

中国保险行业协会标准

T/IAC XXXX-XX

核保险消防风险评估指引

Nuclear insurance risk assessment guideline for fire protection

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国保险行业协会 发布

# 目 次

前言.....	I
引言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 消防大纲.....	3
5 核电厂防火设计.....	5
6 消防系统与设备.....	8
7 核电厂消防队.....	10
8 对核风险的特殊考虑.....	11
9 重点区域和设备的防火.....	12
10 森林火灾防范.....	16
11 评估报告.....	16
参考文献 .....	17

# 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。

本文件由中国保险行业协会提出并归口。

本文件起草单位：中国财产再保险有限责任公司、中国人民财产保险股份有限公司、中国太平洋财产保险股份有限公司、中国平安财产保险股份有限公司、中国核电工程有限公司、火灾科学国家重点实验室、辽宁红沿河核电有限公司、海南核电有限公司、三门核电有限公司、苏州热工研究院有限公司、华泰财产保险有限公司、阳光财产保险股份有限公司、永诚财产保险股份有限公司、中国人寿财产保险股份有限公司、英大泰和财产保险股份有限公司、中华联合财产保险股份有限公司

本文件主要起草人：安江涛、姜萍、王乐、雷佼、李娟、贺群武、赵亮、姬丽滨、陈岑凯、赵波、鲁磊、夏恩亮、梁松博、王洪海、郁文卓、李强

# 引 言

在核保险共同体国际检验导则的基础上,结合我国核电厂技术特点和核保险消防风险评估实践经验,从防灾减损角度、兼顾核电消防安全发展方向,制定了本文件。本文件为核保险从业人员提供技术性指导,有助于提升核保险消防风险评估服务的专业性、规范性。

本文件在编制过程中,考虑到国内目前多种核电技术路线的复杂性,对一些消防风险尚不明确、技术方案尚有争议的内容暂不纳入本文件,留待成熟后在标准修订工作中予以补充。

# 核保险消防风险评估指引

## 1 范围

本文件规定了核保险消防风险评估的消防大纲、核电厂防火设计、消防系统与设备、核电厂消防队、对核风险的特殊考虑等方面的要求。

本文件适用于保险公司根据保单和业务开展需要，对核电厂所进行的消防风险评估。对其他民用核设施的保险消防风险评估可参照使用。

## 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 17945-2010	消防应急照明和疏散指示系统
GB 50057-2010	建筑物防雷设计规范
GB 50116-2013	火灾自动报警系统设计规范
GB 50140-2005	建筑灭火器配置设计规范
GB 50229-2019	火力发电厂与变电站设计防火标准
GB 50444-2008	建筑灭火器配置验收及检查规范
HAD 102/11-2019	核动力厂防火与防爆设计
T/IAC 28-2019	核保险风险评估工作指引

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### **燃烧 combustion**

物质与氧气进行的放热反应，通常伴随产生火焰、和/或发光、和/或产生烟雾。

[HAD 102/11-2019，名词解释]

### 3.2

#### **火灾 fire**

以发出热量为特征并伴随着烟气或火焰或两者，以不可控的形式在时间或空间上传播的灾害性燃烧过程。

### 3.3

**爆炸 explosion**

导致温度或压力升高或两者同时升高的急剧氧化或分解反应。

[HAD 102/11-2019, 名词解释]

3.4

**防火阀 fire damper**

在一定条件下为防止火灾通过风管蔓延而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、天花板或者用于封堵门洞、闸门、贯穿部件和通风系统等通道的装置。

[HAD 102/11-2019, 名词解释]

3.6

**防火区 fire compartment**

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，防火区可由一个或者多个房间组成，其边界全部用防火屏障包围。

[HAD 102/11-2019, 名词解释]

3.7

**防火小区 fire cell**

为保护安全重要物项，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。

[HAD 102/11-2019, 名词解释]

3.8

**可燃物料 combustible material**

可以燃烧的固体、液体或气体物质。

3.9

**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。

[HAD 102/11-2019, 名词解释]

3.10

### **耐火极限 fire resistance**

建筑结构构件、部件或构筑物在标准燃烧试验条件下保持承受所要求的荷载，保持完整性、和/或热绝缘、和/或所规定的其他预计功能的时间长度。

[HAD 102/11-2019，名词解释]

## 3.11

### **阻燃 fire retardant**

物体对某些物料的燃烧起到熄灭、减少或显著阻滞作用的性质。

## 4 消防大纲

消防大纲应包括管理目标、消防安全责任、消防管理程序、火灾危害性分析、消防预案、质量保证等内容。

### 4.1 管理目标

- a) 防止火灾的发生和蔓延；
- b) 迅速探测、控制和扑灭已发生的火灾；
- c) 对核安全重要的构筑物、系统和设备提供足够的保护，以便即使在发生重大火灾的情况下，也能保证核电厂的安全停堆；
- d) 在合理范围内将火灾造成的放射性释放降低到最小程度；
- e) 在合理范围内将火灾损失减小到最低程度。

