**ICS 19.020**

|  |
| --- |
| **CCS K85** |

CSEE

中国电机工程学会标准

T/CSEE XXXX-YYYY

|  |
| --- |
|  |

海上风力发电机组及升压站

消防设计导则

（征求意见稿）

|  |
| --- |
|  |
| Design Guidelines of Fire Safety for Offshore Wind Turbine and Substation |

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

中国电机工程学会   发布

目  次

[前  言 II](#_Toc89436727)

[1 范围 1](#_Toc89436729)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc89436730)

[3 术语和定义 2](#_Toc89436731)

[4 海上风力发电机组消防设计 2](#_Toc89436739)

[4.1 一般要求 2](#_Toc89436740)

[4.2 海上风力发电机组防护单元 3](#_Toc89436741)

[4.3 海上风力发电机组消防设施选型配置 4](#_Toc89436742)

[4.4 设计要求 4](#_Toc89436743)

[4.5 灭火及火灾报警设施要求 7](#_Toc89436744)

[5 海上升压站消防设计 9](#_Toc89436745)

[5.1 防火分隔 9](#_Toc89436746)

[5.2 消防设施 10](#_Toc89436747)

[5.3 电气防火 11](#_Toc89436748)

[5.4 火灾报警及消防广播系统 12](#_Toc89436749)

[5.5 通风、空调系统的防火、防烟及排烟 12](#_Toc89436750)

前  言

本文件按照《中国电机工程学会标准管理办法（暂行）》的要求，依据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》给出的规则起草。

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这些专利的责任。

本文件由中国电机工程学会提出。

本文件由中国电机工程学会安全技术专业委员会技术归口和解释。

本文件起草单位：华能江苏能源开发有限公司，中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司，华能国际电力江苏能源开发有限公司清洁能源分公司，中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司，南京消防器材股份有限公司。

本文件主要起草人：、、、、

本文件为首次发布。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电机工程学会标准执行办公室（地址：北京市西城区白广路二条1 号，100761，网址：http：//www.csee.org.cn，邮箱：cseebz@csee.org.cn）。

海上风力发电机组及升压站消防设计导则

1. 范围

本导则规定了海上风力发电机组及升压站消防设计的技术要求。

本导则适用于新建、扩建和改建海上风电场的风力发电机组及升压站。

本导则可作为海上风力发电机组及升压站自动消防系统设计的依据。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 4717 火灾报警控制

GB 8624 建筑材料及制品燃烧性能分级

GB 15631 特种火灾探测器

GB 16806 消防联动控制系统

GB 23864 防火封堵材料

GB 28374 电缆防火涂料

GB 29415 耐火电缆槽盒

GB 50016 建筑设计防火规范

GB 50151 泡沫灭火系统设计规范

GB 50166 火灾自动报警系统施工及验收标准

GB 50217 电力工程电缆设计规程

GB 50229 火力发电厂与变电站设计防火标准

GB 50235 工业金属管道工程施工规范

GB 50263 气体灭火系统施工及验收规范

GB 50281 泡沫灭火系统施工及验收规范

GB 50370 气体灭火系统设计规范

GB 50444 建筑灭火器配置验收及检查规范

GB 50526 公共广播系统工程技术规范

GB 50898 细水雾灭火系统技术规范

GB 51251 建筑防烟排烟系统技术标准

GB/T 51308 海上风力发电场设计标准

NB/T 31115风电场工程110kV~220kV海上升压变电站设计规范

XF 61-2010 固定灭火系统驱动、控制装置通用技术条件

XF 306.1阻燃及耐火电缆 塑料绝缘阻燃及耐火电缆分级和要求 第1部分：阻燃电缆

XF 306.2阻燃及耐火电缆 塑料绝缘阻燃及耐火电缆分级和要求 第2部分：耐火电缆

XF 499.1 气溶胶灭火系统 第1部分：热气溶胶灭火装置

XF 1149 细水雾灭火装置

XF 1167 探火管式灭火装置

CECS 322-2012 干粉灭火装置技术规程

CECS 345-2013 探火管灭火装置技术规程

CECS 391-2014 风力发电机组消防系统技术规程

CECS 154-2003 建筑防火封堵应用设计规程

TSGR0006-2014 气瓶安全技术监察规程

DL/T 5707-2014 电力工程电缆防火封堵施工工艺导则

DL 5027-2015 电力设备典型消防规程

ISO 14520-5-2016 气体灭火系统.物理特性和系统设计 第5部分:FK-5-1-12灭火剂

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1风力发电机组 wind turbine generator

由风轮机叶片、机舱、塔架及控制系统组成的连续将风能转换成电能的装置。

3.2海上风力发电机组 offshore wind turbine generator

位于沿海多年平均大潮高潮线下列海域的风力发电机组，包括潮间带、潮下带滩涂、近海、远海等不同海域，以及在相应开发海域内无居民的海岛上建设的风力发电机组。

3.3机舱 nacelle

以塔架为支撑的由机舱罩围成的封闭空间。内有主轴总成、润滑散热系统、齿轮箱、刹车系统、联轴器、发电机、提升机、风向标、风速仪、偏航轴承、偏航驱动、机舱底座、照明系统、传输电缆、控制柜等部件。

