ICS 75.020
E 14
备案号：18079—2006

SY

中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 6646—2006

废弃井及长停井处置指南

Well abandonment and inactive well practices

(API Bull E3：1993，Environmental guidance document：well abandonment and inactive well practices for U. S. exploration and production operations，MOD)

2006－07－10 发布　　2007－01－01 实施

国家发展和改革委员会　发布

目　次

前言 …… Ⅱ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语和定义 …… 1
4　封堵和弃井作业中对环境的考虑 …… 2
4.1　概述 …… 2
4.2　弃井作业目的 …… 2
4.3　保护环境方法 …… 2
4.4　封堵和弃井作业的环境风险评价 …… 3
5　封堵和弃井作业 …… 3
5.1　概述 …… 3
5.2　无套管井的弃井作业 …… 5
5.3　有套管井的弃井作业 …… 6
5.4　封堵地表层 …… 10
5.5　检验水泥塞 …… 10
5.6　地貌恢复 …… 10
5.7　废弃井记录存档 …… 10
5.8　特殊井的弃井 …… 11
6　长停井监控作法 …… 11
6.1　长停井监控程序的概念与目标 …… 11
6.2　长停井监控程序相关概念 …… 11
6.3　长停井监控作法 …… 12
附录A（资料性附录）　本标准章条编号与API Bull E3：1993章条编号对照 …… 15
附录B（资料性附录）　本标准与API Bull E3：1993技术差异及其原因 …… 18
附录C（资料性附录）　长停井监控程序的实施过程 …… 21
附录D（资料性附录）　有关环境保护方面的法律法规摘录 …… 39

前　言

本标准修改采用 API Bull E3：1993《废弃井和长停井作法》（2000 年 6 月 1 日重申，英文版）。

本标准根据 API Bull E3：1993 重新起草。为了方便比较，在附录 A 中列出了本标准章条编号与 API Bull E3：1993 章条编号的对照一览表。

由于我国法律规定和石油行业的特殊需要，本标准在采用 API Bull E3：1993 时进行了修改。这些技术性差异用垂直单线标识在它们所涉及条款的页边空白处。在附录 B 中给出了技术性差异及其原因的一览表以供参考。

为便于使用，本标准做了以下编辑性修改：

a）“本文件”一词改为“本标准”。

b）删除了 API Bull E3：1993 的扉页、“API 对环境、健康和安全的使命和导向法则”、“指导方针”、“前言”和“参考书目”部分。同时也删除了 API Bull E3：1993 的一些仅作为信息参考的“引用”文件等内容。

c）删除了 API Bull E3：1993 中对同一内容的重复表述。

d）删除了 API Bull E3：1993“术语表”中的一些石油行业常用术语或定义，并把其他术语和正文中出现的术语，按照 GB/T 1.1—2000 的要求编在本标准的第 3 章“术语和定义”中。

e）统一采用了我国法定的计量单位。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C 和附录 D 均为资料性附录。

本标准由采油采气专业标准化委员会提出并归口。

本标准起草单位：大港油田集团井下技术服务公司。

本标准主要起草人：张世林、于长录、王玉忠、张红任、杨金奎、王国亮。

废弃井及长停井处置指南

1 范围

本标准主要针对陆上油田，规定了在石油勘探开发中对废弃井及长停井的处置方法及监控管理要求。

本标准适用于陆上石油勘探开发过程中对废弃井及长停井的作业；也适用于对井内部分层段的封堵作业，这些作业包括废弃井的弃井作业、暂闭井的保护作业以及关停井的监控方法和程序。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

SY/T 5587.4—2004 常规修井作业规程 第4部分：找串漏、封串堵漏

SY/T 5587.14—2004 常规修井作业规程 第14部分：注塞、钻塞

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

长停井 inactive well

是指生产、注水或修井作业已经结束，但没有采取永久废弃处置的井。长停井分为关停井和暂闭井。

3.2

关停井 shut - in well

若一口长停井的完井井段与油管或套管连通，则该井被归类为关停井。通过主动的修井工作可使一口关停井成为暂闭井或废弃井。即关停井是可以通过操作开关生产阀门或修复生产设备来恢复生产。关停井状态是指从停产或完成修井作业三个月后开始算起。

3.3

暂闭井 temporarily abandoned well

当一口长停井的完井井段与生产油管或套管已被隔离时，该井被归类为暂闭井。隔离完井井段的方法有下桥塞（包括丢手封隔器）、打水泥塞和水泥封堵等。暂闭井一般是打算将来利用该井时采用的方式。暂闭井状态从完井井段被隔离之日算起。

3.4

带压地层 pressured formation

是指任何可供开采的或可注入的有渗透性的充有碳氢化合物或盐水的被油井穿透的地层，它有足够的压力能够支持流体通过自由流动或在地层孔隙中渗流至淡水层或到达地面。

3.5

机械完整性 mechanical integrity

指在一口井中，能有效阻止地层流体通过井筒附近的垂直通道运移到淡水层的屏障，包括套管、油管和封隔器等。每一个屏障的完好程度以机械完整性表示，每一个完整性可用一定的程序来监控。

3.6

保护级数 level of protection

在井身结构中，以表层套管、油层套管、油管、封隔器、水泥塞及桥塞等井下封堵体形成的，能防止地层流体运移至淡水层或地面的具有机械完整性的屏障个数。

4 封堵和弃井作业中对环境的考虑

4.1 概述

在油气勘探开发过程中，总有一些井（处理污水的井，注采井和干井等）需要进行永久性报废处理或对其部分井段的封堵作业。在这些作业中对环境的考虑，主要在于了解井筒中可能对淡水层造成污染的风险性。对淡水层的污染主要是由于井筒流体通过井筒运移造成的，我国陆续颁布的关于保护环境和水污染防止的相关法律法规，促进了对废弃井的处理和长停井的监测管理工作。相关内容见附录D。

目前的油井水泥和注水泥方法能够有效地达到密封井筒和支撑、保护套管的目的。在油气井的封堵和弃井作业中，本标准要求在井筒中留水泥塞以保护淡水层，并防止地层油气水在井内运移。

4.2 弃井作业目的

弃井作业的目的是为保护自然资源。废弃井应采用留水泥塞封堵作业来保护淡水层，同时也阻止地层流体在井内运移。地层流体在井筒的运移有以下这两种情况：

a）有连通渗透性地层与淡水层或地表的井眼通道；

b）地表水渗入井筒中并窜入淡水层。

所以，在井内适当的位置注水泥塞或打桥塞一定能有效地阻止流体运移。当然，油井自身的井身结构和各种自然力量也能阻止流体运移。

4.3 保护环境方法

4.3.1 利用井身结构保护

在设计井身结构时，为了阻止注入地层的流体或地层产出的流体进入淡水层，对大多数注采井的结构要求如下：

a）将表层套管下至淡水层以下，并注水泥充满环形空间（即使干井也应如此）。

b）油层套管从地面下到注采层，并注水泥固井，以防止在套管外的注采流体有垂直方向上的运移。

4.3.2 采用恰当的封堵方式保护

正确的封堵方式能够保证封堵报废效果，从而将永久性地阻止流体在井内运移。在封堵和弃井作业中，所提供的保护措施包括：在裸眼井注水泥塞；在套管被割断位置打水泥塞或桥塞；在注采层位的射孔井段以上打水泥塞或桥塞；最深淡水层的底部打水泥塞或桥塞等。恰当地封堵方式将阻止流体通过套管或套管和井眼的环空窜通。当然要根据井的实际情况，选择合适的水泥型号从而保证水泥塞的坚固性。对水泥塞的要求及具体操作方法见第5章。

4.3.3 利用自然规律保护

4.3.3.1 井眼阻力

井眼阻力，比如留在废弃井中的泥浆，膨胀性页岩或坍塌地层都能阻止流体运移。泥浆的粘度、密度以及由它形成的泥饼，都给流体的运移造成了阻力。通常留在井内的泥浆具有足够的压力来平衡地层压力，有时甚至超过了正常的压力梯度，这样就大大地降低了流体运移的机会。在某些区域的地层内，膨胀的页岩或坍塌地层也会对完井后套管外仍没有水泥固井的井段起到封隔作用。在较长的裸眼井段中，比如未下套管的干井，膨胀性页岩或坍塌的地层都会自然封闭井眼。

4.3.3.2 地层效应

当井内存在流动通道时，地层流体就会从较高压地层向较低压地层移动。而流体在通道中的运移

主要取决于地层的特性（厚度、孔隙度和渗透率）和流体性质（密度和粘度）。这样，通过井筒向上流动的地层流体或注入液有可能会在淡水层下方遇到一个吸纳它们的层段，这样已就阻止了这些流体上窜到淡水层中。

4.3.3.3 地层压力平衡

流体的注入会降低油藏压力衰竭的速度，甚至会提高油藏压力。在流体注入过程中，油藏压力的变化取决于油藏性质、流体注入量和采出量。如果总注入量和总采出量的差额只占油藏体积的很小比例，那么油藏压力就会达到或接近原始地层压力。此时注入水导致局部压力的升高也不会保持长久。因为一旦停注后，引起压力变化的注入水被地层所吸收，注水层附近压力将会达到平衡。所以，对于长期注水并可能有层间干扰危险性的注水层，地层压力平衡将使其层间窜流的风险并不比注水前地层高。

4.4 封堵和弃井作业的环境风险评价

在井内，有许多阻止流体窜流的因素。如在所钻的淡水层以下下入表层套管并固井以及在注采层段下入油层套管并固井等采取的多种防止流体窜流的井身结构措施。这些防范措施增强了封堵施工对阻止流体窜流的有效性。在防止流体窜流和保护淡水层的作业中，水泥塞或桥塞是决定性的因素。当然，像井筒阻力、井下地层效应和地层压力平衡等自然因素，对阻止流体窜入淡水层也起到了一定作用。

在确定一口井流体运移潜在力的评价方法时，在考虑上述因素的同时还应考虑是否存在带压地层和淡水层，以达到用这种评价方法能够确定这口井是否具有流体运移的潜在力。而对具有流体运移潜力的井，在做出它对淡水层和地表是否构成威胁的决策时，应做更加长远的评价。

5 封堵和弃井作业

5.1 概述

5.1.1 作业指南

5.1.1.1 封堵和弃井作业目的

一口井部分井段的永久性封堵及废弃井的弃井作业的主要工作是，在井内适当层段注水泥塞以防止井筒中形成流体窜流通道。其目的在于保护淡水层和限制地下流体的运移。本标准提供的封堵和弃井作业作法在环境关系上主要体现在以下五点：

a）保护淡水层免受地层流体或地表水窜入的污染；

b）隔离开注采井段与未开采利用井段；

c）保护地表土壤和地面水不受地层流体污染；

d）隔离开处理污水的层段；

e）将地面土地使用冲突降低到最小程度。

为达到上述目的，要求所有关键性层段之间应是隔离开的。所以在编写封堵设计前，首先应认清井内各地层的特性。这样才能在井筒中选择恰当的层段进行注水泥塞或打机械桥塞来阻止流体运移。

5.1.1.2 隔离油气层和处理废水层段

为达到保护淡水层这一最主要的目的，应隔离各个油气层和处理废水的层段，并且在最下部淡水层的底部打一个水泥塞。

5.1.1.3 打地表水泥塞

地表打一个水泥塞，来阻止地面水渗入井内并流入淡水层。因地面水有可能已被工业、农业或城市生活所污染，如没有地面水泥塞，则地面水进入井筒中的后果也可能是非常严重的。同时地表水泥塞也限制了井内流体流出地表，从而保护土壤和地面水。

5.1.1.4 防止层间窜流

由于层间窜流会干扰邻井的开发，所以在弃井作业中，井内打水泥塞或桥塞的位置选择上，不仅要保证隔离开那些已确认为有生产能力的油气层或注水层，还要使井内所有注采井段都被隔离开，将

油气及注入液限制在各自的层段里，阻止各层之间的井内窜流。

5.1.1.5 恢复地貌

通过去掉井口装置和割掉一定深度以上的表层套管并恢复地貌，使废弃井与土地使用的矛盾最小化。当然个别地区要求在井眼位置安装一个可供识别的标志。

5.1.1.6 井内封堵方法

一般是采用裸眼水泥塞、套管水泥塞、套管炮眼挤注水泥或机械桥塞等方法。但是，在隔离开套管外水泥返高以上的油气层或注水层时，则应采用二次固井等一些特殊的作业。

图 1 是一个典型的废弃井弃井作业后的井身结构示意图。

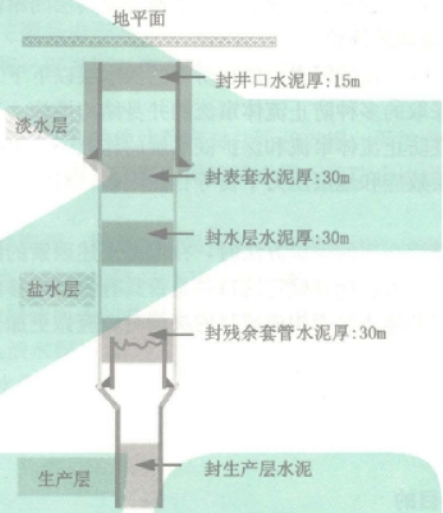


图 1 废弃井井身结构示意图

5.1.2 作业控制措施

5.1.2.1 静态平衡

在注水泥塞作业中，水泥硬化之前，井内流体的流动会影响水泥塞的质量和位置，从而导致水泥塞的不密封。为达到注水泥塞的目的，施工时井内的静液柱压力应与地层压力平衡，以达到候凝期间井筒内流体是静止的，即静态平衡。通常用水基泥浆或水来注水泥塞施工，并在完成之后留在井内。

