

团 体 标 准

T/CANSI 40—2021

海洋工程潜在爆炸性气体环境 电气设备安装要求

Installation requirement of electrical equipment in explosive
gas atmospheres for offshore engineering

2021 - 11 - 08 发布

2021 - 11 - 08 实施

中国船舶工业行业协会 发布

中国船舶工业行业协会

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国船舶工业行业协会标准化分会归口。

本文件起草单位：上海外高桥造船海洋工程有限公司、上海外高桥造船有限公司、招商局重工（江苏）有限公司、中国船舶工业综合技术经济研究院。

本文件主要起草人：蔡文、金晓亮、吴双、黄咏文、吴欣、王卉隼、张兴权、孙祥。

中国船舶工业行业协会

中国船舶工业行业协会

海洋工程潜在爆炸性气体环境电气设备安装要求

1 范围

本文件规定了海洋工程潜在爆炸性气体环境中电气设备的选型与分类、安装过程中的要求及检验相关等。

本文件适用于海洋工程潜在爆炸性气体环境电气设备的安装及检验。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

IEC 60079-0 :2017 爆炸性气体环境中的电气设备 (Explosive Atmospheres-Part 0:Equipment-General Requirements)

IEC 60079-14: 2013 爆炸性环境中的电气设备设计、选型及安装 (Explosive Atmospheres-Part 14::Electrical installations design, selection and erection)

IEC 60079-17 爆炸性环境中的电气设备检验与维护 (Explosive Atmospheres-Part 14::Electrical installations design selection and erection)

IEC 61892-7 移动式 and 固定式近海设施中电气装置 爆炸性环境 (Mobile and fixed offshore units - Electrical installations - Part 7: Hazardous areas)

ATEX 2014/34/EU指令 欧盟爆炸性气体环境中的电气设备和防护系统 (Equipment and protective systems intended for use in potentially explosive atmospheres Directive)

3 术语和定义

IEC 60079-14:2013的界定以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

危险区域 hazardous areas

指海洋工程中潜在爆炸性气体可能存在的区域，按IEC 60079-14: 2013中3.2.7~3.2.9中规定分为三类，其定义和对应海洋工程典型区域见表1。

表1 危险区域分类及定义

区域分类	区域定义	海洋工程典型区域
0 区	连续不断或是长期存在可燃混合气体的环境	直升机加油柜、泥浆舱、海上浮式生产储卸装置的货油舱等
1 区	正常操作时可能产生可燃混合气体的环境	蓄电池间、油漆间、泥浆处理间、海上浮式生产储卸装置的压载舱及靠近舰部的开放甲板等
2 区	爆炸性气体在正常操作情况下不会出现,即便故障出现也是短时间存在的环境	钻井平台的钻台、泥浆池间、海上浮式储油装置的靠近舰部开放区域
安全区域	爆炸性气体在正常操作和故障出现时均不会存在的环境	居住处所

3.2

可燃气体 combustible gas

可燃气体是指能够引燃且在常温常压下呈气体状态的物质。

3.3

爆炸性气体环境 Potentially explosive atmosphere

大气条件下,气体、蒸汽、或雾状的可燃物质与空气构成混合物,在该混合物中点燃后,燃烧将传遍整个未燃混合物的环境。

3.4

防爆电气设备 electrical explosion-proof equipment

适合在潜在爆炸性气体环境中安装的电气设备。

4 选型与分类

4.1 设备选型

4.1.1 一般要求

防爆电气设备应符合IEC 60079-14: 2013及ATEX 2014/34/EU中的相关要求, 并应依据设备所在区域、气体类别及气体引燃最低温度进行选型。

4.1.2 防爆型式

海洋工程防爆电气设备按所在区域选型原则见表2。

表2 海洋工程危险区域防爆电气设备的防爆型式

危险区域	防爆电气设备组别	设备等级分类 (IECEX)	设备等级分类 (ATEX)	设备的主要防爆型式
0区	II	Ga	1G	“ia”本质安全型； “ma”浇封型‘a’。
1区		Ga、Gb	1G、2G	“ia”本质安全型； “ma”浇封型‘a’； “d”隔爆型； “e”增安型； “mb”浇封型‘b’； “ib”本质安全型。
2区		Ga、Gb、Gc	1G、2G、3G	“ia”本质安全型； “ma”浇封型‘a’； “d”隔爆型； “e”增安型； “mb”浇封型‘b’； “ib”本质安全型； “ic”本质安全型； “n”无火花型。

4.1.3 气体类别

海洋工程危险区域中可燃气体分类应符合IEC 60079-0: 2017中4.3的要求, 根据其燃烧特性为3类, 即IIA, IIB, IIC, 其中IIA危险系数最低, IIC危险系数最高, 其防爆电气设备的气体类别选型见表3。

表3 海洋工程危险区域气体分类

可燃气体类别	可燃气体(典型)	可选的防爆电气设备气体类别	海洋工程中典型区域
IIA	丙烷	II A、II B、II C	海上浮式生产储卸装置的货油舱
IIB	乙烯	II B、II C	油漆间
IIC	氢气、乙炔	II C	铅酸蓄电池间

