

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50745 – 2012

核电厂常规岛设计防火规范

Code for design of fire protection for conventional
island in nuclear power plants

2012 – 01 – 21 发布

2012 – 10 – 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

核电厂常规岛设计防火规范

中国计划出版社



中华人民共和国国家标准

核电厂常规岛设计防火规范

Code for design of fire protection for conventional
island in nuclear power plants

GB 50745 - 2012

主编部门：中 国 电 力 企 业 联 合 会

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 2 年 1 0 月 1 日

中国计划出版社

2012 北 京

中华人民共和国国家标准
核电厂常规岛设计防火规范
GB 50745-2012



中国计划出版社出版

网址: www.jhpress.com

地址: 北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 4 层

邮政编码: 100038 电话: (010) 63906433 (发行部)

新华书店北京发行所发行

北京世知印务有限公司印刷

850mm×1168mm 1/32 3.75 印张 93 千字

2012 年 9 月第 1 版 2012 年 9 月第 1 次印刷



统一书号: 1580177 · 890

定价: 23.00 元

版权所有 侵权必究

侵权举报电话: (010) 63906404

如有印装质量问题, 请寄本社出版部调换

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 1272 号

关于发布国家标准《核电厂常规岛设计 防火规范》的公告

现批准《核电厂常规岛设计防火规范》为国家标准,编号为 GB 50745—2012,自 2012 年 10 月 1 日起实施。其中,第 3.0.1、5.1.1、5.1.5、5.3.2、6.3.2、7.1.2、7.2.1、7.3.3、7.5.5、8.1.1、8.1.6、8.2.15、8.4.4 条为强制性条文,必须严格执行。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

二〇一二年一月二十一日

前 言

本规范是根据原建设部《关于印发〈2007 年工程建设标准制订、修订计划(第二批)〉的通知》(建标[2007]126 号)的要求,由东北电力设计院会同有关单位编制完成的。

在编制过程中,规范编制组遵照国家有关方针政策,在总结我国核电工业防火设计实践经验,吸收消防科研成果,借鉴国内外有关标准的基础上,广泛征求了有关设计、科研、运行、消防产品制造等单位的意见,最后经专家审查由有关部门共同定稿。

本规范共分 9 章,主要技术内容是:总则,术语,建(构)筑物的火灾危险性分类及耐火等级,总平面布置,建(构)筑物的防火分区、安全疏散和建筑构造,工艺系统,消防给水、灭火设施及火灾自动报警,采暖、通风和空调,消防供电及照明。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,由中国电力企业联合会负责日常管理工作,由东北电力设计院负责具体技术内容的解释。在本规范执行中,希望各有关单位结合具体工程实践和科学技术研究,认真总结经验,注意积累资料,如发现有需要修改和补充之处,请将意见、建议和有关资料寄送东北电力设计院(地址:吉林省长春市人民大街 4368 号,邮政编码:130021),以便今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位: 东北电力设计院

参 编 单 位: 广东省电力设计研究院

中广核工程设计有限公司

国核电力规划设计研究院

中国电力工程顾问集团公司
 华东电力设计院
 中国核电工程有限公司
 上海核工程研究设计院
 公安部天津消防研究所
 广东省消防局
 上海金盾消防安全设备有限公司
 上海华魏光纤传感技术有限公司
 武汉理工光科股份有限公司
 喜利得(中国)商贸有限公司
 首安工业消防有限公司

主要起草人: 李向东 徐文明 龙建 聂君 刘志通
 方联 张立忠 王爱东 沈纹 倪照鹏
 徐海云 龙国庆 朱晓春 谢丽萍 郑培钢
 侯燕鸿 傅玉祥 沈大钟 林宇清 张兆宪
 沈春光 何军 王小伟 刘敏
主要审查人: 李武全 王炯德 王忠 徐飙 李晓建
 吴健 张东文 綦建国 董爱英 吴德成
 冯雨 高玉忠 姚洪猛 肖钧 杨洁
 王丽 罗振宇 王小虎 王建军 李民政
 丁宏军 吴建强 王凯平 王卫东 李虎

目 次

1 总 则	(1)
2 术 语	(2)
3 建(构)筑物的火灾危险性分类及耐火等级	(3)
4 总平面布置	(5)
5 建(构)筑物的防火分区、安全疏散和建筑构造	(9)
5.1 建(构)筑物的防火分区	(9)
5.2 厂房(库房)的安全疏散	(10)
5.3 建筑构造	(10)
6 工艺系统	(12)
6.1 汽轮发电机组	(12)
6.2 油罐区和油泵房	(13)
6.3 变压器	(14)
6.4 电缆及电缆敷设	(15)
7 消防给水、灭火设施及火灾自动报警	(17)
7.1 一般规定	(17)
7.2 室外消防给水	(20)
7.3 室内消火栓设置场所与室内消防给水量	(21)
7.4 室内消防给水管道与消火栓	(22)
7.5 水喷雾与自动喷水灭火系统	(24)
7.6 消防排水	(25)
7.7 泡沫灭火系统	(25)
7.8 气体灭火系统	(26)
7.9 灭火器	(26)
7.10 火灾自动报警与消防设备控制	(27)

8 采暖、通风和空调	(29)
8.1 采暖	(29)
8.2 通风	(29)
8.3 防、排烟	(32)
8.4 空调	(33)
9 消防供电及照明	(35)
9.1 消防供电	(35)
9.2 照明	(35)
本规范用词说明	(38)
引用标准名录	(39)
附:条文说明	(41)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Classification of fire hazards and fire resistance class of civil buildings	(3)
4	General plane layout	(5)
5	Fire compartment, safe evacuation of civil buildings (structures) and building structure	(9)
5.1	Fire compartment of civil buildings	(9)
5.2	Safe evacuation of factory buildings and storages	(10)
5.3	Building structure	(10)
6	Process system	(12)
6.1	Steam turbine generator	(12)
6.2	Area of fuel oil tank and oil pump house	(13)
6.3	Transformer	(14)
6.4	Cable and cable laying	(15)
7	Fire water supply , firefighting facilities and fire alarm	(17)
7.1	General requirement	(17)
7.2	Outdoor water supply for firefighting	(20)
7.3	Arrangement and fire flow rates of indoor hydrant	(21)
7.4	Indoor fire water pipe and hydrant	(22)
7.5	Water spray extinguishing system and water sprinkler system	(24)
7.6	Fire water discharge	(25)

7.7	Foam extinguishing system	(25)
7.8	Gas extinguishing system	(26)
7.9	Fire extinguisher	(26)
7.10	Automatic fire alarm and fire facilities control	(27)
8	Heating ventilating and air conditioning	(29)
8.1	Heating	(29)
8.2	Ventilating	(29)
8.3	Smoke control and smoke exhaust	(32)
8.4	Air conditioning	(33)
9	Fire power supply and lighting	(35)
9.1	Fire power supply	(35)
9.2	Lighting	(35)
	Explanation of wording in this code	(38)
	List of quoted standards	(39)
	Addition: Explanation of provisions	(41)

1 总 则

1.0.1 为防止核电厂常规岛发生火灾,减少火灾危害,保障人身、财产及核电厂安全,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于汽轮发电机组单机发电容量百万千瓦级及以下的压水堆核电厂常规岛的防火设计。

1.0.3 常规岛的防火设计应贯彻国家有关方针政策,做到统筹兼顾、安全可靠、技术先进、经济适用。

1.0.4 核电厂常规岛的防火设计除应符合本规范的规定外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 常规岛 conventional island

汽轮发电机组及其配套设施、建(构)筑物的统称。

2.0.2 汽轮发电机厂房 turbine building

由汽机房、除氧间、凝结水精处理间、润滑油转运间等组成的综合性建筑物。

2.0.3 主开关站 main switchgear station

向电网输送电能并向机组提供正常启动电源的高压电气装置及建(构)筑物。

2.0.4 辅助开关站 auxiliary switchgear station

向厂用电系统提供正常备用和检修电源的高压电气装置及建(构)筑物。

2.0.5 网络继电器室 switchgear control building

对主开关站、辅助开关站的主要电气设备进行控制的建筑物。

2.0.6 辅助锅炉房 auxiliary boiler house

为汽轮发电机组启动或停机提供辅助蒸汽,以辅助锅炉间为主的综合性建筑。

3 建(构)筑物的火灾危险性分类及耐火等级

3.0.1 建(构)筑物的火灾危险性分类及耐火等级不应低于表 3.0.1 的规定。

表 3.0.1 建(构)筑物的火灾危险性分类及其耐火等级

类别	建(构)筑物名称	火灾危险性	耐火等级
汽轮发电机厂房	汽轮发电机厂房地上部分	丁	二级
	汽轮发电机厂房地下部分	丁	一级
常规岛配套设施	除盐水生产厂房	戊	二级
	海水淡化厂房	戊	二级
	非放射性检修厂房	丁	二级
	空压机房	丁	二级
	备品备件库	丁	二级
	工具库	戊	二级
	机电仪器仪表库	丁	一级
	橡胶制品库	丙	二级
	危险品库	甲	二级
	酸碱库	丁	二级
	油脂库	丙	二级
	油处理室	丙	二级
	网络继电器室(采取防止电缆着火后延燃的措施时)	丁	二级
	网络继电器室(未采取防止电缆着火后延燃的措施时)	丙	二级
	主开关站	丁	二级
	辅助开关站	丁	二级
	电缆隧道	丙	一级
	实验室	丁	二级
	供氢站	甲	二级
	化学加药间(含制氯站)	丁	二级
	辅助锅炉房	丁	二级
	油泵房	丙	二级
	循环水泵房	戊	二级
	取水构筑物	戊	二级
	非放射性污水处理构筑物	戊	二级
	冷却塔	戊	三级

3.0.2 汽轮发电机厂房的屋面承重构件的耐火极限不应低于 0.50h。

3.0.3 当汽轮发电机厂房的非承重外墙采用不燃烧体时,其耐火极限不应低于 0.25h;当非承重外墙采用难燃烧体的轻质复合墙体时,其表面材料应为不燃材料,内填充材料的燃烧性能不应低于现行国家标准《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222 中规定的 B1 级。

3.0.4 当汽轮发电机厂房的屋面板采用不燃烧体时,其屋面防水层和绝热层可采用可燃材料;当屋面材料采用难燃烧体的轻质复合屋面板时,其表面材料应为不燃烧体,内填充材料的燃烧性能不应低于 B1 级。

3.0.5 电缆夹层的隔墙应采用耐火极限不低于 2.00h 的不燃烧体。电缆夹层的承重构件,其耐火极限不应低于 1.00h。

3.0.6 其他厂(库)房内的电缆竖井及管道竖井的围护墙及承重构件应采用耐火极限不低于 2.00h 的不燃烧体。

3.0.7 建(构)筑物构件的燃烧性能和耐火极限,除应符合本规范的规定外,尚应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

4 总平面布置

4.0.1 总平面布置应结合工艺系统要求划分防火区域。防火区域宜相对独立布置,生产过程中有易燃或爆炸危险的建(构)筑物宜布置在厂区的边缘地带。

4.0.2 室外油浸变压器与厂房之间的距离应满足表 4.0.5 防火间距要求,当符合本规范 5.3.6 条时其间距可适当减小。

4.0.3 油罐区应单独布置,其四周应设置 1.8m 高的围栅。油罐区的其他防火设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

4.0.4 供氢站应独立设置,周围宜设置不燃烧体的实体围墙,其高度不应小于 2.5m。供氢站宜布置在厂区边缘且不窝风的地段,远离散发火花的地点或位于明火、散发火花地点最小频率风向的下风侧;泄压面不应面对人员集中的地方和主要交通道路。供氢站的其他防火设计应符合现行国家标准《氢气站设计规范》GB 50177 的有关规定。

4.0.5 常规岛建(构)筑物之间的防火间距不应小于表 4.0.5 的规定。当不符合本表规定时,应采取可靠的防火隔离措施。

表 4.0.5 常规岛建(构)筑物之间的防火间距(m)

序号	建筑物名称	危险品库	丙、丁类建(构)筑物 耐火等级 一、二级 三级	戊类建(构)筑物 耐火等级 一、二级 三级	屋外 开关站	贮氢罐	厂内道路(路边) 主要 次要
1	危险品库	—	15	20	30	20	10 5
2	丙、丁类建(构)筑物 耐火等级 一、二级 三级	一、二级	15	10	12	12	无出口时 1.5, 有出口无引道时 3, 有引道时 6
3		三级	20	12	14	15	
4	戊类建(构)筑物 耐火等级 一、二级 三级	一、二级	15	10	12	12	
5		三级	20	12	14	15	
6	屋外开关站		10	12	—		—
7		≤10	12	15	12	15	—
8	屋外变压器油量(t/台) 10~50	10~50	15	20	15	20	—
9		>50	20	25	20	25	—
10	供氢站	20	12	14	12	14	12 10 5
11	贮氢罐	20	12	15	12	15	12 10 5
12	围墙	5	5	5	5	5	1

- 注:1 防火间距应按相邻两建(构)筑物外墙的最近距离计算,当外墙有凸出的可燃构件时,则应从其凸出部分外缘算起。建(构)筑物与屋外开关站的最小间距应从构架上线的边线算起;屋外油浸变压器之间的间距由工艺确定。
- 2 表中间距为变压器外轮廓与建(构)筑物外表面之间的防火间距。
- 3 贮氢罐的防火间距应为相邻较大贮氢罐的直径。当氢气罐总容量小于或等于 1000m^3 时,贮氢罐与耐火等级为一、二级和三级的丙、丁类建(构)筑物及戊类建(构)筑物之间的距离分别为 12m 、 15m 。当贮氢罐总容量大于 1000m^3 时,间距应按现行国家标准《氢气站设计规范》GB 50177 的有关规定执行。
- 4 两座建筑物,如相邻较高的一侧外墙为防火墙时,其最小间距不限,但甲类建筑物之间不应小于 4m 。
- 5 两座丙、丁类建(构)筑物及戊类建(构)筑物相邻两面的外墙均为不燃烧体且无外露的燃烧体屋檐,当每面外墙上的门窗洞口面积之和不超过该外墙面积的 5% 且门窗洞口不正对开设时,其防火间距可减少 25% 。
- 6 两座一、二级耐火等级厂房,当相邻较低一面外墙为防火墙,且较低一座厂房的屋面耐火极限不低于 1h 时,其防火间距可适当减少,但甲、乙类厂房不应小于 6m ,丙、丁及戊类厂房不应小于 4m 。
- 7 两座一、二级耐火等级厂房,当相邻较高一面外墙的门窗等开口部分设有防火门卷帘和水幕时,其防火间距可适当减少,但甲、乙类厂房不应小于 6m ;丙、丁及戊类厂房不应小于 4m 。
- 8 数座耐火等级不低于二级的厂房(本规范另有规定者除外),其火灾危险性为丙类,占地面积总和不超过 8000m^2 (单层)或 4000m^2 (多层),或丁、戊类不超过 10000m^2 (单、多层)的建(构)筑物,可成组布置,组内建(构)筑物之间的距离;当建(构)筑物高度不超过 7m 时,其间距不应小于 4m ;建筑物高度超过 7m 时,其间距不应小于 6m 。
- 9 事故贮油池至火灾危险性为丙、丁及戊类生产建(构)筑物(一、二级耐火等级)的距离不应小于 5m 。
- 10 本表中未提到的建(构)筑物之间间距,按现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定执行。

4.0.6 汽轮发电机厂房(含核岛)、开关站、油罐区周围应设置环形消防车道,其他建(构)筑物周围宜设置环形消防车道。消防车道可利用厂内交通道路。

4.0.7 厂区消防道路设计除应满足总体规划的要求及现行国家标准《厂矿道路设计规范》GBJ 22 的有关规定外,尚应符合下列规定:

- 1 核电厂厂区应设置不少于两个不同方向的入口,其位置应便于消防车辆行驶;
- 2 道路转弯半径应符合消防车辆通行的需要,且不应小于9m。

5 建(构)筑物的防火分区、 安全疏散和建筑构造

5.1 建(构)筑物的防火分区

5.1.1 汽轮发电机厂房内的下列场所应进行防火分隔：

- 1 电缆竖井、电缆夹层；
- 2 电子设备间、配电间、蓄电池室；
- 3 通风设备间；
- 4 润滑油间、润滑油转运间；
- 5 疏散楼梯。

5.1.2 汽轮发电机厂房可不划分防火分区，非放射性检修厂房的不同火灾危险性的机械加工车间宜划分为不同的防火分区。

5.1.3 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分区的长度不应大于 200m，且每隔 50m 应采取防火分隔措施。

5.1.4 丙类库房宜单独布置。当丁、戊类厂(库)房内设置丙类库房时应符合下列规定：

- 1 丙类库房的建筑面积应小于一个防火分区的允许建筑面积；
- 2 丙类库房采用防火墙和耐火极限不低于 1.50h 的楼板与其他部分隔开，防火墙上的门为甲级防火门；
- 3 应设置自动灭火系统。

5.1.5 甲、乙类库房应单独布置。当需与其他库房合并布置时，应符合下列规定：

- 1 库房应为单层建筑；
- 2 存放甲、乙类物品部分应采取防爆措施和设置泄压设施；
- 3 存放甲、乙类物品部分应采用抗爆防护墙与其他部分分隔，相互间的承重结构应各自独立。

5.2 厂房(库房)的安全疏散

5.2.1 厂房内地上部分最远工作地点到外部出口或疏散楼梯的距离不宜大于 75m; 厂房内地下部分最远工作地点到疏散楼梯的距离不应大于 45m。

5.2.2 汽轮发电机厂房的疏散楼梯应采用封闭楼梯间或室外楼梯。

5.2.3 厂(库)房、电缆隧道等可利用通向相邻防火分区的防火墙上上的甲级防火门作为第二安全出口。

5.2.4 主、辅开关站各层的安全出口不应少于两个, 室内最远工作地点到最近安全出口的直线距离不应大于 30m。

5.2.5 厂房内配电间室内最远点到疏散出口的直线距离不应大于 15m; 当其长度大于 7m 时疏散出口的数量不应少于 2 个。

5.3 建筑构造

5.3.1 丁、戊厂(库)房的封闭楼梯间应符合下列规定:

1 楼梯间宜天然采光和自然通风, 并宜靠外墙设置; 当不能天然采光和自然通风时, 可不设置前室, 但应设置防烟设施;

2 楼梯间内不应设置可燃材料储藏室、垃圾道;

3 楼梯间内不应有影响疏散的凸出物或其他障碍物;

4 楼梯间的首层可包括走道和门厅, 形成扩大的封闭楼梯间, 但应采用乙级防火门等措施将楼梯间与其他走道和房间隔开;

5 除楼梯间的门之外, 楼梯间的内墙上不应开设其他门窗洞口。

5.3.2 疏散楼梯间内部不应穿越可燃气体管道、蒸汽管道、甲、乙、丙类液体管道。

5.3.3 防火分隔墙的耐火极限不应低于 2.00h, 分隔楼板、梁的耐火极限不应低于 1.00h。防火分隔墙上设置的门、窗, 应为甲级防火门、窗。

5.3.4 当油管道采用沟道敷设时,在油罐至油泵房以及油泵房至辅助锅炉房之间的油管沟内,应有防止火灾蔓延的隔断措施。

5.3.5 地下电缆沟、电缆隧道以及综合管廊在进出厂房时,在建筑物外墙 1.0m 处应设置防火墙。防火墙上的门应采用甲级防火门。

5.3.6 当汽轮机发电机厂房墙外 5m 范围内布置有变压器时,不应在变压器外轮廓投影范围外侧各 3m 内的汽轮机发电厂房外墙上设置门、窗和通风孔,且该区域外墙应为防火墙;当汽轮机发电机厂房墙外 5m~10m 范围内布置有变压器时,汽轮发电机厂房的外墙可设置甲级防火门,变压器高度以上应设防火窗,其耐火极限不应低于 0.90h。

5.3.7 当管道或电缆穿过防火墙或防火分隔墙时所形成的孔洞或缝隙应采取防火封堵措施。

5.3.8 油系统的储油设施四周应设置可贮存全部油量的防火挡沿,其耐火极限不应低于 1.50h。

5.3.9 甲、乙、丙类厂房的墙面、地面、顶棚和隔断应采用 A 级装修材料;丁、戊类厂房的顶棚和墙面应采用 A 级装修材料,其他部位应采用不低于 B1 级的装修材料。常规岛其他建筑物的内部装修设计应符合现行国家标准《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222 的有关规定。

6 工 艺 系 统

6.1 汽轮发电机组

6.1.1 氢气系统设计应符合下列规定：

1 发电机的排氢阀和气体控制站，应布置在能使氢气安全排至厂房外没有火源的地方。在氢气管道上适当位置应设置氢气放散管，放散管应引至厂房外没有火源的地方并高出周围建筑物4m。放散管应采用不锈钢管，其管口应设阻火器，排氢能力应与汽轮机破坏真空停机的惰走时间相配合。

2 氢气管道应采用带法兰的短管连接。氢气管道应有防静电的接地措施。布置氢气管道的区域应通风良好。

6.1.2 汽机润滑油箱、油净化装置及冷油器应布置在同一个房间，房间内应设置防火堤，高度应能储存最大储油设备的漏油量。

6.1.3 在汽轮发电机厂房外应设置事故油箱（坑），其布置标高和油管道的设计，应能满足事故时排油畅通的需要。事故油箱（坑）的有效容积不应小于最大一台机组油系统的全部油量。在油箱的事故排油管上，应设置两个钢制阀门，其操作手轮应设在距油箱外缘5m以外的地方，并有两通道可以到达手轮位置。操作手轮应在明显位置设置清晰的警示标志。

6.1.4 汽轮机油系统的设计应符合下列规定：

1 不得将油管安装在蒸汽管附近；当必须安装在蒸汽管附近时，应在油管和蒸汽管之间设置保温隔热垫层，油管应布置在蒸汽管的下方。当不符合上述要求时，应在蒸汽管保温材料上设置金属密封保护套；

