



中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T 0148—2014
代替 DZ/T 0148—1994

水文水井地质钻探规程

The specification for hydrogeological 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	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本规定	3
4.1 基本准则	3
4.2 钻孔类型及钻孔深度划分	4
4.3 钻孔口径系列	4
4.4 钻孔(井)结构	5
4.5 钻进方法分类	6
4.6 钻进方法选择	6
5 钻探施工设计	6
5.1 编制与变更要求	6
5.2 钻探施工设计主要内容	6
6 设备、仪器	9
6.1 设备选择	9
6.2 仪器选择	11
6.3 设备安装、拆卸与搬迁	11
6.4 设备、仪器使用	12
7 施工准备与开孔	16
7.1 施工准备	16
7.2 开孔	16
8 取心钻进	17
8.1 普通硬质合金钻进	17
8.2 针状硬质合金钻进	18
8.3 金刚石复合片钻进	19
8.4 金刚石钻进	19
8.5 液动冲击回转钻进	20
8.6 气动潜孔锤取心钻进	21
9 全面钻进	22
9.1 钢丝绳冲击钻进	22
9.2 刮刀钻头钻进	23
9.3 牙轮钻头钻进	24
9.4 气动潜孔锤钻进	26
9.5 气举反循环钻进	29
9.6 泵吸反循环钻进	30
9.7 气动潜孔锤同步跟管钻进	31

10	扩孔钻进	32
10.1	合金钻头扩孔钻进	32
10.2	牙轮钻头扩孔钻进	33
10.3	气动潜孔锤扩孔钻进	33
11	取心、采样与地质编录	34
11.1	岩土取心、采样与地质编录	34
11.2	地下水采样	36
12	冲洗液	36
12.1	类型与选择	36
12.2	常用材料与化学处理剂	37
12.3	冲洗液主要性能指标与测试方法	37
12.4	冲洗液配制与管理	37
13	成井工艺	38
13.1	测井	38
13.2	下管准备与基本要求	39
13.3	井管选择	39
13.4	下管方法选择	41
13.5	下管操作要求	42
13.6	填砾	43
13.7	止水与封闭	45
13.8	洗井	46
13.9	抽水试验	49
14	增水方法	50
14.1	孔内爆破扩裂增水	50
14.2	压裂增水	50
14.3	盐酸洗井增水	51
15	特种取水方法	52
15.1	大口井-辐射井取水	52
15.2	水平井取水	53
15.3	渗流井取水	55
16	孔内事故预防与处理	57
16.1	孔内事故分类	57
16.2	预防孔内事故的基本原则	57
16.3	钻孔漏失事故预防与处理	57
16.4	卡、塌、埋、烧钻事故预防与处理	58
16.5	钻具折断、脱落及跑钻事故预防与处理	59
16.6	套(井)管事故预防与处理	60
16.7	孔内落入工具物件处理	61
16.8	测井事故预防和处理	61
16.9	填砾堵塞事故处理	61
16.10	事故处理安全规定	61
17	管井修复	62

17.1	基本要求	62
17.2	常见的管井损坏形式	62
17.3	管井探测	62
17.4	管井修复	62
18	工程质量	64
18.1	工程质量基本要求	64
18.2	工程质量保障措施	66
18.3	工程质量验收及评定	68
19	健康、安全、环保(HSE)管理	69
19.1	健康管理	69
19.2	安全管理	69
19.3	环境保护管理	70
20	施工技术报告与钻孔技术档案	71
20.1	施工技术报告	71
20.2	钻孔技术档案	72
附录 A (规范性附录)	水文水井地质钻探用表	73
参考文献		83

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准与 DZ/T 0148—1994 相比,除编辑性修改外,主要技术变化如下:

- 增加了术语和定义;
- 增加了金刚石钻进、金刚石复合片钻进;
- 增加了岩土의取心、采样与地质编录条款;
- 增列特种取水方法章节,纳入了水平井和渗流井等取水工程技术;
- 增加了贴砾过滤器技术参数和充滤料过滤器技术参数;
- 增加了水井压裂增水技术;
- 增加了管井探测与修复章节;
- 增加了一些新型材料及新设备操作规定;
- 增加了钻孔施工设计书、钻探班报表等水文水井钻探常用表格格式;
- 删除了钻粒钻进、合金钻粒混合钻进、射流反循环钻进、特种钻进技术与钻进工艺等部分内容;
- 章条顺序按照水文钻探程序作了部分调整。

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。

本标准主要起草人:郑继天、李炳平、吴康城、陈星庆、汤松然、叶成明、李小杰、刘迎娟、关晓琳。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- DZ/T 0148—1994。

水文水井地质钻探规程

1 范围

本标准规定了水文水井地质钻探各项生产活动的技术工作要求及有关工艺的操作要点。
本标准适用于水文地质普查、水文地质勘探以及水井(不含地热井)钻探工程。

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。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 5005 钻井液材料规范

GB 6722 爆破安全规程

GB 15848 铀矿地质勘查辐射防护和环境保护规定

GB/T 18376.2 硬质合金牌号 第2部分:地质、矿山工具用硬质合金牌号

GB 50202 建筑地基基础工程施工质量验收规范

AQ 2004—2005 地质勘探安全规程

DZ/T 0055 水文水井钻探用硬质合金钻头

DZ/T 0056 水文水井钻探用三牙轮钻头

DZ/T 0106 水文水井钻探用套管、岩心管、取粉管螺纹

DZ/T 0227 地质岩心钻探规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

水文钻探 hydro-geological drilling

以水文地质勘察为目的的钻探工作。

[GB 9151—1988,定义 3.2]

3.2

水井钻探 water well drilling

以开发利用地下水资源为目的的钻探工作。

[GB 9151—1988,定义 3.3]

3.3

取心钻进 core drilling

以采取圆柱状岩矿芯为目的的钻进方法与过程。同义词:“岩芯钻进”。

[GB 9151—1988,定义 2.2.1]

3.4

全面钻进 non-core drilling

全面破碎孔底岩石(土)的钻进方法与过程。

注:改写 GB 9151—1988,定义 2.2.2。

3.5

回转钻进 rotary drilling

靠回转器或孔底动力机具转动钻头破碎孔底岩石的钻进方法。

[GB 9151—1988, 定义 9.1]

3.6

冲击钻进 percussion drilling

以动荷载方式破碎孔底岩石的钻进方法。

注：改写 GB 9151—1988, 定义 9.2。

3.7

冲击回转钻进 percussion-rotary drilling

以冲击动荷载与回转压入剪切相结合的方式破碎孔底岩石的钻进方法。

注：改写 GB 9151—1988, 定义 9.3。

3.8

反循环钻进 reverse circulation drilling

携带岩屑的冲洗介质由钻杆内腔返回地面的钻进。

注：改写 GB 9151—1988, 定义 10.1.4。

3.9

气举反循环钻进 air lift reverse circulation drilling

压缩空气在一定深度的钻杆内腔与冲洗液混合, 使钻杆内外流体产生密度差形成循环的钻进。

注：改写 GB 9151—1988, 定义 10.1.4.1。

3.10

泵吸反循环钻进 suction pump reverse circulation drilling

利用泵的抽吸力, 使钻杆内腔液体上升而形成循环的钻进。

注：改写 GB 9151—1988, 定义 10.1.4.2。

3.11

井管 well casing

井壁管、过滤管和沉淀管的总称。

[GB 50296—1999, 术语 2.1.12]

3.12

井壁管 casing pipe

支撑和封闭井壁的无孔管。

[GB 50296—1999, 术语 2.1.11]

3.13

过滤管 screen pipe

缠丝过滤器和填砾(贴砾)过滤器的骨架管。单独使用时, 亦称为过滤器。

注：改写 GB 50296—1999, 术语 2.1.17。

3.14

沉淀管 blank casing slump

在井管底部用以沉淀砂粒和沉淀物的无孔管。

注：改写 GB 50296—1999, 术语 2.1.13。

3.15

过滤器 screen assembly

位于开采段, 起滤水、挡砂和护壁作用的装置。

[GB 50296—1999, 术语 2.1.15]

3.16

贴砾过滤器 gravel-pre-coated screen

用粘合剂将一定粒径的滤料粘贴到钢或塑料等材质的衬管上制成的过滤器。

3.17

充砾过滤器 pre-packed gravel screen

在内过滤管和外过滤管的环状间隙中充填一定粒径滤料制成的过滤器。

3.18

成井工艺 well completion technology

水文水井钻孔完成后,安装井内装置的施工工艺。包括测井、换浆、探井、下管、填砾、止水、洗井、抽水试验等工序。

注:改写 GB 9151—1988,定义 17。

3.19

换浆 displacement slurry

用低密度低黏度的泥浆替换高密度高黏度泥浆的工序。

注:改写 GB 9151—1988,定义 17.1。

3.20

探井 ascertaining well

探查井深与井径的工序。

[GB 9151—1988,定义 17.2]

3.21

下管 pipe sinking(pipe setting, pipe installation)

将井管按序下入孔内的工作。

注:改写 GB 9151—1988,定义 17.4。

3.22

填砾 gravel packing

将一定级配的砾料填入过滤管与孔壁之间环状间隙中的工序。

注:改写 GB 9151—1988,定义 17.5。

3.23

止水 shut-off of water

隔离非含水层或含水层之间的地下水力联系的工序。

注:改写 GB 9151—1988,定义 17.6。

3.24

洗井 well flushing

清除井管内、外钻屑和泥砂,疏通含水层通道,使过滤管外围形成良好滤层的工序。

注:改写 GB 9151—1988,定义 17.7。

3.25

抽水试验 development test, pumping test

在水文钻孔或水井中进行抽水,取得含水层各种水文地质参数和各种水力联系等资料并检查止水和洗井质量的工序。

[GB 9151—1988,定义 17.8]

4 基本规定

4.1 基本准则

4.1.1 水文地质钻探工作应在水文地质测绘和水文地质物探基础上,按照钻探施工设计和程序进行,

没有地质、钻探施工设计,不得开钻施工。

4.1.2 勘探开采结合的钻孔,应本着“以探为主,探采结合”的原则进行,在获取准确可靠的水文地质资料的同时成井。

4.1.3 水井钻探工作应在有充分水文地质资料的地区进行,在钻探过程中采取必要措施收集和论证水文地质资料,严格按照成井工艺规程要求成井。

4.2 钻孔类型及钻孔深度划分

4.2.1 钻孔类型

4.2.1.1 钻孔分为地质勘探孔、水文地质孔、勘探开采孔、供水井和观测孔。

4.2.1.2 地质勘探孔:一般用于水文地质研究程度较低的普查地区,主要了解地质情况(如地层岩性、构造、含水层的数目、厚度、埋深、结构等)而布置。满足岩心采取率、校正孔深、测孔斜、简易水文地质观测、原始编录、封孔等六项钻探工作指标,并作电测井校对,采取水、土(岩)样。

4.2.1.3 水文地质孔:一般用于水文地质勘探阶段。其目的除与地质勘探孔相同外,尚需进行单孔及分层抽水试验。除满足地质勘探孔的基本要求外,还需了解地下水的水位、水量、水质、水温等。

4.2.1.4 勘探开采孔:在满足水文地质勘探试验的基础上,结合供水需要将勘探孔改建成供水井。满足管井供水的水量、水质、含砂量、井径等要求。

4.2.1.5 供水井(孔):用于工农业生产和人畜饮用等供水。以保证管材下入孔底和抽水设备正常运转为原则,满足水量、水质、含砂量、井径、孔斜等要求。

4.2.1.6 观测孔:有抽水试验观测孔和长期观测孔(简称长观孔)两种,应满足水文地质孔的基本要求。

4.2.2 水文水井钻孔深度

水文水井钻孔深度划分为浅孔、中深孔、深孔和特深孔,其深度范围见表 1。

表 1 水文水井钻孔深度分级 单位为米

钻孔类型	浅孔	中深孔	深孔	特深孔
深度范围	≤ 100	100 ~ 500	500 ~ 1 500	$\geq 1 500$

4.3 钻孔口径系列

钻孔口径从 76 mm~775 mm,钻孔口径系列共有 19 个,见表 2。

表 2 钻孔口径系列 单位为毫米

序列号	钻孔口径	序列号	钻孔口径	序列号	钻孔口径	序列号	钻孔口径
1	76	6	200	11	358	16	625
2	96	7	225	12	425	17	675
3	122	8	252	13	485	18	725
4	150	9	278	14	525	19	775
5	175	10	316	15	575		
注: 76 mm~150 mm 引自 DZ/T 0227—2010。							

根据地层条件、含水层类型、过滤管类型及预计出水量,结合钻孔类型、水文水井钻探用管材等标

准,钻孔口径的选择见表 3。

4.4 钻孔(井)结构

4.4.1 钻孔(井)结构内容

钻孔(井)结构包括孔径、孔段和孔深。除地质勘探孔外,井身结构应包括井管(井壁管、过滤管、沉淀管的直径)安装的孔段与深度和填砾、止水与固井位置,以及基岩孔裸孔孔段位置。

- a) 孔径:包括开孔直径、终孔直径和孔身各段直径。应根据水文地质钻孔的类型及井壁管与过滤管的规格、填砾厚度等确定终孔直径;根据预计出水量的大小、安装水泵的口径确定孔身各段的直径。
- b) 孔段:满足不同要求的不同孔径段。应根据水文地质条件、钻进工艺方法、抽水方法及钻探设备能力等确定。
- c) 孔深:应根据钻孔的目的层埋深并结合生产技术条件确定。水文地质孔原则上在第四系松散地层区应揭穿当地具有供水意义的含水层(组);基岩孔应穿过主要富水地段;岩溶地区应揭露地下水位以下当地岩溶最发育的深度。勘探开采孔应根据所掌握的水文地质资料,结合水量要求与预计出水量的大小来确定;观测孔应根据观测目的和方法确定。

表 3 钻孔口径选择 单位为毫米

地 层	含水层类型	过滤管类型	钻孔口径		
			水文地质孔	勘探开采孔及供水井	观测孔或地质环境监测孔 (填砾厚度 25~50)
第四系 松散 地层	中细砂、粉砂含水层(填砾厚度 50~150)	缠丝过滤管桥式过滤管携砾过滤器	150、175、200、225、252、278	175、200、225、252、278、316、358、425、485、525、575、625、675、725、775	122、150、175、200
	粗砂及卵砾石含水层(非填砾管或填砾厚度 50~100)	桥式过滤管缠丝过滤管	122、150、175、200、225、252、278	175、200、225、252、278、316、358、425、485、525、575、625、675、725、775	96、122、150
基岩	破碎地层(非填砾管或不填砾)	缠丝过滤管骨架过滤管	150、175、200、225、252、278、316、358		76、96、122
	裂隙地层(裸孔)	—	122、150、175、200、225、252、278、316		76、96、122

4.4.2 钻孔结构的确定

钻孔结构可按下列各项确定:

- a) 根据钻孔类型、水文地质条件、终孔直径及深度、钻进工艺方法、抽水方法与设备、钻探设备等综合因素确定。
- b) 松散地层的钻孔直径应能满足预计出水量选用的过滤管直径和填砾间隙的要求;基岩钻孔直径以满足预计出水量而下入的抽水设备所要求的孔径或以过滤管直径为依据确定。
- c) 在条件具备时,应采用一径成井工艺;在松散、破碎、严重漏失等复杂地层应采用护壁性能好、易于破壁解淤的优质泥浆钻进,争取少下或不下套管,以简化钻孔结构。
- d) 对于含有较厚角砾状泥灰岩、黏土岩、石膏夹层等复杂层段,在进行井孔结构设计时,应预留 1 级~2 级口径,以便安全钻进与成井。

4.4.3 典型钻孔(井)结构型式

典型钻孔(井)结构型式包括:

- a) 一径成孔(井):除孔口管外,一径到底,一道管柱的钻孔。这类钻孔通常用于较稳定的第四系松散地层或基岩为主的水文地质钻孔、勘探开采孔或观测孔,下入井管、过滤管并填砾,孔径一般应比井管直径大 150 mm~200 mm。
- b) 多径成孔(井):具有两个或两个以上变径孔段的钻孔,即多次变径,并用一套或多套管柱的钻孔。通常是上部为第四系松散层、下部为基岩或具有两个以上主要含水层的水文地质钻孔、勘探开采孔。通常只在第四系地层中下井管、过滤管并填砾或不填砾;基岩层除破碎带、强烈风化带或岩溶地层需下管外,一般为裸孔。

4.5 钻进方法分类

钻进方法分为取心钻进、全面钻进、扩孔钻进 3 类:

- a) 取心钻进:以采取岩心为目的的钻进方法与过程。取心钻进主要有普通硬质合金钻进、针状硬质合金钻进、金刚石复合片钻进、金刚石钻进和液动冲击回转钻进等方法。
- b) 全面钻进:全面破碎孔底岩石的钻进方法与过程。全面钻进主要有冲击钻进、合金刮刀钻头钻进、牙轮钻头钻进、气动潜孔锤正(反)循环钻进、气举反循环钻进、泵吸反循环钻进、液动冲击回转钻进、气动潜孔锤跟管钻进等方法。
- c) 扩孔钻进:在小口径钻孔的基础上,按成井需要进行加大口径的工作。主要有潜孔锤扩孔钻进、合金钻头扩孔钻进、牙轮钻头扩孔钻进等方法。

4.6 钻进方法选择

4.6.1 应根据岩石的钻进特性以及孔径、孔深和施工条件,分别选择相适应的钻进方法,见表 4。

4.6.2 基岩地层应尽可能采用一次钻进成井工艺施工;第四系地层、需全部取心的钻孔,可采用小口径钻进取心,大口径扩孔成井工艺;只需定深取样的钻孔,可采用局部取心钻进工艺结合定深取样,一次钻进成孔;不要求取心的钻孔,应采用全面钻进工艺施工,一次钻进成井。

4.6.3 在施工现场供水条件相当困难的情况下,应结合区域水文地质条件,在同一孔中,采用空气潜孔锤与空气反循环组合钻进工艺,上部孔段采用正循环潜孔锤钻进,下部孔段采用气举反循环钻进。

5 钻探施工设计

5.1 编制与变更要求

5.1.1 水文水井地质钻探施工设计,必须满足项目设计书或合同协议的要求,在现场踏勘的基础上,以现有的生产、材料消耗、人员和设备配备与费用定额等资料为依据进行编制,应根据实际情况选用设备和选择最优施工方法与工艺,确保工程质量和获取最佳的经济效益。

5.1.2 钻探施工设计应在施工单位总工程师的主持下,由地质、钻探技术人员共同编制。

5.1.3 施工设计应由施工单位审查后报任务下达单位或甲方审批。

5.1.4 在钻探施工中,若发现设计与实际情况不符时,应及时与项目下达单位或甲方沟通,按相关项目的管理规定履行变更手续,未经同意不得擅自变更设计。

5.2 钻探施工设计主要内容

5.2.1 前言

前言内容包括:

- a) 项目背景、项目来源。
- b) 地理位置、交通等条件：工区的地理位置、交通条件、地形地貌、气候和生活条件等。
- c) 地质条件：包括地层划分和岩石可钻性级别、地质构造和水文地质条件，着重说明影响钻探施工的主要地质因素。
- d) 施工要求：包括钻孔布置与工作量、工程质量指标、水文地质试验与观测要求等。
- e) 钻井编号、钻井类型、井口坐标、设计井深、设计目的层等。

表 4 钻进方法选择

选用方法		适用范围	优 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 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，而出露的针状合金切削刃面积不变，为自磨式钻头	
	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	孕镶钻头适用于可钻性级别 5 级～12 级岩层；天然表镶钻头适用于可钻性级别 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	
	气动潜孔锤钻进			
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，大口径(一般 200 mm 以上)，钻孔深度一般不超过 200 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	第四系松软地层及较致密、完整基岩钻进，不适用卵砾石层及破碎地层钻进	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	
	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，钻进深度一般小于 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、砂粒层以及硬度不大的基岩大口径孔钻进，孔深大于 30 m 后使用，超过 50 m 后效果最佳。须保证充足施工用水。地下水位浅于 3 m 时不易护壁。黏土层不宜使用	冲洗液上返速度快、洗孔彻底，孔内干净，钻进效率高，成井后洗井容易	
	泵吸反循环钻进	第四系地层浅孔、大口径孔钻进，一般孔深小于 100 m，须保证充足的施工用水，地下水位浅于 3 m 时，不易护孔，砾径超过钻杆内径的卵石层不宜使用此方法钻进	冲洗液上返速度快、洗孔彻底，钻效高，钻进安全，成本低，成井后易于洗井	
	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；可以使用泥浆护孔，不受水位限制，能在深孔钻进	

表 4 (续)

选用方法		适用范围	优点
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	同潜孔锤正循环全面钻进

5.2.2 钻井设备及场地

钻井主要设备和技术性能;施工场地面积,水源和电力要求,三通一平要求;设备安装及钻前要求。

5.2.3 井身结构

各井段钻井和套管直径;孔隙型地层过滤管孔隙度、缠丝间距等技术要求;套管下入深度、口径;井壁管、滤水管直径及下入深度;填砾、止水与固井位置;裸眼成井井段。

5.2.4 钻井质量

包括井斜、井深误差、成井质量、岩心采取率等要求。

5.2.5 资料采集要求

资料采集要求包括:

- a) 钻井取心:取心井段、取心进尺、岩心直径和采取率等要求。
- b) 岩屑判断:在钻进过程中捞取岩屑,进行岩性定名、岩性描述、确定分层深度。
- c) 地球物理测井:在下管前,应进行地球物理测井,进一步确定分层深度。

5.2.6 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;取心井段取心方法,取心工具的配备及操作要求。

5.2.7 钻井冲洗介质

各井段钻井冲洗介质类型、性能要求、维护与管理、防漏堵漏措施、含水层保护措施。根据钻井冲洗介质显示情况分析并记录井漏、井涌等情况。

5.2.8 事故预防措施

根据设计井地层预测和以往工作经验,对各井段施工重点提出要求,对主要井内事故及复杂情况提出预防与处理措施。

5.2.9 成井工艺

包含破壁、下管、填砾止水、固井、洗井等工序:

- a) 基岩裂隙型成井工艺:套管结构和下入方法、固井和洗井方法要求等。
- b) 孔隙型浅井成井工艺:破壁、下管、填砾、止水、洗井要求。

c) 孔隙型深井成井工艺:表层套管、下管固井要求,过滤管填砾、止水和固井要求,洗井方法要求等。

5.2.10 安全环保措施

包括防寒、防火、防洪和防滑坡等地质灾害措施、钻探安全技术措施、废弃冲洗液处理措施等。

5.2.11 施工进度计划

根据施工工序和工作内容做出进度计划。

5.2.12 成本预算

根据预测地层情况、选用的钻探设备和钻进方法,依据施工工期和能耗材料消耗情况做出成本预算。

6 设备、仪器

6.1 设备选择

6.1.1 钻机

目前可选钻机类型有:转盘钻机、立轴钻机、动力头钻机、冲击钻机、冲击回转钻机、冲击反循环钻机等。各类钻机既可车装也可散装。根据水文地质条件、钻孔类型、钻孔结构、钻探方法等因素,结合现有设备状况,进行选择和配套,见表 5。

钻机选择应满足下列要求:

- a) 施工设计钻孔孔径与深度要求;
- b) 钻进方法要求;
- c) 场地条件要求。

表 5 各类钻机适用条件及特点

类 型	适 用 条 件	特 点
车装钻机	道路平坦、搬迁条件较好的钻孔钻进	整体搬迁、安装方便
散装钻机	搬迁条件差、场地窄小的钻孔钻进	解体性好,可分体搬运
转盘钻机	口径较大、浅、中深孔钻孔钻进	结构简单,紧凑,安装方便,操作容易,大扭矩、低转速
立轴钻机	取心钻进,或浅、中深孔全面钻进	传动效率高,调速范围大,扭矩大
动力头钻机	直孔或斜孔取心钻进,或浅、中深孔全面钻进	传动系统简单,布局灵活,给进行程长,钻压控制平稳准确,能够获得较高钻效,钻孔质量和岩心采取率高
冲击钻机	松散卵、砾石地层、口径较大的浅、中深孔全面钻进	钻进不需冲洗液循环,结构简单,施工成本低
冲击反循环钻机		钻进时,使用冲洗液排渣,钻进效率高

6.1.2 钻塔

钻塔主要用于稳固和安放悬挂天车、游动滑车、大钩、提引器等,起下钻进设备和钻具、起下套管、井管,安装塔内设施等。目前常用的钻塔有桅杆、A 字塔、门字形塔和四脚塔等类型,见表 6。

钻塔选用应满足下列要求:

- a) 应有足够的起下钻杆柱或井管柱的承载能力；
- b) 应有足够的有效高度和空间，以安放有关设备、工具及钻杆柱，以及安装台板、活动工作台等；
- c) 应具有合理的结构，便于安装拆迁；
- d) 尽可能降低使用成本。

表 6 各类钻塔的适用条件及特点

类 型	适 用 条 件	特 点
桅杆	浅孔及中深孔，一般安装在车装钻机	起塔方便，稳定性和承载力差
门字形塔、 A 字塔	浅孔及中深孔	一般配备散装钻机，整体起立，起塔方便，稳定性差
四脚塔	散装钻机和深度较大的井孔	内部有较大空间，承载能力和稳定性较好

6.1.3 泥浆泵

泥浆泵主要作用是向钻孔输送冲洗液，以达到排除钻孔内的岩屑，冷却并润滑钻具，保护孔壁，使钻进作业得以连续进行。主要根据钻进方法、钻孔结构等进行选择，泥浆泵类型见表 7。

泥浆泵选择应满足下列要求：

- a) 孔深、孔径对泵压、泵量要求，泵压以满足冲洗液循环，泵量以满足冲洗液上返速度 $0.1 \text{ m/s} \sim 0.6 \text{ m/s}$ 为宜；
- b) 钻进方法要求。

表 7 各类泥浆泵适应条件及特点

类 型	适 用 条 件	特 点
砂石泵	适用于泵吸反循环钻进	能抽吸小于 50 mm 卵石、石块
立式泥浆泵	适用于较大口径浅孔钻进	使用方便，泵压较低，流量大
往复式泥浆泵	适用于一般口径中深孔钻进	输送介质有较广泛适应性，自吸性能良好，泵压较大，流量较小

6.1.4 抽水泵

抽水泵主要根据地下水位和出水量等条件进行选择，抽水用泵类型见表 8。抽水泵选择应满足下列要求：

- a) 孔或管井对泵体最大直径要求；
- b) 预计抽水量和扬程要求。

表 8 抽水泵适用条件及特点

类 型	适 用 条 件	特 点
卧式离心泵	动水位小于 6 m 的水井抽水	结构简单，安装方便
潜水电泵	各类水井抽水	水泵口径系列化，扬程较高，安装拆卸、使用维护方便，运行安全可靠，性能稳定
深井泵	口径不低于 150 mm 的水井抽水	安装复杂，对水井直度要求较高

