团体标准

发 布

中国电机工程学会

20XX—XX—XX实施

20XX—XX—XX发布

±800kV特高压直流工程换流站

消防设计导则

Guide for design of fire protection for ±800kV converter station

（征求意见稿）

T/CSEE XXXX—YYYY

代替 T/XXXX

ICS 19.020

CCS K85

目 次

前言 II

1　范围 1

2　规范性引用文件 1

3　术语和定义 1

4　总则 1

5　建（构）筑物火灾危险性分类及耐火等级 2

6　防火间距和消防车道 2

7　建（构）筑物的安全疏散和建筑构造 3

8　换流站工艺系统 4

9　消防给水和灭火设施 7

10　采暖、通风及空气调节 9

11　消防供电与应急照明 10

12　火灾自动报警与消防联动控制 11

前 言

本文件按照《中国电机工程学会标准化管理办法》、《中国电机工程学会标准化管理办法实施细则》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》的规定起草。

本文件代替T/CSEE 0030—2017《±800kV特高压直流工程换流站消防设计导则》，与T/CSEE 0030—2017相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

a）根据GB 50229—2019《火力发电厂与变电站设计防火标准》修编情况，更新了建（构）筑物火灾危险性分类、耐火等级（见5章）、防火间距（见6.2）；

b）更新了建筑物的建筑构造防火设计要求（见7章）；

c）根据特高压换流站消防提升研究成果，增加了贮油设施及排油管道设计（见8.4）、换流变压器 阀侧套管防火封堵（见8.5）、换流变压器隔声罩技术要求（见8.6.3）、换流变压器应急排油系统（见8.6.4）、固定式压缩空气泡沫灭火系统（见9.2.1）、水喷雾灭火系统提升措施（见9.2.2）；

d）增加了排烟设施与防火阀的配置要求（见10章）；

e）更新了火灾自动报警与消防联动控制（见12章）；

f）删除了换流变压器消防设计指导书、阀厅消防系统设计指导书、阀厅火灾探测系统设计指导书（见2017年版的附录A、附录B、附录C）。

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变电专业标准委员会技术归口并解释。

本文件起草单位：国网经济技术研究院有限公司、中国电力工程顾问集团华东电力设计院有限公司、中国电力工程顾问集团中南电力设计院有限公司。

本文件主要起草人：XXX、张谢平、唐珏菁、江存、汪见南、王晓雨、李小清、余贵强、宁雪姣、李鹏。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——2018年2月首次发布；

——本次为第一次修订。

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）。

±800kV特高压直流工程换流站消防设计导则

1. 范围

本文件规定了±800kV特高压直流工程换流站建（构）筑物的火灾危险性分类及耐火等级，站区总平面布置，建（构）筑物的安全疏散和建筑构造，工艺系统，消防给水、灭火设施，采暖、通风及空气调节，消防供电与应急照明、火灾自动报警及消防联动控制的消防设计要求。

本文件适用于±500 kV～±1100 kV电压等级采用电网换相换流器且海拔3000m及以下的高压直流换流站新建、扩建、改建工程的消防设计，其他电压等级或海拔3000m以上的换流站工程可参考执行。

1. 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 22134　火灾自动报警系统组件兼容性要求

GB 50016　建筑设计防火规范

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 50219　水喷雾灭火系统设计规范

GB 50229-2019　火力发电厂与变电站设计防火标准

GB/T 50789　±800 kV 直流换流站设计规范（2022版）

GB 50974　消防给水及消火栓系统技术规范

DL 5056　变电站总布置设计技术规程

Q/GDW 12034.1　特高压换流站固定式压缩空气泡沫灭火系统第1部分：通用技术要求

Q/GDW 12034.2　特高压换流站固定式压缩空气泡沫灭火系统第2部分：设计

Q/GDW 12383　特高压换流变压器隔声罩技术条件

1. 术语和定义

GB 50116、GB 50229、GB 50974 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

防火封堵系统 **penetration firestop system**

采用大封堵与小封堵相结合的构造方式，由几种不同防火封堵材料及其支撑等构成的组合封堵体。

1. 总则

4.1 高压直流换流站的消防设计应结合工程具体情况，积极采用新技术、新工艺、新材料和新设备，做到安全可靠、技术先进、经济合理、环境友好。

4.2 高压直流换流站的消防设计除应执行本规程外，尚应符合国家、行业现行有关标准的规定。

1. 建（构）筑物火灾危险性分类及耐火等级

建（构）筑物的火灾危险性分类及耐火等级应符合表1的规定。当不同使用用途的变配电部分布置在一幢建筑物或联合建筑物内时，则其建筑物的火灾危险性分类及其耐火等级除另有防火隔离措施外，按火灾危险性类别高者选用。

表1　建（构）筑物火灾危险性分类及耐火等级

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 建筑物、构筑物名称 | | 火灾危险性分类 | 最低耐火等级 |
| 1 | 控制楼、阀厅 | | 丁 | 二级 |
| 2 | 继电器室 | | 丁 | 二级 |
| 3 | 配电装置室（楼） | 单台设备充油量 60 kg 以上 | 丙 | 二级 |
| 单台设备充油量 60 kg 及以下 | 丁 | 二级 |
| 无含油电气设备 | 戊 | 二级 |
| 4 | 综合水泵房、取水泵房（或深井泵房）、雨淋阀间压缩空气泡沫 设备间、选择阀室、消防小室 | | 戊 | 二级 |
| 5 | 空冷器室 | | 戊 | 二级 |
| 6 | 水处理室 | | 戊 | 二级 |
| 7 | 事故油池 | | 丙 | 一级 |
| 8 | 检修备品库 | 有含油设备 | 丁 | 二级 |
| 无含油设备 | 戊 | 二级 |
| 9 | 备用干式平波电抗器室 | | 戊 | 二级 |
| 10 | 户内直流开关场空调设备间 | | 戊 | 二级 |
| 11 | 油浸变压器室 | | 丙 | 一级 |
| 12 | 气体或干式变压器室 | | 丁 | 二级 |

