ICS 27.180
CCS F 11

团 体 标 准

T/CEATEC XXX—XXXX

风力发电机组防火设计规范

Code for fire protection design of wind turbines

（征求意见稿）

XXXX-XX-XX 发布 XXXX-XX-XX 实施

中国欧洲经济技术合作协会 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 2
4 基本要求 3
5 风电机组防火区域 3
5.1 一般要求 3
5.2 防火分区划分 4
5.3 消防系统设置 4
6 风力发电机组消防系统组成 4
6.1 一般规定 4
6.2 火灾探测报警系统 5
6.3 手/自动启停控制系统 6
6.4 灭火装置系统 6
6.5 防火封堵系统 8
6.6 远程消防监控系统 8
7 安装、调试与运行维护 8
7.1 消防系统安装要求 8
7.2 消防系统调试要求 9
7.3 消防系统维护与保养 9

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国欧洲经济技术合作协会提出并归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

风力发电机组防火设计规范

1 范围

本文件规定了风力发电机组防火设计的基本要求、防火区域划分、消防系统组成及设置要求，以及消防系统安装、调试与运行维护等内容。

本文件适用于新建、改建和扩建的风力发电机组的防火设计。

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 4715 点型感烟火灾探测器
GB 4716 点型感温火灾探测器
GB 4717 火灾报警控制器
GB 8624 建筑材料及制品燃烧性能分级
GB 12791 点型火焰探测器
GB 13495.1 消防安全标志 第1部分：标志
GB 14287.5 电气火灾监控系统 第5部分：测量热解粒子式电气火灾监控探测器
GB 15631 特种火灾探测器
GB 16806 消防联动控制系统
GB/T 18451.1 风力发电机组 设计要求
GB/T 19666 阻燃和耐火电线电缆或光缆通则
GB 23864—2023 防火封堵材料
GB 26851 火灾声和/或光警报器
GB/T 25386.1 风力发电机组 控制系统 第1部分：技术条件
GB 28374—2025 电缆防火涂料
GB 31247 电缆及光缆燃烧性能分级
GB 50016 建筑设计防火规范
GB 50052 供配电系统设计规范
GB 50116 火灾自动报警系统设计规范
GB 50140 建筑灭火器配置设计规范
GB 50166 火灾自动报警系统施工及验收标准
GB 50263 气体灭火系统施工及验收规范
GB 50370 气体灭火系统设计规范
GB 51096 风力发电场设计规范
GB 55036 消防设施通用规范
GB 55037 建筑防火通用规范
GB/T 51308 海上风力发电场设计标准
XF 499.1 气溶胶灭火系统 第1部分：热气溶胶灭火装置
XF 578 超细干粉灭火剂
XF 602 干粉灭火装置
NB 31089 风电场设计防火规范

NB/T 10395 风电场运行规程

FM Approval Standard 4990—Wall & Floor Penetration Fire Stops(FM 认证标准 4990 墙体与楼板贯穿孔洞防火封堵系统)

UL 1479-Standard for Fire Tests of Penetration Firestops(贯穿孔洞防火封堵系统的火灾试验标准)

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 system

将风的动能转换为电能的系统。

注：本文件中简称“机组”。

[来源：GB/T 18451.1—2022，3.1，有修改]

3.2

风力发电机组消防系统 fire protection system of wind turbine generator system

安装在风力发电机组的机舱、塔架和轮毂内，能够探测火灾早期特征、发出火灾报警信号并自动启动灭火设备，防止火灾蔓延的系统。

注：本文件中简称“消防系统”。

3.3

火灾自动报警系统 automatic fire alarm system

探测火灾早期特征、发出火灾报警信号，为人员疏散、防止火灾蔓延和启动自动灭火设备提供控制与指示的消防系统。

[来源：GB 50116—2013，2.0.1]

3.4

火灾报警控制器 fire alarm control unit; fire control and indicating equipment

能够接收并发出火灾报警信号和故障信号，同时完成相应的显示和控制功能的设备。

注：火灾自动报警系统的控制中心。

[来源：GB 4717—2024，3.1，有修改]

