

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T×××××—202X

陆域天然气水合物钻探技术规程

Code of practice on the permafrost gas hydrate drilling technology

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

(报批稿)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

中华人民共和国自然资源部发布

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 基本要求	2
5 钻探工程设计	2
5.1 设计要求	2
5.2 设计依据	2
5.3 设计书内容	2
5.4 审批与变更	3
6 钻进方法与钻孔结构	4
6.1 钻进方法	4
6.2 钻孔结构	4
7 施工设备选择	4
7.1 钻探设备	4
7.2 录井设备	5
7.3 测井设备	6
7.4 其他设备	6
8 钻探工程施工	6
8.1 施工准备	6
8.2 钻进工艺	7
8.3 常见孔内事故预防与处理	10
8.4 岩心样品采集	10
8.5 地质岩心编录	11
8.6 岩心影像资料采集	12
8.7 录井	12
8.8 测井	12
8.9 封孔	13
8.10 施工验收	13
9 泥浆	13
9.1 基本要求	13
9.2 配制材料	14
9.3 配制方法及注意事项	14
9.4 泥浆维护	15

9.5 泥浆冷却装置使用要求.....	15
10 钻探工程质量管理.....	15
10.1 钻探工程质量指标.....	16
10.2 资料存档.....	18
11 健康、安全与环境管理.....	19
11.1 健康管理.....	19
11.2 安全管理.....	20
11.3 环境管理.....	20
附录 A（规范性） 陆域天然气水合物钻探用表.....	21
参考文献.....	28

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。

本文件由中华人民共和国自然资源部提出。

本文件由全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会（SAC/TC 93）归口。

本文件起草单位：中国地质科学院勘探技术研究所。

本文件主要起草人：张永勤、李鑫淼、刘秀美、尹浩、孙建华、王志刚、梁健、李宽、李小洋。

陆域天然气水合物钻探技术规程

1 范围

本文件规定了陆域天然气水合物资源调查钻探工程设计、钻进方法与钻孔结构、施工设备选择、钻探工程施工、泥浆、钻探工程质量管理、健康、安全与环境管理等方面的技术操作要求和技术规则。

本文件适用于陆域天然气水合物钻探施工。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中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 11651 个体防护装备选用规范
AQ 2004 地质勘探安全规程
DZ/T 0002 含煤岩系钻孔岩心描述
DZ/T 0032 地质勘查钻探岩心管理通则
DZ/T 0078 固体矿产勘查原始地质编录规程
DZ/T 0227-2010 地质岩心钻探规程
SY 5974 钻井井场、设备、作业安全技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

陆域天然气水合物 permafrost zone gas hydrate

存在于陆地多年冻土区地下一定深度，由水分子和烃类气体分子在高压低温状态下形成的具有笼状结构的似冰雪状的类结晶化合物。

3.2

陆域天然气水合物钻探 permafrost zone gas hydrate drilling

为调查陆域天然气水合物资源实施的钻探工程。

3.3

天然气水合物稳定带 gas hydrate stable zone

满足天然气水合物形成与分布的温度和压力条件的地下深度范围。

3.4

低温泥浆 low temperature mud

工作时的温度低于原始环境温度的泥浆。

3.5

泥浆冷却装置 cooling system for drilling mud

天然气水合物钻探施工中，用于降低和保持低温泥浆所需温度的专用设备。

4 基本要求

- 4.1 工程施工前，应根据地质设计收集冻土区地质、物探、化探、遥感、水文地质和区域矿产等资料。
- 4.2 应根据调查区地质资料，结合异常和地质特征，编制陆域天然气水合物钻探施工设计。
- 4.3 工程施工前，应到当地自然资源及环境管理等有关部门办理施工手续。
- 4.4 陆域天然气水合物资源调查评价钻探施工多分布在无人区，环境比较恶劣，应全面做好健康和安全生产等工作。
- 4.5 进行现场踏勘，了解施工区域地理位置、气候、地形地貌、水源水质、交通状况、物资供应、工区选址、青苗赔偿、民风民俗和宗教信仰等。
- 4.6 钻孔直径应满足地质目的及测井要求，终孔直径不应小于96 mm，岩心直径不应小于60 mm。

5 钻探工程设计

5.1 设计要求

- 5.1.1 根据地质设计及施工任务书或合同，分析施工区域地质资料和以往钻探施工情况。
- 5.1.2 根据钻孔结构、地质要求和绿色勘查需求，结合施工单位的设备器具、人员、后勤物资保障等，制定合理可行的工程设计。

5.2 设计依据

设计依据主要包括以下内容：

- a) 地质设计；
- b) 任务书或合同；
- c) 钻探工程技术要求；
- d) 有关的规程、规范和标准；
- e) 现场踏勘资料；
- f) 地理及气候环境等。

5.3 设计书内容

5.3.1 前言

说明项目名称、工作性质、目的任务、工程期限、施工要求、工区气候和生活条件等。

5.3.2 地质概况

包含地层岩性及序列、地质构造、目的层特征、水文地质条件等影响施工的地质因素。

5.3.3 施工要求

包括场地及钻孔布置、工作量、工程质量指标、取样要求、岩心采取率、样品保存、泥浆性能、测井要求、孔内气体防喷处置等。

5.3.4 钻孔结构

包括各孔段钻孔直径与钻进深度、套管直径与下入深度等。

5.3.5 钻进方法和工艺

包括钻进方法的确定、钻具的选用、钻进技术参数设计、取心取样技术、钻孔护壁方法、低温泥浆性能及配制、新技术的应用等。

5.3.6 施工设备

确定天然气水合物钻探施工设备的类型和技术参数，包括钻机、钻塔、泥浆泵、泥浆冷却装置、液氮罐、固控设备、绳索取心绞车、录井设备、发电机、搅拌机等。

5.3.7 水源和电源供应

阐明施工过程中动力供应方式、工区水源条件及供给方式，提出具体供电及供水措施。

5.3.8 质量保证

提出钻进、岩心采取、天然气水合物识别及样品保存等质量保证措施。

5.3.9 录井要求

按照陆域天然气水合物资源调查评价钻探施工要求，配备满足相关参数要求的录井监测仪器及专门的录井技术人员。

5.3.10 测井要求

按照陆域天然气水合物资源调查评价钻探施工要求，确定钻探施工期间及终孔时测井所需仪器及参数。

5.3.11 封孔要求

临近终孔时，应根据施工过程中地质方面提供的实际钻孔柱状图，提交封孔设计。

5.3.12 安全生产及环境保护

包括防寒、防火、防洪、高原反应预防、地质灾害预防、钻探安全措施、废弃泥浆处理及施工场地环境恢复等。

5.3.13 施工组织及管理

包括施工组织管理机构、人员配备及分工、施工工序及进度计划等。

5.3.14 工程预算

包括编制依据、编制说明和预算总表及明细表等。

5.4 审批与变更

- 5.4.1 钻探工程设计书应根据工程项目管理权限进行审批，设计书完成后，应组织相关部门和专家进行会审，修改完善后由责任人签字批准。无钻探工程设计书或设计书未经审批不得开展相关施工。
- 5.4.2 发现钻探工程设计书与实际情况不符，应先征得项目管理部门同意，再进行设计书更改。
- 5.4.3 钻探工程设计书有关重要事项的变更应得到原设计书审批单位的批准。

