



中华人民共和国国家标准

GB/T 22158—2008

核电厂防火设计规范

Design standard of fire protection in nuclear power plant



2008-07-02 发布

2009-04-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
核电厂防火设计规范
GB/T 22158—2008

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

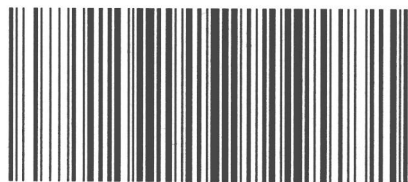
*

开本 880×1230 1/16 印张 3.25 字数 87 千字
2008 年 11 月第一版 2008 年 11 月第一次印刷

*

书号: 155066 · 1-33759 定价 34.00 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)68533533



GB/T 22158-2008

前 言

本标准修改采用法国标准 RCC-I(1997 法文版)。

鉴于国情,在修改采用 RCC-I 时所作的主要改动为:

- 按 GB/T 20000.2—2001《标准化工作指南 第2部分:采用国际标准的规则》规定对参照版本的格式进行了编辑性修改;
- 结合国内核电建设经验对参照版本的部分技术性条款作了修正或补充;
- 参照版本附录 A 引用的法国标准转换成国内相应的现行消防标准和规范;
- 根据我国核安全法规要求,增加了“火灾危害性分析”章节。

本标准附录 B 和附录 C 为规范性附录,附录 A、附录 D 和附录 E 均为资料性附录。

本标准由中国核工业集团公司提出。

本标准由全国核能标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:核工业第二研究设计院。

本标准主要起草人:信天民、王炯德、谭广萍、卜吟滨、宋世重、李京、武红兵、汪朝晖、花峻、姜庆水、王侍东、崔岚、陈梅、刘爱军、王强、王春明、李晟、沈蓉、刘亚凡、孙立臣。



目 次

前言 Ⅲ

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 厂房与设备的消防措施 26

6 质量保证 33

7 火灾危害性分析 34

附录 A（资料性附录） 规范标准 35

附录 B（规范性附录） 抗震鉴定 36

附录 C（规范性附录） 防火贯穿孔封堵的水密封性试验 37

附录 D（资料性附录） 防火门的耐久性试验 41

附录 E（资料性附录） 运行及定期试验 44

核电厂防火设计规范

1 范围

本标准规定了核电厂防火设计的基本要求。

本标准适用于陆上固定式热中子反应堆(如轻水、重水反应堆、气冷堆)核电厂。

本标准主要针对核岛厂房的消防设计,常规岛和核电厂配套设施(BOP)的消防设计除执行本规范以外可参考、遵照国内相关设计标准。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 7633—1987 门和卷帘的耐火试验方法

GB/T 18380.1 电缆在火焰条件下的燃烧试验 第1部分:单根绝缘电线或电缆的垂直燃烧试验方法

GB/T 18380.3 电缆在火焰条件下的燃烧试验 第3部分:成束电线或电缆的垂直燃烧试验方法

GB 50084 自动喷水灭火系统设计规范

GB 50151 低倍数泡沫灭火系统设计规范

GB 50193 二氧化碳灭火系统设计规范

GB 50219 水喷雾灭火系统设计规范

GB 50370 气体灭火系统设计规范

EJ/T 637—1992 核电厂安全有关通信系统

EJ/T 1217 核动力厂火灾危害性分析指南

HAF 003 核电厂质量保证安全规定

HAF 102 核动力厂设计安全规定

HAD 003/02 核电厂质量保证组织

HAD 003/03 核电厂物项和服务采购中的质量保证

HAD 003/04 核电厂质量保证记录制度

HAD 003/06 核电厂设计中的质量保证

HAD 003/07 核电厂建造期间的质量保证

HAD 003/09 核电厂调试和运行期间的质量保证

HAD 102/11 核电厂防火

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

爆炸 explosion

一种急剧的氧化或分解反应;它会导致温度或压力升高或两者同时升高。

3.2

防火区 fire area

由一个或多个房间构成,并由耐火极限至少等于设计基准火灾持续时间的防火屏障包围。防火区

应确保该空间内部发生的火灾不会蔓延到外部,或该空间外部发生的火灾不会蔓延到内部。

防火区屏障按本标准规定的耐火极限,并具有以下三种类型的防火区。

3.2.1

安全防火区 safety fire area

为保护安全系列防止共模失效,确保实现安全功能而建立的防火区。

3.2.2

限制机组不可用性防火区 unavailability limitation fire area

当一个空间的火灾荷载密度大于 400 MJ/m^2 ,为限制火灾蔓延可能导致机组长期不可用以及为方便消防队灭火而建立的防火区。

它可以包括在安全防火区内或独立于所有的安全防火区。

3.2.3

防火及放射性包容区 fire and radioactivity confinement

在正常运行工况下,防火区内火灾可能会引起放射性物质释放。在该区内,除确保火灾不向外蔓延外,还应控制放射性物质的释放。

3.3

防火小区 fire zone

由一组相互连通的房间组成,其边界屏障的耐火极限是根据设计基准火灾、可靠的消防手段和设施确定的,以确保该空间内部发生的火灾不会蔓延到外部,或空间外部发生的火灾不会蔓延到内部。