2 汽轮机润滑油管道应架空布置或管沟敷设；

3 严禁在距油管道外壁小于1m范围内布置电缆，与设备成

一体化的电源和控制电缆除外；

4 在油管道与汽轮发电机组接口法兰适当处应设置防护槽及将漏油引至安全处的排油管道；

5 对于设备接口应采用带槽法兰盘连接；

6 应采用钢制阀门。

6.1.5 液压调节系统应采用抗燃油。

6.1.6 汽动给水泵油箱宜布置在房间内，并应设置可容纳最大储油设备漏油量的防火堤。

6.1.7 给水泵汽轮机油系统应设置至汽轮机事故油箱（坑）的事故油管道。

6.2 油罐区和油泵房

6.2.1 油罐区和油泵房的油品火灾危险性分类应符合现行国家标准《石油库设计规范》GB 50074 的有关规定。

6.2.2 当油罐车的卸油系统从油罐车的下部接入时，应采用密闭式管道系统。

6.2.3 固定顶油罐应设置通气管。

6.2.4 油罐的出油管道，应在靠近防火堤外面设置隔离阀。

6.2.5 油罐的进口管道应在靠近油罐处设置隔离阀，并宜从油罐的下部进入，当工艺布置需要从油罐的顶部接入时，进油管宜延伸到油罐的下部。

6.2.6 油罐区的排水管应在防火堤外设置隔离阀。

6.2.7 管道不宜穿过防火堤。当必须穿过时，管道与防火堤间的缝隙应采用防火封堵材料紧密填塞，当管道周边有可燃物时，还应在防火堤两侧 1m 范围内的管道上采取防火保护措施；当直径大于或等于 32mm 的燃油管道穿过防火堤时，除填塞防火封堵材料外，还应设置阻火圈或阻火带。

6.2.8 容积式油泵安全阀的排出管应接至油罐与油泵之间的回油管道上，回油管道上不应设置阀门。

- 6.2.9 油管道宜架空敷设。当油管道与热力管道敷设在同一地沟时,油管道应布置在热力管道的下方,必要时应采取隔热措施。
- 6.2.10 油管道应采用无缝钢管,阀门应采用钢制阀门,压力等级应按高一级压力选用。除必须用法兰与设备和其他部件相连接外,油管道管段应采用焊接连接。
- 6.2.11 燃烧器油枪接口与固定油管道之间,宜采用带金属编织网套的波纹管连接。
- 6.2.12 在辅助锅炉的供油总管上,应设置快速自动关断阀和手动关断阀。
- 6.2.13 油系统的设备及管道的保温材料,应采用不燃烧材料。
- 6.2.14 油系统的卸油、贮油及输油的防雷、防静电设施,应符合现行国家标准《石油库设计规范》GB 50074 的有关规定。
- 6.2.15 在装设波纹管补偿器的燃油管道上应采取防超压的措施。

6.3 变 压 器

- 6.3.1 屋外油浸变压器与各建(构)筑物的最小间距应符合本规范第 4.0.5 条的规定。
- 6.3.2 油量为 2500kg 及以上屋外油浸变压器之间的最小间距应符合表 6.3.2 的规定。

表 6.3.2 屋外油浸变压器之间的最小间距(m)

电 压 等 级	最 小 间 距
35kV 及以下	5
66kV	6
110kV	8
220kV 及以上	10

- 6.3.3 当油量为 2500kg 及以上屋外油浸变压器之间的最小间距不满足表 6.3.2 中的规定时,变压器之间应设置防火墙,防火墙的长度不应小于变压器储油池两侧各 1m,高度不小于变压器油枕

高度的 0.5m, 防火墙的耐火极限不应低于 3.00h。

6.3.4 屋外单台油量大于 1000kg 的油浸变压器应设置贮油或挡油设施, 挡油设施的容积宜按变压器油量的 20% 设计, 并应设置将事故油排至安全处的设施。当设置有油水分离措施的总事故贮油池时, 其容量可按最大一台变压器油箱容量的 60% 确定。

贮油或挡油设施应大于变压器外廓每边各 1m。

6.3.5 贮油设施内应铺设厚度大于或等于 250mm 的卵石层, 卵石直径宜为 50mm~80mm。

6.3.6 低压厂用变压器(隔离变压器)、发电机励磁变压器及控制变压器应采用干式变压器。

6.4 电缆及电缆敷设

6.4.1 下列场所或回路的明敷电缆应为耐火电缆或采取防火防护措施, 其他电缆可采用阻燃电缆:

- 1 消防、报警、应急照明和直流电源等重要回路;
- 2 计算机监控、应急电源、不停电电源等双回路合用同一电缆通道且未相互隔离时的其中一个回路;
- 3 油脂库、危险品库、供氢站、油泵房、气体储存区等易燃、易爆场所;
- 4 循环水泵房、除盐水生产厂房等重要电源的双回供电回路合用同一电缆通道未相互隔离的其中一个回路。

6.4.2 建(构)筑物中电缆引至电气盘、柜或控制屏、台的开孔部位, 电缆贯穿隔墙、楼板的孔洞处均应采用防火封堵材料进行封堵, 封堵组件的耐火极限不应低于被贯穿物的耐火极限且不应低于 1.00h。防火封堵材料不应含卤素, 对电缆不得有腐蚀和损害。

6.4.3 在电缆竖井中, 每间隔 6m 应进行防火封堵; 每间隔 12m 应设置 1 个电缆竖井出入口, 最上端的出入口应位于距电缆竖井顶部 6m 范围内。金属材料的电缆竖井外表面应涂敷防火涂料或防火漆, 其耐火极限不应低于 2.00h。

6.4.4 汽轮发电机厂房到网络继电器室的每条电缆隧道或电缆沟所容纳的电缆回路不应超过 1 台机组的电缆,布置在同一房间或电缆通道内不同机组的电缆应进行空间隔离。

6.4.5 在电缆隧道或电缆沟的下列部位,应设置防火墙:

- 1 公用主隧道或电缆沟的分支处;
- 2 长距离电缆隧道或电缆沟每间隔 50m 处;
- 3 通向建筑物的入口处;
- 4 厂区围墙处。

6.4.6 可燃气、油管路以及其他可能引起火灾的管道严禁穿越电缆隧道和电缆沟道。

6.4.7 电缆架空敷设应符合下列规定:

1 正常运行系统相互备用的重要电缆宜敷设在不同的电缆通道内,当敷设在同一电缆通道内时,应符合本规定第 6.4.1 条的规定;

2 除通信、照明和信号电缆外,其余电缆均不得敷设在疏散通道内。敷设在疏散通道内的电缆应穿管敷设,穿越疏散通道的电缆贯穿件,其耐火极限应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定;

3 测量和控制电缆应敷设在封闭金属线槽内或穿管敷设;

4 电缆桥架分支处、直线段每间隔 50m 处应设置阻火措施。

6.4.8 临近汽轮机头部、汽轮机油系统等易受外部火灾影响部位的电缆区段,应采取阻火措施或采用耐火电缆。

6.4.9 架空敷设的电缆应与热力管路保持足够的距离,控制电缆、动力电缆与热力管道平行时,两者间的距离分别不应小于 0.5m 和 1.0m;控制电缆、动力电缆与热力管道交叉时,两者间的距离分别不应小于 0.25m 和 0.5m。当不能满足要求时,应采取有效的防火隔热措施。

7 消防给水、灭火设施及火灾自动报警

7.1 一般规定

7.1.1 常规岛的消防用水应与核电厂的全厂消防用水统一规划。

7.1.2 消防给水系统应满足常规岛最大一次灭火用水量、流量及最大压力要求。

注:1 在计算水压时,应采用喷嘴口径 19mm 的水枪和直径 65mm、长度 25m 的有衬里消防水带,每支水枪的计算流量不应小于 5L/s。

2 消防栓给水管道设计流速不宜大于 2.5m/s,消防栓与水喷雾灭火系统或自动喷水灭火系统合用管道的流速不宜超过 5m/s。

7.1.3 常规岛的最大一次灭火用水量应为建筑物或设备需要同时开启的室外消火栓、室内消火栓、自动喷水、水喷雾及泡沫灭火系统等系统流量之和中的最大值。消防给水系统的火灾延续时间不应少于 2.00h。

7.1.4 常规岛应设置室内、外消火栓给水系统。

7.1.5 常规岛的火灾自动报警系统和固定灭火系统的设置要求,可按表 7.1.5 的规定确定。

表 7.1.5 常规岛的火灾自动报警系统和固定灭火系统的设置

建(构)筑物和设备		可选的火灾探测器类型	可选的灭火介质及系统形式
汽轮 发电机 厂房	控制设备间	(高灵敏型管路采样吸气式感烟+感温)/(感烟+感温)	气体
	电子设备间	(高灵敏型管路采样吸气式感烟+感温)/(感烟+感温)	气体
	计算机室	(高灵敏型管路采样吸气式感烟+感温)/(感烟+感温)	气体
	润滑油设备间	(感温+火焰)/(感烟+火焰)	水喷雾/自动喷水/泡沫-喷淋
	电液装置 (抗燃油除外)	(感温+火焰)/(感烟+火焰)	水喷雾/自动喷水/泡沫-喷淋

续表 7.1.5

建(构)筑物和设备		可选的火灾探测器类型	可选的灭火介质及系统形式
汽轮 发电机 厂房	氢密封油装置	(感温+火焰)/(感烟+火焰)	水喷雾/自动喷水/泡沫-喷淋
	汽轮发电机组 轴承	(感温+火焰)/(感烟+火焰)	水喷雾,参见注 1
	运转层下各层	感烟/感温	自动喷水/泡沫-水喷淋/ 泡沫-水喷雾/泡沫
	给水泵油箱 (抗燃油除外)	(感烟+火焰)/(感温+火焰)	水喷雾/自动喷水/泡沫-喷淋
	配电间	感烟+感温	干粉(灭火装置)或气体
	电缆夹层	(高灵敏度管路采样吸气式 感烟+感温)/(缆式线型感 温+点型感烟)/(光纤感 温+点型感烟)	自动喷水/水喷雾/气体
	电缆桥架	缆式线型感温/光纤感温	见第 7.5.3 条
	电缆竖井	感烟/缆式线型感温/光纤感 温/接头温度监测	自动喷水/干粉(灭火装置)
	蓄电池间	防爆感烟/可燃气体探测	—
	通风设备间	感烟	—
	汽轮发电机厂 房至电气厂房 或网络继电器 室电缆通道	缆式线型感温/光纤 感温/感烟	—
	主蒸汽管道与 油管道(在蒸 汽管道上方) 交叉处	感温/感烟	干粉
变压器	主变压器	(感温+火焰)/(感温+感温)	水喷雾
	辅助变压器	(感温+火焰)/(感温+感温)	水喷雾
	联络变压器	(感温+火焰)/(感温+感温)	水喷雾
	高压厂用 变压器	(感温+火焰)/(感温+感温)	水喷雾

续表 7.1.5

建(构)筑物和设备		可选的火灾探测器类型	可选的灭火介质及系统形式
其 他	屋内主开关站、 辅助开关站	感烟/火焰	—
	空压机房	感烟	—
	油罐区	感温+火焰	泡沫
	化学加药间、 制氯间	氢气探测	—
	海水淡化厂房 的控制室、 配电间	感烟	—
	供氢站	氢气探测	—
	燃油辅助 锅炉燃烧器	(感烟+火焰)/(感温+火焰)	水喷雾/自动喷水/泡沫-喷淋
	非放射性高架 仓库(戊类除外)	感烟	自动喷水
	机电仪器仪表库	(高灵敏型管路采样吸气式 感烟+感温)/(感烟+感温)	气体
	危险品库	感烟/可燃气体	见注 3
	非放射性 检修厂房	感烟	—
	网络继电器室	(高灵敏型管路采样吸气式 感烟+感温)/(感烟+感温)	气体
电缆隧道		缆式线型感温/光纤感温	水喷雾/干粉(灭火装置)

- 注:1 汽轮发电机组轴承采用水喷雾灭火系统时应为手动控制。
- 2 电子设备间、计算机室、网络继电器室、控制设备间的闷顶内如有可燃物且净高超过 0.8m 时,宜装设线型感温探测器。
- 3 危险品库的灭火介质及系统形式应根据储存的物品种类结合现行国家标准《常用化学危险品贮存通则》GB 15603 的要求综合确定。
- 4 开式自动水灭火系统宜设置同类型多回路或两种类型组合的火灾自动报警系统。
- 5 表中未列出的建筑物或设备,其火灾探测器的选择应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 的规定。
- 6 表中“—”表示无要求,“/”表示或的关系。

7.1.6 消火栓给水系统可与自动喷水灭火系统及水喷雾灭火系统合并设置。

7.1.7 在常规岛范围内设置消防给水的稳压装置时,应符合下列规定:

1 稳压装置的调节水量不宜少于消防给水系统 1min 的最大流量;

2 稳压装置的供水压力不应低于消防给水系统所需的最高工作压力;

3 当有需要时,补水泵及补气泵均为 1 用 1 备。

7.2 室外消防给水

7.2.1 建(构)筑物室外消火栓设计流量的计算应符合表 7.2.1 的规定:

表 7.2.1 建(构)筑物室外消火栓设计流量(L/s)

耐火等级	建(构)筑物名称 及类别		建(构)筑物体积(m³)					
			≤1500	1501~ 3000	3001~ 5000	5001~ 20000	20001~ 50000	>50000
一、二级	厂房	甲、乙类	10	15	20	25	30	35
		丙类						40
		丁、戊类	10			15		20
	仓库	甲、乙类	15	15	25	25	—	—
		丙类	15	15	25	25	35	45
		丁、戊类	10			15		20
三级	厂房、 仓库	乙、丙类	15	20	30	40	45	—
		丁、戊类	10		15	20	25	35

注:1 消防设计流量应按消火栓设计流量最大的一座建筑物计算,成组布置的建筑物应按消火栓设计流量较大的相邻两座建筑物的体积之和计算。

2 室外油浸变压器的消火栓用水量不应小于 10L/s。

7.2.2 消防用水系统不宜与生产用水或生活用水系统的管道相连接。

7.2.3 室外消防管道的布置应符合下列规定:

1 汽轮发电机厂房周围的消防给水管道应环状布置,环状管道的进水管不应少于 2 条;当其中 1 条故障时,其余进水管应能满足汽轮发电机厂房最大消防进水量的要求;

2 环状消防给水管道应用阀门分成若干独立管段,每段消火栓的数量不宜超过 5 个;

3 消防给水干管的管径应经计算确定且应满足服务区域最大消防流量的要求,管径不应小于 $DN100$;

4 室外消防管道宜采用球墨铸铁管或加强防腐的钢管;

5 消防给水管道应保持充水状态,寒冷地区消火栓应有防冻措施,阀门井应采取防冻措施;

6 地下消防给水管道应埋设在冰冻线以下,管顶距冰冻线不应小于 300mm。

7.2.4 室外消火栓的布置应符合下列规定:

1 宜采用具有调压功能的消火栓;地上式消火栓应有 $DN150$ 或 $DN100$ 吸水口和 $DN80$ 或 $DN65$ 的水龙带出口;当采用地下式消火栓时,应有明显标志,消火栓应有 $DN100$ 和 $DN65$ 栓口;

2 室外消火栓应沿道路设置;

3 消火栓距道路路边不宜大于 2m;距建筑物外墙不宜小于 5m;

4 汽轮发电机厂房周围的室外消火栓间距宜为 75m;其他区域的室外消火栓间距不宜大于 120m;

5 每个室外消火栓宜设置检修隔离阀;

6 当消火栓设置场所有可能受到车辆冲撞时,应在其周围设置防护设施。

7.3 室内消火栓设置场所与室内消防给水量

7.3.1 下列建(构)筑物或场所应设置室内消火栓:

1 汽轮发电机厂房(包括底层、运转层及除氧器层);

2 屋内有充油设备的主开关站、辅助开关站,网络继电器室;

- 3 仓库类建筑(不适于用水灭火的除外);
 - 4 燃油辅助锅炉房;
 - 5 循环水泵房。
- 7.3.2 下列建(构)筑物或场所可不设置室内消火栓:
- 1 屋内无油的主开关站、辅助开关站,电缆隧道;
 - 2 给水泵房,进水、排水构筑物,净水构筑物,自然通风冷却塔,除盐水生产厂房,海水淡化厂房,排水泵房,污水泵房,非放射性污水处理构筑物;
 - 3 辅助电锅炉房;
 - 4 供氢站;无润滑油的空压机室;
 - 5 非放射性检修厂房;
 - 6 敞开式材料库棚。
- 7.3.3 室内消火栓的设计流量应根据同时使用水枪数量和充实水柱长度由计算确定,但不应小于表 7.3.3 的规定。

表 7.3.3 室内消火栓系统设计流量

建筑物名称	高度 H 、体积 V	消火栓 设计流量 (L/s)	同时使用 水枪数量 (支)	每根竖管 最小流量 (L/s)
汽轮发电机厂房	$H \leq 24\text{m}$	10	2	10
	$24\text{m} < H \leq 50\text{m}$	25	5	15
	$H > 50\text{m}$	30	6	15
其他工业建筑	$H \leq 24\text{m}, V \leq 10000 \text{ m}^3$	10	2	10
	$H \leq 24\text{m}, V > 10000 \text{ m}^3$	15	3	
仓 库	$H \leq 24\text{m}$	10	2	10
	$24\text{m} < H \leq 50\text{m}$	30	6	15
	$H > 50\text{m}$	40	8	15

注:消防软管卷盘的消防用水量可不计入室内消防用水量。

7.4 室内消防给水管道与消火栓

7.4.1 室内消防给水管道设计应符合下列规定:

- 1 室内消火栓超过 10 个且室外消火栓设计流量大于 15L/s 时,室内消防给水管道至少应有两条进水管与室外管网连接,室内

消防给水管道应连接成环状管网,每条与室外管网连接的进水管应满足全部设计流量设计;室内消防管道的管径应经计算确定且应满足室内最大消防流量的要求,干管的管径不应小于DN100;

2 汽轮发电机厂房内应设置消防给水水平环状管网;消防竖管宜引自水平环状管网成枝状布置;

3 室内消防给水水平干管宜按防火分区设置分段阀门;

4 室内消火栓给水管网与自动喷水灭火系统、水喷雾灭火系统的管网应在报警阀或雨淋阀前分开设置。

7.4.2 室内消火栓布置应符合下列规定:

1 汽轮发电机厂房内消火栓的布置应保证有两支水枪的充实水柱同时到达室内任何部位;

2 对于厂房、高架库房,充实水柱长度宜按13m计算;对于其他建筑,充实水柱长度宜按10m计算;

3 消防给水系统的静水压力不应超过1.2MPa,超过1.2MPa时,应采用分区给水系统;消火栓栓口处的出水压力不宜超过0.5MPa,超过时应采取减压措施;

4 室内消火栓应设在楼梯间或楼梯间休息平台、走道等明显易于取用及便于火灾扑救的地点,栓口距地面高度宜为1.1m,其出水方向宜与设置消火栓的墙面成90°角或向下;

5 室内消火栓的间距应由计算确定;汽轮发电机厂房及高架仓库内消火栓的间距不应超过30m;

6 应采用同一型号且配有自救式消防水喉的消火栓箱,消火栓水带直径宜为65mm,长度不应超过25m,水枪喷嘴口径不应小于19mm;消防软管卷盘宜配长为20m或25m、内径为19mm的消防软管及直流喷雾混合型水枪;

7 当室内消火栓设在寒冷地区非采暖的建筑物内时,可采用干式消火栓给水系统,但在进水管上应安装快速启闭装置,在室内消防给水管路最高处应设自动排气阀;

8 汽轮发电机厂房应配备具有喷雾功能的水枪,其他建(构)筑物内的带电设施附近的消火栓应配备喷雾水枪;

9 设有室内消火栓的建筑,宜在屋顶便于操作和防冻处设置具有压力显示装置的试验和检验用的消火栓。

7.5 水喷雾与自动喷水灭火系统

7.5.1 水喷雾灭火设施与高压电气设备带电(裸露)部分的最小安全净距应符合现行行业标准《高压配电装置设计技术规程》DL/T 5352 的有关规定。

7.5.2 保护汽轮发电机厂房内的油箱、油设施的水雾喷头宜设置在油箱或油设施四周的上方,水雾必须直接喷向被保护对象并完全覆盖油箱的表面或包络保护对象。

7.5.3 符合下列条件的敞开式电缆桥架应设置水喷雾灭火系统:

- 1 单摞超过 4 层;
- 2 水平相邻的两摞,相互净距不足 1.5m,每摞超过 3 层;
- 3 一摞超过 3 层,另一摞超过 2 层,两摞之间的净距不足 1.0m。

7.5.4 用于变压器的水喷雾灭火系统,应在雨淋阀前设管道过滤器。

7.5.5 设有自动喷水灭火系统或水喷雾灭火系统的建(构)筑物、设备的灭火强度及作用面积不应低于表 7.5.5 的规定。

表 7.5.5 建(构)筑物、设备的灭火强度及作用面积

火灾类别	建(构)筑物、设备	自动喷水强度 (L/min · m ²)/ 作用面积(m ²)	水喷雾强度 (L/min · m ²)	闭式泡沫-水喷淋 强度(L/min · m ²)/ 作用面积(m ²)
液体	汽轮发电机运转层下	12/260	液体闪点 60℃~120℃: 20 液体闪点> 120℃: 13	≥6.5/465
	润滑油设备间			
	给水泵油箱			
	汽轮机、发电机 及励磁机轴承			
	电液装置 (抗燃油除外)			
	氢密封油装置			
	燃油辅助锅炉房			≥6.5/465

续表 7.5.5

火灾类别	建(构)筑物、设备	自动喷水强度 ($L/min \cdot m^2$)/ 作用面积(m^2)	水喷雾强度 ($L/min \cdot m^2$)	闭式泡沫-水喷淋 强度($L/min \cdot m^2$)/ 作用面积(m^2)
固体与液体	危险品库	15/260	15	—
电气	电缆夹层	12/260	13	—
	油浸变压器	—	20	—
	油浸变压器的集油坑	—	6	—

注:仓库类的自动喷水灭火强度应符合现行国家标准《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084 的有关规定。

7.5.6 自动喷水灭火系统、水喷雾灭火系统的设计应符合现行国家标准《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084 或《水喷雾灭火系统设计规范》GB 50219 的有关规定。

7.6 消防排水

7.6.1 设有消防给水系统的建(构)筑物应设置消防排水设施。

7.6.2 变压器的消防排水流量,不应小于消防水设计流量与在 20min 内排放 60%变压器油的排油流量之和;汽轮发电机润滑油箱所在房间和设有消防给水设施的仓库应设地面排水设施,其排水能力不宜小于最大消防给水设计流量。