6 钻进方法与钻孔结构

6.1 钻进方法

- 6.1.1 根据钻探取样目的、钻进地层等选择钻进方法。可钻性级别 5 级及以下岩石选用硬质合金钻进，6 级及以上岩石选用金刚石钻进，部分 6 级~7 级岩石可选用金刚石复合片（PDC）钻进。
- 6.1.2 应优先选择金刚石绳索取心钻进；较浅钻孔、地层复杂或对岩心有特殊要求时，可选择提钻取心钻进。
- 6.1.3 复杂地层开孔或探采结合孔开孔，可采用牙轮或刮刀钻头不取心钻进。

6.2 钻孔结构

6.2.1 资源勘查孔

资源勘查孔推荐采用以下钻孔结构：

- a) 一开。采用 $\Phi 174$ mm 钻头，下入 $\Phi 168$ mm 套管；
- b) 二开。采用 $\Phi 152$ mm 钻头钻进一定深度，下入 $\Phi 146$ mm 技术套管；
- c) 三开。采用 $\Phi 127$ mm 或 $\Phi 114$ mm 绳索取心钻具钻穿天然气水合物异常层段至预定深度，钻进孔径分别为 135 mm 和 122 mm，或当难以继续钻进时，下入 $\Phi 127$ mm 或 $\Phi 114$ mm 技术套管；孔壁极不稳定时， $\Phi 127$ mm 或 $\Phi 114$ mm 钻杆可作为技术套管留在孔内；
- d) 四开。采用 $\Phi 108$ mm 或 $\Phi 89$ mm 绳索取心钻具钻至终孔，钻进孔径分别为 113 mm 和 96 mm。

6.2.2 探采结合孔

探采结合孔推荐采用以下钻孔结构：

- a) 一开。采用 $\Phi 311.1$ mm 钻头钻至稳定基岩，钻进深度不小于 50 m，下入 $\Phi 219$ mm 套管，并用 P•O 42.5 水泥将套管固结；
- b) 二开。采用 $\Phi 190.5$ mm 钻头继续钻进至预定深度，下入 $\Phi 177.8$ mm 技术套管；
- c) 三开。采用 $\Phi 127$ mm 或 $\Phi 114$ mm 绳索取心钻具钻穿目的层以下 30 m 后，拔出 $\Phi 177.8$ mm 套管，采用 $\Phi 190.5$ mm 扩孔钻头钻进至孔底，下入 $\Phi 177.8$ mm 开采套管。

7 施工设备选择

7.1 钻探设备

7.1.1 钻机

- 7.1.1.1 依据高寒、高海拔地区交通不便和设备功率衰减的特性，应选择功率较大、性能可靠、便于搬迁和易于维修的钻机。

7.1.1.2 依据施工地区水合物埋藏深度、钻探取样要求、钻进方法、钻孔直径、终孔深度等，推荐选用钻进深度不小于 1000 m、终孔直径不小于 96 mm、卷扬机单绳提升能力不小于 75 kN、起拔力不小于 150 kN 的钻机。

7.1.2 泥浆泵

7.1.2.1 根据钻孔深度、钻孔结构、钻进工艺和钻具组合等选择泥浆泵，泵量和泵压应满足泥浆循环要求。

7.1.2.2 宜选择泵量 ≥ 320 L/min、泵压 ≥ 10 MPa 的三缸往复式泥浆泵。

7.1.3 钻塔

7.1.3.1 机械立轴式钻机钻进时，可选择四角钻塔或 A 字型钻塔。

7.1.3.2 宜选择 18 m 及以上高度、承载能力 ≥ 300 kN 的钻塔。

7.1.3.3 选择动力头钻机时，宜配备 9 m 及以上高度的钻塔。

7.1.4 搅拌机

应选择搅拌容量大于 1 m^3 的电动搅拌机。

7.1.5 绳索取心绞车

应配备提升速度 ≥ 0.5 m/s，提升能力 ≥ 7 kN，容绳量 ≥ 1000 m 的绳索取心绞车。

7.1.6 固控设备

应配备除砂器、除泥器、除气器等固控设备，处理能力不小于钻进过程所需泥浆量。

7.1.7 泥浆冷却装置

7.1.7.1 应配备泥浆冷却装置，防止钻进过程中钻头回转升温后天然气水合物样品分解。

7.1.7.2 泥浆冷却装置应采用撬装稳固底座，采用电机驱动方式，工作时安装平稳。

7.1.7.3 泥浆冷却装置制冷压缩机组及各循环管路应有防震功能，其性能应适应高原及高寒空气稀薄及早晚温差较大的特殊工作环境。

7.1.7.4 性能应满足泥浆冷却要求，冷却泥浆量应大于钻进时泥浆输入孔内的循环量，并保证入孔泥浆温度 ≤ 3 °C。

7.1.8 发电机组

依据高寒、高海拔地区设备功率衰减的特性，应选择功率大于施工现场总消耗功率30%的撬装发电机组。

7.2 录井设备

7.2.1 应配备以下录井设备：

- a) 录井仪器；
- b) 气相色谱仪；
- c) 密度测定仪；
- d) 地化录井仪；

e) 荧光录井仪等。

7.2.2 录井仪器应满足以下检测要求：

- a) C₁₋₅、CO₂、H₂、H₂S 的数据测试与记录；
- b) 全烃最小检测浓度≤0.02 %；
- c) CH₄最小检测浓度≤0.003 %；
- d) CO₂最小检测浓度≤0.1 %；
- e) H₂S 最小检测浓度≤0.0002 %。

7.3 测井设备

7.3.1 应配备以下测井设备：

包括测井仪器、绞车、电缆、小型发电机和运输设备、刻度装置、测试仪表和器材等。

7.3.2 测井仪器应具备以下性能：

电阻率、补偿密度、自然伽马、补偿声波、补偿中子、双侧向、自然电位、双井径、井斜、井温等参数测试。

7.4 其他设备

7.4.1 红外热像仪

红外热像仪应具备以下性能：

- a) 检测岩心表面温度及成像；
- b) 检测内部温度并成像。

7.4.2 液氮罐

液氮罐配备要求如下：

- a) 施工现场应配备 4 套~6 套液氮罐；
- b) 每个液氮罐容积≥30 L。

8 钻探工程施工

8.1 施工准备

8.1.1 场地平整和地基修筑

8.1.1.1 场地面积应满足施工需要，在满足设备布置摆放的前提下，减少用地面积和修筑工作量。

8.1.1.2 应合理规划场地，以满足泥浆冷却装置、综合录井系统和岩矿心等的摆放和使用。

8.1.1.3 根据环保和安全要求，不得去除地表冻土层，以免地面塌陷。

8.1.1.4 倾斜地表需要填方时，填方面积不应超过塔基面积的 1/4。

8.1.1.5 钻塔底座应采用混凝土墩基加固，一般不少于 8 根，直径和深度均不小于 500 mm。

8.1.1.6 场地与地基修筑时，在考虑环保的同时，应执行绿色勘探理念。

8.1.2 设备安装

- 8.1.2.1 机台、钻塔、钻机、泥浆泵、发电设备、安全防护设备的安装应按 DZ/T 0227-2010 5.2 执行。
- 8.1.2.2 泥浆冷却装置应安装在距泥浆池 2 m 左右的位置，安放平稳。
- 8.1.2.3 泥浆循环系统应搭建防晒棚或遮阳设施。
- 8.1.2.4 脱气器应安装在孔口附近，安装平稳，并配建沉淀池。
- 8.1.2.5 综合录井设备应安装在脱气器附近，安装平稳，距离脱气器的距离一般不大于 10 m。

