

Q/CUCBM

中联煤层气有限责任公司企业标准

Q/CUCBM 0301—2002

煤层气钻井工程作业规程

The Operation Regulation of Coalbed Methane Drilling

2002-06-12 发布

2002-06-12 实施

中联煤层气有限责任公司 发布

目 次

前言 1

引言 1

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 钻井工程设计 1

3.1 钻井工程设计步骤..... 1

3.2 钻井工程设计书格式..... 2

3.3 井身结构设计..... 3

3.4 井口及井控装置设计..... 4

3.5 钻井循环介质设计..... 4

3.6 钻柱设计..... 5

3.7 固井工程设计..... 6

3.8 取心设计..... 6

4. 钻前准备及验收..... 7

4.1 钻前准备..... 7

4.2 开钻前验收..... 7

5 钻井施工作业 7

5.1 钻井作业工序及技术要求..... 7

5.2 煤层钻进要求..... 7

5.3 钻井循环介质性能监测及固相控制..... 8

5.4 复杂情况和事故处理..... 8

5.5 钻井井史..... 8

6 取心施工作业 8

6.1 场地、人员要求..... 8

6.2 下钻操作要求..... 9

6.3 取心钻进要求..... 9

6.4 割心操作要求..... 9

6.5 提心操作要求..... 9

6.6 起钻、换钻头操作要求..... 9

7 固井施工作业要求..... 9

7.1 套管准备及作业..... 9

7.2 固井施工要求..... 9

7.3 套管柱试压要求..... 10

8 煤层气井井控要求..... 10

8.1 井控操作要求 10

8.2 井控设备要求 10

9 钻井工程质量要求 11

9.1 井身质量..... 11

9.2 固井质量 12

| | |
|-----------------------------|----|
| 9.3 取心质量 | 12 |
| 9.4 完井质量 | 12 |
| 10 健康、安全与环境管理要求 | 13 |
| 10.1 健康、安全与环境管理培训及管理体系..... | 13 |
| 10.2 健康管理要求..... | 13 |
| 10.3 安全管理要求..... | 13 |
| 10.4 环境管理要求..... | 14 |
| 11 钻井完井交接验收 | 14 |
| 11.1 交接验收程序..... | 14 |
| 11.2 交接验收内容..... | 14 |
| 11.3 填写钻井完井交接验收书..... | 14 |
| 12 钻井工程资料汇交要求 | 14 |
| 12.1 资料文字图件要求..... | 14 |
| 12.2 设计资料..... | 14 |
| 12.3 原始资料..... | 15 |
| 12.4 成果资料..... | 15 |

前 言

由于煤层气与石油天然气储层特性和产出机理不同，因此，采用的钻井工程方法与技术也就存在差异。为规范煤层气钻井工程作业，保障工程质量，在总结国内外煤层气钻井工程经验的基础之上，特制定本标准，以对煤层气钻井工程设计、施工作业、井控要求、工程质量要求、安全、健康、环境管理要求、钻井完井、交井验收及资料汇交等内容进行规范化和标准化。

本标准由中联煤层气有限责任公司提出并归口。

本标准起草单位：中联煤层气有限责任公司技术管理部（总工办）

本标准主要起草人：唐兴智、张遂安、徐晓文、张政和

本标准由中联煤层气有限责任公司技术管理部（总工办）解释。

引 言

自 20 世纪 70 年代中期煤层气工业在美国兴起以来,煤层气钻井技术已充分应用和修改了石油、天然气工业钻井技术,现场作业标准也随之而得到了改进。

20 世纪 80 年代末期中国开始引进和探索煤层气钻井技术,并开始实践。进入 20 世纪 90 年代,中国的石油、煤炭、地矿等三个系统均已涉足该领域,一些国外公司也先后介入,至 2001 年底已钻煤层气井约 200 余口(包括参数井、生产井和井组)。

由于中美在地质条件、储层条件和设备条件存在着显著差异,以致于无法套搬美国的钻井技术。为了统一规范煤层气钻井工程作业程序,1997 年中联煤层气有限责任公司起草了《中联公司煤层气钻井工程质量标准(暂行)》(中联[1998]81 号)。经过近四年的实践,2001 年中联煤层气有限责任公司又组织有关技术人员,编写了《煤层气钻井工程作业规程》,通过试行较为成熟,经修改补充作为中联煤层气有限责任公司企业标准。

因煤层气钻井工程作业与石油天然气钻井工程作业同属一类技术,本标准未尽内容可参照有关石油天然气行业标准执行。

煤层气钻井工程作业规程

1 范围

本标准作为中联煤层气有限责任公司(以下简称中联公司)企业标准,规范了煤层气钻井工程作业全过程的程序和要求。包括钻井工程设计、钻前准备及验收、钻井施工作业、取心施工作业、固井施工作业、煤层气井井控要求、钻井工程质量要求、健康、安全与环境管理(HSE)要求、钻井工程资料汇交要求及钻井完井交接验收等十项内容。

本标准适用于煤层气勘探开发过程中的参数井、试验井、生产井等钻井工程的设计、施工作业、工程质量要求、资料汇交和验收。

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。

- GB/T 8979 污水排放要求
- GB/T 11651 劳动保护用品
- SY/T 5172 直井下部钻具组合设计方法
- SY/T 5272 常规钻井安全技术规程
- SY/T 5313 钻井工程术语
- SY/T 5322 套管柱强度设计推荐方法
- SY/T 5334 套管扶正器安装间距计算方法
- SY/T 5358 砂岩储层敏感性评价实验方法
- SY/T 5396 石油套管现场验收方法
- SY/T 5411 固井设计格式
- SY/T 5412 下套管作业规程
- SY/T 5526 钻井设备安装技术、正确操作和维护
- SY/T 5618 套管用浮箍、浮鞋
- SY/T 5672 钻井井下事故处理基本规则
- SY/T 5724 套管串结构设计
- SY 5876—93 石油钻井队安全生产检查规定
- SY/T 5957—94 井场电器安装技术要求
- SY/T 5958 井场布置原则和技术要求
- SY/T 5964 钻井井控装置组合配套规范
- SY/T 6075 评价入井流体与多层配伍性的基础数据
- SY/T 6228—1996 油气井钻井及修井作业职业安全的推荐方法中第八章和第 10.5、10.6 款
- SY/T 6283—1997 石油天然气钻井健康、安全与环境管理体系指南
- SY/T 6426 钻井井控技术规程

3 钻井工程设计

3.1 钻井工程设计步骤

科学系统地进行钻井工程设计是确保钻成高质量煤层气井的前提,任何煤层气井钻井工程设计必须按如下步骤进行选择与设计,详见图 1:

