

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T XXXXX—XXXX

多工艺空气钻探技术规程

Technical specification for multi-tech air drilling

(报批稿)

(本稿完成日期：2016.8)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中华人民共和国国土资源部 发布

目 次

前言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 钻进方法及适用性	2
5 钻探施工设计	4
5.1 设计基本要求	4
5.2 钻探施工设计主要内容	4
6 钻前准备与开孔	6
6.1 施工准备	6
6.2 设备安装	7
6.3 钻塔安装	7
6.4 开孔	8
7 干空气钻进	8
7.1 设备、配套机具及钻具	8
7.2 钻进技术参数	10
7.3 钻进操作要求	11
8 雾化空气钻进	11
8.1 设备、配套机具及钻具	11
8.2 钻进技术参数	12
8.3 钻进操作要求	12
9 气水混合钻进	12
9.1 设备、配套机具及钻具	12
9.2 钻进技术参数	13
9.3 钻进操作要求	13
10 泡沫钻进	13
10.1 设备、配套机具及钻具	13
10.2 泡沫液配制	14
10.3 钻进技术参数	14
10.4 钻进操作要求	15
11 泡沫泥浆钻进	15
11.1 设备、配套机具及钻具	15
11.2 泡沫泥浆配制	16

11.3	钻进技术参数	17
11.4	钻进操作要求	17
12	潜孔锤正循环钻进	17
12.1	设备、配套机具及钻具	17
12.2	钻进技术参数	19
12.3	钻进操作要求	19
13	潜孔锤跟管钻进	20
13.1	设备、配套机具及钻具	20
13.2	钻进技术参数	21
13.3	钻进操作要求	22
14	反循环取样钻进	22
14.1	设备、配套机具及钻具	22
14.2	钻进技术参数	24
14.3	钻进操作要求	25
15	贯通式潜孔锤反循环取心钻进	25
15.1	设备、配套机具及钻具	25
15.2	钻进技术参数	26
15.3	钻进操作要求	26
16	气举反循环钻进	26
16.1	设备、配套机具及钻具	27
16.2	钻进技术参数	28
16.3	钻进操作要求	29
17	孔内事故预防与处理	29
17.1	孔内事故预防措施	29
17.2	常见孔内事故的处理	30
18	质量要求与保证措施	31
18.1	质量要求	31
18.2	质量保证措施	31
19	健康安全环保管理	33
19.1	健康管理	33
19.2	安全管理	33
19.3	施工环境保护	37
	参考文献	39

前 言

本标准参照 DZ/T 0227-2010《地质岩心钻探规程》和 DZ/T 0148-2014《水文水孔地质钻探规程》，结合工作实践编制。

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中华人民共和国国土资源部提出。

本标准由全国国土资源标准化技术委员会（SAC/TC 93）归口。

本标准起草单位：中国地质调查局水文地质环境地质调查中心、北京市地质工程勘察院、中国地质科学院勘探技术研究所、山西省第三地质工程勘察院、河南省深部探矿工程技术研究中心、北京市地热研究院。

本标准主要起草人：郑继天、李炳平、张建良、孙建华、孙智杰、卢予北、彭新明、叶成明、李小杰、关晓琳。

多工艺空气钻探技术规程

1 范围

本标准规定了多工艺空气钻进施工的设计、钻前准备、施工工艺、事故预防与处理、质量要求与保证措施和安全环保等工作要求及工艺操作要点。

本标准适用于水文水井钻探、地质岩心钻探、工程地质钻探及地热钻探等工程中空气钻探的设计、施工和管理。

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 6067 起重机械安全规程

GB 6772 爆破安全规程

AQ 2004-2005 地质勘探安全规程

AQ/T 9006 企业安全生产标准化基本规范

DZ/T 0017 工程地质钻探规程

DZ/T 0227 地质岩心钻探规程

DZ/T 0148 水文水井地质钻探规程

3 术语和定义

3.1

空气钻进 **air drilling**

以压缩空气、低密度气液混合物为冲洗介质或作为碎岩机具动力的钻进方法。

3.2

多工艺空气钻进技术 **multi-tech air drilling technology**

采用空气或多种含气低密度介质、多种循环方式、多种碎岩方法的钻进技术。

3.3

干空气钻进 **pure air drilling**

单纯以空气作为冲洗介质，也可兼作钻进碎岩机具动力的钻进方法。

3.4

雾化钻进 mist drilling

在压缩空气气流中注入少量水（气液体积比为2000:1~3000:1）形成雾气流作为冲洗介质的钻进方法。

3.5

气水混合钻进 air-mixed-water drilling

混有少量水（空气体积分数为80%左右）的空气作为冲洗介质的钻进方法。

3.6

泡沫钻进 foam drilling

用空气泡沫作为冲洗介质的钻进方法。

3.7

泡沫泥浆钻进 foam mud drilling

泥浆中充入空气泡沫作为冲洗介质的钻进方法。

3.8

空气潜孔锤钻进 down-the-hole hammer air drilling

利用压缩空气驱动潜孔锤破碎岩石，同时兼作冲洗介质的钻进方法。

3.9

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。

4 钻进方法及适用性

多工艺空气钻进冲洗介质可以分为干空气、雾化空气、气水混合液、泡沫和泡沫泥浆等；循环方式可分为正循环、反循环和气举反循环；碎岩方式可分为回转钻进、冲击回转钻进等。常用的多工艺空气钻进方法特点及适用范围见表1。

钻进施工中，应根据钻进地层情况和钻孔结构，选用合理的空气钻进方法。各种钻进方法可单独使用，也可组合使用，也可根据地层情况互换使用。

表1 常用多工艺空气钻进方法特点及适用范围

钻 进 方 法		特 点	适 用 范 围
回 转 钻 进	干空气钻进	空气体积分数为100%，钻进设备机具与常规钻进方法基本相同。可采用正循环或反循环循环方式，可以使用回转或冲击回转钻进碎岩方式。	在缺水地区、较完整的岩层、水敏性地层、漏失地层和盐矿层钻探施工。
	雾化钻进	气液体积比为2000:1~3000:1。解决干空气钻进时遇到潮湿地层和微弱含水层所造成的岩粉在钻具和孔壁上聚集，以及钻头糊钻等困扰。可采用正循环或反循环循环方式，可以使用回转或冲击回转钻进碎岩方式。	在干空气钻进遇潮湿、微弱含水等地层产生泥环情况下使用。
	气水混合钻进	空气体积分数为80%左右。空气钻进时遇弱含水层时，增大水在空气中的比例，形成气、水、钻屑三相混合流，增大排屑能力。可采用正循环或反循环循环方式，可以使用回转或冲击回转钻进碎岩方式。	在干空气钻进遇潮湿、微弱含水等地层产生泥环情况下使用。
	泡沫钻进	气液体积比为200:1~300:1。泡沫兼有气、液循环的优点，且有润滑减阻、堵塞渗漏、悬浮岩粉、保护岩心和防尘的作用。可采用正循环或反循环循环方式，可以使用回转或冲击回转钻进碎岩方式。	在干空气钻进遇潮湿、微弱含水等地层产生泥环情况下使用；或供气量不足，孔内沉淀过多时使用。
	泡沫泥浆钻进	泡沫泥浆密度在450 kg/m ³ ~900 kg/m ³ ，且密度可以大范围调节，以适应孔内压力平衡钻进要求。可采用正循环或反循环循环方式，使用回转钻进碎岩方式。	在轻度坍塌、漏失的地层和胶结性差的松散覆盖层钻进。
潜 孔 锤 正 循 环 钻 进	全面钻进	具有冲击和回转双重碎岩作用，钻具结构简单，孔底清洗冷却条件好，要求钻进时转速、扭矩和钻压较低，容易保持钻孔直度，钻进效率高。冲洗介质可选用干空气、雾化空气、泡沫等。钻进水井不污染含水层、成井后洗井容易。	在基岩及第四系胶结、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。
	取心钻进	用特殊接头将取心管连接在潜孔锤下部，进行取心钻进，钻进效率高。冲洗介质可选用干空气、雾化空气、泡沫等。	在缺水地区、基岩地层取心钻进。
	扩孔钻进	以原来小直径钻孔为导向孔的环状扩孔钻进，效率高。冲洗介质可选用干空气、雾化空气、泡沫等。	基岩地层扩孔钻进。
	跟管钻进	潜孔锤钻头具有张敛功能，钻进时套管同时跟进。冲洗介质可选用干空气、雾化空气、泡沫等。	在开孔钻遇卵、砾、漂石不稳定地层钻进。

表 1 （续）

钻 进 方 法		特 点	适 用 范 围
反 循 环 取 心 、 取 样 钻 进	反循环取样 钻进	比正循环可减少钻进时的供气量，有效保护孔壁，在复杂地层钻进可大幅度提高钻速，减少重复破碎，延长钻头寿命。可连续收集孔内岩屑样品，随时掌握所钻地层情况。冲洗介质可选用干空气、雾化空气、泡沫等。可以使用回转或冲击回转钻进碎岩方式。	松散地层、基岩地层取样判层钻进。
	贯通式潜孔 锤连续取心 钻进	具有冲击和回转双重碎岩作用。钻进时，可连续取出饼状岩心。	在基岩地层取心钻进，岩心形状要求不高时使用。
气举反循环钻进		冲洗液上返速度快、洗孔彻底，孔内干净，钻进效率高，成井后洗孔容易。减少重复破碎、耗气量小，孔壁不易坍塌、钻进深度大并不易发生埋钻。	第四系砂土、砂粒层以及硬度不大的基岩地层大口径孔钻进，孔深大于30 m后使用，超过50 m后效果最佳。地下水位浅于3 m时不易护壁。黏土层不宜使用。

5 钻探施工设计

5.1 设计基本要求

5.1.1 每项钻探工程施工前应进行施工设计，施工设计未经审批不得施工。

5.1.2 钻探施工设计应以项目的地质设计、钻探工程的技术要求、有关标准以及合同或协议为设计依据。

5.1.3 应在现场踏勘的基础上，以现有生产、材料消耗、人员和设备配备与费用定额等资料为依据编制钻探施工设计，可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。