8.1.3 开钻验收

- 8.1.3.1 设备安装完成后，应调试、保养和试运转并组织验收。
- 8.1.3.2 应对施工现场布置、物资摆放、安全通道、施工安全防范措施、安全及环境保护警示标识等进行全面检查验收。
- 8.1.3.3 应对施工设备、器具、人员及组织管理等是否符合施工设计要求进行检查验收。
- 8.1.3.4 检查验收结果应有检查组负责人及被检查现场施工技术负责人共同签字。
- 8.1.3.5 经安全、设备、生产、技术和地质等人员验收合格后方可正式开钻。

8.2 钻进工艺

8.2.1 硬质合金钻进

8.2.1.1 钻压

开孔段一般采用硬质合金钻头，并根据地层及进尺情况调控钻压。中硬以下地层正常钻进时，钻头适用钻压见表1。

表1 硬质合金钻头钻进适用钻压

钻头规格 mm	174	152	130	110
最大压力 kN	16	14	12	10
正常压力 kN	12~14	10~12	9~11	6~8

8.2.1.2 转速

硬质合金钻头在中硬以下地层钻进时，根据地层及进尺情况，调控转速在10 r/min~30 r/min。正常钻进时，钻头适用转速见表2。

表2 硬质合金钻头钻进适用转速

钻头规格 mm	174	152	130	110
钻头转速 r/min	20~100	30~150	50~200	60~250

8.2.1.3 泵量

硬质合金钻头在中硬以下地层钻进时，一开钻进宜采用大泵量。正常钻进时，钻头适用泵量见表3。

表3 硬质合金钻头钻进适用泵量

钻头规格 mm	174	152	130	110
泵量 L/min	150~180	130~150	90~110	60~90

8.2.1.4 工艺要求

采用硬质合金钻头钻进施工时,应注意以下事项:

- a) 应优先选用地质矿山常用的G系列硬质合金镶焊钻头;
- b) 新钻头下孔时应在距孔底1 m以上慢转扫孔到底,逐渐调整到正常钻进参数;
- c) 下钻中途遇阻,不应猛蹶,可用自由钳扭动钻杆或开车试扫;
- d) 钻进中应保持压力均匀,不应无故提动钻具或随意增大钻压。倒杆后开车时,应降低钻压;
- e) 发现糊钻、憋泵或岩心堵塞等异常时,处理无效应立即提钻;
- f) 取心时应选择合适的卡料或卡簧,投入卡料后应冲孔,待卡料到达钻头部位后再开车;
- g) 干钻取心时,单次干钻时间不应超过2 min;
- h) 使用肋骨钻头或刮刀钻头钻进时,应经常扫孔;
- i) 每次提钻后,应检查钻头磨损情况,调整下一回次的钻进参数;
- j) 在水溶性或松软地层钻进取心,应采用单动双管钻具,并限制回次进尺长度。

8.2.2 金刚石绳索取心钻进

8.2.2.1 钻压

金刚石绳索取心钻进中硬及坚硬地层时,钻头适用钻压见表4。

表4 金刚石绳索取心钻进钻头适用钻压

钻头规格 mm		174	152	135	122	96
表镶钻头	最大压力 kN	20	18	17	16	14
	正常压力 kN	16~18	12~14	14~16	10~12	11~13
孕镶钻头	最大压力 kN	22	20	19	18	17
	正常压力 kN	18~20	16~18	14~16	14~16	12~14

8.2.2.2 转速

金刚石绳索取心钻进中硬及坚硬地层时,钻头适用转速见表5。

表5 金刚石绳索取心钻进钻头适用转速

钻头规格 mm	174	152	135	122	96
表镶钻头 r/min	100~220	150~300	200~350	250~350	300~500
孕镶钻头 r/min	120~250	180~350	220~440	260~520	350~680

8.2.2.3 泵量

金刚石绳索取心钻进中硬及坚硬地层时，钻头适用泵量见表6。

表6 金刚石绳索取心钻进钻头适用泵量

钻头规格 mm	174	152	135	122	96
泵量 L/min	150~180	130~150	100~130	90~110	60~90

8.2.2.4 工艺要求

采取金刚石绳索取心钻进工艺时，施工过程中应注意以下事项：

- 不应使用水槽严重磨损的金刚石钻头，确保钻头冷却良好，降低岩心周围温升；
- 应时刻观察泵压、孔口返浆有无气泡现象及入孔的泥浆温度；
- 当孔内液面较低时，应先补充泥浆再投放内管总成；
- 漏失特别严重时，应使用打捞器将内管总成送至孔底；
- 内管总成投放到位后方可正常钻进；
- 应预防钻杆内壁结泥皮导致的内管总成投放、打捞受阻问题；
- 在天然气水合物稳定带钻进时，回次钻进时间不应超过 1 h，回次进尺长度不应超过 1.5 m；
- 在天然气水合物稳定带钻进时，操作人员应灵活控制钻进参数，可适当增加钻压和降低钻头转速，根据钻进情况，随时决定是否进行打捞岩心操作；
- 其他注意事项按 DZ/T 0227-2010 第 8 章和本规程 8.2.1.4 执行。

8.2.3 金刚石复合片绳索取心钻进

8.2.3.1 钻压

金刚石复合片绳索取心钻进中硬及硬地层时，钻头适用钻压见表7。

表7 金刚石复合片钻头钻进适用钻压

钻头规格 mm	174	152	135	122	96
复合片数量 片	22~24	20~22	16~18	14~16	10~11
PDC 钻头钻压 kN	11~24	10~22	8~18	7~16	5~11

