



# 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

## 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

## 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、王恃东、崔岚、陈梅、刘爱军、王强、王春明、李晟、沈蓉、刘亚凡、孙立臣。

# 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  $400 \text{ MJ/m}^2$ ,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性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( $\text{MJ/m}^2$ )

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  $400 \text{ MJ/m}^2$  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  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  的热管附近。严禁在距这些管道或管壁小于  $1 \text{ m}$  范围内布置电缆,与设备成一体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  $1.5 \text{ h}$ 。

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  $400 \text{ MJ/m}^2$  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  $0.2 \text{ m}$ ，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  $0.50 \text{ m}$  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  $1 \text{ m}$  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  $25 \text{ m}$  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  $5 \text{ m}$  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开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连锁；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 °C 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 1.5h 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 mm<sup>2</sup> 的电缆其载流量的降低系数近似取 0.72，对于截面小于 95 mm<sup>2</sup> 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：

$\Delta t$ ——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℃)；

$\lambda$ ——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  $30^\circ\text{C}$  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  $70^\circ\text{C}$ )。

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  $1600\text{ m}^2$  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  $350\text{ m}^2$  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；

- 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) 电缆通道、电缆竖井、电缆夹层、电缆桥架等场所或部位,宜选择缆式线型感温探测器;
- g) 在易燃易爆区域,应采用本安防爆型火灾探测器;
- h) 对火灾形成因素不可预料的场所,可根据模拟试验的结果选择探测器;
- i) 对使用、生产或聚集可燃气体或可燃液体蒸汽的场所,除设置火灾探测器外还应选择可燃气体探测器。

#### 4.4.3.2 手动火灾报警按钮的设置

手动火灾报警按钮应设置在明显的和便于操作的部位。例如:电梯前室、消防疏散通道等。

#### 4.4.3.3 火灾就地模拟盘的设置

火灾就地模拟盘设置于主要厂房和建筑物入口或各楼层主要楼梯口明显部位。这种带有模拟平面图和指示灯的装置可以快速把消防人员引向着火的房间。为此,探测线路的“早期火灾”指示信息应予以储存并显示。

火灾就地模拟盘上设置现场操作员用于控制的按钮,并显示固定灭火设备的动作指示灯的信息。

火灾就地模拟盘应包含以下内容:

- a) 建筑平面图、房间编号等;
- b) 防火分区的情况;
- c) 防火门、防火阀和排烟阀的位置和状态显示;
- d) 固定灭火设备的状态显示;
- e) 每个防火分区的防火阀和排烟阀的集中控制按钮;
- f) 现场测试按钮;
- g) 电源状态显示,运行、故障和停止。

#### 4.4.3.4 火灾集中报警控制器的设置

火灾集中报警控制器的设置原则如下:

- a) 火灾集中报警控制器安装在主控制室或其他电子设备房间;
- b) 火灾集中报警控制器应显示火灾自动报警系统及其各个部件状态的主要信息;
- c) 火灾集中报警控制器应能提供总的声光火灾报警信号。

#### 4.4.3.5 电源要求

各机组的火灾集中报警控制器由相互独立的机组电源供电:

- a) 主电源由机组应急电源系统供电,并且应保证机组大修期间火灾报警控制器的供电;
- b) 备用电源宜采用蓄电池组或不间断电源(UPS)装置,在主电源中断时自动投入,可维持系统大于8h的正常工作;
- c) 辅助电源是主备两种电源均中断时的报警信号电源,这种电源只用于失电报警;
- d) 能手动或自动控制启闭相应的消防设备,并能显示其工作状态。

火灾自动报警系统采用集中供电的方式,工作电压宜采用直流24V。

对于空气采样火灾自动报警系统,探测部分应符合上述要求,用于反应堆冷却剂泵隔间的空气采样火灾自动报警系统,其取样部分宜为双重设置,每个抽风机由不同的电源系列供电。

#### 4.4.3.6 布线要求

火灾自动报警系统的信号传输电缆采用低烟无卤阻燃电缆,防火阀控制电缆采用耐火电缆,符合GB/T 18380的要求。

#### 4.4.4 火灾报警信号

对房间的火灾探测应是连续的。探测到某一房间的火灾通过下列信号显示:

- a) 火灾集中报警控制器上的总声、光火灾报警信号；
- b) 主控制室音响和可视报警信号；
- c) 火灾就地模拟盘上的音响和灯光报警信号；
- d) 安装在每个探测器上的指示灯可以鉴别探测器是否报警。

#### 4.4.5 特殊场所火灾自动报警系统

以下受固定灭火系统保护的重要设备,尽可能独立设置火灾自动报警系统:

- a) 变压器:主变、辅变、厂用电降压变压器;
- b) 润滑油箱,或者是主汽轮机、汽动给水泵、反应堆冷却剂泵、上充泵等主要转动机械的调节油箱。

该探测系统与受保护设备的供电由同一电源线路供电。相应的信号与其他信号一起(如油压丧失、轴承温度过高等信号)送到主控制室。

#### 4.4.6 探测装置运行管理

火灾探测装置的日常管理和维护措施要求:

- a) 对探测器定期进行就地运行性试验;
- b) 对探测器定期进行清洗、检测;
- c) 探测器更换。

### 4.5 灭火

#### 4.5.1 灭火措施

采取的灭火措施为:

- a) 保证人员疏散和消防队灭火;
- b) 为消防队提供有效的灭火手段;
- c) 在一定情况下使灭火设施自动启动。

#### 4.5.2 一般原则

人员疏散与消防队灭火应采用下述设计原则:

- a) 为人员撤出和消防队员进入设置疏散通道。有火灾危险的单个房间或成组的工艺房间应设置两个独立的出口,两个出口应尽量分开布置。
- b) 应通过通风及排烟系统保持主疏散通道无烟。
- c) 把烟雾控制在着火的区域内。
- d) 发出声、光报警信号。
- e) 灭火设施由移动式灭火器和固定式灭火装置组成。应根据火灾危害性分析选择最合适的灭火方式。
- f) 寒冷地区,灭火系统应考虑防冻措施。

#### 4.5.3 灭火设施

##### 4.5.3.1 灭火剂

灭火剂的化学、物理性能应不致加速火情和危害核电厂及人员安全。

在放射性物质可能泄漏的防火区或防火小区内,灭火剂应可以回收及过滤,以防止污染物扩散,并便于随后所需的各种去污工作。

水是最常用的灭火剂。当不能使用水作灭火剂时,可使用其他灭火剂,如:二氧化碳、七氟丙烷、IG-541(惰性气体)、热气溶胶及泡沫灭火剂等。

禁止使用卤代烷灭火剂。

##### 4.5.3.2 固定灭火设施

###### 4.5.3.2.1 设置场所

固定灭火设施适用于火灾危险性大的设备或火灾荷载密度大于  $400 \text{ MJ/m}^2$  的房间,这些房间由于

区域内部通道布置或存在放射性使消防队员难以进入。

#### 4.5.3.2.2 固定二氧化碳灭火装置

二氧化碳灭火装置适用于密封或近乎密封的房间。由于二氧化碳的冷却作用使房间温度下降,所以应采取措施保护某些对低温敏感的设备。同时,应有足够长的时间保持二氧化碳气体浓度,以中止内部燃烧过程并使设备冷却。

禁止用二氧化碳扑救金属火灾。二氧化碳对于 A 类深位火灾(木材、卷宗纸张)需采用较高的设计浓度。

应对各种情况进行研究,以便根据可燃物的类型、房间的体积、灭火所需时间内气体的泄漏量来确定气体的储备量。

固定二氧化碳灭火装置包括:

- a) 贮存二氧化碳的钢瓶或贮罐;
- b) 内、外防腐的管道;
- c) 喷嘴;
- d) 设有能使人员撤离房间的延时缓动装置的手动或自动控制系统;
- e) 采取称重或其他各种配有标志手段进行气体贮量监测的系统。

进行二氧化碳气体灭火的隔间上部应有一个泄压口,且泄压口上应配有一个活门。在供气导致超压时,活门自动开启。

采用自控设备时,应具备有:

- a) 适当的探测逻辑线路,避免误启动;
- b) 为避免缺氧,在气体喷射以前,用声、光报警,让现场工作人员撤离;
- c) 必要时用钥匙将自动操作系统锁住,以免发生人员停留在该房间时喷射气体。

应对保护安全有关设备房间的气体储罐进行抗震验算,以便在极限安全地震(SL-2)的应力作用下,确保其完整性。

为防止温度升高引起的爆炸危险,气体储罐应备有限压装置,并放在防火区域以外。

固定二氧化碳灭火系统的设计应遵循 GB 50193 的规定。

#### 4.5.3.2.3 其他气体灭火系统

除固定二氧化碳灭火装置外,还可采用七氟丙烷或 IG-541、热气溶胶等固定气体灭火系统。

#### 4.5.3.2.4 固定泡沫灭火装置

在发生液态碳氢化合物的火灾时,宜使用泡沫灭火剂,在首次使用合适的新产品之前,要进行试验,这种试验应尽可能接近安装场所的条件。

禁止使用泡沫灭火装置扑救 PVC(聚氯乙烯)火灾(尤其是电缆火灾)。

使用泡沫灭火系统的房间内应设置一个排气口,以便在泡沫注入期间进行排气;在任何情况下应在发生器(或喷嘴)上设置足够大的空气接口以确保泡沫的形成。

泡沫的膨胀力说明泡沫特性,根据发泡倍数所表示的泡沫体积与产生泡沫的泡沫混合液体积之比,泡沫可分为以下三种:

- a) 低倍数泡沫(<20);
- b) 中倍数泡沫(21~200);
- c) 高倍数泡沫(201~1 000)。

对于这种具有乳化特征的消防手段,宜使用配有 AFFF 添加剂(水成膜泡沫灭火剂)的水喷雾灭火系统。

#### 4.5.3.2.5 喷水及水喷雾灭火装置

##### 4.5.3.2.5.1 水剂灭火系统类型

水剂灭火系统有两种类型可供使用:

- a) 洒水型；
- b) 水雾型。

#### 4.5.3.2.5.2 固定喷水灭火系统

固定喷水灭火系统考虑的类型有：

##### a) 湿式灭火系统

湿式灭火系统就是指消防水系统的管道内始终充满压力水的系统。该系统包括：

- 1) 湿式报警阀(也可根据情况不设)；
- 2) 手动隔离阀(正常情况下处于开启位置)；
- 3) 水流指示器；
- 4) 末端试水装置；
- 5) 管网及闭式喷头。

一旦喷头的热敏元件受热,脱离喷头,固定灭火系统即投入运行。通过手动关闭相应回路的隔离阀停止喷淋。隔离阀在正常运行情况下,处于开启位置。

湿式报警阀及手动隔离阀应安装在防火区或防火小区以外。

装在湿式报警阀及隔离阀下游的水流指示器可以喷水管网的位置。

##### b) 预作用喷水灭火系统

预作用喷水灭火系统是指其管道平时充以压缩空气的系统,该系统正常情况下使管网气体略微保持超压,以避免管道腐蚀及探测喷头误开。该系统分两个阶段操作,第一阶段使管道注入消防系统水,注水由双重探测信号控制。第二阶段与湿式灭火系统的运行方式相同。