3.3.1

安全防火小区 safety fire zone

为防止共模失效确保实现安全功能而建立的防火小区。

3.3.2

限制机组不可用性防火小区 unavailability limitation fire zone

为限制机组的不可用以及为方便消防队灭火建立的防火小区。

3.4

防火阀 fire damper

在规定条件下,为防止火灾通过风管蔓延所设计的自动关闭装置。

3.5

防火屏障 fire barrier

用于限制火灾后果的屏障。它包括墙壁、地板、天花板或者像门洞、贯穿件和通风系统等通道的封堵装置。防火屏障用额定耐火极限来表示。

3.6

防火隔断 fire stop

用于将空间内的火灾限制在厂房结构单元内部或结构单元之间的实体屏障。

3.7

不燃烧体材料 non-combustible material

在使用形态和预计条件下,当经火烧或受热时不会被点燃、助燃、燃烧或释放易燃气体的材料。

3.8

火灾荷载 fire load

空间内所有可燃物料(包括墙壁、隔墙、地板和天花板的面层)全部燃烧可能释放的热能总和,表示为兆焦(MJ)。

3.9

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即为火灾荷载密度。以每平米兆焦(MJ/m^2)

表示。

3.10

火灾共模失效 fire-related common mode failure

由于火灾这一特定的假设始发事件而导致核电厂系统或设备产生共模失效。

3.11

耐火极限 fire resistance rating

建筑结构构件、部件或构筑物在规定的时间内在标准燃烧试验条件下所要求承受的火灾荷载、保持完整性和(或)隔热性和(或)所规定的其他预计功能的能力。

3.12

安全重要非安全级 important to safety and not classified

核电厂非安全物项中区分有特殊要求的为安全重要物项,是安全相关消防系统的设备分级。

3.13

设计基准火灾 design basis fire

在装有可燃物的任何一个空间内可能发生的导致所有可燃物全部烧毁的最严重火灾。

4 防火设计总要求

4.1 防火的目的

在符合其他核安全要求的情况下,核电厂的构筑物、系统和部件的设计、布置,应尽可能降低由于外部或内部事件而引起火灾的可能性,将火灾的影响降至最低,以实现如下三个方面:

- 确保工作人员人身安全;
- 保证安全功能的实现;
- 限制那些由火灾引起的使设备长期不可用的损坏事故发生。

为达到上述目的,核电厂的防火设计应贯彻纵深防御的原则,应达到下述三个主要目标:

- a) 防止火灾发生;
- b) 快速探测与报警并扑灭确已发生的火灾,限制火灾的损害;
- c) 防止尚未扑灭的火灾蔓延,将火灾对核电厂的影响降至最低。

4.2 防火设计基准

4.2.1 防火设计准则

防火设计应建立在以下假设的基础上:

- a) 火灾可能在机组正常工况或事故工况下发生,包括由火灾引起的瞬态工况;
- b) 火灾发生在有固定或临时可燃物的地方;
- c) 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。

4.2.2 安全有关的设计基准

4.2.2.1 一般设计基准

核岛、安全厂用水泵房和安装有安全级设备的廊道等区域设计,应保证即使在核电厂内部出现设计基准火灾时,仍应满足 HAF 102 规定核电厂设计的基本安全目标。

4.2.2.2 防止共模失效

通过非能动的火灾封锁法,将为安全重要系统冗余设置的系列分别布置在不同的防火区内,避免可能发生的火灾蔓延导致执行同一安全功能的冗余设备同时被损毁。

4.2.2.3 潜在共模失效鉴定——防火薄弱环节分析

为了验证在核电厂初步设计中所采用防火措施的有效性,在施工设计阶段后期,运用鉴别潜在共模失效准则对防火分区进行核查,列出潜在共模失效清单,通过功能分析,进一步确定影响安全的火灾薄弱环节,采取诸如空间分隔、防火涂层隔离和隔热挡墙等相应的补充措施,进一步提高核电厂防火安全

的水平。

4.2.2.4 消防设备分级

消防设备属于安全重要非安全级。因此,这些消防设备应定期进行试验。

消防设备应符合“抗震”分析准则,即不应由于消防设备的毁坏或塌落妨碍安全功能的完成。此外,属安全重要非安全级的设备还应符合附录 B 中的抗震要求,同时按消防设备技术规格书的要求还应明确相应的质量保证等级。

