

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T XXXXX—XXXX

气举反循环钻探规程

Regulation on air-lifting reverse circulation drilling

(报批稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中华人民共和国自然资源部 发布



## 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 总则 .....	2
4.1 应用范围与条件 .....	2
4.2 一般要求 .....	3
5 钻探设备与器具配置 .....	4
5.1 钻探设备 .....	4
5.2 钻进器具 .....	4
6 钻探施工 .....	6
6.1 钻前准备 .....	6
6.2 开孔 .....	7
6.3 钻进工艺 .....	7
6.4 钻进操作要点 .....	10
6.5 钻具故障判断与消除 .....	11
6.6 空压机的使用与维护 .....	11
7 冲洗液与护壁 .....	12
7.1 冲洗液选择 .....	12
7.2 冲洗液制备 .....	12
7.3 冲洗液性能维护 .....	13
7.4 回灌与护壁 .....	13
8 质量要求与措施 .....	13
8.1 质量要求 .....	13
8.2 质量措施 .....	14
9 孔内事故预防与处理 .....	15
9.1 预防孔内事故的基本要求 .....	16
9.2 孔内事故处理的基本要求 .....	16
9.3 钻具严重堵塞与糊钻事故预防和处理 .....	17
9.4 双壁钻杆断裂、跑钻、脱扣事故预防和处理 .....	17
9.5 孔壁坍塌事故预防和处理 .....	18
9.6 正反循环工艺互换时的事故预防和处理 .....	19
10 健康、安全与环保(HSE) .....	19

10.1 健康管理.....	19
10.2 安全管理.....	20
10.3 环保管理.....	20
参考文献.....	21

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由中华人民共和国自然资源部提出。

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：中国地质科学院勘探技术研究所、山东省地质矿产勘查开发局、中国地质调查局水文地质环境地质调查中心、北京市地质工程勘察院、山东省地矿工程勘察院、山西省第三地质工程勘察院、河南省地矿局第四地质勘查院、河南省煤田地质局。

本标准主要起草人：孙建华、王汉宝、孙丙伦、刘秀美、张建良、郑继天、孙智杰、耿建国、赵光贞、张永勤、张敏、梁健、谷天本。



# 气举反循环钻探规程

## 1 范围

本标准规定了气举反循环钻探技术的钻探设备与器具配置、钻探施工、冲洗液与护壁、质量要求与措施、孔内事故预防与处理以及健康、安全、环境等方面的工作要求和技术规则。

本标准主要适用于水文水井、地热资源勘探开采和一般矿山工程井等钻探施工，不适用于钻井法施工的大直径矿山竖井工程。其他钻探工程可参照执行。

## 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，仅所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 19672-2005 管线阀门 技术条件

DZ/T 0148 水文水井地质钻探规程

DZ/T 0227 地质岩心钻探规程

DZ/T 0260 地热钻探技术规程

AQ 2004-2005 地质勘探安全规程

TSG R004-2009 固定式压力容器安全技术监察规程

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**气举反循环钻进** air lift reverse circulation drilling

输送到一定深度的压缩空气在钻杆内腔与冲洗液混合，使钻杆内外流体产生密度差形成反循环的钻进方法。

### 3.2

**气水龙头** air-water swivel

连接于双壁主动钻杆之上，有气、水双通道结构，具备回转、悬挂钻柱功能的装置。

### 3.3

**气盒子** air box

加置双壁主动钻杆上部，与单通道水龙头配合使用，实现双流体通道功能的装置。

### 3.4

**气水混合器** air-water mixing chamber

连接双壁钻杆与单壁钻杆，使压缩空气进入钻杆内腔并与冲洗液均匀混合的双通道短节（接头）。

### 3.5

**双壁钻杆 dual-wall drill pipe**

由同心内外管组成，用于反循环钻进的双通道钻杆。

### 3.6

**双壁主动钻杆 dual-wall kelly bar**

位于钻柱最上端，有双通道结构，并能传递钻机回转扭矩的加长钻杆。

### 3.7

**单壁钻杆 single-wall drill rod**

只有单一流体通道的钻杆。

### 3.8

**尾杆 rear-rod**

气水混合器以下的单壁钻柱。

### 3.9

**沉没比 sinking ratio**

气水混合器在动水位以下的浸没深度与其至气水龙头弯管最高处中心线的长度之比。

### 3.10

**替杆 drill rod substitution**

气举反循环钻进中，根据设计送气压力要求和保持合理沉没比需要，用适当数量单壁钻杆替换孔内双壁钻杆的过程。

### 3.11

**替杆间距 length of drill rod substitution**

替杆作业时，一次被替换的双壁钻杆长度。

### 3.12

**回灌 refilling**

气举反循环钻进时，向孔内输送冲洗液以维持适当动水位高度的作业。

### 3.13

**除气 degassing; deair**

利用机械、物理、化学等方法，去除孔内返出冲洗液中气体的作业。

## 4 总则

### 4.1 应用范围与条件



4.1.1 可用于水文水井、地热资源勘探开采和一般矿山工程井钻进；亦可在大直径扩孔钻进、清孔钻进和孔内捞砂作业中应用。水资源勘探、地热资源勘探气举反循环钻孔直径通常为 150 mm~500 mm，工程钻井直径通常为 500 mm~1500 mm。在空压机及钻具能力满足要求、钻遇地层和水文地质条件适宜的条件下，最大钻进深度可达 4000 m 以上。

4.1.2 以全面钻进为主，需判层取样或对岩样采取质量不做要求的钻孔亦可应用。

4.1.3 宜用于孔壁较稳定的基岩地层及第四系、新近系松软地层。

4.1.4 地层严重漏失的干旱缺水地区不宜使用。

4.1.5 采用气举反循环钻进，通常应符合以下条件：

- a) 钻孔内地下水具备稳定的自然或回灌动水位，动水位一般小于 200m；
- b) 沉没比不宜小于 0.5；
- c) 开始应用孔深宜大于 30 m；
- d) 双壁钻杆下入孔段的孔径（或套管内径）大于该双壁钻杆最大外径的 1.2 倍。