6.1.5 空气压缩机

在水文水井钻探工作中,空气压缩机可用于钻进和洗井。用于钻进时应根据钻孔深度和孔径选择合适的空压机,见表9。

表9 空气压缩机适用条件及特点

类 型	适 用 条 件	特 点
低压空气压缩机	正、反循环浅孔钻进,气举洗井	供气压力 ≤ 0.7 MPa
中压空气压缩机	正、反循环浅、中深钻孔钻进	供气压力在 0.7 MPa ~ 2.0 MPa
高压空气压缩机	正、反循环中、深钻孔钻进	供气压力 ≥ 2.0 MPa

空气压缩机选择时要满足下列要求:

a) 空气压缩机风量:

- 1) 正循环钻进以满足上返风速在 15 m/s ~ 25 m/s 为宜;
- 2) 反循环钻进一般选择 ≥ 9 m³/min 为宜;
- 3) 气举方法洗井一般选择 ≥ 6 m³/min 为宜。

b) 空气压缩机风压:

- 1) 正循环干空气常规钻进时,选择 ≥ 0.7 MPa 为宜;
- 2) 正循环空气常规钻进,孔内涌水时,可按钻孔深度(m)乘以 0.011 MPa 选择;
- 3) 正循环气动潜孔锤钻进时,选择冲击器启动压力与水柱压力(1 m 水柱深度按 0.011 MPa 计)之和为宜;
- 4) 反循环气动潜孔锤钻进时,比正循环气动潜孔锤钻进时所选压力稍大;
- 5) 气举反循环常规钻进一般选择 > 0.7 MPa 为宜;
- 6) 气举方法洗井一般选择 ≥ 0.7 MPa 为宜。

6.2 仪器选择

6.2.1 测斜仪器的选择

测斜仪器的选择应根据钻孔类型、结构、精度要求及钻孔是否有磁性干扰等因素进行选择。

6.2.2 钻进参数仪表的选择

钻压表、泵压表等参数仪表,可随钻测得钻压、转速、扭矩、泵量、泵压等参数,掌握钻进情况,预防事故的发生。一般根据测量范围选择适合的仪表。

6.3 设备安装、拆卸与搬迁

6.3.1 设备安装与拆卸

6.3.1.1 基座安装应稳固、水平、周正,并能承受全部负荷。基座形式应根据设备类型、钻孔结构及地基条件确定。

6.3.1.2 钻塔底座安装采用水平尺找平。钻塔安装好后应拉紧绷绳。绷绳位置要对称,与地面夹角不得大于 45°。钻塔各部位的连接要牢固,螺栓要拧紧。

6.3.1.3 钻机安装时,采用单绳升降钻具者应保证天车前缘切点(双绳升降钻具时为天车轴中心)、回转器(或转盘)中心、钻孔中心在同一条直线上。

6.3.1.4 钻机、泥浆泵、动力机的机座与枕木或地梁要用螺栓连接牢固,各传动轴线应平行对正,相互距离要适宜。电机底座应设置调整皮带松紧的装置。

6.3.1.5 车装钻机安装时,前后底梁的千斤顶支座应支承在硬地或枕木上,垫实加固,必要时浇注水泥墩加固。轮胎要离开地面,不承载,并垫好不转动。

6.3.1.6 电器设备应安装在干燥、清洁的地方,严防油、水及杂物侵入,固定应牢靠,减少震动。电器设备外壳应按技术要求,接好地线保护。设备的动力线和照明线须绝缘良好。

6.3.1.7 钻塔安装和拆卸时应按以下规定进行:

- a) 安装、拆卸钻塔工作应在专人统一指挥下,有序进行。所有现场人员应戴安全帽,上塔时系安全带。拆卸钻塔时,安全带不得系在被拆卸的钻塔构件上。螺栓和工具要放入工具袋中。
- b) 建塔要从下至上分层安装,拆塔要从上到下逐层拆卸,不得上下两层同时作业。不得从塔上抛扔物件。
- c) 各类钻塔安装应按安装说明书的要求进行。钻塔构件不得任意打眼、调换、少装、改装及焊接。
- d) 用机械或液压油缸起落塔架时,应首先检查好卷扬机制动装置或液压系统是否灵活可靠,塔架起落要平稳,不得猛起猛落。起立到位后,要锁好固定卡销。

6.3.2 设备的搬迁

6.3.2.1 设备运输过程中,不得人货混装。

6.3.2.2 设备装卸过程中,要指定有经验的人员负责指挥,并采用必要的安全措施,以防设备翻倒毁物伤人。

6.3.2.3 车装钻机和拖挂设备搬迁时,钻塔端部要固定在支架上。拖挂设备的挂钩要挂牢,并检查挂钩的保险装置是否可靠,用保险绳固定牢靠。应按被拖挂设备说明书规定的时速运行。

6.4 设备、仪器使用

6.4.1 钻机的使用

6.4.1.1 钻机启动前的检查

钻机启动前应进行下列检查:

- a) 检查操纵系统、制动装置、摩擦离合器、锁紧机构、分动机构等的作用是否灵活可靠,必要时应进行调整。
- b) 检查润滑系统是否按规定加注了润滑油。
- c) 检查设备仪表工作状态是否正常。

6.4.1.2 钻机的操作

钻机应按照下列要求进行操作:

- a) 应等动力机运转正常后,才能开动钻机及附属机械。
- b) 钻机启动时,各部离合器应处于空档位置,不得带负荷启动。
- c) 工作或加油时,应防止油和水滴在离合器摩擦片上,还应防止油脂沾在刹车带上。
- d) 使用卷扬机时,不得将升降手把和制动手把同时闸紧。
- e) 使用卷扬机提升时,分动手把不得放在回转和提升联动位置;变速手把不能放在反转位置。
- f) 使用液压钻机时,油泵开动后应注意油压表和指示器的反应,检查液压系统有无漏油现象。在工作时,不可猛增、减油压。
- g) 液压操作手把不可同时扳到工作位置。
- h) 回转钻机利用转盘自动拧卸钻杆时,转速应使用最低档。

6.4.1.3 钢丝绳冲击钻机使用

钢丝绳冲击钻机使用时应符合下列要求：

- a) 钻具钢丝绳松放应适度,防止钻具悬空冲击,不得将钻具长时间悬空吊挂。
- b) 冲击弹簧不得超负荷冲击,以防折断。
- c) 冲击卷筒上的钢丝绳应顺次缠绕,不得交错重迭。

6.4.1.4 转盘钻机使用

转盘钻机使用时应符合下列要求：

- a) 下放钻具时,应控制卷筒,不得任其自由下落。
- b) 开动转盘时,应由第一档开始,再根据地层情况逐渐换档。
- c) 主副卷扬机不得同时工作。
- d) 主卷扬机与转盘不得同时工作。
- e) 经常观察转盘的固定状况,发现转盘固定螺丝松动时,应立即拧紧。
- f) 卸钻杆时,应首先使用卸管油缸卸开第一扣。
- g) 搬移车载转盘钻机前,应将转盘部分挂起,卸下桅杆上的导向架,将支承千斤顶尽量提高。

6.4.1.5 动力头钻机使用

动力头钻机使用时应符合下列要求：

- a) 动力头与孔内钻具连接情况下,不允许回转器反转。
- b) 钻机工作过程中,应随时注意各运动部件的温度变化。轴承、齿轮、油泵、油马达、电动机等处的温度不能过高,超过钻机规定温度时,应停机检查、处理。
- c) 观察泵站回油压力表,发现回油压力超过规定压力值时,应停机更换或清洗过滤器。
- d) 钻机工作时,注意液压系统的元件,胶管及管接头是否有漏油现象;各机械连接部件、锚固部件是否有松动现象,如有故障应及时处理。
- e) 钻机工作时,除了因钻进负荷变化而引起的供油压力、旋转和推进速度的相应变化外,系统压力突然大幅度升降引起旋转、推进速度巨变,应立即停机,找出原因,处理故障。
- f) 当钻机停止工作时,所有操作手把应置于中位。

6.4.1.6 立轴钻机的使用

立轴钻机使用时应符合下列要求：

- a) 接合离合器或使工作轮转动时,应轻、匀、平稳。
- b) 操纵各手把进行变速、变向、分动或接合横、立轴箱时,应将离合器置于分离位置,或使工作轮停止转动后进行。
- c) 卡盘顶丝应均匀拧紧。
- d) 使用游星齿轮式升降机时,不得将左右抱闸同时闸紧。
- e) 移动油压钻机前,应先松开锁紧机构并将滑轨擦净,涂上润滑油。移动后将锁紧机构锁紧。油压钻机不在前后极限位置时,不得进行钻进或提升工作。
- f) 钻进中应注意油压表和孔底压力指示表的反应。需要加大或减小孔底轴心压力时,应逐步调节,不得突然改变。各液压操纵手把不得同时使用。
- g) 随时注意机器各部有无异常响声,以及变速箱、回转器、横轴箱、立轴箱、轴承、轴套、油泵、油管、油箱等处有无超过烫手温度(60℃左右)。
- h) 深孔作业时,有冷却装置的制圈应按规定使用冷却水进行冷却。寒冷天气停车时间较长时,

应将冷却水排放干净。

- i) 保持钻机清洁,机体表面不得存有泥浆、砂粒或其他杂物。投卡石及钢粒时,应将上卡盘盖好。

6.4.2 往复式泥浆泵的使用

6.4.2.1 开动前的检查

往复泥浆泵开动前应进行下列检查:

- a) 检查各部机件及螺丝的连接是否牢固。
- b) 检查吸水管、高压管的连接及各部衬垫、活阀和活阀座是否严密。
- c) 检查莲蓬头有无堵塞现象,阀门与阀座是否严密。莲蓬头距水源箱底应大于 0.3 m。吸水高度一般不得超过 3 m。吸水管不得有急剧弯折现象。
- d) 检查拉杆防泥挡和塞线压盖是否严密。
- e) 检查变速箱、曲轴箱及各润滑部位的润滑油是否适量,各密封处是否密封良好。
- f) 检查离合器、变速机构的作用是否灵活可靠。
- g) 检查安全阀、三通水门、卸荷阀是否好用。
- h) 以人力转动机器,检查各传动部件是否正常可靠。
- i) 检查皮带轮的旋转方向是否与箭头标示的方向一致。

6.4.2.2 运转中的操作与维护

泥浆泵运转中的操作与维护包括:

- a) 将三通水门或卸荷阀置于回水位置,平稳地开动泥浆泵,待运转正常后,再向孔内泵送冲洗液。
- b) 运转中注意机器各部有无异响;排水是否均匀;有无漏气、漏水、漏油等现象;注意压力表的工作情况。
- c) 使用陶瓷柱塞的泥浆泵,应保证柱塞的良好冷却和密封圈松紧适度。
- d) 变速时,不得先切断动力,再换挡。
- e) 停泵前,应将三通水门或卸荷阀转至回水位置。
- f) 保持泵体的清洁。
- g) 在严寒结冰地区较长时间停车时,应清洗并放净泵体内、管路中和莲蓬头里的冲洗液。

6.4.3 卧式离心泵及砂石泵的使用

6.4.3.1 启动前的检查

卧式离心泵及砂石泵启动前应进行下列检查:

- a) 吸水管路密封是否可靠,塞线是否需要更换。
- b) 叶轮转动是否灵活。
- c) 工作叶轮的旋转方向是否正确。

6.4.3.2 运转中的操作

卧式离心泵及砂石泵运转中应按下列要求进行操作:

- a) 运转中应注意声响,观察出水情况;检查盘根和轴的温度;如发现出水不正常或轴承温度过高等异常现象应立即停泵检修。
- b) 停泵前应先关闭阀门。

6.4.4 空气压缩机的使用

6.4.4.1 空气压缩机启动前的检查

空气压缩机启动前应进行下列检查：

- a) 基础应坚固,空压机安装力求水平。
- b) 空气压缩机在现场工作时,应设有场房或临时工棚防雨遮阳。
- c) 检查空气滤清器是否清洁,必要时应清洗或更换滤清器芯子。
- d) 打开储气罐和中间冷却器泄水阀放出积水。

6.4.4.2 空气压缩机运转时操作

空气压缩机运转时应按下列要求进行操作：

- a) 启动后,首先打开储气罐的放气阀,等动力机运转正常后,再关闭放气阀储气。
- b) 注意各种仪表的指示是否正常,气压有无显著的增高或下降现象。
- c) 随时注意排气温度,排气温度应在规定范围之内。
- d) 停车时,应逐渐打开储气罐上的放气阀和降低动力机的转速,然后分离离合器,再停动力机。
对螺杆式空气压缩机,停车时,关闭所有气阀,让机组滞速运转几分钟以降低柴油机温度,再将开关置于“关”的位置。

6.4.5 钻进参数仪使用

钻进参数仪应按下列要求进行使用：

- a) 各种传感器应根据使用说明书的要求,安装在正确的位置上,并应避免磁场干扰,避免震动。
- b) 传感器外面应加防护装置。
- c) 仪表应安置在便于操作人员观察的部位,并采取防震、防雨、防潮措施。
- d) 仪表与传感器之间的电缆连接应按说明书的要求进行,电缆应摆放好,并加护管保护。

6.4.6 测斜仪器使用

测斜仪器应按下列要求进行使用：

- a) 仪器使用前应在校验台上校验,并记录仪器本身的误差,以便修正仪器测量读数。
- b) 测斜时,应使仪器的轴心线与钻孔轴心线一致,必要时加非磁性导正外套予以导正,导正外套直径一般可较孔径小一级,长度以 2 m~3 m 为宜。
- c) 仪器下孔前,应按说明书的要求,先准备好悬吊工具。使用钻杆悬吊时,钻杆与仪器的提引头间,应用一段不短于 2 m 的钢丝绳连接好。
- d) 安装仪器时应压紧外壳密封件,密封件如有损坏应及时更换;仪器和电缆的连接处,应用高压胶带或用橡胶管扎紧。
- e) 下降和提升电缆或钢丝绳时,速度应均匀,不得过快,不得忽快忽慢,猛下骤停。在接近孔底或不安全孔段时,下降和提升应缓慢。
- f) 测量操作应按说明书的要求进行。
- g) 仪器使用完后,应清洗干净,装箱存放,妥善保管。
- h) 仪器在运输前要处于锁紧状态,并有避震措施,存放时保持干燥,避开强磁场。

7 施工准备与开孔

7.1 施工准备

7.1.1 确定孔位

孔位按以下条件确定：

- a) 应根据地质(项目)设计要求,由地质(物探)、钻探技术人员到现场确定孔位。在满足施工的条件下,尽可能不占或少占耕地。
- b) 应了解施工现场地下电缆、管道以及地面高压电线分布情况,钻孔距离地下埋设物的安全距离应大于 5 m。钻塔外边缘距高压线路的安全距离应大于塔高的 2 倍。
- c) 施工现场应保证“三通一平”(通水、通电、通路,场地平整),并要求在钻塔起落范围内不得有障碍物。

7.1.2 修建地基

地基修建应符合下列要求：

- a) 修建时应考虑到地形、风向、雨季洪水和周边崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷等地质灾害环境条件的影响,并采取相应的安全措施。
- b) 地基应平整、坚实,须采用填土修建时,应进行打桩、夯实;塔基填方面积不得大于塔基的 1/4,且不宜在钻孔附近;深孔或在沼泽地区施工时,塔角和钻机底座地基宜采用水泥墩加固。

7.1.3 制订钻孔生产计划措施

开钻前由地质和钻探部门共同下达钻探设计书,机台应按照设计书要求,制订出计划和措施,并对泥浆材料、砾料、井管、钻具、油料等做相应准备。

7.1.4 开钻前检查

对现场的安全措施和设备安装以及测量仪表等进行检查、试车,符合安全要求后方可开钻。

7.2 开孔

7.2.1 回转钻进开孔

应采用短钻具和轻压慢转的方法钻进,遇松散层可用优质冲洗液护孔,对水龙头和高压胶管要用绳索牵引或用导向装置将其扶正,钻进过程中要用升降机将主动钻杆吊直,防止主动钻杆倾斜、摆动。

7.2.2 冲击钻进开孔

首先将钻具吊起对位,找正钻孔中心,开挖孔口坑,然后将钻具下放到孔口坑内,用短冲程、单冲次冲击钻进,放绳应准确、适量,保持钻具垂直冲击钻进,防止钻具摆动伤人和导致孔斜。

7.2.3 护孔和防斜

开孔钻进时应采取护孔和防斜措施,防止孔口塌陷和确保钻孔垂直。在易塌的表土层开孔,可以用黏土投入孔内护壁,待钻穿易塌表土层后,下入孔口管,其底部和四周用黏土围填、捣实,不得有渗漏。

7.2.4 开孔深度

开孔钻进深度,一般应超过正常钻进所用粗径钻具长度后,方可改用正常的工艺钻进。

8 取心钻进

8.1 普通硬质合金钻进

8.1.1 钻头制作和使用

8.1.1.1 钻头体应选择 DZ40、DZ50 和 DZ75 无缝钢管制造, 钻头的结构、规格、机械性能以及技术要求应符合 DZ/T 0055 的有关规定。

8.1.1.2 钻头体公称规格外径一般为 75 mm、91 mm、110 mm、130 mm、150 mm 几种, 根据施工要求可制作不同规格的钻头。

8.1.1.3 钻头规格应符合图纸要求, 合金镶焊要牢固, 各部出刃一致。水口总面积应大于钻头体与孔壁环状面积。钻进膨胀性软塑地层时, 钻头壁上的水槽深度宜在 1.5 mm~2 mm。

8.1.1.4 根据岩石类别选用 GB/T 18376.2 中推荐的 G5~G50 类硬质合金。根据钻头直径、地层性质选择钻头用硬质合金的型号、规格、数量、镶焊角度和切削具出刃量。一般软岩用直角薄片或柱状合金, 中硬岩层用不同规格的八角柱状合金。

8.1.1.5 大口径钻头与岩心管可用丝扣连接或焊接, 允许将合金块直接焊在厚壁岩心管底端, 使钻头和岩心管合为一体使用。当钻头部分磨损后, 可将其割掉, 重新镶焊合金开水口后继续使用。

8.1.1.6 钻头类型应根据地层岩性和可钻性级别, 参照表 10 选择。

表 10 普通硬质合金钻头类型选择

钻头类型	可钻性级别	适用地层
肋骨钻头	1 级~4 级	松散、软塑、膨胀地层
正前角斜镶钻头		较完整、均质、致密、研磨性较小地层
直镶钻头	5 级~6 级	中等研磨性、微破碎、微裂隙地层
密集式钻头		研磨性强、非均质、较破碎、较坚硬地层
负前角斜镶钻头		非均质、破碎、裂隙、研磨性强地层

8.1.2 钻进参数选择

8.1.2.1 钻压

根据镶嵌合金型号、数量确定, 一般为 0.5 kN/颗~1 kN/颗, 中硬、完整岩层取大值; 较软及破碎岩层选较小值。参见表 11。

8.1.2.2 转速

线速度以 0.5 m/s~2 m/s 为宜, 一般中硬、完整、致密岩层取大值; 较软、破碎岩层取小值。针对不同口径和岩层硬度及产状差异选取不同转速。参见表 11。

8.1.2.3 泵量

应满足上返速度的需要, 一般以 0.1 m/s~0.6 m/s 为宜, 钻速快、岩屑颗粒大时选大值, 反之可减小泵量。参见表 11。

表 11 普通硬质合金钻进技术参数表

钻进参数	单 位	钻孔口径/mm				
		75	91	110	130	150
钻 压	kN	5~7	6~8	7~10	8~11	9~12
转 速	r/min	100~500	70~400	50~350	40~250	30~250
泵 量	L/min	50~120	60~140	70~160	90~160	100~200

8.1.3 钻进操作要求

- 8.1.3.1 拧卸钻头时要严防牙钳咬伤合金和夹扁钻头,不得使用大锤敲击钻头。
- 8.1.3.2 孔内脱落岩心或残留岩心在 0.5 m 以上时,应用旧钻头处理;下钻遇阻不得猛蹶,可用自由钳拧动钻杆或开车试扫。
- 8.1.3.3 发现切削具磨钝、崩刃或钻头水口减小时,应进行修磨,符合要求后才能继续使用。
- 8.1.3.4 新钻头下入孔时,应在距孔底 0.5 m~1 m 以上慢转扫孔到底,逐渐调整到正常钻进参数。钻进中保持压力均匀,不得无故提动钻具,发现孔内有异常,经处理无效应及时提钻。
- 8.1.3.5 钻进硬岩层时,不得在压力不足情况下单纯加快转速。

8.2 针状硬质合金钻进

8.2.1 钻头制作和使用

- 8.2.1.1 采用直径 2 mm、高度 10 mm~20 mm 的针状硬质合金切削具与易熔金属压结或烧结成块,再镶焊在钻头体上成为针状硬质合金钻进钻头。
- 8.2.1.2 针状合金胎块的弧度应与钻头钢体弧度一致,厚度与钻头壁厚相适应。钻头内外出刃各为 1 mm~1.5 mm,底出刃不得大于胎块长度的 1/2,一般为 10 mm~12 mm。
- 8.2.1.3 针状合金胎块在钻头上的镶焊间距一般为 40 mm~50 mm,即 $\phi 75$ mm 钻头镶 4 块~5 块, $\phi 91$ mm~ $\phi 110$ mm 钻头镶 6 块~8 块,依此类推。
- 8.2.1.4 为保证针状合金钻头内、外径不致过早磨损,应在钻头体内、外侧补镶 5 mm×5 mm×10 mm 的合金块。
- 8.2.1.5 钻进过程中针状合金胎块不断磨损,而出露的针状合金切削刃面积不变,可在硬且研磨性强、裂隙发育、可钻性级别 6 级~8 级的岩层中使用。

8.2.2 钻进参数选择

钻孔直径在 75 mm~130 mm 时,针状合金钻进参数见表 12。

表 12 针状硬质合金钻进参数

钻头类型	岩石可钻性级别	压力 kN	转速 r/min	泵量 L/min
四齿针状	5~6	6~8	150~300	80~130
六齿针状	6~8	9~12	120~240	80~120
四齿肋骨针状	4~6	6~8	100~250	100~130

8.2.3 钻进操作要求

遵照 8.1.3 执行。

8.3 金刚石复合片钻进

8.3.1 钻头选择和使用

复合片钻头为切削型钻头,复合片兼有金刚石聚晶层的高耐磨性和硬质合金的高抗冲击韧性,在软至中硬(可钻性级别 4 级~8 级)岩层中钻进效率高,工作寿命长。

普通单双管复合片钻头的规格参见表 13。

8.3.2 钻进参数选择

8.3.2.1 钻压

钻压通常取决于复合片的镶嵌数量,一般按每片 500 N~1 000 N 计算,随着复合片磨钝,接触面积增大而钻压逐渐增加。

表 13 金刚石复合片钻头规格 单位为毫米

公称口径	外径	内径
75	77	55
91	95	75
110	113	93
130	135	113
150	155	132

8.3.2.2 转速

转速比金刚石钻进低,一般线速度为 0.5 m/s~1.5 m/s。

8.3.2.3 泵量

泵量应比相应口径的金刚石钻进增大 20%~50%。

8.3.3 钻进操作要求

8.3.3.1 应采用宽而深的内外水槽,以提高排粉效果和冷却钻头性能。

8.3.3.2 其他遵照 8.1.3 执行。

8.4 金刚石钻进

8.4.1 钻头、钻具的选择和使用

8.4.1.1 金刚石可分为天然和人造两类,人造金刚石又分为单晶、聚晶、复合片 3 种;金刚石钻头和扩孔器通常可分为天然表镶、天然孕镶和人造孕镶 3 个系列。

8.4.1.2 金刚石钻进适用于中硬以上岩层,孕镶金刚石钻头适用于 5 级~12 级岩层;天然表镶金刚石钻头适用于 4 级~10 级岩层。

- 8.4.1.3 根据使用的钻具不同,钻头和扩孔器又可分为单管、双管(单动)和绳索取心 3 类。
- 8.4.1.4 金刚石钻头与扩孔器的规格、性能应符合相关产品标准的规定。
- 8.4.1.5 金刚石钻具规格与对应公称尺寸见表 14。

表 14 金刚石钻具规格代号与对应公称尺寸 单位为毫米

规格代号	R	E	A	B	N	H	P	S
公称尺寸	30	38	48	60	76	96	122	150

8.4.2 钻进参数选择

遵照 DZ/T 0227—2010 中 7.5 的有关规定执行。

8.4.3 钻进操作要求

遵照 DZ/T 0227—2010 中 7.6 的有关规定执行。

8.5 液动冲击回转钻进

8.5.1 冲击回转钻进方式

冲击回转钻进是一种附加连续冲击载荷的回转钻进方法,可用于硬质合金钻进、金刚石钻进等。采用金刚石钻头进行冲击回转钻进遵照 DZ/T 0227—2010 有关规定执行。

8.5.2 设备选择与配套

- 8.5.2.1 采用硬质合金钻头进行冲击回转钻进时,钻机应有低速挡(15 r/min~60 r/min),并应使用专用合金钻头。
- 8.5.2.2 所配泥浆泵泵量应满足液动冲击器正常工作及携带钻屑的需要,泵压宜大于 4 MPa。
- 8.5.2.3 应配备泥浆净化设备。
- 8.5.2.4 应配备具有抗震特性的泵压表。
- 8.5.2.5 应使用耐压 10 MPa 以上钢丝编织(2 层或 3 层)铠装式高压胶管。
- 8.5.2.6 泥浆泵输出管与高压胶管间应安装稳压罐,其耐压力应在 15 MPa 以上,容积应大于 0.5 m³。
- 8.5.2.7 钻杆接头螺纹处应采取密封措施(如用缠棉纱、垫密封圈、涂抹丝扣油等)。
- 8.5.2.8 在坚硬地层钻进时,应在冲击器上部约 6 m~12 m 处安装孔底反射器(储能器)。
- 8.5.2.9 应根据孔深、孔径、岩石级别、岩石破碎程度以及动力介质类型合理选择液动冲击器。

8.5.3 钻进技术参数选择

采用硬质合金钻头进行冲击回转钻进时,钻进技术参数可按下列原则进行选择:

- a) 钻压应保证钻头切削具与岩石紧密接触。钻进硬岩和研磨性强的岩石时应降低钻压,钻进 5 级~6 级岩石时钻压可适当提高。
- b) 钻头转速应根据冲击器频率、钻头直径、钻头上切削具数目及地层情况合理选择,一般在 15 r/min~60 r/min。
- c) 泵量应根据钻孔直径、钻具、冲击器性能、地层情况选择。
- d) 钻进技术参数选择可参考表 15。

表 15 硬质合金液动冲击回转钻进技术参数

技术参数	孔径/mm		
	110	150	250
钻压/kN	7~10	8~12	12~21
转速/(r/min)	30~50	15~30	15~20
泵量/(L/min)	70~160	100~250	400~600
注：表列参数适用的岩石可钻性级别为 5 级~7 级。			

