾自动报警系统设备部件应满足其对应安全分级下的质保分级要求,其设计阶段需满足质保等级要求并且系统在运行阶段要接受定期试验检查。

8.1.7 核安全重要建(构)筑物的火灾自动报警系统软件部分应满足其对应安全分级下对软件的相关要求。

8.1.8 核安全重要建(构)筑物的火灾自动报警系统设备应按照相应标准进行电磁兼容试验。

8.1.9 运行管理所辖厂房和区域的火灾自动报警系统信号及消防联动控制功能应设置在机组主消防控制室,非运行管理所辖厂房和区域的火灾自动报警系统信号及消防联动控制功能应设置在配套设施厂房消防控制室。

8.2 系统设计要求

8.2.1 总体要求

8.2.1.1 核电厂火灾自动报警系统宜包括:核岛火灾自动报警系统、常规岛火灾自动报警系统及配套设施厂房火灾自动报警系统,系统结构应为网络型架构。每个火灾报警控制器作为火灾报警网络的一个节点,网络中任何一个节点的故障不应影响其他节点的正常运行和通信。

8.2.1.2 消防控制室的功能和配置应满足核电厂消防响应要求。核电厂应设置核岛消防控制室、配套设施厂房消防控制室,常规岛可单独设置消防控制室或与核岛消防控制室合用,可根据需要设置厂房消防控制室或消防值班室。核岛消防控制室应与机组主控制室合并设置。配套设施厂房消防控制室宜设置在控制区主出入口或生产办公楼。

8.2.1.3 核岛消防控制室应能显示机组相关区域的火灾报警信号和联动控制状态信号,其他消防控制室和消防值班室根据核电厂消防程序管理要求显示各自管理范围内的火灾报警信号和联动控制状态信号。多机组共用运行管理所辖厂房和区域的火灾自动报警系统信号应至少送至其中一台机组核岛消防控制室,远程手动消防联动控制功能由其中一台机组核岛消防控制室实现。

8.2.1.4 核岛消防控制室应设置火灾自动报警系统工作站及执行核安全重要建(构)筑物消防联动控制功能的分布式控制系统操纵员工作站。火灾自动报警系统工作站宜包括图形显示装置、消防电话主机、总线和多线控制盘等。

8.2.2 消防联动控制要求

8.2.2.1 核安全重要建(构)筑物的消防联动控制功能由核岛分布式控制系统或火灾自动报警系统实现,火灾报警信号应经过确认后再启动相关消防设备。确认火灾的方式可有以下几种:同一报警区域或探测区域内2只及以上独立的火灾探测器同时发出报警;现场人工确认或通过工业电视系统的视频图像人工确认。

8.2.2.2 核安全重要建(构)筑物防火区/防火小区边界的电控防火阀应由火灾自动报警信号联动控制,其联动触发信号应采用两个独立的报警触发装置报警信号的“与”逻辑组合。

8.2.2.3 核安全重要建(构)筑物的电控防火阀、防排烟系统应在主控室或就地实现手动控制。

8.2.2.4 需要火灾自动报警系统联动控制的自动灭火系统,其联动触发信号应采用两个独立的不同类型的火灾探测信号的“与”逻辑组合。

8.2.2.5 需人工确认火灾后启动的固定灭火系统,应在主控室或就地实现手动控制。

8.2.2.6 具有消防功能的安全级设备(灭火系统安全壳隔离阀、连锁安全级风机的防火阀),应由主控制室操纵员确认火灾后,根据系统设置和规程要求通过分布式控制系统设备对其进行远程手动控制。

8.2.2.7 固定灭火设备、防火阀、排烟阀、防排烟风机的开启和关闭状态信号应反馈至主控制室或就地设备。

8.2.2.8 反应堆冷却剂泵、上充泵、辅助给水电动泵、汽机厂房、循环水泵及重要厂用水泵、柴油发电机组燃油输送泵等区域宜设置工业电视系统,用于这些重要区域的火灾复核。

8.2.2.9 常规岛及其他运行管理所辖厂房和区域的重要消防设备(如变压器、主油箱、电动给水泵灭火系统启动按钮等)应在消防控制室直接手动控制。

8.2.3 系统布置要求

8.2.3.1 火灾自动报警系统

包括火灾报警控制器、火灾自动报警系统工作站、火灾就地模拟盘或火灾显示盘、火灾报警接线箱、各类火灾探测器、手动火灾报警按钮、火灾警报装置、输出模块、输入模块、消防专用电话、电源装置及电缆等。

8.2.3.2 火灾探测器的选择要求

在任何存在火灾危险的区域(除水池、通风竖井、没有火灾风险的密闭空间、卫生间以及其他特殊场合外),均应安装可寻址的火灾探测器,应根据场所的火灾危险性 & 探测地点的环境(温度、湿度、电离辐射、腐蚀性气体、房间压力;爆炸危险;辐射剂量等环境)对火灾探测设备的影响,确定火灾探测器类型的选择,以保证其探测的及时性与有效性。

- a) 对火灾初期有阴燃阶段,产生大量的烟和少量的热,很少或没有火焰辐射的场所,应选择感烟火灾探测器。
- b) 对火灾发展迅速,可产生大量热、烟和火焰辐射的场所,宜选择感温火灾探测器、感烟火灾探测器、火焰探测器或其组合。
- c) 对火灾发展迅速,有强烈的火焰辐射和少量烟、热的场所,应选择火焰探测器。
- d) 因放射性而不易进入的强辐照场所以及反应堆主泵区域,安全重要电气柜、仪控柜等区域宜选择管路吸气式感烟火灾探测器。
- e) 无遮挡大空间或有特殊要求的场所,宜选择红外光束感烟探测器。
- f) 在易燃易爆区域,应采用本安防爆型火灾探测器。

- g) 对使用、生产可燃气体或可燃蒸汽的场所,应选择可燃气体探测器。
- h) 在装有联动装置、自动灭火系统以及用单一探测器不能有效确认火灾的场合,宜采用感烟探测器、感温探测器、火焰探测器(同类型或不同类型)的组合。
- i) 高火灾风险区域的电缆间和电缆夹层的动力电缆托盘及变压器区域宜选择缆式线型感温探测器或线型光纤感温火灾探测器。
- j) 碘吸附器的上游宜选择温度传感器,下游宜选择感烟探测器或温度传感器。
- k) 高度大于 12 m 的空间场所宜同时选择两种及以上火灾参数的探测器,火灾初期产生大量烟时,应选择线型光束感烟火灾探测器、管路吸气式感烟火灾探测器或图像型感烟火灾探测器。
- l) 对火灾形成因素不可预料的场所,可根据模拟实验的结果选择探测器。

8.2.3.3 手动火灾报警按钮的设置

核安全重要建(构)筑物的手动火灾报警功能可由设在火灾就地模拟盘上的防火区/防火小区报警按钮或设置于主要出入口、通道上的手动火灾报警按钮实现。

8.2.3.4 火灾就地模拟盘的设置

火灾就地模拟盘设置于核安全重要建(构)筑物的入口或各楼层主要楼梯口明显部位。

火灾就地模拟盘应设置模拟平面图和报警指示灯装置,可快速识别着火的区域。报警指示灯宜按探测区域设置。

火灾就地模拟盘宜设置防火区/防火小区报警按钮及现场操作员用于控制的按钮,应设防止误碰的措施。

火灾就地模拟盘宜包含以下内容的部分或全部:

- a) 建筑平面图、房间编号等;
- b) 防火区/防火小区的划分情况;
- c) 火灾探测器位置示意及状态显示;
- d) 防火阀、排烟阀和防排烟风机的位置示意和状态显示;
- e) 固定灭火设备的位置示意和状态显示,如主要管道、控制阀门、水流指示器等;
- f) 固定灭火系统阀门的启动控制按钮;
- g) 每个防火区/防火小区的防火阀集中关闭控制按钮;
- h) 排烟阀、防烟风机、排烟风机的启动控制按钮;
- i) 就地模拟盘的运行、测试、故障、报警等状态显示信息。

8.2.3.5 火灾自动报警系统工作站的设置

消防控制室内应设置火灾自动报警系统工作站,工作站与火灾报警控制器之间应采用专用线路连接。

常规岛重要区域灭火系统(包括预作用系统、雨淋系统、水喷雾系统、自动控制的水幕系统)应能在主控室区域手动控制,手动按钮的控制采用硬接线控制方式。

设置在主控室的火灾自动报警系统工作站应满足主控室噪声条件要求。

8.2.3.6 火灾报警控制器的设置

核安全重要建(构)筑物的火灾报警控制器宜设置于电气厂房的电子设备间或主控室区域。火灾报警控制器应显示火灾自动报警系统及其各个部件(包括探测器、声光警报器、输入输出模块等)状态的主

要信息。

8.2.3.7 电源要求

核安全重要建(构)筑物的火灾自动报警系统主电源由 220 V 交流不间断电源系统供电,并且应保证机组大修期间火灾报警控制器的供电。

备用电源宜采用不间断电源(UPS)装置或蓄电池组,在主电源中断时自动投入,输出功率应大于火灾自动报警及联动控制系统全负荷功率的 120%,蓄电池组的容量应保证火灾自动报警及联动控制系统在火灾状态同时工作负荷条件下连续工作 3 h 以上。

当主电源断电,备用电源不能保证控制器正常工作时,火灾报警控制器应发出故障声信号并能保持 1 h 以上。

8.2.3.8 布线要求

火灾自动报警系统应采用低烟、无卤、阻燃电缆,供电线路、消防联动控制线路应满足消防设备在火灾持续时间内的功能要求。电线电缆的截面积除应满足自动报警装置技术条件及传输距离的要求外,还应满足机械强度的要求。

核安全重要建(构)筑物火灾自动报警系统电缆采用托盘内敷设方式或穿镀锌钢管明敷方式。引至终端设备(火灾探测器底座盒、接线箱盒等)的电缆及电缆拐弯处均需加金属软管进行保护。

8.3 消防广播系统

核电厂的广播系统,在发生火灾时应由主消防控制室发出火灾紧急广播。可进行全厂广播,也可分区广播。在配套设施厂房消防控制室可实现配套设施厂房各子项在火灾时应急广播的功能。

8.4 消防专用电话

8.4.1 核电厂消防专用电话网络应为独立的消防通信系统。

8.4.2 主消防控制室应设置消防专用电话总机。火灾就地模拟盘附近、火灾报警控制器附近、灭火控制系统操作装置处应设置消防专用电话分机或电话插孔。

8.4.3 消防专用电话的通信电缆应采用阻燃电缆或耐火电缆。

8.4.4 主消防控制室、配套设施厂房消防控制室及消防站应设置能直接报警的外线电话。

9 消防供水及灭火系统

9.1 一般要求

9.1.1 消防供水系统设计要求

9.1.1.1 综合考虑核安全性和经济性,可设置一套消防供水系统向整个生产区[包括核安全重要和非核安全重要建(构)筑物]提供室内外消防用水,也可以采用核安全重要建(构)筑物单独设置一套独立的消防供水系统的方式。厂前区消防供水系统宜独立设置。

9.1.1.2 为常规岛、配套设施厂房和厂前区提供消防保护的消防供水系统,在遵照本文件中适用于全厂的总体原则要求基础上,其系统设置应满足国家现行的普通工业和民用建筑设计防火规范,其中常规岛厂房还应满足 GB 50745 的相关要求。

9.1.1.3 为核安全重要建(构)筑物提供消防保护的消防供水系统如因厂址布置或其他原因,确需与其他系统合用一座建筑物时,应确保其满足消防供水系统的抗震、布置等设置要求。当采用柴油机消防水

泵时宜设置在独立的消防泵房内。

9.1.2 灭火系统设计要求

9.1.2.1 灭火剂

灭火剂的化学、物理性能(如活化性或临界反应条件等)应不致加速火情和危害核电厂及人员安全。

当灭火系统设置在放射性区域内时,应采取有效措施避免放射性污染的扩散,在灭火剂排放前对其进行收集和处理,经监测达标后才允许排放。

通常在可能发生深位火灾或需要冷却的区域,应首先选择水基型灭火系统(如消火栓、自动喷水灭火系统、水喷雾灭火系统、水幕系统、泡沫灭火系统、泡沫-喷淋灭火系统等)。当不能使用水作灭火剂时,可使用其他灭火剂,如:IG-541 混合气体、七氟丙烷、二氧化碳、热气溶胶、干粉灭火剂等。

