

ICS 13.100
E 09
备案号：58735—2017

SY

中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 6610—2017

代替 SY/T 6610—2014

硫化氢环境井下作业场所作业安全规范

Specification for workplace safety of hydrogen sulfide environment

2017—03—28 发布

2017—08—01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 一般规定	1
3.1 资质要求	1
3.2 人员要求	1
3.3 管理要求	2
4 设计	2
4.1 一般要求	2
4.2 地质设计	2
4.3 工程设计	2
4.4 施工设计	3
5 井场布置	4
5.1 陆上作业	4
5.2 海上作业	4
5.3 管道	4
5.4 警示标志	4
6 设施设备配置	4
6.1 设施设备选择	4
6.2 固定式硫化氢检测系统	5
6.3 放空设施	5
6.4 海上作业	6
7 施工	6
7.1 起下钻作业	6
7.2 射孔作业	6
7.3 钻塞作业	7
7.4 洗井、压井作业	7
7.5 放喷与测试作业	7
7.6 测井作业	8
7.7 诱喷作业	8
7.8 连续油管作业	8
7.9 焊接作业	8
7.10 交叉作业	8

8 检查、维护与检验	8
8.1 检查	8
8.2 维护	9
8.3 检验	9
9 油气井废弃	9
9.1 陆上作业	9
9.2 海上作业	10
10 现场应急处置	11
10.1 现场处置方案的编制	11
10.2 应急行动	11
10.3 应急演练	11
10.4 应急撤离	11
10.5 点火处理	11
附录 A (规范性附录) 硫化氢分压公式	12
参考文献	13

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准代替 SY/T 6610—2014《含硫化氢油气井井下作业推荐作法》，与 SY/T 6610—2014 相比，有以下变化：

- 删除了“术语和定义”“人员培训”（见 2014 年版的第 3 章和 4.1）；
- 删除了“个人防护设备”（见 2014 年版的 6.1, 6.3, 6.5, 6.7, 6.8）；
- 增加了队伍选用、主要设计人员、设计审批人员的规定（见 3.1）；
- 修改了人员培训的要求，明确了进行硫化氢培训取证的人员、培训内容和要求（见 3.2）；
- 增加了硫化氢防护管理制度和现场资料要求（见 3.3）；
- 增加了地质设计要求（见 4.2）；
- 增加了工程设计要求（见 4.3）；
- 增加了施工设计要求（见 4.4）；
- 增加了陆上作业、海上作业井场布置及设备设施与管道安全距离要求（见 5.1, 5.2, 5.3）；
- 修改了“材料和设备”，进一步规定了硫化氢环境的设施设备选择要求（见 6.1, 2014 年版的 6.2）；
- 修改了固定式硫化氢检测系统，增加了陆上作业、海上作业安装位置要求，报警值设定要求，规定了与测量目标距离（见 6.2, 2014 年版的 4.2）；
- 增加了放空设施的安装、点火装、放空条件要求（见 6.3）；
- 增加了海上作业设施设备要求（见 6.4）；
- 修改了“修井作业”、“作业和操作”、“特殊作业”、“海上作业”，完善了涉及硫化氢环境的井下作业施工内容，并做出规定（见第 7 章，2014 年版的第 9 章和第 10 章）；
- 增加了检查、维护与检验的要求（见第 8 章）；
- 增加了陆上作业、海上作业临时弃井及永久弃井要求（见第 9 章）；
- 修改了“应急预案（包括应急程序）指南”，修改为现场处置方案编制、应急信号、应急演练、应急撤离、应急行动要求、点火处理（见第 10 章，2014 年版的第 7 章）。
- 删除了附录（见 2014 年版的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D、附录 E、附录 F、附录 G）；
- 增加了“硫化氢分压公式”（见附录 A）。

本标准由石油工业安全专业标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：中石化胜利石油工程有限公司井下作业公司、中石化中原石油工程有限公司井下特种作业公司、中石化西南工程有限公司井下作业分公司。

