ICS 73.100.30
D 14

DZ

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T 0260—2014

地热钻探技术规程

Technical specification for geothermal well drilling

2014-09-22 发布　　2014-12-01 实施

中华人民共和国国土资源部　发布

目　次

前　言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中华人民共和国国土资源部提出。

本标准由全国国土资源标准化技术委员会(SAC/TC 93)归口。

本标准起草单位:中国地质调查局水文地质环境地质调查中心、天津地热勘查开发设计院、北京市地热研究院、河南省地热能开发利用有限公司、中国地质科学院勘探技术研究所、山西省第三地质工程勘察院。

本标准主要起草人:郑继天、李炳平、鲍卫和、马忠平、李振杰、彭新明、卢予北、孙建华、孙智杰、康志鸿、叶成明、李小杰、关晓琳。

地热钻探技术规程

1 范围

本标准规定了地热钻探设备选择、钻探工艺、成井工艺、工程质量、安全施工、职业健康及环境保护等技术工作要求，可作为地热钻探设计、施工、管理等各项工作的依据。

本标准适用于勘探或开发地热蒸汽和地热水的钻探工作。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注明日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注明日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB 6067.1 起重机械安全规程 第1部分：总则

GB 6722 爆破安全规程

GB/T 11615 地热资源地质勘查规范

GB 50027 供水水文地质勘查规范

GB 50194 建设工程施工现场供用电安全规范

GB 50296 供水管井技术规范

AQ 2004—2005 地质勘探安全规程

AQ/T 9006 企业安全生产标准化基本规范

DZ/T 0148 水文水井地质钻探规程

SY/T 5964 钻井井控装置组合配套 安装调试与维护

3 术语与定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

地热钻探 geothermal well drilling

以勘探或开发地热蒸汽和地热水为目的的钻探工程。

3.2

地热井成井 well completion

又称完井。指钻孔达到了预定深度和预期的目的而结束钻进之后，为满足开采地热蒸汽和地热水要求而进行的井下作业，包括冲孔、换浆、安装井管、填砾、止水固井、洗井和抽水试验等工艺过程。

3.3

井身结构 drill well structure

井眼直径和井内套管直径随井深变化的层次，井身要素包括开孔直径、终孔直径、各孔段直径、深度以及下入套管的直径和深度等。

3.4

套管程序 casing program

一口井的套管层数以及下入深度和各层套管的直径，相应各井段的井眼直径。

3.5

表层套管　surface casing

为防止地表以下浅部地层坍塌和流体的侵入，并为安装井口防喷装置而下的第一层套管。

3.6

技术套管　intermediate casing

隔离不同地层孔隙压力层系或易塌、易漏等复杂地层所下的套管。

3.7

尾管　liner

顶端不延伸至井口的最底端的套管。

3.8

地热井防喷器　blowout preventer

地热钻探时安装在井口套管上，用来控制高温、高压流体储层压力和防止井喷事故的装置。

3.9

钻井液固控系统　drilling fluid treating system

清除钻井液中无用固相和气相的地面设备，包括振动筛、除砂器、除泥器和离心机等。

3.10

固井　well cementing

在套管柱与井壁的环状空间注入水泥浆使之固结封闭的工艺过程。

4　总则

4.1　基本要求

4.1.1　应充分搜集利用已有资料，进行遥感解译、地面地质、地球化学、地球物理勘查等工作，再进行地热钻探施工。

4.1.2　地热勘探井、勘探开采井、开采井和回灌井均应进行钻探工程设计，审查批准后，方可进行地热钻井施工。

4.1.3　地热勘探钻井应按照勘探开采结合的原则进行工程设计。地热勘探孔有条件成井的，应按地热生产钻井技术要求成井，在取得各项钻井地质及地热参数资料后转为生产井利用。勘探井口径应满足取样、测井及完井后安装抽水设备要求。

4.1.4　地热开采井一般应按地质勘探井的技术要求进行钻井施工，全面、准确的获取各项钻井地质及地热参数资料，做好地质编录。

4.2　地热井类型及井身结构

4.2.1　地热井类型

地热井类型包括勘探井、勘探开采井、开采井和回灌井 4 种类型。

a)　勘探井：用于了解勘探区有关地层剖面结构、厚度，埋藏深度以及断裂构造等情况。多用于基本地质情况不明、勘探风险很大的地区。通常采用满足简单抽水试验要求的小直径取心钻进。

b)　勘探开采井：通过地球物理勘探、资料收集和综合分析，认为勘探区具有地下热储的形成条件，但还有某些重要资料有待查明，布置勘探开采结合井。井径要求较大，表层套管部分满足下放潜水泵对泵室的要求。根据所存在的地质问题，可分段采取少量岩心。

c)　开采井：当一个地区已发现了地热田，并且控制了其范围，在地热田范围内按照合理的井距，以开采地热资源为目的的钻井。由于热储层的位置等都比较明确，对录井工作的要求低，一般不

需要取心。

d) 回灌井：用于地热水利用后回灌进行的钻井。随着地热田的开发，产水层的水位会逐渐下降，需要打注水井将水回灌到热储层中，以保持热储层的能量和水位，使地热田能够长期稳产。

4.2.2 地热井井身结构

常用地热井井身结构见表1。

表1 常用地热井井身结构

钻进	钻孔直径/mm	下入套管规格/mm
一开	444.5 (17½ in)	339.7 (13⅜ in)
二开	311.1 (12¼ in)	244.5 (9⅝ in)
三开	215.9 (8½ in)	177.8 (7 in)
四开	152.4 (6 in)	裸眼或下入过滤管

注1：一开：一口井从井深为零开始钻进，称第一次开钻，简称一开。
注2：二开：表层套管固井(或变径)以后再开钻，称第二次开钻，简称二开。
注3：三开：二开技术套管固井(或第二次变径)以后再开钻，称第三次开钻，简称三开。
注4：四开：若已有两层技术套管(或第三次变径)，则以下钻进称为四开。
注5：各段深度根据地层变化情况而定。对拟投入开发利用的钻井泵室段套管下入深度、口径应满足抽水泵要求和长期开采要求。

5 地热钻探工程设计

5.1 设计要求

5.1.1 设计应在施工单位技术负责人的主持下，由地质、钻探技术人员共同编制，经单位审核后，提交任务来源单位，经评审和审批后，方可实施。
5.1.2 设计的内容应符合国家、行业及地方有关地热勘探开采的要求和规定。
5.1.3 收集已有及周边地质资料为设计提供依据。
5.1.4 收集井场调查资料(自然环境、地形地貌、交通和土壤情况等)和相邻井钻井资料。
5.1.5 应根据钻井深度和井径，合理选择钻井装备。
5.1.6 钻井平台高度应满足安装井控装置要求。
5.1.7 井身结构应满足钻井、成井取水以及获取地热资源参数的需要。
5.1.8 套管程序应备用一级口径。
5.1.9 钻井液性能应有利于保证钻井过程顺利、安全。
5.1.10 钻井工艺选择应有利于保护热储层、避免或减少对含水目的层的污染。
5.1.11 应优先使用环保装备和材料。
5.1.12 有关内容应以图表形式表述，设计用表参见附录D。
5.1.13 设计与实际情况不符时，应及时变更设计并报批。

5.2 设计内容

5.2.1 前言

5.2.1.1 工程概况

项目来源、钻井编号、钻井类型、井口坐标、设计井深、设计目的层、钻井目的及任务；地理位置、交通

位置、气象、自然灾害、周边环境等情况。

5.2.1.2 设计编写的依据

项目任务书/合同、相关标准及规范等、相关技术成果及资料。

5.2.2 设计井地热地质条件

地热地质条件、地质构造概况、地层概况、钻遇地层预测表、目的热储层特征预测、预测水温、水量等。

5.2.3 钻井设备及场地布设

钻井主要设备和技术参数;地热井井控装置;施工场地面积、通水、通电、通路措施、场地平整;钻井平台搭建、设备安装及钻前准备。

5.2.4 地热钻井质量

5.2.4.1 岩屑样和岩心样采取、简易水文地质观测、井身质量、成井质量、抽水试验等质量要求。

5.2.4.2 岩屑录井、钻时录井要求;地球物理测井要求;抽水试验要求;回灌试验等质量要求。

5.2.5 钻井技术设计

5.2.5.1 井身结构

各井段钻井直径、套管直径、水泥返深;表层套管下入深度;井壁管、过滤管下入深度;裸眼成井井段;套管壁厚与钢级技术性能要求;过滤管孔隙度、缠丝间距要求;射孔成井的射孔直径、射孔孔密和位置等技术要求。

5.2.5.2 钻井工艺

各井段钻进方法、钻头类型、钻具组合、钻进参数和技术要求;取心井段与取心方法,取心钻具的配备、使用及操作要求。

5.2.5.3 钻井液

各井段钻井液类型、性能要求、维护与管理、防漏与堵漏措施、井控措施、储层保护措施。

5.2.5.4 事故预防措施

对各井段施工重点提出要求,对可能出现的井内事故及复杂情况提出预防与处理措施。

5.2.5.5 成井工艺

根据钻井地层确定成井工艺。基岩裂隙型成井各层套管下入方法、固井方法及要求、洗井方法及要求。孔隙型成井各层套管下管、过滤管下管、止水和固井方法及要求,洗井方法及要求等。

5.2.5.6 抽水试验

降压试验、放喷试验、3 个落程降深试验的设计。

5.2.5.7 井口装置和钻井交付

井口装置及安装要求,钻井交付要求。

5.2.6 安全技术措施

钻井、成井过程中的安全环保、职业健康措施。

5.2.7 施工组织与进度计划

施工组织及管理体系、管理制度、人员配置、作业制度、施工工序及进度计划等。

5.2.8 工程预算

预算编制依据、编制方法、预算总表和明细表。

6 钻井设备选择与安装

6.1 设备选择

6.1.1 钻机主要根据地质情况、钻进工艺方法和设计井深、井身结构等条件，结合实际设备状况进行选择和配套使用。

6.1.2 根据钻机的类型、钻井工艺、结合井身结构选择泥浆泵，泵压、泵量满足钻井液循环要求。

6.1.3 根据钻机的类型、地热井的类型、开孔直径与钻井深度等选择井架与平台。

6.1.4 根据钻井液固相控制需要选择合适的固控系统。

6.1.5 根据钻机、泥浆泵的需要，确定主要动力类型和功率。

6.1.6 根据地热井施工及洗井的需求，合理选择所需供气量、供气压力的空压机。

6.1.7 根据各类型钻机及主要设备的用电量来确定发电机组。

6.1.8 根据预期井口压力及安装套管的尺寸选择井口防喷器，其额定压力应大于预测井口压力的1.5倍。

6.2 设备安装

6.2.1 井场布设

6.2.1.1 井场修建

6.2.1.1.1 井场应满足钻井设备、测井、固井、压裂等阶段性作业的设备安装；应满足各类井管、钻具、钻井液材料存放和辅助设备安装的占地要求。

6.2.1.1.2 井场地基应平整、坚固、稳定。钻塔(井架)底座的填方部分，不得超过塔基面积的1/4。

6.2.1.1.3 尽量避开在易滑坡、易坍塌和泥石流发育的地段施工。在山坡修筑井场地基，岩石坚固稳定时，挖方坡度应小于80°；地层松散不稳定时，挖方坡度应小于45°。

6.2.1.1.4 尽量避开洪水期或避免在可能受洪水侵袭的地段施工。必须施工时，应挖好排水沟和修筑堤坝。

6.2.1.1.5 井场地基修建时，应保证钻孔边缘距地下动力电缆、线路、高压输气管道等水平距离大于5 m，距地下通讯电缆及构筑物、给排水管道等水平距离大于2 m，距公路距离应符合《公路安全保护条例规定》的要求。

6.2.1.1.6 井场地基修建时，应确保井架在安装(起落)过程中或工作时，井架主体及附属的绷绳、避雷器等设施与场地上空的高压输电线路的安全距离符合AQ 2004—2005的要求。

6.2.1.1.7 进出井场的道路及井场内地基必须坚固，能保证重载车辆、作业吊车的安全通行与作业。

6.2.1.2 井场布置

6.2.1.2.1 钻探主体设备的布置应以确定的孔位中心为基准，进行合理就位与安装。

6.2.1.2.2 附属设备布置应紧凑、整齐，便于维修维护和安全操作。

6.2.1.2.3 工作场地布置应符合安全施工、文明施工及环保等要求。

6.2.1.2.4 钻井液池的容量应满足钻井施工中的正常循环、能容纳固井作业泵入前置液、水泥浆液及顶替液而排出的孔内钻井液。

6.2.2 设备安装

6.2.2.1 井架安装

6.2.2.1.1 井(塔)架及其附属设施的安装，应符合 AQ 2004—2005 的要求。

6.2.2.1.2 井(塔)架的起落作业，应有专人指挥，各岗人员应按指令操作；在拆卸与安装过程中，塔上、塔下作业人员，应相互配合，不得违章作业。

6.2.2.2 钻机安装

6.2.2.2.1 应按照确定的井位及钻机各部分的安装顺序进行安装。

6.2.2.2.2 钻机及井架安装完毕，调整对正孔位后，应紧固各个部位的连接螺丝，锁紧支腿螺母，调紧并锁住绷绳紧绳器。

6.2.2.2.3 钻机安装完毕，应进行试运转检测，若无异常，再对各部位的连接螺丝、螺栓紧固一遍，待令开钻。

6.2.2.3 钻井液循环系统安装

6.2.2.3.1 钻井液循环管线的安装，应满足钻井施工各种工况下的作业工序、流量及压力要求。

6.2.2.3.2 上浆罐、钻井液搅拌罐、喷射加料斗安装应方便钻井液配制与有利于泥浆泵供液，振动筛等固控装置的布置有利于除泥、除砂、运砂。

6.2.2.4 安全设施安装

6.2.2.4.1 井场安全设施包括消防器材、避雷器、绷绳、皮带防护罩、钻井液池护栏、动力机灭火罩及安全标识、标牌等。

6.2.2.4.2 安全设施的安装，应符合安装要求，确保齐全、有效。

6.2.2.5 电气设备安装

6.2.2.5.1 用电装备、控制开关、连接线路的布置及技术参数，应满足钻井施工要求，并有一定的能力储备。

6.2.2.5.2 电气设备的安装，应符合 AQ 2004—2005 的要求。

6.2.3 机具与材料准备

6.2.3.1 机具准备

6.2.3.1.1 根据钻孔结构设计、热储层岩层特征、采用的钻井工艺以及钻进技术要求，准备好各种相应规格的钻具。

6.2.3.1.2 根据钻孔的设计口径、各口径钻进工作量、岩层的可钻性等参数，配备不同规格、种类的钻头。

6.2.3.1.3 根据井管的种类、连接方式、下入长度、总重量等，准备不同种类的吊具、卡具、拧管工具、浮力板及多轮游车等。

6.2.3.1.4 根据钻孔结构设计、固井止水位置、止水段长、采用的止水方法，准备好配制固井浆液的机具及输送管路、固井水泥头、井底单向灌注器、止水托盘、扫盘钻具等。

6.2.3.2 材料准备

6.2.3.2.1 根据钻孔施工设计要求和热储层保护方案，备足钻井液基浆材料、各种化学添加剂、热储层暂堵剂等。

6.2.3.2.2 根据固井止水工艺和质量要求，备足固井材料及其相应的添加剂。

6.2.3.2.3 备足用于修复钻头、加工特殊钻头的各种硬质合金、复合片、球齿合金等。备足用于加工钻铤扶正器、扩孔器等特殊工具的研磨材料。

6.2.4 开工检查

6.2.4.1 设备安装调试后，施工方应对施工井场的主体钻井设备、附属设备进行检查。

6.2.4.2 施工方对施工井场的安全设施及装备，应按安全规范要求进行检查。

6.2.4.3 施工方应对施工井场的废渣处理与堆放、废浆处理方案与布置的合理性、堆放场地的容量等进行检查。

6.2.4.4 施工方检查合格后，报工程建设方(业主)或建设方授权的本工程监理机构复检或验收。

6.2.4.5 验收合格后，由建设方(业主)或建设方授权的本工程监理机构，签发工程开工令。

7 地热井钻进

7.1 钻进方法选择

根据地层岩性、设计技术要求、设备及施工条件等因素，确定钻进方法和选用钻具，一般可参照表2综合考虑。一开钻进时，对于卵漂石地区，可选用钢丝绳冲击钻进；对于开孔见基岩，可选用潜孔锤冲击回转钻进、扩孔钻进。二开以后，一般采用全面钻进或按照钻探设计要求进行取心钻进。