3.5

防护区 protected area

满足火灾报警和全淹没灭火系统要求的有限封闭空间。

[来源：GB 50370—2005，2.1.1，有修改]

3.6

防护单元 protective unit

满足火灾报警和/或灭火控制要求的有限空间。

[来源：CECS 391:2014，2.0.1，有修改]

3.7

热气溶胶灭火装置 condensed aerosol fire extinguishing device

通过燃烧反应使热气溶胶发生剂产生热气溶胶灭火剂的灭火装置，通常由引发器、热气溶胶发生剂、发生器、冷却装置、反馈元件、外壳及与之配套的火灾探测装置和控制装置组成。

[来源：XF 499.1—2010，3.1，有修改]

3.8

超细干粉灭火装置 Ultra-fine dry powder fire extinguishing device
90%粒径小于或等于15 μm的固体粉末灭火剂。
[来源：XF 578—2023，3.1，有修改]

3.9

灭火设计密度 fire extinguishing design density
标准大气压与规定温度条件下，扑灭单位容积火灾所需灭火剂设计质量的设计质量。

3.10

感温自启动元件 automatic temperature-sensing starting element
无需外部电源，在环境温度达到其公称动作温度时自动引发灭火装置启动的温度敏感元件。

4 基本要求

4.1 机组防火设计应遵循“预防为主、防消结合、立足自救、智能防控”的原则，采用技术措施与管理措施相结合的综合防火方案。

4.2 防火设计应覆盖机组全寿命周期，包含设计、制造、工厂测试、现场安装、调试、运行、改造、退役各阶段。

4.3 应结合机组类型（双馈、直驱/半直驱、箱变上置机组等）、陆上/海上工况、塔筒高度、机舱布局、运行气象与环境条件开展火灾风险识别，合理确定火灾危险等级与消防设施配置。机组的基本设计应符合 GB/T 18451.1 的规定，控制系统应符合 GB/T 25386.1 的规定。

4.4 防火设计应优先保障运维人员人身安全，兼顾设备资产安全与电网安全，尽可能降低火灾蔓延、次生灾害及环境污染风险。

4.5 机组内部电气、液压、润滑等系统的选型应从源头降低起火概率；可燃介质、高温部件、带电部件应做隔离防护。润滑油、液压油管路应采取防泄漏、防喷射措施，避免泄漏介质接触高温表面。

4.6 机组内部装饰、保温、隔音等材料及制品的燃烧性能不应低于 GB 8624 规定的 B1 级；平台盖板等宜采用不燃材料。

4.7 机组内敷设的动力电缆和控制电缆应采用阻燃电缆，其燃烧性能等级不应低于 GB 31247 规定的 B2 级；极端情况下，为消防系统供电及传输信号的线缆应采用耐火电缆，并应符合 GB/T 19666 的规定。

4.8 海上机组防火设计应充分考虑外部救援难以抵达的现实条件，强化机组自身探测报警与自动灭火能力；同等部位火灾危险等级宜提高一档校核。海上机组的消防系统设计还应符合 GB/T 51308 的相关规定。

4.9 机组所选用的消防产品应与机组振动、高低温、盐雾、风沙、高湿等运行环境相适应。火灾探测报警类产品应取得强制性产品认证证书；灭火装置、灭火剂等产品应具有有效的型式检验报告。消防产品现场应用前，应提供满足机组环境适应性要求的证明材料。

4.10 机组应配置与消防系统联动的停机及散热风机控制逻辑，消防联动信号应接入机组主控系统与安全链；消防联动逻辑不应影响机组安全链的独立动作。

4.11 机组消防系统的设计、施工及验收除应符合本文件外，还应符合 GB 55036、GB 55037、GB 50116、GB 50370、GB 50166、GB 50263 及 NB 31089《防止电力生产事故的二十五项重点要求（2023 版）》等的有关规定。