8.2.3.2 转速

金刚石复合片绳索取心钻进中硬及硬地层时，钻头适用转速见表8。

表8 金刚石复合片钻头钻进适用转速

钻头规格 mm	174	152	135	122	96
PDC 钻头转速 r/min	30~150	50~200	60~250	80~300	100~400

8.2.3.3 泵量

金刚石复合片绳索取心钻进中硬及硬地层时，钻头适用泵量见表9。

表9 金刚石复合片钻头钻进适用泵量

钻头规格 mm	174	152	135	122	96
泵量 L/min	150~180	130~150	100~130	90~110	80~100

8.2.3.4 工艺要求

采用金刚石复合片钻头钻进时，钻进过程中应注意以下事项：

- 钻进过程中随着钻头复合片的磨钝，应逐渐增大钻压；
- 采用复合片钻头钻进时，应适当增大泵量；
- 其他注意事项按 8.2.2.4 执行。

8.3 常见孔内事故预防与处理

8.3.1 孔内事故预防

钻进施工过程中，应采取以下事故预防措施：

- 使用滤失量小、抑制性强、矿化度合适及黏度较高的防塌泥浆，抑制地层水化和塌落；
- 适当增大泥浆密度，保持孔内有足够的液柱压力，以平衡地层压力；
- 提钻或打捞岩心时，回灌泥浆；
- 降低提下钻速度，减少提下钻对孔壁造成的抽汲与挤压作用；
- 天然气水合物稳定带钻进时，如短时间停钻，应保持泥浆循环，并间断活动钻具；长时间停钻时，应将钻具全部提至地表，以免钻具在孔内冻结。

8.3.2 孔内事故处理

发生孔内事故后，应采取以下措施进行处理：

- 出现坍塌掉块卡钻，立即停止钻进，并上下活动和回转钻具，及时将钻头提升至套管或稳定孔段中；
- 卡钻初期时，应适当增大泵量，同时保持钻具回转和上下活动，回转和活动钻具遇阻时，不得强拉强扭，立即分析卡钻原因，采取相应的处理方法；

- c) 钻具被冻结在孔内，应采取反复振击的方法，并尝试用常温泥浆循环；钻具可提动时，应立即将钻具提出孔外；
- d) 其他处理措施参照 DZ/T 0227-2010。

8.4 岩心样品采集

8.4.1 天然气水合物现场常用识别方法主要包括：

- a) 肉眼观测：岩心出现灰白色晶体、岩心起泡、岩心“冒汗”或蜂窝状构造等现象之一时，可定为疑似天然气水合物样品；出现灰白色晶体并伴有起泡、“冒汗”现象时，可定为天然气水合物样品；
- b) 红外测温：对天然气水合物稳定带的岩心，用红外热像仪扫描测温，出现明显的低温异常区确定为疑似天然气水合物样品；
- c) 明火试燃：对疑似天然气水合物样品进行明火试燃，出现燃烧现象可定为天然气水合物样品。

8.4.2 天然气水合物岩心样品采集与保存要求如下：

- a) 钻获肉眼可见的天然气水合物样品时，应立刻将大部分样品用锡纸包好装入布袋并编号，放入液氮罐中保存，并填写陆域天然气水合物钻探野外样品采集记录表（见表 A.1）；
- b) 每天检查一次液氮罐，确保天然气水合物样品始终浸没在液氮中；
- c) 液氮罐应放置在安全和阴凉避光处，并用帆布遮盖，确保液氮罐密封良好。

8.4.3 非天然气水合物样品采集注意事项如下：

- a) 非天然气水合物岩心应清洗干净，按从上到下、从左到右的顺序依次摆放在岩心箱里，供地质人员测量、拍照或采样；
- b) 在每回次岩心最下部用透明胶带粘贴岩心牌；未获取岩心的回次也应填写岩心牌放入岩心箱，并注明原因；
- c) 长度大于 5 cm 的完整岩心应顺序编号；
- d) 岩心箱装满后，应用油漆在侧壁注明矿区名称、钻孔编号、起止孔深及岩心箱顺序号，最后一箱应写上“终孔”二字。

8.4.4 样品运输注意事项如下：

- a) 运送样品之前，应检查液氮罐内液氮含量，确保足够液氮量，同时备用 1 罐液氮；
- b) 保存于液氮罐中的天然气水合物样品，应有专人、专车护送至指定的实验室；
- c) 在样品护送途中，液氮罐应放置稳固。每天早、中、晚都应检查样品在液氮罐中的保存状态，保证样品完全浸没在液氮中；如液氮不足，应及时补充，直至样品交至实验室；
- d) 对此类样品派送应全程填写天然气水合物样品送样过程监测表（见表 10）；
- e) 非天然气水合物岩心运输时按 DZ/T 0032 执行。

表10 天然气水合物样品送样过程监测表

送样单位:		接样单位:		送样内容:		送样人:	
日期	起止地点	温度测量 ℃	液氮距罐口高	备注			
司机:		护送人员:		接样人员:			

8.5 地质岩心编录

8.5.1 岩层划分

- 8.5.1.1 按照地质工作相关技术规程进行岩性分层。
- 8.5.1.2 含天然气水合物层段、有益矿层、单层厚度小于 0.5 m 时，亦应单独分层。
- 8.5.1.3 具有特殊意义的标志层、天然气水合物层顶、底板应单独分层。
- 8.5.1.4 当两种不同岩石单层厚度均小于 0.5 m，且交替出现时可采用互层。

8.5.2 岩心编录及地层描述

- 8.5.2.1 应从宏观构造到岩石成分、结构、构造对天然气水合物全孔岩心进行详细鉴定，并做记录。
- 8.5.2.2 应对岩心的颜色、矿物组成、结构、构造及充填物、地层倾角与接触关系、含天然气水合物及油气情况等进行描述，并对特殊岩心进行拍照。
- 8.5.2.3 岩石颜色描述可参照 DZ/T 0032 执行，描述方法应遵循 DZ/T 0002。
- 8.5.2.4 天然气水合物赋存特征描述应包括产生的岩层裂隙、孔隙、浸染、冰屑状、团块状、薄层状、岩层特征、远红外温度等方面的纪录。
- 8.5.2.5 应进行精细岩心裂缝识别、裂缝类型描述，并统计岩石质量指标 (RQD) 值，同时应关注矿物充填裂缝的程度及产状特征，如与天然气水合物伴生的碳酸盐矿物和金属硫化物等。
- 8.5.2.6 天然气水合物储存空间特征描述应分别记录层段顶部、中部和底部 0.5m 岩心表面裂隙发育条数、宽度、长度信息等。
- 8.5.2.7 天然气水合物异常层段的描述应包括有无气体或气泡冒出、地层结构、远红外温度扫描等。

8.5.3 技术要求

- 8.5.3.1 地质人员应跟班随钻观测，或进行岩心采集、记录、地质编录和其他相关工作。
- 8.5.3.2 每班应负责岩心回次编录、岩性编录、钻探日志填写、样品采集、照录像、录井工作及泥浆冷却装置温度检测、地质信息登记等。
- 8.5.3.3 “裂隙型”天然气水合物肉眼可见，一旦观测到，应立刻放入现场液氮罐保存，不应用手直接接触裂隙表面。
- 8.5.3.4 编录过程中应利用碳酸盐岩含量进行分析，利用各种鉴定试剂准确鉴定并描述岩性。

