

中国地质调查局地质调查技术标准

DD2010-01

地质调查岩心钻探技术规程 (试行)

中国地质调查局

2010年2月

目 次

前 言.....	1
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 基本规定.....	1
3.1 钻孔口径系列	1
3.2 钻孔深度	2
3.3 岩石钻进特性	2
3.4 钻探方法	4
4 钻探工程设计.....	5
4.1 设计的基本要求	5
4.2 设计依据	5
4.3 设计编写的主要内容与要求	5
5 钻探设备的选择和安装.....	9
5.1 钻探设备的选择	9
5.2 设备安装	10
5.3 安装验收	11
6 硬质合金钻探.....	12
6.1 硬质合金钻头的选择	12
6.2 硬质合金钻进技术参数选择	12
6.3 针状硬质合金钻进	13
6.4 硬质合金钻进注意事项	13
7 金刚石钻探.....	14
7.1 钻头、扩孔器磨料的选择	14
7.2 金刚石钻头和扩孔器的选择	15
7.3 金刚石钻头的合理使用	16
7.4 金刚石取心钻具	17
7.5 金刚石岩心钻进技术参数	18
7.6 金刚石钻进操作技术要求	19
8 金刚石绳索取心钻探.....	20
8.1 钻头和扩孔器的选择	20

8.2 绳索取心钻具	21
8.3 钻探技术参数	22
8.4 泥浆钻进操作要求	24
8.5 钻杆内壁结垢防治措施	24
9 冲击回转钻探.....	24
9.1 技术特点和适用条件	24
9.2 液动冲击器类型	24
9.3 钻探设备及附属装置的选择	24
9.4 液动冲击回转钻进工艺要求	25
10 定向钻探与定向取心.....	25
10.1 技术特点和适用条件	25
10.2 初级定向钻进	26
10.3 受控定向钻进	26
10.4 纠斜钻进	27
10.5 岩心定向技术	28
11 空气反循环取样钻探.....	28
11.1 技术特点和适用条件	28
11.2 设备的选择与配套	29
11.3 钻具组合	29
11.4 钻进工艺	30
11.5 空气介质种类与特性	32
11.6 除尘与消泡	32
11.7 样品的收集与缩分	32
11.8 常见问题的处理方法	33
12 冲洗液.....	33
12.1 类型和应用地层	33
12.2 冲洗液常用材料和化学处理剂	34
12.3 冲洗液主要性能指标	34
12.4 现场冲洗液的配制与维护	34
12.6 防止绳索取心钻杆内壁结垢对冲洗液的性能要求.....	35
12.7 废浆处理	35
13 护壁和堵漏.....	35
13.1 不同地层和应力异常带的护壁措施	35

13.2 套管护壁	36
13.3 堵漏与止涌	37
14 钻孔轨迹测量.....	38
14.1 一般规定	38
14.2 钻孔轴线轨迹简便计算方法	39
15 孔内事故的分类和预防处理.....	39
15.1 孔内事故分类	39
15.2 预防孔内事故的基本要求	39
15.3 处理孔内事故的基本要求	39
15.4 卡、埋、烧钻事故的预防和处理	40
15.5 钻具折断、脱落及跑钻事故的预防和处理	41
15.6 套管事故的处理	42
15.7 孔内落入工具物件的处理	42
15.8 测井事故的预防和处理	43
15.9 处理事故的安全规定	43
16 钻探工程质量.....	43
16.1 钻孔质量要求	43
16.2 保证钻探工程质量的措施	45
17 健康、安全、环保 (HSE) 管理.....	46
17.1 健康管理	46
17.2 安全管理	46
17.3 环境保护管理	49
18 生产管理.....	49
18.1 施工管理基本规定	49
18.2 管理制度	49
19 钻探施工技术档案.....	52
19.1 建立钻探施工技术档案的基本要求	52
19.2 钻探工程技术档案基本内容	52
附录 A (资料性附录) 冲洗液化学处理剂、性能测试程序和配浆基本计算.....	54
A.1 冲洗液化学处理剂	54
A.2 冲洗液主要性能测试	56
A.3 现场配浆、维护的基本计算	57
附录 B (资料性附录) 矿区钻探工程施工技术报告编写提纲.....	59

B.1 前言	59
B.2 矿区概述	59
B.3 主要钻探设备配套及现场布置	59
B.4 钻探工艺方法	59
B.5 护壁与堵漏	59
B.6 钻探工程质量及保证措施	59
B.7 科学试验与技术创新	60
B.8 生产组织及生产技术管理	60
B.9 主要经济技术指标完成情况	60

前 言

本规程是根据 GB/T 13908—2002《固体矿产地质勘查规范总则》及 DZ/T 0078—93《固体矿产勘查原始地质编录规定》，参考矿区钻探、坑探、化探、采样、水文地质、工程地质、环境地质、勘查工程测量等有关规范、规定，结合地质勘查单位工作经验编写而成。

本规程包括了岩心钻探工程设计的编制、钻探方法和设备选择、通用的工艺方法、冲洗介质及施工守则、钻孔质量保证、钻探施工的人身健康、安全、环境保护和生产管理等方面的内容，是不同领域岩心钻探工程及各种专项钻探工艺技术方法的基础性规程。

本规程总结了我国岩心钻探长期实践的丰富经验并汲取了大量技术成果，是地质岩心钻探工程设计、施工、管理、检查验收等各项工作的重要依据和准则。对于不同的勘查对象、勘查阶段、勘查目的而有所变更的一些特殊要求和技术指标，应符合相关的规程、规范或通过协议、合同做出明确规定。

本规程由中国地质调查局提出。

本规程由中国地质调查局归口。

本规程起草单位：中国地质科学院勘探技术研究所

本规程主要起草人：王达、赵国隆、肖亚民、陈星庆、汤松然、孙建华、张林霞、刘秀美、戴智长。

本规程由中国地质调查局负责解释。

地质调查岩心钻探技术规程

1 范围

本规程规定了钻探施工过程中所有工序的技术要求及相关管理规定。

规程中对“岩心”的界定是广义的，指能采集到的各类岩石样品，即除圆柱状的岩心外，也包括各种岩块、岩样、岩屑，故各种反循环连续取心也视为岩心钻探的范围。

本规程主要适用于地质岩心钻探，工程勘察、工程施工、水文水井钻探和油气井钻探的小口径钻孔施工，可参照本规程。

规程适用于孔深 3000m 以内的钻孔施工。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

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 50194	建设工程施工现场供用电安全规范
GB/T 3787	手持式电动工具的管理、使用、检查和维修安全技术规程
GB/T 5005	钻井液材料规范
GB/T 9151	钻探工程名词术语
GB/T 16950	金刚石岩心钻探钻具设备
GB/T 16951	金刚石绳索取心钻探钻具设备
GB/T 18376.2	硬质合金牌号 第二部分：地质、矿山工具用硬质合金牌号
AQ 2004	地质勘探安全规程
DZ/T 0032	地质勘查钻探岩矿心管理通则
DZ/T 0053	液动冲击回转钻探技术规程
DZ/T 0054	定向钻进技术规范
DZ/T 0078	固体矿产勘查 原始地质编录规定
DZ/T 0088	地质钻探用钻塔系列

3 基本规定

3.1 钻孔口径系列

地质岩心钻探口径系列是钻探工程最基础的规定，依照国际通用的标准采用 R、E、A、B、N、

H、P、S 作为代号，规格代号及对应的公称口径见表 1。

表 1 规格代号及对应的公称口径

单位为毫米

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

公称口径只代表理论钻孔口径尺寸，以便于统一钻具的规格系列，实际的钻头、扩孔器外径尺寸可根据不同的钻进方法和地层情况在合理范围内确定。

3.2 钻孔深度

不同的应用领域钻孔深度的划分标准不同，地质岩心钻探钻孔深度划分见表 2。本表仅适用于地表地质钻孔深度划分，不适用于坑道内钻孔、工程地质钻孔、油气钻孔、水文地质及地热钻孔等的深度划分。

表 2 地质岩心钻孔深度分级

单位为米

钻孔称谓	浅孔	中深孔	深孔	特深孔
深度范围	<300	300~1000	1000~3000	>3000

3.3 岩石钻进特性

3.3.1 岩石可钻性

GB/T 9151 中规定，地质岩心钻探岩石可钻性是岩石被碎岩工具钻碎的难易程度，即岩石的抗钻性能，与岩石的强度、硬度、弹塑性、研磨性和结构特征相关。

地质岩心钻探岩石可钻性分级采用综合分级法，是以岩石物理力学性质和岩石局部抗机械破碎能力作为统一定级的基础，主要以岩石压入硬度为主，分为 12 个级别，见表 3。

表3 岩心钻探岩石可钻性分级

岩石可钻性级别	岩石物理力学性质			钻进时效指标		代表岩石举例
	压入硬度 kg/mm ²	摆球硬度		统计效率 m/h		
		弹跳次数	塑性系数	金刚石	硬质合金	
1-4	<100	<30	>0.37		>3.90	粉砂质泥岩、碳质页岩、粉砂岩、中粒砂岩、透闪岩、煌斑岩
5	90-190	28-35	0.33-0.39	2.90-3.60	2.50	硅化粉砂岩、碳质硅页岩、滑石透闪岩、橄榄大理岩、白色大理岩、石英闪长玢岩、黑色片岩、透辉石大理岩、大理岩
6	175-275	34-42	0.29-0.35	2.30-3.10	2.00	黑色角闪斜长片麻岩、白云斜长片麻岩、石英白云石大理岩、黑云母大理岩、白云岩、蚀变角闪闪长岩、角闪变粒岩、角闪岩、黑云石英片岩、角岩、透辉石榴石砂卡岩、黑云白云石大理岩
7	260-360	40-48	0.27-0.32	1.90-2.60	1.40	白云斜长片麻岩、石英白云石大理岩、透辉石化闪长玢岩、混合岩化浅粒岩、黑云角闪斜长岩、透辉石岩、白云石大理岩、蚀变石英闪长玢岩、黑云母石英片岩
8	340-440	46-54	0.23-0.29	1.50-2.10		花岗岩、砂卡岩化闪长玢岩、石榴子砂卡岩、石英闪长斑岩、石英角闪岩、黑云母斜长角闪岩、混合伟晶岩、黑云母花岗岩、斜长闪长岩、斜长角闪岩、混合片麻岩、凝灰岩、混合浅粒岩
9	420-520	52-60	0.20-0.26	1.10-1.70		混合岩化浅粒岩、花岗岩、斜长角闪岩、混合闪长岩、斜长闪长岩、钾长伟晶岩、橄榄岩、斜长混合岩、闪长玢岩、石英闪长玢岩、似斑状花岗岩、斑状花岗闪长岩
10	500-610	59-68	0.17-0.24	0.80-1.20		硅化大理岩、砂卡岩、混合斜长片麻岩、钠长斑岩、钾长伟晶岩、斜长角闪岩、鞍山质熔岩、长英质混合岩化角闪岩、斜长岩、花岗岩、石英岩、硅质凝灰砂砾岩、英安质角砾熔岩
11	600-720	67-75	0.15-0.22	0.50-0.95		凝灰岩、熔凝灰岩、石英角岩、英安岩
12	>700	>70	<0.20	<0.60		石英角岩、玉髓、熔凝灰岩、纯石英岩

测定岩石可钻性的方法还有微钻法、破碎比功法、切槽法等，其指标也可作为确定岩石可钻性级别的参考。

3.3.2 岩石研磨性

岩石研磨性是岩石对碎岩工具的磨损能力。

岩石研磨性按标准钢杆研磨法分为三类八等；按标准金刚石杆研磨法分为三类四等，见表4。

表 4 岩石研磨性分类

研磨性 分类	岩石研磨性测试方法			
	按钢杆研磨法		按金刚石杆研磨法	
	研磨性等级	研磨性指标 mg	研磨性等级	研磨性指标 mg
弱研磨性	1	<5	1	≤1.0
	2	5~10		
中等 研磨性	3	10~18	2	1.1~2.5
	4	18~30		
	5	30~45	3	2.6~5.0
强研磨性	6	45~60	4	>5.0
	7	60~90		
	8	>90		

3.3.3 岩石完整程度

岩石完整程度分为完整、较完整、破碎三类。

3.4 钻探方法

3.4.1 钻探方法的主要类型

按机械碎岩方式分有回转钻探、冲击钻探、冲击回转钻探等；按碎岩工具或磨料分有钢粒钻探、硬质合金钻探、金刚石钻探、复合片钻探、牙轮钻头钻探等；按获取岩心的方式分有提钻取心、绳索取心、反循环连续取心取样等；按冲洗液类型分有清水钻探、泥浆钻探、空气钻探等；按冲洗液循环方式分有正循环钻探、反循环钻探、孔底局部反循环钻探等。此外还有一些特殊的方法，如井底动力驱动钻探、定向钻探等，也可以是上述方法的组合。

地质岩心钻探采用的主要钻探方法有硬质合金钻探、金刚石钻探（含绳索取心钻探）、复合片钻探、冲击回转钻探、定向钻探、反循环取心取样钻探等。

3.4.2 确定钻探方法的基本原则

- a) 应满足地质要求和任务书（合同）确定的施工目的；
- b) 在适应钻进地层特点的基础上，优先采用先进的钻探方法；
- c) 以高效、低耗、安全、环保为目标，保证钻探质量、降低劳动强度，争取好的经济效益；
- d) 适应施工区的自然地理条件。

3.4.3 钻探方法的选择

针对主要岩层特点，依据岩石硬度、研磨性及完整程度，结合口径、钻孔深度等，选定钻探方法。6级以下岩石可选用硬质合金钻进方法，7级以上岩石应以金刚石钻进方法为主，金刚石复合片及聚晶金刚石钻进适用于4~7级、部分8级岩石；中深孔、深孔钻探为减少提钻次数，宜采用绳索取心钻进方法；坚硬致密打滑岩层宜采用冲击回转钻进方法；治理孔斜及施工定向孔、多分支孔宜采用定向钻进方法；在坚硬破碎、易于坍塌、漏失复杂地层钻进时，推荐采用空气反循环连续取心（样）钻进方法。

钻进方法的选择见表 5。

表 5 钻进方法的选择

岩石特性	岩石硬度	软			中硬			硬			坚硬		
	岩石可钻性级别	1~3			4~6			7~9			10~12		
	岩石研磨性	弱	弱	中	强	弱	中	强	弱	中	强		
钻 进 方 法	硬质合金钻进	●	●	●	●								
	表镶金刚石钻进			●	●	●	●						
	孕镶金刚石钻进				●	●	●	●	●	●	●	●	
	冲击回转硬质合金钻进		●	●	●	●							
	冲击回转金刚石钻进					●	●	●	●	●	●	●	
	聚晶、复合片钻进		●	●	●	●	●						
	空气潜孔锤钻进				●	●	●	●	●	●	●	●	

3.4.4 钻探工程主要工序

钻孔的施工过程，包括定孔位→平整场地与修筑地基→安装钻探设备及附属设备→临时设施建设→安装验收→开孔前的准备工作→开孔及下孔口管→换径→钻进→岩矿心整理和保管→其他工作（下套管、校正孔深、简易水文观测、钻孔弯曲测量）→终孔起拔套管→封孔→废浆处理和场地环境恢复→钻孔验收→拆迁。

4 钻探工程设计

4.1 设计的基本要求

- a) 每项钻探工程施工前应进行工程设计，未经审批不得施工；
- b) 一个矿区若施工多个钻孔，整个矿区的钻探工程应有总体施工设计，并选择有代表性的钻孔进行设计，孔深 600m 以上或地层变化较大，应进行单孔施工设计。

4.2 设计依据

- a) 项目的地质设计；
- b) 钻探工程的技术要求；
- c) 有关的规程、规范和标准；
- d) 合同或协议。

4.3 设计编写的主要内容与要求

4.3.1 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。

4.3.2 施工矿区的基本情况

4.3.2.1 矿区地理、交通位置、矿产种类、地形地貌、当地气候等。

4.3.2.2 矿区及矿体简要地质特征；岩矿层的划分、产状；水文地质情况；地层构造、断裂、破碎

情况等。

4.3.2.3 施工矿区岩石的主要物理机械性质及可钻性分类，包括影响钻探施工的主要地质因素、岩石种类、主要矿物成分及结构、岩层倾角、软硬程度、可钻性、研磨性、节理裂隙发育程度、破碎程度及其他可能给钻进带来的影响等。

4.3.3 钻孔及钻探工作量

4.3.3.1 按勘探线及矿段，说明工程间距、钻孔布置情况及施工顺序（可附图）。

4.3.3.2 按钻孔性质（勘探孔、普查孔、水文孔）列表说明各类钻孔数及工作量，见表6。

4.3.3.3 列出钻孔设计孔深、开孔角度、穿矿口径、平均岩石可钻性级别见表7。

表6 矿区钻孔设计工作量汇总表

矿区名称：										
设计孔深 m	普查孔		勘探孔		水文孔		……		合计	
	钻孔数	工作量								
	个	m	个	m	个	m	个	m	个	m
0~100										
101~300										
301~600										
601~1000										
……										
……										
合计										

