ICS 13.100
E 09

中华人民共和国国家标准

GB/T 20660—2020/ISO 13702:2015
代替 GB/T 20660—2006

石油天然气工业
海上生产设施的火灾、爆炸控制、削减措施
要求和指南

Petroleum and natural gas industries—Control and mitigation of fires and explosions on offshore production installations—Requirements and guidelines

(ISO 13702:2015,IDT)

2020-11-19 发布　　2021-06-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会　发布

目　　次

前言 …… V
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语、定义、符号和缩略语 …… 1
3.1　术语和定义 …… 1
3.2　符号和缩略语 …… 5
4　目标 …… 5
5　火灾和爆炸评价及风险管理 …… 6
5.1　管理体系 …… 6
5.2　风险评估和风险管理体系框架 …… 6
5.3　风险评估 …… 6
5.4　风险识别 …… 6
5.5　风险分析 …… 6
5.6　风险评价 …… 7
5.7　风险应对 …… 7
5.8　海上油气生产过程中的风险应对 …… 7
6　设施布置 …… 9
6.1　目标 …… 9
6.2　功能要求 …… 9
7　紧急关断系统和泄压 …… 9
7.1　目标 …… 9
7.2　功能要求 …… 10
8　引燃源控制 …… 10
8.1　目标 …… 10
8.2　功能要求 …… 10
9　溢出控制 …… 10
9.1　目标 …… 10
9.2　功能要求 …… 10
10　应急电源系统 …… 11
10.1　目标 …… 11
10.2　功能要求 …… 11
11　火灾和可燃气体探测报警系统 …… 11
11.1　目标 …… 11
11.2　功能要求 …… 11

12 主动防火 …… 12
12.1 目标 …… 12
12.2 功能要求 …… 12
13 被动防火 …… 12
13.1 目标 …… 12
13.2 功能要求 …… 12
14 爆炸削减和防护措施 …… 13
14.1 目标 …… 13
14.2 功能要求 …… 13
15 火灾和爆炸的响应 …… 14
15.1 目标 …… 14
15.2 功能要求 …… 14
16 检查、测试和维护 …… 14
16.1 目标 …… 14
16.2 功能要求 …… 14
附录A（资料性附录） 典型的火灾和爆炸危险事件 …… 16
A.1 概述 …… 16
A.2 火灾事件 …… 16
A.3 爆炸事件 …… 17
A.4 潜在引燃源 …… 17
附录B（规范性附录） 火灾、爆炸的控制、削减指南 …… 20
B.1 设施布置 …… 20
B.2 紧急关断和泄压系统 …… 21
B.3 引燃控制 …… 22
B.4 溢出控制 …… 23
B.5 应急电源系统 …… 24
B.6 火灾和可燃气体探测系统 …… 24
B.7 典型声光报警 …… 26
B.8 主动防火 …… 26
B.9 被动防火 …… 32
B.10 爆炸的削减和防护系统 …… 34
B.11 削减爆炸影响的模块形状 …… 35
B.12 气动和液压供应系统 …… 36
B.13 检查、测试和维护 …… 37
附录C（资料性附录） 大型综合式海上设施设计要求的典型实例 …… 40
C.1 应急电源的典型要求 …… 40
C.2 火灾和可燃气体探测器的典型应用 …… 41
C.3 典型区域内主动防火（AFP）系统的选用指南 …… 42
C.4 被动防火的典型应用 …… 44
C.5 典型的检查和测试频率 …… 47

C.6 人机界面的典型要求(HMI) …… 48
附录 NA(资料性附录) 本标准与 GB/T 20660—2006 相比的主要技术变化 …… 50
参考文献 …… 52

前　言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 20660—2006《石油天然气工业　海上生产设施的火灾、爆炸控制、削减措施　要求和指南》，与 GB/T 20660—2006 相比，除编辑性修改外技术上有了较多变化，附录 NA 中给出了相应技术变化的一览表。

本标准采用翻译法等同采用 ISO 13702:2015《石油天然气工业　海上生产设施的火灾、爆炸控制、削减措施　要求和指南》。

本标准做了编辑性修改，纠正了 ISO 13702:2015 中的错误，具体如下：

——3.2“WH 井口区”改为“WH 井口区和钻井区”；

——3.2 删除了“BA 呼吸器”；

——3.2 删除了“TEMPSC 全封闭动力救生筏”；

——B.9.3 修改了列项编号，d)后的 b)改为 e)，后续依次调整；

——B.13.2 删除了列项符号。

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。

本标准由全国石油天然气标准化技术委员会(SAC/TC 355)提出并归口。

本标准起草单位：中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司技术检测中心、中国石油化工股份有限公司青岛安全工程研究院、中国石油大学(华东)、中石化胜利海上石油工程技术检验有限公司、中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司海洋采油厂。

本标准主要起草人：王强、彭星来、王婷、陈健飞、支景波、杨冬平、柳立峰、刘伟、闫肃肃、郭敏、郭爱洪、商翼、王林、曹德国、路辉、朱渊。

本标准于 2006 年 12 月首次发布，本次为第一次修订。

石油天然气工业
海上生产设施的火灾、爆炸控制、削减措施
要求和指南

1 范围

本标准规定了海上生产设施的火灾、爆炸控制和削减措施的目标和功能要求。

本标准适用于石油天然气工业固定式海上构筑物以及浮式生产、存储和卸油系统。

本标准不适用于本标准中定义的移动式海上设施和水下装置，但本标准中所包含的某些原则可作为指南使用。

本标准是依据对海上设施进行风险评估来选择火灾和爆炸的控制和削减措施。在此类评估中所采用的方法和相关推荐做法因生产工艺和设施的复杂程度、设施类型（开放式或封闭式）、人员配置和运行区域相关环境条件的不同而不同。

注：对于相关的海上设施，不但需要满足本标准的要求，还需要符合海上设施相关的法律、法规、规则的要求。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

ISO/IEC Guide 73　风险管理　术语（Risk management—Vocabulary）

3 术语、定义、符号和缩略语

ISO/IEC Guide 73 界定的以及下列术语、定义、符号和缩略语适用于本文件。

3.1 术语和定义

3.1.1

弃平台　abandonment

在紧急情况下，人员舍弃设施离开的行为。

3.1.2

生活区　accommodation

设施上的人员休息和度过其非工作时间的场所。

注：包括餐厅、娱乐室、厕所、客舱、办公室、医务室、宿舍、厨房、餐具室以及类似的永久封闭空间。

3.1.3

主动防火　active fire protection；AFP

发生引燃后可用于控制、削减、灭火的设备、系统和措施。

3.1.4

区域划分　area classification

将设施所在区域划分为危险区和非危险区，并将危险区进一步分类。

注：该分类基于可能存在的材料和易燃气体形成的可能性。区域分类主要用于电气设备的选择，以便在发生释放时将着火的可能性降至最低。

3.1.5

纤维素火灾　cellulosic fire；CF

诸如木材、纸张、家具等易燃材料所引发的火灾。

3.1.6

火灾级别　class of fire

火灾类型　type of fire

基于燃料性质的火灾分类。

注：ISO 3941 对火灾的不同类别进行了描述。

3.1.7

控制　control

降低危险事件的程度或持续时间以防止其蔓延。

注：控制定义专用于本标准，在其他标准中使用其他定义。

3.1.8

控制站　control station

人员能够对设施状态进行监测、启动相关关断措施并实施应急联络的场所。

3.1.9

喷淋系统　deluge system

打开系统入口处的阀门，将消防水通过一组敞开的喷嘴喷射出的系统。

3.1.10

登乘区　embarkation area

撤离时，人员离开设施的地点。

示例：直升机甲板及等候区域或救生艇(救生筏)的登乘区。

3.1.11

紧急泄压　emergency depressurization；EDP

在避免危险或将危险降至最低时，将带压流体以可控制的方式排放到火炬或放空系统。

3.1.12

应急响应　emergency response

由设施上或设施以外的人员采取的控制或削减危险事件的行动，或紧急逃生的行动。

3.1.13

应急响应小组　emergency response team

受指派负责紧急情况处置的一组人员。

3.1.14

紧急关断　emergency shutdown；ESD

紧急情况下，采用关断设备或工艺而采取的控制行动。

3.1.15

升级　escalation

火灾、爆炸、有毒气体泄漏扩散到设备或其他区域，加重危险事件的后果。

3.1.16

逃生　escape

人员从危险区域转移到相对安全区域的行动。

3.1.17

逃生路线　escape route

从设施上的某一区域到达集合区域、临时避难所(TR)、登乘区或海上逃生装置的路线。

3.1.18

关键安全系统　critical safety system

在控制、削减火灾和爆炸后果以及在疏散、逃生和救援活动中起关键作用的系统。

3.1.19

撤离　evacuation

在紧急情况下以预先计划好的方式离开设施的行为。

3.1.20

撤离、逃生和救援　evacuation,escape and rescue;EER

主要包括逃生、集合、避难、撤离、跳海及救援(恢复)等行为。

3.1.21

撤离路线　evacuation route

从临时避难所(TR)通向离开设施撤离地点的路线。

3.1.22

爆炸

3.1.22.1

气相爆炸　gas explosion

由于燃烧诱导气流加速或火焰通道中障碍物的限制,造成可燃气体或气雾剧烈燃烧而产生的冲击波。

3.1.22.2

物理爆炸　physical explosion

储存能量突然释放(例如:压力容器失效)引起的爆炸。

3.1.23

火灾、爆炸应对策略　fire and explosion strategy;FES

依据火灾、爆炸评价信息,确定处理危险事件所采取的防控措施以及这些措施所起的作用。

3.1.24

功能要求　functional requirements

满足规定的健康、安全和环境目标所需的最低标准。

3.1.25

危险　hazard

可能导致伤害的潜在根源。

注:危险是可能造成人员伤害、环境危害、财产损失或其组合的风险源。

[ISO/IEC Guide 51:2014]

3.1.26

危险区　hazardous area

可能存在易燃气体需采取特殊预防措施来控制潜在引燃源的三维空间。

3.1.27

危险事件　hazardous event

可能导致伤害的事件。

示例：当发生危险(气体泄漏、火灾、失去浮力)时出现的事件。

[ISO/IEC Guide 51:2014]

3.1.28

人为因素　human factors

影响健康和安全的环境、组织和岗位因素。

3.1.29

引燃源　ignition sources

任何具有足够能量可以引发燃烧的源点。

3.1.30

综合设施　integrated installation

位于同一个结构上的海上设施，包括生活区、公用设备以及工艺和/或井口设施等。

3.1.31

喷射火　jet fire;JF

在某一方向连续喷射燃料的急剧扩散火焰。

3.1.32

有人值守设施　manned installation

有人员倒班居住的设施。

3.1.33

移动式海上设施　mobile offshore unit

移动平台，包括对海底油气藏进行勘探的钻井船，以及生产和储存油气目的之外的移动平台。

注：包括移动式海上钻井设施，包含钻井船、生活设施、施工和铺管设施以及修井和增产作业船。

3.1.34

集合区　muster area

需要时人员报到的指定区域。

3.1.35

作业者　operator

在租借区域或其中的某一部分，控制或管理作业活动的个人、合伙人、厂商或公司。

注：作业者可以是承租人、承租人指定的代理人或根据批准的作业协议拥有作业权的人。

3.1.36

被动防火　passive fire protection;PFP

在发生火灾的情况下，用涂层、衬层或者独立系统来提供热防护，从而降低热量向被保护物或被保护区域传递。

3.1.37

池火　pool fire

当燃料拥有零动量或非常低的初始动量的条件下，汽化油气燃料在水平池上方燃烧形成的急剧扩散火灾。

3.1.38

风险　risk

伤害发生概率和伤害严重程度的组合。

[ISO/IEC Guide 51:2014]

3.1.39

流淌火　running liquid fire

在流动的可燃液体表面的火焰。

3.1.40

临时避难所　temporary refuge;TR

实施应急响应和撤离计划时,预先设定的为人员提供一定时间庇护的场所。

3.1.41

区域　zone

根据产生爆炸性气体环境的频率和持续时间,划分的危险场所的一部分。

3.2　符号和缩略语

AB	生活区(accommodation block)
AFP	主动防火(active fire protection)
API	美国石油学会(American Petroleum Institute)
BOP	防喷器(blowout preventer)
CCR	中央控制室(central control room)
CF	纤维素火灾(cellulosic fire)
CS	控制站(control station)
EDP	紧急泄压(emergency depressurization)
EER	撤离、逃生和救援(evacuation,escape and rescue)
ESD	紧急关断(emergency shutdown)
FES	火灾、爆炸应对策略(fire and explosion strategy)
F&G	火灾和可燃气体(fire and gas)
GOR	气油比(gas oil ratio)
HC	烃类(hydrocarbon)
HMI	人机界面(human machine interface)
HVAC	采暖、通风及空调(heating, ventilation, and air conditioning)
IEC	国际电工委员会 (International Electrotechnical Commission)
IMO	国际海事组织 (International Maritime Organization)
JF	喷射火(jet fire)
PA	公共广播系统(public address)
PFP	被动防火(passive fire protection)
PLC	可编程逻辑控制器(programmable logic controllers)
SSIV	水下隔离阀(sub-sea isolation valve)
SSSV	井下安全阀(sub-surface safety valve)
TR	临时避难所(temporary refuge)
UA	公用设施区(utility area)
UPS	不间断电源(uninterruptable power supply)
WH	井口区和钻井区(wellhead area)

4　目标

本标准的主要目标,按照优先性排序为:

——人员安全；
——环境保护；
——资产保护；
——将火灾和爆炸所造成直接和间接经济损失降至最低。

5 火灾和爆炸评价及风险管理

5.1 管理体系

与海上油气生产相关的公司应建立有效的管理体系。管理体系既要像 ISO 14001 或类似标准那样进行环境管理，还要特别重视安全和健康管理。例如：经营单位（作业者）应有有效的管理，承包商应有自己的管理体系或按经营单位的管理体系开展其作业活动。这类管理体系的一个关键要素是评估和风险管理过程。应在提供方针、程序和组织安排的框架内开展评估和风险管理过程。风险管理过程应根植于整个单位。

5.2 风险评估和风险管理体系框架

风险评估参照 ISO 31000 中描述的风险管理原则和指南进行，开展风险评估的人员应掌握以下内容：

a) 组织的风险评估策略、运行的背景和目标；
b) 可容忍的风险范围和类型以及如何处理不可容忍的风险；
c) 如何将风险评估融入组织的过程管理；
d) 风险评估所采用的方法和技术以及其对风险管理过程产生的作用；
e) 进行风险评估和根据结果作出决策所承担的责任；
f) 进行风险评估时所需要的资源；
g) 如何报告和审查风险评估结果。

5.3 风险评估

通过风险评估，决策者和相关方可以更好地理解那些可能会影响组织实现目标的风险，以及现有控制措施的充分性和有效性，为确定最合适的风险应对方法提供依据。风险评估结果可作为组织决策的输入项。

风险评估包括风险识别、风险分析和风险评价三个步骤。评估活动的开展形式取决于风险管理过程的背景以及风险评估方法和技术。

5.4 风险识别

风险管理基于系统地识别风险源及其潜在后果，这些风险可能源于所在位置、活动以及接触到的物质。

设备设施全生命周期的各个阶段和油气资源开发作业活动均应进行风险识别。

5.5 风险分析

风险分析是要对风险做进一步研究，为风险评价、决定风险是否需要应对以及最合适的风险应对策略和方法提供信息支持。风险分析还可以为制定决策提供依据，根据风险的类型和级别的选择不同的决策。

风险分析需要考虑导致风险的原因和来源、其积极和消极后果、这些后果发生的可能性、影响后果和可能性的因素以及现有控制措施是否存在及其有效性。一个风险事件可以有多个后果，并可能影响

多个目标。

5.6 风险评价

风险评价应基于风险分析的结果进行辅助决策。

风险评价是将风险分析中发现的风险与利用此背景建立的定性或定量准则相比较。通过风险水平对比,确定风险应对的必要性。

决策时除了应依据法律、法规和其他要求,还应考虑从风险中获益的组织之外的其他相关方的风险承受能力。

在某些情况下,风险评价可能得出需要进一步分析的决策。风险评价也可能得出风险不需要进行任何处理,只要维持现状的决策。决策受到组织对待风险的态度以及既定风险准则的影响。

5.7 风险应对

5.7.1 概述

风险应对是选择并执行一种或多种方案来改变风险。风险应对实施前,方案中应提出控制和整改措施。

风险应对是一个周期性过程,包括:

——评估一项风险应对;

——确定剩余风险程度是否可以容忍;

——如果风险程度是不可容忍的,则制定一项新的风险应对;

——评估风险应对措施的有效性。

风险应对方案有以下几类,包括但不限于:

a) 决定是否启动或停止产生风险的活动,从而规避此风险;

b) 为了某种目的,承担或增加风险;

c) 消除风险源;

d) 改变可能性;

e) 改变后果;

f) 通过决策保留风险。

风险应对措施的选择过程主要依靠良好的工程判断,并应识别其特殊性以选取与以往不同的应对和适用的标准规范。

5.7.2 风险应对措施的优先顺序

在切实可行的情况下,应强调预防措施,如使用本质安全设计和确保资产完整性。根据风险评估结果,应在合理的水平,设定详细的健康、安全和环境目标和功能要求。

5.8 海上油气生产过程中的风险应对

5.8.1 概述

上述的一般性规定,适用于所有的危险和潜在危险事件。在火灾和爆炸的情况下,对这些事件的评估可以是设施整体评价的组成部分,也可以作为一个为整体评价提供信息的独立过程。有关危害识别和风险评估更详细的要求和指南,参见 ISO 17776。