5 风电机组防火区域

5.1 一般要求

5.1.1 根据机组的结构特点并综合现有机组制造商的技术特点，应对双馈机组、直驱/半直驱机组和箱

变上置机组的防护区进行防火分区划分。

5.1.2 机舱区域和塔基平台内集成了多台相对独立的电气设备。虽然电气设备均放置在机舱或塔基平台的共同区域内，但仍应对火灾隐患较高的电气设备设置独立的防护单元。火灾隐患较高的电气设备包括：变流柜（机侧 / 网侧）、主控柜、变桨控制柜（轮毂）、环网柜、配电柜、辅助变压器柜、电容柜、制动斩波柜、并网开关柜、UPS 电源柜、蓄电池柜，以及内部含有 IGBT 功率模块、直流母排、接触器、熔断器、高压电容等发热功率器件的各类柜体。

5.1.3 轮毂内设有变桨控制柜等电气设备的机组，应将轮毂空间纳入防火设计范围，并入防护区 B 管理。

5.2 防火分区划分

5.2.1 机组防火分区应按表 1 划分。

表 1 风力发电机组防火分区划分

防护区	范围	火灾危险等级
防护区A	机舱大空间（含机舱平台底板下部）（下方线束有风险）（两个进行区分）	高
防护区B	各类电气柜（含变流柜、主控柜、变桨控制柜、环网柜、配电柜、辅变柜等）	高
防护区C	机组内部变压器（含箱变上置机组上置变压器、（干式变压器、油浸式变压器分别配置））	高
防护区D	塔筒内各平台及竖向电缆通道	中

5.2.2 防护区 B、防护区 C 内的电气设备可按相对独立性进一步划分为若干防护单元，每个防护单元应能独立探测、独立灭火。

5.3 消防系统设置

5.3.1 根据机组的结构特点，不同的防护区域和防护单元应设置相应的自动消防系统。

5.3.2 防护区 A 应配置火灾探测报警系统、手/自动启停控制装置及超细干粉灭火装置或热气溶胶灭火装置。机舱平台底板下部空间应作为防护区 A 的子空间，应单独配置火灾探测，同时灭火装置应兼顾覆盖机舱大空间及机舱平台底板下部空间；当底板下部空间与机舱大空间之间存在有效防火分隔时，底板下部空间应独立配置探测及灭火装置。

5.3.3 防护区 B 应配置火灾探测器及热气溶胶灭火装置；每个防护单元（轮毂不宜加探测）宜独立配置探测与灭火装置。

5.3.4 防护区 C 应配置火灾探测报警系统、手/自动启停控制装置。变压器宜按干式变压器、油浸式变压器分别划分独立防护单元，并配置对应的灭火装置：

a) 干式变压器：可采用热气溶胶灭火装置或超细干粉灭火装置；变压器应设置独立隔离室，耐火隔板耐火极限不应低于 1.00 h.；

b) 油浸式变压器：宜采用超细干粉灭火装置；当布置于机组机舱、塔筒内部时，油浸式变压器应采用 K 级及以上绝缘液体；应设置防泄漏、集油挡油设施，防止绝缘液体扩散蔓延国家能源局。陆上机组塔筒、机舱内部不宜采用油浸式变压器。