3.4轮毂 hub

将叶片或叶片组固定到转轴上的装置。

3.5 塔架 tower

支撑风轮机叶片和机舱的结构，一般为中空圆柱形，内有爬梯、照明系统和传输电缆。

3.6 海上升压站 offshore substation

是指海上风电场内，用于布置电气系统、安全系统和辅助系统等设备，汇集风电场电能经升压后送出的设施。

3.7 防护单元 protective unit

满足报警和/或灭火控制要求的有限空间

4 海上风力发电机组消防设计

4.1 一般要求

4.1.1 海上风力发电机组应配置消防灭火及火灾报警设备，所选用的消防灭火及火灾报警设备，除应满足相关国家、行业产品标准外，还应能适用于海洋环境，应通过国际海

事组织相关权威部门的型式认可，或具备其出具的第三方检验证书。

4.1.2 海上风力发电机组所选用的消防灭火及火灾报警设备应根据环境条件、建筑物性质和使用要求，应按照现行规范要求环境温度条件选用适用的耐腐蚀产品，并采取抗风、防结露、防冻及抗振加固等措施。

4.1.3 海上风力发电机组的消防设施由风机整机制造商按本规范要求整体提供。

4.1.4 海上风力发电机组内设置的火灾自动报警系统和固定灭火设施，应具备状态监控和故障报警功能，其信号应接入到消防控制室。

4.1.5 海上风力发电机组发生火灾时，应能自动及手动快速切出发电模式。

4.1.6 设置通风系统的海上风力发电机组，应在系统的进风口处设置动作温度为70℃的防火阀。当海上风力发电机组发生火灾时，防火阀应与火灾自动报警系统联动自动关闭。

4.2 海上风力发电机组防护单元

海上风力发电机组防护单元划分、防护安全及安全要求应符合以下要求。

4.2.1 防护单元划分

4.2.1.1 海上风力发电机组应按内部空间结构划分防护单元，每个防护单元应具有相对完整的封闭空间，形成一个独立的探测区域和（或）灭火区域。

4.2.1.2 海上风力发电机组防护单元的划分应按下列规定执行：

a) 轮毂及导流罩宜为一个防护单元。

b) 机舱宜为一个防护单元。

c) 塔架内宜按平台划分防护单元，其中塔架底部设备层应每层为一个防护单元。

d) 每个相对密闭的各类电气柜，均应作为一个单独的防护单元。

4.2.2 防护单元防火保护

4.2.2.1 海上风力发电机组所采用的阻燃材料燃烧性能等级及要求应符合GB 8624 《建筑材料及制品燃烧性能分级》的相关规定，且不低于B1级。

4.2.2.2 海上风力发电机组采用的防火封堵材料应符合GB 23864 《防火封堵材料》的规定，且应符合风电机组的工况及海洋环境条件要求。

4.2.2.3 海上风力发电机组中的动力电缆应采用阻燃电缆，其耐火等级应符合XF 306.1 《阻燃及耐火电缆 塑料绝缘阻燃及耐火电缆分级和要求 第1部分：阻燃电缆》的规定，控制电缆应采用耐火电缆，其耐火等级应符合XF 306.2 《阻燃及耐火电缆 塑料绝缘阻燃及耐火电缆分级和要求 第2部分：耐火电缆》的规定；动力电缆和控制电缆也可采用矿物绝缘类不燃电缆。

4.2.2.4 海上风力发电机组的机舱、轮毂、电缆桥架、通风管道、隔声、保温和密封件等材料的燃烧性能应为A级。

4.2.2.5 刹车系统应有防止火花飞溅的措施。

4.2.3 防护单元安全要求

4.2.3.1 防护单元内（电气柜、轮毂及导流罩除外），应设应急照明与疏散指示标志以及火灾声光报警器。通过控制装置启动灭火的防护单元，其入口处应设紧急启动和紧急停止按钮、灭火剂喷放指示灯。

4.2.3.2 防护单元（电气柜、轮毂及导流罩除外）的入口应设置标有灭火剂类型的永久性标志牌。

4.2.3.3 灭火后的防护单元应通风换气，无门窗的防护单元宜设置机械排风装置，排风口宜直通室外或通向带有塔架入口门的防护单元，通风换气次数（通风量）不小于每小时5次。

4.2.3.4 在机舱和塔架内应设置应急逃生装置，火灾时电梯禁用。

4.2.3.5 防护单元的其他安全要求还应符合相关灭火系统（装置）设计规范的相关要求。

4.3 海上风力发电机组消防设施选型配置

4.3.1 灭火设施选型配置

**表 4.3.1 海上风力发电机组灭火设施配置**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **序号** | **防护单元** | **自动灭火设施** |
| 1 | 轮毂及导流罩 | 热气溶胶灭火装置或干粉灭火装置 |
| 2 | 机舱空间 | 细水雾灭火系统或干粉灭火装置或热气溶胶灭火装置（仅适用于半直驱机组） |
| 3 | 机舱平台底板下部 | 热气溶胶灭火装置 |
| 4 | 塔架底部设备层 | 干粉灭火装置 |
| 5 | 各类电气柜 | 探火管灭火装置 |

注：机舱中至少要配置一个CO2灭火器和一个水基型灭火器（抗冻型），并在每个底层塔筒中部设备区域中至少要配备一个CO2灭火器，具体容量选择可参考GB 50140 《建筑灭火器配置设计规范》。设置在机舱和塔架的灭火器应有固定措施。