表7 钻孔设计一览表

矿区名称：							
序号	孔号	设计孔深 m	设计角度 °		穿矿口径 mm	平均岩石可钻 性级别	备注
			倾角	方位角			
1	2	3	4	5	6	7	8
说 明							
1. 备注栏内注明对钻孔的特殊要求，如电测、专门水文试验工作等；							
2. 平均岩石级别计算公式							
$\text{平均岩石级别} = \frac{\text{各级岩石级别与岩层厚度乘积之和}}{\text{各类岩层厚度的和}}$							

4.3.4 钻探技术设计

单孔设计时，推荐以下方法。

4.3.4.1 钻进方法和钻具组合

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

4.3.4.2 钻孔结构设计

- a) 根据地质设计要求确定相应的穿矿口径和终孔直径；
- b) 根据地层条件、钻孔设计深度、钻进方法、护壁措施及设备能力等因素，合理确定开孔直径、换径次数及其深度，阐明选择钻孔结构的依据；
- c) 确定套管的规格、数量、下入深度和程序；
- d) 编制施工设计指示书，同图对照绘制地质柱状图和钻孔结构设计图见表 8。

表 8 钻孔施工设计指示书

矿区名称： 孔 号：																
序号	地质情况					钻探工程设计										
	累计孔深 m	岩层厚度 m	岩石名称	地层与岩性描述	地质柱状图	钻孔结构图	岩石可钻性级别	钻进方法	主要钻进参数			冲洗液	主要质量指标			主要技术措施
									转速 r/min	钻压 kN	泵量 L/min		岩矿心采取率%	顶角。 。	方位角。 。	
1																
2																
3																

4.3.4.3 冲洗液类型与制定护壁堵漏措施选择

- a) 不同地层选用的冲洗液类型及性能，说明选择依据；
- b) 冲洗液的配制、性能调整的方法，黏土、处理剂及润滑剂的用量计划；
- c) 护壁堵漏措施；
- d) 冲洗液循环和固控系统的布置。

4.3.4.4 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、泥浆泵、动力机、钻塔及接管机、泥浆搅拌机、照明发电机的规格及数量，注明主要设备的性能参数。

4.3.4.5 新技术应用

采用受控定向钻进和空气反循环取样钻进时需制定专门的设计和技术措施。

4.3.5 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。

4.3.6 供电设计

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。

4.3.7 钻孔质量要求及保证措施

4.3.7.1 工程质量指标

根据地质设计确定钻孔六项质量指标的具体要求。

4.3.7.2 质量保证措施

- a) 取心方法，取心工具的配备、使用及操作；
- b) 测斜仪器选择，易斜地层的防斜、纠斜措施；
- c) 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；
- d) 保证质量的具体技术措施，薄弱环节技术攻关方案。

4.3.8 孔内事故预防及处理措施

根据矿区以往工作经验，对主要孔内事故提出预防与处理措施。

4.3.9 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。

4.3.10 成本预算与钻探施工安排

4.3.10.1 根据岩石可钻性、定额、钻进方法及岩层复杂程度计算台时、确定全矿区年平均台月效率、钻机开动数等，做出成本预算。

4.3.10.2 根据平均钻机开动数及设计工作量，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。

4.3.11 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。

5 钻探设备的选择和安装

5.1 钻探设备的选择

5.1.1 岩心钻机的选择

5.1.1.1 按照钻探的目的，应满足工程的各项要求。

5.1.1.2 具有按选定的钻探工艺施工的能力，适应可能出现的钻探方法的变换。

5.1.1.3 依据施工区域的地形地貌、道路、水源、电力供应、气候等条件选择适用设备。

5.1.1.4 优先选用技术性能先进、易于维修及经济效益好的钻机。

5.1.2 泥浆泵的选择

根据钻探方法、钻机类型、钻孔结构及钻探工艺要求选择泥浆泵。

5.1.3 动力机的选择

动力机的功率及型号应依照钻机、泥浆泵及附属设备等说明书中的要求配置。

优先采用电驱动；缺电地区可建立发电站集中供电或用发电机组单机供电；供电十分困难的边远偏僻地区，可使用柴油机驱动。高海拔地区，应适当增加柴油机功率。

5.1.4 钻塔的选择

依照 DZ/T 0088 的规定，根据不同的钻孔深度、钻机型式及钻孔倾角选择三角塔、A 字塔、四脚钻塔。除整体式钻探机组和配有桅杆式钻架钻机外，散装钻机施工 100m 左右的浅孔推荐使用 9m 以内的三角塔；300m~600m 的钻孔推荐采用 13m~18m 钻塔；1000m 以上钻孔可采用 18m~23m 或更大型的钻塔。斜孔应选用直斜两用钻塔或 A 字塔。

5.1.5 附属设备的选择

根据选择的钻机和钻具，选配拧管机、泥浆搅拌机、泥浆固控设备、活动工作台、小型发电照明设备等。

5.1.6 仪表的选择

岩心钻探设备应配有孔底压力指示表、泵压表，推荐配备扭矩表、转速表、冲洗液流量表或钻孔多参数仪，电力驱动应有电压表、电流表和功率表。

5.2 设备安装

5.2.1 平整场地

5.2.1.1 根据地质设计和选用的设备类型平整场地。场地面积要满足施工需要，不占或少占用农田。在满足设备布置摆放的前提下减少修筑工作量。强风地区应避开当地季风风向直吹场房的侧面。

5.2.1.2 在倾斜地面平整场地时要做到以下各点：

- a) 当靠山坡一面是坚硬稳固的岩石时，坡度可保持在 $60^{\circ} \sim 80^{\circ}$ ，若为松散岩石、土层应不大于 45° 。应排除坡面活石，必要时在场地上方挖积石排水沟；
- b) 填方的面积不得超过场地面积的 $1/4$ ，填方部分应采取措施防止坍塌和溜方。孔深超过 600m 及土层松散、地形坡度大于 30° 时，塔基不允许安装在填方部位；
- c) 在悬崖下修筑场地，要除掉崖上活石；
- d) 注意可能发生的洪水、泥石流、崩塌、滑坡等自然灾害，避开泄水区或修筑坚固的防洪坝。河滩、沟谷施工注意场地纵长方向应与水流方向一致；
- e) 爆破作业时应遵守 GB 6722 的规定。

5.2.2 修筑地基

场地松软需要增加抗压强度时，应修筑地基。地基应水平，主要受力部位承载能力无显著差别，否则应加固。常见的地基形式有：

- a) 浅槽：在基台枕铺设部位，挖掘浅槽，垫入碎石、黏土夯实后置入基台枕；
卧枕局部加固：在设备重要着力点，如塔腿、钻机等部位，埋放卧枕承载基台；
- b) 竖桩地基：用于松软、填方场地，在铺设基台枕的部位夯入竖桩，上铺基台枕并用螺栓牢固连接；
- c) 深孔或土层松软场地，钻塔基础应采用混凝土地基；
- d) 在坡地修筑地基可采用桩柱结构钢筋混凝土地基。

5.2.3 机台的安装

5.2.3.1 除整体车装、履带装钻机外，钻探设备应固定在连成一体的基台上。基台由型钢地梁组成，通常分作上下两层，用螺栓固定，钢质基座的主要着力点下应垫放木板或枕木。

5.2.3.2 基台长度应比钻塔底盘长出 200mm~500mm，连接型钢的螺栓不得小于 $\phi 16\text{mm}$ ，并加防松垫片。连接后的整体基台要规方，并用水平仪校正。

5.2.4 钻塔的安装、拆卸

5.2.4.1 安装、拆卸钻塔应在安装队长或机长的指挥下进行。工作人员应严格遵守高空作业安全守则。

5.2.4.2 钻塔安装前应严格检查钻塔构件、工具、绳索、挑杆的可靠性。

5.2.4.3 安装钻塔自下而上进行，安装的连接件应装全、装牢并保证钻塔稳固、周正。安装结束后应进行检查、调整。

5.2.4.4 拆卸钻塔应自上而下进行，不准许先拆下部构件或者同时拆卸上下部构件。

5.2.4.5 夜间或遇五级以上强风、雷雨、大雪、浓雾天气，不允许进行钻塔安、拆作业。冬季施工注意清除冰霜。

5.2.4.6 安装 A 字塔采用整体法。使用绞车或人力起落时，塔腿应架起一定高度，塔顶先拴好绷绳，检查塔脚销轴是否灵活可靠；采用液压起落钻塔或桅杆时，起落前应检查液压系统是否稳定。起落后，液压系统应锁定。钻塔起落范围内不准有人，注意观察绷绳调整方向。

5.2.5 机械设备的安装

5.2.5.1 钻机安装应周正、水平、稳固。车装钻机支腿要垫实；立轴式钻机要求钻塔天车、回转器轴线和钻孔中心处于同一直线。

5.2.5.2 泥浆泵应用螺栓固定在基台上。

5.2.6 附属设施及安全防护设备的安装

5.2.6.1 应根据当地气候条件选择场房类型，场房内铺设厚度要大于 40mm 木质地板，塔上台板厚度要大于 50mm。

5.2.6.2 座式天车要有安全挡板，吊式天车要装安全保险绳。

5.2.6.3 有皮带传动的部位要安设防护罩，钻塔要包挂塔衣并与塔架连接牢靠，采用 $\phi 12.5\text{mm}$ 以上钢绳作钻塔绷绳，塔高 18m 以下的设四根，23m 及以上的设八根，各绳张力应均衡，位置对称，与水平面夹角要小于 45° 。

5.2.6.4 活动工作台应安装牢靠，并有可靠的制动、防坠装置。用 $\phi 9\text{mm} \sim \phi 10\text{mm}$ 的钢丝绳作平衡绳和导滑绳。平衡重砣接近地面部位应设有围栏。活动工作台围栏高度为 1.2m，底盘周围的护板高度应在 150mm 以上。

5.2.7 钻探设备的拆卸与搬运

5.2.7.1 设备拆卸时不允许猛力敲打。作好拆下零部件的保存工作，防止气孔、油孔、油路被污物堵塞。

5.2.7.2 不允许向山下抛掷和滚放构件、器材、工具。汽车运输器材要放稳捆牢，装卸时要有足够强度的搭板、跳板。人力搬运应有专人指挥，注意转弯坡道处的安全。

5.2.7.3 地形平缓，钻孔距离较近，可采用整体或半整体迁运，必要时应有拖拉机在两侧用钢绳控制钻塔直立前行，行进中密切注意地形、高压线等影响。

5.3 安装验收

设备安装完成后，应调试、维护和试运转。经安全、设备、生产、技术、地质等部门验收合格方可正式开钻。

6 硬质合金钻探

6.1 硬质合金钻头的选择

6.1.1 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、地层特性等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方柱状合金；中硬岩用不同规格的八角柱状合金。硬质合金镶嵌的技术参数见表 9、表 10 及表 11。

表 9 硬质合金镶焊数量

单位为颗

钻孔口径		N	H	P	S
岩石可钻性 级别	1~4	6~8	8~10	8~10	10~12
	4~6	8~10	9~12	10~14	14~16
卵砾石层		9~12	12~14	14~16	16~18

表 10 硬质合金镶嵌角（切削角）及刃尖角

岩 性	镶嵌角	刃尖角
1~4 级均质岩石	70° ~75°	45° ~50°
4~6 级均质岩石	75° ~80°	50° ~60°
7 级均质岩石	80° ~85°	60° ~70°
7 级非均质裂隙岩层	90° ~-15°	80° ~90°

表 11 硬质合金钻头切削具出刃规格

单位为毫米

岩 石	内出刃	外出刃	底出刃
松软，塑性，弱研磨性岩石	2~2.5	2.5~3	3~5
中硬、强研磨性岩石	1.0~1.5	1.5~2	2~3

6.1.2 胶结性的砂岩、黏土、亚黏土、泥岩以及风化岩层、遇水膨胀或缩径地层宜选用肋骨钻头或刮刀式钻头；3~5 级中、弱研磨性地层，铁质、钙质岩层、大理岩等宜用直角薄片式钻头或单双粒品字型钻头；研磨性强、非均质较破碎、稍硬岩层，如石灰岩等用犁式密集钻头或负前角斜镶钻头；软硬不均、破碎及研磨性强的岩层，如砾岩等宜用大八角钻头；砂岩、砾岩等也可用针状合金钻头。

6.2 硬质合金钻进技术参数选择

应根据岩石性质、钻头结构、设备条件和质量要求等因素合理确定钻探技术参数。

6.2.1 钻压

取心硬质合金钻头以镶嵌合金型号、数量确定钻压值，一般取 0.5kN/颗~1kN/颗。中

硬完整岩层取较大值，较软及破碎岩层选用较小值，选取范围见表 12。刮刀钻头钻压可稍大。

6.2.2 转速

线速度以 0.5m/s~2m/s 为宜，针对不同口径和岩层硬度以及产状的差异，选用不同转速见表 12。中硬、完整、致密岩层可选较大值，较软破碎岩层选小值。

6.2.3 泵量

应满足冲洗液上返速度的要求，一般以 0.2m/s~0.6m/s 为宜，不同口径的泵量见表 12。钻速快、岩屑颗粒大的选大值，反之可减小泵量。

表 12 硬质合金钻进技术参数

钻进参数	单位	钻 孔 口 径			
		N	H	P	S
钻 压	kN	5~7	6~8	8~11	9~12
转 速	r/min	100~500	70~400	50~300	30~200
泵 量	L/min	50~120	60~150	80~180	100~200

6.3 针状硬质合金钻进

6.3.1 针状硬质合金适用于 4~7 级岩石中钻进。

6.3.2 针状硬质合金胎块弧度应与钻头钢体弧度一致，厚度与钻头钢体壁厚相适应，钻头内外出刃各为 1mm~1.5mm，底出刃不得大于胎体长度的 1/2，一般为 10mm~12mm，钻头体上镶焊的针状合金胎块数量，N 级以下钻头为 4~5 块，H、P 级钻头为 6~8 块，大口径钻头应适当增加，胎体的镶焊间距一般为 40mm~50mm。

6.3.3 钻头体内、外侧的胎体之间应补镶 5mm×5mm×10mm 硬质合金块。

6.3.4 针状硬质合金钻进技术参数见表 13。

表 13 针状硬质合金钻进技术参数

钻头名称	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	9~12	100~200	80~120
四齿肋骨针状	4~6	6~8	100~250	100~130

6.4 硬质合金钻进注意事项

6.4.1 取心硬质合金钻头的规格要符合设计要求。钻头上的合金应镶嵌牢固，不允许用金属锤直接敲击合金，超出外出刃的焊料应予清除，出刃要一致。钻头切削具磨钝、崩刃、水口减小时，应进行修磨。

6.4.2 新钻头下孔时应在距孔底 0.5m~1m 以上慢转扫孔到底，逐渐调整到正常钻进参数。

6.4.3 孔内脱落岩心或残留岩心在 0.5m 以上时，应用旧钻头处理。

- 6.4.4 下钻中途遇阻，不要猛蹶，可用自由钳扭动钻杆或开车试扫。
- 6.4.5 拧卸钻头时，严防钳牙咬伤硬质合金、合金胎块，或夹扁钻头体。卸扣时不准用大锤敲击钻头。
- 6.4.6 钻进中不得无故提动钻具，要保持压力均匀，不允许随意增大钻压。倒杆后开车时，应降低钻压。发现孔内有异常如糊钻、憋泵或岩心堵塞时，处理无效应立即提钻。
- 6.4.7 取心时要选择合适的卡料或卡簧。投入卡料后应冲孔一段时间，待卡料到达钻头部位后再开车，采心时，不应频繁提动钻具。当采用干钻取心时，干钻时间不得超过 2min。
- 6.4.8 经常保持孔内清洁。孔底有硬质合金碎片时，应捞净或磨灭。
- 6.4.9 使用肋骨钻头或刮刀钻头钻进时，应及时扫孔修孔。
- 6.4.10 合理掌握回次进尺长度，每次提钻后，应检查钻头磨损情况，调整下一回次的技术参数。
- 6.4.11 在水溶性或松软矿层钻进取心，应采用单动双管钻具，并限制回次进尺长度。

7 金刚石钻探

7.1 钻头、扩孔器磨料的选择

7.1.1 金刚石分级标准

7.1.1.1 天然金刚石品级分类见表 14。

表 14 天然金刚石品级分类

级别	代号	特征	用途
特级 (AAA)	TT	具天然晶体或浑圆体，光亮，质纯，无斑点及包裹体，无裂纹，颜色不一，十二面体含量达 35%~90%，八面体含量达 65%~10%	钻进特硬地层。制造绳索取心钻头
优质级 (AA)	TY	晶体规则完整，较浑圆，十二面体达 15%~20%，八面体含量达 80%~85%，每个晶粒应不少于 4~6 个良好的尖刃，颜色不一，无裂纹，无包裹体	钻进坚硬和硬地层。制造绳索取心钻头
标准级 (A)	TB	晶粒较规则完整，八面体完整晶粒达 90%~95%，每个晶粒应不少于 4 个良好尖刃，由光亮透明到暗淡无光泽，可略有斑点及包裹体	钻进硬和中硬地层
低品级 (C)	TD	八面体完整晶粒达 30%~40%，允许有部分斑点及包裹体，颜色为淡黄至暗灰色，或经过浑圆化处理的金刚石	钻进中硬地层
等外级	TX	细小完整晶粒，或呈团块状的颗粒	择优后用于制造孕镶钻头
	TS	碎片，连晶砸碎使用，无晶形	