5.3.5 防护区 D 应在每层平台动力电缆穿孔位置设置防火封堵，并宜在塔基平台设置火灾探测报警装置。

6 风力发电机组消防系统组成

6.1 一般规定

6.1.1 机组消防系统应由火灾探测报警系统、手/自动启停控制系统、灭火装置系统、防火封堵系统及远程消防监控系统组成。

6.1.2 各系统应结合防火分区内的起火风险合理设置；系统设备选型应与机组安装地域的环境条件和运行工况相适应，必要时应采取加温或降温措施。

6.1.3 消防系统可由备用电池维持 8h 供电；机组断电工况下，灭火装置应能通过感温自启动元件实现自启动（见 6.4.2）。

6.2 火灾探测报警系统

6.2.1 火灾探测报警系统应由感烟探测器、感温探测器、火焰探测器、热解粒子探测器、声光报警器及消防控制器等组成。

6.2.2 防护区 A、防护区 C 内应设置不少于两种不同探测原理的火灾探测器，其中应包含感温探测器；防护区 B 各防护单元应至少设置一种被动灭火装置。

6.2.3 火灾探测器产品应分别符合 GB 4715、GB 4716、GB 12791、GB 15631 及 GB 14287.5 的相应规定。

6.2.4 点型感烟探测器

典型感烟探测器应符合以下要求：

c) 点型感烟探测器监测被防护区域内烟雾浓度变化，当区域烟雾浓度异常升高达到探测器响应阈值时，向消防控制器发送报警信号；

d) 点型感烟探测器应符合 GB 4715 的规定；

e) 点型感烟探测器布置时，应结合风场所处地理环境配套防沙网及金属屏蔽罩使用；多尘、油雾环境应采取防误报措施或选用抗污染型产品。

6.2.5 点型感温探测器

点型感温探测器应符合以下要求：

a) 点型感温探测器监测防护区域内温度，当环境温度达到探测器动作温度或满足响应时间特性时，向消防控制器发送报警信号；

b) 点型感温探测器应符合 GB 4716 的规定；

c) 布置在工作环境温度大于 50 ℃部位的点型感温探测器，应选用 A2 类或更高应用类别的感温探测器；

d) 点型感温探测器宜靠近齿轮箱、发电机、刹车盘等高温部件布置，且不应受部件正常运行温升影响而误动作。

6.2.6 火焰探测器

火焰探测器应符合以下要求：

a) 机舱等具有明火燃烧风险的防护区可设置点型火焰探测器；

b) 点型紫外火焰探测器应符合 GB 12791 的规定，点型红外火焰探测器应符合 GB 15631 的规定；火焰探测器产品标准统一后，应符合 GB 12791 最新版本的规定；

c) 火焰探测器的布置应避免阳光、灯光直射探测窗口，探测视角应覆盖齿轮箱、发电机、液压站等监控对象，且不应有遮挡；

d) 火焰探测器宜与感烟、感温探测器组成复合探测逻辑，以降低误报率。

6.2.7 热解粒子探测器

热解粒子探测器应符合以下要求：

a) 热解粒子探测器用于电气柜等封闭空间内绝缘材料受热热解的早期探测，监测被保护区域中的热解粒子变化并向消防控制器发送报警信号；

b) 热解粒子探测器应符合 GB 14287.5 的规定；

c) 热解粒子探测器宜布置于柜内上部热解粒子易聚集的部位；

d) 热解粒子探测器的报警信号应接入消防控制器，作为电气火灾隐患预警信号；其报警阈值应可调，并与柜内正常运行温升相适应。

6.2.8 声光报警器

声光报警器应符合以下要求：

a) 在接收到火灾探测系统或消防控制器发出的报警信号后，声光报警器应联动发出提示警报音及闪光，提醒机组内人员撤离；

b) 声光报警器应符合 GB 26851 的规定；

c） 声光报警器应在机舱入口处、塔基入口处及各层塔筒平台设置；其声压级应符合 GB 50116 的规定。

6.2.9 消防控制器

6.2.9.1 布置位置

消防控制器应布置在机舱/塔基入口处，方便消防系统在车间内的安装调试及现场操作。

6.2.9.2 功能

消防控制器应集成火灾报警和灭火控制的双重功能，可实现防护区的火灾探测、火灾报警及灭火装置的控制等功能。控制器应具备以RJ45通信接入光纤环网的能力；在软件响应上应具备联网校时功能，（被动）以及向集控后台设备上传报警事件并接受控制要求的功能。消防控制器产品应符合GB 4717及GB 16806的规定。