表2 钻进方法及适用条件

钻进方法		适用条件	特点
取心钻进	普通硬质合金钻进	第四系松软地层及致密、完整、可钻性级别6级以下基岩	钻头加工容易，成本较低。钻进中操作简便，容易掌握
	针状硬质合金钻进	硬且研磨性强、裂隙发育，可钻性级别6级～8级的岩层	钻进过程中针状合金胎块不断磨损，出露的针状合金切削刃面积不变
	金刚石复合片钻进	软至中硬(可钻性级别4级～8级)岩层	钻速高、钻头寿命长、取心率高、所需钻压小、孔斜小、钻孔质量高
	金刚石钻进	孕镶金刚石钻头适用于可钻性级别5级～12级岩层；天然表镶金刚石钻头适用于可钻性4级～10级岩层	钻进效率高，钻孔质量高，劳动强度低，钻探成本较低
	液动冲击回转钻进	硬质合金冲击回转钻进适用于可钻性级别5级～6级和部分7级的岩层；金刚石冲击回转钻进适用于可钻性级别6级～12级坚硬致密地层	提高钻进效率，减轻岩心堵塞，缓解硬岩中钻头“打滑”问题
	潜孔锤钻进		

表 2（续）

钻进方法			适用条件	特点
全面钻进	冲击钻进	钢丝绳冲击钻进	第四系砂土、漂砾、卵砾石层及风化破碎基岩，口径一般 200 mm 以上，钻孔深度一般不超过 300 m	设备、钻具简单，成本低，在砂土、卵砾石层浅孔钻进有良好效果
		冲击反循环钻进		
	合金刮刀钻头钻进		第四系松软地层及中硬以下较致密、完整基岩钻进	钻头加工容易，成本较低
	牙轮钻头钻进		第四系松软地层及完整、破碎、致密、研磨性岩石及卵砾石层，常用于不取心钻进	适用范围广、效率高，尤其在卵砾石及破碎地层钻进较其他回转钻进效果更好
	金刚石复合片钻头钻进		软至中硬岩层	金刚石复合片钻头采用低钻压、高转速获得较高的钻速，可与螺杆钻具、涡轮钻具配合应用
	气动潜孔锤正（反）循环钻进		基岩及第四系胶结、半胶结地层和卵、砾石层钻进。尤其适用于缺水或供水困难地区	具有冲击和回转双重碎岩作用，孔底岩石受压小、钻效高，且不污染含水层、成井后洗井容易
	气动潜孔锤跟管钻进		含有漂石、卵砾石不稳定第四系覆盖层，钻进深度一般<50 m	以潜孔锤破碎岩石，钻头超前钻进，套管随后紧跟，对易坍塌的卵砾石地层极为有效
	气举反循环钻进		第四系砂土、砂粒层以及各类稳定性较好的基岩钻进，孔深>30 m 后使用，超过 50 m 后效果更佳，须保证充足施工用水	钻井液上返速度快、洗孔彻底，孔内干净，钻进效率高，成井后洗井容易，对含水层没有淤塞作用
	液动冲击回转钻进		坚硬岩层钻进，常规钻孔口径	具有冲击和回转双重碎岩作用；可以使用钻井冲洗液护孔，不受水位限制，能在深孔钻进
	泡沫钻进		地层自稳性较好的热储层、漏失地层、高温地层钻进	适宜在缺水地区、寒冻地区施工
	喷射钻进		对泥浆泵条件要求较高，泵压不宜低于 13 MPa	能有效克服泥页岩地层糊钻、泥包钻头。能大幅度提高软-中硬地层钻进效率
扩孔钻进	合金钻头扩孔钻进		黏土、砂土层、卵砾石	同合金刮刀钻头全面钻进
	牙轮钻头扩孔钻进		砂土层、砾、卵、漂石地层及基岩地层	同牙轮钻头全面钻进
	潜孔锤扩孔钻进		基岩地层	同潜孔锤正(反)循环全面钻进

7.2 取心钻进

7.2.1 取心钻头

取心钻头可按表 3 选择。

表 3 取心钻头及适用条件

钻头类型	适用条件
硬质合金取心钻头	软至中硬地层钻进取心
牙轮取心钻头	均质的中硬至硬地层钻进取心
聚晶人造金刚石取心钻头	地层软硬变化频繁的井段钻进取心
表镶金刚石取心钻头	均质的中硬至硬地层钻进取心
孕镶金刚石取心钻头	硬至极硬地层钻进取心
金刚石复合片取心钻头	软到中硬地层钻进取心
三角聚晶取心钻头	中硬到硬地层取心，能在金刚石复合片取心钻头与表镶金刚石取心钻头效果不理想的交界区域获得较好效果
注：各类取心钻头直径一般有 76 mm、91 mm、96 mm、110 mm、122 mm、130 mm、149 mm、150 mm、152 mm、200 mm、216 mm、250 mm、311 mm 等，也可根据需要，设计、制造其他外径的取心钻头。	

7.2.2 取心钻进

7.2.2.1 取心钻具

常规地热井取心钻具有密闭取心钻具、海绵取心钻具橡皮筒取心钻具等，使用时可按表 4 选择。

表 4 取心钻具及适用条件

取心钻具类型		适用条件
密闭取心钻具	自锁式取心钻具	中硬至硬地层取心
	加压式取心钻具	极软至中软地层(包括疏松地层)取心
海绵取心钻具		吸附岩心溢出的流体，获得高质量的岩心
橡皮筒取心钻具		软地层、松散地层、砂砾岩及严重破碎地层的取心作业，以提高取心率
定向取心钻具		可取出有方位标志的岩心，以确定地层参数
射孔取心钻具		在采取率低或漏采的情况下，采用射孔补取岩心

7.2.3 钻进技术参数

可根据钻进地层、选择的钻进方法和钻孔口径，遵照 DZ/T 0148 执行。

7.2.4 钻进操作要求

7.2.4.1 下钻操作要平稳，不得猛刹、猛放，猛墩，裸眼井段要控制下钻速度，遇阻不得硬压。遇阻经上下活动钻具无效，应及时接方钻杆开泵冲洗，上下活动钻具，仍下不去时可扫孔。连续扫孔井段 20 m

仍下不去时，应起钻通井，井眼畅通后再下入取心钻具。

7.2.4.2 下钻过程中应根据井下情况要分段循环钻井液，调整好钻井液性能，调整好刹车系统，检查校准指重表、核对调整机上余尺，检查设备，保证取心作业能顺利进行。

7.2.4.3 初始钻压宜在 10 kN～20 kN，低挡转速，钻进 0.3 m～0.5 m，待岩心顺利进到卡簧内，再逐渐加足钻压进行正常取心钻进。

7.2.4.4 取心钻进时，做到送钻均匀，如遇憋泵卡钻应认真分析，确属地层因素时应减压钻进。钻进中应密切注意泵压和钻速变化，及时分析井下情况是否正常，有无卡心、磨心现象。

7.2.4.5 确定割心时制动卷扬，硬地层时原转速转动转盘 10 min～20 min，磨细底部岩心后，低挡转速，上提钻具拔断岩心。软地层可直接上提拔心，如果取心过程中钻速很快，拔心前可适当循环携砂。割心后应立即起钻。

7.2.4.6 起钻操作应平稳，不得猛刹骤停，不可单吊环起钻。起钻时应用液压钳或旋绳卸扣，无液压钳时且拔心显示完好，可用转盘卸扣，但要操作平稳，不猛转猛停。井孔应灌满钻井液，提钻中途不得接方钻杆循环钻井液。

7.3 全面钻进

7.3.1 钻具组合

钻进中常用钻具组合规格尺寸见表 5。

表 5 常用钻具组合规格尺寸

钻头直径	钻具组合
≥444.5 mm	钻头＋℄203 mm 钻铤＋℄177.8 mm 钻铤＋℄127 mm 钻杆
311.1 mm	钻头＋℄203 mm 钻铤＋℄177.8 mm 钻铤＋℄127 mm 钻杆 或钻头＋℄177.8 mm 钻铤＋℄159 mm(或 146 mm)钻铤＋℄127 mm 钻杆
241.3 mm	钻头＋℄165 mm(或℄177.8 mm)钻铤＋℄159(或 146 mm)钻铤＋℄127 mm 钻杆 或钻头＋℄159 mm(或 146 mm)钻铤＋℄127 mm 钻杆＋℄88.9 mm 钻杆
215.9 mm	钻头＋℄159 mm(或 146 mm)钻铤＋℄127 mm 钻杆＋℄88.9 mm 钻杆
152.4 mm	钻头＋℄121 mm 钻铤＋℄88.9 mm 钻杆

7.3.2 钻头选择

7.3.2.1 刮刀钻头有两翼、三翼、四翼、六翼，头部为阶梯型的锥形钻头、矛式钻头、塔式钻头等型式。一般两翼刮刀钻头适用于可钻性级别 1 级～4 级的松软岩层。三翼钻头可用于松软至中硬岩层钻进。四翼钻头可用于中风化基岩或硬土层钻进。六翼钻头一般用于大口径表层钻进。镶齿刮刀钻头、金刚石刮刀钻头可用于 5 级～7 级的中硬岩层钻进。

7.3.2.2 铣齿牙轮钻头一般用于上部松软地层(岩层可钻性级别小于 5 级)钻进，镶齿钻头一般用于较硬地层(岩层可钻性级别大于 5 级)钻进；在容易井斜地层，选用牙轮偏移量小、无保径齿及齿多而短的牙轮钻头。钻头结构类型参见附录 C。

7.3.2.3 金刚石复合片钻头适用于可钻性小于 5 级的软到中硬地层，不适合在破碎、软硬变换频繁以及硬地层中使用。金刚石复合片钻头适用于高温钻井，适于较高转速(可达 400 r/min)，适于配合井底动

力钻具使用。

7.3.2.4 液(气)动潜孔锤钻头,可使用全面钻进球齿冲击钻头、牙轮钻头或其他专用冲击钻头。

7.3.3 钻进工艺选择

7.3.3.1 在松软地层可选用钻井液回转钻进、喷射钻进和气举反循环钻进。

7.3.3.2 在较硬地层可选用钻井液回转钻进、气动或液动潜孔锤钻进和气举反循环钻进。

7.3.3.3 在热储开采段可选用钻井液回转钻进、空气钻进、泡沫钻进和气举反循环钻进。

7.3.4 钻进技术参数

7.3.4.1 刮刀钻头钻进

刮刀钻头钻进技术参数为:

a) 钻压:一般可钻性级别1级~4级的岩石为钻头直径单位长度0.12 kN/mm~0.16 kN /mm,5级~7级岩石为钻头直径单位长度0.15 kN/mm~0.20 kN/mm。

b) 转速:第四系松软地层、中软岩层钻进时钻头边缘线速度1.4 m/s~1.7 m/s;硬土层钻进时钻头边缘线速度2.0 m/s~3.0 m/s;第四系卵砾石层、中硬岩层钻进时钻头边缘线速度1.0 m/s~2.2 m/s。

c) 泵量:一般600 L/min~2 500 L/min。浅孔钻进时,钻井液上返速度不超过3 m/s;深孔钻进时,钻井液上返速度不超过2 m/s;第四系流砂层、松散层或破碎易塌岩层钻进时,钻井液上返速度可低至0.1 m/s。

7.3.4.2 牙轮钻头钻进

牙轮钻头钻进技术参数为:

a) 钻压:以达到所钻岩石的破碎强度值为宜,并结合设备能力和钻具强度等安全因素合理选择。在中硬以上岩层中钻进宜采用钻头直径单位长度0.3 kN/mm~0.4 kN/mm,在中硬以下地层中钻进可采用钻头直径单位长度0.1 kN/mm~0.3 kN/mm。

b) 转速:钻头外缘回转线速度以0.8 m/s~1.5 m/s为宜;遇卵砾石层或严重破碎地层可降低到0.6 m/s以内;地层完整、硬度较低、钻孔较浅、用常规口径钻进时转速为70 r/min~200 r/min,大口径为30 r/min~60 r/min。

c) 泵量:以满足钻井液上返速度0.1 m/s~0.5 m/s为宜,条件允许时取大值。使用干空气钻进时上返风速以15 m/s~25 m/s为宜。

7.3.4.3 金刚石复合片钻头钻进

金刚石复合片钻头钻进技术参数为:

a) 钻压:以钻头直径单位长度0.10 kN/mm~0.49 kN/mm为宜。

b) 转速:以60 r/min~300 r/min为宜。

c) 泵量:以600 L/min~2500 L/min为宜。条件允许时,尽可能采用大排量。

7.3.4.4 液动潜孔锤钻钻进

液动潜孔锤钻进技术参数为:

a) 钻压:使用全面钻进球齿冲击钻头时,按钻头直径单位长度所需压力,在中硬以上岩层中钻进宜采用0.055 kN/mm~0.20 kN/mm,采用牙轮钻头时,应选用常规回转钻进钻压的1/5~1/2。

b) 转速：一般在 30 r/min～60 r/min。硬岩或强研磨性岩石，转速以 30 r/min～45 r/min 为宜；对于裂隙发育的岩层和软塑性岩石，转速宜选用 120 r/min～170 r/min。

c) 泵压和泵量：泵压和泵量按产品使用说明选择。

7.3.4.5 气动潜孔锤钻进

气动潜孔锤钻进技术参数为：

a) 供气量：排渣通道上的上返速度不低于 15 m/s。

b) 供气压力：供气压力不低于孔内最大水柱高度时的启动风压与空气潜孔锤工作风压之和。

c) 钻压：钻头直径单位长度压力为 0.06 kN/mm～0.08 kN/mm。

d) 转速：一般以 20 r/min～50 r/min 为宜。

7.3.4.6 气举反循环钻进

气举反循环钻进技术参数为：

a) 沉没比(气水混合器埋入水下的深度与其至气水龙头顶端出口距离的比值)：一般气举反循环钻进沉没比应大于 0.5。

b) 气压：气举反循环的供气压力一般在 0.6 MPa 以上。

c) 供气量：在气水混合比为 1.4～1.7、流体上返速度为 3 m/s～4 m/s 时，气举反循环达到最佳排渣效果，一般供气量≥6 m^3/min。

d) 气水混合器位置：气水混合器以下至钻头的钻具长度一般为气水混合器沉没深度的 2 倍～5 倍。

e) 钻压：钻头直径单位长度的压力为 0.06 kN/mm～0.12 kN/mm。

f) 转速：40 r/min～80 r/min。

7.3.4.7 喷射钻进

喷射钻进技术参数为：

a) 泵压一般不低于 13 MPa。

b) 转速：根据据使用钻头而定。

c) 泵量：钻头喷嘴的喷射速度应达到 100 m/s 以上。

7.3.5 钻进操作要求

7.3.5.1 钻进需要加压时应使用钻铤加压，钻铤总重量按所需钻压值的 1.3 倍估算。

7.3.5.2 钻头的类型和尺寸应与所钻地层、孔径相适应。下钻前应检查钻头水眼畅通情况和钻头磨损情况，不得使用不符合要求的钻头。新钻头应先磨合钻进 0.5 m 左右，再逐渐增加到设计钻压。当钻速下降，应提钻检查。钻头提出后应进行分析、测量，如果非正常磨损严重则该型钻头不适应所钻地层，应进行更换。

7.3.5.3 接单根钻杆下放钻具前，应先开泵、启动回转器，再下放钻具到井底，逐渐加压钻进。下钻应平稳，遇阻不得猛墩、硬压。

7.3.5.4 保持钻井液性能良好，使孔内清洁、孔壁稳定，防止卡、埋钻事故发生。

7.3.5.5 正常钻进中要求操作平稳，均匀给进，不得猛放猛压。注意钻具扭矩变化，如有异常，随时调整钻进参数。同时，要确保钻井液排量满足要求。

7.3.5.6 钻遇泥岩井段时，若钻速下降明显，可适当提高钻压，降低转速；若钻遇硬夹层发生轻微蹩钻现

象时，可适当降低钻压，同时降低钻速，等钻穿后再采用正常参数钻进；钻进卵砾石、破碎带时，应调整钻压，适当降低转速，防止钻头在井底跳动，剧烈震动和憋车。

7.3.5.7 液(气)动潜孔锤钻进加接钻杆时，应注意检查被加接钻杆内有无堵塞物。下钻前，应在地表做液(气)动潜孔锤启动试验，检查冲击器是否工作、卡钎套是否牢固等，正常后方可下钻。