本标准主要起草人：张建刚、张明东、刘明辉、黄珊、李勇、王海波、何灿、魏守运、杨洪建、逢明胜、王涛、胡付军、任洪军。

本标准代替了 SY/T 6610—2014。

SY/T 6610—2014 的历次版本发布情况为：

- SY/T 6610—2005。

硫化氢环境井下作业场所作业安全规范

1 范围

本标准规定了硫化氢环境井下作业场所的一般规定，设计，井场布置，设施设备配置，施工，检查、维护与检验，油气井废弃及现场应急处置等作业安全要求。

本标准适用于在中华人民共和国领域内，硫化氢环境中从事石油天然气作业活动的井下作业场所。

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。

GB/T 20972.2 石油天然气工业 油气开采中用于含硫化氢环境的材料 第2部分：抗开裂碳钢、低合金钢和铸铁

GB/T 20972.3 石油天然气工业 油气开采中用于含硫化氢环境的材料 第3部分：抗开裂耐蚀合金和其他合金

GB/T 22513 石油天然气工业 钻井和采油设备 井口装置和采油树

GB/T 29639 生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则

AQ 2018 含硫化氢天然气井公众危害防护距离

SY/T 5053.2 钻井井口控制设备及分流设备控制系统规范

SY/T 5323 石油天然气工业 钻井和采油设备 节流和压井设备

SY/T 6277 硫化氢环境人身防护规范

SY/T 7010 井下作业用防喷器

SY/T 7356 硫化氢防护安全培训规范

特种设备安全监察条例 中华人民共和国国务院令 第549号

3 一般规定

3.1 资质要求

3.1.1 拥有石油天然气井的生产经营单位应建立作业队伍的选用制度。

3.1.2 承担硫化氢环境中油气井施工的作业队伍应具有相应的施工能力或经验。

3.1.3 主要设计人员应具有三年以上现场工作经验和相应高级专业技术职称。

3.1.4 设计审核人应具有相应专业高级或教授级技术职称。

3.2 人员要求

硫化氢环境中人员应按照 SY/T 7356 的规定，接受培训，经考核合格后持证上岗。

SY/T 6610—2017

3.3 管理要求

3.3.1 作业队伍应建立并实施安全管理体系，依法取得安全生产标准化达标等级和安全生产许可证。

3.3.2 作业队伍应制定硫化氢防护管理制度，内容应至少包括：

- a) 人员培训或教育管理。
- b) 人身防护用品管理。
- c) 硫化氢浓度检测规定。
- d) 作业过程中硫化氢防护措施。
- e) 交叉作业安全规定。
- f) 应急管理规定。

3.3.3 现场应至少建立以下资料：

- a) 人员持证或教育登记档案。
- b) 人身防护用品统计表。
- c) 人身防护用品检查表。
- d) 硫化氢浓度检测记录。
- e) 硫化氢防护措施落实检查记录。
- f) 交叉作业实施方案。
- g) 现场处置方案演练记录。

4 设计

4.1 一般要求

4.1.1 设计应由有设计资质（能力）的单位承担，并按程序审批；如需变更，按变更程序实施。

4.1.2 设计内容中应包括硫化氢复杂情况工艺的处理措施。

4.2 地质设计

地质设计应至少包括以下内容：

- a) 施工井的地质、钻井及完井基本数据，包括井身结构、钻开油气层的钻井液性能、漏失、井涌、硫化氢浓度等钻井显示、取心以及完井液性能、固井质量、水泥返高、套管头、套管规格、井身质量、测井、录井、中途测试等资料。
- b) 区域探井硫化氢预测含量。
- c) 区域地质资料、邻井的试油（气）作业资料，及本井已取得的温度、压力，产量及流体特性等资料，并应明确硫化氢的含量、分压和地层压力、地层压力系数或预测地层压力系数。分压的计算见附录 A。
- d) 井下作业场所地下管线及电缆分布等情况。
- e) 绘制井场周围 500m 以内的居民住宅、学校、厂矿等分布资料图；对地层气体介质硫化氢含量大于或等于 $30\text{g}/\text{m}^3$ (20000ppm) 的油气井应提供 1000m 以内的资料。
- f) 应根据地质资料进行风险评估并编制安全提示。

4.3 工程设计

4.3.1 应根据地质设计编制工程设计，并按程序进行审批。

4.3.2 根据地质设计提供的地层压力，预测井口最高关井压力。

4.3.3 设施设备选择和配备应符合以下规定：

- a) 设施设备选材应符合 6.1 的要求。
- b) 施工所需要的井控装置压力等级和组合形式示意图，应提出采油（气）井口装置以及地面流程的配置及试压要求等。
- c) 采油（气）树、井控装置（除自封防喷器外）、变径法兰、高压防喷管的压力等级应与油气层最高地层压力相匹配，按压力等级试压合格。
- d) 储层改造作业，选择井控装置压力等级和制定压井方案时，应充分考虑大量作业液体进入地层而导致地层压力异常升高的因素。
- e) 地层气体介质硫化氢含量大于或等于 $30\text{g}/\text{m}^3$ (20000ppm) 的油气井应采用配有液压（或气动）控制的采油（气）树及地面控制管汇。
- f) 对含硫化氢气井井口装置应进行等压气密检验。