在制定风险应对措施时,考虑问题应全面,以确保所选择的措施在需要发挥作用时能够实现其功能。需要考虑的问题包括:

a) 可能发生的火灾和爆炸特性(参见附录 A);

b) 火灾和爆炸风险；

c) 海洋环境；

d) 输送流体的性质；

e) 可预见的周围的环境条件；

f) 输送流体的温度和压力；

g) 处理和储存可燃物的数量；

h) 非危险区域(包括生活区和控制站)内物料的易燃性和毒性；

i) 设备设施的数量、复杂程度和布局；

j) 与外部援助/支持资源的距离；

k) 应急响应策略；

l) 生产和值守原则；

m) 人为因素；

n) 与相邻设施和船舶(例如:自升式钻井平台、生活支持船、液货船)的相互影响。

第 6 章～第 16 章确定了一系列措施的要求并提供了指导,这些措施可在控制和减轻设施上可能发生的火灾或爆炸危险事件方面发挥作用。

5.8.2 设计荷载

设施的火灾和爆炸评价应确定合适的火灾和爆炸荷载,并将荷载汇总在一个表格,为设计提供依据,作为设施设计应承受的最小荷载,规定要求更高荷载的情况除外。为了尽可能提供更高的防火防爆等级,应采用最大的合理防火和防爆设计。

5.8.3 火灾和爆炸应对策略和性能标准

应记录评价过程的结果以及关于所有降低风险的措施和所起作用的决策,以便于提供给在设施上的作业人员以及参与后续变更的人员。为了方便本标准其他章节的使用,在记录中使用“火灾和爆炸应对策略(FES)”的术语。

注：与撤离、逃生和救援有关的事项属于 ISO 15544 所涵盖的范围。

火灾和爆炸应对策略(FES)不需单独形成文件,相关信息可以与其他的健康、安全和环境信息一起,作为设施的所有危险事件管理的组成部分。对于许多现有的设施,火灾和爆炸应对策略(FES)可以包含在先前的风险评估中或仅限于用于处理设施火灾和爆炸的标准和/或程序声明中。

当设施出现影响火灾和爆炸危险事件管理的变更时,应对策略进行更新。

火灾和爆炸应对策略(FES)可随着设施的规模和复杂性以及风险管理过程中设施所处的生命周期阶段的不同而不同。

示例 1：复杂的设施,例如包含复杂设备、钻井模块和生活模块的一个大型生产平台,可能需要进行详细的研究,以解决火灾和爆炸危险事件。此类设施需要解决的某些问题的典型示例,在附录 C 中给出。

示例 2：对于较简单的设施,例如井口平台或其他工艺设施有限的小型平台,可以依据此种类型设施行业公认的标准和规范的作为基础。

示例 3：对于重复先前设计的设施,可考虑新知识、新技术、环境、油藏特征等,对原始设计进行评估,以判断其是否满足防止火灾和爆炸危险事件所需的措施。

示例 4：对于在可行性研究阶段的设施,其评估的详细程度不如设计阶段后期的评估。

火灾和爆炸应对策略(FES)应描述每个系统的作用和功能要求,以及该系统在设施上所需应对的危险事件。在确定功能要求时,应从以下几个角度出发：

a) 特殊系统的功能参数,例如系统所要执行的基本功能；

b) 系统的完整性、可靠性和有效性；

c) 紧急情况需要对系统进行操作时,系统的耐受性;

d) 依赖于其他可能影响安全性能的系统或操作因素。

5.8.4 验证

在设施的全生命周期内,应对关键安全系统性能进行验证,以确保火灾和爆炸应对策略(FES)持续有效,并确认是否需要补救措施。

6 设施布置

6.1 目标

设施布置的目标包括:

——将可燃液体和气体有害积聚的可能降到最小程度,并当有积聚发生时,可将其快速消除;

——将引燃的可能降到最小程度;

——将可能导致危险事件的可燃液体和气体的扩散降到最小程度;

——将非危险区与危险区隔离;

——将火灾和爆炸的影响后果降到最小程度;

——为逃生和撤离做合理的安排。

6.2 功能要求

设施的布置可能对火灾和爆炸后果以及根据撤离、逃生和救援(EER)的要求所做的布置有极大影响。因此,设施新建、改建前,应全面评估布置方案对火灾和爆炸应对策略(FES)的影响,并作为设计方案的选择依据,在现实合理的情况下,应将火灾和爆炸的风险降到最小程度。

确定设施布置过程中,在合理的范围内,应将临时避难所(TR)、生活区和撤离、逃生和救援设施(EER)与包含油气设备的区域的间隔距离最大化。

通过采用安全距离或屏障(甲板和墙壁)都能阻止火灾从一个区域蔓延到另一个区域。设置此类屏障将会影响到通风、进出/逃生路线、紧急关断(ESD)/紧急泄压系统(EDP)设计、抗爆性和消防水的需求等。在进行设施设计时,应考虑各安全系统的相互关系。为防止火灾或爆炸升级而设置的屏障,任何穿越不应损害屏障的完整性。

关键安全系统(比如控制站、临时避难所、集合区、消防泵和就地控制面板)应布置在最不可能受到火灾和爆炸影响的位置。在某些情况下,这些系统应设计成防火防爆型,同时防止烟雾入侵,至少在设施上的人员安全撤离或在情况得到控制之前是有效的。

防喷器(BOP)分流器组件应能在紧急条件下能正常启动和操作,还应考虑到压井设备的位置和方便操作,确保在紧急条件下的使用。

设施布置应避免设备受到坠落物体或碰撞的影响。需要对工艺设备的关键部件进行保护,尤其是其失效可能会导致重大财产损失的情况下,应考虑确定是否需要进行冲击保护。

7 紧急关断系统和泄压

7.1 目标

为了防止异常情况升级成重大危险事件,控制已经发生的事故的蔓延和持续时间,应采用适当的关断、隔离和泄压措施。

7.2 功能要求

根据事件的严重程度和报警等级，应按照火灾和爆炸应对策略(FES)的要求，设置紧急关断系统(ESD)以实现以下功能：

——将设施发生失效泄漏时可能会对人员、环境和设备造成不可容忍风险的储存油气的输油管道和储罐隔离；

——在适当情况下，将甲板上储存的油分开存放，以控制发生失效时泄漏物质的数量；

——控制井下安全阀；

——适当时，将油气烃类物质泄压并排放到安全地点。

设计紧急关断(ESD)系统，应保证其在需要紧急关断的情况下，能执行其功能。

装置处于运行状态下，在可能影响紧急关断(ESD)系统运行的维护活动期间，重要的关断功能应是可用的。

对于带压的油气系统，为了减少事故的持续时间、泄漏物质的释放量或在火灾条件下压力容器出现失效的可能性，应考虑采用紧急泄压(EDP)系统将气体泄放。

启用紧急关断(ESD)系统的手动控制站应设置在紧急情况下易于操作的关键位置，并设置明显的标识，以防止意外启动。

紧急关断(ESD)系统应包括输入/输出装置及内部功能测试装置，以保证整套系统的功能性。

8 引燃源控制

8.1 目标

将泄漏的可燃液体和气体被引燃的可能降到最小程度。

8.2 功能要求

应按照火灾和爆炸应对策略(FES)要求，采用将引燃可能性降到最小程度的措施。这些措施应包括在允许的条件下，将潜在引燃源的数量降到最少。

依据公认的标准或规范，应将设施划分为危险区和非危险区。

设备设施的设计应符合公认的标准，应尽量减少易燃液体和气体泄漏。

应考虑在发生气体应急事件时，对非危险区内的设备进行隔离和保护的需求。

应制定设计方法或程序，控制可能产生引燃源的临时性设备的使用。

对于直接明火加热设备，应选好位置或做好防护，以防止保护系统失效后着火。

9 溢出控制

9.1 目标

提供可燃液体溢出的控制措施和正确处置方法。

9.2 功能要求

应按照火灾和爆炸应对策略(FES)的要求，设置溢出控制措施。

在设计排液系统时，应限制溢出的最大扩散范围，并尽量将溢出导致的扩散降到最低程度。对有可能发生可燃液体溢出的区域，应考虑构筑围堤、增加排液能力和加装防火密封等相应的措施，从而将火灾的风险和对环境的危害程度降到最低。

危险区和非危险区的开式排放口应分开布置。

危险区的封闭式排放口应同所有的敞开式排放系统分开。

10 应急电源系统

10.1 目标

主电源故障时,提供可靠的应急电源。

10.2 功能要求

应按照火灾和爆炸应对策略(FES)的要求,提供应急电源。

若系统需要电源来实现其功能,应提供独立于主电源的具有足够容量和供电时间的应急电源,以便于出现主电源失电情况时,设施可以安全关断并完成撤离。

应提供独立于主电源的、容量和持续时间足够的应急电源,以便在主电源中断的情况下可以安全关断设备并完成撤离。

应急电源系统进行维修时,应有相应的设施保证系统的功能不会受到明显的影响。

应急电源系统的位置和设计应确保在紧急情况下能够发挥作用。

应考虑钻井作业控制系统的应急供电问题。应对在钻井作业中失去主电源可能引起的后果进行评估,应急电源系统应能确保在紧急情况下关键设备的正常运行。

11 火灾和可燃气体探测报警系统

11.1 目标

火灾和可燃气体探测报警系统的目标包括:

——具备连续的自动监测功能,向处于火灾和可燃气体危险环境中的人员发出报警;

——能手动或自动启动控制措施,将事故升级的可能降到最低。

11.2 功能要求

应按照火灾和爆炸应对策略(FES)的要求,配备火灾和可燃气体探测报警系统。

火灾和爆炸应对策略(FES)应确定选择探测器的安装地点、数量和类型的依据。应对每个区域中可能出现的火灾和可燃气体危险事件进行识别和评估,以确保火灾和可燃气体的可靠探测。

在选择火灾和可燃气体探测仪器时,应考虑其响应特性以及探测时可能遇到的异常情况。

选用的火灾探测器应与该区域可能发生的火灾类型相匹配。

现场安装的火灾和可燃气体探测报警装置应与其所处的区域相适应,并且其使用应经认可管理机构的批准。

有机械通风装置的非危险区域需要防止可燃气体进入时,应在该区域的进气口设置可燃气体探测装置。

火灾和可燃气体探测系统应具备能够对现场仪器、系统内部功能和结果输出进行测试的装置。

控制站应具备启动火灾和可燃气体报警装置的手动操作装置和自动控制功能。

人员集合的报警应通过声音报警信号发出,在进行紧急关断后存在较大噪音的高噪声区域内,还应辅以相应的灯光报警信号。

在设计火灾和可燃气体探测系统时,应考虑在临时避难所(TR)和控制站处的火灾和可燃气体探测的信号显示要求。火灾和可燃气体探测报警系统的设计、布置和防护,应保证在紧急情况下,该系统灵

敏可用。

12 主动防火

12.1 目标

主动防火的目标包括：

——控制火灾并防止其升级；

——降低火灾的影响，以便有关人员采取逃生或者撤离等应急措施；

——扑灭火灾；

——减轻火灾对结构和设备的破坏。

注：灭火时可能由于复燃导致重大风险。

12.2 功能要求

应按照火灾和爆炸应对策略(FES)的要求，设置主动防火(AFP)系统。

主动防火(AFP)系统应根据特定应用条件下相关的公认标准来设计、安装和维护。

主动防火(AFP)系统应通过布置或防护，使其能经受火灾和爆炸荷载。

主动防火(AFP)系统和设备的性能和喷射强度(或者应用率)，既可通过工程计算确定，也可根据相关的公认标准确定。

如果提供消防水泵系统，则消防水泵系统的选择应能够在水基主动防火(AFP)系统(自动喷淋、消防炮、灭火水龙带)操作所需的压力和流量下提供足够的消防水，以满足这些系统的要求。足够量的消防水通常是指单次的最大可靠消防用水需求加上预期的手动灭火需求(消防炮/灭火水龙带)。如果在火灾和爆炸应对策略(FES)中有要求，则应为处置火灾扩大到邻近区域的情况留有余量。

主动防火(AFP)系统和设备都应标有简单、易懂的操作说明。

主动防火(AFP)系统的启动和达到操作状态的响应时间，应满足系统执行其预期的功能的要求。

对于自动触发的系统，通常应在保护区域外设置一个手动控制点。

在设计主动防火(AFP)系统时，应考虑控制站的参数要求。

主动防火(AFP)系统在使用之后应恢复到可使用状态。如果系统不能立即恢复使用，在受到影响区域内的作业活动恢复之前，应考虑采取替代措施将风险降到最低。

注：防止升级和破坏最有效的方法是尽早探测到火灾并进行控制。在实践中，只有当燃料和引燃源都被隔离后，才可能实现火灾控制。

13 被动防火

13.1 目标

降低向设备、结构和外壳传热，以满足以下要求：

——防止火灾事故升级；

——维持关键安全系统的功能；

——为应急提供响应时间。

13.2 功能要求

应按照火灾和爆炸应对策略(FES)的要求，设置被动防火(PFP)，同时满足如下要求：

——通过设置防火屏障，隔离不同的火灾区域，防止火灾蔓延；

——保护关键设备及其附属设施(例如:分离器、立管、管线或其他大型存储装置),以防止其内的物料进一步泄漏;

——保护在火灾情况下可能直接暴露在火灾中或其外壳暴露在火灾中的关键安全系统(例如:消防水泵、紧急关断系统阀和其执行器、泄压管架、消防水系统和关键电缆);

——对关键结构[特别是临时避难所(TR),进出临时避难所的撤离路线和其他关键设备]提供必要的防护;

——避免高大结构和设备倒向临时避难所和撤离设施上;

——安全撤离前,保护临时避难所(TR)中的人员;

——保护到临时避难所的逃生路线,以便人员能从相关区域安全逃生并进行应急响应;

——保护从临时避难所(TR)通向设施撤离点的撤离路线。

如果要求被动防火系统(PFP)在爆炸后仍能提供保护,则应通过设计和安装使得爆炸造成的表层变形不影响其性能。

选择被动防火(PFP)时,应考虑要求保护的持续时间、可能出现的火灾类型和受保护的结构及设备能够承受的温度极限等因素。

14 爆炸削减和防护措施

14.1 目标

将影响设施的关键安全系统和其他区域的爆炸可能性降低至可容忍的水平。

14.2 功能要求

应按照火灾和爆炸应对措施(FES)的要求,采取爆炸预防、控制和削减措施。这些措施应考虑以下要求:

a) 降低爆炸发生的可能性;

b) 通过削减爆炸荷载的技术,对爆炸进行控制;

c) 降低爆炸后果,并降低爆炸荷载引起的事故升级的可能性。

作为火灾和爆炸应对策略(FES)的基础资料,应对爆炸荷载以及关键结构和设备耐受爆炸荷载的能力进行评价。此项评估还应确定由于以下原因造成的爆炸升级的可能性:

——主要结构的损坏;

——关键安全系统的减损;

——爆炸后发生的火灾。

编制火灾和爆炸应对策略(FES)所进行的评估活动应为所有可能存在气体或蒸气云爆炸的区域确定爆炸设计荷载。此项评估应识别出设施中要求耐受这些设计荷载的部分(例如:保持其完整性所需的结构和边界、主要设备、管道系统或关键安全系统)。

应评估降低气体云规模或爆炸荷载(例如:泄压板、开孔、喷淋、抑制系统和水幕)的措施。

当火灾和爆炸应对策略(FES)有要求时,被动防爆系统的功能要求应表示随时间变化的压力(荷载)。此种荷载可从试验/实验数据获得,也可从合适的计算模型获得。同时还应采用合适的分析方法,对结构和设备对预计的荷载的响应进行评估。

临时避难所必需的主要结构、墙壁、地板和安全系统的设计应具有最大的合理强度,以降低爆炸造成的后果。

15 火灾和爆炸的响应

15.1 目标

提供相关设施,便于人员处置火灾和爆炸事故。

15.2 功能要求

在紧急情况下,所提供设施的功能和位置可能会对设施上的人员应对火灾和爆炸事故有重要影响。因此,火灾和爆炸应对措施(FES)旨在保护火灾和爆炸事故处置人员,同时考虑以下内容:

a) 减少现场员工在紧急情况下做出复杂决策需要的自动关断和控制动作。当手动启动时,系统应简单操作,不得要求操作员做出复杂或非常规的决策。一旦启动,所有的控制动作都应自动发生。

b) 在控制站处提供关键信息,以便参与处置紧急情况的人员获得其所需要的信息。

c) 提供的功能和控制,应允许现场人员启动紧急动作。

d) 合理布置在火灾或爆炸中操作所需的紧急控制装置或设备。

e) 降低有效履行应急职责所需的体力和脑力劳动。

执行关键安全动作的人员应具备在紧急情况下履行职责的能力。应通过定期培训、练习和演习,来保持必要的技能水平。

应提供可靠的通信装置,以便在紧急情况下,在可能有人值守位置或需要有人值守的位置之间实现通信。

在控制室/操作员人机界面设计时需考虑的典型问题在 C.6 中给出。

16 检查、测试和维护

16.1 目标

对本标准所涵盖的系统和设备进行检查、测试和维护,以确保其功能满足使用要求。

16.2 功能要求

本标准所涵盖安全系统应具备能够在现场证明整个系统功能性的检测设备。

作为安全、健康和环保管理体系的组成部分,作业者应建立有效的操作、检查、测试和维护程序,以确保维持性能标准中所述的设备和系统的功能要求。为了实现这一目标,应制定合理的维护、检查和测试计划,同时考虑人员安全、环境保护和当地法规要求。