7.3.5.8 液(气)动潜孔锤每次下钻，不得将钻具直接下到孔底，当钻具距孔底 0.5 m 左右时，即开始送水(气)，待水(气)畅通后，方可慢速回转并下降钻具。当钻头接触孔底后，冲击器应立即启动冲击，如不冲击，可上下窜动钻具，确认冲击器工作正常后，再将钻进参数调整至正常值进行钻进。

7.3.5.9 液(气)动潜孔锤钻进时，发现憋泵、潜孔锤停止冲击，经上下窜动钻具、调整泵量(气量)无效时，应提钻检查。

7.3.5.10 液(气)动潜孔锤钻进时应随时注意观察泵(气)压变化情况。压力突然下降，是钻杆、冲击器活塞、钻头折断或接头漏水(气)，应提出钻具进行检查修理；压力突然增加，是由于孔内坍塌掉块或岩粉过多，应停止钻进，上下活动钻具，大泵(气)量冲孔排粉。

7.3.5.11 喷射钻进时，钻头不得滞留在一个位置大泵量循环钻井液。

7.4 扩孔钻进

扩孔钻进技术规程遵照 DZ/T 0148 执行。

7.5 定向井钻进

7.5.1 地热定向井设计要求

7.5.1.1 在地热井钻进受地面建筑物和设施影响时、地质构造特点采用直井不能有效地勘探开发地下热储层时、遇到井下事故无法处理或者不易处理时、遇到井喷、着火，常规方法难以处理时，设计定向钻井。

7.5.1.2 定向井轨迹设计宜选择在垂直剖面内，选择简单的轨迹，减小井眼曲率，缩短井身总长度。

7.5.1.3 宜利用地层自然造斜规律，进行井斜角、井斜方位角、造斜率等的设计。

7.5.1.4 造斜点应避开复杂地层，选择地层硬度适中的位置。造斜点距离上层套管鞋应大于 50 m。

7.5.1.5 在选择井眼曲率时，造斜钻具的造斜能力满足钻进要求时，尽量缩短造斜井段的长度。一般要求增斜率在 3°/30 m 左右，降斜率在 1.5°/30 m 左右。

7.5.2 定向井施工钻具

常用定向井施工钻具有以下 3 种组合：

a) 井底动力定向施工钻具(由下至上)组合：造斜钻头→井底马达(涡轮、螺杆或电动机)→弯接头→无磁钻铤→钢钻铤→钻杆。地热定向井宜采用 1°30′～2°30′的弯接头。

b) 弯外壳定向施工钻具(由下至上)组合：造斜钻头→弯外壳井底马达(涡轮、螺杆或电动机)→无磁钻铤→钢钻铤→钻杆。

c) 转盘定向井施工钻具(由下至上)组合：射流钻头→变向器→扶正器→无磁钻铤→钢钻铤→钻杆。

7.5.3 定向方法

采用单点定向或随钻定向。

7.5.4 直井段施工

7.5.4.1 根据造斜点的深度和井眼尺寸合理选择钻具组合和钻井参数、严格控制井斜角。

7.5.4.2 造斜点深度小于 500 m 时，采用钟摆钻具或塔式钻具组合钻井，严格控制钻压、控制井斜角不大于 1°。

7.5.4.3 造斜点深 500 m～1 000 m 时，采用塔式钻具或钟摆钻具组合，合理选择钻井参数。钻至离造斜点 50 m 时减压钻进，控制井斜角不大于 1°30′。

7.5.4.4 造斜点深度大于 1 000 m，采用塔式钻具或刚性满眼钻具组合。稳定器和钻铤未进入地层前减压钻进 50 m，逐渐加至设计钻压。钻至距造斜点 100 m 时减压钻进，控制井斜角不大于 2°。

7.5.4.5 直井段钻完后，按照两测点间不大于 50 m 测距进行测斜，并根据测斜数据进行井眼轨迹计算并绘制水平投影图和垂直剖面投影图。

7.5.5 造斜施工

7.5.5.1 定向造斜钻具按照设计要求下入至预定造斜点位置。

7.5.5.2 进行单点测斜，测量造斜位置的井斜角、方位角和弯接头工具面角。

7.5.5.3 在测斜照相的同时，对井口钻杆、方钻杆和地面钻杆进行打印。并把井口钻杆的印痕投到转盘的外缘上，作为基准点。

7.5.5.4 调整安置角（调整后的安置角是：设计方位角＋反扭角），锁住转盘、开泵钻进。

7.5.5.5 定向钻进时每钻进 1 根～2 根钻杆进行一次单点测斜，根据测量的井斜角和方位角及时修正反扭角的误差，并调整造斜工具的安置角。

7.5.5.6 有线随钻测斜仪定向造斜时，把测斜仪的井下仪器总成下入无磁钻铤内，使定向靴的缺口坐在定向键上。钻进时可从地面仪表直接读出实钻井眼的井斜、方位和工具面角，并控制井眼按照设计轨迹延伸。

7.5.6 增斜施工

7.5.6.1 常用增斜钻具组合

常用增斜钻具组合为：钻头→近钻头扶正器→无磁钻铤（根据井斜角、方位角的大小确定无磁钻铤的长度）→钢钻铤（无磁钻铤和钢钻铤的总长度为 20 m～30 m 之间）→扶正器→钻铤（10 m）→扶正器—钻铤→随钻震击器→加重钻杆→钻杆。增斜钻具组合中钻头直径与扶正器外径允许差值为 3 mm～4 mm。

增斜组合是在转盘钻的基础上利用靠近钻头的钻铤部分，使用扶正器得到各种钻具的组合。按照增斜能力的大小分为强、中、弱 3 种结构，配合尺寸见表 6。

表 6 增斜钻具组合及配合尺寸

单位为米

类 型	L_1	L_2	L_3
强增斜组合	1.0～1.8	—	—
中增斜组合	1.0～1.8	18.0～27.0	—
弱增斜组合	1.0～1.8	9.0～18.0	9.0

注 1：L_1 为钻头与第一扶正器之间长度。

注 2：L_2 为第一个扶正器与第二个扶正器之间长度。

注 3：L_3 为第二个扶正器与第三个扶正器之间长度。

7.5.6.2 增斜施工操作

7.5.6.2.1 按照设计钻井参数钻进，均匀送钻，使井眼曲率变化平缓，轨迹圆滑。

7.5.6.2.2 及时测量，随钻作图，掌握井斜和方位变化的趋势。如增斜率达不到设计要求时，应及时采取措施。

增斜率达不到设计要求时，应及时采取下列措施：

a) 通过调整钻井参数改变增斜率。增加钻压可使造斜率增大；减小钻压，则造斜率降低。

b) 更换钻具，改变近钻头扶正器与上面相邻扶正器之间的距离，距离越短增斜率越低；距离越长增斜率越高。改变的范围在 10 m～30 m。

c) 改变近钻头扶正器与上面相邻扶正器之间的钻铤刚性。刚性越强增斜率越低；刚性越弱增斜率越高。

7.5.6.2.3 控制井斜方位角的变化。

控制井斜方位角的变化，可采取以下措施：

a) 应用变向器调整井眼方位。适用于方位漂移不大、井眼规则、井径扩大率小的中硬地层井段。

b) 扭方位。因地层等因素造成方位严重漂移，影响中靶或侵入邻井安全限定区域时，应运用井下马达带弯接头等方法及时调整井眼方位。

7.5.6.2.4 斜井段进行设备检修时，不得长时间将钻具停留在一处循环或空转扫孔。

7.5.7 稳斜施工

7.5.7.1 常用稳斜钻具组合

稳斜钻具组合：钻头→近钻头扶正器→短钻铤(2 m～3 m)→扶正器→无磁钻铤单根→扶正器→钻铤→随钻震击器→加重钻杆→钻杆。

按照稳斜能力的大小，分为强、中、弱 3 种。配合尺寸见表 7。

7.5.7.2 稳斜施工操作

7.5.7.2.1 在方位漂移严重的地层钻进，为了稳定井斜方位，应在钻头上连接 2 只～3 只足尺寸的扶正器。

7.5.7.2.2 因地层因素影响，采用稳斜钻具出现降斜趋势时，应使用微增钻具组合稳斜。

微增钻具组合稳斜：

a) 将近钻头扶正器与其相邻的上扶正器之间的距离增加到 5 m～10 m。

b) 减少钻头上面第二只扶正器的外径(欠尺寸扶正器)。

7.5.7.2.3 需要更强的稳斜组合时，可使用双扶正器串联起来作为近钻头扶正器。

表 7 稳斜钻具组合及配合尺寸

单位为米

类型	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5
强稳斜组合	0.8～1.2	4.5～6.0	9.0	9.0	9.0
中稳斜组合	1.0～1.8	3.0～6.0	9.0～18.0	9.0～27.0	—
弱稳斜组合	1.0～1.8	4.5	9.0	—	—

注 1：L_1 为钻头与第一扶正器之间长度。

注 2：L_2 为第一个扶正器与第二个扶正器之间长度。

注 3：L_3 为第二个扶正器与第三个扶正器之间长度。

注 4：L_4 为第三个扶正器与第四个扶正器之间长度。

注 5：L_5 为第四个扶正器与第五个扶正器之间长度。

7.5.8 降斜施工

7.5.8.1 常用降斜钻具组合：

降斜钻具组合：钻头→无磁钻铤→钻铤(钻头与扶正器之间的距离为 10 m～30 m)→扶正器→钻铤→钻杆。钻头与扶正器之间的距离应根据井斜角的大小和要求的降斜率来确定。降斜钻具组合中扶正器的外径可以较增斜、稳斜钻具组合中扶正器外径稍小些。

按照降斜能力的大小分为强、弱 2 种结构，配合尺寸见表 8。

表 8 降斜钻具组合及配合尺寸

单位为米

类 型	L_1	L_2
强降斜组合	9.0～27.0	—
弱降斜组合	0.8	18.0～27.0

注 1：L_1 为钻头与扶正器之间长度。

注 2：L_2 为第一个扶正器与第二个扶正器之间长度。

7.5.8.2 降斜施工操作

7.5.8.2.1 降斜段宜简化下部钻具组合，应减少钻铤和扶正器的数量。

7.5.8.2.2 施工中应注意保持小钻压和较低转速。

7.5.9 定向钻井施工要求

7.5.9.1 井底马达下井前应在井口进行试运转，工作正常方可下井。

7.5.9.2 造斜钻具下井前应按规定扭矩紧扣，遇阻应起钻通井，不得硬压或扫孔。

7.5.9.3 定向造斜钻进，应按规定加压，均匀送钻，以保持恒定的钻具反扭角。

7.5.9.4 造斜钻进起钻，应用旋扣器或旋绳卸扣，不得用钻盘卸扣。

7.5.9.5 垂直井段应严格控制井斜，符合 7.5.4.2、7.5.4.3、7.5.4.4 的要求。

7.5.9.6 应尽量减小定向造斜段的方位偏差，若发现偏差，应及时扭方位。

7.5.9.7 钻进过程中应实时了解轨迹的变化情况，采用适宜的造斜钻具或钻具组合，使井眼轨迹沿着设计轨迹进行。

7.5.9.8 应尽量减少钻具与井壁间的摩擦力。宜加入润滑剂提高润滑性。下套管及电测井之前应加入 1.5%～2%的固体润滑剂。

7.5.9.9 在井眼曲率大的井段，应定期下入键槽破坏器处理，保持井壁光滑。认真记录起下钻遇阻遇卡位置，结合测斜资料，判断键槽位置，提前处理。

7.5.9.10 钻具组合变换时，应严格控制下放速度，遇阻不得硬压。用刚性小的钻具组合钻出的井眼，改换刚性强的钻具组合以前，应先用刚性适中的钻具组合通井扫孔。

7.5.9.11 控制钻井液性能，提高动切力，增强携带岩屑能力，保持井眼干净。

7.5.9.12 定向井钻进应配有振动筛、除砂器、除泥器等 3 级以上净化装置，使钻井液含砂量小于 0.5%。

7.5.9.13 丛式井、绕障井、应根据邻井和设计井井眼轴线的相对位置，及时进行最近距离扫描跟踪，并作出防碰图。

7.5.9.14 定向井使用的钻具应比相同井深的直井使用的钻具强度高。使用金刚石复合片钻头或其他高效能钻头钻井，每钻进 300 m(斜井段)应进行一次提、下钻。钻具及配合接头等下井前应检查通孔直

径和有无杂物，保证测斜仪器能顺利下入。

7.6 地热井钻进特殊要求

7.6.1 直井防斜操作要求

7.6.1.1 使用合理钻具结构和级配，尽量采用满眼钻进。一开使用塔式钻具，二开以后使用钟摆钻具，扶正器外径不宜小于钻头直径 3 mm。

7.6.1.2 钻遇软硬交互地层及倾角变化界面过渡带时，应及时调整钻进参数。

7.6.1.3 提钻前要测量井斜，发现井斜有增大趋势应及时采取措施。深孔钻进时，尽量采用钻铤加压。

7.6.2 扫孔作业要求

7.6.2.1 在新钻头下钻距井底一根钻杆时，在接钻杆前、软硬夹层变化段、断层前 30 m 处、在检修设备或其他原因停钻后重新钻进时，应进行扫孔作业。

7.6.2.2 通井过程中在井底以上一个立根、提下钻、电测井时遇阻遇卡井段和提钻后发现钻头直径磨损变小时应进行扫孔作业。

7.6.2.3 带弯接头或弯马达的钻柱组合不可加压扫孔，遇阻时开泵冲洗，上下活动钻具并变换方向试下，无效时应提钻通井扫孔。

7.6.2.4 在松软、破碎地层、断层处和增斜、降斜段扫孔时，防止钻出新井眼。

7.6.2.5 从下向上扫完一根钻杆后，应再从上向下扫孔，然后停泵、停转，在单(立)根范围内上提、下放钻柱至无阻卡为止。

7.6.3 录井作业要求

7.6.3.1 岩屑录井要求

岩屑录井应满足下列要求：

a) 一般取样间距为 5 m。取样宜在振动筛下固定位置捞取，取样重量不少于 500 g。捞取后立即清洗干净，去掉杂物和掉块，及时进行深度标识、干燥后装袋。岩屑袋按井深自上而下顺序排列、装箱。地质构造复杂及地层变化孔段，应加密取样。

b) 每 100 m 测量一次岩屑迟到时间，确保岩屑的真实性和代表性。岩屑取样时间等于钻达时间加迟到时间。

7.6.3.2 钻时录井要求

记录井深、进尺、纯钻进时间、放空井段等。

7.6.3.3 钻井参数录井要求

记录钻压、转速、悬重、钻具组合、入井钻头、泵量、泵压等。

7.6.3.4 钻井液录井要求

钻井液录井应满足下列要求：

a) 每 8 h 测定一次钻井液性能，必要时加密测定；每 50 m 测量一次钻井液入井、出口温度，必要时加密测量，并做好记录。

b) 记录发生井漏的井深、层位、漏失量、漏速，井漏原因及井漏处理措施。记录发生井涌、井喷的井深、层位、涌水量、涌速，井涌原因及井涌处理措施。

7.6.3.5 钻井记录要求

钻井记录应满足下列要求：

a) 记录发生卡钻、井塌、蹾钻、跳钻、蹩钻、掉块、钻效改变等的井深、时间、原因及处理措施。

b) 钻遇含气层时应进行气测录井。记录发生逸气的井深、层位及逸气原因等。地层压力异常地层钻进时，应进行压力录井。

7.6.3.6 岩心录井要求

地热勘探井、勘探开采结合井依据钻井设计书要求进行岩心录井。

7.6.4 井控要求

在地压型、高温或蒸汽地热田钻进时，应安装井控装置。开钻前调试防喷器，使防喷器处于良好工作状态。应合理选择钻具内防喷装置、气体分离器、钻井液液面监测装置。

7.6.5 钻遇特殊地层操作要求

7.6.5.1 钻遇高压油、气、卤水、水层时，应密切关注泥浆槽钻井液上返情况，钻井液不上返或上返量减小时，则存在漏失，不得提钻。此时应停止钻进作业，立刻启动防喷系统。密切关注井内钻井液循环情况，钻井液正常上返后，再决定是否继续钻进。