1. 防火间距和消防车道

6.1 站区建（构）筑物防火间距和消防车道布置应符合GB/T 50789、GB 50229、DL/T 5056的有关规定。

6.2 站内建（构）筑物及设备的防火间距不应小于表2的要求。

6.3 总油量为2500 kg及以上的并联电容器组或箱式电容器，相互之间的防火间距不应小于5 m，当间距不满足该要求时应设置防火墙。

6.4 油量为2500 kg及以上的屋外油浸变压器或高压电抗器与油量600 kg以上的带油电气设备之间的防火间距不应小于5 m。

6.5 建（构）筑物防火间距应按相邻建（构）筑物外墙的最近水平距离计算，如外墙有凸出的可燃或难燃构件时，则应从其凸出部分外缘算起；变压器之间的防火间距应为相邻变压器外壁的最近水平距离；变压器与带油电气设备的防火间距应为变压器和带油电气设备外壁的最近水平距离；变压器与建筑物的防火间距应为变压器外壁与建筑外墙的最近水平距离。

6.6 相邻两座建筑较高一面的外墙如为防火墙时，其防火间距不限；两座一、二级耐火等级的建筑，当相邻较低一面外墙为防火墙且较低一座建筑屋顶无天窗，屋顶耐火极限不低于1.00 h，或相邻较高一面外墙的门、窗等开口部位设置甲级防火门、窗或防火分隔水幕时，其防火间距不应小于4 m。

6.7 屋外配电装置间距应为设备外壁的最近水平距离。

6.8 消防道路的宽度不应小于4 m，转弯半径应满足消防车转弯的要求。

表2　建（构）筑物及设备的防火间距（m）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 建（构）筑物、设备名称 | | 丙、丁、戊类生产建筑  耐火等级：  一、二级 | 屋外配电装置油量a（t） | | 油浸变压器、油浸电抗器单台设备油量b（t） | | | | | 可燃介质电容器 | 事故油池 | 生活建筑  耐火等级：  一、二级 |
| a＜1 | a≥1 | 5≤b≤10 | | 10＜b≤50 | | b＞50 |
| 丙、丁、戊类生产建筑  耐火等级：一、二级 | | 10 | — | 10 | 10 | | | | | 10 | 5 | 10 |
| 屋外配电装置油量a（t） | a＜1 | — | — | | 见第6.4条 | | | | | 10 | 5 | 10 |
| a≥1 | 10 |
| 油浸变压器、油浸电抗器单台设备油量b（t） | 5≤b≤10 | 10 | 见第6.4条 | | 见表3 | | | | | 10 | 5 | 15 |
| 10＜b≤50 | 20 |
| b＞50 | 25 |
| 可燃介质电容器 | | 10 | 10 | | 10 | | | | | 见第6.3条  5 | 5 | 15 |
| 事故油池 | | 5 | 5 | | 5 | | | | | 5 | — | 10 |
| 生活建筑  耐火等级：一、二级 | | 10 | 10 | | 15 | 20 | | 25 | | 15 | 10 | 6 |
| 注：本表中“—”为不做要求。 | | | | | | | | | | | | |

表3　站内单台油量为2500kg及以上的屋外油浸变压器之间、屋外油浸电抗器之间的最小间距

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 电压等级 | 最小间距（m） | 电压等级 | 最小间距（m） |
| 35 kV及以下 | 5 | 220 kV及330 kV | 10 |
| 66 kV | 6 | 500 kV及750 kV | 15 |
| 110 kV | 8 | 1000 kV | 17 |
| 注：换流变压器的电压等级应按交流侧的电压选取。 | | | |

1. 建（构）筑物的安全疏散和建筑构造
   1. 阀厅

7.1.1 阀厅整体及部件的设计除满足使用功能要求外，尚应符合建筑防火要求。

7.1.2 阀厅、控制楼、户内直流开关场等建筑毗邻布置时可按同一建筑物划分防火分区，每个防火分区的安全出口不应少于2个。每个防火分区之间应采用防火墙分隔，防火墙上不应开设门、窗、洞口。确需要开设时，应设置不可开启的甲级防火窗或火灾时能自动关闭的甲级防火门窗。

7.1.3 阀厅与换流变压器、油浸式平波电抗器之间的防火墙，其耐火极限不应低于3.00 h。阀厅的柱采用不燃性材料，耐火极限不应小于2.50 h，梁耐火极限不应小于1.50 h，屋顶承重构件的耐火极限不应小于1.00 h；作为防火墙承重结构的梁、柱的耐火极限不应低于防火墙的耐火极限。

* 1. 控制楼

7.2.1 控制楼的出入口、走道及楼梯设置应符合下列规定：

1. 首层出入口布置应满足控制楼的安全疏散要求，主出入口应与站区主要道路衔接；
2. 控制楼各层的功能用房与楼梯之间应通过走道进行联系，走道布置应满足安全疏散的要求；
3. 楼梯间应能天然采光和自然通风，并宜靠建筑外墙设置；当没有天然采光和自然通风时，应设置机械加压送风系统或采用防烟楼梯间；
4. 控制楼各出入口、走道、楼梯等部位应设置灯光疏散指示标志和消防应急照明灯具。