5.1.4 施工设计应由施工单位内审后报任务下达单位或甲方审批。

5.1.5 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

说明项目名称、工作性质、目的任务、工程期限及施工要求等。

5.2.2 施工区的基本情况

5.2.2.1 工区地理、交通位置、地形地貌、当地气候等。

5.2.2.2 工区水文地质情况、地层构造、断裂、破碎情况等。

5.2.2.3 工区岩石种类、软硬程度、可钻性级别、研磨性、节理裂隙发育程度、破碎程度及影响钻探施工的主要地质因素等。

5.2.3 钻孔及钻探工作量

5.2.3.1 钻孔布置情况及施工顺序。

5.2.3.2 按钻孔性质（勘探孔、普查孔、水文孔等）列表说明各类钻孔数及工作量。

5.2.3.3 列出钻孔设计深度、口径、岩石可钻性级别。

5.2.4 钻探技术设计

5.2.4.1 钻孔结构设计

根据地层条件、钻孔设计深度、开孔直径、终孔直径，确定换径次数及其深度；确定套管的规格、数量、下入深度和程序；编制施工设计指示书，同时对照绘制地质柱状图和钻孔结构设计图。

5.2.4.2 钻进方法

按口径分段确定钻进方法并说明依据；确定钻头类型、钻具组合及钻进技术参数；制定分层钻进技术要求和措施。

5.2.4.3 冲洗介质类型与护壁堵漏措施

不同地层选用的冲洗介质类型及性能，说明选择依据；冲洗介质的配制、性能调整的方法，黏土、处理剂及润滑剂的用量计划；护壁堵漏措施；冲洗介质循环和固控系统的布置。

5.2.4.4 成井工艺

作业目的为水井时，应进行成井设计，包括破壁、下管、填砾、止水、固井、洗井、抽水试验等工序：

- 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、抽水试验要求等；
- b) 孔隙型浅井成井工艺：破壁、下管、填砾、止水、洗井、抽水试验要求等；
- c) 孔隙型深井成井工艺：表层套管、井管、过滤管要求；过滤管填砾、止水和固井要求；洗井方法、抽水试验要求等。

5.2.4.5 钻探设备选择

根据地层条件、钻孔深度、终孔直径、钻进方法确定钻探设备类型，包括钻机、空气压缩机、泥浆泵、动力机、钻塔、泥浆搅拌机、照明发电机的规格及数量，并注明主要设备的性能参数。

5.2.5 供水设计

根据当地水源条件以及施工用水量、钻孔标高、钻孔布置情况，确定供水方法、供水设备、蓄水池位置、供水线路、水管规格及数量。

5.2.6 供电设计

钻探设备采用电力驱动时，计算发电机和电缆容量、数量，确定发电机安设位置和线路方案。

5.2.7 钻孔质量要求及保证措施

5.2.7.1 工程质量指标

根据地质设计确定钻孔质量指标的具体要求。

5.2.7.2 质量保证措施

取心方法选用，取心工具的配备、使用及操作；测斜仪器选择，易斜地层的防斜、纠斜措施；封孔设计，包括封填孔段、架桥或封孔材料及灌注方法、检验方法等；薄弱环节技术攻关方案。

5.2.8 孔内事故预防及处理措施

根据工区以往工作经验，对主要孔内事故提出预防与处理措施。

5.2.9 安全技术措施

防寒、防火、防洪、防滑坡等灾害及钻探安全技术要求和措施。

5.2.10 成本预算与钻探施工安排

根据岩石可钻性、岩层复杂程度和定额、钻进方法计算台时、确定全矿区年平均台月效率、钻机开动台数等，做出成本预算；根据平均钻机开动台数及设计工作量，按矿区工期要求，分季度安排每个机台的全年钻探施工进度。

5.2.11 施工组织与管理措施

针对特定的工程，确定施工组织，制定具体管理措施。

6 钻前准备与开孔

6.1 施工准备

6.1.1 确定孔位

孔位确定应符合以下要求：

- 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，应不占或少占耕地；
- b) 应了解钻探场地地下电缆、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符合 AQ 2004-2005 要求；
- c) 钻探场地应保证通水、通电、通路，场地平整，在钻塔起落范围内不应有障碍物。

6.1.2 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。采用填土修建时，应进行打桩、夯实；塔基填方面积不应大于塔基的 1/4，且不宜在钻孔附近；在深孔或沼泽地区施工时，塔角和钻机底座地基宜采用混凝土加固。

6.1.3 制订施工计划

开钻前，施工单位应按照设计书要求，制订施工计划和措施，并做好冲洗介质材料、管材、钻具、工具、油料等相应准备。

6.2 设备安装

6.2.1 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、钻孔深度及地基条件确定。

6.2.2 钻机安装时，采用单绳升降钻具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、钻孔中心在同一直线上。

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

6.2.4 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，垫实牢固。轮胎应离开地面，并固定。

6.2.5 电器设备应安装在干燥、清洁的地方，严防油、水及杂物侵入，且固定牢靠，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应绝缘良好。

6.2.6 干空气钻进时，引出岩粉排放口应与钻机、动力等设备保持合理距离，一般情况下应大于 10 m。

6.2.7 冲洗介质输送管线、循环系统应按照施工设计规定进行布设。

6.3 钻塔安装

6.3.1 钻塔底座安装应水平周正。钻塔安装好后应拉紧绷绳，绷绳位置要对称，与地面夹角不应大于45°。钻塔各部位的连接应牢固，螺栓应拧紧。

6.3.2 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，螺栓和工具应放入工具袋中。

6.3.3 应从下至上分层安装钻塔，不应上下两层同时作业。不得从塔上抛扔物件。

6.3.4 各类钻塔应按安装说明书的要求进行安装。钻塔构件不得任意打眼、调换、少装、改装及焊接。

6.3.5 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，塔架起落应平稳，不得猛起猛落。起立到位后，应锁好固定卡销。

6.4 开孔

6.4.1 设备安装完成后，应调试、维护和试运转。通过钻前最终验收并由项目下达单位或获授权的本工程监理单位验收、签发工程开工通知书后，方可开钻。

6.4.2 开钻前，应对钻具、钻杆进行检查。双壁钻杆连接部位、焊缝等不得发生渗漏。使用新的双壁钻杆时，应进行密封和保压测试。

6.4.3 采用回转钻进开孔时，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保护孔壁，水龙头和高压胶管应使用绳索牵引或用导向装置将其扶正，钻进过程中应使用升降机将主动钻杆吊直，防止主动钻杆倾斜、摆动。

6.4.4 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，可用黏土投入孔内护壁，待钻穿易塌表土层后，下入孔口护壁管，其底部和四周用黏土围填、捣实，不得有渗漏。采用潜孔锤钻进下部基岩地层时，孔口管安装深度应超过完整基岩1 m左右。

6.4.5 孔口护壁管宜为钢管，壁厚一般应大于7 mm，内径比要使用的最大钻头外径大20 mm~30 mm。

6.4.6 坚硬的岩石层可直接采用空气潜孔锤开孔钻进。

6.4.7 地表岩石极度破碎，或砾石硬度大的松散层可采用潜孔锤跟管钻进方法开孔，安装孔口护壁管后，再使用其它钻进工艺。

7 干空气钻进

7.1 设备、配套机具及钻具

7.1.1 设备

干空气钻进设备选用要求见表2。

表2 干空气钻进设备

设备名称	选用要求
钻机	可选用液动力头钻机、立轴式钻机或转盘式钻机。能力应满足设计孔深和孔径的要求，提升能力应大于最大孔深时钻具重力的1.5倍。
空气压缩机	空气压缩机宜选用螺杆式空气压缩机。空气压缩机性能选择主要取决于钻孔的深度、口径、钻杆外径等因素。干孔钻进时，供气压力应大于0.5MPa；在水位以下地层钻进时，可按每百米钻孔深度递增1.2MPa选取。供气量以孔内气流的上返速度大于15m/s为宜。若空气压缩机气压不够，可串接空气增压机提高气压；若气量不足，可采用同压力的空气压缩机并联使用。

7.1.2 配套机具

干空气钻进配套机具见表3。

表3 干空气钻进配套机具

机具名称	选用要求
储气罐	额定工作压力应大于空气压缩机额定供气压力的1.5倍。
供气胶管	管线额定工作压力应大于空气压缩机额定压力1.5倍。胶管内径宜在30mm~50mm。
三通阀门	额定工作压力应大于空气压缩机额定供气压力的1.5倍。

7.1.3 配套钻具

干空气钻进配套钻具见表4。

表4 干空气钻进配套钻具

钻具名称	选用要求
气水龙头	正循环钻进时，可直接使用钻机配置的单通道水龙头；反循环钻进时使用专门双通道气水龙头（或单通道水龙头+气盒子）。
主动钻杆	正循环钻进时，可直接使用钻机配置的单通道主动钻杆；反循环钻进时使用双壁主动钻杆。
钻杆	干空气正循环钻进可使用普通钻杆，反循环钻进选择双壁钻杆。钻杆外径与钻孔直径应匹配合理，在不影响排渣的情况下，尽量减小与孔壁的间隙。钻杆直径与钻孔直径的匹配见表5。
钻铤	起加重钻具作用，内径应等于或大于选用的钻杆内径，外径应大于选用的钻杆外径、小于粗径钻具或钻头直径。

表 4（续）

钻头	可选用与钻孔同径的硬质合金钻头、金刚石钻头、金刚石复合片钻头和牙轮钻头等。采用冲洗液回转钻进的钻头用于空气钻进时，应改进钻头结构，加大气口（水口）和内外出刃尺寸。金刚石钻头宜采用表镶式或聚晶体、复合片钻头，采用多水口、斜向水口或底喷式水口。
取粉管	采用空气钻进孔径较大、空气压缩机供气量不足时，可配置取粉管。取粉管直径应比钻头直径小20 mm~30 mm。
孔口密封与捕尘装置	干法捕尘：将孔口罩、沉降柜、引风机、旋流除尘器依次用管线连接，开动引风机，较大颗粒沉降在除尘柜，剩余部分通过旋流除尘器去除。
	湿法捕尘：将喷头对准引出口上方，清水呈雾状弥漫在孔口附近，取得捕尘效果。