7.1.1.2 人造金刚石单颗粒抗压强度分级标准见表 15。

表 15 人造金刚石单颗粒抗压强度分级标准

单位为牛

品种 系列	目 数								
	80/100	70/80	60/80	60/70	50/60	45/50	40/50	40/45	35/40
MBD ₆	49.98	58.80	64.68	69.58	83.32	97.02			
MBD ₈	66.64	78.40	85.26	92.12	108.78				
MBD ₁₂	99.96	117.6	128.38	139.16	158.76				
SMD			98.00	105.84	125.44	147.98	161.70	174.44	205.80
SMD ₂₅			116.2	126.42	148.96	176.40	192.08	207.76	246.00
SMD ₃₀			140.14	151.99	179.34	210.70	230.30	248.92	
SMD ₄₀			163.66	177.38	208.74	245.98			

7.1.2 表镶金刚石钻头、扩孔器磨料

7.1.2.1 可选用特级、优质级、标准级和低品级的天然金刚石作磨料。特级用于特坚硬岩层，优质级用于坚硬岩层，标准级、低品级和等外级用于硬和中硬岩层。

7.1.2.2 按所钻岩层性质，合理选择金刚石粒度。表镶钻头采用的天然金刚石粒度范围是 10 粒/ct~100 粒/ct。最常用的是 25 粒/ct~60 粒/ct。

7.1.2.3 扩孔器用金刚石粒度比钻头用稍大些，常用的是 15 粒/ct~30 粒/ct。

7.1.3 孕镶金刚石钻头、扩孔器磨料

7.1.3.1 应采用经过挑选和加工处理的低品级和等外级天然金刚石作为孕镶钻头磨料，粒度为 15 粒/ct~400 粒/ct 或更细。人造金刚石孕镶钻头磨料粒度多为 40 目、60 目、80 目和 100 目，坚硬致密岩层应选用细粒度金刚石或不同粒度混合的孕镶磨料。

7.1.3.2 孕镶扩孔器可采用与孕镶钻头相同粒度的金刚石。

7.1.4 其他规定

人造金刚石的分类及技术条件、聚晶金刚石烧结体的型号及技术要求、人造金刚石复合片的规格和磨耗比应符合相关产品标准的规定。

7.2 金刚石钻头和扩孔器的选择

7.2.1 金刚石钻进适用于中硬以上岩层。一般聚晶金刚石、金刚石复合片（PDC）、烧结体钻头适用于 3~7 级岩层，单晶孕镶金刚石钻头适用于 5~12 级完整和破碎岩层，天然表镶金刚石钻头适用于 4~10 级完整岩层。

7.2.2 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。

7.2.3 根据岩石的硬度、可钻性、研磨性和完整程度及孔内条件，合理选择金刚石钻头与扩孔器的镶嵌类型、胎体性能、金刚石的质量和粒度、金刚石浓度、水口形状及其数量和大小、底唇形状等。金刚石钻头和扩孔器的选用见表 16。

表 16 金刚石钻头和扩孔器选用

常见岩石举例		泥灰岩, 绿泥石片岩, 页岩, 千枚岩, 泥质砂岩, 硬质片岩	大理岩, 石灰岩, 泥灰岩, 蛇纹岩, 辉绿岩, 安山岩, 辉长岩, 片岩, 白云岩, 硬砂岩, 橄榄岩	片麻岩, 玄武岩, 闪长岩, 石英二长岩, 混合岩, 砂卡岩, 伟晶岩, 花岗闪长岩, 流纹岩, 花岗岩, 钠长岩	石英斑岩, 高硅化灰岩, 坚硬花岗岩, 碧玉岩, 霏细岩, 石英岩, 石英脉, 含铁石英岩						
可钻性	类别	软	中硬		硬			坚硬			
	级别	1~3	4~6		7~9			10~12			
研磨性		弱	弱	中	强	弱	中	强	弱	中	强
表 镶 钻 头	聚晶金刚石烧结体		●	●	●		●	●			
	天然金刚石 粒度 (粒/ct)	10-25		●	●						
		25-40			●	●	●	●			
		40-60					●	●	●		
		60-100							●	●	●
	胎体硬度 (HRC)	20-30		●			●			●	
		35-40			●	●		●			●
>45								●		●	
孕 镶 钻 头	人造或天然 金刚石 (目)	20-40		●	●	●	●	●			
		40-60			●	●	●	●			
		60-80					●	●	●		●
		80-100						●	●	●	●
	胎体硬度 (HRC)	10-20								●	
		20-30		●			●			●	●
		30-35			●	●	●	●			
		35-40			●	●	●	●			
		40-45				●		●	●		
		>45									●
复合片钻头		●	●	●							
扩孔器	表镶		●	●	●	●	●				
	孕镶			●	●	●	●	●	●	●	

7.3 金刚石钻头的合理使用

7.3.1 根据设计孔深, 按钻头和扩孔器外径尺寸, 由大到小排序, 轮换使用。

7.3.2 钻头与扩孔器及卡簧间要合理配合, 要求如下:

- a) 扩孔器的外径应比钻头外径大 0.3mm~0.5mm, 岩层坚硬时应采用下限数值;
- b) 卡簧的自由内径应比钻头内径小 0.3mm~0.5mm。卡簧应在上一回次岩心上测试, 以不脱落、不卡死为宜。

7.3.3 新钻头到达孔底后, 应进行“初磨”, 即轻压(正常钻压的 1/3 左右), 慢转(100r/min 左右), 钻进 10min 左右, 再采用正常参数继续钻进。

7.3.4 不宜用新钻头扫孔和残留岩心。

7.3.5 钻头出现以下情况时，不得再下入孔内：

- a) 表镶钻头内外径尺寸较标准尺寸磨耗 0.2mm 以上，孕镶钻头内外径尺寸较标准尺寸磨耗 0.4mm 以上；
- b) 表镶钻头出刃尺寸超过金刚石颗粒直径 1/3；
- c) 表镶钻头有少数金刚石脱落，挤裂或剪碎；
- d) 钻头出现异常磨损；
- e) 钻头水口和水槽高度严重磨损；
- f) 胎体有明显裂纹、掉块及唇面出现沟槽、微烧、台阶或被严重冲蚀；
- g) 钻头体变形，螺纹损坏。

7.3.6 避免钻头非正常损坏的措施：

- a) 孔底要保持清洁，当发现有硬质合金、胎块、金刚石、金属块、脱落岩心及孔壁掉块时，应采用冲、捞、抓、粘、套、磨、吸等方法加以清除；
- b) 钻具通过换径、探头石、孔壁掉块等部位以及在斜孔和干孔中下钻时，应放慢下降速度；
- c) 换径后应用锥形钻头修整换径台阶；
- d) 地层由硬变软时应减压并控制钻速；
- e) 钻进中，操作人员应随时观察冲洗液消耗和泵压的变化情况，发现异常应立即停钻查明原因；
- f) 不允许使用弯曲度超过规定的钻杆和钻具。

7.3.7 使用金刚石钻头及扩孔器时，要填写使用卡片，及时记录每回次的各种有关数据及磨耗情况。钻头或扩孔器停用后，应及时做出评述，并连同卡片一起交施工管理部门保存。

7.4 金刚石取心钻具

7.4.1 金刚石钻进用管材技术要求和规格系列应遵守 GB/T 16950 的规定。

7.4.2 金刚石钻进一般采用单动双管取心钻具。钻具应符合如下条件：

- a) 单动性能好，异径接头、扩孔器、钻头、短节和卡簧座等零部件连接应同心；
- b) 内、外管平直无裂伤，螺纹符合要求；
- c) 内管与短节、短节与卡簧座装配后垂直提起时，不允许自由脱落；
- d) 装配好的钻具卡簧座底端与钻头内台阶的距离应为 3mm~4mm；
- e) 保证水路畅通；
- f) 在易斜地层中钻进时，取心钻具上部应配有稳定接头、扶正器等导向装置。

7.4.3 使用金刚石取心钻具时的操作要求：

- a) 钻探现场应有两套以上与施工口径对应规格的完好钻具；
- b) 定期拆卸清洗、加油保养，螺纹或外径磨损要及时更换；
- c) 拧卸钻头、扩孔器、卡簧座与内管应使用多触点钳或摩擦钳，不允许使用管钳；
- d) 退出岩心时，要用橡皮锤或木锤敲打内管；
- e) 钻具在移动时不准猛力拖拉或撞击；存放时要摆平，不得重压；运输时要装箱；装卸时应轻放；
- f) 钻杆接头不经常拧卸的一端应使用粘接剂密封粘牢，经常拧卸部位应涂抹丝扣油；
- g) 钻杆和接头单边磨损量和均匀磨损量符合表 26 的规定；
- h) 钻杆螺纹连接要保证密封良好。

7.5 金刚石岩心钻进技术参数

7.5.1 钻压

根据岩石可钻性、研磨性、完整程度、钻头底唇面积、金刚石粒度、品级和数量选择钻压。钻压值见表 17。

表 17 金刚石钻进适用钻压

单位为千牛

钻头种类		钻头规格					
		A	B	N	H	P	S
表镶 钻头	初压力	0.5~1.0	1.0~2.0		2.5	3.0	3.5
	正常压力	3~6	4~7.5	6~10	8~11	10~13	11~14
孕镶钻头		4~7	4.5~8.5	6~11	8~15	12~17	14~19

7.5.1.1 表镶钻头按单粒金刚石压力 15N/粒~25N/粒计算，在金刚石质量较好、颗粒较粗、岩石坚硬完整的情况下可采用较高的单粒压力；反之，应采用较低的单粒压力。钻进中随着金刚石的磨钝，钻压可逐步增大。

7.5.1.2 孕镶钻头单位压力为 0.4kN/cm²~0.8kN/cm²。

7.5.1.3 复合片钻头按每个复合片 0.5kN~1.0kN 计算，随着复合片磨钝，接触面积增加，钻压可逐渐增大。

7.5.1.4 在软岩层中钻进应用较小的钻压，在完整、中硬到坚硬或强研磨性的岩层中钻进应适当加大钻压；在破碎、裂隙和非均质的岩层中钻进应适当减小钻压，一般降低 25%~50%。

7.5.1.5 在钻孔弯曲、超径的情况下，钻压应适当减小。

7.5.2 转速

根据岩石性质、钻孔结构及设备能力等因素选择转速见表 18。

表 18 金刚石钻进适用转速

单位为转每分

钻头种类	钻头规格					
	A	B	N	H	P	S
表镶钻头	500~1000	400~800	300~550	250~500	180~350	150~300
孕镶钻头	750~1500	600~1200	400~850	350~700	260~520	220~440

7.5.2.1 表镶钻头底唇面的线速度范围为 1.0 m/s~2.0m/s；孕镶钻头底唇面的线速度范围为 1.5 m/s~3.0m/s；复合片钻头底唇面的线速度范围为 0.5m/s~1.5m/s。粗粒金刚石钻头的转速应低于细粒金刚石钻头的转速。

7.5.2.2 中硬完整岩层宜采用高转速；岩层破碎、裂隙发育、软硬不均，钻进时振动大，则应适当降低转速。在软岩层中钻进效率很高时，应适当限制钻速。

7.5.2.3 正常钻进时，在机械能力、管材强度、钻具稳定性及其减震、润滑等条件允许的前提下，视地层情况适当提高转速。

7.5.3 泵量与泵压

泵量以冲洗液上返速度计算，金刚石钻进上返速度应大于 0.3m/s~0.7m/s。钻进不同孔径所需泵量见表 19。

表 19 金刚石钻进适用泵量

单位为升每分

钻头规格	A	B	N	H	P	S
适用泵量	25~40	30~45	40~65	50~80	60~100	80~120

7.5.3.1 泵量应视岩石性质、环状间隙、钻头类型、金刚石粒度、胎体性能等因素，适当调整：

- a) 钻进坚硬、颗粒细的岩层，泵量可小些；钻进软、中硬、颗粒粗的岩层，泵量应大些；钻进裂隙，有轻微漏失的岩层，泵量要稍大于正常情况；
- b) 孕镶钻头应采用较大泵量，表镶钻头采用较小泵量，复合片钻头选用的泵量可超过表镶或孕镶钻头泵量的 20%~50%；
- c) 在转速较高，钻进速度较快，岩层研磨性较强，岩屑颗粒较粗时，应选用较大泵量，反之泵量应减小；
- d) 钻头水口的大小，直接影响钻头内外的冲洗液压差，保持适当的压差，有利于钻头底部岩粉的排出和冷却。随着钻头胎体消耗，钻头水口要进行修磨，修磨后其高度不得小于 3mm。

7.5.3.2 金刚石钻进中要随时观察泵压，根据泵压的变化判断孔内情况。泵压发生小幅度的上升或下降，一般是孔底换层的征兆；泵压猛然大幅度增高，伴随钻速下降或不进尺，可能发生岩心堵塞；如果泵压突然大幅度下降，多是钻具折断或脱扣。

7.5.3.3 不准使用三通阀门调节泵量。

7.6 金刚石钻进操作技术要求

7.6.1 下钻

7.6.1.1 下钻时，操作人员对孔内情况要做到心中有数，钻头通过拧管机、套管口或换径处、活石处，应放慢下降速度。下钻遇阻，不准猛冲硬蹶，可用管钳慢慢回转钻具，无效时应立即提钻，采用其它方法处理。

7.6.1.2 每次下钻，不得将钻具直接下到孔底，距孔底约 1m 左右时，应接上水龙头开泵送水，等孔口返水后，轻压慢转扫孔到底，正常后可按要求参数钻进。

7.6.1.3 配好机上余尺，在回次钻进中，不准中途将钻具提离孔底接钻杆。

7.6.2 钻进

7.6.2.1 一个钻进回次宜由一人操作，操作者应精力集中，随时注意和认真观察钻速、孔口返水量、泵压及动力机声响或仪表数值等变化，发现异常，立即处理。

7.6.2.2 倒杆一般要停车，深孔减压钻进时，倒杆前应先利用升降机将孔内钻具拉紧（不得提离孔底），倒杆后用油缸减压并在小于正常钻压的情况下平稳开车。开车时，要轻合离合器，并减轻钻头压力，使钻头和钻具在较轻的负荷下缓慢启动，使其受力平稳。

7.6.2.3 岩层变化时，应调整钻进技术参数。岩层由硬变软时，进尺速度过快，应减小钻压；岩层由软变硬，钻速变慢时，不得任意增大压力，以免损坏钻头。在非均质岩层中钻进，应控制机械钻速。

7.6.2.4 应有专人管理冲洗液、定时检测冲洗液质量，不合格应及时调整或更换。地层变化时要及时对冲洗液的性能指标进行调整。做好循环系统清理和除砂工作，保持孔底清洁，孔内岩粉超过 0.3m 时，要采取措施。

7.6.2.5 钻进中发现岩心轻微堵塞时，可调整钻压、转速。处理无效应及时提钻。正常钻进

时，不应随意提动钻具。

7.6.3 采心

7.6.3.1 金刚石钻进时，应使用卡簧采取岩心，不允许投放卡料取心；任何情况下不准干钻取心。

7.6.3.2 采取岩心时，应先停止钻具回转，缓慢地将钻头提离孔底 50mm~70mm，使卡簧将岩心抱紧，再缓慢开车转几圈扭断岩心后方可起钻。不允许上下活动钻具或猛提钻具取心。

7.6.3.3 孔深较浅倒杆时，钻柱内冲洗液的压力可能使钻具浮起，造成岩心堵塞或折断，要适当调小泵量以降低泵压。

7.6.3.4 在节理发育，倾角小的岩层中钻进，可用镀铬内管或半合管，亦可在内管中涂润滑油或岩心保护剂。

7.6.3.5 孔内残留岩心长度较大时，应专门捞取。

7.6.4 改善钻具稳定性的措施

- a) 使用直的机上钻杆、轻便水龙头和轻型高压胶管；斜孔钻进时要通过导正钢丝绳平衡机上钻杆、水龙头和高压胶管下垂产生的弯曲力；
- b) 钻杆、钻具要经常检查，连接要同心；
- c) 钻压、转速要与岩层相适应，不要盲目加压或提高转速；
- d) 使用润滑冲洗液减阻；
- e) 使用减震器、扶正器或稳定接头；
- f) 选择合理的钻具组合和级配。

7.6.5 复杂岩层钻进

7.6.5.1 遇复杂岩层可采用超径钻头，增加钻杆外径与孔壁之间的间隙。

7.6.5.2 为防止岩心堵塞，允许卡簧内径略微增大（小于钻头内径 0.1mm~0.2mm），卡簧座底端离钻头内台阶的距离适当调小。

7.6.5.3 要控制回次长度。

7.6.5.4 采用回灌措施，放慢提下钻速度。

7.6.6 硬而致密的弱研磨性岩层（“打滑”岩层）钻进

7.6.6.1 使用胎体硬度 HRC10~20 和浓度小于 75%的孕镶钻头。

7.6.6.2 适当加大钻压，或通过水龙头向孔内添加磨料，使胎体磨损和金刚石出刃。

7.6.6.3 上述方法处理无效时，将钻头提到地面，对胎体采用喷砂、砂轮打磨、石英砂研磨、酸腐蚀等方法处理，使金刚石出刃后再下入孔内继续钻进。

8 金刚石绳索取心钻探

8.1 钻头和扩孔器的选择

8.1.1 金刚石的品级、金刚石绳索取心钻头与扩孔器的规格系列应符合相关标准的要求。

8.1.2 应选用优质级和特级的天然金刚石作表镶钻头；选用经过挑选和加工处理的低级品、等外级天然金刚石作孕镶钻头（粒度为 20 目~40 目）；选用高强度晶形完整的人造金刚石单晶（粒度为 30 目、40 目、60 目、80 目、100 目），或选用不同粒度混合的金刚石料做孕镶钻头。