### 4.2 消防安全责任

4.2.1 消防大纲应明确消防安全责任制，对关键岗位职责进行规定，明确各岗位/机构的消防职责和沟通渠道。应对下列责任岗位/机构做出明确规定：

- a) 消防安全责任人，全面负责消防大纲的制定、实施和有效性评价的管理岗位；
- b) 消防安全管理人，对消防安全责任人负责，直接负责消防大纲的实施和定期评价的管理岗位；
- c) 专职消防管理人员，直接负责消防大纲的日常实施的岗位；
- d) 负责核电厂专职消防队的岗位。

4.2.2 核电厂应有明确的人员来负责履行以下职责：

- a) 开展定期检查，以识别临时可燃物料和引火源、评估厂房管理、确保消防系统和设备可用且处于备用状态，并确保对发现的消防问题采取迅速和有效的纠正行动；
- b) 对核电厂工作人员进行充分且满足其岗位需求的消防培训；
- c) 消防系统和设备的设计、选择和改进；
- d) 消防系统和设备的检查、试验；
- e) 评价消防系统和设备的检查、试验结果；
- f) 对消防演习进行评估；
- g) 对动火作业、消防系统隔离等工作进行监督、评估；
- h) 培训承包商；

i) 管理消防缺陷。

4.2.3 消防管理组织中的关键岗位人员应由核电厂授权上岗，并满足相应的资格要求。

### 4.3 消防管理程序

4.3.1 消防管理程序应涵盖但不限于以下内容：防火检查、可燃物管理、厂房清洁、引火源、动火作业、消防系统管理等。由于涉及核安全的区域可能需要实施更加严格的管理要求，消防管理程序应考虑火灾情况下核安全功能有效性分析的结果（如：火灾薄弱环节分析、火灾安全停堆分析等）。

4.3.2 核电厂应建立定期防火检查制度。大修期间应增加检查频率。检查的结果应归档保存。

4.3.3 可燃物的储存、使用和处理：

- a) 宜根据火灾危害性分析确定各防火区内可燃物和易燃物的最大允许数量；
- b) 应制定氢气和其他易燃气体的储存、运输和使用的程序；
- c) 应制定可燃和易燃液体的储存、运输和使用的程序；
- d) 应制定液态氧化物和气态氧化物的存储、运输和使用的程序；
- e) 应使用不燃的或者由相关机构认证的具有阻燃性能的防水材料；
- f) 应尽量减少木材的使用，尽量使用金属脚手架，当使用木材时，应使用经阻燃处理的木材；
- g) 核岛、常规岛内部临时构筑物应使用不燃或者难燃材料建造，宜安装火灾探测及灭火系统；
- h) 如存放的可燃物料超过规定的限值，应采取补充防火措施；
- i) 应制定隔热材料的检查程序/规程，以保证隔热材料的阻燃性能满足防火要求；
- j) 应制定关于长期堆放区和临时存储区的管理程序。

4.3.4 核电厂应实施内部清理和管控措施，将火灾风险减小到最低程度，并在工作结束或换班时将可燃废物清除（以早者为准）。

4.3.5 核电厂应制定并实施严格的动火作业管理程序。动火作业后应安排人员进行一定时间（建议为 1h 以上）的监火或者借助红外热像仪检查确认周边没有遗留热点。

4.3.6 核电厂应制定和实施引火源的控制管理程序：

- a) 应只能在消防设施完善的指定场所吸烟，吸烟场所宜全部布置在室外；
- b) 应尽量减少临时电气线路的使用，并定期监控在用临时电气线路的完整性。如临时电气线路需要长期使用，则应将此临时线路进行永久改造；
- c) 应对便携式电气设备进行定期检查，如定期测试其保护是否满足要求；
- d) 应只能使用经验证的加热设备（包括固定设备和临时设备）。便携式加热器应配有防倾倒装置，以保证在加热器发生倾斜的情况下能够自动关闭。

4.3.7 核电厂应制定处理消防系统/设备缺陷和其他影响火灾风险的核电厂系统缺陷的程序。这个程序应包括缺陷的确定、情况通报（例如向核电厂运行部门、核电厂消防队通报）以及采取补救措施（包括限制性的电厂行为）的规定。

4.3.8 应建立对消防系统进行检查、试验和维护的程序：

- a) 试验和检查应遵循相应的国家标准、行业标准、国际标准、制造商的建议和电厂程序。试验和检查的结果应归档，如果根据性能化分析方法减少了检查和试验的频率，其分析文件应存档。当性能化试验结果显示性能下降，则试验和检查的频率应恢复到公认标准和制造商建议；
- b) 检查和试验程序的内容应包含对消防系统老化的考虑；
- c) 对试验和检查中发现的缺陷应迅速采取后续行动加以改正，并记录归档。