3.2 钻井工程设计书格式

煤层气钻井工程设计书格式按中联公司钻井工程设计书格式标准执行。

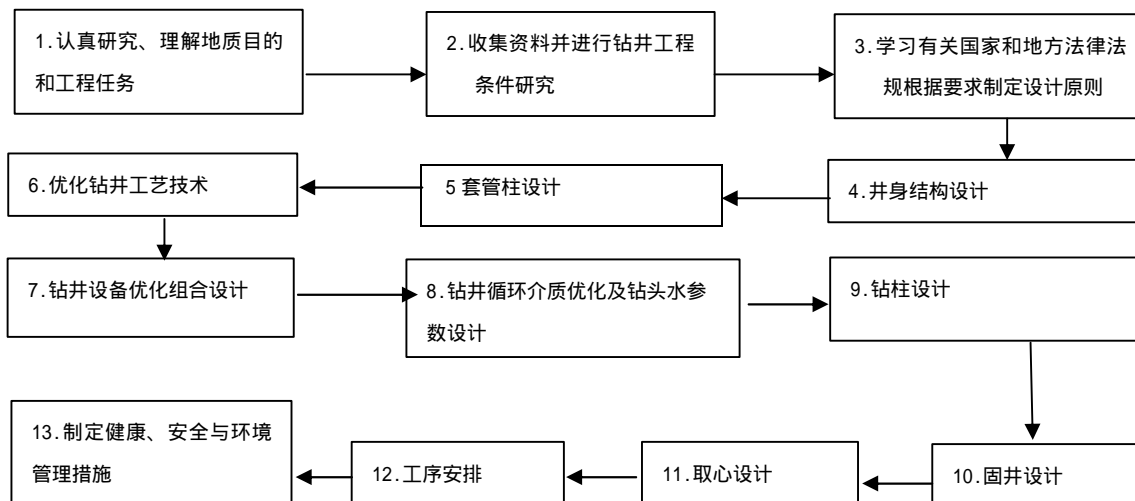


图 1 煤层气钻井工程设计步骤示意图

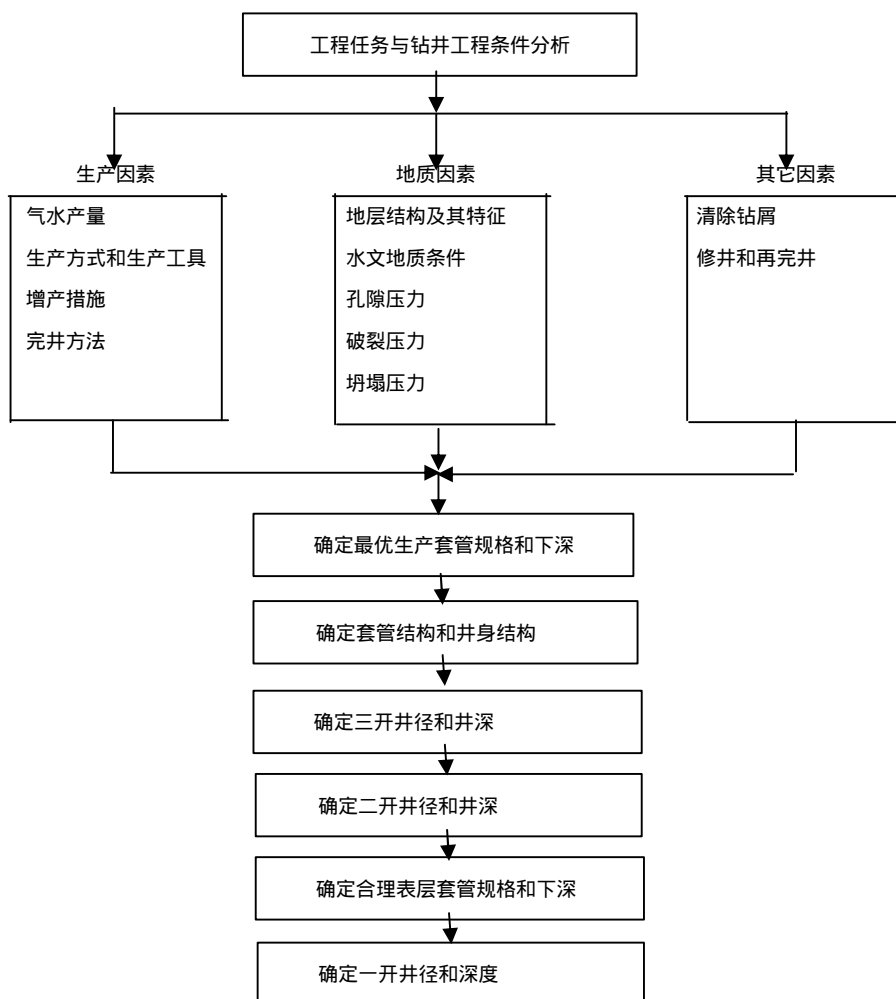


图 2 井身结构设计流程图

3.3 井身结构设计

3.3.1 井身结构设计依据

井身结构设计的主要依据是地质目的、地质设计要求、地层结构及其特征、地层孔隙压力、地层水文条件、地层破裂压力、完井方法、增产措施、生产方式及生产工具等。

3.3.2 井身结构设计程序

井身结构设计程序应参照图 2 流程进行 ,但在实际设计中应根据具体地质条件综合考虑各方面的因素作相应补充和完善。

3.3.3 井身结构设计原则

3.3.3.1 所设计的井身结构应充分满足钻井、完井生产需要以及获取参数的需要。

3.3.3.2 采用的所有钻井工艺技术应有利于保护煤储层。

3.3.3.3 充分考虑到出现漏、涌、塌、卡等复杂情况的处理作业需要（一般应留有余地），以实现安全、优质、快速、低成本钻井。

3.3.3.4 应尽可能地简化井身结构，以降低成本和避免工程失误。

3.3.3.5 通常情况下，生产套管宜采用 139.7mm 套管；确因产水量大、地层复杂或为提高气水产量，可采用更大直径的套管；风险勘探所施工的参数井，可采用小井眼钻井（二开井径小于 118mm）。井身结构选择设计参照煤层气钻井优选套管与钻头匹配关系图 3 执行：