7.6.3 易燃或可燃液体区域的排水管道应设置水封等限制火灾向外蔓延的措施。

7.7 泡沫灭火系统

7.7.1 油罐区宜采用低倍数泡沫灭火系统。

7.7.2 单罐容量大于 $200m^3$ 的油罐应采用固定式泡沫灭火系统;单罐容量小于或等于 $200m^3$ 的油罐可采用半固定式泡沫灭火系统。

7.7.3 泡沫灭火系统的设计应符合现行国家标准《泡沫灭火系统设计规范》GB 50151 的有关规定。

7.8 气体灭火系统

7.8.1 气体灭火剂的类型与气体灭火系统形式应根据被保护对象的特点、重要性、环境要求并结合防护区的布置,经技术经济比较后确定。有条件时宜采用组合分配系统。

7.8.2 气体灭火剂的设计用量宜设置 100% 备用。

7.8.3 固定式气体灭火系统的设计应符合现行国家标准《气体灭火系统设计规范》GB 50370、《二氧化碳灭火系统设计规范》GB 50193 的规定。

7.9 灭 火 器

7.9.1 建(构)筑物及设备应配置灭火器并宜按表 7.9.1 确定其火灾类别及危险等级。

表 7.9.1 建(构)筑物及设备的火灾类别及危险等级

配置场所	火灾类别	危险等级
电缆夹层	E	中
配电间	E	中
电子设备间、控制设备间	E	中
网络继电器室、继电器室	E	中
蓄电池室	C	中
润滑油设备间	B	严重
电液装置	B	中
氢密封油装置	B	中
汽轮发电机组轴承	B	中
汽机运转层下各层	B	中
给水泵及油箱	B	严重
汽轮发电机厂房内主蒸汽管道与油管道交叉处	B	严重
汽轮发电机厂房电缆桥架附近	E	中
汽机发电机运转层	A、B	中
主、辅开关站(屋内,有充油设备)	A、B、E	中
室外油浸变压器	B	中

续表 7.9.1

配置场所	火灾类别	危险等级
除盐水生产厂房	A	轻
海水淡化厂房	A	轻
辅助锅炉房	B	中
供氢站	C	严重
空压机房(有润滑油)	B	中
实验室	A	中
非放射性检修厂房	A、B	轻
循环水泵房及其他给水、排水泵房	A	轻
油脂库	B	中
机电仪器仪表库	A	中
备品备件库	A	中
工具库	A	中
危险品库	A、B、C	严重

7.9.2 严重危险级的场所,宜设推车式灭火器。

7.9.3 露天设置的灭火器应设置在灭火器箱内或置于遮阳棚下。

7.9.4 控制设备间、电子设备间、继电器室及主、辅开关站可采用干粉灭火器。

7.9.5 灭火器应布置在便于人员接近的通道处,宜靠近消火栓。灭火器附近应设置便于人员识别的指示牌。

7.9.6 灭火器的配置设计,应符合现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140 的有关规定。

7.10 火灾自动报警与消防设备控制

7.10.1 常规岛应设置火灾自动报警系统。常规岛的火灾自动报警系统应与核岛火灾自动报警系统联网。汽轮发电机厂房、油浸变压器、油罐区及网络继电器室的灭火系统应能在核岛主控室手动控制。

7.10.2 常规岛宜按建筑物性质划分成若干火灾报警区域。

7.10.3 火灾探测器的选择及设计,除宜执行本规范第 7.1.5 条的规定外,尚应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 的有关规定。

7.10.4 火灾报警控制器的容量和每一总线回路所连接的火灾探测器、控制模块及信号模块的地址编码总数,宜留有一定余量。

7.10.5 设有固定自动灭火系统的场所,宜采用同类型或不同类型探测器的组合。

7.10.6 手动报警按钮处宜设置电话插孔。

7.10.7 可燃气体的报警信号应接入火灾自动报警系统。

7.10.8 消防设施的就地启动、停止控制设备应具有明显标志,并应有防误操作保护措施。

7.10.9 汽轮发电机厂房的火灾自动报警系统宜符合下列规定:

1 具有联动功能的火灾报警控制器应设置在安全且便于操作的位置;区域显示盘宜设置在汽轮发电机厂房内便于监控并易于操作的位置;

2 配电间、通风机房、灭火控制系统操作装置处宜设置带有隔音室的消防专用电话,其选型应与核岛统一;

3 声警报器的声压级应高于背景噪声 15dB 且应区别于全厂其他报警信号。

7.10.10 在电缆桥架上设置缆式线型感温火灾探测器时,宜接触式布置。

7.10.11 油罐的火灾探测器及相关连接件应选用防爆型,油罐区宜设置摄像监视装置。

7.10.12 汽轮发电机组及变压器区域宜设置摄像监视装置,图像应能传送至核岛主控室。

7.10.13 火灾自动报警系统的设计,应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 的有关规定。

8 采暖、通风和空调

8.1 采 暖

8.1.1 供氢站、危险品库、橡胶制品库、油脂库、蓄电池室、油泵房等,室内严禁采用明火和易引发火灾的电热散热器采暖。

8.1.2 当危险品库储存易燃易爆化学品时,其房间内采暖热媒温度不应超过 95℃。

8.1.3 采暖管道与可燃物之间应保持一定距离。当热媒温度大于 100℃时,二者距离不应小于 100mm 或应采用不燃材料隔热;当热媒温度小于或等于 100℃时,二者距离不应小于 50mm。

8.1.4 变压器室、配电间等电气房间内不应布置采暖等压力汽、水管道。

8.1.5 蓄电池室的采暖散热器应采用钢制散热器,管道应采用焊接,室内不应设置法兰、丝扣接头和阀门。采暖管道不宜穿过蓄电池室楼板。

8.1.6 室内采暖系统的管道、管件及保温材料应采用不燃材料。

8.1.7 室内禁止采用任何沥青类材料作为采暖系统管道保温的保护层和防水防潮层。

8.1.8 危险品库、供氢站内设备的绝热材料应采用不燃材料。

8.2 通 风

8.2.1 氢冷式发电机组的汽轮发电机厂房屋面应设置连续排氢装置,排氢点应设在发电机所在区域厂房的最高点。采用电动或有电动执行器的排氢装置时,应采取防爆措施。

8.2.2 蓄电池室应设置机械通风,室内空气不应循环使用,室内应保持负压。通风机及其电机应为防爆型,并应采用直联联接。

上部排风口应贴近顶棚,其上缘距顶棚不应大于0.1m,排风口应接至室外。蓄电池室送风机和排风机不应布置在同一风机室内;当采用新风机组且送风机在箱体内时,送风机可与排风机布置在同一个房间。

8.2.3 免维护式蓄电池室应设置机械通风装置,其平时通风换气次数不应少于3次/h,当夏季通风不能满足设备对室内温度的要求时,应设置降温装置,并应避免送风口直吹蓄电池。

8.2.4 当润滑油间、润滑油传送间等室内有油气产生并存在爆炸可能性的房间采用机械通风时,室内空气不应再循环使用,室内应保持负压,通风设备应采用防爆型,风机与电机应采用直联联接。当送风机设置在单独隔开的通风机房内或室外时,且在送风风管上设置逆止阀时,送风机可采用普通型。

8.2.5 氨水及联氨储存间、化学加药间应设置排风装置。当采用机械排风时,排风设备应采用防爆型,风机与电机应采用直联联接。

8.2.6 配电间等电气房间应设置事故后排风机,其电源开关应设在发生火灾时能安全方便切断的位置。

8.2.7 供氢站的电解间、储气间应设置排风装置。室内空气不应循环使用,机械排风的设备应采用防爆型,风机与电机应直联联接。

8.2.8 油脂库中储油房间通风系统的通风机及电机应为防爆型,并应采用直联联接。

8.2.9 辅助锅炉房中的油泵房、通行和半通行的油管沟通风,室内空气不应循环使用,当采用机械通风时,通风设备应采用防爆型。油泵房排风道不应设在墙体内,并不宜穿越防火墙;当必须穿越防火墙时,应在穿墙处设置防火阀。

8.2.10 油系统所在房间的通风系统的风管及其部件均应采用不燃材料并设置导除静电的接地装置。

8.2.11 通风系统所采用的材料,防火阀的设置应符合本规范第8.4节中的相关规定。

8.2.12 危险品库应根据储存危险品的性质确定通风方式及防火

安全措施。当储存甲、乙类液体时,室内空气不应循环使用,送风机与排风机不应布置在同一通风机房内,排风机不应和其他房间的送、排风机布置在同一通风机房内。

8.2.13 排除含有比空气轻的可燃气体与空气的混合物时,其排风水平管全长应顺气流方向向上坡度敷设。

8.2.14 易燃易爆气体或液体管道不应穿过通风机房和通风风管,且不应紧贴通风风管的外壁敷设。

8.2.15 燃油辅助锅炉房应设置自然通风或机械通风设施。当设置机械通风设施时,应采用防爆型并设置导除静电的接地装置。燃油辅助锅炉房的正常通风量应按换气次数不少于3次/h确定。

8.2.16 当制氯过程中有氢气产生时,制氯站通风系统设计应符合本规范第8.2.7条的规定。

8.2.17 产生易燃易爆气体的实验室应设置通风柜及机械排风装置。排风机和电机应防爆且直联联接。

8.2.18 非放射性污水处理构筑物中的含油废水处理站、污水处理站应设机械通风装置。室内空气不允许再循环使用。通风机和电机应为防爆式,并应采用直联联接。

8.2.19 每个防火分区或防火分隔宜设独立的通风系统,当该防火分区或防火分隔设有火灾自动报警系统时,通风系统应与其连锁,发生火灾时,应能自动切断通风机的电源。

8.2.20 火灾危险性较大的房间或设置气体灭火的房间,当发生火灾时,其通风系统应能自动关闭,并应设置火灾后排风系统。

8.2.21 火灾后排风系统的设置应符合下列规定:

- 1 与空调系统宜分开设;
- 2 机械通风系统在系统服务区以外方便处,应设控制开关;
- 3 宜采用专设固定排风系统,当布置困难时,可设移动式排风系统;
- 4 采用机械排风时,排风量可按房间换气次数不少于6次/h计算;

5 排风口应远离通风、空调系统的新风口,离开的程度必须足以防止新风口吸入烟气或燃烧产物。排风口的风速不宜大于 10.0m/s ;

6 排风机状态信号宜送至火灾自动报警系统;

7 排风机的全压应满足排风系统最不利环路的要求。其排风量应考虑 $10\%\sim 20\%$ 的漏风量;

8 排风风管内的风速应符合下列规定:采用金属风管时,不宜大于 20.0m/s ;采用非金属风管时,不宜大于 15.0m/s ;

9 设备、阀门、风管、风口等必须采用不燃材料制作。

8.2.22 事故通风的通风机,应分别在室内、外便于操作的地点设置电器开关。

8.2.23 排除、输送有燃烧或爆炸危险混合物的通风设备和风管,均应采取防静电接地措施(包括法兰跨接),不应采用容易积聚静电的绝缘材料制作。

8.3 防、排烟

8.3.1 采用自然排烟的封闭楼梯间,每5层内可开启排烟窗的总面积不应小于 2.0m^2 。

8.3.2 作为自然排烟的窗口宜设置在房间的外墙上方或屋顶上,顶部距室内地面不应小于 2m ,并应有方便开启的装置。

8.3.3 不具备自然排烟条件的封闭楼梯间应设置机械加压送风防烟设施。

8.3.4 封闭楼梯间内机械加压送风防烟系统维持的正压值应为 $40\text{Pa}\sim 50\text{Pa}$ 。加压送风口宜每隔2层~3层设置1个。送风口的风速不宜大于 7.0m/s 。防烟楼梯间应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 有关防烟楼梯间的规定。

8.3.5 机械加压送风风管内的风速应符合下列规定:

1 采用金属风管时,不宜大于 20.0m/s ;

2 采用非金属风管时,不宜大于 15.0m/s 。

8.3.6 防烟系统设备、阀门、风管、风口等必须采用不燃材料制作。

8.3.7 经常有人操作的控制室应考虑排烟,当自然排烟的条件无法满足要求时,应设置机械排烟设施,机械排烟系统的排烟量可按房间换气次数不少于6次/h计算,室内排烟口宜设置在能有效地排除有害气体的位置。

8.4 空 调

8.4.1 凡设有火灾自动报警系统的厂房,空调系统的设备应与火灾自动报警系统连锁,并应具有火灾时能立即停运的功能。

8.4.2 空调系统的新风口应远离废气口和其他火灾危险区的排烟口和排风口。

8.4.3 当系统中设置电加热器时,电加热器的开关应与通风机的启停连锁控制,并应设置超温断电保护信号、欠流保护信号等,温控器设定值应在90℃以下。电加热器前、后800mm范围内,风管及保温材料应采用不燃材料,不应设置消声器、过滤器等设备。

8.4.4 下列情况之一的通风、空调系统的风管上应设置防火阀:

- 1 穿越防火分隔、防火分区处;
- 2 穿越通风、空调机房的房间隔墙和楼板处;
- 3 穿越重要的设备房间或火灾危险性大的房间隔墙和楼板处;
- 4 穿越变形缝处的两侧;
- 5 每层水平干管同垂直总管交接处的水平管段上;
- 6 穿越管道竖井(防火)的水平管段上。

8.4.5 防火阀的设置应符合下列规定:

1 防火阀的易熔片和其他感温、感烟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,并应采取设置单独支吊架等防止风管变形影响关闭的措施;

- 2 防火阀宜靠近防火分隔处设置,并宜便于检修;

3 防火阀暗装时,应在安装部位设置检修口;

4 在防火阀两侧各 2.0m 范围内的风管应为加厚至 2mm 的钢板,风管的保温材料应采用不燃材料,穿越处的空隙应采用防火封堵材料封堵。

8.4.6 通风、空调系统的风管及其附件应采用不燃材料,接触腐蚀性介质的风管和柔性接头可采用难燃材料,设备和风管的绝热材料应采用不燃材料。

8.4.7 用于加湿器的加湿材料、消声材料及其粘结剂,宜采用不燃材料,当确有困难时,可采用燃烧产物毒性较小且烟密度等级小于或等于 50 的难燃材料。

8.4.8 冷水管的绝热材料应采用不燃材料或 B1 级难燃材料。

9 消防供电及照明

9.1 消防供电

9.1.1 消防供电电源应能满足设计火灾持续时间内消防用电设备可靠供电的要求。

9.1.2 火灾自动报警系统的消防供电应符合下列规定：

1 应设有主电源和备用直流电源，保证在消防系统处于最大负载状态下不影响火灾自动报警系统的正常工作及机组大修期间火灾自动报警系统的继续供电；

2 常规岛火灾自动报警系统正常运行方式下由 UPS 主电源 220V 交流供电；事故状态下由本身带有的蓄电池供电，其连续工作时间不应低于 8h。

9.1.3 常规岛内的消防稳压泵、排烟风机及加压风机应按 I 类负荷供电。

9.2 照 明

9.2.1 工作场所应按表 9.2.1 的规定设置备用照明或疏散照明。

表 9.2.1 需装设应急照明的场所

工作场所		应急照明	
		备用照明	疏散照明
汽 轮 发 电 机 房	运转层	√	—
	凝汽器、凝结水泵、闭式冷却泵、电动给水泵、润滑油主油泵	√	—
	润滑油转运间	√	—
	通风厂房	√	—
	树脂再生间	√	—

续表 9.2.1

工作场所		应急照明	
		备用照明	疏散照明
汽轮发电机厂房	发电机出线小室	√	—
	除氧间除氧器层	√	—
	除氧间管道层	√	—
化学车间	除盐水生产厂房控制室	√	—
	化学加药间控制室	√	—
	供氢站	√	—
电气车间	配电间	√	—
	蓄电池室	√	—
	直流配电室	√	—
	主开关站	√	—
	辅助开关站	√	—
	网络继电器室	√	—
	不停电电源配电室	√	—
给排水系统	泵房控制室	√	—
	取水构筑物	√	—
	非放射性污水处理构筑物	√	—
通道楼梯及其他	地下室疏散通道	—	√
	主要楼梯间	—	√
	辅助锅炉房(含油泵房)	√	—

注：“√”表示应设置。

9.2.2 汽轮发电机厂房内应设置备用照明系统和疏散照明系统，备用照明系统应由应急母线供电，疏散照明系统应采用蓄电池直流供电。

9.2.3 辅助建筑物技术类厂房内应设置备用照明系统和疏散照明系统,备用照明系统应由应急照明柜供电,疏散照明系统应采用蓄电池直流供电;非技术类厂房应设置自带电源的应急灯疏散照明系统。

9.2.4 表 9.2.1 中所列工作场所的通道出入口处应装设疏散照明。

9.2.5 疏散通道和安全出口应设置消防应急照明和疏散指示标志。

9.2.6 当备用照明或疏散照明采用直流供电时,应采用能瞬时可靠点燃的光源,当采用交流供电时,宜采用荧光灯。

9.2.7 应急灯的选择应根据不同环境的要求分别选用开启式、防水防尘式、隔爆式;其放电时间不应小于 1.0h。

9.2.8 备用照明工作面上的最低照度值不应低于正常照明照度值的 10%。在主要通道地面上的疏散照明的最低照度值不应低于 1 lx。

9.2.9 当照明灯具表面的高温部位靠近可燃物时,应采取隔热及散热等防火保护措施。配有卤钨灯光源的灯具,其引入线应采用瓷管、矿物棉等不燃材料作隔热保护。

9.2.10 超过 60W 的白炽灯、卤钨灯、高压钠灯、金属卤化物灯和荧光高压汞灯(包括电感镇流器),不应直接安装在可燃装饰材料上。可燃物品库房不应设置高温照明灯具。

9.2.11 建筑物内设置的应急照明灯具、安全出口标志灯及安全疏散安全标志,除应符合本规范的规定外,尚应满足现行国家标准《消防安全标志》GB 13495 和《消防应急照明和疏散指示系统》GB 17945 的有关规定。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时应首先这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 《石油库设计规范》GB 50074
- 《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084
- 《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116
- 《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140
- 《泡沫灭火系统设计规范》GB 50151
- 《氢气站设计规范》GB 50177
- 《二氧化碳灭火系统设计规范》GB 50193
- 《水喷雾灭火系统设计规范》GB 50219
- 《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222
- 《气体灭火系统设计规范》GB 50370
- 《消防安全标志》GB 13495
- 《消防应急照明和疏散指示系统》GB 17945
- 《厂矿道路设计规范》GBJ 22
- 《高压配电装置设计技术规程》DL/T 5352

中华人民共和国国家标准

核电厂常规岛设计防火规范

GB 50745 - 2012

条文说明

制 定 说 明

《核电厂常规岛设计防火规范》GB 50745—2012,经住房和城乡建设部 2012 年 1 月 21 日以第 1272 号公告批准发布。

本规范为首次制定。在制定过程中,编制组收集并研究了国内外火灾案例,深入国内三大核电基地开展实地调研,总结了我国核电厂常规岛消防设计的多年实践经验,征求各方的意见数百条,在遵循我国核电厂建设的方针、政策、标准,充分协调与我国消防标准之间的关系,借鉴国际相关标准的基础上规定了核电厂常规岛防火设计的主要原则、技术参数。

为便于设计、施工、监督、运行等单位的有关人员在使用本规范时能够正确理解和执行条文规定,编制组按章、节、条编写了本规范的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需要注意的事项进行了说明。本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力,仅供使用者理解、把握本规范条文内容的参考。

目 次

1	总 则	(47)
2	术 语	(51)
3	建(构)筑物的火灾危险性分类及耐火等级	(52)
4	总平面布置	(55)
5	建(构)筑物的防火分区、安全疏散和建筑构造	(57)
5.1	建(构)筑物的防火分区	(57)
5.2	厂房(库房)的安全疏散	(58)
5.3	建筑构造	(59)
6	工艺系统	(62)
6.1	汽轮发电机组	(62)
6.2	油罐区和油泵房	(63)
6.3	变压器	(64)
6.4	电缆及电缆敷设	(66)
7	消防给水、灭火设施及火灾自动报警	(69)
7.1	一般规定	(69)
7.2	室外消防给水	(79)
7.3	室内消火栓设置场所与室内消防给水量	(81)
7.4	室内消防给水管道与消火栓	(81)
7.5	水喷雾与自动喷水灭火系统	(83)
7.6	消防排水	(85)
7.7	泡沫灭火系统	(86)
7.8	气体灭火系统	(86)
7.9	灭火器	(88)
7.10	火灾自动报警与消防设备控制	(89)

8	采暖、通风和空调	(92)
8.1	采暖	(92)
8.2	通风	(93)
8.3	防、排烟	(101)
8.4	空调	(104)
9	消防供电及照明	(107)
9.1	消防供电	(107)
9.2	照明	(108)

1 总 则

1.0.1 核能已成为人类使用的重要能源,核电是电力工业的重要组成部分。由于核电不造成对大气的污染排放,在人们越来越重视地球温室效应、气候变化的形势下,积极推进核电建设,是我国能源建设的一项重要政策,对于满足经济和社会发展不断增长的能源需求,保障能源供应与安全,保护环境,实现电力工业结构优化和可持续发展,提升我国综合经济实力、工业技术水平和国际地位,都具有重要的意义。

自 20 世纪 50 年代中期第一座商业核电厂投产以来,核电发展已历经 50 年。根据国际原子能机构 2005 年 10 月发表的数据,全世界正在运行的核电机组共有 442 台,其中:压水堆占 60%,沸水堆占 21%,重水堆占 9%,石墨堆等其他堆型占 10%。这些核电机组已累计运行超过 1 万堆·年。全世界核电总装机容量为 3.69 亿 kW,分布在 31 个国家和地区;核电年发电量占世界发电总量的 17%。我国是世界上少数几个拥有比较完整核工业体系的国家之一。为推进核能的和平利用,20 世纪 90 年代国务院作出了发展核电的决定,经过三十多年的努力,我国核电从无到有,得到了很大的发展。自 1983 年确定压水堆核电技术路线以来,目前在压水堆核电厂设计、设备制造、工程建设和运行管理等方面已经初步形成了一定的能力,为实现规模化发展奠定了基础。根据保障能源供应安全,优化电源结构的需要,统筹考虑我国技术力量、建设周期、设备制造与自主化、核燃料供应等条件,到 2020 年,核电运行装机容量争取达到 4000 万 kW。