该系统包括：

- 1) 预作用报警阀组(或采用气动、电动阀门)；
- 2) 手动隔离阀(正常情况下处于开启位置)；
- 3) 水流指示器；
- 4) 末端试水装置；
- 5) 管网及闭式喷头；
- 6) 供压缩空气的接管；
- 7) 用于检测压缩空气系统的测压孔。

##### c) 雨淋喷水灭火系统

雨淋喷水灭火系统由火灾自动报警系统或传动管控制,自动开启雨淋报警阀,向开式洒水喷头供水的自动喷水灭火系统。为防止误喷,可由双重探测系统控制或手动控制。

正常运行时,雨淋阀处于关闭位置。

#### 4.5.3.2.5.3 固定式水喷雾灭火系统

该种系统以水雾喷头取代开式喷头,水雾喷头使水雾直接喷到可燃物体上,其他要求与雨淋喷水灭火系统相同。

#### 4.5.3.2.5.4 特殊消防

特殊消防是基于上述固定灭火装置的其中一种形式,另外也考虑到其在充水控制方面的某些特殊要求。

在消防水采用除盐水时,除盐水罐水位上部空间注压缩气体以获得所要求的压力。为了保证在除盐水系统出故障时能延长扑灭火灾时系统的可作用的时间,应使它与消防水系统连接作备用。

系统可按如下方式启动：

- a) 自动;
- b) 遥控;
- c) 手动,控制阀设在人员可接近处。

如果是自动或遥控启动,应加设一个手动控制阀。

为了避免由于温度升高引起的损坏,除盐水气压罐应按规定设有超压保护装置。

#### 4.5.3.3 喷水及喷雾灭火设备设计要求及布置原则

##### 4.5.3.3.1 设计要求

根据火灾危害性分析,对电缆火灾、碳氢化合物火灾和变压器火灾,在设计固定喷水及喷雾灭火系统时应遵循现行的国家标准 GB 50219、GB 50084 和 GB 50151 所规定的关于喷水强度、喷淋时间及保护面积的要求。

##### 4.5.3.3.2 布置原则

喷水及喷雾灭火设备的一般布置原则如下:

A 和 B 通道的喷淋、回收及排空系统应全部按实体隔离准则布置。为此,一个固定喷水或喷雾灭火系统不应服务于两个不同通道。

隔离阀下游管道的设计流量:

- a) 对于湿式或预作用灭火系统,应考虑喷水强度和使用面积;
- b) 对于雨淋或水喷雾灭火系统,应考虑喷水强度及设备或房间的面积。

控制阀上游管道的设计应考虑上述流量,并依据 GB 50084 及 GB 50219 进行计算,如果喷洒区不是同一个防火区,则应再增加相当于 2 个消火栓的流量。如果是水喷雾灭火系统,管道计算应取喷雾区的全部流量。

喷头布置应做到:

- a) 喷头不应相互影响;
- b) 喷头不应喷射到通风防火阀和排烟阀;
- c) 障碍物(风道、管道、照明等)不应妨碍雾化;
- d) 应采取各种措施(设备接地、托架及喷淋管等)确保喷淋后的清理工作。

#### 4.5.3.4 消防水系统

##### 4.5.3.4.1 高压供水

多堆机组的核电厂都可由两个泵站供高压消防水(参见图 1)。

两个泵站之间又相互连接。每个泵站设有两台电动消防水泵,消防水泵的设计应能满足  $4 \times 100\%$  核岛消防水量的要求,同时其电机是 1E 级,并由相关机组的应急电源(柴油发电机)A 通道和 B 通道供电。见图 2 和图 3。

为了安全,对于两个相同的机组,至少设置两个独立的可靠淡水水源。如果使用水池,应设置两个  $100\%$  系统容量的水池,抗 SL-2 地震,应根据火灾最小延续时间(2 h)和在所需压力下的最大预计流量来设计消防供水系统。该流量由火灾危害性分析得出,它以防火区喷水系统运行时的最大需水量再加上人工消防的适当水量为基础,每个消防水池的有效容积不小于  $1\ 200\ \text{m}^3$ 。消防水池的连接方式应使水泵能从任一个水池或两个同时吸水。补水能力应保证任一水池在 8 h 内再充满。

消防水池后的消防管网上设置消防水泵接合器。最终消防应急水由移动式消防水泵供给,并用软管接至总配水管网上。接口位置在靠近水源的消防泵的出口总管上(泵站或蓄水池),也可以使用室外水泵接合器。

在正常运行情况下,总的消防配水管网应始终保持高压状态,以便扑灭随时可能发生的火灾,而不

需等待消防泵启动。为此,在 1 号机组(或现场)最高厂房的顶部,设有两个相互连接、水量各为  $50 \text{ m}^3$  的淡水箱。

两个淡水箱的总存水量为  $100 \text{ m}^3$ ,在管网有压状态下可各自隔离检查,另外也可用其冲洗管网及向管网充水。

根据电厂布置情况,上述高位水箱的功能也可采用其他稳压方式实现,但至少应与上述措施具有同样的优点。

高位水箱与 1 号机组的高压消防水分配的环路连接。

#### 4.5.3.4.2 高压消防水分配总管网

高压水分配系统应设计成闭合环路。见图 1。

每一个机组通过可隔离的支管至少在两个点上与环路相接。

系统应设计成可以对机组进行维修而不中断运行。

#### 4.5.3.4.3 机组高压消防水分配管网

高压水分配系统应设计成闭合环路,见图 4,它由两个环路构成:

- a) 第一环路供核岛厂房的消防水;
- b) 第二环路供其他厂房消防水。可利用正常情况下开启的电动阀门与环路隔离,为必要时能快速关闭,确保优先为第一环路供水,电动隔离阀应始终是可以接近的。

主要楼层上的消火栓由立管供水,立管或直接与主环路相接或通过由支管形成的环路供水,该环路是通过装有阀门的两个支管与主环路在两点上相连接。当系统设计成闭合环路时,隔离阀、放气阀和疏水阀门的布置应能分段隔离维修而不会中断具有最大火灾危险区域内的消防供水。

#### 4.5.3.4.4 管网设计

管网应设计成在消防泵投运后可以保证向管网上最不利点提供其需要的压力和流量。此外,管网应能承受零流量时泵的压力。

室外消火栓的间距不应超过  $120 \text{ m}$ 。

总消防水分配管网以及向各机组供水的管路从泵站开始到管廊内应使用钢管。为厂房外面 BOP 设施供水用的埋在地下的支管可用球墨铸铁管材,但支管与主环路应用钢制阀门隔离。阀门最好安装在汽轮机厂房内,以便维修和防腐蚀及防冻。组成环路的材料应能耐内、外腐蚀。消火栓用球墨铸铁制造。

在管网设计时需考虑采取相应的防水锤措施。

吸水管线以及输送消防水至核岛的配水管线,包括环路隔离阀都应设计成在极限安全地震(SL-2)时能维持其运行能力。当一个厂址的两个泵站间的连接管很长时,在其两端应各设一个阀门使其隔离,在 SL-2 地震情况下,若隔离阀仍能保持其可运行性,连接管可不遵守上述抗震设计要求,当连接管不长时,可以只安装一个隔离阀,但需保证整个管段按抗 SL-2 地震设计。

#### 4.5.3.4.5 泵

泵站内消防设施是专为消防所用。若作其他用途时,应进行专门的分析。

泵的扬程应满足最不利点喷水时所需的最小压力,泵容量按照最大消防水量确定,最大消防水量为防火区固定灭火系统运行时的最大需水量再加上室内、室外人工消防的用水量。在实际工程设计中,泵的容量根据下列 4 项消防用水量中的 1 项计算:

- a) 主变的单相变压器的消防用水;
- b) 保护面积为  $260 \text{ m}^2$  的消防用水;
- c) 汽轮发电机油箱区的消防用水;

d) 汽机大厅屋顶的消防用水。

消防水泵的设置台数应考虑上述用水量的计算并建立在假设有一路电源或一台泵失效的基础上。

在不同系统阻力损失的情况下,离心泵都应能单台或并联运行。泵的启动可以由主控制室配电箱或就地控制。所有消防泵的吸水管线按淹没式布置,以保证安全启动,其管径的确定要考虑在低压运行时流量增大的情况。

消防泵可与安全厂用水系统共用一个进水管。

当安装在原水系统的滤网网眼尺寸大于 1 mm 时,消防泵出水管上应设置自清过滤器。

消防泵在 SL-2 荷载时应仍能保持运行。

#### 4.5.3.4.6 特殊情况

对于特殊情况,应进行如下处理:

- 当厂址地形条件允许可建造高位消防水池,按重力流方式向消防水管网供水,因而可不需配置消防泵。在这种情况下,管网压力需与固定灭火系统运行所需的最低压力相一致。消防水池设置至少 2 个,可单个也可并联运行。在 SL-2 地震时仍能保持其完整性。
- 对滨海厂址而言,消防泵取水自淡水池,一旦淡水用完,必要时也可考虑用海水。
- 对设有安全厂用水冷却塔的厂址而言,每台消防泵可从与其为同一列的冷却塔集水池取水。集水池容量应能足以供给火灾延续 2 h 的消防用水量,并有适当裕量。

#### 4.5.4 主疏散通道和疏散楼梯(楼梯、水平通道、门等)

##### 4.5.4.1 主疏散通道和疏散楼梯

为便于人员疏散及消防队使用,应设置主疏散通道和疏散楼梯。有明显火灾危险的厂房应设置若干主疏散通道,并根据厂房布置进行合理安排。疏散楼梯间应为防烟楼梯间。

主疏散通道和疏散楼梯用它们各自的墙体分隔成为一个独立的防火小区(见 4.3.2.1.3),其功能如下:

- 保证工作人员安全撤离;
- 保证消防队员和消防设备进入并完成灭火任务;
- 保证操纵员从主控制室撤向应急停堆盘控制室。

主疏散通道和疏散楼梯间的排烟方式:

- 通过通风系统设计使疏散通道保持正压,确保门的密封性;
- 排烟系统启动,着火房间形成负压(电气厂房)。

出现烟雾时,事故照明装置启动,使所有人员从主疏散通道撤离。

门应向疏散方向开启,并且确保门由于通风排烟系统运行而形成最大压差时仍能打开。

此外,应考虑门两侧由于通风系统或者排烟系统运行而形成最大压差时仍能保证打开。

主疏散通道的尺寸是根据通行人数及可能使用的救援设备(灭火器材,担架等)进行确定的。该尺寸是扣除门扇开启时占据的面积后得出的。

设定 0.6 m 为一个“通道宽度单元”。当通道只有一个疏散宽度单元时,其总宽度可从 0.6 m 加大到 0.9 m,当通道为两个疏散宽度单元时,其总宽度可从 1.2 m 加大到 1.4 m。