4.3.2 火灾探测器配置

**表 4.3.2海上风力发电机组火灾探测器配置**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **序号** | **防护单元** | **火灾探测器类型** |
| 1 | 轮毂及导流罩 | 机械感温磁发电元件 |
| 2 | 机舱空间 | 点型感烟探测器或点型感温探测器或红外火焰探测器 |
| 3 | 机舱平台底板下部 | 点型感烟探测器或点型感温探测器或红外火焰探测器 |
| 4 | 塔架底部设备层 | 点型感烟探测器或点型感温探测器或红外火焰探测器 |
| 5 | 塔架及竖向电缆桥架 | 缆式线型感温探测器 |
| 6 | 各类电气柜 | 点型感烟探测器或点型感温探测器、机械感温磁发电元件 |

4.4 设计要求

4.4.1 细水雾灭火系统

4.4.1.1 细水雾灭火系统的设计应满足GB 50898 《细水雾灭火系统技术规范》的要求。

4.4.1.2 细水雾灭火系统应用于海上风力风电机组机舱保护时，应根据机组的机构特点和设备布置情况，设定合适的设计方案。双馈式机组机舱应采用全淹没灭火方式，直驱式机组宜采用全淹没灭火方式，也可以采用局部应用灭火方式。

4.4.1.3 系统应为开式系统，设计响应时间不应超过30s，系统的设计持续喷雾时间不应小于20min。

4.4.1.4 系统水箱应结合机舱及机组整体结构，合理设计，应尽量通过水箱的布局达到减缓机组共振的效果。

4.4.1.5 当系统采用全淹没应用设计时，喷头工作压力、安装高度、最大布置间距及系统的最小喷雾强度应满足GB 50898 《细水雾灭火系统技术规范》表3.4.4的要求。当设计参数不满足其规定时，系统设计参数应由具有资质的机构通过实体火灾模拟试验确定。

4.4.1.6 采用局部应用系统时，系统设计参数应由具有资质的机构通过实体火灾模拟试验确定。

4.4.2 干粉灭火装置

4.4.2.1 干粉灭火装置的配置数量及灭火剂用量计算，应符合CECS 322 《干粉灭火装置技术规程》的要求，设计浓度不应低于灭火剂产品型式检验报告中灭火浓度的1.2倍，并不得低于超细干粉设备型式检验报告中灭火浓度。

4.4.2.2 干粉灭火装置应具备自动控制和感温自启动两种启动方式。感温自启动元件动作后，应有电信号反馈。

4.4.2.3 干粉灭火装置应用于海上风力发电机组机舱保护时，宜采用超细干粉灭火剂，应采用全淹没灭火方式，根据机组的机构特点和设备布置情况，设定合适的设计方案。防护区的开口、维护结构和门窗的耐火极限应满足CECS 322 《干粉灭火装置技术规程》的要求。

4.4.2.4 悬挂式安装的单具干粉灭火装置，其灭火剂充装质量不宜大于5Kg。

4.4.2.5 干粉灭火装置应同时具备电启动（与火灾报警系统联动）和感温自启动两种启动方式，感温自启动元件应尽量布置在防护区顶部位置。感温自启动元件宜采用机械磁发电元件。

4.4.2.6 同一防护区设置多具干粉灭火装置联动的方式进行保护时，干粉装置的总数量，灭火剂总用量、启动时间间隔、总启动时间等参数应满足CECS 322 《干粉灭火装置技术规程》的要求。

4.4.2.7 干粉装置启动后，应有反馈信号传递至海上风电场消防总控室。

4.4.3 热气溶胶灭火装置

4.4.3.1 宜采用S型热气溶胶灭火装置。

4.4.3.2 热气溶灭火装置的设计，应符合GB 50370 《气体灭火系统设计规范》的要求。

4.4.3.3 防护单元应相对密闭，当有通风口或排风机时，应能在灭火剂喷放前自动关闭。

4.4.3.4 应采用全淹没灭火方式，热气溶胶的设计灭火密度和灭火剂量，应按GB 50370 《气体灭火系统设计规范》的相关规定计算，并不小于生产商标称灭火密度的1.3倍。如防护单元有部分开口无法封闭时，还应适当增加灭火剂补偿量。有必要时，需经过有资质的机构根据具体情况进行实体火灾试验验证。

4.4.3.5 悬挂式安装的热气溶胶灭火装置，单台装置灭火剂质量不宜大于5kg，灭火装置应安装在防护单元顶部，尽量居中布置，设置多台时，应均匀布置。

4.4.3.6 热气溶胶灭火装置（用于轮毂和导流罩防护单元除外）应同时具备电启动和感温自启动两种启动方式，感温自启动元件应尽量布置在防护区顶部位置。采用机械磁发电元件进行启动的，其接线宜采用并联方式，且同时启动的数量不超过5具。用于轮毂和导流罩防护单元的热气溶胶灭火装置，应具有感温自启方式，并具有双引发启动功能。