7.6.5.2 备足钻井液，控制钻井液性能。钻井液失水量宜小于 15 mL/30 min。

7.6.5.3 提钻过程中，应及时补充钻井液，保持井内液面。

7.6.6 预防井喷操作要求

7.6.6.1 设计合理的井身结构，控制在油气层钻进时的机械钻速，防止上喷下漏或下喷上漏造成液柱压力下降而引起井喷。正确选用井控装置，发现溢流应及时启用。

7.6.6.2 对防喷器、阻流管汇、立管管汇、方钻杆阀、安全阀和内防喷器等井控设备，应按安全作业规程进行定期试压和功能检测。

7.6.6.3 钻开油气层前，应对可燃气体和有毒气体探测器、计量罐、流量计、液面探测器等进行安全检查、校正。

7.6.6.4 选用合理的钻井液密度，使其所形成的液柱压力高于裸眼井段最高地层孔隙压力，低于地层漏失压力和裸眼井段最低的地层破裂压力。应依据随钻地层压力监测的结果，及时调整钻井液密度。

7.6.6.5 进入油、气、水层前，调整好钻井液性能。在保证钻屑正常携带的前提下，应尽可能采用较低的钻井液粘度与切力，特别是终切力随时间变化幅度不宜过大。

7.6.7 防止井漏操作要求

7.6.7.1 在钻进过程中需要加重钻井液时，应控制加重速度、注意开泵泵压。当下部井段存在高压油、气、卤水、水层的压力系数超过上部裸眼井段地层的漏失压力系数或破裂压力系数时，应在钻入高压层之前进行堵漏(或下管封隔)，提高上部地层的承压能力。

7.6.7.2 发现钻井液被气侵后，应立即除气，尽快恢复钻井液密度。

7.6.7.3 钻开高压油、气、卤水、水层后，钻进过程中应密切观测泥浆池中钻井液的体积总量。起钻时应将井内灌满钻井液，并监测灌入量；下钻时，应观测钻井液返出量。

7.6.7.4 储备适量高于井筒内钻井液密度的加重钻井液，其数量应接近井内钻井液量。

7.6.7.5 油气活跃的井，下钻时应分段循环钻井液，循环时要计算油气上窜速度，用以判断油气活跃程度和钻井液密度是否适当。

7.6.7.6 发现溢流应立即启用防喷器，用一定密度的加重钻井液进行压井，迅速恢复液柱压力重新建立压力平衡，制止溢流。

7.6.8 高温钻井操作要求

7.6.8.1 应安装钻井液冷却装置及井控装置。

7.6.8.2 依据地质条件合理选择钻井液类型、抗高温处理剂、耐高温钻头等。用 API 推荐的高温高压滤失仪及测试方法测量钻井液高温高压滤失量。

7.6.8.3 注意人身安全，防止人员烫伤。

7.6.8.4 在钻头之上和主动钻杆之下各安装一个止回阀。

8 钻井液

8.1 钻井液类型与适用条件

8.1.1 常用钻井液包括液体、气体、气-液混合物，见表 9。

8.1.2 在结构较稳定地层钻进时，可选用清水、空气、无固相、气-液混合物等钻井液。

8.1.3 在松散、破碎地层钻进时，应适当提高钻井液的粘度和切力，选用较高密度优质钻井液；在油气层、水头高出地表的承压热流体或含水层、水热爆炸钻进时，宜配制加重钻井液，平衡钻进；在蒸汽储层钻进时，可使用空气钻井液。

8.1.4 在易水化膨胀坍塌的泥页岩地层钻进时，应使用失水量低的钻井液，宜选用钾基钻井液、钙处理钻井液等具有较强抑制性能的钻井液。

8.1.5 在易漏地层钻进时，宜选用气-液混合物、空气等密度较低的钻井液，或加入堵漏材料进行堵漏。

8.1.6 在大段含盐、碱地层钻进时，根据地层含盐、碱量和井底温度情况，宜选用过饱和、饱和或欠饱和盐水聚合物钻井液，也可选用油基钻井液。

8.1.7 在缺水地区施工时，应采用节水钻井液（空气、泡沫、水雾、泡沫泥浆钻井液、泡沫泥浆钻井液等）。

8.1.8 在高温地层钻进时，可选用以磺化类抗高温处理剂为主的抗高温钻井液，并严格控制钻井液高温高压失水量。

8.1.9 钻遇高密度矿层时，宜用高切力钻井液、加重钻井液或用捞砂筒捞砂。

8.1.10 钻井液气侵严重时，应采用液气分离器或除气器进行除气处理。

8.1.11 在热储层钻进时，宜选用对热储层有保护作用或对热储层损害小的钻井液，宜选用低密度渗透恢复率大于 80%的钻井液。

8.1.12 热储层钻进漏失时不宜进行堵漏，可选用海泡石制备钻井液，成井后再进行酸溶处理。

8.2 钻井液配制

8.2.1 钻井液材料与处理剂

8.2.1.1 钻井液配制用黏土

包括膨润土（主要成分是蒙脱石，分为钙土和钠土）、普通黏土（蒙脱石含量较低，高岭石或伊利石含量较高）、抗盐土（海泡石与凹凸棒石）、有机土（801、812、821、4602、4606 等型号）。一般钻井液宜用钠土，抗高温钻井液宜用海泡石，钻进油气层油浸严重时宜用有机土配制油基钻井液。

8.2.1.2 钻井液配制用水

水质对钻井液性能有重要影响，配置前应对钻井液用水的水质进行分析。

表 9　钻井冲洗液类型及适用条件

钻井液类型			适用条件
液体	清水		钻进完整、孔壁稳定地层
	细分散泥浆		表层钻进
	粗分散泥浆	钙处理泥浆	具有较好的抗盐、钙污染能力及对泥页岩水化具有较强抑制作用。钻进芒硝、石膏地层
		盐水泥浆	钻进含盐(NaCl)、碱(Na_2CO_3)地层
		钾基泥浆	钻进水敏性地层
	不分散低固相(聚合物)泥浆		对地层适应性强，特别适于水敏底层和中硬地层钻进
	无固相泥浆		稳定地层和一般的水敏性地层钻进
	抗高温泥浆		钻进高温岩层
	乳化泥浆		钻进含油地层、易漏地层，或提高泥浆润滑性
	加重泥浆		井涌、井喷、水热爆炸时用于平衡钻进、压井
气体	空气		钻进各类较稳定地层及干蒸汽气储层
气-液混合物	雾化空气		空气钻进时钻遇湿地层，表面活性剂、水与空气一同注入井内，以帮助岩屑分散。可用于钻进各类较稳定地层、干蒸汽气储层
	气水混合物		钻进各类较稳定地层、漏失地层。用于清水气正循环钻进与气举反循环钻进，能有效保护热储层不被堵塞
	泡沫液		钻进各类较稳定地层、漏失地层、干蒸汽气储层
	充气泡沫泥浆		将泡沫(或空气)随同钻井冲洗液注入井内，减轻孔底循环压力，减小孔内液柱压力。可用于钻进各类较稳定地层、漏失地层
	雾化泥浆		钻进各类较稳定地层、漏失地层

8.2.1.3　钻井液处理剂

钻井液处理剂，参照附录 B 选择。

8.2.2　钻井液设计

8.2.2.1　确定钻井液的密度、流变性、降失水性等主要技术指标和钻井冲洗液的胶体率、允许含砂量、固相含量、pH 值、润滑性、渗透率、泥皮质量等重要参数。

8.2.2.2　选择造浆黏土和处理剂、钻井液处理剂配方设计、计算钻井液材料用量、确定钻井液的制备方法。

8.2.2.3　钻井液材料用量、处理剂加量，根据钻井液配方设计及室内或现场试验确定。

8.2.3　钻井液配制方法

8.2.3.1　基浆配制

8.2.3.1.1　配制程序为：加水→加土→加无机化学处理剂→加有机化学处理剂；或加水→加无机化学处理剂→加土→加有机化学机处理剂。

8.2.3.1.2 处理剂应先在配制罐中溶解，加入清水后均匀加入，并保持搅拌直到充分水化。使用时将分别配制好的黏土浆液与处理剂胶液按配比混合并搅拌循环均匀。

8.2.3.2 盐水泥浆钻井液配制

先将配制好的抗盐黏土浆液与处理剂胶液按配比混合均匀，然后均匀加入氯化钠或氯化钾。或将抗盐土浆液缓慢均匀加入盐水中，同时按比例加入处理剂胶液，搅拌混合均匀后用泵循环。

8.2.3.3 压井钻井液配制

8.2.3.3.1 压井钻井液(基浆)的类型、配方与性能应与发生溢流前的钻井液相近，使压井钻井液具有较低的黏度，适当的切力和低的滤失量、泥皮摩擦系数和含砂量，24 h 的稳定性应小于 0.05 g/cm³。

8.2.3.3.2 用于压井的加重钻井液体积，通常为孔内体积加上地面循环系统中钻井液体积总和的 1.5 倍～2 倍。配置加重钻井液时，预先调整好基浆性能，然后均匀加入重晶石加重。

8.2.4 钻井液性能指标

钻进不同地层适用的钻井液性能指标可参见表 10 和表 11。

表 10 空气钻井液性能指标

岩层性质	钻井液类型	空气与气-水混合物			
		密度 kg/m³	上返速度 m/s	空气体积比 %	备 注
基岩层、孔壁较稳定的黏性土层	空气	1.29	15～25	100	无水、干孔
	雾化气	1.8～2.3	15～25	99.95	潮湿地层、捕尘
	泡沫液	5	10	99.5	孔壁较稳定地层、漏失地层
	气-水混合物	100 以上	10	80 左右	漏失地层、热储层

表 11 常规钻井液性能指标

岩层性质	钻井液类型	钻井液性能指标				
		密度 g/cm³	黏度 s	滤失量 mL/30 min	pH 值	含砂量 %
孔壁稳定的粘性土层、基岩层	清水、细分散或无固相钻井液	1.0～1.08	15～25	<23	8～10	<4
砂土层及粉、细、中、粗砂层	细分散钻井液	1.08～1.15	16～30	<20	8～10	<10
卵砾石、漂石层	细分散钻井液	1.15～1.2	30～60	<20	8～10	<8
流砂、涌水地层、坍塌掉块地层	加重钻井液	1.2～1.7	25～80	<15	8～10	<8
水敏地层	钾基泥浆、聚合物钻井液	1.08～1.2	20～30	<10	7.5～8.5	<4
漏失岩层	堵漏钻井液	1.03～1.08	20～30	<15	8～11	<8
	泡沫泥浆钻井液	<1	基浆 20～30	基浆<15	8～11	<4

8.3 钻井液管理与维护

8.3.1 井场应配备振动筛、旋流除砂器、旋流除泥器等钻井液固相控制设备，必要时配备混合加重装置、除气器、离心机及剪切泵。

8.3.2 井场应配备漏斗黏度计、比重称、失水量仪、pH 试纸和含砂量仪等，每 8 h 至少测定一次钻井液的常规性能，并将测得的数据记入班报表。

8.3.3 钻前应选择合适位置挖掘一个废浆池，汇集废浆液。

8.3.4 加入处理剂前，应计算钻井液循环一周所需时间，将处理剂在一个或几个循环周内均匀加入。

8.3.5 不同钻井液体系的转换尽量在套管内完成。

8.3.6 水泥固井后，应去掉部分钻井液，加水稀释和清除其中的有害固相，加入相应的处理剂，使钻井液性能达到设计要求。

8.3.7 应制定易漏地层钻进施工预案，储备防漏、堵漏、配浆材料及其他处理剂，储备足量钻井液。

8.3.8 钻进易塌地层前应调整钻井液性能，选择适应地层特性的钻井液类型及处理剂，严格控制滤失量。适当提高钻井液黏度，可提前加入防漏材料，提高钻井液的防漏能力。在保证井壁稳定的前提下，应尽量降低钻井液密度，减小钻井液静液柱压力，并适当降低钻井液排量。

8.3.9 破碎岩层钻进应适当提高钻井液黏度，降低钻井液的滤失量，改善泥皮质量，减少井下压力激动。

8.3.10 石膏层钻进可通过加入纯碱、除钙降黏剂等进行清除钙离子，用抗钙能力强的降黏剂控制黏度、切力，补充降滤失剂、防塌剂等材料，以维护钻井液的性能稳定。

8.3.11 钻进富含造浆黏土地层时，应先用清水作为钻井液，钻头破碎下来的黏土分散、水化后，再加入适当的处理剂。

8.4 钻孔护壁与堵漏

8.4.1 孔隙或微裂缝漏失时处理措施

8.4.1.1 加入 3%左右的惰性堵漏材料，随钻循环，在漏失位置架桥封堵。

8.4.1.2 在部分水解聚丙烯酰胺(PHP)或水解聚丙烯腈钠盐(HPAN)钻井液中加入氯化钙、石灰或水泥作交联剂，封堵漏层。

8.4.2 压差引发的漏失时处理措施

8.4.2.1 采用逐步稀释、降低钻井液密度，减小压差，通过与地层压力平衡止漏。

8.4.2.2 向钻井液中加入泡沫剂并充气，形成可循环的微泡沫，降低密度(密度可调整到 0.6 g/cm^3～0.95 g/cm^3)。

8.4.2.3 将 1%～3%的单向压力封堵剂随钻加入，进行封堵，压力消失或降低后，自行解堵。

8.4.3 裂缝和破碎带漏失时处理措施

8.4.3.1 加入高失水剂(如 DTR 封堵剂、PCC 封堵剂和 Diacel 堵漏剂)。堵漏浆液在液柱压力下，迅速失去水分，在孔壁形成一层致密、较高强度的滤饼封堵漏失层位。

8.4.3.2 选用具有速凝，早期强度高，密度低的硫铝酸盐水泥，或用普通硅酸盐水泥加速凝剂和早强剂堵漏。堵漏前，应实测水泥浆液的性能指标(水灰比、密度、初凝终凝时间、流动度、可泵期)，然后用平衡法灌注水泥浆液。

8.4.4 涌漏交替或漏失带存在迳流时处理措施

应先向漏失部位灌入部分速凝胶体，在漏层通道狭窄处凝固，然后再注入普通水泥浆液。应根据漏

失层特征，选择速凝胶体的配方；根据漏失层深度，计算浆液输送时间，确定总量以及各种处理剂的加量，并预先在地表做好相关试验。

8.4.5 大裂缝和溶洞漏失时处理措施

8.4.5.1 先从孔口缓慢投入碎石、碎砖、粗砂、水泥球等惰性材料至孔底，然后灌入堵漏浆液。

8.4.5.2 将具有一定弹性的“橄榄形”的大尼龙袋，通过销钉或安全接头与钻杆连接，下钻到溶洞漏失部位后，从孔口注入一定量的水泥浆，待桥体硬化后，再扫孔。

8.4.6 抑涌、止涌和防止井喷

预测发生井涌或井喷井段，应采用地层压力平衡钻进技术，通过调高钻井液密度，调节地层压力关系，达到抑涌、防喷的目的。

9 成井工艺

9.1 物探测井

9.1.1 测井前应进行通孔，通孔至井底后开泵循环，使井内钻井液性能指标上下保持一致。

9.1.2 测井探头和电缆在起下过程中要缓慢匀速，防止产生抽吸作用。

9.1.3 根据地质情况和合同要求选择测井项目。

9.2 扫孔

9.2.1 为保证井眼的圆整，应采用与原来井径相同的钻头进行扫孔。

9.2.2 扫孔时，通过钻机提升和回转系统在井内由浅而深上下及旋转运动，容易井斜的区段应反复扫孔。

9.3 破壁

9.3.1 根据不同地层或泥皮情况，可采用专用刮刀或钢丝刷机具破壁。

9.3.2 用钻杆连接破壁工具，在井内自上而下慢速回转方式破坏井壁泥皮，并注意控制提、下钻具速度。

9.4 冲孔换浆

9.4.1 破壁结束后，可利用井内原钻具进行排渣和冲孔换浆。

9.4.2 对于相对稳定地层换浆黏度宜控制在 15 s～20 s，密度小于 1.15 g/cm^3，地层稳定性较差换浆黏度控制在 20 s～25 s，密度 1.15 g/cm^3～1.20 g/cm^3。