禁止使用哈龙灭火剂。

9.1.2.2 系统设置

灭火系统由固定式灭火系统(消火栓、自动灭火系统)和移动式灭火器组成。

在不影响核安全前提下,应对如下设备和区域设置自动灭火系统。

- 含有 100 L 及以上的燃油、润滑油等液体可燃物的储罐。
- 含有 100 L 及以上的燃油、润滑油等液体可燃物的泵、电动机等运转机械。
- 含有 45 kg 及以上的活性炭等快速燃烧固体的碘吸附器。
- 火灾危害性分析确定火灾持续时间超过边界耐火极限要求的防火区/防火小区。
- 火灾危害性分析确定应设置固定灭火系统的其他设备和区域,即:火灾荷载密度大于 400 MJ/m^2 的防火小区内的火灾风险集中区域,火灾荷载密度大于 900 MJ/m^2 的防火区内的火灾风险集中区域。

对固定灭火系统进行选型和布置时,应考虑保护对象类型、火灾风险大小和类型、分布情况、区域可达性以及环境条件等,确保及时有效地扑灭火灾。

9.1.2.3 控制方式

核安全重要建(构)筑物内设置的自动灭火系统,其启动方式在特殊情况下可选择手动启动。

对于机组安全和运行特别重要的设备,如反应堆冷却剂泵、仪控机柜等,自动灭火系统的启动需经操纵员确认,采用手动启动方式。其他火灾风险较大、且无人值班的区域,其自动灭火系统宜采用自动启动方式。

需要火灾自动报警系统联动控制的自动灭火系统,其控制方式应符合 8.2.2 相关规定。

9.1.2.4 其他要求

核安全重要建(构)筑物内设置有水基型灭火系统的场所,应考虑其水淹风险。

9.2 消防用水量及水压

9.2.1 核安全重要建(构)筑物的最大消防用水量应按需要同时作用的室内外消防用水量之和计算,包括但不限于自动喷水灭火系统、水喷雾灭火系统、泡沫灭火系统、室内外消火栓用水量。室内消火栓设计流量为 10 L/s ,室外消火栓设计流量为 20 L/s 。当核安全重要建(构)筑物单独设置消防供水系统时,室外消防用水量应根据室外消防设计计入其供水来源相关系统。

9.2.2 非核安全重要建(构)筑物的室内消防用水量、水压、火灾延续时间,以及生产区室外消防用水

量、水压、火灾延续时间,应根据 GB 50974、GB 50745 确定。

9.3 消防水源

9.3.1 为核安全重要建(构)筑物提供消防保护的消防供水系统应设置至少两个 100% 容量的独立的消防水池作为核安全相关区域的消防水源,消防水池按抗极限安全停堆地震震动(SL-2)荷载设计。

9.3.2 为核安全重要建(构)筑物提供消防保护的消防供水系统的每个消防水池的有效容积应满足所保护范围火灾延续时间(2 h)内室内最大消防用水总量的要求。若室内外消防给水由同一系统供水,其有效容积需考虑室外消防用水量。每个消防水池的有效容积不应小于 1 200 m³。必要时,消防水源可作为核安全事故缓解系统的备用或应急补水水源。

9.3.3 为核安全重要建(构)筑物提供消防保护的消防供水系统的消防水池宜设置两路补水水源,补水水源应具备 8 h 内将任一消防水池充满的补水能力。

9.3.4 每个消防水池应设置独立的出水管,并应设置连通管,以便消防水泵能从任一水池或同时从两个水池吸水。出水管管径应满足消防给水设计流量的要求。也可将所有消防水泵的吸水管由装有隔离阀的连接管相互连通,以满足消防水池连通的功能。

9.3.5 消防水池应设置就地水位显示装置,并应在主控制室等地点显示水池水位,同时应有最高和最低水位报警。

9.3.6 消防水池应设溢水管和通气管,并采取防止虫鼠等进入消防水池的技术措施。溢水管应采用间接排水。

9.3.7 消防水池应考虑检修时排水。

9.3.8 消防水源的水质应满足水灭火设施的功能要求。

9.3.9 冬季结冰地区的消防水池应采取防冻措施。

9.3.10 消防水池应设置用于消防车取水的接口或设施,以保证在消防水泵失去动力源或故障时,由消防车从消防水池取水。吸水高度不应大于 6 m。

9.3.11 当消防供水系统和最终热阱共用同一高位水源时,应确保消防水源不作他用,且消防供水不应影响最终热阱的用水需求。消防水源的容积、标高、抗震要求等参数应满足被保护安全重要物项的灭火需求。

9.3.12 仅服务于常规岛和配套设施厂房的消防供水系统,消防水池的有效容积应满足所保护范围火灾延续时间内最大消防用水量的要求。

9.4 消防水泵及稳压装置

9.4.1 固定消防水泵应设置备用泵。备用泵的流量和扬程应不小于最大一台消防水泵的流量和扬程。

9.4.2 消防水泵的性能应满足所保护区域内所需流量和压力要求,在 SL-2 荷载时应仍能保持运行。

9.4.3 设计扩展工况情况下,如果消防水泵可用,可为核安全事故缓解系统提供备用或应急水源。

9.4.4 消防泵驱动机构可采用电动机或柴油机等直接驱动,不应采用双电动机或基于柴油机等组成的双动力驱动。并应符合下列要求。

——采用多台电动机驱动的消防水泵组合时,除了正常供电电源之外,应分别由不同系列的满足相应消防供水设备分级要求的柴油发电机组提供备用电源。

——采用电动机和柴油机驱动的消防水泵组合时,若备用泵为柴油机驱动消防水泵且其性能无法满足被保护核安全重要建(构)筑物的消防用水流量和压力要求时,电动消防水泵除了正常供电电源之外,应分别由不同系列满足相应消防供水设备分级要求的柴油发电机组提供备用电源。

9.4.5 当发生火灾时,消防水泵应能根据消防水管网的管网压力值自动启动。消防水泵也应能由就地手动或由主控制室远程控制手动启动。由主控制室远程控制手动停止。

9.4.6 当控制线路等控制系统发生故障时,电动消防水泵应能通过配电柜或者控制柜应急启动。应急启动时,应由有权限的操作人员根据规程要求进行手动操作。

9.4.7 消防水泵不应自动停泵,应由有权限的操作人员确认火灾扑灭后人工停泵。

9.4.8 所有消防水泵的出水管道由装有隔离阀的连接管相互连通,以保证一根消防供水管道检修时可由其余供水管道提供全部消防设计流量。

9.4.9 一组消防水泵的吸水管和出水管分别不应少于两根。当其中一条损坏或检修时,其余管道应仍能提供全部消防用水量。每台工作水泵均应有独立的吸水管。吸水管布置应避免形成气囊。

9.4.10 消防水泵应采取自灌式吸水,以保证安全启动。

9.4.11 当厂址地形条件允许时可建造高位消防水池,此时可不配置消防泵,但应符合下列全部规定:

- 高位消防水池的最低有效水位应满足其所服务的水灭火系统所需流量和压力要求;
- 应设置至少两个 100% 容量的高位消防水池,每个高位消防水池的有效容积应满足 9.3.2 消防水池容积要求;
- 高位消防水池在 SL-2 地震时仍能保持其完整性。

9.4.12 为了保持整个消防管网的稳高压状态,并在发生管网泄漏时提供补水,系统应设置稳压装置。稳压装置可仅设置稳压泵,也可采用气压水罐和高位消防水箱等。

9.4.13 当采用稳压泵时,应符合下列要求。

- 应设置备用泵。
- 稳压泵的设计流量不应小于管网的正常泄漏量和系统自动启动流量。当没有管网泄漏量数据时,宜按 5 L/s 计。
- 稳压泵的设计压力应确保系统自动启泵压力设置点处的压力在准工作状态时大于系统设置的自动启泵压力值,且增加值不宜小于 0.04 MPa。

9.4.14 准工作状态时,由稳压装置维持管网压力,发生火灾时,随着消防管网压力下降,位于消防泵房内的消防水泵自动启动,供给消防系统用水。

9.4.15 仅服务于常规岛和配套设施厂房的稳压装置,当不设置高位消防水箱时,可设置气压供水设备。设置气压供水设备时,气压供水设备的有效容积按照消防供水系统 1 min 最大流量确定。

9.4.16 当核岛、常规岛和配套设施厂房共用稳压装置时,稳压装置可按非抗震设计,设计参数按 9.4.15 进行设计,且稳压装置参数应包络核安全重要建(构)筑物水灭火系统所需的流量、压力等要求。

9.5 消防供水管网

9.5.1 当核安全重要建(构)筑物消防供水管网与其他区域消防供水管网相互连通时,应在管网上设置抗震阀门等隔离措施,以确保核安全重要建(构)筑物的消防用水。

9.5.2 管网设计应保证在消防泵投运后向管网上最不利点提供其需要的压力和流量。此外,管网应能承受消防水泵零流量时泵的压力与水泵吸水口最大静水压力之和。当水锤压力值超过管道试验压力值时,应采取相应的防水锤措施。

9.5.3 核岛厂房外的消防供水管网应采用环状管网,环状管网进水管不应少于两条,当其中一条故障时,其余进水管应能满足全部设计流量;环状管网上应采用阀门分成若干独立管段,每段室外消火栓的数量不宜超过 5 个。管网直径应根据流量、压力和流速要求经计算确定,但不宜小于 DN100。

9.5.4 管道流速及管网水力计算可按 GB 50974 中有关规定确定。

9.5.5 核岛厂房内消防水分配主管网应至少设置两条进水管,并形成闭合环路,采用阀门将环路分成

若干独立段,该阀门的布置应能满足维修要求且不会中断任一区域的消防供水。

9.5.6 核安全相关厂房内消防竖管与室内闭合环路连接处应设阀门。

9.5.7 室内消火栓竖管与自动喷水灭火系统、水喷雾灭火系统等其他水灭火系统合用一套供水管网时,供水管路应沿水流方向在报警阀等控制阀前分开设置。室内消火栓竖管管径应根据最低流量经计算确定,但不应小于 DN100。

9.5.8 消防管网设置一定数量的消防水泵接合器或其他消防供水接口,以保证在消防水泵失去动力源或故障时,由消防车或移动设备,通过消防水泵接合器或其他消防供水接口向管网供水。消防水泵接合器或其他消防供水接口的设置数量应按系统设计流量经计算确定,当数量超过 3 个时,可根据消防车的现场停放等情况适当减少。

9.6 水基自动灭火系统

9.6.1 设计要求

不同系列设置的自动喷水及水喷雾灭火系统应完全分开设置,即一套自动喷水灭火系统或水喷雾灭火系统不应服务于不同系列设备或房间。

自动启动系统的控制装置下游管道应设置水流报警装置,将系统启动信号传至主控室。

9.6.2 自动喷水灭火系统

自动喷水灭火系统主要包括湿式系统、干式系统、预作用系统、雨淋系统及水幕系统。喷头布置和水力计算可按 GB 50084 进行设计。

a) 湿式系统

系统主要由控制阀、水流报警装置(如水流指示器)、闭式喷头、管道、系统隔离阀组成。

一旦喷头的热敏元件受热,达到预定温度,喷头爆破,系统即投入运行。通过手动关闭相应系统隔离阀停止喷淋。系统隔离阀在正常运行情况下,处于开启位置。

系统控制阀可采用湿式报警阀组或人工操作的手动阀门。

系统控制阀、水流报警装置及系统隔离阀等控制设备应设置在被保护的防火区/防火小区以外。

当采用常开手动阀门作为控制阀时,应在水流报警装置后设置试验喷头,用于水流报警装置定期试验及排水,在系统隔离阀与控制阀之间设置定期试验接口,检测系统压力。为保证试验时防护区内的操作安全,试验喷头可不位于末端,可与水流报警装置放置于被保护的防火区/或防火小区外。

对于机组安全和运行特别重要的设备,如仪控机柜间,可采用控制阀和系统隔离阀双重常闭的手动启动方式,系统隔离阀后配水管道内不充水,此时可不设置水流报警装置和试验喷头。