8.6 岩心影像资料采集

8.6.1 岩心影像资料类别包含如下：

- a) 普通天然气水合物岩心照片；
- b) 采集天然气水合物样品时的录像；
- c) 异常的远红外照片。

8.6.2 岩心影像资料采集要求

8.6.2.1 应搜集岩心典型构造、沉积特征、天然气水合物异常现象及全孔岩心照相等影像。

8.6.2.2 采集影像资料时，应避免逆光和人影下照、录像。

8.6.2.3 应在被拍摄物旁放置合适的参照物，完成照录像全过程。

8.6.2.4 应现场做好普通影像资料的信息登记和编辑工作。

8.6.2.5 利用红外热像仪录制天然气水合物岩心样品时，应在每次取心时提前打开热红外照相机，立于取心器一侧等待。

8.6.2.6 岩心取出的第一时间，红外热像仪镜头应垂直岩心保持 0.3 m~0.4 m 距离，匀速沿同一方向扫过岩心表面。

8.6.2.7 如遇低温异常应立即拍照，并记录照片对应的孔深信息、照片编号等。

8.6.2.8 本回次温度异常录制完毕后，应及时在天然气水合物野外影像记录表中登记温度异常必要信息，同时，在钻探日志上记录下本次录制的影像资料时间、编号，并拷贝电子资料保存。

8.7 录井

8.7.1 钻探施工现场应为录井设备安放提供足够的空间，场地平整、设备稳固；孔口及泥浆池等设置应为录井设备及各种传感器使用提供必要的支持。

8.7.2 钻探施工人员应配合录井监测记录人员，确保录井资料准确性。

8.7.3 具体录井参数及要求，应按照施工设计及陆域天然气水合物勘查与资源评价要求执行。

8.7.4 地质人员有特殊要求时，应增加或补充录井参数。

8.8 测井

8.8.1 钻探施工完工后，应由钻探施工项目组向测井工程承担单位发出“测井通知书”约定，并经地质和测井负责人签字确认。

8.8.2 需要测井时，钻探项目组应提前 1~2 天通知测井单位；同时，机台人员应按测井规范要求，换浆冲孔，提前做好测井准备。

8.8.3 测井单位应根据接到的“测井通知书”约定，在 1 天~2 天到达现场。

8.8.4 钻孔换径及终孔时，钻探施工技术负责人应提前做好测井准备。终孔时应进行全面综合测井，填写全孔测井质量表（见表 A.2）。

8.8.5 具体内容、测井参数及要求，应按照施工设计及陆域天然气水合物勘查及资源评价要求执行。

8.9 封孔

8.9.1 临近终孔时，施工单位应根据施工设计及地质方面提供的实际钻孔柱状图和封孔要求，编写封孔设计，由施工机台负责实施。

8.9.2 封孔前，计算好水泥浆用量，确保封孔质量，同时取样备查。

8.9.3 按封孔设计的要求在 1 m³ 铁皮箱内按比例配制好水泥浆，用清水冲洗钻孔，直至孔口返出清水（或稀泥浆）。

8.9.4 用泵入法将调配好的水泥浆通过钻杆注入孔内。

8.9.5 需要分段封孔时，选择合适的架桥材料做隔离塞，并将其固定在预定的孔深部位，钻具下端水泥浆的出口处与隔离塞上端的距离应控制在 0.5 m 以内。

8.9.6 水泥浆灌注完毕后，应将钻具提出水泥浆液面 10 m~15 m，再用清水清洗钻具及水泵。

8.9.7 孔口应埋设明标，注明孔号、终孔深度、开孔日期、终孔日期等信息。

8.9.8 机长应将钻孔封孔设计和封孔记录送交设计部门和施工单位存档。根据设计要求对封孔质量进行验证时，应进行透孔取样。

8.10 施工验收

8.10.1 施工结束进行验收时应提供以下资料：

- a) 施工任务书或施工合同；
- b) 施工设计；
- c) 施工总结报告；
- d) 所有原始资料及实物资料。

8.10.2 验收程序如下：

- a) 钻探施工全部完成后，施工单位向工程上一级管理单位提出验收申请，并做好各项准备；
- b) 施工负责人向验收专家组汇报工程进度及成果，并进行质询和答疑；
- c) 专家组对照合同（或任务书）及施工设计，检查工程完成情况、原始资料等；
- d) 专家组形成验收意见。

9 泥浆

9.1 基本要求

配制的低温泥浆，应满足以下基本要求：

- a) 有较好的低温流动性；
- b) 有效抑制天然气水合物分解；
- c) 具有较好的悬浮及携带岩屑的能力；
- d) 具有环保和易降解性能；
- e) 添加剂应满足降低凝固点要求；
- f) 制冷剂应确保低温泥浆的流动性等性能。

9.2 配制材料

配制低温泥浆除必要的黏土粉及泥浆处理剂外，还应准备降低低温泥浆凝固点的添加剂及有机制冷剂。

9.3 配制方法及注意事项

9.3.1 低温泥浆的配制方法及要求如下：

- a) 配备专门的泥浆工程师，并熟悉低温泥浆性能及使用要求；

- b) 低温泥浆包括主浆液、基础液及处理剂；主浆液由膨润土和水配制。基础液由 NaCl、KCl、CaCl₂ 等盐类化学物质配制。处理剂宜采用液体乙二醇或乙烯乙醇；
- c) 配制主浆液时，应对膨润土进行充分水化；
- d) NaCl、KCl、CaCl₂ 等基础液应充分水解，以降低泥浆凝固点和保持低温泥浆性能；
- e) 液体乙二醇或乙烯乙醇等处理剂应进行稀释处理，以保持泥浆耐低温性能和良好的流动性；
- f) 主浆液、基础液及添加剂三种组分按比例混合并充分搅拌均匀后，方可注入泥浆池；
- g) 陆域天然气水合物钻探用低温泥浆推荐配方见表 11。

9.3.2 低温泥浆配制时应注意以下事项：

- a) 根据钻孔设计、地质设计，确定的泥浆性能，对所需材料、处理剂及基浆材料进行严格计算，确保加量准确；
- b) 按照所用材料的使用说明，对需要预处理的材料进行预处理，如静泡、稀释、加热等；
- c) 配制泥浆主浆液时，应先加水再加膨润土粉。向搅拌机内加膨润土粉时，应边搅拌边加入，待膨润土粉搅拌均匀后再加基础液及处理剂；
- d) 如需添加几种处理剂时，应先加入分子量小的处理剂，再加入分子量大的处理剂；
- e) 充分搅拌均匀后用测试仪器测定低温泥浆性能，并记录在陆域天然气水合物钻探泥浆性能监测记录表中（见表 A.3），泥浆性能符合要求后方可使用。

表11 陆域天然气水合物钻探用低温泥浆推荐配方

体系	泥浆配方	密度 g/cm ³	凝固点 ℃	温度 ℃	漏斗 黏度 s	表观黏度 mPa·s	塑性 黏度 mPa·s	滤失量 ml/30min	泥饼 厚度 mm
无固相体系	清水+8‰KL+0.5‰NaOH+15%~18‰NaCl+5%~8‰GC	1.14~1.16	-12	常温	59~63	45~48	28~32	/	/
				-10	130~134	63~67	53~57	/	/
	清水+4‰PAM+0.5‰NaOH+15%~18‰NaCl+5%~8‰GC	1.14~1.16	-12	常温	28~32	22~26	16~20	/	/
				-10	30~34	30~33	23~25	/	/
	清水+8‰XC+0.5‰NaOH+15%~18‰NaCl+5%~8‰GC	1.14~1.16	-12	常温	103~105	40~43	20~22	≤5	≤1
				-10	198~202	50~53	26~30	≤5	≤1
低固相体系	清水+5‰钠土+20%~22‰NaCl+1‰NaOH+2%~4‰SX	1.17~1.20	-12	常温	33~35	19~21	12~15	≤5	≤1
		1.17~1.20	-12	-10	45~47	29~31	20~23	≤5	≤1