为了建立有效的程序,应开展以下工作:

a) 首次使用安全系统前,应进行测试,以确定其符合相应的功能要求。

b) 编制详细描述检查、测试和维护程序以及频次的书面方案。

c) 所有系统应依据既定程序,进行彻底检查和定期测试。检查和测试的结果决定是否需要补救措施,以保证进行检查和检测的部件可以正常工作。

d) 检查、测试和维护结果的完整记录应予以留存,并定期检查,以确认书面方案的适用性及实施的正确性。

e) 维护程序应包含定期进行目视检查的要求。

f) 定期进行合理的运行测试。

g) 设施上应存放最近的检查/测试报告。

h) 根据相关要求记录和报告设备或系统的使用、损坏和恢复情况。

i) 发现的任何故障或缺陷都应记录并及时纠正。如果设备不能及时恢复使用,应执行应急方案。

附 录 A
（资料性附录）
典型的火灾和爆炸危险事件

A.1 概述

在计算荷载以及某些危险事件应急响应方面的技术已经成熟，但仍有许多课题需要研究。海上火灾和爆炸风险的综合描述在“英国油气火灾和爆炸指南”中给出，火灾和爆炸的某些关键特征在本附录中给出。

A.2 火灾事件

池火是在燃料初始动量为零或极低的条件下，在水平池液化烃燃料上方燃烧的湍流扩散火。火灾和燃料之间的相互作用决定了蒸发速率，从而也决定了火灾的规模等其他特性，例如：火焰高度和烟雾生成速度等。池火不一定是静态的，可能因燃料的供给情况扩大或缩小。由于排放或溢流到其他区域，可能会导致发生流动的液体火灾。火势增长所需时间，取决于闪点和燃点等燃料特性以及释放温度，且无法通过切断燃料供应快速灭火。

大面积喷淋泡沫灭火剂对控制池火和削减其后果非常有效。泡沫在空气和燃料表层之间形成一层保护膜，从而降低或抑制火灾。

流淌火与池火非常相似，都依赖于火灾放热获得持续的燃料蒸气供应。不同的是，流淌火的燃料可沿表面向任意方向流动。

甲醇等液体火灾与烃类液体火灾有很大不同。与典型的液态油气火灾相比，其火焰不发光，火焰高度要低得多，辐射发射更低，对被吞没物体的热通量更低。

溢出或海底溢油所引起的液体火灾，特别是涉及较少挥发性烃的火灾，是很难引燃的，但是一旦引燃，其表现就与池火灾类似。如果海底溢出的天然气（或高油气比凝析油）被点燃，将会产生受风向影响很大的弱湍流扩散火焰。

被点燃气体燃料的带压释放会引发喷射火灾。在开放空间，这会导致由于持续泄漏的燃料燃烧引起湍流扩散火焰，在某一特定方向上具有非常大的动量。在喷射火焰中，不存在火灾对燃料源的任何直接热反馈。在密闭或部分密闭空间中的喷射火的表现将取决于密闭程度。

当火势无法夹带足够的空气进行完全燃烧时，靠近天花板的区域的火焰温度可能会升高，从而导致与非密闭空间火灾相比，空间内物体和表面的热通量增加。在通风控制的条件下，还可能存在可能影响其他区域的外部燃烧。

喷淋对于高压气体喷射火在高动量区域内的规模、形状和热辐射几乎没有作用。对于喷射火区域应用喷淋的主要好处是抑制火焰向周围的热辐射，从而有助于保护相邻设备和人员逃生。

与池火灾不同，喷射火灾的形成时间最短，几乎瞬间达到其全部强度。在原则上，喷射火灾是可以很快熄灭的，因此，隔离和减少储存量是降低喷射火影响的重要技术。

带压液体/气体混合物的点燃释放将引起两相喷射火。对于气体喷射火，两相喷射火是火焰的湍流扩散，但是发生液体剥离的情况除外，如果剥离的液体发生累积，可能会导致液体池火。对于喷射火灾区域应用喷淋的主要好处是抑制火灾向周围的热辐射。

装有带压液化气的容器发生火灾时，容器内压力上升，容器壁强度变弱。即使在很短的时间内，也可能会导致灾难性的事故和储存量的全部损失。释放的液化气闪蒸，通常产生引燃的蒸气云，这些事件

被称为沸腾液体膨胀蒸气云爆炸。此类事件会产生火球、压力波和容器破碎,可能导致其他设备损坏和爆炸升级。

纤维素火灾是涉及类似碎布、纸张和木材等材料的火灾。另外,许多用于墙壁、地板和棚顶内的表面材料也会导致此类火灾。火灾通过热传递而燃烧并扩散开来。当火灾发生时,三种热传递模式(对流、传导和辐射)都会导致火灾的扩大,直到没有可燃物为止。同烃类火灾相比,纤维素火灾发展得比较慢,并且通常不会达到非常高的温度。

A.3 爆炸事件

爆炸事件的特点是快速的能量释放,对于海上设施来讲,爆炸通常是机械能(容器破裂或高压气体或沸腾液体膨胀蒸气云爆炸)或化学能的释放(蒸气/雾云燃烧)。空气中油气蒸气和烟雾的快速燃烧是与海上设施有关的重大爆炸的代表,可能在爆炸内产生高超压和强爆炸风(拖拽)以及从爆炸源向外传递爆炸波。

爆炸事件的持续时间通常是一秒或更短,而冲击波持续时间在几毫秒到零点几秒。爆炸的强度取决于能量释放的速度以及阻碍燃烧产物膨胀的程度。

蒸气/雾云爆炸可以发生在一个密闭的容器中,如工艺设备或管道。然而,这要求在包含空气的可燃混合物内存在蒸气/雾云。海上蒸气/雾云爆炸通常发生在安全保护系统失效时,导致在容器和管道外形成可燃气体云。

海上设施存在多种不同的设计,从敞开式(非密闭)到完全密闭式(密闭式)设计都有。与在中等尺寸基本封闭体积内的蒸气/雾云爆炸有关的压力上升主要是由于燃烧过程所造成的温度上升(由于安全壳的存在,后期不会再发生膨胀),与体积内的阻塞关系不大。对于包含有易燃气体云的较大密闭体积,阻塞水平将通常会影响局部爆炸荷载。

在一个密闭程度较低的环境内的蒸气/雾云爆炸也可以导致重大的超压,具体取决于燃烧速率和云中的火焰传播模式。在一个严重阻塞(典型的海上设施)的区域,燃烧气体云导致热燃烧产物膨胀。这将导致可燃混合物的流动到达火焰的前方,越过障碍物,产生急剧扩散,在火焰达到后,增加通过火焰的局部运输并增加火焰表面面积,因此,燃烧速率增加。这将会进一步提高尾随火焰外的障碍物的火灾速度和扩散,导致强正反馈机制,造成进一步的火焰加速,并在燃烧气体不再能够以足够快的速度发生时,最终导致超高压。

对于最严重的爆炸情况下,大量蒸气/雾云和由于阻塞造成的高火焰高速度,可能会发生爆燃到爆轰的转换,这将导致非常高的爆炸荷载。

对于结构的大型部件,如墙壁和实心甲板,由于结构之间的压差而承受荷载。典型的情况是,尽管作用在大型部件上的平均压力值较低,但是局部可能会出现超高压区。这种效应取决于面积的大小和限制的程度。敞开程度较高的(大面积)区域比相对密闭的(小面积)区域会经历更大的局部和整体(平均)压差。当计算结构的爆炸响应时,需要考虑这些荷载对大型部件的影响。

物体体积越小,在物体周围的压力均衡越快,差压荷载的幅度将降低。对于体积较小的物体,如管道,这种效果非常迅速,除非暴露于非常强/尖锐的爆炸波内,可以通过爆炸中的气体流动的动态压力(拖拽荷载),对荷载进行合理的估算。

A.4 潜在引燃源

A.4.1 概述

当有足够的热量可以触发导致燃烧的一个化学反应链时,就会发生引燃。对于某一给定的引燃源,影响最终燃烧的要素包含温度、暴露时间和能量三个方面。对于海上设施中出现的引燃源在 A.4.2～

A.4.9 中予以讨论。

A.4.2 化学反应

化学反应能够产生热，这种热可将可燃材料、化学反应产物或附近的物质引燃。在海上设施上可能发生的化学反应的一个例子是在高温管道上油浸保温层的自燃。

对于有硫化氢存在的海上设施，在无氧的条件下，受腐蚀的钢铁可以形成能够自燃的硫化亚铁。这是硫化铁的一种高度还原形式，随着其热量的释放，它将转化成一种更稳定的形式暴露在空气中，其释放的热量可导致该物质发光，或将周围的烃类(HC)引燃。

A.4.3 电火花和电弧

电火花是电流通过两个带电导体间的间隙释放时产生的，虽然静电和闪电在形式上都属于电火花，但是为了强调它们的重要性，将他们作为单独的引燃源列出。在海上设施，存在着许多来自供电设施的、足以将可燃混合物引燃的电火花。当带电电路的电流突然中断时，无论这种中断来自转换开关，还是由于触点或接线端的松动或导电体的破坏等偶然因素，都会产生电弧。

电火花和电弧的来源如下：

——电动机和发电机；

——在正常工作状态下电路中的开关、继电器和产生电弧的其他元件；

——电气配线和设备故障；

——电弧焊；

——蓄电池；

——燃烧设备的点火装置；

——内燃机电路系统；

——照明设备；

——高频能；

——外加电流的阴极保护系统。

A.4.4 机械火花

机械火花是由于金属工具和坠落物体的机械摩擦产生的能量。这种能量也可能达到将可燃混合物引燃的程度。

A.4.5 闪电

闪电是一片带电荷的云向带异种电荷的另一片云或大地放电的现象。闪电可使任何处在放电路径上的高电阻物体产生极高的温度。闪电比较容易向诸如天线、火炬和/或放空烟囱等高点位置放电。海上设施的设计一般要保证闪电不能成为一个主要危险源，某些使用民爆器材的井口作业和不能发生引燃的通风口除外。

A.4.6 静电火花

紧密接触的两个物体出现相对移动，物体有时会通过摩擦或感应积聚电荷，快速流动的气体或液体也能够产生电荷。

物体未进行接地，有可能积聚足够的电荷继而发生火花放电。静电火花一般持续的时间很短，不会产生足以将普通易燃材料(如纸张)引燃的热量，但是在许多情况下，可将易燃蒸气、气体引燃。这类情况在干燥的大气中更为常见。

在下列情况中，静电火花是一个不容忽视的问题：

——加油作业；
——容器、储罐和压力容器的充装；
——高速流体释放(喷洒高压水、喷射气体)；
——皮带传送作业；
——喷砂；
——蒸汽清洗；
——暴风雪；
——人体静电累积；
——与使用玻璃钢/纤维增强塑料(如隔栅)有关的静电累积；
——塑料包装中累积的电荷。

A.4.7 火焰

当燃料燃烧时，通常会产生火焰。海上设施上可能出现火焰的例子如下：
——油气放空火炬的燃烧；
——燃烧设备(锅炉、加热器)；
——气焊和气割；
——发动机操作；
——排气回火和废气；
——燃烧室(如有气体在进气口处燃烧)；
——人员吸烟，尤其是使用火柴和打火机；
——取暖和烹调设备。

A.4.8 高温表面

高温表面也可以成为引燃源。这些引燃源包括：
——焊接的熔渣和高温金属颗粒(飞溅)；
——燃烧设备的烟囱；
——高温工艺管道和设备；
——发动机排气系统；
——高温电气设备，如白炽灯具和加热元件；
——摩擦热，如皮带在皮带轮上打滑，润滑不良的轴承等；
——取暖和烹调设备；
——衣服烘干机和排气系统。

A.4.9 压缩热

当可燃混合物被迅速压缩时，压缩所产生的热量将混合物温度升高到其燃点，也会导致引燃。当烃类物质的蒸气或可燃气体在下述情况与空气发生混合时，压缩产生的热量将会引起燃烧：
——存在油气的压力容器和其他设备的吹扫不当；
——盘根或密封失效，导致供风与供应油气或工艺油气的系统混合；
——空气压缩机的润滑系统失效；
——空气进入油气压缩机的吸入口。

附　录　B
（规范性附录）
火灾、爆炸的控制、削减指南

B.1　设施布置

如果有主导风向，设施的布置应使气体泄漏或烟雾的飘散朝向生活区和主要撤离地点的可能性降到最小程度。如果有烟雾或可燃气体进入生活区的可能性，通风系统的设计应将在紧急情况下对生活区和其他有人的空间内造成污染的可能性降到最低。对于生活区和生产设施位于同一结构的情况，应考虑合理设置生活区的位置，以便将发生火灾和爆炸破坏的可能性降至最低。在某些情况下，将生活区布置在平台上较低的位置可能是合理的。

通风量和爆炸区域内的阻塞程度对爆炸的严重程度有着显著影响。

说明模块几何形状对爆炸影响的例子在 B.10 和 B.11 中给出。应考虑以下几点：

a）应避免包含带压油气系统的狭长模块，原因是引燃源和排出口之间较长的距离会形成过高的压力。如果狭长模块无法避免，在较长的墙壁上应布置通风口或开口。

b）爆炸压力取决于阻塞的情况，因此应降低阻塞情况。

c）应避免多重障碍物（处在通风路径横向上的容器，参见图 B.1）。如果无法避免，应在多重障碍物的墙壁上设置开口。

若设置防爆通风口，这些通风口应尽量与潜在的引燃源之间的距离降到最小。通风口本身应有最大的通风面积。一个区域内的设备布置，尤其是在靠近通风口附近的设备布置，对可能发生在此区域内的超压峰值有较大的影响。

关键安全系统和易受影响的工艺设备不应布置在通向防爆通风口的路径上，原因是可能受到爆炸影响的损坏（超压、拖拽力和飞屑）。此外，这些设备也不应布置在用于隔离爆炸的隔离墙附近。

电缆桥架、接线盒、管路和其他各类设备不应阻挡防爆通风口和减少通风口的通风面积，也不应布置在会增加紊流造成爆炸超压的地方。

关键安全系统的供水供电和供气管线的布置，应确保它们在紧急情况下不受影响并可以发挥其功能。如果无法防止火灾和爆炸对其的影响，或者无法有效地对它们进行保护，应使用各种方法来确保关键安全系统的完整性。应考虑保证系统中个别部件的损坏无法危及整个系统。

立管和导管应通过设计、固定位置或防护，把受到损害的可能性降到最低，这些损害可能来自运输撞击和落物冲击。

立管顶部上的紧急关断阀门应尽可能地布置在较低的位置，这样可将紧急关断阀下部受到损坏和非隔离的管线内物质泄漏的可能性降到最低。立管紧急关断阀门应进行保护，使其能够抵御偶然荷载的影响。立管紧急关断阀的布置应满足人员对其进行操作、维护和检查的要求。

设施的设计应考虑如何处理设施上发生井喷被引燃的情况。设计应对压井策略、在紧急情况下可供使用的多用途辅助船的作用予以考虑。

危险区域的有效通风有助于小泄漏的扩散，降低易燃气体积聚的可能性，并将已发生积聚的持续时间降至最低。

向危险区供应空气的通风系统应从非危险区吸气。

从危险区出来的通风系统排气口的位置不应对作业人员造成危险。

如果某处的公用设施（如冷却水）是和处于非危险区内的工艺系统和设备共用，在进行公用设施设计时，应避免将可燃液体和气体带入到非危险区。

B.2 紧急关断和泄压系统

紧急关断(ESD)系统可能是以包括程序逻辑控制器、电子、电气、气动和液压驱动等在内的一个或多个领域的技术为基础的。无论选择什么样的配置,其功能和性能应确保其能够发挥在火灾和爆炸应对策略(FES)中的作用。

紧急关断(ESD)系统应根据适合于这一作业领域公认的标准和规范进行设计。确定电气、电子和可编程电子系统功能要求的方法及如何实现这些功能要求的指南在 IEC 61511-1 中给出。在确定紧急关断(ESD)系统的可靠性时,应考虑失电和关键输入信号丢失的情况。

应考虑失电和输入信号丢失对紧急关断(ESD)系统功能的影响。在很多应用中,要求紧急关断(ESD)系统是本质上"失效安全"的,从而使系统达到安全状态。对于能够向紧急关断(ESD)系统操作提供电源的液压和气动系统的详细资料,参见 B.12。

在进行系统设计时,应考虑操作和维护工作的方便性。

应特别考虑与钻井和修井活动有关的紧急关断(ESD)动作的要求。紧急关断(ESD)动作的手动触发通常会影响到钻井或修井作业。

对于有自喷井的平台,应通过自动的井下安全装置同平台隔离。在来油管线的立管和井口上应装设紧急关断(ESD)阀门。在考虑边界隔离的要求时,应考虑到气举管线的需要。立管紧急关断(ESD)阀门可能还需要水下隔离阀的补充来对因立管失效导致的泄漏进行控制。在编制火灾和爆炸应对策略(FES)时,应对采用此类阀门可能带来的好处给予考虑,此类阀门包括位于外输管线上的阀门。