8.1.3 钻头胎体应具有普通双管金刚石钻头胎体性能，还要具备耐冲蚀、耐磨损、自锐及对地层具有广泛的适应性等要求。表镶钻头胎体硬度可选 HRC30/35、40/45。孕镶钻头胎体可

选 HRC10/20、20/30、30/35、40/45、>45 等多种硬度以适应不同地层。

8.1.4 钻头唇面造型和水路水槽相配合，要比普通双管钻头适当增加水口数量与过水断面，孕镶钻头水口一般为 8 个~12 个。

8.1.5 孕镶钻头内外径应选用天然金刚石或人造聚晶、烧结体保径补强。

8.1.6 绳索取心钻头、扩孔器的选择原则与金刚石普通双管钻进基本相同。应选择寿命长、效率高的广谱钻头。

8.2 绳索取心钻具

8.2.1 钻具所用管材的技术要求

管材品种规格、钢级和机械性能应遵守 GB/T 16951 的规定。

8.2.2 钻具总成应具备的技术性能

- a) 内管总成能从钻杆柱内下到外管中的预定限位和悬挂部位，并可向地面传递信号；
- b) 钻进进程中，一旦发生岩心堵塞，应能及时向地面发出信号；
- c) 内管总成的长度能够调节，使卡簧与钻头内台阶保持合理距离；
- d) 卡取岩心时，卡簧座应坐在钻头内台阶上，通过钻头将拔断岩心的力传到外管；
- e) 内外管应同轴，单动灵活；
- f) 打捞器能在钻杆柱内以一定的速度下降到内管总成上端，并把装有岩心的内管打捞上来；
- g) 打捞器抓住内管提拉不动或提升过程中遇阻时，能够安全解脱；
- h) 钻进严重漏失地层或干孔时，打捞器能把内管总成安全地送到预定位置。

8.2.3 钻具总成的装配

8.2.3.1 外管总成的组装和检查注意事项：

- a) 上扩孔器外径应略小于下扩孔器外径；
- b) 装入座环和扶正环时，应放平摆正后用手推入，不允许用铁器敲击；
- c) 外管平直度要符合规定要求。

8.2.3.2 内管总成的组装和检查注意事项：

- a) 各零部件连接螺纹应拧紧；
- b) 所有弹性销的开口方向都应一致向下或向上；
- c) 组装弹卡机构时，应先将回收管装入弹卡架，然后装入弹卡和张簧，并将弹簧销打入，装入的弹卡动作应灵活；
- d) 根据钻孔深度调节到位报信机构工作弹簧预压力；
- e) 卡簧座、内管和内管总成上部连接要同轴，内管要求光滑平直；
- f) 卡簧的自由内径应比钻头内径小 0.3mm~0.5mm。

8.2.3.3 打捞器的组装和检查注意事项：

- a) 打捞器与绳索取心绞车的钢丝绳连接要牢靠；
- b) 打捞钩要安装周正；
- c) 尾部弹簧应工作灵活可靠，头部张开距离以 8mm~12mm 为宜；
- d) 打捞器在脱卡管作用下可安全脱卡。

8.2.3.4 内外管总成的装配和调整注意事项：

- a) 弹卡与弹卡挡头的顶面保持一定距离，一般为 3mm~4mm；
- b) 卡簧座与钻头内台阶之间应保持最优距离，一般为 2mm~4mm（卡簧座有水口时应取小值）；
- c) 内管总成应牢固地卡在外管总成中，不能自弹卡挡头端自由倒出。

8.2.3.5 现场应备用一套外管总成和两套内管总成。

8.2.4 取心操作

8.2.4.1 投放内管

当确认外管和钻杆内已无岩心时，将内管总成由孔口投入钻杆内，对上机上钻杆，开泵压送，应注意观察泵压变化，泵压明显升高或降低时，说明内管总成已到达预定位置。遇地层严重漏失，孔内没有冲洗液或水位很深时，不准直接投放内管总成，应采用打捞器把内管总成送入孔内；或用机上钻杆对准孔口，泵入适量的冲洗液，然后迅速投放内管总成。

8.2.4.2 打捞岩心

首先用回转器或动力头顶起钻具 50mm~70mm，缓慢回转钻柱，扭断岩心，再提起并卸掉机上钻杆后，下放打捞器。打捞器在冲洗液中以 1.5m/s~2m/s 的速度下降，当将要到达内管总成上端时，应适当减慢下降速度，1000m 孔深范围内，可以听到轻微的撞击声，然后开动绳索取心绞车，缓慢提升钢丝绳，确认内管总成已提动后可正常提升。提升过程中，若冲洗液由钻杆溢出，说明打捞成功，否则重复试捞，严禁猛冲硬蹶，反复捞取无效应提钻处理。

8.2.5 钻具总成和打捞器的维护保养

8.2.5.1 每次回次需检查弹卡磨损情况和张簧是否变形，弹卡处于张开状态时，两翼最大间距应比弹卡挡头内径大 1.5mm。

8.2.5.2 单动轴承应定期注入黄油，发现单动不灵活，需拆开检查，彻底清洗。

8.2.5.3 每次提钻检查弹卡挡头拨叉、悬挂环和座环，不符合要求应进行修复或更换。

8.2.5.4 每次打捞岩心前，检查打捞钩头部和尾部弹簧，打捞钩头部严重磨损和尾部弹簧变形要及时更换。

8.2.6 绳索取心钻杆的使用和维护保养

8.2.6.1 拧卸时，应使用多触点专用钻杆钳，并扶正立根上部，不允许用普通管钳拧卸或用铁锤敲击钻杆。

8.2.6.2 坚持使用丝扣油和冲洗液润滑剂。

8.2.6.3 下钻时钻杆连接螺纹应达到规定的预扭矩值。

8.2.6.4 钻杆立根长度以 12m 为宜，钻杆与套管间隙不宜过大，钻进中不盲目加压。

8.2.6.5 防止钻杆螺纹损伤，应做到：

- a) 钻杆下孔前检查螺纹，清除螺纹上的污垢；
- b) 钻杆立根摆放台应垫放木板、橡皮等，防止螺纹端部直接与铁器接触；
- c) 下钻时，钻杆立根应与孔内钻杆柱严格对中，防止压伤螺纹；
- d) 每次提下钻时，注意检查内螺纹接头的磨损情况，直径磨损超过母接头外径 1.2mm，应及时更换；
- e) 使用粘结剂粘结钻杆螺纹时，应检查接头内径部分，如有粘结剂堆积应及时清除。在拧卸过程中，发现粘结不牢的钻杆应重新粘结；
- f) 钻杆搬运时，螺纹部分应拧上护丝，轻拿轻放。钻杆停止使用时，应用清水洗净并擦干，钻杆外表涂防锈油，内外螺纹涂丝扣油，钻杆宜放在室内保管，并用枕木垫放，保持水平，排列整齐。

8.3 钻探技术参数

8.3.1 钻压

8.3.1.1 钻压选择：

- a) 钻进节理发育岩石和产状陡立、松散破碎、软硬互层、强研磨性地层及钻孔弯曲、

超径的情况下，应适当减压；

- b) 经初磨的新钻头，采用正常钻压可获得高钻速。钻进中随着金刚石磨钝，钻速下降，应逐渐平稳增大钻压。

8.3.1.2 绳索取心钻头比普通双管钻头钻压稍大，见表 20。

表 20 不同规格钻头适用钻压

单位为千牛

钻头规格		A	B	N	H	P	S
表镶钻头	最大压力	8	10	12	15	17	19
	正常压力	4~6	6~8	7~9	8~12	10~14	12~16
孕镶钻头	最大压力	10	12	15	18	20	22
	正常压力	6~8	8~10	10~12	12~15	14~18	16~20

8.3.2 转速

8.3.2.1 转速选择：

- a) 钻进坚硬弱研磨性地层、裂隙破碎地层、软硬互层及产状陡立易斜地层时，应适当降低转速；在软岩层中钻进，亦应限制转速；
- b) 钻孔结构和钻具级配要合理，钻杆与孔壁间隙小，适于采用高转速。钻孔结构复杂，换径多，环状间隙大，钻具回转的稳定性差，不宜开高转速。

8.3.2.2 转速范围见表 21。

表 21 绳索取心钻探适用转速

单位为转每分

钻头规格	A	B	N	H	P	S
表镶钻头	400~800	300~650	300~500	220~450	170~350	140~300
孕镶钻头	600~1200	500~1000	400~800	350~700	250~500	200~400

8.3.3 泵量

8.3.3.1 泵量选择：

- a) 钻进坚硬、颗粒细的岩层，钻速低，岩粉少，泵量可小些；钻进软及中硬岩层，钻速高，岩粉多，泵量应大些。钻进裂隙，有轻微漏失地层，泵量应稍大于正常情况。钻进研磨性强的岩层，泵量可增大；
- b) 应保持上返流速为 0.5m/s~1.5m/s。表镶钻头采用的泵量应比孕镶钻头稍小。

8.3.3.2 孕镶钻头泵量范围见表 22。

表 22 不同规格孕镶钻头泵量

单位为升每分

钻头规格	A	B	N	H	P	S
泵量	25~40	30~50	40~70	60~90	90~110	100~130

8.4 泥浆钻进操作要求

- a) 提下钻应先取出内管总成;
- b) 控制提下钻速度;
- c) 提钻和打捞内管时, 应向孔内回灌冲洗液;
- d) 采用冲洗液压送内管时, 泵量不宜过大。

8.5 钻杆内壁结垢防治措施

- a) 在不降低钻速的条件下, 尽量降低钻具转速;
- b) 应采用固相控制措施, 以清除占 90%左右大于 20 μm 粒度的固相颗粒;
- c) 结垢已经影响打捞时, 在提钻前半小时采用稀释原浆循环, 冲刷泥垢, 增大流动直径; 或者先提出上部结垢严重的钻杆再下打捞器;
- d) 使用防止结垢的专用冲洗液。

9 冲击回转钻探

9.1 技术特点和适用条件

- 9.1.1 坚硬、破碎地层液动冲击回转钻进, 可减轻岩心堵塞, 增加回次进尺, 提高机械钻速。
- 9.1.2 冲击回转钻进通常可减缓钻孔弯曲。绳索取心液动冲击回转钻进还可减轻绳索取心钻杆内壁结垢现象。
- 9.1.3 硬质合金液动冲击回转钻进适合于可钻性级别 5~6 级和部分 7 级岩层。
- 9.1.4 金刚石液动冲击回转钻进适用于可钻性级别 6~12 级。在坚硬、致密的“打滑”岩层应用液动冲击回转钻进, 可缓解金刚石钻头“打滑”问题。

9.2 液动冲击器类型

- 9.2.1 液动冲击器按照作用原理分为阀式正作用液动冲击器、阀式反作用液动冲击器、阀式双作用液动冲击器。阀式双作用液动冲击器主要有压差式、射流式、射吸式和复合式等类型。
- 9.2.2 液动冲击器可与绳索取心钻具配套组成金刚石绳索取心液动冲击器。
- 9.2.3 应根据钻进方法、钻孔深度、钻孔直径、岩石可钻性和破碎程度以及冲洗介质类型等合理选用液动冲击器。硬质合金冲击回转钻进宜选用低频高功型冲击器, 金刚石冲击回转钻进宜选用高频低功型冲击器。

9.3 钻探设备及附属装置的选择

- 9.3.1 应选择转速调节范围较大、钻压控制精度较高的岩心钻机。进行硬质合金液动冲击回转钻进时, 钻机的最低转速不高于 40r/min。
- 9.3.2 应选择泵压较大 (4MPa~6MPa)、泵量可调的泥浆泵。泥浆泵应配抗震压力表。

- 9.3.3 应配用心轴通孔直径较大，转动灵活，密封性好，耐高压，维护方便的水龙头。
- 9.3.4 泥浆泵高压胶管的内径不小于 $\phi 25\text{mm}$ ，耐压力不低于 10MPa。同时应使用耐高压的专用接头。
- 9.3.5 通常在泥浆泵输出管与水龙头高压胶管之间设置稳压罐。稳压罐容积应不小于 0.03m^3 ，安全压力不低于 15MPa。
- 9.3.6 施工机台应配备旋流除砂器、离心机等固相控制设备。

9.4 液动冲击回转钻进工艺要求

9.4.1 钻进参数选择

- 9.4.1.1 影响液动冲击回转钻进效率的钻进参数主要有钻压、转速、冲击功和冲击频率等，选择范围见 DZ/T 0053。应依据不同岩层条件通过试验优化钻进参数。
- 9.4.1.2 硬质合金冲击回转钻进，可采取低转速、适当钻压的钻进参数。
- 9.4.1.3 金刚石冲击回转钻进参数一般与金刚石钻进相近。
- 9.4.1.4 冲洗液量直接影响液动冲击器的输出特性（冲击功和冲击频率等）。在稳定地层中，应以满足冲击器的额定泵量为主。

9.4.2 钻头选择和使用

- 9.4.2.1 冲击回转钻进主要采用硬质合金钻头和金刚石钻头，也可采用硬质合金翼状钻头、牙轮钻头。
- 9.4.2.2 选择专门为冲击回转钻进设计的硬质合金或金刚石钻头。钻头切削具的抗冲击强度应大于冲击器输出的冲击力，必要时应进行地面台架试验。
- 9.4.2.3 孕镶钻头的金刚石粒度通常大于 60 目，浓度以 75%~90%为宜。
- 9.4.2.4 适当增加钻头的水口、水槽过水断面，降低液动冲击器背压。

9.4.3 冲洗液

- 9.4.3.1 应根据岩层特性、钻进深度、冲击器性能要求等情况正确选择冲洗液类型，确定性能参数。
- 9.4.3.2 液动冲击回转钻进应使用含砂量低，润滑性能和流变特性好，可满足护壁要求的冲洗液。

10 定向钻探与定向取心

10.1 技术特点和适用条件

岩心钻探定向钻进技术多应用于急倾斜（陡立）矿体、深部矿体和自然造斜严重矿区勘探，亦可用于纠正钻孔弯曲，补取岩矿心，绕过孔内复杂事故层段。

因地形、地面建筑限制无法安装钻探设备时，宜采用定向钻进技术。为减少钻探设备搬迁，避免多次钻进上部复杂覆盖层，在勘探网度密，矿体埋藏深等情况下，可利用定向钻进技术施工分支定向孔或集束孔。

10.2 初级定向钻进

10.2.1 初级定向钻进是利用钻孔自然弯曲规律，辅以部分工艺措施，以求达到预定目标的定向钻进技术。

10.2.2 初级定向适用于已施工过大量钻孔、掌握自然弯曲规律的勘探区。

10.2.3 施工前应分析已施工钻孔的测斜数据，总结不同地段、地层，使用不同钻具组合和钻进技术参数时的弯曲规律。

10.2.4 根据钻孔自然弯曲规律，确定拟施工钻孔的孔位、开孔顶角及方位角。

10.2.5 制定不同情况下采用的钻进方法、钻具组合和钻进技术参数。

10.2.6 施工中应随时测量钻孔顶角、方位角，并绘图计算。钻孔轴线与设计偏离较大时，应及时采取纠斜措施或改用受控定向钻探。

10.3 受控定向钻进

10.3.1 技术特点

受控定向钻进是利用人工造斜工具使钻孔按设计轨迹钻到预定目标的一种钻进方法。

施工受控定向钻孔应遵守 DZ/T 0054 中的规定。

10.3.2 钻孔定向设计原则

10.3.2.1 应根据地质目的、地层条件、设备状况及工艺水平进行钻孔定向设计。

10.3.2.2 详细掌握钻进地层的倾角和走向、岩石硬度和可钻性、层理发育和松散破碎程度，研究分析矿区钻孔历史资料，尽量利用地层的自然弯曲规律。

10.3.2.3 确定定向钻孔的靶区范围。

10.3.2.4 设计孔身轨迹时，可从目标靶点上推到开孔点，亦可从开孔点推移到目标靶点。

10.3.2.5 钻孔穿过目的层的遇层角不应小于 30° 。

10.3.2.6 孔身设计应综合考虑安全、经济、高效率等因素。

10.3.2.7 造斜点和分枝点的位置应选在稳定的中硬岩层部位，尽量避开硬、脆、碎岩层及溶洞和砂层。

10.3.2.8 在生态环境脆弱地区应尽可能设计分枝定向孔，以减少修路、平整场地施工，保护生态环境。

10.3.3 钻孔定向设计内容

- a) 确定孔身剖面 and 钻孔结构；
- b) 确定钻孔遇层角；
- c) 确定造斜点、分枝点位置；
- d) 确定各孔段的曲率或曲率半径；
- e) 确定目标点孔深；
- f) 确定垂直孔段或直线孔段长度；
- g) 测量计算各孔段端点的顶角、方位角、长度、垂深，得出各孔段的空间坐标值；
- h) 计算定向钻孔总长度（即孔深），开孔顶角及方位角，确定孔位坐标；
- i) 校核孔身曲率，检验是否满足各种限制条件，如粗径钻具通过性，钻杆柱安全程度等。