4.2.2.5 火灾探测

根据火灾探测区域发生火灾的特点合理选择火灾探测器,使操作人员和消防人员快速、准确地探知早期火灾,确定火灾的具体位置,启动警报装置,并可手动和自动控制灭火装置(见 4.4)。整个核岛火灾自动报警系统属于安全重要非安全级。

4.2.2.6 灭火

当某一区域内的火灾荷载可能产生影响执行同一安全功能冗余设备的火灾时,应根据火灾要保护的设备及其特性,在该区域内设置固定或移动式灭火装置。

4.2.3 关于人员安全和设备不可用性的设计基准

发生火灾的房间不应使:

- 火灾的烟雾蔓延到人员疏散通道,阻碍灭火;
- 火灾向其他房间蔓延及增加机组不可用的时间。

为此,应将所有火灾荷载密度大于 400 MJ/m^2 的房间划分为“限制不可用性防火区”或设置快速灭火的固定灭火系统,以避免火灾蔓延及减少烟雾的生成。

4.3 火灾预防

4.3.1 避免火灾潜在危险

为避免火灾潜在危险采用下列措施:

- a) 尽可能选用不燃烧体的设备和介质;
- b) 设备不应布置在输送易燃液体的管道和外壁温度大于 100°C 的热管附近。严禁在距这些管道或管壁小于 1 m 范围内布置电缆,与设备成一体化的电源和控制电缆除外;
- c) 材料选用原则:
 - 保证厂房稳定性的建筑物构件应具有耐火稳定性,采用不燃材料;
 - 塑料应经燃烧性能测试后使用,并核实实际使用材料与测试材料的一致性。

4.3.2 限制火灾蔓延

4.3.2.1 总体布置

4.3.2.1.1 实体隔离

为防止共模失效,将厂房划分为防火区或防火小区以限制火灾蔓延。建立安全防火区是为了将冗余设置的安全系列(或设备)分隔布置,这类防火区边界屏障的耐火极限不应低于 1.5 h 。

电气系统采用经耐火鉴定试验的隔热防火套来满足隔离准则的要求。防火套的耐火等级不应低于防火区的耐火极限。

4.3.2.1.2 空间分隔

空间分隔可采用距离分隔或隔热屏障法:

a) 距离分隔

距离分隔可将受保护设备分别布置在 2 个防火小区内,防止火灾蔓延,分隔的距离取决于可燃物的热辐射效应。

b) 隔热屏障

隔热屏障作为距离分隔保护的一个补充措施,可通过设置隔热屏障使设备部分避免直接受到热辐射,屏障的耐火极限至少应等于设计基准火灾持续的时间。

经过对空间分隔进行分析可得出以下结论：火灾蔓延到被保护设备所需要的时间大于灭火所需要的时间。

4.3.2.1.3 主疏散通道的防火措施

有火灾危险的厂房内设主疏散通道,通过墙体形成防火边界,使之构成一个防火小区以保护疏散楼梯。主疏散通道的耐火极限应与邻近防火边界的耐火极限相当。

4.3.2.1.4 限制机组不可用性的措施

为限制火灾蔓延、防止火灾导致设备长期不可使用,应按 3.2.2 规定将火灾荷载密度超过 400 MJ/m^2 的场所划分为限制机组不可用性防火区。

4.3.2.2 特殊措施

4.3.2.2.1 电气连接和反应堆保护系统布置规定

核岛内电缆应符合 GB/T 18380.1 和 GB/T 18380.3 的要求,这些电缆属于 1E 安全级电缆。

4.3.2.2.1.1 电缆敷设

电缆敷设主要根据以下原则:

冗余安全电气通道应布置在不同的防火区或防火小区内,以避免火灾共模失效。

在各通道电缆特别集中的情况下(例如主控制室),应进行最低限度的隔离,把冗余安全设备布置在不同的机柜内或控制盘上。当因为运行或操作要求使这些设备安装在同一个机柜内或同一个控制盘时,其中一列冗余连接的电缆应采用耐火材料进行包敷保护。在某些场合,不能完全遵守冗余系列安全级电缆的实体隔离准则,这些场合称为共模点。主控制室是一个特殊的共模点。如果由于运行或维修的要求,冗余电气设备的部件放在同一机柜或同一仪表板、同一控制台上,则它们间的距离最小为 0.2 m ,其中一个系列的电缆要有金属保护套管、金属软管进行保护,禁止其表面涂敷任何可燃有毒的涂料。

除满足一般原则外,电缆敷设还应满足以下准则:

- a) 反应堆安全壳电缆贯穿件的位置应远离管道贯穿件区;
- b) 电缆平台宜采用金属托架;
- c) 电缆桥架布置应远离装有热的或易燃流体管道(见 4.3.1);
- d) 电缆桥架采用竖向与水平交替的敷设方式(台阶式),避免敷设很高的竖向线路,在竖向段前、后 0.50 m 处放置耐火隔板;
- e) 为限制电缆可能发生的火灾蔓延,在距顶板小于 1 m 处或不是由固定自动灭火系统保护的有多层电缆的桥架上,为防止电缆火灾蔓延,至少每隔 25 m 安装有足够宽度与厚度的石膏板或难燃材料作为挡火隔墙,其宽度应足以中断由导电芯线和条状支架形成的“热桥”;
- f) 当不能避免布置很高的竖向电缆桥架时,每隔 5 m 要由具有主体耐火极限的不燃烧体材料做成水平向的耐火隔板;
- g) 如果电缆沟可能侵入易燃液体,则与安全相关系统的控制电缆不应敷设在该沟内。当不能避免时,可以在电缆沟覆盖防护盖板前填砂子或衬上矿物吸收材料。

为了与防火边界要求的耐火极限保持一致,防火边界的贯穿孔应采取下述措施:

- a) 封堵防火区边界墙和地板上的贯穿孔,电缆穿过防火边界的电气开孔封堵防火材料其耐火性能应不小于防火边界的耐火极限;
- b) 根据调整防火小区增加的墙和地板的贯穿孔进行封堵;
- c) 在现场施工阶段,临时封堵地板及内墙的贯穿孔,在最末一批电缆安装完毕后,立即对所有贯穿孔作最终防火封堵处理。

防火贯穿孔封堵的水密性试验应符合附录 C 中的规定。这些封堵的防火分级只有在通过相关标

准的鉴定试验后才被认可。

为了确保电缆功能的长期完整性,应对其设置有效保护的必要性进行分析。电缆的保护应属于总的保护体系且应延长到防火区或房间的电缆出口处。

为了避免遗漏任何共模点,应对不同系列电缆或保护组通道在一起的所有房间进行分析,首先依据一个系列电缆和保护通道电缆的就地布置图,其次依据电缆管理文件给出共模点清单。

对于不同系列安全级设备或保护组的电缆敷设是否提供额外保护,以阻止火灾蔓延,应按下列准则确定:

清查是否存在永久性可导致火灾的物质(电力电缆、含油的减速装置、输送易燃流体的管道)或可能由于技术方面的原因而存在的易燃品(用于给减速装置、润滑油回路注油的油箱等)。

与余热排出系统、反应堆换料水池和乏燃料水池冷却和处理系统相关的电缆,应遵守安全级准则。

如存在不同系列之间的去耦电缆,应将其分别敷设在独立的路径上。

4.3.2.2.1.2 保护组

参与核仪表、反应堆保护、主回路系统测量和控制的电缆应分为4组(两个属于A通道,分别为G1保护组I和G3保护组III;另两个属于B通道,分别为G2保护组II和G4保护组IV),保护组电缆应敷设在独立的电缆桥架内。

如有必要,每个保护组相关的电缆敷设应采用与其他安全电缆相同规定的原则防止共模失效,每个保护组电缆都应进行单独保护。

电缆敷设在封闭的桥架中,一直到安全壳贯穿件处。每个保护组有一个贯穿件。

两个事故后监测系统通道的路径是相互隔离的,且应完全保护(采用与A、B系列同样的原则)。

4.3.2.2.2 管道布置原则

输送热流体、易燃流体的管道以及电缆的布置应符合4.3.1的规定。当受具体条件限制不能遵守该规定时,应采取相应的保护措施,以保证不同部件的分隔。

不允许使用能吸附易燃液体的保温材料,当不得不使用时,保温材料外应加金属密封保护层以防止保温材料吸附易燃液体。禁止任何沥青类材料作为密封保护层使用。

当靠近挥发性可燃流体的热点可能因其流体发生泄漏而引起火灾时,应对这些热点采取适当的保护措施,如:蒸汽排放阀热点应采用密封套进行保温处理。

为了限制易燃流体回路上的泄漏,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。应尽量减少管道的接头数量,少用软管连接,当不得不使用时,应选择耐火性能最好的软管。

对防火边界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)按下列原则执行:

- 对防火边界上的所有贯穿孔应进行防火封堵,贯穿防火封堵组件的耐火极限应经防火测试,且不应低于所在防火区规定的耐火极限。必要时,贯穿防火封堵组件允许贯穿管道存在位移,但不应降低其耐火极限。
- 当设计要求垂直管道贯穿数层楼板,而其贯穿孔由于特殊需要不能进行封堵时,应在楼板之间安装防火套管,其耐火极限应不低于所在防火区规定的耐火极限。必要时应在防火套管上安装至少相同耐火极限的检查窗,以便接近管道检查。
- 贯穿相邻两个建筑物墙的通风管,应作柔性耐火接头,以便承受建筑物的不均匀沉降引起的位移。
- 有水密封要求的贯穿防火封堵组件应进行水密封试验。对于普通水密封要求,其试验按附录C进行。