#### 4.4 火灾危害性分析

火灾危害性分析用于评价潜在的火灾风险和为缓解火灾危害而采用的消防系统和设备。火灾危害性分析文件的编制应满足 HAD 102/11-2019 中相关的规定。火灾危害性分析文件完成后，应指定责任人或责任部门对其进行维护和定期更新，应实施消防管理措施确保可燃物积累不会超过火灾危害性分析的允许值，应评估后续改造对火灾危害性分析结果的影响。

#### 4.5 消防预案

4.5.1 对于火灾可能危害到安全停堆功能、导致不可接受的放射性释放和经济损失的区域，核电厂应制定详细的消防预案。

4.5.2 消防预案应保存在主控制室和核电厂消防队，以便查阅。

4.5.3 核电厂应定期进行消防预案全面评审。当状况改变时，应对消防预案进行复审和更新。

#### 4.6 质量保证

应满足 HAD 102/11-2019 中关于质量保证的规定。

### 5 核电厂防火设计

#### 5.1 一般要求

5.1.1 核电厂厂房布置应同时考虑防火间距与灭火要求，并应为核电厂救援人员提供进出通道和操作区。建筑的救援入口应有明显标识。

5.1.2 防爆设计应按以下步骤实施，具体见 HAD 102/11-2019 中防爆设计的内容。

- a) 防止爆炸发生；
- b) 如果爆炸环境不可避免，应将爆炸的风险减至最小；
- c) 采取设计措施限制爆炸后果。

在步骤 a)、b) 都不能实现的情况下，应采用步骤 c)。

#### 5.2 厂房结构

5.2.1 厂房结构的材料应采用不燃材料。

5.2.2 厂房的钢结构应采取防火措施以保证其耐火性能满足设计要求。

5.2.3 厂房屋面的设计应将火灾导致其坍塌的风险降至最低。

#### 5.3 厂房的火灾荷载

5.3.1 每个防火区内可燃物料的总量不能超过火灾危害性分析确定的限值。

5.3.2 厂房的隔热层和饰面，包括卡夹和紧固件应采用不燃材料。

5.3.3 加热管、通风管以及排水管应采用不燃材料。大型通风过滤系统应进行火灾危害性分析。

5.3.4 应将存有核燃料元件和放射性废物的厂房的火灾荷载降低到最小。

5.3.5 隔热材料、防辐射材料、通风管道材料和隔音材料应采用不燃材料或者符合相关标准。

#### 5.4 厂区和设备的隔离

5.4.1 为了降低火灾蔓延的风险，减少腐蚀性气体、烟雾和放射性污染引起的间接损害，应将核电厂划分为若干独立的防火区和防火小区。

5.4.2 以下区域或房间应使用具有一定耐火极限的防火屏障进行隔离：

- a) 主控制室及其附属房间；
- b) 辅助控制室；
- c) 计算机室；
- d) 电气配电室；
- e) 电缆分配间及其地下室；
- f) 辅助供电设施；
- g) 蓄电池室；
- h) 柴油发电机房间；
- i) 汽轮发电机组的油箱和相关设备；
- j) 燃油罐和日用油罐间；
- k) 锅炉房；
- l) 消防泵房。

5.4.3 冗余/多重安全停堆功能所需的相关设备，包括有关的供电电缆、控制电缆和仪表用电缆应布置在不同的防火区或防火小区内。当无法采用不同的防火区或防火小区进行隔离时，应开展分析并补充设置防火保护措施以便对冗余设备和电缆进行有效的防火隔离。

5.4.4 当电缆、管线、通风管道和竖井穿越防火区和防火小区时，应满足相关的国家标准中防火隔离的要求，避免火灾和烟气在不同防火区和防火小区之间蔓延。

5.4.5 电缆沟道、电缆隧道以及含有油管道或电缆的综合廊道内每个防火区的长度不应大于200m，且每隔50m宜采取防火分隔措施。

#### 5.5 防火屏障孔洞

##### 5.5.1 基本要求

- a) 防火门、防火阀、贯穿件防火封堵等的耐火极限应与防火屏障的耐火极限要求保持一致；
- b) 如由于其他因素（例如辐射防护、机械强度、人员安全）降低了孔洞的耐火极限，则应提供其他的防火措施补偿降低的耐火极限；
- c) 应根据相关标准或制造商建议对防火门、防火阀和防火封堵等进行检查和试验。

##### 5.5.2 防火门

防火屏障上的门都应是经认证的防火门，防火门上都应有醒目的标识，并保持良好的防火状态。

##### 5.5.3 电缆和电缆贯穿件

- a) 电缆和电缆贯穿孔洞防火封堵材料应符合相应的国家或国际标准,应满足完整性和隔热性要求;
- b) 电缆托盘的设计应避免降低电缆贯穿件的耐火极限;
- c) 核岛内的电缆和电缆贯穿件应进行标记。