## 4.2 一般要求

4.2.1 施工前，应根据相关钻探应用领域的特点和要求编制气举反循环钻探技术设计。

4.2.2 应根据水文地质、地层资料、钻孔口径等情况，确定实施气举反循环钻进工艺孔（井）段，优化配置双壁钻具、空压机、气水龙头或气盒子、尾杆及排渣系统。

4.2.3 应用气举反循环钻进工艺的钻孔结构和套管程序可适当简化，但应满足其他钻进工艺及施工安全的要求。

4.2.4 在技术可行、安全可靠的前提下，可依据现有的钻探器具条件进行技术设计。

4.2.5 地层条件允许情况下，可采用清水作为循环介质。采用其他冲洗液，应在设计中确定冲洗液类型、性能指标，提出冲洗液性能维护、防漏堵漏及含水层保护措施。

4.2.6 在钻探施工中发现设计与实际情况不符，应及时修改设计。必要时可进行正反循环钻进工艺互换。

4.2.7 应针对气举反循环钻进施工可能发生的主要孔内事故及复杂情况制定具体的预防措施，提出现场事故处理专用工具配备明细。

4.2.8 应按照相关安全标准的规定选择储气罐、供气胶管、三通阀门、除气与净化取样装置和检测仪表。

4.2.9 应根据孔深、动水位和空压机供气压力范围，确定合理的初始沉没深度、沉没比范围和替杆间距。

4.2.10 反循环排屑系统最低排屑速度应与钻进产生钻屑的速度保持匹配。排屑速度大于钻屑产生速度时，应避免沉没比过大，导致能耗增加。

4.2.11 钻进至含水层段时，可利用孔内涌水和回灌冲洗液，建立适当的动水位，形成反循环钻进。当孔内涌水量满足气举反循环钻进条件时，可停止回灌冲洗液。

## 5 钻探设备与器具配置

### 5.1 钻探设备

#### 5.1.1 钻机

应配置和选用较大给进行程的动力头钻机、顶驱钻机或转盘式钻机。钻机施工能力应与设计孔深和孔径相匹配，提升能力应大于最大孔深时钻具质量的1.5倍。

#### 5.1.2 空压机

5.1.2.1 应根据钻孔深度、孔径、动水位深度等因素，结合使用的双壁钻杆规格合理选择空压机的类型和参数。宜选用移动式螺杆类或活塞类空压机。

5.1.2.2 空压机主要性能参数的确定：

- a) 额定供气压力。宜通过现场测试确定，保证在设计最大应用深度（终孔深度）、最低动水位和最大沉没深度的工况下，空压机可正常启动形成反循环。选定空压机的额定供气压力应满足公式（1）：

$$P_e \geq 10^{-3} \times \rho g H + \Delta P \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$P_e$ —空压机额定压力，MPa；

$\rho$ —钻孔冲洗液密度，g/cm<sup>3</sup>；

$g$ —重力加速度，m/s<sup>2</sup>，一般情况下 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ ；

$H$ —气水混合器拟最大沉没深度，m；

$\Delta P$ —压气管道的压力损失，MPa。一般根据供气量和管路截面积等因素，按每百米管路0.10 MPa~0.70 MPa选择。

- b) 额定供气量。应与双壁钻杆内外直径、钻孔直径相适应，达到最佳的排渣效果。空压机额定供气量应满足公式（2）：

$$Q_e = (120 \sim 144) d^2 V \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$Q_e$ —空压机额定供气量，m<sup>3</sup>/min；

$d$ —岩屑上返通道直径，m；

$v$ —双壁钻杆内管流体上返速度，m/s。

#### 5.1.3 泥浆泵和回灌泵

5.1.3.1 机台应配置正循环钻进泥浆泵，性能参数按照正循环钻进工艺确定。

5.1.3.2 应配置专门的回灌泵。泥浆泵不宜作为回灌泵使用。

### 5.2 钻进器具

#### 5.2.1 气水龙头

应配备可满足供气、排渣和提吊需要的双通道气水龙头。或选择气盒子与单通道水龙头配合使用。

## 5.2.2 双壁钻具

5.2.2.1 使用转盘式钻机时，应选配双壁主动钻杆。双壁主动钻杆应有一定的强度和良好的扭矩传递、液气过流及排渣性能；内管内径应与双壁钻杆内管内径相同；长度应满足配钻需要，一般长于双壁钻杆 2 m。

5.2.2.2 双壁钻杆一般采用同心式，常用规格见表 1。在套管内使用时，双壁钻杆接头部位不宜喷涂和堆焊对套管损伤较大的耐磨带。

表 1 常用双壁钻杆（同心式）规格

常用规格	钻杆外径 mm	钻杆接头外径 mm	钻杆内管外径 mm	钻杆内管 内径 mm	钻杆接头 螺纹	单根长度 mm	每米重量 kg/m
Φ 89/57	89	121	57	49	NC38	4500	25
Φ 114/73	114	162	73	63	NC50	9500 6000	34
Φ 127/76	127	162	76	66	NC50	9500 6000	38
Φ 140/89	140	178	89	78	51/2"FH	9500	44
Φ 168/108	168	203	108	98	65/8"FH	9500	55
Φ 178/127	178	215	127	113	锥度 1:10, 4 扣/吋	9500 6200	65
Φ 219/168	219	254	168	150	锥度 1:12, 4 扣/吋	9450	118

5.2.2.3 配置的气水混合器应保证压缩空气与冲洗液充分混合，稳定上返。

## 5.2.3 尾杆

5.2.3.1 单壁钻杆可采用水文水井钻杆或相应规格的石油钻杆。

5.2.3.2 加重钻杆可选用水文水井钻探用加重钻杆或相应规格的石油加重钻杆。

5.2.3.3 钻铤可选用水文水井钻探用钻铤或相应规格的石油钻铤。

5.2.3.4 单壁钻杆、加重钻杆、钻铤的通径应与配套使用的双壁钻杆内管内径基本一致。

## 5.2.4 钻头

5.2.4.1 应采用具备反循环通孔和导流结构的反循环专用钻头，主要类型为翼状（刮刀类）钻头、牙轮钻头和滚刀钻头等。

注：在常规正循环三牙轮钻头的中心加工形成一个通孔，并在牙轮掌之间焊接导流板后，可作为反循环三牙轮钻头使用。

#### 5.2.4.2 选用的钻头应符合以下要求：

- a) 吸渣口一般位于钻头中心。在钻头结构强度允许的情况下，吸渣口的累计面积应大于钻杆内管截面积。单个吸渣口的截面尺寸应大于岩屑颗粒最大直径，最大不应超过钻柱最小内径（双壁钻杆为内管内径）的 3/4；
- b) 吸渣口距孔底高度应根据地层情况选定，通常为 50 mm~150 mm，松散地层取大值；
- c) 吸渣口周围应设有防护导流通道，导流通道截面最大尺寸应不大于吸渣口最大截面尺寸的 3/4。导流裙板至孔底的距离宜为双壁钻杆内管内径的 3/4；
- d) 翼状（刮刀类）钻头不宜采用平底式结构布局，中心吸渣管下端应安装超前的导向钻头，翼状刮板应有约 60° 的后倾角，吸渣管口下端应做成刀刃状。钻头直径大于 500 mm 时，应在靠近钻头外缘的适当部位设置辅助吸渣管；
- e) 应在取心钻头中心吸渣口内的适当位置设置岩心折断器，在中心主吸渣口周边开设辅助吸渣口；
- f) 捞渣钻头的侧面应设置和加工导流孔（槽）。

#### 5.2.5 其它器具

5.2.5.1 储气罐承压能力应大于空压机额定供气压力的 1.5 倍，其他要求应符合 TSG R004-2009。储气罐容积应根据供气量确定，一般不小于供气量的 1/20。

