

# 中华人民共和国国家标准

GB/T 43672—2024

## 油气田开采废弃井永久性封井 处置作业规程

Disposal procedure for permanent plugging of abandoned well in oil and gas field

2024-03-15 发布

2024-07-01 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 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 总体要求 .....	2
5 封井设计 .....	2
6 常用封堵工艺 .....	3
7 产层封堵 .....	4
8 特殊井段封堵 .....	6
9 套管环空带压处置 .....	9
10 井口处置 .....	9
11 质量控制及检验 .....	9
12 作业资料录取及存档 .....	10
13 健康安全及环保控制 .....	10
附录 A（资料性） 典型封堵井屏障设置示例 .....	11

## 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。

本文件由全国石油天然气标准化技术委员会(SAC/TC 355)提出并归口。

本文件起草单位：中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司、中国石油集团渤海钻探工程有限公司、中国石油天然气股份有限公司大港油田分公司、中国石油天然气股份有限公司勘探开发研究院、中石化石油工程技术研究院有限公司、中国石油化工股份有限公司石油勘探开发研究院。

本文件主要起草人：罗伟、杨健、潘艳萍、周华兴、赵捍军、陈雷、王元庆、乐宏、付永强、范宇、张世林、张高峰、刘祥康、王玉忠、李玉飞、张宏峰、杨盛、白石、徐月霞、马玉生、白璐、汪晓静。

# 油气田开采废弃井永久性封井 处置作业规程

## 1 范围

本文件确立了油气田开采废弃井永久性封井处置作业的程序,包括总体要求、封井设计、常用封堵工艺、产层封堵、特殊井段封堵、套管环空带压处置、井口处置、质量控制及检验、作业资料录取及存档、健康安全及环保控制。

本文件适用于陆上油气田废弃油、气、水井的永久性封井处置作业。

## 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。

GB/T 10238 油井水泥

GB/T 19139 油井水泥试验方法

GB/T 20970 石油天然气工业 井下工具 封隔器和桥塞

GB/T 20972.1 石油天然气工业 油气开采中用于含硫化氢环境的材料 第1部分:选择抗裂纹材料的一般原则

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

SY/T 6277 硫化氢环境人身防护规范

SY/T 6610 硫化氢环境井下作业场所作业安全规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**废弃井** **abandoned well**