#### 5.5.4 管道贯穿件

- a) 防火屏障上管道贯穿孔洞的防火封堵的耐火极限应与防火屏障的耐火极限要求保持一致, 并应考虑管道的位移影响;
- b) 核岛内的每个管道贯穿件都应进行标记。

#### 5.5.5 通风管道

- a) 宜避免通风和排烟管道穿越其他防火区。通风管道贯穿防火屏障处应安装防火阀, 否则应对该通风管道采取防火保护措施;
- b) 宜使用火灾探测器与防火阀进行联动控制, 以提高反应速度;
- c) 应对每个防火阀进行标记;
- d) 防火阀的设计和安装应便于对其进行定期试验。

#### 5.5.6 接缝

接缝都应使用不燃材料(包括抗震缝)。其耐火极限应与防火屏障的耐火极限要求保持一致; 接缝中的填充材料, 应保证接缝在出现任何位移时都可保持严密牢固。

### 5.6 排烟

5.6.1 每个防火区都应有排烟设施或排烟预案, 应注意地下电缆沟/廊道等消防人员不便进入区域的排烟。排烟可以通过以下方式实现:

- a) 安装永久性的排烟设备;
- b) 消防队操作的临时排烟设备。

5.6.2 应防止烟气和热气通过排烟系统蔓延至其他的防火区和防火小区内。

5.6.3 排烟系统的设计应保证空气从放射性污染较小的区域流向污染较大的区域。

5.6.4 应确保火灾发生时需要操作控制的排烟系统和排烟阀的可达性。

### 5.7 应急照明

#### 5.7.1 消防应急照明

在救援和疏散通道上, 除正常照明系统之外, 还应安装消防应急照明系统。消防应急照明系统应满足 GB 17945—2010 的相关要求。

#### 5.7.2 高强度气体放电灯

高强度气体放电灯应安装于符合制造商要求的位置, 且远离可燃性建筑构件和物品, 应

按照制造商要求进行检查、试验和维护。

## 5.8 排水

5.8.1 应在装有可燃液体的罐体周围设置不燃的围堰，该围堰应可以容纳罐体中的液体和灭火时预计释放的泡沫或水。

5.8.3 装有喷水灭火系统的房间的地板都应有一定坡度，以便让液体流入排水设施中。

## 5.9 爆炸危害的防护

核电厂应在爆炸危害防护、风险识别、运行规程设计、隔离措施等方面满足 HAD 102/11-2019 的要求。

# 6 消防系统与设备

## 6.1 一般要求

6.1.1 防火区都应具有火灾探测和报警系统。在核电厂所有区域内，都应为人工灭火配备完整的消火栓系统，并配置灭火器作补充。

6.1.2 核电厂内消防系统和设备应按照规章和标准的要求进行安装。

6.1.3 灭火系统运行所需的电气回路应布置在该灭火系统保护区域外，否则应为该电气回路增加保护措施。

## 6.2 火灾探测与报警系统

6.2.1 生产区的火灾报警系统显示盘或工作站应位于主控制室。

6.2.2 连接不同区域、主控制室和远端报警盘的报警回路应有供电监测。火灾报警系统应有至少两路相互独立的电源供电。

6.2.3 应对消防报警信号进行记录。

6.2.4 应按照火灾危害性分析要求安装手动报警按钮。

6.2.5 宜在架空地板下方和吊顶上方单独安装火灾探测器，感烟火灾探测器在格栅吊顶场所的设置应符合 GB 50116-2013 中的相关规定。

## 6.3 灭火系统

### 6.3.1 基本要求

- a) 按照火灾危害性分析的要求，火灾荷载较大的区域应安装固定式灭火系统。其他火灾荷载较小的区域，如果其涉及核安全、难以进入实施人工灭火或设置有贵重设备，也应考虑安装固定式灭火系统；
- b) 自动启动模式应优先于手动启动模式；
- c) 灭火系统的启动信号应反馈至主控制室；
- d) 在灭火系统的启动装置附近应有用途和操作指示说明；
- e) 灭火系统的安装和运行手册应方便随时查阅。关于系统检查、试验和维护的说明书

也应可以查阅。

### 6.3.2 水基灭火系统

- a) 如果系统预填充了灭火剂、防冻剂，应定期按照制造商相关要求进行检查和试验，保证其有效性。其中灭火剂应经过相关管理部门/机构/授权人的认证。其认证内容应考虑灭火剂对暴露人员健康的影响；
- b) 应按照制造商的建议保持足够的系统备件、应保存好操作及维护说明。