5.2.5.2 输送压缩空气管线的允许工作压力应大于空压机额定供气压力的 2 倍，内径应根据供气量的大小选定，一般为 25 mm~50 mm。

5.2.5.3 三通阀门承压能力应大于空压机额定供气压力的 1.5 倍，其他要求应符合 GB/T 19672-2005。

5.2.5.4 排渣胶管的内径应大于双壁钻杆内管内径，长度应满足现场需要。胶管内壁应耐冲蚀。

5.2.5.5 除气与净化取样装置应按照施工口径选配，满足气、水、固三相分离要求。除气装置防护罩体积一般为 0.5 m<sup>3</sup>~1.0 m<sup>3</sup>。净化装置振动筛一般采用上、下两层筛网。上层筛网筛孔为 3.2 mm（6 目），下层筛网筛孔为 0.9 mm（20 目）。

5.2.5.6 钻探设备应配有钻压仪、空气压力表和空气流量计等检测仪表。

### 6 钻探施工

#### 6.1 钻前准备

##### 6.1.1 钻场布置

6.1.1.1 钻场面积应能满足钻塔起放、空压机和辅助设备、冲洗液循环净化系统、岩样采集系统布置以及管材、钻探材料贮存等需要。

6.1.1.2 空压机应安放在远离孔口的位置，以减轻噪声对操作者的影响。

6.1.1.3 冲洗液循环系统应与排渣胶管布置在同侧，排渣口应设置除气和除砂装置，循环槽的长度不少于 6m，从排渣口到泥浆池的距离不少于 3 m，中间设置容积不小于 6 m<sup>3</sup>的沉淀池。

## 6.1.2 钻场修建

6.1.2.1 塔基和钻机底座地基应修筑牢固。软土地基需采用混凝土进行加固。

6.1.2.2 冲洗液循环系统的周边侧壁上沿应高出孔口 0.3 m，循环槽截面（高×宽）尺寸不小于 0.3 m×0.4 m。

## 6.1.3 设备安装

6.1.3.1 钻塔安装应确保底座水平、稳固；绷绳应严格按有关规定布设、绷紧。

6.1.3.2 供气系统连接顺序为：空压机→稳压罐→供气胶管→气水龙头（或气盒子）进气口。空压机、稳压罐应固定平稳。管路连接应牢固、可靠，并设置安全链。

6.1.3.3 排渣系统连接顺序为：气水龙头排渣口→排渣胶管→除气与净化取样装置。排渣胶管两端应固定牢固。

6.1.3.4 其它事项及安全要求执行 AQ 2004-2005、DZ/T 0148 和 DZ/T 0260 的相关规定。

## 6.1.4 钻具的现场检测与维护

6.1.4.1 气水龙头和气水混合器的检测与维护：

- a) 使用前，应检查气水龙头轴承、密封圈等是否满足技术要求并注油和维护保养；
- b) 应对气水混合器进行检查，确保气路畅通。

6.1.4.2 双壁钻杆的检测与维护：

- a) 下钻前，应逐根检查双壁钻杆外管螺纹、内管接头和密封圈等磨损情况，查看密封圈有无缺失和损坏。然后送气检查双壁钻杆内外管间隙，确保内部通畅、无异物；
- b) 对双壁钻杆进行封闭压力试验，确保气路无泄漏。试压压力应不低于 3 MPa，持续时间应不少于 5 min；
- c) 使用期限较长、孔深超过 2000 m 且孔斜较大，或遇重大卡钻事故强力起拔处理后，应对双壁钻杆进行探伤检测；
- d) 检测不合格的钻杆应停止使用，并用油漆做出明显标记，单独存放。

6.1.4.3 其它钻具的检查与维护：

- a) 下钻前，应对反循环钻头进行检查。主要检查吸渣口及中心通道是否通畅，导流结构是否完好；
- b) 定期对单壁钻杆、加重钻杆和钻铤进行检查。主要检查杆体和接头有无裂纹、变形和螺纹磨损等情况；
- c) 存放、吊装、运输上述钻具时，应对钻柱接头螺纹等重点部位进行防护，防止碰伤、变形。

## 6.2 开孔

6.2.1 开孔应采用常规钻进或泵吸反循环钻进。

6.2.2 开孔段完成后应下入孔口管，并在孔口管周围填入黏土等材料捣实或使用水泥封固，确保密封可靠、稳固。

6.2.3 冲洗液需循环回灌时，应在孔口管上端适当的位置开口，加装回灌槽，并以合理的坡度与循环槽搭接。

### 6.3 钻进工艺

#### 6.3.1 工艺应用要求

6.3.1.1 下入孔口管后，孔深大于 30 m，沉没比达到 0.5 以上，可换用气举反循环钻进。

6.3.1.2 换用气举反循环工艺时，应根据孔内水位情况和排屑需要确定合理的初始沉没比，并下入合适数量的双壁钻杆。

6.3.1.3 应根据孔内动水位深度、钻速等情况确定适当的替杆间距。替杆间距一般为 50 m~200 m，动水位较浅、钻速较快时选大值；反之，选小值。

6.3.1.4 由其它钻进方法转换为气举反循环钻进时，应将孔底钢粒、金属卡条等异物清理干净。

#### 6.3.2 钻具组合

6.3.2.1 气举反循环钻具由下到上的组合顺序为：反循环钻头→钻铤→加重钻杆→单壁钻杆→气水混合器（包括逆止阀）→双壁钻杆→双壁主动钻杆→气水龙头（或气盒子→单通道水龙头）。

6.3.2.2 应配置足够数量及规格适宜的加重钻杆和钻铤。深孔钻进应采用钻铤加压，钻柱压力中和点应控制在钻头之上钻铤柱的 3/4 处。

#### 6.3.3 钻头选择

应根据取心要求和地层情况合理选择气举反循环钻头类型，见表2。

表 2 钻头类型选择

取心要求	地 层	适用的钻头类型
全面钻进	第四系、新近系松软地层 中硬以下基岩地层	硬质合金钻头 翼状（刮刀）钻头 金刚石复合片钻头 铣齿牙轮钻头
	中硬以上基岩地层	镶齿牙轮钻头 滚刀钻头
取心钻进	松软地层	硬质合金钻头 金刚石复合片钻头
	中硬及以上基岩地层	硬质合金金刚石取心钻头 金刚石复合片取心钻头 牙轮取心钻头

#### 6.3.4 钻进技术参数

##### 6.3.4.1 钻压

应根据钻头类型和地层情况，合理选择钻压。全面钻进，单位钻压一般以钻头直径单位长度的压力（N/mm）表示，部分类型的钻头单位钻压见表 3。

表 3 单位钻压的选择

钻头类型	岩石可钻性级别	单位钻压 N/mm
硬质合金钻头	1~3	120~150
刮刀钻头	4~6	160~200
金刚石复合片钻头	1~5	100~490
铣齿牙轮钻头	1~5	350~1000
镶齿牙轮钻头	5~8	500~1200