9.5 下管

9.5.1 管材

9.5.1.1 常用管材有石油套管、无缝钢管、螺旋和直缝高频焊管、PVC-U 塑料管等。

9.5.1.2 过滤管主要有桥式过滤管、梯形丝过滤管、贴砾过滤管、钻孔缠丝管、铣缝式 PVC-U 塑料管等。

9.5.1.3 井深大于 1 500 m 或腐蚀性较强的地热井，宜选择石油套管；过滤管选择石油套管缠梯形丝的双层过滤管，不宜直接使用单层桥式过滤管或单层缠丝过滤管。

9.5.1.4 井管连接推荐使用丝扣连接方式，焊接连接井深不宜超过 1 500 m。

9.5.1.5 对于基岩稳定地层可根据具体情况裸孔成井；对于破碎掉块地层应下入井壁管或过滤管，过滤管可视情况选择钻孔式或条缝式。

9.5.1.6 泵室段井管直径应满足下入开采泵和测量的要求，泵的安装深度应大于与开采量相应的动水位。

9.5.1.7 全井下管时，应在底部有 15 m～30 m 沉淀管。

9.5.2 下管方法及要求

9.5.2.1 当井管总质量小于钻井设备的安全负荷时，可采用提吊法下管。

9.5.2.2 当井管总质量大于钻井设备的安全负荷时采用二次下管法、浮力塞下管法等。

9.5.2.3 在物探测井和钻时记录资料基础上，确定下管深度、过滤管安装位置，并做好排管记录。

9.5.2.4 下管前检查钻塔、天车、游动滑车、提升系统、管材、丝扣和下管辅助工具。

9.5.2.5 成井管材应进行强度计算和校核。若井管强度和钻机提升能力不足，在井管适当位置设计浮力塞，其浮力塞安装位置和浮力塞(板)厚度由计算确定。

9.5.2.6 下管前应校正孔深。

9.5.2.7 下管过程中应保持井管内外液面基本一致，液面差超过 10 m 时须进行回灌。

9.5.2.8 下管过程中遇到阻力或下入困难时，应及时起拔井管重新扫孔。

9.5.2.9 下管过程中发现井漏、井塌等现象，应及时提出井管，经处理井壁稳定后再重新下管。

9.5.2.10 二次及多次下管时，井管重叠部分在 15 m～30 m 为宜。

9.5.2.11 井管下放速度不宜过快，不稳定地层应小于 0.3 m/s。

9.6 填砾与止水

9.6.1 填砾

地热井需采用填砾方法成井时，具体操作遵循 DZ/T 0148 执行。

9.6.2 止水

9.6.2.1 较浅的孔隙型地热井可选用半干黏土球止水，黏土球直径应小于 30 mm。止水厚度应不低于 10 m。

9.6.2.2 较深的地热井可根据情况选用膨胀橡胶或膨胀橡胶—普通橡胶联合止水。止水位置应在最上部过滤器顶端，数量为 2 组～4 组。

9.6.2.3 裂隙岩溶型地热井一般采用水泥固井方法止水。

9.7 固井

9.7.1 表层套管固井时，水泥浆应返至地表，采用钻井泥浆泵灌注。

9.7.2 技术套管固井时，水泥浆返高应不低于 400 m，套管重叠段用水泥封固严密。

9.7.3 水泥标号不宜小于普硅 P.O 42.5；当固井段深度大于 2 000 m 时，宜采用油井专用水泥。

9.7.4 水泥浆密度一般控制在 1.60 g/cm^3～1.85 g/cm^3。

9.7.5 井管内水泥塞高度宜控制在 10 m～30 m。

9.7.6 固井深度较大时，应采用专用水泥固井车和水泥浆储罐车，保证固井时的连续性。

9.8 洗井

孔隙型地热井洗井可采用潜水泵—空压机、活塞—空压机、焦磷酸钠(盐酸)—二氧化碳、二氧化碳—空压机等方法进行洗井；基岩裂隙岩溶型地热井可采用爆破—空压机、压裂—焦磷酸钠(盐酸)—空

9.5.1.5 对于基岩稳定地层可根据具体情况裸孔成井；对于破碎掉块地层应下入井壁管或过滤管，过滤管可视情况选择钻孔式或条缝式。

9.5.1.6 泵室段井管直径应满足下入开采泵和测量的要求，泵的安装深度应大于与开采量相应的动水位。

9.5.1.7 全井下管时，应在底部有 15 m～30 m 沉淀管。

9.5.2 下管方法及要求

9.5.2.1 当井管总质量小于钻井设备的安全负荷时，可采用提吊法下管。

9.5.2.2 当井管总质量大于钻井设备的安全负荷时采用二次下管法、浮力塞下管法等。

9.5.2.3 在物探测井和钻时记录资料基础上，确定下管深度、过滤管安装位置，并做好排管记录。

9.5.2.4 下管前检查钻塔、天车、游动滑车、提升系统、管材、丝扣和下管辅助工具。

9.5.2.5 成井管材应进行强度计算和校核。若井管强度和钻机提升能力不足，在井管适当位置设计浮力塞，其浮力塞安装位置和浮力塞(板)厚度由计算确定。

9.5.2.6 下管前应校正孔深。

9.5.2.7 下管过程中应保持井管内外液面基本一致，液面差超过 10 m 时须进行回灌。

9.5.2.8 下管过程中遇到阻力或下入困难时，应及时起拔井管重新扫孔。

9.5.2.9 下管过程中发现井漏、井塌等现象，应及时提出井管，经处理井壁稳定后再重新下管。

9.5.2.10 二次及多次下管时，井管重叠部分在 15 m～30 m 为宜。

9.5.2.11 井管下放速度不宜过快，不稳定地层应小于 0.3 m/s。

9.6 填砾与止水

9.6.1 填砾

地热井需采用填砾方法成井时，具体操作遵循 DZ/T 0148 执行。

9.6.2 止水

9.6.2.1 较浅的孔隙型地热井可选用半干黏土球止水，黏土球直径应小于 30 mm。止水厚度应不低于 10 m。

9.6.2.2 较深的地热井可根据情况选用膨胀橡胶或膨胀橡胶—普通橡胶联合止水。止水位置应在最上部过滤器顶端，数量为 2 组～4 组。

9.6.2.3 裂隙岩溶型地热井一般采用水泥固井方法止水。

9.7 固井

9.7.1 表层套管固井时，水泥浆应返至地表，采用钻井泥浆泵灌注。

9.7.2 技术套管固井时，水泥浆返高应不低于 400 m，套管重叠段用水泥封固严密。

9.7.3 水泥标号不宜小于普硅 P.O 42.5；当固井段深度大于 2 000 m 时，宜采用油井专用水泥。

9.7.4 水泥浆密度一般控制在 1.60 g/cm^3～1.85 g/cm^3。

9.7.5 井管内水泥塞高度宜控制在 10 m～30 m。

9.7.6 固井深度较大时，应采用专用水泥固井车和水泥浆储罐车，保证固井时的连续性。

9.8 洗井

孔隙型地热井洗井可采用潜水泵—空压机、活塞—空压机、焦磷酸钠(盐酸)—二氧化碳、二氧化碳—空压机等方法进行洗井；基岩裂隙岩溶型地热井可采用爆破—空压机、压裂—焦磷酸钠(盐酸)—空

压机等方法进行洗井。

9.9 抽水试验

9.9.1 抽水主要设备和仪器

9.9.1.1 抽水设备有空压机、潜水泵等。温度超过 50 ℃时应采用高温潜水泵。

9.9.1.2 抽水测试仪器主要有堰箱(板)、耐高温水表、流量计、水位计、温度计。

9.9.1.3 抽水设备安装应按照相关使用说明书进行安装。

9.9.2 抽水试验要求

地热井的抽水试验应按 GB/T 11615、DZ/T 0148 和 GB 50027 执行。

9.9.3 样品采集与化验

地热水样采集、化验与保存执行 GB/T 11615、GB 50027 等的规定。地热储层含有其他气体时,应按照相关规定取样检测。

10 压裂增水

10.1 压裂增水适用条件

10.1.1 适用于出水量偏小、具备压裂增水条件的基岩地热井。

10.1.2 井管内射孔压裂层段固井质量良好,井管无变形、无腐蚀、无漏失。

10.1.3 裸孔压裂层段上、下或上部有完整的安全封隔距离。

10.1.4 井口装置能满足压裂施工要求,场地能安全布置压裂设备并施工方便。

10.1.5 压裂施工结束后,具备抽水、卸荷排液和放喷条件。

10.2 压裂增水设备及机具

10.2.1 地面设备及机具

10.2.1.1 压裂泵:泵压应大于 40 MPa,泵量大于 200 L/min。

10.2.1.2 管路与管汇:承受压力应大于 60 MPa。

10.2.1.3 监测控制系统:包括阀门、计量指示仪表、限压保护、报警、调压装置等。

10.2.2 孔内机具

10.2.2.1 单封隔器压裂管柱由钻杆、卸荷阀、封隔器、水力锚、定压开启阀或喷砂器、底阀组成。可用于井管内射孔压裂和裸孔压裂。适用的压裂方式有水力压裂、混砂压裂、缓释酸液压裂。

10.2.2.2 双封隔器压裂管柱由钻杆、卸荷阀、上封隔器、定压开启阀或喷砂器、钻杆(长度由压裂井段确定)、下封隔器和底阀组成。可用于单段或多段压裂,适用的压裂方式有水力压裂、混砂压裂。

10.3 压裂层段选择

10.3.1 依据水文地质资料、综合物探测井、钻井与成井资料、抽水试验等确定压裂层段。

10.3.2 根据已知钻孔资料、设备能力,可采用单层段或多层段压裂工艺方法。

10.3.3 同一构造含水层段与临井相比出水量偏小的层段。

10.3.4 采用双封隔器裸孔压裂时,有效封隔要求压裂层段上下应有大于 5 m 完整的隔离层段。

10.4 压裂液材料准备

10.4.1 依据目标层的岩性和力学性能参数、压裂深度、温度选择压裂液类型。

10.4.2 脆性岩石宜选用清水或植物胶类有机高分子交联液作压裂液。

10.4.3 塑性岩石或盖层厚度较大时宜选用植物胶类有机高分子(如田菁粉、瓜尔胶、香豆胶、魔芋粉等)交联液作压裂基液,按设计加入支撑剂。

10.4.4 碳酸盐岩地层宜选用缓释酸液作压裂液。

10.4.5 压裂液的破胶时间应控制在 16 h 内,破胶后的黏度不大于 10 mPa·s。

10.4.6 压裂液备用量视地层情况而定,一般大于 10 m^3。

10.4.7 压裂液中胶联剂宜选用硼砂、有机硼或高价阳离子螯合剂,破胶剂宜选用过硫酸盐或酶,pH 值调解剂宜选用氢氧化钠或碳酸钠。

10.4.8 压裂液中支撑剂选用硬度和抗压强度高的材料,如石英砂、陶粒、塑料颗粒等,粒径范围取 0.2 mm～0.8 mm、0.8 mm～1.2 mm。支撑剂的加入浓度应控制在 20 %左右。

10.5 设备机具检查与安装

10.5.1 检验阀门开关是否灵活,计量、指示仪表和限压保护及其他报警、控制装置是否完好。

10.5.2 检验安全阀的可靠性、泄压管路畅通性和防护设施的安全性,提示标识要清晰可辨。

10.5.3 检查地表设备、管路与管汇、监测控制系统组装是否安全可靠。

10.5.4 下井前要检验井内压裂管柱、各种器具是否正常。封隔器两端的丝扣是否完好,胶筒表面有无破损,封隔器编号与合格证是否相符;按下入深度测量管柱并排序,确定无误后方可下入井内。

10.5.5 单封隔器压裂管柱按照底阀—定压开启阀(或喷砂器)—水力锚—封隔器—卸荷阀—钻杆的顺序自下至上安装。

10.5.6 双封隔器压裂管柱按照底堵—下封隔器—定压开启阀(或喷砂器)—钻杆—封隔器—卸荷阀—钻杆的顺序自下至上安装。

10.5.7 前期准备工作完成后,在压裂施工前要进行泵循环、试压、试挤工序。

10.5.8 开泵循环检查压裂设备的工作性能和泵的上水情况是否良好,管汇是否畅通。冬季施工应检查管路、闸阀、管汇有无冻结。

10.5.9 确定地表压裂系统正常后进行试压,试压压力应超过设计压力 6 MPa,试压时间不少于 5 min。同时检查管路、接头部位有无泄漏,如有泄漏应停泵处理,试压正常后再进行下一步工序。

10.5.10 试压过程中检查井下管柱如封隔器、定压开启阀或喷砂器、水力锚等工作是否正常,掌握地层的吸液能力,并作相应记录。

10.6 压裂施工及操作要求

10.6.1 压裂施工工序依次为地层压裂—加砂—替挤—卸荷与反排—井内管柱卸荷—提出管柱。

10.6.2 首先泵入压裂液将地层压开,然后按设计液量和排量继续泵入交联凝胶液,挤张和延伸裂缝至设计目标。

10.6.3 按设计要求,用混砂设备按设定好的加砂模式进行阶段加砂,混砂浓度由低逐渐递增至设计浓度。初始混砂比应控制在 5%～7%,然后逐渐增大加砂浓度至正常值。加砂过程中要保持泵量均匀,中途不得减量和停泵。

10.6.4 加砂压裂时,若支撑剂在管柱内或井筒内出现沉积时,则会引起压力升高。此时应立即停止加砂,泵入压裂液,使泵压降到安全负荷以内,解除砂堵继续加砂。如果砂堵不能解除,应停泵进行放空和排砂。

10.6.5 当混砂液密度降至接近压裂液密度时,立即泵入设定的顶替液。顶替液用量应严格控制,超量

会影响压裂效果，量少支撑剂会残留在管路内造成砂堵事故。

10.6.6 压裂工作结束后，及时关井，关闭时间应不少于压裂液破胶时间，裂缝自然闭合后再开井放喷。

10.6.7 开井停喷后，要及时将压裂液全部排出。

10.6.8 若采用双封隔器封隔，以清水或植物胶作压裂液，进行中间层段压裂、且井内静水位较深时，压裂施工结束后要卸掉管柱内液体压力，使封隔器收缩后再提出井内管柱。

10.6.9 采用双封隔器座封压裂时，井内管柱上窜是下封隔器失效，若井内水位快速上升是上封隔器失效，应提出更换封隔器。

10.6.10 加砂压裂过程中管线发生刺漏，应停止加砂进行反洗，清除井内沉砂后更换刺漏管线。

11 常见井内事故预防与处理

11.1 卡钻事故的预防和处理

11.1.1 卡钻事故预防

11.1.1.1 钻进中，发现动力机响声异常、钻进参数仪表数值突变、钻具回转阻力增大、泵压升高、岩心堵塞等情况，应及时提钻予以排除。

11.1.1.2 钻进中，出现机械故障、停待、钻井液突然严重漏失等情况时，应将钻具提升到安全孔段。

11.1.1.3 发现卡钻、埋钻等事故征兆时，应迅速窜动、回转钻具并提离孔底，不允许停泵、停车。

11.1.1.4 提下钻遇阻时，不允许强拉或向下猛墩，应及时开泵扫孔。

11.1.1.5 在页岩、盐岩等井段要控制钻井液滤失量，蠕变地层要提高钻井液密度，防止缩径卡钻。

11.1.1.6 在易坍塌层段提钻时，应严格控制提钻速度，减小对孔壁的抽吸，并及时向孔内回灌钻井液，保持孔内液柱压力。

11.1.1.7 提钻后，若发现钻具上有严重泥包、取粉管内有大粒岩屑、掉快或淤泥时，应及时调整钻井液性能。

11.1.1.8 在易发生掉快、探头石的层段钻进时，应选用带有取粉管的钻具组合，避免掉块、探头石卡钻。

11.1.1.9 在非孔底漏失层段钻进时，要经常测试孔底残留岩粉，孔底岩粉过多时，应及时使用捞粉钻具专程打捞。

11.1.1.10 在提下钻及钻进过程中，严把孔口关，防止将小工具、硬物等掉入孔内，造成卡钻。

11.1.1.11 下钻时抹好丝扣密封油，确保入孔钻具的密封性。钻进中，要认真观察泵压变化，防止钻井液循环“短路”，确保孔底钻头的供液量。

11.1.2 卡钻事故的处理

11.1.2.1 深孔发生卡钻，应根据不同规格钻杆的拉力与伸长量的关系，推断卡点位置和卡段长度，然后再确定处理方法。

11.1.2.2 在卡钻初期，应尽量维持大泵量循环，转动和上下窜动钻具。在分析卡钻原因、确定卡钻类型之后，分别采取不同的处理方法。

11.1.2.3 若发生键槽卡钻事故，先采取反扫、上下窜动等方法，设法将被卡钻具导出，然后仔细修整“键槽段”孔壁，不得强力提拔和反转被卡钻具。

11.1.2.4 处理掉块卡钻事故，应先以提、窜钻具为主，继而用拉顶结合或增加动滑轮数量增大提升能力，仍然无效时，再采用上下震击、提拉吊打等方法解卡。

11.1.2.5 处理吸附卡钻和岩粉埋钻事故时，应先调低钻井液密度，持续循环，再将一定数量的原油、柴油、废机油或解卡剂(液)泵注到卡钻事故孔段进行浸泡，每隔 1.5 h～2 h 上下活动钻具一次，直至解卡。