7.2.2 控制楼各建筑构件的燃烧性能和耐火极限应符合下列规定：

1. 与阀厅相邻的控制楼墙体应为防火墙，防火墙上的门窗应采用不可开启的甲级防火窗或火灾时能自动关闭的甲级防火门窗，管线开孔封堵应符合第7.1.4条的相关规定。
2. 控制楼内交流配电室、蓄电池室、空调设备间及楼梯间的墙体宜为不燃材料且耐火极限不应小于2.00 h，楼板耐火极限不应小于1.50 h；主控室、控制保护设备室、通信机房、阀冷却设备室的墙体宜为不燃材料且耐火极限不应低于0.50 h，楼板耐火极限不应低于1.00 h；疏散走道两侧隔墙耐火极限不应小于1.00 h。
3. 控制楼室内顶棚装修材料燃烧性能应为A级；主控室、阀冷设备间、空调设备间、控制保护设备室、蓄电池室、通信机房、站控辅助设备室、排烟机房及疏散楼梯间内墙面装修材料燃烧性能应为A级，其余房间内墙面装修材料燃烧性能不应低于B1级；控制室、空调设备间、排烟机房、配电室、通信机房、蓄电池室、无窗的控制保护设备室、无窗的站控辅助设备室和疏散 楼梯间地面装修材料燃烧性能应为A级，其余房间地面装修材料燃烧性能不应低于B1级。
   1. 其他建筑物

7.3.1 户内直流场、GIS室、站用电室、继电器室、综合水泵房、消防泵房、取水泵房（或深井泵房）、泡沫消防设备间、选择阀室、雨淋阀室、阀外冷设备间、检修备品库、专用品库、换流变压器组装（或检修）厂房、备用干式平波电抗器室等其他建筑物的火灾危险性类别及耐火等级应符合表1规定。建筑物的整体及部件的设计除满足使用功能要求外，其燃烧性能和耐火极限尚应符合建筑防火要求。

7.3.2 建筑面积超过250 m2控制室、通信机房、配电装置室、电容器室、阀厅、户内直流开关场、电缆夹层，其疏散门不宜少于2个。

7.3.3 配电装置室、继电器室、阀冷却设备室、暖通空调设备室、供水及消防设备室等建筑物通向室外安全区域的疏散门可采用普通钢质门。

1. 换流站工艺系统
   1. 换流变压器及其他带油设备

8.1.1 换流变压器应设置贮油设施，并将事故油排至总事故油池。贮油设施应大于设备外廓每边各1 m，其容积应能容纳设备油量的20%。

8.1.2 当阀侧套管采用插入阀厅布置时，阀厅靠近换流变压器侧墙体设置为防火墙，防火墙的耐火极限不应低于3.00 h。

8.1.3 单台容量为125 MVA及以上的油浸变压器、特高压换流站内160 Mvar及以上的油浸电抗器应设置固定灭火系统，备用相不设置固定式灭火系统。

8.1.4 当换流变压器采用固定式压缩空气泡沫灭火系统时应满足Q/GDW 12034.1、Q/GDW 12034.2的有关规定。

* 1. 换流阀

8.2.1 阀厅内的所有设备均应采用无油化设计。

8.2.2 换流阀在设计、制造、安装上应能消除任何原因导致的火灾，以及火在阀内蔓延的可能性。换流阀光纤阻燃特性应不低于UL94-HB，并采取适当措施防止火势沿光纤蔓延。

8.2.3 晶闸管电子设备单元设计应合理，不存在产生过热和电弧的隐患；载流回路的设计应考虑足够的安全系数。

8.2.4 阀塔内相邻的元件之间和光纤通道的节间可设置阻燃的防火板，或其他防火措施，防止火灾在相邻元件之间以及光纤通道的节间蔓延。

8.2.5 阀冷却系统应安全可靠，避免因漏水、冷却水中含杂质以及冷却系统腐蚀等原因导致的电弧和火灾。

* 1. 电缆及电缆敷设

8.3.1 在火灾发生概率较高、灾害影响较大的场所，明敷电缆应选用具有阻燃性或低烟、低毒的阻燃电缆。

8.3.2 不同电压等级的线缆不应穿入同一根保护管内，当合用同一线槽时，线槽内应由隔板分隔。

8.3.3 对直流电源、双重化保护装置等的双回路电缆，宜将双回路分别布置在两个相互独立或有防火分隔的通道中。当不能满足上述要求时，应对其中一回路采取防火措施。

8.3.4 火灾自动报警系统的供电线路、消防联动控制线路应采用燃烧性能不低于B2级的耐火铜芯电线电缆，报警总线、消防应急广播和消防专用电话等传输线路应采用燃烧性能不低于B2级的铜芯电线电缆。

8.3.5 火灾自动报警系统中的线路暗敷时，应采用金属管、可挠（金属）电气导管或B1级以上的刚性塑料管保护，并应敷设在不燃烧体的结构层内，且保护层厚度不宜小于30 mm；线路明敷时，应采用金属管、可挠（金属）电气导管或金属封闭线槽保护。

8.3.6 对电缆可能着火蔓延导致严重事故的回路、易受外部影响波及火灾的电缆密集场所，应设置适当的阻火分隔，可取下列安全措施：

1. 实施阻燃防护或阻止延燃；
2. 选用具有阻燃性的电缆；
3. 实施耐火防护或选用具有耐火性的电缆；
4. 实施防火构造；
5. 增设自动报警与专用消防装置。

8.3.7 6 kV及以上动力电缆不宜与低压电缆共沟敷设。各类电缆同侧敷设时，动力电缆应在最上层，控制电缆在中间层，两者之间采用防火隔板隔离；通信电缆及光纤等敷设在最下层并放置在耐火槽盒内。

8.3.8 站用变压器与站用电室之间的电缆、两组及以上蓄电池组电缆、直流主屏至直流分电屏的电缆以及为变压器风冷装置等重要负荷供电的双电源回路电缆宜分沟敷设或敷设于同一电缆沟的不同侧，防止站用交直流系统和重要负荷同时失去。

8.3.9 在外部火势作用一定时间内需维持通电的下列场所或回路，明敷的电缆应实施防火分隔或采用耐火电缆：

1. 消防、报警、应急照明、断路器操作直流电源和发电机组紧急停机的保安电源等重要回路。
2. 计算机监控、双重化继电保护、保安电源或应急电源等双回路合用同一电缆通道又未相互隔离时的其中一个回路。
3. 重要电源的双回供电回路合用同一电缆通道又未相互隔离时的其中一个回路。