8.5.4 钻进操作要求

8.5.4.1 使用液动冲击器前,应按说明书给定的尺寸及方法组装和调试。

8.5.4.2 冲击器在首次下孔之前,必须清洗和调试,正常工作时间不少于 5 min,冲击器各运动部件应保持灵活,不得有卡阻现象。

8.5.4.3 冲击器经使用一段时间后,由于磨损程度大,其冲击频率和单次冲击功下降,应及时调试,如果磨损严重,应停止使用。

8.5.4.4 装拆冲击器时,要记住各调试垫的位置和数量,不得遗失和漏装,各丝扣部分要涂油润滑,并拧紧。

8.5.4.5 不得使用管钳拧卸冲击器,应使用多触点式自由钳,钳口应咬在“使用说明书”给定的位置。

8.5.4.6 在钻具下入孔内前,要认真检查其各处螺纹连接情况,以及外管磨损情况,发现螺纹松动或外管出现裂纹等情况,应及时更换。

8.5.4.7 下钻时不宜直接下到孔底,当钻具离孔底 0.5 m 时,即开始泵送冲洗液,冲洗液量稍小于冲击器所需要泵量的规定值,待冲洗液畅通后,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,可上下窜动钻具并调整冲洗液量,可通过观察泵压表或高压胶管的脉动情况进行判断,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。

8.5.4.8 正常钻进时,应经常观察泵量和泵压变化,观察高压胶管,判断冲击器工作的脉冲反应。

8.5.4.9 钻进时,不应提动钻具。发现蹩泵、冲击器停止冲击,经上下窜动钻具、调整泵量无效时,应提钻检查。

8.5.4.10 钻进时发现泵压猛增,多系泵量过大或液流通道堵塞,应查明原因及时排除。

8.5.4.11 钻进中泵压突然下降,多系钻具折断或脱扣,应及时提钻检查处理。

8.5.4.12 冲击器停用后,各运动部件应加注润滑油,暂不使用的液动冲击器应擦涂油,装箱保存。

8.6 气动潜孔锤取心钻进

8.6.1 气动潜孔锤取心钻进方式

气动潜孔锤取心钻进方式有采用贯通式潜孔锤取心钻进或冲击器下部连接取心钻具钻进。

8.6.2 钻进技术参数

8.6.2.1 风量、风压:取心钻进所用风量和风压较不取心潜孔锤钻进要低。一般风量为 $6 \text{ m}^3/\text{min} \sim 15 \text{ m}^3/\text{min}$,风压为 0.7 MPa~1.5 MPa。

8.6.2.2 钻压、转速:钻压一般为 8 kN~12 kN,转速与普通潜孔锤钻进相同。

8.6.3 钻进操作要求

8.6.3.1 钻具应按组装要求配备,贯通式潜孔锤取心钻进使用双壁钻杆,反循环钻进。采用冲击器下部连接取心钻具时,采用普通钻杆,正循环钻进。

8.6.3.2 采用冲击器下部连接取心钻具时,回次进尺不得超过岩心管长度。

8.6.3.3 提钻前应将钻具稍提离孔底(15 cm~20 cm),吹扫孔底较大岩屑,然后提钻。

8.6.3.4 提钻时,应尽量减少钻具的碰撞,钻具提出孔外后,卸下钻头逐块取出岩心,并按顺序整理装箱存放。

8.6.3.5 其他事项遵照 9.4.2.2 执行。

9 全面钻进

9.1 钢丝绳冲击钻进

9.1.1 钻头的选择和使用

9.1.1.1 根据不同岩性可以采用钻杆连接钻头冲击或肋骨抽筒冲击两种形式。钻具型式见表 16。

9.1.1.2 在粒径较大的砂卵石层、漂砾及风化基岩中钻进,选用冲击钻头钻进配合抽筒捞渣;黏土及粒径小的砂、卵石层选用肋骨抽筒冲击钻进,结合捞渣进行。

9.1.1.3 冲击钻头底部形状有一字形、工字形、十字形和圆形,根据地层情况选用。其口径规格有 305 mm、350 mm、400 mm、450 mm、508 mm、550 mm、610 mm 等。

9.1.1.4 肋骨抽筒按其镶焊的肋骨片形状分为菱形、梯形和圆形,按地层选用。其口径规格为 219 mm、273 mm、340 mm、406 mm、473 mm 等。

9.1.1.5 钻头(或肋骨抽筒)与冲击钻杆用螺纹或法兰盘连接,钻杆上端与钢丝绳相连,钻具上加系保险绳。

表 16 不同地层适用的钻具型式

地 层 性 质	钻 具 型 式
黏土或半胶结地层	底出刃菱形或圆圈梯形肋骨抽筒
砂、砾、砂卵石半胶结地层	圆钢肋骨钻头
松散砂砾、卵石地层	梯形肋骨抽筒(可采用密集双层)
砂、卵石地层	圆钢加焊肋骨钻头
卵石、漂石、风化基岩	带副刃十字形冲击钻头

9.1.2 钻进参数选择

9.1.2.1 钢丝绳冲击钻进,孔内冲洗液应保持充满至孔口,以保护孔壁。

9.1.2.2 地层越硬,冲击钻头底刃单位长度上所需冲力越大,冲击高度越大;冲击高度加大时,冲击频率相应减小。不同地层的钻进参数选择见表 17。

表 17 钢丝绳冲击钻进技术参数选择

钻头类型	技术参数	地层性质	技术指标
肋骨抽筒	冲击高度 mm	黏土、砂层	500~750
		砾、卵石层	750~1 000
	冲击频率 次/min	黏土、砂层	45~50
		砾、卵石层	40~45
	回次进尺 m	黏土、砂层	0.5~0.6
		砾、卵石层	0.4~0.5
	单位孔径钻具重量 kg/cm	黏土、砂层、砾、卵石层	20~30
冲击钻头	冲击高度 mm	黏土、砂层	750~1 000
		砾、卵石层	
	冲击频率 次/min	黏土、砂层	40~45
		砾、卵石层	
	回次进尺 m	黏土、砂层	0.2~0.4
		砾、卵石层	
	单位孔径钻具重量 kg/cm	黏土、砂层、砾、卵石层	35~50

9.1.3 钻进操作要求

9.1.3.1 钻进时应根据进尺快慢均匀松绳,勤松少放,保持钻具处于垂直状态。孔内钢绳摆动太大时,应进行调整,再继续钻进。

9.1.3.2 停钻时,应将钻具提出孔口或提至安全孔段,不得停放在孔底。

9.1.3.3 发现孔壁不规则、孔径不圆、孔底不平时应及时采取处理措施,修整合格后才能继续钻进。

9.1.3.4 勤提钻、勤捞渣,回次时间不得过长,一般 0.5 h 左右为宜。

9.2 刮刀钻头钻进

9.2.1 钻头的选择和使用

9.2.1.1 用于不取心全面钻进的刮刀钻头有双翼、三翼、四翼等类型,最常用的是三翼刮刀钻头。另外还有头部为阶梯型的锥形钻头、矛式钻头、塔式钻头等。

9.2.1.2 一般刮刀钻头适用于可钻性级别 1 级~4 级的松软岩层,以不同结构形式并镶焊高强度切削具的钻头,亦可用于 5 级~7 级的中硬岩层。

9.2.2 钻进参数选择

9.2.2.1 钻压

刮刀钻头的钻压以单位长度钻头直径的压力(N/mm)表示,应根据岩石性质、钻孔口径、钻头类型、钻具组合等综合因素合理确定。一般可钻性级别 1 级~4 级的岩石 120 N/mm~160 N/mm,5 级~7 级岩石为 150 N/mm~200 N/mm。

9.2.2.2 转速

根据岩石的可钻性和完整度以及钻头直径等条件确定,一般为 150 r/min~300 r/min。

9.2.2.3 泵量

应根据钻孔口径、钻进速度及孔壁情况进行选择,一般为 150 L/min~800 L/min。

9.2.3 钻进操作要求

9.2.3.1 钻进时应使用钻铤加压,钻铤的总质量应超正常钻压的 30%。

9.2.3.2 经常检查钻头水眼畅通情况和钻头侧刃磨损情况,不合格钻头不得使用。

9.2.3.3 保持冲洗液性能良好,使孔内清洁、孔壁稳定,防止卡、埋钻事故发生。

9.3 牙轮钻头钻进

9.3.1 钻头的选择与使用

9.3.1.1 水文水井钻探用牙轮钻头类型、品种很多,其规格、质量和技术要求应符合 DZ/T 0056 的有关规定。

9.3.1.2 应根据岩石性质、钻孔口径等合理选择牙轮钻头的种类。一般中硬以下岩石选用铣齿牙轮钻头;中硬以上岩石选用镶齿牙轮钻头;坚硬岩石还可以选用与牙轮钻头类似的滚刀钻头钻进。钻头类型、钻头结构见表 18。

表 18 三牙轮钻头型号选择

钻头类型	适用地层			钻头结构特征和代号						
	系列	岩性	分级	普通滚动轴承	空气冷却滚动轴承	滚动轴承保径	密封滚动轴承	密封滚动保径	密封滑动轴承	密封滑动保径
铣齿钻头	1	低抗压强度,高可钻性的软地层	1	111/111 P		113/113 P	114 P	115 P	116 P	117 P
			2	121/121 P		123/123 P	124 P	125 P	126 P	127 P
			3	131/131 P		133/133 P	134 P	135 P	136 P	137 P
			4							
	2	高抗压强度的中到中硬地层	1	211/211 P		213/213 P	214 P	215 P	216 P	217 P
			2							
			3							
			4	241/241 P		243/243 P	244 P	245 P	246 P	247 P
	3	半研磨性或研磨性地层	1							
			2	321/321 P		323/323 P	324 P	325 P	326 P	327 P
			3							
			4							

表 18 (续)

钻头类型	适用地层			钻头结构特征和代号						
	系列	岩性	分级	普通滚动轴承	空气冷却滚动轴承	滚动轴承保径	密封滚动轴承	密封滚动保径	密封滑动轴承	密封滑动保径
镶齿钻头	4	低抗压强度,高可钻性的极软地层	1							
			2							
			3					435 P		437 P
			4							
	5	低抗压强度的软到中硬地层	1					515 P		517 P
			2							
			3					535 P		537 P
			4							
	6	高抗压强度的中硬地层	1					615 P		617 P
			2							
			3					635 P		637 P
			4							
	7	半研磨性或研磨性硬地层	1							
			2							
			3					735 P		737 P
			4							
	8	高研磨性的极硬地层	1							
			2							
			3					835 P		837 P
			4							

9.3.2 钻进参数选择

9.3.2.1 钻压

根据所钻岩层需要的破碎强度值,并结合设备能力、钻具强度等安全因素合理选择。一般钻压用钻头直径单位长度压力表示,中硬以下较软岩层用铣齿钻头的钻压为 1 kN/cm~3 kN/cm;中硬以上较硬岩层用镶齿钻头的钻压为 3 kN/cm~4 kN/cm。

9.3.2.2 转速

钻头回转线速度以 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;地层完整、硬度较低、钻孔较浅时可采用快转速。常规口径转速 70 r/min~200 r/min;大口径转速 30 r/min~60 r/min。

9.3.2.3 泵量

泵量以满足冲洗液上返速度 $0.1\text{ m/s} \sim 0.5\text{ m/s}$ 为宜,条件允许时取大值。

9.3.3 钻进操作要求

9.3.3.1 使用前认真确认牙轮钻头类型、规格与所钻地层和口径是否相适应。

9.3.3.2 钻头应保证水眼通畅、轮齿完好、转动灵活、无焊接缺陷。

9.3.3.3 下钻、加压、给进操作时要平稳,回转中不得有较大的冲击现象。

9.3.3.4 每次提钻后要把牙轮钻头和钻具丝扣清洗干净,并进行必要的润滑保养,下钻时丝扣要涂油、上紧。

9.3.3.5 为防止孔斜,应在最下一根钻铤上加设 2 个~3 个扶正器,并掌握好软硬互层钻进的操作。

9.3.4 牙轮空气钻进

9.3.4.1 牙轮钻进采用空气冲洗介质时,应将钻头冲洗通道面积扩大 2 倍~4 倍,并在管路中加装逆止阀和减震器。

9.3.4.2 孔口应安装密封导流装置,将孔内上返的气流和岩粉用管路引至下风口 15 m 外,并通过水雾或布袋除尘。

9.3.4.3 每回次钻进应在钻具下放至距孔底 2 m~3 m 处开始送气,慢速回转钻具至孔底。提钻前先停止钻具回转,继续送气排渣,孔底干净后再停气提钻。

9.3.4.4 送气管路应安装压力表、风量表、温度计等,以便同原有钻进参数仪表配合判断孔内情况。

9.3.4.5 钻进所需气量由上返气流速度要求确定。正常钻进上返气流速度需达到 $15\text{ m/s} \sim 25\text{ m/s}$ 才能保证排渣顺畅,如地层含水排渣困难时,需注入泡沫剂辅助排渣。

9.3.4.6 为了获得较大上返气流速度有利排渣,应尽可能选用较大直径的钻杆。一般 150 mm~220 mm 口径钻孔选用 89 mm~140 mm 钻杆;250 mm~310 mm 口径钻孔选用 114 mm~273 mm 钻杆。

9.4 气动潜孔锤钻进

9.4.1 设备的选择与配套

9.4.1.1 气动潜孔锤钻进除用常规钻探设备之外,还应配套空气压缩机、气动冲击器(潜孔锤)、灌注泵、导流捕尘系统等。

9.4.1.2 用于气动潜孔锤钻进的钻机应具备 $20\text{ r/min} \sim 50\text{ r/min}$ 的低转速档,具有长的给进行程或自动倒杆连续给进装置。

9.4.1.3 宜选用轻便的螺杆式空气压缩机,其供气量应满足驱动潜孔锤正常工作和输送岩渣上返的需要,若一台空气压缩机供气量不足,可用两台或多台并联使用;其气压应能保证潜孔锤的正常工作压力,还需克服管线损失和孔内有水位时的背压,气压不足可以串接一台增压机提高供气压力。

9.4.1.4 根据地层岩性与含水情况,钻孔类型及口径、深度等合理选择潜孔锤。一般选用中频、大冲击功率的冲击器配硬质合金球齿钻头,同时应注意与空气压缩机额定风压、风量的协调匹配。

9.4.1.5 根据钻孔口径、深度和钻机提升能力选择钻杆与钻铤,尽可能选密封性能好的大直径钻杆。常用的是外径 73 mm、89 mm、114 mm 的钻杆和 89 mm、105 mm、127 mm、159 mm 的钻铤。

9.4.1.6 送气管路需加装一台排量 $10\text{ L/min} \sim 80\text{ L/min}$ 、压力 $\geq 2\text{ MPa}$ 的可调式柱塞泵,必要时可向孔内注泡沫液或水,进行泡沫钻进或雾化钻进。

9.4.1.7 孔口需安装密封箱和导流管,将孔内返出的空气和岩渣引流到下风口 15 m 外除尘。

9.4.1.8 钻机、空气压缩机应配齐主要参数仪表,以利操作人员随时了解设备工况与孔内钻进状态。

9.4.2 气动潜孔锤正循环全面钻进

9.4.2.1 钻进技术参数

气动潜孔锤正循环全面钻进技术参数:

a) 供气量

确定供气量大小应考虑钻孔直径、钻杆外径和排渣通道上的上返气流速度等。一般气动潜孔锤钻进所需供气量为排渣通道上的上返速度不应低于 15 m/s, 比其气动潜孔锤额定供气量大 20% 左右。

b) 气压

为保证气动潜孔锤在孔内正常工作,其送气压力不低于孔内最大水柱高度时的启动气压与气动潜孔锤工作气压之和。一般为 0.7 MPa~2.5 MPa。

c) 钻压

应根据地层硬度、钻头类型和规格尺寸来合理选择。应使钻头与孔底岩石紧密接触,压力不能过大,钻头不得在孔底空转(无冲击作用)。一般直径 200 mm 的气动潜孔锤,其钻压为 16 kN~18 kN。其他规格气动潜孔锤可参照此值来增加或减少。

d) 转速

转速的确定应考虑钻头直径、岩性和冲击频率。一般以 20 r/min~50 r/min 为宜,可在钻进中根据具体情况适当调整,以钻机转动平稳为好。

9.4.2.2 钻进操作要求

潜孔锤正循环全面钻进操作按下列要求进行:

- a) 开钻前应检查供气管路连接是否牢固可靠,螺纹是否上满上紧,不得漏气。检查管路仪表(气压、气量等)运转是否正常灵敏,其位置应便于操作者观察。
- b) 孔口须安装除尘装置,或采取防尘措施。
- c) 下钻前,应在地表做气动潜孔锤启动试验,检查气动潜孔锤是否冲击、卡钎套是否牢固等,待各部运转正常后方可下孔使用。
- d) 钻具级配时,机上余尺不宜过大,并使潜孔锤距孔底有 0.5 m~1.0 m 的距离。
- e) 加接钻杆时,应注意检查被加接钻杆内有无堵塞物,并向钻杆内加注润滑油。
- f) 下钻时,不能将钻具直接下到孔底,应在距孔底 0.5 m~1.5 m 处开始送气吹孔,边回转边下放钻具。提钻前,应停止回转继续送气排渣,直至孔底干净后再提钻。如上、下钻中途遇阻时,不得强提硬拉钻具,应送气缓慢转动钻具或上下活动钻具,排除阻力后再起下钻。
- g) 要配备泡沫灌注设备和泡沫材料,以便在遇到地层潮湿和含水层时使用。
- h) 在钻进中遇到少量涌水量时,孔口会出现停止排粉、又无水排出现象。此时要特别注意“泥领”糊钻、卡钻事故,应及时上下活动钻具或向孔内注清水、泡沫剂冲开“泥领”。
- i) 遇到地层破碎坍塌掉块时,应采取有效的护壁技术措施或加接取粉管,浅层可采用跟管钻进;深部非主要含水层可采用水泥等灌注固结,然后透孔钻进,或下套管变径钻进。
- j) 在钻进中应随时注意观察气压变化情况。压力突然增加,是由于孔内坍塌掉块或岩粉过多,应立即停止钻进,上下活动钻具,大气量吹孔排粉,直至孔内岩粉排净后才能开始钻进。压力突然下降,是钻杆折断或接头漏气,应及时提出钻具进行检查修理。
- k) 气动潜孔锤下到孔底送气不工作时,是活塞被卡(阀式可能是阀片损坏)。应旋转或轻墩钻具,震动活塞,也可采用停气、送气反复进行的办法,用气体交替激荡冲开活塞。处理无效时应提钻检修气动潜孔锤。

- l) 气动潜孔锤下到孔底送气不通,压力持续上升,判断为潜孔锤被堵、被埋或气路堵塞,此时应打开空气压缩机放气阀门,待气压稳定后,迅速提升钻具,使气动潜孔锤脱离岩粉埋没井段,观察气压是否下降,若处理无效时,提钻消除堵塞物。
- m) 气动潜孔锤应定期检查维修。停用的气动潜孔锤,应拆洗干净组装后涂油保护,要特别注意进气孔端避免异物进入。

9.4.3 泡沫潜孔锤钻进

9.4.3.1 使用方法

泡沫潜孔锤钻进适用于含水地层。采用此方法钻进时应配备泡沫灌注设备和泡沫材料。若在局部孔段使用时,亦可采用直接向钻杆内加注泡沫剂溶液的方式进行。

9.4.3.2 钻进技术参数

泡沫潜孔锤钻进技术参数:

- a) 溶液浓度:应根据泡沫性质、孔内涌水量合理确定溶液配制浓度。一般浓度为 0.15%~1.0%,若孔内涌水量大时,溶剂易被稀释可加大其浓度。
- b) 灌注量与气液比:应根据孔内涌水量、钻进速度、岩屑颗粒大小和送气量等因素,合理确定泡沫溶液灌注量。一般灌注量为 10 L/min~30 L/min。灌注量与气量之比即为液气比,一般为 1/100~1/300。泡沫潜孔锤钻进时泡沫剂的浓度和泵入量可按以下参数选择:
 - 1) 潮湿孔内,泡沫剂浓度为 0.15% 比较合适,泵量在 10 L/min~15 L/min 之间即可;
 - 2) 裂隙发育,涌水量不大,泡沫剂浓度为 0.2% 较合适,泵量为 15 L/min 即可;
 - 3) 井内水位较深时,泡沫剂浓度 $\geq 0.2\%$,泵量为 ≥ 15 L/min;
 - 4) 井内涌水时,小涌水量($1\text{ m}^3/\text{h}$ 以下)时,浓度为 0.2%~0.25%,泵量为 15 L/min~18 L/min;中涌水量($1\text{ m}^3/\text{h}\sim 8\text{ m}^3/\text{h}$)时,浓度为 0.3%~0.4%,泵量为 18 L/min~20 L/min;大涌水量($8\text{ m}^3/\text{h}$ 以上)时,浓度 $\geq 0.5\%$,泵量 ≥ 30 L/min;
 - 5) 孔内积水过多或发生堵塞时,可以直接从钻杆注入适量泡沫剂,然后供气,消除积水和堵塞。
- c) 气量与气压:气液上返速度为常规潜孔锤钻进的 1/15~1/20 即可排渣,所以空气泡沫钻进气量、气压均低于常规气动潜孔锤钻进,一般气量为 $2\text{ m}^3/\text{min}\sim 3\text{ m}^3/\text{min}$,气压 $\geq 0.6\text{ MPa}$ 即可。
- d) 钻压与转速:使用泡沫潜孔锤钻进时,钻压一般为 8 kN~12 kN,转速一般为 20 r/min~50 r/min。

9.4.3.3 钻进操作要求

泡沫潜孔锤钻进操作按下列要求进行:

- a) 在钻进中,应随时注意观察泡沫上返情况,并根据泡沫中岩粉多少,随时加减泡沫液灌注量。
- b) 在易坍塌掉块地层中钻进时,应增加泡沫液浓度以提高携带岩粉能力。
- c) 在干燥地层中钻进时,要备足配置泡沫液用水。
- d) 钻进中随时注意泡沫返流,根据岩粉情况调整泡沫剂浓度与灌注量,以适应孔内涌水对泡沫流体的稀释和岩粉对泡沫的破坏,必要时还可以加入一定浓度的稳泡剂。
- e) 泡沫液流排出口要采取消泡措施,宜选用简单易行的机械方法消泡。
- f) 其他事项遵照 9.4.2.2 执行。

9.4.4 气动潜孔锤反循环钻进

9.4.4.1 使用方法

潜孔锤反循环钻进采用贯通式潜孔锤或在普通冲击器上部加接封隔器(转换接头)的方式进行。贯通式潜孔锤所配用的钻头底部型式(水口)应适用于反循环钻进。

9.4.4.2 钻进技术参数

气动潜孔锤反循环钻进技术参数:

- a) 气量、气压:气量可小于潜孔锤正循环钻进;气压应大于气动潜孔锤正循环钻进。一般气量为正循环钻进的60%~90%(上返气流速度不低于15 m/s);气压较正循环钻进大0.05 MPa~0.1 MPa。
- b) 钻压与转速:钻压与转速应根据地层软硬、钻头类型和钻头直径参照气动潜孔锤正循环用钻压与转速合理选择。一般钻压为8 kN~12 kN,转速为20 r/min~40 r/min。并可根据具体情况适当调整,以钻机转动平稳为宜。

9.4.4.3 钻进操作要求:

气动潜孔锤反循环钻进操作按下列要求进行:

- a) 应安装好孔口管,并周围捣实,管口高出地面0.3 m。
- b) 提下钻时,速度不要太快。
- c) 加接钻杆时,要检查钻杆密封圈是否完好无损,钻杆内有无泥砂、杂物,钻杆加接好后,应先送气试验后再下钻。
- d) 双壁钻杆的拆卸和停放,应注意其螺纹和密封圈的保护,并防止杂物进入管内。
- e) 在松软地层中钻进,钻速不能太快,并应采用轻提钻具强吹孔的方式钻进。
- f) 其他事项遵照9.4.2.2执行。

9.5 气举反循环钻进

9.5.1 设备的选择与配套

9.5.1.1 气举反循环钻进是使用原有的常规钻探设备,只需配备供气压力 ≥ 0.7 MPa、供气量 ≥ 6 m³/min的空压机和相应的钻具即可。

9.5.1.2 推荐选用给进行程长的动力头式或转盘式钻机,另外要考虑钻机提升能力留有一定余量,用以承担气举钻具较普通钻杆的重量增加值。

9.5.1.3 气举钻具有同心式和并列式两种,目前主要采用同心式双壁钻杆气举反循环钻进。根据钻孔口径和地层情况选择双壁钻杆规格,见表19。

9.5.1.4 气举反循环钻具组合由下至上的顺序为:钻头、钻铤、普通钻杆、气水混合器、逆止阀、双壁钻杆、双壁主动钻杆、双通道气水龙头。钻进时,高压空气从双通道气水龙头旁侧入口进入,经双壁钻具的环状空间下行,从气水混合器进到内管,与管内液体混合上行,从气水龙头顶端出口排出。管外液体与管内气液混合体的压力差,驱动液体从管外经钻头流入管内,形成反循环。

表 19 双壁钻杆规格

单位为毫米

型 号	SHB114	SHB127	SHB140	SHB168
外管外径	114	127	140	168
内管内径	70	87	100	127

9.5.2 钻进技术参数

9.5.2.1 沉没比

指气水混合器埋入水下的深度与气水混合器至气水龙头顶端出口距离的比值,沉没比越大,产生压差形成反循环的能力越大。一般气举反循环应在沉没比大于 0.5 的情况下使用。

9.5.2.2 供气压力

气举反循环的供气压力一般在 0.6 MPa~2 MPa 之间。气水混合器沉入水下的深度主要取决于供气压力,气水混合器最大沉没深度与风压的关系见表 20。

表 20 气水混合器最大沉没深度与风压的关系

风压/MPa	0.6	0.8	1.0	1.2	2.0
混合气最大沉没深度/m	51	72	90	108	192

9.5.2.3 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,但需要供气量、钻孔口径、钻杆内径有合理配合。一般送供气量 $\geq 6 \text{ m}^3/\text{min}$ 时,双壁钻杆与钻孔口径的匹配关系见表 21。

表 21 双壁钻杆与钻孔口径匹配关系表

单位为毫米

钻孔口径	150~400	200~500	300~800	500~1 000
双壁钻杆规格	SHB114	SHB127	SHB140	SHB168

9.5.2.4 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。

9.5.2.5 钻压、转速

气举反循环空气不经过钻头,钻进时孔底状态与普通反循环钻进相同,钻压(钻头直径单位长度的压力)为 0.6 kN/cm~1.2 kN/cm,转速 40 r/min~80 r/min。

9.5.3 钻进操作要求

9.5.3.1 开孔段需用常规钻进方法钻进 30 m 左右,待气水混合器能下入孔内,有一定沉没比之后才能采用气举反循环钻进方法。

9.5.3.2 下钻前严格检查双壁钻杆密封圈的磨损情况,有破损、漏气应及时更换。

9.5.3.3 停钻时应将钻具及时提离孔底。

9.5.3.4 钻进过程中及时清理上返岩渣,向孔内回灌、补充冲洗液。

9.6 泵吸反循环钻进

9.6.1 设备选择与配套

9.6.1.1 泵吸反循环用的砂石泵一般选择有效真空度不低于 7 m~8 m 水柱的二叶片型,其自由通道

尽可能与钻杆内径一致,叶片耐磨性好,4BS、6BS、8BS等型号,流量 $100\text{ m}^3/\text{h}\sim 400\text{ m}^3/\text{h}$ 。