水流指示器等水流报警装置可以定位使用中的喷水管路。

b) 干式系统

系统主要由控制阀、充气装置、水流报警装置、闭式喷头、管道、阀门等组成。

该系统需配备保持配水管道内气压的充气装置。

控制阀及手动隔离阀应设置在被保护的防火区/防火小区以外。

c) 预作用系统

系统主要由控制阀、充气装置(可不设)、水流报警装置、闭式喷头、管道、阀门等组成。

该系统分两个阶段操作,第一阶段使管道注入消防水,由两种不同类型火灾探测信号联动控制。第二阶段与湿式系统的运行方式相同。

系统控制阀可采用预作用报警阀组或电动阀门(气动或电动)。

控制阀及手动隔离阀应设置在被保护的防火区/防火小区以外。

当采用电动阀门作为控制阀时,阀门常闭,其试验喷头及试验接口设置方式与湿式相同。

d) 雨淋系统

系统主要由开式喷头、感温雨淋报警阀(如熔断阀)或雨淋报警阀组、水流报警装置、管道、阀门等组成。

为防止误喷,感温雨淋报警阀(如熔断阀)或雨淋报警阀组可由两种不同类型火灾探测信号联动控制或手动控制。

准工作状态时,感温雨淋报警阀(如熔断阀)或雨淋报警阀组处于关闭位置。

感温雨淋报警阀(如熔断阀)应设置在被保护的防火区/防火小区内。雨淋报警阀组设置在被保护的防火区/防火小区以外。

e) 水幕系统

水幕系统用于挡烟阻火和冷却分隔物,为开式系统。系统采用开式洒水喷头或水幕喷头。

系统控制阀可采用雨淋报警阀组、感温雨淋报警阀、电动阀或人工操作的手动阀门。

准工作状态时,雨淋报警阀组、感温雨淋报警阀、电动阀或人工操作的手动阀门处于关闭位置。

水幕系统喷水强度按 GB 50084 进行设计。

当核岛厂房因特殊原因洞口无法封堵,且相邻常规岛厂房可能影响核岛厂房时,宜在开洞/口处增设水幕系统进行防烟分隔。可在洞口内部、上方或周边设置两排水幕喷头或开式洒水喷头,以加强其有效性。喷头的布置应保证喷头洒水宽度不小于孔洞宽度。若孔洞内有穿越物,喷头布置应保证不留有洒水空白区。

9.6.3 水喷雾灭火系统

水喷雾系统以水雾喷头取代开式喷头,其他系统组成和控制要求与 9.6.2d)雨淋系统相同。

系统供水压力应满足其选用喷头的正常使用压力要求。喷头布置和保护面积应按 GB 50219 进行设计。

9.6.4 泡沫灭火系统

9.6.4.1 泡沫灭火系统主要由泡沫液比例混合装置、泡沫产生装置(如泡沫产生器、泡沫-水喷头等)、泡沫液、控制阀门及管道等组成。

9.6.4.2 甲、乙、丙类液体储罐(区)宜选用低倍数泡沫灭火系统。其设计应满足 GB 50151 的相关要求。

9.6.4.3 禁止使用泡沫灭火系统扑救 PVC 火灾(如电缆火灾)。

9.6.4.4 具有非水溶性液体泄漏火灾危险的室内场所可采用泡沫-水喷淋系统;存放量不超过 25 L/m³ 或超过 25 L/m³ 但有缓冲物的水溶性液体室内场所也可采用泡沫-水喷淋系统。

9.6.4.5 泡沫-水喷淋系统泡沫混合液与水的连续供给时间,应符合下列规定:泡沫混合液连续供给时间不应小于 10 min;泡沫混合液与水的连续供给时间之和不应小于 60 min。

9.6.4.6 泡沫-水喷淋系统的报警阀组、水流报警装置的设置,应符合自动喷水灭火系统的有关规定。并应设置系统试验接口。

9.6.4.7 闭式泡沫-水喷淋系统和泡沫-水雨淋系统的作用面积及喷头的选用和布置应按 GB 50151 进行设计。

9.6.4.8 泡沫-水雨淋系统与泡沫-水预作用系统的控制,应符合下列规定:系统应同时具备自动、手动和应急机械手动启动功能;应设置故障监视与报警装置,且在消防报警控制盘上显示。

9.6.5 典型区域水基自动灭火系统的喷淋强度及作用面积

核安全重要建(构)筑物设有水基自动灭火系统的典型区域内的灭火喷淋强度及作用面积不应低于

表 1 的规定。

表 1 固定灭火系统类型、喷淋强度和作用面积

保护对象	可选系统类型	喷淋强度 L/(min·m ²)	作用面积 m ²
电缆间、电缆廊道、 电缆竖井等	开式水喷雾	10	被保护面积
	雨淋系统	10	被保护面积
	闭式自喷	10	房间面积/260 ^a
柴油发电机	闭式泡沫—水喷淋	10 ^c	房间面积/465 ^b
燃油储罐	开式泡沫—水雨淋	6.5 ^c	被保护面积
仪控机柜	闭式自喷	10	房间面积/260 ^a
带有润滑油的运转机械设备 (如泵、压缩机等)	开式水喷雾	15	被保护面积
	闭式自喷	15	房间面积/260 ^d
^a 对于设置闭式自喷系统的场所,所在防火区(防火小区)面积小于 260 m ² 时,作用面积按防火区/防火小区相应房间面积;所在防火区/防火小区面积大于 260 m ² 时,作用面积最小取 260 m ² 。 ^b 对于设置闭式泡沫-水喷淋系统的场所,所在防火区(防火小区)面积小于 465 m ² 时,作用面积防火区/防火小区相应房间面积,所在防火区/防火小区面积大于 465 m ² 时,作用面积最小取 465 m ² ,另外也可采用试验值。 ^c 此数值为灭火剂中添加有乳化剂的喷淋强度。若灭火剂中未含乳化剂,按 15 L/(min·m ²)计。 ^d 对于运转机械设备设置闭式自喷系统保护时,作用面积按设备所在房间面积;设备所在房间面积大于 260 m ² 时,作用面积最小取 260 m ² 。			

9.7 消火栓

9.7.1 室内消火栓

9.7.1.1 除地下廊道(如电缆廊道、综合廊道等)、不可通行或进入的区域外,厂房内各层均需要设置室内消火栓。

9.7.1.2 室内消火栓的布置应确保至少 2 支水枪的有效射程能到达室内任何部位。对于只有一条疏散路线且火灾风险较低的区域,应确保至少 1 支水枪的有效射程能到达室内任何部位。

9.7.1.3 室内消火栓应设在楼梯间、前室、走道等明显易于取用以及便于火灾扑救的位置。

9.7.1.4 室内消火栓栓口的安装高度应便于消防水带(软管)的连接,其距地面高度宜为 0.7 m~1.5 m。采用 RIA 型或者类似消火栓时,卷盘中心距地面高度宜为 1.2 m~1.8 m。

9.7.1.5 室内消火栓栓口压力应满足灭火人员使用要求,且每个消火栓最小流量在 0.45 MPa 时至少为 120 L/min。

9.7.2 室外消火栓

9.7.2.1 核岛厂房室外消火栓的间距不应大于 75 m。

9.7.2.2 核岛厂房室外消火栓数量应根据室外消火栓设计流量、间距和保护半径经计算确定,保护半径不应大于 150 m,每个室外消火栓出水流量宜按 10 L/s~15 L/s 计。

9.7.2.3 室外消火栓宜沿核岛厂房周围均匀布置,且不宜集中布置在厂房一侧,距厂房外墙不宜小于 5 m。

9.7.2.4 室外消火栓宜沿厂区道路设置,距路边不应大于 2 m,不宜小于 0.5 m。

9.7.2.5 室外消火栓宜采用地上式消火栓,地上式消火栓应有一个直径 DN150 或 DN100 和两个直径 DN65 的栓口;寒冷、严寒地区宜采用干式地上式消火栓。

9.7.2.6 当采用地下式室外消火栓时,应有直径为 DN100 和 DN65 的栓口各一个,且应有明显的永久性标志。

9.7.2.7 室外消火栓应避免设置在机械易撞击的地方,确有困难时,应采取防护措施。

9.8 灭火器

9.8.1 建(构)筑物内,应设置足够数量和适当规格的灭火器,保证有效地扑灭初期火灾。灭火器的类型应适用于配置场所的火灾种类。

9.8.2 灭火器一般布置在明显并且便于取用的地点,如电梯旁边、走道、出入口和设备附近的通道。在满足相应场所灭火器最大保护距离的前提下,可将灭火器布置在计算单元的房间门口外或房间外的疏散走道。灭火器的放置不能影响火灾及事故时的安全疏散。

9.8.3 对于某些高辐射区域有悖于工作人员辐射防护或影响核安全的场所,可考虑将该灭火器放置于高辐射区域之外。

9.8.4 当楼梯间为独立的防火区/防火小区时,可不单独作为一个计算单元进行设计。

9.8.5 当疏散走道为独立的防火区/防火小区时,可不单独作为一个计算单元进行设计。单面布房时,可分段将疏散走道计入相邻的防火区/防火小区内;双面布房时,可分段将其计入相邻危险等级较高的防火区/防火小区内。

9.8.6 当同一水平防火区/防火小区内的各个房间或场所的火灾种类相同,危险等级不同时,可将其作为同一计算单元,但系统设计应按照危险等级高的考虑。

9.8.7 应对核安全重要建(构)筑物内的灭火器采取有效的固定措施,防止灭火器倾倒或者移位。影响核安全相关物项处的灭火器的固定措施(如灭火器的固定支架、灭火器箱的固定措施)经抗震分析确定,以保证安全停堆地震工况下其不会影响安全物项。

9.8.8 核岛厂房内主要设备房间宜按表 2 确定其火灾种类及危险等级。

表 2 火灾种类及危险等级

配置场所	火灾种类	危险等级
主控室	A、E	严重
分控制室	A、E	严重
计算机房	A、E	严重
反应堆保护机柜间	A、E	严重
远程停堆站	A、E	严重
仪控机柜间	E	中
配电间	E	中
电气贯穿件间	E	中
电缆间、电缆夹层、电缆廊道	E	中
继电器室	E	中
蓄电池室	C	中
废气处理压缩机间	C	中
化容系统含氢气设备间	C	严重

表 2 火灾种类及危险等级 (续)

配置场所	火灾种类	危险等级
双层安全壳间环形区	A、E	中
柴油发电机及日用油箱间	B、E	严重
柴油发电机主储油罐间	B	严重
消防泵间(有柴油机)	A、B	严重
消防泵间(无柴油机)	A、E	轻
通风机房(设碘吸附器)	A、E	中
通风机房(无碘吸附器)	A、E	轻
防、排烟机房	A、E	中
碘吸附器室	A	中
主蒸汽隔离阀及润滑油箱	B	严重
设有自动灭火系统的泵间及润滑油间	B、E	严重
空压机房	B、E	中
不燃液体的泵间和阀门间	A	轻
冷水机组	B、E	中
更衣室	A	中
办公室(设有专用通风系统、计算机、打印机等设备)	A、E	中
办公室(未设专用通风系统、计算机、打印机等设备)	A	轻
会议室、资料室	A	中
辐射防护监测装置间	A	轻
除盐装置/过滤器间	A	轻

9.8.9 灭火器的配置设计计算按照 GB 50140 执行。

10 通风防火与防排烟

10.1 通风防火

10.1.1 一般要求

10.1.1.1 通风管道不宜穿越不同安全系列防火区/防火小区。

10.1.1.2 通风、空气调节系统的风管在下列部位应设置公称动作温度为 70 °C 的防火阀。

- a) 穿越防火区/防火小区的实体边界处,除非该边界无耐火极限要求。
- b) 穿越防火分隔处的变形缝两侧。
- c) 通风系统室外进风口避免布置在易受外部火灾影响处,若无法避免,室外进风口处需设置防火阀。