8.3.10 阻火分隔的设置，应包含下列部位：

1. 电缆穿越墙壁、楼板和电缆沟道进入控制室、开关室、保护室、站用电室及电缆夹层等处的电缆孔、洞。
2. 室内电缆沟或活动地板下电缆引至电气柜（盘）、开关柜及仪表盘等处的入口。
3. 室外端子箱、电源箱、控制箱等电缆穿入处。
4. 竖井中，宜每隔 7 m设置阻火隔层。
5. 长度超过 60 m 的电缆沟或电缆隧道，公用主沟道的分支处，以及多段配电装置对应的沟道适当分段处。
6. 当电力电缆与控制电缆或通信电缆敷设在同一电缆沟或电缆隧道内时，宜采用防火隔板进行分隔。
7. 电缆预留孔和电缆保护管两端。

8.3.11 实施阻火分隔的技术特性，应符合下列规定：

1. 阻火封堵、阻火隔层的设置，应按电缆贯穿孔洞状况和条件，采用相适合的防火封堵材料或防火封堵组件。用于电力电缆时，宜使对载流量影响较小；用在楼板竖井孔处时，应能承受巡视人员的荷载。阻火封堵材料的使用，对电缆不得有腐蚀和损害。
2. 阻火墙的构成，应采用适合电缆线路条件的阻火模块、防火封堵板材、阻火包等软质材料，且应满足耐火极限不低于2.00 h的耐火完整性、隔热性要求，应在可能经受积水浸泡或鼠害作用下具有稳固性。
3. 电缆隧道的防火分隔采用阻火墙，厚度不宜小于240 mm，两侧不应小于2.0 m的电缆宜缠绕自黏性防火包带或涂刷防火涂料。
4. 电缆沟防火分隔采用厚度不应小于150 mm阻火墙。阻火墙应设置电缆预留孔，底部设排水孔洞。阻火分隔厚度不足时，可沿封堵侧紧靠的约2 m区段电缆上施加防火涂料或包带。
5. 防火墙上的电缆孔洞应采用电缆防火封堵材料进行封堵，并应采取防止火焰延燃的措施。其防火封堵组件的耐火极限应为3.00 h。

8.3.12 明敷电缆实施耐火防护方式，应符合下列规定：

1. 电缆数量较少时，可采用防火涂料、包带加于电缆上或把电缆穿于耐火管中。
2. 同一通道中电缆较多时，宜敷设于耐火槽盒内，且对电力电缆宜采用透气型式，在无易燃粉尘的环境可采用半封闭式。
3. 电缆通过靠近带油设备的区段，电缆沟盖板应封堵严实，电缆沟内应作防火封堵。
4. 不得将非阻燃电缆与阻燃电缆混合敷设；采用阻燃及耐火电缆后，仍应考虑电缆防火措施。
5. 在安全性要求较高的电缆密集场所或封闭通道中，宜配备适于环境的火灾自动探测报警装置。
   1. 贮油及挡油设施

8.4.1 户内单台总油量为100 kg以上的电气设备，应设置挡油设施及将事故油排至安全处的设施。挡油设施的容积宜按油量的20%设计。当不能满足上述要求时，应设置能容纳全部油量的贮油设施。

8.4.2 户外单台油量为1000 kg以上的电气设备，应设置贮油或挡油设施，其容积宜按设备油量的20%设计，并能将事故油排至总事故贮油池。当不能满足上述要求时，应设置能容纳相应电气设备全部油量的贮油设施，并设置油水分离装置。

8.4.3 贮油设施及排油管道设计应相应考虑油水混合物排放能力，排油管道的管径和坡度设计宜按20 min将事故油排尽确定。当油浸式电气设备等含油设备设有固定灭火设施时，应包含灭火系统流量。

8.4.4 换流变压器的贮油设施宜设置双层钢格栅，卵石放置于两层格栅之间，卵石层厚度不应小于250 mm，卵石直径宜为50 mm～80 mm。

8.4.5 总事故油池的容量应按其接入的油量最大的一台设备确定，并设置油水分离装置。

* 1. 阀厅防火封堵

8.5.1 换流变压器阀侧套管穿过阀厅防火墙的开口部位应采用防火封堵系统实施封堵，且封堵范围内不应有管线穿越。防火封堵系统换流变压器侧耐火极限应按照碳氢升温曲线测定且不应低于3.00 h，防火封堵系统阀厅侧耐火极限应按照标准火升温曲线测定且不应低于3.00 h。

8.5.2 换流变压器阀侧穿墙套管洞口防火封堵系统应满足围护结构的整体电磁屏蔽、气密性、防火、防水、隔热、隔声、防涡流、结构强度和稳定性等性能要求。

8.5.3 换流变压器阀侧套管换流变压器侧应设置阀侧套管抗爆设施或采用具备抗爆性能的封堵构造，抗爆设施可采用固定可拆卸式或可移动式结构的抗爆门，也可采用一体化封堵抗爆系统。

8.5.4 抗爆设施系统应采取避免钢结构框架形成闭合磁回路的措施。

8.5.5 阀侧套管升高座金属筒壁与抗爆设施门板间隙应在50 mm~100 mm。

8.5.6 阀侧套管升高座吊耳与抗爆设施门板等金属材料间隙应在50 mm~100 mm，换流变压器阀侧套管升高座法兰渗漏油集油管、冷却器油管、瓦斯继电器管路与抗爆设施门板等金属材料间隙应在50 mm~100 mm。