4.3.4 修井液应符合以下要求：

- a) 修井液安全附加密度在规定的范围内（油井为 $0.05\text{g}/\text{cm}^3 \sim 0.10\text{g}/\text{cm}^3$ ，气井为 $0.07\text{g}/\text{cm}^3 \sim 0.15\text{g}/\text{cm}^3$ ）；或附加井底压力在规定的范围内（油井为 $1.5\text{MPa} \sim 3.5\text{MPa}$ ，气井为 $3\text{MPa} \sim 5\text{MPa}$ ），在保证不压漏的情况下，地层气体介质硫化氢含量大于或等于 $30\text{g}/\text{m}^3$ (20000ppm) 的油气井取上限；井深小于或等于 4000m 的井应附加压力；井深大于 4000m 的井应附加密度。
- b) 应具有的类型、性能、参数。
- c) 应满足不低于井筒容积的 2 倍要求。
- d) pH 值应大于或等于 9.5。

4.3.5 压井液应符合以下要求：

- a) 应具有的类型、性能、密度、数量。
- b) 备用压井液和加重材料应共同满足不低于井筒容积的 1.2 倍要求。
- c) pH 值应大于或等于 9.5。
- d) 按现场压井液量的 2% ~ 10% 储备除硫剂，含硫化氢探井应取上限值。

4.3.6 应针对含硫化氢井的射孔掏空深度提出要求。

4.3.7 含硫化氢井应使用油管输送射孔。

4.3.8 应有针对含硫化氢井相应的求产方式、措施。

4.3.9 应制定针对硫化氢层位的封层设计。

4.3.10 应制定针对可能存在异常情况的处置方法。

4.4 施工设计

4.4.1 应根据工程设计编制施工设计，并根据地质设计中的安全提示及工程设计中采用的工艺技术制定相应的安全措施。

4.4.2 按照工程设计，结合现场实际，分施工工序制定防硫化氢防护措施。

4.4.3 在预测含有、已知含有硫化氢的施工井，应具有以下内容：

- a) 绘制地面流程管线、主要设备设施的安装位置示意图。
- b) 现场使用的采油（气）树、防喷器、节流管汇、压井管汇、作业油管钻杆、入井工具、内防喷工具的防硫材料级别和压力级别。
- c) 试油（气）放喷排液过程中，硫化氢检测范围和应急疏散范围、特殊情况处理。
- d) 现场修井液、压井液、加重材料、除硫剂的有效储备数量、规格、性能。

SY/T 6610—2017

5 井场布置

5.1 陆上作业

预测含有、已知含有硫化氢的油气井井场布置应满足以下规定：

- a) 井场施工用的锅炉房、发电房、值班房与井口、油池和储油罐的距离宜大于 30m，锅炉房处于盛行风向的上风侧。
- b) 分离器距井口应大于 30m；分离器距油水计量罐应不小于 15m。
- c) 排液用储液罐应放置距井口 25m 以外。
- d) 职工生活区距离井口应不小于 100m，应位于季节最大频率风向的上风侧。
- e) 含硫化氢天然气井公众安全防护距离符合 AQ 2018 的要求。
- f) 放喷管线出口应接至距井口 30m 以外安全地带，地层气体介质硫化氢含量大于或等于 $30\text{g}/\text{m}^3$ (20000ppm) 的油气井，出口应接至距井口 75m 以外的安全地带。
- g) 井场受限应制定防范措施。

5.2 海上作业

平台的生活区应位于季节最大频率风向的上风侧。

5.3 管道

井场在地下油气管道线路中心线两侧各 5m 地域范围内，不应进行挖掘、取土、用火、排放腐蚀性物质和放置作业设施设备。

5.4 警示标志

在硫化氢环境的工作场所入口处应设置白天和夜晚都能看清的硫化氢警告标志，警告标志配备应符合 SY/T 6277 的规定。

6 设施设备配置

6.1 设施设备选择

6.1.1 当天然气、凝析油或酸性原油系统中气体总压大于或等于 0.4MPa，且该气体中的硫化氢分压大于 0.3kPa 时，以下设施设备材料应符合 GB/T 20972.3 的要求：

- a) 放喷管线。
- b) 油管、钻杆。
- c) 封隔器和其他井下装置。
- d) 阀门和节流阀部件。
- e) 井口和采油（气）树部件。
- f) 气举设备。