### 6.3.3 气体类灭火系统

- a) 在人员日常工作或者通行的区域释放灭火气体前应有自动声光报警，报警时间应足够该区域人员撤离；
- b) 灭火气体的释放会导致保护区域内明显的压力波动，应采取措施限制压力波动在可接受的范围内；
- c) 使用气体灭火系统的房间或区域应具有良好的气密性，以保证灭火剂释放后的浸渍时间和浓度满足相关标准要求。

## 6.4 消防供水

6.4.1 应根据火灾最小延续时间（2h）内室内外的消火栓系统的最大用水量加上固定喷水灭火系统的最大设计用水量来计算消防用水量。消防水源/水池的容量不应小于 1200m<sup>3</sup>。

6.4.2 应提供两路独立、可靠的淡水水源。如果水源均来自消防水箱，两个水箱应可以相互连通。在发生泄漏时，应能隔离每个水箱。

6.4.3 消防泵的数量应确保在发生最大消防泵失效或丧失厂外电源的情况下，消防供水满足最大消防用水量的流量要求。

6.4.4 各消防泵与消防供水主环路的连接处应使用分段阀相互隔离。消防水泵之间应进行防火隔离。柴油消防泵的燃油应妥善储存和供给，使其不会对该消防泵产生火灾威胁。

6.4.5 应使用独立于主消防泵的方法（如使用稳压泵）来维持消防系统的压力。

6.4.6 消防泵应为自动启动，应每年对消防泵进行流量试验，试验应能验证消防泵供水能力满足最大设计消防用水流量的要求。

6.4.7 已经运行的和在建的核电机组应各自使用独立的消防供水系统。

## 6.5 消防供水主环路

6.5.1 消防供水系统的主环路的设计应满足设计水量要求。设计应考虑管道类型、水质、腐蚀、结垢和沉积（如有冰冻风险，应采取措施防止管道和阀门结冻），并提供对系统进行检查和冲洗的方法。

6.5.2 消防供水主环路宜定期进行管道流量试验。管道流量试验的目的是为了确定管道的内部状况。试验频率不宜低于 5 年一次，并对试验结果进行分析。

6.5.3 消防供水主环路上应安装带有阀门状态指示的隔离阀，以便在进行系统维护和修理时不必大范围切断消防系统供水。

6.5.4 应在室外消火栓与消防供水主环路之间安装隔离阀，以便在维护和维修时不必中断向自动或手动消防系统供水。

6.5.5 如果核电厂的多个机组之间实现了消防水管道相互连接，可以共用一个消防供水主环路。对于相隔较远（超过 2 公里）的多堆厂址机组，应使用独立的消防供水主环路。

## 6.6 灭火器

灭火器的布置、安装、检查、维护和试验应满足 GB 50140-2005 和 GB 50444-2008 的要求。应清晰标明手提式和推车式灭火器的位置。对于火灾荷载较大的区域，如汽轮机厂房，宜布置更有效的移动式灭火器，宜选择 50kg 及以上的推车式干粉灭火器、移动式泡沫灭火装置或消防水炮。

## 7 核电厂消防队

### 7.1 组织架构

7.1.1 核电厂应建立专职消防队，编制人数不少于 5 人/机组。

7.1.2 消防队负责人和值班备战力量中至少 1 人应对核电厂安全相关系统有充分的了解，以便能够预计火灾对电厂停堆能力的影响。

### 7.2 培训与演习

#### 7.2.1 培训

- a) 消防队员应具有能够胜任其岗位职责的体能和技能；
- b) 新消防队员应接受消防的初级强化训练，并参加消防演习。每个消防队员都应进行定期复训以保持技能。除消防专业内容外，培训还应涵盖危化品的标准响应、灭火期间的辐射防护等内容；
- c) 消防队培训大纲应形成文件并及时更新，应建立消防队员培训档案对消防队员个人培训情况进行详细记录。

#### 7.2.2 演习

- a) 消防队每个值班组应对核电厂各个区域进行定期演习。对演习情景应进行预先设计，应重点涵盖火灾危害性分析所确定的对电厂运行非常重要和/或含有重大火灾危害的区域；
- b) 演习应有完整的演习记录，记录内容应包括演习场景、演习目的、人员及行动布置、消防队员响应、消防队伍实施指定灭火行动的能力等；
- c) 演习过程中应有一定数量的评估员对整个消防队和每个消防队员进行评价。应利用演习反馈对消防队的培训大纲进行修订，或者在必要时修订相应的消防行动预案；
- d) 核电厂工作人员都应接受基本的消防安全培训，包括如何在发生火灾时发出报警、逃生自救以及如何使用灭火器扑救初期火灾等。