常规岛为汽轮发电机组及其配套设施的统称,其核心为汽轮发电机组,配套设施包括电力变压器、开关站、空气压缩机、循环水

制备、凝结水处理、冷却设施、仓储等,其中的一些配套设施可以理解为 BOP,基本上为无放射性的非安全重要物项。常规岛建筑是核电厂中技术类厂房,是核电厂发电生产链中不可或缺的重要一环。它类似于燃煤发电厂,因处于特殊的核电环境之下,又有别于常规的燃煤电厂,尤其是在消防设施的配置上。据《核保险技术性风险评价手册》统计,核电厂火灾在保险事故中的比例为 24%。汽轮发电机厂房年度发生火灾概率 1.2×10^{-1} 。资料表明,核电厂汽机房的火灾风险经常被低估或没有被认识到,根据对 1971~1993 年期间发生的 9 起重大汽机房火灾事件统计分析,“每两年半的时间发生一起严重的汽机房火灾”。运行经验已经表明,汽机房是火灾、爆炸和水淹的主要发生地点。由于核工业还处于起始发展阶段,汽轮机失效的危害比通常认为的要高得多。有文献指出“汽机房是美国核电厂火灾的主要发生地点”。

常规岛一旦发生火灾后,直接损失和间接损失都很大,直接危及社会安全和稳定。因此,为了确保核电厂的建设能够符合未来安全运行的需要,防止、减少火灾危害,保障生命财产的安全,制定核电厂常规岛防火规范、做好核电厂的防火设计是十分必要的。

1.0.2 本条规定了本规范的适用范围。世界核电几十年的发展史表明,核电厂种类多,系统复杂,远非常规燃煤火电厂可比。但是,无论怎样变化,多半是围绕核反应堆进行,常规岛的型式相对常规,变化不大。

目前,世界范围的核电厂机组容量都不是很大,运行中的单台机组发电容量多为 1000MW 左右,不超过 1100MW。第三代先进反应堆的 AP1000,发电容量预计在 1300MW 以内。我国核电厂从 300MW 至 1000MW 机组的范围较大,已掌握核心技术的 M310 机组,电功率最大约 1120MW,AP1000 机组和 EPR 机组出力较大,但尚未建成。根据这一现实情况,本规范将使用范围的上限界定为百万级,包括单机发电容量 1300MW。也就是说,现阶段本规范适用于新建、扩建的陆地机组单机发电容量 1300MW 及

以下的核电厂常规岛。当汽轮发电机组单机发电容量超过1300MW时可参照执行或进行专题论证。

核电厂改建情况极少发生,不予考虑。

1.0.3 鉴于核电厂的特殊地位、重要性及核电一贯倡导的安全理念,本条强调在消防设计中要贯彻执行国家和核电建设的有关方针政策,其主要内容是“预防为主,防消结合”的方针和“纵深防御”的原则。前者是《中华人民共和国消防法》规定的大方针,后者是国内外核工业领域遵循的消防基本原则,本质上,二者是统一的,后者是针对核电工业的消防方针的细化,在核电厂核岛中,防消结合应该广义理解,二者是有机的结合,并非绝对的结合。核安全是核电厂设计、建造、营运和退役等各个阶段所采取的措施的总和,一直是核电建设重点强调的,其中包括消防安全方面的要求。

核安全的目的是:保护工作人员、社会和环境免遭放射性伤害;确保正常运行并限制厂内放射性照射在合理可行尽量低的水平并低于国家的限值;建立充分的信心,防止发生事故,确保发生带严重放射性后果的事故的的概率极低。

核电工业倡导的纵深防御理念,凸显了核电安全的特征。为了贯彻纵深防御理念,要实现三个目标:

- 1 防止发生火灾;
- 2 快速探测并扑灭确已发生的火灾,从而限制火灾的损害;
- 3 防止尚未扑灭的火灾蔓延,从而将火灾对核电厂安全重要功能的影响降至最低。

纵深防御的理念与我国推行的消防方针目的是一致的,前者所要达到的目标也与消防方针相吻合。为了做好核电厂的消防设计,需要采用新技术、新工艺、新材料和新设备,以不断地提高核电厂消防安全的水平,但同时,又必须持谨慎的态度,务必注意采用的技术、产品是成熟、可靠并经过法定部门检验且经实践考验的,否则,不仅不能保证核电厂的安全,还可能形成安全隐患并造成更大的经济损失。在防火设计中,还要求设计、建设和消防监督部门

的人员密切配合,从积极的方面预防火灾的发生和蔓延,做到防患于未然,这对减少火灾损失、保障人民生命财产的安全具有重大意义。

核电厂的安全固然重要,但是也要正视常规岛的设防程度,不能一味不加限制地提高标准,应从技术、经济两方面出发,正确处理好生产和安全、重点和一般的关系,积极采用行之有效的先进防火技术,切实做到既促进生产、保障安全,又方便使用、经济合理。

1.0.4 本规范属专业标准,针对性很强,本规范在制定和修订中已经与国家相关标准进行了协调,因而在使用中一旦发现同样问题本规范有规定但与其他标准有不一致处时,必须遵循本规范的规定。

考虑到消防技术的飞速发展,工程项目的多变因素,本规范还不能将各类建筑、设备的防火防爆等技术全部内容包括进来,在执行中难免会遇到本规范没有规定的问题,因此,凡本规范未作规定者,应该执行国家现行的有关消防标准的规定(如《建筑设计防火规范》GB 50016、《氢气站设计规范》GB 50177 等),必要时还应由有关部门组织专题论证、试验等工作,并按照规定程序审批。

2 术 语

本章列出了常规岛等六个术语,它们对应了六种建筑。这些建筑均为核电厂中的技术类厂房,这些术语在常规岛的设计、建设、安装等过程中被经常使用,明确它们的内涵,是有效使用本规范的重要前提。

“常规岛”一词,区别于“核岛”,在核电厂建设中,经常被口语化地使用,它不是单一的建筑,而是核电厂最重要的建筑范畴,有着丰富的内涵。从功能上看,常规岛涵盖的建筑,与常规燃煤发电厂的某些建筑相类似,然而因为所处环境的不同,就具有了更为特殊的意义,不仅在功能方面要达到一定的要求,而且在安全设防方面也要给予高度的重视。

3 建(构)筑物的火灾危险性分类及耐火等级

3.0.1 核电厂常规岛及其配套设施的建(构)筑物的火灾危险性分类及耐火等级根据《建筑设计防火规范》GB 50016 及调查总结国内外运行的核电厂的生产及储存性质确定的。本条为强制性条文,必须严格执行。

汽轮发电机厂房一般由汽轮发电机及各层平台、通风间、配电间、各系统设备管路、电缆桥架等组成(个别核电站将冷却水厂房与汽轮发电机厂房合并布置)。电缆的火灾危险性属于丙类,但电厂的电缆均采用的是阻燃电缆或耐火电缆并且电缆部分所占面积较小;发电机的排氢有专用的管道排至室外安全处,且汽轮机厂房有机械通风设置或自然通风设施,屋面系统设有通风设施,故汽轮发电机厂房的火灾危险性可确定为丁类。

汽轮发电机厂房布置地下室的类型很多,并且近年来在建的项目(如参考法国目前正在建的 FA3 的台山三代核电 EPR,浙江三门 AP1000),地下部分都是采用钢结构,但考虑到地下建筑一旦发生火灾,人员疏散和灭火难度较大,更主要的是对于汽轮发电机厂房的结构安全造成威胁,因此对于地下部分的耐火等级应该有所提高。

核电厂的非放射性检修类厂房的面积通常较大,类别也多,一般包括铆焊车间、金工车间、仪电检修车间。检修的对象一般是阀门、管道、仪表、盘柜等设备,绝大多数为不燃烧材料,车间内的可燃物也很少,虽然检修过程中有电焊产生的火花,但不易引起火灾。

目前国内外核电厂无论是 EPR、CPR、AP1000 均采用冗余、多样性、非能动的设计理念,加上核电厂的运行管理不同于常规火

电厂,使得核电厂备品备件的储存量大,种类多,一般根据储存物品的性质及火灾危险性可分为:备品备件库、工具库、橡胶制品库、危险品库、精密仪器仪表库。

1 备品备件库储存的物品通常为:生铁、钢材、管道、阀门、泵类、机电设备、玻璃丝类保温材料等,火灾危险性相似,故确定为丁类。

2 工具库一般为检修用的常用工具和专用工具等,火灾危险性较低,确定为戊类。

3 橡胶制品库通常是工艺管道密封垫、密封圈,用于加工用的橡胶板材等,这些橡胶产品根据使用性质一般具有耐油、耐酸碱、耐磨、抗拉、抗撕裂、减振、阻燃、导电及耐高温等特点。考虑目前天然橡胶还是最好的通用橡胶,高端橡胶制品多数还是来源于天然橡胶,因此橡胶制品库的火灾危险性确定为丙类比较合适。

4 危险品库一般储存化学类产品:丙烷、氮气、六氟化硫、高锰酸钾、硝酸铵、溶剂、乙炔、氧气等,储存的数量少,但火灾危险性还是较大的,因此这部分的火灾危险性确定为甲类。

5 机电仪器仪表库储存了备用的仪表、仪器、各种盘柜等精密仪器,一旦发生火灾对系统的恢复产生的影响大,因此其火灾危险性为丁类,耐火极限应为一级。

油脂库储存的多为润滑油,而用于应急柴油发电机的火灾危险性较大的柴油罐区为单独布置,油脂库储存的油类,其火灾危险性多为丙类。

核电厂内除了核岛设置有全厂应急柴油发电机外,个别项目常规岛也设置有柴油发电机,以田湾核电站为例,此类柴油发电机仅为常规岛服务,其建筑物的耐火等级和火灾危险性等同于常规火电,考虑此非主流模式,未列入表中。

3.0.2 汽轮发电机厂房的屋面一般为钢屋架或钢梁结构,从常规火力发电站火灾情况调查中可以看出,汽轮机头部主油箱、油管路火灾发生的概率较大,在核电厂中,这些危险部位位于厂房空间的

中部位置,如果发生火灾将对屋面结构造成影响。由于汽轮发电机厂房的内部贯彻核电站“纵深防御”的消防理念,火灾危险性较大的房间都划分了防火分隔,保证了该空间内部如果发生火灾不会蔓延到外部,如火灾危险性较大的汽机油箱、油泵及冷油器常常布置在同一个防火分隔内。因此对于汽轮发电机厂房(防火分隔以外)屋面外露的钢结构框架不采取防火保护是能满足消防要求的。

3.0.3 多年来,非承重的外围护构件和屋面采用金属板或金属复合板在电站中应用很普遍,复合板的芯板多为超细玻璃丝绵、岩棉、聚氨酯、聚苯乙烯板等,其中超细玻璃丝绵、岩棉耐火性能较好。聚氨酯、聚苯乙烯板作为芯材与其他有机高分子材料一样是一种可燃性较强的聚合物,硬质聚氨酯泡沫塑料的密度小,绝热性能好,暴露面比其他材料大,因此更容易燃烧,只有添加阻燃剂才能满足自熄型材料的要求,而阻燃剂的添加又影响到产品的造价。目前常用的卤系阻燃剂的毒性问题受到越来越多的关注,新型无卤阻燃剂价格偏高,因此目前这类板材检验合格,而到现场的产品大多不合格的现象很普遍,由于不慎引燃聚氨酯泡沫塑料而导致火灾的事件时有发生,而核电厂的任何火灾都会对社会产生强烈的影响,故本规范规定复合板的芯材不得低于 B1 级。

3.0.4 本条是关于汽轮发电机厂房屋面板材质的规定。

3.0.5 核电厂的火灾事故统计中,电缆火灾占的比例较大,电缆夹层又是电缆比较集中的地方,因此要求对电缆夹层的承重构件进行防火处理,以减少火灾造成的损失。

3.0.6 本条是关于其他厂房电缆竖井等围护结构的规定。

3.0.7 本条是关于建(构)筑物构件的燃烧性能和耐火极限的规定。

4 总平面布置

4.0.1 核电厂厂区的用地面积较大,常规岛建(构)筑物的数量较多,并且建(构)筑物的重要程度、生产方式、火灾危险性等方面的差别较大,因此,宜将常规岛划分为若干区域,突出防火重点,做到火灾时能有效地控制火灾范围,尤其能够有效地控制易燃、易爆建(构)筑物与外界的联系,保证核电厂的关键建(构)筑物、设备和工作人员的安全,避免发生连锁性损坏。常规岛总平面布置通常为汽轮发电机厂房、变压器区、开关站、供氢站(含贮氢罐)、油罐区、冷却水区(含循环水泵房)、水处理区、仓库区等防火区域。

根据现行行业标准《火力发电厂总图运输设计技术规程》DL/T 5032—2005 中第 5.1.7 条,将易爆、易燃、可燃的建(构)筑物布置在厂区边缘地带,一旦发生事故,可保证人身和生产安全,使损害减少到最低程度。

4.0.2 油浸变压器同汽轮发电机厂房、屋内开关站、网络继电器室在工艺流程上有着紧密的联系。上述建筑同油浸变压器的间距,直接关系到投资、用地及电能损失多少。根据多年发电行业的设计实践经验,将油浸变压器与汽轮发电机厂房、开关站、开关控制楼的间距,区别于油浸变压器与其他的火灾危险性为丙、丁类及戊类建筑的间距。

4.0.3 油罐区域贮存的油品多为柴油,属可燃油品,该油品有流动性,容易扩大蔓延。围在油罐区围栅(或围墙)内的建(构)筑物包括卸油栈台、供卸油泵房、油罐、防火围堤,含油污水处理站可在其内,也可以在其外。布置在核电厂内的油罐区,应设置 1.8m 高的围栅;当布置在厂区边缘处时,其外侧应设置 2.5m 高的实体围墙。

4.0.4 供氢站和贮氢罐属散发可燃气体的甲类厂房和贮罐,如距离明火或散发火花地点过近,容易引起燃烧或爆炸事故。因此,应远离散发火焰、火花的地点,宜设在人流、车流较少的厂区边缘地带。建议有条件的核电厂购买成品氢。

4.0.5 根据核电厂常规岛建(构)筑物火灾危险性及耐火等级,并依据现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 编制此表。

4.0.6 常规岛防火区域之间的间距,指两区域建(构)筑物边缘之间的距离。区域之间一般设有消防车道,便于消防车通过或停靠,发生火灾时能够有效地控制火灾区域。对重点防火区域汽轮发电机厂房(含核岛)、开关站、油罐区周围应设置环形消防车道;其他建(构)筑物周围宜设置环形消防车道。消防车道可利用厂内交通道路。

4.0.7 从核电厂安全角度考虑,火灾发生时,为避免火灾时出现较多人员、车辆阻碍厂外救援消防车通行,必须设置两个不同方向的出入口。按照我国目前的消防车型,道路转弯半径为 9m,基本可以满足消防车通行要求。

5 建(构)筑物的防火分区、安全疏散和建筑构造

5.1 建(构)筑物的防火分区

5.1.1 本条为强制性条文,必须严格执行。汽轮发电机厂房由于工艺的布置情况往往是一个大的3层~4层的厂房(个别项目局部5层或地下2层~3层),内部各层平台相通的,将厂房内一些电缆竖井、电缆夹层、电子设备间、配电间、蓄电池室、通风设备间、润滑油间、润滑油转运间形成单独防火分隔,可以将整个汽轮机发电厂房的火灾危险性降低。

5.1.2 非放射性机修车间主要以设备检修为主,也有和其他库房合并布置的情况。一般检修部分含有检修、机加、铆锻焊等车间,火灾危险性较小。通常大型设备检修间及机加工车间共用两台吊车,两车间之间仅以3m高左右的隔墙分隔,此性质相似且火灾危险性相同的可视为相同的一个机修车间,可根据布置情况划分一个防火分区。

5.1.3 电缆隧道以及综合管沟等的火灾危险性较大,因此控制每个防火分区的长度和每个防火间隔的长度可以满足安全疏散要求并对控制火灾起到很好的作用。

5.1.4 核电厂储存库房的建筑面积较大,其中,丙类库房由于火灾危险性较大,有条件时应该单独布置。

目前在实际工程中,往往根据生产运行管理的要求综合布置库房,综合库房的储存物品往往以火灾危险性较小的生铁、钢材、管道、阀门、泵类、机电设备、玻璃丝类保温材料为多数,机加类也多为铆焊车间、金工车间。这里还有一部分丙类物品库房,如火灾危险性为丙类的橡胶制品类和部分丙类的化学品库房。以岭澳二

期和红沿河项目为例,AB库(机加仓库)的建筑面积分别为13519m²和16403m²,其中橡胶制品库的面积分别为1647m²和1035m²,大亚湾和岭澳一、二期都是这种布置方式;并且这些丙类库房均采用单独的防火分区和气体灭火。

5.1.5 本条为强制性条文,必须严格执行。核电厂的甲、乙类库房多储存乙炔、丙烷库、氧气库、高锰酸钾、硝酸铵、溶剂等,但储存量都不大,以大亚湾核电厂为例,乙炔气瓶、氧气瓶的储存量一般分别不超过30瓶,氢气瓶的储存量不超过20瓶,而常用的硝酸铵等也只有几瓶的储存量,并且均为单独的房间布置;红沿河核电厂的氧气库的建筑面积30m²、乙炔库建筑面积35m²、氢气库的建筑面积47m²,因此可与其他丁、戊类库房毗邻布置,但是甲、乙类库房部分应该严格按照现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016的要求采取防爆泄压设计。

5.2 厂房(库房)的安全疏散

5.2.1 汽轮发电机厂房常规布置一般分为0.00米层、夹层、运转层,也有的地下部分2层~3层布置了冷却水泵房,厂房的高度一般不超过40m。从人员疏散角度,核电厂的汽轮机发电厂房与常规火电不同的是:常规火电厂主厂房区域布置了集中控制室,而集中控制室的人员是比较集中的,而核电厂的集中控制室布置在核岛范围内,核电厂的汽轮机发电厂房平时只有检修巡视的少量人员,即使停机大修或检修时检修人员的数量也是有限的,和其他生产密集型的工业建筑不同,并且目前核电厂的布置特点是每台机一个汽轮机发电厂房,依据现有的百万级机组以及今后发展的趋势可以判断汽轮机发电厂房的规模能够满足疏散要求并且与现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016—2006第3.7.4条的要求是相协调的,故规定地上部分厂房内最远工作地点到外部出口或疏散楼梯的距离不宜大于75m,并且其安全出口应均匀布置;但地下部分的疏散距离不应大于45m。

5.2.2 根据法国电力标准《压水堆核电站设计和建造规则——防火部分》RCC-I-97(以下简称“法国标准 RCC-I-97”)对于防火分区与疏散通道的要求:“主疏散通道应隔离或为防火楼梯,并有隔墙进行保护,构成一个防火分隔。”疏散楼梯是该汽轮发电机厂房消防救援和人员疏散的重要通道,必须符合防火分隔的设计要求,这也是和汽轮发电机厂房防火分隔的划分标准统一的。室外疏散楼梯按照现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定是符合疏散要求的。

5.2.3 本条规定了其他厂(库)房以及电缆隧道安全出口布置的原则。建筑物内的防火分区中发生火灾时,相邻防火分区可作第二安全出口。

5.2.4 主、辅开关站的布置和常规火力发电厂的屋内配电装置(GIS)相似,由于这类电气建筑的工艺布置的特殊性,控制室内最远工作地点到最近安全出口的直线距离不应大于 30m 能满足疏散要求。

5.2.5 本条文规定了除主、辅开关站之外的其他厂房内配电装置室的疏散要求。配电装置室指的是动力配电部分,通常包括:高(低)压配电间、MCC 配电间、MPC 间、PC 间、热控配电间等;近年来工程设计中,常将各个配电间互相嵌套,最里面的房间需要通过很多的房间才能疏散到安全区域,这样的布置形式无论在消防救援还是人员疏散方面都存在很大的安全隐患;另外规定了“长度大于 7m 时疏散出口的数量不应少于 2 个。”使得此类房间的布置更加合理。

5.3 建筑构造

5.3.1 前室的作用是防烟和作为人群进入楼梯间的缓冲空间,丁、戊厂(库)房的疏散楼梯之所以可以不设置前室,主要是根据这些厂房的人员较少、火灾危险性小的特点;采取了加压送风等防烟措施后,疏散楼梯是可以满足疏散要求的。

5.3.2 疏散楼梯是人员疏散和消防救援的重要通道,核电厂的工艺管道较多,工艺布置时有穿越疏散楼梯的方案,因此作此强制性规定,以确保疏散楼梯的消防功能,必须严格执行。

5.3.3 本条主要根据前苏联规范《核电厂设计防火标准》BCH 01-87 的规定、我国现行行业标准《核电厂防火准则》EJ/T 1082—2005 等标准为依据。目前已经运行的田湾核电站、大亚湾、岭澳等项目均按此规定执行。按照我国目前核电厂欧洲 EPR 的四列冗余的安全设计理念或西屋 AP1000 非能动设计理念,系统运行和管理上都比传统的压水堆核电站具有更好的安全性,基于这种理念形成防火分隔的概念。防火分隔是核电厂建造引入的特有的消防概念,将一些危险性高的房间划分为防火分隔并采取措施重点加以防护,可以更好地贯彻“纵深防御”的原则,将火灾的危险性降到最低,提升核电厂的运行安全性。目前国内核电厂对于防火分隔的构件耐火极限的设计要求都是基于法国标准 RCC-I 和前苏联《核电站防火设计标准》BCH 01-87 的相关规定执行的,通过火灾荷载的计算来确定该区域各个构件耐火极限,但往往执行的标准不一致,不同的项目有不同的设计要求,并且和我国的消防标准的体系也不协调,造成了工程设计中标准不统一。防火分区的防火墙的耐火极限是 3.00h,参考现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016—2006 第 3.2.1 条综合考虑,防火分隔墙的耐火极限不应低于 2.00h,分隔楼板、梁的耐火极限不应低于 1.50h。防火分隔墙上设置的门、窗,应为甲级防火门、窗。

5.3.4 本条系根据现行行业标准《火力发电厂总图运输设计技术规程》DL/T 5032—2005 第 7.2.3 条编制。

5.3.5 电厂的电缆火灾占火灾总数的大多数,因此规定综合管廊、电缆沟及电缆隧道在进出厂房时,在建筑物外墙处 1.0m 处应设置防火墙,并设置采用甲级防火门,防止火灾蔓延到厂(库)房。

5.3.6 国内外电厂变压器火灾案例较多,变压器本身又装有大量可燃油,有爆炸的可能,一旦发生火灾,火势会很大,所以,当变压

器与汽轮发电机厂房较近时,汽机房外墙上不应设门窗,以免火灾蔓延到厂房内。当变压器距厂房较远时,火灾影响的可能性小些,可以设置防火门、防火窗,以减少火灾对主厂房的影响。