有关厂房中所需的主疏散通道总宽度不应低于表 2 所列数值。

表 2 主疏散通道总宽度

使用人数	主疏散通道累计总宽度(按通道宽度单元计)
1~20	1
21~100	2

使用人数按高峰期的工作人数确定,当各层人数不相等时,其楼梯总宽度应分层计算,下层楼梯总宽度按其上层人数最多的一层人数计算,但楼梯最小宽度不宜小于 1.1 m。

底层外门的总宽度,应按该层或该层以上人数最多的一层人数计算,但疏散门的最小净宽度不宜小于 0.9 m;疏散走道的净宽度不宜小于 1.4 m。

疏散通道(如平台、楼梯下的通道、管道和电缆桥架下面的通道)的通行高度不小于 2.2 m。

在无法满足特殊用途(设备运输、工具通行等)所需的尺寸时,应按需要增加尺寸。

#### 4.5.4.2 电梯与工作梯

电梯与工作梯不应设在防火区内,火灾发生时不作为疏散安全出口使用。

消防电梯可与电梯或工作梯兼用,但应符合消防电梯的要求,并应保证在任何情况下都能运行。

#### 4.5.4.3 供救援设备和消防器材用通道

厂区道路和厂房各入口应设置消防车道,使来自厂外的救援设备和消防器材能进入到离厂房最近的地点。

#### 4.5.5 消防排烟系统

##### 4.5.5.1 一般要求

##### 4.5.5.1.1 自然排烟

采用自然排烟的厂房,排烟口的总面积应大于该防烟分区面积的 2%。自然排烟口底部距室内地面不应小于 2 m,应常开或发生火灾时自动打开。

##### 4.5.5.1.2 机械排烟

应按照以下要求考虑并设置机械排烟:

- a) 排烟系统可以是专设排烟系统、屋顶排烟口或者移动式排烟设备等形式;
- b) 移动式排烟设备应采用标准接口,需要时通过标准接口与专设的消防通风系统相接,进行排烟;
- c) 在无放射性危险且未设固定自动灭火设施的房间,正常通风不能满足排烟要求时,应设机械排烟设施;
- d) 对火灾风险较大的房间,如汽轮机房、仓库等,在厂房顶部应设机械排烟装置;
- e) 在放置大、中型转动机械用的冷却与润滑油回路和油箱的房间,或火灾时极难进入的房间应设置机械排烟系统。

##### 4.5.5.1.3 排烟系统分区布置原则

不同防火分区内的排烟区应设置独立排烟系统。排烟风机的配电系统可以不受此限制。

##### 4.5.5.2 固定机械排烟设计

固定机械排烟设计的基本原则:

- a) 对未设自动灭火设施房间,其排烟容积宜为 350 m<sup>3</sup>,最大容积不应超过 500 m<sup>3</sup>。如果组成防火分区的房间容积超过该限值时应进行防烟分隔,以确保排烟系统的效能。
- b) 对防火分区进行防烟分隔的门、挡烟垂壁、隔墙、突出底板不小于 500 mm 的梁等应具有耐火稳定性和阻烟作用。
- c) 每个排烟区内均应设置排烟风口,排烟风口应安装在房间的顶部或墙的上部 1/3 高度处。
- d) 排烟风口布置宜远离疏散出口,与疏散出口水平距离应大于 2 m。排烟风口有效作用水平距离不应大于 30 m。
- e) 排烟风口的风速不宜大于 10 m/s。

- f) 排烟风口与排风口合并设置时,风口所在通风支管接入排风(烟)系统时应设排烟阀。该排烟阀在排风(烟)系统转入排烟运行时,除着火防烟分区内的排烟阀处于开启状态外,其他排烟阀应处于关闭状态。每个排烟阀应设不受火灾影响的电动闭合位置开关。需要时,排烟阀的位置控制器应能给出该阀门处于开启终了位置时的位置指示信号。位置切换装置由耐火极限高的系统组成,以确保在火灾的初始阶段即投入工作。
- g) 专设排烟系统中的排烟风口(或排烟阀)在正常情况下处于关闭状态。
- h) 排烟风口(或排烟阀)的控制装置应位于防火区之外,以免操作装置受热气的影响。排烟风口(或排烟阀)应与火灾报警系统联动。其状态信号应统一送至主控制室,并进行显示。同时要求与通风系统控制盘、火灾信号显示盘、喷淋系统控制盘集中布置。
- i) 排烟系统的排烟量计算,除本规范特别规定外,应符合以下要求:
  - 1) 担负一个防烟分区或净空高度大于 6.00 m 的不划分防烟分区的房间排烟时,应按该部分总面积的每平方米不小于  $60 \text{ m}^3/\text{h}$  计算,但排烟风机最小风量不应小于  $7\,200 \text{ m}^3/\text{h}$ ;
  - 2) 担负二个或二个以上防烟分区排烟时,应按其中最大防烟分区面积每平方米不小于  $120 \text{ m}^3/\text{h}$  计算。
- j) 在排烟系统正常运行时,排烟区负压应不大于  $80 \text{ Pa}$ ,应设置负压限制系统。在自然补风不能满足要求时,应设置机械补风系统,补风量不应小于排烟风量的 50%。
- k) 管道支撑件及风管的耐火等级应具有与所贯穿的房间相一致的耐火性能。钢制排烟风管的钢板厚度不应小于  $1.0 \text{ mm}$ 。
- l) 排烟管道不宜穿越不同防火分区。当布置上要求排烟管道必须穿越不同防火分区时,排烟风管的耐火极限应不小于  $1.5 \text{ h}$ 。
- m) 排烟风机根据设计要求确定为核级或非核级风机,可以选用离心式风机或轴流风机;排烟风机应在烟气温度  $280 \text{ }^\circ\text{C}$  时能连续工作  $30 \text{ min}$ ;排烟风机应采用不燃材料制作。
- n) 排烟风机应与排烟风口或排烟阀联动,当任一排烟风口或排烟阀开启时,系统应转为排烟工作状态,排烟风机自动切换至排烟工况;当烟气温度大于  $280 \text{ }^\circ\text{C}$  时,排烟风机应随设置在风机入口处的  $280 \text{ }^\circ\text{C}$  排烟防火阀的关闭而自动关闭。

#### 4.5.5.3 电气厂房排烟

电气厂房排烟的基本要求:

- a) 在装有电气设备及含有 PVC 绝缘材料电缆的房间发生火灾时,火灾探测信号能够自动切断房间的正常通风系统,并将该房间接入排烟系统;
- b) 未设自动灭火装置房间的排烟系统正常运行时,该房间相对于邻近房间应维持的最小负压为  $20 \text{ Pa}$ ;
- c) 设置自动灭火装置房间的排烟换气次数应按不小于  $10 \text{ 次}/\text{h}$  进行设计。在发生火灾时能在  $3 \text{ min} \sim 5 \text{ min}$  内排除室内烟气。

#### 4.5.5.4 金属结构空间排烟

为了保护厂房(例如汽轮机厂房)的金属结构,在发生火灾时,采用自然排烟或机械排烟等措施,确保热气及烟雾排出,并应满足 4.3.2.3.7 金属结构屋面章节的相关规定。

#### 4.5.5.5 主疏散通道和疏散楼梯间的防烟

为确保火灾时烟雾不进入疏散通道及疏散楼梯间,应采用正压送风系统或在有火灾荷载房间内设置通风排烟系统以保证疏散通道及楼梯间与相对邻近的房间处于微弱正压。采用正压送风系统时,应

满足 GB 50045 的相关要求。

#### 4.5.6 火灾警报系统

##### 4.5.6.1 声警报系统

EJ/T 637—1992 中 3.2 有关警报编码的规定适用于核电厂实施撤离行动。

对于听不见警报的经常有人员停留的房间应设置光警报装置。

##### 4.5.6.2 信标系统

人员按照信标系统指示撤离。该信标系统由闪烁发光板构成,在一些特殊的地方增设闪光加音响信号。在事件或事故情况下,围灯亮时禁止靠近主厂房。

鉴于随时可能发生能见度差的现象,因此所使用的信标板应用反光材料制成,并符合“安全颜色和信号”相关标准。在这些板上可外加反光漆带。

反应堆厂房的信标系统应把人员导向气闸门以便缩短撤离行动所需要的时间。

##### 4.5.6.3 火灾应急广播系统

火灾应急广播系统应为厂区广播系统功能的一部分,可通过控制台发布火灾情况下的指挥、调度和人员疏散的指令。

##### 4.5.6.4 消防通信系统

###### 4.5.6.4.1 消防专用电话

设置消防专用电话的原则是:

- a) 消防专用电话网络应为独立的消防通信系统;
- b) 主控制室应设置消防专用电话总机,且宜选择共电式电话总机或对讲通信电话设备;
- c) 应按下列部位设置电话分机或电话塞孔:
  - 消防水泵房、备用发电机房、配变电室、主要通风和空调机房、排烟机房及其他与消防联动控制有关的且经常有人值班的机房;
  - 灭火系统操作装置处或主控制室;
  - 消防站、消防值班室。

消防电话系统的通信电缆宜采用耐火电缆,线路配件为难燃材料。

###### 4.5.6.4.2 与厂内消防队员的联系方式

夜班运行人员只需一次操作就可通过电话通知在家的电厂义务消防队员。

通过厂区的无线寻呼、运行电话、无线集群电话等通信系统能够保证在最快的时间内与一名不在岗位上的预先指定的或灭火时所需的人通话。

###### 4.5.6.4.3 与厂外消防队的联系方式

与厂外消防队的联系应有三种方法:

- a) 从电厂每个机组的主控制室用直通电话直接联系;
- b) 从与公共电话通讯网联系的每个机组的各个岗位上的话机通过两条不同线路至电厂的自动交换台对外联系;
- c) 电厂保安楼、消防站与消防车之间用无线电联系。