6.1.2 当天然气、凝析油或酸性原油系统中气体总压大于或等于 0.4MPa，且该气体中的硫化氢分压大于 0.3kPa 时，使用的设施设备应符合以下要求：

- a) 井口和采油（气）树符合 GB/T 22513 的规定。
- b) 防喷装置符合 SY/T 5053.2 和 SY/T 7010 的规定。
- c) 节流管汇的选用、安装和测试应符合 SY/T 5323 的规定。
- d) 应配置液压防喷器。

6.2 固定式硫化氢检测系统

6.2.1 固定式硫化氢检测系统包括探头、信号传输、显示报警装置等，显示装置应具有显示、声光报警功能。

6.2.2 在硫化氢环境的陆上井下作业设施至少在以下位置安装固定式硫化氢探头：

- a) 方井。
- b) 钻台或操作台。
- c) 循环池。
- d) 测试管汇区。
- e) 分离器。

6.2.3 在硫化氢环境的海上井下作业设施至少在以下位置安装固定式硫化氢探头：

- a) 井口区甲板上。
- b) 钻台上。
- c) 污液舱或污液池顶部。
- d) 生活区。
- e) 发电机及配电房进风口。

6.2.4 固定式硫化氢探头应安装在距离测量目标水平面以上 0.3m ~ 0.6m 处，且探头向下。

- a) 显示装置安装在有人值守的值班室。
- b) 声光报警器安装位置应满足现场的人员都能听到或看到报警信号。

6.2.5 报警值的设定应符合下列要求：

- a) 当空气中硫化氢含量超过阈限值时 [15mg/m³ (10ppm)]，监测仪应能自动报警。
- b) 第一级报警值应设置在阈限值 [硫化氢含量为 15mg/m³ (10ppm)]。
- c) 第二级报警值应设置在安全临界浓度 [硫化氢含量为 30mg/m³ (20ppm)]。
- d) 第三级报警值应设置在危险临界浓度 [硫化氢含量为 150mg/m³ (100ppm)]。

6.2.6 检查应符合下列要求：

- a) 每天都应对硫化氢检测系统进行一次功能检查，每次检查应有记录，记录至少保持一年。
- b) 固定硫化氢检测系统检查应至少包括以下内容：
 - 1) 设备警报功能测试。
 - 2) 探头及报警装置的外观。

6.2.7 检测检验应符合下列要求：

- a) 固定式硫化氢检测系统的检验应由企业认可的有检验能力的机构进行。
- b) 固定式硫化氢检测系统每年至少检验一次。
- c) 在超过满量程浓度的环境使用后应重新校验。

6.3 放空设施

6.3.1 点火装置应符合以下要求：

- a) 放空设施应配备点火装置。
- b) 至少有两种点火方式。

6.3.2 放空设施应经有资质的单位进行设计、建造和检验。

6.3.3 含硫化氢气体放空应符合以下要求：

- a) 放空设施，应经放空扩散分析计算，确定放空设施的位置、高度及不同风速下的允许排放量。
- b) 放空量符合环境保护和消防安全要求。

6.3.4 设置放空竖管的设施，放空竖管应符合下列规定：

- a) 应设置在不致发生火灾危险和危害居民健康的地方。其高度应比附近建（构）筑物高出 2m 以上，且总高度不应小于 10m。
- b) 放空竖管直径应满足最大的放空量要求。
- c) 放空竖管底部弯管和相连接的水平放空引出管必须埋地；弯管前的水平埋设直管段必须进行锚固。
- d) 放空竖管应有稳管加固措施。
- e) 严禁在放空竖管顶端装设弯管。

6.3.5 火炬应符合以下要求：

- a) 分离器火炬应距离井口、建筑物及森林 50m 以外，含硫化氢天然气井火炬距离井口 100m 以外，且位于井场主导风向的两侧。
- b) 海上井下作业设施应至少在两个方向设置放喷火炬。

6.3.6 陆上井下可用接有燃烧筒的放喷管线进行硫化氢放空。

6.3.7 应对硫化氢放空设施定期检查和维修。

6.3.8 分离器安全阀泄压管线出口应距离井口 50m 以外，含硫化氢天然气井泄压管线出口应距离井口 100m 以外，排气管线内径一致，尽量减少弯头，管线长期处于畅通状态。

6.4 海上作业

海上井下作业设备设施配备应符合 6.1 至 6.3 的规定，并应对所使用作业设备、管材、生产流程及附件等，定期进行安全检查和检测检验。

7 施工

7.1 起下钻作业

7.1.1 在射开含硫化氢油气层后，起钻前应先进行短程起下钻。短程起下钻后的循环观察时间不得少于一周半，进出口压井液密度差不超过 0.02g/cm^3 ；短程起下钻应测油气上窜速度，满足安全起下钻作业要求。