10.3.4 造斜工具和定向仪的选择

10.3.4.1 单点造斜可选择各类偏心楔；连续造斜可选择各类连续造斜器或选择与液动孔底动力钻具（螺杆马达）配合使用的造斜器具（弯接头、弯外管）。

10.3.4.2 在中硬岩层造斜钻进，宜采用偏心楔；在软至中硬岩层中造斜，宜选用螺杆马达造斜钻具；在中硬至硬的完整岩层中造斜，宜选用机械式连续造斜钻具。

10.3.4.3 非磁性矿区可选用磁感应式定向仪（磁针式、磁通门磁力仪等）。磁性矿区应选用不受磁场干扰的定向仪。磁性和非磁性矿区均可选用偏重式定向仪。

10.3.4.4 使用孔底动力钻具且定向精度要求较高时，宜选用随钻监测仪，以便随时监控和调整工具面向角。在定向精度可以满足地质要求的情况下，亦可选用简单适用的单点定向仪。

10.3.5 连续造斜器偏斜施工要点

10.3.5.1 保证孔内清洁及孔底平整。

10.3.5.2 将连续造斜器平稳下入孔内，并准确定向。

10.3.5.3 起始钻压要大于连续造斜器设计额定钻压，钻进时应缓慢开车低速钻进。

10.3.5.4 钻进时不允许提动钻具，倒杆时应先停止回转，后卸压。

10.3.5.5 一般情况下，造斜强度不应超过 $0.5^\circ/\text{m}$ 。

10.2.5.6 造斜回次进尺长度 $1\text{m}\sim 3\text{m}$ ，钻孔纠方位时，钻孔方位改变值与钻孔顶角、造斜器安装角、全弯曲角有关，造斜器安装角可采用算法或作图法确定。

10.3.5.7 造斜器提出钻孔后，应先修整孔壁，并用总成长度 $1000\text{mm}\sim 1200\text{mm}$ 的短钻具钻进 2 个回次，使普通钻具能自由通过人工弯曲孔段。

10.3.5.8 应及时测斜，检查造斜效果。

10.3.6 螺杆马达定向钻进施工要点

10.3.6.1 合理确定弯接头或弯外管弯角和专用纠斜钻头型式。下钻前检查螺杆钻具及高压管路。

10.3.6.2 缓慢将钻具下放到孔底，然后提起 0.5m 。

10.3.6.3 造斜工具定向时，应考虑一定量的反扭矩角。

10.3.6.4 固定反扭矩装置，使立轴回转器或动力头不能回转，只能上下移动。

10.3.6.5 启动螺杆钻空转，缓慢下放到孔底，慢慢加压到正常压力。

10.3.6.6 随时注意泵压和扭矩的变化情况。

10.3.6.7 应及时测斜，了解造斜效果。

10.3.7 人工孔底

10.3.7.1 施工多孔底分枝孔时，应在各个分枝点处分别建造人工孔底。

10.3.7.2 建造永久人工孔底应先在预定孔深处用木塞或金属塞“架桥”，然后灌注水泥将其固定。永久多人工孔底通常由深至浅分步建造。建造前，该人工孔底以深孔段应先进行钻孔封闭处理。

10.3.7.3 待水泥凝固并具有一定强度后，用普通钻具钻至分枝点设计孔深。

10.3.7.4 用连续造斜器或螺杆钻进行造斜钻进。

10.4 纠斜钻进

10.4.1 钻孔实际轴线偏离设计轴线超过最大允许值时，应根据地质要求进行纠斜。

10.4.2 纠斜分为增斜和降斜，通常使用各种倒塔式、悬垂式、铰链式钻具组合。

10.4.3 钻孔局部弯曲度过大时，可使用单点造斜器、连续造斜器等纠斜。

10.4.4 纠斜钻进过程中应随时测量钻孔顶角及方位角并绘图计算。

10.4.5 纠斜操作要点：

- a) 纠斜点应选择在相对完整和较软岩层的孔段；
- b) 孔底应无脱落、残留岩心，磨平孔底并捞净岩粉后再下纠斜钻具；
- c) 纠斜钻具要缓慢下放，轻压慢转，逐步加大钻压钻进；

- d) 钻进时不要提动钻具；
- e) 使用偏心楔时，要将其卡牢，严防转动或下沉。

10.5 岩心定向技术

10.5.1 岩心定向程序

岩心定向技术指采用机械式岩心定向仪确定孔内岩心空间产状的工艺方法。

首先在脱离原岩前的岩心体上做出定向标记；岩心取出后，再根据岩心上的定向标记，利用专用装置确定岩心上结构面的产状，进而确定对应的地下岩体产状。

10.5.2 岩心定向钻进施工要点

- a) 岩心定向仪下孔前，应在地面试验，确认可靠后方可下孔；
- b) 认真测量并调配好钻头、卡簧、卡簧座和刻刀等构件，刻刀内径要比钻头内径小 0.5mm~1.0mm；
- c) 定向钻具内外管弯曲不得超过 1.5mm/m；
- d) 使用定长打印钻具钻进，倒杆位置应与定向打印位置错开；
- e) 使用定时打印钻具钻进，应按预定的时间开车钻进和停车，等待仪器打印，准确测量机上余尺，计算各段定向进尺，作好记录；
- f) 取出岩心后，按顺序置于岩心架上，使所有断面对接吻合，按照定向压痕方向画出定向母线并延伸到本回次各节岩心上。

11 空气反循环取样钻探

11.1 技术特点和适用条件

11.1.1 技术特点

空气反循环取样钻进是将压缩空气作为冲洗介质从双壁钻杆环状间隙送至孔底，携带岩样从中心通道高速返回地表的钻进方法，主要特点有：

- a) 冲洗介质流速快，携带岩屑能力强，洗孔效果好；
- b) 孔底清洁，冷却钻头效果好，钻头寿命长；
- c) 通常配用潜孔锤冲击钻进，效率高；
- d) 钻进中连续、实时采取岩矿样品，采取率高；
- e) 适应复杂地层钻进；
- f) 适合干旱缺水地区使用。

11.1.2 适用条件

- a) 地质异常验证及矿体边沿追索；
- b) 已掌握基本地质构造资料的老矿区补充勘探；
- c) 在地层较稳定的矿区，与少量取心钻孔配合进行勘探施工；
- d) 主要以获取矿物成分和矿体品位为目的的钻孔。

11.2 设备的选择与配套

11.2.1 主要设备

空气反循环钻探应配置的基本设备包括钻机、空压机、灌注泵等。

11.2.1.1 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。优先选择液压顶驱式钻机或大通孔、长行程、自动倒杆的立轴式钻机，亦可用转盘式钻机。

11.2.1.2 空压机宜选用轻便的螺杆式空压机，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。

11.2.1.3 若空压机风压不够，可串接增压机提高风压；若风量不足，可采用同压力的空压机并联使用。

11.2.1.4 灌注泵可选择压力适当、排量可调的普通小型柱塞泵。

11.2.2 岩样收集与缩分设备

11.2.2.1 收集岩样可用旋流分离器、岩样捕集系统等。

11.2.2.2 样品缩分采用微型旋流器、琼斯分样器、湿式分样器等。

11.2.3 除尘与消泡装置

11.2.3.1 通过引流管、沉降柜、除尘器等降低粉尘。

11.2.3.2 采用机械消泡装置除泡。

11.2.4 钻参仪表

11.2.4.1 钻机应配有钻进参数仪表，如钻压表、转速表、扭矩表等。

11.2.4.2 空压机应配有空气压力表、流量计、温度计等。

11.3 钻具组合

11.3.1 基本组合

11.3.1.1 一般的钻具组合形式由下至上的顺序为：钻头（潜孔锤）、侧入式正反转换接头、双壁钻杆、双壁主动钻杆、气水龙头、鹅颈管、排屑管。

11.3.1.2 当采用贯通式钻头时，钻具组合无侧入式正反转换接头，直接从孔底形成反循环，输送岩样。

11.3.1.3 采用顶驱式钻机时，可去掉双壁主动钻杆，直接用普通双壁钻杆。

11.3.2 钻头

11.3.2.1 采用一般钻具组合时，孔底为局部正循环钻进，可选择常规全面钻进钻头：潜孔锤钻头、牙轮钻头、刮刀钻头等。

11.3.2.2 全孔反循环钻具组合使用贯通式钻头，要求钻头有较大的中心孔和可靠的外密封，具有良好的导流效果。

11.3.3 侧入式正反转换接头

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。

11.3.4 双壁钻杆

要求有较高的强度，三环间隙合理，内外壁平滑。规格系列见表 23。

表 23 双壁钻杆推荐规格

单位为毫米

外 管	内 管	接头外径	适宜孔径
56/46	35/31	58	68
73/63	45/39	76	85
89/78	55/50	92	105
114/100	83/76	117	127~131

11.3.5 双壁主动钻杆

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。

11.3.6 双通道气水龙头

中心通道输送返上的岩屑流体，内径应与双壁钻杆内径一致，旁侧通道输入高压空气，经双壁管环状间隙送至孔底。

11.3.7 鹅颈管

连接气水龙头与排渣管，宜采用较大曲率半径，内径应与双壁管内径一致。

11.3.8 排渣管

连接鹅颈管与样品收集装置的软管，口径应大于鹅颈管内径，内壁平滑。

11.3.9 附属器具

11.3.9.1 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。

11.3.9.2 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。

11.3.9.3 岩心卡断器

完整地层采用贯通式钻头时，需在钻头上加接岩心卡断器，使岩心断为短节。

11.4 钻进工艺

11.4.1 钻进方法和适用地层

空气反循环钻进主要采用潜孔锤钻进、牙轮钻进、刮刀钻进等全面钻进方法，以岩石碎屑为样品。各种方法适用的地层见表 24。

表 24 不同钻进方法适用的地层

钻进方法	地层条件					
	坚硬	中硬	软	松软	破碎	涌水
常规潜孔锤钻进	●	●	○	×	●	○
贯通式潜孔锤钻进	●	●	○	×	○	○
牙轮钻头钻进	○	●	●	○	○	●
合金取心钻头钻进	×	●	●	●	○	●
复合片取心钻头钻进	○	●	●	●	○	●
刮刀钻头钻进	×	×	●	●	●	●

注：●—完全适合 ○—基本适合 ×—不适合

11.4.2 潜孔锤钻进

11.4.2.1 钻进技术参数选择

11.4.2.1.1 钻压应小于回转钻进压力，一般为钻头直径每毫米 80N~150N。

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

11.4.2.1.3 风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 5m³/min~10m³/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。

11.4.2.1.4 风压在孔内无水的情况下，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。

11.4.2.2 基本技术要求

11.4.2.2.1 一般选用中频、大冲击功的潜孔锤及配套球齿钻头。

11.4.2.2.2 入孔前送风检查潜孔锤是否正常启动，并加注润滑油。

11.4.2.2.3 在加接钻杆时向钻杆内注入润滑油，或采用注油泵润滑潜孔锤。

11.4.2.2.4 应防止钻具堵塞和接头松动。

11.4.2.2.5 地层变软应提钻变换钻具组合或改变钻进方法。

11.4.3 牙轮钻进

11.4.3.1 钻进参数选择

11.4.3.1.1 钻压为钻头直径每毫米 300N~600N。

11.4.3.1.2 转速 30r/min~60r/min。

11.4.3.1.3 风量 3m³/min~10m³/min。

11.4.3.2 基本技术要求

11.4.3.2.1 中硬地层选择镶齿牙轮钻头，软岩选择铣齿牙轮钻头。

11.4.3.2.2 新钻头入孔需低钻压、低转速跑合 1h 左右再逐步加至正常值。

11.4.3.2.3 避免钻头长时间处于扫孔和划眼、扩孔状态。

11.4.4 刮刀钻进

软地层中可采用全面钻进用的三翼合金钻头、十字型钻头等。

钻进技术参数可参照牙轮钻头，钻压应适当降低。

11.4.5 钻进操作要求

11.4.5.1 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。

11.4.5.2 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。

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

11.5 空气介质种类与特性

以空气为主体的冲洗介质有干空气、雾化气、泡沫、气水混合物等形态，其特征及应用范围见表 25。

表 25 空气钻进冲洗介质特征及应用范围

类型	组分	密度 kg/m ³	上返 速度 m/s	空气 体积比 %	应用范围
干空气	空气	1.29	15~25	100	无水地层、干孔
雾化气	空气、水	1.8~2.3	15~25	99.95	潮湿地层、捕尘
泡沫	空气、水、泡沫剂	5	10	99.5	潮湿地层、漏水地层、捕尘
气水混合物	空气、水	100 以上	10	80	含水地层、注水

11.5.1 干空气钻进

干空气由于携带岩粉、冷却钻头、清洗孔底的作用相对较低，其上返流速应达到 15m/s~25m/s。

11.5.2 雾化钻进

在潮湿地层中钻进时，为解决泥包、泥堵和岩粉粘附孔壁等问题，应采用气水体积比 2000/1~3000/1 的雾化钻进。

11.5.3 泡沫钻进

在潮湿地层中为稳定孔壁、增大携粉能力，宜加入 0.3%~1.0%无毒、无污染的发泡剂，形成气液体积比 200/1~300/1 的泡沫。

11.5.4 气水混合钻进

在含水地层中，应增大水在空气中的比例，形成气、水、岩屑三相混合流，增大排屑能力。

11.6 除尘与消泡

11.6.1 孔内排出干粉岩屑时，要采取有效防尘措施：

- 从旋流器溢气口引流到下风口 15m 外，再用喷水除尘或袋式除尘法除尘；
- 从进气口注水，雾化钻进降尘；
- 操作者戴口罩、工作服防护。

11.6.2 泡沫液流的返出口应有消泡装置，宜选用简单易行又利于泡沫回收再利用的机械作用消泡法。

11.7 样品的收集与缩分

11.7.1 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，下口排出岩屑作为样品。

11.7.2 样品按出孔顺序以一定间隔分段采集、装袋、编号，标明对应孔段。分段长度根据不同的地质要求确定，一般 0.3m~1.5m。

11.7.3 分段采集到的样品应按规定合理缩分，选取送检样品。

11.7.4 样品的采集有先采集后缩分和先缩分后采集两种方式：

- a) 返至地面的岩屑气流首先进入由大、小两个并列旋流器组成的沉降桶内进行分离，岩样从下口排出，其中小旋流器排出的样品约占总量的 1/10，该样品作为送检样和副样；
- b) 将返至地面的岩屑按取样间隔收集，再分别送到分样器进行缩分，可获得两份相当于总量 1/8 的样品，作为送检样和副样。

11.7.5 沉降桶小旋流器排出的相当于总量 1/10 的样品还可以直接连续进入一个“肠衣”式的塑料袋中，形成碎屑组成的“柱状岩心”，可以观察、分析和准确判定层位，并取样送检及留副样。

11.7.6 当样品中大量含水时，应采用湿式分样器缩分，收集 1/16 的含水样品，用桶沉淀后再取样送检和留副样。

11.8 常见问题的处理方法

11.8.1 岩样上返堵塞处理

岩样在上返途中相互挤卡形成堵塞，致使钻进无法进行。应将钻具提离孔底一段距离再放下，反复几次可解堵；若无效可换上反吹接头，改反循环为正循环，利用高压气流排堵。

11.8.2 双壁管环隙堵塞处理

由于操作不当使大量岩屑从转换接头内吸入环隙造成堵塞，致使气路不通无法钻进。要求严格按规程操作，边送风边下钻，停钻时缓慢开启排气阀。

11.8.3 泥环卡钻处理

孔内潮湿时，岩粉逐渐粘滞、聚结在孔壁或钻杆外壁，形成泥环卡钻。应避免强力起拔造成泥环挤压卡死钻具，尽量下放钻具，换上反吹接头正循环冲孔，清洗、润滑解卡。采用雾化和泡沫钻进通常可以防止泥环产生。

11.8.4 坍塌埋钻处理

在易发生垮塌埋钻的破碎松散地层，可采用套管封隔。

11.8.5 夹钻处理

前一回次钻头外径逐渐磨损致孔径变小，下入的新钻头挤卡在小径孔壁中时，严禁强压硬转，应送风震击，轻提慢转，逐步脱卡。下钻前应测量钻头外径，新入孔钻头外径应不大于旧钻头外径。

12 冲洗液

12.1 类型和应用地层

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 细分散泥浆

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，即细分散泥浆，适于孔壁较稳定的地层。

12.1.3 粗分散泥浆

细分散泥浆中加入石灰、石膏、NaCl、CaCl₂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泥浆。主要有钙处理泥浆（石灰泥浆、石膏泥浆、氯化钙泥浆）、含盐泥浆（盐水泥浆、饱和盐水泥浆、海水泥浆）和钾基泥浆等。适于较复杂的水敏性地层、盐碱地层和浅海钻探。

12.1.4 不分散低固相(聚合物)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，保留泥浆中优质造浆黏土，絮凝劣质土和钻屑，便于地表沉除，保持泥浆低固相和良好的剪切稀释性能。该类泥浆适应性强，特别适于中硬地层。

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。

12.2 冲洗液常用材料和化学处理剂

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份，主要有水和黏土，冲洗液材料应符合 GB/T 5005 的规定，优先使用钠膨润土；化学处理剂用于改善和稳定冲洗液性能，满足护壁要求。岩心钻探常用的处理剂参见附录 A（资料性附录）。