注：表中泥浆配方及性能参数供施工中参考。

9.4 泥浆维护

9.4.1 每 4 h 监测一次泥浆性能参数，并记录在陆域天然气水合物钻探泥浆性能监测记录表上，以便及时调整添加剂的用量。

9.4.2 每 0.5 h 观测一次泥浆温度，控制泥浆入孔温度≤3℃，并记录观测数据。

9.4.3 泥浆池及循环槽应做保温处理，降低环境温度影响。

9.4.4 每个回次应对泥浆循环槽进行一次捞砂作业。

9.5 泥浆冷却装置使用要求

9.5.1 采用乙二醇水溶液作为制冷剂，乙二醇浓度一般为 30 %~45 %。

9.5.2 应按使用说明书连接好动力源、制冷剂循环管路及泥浆冷却循环管路，保证各管路循环畅通、无泄漏。

9.5.3 启动前，应提前 4 min~5 min 开启乙二醇制冷剂循环泵。

9.5.4 乙二醇制冷剂应在-5 °C~-15 °C 间逐渐调低至适当温度，使其与泥浆换热达到动态平衡。

9.5.5 注意观察泥浆循环压力，发现升高到 0.2 MPa~0.3 MPa 时，应及时关闭乙二醇制冷剂泵，待压力恢复正常值后再启动。

9.5.6 应用篷布等遮盖泥浆冷却装置，降低环境温度影响。

9.5.7 定期用清水高泵压清理换热器泥浆循环管路。制冷后的低温泥浆出口应尽量靠近泥浆池中钻探用泥浆泵的吸水笼头。

10 钻探工程质量管理

10.1 钻探工程质量指标

10.1.1 取心（样）要求

10.1.1.1 陆域天然气水合物钻探取样施工过程中宜全孔取心；地层情况比较清楚的层段，在地质条件允许的情况下，可分层取心。

10.1.1.2 异常层段每个钻探回次的岩心都应采样保存在液氮罐里，不得用水清洗。

10.1.1.3 非异常层段的岩心，可清洗干净，并按 DZ/T 0032 及 DZ/T 0078 的规定管理。

10.1.2 岩心采取率

10.1.2.1 全孔岩心平均采取率不低于 80 %，稳定带岩心平均采取率不低于 85 %，设计含天然气水合物层段岩心采取率不低于 90%。达到上述标准可评定为甲级钻孔。

10.1.2.2 全孔岩心平均采取率不低于 75 %，稳定带岩心平均采取率不低于 80 %，含水合物异常段岩心采取率不低于 85 %。达到上述标准可评定为乙级钻孔。

10.1.2.3 如达不到乙级钻孔要求，应查明原因。必要时，可采用侧壁取心措施补救。

10.1.3 钻孔弯曲度与测量间距

10.1.3.1 钻孔弯曲度与测量间距要求如下：

- a) 直孔孔深每间隔 100 m 处，开孔 50 m 处应加测一个点；
- b) 钻进中遇含天然气水合物层段或层厚大于 10 m 时，出含水合物层段时应进行钻孔弯曲度测量；
- c) 同一测量位置（弯曲度测量点），应进行不少于两次测量；如测量结果有差异，应以多次测量结果的平均值作为该位置（测点）的正式测量值；
- d) 设计或实测钻孔顶角小于或等于 3 ° 时，每钻进 100 m 应测量一次顶角，可不测方位角。顶角大于 3 ° 时，应根据地质要求每 50 m 测量一次顶角和方位角。定向钻孔、易斜钻孔及地质特殊要求的钻孔，应适当缩短测量间距；

- e) 钻孔终孔后应进行钻孔弯曲度测量工作；
- f) 应及时将测量结果填入钻孔弯曲度测量结果记录表（见表 12）；
- g) 当孔斜超过允许范围时，应及时分析处理；
- h) 有特殊要求时，应按照设计书或合同的要求执行。

表12 钻孔弯曲度测量结果记录表

时间	测量次序	测量孔深 m	方位角 °	顶角 °	测量方法	备注
填表人：		机长：		审核人：		
				年 月 日		

10.1.3.2 钻孔（直孔）弯曲允许值见表 13。

表13 钻孔（直孔）弯曲允许值单位为度

类别	钻孔孔深 m					
	300	400	500	600	700	800
甲级孔	≤6	≤8	≤10	≤12	≤14	≤16
乙级孔	≤7	≤9	≤11	≤13	≤15	≤17

10.1.4 简易水文地质观测

简易水文地质观测应满足以下要求：

- a) 每班至少观测 1 次水位；
- b) 按设计要求做泥浆消耗量和回次水位观测；
- c) 每个钻进回次根据泥浆池的液面位置及水源箱水位计算泥浆消耗量；
- d) 进行水文地质观测前，应使用低温清水或无固相泥浆进行冲孔；
- e) 钻进中遇到漏失、涌水、掉块、坍塌、扩径、缩径、溢气、裂隙、溶洞和钻柱坠落等异常现象时，应进行水文观测；
- f) 其余要求见 DZ/T 0227-2010 16.1.3，并结合陆域天然气水合物特殊要求执行。

10.1.5 孔深误差测量与校正

10.1.5.1 钻进过程中,应对每次加接的新钻杆进行丈量,准确记录单根和立根长度。遇到下列情况时,应及时用校准的钢尺进行孔深误差测量与校正,并填写钻孔孔深校正检查记录表(见表14):

- a) 钻进孔深达到 100 m 或其整倍数时;
- b) 钻遇及钻出天然气水合物矿层时;
- c) 钻遇含天然气水合物层段厚度大于 10 m 时;
- d) 处理重大孔内事故后或下套管前;
- e) 终孔后;
- f) 钻遇地质编录人员确认的重要构造位置及划分地质时代的层位时。

表14 钻孔孔深校正检查记录表

孔号:		机号:		设计孔深:		顶角:	
时间	检查次数	钻进记录孔深 m	丈量孔深 m	误差 m	备注		
填表人:				机长:			
年 月 日							

10.1.5.2 测量与校正允许误差要求如下:

- a) 陆域天然气水合物钻探施工过程中,孔深允许误差见表 15,最大允许误差为千分之一,允许累计计算。校正孔深的原始数据,应详细记录在班报表内。地质编录员应现场检测,并对结果认定签字;

表15 钻孔孔深允许误差

孔深 m	100	200	300	400	≥500
允许误差 m	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5

- b) 误差值超差时应查明原因,上报项目现场技术负责人。偶然误差,及时校核纠正,并逐次改动至校正之日孔深。若测量孔段内有含天然气水合物层段时,则应按分层厚度加权分配;
- c) 误差的绝对值在千分之一以内,班报表孔深不作修改;超过千分之一时,应进行消除处理。如误差过大,项目负责人应要求施工单位找出原因,核对处理。