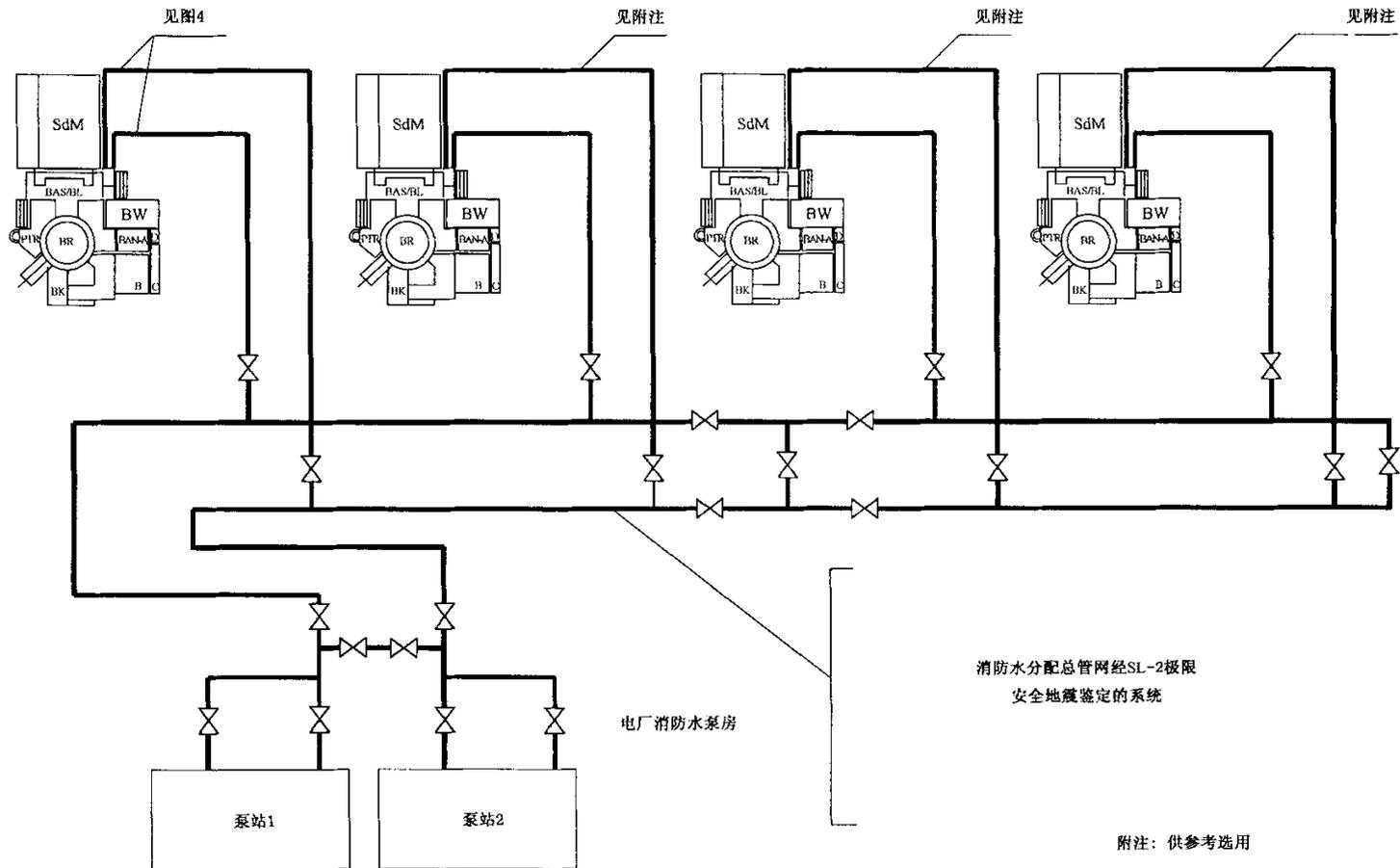


图 1 高压消防水分配原理图

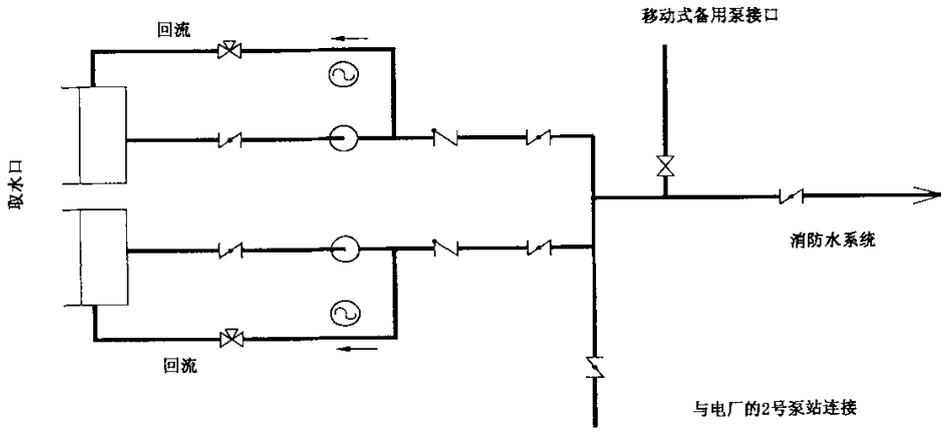


图 2 河边厂址每台机组的消防供水系统原理图

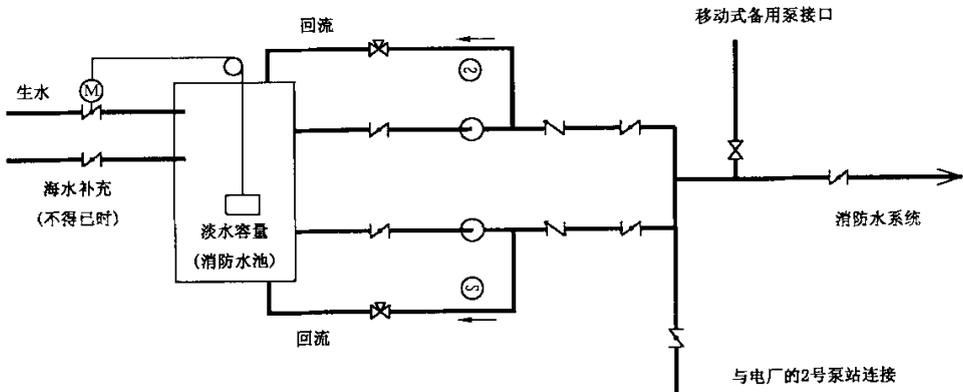


图 3 滨海厂址每台机组的消防供水系统原理图

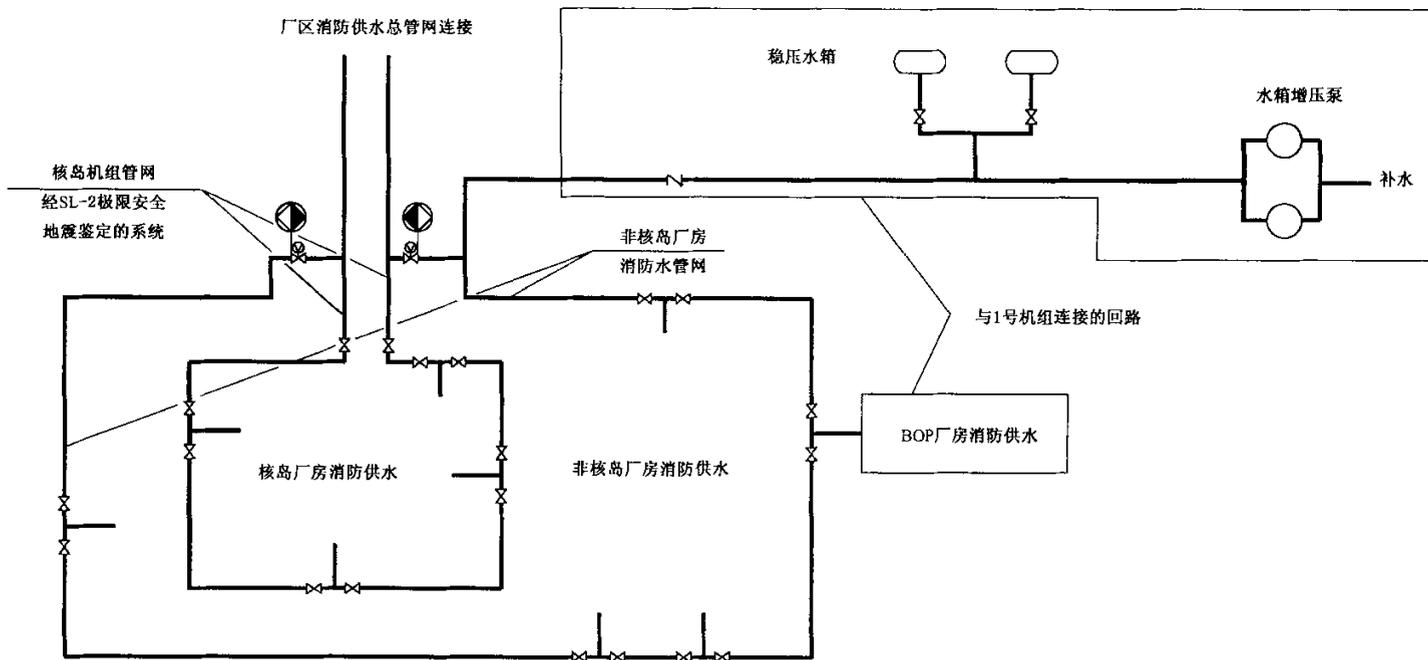


图 4 机组高压水分配管网

## 5 厂房与设备的消防措施

### 5.1 安全壳(反应堆厂房)

安全壳内的消防由复合材料或不锈钢制作的消防水分配系统保证,正常运行状态下,系统为空管,并配有消火栓。由于反应堆厂房相邻厂房的管线始终充满水,必要时安全壳消火栓系统可与其相接。位于安全壳内的止回阀及安装在反应堆厂房外的阀门应确保安全壳的隔离准则要求。

该回路同时也为反应堆冷却剂泵提供防火保护。

### 5.2 安全壳环形空间

双层安全壳之间环形空间的消防由直接与消防水分配系统相接的两个回路保证。

第一回路始终充满水,以便通过消火栓确保安全壳环形空间的消防用水。消火栓的安装应覆盖所有的受保护区域。

第二回路由为环形空间动力电缆区所设的固定式喷淋灭火系统构成。每一个通道采用自动喷水灭火设备,其隔离阀应位于就地模拟盘附近,该模拟盘可以确定安全壳环形空间发生火灾的部位。

### 5.3 反应堆冷却剂泵

每一台电动泵配备一个感烟探测器环路和一个火焰探测器环路,或配备有一个火焰探测器环路及空气采样火灾自动报警系统。

为避免由于蒸汽泄漏引起误报警,需要用火焰式火灾探测器对报警进行确认。

电视摄像机监视每一台反应堆冷却剂泵并可以在主控制室内对报警进行核实。

每台反应堆冷却剂泵由固定式水喷雾灭火系统进行保护(参见 4.5.3.2.5.3),通过设置在与泵不同房间的除盐水箱给灭火系统供水,水箱利用加压系统形成氮封,在 0.8 MPa 压力下对受保护的面积提供自动喷雾 15 L/(min·m<sup>2</sup>) 的流量,历时约 3 min。

从主控制室通过阀门的远距离控制启动喷水。

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核电厂的消防水生产系统加压。

### 5.4 碘吸附器

#### 5.4.1 安装区域防火分区要求

安装带密封不锈钢(或其他不燃材料制成的)箱体的碘吸附器装置的房间可不划为防火区。

#### 5.4.2 降低火灾危害的措施

为降低碘吸附器箱体内发生火灾的危害,应采取如下措施:

- a) 通风小室内,除过滤系统专用电缆外,不应安装其他任何电缆。
- b) 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器,在温度超限时,切断电加热器的供电电源,并向主控制室发出第一阶段报警信号。
- c) 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制室发出报警信号。
- d) 在电加热器与碘过滤器之间设置温度传感器,超过设定温度时,由温控器发出信号切断电加热器的电源,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。
- e) 在碘吸附器密封箱体的进、出口处各设置一个手动操作防火阀。在火灾时手动关闭,将碘吸附器箱体与管道系统隔离。
- f) 火灾自动报警系统包含上述温度传感器,还包括向主控制室集中火灾报警控制器发出报警信号的温控装置。