#### 6.3.4.2 转速

应根据钻头类型和钻遇地层情况合理选择钻头转速，通常钻头边缘线速度应控制在0.5 m/s左右；三牙轮钻头一般为45 r/min~100 r/min；硬质合金刮刀钻头和金刚石复合片钻头一般为80 r/min~300 r/min。

#### 6.3.4.3 供气量

供气量主要与双壁钻杆内管内径和内管液体上返速度有关（见公式2），亦可参照表4确定。通常情况下，气举反循环钻进时双壁钻杆环状间隙的压缩空气流速控制在15 m/s~20 m/s之间，气、液、固混合冲洗液上返速度控制在2 m/s~3 m/s为宜。

表 4 气举反循环钻进所需的供气量

双壁钻杆内管内径 mm	49	66	78	98	113	150
供气量 m <sup>3</sup> /min	1.0~2.4	1.8~4.3	2.6~6.0	4.1~9.5	5.4~12.6	9.5~22.3

#### 6.3.4.4 供气压力

空压机供气压力主要取决于供气量、气水混合器沉没深度、沉没比、扬程以及供气管路压力损失、排渣管路阻力和冲洗液密度等。在满足反循环钻进排渣要求的情况下，应采用较低的供气压力。通常情况下，供气压力与气水混合器沉没深度的关系见表5。

表 5 供气压力与混合器沉没深度

供气压力 MPa	0.6	0.8	1.0	1.2	2.0	2.8	3.4
混合器沉没深度 m	50	70	90	100	190	250	300

#### 6.3.4.5 沉没比

根据孔内动水位情况和空压机额定供气压力等合理选择沉没比，优化反循环排渣效果。一般混合器的沉没比不宜小于0.5。

### 6.3.5 尾杆长度

尾杆长度主要受空压机额定供气压力和混合器沉浸深度的限制。在钻孔冲洗液循环阻力较小，动水位深度较浅等情况下，一般可在不超过双壁钻具长度 10 倍的范围内应用。

## 6.4 钻进操作要点

6.4.1 开始反循环钻进前，应先送气使冲洗液实现稳定的反循环，再低速回转钻具、缓慢下至孔底进行钻进。

6.4.2 钻进过程中，应密切观察冲洗液上返情况，包括冲洗液上返量和岩屑量。发现上返量减小、不返渣等异常情况，应立即停止钻进，维持冲洗液正常循环，并尽快查明原因排除故障。

6.4.3 钻进中，应保持钻压稳定；当地层突然变软或遇裂隙、溶洞时，应控制好钻压和给进速度，保持进尺稳定、均匀；孔内出现坍塌、掉块，有卡钻征兆时，应将钻具提离孔底，同时上下活动钻具。

6.4.4 钻进中不得中途停止送气。若因空压机故障等原因突然中断送气，应立即将钻具提离孔底。

6.4.5 停止钻进时，应先停止回转，并继续送气清孔，直至冲洗液中岩屑基本消失。清孔过程中宜上下活动钻具。

6.4.6 双壁钻杆连接时，应防止杂物落入钻杆内外管环状空隙中，避免气路堵塞。

6.4.7 每次下钻或提钻时，应检查内管插接端及密封圈磨损情况，发现外管接头密封不严或内管和内管接头漏气应立即更换。

6.4.8 每次下钻不宜直接下到孔底，应在下至距孔底适当距离处开始送气，待冲洗液稳定循环后方可钻进。

6.4.9 换用新的牙轮钻头或金刚石复合片钻头时，采用低钻进压力（ $1/3 \sim 1/2$  正常钻进压力）、低转速（ $45 \text{ r/min} \sim 60 \text{ r/min}$ ）进行跑合或初磨后，方可采用正常钻进参数钻进。

6.4.10 钻遇第四系、新近系等松软地层和不稳定基岩地层，应采用适当的冲洗液护壁。冲洗液液面与孔口应基本持平。

6.4.11 地层突然变软或破碎时，应严格控制钻进速度，防止钻具堵塞；发生堵塞后应及时提钻处理，并采取相应护壁措施，防止埋钻。

6.4.12 钻进过程中出现以下情况时，应立即提钻处理：

- a) 混合器以上排渣通道堵塞，空气压力突然增大；
- b) 供气通道漏气，空气压力突然降低，或反循环排渣中断，只出气，不排渣；
- c) 外管漏气，孔内冒泡，水位上升；
- d) 内管管体或密封损坏，空气压力下降较多，排渣很少，进尺减慢；
- e) 尾杆部分折断，反循环基本正常，但不排渣，不进尺，钻柱称重减小。

6.4.13 每次提升双壁钻杆立根时，应错开一个单根拧卸。下钻时，可视具体情况定期上下倒换钻柱。钻杆螺纹应清洗干净，螺纹和密封台肩部分应涂敷螺纹润滑脂。



6.4.14 不得使用尖硬撬杠等工具插入管体内移动钻杆。不得在滑道上滑移钻杆。钻杆上钻台时应戴上钻杆螺纹护帽，防止接头螺纹损伤。

6.4.15 终孔后，应将双壁钻杆卸成单根按规格分类架空摆放，不得混放。每根钻杆应有三个支撑点，钻杆两端探出部分不超过 1.5 m。外管接头、内管接头应涂螺纹润滑脂保护，拧紧护帽。

6.4.16 不应在摆放的双壁钻杆上面放置重物及酸、碱性化学药品，或进行电、气焊作业。

## 6.5 钻具故障判断与消除

钻具故障判断与故障消除方法参见表6。

表 6 钻具故障判断与消除方法

故障现象	故障原因判断	故障消除方法
反循环（排渣）不畅	吸渣口过小或过大、裙板离孔底太高或太低	调整吸渣口截面大小；调整导流裙板至孔底的距离
反循环中断、只出气、不排渣、供气压力降低	钻头吸渣口、尾杆部分内通道堵塞	检查并清理钻头吸渣口、尾杆内堵塞物
水少气多，供气压力明显降低	双壁钻杆内管漏气或沉没比偏小	对双壁钻杆内管试压检查，更换漏气的内管或破损的密封圈；调整沉没比
钻杆外冒气泡，液面上升	双壁钻杆外管漏气	提钻对钻杆外管试压检查，更换漏气的钻杆
供气压力骤然增高	送气管路至气水混合器之间管路堵塞或气水混合器以上内管至排渣管严重堵塞	分析判断最可能发生堵塞的部位，依次检查，找出并清理堵塞物

## 6.6 空压机的使用与维护

### 6.6.1 空压机启动前的检查与维护：

- 检查空压机的安装是否水平、稳固，各连接部位是否牢固可靠；
- 检查空气滤清器是否清洁。不符合要求的，应清洗或更换滤清器芯子；
- 打开储气罐和中间冷却器泄水阀，放净积水；
- 检查空压机压力表、温度表、安全阀的灵敏度和可靠性；
- 按说明书的要求检查压缩机油的油位、种类，不符合要求的应添加或更换。更换机油、机油过滤器时，应先释放掉所有的压力；
- 空气管路和各种阀门应畅通，空气管路连接处的安全链应连接牢固。