11.1.2.6 在碳酸岩层段发生卡钻，采用盐酸溶解法解卡。将 3%～10%的稀盐酸溶液(应考虑孔内水

的稀释)通过钻柱注入被卡孔段,浸泡,并辅助活动钻具,配合顶、拉解卡。

11.1.2.7 粗径钻具被卡时,可采用反丝钻杆,逐步反出孔内全部正扣钻杆,然后再进行处理。

11.1.2.8 岩心管被卡时,可采取先用小径钻头扫透变径接头及岩心,震活被卡岩心管,再下入公锥打捞。

11.1.2.9 如果反钻杆存在困难、采用倒扣与套铣交替进行而存在被卡风险时,可直接采用钻杆内爆破的方法,先取出孔内未卡钻具,然后再处理孔内被卡的粗径钻具。

11.2 井喷和有害气体侵害事故预防措施

11.2.1 施工前应充分了解井位区域地质构造特性和地层特性,若存在油气、煤层气,采空洞(坑)等异常地层,应提前制定预防和处理井喷的预案。

11.2.2 进入异常地层前,应配制一定数量的高密度钻井液,随时准备实施压井作业。

11.2.3 完成一开下管固井之后,应根据地层的预测压力,选择、安装井控装置。

11.2.4 在异常地层中钻进,应注意观察钻井液的循环状况、泵压变化以及钻井液池液面情况,及早发现溢流、溢气情况,为实施井控争取主动。

11.2.5 在异常地层中提下钻,要求平稳、缓慢,防止因提钻抽吸而诱发井喷。

11.2.6 发现井喷的预兆,应先向井内打入高密度钻井液,争取一次井控成功,若不成功,再实施二次井控。

11.2.7 实施二次井控关井后,井口压力会不断上升,应合理控制井口压力值,使其不得超过井口装置的额定工作压力、套管最大抗压强度的80%、套管鞋处的地层破裂压力中的最小值。

11.2.8 发现井喷的预兆,应立即清除井台上及附近的一切火源,防止井喷发生后,造成火灾。

11.3 其他事故的预防与处理

钻具事故、套(井)管事故、孔内落物事故、测井事故和填砾堵塞等事故的预防与处理,遵循DZ/T 0148执行。

12 地热井修复

12.1 涌砂探查与修复

12.1.1 首先利用井下电视或漏沙检测仪确定是否因为井管破裂而引起的涌砂,检测重点位置为静水位与动水位区间井管的连接处、下泵位置、动水位上下处、变径位置、井管所有连接(焊接)处。

12.1.2 通过井下电视检查若没有发现问题,可考虑是由砾料下沉、井内压力平衡破坏、成井工艺等因素引起。

12.1.3 抽水观察出砂(浑水)的时间,计算排出静水位至动水位水体积所需时间和各段砂层中的砂砾上升到井口所需时间,确定涌砂位置。必要时可采用分段抽水确定出砂位置。

12.1.4 修复前应先进行必要的洗井、排渣和井壁腐蚀和结垢物清理。

12.1.5 因井管腐蚀破裂引起的涌砂,可采用小一级套管法局部或全部补管,也可采用水泥灌注法封闭破裂位置。

12.1.6 因过滤管部分引起的涌砂,可采用小一级贴砾过滤管或普通过滤管填砾法进行补管。

12.1.7 因降深过大,井管内外压力严重失衡造成涌砂时,应更换小流量水泵抽水控制含砂量。

12.2 水量减小检查及修复

12.2.1 收集地下水水质化验数据、地层情况及成井柱状图,并配合井下电视图像分析判别水量减小的原因。

12.2.2 对于水位下降、过滤管淤积和堵塞、腐蚀造成的水量减小，可通过井下电视检查仪器判断。

12.2.3 对于地层坍塌造成的水量减小，可通过抽水和使用过程中的异常情况、成井情况、地层情况等综合方法来判断。

12.2.4 水量减少修复应根据不同情况，采用单一或联合洗井方法进行处理，适用条件及方法见表 12。

表 12 水量减小处理方法与适用条件

处理方法	适用条件	作用	特点
空压机振荡洗井	井内淤积与沉淀	排渣疏通含水层	效率高、成本低
钢刷刷洗井壁法	井壁结垢与锈蚀	清除作用	成本低、处理干净
控制爆破洗井法	结垢与砾料胶结严重	破坏其强度	效率高、成本低
二氧化碳洗井法	淤积与轻度结垢	排渣、形成负压	效率高、成本低
盐酸洗井法	碳酸岩地层及除锈	产生化学反应	工艺复杂、效果好
活塞拉孔法	轻度结垢	重新排列砾料	成本低、效果好

12.3 井管破裂类型及修复

12.3.1 井管破裂类型主要有局部腐蚀和穿孔、泵头位置井管磨损、焊接或丝扣处脱节或错位等。

12.3.2 利用井下电视检查仪器进行直观、准确的判断。

12.3.3 清理井壁结垢物和井底沉渣后，可采用小一级套管或水泥封闭破裂部位。

12.4 井内落物处理

12.4.1 常见的井内落物是：泵头、泵管、泵轴、电缆、砖块、混凝土块以及各类工具。

12.4.2 在井下电视检测基础上，设计、加工专用工具，采用套、抓、钩、锥等方法打捞落物。

12.4.3 可采用控制爆破技术定向破坏井内落物或将落物沉入井底。

12.4.4 打捞落物常用的设备有吊车、卷扬机、电动葫芦等。井内落物提升阻力过大时，可用千斤顶进行起拔。

13 地热井工程质量

13.1 工程质量要求

13.1.1 钻孔直径

13.1.1.1 地热勘探井口径应满足取样、测井及完井试验的要求。

13.1.1.2 勘探开采井应满足设计产量、安装相应开采设备的要求。

13.1.1.3 直井井径扩大率作为参考指标，在固井段平均井径扩大率应不大于 15%，有特殊要求时以设计要求为准。

13.1.2 岩屑样、岩心采取

13.1.2.1 岩屑样依据地质设计要求采集，一般热储层以上(覆盖层)井段每 5 m 取一个，其中热储井段每 1 m～2 m 取一个，在接近或钻达热储层时应加密采取。每个岩屑样不少于 500 g。

13.1.2.2 黏性土、胶结性较好的砂岩、完整基岩岩心采取率平均不低于 70 %；风化或破碎基岩平均不低于 40%。

13.1.3 孔深与孔斜

13.1.3.1 每钻进 100 m、换径和下管前、钻进主要热储层井段和终孔后应校正井深。校正井深误差不大于 1‰。

13.1.3.2 地热钻井直井段孔斜，深度 300 m 内不大于 1°，2 000 m 以内不大于 7°，2 000 m 以深不大于 10°。

13.1.3.3 一般定向井的全角变化率要求连续三个测点的计算值不大于 5°/30 m。特殊情况，以设计要求为准。

13.1.4 简易水文地质观测

13.1.4.1 使用清水钻进时，提钻后和下钻前各测一次水位，两次观测间隔应大于 5 min；停钻小于 24 h 时每 4 h 测一次水位，停钻大于 24 h 时每 8 h 测一次水位。做好记录和注明观测的时间。

13.1.4.2 使用其他钻井液钻进时，记录钻进过程中的漏失、涌水和井喷、逸气等异常现象。

13.1.4.3 钻进至热储段，每班观测一次孔内液体温度。

13.1.4.4 初见自流涌水和涌水量明显变化时，观测涌水量，注明对应井深、水温、水位及时间。

13.1.4.5 终孔后应安装井口装置，并观测水头高度，做好记录。

13.1.4.6 每班至少测量一次钻井液消耗量，有突然变化时增加测量次数，注明进尺消耗量和单位时间消耗量及对应深度，记录明显消耗量变化和全耗时的具体对应的时间与深度。

13.1.5 成井工艺

13.1.5.1 采用泥浆钻井液钻进的钻孔，应进行彻底冲孔换浆，并按地质和物探测井要求配管与下管。

13.1.5.2 孔隙型地热井采用橡胶伞(圈)止水时，数量不得少于 4 个，安装于过滤管顶部岩层稳定密实井段。也可按地质设计要求采用水泥封固止水。

13.1.5.3 裂隙岩溶型、裂隙型地热井应采用水泥封固方法止水。在裸眼以上不同尺寸的套管与井眼环空应按地质设计要求分别固井。

13.1.5.4 表层套管固井时，水泥浆一般应返至地表，技术套管宜采用“穿鞋戴帽”两次固井；尾管可采用一次固井或跟踪固井。技术套管超过 1 000 m、地层比较稳定时，固井水泥填入高度可小于技术套管长度，但不得小于 500 m，并需在其顶部再压入垂向深度不小于 100 m 的水泥。

13.1.5.5 套管固井水泥符合 9.7.3 和 9.7.4 要求。

13.1.5.6 井管内水泥塞高度符合 9.7.5 要求。

13.1.5.7 对于特殊的地热井，按地质设计要求，对固井段的质量应进行声幅测井检测，检测时间为普通水泥候凝 24 h，G 级油井水泥候凝 36 h。

13.1.5.8 在钻开技术套管、尾管顶部的水泥塞后，要进行试压，试压压力不小于 3.0 MPa，稳定时间不少于 10 min，10 min 内压降≤0.5 MPa 为合格。

13.1.6 抽水试验

地热井的抽水试验执行 GB/T 11615、DZ/T 0148 和 GB 50027。

13.1.7 原始记录及技术资料整理

13.1.7.1 原始记录应采用钢笔或碳素笔填写，字迹要工整、清晰。

13.1.7.2 各项原始记录、技术档案应做到真实、齐全、准确、整洁。

13.1.7.3 工程完工后，遵照 14.2.1 要求将技术资料归档。

13.2 工程质量保证措施

13.2.1 岩屑样、岩心采取

13.2.1.1 按设计要求及时取样并准确确定层位。

13.2.1.2 所取岩屑样要从钻井液净化装置排出的岩屑样留取，不得随意从钻井液沉淀池中捞取。

13.2.1.3 所取岩屑样应保证足量，并具体标注。

13.2.1.4 所取岩屑样宜在室内保存，在室外保存的要防止雨淋。

13.2.1.5 采取岩屑样时要用清水冲洗干净，自然风干后，由现场地质人员进行岩性描述，然后装入岩样专用袋，并进行标示(井号、井深、地层、日期等)。

13.2.1.6 岩屑样应按自上而下的顺序摆放并妥善保管，验收后按有关规定处理。

13.2.1.7 正循环回转取心钻进，回次进尺长度不得超过岩心管长度；当钻进取心困难的地层时，除严格控制回次进尺长度和钻进时间外，还应控制钻进技术参数；必要时应采用专用取心工具或配合物探测井。

13.2.1.8 提取岩心时，要慢提轻放，从岩心管内退取岩心时，不能猛敲猛打。

13.2.1.9 取出的岩心样，应按上下顺序排列，不得颠倒，并及时填写回次标签或在岩心样上标明编号，及时编录、取样或装箱。

13.2.1.10 钻井未经验收，岩心样不得随意处理，所留岩心样应保留至工程验收后，按工程设计要求办理。

13.2.2 简易水文地质观测

13.2.2.1 应按照地质设计要求及时观测。

13.2.2.2 采用专用仪器观测，数据要准确，并做好观测记录。

13.2.3 孔深与孔斜

13.2.3.1 钻进过程中应按照规定及时校正孔深，使井深误差控制在设计要求之内。

13.2.3.2 钻塔、钻机安装，要求调正、水平、稳固，保证天车、转盘中心、井孔中心三点成一线。

13.2.3.3 根据地质条件合理选择钻进方法，针对不同岩层条件确定合理的钻进技术参数。

13.2.3.4 根据钻井结构合理选择钻具组合。牙轮钻进宜采用钻铤加压，并在钻铤的适当位置加扶正器(钟摆钻具)；用筒状钻具钻进要选择长、直钻具，换径时要采用导向钻具；扩孔时要采用引向钻具。

13.2.3.5 钻进软硬互层、卵石层及破碎带地层，要轻压慢转，送钻均匀，同时要适当控制泵量。

13.2.3.6 按设计要求及时测斜，发现井斜征兆及时采取预防措施。

13.2.3.7 在水敏性地层、盐岩地层钻进时，选择合适的钻井液体系，且按设计要求调整好钻井液性能，确保井径扩大率不超过规定范围。

13.2.3.8 定向造斜钻进时，严格按要求加压，送钻要均匀。单点测斜要求不少于3个测点，每钻进2根～3根钻杆用单点测斜仪检查一次，最后一个测点必须是当时测得的最大井深。控制好造斜率，除特殊要求的井外，定向时的井眼曲率控制在5°/30 m以内。

13.2.3.9 按照设计增斜钻进参数钻进，使井眼曲率变化平缓，轨迹圆滑。及时作图，掌握井斜、方位的变化趋势。因地层等因素造成方位严重漂移影响中靶时，应使用造斜钻具及时调整方位。

13.2.3.10 在方位漂移严重的地层钻进，可在钻头上方接2个～3个足尺寸稳定器。因地层因素的影响，采用稳斜钻具出现降斜趋势时，可用微增斜钻具组合实现稳斜效果。

13.2.3.11 降斜井段应选择合理的降斜钻具结构，钻头和稳定器之间距离应根据井斜角的大小和要求的降斜率确定。降斜井段的单点测斜间距一般不超过50 m。由于地层、操作等原因出现降斜钻具不降

斜或稳、增斜时应及时采取措施。

13.2.4 成井工艺

13.2.4.1 下管前应进行物探测井，确定热储位置及水温变化等，以指导过滤管的配置与下管。

13.2.4.2 所下井管为螺纹连接时，应确保丝扣的连接强度；井管焊接时应使用水准仪或经纬仪找正，焊缝要连续饱满无砂眼，保证焊接强度。

13.2.4.3 采用水泥固井止水时，应控制水泥浆的密度，保证灌入量，替浆时应严格控制替浆量；采用橡胶圈或膨胀胶圈止水时，应保证数量，并将其固定牢固，确保下入预定位置。

13.2.4.4 采用压差法进行止水效果检查时，应采用提水降低管内水位进行止水效果检查。

13.2.4.5 应根据地热井的类型、水文地质条件、钻井液类型及井管、过滤管的材质强度等正确选择洗井方法和洗井时间。

13.2.5 抽水试验

13.2.5.1 根据井的类型、静水位、井径、试抽水量及水文地质条件等合理选择抽水方法和抽水设备，并正确安装。

13.2.5.2 抽水试验按松散层从小到大，基岩层从大到小的降深顺序进行。

13.2.5.3 抽水试验一般进行 3 个落程，抽水时间分别为 24 h、16 h、8 h，水位稳定时间一般为 8 h。测量动水位、水量、水温的间隔时间以地质设计为准。