12.3 冲洗液主要性能指标

冲洗液主要性能指标包括密度、流变性、滤失性、酸碱度、含砂量、抑制性和润滑性等。冲洗液主要性能测试程序参见附录 A（资料性附录）。

12.4 现场冲洗液的配制与维护

12.4.1 循环系统

泥浆池和沉淀池的容量要根据机台环境来确定，通常不低于设计钻孔总容量的 3~5 倍。一般 10m³~15m³，条件困难时可用容量 1m³~2m³ 铁板箱代替。循环槽长度一般应 10m~15m 以上，内宽 220mm~250mm，坡度 1/100~1/80，每隔两米可交错安置一个挡板；池槽应做防渗处理，周边用砖石和混凝土加固。

12.4.2 现场配浆

现场配浆的基本计算参见附录 A（资料性附录）。

12.4.2.1 配浆装备

每台钻机应配泥浆搅拌机和 0.2m³~0.3m³ 处理剂容器。

12.4.2.2 配浆步骤

- 准确了解处理剂性能、配伍范围和参考用量；
- 根据钻孔设计任务书确定冲洗液性能指标和配方；
- 按配方计算配浆材料用量，并严格计量加入；

- d) 操作顺序。先加水；用钙膨润土配浆时，应将土粉重量 5%~8%的纯碱先加到搅拌机内，再加钙土粉搅拌均匀，静置 24 h 钠化后加入处理剂；钠膨润土配浆，可直接加到搅拌机中，按水、土、处理剂的顺序加入，充分搅拌后直接使用；
- e) 用检测仪器测定新浆性能，合格后方可使用。

12.4.2.3 加入顺序

若需加入几种处理剂，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。

12.5 维护与管理

12.5.1 施工中需要用多种、消耗量大或很难溶解的化学处理剂时，应在接近水源池的循环槽边放置处理剂容器，将处理剂预先用水溶解，循环过程中缓慢流入循环槽。

12.5.2 使用冲洗液的现场应配备漏斗黏度计、比重秤、失水量仪、含砂量仪和 pH 试纸；泥浆管理员每班至少测定一次冲洗液的常规性能，并将测得的数据记入班报表内。

12.5.3 清除循环系统中的岩屑和泥砂，固相控制在规定范围之内；固控设备宜选用小型旋流除砂器和离心除泥机。

12.5.4 根据孔内情况及时调整冲洗液性能。

12.5.5 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。

12.5.6 使用化学处理剂要注意防毒、防腐蚀。现场和实验室应配备必要的劳动保护用品。

12.5.7 新工区、新矿种勘探，要根据地层条件、钻进方法，在实验室内确定冲洗液类型，选择合适的处理剂，设计经济、合理的配方。

12.6 防止绳索取心钻杆内壁结垢对冲洗液的性能要求

- a) 低固相：膨润土加量一般不超过 4%，浆液密度不高于 $1.02\text{g}/\text{cm}^3\sim 1.03\text{g}/\text{cm}^3$ ；
- b) 固相控制：固相粒度的 80%~90%控制在 $15\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 以下；
- c) 低黏低切：视黏度 $< 3\text{mPa}\cdot\text{s}\sim 5\text{mPa}\cdot\text{s}$ ，屈服值 $< 0.05\text{Pa}\sim 0.1\text{Pa}$ ，静切力 IG/10G 趋于零。相当于苏氏漏斗黏度 18s 左右；
- d) 失水量：一般失水量 $\leq 15\text{ml}/30\text{min}$ 。

12.7 废浆处理

12.7.1 根据钻孔设计深度，钻前选择合适位置挖掘一个废浆池，收集循环系统排出的废液。

12.7.2 终孔后，将废弃的冲洗液泵到废浆池中，掺入水泥、石灰类絮凝固化材料，硬化后掩埋处理。

13 护壁和堵漏

13.1 不同地层和应力异常带的护壁措施

13.1.1 完整、孔壁稳定地层

可采用清水作冲洗液。金刚石钻探、斜孔或定向孔、深钻应加入润滑减阻剂。优先选用阴离子型润滑剂，钻进含钙离子地层宜选用复合型润滑剂。为改善携带岩屑能力，亦可使用细分散泥浆、低固相或无固相冲洗液。润滑剂参考用量：清水 0.3%~0.5%，泥浆 1.0%~1.5%。

13.1.2 松散、破碎地层

- a) 接近地表的无胶结的粉砂、流砂和风化层，一般采用高黏度（50s~60s 以上）细分散冲洗液快速通过后下孔口管或表层套管隔离；
- b) 一般破碎带可选用高分子聚合物（加量 0.5%~1.0%）或广谱类护壁剂（加量 2%~3%），采用小泵量循环；
- c) 钻进断层破碎带时，快速穿过后，应注水泥重新造壁；断层带存在径流地下水时，宜用速凝浆液造壁并堵漏；
- d) 破碎带孔段过长或无法快速穿过时，可跟管钻进。

13.1.3 水敏性地层

- a) 遇水膨胀地层应选用抑制性冲洗液。含钾离子的处理剂对渗透水化抑制性最好，铵盐和阳离子聚合物次之；
- b) 遇水崩解地层宜用涂抹效果好的低软化点沥青类处理剂封堵（≤3%），成膜树脂类和高分子聚合物次之；
- c) 蒙脱石泥岩和伊利石页岩交互存在的伊蒙混层，可选择含钾离子、沥青和高分子聚合物复配或复合的广谱型处理剂；
- d) 千枚岩、糜棱岩、蚀变凝灰岩、蚀变粗安斑岩、高岭石化和绢云母化类地层遇水有不同程度的分散和剥落，可采用含高分子聚合物（0.1%~0.5%）的低固相冲洗液或具有一定抑制性的粗分散型冲洗液；
- e) 高分子聚合物的包被作用可防止岩屑分散造浆。加入 0.5%~1.5% 润滑剂可预防粘附卡钻。

13.1.4 水溶性地层

钻进岩盐和天然碱层可选用饱和盐水泥浆。穿过厚盐层后，应选用欠饱和盐水冲洗液；钻进芒硝和石膏层可用粗分散型的石膏冲洗液。

13.1.5 构造应力异常带

钻进构造应力异常带时，提钻后易造成卡埋钻。在钻进时，宜逐步提高冲洗液密度处理。

13.1.6 护壁钻进要求

- a) 提钻前应调整好冲洗液性能（适度加重为主），保持孔底清洁；
- b) 孔壁不稳定时，应降低提下钻速度；
- c) 提钻时应该连续回灌冲洗液，禁止使用清水；
- d) 钻具结构和级配合理，弯曲钻具不得入孔；
- e) 采用合理的钻进技术参数；
- f) 发现孔壁不稳征兆，立即采取措施。

13.2 套管护壁

13.2.1 孔口管

为保护孔口稳定，应牢固埋设孔口管。

13.2.2 护壁套管

钻进不稳定地层或遇溶洞、老窿、暗河及承压水、气地层，在冲洗液护壁不能奏效、水泥很难固壁时应下套管护壁。

13.2.3 下套管前的准备

- a) 应清除孔内的残留岩心、沉砂；
- b) 检查套管质量，管材应符合标准，用钻头或套管接头通过准备下入孔内的全部套管；
- c) 检查要下入孔内套管的接头螺纹；

- d) 准确丈量每根套管长度，编号排队，并记录在班报表上；
- e) 准备齐全下套管的工具。

13.2.4 下套管要求

- a) 套管下端应安装套管鞋和木引鞋，在套管外壁涂抹黄油类润滑剂并在润滑层外缠绕一层 PVC 塑料薄膜，薄膜外再涂一层黄油；
- b) 下管时套管螺纹应拧紧，每节套管螺纹应涂松香防滑剂或其它防脱扣的材料；
- c) 拧卸套管禁用管钳，应用链钳或自由钳；
- d) 在地层破碎、松散孔段，应严格控制下管速度；
- e) 套管鞋要尽可能坐在基岩硬盘上，下端用水泥或黏土封固 2m 左右；其上端（孔口）要严密封闭，用环形钢板与孔口管焊接；
- f) 套管与孔壁之间应灌满泥浆；
- g) 套管起拔特别困难及容易出现套管底部悬空的矿区和钻孔，可使用反丝套管，但上部应固定，防止倒扣。

13.2.5 起拔套管

13.2.5.1 终孔后应起拔回收孔内套管。

13.2.5.2 下割管器割断套管下端封固段。

13.2.5.3 用千斤顶起拔松动套管后，再用升降机逐根起拔。

13.2.5.4 套管起拔困难，可先用震击器（或吊锤）震松，再用千斤顶起拔。

13.2.5.5 震击器无效时，可用割管器分段割开孔内套管，用丝锥分段起拔。

13.3 堵漏与止涌

13.3.1 漏失判断

- a) 钻进中发现漏失，应记录漏失时的孔深、冲洗液性能、泵压变化以及孔口返浆状态；
- b) 提钻检查取出的岩心，是否存在松散、孔隙、裂隙、溶洞或节理发育等漏失通道；
- c) 钻具全部提出后，用测绳测量孔内稳定水位和钻杆湿痕位置；
- d) 参考邻孔和本孔裸眼段钻进漏失情况，综合判断漏失层位和漏失量；
- e) 有条件的施工单位，可用物探仪器（井温测试、示踪原子测量、电阻测量、超声波测量）或专用测漏仪（压力传感器、旋转叶片式流量计）判断漏失层位置。

13.3.2 防漏措施

- a) 尽量采用低密度低失水冲洗液钻进；
- b) 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；
- c) 下钻时，不得在已知漏层位置开泵。

13.3.3 漏失类型和堵漏方法

13.3.3.1 孔隙与微裂缝漏失时，漏失量小，孔口能够返流，宜采用如下措施：

- a) 静止堵漏。发现漏失后立即停钻，上提钻具一定高度，停泵静止几小时，孔内液位不再下降，可继续钻进；
- b) 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；
- c) 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。

13.3.3.2 压差引发的漏失宜采用如下措施：

- a) 降低泥浆密度。钻进中，循环液流的液柱压力过大压裂（漏）地层，可以采用逐步稀释泥浆、降低泥浆密度，使之与低孔隙压力的地层平衡止漏；

- b) 充气泥浆止漏。通过向泥浆充气,降低泥浆密度 ($0.60\text{g}/\text{cm}^3\sim 0.95\text{g}/\text{cm}^3$) 的方法达到止漏目的;
- c) 单向压力屏蔽。将 1%~3%的液体套管随钻封堵,压力消失或降低后自行解堵。

13.3.3.3 裂缝和破碎带漏失宜采用如下措施:

- a) 采用高失水剂如 DTR 堵剂、PCC 堵剂和狄塞尔堵漏剂。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。然后用平衡法灌水泥浆。

13.3.3.4 漏涌交替或漏失带存在径流宜采用如下措施:

- a) 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,并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;
- b) 软胶塞速凝浆液封堵。采用柴油、水泥、膨润土不加水配成浆液。在 48h 内不会凝固,但在孔内遇水后很快胶凝。

13.3.3.5 大裂缝和溶洞漏失

- 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) 大型尼龙袋桥堵。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,硬化后扫水泥塞成人造孔段。

13.3.4 止涌和抑涌

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

13.3.4.2 涌水量大或其他原因使抑涌控制困难时,可采用软胶塞速凝浆液封堵止涌。

14 钻孔轨迹测量

14.1 一般规定

14.1.1 根据钻孔设计要求和地区的地层特性,选择测斜方法和测斜仪器类型。

14.1.2 钻孔方位通常使用磁性测斜仪器测量。在受磁性干扰地区或磁性矿区测量钻孔方位时,应使用陀螺测斜仪或其他非磁性测斜仪器。单纯测量钻孔顶角时,可以使用氢氟酸测斜方法或机械顶卡式测斜仪器。

14.1.3 严格按照各类仪器的使用说明操作。

14.1.4 测斜时要保证测斜仪器轴线与所测点处钻孔轴线平行。

14.1.5 测斜仪器使用前应经过校验与调整,保证性能达到要求。

14.1.6 使用定时装置测斜时,应保证仪器探管在孔内有足够的稳定时间。

14.1.7 用钻杆下放测斜仪器探管时,操作要轻、稳,禁止快速下放或猛拉。

14.1.8 测量时应保证仪器探管密封并注意防震。

14.1.9 同一测点的两次读数差异较大时,应重新测量。

14.1.10 作好测量数据的原始记录和保存工作。

14.1.11 测量结束后,应按说明书规定对测斜仪器进行保养并妥善保管。

14.2 钻孔轴线轨迹简便计算方法

14.2.1 钻孔轴线空间位置计算采用直角坐标系，一般定义 Y 轴正向为正北方向，或定义 X 轴为勘探线方向（斜孔设计方向）。

14.2.2 钻孔轴线的空间位置用轴线上每一点的三维坐标表示。

14.2.3 为简化计算过程，常将钻孔轴线轨迹视为三维折线。

14.2.4 一般采用均角全距法或全角半距法计算每一测点三维坐标。

15 孔内事故的分类和预防处理

15.1 孔内事故分类

15.1.1 卡、埋、烧钻事故

孔内钻具由于卡阻、塌埋、烧结、吸附而无法回转和提动。

15.1.2 钻具事故

孔内钻具折断、脱扣、坠落。

15.1.3 套管事故

套管整体下滑、中间断开、管壁损坏等。

15.1.4 落物事故

孔内掉入钻头、工具等坚硬小物件。

15.2 预防孔内事故的基本要求

15.2.1 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。

15.2.2 全面了解工区环境与地质情况，制定孔内事故防治预案。

15.2.3 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。

15.2.4 注重冲洗液性能的调配和维护。

15.2.5 在深孔或复杂地层施工应制定专门的安全技术措施。

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

15.3 处理孔内事故的基本要求

15.3.1 处理事故应按照先简易、后复杂的步骤进行，依序为：

- a) 第一步从提、打、震、捞、冲、抓、吸、粘、窜、顶等较简单易行的方法中选取；
- b) 第二步用反、套、切、钩等方法；
- c) 第三步用剥、穿、扫、泡等方法；
- d) 第四步用绕、炸等方法。

15.3.2 钻探机场应配备丝锥、千斤顶、吊锤、导向器、磨孔钻头、削铁钻头等事故处理工具。事故多发地区还应备有反丝钻杆、捞矛、打捞钩、反管器、震动器、磁力打捞器等专用处理工具，并妥善保管。

- 15.3.3 事故发生后，应查清并详细记录事故发生的孔深、机上余尺、事故钻具的位置、规格类型、数量，并根据事故钻具损坏情况，正确分析判断孔内情况，采取相应的处理措施。
- 15.3.4 在遇到孔壁不稳定、不能连续排除事故时，应先用优质泥浆护孔，保持孔壁稳定后再处理事故，防止孔内事故复杂化。
- 15.3.5 用升降机提拉孔内事故钻具前，应对钻塔、钻机固定螺丝、提升系统进行全面检查。
- 15.3.6 用钻机油缸和升降机同时顶拉事故钻具时，先以油缸最大额定上顶力将钻具顶紧，再用升降机继续提拉。卸载时，先松升降机后打开油缸回油阀，不允许用升降机承受全部载荷。
- 15.3.7 钻进中发生钻具折断或脱落事故，用丝锥对好后，应立即提钻，不允许继续钻进和卡取岩心。
- 15.3.8 任何时候均应盖好或遮严孔口，防止落物掉入。
- 15.3.9 交接班时，交班班长要将本班采用的工具、方法、步骤以及取得的进展等情况详细向接班班长交代清楚。处理事故时，各岗位要按人员的技术熟练程度明确分工，密切配合，防止事故复杂化。
- 15.3.10 复杂事故由机长主持处理。短期内不能排除的重大事故可由上级部门召开处理事故会议，确定处理方案，由机长遵照执行。
- 15.3.11 短时间难以处理好的复杂事故，可封闭事故头上方，采用侧钻绕障的方法处理。

15.4 卡、埋、烧钻事故的预防和处理

15.4.1 事故的预防

- 15.4.1.1 钻进过程中，遇到动力机响声异常、钻参议表数值升高、钻具回转阻力增大、提钻困难、孔口冲洗液突然中断或泵压升高、孔内有异常响声、岩心堵塞等情况，应及时提钻。
- 15.4.1.2 提钻发现钻具上有严重泥包或取粉管内有较大岩屑、掉块或淤泥时，应调整泥浆性能。
- 15.4.1.3 孔底岩粉高度超过 0.3m 时要采取处理措施。
- 15.4.1.4 在研磨性较强的岩层中，使用金刚石和针状合金钻进时，应控制回次钻进时间，防止磨漏岩心管。
- 15.4.1.5 使用喷反钻具前，应检查水路是否通畅，承喷器有无杂物堵塞，以及是否组装正确。下钻后，应先接上机上钻杆开泵通水，再慢放到底。不允许用钻具探测岩粉厚度。
- 15.4.1.6 在复杂地层中钻进，可使用防事故安全接头。
- 15.4.1.7 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，应采取措施将钻具提升到安全孔段。
- 15.4.1.8 金刚石钻进时，钻杆螺纹连接应密封可靠。泥浆泵工作状态要保持良好。在易坍塌岩层中，提钻时要进行钻孔回灌。
- 15.4.1.9 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，不允许无故关泵。
- 15.4.1.10 钻具提钻中途遇阻时，应设法转动和窜动钻具，不许猛拉硬提。
- 15.4.1.11 发现烧钻征兆时，应迅速将钻具提离孔底，不允许停车。