——对于通风及排烟管道,防火边界上的贯穿防火封堵组件和安装的防火阀应经国家权威机构的防火检测鉴定。

4.3.2.2.3 通风系统

4.3.2.2.3.1 总体布置

通风系统的总体布置要求如下:

- a) 通风管道不宜穿越防火区房间。进、出防火区房间通风系统的通风支管上应安装防火阀,以便火灾时中断着火房间的通风。
- b) 如在特殊情况时,通风系统布置引起通风干管穿越防火区房间时,宜采用下列措施:
 - 1) 在系统设计时,应使通风管道和防火阀等防火边界与贯穿墙具有相同的耐火极限,通风管道的支吊架也应具有相同的耐火稳定性;
 - 2) 在防火边界的贯穿孔处安装防火阀。通风管道采用铁皮或不燃材料制作,贯穿孔应用不燃材料封堵,以免火灾蔓延。在设计中还应考虑由于防火阀关闭后导致中断部分或全部未着火房间通风的影响。
- c) 防火阀易熔片或其他感温、感烟探测器等控制设备一经作用,防火阀应能顺气流方向自行严密关闭,并应设有单独支吊架等防止通风管道变形而影响关闭的措施。易熔片及其他感温元件应装在容易感温的部位,其动作温度一般采用 70℃。
- d) 防火阀应设有电动或手动远距离操作装置,防火阀的远程操作应由火灾自动报警系统信号控制,且在主控制室可遥控操作,防火阀的开启或关闭状态应在主控制室显示。每一个防火阀应至少设置一个“关闭”行程终端开关,在正常运行情况下处于“开启”位置。远距离操作系统及行程终端开关应考虑设有防止热气影响的保护措施,否则应在紧靠操作机构的防火阀体外增设一个易熔装置。防火阀复位是手动或电动的。操作机构应易于靠近并操作方便。
- e) 安装在排风管道上的防火阀关闭时,应在短时间内关上对应送风管道上的阀门,以免送风引起超压,使烟雾向邻近房间扩散。
- f) 在房间和疏散通道采用转送风或回风形式时,应避免来自一定火灾荷载房间的热(烟)气的侵入,并在各房间和疏散通道内设置必要的探测设备,以便记录火灾首发地点及火灾烟雾侵入的房间。
- g) 通风系统中可能堆积灰尘的位置,应设置清扫孔。
- h) 通风系统的取风口的设置应避免有烟雾或有毒气进入的地方。对于一直有人员停留的房间(如主控制室),主通风系统进风口的设计应采取一定措施,如通过关闭风阀、设置滤毒系统或过滤系统,来隔绝外界可能产生的烟雾或毒气。
- i) 采用气体灭火系统的房间,应设置有排除废气的排风装置;与该房间连通的通风管道上设置电动阀门,火灾发生时,阀门应自动关闭。在气体灭火结束后,手动开启电动阀门,并按设计要求进行换气。
- j) 风管和设备的保温材料应采用不燃材料;消声、过滤材料及粘接剂应采用不燃材料或难燃材料。
- k) 当系统中设置电加热器时,通风机应与电加热器联锁;电加热器前、后 800 mm 范围内的风管和设备均应采用不燃材料制作。

4.3.2.2.3.2 受污染区通风系统

受污染区通风系统的布置要求如下:

- a) 受污染区通风系统的设计应保证房间的气流是自外向内流动,由污染低的房间流向污染高的房间,然后排向烟囱。
- b) 对于在火灾情况下要求持续运行的通风系统,处于灭火装置下游的净化设备,如过滤器或碘

吸附器,净化小室以及其他通风部件均应选用全耐火结构。

——预过滤器和高效过滤器的过滤介质及外壳材料为不可燃材料或难燃材料;

——预、高效过滤单元装在密封的金属箱壳内,箱壁的耐火极限应是过滤器引起火灾的估算时间的二倍;

——碘吸附器活性炭的自燃温度不应低于 350 °C;

——碘吸附器密封箱体、防火阀和连接件的耐火极限至少是估算的火灾延续时间的二倍;