为减少密封失效时的油气泄漏量,根据不同的操作条件对系统进行分段,同时也为了紧急泄压(EDP)系统设计的方便,可能需要在上段工艺系统内安装紧急关断(ESD)阀门。发生火灾时起作用的紧急关断(ESD)阀和紧急泄压(EDP)应提供足够的火灾防护,以保证其发挥其作用。

快速有效的紧急泄压(EDP)可缩短喷射火灾的持续时间,在一定程度上可以减少或省略主动防火和被动防火(AFP/PFP)的设置。通过紧急泄压(EDP)降低系统压力的同时,泄漏的速度也会随之降低。但是,紧急泄压(EDP)系统的关键管网和支架应能够承受火灾荷载,正常实现其功能。

紧急泄压(EDP)系统可以手动或自动触发,但如果启动紧急泄压(EDP)系统的延迟对人员或安装造成重大风险,则通常首选自动系统。在某些装置上,可能需要顺序启动紧急泄压(EDP)装置来降低放空或火炬系统中的峰值流量。按使用顺序启动紧急泄压(EDP)系统的情况下,应考虑定时器系统的故障模式,以确保整个系统的完整性。对于自动紧急泄压(EDP)系统,如果操作员认为紧急泄压(EDP)不必要或不安全,可以停止或延迟 EDP。

当紧急泄压(EDP)系统被触发后,应对放空或火炬燃烧气体可能产生的后果进行评估,以确保不会导致任何不可容忍的风险,例如,可能影响设施上人员安全的液体夹带、高度热辐射或可燃、有毒气体。

火炬的设计应基于扩散计算,以确保在火炬未点燃时,气体以预期的速率释放,在设施上不产生爆炸性气体混合物。火炬点火应考虑具有备用功能强而且可靠的系统。

在设计冷放空口时,应考虑到意外点燃的可能性。从冷放空口释放的气体不应危及直升机操作或导致可燃性气体聚集。对人员或装置无害时,才可局部排放有害气体。

提供紧急泄压系统的本身可能不足以在容器陷入火灾时,防止容器出现失效。通过紧急泄压(EDP)系统提供保护只有在最早的时机触发了紧急泄压系统,才会有效,这可能需要火灾和可燃气体(F&G)检测系统的自动启动。如果评估结果表明此类压力容器失效产生了一项重大的风险,则应考虑采用额外的保护方式,例如:主动防火/被动防火(AFP/PFP)紧急关断(ESD)和紧急泄压(EDP)阀门应易于接近,并设置就地位置指示器,如有必要,在控制室内也应设置阀门位置指示装置。

在设计时,应对维护和测试的要求进行阐述,同时还应设有必要的设施来保证这些活动不会对安全造成重大影响。如果维护和测试无法保证不对系统的功能造成重大影响,应采取特别保护措施和编制

相关的程序来确保安全。在某些情况下,这可能要求维护和测试作业必须在设施关断的情况下进行。

B.3 引燃控制

潜在的引燃源在附录 A 中进行了描述。

敞开式设施上的空气流通速度受天气条件和设施布置的影响很大,有必要考虑通过自然通风和强制通风相结合的混合通风模式。

对设施进行危险区域划分时,影响分区和分区范围的主要因素是泄漏源、泄漏等级、泄漏可能的频率和持续时间、泄漏流体的特性和该泄漏区域内的通风条件。

危险区域划分适用于在正常条件下,由于存在与空气混合的易燃气体和蒸汽而有着火危险的情况,这所针对的并非是重大泄漏。在确定每一个危险区和分区范围时,应采用公认的标准,例如 IEC 60079-10、IEC 61892-7、参考文献[40]、API RP500、API RP505 等。如果是重大天然气泄漏的情形,气体云的范围可能会比应用相关标准的区域分类要大。对于这些情况,应考虑以下内容:

——在危险区域外,选择适合在有气体时安全操作的设备;

——提高当气体存在时(例如:从第 2 区至第 1 区)可能要求操作的设备的等级;

——跳闸可能产生潜在引燃源的非应急系统和设备;

——防止气体进入到有引燃源的封闭空间内。

本标准的应用应得到认可,并应考虑到由于密闭性丧失而有风险升级的情况下,ESD 系统应提高保护或隔离等级。

通风速度将会对区域划分产生影响。同时还应考虑强制通风损失或低自然通风周期次数的影响。如果必要,还应确定处理随后的分级变更时的注意事项。通风系统建立的压差对于减少气体扩散也是非常重要的。

在对密闭的危险区域的通风量进行确定时,尽管在某些区域划分规范中包含了也可以使用的最小空气变化或者流速要求,但还需要对在正常作业中预计会出现的气态油气的数量予以考虑。在布置非危险区的进风口时,应尽可能使其远离危险区。

所有电气设备都应适合在其安装的区域内使用,考虑其位置、环境条件或机械损坏的可能影响。

应考虑将安装在危险区内的电气设备的数量降至最低。

依据 IEC 61892-7,要求在发生气体紧急情况下操作的自然通风区域内的电气设备应适合在 1 区内使用。对于需要紧急情况下保持带电的电气设备,应根据 ESD 原理提供有选择性地手动或自动切断的设施。一旦在非危险区域内检测到可燃气体,应考虑以手动或自动方式,与所有非安全性关键设备断开。

非电气设备和高温表面也是潜在的引燃源。如果在设备使用中可能发生气体泄漏,则应设置诸如自动关断这类的安全措施来防止引燃的发生。这一点也同样适用于在紧急情况下不需要工作的任何内燃机,即使其是适用于在危险区域操作的类型。

涡轮机、内燃机和燃烧装置的排气口,如果不是专门为在危险区域内运行而设计的,则应设置在非危险区域,并远离危险区域。在可能的情况下,此类设备应位于非危险区域或使用电动备选设备。

对于可燃蒸气来讲,柴油发动机可能会成为引燃源。对于位于危险区内的柴油发动机,其设计和安装应根据公认的标准进行,例如:EN 1834。

在设施的任何位置完成可燃气体检测后不立即关断的柴油发动机应在燃烧空气进气口设置阻火器。此外,对于非危险区内,为关键安全系统提供动力的柴油发动机应进行保护,以保证在有可燃气体到达该区域的紧急情况下,柴油发动机仍能继续运转。相关保护包括对不适用的电气组件进行隔离、超速保护以及将高温表面保持在低于自动引燃温度。

涡轮驱动的工艺设备可以代表一类重要的引燃源,需要特别考虑符合 ISO 21789 的要求。燃烧空

气和通风空气的进气口位置应尽可能远离危险区域。应考虑使用电驱动的工艺设备取代燃气轮机驱动的工艺设备,以削减潜在的引燃源。

在燃气轮机隔音罩周围可能存在潜在的引燃源和可燃材料(例如燃料供给装置和润滑油)。应采取通风措施,通风用的空气应取自尽可能合理远离危险区的位置,其供应速率应足以稀释任何可燃液体的小规模泄漏和启动之前对封闭空间进行吹扫。柴油或润滑流体高压释放产生的可燃油雾无法通过气体探测发现,因此应考虑提供气雾探测装置,以防止在壳体内高温表面上的油雾的发生引燃。关于通风、探测和引燃控制的详细信息,参见 ISO 21789。

保持位于危险区和非危险区之间的物理屏障的完整性对于防止气体进入非危险区是十分重要的。应将对此类区域间的贯穿行为应降低到最低程度,并且,任何的穿管、穿电缆及穿导管等均应进行有效的密封。对于采暖、通风和空调(HVAC)穿洞、风门(如果有的话)或者导管应与管道工程穿过的边界具有相同的耐火等级。

应对物体进行保护,防止由于物理接触再分开或由于气体或液体的快速流动而引起的静电累积。如果使用的是绝缘材料(包括表面涂层)(只进行接地可能是不充分的),例如纤维增强格栅,可能需要特别注意事项。

静电火花在下列情况下可能会造成危险:

——加油作业;

——容器、储罐和船舶充装;

——高流速(高速水喷射、气体喷射);

——喷砂;

——蒸汽清洗。

关于这些问题的指南在 API RP 2003 和 EN 13463 中给出。

危险区域内使用的便携式或临时设备应适合于此类区域使用。如果不能满足,应引入额外的注意事项,将引燃泄漏油气的可能性降至最低。

B.4 溢出控制

排放系统能力应能满足同时对喷淋和/或消防活动产生的溢出量进行处理的要求。在设计排放系统时,应对阻塞可能造成系统排放能力下降的情况予以考虑。其设计应能防止火灾随着被点燃的燃料扩散到其他区域。

为了对重大的泄漏进行控制并满足相应情况下对消防水的排放要求,可将较大的排放系统分开布置。为了控制排放回收系统的规模,将消防水直接排入大海也是可以接受的。

应对排放系统在防止溢出的油气在容器下方发生严重积聚或对设施较低水平台面造成污染方面的作用予以考虑。

应当考虑防止火灾扩散到海面进而可能影响到设施支撑结构完整性,甚至影响撤离行动。

直升机甲板的设计应使得在直升机附近溢出的航空燃油能够迅速地被清理掉,从而不会对撤离路线造成影响。

在某些设施上,危险区和非危险区排水管可能汇集到同一个沉箱或污水池,应采取措施防止向非危险区回流(在正常和紧急工况下),可将排放管导向海面和/或液面之下。如果采用了此种布置方案,应注意确保不会因为非危险区排水管道的腐蚀等原因而发生回流现象。应对排水管道进行标记,以避免非危险区排水管道被用于危险液体的排放,并突出这些可能会受到操作或维护活动的危险区排水管道。

为了减少微小溢出的扩散,应对容器、泵和其他潜在泄漏源进行围堵或设置接油盘。若可燃物被引燃,溢出控制能限制火灾规模,并有可能增加手动或自动的泡沫灭火的效果。

对于储存可燃液体或气体的移动式容器的布置,应考虑其溢出和泄漏的可能性,并应有处理此类事

件的措施。

B.5 应急电源系统

应急电源系统可由下列系统之一提供：

——应急发电机；

——在紧急情况下能可靠供电的设施上的主发电机；

——具有适当完整性的来自陆上或者其他设施的电缆；

——电池系统；

——以上形式的组合。

对于小型简易设施，可以完全依赖电池系统。

有关应急电源的典型要求的更多内容，参见 C.1。

设计应急供电系统时，应考虑保证在应急电源进行维护期间，提供一个可靠的电源。应急电源系统在设计时应考虑采取自动启动装置，避免在紧急条件下的手动启动。

对于可能用作人员逃生和撤离路线以及人员集合的地方，应当提供应急照明。如果应急照明主要由应急发动机供电，则部分照明灯具应同时有备用电池供电。

为了对设施上的撤离进行控制，需要提供无线电联络工具。应急通信设备要由专用电池供电。

应急照明、火灾和可燃气体探测系统、应急通讯、紧急关断(ESD)系统等进行不间断电源(UPS)的持续时间，应能够满足可能发生的紧急情况的要求。如果采用了不间断电源(UPS)系统，则其供电持续时间应比人员在临时避难所(TR)停留的时间要长得多，以应付那些没有必要或不实际的紧急疏散事件。

导航设备应由专用电池供电。

敷设的应急电源供电电缆标准应能够满足系统长时间运转的需要，以便在需要应急电源的情况下，应急电源可以发挥其作用，并使其受到损坏的可能性降到最低。

喷淋系统控制阀和其他关键阀门应能通过仪表风系统使其保持在关闭位置。在涉及可燃气体的重大紧急情况下，主发电系统可能会停机，这会导致空压机停机。如果不能保证空气供应系统的完整性，应考虑使用应急发电机向空气压缩机供电。对于液压系统也应做类似的考虑。

B.6 火灾和可燃气体探测系统

由火灾和可燃气体探测系统触发的控制动作，需要考虑以下事项：

——将设施同储罐和管线隔离；

——启动紧急泄压系统(EDP)；

——隔离电气设备以防止电气火灾的进一步蔓延；

——关断通风系统，包含隔离进气口，以减少烟雾或可燃气体的进入；

——一旦探测到有可燃气体存在，即刻对电气设备及其他潜在引燃源进行隔离，以降低引燃的风险；

——启动已安装的主动防火(AFP)系统，对油气火灾进行控制和削减；

——集合人员。

对于存在有毒气体的设施，如果无法依赖火灾和可燃气体探测系统来及时检测有毒气体并采用正确的行动和逃生时，可能还需要设置有毒气体检测装置。有毒气体检测以及对有毒气体的响应要求不属于本标准范围。

火灾探测器的数量和位置应能确保及时探测到火灾，并考虑在该区域内火灾升级的可能性。使用

气体扩散模拟，有助于验证和优化探测器的类型、位置和数量。

应依据相关气体特性（例如：轻质气体/重质气体、蒸气或可燃气体），建立可燃气体探测的实际设计原则（例如：探测器的类型和位置）。设置气体探测器前应对每个区域内的气体泄漏情况进行评估。

确定气体探测器的位置时，应考虑以下原则：

——区域内的通风等条件和检测到微小泄漏的概率；

——应覆盖自然流动的“走廊”（例如：沿流动方向的进入通道/行走通道）；

——在相关情况下，探测器应设置在一个区域或封闭场所的不同的高度上，确保覆盖不同的自然流动路径；

——应考虑轻质气体和重质气体。

注：由于昼、夜、夏、冬的温度变化而引起的温度效应。

不同类型的气体探测器对于可能遇到的各种烃类气体，有不同的检测原理和灵敏度。校准应根据有关的烃类范围确定。除了传统的红外和催化探测器外，还应考虑使用声波气体泄漏探测器。

在某些位置，由于带压低闪点液体（如柴油、润滑油）的释放，可能存在油雾危险。传统的气体检测很可能无法检测到油雾，因此，如果在火灾和爆炸应对策略（FES）中确定设置油雾探测器是必要的，例如，在涡轮机罩下方存在能够引燃油雾的高温表面的情况下，则应选择合适类型的探测器。

可燃气体探测可以使用多报警水平，以允许在较低的可燃气体浓度下，执行探测或有限的控制行动。低报警水平的设置应尽可能低，可能会提供可靠的早期探测。

应为火灾和可燃气体探测器制定定期维护和测试计划。火灾和气体探测系统的现场设备设计应考虑危害的要求，以尽量减少为标定、清洁或测试等维护工作的难度。

在控制站，应能够获得一个区域内关于可燃气体的水平或数量的信息。

如果有毒气体检测需要人员佩戴个人防护装置，应考虑将系统集成到整体的火灾和可燃气体检测系统中。

火灾和可燃气体检测系统应该能够在需要其检测的条件下运行。

火灾和可燃气体检测系统应包含测试装置。一旦检测到检测系统的故障，在控制站处应发出报警。

在完成火灾和可燃气体检测系统的安装之后，应进行复核，以确认探测器的布置能够提供正确的响应。

应在设施周围的方便位置设置手动报警点，以允许人员对危险情况发出报警，并迅速采取必要的控制动作。

如果存在影响临时避难所（TR）的烟雾、可燃或有毒气体的可能性，火灾和可燃气体检测系统的设计应能够在对临时避难造成损害之前，提供允许通风系统有效的关断（包括进气隔离）的信号。

火灾和可燃气体检测系统的设计应符合适用于操作区域的公认标准和规范，以实现在火灾和爆炸应对策略中规定的性能水平。确定电气、电子和可编程电子系统要求的方法以及如何实现这些要求的指南在 IEC 61511-1 中给出。在确定火灾和爆炸检测系统的可靠性时，应考虑失电或关键输入信号的损失。可考虑使用带嵌入软件的使用闭路监控的火灾检测系统来检测热发光。

如果设置火灾和可燃气体检测系统，则其应设计应能实现以下功能：

a） 监测

——探测可燃气体/油雾的危险积聚；

——在必要时，检测泄漏（如近泵密封）；

——火灾的早期探测；

——探测烟雾、可燃气体进入其可能引发危险的场所；

——允许手动触发动报警。

b） 报警

——指示出任何可燃气体或油雾火灾及危险性聚积的位置；

——立即警告人员可能发生的火灾或气体事故。

c) 控制行为

立即采取合理的控制动作。

B.7 中给出世界上的一些地方采用的声光报警指南。

C.2 中给出了火灾/可燃气体探测器的典型应用。

B.7 典型声光报警

表 B.1 给出了在部分海上作业区域正在采用的声光报警指南，可根据作业区的特点制定更详细的声光报警要求，其目的是在整个区域作业的所有设施采用统一报警信号。

主报警应为声音报警，在高噪声区以及在紧急情况下预计会出现高噪声水平的区域辅以闪光信号灯报警。

表 B.1 报警

报警类型	时间特性	颜色
集合	固定频率的间歇信号	黄色闪光信号
准备弃平台	变化频率的连续信号	黄色闪光信号
有毒气体	固定频率的连续信号	受影响区域的红色闪光信号

注：国际海事组织的报警和指示灯代码[决议：A.1021(26)0]适合于多种移动式海上设施。

B.8 主动防火

B.8.1 概述

主动防火(AFP)系统可以自动触发，也可以手动触发，或者二者兼有。触发的方式取决于火灾的地点、火灾的规模和类型以及设施上的火灾响应策略。

有许多因素将会对主动防火(AFP)系统的选择产生影响，比如设施的规模和复杂性、作业的性质、外部火灾响应设备的可用性以及作业者所选择的火灾响应策略。

B.8.2～B.8.13 中给出指南并不意味着单个装置都要使用所有主动防火(AFP)系统。

C.3 为大型综合性海上设施上的典型区域内主动防火(AFP)系统的选择提供了指南，同时也给出了以水的使用为基础的主动防火(AFP)系统的应用量的例子。

通常情况下，无人值守的设施可不设固定式主动防火系统，访问此类设施的人员安全应通过采用其他保护措施和控制方式进行管理。

B.8.2 消防泵系统

消防泵的动力机及启动装置的设计应确保消防泵能够在启动后的最短时间内发挥其功能。

所选用的消防泵的响应速度应满足系统对消防水的需求。

为了提供可靠的消防水供应，在火灾、爆炸应对策略(FES)中，应确定所需消防泵的数量及其布置。为此，应考虑由于维修或者故障导致某个泵无法使用等情况。对于平时有人值守的设施，至少应配备两台独立的消防泵。