表5 钻杆外径与钻孔直径匹配表

单位为毫米

孔 径	76	96	122	150	200	225	252	278	≥300
单壁钻杆外径	50	60	73或89		89	89或114			127或140
双壁钻杆外径	56	73	89		114	114或127			127或140

7.1.4 机具连接及钻具组合

7.1.4.1 机具连接

7.1.4.1.1 正循环钻进管路连接顺序：空气压缩机、供气胶管、储气罐、三通阀、供气胶管、气水龙头、主动钻杆、单壁钻杆、钻铤、钻头。

7.1.4.1.2 反循环钻进管路连接顺序：空气压缩机、供气胶管、储气罐、三通阀、供气胶管、双通道气水龙头(或单通道水龙头+气盒子)、双壁主动钻杆、双壁钻杆、交叉接头、钻头。

7.1.4.2 钻具组合

7.1.4.2.1 正循环钻进钻具由下至上组合顺序：钻头、取粉管、钻铤、单壁钻杆、主动钻杆。

7.1.4.2.2 反循环钻进钻具由下至上组合顺序：钻头、交叉接头、双壁钻杆、双壁主动钻杆。

7.2 钻进技术参数

7.2.1 空气压缩机的供气量

空气压缩机的供气量可根据设计的钻孔直径、使用的钻杆直径及确定的上返速度，用下式计算：

$$Q=47.1K(D^2-d^2)V \dots\dots\dots (1)$$

式中：

Q—空气压缩机供气量，m³/min；

D—钻头直径，m；

d—钻杆直径，m；

V —干空气钻进排渣通道的空气上返速度，m/s，一般取值范围为15 m/s~25 m/s；

K —考虑漏失及涌水情况的系数。取值范围 $K=1\sim 2.5$ 。

7.2.2 钻压和转速

与相同条件下的液体冲洗介质回转钻进钻压和转速的选择基本相同。根据使用的钻头类型和规格，按照DZ/T 0148执行。

7.2.3 反循环钻进技术参数

按照本标准14.2执行。

7.3 钻进操作要求

7.3.1 开钻前应检查供气管路连接是否牢固，螺纹是否拧紧。检查空气压缩机及管路仪表(供气压力、供气量等)指示是否正常灵敏。

7.3.2 遇到地层少量涌水，孔口出现停止排粉又无水排出时，应注意防止糊钻、卡钻事故，及时上下活动钻具或向孔内注入清水、泡沫剂解阻。

7.3.3 应随时观察风压变化。压力突然增加时，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恢复钻进。压力突然下降时，应及时提钻检查。

7.3.4 在3000 m以上高海拔地区施工，应考虑空气密度降低和动力机功率下降产生的影响，计算并调整相应的风量。

7.3.5 反循环钻进操作相关要求按照本标准14.3执行。

8 雾化空气钻进

8.1 设备、配套机具及钻具

8.1.1 设备

雾化空气钻进设备选用要求见表6。

表6 雾化空气钻进设备

设备名称	选用要求
钻机	按照本标准7.1.1配置。
空气压缩机	按照本标准7.1.1配置。
变量注液泵	泵的压力应大于空气压缩机的最高工作压力，并设置止回阀。

8.1.2 配套机具

按照本标准7.1.2配置。

8.1.3 钻具

按照本标准7.1.3配置。

8.1.4 机具连接及钻具组合

按照本标准7.1.4执行。

8.2 钻进技术参数

8.2.1 气水混合比

实施雾化钻进时,应通过三通混合器将适量的水注入到压缩空气管路中,利用空气在高速流动下形成雾状冲洗液。气水混合液体积比宜在2000:1~3000:1范围内。

8.2.2 钻压和转速

钻压和转速的选择与相同条件下的液体冲洗介质回转钻进基本相同。根据使用的钻头类型和规格,按照DZ/T 0148执行。

8.2.3 供气压力

在同样钻孔条件下,雾化空气钻进供气量应比干空气钻进供气量增加30%~40%。供气压力一般提高0.5 MPa ~0.7 MPa。

8.3 钻进操作要求

8.3.1 参照7.3执行。

8.3.2 在雾化空气钻进中,应随时观察孔内情况,合理调整清水注入量。

8.3.3 雾化空气钻进结束后,应使用干空气吹洗孔内钻柱和器具。

9 气水混合钻进

9.1 设备、配套机具及钻具

9.1.1 设备

按照本标准8.1.1配置。

9.1.2 配套机具

按照本标准7.1.2配置。

9.1.3 钻具

按照本标准7.1.3配置。

9.1.4 机具连接及钻具组合

按照本标准7.1.4执行。

9.2 钻进技术参数

9.2.1 在弱含水地层钻进，应增大水在空气中的比例，形成气、水、钻屑三相混合流，增大排屑能力。

9.2.2 钻进时，钻压和转速的选择范围，与相同条件下的液体冲洗介质回转钻进基本相同。根据使用的钻头类型和规格，按照 DZ/T 0148 执行。

9.3 钻进操作要求

按照本标准8.3执行。

10 泡沫钻进

10.1 设备、配套机具及钻具

10.1.1 设备

泡沫钻进设备选用要求见表7。

表7 泡沫钻进设备

设备名称	选 用 要 求
钻机	按照本标准7.1.1配置。
空气压缩机	可选择中风压、风量稍小的空气压缩机。对于常规口径（200 mm左右）的钻孔，一般供气量为 $3\text{ m}^3/\text{min}\sim 15\text{ m}^3/\text{min}$ ，供气压力为 $0.7\text{ MPa}\sim 4\text{ MPa}$ 。
泡沫液注入泵	宜选流量可以调节的多缸柱塞泵。最大压力应比空气压缩机额定压力高 $0.5\text{ MPa}\sim 1.0\text{ MPa}$ 。
泡沫发生器	能获取均匀、稳定、连续泡沫，有高压喷雾式、叶片涡轮搅拌式等。
消泡装置	在泡沫液流的返出口，选用简单易行又利于回收再利用的机械作用进行消泡。
泡沫增压泵	利用增压泵，可采用低压空气压缩机钻进较深的钻孔。

10.1.2 配套机具

按照本标准7.1.2配置。

10.1.3 钻具

按照本标准7.1.3配置，并在钻头上部和主动钻杆下端各安装一只止回阀。

10.1.4 机具连接及钻具组合

10.1.4.1 机具连接

机具连接顺序：空气压缩机供气出口、供气胶管、储气罐、三通阀、供气胶管、气水龙头、主动钻杆、止回阀、单壁钻杆、钻铤、止回阀、钻头。

泡沫液经灌注泵泵入泡沫发生器后，经三通阀注入供气胶管。

10.1.4.2 钻具组合

由下至上钻具组合：钻头、止回阀、钻铤、单壁钻杆、止回阀、主动钻杆。

10.2 泡沫液配制

10.2.1 泡沫液由水、发泡剂和稳泡剂组成。将发泡剂、稳泡剂按照设计配方加量加入水中，经搅拌后，形成泡沫液。使用前应进行室内试验和测试。

10.2.2 在地下水水质较软，岩层中的钙镁离子含量不高的条件下应选择淡水用发泡剂，如羧酸类和硫酸脂类发泡剂。

10.2.3 地下水矿化度较高、硬度较大水质，或者地层中的含盐量较大时，应选择抗钙镁离子污染能力强、抗盐能力强的发泡剂，如磺酸盐型、复合型发泡剂。

10.2.4 在低温条件下，宜使用溶解能力较强的离子型发泡剂。

10.2.5 在高温条件下，例如地热、深孔施工时，宜采用抗高温能力较强的发泡剂，应选择浊点较高、不易生成沉淀的发泡剂，且其浓度应适当提高，浓度宜在 0.5%~1.0%左右。

10.2.6 在地下水比较丰富的岩层中施工时，宜选择发泡能力强、携水能力大的发泡剂，并适当提高其浓度。

10.2.7 在环境保护要求比较严格的地区施工时，宜选择降解速度快的发泡剂。

10.2.8 发泡剂的浓度一般为 0.3%~0.5%，最大浓度不宜超过 1.5%，并适当加入稳泡剂。

10.2.9 钻进时可根据实际情况选择开式循环（一次性使用）或闭式循环（重复使用）方式。

10.3 钻进技术参数

10.3.1 钻压

选用常规液体冲洗介质钻进所需钻压的80%~90%为宜。

10.3.2 转速

根据钻进所使用的钻头与钻进方式的不同选取合适的转速。一般合金钻头宜在100 r/min~300 r/min；金刚石钻头宜在300 r/min~600 r/min；潜孔锤钻进时宜在30 r/min~50 r/min。

10.3.3 泡沫的气液比

一般为100:1~200:1。应根据地层情况适当调整气液比，在裂隙发育、弱胶结的地层中钻进，气液比宜为100:1~150:1；在涌水地层中钻进，泡沫的气液比可在50:1~70:1之间。

10.3.4 供气量

根据设计的钻孔直径、使用的钻杆直径及确定的上返速度计算空气压缩机的供气量，可用公式（1）计算，泡沫液上返流速一般取值范围为6 m/s~10 m/s。

10.3.5 反循环钻进技术参数

按照本标准14.2执行。

10.4 钻进操作要求

10.4.1 泡沫钻进之前应对设备、管路、仪表、孔口密封装置等进行合理布置、固定及试压。在送气管路上安装安全阀，当泡沫流体压力超过正常工作压力 25%时，安全阀应及时释放压力。