4.4.3.7 当同一防护单元设计多台热气溶胶灭火装置时，任一台装置感温自启动装置动作后，应能联动本防护单元的其他所有热气溶胶灭火装置在2s内启动。

4.4.3.8 同一防护单元的多台热气溶胶灭火装置之间的电启动线路，宜采用并联的方式接线，且同时启动的装置数量不得超过5具。

4.4.3.9 任意一台热气溶胶灭火装置启动后，启动信号应反馈至海上风电场消防总控室。

4.4.4 探火管灭火装置

4.4.4.1 探火管灭火装置的灭火剂用量、探火管长度等参数设计，应满足CECS 345 《探火管灭火装置技术规程》的要求。

4.4.4.2 探火管灭火装置用于机组主控柜、轮毂控制柜、变频柜、电容柜等相对密闭的电气柜时，宜采用直接式。

4.4.4.3 直接式七氟丙烷探火管灭火装置保护的防护区最大单体容积不应大于6m3；直接式二氧化碳探火管灭火装置保护的防护区最大单体容积不应大于3m3。

4.4.4.4 探火管灭火装置的压力检测信号及启动后的的动作信号，应反馈至海上风电场消防总控室。

4.4.5 火灾探测器

4.4.5.1 火灾探测器的设计应符合GB 50116 《火灾自动报警系统设计规范》的相关规定。

4.4.5.2应对机舱和塔架底部设备层分别设定探测区域；探测区域的每个房间（空间）应至少设置一只火灾探测器；设置自动灭火系统的场所，应由同一防护区域内两只独立的火灾探测器的报警信号、一只火灾探测器与一只手动火灾报警按钮的报警信号或防护区外的紧急启动信号，作为系统的联动触发信号，探测器的组合宜采用感烟火灾探测器和感温火灾探测器（或依据保护区对应环境条件合理选择两种不同探测类型的火灾探测器）。

4.4.5.3 点型感烟火灾探测器的设置应符合以下要求：

a) 火灾探测器的保护面积和保护半径，应符合GB 50116 《火灾自动报警系统设计规范》的要求。

b) 在有梁的顶棚上设置点型感烟火灾探测器时，应符合GB 50116 《火灾自动报警系统设计规范》的要求；且探测器至墙壁、梁边的水平距离，不应小于0.5m。

c) 点型探测器周围0.5m内，不应有遮挡物。点型探测器宜水平安装。当倾斜安装时，倾斜角不应大于45°。

4.4.5.4 点型感温探测器的设置应符合以下要求：

a) 火灾探测器的保护面积和保护半径，应符合GB 50116 《火灾自动报警系统设计规范》的要求。

b) 在有梁的顶棚上设置点型感温火灾探测器时，应符合GB 50116 《火灾自动报警系统设计规范》的要求；且探测器至墙壁、梁边的水平距离，不应小于0.5m。

c) 点型探测器周围0.5m内，不应有遮挡物。点型探测器宜水平安装。当倾斜安装时，倾斜角不应大于45°。

4.4.5.5 红外火焰探测器的设置应符合以下要求：

a) 应计及探测器的探测视角及最大探测距离，可通过选择探测距离长、火灾报警响应时间短的火焰探测器，提高保护面积要求和报警时间要求。

b) 探测器的探测视角内不应存在固定或流动的遮挡物。

c) 应避免光源直接照射在探测器的探测窗口。

d) 对机舱和塔架底部设备层等防护单元进行空间保护时，应选择适宜的探测器最大探测视角及最大探测距离，避免出现探测死角，探测器的设置数量和设置部位应确保能够覆盖被防护单元的全部空间。

4.4.5.6 揽式线型感温探测器的设置应符合以下要求：

a) 当探测器在电缆及电缆桥架或支架上设置时，宜采用接触式布置方式，呈正玄波形或S形布置，探测器应覆盖整个电缆桥架和所有电缆；在发电机组、变压器、阻抗器、电抗器、主轴总成、储油池、变速箱等重要设施上布置时，应采用缠绕式布置方式，应覆盖被探测对象的主要部位，探测器的覆盖半径应符合揽式线型感温探测器覆盖半径要求。

b) 探测器的转换盒和终端盒应设在防护区出入口附近。

c) 当设置揽式线型感温探测器的防护单元有联动要求时，可采用具有多级报警功能的同一只揽式线型感温探测器的两级报警信号作为联动触发信号。

4.4.6火灾报警控制器与灭火控制装置

4.4.6.1 火灾报警控制器与灭火控制装置的设计应符合GB 50116 《火灾自动报警系统设计规范》的相关规定。

4.4.6.2 每台海上风力发电机组，均应设置火灾报警与灭火控制装置。火灾报警控制器和灭火控制装置应设置在塔筒底部人员出入口附近。

4.4.6.3 灭火系统应具有检修模式，检修模式开关应设置在塔筒入口处，当维修人员登风机前应将灭火系统设置成检修模式。

4.4.6.4 海上风力发电机组的自动灭火系统的消防联动程序应与海上风电场的生产控制程序相协调。海上风力发电机组的自动灭火系统及火灾自动报警系统的火灾预警和故障信号，机组可不停机，有火警信号时，机组应停机。

4.4.6.5 火灾报警和灭火控制系统的供电及接地装置应符合GB 50116 《火灾自动报警系统设计规范》的相关规定。

4.4.7 布线要求

4.4.7.1 海上风力发电机组内消防系统的传输线路应采用金属管、可绕（金属）电气导管，金属封闭线槽进行保护，矿物绝缘类电缆可直接明敷。

4.4.7.2 火灾自动报警系统的供电线路和消防联动控制线路应采用屏蔽型耐火铜芯电线电缆，报警总线、火灾报警装置等传输线路应采用阻燃耐火电线电缆。

4.4.7.3 从机舱到塔架底部，应采用矿物绝缘类不燃电缆直接明敷，且在机舱和塔架的连接处应有防电缆扭曲措施。

4.4.7.4 机组与机组之间、机组与集中控制室之间，消防系统宜利用海上风电场生产控制网络线路连接，其布线和接口应符合GB/T 51308 《海上风力发电场设计标准》的线管要求。