如果设置有一台以上的消防泵，则消防泵的设计应尽量将泵组在紧急情况下发生同时失效的风险降至最低。泵的进水口应相互分开，确保一台泵发生事故无法运行时，其他的泵不受影响。

对消防泵系统应进行合理布置，以允许在消防水泵的整个覆盖范围内，对消防水泵系统性能进行

验证。

消防泵只能就地停机。对于半浸没式张力腿设施，由于可能存在稳定性问题，应特别考虑远程停机。除了在测试期间，任何来自消防泵监视系统的报警装置都不应对消防泵进行自动停机。

正常情况下，消防泵应有两种不同的自动启动方式，相关启动方式以及泵和水喷淋性能应进行测试。

消防泵附近的火灾探测设备不应对消防泵实施停机操作或者阻止消防泵驱动装置的启动。安装在驱动装置空气入口处的探测设备在确认有油气存在时，应能够阻止驱动装置启动。

除了需要连续运转的系统，应将系统设计成在发生火灾的紧急情况下可自动启动。同时应为泵提供就地手动启动和远程手动启动的装置，例如：中控室(CCR)、直升机坪。

如果失去与控制站的联系，消防泵应自动启动。

应对消防泵系统进行合理布置或者防护，以保证在发生火灾的紧急情况下，消防泵可以提供消防水。应考虑对有关的动力电缆、管线和控制线路进行防护。

当可燃气体存在时，需要运行的消防水泵机组应设计适合此类操作。

为了防止海洋生物对消防系统性能的影响，对水进行处理可能是必要的。如果水中的杂物可能对泵造成损害，应考虑消防泵吸水口的过滤要求。

应配置足够的仪表(包括就地和遥控仪表)，保证人员能够对所有泵的工况进行确认。

为了防止由于操作压力过高或压力波动对管系的损害，应设置泄压阀或者其他的类似装置。这类装置应能在过压释放之后自动复位。

B.8.3 消防水总管

消防水总管是消防用水从消防泵传送到用水点的总管。消防总管应尽可能避免内腐蚀问题，例如：通过材料选择和避免出现盲管端，同时按所要求的压力向释放点提供足够量的消防水。

消防水总管可是干的或充水的。消防水总管是否充水和带压应根据要求的响应速度确定。

消防水总管应配备足够数量的截止阀，以允许总管的各个管段以及从总管来的支管可以被隔离。在编制火灾和爆炸应对策略(FES)时，应考虑可能导致消防水总管损坏的情况。如果必要，应通过对管路线路的布置或保护使之免受损坏。设计时，应考虑当部分消防水总管由于损坏或者维修而被隔离开时，是否有必要通过其他布置提供充分的防火保护。

在对消防水总管设计时，应采用公认的技术对系统进行水压分析。

同消防水总管相连的系统在操作时可能会产生很大的冲击压力，可能对管网和设备造成损坏。设计时应考虑进行冲击保护。

在考虑采取冲击保护措施之前，应对避免冲击问题的备选方案进行调研。

应采取适当措施防止消防水总管由于环境温度过低而发生冻结。需要注意采取的措施不会在保温层下面形成腐蚀。

消防水总管应进行合理布置，以保证满荷载运行条件下测试泵组和消防水总管的性能，并确定其容量是否下降。

管系和阀门材料的选择及其正确安装对于保证消防水系统的完整性和可靠性至关重要。

除非有充分的防火隔热或其他的保护措施，否则消防水总管及其管件不应使用在热效应下迅速失效的材料。

B.8.4 固定式水喷淋系统

固定式水喷淋系统可用于：

——对池火灾进行控制，从而降低火灾扩散的可能性；

——对设备和结构进行冷却，使其免受喷射火灾的冲击；

——为采用泡沫扑灭烃类池火灾提供一种途径；

——减少火灾的影响，方便应急响应以及撤离、逃生和救援行动；

——降低爆炸超压。

4 种主要的水喷淋保护包括：

a) 区域保护，设计用于在油气输送区内为管网和设备提供非特定的覆盖保护；

b) 设备保护，设计用于对诸如容器和井口的关键设备提供特定的覆盖保护；

c) 结构保护，设计用于对结构元件提供特定的覆盖保护；

d) 水幕，降低热辐射并控制烟雾的移动，在逃生和撤离期间，为人员提供保护。

应选用成熟的技术对固定式水喷淋系统的设计进行水力学分析。

应确定水喷淋系统发挥其作用所需要的响应速度，并依据确定的响应速率，完成系统的工程设计。

系统入口处的水压应足够大，以保证在设计流量条件下，在该系统或该部分上的所有喷嘴可以有效工作。

所选水喷淋系统的喷嘴类型和喷嘴位置应与发生火灾事件时系统所担负的任务以及周围的环境条件相适应。

在确定喷嘴及相关的管网尺寸时，应当避免在运行及测试后腐蚀产物或盐的沉淀物的积累引起堵塞。自动排干设计是体现这方面要求的一个重要特性。

为了保证将要求的水量施加到拟保护物体的表面上，应确定喷嘴的位置和方向。对于喷出水受到的阻力和空气流动的影响也应予以适当考虑。

对于仅仅通过就地手动触发无法满足要求的系统，应从控制站进行远程操作，同时，系统的运行状态（例如，水喷淋阀打开/关闭）可以显示在控制站上。

对自动操作的水喷淋系统的隔离，应当可以通过位于保护区域之外的手动操作阀来实现。

管道应设计为足够坚固、充分固定且支撑良好。设计时应考虑水击的影响，并使喷淋管网免受火灾和爆炸的影响。

应提供在不通过管网和喷嘴释放消防水的情况下测试喷淋阀性能的方法。

对诸如油井测试成套设备等临时设施，应考虑使用固定式水喷淋保护系统。在对设施的消防水泵系统进行设计时，应考虑对任何可预见的临时水喷淋系统的需求。

在进行设备选择时应考虑水喷淋系统的排放效果，以防止发生水侵导致的破坏（例如：水对于电气设备和被动防火的影响）。

对于浮式装置，在围护或围堤保护区内的聚积的额外水量可能影响压舱的稳定性，应予以考虑。

B.8.5 细水雾灭火系统

在某些情况下，细水雾灭火系统可以替代气体灭火系统。该系统在相对较小空间内的应用已取得了良好效果，但是在较大的空间或室外的局部应用中却受到了很多局限。局部应用要求有均匀的水分布和适当的液滴尺寸分布。

利用细水雾扑灭火灾的机理是：火焰中的热抽取及氧气置换作用。细水雾同一定规模的火焰互相作用才能获取类似于气体灭火系统的保护作用。

在对细水雾灭火系统的应用进行评估时，应考虑以下事项：

——系统特定应用的适用性；

——如果某一特定系统需要，应提供合适水和空气供应；

——受保护区域的面积和阻塞程度；

——可能遇到的火灾性质和燃料类型；

——对细水雾使用区域内的电气和其他敏感设备的影响。

B.8.6 泡沫系统

泡沫剂可极大地增加水在控制液态烃池火灾方面的效率。消防泡沫是小气泡的稳定聚集物，其密度比水或油低，在水平或倾斜表面上具有极强的覆盖和附着能力。它可以在燃烧液面上自由流动，冷却燃烧的液体并形成隔绝空气的、连续的覆盖层，以阻止挥发性的易燃蒸气进入空气。

对于带压油气的喷射火灾，泡沫是不起作用的，因为其覆盖作用无法实现。

泡沫的施加可利用消防箱、固定系统、便携式灭火器或固定式消防炮来实现。泡沫剂的施加可以通过直接将泡沫剂按照一定的比例加入消防水系统中，也可以以泡沫剂和水的预混溶液的形式使用。

如果将泡沫剂直接掺到消防水系统中，按比例添加的方法应具有足够的精度，以保证在消防水系统整个流量和压力范围内可获得所需的性能。

所选的泡沫剂应同所保护区域内存在的可燃流体、可能出现的环境条件相适应，并考虑其是否适合于通过非吸气型喷嘴。如果泡沫剂是直接注入消防水总管内，则其应是与海水相容的类型。

如果采用泡沫泵，泡沫泵的电源供应、泡沫剂以及系统的控制方式应易于接近、操作简单，并能迅速投入使用，其布置或对其保护应能使其在需要时发挥其作用。

中央泡沫系统不应作为手持设备泡沫溶液的主要供应源，原因是在流速较低的情况下，其不能保证精确的配比。

泡沫剂应符合相关标准的要求，并且适合于在设计环境温度条件下使用和储存。应定期查看储存量，以保证其处在厂家建议的保质期内，并应进行测试，保证其合理的性能。生成的泡沫应是与干粉灭火剂相容的。

一些泡沫剂如果排放(例如在测试时)含有对环境有害的物质。在此种情况下，可以选择合适的替代泡沫剂或提供不影响环境的情况下进行系统测试的方法。

B.8.7 自动喷水灭火系统

自动喷水灭火系统主要应用在可能涉及纤维素燃料的区域内，并且预计火灾的发展速度较慢。一旦启动，自动喷水灭火系统可以有效地控制火势的蔓延，降低火灾和烟雾的破坏作用，并在控制站发出报警。但是，此类灭火系统一般不适合于扑灭可燃液体飞溅火灾，原因是此类火灾会迅速地扩大到较大的区域，从而超出自动喷水灭火系统的作用范围。

自动喷水灭火系统应连接到带压水源上，以便系统可立即投用且不需操作人员。

稳压状态下系统内的水不应使用海水，原因是海水可能存在的腐蚀问题和在喷头处的盐的累积。

应提供指示系统中的供水压力的装置，并当压力下降到一个预定水平以下时，向人员发出报警。

如果自动喷水灭火系统是连接在不带压总管上，在总管具备压力之前，应有可靠的、充足的水量供应以提供防护。通过自动喷水灭火系统中的压力降低触发带压的消防水总管或喷淋总管的自动供水系统，也许是一种可以接受的供水办法。

如果在烹饪区内安装了自动喷水灭火系统，应防止其直接作用到烹调油或油脂加热设备上。当自动喷水灭火系统运行时，应自动切断烹饪区的电源。

应有排空和对系统中每一部分进行测试并可将充水系统中的空气彻底排出的装置。

对于大型的自动喷水灭火系统，应考虑对系统进行划分，以便对每一部分进行监控并显示出正在工作的部分。

B.8.8 消防炮

消防炮可用来提供喷水或水-泡沫溶液覆盖。同时，也可以作为固定水喷淋系统的补充。

在设计消防炮时,应考虑消防炮的位置、供水管线的尺寸及控制阀的布置。

对消防炮的操作,可以遥控进行,也可以就地进行。

对于原地操作的消防炮应设有进出的通道,消防炮应远离受其保护的区域,这样的布置可保护操作者免受热辐射的影响,消防炮可以自动和/或遥控操作的情况除外。

每个消防炮都应能在水平和垂直的面上充分移动,以使消防炮可以作用到受它所保护区域内的任何一点。应当设有将消防炮固定在某一特定的位置上的装置。

所有的消防炮都应当能够以喷射和喷淋状态喷水。消防炮的位置和其喷射特性的选择应与消防炮要求的作用、暴露防护和本地环境条件相适应。

应仔细考虑遥控消防炮的布置,以免在其操作时对人员造成伤害或对逃生路线造成阻碍。应提供原地的手动超权控制器。

B.8.9 消防栓和消防卷盘

喷枪和灭火水龙带(以及可能采用的便携式泡沫设备)应布置在消防队可能接近方向上最合适的位置。

如果必要,为了防止环境和机械的损坏,应对这些设施进行封装。

消防水总管应装备有可以连接灭火水龙带的消防栓和/或装有固定式消防卷盘。消防栓和/或消防卷盘的数量和位置应能充分满足应急响应小组有效灭火的需要。

如果消防栓和消防卷盘都由消防水总管供应,则系统的设计应确保消防水总管的压力能够满足此类设备在出现的最大压力的情况下安全操作的要求。

当保持的压力可能给操纵灭火水龙带的人员带来危险时,应提供压力控制装置。

应考虑提供适用于消防栓和消防卷盘使用的发泡设备和泡沫剂。

水龙带、喷枪、阀门扳手等应储存在与消防栓临近的地方。整个设施上的连接器应采用同一标准的,喷枪应结构坚固、易于操作而且由适合于设计工况的材料制造。

作为保护同一区域的喷淋或者自动喷水灭火系统的消防栓和消防卷盘,其消防水的供应不应来自同一段消防水总管。

B.8.10 固定式干粉灭火系统

固定式干粉灭火系统可以提供有效的灭火手段。其主要的优点就在于其自备的特性,这使得它们在提供保护时,可以不必依靠外部资源。在选择和确定干粉和设备型号时,应认真考虑火灾的性质。

固定系统的干粉能够通过手持式软管或者固定喷枪系统进行施加。当用单一的灭火剂供应源对几个区域实施覆盖时,带有局部调节器的手持软管可以用刚性管道连接到干粉供应源上。采用单一的大型供应装置进行防火的主要缺点是:如果装置发生故障(例如由灭火剂被压实或者喷枪阻塞)或者受到损坏,系统将会丧失灭火能力。这一缺点可通过采用几个较小的装置来克服。

干粉灭火系统并不能保证防止复燃的发生,另外,喷射火灾或其他涉及挥发性液体的火灾在熄灭之后,可能会产生可燃气体的聚积,从而存在发生爆炸的可能。

干粉的排出和气体的释放是一种两相流动,并且其流动特征取决于所采用的干粉、排出气体和所使用的设备。因此,在进行管道设计时,利用供货商通过调查和试验所确定的数据是十分重要的。

当干粉和泡沫灭火剂有可能在同一地点使用时,应进行相容性确认。组合药剂的自备用系统适合于泡沫和干粉同时或者先后使用。这类系统兼顾了干粉迅速起作用和泡沫保护的优点。

B.8.11 气体灭火系统

气体灭火系统可用于扑灭火灾,或者以较高的浓度向某一空间内充注惰性气体并防止引燃的发生。

气体灭火药剂系统通常用于电气设备区或者可能会被水或者干式化学药剂损坏的区域内。在选择一种固定式气体消防系统之前,应考虑对火灾的风险、同相邻区域的隔离以及可能同样适用于此类火灾事件的其他方法。这类方法的例子包括:灵敏的火灾和可燃气体探测器、电源隔离和迅速的人工干预。

二氧化碳和卤代烃曾经在灭火系统中得到过广泛应用。卤代烃因为环保方面的原因已被逐步淘汰,不应再用。新的气体灭火药剂正在研发中,如果所选的气体灭火剂能满足灭火的有效性、对人员的毒性和对环境的影响方面的要求,在需要的地方可以采用气体灭火系统。

任何气体灭火剂的释放都会使人员暴露于噪声、紊流、高速和低温的共同作用中。

有些气体灭火剂在封闭区域内使用时,可能会造成有害于人体健康的缺氧环境。如果人员停留在这样的环境中,会感到头昏眼花、神志不清并可能最终导致死亡。尽管许多气体灭火剂本身在火灾中只有较低的毒性,但它们的分解物可能是危险的。一旦此类危险得以证实,则应采取相应的安全措施。

如果吸入气体灭火剂是有害的,则在输送系统的加料管上应装备隔离阀装置,在人员进入该区域前可将隔离阀关闭。

当有人员在区域内时,如果释放会对人员造成伤害,应禁止气体灭火剂的自动释放。

触发系统的方式应易于接近且操作简单。如果系统被设置成遥控和/或自动释放,应能对它们进行手动操作,手动控制点应当布置在策略关键点处,一般是在控制阀和保护空间的入口处。

如果必要,应对系统进行监控,以便能够探测到可能影响系统操作效率的故障。

在系统释放之前和释放过程中,应当自动发出清晰的声音和(必要情况下的)灯光报警。

在被保护空间的每一入口处,应设置系统状况的视觉指示。

为了在火灾和爆炸应对策略(FES)中规定的最短时间内达到一定的灭火药剂浓度,边界应设计成封闭的。在药剂释放之前,应提供自动关停所有通风扇和关闭受保护空间开口的装置。

如果在通风设备间内采用了气体药剂灭火系统,释放的持续时间应适当延长,以允许弥补在设备停机期间的损失,并且应在所有通风导管上安装自动的气密式气闸。

喷嘴的布置应使灭火药剂分布均匀。

如果在释放气体灭火药剂时存在着静电危险,应考虑对喷嘴和暴露在气体灭火药剂中的物体进行接地。

B.8.12 移动式和便携式消防设备

配备移动式和便携式消防设备的目的是对有限规模的火灾构筑起第一道防线,即便是在有了其他主动防火(AFP)系统时也应配备此类设备。

为了使某一区域中的人员在火灾处于初始阶段时有机会采取迅速的应急措施,应配备适用的灭火器。许多标准(如 API RP 14G)中包含了与便携式消防设备的数量和位置有关的指南。