9.6.1.2 启动砂石泵用的真空泵要求 8 m 水柱以上真空度,可选SZB-8、SZB2等型号。启动砂石泵用的注水泵泵量应 $\geq 10\text{ m}^3/\text{h}$,可选2PN-15/40、3PN等型号。

9.6.1.3 泵吸反循环可用 127 mm 、 146 mm 钻杆,钻铤可用DZ/T 0109中的 159 mm 和 178 mm 两种。

9.6.1.4 主动钻杆长度以 3 m 左右为宜,并备一根 1.5 m 左右的短钻杆。

9.6.2 钻进技术参数

9.6.2.1 钻杆内流体上返速度一般控制在 $2.5\text{ m/s}\sim 3.5\text{ m/s}$ 。

9.6.2.2 钻杆内岩屑含量应 $\leq 8\%\sim 10\%$,孔浅时取大值,孔深时取小值。

9.6.2.3 钻杆内径不得小于钻孔口径的 $1/10$,且最小不宜 $< 70\text{ mm}$ 。

9.6.2.4 根据钻杆内径和流体上返速度的要求确定泵量,一般 $120\text{ m}^3/\text{h}\sim 240\text{ m}^3/\text{h}$ 。

9.6.2.5 根据地层和钻头形式确定钻压,一般钻头直径单位长度的压力为 0.6 kN/cm 。

9.6.2.6 转速一般在 $30\text{ r/min}\sim 80\text{ r/min}$ 之间。

9.6.3 钻进操作要求

9.6.3.1 设备、管线接头连接要牢靠,密封良好。

9.6.3.2 尽量减少主动钻杆露出液面的高度,以利抽吸和循环。

9.6.3.3 根据地层情况和泵量控制钻进速度,避免钻杆内岩屑含量过高。

9.6.3.4 经常检查砂石泵轴封和水龙头芯套的磨损情况,发现问题及时更换。

9.7 气动潜孔锤同步跟管钻进

9.7.1 设备选择与配套

9.7.1.1 应配有能进行同步跟管作业的钻机,一般选用动力头钻机。

9.7.1.2 应配备满足钻进深度和钻孔孔径能力的空压机。

9.7.1.3 应配有能进行同步跟管作业的搓管机构。

9.7.1.4 配有可张开和回缩的气动潜孔锤偏心或同心钻头。

9.7.2 同步跟随套管要求

同步跟随套管应符合下列要求:

- a) 采用左旋螺纹联接,不需收回的套管可采用焊接联接形式。
- b) 第一节套管的长度应根据所用钻机的机高、夹持器高度及所配短钻杆长度来确定,以方便夹持和拧卸操作为宜。
- c) 套管与导向装置之间的单边间隙应 $\geq 3\text{ mm}$ 。
- d) 套管外径与扩孔器形成的孔壁之间的单边间隙应 $\geq 4\text{ mm}$ 。
- e) 套管的壁厚应满足抗挤压、抗拉伸强度的要求,套管壁厚一般应 $\geq 6\text{ mm}$ 。
- f) 采用焊接联接的套管,每节下端应在焊接前加工成倒角,或两端都加工成倒角。
- g) 焊接宜用手工金属电弧焊,并应使用碱性标准焊条。
- h) 焊接时,应采用专门的夹具使套管固定就位,以保证套管柱的垂直度;焊接区和热影响区不得出现脆裂和气孔。
- i) 管内焊缝凸出高度应 $\leq 0.5\text{ mm}$,焊缝不应高出管外表面 2 mm 。外侧焊缝凸出部分应磨掉,磨削应沿平行于套管轴线方向进行,磨至表面光滑为止。

9.7.3 钻进技术参数

9.7.3.1 开始钻进时,应以低速、低压进行。

9.7.3.2 钻进参数参照气动潜孔锤钻进参数进行选择。钻压应根据地层情况而定,钻速不宜过快。

9.7.3.3 当钻入地层 10 cm~20 cm 后,可按正常转速、钻压钻进。

9.7.4 钻进操作要求

9.7.4.1 开孔前应检查组合钻具。螺纹连接应紧密,偏心钻头用手转动应灵活;套管应无裂纹或变形,丝扣良好,如有问题不得勉强使用。

9.7.4.2 组合钻具进入套管内时,应使套管和组合钻具基本同轴,钻头应完全退回,不得旋转套管,不得使用冲击器使钻具强行通过套管鞋。

9.7.4.3 开始钻进前,超前钻头应紧固在导向装置上,每个联接处紧固牢靠。

9.7.4.4 第一根套管的安放应保证不偏斜,偏斜度控制在 2‰ 以内。

9.7.4.5 钻进中应频繁地窜动钻具,以便冲洗钻屑,尽可能使套管柱在孔内松动。

9.7.4.6 在停止钻进和重新开始钻进前,应彻底冲洗钻孔。

9.7.4.7 提钻前应将套管固定住,提出偏心钻头时,将钻杆柱缓慢提升至钻头接触套管鞋下侧位置,然后下放钻杆柱约 10 mm,缓慢反转钻柱 1 转~2 转,提出钻具。如果钻头无法提出,可连续强力冲洗钻孔几分钟,正转几圈,再重复上述操作,提出钻具。整个过程应小心操作,不得过量反转。

9.7.4.8 若提钻后套管下沉,在下钻前应将套管上提 200 mm~300 mm。

9.7.4.9 终孔后需要起拔的套管应及时起拔。为减少起拔套管困难,在钻进中可在套管与孔壁的间隙内灌注润滑剂。

10 扩孔钻进

10.1 合金钻头扩孔钻进

10.1.1 钻头和钻具

10.1.1.1 合金扩孔钻头可制作成螺旋翼片式、直焊翼片式,适用于黏土、砂土层、卵砾石钻进。

10.1.1.2 扩孔钻具要有足够的强度并加接导向装置。

10.1.1.3 钻头底部要有引向装置。可焊接 300 mm~500 mm 长、直径比原小径钻孔口径小一级的钻具作为引向装置。

10.1.2 钻进技术参数

10.1.2.1 钻压

根据岩性确定,钻头直径单位长度上的压力在第四系沙土地层为 0.25 kN/cm~0.5 kN/cm,在黏土层为 0.3 kN/cm~0.6 kN/cm,在卵砾石层和基岩为 0.8 kN/cm~1.5 kN/cm。

10.1.2.2 转速

根据岩性和钻头直径确定,一般以钻头外沿的线速度表示,黏土层为 1.5 m/s~2.5 m/s,砂土层为 1.5 m/s~2 m/s,卵砾石、破碎地层为 0.6 m/s~1 m/s。

10.1.2.3 泵量

尽可能采用大泵量扩孔,冲洗液上返速度应大于 0.1 m/s。

10.1.3 钻进操作要求

10.1.3.1 根据设备、钻具的负荷能力和地层岩性合理选择扩孔口径的级差,允许的情况下,应尽量增大扩孔级差,减少扩孔次数。

10.1.3.2 扩孔钻具应带有扶正器,扩孔时要保持钻孔圆直和下部小孔通畅,每小班应提钻一次,发现问题及时处理。

10.1.3.3 扩孔速度不宜过快,应与地层相适应。

10.1.3.4 加强冲洗液净化,保持孔内清洁,在确保孔壁安全的情况下,尽量降低冲洗液黏度和密度。

10.1.3.5 扩孔应保持连续进行,中途停钻应将钻具提出孔外。

10.2 牙轮钻头扩孔钻进

10.2.1 钻头和钻具

10.2.1.1 牙轮扩孔钻头是把牙轮钻头的多个轮掌焊接在厚壁钢管上制成。适用于砾、卵、漂石地层及基岩地层扩孔钻进。

10.2.1.2 钻具由主动钻杆、钻杆、加重钻铤、导向装置等组成。

10.2.1.3 引向装置:可在钻头底部螺纹连接 300 mm~500 mm 长、直径比原小径钻孔口径小一级的牙轮钻具作为引向装置,也可焊接合金全面钻进钻具做引向装置。

10.2.2 钻进参数选择

10.2.2.1 钻压

原孔直径为 150 mm,扩孔直径 250 mm,钻压为 40 kN~80 kN;原孔直径为 150 mm,扩孔直径 300 mm,钻压为 50 kN~100 kN;原孔直径为 150 mm,扩孔直径 346 mm,钻压为 60 kN~120 kN。软岩层用低值,硬岩层用高值。

10.2.2.2 转速

转速宜在 40 r/min ~80 r/min 之间。

10.2.2.3 泵量

泵量以满足冲洗液上返速度 0.1 m/s~0.5 m/s 为宜,条件允许时取大值。

10.2.3 钻进操作要求

10.2.3.1 下钻速度不宜过快,以免打坏牙齿或堵塞喷嘴。

10.2.3.2 钻头到达孔底后,先用低转速、低钻压钻进,待井底钻头各齿圈全面接触后,再正常钻进。

10.2.3.3 其他遵照 9.3.3 和 10.1.3 执行。

10.3 气动潜孔锤扩孔钻进

10.3.1 钻头和钻具

10.3.1.1 气动潜孔锤扩孔钻进系采用不取心冲击器,下接扩孔钻头的方式进行。扩孔钻头应具有导正部分和足够的排气、排渣通道。适用于基岩扩孔钻进。

10.3.1.2 除增加导正装置外,钻具与普通气动潜孔锤钻进相同。

10.3.2 钻进技术参数

10.3.2.1 供气量、供气压力

气动潜孔锤扩孔钻进,其钻具与孔壁的环间隙较大,应增加供气量。钻孔直径为 220 mm~310 mm 时,其送供气量应为 $25 \text{ m}^3/\text{min} \sim 55 \text{ m}^3/\text{min}$ 。供气压力应 $>0.6 \text{ MPa}$ 。

10.3.2.2 钻压、转速

其钻压可低于常规气动潜孔锤钻进,一般钻压为 $10 \text{ kN} \sim 12 \text{ kN}$ 。一般转速为 $18 \text{ r/min} \sim 25 \text{ r/min}$ 。

10.3.3 钻进操作要求

10.3.3.1 扩孔钻头与冲击器直径相差较大,容易造成钻孔偏斜,因此应加扶正器或采取其他防斜措施。

10.3.3.2 应根据地层性质和复杂程度合理确定扩孔级数,一般不宜大于 2 个孔径级差。

10.3.3.3 扩孔钻进时,应确保孔壁圆直和下部小孔畅通。发现下钻不顺和小孔堵塞时,要及时扫孔和通孔。

10.3.3.4 扩孔钻进时,要注意防止钻头和气动潜孔锤连接处因积存较大颗粒岩屑造成卡钻事故的发生。应经常将钻具提起一段,让积存的岩屑落到孔底,再继续钻进。

10.3.3.5 要根据地层情况合理选择钻压,并且要均匀加压,不得忽大忽小。

10.3.3.6 其他事项参照 9.4.2.2 执行。

11 取心、采样与地质编录

11.1 岩土取心、采样与地质编录

11.1.1 钻进过程中,设计要求取心、采样孔段应及时进行地质描述和取样。

岩(土)样及岩心的采取应遵守下列规定:

- a) 应使岩(土)样准确反映原有地层的岩性、结构及颗粒组成。
- b) 采取鉴别地层的岩(土)样,在非含水层中每 $3 \text{ m} \sim 5 \text{ m}$ 取一个,含水层 $2 \text{ m} \sim 3 \text{ m}$ 取一个,变层时还应加取。
- c) 采取颗粒分析样,在厚度大于 4 m 的含水层中,每 $4 \text{ m} \sim 6 \text{ m}$ 取一个,当含水层小于 4 m 时,应取一个。
- d) 颗粒分析取样重量,不应小于下列数值:砂 1 kg ; 圆砾(角砾) 3 kg ; 卵石 5 kg 。
- e) 勘探钻孔岩心的采取率不宜小于下列数值:
 - 1) 黏性土、完整基岩平均不低于 70% ;
 - 2) 风化或破碎基岩平均不低于 40% ;
 - 3) 取心特别困难的溶洞充填物和破碎带,要求顶、底板界限清楚,并取出有代表性的岩样;
 - 4) 全孔取心时,无岩心间隔一般不超过 3 m ,流沙层、溶洞充填物和基岩强烈风化带、破碎带,无岩心间隔一般不超过 5 m ,个别不超过 8 m 。

11.1.2 当有测井和井下电视配合工作时,鉴别地层的岩(土)样的数量可适当减少。

11.1.3 供水井工程,根据掌握水文地质资料情况,取样数量可适当减少。

11.1.4 松散地层中取颗粒分析样时,应使用专用取样器取样,取样前,应彻底清除井孔底部岩屑,准确测量井孔深度。采用打入式取样器,应严格控制冲程,起拔时不得用力过猛。

11.1.5 松散地层中取鉴别样时,可使用专用取样器取样,也可在抽筒中或在孔口排出的岩屑捞取。

11.1.6 在基岩地层中取心钻进时,根据岩心进行地质编录。在基岩地层中进行无岩心钻进时,如需取样,可按取心钻进方法取岩心样,进行地质编录。

11.1.7 基岩地层取心钻进,应适当增大岩心管长度,使岩心易于折断,便于卡取。在特殊情况下,可利用岩心楔断器将岩心楔断后再卡取。

11.1.8 取心时要选择合适的卡料或卡簧。

11.1.9 卡取岩心时,岩心卡料应均匀投放,投后送水冲压,试提卡牢后,再开机扭取。当采用干钻取心时,干钻时间不得超过 2 min。

11.1.10 岩石层(岩石类)宜根据野外鉴定和描述的内容,参照区域地层资料进行分类和定名。松散土的分类和定名按表 22 的规定执行。

表 22 土的分类和定名标准

类 别	名 称	定 名 标 准
碎石土类	漂 石	圆形及亚圆形为主,粒径大于 200 mm 的颗粒超过全重的 50%
	块 石	棱角形为主,粒径大于 200 mm 的颗粒超过全重的 50%
	卵 石	圆形及亚圆形为主,粒径大于 20 mm 的颗粒超过全重的 50%
	碎 石	棱角形为主,粒径大于 20 mm 的颗粒超过全重的 50%
	圆 砾	圆形及亚圆形为主,粒径大于 2 mm 的颗粒超过全重的 50%
	角 砾	棱角形为主,粒径大于 2 mm 的颗粒超过全重的 50%
砂土类	砾 砂	粒径大于 2 mm 的颗粒占全重 25%~50%
	粗 砂	粒径大于 0.5 mm 的颗粒超过全重的 50%
	中 砂	粒径大于 0.25 mm 的颗粒超过全重的 50%
	细 砂	粒径大于 0.1 mm 的颗粒超过全重 75%
	粉 砂	粒径大于 0.1 mm 的颗粒不超过全重 75%
黏性土类	轻亚黏土	塑性指数 $3 < I_p \leq 10$
	亚 黏 土	塑性指数 $10 < I_p \leq 17$
	黏 土	塑性指数 $I_p > 17$
注 1: 定名时,应根据粒径由大到小,以最先符合者确定。		
注 2: 野外临时定名,可采用一般常用的经验方法。		

11.1.11 岩土样及岩心的描述,应按表 23 的内容进行。

11.1.12 从井孔取出的岩心,应按取出顺序自上而下排放,不得颠倒、混淆,并应及时编号整理。井孔验收前,岩(土)样及岩心应妥善保存。

表 23 岩土样及岩心描述内容

类 别	描 述 内 容
碎石土类	名称、岩性成分、浑圆度、分选性、粒度、胶结情况和充填物(砂、黏性土的含量)
砂土类	名称、颜色、矿物成分、分选性、胶结情况和包含物(黏性土、动植物残骸、卵砾石等的含量)
黏性土类	名称、颜色、湿度、有机物含量、可塑性和包含物
岩石类	名称、颜色、矿物成分、结构、构造、胶结物、化石、岩脉、包裹物、风化程度、裂隙性质、裂隙和岩溶发育程度及其充填情况

11.2 地下水采样

11.2.1 水样一般应在抽水试验结束前采取。

11.2.2 水样瓶应先用采样水浸泡洗净。装瓶不得过满,应使水面与瓶塞底面之间留有 $<10\text{ mm}$ 的空隙。装瓶后立即将瓶口用纱布包扎,以火漆或石蜡封严,并贴标签及时送化验单位分析。简分析水样数量为 $1\ 000\text{ mL}$;全分析水样数量为 $3\ 000\text{ mL}$;细菌检验水样数量为 500 mL ;专门分析水样由分析项目决定。做细菌检验的水样瓶,应事先经过灭菌处理。

11.2.3 检验不稳定成分的水样,采样时应同时加放稳定剂。

12 冲洗液

12.1 类型与选择

12.1.1 清水和自然造浆

完整和孔壁稳定地层采用清水作冲洗液,钻遇黏土类地层时,岩屑与清水混合并分散形成自然造浆。

12.1.2 细分散冲洗液

钠膨润土粉或钙膨润土粉加纯碱(碳酸钠)用淡水搅拌形成稳定的悬浮液,即细分散冲洗液,适用于孔壁较稳定的地层。

12.1.3 粗分散冲洗液

细分散冲洗液中加入石灰、石膏、 NaCl 、 CaCl_2 和海水一类的絮凝剂和其他处理剂,形成适度絮凝的粗分散冲洗液。主要有钙处理冲洗液(石灰冲洗液、石膏冲洗液、氯化钙冲洗液)、含盐冲洗液(盐水冲洗液、饱和盐水冲洗液、海水冲洗液)和钾基冲洗液等。适于较复杂的水敏性地层、盐碱地层。

12.1.4 不分散低固相冲洗液

以具有选择性絮凝作用的高分子聚合物如部分水解聚丙烯酰胺(PHP)等为主要处理剂,保留冲洗液中优质造浆黏土、絮凝劣质土和钻屑,便于地表清除,保持冲洗液低固相和良好的剪切稀释性能。该类冲洗液适应性强。

12.1.5 无固相冲洗液

清水中不加黏土只加化学处理剂。主要有合成高聚物冲洗液、天然植物胶冲洗液、生物聚合物(XC)冲洗液、水玻璃+PHP冲洗液等。适于稳定地层和一般的水敏性地层钻进。

12.1.6 空气冲洗介质

空气携带岩粉、冷却钻头、清洁孔底,其上返流速应达到 $15\text{ m/s}\sim 25\text{ m/s}$ 。

12.1.7 雾化冲洗介质

在潮湿地层中钻进时,采用气水体积比 $2\ 000:1\sim 3\ 000:1$ 雾化冲洗介质,解决泥包、泥堵和岩粉粘附孔壁等问题。

12.1.8 泡沫冲洗介质

在空气中加入 $0.3\%\sim 1.0\%$ 的发泡剂,形成气液体积比 $200:1\sim 300:1$ 的泡沫。再加入 $0.5\%\sim$

1.0%的稳泡剂,配制成可循环的微泡沫冲洗介质。

12.2 常用材料与化学处理剂

12.2.1 水基冲洗液由基础配浆材料及处理剂两部分组成。基础配浆材料是指在配浆中用量较大的基本组分,主要有水和黏土。

12.2.2 一般使用低矿化度的淡水配浆,特殊情况也可用盐(卤)水或海水配浆。

12.2.3 优先使用钠膨润土(见 GB/T 5005),使用优质钙膨润土时应加纯碱钠化处理。

12.2.4 化学处理剂用于改善和稳定冲洗液性能,满足护壁和堵漏要求。水文水井地质钻探用的处理剂可参考 DZ/T 0227 (附录 A.1 冲洗液化学处理剂)中提供的类型和品种。

12.3 冲洗液主要性能指标与测试方法

12.3.1 密度

指单位体积冲洗液的质量。用比重秤(密度计)测量,单位用 g/cm^3 或 kg/m^3 表示。

12.3.2 黏度

冲洗液黏度包括漏斗黏度、塑性黏度和结构黏度。常用马氏漏斗、苏氏漏斗和旋转黏度计测量,单位分别用 s 和 $\text{mPa} \cdot \text{s}$ 表示。

12.3.3 滤失性

用气压式(中压/室温)失水量仪测量,单位用 $\text{mL}/30 \text{ min}$ 表示。

12.3.4 酸碱度

酸碱度用 pH 值表示,一般用广范试纸(pH 值范围 1~14)测量。钻进用冲洗液的 pH 值应控制在 8~11 范围内,分散性冲洗液的 pH 值一般在 10 以上;聚合物冲洗液的 pH 值应控制在 8~9 之间。

12.3.5 含砂量

指冲洗液中粒径大于 $74 \mu\text{m}$ (200 目)的固相颗粒的体积百分含量。用含砂量仪来测量。

12.3.6 抑制性

指冲洗液抑制泥页岩水化膨胀及分散的能力。用膨胀仪和岩屑滚动回收百分比来衡量。

12.3.7 润滑性

包括泥饼的粘附性能和冲洗液的润滑性能两方面。泥饼的粘附性能由粘附系数测定仪测定,冲洗液的润滑性能由极压润滑仪测定,分别用粘附系数和摩阻系数表示。

12.3.8 渗透恢复率

指水文、水井钻探过程中含水地层的孔隙和裂隙被冲洗液污染堵塞后的恢复程度。用渗透恢复率测定仪测量。要求选用的冲洗液的渗透恢复率不低于 80%。

12.4 冲洗液配制与管理

12.4.1 冲洗液的现场配制

12.4.1.1 选择对地下水水质无毒性、无污染的泥浆处理剂(含铬和沥青的化合或复合材料不宜使用),优

先选用有较好自然降解性能的化学材料(如野生植物胶、CMC 等)。

12.4.1.2 根据钻孔设计任务书确定冲洗液性能指标和配方。

12.4.1.3 按配方计算配浆材料用量,并严格计量加入。

12.4.1.4 操作顺序:用钙膨润土配浆时先加水,再按土粉质量 4%~7%将纯碱加入到搅拌机内,加入钙土粉搅拌均匀后使用。钠膨润土配浆时,按水、土、处理剂的配比顺序加入搅拌机内,充分搅拌后使用。

12.4.1.5 若需加入几种处理剂时,应按照先加分子量小的无机化学材料,再加有机高分子化学材料(也应由小到大)。

12.4.1.6 用检测仪器测定新浆性能,合格后方可使用。

12.4.2 冲洗液的现场管理

12.4.2.1 水文水井钻探现场应开挖冲洗液池、沉淀池、冲洗液循环槽和配置冲洗液搅拌机和冲洗液固相控制设备。

12.4.2.2 施工中需要用几种消耗量大或很难溶解的化学处理剂进行维护时,应在接近水源池的循环槽边安装添加容器,将处理剂预先搅拌溶化,循环过程中缓慢连续流入循环槽。

12.4.2.3 使用冲洗液的现场应配备漏斗黏度计、密度计、失水量仪、含砂量仪和 pH 试纸。正常情况下冲洗液管理员每班至少测定一次冲洗液的常规性能,并将数据记入班报表内。

12.4.2.4 定时清除循环过程中的岩屑和泥砂,控制固相在规定范围之内。必要时,启动固相控制设备除砂。

12.4.2.5 根据孔内情况及时调整和维护冲洗液性能。

12.4.2.6 需要转化冲洗液类型时,应在实验室内先做试验,确定转化程序。

12.4.2.7 使用化学处理剂要有防腐蚀和防污染措施,配备必要的劳动保护用品。

12.4.2.8 终孔后,将全部剩余冲洗液泵到废浆池中,加入水泥、石灰类絮凝和固化材料,硬化后掩埋或运走。

13 成井工艺

13.1 测井

在钻孔终孔后,首先应进行测井。测井项目有:划分地层、确定含水层和相对隔水层位置和厚度;确定地下水矿化度,划分咸淡水界面;估算钻孔涌水量,测定孔斜、孔径等。常用测井方法见表 24。

表 24 测井方法

方法名称	应用条件	解决的问题及效果
电阻测井 (JDZ)	1) 探测对象与其周围介质应有一定的电阻率差异; 2) 井孔充有冲洗液或地下水; 3) 井壁未下套管,可供测量的井段	1) 划分地层,确定含水层和相对隔水层位置和厚度; 2) 确定地下水矿化度,划分咸淡水界面;
自然电位测井 (JDHZ)	1) 被探测岩层产生的自然电场足够大; 2) 同电阻测井 2); 3) 同电阻测井 3)	3) 用井液电阻率法确定含水地段,估算钻井涌水量,测定过滤器有效长度等
放射性测井 (JF)	1) 被探测岩层具有足够的放射性差异; 2) 下套管孔及干孔均适用	主要用于划分地层和寻找破碎带,多采用自然伽马测井

表 24（续）

方法名称		应用条件	解决的问题及效果
测斜仪	陀螺测斜仪	任意井孔	单点、多点或连续测量井孔的方位角和顶角
	罗盘测斜仪	非磁性井孔	
	钟摆测斜仪		
井径仪		任意井孔	测量井径,确定孔壁坍塌位置

13.2 下管准备与基本要求

13.2.1 下管前的冲孔、排渣、换浆与探(通)孔

13.2.1.1 将冲孔钻杆下放到孔底,用大泵量冲孔排渣;待孔内岩渣排除后,将孔内冲洗液的粘度降低至 20 s 内,密度小于 1.15 g/cm³。

13.2.1.2 若含水层护壁泥皮过厚时,可先用环状钢丝刷在含水层孔壁处上下提拉破坏孔壁泥皮,再按上述要求进行冲孔、排渣、换浆。

13.2.1.3 冲孔、排渣、换浆结束后,在下管前应进行探(通)孔,所用探(通)孔器直径比孔径小 30 mm~50 mm,长度为 3 m~5 m。经探孔确认钻孔圆直、畅通无阻后,方可下管。

13.2.2 下管准备

13.2.2.1 下管前应校正孔深,确定下管深度、过滤管长度和安装位置。按下管先后次序将井管逐根丈量、排列、编号、试扣,确保下管深度和过滤管安装位置准确无误。

13.2.2.2 对井管逐根检查,不符合质量要求者不得下入孔内,过滤管的缠绕丝有错动者应进行修理使之符合要求。

13.2.2.3 对下管设备和工具进行检查,不符合安全要求者不得使用。

13.2.3 下管要求

13.2.3.1 下管作业应统一指挥,互相配合,操作要稳要准,井管下放速度不宜太快,中途遇阻时不准猛墩强提,可适当上下提动和缓慢地转动井管,仍下不去时,应将井管提出,扫除孔内障碍后再下。

13.2.3.2 下管期间应保持孔内液面与孔口持平,若有下降应及时补充。

13.2.3.3 井管下完后,要用升降机将管柱吊直,并在孔口将其扶正、固定。

13.3 井管选择

13.3.1 井管要求

13.3.1.1 成井管柱结构由井壁管、过滤管和沉淀管等 3 部分组成,相互组合和要求应符合以下各条规定。

13.3.1.2 井壁管内径应满足抽水设备的安装和正常抽水要求,若采用深井泵和潜水电泵抽水时,安装水泵的管段井管内径,应大于选用抽水设备标定的最小井管内径值。

13.3.1.3 过滤管安装长度一般与含水层厚度基本一致,厚度超过 30 m 时,可选用 20 m~30 m 安装在主要含水层处;若含水层透水性很差时,可适当加长。观测孔采用 2 m~3 m 过滤管即可。