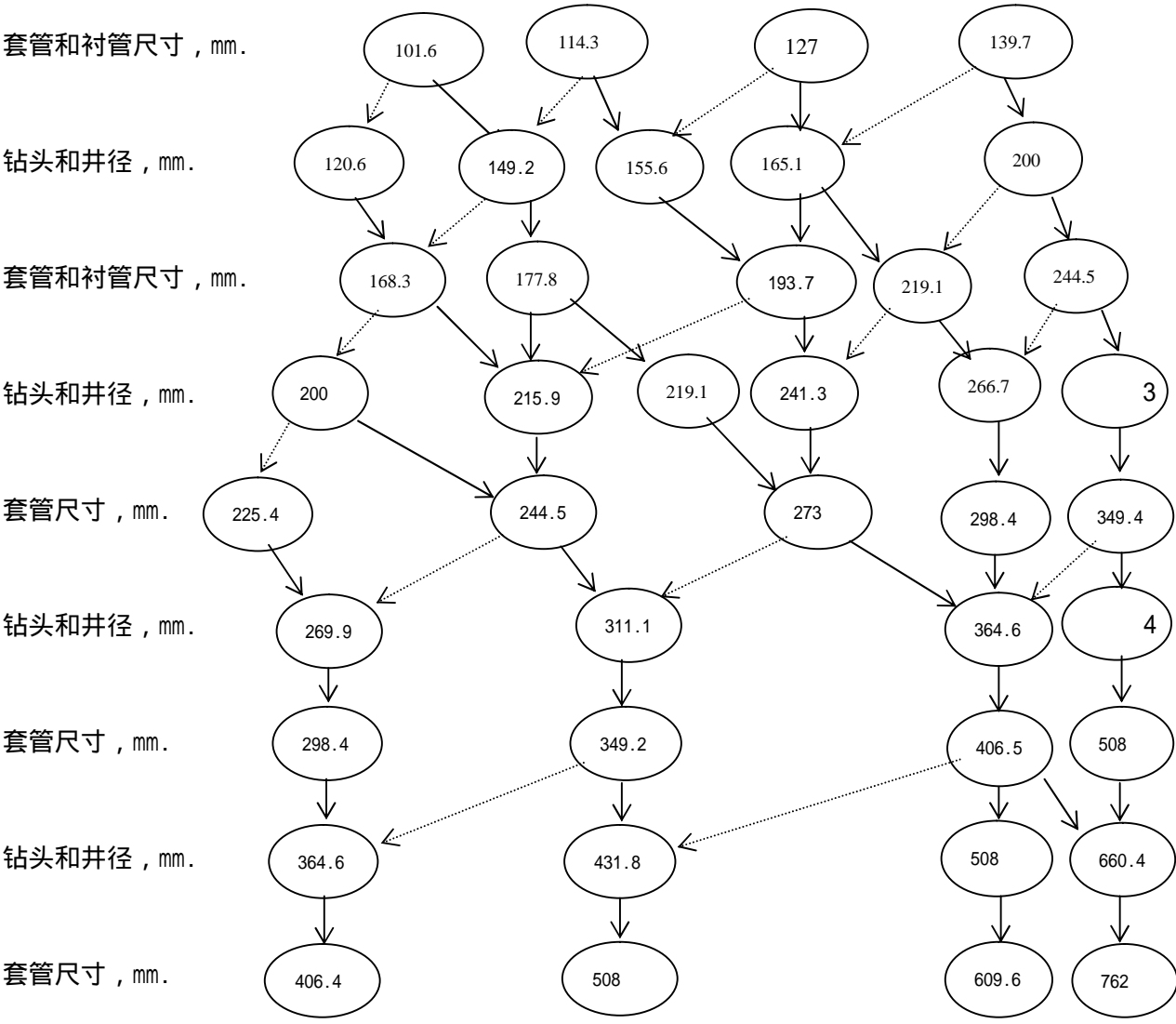


图 3 煤层气钻井优选套管与钻头匹配关系图(图中单位为 mm)

3.3.3.6 通常情况下,煤层气生产和试验井井身结构宜采用表 1 所示结构,根据生产需要可采用更大直径的套管。

表 1 煤层气井常规钻井井身结构表

单位为毫米

| 开钻程序 | 钻头尺寸 | 套管类型 | 套管尺寸 |
|------|-------|------|-----------------|
| 一开 | 311.1 | 表层套管 | 244.5 |
| 二开 | 215.9 | 生产套管 | 139.7 (177.8) |

3.3.3.7 地层条件复杂情况下,可采用表 2 所示的井身结构设计。

表 2 复杂地层条件下煤层气钻井井身结构表

单位为毫米

| 开钻程序 | 钻头尺寸 | 套管类型 | 套管尺寸 |
|------|-------|------|-----------------|
| 一开 | 444.5 | 表层套管 | 339.7 |
| 二开 | 311.1 | 技术套管 | 244.5 |
| 三开 | 215.9 | 生产套管 | 139.7 (177.8) |

3.3.3.8 在打井很少或未打过井的地区,为了先取得地层、煤层和储层参数资料,可在二开时先用 95mm 或 118mm 钻头钻小井眼,在煤层部位进行小井眼取心、测试和测井等。综合分析评价,若有工业生产价值,再用 215.9mm 钻头扩眼钻进,下生产套管;否则,测井后打水泥塞封井。

3.4 井口及井控装置设计

3.4.1 各次开钻井口和井控装置设计,参照 SY/T 5964 标准并结合钻煤层气井具体情况进行设计。

3.4.2 井控技术要求及试压,参照 SY/T 6426 标准进行设计。

3.5 钻井循环介质设计

3.5.1 钻井循环介质设计依据

应根据地质设计提供的地层压力,掌握压力系数,在钻井设计时选定压差,并用当量循环密度进行验算,最后确定钻井循环介质类型、密度等技术指标以及这些指标的允许使用范围。

3.5.2 煤层气井钻井循环介质设计应包括以下主要因素(不局限于这些因素):

3.5.2.1 尽量减少对煤储层的伤害,保护煤储层;

3.5.2.2 稳定和保护井壁,平衡地层压力,以保障钻进施工安全;

3.5.2.3 润滑、冷却钻头。

3.5.3 钻井循环介质优选原则:

3.5.3.1 取心、裸眼测试的参数井、试验井及生产井,选用清水、无粘土钻井液或优质钻井液;

3.5.3.2 生产井(包括直井和定向井),选用优质钻井液、无粘土钻井液、清水和气体(空气、氮气、充气)循环介质及泡沫循环介质。根据增产措施和煤储层特点,亦可采用暂堵型优质粘土钻井液。

3.5.4 钻井循环介质性能要求

3.5.4.1 煤层气井所采用的钻井液应满足下列要求:

3.5.4.1.1 钻井液与煤储层要有良好的配伍性

参照 SY/T 5358、SY/T 6075 标准进行试验测定,并优选出能与煤储层良好配伍的优质低密度钻井液配方。

3.5.4.1.2 降低固相含量

在进入煤系地层前采用普通优质钻井液,粘土含量小于 6%;煤层段根据井型和录取参数的需要,可采用清水、无粘土和少量粘土优质钻井液,配备好固控设备。用清水作钻井液,密度应控制在 1.03g/cm³ 以下。若水源充足时,可开放式循环。

3.5.4.1.3 降低失水量

失水量是钻井液中一项重要性能指标,为防止因钻井液滤液浸入伤害,必须使用降失水剂来控制中压失水在 9ml 以下。

3.5.4.1.4 酸碱值要适当

一般 pH 值应控制在 8~8.5 之间。

3.5.4.1.5 抑制水化、膨胀

为防止泥页岩及煤储层中粘土颗粒水化分散，膨胀剥落，造成煤储层伤害，可使用钾基系列优质钻井液。

3.5.4.1.6 降低钻井液密度，实行平衡或近平衡钻井

使用无粘土或少量粘土优质钻井液、清水，再配备使用好固控设备除去有害固相，保持低密度。

3.5.4.1.7 切力和动塑比

适当的切力和动塑比，有利于携带悬浮钻屑，有效清洗井眼，降低激动压力和对煤储层的伤害。

3.5.4.1.8 国内煤层气井常用钻井液匹配参数见表 3：

表 3 煤层气井钻井液匹配参数

| 性能 | 密度 g/cm ³ | 塑性粘度 MPa·s | 中压失水 ml | 固相含量 % | 含砂量 % | 粘土含量 % | pH 值 |
|----|-------------------------|---------------|------------|-----------|----------|-----------|-------|
| 指标 | 1.03~1.05 | 15~20 | <9 | <4 | <0.2 | 1~2 | 8~8.5 |

3.5.4.2 泡沫钻井循环介质

泡沫（包括充气、泡沫）作为钻井循环介质钻煤层气井，实现欠平衡或近平衡钻井，减少对煤储层的污染，参照有关标准进行设计。

3.5.4.3 气体钻井循环介质

气体（包括空气、氮气）作为钻井循环介质钻煤层气井，实现欠平衡或近平衡钻井，有利于防止对煤储层的污染，参照有关标准进行设计。

3.6 钻柱设计

钻柱设计包括钻头、钻铤、钻杆、扶正器以及井下钻具组合的选择和设计，在参照 SY/T 5172 标准的前提下，根据煤层气井的特殊性，具体要求如下：

3.6.1 钻头

要在综合考虑地层类型、钻头成本、钻井成本、水力参数及钻机成本的基础上，合理选择和设计煤层气井钻进钻头，确保高质高效。取煤心钻头参照本标准第 3.8.3.3 条款执行。

3.6.2 钻铤

3.6.2.1 根据钻井设计的钻压来确定钻柱中钻铤的数量。一般情况下，以钻压不超过钻铤重量的 80% 为原则。可用下列公式计算所需钻铤长度：

$$L=W_b/(f \times W_c)$$

L——钻铤长度，m。

式中：W_b——设计的钻压，Kg。

W_c——空气中每米钻铤的重量，Kg/m。

f——浮力系数，无量纲，可用下式算得：

$$f=(\rho_c-\rho_m)/\rho_c$$

式中：ρ_c——钻铤的密度，g/cm³。

ρ_m——钻井液的密度，g/cm³。

注：考虑实际钻井摩擦力、反弹力、井斜等影响，实际设计钻铤长度计算值应加大 10% 左右。

3.6.2.2 确定钻压，要避免采用 1~2 次临界钻压之间的值。

3.6.2.3 钻进时，轴向拉、压应力中和点必须位于钻铤全长的 80% 左右位置。

3.6.2.4 根据防斜打直技术要求，选用钻铤直径时，视具体情况，可采用“满眼”钻具，也可采用“钟摆”钻具。必要时还可以采用变径稳定器甚至“随钻技术”。

3.6.2.5 取心时，选用的钻铤内径应满足绳索式取心器内筒通过的要求。

3.6.3 钻杆

常用 127mm 钻杆。取心时,选用钻杆内径应满足绳索式取心器内筒通过。若小井眼钻进选用 63mm 或 73mm 钻杆,小井眼取心选用 89mm 钻杆。

3.6.4 扶正器

对于地层倾角大,软硬交错互层多的易斜地区。应采用扶正器,以实现“满眼”或“钟摆”钻进。通常采用螺旋式扶正器。

3.7 固井工程设计

3.7.1 套管设计

3.7.1.1 套管串结构设计

3.7.1.1.1 参照 SY/T 5724 套管串结构设计标准。

3.7.1.1.2 套管串结构设计必须满足地质设计要求。

3.7.1.2 套管柱强度设计

3.7.1.2.1 参照 SY/T 5322 标准进行套管柱强度设计。

3.7.1.2.2 设计时要综合考虑内应力、挤应力、拉应力等三种应力及完井和增产作业的需要。

3.7.1.2.3 煤层气生产井,生产套管和技术套管应使用 API 标准套管,表层套管可考虑使用 API 限用套管。

3.7.1.3 套管柱附件要求

3.7.1.3.1 浮鞋、浮箍要满足 SY/T 5618 规定的要求。

3.7.1.3.2 扶正器的数量参照 SY/T 5334 规定的方法进行计算。

3.7.1.3.3 完井深度在 1000m 以浅的煤层气直井,生产套管在目标层上下范围内每二根套管至少装一只扶正器。完井深度在 1000m 以深的煤层气直井、定向井和井径井斜大及方位急骤变化的井段要适当加密。环空水泥返深处要加一只扶正器。

3.7.2 固井施工设计

3.7.2.1 煤层气井固井施工设计格式,参照 SY/T 5411 标准进行设计

3.7.2.2 水泥返高计算,可用下列方程式计算煤储层能够承受的最大水泥浆高度:

$$CH = (F_d / 10 - \rho_m) \times h_d / (\rho_c - \rho_m)$$

CH——最大环空水泥浆液柱高度, m。

式中: F_d ——煤储层破裂梯度, kPa/m;

ρ_m ——固井时井内钻井液密度, g/cm³;

h_d ——煤层深度, m;

ρ_c ——最大水泥浆平均密度, g/cm³;

3.7.2.3 水泥浆密度计算方法

$$\rho_c = F_d / 10 - 100P_o / h_w$$

式中: ρ_c ——最大水泥浆平均密度, g/cm³;

F_d ——煤储层破裂梯度, kPa/m;