5.1.2.2 高压或漏失层

对于高压地层和漏失地层，无法实现静态平衡时，为保持水泥塞的静态平衡，采用垫稠泥浆或注入堵漏材料及其他被证实有效的控制手段来控制。另外，采用桥塞、膨胀封隔器、水泥承留器等一些机械工具来封堵高压或漏失地层。同时挤注水泥浆也是一种适合封堵高压或漏失地层的方法。

5.1.2.3 特殊井的质量控制

对于废弃井存在特殊的地下情况，要求更高质量的废弃作业时，可采取以下措施：

1）射孔：对被封堵井段采取补孔、重复射孔等措施，疏通挤注水泥浆通道，提高封堵质量。

2）采用特殊封堵剂：封堵采用超细水泥或膨胀性水泥等特殊封堵剂从而提高封堵质量。

5.1.3 注水泥塞技术

5.1.3.1 水泥浆要求

封堵和弃井作业一般从井内最底部层段开始，封隔从井底到地面的各个层段，最终达到弃井作业目的。在井筒中起封隔作用的水泥塞的最小长度一般是 30m。注水泥塞的水泥用量可以通过预期水泥

塞长度、井眼直径以及因水泥隔离液或井筒流体对水泥侵入造成的误差来计算。水泥选用和配制按SY/T 5587.14—2004中的表1及4.1.2、4.1.3的要求执行。

5.1.3.2 注水泥塞方法

5.1.3.2.1 顶替法

在钻杆或油管内注入水泥浆并顶替到管柱内外高度一致时，缓慢上提管柱，使水泥浆留在原位。若井内流体与水泥浆不配伍，则在顶替水泥浆的前后都要使用隔离液来减少井内流体对水泥浆的影响。在注水泥浆过程中，井筒液体应在静止状态（既不自溢也不漏失）。

5.1.3.2.2 挤注法

用油管、连续油管或钻杆挤水泥浆至设计封堵的层段，或直接在井口关闭油层套管环空进行挤注，水泥将会顺着工作管串（油管或连续油管等）而下直至目的井段。高压挤入将使水泥浆脱水并留在炮眼、裂缝或地层表面，形成一个高强度的滤饼，凝固后的水泥形成一道阻止地层流体流入井筒的屏障。挤注法通常用于封堵井内地层或修补套管漏失。另外，在井内条件达不到静态平衡时，通常也使用该方法。一般挤注水泥是通过封隔器或水泥承流器来完成的。挤注法不适用于封堵目的层以上套管漏失、修复或套管存在其他问题（比如套管被射开位置存在疑问，或在套管承受不住挤注施工压力等）的井。

5.1.3.2.3 机械塞法

桥塞、水泥承留器、永久性封隔器等机械封隔工具，能有效地用来封隔井中的各个部分。这些机械塞可通过电缆、油管或钻杆完成在规定深度，同时在机械塞顶部注上水泥帽提供第二道密封。

5.1.3.2.4 倒灰法

倒灰筒内灌入计量好的水泥浆，用电缆下入井内。倒灰筒通过电源启动或撞击打开（也就是撞击桥塞或水泥承留器等）。

5.1.3.2.5 连续油管顶替法

用连续油管（或同心油管）在油井内打水泥塞与用油管、钻杆等管柱打水泥塞的方法是一样的。在一些偏远的现场，或对于小井眼的井（尤其是油管和其他井下设备不能从井里起出时）进行封堵，采用连续油管或同心油管封堵是很适用的。

5.2 无套管井的弃井作业

5.2.1 裸眼井段的封隔作业

5.2.1.1 封隔条件

对于裸眼完井井段（即未下套管且与上部套管相连的井段），如在裸眼井段不存在生产层、注水层或处理层时，用下列方法之一进行封隔处置。

5.2.1.2 顶替法

如图2所示，水泥塞在套管鞋上下的长度至少应各为15m。当裸眼长度小于15m时，水泥塞总长度至少为30m。根据油藏性质和裸眼井段长度，也可以在整个裸眼井段内注一个水泥塞。

5.2.1.3 水泥承流器法

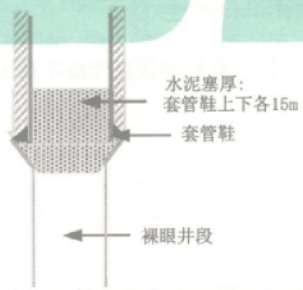


图2 水泥塞封堵裸眼井结构示意图

如图 3 所示，在套管鞋以上位置下一个水泥承流器，向水泥承流器下面挤水泥进行封堵，水泥浆的量应填满水泥承流器以下套管及套管鞋以下 15m 的裸眼井段，且留在水泥承流器上部的水泥塞长度应大于 6m。

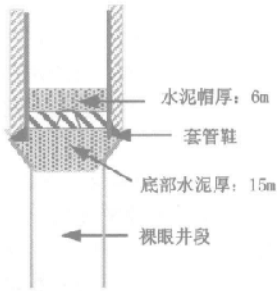


图 3　水泥承留器封堵裸眼井示意图

5.2.1.4　易钻桥塞法

在套管鞋以上 15m～30m 处打一个易钻桥塞，并在其上留长度不小于 6m 的水泥塞。

5.2.2　裸眼井段内的封堵作业

如图 4 所示，在裸眼井段里对已开采的或未开采的可采储层、注水层等要进行封堵，可打一个跨层的悬空水泥塞。如果淡水层裸露，在淡水层的下面打一个水泥塞。水泥塞应从封堵层以下 15m 到封堵层以上 15m。在可能导致油气层间串槽的井段或是地层渗透性很差的长井段处，可在该井段顶部打一个不小于 30m 的水泥塞。

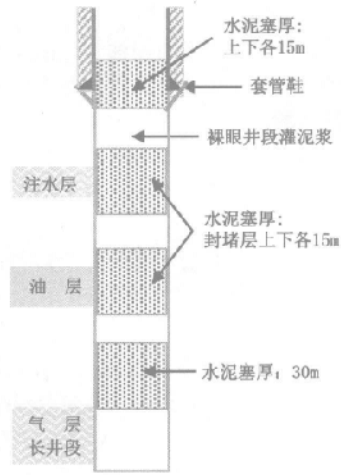


图 4　取出套管井报废作业示意图

5.3　有套管井的弃井作业

5.3.1　封堵射孔井段

为了防止地层流体进入井筒并通过套管运移，对已射孔的生产层或注水层（或层段）进行封隔或封堵。施工时应考虑井眼大小、地层特征和储层压力等。

5.3.1.1　顶替法

如图 5 所示，对射孔井段，可以在射孔段上方或整个射孔段上打一个悬空水泥塞来封堵。水泥塞

厚度，应从射孔井段以下 15m（或人工井底）到射孔井段以上 15m，根据储层条件，也可以在长射孔井段上方打一个不小于 30m 厚的水泥塞来封隔射孔井段。

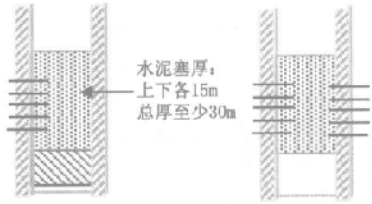


图 5　悬空塞法封堵示意图

5.3.1.2　挤水泥法

如图 6 所示，在炮眼以上至少 15m 处下入水泥承流器或可取式封隔器等，向炮眼里挤水泥来封堵射孔井段。水泥浆的用量应满足水泥承流器以下至少 30m 的套管内容积和炮眼漏失量，并在其上留至少 6m 厚的水泥塞。

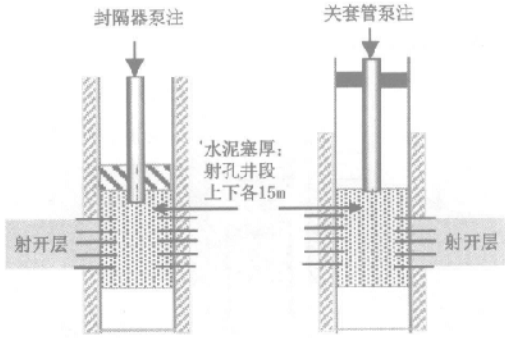


图 6　挤入法封堵示意图

5.3.1.3　易钻桥塞法

如图 7 所示，在炮眼以上 15m～30m 处打一个易钻桥塞（或永久性封隔器等其他永久性封隔套管的工具），并在易钻桥塞上留 6m 的水泥塞。

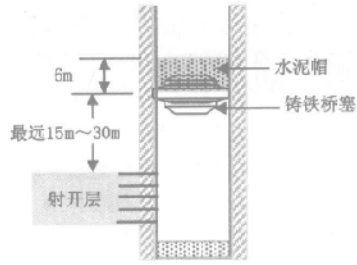


图 7　铸铁桥塞法封堵示意图

5.3.2　封堵余留套管

5.3.2.1　说明

余留套管是当套管被切割后，在井内剩余的那一部分。封堵时从剩余的套管或剩余套管外的

环空对余留套管进行封堵。依据余留套管以下的流体是从环空流出或注入环空的情况来封堵余留套管。

5.3.2.2 顶替法

如图 8 所示，从余留套管内 15m 到上一级套管内或裸眼内 15m 的位置打一个悬空水泥塞。

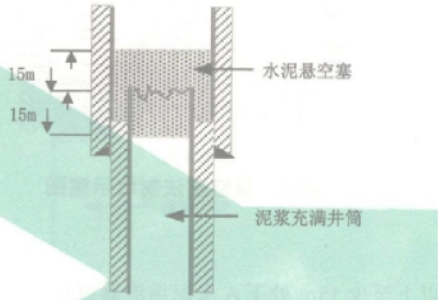


图 8 用水泥封堵余留套管示意图

5.3.2.3 易钻桥塞法

如图 9 所示，在余留套管上 6m～15m 的套管处打一个易钻桥塞，并在其上留至少 6m 的水泥塞。

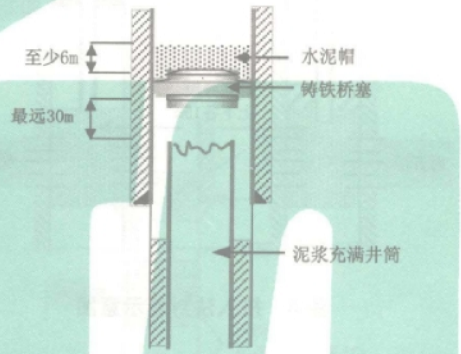


图 9 桥塞法封堵余留套管示意图

5.3.2.4 挤水泥法

如图 10 所示，在余留套管的上一级套管以上至少 15m 处，下一水泥承留器或挤水泥封隔器，并向工具下部挤水泥。水泥浆的用量应大于挤水泥工具以下套管的内容积加上 15m 余留套管的内外的体积，并在其上应留至少 6m 的水泥塞。

当余留套管下部地层没有油气运移或漏失时，可用顶替法来封堵余留套管；当上一级套管外有水泥固结时，可用易钻桥塞封堵余留套管；若在余留套管中地层产液或有漏失时，则应采用挤水泥法。

5.3.3 封堵井内所留套管

5.3.3.1 封堵套管外有水泥井段

应弄清套管外的关键性层段，然后在套管中跨过已挤过水泥的关键性井段，打一个悬空水泥塞进行封堵，其厚度应为关键性井段上下各 15m。此外，若有淡水层存在，还应在最下面的淡水层底部 15m 以下打一个至少 30m 厚的水泥塞。

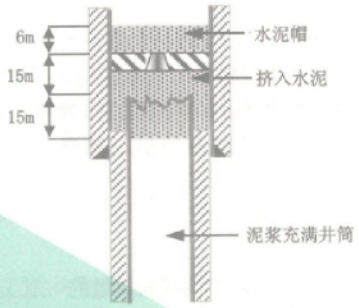


图 10　用水泥承留器封堵余留套管示意图

5.3.3.2　封堵套管外无水泥的井段

5.3.3.2.1　一次挤水泥法

在没有水泥固结的长井段，在关键井段射孔，向炮眼里挤水泥，参见 5.3.1。水泥浆用量，以能在套管内形成至少 30m 厚的水泥塞，同时满足套管外的漏失量和邻近地层表面的渗漏为宜。