7.1.2 射开含硫化氢油气层后，每次起钻前洗井循环的时间不得少于一周半。

7.1.3 井下工具在含硫化氢油气层中和油气层顶部以上 300m 长的井段内起钻速度应控制在 0.5m/s 以内。

7.1.4 起钻中每起出 5 ~ 10 根油管或钻杆补注一次压井液，下钻中每下 5 ~ 10 根油管或钻杆（或 15min）应及时计量返液量，同时监测进出口硫化氢浓度，并做好记录，发现异常情况及时汇报。

7.2 射孔作业

7.2.1 在预测含有、已知含有硫化氢井进行射孔作业时，应制定出射孔作业方案，待批准后方可进行射孔作业。方案应包括但不限于下述项目：

- a) 参加射孔作业人员的防硫化氢培训持证情况。
- b) 防硫化氢设备的配置情况。
- c) 与作业现场协作单位接口的现场处置方案编制及演练情况。
- d) 风险识别与评价，包括射孔作业打开高压地层时引发井喷的可能性、井口硫化氢浓度以及井场地貌、风力、风向等。

7.2.2 作业前的准备工作：

- a) 召开相关方会议，向相关方人员进行射孔技术交底，与相关方人员就硫化氢风险情况（包括

曾经发生过硫化氢泄漏的区域)、井控设备、防硫设施、风向标、井场的紧急集合点、逃生路线等方面进行信息沟通,确认与相关方的应急协作方式和途径。

b) 召开班前会议,通报硫化氢风险情况(包括曾经发生过硫化氢泄漏的区域),落实风险控制措施和应急措施。

c) 隔离射孔枪装配作业区域,明确人员活动范围。

7.2.3 对地层气体介质硫化氢含量大于或等于 $30\text{g}/\text{m}^3$ (20000ppm) 的油气井射孔前应对周边居民进行预防性疏散。

7.2.4 射孔后,对井口出液或出气进行硫化氢浓度加密监测,并建立监测记录。

7.3 钻塞作业

7.3.1 钻塞施工所有压井液性能要与封闭地层前所用压井液性能一致。

7.3.2 在预测含有、已知含有硫化氢井进行钻塞作业时,应制定出钻塞作业方案,待批准后方可进行钻塞作业。方案应包括但不限于下述项目:

a) 参加钻塞作业人员的防硫化氢培训持证情况。

b) 防硫化氢设备的配置情况。

c) 与作业现场协作单位接口的现场处置方案编制及演练情况。

d) 风险识别与评价,包括钻塞作业时由于异常高压,引发井喷的可能性、井口硫化氢浓度以及井场地貌、风力、风向等。

7.3.3 作业前的准备工作:

a) 召开相关方会议,向相关方人员进行钻塞技术交底,与相关方人员就硫化氢风险情况(包括曾经发生过硫化氢泄漏的区域)、井控设备、防硫设施、风向标、井场的紧急集合点、逃生路线等方面进行信息沟通,确认与相关方的应急协作方式和途径。

b) 召开班前会议,通报硫化氢风险情况(包括曾经发生过硫化氢泄漏的区域),落实风险控制措施和应急措施。

7.4 洗井、压井作业

7.4.1 施工前应进行入井液化学反应评估,特别是入井液中的材料,确定其入井后是否产生硫化氢等有毒有害物质;若产生有毒有害物质,而又无法替代入井材料,应做好有毒有害物质的防护。

7.4.2 在修井液循环过程中,一旦有硫化氢气体在地面逸出,返出液应通过分离器分离直到硫化氢浓度降至安全标准,必要时,可对井液加除硫剂处理以除去硫化氢。

7.4.3 裂缝发育、酸压、压裂层等预计可能漏失严重的井,井下管柱上应连接循环孔能与地层连通,应在井口有采油(气)树时打开循环孔,进行压井堵漏。

7.4.4 在循环加重压井中,应逐步提高压井液密度,防止压漏地层造成严重漏失。

7.4.5 压井结束时,压井液进出口性能应达到一致,油套压为零;压井后应进行静止观察或短起下观察,循环压井液测气体上窜速度,控制气体上窜速度在安全范围内、不超过 $30\text{m}/\text{h}$;高压、高产井的观察时间应大于预计作业时间,即安全起下钻时间。

7.4.6 当井下管柱刺漏、断裂,无法建立循环或循环深度较浅,不能满足压井深度需要的情况下,在油管、套管安全强度内,采取置换法,挤入法,短循环置换法,正、反交替节流循环,控制泄压等方式压井,尽快建立井筒内液柱,做到井筒内液柱压力与地层压力平衡。