#### 5.4.3 碘吸附器消防设计要求

在碘吸附器活性炭的总装量大于 100 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。

### 5.5 上充泵房

上充泵安装在一个构成防火区的房间内。在失去安全电源时,为反应堆冷却剂泵提供密封水的试验泵也安装在该房间内。每台泵之间设置的屏障构成独立的防火区。

火灾探测由感烟探测器和火焰探测器组成的双重探测保证。电视摄像机监视每一台上充泵并可以在主控制室内对报警进行核实。

喷淋灭火系统配备有易熔金属喷头,系统由消防水分配总网供水,安装在每台泵的上方,确保受保护面积具有  $15 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$  的喷淋强度。

试验泵也受到同样的保护。

应在该泵房外易于操作的地点设置消火栓和移动式灭火器。

### 5.6 安全注入泵和蒸汽发生器辅助给水泵

两个系列的泵安装在不同的防火分区内。

这些泵的监测与上充泵的监测相同。

蒸汽发生器辅助给水泵的消防由水喷淋灭火系统保证。喷水灭火系统配备有易熔金属喷头,系统由消防水分配总网供水,安装在每台泵的上方,确保受保护面积具有  $15 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$  的喷淋强度。

应在该泵房外易于操作的地点设置消火栓和移动式灭火器。

### 5.7 柴油发电机厂房

柴油发电机房及燃油箱厂房都设有两种探测器,火焰探测器和感烟探测器。

每台柴油机宜由添加有 AFFF(水成膜泡沫灭火剂)的消防水管网进行保护。该预作用管网配备有喷头,喷头的布置应可以覆盖整个受保护面积,喷淋强度为  $10 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ 。

管网通过一个阀门与总管网连接,阀门在正常状态下关闭,阀门的开启由火灾自动报警系统控制。

喷淋可以通过可接近的阀门手动停止。

油箱保护宜由添加有 AFFF 的消防水系统确保,该雨淋系统管网配备有开式喷头,确保至少  $6.5 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$  的喷淋强度。

管网通过一个阀门与总管网连接,阀门在正常情况下关闭,阀门的开启由双重火灾自动报警系统控制。

应在该厂房外易于操作的地点设置消火栓和移动式灭火器。

### 5.8 电气厂房

#### 5.8.1 总则

电气厂房的消防要遵守下列原则:

- a) 用耐火极限为 90 min 的墙对每一楼层的防火区进行分隔;
- b) 用耐火极限为 90 min 的墙对每层的 A 通道和 B 通道进行隔离;
- c) 仅在特殊情况和必要时对分隔 2 个系列的隔墙设置由行程终端开关进行遥控的门;
- d) 配电盘电缆的引进和引出应敷设在较低的部位;
- e) 不同房间与通风系统的连接应符合 4.3.2.2.3 的建议;
- f) 火灾荷载密度大于  $400 \text{ MJ}/\text{m}^2$  的房间应与排烟系统连接;
- g) 主控制室应保持正压,防止烟雾侵入;
- h) 电气厂房出入口通道应作为安全疏散出口考虑;
- i) 主疏散通道相对于邻近房间应受保护;
- j) 使用固定灭火系统对电缆层进行保护;
- k) 电气设备房间用安装在附近的消火栓进行防火保护;
- l) 在电气厂房所有楼层、楼梯间均设有消火栓,它与核岛消防水分配系统管网的立管连接。立管一直保持充水状态。

### 5.8.2 继电器室

由于这些房间的设备对运行很重要,当发出火警探测信号后,操作员要派人去现场确认火灾的发生。如果火灾已得到确认,则反应堆值长要触发紧急停堆。

在初始阶段,消防人员将使用便携式和移动式消防设备控制火势。

在第二阶段,如果控制不住火情,消防人员在征得反应堆值长同意后应启动对应上述房间的固定灭火系统,打开相应的隔离阀。

喷水只有在闭式喷头已打开的区域内进行。

应在该房间外易于操作的地点设置消火栓和移动式灭火器。

对于敷设在该房间不执行或终止安全功能的电缆,应尽可能降低可燃物的火灾荷载。

### 5.8.3 主控制室

由于主控制室的重要性,主控制室为相对独立的防火区,与其他电气房间隔离,此措施能防止热气、火焰和烟气侵入给主控制室带来的影响。

因为操纵员经常居留在主控制室内,同时控制台内的火灾风险有限,因此在主控制室内采取手动消防的措施,配备有移动式灭火器,主控制室外设有消火栓,操作人员可根据情况采取有效措施扑灭火灾。

应在该房间外易于操作的地点设置消火栓和移动式灭火器。

主控制室机柜内应设置火灾自动报警系统,可采用点式感烟探测器、空气采样感烟探测器等探测手段,当火灾确认时,应在就地和控制器上发出声光火灾报警信号。

### 5.8.4 反应堆保护模拟机柜间

该房间是系列 A 和系列 B 电缆通向控制台的交汇区。该房间设在主控制室下面并设置了使用洁净气体的消防装置。这种装置的控制设备设在房间外面靠近门处,手动操作。

## 5.9 氢气危险区

含有大量氢气设备的区域,在事故泄漏的情况下有潜在的爆炸危险。

对于核岛,有关设备为:

- a) 蓄电池间及氢分配系统;
- b) 容积控制箱和化容系统的阀门;
- c) 硼回收系统暂存波动箱;
- d) 含氢废气处理系统和衰变波动箱;
- e) 废气处理系统压缩机;
- f) 废气处理系统贮存箱。

各种箱体、压缩机和阀门部件要设置在相互隔开的房间内。

废气处理系统的贮存箱和隔离阀应串联安装在通风的房间内,房间内不应装有任何电气设备,否则应设有防爆装置。

对于废气处理系统各阀门、贮存箱的房间和容积控制箱间的换气次数至少为 4 次/h,以确保空气中氢浓度低于 4%。

在安装氢气探测器和防爆电气设备的其他一些房间,如果含有大量氢气(约 1%),废气处理系统的压缩机就应停止工作。

氢气危险区之间的通风转送口以及排风口应设置在紧靠天花板处。

决不允许将空气从有氢气危险的房间直接转输到无氢气的房间。

应在该房间外易于操作的地点设置消火栓和移动式灭火器。

通风系统的丧失应引起主控制室报警。

## 5.10 电气厂房排烟系统

电气厂房排烟系统的一般设计原则如下:

- a) 电气厂房的排烟系统应按两个独立的系列进行设计。

- b) 在电厂排烟系统中,仅与同一安全系列相关的所有房间应设置为一个排烟系统。每个排烟系统配备单台电动排烟风机。电动排烟风机则由另一安全系列的柴油发电机的应急电源开关盘供电。
- c) 电气厂房设计两路排烟系统,排烟风机安装在电气厂房的上部。两路排烟系统通过一小段风管相连通,并配置一套控制风阀组。通过控制风阀的开关,不仅可以使一个回路的风机作为另一个回路的备用,而且还可以通过启动两台风机,将两套排烟系统同时投入运行。
- d) 在上述连通方案不可行时,也可在每个排烟系统设置备用风机,以获得相同的运行工况。
- e) 排烟管道的设计布置要满足电气连接的隔离准则,确保形成两条完全隔开的排烟系统,即 A 系列和 B 系列。
- f) 每个排烟阀可由火灾探测信号自动启动或在主控制室通过按钮遥控启动。系统带电运行时,所有控制器都应起作用。
- g) 风机的控制按钮安装在火灾报警盘上,火灾报警盘设在主控制室。

## 5.11 汽轮机厂房

### 5.11.1 一般要求

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。

防火基本原则:

- a) 设置疏散通道。
- b) 遵守本标准规定的原则,建立防火区。
- c) 设置可收集可燃液体泄漏的装置。
- d) 汽机房室内消防竖管应在底层或运转层由水平管构成环状。在汽机大厅运行层楼板以下形成了一个闭合消防水环路。

汽轮机厂房应与包含安全相关设备的相邻构筑物用最小耐火极限为 3 h 的防火屏障进行分隔。

### 5.11.2 汽轮发电机组

汽轮机厂房内大部分火灾是由汽轮发电机组造成,原因是由于油的泄漏,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有氢泄漏造成火灾。

#### 5.11.2.1 油箱

油箱要安装在小室内的一个漏油盘上,在汽轮机厂房内单独构成一个防火区。

油箱面要高出构成漏油槽的房间地面。该泄漏油槽通过设置有防止火焰传播装置(排油)的管道与油收集槽相接。此外,该管道在顶部还装有一个探测装置,用于探测地坑内是否有液体存在。泄漏槽的容量应考虑消防水的引入。构成油箱间的房间应有两个出口。

油箱间要通风,以维持辅助设备或控制设备正常运行的温度。另外,应设一个装置,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区域。

防火阀应布置在通风口上,尤其应布置在排风口上。

电机应确保在水喷淋下能够运行。

#### a) 探测

火灾探测可选用火焰、感烟等探测器。

#### b) 灭火

采用固定水喷雾灭火系统,喷水强度为  $15 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ 。

移动式干粉灭火器设置在入口处。

### 5.11.2.2 离心过滤器

#### 5.11.2.2.1 设计

离心过滤器及其配件应布置在油箱房间内的泄漏油盘上。

离心过滤机为防止运行故障应设置以下安全装置：

- a) 一个能破坏虹吸作用的油箱的输油管道；
- b) 离心过滤机转筒排空监测系统；
- c) 出油管流量监控系统。

#### 5.11.2.2.2 探测

离心过滤机与油箱属于同一组成部分，设有火焰、感烟探测器。

#### 5.11.2.2.3 灭火

离心过滤机是由移动式灭火器以及为汽轮发电机组油箱设置的喷水消防系统进行保证。

#### 5.11.2.3 润滑油系统及顶轴油系统

##### 5.11.2.3.1 设计

管道的设计应做到：

- a) 避免把油管安装在蒸汽管附近；当不可避免地要安装在蒸汽管附近时，在两管之间要设置保温隔热垫层。如果不可行，则在蒸汽管保温材料上放置一个密封保护套。
- b) 最大程度地寻求操作灵活性。
- c) 避免靠近电缆桥架。
- d) 管道最好采用焊接。
- e) 尽量减少接头。
- f) 对于设备采用带槽法兰盘连接。
- g) 避免或最大限度减少软管的使用。
- h) 采用不锈钢阀门。

承压的油分配总管网采用双层套管。

##### 5.11.2.3.2 探测

当汽轮机设有罩壳时，在轴承上方应设置感烟火灾探测器。

火焰探测器布置在汽机进汽阀区域内。

##### 5.11.2.3.3 灭火

可通过布置在汽轮机厂房附近的移动式灭火装置进行灭火。

#### 5.11.2.4 液压调节系统

应使用一种抗燃油的特殊调节流体。

##### 5.11.2.4.1 设计

装有液压调节流体的容器应与润滑油箱分开布置。

##### 5.11.2.4.2 探测

与油箱的保护措施相同。

##### 5.11.2.4.3 灭火

采用移动式灭火器和消火栓进行灭火。

#### 5.11.3 交流发电机

交流发电机消防主要涉及到氢气二次降压站和油处理站。

##### 5.11.3.1 设计

有关的场所应用栅栏进行隔离，以避免可能泄漏氢气的聚积及禁止工作人员自由进入。

对于油处理站的防火应按照 5.11.2.3 中规定的原则进行设计。

非防爆电气设备应安装在自然通风的区域内，该区域内严禁有氢气的聚积。

一次减压站和二次减压站之间由安装于双层套管内的一根管道连接，配件是靠密封焊连接的。位于套管上的旁通管咀应配备有一个压力开关，管咀布置在处于露天的一次降压站的附近。