10.4.2 正式钻进前，控制机械钻速进行试钻，观察泡沫携砂情况，并调整泡沫的气液比。

10.4.3 泡沫钻进时，应送钻均匀，并注意供气压力及孔内情况，发现供气压力突然升高、扭矩变化、钻柱憋跳严重等异常情况时，应立即停钻，及时处理。

10.4.4 应随时观察返出泡沫的形态，通过气液量的控制调整泡沫气液比。返出的泡沫大小均匀，颜色较白，在孔口没有气体逸出，泡沫的气液比视为合适；返出的泡沫大小不均匀且气泡较大，孔口有气体逸出，表示气液比过大，应减少送气量或适当增加泡沫液的灌注量；返出的泡沫湿度较大且返出速度较小，说明气液比过小，应增加送气量。

10.4.5 提钻或接单根前应充分循环，将孔内岩屑或其它沉积物携带至地表。

10.4.6 当管线存在剩余压力时，不得拆开泡沫压送设备、进行压气管路的维修、加接钻具和拧开密封塞。

10.4.7 每次下入钻具之前应检查安装在钻杆柱内的止回阀是否完好；提升钻具前，应释放钻具内的压力。

10.4.8 地层出水时，应增大注气量及泡沫液注入量，或用水泥封堵处理后继续钻进。

10.4.9 钻进泥页岩地层时，应优化泡沫液配方，提高泡沫质量，加入黏土抑制剂，及时消除泥环及修整缩径孔壁。

10.4.10 当考虑泡沫液重复使用时，应采用机械消泡方法进行消泡。

10.4.11 泡沫液不重复使用时，可采用消泡剂（如异戊醇、磷酸三丁酯等）进行消泡。

11 泡沫泥浆钻进

11.1 设备、配套机具及钻具

11.1.1 设备

泡沫泥浆钻进设备选用要求见表8。

表8 泡沫泥浆钻进设备

设备名称	选 用 要 求
钻机	按照常规液体冲洗介质钻进要求配置。
泥浆泵	按照常规液体冲洗介质钻进要求配置。
泡沫发生器	采用机械搅拌法时，应配置气液混合器、搅拌机或喷枪。

11.1.2 配套机具

泡沫泥浆钻进所配套机具见表9。

表9 泡沫泥浆钻进配套机具

机具名称	选 用 要 求
供液胶管	按照常规液体冲洗介质钻进要求配置。
三通阀门	按照常规液体冲洗介质钻进要求配置。

11.1.3 钻具

按照常规液体冲洗介质钻进要求配置钻具。

11.1.4 机具连接及钻具组合

11.1.4.1 机具连接

机具连接顺序：泥浆泵、供液胶管、三通阀、供液胶管、气水龙头、主动钻杆、单壁钻杆、钻铤、取粉管、钻头。

11.1.4.2 钻具组合

钻具由下至上组合：钻头、取粉管、钻铤、单壁钻杆、主动钻杆。

11.2 泡沫泥浆配制

11.2.1 将一定量的空气泡沫注入泥浆内，使其呈均匀气泡分散于泥浆中，形成充气泡沫泥浆。从孔内返出的泡沫泥浆经过地面除屑除气后，再次充气，然后泵入孔内循环。一般泡沫泥浆的密度可在 $450 \text{ kg/m}^3 \sim 900 \text{ kg/m}^3$ 范围内进行调整。

11.2.2 根据地质条件、钻进设备情况确定合理的泡沫泥浆性能、现场配方及配制程序。优选发泡剂、稳泡剂，并进行必要的室内试验。

11.2.3 根据泥浆配方、搅拌机容积计算各种处理剂加量，可按基浆—稳泡剂—发泡剂—充气的步骤，使用机械搅拌（由气液混合器、搅拌机或喷枪充气）配制。也可将空气从钻杆、旁通管或同心套管注入到泥浆中。

11.2.4 基浆性能：一般密度小于 1.07 g/cm^3 ，漏斗粘度 $25 \text{ s} \sim 30 \text{ s}$ ，失水量小于 $15 \text{ mL}/30 \text{ min} \sim 30 \text{ mL}/30 \text{ min}$ ，pH 值 $9 \sim 10$ ，含砂量小于 4%。

11.2.5 泡沫泥浆的泡沫稳定性时间一般宜为 $12 \text{ h} \sim 24 \text{ h}$ 。

11.2.6 泡沫泥浆充入空气体积可按式计算：

$$V_2 = V_1 (\gamma - \gamma_1) / (\gamma_2 - \gamma) \dots\dots\dots (2)$$

式中：

V_2 —充入空气的体积， m^3 ；

V_1 —泥浆池基浆体积， m^3 ；

γ_1 —泥浆池基浆密度， kg/m^3 ；

γ_2 —充入空气的密度， kg/m^3 ；

γ —泡沫泥浆密度， kg/m^3 。

11.3 钻进技术参数

泡沫泥浆钻进时，根据使用钻头类型和规格，按照 DZ/T 0148 执行。

11.4 钻进操作要求

11.4.1 高压管路上应安装自动报警流量计，当泵送泡沫泥浆量低于孔内所需的流量时，能自动发出报警信号。

11.4.2 每 8 h 应测定一次泡沫泥浆性能，性能不符合要求应及时调整。

11.4.3 出现气泡和浆液分离现象时，应及时采取措施。用除砂器除砂后，按先后顺序缓慢、均匀的加入相应处理剂进行充气(或搅拌)，直到性能符合要求。

12 潜孔锤正循环钻进

12.1 设备、配套机具及钻具

12.1.1 设备

潜孔锤正循环钻进设备选用要求见表 10。

表10 潜孔锤正循环钻进设备

设备名称	选用要求
钻机	按照本标准7.1.1配置，并要求钻机应具有20 r/min~60 r/min转速范围。
空气压缩机	按照本标准7.1.1配置。

12.1.2 配套机具

潜孔锤正循环钻进配套机具按照本标准7.1.2配置。

12.1.3 钻具

潜孔锤正循环钻进配套钻具见表11。

表11 潜孔锤正循环钻进配套钻具

钻具名称	选用要求
气水龙头	使用常规液体冲洗介质钻进配置的单通道水龙头。
主动钻杆	使用常规液体冲洗介质钻进配置的单壁主动钻杆。
钻杆	按照本标准7.1.3配置。
钻铤	按照本标准7.1.3配置。
潜孔锤	根据地层情况和钻进深度等配置适当技术参数的潜孔锤；孔壁稳定时，可选用冲击功较大的潜孔锤，孔壁稳定性差时，选择冲击功较小的潜孔锤；钻进较软岩层时选用低冲击频率潜孔锤，钻进较硬岩层时选用高冲击频率潜孔锤；孔内无水时可选择低压潜孔锤，孔内水量不大时可选择中压潜孔锤，孔较深、且孔内水量较大时选择高压潜孔锤。 取心钻进时，根据地层情况和钻进深度等配置冲击功较小、中冲击频率的潜孔锤。
钻头	根据钻孔直径和钻进地层，选择潜孔锤钻头类型与规格。根据岩层软硬程度选用潜孔锤钻头，当岩层硬度较大，选用球齿钻头；软岩层，可选用柱形尖齿钻头。 取心钻进时，采用柱齿合金钻头。钻头应能全面破碎环状底唇面下岩石。 扩孔钻头应具有导正部分和足够的排气、排渣通道。

12.1.4 机具连接及钻具组合

12.1.4.1 机具连接

机具连接顺序为：空气压缩机、供气胶管、储气罐、三通阀、供气胶管、气水龙头、主动钻杆、钻杆、钻铤、潜孔锤、钻头。

12.1.4.2 钻具组合

潜孔锤正循环全面钻进时，由下至上钻具组合为：潜孔锤钻头、潜孔锤、钻铤、钻杆、主动钻杆。

潜孔锤正循环取心钻进时，由下至上钻具组合为：取心卡簧钻头、岩心管、特殊接头、潜孔锤、钻铤、钻杆、主动钻杆。

潜孔锤正循环扩孔钻进时，由下至上钻具组合为：潜孔锤扩孔钻头、潜孔锤、钻铤、扶正器、钻杆、主动钻杆。

12.2 钻进技术参数

12.2.1 钻压

应根据地层硬度、钻头类型和规格尺寸来合理选择。全面钻进时，按照单位钻头直径50 N/mm~150 N/mm选取；取心钻进时，按照相同直径潜孔锤全面钻进压力的30%~40%选取；扩孔钻进时，按照单位钻头直径50 N/mm~100 N/mm选取。

12.2.2 转速

应根据地层条件、钻头类型和外径尺寸来合理选择。一般为20 r/min~60 r/min。

12.2.3 供气量

满足钻杆和孔壁的环状间隙的上返气流速度大于15 m/s，按照7.2.1中公式（1）计算。扩孔钻进时，其钻具与孔壁的环空间隙较大，应增加供气量。钻孔直径为220 mm~310 mm时，其送供气量应为25 m³/min~55 m³/min，当供气量不足时，应使用取粉管捞取岩粉。

12.2.4 供气压力

供气压力为潜孔锤工作压力、孔内沿程压降、克服水位以下的水柱压力之和。无水钻进时，供气压力稍大于潜孔锤工作压力，在水位以下地层钻进时，可按每百米钻孔深度递增1.2 MPa选取。一般为0.7 MPa~3 MPa。

12.3 钻进操作要求

12.3.1 潜孔锤钻进前，应安装内径大于潜孔锤钻头直径约20 mm的孔口保护管。若孔口保护管直径过大，应安装隔离衬管。孔口保护管底部四周应密封良好。

12.3.2 下钻前，对潜孔锤进行检查，应装配正确、接头螺纹紧固、活塞运动自如、卡钎套无裂纹、钻头无严重磨损，钻杆内部不得有岩屑等杂物。

12.3.3 下钻前，应详细测量和记录潜孔锤外径尺寸。首次下入孔内的钻头，应选择新钻头或磨损较小的钻头。需要更换时，再换用磨损大、直径稍小的钻头。

12.3.4 应保证每次加接钻杆时，孔内潜孔锤距孔底 0.2m 以上的距离。下钻到孔底前，应先供气，再边回转、边下钻到孔底。均匀下钻，不得猛蹶。不得在潜孔锤不回转的情况下进行冲击。