### 7.3 通信

7.3.1 核电厂的通信系统应优先服务紧急、危险状况的需求，应使用一系列可辨识的信号或声响报警以区分不同类型的紧急情况。

7.3.2 在发生火灾的情况下，除了进行火灾警报和疏散通知外，通信系统还应能够用来指挥消防队。通信系统应有确保在紧急情况下依然可用的能力。

7.3.3 由于火灾情况下操作人员可能需要实施安全停堆操作，所以消防队员和操作人员均应

配备便携式防爆型无线电通信设备，必要时可在消防车配备通讯移动基站。应定期检测这些设备，以保证便携式无线电传输频率既不会影响核电厂电气控制部件的运行，也不会干扰核电厂安保部门所使用的通信频道。

## 7.4 与厂外应急组织的联络

7.4.1 核电厂消防队应能够在无援助的情况下保护核电厂安全相关区域。

7.4.2 厂外消防队应接受与进入厂区灭火以及放射性物质或危险品有关的指导和培训。他们应对核电厂的消防演习进行观摩并提出建议，并应定期参加核电厂消防演习及演习后的评价、改进。

7.4.3 核电厂的消防管理部门应定期与厂外应急组织进行交流。应制定核电厂消防队与厂外应急组织之间的接口方案。

7.4.4 核电厂消防队一般只对核电厂内的火灾情况进行响应。只有当厂内消防队的灭火能力/资源超过核电厂本身的最低需求时，才可对厂外进行支援。

## 7.5 消防队装备

核电厂消防队装备应能够保证消防队员执行指定的任务，所配备的设备中至少应包括个人防护装备、应急通讯设备、移动照明设备、便携式通风/排烟设备等。核电厂应根据需要配备足够数量消防车及相应的驾驶、操作人员。

## 8 对核风险的特殊考虑

### 8.1 核反应堆的安全考虑

8.1.1 应进行火灾情况下核安全功能分析（如：火灾安全停堆分析、火灾薄弱环节分析），其中应包含火灾对所有实现安全停堆功能所需的构筑物、系统和部件的影响。

8.1.2 火灾情况下核安全功能分析应涵盖全部运行工况，应包含一个全面的重要设备列表/清单。

8.1.3 在停堆期间，很多防火功能不可用（例如防火屏障不完整、消防系统停运），维修或反应堆事故工况下，安全停堆相关设备可能无法运行，在开展火灾情况下核安全功能分析时，应考虑上述及类似情况。

8.1.4 宜考虑开展独立的地震与火灾之间的相互作用分析，以便考虑地震引发火灾、引发消防系统误启动、降低灭火能力等对安全系统产生影响的可能性。

8.1.5 宜对火灾和火灾引起的内部水淹（来自消防水和/或破损水管）相互影响的后果进行分析。

8.1.6 如不能做到采用防火区/防火小区完全隔离冗余的安全停堆设备，应采用经验证的分析技术来论证实实现安全停堆的能力。

### 8.2 辐射防护和放射性污染

8.2.1 新燃料贮存区域、放射性废物处置设施、活性炭过滤设备等区域或设备的设计布局、防火分隔和通风系统的设计应能防止火灾导致的放射性污染扩散。

8.2.2 应在包含放射性物质的区域安装火灾探测报警系统。探测器类型应与环境辐射水平相

匹配。

8.2.3 当放射性废物处理或储存中使用可燃材料（如沥青、环氧树脂等），应安装与这些可燃材料相匹配的固定式灭火系统。

8.2.4 应对放射性废物的自燃风险进行评估。

8.2.5 涉核风险建筑的设计和涂层选择应考虑该区域发生火灾后的去污工作和人员受照射剂量。

8.2.6 应设置污染消防水和冲洗水的收集系统。收集的液体在处理和排放前应进行放射性监测。

### 8.3. 灭火的限制

8.3.1 核电厂某些区域的灭火活动受到高辐射性水平的限制。厂房布置和防火系统的设计应尽可能实现不必进入该区域就能实施远程火灾探测、火灾抑制和灭火。当无法满足此项要求时，应对进出通道进行适当的设计，使灭火人员的个人剂量控制在尽可能低的水平上。

8.3.2 消防行动预案和消防队培训大纲编制时应考虑正常辐射水平以及火灾可能引起的辐射水平升高的影响。

8.3.3 应评估灭火时使用的慢化剂（如水、泡沫等）导致核燃料储存区域的临界风险。

## 9 重点区域和设备的防火

### 9.1 安全壳（反应堆厂房）

9.1.1 安全壳中的冗余/多重安全相关系统应尽量布置在不同的防火区内。如果由于安全壳的布置或工艺原因无法实现，则应在冗余设备之间进行实体隔离。

9.1.2 由于安全壳内灭火困难，应将火灾荷载减小到最低程度。

9.1.3 应使用阻燃电缆或耐火电缆，应尽可能避免电缆集中布置。

9.1.4 在整个安全壳内，特别是油系统和电缆聚集区等高火灾风险区域，应设置与辐射环境相匹配的火灾探测器和必要的视频监测系统。

9.1.5 含有大量润滑油的设备和电缆聚集区域应设置固定式自动灭火系统。

9.1.6 安全壳内应设置消防立管和消火栓接口。应保证该区域内发生任何潜在火灾时都能至少有一股消防水柱到达。

9.1.7 在反应堆事故期间，安全壳内可能会形成氢气的聚集。应设置消氢系统以降低安全壳内氢气浓度。

9.1.8 在维修、检修和换料期间，由于防火屏障开孔、临时火灾荷载增加、动火作业等，安全壳内情况和正常运行工况可能会有很大的不同。为了控制这些额外的火灾风险，应制定详细的包括临时防火措施的防火程序。