——对于设有布置空气净化处理设备的房间,其耐火极限应不少于 2 h。

- c) 碘吸附器箱体应密封,箱体两端气流进、出口位置应设隔离阀,在碘吸附器发生火灾时关闭,以免烟雾扩散。隔离阀带有一个手动控制装置。在碘吸附器发生火灾时,消防人员能够接近并操作该手动装置。
- d) 为避免辐射,根据火灾荷载(活性炭总量),围绕每一个碘吸附器箱体假想一个无火灾荷载的中性区域边界,如果存在火灾荷载,可在碘吸附器与火灾荷载之间设置防火屏障以进行保护。
- e) 在装有预、高效过滤器和(或)碘吸附器的通风系统中设置温度探测器。在过滤气体的温度超出整定值时,应在主控制室发出报警信号。
- f) 通风系统内设有具备防火功能的隔离阀地方,宜设置喷水器(或喷雾器等措施)以减少火灾产生的热量进入通风系统。
- g) 在设有喷水灭火设备的通风系统组件,如净化小室、管道、箱体等,应设排水措施,并确保该排水措施不削弱通风系统组件的密封性。排水如有潜在放射性应连接至放射性废水监测和排放系统。

4.3.2.3 非能动防火措施

4.3.2.3.1 建筑物构件的燃烧性能和耐火极限

防火墙墙体、柱、梁、楼板、屋顶承重构件等均为不燃烧体,其耐火极限不应低于 1.5 h。

4.3.2.3.2 架空地板

不宜使用架空地板。若不得不使用时应保证楼板和架空地板形成的空间隔开分区,并满足防火和防水要求。

4.3.2.3.3 管沟

不宜使用管沟。若不得不使用时,应在沟槽内装完电缆或冷管道后,在沟内填砂子和矿物纤维,然后盖上有牢固起吊装置的防护盖板,避免可燃液体意外流入发生火灾危险。

同时应考虑这种做法对电缆冷却不利,需要给电缆留有空间余量。

用于收集废水或“污染”水的管沟也存在着火灾危险。因此,应使用可以让水流通过但不让火通过的油水分离器或其他设备按一定间距将管沟断开。

4.3.2.3.4 吊顶

吊顶(包括吊顶格栅)应为不燃烧体。其耐火极限不应低于 1 h。

天花板与吊顶形成的空间内应最远每 25 m 用不燃烧体隔开。如果设有自动灭火系统设施时,可不受本条规定限制。当空间高度超出 0.2 m 时,应能检查此空间的各个部分。

4.3.2.3.5 防火门

4.3.2.3.5.1 一般规定

防火门应有显著标志,易于识别并易于接近。

防火门的耐火极限应满足其所在防火区所要求的耐火极限,且不少于 1 h。如防火门的耐火极限超过 1.5 h,应在门的两端设门斗,门与门斗共同保证达到所要求的耐火极限。

由于旋转门因搬运容易受损(尤其在施工期间),因此防火门不宜采用旋转门的型式,宜选择平开门和滑动门。

防火门应配有自动闭门器。对于有火灾自动关闭要求的常开门,可配置自动熔断保险装置,并将关

闭信号反馈到主控制室。

4.3.2.3.5.2 试验

根据有关规定要求,为核实门的机械性能,防火门应进行如下关闭试验:

a) 标准门

标准门试件首先应通过国家消防部门认可的试验室所做的标准化试验,再参照附录 D 作附加机械性能试验,最后做耐火极限试验。

耐火极限试验应包括整个门的装配件,如门、门框、开启装置、防火锁、五金件及可能有的气窗等。

对于各种型号的门,在制作期间应任选一种门进行附加耐火试验,以证实自试验报告提交后,制造商没有做过任何影响耐火性能的变更。

b) 其他门

对于尺寸超过试验规定的大型门,不能安装在加热炉上进行耐火试验时,则试件应取加热炉所能容纳的最大尺寸,其合适的尺寸应满足 GB/T 7633—1987 的规定,即不小于宽 2 m,高 2.5 m 规定。其类比试验方案及试验原则,应经国家消防部门鉴定及认可。可参照有关的规定进行补充试验。

应由负责发放合格证的试验室给出技术建议报告,并应按照该技术建议进行供货。

由于技术或特殊原因不能对特种门(仅一个样品门)进行试验时,应根据有关的规定确定耐火极限。

在试验过程中,当门框的温升大于 180 ℃时,距离门框周围 100 mm 内,不应安装可燃性材料或零件。

c) 疏散通道及防火楼梯的门

通过以下方法保证烟雾不进入疏散通道及防火楼梯内:

- 1) 最低承受压差不应低于 80 Pa 的门;
- 2) 通过通风设计使疏散通道及疏散楼梯间处于微正压;
- 3) 设置排烟系统。

4.3.2.3.5.3 门的耐火性能

按照本文规定划分防火分区的厂房,安装于防火墙上的门,应具备下述表 1 中规定的最低耐火极限要求。

表 1 门的耐火极限

	防火及放射性包容区	安全防火区	安全防火小区	限制不可用防火区	限制不可用防火小区	疏散通道	外部	汽机大厅
防火及放射性包容区	CF2h PF2h	CF2h PF2h	CF1.5h PF2h	CF1.5h PF2h	CF1.5h PF2h	CF1.5h PF2h	CF1.5h PF2h	CF1.5h PF2h
安全防火区	CF1.5h PF2h	CF1.5h	CF1.5h	在核岛内 不规定限值	在核岛内 不规定限值	PF1h	一般	CF1.5h
安全防火小区	CF1.5h PF2h	CF1.5h	(1)	在核岛内 不规定限值	在核岛内 不规定限值	(2)	一般	CF1.5h

表 1 (续)

	防火及放射性包容区	安全防火区	安全防火小区	限制不可用防火区	限制不可用防火小区	疏散通道	外部	汽机大厅
限制不可用防火区	CF1.5h PF2h	在核岛内 不规定限值	在核岛内 不规定限值	(2)	(3)	在核岛内 不规定限值	在核岛内 不规定限值	在核岛内 不规定限值
限制不可用防火小区	CF1.5h PF2h	在核岛内 不规定限值	在核岛内 不规定限值	(3)	(3)	在核岛内 不规定限值	在核岛内 不规定限值	在核岛内 不规定限值
疏散通道	CF1.5h PF2h	PF1.5h	(2)	在核岛内 不规定限值	在核岛内 不规定限值	一般	一般	PF1h
外部	CF1.5h PF2h	一般	一般	在核岛内 不规定限值	在核岛内 不规定限值	一般		一般
汽机大厅	CF1.5h PF2h	CF1.5h	CF1.5h	在核岛内 不规定限值	在核岛内 不规定限值	PF1h	一般	
注：当火灾持续时间大于 1.5 h 时，防火区或防火小区应设置自动喷淋系统，以确保防火门能承受 1.5 h 的耐火极限。 (1) 为设计基准火灾确定的耐火极限或根据论证无共模失效的其他证明。 (2) 为设计基准火灾确定的耐火极限或 1 h 的隔火性能。 (3) 为设计基准火灾确定的耐火极限或根据论证采取的措施。 CF——防火门。 PF——带有密封要求(防放射性污染物释放或防烟)的防火门。								

4.3.2.3.6 防火包覆

对于有可能发生电气共模故障的低压动力电缆和仪表控制电缆，应布置在封闭的防火包覆内。

以不连续方式运行的和为阀门供电的所有动力电缆宜布置在封闭的防火包覆内。

对于中压动力电缆(MV)：不应采用防火包覆进行保护。

对于采用防火包覆的低压动力电缆(LV)，应采用防火包覆，并进行下述检查：

——检查安装于需要进行防火保护桥架上的每根电缆，当环境温度为 50℃，其实际电流强度 I 可低于允许的载流量 I_{50} 。对于截面大于或等于 95 mm² 的电缆其载流量的降低系数近似取 0.72，对于截面小于 95 mm² 的电缆则近似取 0.8。

——检查防火包覆的电缆桥架单位长度内由所有电缆散发的总耗散功率 P(W/m) 不应超出式(1)中给出的限值：

$$P(W/m) = \frac{\Delta t \cdot p}{0.133 + \frac{e}{\lambda} \cdot \left(1.06 + 1.275 \frac{e}{I + h} \right)} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

Δt ——表示房间环境温度与防火包覆内温度之间的温差(两者通常分别是 30℃ 和 50℃)；

λ ——在通电保护部位传导的热量,包括传导热和表面换热,单位为瓦每平方米摄氏度 ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$);

I ——防火包覆内空间的宽度,单位为米(m);

h ——防火包覆内空间的高度,单位为米(m);

e ——防火包覆层的壁厚,单位为米(m);

p ——防火包覆层的周长,单位为米(m)。

当房间的日平均温度可能超过 30°C 时,通过计算方式确认电缆的电流强度仍能低于防火包覆内温度下电缆的允许载流量[借助式(1)进行计算],以防电缆芯线发热、超温导致电缆受到损坏(对于 PVC,芯线温度一般是 70°C)。

在反应堆厂房内不应使用防火包覆保护低压动力电缆,供阀门使用的动力电缆除外。

防火包覆的选型应根据防火包覆所在的防火小区或防火区的设计基准火灾持续时间确定。为了使产品规格的标准化,防火包覆系列产品应满足以下的耐火极限:

0.25 h, 0.5 h, 0.75 h, 1 h 和 1.5 h。

也可以使用已鉴定的封闭防火装置,但在防火装置内电缆槽上方应确保最小厚度 5 cm 的连续气流层。在这种情况下,耗散功率限值 P 应通过试验或计算方法进行确认。

4.3.2.3.7 金属结构屋面

4.3.2.3.7.1 一般要求

屋面要确保密封和隔热。屋面采用密封和隔热的一般要求如下:

- a) 金属结构的耐火极限不应少于 0.5 h。如果低层厂房的防火要求提高,则应采取补充消防措施达到防火要求;
- b) 屋面的施工材料:
 - 1) 不燃烧体;
 - 2) 架在不燃连续支架上的屋面为不燃烧体或难燃烧体。

4.3.2.3.7.2 特殊情况

当几个机组同在一个厂房大厅里(例如汽轮机厂房),屋面如果不使用不燃材料,应设 0.50 m 高的防火墙确保屋面的分隔。

4.3.2.3.7.3 排风措施

屋面下屋架顶结构处用格墙板划分为最大面积 $1\,600\text{ m}^2$ 的防火分区,其耐火极限为 0.5 h。

为了保护厂房结构,应采用如下排风(自然排风或机械排风)措施:

- a) 烟雾的自然控制排放
 - 排烟口通过远距离手动控制/或通过火灾探测器/或通过易熔片打开;
 - 每一个分区至少有 4 个排烟口,其总面积应至少等于各防火区面积的 2%。
- b) 烟雾的机械控制排放
 - 凡 350 m^2 的防火分区至少有一个机械排放装置,每个排风装置的风量至少为 $3.5\text{ m}^3/\text{s}$;
 - 在所有情况下,进风口应设在正面墙上,以满足机械排风装置所需要的风量。

4.4 火灾自动报警系统

4.4.1 一般规定

火灾自动报警系统属于安全重要非安全级,需满足 Q3 质保等级的要求并且系统在运行阶段要接受定期试验检查,另外,所有设备应经过抗震试验鉴定并能承受极限安全地震(SL-2)荷载,且保证其可运行性(见附录 B)。

- a) 每个机组的火灾自动报警系统应为独立系统;

- b) 火灾自动报警系统应具有以下功能：
 - 1) 快速地探知早期火灾；
 - 2) 确定火灾发生的位置；
 - 3) 监测火势发展；
 - 4) 启动报警装置，在通往火灾发生的区域及主控制室发出声光报警信号；
 - 5) 控制相应的固定灭火装置、防火阀和排烟系统的排烟阀。
- c) 火灾自动报警系统应设有自动和手动两种触发装置；
- d) 火灾报警控制器容量和每一总线回路所连接的火灾探测器和控制模块或信号模块的地址编码总数，宜留有一定余量。

4.4.2 系统设计要求

4.4.2.1 报警区域的划分

报警区域应根据防火区或楼层划分。一个报警区域宜由一个或相邻几个防火区组成。

4.4.2.2 探测区域的划分

探测区域应根据防火区域划分，一个探测区域宜是一个防火区或一个防火小区。

探测区域的设计应与消防行动卡使用相一致。

当由火灾自动报警系统控制消防排烟系统或手动、自动灭火系统时，探测区的划分要与防火区或防火小区相配合。

4.4.2.3 探测线路的设计

探测线路的设计应遵循下列原则：

- a) 火灾探测回路采用带地址码的二总线环路形式；
- b) 一个探测线路不应监测属于不同系列的防火区或防火小区；
- c) 当采用信号模块接入不带地址码探测器时，探测器应在同一系列的防火区或防火小区及排烟分区内；
- d) 当一个探测线路监测几个防火区或防火小区，探测系统不但要指示起火的首发区域，而且要指出烟雾蔓延的区域（火灾跟踪）。这种设计可以使消防队快速采取行动；
- e) 探测线路不宜监视位于几个楼层的房间，除非可以在火灾就地模拟盘显示发生火灾房间的位置；
- f) 一个探测器的动作报警不应影响回路上其他探测器的运行；
- g) 如果火灾自动报警系统自动控制保护安全相关设备的灭火设施时，在设有安全重要物项的防火区内应采用感烟探测器、感温探测器、火焰探测器（同类型或不同类型）的组合等类型探测对火灾进行确认，以避免误动作或拒动；
- h) 探测线路的往复应通过不同防火区或防火小区的不同路径敷设。

4.4.3 系统布置原则

4.4.3.1 火灾探测器的选择要求

根据火灾危害性分析，选择火灾探测器类型：

- a) 在火灾初期阴燃阶段，产生大量的烟和少量的热，对很少或没有火焰辐射的场所，应选择感烟探测器；
- b) 对火灾发展迅速，可产生大量热、烟和火焰辐射的场所，可选择感温探测器、感烟探测器、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的烟、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等宜选择高灵敏度空气采样火灾自动报警系统；