P_o ——固井时水泥浆流动压力和摩阻压降之和, MPa; 设计时一般取 4—5MPa。

h_w ——煤层气井垂深, m。

3.8 取心设计

3.8.1 为使煤心中气体损失量最小,应选用绳索式半合管取心工具取心,亦应保证岩煤心直径大于 60mm。

3.8.2 为减少煤心在起出过程中的气体损失量,提升时间限定为:井深 1000m 以浅,取心内筒从提心开始至出井口时间小于 20min,从出井口到煤心装罐完时间小于 10min。井深 1000m 以深,取心内筒从提心开始至出井口时间不大 0.02min/m × H (H 为井深, m)。

3.8.3 取心钻具组合

3.8.3.1 常规井径取心: 215mm 取心钻头+ 178mm 绳索式半合管取心工具+ 177.8mm 钻铤 (内径 95mm) 6 根+ 127mm 钻杆 (内径 95mm) +133.3mm 方钻杆。

3.8.3.2 小井眼取心：118mm(或 95mm)取心钻头 + 118mm(或 95mm)扩大器 + 90mm 绳索式半合管取心工具。

3.8.3.3 煤层顶、底板及煤层可采用 PDC 取心钻头、硬质合金取心钻头或金刚石取心钻头。

3.8.4 取心参数应结合现场实钻煤层特征具体制定，推荐参数见表 4。

表 4 煤层气井绳索取心施工工程参数

| 井段 | 钻压 kN | 转速 r/min | 排量 L/s |
|------|----------|-------------|-----------|
| 煤层段 | 20 ~ 50 | 40 ~ 50 | 6 ~ 8 |
| 非煤层段 | 40 ~ 60 | 60 ~ 65 | 10 ~ 15 |

4 钻前准备及验收

4.1 钻前准备

4.1.1 煤层气井钻前准备包括井场布置、道路修建、设备安装、钻井工程准备等内容。

4.1.2 道路准备：道路修建应能承受施工作业各型车辆的通行，并使道路正对井场大门。

4.1.3 井场准备：井场面积布置应符合 SY/T 5958 标准。根据煤层气井钻井施工作业、压裂施工作业和排采作业等要求。1000m 以浅的井场面积应为 50m×35m；1000m 以深的井场面积以 50m×40m 为宜。

4.1.4 设备安装：设备的摆放和安装程序按各型钻机要求进行，要做到“平、稳、正、全、牢”。

4.1.5 钻井工程准备

4.1.5.1 钻井工程设计书必须在开钻前送达钻井队，并制定钻井施工技术措施，全面进行交底。

4.1.5.2 准备符合规定的各类钻井工具，仪器仪表器材。

4.1.5.3 检查好钻具、各类配合接头，配套打捞工具。

4.1.5.4 作好下井钻具的丈量和记录

4.1.5.5 准备好各种生产用原始记录表格、报表。

4.1.5.6 按技术要求调校仪表，保证灵敏准确；高低压管线、油水管线按规定试压合格，保证灵、通，无跑、冒、滴、漏现象。

4.1.6 钻井循环介质准备

4.1.6.1 监测钻井循环介质的各种仪器配套齐全，性能良好。

4.1.6.2 准备足够量的钻井循环介质，性能达到设计要求，一般一开准备 50m³ ~ 60m³ 的粘土浆。

4.1.6.3 各种符合要求的处理剂一次到位。

4.2 开钻前验收

煤层气井钻井工程的钻前验收内容包括井场布置、设备安装、钻井工程准备、HSE 等。开钻验收项目按中联公司开钻验收书格式内容进行验收，不符合要求的要限期整改，经整改后达到规定标准才能开钻。健康、安全和环境管检查验收按照本标准第十章执行。