15.4.2 事故的处理

15.4.2.1 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：

- a) 发生键槽卡钻事故，应设法将被卡钻具导出，然后修整键槽处孔壁，不得强力提拔。修整孔壁键槽应不断改换钻具的位置和方位，接长岩心管进行扩孔，或使用带铣刀

刃的岩心管接头向上反扫破坏键槽；

- b) 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；
- c) 处理泥包、泥皮粘附卡钻和岩粉埋钻可以采用油浴或碱水溶解卡法。首先降低冲洗液密度，再将一定数量的石油、废柴油或废机油通过泥浆泵压注到卡钻事故孔段，浸泡 8h~16h，每隔 1.5h~2h 上下活动钻具一次；亦可注入 2%~3%纯碱溶液浸泡解卡；
- d) 盐酸溶解卡法是石灰岩地层解卡的有效方法。将 3%~5%浓度的稀盐酸溶液通过钻柱或孔口注入孔内，浸泡 1h~2h，并辅助活动钻具，配合拉顶一般可以解卡。

15.4.2.2 上述方法处理无效后，将钻杆全部返回，再用削、磨钻头，将异径接头消灭。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、切法逐段消灭。

15.4.2.3 处理烧钻拉、顶无效时，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 200mm~300mm，下丝锥捞取。无效时，再用扩孔（6 级以内岩层）套取或用磨削钻头处理。

15.5 钻具折断、脱落及跑钻事故的预防和处理

15.5.1 事故的预防

15.5.1.1 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，检查不合格要及时更换。管材的弯曲和磨损应符合表 26 的规定。

表 26 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	磨损为壁厚	每米长度弯曲 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

15.5.1.2 钻杆、岩心管有裂纹、严重磨损和明显变形、连接旷动等现象，不准下入孔内使用。

15.5.1.3 长期停用的管材、打捞工具，在下孔前应经过严格检查。

15.5.1.4 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、动力机运转轻快、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不符等情况，应立即停钻检查。

15.5.1.5 扫孔、扩孔、扫脱落岩心时，应挂好提引器，并控制下扫速度。

15.5.1.6 钻具不得长时间悬空回转。

15.5.1.7 采用拉、窜、顶、打等方法处理事故时，钻杆螺纹易松脱，要经常用人力重新拧紧。

15.5.1.8 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。应先将钻具慢拧上扣，再做处理。

15.5.1.9 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。

15.5.1.10 提升钻具遇连接螺纹紧、钻具重量轻时，应先人工拧松钻杆，再用拧管机继续卸扣，以免跑钻。

15.5.2 事故的处理

15.5.2.1 一般规定

15.5.2.1.1 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。

15.5.2.1.2 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。

15.5.2.1.3 处理孔内多头钻杆事故时，应用印花法判明情况，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，不准下入正扣丝锥盲目捞取。

15.5.2.2 处理方法

15.5.2.2.1 事故头较正，螺纹完好时，应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。

15.5.2.2.2 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。

15.5.2.2.3 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。

15.5.2.2.4 推荐使用可退式打捞工具，避免事故复杂化。

15.5.2.3 粗径钻具断脱事故的处理

15.5.2.3.1 岩心管断脱可在捞锥上接一弯钻杆作导向。

15.5.2.3.2 管头破损变形时，应用捞管器或卡管器打捞。

15.5.2.3.3 管头有塌落物阻隔时，应先冲扫除去再打捞。

15.5.2.4 孔内钻头或金刚石胎体脱落事故的处理

15.5.2.4.1 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。

15.5.2.4.2 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 200mm 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。亦可用磨孔钻头磨灭。

15.6 套管事故的处理

15.6.1 套管断裂、脱节后，应将事故套管全部起拔后再重新下入，不准将上部套管坐在孔内下部套管上端继续钻进。

15.6.2 用扩孔方法处理套管事故时，扩孔钻具应带内导向装置。

15.7 孔内落入工具物件的处理

落入硬质合金、小零件或工具等，可用冲捞法、粘取法、抓套法、研磨法 etc 处理。

15.8 测井事故的预防和处理

15.8.1 测井事故的预防

15.8.1.1 测井前，要查明欲测孔段的孔径，换径位置，以及泥浆性能，孔内有无遗留物和孔壁完整程度等。

15.8.1.2 下入探管前，应用原钻进钻具进行通孔，并超过最大测深 5m。

15.8.1.3 测井前，要对探管、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。

15.8.2 测井事故处理

15.8.2.1 探管被卡，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。

15.8.2.2 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、小水口的合金钻头接配钻具套取。

15.9 处理事故的安全规定

15.9.1 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，严禁提升力超过钻塔和升降机、钢丝绳、吊钩等的额定负荷。

15.9.2 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。

15.9.3 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。

15.9.4 反钻具时，应使用钢丝绳反管或棘轮反管等方法，不准使用管钳反管。反管过程中，事故钻具的正转方向区域内不准站人，注意背钳的牢靠。

15.9.5 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，需用与爆破筒外形相近的铁棒（铅棒）试探；应采用并联电雷管起爆；多余爆破器材应由专人负责归库。

15.9.6 处理事故前、后应对现场作业设备、工具及安全设施进行全面检查。

15.9.7 采用上述各种方法处理孔内事故时，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场房。

16 钻探工程质量

16.1 钻孔质量要求

钻孔质量包括岩矿心采取率、钻孔弯曲与测量间距、简易水文观测、孔深误差测量与校正、原始报表和封孔等六项指标。

16.1.1 岩矿心采取率

16.1.1.1 根据设计部门或合同要求，可全孔取心、部分孔段取心或全孔不取心。

16.1.1.2 在固体矿产勘探取心孔段中，一般平均岩心采取率应达到 70%以上，矿心采取率应达到 80%以上。有特殊要求时，按设计书或合同的规定执行。取心孔段的岩（矿）心采取

率按以下公式计算：

$$\text{岩(矿)心采取率} = [\text{岩(矿)心长度} / \text{取岩(矿)心进尺长度}] \times 100\% \dots\dots (1)$$

式中的进尺和岩(矿)心长度，指在固体岩(矿)层中的实际进尺和取出的岩(矿)心长度，除设计要求外，不包括废矿坑、空洞、表面覆盖物、浮土层、流砂层的进尺及取出物。

16.1.1.3 岩矿心的现场管理和保管工作应遵循 DZ/T 0032 第 2 章和 DZ/T 0078 的规定。

16.1.2 钻孔弯曲与测量间距

16.1.2.1 钻孔轴线的形态及空间位置的三维坐标由设计部门提出，同时应给出实际轴线与设计轴线偏离的最大允许值。

16.1.2.2 机台应及时、定点测量钻孔顶角及方位角，将测量结果填入“钻孔弯曲度测量记录表”。通常情况下，在直孔施工中每 100m 顶角偏斜不应超过 2°，在斜孔施工中每 100m 顶角偏斜不应超过 3°。有特殊需要时，按设计书或合同的要求执行。

16.1.2.3 施工部门应及时计算确定钻孔轴线的形态及空间位置。

16.1.2.4 设计或实测钻孔顶角小于或等于 3° 时，每钻进 100m 测一次顶角（不测方位角）；顶角大于 3° 时，根据地质要求每钻进 50m 测一次顶角和方位角。定向和易斜钻孔，应适当缩短测量间距。

16.1.3 简易水文观测

16.1.3.1 使用清水或无固相冲洗液的钻孔中，每班至少观测水位 1~2 回次。每观测回次中，提钻后、下钻前各测量一次水位，间隔时间应大于 5min。

16.1.3.2 每个钻进回次应根据水源箱水位、泥浆池液位变化和补充冲洗液量计算冲洗液消耗量。

16.1.3.3 钻进中遇到涌水、漏水、涌砂、掉块、坍塌、缩径、逸气、裂隙、溶洞及钻柱坠落等异常现象时，应及时记录其深度。

16.1.3.4 在地下水自流钻孔中，根据水文地质要求接高孔口管或安装测试装置测量水头高度和涌水量。

16.1.3.5 孔内发现热水，应测量孔口和孔底温度。

16.1.4 孔深误差测量与校正

16.1.4.1 下列情况应校正孔深：

- a) 钻进深度达 100m 及其倍数时；
- b) 进出矿层时（矿层厚度小于 5m 时，只测量一次）；
- c) 经地质编录人员确认的重要构造位置及划分地质时代的层位；
- d) 下套管前和终孔后。

16.1.4.2 孔深误差率小于千分之一时可不修正报表；孔深误差率大于千分之一时要修正报表。

16.1.4.3 孔深误差率按下列公式计算

$$\text{孔深误差率} = [|(\text{校正前的孔深} - \text{校正后的孔深})| / \text{校正后的孔深}] \times 1000\% \dots\dots (2)$$

16.1.5 原始报表

16.1.5.1 原始报表包括：钻探班报表（含简易水文观测记录表）、交接班记录表。

16.1.5.2 各班应指定专人在现场及时填写原始报表，做到真实、齐全、准确、整洁。

16.1.6 封孔

16.1.6.1 临近终孔施工管理部门根据地质部门提供的实际钻孔柱状图和封孔要求，编写封孔设计，交机台实施。

16.1.6.2 机台应按封孔设计的要求严格执行。

16.1.6.3 封孔后，应在孔口中心处设立水泥标志桩（用水泥固定）。

16.1.6.4 封孔后，机长应将钻孔封孔设计和封孔记录送交设计部门和施工管理部门存档。

16.1.6.5 根据设计书的要求，需要对封孔质量进行验证时，应进行透孔取样。

16.2 保证钻探工程质量的措施

16.2.1 保证岩矿心采取率的措施

16.2.1.1 根据各矿区地质条件、岩矿层的物理机械性质，正确地选择取心工艺、取样器具、钻进参数和冲洗液类型。

16.2.1.2 取心工具应妥善保管，使用前要认真检查，用后要清洗检查、注润滑油脂。

16.2.1.3 在取心困难的矿层中钻进时应降低转速、压力和泵量。

16.2.1.4 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。

16.2.1.5 钻进回次进尺长度不得超过岩心管长度。

16.2.1.6 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 0.5m。

16.2.1.7 退岩心时要细心，不得重敲、猛打，尽量避免人为破碎并防止上下次序颠倒。

16.2.2 预防钻孔弯曲的措施

16.2.2.1 地表机械设备应经过检验，稳固可靠。

16.2.2.2 确保安装质量，保证“天车、回转器、孔口”三点一线。

16.2.2.3 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。

16.2.2.4 合理选择钻具结构和级配，尽量采用满眼钻进。

16.2.2.5 开孔应选用锋利的钻头，钻杆不得有偏摆，钻压要均匀，要随钻孔加深加长岩心管。

16.2.2.6 深孔钻进时，应尽量采用钻铤加压。

16.2.2.7 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。

16.2.2.8 扩孔时要带内导正器，换径时要带外导正器。粗径钻具要用综合式异径接头连接，其中心线应一致。

16.2.2.9 换径时导正管长度要大于 4m，第一回次的小径岩心管长度要小于 1m。

16.2.3 做好简易水文地质观测的措施

16.2.3.1 要严格按设计及时观测水位及其他应测项目。

16.2.3.2 水位观测的基准点应一致，读数要准确。

16.2.3.3 不得任意割接测绳。

16.2.4 降低孔深误差的措施

16.2.4.1 机场使用的铁尺应保持两端平齐，刻度准确、清楚，并定期校正。

16.2.4.2 丈量机上余尺时钻柱应停止回转，基准点要一致，并应准确丈量，及时记录。

16.2.4.3 应用钢卷尺丈量下入孔内钻具的长度，并准确记录数据。

16.2.4.4 处理事故后应校正孔深。

16.2.5 做好原始记录的措施

16.2.5.1 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。

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

16.2.6 保证封孔质量的措施

16.2.6.1 使用泥浆做冲洗液的钻孔，应自下而上清洗封闭段孔壁上的泥皮。

16.2.6.2 正确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。

16.2.6.3 水泥应用清水搅拌均匀，水灰比应小于 0.5。

16.2.6.4 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。

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

16.2.6.6 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。

17 健康、安全、环保（HSE）管理

17.1 健康管理

17.1.1 劳动防护

施工部门应按照国家 and 当地政府的劳动保护法规和标准，为员工配备相应的劳动防护用品。

17.1.2 医疗保健

17.1.2.1 医疗

地质勘查单位应设立医务所，配备所需的医疗设备、器械和药品，负责疾病诊治和急救。单机作业机台应备医药箱并依据施工地域、季节和作业特点，配备相应的急救药品。

17.1.2.2 保健

地质勘查单位应在员工健康检查、疾病预防、饮食卫生等方面建立必要的卫生保健制度，并认真执行。

17.1.2.3 公共卫生

17.1.2.3.1 注意驻地环境卫生，定时清理垃圾；宿舍内须经消毒，保持干净整洁，应有防鼠、防蝇、防蚊措施。

17.1.2.3.2 餐厅、厨房应保持干净整洁，餐具必须消毒，不得食用不明和变质食物。

17.1.2.3.3 保持个人卫生，经常洗澡换衣，防止流行病发生。

17.2 安全管理

17.2.1 基本规定

17.2.1.1 地质勘查单位应按 AQ 2004 的要求，建立、健全保障安全生产的规章制度，并贯彻执行，且保留安全活动记录。

17.2.1.2 地质勘查单位应设置专职或兼职安全员，安全员应经过安全培训，并考核合格。

17.2.1.3 地质勘查单位应对上岗员工进行安全生产职业培训，定期进行工地安全大检查，消除隐患。开展安全生产和意外救生教育。

17.2.1.4 地质勘查单位应充分关注施工区的自然环境，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。

17.2.1.5 钻探爆破作业，应遵守 GB 6722 的规定。

17.2.1.6 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 的相关规定。

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

17.2.1.8 上班前和上班时不准喝酒。进入机场工作时，必须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，必须系牢安全带。

17.2.1.9 机场内严禁长期存放有毒、有腐蚀的化学药品。使用时必须按有关规定戴好防护装备。在有放射性物质的矿区工作时，必须按 GB 15848 的规定，采取积极有效的防护措施。

17.2.2 钻探机场安全规定

17.2.2.1 用电规定

17.2.2.1.1 动力配电箱与照明配电箱应分别设置。

17.2.2.1.2 每台钻机应独立设置开关箱，实行“一机一闸一漏电保护器”。

17.2.2.1.3 移动式配电箱、开关箱应安装在固定支架上，并有防潮、防雨、防晒措施。

17.2.2.1.4 机场电气设备应根据供电系统要求进行保护接零或保护接地。接地电阻应小于 $4\ \Omega$ 。

17.2.2.1.5 机场照明应使用防水灯具；照明灯泡应距离塔布表面 300 mm 以上；修理电气设备时，应切断电源，并挂警示牌或设专人监护。

17.2.2.1.6 钻探施工用电严格遵守 GB 50194 的规定。

17.2.2.1.7 使用手持式电动工具应遵守 GB/T 3787 的规定。

17.2.2.2 防风规定

气象预报有大风（指 6 级以上风力）时应遵守下列规定。

17.2.2.2.1 将塔套卸下，叠好并妥善保存。检查钻塔绷绳质量和牢固程度，必要时应加固或更换。

17.2.2.2.2 将立根下入到孔内安全位置，井口牢固夹持并用提引器挂住钻杆。

17.2.2.2.3 采取压顶、支护、绳索拦护等方法加固场房。切断电源，盖好电机设备。将现场报表，易损零件，小工具等装箱保存，严密封盖孔口。

17.2.2.3 防雷电规定

17.2.2.3.1 钻塔（井架）要安装与钻塔绝缘的避雷针，下引线用绝缘导体。避雷针、下引线和接地体（极）之间的连接严密可靠。

17.2.2.3.2 避雷针接地电阻不得大于 $15\ \Omega$ ，接地极埋在实土地层中。

17.2.2.3.3 避雷针与塔顶高度应不小于 1.5m，引下线与塔及绷绳各部空间距离不应小于 1 m，接地极与电机的接地，孔口管及绷绳接地处的距离应大于 3m。