便携式灭火器的灭火介质应适合于预计的火灾类型。为了易于便携式灭火器的拿取并能清楚地对其进行区分,应特别重视其分布、放置和易于发现。为了能辨识出灭火器所装的灭火介质和它们所适用的火灾类型,应对灭火器进行清晰地标记。灭火器应有适当的固定工具。

装有灭火介质的便携式灭火器,无论是自身原因,还是在设计的使用条件下,如果释放出的有毒气体的数量足以对人员造成危险,则不应使用此类灭火器。

便携式灭火器的操作应当简单,并且其设计应根据适用于设计环境条件下公认的标准来进行。

应提供对移动式灭火器的释放进行控制的装置。

对带有软管的移动式灭火器应做适当的安排,以使软管可以迅速地传送且不会打结。

为了到达保护区的任何地点,移动式灭火器应配备足够长的释放软管。软管的长度不应阻碍灭火器中灭火介质的有效释放。

B.8.13 直升机甲板的防火

消防设备的类型和数量应基于可能发生火灾的类型，并且应在火灾和爆炸应对策略(FES)中进行归纳。根据直升机类型、设施规格、配员安排和操作区域的不同，保护的要求也不同。现有的做法包括便携式灭火器、局部专用泡沫系统和连接到消防水总管上的泡沫消防炮。直升机甲板应符合任何对直升机甲板拥有管理权的机构的标准要求，同时又要满足国际民用航空组织(ICAO)的规定要求。直升机甲板上的防火设计是用来应对发生在直升机甲板上的火灾的，在这一过程中，不应将甲板上的作业人员置于不必要的危险之中。

对于有人值守的设施，通常应设置适用于与直升机引擎、碰撞事故或者与加油活动相关的火灾的主动防火(AFP)系统。在直升机甲板上的灭火设备应易于接近。消防泵启动装置的位置应设在直升机甲板应急响应的地点附近，供水设施的布置应确保在灭火过程中消防水不会出现中断。

除非能够证明泡沫消防炮所造成的消防水或者泡沫溶液延迟到达直升机甲板是可以接受的，通常情况下，从消防泵排放口向消防水总管内注入泡沫剂的中央泡沫系统不应作为直升机甲板防护的主要方式。但是，如果没有直升机甲板专用的泡沫系统，此类中央泡沫系统可作为直升机甲板防护的备用系统。如果泡沫可以即刻引入到直升机甲板上的泡沫系统，则也可采用中央泡沫系统。

当采用固定消防炮时，应设置足够数量，且在直升机甲板周围均布。

B.9 被动防火

B.9.1 概述

可能发生的各种火灾的筛选评估应能够确定被动防火(PFP)系统要求，而不需要进行更详细的计算。这些评估的结果可能会显示某些火灾情况会超出了关键安全系统的防护能力。这样，可能有必要实施相应的风险评估，以判定针对这些情况采取额外的被动防火(PFP)措施或使用其他方法来防止、控制或削减认定的危险事件是否是合理可行的。

在某些应用中，可能适合提供超出人员安全撤离所需的被动防火水平，例如，资产防护或重大环境影响的预防。

附录C中提供了在封闭式海上设施上典型的被动防火(PFP)应用指南。对于小型、敞开式的海上设施，可能并没有广泛应用被动防火(PFP)，但是在编制火灾和爆炸应对策略(FES)时应予考虑。

耐火性试验作为整体审批的组成部分可由制造商完成，在特殊应用条件下，可以由作业者完成。

B.9.2 耐火试验标准

耐火试验应基于暴露在已建立的着火时间—温度曲线或者模拟的火灾试验，同时要与可能发生的火灾类型相适应。可能发生的火灾包括：喷射火灾、池火灾或者纤维素类火灾。

纤维素和油气火灾的标准耐火试验可能会受到试验用炉的尺寸和所使用的开放实验场地的限制。因此将被保护对象的重要细节考虑到耐火试验计划中非常关键。

标准火灾试验代表的是各种类型火灾的模拟，并且通常会给受试物体施加比多数事故火灾更为严重的冲击。但是，有限的试验规模意味着当将其结果大规模地推广应用时，可能会发生在试验中未暴露的某些失效模式。有些重要的火灾类型，例如：动量大、高效燃烧的喷射火灾，可能超出在标准试验中所经历的条件。包括小型结构部件和船舱隔板在内的关于喷射火灾破坏的各种试验程序正在编制中。

实际火灾的特性可能会与模拟火灾试验中的所表现出来的特性有所不同。如果是关键特性存在不同，则应建立证明某一特定系统是能满足要求的备选方案，这可能需要“点对点”试验或进行必要的

论证。

应强调的是:许多与被动防火(PFP)材料或系统的适应性有关的重要参数,在标准试验中并没有考虑,也没有出现在试验报告中。此类参数包括对不同环境条件、老化和机械冲击等的耐受能力。

对被动防火(PFP)材料的功能要求包括:当暴露于某种特定的火灾时,在观察到材料行为的第一个临界点到之前的耐火持续时间(以时间表示)。

被动防火(PFP)的功能要求可分成以下3类:

——稳定性:保持承载能力(结构能力);

——完整性:通过阻止火焰、烟雾、高温和有毒气体的传播来保持完整性;

——隔热:当一面暴露于火灾时,将未暴露的另一面保持较低的温度。

标准耐火试验应用于验证被动防火(PFP)材料和系统是否合格。ASTM E119用于测试被动防火(PFP)在纤维素火灾中的性能的公认标准。UL 1709用于测试被动防火(PFP)材料在池火灾中性能。ISO 22899-1是用于测试被动防火(PFP)材料在喷射火灾中的性能。当为被动防火系统材料建立功能要求时,应考虑耐爆炸影响的能力。

B.9.3 材料的选择

选择不同材料时,应考虑火灾的类型和规模、耐火持续时间、环境、应用和维护以及在火灾状况下产生烟雾的情况。

被动防火(PFP)材料应针对其目标用途进行批准。如果没有来自公认的第三方或者政府机构的批准,其在火灾中的性能应通过来自公认的火灾实验室的试验报告予以证实。

为了优化对所使用材料数量,应记录试验结果的插值处理。

应用的类型不同,被动防火材料的记录文件也会不同,可能包括以下内容:

a) 质量控制方面:
   ——确认应用的温度和湿度要求;
   ——安装时间;
   ——检查和控制要求;
   ——表面预处理。
b) 力学试验方面:
   ——磨损和冲击破坏;
   ——机械损伤;
   ——破坏性压力试验;
   ——海水吸收;
   ——挠曲;
   ——附着和振动;
   ——水浸和消防射流抵抗能力。
c) 防腐方面:
   ——防腐性能和基层检查要求;
   ——温度和热冲击的影响;
   ——温度和热冲击的影响;
   ——阴极剥离;
   ——臭氧和紫外线老化;
   ——基底检查后抵抗能力的减弱。

d) 耐火试验方面：

——纤维素火灾性能；

——油气火灾的性能；

——喷射火灾性能；

——火灾扩散特性；

——燃烧产物。

e) 长期性能/侵蚀。

f) 抗爆性能。

g) 条件受限时的等比例实验。

h) 职业健康。

试验要求并不仅限于上述的各个方面。每一类试验的需求应基于工程判断及其预计的使用用途。例如：海水的吸收可能仅仅在被动防火(PFP)材料处于海平面以下或者直接与海水接触时才有必要考虑。

B.10 爆炸的削减和防护系统

在编制火灾和爆炸应对策略(FES)时，应考虑的爆炸影响归纳如下：

——压力容器和管道工程在火灾中失效所引起的抛射体；

——爆炸过压，是可燃材料数量和类型、总体尺寸和几何形状、障碍所产生的紊流和区域密闭等参数的一个函数；

——火焰前锋之前或之后产生的拖曳力，可能会对设备、管线或者结构施加比较显著的荷载，并可能使爆炸所产生的破坏作用扩大。

爆炸的后果和严重性可以通过采用爆炸分区隔断、防爆泄压板、设备布置、采用主动爆炸抑制系统或使用具有足够强度的设备等防止其扩大的措施，从而将其后果和严重性减小到最低程度。但是，优先选用的防护途径还是避免导致过高超压的特征和通过提供充分的通风，使尚未燃烧的气体和燃烧产物在建立危险的高压之前，从隔间中被带走。

在设计时提高本质安全性的方法可以有效地降低爆炸超压。这要求设备的布局和位置能使得设备和管线系统的拥挤程度最低、减少使用围墙、限制模块体积并提供充足的通风。正是基于这些原因，通常优选敞开式设施。应当指出的是，这往往与对天气的防护要求相冲突。这需要从防爆安全措施和天气防护两方面综合考虑，从而寻找到解决方案。

在很多存在大块气体云的情况下，水喷淋可以降低火焰速度、降低爆炸荷载，例如：在采用自然通风的拥挤的区域。在其他配置上，水喷淋的使用更为复杂，在使用前应进行充分评估。水喷淋的使用应作为火灾和爆炸应对策略(FES)的组成部分考虑。应为每个特定区域应用水喷淋的可能带来的好处进行评估，原因是在某些布置中，已经证实水喷淋对于超压带来负面影响。需要考虑的方面同样是系统的响应(探测到水喷淋的部署)、对导致增加引燃概率的设备的影响等。对于海上设施通常不会在爆炸的早期阶段通过探测触发的爆炸抑制系统，原因是这些系统的成本过高。但是，如果考虑使用这些系统，系统性能应说明检测系统的响应时间、灭火剂释放时间以及灭火剂的使用位置和质量。如果还存在可燃性混合物和引燃源，抑制系统是不可能阻止重新被引燃的情况。

爆炸泄压和通风板的性能应通过适当的试验进行验证。作为最低要求，应至少提供以下试验数据：

——模块内正常的环境条件；

——泄放压力；

——泄压时间。

爆炸防护可对较低的爆炸超压提供有效的控制手段，即使是在针对最坏的情况所产生的过压进行设计不一定始终可行的情况下也是如此。采用小于最大预测值的设计超压的决策应是基于对于设施上的人员安全性的决策重要性的评估做出的，例如：基于概率估计的负荷。

如果涉及爆炸的危险事件是不能容忍的，则应探讨采取下述的爆炸削减措施：

a) 涉及油气生产设备应布置在通风良好、爆炸后果受到限制或者结构设计能承受爆炸荷载的区域内；

b) 减少可燃气体的聚积，可采用隔离墙对区域或模块进行分隔，避免周边围蔽或使用有格栅的地板；

c) 将引燃源的数量降至最低；

d) 通过通风、喷水、化学试剂和稀释，对爆炸进行削减；

e) 以分级方式设计坍塌，使得失效首先发生在比较不重要的方向上；

f) 在估算爆炸荷载和响应时间时，由于任何爆炸超压预测的不确定性，保守估计爆炸超压和响应时间；

g) 关键设备/结构/墙壁/地板应尽可能坚固，其设计不限于爆炸超压荷载；

h) 应依据以下内容，优化模块/区域内设备和管线的布局、隔离墙和爆炸泄压板的位置：

——调整水平容器的方向，使得其最长尺寸与主风向方向一致；

——不要阻塞模块边界的开口；

——如果可能，将开口尺寸设置为最大，尤其是位于地板和顶棚上的开口；

——考虑采用带隔栅的地板和顶棚；

——对于爆炸超压不能完全准确预测，预测结果与所采用的方法密切相关；

——避免出现狭长的模块；

——将火焰通道降到最小。

拖曳力产生的损坏可能会导致无法接受的爆炸升级。对此类拖曳力的抵抗能力可通过增加管线、容器和设备支撑的强度获得。

抛射物所造成的危险应通过针对抛射体导致的冲击和损坏的可能性进行评估。

通风和布置调整的综合效果是复杂的，应通过爆炸计算和/或实验换算验证。但是，这些效果只能针对某些特殊情况进行定量评估。这些技术的准确程度正在确定和改进之中。但是可以有效地应用这些模型，来比较备选布置方案和不同通风口位置的效果。

用于计算爆炸荷载的模型应尽可能是经过验证的，并且要留出模型不确定性的余量。

对于结构、设备、管线和支撑结构的防爆要求一般需要记录，包含到与短时爆炸荷载相关的动力性能的结构计算。在特殊情况下，根据公认的标准或者程序要求，模拟实验也是可接受的。在其他情况下，工程判断也可接受。

关于针对爆炸荷载的结构设计指南在 ISO 13819-1 和 ISO 13819-2 中给出。

B.11 削减爆炸影响的模块形状

图 B.1 显示了布局对于爆炸严重程度的影响。

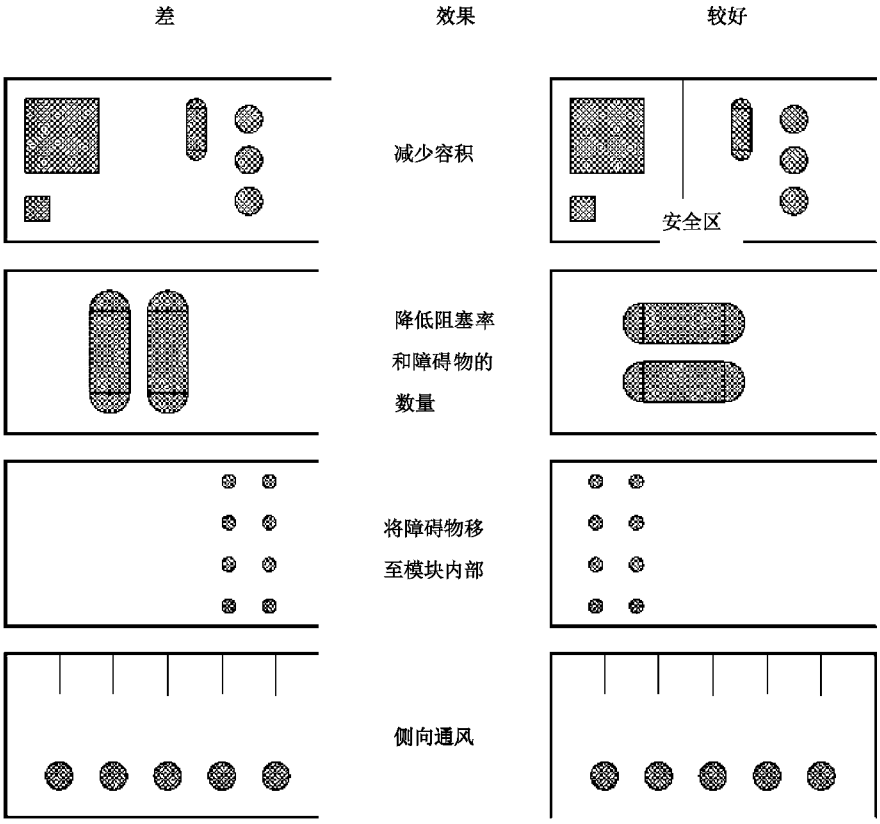

图 B.1　布局对于爆炸严重程度的影响

B.12　气动和液压供应系统

B.12.1　目的

设施上的许多基本安全系统，为了实现其功能往往需要气动或者液压传动供应系统。这些系统可提供动力，如阀门的动作或发动机的启动，或者为系统的有效控制所需要，如仪表风。为了使其功能稳定可靠，这些系统中的流体应满足洁净度要求，并具备足够的压力，从而满足系统实现其功能时所需要的压力。

B.12.2　流体供应性质

可能用到的流体包括仪表风、工厂用压缩空气、氮气、油基液压流体和非油基液压流体。系统初始说明书应对气动和液压传动系统的各种要求予以明确。应考虑以下介质的最大可允许容量：

——水（自由水和水蒸气）；

——烃类；

——固体；

——潜在的腐蚀性污染物。

当以空气作为气动动力源时，无论是在正常情况下还是非正常情况下，系统设计应防止空气和工艺或公共设施系统发生油气混合。如果有代用气动动力源，代用的介质成分与主要动力源物质结合后不应产生可燃混合物。

在对设备所在区域分级时，应考虑天然气放空的影响。

B.12.3 供应和响应

供应系统的设计应保证有足够的压力使得系统可以实现其功能。这包括对在同一时间内可能出现的最大用量和重复性操作需求的考虑。如果供应系统的动力是由装置的公共设施提供的,应对在紧急情况下无法使用这些系统的可能性予以考虑,必要时应提供专用电源或者蓄电池。

为了确保维持必要的完整性,应对由气动或液压传动提供动力支持的主要安全系统的失效模式予以考虑。一般来讲最好有这样的一种安排:气动或液压传动供应使得系统保持在一种正常的操作状态,气动/液压传动供应的失效,则会将系统转向一种安全情况。

为了达到要求的响应速度,应考虑管线的大小、安全装置的泄放口大小及辅助快速泄放装置的需求。应按最佳的泄放条件来确定供应和泄放管线大小。由于容量和流速的特性,管线过大或者过小,都要求较长的泄放时间。