### 6.6.2 空压机启动时的操作：

- 空压机应处于无载状态；
- 仪表控制盘应显示处于正常启动状态。

### 6.6.3 空压机运转中的操作：

- 启动后，首先打开储气罐放气阀，待空压机运转正常后，关闭放气阀。当空压机正常工作后（压力、温度、速度均在允许值范围内），再开启供气阀供气；

- b) 随时观察各种仪表的指示是否正常，供气压力应无明显增高或下降现象，温度应在规定范围之内；
- c) 观察空压机的压缩机润滑系统、冷却系统、气路系统的密封情况，应无渗漏和泄漏现象；
- d) 压缩机在正常运转时，一般不得紧急停机。特殊情况下需紧急停机时，应使用“紧急停机”按钮。

#### 6.6.4 停机时的操作：

- a) 活塞式空压机停机时，应缓慢打开放气阀，释放储气罐内的压力并降低动力机的转速，然后分离离合器，再关停动力机；螺杆式空压机停机时，应先关闭全部气阀，使机组怠速运转一定时间，柴油机冷却液的温度降低一定幅度后，再停动力机，最后打开放气阀释放压力；
- b) 空压机短期停用时，应定期运行空压机并达到额定压力和温度，然后停机；长期停用时，应对空压机的压缩机采取保护措施。

#### 6.6.5 空压机动力机的使用与维护保养：

- a) 以柴油机为动力的，按柴油机使用与维护保养有关要求执行；
- b) 以电动机为动力的，按电动机使用与维护保养有关要求执行。

## 7 冲洗液与护壁

### 7.1 冲洗液选择

7.1.1 应选用低黏度、低切力、低密度和易于消泡、除砂的冲洗液。在孔壁稳定的条件下，可选用清水。

7.1.2 在松散、破碎、坍塌地层钻进，应选用造壁性能良好的冲洗液体系，如不分散聚合物冲洗液体系。

7.1.3 钻遇易水化、膨胀和缩径等水敏性较强的地层，宜选用抑制性强，失水量低的低固相聚合物冲洗液体系。

7.1.4 钻遇长孔段可溶盐（碱）地层，应选择相同盐（碱）的饱和或过饱和盐（碱）水聚合物冲洗液体系，并降低滤失量。冲洗液的滤失量应不大于 10 mL/30 min。

7.1.5 钻遇膏盐层时，应采用抗钙污染能力较强的钙处理冲洗液体系。应合理控制冲洗液的滤失量，保持较低的切力和良好的流动性能，降低循环阻力。

7.1.6 钻遇高温地层，应选用抗温性能良好的处理剂配置冲洗液。

7.1.7 水文水井和地热井钻进，特别是钻遇含水层时，应加强固相控制，尽可能采用清水钻进。不宜在冲洗液中添加对岩石裂隙、空隙有封堵作用，对地层渗透性有损害的处理剂或泥浆材料。井壁极不稳定时，可钻穿含水层后下入过滤管护壁。

### 7.2 冲洗液制备

7.2.1 根据钻孔设计、钻遇的地层情况和选定的冲洗液，确定冲洗液的密度、黏度、滤失量等主要技术指标。

7.2.2 在室内试验的基础上，根据冲洗液主要技术指标优选冲洗液配方，确定造浆黏土和处理剂种类和用量。

7.2.3 造浆基本材料一般应采用造浆率不小于  $15 \text{ m}^3/\text{t}$  的优质膨润土，不宜采用普通黏土或不符合要求的膨润土造浆。

7.2.4 根据现场设备条件，确定冲洗液的制备方法。配置流程应按相关规定执行。

7.2.5 应制定现场质量检测简易方法，保证冲洗液处理剂和泥浆材料质量。

### 7.3 冲洗液性能维护

7.3.1 钻探施工现场应配备漏斗黏度计、密度计、滤失量测定仪、pH 试纸和含砂量测定仪等检测仪器。

7.3.2 每班应指定专人负责检测冲洗液性能。在使用非清水冲洗液的情况下，每班至少测定一次冲洗液的常规性能，并如实记录检测数据。

7.3.3 应根据地层及钻进情况，及时调整冲洗液性能，少量、均匀补充处理剂，避免性能突变。更换冲洗液体系时，应尽可能在套管内完成替换。

7.3.4 不得随意加注清水调整冲洗液黏度和流变性能。应防止污水侵入地面循环系统。

7.3.5 冲洗液遭受严重气侵时，应采用气液分离器进行除气。

7.3.6 钻进和扫水泥塞，遭遇钙（镁）侵时，可加入适量碳酸钠除钙，使冲洗液性能达到设计要求；也可替换、使用钙处理冲洗液。

7.3.7 夏季气温较高，易导致冲洗液发酵时，可适当加入防腐剂和消泡剂。

7.3.8 应合理布置地面循环系统，有利于及时清除冲洗液中的岩屑，必要时应采用旋流除砂器或振动筛清除冲洗液中的固相。

### 7.4 回灌与护壁

7.4.1 从排渣口排出的冲洗液经钻渣收集器或冲洗液净化系统分离岩屑后，应经过冲洗液循环系统连续回灌到孔内，以维持动水位高度，保持合理的沉没比。回灌量较大时，可采用泵注入法。回灌中应做好孔口防护，避免冲蚀扩径。

7.4.2 钻遇漏失地层，难以维持正常循环时，应采取堵漏措施，防止因冲洗液漏失导致动水位下降和孔壁失稳。

7.4.3 钻遇难以封堵的严重漏失地层（溶洞、暗河等），应采用技术套管封隔。

## 8 质量要求与措施

### 8.1 质量要求

#### 8.1.1 取样质量要求

8.1.1.1 连续岩样采集的质量要求如下：

- a) 采集的岩样应有良好的代表性，数量应满足地质分析、检测和描述的要求。采样的分段长度应根据地质设计要求确定，一般非目的层为 3 m~5 m，目的层为 1 m~2 m。留样的每袋样品重量一般不少于 1 kg；
- b) 岩样采集的地层深度误差应满足地质设计要求。取样孔深大于 800 m 且钻进时效较高时，在取样前，应用实测法测定相应钻进参数和冲洗液性能条件下的岩样迟到时间；
- c) 应及时进行岩样的采集与处理，避免堆积、混杂和乱序；
- d) 岩样的采集、送检及副样留存，按地质设计要求执行。

8.1.1.2 一般岩样采集与地质判层取样的质量要求如下：

- a) 应按照地质设计要求的预计孔深和地质层位，进行岩样采集；
- b) 应当及时剔除岩屑样中的混杂成分。达到判层目的后，用于判层的岩样可不予保留；
- c) 若采集的岩样不能满足判层要求，应换用其他取心方法。