10.1.1.3 公称动作温度为 70 °C 的防火阀设置应符合下列规定。

- a) 防火阀应靠近防火分隔处设置,与墙体/楼板组成完整的防火边界,且耐火极限不应低于该防火边界的耐火极限。
 - b) 绝热型防火阀执行机构需考虑防热保护措施,否则应在阀体外靠近执行机构位置安装公称动作温度为 70℃ 的感温元件。
 - c) 防火阀应至少设置一个“关闭”位置信号反馈,正常运行处于“开启”位置,且状态信号应反馈至主控制室或就地。
 - d) 电控防火阀应与火灾自动报警系统联动关闭,且应在主控制室或就地实现手动控制,就地控制应安装在该防火区/防火小区外,便于操作处。
 - e) 防火阀宜设置单独的支吊架,且支吊架应具有与该防火阀相同的耐火稳定性,否则应采用防火绝热材料包覆。
 - f) 靠近防火阀的通风管道上宜设置检修孔。
- 10.1.1.4 防火阀和风管穿过防火边界墙体/楼板处的缝隙宜使用防火材料封堵,且耐火极限不应低于该防火边界的耐火极限要求。
- 10.1.1.5 安装在排风管道上的防火阀关闭时,宜联动关闭该防火边界处对应送风管道的防火阀。
- 10.1.1.6 采用气体灭火系统的房间,应设置通风系统。与该房间连通的通风管道应设置电控风阀,由火灾自动报警信号联动关闭。气体消防后,手动启动风机,按要求进行通风换气。
- 10.1.1.7 通风和空气调节系统的电加热器应与送风机联锁,并应设置无风断电、超温断电保护装置。
- 10.1.1.8 通风管道防火设计要求。
- a) 通风管道穿越不同安全系列防火区/防火小区,若防火边界处不便设置防火阀,此防火区/防火小区内的通风管道及其支吊架应采取防火保护措施,满足该防火区/防火小区边界耐火极限要求。
 - b) 可燃气体管道、可燃液体管道不应穿过通风机房和通风管道,且不应紧贴通风管道的外壁敷设。
 - c) 风管内设有电加热器时,电加热器前、后各 800 mm 范围内的风管及其保温材料应采用不燃材料。
 - d) 通风管道及保温材料应采用不燃材料。柔性风管、柔性接头、用于加湿器的加湿材料、消声材料、过滤材料及粘结剂,宜采用不燃材料,确有困难时,可采用难燃材料。
 - e) 排除和输送温度超过 80℃ 的空气或气体混合物的风管,与可燃或难燃物体之间的间隙不应小于 150 mm,或采用厚度不小于 50 mm 的不燃材料隔热,当管道上下布置时,表面温度较高者应布置在上面。
 - f) 容易积尘的通风管件处应设置清扫口。
- 10.1.1.9 碘吸附器应符合下列规定。
- a) 碘吸附器所在房间应划分为独立的防火区/防火小区,否则碘吸附器箱体耐火完整性应为 2 h。
 - b) 碘吸附器附近不应布置可燃物,如有,距离宜大于 4 m,为碘吸附器辅助服务的电缆除外。
 - c) 碘吸附器活性炭的着火点不应低于 330℃。
 - d) 若碘吸附器前设置有电加热器,则应在电加热器下游设置温度传感器,温度超过设定值,应自动停运电加热器,且核安全重要建(构)筑物应向主控室报警。
 - e) 碘吸附器上游安装温度传感器,下游安装感烟探测器或温度传感器,核安全重要建(构)筑物应向主控室报警。
 - f) 碘吸附器上、下游应分别安装耐火极限 2 h 的隔离阀或耐火极限 2 h 的防火阀,布置在相同防火区/防火小区内且便于快速关闭的位置。
 - g) 防火阀应至少设置一个“关闭”位置信号反馈,正常运行处于“开启”位置,且状态信号应反馈至主控制室或就地,非核安全重要建(构)筑物应反馈至就地(消防)控制室或就地模拟盘。

- h) 活性炭容量大于或等于 45 kg 的碘吸附器,应设置固定灭火设施。
- i) 人员可快速到达的房间,碘吸附器不宜与消防水系统直接连通,消火栓应设置在消防人员快速到达的区域,且满足栓口与碘吸附器连接的距离要求。
- j) 设置固定灭火设施的碘吸附器箱体和所在房间应设置排水措施,宜排放至放射性废水排放系统。

10.1.2 氢气危险区的通风系统

10.1.2.1 氢气危险区的排风系统宜单独设置,不得采用循环方式。运行中可能产生氢气的蓄电池间应设置独立的排风系统。

10.1.2.2 蓄电池室应维持一定的负压。

10.1.2.3 蓄电池室的排风机及电动机应为防爆式,并应直接连接。排风管线上的防火阀、调节阀等部件应符合防爆场合应用的要求。布置在蓄电池室内的通风设备应为防爆式。当送风机布置在通风机房内且送风干管上设置防止回流设施时,可采用普通型的通风设备。

10.1.2.4 排风系统吸风口上缘至顶棚平面或屋顶的距离不应大于 0.1 m,水平排风管全长宜顺气流方向向上坡度敷设。

10.1.2.5 不应将空气从存在大量氢气释放危险的房间输送到无氢气危险的房间。

10.1.2.6 核安全重要建(构)筑物氢气危险区通风系统的丧失应向主控室报警。

10.1.3 其他配套设施厂房的通风系统

10.1.3.1 除盐水厂房、制氢站等站房中有易燃易爆气体产生的区域,机械排风风机及电机应为防爆型,并应直接连接。

10.1.3.2 柴油发电机间和燃油储存罐间通风机及其电机宜为防爆型,并应直接连接。

10.2 防排烟系统

10.2.1 一般要求

10.2.1.1 防排烟系统设计应根据建筑高度、使用性质等因素,采用自然通风系统或机械加压送风系统,及自然排烟或机械排烟系统。

10.2.1.2 不同安全供电系列房间,其防排烟系统宜各自独立。

10.2.1.3 放射性风险区域和非放射性风险区域的防排烟系统应各自独立。

10.2.1.4 防排烟系统运行时,与相邻房间形成的最大压差不应超过 80 Pa,当不能保证时,可附设压差控制系统。

10.2.1.5 核安全重要建(构)筑物的防排烟系统应在主控制室或就地实现手动控制。

10.2.1.6 电气厂房、安全厂房、辅助/附属厂房、燃料厂房、反应堆厂房等厂房的防排烟风机应由其保护区域之外的配电盘供电。防排烟风机正常供电电源之外,应采用柴油发电机作为备用电源。

10.2.1.7 防排烟风机控制柜不宜采用变频启动方式。

10.2.1.8 防排烟系统的设备、阀门、风管、支吊架等不应影响核安全相关系统的功能。

10.2.1.9 防排烟系统的管道不宜穿越不同防火区/防火小区,确实无法避免时,应满足防火边界的耐火极限要求。

10.2.1.10 主控室区域应有独立的通风系统,正常运行时保持正压。主控室外部发生火灾时,主控室相对着火房间应保持正压;主控室内部发生火灾时,主控室与相邻房间应保持负压。

10.2.2 防烟系统

10.2.2.1 火灾时,对于无放射性污染的厂房,受保护的疏散通道和疏散楼梯间及前室的防烟可采用如下方式。

- a) 自然通风系统或机械加压送风系统。
- b) 火灾房间机械排烟系统启动,保证疏散通道及疏散楼梯间与相邻房间处于正压。
- c) 受保护的疏散通道保证正压。

10.2.2.2 机械加压送风量应满足走道至前室至楼梯间的压力呈递增分布,余压值应符合下列规定。

- a) 前室与走道之间的压差应为 25 Pa~30 Pa。
- b) 楼梯间与走道之间的压差应为 40 Pa~50 Pa。
- c) 当系统余压值超过最大允许压力差时应采取压差控制措施。
- d) 机械加压送风量宜采用压差法计算。

10.2.2.3 火灾时,对于有放射性污染的厂房,其受保护的疏散通道和疏散楼梯间及前室相对于相邻房间处于正压,且应采取设计措施限制放射性物质释放在合理范围内。

10.2.2.4 针对含有有毒物质或放射性包容及核安全隔离要求的防火区/防火小区,隔离起火的防火区/防火小区通风系统,限制烟气或火灾蔓延,避免设备损坏,通过关闭防火阀实现隔离防烟。

10.2.2.5 防烟风机宜与火灾自动报警系统联动开启。

10.2.3 排烟系统

10.2.3.1 应优先考虑自然排烟系统,在自然排烟系统不能满足要求时,设置机械排烟系统。排烟系统与通风、空气调节系统宜分开设置;当确有困难时可以合用,应符合排烟系统的要求。

10.2.3.2 主控室区域应设置机械排烟系统。

10.2.3.3 火灾荷载密度大于 400 MJ/m² 的防火区/防火小区内可能产生大量烟气的非放射性区域,宜设置机械排烟系统。可能产生大量烟气且不利于人员经常进出的放射性风险区域,如反应堆厂房、核燃料厂房、核辅助厂房等放射性风险区域,可设置兼作排烟的固定通风系统进行排烟。

10.2.3.4 对于某些区域,经综合判定后认为同时设置固定灭火系统和机械排烟系统会互相产生影响时,可在不降低防火安全水平的前提下统筹考虑具体排烟方式。

10.2.3.5 放射性风险区域的烟气应符合监测标准后排放。

10.2.3.6 对有火灾风险且未设置自动灭火设施的房间,其排烟容积宜为 350 m³,最大容积不宜超过 500 m³,当一个防火区/防火小区其房间容积超过该限值时宜进行防烟分隔。

10.2.3.7 用于防烟分隔的门、隔墙、突出底板不小于 500 mm 的梁、挡烟垂壁等应具有阻烟性能。

10.2.3.8 机械排烟系统宜按 12 次/h~20 次/h 的换气次数进行设计。

10.2.3.9 机械排烟风机设置应符合下列要求。

- a) 排烟风机宜设置在排烟系统最高处,排烟出口与加压送风机进风口不宜布置在同一面上。当确有困难时,应分开布置,且竖向布置时,排烟出口应设置在加压送风机进风口上方,其两者边缘最小垂直距离不应小于 6.0 m;水平布置时,两者边缘最小水平距离不应小于 20.0 m。
- b) 排烟风机应设置在专用机房内。
- c) 排烟风机应满足 280 ℃时连续工作 30 min 的要求。
- d) 排烟口或排烟阀开启,宜联动相关排烟风机运行。

10.2.3.10 排烟口或排烟阀设置应符合下列要求。

- a) 排烟口或排烟阀宜设置在房间顶部。
- b) 排烟口或排烟阀平时为常闭。
- c) 不同防火区/防火小区的排烟口或排烟阀不允许同时打开。

d) 排烟口或排烟阀风速不宜大于 10 m/s。

e) 主控制室排烟口或排烟阀宜与火灾自动报警系统联动开启,且连锁启动排烟风机。

10.2.3.11 排烟系统金属管道设计风速不大于 20 m/s,非金属管道为不大于 15 m/s。

11 火灾安全分析

11.1 总体要求

为了验证防火措施和火灾情况下核安全功能的有效性,应开展专门的火灾安全分析。确定论的火灾安全分析包括火灾危害性分析以及火灾薄弱环节分析或火灾安全停堆分析。

11.2 火灾危害性分析

11.2.1 应在初步设计阶段针对核安全重要建(构)筑物开展初步的火灾危害性分析,并在反应堆首次装料前完成详细的火灾危害性分析。验证设计所采取的非能动和能动防火措施能满足核电厂总体防火安全目标。

11.2.2 火灾危害性分析应包括如下内容:

- a) 确定安全重要物项;
- b) 分析预计的火灾发展过程和火灾对安全重要物项造成的后果;
- c) 确定防火屏障所需耐火极限;
- d) 确定要设置的火灾探测的类型和采用的防火手段;
- e) 就各种因素特别是共模故障确定需设置附加火灾分隔或防火设施的场所,以确保安全重要物项在可信火灾期间及以后仍能保持其功能;
- f) 验证已满足所采取的措施能够防止火灾对停堆、排出余热和包容放射性物质所需的安全系统的影响,以便在火灾情况下,这些系统仍能执行其安全功能。

11.2.3 火灾危害性分析的具体方法遵照 GB/T 40620。

11.3 火灾薄弱环节分析

11.3.1 应在施工设计后期开展火灾薄弱环节分析,证明火灾共模风险不存在或是可接受,确保火灾情况下核安全功能的有效性。

11.3.2 应针对核安全重要建(构)筑物每个防火区/防火小区开展火灾薄弱环节分析。

11.3.3 对于存在火灾蔓延风险的区域,还需开展相邻防火小区之间的火灾薄弱环节分析。

11.3.4 火灾薄弱环节分析包括四个步骤:潜在火灾共模点的识别、功能分析、火灾风险分析、已确认火灾共模点的处理。

——潜在火灾共模点的识别。保守假设防火区/防火小区内所有电缆、仪控设备、电气设备均丧失情况下,该防火区/防火小区满足下面任一准则,则认为存在潜在火灾共模点。

- 准则 a):属于确保安全功能的同一系统的两个冗余列(通道)的安全级机械设备或电气连接。
- 准则 b):一方面属于确保安全功能的安全级机械设备或电气连接系统的一个通道,另一方面属于确保上述系统冗余列(通道)运行所必需的系统。
- 准则 c):电气连接不属于上述准则 a)或 b)但:它们是由冗余配电盘进行供电,并且电气连接数量之多会导致配电盘总保护选择出现故障。
- 准则 d):当发生火灾时,出现执行安全功能设备的受损可能会导致事故或附加运行工况的现象,同时存在此工况下为了确保安全功能所必需的其他设备受到损坏的情况。