4.1.4 温度组别

海洋工程危险区域的设备表面温度等级应符合IEC 60079-0: 2017中5.3.3.2的要求, 分为T1~T6共6个温度组别, 其划分原则及相对应的防爆电气设备组别见表4。

表4 危险气体温度及对应设备温度组别

危险区域气体温度组别	设备最高表面温度 ℃	可选的防爆电气设备组别	典型可燃气体
T1	450	T1~T6	氢气
T2	300	T2~T6	乙烯
T3	200	T3~T6	硫化氢
T4	135	T4~T6	乙醚(易挥发的液体)
T5	100	T5~T6	二硫化碳
T6	85	T6	硝酸乙酯

4.1.5 防爆电气设备认证要求

所有安装在危险区域的电气设备，应经过国际通用认可的检验机构进行试验认证（铅酸蓄电池除外），并持有适合所安装区域要求的防爆认证证书。

4.2 电缆选型

- 4.2.1 电缆选型应符合 IEC 60079-14: 2013 中 9.1~9.3 的要求。
- 4.2.2 电缆应具有外护套并且电缆内部构造应坚实、防挤压，并使用防潮的材料填充。
- 4.2.3 电缆应为铠装或者具有编织的屏蔽层，敷设在金属管道中的除外。
- 4.2.4 电缆连续工作时的最高表面温度不应超过所在区域中的危险气体最低引燃温度。

4.3 填料函选型

- 4.3.1 填料函选型可参照 IEC 60079-14: 2013 中 10.2 的要求。
- 4.3.2 填料函一般选用铜质或不锈钢材质的金属填料函，并在本体上应包含相应的防爆标识，例如制造商标识、发证机构或代码、证书编号及防爆信息等，其选型依据见表 5。

表5 海洋工程危险区域常用填料函选型

电气设备防爆等级	选用填料函、堵头、变径的防爆等级		
	Ex d	Ex e	Ex n
Ex d	√		
Ex e	√	√	
Ex i 和 Ex n	√	√	√
Ex m	浇封型设备一般不使用填料函、堵头及变径		
Ex q	充沙型设备一般不使用填料函、堵头及变径		