8.1.1.3 要求岩样缩分时，可按相关规程执行。

8.1.2 其他质量要求

钻孔弯曲、简易水文地质观测、孔深误差、原始记录及封孔质量要求，根据勘探要求和钻孔类型，按照DZ/T 0227、DZ/T 0148和DZ/T 0260执行。

8.2 质量措施

8.2.1 岩样采集质量措施

8.2.1.1 连续岩样采集质量措施如下：

- a) 应由专人负责岩样采集。采样宜在流体经过旋流器、震动筛，并进行气液和固相分离后进行；
- b) 取样段钻进时，钻压应平稳、均匀，钻速应适当控制，确保岩样连续、稳定排出。应防止岩样在孔底长时间停留、重复破碎，造成岩样失真；
- c) 第四系钻进，应合理调整钻进参数和冲洗液性能，防止泥、砂层堵塞上返通道，导致岩样无法连续排出；
- d) 应保证岩样分离设备、钻探机具处于良好工况，钻进、取样作业连续进行；
- e) 应在现场采集岩样，按地质设计采样要求填制岩样卡片，装袋称重，不得混样、串号。

8.2.1.2 地质判层取样质量措施如下：

- a) 应按地质设计确定的采集间距，按顺序分段采集岩样；
- b) 实测法测定岩样迟到时间的指示物性状应与岩样性状基本一致，准确记录指示物的入孔、出孔时间。
- c) 迟到时间实测时的钻进参数和冲洗液性能指标应与钻进时一致；
- d) 地质判层取样时，应根据地质设计预计的地层深度，提前 20 m~30 m 采样，直到设计的标志层出现。

## 8.2.2 预防钻孔弯曲措施

8.2.2.1 钻探设备安装应稳固可靠。确保“天车、转盘（动力头）、孔口”三点在一条直线上。

8.2.2.2 根据钻孔结构设计，合理确定钻具组合；按照钻孔直径与钻进参数，匹配相应规格和数量的钻铤及扶正器，增强钻具稳定性。

8.2.2.3 开孔应选用锋利的钻头，主动钻杆、钻具不得弯曲、偏摆，钻进压力要均匀。

8.2.2.4 遇到片岩地层、倾斜岩层、破碎带、软硬互层时，应采用长、直、重、刚的防斜钻具组合和高效钻头。应合理控制钻进压力和钻速。发生钻孔弯曲情况，但尚未超出设计标准时，要立即调整钻具组合，控制钻压与钻进速度，缓慢纠斜。

8.2.2.5 扩孔时钻头应带前导正器，换径时钻头应配后导正器。

8.2.2.6 开孔后进尺 50 m 左右，换径后或穿过溶洞和破碎带后进尺 20 m，回转阻力增大时，应进行钻孔弯曲测量。钻孔弯曲度不符合质量要求时，应及时采取纠斜措施。

## 8.2.3 简易水文地质观测质量措施

8.2.3.1 按设计要求及时观测水位。观测基准点应一致，读数应准确。

8.2.3.2 按设计要求测定孔口冲洗液的温度变化。记录钻进中涌水、漏水、逸气、掉块、塌孔、放空等层位和现象。

8.2.3.3 钻遇含水层，应做好冲洗液漏失量或涌水量观测。

8.2.3.4 采用的测量仪器和工具应检验合格，保证测量数据准确。

## 8.2.4 降低孔深误差质量措施

8.2.4.1 机场使用的钢尺应保持两端平齐，刻度准确、清楚，并定期校验。

8.2.4.2 丈量机上余尺时，钻柱应停止回转。测量基准点应一致。

8.2.4.3 应采用钢卷尺丈量钻杆、孔内钻具的长度，并准确读取、记录数据。

8.2.4.4 处理事故后应校正孔深。

## 8.2.5 原始记录质量措施

8.2.5.1 记录员应在现场及时填写各项数据，不应追记、补记。

8.2.5.2 班长、机长（或综合记录员）应及时校对原始记录，发现错误立即修正。

## 8.2.6 封孔质量措施

8.2.6.1 应选用有一定强度的材料制作架桥隔离塞，并将其牢靠地固定在预定孔深。

8.2.6.2 水泥浆应用清水配置，水灰比宜为 0.5 左右。

8.2.6.3 水泥浆应搅拌均匀，宜采用泵送、注送器注入；注浆钻具下端出口位置与隔离塞顶端的距离应小于 0.5 m；注浆过程应连续完成。封闭长度小于 5 m 的，注浆中不应提动钻具。

8.2.6.4 替浆清水用量计算前，应测量钻孔动态水位，准确测算钻柱内部容积和地面管路容积等数据。操作中，实际替浆水量与计算量的误差应小于 5%。

## 9 孔内事故预防与处理

### 9.1 预防孔内事故的基本要求

9.1.1 施工前，应调研施工区域地层特性及以往和相邻钻孔施工经验，根据气举反循环钻具结构及工艺特点及复杂地层中采用该钻进工艺难点，制定事故预防方案。

9.1.2 加强机台技术管理和岗前技术培训，遵守施工设计和操作规程，杜绝违章作业。

9.1.3 应按照工艺技术要求制作或购置钻具和管材，按质量要求逐件进行检验。不符合质量要求的不应下入孔内。

9.1.4 在钻进过程中，应时刻注意观察反循环排渣情况，合理控制进尺量，防止埋钻事故。

9.1.5 空压机发生突发故障，且短期无法排除时，应立即将孔内钻具提至安全孔段或提出孔外。

9.1.6 在极不稳定的裸眼孔段，不应长时间反循环吸渣，避免诱发钻孔孔壁坍塌、超径，造成孔内钻具被埋、被卡等事故隐患。

9.1.7 混合器在安装之前应仔细检查，清洗干净。连接双壁钻杆时，应防止异物落入钻杆内外管环状间隙，堵塞气路。

9.1.8 入孔的双壁钻杆、混合器、单壁钻杆、钻铤及钻头组成的钻柱内通道应保持畅通。

9.1.9 根据上一回次地层特性及孔底岩粉情况，确定下钻时钻头与孔底的安全距离，不应将钻具直接下至孔底。

### 9.2 孔内事故处理的基本要求

9.2.1 机台应配备适合气举反循环工艺的各种处理事故工具。如丝锥、卡瓦、内管打捞矛、打捞筒、打印器、磨鞋等。施工单位应配有反丝钻杆、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、爆炸松扣工具及套铣筒、磨孔钻头等。

9.2.2 应准确判断事故原因，及时稳妥处置事故，防止事故复杂化。

9.2.3 出现事故钻具以上孔壁不稳定时，应先解决孔壁稳定问题，再处理孔内事故。

9.2.4 应详细记录孔内事故发生时的扭矩、钻具提拉阻力、钻具悬重、供气压力、机械钻速等数据变化和反循环排渣情况，据此判断事故发生原因，确定事故深度。根据出孔钻具的损坏状况、内外壁附着物特性，正确判断孔内故障或事故情况，采取针对性处理措施。