8.5.7 抗爆设施的钢结构框架柱和梁连接处应采用奥氏体304不锈钢螺栓进行连接，并对梁和柱采用不小于35 mm2软铜线进行跨接，且保证框架内不形成闭合磁回路，在框架下方应采用不小于35 mm2软铜线单点接地，并接至下方接地干线。

8.5.8 阀厅与控制楼相邻墙体上的管线开孔应采用耐火极限不小于3.00 h的防火封堵材料封堵密实。

* 1. 油浸设备区域防火构造

8.6.1 换流变压器等区域电缆沟应采用封闭构造或措施。

8.6.2 当换流变压器采用高温熔断功能隔声罩时，换流变压器的隔声罩应满足 Q/GDW 12383 的相关要 求，并应符合下列规定：

1. 换流变压器隔声罩设计应满足顶部和换流变压器冷却器端熔断打开的要求，顶部宜采用“可熔断降噪板+热熔支撑板”方案，也可采用“可熔断降噪板”或“常规吸隔声板+热熔支撑板”方案，换流变压器冷却器端宜采用可熔断降噪板方案。
2. 高温熔断功能隔声罩的布置及承载能力应满足上人运检和灭火救援的需求。
3. 换流变压器网侧套管升高座及分接开关区域隔声罩应具备泄爆功能，并应避开升高座瓦斯继电器、摄像头等位置进行安装。
4. 换流变压器隔声罩顶部可脱落部分宜设置防坠网，防坠网应采用阻燃型安全平网，并应满足GB 5725的要求。

8.6.3 换流变压器宜设置应急排油系统，应符合下列规定：

1. 排油装置应采用重力排油方式，应能在90 min内将本体油箱变压器（换流变压器）油排至事故放油阀门以下。
2. 排油装置由变压器（换流变压器）火灾报警信号、重瓦斯信号、失电信号逻辑判断后，启动远方控制屏内报警指示，经人工确认后远程手动操作排油装置。
3. 本体及储油柜应急排油系统电缆应采用耐火电缆，敷设时电缆应外包裹防火棉，且应在电动球阀外加装防火罩密封。
4. 排油装置应满足户外使用要求，且设置防雨、防潮措施。
6. 消防给水和灭火设施
   1. 消防给水

9.1.1 一般规定

9.1.1.1 消防给水量应按火灾时一次灭火所需的最大室内和室外消防用水量之和计算。

9.1.1.2 站内消火栓系统、压缩空气泡沫灭火系统、水喷雾灭火系统、固定消防炮灭火系统等消防给水系统可合并设置，宜采用独立的临时高压消防给水系统。

9.1.1.3 站内消防水泵宜采用电动泵。

9.1.2 消防水池

9.1.2.1 消防用水与其他用水共用水池时，应采取确保消防用水量不作他用的技术措施。

9.1.2.2 消防水池的补水管应根据其有效容积和补水时间确定，补水时间不宜大于48 h。

9.1.2.3 当站内有生产水池时，宜与消防水池合建储水水池。水池储水量按消防设计用水量与生产用水 储水量之和确定。±800 kV及以上的特高压换流站储水水池有效容积不应小于4000 m3。

9.1.3 消防给水管网及消火栓

9.1.3.1 室内外消火栓的设置应满足GB 50974及GB 50229的相关要求。

9.1.3.2 管沟内架空管道宜采用热锌镀钢管；埋地管道宜采用加厚钢管、无缝钢管或钢丝网骨架塑料复合管。

9.1.3.3 室外消火栓应根据冬季室外气温以及冰冻线深度，合理选择地上式或地下式，并根据需要合理设置减压措施。

9.1.3.4 室外消火栓宜配置消火栓箱，箱内配置消防水带、消防扳手和消防水枪。

9.1.3.5 消防给水系统的控制操作及监测应满足GB 50116及GB 50229的相关要求。特高压换流站监测信号除上传至消防控制室内消防控制柜或控制盘外还应上传至运行人员工作站（OWS）及消防自动化系统。

* 1. 灭火设施

9.2.1 一般规定

9.2.1.1 站内单台容量为125 MVA及以上的油浸变压器、160 Mvar及以上的油浸电抗器应设置固定灭火系统。

9.2.1.2 变压器、电抗器等备用相可不设置固定式灭火系统。

9.2.1.3 灭火器的配置应符合GB 50140和GB 50229的有关规定。

9.2.2 固定式压缩空气泡沫灭火系统

9.2.2.1 站内配置固定式压缩空气泡沫灭火系统应符合Q/GDW 12034.1的有关规定。

9.2.2.2 固定式压缩空气泡沫灭火系统保护区域包括变压器本体（含散热器）、储油柜、集油坑及绝缘 套管升高座孔口处，保护面积应按储油柜及集油坑（含变压器基础）的平面投影面积之和计算。

9.2.2.3 压缩空气泡沫喷淋系统释放装置应采用压缩空气泡沫喷淋管，喷淋管开孔位置及开孔尺寸应根据保护对象及其布置和系统流量、喷淋管最不利点孔口的压力进行设计，对保护对象进行全覆盖。

9.2.2.4 压缩空气泡沫喷淋管的设置应能使泡沫覆盖变压器本体（含散热器）、储油柜和集油坑顶面，且应针对变压器进出线绝缘套管升高座孔口及其他覆盖盲区设置单独的压缩空气泡沫喷淋管。

9.2.2.5 压缩空气泡沫喷淋系统从启动至喷淋管喷射压缩空气泡沫的时间不应大于2 min。

9.2.2.6 保护每台换流变压器的压缩空气泡沫炮不应少于两门，每门泡沫炮的射程应能覆盖变压器顶面；相邻换流变压器可共用一门压缩空气泡沫炮，泡沫炮布置高度应保证泡沫射流不受建筑构件的影响，并应能使两门压缩空气泡沫炮同时喷射变压器顶面的任一部位。