5 钻井施工作业

5.1 钻进作业工序及技术要求

参照 SY/T 5272 标准规定的基本原则进行钻进施工作业。

5.2 煤层钻进要求

5.2.1 钻进煤层前根据钻煤通知书，制定钻进煤层的具体措施，严格执行守煤制度。

5.2.2 进入煤层前应检查好取心工具，调校仪表，检修好设备，调整好钻井循环介质性能，保证井眼畅通才能钻开煤层。

5.2.3 钻进煤层顶板时钻时明显加快就割心，要限制回次取心进尺，一般不超过 1m。最大不超过 1.5m。

5.2.4 钻进煤层前复查钻具。

5.2.5 要做分析化验的井，通知解吸人员和仪器提前上井，作好取煤样准备。

5.2.6 取心时，每层煤的第一回次煤心进尺不超过 0.5m，以便检查取心工具的可靠性，以后每回次取煤心进尺一般为 0.5m，最多不超过 1.5m。

5.3 钻井循环介质性能监测及固相控制

5.3.1 现场必须使用合格计量监测仪器。

5.3.2 正常钻进时每小时测量一次钻井循环介质密度、粘度；每班测量一次全套性能。

5.3.3 井下遇异常情况时加密测量。

5.3.4 认真填写实测的钻井循环介质班报表、日报表。

5.3.5 使用好四级净化设备，即振动筛、除砂器、除泥器及离心机。

5.3.6 振动筛筛布应不低于 60 目。

5.4 复杂情况和事故处理

钻遇井下复杂情况和事故的处理，参照 SY/T 5672 标准规定的基本原则进行处理。

5.5 钻井井史

5.5.1 钻井井史内容（见中联公司煤层气钻井井史格式）如下：

5.5.1.1 地质设计；

5.5.1.2 基础数据表；

5.5.1.3 主要钻井设备配套表；

5.5.1.4 井身结构；

5.5.1.5 钻具组合；

5.5.1.6 钻头与水力参数表；

5.5.1.7 钻井循环介质性能；

5.5.1.8 时效分析表；

5.5.1.9 测斜记录；

5.5.1.10 取心记录；

5.5.1.11 钻头使用记录；

5.5.1.12 钻时记录；

5.5.1.13 各次开钻井口装置图和完井井口装置图；

5.5.1.14 井身结构图；

5.5.1.15 井径记录；

5.5.1.16 套管强度计算（生产套管）；

5.5.1.17 下入井内套管（油管）记录；

5.5.1.18 固井记录；

5.5.1.19 井内事故及复杂情况；

5.5.1.20 钻井生产进度分析图表；

5.5.1.21 钻井日志

5.5.1.22 钻井工程技术总结。

5.5.2 钻井井史内容按照中联公司填写钻井井史要求，由现场钻井工程师使用兰黑或碳素墨水填写。填写要求实事求是，数据准确，字迹工整清晰。

6 取心施工作业（绳索式取心作业）

6.1 场地、人员要求

6.1.1 井场应提供一个拆装工具平台，便于岩煤心出筒装罐。

6.1.2 井场前应提供一块距钻台 30m 左右能摆放绳索式取心专用绞车位置的场地。

6.1.3 井场夜间钻台、场地灯光亮足，能满足夜间取心作业要求。

6.1.4 取心作业分工明确，各负其责，确保安全。

6.1.5 取心专业技术人员负责钻台取心作业参数控制、绳索绞车的操作，并负责取心工具上下钻台的安全和拆卸、组装的技术指导。

6.1.6 工具的调试、检查、维修、保养由取心专业人员实施。

6.2 下钻操作要求

6.2.1 组装好的取心外筒在井口用大钳逐一紧扣，并放入内筒检查装配间隙是否合适。

6.2.2 井场钻具在进行取心前应进行通径检查，保证内筒顺利通过。

6.2.3 严格控制下放速度，以防水眼堵塞。中途遇阻以冲为主，少划或不划眼，严重遇阻改用牙轮钻头通并划眼至畅通为止。

6.2.4 取心工具下到距井底 3m ~ 5m 处应循环钻井循环介质。

6.2.5 井内循环压力正常，井底无沉砂、掉块，井眼畅通无阻，方可投入取心内筒。

6.2.6 小井眼取心内筒可直接投入。大井眼取心内筒应使用矛头和绳索吊下去，到位后利用脱卡装置将其脱开，并提出矛头和绳索。

6.2.7 内筒投入后，若泵压低于正常泵压 0.5MPa ~ 1MPa，则可能内筒不到位，应找出原因及时处理，泵压达到要求后方可进行取心钻进。

6.3 取心钻进要求

6.3.1 取心钻进前，转速排量调到设计值。

6.3.2 取心钻进开始时应在距井底 0.2m ~ 0.3m 内将钻压加到设计值并注意井下情况，及时调整参数。

6.3.3 取心钻进遇软层就提钻。

6.3.4 送钻尽可能均匀，应紧跟钻压，同时严禁顿钻、溜钻，严禁中途停泵、停转盘或上提方钻杆。

6.3.5 取心钻进中途不能调整钻井循环介质性能。

6.4 割心操作要求

钻到预定进尺后，停泵，停转盘，上提 0.3m ~ 0.5m 左右，实施割心。注意上提钻具时应一次完成。若地层较硬或钻遇煤层夹矸时，可适当磨心后，再割心。

6.5 提心操作要求

6.5.1 卸开方钻杆入大鼠洞，将打捞器上的钢丝绳分别穿过准备好的两组滑轮。

6.5.2 用绞车钢丝绳将打捞器均匀送下，距内筒打捞头约 50m，适当提高下放速度，以确保捞住内筒。不能放得太多，防止钢丝绳打绞、跳槽。

6.5.3 上提初期应缓慢，内筒进入钻杆后可加速，随时注意指重表，以防卡死。

6.5.4 上提遇卡上下活动无效时，将内筒脱开丢在钻具内，再不行时则拉断打捞器的安全销，将钢丝绳起出来，起钻处理。

6.5.5 提心过程注意随时往井内灌注钻井循环介质，以保持井内压力，保证煤层气含量测定质量。

6.6 起钻、换钻头操作要求

6.6.1 起钻中严禁强拉。

6.6.2 严禁用取心工具特殊装置进行冲击。

6.6.3 上卸钻头要注意保护好取心钻头的切削刃。

7 固井施工作业要求

7.1 套管准备及作业

7.1.1 套管现场验收，参照 SY/T 5396 标准进行验收，不合格和手续不全者必须更换。

7.1.2 下套管作业规程，按 SY/T 5412 标准规定的作业规程精心细致组织施工。

7.2 固井施工要求

7.2.1 表层水泥浆返至地面。

7.2.2 如果煤储层不能承受现有最轻的水泥浆密度上返至地面，可采用低密度注水泥或分级注水泥固

井。

7.2.3 为保证全井平均水泥浆当量密度不超过最大水泥浆平均密度可采用变密度固井。

7.2.4 煤层气井生产套管固井应采用低密度 (1.6g/cm^3) 抗压强度大于 14MPa 的空心微珠水泥固井。水泥浆上返至最上一个目的煤储层以上 200m 或地面。

7.3 套管柱试压要求

7.3.1 试压时间

7.3.1.1 表层套管柱试压在固井结束 24 小时后进行。

7.3.1.2 技术套管和生产套管试压, 应在水泥浆候凝 48 小时后, 完成测井后进行。

7.3.2 试压方法

7.3.2.1 用井口试压工具连接井口试全井套管柱、井口。

7.3.2.2 试压介质采用清水或管内循环介质。

7.3.2.3 采用水泥车或其它专用试压设备。

7.3.3 试压标准

7.3.3.1 表层套管柱试压 6MPa, 30 分钟降压不大于 0.5MPa 为合格。

7.3.3.2 技术套管柱试压要求如表 5。

表 5 技术套管试压标准

| 套管外径 mm | 试压压力 MPa | 30 分钟降压 MPa |
|------------|-------------|----------------|
| 219.7 | 12 | 0.5 |
| 244.5 | 8 | 0.5 |

7.3.3.3 生产套管柱试压要求如表 6。

表 6 生产套管试压标准

| 套管外径 mm | 试压压力 MPa | 30 分钟降压 MPa |
|------------|-------------|----------------|
| 139.7 | 20 | 0.5 |
| 177.8 | 20 | 0.5 |

8 煤层气井井控要求

8.1 井控操作要求

8.1.1 为保证煤层气井的安全钻进, 防止煤储层和煤系地层中的游离气聚集造成液柱压力失去平衡而造成井涌、井喷。参照 SY/T 6426 钻井井控技术规程执行;

8.1.2 进入煤系地层前, 要求所有上岗人员熟悉井控防喷防火制度, 并组织防喷防火演习。

8.1.3 进入煤系地层和煤储层时要严格执行坐岗观察制度, 以及及时发现溢流现象和井涌, 并立即采取措施控制井喷。

8.1.4 井控操作人员必须持井控操作上岗证上岗。

8.2 井控设备要求

8.2.1 参数井、试验井必须安装液压防喷器。小井眼的参数井及地质资料清楚, 无游离气或游离气很少的试验井由施工单位确定是否安装液压防喷器, 但必须向中联公司项目经理部通报。