气动/液压传动系统的设计,无论是在正常操作情况下还是在紧急情况下,应考虑易损元件的损坏。应尽可能将气动/液压传动元件布置在它们服务的主要安全系统附近。

B.13 检查、测试和维护

B.13.1 概述

确定检查、测试和维护频率应作为制定火灾、爆炸应对策略(FES)工作的一个组成部分,它反映了系统在火灾和爆炸控制中所发挥的作用和重要性。

下面的分条款将对应考虑的事项进行讨论,并对在本标准中所涉及的主要的安全系统和设备的检查、测试和维护提供指南。

附录C为典型的检查(维护)频率给出了详细的指南。

B.13.2 火灾和可燃气体探测系统

火灾和可燃气体探测报警系统控制面板:为了保证探测器能指示出正确的区域并触发相应的报警或灭火系统,应对其功能进行检查。

探测器(火焰、热、烟雾和可燃气体探测器):应进行操作试验,并且根据要求进行重新标定。试验的频率应根据探测器的类型确定。

全船报警装置:对于由火灾和可燃气体探测报警系统触发的报警装置应定期进行试验。

B.13.3 紧急关断和泄压系统

为了验证整个系统的完整性,应定期进行操作试验。

B.13.4 消防泵系统

检验和试验:

——驱动设备和泵应定期启动并保持运行一段时间,以建立正常运行工况。他们应能安全地启动并在标定的速度和荷载条件下平稳运行。

——为了保证泵系统能满足消防水系统的功能要求,应对泵的性能(泵的转速、流量和排放压力)进行试验。

维护:

——发动机应保持清洁、润滑及良好的操作状态,并保持正确润滑油和冷却液液面;

——为了保证充足的燃料供应且燃料未受到污染,应在每次发动机运转之后检查柴油箱;

——在根据流量试验和经验确定的频率进行维护时,应将潜水泵提升起来,以检查是否存在腐蚀和

磨损。当要求在事故期间运行时,这些腐蚀和磨损可能导致故障。

B.13.5 喷淋和自动喷水灭火系统

由于腐蚀、生物附着或者其他外来杂物的原因,喷淋系统容易受到堵塞的影响。应建立起一种有效的方法(如检查、试验)确保系统有能力按设计要求运行。建议既有程序允许对系统完整性进行验证。应考虑规定使用海水进行试验之后,使用清水对消防水管进行冲洗。

如果安装了自动喷水灭火系统,应对喷洒系统的水流报警进行测试,以确保其正常的运行。

应可能从喷淋/自动喷水灭火系统进行报警/动作(如消防泵的启动)测试。

B.13.6 灭火水龙带、喷枪和消防炮

如果有必要对系统的完整性进行确认,所有的灭火水龙带都应通过施加最大消防水操作压力的方式来进行测试。

喷枪应进行功能测试,应保证其正确操作。

在每次使用之后,应检查灭火水龙带的损坏情况,并放回到储存装置中。

包上棉套的灭火水龙带,在使用之后应仔细清洁和干燥。

B.13.7 干式化学药剂固定灭火系统

应检查和检测所有的干式化学药剂灭火系统及相关设备,以确保其正确操作。

所有排放过气体的容器,应根据压力或质量的最小值进行检验。

所有储存的干式化学药剂压力容器,均应按照规定的压力和质量数据值进行检查。

除了带压的储存系统以外,对于系统储存容器中的干式化学药剂,应分别从顶部、中间和容器壁附近取样。如果样品中含有块状物,并且当从 100 mm 的高度落下时块状物不会破碎,则应更换抽检的化学药剂。

使用后,应清理干净胶管和管道内的残留的药剂。

B.13.8 气体灭火系统(包括水雾系统)

在进行功能试验时不应要求对系统进行释放。

所有储存的压力容器应按规定的压力和质量值进行检查。

B.13.9 移动式和便携式的消防设备

灭火器应按照一定的频率进行外观检查,以保证:灭火器布置在其设计位置,没有被使用或干扰过,或受到明显的外形损坏、腐蚀、粉末压实等其他破坏。

手持的便携式灭火器应根据公认的标准进行静水压力试验。

对于发现腐蚀或机械损伤的任何气瓶,要么进行静水压力试验,要么进行更换。

用于惰性气体储存和用作轮式灭火器驱动剂的氮气瓶,应根据公认的标准进行静水压力试验。

灭火器应按照固定的时间间隔进行彻底地检查。有缺陷的灭火器应按照具体情况,进行修理、充装或者更换。重新充装灭火器时,应遵循制造商给出的清洁和干燥方面的建议。

对于需要维修或充装暂时无法使用的灭火器,应由具有相同级别或至少相等标称的灭火器来代替。

每一具灭火器都应附带一个永久性的标牌,标牌上应标明维修或重新充装的日期和实施充装人员的姓名大写字母的缩写或者姓名。

不同种类的粉末混合会导致产生腐蚀性的混合物和异常压力,在极端情况下,这可能会导致灭火器爆炸。灭火器只能充装与最初充装类型相同的粉末。

B.13.10 电池和充电系统

蓄电池在任何时间都应保持充电状态。应对蓄电池进行定期检测，以确定蓄电池中每节电池的状态。

电池充电器的自动充电功能并不能替代对电池和充电器的适当维护。为了确保充电器的正常操作，要求对其进行定期检查。

B.13.11 应急系统

对事故进行管理和控制的应急（支持）系统包括：通信系统、逃生和撤离安排、发电系统和爆炸防护（通风/抑制系统）。应对这些系统进行定期功能检测，以验证每个系统的完整性。

具体测试程序依据管理机构的要求和设备制造商的建议。

B.13.12 被动防火

对采用的被动防火系统进行检查时可以采用以下方法：

一般来讲，被动防火系统的维修需求很少。但是，建议定期进行目视检查，并对损坏的区域进行合理的维修。检查应识别出诸如外涂层或者耐火层本身上的裂纹或空洞之类的损坏。被动防火系统的修理应按照制造商的建议进行。

这些定期检查对于保持耐火涂层的完整性是十分重要的，并且能在早期探测到基底层的腐蚀情况。如果发生了耐火涂层的局部脱落，并且脱落区域内有表面裂纹出现，潮气可能侵入到基底层并形成腐蚀性原电池，从而变成了腐蚀源。正是这种腐蚀的潜在可能进一步证明了有必要建立一个耐火涂层涂装程序，从而可以确保耐火涂层和底层之间的恰当粘接。

附 录 C
（资料性附录）
大型综合式海上设施设计要求的典型实例

C.1 应急电源的典型要求

IEC 61892-2 中确定的可能需要应急电源的安全系统包括：

a） 通风和障碍警示照明。

b） 信号灯和助航灯。

c） 应急、逃生和撤离照明。

d） 外部通信设备。

e） 火灾和可燃气体探测和保护系统。

f） 在发生紧急情况时，需要有人值守的登船区、船上医务室等区域。

g） 紧急关断（ESD）系统。

h） 安全通信系统。

i） 安装声光报警。

j） 钻井应急系统，例如：

——防喷器（BOP）关断装置；

——空压机；

——柴油泵。

k） 潜水人员自身安全所需要的设备。

l） 广播设备和对讲系统。

m） 本清单中包含的设备的通风/冷却。

n） 允许用电设备复位的机舱照明。

o） 所有电动水密门系统。

p） 甲板照明，风向指示照明。

q） 所有用于应急设备的固定安装的电池充电器。

r） 保持设施稳定所需的任何设备。

应急发电机应能为关键安全系统提供临时供电，以便管理不一定需要疏散的紧急情况。应急发电机供电的典型时间为 18 h～24 h。

另外，主要安全系统的某些部分，包括上面列出的多数项目，可能要求使用不间断电源（UPS）提供应急供电。不间断电源（UPS）对这些设施的供电持续时间应符合相关管理部门的标准，同时可以满足应急发电机启动或当应急发电机不可用时，足以覆盖火灾和爆炸应对策略（FES）中完成应急响应活动所需的时间。对于大型综合性设施，应当考虑需要通过不间断电源（UPS）供电的设施清单和典型的供电持续时间在表 C.1 中给出。

表 C.1　设施清单

设备	建议最低时间
紧急关断和泄压系统(ESD/EDP)	30 min
工艺监测和控制系统	30 min
应急和逃生照明	90 min
火灾和可燃气体探测报警系统	90 min
广播、平台音响报警和状态指示灯	90 min
海上人命安全公约(SOLAS)通信设备,国际民用航空组织(ICAO)气垫汽车甚高频无线电话基站	24 h
助航系统,包含直升机甲板照明	96 h

电池的充电时间应尽可能短,并可对其进行调整,以减少 UPS 系统的数量。

保证关键应急电源系统电缆不受与主电源电缆相关火灾的影响,以及通过线路布置或者防护来防止受到危险区域内火灾或者爆炸的影响是十分重要的。关键电缆一般是指那些位于应急发电机、应急配电盘、不间断电源(UPS)、电池充电器/转换器和分电板之间的电缆。这些电缆应根据 SOLAS 的要求与主电力电缆隔离,或具有耐火性。

应急发电机的原动机应采用柴油燃料,并配备可靠、安全的柴油供应系统,以便在要求的时间内供应所有应急负荷。

燃料的供应最好是重力给料式的。如果这一点无法满足,柴油传输泵应通过应急配电盘供电。

当主电源供应中断时,应急发电机应启动并自动接通。但是,如果探测系统确定在应急发电机壳体内、应急配电间或引擎的空气人口处有高浓度的气体存在,则禁止执行启动程序。

当所有的设备和公用设施停机之后,应考虑提供设施启动所需要的电源供应。

C.2　火灾和可燃气体探测器的典型应用

表 C.2 给出的是火灾/可燃气体探测器的典型应用。

表 C.2　火灾和可燃气体探测器的典型应用

火灾/可燃气体探测系统				
危险	探测器类型		典型应用	典型措施
火灾	热	气动	工艺、井口、公用设施	报警、紧急关断(ESD)、紧急泄压(EDP)、井下安全阀(SSSV)关闭、主动防火(AFP)
		电动	涡轮机隔音罩、车间、储存间、机房、工艺、井口、共用设施	报警、紧急关断(ESD)、紧急泄压(EDP)、主动防火(AFP)
	火焰		工艺、井口设施、发电机、涡轮机罩	报警、紧急关断(ESD)、紧急泄压(EDP)、主动防火(AFP)
	烟雾		控制室、电气室、机房、宿舍	报警、隔离电源、主动防火(如果有)
			临时避难所和控制站的进气口	报警、隔离通风

表 C.2（续）

火灾/可燃气体探测系统			
危险	探测器类型	典型应用	典型措施
可燃气体		工艺、井口、公用设施区域[a]、发动机室	报警、紧急关断(ESD)，紧急泄压(EDP)、隔离电源
		进气口	报警、紧急关断(ESD)、紧急泄压(EDP)、隔离电源、紧急关断通风系统
油雾		封闭区域处理低气油比(GOR)液态烃	报警、紧急关断(ESD)、紧急泄压(EDP)、隔离电源
手动报警点		所有区域、逃生线路、集合点、临时避难所	报警、消防泵启动
注：工艺区包括钻井区域。			
[a] 仅指包含在紧急情况下也需要运行的关键安全系统的房间。			

C.3 典型区域内主动防火(AFP)系统的选用指南

本条给出了海上设施典型区域内主动防火(AFP)系统的选择指南。另外，也提供了水基主动防火(AFP)系统应用数量的示例。

表 C.3 可用于初步设计。最终选定的类型和数量应基于火灾分析和消防系统评估。

表 C.3 典型区域内主动防火(AFP)系统的选择

区域/房间	除了便携式灭火器之外的防护类型	典型的最小水应用量 L/(min·m²)	备注
井口/管汇区域	喷淋/泡沫/干式化学药剂	20 [或 400 L/(min·井)]	依据 API 2030
浮式生产装置的工艺区和升降台区域	喷淋/泡沫/干式化学药剂	10	
泵/压缩机	喷淋/泡沫	20	基于 NFPA 15
天然气处理区	喷淋/干化学试剂	10	区域包含重要可燃液体，使用泡沫
甲醇区	抗酒精泡沫或者喷淋	10	甲醇区比较小，使用便携式泡沫装置
注水处理区	无，如果不存在油气风险		
钻井平台	喷淋	10	仅当火灾和爆炸应对策略(FES)显示该系统的作用时
防喷器区域	喷淋/泡沫	400	
司钻室	无		

表 C.3（续）

区域/房间	除了便携式灭火器之外的防护类型	典型的最小水应用量 L/(min·m²)	备注
除气器室	喷淋/泡沫	10	仅当火灾和爆炸应对策略(FES)对该系统起作用时
振动筛室	喷淋/泡沫	10	
活性泥浆罐间	喷淋/泡沫	10	
袋装/散装物品储存间	无		假设没有存储可燃材料
泥浆实验室	无		
固井装置间	水雾/喷淋/泡沫		符合供应商要求的水雾
控制站	无		在制定火灾和爆炸应对策略(FES)时予以确认
中央控制室(CCR)	无		在制定火灾和爆炸应对策略(FES)时予以确认
与控制站/中控室相邻的仪表间	无		在制定火灾和爆炸应对策略(FES)时予以确认
就地设备间	无		在制定火灾和爆炸应对策略(FES)时予以确认
控制站/中央控制室和仪表间内的活动地板和顶棚			用于地板舱升降装置。 带喷枪的气体灭火系统
涡轮机室	喷淋	10	仅当房间内有可燃性物质储存时的专门的系统
涡轮机隔音罩	二氧化碳、气体或水雾		如果是气体型，到涡轮机罩的通道应互锁
配电室	无		将在制定火灾和爆炸应对策略(FES)时予以确认
电池间	无		
应急发电机间	水雾/泡沫/喷淋	10	应评估水对房间内设备的影响
消防泵房	水雾/泡沫/喷淋	10	应评估水对房间内设备的影响
采暖、通风和空调间	无		
修理车间	洒水	6	
仪表车间	洒水	6	
气瓶储存间	无		假设室外存储，但是未暴露在阳光直射下

表 C.3（续）

区域/房间	除了便携式灭火器之外的防护类型	典型的最小水应用量 L/(min·m²)	备注
油漆储存间	洒水		
生活区	无		选择不可燃材料，以减少可燃材料
厨房的抽风口	气体		限于在厨房内操作
普通厨房区域	无		
厨房烹饪设备和范围	专有系统		依据供应商的建议
起重间	无		
吊机发动机间	便携式/水雾		柴油驱动装置喷淋、水雾
直升机甲板	泡沫/干式化学药剂	6	
直升机修理库	自动喷水灭火系统/泡沫/干化学试剂	10	
锚链舱	水	60	由于引燃源控制
压载控制间	无		
塔楼区	喷淋/泡沫	10	
成列泵房	无		除非存在可燃液体
垂直和水平结构	喷淋/泡沫	10[水平方向 4 L/(min·m²)]	
逃生和撤离路线	水幕	15 L/(min·m)～45 L/(min·m)	

C.4 被动防火的典型应用

C.4.1 概述

应根据火灾和爆炸应对策略(FES)，对在火灾中可能失效的防火屏障、承载结构和关键元件进行防护。对于大型的设施，通常提供被动防火(PFP)，表 C.4～表 C.6 给出的是被动防火的典型应用。

附录中的表格是基于海上勘探和生产(E&P)作业活动所得出的判断和经验。在评估某一特定设施的实际要求时，需要非常认真，不能简单地应用表格中给出的数值，而不考虑火灾和爆炸应对策略以及应急响应策略中的要求。

C.4.2 承载结构耐火完整性

在表 C.4 中给出的耐火完整性可用作确定包括外部边界在内的保护区域的支撑结构件的被动防火(PFP)要求的指南。在设施设计中，可编制一份等效表格来反映与被动防火(PFP)有关的决策。

表 C.4　承载结构的典型耐火完整性要求

火灾发生区域	依赖于结构完整性的区域				
	生活区/临时避难所(AB/TR)	非危险公用设施区(UA)	井口区(WH)和钻井区	工艺区,包含压气区(PA)	控制站(CS)
AB/TR	1/CF/400	1/CF/400	不适用	不适用	1/CF/400
UA	1/CF/400	1/CF/400	1/CF/400	1/CF/400	1/CF/400
WH	1/JF[a]/400	1/JF[a]/400	1/JF[a]/400	1/JF[a]/400	1/JF[a]/400
PA	1/JF[a]/400	1/JF[a]/400	1/JF[a]/400	1/JF[a]/400	1/JF[a]/400
CS	1/CF/400	1/CF/400	不适用	不适用	1/CF/400

注 1：额定值规定为:耐火等级规定了耐火时间(h)/火灾类型/临界温度(℃)。

注 2：火灾类型:HC=烃类池火灾,CF=纤维素火灾,JF=喷射火灾。

[a] 如果在此区域内可能发生火灾的评估显示“JF”不是被动防火设计的可信依据,则“PF”型火灾可能是适当的。

上述参考的温度(400 ℃)已被用作结构钢的典型数值。对铝材来讲,相应的温度为 200 ℃。对于其他材料,临界温度是在正常操作荷载条件下,屈服应力降低至最低允许强度时的温度。

表 C.4 的理解如下:

当生活区模块的支撑取决于工艺区内的结构时,此时的承载结构应按耐 1 h 喷射火灾进行防护,此处钢结构的极限温度是 400 ℃。

如果在一个区域内可能同时存在几种不同火灾类型时,通常应选择造成最不利的被动防火要求的情况,除非能够证明将其作为设计依据是不符合实际的。

表 C.4 中采用的术语并没有遵循与防火屏障等级或者分级有关的现有惯例。在使用表 C.4 时,考虑如何能应用标准耐火试验对海上应用的要求性能进行验证是十分必要的。更为详细的指南在有关标准中给出。