4.4.7.5 机组消防布线还应符合GB 50116 《火灾自动报警系统设计规范》的相关规定。

4.4.8 防火封堵

4.4.8.1 海上风力发电机组各防护单元下列部位应设防火封堵材料：

a) 各类电气柜的电缆进出口。

b) 电缆穿线孔洞（含塔架内各层平台穿线孔）。

c) 两个相邻防护单元之间的连接空洞。

d) 中控室控制柜和变配电电缆沟等。

4.4.8.2 小孔洞封堵时，应选择柔性有机封堵材料，大孔洞封堵时，应采用柔性有机封堵材料和封堵包相结合的方式。

4.4.8.3 防火封堵材料不应对电缆有腐蚀和损坏作用，且对于电力电缆，应采用对载流量影响较小的封堵材料。

4.4.8.4 防火封堵材料性能应满足GB 23864 《防火封堵材料》的要求。

4.4.8.5 防火封堵材料的设置应满足GB 50217 《电力工程电缆设计规程》、GB 50229 《火力发电厂与变电站设计防火规范》及CECS 154 《建筑防火封堵应用设计规程》的相关规定。

4.5 灭火及火灾报警设施要求

4.5.1海上风力发电机组中使用的干粉灭火装置应符合以下规定：

a) 产品基本性能应满足行业标准XF 602 《干粉灭火装置》的要求。

b) 宜采用非贮压式干粉灭火装置。

c) 应具有自动控制和感温自启动两种方式。

d) 干粉装置灭火剂喷放时间不大于1s。

d) 装置应具有启动信号反馈功能。

4.5.2海上风力发电机组中使用的热气溶胶灭火装置应符合以下规定：

a) 产品基本性能应满足行业标准XF 499.1 《气溶胶灭火系统 第1部分：热气溶胶灭火装置》的要求。

b) 无自动控制方式的热气溶胶灭火装置，应具有双引发感温自启动功能。

c) 灭火剂喷放时间不大于30s。

d) 装置应具有启动信号反馈功能。

4.5.3海上风力发电机组中使用的探火管灭火装置应符合以下规定：

a) 产品基本性能应满足行业标准XF 1167 《探火管式灭火装置》的要求。

b) 灭火剂宜采用二氧化碳、七氟丙烷或全氟己酮。

c) 探火管灭火装置应设置压力反馈装置，用于监控灭火剂储瓶的压力缺失信号和装置喷洒信号。

d) 容器阀与探火管之间，应设检修阀，并设有阀门的状态警示标识。

e) 探火管管道末端应设有检漏压力表，其刻度盘应设有红绿区，区分正常工作范围和高、低压压力范围。压力表应设置在便于观察的部位。

f) 对于寒冷或高温地区，应采取适当的温控措施，保证探火管灭火装置处于制造商公布的工作温度范围。

4.5.4海上风力发电机组中使用的细水雾灭火系统应符合以下规定：

a) 产品基本性能应满足行业标准XF 1149 《细水雾灭火装置》的要求。

b) 应采用泵组式细水雾灭火装置。

c) 当环境温度低于4℃时，应对水箱采取控温措施，或在水中添加合适的防冻剂，以保证装置正常工作。

d) 水箱的设计和布置，宜与发电机组的结构设计结合，以达到减缓机组震动的效果。

e) 泵组的出口应设置可远程控制的试验阀，用于定期对泵进行模拟运行试验，试验阀的出口应通过止回阀与水箱连接，确保试验出水回流到水箱。

f) 水箱应设有低水位和超低水位报警反馈，当水位处于超低时，禁止泵启动。

4.5.5海上风力发电机组中采用的吸气式感烟火灾探测器应符合以下规定：

a) 产品基本性能应满足GB 15631 《特种火灾探测器》的要求。

b) 应采用管路采样式高灵敏度型吸气式感烟火灾探测器，采用管路材质采用不锈钢，采样管和采样孔应有明显的火灾探测器标识。

c) 应具备记录功能，能查询烟雾浓度变化趋势。

d) 应能提供烟雾浓度绝对值，并能实现多级报警功能。

e) 应具有通讯联网功能，可向火灾报警控制器传送火警、故障、烟雾浓度值等信息，并能联网集中监控。

f) 应具有加强的空气过滤功能和探测器自清洁功能。

4.5.6海上风力发电机组中采用的图像型火灾探测器应符合以下规定：

a) 产品基本性能应满足GB 15631 《特种火灾探测器》的要求。

b) 具有在小空间内识别烟雾和火焰的能力，并能分别发出相应的火灾报警信号，报警时能够分别标识出烟雾和火焰的位置。

c) 应能够在明亮和全黑的环境下正常工作。

d) 应具备通讯功能，可以向火灾报警控制器传递视频、火警、故障等信息。

4.5.7海上风力发电机组中采用的缆式线型感温火灾探测器应符合以下规定：

a) 产品基本性能应满足GB 16280 《线型感温火灾探测器》的要求。

b) 应具备耐盐雾腐蚀、耐油侵蚀及金属屏蔽特性。

c) 应具备通讯功能，可以向火灾报警控制器传递火警、故障等信息。

4.5.8 火灾报警控制器和灭火控制装置

a) 火灾报警控制器产品性能应符合GB 4717 《火灾报警控制器》的要求；灭火控制装置应符合GB 16806 《消防联动控制系统》及XF 61《固定灭火系统驱动、控制装置通用技术条件》的要求.