10.1.6 原始报表

施工机台班组应指定专人在现场及时填写陆域天然气水合物钻探班报表(见表A.4)、钻孔简易水文观测记录表、交接班记录表等原始报表,做到真实、准确、整洁。

10.1.7 封孔质量

10.1.7.1 机台应按照封孔设计进行封孔。

10.1.7.2 封孔材料宜采用 P•O 42.5 水泥,水泥和水配比为 1:0.5~0.65。

- 10.1.7.3 应根据所封钻孔的实际情况选择泵送等封孔方法，准确计算并备足封孔材料。
- 10.1.7.4 使用泥浆钻进的钻孔，封孔前，应根据情况使用清水自下而上冲洗封闭孔段孔壁泥皮。
- 10.1.7.5 封孔注浆过程中不应中断，封闭长度应在 5 m 以内，不得提动钻具。长孔段、大剂量灌注水泥浆时，可采用边灌注边提升钻具的方法，控制钻具下端不提出水泥浆液面，以保证水泥浆灌注的连续性。
- 10.1.7.6 每一封闭层段应在设计封孔层段顶部采留浆样，并装入浆样盒保存备查，封孔作业未达设计要求时，均应补封。
- 10.1.7.7 其他要求按 8.9 执行。

10.2 资料存档

10.2.1 原始资料

10.2.1.1 原始资料主要包括以下文件：

- a) 施工设计；
- b) 班报表；
- c) 测井记录；
- d) 录井记录；
- e) 封孔记录；
- f) 水位观测记录；
- g) 孔内及岩心异常记录；
- h) 本规程所要求的其他表格等；
- i) 招投标资料。

10.2.1.2 钻探施工结束后，应将从开孔钻进到封孔撤离施工现场的所有钻探施工原始资料交给有关单位存档。原始资料应真实、准确、整洁，便于复制、归档和保存。

10.2.1.3 钻孔施工质量总结及评级主要包括以下文件：

- a) 总结记录的有关钻孔质量参数；
- b) 分析对比各项钻孔质量参数，将结果填入陆域天然气水合物钻孔质量评级表（见表 A.5）；
- c) 全孔综合质量表（见表 A.6）。

10.2.2 钻孔施工技术文件

10.2.2.1 施工区域技术文件主要包括以下内容：

- a) 施工任务书或施工合同书；
- b) 地质设计；
- c) 施工设计；
- d) 施工总结报告；
- e) 施工验收报告。

10.2.2.2 钻孔施工技术文件主要包括以下内容：

- a) 钻孔施工安装检查验收书；
- b) 钻孔开孔通知书；
- c) 钻孔终孔通知书；
- d) 钻孔质量验收报告；

- e) 岩心移交清单;
- f) 项目认为应提交的其他资料。

10.2.2.3 钻孔施工技术文件存档应符合以下要求:

- a) 所有资料装订成册;
- b) 所有资料制作电子版;
- c) 照片、音像、实物等形式的存档文件应附文字说明。

10.2.2.4 钻探技术及施工报告资料整理应符合以下要求:

- a) 钻探施工结束后,应及时整理钻探施工班报表,编写钻探施工总结报告;
- b) 施工报告应对施工过程中所采用的设备、器具、工艺方法及工艺参数的优缺点进行分析描述,对出现的各种问题、事故、经验进行总结,为陆域天然气水合物钻探取样施工提供技术参考;
- c) 钻孔技术资料不应事后做回忆性记录;需要签字时应由相关责任人本人签字,误写或错写处,不得涂改;
- d) 野外原始资料记录应按规定的格式及要求填写,内容完整、准确,字迹清楚,于施工结束后两周内汇总完成;
- e) 技术资料应及时归档。

11 健康、安全与环境管理

11.1 健康管理

11.1.1 高海拔地区施工前,应对施工人员进行健康体检和安全培训,做好预防及应急准备。

11.1.2 海拔 3000 m 以上地区施工时,应配备氧气瓶、制氧机或高压氧仓,并配备抗高原反应药品和必要的常用药品。

11.1.3 按照 GB/T 11651 的有关规定发放劳动保护用品,并根据钻探施工队伍所在区域环境配备防紫外线的太阳镜及护肤品。

11.1.4 应时刻注意预防感冒,特别提示感冒可能带来严重后果;感冒较重时,应立即送往低海拔地区休息和治疗。

11.1.5 应制定健康饮食制度,注意饮用水卫生安全,防止传染病和饮食中毒等事故发生。

11.1.6 对化学处理剂及有毒药品建立严格的使用、保存和管理制度,应有专人看管、发放、及使用过程与事后监管。

11.1.7 厕所应搭建在距离生活及施工区 30 m 外。

11.1.8 搞好施工现场卫生,做好垃圾处理。

11.2 安全管理

11.2.1 按照陆域天然气水合物钻探工程设计要求,配备符合施工及安全要求的设备。

11.2.2 健全安全警示标识及标牌。

11.2.3 钻探施工设计中,应指定专门的安全员。设备安全检查及维护按照 DZ/T 0227-2010 要求执行。

11.2.4 钻探施工现场电器安装安全要求应按照 AQ 2004 执行。

11.2.5 易燃易爆物品管理按照有关易燃易爆物品管理规定执行。

11.2.6 施工现场按照 SY5974 要求配备灭火器,各种灭火器的使用方法、日期、摆放位置等应明确,并配有清楚的标识。

11.2.7 营地安全管理应符合以下要求：

- a) 设置烟火报警器；
- b) 按规定配置一定数量的灭火器；
- c) 配备用电安全保护装置；
- d) 制定齐全的安全管理制度；
- e) 遵守出队前制定的安全要求；
- f) 林区施工时遵循森林防火的各项要求。

11.2.8 每班负责安全的人员在交接班时应进行安全事宜的提示和交接。

11.2.9 建立安全报告制度；向施工区周围居民设立有害气体提醒和防护警示。

11.3 环境管理

11.3.1 钻探施工期间的环境保护措施如下：

- a) 对废水、废浆应设置专门的排放坑，并原地处理；
- b) 岩屑、废料应分别集中堆放和处理；
- c) 泥浆处理剂应集中分类堆放，并有保护措施；
- d) 应按照国家颁布的各项法规和当地环保部门有关环境保护的标准及条例执行；
- e) 应有保护当地地下水源的技术措施；
- f) 林区施工应按照林业安全管理及林业法的有关规定执行；
- g) 施工过程中，应坚持绿色勘查理念。

11.3.2 钻探施工后，应做到“料净、现场清”，并做好场地恢复工作。

附录 A

(规范性)

陆域天然气水合物钻探用表

陆域天然气水合物钻探用表主要包括：

- a) 陆域天然气水合物钻探野外样品采集记录表见表 A. 1；
- b) 全孔测井质量表见表 A. 2；
- c) 陆域天然气水合物钻探泥浆性能监测记录表见表 A. 3；
- d) 陆域天然气水合物钻探班报表见表 A. 4；
- e) 陆域天然气水合物钻孔质量评级表见表 A. 5；
- f) 全孔综合质量表见表 A. 6。