8.2.2 生产井原则上要安装液压防喷器。地质资料清楚、无游离气或游离气较少的井, 施工单位可以不装液压防喷器。但应向中联公司项目经理部通报

8.2.3 煤层气井常用液压防喷器规格尺寸, 采用 FZ28-14 或 2FZ35-21 等单闸板或双闸板液压防喷器,

与其配套的液压控制系统和节流管汇，在二开或三开时安装使用。试压 10MPa，30 分钟压降小于 0.5MPa 为合格。

9 钻井工程质量要求

9.1 井身质量

9.1.1 钻井深度：钻达设计井深或完钻要求井深，以转盘面至井底，校核后钻具实长为准的钻井深度。

9.1.2 全角变化率应符合表 7 规定，全角变化率按照下列公式计算。

表 7 直井井身质量要求标准

| 测量井深 m | 全角变化率 (⁰)/25m | 井深 m | 最大水平位移 m |
|-----------|-------------------------------|---------|-------------|
| 0~500 | 1.2 | 500 | 10 |
| 500~1000 | 1.3 | 1000 | 20 |
| 1000~1500 | 1.4 | 1500 | 30 |

$$=\arccos[\cos \alpha_1 \cos \alpha_2 + \sin \alpha_1 \sin \alpha_2 \cos(\theta_2 - \theta_1)]25/H$$

式中：——全角变化率，(⁰)/25m；
α₁——计算井段上测点的井斜角，度(⁰)；
α₂——计算井段下测点的井斜角，度(⁰)；
θ₁——计算井段上测点的方位角，度(⁰)；
θ₂——计算井段下测点的方位角，度(⁰)；
H——计算井上、下两测点的距离，m。

9.1.3 水平位移应符合表 7 中规定。水平位移按下列公式计算：

$$S=(E^2+N^2)^{0.5}$$

$$E=F_a L \sin \alpha_c \cos \alpha_c$$
$$N=F_a L \sin \alpha_c \sin \alpha_c$$
$$F_a=1-(\alpha_2^2+\alpha_1^2)/24$$
$$=(\theta_2-\theta_1)/180$$
$$=(\theta_2-\theta_1)/180$$
$$L=L_2-L_1$$
$$\alpha_c=(\alpha_1+\alpha_2)/2$$
$$\alpha_c=(\alpha_1+\alpha_2)/2$$

式中：S——水平位移，m；
E——测量段在正东坐标上的投影长度，m；
N——测量段在正北坐标上的投影长度，m；
F_a——计算系数，无量纲；
L——测量段长度，m；
L₁——计算井段上测点井深，m；
L₂——计算井段下测点井深，m；
α_c——测量段平均井斜角，度(⁰)；
α_c——测量段平均方位角，度(⁰)；
——测量段井斜角增量，rad；
——测量段方位角增量，rad；

9.1.4 全井最大井斜角小于 3⁰，如地层倾角大于 15⁰，最大井斜角适当放宽 1⁰~2⁰。

9.1.5 钻井过程中以单点测斜监测照片为准，照片随原始资料上交保存。

9.1.6 交井以完钻电测连续测斜资料为准，测点读值 25m，特殊情况要加密，最后一测点距离完钻井底不大于 10m。

9.1.7 测斜数据采用计算机进行处理，均采用平均角法或曲率半径法。

9.1.8 井径扩大率

根据井身结构和地层情况划分为不同井径扩大率，一般地层要求井径扩大率 20%，煤层井段井径扩大率 35%。

9.1.9 对有特殊要求的井，井斜控制应在单井设计中拟定。

9.2 固井质量

9.2.1 固井质量总体要求

9.2.1.1 固井质量应达到地质工程设计要求，并能经受合理的射孔、压裂考验，满足正常情况下的排采需要。

9.2.1.2 固井施工前，取现场水对设计使用的水泥做好 48 小时的抗压强度试验，要求抗压强度大于 14MPa。并作氯离子化验，以保证与水泥配伍性，否则不能施工。

9.2.1.3 表层套管口袋<1m；技术套管口袋 1m~1.5m；生产套管口袋 1.5m~2m，人工井底至最下一层目的煤层底 45m，人工井底至管鞋 10m。

9.2.2 水泥环质量要求

9.2.2.1 表层套管固井必须用水泥车，G 级水泥固井，水泥浆必须返出地面，否则补打。套管要居中，替浆量要准确，严禁替空。

9.2.2.2 煤层井段上、下应有连续各 30m 以上水泥环胶结质量良好，并且不得有串漏现象。

9.2.2.3 技术套管靠近管鞋 5m 内必须封固合格。

9.2.3 水泥环胶结质量评价标准如表 8：

表 8 水泥胶结质量评价标准

| 等级 | 优良 | 合格 | 基本合格 | 不合格 |
|------|---------|-------------|-------------|----------|
| 第一界面 | 声幅值 10% | 10%<声幅值 20% | 20%<声幅值 30% | 声幅值>30% |
| 第二界面 | 地层波强、清晰 | 地层波较强、较清晰 | 地层波较弱、可辨认 | 地层波弱、难辨认 |

9.2.4 套管试压

9.2.4.1 套管柱试压应于声幅测井、人工井底符合设计要求后进行。试压标准按第 7.3.3.3 条款表 6 标准执行。试压压力不超过套管抗内压屈服强度的 80%。

9.2.4.2 套管规格严格按设计要求选用，如有变动必须经中联公司项目经理部同意。对现场使用的套管必须有厂家提供的各项性能指标数据，并且均达到 API 标准。

9.2.4.3 套管柱试压介质与井内介质相同或用清水。冬季试压井口部分的液体应换成柴油，以防影响试压效果。

9.2.4.4 固井质量不合格的井，必须采用补救措施，经补救达到上述要求的视为固井质量合格。

9.2.4.5 符合上述标准为合格。

9.3 取心质量

9.3.1 目标煤层取心必须使用绳索式取心工具进行取心。

9.3.2 全井煤层取心收获率 80%，其它岩层取心收获率 90%。

9.3.3 井深 1000m 以浅割心捞住取心器内筒后提至井口时间不超过 20 分钟。

9.3.4 取心质量应符合本标准第 9.3.2 和第 9.3.3 条款为合格。

9.4 完井质量

9.4.1 做好完井井眼准备，以保证完井电测，下生产套管，固井等作业顺利进行。

9.4.2 套管上扣扭矩必须满足表 9 要求，使用套管液压大钳、自动记录扭矩仪和采用符合 API 标准的套管螺纹脂。

表 9 套管上扣扭矩标准

| 套管尺寸 mm | 钢级 | 壁厚 mm | 紧扣扭矩 KN.m | | |
|------------|-----|----------|--------------|------|------|
| | | | 最小 | 最大 | 平均 |
| 139.7 | J55 | 7.72 | 2510 | 4190 | 3350 |
| 139.7 | N80 | 7.72 | 3540 | 5900 | 4720 |
| 177.8 | J55 | 8.05 | 3190 | 5300 | 4240 |
| 177.8 | J55 | 9.19 | 3730 | 6220 | 4980 |
| 177.8 | N80 | 8.05 | 4500 | 7500 | 5990 |
| 177.8 | N80 | 8.19 | 5270 | 8800 | 7040 |