用于把压力升高信号传递到主控制室的压力开关与大气中可燃气体测定仪相比更要考虑其可靠性，因此压力开关需要特别加强维修。

### 5.11.3.2 探测

用火焰探测器进行探测。

### 5.11.3.3 灭火

在发电机房附近设置：

- 消火栓；
- 干粉灭火器。

### 5.11.4 主给水泵

对于每一台主给水泵都设有一个润滑油箱。

油箱安装在设有防火堤的隔间内，其容量考虑了消防水的注入量。

由火焰探测器进行探测。

在零标高处设有移动式消防器材，但主要还应使用自动灭火系统对油箱进行保护。

油系统的设计类同于主汽轮机的设计，即：

- a) 漏油的收集与排放；
- b) 管道采用焊接；
- c) 管道布置要考虑与热点的关系；
- d) 由于振动危险，仅在必需时才可使用软管；
- e) 只能使用不锈钢制阀门。

## 5.12 变压器

### 5.12.1 设计

#### 5.12.1.1 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的，它可以确保以下两个功能：

- a) 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 $45^\circ$ 的喷射角来确定；
- b) 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五分钟水喷雾消防的用水量。

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等于或大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，或应安装在高于漏油收集坑上油位以上的标高处。

#### 5.12.1.2 漏油排放

漏油收集坑的油通过重力排放到废油系统。排油管径建议为 300 mm。

流入沉淀器/油水分离器或油捕集器的集油坑的管子，应布置在最低水位或剩余油位以下。

### 5.12.2 探测

如果变压器相位是分开的，则每个相位变压器都应配备一个由热敏元件组成的探测系统，这些探测器合理地布置在变压器油箱及其相连的油路周围。

设施包括：

- a) 通常调节在 $120^\circ\text{C}$ 的恒温探测器；
- b) 一个机柜，其中包括各种转换开关和自动控制器。该机柜安装在变压器掩体的外部。

探测系统的作用：

- a) 当变压器着火时，探测系统立即报警；
- b) 自动启动水喷雾灭火系统。

### 5.12.3 灭火

#### 5.12.3.1 固定灭火设施

灭火系统是由配备有水雾喷头的喷雾管网构成，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。这些喷淋管由消防水分配系统供水。

在变压器油箱的上部和下部各装置有喷雾管网。

如果变压器的相位是分开的,每个相位的消防系统应是独立的。当采用添加 AFFF 添加剂的水喷雾灭火系统时:

a) 系统特性:

喷雾强度为  $20 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ 。

消防水添加有 AFFF 乳化剂,配比为 3%,其最低极限使用温度应不低于  $-15^\circ\text{C}$ 。

应使用文丘里管式吸入器进行配比。

储存在单个容器内的乳化器的容量可以根据配置情况为几个管网公用。在这种情况下,容积应根据计算进行确定,以便在最不利的情况下,确保 5 min 喷雾的用量要求。

当采用水喷雾灭火系统时,符合国家标准 GB 50219 的规定。

b) 运行逻辑:

灭火装置由火灾自动报警系统进行控制。火灾探测触发 3 个动作:在主控制室报警;当管路静压不足时,自动启动消防水生产系统的消防水泵(或专门的升压泵);自动开启与探测系统连锁的系统阀门。

在正常运行情况下,掺加添加剂的水喷雾灭火系统启动大约 5 min 之后,“乳化液低液位”信号直接触发阀门,阀门自动关闭。

当火灾后需要进一步冷却、清理时,喷雾装置应可以重新启动。

自动阀门应能就地手动操作。

当可能发生火灾自动报警系统故障时,自动灭火装置应能就地手动控制。

每个探测系统接线箱上布置有“紧急操作按钮”,使有可能启动自动运行逻辑。

不需要对邻近相位的变压器进行冷却,如需要,可使用移动灭火装置。

### 5.12.3.2 移动式灭火装置

在变压器起火后,使用消防车可以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。

### 5.12.3.3 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。

## 5.13 金属结构屋面的喷洒装置

当厂房屋面面积大于  $100 \text{ m}^2$ ,底部楼层装有较大火灾危害性的材料设备时,应在厂房屋面上设置一个流量为  $1 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$  的喷雾装置。每个喷雾组由厂房上部楼层的一根空立管(正常情况下)进行供水。发生火灾时,在可接近地方设有阀门保证隔离。在阀门下游的低点设有不用隔离的放空阀,防止管路发生冰冻。

## 5.14 冷却塔

### 5.14.1 主冷却塔

#### 5.14.1.1 设计

冷却塔的设计可以是自然通风或机械通风,也可以是逆流或横流通风方式。

在任何情况下主要构筑物都为钢筋混凝土结构。

冷却水通过喷淋器系统喷洒,它是由不燃塑料部件构成的。

在逆流自然通风的冷却塔内,喷淋洒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过。人行通道应为消防队员提供撤离条件。为此,这些通道应向

两个门,两门之间应有足够的距离,并能提供通向直达地面的通道。

#### 5.14.1.2 灭火

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火栓。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。

#### 5.14.2 核岛安全厂用水系统管廊及冷却塔

##### 5.14.2.1 一般要求

这些部位属于核岛的一部分,因此,对于火灾危险,所有与核岛相同的规定都适用。

##### 5.14.2.2 非能动防火措施——防火分区

每个“管廊-冷却塔”构成一个防火安全区。该防火安全区又被划分为:4个限制不可用性的防火区(管廊-电缆层-电气设备间-泵房)和1个防火小区(剩余的其他房间)。疏散通道通往电气间和泵房。

##### 5.14.2.3 探测

火灾探测采用火焰探测器和感烟探测器。

##### 5.14.2.4 灭火

管廊和电缆层由水喷淋灭火系统进行保护。电气设备间和其他房间由消火栓进行保护。

#### 5.15 油和油脂贮存间

贮存间应布置在核电厂发生火灾和火灾传播可能性较小的区域内。

房间承重构件具有的耐火极限应为2 h。

与另一个厂房毗邻的建筑物,要求其间隔墙的耐火极限为2 h。

设在集油坑上的油槽应可接近以便清洗。

油管连接应采用焊接方式。

与油收集系统相接的地沟应防止泄漏的油和水流入污水系统。

贮存间配备有感烟探测器和火焰探测器。

灭火采用水喷雾灭火系统。喷头的布置应可以同时覆盖油槽的上部及其侧壁以及架子上的一些小油罐[按展开面积的喷雾强度为 $15 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ ]。

还应设置灭火器和消火栓。

## 6 质量保证

### 6.1 标准

应制定防火质量保证大纲,其内容应遵循 HAF 003 所提出的原则和要求,并参照 HAD 003/03、HAD 003/02、HAD 003/04、HAD 003/06、HAD 003/07 和 HAD 003/09 中的有关规定。

### 6.2 目的

从核电厂设计开始,在核电厂整个建造期间及运行寿期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。

### 6.3 行政管理

对于行政管理有以下要求:

- a) 装核燃料之前,应对所有防火分区进行全面检查。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分区。
- b) 对所有可能危及消防系统运行及防火分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。
- d) 火灾自动报警系统和灭火系统的设备应按规定进行定期试验和检查(参见附录 E)。

## 7 火灾危害性分析

### 7.1 目的

遵照 HAD 102/11 的要求,对核岛厂房防火设计需编制火灾危害性分析报告,以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。

### 7.2 火灾危害性分析报告

火灾危害性分析报告按照 EJ/T 1217《核动力厂火灾危害性分析指南》要求的格式和内容、方法进行编制。

**附 录 A**  
**(资料性附录)**  
**规 范 标 准**

GB 5907—1986	消防基本术语 第一部分
GB/T 14107—1993	消防基本术语 第二部分
GB 50016—2006	建筑设计防火规范
GB 50084—2001	自动喷水灭火系统设计规范(2005年版)
GB 50151—1992	低倍数泡沫灭火系统设计规范(2000年版)
GB 50193—1993	二氧化碳灭火系统设计规范
GB 50219—1995	水喷雾灭火系统设计规范
GB 50229—2006	火力发电厂与变电站设计防火规范
GB 50140—2005	建筑灭火器配置设计规范
GB 50370—2005	气体灭火系统设计规范
GB 50116—1998	火灾自动报警系统设计规范
GB/T 7633—1987	门和卷帘的耐火试验方法
GB/T 5963—1995	反应堆保护系统的隔离准则
GB/T 13286—2001	核电厂安全级电气设备和电路独立性准则
GB/T 12788—2000	核电厂安全级电力系统准则
GB/T 18380.1~3—2001	电缆在火焰条件下的燃烧试验
GB/T 4083—2005	核反应堆保护系统安全准则
GB/T 16702—1996	压水堆核电厂核岛机械设备设计规范
EJ/T 637--1992	核电厂安全有关通信系统
EJ/T 1217—2007	核动力厂火灾危害性分析指南

**附录 B**  
**(规范性附录)**  
**抗震鉴定**

系统设备抗震(SL-2)见表 B.1。

**表 B.1 系统设备抗震(SL-2)**

系 统	部 件	地震后的功能	鉴 定
探测(核岛部分)	探测器 系统管道 多点探测器电动抽风 箱 控制盘	可运行性 功能性 可运行性 可运行性 可运行性	抗震鉴定 <sup>a</sup> 抗震鉴定 抗震鉴定 抗震鉴定 抗震鉴定
消防供水系统	泵前消防水池 泵 阀 传感器 直至隔离阀的管道	功能性 可运行性 可运行性 可运行性 功能性	D级准则 <sup>b</sup> 抗震鉴定 抗震鉴定 抗震鉴定 D级准则
核岛消防 (包括电气厂房消防系 统、核岛消防系统和柴 油发电机厂房消防 系统)	阀门 水箱 管道 传感器	可运行性 功能性 功能性 可运行性	抗震鉴定 D级准则 D级准则 抗震鉴定
通风(核岛部分)	阀 风道	可运行性 完整性	抗震鉴定 抗震鉴定
排烟 <sup>c</sup> (核岛部分)	风道 阀 风机	完整性 完整性 完整性	抗震鉴定 抗震鉴定 抗震鉴定
上充泵排烟通风/控制 (核岛部分)	风道 防火阀	完整性 可运行性	抗震鉴定 抗震鉴定
电缆通道的防火 <sup>c</sup>	防火套	完整性	抗震鉴定
核岛内可移动灭火器具	灭火器 水龙带绕筒	可运行性 隔离阀可运行性	由消防队员在隔离阀处连接
安全防火分区边界设施	防火墙 防火门	完整性 完整性	抗震鉴定 抗震鉴定
	贯穿件 <sup>c</sup>	完整性	抗震鉴定