5.3.3.2.2　分层挤水泥法

在关键层段的上、下方分别射孔、挤水泥进行封堵。施工时保证所需的足够的水泥量和足够高的泵压。水泥浆的体积，在分层挤水泥作业后，在套管内至少留 30m 的水泥塞。当有些关键层段需要封堵，用循环水泥法不可行或不现实时，则分层挤水泥。

5.3.3.2.3　循环水泥法

当井眼条件允许循环水泥封堵时，在水泥返高顶部附近，没有水泥固结的套管处进行射孔，通过套管和井眼环空循环水泥进行封堵。

5.3.3.3　封堵套管鞋

5.3.3.3.1　套管外有水泥固结

当生产套管外被水泥固结到表层套管鞋以上至少有 30m 时，在生产套管内，表层套管鞋以下 15m 到管鞋以上 15m 井段位置处打一至少 30m 厚的悬空水泥塞。

5.3.3.3.2　套管外无水泥固结

当生产套管外没有水泥固结到表层套管鞋以上至少 30m 时，则管鞋的封堵可采用 5.3.3.2 所描述的方法之一进行封堵，同时在挤水泥或顶替水泥后，在生产套管内留一个至少 30m 厚的水泥塞。

5.3.3.4　封堵淡水层

5.3.3.4.1　套管外有水泥固结

从淡水层最底部以下至少 30m 到淡水层的底部，打一悬空水泥塞来封堵淡水层。

5.3.3.4.2　管外无水泥固结

在套管外没有被水泥固结的地方，通过射孔并挤水泥对淡水层底部进行封堵（见 5.3.1.2）。封堵淡水层的另一种方法是切割并拔出套管，然后根据 5.3.2 或依据 5.2.1 的方法进行封堵。如果可行，最好是将余留套管以上的井眼全部用水泥充填满。

当生产套管外没有水泥固结时，封堵淡水层底部的建议方法是在对每一种方法的相关问题和风险分析的基础上，如果淡水层在表层套管外，且不拔出生产套管，则应保证在表层套管鞋处已被封堵（见 5.3.3.3），当然，封堵淡水层底部后，也可以打一个表层水泥塞。

如果井段过长或者存在需要严格区分各淡水层之间的水质差异等其他原因时，适当地（或按相关标准或法规的要求）在长井段内部增加一个水泥塞。

5.4 封堵地表层

表层水泥塞是从地面以下 6m～15m 到地面打的一个悬空水泥塞，是用来防止地面水进入废弃井井眼的。在打表层水泥塞之前，应确认淡水层已被有效地封隔，且井眼内的流体是静止的。

打完表层水泥塞后卸掉井口，将留在井眼内的任何工作管柱都应从地面以下 1m～2m 处（如果有特殊要求，则可能要更深）割掉。管柱被割掉后，如果环空无水泥，则应用水泥浆填满这些空间。

5.5 检验水泥塞

5.5.1 要求

检验水泥塞是为了确认水泥塞的位置以及水泥浆凝固质量的一道工序。探水泥塞面是检验水泥塞的深度和固结程度的常用方法，而压差检验是确认封堵施工的有效性，所以，只要井眼条件允许，能够安全作业，就应进行探水泥塞面检验和压差检验。探水泥塞面和压差检验要求按 SY/T 5587.14—2004的 5.1.13 执行。

5.5.2 探水泥塞面

5.5.2.1 要求

探水泥塞面是为了确认水泥塞在井眼的位置和水泥塞的凝固程度。一般采用钻杆、油管、连续油管或电缆工具等工作管串探水泥塞。探水泥塞面时，首先，水泥应已凝固保证承受工作管串的机械接触加压。另外，井内流体应处于平衡状态，确保探水泥塞面作业安全地进行。

5.5.2.2 油管或钻杆探塞法

加深油管、钻杆等工作管柱并与水泥塞相接触，然后下放加压直至修井机的指重表发生变化。此时井内油管、钻杆等工作管柱的深度就是水泥塞的深度。

如果用油管、钻杆等工作管柱完成水泥承留器或易钻桥塞，其井内管串的深度将是桥塞的坐封深度。坐封并释放桥塞后，应探桥塞验证坐封位置。

5.5.2.3 电缆法

在套管内进行封堵时，若用电缆下水泥承留器或桥塞，则其深度以定位深度为准。桥塞释放以后，用电缆装置碰撞桥塞验证它的位置。当然，无论是在裸眼井还是套管井，都可以用电缆装置碰撞水泥塞来验证水泥塞的深度。

5.5.3 压差检验

5.5.3.1 要求

压差检验确认封堵施工的有效性，如果井筒条件允许，应对封堵层进行压差检验。有负压和加压两种方式。

5.5.3.2 负压检验

用水泥塞封堵后，采用抽吸等负压方法将水泥塞以上的液柱压力降低到被水泥塞封隔或封堵的储层设计压力以下，对井内液面监控一段时间，如果液面没有产生变化，说明水泥塞是合格的。

5.5.3.3 加压检验

用水泥塞封堵后，下工作管柱或整井筒进行泵注加压，使井内液柱压力慢慢超过被水泥塞封堵层的设计压力。具体要求按 SY/T 5587.14—2004 执行。

5.6 地貌恢复

打完表层水泥塞后，按 5.4 填井眼及各种鼠洞，并按相关规定和协议要求恢复地貌，使土地能够进行再利用。

5.7 废弃井记录存档

弃井作业工艺和封堵施工作业记录（井筒情况、管柱记录、套管的损害及修补记录、打水泥塞封堵记录、管柱结构等）应按管理机构要求的格式以永久性文件存档，保存在永久性的井史文件中。废弃井的建设单位应永远保存这些弃井作业的记录文件，同时应承担相应的责任。如果不再做这类工作

或井不再对永久性文件负责，相关的管理机构应成为这些文件的保存者。

5.8 特殊井的弃井

5.8.1 没有表层套管的井

当井眼条件或钻井问题导致在下套管之前弃井，也有可能产生流体运移。一般是从井底到地表打一个水泥塞封死。但如果井眼太深或井径太大而无法打一个水泥塞时，对没有表层套管的长裸眼井段，应采取封堵主要淡水层的措施。水泥塞从淡水层以下 15m 打至顶部 15m 处。对较长的淡水层则在其顶部打一个至少 30m 厚的水泥塞进行封堵。打表层水泥塞可以按 5.4 的要求进行。

5.8.2 割缝衬管完井的井

用割缝衬管完井的井，若井况允许则应采用封隔裸眼井段的方法完成弃井作业。但对于井内有防砂工具的井，由于油管、钻杆等管柱下不去，可按 5.2 和 5.3.1 的方法，在防砂管柱内或在防砂封隔器上插入油管堵塞器，并在堵塞器上留一水泥塞，也可以采用挤注水泥浆进行封堵。如果用留井的油管内下堵塞器来封堵割缝衬管时，应在其上部套管外有水泥固结的井段打一水泥塞。

5.8.3 非正常报废井

对于废弃井存在非正常的地面或井下情况的，则不在本标准规定范围之内。如果在这种非正常情况下进行弃井作业，需要特殊的作业程序时，应与相关部门合作，尝试应用新的工艺。然而不管如何，应保证所采用的封堵作业能够阻止被封堵井眼内各种潜在流体的窜流。

6 长停井监控作法

6.1 长停井监控程序的概念与目标

长停井监控程序是确定一口长停井是否存在对淡水层、地表土壤及地表水具有污染隐患的一种风险评价方法。而建立长停井监控程序的目标是为了对长停井存在的污染淡水层及地表的隐患加以解决。内容包括为防止流体运移至淡水层和地表的有效监控程序和基本方法，以及为达到这一目标而提供的监控程序设计。另外还对监控期间何时采用何种措施来增加保护级数提出建议。

6.2 长停井监控程序相关概念

6.2.1 带压地层

长停井的主要风险因素是带压地层的出现，它是淡水层的潜在污染源。如果没有带压地层，长停井不会对淡水层、表层土壤和地表水造成伤害。在有带压地层的地方，流体运移的潜力是与井身结构的机械完整性密切相关的。

6.2.2 井身结构

长停井的井身结构特征，提供了流体运移的机械屏障，它包括：

a) 表层套管下至淡水层以下，用水泥固井并返至地面。

b) 技术套管的下入和固井。

c) 油层套管的下入和固井。

d) 油管和在完井层段以上坐封的封隔器。

采油树和防喷盒的组合使井筒内流体与地表隔开，同时又与油管、套管相连通，可以方便地检测井内压力。井身结构中的机械完整性是流体运移的屏障，从而对长停井提供了保护措施，防止了流体进入淡水层和地表。但是不可能所有长停井全部具有以上的井身结构，所以通过制定相应的井身结构的检测程序，要求对那些流体运移屏障较少的长停井增加检测频率。

6.2.3 流体运移能力

长停井的流体运移能力主要取决于带压地层的存在与否和井身结构的机械完整性。在长停井监控程序中，将流体运移能力分为最小、小、中等和强四种类型，见表 1。

表 1　流体能够流入淡水层的能力分类

运移能力	井况及保护级数
最小	没有带压地层或者唯一的带压地层与淡水层被管外有水泥固结的套管隔离
小	有两个以上的保护级，表层套管环空不承受压力
	完井井段为带压地层，其他带压地层与淡水层被管外有水泥固结的套管隔离
	完井井段可以是或不是带压地层，但最下部淡水层与水泥返高以上最浅的地层间有两个或两个以上的保护级
中等	油井有一个保护级的保护措施，表层套管没有承受压力
	完井井段是带压地层，且所有带压地层与淡水层被管外有水泥固结的套管隔离
	完井井段可以是或不是带压地层，但最下部淡水层与水泥返高以上最浅的地层间有一个保护级
强	油井没有保护级数，完井层段有带压地层
	采油树或防喷盒的设计参数和机械完整性不足以长期承受一定的高压
	表层套管环空承受压力
	带压地层和淡水层同处在水泥返高之上

流体运移能力所关注的是存在于完井层段的带压地层、没有水泥固井的套管外地层压力以及没有注水泥的环空压力。所以尽管淡水层没有被表层套管完全封闭时，若套管外有水泥环，则带压地层是封闭的，流体的运移能力极其微小。

6.2.4　长停井监控程序设计

对于长停井的管理，主要是及时监控井筒条件的变化，其目的就是当非正常变化发生时能够监控压力变化并采取相应的措施。在实际操作时，就是以此为目的来设计具体的监控程序，防止可能出现的一些特殊情况。另外，在建立长停井对应监控程序时，应结合当地的有关规定，并考虑合同的相关要求。

6.3　长停井监控作法

6.3.1　说明

以下规定了对长停井进行监控的具体作法，实际实施时可参考附录 C。

6.3.2　确定长停井类型

按第 3 章中的定义，确定长停井是关停井还是暂闭井，因为关停井和暂闭井有各自不同的监控程序。

6.3.3　确定带压地层

通过油井的渗透能力和压力来鉴定和确认带压地层。确认一个地层为带压地层的一个重要要素是它应有足够的压力使流体发生运移并能进入淡水层或地表。带压地层的压力一定大于淡水层的压力。另外带压地层应有一定的渗透性，而且流体运移应有一个通道。

6.3.4　确定淡水层

确定淡水层就是确定长停井监控程序保护的目的层。鉴定和识别淡水层深度的依据主要来自国家相关职能机关的记录。通过电测和其他地质资料来鉴定划分每一口长停井的淡水层井深。在没有确定淡水层的地区，确定淡水层的方法有：电测法、水样分析法和查阅国家、地方地质文献等。

6.3.5　确定保护屏障级数

通过井身结构确定保护级数。保护屏障级数是用来评价井内所具有的防止流体运移到淡水层的级

数的重要参数。一级保护屏障级数就是一道机械屏障，它的完整性可以用仪器或工具监测到。检验套管串漏则按 SY/T 5587.4—2004 执行。表 2 列举了带压地层流体，在完井井段运移能力的保守预测。

表 2　防止流体运移到淡水层的保护级数表

防止流体运移到淡水层的保护装置	保护级数
有表层套管，水泥浆从淡水层以下返到地面	1 级
有技术套管，水泥固井	1 级
有油层套管，水泥返至关键层段以上	1 级
油管带封隔器坐在完井层段以上	1 级
用桥塞、水泥塞或不带油管的封隔器封隔完井井段	1 级