13.2.5.4 抽水试验结束后立即进行热水头的观测及水位恢复观测，观测要求以地质设计为准，用以确定每米降深的出水量。

13.2.6 工程质量验收标准

13.2.6.1 优良井

达到下列条件的为优良井：

a) 井身结构满足设计要求。

b) 岩屑样的捞取及岩心采取率达到设计要求，无岩心间隔未超过要求；或经过物探测井补救未影响地层岩性的划分。

c) 按规定要求进行了简易水文观测。

d) 成井工艺质量满足设计要求，即过滤管下置合理，填砾、止水和洗井满足规定要求。

e) 下部裸眼成井时，每个不同尺寸的套管下至预定深度，并且固井及止水满足设计要求。

f) 抽水试验的抽水量(Q 或 q)与水位降深(s)的关系曲线正常。

g) 达到地质设计目的层深度，按规定要求校正井深和测量井斜且满足规定要求。

h) 原始记录与钻井技术档案整洁、准确、齐全、真实。

13.2.6.2 合格井

未达到优良井要求，但满足下列要求，可评定合格井：

a) 岩屑样捞取、岩心采取率基本达到地质设计要求，含水层与非含水层的岩性、层位基本查清，按设计要求采取了各种样品。

b) 进行了抽水试验，基本取得了符合质量要求的水量、水位、水温和水质资料。

13.2.6.3 不合格井

未达到合格要求的钻井为不合格井，应予返工。返工后仍达不到设计要求的，可根据取得的资料多

少和使用价值，予以部分报废（即报废部分井段）。

14 工程技术报告与资料归档

14.1 工程技术报告

工程竣工后，施工单位应编写“地热钻探工程技术报告”，总结施工管理和技术成果，评价技术经济效果。报告内容要客观、详实，数据要真实、准确。“地热钻探工程技术报告”编写提纲见附录A，不同性质的钻探工程，报告编写可有侧重或取舍。

14.2 资料归档

14.2.1 基本要求

14.2.1.1 钻探工程竣工后，应对工程实施整个过程中所形成的、具有保存价值的文字、图、表等技术材料进行整理、编目、造册、建档，并按规定保管，或按要求将成果汇交有关部门。

14.2.1.2 钻探工程技术档案应以合同项目或单井为单位立档。技术档案应保持完整、准确、系统和安全。

14.2.1.3 应制定原始文本资料、报表和施工日志的保存和汇交管理规定。

14.2.1.4 技术文件材料应选用优质纸张，并装订成册。

14.2.1.5 封面应有档案编号、施工起止日期、立卷人和审查人姓名以及归档日期等信息。

14.2.1.6 竣工需移交建设方的文件应复制存档。

14.2.1.7 应建立档案总账和明细表，并建立电子文档或数据库。

14.2.1.8 不得涂改和伪造原始记录。

14.2.2 技术档案基本内容

14.2.2.1 工程投标和设计文件：包括地质设计、项目招投标文件、合同（任务）书、地热钻探工程设计、补充设计、施工作业计划、健康安全工作预案（手册）、环境评估及保护预案等。

14.2.2.2 现场工程管理文件：包括钻井定位和安装通知书、钻井开工检查验收表、热储层预告通知书、地质设计变更通知书、地质采心补心通知书、地质井下试验通知书、岩心移交验收单、钻井弯曲度测量记录表、钻井事故登记表、停钻通知书、井内遗留物登记表和钻井成井质量验收报告等。

14.2.2.3 钻井成井原始报表文件：包括班报表、施工日志、生产统计报表、材料消耗统计表、钻杆钻铤和钻头使用登记表、成本核算报表、测井和录井记录表、原始记录报表和移交清单等。

14.2.2.4 技术总结文件：包括工程技术总结、竣工报告、新工艺新技术试验及专题研究报告和钻探技术经济指标综合表等。

14.2.2.5 其他文件：如井管（管材）质保书、质量化验单、水质分析报告等。

15 健康、安全与环保

15.1 健康管理

15.1.1 钻井施工单位应按照劳动保护法规和标准，为现场施工人员配备相应的劳动保护用品。

15.1.2 依据钻井施工地域、季节等特点，为现场施工人员配备相应的急救器材、药品和防疫用品。

15.1.3 应建立现场施工人员健康检查、疾病预防、饮食卫生和驻地卫生管理等制度，并认真执行。

15.2 安全管理

15.2.1 一般规定

15.2.1.1 施工单位应按照国家法律、法规的要求和 AQ/T 9006 的规定，建立、健全安全生产规章制度，并认真贯彻执行。

15.2.1.2 施工单位应设置专职或兼职安全员。安全员应经过安全培训，经考核合格后执岗。

15.2.1.3 施工单位应对上岗员工进行安全生产职业培训。定期进行工地安全施工检查，消除安全隐患。施工现场应保留安全活动记录。

15.2.1.4 在油气赋存地层、高温地热田勘查施工，施工单位应针对井喷失控、有害气体和高温水蒸汽危害，制定安全保障和应急救援预案，并负责组织实施。

15.2.1.5 应充分利用社会资源处理突发事件。

15.2.2 设备搬迁与安装安全规定

15.2.2.1 应对大型钻井设备迁移路线所经过的公路、桥涵和障碍物等条件进行实地踏勘和调研，运输超长、超高和超宽设备时要采取必要的安全措施。

15.2.2.2 车装钻机迁移时，应收放塔架或桅杆。不得在高压线下和坡度超过 15°坡上或松软和凹凸不平的地面整体迁移钻机。

15.2.2.3 应在气候条件许可的情况下可进行设备的吊装作业。

15.2.2.4 在进行高空作业时，正下方及其附近不得有人员作业、停留或通过。

15.2.2.5 吊装、搬迁钻井液罐、油罐或水罐，应先将罐内液体移除。

15.2.2.6 使用起重机械起吊钻井设备时，应遵守 GB 6067 相关规定。

15.2.2.7 装卸桶装液态化学处理剂或油料时，应轻拿轻放，避免冲击和剧烈震荡。

15.2.3 井场人员安全管理规定

15.2.3.1 施工工作人员应接受安全生产和意外救险教育，经考核合格后上岗。

15.2.3.2 上班前 8 h 和上班时不准饮酒。进入井场工作时，应穿戴规定的工作服和工作鞋，戴安全帽。

15.2.3.3 在钻塔上工作时，应系牢安全带，穿规定的工作鞋，不得穿带钉子的鞋或者硬底鞋上塔作业。

15.2.3.4 新工人或实习人员应接受安全教育，并在班长或熟练工人指导下进行操作。

15.2.4 井场安全规定

15.2.4.1 井场修建、钻塔基础加固、设备选型布设以及井场安全防护设施等应符合钻井工程设计的相关规定。

15.2.4.2 钻机水龙头高压胶管应有防缠绕、防坠落的安全装置和导向钢丝绳。

15.2.4.3 使用坐式天车的钻塔应设安全挡板。

15.2.4.4 吊卡或提引器、提引钩，应使用安全连锁装置。

15.2.4.5 高温、高压热储或含油气地区施工应根据 SY/T 5964 规定安设井控装置。

15.2.5 井场用电安全规定

15.2.5.1 井场用电应遵守 GB 50194 的相关规定。

15.2.5.2 井场用电线路应采用电缆，电缆应架空或在地下作保护性埋设。

15.2.5.3 动力和照明配电应分别设置，并安装漏电保护装置。照明应设置 36 V 变压器，并使用防水灯具。在含油气地层施工，要采用防爆灯具。

15.2.5.4 电气设备及其启动开关应安装在干燥、清洁、通风良好处。机电设备外壳应有良好接地，接地电阻应小于 4 Ω。

15.2.5.5 电气设备熔断丝规格应与设备功率相匹配。不得使用铜、铁、铝等其他金属丝代替熔断丝。

15.2.5.6 在含油气地区施工应采用防爆电机和配电设施，使用电气焊时应采取防爆措施。

15.2.6 钻进操作安全规定

15.2.6.1 开钻前，应对设备安装情况、安全防护设施及安全措施进行检查，验收合格后方可开钻。

15.2.6.2 升降钻具前，应检查升降机的制动装置、离合装置、吊卡(提引器)、游动滑车、吊钳和其他拧卸工具等，确保灵活可靠。

15.2.6.3 操作升降机应平稳，不得猛拉猛放。钻具升降过程中不得用手触摸钢丝绳。

15.2.6.4 提落钻具或钻杆时，提引器切口应朝下。摘、挂吊卡或提引器时，不得用手抓其底部。

15.2.6.5 钻具处于悬吊或倾斜状态时，不得用手探摸或伸头探视悬吊钻具内部。提升拧卸钻柱过程中，井口人员抽、插垫叉时不得手握垫叉底部。

15.2.6.6 设备运转时，不得进行机器部件的擦洗、拆卸和维修。不得跨越传动皮带、转动部位或从其上方传递物件。

15.2.6.7 检查、调整回转器(转盘)时应停机，并将变速手柄置于空挡位置。

15.2.6.8 钻遇溶洞、松散等复杂地层，或遇扩孔、扫孔等复杂钻进情况，应由机、班长或熟练技工操作。

15.2.7 压裂施工安全规定

15.2.7.1 压裂施工前应按设计要求进行准备，并做好了解施工井及周围情况，危险、危害区域范围。对所用设备、器具、配件、材料进行检查，达到完好状态。

15.2.7.2 井口安装放喷管线，朝向应避开压裂施工区域。每间隔 10 m 和出口处用地锚固定，放喷管线畅通，不得加装小于 120°的弯头。

15.2.7.3 酸化压裂、泡沫压裂操作人员应配备氧气呼吸器；酸化压裂应同时配备防酸防护用品；泡沫压裂应同时配备防寒手套。

15.2.7.4 压裂施工由现场总指挥统一指挥、协调。压裂施工现场采用无线对讲机或喇叭传递指令和信息。

15.2.7.5 以施工井井口 10 m 为半径，沿泵车出口至施工井口地面流程两侧 10 m 为边界，设定为高压危险区。高压危险区使用专用安全警示线(带)围栏，并设立醒目的安全标志。非工作人员不得在施工区逗留。地面流程承压时，未经现场指挥批准，任何人员不得进入高压危险区。因需要进入高压危险区时，执行任务后应迅速离开。

15.2.7.6 压裂设备、地面管路、管汇出现故障，应立即停泵，带压设备未完全泄压前不得进行修理。

15.2.7.7 冬季施工，施工前应根据实际需要对压裂设备、井口装置等进行预热；中途停泵后，再次启泵前应对压裂设备、地面管路管汇、井口装置进行加热；施工结束，应对所有设备、管汇、配件进行防冻处理。

15.2.8 事故处理安全规定

15.2.8.1 处理井内事故前，应全面检查钻塔构件、天车、游动滑车、钢丝绳、绳夹、提引器、吊钩、地脚螺丝、仪器仪表等，排除可预知的不安全因素。

15.2.8.2 处理井内事故时，应由机、班长操作，并设专人指挥。除直接操作人员外，其他人员应撤离至安全距离之外。

15.2.8.3 不得同时使用升降机、千斤顶或吊锤起拔井内事故钻具。

15.2.8.4 不得超设备限定负荷强行起拔井内事故钻具。

15.2.8.5 打吊锤时，吊锤下部钻杆处应安装冲击把手或其他限位装置。不得手扶、握钻杆或打箍。

15.2.8.6 使用千斤顶回杆时，不得使用升降机提吊被顶起的事故钻具。

15.2.8.7 用钻机反事故钻具时应低速慢转。使用钢丝绳反钻具时，连接物件应牢固可靠。不得使用链钳、管钳等工具反事故钻具。人工反事故钻具时，板杆回转和抛甩范围内不得有人。

15.2.9 井内爆破安全规定

15.2.9.1 爆破作业应遵守 GB 6722 的相关规定。

15.2.9.2 进行井内爆破必须由持有爆破证书的专业人员操作。

15.2.9.3 下入爆破筒前，应进行井径、井深、井身弯曲度探测。

15.2.9.4 向井内送药包时，应慢速下放。

15.2.9.5 爆破前应确定爆破危险边界，并做好爆破警戒工作。

15.2.10 有害气体预防安全规定

15.2.10.1 在易吸入硫化氢气体的场合，作业人员应佩戴防毒面罩，长时间作业时，应配置带软管的防酸面罩。在可能接触皮肤的情况下，应带胶手套，穿胶靴遮蔽身体的裸露部分。

15.2.10.2 发现硫化氢气体的情况下，应修水管管道，准备洗眼器等，并注意经常换气。

15.2.10.3 施工现场，应配备气体检测器、检测纸(醋酸铅纸)及警报装置等；发现漏气应立即处理。

15.2.10.4 清除附近火源。泄露区发生灾害应及时警告临近作业人员，迅速向上风口避开。

15.2.10.5 定期进行安全训练。在紧急情况下，现场人员可立即操作气体分离器、真空抽吸机，硫化氢高压喷射器等设备。

15.2.10.6 地热蒸汽中含有甲烷等可燃性气体时，应先用分离器分离出来，再通过高烟囱排入高空，或收集到储气罐后加以利用。

15.2.11 其他安全防护规定

15.2.11.1 应充分关注井场及附近的自然环境，防止洪水、山火、滑坡、泥石流等自然灾害对人员和财物的损害。特别是夏季在山谷、河道等低洼地段施工时应做好防洪防灾工作。

15.2.11.2 高温、炎热天气应做好防暑降温工作。

15.2.11.3 要经常对配电设施进行检修，防止阴、雨天气发生触电事故。

15.2.11.4 在寒冷季节施工时，作业场所应有防寒取暖设施。井场内取暖时，火炉距油料等易燃物品存放点应大于 10 m，距塔衣应大于 1.5 m。同时要做好井口和塔上防滑工作。

15.2.11.5 钻塔应设置避雷装置。避雷针的安装应符合 AQ 2004—2005 的相关规定。雷雨天气时，作业人员不得在易导电的物体或孤立的大树下及山顶避雨。

15.2.11.6 井场内应按规定配备足够数量的灭火器材，并合理摆放，专人管理。作业人员应掌握灭火器材的使用方法。

15.2.11.7 大风天气，应停止钻井施工，检查钻塔绷绳及地锚牢固程度，切断电源，关闭机电设备运转，做好防护工作。大风过后，应检查钻塔、绷绳、机电设备、供电线路等情况，确认安全后方可继续施工。

15.2.11.8 钻井场地内不得长期存放有毒、有腐蚀的化学药品。使用时应按有关规定戴好防护装备。

15.3 环境保护

15.3.1 钻前工程环保要求

15.3.1.1 井位确定后，应对井场周围的自然环境(地质、地貌、水环境、植被、生物、大气、土壤和人文环境等)进行调查或评价，依据有关法律、法规，提出达到环境保护标准和要求的必要措施。

15.3.1.2 修建通往井场的道路时，应避免堵塞和填充自然排水通道，并尽力减小设备搬迁过程对自然环境的影响。

15.3.1.3 井场应设置废弃钻井液、生活污水处理设施，包括污水沟、污水池或污水处理设备等。污水沟池应进行防渗漏和防垮塌处理。

15.3.1.4 钻井液循环系统应尽可能配备铁皮或塑料箱槽，需要挖掘钻井液池或循环槽时，底部应做防渗处理。

15.3.1.5 放射源应由专人负责保管，并做好进出场记录。并在保管、使用区域设置醒目标志，避免造成其他人员伤害。放射性仪器应由持许可证人负责操作与使用。

15.3.1.6 井场设施和生活设施建设要整齐清洁，要建设生活垃圾堆放地和简易公共厕所，工程结束后进行处理，文明施工。

15.3.2 钻井施工环保要求

15.3.2.1 配制钻井液应优先选择无毒或低毒化学处理剂。位于农田、湖泊或居民区附近的钻井，不得使用铁铬木质磺酸盐、亚硝酸盐、红矾等污染环境和地下水的化学处理剂，限量使用 $CaCl_2$、NaCl 等可能造成水质与土质破坏的处理剂。应尽可能使用高分子聚合物和含钾类处理剂。

15.3.2.2 应控制和降低井场环境噪声，必要时安装隔音带和消声装置。在强噪声区域(噪声等效声级超过 70 dBA)工作时，现场人员应佩戴耳塞，并避免长时间连续工作。