12.3.5 钻进中，送钻均匀，钻压不宜过大。应随时观察孔口排粉及压力表指示情况。在干孔段地层，若进尺 1 m~2 m 未见排出岩粉时，应停钻进行处理，可活动钻具观察，待孔内无岩粉沉淀后，才可恢复正常钻进。每钻完一根钻杆，应大气量冲孔，排除孔内岩屑。对孔壁不稳定地层，不得采用强吹方法排粉，可采用捞砂筒或其他方法捞取岩粉。

12.3.6 遇潮湿孔段（或含水量少的地层）时，每钻进 0.5m 左右，应上下活动钻具。若孔内岩屑太多，形成泥团，难以排出时，可向钻杆内或钻孔内注入一定量的清水或泡沫液，排除泥团。

12.3.7 钻进中遇到配气机构损坏和气路堵塞，应及时提钻，采取措施。潜孔锤每次钻进约 100m 或长时间使用后，酌情提钻检查。不得使用潜孔锤送气扫孔；每次提动钻具时，最少应提离孔底 0.2 m，防止空打现象。

12.3.8 扩孔钻进时，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。扩孔钻头与潜孔锤直径相差较大，容易造成钻孔偏斜，应加扶正器或采取其它防斜措施。

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

12.3.10 扩孔钻进时，应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。

12.3.11 取心钻进时，应合理控制回次进尺长度，进尺长度不得超过岩心管长度。钻具提出孔外取岩心卸扣时，不得用大锤猛击钻头。

12.3.12 提钻前，先将钻具提离孔底后，再停止供气。在钻进过程中不得无故停气。若空气压缩机出现故障，供气突然中断，应立即将钻具提离孔底。若钻机无注油器时，每回次加接钻杆，应向钻杆腔内注入适量润滑油。

12.3.13 提钻后暂不使用的潜孔锤，应现场拆卸、清洗、涂油保养。

13 潜孔锤跟管钻进

13.1 设备、配套机具及钻具

13.1.1 设备

潜孔锤跟管钻进设备选用要求见表12。

表12 潜孔锤跟管钻进设备

设备名称	选用要求
钻机	除具备常规回转钻进功能外，还要求钻机应具有20 r/min~60 r/min范围内转速，回转机构应具有一定高度。宜选用动力头钻机。
空气压缩机	按照本标准7.1.1配置。

13.1.2 配套机具

潜孔锤跟管钻进配套机具按照本标准7.1.2配置。

13.1.3 钻具

潜孔锤跟管钻进配套钻具见表13。

表13 潜孔锤跟管钻进配套钻具

钻具名称	选 用 要 求
气水龙头	直接使用钻机配置的单通道水龙头。
主动钻杆	直接使用钻机配置单通道主动钻杆。
钻杆	使用普通钻杆，钻杆外径与钻孔直径应匹配合理，见表5。
潜孔锤	按照本标准12.1.3配置。
钻头	应具有张敛功能，有偏心张敛钻头和同心张敛钻头两种。
跟进套管	应加工成与钻杆相同的长度（首根除外），采用螺纹连接时，套管螺纹与钻杆螺纹旋向应相反。

13.1.4 机具连接及钻具组合

13.1.4.1 机具连接

机具连接顺序：空气压缩机、供气胶管、储气罐、三通阀、供气胶管、气水龙头、主动钻杆、钻杆、潜孔锤、潜孔锤跟管钻头。

13.1.4.2 钻具组合

钻具由下至上组合：潜孔锤跟管钻头、潜孔锤、钻杆、主动钻杆、气水龙头。

13.2 钻进技术参数

13.2.1 选择钻进参数应以“低转速、低钻压、高上返气流速度”为原则。

13.2.2 转速：根据地层情况、冲击功、冲击频率、柱齿硬质合金数目等因素控制转速，一般选为 20 r/min~30 r/min 范围内。

13.2.3 钻进钻压，按钻头单位直径 50 N/mm~90 N/mm 为宜。

13.3 钻进操作要求

13.3.1 进行钻孔作业前，应逐一检查偏心跟管钻具、潜孔锤、套管、套管靴等连接是否牢固，偏心钻头张敛是否灵活。有裂纹和螺纹损坏的钻杆和套管应立即更换。

13.3.2 开孔时，将连接好的潜孔锤及钻头放入带有套管靴的套管内，利用钻头张敛机构，使钻头伸出套管靴，轻压正转张开钻头钻进。此时套管随中心钻具回转，属正常现象。

13.3.3 钻进过程中注意观察套管的跟进情况及孔内排粉情况，每钻进 0.5 m 左右强力吹孔排粉一次。吹孔时，中心钻具向上提动距离应以能实现强力吹孔为限，不得在钻进过程中向上起拔中心钻具。

13.3.4 钻进过程中注意观察气压变化，当气压突然增大时应分析原因并采取措施。不得在钻进中频繁串动钻具，以免造成钻具卡死在套管内，发现问题要及时处理。

13.3.5 钻进通过复杂地层孔段时，要轻压、慢钻、反复吹扫，缓慢通过。发现有突进和卡钻现象要查明原因，排除故障后再进行施工。

13.3.6 勤检查钻杆、套管的外观情况，发现有裂纹和其它异常应更换。钻进过程中要检查套管是否有松脱的迹象，如有松脱迹象应及时处置。

13.3.7 准确记录孔内钻具(包括钻杆、机上钻杆)长度和套管长度，并结合机高计算和记录钻具到位情况下的机上余尺。为避免因孔内钻具长度误差而导致中心钻具到位判断失误，下钻时，应拧紧每一根钻杆。下入孔内的套管，螺纹部分应无损伤，拧紧连接螺纹。

13.3.8 钻进结束或需要更换中心钻具时，先清除孔底残渣。然后将钻头轻压孔底，反转收拢钻头。中心钻具缓慢向上提动，如上升较顺利，则说明钻头已顺利收拢。否则再次清孔，再重复以上步骤使钻头收拢后缓慢上提。加接钻杆时应向钻杆内腔加注适量润滑油。

13.3.9 钻孔完成退出钻具时，动作一定要缓慢，以防操作力度过大，损坏偏心钻头和管靴。

13.3.10 当出现埋钻、卡钻时，可通过钻杆注入适量水将残余岩粉排除。钻头不能回收时，可通过钻杆注水并供气强力吹孔，直至钻头能够收回。

13.3.11 需要起拔套管时，可采用穿心锤吊打起拔、拔管机起拔、液压千斤顶顶升、潜孔锤反打等起拔方法。

13.3.12 潜孔锤使用结束，应拆开清洗检修，进行维护保养。

14 反循环取样钻进

14.1 设备、配套机具及钻具

14.1.1 设备

反循环取样钻进所用设备见表14。

表14 反循环取样钻进设备

设备名称	选用要求
钻机	钻机能力应满足使用双壁钻具时设计孔深和孔径的要求，具有长行程连续给进的功能，并尽可能轻便化，拆、装、运、移快捷。优先选择液压动力头钻机或大通孔、长行程、自动倒杆的立轴式钻机，亦可用转盘式钻机。

表 14 (续)

空气压缩机	空气压缩机宜选用轻便的螺杆式空气压缩机，风量应满足驱动潜孔锤工作和保证输送岩样上返流速的需求，风压应能在克服孔内水位背压后驱动潜孔锤正常工作。若空气压缩机风压不够，可串接增压机提高风压；若风量不足，可采用同压力的空气压缩机并联使用。
-------	--

14.1.2 配套机具

储气罐、供气胶管和三通阀门按照本标准7.1.2配置。

14.1.3 钻具

反循环取样钻进配备钻具见表15。

表15 反循环取样钻进配备钻具

钻具名称	选 用 要 求
双通道气水龙头	中心通道输送上返的岩屑流体，内径应与双壁钻杆内径一致，旁侧通道输入高压空气，经双壁钻杆环状间隙送至孔底。
主动钻杆	为双通道，上下端分别与气水龙头和双壁钻杆连接，内径与双壁钻杆内径一致，外壁可根据不同的夹持方式选择圆形、方形、六方形等。
双壁钻杆	一般使用同心双壁钻杆，见表16。
鹅颈管	连接气水龙头与排渣管，宜采用较大的曲率半径，内径应与双壁钻杆一致。
排渣管	连接鹅颈管与样品收集装置的软管，口径大于鹅颈管内径，内壁平滑。
外环封隔器	钻杆外径与孔壁间隙过大时，需用封隔器，迫使孔底气流进入中心通道形成良好的反循环。
侧入式正反转换接头	应能保证孔底正循环气流从旁侧孔进入双壁钻杆中心通道。
反吹接头	当反循环气流不畅或发生堵塞时接入反吹接头，变反循环为正循环，起到解除堵塞的作用。
潜孔锤	按照本标准12.1.3配置。
钻头	可选择常规全面钻进潜孔锤钻头、牙轮钻头和刮刀钻头等。

表16 常用双壁钻杆规格

常见规格	φ 89/57	φ 114/73	φ 127/76	φ 140/89	φ 168/108	φ 178/127	φ 219/168
钻杆外径/mm	89	114	127	140	168	178	219
内管内径/mm	49	63	66	78	98	113	150

14.1.4 岩样收集装置

使用旋流分离器作为岩样收集装置。钻进时从孔内连续返出的携带岩矿样品的流体，经过旋流器进行分离，空气从旋流器上口溢出，下口排出的岩屑作为样品。

14.1.5 机具连接及钻具组合

14.1.5.1 机具连接

机具连接顺序为：空气压缩机、供气胶管、储气罐、三通阀、供气胶管、双通道气水龙头、双壁主动钻杆、双壁钻杆、封隔器、侧入式正反转换接头、钻头（或潜孔锤+潜孔锤钻头）。