9.4.3 按设计装好井口，并试压达到本标准第 9.2.4 条款要求。

9.4.4 完井井口装置必须符合设计要求，装好套管头，井口套管接箍顶部必须保持水平，距地面以上高度（生产套管接箍顶部与地面）要求小于 0.3m。

9.4.5 试压完立即用丝堵或盲板法兰将井口封牢，并电焊井号标记。

10. 健康、安全与环境管理（HSE）要求

10.1 健康、安全与环境管理培训及管理体系

10.1.1 煤层气钻井施工队伍必须经过 HSE 培训，关键岗位要持证上岗。钻井队要设立 HSE 管理小组和健康、安全员；

10.1.2 执行国家和当地政府有关健康、安全与环境保护法律、法规的相关文件；

10.1.3 煤层气钻井健康、安全与环境管理体系，组织机构，管理程序和警示标志，参照石油天然气钻井健康、安全与管理体系指南 SY/T 6283—1997 行业标准执行。

10.2 健康管理要求

10.2.1 劳动保护用品按 GB / T 11651 - 89 有关规定发放，并根据钻井队所在区域的特殊情况发放特殊劳保用品；

10.2.2 进入钻井作业区的人员必须严格执行人身安全保护规定；

10.2.3 钻井队医疗器械和药品配置要求，根据钻井队所在区域特点进行配置；

10.2.4 制定饮食管理制度；

10.2.5 搞好营地卫生；

10.2.6 对员工的身体健康进行定期检查；

10.2.7 对有毒药品及化学处理剂的管理要严格执行有关管理制度。

10.3 安全管理要求

10.3.1 要设立安全标志牌（位置、标识等）；

10.3.2 对设备要定期进行安全检查与维护；

10.3.2.1 钻井设备安装技术、正确操作和维护按 SY / T 5526 标准执行；

10.3.2.2 开钻验收项目及要求按中联公司开钻验收项目书格式执行；

10.3.2.3 猫头及钢丝绳的安全要求按 SY / T 6228 - 1996 标准中第 10.5 和 10.6 款执行。

10.3.3 井场电器安装技术要求按 SY/T 5957 标准执行；

10.3.4 易燃易爆物品的管理要求执行有关规定；

10.3.5 井场灭火器材和防火安全要求：

10.3.5.1 井场灭火器材的配备按 SY 5876—93 标准中第 3.1 款执行；

10.3.5.2 各种灭火器的使用方法和日期，应放位置要明确标识清楚。

10.3.6 井场动火安全要求，按 SY / T 6228 - 1996 标准中第 8 章执行；

10.3.7 井控要求及措施按本规程第 9 章和钻井设计执行。

10.3.8 营地安全要求：

10.3.8.1 设置烟火报警器；

10.3.8.2 按规定配套一定数量的灭火器；

10.3.8.3 用电设备的安全装置按要求配备；

10.3.8.4 防火安全管理制度齐全。

10.4 环境管理要求

10.4.1 钻井作业期间环境管理要求

10.4.1.1 本着“谁污染、谁治理”的原则，按照国家颁布的各项法规和当地环保部门的标准要求执行；

10.4.1.2 废水、废钻井液要设置专门的排放坑，井场污水排放应符合 GB/T 8978 的规定；

10.4.1.3 钻屑、废料要分别集中堆放和处理；

10.4.1.4 钻井液处理剂要集中堆放，并有“上盖下垫”的防护措施；

10.4.1.5 要制定落实保护地下水源的技术措施。

10.4.2 钻井作业完成后环境管理要求

完井后井场要做到：“工完、料净、井场清”，做好地貌恢复工作。

10.4.3 营地环境保护要求

营地应保证清洁、平整、无杂物。

11 钻井完井交接验收

11.1 交接验收程序

11.1.1 建立健全钻井工程施工作业监理制度，工程施工作业期间，中联公司项目经理部要委托钻井工程监理驻井对钻井工程施工全过程进行监督，落实重大技术措施和质量保证措施，协调钻井、取心、地质录井、测井、测试等施工单位工序衔接，协作配合。

11.1.2 交接验收程序，钻井完井后，7 天内由施工单位向中联公司项目经理部发出待交井申请书，由项目经理部组织交接的双方人员到现场进行交接验收。

11.2 交接验收内容

11.2.1 井身质量

11.2.2 取心质量

11.2.3 固井质量

11.2.4 完井质量

11.2.5 井场环保

11.2.6 钻井工程资料汇交要求本标准第 12.3 款内容进行交接验收。

11.3 填写钻井完井交接验收书

按中联公司钻井完井交接验收书项目进行填写交接验收。

12 钻井工程资料汇交要求

12.1 资料文字图件要求

所有工程资料的文字和图件必须符合中联公司标准和长期保存的要求。

12.2 设计资料

12.2.1 钻井工程施工设计书（开钻前送到中联公司），6 份。

12.2.2 固井工程施工设计书（生产套管固井前送到中联公司），2 份。

12.3 原始资料（见中联公司钻井井史和原始报表格式）

12.3.1 钻井井史，原件 1 份，复印件 1 份。

12.3.2 钻井工程班报表，原件 1 份，复印件 1 份。

12.3.3 钻井工程日报表，原件 1 份，复印件 1 份。

12.3.4 钻井液班报表，原件 1 份，复印件 1 份。

12.3.5 钻井液日报表，原件 1 份，复印件 1 份。

12.3.6 井下复杂情况事故报告 原件 1 份，复印件 1 份。

12.3.7 钻时记录 原件 1 份，复印件 1 份。

12.3.8 生产套管记录 原件 1 份，复印件 1 份。

12.4 成果资料

12.4.1 固井施工技术总结报告 2 份。

12.4.2 取心施工技术总结报告 2 份。

12.4.3 钻井液技术总结报告 2 份。

12.4.4 钻井工程技术总结报告 胶印件 10 份；3.5 磁盘或光盘 1 份。

12.4.4.1 钻井地质、工程基本数据；

12.4.4.2 钻井工程施工作业过程中主要技术措施；

12.4.4.3 钻井工程施工作业过程中应用了哪些新技术新方法；

12.4.4.4 钻井工程施工作业过程中成功经验，失败教训及其分析。