5.3.7 本条是关于防火封堵的规定。

5.3.8 油系统贮油设施一旦泄露并发生火灾,随着油的蔓延,火灾会越来越大,参照前苏联《核电厂防火设计标准》BCH 01-87 对此作了明确的规定。

5.3.9 许多火灾都是起因于装修材料的燃烧,积极使用不燃烧材料和难燃材料在核电厂的建设过程中更是重要。基于对法国标准 RCC-I-97 以及现行行业标准《核电厂防火准则》EJ/T 1082 等国内外标准的理解,核电厂的室内装修材料较其他工业建筑有所提高。本规范规定了一些核电厂建筑物的其他室内装修材料的耐火等级,对于其他的室内装修材料的选取还应结合现行国家标准《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222 的相应规定执行。

6 工艺系统

6.1 汽轮发电机组

6.1.1 本条是关于氢气系统设计的规定。

1 室内不准排放氢气是防止形成爆炸性气体混合物的重要措施之一。同时为了防止氢气爆炸,排氢管应远离明火作业点并高出附近地面、设备以及距屋顶有一定的距离。

2 与发电机氢气管接口处应加装法兰短管,以备发电机进行检修或进行电火焊时,用来隔绝氢气气源,防止发生氢气爆炸事故。

6.1.2 汽机润滑油箱、油净化装置及冷油器应布置在同一个房间,有利于防止火灾扩散。

6.1.3 事故排油阀的安装位置,直接关系到汽轮机油系统火灾发展的速度,从发生汽轮机油系统火灾事故的情况看,如果排油阀的位置设置不当,一旦油系统发生火灾,排油阀被火焰包围,运行人员无法靠近操作,会导致火灾蔓延。根据现行行业标准《火力发电厂油气管道设计规程》DL/T 5204 第 5.5.4 要求,本条对油箱事故排油管道阀门设置作了进一步明确。

6.1.4 本条是关于汽轮机系统设计的规定。

6.1.5 本条规定了液压调节系统的防火要求。为防止汽轮机油系统火灾发生,提高机组运行的安全性,早在多年前,国外大型汽轮机的调节油系统就广泛使用了抗燃油品,并积累了丰富的运行经验。抗燃油品与以往使用的普通矿物质透平油相比,其突出的优点是:油的闪点和自燃点高,闪点一般大于 235°C ,自燃点大于 530°C (热板试验大于 700°C),而透平油的自燃点只有 300°C 左右。同时,抗燃油的挥发性低,仅为同黏度透平油的 $1/10\sim 1/5$,所以

抗燃油的防火性能大大优于透平油,成为今后发展方向。

6.1.6 本条是关于汽动给水泵油箱布置的规定。

6.1.7 本条是关于给水泵汽轮机油系统的规定。

6.2 油罐区和油泵房

6.2.1 本条是关于油品火灾危险性的规定。

6.2.2 本条是关于油罐车卸油的规定。

6.2.3 油罐运行中罐内的气体空间压力是变化的,若罐顶不设置通向大气的通气管,当供油泵向罐内注油或从油罐内抽油时,罐内的气体空间会被压缩或扩张,罐内压力也就随之变大或变小。如果罐内压力急骤下降,罐内形成真空,油罐壁就会被压瘪变形;若罐内压力急骤增大超过油罐结构所能承受的压力时,油罐就会爆裂,油品外泄易引发火灾。如果油罐的顶部设有与大气相通的通气管平衡罐内外的压力,就会避免上述事故的发生。

6.2.4 本条是关于油罐出油管道的规定。

6.2.5 为了辅助锅炉油品的安全和减少油品损耗,参照现行国家标准《石油库设计规范》GB 50074 的有关规定制定本条。这样,除会增加油品的呼吸损耗外,由于油流与空气的摩擦,会产生大量静电,当达到一定电位时就会放电而引起爆炸着火。1977 年和 1978 年上海和大连某厂从上部进油的柴油罐,都因油罐在低油位,高落差的情况下进油,先后发生爆炸起火事故,故制定本条规定。

6.2.6 油罐区排水有时带油,为彻底隔离可能出现的着火外延,故设置隔离阀门。

6.2.7 国家现行标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《建筑防火封堵应用技术规程》CECS 154、《硬聚氯乙烯建筑排水管道阻火圈》GA 304 等相关标准中,都对管道贯穿物进行了分类,分为钢管、铁管等(熔点大于 1000℃的)不燃烧材质管道和 PE、PVC 等难燃烧或可燃烧材质管道。这两类管道在遇火后的性能完全不同,可燃或难燃管道在遇火后会软化甚至燃烧,普通防火堵料无法将

墙体上的孔洞完全密闭,需要加设阻火圈或阻火带。加设绝热材料主要是满足耐火极限中的绝热性要求,防止引起背火面可燃物的自燃。对于可燃燃烧或难燃烧材质管道中管径 32mm 的划分是国际通用的。

6.2.8 根据美国国家标准《动力管道》ASMEB 31.1 中第 122.6.2 条,要求溢流回油管不应带阀门,以防误操作。

6.2.9 沿地面敷设的油管道,容易被碰撞而损坏发生爆管,造成油品外泄事故,不但影响机组的安全运行,而且遇明火还易发生火灾。为此,要求厂区燃油管道宜架空敷设。本条对采用地沟内敷设油管道提出了附加条件。

6.2.10 本条规定的油管道及阀门包括储油罐的进、出口油管上工作压力较低的阀门。考虑到地处北方严寒地区的电厂储油罐的进、出口阀门,在周围空气温度较低时,如发生保温结构不合理或保温层脱落破损,阀门体外露,会使阀门冻坏,油罐出、入管上的阀门也应是钢质的。

6.2.11 本条是关于燃烧器油枪接口的规定。

6.2.12 在每台辅助锅炉的进油总管上装设快速切断阀的主要目的是,当该炉发生火灾事故时,可以迅速的切断油源,防止炉内发生爆炸事故。手动关断阀的作用是,当快速切断阀失灵出现故障时,以手动关断阀来切断油源。

6.2.13 本条是关于油系统保温材料的規定。

6.2.14 本条是关于油系统卸油等设施遵循规范的规定。

6.2.15 在南方夏季烈日曝晒的情况下,管道中的油品有可能产生油气,使管道中的压力升高,导致波纹管补偿器破坏,造成事故。

6.3 变 压 器

6.3.1 关于屋外油浸变压器与各建(构)筑物的最小间距的规定。百万级核电厂高压厂用变压器的油重一般在 20t 左右,布置在汽轮发电机厂房 A 列柱外。美国消防协会标准《先进轻水反应堆发

电厂防火标准》NFPA 804(以下简称“NFPA 804”)中规定,当变压器油体积大于 18.925L(重量约 15t 左右)时,其与建筑物的间距不应小于 15.2m,与本规范中规定的 15m 接近。考虑到节省母线投资、降低线损、缩小占地面积等因素,采用 15m 间距是合适的。

6.3.2 油浸变压器内部贮有大量绝缘油,其闪点在 $135^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$,与丙类液体贮罐相似,按照现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定,丙类液体贮罐之间的防火间距不应小于 $0.4D$ (D 为两相邻贮罐中较大罐的直径)。对变压器而言,可假定其长度为丙类液体贮罐的直径,通过对不同电压、不同容量的变压器之间的防火间距按 $0.4D$ 计算得出,同时考虑到油浸变压器的火灾危险性比丙类液体贮罐要大得多,其在核电厂中的重要性也要高得多,所以其防火间距应大于计算值。另外,变压器着火后,考虑其四周对人的影响,当其着火后对地面最大辐射强度是在与地面大致成 45° 夹角范围内,要避免最大辐射温度,其水平间距必须大于变压器的高度。因此将变压器器间的防火间距按电压等级分为 5m、6m、8m 和 10m 是合适的。

美国 NFPA 804 中规定,相邻变压器间的防火间距不应小于 30ft(约 9.1m),与我们规定值中的最大值比较接近。

百万级核电厂主变压器多为单相变压器,考虑其重要性,为防止火灾蔓延,单相变压器间的防火间距宜与三相之间间距一致。

6.3.3 当屋外变压器防火间距不满足要求时,需设置防火墙,防火墙除具有一定的高度和一定的长度外,还应有一定的耐火极限。根据 2008 年国内某核电厂主变压器火灾事故情况看,变压器防火墙的耐火极限不宜低于 3.00h 是必要的,我国的现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229 中的相关部分也是这样规定的。

在变压器发生的火灾事故中,不少是由于高压侧套管爆炸喷油燃烧,一般情况下火焰都是垂直上升,因此防火墙不宜太低。日

本《变电站防火措施导则》规定,在单相变压器组之间及变压器之间设置的防火墙,以变压器最高部分的高度为准,对没有套管引出的变压器,防火墙比变压器的高度高出 0.4m;德国则规定防火墙的上缘需要高出变压器贮油容器。国内火电项目及变电项目 500kV 变压器防火墙高度一般均低于高压套管顶部,但略高于其油枕高度,为便于操作规定防火墙高度不应低于油枕顶端高度 0.5m。对电压较低、容量较小的油浸变压器,如辅助锅炉电源变压器,防火墙高度宜尽量与其套管顶部取齐。

为了防止贮油池中的热气流影响,防火墙长度应大于贮油池两侧各 1m,也就是比变压器外廓每侧大 2m,日本的防火规程也是这样规定的。

设置防火墙将影响变压器的通风与散热,考虑到变压器散热、运行维护方便及事故时灭火的需要,防火墙离变压器外廓的距离不宜小于 2m。

6.3.4 变压器事故排油通常是集中排至总事故贮油池,考虑到事故时油能安全的全部排走以及当装有水喷雾灭火系统时水喷雾水量的因素,对总事故贮油池的容量规定为按最大一个油箱容量的 60%确定。

6.3.5 贮油池内铺设鹅卵石层,可起到隔火降温作用,防止绝缘油燃烧扩散。若当地无鹅卵石,也可采用无孔碎石。

6.3.6 随着干式变压器制造技术的不断发展,为降低火灾发生的危险性,规定安装在防火区域内的低压厂用变压器(隔离变压器)、发电机励磁变压器、控制变压器应采用干式变压器,国内火力发电厂同类设备大多采用干式变压器,美国 NFPA 804 中也是如此规定的。

6.4 电缆及电缆敷设

6.4.1 当重要公用回路、应急电源等回路的电缆着火后,因断电造成的重大事故和损失已屡见不鲜,本条是针对事故教训所制定

的对策。工业发达国家已有明确使用耐火电缆的强制性法令。如日本消防法、建筑基准法明确规定了对应急电源、消防设施、事故照明、电梯等供电要求采用耐火电缆电线；我国现行国家标准《电力工程电缆设计规范》GB 50127 中也有此方面的规定。

普通的阻燃电缆一般以 PVC 等含氯聚合物作绝缘和护套材料。PVC 电缆在发生火灾事故时会产生大量的烟雾，析出氯化氢等有毒气体，除对人的生命构成直接威胁外，还会溶解形成稀盐酸附着在各种电气设备及建筑物的钢结构上，严重降低设备的安全性及建筑物的使用寿命，特别是当烟气进入通信技术设备和数据技术设备后，将会使它们丧失正常功能，甚至引发“次生灾害”。因此电缆的绝缘材料常选用低烟、无卤阻燃材料，如热缩阻燃无卤素或交联阻燃无卤素材料。无卤电缆在发生火灾时，燃烧释放的烟雾量很低，不含毒性及腐蚀性，其阻燃成分会有效发挥阻燃作用，防止电缆成为火焰蔓延的通道。

6.4.2 采用电缆防火封堵材料对通向控制室、继电保护室和配电装置室的墙洞及楼板开孔进行严密封堵，可以隔离或限制燃烧的范围，防止火势蔓延，减少火灾损失。

电缆防火封堵材料包括有机堵料、无机堵料、防火板材、阻火包等。有机堵料一般有遇火膨胀、防火、防烟和隔热性能；无机堵料一般具有防火、防烟、防水、隔热和抗机械冲击的性能。所有防火封堵材料必须具有与贯穿物或被贯穿物年限相当的长效防火性能，且其燃烧释放的烟雾量要低，不应含毒性及腐蚀性，同时要考虑其对电缆载流量的影响。

6.4.3 电缆火灾的发生，有电缆过热、短路、绝缘老化等内因，也有油泄露经高温引燃、电焊渣等可燃物波及下的外因。仅凭加强管理难于安全防范，在工程建设时期创造利于电缆防火、阻止延燃的条件，具有减免灾害的积极意义。

1975 年以来备受全球关注的几起核电厂重大火灾案例中包含有汽轮发电机厂房因氢系统泄露引起油大火、润滑油管路发生

断裂引起重大火灾的事故。电缆竖井属电缆敷设密集区,一旦因受外部火势波及,即使少量局部电缆着火,也可能导致大范围断电或造成恶性事故,因此有必要对电缆竖井涂刷防火涂料或防火漆,以便与周围相邻区域进行防火分隔。基于此,制定本条规定。

6.4.4 制定本条规定的目的是为了限制电缆着火延燃范围,减少事故损失。空间隔离是指把两个设备(或向同一设备供电的两个供电电源回路)分别布置在不同的房间(电缆通道)内,或布置在同一房间距所有可燃物足够远的位置,以避免由于火灾导致它们在一次火灾中同时丧失其功能。

6.4.5 本条为防止火灾蔓延,减少事故损失的基本要求。

6.4.6 基于事故教训制定了本条规定。

6.4.7 根据现场实地调查,核电厂内常规岛及辅助、附属建(构)筑物内电缆多为架空敷设,因此针对架空敷设的电缆作出此条规定。阻燃措施包括施加防火涂料、安装电缆槽盒或采用耐火电缆。

6.4.8 核电厂临近汽轮机头部、汽轮机油系统等易受外部火灾影响部位与常规火电厂相同部分十分接近,根据火电厂的经验,应对该部分电缆采取防火措施。

6.4.9 电缆距离热力管道应保持足够的距离,否则将造成电缆绝缘过热老化而引发火灾事故。本条是基于以往的经验教训而制定的对策。

7 消防给水、灭火设施及火灾自动报警

7.1 一般规定

7.1.1 本条是关于核电厂常规岛消防给水的原则规定。

核电厂的灭火介质以水为主,常规岛亦不例外。一般而言,灭火剂有水、泡沫、气体和干粉等。水是工业领域应用最为广泛且作用明显的灭火剂。用水灭火,使用方便,器材简单,灭火效果好。

为了保障核电厂的安全生产和保护电厂工作人员的人身安全及财产免受损失或少受损失,在进行核电厂规划和设计时,必须同时设计消防给水系统。常规岛属于核电厂的重要组成部分,其消防用水,包括水源、升压设施等应与核电厂全厂统筹规划。

针对常规岛的消防给水系统,目前的做法以从核岛系统引接为多,更为可取。如果常规岛单独设置消防给水系统,需要经综合比较后确定。

7.1.2 本条是关于消防给水系统设计流量、压力的规定,是强制性条文,必须严格执行。消防给水系统应保证满足常规岛最大一次灭火用水流量及任何消防设备的最大可能压力要求。

常规岛范围内的建筑物或设备,具有布置分散、个别建筑空间较大的特点。火灾发生处水量可能需求很大,但水压要求不高;而有的建筑位置较远,消防水量不要求很大,但是水压要求可能较高。消防给水系统必须能满足任何建筑物或设备发生火灾时对于流量和压力的要求,这就需要对常规岛内的建筑和设备进行多点计算,按照各假设不利点计算结果的最大流量和最大压力选择消防水泵。同时,也要根据最大流量和对应的火灾延续时间计算一次最大火灾所需的用水量,以确定消防蓄水池的容积。

核电厂很少单独设置室外低压消防给水系统。实际工程中的消防给水系统压力很高,应该既能满足室外消防的需要,又能满足

室内消防的需要。核电厂内的主体建筑物高度往往超过 24m,因此,这类建筑的消防主要依赖室内消防设施,室外消防设施仅起辅助作用,不必按民用建筑将室外消火栓水枪置于建筑物屋顶考虑,也就是说,对室外消火栓的压力要求并不高,室内消防设备所需压力将起控制作用。如果计算室外消火栓的压力,一般按最不利点消火栓水枪喷嘴直径 19mm、直径 65mm 长度 $6 \times 20 = 120\text{m}$ 的麻质水带考虑。事实上,室内不利点计算所得的消防设备所需水压通常大于按上述方法计算所得的室外消火栓压力。从室内外共用的消防给水系统直接接出水带灭火通常不会有问题,火场上,需要更高压力时,可借助消防车加压。

7.1.3 本条规定了常规岛及所属 BOP 消防水量的计算原则。一次灭火水量应为建筑物室外和室内用水量之和,系指建筑物而言,露天布置的设备,如室外变压器,其灭火无需计算室内消防水量。常规岛的最大建筑物为汽轮发电机厂房。其室内消防用水量除了消火栓系统需要水量之外,还要考虑厂房内自动水灭火系统最大一处用水量。由于国内目前较多核电厂是由两家设计单位设计,分别负责核岛和常规岛,全厂的消防水系统通常由核岛设计单位总体考虑。所以,常规岛的一次计算灭火用水量应提供给核岛设计单位。

火灾持续时间不应小于 2.00h 的时间规定,既符合核电消防的一贯原则,也切合灭火行动的实际。我国现行国家标准《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084 中规定,自动喷水系统的火灾持续时间为 1.00h。火灾发生时,如果自动喷水灭火系统不能短时扑灭火灾,存在延时喷水的可能,即使自动喷水难以发挥作用,在灭火过程中人工关闭报警阀的可能性也很小,保证 2.00h 的持续时间的同时,也就提高了灭火的可靠性。一些国际标准也对火灾延续时间作出了同样规定。

7.1.4 本条是关于常规岛消火栓系统的设置规定。消火栓系统是核电厂最基本的灭火设施,必须在核电厂范围内设置室内、外消

火栓给水系统。此外,水系统也可以作为气体等灭火系统的备用手段(现行行业标准《核电厂防火》HAD 102/11)。

7.1.5 本条是关于常规岛火灾自动报警系统、固定灭火系统的设置规定。

本条表中对应某种设备或某种场所,给出了一种或多种固定灭火系统或火灾探测的形式,设计者可从中任选一种,排在前者宜优先选用。消火栓和灭火器是基本灭火手段,没有列在表中。表中的润滑油设备间系存放润滑油油箱、润滑油处理设施、洁净或脏污润滑油贮存装置的房间的统称。

核电厂的火灾探测形式与灭火措施的选择,是核电厂消防设计工作中极为重要的一环。根据我们掌握的国内外核电消防标准、国内各核电厂的实际配置及目前一些核电厂的设计,归纳总结了常规岛常用、可行的火灾自动报警形式与灭火系统并罗列于表中。总体而言,常规岛的建筑物规模、厂房内主要系统的构成与燃煤电厂相近,但前者的消防标准还是稍高于后者。突出的例子是,汽轮发电机厂房内,运转层下要求设置水的自动全保护系统。在我国,核电的建设发展过程有自身的特点,电厂的形式多样,采用的标准也不拘一格,俄罗斯、法国及美国的标准均有应用。随着核电建设的发展,我国核工业领域也制定了一些消防导则,这些导则,基本上是国外标准的翻版。各种标准对于保护对象提出的消防措施不尽相同,这也和各个国家的习惯做法相关,就某个对象而言,理论上都是可行的,针对某一防护对象的消防措施简单规定为一种而排斥其他显然也是不合适的。我国从秦山核电开始至今,核电建设已经有了近二十年的历程。近十台机组的运行为我们积累了较多成熟丰富的经验。本着结合国情、成熟、适用的原则,制定了本条规定。主要参考的标准为现行行业标准《核电厂房防火准则》EJ/T 1082(基于《核保险技术性风险评价手册》)法国标准 RCC-I 及美国防火协会标准。国际上核电、火电消防标准对常规岛的灭火措施见下表 1:

表 1 国内外消防标准灭火措施的对比

场所或设备	现行行业标准 《核电厂防火准则》 EJ/T 1082	法国 RCC-I-97	美国 NFPA 804 (L/s·m ²)	俄罗斯 《核动力厂 设计标准》	《核保险技 术性风险 评价手册》	美国消防协会标准 《发电厂和高压直流 转换站的防火用推荐 实施规程》NFPA 850 (L/s·m ²)	现行国家标准 《火力发电厂与 变电站设计防火 规范》GB 50229
汽轮 发电机厂房	—	—	—	—	—	—	—
汽机轴承及 其油管路	1. 全自动水灭火; 2. 两路远距离信 号驱动的人工水 灭火	—	1. 自动灭 火系统; 2. 闭式水 喷雾	—	1. 全自动的 水灭火系统; 2. 手动水灭火 (两路控制)	定向闭式水喷淋	轴承只设火灾 探测,不设自动 灭火装置,油管道 为水喷雾或雨淋
轴封式 发电机 励磁机	1. 自动或人工喷 水灭火系统; 2. CO ₂ 自动灭火 系统,汽轮机外壳 保持 30%浓度; 3. 手动 CO ₂ 可多 次喷	—	—	喷雾(用于 空气冷却 发电机)	1. 水,自动控 制; 2. 自动 CO ₂ , 包壳内 30% 浓度; 3. 手动 CO ₂ , 可多次喷	—	—
汽轮发电机 下部防火	1. 自动喷水; 2. 固定式泡沫灭 火系统; 3. 泡沫—水雾系 统; 4. 泡沫—水喷洒 系统	—	1. 自动喷 淋 12. 2/ 464 L/min · m ² ; 2. 泡沫—水 喷淋	—	1. 洒水系统; 2. 固定泡沫; 3. 泡沫—水 喷淋; 4. 泡沫—水 喷雾	1. 自动喷淋 0.2/464 L/s·m ² ; 2. 泡沫—水喷淋	水喷雾或雨淋

汽轮机油箱 (含油泵)	1. 喷水灭火系统; 2. 水雾系统; 3. 全淹没 CO ₂ 系统; 4. 泡沫-水喷洒系统	水喷雾	1. 自动喷淋; 2. 泡沫-水喷淋	1. 水喷雾; 2. 泡沫	1. 自动喷水; 2. 水喷雾; 全淹没 CO ₂	1. 非封闭布置; 1) 自动水喷淋; 2) 泡沫-喷淋; 2. 封闭布置: 全淹没 CO ₂	水喷雾
洁净和脏污 油罐(含油泵)	—	—	固定自动 灭火系统	—	—	—	—
大型泵及 电动机	(主给水泵凝结 水泵)雨淋系统	自动喷水	—	—	大型泵和电动机(油容量 200L 以上); 自动喷水	—	—
氢密封油 装置	专用自动喷水系统	—	水喷雾 12.2 L/min · m ²	—	自动喷水	1. 喷淋; 2. 泡沫-喷淋	水喷雾或细水雾
液压油控制 系统(如采用 润滑油)	1. 全自动水系统; 2. 两路远距离信 号驱动的人工水 系统	—	建议抗燃油	汽轮机及 泵调速系 统如采用 不燃油, 则 不设消防	当汽轮机油作 为液压控制油: 自动喷水	建议抗燃油	水喷雾或细水雾 (抗燃油除外)
配电室	无具体要求	—	—	—	—	—	—
蓄电池室	无具体要求	—	—	—	—	—	移动式灭火设施
变压器(包括 主变压器、 厂用变压器、 备用变压器 和辅助变压器)	水喷雾	添加 AFFF 的水喷雾 20 L/min · m ²	水喷雾或 泡沫-水喷雾	—	—	—	水喷雾或其他介质