排渣通道接顺序为：双通道气水龙头、鹅颈管、排渣管。

14.1.5.2 钻具组合

钻具自下至上组合：钻头（或潜孔锤钻头+潜孔锤）、侧入式正反转换接头、封隔器、双壁钻杆、双壁主动钻杆。

14.2 钻进技术参数

14.2.1 潜孔锤钻进

14.2.1.1 钻压应小于正循环潜孔锤钻进压力，一般按单位钻头直径 50 N/mm~120 N/mm 选取。

14.2.1.2 转速不应过高，一般为 20 r/min~60 r/min。

14.2.1.3 供气量应满足潜孔锤所需工作风量和岩样上返所需风量的要求，一般为 5 m³/min~10 m³/min。在孔内有水位压力的情况下，应考虑空气受压体积缩小的因素，进一步增大风量。

14.2.1.4 在孔内无水的情况下，风压需达到潜孔锤的额定工作压力；在有水位时，要增加克服背压，顶开水柱的压力。

14.2.2 牙轮钻进

14.2.2.1 钻压按单位钻头直径 300 N/mm~600 N/mm 选取。

14.2.2.2 转速为 30 r/min~60 r/min。

14.2.2.3 供气量为 3 m³/min~10 m³/min。

14.2.3 刮刀钻进

钻进技术参数按照DZ/T 0148有关条款执行。

14.3 钻进操作要求

14.3.1 开孔时采用常规钻进方法穿过松散覆盖层，下入孔口管或套管后，再开始空气反循环钻进。

14.3.2 硬岩稳定地层选用潜孔锤钻进，一般选用中频、大冲击功的潜孔锤及配套球齿钻头。中硬地层选择镶齿牙轮钻头，软岩选择铣齿牙轮钻头。软地层中可采用全面钻进用的三翼硬质合金钻头、十字型钻头等。地层变软应提钻变换钻具组合或改变钻进方法。

14.3.3 新牙轮钻头入孔需低钻压、低转速进行磨合后再逐步加至正常值。避免钻头长时间处于扫孔和划眼、扩孔状态。

14.3.4 采用潜孔锤钻进时，入孔前送风检查潜孔锤是否正常启动，在加接钻杆时向钻杆内注入润滑油。应防止钻具堵塞和接头松动。地层变软应提钻变换钻具组合或改变钻进方法。

14.3.5 钻进中应随时观察上返岩矿样品，及时掌握地层变化，调整钻进参数或改变钻进工艺和钻具组合。

14.3.6 样品按照出口顺序以一定间隔分段采集、装袋、编号，标明对应孔段。

14.3.7 每个采样回次末或加接钻杆时，应强风吹孔1 min~3 min，排净孔内岩屑，保证不混样。

15 贯通式潜孔锤反循环取心钻进

15.1 设备、配套机具及钻具

15.1.1 设备

钻机、空气压缩机按照本标准12.1.1配置。

15.1.2 配套机具

储气罐、供气胶管和三通阀门按照本标准7.1.2配置。

15.1.3 钻具

贯通式潜孔锤反循环取心钻进配套钻具见表17。

表17 贯通式潜孔锤反循环取心钻进配备钻具

钻具名称	选用要求
双通道气水龙头	按照本标准14.1.3配置。
双通道主动钻杆	按照本标准14.1.3配置。
双壁钻杆	按照本标准14.1.3配置。
鹅颈管	按照本标准14.1.3配置。

表 17 (续)

钻头	根据地层条件、钻孔深度、钻孔直径等选择钻头。开孔阶段、钻孔较浅或地层完整时,可以采用潜孔锤配合大规格反循环钻头进行钻进;地层较复杂、钻孔较深时,应采用与潜孔锤直径相近的钻头进行钻进;当地层破碎、堵塞情况频发时,应采用取样式防卡钻头;当地层极其破碎、裂隙发育、漏失严重,以及钻遇岩溶地层、地下空洞时,应采用内喷射式钻头。
岩心卡断器	在钻头上加接岩心卡断器,按设计长度卡断岩心。

15.1.4 机具连接及钻具组合

15.1.4.1 机具连接

机具连接顺序:空气压缩机、供气胶管、储气罐、三通阀、供气胶管、双通道气水龙头、双壁主动钻杆、双壁钻杆、潜孔锤、钻头。

排渣通道连接顺序:双通道气水龙头、鹅颈管、排渣管。

15.1.4.2 钻具组合

钻具自下至上组合:钻头、岩心卡断器、潜孔锤、双壁钻杆、双壁主动钻杆。

15.2 钻进技术参数

15.2.1 钻压

参照本标准12.2.1选取。

15.2.2 转速

一般情况下:软岩层30 r/min~45 r/min;中硬岩层20 r/min~40 r/min;硬岩层15 r/min~30 r/min。

15.2.3 供气量

一般满足潜孔锤工作气量即可。

15.3 钻进操作要求

15.3.1 使用内管插入式连接的双壁钻杆时,使用前应检查双壁钻杆的密封圈是否完好。下钻中应注意保证各连接处密封良好。

15.3.2 钻进遇到黏土夹层要控制钻速,适当增加吹孔时间,防止黏土堵塞反循环中心通孔。当排渣不连续时,应将钻具提高孔底并上下窜动,产生较高的气流速度,将大块的岩心排出孔口。

15.3.3 除上述要求外,其他相关钻进操作按照本标准 12.3 执行。

16 气举反循环钻进

16.1 设备、配套机具及钻具

16.1.1 设备

气举反循环钻进所用设备见表18。

表18 气举反循环钻进设备

设备名称	选用要求
钻机	遵照本标准7.1.1配置。
空气压缩机	性能选择主要取决于钻孔的深度、口径、钻杆等因素。供气压力以气水混合器深度每百米1.2 MPa选取。供气量以双壁钻杆间的环状通道内气流速度大于15 m/s为宜。一般要求最低供气压力大于0.70 MPa，供气量大于3 m ³ /min。

16.1.2 配套机具

储气罐、供气胶管和三通阀门遵照本标准7.1.2配置。

16.1.3 钻具

气举反循环钻进配套钻具见表19。

表19 气举反循环钻进配套钻具

钻具名称	选用要求
双通道气水龙头	按照本标准14.1.3配置。
双通道主动钻杆	按照本标准14.1.3配置。
双壁钻杆	按照本标准14.1.3配置。
单壁钻杆	按照本标准7.1.3配置。
钻铤	按照本标准7.1.3配置。
气水混合器	气水混合器内管内径应与双壁钻杆内径相同，等于或大于单壁钻杆内径。
鹅颈管	按照本标准14.1.3配置。
排渣管	按照本标准14.1.3配置。
钻头	全面钻进时，可选择反循环翼状（刮刀）、牙轮组合钻头。其中，翼状钻头适合于较松散地层。

16.1.4 机具连接及钻具组合

16.1.4.1 机具连接

机具连接顺序：空气压缩机、供气胶管、储气罐、三通阀、供气胶管、双通道气水龙头、双壁主动钻杆、逆止阀、双壁钻杆、气水混合器、单壁钻杆、钻铤、钻头。

排渣通道连接顺序：双通道气水龙头、鹅颈管、排渣管。

16.1.4.2 钻具组合

钻具自下而上组合：钻头、钻铤、单壁钻杆、气水混合器、双壁钻杆、逆止阀、双壁主动钻杆。

16.2 钻进技术参数

16.2.1 气举反循环钻进钻压应根据钻头形式、地层情况和钻机能力确定。第四纪松散层采用翼状钻头时，其压力可按单位钻头直径压力选取，一般在 0.3 kN/mm~0.6 kN/mm；采用牙轮钻头时，其压力控制在 0.6 kN/mm~1.2 kN/mm 为宜。在基岩或卵砾石地层时，钻压可提高 10%~20%。

16.2.2 钻进时应选择低速或中速回转，其钻头边缘线速度控制在 0.5 m/s 左右。

16.2.3 气举反循环双壁钻杆间环状通道内空气流宜控制在 15 m/s~20 m/s 之间，气、液、固混合冲洗液上返速度宜控制在 2 m/s~3 m/s。

16.2.4 混合器的沉没比

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，称沉没比。沉没比应根据孔内情况，在空气压缩机额定压力允许的情况下，合理选择，一般应大于0.5。

16.2.5 空气压缩机供气量

空气压缩机供气量与双壁钻杆内径的合理匹配可按表20选取。

表20 供气量与双壁钻杆内径匹配关系

双壁钻杆内管内径 mm	49	66	78	98	113	150
供气量 m ³ /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

16.2.6 空气压缩机压力

混合器沉没深度与所需空气压缩机压力可按表21选择。

表21 混合器沉没深度与供气压力选择

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

16.2.7 单壁钻杆长度确定

单壁钻杆长度受空气压缩机压力和混合器浸没深度的限制，一般为双壁钻杆的2倍~10倍。

16.3 钻进操作要求

16.3.1 气举反循环钻进工艺适用于砂性土层、砂砾石和基岩地层，不适宜在塑性和粘性较强的黏土地层钻进。

16.3.2 气举反循环钻进前一般需要采用正循环钻进方法钻进大于 30 m 深度，并下入相应规格的孔口保护管。

16.3.3 气举反循环钻进时应保证孔内液面高度，并备有地面回灌设备。当孔内液面下降时，应及时向孔内回灌清水或泥浆。

16.3.4 当地层相对稳定或基岩钻进时，可直接用清水作为冲洗介质；当地层稳定性差或破碎严重时，需要配备泥浆作为冲洗介质，保护孔壁稳定。

16.3.5 提钻后或下钻前应检查钻杆密封圈磨损情况，出现破损应及时更换。

16.3.6 停气前，应将钻具提离孔底 3 m~5 m。

16.3.7 每次下钻距孔底 3 m~5 m 时，首先启动空气压缩机向孔内供气清除孔底沉渣，待循环正常、钻头触底后再逐步加压钻进。

16.3.8 钻进中出现返渣排量大小不均或明显减小时，应及时提放活动钻具，不得加压继续钻进。

16.3.9 钻进中出现空气压缩机压力增高（管路堵塞）、压力降低（管路漏气）、孔内冒泡（外管漏气）、压力骤降（内管损坏）等情况时，应及时处理或提钻维修。

17 孔内事故预防与处理

17.1 孔内事故预防措施

17.1.1 择钻进方法应与地层特性、水文条件相适应。合理组合钻具、选择合适的钻进参数，以防形成卡钻、埋钻事故。

17.1.2 保证所有钻进设备运转正常，避免钻进中设备出现突发性故障。钻探场地供气、供液设施应完好；泡沫剂、分散剂的种类、配置浓度及泵入量应按地层特性和钻进工艺来确定。