9.2.5 处理孔内事故时，应在班报表上详细、准确地记录入孔钻具、打捞工具及出孔事故钻具的规格、长度、数量。

9.2.6 用钻机卷扬机起拔孔内事故钻具前，应对钻塔、钻机提引系统进行检查、紧固，观察拉力表(指重表)是否灵敏，严防拉力超过设备、工具等的额定负荷。操作人员应采取自身安全防护措施。

9.2.7 用液压千斤顶起拔钻具时，应将工具绑牢，倒杆时应用下卡瓦卡住钻杆，不应应用升降机提吊事故钻具、倒杆、松卡瓦；不应使用管钳反事故钻具。

9.2.8 钻进中发生钻具折断或脱落事故，用捞锥等工具捞住或卡住事故钻具后，应立即将其提出钻孔并进行处置，不应带着锥捞工具继续钻进。孔内情况不明时，应使用可退式打捞工具。

9.2.9 提钻后，应盖好孔口，防止异物掉入孔内。

9.2.10 复杂难以处理的孔内事故，综合考虑经济、安全、工期等情况后，可停止处理。

9.2.11 事故处理后，应查明事故原因，制定预防措施，并详细填写事故报表。

### 9.3 钻具严重堵塞与糊钻事故预防和处理

#### 9.3.1 预防措施

9.3.1.1 所选双壁钻杆应与钻孔直径相匹配，尾杆、钻头应符合 5.2.3 和 5.2.4 有关要求。

9.3.1.2 下钻前和使用过程中应严格按 6.1.4 的要求检测、维护双壁钻具及配套使用的尾杆和钻头。

9.3.1.3 在易发生泥包糊钻的地层钻进，应选用切削具锋利、水眼分布合理的钻头。钻进过程中，采用较低钻压、中等钻速钻进，保持孔底清洁。

9.3.1.4 反循环难以排出的，容易造成糊钻和堵塞的孔底坚硬掉块及致密泥团，应专门下钻捞取，隐患消除后，再下入钻具，进行正常的反循环钻进。

9.3.1.5 严重缩径的泥岩、页岩孔段或孔斜严重的孔段，应控制好下钻速度，防止钻头刮削孔壁造成钻头下钻中途堵塞。

9.3.1.6 易发生堵钻和钻头泥包的地层，应通过调节冲洗液性能改善钻进条件，减少发生堵钻、泥包几率。

#### 9.3.2 处理措施

9.3.2.1 钻进过程中，遇到岩心（屑）堵塞时，应立即将钻具提离孔底，多次回转并上下小幅度窜动钻具；同时反复送气，启动反循环激荡或用专门的排堵装置解除堵塞物。若以上措施无效，应提钻逐根寻找堵塞部位，地面清除堵塞物。

9.3.2.2 下钻过程中发现（通过浮重或钻杆内外水位差判断）钻头因刮削孔壁而堵塞时，应立即向内管泵入冲洗液，冲开堵塞物。

9.3.2.3 发生糊钻时，可采用冲洗液正循环冲孔解除糊钻物；该方法无效时再提出钻具，进行地面人工清除。

### 9.4 双壁钻杆断裂、跑钻、脱扣事故预防和处理

#### 9.4.1 预防措施

9.4.1.1 各种管材、接头、接箍须按新旧程度分类使用和存放。机台应备有检查钻具磨损的量具。双壁钻杆入孔前应检查接头螺纹及管体有无裂纹、偏磨和砂眼等隐患。

9.4.1.2 长期停用的管材和打捞工具，下孔前应严格检查。对长期使用的钻具，应进行无损探伤检查。

9.4.1.3 钻进过程中，出现孔底压力指示表(拉力表)、电流表数值突然降低以及钻具重量减轻、动力机运转轻快、反循环中断或只排液不排渣、进尺骤慢、提动钻具有异常响声、钻具突然坠落、下钻到底时实际机上余尺与计算数字明显不符等情况，应立即停钻检查，不得盲目钻进。

9.4.1.4 钻进遇阻力过大，钻具发生急剧反转时，不宜提动钻具和强行开车，应先将钻具慢拧上扣，再做处理。

9.4.1.5 严格控制钻孔弯曲。对钻孔弯曲超标孔段使用的钻杆，应增加检查检验频次，并定期调整钻杆使用位置，避免钻杆集中偏磨。

9.4.1.6 扫孔、扩孔时，应适当控制给进速度；钻具不应长时间提离孔底回转。

9.4.1.7 提下钻前，应检查双壁钻杆提吊工具的安全可靠性。采用双壁钻杆专用提引接头提下钻时，应将丝扣拧紧，且防止提下钻过程中钻具反转。

9.4.1.8 钻机操作人员与孔口作业人员应密切配合。下钻时，钻杆接头螺纹拧紧后方可起吊钻具并松开吊卡；提钻时，钻具坐稳坐牢后再拧卸钻杆。

9.4.1.9 吊卡、绳套及吊环应做日常检修与保养，确保吊卡各部件灵活可靠，绳套绳卡质量及绳卡安装符合安全要求。

9.4.1.10 进行提下钻作业时，钻具升降应匀速、平稳；遇钻具质量较轻、卸扣扭矩较大时宜使用安全卡瓦（夹板），避免跑钻。

9.4.1.11 下钻时，钻杆连接处应涂丝扣油，并确保合理的钻杆上扣扭矩。

#### 9.4.2 处理措施

9.4.2.1 发生双壁钻杆管体断裂时，若内管管头高于外管事故头，下入内管打捞工具，先捞出内管，再根据钻杆外管断口的具体形状，采用合适的打捞工具和打捞方法进行处理。

9.4.2.2 如外管断口平整无纵向开裂，可直接下母锥或公锥打捞；如断口呈不规则形，先用磨鞋或水压割刀造出平整断口后，再下入丝锥打捞。公锥打捞易挤裂管体，如断头所在孔段口径允许，多采用母锥打捞。

9.4.2.3 丝锥旋入外管断头后，应先循环冲洗液，缓慢活动钻具确认能提起后，再旋紧丝锥，保证提钻中断头不脱落。

9.4.2.4 提起事故钻具过程中，提升速度应均匀，钻具拧卸、落座应平稳。

9.4.2.5 因孔内出现复杂情况，造成钻机转盘或回转器“倒车”，将钻杆螺纹退（甩）开时，应先记录上部钻具的悬重，慢慢下放钻具，再进行对扣处理。发生跑钻、脱扣事故，应下入完好的钻杆接头对扣。对扣后先开泵送冲洗液活动钻具，确认钻具可提动后，再紧扣提起孔内事故钻具。