——功能分析。当该防火区/防火小区内所有的潜在火灾共模点均被识别后,则应从核安全角度进

行功能分析,并给出初步确认的火灾共模点清单。

- 火灾风险分析。对于从功能分析角度上不可接受的火灾共模点,应对其进行火灾风险分析,判断该防火区/防火小区内的火灾是否能够对构成火灾共模点的设备和电缆造成影响,并给出最终确认的火灾共模点清单。分析过程中要考虑如下因素:火灾风险大小(详见附录 D)、共模设备的类型及其位置关系。
- 已确认火灾共模点的处理。对功能分析和火灾风险分析均无法接受的火灾共模点,通过设计优化或补充防火保护措施,防止共模设备或电缆同时失效,确保火灾情况下核安全功能的有效性。

11.4 火灾安全停堆分析

11.4.1 分析准则

火灾安全停堆分析应满足如下准则。

- a) 火灾安全停堆分析应对达到和维持火灾后安全停堆状态所需的安全停堆部件进行分析,识别火灾对这些部件的破坏效应,确保核电厂在火灾后能够达到和维持安全停堆状态。
- b) 火灾安全停堆分析应假设核电厂只发生一起火灾。火灾会发生在任何一个防火小区内。
- c) 受火灾破坏的安全停堆部件在火灾发生后立即失去正常功能。
- d) 不考虑与火灾无关的随机失效或其他灾害与火灾同时发生。

11.4.2 分析步骤

根据 11.4.1 的准则,应对包含火灾安全停堆部件的防火区/防火小区按照以下步骤开展分析。

- a) 识别所有的火灾安全停堆部件及其位置。
- b) 确定火灾对火灾安全停堆部件的影响后果。
- c) 确认是否有冗余的火灾安全停堆部件能够执行被火灾破坏的安全停堆功能。如果相互冗余的火灾安全停堆部件会被同一起火灾破坏,则需要修改防火设计或提供替代的停堆措施以实现相应的安全停堆功能。
- d) 论证火灾不会妨碍安全停堆功能的实现。
- e) 评估必需的人员操作有效性,确保相应的人员操作能够执行。人员操作应配备充足的合格人员。人员操作需要有明确的规程指导。应评估人员操作行进路线的通达性、场所应急照明的有效性、应急通信设施的有效性、防护装备的可用性、特定设备的可用性。
- f) 给出火灾安全停堆分析结论及建议,如电厂无法在火灾情况下实现基本安全功能,则需要设计优化或补充防火保护措施以实现相应的安全停堆功能。

11.5 火灾模拟分析

11.5.1 一般规定

11.5.1.1 必要时,可在火灾安全分析中采用火灾模拟分析技术。

11.5.1.2 火灾模拟分析应采用经工程经验验证的成熟方法,或经过充分论证并获得专家认可。

11.5.2 火灾模拟分析的应用

11.5.2.1 防火区/防火小区边界验证

通过火灾数值模拟计算能够模拟某一个房间或区域发生火灾时,火灾的持续时间、房间或区域最高温度、房间上层烟气层温度随时间变化的曲线。而核电厂防火屏障的耐火部件应在规定的时间期限

内满足性能要求,该要求由边界耐火性能曲线体现。根据模拟得出的房间火灾温升曲线,与边界耐火性能曲线进行比对,如果火灾温升曲线能够被边界耐火性能曲线所包络,则认为防火屏障边界有效,不存在蔓延的风险。反之,则认为防火屏障边界失效,需要采取相应的措施,如消除一定的可燃物(对电缆进行防火包裹),然后进行迭代分析,或者增设固定灭火系统。

防火小区边界除了实体边界以外,还存在一些非实体边界,还需要运用火灾数值模拟的方法对防火小区边界开口进行论证,判定是否存在火灾通过开口蔓延的风险。

11.5.2.2 火灾风险分析

在火灾共模分析的后续火灾风险分析步骤中,采用计算机模拟的方法,模拟目标设备所在的房间或区域发生火灾时,目标设备所在位置或区域的温度变化情况,结合目标设备的失效阈值来判断冗余目标设备是否同时受火灾影响,必要时采取相应的防火保护措施。

12 内部防爆设计

12.1 一般要求

12.1.1 本文件只限于对核电厂系统和部件释放的可燃液体和气体所导致爆炸的防护,而不涉及核电厂系统和部件自身爆炸的防护。

12.1.2 应通过设计尽可能消除爆炸灾害。应优先考虑防止或限制产生爆炸性气体的设计措施。

12.1.3 针对爆炸的防护,应按优先级来执行以下步骤:

- a) 防止爆炸发生;
- b) 如果不可避免出现爆炸条件,应将爆炸的风险降至最低;
- c) 采取设计措施以限制爆炸的后果。

只有在 a)、b)都不能实现的情况下才需采用 c)。

12.2 具体规定

12.2.1 应把可以产生或有助于产生爆炸性混合气体的可燃气体、液体或可燃物料排除在防火区/防火小区及其附近的或通过通风系统与之相连的区域之外。如不能实现,应严格限制这些材料的数量和提供足够的贮存设施,并相互隔离活性物质、氧化剂和可燃物料。可燃压缩气体钢瓶应安全地存放在远离核电厂主厂房的专用围场中,且根据局部环境条件提供适当的保护。

12.2.2 应针对防火区/防火小区和其他对这些区域有明显爆炸危害的位置确定爆炸危害。应该考虑化学爆炸(气体混合物爆炸、装满油的变压器爆炸)、明火导致的爆炸(沸腾液体膨胀汽化爆炸)和物理爆炸(通过高能电弧引起的快速空气膨胀)。

12.2.3 应通过选择适当的电气部件(如断路器)和通过设计限制电弧可能出现的概率、大小和持续时间,把物理爆炸(通过高能电弧引起的快速空气膨胀)的危害减至最小。

12.2.4 如果不能避免产生爆炸性气体,应进行恰当的设计或执行运行规程把相关风险减至最小,如:限制爆炸性气体的体积、消除点燃源、足够的通风量、设计中恰当选择爆炸性气体中所使用的电气设备、使用惰性气体爆炸威力的释放消除(如爆破膜或其他压力释放装置)以及与安全重要物项的隔离。

12.2.5 对于明火导致的爆炸(沸腾液体膨胀汽化爆炸),应通过隔离潜在明火与潜在爆炸性液体及气体,或通过主动性方法(如设计用来提供冷却和蒸汽扩散的固定式水基灭火系统)把爆炸风险减至最小。应考虑爆炸产生的冲击波超压和飞射物,以及在远离释放点位置点燃可燃气体导致气云爆炸的可能性。

12.2.6 空气中含有爆炸危险物质的房间应设置通风系统,其空气不应循环使用,通风系统的有效性应能确保环境中可燃气体的浓度始终低于爆炸下限。存在爆炸风险的区域应设置可燃气体探测器。

12.2.7 爆炸危险环境的电力装置设计应遵照 GB 50058。

13 重点区域和设备的防火设计要求

13.1 内层安全壳(反应堆厂房)

13.1.1 一般要求

内层安全壳(反应堆厂房)应设置为独立的防火区,其内部执行核安全功能的设备、电缆的冗余系列宜尽可能设置在不同的防火区/防火小区内。

13.1.2 探测

内层安全壳内宜采用感烟探测器,局部重点区域采用缆式线型感烟探测器、空气采样探测器、温度传感器或其组合的探测方式。

13.1.3 灭火

13.1.3.1 安全壳内应设置若干消防竖管,竖管上应每层设置消防栓。该竖管可为反应堆厂房内其他固定喷水灭火系统(如保护反应堆冷却剂泵的灭火系统)提供消防用水。

13.1.3.2 机组正常运行状态下,安全壳内的消防管网为干式管网或无压湿式管网,通过常闭电动隔离阀与充满水的消防水系统相连。在火灾确认后由操纵员远程手动打开隔离阀,管网充水灭火。

13.1.3.3 位于安全壳内的止回阀及安装在反应堆厂房外的阀门应满足安全壳隔离准则要求。

13.2 双层安全壳环形空间

13.2.1 一般要求

双层安全壳环形空间应设置为独立的防火区/防火小区,当内部存在火灾风险时,其执行核安全功能的设备、电缆的冗余系列宜尽可能设置在不同的防火区/防火小区内。

13.2.2 探测要求

双层安全壳环形空间内宜设置感烟探测器。

13.2.3 灭火要求

双层安全壳环形空间的消防管网宜为湿式管网。双层安全壳环形空间内的电缆和电气贯穿件应设置固定喷水灭火系统。

13.3 反应堆冷却剂泵

13.3.1 一般要求

存在火灾风险的反应堆冷却剂泵宜尽可能设置在独立的防火区/防火小区内。

对于采用油润滑的反应堆冷却剂泵,应为其设置集油系统。该系统应能收集泵本体上泄漏和排放的油,并将其排放到收集容器或其他安全场所。

13.3.2 探测要求

每台反应堆冷却剂泵宜配备两套相互备用的管型吸气式感烟火灾探测器。多点感烟探测装置应围绕设置在反应堆冷却剂泵在各个标高处。为防止高辐射引起设备损坏,管型吸气式感烟火灾探测器及其电气装置应设置在该区域外,并通过采样管网将采集的烟气送至管型吸气式感烟火灾探测器。

每台反应堆冷却剂泵应配备固定的摄像监视系统,主控制室操纵员可通过该系统对反应堆冷却剂泵的火灾报警进行确认。

13.3.3 灭火要求

13.3.3.1 根据火灾危害性分析确定设置自动灭火系统的反应堆冷却剂泵由固定式水喷雾灭火系统进行保护,喷淋强度为 $15 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ 。

13.3.3.2 可由设置在与泵不同房间的除盐水箱给灭火系统供水,水箱在加压系统作用下对受保护对象提供灭火保护,历时约 3 min。紧急情况下,喷水环管可以从主控制室遥控或就地与反应堆厂房外的消防水系统接通,此时,反应堆厂房消防水系统由消防水生产系统加压供水。

13.3.3.3 水雾喷头的设置应保证水雾直接喷向被保护对象并且包络被保护对象。

13.3.3.4 该系统可由操纵员从主控制室或就地模拟盘远程手动启动。

13.4 核安全重要建(构)筑物碘吸附器

13.4.1 一般要求

碘吸附器应设置在独立的防火区/防火小区内。

13.4.2 探测要求

应在碘吸附器上游和下游的风管内安装火灾探测器或传感器。其中燃烧产物探测器宜设置在碘吸附器的下游,温度探测器/传感器宜设置在碘吸附器上游。

13.4.3 灭火要求

13.4.3.1 碘吸附器含炭量大于或等于 45 kg 时应设置固定灭火系统。

13.4.3.2 箱体式碘吸附器宜采用喷淋淹没装置。为了避免喷淋误动作,该喷淋淹没装置不应与消防水系统直接连通。在需要时,由消防人员使用消防软管接至消火栓上。消火栓的位置应保证消防软管与碘吸附器的连接满足其长度要求。

13.4.3.3 也可设置双重常闭隔离阀的固定灭火措施,火灾时开启阀门。该设置方式需考虑未发生火灾时的泄露或误操作。

13.4.3.4 排架式碘吸附器可采用自动喷水灭火系统等进行保护,喷淋强度至少为 $10 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ 。

13.5 核安全重要建(构)筑物含油泵(反应堆冷却剂泵除外)

13.5.1 一般要求

执行核安全功能的泵的冗余系列宜尽可能设置在不同的防火区/防火小区内。

13.5.2 探测要求

需要火灾自动报警信号自动联动灭火系统的泵应设置两种类型火灾探测器,如火焰探测器、点式感烟火灾探测器或图像型火灾探测器。

13.5.3 灭火要求

含有润滑油量超过 100 L 的泵应设置固定喷水灭火系统。可采用自动喷水灭火系统、水喷雾灭火系统等进行保护。系统由消防水管网供水,确保受保护面积具有 $15 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ 的喷淋强度。