13.3.1.4 沉淀管:与相连的过滤管同径,安装长度一般为 2 m~10 m,底部封闭,顶部在 0.5 m 范围内加工成过滤管结构,顶端内壁处加工成阻流座的内台阶,使冲孔阻流塞坐落在此台阶上。若阻流座在底

部时,沉淀管上部则不必加工成过滤管结构。

13.3.1.5 井管采用丝扣或电焊连接或使用其他方法连接时,应保证接头处不渗漏。井管连接成管柱后,轴心线应一致。

13.3.1.6 管柱应装设扶正器,确保管柱处在井孔中心位置。扶正器的位置和数量,应根据地层岩性、成井深度和井的垂直状况等因素决定。过滤管的上端以及较长过滤管的中部应设扶正器,以保证过滤管外的填砾厚度均匀。

13.3.1.7 井管应具有较高的强度,能承受地层和静水侧压力以及管柱自重产生的拉压力。

13.3.1.8 井管应能抵抗井水腐蚀,有较好的防腐性能,包括酸碱腐蚀、电位差腐蚀及氧化腐蚀等。

13.3.1.9 井管应无毒、无味,对井水不污染,能溶于水中的有害物质含量低于国家规定指标。

13.3.1.10 井管管身圆直,端口平整,连接牢固,密封良好,无渗漏、无残缺、无裂纹。

13.3.2 井壁管类型选择

应根据地层、钻孔类型、孔深、孔径、设备能力、水质和经济性等参照表 25 选用。

表 25 井壁管类型选择

井 管 类 型	井 管 特 性	适 用 条 件	
		孔 深	水 质
铸铁井管	抗压、抗侧压强度较高,耐冲击、抗拉强度较低,有一定防腐性能	浅孔、中深孔	适于一般水质的水井中使用
钢质井管	抗拉、抗压、抗侧压抗弯强度高,有一定的抗腐蚀性能,成本较高	中深孔、深孔	
玻璃钢井管	耐腐蚀性能良好,质量轻,有较高的强度,但成本较高	中深孔、深孔	适于一般水质的水井中和腐蚀性较大的水井中
聚氯乙烯井管	耐腐蚀性能良好,质量轻,价格低,强度较低	浅孔、中深孔	
水泥井管	价格低,强度较低		

13.3.3 过滤管类型选择

13.3.3.1 过滤管类型

过滤管类型应根据含水层类型、水质和孔深,参照表 26 选用。

表 26 过滤管类型选择

过滤管类型	材 料	过 滤 管 特 性	适 用 条 件
缠丝过滤管 (圆形或梯形丝)	钢制管	易于制造,适应性广,可根据水质选择缠丝的材料和断面形状,具有一定的防腐能力和较好的挡砂透水性能	与管外填砾配合,适用于第四系和基岩含水层,按水质选择骨架管和缠丝材料,可用于各种水质的水井中
	铸铁管		
	聚氯乙烯管		
桥式过滤管	钢制管	滤缝为桥式结构,不易堵塞,透水性好,应根据水质选择骨架材料,有较好的防腐性能	与管外填砾配合,适用于第四系含水层和基岩含水层
	不锈钢管		

表 26 (续)

过滤管类型		材 料	过 滤 管 特 性	适 用 条 件
条缝过滤管		钢制过滤管	透水性能好,挡沙作用差	只适用于粗颗粒含水层和基岩裂隙含水层水井中
		聚氯乙烯管	滤缝直接开在骨架管上,呈外窄内宽结构,不易堵塞,透水性好,有良好的防腐性能,成本较低	与管外填砾配合,适用于第四系和基岩含水层,尤其适用于腐蚀性较大的水井中
网状过滤管		玻璃钢管	用玻璃纤维交织缠绕成表面呈网状结构的过滤管,有良好的防腐性能,质量轻,强度较大	
携砾 过滤 器	贴砾 过滤器	钢衬管	滤料和过滤管粘为一体,具有良好的挡砂、透水性能,应根据含水层颗粒大小,选择相应的滤料规格过滤器	根据水质选择骨架管可适用于各种水质的水井中,尤其适用于填砾困难的粉细砂含水层水井和管井修复
		塑衬管		
	充砾 过滤器	钢制管	滤料充填在双层滤管环腔内,填砾和过滤管合为一体,具有良好的挡砂和透水性能	适用于粉细砂含水层和填砾困难的水井
		聚氯乙烯管		
		不锈钢管		
包网过滤管		钢制过滤管	滤网孔眼容易堵塞,透水性能差	用于不能填砾的中细粉砂含水层中
		聚氯乙烯管		

表 27 管外不填砾的过滤管滤缝宽度

过 滤 管 类 型	含 水 层 类 型		
	均匀的 中粗砂	非均匀的	
		中砂	粗砂
包网过滤管	$\delta=(1.5\sim 2)d_{50}$	$\delta=d_{10}\sim d_{50}$	$\delta=d_{30}\sim d_{10}$
缠丝过滤管或其他缝式滤管	$\delta=(1\sim 1.5)d_{50}$		
注: δ 为滤缝宽度; d_{30} 、 d_{10} 、 d_{50} 分别为含水层试样,在筛分时能通过筛眼的颗粒,其累计重量占试样全重分别为 30%、40%、50%时的最大颗粒直径或筛眼直径。			

13.3.3.2 过滤管技术参数

过滤管技术参数包括:

- a) 骨架孔隙率:根据骨架材质不同,一般要求:铸铁管为 18%~25%;无缝钢管为 20%~30%;钢筋骨架管 40%~50%,PVC 条缝井管 12%~15%。
- b) 滤缝宽度:按管外填砾和管外不填砾两种类型,分别根据管外填砾的规格或含水层颗粒筛分数据确定,管外填砾的过滤管滤缝宽度(δ)等于填砾试样在筛分时能通过筛眼的颗粒,其累计重量占试样重量 10%时的最大颗粒直径或筛眼直径;管外不填砾的过滤管滤缝宽度可参照表 27 选用。

13.4 下管方法选择

应根据下管深度,设备能力以及井管强度和连接方式等条件确定,可参照表 28 选用。

表 28 下管方法选择

下管方法	适用条件	
	井管连接方式	井管总重量
悬吊下管法	丝扣或焊接	小于下管设备的安全负荷和小于井管的抗拉强度时采用
浮力下管法		大于下管设备的安全负荷或大于井管的抗拉强度时采用
兜底下管法	非丝扣或焊接	小于下管设备的安全负荷和井管的抗压强度及大于井管的抗拉强度时采用
二次或多次下管法	非丝扣或焊接或丝扣连接	采用浮力塞后,有效重量大于下管设备的安全负荷或大于井管抗拉强度时

13.5 下管操作要求

13.5.1 一般要求

13.5.1.1 螺纹连接的井管,丝扣要涂油,连接螺纹要上满拧紧。若螺纹配合不好,丝扣上歪或丝扣损坏时,不得勉强紧扣,应卸开修复,重上或更换。

13.5.1.2 需焊接的井管其两端应车平,并倒角。焊接时,管口内、外壁要对平、焊正、焊牢,必要时应采用拉筋加固。

13.5.2 浮力塞下管要求

13.5.2.1 浮力塞的安装位置要进行计算确定。应保证管柱在孔内经浮力减重后的余重小于下管设备的安全负荷和井管的抗拉强度。

13.5.2.2 浮力塞在使用前应进行密封性能试验,8 h 内无渗漏者方可入孔使用。

13.5.2.3 浮力塞的解脱结构,在入孔使用前应进行检验,确保下管后能安全解脱。

13.5.2.4 井管下到底后,应在浮力塞以上的井管内注满清水,才准将浮力塞解脱;井管未下到底,不得解脱浮力塞。

13.5.3 兜底下管要求

13.5.3.1 下管所用的钻杆(包括二次或多次下管法)、钢丝绳的解脱机构应安全可靠,使用前要进行检查,确保下管后能安全解脱。

13.5.3.2 下管所用底托盘(包括二次或多次下管法),应设计有外返水冲孔结构,保证下管后冲孔时,能使冲洗液从底托盘处返出井管外冲洗钻孔。

13.5.3.3 使用钢丝绳下管时,各主绳的放绳速度应一致,脱钩绳的放绳速度应大于主绳,不得让脱钩绳拉紧。

13.5.3.4 使用钻杆兜底下管(包括二次或多次下管法)时,钻杆丝扣要上满上紧,下管过程中不得反向转动钻杆。

13.5.3.5 井管下完后应先填砾后解脱,未填砾不得将钻杆或钢丝绳解脱。

13.5.4 二次或多次下管法下管要求

- 13.5.4.1 两级管柱在孔内对接处,应选择在地层完整、孔壁稳定的孔段,以保证管柱在孔内顺利对接。
- 13.5.4.2 第一级管柱顶端管口处,应带防砾罩,罩高为 0.3 m~0.5 m,在罩以上 0.1 m~0.2 m 处的钻杆上应固定限位夹板,防止下管时防砾罩上移与管口脱开。
- 13.5.4.3 距第一级管柱顶端 1 m~2 m 处管外应装有扶正器,以保证管柱端口处于钻孔中心位置,便于第二级管柱与其对接。
- 13.5.4.4 第一级管柱下完后,应在该井段内冲孔、填砾。填砾时要将管柱吊直,使井管处于井孔中心,而后进行第二级下管。
- 13.5.4.5 无论采用同径还是非同径对接形式,下第二级管柱时均应加导正装置,以确保顺利对接。
- 13.5.4.6 第二级管柱下至接近第一级管柱管口处时,要慢下轻放,小心套接,防止碰撞损坏。

13.6 填砾

13.6.1 砾料质量和填砾参数选择

- 13.6.1.1 砾料应选择质地坚硬、密度大、浑圆度好的石英砾石,易溶于盐酸和含铁、锰的砾石以及片状或多棱角碎石,不宜作为砾料。
- 13.6.1.2 砾料的砾径应根据含水层颗粒筛分数据确定,可参照表 29 选用。
- 13.6.1.3 填砾的厚度应根据含水层颗粒大小和钻孔类型确定。可参照表 30 选用。
- 13.6.1.4 填砾的高度应在含水层厚度的 120%~130%,若隔水层较薄且距含水层较近时,可填至隔水层顶板处。

表 29 填砾的砾径选择

含水层类型	砂土类含水层	碎石土类含水层	
	$\eta_1 < 10$	$d_{20} < 2 \text{ mm}$	$d_{20} \geq 2 \text{ mm}$
砾径(D)的尺寸/mm	$D_{50} = (6 \sim 8)d_{50}$	$D_{50} = (6 \sim 8)d_{20}$	$D = 10 \sim 20$
砾料的 η_2 要求	$\eta_2 \leq 2$		
注 1: η_1 为含水层的不均匀系数, η_2 为砾料的不均匀系数, 即 $\eta_1 = d_{60}/d_{10}$, $\eta_2 = D_{60}/D_{10}$ 。			
注 2: d_{10} 、 d_{20} 、 d_{50} 、 d_{60} 和 D_{10} 、 D_{50} 、 D_{60} 分别为含水层试样和砾料试样各自在筛分中能通过筛眼的颗粒, 其累计重量占筛样全重分别为 10%、20%、50%、60%时的筛眼直径。			

表 30 填砾厚度要求 单位为毫米

含水层类型	粗砂、砾石含水层		中、细、粉砂含水层	
钻孔类型	水文地质孔(井)	供水孔(井)	水文地质孔(井)	供水孔(井)
填砾厚度	50~75	75~100	75~100	100~150

13.6.2 填砾准备和基本要求

- 13.6.2.1 认真检查砾料的质量和规格,不符合要求的砾料不得填入孔内,含泥土杂质较多的砾料,要用水冲洗干净后才准填入。
- 13.6.2.2 按计算用量,现场应备足砾料。
- 13.6.2.3 填砾应从孔口井管周围均匀填入,不得只从单一的方位填入。

13.6.2.4 填砾中要定时探测孔内填砾面的位置,发现堵塞时,应采取措施消除后再填。

13.6.2.5 砾料填至预定位置后,在进行止水或管外封闭前,应再次测定填砾面位置,若有下沉,应补填至预定位置。

13.6.3 填砾方法要求

13.6.3.1 采用开泵正循环冲洗填砾法填砾时,应始终保持冲洗,中途不得停泵。

13.6.3.2 采用无泵填砾法填砾时,孔内液体应始终保持从管口溢出,若溢流中断,是填砾中途堵塞的征兆,应采取措施,使管口恢复溢流后再填。

13.6.3.3 采用空压机反循环冲洗填砾法填砾时,孔口应与水源连通,始终保持冲洗液循环,不得间断。此法能防止砾料中途堵塞和孔内分选,但仅适用于孔壁稳定的钻孔,不适用于松散易塌地层。

13.6.4 携砾过滤器使用

13.6.4.1 携砾过滤器使用要求

在深孔成井填砾难到位和在粉细砂地层成井时,宜使用携砾过滤器(贴砾过滤器、充砾过滤器)成井。携砾过滤器使用应符合下列要求:

- a) 使用贴砾过滤器时,应按 13.6.1.2 的规定选用贴砾规格,使其与含水层的粒度相适应。
- b) 预充砾过滤器填充的砾料,其规格必须符合 13.6.1.2 的规定。每节骨架管的上端,应留有一定长度的实管。

13.6.4.2 携砾过滤器规格

携砾过滤器包括贴砾过滤器和预充砾过滤器,其规格见表 31 和表 32。

表 31 贴砾过滤器规格 单位为毫米

公称外径	最大外径	滤料规格	贴砾厚度	贴砾长度	单根长度	连接形式
90	130	0.5~1.5	20	1 100	1 500	丝扣、焊接
110	150		20	1 100	1 500	丝扣、焊接
125	165		22.5	1 100	1 500	丝扣、焊接
140	185	1.6~2.5	25	1 100	1 500	丝扣、焊接
160	210		25	1 100	1 500	丝扣、焊接
200	250	2~4	22.5	1 100	1 500	丝扣、焊接
225	270	3~5	22.5	1 100	1 500	丝扣
250	300		25	1 100	1 500	丝扣
315	365		25	1 550	2 000	丝扣
注：公称外径以塑料衬管为基准，使用钢制衬管时尺寸应作调整。						

表 32 充滤料过滤器规格

单位为毫米

序号	衬管结构规格 (外管/内管)	间隙	挡环规格	滤料规格	条缝规格		
					缝宽	间隔	缝长
1	$\phi 160 \times 9.6 / \phi 90 \times 4.3$	25.4	$\phi 140.8 / \phi 90$	0.5~1.5	1	5~10	60~120
2	$\phi 200 \times 9.6 / \phi 110 \times 5.3$	35.4	$\phi 180.8 / \phi 110$				
3	$\phi 200 \times 9.6 / \phi 125 \times 6$	27.9	$\phi 180.8 / \phi 125$				
4	$\phi 225 \times 10.8 / \phi 140 \times 5.4$	31.7	$\phi 203.4 / \phi 140$	1.6~2.5	1.5		
5	$\phi 250 \times 11.9 / \phi 160 \times 9.6$	32.1	$\phi 226.2 / \phi 160$	2~4	2		
6	$\phi 315 \times 15 / \phi 200 \times 9.6$	42.5	$\phi 285 / \phi 200$				
7	$\phi 315 \times 15 / \phi 225 \times 10.8$	30.0	$\phi 285 / \phi 225$	3~5	2.5		
8	$\phi 400 \times 19 / \phi 315 \times 15$	23.5	$\phi 362 / \phi 315$				
注：当滤料粒径小于 1 mm 时，需要对内、外滤水衬管包网。规格以塑料衬管为基准，钢制衬管尺寸应作调整。							

13.7 止水与封闭

13.7.1 止水材料选择

13.7.1.1 止水材料要求

止水材料要符合以下要求：

- a) 具备良好的隔水性能；
- b) 无毒、不污染水质；
- c) 达到使用寿命要求。

13.7.1.2 永久性止水材料

永久性止水材料包括：

- a) 黏土：应制成黏土球，球径 20 mm~40 mm，用前制好晾干，达到表面稍干，内部湿润柔软为宜。
- b) 水泥：一般选用 P.O 32.5 号以上普通硅酸盐水泥或硫铝酸盐水泥。

13.7.1.3 临时性止水材料

临时性止水材料包括：

- a) 海带：用前浸湿晾干，编成辫带状缠绕在止水管上，下入钻孔变径处止水（也可在海带上部辅以黏土球止水）。止水时，海带止水物在孔内被压缩后的有效高度不得小于 0.3 m~0.5 m。
- b) 橡胶：用前制成胶球、胶圈、胶囊等装在各种止水器具上，配合充水、充气或重力压缩，使橡胶止水物径向膨胀止水。
- c) 遇水膨胀橡胶：有条带型和圆筒（帕克）形两种，遇水后一般膨胀 2 倍~5 倍。

13.7.2 止水要求

13.7.2.1 水文地质抽水试验孔和观测孔，要求对非试验含水层（组）进行临时性止水。供水井和勘探开

采孔,要求对劣质含水层、非取水含水层和地表水进行永久性止水。

13.7.2.2 止水部位应选择在良好隔水层处,隔水层厚度不应小于 5 m~10 m,并要根据岩心和电测井资料,准确掌握隔水层的位置、厚度,止水部位的孔径。

13.7.2.3 止水部位以上的井管,不得有渗漏,否则在止水位置以上孔段,应全部采用黏土或水泥浆围填、封闭。

13.7.2.4 永久性止水应采用优质黏土球或水泥浆进行管外封闭止水。若采用分段隔离止水时,在各分隔段部位的止水物厚度不得小于 5 m,若采用封闭含水层止水时,止水物应超过被封闭的含水层顶、底板各 5 m。

13.7.2.5 采用黏土球止水时,黏土球应从孔口井管周围均匀缓慢地投入孔内,不得只从单一的方位投入,并每投 1 m~2 m 要测探一次。永久性止水时止水厚度不得少于 10 m,临时性止水时止水厚度不得小于 5 m。

13.7.2.6 采用支撑式、提拉式、胶囊式、充水式止水器止水时,使用前应对其密封和止水性能进行检验,确认其性能可靠后入孔使用。

13.7.2.7 下入止水器前,应先进行探孔,确认无障碍时才可下入。中途遇阻时,不得强行下入,应提出止水器,排除孔内障碍后再下。

13.7.2.8 采用遇水膨胀橡胶止水带止水时,在需要止水的位置井管上设置遇水膨胀橡胶限胀圈,在两个限胀圈之间捆扎遇水膨胀橡胶止水带。每一止水位置的止水带设置数量不宜少于 2 道,遇水膨胀橡胶止水带的层数不宜少于 2 层。使用遇水膨胀橡胶帕克止水时,也要在止水帕克两端安装限胀圈。安装时首先把遇水膨胀橡胶帕克套在事先加工好的短管上,两端装上限胀圈和接箍,而后和井管一同下入孔内。

13.7.3 孔口管外封闭要求

13.7.3.1 供水井和勘探开采孔孔口管周围,应采用黏土球或水泥浆进行围填、封闭,厚度为 5 m~10 m。

13.7.3.2 填砾孔在非含水层和不要求填砾的孔段,应采用稍大规格的砾石或亚黏土围填封固。

13.7.3.3 高承压水井,要求在高压含水层上部不透水层处的井管外壁上焊圆形托盘,并在托盘上绑扎棕头 2 道~3 道,然后在上部投入黏土球或灌入水泥浆,进行永久性封闭,封闭厚度不小于 10 m。

13.7.4 止水效果检验

13.7.4.1 水位压差法检验:测定止水后井管内外水位,采用注水或抽水的方法造成井管内、外的水位差,并使其差值达到 10 m 或抽水试验时的最大降深值时,稳定半小时,若水位波动幅度不超过 0.1 m 者,则止水有效。

13.7.4.2 泵压法检验:将止水管口密封,用水泵往管内送水,使水泵压力达到止水段在试验期内可能受到的最大压力值时,稳定半小时,若耗水量不超过 1.5 L 者,则止水有效。

13.7.4.3 食盐扩散法检验:先测定井水的电阻率,再用浓度为 5% 的食盐溶液倒入止水管与钻孔之间的环状间隙内,2 h 后测定止水管内液体的电阻率,若与未倒入食盐溶液前测得的井水电阻率基本相同时,则止水有效。

13.8 洗井

13.8.1 洗井方法选择

应根据含水层类型确定洗井方法,在同一钻孔中,宜采用多种方法联合洗井,可参照表 33 选用。

13.8.2 活塞洗井工艺操作要求

13.8.2.1 活塞胶皮外径应与井管内径一致或稍大,洗井过程中要定时检查,已磨损的胶皮外径小于井管内径 4 mm 者,应及时更换。

13.8.2.2 使用钢板法兰盘夹胶皮活塞时,法兰盘外径应比井管内径小 30 mm~50 mm。

13.8.2.3 可以使用钻杆连接活塞开泵水冲提拉洗井、用空压机送气抽水提拉活塞洗井、钢丝绳连接活塞大行程提拉洗井方法。钢丝绳连接活塞大行程提拉洗井时,速度应适当,一般以 0.5 m/s~1 m/s 为宜。

13.8.2.4 洗井过程中,活塞不得在孔内停放,不得将活塞下放到沉淀管中。

13.8.2.5 低强度、连接不牢的井管,不宜使用活塞洗井。

表 33 洗井方法选择

含水层类型	洗井方法
第四系含水层	1) 焦磷酸钠(或其他磷酸盐)洗井; 2) 活塞洗井(或液态二氧化碳洗井); 3) 空压机洗井、排渣
基岩下管含水层	1) 活塞洗井; 2) 液态二氧化碳洗井; 3) 空压机震荡,大降深连续抽水洗井、排渣
碳酸盐基岩含水层	1) 盐酸洗井; 2) 液态二氧化碳、盐酸联合洗井; 3) 空压机洗井、排渣
基岩裸井含水层	1) 爆破扩裂洗井; 2) 液态二氧化碳洗井; 3) 空压机震荡,大降深连续抽水洗井、排渣

13.8.3 磷酸盐洗井工艺操作要求

13.8.3.1 磷酸盐洗井液配制

磷酸盐洗井液配置按下列要求进行:

- 磷酸盐洗井液浓度:0.6%~0.8%(质量分数)。
- 根据含水层厚度,计算出井筒空间体积(除去井管,砾料所占体积,砾石孔隙率一般采用 30% 计算),配制磷酸盐洗井液的数量。

13.8.3.2 洗井液使用方法

磷酸盐洗井液使用按下列要求进行:

- 焦磷酸钠、六偏磷酸钠、磷酸三钠均可用于第四系水井洗井。
- 孔内泥浆 pH 值应在 6~7 之间。
- 当砾料填至最上部含水层顶部位置时,即可将泥浆泵的吸水管放入已配制好的磷酸盐洗井液池内。利用填砾时冲孔的全套设备和方法,将洗井液通过钻杆,从沉淀管顶部过滤管阻流塞底座处返出井管外,注入含水层填砾孔段内,按计算将管外需灌量全部灌完;再将钻杆上提 0.3 m~0.5 m,使阻流塞离开底座,洗井液直接灌入井管内。灌完后,改用清水将钻杆柱内的洗井液顶出,即可关泵。再用升降机将钻杆上下串动,将井内洗井液搅拌均匀并使其渗入含水层中

反应。

- d) 洗井液注入孔内后静待反应时间为 4 h~8 h。

13.8.4 盐酸洗井操作要求

13.8.4.1 洗井液用量应根据含水层厚度、孔隙度、钻孔直径和酸化处理半径等因素计算确定。

配置时应符合下列规定：

- a) 洗井液酸浓度(质量分数)为 10%~30%。
- b) 添加剂用量(盐酸质量分数):防腐剂(一般用甲醛)为 0.5%;稳定剂:用醋酸时为 2%,柠檬酸为 0.2%;表面活性剂(一般用松节油、酒精)为 0.2%~3%。

13.8.4.2 配制时,应先将各种添加剂放入浓盐酸中,然后再将浓盐酸倒入配制需用的清水中,不得将清水倒入浓盐酸中。

13.8.4.3 洗井液注入井内后静待反应时间为 4 h~24 h,酸液浓度小时用大值,浓度大时用小值。

13.8.4.4 洗井液灌注方法和操作要求

盐酸洗井液使用按下列要求进行：

- a) 将灌酸钻杆下至含水层底部,并要求在钻杆外壁上相当于含水层顶板处,用阻酸塞将钻杆与孔壁(或管壁)间的环空间隙封闭,以阻止酸液上行,迫使其注入含水层孔隙内。待洗井液全部灌完后,用清水将钻杆柱内的酸液顶出,即可停泵,保持灌酸压力至反应时间结束。填砾孔的灌酸方法与磷酸盐洗井液灌注方法相同。
- b) 采用液态二氧化碳配合压酸洗井时,当盐酸洗井液灌完后,即可灌入液态二氧化碳,灌入部位宜在含水层顶板 1 m~5 m 处,第一次灌入量不宜太多,不能让其造成井喷,待酸化反应时间结束后,再灌入足够的二氧化碳,造成井喷。
- c) 洗井结束后,应立即用清水将泥浆泵和钻杆等灌酸设备和工具彻底清洗干净。

13.8.5 液态二氧化碳洗井操作要求

13.8.5.1 洗井器具安装要求

液态二氧化碳洗井器具安装应符合下列要求：

- a) 液瓶、控制阀、安全阀、压力表等耐压强度不得小于 20 MPa;输液管汇和管道,要求密封性能良好,不得泄漏,耐压强度不得小于 10 MPa。
- b) 液瓶应安设在距井口 10 m~30 m 处。洗井时,液瓶应倒放并将瓶的底端垫高 200 mm~300 mm。

13.8.5.2 二氧化碳用量

根据洗井深度二氧化碳用量为：

- a) 一般 100 m 左右的浅孔用 10 瓶~20 瓶。
- b) 200 m~300 m 的中深孔用 20 瓶~30 瓶。
- c) 300 m 以上的深孔用 30 瓶~40 瓶,可根据孔径和含水层被堵塞程度适当增减。

13.8.5.3 洗井操作要求

使用二氧化碳洗井时,应符合下列要求：

- a) 输液管应下至含水层中部,洗井时,先将输液管道和管汇的阀门打开,然后再开瓶阀,待井喷后即可将瓶阀关闭。至井口停喷并待孔内水位上升一定高度时,再将瓶阀打开,再次造成井喷,连续数次,直至洗好为止。

- b) 洗井结束或洗井过程中管道堵塞,拆除洗井设备时,应先将瓶阀关闭,并把管汇和管道的泄气阀打开,将管道内的余气放尽后,才可拆除设备。

13.8.6 空压机洗井工艺操作要求

13.8.6.1 采用震荡法洗井时,将风管混合器应直接下入至过滤管中部,并专人控制供气阀门。洗井时,将气压整至设备额定最高值时,突然开放供气阀门,使压缩空气以最大的速度和压力在过滤管部位进行有效的震荡洗井。每隔一定时间整压一次,至洗好为止。