### 9.5 孔壁坍塌事故预防和处理

#### 9.5.1 预防措施

9.5.1.1 钻进不稳定地层时，应采用相应的冲洗液并通过优化和调整冲洗液性能，保持孔壁稳定。

9.5.1.2 钻进过程中，应保持合理的孔内动水位高度，以平衡地层压力。在启动反循环时，应及时回灌冲洗液，确保孔内水位不产生大幅下降。



- 9.5.1.3 根据钻孔口径，配置合理的钻具组合，尽量降低外环间隙中的冲洗液流速。
- 9.5.1.4 钻进不稳定地层时，应送钻均匀，平稳钻进，尽量避免无进尺排渣作业。
- 9.5.1.5 在不稳定地层提钻时，适当降低提钻速度，减小钻具对孔壁的抽吸作用，并及时回灌冲洗液。
- 9.5.1.6 保持孔底粗径钻具组合的同心度和刚度，避免钻具回转时摆动导致扩径和孔壁坍塌。

## 9.5.2 处理措施

- 9.5.2.1 发生孔壁坍塌时，可首先通过调整冲洗液性能，改善孔内复杂情况，使孔壁恢复稳定，尽快钻过复杂孔段。
- 9.5.2.2 冲洗液护壁措施无效，应采取专门的固孔造壁或套管隔离措施。消除孔壁坍塌隐患后，再转入正常的反循环钻进。
- 9.5.2.3 孔壁极不稳定，孔段较长，不适于气举反循环工艺时，可改用正循环钻进工艺。

## 9.6 正反循环工艺互换时的事故预防和处理

### 9.6.1 预防措施

- 9.6.1.1 正反循环工艺更换时，应将孔底岩屑、坍塌物等排除干净。
- 9.6.1.2 正循环改为反循环时，若孔底岩屑、坍塌物未排除干净，应探清其埋深和构成，专门采取针对性措施。
- 9.6.1.3 换用反循环钻进后，应注意观察正循环钻进时不稳定层段的孔壁稳定情况；发现隐患时，应在冲洗液性能、钻进参数和提下钻操作等方面采取相应措施。
- 9.6.1.4 对于不稳定层段，如钻孔结构条件允许，可采用套管护壁（含水层段可采用滤水管）。
- 9.6.1.5 反循环更换正循环后，孔底排渣能力降低，应适当控制钻进速度，或在孔底设置捞粉钻具，避免孔底岩屑、坍塌物过多发生埋钻。

### 9.6.2 处理措施

- 9.6.2.1 由于操作不当钻头插入沉淀物中造成排渣困难和堵钻时，应立即将钻具提至沉淀面以上，待冲洗液循环正常后，再下放钻具反循环排渣。
- 9.6.2.2 清孔排渣时，应选择合适的沉没比，提高排渣效率。
- 9.6.2.3 如遇孔底沉渣粒径级差较大，排渣过程中，由于分选作用而使大粒径残留物难以排出时，应提钻下入捞筒专门捞取。
- 9.6.2.4 正循环钻进时，孔底容易形成岩屑沉积，可换用反循环钻具专门排渣，或下入捞粉钻具专门捞取。
- 9.6.2.5 采用反循环工艺钻遇溶洞、古坑层段时，如孔壁稳定，应尽量排净洞中的流砂或堆积物，消除埋钻隐患。

## 10 健康、安全与环保(HSE)

## 10.1 健康管理

- 10.1.1 施工单位应为上岗员工配备符合劳动保护法规和质量标准要求的劳动保护用品。
- 10.1.2 依据钻探施工地域、季节等特点，为施工场地员工配备相应的急救器材、应急药品和健康防护用品。
- 10.1.3 施工机组应建立员工健康检查、疾病预防、饮食卫生和驻地卫生管理等制度。
- 10.1.4 上岗人员在工作期间应正确佩戴、使用劳动保护用品。
- 10.1.5 加强施工场地各类化学药品的存放与使用管理，防止因其泄漏、喷出、溢溅等情况，威胁到操作人员的身体健康。
- 10.1.6 应针对可能发生的危及员工身体健康的突发事件，制定相应的现场处置应急预案。

## 10.2 安全管理

- 10.2.1 场地内的空压机、增压机、钻机及附属设备，应根据场地大小、风向、地形及进出道路等合理布设，满足安全施工操作要求。
- 10.2.2 高压气、液管路、稳压罐、储油罐周围及化学药品堆放场所，应进行安全防护，并设立醒目的安全警示标志。
- 10.2.3 动力设备的电缆，应与高压供气、供液管线保持不小于 5 m 的安全距离。设置启动柜、电器开关、照明灯具时，应当避开出渣软胶管的喷射范围。
- 10.2.4 应经常检查钻塔塔架上的电线、开关、灯口等电器组件，如存在隐患，应立即排除。
- 10.2.5 出渣胶管（软管）的总长度应与主动钻杆的有效钻程相匹配，并保持一定的富余量。出渣胶管出口端应予固定，防止因憋气、憋渣而甩脱，周围应设置防护设施或设置醒目的安全警示标牌。
- 10.2.6 经常检查出渣胶管（软管）的出渣通道，尽早消除胶皮内鼓、岩块堵塞等隐患。出渣胶管（软管）发生堵塞后，应先泄压，再处理堵塞，防止胶管甩起伤人。
- 10.2.7 在复杂地层钻进，进行扩孔、扫孔作业和处理孔内事故时，应由机、班长或熟练技工进行操作。处理孔内事故应由专人指挥。除直接操作人员外，其他人员应撤离至安全距离以外。
- 10.2.8 采用倒扣法及反丝钻杆捞取孔内双壁钻杆时，应针对钻杆直径较大、反扭矩值较高等危险因素，采取专门的安全防护措施。
- 10.2.9 提放双壁钻杆、钻铤、粗径钻具时，钻机操作人员和机台人员应密切配合，防止伤人。
- 10.2.10 在富含煤层气、硫化氢等区域采用气举反循环钻进时，应采取相应的技术措施，预防井喷或有害气体溢出。
- 10.2.11 其他安全管理规定，按照 DZ/T 0227、DZ/T 0148 和 DZ/T 0260 等标准相关要求执行。

## 10.3 环保管理

- 10.3.1 冲洗液循环系统应采用铁皮或塑料箱槽。如需开挖泥浆池或循环槽，应做好防渗处理。
- 10.3.2 施工场地应设置废浆处理设施及废浆池。

- 10.3.3 出渣软胶管喷溅范围的场地边沿，应设置遮挡围布。
- 10.3.4 在留取送检样及副样后，可将剩余的岩屑、岩心就地掩埋。
- 10.3.5 其他环保管理要求，按照 DZ/T 0227、DZ/T 0148 和 DZ/T 0260 等标准执行。

### 参 考 文 献

- [1] 地质钻探手册，王达，何远信主编，中南大学出版社，2014年6月.
  - [2] 多工艺空气钻探，耿瑞伦，陈星庆，地质出版社，1995年.
  - [3] 钻探工程学，屠厚泽主编，中国地质大学出版社，1988年7月.
  - [4] 煤田钻探工程（第三分册）—钻探工艺，中国煤田地质总局编著，煤炭工业出版社，1995年10月.
  - [5] 钻探工程，魏孔明主编，煤炭工业出版社，2006年6月.
  - [6] 特种钻探工艺学，刘广志，汤凤林主编，上海科学技术出版社，2005年12月.
-