续表 1

场所或设备	现行行业标准 《核电厂防火准则》 EJ/T 1082	法国 RCC-I-97	美国 NFPA 804 (L/s·m ²)	俄罗斯 《核动力厂 设计标准》	《核保险技 术性风险 评价手册》	美国消防协会标准 《发电厂和高压直流 转换站的防火用推荐 实施规程》NFPA 850 (L/s·m ²)	现行国家标准 《火力发电厂与 变电站设计防火 规范》GB 50229
电缆夹层	1. 自动喷淋; 2. 预作用灭火系 统	仅对电气 厂房规定; 湿式水喷淋	1. 水喷淋; 2. 水喷雾	喷雾	合适的固定 灭火系统	1. 水喷淋; 2. 水喷雾; 3. 气体	水喷雾、细水雾 或气体
金属构件	—	—	—	运转层的 水枪冷却	—	—	—
金属结构 层面	—	水喷雾	—	—	—	—	—
电缆隧道	—	—	1. 水喷淋; 2. 水喷雾	—	—	1. 水喷淋; 2. 水喷雾; 3. 气体	—
厂区	—	—	—	—	—	—	—

油品贮存	—	水喷淋/感烟和感光	—	空气泡沫	—	—	—
实验 (实验中心)	—	—	—	空气泡沫	—	—	—
应急柴油 发电机	—	—	自动喷淋或水喷雾或泡沫-水喷淋	—	—	—	—
柴油贮罐 (为应急柴油 发电机准备)	—	—	地上罐应有自动消防系统	—	—	—	—
辅助锅炉 房(燃油或 油点火)	水喷淋和 水喷雾或 泡沫-水喷淋	—	水喷淋和 水喷雾或 泡沫-水喷 淋	—	水喷淋和水 喷雾或 泡沫-水喷淋	1. 自动喷淋; 2. 水喷雾; 3 泡沫-喷淋	—
计算机房和 通信中心	固定灭火系统/ 烟感,不用多用途 干粉;如用水,则 为预作用型.	—	—	—	—	—	—

注:对于敏感型电气设备,不宜用多用途的干粉灭火(《核保险技术性风险评估价手册》1997)。

1 根据调查了解,有些核电厂的汽轮发电机厂房设有控制设备间、电子设备间或网络继电器室。这些场所都是核电厂中相对重要的场所。因而规定电子设备间、控制设备间及网络继电器室等处采用气体灭火设施,这些场所可以根据是否经常有人选择适用的气体。目前可选的主要是 IG541,七氟丙烷,二氧化碳、氩气、氮气等。一般采用固定管网组合分配式。

2 汽轮发电机组的轴承及周边油管路,是相对危险场所。国内几座核电厂均设有灭火措施,而且灭火介质为水。现行行业标准《核电厂防火准则》EJ/T 1082 及美国 NFPA 804 均建议设置水灭火系统。其中,现行行业标准《核电厂防火准则》EJ/T 1082 建议自动喷水或两路远距离信号驱动的人工水喷雾;美国 NFPA 804 则建议闭式水喷淋。汽机轴承是否设水灭火一直为人们所关注和争论,焦点是轴承一旦骤冷,可能引起轴的变形,后果将是严重的。结合工程实践,考虑到机组的安全性,建议采用手动控制灭火。现行行业标准《核电厂防火》HAD 102/11 也建议,在探测器误动作会使电厂受到不利影响的地方,应由多重设置的两个通道控制。

3 汽机运转层下,美国 NFPA 804 要求全保护。法国 RCC-I-97 虽没有明确规定,但是按照该标准设计的大亚湾核电厂,运转层下实际设置了大量水喷头,等同于全保护。针对燃煤电厂的美国 NFPA 850 也早就规定这样的场所应该全部用水保护。现行行业标准《核电厂防火准则》EJ/T 1082 针对汽轮发电机下部推荐了三种灭火方式,均与泡沫有关。综合起来,本规范规定汽机运转层下采用自动喷水等灭火方式。

4 汽轮发电机厂房内的配电间是危险场所。一些标准没有指出其灭火措施。秦山核电采用了气体消防。考虑我国国情,推荐灭火装置(火探、气溶胶等),亦可选择气体灭火系统。

5 电缆夹层是汽轮发电机厂房中的重中之重。这里布置了大量电缆,危险性很大。电缆一旦着火,会产生很多烟雾,火灾蔓

延也较快。国内外的消防标准,主推水灭火。现行行业标准《核电厂防火》HAD 102/11 规定,在高火灾荷载电气绝缘材料深部燃烧需要冷却的地方,不应使用二氧化碳灭火系统,优先采用水。现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229 及美国 NFPA 850 还推荐了气体灭火,但都不是首选的措施。从灭火的效率、可靠性及防止火灾复燃角度,水介质被大家所普遍认同。因此,有条件时,宜优先选用水保护。当然,水灭火在电缆夹层的应用存在排水、系统布置困难等问题,需要在设计中加以注意。

6 我国现行行业标准《核电厂防火》HAD 102/11 规定,对于安全重要物项,必须持续具有早期探测火灾和有效灭火的能力。常规岛虽然不是安全重要物项,但它是核电发电流程的下游,对于其中的一些重要场所,也应该注意实现探测的早期性,设计时应注意选择高灵敏度的产品,力求将火灾发现在萌芽状态,消灭在初期。管路空气采样感烟系统的抗电磁干扰能力强,可靠性好,在各个工业领域均有广泛采用。因此,本规范规定了在电子设备间等场所使用空气采样感烟系统。考虑到火焰探测器响应速度快,适合于火灾发展速度快、烟雾少的特点,汽轮发电机厂房内的一些 B 类火灾场所,建议感温与火焰组合的探测方式。

7 据统计,各个行业电缆火灾均占较大比重,各类发电厂厂房内外电缆密布,火灾频发,损失较大。电缆的结构型式多为塑料外层,火灾危险性大,具有火灾发展迅速、扑救困难的特点。针对电缆火灾危险区域应当选择适应性强的消防报警设施。火灾初期,有大量烟雾发生。因此,规定在电缆夹层应该优先选用感烟探测器。多年来,缆式线型感温探测器是电缆架设场所一种主要的探测报警系统。市场上,非空气管的缆式线型感温探测器有两种,数字式与模拟式。这两种在核电工程中均有应用,各有千秋。现行行业标准《核电厂防火》HAD 102 规定在电缆层、电缆沟中可考虑使用线型感温电缆探测报警系统,尤其适用于潮湿环境、不便于其他探测器应用的场所。

线型光纤感温火灾探测器是一种应用光纤(光缆)作为温度传感器和信号传输通道的线型感温火灾探测器,是近年来国际上出现的一种光、机、电、计算机一体化的高新技术产品,适用于易燃、易爆或有强电磁干扰的场所。其具有下列特点:

1)既是温度传感器,又是信号传输的通道。感温光纤纤芯材料为二氧化硅,具有耐高压、耐腐蚀、抗电磁干扰、防雷击等特点,属本质安全型。

2)本身轻柔纤细、体积小、重量轻,便于布设安装,可维护性强。

3)灵敏度高,可靠性好,使用寿命长。

近年来,线型光纤感温火灾探测器开始涉足电力行业,越来越多的光纤系统应用在电厂,一般认为,存在强电磁干扰的场所、需要设置线型感温火灾探测器的易燃易爆场所、需要监测环境温度的地下空间、电缆隧道等场所宜选择线型光纤感温火灾探测器,必要时设置具有实时温度监测功能的线型光纤感温火灾探测器。据国内某研究机构的资料,在石油化工企业的电缆敷设场所明确推荐缆式线型感温探测器和光纤感温探测器。考虑核电厂常规岛存在较强的电磁干扰和较多的易燃场所,在汽轮发电机厂房以及其他电缆密集场所增加光纤感温探测器的选项,设计中可根据场所酌情选择。

8 为将传统的点式烟感探测器区别于管道吸气的感烟探测装置,在表中将各种点型烟感探测器统称为“点型烟感”;此外表中不加限制条件的“感烟”和“感温”是广义的探测形式,可酌选。

9 针对电缆竖井等处采用的“灭火装置”,系指各种可用的小型灭火装置,其中包括气溶胶灭火装置、悬挂式超细干粉灭火装置、“火探”灭火装置等。

10 核电厂拥有大量仓库,这一点有别于常规火电厂。大量的材料、仪器、备品备件等分门别类地设置在不同的仓库中。这些仓库的设置,往往不具有固定模式,或独立或整合。但共同的特点

是空间大、物品多。工程设计中,要特别搞清仓库存贮物品的性质,物品存放的特点,有针对性地采取灭火手段。对于高架仓库,可能需要设置中间喷头。现行国家标准《常用化学危险品贮存通则》GB 15603 中规定,贮存化学危险品的建筑物内,如条件允许,应安装灭火喷淋系统(遇水燃烧化学危险品除外,不可用水扑救的除外)。

11 给水泵油箱,在现行行业标准《核电厂防火准则》EJ/T 1082 及美国 NFPA 804 中均没有规定具体形式及灭火强度,根据现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229,规定使用水喷雾。

12 电液装置,是由电信号控制的液动机构,多设在汽机旁路、主气门、调速气门等设备处。美国 NFPA 804 建议采用抗燃油。据了解,我国电液装置多为液动,而且采用非抗燃油,因此,对于这种采用非抗燃油的装置应该考虑消防措施。

13 变压器是核电厂火灾易发设备。为了及时、准确报警进而启动灭火系统,选择合适的报警方式尤为重要。在表中,给出的两种方式,“感温+火焰”或者“感温+感温”,均体现分阶段两级报警的原则,即前者为预警,后者为确认火灾。前者,可考虑采用感温型电气火灾探测器,易于安装,且适应性强。

7.1.6 根据调查,国内核电厂消火栓系统均与自动喷水灭火系统及水喷雾灭火系统合并设置。需要说明的是,本条如此规定,并不排斥二者分开设置,如果电厂条件允许,也可以将二者分开设置。

7.1.7 本条是关于稳压装置的设置规定。我国多数核电厂的消防给水稳压系统是设在汽轮发电机厂房内或厂房外附近的,该稳压装置是整个核电厂消防给水系统的重要组成部分,其作用不可低估。本条结合国内核电厂的实际情况及我国相关标准制定。

7.2 室外消防给水

7.2.1 本条是关于室外消防用水量的取值的規定,为强制性条

文,必须严格执行。

7.2.2 本条规定了消防水系统与其他水系统之间的关系。消防水系统不宜与生产用水或生活用水系统的管系相连接,以保障消防时用水。

7.2.3 本条是关于室外消防管道布置的规定。

1 在常规岛中,汽轮发电机厂房是最为重要的建筑,其距离核岛近,自身的安全直接关系到核岛,所以,汽轮机厂房周围的消防给水管网应设为环状。当汽轮发电机厂房与核岛厂房毗邻时,其周围管网可与核岛周围的管网相接构成一个大环,以提高供水的可靠性。

4 消防管道材质对于核电厂消防系统的长期稳定安全运行意义重大,国内一些企业消防管道出现问题屡见不鲜。由于资金的原因,常规火电厂采用钢管居多。钢管确有很多优点,安装简便快捷,造价低,有一定的韧性,但耐腐蚀能力差,在沿海地区不宜使用。有现场反应,钢管道内水质不好,疑与钢管材质有直接关系。现行国家标准《核电厂防火设计规范》GB/T 22158 建议消防管道材质为球墨铸铁。球墨铸铁管是 20 世纪 50 年代发展起来的新型材料。离心球墨铸管具有高强度、高延伸率、抗腐蚀(比钢管提高 30 倍)及抗震的优异性能。当采用钢管时,必须采取有效的防腐措施。

7.2.4 本条是关于室外消火栓的布置规定。

1 室外消火栓的作用,既可直接用来实施灭火,也可提供消防车用水。当管网压力足够时,消防队员完全可能直接连接水龙带及水枪进行扑救,而不必通过消火栓将水灌入消防车。此时,消火栓的压力大小,关系到消防队员能否有效使用室外消火栓,压力过大,消防队员可能受伤。工业项目不同于民用建筑,厂区管网压力通常较高,核电厂消防水管网的压力至少达 0.8MPa,很显然当扑救一般多层建筑时,这个压力过高,消防队员难以承受,需要在室外消火栓处采取降压措施,否则不利于现场的灭火。目前,市场

上已经研制出减压型地上式消火栓可供选择,可实现无级调压,适宜于稳高压消防给水系统,尚具有防冻或防撞功能,工程中可以选用。

5 室外消火栓宜从消防主管道上分接,设置栓前隔离阀,有助于消火栓检修时不至于影响面过大。现行行业标准《核电厂防火准则》EJ/T 1082 也要求,阀门的设置应允许室外消火栓与消防总管隔断。美国 NFPA 850 规定,每一个消火栓应在其与供水总水管网的管段上装设隔离阀;美国 NFPA 804 规定,安装隔离阀将消火栓从干管隔离开以便维修并且仍能保证系统供水。

6 在道路交叉或转弯处的地上式消火栓附近,宜设置防撞设施,如设立维护桩等。本款系根据工程实践制定。

7.3 室内消火栓设置场所与室内消防给水量

7.3.1 本条规定了应该设置室内消火栓的场所及建筑物。核电厂为工业建筑,为了便于操作,根据各建筑的功能及火灾危险性,明确了应该设置室内消火栓的建筑物和场所。

7.3.2 本条规定了可不设置室内消火栓的建筑物与场所。

7.3.3 本条规定了室内消火栓的用水量的计算原则,为强制性条文,必须严格执行。

7.4 室内消防给水管道与消火栓

7.4.1 本条规定了室内消防给水管道设计的要求。核电厂主厂房属工业厂房,建筑高度不是很高,人员少,布置竖向环管必要性不大。为了保证消防供水的安全可靠,规定在厂房内应形成水平环状管网,通往各层平台的消防竖管可以从该环状管网上引接。本规定的要求符合现有的核电厂的实际。

4 本款系针对消火栓管网与自动喷水系统合并设置作出的规定。

7.4.2 本条是关于室内消火栓布置的要求。

3 消火栓是建筑物基本的室内灭火设备。因此,应考虑在任何情况下均可使用室内消火栓进行灭火。原则上,当相邻一个消火栓受到火灾威胁不能使用时,另一个消火栓仍能保护任何部位,为保证建筑物的安全,要求在布置消火栓时。保证相邻消火栓的水枪充实水柱同时到达室内任何部位。对于 1000MW 机组的核电厂,汽轮发电机厂房最危险点的高度,大约在 40m 左右。考虑消防设备的压力及各种损失,消防泵的出口压力可近 1.0MPa。如果竖向分区,那么将使系统复杂化。美国消防协会标准《水管系统、私人消火栓和消防水带系统安装标准》NFPA 14 规定,当每个消火栓出口安装了控制水枪压力的装置时,分区高度可以达到 122m,根据我国消防器材、管件、阀门的额定压力情况,自喷报警阀、雨淋阀的工作压力一般为 1.2MPa,而普通闸阀、蝶阀、球阀及室内消火栓均能承受 1.6MPa 的压力。国内的减压阀,也能承受 1.6MPa 的入口压力。现行国家标准《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084 规定,配水管路的工作压力不超过 1.2MPa。国内其他行业也有消防给水管网压力为 1.2MPa 的标准规定。综上所述,将压力分区提高到 1.2MPa 是可行的。这样既可简化系统,减少不安全因素,又可合理降低工程造价。当然,在消防管网上的适当位置需要采取减压措施,使得消火栓入口的动压小于 0.5MPa。在低区的一定标高处设置减压阀,是国内一些工程普遍采取的手段。消火栓静水压力提高到 1.2MPa 后,系统设计的关键是防止标高较低处消火栓栓口压力过高,可采用减压孔板、减压阀或减压稳压消火栓。当采用减压阀减压时,应设备用阀,以备检修用。

6 主厂房内带电设备很多,直流水枪灭火将给消防人员人身安全带来威胁。美国 NFPA 850 规定,在带电设备附近的水龙带上应装设可关闭的且已注册用于电气设备上的水喷雾水枪。我们国内已有经国家权威部门检测过的喷雾水枪,这种水枪多为直流、喷雾两用,可自由切换,机械原理可分为离心式、机械撞击式、簧片式,其工作压力在 0.5MPa 左右。

本款还根据现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 增加了水枪充实水柱长度选择的规定。

核电厂消防实施多级救援。其中一、二级救援人员多为核电厂现场值班人员,而非专职消防队员,所以要求他们在现场使用标准消防栓不现实。考虑到火电厂多远离城市,运行人员对于消防栓的使用能力有限,而消防软管易于操作,本规范要求消防栓箱应配备消防软管卷盘,这对于控制核电厂初期火灾将会具有积极的意义。

7.5 水喷雾与自动喷水灭火系统

7.5.1 关于水喷雾灭火设施与高压电气设备带电(裸露)部分的最小安全净距的规定。变压器的水喷雾灭火系统的设计,要特别注意灭火系统的喷头、管道与变压器带电部分(包括防雷设施)的安全距离,以免发生人身伤亡事故。我国现行行业标准《高压配电装置设计技术规程》DL/T 5352 对于水喷雾灭火设施与高压电气设备带电(裸露)部分的最小安全净距见表 2:

表 2 水喷雾灭火设施与高压电气设备带电(裸露)部分的最小安全净距

系统标称电压(kV)	最小距离(mm)
3~10	200
15~20	300
35	400
66	650
69	635
110J	900
110	1000
220J	1800
330J	2500
500J	3800
750	—

注:1 海拔超过 1000m(3300 ft)的场所,海拔每增加 100m,电气间距应增加 1%。

2 在设计冲击电压不适用的地方,当以额定电压作为设计准则时,应使用表中所列最小间距的最大值。

7.5.2 本条是关于汽轮发电机厂房内水喷雾灭火喷头布置的规定。

7.5.3 本条是关于敞开式电缆桥架应设置水喷雾灭火系统的规定。

7.5.4 本条是关于为变压器设置的水喷雾喷头系统设置过滤装置的规定,是根据现行国家标准《水喷雾灭火系统设计规范》GB 50084 和工程实践综合制定的,旨在确保水喷雾灭火系统的可靠性。

7.5.5 本条是关于自动喷水灭火系统和水喷雾灭火系统的设计强度的规定,为强制性条文,必须严格执行。核电厂内,设置自动灭火系统的建筑或设备很多,也是整体的安全的需要。在应用自动喷水灭火系统时,需要确定建筑物或设备的火灾危险等级,这一问题涉及因素较多,如火灾荷载、空间条件、人员密集程度、灭火的难易、人员疏散及增援条件等。

核电厂常规岛范围内,具有火灾危险性的物质以电缆、润滑油等可燃液体为主,针对这些物质,国际上的一些消防标准对于自动喷水及水喷雾灭火强度的数值比较接近。

汽轮发电机厂房内的工艺系统使用的油品多为润滑油(又称“汽轮机油”或“透平油”)及绝缘油,后者应用于电气设备,前者因量大为消防的重点关注对象。闪点是表示油品蒸发性的一项指标。油品的馏分越轻,蒸发性越大,其闪点也越低。反之,油品的馏分越重,蒸发性越小,其闪点也越高。同时,闪点又是表示石油产品着火危险性的指标。在油品的储运过程中严禁将油品加热到它的闪点温度。在黏度相同的情况下,闪点越高越好。因此,用户在选用润滑油时应根据使用温度和润滑油的工作条件进行选择。一般认为,闪点比使用温度高 $20^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$,即可安全使用。根据现行国家标准《涡轮机油》GB/T 11120,汽轮机油的闪点(开口)均高于 180°C ,国外的标准汽轮机油的闪点甚至高于 200°C 。现行国家标准《石油库设计规范》GB 50084 中规定,闪点低于或等于

45℃的油品为易燃油品,闪点高于45℃的油品为可燃油品。即使按闭口闪点,汽轮机油的闪点也为150℃以上,故应判定汽轮机油为可燃液体。设计中应比照现行国家标准《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084中“可燃液体制品”即严重危险级的I级计算。

针对油品,现行国家标准《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084中,严重危险级I级的喷水强度为 $12\text{L}/\text{min} \cdot \text{m}^2$,作用面积为 260m^2 。美国NFPA 804建议灭火强度为 $12\text{L}/\text{min} \cdot \text{m}^2$;法国RCC-I-97规定为 $15\text{L}/\text{min} \cdot \text{m}^2$;此外,俄罗斯的核电防火标准、法国RCC-I-97及美国NFPA 804对于各种场所的灭火强度规定并不细致,较多场所没有规定。基于此,本规范的自动喷水灭火系统的强度值,全部按我国标准制定。水喷雾灭火强度取值于现行国家标准《水喷雾灭火系统设计规范》GB 50219的规定。

7.5.6 本条是关于自动喷水灭火系统、水喷雾灭火系统的设计应符合现行国家标准《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084或《水喷雾灭火系统设计规范》GB 50219的规定。泡沫一喷淋灭火系统尚应符合现行国家标准《泡沫灭火系统设计规范》GB 50151的规定。

调查中发现,在汽轮发电机厂房内的中间层,常有格栅式走道,其下布置了带集热罩的闭式喷头。需要指出的是,国内、外的相似场所的火灾试验表明,在空间中部设置带集热罩喷头,主要起阻挡其他喷头向其喷水的作用,基本不具备集热功能,火灾时很难自行破碎喷水,现行国家标准《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084中的有关规定也仅限于仓库中间层偶有孔隙处使用,需要设计人员注意。

7.6 消防排水

7.6.1 本条是关于消防排水设施的规定。以水为介质进行灭火,必然带来排水的问题,处理不好,会产生次生灾害,需要预防;消防设施在维护、试验过程中也会产生少量排水。这些均需采取适当