13.8.6.2 用空压机排渣洗井时,出水管下至过滤管的下部,出水管的外径与井管内径差一般应大于 30 mm,供气管沉没比不小于 50%,以最大的降深和最大的水量抽水洗井。

13.8.6.3 井内水位过深时,可下入两套不同深度的气管,用两台空压机进行接力洗井。

13.9 抽水试验

13.9.1 基本要求

13.9.1.1 抽水试验应在洗井质量达到要求后进行。抽水时,抽水降深安排、抽水稳定时间、抽水观测资料等,应根据钻孔类型,分别按水文地质勘查规范执行。

水量观测器具选择应符合下列要求:

- a) 选用流量计、水位计测量。水量小于 0.2 L/s 时可用量桶测量,大于 0.2 L/s 时用堰箱或孔板流量计测量。
- b) 三角堰箱结构要求:三角堰口应开成 90°,堰口旁设垂直刻度标尺,其零点应与堰口最低点对正,堰板刃口厚度不得超过 1 mm,刃口坡面应位于水流跌落的方向;堰箱内要设挡水板;抽水时,堰口最低点距溢水跌落面的距离应大于 20 mm。

13.9.1.2 抽水时,排水渠道应畅通。

13.9.1.3 在抽水试验稳定时间内,不得任意改变抽水设备的转速、供气压力、供气量等。

13.9.1.4 抽水试验期间,出现水位、水量突然变化、水质变浑时,要立即查明原因和详细记录,并采取措施使恢复正常后再继续抽水。

13.9.1.5 在抽水期间内,沉淀物不得淤至过滤管内,勘探开采孔和供水孔抽水结束后,要将井管内的沉淀物排除。

13.9.1.6 抽水试验时,应在现场及时绘制钻孔涌水量(Q)和水位降深(S)关系曲线,以鉴别抽水试验曲线是否正确。

13.9.2 空压机抽水试验工艺要求

13.9.2.1 孔内管材安装结构选择:在常规钻孔中,宜采用同心式安装结构,在大口径孔中时也可采用并列式安装结构。

采用同心式结构时,抽水管材级配和下入深度应符合下列要求:

- a) 出水管:管径应与出水量适应,并要求与井管保持一定的直径差,在常规口径钻孔中,其直径差应大于 30 mm,在大口径孔中大于 40 mm。出水管下入深度应超过混合器 3 m~5 m。
- b) 供气管:供气管底端应带混合器,管径应与井管直径、供气量大小相适应。在常规口径钻孔中为 $\phi 20$ mm~ $\phi 30$ mm,在大口径孔中为 $\phi 30$ mm~ $\phi 75$ mm,下入深度应满足混合器沉没比 50%~60%要求。
- c) 测水位管:管径应满足下入测量器具要求,应超过出水管底端 5 m~10 m 为宜。
- d) 使用水位计测量时,测量探头应下入深度应超过出水管底端 5 m~10 m 为宜。
- e) 混合器结构要求:混合器全长为 1.5 m~2 m,底端封闭,四周开喷气孔,气孔直径为 4 mm~

5 mm,沿轴向按上稀下密,沿径向均匀分布,气孔总面积为风管截面积的 2 倍~4 倍。

13.9.2.2 抽水时,出水管顶端应装有气水分离器。

13.9.2.3 下供气管、测水位管、出水管时,丝扣连接处要缠棉线涂铅油,丝扣要上满上紧,不得漏气、漏水。

14 增水方法

14.1 孔内爆破扩裂增水

14.1.1 孔内爆破扩裂工艺要求

14.1.1.1 用于基岩供水井出水量偏小、具备爆破增水条件的区域,以清除裂隙充填物或扩展裂隙增加水量。

14.1.1.2 爆破孔段应选择在主要含水层部位,每个爆破器材的爆破影响范围,可按爆破器边界上、下各延伸 6 个爆破半径计算。

14.1.1.3 孔内安装爆破器的间距:大爆破器 3 m~15 m,中爆破器 7 m~10 m,小爆破器 3 m~5 m;爆破器距最下一节井管底端距离应大于 15 m。

14.1.2 爆破器的选择

14.1.2.1 一般采用白铁皮或薄钢板卷制,深孔宜用无缝钢管焊制,也可使用玻璃瓶、塑料瓶作爆破器。式样和尺寸应根据爆破对象,按下列要求确定。

14.1.2.2 清除裂隙充填物或扩展裂隙及扩大井孔直径等可选用侧向爆破器。

14.1.2.3 爆破器的直径为其长度的三分之一,但不大于井孔直径的五分之四(特殊情况除外)。

14.1.2.4 聚能爆破器及平底爆破器的长度,通过计算后确定。

14.1.2.5 炸药:一般应用敏感性低、携带安全的硝酸铵炸药或 TNT 炸药。炸药用量通过计算后,结合爆破目的确定,或按经验数值在 0.5 kg~2 kg 之间酌情选用。

14.1.2.6 雷管:一般采用 6 号或 8 号电雷管。

14.1.2.7 其他器材:通电导线应采用双芯电缆或防水性能较好的军用电话线。引爆电源可用 12 V 蓄电池或 220 V 交流电源。

14.1.3 爆破器的操作

遵照 GB 6722 的规定进行。

14.2 压裂增水

14.2.1 基本要求

14.2.1.1 用于基岩供水井出水量偏小,成井深度在 1 000 m 内,且具备压裂增水条件的区域。

14.2.1.2 了解压裂井孔结构和周边水文地质条件及岩层的渗透系数,应具备实施压裂增水的工艺技术条件。了解目标岩层的岩性和岩石的硬度、泊松比、杨氏模量,为压裂施工提供设计依据。

14.2.1.3 明确压裂孔段深度、孔径和径向压裂范围。压裂段上下应具有至少 5 m 稳定的隔离岩层,满足双封隔器封闭。若要多层段压裂时应自下而上分别实施。

14.2.1.4 设计的压裂工艺应简便安全,施工结束后具有卸荷和排放条件,不污染环境。

14.2.2 压裂设备与配套机具

14.2.2.1 压裂泵:工作性能应满足压裂要求,一般要求泵的工作压力 ≥ 20 MPa,泵量 200 L/min~

500 L/min。选择时,应考虑岩层性质和岩石硬度、压裂层段长度与影响范围及综合施工成本等。

14.2.2.2 封隔器:根据钻孔结构确定封隔器的外径,要求封隔器胶筒外径与钻孔的级差不超过40 mm。

14.2.2.3 吊装设备:选择合适的钻机或吊车。

14.2.2.4 井中管柱:选择密封性能好、强度高的钻杆作为井内连接封隔器的管柱。

14.2.2.5 地表管汇及仪表:地面管汇的系统额定压力应大于工作压力1.5倍以上。

14.2.3 压裂液添加剂选择

14.2.3.1 应选择造缝效率高、携砂能力强、摩阻低、易配制、易反排、无毒、价格合理的添加剂。

14.2.3.2 常用的增稠剂有田菁粉、瓜尔胶、香豆胶、魔芋粉;胶联剂有硼砂、有机硼;破胶剂有过硫酸盐、酶;PH调解剂有碳酸钠、氢氧化钠。

14.2.4 支撑剂选择

14.2.4.1 应选择强度高的材料,如石英砂、陶粒、磁砂等。

14.2.4.2 支撑剂选取粒径范围取0.5 mm~0.8 mm或0.8 mm~1.2 mm;真密度 $<3.2\text{ g/cm}^3$,视密度 $<1.9\text{ g/cm}^3$ 。

14.2.5 压裂液性能指标确定

14.2.5.1 压裂基液的性能指标应满足压裂施工要求。制成的基液表观黏度达到 $20\text{ mPa}\cdot\text{s}\sim 60\text{ mPa}\cdot\text{s}$;密度 $1\text{ g/cm}^3\sim 1.05\text{ g/cm}^3$;破胶时间 $\leq 12\text{ h}$;破胶黏度 $\leq 10\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 。

14.2.5.2 交联液应满足支撑剂的悬浮能力。

14.2.6 压裂操作技术要求

14.2.6.1 井内管柱连接从下至上依次为:下封隔器、座封与泄压装置、管柱、上封隔器、钻具、管汇接头。

14.2.6.2 地面系统连接:将水源箱、压裂液池、混砂池与高压泵站、管汇、仪表与井内管柱可靠连接。压裂系统应具有远程控制操作设置,安全距离应大于50 m。

14.2.6.3 按设计要求制备压裂液,其性能要满足设计要求。

14.2.6.4 压裂前进行试压,要求地面管汇的系统压力应是工作压力的1.2倍~1.5倍,保持5 min不下降再开展压裂施工。

14.2.6.5 按压裂程序依次完成试压、挤压、压裂、加砂、加支撑剂和悬浮液顶替环节。顶替液量应与压裂液量相当,不得减少或增加顶替体积。

14.2.6.6 停泵等待裂缝闭合,观察指示表压力确定卸载。

14.2.6.7 压裂工作完成后立即进行反排和洗井清孔。

14.2.7 安全措施

14.2.7.1 压裂设备距孔口的安全距离应大于50 m,压裂时工区的50 m范围内不得有人逗留。

14.2.7.2 试挤时工作压力不得超过压裂设计压力。

14.2.7.3 放喷或排放时应有专人控制设备和阀门。

14.3 盐酸洗井增水

盐酸洗井增水施工操作见13.8.4。

15 特种取水方法

15.1 大口井-辐射井取水

15.1.1 基本特征和要求

15.1.1.1 大口井-辐射井取水是在一个较大直径的竖井(集水井)中沿井壁向四周的含水层施工辐射井,辐射井滤出的水流入竖井,由竖井内抽取水的方法。

15.1.1.2 大口井-辐射井取水方法适用于含水层有一定厚度,富水性较差但补给相对充足的河谷地区。

15.1.1.3 大口井的深度取决于含水层深度,最深可达几十米。

15.1.1.4 辐射孔成辐射状伸展,长度一般为 20 m ~ 30 m。地层不稳定时在辐射孔内安装小直径过滤管。

15.1.2 集水井施工

15.1.2.1 集水井可采用大口径钻进法或沉井法施工。采用大口径钻进施工集水井时,应按有关大口径钻孔施工规定执行,成井后井壁应用钢筋混凝土加固,并设供人上下的梯子。采用沉井法施工时,可参照 GB 50202 的有关规定执行。

15.1.2.2 集水井封底:集水井施工至设计深度后,应进行井底封闭。井底为含水层时应将井底清除干净后填砾,填砾高度为 300 mm 左右,然后用钢筋混凝土浇筑,并应设集水坑,留出取水口,并加阀门。

15.1.3 设备的选择与配套

15.1.3.1 辐射井钻进钻机:选用满足设计施工要求、体积小、重量轻、就位方便准确、能水平和任意方位钻进,有良好的防水防潮性能的钻机。

15.1.3.2 动力机:应选用密封型防水电动机,不宜使用内燃机。

15.1.3.3 排水(渣)设备:应根据计算的最大涌水量、集水井深度来选择合适的排水(渣)泵。并应备用动力(内燃发电机组或内燃机)驱动排水(渣)泵。

15.1.4 水平辐射井钻进

15.1.4.1 应根据地层情况、辐射井直径、深度等选择合适的钻进方法。可参考表 34 合理选择。

表 34 水平辐射孔钻进方法选择

钻进方法	适用范围及特点
压入式	松散砂层及较均匀小砾石地层。利用液压顶进机构压入超前套管,然后过滤管从超前套管内压入,拔出超前套管成井。适用于小口径、深度小于 50 m 的辐射井
双回转进式	砂土层、小卵砾石层、黏土层。外套管回转,螺旋钻具在套管内超前钻进,螺旋排渣
跟管钻进	卵砾地层及黏土层。气动潜孔锤跟管钻进或超径牙轮钻进套管跟进,螺旋钻杆排渣。取出钻具后滤水管从套管内顶入,拔出套管成井

15.1.4.2 钻进过程中应随时清理孔口积土,并及时排干集水坑内积水。

15.1.4.3 辐射井钻进应连续进行,不得中断。

15.1.4.4 水平辐射井用过滤管应根据含水层结构、成井工艺要求合理选择,宜使用贴砾滤水管或桥式滤水管。

15.1.4.5 施工完每一辐射孔后,应将孔口暂时封闭。

15.1.5 井下钻探设备的安装要求

15.1.5.1 应在作业平台建好并超过混凝土养护时间后,方可进行安装。

15.1.5.2 吊装钻探设备前,集水井内人员应全部撤出。

15.1.5.3 吊装设备时,应有专人指挥,负责观察设备在井内下放情况,下降速度应缓慢。

15.1.5.4 钻进的给进力和起拔力必须通过支撑作用在集水井壁上,为防挤坏井壁,支撑面应加大。

15.2 水平井取水

15.2.1 基本特征和要求

15.2.1.1 水平井取水是采用非开挖铺管技术施工的第四系浅层水平集水井。施工方法为定向钻进导向孔、回拉扩孔、在含水层中水平铺设过滤器。

15.2.1.2 采用非开挖铺管技术在浅层低渗透含水层中钻进成井。施工方法为定向钻进导向孔,回拉扩孔和铺管。施工时应按照有关非开挖铺管技术规程执行。

15.2.1.3 施工前应掌握岩层的岩性、含水层厚度与埋深、水位埋深。

15.2.1.4 施工前,应进行现场踏勘了解施工场地的地形地貌,场地面积。要求满足水平井的钻孔跨距、井管整体连接空间,钻机、泵站和配套设备所占场地面积。

15.2.1.5 按施工区域和铺管路径确定钻孔轴线走向,并测量钻孔轴线地面的海拔高度或相对高度。

15.2.1.6 过滤管应采用低密度、高强度的携砾过滤器。

15.2.2 设备仪器选择

15.2.2.1 钻机应满足设计孔深、孔径与钻孔总长的钻进能力和回拉扩孔、铺管能力要求。

15.2.2.2 钻机应配置钻进参数表,如回拖力表、扭矩表、转速表。

15.2.2.3 根据钻孔结构、成井深度、经济适用性的原则按表 35 选择钻机类型。

15.2.2.4 导航仪应根据钻孔与地面垂直深度和测量精度选择。当深度 ≤ 15 m 时,选择无线式导航仪器;深度 ≥ 15 m,选择有线式导航仪器。

表 35 钻机类型

类 型	钻进跨距 m	井管直径 mm	回拖力 kN	扭 矩 kN·m	转 速 r/min	功 率 kW
小型	≤ 180	< 250	≤ 280	< 9	≤ 150	≤ 150
中型	≤ 500	≥ 250	300~500	≤ 27	≤ 130	< 300
大型	> 500	≥ 250	> 500	≥ 27	≤ 100	≥ 300

15.2.3 开孔准备

15.2.3.1 钻机在吊装时应平稳安全,避免损坏设备。根据施工设计调整好钻机的安装角度,用地锚将钻机后支腿和前底座锚固牢靠。

15.2.3.2 开挖钻孔入口与出口工作坑、冲洗液池、废浆池和铺管导槽。安置冲洗液搅拌站,提前配制冲洗液。

15.2.3.3 准备工作完成后,试钻进 2 m 左右,检查和验证钻机安装的方位角和钻头掌面角与钻孔方位角是否吻合。

15.2.4 导向孔钻进

15.2.4.1 钻进要求

水平井导向孔钻进时应符合下列要求：

- a) 钻具组合：组合形式由前至后依次为导向钻头、探头室、钻杆、动力头。
- b) 导向钻进由地表导航仪连续接收孔内探头发出的电磁信号，确定钻孔的顶角、方位角、钻头掌面的面向角 3 个参数，通过操控钻机控制钻头按钻孔设计轨迹钻进。
- c) 钻进速度不宜过快，应根据地层条件合理调整给进力；造斜顶进时控制进尺在 0.5 m/min 左右，保持钻孔曲线平缓；停钻测量时不得向孔内泵送冲洗液；水平钻进时控制钻孔不能左右偏离。

15.2.4.2 钻进技术参数

水平井导向孔钻进技术参数：

- a) 钻压：应根据钻杆的强度和地层岩性、设备能力等因素选择。一般按钻头直径单位长度所需压力确定，在第四系砂土地层为 0.3 kN/cm ~ 0.6 kN/cm。
- b) 转速：导向孔钻进在造斜时不回转，只提供给进力；直向钻进时，回转钻具。一般转速在 40 r/min ~ 150 r/min 为宜。
- c) 泵量：冲洗液上返速度 ≥ 0.1 m/s。

15.2.5 扩孔钻进

15.2.5.1 应按地层岩性选择扩孔钻头。枣核状快速切削型扩孔钻头，适用于砂土层岩层；牙轮型扩孔钻头适用于硬岩层；清孔时采用桶式或双桶式扩孔钻头。

15.2.5.2 导向孔完成后，在钻孔出口侧卸下导向钻头和探头，接上反向扩孔钻头、单动接头、钻杆进行回拉扩孔。应根据设计要求和设备能力、钻孔深度与钻孔跨距合理选择扩孔级差。终孔直径一般应为井管最大外径的 1.2 倍 ~ 1.6 倍。

15.2.5.3 如遇扩孔阻力突增，孔内情况不明时，不宜加大泵量和提高回转速度。扩孔钻进要求连续完成，不得因故使扩孔钻具在孔内停留，避免钻头因自重下沉导致钻孔形成凹槽。

15.2.5.4 若扩孔中产生的岩屑排除不畅或孔壁坍塌导致钻具阻力增加，应减缓钻具的转速和扩孔速度，适当调高泵量和冲洗液性能指标，孔内正常后再正常钻进。

15.2.5.5 观测钻孔的入口和出口处冲洗液返出情况是否正常。最后一级扩孔要测量冲洗液的性能指标，保持冲洗液性能指标在合理的范围内。

15.2.6 井管安装

15.2.6.1 成井管柱

水平井成井管柱排列顺序：

- a) 水平双面井有两个出口，井管排列顺序为井壁管、过滤器、井壁管。
- b) 单面井排列顺序为井壁管、过滤器、底堵管。

15.2.6.2 井管性能要求

水平井成井管性能应符合下列要求：

- a) 井管组合后应平滑，不得出现台阶。应在过滤器两端和中间间隔各设置大于过滤器直径

15 mm的保护箍。

- b) 井管应具有良好的抗拉强度、抗挤毁强度,密度低、韧性好。井管的其他性能应符合本标准成井工艺的有关规定。
- c) 过滤器选择:水平井应采用携砾类过滤器。宜采用全塑贴砾、陶粒贴砾过滤器和塑料滤水衬管充砾过滤器。滤料规格应根据含水层的粒度构成选择,过滤器规格根据孔深、孔径和经济性等参照表 31 和表 32 选择。

15.2.6.3 井管安装操作要求

水平井井管安装操作应按下列要求进行:

- a) 机具与井管连接形式为钻杆、扩孔器、单动接头、拉管头、井管。
- b) 下管前将井管在地表顺钻孔出口侧按序整体连接好,连接时在井管丝扣上涂密封胶。为避免过滤器刮蹭地表受损,其下面应设置滚轮。
- c) 铺管时以较低速度平稳拉管,要特别注意钻机的拉力变化。若遇拉力突然增大,可后退一段慢慢回转钻具再拉,不得遇阻强拉。
- d) 铺管时始终保持现场指挥者与司钻的联络,在统一指挥下协同合作。
- e) 铺管过程中注意孔口冲洗液的返出情况是否正常。

15.2.7 封闭止水

15.2.7.1 应在钻孔倾斜段的隔水层封闭止水。

15.2.7.2 止水材料和要求符合本标准成井工艺中 13.7 的有关规定。

15.2.7.3 宜采用遇水膨胀橡胶带或碗碟橡胶封隔器结合水泥或凝固型灌注材料封闭止水。

15.2.8 洗井

15.2.8.1 洗井方法

水平井可选用水泵抽水洗井、中高压空压机震荡喷射洗井和高压泵喷射洗井。

15.2.8.2 洗井操作要求

水平井洗井操作应遵守下列规定:

- a) 水泵抽水洗井。应根据水位埋深合理选择水泵类型,水位较深时选用潜水电泵或管道泵抽洗;水位较浅时也可采用离心泵抽洗。
- b) 空压机洗井。将直径 $\phi 15\text{ mm} \sim \phi 20\text{ mm}$ 的钢质镀锌气管、混合器推至过滤器中。送气管应连接牢靠,边洗井边推进。洗井时应专人控制供气阀门,反复间隔送气震荡排渣洗井。当该井段洗好后再进行下一井段洗井,直至洗井结束。
- c) 喷射洗井。用推杆将水管和喷头送入井内,开启水泵供水洗井。若井内不能正常返水和排渣时,需要下入排渣泵将井内的泥水抽出,直至水清砂净。
- d) 反喷射洗井。采用高压水泵或高压空压机提供高压水流或气流,配置专用喷嘴,高压流体经过喷嘴产生向后反作用力和径向冲刷力实现喷嘴前进和清洗井壁而达到洗井目的。

15.3 渗流井取水

15.3.1 基本特征和要求

15.3.1.1 渗流井位置须傍河(江、水库)修建。首先建造大直径竖井,在大直径竖井中施工输水平巷,在

输水平巷中施工多个洞室,而后在洞室中施工渗流孔群,渗流孔群滤出的水经水平巷由竖井抽取。

15.3.1.2 施工前要切实做好勘察论证工作,加强水文气象资料的收集和分析论证,尤其是河流的枯水流量、洪水流量及最高洪水位,河水的含沙量及河流冲刷程度。查清河床内第四系厚度、岩性、含水层厚度及水文地质参数。

15.3.1.3 河床底部具有排列有序的砂砾石层,并达到一定厚度,一般在 4 m~5 m。

15.3.1.4 具有稳定的砂砾石层面积。

15.3.1.5 能够生成生物泥膜覆盖于砂砾石层表面或分布于各卵砾石之间形成天然生物滤膜。

15.3.1.6 有足够量的地下水或源水。

15.3.1.7 河床的水流与渗流能够形成错流。

15.3.2 渗流井建造

15.3.2.1 竖井施工

渗流井竖井施工操作应遵守下列规定:

- a) 第四系及强风化带基岩,采用人工开挖,沉井或分段构筑,钢筋混凝土支护。竖井净直径一般 3 m~5 m 为宜。
- b) 完整基岩采用分段掘进,素混凝土支护。
- c) 混凝土采用 P.O 32.5 普通硅酸盐水泥、中细砂、卵(碎)石骨料。
- d) 井口高程按 50 年一遇洪水最高水位设计。

15.3.2.2 平巷施工

渗流井平巷施工操作应遵守下列规定:

- a) 采用光面爆破,钻爆法施工。断面尺寸在 2 m×2.5 m 为宜。
- b) 采用预制件砌筑或现场浇注,强度应 $\geq C_{20}$ 。

15.3.2.3 洞室施工

渗流井洞室施工操作应遵守下列规定:

- a) 宜采用光面或预裂爆破法掘进;
- b) 洞室中应进行钢筋混凝土浇注;
- c) 施工时预埋定向渗流孔孔口管。

15.3.2.4 渗流孔施工

渗流井渗流孔施工操作应遵守下列规定:

- a) 采用渗流孔专用钻机施工,钻机水平钻进能力 100 m~200 m。
- b) 采用潜孔锤及合金钻进方法钻进。
- c) 渗流孔口径一般 110 mm~130 mm,仰角 $\leq 30^\circ$ 。

15.3.2.5 建造操作要求

渗流井建造应遵循下列操作规定:

- a) 爆破施工要切实加强安全管理,要做到安全生产。尤其要加强炸药、雷管的管理。
- b) 巷道施工要搞好通风和防尘,通风能力 $\geq 4 \text{ m}^3/(\text{min} \cdot \text{人})$,防止缺氧和职业病发生。

16 孔内事故预防与处理

16.1 孔内事故分类

16.1.1 孔内遇到孔隙、裂隙、溶洞地层,而且地层压力异常(低压、零压、高压),导致冲洗液漏失或井涌发生的孔漏(涌)事故。

16.1.2 孔内钻具由于卡阻、坍塌、埋钻、烧结、吸附而无法回转和提动发生的事故。

16.1.3 孔内发生的钻具折断、脱扣、坠落等事故。

16.1.4 套(井)管整体下滑、中间断开、管壁损坏等套(井)管事故。

16.1.5 孔内掉入钻头、工具等坚硬小物件落物事故。

16.1.6 填砾过程中发生的蓬堵架桥事故。

16.2 预防孔内事故的基本原则

16.2.1 加强机台生产技术管理,增强工作人员责任心,认真执行各项规章制度,严格遵守施工设计和操作规程,杜绝违章作业。

16.2.2 全面了解工区环境与地质情况,制定孔内事故防治预案。

16.2.3 注意设备、钻具、机具、仪表的检查维护,确保运行正常、工作可靠。

16.2.4 注重冲洗液性能的调配和维护,储备一定数量的化学处理剂和封堵材料。

16.2.5 在深孔或复杂地层施工中应制定专门的安全技术措施。

16.2.6 采用高效钻进技术,快速通过不稳定地层;或应用绳索取心、双壁反循环等钻进技术、满眼钻进随钻护壁,减少事故发生。

16.3 钻孔漏失事故预防与处理

16.3.1 防漏要求

16.3.1.1 尽量采用低密度低失水冲洗液钻进。

16.3.1.2 在易漏地层中钻进,要控制泵压、泵量和提下钻速度;发现微小漏失,应加入1%~2%的随钻堵漏材料。

16.3.1.3 下钻时,不得在已知漏层位置开泵。

16.3.2 漏失类型与堵漏方法

16.3.2.1 孔隙与微裂缝漏失堵漏

漏失量小,孔口能够返流,宜采取下列措施:

- a) 惰性材料堵漏。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。
- b) 交联封堵。部分水解聚丙烯酰胺(PHP)或水解聚丙烯腈钠盐(HPAN)冲洗液中加入 CaCl_2 、石灰或水泥作交联剂封堵。

16.3.2.2 压差引发的漏失堵漏

压差引发的漏失时,宜采取下列措施:

- a) 降低冲洗液密度。采用逐步稀释冲洗液、降低冲洗液密度,平衡地层孔隙压力止漏。
- b) 充气冲洗液止漏。通过向冲洗液中加入泡沫剂并充气,形成可循环微泡沫,降低冲洗液密度($0.60 \text{ g/cm}^3 \sim 0.95 \text{ g/cm}^3$)的方法达到止漏目的。
- c) 单向压力暂堵。加入1%~3%的单向压力堵漏剂随钻封堵,压力消失或降低后自行解堵。此

法宜用于取水含水层作屏蔽产层的暂堵剂。

16.3.2.3 裂缝和破碎带漏失堵漏

裂缝和破碎带漏失时,宜采取下列措施:

- a) 采用高失水剂如 DTR 堵剂、PCC 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、具有较高强度的滤饼封堵漏失层。
- b) 水泥护壁堵漏。选择速凝、早期强度高、密度低的硫铝酸盐水泥,也可用普通硅酸盐水泥加速凝剂、早强剂。现场施工前应检测水泥浆性能指标,包括水灰比、浆液密度、初凝和终凝时间、流动度、可泵期。然后用平衡法灌注水泥浆。