无法继续利用或无利用价值,以及因其他指令性原因等永久性废弃,并按程序履行了报废审批手续或批准核销的油、气、水井。

### 3.2

**封堵塞** **sealing plug**

油井水泥或其他堵剂等封堵材料在井眼或待封堵的环空内凝固后,形成具有一定厚度和强度的能阻挡流体流动的固体塞。

3.3

**井屏障 well barrier**

为阻止地层流体进入井筒、窜入其他地层或流出地表,由人工设置的不少于一个的部件或部件组合。

注: 部件或部件组合通常包括套管、固井水泥环、封堵塞、桥塞等。

3.4

**最浅油气层 the shallowest layer with oil and gas**

地质提示油气井纵向上存在多套油气层时,埋深最浅的油气层。

3.5

**套管环空带压 casing annulus under sustained pressure**

因井屏障不完整(套管密封失效、水泥环失效等),造成地层或井筒内流体进入套管环空,导致套管与套管间环空持续有压力显示的现象。

3.6

**风险井段 risky well interval**

可能存在地层流体进入井筒、上窜至淡水层或流出地表的井段。

3.7

**高压 high pressure**

地层压力等于或大于 70 MPa。

3.8

**高含硫 high sulfur**

地层天然气中硫化氢含量等于或大于 30 g/m<sup>3</sup>。

3.9

**吸液能力 liquid absorption capacity**

地层在作业工况下的可进液能力。

4 总体要求

4.1 封井井屏障应能防止地层流体从井筒内、各层套管环空和套管外水泥环运移至淡水层或地表。

4.2 封井井屏障应能防止地表水进入井筒并窜入淡水层。

4.3 封井措施应满足工艺可行及施工安全。

4.4 封堵工具、封堵材料等应满足永久性封堵需要。

5 封井设计

5.1 地质设计应包含以下内容。

- a) 明确地质目的,提出封堵层位等地质要求。
- b) 提供井场周围居民住宅、学校、厂矿等环境敏感区域说明。
- c) 提供基础数据,包括但不限于以下内容:
  - 油气田区块名称、地理位置、井坐标等基本信息;
  - 地质数据,包括地质分层、钻井中油气水显示层、最浅油气层、淡水层等;
  - 钻完井数据,包括开完钻日期、完钻井深、完井方式、钻井液性能、固井质量、井身结构、井下管柱及工具、落鱼、套损情况等;
  - 动态数据,包括地层压力、生产情况、注水与注气情况、与邻井油气层连通及干扰情况、本

井或邻井含有毒有害气体情况、历次井下作业情况等；

- 其他数据,包括井口装置型号与泄漏情况、各层套管环空压力及可能的套管环空带压原因等。

## 5.2 工程设计应包含以下内容。

- a) 明确设计依据及施工目的。
- b) 开展主要风险分析,包括风险井段、周边环境风险、安全生产风险等。
- c) 设计封堵井段及封堵工艺。
- d) 明确施工准备要求,包括作业主体设备、工作管柱、工具和材料准备等。
- e) 明确井控要求,包括井控风险分级,工作液性能、类型、密度及准备量,井控装置规格型号及组合示意图、流程管线规格型号及试压要求等。
- f) 明确井身结构、封井前后井内管柱、井下落物及封井井屏障等。
- g) 设计施工控制参数,包括施工过程中油套管的控制压力等。
- h) 设计施工工序,包括压井、起下管柱、洗井、注塞、下桥塞、套管环空带压处理、井口处置等,并考虑以下内容:
  - 风险井段及封堵层位;
  - 井屏障检测。
- i) 提出质量健康安全环保要求。