该泵所属房间外易于操作的地点处应布置消火栓和移动式灭火器。

13.6 柴油发电机厂房

13.6.1 一般要求

执行核安全功能的柴油发电机的冗余系列应设置在不同的厂房内。其中,燃油储存罐间、柴油发电机间等宜尽可能设置在独立的防火区/防火小区内。

13.6.2 探测要求

柴油发电机间及燃油储存罐间应设置两种类型火灾探测器,可采用火焰探测器、点式感烟探测器或图像型火灾探测器。

13.6.3 灭火要求

13.6.3.1 柴油发电机间及燃油储存罐间宜设置添加有 AFFF(水成膜泡沫灭火剂)的泡沫-喷淋灭火系统进行保护。

13.6.3.2 为防止误动作导致发电机受损,保护柴油发电机的灭火系统宜选用闭式喷头,喷淋强度至少为 $10 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ 。

13.6.3.3 为尽快扑灭燃油火灾,保护燃油储存罐的灭火系统宜选用开式喷头,喷淋强度至少为 $6.5 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ 。

13.6.3.4 当压缩机等机械设备与柴油发电机位于同一防火区/防火小区内时,压缩机等设备可与柴油发电机采用同一自动灭火系统进行保护。

13.6.3.5 系统应设置报警阀组,正常情况下关闭,由火灾自动报警系统联动启动,也可由操纵员在主控制室或就地模拟盘远程手动启动,也可在现场通过机械装置紧急启动。

13.6.3.6 厂房内易于操作的地点处应布置消火栓和移动式灭火器。

13.7 核安全重要建(构)筑物电缆廊道、电缆竖井

13.7.1 一般要求

电缆廊道、电缆竖井宜设置在独立的防火区/防火小区内,执行核安全功能的电缆廊道、电缆竖井的冗余系列宜尽可能设置在不同的防火区/防火小区内。

13.7.2 探测要求

电缆廊道、电缆竖井宜设置感烟探测器或缆式线型感温探测器。

13.7.3 灭火要求

根据火灾危害性分析结果,电缆廊道、电缆竖井应设置自动灭火系统时可采用水喷雾灭火系统、自动喷水灭火系统、细水雾灭火系统等进行保护。当采用开式系统时,喷头采用开式洒水喷头,可根据情况配置雾化喷头;系统控制阀可采用熔断阀或雨淋阀组。

电缆廊道、电缆竖井外应布置易于操作的消火栓和移动式灭火器。

13.8 核安全重要建(构)筑物仪控机柜间

13.8.1 一般要求

仪控机柜间宜设置在独立的防火区/防火小区内,执行核安全功能的仪控机柜间的冗余系列宜尽可能设置在不同的防火区/防火小区内。

13.8.2 探测要求

仪控机柜间内应设置感烟探测器,机柜内宜设置管型吸气式感烟火灾探测器。

13.8.3 灭火要求

13.8.3.1 根据火灾危害性分析结果,仪控机柜间应设置自动灭火系统时可设置闭式喷水灭火系统,并设置双重常闭隔离阀,隔离阀下游管道为干式管网。

13.8.3.2 仪控机柜间附近应布置易于操作的消火栓和移动式灭火器。

13.8.3.3 当收到火灾探测信号后,操作员需派人去现场确认火灾。

13.8.3.4 在初始阶段,现场人员使用灭火器和消火栓控制火势。如果无法控制火势,则在征得主控制室值班长同意后就地开启手动隔离阀,向隔离阀下游管网充水。当温度超过闭式喷头动作温度时,该区域喷头破裂灭火。

13.9 核安全重要建(构)筑物配电间

13.9.1 一般要求

配电间宜设置在独立的防火区/防火小区内,执行核安全功能的配电间的冗余系列宜尽可能设置在不同的防火区/防火小区内,否则应在必要情况下采取措施确保核安全。

13.9.2 探测要求

配电间应设置感烟探测器。

13.9.3 灭火要求

配电间外应设置便于取用的消火栓和灭火器。

13.10 主控制室

13.10.1 一般要求

13.10.1.1 主控制室应划分为独立的防火区,防止火灾情况下热气流、火焰和烟气侵入主控制室。

13.10.1.2 核安全相关电缆在进入主控制室前,应当按不同系列分别汇集至不同的防火区/防火小区,与主控制室无关的电缆不得在主控制室内穿行。

13.10.1.3 主控制室应按照可合理达到的尽量低的原则限制可燃物量。

13.10.2 探测要求

主控制室内应设置感烟探测器,机柜内宜设置管型吸气式感烟火灾探测器。

13.10.3 灭火要求

主控室内应设置移动式灭火器,主控制室外应设置消火栓。

13.11 氢气危险区

13.11.1 一般要求

核安全相关厂房可能存在氢气泄漏和积聚风险的氢气危险区在事故泄漏的情况下有潜在的爆炸危险。含氢系统和设备宜尽可能设置在与其他区域隔离的独立房间内。这些房间不宜设置电气设备,否

则应采取防爆措施。

氢气危险区应保持一定的通风换气次数,以确保空气中氢气体积浓度低于爆炸下限。

13.11.2 探测要求

氢气危险区应设置可燃气体探测器。

13.11.3 灭火要求

应在房间外易于操作的地点设置消火栓和移动式灭火器。

13.12 设置有核安全相关物项的管廊、冷却塔及联合泵房

13.12.1 设置有核安全相关物项的管廊

13.12.1.1 一般要求

设置有核安全相关管道和电缆的管廊,应将其冗余系列设置在实体隔离的廊道内。适用于核安全重要建(构)筑物的消防相关的所有规定都适用于该廊道。

结合管廊的工艺和建筑结构布置特点,将管廊的每个系列划分为一个独立的防火区。

13.12.1.2 探测要求

火灾探测宜采用缆式线型感温探测器、光纤线型感温火灾探测器、感烟火灾探测器或其组合。

13.12.1.3 灭火要求

根据 9.1.2.2 要求设置固定灭火措施(水喷雾灭火系统、自动喷水灭火系统、超细干粉灭火系统等)。管廊内应设置灭火器。

13.12.2 冷却塔

13.12.2.1 一般要求

13.12.2.1.1 冷却塔的设计采用自然通风或机械通风方式。在任何情况下主要构(筑)物都应为钢筋混凝土结构。

13.12.2.1.2 冷却水通过配水系统喷洒,由不燃或难燃材料构成。

13.12.2.1.3 在逆流自然通风的冷却塔内,配水系统上部应设置内部人行通道,以便在停运阶段,维修人员可以通行,必要时消防人员也可以通行。人行通道应为消防队员提供撤离条件,应通向两个门,两门之间应有足够的距离,并设置能直达地面的通道。

13.12.2.2 探测要求

火灾探测宜采用感烟探测器。

13.12.2.3 灭火要求

对于不同的冷却塔采用如下消防措施。

a) 自然通风冷却塔

在逆流或横流通风冷却塔内使用的难燃聚氯乙烯板条滴水喷淋系统不需要任何消防。

在机组停运维修期间,塔内火灾危险性最大,应在冷却塔走道附近设置足够数量的吸气面罩。

b) 机械通风冷却塔

在每个塔的中央布置一个消防栓。用于扑救设置在风机与传动电机之间的齿轮减速器油盘在排空或注油操作过程中可能产生的火灾。

13.12.3 联合泵房

13.12.3.1 一般要求

宜对联合泵房内含有润滑油的水泵采取实体隔离或空间隔离措施,并应设置温度监控和报警措施,降低火灾风险。

联合泵房的防火和疏散设计应符合下列规定。

- a) 联合泵房内的核安全及设备 and 电缆的冗余系列,宜尽可能设置在不同防火区/防火小区内。
- b) 非安全级的联合泵房火灾危险性分类参照 GB 50016 中的戊类,整个厂房(包括地上和地下部分)划分为一个防火分区,地上部分耐火等级为二级,地下部分耐火等级为一级。对火灾危险性较高区域和重要的设备用房设置防火屏障,墙体的耐火极限不低于 2 h,楼板的耐火极限不低于 1.5 h,开向厂房内的门应采用甲级防火门。
- c) 联合泵房地下的每个独立空间应至少设置一部净宽度不小于 0.9 m 的钢筋混凝土楼梯作为疏散通道。
- d) 地上部分应设置不少于两个对外的安全出口。
- e) 厂房内地下部分最远工作地点到疏散楼梯的距离不应大于 45 m。

13.12.3.2 探测要求

联合泵房内宜设置红外火焰探测器、线型光束感烟探测器、感烟探测器或其组合。

13.12.3.3 灭火要求

设置消防栓系统及灭火器。

13.13 非安全级的综合技术廊道

13.13.1 一般要求

综合技术廊道内敷设有水、气(汽)等系统的管道,以及电气、仪控、通信等电缆桥架。主要火灾类型为电气火灾。宜采用如下防火措施。

- a) 选用低烟无卤阻燃型电缆。
- b) 综合管廊主结构体应为耐火极限不低于 3.0 h 的不燃性结构。
- c) 电缆桥架采取防火隔断措施。
- d) 应对长距离电缆隧道,结合现场条件,每隔 200 m 宜设置防火隔墙。电缆进出隧道的出入口、通向建筑物的入口处,应设置防火墙或防火门进行防火分隔。防火墙体应采用耐火极限不低于 3 h 的不燃性材料。防火门宜采用甲级防火门,位于核安全重要建(构)筑物边界的防火门应遵照 6.4.7 规定。
- e) 管线穿越防火隔断部位应采用阻火包等防火封堵措施进行严密封堵。

13.13.2 探测要求

非安全级的综合技术廊道内宜设置缆式线型感温探测器、光纤线型感温火灾探测器、感烟火灾探测器或其组合。

13.13.3 灭火要求

根据 9.1.2.2 要求设置固定灭火措施(水喷雾灭火系统、自动喷水灭火系统、超细干粉灭火系统等)。

廊道内应设置灭火器。

13.14 汽轮机厂房

13.14.1 基本要求

汽轮机厂房火灾危险一方面来源于装有可燃流体并有可能出现泄漏的回路,另一方面来源于载有高温流体的管道以及某些机器的高温壁面。

防火的基本要求。

- a) 遵守本文件规定的要求,进行防火分隔。
- b) 设置收集可燃液体泄漏的装置。
- c) 汽轮发电机厂房应设置室内外消火栓给水系统和移动式灭火器,局部区域应综合火灾类别、火灾危险性、火灾特性和环境条件等因素设置自动喷水、水喷雾、气体消防等固定灭火设施。

13.14.2 汽轮发电机组

13.14.2.1 一般要求

汽轮机厂房内部大部分火灾是由汽轮发电机组造成,一个原因是油的泄漏,造成管道或壁面保温材料被油浸透;另一个原因是在通风不良场所,使油蒸汽聚积在高温的表面上或最终由氢泄漏造成火灾。基于上述情况,采用如下防火措施。

- a) 汽机润滑油箱、油净化装置及冷油器应布置在同一个房间,房间内应设置防火堤,防火堤的高度应能储存最大储油设备的漏油量。润滑油间应设两个独立出口。
- b) 汽轮发电机厂房外应设置事故油箱(坑),其容积应能容纳机组油系统排放的全部油量。
- c) 汽轮机润滑油总管宜采用套装油管。
- d) 汽轮机油系统的布置和阀门选型应符合下列规定:
 - 油管不应安装在蒸汽管附近;当必须安装在蒸汽管附近时,应在油管和蒸汽管之间设置保温隔热垫层,并将油管布置在蒸汽管的下方;当不符合上述要求时,应在蒸汽管保温材料上设置金属密封保护套;
 - 除与设备连接处采用法兰连接外,其余管道应采用焊接;
 - 严禁在距油管道外壁小于 1 m 范围内布置电缆,与设备成一体的电源和控制电缆除外;
 - 在油管道与汽轮发电机组接口法兰处应设置防护槽及将漏油引至安全处的排油管道;
 - 应采用钢制阀门,禁止使用铸铁阀门。
- e) 液压调节系统应采用抗燃油,其供油装置应与润滑油箱分开布置。
- f) 油箱间应设通风系统,以维持辅助设备或控制设备正常运行的温度。油箱间应设一套装置,在发生火灾时,可以将热气和烟雾排向不会对设备造成损坏的室外区域。
- g) 通风系统管道穿越防火分隔处,应设防火阀。