15.3.3 竣工搬迁环保要求

15.3.3.1 钻井工程竣工后，废弃钻井液、污水、淤泥、岩屑和油料污染的土壤等应进行固化或无害化处理，处理后运到允许倾倒的地方。

15.3.3.2 井场内的包装物、塑料、废料以及生活垃圾等，应统一回收利用，无法利用的可焚烧或掩埋。

15.3.3.3 竣工撤离后，施工场地应恢复原来的自然地貌和景观。

附 录 A
（规范性附录）
地热钻探工程技术报告编写提纲

A.1 前言

包括项目来源、工程性质和目的、工期要求、工程量和预算等。

A.2 概述

A.2.1 地热井地理与交通概况

A.2.2 区域水文和地热地质条件概述

包括：地质构造条件、地层、目的热储层特征。

A.2.3 地层（岩石）钻进特性和施工技术条件

A.3 钻井设备

A.3.1 钻井设备与配套

钻探成井设备、仪器、工具的型号、规格、数量、技术参数等。

A.3.2 钻井设备的布设安装

A.3.3 井场动力解决方案

A.4 钻井与成井工艺

A.4.1 钻井结构与套管程序

A.4.2 钻井工艺

说明钻前工程及设备安装、采用的钻进方法、钻进工艺及技术规程参数，定向井施工情况、射孔作业情况、技术效果等。

A.4.3 钻井综合技术措施

说明针对钻井安全、效率采取的专项技术对策及效果。

A.4.4 钻井液与固控措施

A.4.5 钻井新技术、新工艺应用

A.4.6 成井工艺

说明物探测井录井、泵管段、技术套管、过滤管、下管方法、止水固井方法等。

A.4.7 成井结构

说明成井结构情况，附完成的地热井实际结构图。

A.5 抽水试验

抽水试验采用的方法和试验过程及取得的成果。

A.6 地热井工程质量

A.6.1 钻井质量要求
A.6.2 采用的质量保证措施
A.6.3 钻井成井质量综合评价

A.7 钻井地质工作述评

A.7.1 地球物理测井(录井)及地质编录、采样
A.7.2 热储层(目的层)评价
A.7.3 可采资源评价
A.7.4 地下热水质量与环境影响
A.7.5 地热资源开发前景分析

A.8 施工环境保护

包括主要措施、效果及井场恢复等情况评述。

A.9 施工管理

A.9.1 生产组织形式
A.9.2 施工管理制度
A.9.3 技术管理
A.9.4 安全技术与文明施工
A.9.5 企业文化建设

A.10 主要经济技术指标

介绍达到的主要经济技术指标、经济效益和社会效益情况,适当比对分析等。

A.11 综合评述

A.11.1 地热工程成果概述
A.11.2 主要经验
A.11.3 存在的主要问题
A.11.4 结论与建议

A.12 附件

A.12.1 钻孔设计书
A.12.2 钻探工程交底记录表
A.12.3 岩样录井记录表

A.12.4 测斜测温记录表
A.12.5 综合测井成果图
A.12.6 井管结构明细表
A.12.7 水泥固井记录表
A.12.8 洗井记录表
A.12.9 抽水试验记录表
A.12.10 水样现场记录表
A.12.11 钻孔综合柱状图
A.12.12 井孔质量验收单(内部)
A.12.13 井孔质量验收单(外部)

附 录 B
（资料性附录）
钻井液处理剂

B.1 钻井液化学处理剂

B.1.1 无机处理剂

常用无机处理剂有：

a) 碳酸钠（纯碱）——钙膨润土改型剂和碱度（pH 值）控制剂；
b) 氢氧化钠（烧碱）——碱度控制剂；
c) 钙盐，包括氢氧化钙（石灰）、石膏、氯化钙——无机絮凝剂、泥页岩抑制剂、水泥速凝剂；
d) 氯化钠（食盐）——无机絮凝剂、泥页岩抑制剂、水泥早强剂；
e) 钾盐，包括氢氧化钾、氯化钾和碳酸钾——页岩抑制剂；
f) 硅酸钠（水玻璃、泡花碱）——页岩抑制剂；
g) 酸式焦磷酸钠（$Na_2H_2P_2O_2$）和六偏磷酸钠（$NaPO_3)_6$——无机分散剂。

B.1.2 降滤失剂

B.1.2.1 腐植酸类

主要有煤碱剂（腐植酸钠）、铬腐植酸、硝基腐植酸钠。该类产品兼有稀释作用。

B.1.2.2 纤维素类

主要指钠羧甲基纤维素（CMC），有低黏、中黏及高黏 3 种产品：

a) 高黏度（HV-CMC）：1 000 mPa·s～2 000 mPa·s；
b) 中黏度（MV-CMC）：500 mPa·s～1 000 mPa·s；
c) 低黏度（LV-CMC）：100 mPa·s～500 mPa·s；
d) 钠羧甲基纤维素还具有增粘作用，抗盐能力强。

B.1.2.3 聚合物类

常用聚合物类降滤失剂有：

a) 水解聚丙烯腈类：包括水解聚丙烯腈钠（或钠盐）以及钙盐和铵盐，抗温可达 200 ℃以上；
b) 聚阴离子纤维素（PAC）系列产品有：PAC141、PAC142、PAC143；
c) 聚丙烯酸盐 SK 系列：为丙烯酸盐的多元共聚物，产品有 SK-1、SK-2、SK-3。

B.1.2.4 淀粉类

常用淀粉类降滤失剂有：

a) 胶化淀粉：降失水、不增粘；使用时要求提高浆液的 pH 值，或加防腐剂；
b) 羧甲基淀粉：降失水，增粘，对动切力影响大，有利于携带岩屑；
c) 羟丙基淀粉：为非离子型高分子材料，对高价阳离子不敏感。

B.1.2.5 树脂类

磺甲基酚醛树脂（SMP-1、SMP-2）。耐高温，抗盐钙能力较强。

B.1.3 降黏剂

又称解絮凝剂或稀释剂，分为分散型稀释剂和聚合物型稀释剂。

a) 单宁类：主要有单宁酸钠、栲胶碱液、磺甲基单宁、磺甲基栲胶、磺甲基单宁铬、无铬磺甲基栲胶木素等；
b) 木素类：常使用铁铬木质素磺酸盐(铁铬盐，FCLS)、无铬磺化木质素等；铁铬盐具良好稀释效果，应在较高 pH 值(>11～12)下使用，对环境有一定影响；
c) 聚合物类：主要是分子量较低(<10 万)的丙烯酰胺或丙烯酸类聚合物，属非分散型降黏剂；常用产品有两性离子聚合物稀释剂 XY—27、X40、XB40 等；
d) 腐植酸类：具有较好的稀释作用，如腐植酸钠、腐植酸钾、磺化褐煤(SMC)等。

B.1.4 增黏剂

常用增黏剂有：

a) 生物聚合物：增黏、降失水效果显著；
b) 纤维素类：羧甲基纤维素(CMC)、羟乙基纤维素(HEC)、聚阴离子纤维素(PAC)；
c) 聚合物类增黏剂：具有良好的增黏作用，常用的有 80A51、PAC141。

B.1.5 抑制剂

常用抑制剂有：

a) 沥青类：包括氧化沥青、磺化沥青、改性沥青；
b) 钾盐腐植酸类：主要产品有腐植酸钾、硝基腐植酸钾、磺化腐植酸钾、有机硅腐植酸钾等，其中腐植酸钾应用广泛；
c) 聚合物抑制剂：包括聚丙烯酸钾、水解聚丙烯腈钾(K-PAN)、环氧丙基三甲基氯化铵(NW-1，俗称：小阳离子)；
d) 阳离子聚丙烯酰胺(大阳离子)：具有较强的抑制岩屑分散能力和絮凝作用。

B.1.6 絮凝剂

部分水解聚丙烯酰胺(PHP，相对分子质量 300 万～600 万，水解度 30%左右)为选择性絮凝剂，非水解聚丙烯酰胺(PAM，水解度不大于 5%，相对分子质量 800 万以上)为全絮凝剂。

B.1.7 润滑剂

B.1.7.1 惰性固体润滑剂

主要产品：塑料小球、石墨、玻璃微珠等。

B.1.7.2 液体类润滑剂

常用润滑剂有：

a) 阴离子润滑剂：皂化溶解油、硫酸化蓖麻油(太古油)、癸二酸钠皂等；
b) 非离子润滑剂：如平平加、司盘等；
c) 复合润滑剂：如 Z761 减阻剂、DR 钻探润滑剂、RH 系列润滑剂等。

B.1.8 堵漏剂

B.1.8.1 惰性堵漏材料

常用堵漏材料有：

a) 颗粒状材料如核桃壳、橡胶粒、石灰石等，起“架桥”作用，称“架桥剂”；
b) 纤维状材料如锯末、纸纤维、花生壳、棉籽壳、皮革粉、玉米芯、石棉粉等，在堵漏浆液中起悬浮作用，又称“悬浮拉筋剂”；
c) 片状材料如云母、蛭石、稻壳等，起填塞作用，又称“填塞剂”；
d) 复合堵漏材料，将上述 3 类材料以合理的比例和级配复合使用，以提高使用效果。颗粒状、片状、纤维状堵漏材料之比一般为 5∶2∶1。产品有：HD 桥堵剂、暂堵 915、暂堵 917 等。

B.1.8.2 随钻堵漏剂

又称单向压力封闭剂。常用堵漏剂有：

a) 液体套管屏蔽剂。以落地棉、次棉花等为原料，酸化形成的产品；
b) 防塌型随钻堵漏剂 GPC、PSC-1 和 801 堵漏剂等。原料为天然植物胶或其改性产品。

B.1.8.3 高失水堵漏剂

由架桥材料、软质纤维及助滤剂等复合而成。主要产品：狄塞尔(DSL)堵剂、DTR 堵剂、PCC 暂堵剂等。

B.1.9 加重剂

常用加重剂有：

a) 重晶石粉，即 $BaSO_4$。密度≥4.2 g/cm^3，200 目筛余≤3.0%；
b) 石灰石粉：主要成分为 $CaCO_3$，密度 2.7 g/cm^3～2.9 g/cm^3。

B.1.10 泡沫剂与消泡剂

常用泡沫剂与消泡剂：

a) 泡沫剂：十二烷基苯磺酸钠(ABS)、烷基磺酸钠(AS)、DF-1 型泡沫剂；
b) 消泡剂：硬脂酸铝类(DF-4)、有机硅类(DX)、甘油聚醚类。

附 录 C
（资料性附录）
国产三牙轮钻头

C.1 国产三牙轮直径见表 C.1。

表 C.1 国产三牙轮直径

基本尺寸/mm	95.2	104.8	107.9	120.6	142.9	149.2	152.4	158.7	165.1	171.4
尺寸代号/in	3¾	4⅛	4¼	4¾	5⅝	5⅞	6	6¼	6½	6¾
基本尺寸/mm	190.5	200.0	212.7	215.9	222.2	241.3	244.5	250.8	269.9	298.4
尺寸代号/in	7 ½	7 ⅞	8 ⅜	8 ½	8 ¾	9 ½	9 ⅝	9 ⅞	10 ⅝	11 ¾
基本尺寸/mm	311.1	342.9	374.6	393.7	444.5	508.0	609.6	660.4		
尺寸代号/in	12¼	13½	14¾	15½	17½	20	24	26		

C.2 国产三牙轮钻头系列见表 C.2。

表 C.2 国产三牙轮钻头系列

类别	全 称	简称	代号
铣齿钻头	普通三牙轮钻头	普通钻头	Y
	喷射式三牙轮钻头	喷射式钻头	P
	滚动密封轴承喷射式三牙轮钻头	密封钻头	MP
	滚动密封轴承保径喷射式三牙轮钻头	密封保径钻头	MPB
	滑动密封轴承喷射式三牙轮钻头	滑动轴承钻头	HP
	滑动密封轴承保径喷射式三牙轮钻头	滑动保径钻头	HMP
镶齿钻头	镶硬质合金齿滚动密封轴承保径喷射式三牙轮钻头	镶齿密封钻头	XMP
	镶硬质合金齿滑动密封轴承保径喷射式三牙轮钻头	镶齿滑动轴承钻头	XH

C.3 国产三牙轮钻头类型与适应地层见 C.3。

表 C.3 国产三牙轮钻头类型与适应地层

地层性质		极软	软	中软	中	中	硬	极硬
类型	类型代号	1	2	3	4	5	6	7
	原类型代号	JR	R	ZR	Z	ZY	Y	JY
适应地层举例		泥岩、石膏、盐岩、软页岩、白垩、软石灰岩		中软页岩、硬石膏、中软石灰岩、中软砂岩	硬页岩、石灰岩、中软石灰岩、中软砂岩	石英砂岩、花岗岩、硬石灰岩、大理岩		燧石岩、花岗岩、石英岩、玄武岩、黄铁矿
钻头体颜色		乳白	黄	浅蓝	灰	墨绿	红	褐

注：牙轮钻头型号表示方法：□×□□
第一□，钻头直径；
第二□，系列代号，表示钻头结构特征；
第三□，类型代号，表示钻头适应地层。

附 录 D
（资料性附录）
钻探设计用表

D.1 钻遇地层预测表见表 D.1。

表 D.1 钻遇地层预测表

地层名称	底板埋深 m	地层厚度 m	主要岩性描述	施工难度提示

D.2 钻井主要设备和技术性能见表 D.2。

表 D.2 钻井主要设备和技术性能表

序号	名称		型号	载荷 kN	功率 kW
1	钻机				
2	井架				
3	天车				
4	游动滑车				
5	大钩				
6	水龙头				
7	转盘				
8	绞车				
9	钻井泵	1 号			
		2 号			
10	动力机	1 号			
		2 号			
		3 号			

D.3 井身结构设计数据表见表 D.3。

表 D.3 井身结构设计数据表

开钻次序	井段 m	钻头直径 mm	套管直径 mm	套管下深 m
一开				
二开				
三开				
四开				

D.4 钻井液性能设计见表 D.4。

表 D.4 钻井液性能设计

井段 m	钻井液 类型	密度 g/cm³	API 粘度 s	API 滤失量 mL/30 min	泥饼厚度 mm	含砂量 %	pH 值	初切 Pa	终切 Pa

D.5 固井设计表见表 D.5。

表 D.5 固井设计表

开钻次序	井段 m	钻头直径 mm	套管直径 mm	套管下深 m	水泥型号	水泥浆密度 g/cm³	水泥返深 m	封固段 m
一开								
二开								
三开								

D.6 地球物理测井见表 D.6。

表 D.6 地球物理测井

开钻次序	测量井段/m	测井项目	比例尺	备注

D.7 套管强度校核表见表 D.7。

表 D.7 套管强度校核表

井段 m	段长 m	钢级壁厚 mm	单重 N/m	段重 kN	累重 kN	安全系数		
						抗拉	抗挤	抗内压

参 考 文 献

[1] 刘广志，汤凤林.特种钻探工艺学.[M].上海：上海科学技术出版社，2005.

[2] 覃家海.地质勘探安全规程读本.[M].北京：煤炭工业出版社，2005.

[3] 刘子春 张召平，石凤岐.钻井工程事故预防与处理 [M].北京：中国石化出版社，2000.

[4] 中国石油天然气总公司人事教育局组织编写.钻井工程.北京：石油工业出版社，1992.

[5] 胡郁乐，张绍和.钻探事故预防与处理知识问答 [M].长沙：中南大学出版社，2010.

[6] 陈庭根，管志川.钻井工程理论与技术 [M].北京：石油大学出版社，2001.

[7] 钻井手册(甲方)编写组.钻井手册(甲方)[M].北京：石油工业出版社，1990.

[8] 钻探管材手册编写组.地质、水文、石油钻探管材手册 [M].北京：地质出版社，1975.

[9] 王清江，毛建华，韩金贵等.定向钻井技术 [M].北京：石油工业出版社，2009.

[10] 管志川，韩志勇等.钻井工程术语 [S].国家发展和改革委员会，2006.

[11] 朱家岭等.地热能开发与应用技术 [M].北京：化学工业出版社，2006.

[12] 宾德志，刘延忠等.地热资源地质勘查规范 [S].中华人民共和国质量监督检验检疫总局.中国国家标准化管理委员会，2011.

[13] 马孝春，王贵和，李国民.钻井工程.北京：地质出版社，2010.

DZ/T 0260—2014

中华人民共和国地质矿产
行 业 标 准
地热钻探技术规程
DZ/T 0260—2014
*
中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)
网址 www.spc.net.cn
总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235
读者服务部:(010)68523946
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销
*
开本 880×1230 1/16 印张 3.5 字数 89 千字
2014年12月第一版 2014年12月第一次印刷
*
书号:155066·2-27930 定价 53.00元

DZ/T 0260-2014