除表 2 中所列外，还有一些因素能够阻止流体运移，但因其影响力无法准确评估而未被列入保护级中，如钻井液、崩落的岩屑及地层坍塌产生的井眼阻力；淡水层与带压地层的垂直高度；淡水层与带压地层之间的地层存在的异常孔隙和渗透性等。

在某个地区长期的实践工作中，如被证实是能有效阻止流体运移的屏障，在本地区对流体运移能力进行分类时，也可作为一个保护级数。

6.3.6　流体运移能力分类

按表 1 对流体运移能力进行分类。

小流体运移能力井比最小流体运移能力井发生流体运移的可能性大一些，所以监控工作就要尽可能明确，要求也更高。中等流体运移能力的井要比小流体运移能力井监控更加频繁。

强流体运移能力是确定流体是否会污染淡水层的关键。同时诊断技术和测井技术对设计监控程序也非常有用。在必要时，长停井需要通过修井来增加保护级数，甚至作报废处理。

6.3.7　确定监控程序

制定和流体运移能力相一致的监控程序。表 3 给出了用于监控保护淡水层的建议监控频率，附录 C 举例说明了每类长停井的典型监控程序。

表 3　建议监控频率表

流体运移能力	监控参数	监控要求	
		初始时间	监控周期
最小	液面或压力变化	3 个月	5 年
	监控开采方式的改变	需要时	
小	压力变化	3 个月	1 年
	套管试压	3 个月	5 年
中等	压力变化	3 个月	1 月
	套管试压	3 个月	1 年
强		实时监控、立即评估处理	

表 3 表明，监控参数和频率随流体运移能力的提高而提高。在某些地区，因为存在高压高渗地层或有腐蚀性水层等特殊情况，因而应采取比表 3 更高的监控频率，以满足特殊情况的要求。

6.3.8　保护表层土壤和表层水的监控

为保护表层土壤和地表水免于井筒流体的潜在伤害，关停井应安装采油树或防喷盒，其设计参数

和机械完整性应足以控制流体，并且能够控制在油管、套管及所有环空中出现的异常高压。

6.3.9 相应措施

当监测过程中发现保护屏障的机械完整性有损失、套管环空压力或地层压力有变化时，应根据流体运移能力的大小，首先进行诊断测试以表征其状态，同时考虑采取以下相应措施：

a）重新对流体运移能力进行分类，并根据新的流体运移能力大小执行相应的监控程序；

b）进行修井工作以增加保护级数，并根据新的流体运移能力大小执行相应的监控程序；

c）封堵报废该井。

6.3.10 长停井地面标志

应按相关要求，对长停井在地面做出正确地标志，并且对标志物做适当维护。

6.3.11 存档工作

井场检查记录、压力数据、流动级别鉴定和机械完整性测试数据应归档保存。

附 录 A
（资料性附录）
本标准章条编号与 API Bull E3：1993 章条编号对照

表 A.1 给出了本标准章条编号与 API Bull E3：1993 章条编号对照一览表。

表 A.1 本标准章条编号与 API Bull E3：1993 章条编号对照

本标准章条编号	对应的 API Bull E3：1993 章条编号
—	指导方针
—	前言
前言	—
第 1 章	—
第 2 章	—
第 3 章	3.2 术语表
第 4 章	第 1 章
4.1	1.1
4.2	1.2
4.3	—
4.3.1	1.3 的第三段，1.4.1 的 1）
4.3.2	1.4.1 的 2）
4.3.3	1.4.2
4.4	1.5
第 5 章	第 2 章
5.1	2.1
5.1.1	2.1 的悬置段
5.1.2	—
5.1.2.1	2.1.1
5.1.2.2	2.1.1.1
5.1.2.3	—
5.1.3	2.1.2，2.4.2
5.2	
5.2.1	2.2
5.2.2	2.3
5.3	2.4
5.3.1	2.4.1
5.3.2	2.4.3
5.3.3	2.4.4

表 A.1（续）

本标准章条编号	对应的 API Bull E3：1993 章条编号
5.4	2.4.5
5.5	2.5
5.5.1	2.5 的悬置段
5.5.2	2.5.1
5.5.3	2.5.2
5.6	2.6
5.7	2.7
5.8	2.8
5.8.1	2.8.1
5.8.2	2.8.2
5.8.3	2.1.3
第 6 章	第 3 章
—	3.1
6.1	3.3 的悬置段，3.3.1
6.2	3.3
6.2.1	3.3.2
6.2.2	3.3.3
6.2.3	3.3.4
—	3.3.5
6.2.4	3.3.6
6.3	3.4
6.3.1	3.4 的悬置段
6.3.2	3.4.1
6.3.3	3.4.2
6.3.4	3.4.3
6.3.5	3.4.4
6.3.6	3.4.5
6.3.7	3.4.6
6.3.8	3.4.7
—	3.4.8 的悬置段
6.3.9	3.4.8.1
6.3.10	3.4.8.2
6.3.11	3.4.8.3
—	3.5
附录 A	—

表 A.1（续）

本标准章条编号	对应的 API Bull E3：1993 章条编号
附录 B	—
附录 C	附录 A
附录 D	附录 B
—	书语表
—	参考文献
注：表中的章条以外的本标准其他章条编号与 API Bull E3：1993 其他章条标号均相同且内容相对应。	

附 录 B
（资料性附录）
本标准与 API Bull E3：1993 技术差异及其原因

表 B.1 给出了本标准与 API Bull E3：1993 技术差异及其原因的一览表。

表 B.1 本标准与 API Bull E3：1993 技术差异及其原因

本标准的章条编号	技术性差异	原 因
第 1 章	补充“范围”内容	符合 GB/T 1.1 的要求
第 2 章	补充“规范性引用文件”内容	符合 GB/T 1.1 的要求
第 3 章	删除了 API Bull E3：1993“术语表”中一些石油行业的常用术语和定义	属于常用名词； 符合 GB/T 1.1 的要求
4.1	删除了 API Bull E3：1993 中 1.1 的第一段、第二段的前半部分和第三段的内容	该内容是美国报废井数据统计及相关法律法规情况，不适合本标准
	补充“我国陆续颁布的关于保护环境和水污染防止的相关法律法规，促进了对废弃井的处理和长停井的监测管理工作。相关内容见附录 D。”	更换为我国法律法规条文，便于标准的实施
4.3	补充标题“1.3 保护环境方法”	符合 GB/T 1.1 的要求
4.3.1	删除了 API Bull E3：1993 中 1.3 的第一段、第二段、第四段的内容	该内容是美国水泥技术发展数据，与本标准无关
4.3.2	删除了 API Bull E3：1993 中 1.4.1 的 1）的内容	与 4.3.1 内容重复
4.4	删除了 API Bull E3：1993 中 1.5 的第二段后半部分的内容	该段描述美国环保法规出台后的成效，与本标准无关
5.1.1	补充标题“5.1.1 作业指南”	符合 GB/T 1.1 的要求
	删除了 API Bull E3：1993 中 2.1 的悬置段中与本标准无关的内容	这些内容是美国环保法规对淡水层保护方面的叙述，与本标准无关
	把 API Bull E3：1993 中 2.1 的悬置段中与本标准有关的内容进行了调整、分类，同时补充了第三层标题，由 5.1.1.1～5.1.1.6	使叙述有条理，内容更清晰
5.1.2	补充标题“5.1.2 作业控制措施”	符合 GB/T 1.1 的要求
5.1.2.3	补充内容： “5.1.2.3 特殊井的质量控制 对于废弃井存在特殊的地下情况，要求更高质量的废弃作业时，可采取以下措施： 1）射孔：对被封堵井段采取补孔、重复射孔等措施，疏通挤注水泥浆通道，提高封堵质量。 2）采用特殊封堵剂：封堵采用超细水泥或膨胀性水泥等特殊封堵剂从而提高封堵质量。”	API Bull E3：1993 中未提到的技术而目前我国已经应用较为成熟的技术，以符合目前我国实际的技术水平

表 B.1（续）

本标准的章条编号	技术性差异	原　因
5.1.3	将 API Bull E3：1993 中 2.1.2“水泥材料和注水泥技术”的悬置段内容和 2.1.2.2“注水泥塞方法”合并修改为：“5.1.3 注水泥塞技术”	目前，注水泥塞已是较为成熟技术，同时也有相关标准，无需过多解释内容，只说明如何做即可
	删除了 API Bull E3：1993 中 2.1.2.1 的内容	
5.1.3.1	是 API Bull E3：1993 中 2.1.2“水泥材料和注水泥技术”的悬置段内容，整理为： “5.1.3.1 水泥浆要求 封堵和弃井作业一般从井内最底部层段开始，封隔从井底到地面的各个层段，最终达到弃井作业目的。在井筒中起封堵作用的水泥塞的最小长度一般是 30m。注水泥塞的水泥用量可以通过预期水泥塞长度、井眼直径以及因水泥隔离液或井筒流体对水泥浸入造成的误差来计算。水泥选用和配制按 SY/T 5587.14—2004 中的表 1 及 4.1.2、4.1.3 的要求执行”	符合 GB/T 1.1 的要求
5.1.3.2	删除了 API Bull E3 2.1.2.2：1993 中的第二段内容和 1）的第二段	提供水泥和水泥塞技术的文章出处。不适用本标准
5.1.3.2.1	删除了 API Bull E3 2.1.2.2：1993 中的 1）的第一段内容	所述内容与标准无关
5.2	补充标题“无套管井的弃井作业”	内容更有条理
5.2.2	删除了 API Bull E3：1993 中 2.3 的第一段、第三段内容	内容重复，语言不够简洁
5.3	删除了 API Bull E3：1993 中 2.4 的悬置段内容	解释性内容
5.3.3	删除了 API Bull E3：1993 中 2.4.4 的悬置段内容	解释性内容，标题足能表达意思
5.3.3.2	删除了 API Bull E3：1993 中 2.4.4.2 的第一段的第二句内容	解释性内容
5.5.1	补充标题“5.5.1 要求”	符合 GB/T 1.1 的要求
	删除了 API Bull E3：1993 中 2.5 多余的表述内容并整理为“检验水泥塞是为了确认水泥塞的位置以及水泥浆凝固质量的一道工序。探水泥塞面是检验水泥塞的深度和固结程度的常用方法，而压差检验是确认封堵施工的有效性，所以，只要井眼条件允许，能够安全作业，就应进行探水泥塞面检验和压差检验”一句。补充了“探水泥塞面和压差检验要求按 SY/T 5587.14－2004 的 5.1.13 执行。”一句内容	使标准语言简洁； 结合我国实际，便于操作
5.5.2.1	补充标题“5.5.2.1 要求”	符合 GB/T 1.1 的要求
5.5.2.2	删除了 API Bull E3：1993 中 2.5.1 的 1）的第三段内容	记录要求，与后面内容重复
5.5.3.1	补充标题“5.5.3.1 要求”	符合 GB/T 1.1 的要求
	删除了 API Bull E3：1993 中 2.5.2 第一段第二句内容，并对原文内容进行调整，改为： “5.5.3.1 要求 压差检验确认封堵施工的有效性，如果井筒条件允许，应对封堵层进行压差检验。有负压和加压两种方式。”	与本标准中 5.5.3.2 和 5.5.3.3 的内容重复； 叙述语言简洁

表 B.1（续）

本标准的章条编号	技术性差异	原　因
5.5.3.2	把 API Bull E3:1993 中 2.5.2 的“抽吸法”改为“负压检验”	目前负压工艺不仅限于抽吸
5.5.3.3	补充了“具体要求按 SY/T 5587.14—2004 执行。”一句内容	结合我国实际，便于操作
第 6 章	删除了 API Bull E3：1993 中 3.1 和 3.2 的悬置段内容	内容重复或与标准无关
6.1	合并了 API Bull E3：1993 中 3.3 的悬置段及 3.3.1 的内容	其内容基本一致
6.2.4	删除了 API Bull E3：1993 中 3.3.6 的第一段内容	解释性内容
6.3.1	用“以下规定了对长停井进行监控的具体作法，实际实施时可参考附录 C。”代替 API Bull E3：1993 中 3.4 的悬置段内容	与本条中下一级条款内容重复
6.3.3	删除了 API Bull E3：1993 的 3.4.2 中举例的内容	标准已经很清楚，无需举例
6.3.4	删除了 API Bull E3：1993 的 3.4.3 中与本标准无关的内容及注释内容	该内容不适合我国情况
6.3.5	补充了“检验套管串漏则按 SY/T 5587.4—2004 执行。”	结合我国实际，便于操作
6.3.6	删除了 API Bull E3：1993 中 3.4.5 与“表 1”重复的文字描述内容，修改为： “6.3.6 流体运移能力分类 按表 1 对流体运移能力进行分类。 小流体运移能力井比最小流体运移能力井发生流体运移的可能性大一些，所以监控工作就要尽可能明确，要求也更高。中等流体运移能力的井要比小流体运移能力井监控更加频繁。 强流体运移能力是确定流体是否会污染淡水层的关键。同时诊断技术和测井技术对设计监控程序也非常有用。在必要时，长停井需要通过修井来增加保护级数，甚至作报废处理。”	使语言描述简明扼要，符合我国标准语言习惯
	删除了 API Bull E3：1993 中“3.4.8.1 租约终结”内容	不适合我国国情
	删除了 API Bull E3：1993 中“3.5 总结”内容	是重复的内容
C.2.2	用“长停井监控程序方法按四种流体侵入的可能类型进行监控。这些类型在本标准的表 2 中被列出。”代替 API Bull E3：1993 中“A.2.2　流体侵入的可能类型”的内容	是重复的内容
附录 D	把 API Bull E3：1993 中附录 B“有关环境保护方面的法律法规综述”的内容全部更换为我国的相关法律法规综述	适用于我国