17.1.3 认真检查钻具，拧紧螺纹，防止震动脱扣。气举反循环钻进时应确保气路密封可靠、孔内有足够的静水压头、合理的提钻间隔。潜孔锤钻进应掌握好钻速与排渣速度的匹配关系、控制好钻压和转速。

17.1.4 钻进回次终了应先停钻，后关气；回次开始先送气，后开钻。钻进过程中不应无故停气，防止因停钻前停气过早、钻屑回流而形成的卡钻、埋钻事故。

17.1.5 钻探场地应备有泥浆泵、泥浆材料及常用的打捞工具。

17.2 常见孔内事故的处理

17.2.1 卡钻、埋钻事故的处理

17.2.1.1 卡钻初期,应尽量维持循环,转动、上下窜动钻具。在分析原因、确定卡钻类型后,再分别采取不同的处理方法。

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

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

17.2.1.4 处理泥包、吸附卡钻时,应先调低冲洗液密度,持续循环,再将一定数量的原油、柴油、废机油或解卡剂(液)泵注到卡钻事故孔段进行浸泡,每隔1.5h~2h上下活动钻具一次,直至解卡。

17.2.1.5 在石灰岩层段发生卡钻,可采用盐酸溶解法解卡。将3%~5%的稀盐酸溶液(应考虑孔内水的稀释)通过钻柱或孔口注入被卡孔段,浸泡1h~2h,并辅助活动钻具,配合顶、拉,一般可以解卡。

17.2.1.6 当各种解卡方法均无效果时,采用反丝钻杆,逐步反出孔内卡点以上全部正扣钻杆,然后再处理被卡的粗径钻具。或采取钻小眼的方法:先用小径钻头扫透变径接头及岩心,震活被卡岩心管,再下入公锥,打捞出岩心管。或采用磨削残留钻具的方法消灭残留钻具。

17.2.1.7 如果反钻杆存在困难或必须采用倒扣与套铣交替进行而存在再次被卡风险时,可直接采用钻杆内爆破的方法,先取出孔内卡点以上全部钻杆,然后再处理孔内被卡的粗径钻具。

17.2.1.8 对于深孔发生卡钻事故,应根据不同规格钻杆的拉力与伸长量的关系,推断卡点位置和卡段长度,再从上述各种方法中选择。

17.2.2 钻具事故处理方法

17.2.2.1 钻杆断脱事故的处理

钻杆断脱可采用下列方法进行处理:

- a) 事故头较正,螺纹完好时,应先用相应螺纹端对接打捞。下钻时,拧紧钻杆,对上事故头时,上扣不宜太紧,一旦打捞失败,便于安全退出事故头以上钻杆;
- b) 事故头为外螺纹锁接头或光钻杆时,应合理选用丝锥进行打捞;
- c) 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,可先用弯钻杆、捞钩或磁力打捞器寻找出事故头;
- d) 事故头磨损、变形、破损时,一般用通天母锥或打捞器捞取;事故头上有障碍物时,应先进行清除,然后再进行捞取;
- e) 处理钻具事故时,推荐使用可退式打捞工具,以免事故复杂化。

17.2.2.2 粗径钻具断脱事故的处理

粗径钻具断脱时,可按下列方法进行处理:

- a) 岩心管断脱,打捞时可在捞锥上接一段弯钻杆作导向。

- b) 管头破损变形时，应采用捞管器或卡管器打捞。
- c) 管头有塌落物阻隔时，应先除去塌落物再打捞。
- d) 冲击器脱扣，应采用专用接头对扣捞取。
- e) 冲击器接头折断，采用内卡式筒状钻具捞取，或用正丝公锥、母锥捞取。

17.2.2.3 钻头脱落事故的处理

钻头脱落时，可按下列方法进行处理：

- a) 打捞脱落的取心钻头：应先将钻头内部的岩心除去，再用小一级钻头、炮弹钻头挤夹，或用公锥打捞；
- b) 金刚石胎体的打捞：可用抓筒、喷反钻具、粘筒或磁力打捞器等方法捞取；也可用掏心钻头，在孔底钻一个深 200 mm~300 mm 的小眼，将胎体碎块冲落到小眼内，再换用原钻具钻进取心，取上胎块碎屑；还可用磨孔钻头磨掉孔内胎块；
- c) 脱落牙轮的打捞：发生单轮脱落时，可用抓筒或磁力打捞器捞取；若出现三轮脱落孔底，并相互挤死，可先下入倒刺钩，钩活牙轮后，再用磁力打捞器依次捞出，或下入打捞筒一次捞出；
- d) 翼型刮刀钻头的捞取：下钻对扣捞取；采用公锥或母锥捞取；先进行扩孔再用筒状钻具捞取；根据刮刀钻头翼片数量，制作特殊捞钩进行打捞；
- e) 潜孔锤钻头的捞取：若因钻头尾部折断落入，可用正丝公锥或通天公锥捞取。若没有锥取空间或锥取空间不足，可先在钻头中心钻眼，再用正丝公锥或通天公锥捞取；
- f) 孔底散落球齿的打捞：采用红泥粘、磁铁吸、抓筒抓、磨鞋磨、掏小眼取心等方法打捞。

17.2.3 事故侧钻绕障处理

深孔出现卡钻、埋钻和钻具断裂事故，且处理难度较大时，可采用侧钻绕障处理方法，避开孔内事故钻具，定向钻进，直至达到设计深度。

18 质量要求与保证措施

18.1 质量要求

根据多工艺空气钻进作业孔的用途与目的，钻孔质量要求按照 DZ/T 0148 规定的八项指标、DZ/T 0227规定的六项指标、DZ/T 0017六项指标等相关标准执行；特殊要求的按照合同要求执行。

18.2 质量保证措施

18.2.1 保证岩心采取率的措施

18.2.1.1 根据地质条件、岩矿层的物理机械性质，正确地选择取心工艺、取样器具、钻进参数和冲洗介质类型。

- 18.2.1.2 取心工具应妥善保管，使用前要认真检查，用后要清洗检查、转动部位注润滑油脂。
- 18.2.1.3 在取心困难的矿层中钻进时应降低转速、压力和泵量（或供气量）。
- 18.2.1.4 在破碎地层中钻进时，应适当控制回次进尺长度和回次进尺时间。
- 18.2.1.5 钻进回次进尺长度不得超过岩心管长度。
- 18.2.1.6 在矿层、矿层顶、底板和重要标志层中，岩矿心没有采取上来时，要专程捞取；必须钻进捞取时，进尺不得超过 0.5 m。
- 18.2.1.7 退岩心时应细心，不得重敲、猛打，避免人为破碎并防止上下次序颠倒。

18.2.2 预防钻孔弯曲的措施

- 18.2.2.1 地表机械设备应经过检验，稳固可靠。
- 18.2.2.2 确保安装质量，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。
- 18.2.2.3 在易斜岩层施工，应根据地层、见矿深度等条件合理设计开孔角度和弯曲强度，已掌握钻孔自然弯曲规律的矿区应设计初级定向孔。
- 18.2.2.4 合理选择钻具结构和级配，尽量采用满眼钻进。
- 18.2.2.5 应选用锋利的钻头开孔，钻杆不得有偏摆，钻压应均匀，随钻孔加深加长岩心管。
- 18.2.2.6 深孔钻进时，宜采用钻铤加压。
- 18.2.2.7 遇到片岩地层、倾斜岩层、破碎带、软硬互层时，应使用锋利的钻头和长、直、重、厚、刚的钻具。有条件时可采用冲击回转钻进。
- 18.2.2.8 扩孔时要带内导正器，换径时要带外导正器。粗径钻具应用综合式异径接头连接，其中心线应一致。
- 18.2.2.9 根据钻孔结构合理选择钻具结构。用筒状钻具钻进要选择长、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，潜孔锤上方应接同径取粉圆管，起导正与修孔作用；牙轮钻进时应采用钻铤加压，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。
- 18.2.2.10 换径时导正管长度应大于 4m，第一回次的小径岩心管长度应小于 1m。

18.2.3 做好简易水文地质观测的措施

- 18.2.3.1 应严格按设计及时观测水位及其它应测项目。
- 18.2.3.2 水位观测的基准点应一致，读数应准确。
- 18.2.3.3 不得使用未经校准的仪器和测绳。