6.2.9.3 报警信号

报警信号应符合以下：

a） 预警：消防系统内任一探测器报警；

b） 主报警：消防系统内两种不同类型的探测器同时报警，灭火装置动作后反馈信号；

c） 故障：消防系统设备故障。

6.2.9.4 联动逻辑

联动逻辑应符合：

a） 消防控制器接收到防护区内任意第一个探测器报警信号，产生预警信号后，应报预警，启动防护区域内的火灾声光警报器，警示处于防护区域内的人员撤离；同时联动音视频系统，提醒值守人员确认火情；

b） 消防控制器接收到第二个不同类型探测器的火灾报警信号后，应确认火警，联动控制机组停机、关闭散热风机，并根据人员安全撤离防护区的需要，延时不大于 30 s 后启动灭火装置实现灭火，火警确认后，即使前期触发预警的第一路探测器报警信号复位消除，火警状态、停机及延时计时过程不应自动撤销；只有手动复位消防控制器后方可清除火警状态；

c） 延时期间，应能经人工确认后中止灭火装置启动；

d） 灭火装置动作后，消防控制器应接收其反馈信号并发出喷洒警报。

6.3 手/自动启停控制系统

6.3.1 机组机舱入口处应设手动与自动控制的转换装置及紧急启动/停止控制装置。当人员进入防护区时，应能将消防系统转换为手动控制方式；当人员离开时，应能恢复为自动控制方式。当人员在现场发现火灾时，应能手动启动灭火装置灭火；当人员在现场发现消防系统误动作时，在延时结束前应能手动停止灭火装置启动。

6.3.2 火灾报警及灭火控制系统和机舱入口处设置的手/自动启停控制装置，应清晰显示其手动或自动控制方式的工作状态以及启动、停止的工作状态。

6.3.3 紧急启动/停止按钮的安装高度宜为 1.3 m～1.5 m，并应采取防止误操作的措施。

6.4 灭火装置系统

6.4.1 适用范围

6.4.1.1 根据现有灭火装置的技术能力及特点，可适配机组消防要求的自动灭火装置主要为 ABC 超细干粉灭火装置、热气溶胶灭火装置以及部分气体灭火装置。

6.4.1.2 热气溶胶灭火装置适用于密封性较好的空间，如机舱、干式变压器、油浸式变压器及各类电气柜。

6.4.1.3 超细干粉灭火装置适用于机舱及油浸式变压器。

6.4.1.4 干粉灭火装置应符合 XF 602 的规定，热气溶胶灭火装置应符合 XF 499.1 的规定，超细干粉灭火剂应符合 XF 578 的规定。

6.4.1.5 灭火装置喷放不应对人员造成不可逆伤害；防护区入口处应设置灭火系统喷放警示标志，标志应符合 GB 13495.1 的规定。

6.4.2 感温自启动元件

6.4.2.1 由于机组受风场电网调度影响，消防系统有部分时间处于断电状态，为保证紧急状态下消防系统灭火装置的工作能力，所有布置在机组内的灭火装置均应配置感温自启动元件。