附 录 C
（资料性附录）
长停井监控程序的实施过程

C.1 目的

本附录的主要目的是提供长停井保护淡水层和地表环境过程的范例。规程中的一个关键部分包括井身结构和一张地层资料的数据表，它是对油井流体侵入淡水层可能性的详细分析。这些范例主要是强调为保护淡水层而提供指导，同时也简述了保护地表土壤和地表水的程序。

C.2 长停井监控程序的实施方法

为确定针对长停井保护淡水层和地表环境的方法，使用一张包括井身结构和油层数据的表，来确定被监控井的保护等级数和流体运移能力分类的信息。

根据数据表确定流体运移的能力后，典型的监控过程和监控时间间隔是用表格形式列出，来对油井进行监控指导。同时也建议对监控程序进行追踪，追踪程序提出对一个或多个保护层的压力的变化进行跟踪。

C.2.1 保护级数的确定

保护等级数是流体侵入淡水层的具有机械完整性的阻碍物，并且它的完整性可以由不同等级得到监控。保护级数是由以下各项来决定的：

a）油井钻穿淡水层的深度。

b）油井井身结构和阻挡井内流体运移的机械完整性，它包括油管、封隔器、桥塞、套管的深度和水泥返高。

c）油井钻穿带压地层的深度。

C.2.2 流体侵入的可能类型确定

长停井监控程序方法按四种流体侵入的可能类型进行监控。这些类型在本标准的表 2 中被列出。

C.2.3 长停井监控程序的开始

在开始采用长停井监控程序的同时，也可能有处于不出油状态的井需优先采用监控程序。为了这些不出油的井，应当建立一个评估时间表。它基于一个将最高优先权分配给最有可能让流体侵入淡水层的油井的计划（详见 6.2）。例如，带压地层的存在是流体侵入的决定性因素。在决定选中的长停井的流体侵入可能性时，应当认识到这一点；另外还有其他因素，如地层水的腐蚀性。

在长停井的流体侵入可能性评估完毕后三个月内，把该井放入监控时间表上。

C.3 监控方法应用举例

这部分讲的例子是一个如何使用工作表来决定长停井需要的保护级数和流体侵入的可能类型。另外，如示例表 C.1～示例表 C.5 中列出的工作表例子。一旦长停井的流体侵入可能类型被确定下来，对无封隔器关停井、油管和封隔器关停井和暂时报废井推荐的监控过程和时间间隔在表 C.1、表 C.2、表 C.3 中各自列出。而对其推荐的监控时间间隔见表 3。

注意：所有与保护淡水层相关的监控应包括井场检验，以确保没有泄漏点危害到地表土壤或地表水。保护地表土壤和地表水的监控过程可参考 C.5 中的表述。

C.3.1 最小流体侵入的可能类型

在这一部分概述了一个如何使用工作表来制定停产的有油管无封隔器生产井的监控程序。

1 井是一口有油管不带封隔器的停产采油井，如图 C.1 所示。该井有两个保护级，分别是油层套

管和将淡水层完全封闭的表层套管，根据示例表 C.1 中列出的工作表，它可以被看作是两个保护级（问题 17 和问题 18）而不影响最终流体侵入的可能类型。因此该井属最小流体侵入类型，原因是：完井层段不是带压地层（问题 11）并且最浅带压地层的顶部被油层套管外的水泥环隔离（问题 20）。

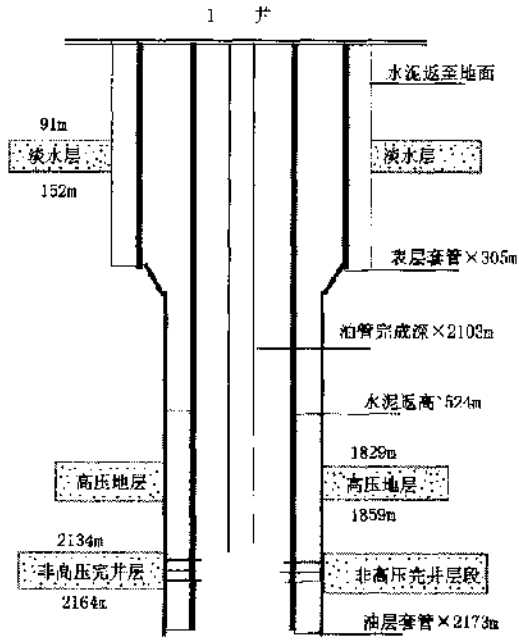


图 C.1 具有最小流体侵入可能类型的井内为光油管的关停井

一旦将 1 井归为最小流体侵入类型，则按表 C.1 中推荐的监控程序开始监控。

a) 初始监控：因为本井的流体侵入的可能性工作表于 1992 年 7 月 1 日完成，在评估完成后，监控程序在此后的 3 个月内，即截止 1992 年 10 月 1 日也完成了。这个监控程序包括检验油层套管管内的静液面和压力，以验证完井层段是不是带压地层。另外，油层套管与表层套管环空也应该受到监控，以验证存在持续的压力与否。

注意：应确保他们建立的监控程序频率符合国家和地方法律要求，并要与井下异常情况相适应。

b) 监控周期：对油层套管内的液面和压力以及油层套管与表层套管环空压力的监控应每 3 年重复一次。

应了解，某区域上的油田作业会使油井钻穿的地层受到影响而变成带压地层。例如，如果在完井层段相同层段注入了 CO_2，那么完井层段将最终变成带压地层。如果经监控识别和诊断测试确定，1 井的完井层段已发展成带压地层，可以采取以下措施：

——重新把该井归入小流体侵入类型并按与表 C.1 中相应的此类型进行监控。

——起出井内油管并下入桥塞，以获得三级保护，按照表 C.3 中的暂闭井监控程序的小流体侵入类型监控本井。

——封堵报废本井。

C.3.2 小流体侵入的可能类型

下面讨论一个如何应用工作表处理关停有油管和封隔器的注水井的例子。

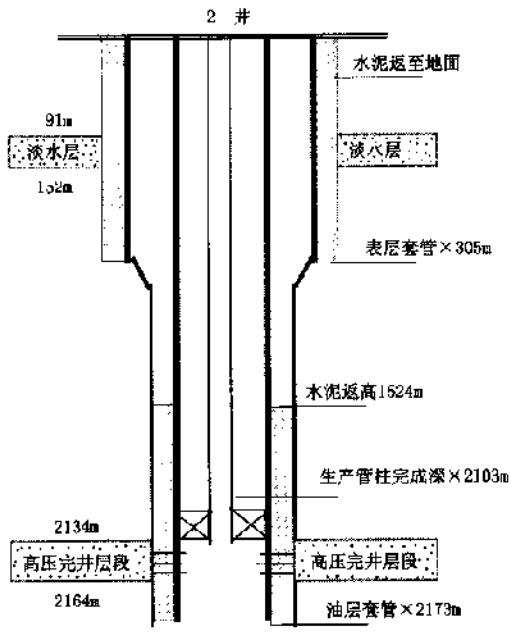


图 C.2 具有小流体侵入可能类型的井内有油管和封隔器的关停井

示例表 C.2 中列出 2 井的完整的工作表，如图 C.2 所示。这口井有三个保护级，它们是：1）完全封闭淡水层的表层套管；2）油层套管；3）油管和封隔器。它们做为保护级是合格的，因为它们相对容易检验，并且它们提供的阻止流体侵入的阻碍物容易受到监控。因为本井的完井层段是带压地层（问题 11），它不能被归为最小流体侵入类型。在问题 17～问题 24 中记录的保护级数是三级，因此将本井归入小流体侵入类型。

当将 2 井归入小流体侵入类型后，该井应按照表 C.2 中表述的油田监控时间表进行监控。

如果监控结果发现失去三个保护级中的一个或多个级，并且这一结果被证实，那么应再计算保护级数目并采取下列措施中的一个：

a）如果流体侵入可能类型未发生变化，则在不修井或不封堵报废该井的情况下继续以小类型监控该井。若合适也可封堵报废。

b）如果流体侵入可能类型变成中等，可以在不修井或不封堵报废该井的情况下继续以中等类型监控该井。当然，若合适也可封堵报废。

c）如果流体侵入可能类型变成强，本井应被重新评估，并决定采取适当措施，包括修井或封堵报废。

C.3.3 中等流体侵入可能性类型

3 井是一口暂闭的注水井，用一个桥塞把高压完井层段和油层套管隔离开。但油层套管在 1219m 处渗漏，如图 C.3 所示，且在表层套管以下有一个淡水层（91m～152m）。

如示例表 C.3 所示工作表，唯一阻止流体从高压完井层段侵入到淡水层的保护层是桥塞（问题 24）。这种情况使得 3 井处于中等流体侵入的可能类型中。

按照表 C.3，该井的监控程序一开始是对桥塞试压，以检验其机械完整性。另外，应监控套管和油层套管与表层套管之间环空的压力。

3 井是于 1991 年 5 月 1 日暂闭，在此之前由史密斯石油公司采取长停井监控程序。在这种情况

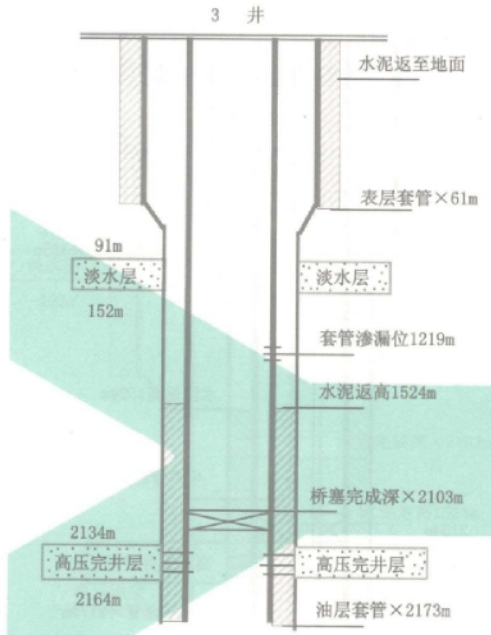


图 C.3 具有中等流体侵入可能类型的井内无油管的暂闭井

下，应当在 1992 年 7 月 1 日后 3 个月内完成监控测试准备工作，这也是工作表确定的日子。

如表 C.3 所示，3 井的周期性监控包括每个月监控套管和油层套管与表层套管环空的持续压力。另外，桥塞应每年试压一次，以检验其机械完整性。

如果经监控测试确认，桥塞已经失去了机械完整性，该井应立即被重新分到强流体侵入的可能类型中，并且该井应立即被重新评估以决定采取相应的措施，包括修井或封堵报废。

C.3.4 强流体侵入的可能类型

4 井是一口没有油管和封隔器的关停采油井，如图 C.4 所示。该井表层套管没有封闭住淡水层，油层套管有一个漏洞，并且完井层段是带压地层。

如示例表 C.4 中列出的工作表所示，该井没有保护级（问题 25），这使得它归到强流体侵入的可能类型中（问题 26）。这是因为：1）表层套管下深在 61m；2）钻穿的淡水层在 91m～152m；3）完井层段是带压地层；4）油层套管在 1219m 有漏洞。

由于 4 井属于强类型，所以应该立即评估该井以决定采取适当的措施，包括修复油层套管漏洞或封堵报废该井。

如果选择修复油层套管破损，该井应被重新评估并归类到合适的流体侵入的可能类型中。4 井的这种情况，修复后该井应归类到中等类型，因为完井层段是带压地层，并且该井只有油层套管做为唯一的保护层。所以该井修复完毕后，应该按照表 C.1 中列出的中等类型无封隔器关停井相同的监控。