16.3.2.4 涌漏交替或漏失带存在迳流堵漏

涌漏交替或漏失带存在迳流漏失时,应使用速凝浆封堵。可先灌注部分速凝胶体,在漏层通道狭窄处凝固,然后再注入普通水泥浆。要选定速凝胶体的配方(如石灰水、水玻璃混合物),根据漏失层深度计算浆液输送时间,确定配方加量,并预先在地表做试验。

16.3.2.5 大裂缝和溶洞漏失堵漏

大裂缝和溶洞漏失时,宜采取下列措施:

- a) 充填与堵漏液复合封堵。从孔口投入碎石粗砂水泥球至孔底,之后灌注堵漏浆液。
- b) 尼龙袋桥堵。将钻杆用销钉或安全接头与有弹性的橄榄形的大尼龙袋连接,并下放到溶洞漏失部位后,从孔口注入定量的水泥浆,硬化后扫孔。

16.3.2.6 止涌和抑涌堵漏

钻遇承压水层或中高温地热($>100\text{ }^{\circ}\text{C}$)发生井涌或井喷,应采用平衡地层压力钻井技术,提高冲洗液的密度抑涌或止喷。

16.4 卡、塌、埋、烧钻事故预防与处理

16.4.1 事故的预防

16.4.1.1 各种钻具、管材、接头,接箍的内径、外径、丝扣长度、锥度及钻杆加厚部分等技术要求应按 DZ/T 0106 的规定加工,并严格进行质量检验,不符合要求的不得使用。

16.4.1.2 下钻时,应使钻具距孔底保留不小于 0.5 m 的安全距离,开泵送水,再回转钻具到孔底。

16.4.1.3 钻进过程中,遇到动力机响声异常、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,应及时提钻排除。

16.4.1.4 钻进过程中,出现机械故障、停待或冲洗液突然严重漏失等情况时,应将钻具提升到安全孔段。

16.4.1.5 发现钻具回转遇阻时,应立即上下活动钻具,并保持冲洗液循环,不允许无故停泵。

16.4.1.6 用牙轮钻头扩孔时,应配备导向钻头,维持合适的钻进参数。

16.4.1.7 在研磨性较强的岩层中,使用金刚石和针状合金钻进时,应控制回次进尺,防止磨漏岩心管。

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

16.4.1.9 提、下钻中途遇阻时,不许强拉硬提,应开泵扫孔;在易塌地层中提钻时,要向钻孔中回灌冲洗液。

16.4.1.10 提钻发现钻具上有严重泥包或取粉管内有较大颗粒岩屑、掉块或淤泥时,应调整冲洗液性能。

16.4.1.11 在遇到孔壁不稳定或坍塌时,应先用加重优质冲洗液护孔,保持孔壁稳定,防止孔内事故。

16.4.2 事故的处理

16.4.2.1 卡钻初期尽可能维持大泵量循环,并经常转动钻具和上下窜动钻具。在分析确定卡钻原因的基础上分别采用不同的处理方法:

- 发生键槽卡钻事故,不得强力提拔和反转钻具,应将被卡钻具导出,然后修整孔壁。
- 处理掉块卡钻开始以提、窜为主,继而用拉顶结合或增加工作钢丝绳数来增大提升能力。提、顶、窜无效时,应采用震、打等方法解卡。
- 处理泥包、粘附卡钻和岩粉埋钻事故时,首先降低冲洗液密度,持续循环后,再将一定数量的原油、柴油、废机油或解卡液通过泥浆泵压注到卡钻事故孔段浸泡,每隔 1.5 h~2 h 上下活动钻具一次,直至解卡。
- 在石灰岩地层解卡时,可将 3%~5%浓度的稀盐酸溶液通过钻柱或孔口注入孔内,浸泡 1 h~2 h,并辅助活动钻具,配合拉顶一般可以解卡。

16.4.2.2 在上述方法处理无效时,应将钻杆全部返回,再用削磨钻头,将异径接头等余物磨掉。也可用小径钻头扫透异径接头并扫掉岩心,下入公锥捞取岩心管。无效时,采用磨、切法逐段磨削。

16.4.2.3 用拉、顶法处理烧钻无效时,可用反丝钻杆全部返回孔内钻杆和接头,再用专用掏心钻头和小径钻具透过事故钻具 200 mm~300 mm,下丝锥捞取。无效时,再用扩孔(6 级以下岩石)套取或用磨削钻头处理。

16.5 钻具折断、脱落及跑钻事故预防与处理

16.5.1 事故的预防

16.5.1.1 机台应配备专用事故处理工具有公锥、母锥、卡瓦、打捞矛、打捞筒、打捞钩、打印器、磨鞋等。必要时,还应配有反丝用的公锥、母锥和钻杆,以及反循环打捞篮、磁力打捞器、提拉旋转器、上击器、下击器、测卡仪、爆炸松扣工具、套铣筒等。

16.5.1.2 各种管材、接头、接箍均须按新旧程度分类存放和使用。每个机台都要备有检查钻具磨损的量具。弯曲的钻杆、岩心管,要及时校直。提升下降钻具时,要观察钻具磨损程度,不合格者应及时更换。管材的弯曲和磨损应符合表 36 的规定。

表 36 不同钻进方法管材弯曲和磨损的最大允许值

钻 进 方 法	钻 杆			岩 心 管	
	直径单边磨损 mm	直径均匀磨损 mm	每米弯曲 mm	磨损量占壁厚	每米弯曲 mm
硬质合金钻进	2	3	3	1/3	2
金刚石钻进	2	3	1	1/3	0.75
绳索取心钻进	1	1.5	1	1/3	0.75

16.5.1.3 钻杆、岩心管有裂纹、严重磨损或明显变形、连接不牢等,不得下入孔内使用。

16.5.1.4 长期停用的管材、打捞工具,在下孔前应经过严格检查。

16.5.1.5 钻进过程中,出现泵压表、孔底压力指示表(拉力表)、电流表数值突然变化以及钻具重量减轻、动力机运转异常、进尺骤慢、钻具突然坠落、下钻到底时实际机上余尺与计算数字不符等情况,应立即停钻检查。

16.5.1.6 扫孔、扩孔、扫脱落岩心时,应挂好提引器,并控制扫孔速度。

16.5.1.7 钻具不得长时间悬空回转。

16.5.1.8 采用拉、窜、顶、敲等方法处理事故时,应注意钻杆螺纹松脱。

16.5.1.9 钻进遇阻力过大,钻具发生急剧反转时,不要急于提动钻具和强行开车。应先将钻具拧紧,再做处理。

16.5.1.10 钻进中遇溶洞,要立即停钻并试探溶洞深度。岩心管要保持足够的长度,使用锐利的硬质合金钻头并轻压慢转,穿过溶洞后视情况下入套管隔离溶洞,或按 16.3.2.5 中所推荐的方法进行。

16.5.1.11 提升钻具遇连接螺纹过紧、钻具重量轻时,应先人工松扣,再用拧管机继续卸扣,以防跑钻。

16.5.2 事故的处理

16.5.2.1 处理事故过程中,丝锥碰不到事故钻具上端时,不允许盲目超过预定部位向深部试探。

16.5.2.2 采用掏心方法处理孔内岩心管事故时,一般应使用比事故钻具小两级的钻具。采用磨铣岩心管方法时,应使用加大外径的实心平面钻头或带导向的阶梯钻头。

16.5.2.3 处理孔内多头钻杆事故时,应用打印法判明情况,先捞活头。如几个头挤在一起,要先消除挤夹力,然后用反丝钻杆依次反回。在未弄清楚孔内情况之前,不得下入正扣丝锥盲目捞取。

16.5.2.4 事故头较正,螺纹完好时,应使用相应螺纹端对接打捞,事故头为外螺纹锁接头和光钻杆时,应合理选用丝锥,小口径金刚石钻具只能用公锥打捞。

16.5.2.5 事故头偏斜不严重时,可下带导向罩的捞锥(公、母)捞取;钻孔超径,事故头偏离中心较大时,可用弯钻杆、捞钩或磁力打捞器寻找事故头。

16.5.2.6 事故头磨损、变形、破损,一般用通天母锥或打捞器捞取,事故头上有障碍物,应先去除。

16.5.2.7 推荐使用可退式打捞工具,避免事故复杂化。

16.5.2.8 岩心管断脱可在捞锥上接一弯钻杆作导向。

16.5.2.9 管头破损变形时,应使用捞管器或卡管器打捞。

16.5.2.10 管头有塌落物阻隔时,应先冲扫去除塌落物再打捞。

16.5.2.11 打捞脱落钻头应先将其内部岩心除去,再用小一级钻头或炮弹钻头挤夹,或套管公锥对扣打捞。

16.5.2.12 打捞金刚石胎体可用抓筒、喷射反循环钻具、粘筒或磁力打捞器。也可用掏心钻头,在孔底钻一深 200 mm 的小眼,将胎体碎屑冲落到小眼内,然后换用原钻头钻进取心,取上碎屑。亦可用磨孔钻头磨掉。

16.5.2.13 打捞脱落牙轮可用抓筒或磁力打捞器。

16.6 套(井)管事故预防与处理

16.6.1 事故的预防

16.6.1.1 下管前检查井架及升降系统的安全程度。下管时井管重量不得超过设备、工具的额定负荷能力及井管的抗拉强度。

16.6.1.2 下管前应认真检查井管丝扣质量、直度和圆度。

16.6.1.3 下管应连续作业,操作要平稳,遇阻后不得猛蹶。应查明原因,及时采取措施。

16.6.1.4 水文地质勘探孔如要求起拔套管时,下管时可在套管外壁涂抹黄油,并缠绕一层 PVC 薄膜。

16.6.2 事故的处理

16.6.2.1 钢制井管脱扣、跑管事故时,可采用内卡方法打捞,即下入木塞或钢塞,投入卡料卡住提起,无效时再分段割断、套扫、卡取打捞。

16.6.2.2 铸铁井管折断、脱扣、跑管事故时,可采用外卡接箍或管内用木塞卡取方法打捞。

16.6.2.3 井管已接近下完时发生折断、脱扣、跑管事故时,可将断口以上井管拔出,探测下部井管,如断

口以下井管完好,又下到预定深度,可采取对接或套接方法处理。

16.6.2.4 由于孔底沉淀,井管未能下到预定深度,造成过滤管与大部分含水层错位,则应立即将井管提出,重新扫孔下管。

16.6.2.5 用扩孔方法处理套管事故时,扩孔钻具应带导向装置。

16.7 孔内落入工具物件处理

施工中要随时盖好孔口,谨防小工具或其他物件掉入孔内。孔内落入硬质合金、小物件或工具等,可用冲捞法、粘取法、抓套法、研磨法 etc 处理。

16.8 测井事故预防和处理

16.8.1 测井事故的预防

16.8.1.1 测井前,要查明欲测孔段的孔径,换径位置,以及冲洗液性能,孔内有无遗留物和孔壁完整程度等。

16.8.1.2 测井前,应用原钻进钻具进行通孔,并超过需要测量深度 5 m。

16.8.1.3 测井前,应对探管、电缆(钢丝绳)连接处、绞车制动装置等进行严格检查。下放探管要缓慢,中途遇阻应将探管提出孔口,重新通孔排除障碍后,再下入探管。

16.8.2 测井事故的处理

16.8.2.1 探管被卡时,如上下活动无效,可用套、割等方法进行处理。下入打捞器具时,应将电缆或钢丝绳拉紧,避免器具转动。

16.8.2.2 电缆或钢丝绳脱断、探管掉入孔内时,应先下捞矛捞取电缆或钢丝绳,无效时再用无内刃、小水口的合金钻头钻具套取。

16.9 填砾堵塞事故处理

16.9.1.1 填砾发生砾料架桥堵塞时,可将钻杆下到井管下部,把井口封住,用清水冲洗,使其在管外循环,促使堵塞砾料下沉。

16.9.1.2 采用空压机冲孔,降低管内液面高度,增大管内外压差,使堵塞砾料下沉。

16.9.1.3 材质允许时,可用活塞在井管内进行抽洗,使堵塞砾料下沉。

16.10 事故处理安全规定

16.10.1.1 提拉事故钻具,必要时应先安装拉力表,认真检查升降机系统,提升力不得超过钻塔和升降机、钢丝绳、吊钩等的额定负荷。

16.10.1.2 打吊锤时,要有专人指挥。吊锤下部钻杆要安装冲击把手。打箍上部应连接钻杆,挂牢提引器并拉紧钻杆。

16.10.1.3 使用千斤顶时,要垫实地梁。打紧卡瓦时,要用铁锤垫打,卡瓦上部应贴紧卡死,孔口要围好,提引器要绑牢。顶拔时不得过猛,要有一定间歇时间。

16.10.1.4 反钻具时,应使用钢丝绳反管或棘轮反管等方法,不得使用管钳反管。反管过程中,事故钻具的正转方向区域内不得站人,背钳要牢靠。

16.10.1.5 进行孔内爆破作业时,要由具备资质的爆破手进行操作。下入爆破筒前,应使用与爆破筒外形相近的铁棒(铅棒)试探,并采用并联电雷管起爆。多余爆破器材应由专人负责归库。爆破器的操作、保管按照 GB 6722 进行。

16.10.1.6 处理事故前后都应对现场安全设施进行全面检查。

16.10.1.7 采用上述各种方法处理孔内事故时,应在机长的指挥下进行。除直接操作人员外,其他人员都要离开危险区域,非有关人员不得进入现场。

17 管井修复

17.1 基本要求

17.1.1 了解水井的基本情况,成井的原始资料,如止水位置、管井结构、井管材质、砾料粒径、滤水管类型。

17.1.2 了解当前水井的损坏现象、使用期限、抽水设备及取水量、水井周围的环境和基础设施。

17.1.3 配备必要的修井专用设备、机具和探测仪器;水井的修复方案应做到快速、经济。

17.1.4 现场的设施和动力源使用时,应有相关专业的持岗证人员配合工作。

17.2 常见的管井损坏形式

17.2.1 管井漏砂:多以井管断开、错位、腐蚀损坏导致水井出砂。漏砂位置多在井管的连接处、变径处、滤水管局部损坏处、泵头或泵管法兰位置、动水位附近位置。

17.2.2 水量减少:管井的滤水管被淤埋或结垢,导致滤水通道阻塞。

17.2.3 过滤管挤压变形。

17.3 管井探测

17.3.1 井下电视探测设备:目前可供井下探测的井下录像系统有俯视式和侧视式两种,它由水下摄像头、传输电缆、主机控制箱、光电编码器、刻录机、电动绞车等组成。探测时借助摄像头所带光源,可以直视和全程录制井管及损坏部位。

17.3.2 井下检测:在详细了解水井使用过程中曾出现的异常情况后,探测管井的静、动水位和现有井深。利用井下电视检测确定破损部位和滤水管结构状况。重点检测水井的静水位至动水位区间的井管连接处,下泵位置、变径位置和滤水管井段。根据井下电视检测的结果,制定科学合理的水井修复方案。

17.3.3 若井内有异物探头无法通过或水井淤埋厚度超过部分滤水管段,应先行打捞异物和清淤后再进行探测。

17.3.4 当用井下电视仍无法判断井管的漏砂位置时,可采用抽水结合布兜接砂的方法判断水井的漏砂位置。

17.4 管井修复

17.4.1 清淤

17.4.1.1 抽筒清淤:抽筒外径应与井管内径相匹配,比管井内径小 30 mm 为宜。清淤时控制抽筒匀速上下,切忌猛刹猛放,不得将抽筒无故在井内停留。

17.4.1.2 双泵清淤:对较浅的水井可采用一台泵冲洗井内沉砂,另一台泵距淤砂面 0.5m~1 m 处抽取沉砂。

17.4.1.3 空压机清淤:操作按 13.8.6 和 13.9.2 的操作要求进行。清淤前要对泵房内的电源设施采取保护措施;将排渣管下至距井内淤砂面 1 m 左右;井口排渣弯管与胶管连接并引到安全的地方,避免洗出的泥砂水倒灌到井内。若井内大部分滤水管被淤埋或漏砂量较大而无法正常清淤时,采用边往井内注清水边清淤的方法。

17.4.2 异物打捞

17.4.2.1 常见的井内落物有泵头、泵管,泵轴、电缆和砖块、混凝土块以及各类工具等。打捞井内异物

时应选择合理打捞工具和打捞方法。

17.4.2.2 冲抓锥打捞:应根据井管内径选择冲抓锥的规格,下入前先进行排砂,当异物完全裸露后再行打捞。

17.4.2.3 磁力器打捞:对落入井内的钢质小件可采用磁力吸附法打捞。

17.4.2.4 其他方法:对无法采用现有的打捞工具进行打捞的落物,应根据实际情况,采用自制的工具打捞。

17.4.3 滤管除垢

17.4.3.1 钢丝刷清刷井壁:机具由钢丝刷、加重杆、钢丝绳、卷扬机等组成。要求钢丝刷外径与清刷井管口径一致,使用卷扬机拉动钢丝刷上下反复清刷过滤管井壁。清刷后,排除井内沉淀。

17.4.3.2 高压喷射除垢:采用高压泵水射流冲刷滤水管,本方法适合于井管强度较大的管井除垢。除垢时应根据管井的直径选配相应尺寸的喷头;喷头通过导向杆沿着井管轴线上下移动和旋转,利用强大的水冲力将滤水管内外过水通道疏通。要求水泵工作压力 ≥ 5 MPa,泵量 40 L/min~100 L/min。除垢工作结束后再对水井进行清淤。

17.4.4 套补修井

17.4.4.1 井管套补方法选择

井管套补方法有井口悬挂法、局部飞管法、井底或变径处支撑法和整体套补法。应根据水井的损坏部位合理选择套补方法。

17.4.4.2 止水方法选择

止水材料建议优先选用遇水膨胀橡胶止水带。止水间隙在 15 mm~30 mm 之间。根据井管套补方法可选用上下多道、多层或下部多道、多层的止水工艺。若采用局部飞管套补法,应验算止水橡胶带对井管的摩擦力,要求止水器外径与井管间的间隙在 15 mm~20 mm 之间,摩擦力按 0.5 kg/cm^2 计算。

17.4.4.3 管材选择

套补井管应按下列规定选择:

- a) 材质选择:可供修井用的管材有钢管、PVC-U 塑料管和玻璃钢管,应根据经济性、取材方便的原则选取。对局部飞管要求采用低密度管材。
- b) 套补管规格选择:应根据管井内径、损坏部位确定止水位置及其外径和套补管的规格,对滤水管套补应根据管井漏砂粒径按表 31 选择贴砾过滤器。

17.4.4.4 管材加工

根据修井方案,按设计要求进行井管、止水器和吊装接头加工:

- a) 井管加工包括变径、连接方式加工,若井管有变径,要求加工成导向过渡的形式。
- b) 止水器加工要求:为避免下管时蹭掉遇水膨胀橡胶带,要求在井管上加工略大于遇水膨胀橡胶带外径的挡环;遇水膨胀橡胶带要用铅丝扎牢。
- c) 吊装接头加工可根据需要加工成灯口式或反丝扣式,但应保证下管可靠和钻具在井内安全脱离。

17.4.4.5 下管

下管按下列规定操作:

- a) 下管前按序排列井管并编号,对贴砾过滤器要轻搬轻放。对焊接管要求垂向对齐,焊接的焊缝不得有砂眼。丝扣管要将扣上满,贴砾过滤器上扣时应使用大绳或皮带套在管上紧扣。
- b) 下管工作完成后,不要立即提出钻具,应等待遇水膨胀橡胶充分膨胀后再取出钻具,一般要求遇水膨胀橡胶在水下保持 30 h 以上。
- c) 下管操作按 13.5 的规定执行。

18 工程质量

18.1 工程质量基本要求

18.1.1 钻孔直径

18.1.1.1 钻孔直径以满足水文地质试验和供水井抽水要求为原则。应根据钻孔类型、水文地质条件、预计水量、钻进方法与工艺、含水层岩性、填砾要求、过滤管类型及孔深等因素综合确定。应填砾的钻孔,应满足填砾厚度和下入过滤管口径的要求。不填砾的钻孔,一般以下入过滤管口径为准;但在易缩径地层施工的勘探孔口径,还应考虑过滤管起拔等因素。

18.1.1.2 孔深 ≤ 200 m 的钻孔,钻孔直径或过滤管直径一般可按表 37 确定。孔深 > 200 m 或特大水量及有特殊要求的抽水试验钻孔,则根据单孔设计的要求确定。

表 37 钻孔直径或过滤管直径表

类型	第 四 系(过滤管外径)		基 岩 孔 径	
	孔深≤100 m	孔深 100 m~200 m	孔深≤100 m	孔深>100 m
水文地质普查、勘探孔	≥146 mm	≥114 mm	≥150 mm	≥122 mm
勘探开采孔、供水井	≥168 mm	≥146 mm	≥150 mm	
观测孔、地质孔	≥96 mm		≥96 mm	
注 1: 松散层系指第四系地层和新三纪疏松砂砾岩及基岩强烈风化带、破碎带;基岩系指完整岩体(含构造裂隙带、岩溶地层)。				
注 2: 本表所列口径为一般规定。水文地质孔当单孔出水量小于 0.2 L/s 和采用提桶作简易抽水试验之钻孔口径,允许比表列孔径或管径小一级;勘探开采孔、供水井直径,主要根据水量、抽水设备类型规格及过滤管径来确定。				

18.1.2 岩土心(样)采取率

18.1.2.1 水文地质普查、勘探孔(含勘探开采孔)

水文地质普查、勘探孔(含勘探开采孔)岩土心(样)采取率应符合下列要求:

- a) 采用回转正循环钻进法取心时,黏性土和完整基岩平均采取率应大于 70%,单层不少于 60%;砂性土、疏松砂砾岩、基岩强烈风化带、破碎带平均采取率应大于 40%,单层不少于 30%。无岩心间隔,一般不超过 3 m。对取心特别困难的巨厚(大于 30 m)卵砾石层、流沙层、溶洞充填物和基岩强烈风化带、破碎带,无岩心间隔一般不超过 5 m,个别不超过 8 m。当采用物探测井验证时,采取率可以放宽。采取率的计算应以实际钻进岩层为准,无充填的溶洞、废矿坑及允许不取心孔段的进尺,不得参与计算;凡从取粉管内捞取的岩粉,不得放入岩心内计算。
- b) 采用反循环连续取心法钻进时,要及时对地面接收的岩土样进行地层描述与编录,按钻孔设计要求要留取缩样,并按要求进行测井。

- c) 当采用气、液动冲击器钻进时,可按钻孔设计要求定层定深进行取样、取心钻进。
- d) 当采用机械冲击钻进时,对于含水层,每 2 m~3 m 取样一个;非含水层,每 3 m~5 m 取样一个;样品数量应满足颗粒分析和鉴别地层的要求。

18.1.2.2 供水井和观测孔

岩心采取要根据已掌握的水文地质资料及所采用的钻进方法而定。一般应配合物探测井进行无岩心钻进,特殊情况按照钻孔设计要求进行。

18.1.3 孔深与孔斜

18.1.3.1 钻孔深度以钻孔地质设计为准,对于地质设计依据不足或地质条件变化需要加深或提前终孔,应按钻孔任务变更通知书执行。

18.1.3.2 每钻进 100 m、换径、终孔及下管前,均需用钢卷尺测量校正孔深。孔深允许误差为 2‰,超差者应以校正测量数据为准更正。

18.1.3.3 水文地质普查孔和勘探孔,每钻进 100 m、换径或终孔时,均应测量顶角弯曲度。勘探开采孔和供水井,每钻进 50 m、换径、终孔或扩孔结束,应测量顶角弯曲度。钻孔顶角允许弯曲度每 100 m 不得超过 1.5°,并按照孔深递增计算。

18.1.4 简易水文地质观测

水文地质孔、勘探开采孔、地质勘探孔在钻进过程中应进行简易水文地质观测;供水孔、观测孔及采用泥浆钻进、反循环钻进的水文地质孔可不进行观测。简易水文地质观测项目有:

- a) 初见水位、静止水位或恢复水位:一般应在开孔后钻进中观测地下水初见水位,但当地下水位埋深较大或采取冲洗液钻进时,可在终孔洗孔后测定静止水位以及抽水试验后按要求观测恢复水位。
- b) 观测钻进中孔内水位变化:在钻进到地下水位后,每个回次下钻前提钻后各测一次水位。如停钻时间较长,在 24 h 内每 4 h 观测一次,超过 24 h 每 8 h 观测一次。采用冲洗液钻进的钻孔可不观测孔内水位变化。
- c) 测定冲洗液消耗量及其漏水(<50%的消耗量)、严重漏水(>50%的消耗量)及全漏水的位置。
- d) 记录钻进中发生的钻具陷落、孔壁坍塌及严重掉块、涌砂、气体逸出及水色变化等异常现象;如遇承压自流水、地下热水,则应按有关规定要求观测和采水样。

18.1.5 成井工艺

18.1.5.1 冲孔换浆与下管

采用冲洗液正、反循环钻进之钻孔,应进行彻底冲孔换浆,并按地质或物探测井要求进行配管与下管。

18.1.5.2 填砾与止水

第四系细颗粒松散含水层水文地质普查钻孔、观测孔及第四系含水层或新三纪疏松砂砾岩含水层水文地质勘探孔、勘探开采孔、供水井均应填砾或下贴砾过滤管。进行分层抽水试验的钻孔应进行临时性的管外止水。管外止水部位应选择在隔水性好、能准确分层、孔径规整部位或换径部位。止水后进行止水效果检查,并在抽水试验过程中仍应继续观测管外水位变化值,以校验止水效果是否有效。否则,应采取补救措施或重新止水,直至符合要求。

18.1.5.3 洗孔与试抽

洗孔与试抽质量基本要求为：

- a) 无论采用清水还是泥浆作冲洗液，正循环回转钻进的抽水试验钻孔或冲洗液钻进的观测孔、反循环钻孔，均应彻底洗孔。用活塞洗孔时，活塞的提拉，一般自下而上进行，每段提拉时间根据含水层岩性与水文地质条件而定，一般不小于 0.5 h。
- b) 凡冲洗液钻进的抽水孔，在区域水文地质条件不了解时，应进行洗孔试抽对比，洗孔试抽两次，每次试抽时间应不少于 2 h；在同一降深时，前后两次单位出水量变化不超过 10%；在试抽结束时，用含砂量计测定泥浆沉淀物 $\leq 0.1\%$ ，即可认为洗孔合格，否则，应重新洗孔和捞砂。在区域水文地质条件清楚的地区，当进行洗孔试抽之后出水量达到预计出水量要求或与附近水井出水量相一致时，可不进行洗孔试抽之对比。
- c) 采用提筒简易抽水试验的钻孔，应先将孔内液体全部排除后再灌注清水，采用活塞和提筒联合洗孔，洗孔时间应延长一倍以上。凡经洗孔发现无水的干孔，应在清除孔内液体后，至少观测孔内水位 24 h，仍无水定为干孔。否则，应观测静止水位与采取水样。
- d) 供水井抽水试验结束前，管井出水的含砂量应小于 1/200 000(体积比)。