6.4.2.2 感温自启动元件可选用热敏线或感温磁发电装置；其公称动作温度应高于防护区正常运行最高环境温度，并与防护区火灾场景相匹配。

6.4.2.3 感温自启动元件的布置应覆盖防护区内主要起火危险部位，其动作应能可靠引发灭火装置。

6.4.3 ABC 超细干粉灭火装置

6.4.3.1 设计用量

a) 全淹没应用时，防护区超细干粉灭火设计用量应按式（1）计算：

$$m=C\times V \quad \text{——————————————（1）}$$

式中：

m——灭火设计用量，单位为千克（kg）；

C——灭火设计浓度，单位为千克每立方米（kg/m³）；

V——防护区净容积，单位为立方米（m³）。

b) 灭火设计浓度不应小于灭火浓度的 1.2 倍；灭火浓度应按 XF 578 规定的试验方法经检验确定，并以型式检验报告标称值为依据；

c) 防护区存在不能关闭的开口时，应对开口流失进行补偿，或采取开口自动关闭措施，参考 GB 5037 防护区开口补偿原则；

d) 局部应用时，设计用量应按保护对象的体积法或面积法经计算确定，且不应低于产品型式检验报告标称的保护范围。

6.4.3.2 参数要求

a) 灭火装置的喷射时间、喷射剩余率、充装质量偏差等参数应符合 XF 602 的规定；

b) 电启动装置的启动电压、启动电流应与消防控制器的输出相匹配；

c) 灭火装置应设置动作反馈元件，反馈信号应接入消防控制器；

d) 同一防护区内设置多台灭火装置时，装置应能同时启动，其动作响应时差不应大于 2 s，参考 GB 50370 预制灭火装置同步启动要求；

e) 灭火装置的工作环境温度范围应覆盖机组运行环境温度。

6.4.4 热气溶胶灭火装置

6.4.4.1 设计用量

a) 全淹没应用时，防护区热气溶胶灭火设计用量应按式（2）计算：

$$m=D\times V \quad \text{——————————————（2）}$$

式中：m——灭火设计用量，单位为千克（kg）；

D——灭火设计密度，单位为千克每立方米（kg/m³）；

V——防护区净容积，单位为立方米（m³）。

b) 灭火设计密度不应小于灭火密度的 1.3 倍；灭火密度应按 XF 499.1 规定的试验方法经检验确定，并以型式检验报告标称值为依据；

c) 防护区净容积应按防护区容积扣除永久性固定构件体积后确定，灭火密度应按 XF 499.1。

6.4.4.2 参数要求

参数要求应符合：

a） 充装气溶胶发生剂质量大于 1 kg 的灭火装置，在 20 ℃±5 ℃试验条件下，其喷射时间不应大于 120 s；充装气溶胶发生剂质量小于或等于 1 kg 的灭火装置，其喷射时间不应大于 40 s，应符合 XF 499.1；

b） 采用电引发器的灭火装置充装额定质量的气溶胶发生剂，在 20 ℃±5 ℃试验条件下，其喷射滞后时间不应大于 5 s；

c） 限温型灭火装置充装额定质量的气溶胶发生剂，在 20 ℃±5 ℃试验条件下，喷射时距喷口 5 mm 处的温度：落地式灭火装置不应超过 180 ℃，悬挂式灭火装置不应超过 200 ℃，应符合 XF 499.1；

d） 灭火装置应具备动作反馈功能；同一防护区内设置多台灭火装置时，装置应能同时启动，其动作响应时差不应大于 2 s，参考 GB 50370 预制灭火装置同步启动要求；

e） 热气溶胶发生剂应在产品使用说明书规定的有效期内使用。

6.5 防火封堵系统

6.5.1 塔筒内电缆穿越平台（以动力电缆为主）、机舱底板、隔板、电气盘柜电缆进出口等部位的孔口及缝隙，应采用防火封堵材料或防火封堵组件进行封堵，在防火封堵两侧电缆上涂刷电缆防火涂料，涂刷长度≥1 m；控制线缆单根小孔径穿舱开孔可豁免整体封堵，但孔洞间隙应采取防窜烟措施；应预留后期检修用机械封堵接口。

6.5.2 防火封堵材料应符合 GB 23864 的规定，还应取得消防产品认证证书、以及 UL 1479、FM 4990 认证证书，并应适应机组振动、温差变形及湿热、盐雾等环境条件；封堵组件的耐火性能不应低于 1.00 h。

6.5.3 电缆贯穿孔口的电缆填充率不应大于封堵组件型式检验或防火封堵材料委托测试或防火封堵材料 UL 1479 标准测试时的电缆填充率。

6.5.4 封堵施工完成后应进行检查，封堵应密实、无裂缝、无脱落；检修拆装电缆后应及时恢复封堵。

6.6 远程消防监控系统

6.6.1 风电场中控室应设置远程消防监控系统。远程消防监控系统可监控整个风场内各机组消防系统情况，可查看消防控制器、探测器工作及报警状态，且具备远程启动、停止、复位及消音能力。