b) 每台海上风力发电机组的火灾报警控制器，应能具有对本机组的火灾探测器、灭火控制装置和相关联动控制设备自动控制和状态显示功能。

c) 每台海上风力发电机组的火灾报警控制器和灭火控制装置应能将报警信号、运行信息上传至风场总控室的集中火灾报警控制器和灭火控制器，并能接受其远程紧急启动、紧急停止控制功能。

5 海上升压站消防设计

5.1 防火分隔

5.1.1 海上升压变电站不同功能舱室之间的舱壁、甲板均应设置防火分隔。

5.1.2 耐火分隔的设置，应符合下列要求：

a) 用耐火分隔将海上升压变电站分隔成若干个区域。

b) 根据处所的特点和对安全的重要程度，合理设置不同等级的耐火分隔。

c) 耐火分隔上的所有门、窗及其它孔洞的设置，不应削弱其耐火性能。

5.1.3 海上升压变电站的耐火分隔可分为H级、A级、B级和C级，其耐火性能应满足本规范规定。

5.1.4 海上升压变电站各部位火灾危险性分类应符合表5.1.4的规定：

**表5.1.4 海上升压变电站火灾危险性类别**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **类别** | **处所类别** | **部位** |
| ① | 火灾危险性较大的设备处所 | 主变压器室、柴油机房、柴油油罐室、电抗器室、事故油箱、电缆室、电缆井 |
| ② | 其它设备处所 | 开关室、配电盘室、GIS室、动态无功补偿装置室、蓄电池室、辅机设备室 |
| ③ | 控制室 | 中控室、继保室、通信机房、无线电室 |
| ④ | 失火危险较小的服务处所 | 卫生间、洗衣间、救生设备间、没有储藏易燃材料的储藏室 |
| ⑤ | 楼梯、走廊 | 楼梯、走廊 |
| ⑥ | 开敞甲板 | 露天甲板 |

5.1.5 海上升压变电站相邻处所间舱壁的耐火分隔等级不应低于表5.1.5的规定。

**表5.1.5 海上升压变电站相邻处所间舱壁的耐火分隔要求**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **处所** | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ |
| ①火灾危险性较大的设备处所 | A-60 | A-60 | A-60 | A-60 | A-60 | A-0 |
| ②其它设备处所 |  | A-0 | A-15 | A-0 | A-0 | A-0 |
| ③控制室 |  |  | A-0 | A-15 | A-0 | A-0 |
| ④失火危险较小的服务处所 |  |  |  | C | A-0 | A-0 |
| ⑤楼梯、走廊 |  |  |  |  | C | C |
| ⑥开敞甲板 |  |  |  |  |  | C |

5.1.6 海上升压变电站相邻处所间楼板的耐火分隔等级，不应低于表5.1.6的规定要求。

**表5.1.6 海上升压变电站相邻处所间楼板的耐火分隔要求**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **上层处所**  **下层处所** | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ |
| ①火灾危险性较大的设备处所 | A-60 | A-60 | A-60 | A-60 | A-60 | A-60 |
| ②其它设备处所 | A-0 | A-0 | A-15 | A-0 | A-60 | A-0 |
| ③控制室 | A-0 | A-0 | A-0 | A-15 | A-60 | A-0 |
| ④失火危险较小的服务处所 | A-0 | A-0 | A-0 | A-0 | A-0 | A-0 |
| ⑤起居处所 | A-0 | A-0 | A-0 | A-0 | A-0 | A-0 |
| ⑥楼梯、走廊 | A-0 | A-0 | A-0 | A-0 | A-0 | A-0 |

5.1.7 凡遭受失火危险会招致平台塌陷的支承结构，应考虑结构防火措施。

5.2 消防设施

5.2.1 海上升压变电站应设自动消防设施，并应满足GB/T 51308 《海上风力发电场设计标准》和NB/T 31115 《风电场工程110kV~220kV海上升压变电站设计规范》的相关规定。

5.2.2 消防设施应根据环境条件、建筑物性质和使用要求，采取抗风、防结露或防冻等措施，应根据环境条件采用耐腐蚀产品。

5.2.3 自动消防设备应具有抗倾斜、抗振动的能力，并应具备相关海事认证。

5.2.4 海上升压站灭火系统选择宜符合表5.2.4的规定。

表 5.2.4 海上升压站灭火系统选择

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 区域 | 适宜的灭火系统 |
| 1 | 所有区域 | 各种类型的灭火器 |
| 2 | 主变室、柴油机房、柴油油罐室、电抗器室 | 细水雾灭火系统或泡沫灭火系统 |
| 3 | 开关柜室、GIS室、通信继保室、蓄电池室、低压配电室 | 细水雾灭火系统或气体灭火系统 |
| 4 | 避难室 | 细水雾灭火系统 |
| 5 | 直升机平台 | 消防水炮或泡沫系统 |

5.2.5 海上升压站同一时间内按1次火灾考虑，消防用水宜独立设置，由消防水箱供给。消防水箱储存一次灭火所需的全部水量。宜采用淡水，海上升压站平台上至少应配备一个符合《国际海上人命安全公约》中规定的国际通岸接头。