<sup>a</sup> 鉴定、试验或计算。

<sup>b</sup> GB/T 16702《压水堆核电厂核岛机械设备设计规范》中有定义。

<sup>c</sup> “完整性”是指：该系统设备在地震时不会向下跌落而损害执行安全功能设备。

## 附 录 C (规范性附录)

### 防火贯穿孔封堵的水密封性试验

#### C.1 目的和适用范围

对由喷水灭火系统引发的积水或射流水现象,本试验规定了贯穿防火封堵组件的一般水密封性试验要求。

本试验适用于核电厂的电缆和管道贯穿防火封堵组件的一般水密性的测定,不适用于对贯穿防火封堵组件水密封性有特殊要求的测试。

#### C.2 试验室试验

##### C.2.1 设备

##### C.2.1.1 电缆贯穿防火封堵组件的水密封性试验的主要设备如下:

- 被试验的贯穿防火封堵组件,其中电缆的布置应符合实际工程对电缆布置的要求;
- 积水装置,可使被试验的贯穿防火封堵组件置于相当于水层厚度 15 cm 的条件下(试验时的最小水层厚度);
- 水回收箱;
- 喷水装置,用于向组件喷水,喷水强度为 10 L/(min·m<sup>2</sup>)。

##### C.2.1.2 管道贯穿防火封堵组件的水密封性试验的主要设备如下:

- 被试验的贯穿防火封堵组件,其中贯穿物管道可用钢棒替代;
- 积水装置,可使封堵试样置于相当于水层厚度 2 m 的条件下(试验时的最小水层厚度);
- 水回收箱。

##### C.2.2 贯穿防火封堵组件的制备

##### C.2.2.1 尺寸和制作

采用的贯穿防火封堵组件应综合考虑贯穿物的类型和尺寸、贯穿孔口及其环形间隙大小、被贯穿物类型和特性、防火封堵材料组合和厚度,以及它们的固定和支撑方式等,并应对工程实际施工尺寸具有代表性,封堵的面积不应小于 0.24 m<sup>2</sup>。

##### C.2.2.2 状态调节

贯穿防火封堵组件应自然干燥的,并进行状态调节使其温度、含水率和机械强度尽可能与该类构件预计的运行条件相一致。在试样内部湿度与预计的运行条件的大气湿度相平衡时,方可对试样进行试验。

##### C.2.2.3 电缆类型

贯穿所用电缆及其布置方式应符合实际工程的要求。

当电缆安装要求不适用于电缆束时,这些电缆束应呈扇状布置(通常进行 1a 和 1b 级的静态试验)。

##### C.2.3 试验程序

##### C.2.3.1 试验条件

代表防火分隔构件的贯穿防火封堵组件,如果:

- 是对称结构或者当有可能确定与水接触的表面时,应使组件的一面与水接触;
- 不是对称的以及又无法确定接触水的表面时,应使试样的两个面与水接触。

##### C.2.3.2 试验过程中的检查

贯穿防火封堵组件进行水密封性试验时,在任何情况下当背水面初次有水迹出现被称为密封初始

失效,应把出现这种密封初始失效的时刻记录下来,同时还应记录积水范围内水位的变化。

#### C.2.4 电缆封堵水密性试验的分级

按下列分级对电缆贯穿防火封堵组件的水密封性进行试验:

- 1a.积水条件下的水平贯穿孔;
- 1b.积水条件下的垂直贯穿孔;
- 1c.射流水条件下的水平贯穿孔;
- 1d.射流水条件下的垂直贯穿孔。

#### C.2.5 水密性试验

##### C.2.5.1 电缆贯穿防火封堵组件的水密性试验(1a和1b级)

在24 h积水条件下,对于楼板贯穿组件试验装置应水平放置,即水平组件(见图C.1);对于墙体贯穿组件试验装置应垂直放置,即垂直组件(见图C.2)。在试验过程中,不要改变积水的初始水位,不应添加任何水。

初始水位限制在:

- 对于水平组件,水位高至少15 cm;
- 对于垂直组件,水位处于封堵的上边缘。

穿透的水应收集在回收箱内。

##### C.2.5.2 管道贯穿防火封堵组件的水密封性试验

在24 h积水条件下,贯穿防火封堵组件应水平放置(见图C.3)。在试验过程中,不要改变积水的初始水位,不应添加任何水,初始水位高出试样至少2 m。

##### C.2.6 电缆贯穿防火封堵组件的射流水试验(1c和1d级)

应按照图C.4把封堵组件置于喷头的锥状喷洒角之下,对于楼板贯穿组件试验装置应水平放置,对于墙体贯穿组件试验装置应垂直放置。

喷头为上开式喷头,喷水强度至少为 $10\text{ L}/(\text{min}\cdot\text{m}^2)$ 。

对贯穿防火封堵组件应进行至少10 min的喷水试验。

#### C.3 结果判定

在试验过程中没有发现任何初始密封失效,则贯穿防火封堵组件的水密封性合格。

#### C.4 试验报告

试验报告应包括:

- a) 承担试验机构的名称;
- b) 试验日期,试验人员;
- c) 生产商的名称;
- d) 防火封堵用的产品牌号、贯穿防火封堵组件制作工艺及技术数据卡;
- e) 按照C.2.3.2进行试验过程检查的记录;
- f) 按C.3结果判定的试验结果。

#### C.5 现场验收试验

对电缆贯穿防火封堵组件应进行现场水密封性检查验收,验收试验的积水和喷水条件应满足C.2.5和C.2.6的规定。验收准则为:经1 h试验后,在受试贯穿防火封堵组件背面没有发现有连续流出的水时,该贯穿防火封堵组件视为水密封性合格。

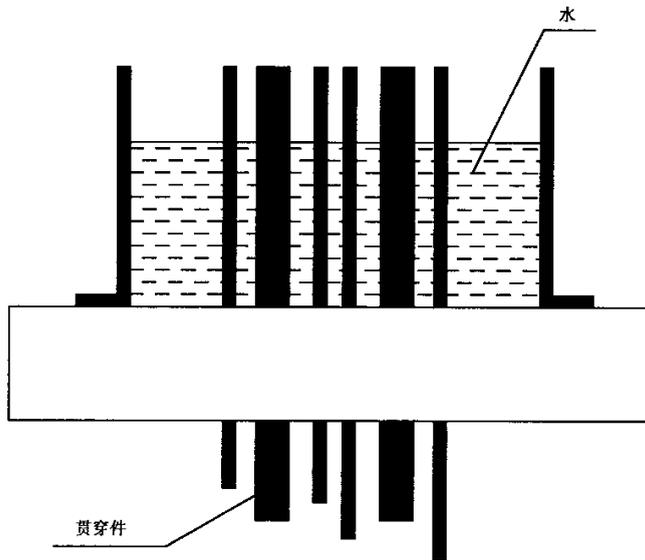


图 C.1 1a 级电缆贯穿防火封堵组件的试验装置

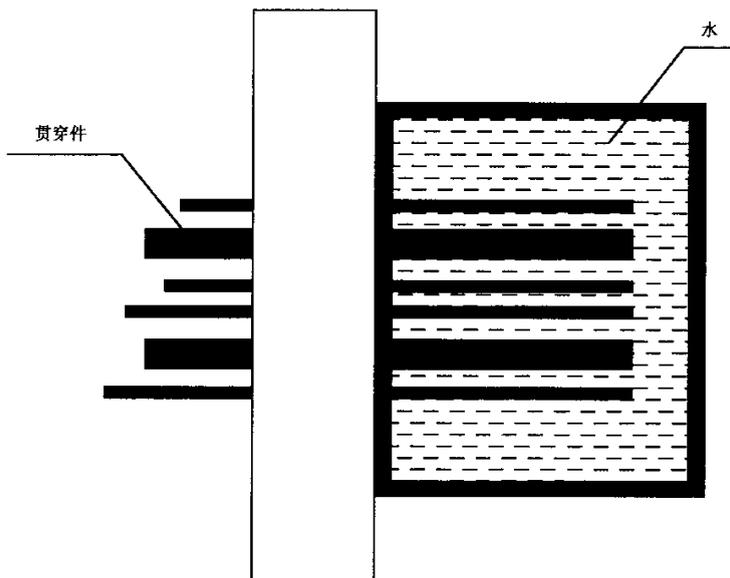


图 C.2 1b 级电缆贯穿防火封堵组件的试验装置

单位为毫米

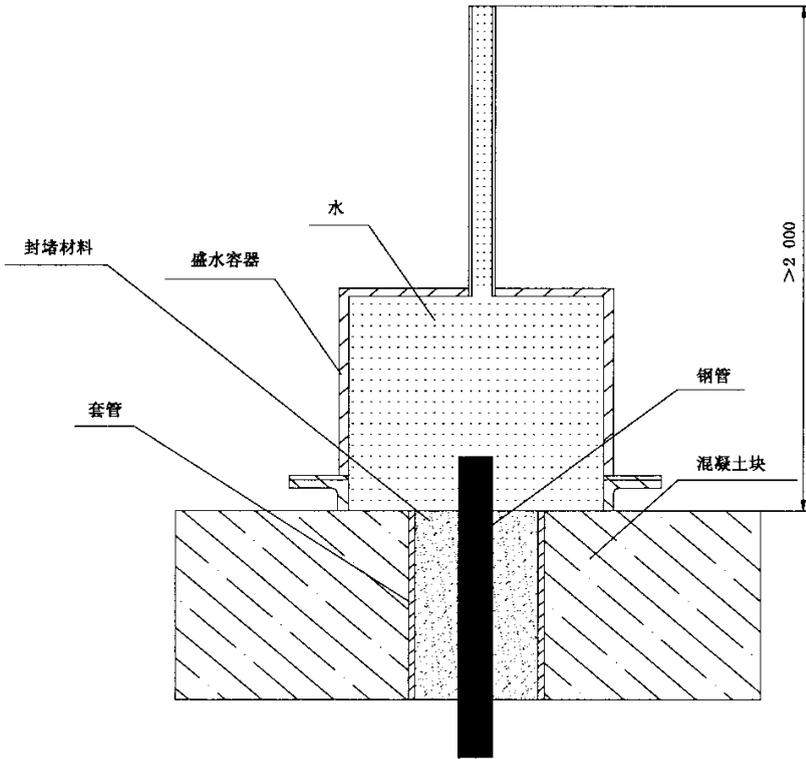


图 C.3 机械管道封堵材料水密试验装置简图

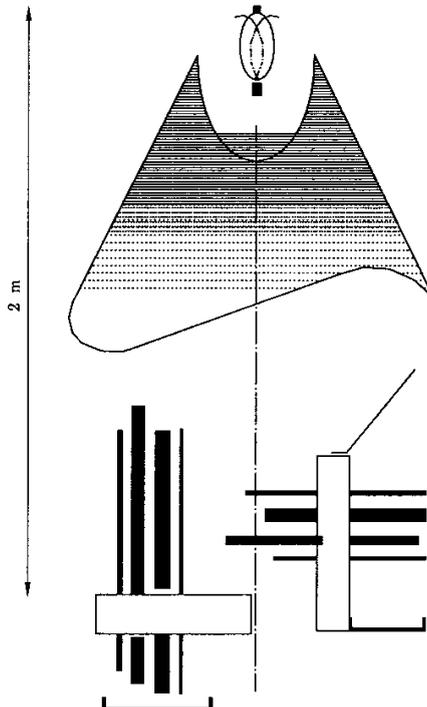


图 C.4 1c 和 1d 级电缆贯穿防火封堵组件的试验装置

**附录 D**  
(资料性附录)  
**防火门的耐久性试验**

### D.1 总则

在耐火或密封试验鉴定之前,防火门或半密封门应提交一份 200 000 次“开关”操作的耐久性试验报告。

鉴于反馈的经验,试验产品多样性及技术特性和设备的不同都表明对试验规格书的更新是有必要的,以避免有代表性的试验出现有不利偏差。

### D.2 试验的实施

#### D.2.1 有资格的机构

试验应由国家消防部门或其认可批准的试验机构进行。

#### D.2.2 试验台的描述

试验台在设计上应具有足够的刚度以能模拟试件的实际吊挂能力。

试验台包括下列装置:

- 一个行程和力可变化的液压、气动或机械的装置;  
推力装置的作用点位于锁侧、门扇宽度的  $1/3$  位置处。  
推力角相对于关闭门扇平面是在  $90^\circ$  和  $110^\circ$  之间。见图 D.1。
- 挡门柱支撑的刚性框架;  
该框架易于拆卸,以便可以控制对于模式 A 开启/关闭要求的开启角度(见 4.3.2)。
- 可自动编程的程序;  
该程序可以输入为达到规定开启角度及下面规定的动态所必需的各种参数,如推力、千斤顶的行程等(见 4.3.3)。
- 开启/关闭循环的计数系统;
- 安全保护系统。

该系统在门扇没有开启或没关闭或推力异常增大情况下,可使试验台自动停车。

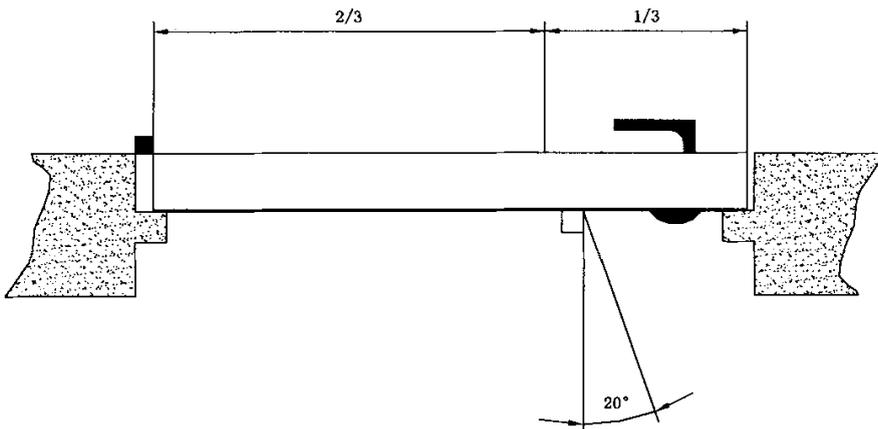


图 D.1 推力作用点位置

D. 2. 3 试验过程

D. 2. 3. 1 开启角度

反馈的经验要求对开启的角度进行考虑,而不是考虑随门扇旋转角度而变化的千斤顶推力。有以下四个角度:35°、65°、85°和 130°,这些角度应在地面上显示出来,以便随时进行目视监测。见图 D. 2。

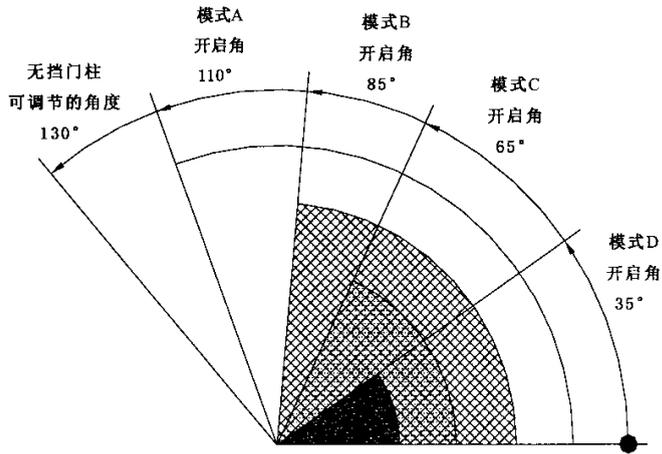


图 D. 2 门的开启角度

D. 2. 3. 2 开启/关闭的不同模式

有四种开启/关闭模式:

模式 A:开启至挡门柱。无挡门柱开启角度调节:130°±5°。

挡门柱的定位:110°。

模式 B:全部开启,不与挡门柱接触。开启角度调节 85°±5°。

模式 C:部分开启——开启角度调节 65°±5°。

模式 D:不完全开启——开启角度调节 35°±5°。

这四种模式的开启是通过力和行程都适宜的操作机构的推力来实现的,以便获得所期望的开启角度。这四种开启模式无论怎样不是随着门扇自转来实现的。

D. 2. 3. 3 开启/关闭循环

各种开启/关闭的模式是按照以下每 30 次为一基本循环进行的:

7 次 模式 A

6 次 模式 C

2 次 模式 A

6 次 模式 B

7 次 模式 D

2 次 模式 B

见图 D. 3。

根据自动编程这样分布是适合的。

由于编程的原因,这种循环也可达到近百次操作,但要遵守各种模式的比率。

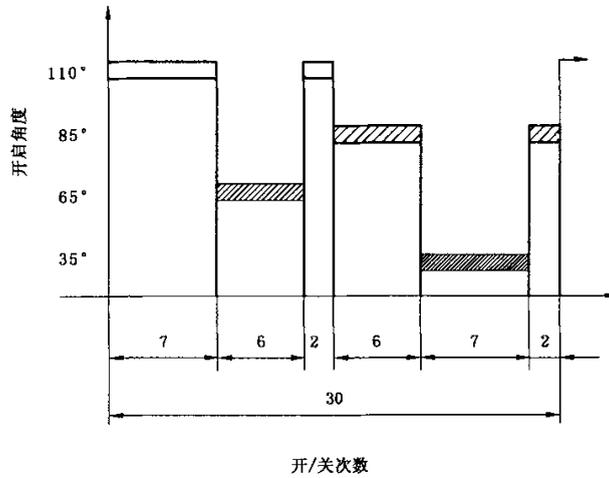


图 D.3 基本循环

#### D.2.3.4 试验期间的维修

##### D.2.3.4.1 计划维修

操作装置的调节、润滑以及预先为试验编制和提供的运行和维修指南中有关磨损件的预防性更换都应按照指南中的要求进行操作,并写入试验报告中。

应记录每一次维修操作的时间。

##### D.2.3.4.2 事件后的维修

根据试验过程所遇到问题的严重性,试验负责人或者可以中断试验,或者判断一下维修后试验是否可以重新进行。

在这种情况下,应编写事件报告及对维修情况进行准确的描述,附在试验报告中。

如有必要,可以更新运行和维修指南以便把这次维修纳入进去。

记录维修的时间并进行分析。

#### D.2.3.5 计量

试验前和试验终结,应按照下述方案对大约 20 000 次的操作试验进行检查:

- 门四周的间隙;
- 门扇之间的间隙,门扇与门楣之间的间隙;
- 门扇的水平度和弯曲度。

#### D.2.4 试验报告的有效性

为覆盖标准系列,应对以下门进行试验:

- 1 个标准尺寸为 2 200 mm×900 mm 的单扇门;
- 1 个标准尺寸为 2 200 mm×1 800 mm 的双扇门;
- 1 个带门楣的 2 600 mm×1 800 mm 标准尺寸的双扇门;
- 1 个标准尺寸为 2 200 mm×900 mm 的带观察孔的单扇门。

对于两个门扇不相等、小尺寸和高度很大的门(2 750 mm 高、配 4 个铰链的门)及标准宽度的门可不做试验。

需要做专门耐火试验的大尺寸的门不做疲劳强度试验。

**附录 E**  
**(资料性附录)**  
**运行及定期试验**

**E.1 启动试验**

为了验证消防系统的有效性并确保各种设备正确启动运行,应进行由以下文件确定的试验项目:

- a) 调试大纲:调试大纲对试验的目的、内容及试验项目的顺序进行描述。
- b) 调试程序对以下内容进行描述:
  - 在进行部分启动试验项目之前,采用有关系统设计手册以及有关设备标准指南进行的初步检查内容;
  - 对系统有效性进行检查的试验要求;
  - 试验结果:试验结果记录调试程序中规定的各项试验结果,其目的就是随着试验的实施,通过与规定在相应的调试程序中的预定值的比较来评估试验的有效性。

**E.2 定期试验和检查****E.2.1 概述**

定期试验、监督和检查的目的就是对设备的可用性和完整性进行检验。为了确保维持消防设施所要求的有效水平以及适时安排必要的维修,首先应对消防系统进行定期试验和检查以及通过巡检来监视一些消防设备的运转状况。

检查及试验的类别和周期通常是由法规文件规定的,其内容来自核电厂的运行经验。

**E.2.2 基本原则****E.2.2.1 定义**

定期试验和定期检查的定义如下:

- a) 定期试验
  - 1) 关于功能性试验就是对全部或部分系统进行试验。进行这些试验可能很复杂,需要确定试验操作项目的顺序以及要求遵守的准则。
  - 2) 根据国家标准工作单编制定期试验工作单。
- b) 定期检查
  - 1) 定期检查就是指对属于某个系统的部件进行定期检查(传感器的检查、通风防火阀的检验等);
  - 2) 在整个定期检查期间,处于检查的部件属于停运的设备。

**E.2.2.2 试验大纲编制准则**

根据与安全有关系统的重要性以及进行试验和检查的复杂性,这些系统分为 A 和 B 两个清单:

- a) 对于 A 清单的系统要建立:
  - “分析”文件,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,该文件提供在试验中应遵守的一些规定或可替代上述文件的说明性文件;
  - 技术规格表;
  - 标准试验工作单。
- b) 对于 B 清单的系统要建立:

- 标准定期试验说明性文件,它可以替代“分析”文件和“试验”规程;
- 标准定期试验的工作单(如需要);
- 技术规格表。

### E.2.3 实施准则

应依据运行技术规格书中确定的运行限值进行定期试验和检查。

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。

试验准则对于每个系统(A 清单)都应规定实施的特殊条件。

### E.2.4 试验结果

在电厂运行寿期期间,这些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。

### E.2.5 要求进行定期试验的部件和系统

表 E.1 中的部件和系统需要进行定期试验和检查。

表 E.1 定期试验检查的系统和部件

部件或系统	检查—试验
门	操作+耐火部件的检查
贯穿件	目视检查
洞口封堵	目视检查
通风防火阀	目视检查+运行
排烟阀	目视检查+运行
防火套	目视检查
水龙带绕筒	目视检查+运行
固定灭火系统	目视检查+除喷头以外的能动部件运行、流量/压力测量
探测系统	目视检查+起火状态的模拟操作+探头在线功能检查
各种储罐	乳化剂、AFFF