6.6.2 机组消防系统与远程消防监控系统之间通信宜采用 Modbus 协议，也可采用风电行业通用的其他工业通信协议；消防系统各类状态、报警信号应通过机组具备安全隔离能力的网关或主控隔离接口完成与机组主控系统的数据交互，不应采用网线直接将消防控制器接入机组主控网络端口。安装于爆炸危险区域的消防通信接口与设备，应匹配对应危险区域等级，机舱、轮毂内消防相关电子设备宜满足 1 区或 2 区危险区域使用要求；通信链路应具备对时功能。

6.6.3 远程消防监控系统应具备向第三方系统传输报警信号的功能。

6.6.4 远程消防监控系统应能记录并存储报警、故障、操作等事件信息，存储时间不应少于 1 年。

6.6.5 远程消防监控系统的供电应可靠，宜配置不间断电源。

7 安装、调试与运行维护

7.1 消防系统安装要求

7.1.1 消防系统安装应由具备相应能力的单位实施。安装前应对消防产品的认证证书、型式检验报告、外观及配件进行查验，合格后方可安装。

7.1.2 消防系统安装不应改变机组原有结构强度、电气绝缘及电磁兼容性能；安装孔洞、支架应采取防腐及减振措施。

7.1.3 探测器的安装位置应避开散热风道直吹、油雾直喷及振动剧烈部位；探测器的安装间距与保护半径应符合 GB 50116 的规定，安装质量应符合 GB 50166 的规定。

7.1.4 灭火装置应固定牢靠并采取防松措施；喷口方向应避开人员通道及敏感设备；装置铭牌及警示标志应朝外可视。

7.1.5 消防系统线路应采用阻燃耐火线缆，穿金属管或封闭金属线槽敷设，并应与动力电缆分开敷设；线路穿越平台处应按 6.5 的要求进行封堵。

7.1.6 消防系统金属外壳及支架应与机组等电位联结可靠连接。
7.1.7 手/自动转换装置及紧急启停装置应安装在机舱入口及塔基入口的明显位置，安装高度宜为 1.3 m～1.5 m。
7.1.8 安装完成后应形成安装记录，记录内容应包括产品型号、编号、安装位置、安装日期及安装人员等。

7.2 消防系统调试要求

7.2.1 消防系统应在安装完成、线路绝缘及接地检验合格后进行调试；调试前应编制调试方案。
7.2.2 单机调试应包括探测器报警功能、声光警报器功能、消防控制器报警及控制功能、手/自动转换及紧急启停功能；调试方法及合格判据应符合 GB 50166 的规定。
7.2.3 联动调试应采用模拟试验方法：以模拟负载替代灭火装置启动回路，验证“预警—火警—停机—延时—启动”联动逻辑、远程监控功能及信号反馈；调试过程中不应实际喷放灭火剂。
7.2.4 调试完成后应将系统恢复至自动监视状态，并形成调试记录。消防系统的验收应按 GB 50166、GB 50263 及 CECS 391:2014 的规定执行。

7.3 消防系统维护与保养

7.3.1 风电场应建立消防系统维护管理制度，消防系统的维护管理应纳入风电场运行规程体系，并符合 NB/T 10395 的规定。
7.3.2 日常巡检应结合机组巡检开展，内容包括系统外观、状态指示、故障信息及防护区封堵完好性。
7.3.3 每年应至少进行一次全面检查与功能试验，内容包括：

a) 探测器报警功能抽测；
b) 消防控制器自检及备用电源检查；
c) 灭火装置外观、有效期及反馈元件检查；
d) 感温自启动元件外观检查；
e) 远程监控功能试验及联动功能模拟试验。

7.3.4 感烟探测器应按产品使用说明书的要求清洗或更换；灭火装置动作后或达到规定使用期限时，应由制造商或具备相应能力的单位更换或重新充装。
7.3.5 维护与保养应形成记录并归档保存，记录保存期限不应少于 5 年。
7.3.6 发生误报警、误动作时，应分析原因并采取纠正措施；更换的备品备件应与在用产品型号一致。