C.4 监控程序的跟踪

表 C.4 列出了典型的跟踪过程，此淡水层保护监控程序随着油井情况的变化而改变：

a）因油田开采方案改变导致低压地层变成带压地层，例如，如果一个油田注水改成注 CO_2，那么完井层段可能发展成带压地层。

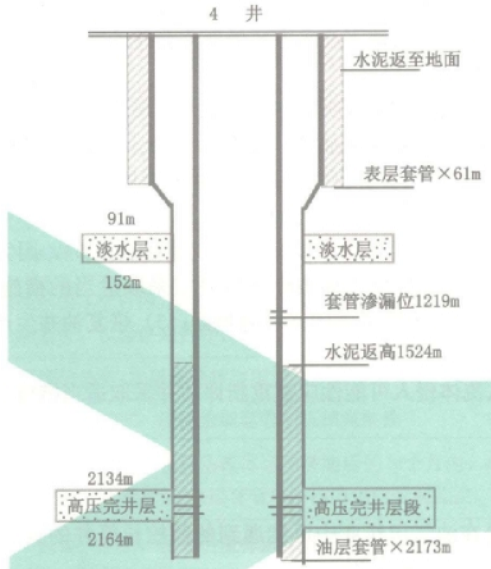


图 C.4 具有强流体侵入可能类型的井内无油管和桥塞的关停井

b) 失去一个或多个保护级，如在油层套管上出现的漏洞。

c) 因油田作业改变导致带压地层变成低压地层，例如，假如注 CO_2 项目被停止，完井层段油藏压力可能会下降，使它不再是带压地层。

在表 C.4 中概述的典型的追踪过程是提供的参考。在对流体侵入可能性类型重新分类前或在确认修井或弃井作业前，一般采用诊断测试作业来确认监控结果。

所有的作业都应与国家和地方法律、法规相符合，以保证它们的跟踪行为的合法性。

C.5 地表保护方法

保护地表防止受到环境破坏的主要解决方法是评估井口设计和它的机械完整性是否适用于阻止井内流体漏失到地表。

C.5.1 钻穿淡水层的井

所有与保护淡水层相关的监控都应包括一个井内流体泄漏到地面土壤和地表水的井场检查，地表环境观测结果应该记录下来，同时还应记录压力和液面。

如果在井场检查期间发现泄漏点，应立即修理并防止漏失或将井封堵报废。

C.5.2 未钻穿淡水层的含带压地层的井

含带压地层但未钻穿淡水层的井推荐监控程序如下：

在该井流体侵入的可能类型被评估完 3 个月后，开始检查井场，以保证没有泄漏点威胁到地表土壤和地表水。

每年检查井场一次。

如果在井场检查期间发现泄漏，应立即开始修理或将该井立即封堵报废。

C.5.3 未钻穿淡水层没有带压地层的井

未钻穿淡水层没有带压地层的井推荐如下监控过程：

在该井流体侵入的类型评估完毕三个月内，开始井场检查以保证没有漏失威胁到地表土壤和地表水。

井场检查每五年一次。

应定期监控区域内作业情况，因为地下注水方式的变化会使油井内的产层转化为带压地层。

C.5.4 地表保护方法应用举例

这一部分讲了一个如何使用工作表来分析流体从出油井泄漏到地表的可能性。

5井是一口关停采油井，井内有泵杆和油管，如图C.5所示。该井有两个保护级，它们是：1）完全封闭淡水层的表层套管；2）油层套管。另外，生产井段是能使井口防喷盒产生3.5MPa压力的带压地层。

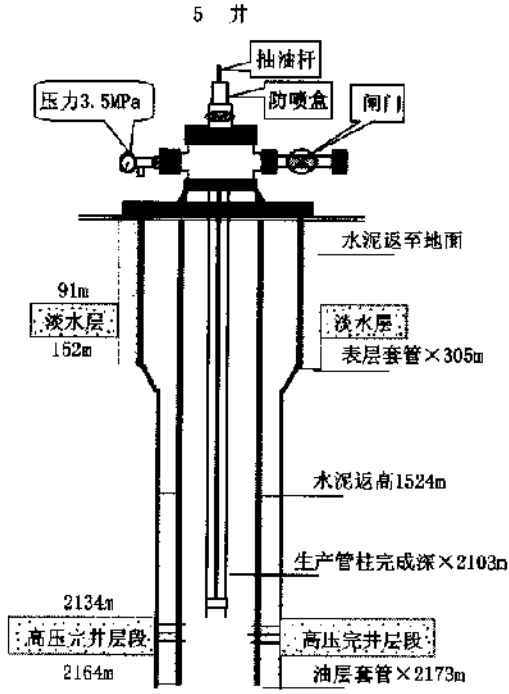
如示例表C.5中列举的工作表所示，该井被归到强类型（问题26），因为判定井口设计不足以长期阻挡井内流体。在这种情况下，5井应立即被评估以决定采取适当的措施。可选择的措施有：1）起出泵杆并把防喷盒换成闸门；2）安装并关闭光杆防喷器；3）恢复油井生产；4）暂闭该井；5）封堵报废该井。

如果该井仍然出油，那么流体侵入可能性应被重新评估并采取适当措施。在评估和措施实施完毕后三个月后开始监控。

C.6 建议

附录C中所列举的例子是在油气田作业中可能遇到的监控长停井的典型类型。若没有特殊的法规，则本附录中的长停井监控方法应被采用。

应建立长停井监控程序。一般情况下，推荐记录监控程序并保存各个井的工作表、监控结果、特殊测试和修井结果的副本。进一步建议应用者查阅国家和地方相关法律法规，以确保这些指导方针符合法律法规要求。



图C.5 具有强流体侵入可能类型井内有泵杆和油管的关停井

表 C.1　无封隔器关停井的典型监控程序

流体运移能力类型		
	最小	在评估流体运移潜能后的3个月内，检验井内（如果井内有油管，则既可以监控油管也可监控套管）的静液面和压力并作记录，以验证在底水层没有地层流体。另外，油层套管与表层套管间环空也应监控到，以验证是否存在持续不变的压力
		周期性检测在其他某些区域由于采取了地下注入方法而导致本井出现的带压地层
		每五年对油层套管管内的液面和压力以及油层套管/表层套管环空压力监控一次，以便验证在底水层没有地层流体和是否存在持续不变的压力
	小	在评估流体运移潜能后的3个月内，测试套管压力以便验证套管的机械完整性。另外，油层套管/表层套管环空压力也应受到监控，以验证是否存在持续不变的压力
		每年都要记录和监控油层套管/表层套管环空压力，以验证是否存在持续不变的压力
		每五年都要对套管进行压力测试，以便验证套管的机械完整性
	中等	如果油层套管是唯一的保护级别，在评估流体运移潜能后的3个月内，应对套管进行压力测试以便验证套管的机械完整性。另外，油层套管/表层套管环空压力也应受到监控，以验证是否存在持续不变的压力
		如果表层套管是唯一的保护级别，在评估流体运移潜能后的3个月内，应记录和监控油层套管/表层套管环空压力，以验证是否存在持续不变的压力
		每月都要记录和监控油层套管/表层套管环空压力，以验证是否存在持续不变的压力
		如果油层套管是唯一的保护级别，每年应对套管进行一次压力测试，以便验证套管的机械完整性
	强	没有监控程序，因为井在出现强流体侵入时，应立即评估并采取适当的措施进行修复或封堵报废该井

表 C.2　有油管和封隔器的关停井的典型监控程序

流体运移能力类型		
	最小	在评估流体运移潜能后的3个月内，检验油管内的静液面和压力，以验证在底水层没有地层流体。另外，油层套管/表层套管环空也应受到监控，以验证是否存在持续不变的压力
		周期性检测在某些区域由于采取了地下注入方法而导致地层高压的作业
		每五年对油管内的液面和压力以及油层套管/表层套管环空压力监控一次，以便验证在底水层没有地层流体和是否存在持续不变的压力
	小	在评估流体运移潜能后的3个月内，记录油管压力和测试油层套管环空压力以便验证机械完整性。另外，表层套管环空压力也应受到监控，以验证是否存在持续不变的压力
		每年都要记录油管压力和监控油层套管/表层套管环空压力，以验证是否存在持续不变的压力
		每五年都要对油层套管环空进行压力测试，以便验证机械完整性
	中等	在评估流体运移潜能后的3个月内，下列监控应该开始： 如果表层套管是唯一的保护级别，应监控表层套管环空压力，以验证是否存在持续不变的压力； ——如果油层套管是唯一的保护级别，应对套管进行压力测试以便验证套管的机械完整性
		每月记录油管和套管压力，监控套管环空以便验证是否存在持续不变的压力
		如果油层套管是唯一的保护级别，每年应该对套管进行压力测试以便验证套管的机械完整性。另外，监控套管环空，以便验证是否存在持续不变的压力
	强	没有监控程序，因为井在出现强流体侵入时，应立即评估并采取适当的措施进行修复或封堵报废该井

表 C.3　暂闭井的典型监控程序

流体运移能力类型	最小	在修井或钢丝作业设备完成暂时封井作业搬家之前，监控套管和套管环空的压力，以便检验是否存在持续的压力
		必要时，监控那些由于改变注入方法而导致的在完井期间或未固套管之后的带压地层
		监控套管和套管环空的压力，以便验证是否存在持续的压力
		每年对注水井和措施井附近的井进行监控
		每五年对不在注水井和措施井附近的井进行监控
	小	在修井或钢丝作业设备完成暂时封井作业搬家之前，对套管和桥塞进行试压，以便验证机械完整性；并监控套管和套管环空的压力，以便验证是否存在持续的压力
		每年监控套管和套管环空的压力，以便验证是否存在持续的压力
		每五年对套管和桥塞进行压力试压，以便验证机械完整性
	中等	在修井或钢丝作业设备完成暂时封井作业搬家之前，对套管和桥塞进行压力测试，以便验证机械完整性；并监控套管和套管环空的压力，以便验证是否存在持续的压力
		如果油层套管或表层套管是唯一的保护级别，每月应该记录套管压力和监控套管环空，以便验证是否存在持续不变的压力
		如果桥塞是唯一的保护级别，每月应监控套管环空，以便验证是否存在持续不变的压力
		如果油层套管或桥塞是唯一的保护级别，每年应对油层套管或桥塞进行试压，以便验证是否存在持续不变的压力
	强	没有监控程序，因为井在出现强流体侵入时，应立即评估并采取适当的措施进行修复或封堵报废该井
注：本表涉及到的桥塞也包含挤水泥、注水泥塞和下丢手封隔器等其他一些暂闭方法。		

表 C.4　在监控过程中油井流体运移级别发生变化的跟踪程序

流体运移能力类型	最小	若监控表明井内液面上升至最底部淡水层或油层套管环空有持续的压力发生，应根据情况把油井重新分类为小流体侵入、中等流体侵入、强流体侵入三种类型。适当时，可以作一些弥补工作来隔离带压地层或封堵报废该井
	小	若监控表明一种或多种保护级别失败（如封隔器漏、套管漏、套管环空有持续压力等），应决定使用其余的保护级别并重新分类流体运移类型
		若流体运移类型没有改变，可以继续以小流体侵入类型进行适当的监控，不用进行修井、修复或封堵报废该井
		若流体运移类型改变为中等流体侵入类型，可以按中等流体侵入类型进行适当的监控，不用进行修井、修复或封堵报废该井
		若流体运移类型改变为强流体侵入类型，应该立即评估并采取适当的措施进行修复或封堵报废该井
		若监控表明油藏圈闭压力降至不再是压力地层，应改变油井的流体运移类型为最小流体侵入的类型，该井应被列入相应类型的监控表中
	中等	若监控表明一种保护级别失败（如封隔器漏、套管漏、套管环空有持续压力，等），油井应被分类为强流体侵入类型

表 C.4（续）

流体运移能力类型	中等	若监控表明油藏圈闭压力降至不再是压力地层，应改变油井的流体运移类型为最小流体侵入的类型，该井应被列入相应类型的监控表中
	强	井在出现强流体侵入时，应立即评估并采取适当的措施进行修复或封堵报废该井

示例表 C.1　长停井工作表

（确定长停井的保护级数和流体侵入淡水层可能类型的工作表）

1. 建设单位：×× 公司	2. 地理位置：____
3. 井号：1	4. 油田名称：×× 油田
5. 地区： ×× 省 ×× 县	6. 井的类型（只选其中之一） [ ] 注水井　[√] 生产井
7. 长停井日期：06. 01. 1992	8. 工作表准备的时间：07. 01. 1992
9. 长停井分类（只选其中之一） [ ] 暂闭井　[ ] 有油管和封隔器关停井 [ ] 有泵杆和油管关停井　[√] 无封隔器关停井	
10. 井眼是否穿过了淡水层（矿化度低于 3000mg/L）？ [√] 是　[ ] 否 10a）如果是，则最深淡水层的底部深度为：152 m 。 10b）如果没有，不填此表，可按没有井筒通过淡水层的长停井监控程序监控。	
11. 生产层或注入段储层是否有足够的压力和能量侵入最底部淡水层中？ [ ] 是　[√] 否 11a）如果是，采油树或防喷盒的设计和机械完整性是否满足长期控制井筒流体的要求？ [ ] 是　[ ] 否	
12. 提示：如果对 11a）答“否”，则直接到第 26 题，并在“强的”一栏中打勾，否则继续回答。	
13. 是否有比生产层或注入段储层更浅的、且有足够的压力和能量侵入最底部淡水层的渗透层？ [√] 是　[ ] 否 13a）如果是，最浅带压地层深度： 顶部：1829 m；　底部：1859 m。	
14. 提示：如果对 11 和 13 答“否”，则直接到第 26 题，并在“最小”一栏中标注，否则继续回答。	
15. 表层套管环空是否有持续的压力？ [ ] 是　[√] 否	
16. 提示：如果对 15 答“是”，则直接到第 26 题，并在“强的”一栏中打勾，否则继续回答。	
17. 表层套管下入的深度：305 m 。 17a）表层套管是否完全封固了问题 10a）确定的淡水层？ [√] 是　[ ] 否 提示：如果对 17a）答“是”，在右边标出 1 级保护级。	保护等级 1