### 9.2 汽轮机厂房

#### 9.2.1 基本情况

- a) 汽轮机厂房火灾风险较高，重大火灾会对核电厂财产和设备造成严重损坏，并影响机组的经济性；
- b) 汽轮机厂房主要火灾风险来自油系统。当设备使用阻燃矿物油，并且相关分析或实

验表明该区域火灾风险明显降低，其防火等级可以降低；

- c) 应对汽轮机厂房内严重油类火灾的情形进行风险分析，并制定相应的防范措施和灭火预案。

### 9.2.2 油管

- a) 油管可以通过采用焊接连接、同心套管包裹、布置在混凝土排油槽内等设计，减少油泄漏引发的火灾风险；
- b) 应在内部压力较高的油管道法兰连接处、法兰帽或者其他螺纹连接处安装防溅板，以防止喷射的油接触到高温表面或者其他引火源。

### 9.2.3 保温材料

应采取防范措施降低泄漏油进入保温材料引发阴燃或明火的风险。

### 9.2.4 汽轮发电机轴承和油管

应对汽轮发电机组的轴承和相关的油管优先采用全自动喷水灭火系统进行保护，如果采用手动启动的喷水灭火系统，应尽可能减少手动启动流程时间。

### 9.2.5 汽轮发电机组下部

应在汽轮发电机组运转层以下可能发生可燃油蔓延或聚集的地方安装适当的喷水灭火系统或者泡沫-喷水灭火系统。

### 9.2.6 储油罐、储油池和油类净化器

应将汽轮机润滑油储存罐、储油池和油类净化器与其他区域实体隔离，应为这些容器安装适当的灭火系统，并设置油包容系统。

### 9.2.7 油包容

油包容系统应将油的溢出限制在可接受的区域之内。该区域的大小应根据设备可能释放的油量以及灭火所需的水量分析确定。

### 9.2.8 辅助汽机、大型泵和电机

宜对油量大于 200L 的辅助汽机、给水泵和电机进行实体隔离，并按照如下要求进行保护：

- a) 安装适当的自动灭火系统；
- b) 设置符合 9.2.7 要求的油包容系统。

### 9.2.9 氢气系统

- a) 氢气站、氢气罐宜布置在工厂常年最小频率风向的下风侧，并应远离有明火或散发火花的地点，宜为独立建筑物、构筑物，并与核电厂其他建筑物保持足够防火间距；
- b) 宜在氢气供给管道上安装限流阀；
- c) 氢气输送管线宜高空架设或者采用同心套管埋地敷设；
- d) 应对氢气的使用情况进行记录，并对异常情况进行分析；
- e) 用于氢气释放和吹扫的阀门应安装在易于到达的位置并设置明显标识。

#### 9.2.10 氢气密封油系统

- a) 应对氢气密封油系统采取实体隔离措施，并由适当的灭火系统进行保护。
- b) 当无法实施隔离时，氢气密封油系统应：
  - 1) 位于喷水灭火系统或者水喷雾灭火系统所保护的区域内；
  - 2) 设置符合 9.2.7 要求的油包容系统。

#### 9.2.11 液压控制系统

- a) 应使用经验证的抗燃液压油。当使用普通的矿物油作为液压液体时，应设置灭火系统进行保护；
- b) 应对液压油储罐设置围堰和排油装置。

#### 9.2.12 烟气和热量排放

当汽轮机厂房顶棚没有安装喷淋系统时，应安装固定的排烟/通风风机，以便必要时将火灾烟气和热量排出。

### 9.3 电气设备

#### 9.3.1 基本要求

- a) 应尽可能使用不燃的绝缘材料；
- b) 如果设备中含有用于绝缘和/或冷却的液体，该液体应具有较高的闪点，并应限制其用量；
- c) 在可能存在可燃气体、可燃液体、可燃微尘或纤维等火灾或者爆炸危害的区域，应对电气设备进行相应的环境鉴定。

#### 9.3.2 油浸变压器

除非火灾危害性分析证明现有的防火措施能够满足安全要求，否则应采取下列防火措施：

- a) 应安装自动喷水灭火系统进行保护；
- b) 应采取措​​施将变压器油火灾的影响限制在单一变压器区域内，具体应满足国家标准 GB 50229-2019 的相关规定；
- c) 变压器附近的厂房和设备与变压器之间应有足够的防火屏障或防火间距。