9.2.2.7 压缩空气泡沫炮系统从启动至炮口喷射压缩空气泡沫的时间不应大于3 min。

9.2.2.8 压缩空气泡沫产生装置关键部件或整体装置应采用冗余配置。备用部件包括但不限于消防泵、泡沫泵、空压机及控制器，规格参数应与工作部件相同；整体备用时，备用装置规格参数应与工作装置

一致。

9.2.2.9 固定式压缩空气泡沫灭火系统重要报警信号应采用硬接线方式接至主控室。

9.2.2.10 固定式压缩空气泡沫灭火系统防护区内的管道应采用法兰（金属缠绕石墨垫圈）连接方式，不 宜采用沟槽（卡箍）连接。

9.2.3 水喷雾灭火系统

9.2.3.1 特高压换流站采用的水喷雾灭火系统应满足GB 50219的要求，还应符合下列规定：

1. 水喷雾灭火系统的持续供给时间不应小于0.40 h，可结合周边救援力量适当延长。
2. 防火墙内水喷雾消防管道、连接件及支架应涂覆厚度不小于2 mm的膨胀型钢结构防火涂料，其耐火性能不应小于2.00 h。
3. 水喷雾灭火系统防护区内的管道宜采用金属缠绕石墨垫圈或同等材质的法兰连接方式，不宜采用沟槽（卡箍）连接，当管径小于或等于DN 50时，应采用螺纹连接。
4. 水喷雾灭火系统的喷头应选用耐高温不锈钢材质。

9.2.3.2 雨淋阀设置位置应尽量靠近保护对象布置，以减少水喷雾系统响应时间，并考虑火灾时人员操 作安全防护要求。

9.2.3.3 雨淋阀控制腔入口应设置独立的止回阀，防止管网压力波动造成雨淋阀误动作。

9.2.4 水喷雾灭火系统

9.2.4.1 每组换流变压器附近应布置消防小室，消防小室内配置推车式干粉灭火器、消防沙箱、消防铲、消防铅桶和消防斧等灭火器材。

9.2.4.2 严寒、寒冷地区消防小室内宜设置供暖设施。

9.2.4.3 电缆夹层、电缆竖井、电缆主沟交叉处、电缆从室外进入室内的位置宜设置超细干粉自动灭火装置。

1. 采暖、通风及空气调节

10.1 阀厅、户内直流场应设置灾后机械排烟系统，排风量宜按0.25 次/h～0.5 次/h确定。

10.2 供暖管道不宜穿越防火墙，当必须穿越防火墙时，应预埋钢套管，管道与套管之间的空隙应设置 耐火封堵，并在穿墙处设置固定支架。风管穿越处应设置70℃关闭防火阀。

10.3 室内采暖系统的管道、管件及保温材料应采用不燃烧材料。

10.4 空气调节系统和通风系统的风机应与消防系统联锁，当出现火警时，应立即停运。

10.5 空气调节系统的电加热器应与送风机联锁，并应设置欠风、超温断电保护装置；电加热器必须采取接地及剩余电流保护措施。

10.6 空气调节系统风道的保温材料、冷水管道的保温材料、消声材料及其黏结剂，应采用不燃烧材料或者难燃烧材料

10.7 换流站下列房间或区域应设置排烟设施：

1. 高度不大于24 m的控制楼内长度大于40 m的疏散走道。
2. 主控楼、综合楼连接疏散走道的通高门厅。
3. 建筑面积大于50m2且无外窗的控制室或办公类房间。

10.8 排烟系统与通风、空气调节系统应分开设置，当确有困难时可以合用，但应符合排烟系统的要求，且当排烟口打开时，每个排烟合用系统的管道上需联动关闭的通风和空气调节系统的控制阀门不应超过10个。

10.9 下列部位应设置排烟防火阀，排烟防火阀应具有在280 ℃时自行关闭和联锁关闭相应排烟风机、补风机的功能：

1. 垂直主排烟管道与每层水平排烟管道连接处的水平管段上。
2. 一个排烟系统负担多个防烟分区的排烟支管上。
3. 排烟风机入口处。
4. 排烟管道穿越防火分区处。
5. 消防供电与应急照明
   1. 消防设备供电

11.1.1 消防水泵、自动灭火系统、与消防有关的电动阀门及交流控制等负荷应按一级负荷供电，双电源回路经不同的电缆通道或同一通道的不同侧防火分区敷设。

11.1.2 换流站内的火灾自动报警系统和消防联动控制器，应由站内不停电电源装置或自带不停电电源供电；不停电电源的输出功率应大于火灾自动报警系统和消防联动控制器全负荷功率的120%，不停电电源的容量应保证火灾自动报警系统和消防联动控制器在火灾状态同时工作负荷条件下连续工作3.0h以上。

11.1.3 应急照明控制器的主电源应由站内不停电电源装置供电，控制器的自带蓄电池电源应至少使控制器在主电源中断后工作3.0h。

11.1.4 换流站消防用电设备的配电线路应满足火灾时连续供电的需要，消防用电设备采用双电源供电时，应在最末一级配电箱处可靠自动切换。

11.1.5 消防供电回路开关容量、开关级配及各整定参数选取应满足该类型负荷启停及正常工作要求。

11.1.6 压缩空气泡沫炮供电电源馈出网络应采用辐射状供电方式，严禁采用环状供电方式。

* 1. 消防应急照明和疏散指示系统

11.2.1 换流站主辅控楼、阀厅、继电器室、综合水泵房、压缩空气泡沫灭火系统设备间、压缩空气泡沫灭火系统选择阀室、雨淋阀室、综合楼、配电装置室、备品备件库、消防执勤楼、车库、备用平波电抗器室、站内深井泵房、专用品库、空冷器室、调相机厂房、警传室等建筑物的消防应急照明和疏散指示系统应采用集中控制型。