5.3 施工设计应以地质设计和工程设计为依据,设计内容包括施工设备、井控措施、地面流程、施工步骤、工期计划和应急预案等。

## 6 常用封堵工艺

### 6.1 注塞法

#### 6.1.1 挤注注塞法

确定地层吸液能力后,挤注封堵材料至目的井段,使之进入地层、套管受损处或套管外环空形成封堵塞,并控制井内封堵塞在设计位置。

#### 6.1.2 循环注塞法

采用钻杆、油管或连续油管注入封堵材料,循环并顶替封堵材料,控制井内封堵塞在设计位置,上提管柱至安全位置候凝形成封堵塞。

### 6.2 套管外封堵法

#### 6.2.1 套管锻铣封堵法

下入套管锻铣工具至目的井段将套管截断,磨铣掉一定长度套管后扩眼清除该井段套管环空水泥环,并在该井段注入封堵材料重新建立井屏障。

#### 6.2.2 射孔补注封堵法

下入射孔工具对目的井段进行射孔,然后对射孔段挤注封堵材料,实现环空补固或建立环空局部井屏障。

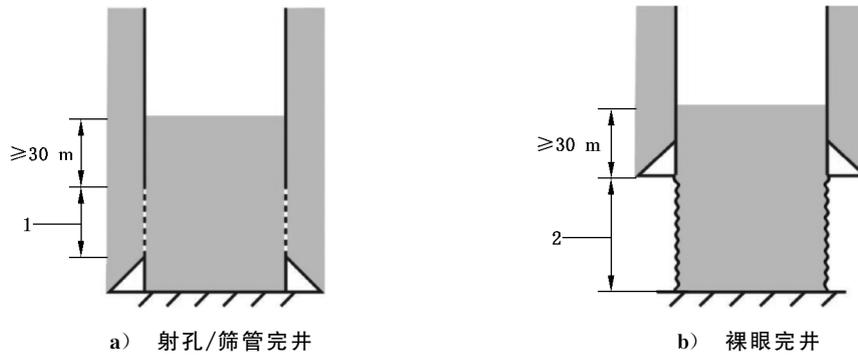
### 6.3 取套封堵法

采用切割或倒扣方式,取出一段井内套管,再对取套井段采用注塞法重新建立井屏障。

## 7 产层封堵

### 7.1 常规产层封堵

采用挤注注塞法封堵产层,吸液能力不满足挤注要求的产层应采用循环注塞法封堵。封堵塞位置应至少从产层底部封堵至射孔/筛管井段或裸眼井段顶界以上 30 m 处,见图 1。



标引序号说明:

1——射孔/筛管井段;

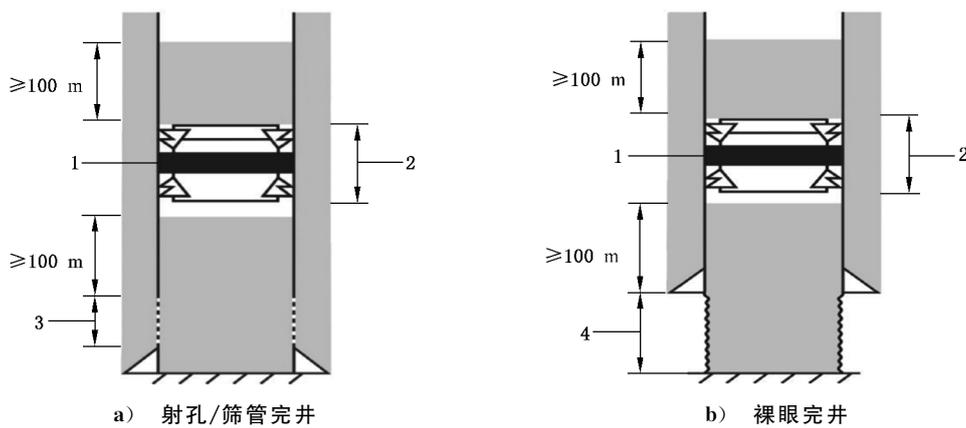
2——裸眼井段。

图 1 常规产层封堵示意图

### 7.2 高压、高含硫产层封堵

7.2.1 采用挤注注塞法封堵高压、高含硫产层,吸液能力不满足挤注要求的产层应采用循环注塞法封堵。封堵塞位置应至少从产层底部封堵至射孔/筛管井段或裸眼井段顶界以上 100 m 处(塞面宜高于该产层顶界)。

7.2.2 采用桥塞加固封堵高压、高含硫产层,桥塞坐封于产层上部邻近盖层固井质量较好井段,其上采用循环注塞法封堵,封堵塞厚度不应小于 100 m,见图 2。



标引序号说明:

1——桥塞;

2——固井质量较好井段;

3——射孔/筛管井段;

4——裸眼井段。

图 2 高压、高含硫产层封堵示意图

### 7.3 大斜度井、水平井产层封堵

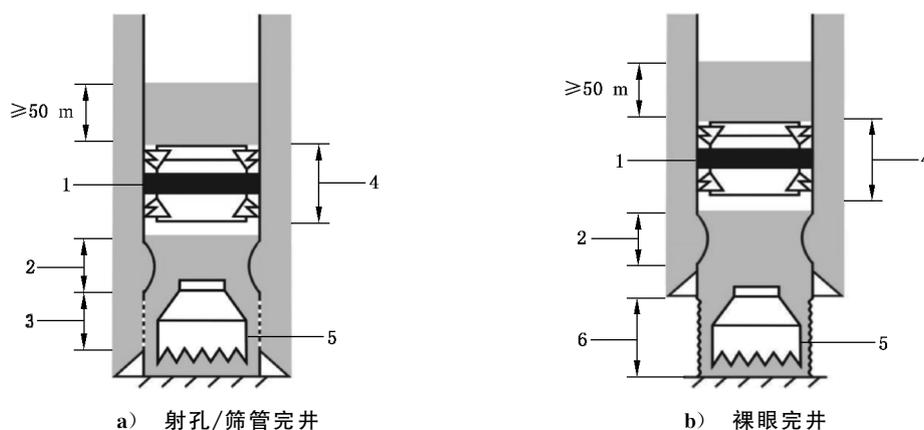
在套管内邻近产层位置采用循环注塞法或桥塞加循环注塞法封堵,封堵塞垂直厚度不应小于 50 m (塞面宜高于该产层顶界 30 m)。