18.1.6 抽水试验

单孔或群孔抽水试验的降次、降深、稳定时间与水位、水量稳定标准以及观测项目、采取水样要求等除按地质规范或设计要求进行外，补充规定如下：

- a) 当单位出水量小于 0.01 L/s·m 和含水层厚度小于 2 m 以及特大出水量(指钻孔口径和结构与抽水设备配置合理，达到出水管最大出水量)的钻孔，可只作一次最大降深，稳定时间不少于 8 h(提筒简易抽水稳定时间为 4 h)。
- b) 对于补给条件差的钻孔，静止水位与恢复水位测定时，当 4 h 内水位变化不超过 5 cm 时即认为稳定；如超过 48 h，水位变化仍不超过 5 cm 时，可停止观测。
- c) 抽水结束后，孔内沉淀物一般不得回填到含水层。

18.1.7 固井与封孔

勘探开采孔、供水井、长观孔，在下管填砾后应进行永久性的管外固井，对管外非取水层全部进行封固、回填。钻孔验收后，水文地质钻孔一般应进行封孔。对于下列情况应用优质黏土回填捣实，必要时用水泥浆进行封孔：

- a) 有咸、淡水或水质不同的潜水、承压水钻孔；
- b) 穿过工业矿体及在开采矿区内施工的钻孔；
- c) 位于江、河、湖、海防护堤附近的钻孔，位于重要建筑物地基附近的钻孔；
- d) 对土地耕作及道路安全有影响的钻孔；
- e) 非勘探开采结合的承压自流水孔、热水孔、矿泉水孔。

18.1.8 原始记录与技术档案

水文地质钻孔统一按水文地质钻孔技术档案要求认真填写与归档详见 20.2.2。钻探班报表、钻孔各项原始记录及技术档案，应用钢笔填写，不得任意涂改或追记，做到及时、真实、准确、整洁、齐全。

18.2 工程质量保障措施

18.2.1 岩心采取率质量保障措施

18.2.1.1 正循环回转钻进，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，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取心或配合物探测井。

18.2.1.2 取心与编录质量保障措施

取心与编录质量保障措施有:

- a) 提钻取心时,要慢提轻放、细致小心;从岩心管内敲取岩心时,不得猛敲猛打。
- b) 取出的岩心,应按上下顺序排放,不得颠倒,并及时填写回次标签或在岩心上标明编号,及时编录、取样或装箱。
- c) 钻孔未经验收,岩心不得处理;所留缩样应保留至地质报告验收后,再作统一处理,特殊情况按地质设计要求办理。

18.2.2 简易水文地质观测质量保障措施

要根据地层岩性,合理采用冲洗液。对基岩钻孔,应采用清水或空气钻进;对松散地层,可采用泥浆冲洗液钻进;上部为松散层,下部为基岩的钻孔,如仅在松散层中进行抽水试验,则可全孔进行泥浆冲洗液钻进;如需在基岩中进行抽水试验时,则在钻穿松散层、下管止水后,改用清水或空气钻进。

18.2.3 钻孔弯曲度质量保障措施

18.2.3.1 钻塔、钻机安装,要求周正、水平、稳固,保证天车、回转器、钻孔中心三点一线。

18.2.3.2 根据地质条件选择正常的钻进方法,确定不同岩层的钻进技术参数,在条件相同时,各项钻进技术参数应一致。

18.2.3.3 根据钻孔结构合理选择钻具结构。用筒状钻具钻进应选择长、直筒状钻具,钻具长度(含取粉管)不小于9 m;采用空气潜孔锤钻进时,冲击器上方应接同径取粉圆管,起导正与修孔作用;三牙轮钻头钻进要采用钻铤加压,加压钻铤组合的给压中和点控制在钻头之上加压钻铤柱的3/4处。

18.2.3.4 钻进软硬互层的易孔斜地层、卵石层及破碎带地层,要求给进均匀,采取轻压慢转,同时要适当控制泵量。

18.2.3.5 回转器或转盘旷动和部件严重磨损的钻机不得使用,液压钻机的锁紧机构在给进中不得松动。

18.2.4 成井工艺质量保障措施

18.2.4.1 群孔和重要的水文地质孔,下管前一般应用物探测井,以指导过滤管的配置与下管,细颗粒松散地层除观测孔外一般不应下包网过滤管。除岩溶特别发育的地层外,不得在同一含水层或试段中变径和下入异径过滤管。

18.2.4.2 填砾用的砾料,应按本规程的要求保证质量,填砾方法可根据地层岩性、孔壁稳定及冲孔换浆情况而定,以采用管外返水填砾法为宜。

18.2.4.3 分层抽水必须在含水层组(段)准确划分的基础上进行,分层抽水的止水方法应根据止水部位的岩性和孔壁完整情况来选用。为确保止水效果,必要时应采用综合止水法。采用水压差法进行止水效果检查时,一般以采用提水降低管内水位法进行止水效果检查为宜,以防止反向压力差的作用破坏止水效果。

18.2.4.4 应根据钻进冲洗液类型、地层岩性、水文地质条件及井管、过滤管的材质强度等确定洗井方法与洗井时间。泥浆钻进钻孔,当管材强度允许时,应采用活塞强力洗井;根据钻孔性质与地层还可配合采用液态二氧化碳、焦磷酸钠、盐酸及物理方法联合洗井。在细颗粒松散地层采用活塞强力洗井的时间要短,且不适用液态二氧化碳洗井。

18.2.4.5 洗井质量标准应以洗井试抽对比的单位出水量变化作为主要考核标准。凡在水文地质条件不清楚的地区采用泥浆冲洗液钻进钻孔,应进行试抽对比来检查洗井是否合格。

18.2.5 抽水试验质量保障措施

18.2.5.1 根据钻孔性质与类型、静止水位、口径、试抽水量及水文地质条件等合理选择抽水设备和抽水方法。水文地质勘探孔、供水井,应采用离心泵、深井泵或潜水电泵抽水,一般不宜采用空压机抽水;出水量大于 0.2 L/s 的钻孔,不得采用提桶进行简易抽水。

18.2.5.2 抽水试验的降深顺序,松散层应从小到大,基岩宜从大到小,承压水最大降深应尽可能降到含水层顶板。

18.2.5.3 抽水试验中应做好排水工作,对于潜水地层抽水孔,应将抽出的水排至抽水降落漏斗范围以外。

18.3 工程质量验收及评定

18.3.1 工程质量验收标准

18.3.1.1 优良孔

优良孔应满足下列条件:

- a) 钻孔结构满足设计要求。
- b) 岩心采取率或连续取心取样达到设计要求,无岩心间隔未超出要求;或取心困难的流沙层及巨厚卵砾石层经物探测井补救未影响地层岩性与层位的划分者。
- c) 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。
- d) 抽水试验之抽水量(Q 或 q)与动水位(S)关系曲线正常。
- e) 达到地质设计目的层和深度,按规定要求校正了孔深和测量了钻孔弯曲度且满足规定要求。
- f) 按规定要求进行了简易水文地质观测工作。
- g) 按规定要求进行了固井或封孔。
- h) 原始记录与钻孔技术档案整洁、真实、准确、齐全。

18.3.1.2 合格孔

凡未达到优良孔要求,但满足下述要求者,可评定为合格孔。

- a) 岩心采取率基本达到要求,含水层与非含水层的岩性、层位基本查清;咸淡水层的分界面划分准确;按设计要求采取了各种样品。
- b) 进行了抽水试验并基本取得了符合质量要求的水量、水位、水质资料者。

18.3.1.3 不合格孔

凡未达到合格孔要求的钻孔为不合格孔,应根据缺什么补什么的原则返工,如果返工后仍达不到设计要求者,可根据取得的资料多少和使用价值,予以部分报废(即报废部分孔段工作量)或全部报废。

18.3.2 工程质量评定

钻孔完工后,对单孔或群孔进行全面质量检查验收,根据上述工程质量标准,逐项进行检查与评定质量等级,并填写钻孔质量验收报表,见表 A.9。

勘探开采孔和供水井的钻孔质量,可按项目要求或参照上述规定要求进行质量检查验收与评定。

19 健康、安全、环保(HSE)管理

19.1 健康管理

贯彻“以人为本”精神,关心职工身心健康。遵照 DZ/T 0227 中 17.1 的有关规定执行。

19.2 安全管理

19.2.1 基本规定

19.2.1.1 钻探施工管理单位应按 AQ 2004—2005 的要求,建立、健全保障安全生产的规章制度,并贯彻执行。

19.2.1.2 钻探施工管理单位应设置专职安全员,机台应设置兼职安全员,安全员应经过安全培训,并考核合格。

19.2.1.3 钻探施工管理单位应对上岗员工进行安全生产职业培训,定期进行工地安全检查,消除安全隐患。开展安全生产和意外救生教育。

19.2.1.4 在高低山区、梁峁沟壑黄土区施工,钻探施工管理部门应充分关注施工区的自然环境,防止洪水、山火、崩塌、滑坡、泥石流等自然灾害和地质灾害对人员和机械设备、临时住所等财物的损害。

19.2.1.5 钻探爆破作业,应遵守 GB 6722 的规定。

19.2.1.6 在林区、草原、沙漠、荒漠、高原、沼泽等地区进行钻探作业应遵守 AQ 2004—2005 的相关规定。

19.2.1.7 若气温高达 38℃或低至-30℃以下时,应停止工作,做好防护。

19.2.1.8 上班前和上班时不得喝酒。进入机台工作时,应穿合体的工作服和工作鞋,戴安全帽。不得赤膊、赤脚或穿拖鞋上岗操作。在塔上工作时,应系牢安全带。

19.2.1.9 机场内不得长期存放有毒、有腐蚀的化学药品。使用时必须按有关规定穿戴防护装备。在有放射性物质的矿区工作时,应按 GB 15848 的规定,采取积极有效的防护措施。

19.2.2 钻探机台安全规定

钻探机台用电、防风、防雷电、防洪、防汛、防寒、防火的诸项规定,可遵照 DZ/T 0227 中相关规定执行。

19.2.3 施工中的安全规定

19.2.3.1 钻进施工中的安全规定包括钻进过程中、升降钻具时以及使用拧管机、活动工作台的安全注意事项,水文水井钻探中可根据现场实际情况遵照 DZ/T 0227 中的相关规定执行。

19.2.3.2 酸化洗井安全规定

酸化洗井操作应符合下列安全规定:

- a) 进行酸化洗井的工作人员,必须佩戴好防护用具。
- b) 灌酸容器应采用密封严密的酸罐。
- c) 采用泥浆泵压酸,压酸前应认真检修好泥浆泵管路。
- d) 压酸前先压入 2 m³~3 m³ 清水,检查泥浆泵运转、上水情况及管路、钻具通水是否正常。
- e) 压酸前应将钻机及周围怕腐蚀的器具盖好或搬走。
- f) 向孔内送水正常后,可将泥浆泵吸水管接到酸罐上。向孔内压酸要一次连续将酸压完,然后送入清水,将泥浆泵、高压管路及钻杆内的酸液全部压出。

19.2.4 电焊工作安全规定

- 19.2.4.1 严格按照焊机铭牌上标的数据使用焊机,不得超载使用。
- 19.2.4.2 使用焊机前,应检查焊机接线正确、电流范围符合要求、外壳接地可靠、焊机内无异物后,方可合闸工作。
- 19.2.4.3 工作时,焊机铁心不应有强烈震动,压紧铁心的螺丝应拧紧。工作中焊机及电流调节器的温度不应超过 60℃。
- 19.2.4.4 加强维护保养工作,保持焊机内外清洁,保证焊机和焊接软线绝缘良好,若有破损或烧伤应立即修好。
- 19.2.4.5 定期由电工检查焊机电路的技术状况及焊机各处的绝缘性能,如有问题应及时排除。
- 19.2.4.6 施工人员在操作时,应穿戴好各种劳保用品,如工作服、工作帽、手套、脚盖等。
- 19.2.4.7 在焊接和切割工作场所,应有防火设备,如消防栓、灭火器、砂箱以及装满水的水桶等。
- 19.2.4.8 在容器内施焊时,容器上应有进、出风口,并设置通风设备;容器内照明电压不得超过 12 V,不得在已喷涂过油漆、胶料、燃料等容器内电焊或电切割。
- 19.2.4.9 在禁火场所进行电焊作业时,应持有动火证,并要求设有监护人员和防火措施后,方可作业。
- 19.2.4.10 高空作业时,施工人员应配带安全带并遵守高空作业的有关规定。
- 19.2.4.11 施工人员在施工过程中,应谨防触电,注意不被弧光和金属飞溅等伤害事故发生。
- 19.2.4.12 当焊接或切割工作结束后,要仔细检查焊接场地周围,确认没有起火危险后,方可离开现场。

19.2.5 气焊工作的安全规定

- 19.2.5.1 操作前,应按规定穿好工作服,戴好工作帽和手套,防止弧光伤害,防止烫伤。
- 19.2.5.2 装有氧气的氧气瓶要轻抬慢放,不得抬瓶嘴。氧气瓶不得暴晒或接近高温,应远离火源和易燃物品。
- 19.2.5.3 乙炔气瓶、氧气瓶及焊接物间的距离应不少于 5 m;乙炔管和氧气管不得互用;管和接头应连接牢靠。
- 19.2.5.4 点火时先开氧气,然后开少量乙炔气;熄灭时先关乙炔气,再关氧气。发生回火时,应首先关闭乙炔气,然后再关闭氧气。
- 19.2.5.5 暂停烧焊时,应关闭乙炔气瓶的气阀和氧气瓶总阀。

19.3 环境保护管理

- 19.3.1 孔位确定后,应对机场周围的水文地质、植被、地貌、气候特征、人文环境、文化古迹进行调查,了解当地有关部门环境管理办法、环境功能区划分标准、污染物排放标准,采取相应的必要措施。
- 19.3.2 注意保护和有效利用土地资源,尽量利用已有道路,修路不得堵塞和充填排水通道;工地要避开或减少占用耕地、农田、林带。终孔后应恢复占用的农田、耕地和植被。
- 19.3.3 注意现场三废处理,在工地低矮处修建废液池,将工地机械废液、循环系统废液、生活废水、废弃泥浆经引水沟渠(坡度不小于 3%)流入废液池,然后用石膏、石灰或水泥固化处理,终孔后不能排放的废液亦应固化处理。
- 19.3.4 在河湖或居民区附近进行水文水井钻探施工,不得使用铁铬木素磺酸盐、红矾等污染环境的化学处理剂。被岩屑、泥浆、油料污染的土地,应妥善置换或复原。
- 19.3.5 设备安装牢靠,减少噪声。噪声等效声级超过 70 dBA 时,应采取减噪措施。
- 19.3.6 保护好施工现场周围的生态环境、不破坏植被、不猎杀野生动物。

20 施工技术报告与钻孔技术档案

20.1 施工技术报告

20.1.1 施工技术报告编制要求

20.1.1.1 水文地质普查、水源地勘查和供水井施工,应编写钻探施工技术报告或专门的技术总结。报告的编写应在项目经理领导之下,由钻探技术人员按照编写提纲内容进行编写,报请单位总工程师或钻探技术负责人组织审查后上报。

20.1.1.2 重要的报告,上级单位应组织专家进行评审验收。

20.1.1.3 报告在水文地质图幅或工区完成后按规定期限提交。报告要反映出从施工设计、准备、施工及完成的整个过程。编写的报告要实事求是,以数据为依据,内容简明扼要,重点突出,附表和附图要清晰齐全。

20.1.2 施工技术报告的编制提纲

20.1.2.1 前言

说明项目的工作性质、目的任务、施工期限、工程质量要求与工作量等。

20.1.2.2 概况

包括工区的地质条件、施工条件、设备选择、准备、钻孔结构及完成钻孔情况表等。

20.1.2.3 钻进与成井工艺

包括选用的钻进方法、钻头的使用、钻进技术参数、冲洗液的配置与管理、钻进新方法、新工艺的推广应用等。

20.1.2.4 工程质量保障措施

着重阐明施工技术的难易程度,针对工作技术难度采取的办法措施及其实施情况,复杂地层取心取样情况,施工中出现的井内事故及复杂情况处理措施等。

20.1.2.5 工程质量

按本规程中工程质量标准及评定等级编写。

20.1.2.6 安全生产

人身事故、机械设备事故、孔内事故、地质和自然灾害造成的其他事故等及停工待料情况。

20.1.2.7 主要经验、贡献与经济效益

重点要突出,实事求是地阐述,并附整个工区的钻探技术经济指标统计分析及经济效益说明。

20.1.2.8 结论

生产技术的主要经验和科研成果及存在主要问题及教训,值得借鉴的结论性意见和建议。

20.2 钻孔技术档案

20.2.1 钻探班报表

钻探班报表是钻探施工最基本的原始记录,应认真填写,钻探班报表格式见表 A.1。钻探施工生产技术活动的全过程,总台时的时间是连续的,即从安装开孔到完孔拆迁期间,不能出现时间的中断,同时,内容必须详细、齐全、清晰。

20.2.2 钻孔施工技术档案

包括下列表格及内容:

- a) 水文水井地质钻孔施工设计书见表 A.2。
- b) 钻探设备安装质量检查表见表 A.3。
- c) 钻孔施工设计变更通知书见表 A.4。
- d) 钻孔事故报告表见表 A.5。
- e) 钻孔下管(套管、井管、过滤管)记录表见表 A.6。
- f) 钻孔堵漏、止水、封孔记录表见表 A.7。
- g) 钻孔成井实际结构图见表 A.8。
- h) 钻孔质量验收表见表 A.9。
- i) 钻孔施工小结。

20.2.3 原始资料的存档

工区钻探工程全部结束后,应及时将施工技术档案和地层岩心描述、钻孔柱状图、简易水文地质观测记录、抽水试验综合图表等原始钻探施工和地质资料审核整理后立卷存档。

附 录 A
(规范性附录)
水文水井地质钻探用表

水文水井地质钻探用表包括：

- a) 表 A.1 水文水井钻探班报表；
- b) 表 A.2 水文水井地质钻孔施工设计书；
- c) 表 A.3 钻探设备安装质量检查表；
- d) 表 A.4 钻孔施工设计变更通知书；
- e) 表 A.5 钻孔事故报告表；
- f) 表 A.6 钻孔下管(套管、井管、滤水管)记录表；
- g) 表 A.7 钻孔堵漏、止水、封孔记录表；
- h) 表 A.8 钻孔成井实际结构图；
- i) 表 A.9 钻孔质量验收表。

表 A.1 水文水井钻探班报表

孔号：			机号：		年	月	日	自	时至	班	钻机类型：						
时间	自	至	工作内容	机上余尺	钻进(或扩孔)孔深			钻头		钻进参数		钻具长度与时间利用记录					
					自	至	计	类型	规格	损耗	压力	转数	冲洗液量	1	主动钻杆	米	
															2	φ mm 钻杆立根	m
															3	φ mm 钻杆单根	m
															4	φ mm 钻铤	m
															5	φ mm 扶正器	m
															6	取粉管内短钻杆长度	m
															7	φ mm 岩心管与接头长度	m
															8	φ mm 钻头长度	m
															9	钻具总长	m
															10	机上余尺	m
															11	机高与地距	m
															12	交班孔深	m
															13	接班孔深	m
															14	本班进尺	m
															15	岩心长度	m
															16	纯钻进(或扩孔)时间	h min
															17	辅助时间	h min
															18	机械检修时间	h min
															19	孔内事故时间	h min
															20	机械事故时间	h min
															21	其他停待时间	h min
															22	平均小时效率	m/h

表 A.1 (续)

岩心采取情况							定额			简易水文				
孔深		岩心长度	岩心采取率	岩心编号	残留岩心	岩石(土)名称	岩石(土)等级	纯钻时间	实际小时效率	定额任务	孔内水位			重要水文地质现象
		自至	m	%	m	m		h	m/h	m/h	提钻后	下钻前	间隔时间	冲洗液消耗量
		m	m								m	m	h	L/m
校正孔深							钻孔弯曲测量			冲洗液性能			考勤	
校正前	校正后	误差	测量深度	顶角	方位角	黏度	密度	失水量	泥饼厚度	含砂量	岗位	姓名	出勤	公休或其他
m	m	m	m	度	度	s	g/cm ³	mL	mm	%				
											班长			
											安全			
											工具			
											机械			
班核算项目							班公摊项目							
名称	单位	数量	单价	合计	名称	单位	数量	单价	合计	记录	本班生产情况			
合金钻头	个				机油	L								
金刚石钻头	个				黄油	kg								
复合片钻头	个				汽油	L								
锯条	根				锁接头	个								
柴油	L				圆接箍	个								
其他					黏土粉	kg								
					处理剂	kg								
成本核算				材料费总计	元	直接单位成本				元/米	交接班长：	接班班长：		

注：此表使用 A3 纸张印刷。

表 A.2 水文水井地质钻孔施工设计书

施工机台：
钻孔编号：
钻孔坐标：X：
Y：

钻孔直径：
设计孔深：
钻机类型：

动力机类型：
泥浆泵类型：
钻塔类型：

供水方法：
开工日期：
竣工日期：

批准日期：
队(院)长：
技术负责：

地质设计部分														钻探设计部分																	
		层底深度 m	地层理想柱状图 1:	地层名称及特性	岩石等级	终孔口径滤水管直径要求	取芯、取样要求	简易水文观测要求	物探测井要求	止水要求	封孔要求	抽水试验要求	综合利用	其他	钻进方法和深度 m	钻头直径及类型	钻孔结构图 1:	井管结构图 1:	测斜方法及深度 m	扩孔方法	钻进规程				下管方法	填砾规格、厚度、数量	止水固井方法	封孔方法	主要技术措施		
																					送水量 L/s	转速 r/min	送水量 L/s	泥浆性能							
																								黏度 s	失水量 L/min						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		

地质负责：
注：此表使用 A3 纸张印刷。

地质设计：
钻探负责：

钻探设计：

表 A.3 钻探设备安装质量检查表

孔号：

机号：

年 月 日

检 查 项 目	检 查 情 况
孔 位	
天车—立轴— 转盘—钻机 同 心 线	
地基、防洪、排水	
钻塔、基台、绷绳	
活动工作台	
冲洗液循环系统	
机械设备： 钻 机 泥浆泵 柴油机	
电器设备、 照明线路	
场房、取暖、 防火、避雷、 安全设施	
检查小组意见	

钻探：

机械：

机长：

项目负责：

地质：

安全：

表 A.4 钻孔施工设计变更通知书

_____号钻机,在_____地点,于_____年_____月_____日,施工的 _____钻孔,因_____原因,将原设计作如下变更:	
项目负责: 技术负责:	地质: 钻探:
_____年_____月_____日	

表 A.5 钻探事故报告表

单位: _____ 孔号: _____ 机号: _____ 填报日期: _____

事故性质	孔内、机械、质量		事故名称		
发生日期		当班班长		事故损失	
事故发生经过及处理情况:					
事故分析(原因,教训):					
领导意见:					

钻探: _____ 安全: _____ 机长: _____

表 A.7 钻孔堵漏、止水、封孔记录表

孔号： 机号： 孔深： 日期：

钻孔示意图 (孔深及孔径)	处理原因	处理位置自 m 至 m,孔深			
	处理方法				
	充填物	黏土			
		水泥	标号	kg	%
		砂子	粒度	kg	%
		水		kg	%
		橡胶止水带	型号	m	
	处理效果				

钻探： 地质： 机长： 班长： 填表：

表 A.8 钻孔成井实际结构图

钻孔编号：		钻孔位置：		施工机号：		施工日期：		稳定水位深度：		小时出水量：									
层底深度 m	地层厚度 m	地层名称	地质柱状图	钻孔直径 mm	变径深度 m	钻孔、井管结构图 1：	井管			填砾		洗井		抽水					
							名称	规格 mm	深度 m	规格 mm	厚度 m	数量 m ³	方法	时间 h	方法	时间 h	降深 m	水量 L/s	

填表日期：

综合记录员：

地质编录员：

机长：

注：此表使用 A3 纸张印刷。

表 A.9 钻孔质量验收表

钻孔编号					
钻孔目的					
钻孔坐标	X ₁		Y ₁		
施工机号					
钻探设备型号					
施工日期	开孔	年	月	日	
	终孔	年	月	日	
最终钻孔深度	M				
开孔钻孔直径	mm				
终孔钻孔直径	mm				
钻孔验收日期	年	月	日		
验收内容： 1.岩心、岩(土)样采取： 2.钻孔深度误差： 3.钻孔弯曲度： 4.水文地质观测： 5.钻孔井管安装： 6.填砾与回填： 7.洗井及抽水试验： 8.封孔： 9.电测井资料： 10.钻孔资料及技术档案： 钻孔质量评定等级： 验收人员：					
项目负责：		机 长：			
钻 探：		地 质：		工人代表：	

参 考 文 献

- [1] 中华人民共和国原冶金工业部.供水管井技术规范.GB 50296—1999.[S].北京:中国计划出版社,1999.
- [2] 赵国隆,刘广志,等.勘探工程技术[M].上海:上海科学技术出版社,2003.
- [3] 耿瑞伦,陈星庆.多工艺空气钻探[M].北京:地质出版社,1995.
- [4] 姚爱国,马明,等.岩土工程钻进原理[M].北京:中国地质大学出版社,2000.
- [5] 城乡建设环境保护部综合勘察院,山西省勘察院,供水管井设计施工指南[M].北京:中国建筑工业出版社,1984.
- [6] 叶建良,蒋国盛,等.非开挖铺设地下管线工程技术.武汉:中国地质大学出版社,2004.
- [7] 地质矿产部水文地质工程地质司.水文地质钻探工艺部分[M].北京:地质出版社,1983.
- [8] 韩广德,金宝昌,等.中国煤炭工业钻探工程学[M].北京:煤炭工业出版社,2000.
- [9] 汤凤林,A.Γ.加里宁,等.岩心钻探学[M].北京:中国地质大学出版社,2009.
- [10] 王生,等.钻孔工程.[M].北京:地质出版社,2002.
- [11] 王如生,殷琨,等.泡沫潜孔锤应用于水文水井钻探的钻进工艺初探.[J].吉林大学学报:地球科学版,2004,34(4):639~642.
- [12] 中国地质调查局.西部严重缺水地区人畜引用地下水勘查示范工程[M].北京:中国大地出版社,2006.
- [13] 杨六岗,方长生,等.高压渗流井在陕北干旱缺水地区的应用[J].资源环境经济与循环经济——中国地质矿产经济学会2005年学术年会论文集.639~644.
- [14] 陈台智,周志彰,等.开拓供水新领域施工天然滤床渗流井取水工程.[J].探矿工程,1995,1:11~13.
-

中华人民共和国地质矿产
行 业 标 准
水文水井地质钻探规程
DZ/T 0148—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

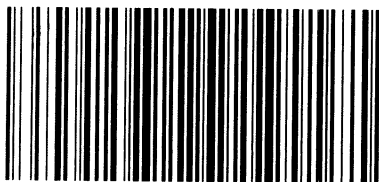
*

开本 880×1230 1/16 印张 5.75 字数 155 千字
2014 年 12 月第一版 2014 年 12 月第一次印刷

*

书号: 155066 • 2-27927 定价 83.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



DZ/T 0148-2014