示例表 C.1（续）

	保护等级
18. 井筒中是否有一层或多层技术套管？ □ 是　　☑ 否 18a）如果是，则技术套管下深和水泥返高： 套管下入深度：_____ m；　水泥返高：_____ m。 提示：若每一层套管均无漏失点，在右边标出 1 级保护级。	
19. 油层套管或生产尾管的下深和水泥返高： 下入深度：2173 m；　水泥返高：1524m。 提示：如果油层套管或生产尾管均无漏失点，在右边标出 1 级保护级。	1
20. 如果对 13 答“是”，在 13a）确定的最浅带压地层和 10a）确定的淡水层之间是否被管外用水泥固井的油层套管、生产尾管或技术套管封隔开？ ☑ 是　　□ 否 20a）如果对 17a）答“否”，13a）确定的最浅带压地层和 10a）确定的淡水层是否同在未注水泥浆封固井段？ □ 是　　□ 否	
21. 提示：对 11 答“否”，对 20 答“是”，直接到第 26 题，并在“强的”一栏中打勾，否则继续回答。	
22. 提示：对 20 答“是”，直接到第 26 题，并在“强的”一栏中打勾，否则继续回答。	
23. 井中是否有油管和封隔器？ □ 是　　□ 否 23a）如果答“是”，油管和封隔器下入深度： 油管深：_____ m；　　封隔器深：__ m。 提示：如果 23 答“是”，封隔器下入深度在 19 题确定的注水泥浆封固的油层套管、尾管水泥返高之上，并且油管和封隔器均无漏失点，则在右边标出 1 级保护级。	
24. 射孔段/空井生产层/注水层/储层是否由油层套管或生产尾管内的桥塞、水泥塞、平衡水泥塞或无油管带丝堵的封隔器隔离开？ □ 是　　□ 否 提示：如果 24 答“是”，在右边标出 1 级保护。	
25. 由回答 17～24 题的表格中得出的保护级数总合数。	
26. 根据 25 得出所有可信赖的保护级数，根据下面的类型对该井分类： ☑ 最小流体侵入的可能类型：11 和 13 全答“否”；11 答“否”，20 答“是”。 □ 小流体侵入的可能类型：保护等级数 = 2 或更高。 □ 中等流体侵入可能性类型：保护等级数 = 1。 □ 强流体侵入的可能类型： ——保护等级数为 0，11 答“是”； ——11a）答“否”； ——15 答“是”； 20 答“是”。 立即评估该井以决定采取适当的措施，包括修复油层套管漏洞或封堵报废该井。	
27. 备注：	
28. 井号：1	29. 油田名称：××油田

示例表 C.2 长停井工作表

（确定长停井的保护级数和流体侵入淡水层可能类型的工作表）

1. 建设单位：××公司　　2. 地理位置：___

3. 井号：2　　4 油田名称：××油田

5. 地区：
××省××县

6. 井的类型（只选其中之一）
[√]注水井　[ ]生产井

7. 长停井日期：04.01.1992

8. 工作表准备的时间：07.01.1992

9. 长停井分类（只选其中之一）
[ ]暂闭井　[√]有油管和封隔器关停井
[ ]有泵杆和油管关停井　[ ]无封隔器关停井

10. 井眼是否穿过了淡水层（矿化度低于3000mg/L）？
[√]是　[ ]否

10a）如果是，则最深淡水层的底部深度为：152 m。

10b）如果没有，不填此表，可按没有井筒通过淡水层的长停井监控程序监控。

11. 生产层或注入段储层是否有足够的压力和能量侵入最底部淡水层中？
[√]是　[ ]否

11a）如果是，采油树或防喷盒的设计和机械完整性是否满足长期控制井筒流体的要求？
[√]是　[ ]否

12. 提示：如果对11a）答“否”，则直接到第26题，并在“强的”一栏中打勾，否则继续回答。

13. 是否有比生产层或注入段储层更浅的、且有足够的压力和能量侵入最底部淡水层的渗透层？
[ ]是　[√]否

13a）如果是，最浅带压地层深度：
顶部：___ m；　底部：_____ m。

14. 提示：如果对11和13答“否”，则直接到第26题，并在“最小”一栏中标注，否则继续回答。

15. 表层套管环空是否有持续的压力？
[ ]是　[√]否

16. 提示：如果对15答“是”，则直接到第26题，并在“强的”一栏中打勾，否则继续回答。

17. 表层套管下入的深度：305 m。

17a）表层套管是否完全封固了问题10a）确定的淡水层？
[√]是　[ ]否

提示：如果对17a）答“是”，在右边标出1级保护级。

保护等级：1

18. 井筒中是否有一层或多层技术套管？
[ ]是　[√]否

18a）如果是，则技术套管下深和水泥返高：
套管下入深度：_____ m；　水泥返高：_____ m。
提示：若每一层套管均无漏失点，在右边标出1级保护级。

19. 油层套管或生产尾管的下深和水泥返高：
下入深度：2173m；　水泥返高：1524m。
提示：如果油层套管或生产尾管均无漏失点，在右边标出1级保护级。

保护等级：1

示例表 C.2（续）

20. 如果对 13 答“是”，在 13a）确定的最浅带压地层和 10a）确定的淡水层之间是否被管外用水泥固井的油层套管、生产尾管或技术套管封隔开？ □ 是　　□ 否 20a）如果对 17a）答“否”，13a）确定的最浅带压地层和 10a）确定的淡水层是否同在未注水泥浆封固井段？ □ 是　　□ 否	
21. 提示：对 11 答“否”，对 20 答“是”， 直接到第 26 题，并在“强的”一栏中打勾，否则继续回答。	
22. 提示：对 20 答“是”， 直接到第 26 题，并在“强的”一栏中打勾，否则继续回答。	
23. 井中是否有油管和封隔器？ √ 是　　□ 否 23a）如果答“是”， 油管和封隔器下入深度： 油管深：2103m；　　封隔器深：2103m。 提示：如果 23 答“是”， 封隔器下入深度在 19 题确定的注水泥浆封固的油层套管、尾管水泥返高之上，并且油管和封隔器均无漏失点， 则在右边标出 1 级保护级。	1
24. 射孔段/空井生产层/注水层/储层是否由油层套管或生产尾管内的桥塞、水泥塞、平衡水泥塞或无油管带丝堵的封隔器隔离开？ □ 是　　√ 否 提示：如果 24 答“是”，在右边标出 1 级保护。	
25. 由回答 17～24 题的表格中得出的保护级数总合数。	3
26. 根据 25 得出所有可信赖的保护级数，根据下面的类型对该井分类： □ 最小流体侵入的可能类型：11 和 13 全答“否”；11 答“否”，20 答“是”。 √ 小流体侵入的可能类型：保护等级数 = 2 或更高。 □ 中等流体侵入可能性类型：保护等级数 = 1。 □ 强流体侵入的可能类型： ——保护等级数为 0，11 答“是”； ——11a）答“否”； ——15 答“是”； ——20 答“是”。 立即评估该井以决定采取适当的措施，包括修复油层套管漏洞或封堵报废该井。	
27. 备注：	
28. 井号：2	29. 油田名称：×× 油田

示例表 C.3　长停井工作表

（确定长停井的保护级数和流体侵入淡水层可能类型的工作表）

1. 建设单位：×× 公司	2. 地理位置：____
3. 井号：3	4. 油田名称：×× 油田
5. 地区： ×× 省 ×× 县	6. 井的类型（只选其中之一） √ 注水井　　□ 生产井

示例表 C.3（续）

7. 长停井日期：05. 01. 1991	8. 工作表准备的时间：07. 01. 1992
9. 长停井分类（只选其中之一） [√] 暂闭井　[ ] 有油管和封隔器关停井 [ ] 有泵杆和油管关停井　[ ] 无封隔器关停井	
10. 井眼是否穿过了淡水层（矿化度低于 3000mg/L）？ [√] 是　[ ] 否 10a）如果是，则最深淡水层的底部深度为：152 m。 10b）如果没有，不填此表，可按没有井筒通过淡水层的长停井监控程序监控。	
11. 生产层或注入段储层是否有足够的压力和能量侵入最底部淡水层中？ [√] 是　[ ] 否 11a）如果是，采油树或防喷盒的设计和机械完整性是否满足长期控制井筒流体的要求？ [√] 是　[ ] 否	
12. 提示：如果对 11a）答“否”，则直接到第 26 题，并在“强的”一栏中打勾，否则继续回答。	
13. 是否有比生产层或注入段储层更浅的、且有足够的压力和能量侵入最底部淡水层的渗透层？ [ ] 是　[√] 否 13a）如果是，最浅带压地层深度： 顶部：_____ m；　底部：_____ m。	
14. 提示：如果对 11 和 13 答“否”，则直接到第 26 题，并在“最小”一栏中标注，否则继续回答。	
15. 表层套管环空是否有持续的压力？ [ ] 是　[√] 否	
16. 提示：如果对 15 答“是”，则直接到第 26 题，并在“强的”一栏中打勾，否则继续回答。	
17. 表层套管下入的深度：61 m 17a）表层套管是否完全封固了问题 10a）确定的淡水层？ [ ] 是　[√] 否 提示：如果对 17a）答“是”，在右边标出 1 级保护级。	保护等级 [ ]
18. 井筒中是否有一层或多层技术套管？ [ ] 是　[√] 否 18a）如果是，则技术套管下深和水泥返高： 套管下入深度：_____ m；　水泥返高：_____ m。 提示：若每一层套管均无漏失点，在右边标出 1 级保护级。	[ ]
19. 油层套管或生产尾管的下深和水泥返高： 下入深度：2173m；　水泥返高：1524m。 提示：如果油层套管或生产尾管均无漏失点，在右边标出 1 级保护级。	[ ]
20. 如果对 13 答“是”，在 13a）确定的最浅带压地层和 10a）确定的淡水层之间是否被管外用水泥固井的油层套管、生产尾管或技术套管封隔开？ [ ] 是　[ ] 否 20a）如果对 17a）答“否”，13a）确定的最浅带压地层和 10a）确定的淡水层是否同在未注水泥浆封固井段？ [ ] 是　[ ] 否	

示例表 C.3（续）

21. 提示：对 11 答“否”，对 20 答“是”，直接到第 26 题，并在“强的”一栏中打勾，否则继续回答。	
22. 提示：对 20 答“是”，直接到第 26 题，并在“强的”一栏中打勾，否则继续回答。	
23. 井中是否有油管和封隔器？ [ ]是 [√]否 23a）如果答“是”，油管和封隔器下入深度： 油管深：_____ m；封隔器深：_____ m。 提示：如果 23 答“是”，封隔器下入深度在 19 题确定的注水泥浆封固的油层套管、尾管水泥返高之上，并且油管和封隔器均无漏失点，则在右边标出 1 级保护级。	[ ]
24. 射孔段/空井生产层/注水层/储层是否由油层套管或生产尾管内的桥塞、水泥塞、平衡水泥塞或无油管带丝堵的封隔器隔离开？ [√]是 [ ]否 提示：如果 24 答“是”，在右边标出 1 级保护。	[1]
25. 由回答 17～24 题的表格中得出的保护级数总合数。	[1]
26. 根据 25 得出所有可信赖的保护级数，根据下面的类型对该井分类： [ ]最小流体侵入的可能类型：11 和 13 全答“否”；11 答“否”，20 答“是”。 [ ]小流体侵入的可能类型：保护等级数 = 2 或更高。 [√]中等流体侵入可能性类型：保护等级数 = 1。 [ ]强流体侵入的可能类型： ——保护等级数为 0，11 答“是”； ——11a）答“否”； 15 答“是”； ——20 答“是”。 立即评估该井以决定采取适当的措施，包括修复油层套管漏洞或封堵报废该井。	
27. 备注：	
28. 井号：3	29. 油田名称：××油田

示例表 C.4 长停井工作表

（确定长停井的保护级数和流体侵入淡水层可能类型的工作表）

1. 建设单位：××公司	2. 地理位置：___
3. 井号：4	4. 油田名称：××油田
5. 地区： ××省××县	6. 井的类型（只选其中之一） [ ]注水井 [√]生产井
7. 长停井日期：04.27.1992	8. 工作表准备的时间：07.01.1992
9. 长停井分类（只选其中之一） [ ]暂闭井 [ ]有油管和封隔器关停井 [ ]有泵杆和油管关停井 [√]无封隔器关停井	

示例表 C.4（续）

10. 井眼是否穿过了淡水层（矿化度低于 3000mg/L）?