5 安装前准备

5.1 安装人员资质要求

负责防爆电气设备安装的施工人员应经过专业的防爆电气设备安装培训。

5.2 物资准备

5.2.1 安装在海洋工程危险区域的电气设备及附件（填料函、堵头、变径等）应为经过开箱检验并合格的产品。

5.2.2 施工人员应按照托盘表或其它指导性图纸进行领用。

5.3 其它准备

5.3.1 施工人员在进行施工前，应详细了解设备的信息，识别设备安装是否具有特殊的说明。

5.3.2 相应舾装件应准备妥当（舾装件包括电缆支撑件、电缆贯通件、设备支撑件等）。

5.3.3 接入防爆电气设备的电缆在敷设前应确认电缆托架的等电位接地安装已完成并测试合格，电缆托架及支撑件已完成涂装作业。

5.3.4 安装场所应无灰尘和污垢堆积，并保持良好的通风和照明。

6 过程控制

6.1 一般要求

6.1.1 危险区域防爆电气设备的安装应满足 IEC 60079-14: 2013 及 IEC 61892-7 的要求。

6.1.2 施工人员不应防爆电气设备进行未经授权的任何改造。

6.1.3 施工人员应对防爆电气设备采取保护措施，以免对设备造成机械损伤。

6.1.4 防爆电气设备中涂有耐弧漆的部分，如拆装时有损伤，应予以涂覆。

6.1.5 防爆电气设备中所有螺栓、接线端子及备用端子应紧固，有扭矩要求的接线螺栓应按制造商推荐的要求进行紧固。

6.1.6 剥离电缆时应使用专用的电缆剥皮器。

6.1.7 防爆电气设备中所有备用芯线应做接地处理或连接至备用端子，不应使用绝缘胶带缠绕。

6.1.8 危险区域中应尽可能避免电缆接头，如不可避免，接头应安装在防爆接线盒内。

6.2 电缆敷设

6.2.1 电缆安装可参照 IEC 60079-14-2013 中 9.3 的要求。

6.2.2 本质安全回路电缆一般宜采用蓝色外护套标识。

6.2.3 本质安全回路电缆应单独敷设，如无法与仪表电缆分开敷设时，则应至少保持 50 mm 的距离。

6.3 填料函安装

6.3.1 填料函橡胶密封圈内径应与接入电缆外径相匹配。

6.3.2 填料函安装时应按照接地片、密封垫圈、齿形垫圈、锁紧螺母由外到内的顺序，各部分应适当拧紧，在保证填料函防护等级的同时保证电缆无不可逆形变。

6.3.3 非金属材质防爆电气设备上安装填料函时，无需安装齿形垫圈。

6.3.4 填料函中的铠装环应与电缆铠装有效紧固，使其单手无法移开铠装环。

6.3.5 隔爆型电气设备填料函安装时，如需使用变径，只可使用 1 个变径。

6.3.6 隔爆型电气设备填料函和防爆堵头安装时，应保证与设备至少 8 mm 或 5 牙的有效啮合长度。

6.3.7 防爆电气设备冗余电缆进口应安装防爆堵头，隔爆型电气设备上变径和堵头不应连接使用。

6.3.8 安装填料函时应使用皮带扳手、卡口扳手、活动扳手等接口处为平面的工具，不应使用水管钳、大力钳等非专用工具，避免填料函表面损坏。

6.4 设备安装

- 6.4.1 隔爆型电气设备火焰通路的结合面应涂覆油脂，禁止涂覆油漆或胶水。
- 6.4.2 隔爆型电气设备火焰通路不应离障碍物太近，最小间隙距离应根据危险区域气体组别进行分类，见表6。

表6 隔爆型设备火焰通路障碍距离

单位为毫米

气体组别	火焰通路最小障碍距离
IIA	10
IIB	30
IIC	40

- 6.4.3 隔爆型电气设备的火焰通路应保持干净且无损伤。
- 6.4.4 增安型电气设备内部芯线绑扎不应超过6根，以避免热量堆积。
- 6.4.5 增安型电气设备中接线端子应锁紧，避免松脱产生火花，芯线导体不应存在裸露情况。
- 6.4.6 有本质安全回路的防爆电气设备应使用明显的标签进行标识。
- 6.4.7 当防爆电气设备内部同时存在本质安全和非本质安全回路时，两种回路的芯线应保持不小于50 mm的分隔距离。
- 6.4.8 本质安全系统中的隔离栅应安装在安全区域。

6.5 接地

- 6.5.1 所有接地点应干净并无锈蚀，完工后应涂上防锈油脂。
- 6.5.2 防爆电气设备应采用专用接地导体或利用设备安装底脚进行接地，接地点应有效接触。不同性质的电气接地（如本质安全回路保护接地、仪表接地及设备保护接地等）点应独立且按要求分开。
- 6.5.3 防爆电气设备接地线宜采用多股软绞线，其接地线最小截面积一般不宜小于4 mm²。
- 6.5.4 电缆的铠装层两端应进行有效接地。
- 6.5.5 本质安全回路中电缆屏蔽层应在安全区域接地，危险区域中的屏蔽层一般宜作绝缘处理。
- 6.5.6 本质安全回路中所有设备应按照 IEC 60079-14: 2013 中 16.2.3 的要求进行接地。

7 检验

危险区域防爆电气设备的防爆检验需按照 IEC 60079-17: 2013 中 4.3 的要求执行，危险区域防爆电气设备检验表见附录A。

附 录 A

(资料性)

危险区域防爆电气设备检查表

A.1 危险区域防爆电气设备检查表

危险区域防爆电气设备检查表见表A.1。

表 A.1 危险区域防爆电气设备检查表

危险区域防爆电气设备检查表					
项目名称:		船东:			
设备描述:					
设备位置:		系统号:		子系统号:	
设备编号:		IP 等级:		温度等级:	
制造商:			型号:		
认证机构:			证书编号:		
防爆等级		组别/等级		危险区域:	
气体等级:		环境温度:			
检查项目	检验结果				
	是	否	不涉 及	备注	
1. 一般检查					
1.01	根据防爆证书上的“适用条件”进行设备安装				
1.02	设备回路标识保持与图纸的一致性				
1.03	外壳、玻璃、玻璃部件及密封垫片完好无损				
1.04	设备表面无损坏或未经授权的修改				
1.05	灯的额定值, 类型和位置是正确的				
1.06	填料函经过防爆认证并正确安装				
1.07	电缆的类型是适用的				
1.08	线槽, 电缆管道以及电导管正确安装				
1.09	冗余的电缆芯线正确安装				
1.10	接地连续性正确可靠				
1.11	绝缘电阻正确可靠				
1.12	没有过多的灰尘和污垢堆积				
1.13	所有移动部件完好, 没有机械损伤				
1.14	电气保护装置正确设置并在允许范围内运行				
2. 隔爆型电气设备专项检查					

表 A.1 (续)

2.01	所有 Ex d 电导管都装有防水密封圈，并且密封良好				
2.02	堵泥填料函正确安装（如适用）				
2.03	填料函、堵头、变径等是 Ex d 或 Ex de 的防爆等级				
2.04	火焰通道干净且完好无损				
2.05	法兰间隙尺寸在公差范围内				
3. 增安型电气设备专项检查					
3.01	所有设备都经过防爆认证（包括设备内的组件）				
3.02	爬电距离和电气间隙符合要求				
3.03	设备内部芯线绑扎不应超过 6 根，以避免热量堆积				
3.04	设备内部芯线与端子排紧固连接，无芯线导体裸露				
4. 本安回路系统性检查					
4.01	回路中设备具有“IS”标识				
4.02	电缆屏蔽一端接地（通常是安全区域）				
4.03	回路中设备按要求接地				
4.04	验证并规定整个回路的电缆长度（并小于最大允许长度）				
4.05	本安和非本安电缆分开敷设				
意见：					