表A.1 陆域天然气水合物钻探野外样品采集记录表

序号	样品类型	样品编号示例	采样深度	采样量	采样间距	处理方式	保存方式	岩性描述	采样要求	采集日期	采集人	注意事项
1	水合物样											
2	油气显示样											
3	孔隙水样											
4	微生物样											
5	岩心顶空气样											
6	黄铁矿样											
7	碳酸盐岩样											
8	化石样											
9	煤岩样											
10	普通泥岩样											
11	普通砂岩样											
12	油页岩样											
13	水合物岩心 解析气样											
14	煤瓦斯 解吸气样											
15	钻孔井口 冒气样											

注：样品采集量根据野外地质实际情况及时调整采样密度。

表A.2 全孔测井质量表

工程质量级别		岩层质量	断点质量	含水层	孔斜	原始资料	
内容	等级	岩性解释使用参数：	释放断点个 其中：		测前检查：	钻孔中途及终 孔测井通知书	
原始数据			优质断点个 合格断点个 不合格断点个			钻孔野外测井 原始记录表	
测速		一般岩性解释：			测点间距：	钻孔测井现场 解释成果表	
丢错码率						钻孔测斜 成果表	
深度误差		标志层解释：				钻孔测温 成果表	
采样间距					重复测量误差：	钻孔煤层测井 成果及评级	
监视回放曲 线		是否获得完整岩性剖面：				岩性解释 成果表	
仪器刻度及 井场检查							
等级：		等级：	等级：	等级：	等级：	等级：	等级：
全孔测井质量等级：							

表A.3 陆域天然气水合物钻探泥浆性能监测记录表

冷却装置 工作状态	监测 时间	泥浆 类型	入井温度 ℃	出井温度 ℃	黏度 s	密度 g/cm ³	含砂量 %	滤失量 ml/30min	胶体率 %	PH 值

机长:

本班班长:

监测人:

记录人:

表A.4 陆域天然气水合物钻探班报表

单 位： 机上钻杆： 根 米 机上余尺： 米
 矿 区： 钻杆立根： 个 米 机 高： 米
 孔 号： 钻杆单根： 根 米 交班孔深： 米
 机 台： 钻具长度： 米 接班孔深： 米
 钻机类型： 钻头长度： 米 本班进尺： 米
 动力类型： 年月日班自时至时 钻具总长： 米

工作时间		辅助时间 min	纯钻进时间 min	工作内容	钻具加 减尺 m	机上 余尺 m	回 次	进 尺 m	井 深 m	岩矿心				岩矿层描 述		钻头		钻进技术参数					本班 孔内 情况 简述
自	至									采 取 长 度 m	累 计 长 度 m	岩 心 编 号	岩 心 温 度 ℃	名 称	可 钻 性 级 别	类 型	规 格	钻 压 kN	转 数 r/min	泵 量 L/min	泵 压 MPa	电 流 A	
班时间台时				纯钻进台 时	辅助时间台时							待 停 台 时	孔内事故台时				机械事故台时			其它停 钻台时			

机长： 交班班长： 接班班长： 地质员： 记录员：

表A.5 陆域天然气水合物钻孔质量评级表

岩心采取质量					钻具丈量			孔斜			终孔层位					
(1) 取心层位及深度: 设计要求: 实际达到: (2) 岩层分层层数合格率:					(1) 百米丈量 应测次数: 实测次数: 平差情况: (2) 水合物层钻具丈量 应测次数: 实测次数: 平差情况: (3) 换径丈量 应测次数: 实测次数: 平差情况:			设计要求: (1) 要求: 终孔孔深 m 终孔斜度不大于° (2) 定向斜孔: 设计孔深 m 终孔顶角° 终孔方位角° 实际达到: 终点测斜点深度 m 顶角° 方位角° 终点测斜点与孔底距离: m			设计层位 实际达到层位 存在的问题:					
岩层分类		设计要求 层次合格率 %	实际达到			等级	等级	等级	等级	等级	等级	等级	等级			
			总层数	合格层数	层次合格率%											
松散岩层																
基岩	非水合物异常层															
	水合物层															
	水合物异常层															
(3) 基岩界面取心达到的质量等级					等级			等级			等级					
简易水文地质观测					钻孔封闭				原始资料					其他设计		
项目和内 容要求	设计要求		实际达到		项目	段号	设计 要求	封闭 结果	分类	名称	应有 张	实有 张	等 级	设计 要求	实际 达到	
	水位	观测 率 %	应测 次	实测 次	封闭层位 起止深度 m	1			参加 验收 资料	钻探原始记录班报表						
						2				钻具丈量记录表						
			3				钻孔封闭设计书									
	消耗 量	观测 率 %	应测 次	实测 次	封 闭 材 料	水 泥 质 量 kg	1			其他 参加 汇交 资料	钻孔封闭报告书					
							2				钻孔设计书					
			3					钻孔设计修改通知书								
	水位	观测 率 %	应测 次	实测 次	封 闭 方 法	水 泥 规 格				见水合物預告书						
										岩心鉴定表(正副本)						
										钻孔停孔通知书						
消耗 量	观测 率 %	应测 次	实测 次	取 样 深 度 m	封 闭 结 论				钻孔水合物送样单							
									泥浆温度测量登记表							
											样品登记簿					
		应测 次	实测 次						自检互检卡							
		应测 次	实测 次						测井成果							
		观测率%	观测率%						...							
等级					等级				等级				等级			

表A.6 全孔综合质量表

水合物层	钻孔偏斜	终孔层位	岩层	泥浆温度观测	钻机丈量	简易水文观测	钻孔封孔	原始资料	其他设计要求
见水合物层数： 其中： 优质层占 % 合格层占 % 不合格层占 %	设计孔深 m 终孔斜度不大 于° 实际达到 m 终点测斜° 顶角° 方位角° 终孔测点与孔底 距离 m	设计终孔层 位： 实际终孔层 位：	钻探达到 等级： 测井达到 等级	应测次 实测次 观测率%	应测次 实测次 观测率%	水位观测： 应测次 实测次 观测率% 消耗量观测： 应测次 实测次 观测率%	钻孔封闭 质量等级：	钻探原始 资料等级： 测井原始 资料等级：	
等级：	等级：	等级：	等级：	等级：	等级：	等级：	等级：	等级：	等级：
全孔综合质量等级：									

参 考 文 献

- [1] 王达等. 地质钻探手册[M]. 长沙: 中南大学出版社, 2014.
 - [2] 屠厚泽. 钻探工程学[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1988.
 - [3] 魏孔明. 钻探工程[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2006.
 - [4] 刘广志等. 特种钻探工艺学[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2005.
 - [5] 刘玉山等. 天然气水合物: 21世纪的新能源[M]. 北京: 海洋出版社, 2017.
 - [6] 梁金强等. 天然气水合物成藏的控制因素研究[M]. 北京: 地质出版社, 2018.
 - [7] 蒋国盛等. 天然气水合物的勘探与开发[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 2002.
-