### 7.4 井筒复杂井产层封堵

7.4.1 落鱼、卡管柱、套损等导致封堵管柱及工具无法下至产层位置时,宜清理井筒达到满足常规产层封堵条件后,按 7.1、7.2 或 7.3 封堵。

7.4.2 对井筒清理后仍有无法处理的落鱼或套损等复杂情况,导致作业管柱无法下到产层位置的井:

——吸液能力满足挤注要求的产层,应在鱼顶以上采用挤注注塞法封堵,在封堵塞以上选择固井质量较好井段坐封桥塞,其上用循环注塞法封堵,封堵塞厚度不应小于 50 m,见图 3;

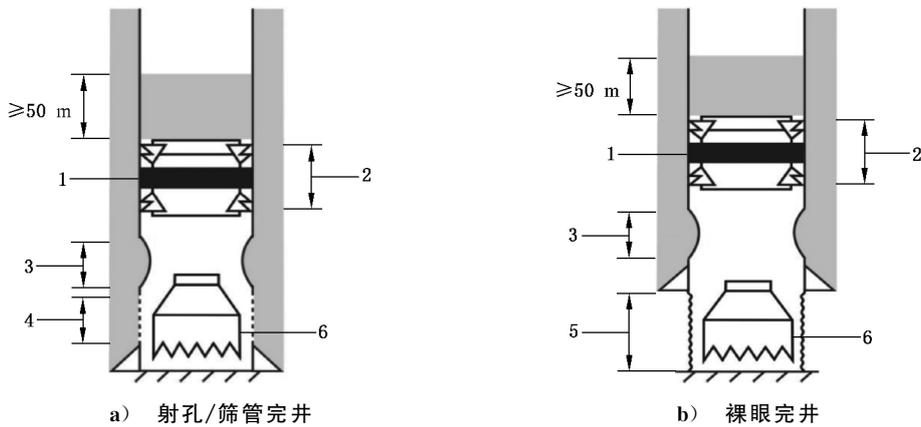


标引序号说明:

- 1——桥塞;
- 2——套损井段;
- 3——射孔/筛管井段;
- 4——固井质量较好井段;
- 5——落鱼;
- 6——裸眼井段。

图 3 有落鱼且吸液能力满足挤注要求的产层封堵示意图

——吸液能力不满足挤注要求的产层,应在鱼顶以上选择固井质量较好井段坐封桥塞,其上采用循环注塞法封堵,封堵塞厚度不应小于 50 m,见图 4。



标引序号说明：

- 1——桥塞；
- 2——固井质量较好井段；
- 3——套损井段；
- 4——射孔/筛管井段；
- 5——裸眼井段；
- 6——落鱼。

图 4 有落鱼且吸液能力不满足挤注要求的产层封堵示意图

7.4.3 若因井筒复杂导致产层无法有效封堵,封堵质量不能达到 4.1 要求或影响油气田开发时,则宜采用救援井等措施进行产层封堵。

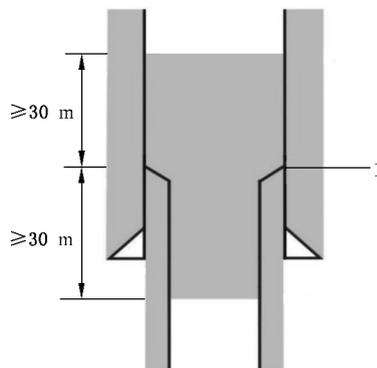
### 7.5 多特性产层封堵

高压、高含硫井,同时为水平井或存在井筒复杂时,宜按 7.2 执行。

## 8 特殊井段封堵

### 8.1 尾管悬挂器、分级箍井段封堵

采用循环注塞法封堵尾管悬挂器、分级箍井段,封堵塞位置至少从该井段以下 30 m 封堵至以上 30 m,见图 5。



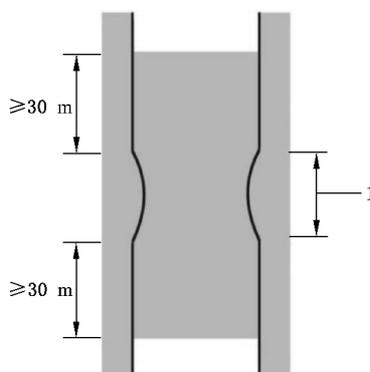
标引序号说明：

- 1——尾管悬挂器、分级箍井段。

图 5 尾管悬挂器、分级箍井段封堵示意图

## 8.2 套损风险井段封堵

采用循环注塞法加挤注塞法封堵因套损形成的风险井段,封堵塞位置至少从该井段底界以下 30 m 封堵至顶界以上 30 m,见图 6。



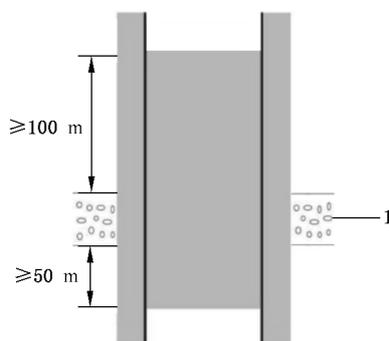
标引序号说明:

1——套损风险井段。

图 6 套损风险井段封堵示意图

## 8.3 高压、高含硫油气层井段封堵

采用循环注塞法封堵高压、高含硫油气层井段,封堵塞位置至少从该井段底界以下 50 m 或人工井底封堵至顶界以上 100 m,见图 7。



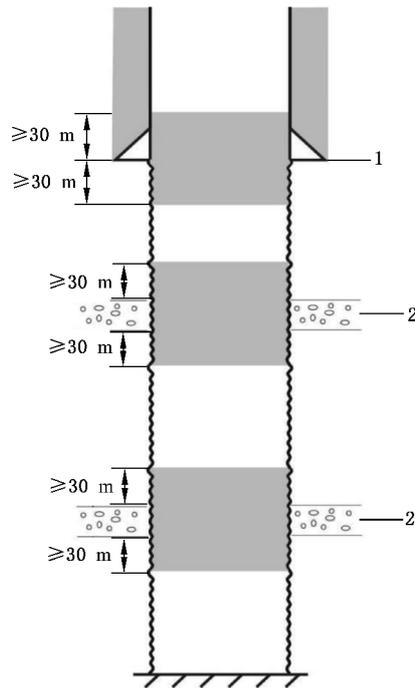
标引序号说明:

1——高压、高含硫油气层。

图 7 高压、高含硫油气层井段封堵示意图

## 8.4 长裸眼井段封堵

8.4.1 段长超过 300 m 的裸眼井段封堵,采用注塞法封堵裸眼井段的各油气层,封堵塞位置至少从油气层底界以下 30 m 向上封堵至顶界以上 30 m。油气层封堵完成后,采用循环注塞法封堵套管鞋,封堵塞位置至少从套管鞋以下 30 m 向上封堵至套管鞋以上 30 m,见图 8。