5.2.6 细水雾灭火系统应满足下列要求：

a) 细水雾灭火系统宜采用喷头工作压力不小于10MPa的泵式高压细水雾灭火系统。

b) 设备区宜采用开式灭火系统。

c) 设计参数可根据现行国家标准GB 50898 《细水雾灭火系统技术规范》的有关规定选用，现行国家标准GB 50898 《细水雾灭火系统技术规范》未有规定时宜根据火灾模拟试验确定。

d) 对主变压器、高抗等设备及其设置场所的防护喷头宜采用分层布置。

e) 设计喷雾时间为30min，开式系统的响应时间不应大于30s。闭式系统的配水管道充水时间不宜大于2min。

f) 设有高压细水雾灭火系统的海上升压变电站宜在平台每层楼梯处设置细水雾喷枪，以便救援人员使用。

g) 细水雾阀组需要配置密闭阀组箱，以对电动阀与球阀提供最大限度的保护。室外布置的阀箱要求户外防雨结构设计，材质应考虑户外防腐要求，管道及电缆均按照从箱体下方进线。阀组内接线盒防护等级不小于IP65。

h) 控制系统：系统应具有自动控制、手动控制、远程控制三种控制方式。

i) 喷头离高压套管上端裸露部分带电体的距离见下表：

**表5.2.6 细水雾设备与带电体之间的最小距离**

|  |  |
| --- | --- |
| 带电体额定电压等级(kV) | 安全净距(m) |
| 500 | 3.6 |
| 220 | 2.2 |
| 66 | 1.0 |
| 35 | 0.5 |

5.2.7 气体灭火系统应满足下列要求：

a) 对电气盘柜优先选用火探管式探火灭火系统。火探管灭火系统由火探管、储气钢瓶、瓶头阀等组成。保护范围涵盖海上升压站所有柜式电气设备：40.5kV开关柜、0.4kV低压配电柜、接地变及小电阻柜、GIS柜、应急配电盘、通信继保柜、站用变、细水雾泵组控制柜等。设备安装在电气盘柜旁侧或内侧，安装在旁侧时，不得影响检修通道。

b) 不应使用卤化烃灭火系统，严禁使用设计浓度高于人体毒性反应浓度的气体灭火剂。

c) 不宜使用对设备造成二次伤害的灭火剂。

d) 灭火剂应根据使用条件、维护频率设置必要的备用量。对于灭火系统的储存装置在72h内不能重装恢复运行的，其灭火剂应按系统原储存量的100%设置备用量。

5.2.8 降落式直升机平台，应设置一套独立的泡沫灭火系统，应符合现行国家标准GB 50151 《泡沫灭火系统设计规范》的有关规定，应优先选用寿命长，更换方便的泡沫灭火剂。

5.2.9 直升机甲板及附近配备和存放的消防设施应符合下列规定：

a) 配备总容量不少于45kg的干粉灭火器。

b) 配备总容量不少于18kg的二氧化碳灭火器或等效设备。

c) 对于设有消防水系统的海上升压变电站, 在直升甲板的两侧各设置一个消防软管站和水/泡沫两用炮式喷射器，保证上述设备在任何情况下足以喷射到直升机甲板的任何部位。炮式喷射器设置于消防炮平台上。

d) 配备1套固定式泡沫灭火系统，其能力按不少于6L/(min∙m3)配置，喷洒泡沫液时间至少10min，其防护面积为以直升机总长为直径的圆面积。

e) 在寒冷地区对泡沫液应采用防冻措施。

5.2.10 海上升压变电站灭火器布置，应满足下列要求：

a) 灭火器应布置在受火灾损坏的可能性最小且便于取用的位置。

b) 各层甲板应根据具体情况配置手提式灭火器, 其布置应使从甲板任何一点到达灭火器的步行距离不大于10m。每个设置点灭火器的数量至少为2具。

c) 在有潜在着火可能性的每层甲板上，距离楼梯3.0m范围内应设置2具干粉灭火器。

d) 在电气设备集中布置的封闭区域应至少设置1具二氧化碳灭火器。

e) 每台吊机或其附近应设置2具干粉灭火器。

5.2.11 海上升压变电站灭火器安装，应满足下列要求：

a) 应保证在一旦着火时人员易于到达和便于取用。

b) 灭火器应安装在人员可以看得见并不受阻碍的地方。

c) 手提式灭火器应安装在箱体内或托架上，顶部离地面高度不应大于1.5m，底部离地面高度不宜小于0.08m。室外布置的灭火器底部与甲板间应有足够距离，以防止盐水腐蚀。

5.2.12 海上升压站消防员装备配置，应满足下列规定：

a) 海上升压站宜配备不少于两套消防员装备箱。如配备直升机平台，则其中一套装备应设置于靠近直升机平台的位置，并应备有一根带金属钩、长3m的钩杆。

b) 每套消防员装备应包括防护服、消防靴、手套、头盔、有绝缘木柄的消防斧、能连续使用3h的手提式安全灯以及30min自持式空气呼吸器各1套。

5.2.13 海上升压站管路宜采用焊接方式连接。细水雾系统管道焊缝焊接完成并经外观检查合格、试压合格后需进行焊缝无损检测。具体按照GB 50235 《工业金属管道工程施工规范》执行。