13.14.2.2 探测要求

汽机润滑油箱、油净化装置及冷油器、液压调节系统、汽机轴承处应设置火灾探测器,火灾探测器可选用感温探测器和火焰探测器的组合、或感烟探测器和火焰探测器的组合。

13.14.2.3 灭火要求

13.14.2.3.1 下述设备或场所可采用下列固定灭火系统。

——汽轮发电机组轴承可设置水喷雾灭火系统灭火,采用水喷雾灭火系统时应为手动控制。

——汽轮发电机运转层下各层可设置自动喷水灭火系统、泡沫-水喷淋灭火系统、泡沫-水喷雾灭火系统或泡沫灭火系统。

——汽轮机油系统可设置水喷雾灭火系统、自动喷水灭火系统泡沫-水喷淋灭火系统。

13.14.2.3.2 上述设备或场所设置固定灭火系统时,应符合下列规定。

——采用自动喷水灭火系统时,喷水强度不应小于 $12 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$,作用面积不应小于 260 m^2 。

——采用水喷雾灭火系统时,喷雾强度规定为:液体闪点为 $60 \text{ }^\circ\text{C} \sim 120 \text{ }^\circ\text{C}$ 时,不应小于 $20 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$;液体闪点大于 $120 \text{ }^\circ\text{C}$ 时,不应小于 $13 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ 。

——采用泡沫-水喷淋灭火系统时,喷水强度不应小于 $6.5 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$,作用面积宜为 465 m^2 。

13.14.3 发电机组

13.14.3.1 一般要求

发电机的排氢阀和气体控制站(氢气置换装置),应布置在能使氢气直接安全排至厂房外没有火源的位置。排氢阀后的管道应引至厂房外没有火源的位置并不低于周围建筑物 4 m ,其管口应设阻火器。

除必须用法兰与设备和其他部件相连接外,氢气管道管段应采用焊接连接;与发电机相接的氢气管道应采用带法兰的短管连接;氢气管道应设置防静电的接地措施;布置氢气管道的区域应有良好的通风。

13.14.3.2 探测要求

氢密封油装置及轴承处应设置火灾探测器,火灾探测可选用感温探测器和火焰探测器的组合或感烟探测器和火焰探测器的组合。

发电机氢气管道应设置检漏装置。在发电机工作氢压高于冷却水压时,冷却水侧应设置氢气探测器和报警器。

13.14.3.3 灭火要求

氢密封油装置可设置水喷雾灭火系统、自动喷水灭火系统或泡沫-水喷淋灭火系统,当设置固定灭火系统时,应符合下列规定。

——采用自动喷水灭火系统时,喷水强度不应小于 $12 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$,作用面积不应小于 260 m^2 。

——采用水喷雾灭火系统时,喷雾强度规定为:液体闪点为 $60 \text{ }^\circ\text{C} \sim 120 \text{ }^\circ\text{C}$ 时,不应小于 $20 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$;液体闪点大于 $120 \text{ }^\circ\text{C}$ 时,不应小于 $13 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ 。

——采用泡沫-水喷淋灭火系统时,喷水强度不应小于 $6.5 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$,作用面积宜为 465 m^2 。

13.14.4 主给水泵

13.14.4.1 一般要求

对于设置自动给水泵的机组来说,每一台主给水泵组设置一个润滑油箱,油箱安装在设有防火堤的隔间内,其容量应满足最大储油设备的油量,并设置有至汽轮机事故油坑的事故油管道。给水泵汽轮机油系统其他相关要求与主汽轮机要求相同。

13.14.4.2 探测要求

给水泵油箱处应设置火灾探测器,火灾探测可选用感温探测器和火焰探测器的组合或感烟探测器和火焰探测器的组合。

13.14.4.3 灭火要求

给水泵油箱可设置水喷雾灭火系统、自动喷水灭火系统或泡沫-水喷淋灭火系统,当设置固定灭火

系统时,应符合下列规定。

- 采用自动喷水灭火系统时,喷水强度不应小于 $12 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$,作用面积不应小于 260 m^2 。
- 采用水喷雾灭火系统时,喷雾强度规定为:液体闪点为 $60 \text{ }^\circ\text{C} \sim 120 \text{ }^\circ\text{C}$ 时,不应小于 $20 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$;液体闪点大于 $120 \text{ }^\circ\text{C}$ 时,不应小于 $13 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ 。
- 采用泡沫-水喷淋灭火系统时,喷水强度不应小于 $6.5 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$,作用面积宜为 465 m^2 。

13.15 变压器

13.15.1 一般要求

13.15.1.1 油的包容

油的包容是通过在变压器本体周围建造一个掩蔽挡墙来实现,其确保以下两个功能:

- 当变压器上部发生爆炸时,通过加高挡墙防止热油喷向四周环境及挡住输出端子的跌落,高挡墙上顶标高应根据变压器油箱顶以 45° 的喷射角来确定;
- 当变压器下部油箱爆裂时,直接或经由排油沟通向变压器下部的漏油收集坑,防止油向四周环境漫流,其容积应暂时能容纳变压器油箱内的油量及 5 min 水喷雾消防的用水量。

油的包容措施宜与变压器的防火措施结合考虑,并应同时考虑变压器通风与降温措施。

该掩体有一面是可拆卸的,用于可能的维修。掩体的耐火稳定性应大于或等于将油排向废油系统所需的时间。

同时,所有的贯穿孔及开口处(电缆沟、通风格栅、门等)应密封,或应设置在高于漏油收集坑上油位以上的标高处。

13.15.1.2 漏油排放

漏油收集坑的油通过重力排放至含油废水处理设施。

13.15.2 探测要求

变压器本体、油箱及其相连的油管路周围应设置火灾探测器,可选用感温探测器和火焰探测器的组合、或双路感温探测器的组合。

13.15.3 灭火要求

13.15.3.1 固定灭火设施

变压器采用固定式水喷雾灭火系统灭火,系统由水雾喷头、管网构成,水雾喷头为分布和定向型两种布置,以便覆盖变压器及其油路系统。该系统由消防水分配系统供水。

在变压器油箱的上部和下部、油枕、散热器、集油坑等油设施的四周均应设置水雾喷头保护,水雾喷头应完全覆盖油箱或油设施的表面或包络被保护对象。

当变压器相位分开布置时,每个相位的消防系统应独立设置。

油浸变压器的喷雾强度不应小于 $20 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$,油浸变压器的集油坑喷雾强度不应小于 $6 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ 。

13.15.3.2 移动式灭火装置

在变压器起火后,可以使用消防车作为固定消防系统的补充,移动式灭火装置应使用乳化液(喷沫枪、泡沫枪等)。使用淡水的移动式灭火装置应保持变压器外部设备的冷却。

13.15.3.3 用于试验的装置

禁止用水对自动阀门后的喷雾管路进行定期检查。

试验仅限于以下检查：

- 运行逻辑必需的设备是否正常运行；
- 通过为试验设置的一个或几个管咀注入压缩空气,对系统的状态进行检查。

13.16 应急指挥中心

13.16.1 一般要求

应急指挥中心为地上不设置外窗的特殊建筑,建筑防火设计参照 GB 50016 民用建筑部分。

13.16.2 探测要求

火灾探测宜采用感烟探测器、火焰探测器或其组合,爆炸危险区应采用防爆型探测器。

13.16.3 灭火要求

按照 GB 50016 要求选择灭火措施,相关灭火措施包括室内消火栓,泡沫灭火和移动式灭火器。

子项内柴油发电机间一般采用闭式泡沫-水喷淋灭火措施,油箱间和地下油库一般采用泡沫-水雨淋系统。

13.16.4 通风防火及防排烟

应急指挥中心的通风防火及防排烟设计应满足下列要求：

- a) 通风系统穿越防火边界时设置防火阀。
- b) 根据电厂事故与火灾事故不叠加的原则,进行通风防排烟系统设计。通风防排烟系统只考虑非电厂事故工况下投入运行。
- c) 为非电厂事故而设置的疏散楼梯宜优先采用自然排烟设施,采用自然排烟设施的疏散楼梯应设置防辐射密闭门将疏散楼梯与可居留区分隔开,以保证电厂事故时可居留区屏蔽密封要求；为满足电厂事故工况时不同楼层间人员内部联络需求,应设内部联络梯进行内部联通,不叠加火灾事故,内部联络梯无需设置加压送风系统。
- d) 如果疏散楼梯设置加压送风系统,则加压送风系统穿越可居留区边界时应设置密闭阀。
- e) 内走道超过 40 m 时应设置机械排烟系统,机械排烟系统穿越可居留区边界时应设置密闭阀。原则上不设置补风系统,如果必须设置补风系统,其穿越可居留区边界时应设置密闭阀。
- f) 通风防排烟系统及配套设置的送风系统(如有)管道上设置的密闭阀,在电厂事故时均应处于关闭状态。
- g) 系统设计符合第 10 章通风防火及防排烟规定。

13.17 放射性废物贮存、处理及附属类厂房

13.17.1 一般要求

放射性废物贮存、处理及附属类厂房的建筑防火和消防疏散设计应满足下列要求。

- a) 贮槽间、水槽间、监测槽间等人员较少且检修频次较低的工艺用房,可设置通向其他楼层的竖向直爬梯(高度应不大于 5 m)作为疏散路径;地下部分面积大于 50 m² 时应设置两部竖向直爬梯,爬梯间距不小于 5 m。疏散距离应从房间最远点计算到本层最近安全出口(疏散楼梯间),包括水平和垂直距离,疏散距离不应大于表 3 的规定。

表3 厂房内任一点至最近安全出口的距离

单位为米

生产的火灾危险性类别	耐火等级	单层厂房	多层厂房	高层厂房	地下或半地下厂房 (包括地下或半地下室)
甲	一、二级	30	25	—	—
乙	一、二级	75	50	30	—
丙	一、二级	80	60	40	30
	三级	60	40	—	—
丁	一、二级	不限	不限	50	45
	三级	60	50	—	—
	四级	50	—	—	—
戊	一、二级	不限	不限	75	60
	三级	100	75	—	—
	四级	60	—	—	—

- b) 特殊工艺房间需要经过其他房间疏散时,疏散距离应从房间最远点计算到本层最近安全出口(疏散楼梯间),并不大于表3的规定。
- c) 控制室、主要工艺设备开关柜间应采用耐火极限不低于2h的防火隔墙和1.5h的楼板与其他部位分隔,其开向厂房内的门应采用乙级防火门;可燃物存放间、衣物收集间等有较大火灾危险性和火荷载的房间,应采用耐火极限不低于2h的防火隔墙和1.5h的楼板与其他部位分隔,其开向厂房内的门应采用甲级防火门。
- d) 其他建筑防火设计内容按照GB 50016执行。

13.17.2 探测要求

火灾探测宜采用感烟探测器。

13.17.3 灭火要求

按照GB 50016要求选择灭火措施,相关灭火措施包括室内消火栓,泡沫灭火和移动式灭火器。子项内液压间、大件废物剪切间和辅助设备间宜设置固定灭火系统。

13.17.4 通风防火及防排烟

放射性废物贮存、处理及附属类厂房的通风防火及防排烟设计应满足下列要求。

- a) 通风系统穿越防火边界应设置防火阀。
- b) 监督区疏散楼梯间防烟系统采用自然通风系统,控制区疏散楼梯间防烟系统采用机械加压送风系统。
- c) 设置有排风过滤装置的通风系统服务的房间,由于房间内有气溶胶释放风险,一般情况下,工作人员较少,如果可燃物较低(不高于400 MJ/m²)时,可不设置固定排烟系统。如果可燃物较多时,宜设置固定排烟系统进行过滤排烟。
- d) 系统设计符合第10章通风防火及防排烟规定。

13.18 消防泵房

13.18.1 一般要求

13.18.1.1 为核安全重要建(构)筑物提供消防供水的消防水泵的冗余系列应设置在不同的防火区/防火小区内。

13.18.1.2 附设在其他厂房内的消防泵房应与其他部位之间采用有效的实体隔离,并具备 2 h 耐火极限要求。

13.18.1.3 设置独立消防泵房时,应设直通室外的安全出口。当按不同系列分别进行设置时,每个系列厂房每层建筑面积不大于 400 m²(水池面积可不计入),且同时定期试验或检修作业人数不超过 5 人时,每个系列厂房可设一个安全出口。