标引序号说明：

1——套管鞋；

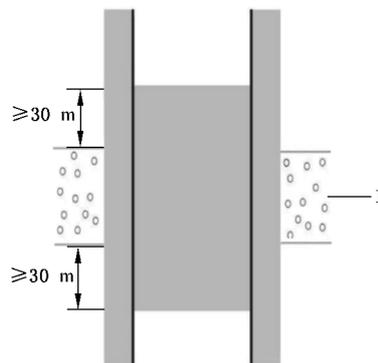
2——油气层。

图 8 长裸眼井段封堵示意图

8.4.2 裸眼井段垮塌严重时,应进行井筒清理,清理深度宜至最浅油气层顶界以下,再采用注塞法封堵至裸眼顶界以上 30 m。

### 8.5 最浅油气层、淡水层井段封堵

8.5.1 采用循环注塞法封堵最浅油气层、淡水层井段,封堵塞位置至少从该井段底界以下 30 m 封堵至顶界以上 30 m,见图 9。



标引序号说明：

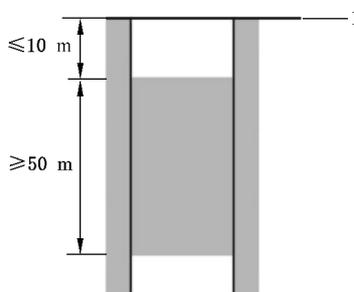
1——最浅油气层、淡水层。

图 9 最浅油气层、淡水层井段封堵示意图

8.5.2 最浅油气层封堵前,应检测和录取各层套管环空压力数据,套管环空带压时,进行环空带压处置(见第 9 章)。

## 8.6 井口段封堵

确认井筒内各封堵井屏障有效后,应在井口附近采用循环注塞法设置封堵塞,封堵塞厚度应不小于 50 m,顶界距地表不大于 10 m,有特殊要求的井除外,见图 10。



标引序号说明:

1——地面。

图 10 井口段封堵示意图

## 9 套管环空带压处置

### 9.1 固井水泥上返到井口的井

9.1.1 对套管环空压力源进行分析,识别套管环空流体来源和窜流通道。

9.1.2 采用套管外封堵法建立套管环空井屏障,井筒内注封堵塞,隔绝流体窜流通道。

### 9.2 固井水泥未上返到井口的井

9.2.1 采用射孔补注封堵法建立套管环空井屏障,井筒内注封堵塞,封堵塞位置至少从射孔段底界封堵至顶界以上 30 m。

9.2.2 采用射孔补注封堵法不能建立套管环空井屏障时,可采用取套封堵法封堵,封堵塞要求如下:

- 封堵塞底界应在套管切割位置 30 m 以下;
- 封堵塞顶界应在切割套管的上层套管鞋 30 m 以上;
- 技术套管下深不足 30 m 时,应按井口段封堵要求封堵。

## 10 井口处置

确认井口及套管环空不带压后,将井口段套管及留在井筒内的管柱从地表 1.5 m 以下处割掉,用水泥浆或砂石充填满井筒后填土至与地面平齐,并做明显标记。有特殊要求需保留井口的除外。

## 11 质量控制及检验

### 11.1 质量控制

11.1.1 封井用油井水泥应符合 GB/T 10238 的规定,并按照 GB/T 19139 描述的油井水泥试验方法检测合格;桥塞应符合 GB/T 20970 的要求。

11.1.2 设置井屏障前应清理井筒内壁至干净无油污,保证桥塞坐封质量、封堵塞与套管壁胶结质量。

11.1.3 产层封堵时应在套管强度允许值内进行挤注及憋压候凝,挤注压力、憋压候凝压力应小于地层

破裂压力。

11.1.4 周边存在注采干扰的废弃井,对存在干扰的层位封井前,应暂停周边干扰井的作业,待地层压力稳定后实施封堵。

## 11.2 检验

11.2.1 应对封堵塞、桥塞进行泵注工作液试压,作用在封堵塞、桥塞上的压力应至少大于被封堵层位目前地层压力 5 MPa,且小于当前套管抗内压强度的 80%,试压时长 30 min,压降小于 0.7 MPa 为合格。