7.5 放喷与测试作业

7.5.1 放喷期间,燃烧筒处应有长明火。

7.5.2 放喷、测试初期应安排在白天进行，试气期间井场除必要设备需供电外其他设备应断电。若遇6级以上大风或能见度小于30m的雾天或暴雨天，导致点火困难时，在安全无保障的情况下，暂停放喷。

7.5.3 含硫化氢井，出口不能完全燃烧掉硫化氢（如酸压后放喷初期、气水同出井水中溶解的硫化氢、二氧化硫），应向放喷流程注入除硫剂、碱，中和硫化氢、二氧化硫，注入量根据硫化氢、二氧化硫含量确定。

7.5.4 酸压后，排放残酸前，应提前向放喷池内放入烧碱或石灰，或向放喷流程注入碱，中和残酸和硫化氢。

7.5.5 含硫化氢层放喷前应书面告知周围500m以内的居民，放喷期间的安全注意事项，遇突发情况的应急疏散、扩大疏散等事宜；重点做好硫化氢与一般残酸等刺激性气味区别的宣传、教育工作等。

7.5.6 含硫化氢气体的取样和运输都应采取适当防护措施。取样瓶宜选用抗硫化氢腐蚀材料，外包装上宜标识警示标签。

7.6 测井作业

7.6.1 测井车应位于井口上风方向，与井口距离应大于25m。

7.6.2 应安装防硫化氢材质的井口装置和防喷管。

7.6.3 电缆或钢丝应适合含硫化氢作业环境，选择抗硫化物腐蚀的材料；电缆或钢丝入井前，应对绳索进行检查，使用缓蚀剂对其进行预处理。

7.7 诱喷作业

7.7.1 诱喷设备应位于井口的上风方向。

7.7.2 诱喷设备井口选择防硫化氢材质的井口装置和防喷管。

7.7.3 诱喷应用氮气、二氧化碳进行气举或混气水，禁用空气。

7.8 连续油管作业

7.8.1 根据主导风向和井场条件，连续油管装置应位于上风方向。

7.8.2 滚筒及其传送设备应固定牢固，避免意外移动。

7.9 焊接作业

耐蚀合金和其他合金材料的设施、进行焊接前，应按照GB/T 20972.3的要求进行焊接工艺评定，达不到工艺要求，不允许进行焊接。

7.10 交叉作业

与协作单位、承包商签订交叉作业协议，内容至少包括：

- a) 安全环保主体确定。
- b) 现场处置方案衔接。
- c) 交叉环节任务划分。
- d) 现场硫化氢风险提示。

8 检查、维护与检验

8.1 检查

8.1.1 进场前应检查井场布局及异常情况，检查内容应至少包括：主导风向、风向障碍物、低洼区

域、循环罐位置、放喷池位置、放喷管线位置、井场通道等，检测是否存在硫化氢及设备设施摆放对硫化氢防护是否有利等。

8.1.2 每天开始工作之前，应安排专人实施日常检查，应至少包括以下检查项目：

- a) 已经或可能出现硫化氢的工作场所。
- b) 风向标。
- c) 硫化氢监测设备及警报（功能试验）。
- d) 人员保护呼吸设备的安置。
- e) 消防设备的布置。
- f) 急救药箱和氧气瓶。

8.1.3 在含有硫化氢和预测含有硫化氢的施工井，每 0.5h 对出口液、气体进行硫化氢气体检测，并建立检查记录。

8.1.4 在射开含硫化氢油气层前，施工单位和建设方应分别对施工前和准备工作进行检查和验收；施工过程中，作业队伍的上级主管部门和技术部门领导和技术人员进行指导和监督。

8.2 维护

接触硫化氢气体的设备设施在使用后，及时用清水冲洗，有条件使用气源吹干。

8.3 检验

8.3.1 重复使用的井口装置、防喷装置、紧急关闭阀、液动平板阀、地面高压流程管线和阀门、弯头，应定期检验合格。

8.3.2 采油（气）树（包括油管头）在送井前，由具有检验资质的单位进行等压气密封和水密封试压检验，有合格的检验报告。

8.3.3 在含硫化氢环境使用的井控装置应每口井送检一次。

8.3.4 锅炉、分离器、热交换器等压力容器的检验符合《特种设备安全监察条例》的规定，并建立特种设备安全技术档案。

9 油气井废弃

9.1 陆上作业

9.1.1 临时弃井

9.1.1.1 施工结束后，先将井压稳，在射孔套管的上一根套管打易钻桥塞（先期完井的油气井应在套管球座附件或筛管悬挂器以上第 2 根套管打易钻桥塞）或在产层以上 50m 打水泥塞，水泥塞厚度大于 100m。