C.4.3　主要区域间防火屏障的典型耐火完整性要求

表 C.5 中给出的耐火等级(指导性的)可用作确定对任何保护区的隔离屏障的被动防火要求的指南。在装置的设计中,可以编制一份等效表来反映与被动防火作用有关的决策。

额定值规定为:耐受时间,针对保护/绝热时间,以“小时/火灾类型”表示,依据 ISO 22899-1,在未暴露表面达到超出环境温度 139 ℃的时间,以“分”表示。

示例 1：JF-x 表示暴露在喷射火灾 1 h,以 x min 绝热要求来保持稳定性和完整性要求。

示例 2：PF-x 表示暴露在池火灾 1 h,以 x min 绝热要求来保持稳定性和完整性要求。

示例 3：CF-x 表示暴露在纤维素火灾 1 h,以 x min 绝热要求来保持稳定性和完整性要求。

表 C.5　防火屏障的典型耐火完整性

火灾发生区域	相邻保护区				
	生活区 生活区/临时避难所 (AB)	非危险区公用 设施区 (UA)	井口区和钻井区 (WH)	工艺区,包含压气区 (PA)	控制站 (CS)
AB	1/CF-60	1/CF-60	不相邻	1/CF-60	1/CF-60
UA	1/CF-60	1/CF-0	1/CF-0	1/CF-0	1/CF-60
WH	不相邻	1/JF[a]-0	1/JF[a]-0	1/JF[a]-0	1/JF[a]-60
PA	1/JF[a,b]-120	1/JF[a]-60	1/JF[a]-0	1/JF[a]-0	1/JF[a]-60
CS	1/CF-60	1/CF-60	1/CF-60	1/CF-60	1/CF-60

[a] 如果在此区域内可能发生火灾的评估显示“JF”不是设计被动防火的可信依据,则“CF”型火灾可能是适用的。

[b] 此种结构通常需要耐受暴露在火灾中 2 h,以满足温度要求。

表 C.5 中采用的术语并没有遵循任何与防火屏障的耐火等级或者分级有关的现有惯例。在使用表 C.5 时,考虑如何应用标准耐火试验确定海上应用要求的性能是十分必要的。更为详细的指南在相关的标准中给出。

C.4.4　设备的典型耐火完整性要求

为了保证在紧急情况下能够实现其功能,许多关键设备可能需要设置被动防火,表 C.6 中给出的耐火完整性可作为确定关键设备被动防火要求时的指南使用。在设施的设计中,可编制一份等效表来反映与被动防火作用有关的决策。

表 C.6　关键设备的典型防护标准

设备	防护标准	
	表面温度/℃	保护时间/min
立管管节	<200[a]	60[b]
立管支撑	<400	60[b]
立管紧急关断阀	<200	60[b]
消防泵	<200	60
应急发电机	<200	60
不间断电源系统	40[c]	30
水下隔离阀(SSIV)/水下安全阀(SSSV)/防喷器(BOP)控制面板	40[c]	15

[a] 在不了解火灾在立管上的相对位置、紧急关断阀和立管中的介质的情况下,应假定火灾是在紧急关断阀门附近,并且立管中充满了液态油气。因此,为了保持紧急关断阀门的完整性,将 200 ℃视为各立管默认的表面温度。

[b] 或者考虑足以完成从设施撤离的最短时间。

[c] 当受到外部火灾的影响时,PFP 可用来防止装有该设备的外壳温度上升到这些水平。

C.5 典型的检查和测试频率

作为最低要求，应建立检查和测试方案并规定检查测试周期，以确保系统功能的有效性和可靠性。

表 C.7 检查和测试表

检查、测试和维护、保养表					
设 备	周期				
	1 周	1 个月	3 个月	6 个月	1 年
火灾和可燃气体探测报警系统					
控制面板					F
火灾和可燃气体全船报警		F			
探测器(火焰、高温、烟雾、可燃气体)				C/F	
防火系统					
固定式气体灭火系统[a,b]				I/F	
喷淋/自动喷水灭火系统					F
喷淋/自动喷水阀				F	
干式化学药剂固定灭火系统[a,c]				I	
灭火水龙带、喷枪和消防炮		I/F			
移动式和便携式消防设备		I			
消防泵系统[d,e,f]	F				I/F
通信系统					
公共广播系统(PA)[g]	F				
主传讯无线电					F
海事/航空甚高频系统		I/F			
固定式[h]					F
移动式	I/F				
航空信号灯	F				
救生艇无线电	I/F				
紧急关断系统					
控制面板			F		
紧急关断输入/输出回路[i]			F		
关键报警灯/跳闸，例如：高高，低低					F
紧急关断/紧急泄压阀					F
电气设备					
应急发电机		F			

表 C.7（续）

检查、测试和维护、保养表					
设　备	周期				
	1 周	1 个月	3 个月	6 个月	1 年
不间断电源(UPS)电池充电器			I/F		
应急照明		F			
C＝标定;F＝功能测试;I＝非拆解检查					

[a] 气体灭火系统包括水雾系统。
[b] 检查包括容器质量/压力的检查。
[c] 干式化学药剂储存容器要进行污染检查(每年一次)。
[d] 基于每周 1 次的功能检测进行的大修。
[e] 泵的性能测试(每年一次)。
[f] 至少在 2 处进行排放试验(每年一次)。
[g] 工艺区中心设备要进行每日检查。
[h] 固定式甚高频设备要求每日进行功能检查。
[i] 依据功能测试结果而定的检修/重新标定。

表 C.7 给出了本标准中探讨的某些设备和系统的典型检验和试验频率的概述。按照其他标准设计的系统可能会要求进行证明其性能的其他检测和测试。此外,通过了解存在问题设备的单个项目的可靠性或可用性以及其重要性,能够得出设定检测和测试间隔的实际值。

C.6　人机界面的典型要求(HMI)

在控制室人机界面信息交互方式,应便于作业人员完成以下工作:

——监视设施状态;

——启动执行行动。

控制室内部环境应具备足够的空间、充足的照明、避免过大的噪声和过高的温度。

人机界面应是下列安全系统/功能不可缺少的组成部分:

——工艺安全;

——紧急关断;

——排污、火炬和放空系统;

——可燃气体检测;

——火灾探测;

——通风系统;

——工艺区、报警和应急通信;

——应急电源及照明;

——消防系统;

——船舶系统和位置保持。

在开发人机界面时,应兼顾在中控室的主要操作界面和在指定地点的辅助界面,以允许手动启动关键安全功能(例如:提供简化的显示/控制)。

人机界面设施通常在中控室提供系统以下信息:

——火灾和可燃气体概述(安装级别);

——紧急关断概述;

——过程保护系统概述;

——火灾和可燃气体探测报警系统的详细说明(输入/输出说明、位置等);

——完整的作业许可证概述,以显示人员所在位置。

如果采用视频显示器(VDU)进行安全系统的信息提示,显示器的数量应基于对应承担任务所的评估。多个安全系统概述应按功能分组,应注意通过以用户为中心的设计和使用基于任务型图形,减少视频显示器的数量。

人机界面设施通常包含关键安全系统状态,例如:旁通、超控、环路失效。如果无法按要求执行安全功能,则应在中控室触发报警。

人机界面设施所提供的典型控制功能包括:

——启动紧急关断(ESD);

——复位紧急关断到待用状态;

——启动火灾和可燃气体探测系统;

——复位火灾和可燃气体探测系统;

——火灾和可燃气体探测和紧急关断常规复位(即每个火灾探测区域的火灾和可燃气体探测系统复位);

——手动关断暖通空调系统,关闭需要防止气体进入的气闸;

——手动关断潜在的引燃源,如旋转设备;

——启动消防水,如果有条件可使用泡沫泵;

——启动远程操作消防水系统;

——释放灭火剂/系统;

——由中央控制室操作浮动装置进行装卸和压载作业;

——系泊控制站手动控制操作推进器;

——每个推进器的固有紧急停机。

控制室设计的详细信息,可参考 ISO 11064 和参考文献[35]。

附　录　NA
（资料性附录）
本标准与 GB/T 20660—2006 相比的主要技术变化

表 NA.1 给出了本标准与 GB/T 20660—2006 相比的主要技术变化。

表 NA.1　本标准与 GB/T 20660—2006 相比的主要技术变化

本标准章条编号	技术变化
2	增加了规范性引用文件
3	增加了术语和定义“气相爆炸”“危险”“人为因素” 删除了 GB/T 20660—2006 术语和定义中“应急站、撤离、逃生和救援策略、化学爆炸、易燃气团、泄漏等级、危险有害因素、危险有害因素评价、救生衣、削减、防范(危险)、(危险事件中的)主要撤离方法、救援、辅助(撤离)方法、泄漏源、防寒救生服、第三种方法(逃离到海上)、全封闭耐火动力救生筏”等； “区域分级”改为“区域划分”、“应急响应队”改为“应急响应小组”、“主要安全系统”改为“关键安全系统”、“逐步升级”改为“升级”
5	修改了火灾和爆炸评价及风险管理，内容细化分成 8 条
6.1	删除了“——易于实施有效的应急响应”
7	“紧急关断系统和放空”改为“紧急关断和泄压”
9	“飞溅控制”改为“溢出控制”
11.2	增加了在设置机械通风装置的非危险区设置探测器的要求
12	删除了 GB/T 20660—2006 的 10.2 中，主动防火系统和设备的部件类型应经过检验部门批准的要求
13	“被动防火”中的“目标”和“功能”中的内容进行了调整
14	条名“爆炸削减和防护系统”改为“爆炸削减和防护措施”，增加了临时避难所应进行合理容量设计的要求； 删除了 GB/T 20660—2006 的“14 撤离、逃生和救援”
15	增加了“火灾和爆炸的响应”这一节的内容
附录 A	删除了 GB/T 20660—2006 的 A.1 中向 SCI、SINTEF、TNO 等机构寻求咨询的内容
A.2	增加了甲醇类液体、泄漏或海底释放、带压液体等多种类型火灾的发展趋势和控制措施
A.3	修改了爆炸事件的描述
A.4.6	静电火花来源增加了“人体静电累积”和“与玻璃钢使用有关的静电累积”
B.2	“紧急关断和放空系统”改为“紧急关断和泄压系统”； 增加了放空火炬的设计要求； 增加了冷放空口设计时需要考虑的因素

表 NA.1（续）

本标准章条编号	技术变化
B.3	增加了重大天然气泄漏时，引燃控制需要考虑的因素； 增加了确定危险分区的标准，例如 IEC 60079-10、IEC 61892-7、API RP505 等； 增加了重大天然气泄漏时，需要考虑的情况； 增加了依据 IEC 61892-7，要求在发生气体紧急情况下操作的自然通风区域内的电气设备应适合在 1 区内使用的要求； 修改了位于危险区内的柴油发动机的设计和安装应根据公认的标准，“EEMUA170”改为“EN1834”； 增加了涡轮驱动的工艺设备、燃气轮机所依据的标准 ISO 21789； 增加了解决静电火花的标准，包括 API RP 2003 和 EN 13463
B.4	增加了危险区和非危险区排水明沟排水增加标记的要求
B.6	增加了确定气体探测器位置应考虑的原则
B.7	“典型的音响和灯光报警信号”改为“典型声光报警”
B.8.2	删除了 GB/T 20660—2006 中消防泵系统应能提供水基主动防火系统的要求； 增加了消防泵只能就地停机。“对于半浸没式张力腿设施，由于可能存在稳定性问题，应特别考虑远程停机。”的要求
B.8.4	增加了设备选择时应考虑水喷淋发生水侵的要求； 增加了浮式装置应考虑压舱稳定性的要求
B.8.9	“软管”改为“灭火水龙带”
B.8.10	“干式化学药剂固定消防系统”改为“固定式干粉灭火系统”
B.9.2	“耐火性试验准则”改为“耐火试验标准”； 修改了耐火性试验的标准
B.11	修改了图 B.1“布置对爆炸严重性的影响”为“布局对于爆炸严重性的影响”； 删除了图 B.1“降低阻塞率增加横向间隔”的图形内容
—	删除了 GB/T 20660—2006 中 B.12“撤离、逃生和救援”
B.13.8	GB/T 20660—2006 中 B.14.8“气体系统（包括水雾系统）”改为“气体灭火系统（包括水雾系统）”
C.1	增加了安全系统可能需要应急电源的内容
表 C.1	修改了火灾和可燃探测报警系统的建议时间，“180 min”改为“90 min”
表 C.3	增加了部分备注内容； 修改了表“典型区域内主动防火（AFP）系统的选用”的部分内容
表 C.7	删除了对检修频次的要求
C.6	增加了“人机界面的典型要求（HMI）”的内容

参 考 文 献

[1] ISO 3941 Classification of fires

[2] ISO 10418 Petroleum and natural gas industries—Offshore production installations—Analysis, design, installation and testing of basic surface process safety systems

[3] ISO 11064 Ergonomic design of control centres

[4] ISO 13819-1 Petroleum and natural gas industries—Offshore structures—Part 1: General requirements

[5] ISO 13819-2 Petroleum and natural gas industries—Offshore structures—Part2: Fixed steel structures

[6] ISO 14001 Environmental management systems—Specification with guidance for use

[7] ISO 14004 Environmental management systems—General guidelines on principles, systems and supporting techniques

[8] ISO 15544 Petroleum and natural gas industries—Offshore production installations—Requirements and guidelines for emergency response

[9] ISO 17776 Petroleum and natural gas industries—Offshore production installations—Guidelines on tools and techniques for hazard identification and risk assessment

[10] ISO 21789 Gas turbine applications—Safety

[11] ISO 22899-1 Determination of the resistance to jet fires of passive fire protection materials—Part 1: General requirements

[12] ISO 23251 Petroleum, petrochemical and natural gas industries—Pressure relieve and depressuring systems

[13] ISO 31000 Risk management—Principles and guidelines

[14] ISO/IEC 31010 Risk management—Risk assessment techniques

[15] ISO/IEC Guide 51:2014 Safety aspects—Guidelines for their inclusion in standards

[16] IEC 60079-10 Classification of hazardous areas

[17] IEC 60092-502 Electrical installations in ships—Part 502: Tankers—Special features

[18] IEC/TR 61508-0 Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety—Related systems—Part 0: Functional safety and IEC 61508

[19] IEC 61511-1 Functional safety—Safety instrumented systems for the process industry sector—Part 1: Framework, definitions, system, hardware and software requirements

[20] IEC 61892-2 Mobile and fixed offshore units—Electrical installations—Part 2: System design

[21] IEC 61892-7 Mobile and fixed offshore units—Electrical installations—Part 7: Hazardous areas

[22] API RP 2FB Recommended Practice for the Design of Offshore Facilities Against Fire and Black Loading

[23] API RP 14J Recommended Practice for Design and Hazard Analysis for Offshore Production Facilities

[24] API RP 14G Recommended Practice for Fire Prevention and Control on Open Type offshore Production Platforms

[25] API RP 75 Recommended Practice for Development of a Safety and Environmental Man-

agement Program for Offshore Operation and Facilities

[26] API RP 500 Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class I, Division 1 and Division 2

[27] API RP 505 Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class I,Zone 0,Zone 1,and Zone 2

[28] API RP 2003 Protection Against Ignitions Arising out of Static, Lightning, and Stray Currents

[29] API 2030 Application of Fixed Water Spray Systems for Fire Protection in the Petroleum and Petrochemical industries

[30] ASTM E119 Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials

[31] EN 1834 Reciprocating internal combustion engines—Safety requirements for design and construction of engines for use in potentially explosive atmospheres

[32] EN 13463 Non-electrical equipment for use in potentially explosive atmospheres

[33] NFPA 15 Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection

[34] Christian Michelsen Research,Gas Explosion Handbook

[35] Engineering Equipment and Materials Users Association(EEMU) publication 201:2010, Process plant control desks utilising human-computer interfaces, a guide to design, management and procurement

[36] E&P Forum report No. 6.36/210, Guidelines for the development and application of health, safety and environmental management system

[37] Oil and Gas UK/HSE HS025-Fire & Explosion Guidance (2007)

[38] ICAO. ICAO Convention, Volume 3, Part II of Annex 10, and Part III, section II of Annex 6,Aeromobile VHF radiotelephone stations

[39] IMO resolution A.1021(26), Code on Alarms and Indicators

[40] Energy Institute, Model Code of Safe Practice, Part 15: Area Classification Code for Installations Handling Flammable Fluids

[41] National Fire Protection Association (NFPA) Standards

[42] Offshore Service Specification DNV-OSS-102, October 2010

[43] Oil&Gas UK, Guidelines for fire and explosion hazard management, Issue 1,May 2007

[44] Oil&Gas UK,Guidelines for Safety-Related telecommunications systems on Normally-manned fixed offshore installations

[45] CONSOLIDATED EDITION S.O.L.A.S.2009, IMO International Convention for the Safety of Life at Sea(SOLAS), 1974, as amended,Chapter IV-Radiocommunications

[46] Steel Construction Institute, Interim guidance notes for the design and protection of topsides structures against explosion and fire

[47] SINTEF, Modelling of Hydrocarbon Fires Offshore, Final Report

[48] TNO, Methods for the Calculation of the Physical effects of the Escape of dangerous materials

[49] UL 1709 Rapid Rise Fire Tests of Protection Materials for Structural Steel

GB/T 20660—2020/ISO 13702:2015

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
石油天然气工业
海上生产设施的火灾、爆炸控制、削减措施
要求和指南
GB/T 20660—2020/ISO 13702:2015
*
中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)
网址:www.spc.org.cn
服务热线:400-168-0010
2020年11月第一版
*
书号:155066·1-66542

版权专有 侵权必究

GB/T 20660-2020