11.2.2 高压产层或地层压力系数大于 1 的高含硫产层封堵井屏障宜同时采用负压方式试压,负压值达到封堵层目前压力值的二分之一或超过 10 MPa,观察 4 h~6 h,井口平稳无压力显示为合格。

## 12 作业资料录取及存档

### 12.1 资料录取

收集和整理封井作业资料并编制封井报告,包括但不限于以下内容:

- 桥塞下入数量、深度、试压数据;
- 封堵塞数量、深度、封堵材料配方、密度、用量,以及试压数据;
- 套管射孔、锻铣或切割以及油管切割等施工情况记录,包括作业井深、作业方式、封堵方式等;
- 施工作业主要工序概述;
- 封井后井身结构示意图(含封堵井屏障设置),典型封堵井屏障设置示例见附录 A;
- 封井后井口处置示意图和照片。

### 12.2 存档

封井作业资料应永久存档。

## 13 健康安全及环保控制

13.1 应识别作业风险,制定井控措施,确保井控安全。

13.2 作业前应制定应急预案,并组织演练。

13.3 作业区域应设置明显安全警示标志,无关人员不应进入。

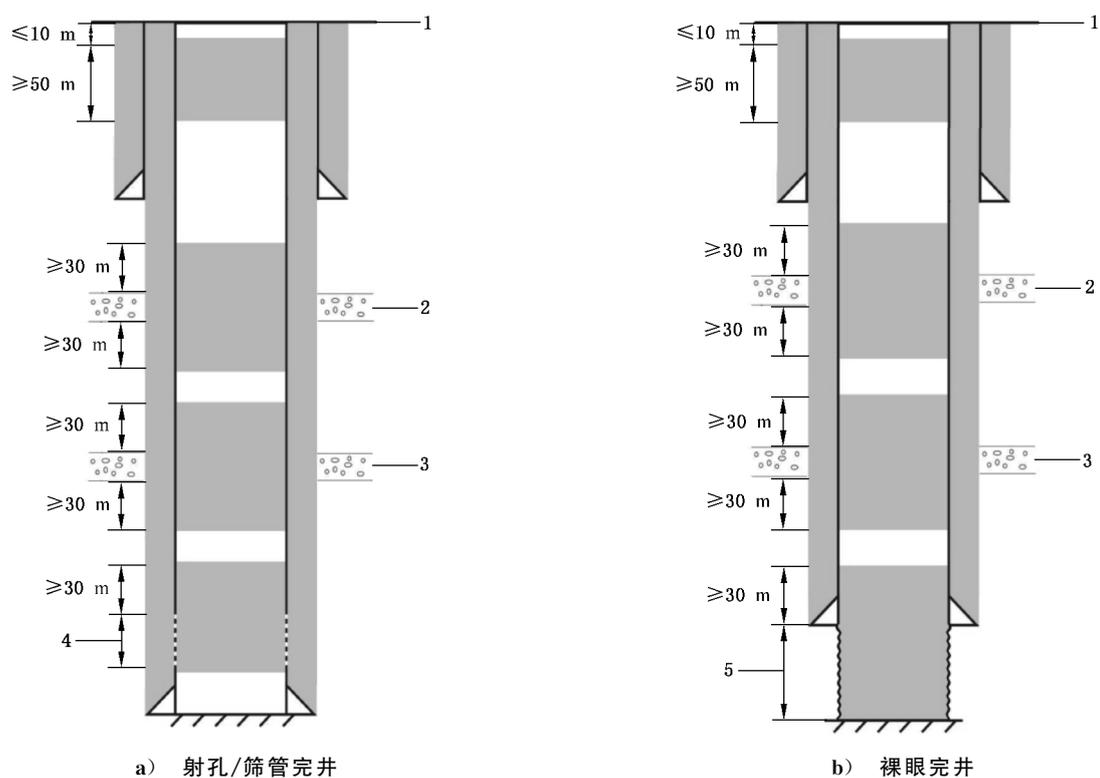