18.2.4 降低孔深误差的措施

- 18.2.4.1 机台使用的钢尺应保持两端平齐，刻度准确、清楚，并定期校正。

18.2.4.2 丈量机上余尺时，钻柱应停止回转，基准点一致，并准确丈量，及时记录。

18.2.4.3 应使用钢卷尺丈量下入孔内钻具的长度，并准确记录数据。

18.2.4.4 处理事故后应校正孔深。

18.2.5 做好原始记录的措施

18.2.5.1 记录员应在现场认真、及时地填写好各项数据，不允许下班后追记、补记。

18.2.5.2 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。

18.2.6 保证封孔质量的措施

18.2.6.1 使用泥浆做冲洗介质的钻孔，应自下而上清洗封闭段孔壁上的泥皮。

18.2.6.2 选用有一定强度的架桥材料做隔离塞，并将其牢靠地固定在预定孔深。

18.2.6.3 水泥应用清水搅拌均匀，水灰比应 ≤ 0.5 。

18.2.6.4 宜采用泵送、导管和注送器注入水泥浆；水泥浆下端出口位置距隔离塞顶端的距离应小于0.5m。

18.2.6.5 注浆过程应连续完成，封闭长度5m以内不得提动钻具；准确计算替浆的清水用量，替浆水量不得过多或过少。

18.2.6.6 用套管护壁的钻孔，应先封好套管下部各封闭段再起拔套管。

19 健康安全环保管理

19.1 健康管理

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

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

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

19.1.4 上岗人员在工作期间应正确佩戴、使用劳动保护用品。

19.1.5 施工班组应重视孔口粉尘控制，避免粉尘弥漫影响操作人员身体健康。

19.1.6 钻探场地应保证良好的通风条件，防止有毒、有害气体对操作人员身体健康的影响。

19.1.7 加强钻探场地内各类化学药品的管理，防止因泄漏、溢溅等威胁操作人员的身体健康。

19.2 安全管理

19.2.1 设备安装与搬迁安全规定

19.2.1.1 大型钻探设备迁移时，对所经过的公路、桥涵和障碍物等进行实地了解；运输超长、超高和超宽设备时，应采取相应的安全措施。

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

19.2.1.3 在气候条件安全、可靠的情况下，方可进行设备的吊装作业。

19.2.1.4 在进行高处作业时，正下方及其附近，不得有其他人员作业、停留或通过。

19.2.1.5 吊装、搬迁泥浆罐、油罐或水罐时，应先将罐内液体移除。

19.2.1.6 使用起重机械起吊钻探设备时，应遵守 GB 6067 相关规定。

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

19.2.2 人员安全规定

19.2.2.1 施工工作人员应接受安全生产和意外救险教育，并经考核合格后，方准上岗作业。

19.2.2.2 上班前 8h 内和上班时不准饮酒。进入钻探场地工作时，应穿戴规定的工作服和工作鞋，戴安全帽。不得赤膊、赤脚或穿拖鞋上岗。

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

19.2.2.4 新上岗工人、实习人员及换工种人员，应接受上岗前安全知识教育，并在班长或熟练工人指导下进行操作。

19.2.3 安全与防护规定

19.2.3.1 钻探场地修建、钻塔基础加固、设备选型布设以及钻探场地安全防护设施等，应符合钻孔工程设计和安全标准的相关要求。

19.2.3.2 钻机气水龙头、高压胶管，应设有防缠绕、防坠落的安全装置和导向钢丝绳。

19.2.3.3 使用坐式天车的钻塔应设可靠的安全挡板。

19.2.3.4 吊卡或提引器、提引钩，应使用安全连锁装置。

19.2.3.5 钻探场地的高压气、液管路，稳压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。

19.2.4 用电安全规定

19.2.4.1 钻探场地安全用电，应遵守 AQ 2004-2005 的相关规定。

19.2.4.2 钻探场地用电线路应采用电缆。电缆应按安全规定架空或在地下作保护性埋设。

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

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

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

19.2.4.6 在含油气地区施工要采用防爆电机和配电设施,使用电焊、气焊时,要采取有效的防爆措施。

19.2.5 操作安全规定

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

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

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

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

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

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

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

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

19.2.5.9 泡沫钻进过程中,防止管线爆裂、岩屑粉尘、泡沫剂对人员、设备的危害。应采用无毒的发泡剂、稳泡剂。施工人员应配备涂有橡胶的手套、口罩,工作服应勤洗、勤换。当有泡沫液溅入眼内时,应采用0.2%的硼酸溶液进行洗涤。应在易被泡沫浸湿的设备及机具上适当涂些油脂,以防止泡沫剂对设备和机具的腐蚀。提、下钻具时应使用防护眼镜和透明的挡板。

19.2.5.10 拆卸由孔内提出的潜孔锤的上接头、卡钎套或钻头前,应先用工具顶开上接头内的逆止阀,确保放出因泥砂、岩屑堵塞而憋在内部的承压空气或液体,防止被拆零件射出伤人。

19.2.6 事故处理安全规定

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

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

19.2.6.3 不得同时使用升降机、千斤顶或吊锤起拔孔内事故钻具。

19.2.6.4 不得超设备限定负荷而强行起拔孔内事故钻具。

19.2.6.5 打吊锤时,吊锤下部钻杆处应安装冲击把手或其他限位装置。不得用手直接扶、握钻杆或打箍。

19.2.6.6 使用千斤顶回杆时,不得使用升降机提吊被顶起的事事故钻具。

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

19.2.7 孔内爆破安全规定

19.2.7.1 爆破作业安全操作，应遵守 GB 6772 的相关安全规定。

19.2.7.2 实施孔内爆破时，应由持有爆破证书的专业人员操作。

19.2.7.3 下入爆破筒前，应进行孔径、孔深、孔弯曲度探测。

19.2.7.4 向孔内送药包时，应慢速下放。

19.2.7.5 爆破筒起爆前，应确定爆破危险边界，并做好爆破警戒工作。

19.2.8 其他安全防护规定

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

19.2.8.2 高温、炎热天气应做好防暑降温工作。

19.2.8.3 应经常对配电设施进行检修，防止阴、雨天气发生触电事故。

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

19.2.8.5 钻塔应设置避雷装置。避雷针的安装应符合 AQ 2004-2005 的相关规定。雷雨天气时，应立即停止作业，且作业人员不得在易导电的物体、孤立的大树下及山顶上避雨。

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

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

19.2.8.8 钻探场地内不得存放有毒、有腐蚀的化学药品，随用随取。使用时应按有关规定戴好防护装备。

19.2.9 现场安全管理

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

19.2.9.2 施工单位应设置专职或兼职安全员。安全员应经过安全知识培训，并考核合格后方可执岗。

19.2.9.3 施工单位应对上岗员工进行经常性的安全生产职业培训。定期进行工地安全施工检查，消除安全隐患。

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

19.2.9.5 施工单位应及时对上岗人员进行安全事故案例教育，对发生的人身事故、机械事故、孔内事故进行分析、总结，使上岗人员受到教育。

19.2.9.6 钻探场地应保留安全活动记录。

19.3 施工环境保护

19.3.1 钻前工程环保要求

19.3.1.1 孔位确定后，应对钻探场地周围的自然环境（地质、地貌、水环境、植被、生物、大气、土壤和人文环境等）进行调查或评价，依据有关法律、法规，制定达到环境保护标准和要求的具体措施。

19.3.1.2 修建通往钻探场地的道路时，应避免堵塞和填充自然排水通道，并尽量减小设备搬迁过程对自然环境的影响。

19.3.1.3 钻探场地应设置废泥浆、生活污水处理设施，包括污水沟、污水池或污水处理设备等。污水沟池应进行防渗漏和防垮塌处理。

19.3.1.4 钻进介质循环系统应尽可能配备铁皮或塑料箱槽，需要挖掘泥浆池或循环槽时，底部应做防渗处理。

19.3.2 施工环保要求

19.3.2.1 配制冲洗液应优先选择无毒化学处理剂，不得使用毒性化学处理剂。

19.3.2.2 位于农田、湖泊或居民区附近的钻孔，不得使用铁铬木质素磺酸盐、亚硝酸盐、红矾等对环境和地下水污染的化学处理剂，限量使用 CaCl_2 、 NaCl 等可能造成水质与土质破坏的处理剂。应尽可能使用高分子聚合物和含钾类处理剂。

19.3.2.3 钻孔施工中产生的废泥浆、污水等可经沉降隔油处理后利用。外排污水应达到排放标准。

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

19.3.2.5 采用干空气钻探、潜孔锤钻进时，应向气路中加注泡沫剂溶液，以便有效地消除孔口粉尘。

19.3.2.6 当难以彻底消除孔口粉尘时，应采取孔口捕尘、再降尘，直至达到排放标准。

19.3.3 竣工搬迁环保要求

19.3.3.1 工程竣工后，泥浆池、废液池和污水池中的剩余泥浆、淤泥应妥善处理。

19.3.3.2 钻进过程中产生的岩屑应进行固化或无害化处理。处理后的岩屑可与钻进材料、油料污染的土壤一同用地表土覆盖。

19.3.3.3 施工场地内的包装物、塑料、废料以及生活垃圾等，应统一回收利用，无法利用的可焚烧或掩埋。

19.3.3.4 工程竣工，施工设备和人员撤离现场后，宿营地、施工场地，应恢复原来的自然地貌和景观。

参 考 文 献

- [1] 耿瑞伦, 陈星庆等. 多工艺空气钻探 [M]. 北京: 地质出版社, 1995. 10.
- [2] 鄢泰宁, 卢春华等. 节水钻探技术 [M]. 北京: 中国地质大学出版社. 2009. 3.
- [3] 曾义金, 樊洪海译. 空气和气体钻孔手册 [M]. 北京: 中国石化出版社. 2006. 8.
- [4] 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. 12.
- [5] 詹军, 于清杨. 风动潜孔锤在滑坡治理中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2001, (S1).
- [6] 孙承志, 李文智, 胡晓天. 气动潜孔锤钻进技术在基岩地区水文钻探中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2007, 34(8).
- [7] 许刘万, 史兵言, 李国栋. 大力推广气动潜孔锤及气举反循环组合钻进技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2007, 34(9).
- [8] 许刘万, 史兵言, 赵明杰. 反循环气动潜孔锤的研制及应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 36(4).
- [9] 赵鸿杰, 孙智杰. 空气潜孔锤与气举反循环钻进组合工艺在水文水孔钻探中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2006, 33(11).
- [10] 孙丙伦. 应用气举反循环钻进工艺成功解决钻孔施工疑难技术问题[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2007, 34(3).
- [11] 耿瑞伦. 应用节水型钻进技术探采西北地区地下水[J]. 探矿工程, 2003, (4).
- [12] 顾新鲁, 李清海等. 空气泡沫钻进在干旱地区水孔钻探方面的应用[J]. 西部探矿工程, 2005(8).
-