9.1.1.2 在桥塞或第一个水泥塞上面，打第二个连续水泥塞，厚度应大于 200m。

9.1.1.3 井浅则在桥塞或第一个水泥塞上面，直接打水泥塞至井口以下 150m。

9.1.1.4 下入光油管到水泥塞以上 200m ~ 300m，用封闭层的压井液密度压井。

9.1.1.5 井口装井口帽并加盖井口房，进行标注（井号、封井日期、硫化氢含量等）。

9.1.1.6 井口装置、井口房应完善，并定期进行压力观察。

9.1.2 永久弃井

9.1.2.1 全井作业施工结束后，先将井压稳，从最上层产层底部以下 20m ~ 50m 至顶部（该产层射

孔井段)全段注水泥,水泥浆在套管内应返至产层顶以上 100m ~ 200m,其中先期完井的井应返至套管鞋以上 100m ~ 200m,同时向产层挤入水泥浆封堵气层,封堵半径应超过钻井井眼半径的 3 倍。

9.1.2.2 在完井的第一个水泥塞上面,打第二个连续水泥塞,厚度为 100m ~ 200m,高压井、含硫化氢井的第二个水泥塞厚度为 150m ~ 300m。

9.1.2.3 在井筒内的套管尾管悬挂器、回接筒位置打水泥塞。水泥塞顶界在尾管悬挂器、回接筒以上 50m ~ 150m;水泥塞底界在尾管悬挂器、回接筒以下 50m ~ 150m,水泥塞厚度大于 100m ~ 300m。

9.1.2.4 井浅和重要(特殊)的废弃井全井注水泥封闭。

9.1.2.5 井筒内的压井液密度大于已射孔产层的最高压井液密度。

9.1.2.6 井口装井口帽并加盖井口房,进行标注(井号、封井日期、硫化氢含量等)。井口装置应安装盖板法兰、闸阀,泄压通道,并按要求试压合格。

9.1.2.7 永久弃井结束后,应根据政府主管部门的要求提交资料备案。

9.1.2.8 已完成封堵的废弃井每年至少巡检 1 次,并记录巡井资料;地层气体介质硫化氢含量大于或等于 30g/m³ (20000ppm) 的油气井封堵废弃后应加密巡检。

9.2 海上作业

9.2.1 临时弃井

临时弃井作业应符合下列要求:

- a) 在最深层套管柱的底部至少打 50m 水泥塞。
- b) 在海底泥面以下 4m 的套管柱内至少打 30m 水泥塞。

9.2.2 永久性弃井

永久性弃井作业应符合下列要求:

- a) 在裸露井眼井段,对油、气、水等渗透层进行全封,在其上部打至少 50m 水泥塞,以封隔油、气、水等渗透层,防止互窜或者流出海底。裸眼井段无油、气、水时,在最后一层套管的套管鞋以下和以上各打至少 30m 水泥塞。
- b) 已下尾管的,在尾管顶部上下 30m 的井段各打至少 30m 水泥塞。
- c) 已在套管或者尾管内进行了射孔试油作业的,对射孔层进行全封,在其上部打至少 50m 的水泥塞。
- d) 已切割的每层套管内,保证切割处上下各有至少 20m 的水泥塞。
- e) 表层套管内水泥塞长度至少有 45m,且水泥塞顶面位于海底泥面下 4m ~ 30m 之间。
- f) 永久弃井时,所有套管、井口装置或者桩应实施清除作业。对保留在海底的水下井口装置或者井口帽,应向海油安办有关分部进行报告。

9.2.3 弃井实施备案

作业者或者承包者在进行弃井作业或者清除井口遗留物 30d 前,应向海油安办有关分部报送下列材料:

- a) 弃井作业或者清除井口遗留物安全风险评价报告。
- b) 弃井或者清除井口遗留物施工方案、作业程序、时间安排、井液性能等。

9.2.4 资料提交

施工作业完成后 15d 内,作业者或者承包者应向海油安办有关分部提交下列资料:

- a) 弃井或者清除井口遗留物作业完工图。
- b) 弃井作业最终报告表。

10 现场应急处置

10.1 现场处置方案的编制

10.1.1 对于硫化氢逸散、火灾爆炸、人员中毒等情况按 GB/T 29639 的要求编制现场处置方案。

10.1.2 作业场所各施工单位编制的现场处置方案应具有联动性。

10.1.3 应急信号应符合 SY/T 6277 的要求。

10.1.4 根据现场工作岗位、组织形式及人员构成，明确各岗位人员的应急工作分工和职责。

- a) 明确向地方政府汇报程序、对公众的告知程序。
- b) 承包商的现场处置方案纳入生产经营单位管理。

10.2 应急行动

应急行动应具体落实到各岗位，明确应急工作职责，按照应急处理程序在最短时间内实现应急处置。

10.3 应急演练

10.3.1 井下作业场所应急演练应由作业队统一组织指挥，相关各方共同参加。

10.3.2 含硫化氢井在射开油气层前应按预案程序和步骤组织以预防硫化氢为主要目的的井控演练。含硫化氢井井控演练每个班组每周至少进行一次。

10.3.3 每次演练应进行总结讲评，各方提出演练中存在的问题以及改进措施，并完善预案，应急演练的记录文件应保存至少一年。演练应做好记录，包括班组、时间、工况、经过、讲评、组织人和参加人等。评价内容包括：

- a) 在应急状态下通信系统是否正常运行。
- b) 应急处理人员能否正确到位。
- c) 应急处理人员是否具备应急处理能力。
- d) 各种抢险、救援设备（设施）是否齐全、有效。
- e) 人员撤离步骤是否适应。
- f) 相关人员对现场处置方案是否掌握。
- g) 预案是否满足实际情况，是否需要修订。

10.4 应急撤离

应急撤离符合 SY/T 6277 的要求。

10.5 点火处理

10.5.1 含硫油气井井喷或井喷失控事故发生后，应防止爆炸。

10.5.2 发生井喷后应采取措施控制井喷，若井口压力有可能超过允许关井压力，需点火放喷时，井场应先点火后放喷。

10.5.3 井喷失控后井口实施点火符合 SY/T 6277 的要求。

10.5.4 点火程序的相关内容应在现场处置方案中明确；点火决策人宜由建设单位代表或其授权的现场负责人来担任，并列入场处置方案中。

10.5.5 点火人员佩戴防护器具，在上风方向，尽量远离点火口使用移动点火器具点火；其他人员集中到上风方向的安全区。

10.5.6 点火后应对下风方向尤其是井场生活区、周围居民区、医院、学校等人员聚集场所的硫化氢浓度进行监测。

附 录 A
(规范性附录)
硫化氢分压公式

A.1 计算气相系统的硫化氢分压

硫化氢分压可用系统总压乘以硫化氢在气相中的摩尔分数进行计算，见公式 (1)：

$$p_{\text{H}_2\text{S}} = p \times \frac{x_{\text{H}_2\text{S}}}{100} \quad \dots\dots\dots (\text{A.1})$$

式中：

$p_{\text{H}_2\text{S}}$ —— H_2S 分压，单位为兆帕 (MPa)；

p ——系统分压 (绝)，单位为兆帕 (MPa)；

$x_{\text{H}_2\text{S}}$ —— H_2S 在气体中的摩尔分数，用百分数表示。

例如，气体总压为 70 MPa (10153psi)，气体中硫化氢摩尔分数为 10%，硫化氢分压为 7MPa (1015psi)。如果系统中的总压和硫化氢的浓度是已知的，硫化氢分压也能用公式 (A.1) 来计算。

A.2 计算不含气的液体系统的有效硫化氢分压

对于液体系统 (不存在平衡气体组成)，有效的硫化氢热力学活度可用下列方法测定的硫化氢真实分压确定：

a) 用任何适当的方法测定液体在操作温度下的泡点压力 (p_{B})。

注：对气体分离单元下游的充满液体的管道，最后一个分离器的总压可以作为泡点压力的一个好的近似值。

b) 用适当的方法测定泡点条件下气相中硫化氢的摩尔分数。

c) 按公式 (A.2) 计算泡点气相中的硫化氢分压：

$$p_{\text{H}_2\text{S}} = p_{\text{B}} \times \frac{x_{\text{H}_2\text{S}}}{100} \quad \dots\dots\dots (\text{A.2})$$

式中：

$p_{\text{H}_2\text{S}}$ —— H_2S 分压，单位为兆帕 (MPa)；

p_{B} ——泡点压力，单位为兆帕 (MPa)；

$x_{\text{H}_2\text{S}}$ —— H_2S 在气体中的摩尔分数，用百分数表示。

d) 用此方法测定液体系统中的硫化氢分压，可用此值确定系统是否符合 GB/T 20972.2 规定的酸性环境，或者确定符合 GB/T 20972.2 规定的酸性程度。

参 考 文 献

- [1] GB 50493 石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范
 - [2] AQ 2012 石油天然气安全规程
-