#### 9.3.3 干式变压器

当干式变压器额定功率大于 110kVA 或者额定电压大于 35kV 时，应对干式变压器进行实体隔离或将其布置在单独的防火小区内。

#### 9.3.4 电气开关装置

当开关装置安装在室内时，应使用空气断路器、低油量断路器、充有六氟化硫（或者其他不燃液体）的断路器等设备来降低火灾的危害。

#### 9.3.5 蓄电池间

- a) 蓄电池间及其逆变器应与其他区域实体隔离；
- b) 蓄电池间的通风和氢气监测应满足 HAD 102/11-2019 的要求；
- c) 蓄电池间内安装或者使用的其他电气设备应符合相关的国家或者国际标准。

#### 9.3.6 计算机和通信室

- a) 应将贵重或者重要的计算机和通信设备与其他区域进行实体隔离；
- b) 应采取措施防止水从上层地板渗透至该房间内，应采取措施将该区域火灾荷载降至最小；
- c) 宜在房间的顶棚、架空地板（如有）下方以及电气柜中安装感烟探测器；
- d) 宜安装合适的固定式灭火系统。

#### 9.3.7 防雷击系统

防雷击系统的设计应满足 GB 50057-2010 的相关要求。宜安装雷击计数器，计数器应定期检查，每次遭受雷击后也应进行检查。应对防雷击系统定期进行检查和维护。

#### 9.3.8 电气设备的维护

- a) 宜采用红外热像仪对重要电气设备进行定期热点检测；
- b) 应定期检查动力电缆的连接点，以发现可能成为热点的松动连接点；
- c) 应定期清理重要电气和电子设备的灰尘；
- d) 应定期检查含油电气设备是否有漏油情况。

### 9.4 主控制室和辅助控制室

9.4.1 主控制室应采取防火和防烟措施。

9.4.2 主控制室内不应使用可燃建筑材料，避免使用活动地板和悬吊式顶棚。

9.4.3 主控制室内应配备火灾探测系统。宜在电气和电子设备的机柜中安装火灾探测器。

9.4.4 机柜周围应有易于通行的通道。

9.4.5 主控制室应具有独立的通风系统，并保持主控制室相对于其他区域的正压。该通风系统穿越其他防火区的风管应具有一定的耐火极限。

9.4.6 辅助控制室应包含完成和保持热停堆所需的仪表和控制设备。从主控制室到辅助控制室应设置安全通道。在主控制室发生火灾不可用的情况下，应使用辅助控制室。

## 9.5 电缆密集区

9.5.1 对于电缆密集区，应按照火灾危害性分析的要求安装适当的灭火系统。

9.5.2 应用防火屏障将电缆间、电缆通道和电缆竖井与其他区域隔离。应至少可以从两个地点进入电缆间、狭长的电缆通道以实施人工灭火。

9.5.3 宜在电缆间、电缆通道和电缆竖井的每个入口处设置消火栓系统。

## 9.6 仓库

9.6.1 可燃和易燃液体宜存放在专门的危化品库房内，不应存放在通用仓库内。

9.6.2 应限制聚乙烯或聚丙烯储存箱的使用量。

9.6.3 电动叉车的充电区应设置在单独的防火小区内，该区域应有独立的通风系统通向外部。

9.6.4 仓库内应安装适当的固定灭火系统，应设置室内消火栓系统。

## 9.7 模拟机

模拟机房间宜采用高灵敏度的早期烟气探测器，并宜安装气体灭火系统。

## 9.8 桥式吊车与龙门起重机

在不运行时，应对桥式吊车、龙门起重机设备断电。消防队应制定桥式吊车、龙门起重机火灾的灭火预案。

## 10 森林火灾防范

厂址周围森林火灾风险高的核电厂应重视森林火灾风险的防范，并与当地相关政府部门共同制定森林火灾风险管控和扑救方案。

## 11 评估报告

评估报告的内容和使用可参照 T/IAC 28-2019《核保险风险评估工作指引》条款 5。

参 考 文 献

- [1] GB/T 22158-2008 核电厂防火设计规范
  - [2] GB 50745-2012 核电厂常规岛设计防火规范
  - [3] GB 50084-2017 自动喷水灭火系统设计规范
  - [4] GB 50016-2014 建筑设计防火规范 2018 年版
  - [5] GB 50974-2014 消防给水及消火栓系统技术规范
  - [6] GB 50160-2018 石油石化企业设计防火规范
  - [7] GB 50177-2005 氢气站设计规范
  - [8] NFPA 804, Standard for Fire Protection for Advanced Light Water Reactor Electric Generating Plants, 2020 edition
-