11.2.2 换流站疏散照明和疏散指示方案应根据建构筑物疏散方案，并结合防火分区合理配置。

11.2.3 换流站消防应急照明和疏散系统电源应采用蓄电池直流系统供电，疏散通道应急照明、疏散指示标志的连续供电时间不应少于0.5 h。集中电源的蓄电池组和灯具自带蓄电池达到使用寿命周期后标称的剩余容量应保证放电时间不小于0.5 h。备用照明（继续工作应急照明）连续供电时间不应少于3.0 h。

11.2.4 换流站控制室、消防水泵房、自备发电机房、配电室、防排烟机房以及发生火灾时需要继续工作、值守的消防设备房应设置备用照明，其作业面的最低照度不应低于正常照明照度。备用照明可采用正常照明灯具，并由正常照明电源和消防电源专用应急回路互投后供电，不需采用A型消防应急灯具，也不应用蓄电池（组）供电。

11.2.5 换流站消防应急灯具应选用节能光源的灯具且色温不应低于 2700K。

11.2.6 换流站设置在8m及以下的消防应急照明及指示灯具应采用A型消防应急灯具，即灯具主电源和蓄电池额定工作电压均不大于DC 36V。

11.2.7 消防应急照明及疏散指示回路、备用照明回路应采用耐火电线、电缆，当明敷时（包括设在吊顶内）应穿金属导管或采用封闭式金属槽盒保护。暗敷时，应敷设在不燃结构内，且保护层厚度不应小于 30mm。

11.2.8 在换流站潮湿场所内设置灯具时，灯具及其连接附件防护等级不应低于IP 65。

* 1. 电缆防火设计

11.3.1 换流站应采用阻燃电线、电缆；消防设备回路应采用耐火电缆；火灾自动报警系统供电回路、消防联动控制回路应采用耐火铜芯电线电缆；报警总线、消防应急广播和消防专用电话等传输回路应采用阻燃耐火电缆。

11.3.2 消防防护区域就地消防设备的动力及控制信号等电缆除选用耐火型外，还应根据需要采用包覆耐火槽盒，耐火包带等耐火隔离措施，使受火区域的电缆回路整体耐火时间等同于就地消防电气设备的消防工作时间。

11.3.3 换流变压器、降压（联络）变压器等油重大于2500 kg的带油设备外轮廓10 m范围内的电缆沟均应采取封闭措施。

11.3.4 电力电缆中间接头盒的两侧及其附近区域，应增加防火包带等阻燃耐火措施。

1. 火灾自动报警与消防联动控制
   1. 一般规定

换流站火灾自动报警与消防设备控制设计应符合GB 50116的规定。

* 1. 探测范围及区域的划分

12.2.1 换流站内下列场所应设置火灾自动报警系统：

1. 阀厅、主/辅控楼、继电器室、交直流配电室、蓄电池室、综合楼、综合水泵房、汽车库、检修备品库等。
2. 户内GIS室、户内直流场等。
3. 电缆隧道、电缆竖井、电缆夹层、户内电缆沟、重要功能房间活动地板下的电缆区域。
4. 换流变压器、油浸式平波电抗器、单台容量为125 MVA及以上的油浸式变压器、单台容量为160 Mvar及以上的高压并联电抗器。

12.2.1 换流站火灾报警区域应根据防火分区或楼层划分。可将一个防火分区或一个楼层划分为一个报警区域，也可将发生火灾时需要同时联动消防或暖通设备的相邻几个防火分区或楼层划分为一个报警区域。

* 1. 系统设计

12.3.1 吸气式感烟火灾探测系统作为火灾探测报警系统的子系统，可单独设置。

12.3.2 换流站火灾自动报警系统中各类设备之间的接口和通信协议的兼容性应满足GB 22134的相关要求。

12.3.3 换流站火灾自动报警系统应能与站内计算机监控系统接口，其接口方式宜采用以太网口或RS-485串口。重要的火灾和故障报警信号还应采用硬接线方式接入站内计算机监控系统

12.3.4 换流站火灾自动报警系统应能与站内图像监视系统（或智能辅助控制系统）接口，在发生火灾时能在图像监视系统（或智能辅助控制系统）主机上自动推出相应火灾报警区域的画面。其接口方式宜采用以太网口或RS-485串口。