排水措施。一般情况下,消防排水可以直接排入雨水管道。

7.6.2 本条是关于消防排水设施能力的规定。汽机主油箱及相关配套设施,按要求的布置在一个房间的。主油箱本身具有固定的排油管道,事故时排入厂房外的封闭事故油池,整体设施的泄漏量应该很少,而且房间内设有能够容纳系统全部漏油量的防火堤,因而,消防的排水,主要考虑的因素应该是灭火设施的最大流量,这部分排水因为可能含油,所以不能直接排向雨水系统,应该排入核电厂生产废水系统,统一贮存、处理。

7.6.3 本条是关于易燃或可燃液体区域的排水管道防止火灾向外蔓延的规定。美国 NFPA 804 规定,应限制含易燃或可燃液体的区域的地面排水,防止燃烧液体蔓出防火区域。这项规定的实质内涵是防止液体带着火焰向外排出蔓延,采取的措施可以是存水弯或水封井等。对于变压器而言,由于火灾时,变压器可能有油溢出,地面上形成流淌火焰,在变压器四周需要铺设卵石层以阻止燃烧。

7.7 泡沫灭火系统

7.7.1 本条是关于油罐泡沫灭火系统的选择规定。核电厂的油罐多为辅助锅炉房所设。燃油锅炉燃烧的通常是柴油。根据现行国家标准《泡沫灭火系统设计规范》GB 50151,柴油贮罐适用于低倍数泡沫灭火系统。国内无论常规火电还是核电厂的油罐,多用低倍数泡沫灭火系统。

7.7.2 本条是关于油罐泡沫灭火系统型式的规定。本条是根据现行国家标准《石油库设计规范》GB 50074 制定的。

7.7.3 本条是关于泡沫灭火系统设计的原则规定。

7.8 气体灭火系统

7.8.1 本条是关于气体灭火剂的类型、气体灭火系统型式的选择的规定。核电厂常规岛的灭火系统以水介质为主,但也有气体的

应用。据了解,一些核电厂常规岛内设有电子设备间、控制设备间以及网络继电器室,这些场所和建筑宜采用气体保护。目前,相对成熟可用的气体灭火系统较多,如 IG-541、七氟丙烷、二氧化碳、氩气、氮气、气溶胶、三氟甲烷及其他惰性气体等,如何选用则应根据被保护对象的特点、重要性、环境要求并结合防护区的布置,经技术经济比较后确定。国内电力行业使用 IG-541、七氟丙烷及二氧化碳为最多。这些替代品,各有千秋。七氟丙烷不导电,不破坏臭氧层,灭火后无残留物,可以扑救 A(表面火)、B、C 类和电气火灾,可用于保护经常有人的场所,但其系统管路长度不宜太长。IG-541 为氩气、氮气、二氧化碳三种气体的混合物,不破坏臭氧层,不导电、灭火后不留痕迹,可以扑救 A(表面火)、B、C 类和电气火灾,可以用于保护经常有人的场所,为很多用户青睐,但该系统为高压系统,对制造、安装要求非常严格。二氧化碳分为高压、低压两种系统,近年来,低压系统应用相对普遍。二氧化碳灭火系统,可以扑救 A(表面火)、B、C 类和电气火灾,但不能用于经常有人的场所。低压系统的制冷及安全阀是关键部件,对其可靠性的要求极高。在二氧化碳的释放中,由于干冰的存在,会使防护区的温度急剧下降,可能对设备产生影响。对释放管路的计算和布置和喷嘴的选型也有严格要求,一旦出现设计施工不合理,会因干冰阻塞管道或喷嘴,造成事故。

气溶胶灭火后有残留物,可用于扑救 A(表面火)类、部分 B 类、电气火灾,但不能用于经常有人、易燃易爆的场所。使用中要特别注意残留物对于设备的影响。电子设备间火灾属于电气火灾,设备也是昂贵的,因此,灭火介质以气体为首选。各种哈龙替代物系统的灭火性能不同,造价也有较大差别,设计单位、使用单位应该结合工程的实际,经技术经济比较综合确定气体灭火系统的型式。考虑我国国情,经济适用原则,推荐采用组合分配系统。

7.8.2 本条是关于气体灭火剂用量的规定。核电厂设置气体灭火系统的场所多为电厂控制中枢,对核电厂整体运行颇为重要,不

宜中断保护,考虑灭火气体的备用量具有重要意义,结合核电厂一贯倡导的多重性原则,建议设置百分之百的备用量,增强核电厂的安全保障性。

7.8.3 本条是关于固定式气体灭火系统设计的原则规定。

7.9 灭 火 器

7.9.1 本条是关于灭火器选型的原则规定。

现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140 对于使用灭火器的场所,划分为 6 类,火灾危险程度划分为三种,分别为严重、中、轻。据此,工业建筑灭火器配置的场所的危险等级,应根据其生产、使用、贮存物品的火灾危险性、可燃物数量,火灾蔓延速度以及扑救难易程度,划分为三类,即严重危险级、中危险级、轻危险级。结合核电厂常规岛的特点,本规范将常规岛内大部分建筑及设备归为中危险级,也符合《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140 的要求。

由于核电厂各建筑设备种类繁多,仍有一些场所,不能简单地定为中危险级,需要慎重对待。各类控制室是生产过程中的要害处,一旦发生火灾,将严重影响电厂的生产运行,故将其定为严重危险级。此外,《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140 中明确定为严重危险级的还有供氢站。考虑到汽轮发电机厂房内的一些贮油装置一旦发生火灾,后果严重,将其定为严重危险级。

7.9.2 本条是关于严重危险级场所设置推车灭火器的规定。

7.9.3 鉴于灭火器有环境温度的限制条件,考虑地域差异,南方地区室外气温可能很高,油区等处露天设置的灭火器应考虑设置遮阳设施,保证灭火剂有效使用。

7.9.4 电厂的控制室、电子设备间、继电器室等不属于非必要场所,哈龙灭火器在现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140 仍为有条件可以使用的灭火器。但考虑发展的趋势及市场上采购的困难,本规范不建议采用哈龙灭火器;事实上,二氧化碳

灭火器无论对于 A 类火灾还是带电 A 类火灾均不适用。因此,在这些场所,有必要强调采用干粉灭火器,确保灭火效果。

7.9.5 本条是灭火器布置的规定。

7.9.6 本条是灭火器配置设计的规定。

7.10 火灾自动报警与消防设备控制

7.10.1 本条是关于常规岛火灾自动报警系统设置的原则规定。按照现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116,火灾自动报警系统由火灾探测报警系统、消防联动控制系统、可燃气体探测报警系统和电气火灾监控系统等构成。常规岛及所属建筑物是核电厂的重要组成部分。核电厂核岛设有全厂火灾自动报警系统,常规岛的火灾自动报警系统系统乃至全厂系统中的分支部分,原则上应接入全厂报警系统,构成核电厂完整的火灾自动报警系统。此外,要求常规岛所设各种灭火系统应能在核岛控制室内远方人工手动控制。

7.10.2 本条是关于常规岛报警区域划分的规定。为了突出防护重点,便于监视管理,常规岛及附属建筑宜按建筑物性质划分成若干火灾报警区域。每个汽轮发电机厂房宜为一个火灾报警区域(包括汽轮发电机厂房以及主变压器、启动变压器、联络变压器、厂用变压器),这是常规岛的重点区域;各常规岛所属辅助、附属建筑(包括辅助锅炉房、主辅开关站、网络继电器室及各类库房,即所谓的常规岛 BOP 部分),宜整合为一个联合型的火灾报警区域。

7.10.3 本条是关于火灾探测器的选择规定。

7.10.4 本条是关于火灾报警控制器容量的规定。根据现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116,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。常规岛内一般设置区域报警控制器,其通过总线与集中报警控制器相连,应留有 10%~20%余量。

7.10.5 设有固定自动灭火系统的场所,宜采用同类型或不同类

型探测器的组合,使之有效确认火灾减少或避免系统误动作。

7.10.6 手动报警按钮处宜设置电话插孔。本条是依据现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 制定。

7.10.7 本条是关于可燃气体报警信号接入主系统的规定。本条主要针对供氢站等具有可燃气体产生的设备和场所。

7.10.8 在常规岛内,将设有大量自动消防设施,其中的雨淋阀组、固定气体灭火系统,必须提供就地操作的手段,也就是说,这些消防设施应能就地启动、停止,其控制设备应具有明显标志,并应有防误操作的保护措施,这样才能在自动控制失灵时,仍能现场人工手动启停。

7.10.9 本条是关于汽轮发电机厂房内火灾自动报警系统的一些规定。汽轮发电机厂房是常规岛乃至核电厂消防防护的重点区域,多年的火灾案例证明,汽轮发电机厂房的火灾概率较高,有资料统计,每两年半会发生一次汽轮发电机厂房的火灾事故。按照“纵深防御”的原则,汽轮发电机厂房必然是火灾自动报警系统设计的主要关注对象。

1 汽轮发电机厂房内平时经常设有人员值守。区域显示盘宜设置在汽轮发电机厂房内便于监控并易于操作的位置;根据火灾案例,具有联动功能的火灾报警控制器如果位置设置不当,可能因火灾而丧失功能,因此强调其应设在相对安全的位置。

2 根据现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116,配电间、通风机房、灭火控制系统操作装置处应设置消防专用电话分机。汽轮发电机厂房内的噪声很大,为实现有效电话联络,规定消防电话宜设在专门的隔音室。

7.10.10 本条规定了电缆桥架上设置缆式线型感温火灾探测器的布置原则。线型感温火灾探测器应采用接触式的敷设方式对隧道内的所有的动力电缆进行探测;缆式线型感温火灾探测器应采用“S”形布置在每层电缆的上表面,线型光纤感温火灾探测器应采用一根感温光缆保护一根动力电缆的敷设方式。分布式线型光

纤感温火灾探测器在电缆接头、端子等发热部位敷设时,其感温光缆的延展长度不应少于 1.5 倍的探测单元长度;线型光栅光纤感温火灾探测器在电缆接头、端子等发热部位应设置感温光栅。

7.10.11 油罐的火灾探测器及相关连接件应为防爆型。根据国内石油企业的防火经验,油罐上设置的自动报警系统作用有限,需要直观的监测装置,以便及时发现、有效地确认火灾。

7.10.12 在经常无人的汽轮发电机厂房内设置摄像装置,能够作为火灾自动报警系统的辅助手段发挥作用,国内广东核电厂即有安装摄像装置的实例。在工程中采用单设消防电视或与工业电视合用,可根据具体情况酌定。

7.10.13 火灾自动报警系统的设计,应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 的有关规定。

火灾自动报警系统设计应充分汲取国内外核电厂火灾案例的教训,采取有针对性的措施,确保核电厂火灾自动报警系统的可用性。2008 年,国内某厂变压器发生爆炸,火灾在初始瞬间即将探测器的有关电气回路摧毁,导致报警信号无法发送,水喷雾系统不能启动,事后,该厂的整改措施之一就是强化探测器的线路保护,而这一教训在《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 中并无相应规定。

8 采暖、通风和空调

8.1 采 暖

8.1.1 本条是强制性条文,必须严格执行。供氢站、危险品库、橡胶制品库、油脂库、油泵房、蓄电池室等室内有大量的易燃、易爆物质,若遇明火就可能发生火灾爆炸事故。以前此类厂房(仓库)曾发生过严重的火灾事故,为吸取经验教训,规定以上厂房(仓库)内严禁采用明火和易引发火灾的电热散热器采暖。

本条中易引发火灾的电热散热器是指在使用过程中有明火产生的设备或电暖器表面温度超过 85°C 设备,例如远红外取暖器(石英管取暖器)等。

不产生明火的电暖器允许使用,例如电热汀取暖器(充油式电暖器)等,此类型电暖器具有自动恒温、无耗氧、防水、倾倒自动断电等功能。当电暖器表面温度达到 85°C 或环境温度过高时,其温控元件(限温器)即自行断电。

8.1.2 根据有关资料,赛璐珞的自燃点为 125°C 、PS3 的自燃点为 100°C 、松香的自燃点为 130°C ,还有部分物质粉尘积聚厚度超过 5mm 时,在上述温度范围会产生融化或焦化,如树脂、糊精粉等,因此需要规定采暖设备散热器的表面平均温度。

根据国家节水节能环保要求,核电厂常规岛及附属建(构)筑物宜采用热水采暖,目前我国热水采暖的热媒温度范围一般采用: $70^{\circ}\text{C}\sim 130^{\circ}\text{C}$ 、 $70^{\circ}\text{C}\sim 110^{\circ}\text{C}$ 和 $70^{\circ}\text{C}\sim 95^{\circ}\text{C}$,其采暖散热器表面平均温度分别为 82.5°C 、 90°C 和 100°C 。当散热器表面温度为 82.5°C 时,相当于供水温度 95°C 、回水温度 70°C 。这时散热器入口处的最高温度为 95°C ,与自燃点最低的 100°C 相差 5°C 。因此,本条规定的温度是安全、可行的。

当贮存易燃易爆化学品房间无 $70^{\circ}\text{C} \sim 95^{\circ}\text{C}$ 及以下热媒时,可通过加换热器等措施解决,当冬季易燃、易爆化学品无温度要求时可不采暖。

8.1.3 采暖管道长期与可燃物体接触,在特定条件下会引起可燃构件蓄热、分解或炭化进而起火,故应采取必要的防火措施,一般应使采暖管道与可燃物保持一定的距离,预防可燃物体因长期被烘烤而燃烧。本条强调采暖管道与可燃物体间应保持一定距离,该距离应在有条件时尽可能大。若保持一定距离有困难时,可采用不燃烧材料对采暖管道进行隔热处理,如外包覆导热性差的不燃烧材料等。

8.1.4 采暖管道不应穿过变压器室、配电间等电气房间。这些电气房间装有各种电气设备、仪器,仪表和各种电缆,所以在这些房间不允许管道漏水,也不允许采暖管道加热这些设备和电缆。

8.1.5 蓄电池室如果采用散热器采暖系统,从散热器的选型到系统安装,都必须考虑防漏水措施,不能采用承压能力差的铸铁散热器,管道与散热器的连接以及管道与管件间的连接必须采用焊接。

8.1.6 本条是强制性条文,必须严格执行,引自现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229—2006 中第 8.1.5 条,防止火灾沿着管道的保温绝热材料迅速蔓延到相邻房间或整个房间。

8.1.7 本条引自现行国家标准《核电厂防火设计规范》GB/T 22158。

8.1.8 危险品库、供氢站的火灾发展迅速、热量大,设备的保温绝热材料应采用不燃烧材料。

8.2 通 风

8.2.1 氢冷式发电机组的汽轮发电机厂房,发电机组上方应设置连续排氢装置,以免泄露的氢气聚集在汽轮发电机厂房屋顶发生爆炸,因此制定本条文。排氢装置通常指自然通风帽,“连

续”意味着排氢装置全年运行。当汽轮发电机厂房通风采用屋顶通风器或屋顶风机时,就不再设计专门的排氢装置,用部分屋顶通风器或屋顶风机替代,而屋顶通风器或屋顶风机常常采用电动驱动装置。如果氢冷发电机出现大量泄露或汽机房屋面下积聚一定浓度的氢气时,遇火花便可能发生爆炸,所以要求电动装置采用直联方式和防爆措施。屋顶通风器或屋顶风机风量可按排除余热余湿考虑。

8.2.2 本条引自现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229—2006 中第 8.3.4 条。当送风管上设置逆止阀时,送风机可不防爆,但排风机必须防爆。平时蓄电池室通风换气量应按室内空气中的最大含氢量(按体积计算)不超过 0.7% 计算,室内换气次数不少于每小时 6 次。事故通风换气次数按不少于 12 次/h 计算,事故风机可兼作通风用。

现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 规定:甲、乙类厂房用的送风设备和排风设备不应布置在同一通风机房内,且排风设备不应和其他房间的送、排风设备布置在同一通风机房内。蓄电池室的火灾危险性属于甲级,所以送、排风机不应布置在同一通风机房内,参考现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 500229—2006 中第 8.3.5 条,送风设备采用新风机组并设置在箱体内时,可以看作另外一个房间,其可与排风机布置在同一个房间内。

8.2.3 免维护式蓄电池为阀控式密封铅酸性蓄电池,这种蓄电池为密封结构,电解液不会泄漏,也不会排出酸雾,正常运行时不会排出任何气体。但在严重过充时,会将水电解成氢、氧气体使电池内部气压升高到一定值,为安全起见,蓄电池会打开单向安全阀,排出少量气体至室内空气中,因安全阀上装有滤酸装置,酸雾不会随排出气体而进入室内,进入室内只是氢气。

免维护式蓄电池的放电容量及寿命均与环境温度有密切的关系,该类型的蓄电池在浮充电压 2.23V/个、环境温度 25℃ 条件

下,浮充预期寿命为 10 年~15 年。但是当环境温度为 35℃时,则其浮充预期寿命将降低一半左右。

免维护式蓄电池的标称放电容量是以 25℃为基准的,其放电容量随着温度的升高而增大,但增幅不大,40℃时只增加 6%左右,其放电容量随着温度的降低而减少,在 0℃~25℃之间,温度每下降 1℃,其放电容量大约下降 1%。另外,该类型的蓄电池浮充电压的取值亦与蓄电池的工作温度有一定的关系,当蓄电池组各部位温差过大时就无法正确确定蓄电池浮充电压从而影响其放电容量。

综上所述,免维护式蓄电池室室内温度夏季应控制在 30℃以内,故规定当夏季通风不能满足设备对室内温度的要求时,应设置降温装置。避免降温送风(或冬季送热风时)直吹蓄电池,防止各蓄电池组的工作温度差超过 3℃。

免维护式蓄电池室宜设置直流通风降温系统,室内换气次数不得小于 3 次/h,并维持一定的负压。

当蓄电池室较小,布置确实困难时,可直接把防爆降温设施放在蓄电池室内,室内换气次数不得小于 3 次/h,但必须有安全保护措施。如:防爆降温设施与氢气检测装置及蓄电池严重过充报警信号连锁,当有氢气产生或蓄电池发出过充报警信号时,防爆降温设施停止运行,事故排风机立即运行,以排除产生氢气,防爆降温设施可选择空调机等设备。

事故排风换气次数按不少于 12 次/h 计算,事故排风机可兼作通风用。

防爆电气设备是根据设备使用的类别,爆炸性气体混合物的温度组别,防爆电气设备的防爆型式而划分的。通风空调设备防爆等级详见现行国家标准 GB 3836.1~GB 3836.9。

按上述标准,免维护式蓄电池室属于 2 区,即在正常情况下爆炸性气体混合物不可能出现,仅仅在不正常情况下,偶尔或短时间出现,每年事故状态下存在的危险性为 0.1h~10h。

通风空调设备具体采取什么防爆类型(防爆等级),应通过技术经济比较确定,具体防爆型式见表 3:

表 3 通风空调设备的防爆型式

序号	防爆型式	代号	国家标准	防爆措施	适用区域
1	隔爆型	d	GB 3836.2	隔离存在的点火源	Zone1, Zone2
2	增安型	e	GB 3836.3	设法防止产生点火源	Zone1, Zone2
3	本安型	ia	GB 3836.4	限制点火源的能量	Zone0, Zone1, Zone2
		ib		限制点火源的能量	Zone1, Zone2
4	正压型	p	GB 3836.5	危险物质与点火源隔开	Zone1, Zone2
5	充油型	o	GB 3836.6	危险物质与点火源隔开	Zone1, Zone2
6	充砂型	q	GB 3836.7	危险物质与点火源隔开	Zone1, Zone2
7	无火花型	n	GB 3836.8	设法防止产生点火源	Zone2
8	浇封型	m	GB 3836.9	设法防止产生点火源	Zone1, Zone2

隔爆型:一种保护类型,其外壳能够承受爆炸性的混合物在内部爆炸过程中产生的压力,防止爆炸向外壳周围的爆炸性大气环境转移,且能够在不会引起周围的爆炸性气体或蒸汽这样一个外部环境下工作。

增安型:一种保护类型,被用来减少在正常工况条件下超高温以及电弧或火花在电气装置内外部件里出现的可能性。增安型可以与隔爆型保护技术一起使用。

本安型:一种保护类型,其中的电气设备在正常或非正常情况下无法释放足够的电能或热能以使得特定的危险性大气混合物在达到其易燃的浓度时点燃。

无火花型:一种保护类型,其中的设备在正常情况下不会由于电弧或者热效应而引起易燃气体或蒸汽形成空气混合物。

免维护式蓄电池室产生氢气爆炸性危险等级属于 II C,气体温度组别为 T1。

8.2.4 在润滑油间、润滑油传送间等室内有油气产生并存在爆炸可能性的房间,为安全起见,室内空气不应循环使用,通风设备应采用防爆型。

8.2.5 本条引自现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规

范》GB 50229—2006 中第 8.6.2 条。条文内的通风设备不包含进风设备。

8.2.6 当配电间等电气房间发生火灾时,通风系统应立即停运,以免火灾蔓延,因此应考虑切断电源的安全性和可操作性,即火灾时应能保证自动或手动切断电源。这些电气房间包括励磁机室、变频器间、六氟化硫开关室等。事故后排风换气次数不宜少于 12 次/h,一般选用普通轴流风机。

8.2.7 本条参考现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229—2006 中第 8.6.2 条。电解间、储气间通风换气次数不少于每小时 3 次。自然排风口应设在顶棚的最高点。当顶棚被梁分隔时,每档均应有排氢措施。事故排风换气次数不应少于 12 次/h,一般选用普通防爆轴流风机。室内吸风口应设在房间上部,其上缘距顶棚不得大于 0.1m。

8.2.8 本条是关于油脂库通风机的规定。

8.2.9 本条引自现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229—2006 中第 8.4.2 条、第 8.4.3 条。

8.2.10 本条引自现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229—2006 中第 8.4.5 条。

8.2.11 本条是关于通风系统采用的材料、阀门的选择及设置规定。

8.2.12 有的危险品库存在甲、乙类液体的挥发可燃蒸汽,在特定条件下易积聚而与空气混合形成有爆炸危险的混合气体云团。若空气循环使用,尽管可减少一定能耗,但火灾危险性增大。因此,危险品库应有良好的通风,室内空气应及时排出到室外,不应循环使用。

当危险品库需要送入新鲜空气时,其排风机在通风机房内存在泄漏可燃气体的可能。为防止空气中的可燃蒸汽或可燃气体再被送入室内,要求设计将送风机和排风机分别布置在不同通风机房内。此外,设计时还应防止将可燃气体或蒸汽送到其他建筑物