13.4 在草原、苇塘、林区等地作业时,应采取有效的防火隔离措施。

13.5 在含硫化氢井作业时,安全防护应符合 SY/T 6277 和 SY/T 6610 的规定。

13.6 井筒内天然气总压等于或大于 0.4 MPa 且该气体中硫化氢分压等于或大于 0.000 3 MPa 的井,作业选材应符合 GB/T 20972.1、GB/T 20972.2、GB/T 20972.3 的要求。

附录 A  
(资料性)  
典型封堵井屏障设置示例

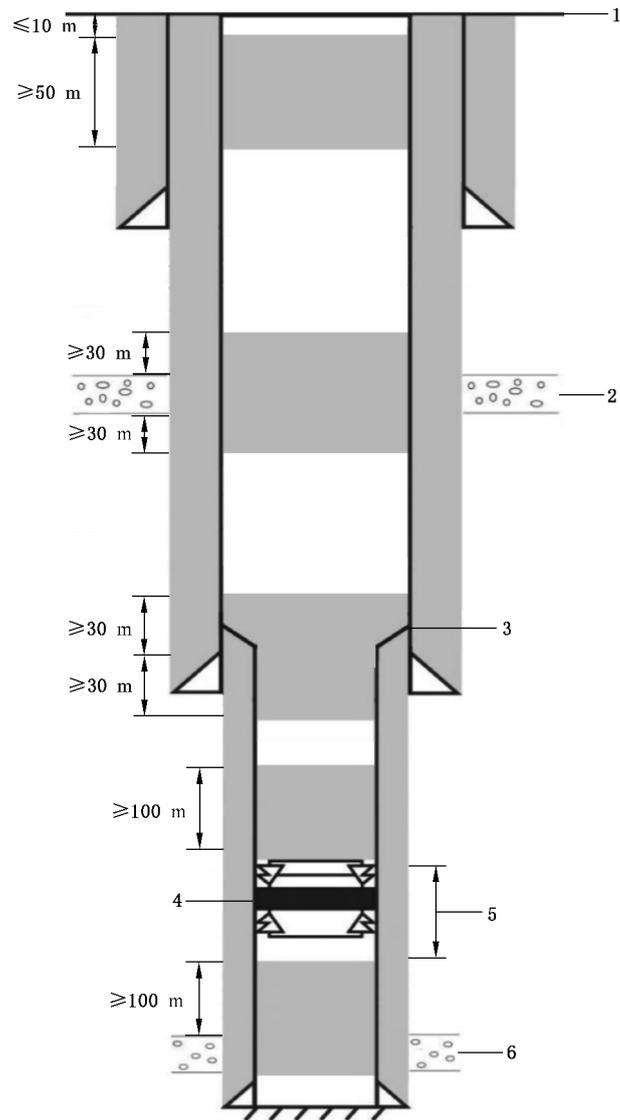
常规井封堵井屏障设置示例见图 A.1, 高压、高含硫井封堵井屏障设置示例见图 A.2。



标引序号说明:

- 1——地面;
- 2——最浅油气层、淡水层;
- 3——风险井段;
- 4——射孔/筛管井段;
- 5——裸眼井段。

图 A.1 常规井封堵井屏障设置示例



标引序号说明：

- 1——地面；
- 2——最浅油气层、淡水层；
- 3——尾管悬挂器、分级箍井段；
- 4——桥塞；
- 5——固井质量较好井段；
- 6——高压、高含硫层。

图 A.2 高压、高含硫井封堵井屏障设置示例