13.18.1.4 泵房内宜设置与主控室直接联络的通信设备。

13.18.2 探测要求

火灾探测宜采用感烟探测器、火焰探测器或其组合。设置自动喷水灭火系统需要火灾报警信号联动的房间宜设置两种探测手段。

13.18.3 灭火要求

13.18.3.1 设置有柴油机驱动泵的房间可设置自动喷水灭火系统、水喷雾灭火系统、泡沫-水喷淋灭火系统。

13.18.3.2 当设置自动喷水灭火系统或水喷雾灭火系统时,其最小喷淋强度不应小于 15 L/(min·m²)。

13.18.3.3 泵房内应设置消火栓和灭火器等灭火措施。

14 质量保证

14.1 总体要求

应制定防火质量保证大纲,对如下活动的质量控制做出规定:

- a) 应建立一个有明文规定的组织结构并明确规定其职责、权限等级及内外联络渠道;
- b) 应对文件的编制、审核、批准和发放进行控制;
- c) 应制定控制措施并形成文件,以保证把规定的相应设计要求都正确地体现在技术规格书、图纸、程序或细则中;
- d) 应制定措施并形成文件,以保证在采购物项和服务的文件中包括了或引用了国家和安全部门有关的要求、设计基准、标准、技术规格书以及为保证质量所必需的其他要求;
- e) 应制定措施并形成文件,以控制装卸、贮存和运输;
- f) 应按照规定的要求,对核电厂的设计、制造、建造、试验、调试和运行中所使用的的影响质量的工艺过程予以控制;
- g) 应制定措施控制不满足要求的物项,以防止误用或误装;
- h) 应制定措施,以便鉴别和纠正可能损害质量的不符合项;
- i) 应建立并执行质量保证记录制度。

14.2 目的

从核电厂设计开始,在核电厂整个建造、调试、运行和退役期间都应执行防火质量保证大纲,从而保证。

- a) 设计能满足防火要求。
- b) 各种防火材料和设备均能满足核电厂防火设计所提出的采购技术文件的要求。应对火灾探测和灭火设备进行鉴定,确认它们能完成其预期功能。火灾探测和灭火设备应采用成熟的型号,新研制的设备和灭火剂应经过试验鉴定。
- c) 所有火灾自动报警系统和灭火系统的材料、设备应按照有关标准要求进行设计、制造和安装,并且能按程序完成投入使用前的试验和启动试验。
- d) 在建造、调试和运行期间,如发生影响安全重要物项的火灾,应评价该火灾所造成的影响,以保证该安全重要物项能达到设计所要求的性能。
- e) 实施各种防火规程,按核电厂运行要求试验火灾自动报警系统和灭火系统,并且保证这些系统和设备是可靠的。应对消防系统和设备的操作及其使用人员进行培训。

14.3 行政管理

对于行政管理有以下要求。

- a) 反应堆装料之前,应对所有防火区/防火小区进行全面检查。所有与正常运行无关的杂物及其他临时可燃物都应清理出各防火区/防火小区。
- b) 对所有可能危及消防系统运行及防火区/防火小区完整性的工程应进行监督。
- c) 有火灾潜在危险的工作应在监控下进行施工,相关的消防设备应能随时投入使用,消防人员应时刻准备灭火。

防火区/防火小区隔离部件、火灾自动报警系统、灭火系统以及通风防火和防排烟系统的设备应按附录 B 的规定进行定期试验和检查。

附 录 A
(规范性)
抗 震 要 求

保护核安全相关物项的消防相关系统和设备的抗震要求见表 A.1。

表 A.1 保护核安全相关物项的消防相关系统和设备的抗震要求

消防相关系统	设备	抗震要求
火灾自动报警	火灾探测器	运行性
	烟气采集管道	功能性
	管型吸气式感烟火灾探测设备(风扇、主机)	运行性
	火灾报警控制柜	运行性
	氢气探测控制柜	运行性
	操纵员工作站	运行性
	就地模拟盘	运行性
消防供水系统	消防水池	完整性
	消防水泵	运行性
	电动阀、单向阀、火灾时需开启的手动阀门	运行性
	其他手动阀门	功能性
	传感器	运行性
	管道	功能性
固定灭火系统	管道	功能性
	电动阀、单向阀、火灾时需开启的手动阀门	运行性
	泡沫罐	功能性
	比例式混合器	功能性
	传感器	运行性
	其他手动阀门	功能性
	喷头	功能性
	消火栓(水带除外)	运行性
通风系统防火部件	防火阀	运行性
	防火风管	完整性
防排烟系统	排烟管道	完整性
	排烟阀	完整性

表 A.1 保护核安全相关物项的消防相关系统和设备的抗震要求（续）

消防相关系统	设备	抗震要求
防火隔离部件	防火隔墙、防火楼板	完整性
	防火门	完整性
	电气和机械贯穿件	完整性
	电缆托盘段防火包覆	完整性
	非能动实体防火保护装置	完整性
	防火盖板	完整性
<p>注 1：“完整性”指设备不考虑变形要求，且其承压边界在经受极限安全地震情况下仍能确保密封性。</p> <p>注 2：“功能性”指非能动类设备在经受极限安全地震情况下，仅会发生有限的变形，其包容和传递流体的能力不会降低至妨碍其实现相关功能。</p> <p>注 3：“运行性”指设备中的能动部件在经受极限安全地震情况下仍能保证其功能。</p>		

附 录 B
(规范性)
调试及定期试验

B.1 调试试验

为了验证消防相关系统的有效性并确保各种消防设备正确启动运行,在核电厂调试阶段,应根据下述文件开展调试试验:

- a) 调试大纲,主要明确试验的目的、内容及试验项目的顺序;
- b) 调试程序,主要包括如下内容:
 - 部分调试试验项目开展之前,应根据系统手册和相关的设备标准指南进行初步检查的要求;
 - 对系统有效性进行检查试验的要求;
 - 试验结果:记录调试程序中规定的各项试验结果并形成调试报告,将试验结果与设计预定值进行对比,以评估调试试验的有效性。

B.2 定期试验

B.2.1 通则

在核电厂运行的整个寿期,应定期针对消防相关系统开展试验和检查,以验证运行期间消防相关系统的有效性和完整性。

定期试验的开展,不应影响机组安全运行。

B.2.2 基本要求

B.2.2.1 试验项目

定期试验包括功能性试验和外观检查。

应根据定期试验监督要求及大纲确定试验项目以及要求遵守的准则,并制定定期试验规程。

B.2.2.2 定期试验文件编制准则

消防相关系统应编制下述定期试验文件:

- 定期试验监督要求和定期试验大纲,该文件确定了在指定系统上进行试验和检查的内容以及试验和检查的周期、参数和验收准则;
- 试验规程文件,规定详细的试验流程,且对于每个系统应规定实施试验的条件;
- 试验操作单;
- 试验报告。

B.2.3 实施准则

应依据试验规程和试验操作单进行定期试验。

有关设备和系统正常运行的信号装置在试验期间应投入运行。

任何试验都不应引起实际和优先自动信号的中断。

对于某些一次性的消防设备(如熔断阀等),可以考虑通过模拟启动方式开展试验。

B.2.4 试验结果

在核电厂运行的整个寿期,定期试验和检查的报告应归档,有关试验结果的管理和使用应按照质量管理手册的要求列入专门记录文本。

B.2.5 定期试验范围和内容

定期试验的范围和内容如表 B.1 所示。

表 B.1 消防相关系统定期试验要求

部件或系统	检查—试验
防火区/防火小区边界设备(防火楼板、防火隔墙、贯穿件、嵌缝、封堵、地漏、防火风管、排烟阀、非能动防火保护装置等)	目视检查
防火门	目视检查+动作检查
防火阀	目视检查+动作检查
火灾探测器	模拟火灾信号动作+报警检查
氢气探测器	校准+报警检查
火灾报警控制器及就地模拟盘	报警检查+电源检查
氢气报警控制器	报警检查+电源检查
管型吸气式感烟火灾报警控制器	报警检查
消防水主管道	流量/压力测量
消防水泵	动作检查+出口压力检查
开式喷头	空气吹扫
闭式喷头	目视检查
水流指示器、压力传感器	动作检查+报警检查
电动阀	动作检查+报警检查
熔断阀	检查控制回路可用性
雨淋阀	动作检查+报警检查
CO ₂ 阀门	触发装置动作检查
CO ₂ 贮瓶	质量检查
CO ₂ 流量传感器	动作检查+报警检查
除盐水箱	液位检查+报警检查
泡沫罐	液位检查+泡沫液品质检查

附录 C

(资料性)

电缆托盘段防火包覆技术要求

C.1 如需对低压动力电缆采用电缆包覆措施,则应满足以下规定。

- a) 对于采取电缆包覆措施的托盘中的每根电缆,核查其实际电流强度 I 低于环境温度为 50 °C 时的允许电流 I_{50} ,当电缆横截面大于或等于 95 mm² 时,近似系数取 0.72,对横截面小于 95 mm² 的电缆取 0.8。
- c) 确定所有电缆散发的总热量不超过下述方程得出的限值:

$$P = \frac{\Delta T \cdot p}{0.133 + \frac{e}{\lambda} \cdot \left(1.06 + 1.275 \frac{e}{I + h}\right)}$$

式中:

P ——电缆散发热量,单位为瓦每米(W/m);

ΔT ——房间环境温度与包覆内部温度(一般分别为 30 °C 和 50 °C)的差值;

p ——包覆的外部周长,单位为米(m);

e ——包覆体的厚度,单位为米(m);

λ ——连续保护部位的热传导系数,包括热传导和表面换热,单位为瓦每平方米摄氏度 [W/(m² · °C)];

I ——包覆内部宽度,单位为米(m);

h ——包覆内部高度,单位为米(m)。

C.2 当室内的日均温度可能超过 30 °C 时,应确认电缆中的电流小于允许电流,避免此时电缆包覆的内部温度(从上式计算得出)引起电缆芯线发热升温,而可能导致电缆发生损坏。

C.3 当全封闭电缆防火包覆不满足上述要求时,应采取带通风散热孔的防火包覆型式。

附录 D
(资料性)
火灾风险类型

核电厂内的火灾风险主要包括如下几个类型。

——扩散性火灾风险：在最不利点发生火灾，将影响到整个房间或防火区/防火小区。

——局部火灾风险：任一点发生火灾，将限制在局部且自动熄灭，不会影响到整个房间或防火区/防火小区。

——非火灾风险：不满足上述准则，火灾风险很小，不会发展并蔓延。

上述火灾风险的判定准则如表 D.1 和表 D.2 所示。

表 D.1 扩散性火灾风险准则

火灾类型	准则定义
电缆	1) 长度大于 3 m、层数多于 3 层、电缆长度大于 3 m 且质量大于 400 kg 的电缆托盘 2) 长度大于 3 m、层数等于 3 层、电缆长度大于 3 m 且质量大于 400 kg 的电缆托盘，其中最高一层托盘距离屋顶小于 50 cm
液体	3) 由电机、热力发动机或涡轮机驱动的旋转机械，含有至少 25 L 快速燃烧特性的可燃物 4) 含有大于 100 L 快速燃烧特性可燃物的贮存箱
固体	5) 2 m ² 内固定火灾荷载超过 4 300 MJ
注： 上述准则适用于达到额定填充率的电缆托盘，对于填充率较低的托盘需进行单独分析。水平或垂直电缆托盘(准则 1、2)为 600 mm 宽的阶梯式托盘。	

表 D.2 局部性火灾风险准则

火灾类型	准则定义
电缆	1) 2 个以上、电缆长度大于 1 m 且质量超过 75 kg 的电缆托盘 2) 长度大于 2 m、与墙平行且距离墙体小于 10 cm 的竖直电缆托盘 3) 长度超过 2 m、相互之间间隔小于 20 cm 的若干竖直电缆托盘
电气设备	4) 具有冷却开口，通过自然或强制通风冷却的电气柜或开关箱 5) 至少一个没有开口且长度超过 1 m 的开关箱
液体	6) 含有大于 25 L 快速燃烧特性可燃物的贮存箱
固体	7) 2 m ² 内固体火灾荷载超过 900 MJ
注： 上述准则适用于达到额定填充率的电缆托盘，对于填充率较低的托盘需进行单独分析。水平或垂直电缆托盘(准则 1、2)为 600 mm 宽的阶梯式托盘。	