内,以免引起火灾事故。故本条规定要求为危险品库服务的排风机不应与为其他用途房间服务的送、排风机布置在同一机房内。

8.2.13 为排除比空气轻的可燃气体混合物,防止在风管内局部积存而形成有爆炸危险的高浓度气体,要求在设计排风系统时将其排风水平风管顺气流方向向上坡度敷设。

8.2.14 易燃易爆气体管道,甲、乙、丙类液体管道若发生事故或火灾,易造成严重后果。在建筑中,风管易成为火灾蔓延的通道。因此,为避免这两类管道相互影响、防止火灾沿着通风风管蔓延,此类管道不应穿过通风风管、通风机房,也不应紧贴在通风管外壁敷设。

8.2.15 本条对燃油辅助锅炉房的通风设施和通风量作了规定,为强制性条文,必须严格执行。

燃油辅助锅炉房在使用过程中存在逸漏或挥发的可燃性气体,要在燃油辅助锅炉房内保持良好的通风条件,使逸漏或挥发的可燃性气体与空气混合气体的浓度能很快稀释到爆炸下限值的25%以下。一般采用自然通风或机械通风两种通风方式。

燃油锅炉所用油的闪点温度一般大于 60°C ,个别轻柴油的闪点为 $55^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$,大都属丙类火灾危险性。一般辅助锅炉房中油泵房内温度不会超过 60°C ,因此,不会产生爆炸危险,机房的通风量可按泄露量计算(空气中油气的含量不超过 $350\text{mg}/\text{m}^3$ 及体积浓度不超过0.2%)或按3次/h换气次数计算。事故排风量应按换气次数不少于12次/h确定。

8.2.16 平时制氯站无氢气产生,通常是采用电解氯化钠工艺生产氯产品时,才有氢气产生。制氯站排风装置一般采用屋顶自然通风帽,但有时屋面上结构梁很多时,为防止风帽多漏雨,也有采用机械排风的案例。排氢与排氯的风机、风管应分开独立设计。

8.2.17 根据现行行业标准《火力发电厂职业卫生设计规程》DL/5454第7.3.5条规定易产生有毒有害气体的实验室,应设置通风柜及机械通风装置。通风换气次数不宜少于6次/h。

8.2.18 本条引自国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229—2006 中第 8.4.4 条。通风换气次数不宜少于 6 次/h。

8.2.19 每个防火分区或防火分隔宜设独立的通风系统,便于平时运行维护调节。火灾时,可把损失降到最低限度,有利于核电厂安全稳定运行。举例说明:汽轮发电机厂房地上部分为 1 个防火区域,且采用机械送风,屋顶通风器排风的通风方案。通风设备间为 1 个防火分隔。当接到来自汽轮发电机厂房、辅助建筑、除氧间的火警信号时,所有通风设备间送风机断电停运。但当接收到来自各通风设备间的火警信号时,只有发出信号的通风设备间里的送风机断电停运。当该防火分区设有火灾探测系统时,通风系统应与其连锁,发生火灾时,应能自动切断通风机的电源,通风系统立即停运,以免火灾蔓延。

8.2.20 火灾危险性较大的房间有:危险品库、橡胶制品库、油脂库、辅助锅炉房中油泵房、汽轮发电机厂房中的润滑油间、润滑油转运间等,这些房间一般都设计消防系统,一旦发生火灾事故,灭火后需尽快进行排风,恢复生产,因此应设置火灾后机械排风装置。

设置气体灭火的房间有:汽轮发电机厂房中的电子设备间、电缆夹层、恒温恒湿库(存放精密仪电仪表)及网络继电器室等。当消防系统采用气体灭火时,要求整个房间必须密闭,通风或空调系统停止运行。为防止气体灭火剂从风道泄漏而对灭火不利,风道上有关阀门尽可能严密不漏气,灭火之后,要排出室内的空气与气体灭火剂的混合气体,故应设置火灾后机械排风装置。

8.2.21 火灾后排风系统应符合下列规定:

1 火灾后机械排风系统与空调系统宜分开设。但某些工程中,因建筑条件限制,空间管道布置紧张,需将空调系统和排风系统合用一套风管。这时,必须采取可靠的防火安全措施,使之既满足火灾后机械排风风量的要求,也满足平时空调的送风要求。电气控制必须安全可靠,保证切换功能准确无误。需说明的是,需

设火灾后机械排风系统的部位平时有通风系统,常常设计成一套风管,共用一套风机。

2 本款引自美国 NFPA 804 中第 8.4.5 条。

3 本款引自现行国家标准《核电厂防火设计规范》GB/T 22158。

4 火灾后机械排风系统是以恢复生产为目的,在确认火灾扑灭后启动,做到尽快彻底排除火灾后的烟气和毒气。排气时间短有利于工作人员及时进入室内检修,以便尽早恢复生产,但风机风量大,布置难度和投资较大。根据现行行业标准《火力发电厂与变电所设计防火规范》GB 50229 有关规定,房间排风换气次数不少于 6 次/h。电子设备间、电气继电器室等重要空调房间,火灾后排风机可选用排烟风机(高温消防专用风机),以防止火灾时损坏。

5 本款引自现行行业标准《火力发电厂采暖通风与空调设计技术规程》DL/T 5035—2004 中第 5.3.11 条。

当进风口与排风口垂直布置时,进风口宜低于排风口 3.0m,距离太近会造成排出的烟气再次被吸入;水平布置时,其距离不应小于 10.0m。

上述水平距离不应小于 10.0m、垂直距离大于 3.0m,是对新鲜空气的进风口和排风口在同一层或在隔层中的情况的规定。实际工程设计中,进风口与排风口因建筑立面和功能等条件的限制而可能出现多种组合。例如,地下室或首层排风,排风口设在距室外地面 2.0m 以上的高度,进风口却在屋顶,虽然水平距离不能满足要求,但可以通过进风口与排风口的进、排风的方向合理设置而满足进风的质量要求。

进风口和排风口设在室外时,应考虑防止雨水、虫鸟等异物侵入的措施。

排风口的布置位置应根据建筑物所处环境条件(如风向、风速、周围建筑物以及道路等情况)综合考虑确定,不应将排出的烟气直接排向其他火灾危险性较大的建筑物上。

排风口是室外排风口,通风、空调系统是送风系统。

排风口风速不宜大于 10m/s ,过大会过多地吸入周围空气,使排出的烟气中空气所占的比例增大,影响实际排风效果。

7 在选择风机时,除满足排风系统最不利环路的风压要求外,还必须在系统设计中考虑足够的漏风量。对于金属风道,其漏风量可选择 10% 或更大;对于混凝土等风道,则应向建筑提出风道的密封、平滑性能等要求,其漏风量要根据排风系统管路的长短和施工质量等选取,最小不宜小于 20% ,排风管道长或施工质量难以保证时,则宜取 30% 。

8 本条根据国外有关资料,规定了火灾后机械排风风管内的设计风速。

9 排风风管所排除的烟气温度较高,为保证火灾后排风系统安全可靠地运行,本款规定火灾后排风系统的设备、风管、风口及阀门等必须采用不燃材料制作。

8.2.22 事故排风系统(包括兼作事故排风用的基本排风系统)的通风机,其开关装置应装在室内、外便于操作的地点,以便一旦发生紧急事故时,使其立即投入运行。例如:供氢站、制氮站等事故通风的通风机,应分别在室内、外便于操作的地点设置电器开关。

8.2.23 根据事故分析,通风设备和管道如不设导除静电接地装置,易引起燃烧或爆炸事故。当静电积聚到一定程度时,就会产生放电,引起静电火花,使可燃或爆炸危险物质有引起燃烧或爆炸的可能。管内沉积不易导电的物质会妨碍静电导出接地,有在管内产生火花的可能,防止静电引起灾害的最好办法是防止其积聚,故应采用导电性能良好的材料接地。法兰跨接是指风道法兰连接时,两法兰之间用金属线搭接。

8.3 防、排烟

8.3.1 核电厂的运行维护值班人员大多数都在控制室工作,常规岛工作人员很少,且都是专业人员,常年在现场工作,对避难逃生

路线非常熟悉。由于核电厂特别重视消防工作,制度齐全,加之常规岛空间较大,发生火灾时,人员能迅速撤离至安全地带。故本规范仅对重要的楼梯间及控制室防、排烟系统进行规定。

我国对防烟、排烟的试验研究尚不系统、深入,缺乏完整的相关技术资料。为了使烟气能顺利并有效地被排除,本规范参考国外有关资料,规定了有条件采用自然排烟方式的楼梯间应开启外窗的最小净面积。有条件时,应尽量加大相关开口面积。

现行国家标准《高层民用建筑设计防火规范》GB 50045 规定:“靠外墙的防烟楼梯间每五层内可开启外窗总面积之和不应小于 2.00m^2 ”。本规范采用了上述规定,当建筑层数超过5层时,总开口面积宜适当增加。5层在高度上数值可理解为18m左右。

因火灾时产生的烟气和热气流向上浮升,顶层或上两层应有一定的开窗面积,除顶层外的各层之间可以灵活设置。

8.3.2 为便于排除烟气,排烟窗宜设置在屋顶上或靠近顶板的外墙上方。例如,一座需进行自然排烟的5层建筑,1~5层的排烟窗可设在各层的顶板下,其中5层也可设在屋顶上。

有些建筑中用于自然排烟的开口正常使用时需处于关闭状态,需自然排烟时这些开口要能够应急打开。因此,本条规定排烟窗口应有方便开启的装置,包括手动和自动装置。

在设计时,为减少室外风压对自然排烟的影响,提高排烟的效果,排烟口处宜尽量设置与建筑型体一致的挡风措施,应尽量设置2个或2个以上且朝向不同的排烟窗。

8.3.3 建筑物内的封闭楼梯间在火灾时若无法采用自然排烟,应采用机械加压送风的防烟措施,使这些部位内的空气压力高于火灾区域的空气压力,以有利于人员正常疏散和逃生。地下、地上封闭楼梯间机械加压送风防烟设施宜分开布置。加压送风风管不宜穿过防火分区或其他火灾危险性较大的房间;确需穿过时,应在穿过房间隔墙或楼板处设置防火阀。加压送风管道上的防火阀的动作温度应为 70°C 。当地下、半地下封闭楼梯间平时有正常通风或

降温系统时,为节省投资,其送风系统可与机械加压送风防烟系统合并。

8.3.4 机械加压送风系统最不利环路阻力损失外的压头是加压送风系统设计中的一个重要技术指标。该数值是指在加压部位相通的门窗关闭时,足以阻止着火层的烟气在热压、风压、浮力、膨胀力等联合作用下进入加压部位,而同时又不致过高造成通向疏散通道的门不易开启。

吸风风管和最不利环路的送风风管的摩擦阻力与局部阻力的总和以及需要维持的正压为加压送风机需要提供的全压。根据我国“高层建筑楼梯间正压送风机械排烟技术的研究”项目取得的成果,本规范规定封闭楼梯间正压值为 $40\text{Pa}\sim 50\text{Pa}$;根据核电厂常规岛特点,当布置困难时,楼梯间可不设余压阀。

在工业建筑中,规定封闭楼梯间的加压送风口宜每隔 2 层~3 层设 1 个,既可方便整个封闭楼梯间压力值达到均衡,又可避免在需要一定正压送风量的前提下,不因正压送风口数量少而导致风口断面太大。2 层~3 层在高度上数值可理解为 $7\text{m}\sim 11\text{m}$ 。

送风口的风速不宜大于 7.0m/s 是根据现行国家标准《高层民用建筑设计防火规范》GB 50045 和《人民防空工程设计防火规范》GB 50098 等有关规定确定的。

8.3.5 本条根据国外有关资料,规定了机械送风风管内的设计风速。

8.3.6 为保证火灾时送风系统安全可靠地运行,本条规定防烟系统的设备、风管、风口及阀门等必须采用不燃材料制作,且加压送风风管的耐火极限不宜低于 0.50h 。

8.3.7 经常有人操作的控制室一般指化学精处理控制室、控制设备间等,当化学精处理控制室、控制设备间满足自然排烟条件时,可不设机械排烟系统。火灾时,为保护人身安全,可利用外窗或风机排烟,以保证核电厂安全稳定运行。风机应选用排烟风机(高温消防专用风机),以防止火灾时损坏,风量应按房间换气次数不少于 6 次/h 计算。

8.4 空 调

8.4.1 当发生火灾时,空调系统风机应立即停运,以免火灾蔓延,因此,空调的自动控制应与消防系统连锁。

8.4.2 本条引自国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229—2006 中第 8.2.5 条。

8.4.3 要求电加热器开关与风机开关连锁,是一种保护控制措施。为了防止通风机已停而电加热器继续加热引起过热而起火,电加热器后应设流量控制器和温度控制器,做到欠风、超温时的断电保护,即风机一旦停止,电加热器的电源即应自动切断。近年来多次发生空调设备因电加热器过热而失火,主要原因是未设置保护控制。设置工作状态信号是从安全角度提出来的,如果由于控制失灵,风机未启动,先开了电加热器,会造成火灾危险。设显示信号,可以协助管理人员进行监督,以便采取必要的措施。同时,电加热器前后各 800mm 的风管应采用不燃材料进行绝热。本条也参考了现行国家标准《核电厂防火设计规范》GB/T 22158 的相关规定。

8.4.4 本条规定了应设置防火阀的部位。通风和空调系统的风管是建筑内部火灾蔓延的途径之一,要采取措施防止火灾穿过防火墙和不燃烧体防火分隔物等位置蔓延和扩大。当火灾烟气穿过时,所设防火阀应能立即关闭。本条为强制性条文,必须严格执行。

1 防火分隔处。主要防止防火分区或不同防火分隔之间的火灾蔓延和扩大。在某些情况下,必须穿越防火墙或耐火墙体时,应在穿越处设防烟防火阀,由感烟探测器控制其动作,通过电磁铁等装置关闭,同时它还应具有温度熔断器自动关闭以及手动关闭的功能。

2 风管穿越通风、空调机房或其他防火重点控制房间的隔墙和楼板处。主要防止机房的火灾通过风管蔓延到建筑物的其他房

间,或者防止建筑内的火灾通过风管蔓延到机房内。此外,为防止火灾蔓延至性质重要的房间或有贵重物品、设备的房间,或防止火灾危险性大的房间中的火灾传播出去,规定风管穿越这些房间的隔墙和楼板处应设防火阀。

3 垂直风管与每层水平风管交接处的水平管段上应设置防火阀,防止火灾垂直蔓延和扩大。

4 为使防火阀在一定时间里达到耐火完整性和耐火稳定性要求,有效地起到隔烟阻火作用,在穿越变形缝的两侧风管上应各设一个防火阀。当变形缝处的两侧无墙时,风管上可不设置防火阀。

5 当几个配电间共设一个送风系统时,为了防止一个房间发生火灾时,火灾蔓延到另外一个房间,应在每个房间的送风支管上设置防火阀。

8.4.5 为使防火阀能自行严密关闭,防火阀关闭的方向应与通风和空调的风管内气流方向相一致。采用感温元件控制的防火阀,易熔片及其他感温元件应装在容易感温的部位,其动作温度应较通风、空调系统在正常工作时的最高温度高 25°C ,宜采用 70°C 。

为使防火阀能及时关闭,控制防火阀关闭的易熔片或其他感温元件应设在容易感温的部位。设置防火阀的通风管应具有一定强度,设置防火阀处应设单独的支吊架防止管段变形。在暗装时,应在安装部位设置方便检修的检修口。

为保证防火阀能在火灾条件下发挥预期作用,穿越防火墙两侧各 2m 范围内的风管绝热材料应采用不燃烧材料且具备足够的刚性和抗变形能力,穿越处的空隙应用防火封堵材料严密填实。

防火阀宜为电磁型,应将阀位指示、关闭信号反馈到消防控制中心(或火灾自动报警系统);当采用电动防火阀时,电压衰减小的可选用直流 24V ,反之选用交流 220V 。

8.4.6 本条规定通风、空调系统的风管应采用不燃材料制作是基于经验教训和市场条件制定的。国内外有不少因高温烟气通过通风、空调系统风管的蔓延使火灾造成重大的人员和财产损失的实

例,教训使人们高度重视通风、空调系统的防火、防烟问题。近 10 年,国内外研发了不少新型风管材料并在一定条件下进行了应用。这些材料各方面的性能均较好,但其燃烧性能尚不能达到不燃材料的性能要求,并且不同材料之间的燃烧性能差别较大。为了更好地规范这些新产品的应用,保障建筑的消防安全和人身安全,经过认真研究国外有关标准作了本条规定。这些规定要控制材料的燃烧性能及其发烟性能和热解产物的毒性,在万一发生火灾时能将其蔓延范围严格控制在一个防火分隔或防火分区内。

材料燃烧性能分级:共分作四级,不燃材料(A 级),难燃材料(B1 级),可燃材料(B2 级),易燃材料(B3 级)。

目前,不燃绝热材料、消声材料有超细玻璃棉、玻璃纤维、岩棉、矿渣棉等。难燃烧材料有自熄性聚氨酯泡沫塑料、自熄性聚苯乙烯泡沫塑料等。

当海边核电厂存在盐雾,钢制风管腐蚀严重时,可采用防火材料即玻镁水泥风管替代。当采用玻璃钢风管时,应优先采用防火性能好的无机玻璃钢风管。为了防止火灾通过风管在不同区域间的传播,要求风管的绝热材料、设备的绝热材料均采用不燃材料。

8.4.7 目前市场上销售的加湿器的加湿材料常为可燃材料,这给类似设备留下了一定火灾隐患。因此,用于加湿器的加湿材料、消声材料及其粘结剂,应采用不燃材料。当采用不燃材料确有困难时,只有通过综合技术经济比较后认为采用难燃绝热材料更经济合理时,才允许有条件地采用难燃材料。

烟密度是指材料在规定的试验条件下发烟量的量度,它是用透过烟的光强度衰减量来描述的,烟密度越大的材料,对火灾时疏散人员和灭火越为不利,而材料的烟密度等级(SDR)是与烟密度成正比的。

一般来说,不燃材料(A 级)烟密度等级 $SDR \leq 15$;难燃材料(B1 级)烟密度等级 $SDR \leq 75$ 。

8.4.8 本条是关于冷水管绝缘材料的规定。

9 消防供电及照明

9.1 消防供电

9.1.1 本条系针对发生火灾事故时,对消防设备供电提出的基本要求,强调在火灾延续时间内不应当中断供电。

9.1.2 核电厂内部发生火灾时,必须依靠电厂内部的消防设施指示有关人员安全疏散、扑救火灾和进行事故排烟等。据调查,多数火灾会造成机组停机甚至厂用电消失。而消防控制装置、消防系统阀组、电梯等消防设备均不应停止供电。如无可靠供电电源,发生火灾时,上述消防设施由于断电将不能发挥作用,即不能及时报警、有效地排出烟气和扑灭火灾,势必造成重大设备损失和人身伤亡。由于火灾自动报警系统内部设有微机,对供电质量要求较高,且汽轮发电机厂房内、网络继电器室内设有 UPS,因此规定常規岛范围的汽轮发电机厂房、主、辅助开关站、网络继电器等建筑物室内的消防电源采用 UPS 母线供电;火灾自动报警系统本身携带备用电源(蓄电池),是为了提高供电的可靠性,供电时间不应低于 8h。

9.1.3 消防稳压泵、排烟风机及加压风机等设备属于消防灭火系统的一部分,因此应有较高的供电可靠性。调查结果表明,不同的机组类型,上述设备的供电方式是不尽相同的。如 M310 机组一般要求由常备母线供电,该母线分别由单元厂用变压器和高压辅助变压器采用双电源供电,由于两路电源相对独立,满足 I 类负荷供电要求。对俄罗斯 WWER1000 机组,由于设有单元机组柴油机,因此消防稳压泵等消防灭火系统设备由单元机组柴油机供电,相当于常规火电机组的保安负荷,同样满足 I 类负荷供电要求。具体工程可根据实际情况采用不同的供电方式,但不应低于按 I 类负荷供电的要求。

9.2 照 明

9.2.1 应急照明是指因正常照明的电源失效而启用的照明。应急照明包括疏散照明、安全照明和备用照明。本条规定了核电厂常规岛各类建筑应装设应急照明的场所。

9.2.2 国外许多规程规范强调采用蓄电池作为火灾应急照明的电源,根据我国目前火力发电厂的有关规定,并未要求一律采用蓄电池供电,其主要原因包括经济因素及机组的控制、保护和自动装置的可靠性要求。由于核电机组设有应急母线,因此根据汽轮发电机厂房的重要性、供电的经济合理性及可靠性要求,分别对备用照明和疏散照明提出了不同的供电要求。

9.2.3 根据本规范第 9.2.2 条的规定,结合辅助厂房的重要性对其应急照明提出了不同的供电要求,其中与电厂生产密切相关的辅助厂房称为技术类厂房,本规范第三章所列建(构)筑物均为技术类厂房。参照现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229,要求控制室应急照明系统采用直流蓄电池供电。

9.2.4 为保证事故状态下的人身安全,特作本条规定。

9.2.5 本条是根据实际调查情况作出的规定。

9.2.6 正常照明断电时为在短时间内使应急照明达到标准照度值,特作本条规定。

9.2.7 现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 有关条文规定应急照明备用电源的持续工作时间不应小于 30min。但对大型和高层工业厂房由于疏散距离较远,可能会出现疏散时间较长的情况,本条规定将放电时间规定为 1.0h,正是基于上述原因考虑的。

9.2.8 由于核电厂常规岛部分辅助建筑物与火力发电厂十分接近,本条引用了现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229 的有关规定。

9.2.9 本条规定了当照明灯具表面的高温部位靠近可燃物时,需

采取防火保护措施,主要基于下列原因:

1 由于照明器具设计、安装位置不合理而引发火灾事故;

2 大功率的卤钨灯(如吸顶灯、槽灯及嵌入式灯)和白炽灯表面温度很高,当纸、干布或干木构件靠得很近时,很容易被烤燃而引起火灾。

9.2.10 超过 60W 的白炽灯、卤钨灯、高压钠灯、金属卤化物灯、荧光高压汞灯等灯具的表面温度较高,如安装在可燃装饰物(如木吊顶龙骨、木吊顶板、木墙裙等木构件)上时,将造成其起火。为避免安装不符合要求,防止和减少火灾事故,作出本条规定。

9.2.11 本条主要是强调建筑物内设置的安全出口标志灯和应急照明灯应遵循现有国家标准进行设计。