[✓]是 [ ]否

10a）如果是，则最深淡水层的底部深度为：152m 。

10b）如果没有，不填此表，可按没有井筒通过淡水层的长停井监控程序监控。

11. 生产层或注入段储层是否有足够的压力和能量侵入最底部淡水层中?

[✓]是 [ ]否

11a）如果是，采油树或防喷盒的设计和机械完整性是否满足长期控制井筒流体的要求?

[✓]是 [ ]否

12. 提示：如果对 11a）答“否”，则直接到第 26 题，并在“强的”一栏中打勾，否则继续回答。

13. 是否有比生产层或注入段储层更浅的，且有足够的压力和能量侵入最底部淡水层的渗透层?

[ ]是 [✓]否

13a）如果是，最浅带压地层深度：

顶部：_____ m；　　底部：_____ m。

14. 提示：如果对 11 和 13 答“否”，则直接到第 26 题，并在“最小”一栏中标注，否则继续回答。

15. 表层套管环空是否有持续的压力?

[ ]是 [✓]否

16. 提示：如果对 15 答“是”，则直接到第 26 题，并在“强的”一栏中打勾，否则继续回答。

17. 表层套管下入的深度：61m。

17a）表层套管是否完全封固了问题 10a）确定的淡水层?

[ ]是 [✓]否

提示：如果对 17a）答“是”，在右边标出 1 级保护级。

保护等级

18. 井筒中是否有一层或多层技术套管?

[ ]是 [✓]否

18a）如果是，则技术套管下深和水泥返高：

套管下入深度：_____ m；　水泥返高：_____ m。

提示：若每一层套管均无漏失点，在右边标出 1 级保护级。

19. 油层套管或生产尾管的下深和水泥返高：

下入深度：2173 m；　水泥返高：1524m。

提示：如果油层套管或生产尾管均无漏失点，在右边标出 1 级保护级。

20. 如果对 13 答“是”，在 13a）确定的最浅带压地层和 10a）确定的淡水层之间是否被管外用水泥固井的油层套管、生产尾管或技术套管封隔开?

[ ]是 [ ]否

20a）如果对 17a）答“否”，13a）确定的最浅带压地层和 10a）确定的淡水层是否同在未注水泥浆封固井段?

[ ]是 [ ]否

21. 提示：对 11 答“否”，对 20 答“是”，直接到第 26 题，并在“强的”一栏中打勾，否则继续回答。

22. 提示：对 20 答“是”，直接到第 26 题，并在“强的”一栏中打勾，否则继续回答。

示例表 C.4（续）

23. 井中是否有油管和封隔器？ □是 ☑否 23a）如果答“是”，油管和封隔器下入深度： 油管深：_____ m；封隔器深：_____ m。 提示：如果 23 答“是”，封隔器下入深度在 19 题确定的注水泥浆封固的油层套管、尾管水泥返高之上，并且油管和封隔器均无漏失点，则在右边标出 1 级保护级。	
24. 射孔段/空井生产层/注水层/储层是否由油层套管或生产尾管内的桥塞、水泥塞、平衡水泥塞或无油管带丝堵的封隔器隔离开？ □是 ☑否 提示：如果 24 答“是”，在右边标出 1 级保护。	
25. 由回答 17～24 题的表格中得出的保护级数总合数。	0
26. 根据 25 得出所有可信赖的保护级数，根据下面的类型对该井分类： □最小流体侵入的可能类型：11 和 13 全答“否”；11 答“否”，20 答“是”。 □小流体侵入的可能类型：保护等级数 – 2 或更高。 □中等流体侵入可能性类型：保护等级数 = 1。 ☑强流体侵入的可能类型： ——保护等级数为 0，11 答“是”； 11a）答“否”； ——15 答“是”； ——20 答“是”。 立即评估该井以决定采取适当的措施，包括修复油层套管漏洞或封堵报废该井。	
27. 备注：	
28. 井号：4	29. 油田名称：×× 油田

示例表 C.5 长停井工作表

（确定长停井的保护级数和流体侵入淡水层可能类型的工作表）

1. 建设单位：×× 公司	2. 地理位置：____
3. 井号：5	4. 油田名称：×× 油田
5. 地区： ×× 省 ×× 县	6. 井的类型（只选其中之一） □注水井 ☑生产井
7. 长停井日期：04. 01. 1992	8. 工作表准备的时间：07. 01. 1992
9. 长停井分类（只选其中之一） □暂闭井 □有油管和封隔器关停井 ☑有泵杆和油管关停井 □无封隔器关停井	
10. 井眼是否穿过了淡水层（矿化度低于 3000mg/L）？ ☑是 □否 10a）如果是，则最深淡水层的底部深度为：152 m。 10b）如果没有，不填此表，可按没有井筒通过淡水层的长停井监控程序监控。	

示例表 C.5（续）

11. 生产层或注入段储层是否有足够的压力和能量侵入最底部淡水层中？

[√] 是　　[ ] 否

11a）如果是，采油树或防喷盒的设计和机械完整性是否满足长期控制井筒流体的要求？

[ ] 是　　[√] 否

12. 提示：如果对 11a）答“否”，则直接到第 26 题，并在“强的”一栏中打勾，否则继续回答。

13. 是否有比生产层或注入段储层更浅的、且有足够的压力和能量侵入最底部淡水层的渗透层？

[ ] 是　　[ ] 否

13a）如果是，最浅带压地层深度：

顶部：_____ m；　　底部：_____ m。

14. 提示：如果对 11 和 13 答“否”，则直接到第 26 题，并在“最小”一栏中标注，否则继续回答。

15. 表层套管环空是否有持续的压力？

[ ] 是　　[ ] 否

16. 提示：如果对 15 答“是”，则直接到第 26 题，并在“强的”一栏中打勾，否则继续回答。

17. 表层套管下入的深度：_____ m。

17a）表层套管是否完全封固了问题 10a）确定的淡水层？

[ ] 是　　[ ] 否

提示：如果对 17a）答“是”，在右边标出 1 级保护级。

保护等级

18. 井筒中是否有一层或多层技术套管？

[ ] 是　　[ ] 否

18a）如果是，则技术套管下深和水泥返高：

套管下入深度：_____ m；　　水泥返高：_____ m。

提示：若每一层套管均无漏失点，在右边标出 1 级保护级。

19. 油层套管或生产尾管的下深和水泥返高：

下入深度：_____ m；　　水泥返高：_____ m。

提示：如果油层套管或生产尾管均无漏失点，在右边标出 1 级保护级。

20. 如果对 13 答“是”，在 13a）确定的最浅带压地层和 10a）确定的淡水层之间是否被管外用水泥固井的油层套管、生产尾管或技术套管封隔开？

[ ] 是　　[ ] 否

20a）如果对 17a）答“否”，13a）确定的最浅带压地层和 10a）确定的淡水层是否同在本注水泥浆封固井段？

[ ] 是　　[ ] 否

21. 提示：对 11 答“否”，对 20 答“是”，直接到第 26 题，并在“强的”一栏中打勾，否则继续回答。

22. 提示：对 20 答“是”，直接到第 26 题，并在“强的”一栏中打勾，否则继续回答。

23. 井中是否有油管和封隔器？

[ ] 是　　[ ] 否

23a）如果答“是”，油管和封隔器下入深度：

油管深：_____ m；　　封隔器深：_____ m。

提示：如果 23 答“是”，封隔器下入深度在 19 题确定的注水泥浆封固的油层套管、尾管水泥返高之上，并且油管和封隔器均无漏失点，则在右边标出 1 级保护级。

示例表 C.5（续）

24. 射孔段/空井生产层/注水层/储层是否由油层套管或生产尾管内的桥塞、水泥塞、平衡水泥塞或无油管带丝堵的封隔器隔离开？ [ ]是　　[ ]否 提示：如果 24 答“是”，在右边标出 1 级保护。	[ ]
25. 由回答 17～24 题的表格中得出的保护级数总合数。	[ ]
26. 根据 25 得出所有可信赖的保护级数，根据下面的类型对该井分类： [ ]最小流体侵入的可能类型：11 和 13 全答“否”；11 答“否”，20 答“是”。 [ ]小流体侵入的可能类型：保护等级数 = 2 或更高。 [ ]中等流体侵入可能性类型：保护等级数 - 1。 [√]强流体侵入的可能类型： ——保护等级数为 0，11 答“是”； ——11a）答“否”； ——15 答“是”； ——20 答“是”。 立即评估该井以决定采取适当的措施，包括修复油层套管漏洞或封堵报废该井。	
27. 备注：	
28. 井号：5	29. 油田名称：××油田

附 录 D
（资料性附录）
有关环境保护方面的法律法规摘录

下面摘录的环境方面法规条款是与石油工业活动有关的。若对废弃井和长停井进行作业处置得当，可避免这类井的地层窜通或油层流体进入淡水层或地表层，消除对环境的污染，保护了生态环境，从而避免触犯相关法律法规。

D.1 《中华人民共和国环境保护法》（1989 年 12 月 26 日起施行）

第十九条 开发利用自然资源，应采取措施保护生态环境。

第二十条 各级人民政府应加强对农业环境的保护，防止土壤污染、土地沙化、盐渍化、贫脊化、沼泽化、地面沉降和防止植被破坏、水土流失、水源枯竭、种源灭绝以及其他生态失调现象的发生和发展，推广植物病虫害的综合防治，合理使用化肥、农药及植物生长激素。

第二十四条 产生环境污染和其他公害的单位，应把环境保护纳入计划，建立环境保护责任制度；采取有效措施，防治在生产建设或者其他活动中产生的废气、废水、废渣、粉尘、恶臭气体、放射性物质以及噪声、振动电磁波辐射等对环境的污染和危害。

第三十一条 可能发生重大污染事故的企业事业单位，应采取措施，加强防范。

第三十八条 对违反本法规定，造成环境污染事故的企业事业单位，由环境保护行政主管部门或者其他依照法律规定行使环境监督管理权的部门根据所造成的危害后果处以罚款；情节较重的，对有关责任人员由其所在单位或者政府主管机关给予行政处分。

第四十三条 违反本法规定，造成重大环境污染事故，导致公私财产重大损失或者人身伤亡的严重后果的，对直接责任人员依法追究刑事责任。

第四十四条 违反本法规定，造成土地、森林、草原、水、矿产、渔业、野生动植物等资源的破坏的，依照有关法律的规定承担法律责任。

D.2 《中华人民共和国水污染防治法》（1996 年 5 月 15 日起施行）

第二十条 禁止向生活饮用水地表水源一级保护区的水体排放污水。

对生活饮用水地下水源应当加强保护。

第二十九条 禁止向水体排放油类、酸液、碱液或者剧毒废液。

第三十三条 禁止在江河、湖泊、运河、渠道、水库最高水位线以下的滩地和岸坡堆放、存贮固体废弃物和其他污染物。

第四十四条 兴建地下设施或者进行地下勘探、采矿等活动，应当采取防护性措施，防止地下水污染。

第五十二条 造成水体严重污染的企业事业单位，经限期治理，逾期未完成治理任务的，除按照国家规定征收两倍以上的超标准排污费外，可以根据所造成的危害和损失处以罚款，或者责令其停业或者关闭。

第五十七条 违反本法规定，造成重大水污染事故，导致公私财产重大损失或者人身伤亡的严重后果的，对有关责任人员可以比照刑法第一百一十五条或者第一百八十七条的规定，追究刑事责任。

D.3 《中华人民共和国清洁生产促进法》（2003 年 1 月 1 日起施行）

第二十五条 矿产资源的勘察、开采，应当采用有利于合理利用资源、保护环境和防止污染的勘察、开采方式和工艺技术，提高资源利用水平。

中华人民共和国
石油天然气行业标准
废弃井及长停井处置指南
SY/T 6646—2006
*
石油工业出版社出版
（北京安定门外安华里二区一号楼）
石油工业出版社印刷厂排版印刷
新华书店北京发行所发行
*
880×1230 毫米 16 开本 2¾印张 81 千字 印 1—2500
2006 年 10 月北京第一版 2006 年 10 月北京第 1 次印刷
书号：155021·5994 定价：20.00 元
版权专有 不得翻印