12.3.5 换流站火灾自动报警系统应能与消防自动化系统建立通讯，采用Modbus通信协议。

* 1. 火灾探测器的选择和设置

12.4.1 换流站主要建（构）筑物和设备应按表4的规定选择火灾探测器。

表4　建（构）筑物和设备火灾探测器选择

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | | 建（构）筑物和设备 | 火灾探测器类型 | |
| 一 | | 阀厅 | | |
| 1.1 | | 阀厅内阀塔 a | 吸气式感烟+紫外火焰或吸气式感烟+红紫外复合火焰 | |
| 1.2 | | 阀厅内进风口 | 吸气式感烟 | |
| 二 | | 控制楼/综合楼 | | |
| 2.1 | | 主控制室 | 点型感烟 | |
| 2.2 | | 二次和通信设备间 | 点型感烟+吸气式感烟或点型感烟 | |
| 2.3 | | 蓄电池室 | 防爆型点型感烟+可燃气体探测器 | |
| 2.4 | | 380 V配电室 | 点型感烟 | |
| 2.5 | | 培训室、资料室、会议室、办公室、值班休息室等 | 点型感烟 | |
| 2.6 | | 餐厅、厨房 | 点型感温 | |
| 2.7 | | 门厅、过厅、走道、楼梯间 | 点型感烟 | |
| 三 | | 设备室 | | |
| 3.1 | | 继电器室 | 点型感烟 | |
| 3.2 | | 35 kV及10 kV配电室 | 点型感烟 | |
| 3.3 | | 户内直流开关场、GIS 配电装置室 a | 红外光束感烟或吸气式感烟  或图像型感烟 | |
| 3.4 | | 雨淋阀间、泡沫消防间、选择阀室等 | 点型感烟 | |
| 四 | | 主设备 | | |
| 4.1 | | 换流变压器 b | 每台2套缆式线型感温  或2套缆式线型感温+火焰探测器 | |
| 4.2 | | 配置固定灭火设备的降压（联络）变压器 | 2 套缆式线型感温 | |
| 4.3 | | 户内直流开关场中设置固定灭火系统的油浸式直流滤波器、PLC电容器等 | 紫外火焰或红外火焰 | |
| 五 | | 电缆通道 | | |
| 5.1 | | 电缆夹层 | 缆式线型感温 | |
| 5.2 | | 电缆竖井 | 缆式线型感温 | |
| 5.3 | | 户内电缆沟 | 缆式线型感温 | |
| 5.4 | 户内电缆桥架 | | 缆式线型感温 | |
| 5.5 | 换流变压器广场封闭式电缆沟 | | 缆式线型感温 | |
| 六 | 其他辅助建筑物 | | | |
| 6.1 | 综合水泵房 | | 点型感烟 | |
| 6.2 | 变压器组装/检修厂房、检修备品库、专用品库等 a | | 红外光束感烟或点型感烟 | |
| 6.3 | 车库 | | 点型感温 | |
| 6.4 | 警传室 | | 点型感烟 | |
| a 高度大于12 m的空间场所宜同时选择两种及以上火灾参数的火灾探测器。  b 当配置火焰探测器时，主设备有隔声罩时配置3套火焰探测器，1套在隔声罩外，2套在隔声罩内；主设备无隔声罩时，配置2套火焰探测器。火焰探测器的安装高度及角度应根据现场实际情况确定，通过调整探测器可视角度、装设限光罩等措施，保证火焰探测器正确动作，不发生越限报警的误报。 | | | | |

12.4.2 阀厅内火灾探测器的设置符合下列规定：

1. 阀厅内紫外（红外）火焰探测器的设置布置宜完全覆盖阀厅面积，阀厅中有火焰产生时，发出的明火或弧光能够至少被2个探测器检测到；
2. 阀厅空调进风口处应设置吸气式感烟火灾探测器，启动周边环境背景烟雾浓度参考值设定功能，防止外部烧秸秆等产生的烟雾引起阀厅极早期烟雾探测系统误动；
3. 阀厅内吸气式感烟火灾探测器的管路布置以探测范围覆盖阀厅全部面积为原则，至少要有2个探测器检测到同一处的烟雾。

12.4.3 换流变压器、联络变压器、降压变压器等一次设备配置一种在启动后能自我恢复的线型感温探

测器，安装在设备周围提供早期火灾探测功能，线型感温探测器可设定温度报警和设定温升梯度报警。换流变压器设备除线型感温探测器外还配置火焰探测器。

12.4.4 换流站的电缆隧道、电缆竖井内、电缆夹层、户内电缆沟、重要功能房间活动地板下主要采用

缆式线型火灾探测器，铺设成“S”形，用于温度感应。

* 1. 消防联动控制

12.5.1 换流站不宜设置独立的消防控制室，消防控制室宜与主控制室合并设置。

12.5.2 火灾自动报警系统应能实现与风机、空调、消防系统的联动控制。联动设备宜通过总线模块联动，对重要设备还应通过主控制室设置的多线制手动控制盘实现手动控制。

12.5.3 每台换流变压器采用3套火焰探测器和2套感温电缆，3套火焰探测器的报警采用“或”逻辑作为1个报警出口，每套感温电缆的故障和动作采用“或”逻辑作为1个报警出口，火焰探测器的报警出口与2套感温电缆报警出口按照“三取二”的逻辑启动火灾信号，且换流变网侧进线断路器处于分位的情况下，自动启动灭火系统。

12.5.4 当雨淋阀组自动启动异常时，运行人员可在火灾报警多线盘上通过硬接线启动雨淋阀组的启停。火灾自动报警系统还需接收雨淋阀的水流指示器，压力开关，雨淋阀组、雨淋消防泵的启动和停止的动作信号。

12.5.5 当消防泵自动启动异常时，运行人员可在火灾报警多线盘上通过硬接线远方手动启停消防水泵。火灾自动报警系统还需接收消防水泵和稳压泵的运行状态、消防水池、高位消防水箱等水源的高、低水位报警信号，以及正常水位信号。

12.5.6 阀厅火灾自动报警系统与直流控制保护系统的联动控制要求如下：

1. 阀厅火灾跳闸信号，宜直接接入冗余的两套控制系统，联动闭锁相应阀组。阀厅火灾跳闸回路宜设置压板，方便投退。
2. 闭锁判据应包括极早期烟雾报警和紫外（红外）火焰探测两类报警信号，其联动触发信号应采用两类报警触发装置的最高级别报警信号。
3. 阀厅火灾跳闸逻辑宜符合下列规定：

（1）阀厅内所有吸气式感烟火灾探测器有1个监测到烟雾报警，且同时阀厅内所有火焰探测器中有1个监测到明火或弧光，当上述两个条件同时满足时跳闸；

（2）如果阀厅进风口处吸气式感烟火灾探测器监测到烟雾报警，闭锁跳闸出口，如果这种情况下有2个及以上火焰探测器同时发出报警，仍跳闸。

12.5.7 火灾自动报警系统发信号至辅助控制系统后台并与站内图像监视及安全警卫系统实现联动，能将火灾信息传送至图像监视及安全警卫系统，并在图像监视工作站上显示相关画面。

12.5.8 蓄电池室独立设置一套可燃气体探测报警系统，由可燃气体报警控制器、可燃气体探测器和火灾声光报警器组成。可燃气体探测报警系统报警信号和故障信息在火灾报警图形显示装置显示。当可燃气体探测报警系统有联动及警报要求时，由可燃气体报警控制器或火灾报警联动控制器来实现。

**━━━━━━━━━━━**