5.3 电气防火

5.3.1 为阻止电缆着火延燃，应采取封、堵、隔等技术措施，对电缆托架、电缆井、架空地板下电缆通道及所有孔洞进行防火封堵，且需保证严密性。防火封堵不得低于现行规范和技术标准的要求。

5.3.2 电缆穿越舱壁或甲板处，及电缆进入柜体、配电箱处，应采用耐火材料封堵，其耐火等级不应低于被穿越部位围护结构的耐火等级，防火封堵的做法应满足现行规范和技术标准的要求。

5.3.3 海上升压站平台上的电缆应采用阻燃型电缆，消防、报警、应急系统及其相关回路的电缆应采用阻燃耐火型电缆。

5.3.4 电缆从室外进入室内的入口处，电缆竖井的出入口处，控制室与电缆夹层间均应采取防止电缆火灾蔓延的阻燃或分隔措施，并应根据升压站规模及重要性采取下列一种或数种措施：

a) 采用防火隔墙或隔板，并用防火材料封堵电缆通过的孔洞。

b) 电缆局部涂防火涂料或局部采用防火带、防火槽盒。

5.3.5 防火封堵和防火阻燃做法按DL/T 5707 《电力工程电缆防火封堵施工工艺导则》的要求执行。

5.3.6 用于防火分隔的材料产品应符合下列规定：

a) 防火封堵材料不得对电缆有腐蚀和损害，且应符合现行国家标准GB 23864 《防火封堵材料》的规定。

b) 防火涂料应符合现行国家标准GB 28374 《电缆防火涂料》的规定。

c) 用于电力电缆的耐火槽盒宜采用透气型，且应符合现行国家标准GB 29415 《耐火电缆槽盒》的规定。

d) 采用的材料产品应适应于工程环境，并应具有耐久可靠性。

5.4 火灾报警及消防广播系统

5.4.1 火灾自动报警和消防联动系统的设计应符合现行国家标准GB 50166《火灾自动报警系统施工及验收标准》和GB 50229《火力发电厂与变电站设计防火标准》的有关规定。

5.4.2 海上升压站火灾自动报警系统与陆上集控中心火灾自动报警系统应统一组网设计，并应在陆上集控中心实现对海上升压站的远程操作与监视。

5.4.3 应根据火灾部位和燃烧材料的特性，以及探测器的类型、灵敏度和响应时间，选择火灾探测器。

5.4.4 海上升压站电缆层装设的火焰探测器应避免阳光直射或反射影响报警准确性。

5.4.5 火灾自动报警系统应能与视频监控系统、消防广播系统、细水雾系统、电动防火阀、事故油罐电磁阀、平台状态信号灯、柴油发电机主副供油管阀门、柴油发电机油罐主油管阀门等设备联动，并应切除相关非消防电源。

5.4.6 重要的消防设备，如细水雾阀箱、消防水泵、防烟、排烟风机及排烟阀等，应在消防控制室内设置手动直接控制装置。

5.4.7 应设置1套消防广播系统，消防广播系统可以与公共广播系统兼用。系统应采用智能网络型，利用风电场内光纤传输网络，在陆上集控中心实现对海上升压变电站内广播的统一管理及控制。

5.4.8消防广播系统的设计应符合现行国家标准GB 50526 《公共广播系统工程技术规范》和GB 50166 《火灾自动报警系统施工及验收标准》的有关规定。

5.4.9火灾自动报警系统及消防广播系统的设备选型应满足所在海域的海洋环境条件，充分考虑防腐和防护等级要求。

5.5 通风、空调系统的防火、防烟及排烟

5.5.1 通风、空气调节系统的风管应采用不燃材料，宜采用不锈钢材料。

5.5.2 通风、空气调节系统的设备、风管和水管的绝热、消声材料及其粘结剂，宜采用不燃材料。

5.5.3 通风、空气调节管道在下列部位应设置防火阀：

a) 穿越防火分隔处。

b) 穿越通风、空气调节机房的舱壁和甲板处。

c) 穿越重要的或火灾危险性大的舱壁和甲板处。

5.5.4 防火阀应能自动操纵，也能人工关闭。防火阀上应装有指示器，以指明其是否打开或关闭。防火阀的耐火完整性应与舱壁或甲板一样。

5.5.5 通舱件穿防火分隔时，不得破坏防火分隔的完整性。当通过舱壁时，在舱壁绝缘层侧，长度不少于450mm，厚度不少于3mm。通舱件外应有防火绝缘层，该绝缘层应至少同管道通过的舱壁或甲板的耐火完整性一样。

5.5.6 管道穿舱处应进行防火封堵，防火封堵的耐火级别不得低于原分隔的耐火级别，防火封堵的做法应满足国家规范和技术标准的要求。

5.5.7 封闭楼梯间应采用自然通风系统，当不能设置自然通风系统时，应采用机械加压送风系统。

5.5.8 上部组块高度大于32m的海上固定平台内长度大于20m的疏散走道，其他长度大于40m的疏散走道应设置排烟设施。

5.5.9 走道排烟宜采用自然排烟系统，排烟口有效面积不小于走道面积的2%。当不能设置自然排烟系统时，应设置机械排烟系统。

5.5.10 其他未说明处应符合现行国家标准GB 51251 《建筑防烟排烟系统技术标准》、NB 31089 《风电场设计防火规范》、GB 51096 《风力发电场设计规范》、NB/T 31115 《风电场工程110kV~220kV海上升压变电站设计规范》的有关规定。