17.2.2.4 防洪防汛规定

17.2.2.4.1 尽量避开在易滑坡、易崩塌和泥石流发育的地方施工。

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

17.2.2.4.3 在汛期，物资和设备必须存放在洪水位警戒线以上。

17.2.2.5 防寒规定

17.2.2.5.1 在寒冷季节施工时，场房必须围盖严密，并备有取暖设施。

17.2.2.5.2 主供水管路必须用保温材料包扎埋好。临时管路除包扎外还必须在低洼处安装放水阀门，当停止供水时，放净管内积水。

17.2.2.5.3 及时清除场房内外的冰、雪，场地周围应采取防滑措施。

17.2.2.5.4 柴油机，水泵等设备临时停用时，必须放净积水，以防冻裂机器。

17.2.2.6 防火规定

17.2.2.6.1 机场内应备有一定数量的灭火器和砂箱、铁锹等灭火用具，并不准移作它用。

17.2.2.6.2 要除净场房外周围的杂草，防火道的宽度应大于 5m。在林区和草原地区施工时，应按当地有关防火规定采取预防措施。

17.2.2.6.3 机场内采用明火取暖时，必须离开场房顶、壁板、塔套有适当的安全距离。炉座必须垫有砖石或隔热板。

17.2.2.6.4 内燃机的排气管和取暖火炉的烟囱，要考虑季节风向，从合适的侧面伸出场房

外 0.5m 以上，与场房接触处要安好隔热板防火罩。

17.2.2.6.5 要经常注意取暖火炉的燃烧情况，不得使火焰外窜，或用油料助燃。未熄灭的炉灰，不准随便倾倒。人员撤离现场时必须彻底熄灭火种。

17.2.2.6.6 在塔上工作时禁止吸烟，场房内不准乱丢烟蒂，机场内禁止用明火照明。

17.2.2.6.7 机场内存放的油料和其它易燃品，必须妥善保管，严禁烟火靠近。预热润滑油时必须由专人看管。严禁用明火直接烘烤柴油机底壳。

17.2.2.6.8 油料着火时，应用灭火器和砂土扑灭，严禁用水扑救。电器着火时，应首先切断电源，然后再去扑救。

17.2.3 施工中的安全规定

17.2.3.1 钻进中主要安全规定

17.2.3.1.1 钻进中遇有钻具回转阻力增加、动力机响声异常、泵压增高、憋泵、提下钻遇阻等情况时，应及时停机检查。机器运转时，不得进行拆卸和修理。

17.2.3.1.2 各种仪表的性能要完好，能及时准确地反映孔内出现的异常。

17.2.3.1.3 扩孔、扫孔阻力过大时，不准强行开车，扫脱落岩心或钻进不正常孔段时，必须由班长或熟练钻工操作。

17.2.3.1.4 每次开钻及钻进中，注意胶管缠绕钻杆，应设有防缠绕及水龙头防坠装置。钻进中不得用人扶持水龙头及胶管。

17.2.3.2 升降钻具时安全规定

17.2.3.2.1 认真检查升降机的制动装置、离合装置、提引器、游动滑车和拧卸工具，天车要定期加油和检查。

17.2.3.2.2 检查绳卡及钢丝绳的磨损情况，有断股必须更换。

17.2.3.2.3 操作升降机要稳，不得猛刹猛放。同时要防止提引器、游动滑车等碰撞台板。升降过程中严禁用手摸扶钢丝绳。

17.2.3.2.4 操作升降机人员应与孔口和塔上人员紧密配合。孔口操作人员必须站在钻具起落范围以外。摘挂提引器时不得用手扶提引器底部并应注意防止回绳碰打。推荐使用正反拧不旋转钢丝绳。

17.2.3.2.5 抽、插垫叉要防止砸手，跑钻时严禁抢插垫叉。

17.2.3.2.6 提钻后应立即盖好孔口盖。粗径钻具处于悬吊状态时，不许探视或用手摸管内岩心。

17.2.3.3 使用拧管机的安全规定

17.2.3.3.1 使用拧管机时先把钻杆扶正，不得在螺纹未对正前就开动拧管机。拧管机未停止转动以前，不准提升钻具。

17.2.3.3.2 经常注意离合器手把定位销是否灵活、可靠。用长扳叉松动过紧的钻杆时，要切断拧管机的动力。同时操作人员要站在扳叉回转范围以外。

17.2.3.3.3 抽、插垫叉及操纵手把应由同一人操作。

17.2.3.3.4 上、下垫叉要插牢。上垫叉要有防脱装置，手未离开垫叉前，不得开动拧管机。

17.2.3.4 使用活动工作台的安全规定

17.2.3.4.1 必须使用防坠式活动工作台。使用前要检查平衡配重是否合适，防坠装置、制动装置和挂绳等是否安全可靠。

17.2.3.4.2 活动工作台每次只准一人乘坐，上升前要锁好门，携带工具时要放置妥当，离开活动工作台前要锁紧制动装置，在最低位置时应挂好安全钩。

17.2.3.4.3 不准用活动工作台运载重物上塔。活动工作台卸掉平衡绳以后，严禁乘坐。严禁用升降机提拉活动工作台。

17.3 环境保护管理

17.3.1 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，相应采取必要的措施。

17.3.2 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；工地要避免或减少占用耕地、农田、林带。终孔后应恢复占用的农田、耕地和植被。

17.3.3 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、淘汰泥浆经引水沟渠（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。

17.3.4 在河湖或居民区附近禁止使用铁铬木素磺酸盐、红矾等污染环境化学处理剂，被岩屑、泥浆、油料污染的土地，应妥善置换或复原。

17.3.5 设备安装牢靠，减少噪声。噪声等效声级超过 70dBA 时，须采取减噪措施。

17.3.6 保护好工作及生活的生态环境，不破坏绿化植被，不猎杀野生动物。

18 生产管理

18.1 施工管理基本规定

18.1.1 钻孔施工前，由设计和施工部门共同编写“钻孔地质技术设计书”、“钻孔定位和机械安装通知书”，下达到机台、安装队执行。

18.1.2 要严格按照第四章钻探工程施工设计要求，精心组织实施与管理。

18.1.3 见矿前由设计部门填写“钻孔见矿预告通知书”，下达到机台执行。

18.1.4 矿心未达到要求需补采矿心时，由设计、施工部门填写“补采矿心通知书”，下达到机台执行。

18.1.5 改变钻孔设计由设计部门填写“钻孔地质技术设计变更通知书”，下达到机台执行。

18.1.6 单孔终孔前 1~3 天由设计、施工部门编写“钻孔终孔通知书”、“钻孔封孔设计和封孔记录表”，下达到机台执行。

18.1.7 矿区钻探工程竣工后，由地质勘查单位参见附件 B（资料性附录）的要求，负责编写“矿区钻探工程施工技术报告”，总结生产技术经验，评价技术经济效果，数据要真实、准确，应附表格和图件。

18.2 管理制度

18.2.1 设备安装质量验收制

18.2.1.1 钻探设备安装完毕，应经过由地质、测量、探矿、安全技术、机械、安装、机场等方面人员组成的验收小组，对安装质量逐项验收，验收合格后，填写“钻孔开孔检查验收单”后方可开钻。

18.2.1.2 安装质量不合要求，不得开钻，应指定专人负责返工。

18.2.2 班前、班后会制

18.2.2.1 班前会。提前到现场了解上班生产情况后，根据上一班的情况进行三定：定生产

任务、定技术措施、定安全生产措施。

18.2.2.2 班后会。交班后进行三查：查任务完成情况、查技术措施及岗位责任制执行情况、查安全及操作规程等执行情况，并总结本班工作。

18.2.3 机场岗位责任制

岗位分工应根据机台所采用的钻进方法、钻机、动力机类型等而定。除机长岗和材料员岗以外，现场一般实行四岗制：班长岗、记录员岗、动力机岗、水泵泥浆岗。千米以上(包括千米)的钻机可分设泥浆岗，采用五岗制。岗位设置由地勘单位根据工程规模、采用设备等情况自行制定。

18.2.3.1 机长岗位职责

- a) 机长负责全机的生产、技术、管理和环保等工作；
- b) 负责机场的所有设备、仪器、工具、器材以及工程质量、生产安全等，并经常检查督促各岗工作；
- c) 组织全机人员制定具体措施，保质、保量、节约、安全地完成生产任务；
- d) 模范地遵守各项规章制度，并督促全机人员贯彻执行；对好人好事和违章作业者，应分别给予表扬和批评；
- e) 组织全机人员的技术业务学习和思想教育，并负责对新工人进行健康、安全、环保培训教育；
- f) 做到十到现场：机台自行安装、开孔、终孔、封孔、岩矿心难采和质量达不到要求或补取矿心、检修设备、处理复杂事故、起下套管、试验新方法新机具以及发生人身事故或排除不安全因素时，都应亲临现场指挥；
- g) 参与钻孔开孔安装质量验收和钻孔终孔质量验收；
- h) 填写有关报表（“重大钻探事故报告表”、“最终孔内遗留物登记表”、“钻探技术经济指标综合表”）；
- i) 配合有关部门对钻工进行技术教育和考核。对钻工的使用、转正、晋级等有权提出建议；
- j) 关心工人生活。

18.2.3.2 材料员岗位职责

- a) 搞好机场经济核算，做到用料有计划，消耗有定额，领料有记录，月月有核算，并定期公布成本情况；
- b) 负责机场各种油料、材料、工具、管材、钻头、磨料等的计划编制，领退和送修；
- c) 会同各班有关岗位，搞好现场各种材料、工具、管材的存放与保管。

18.2.3.3 班长岗位职责

- a) 负责本班生产技术和考勤工作。副班长负责当班安全、协助班长工作；在班长和钻工轮休时顶岗；
- b) 主持班前班后会，组织按岗位交接班；
- c) 督促本班遵守各项规章制度，及时制止违章作业，指导钻工安全操作；
- d) 掌握孔内情况，组织好本班生产；负责本班质量，发现问题及时解决，并报告机长；
- e) 在复杂地层钻进、采取矿心、孔内不正常及处理孔内事故或下套管时都应亲自操作，特殊情况下可指定熟练钻工代替；
- f) 本班为下班打好基础，白班为夜班生产做好准备，创造条件；
- g) 及时（或通知有关人员）测量钻孔弯曲度、校正孔深、审核班报表等；
- h) 定期主持召开班务会议；
- i) 出事故时负责填写“孔内事故登记表”。

18.2.3.4 记录员岗位职责

- a) 及时、准确、直实、清晰地填写本班各种原始报表，妥善保管；
- b) 负责岩矿心的整理，防止混乱、丢失；
- c) 配备钻具、丈量和计算机上余尺；负责简易水文观测和校正孔深；
- d) 保管金刚石钻头、扩孔器，填写金刚石钻头（扩孔器）钻进记录表；
- e) 管理机场工具（包括打捞工具）、管材、钻头、磨料、量具等；
- f) 负责钻塔、活动工作台、天车、水龙头的维护保养。

18.2.3.5 水泵泥浆岗位职责

- a) 负责泥浆泵、泥浆搅拌机、泥浆净化设备的使用和维护保养，更换易损零件，保证其正常运转；参加现场检修，保管泥浆泵专用工具及配件；
- b) 负责冲洗液的配制、维护及性能调整，定时测定冲洗液的性能，及时清理循环槽、沉淀箱，保持环境卫生，防止泥浆污染；
- c) 负责泥浆仪器、黏土粉、润滑剂及化学处理剂、堵漏材料的保管与使用；
- d) 寒冷季节施工，较长时间停工时，负责放净泵体和管路中的冲洗液；
- e) 负责机场前部的环境卫生和冬季生火取暖。

18.2.3.6 钻机、动力岗位职责

- a) 负责钻机、柴油机（电动机）、拧管机或及照明发电机的使用和维护保养；
- b) 正确使用钻机、柴油机或电动机，严禁超负荷和带病运转；检查和排除一般故障，参加现场小修；
- c) 按机械维护操作规程和有关规定进行班保养，并协助机修人员做好周、月的设备保养；
- d) 负责钻机、柴油机或电动机的配件、电器材料、所用油料、专用工具及防火用具的保管与使用；
- e) 保证照明发电机的正常运转，负责机场内照明及照明线路的安全；
- f) 负责机场后部的环境卫生。

18.2.4 交接班制

18.2.4.1 为使班与班之间互通情况，密切配合，达到均衡生产，应按岗位分工进行对口交接。

18.2.4.2 交接班应认真负责，做到交清、接清；设备运转情况、钻具、钻杆、孔深、孔内情况及原始记录交接清楚。

18.2.4.3 交班应情况真实，接班要及时认真，凡因交班不清发生问题时，均由交班者负责。接班后发生的问题应由当班者负责。

18.2.5 终孔质量检查验收制

18.2.5.1 钻孔终孔后由设计和施工部门组成质量验收委员会或小组，及时对钻孔进行评价验收。

18.2.5.2 钻孔质量验收标准的依据是地质设计或合同指标。

18.2.5.3 验收时应填写“钻孔质量验收报告”。

18.2.6 机务会议制

由机长召集班长、副班长、材料员参加，一般每旬一次，主要是总结生产、质量、安全情况，提出问题，讨论解决办法，布置下一旬生产任务，制定保证完成任务的主要措施，协调三个班的生产。

18.2.7 班务会议制

每周一次，总结本班生产、生活中存在的问题，提出保证完成任务的具体措施。

19 钻探施工技术档案

19.1 建立钻探施工技术档案的基本要求

19.1.1 钻探工程竣工后，应对生产活动中所形成的、具有保存价值的文字、图、表等技术材料进行整理、归纳、总结，由钻探工程管理部门建立钻探施工技术档案并按规定保管。

19.1.2 钻探施工技术档案应以矿区或工作项目为单位立档，非连续工作的地区应按工作阶段立档。

19.1.3 钻探施工技术档案应保持完整、准确、系统和安全。

19.1.4 立档要求：

- a) 平时应注意原始资料和素材的积累和保存；
- b) 技术文件材料要选用优质纸，并应装订成册；
- c) 封面要有档案编号、施工起止日期、立卷人和审查人姓名以及归档日期；
- d) 存档单位应建立档案总账和明细表；
- e) 严禁涂改和伪造原始记录；
- f) 有条件的单位应建立电子文档。

19.2 钻探工程技术档案基本内容

19.2.1 工作地区（矿区）技术文件

- a) 地质设计；
- b) 合同书；
- c) 矿区施工技术设计；
- d) 补充设计；
- e) 施工作业计划；
- f) 施工技术总结、竣工报告；
- g) 科学技术试验及专题研究成果；
- h) 科技信息资料。

19.2.2 钻孔技术文件

- a) 钻孔地质设计及施工技术设计书；
- b) 钻孔定位和机械安装通知书；
- c) 钻孔开孔检查验收单；
- d) 钻孔见矿预告通知书；
- e) 钻孔地质技术设计变更通知书；
- f) 补采矿心通知书；
- g) 钻孔弯曲度测量记录表；
- h) 孔内事故登记表；
- i) 重大钻探事故报告表；
- j) 钻孔终孔通知书；
- k) 钻孔封孔设计和封孔记录表；
- l) 最终孔内遗留物登记表；
- m) 钻孔质量验收报告；

- n) 岩矿心验收单;
- o) 原始记录报表移交清单;
- p) 钻探技术经济指标综合表。

19.2.3 表报及技术统计资料

- a) 年、月生产统计报表（工作量、台月数、台月效率、时间利用率、完工钻孔数、验收钻孔数、报废钻孔数、平均小时效率、单位成本等）;
- b) 岩石分类统计表;
- c) 工程质量统计表;
- d) 金刚石钻头、扩孔器使用情况统计表;
- e) 主要材料消耗统计表;
- f) 成本核算情况统计表。

附录 A

(资料性附录)

冲洗液化学处理剂、性能测试程序和配浆基本计算

A.1 冲洗液化学处理剂

A.1.1 无机处理剂

- a) 碳酸钠 (纯碱) — 钙膨润土改型剂和碱度 (pH 值) 控制剂;
- b) 氢氧化钠 (烧碱) — 碱度控制剂;
- c) 钙盐, 包括氢氧化钙 (石灰)、石膏、氯化钙—无机絮凝剂、泥页岩抑制剂、水泥速凝剂;
- d) 氯化钠 (食盐) — 无机絮凝剂、泥页岩抑制剂、水泥早强剂;
- e) 钾盐, 包括氢氧化钾、氯化钾和碳酸钾—页岩抑制剂;
- f) 硅酸钠 (水玻璃、泡花碱) — 页岩抑制剂;
- g) 酸式焦磷酸钠 ($\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$) 和六偏磷酸钠 (NaPO_3)₆—无机分散剂。

A.1.2 降滤失剂

A.1.2.1 腐植酸类

主要有煤碱剂 (腐植酸钠)、铬腐植酸、硝基腐植酸钠。该类产品兼有稀释作用。

A.1.2.2 纤维素类

主要指钠羧甲基纤维素 (CMC), 有低黏、中黏及高黏三种产品。

高黏度 (HV—CMC): 1000mPa·s~2000mPa·s;

中黏度 (MV—CMC): 500mPa·s~1000mPa·s;

低黏度 (LV—CMC): 100mPa·s~500mPa·s。

钠羧甲基纤维素还具有增粘作用, 抗盐能力强。

A.1.2.3 聚合物类

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

A.1.2.4 淀粉类

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

A.1.2.5 树脂类

磺甲基酚醛树脂 (SMP-1、SMP-2)。耐高温, 抗盐钙能力较强。

A.1.3 降黏剂

又称解絮凝剂或稀释剂, 分为分散型稀释剂和聚合物型稀释剂。

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

A. 1. 4 增黏剂

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

A. 1. 5 抑制剂

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

A. 1. 6 絮凝剂

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

A. 1. 7 润滑剂

A. 1. 7. 1 惰性固体润滑剂

主要产品：塑料小球、石墨、玻璃微珠等。

A. 1. 7. 2 液体类润滑剂

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

A. 1. 8 堵漏剂

A. 1. 8. 1 惰性堵漏材料

- a) 颗粒状材料如核桃壳、橡胶粒、石灰石等，起“架桥”作用，称“架桥剂”；
- b) 纤维状材料如锯末、纸纤维、花生壳、棉籽壳、皮革粉、玉米芯、石棉粉等，在堵漏浆液中起悬浮作用，又称“悬浮拉筋剂”；
- c) 片状材料如云母、蛭石、稻壳等，起填塞作用，又称“填塞剂”；
- d) 复合堵漏材料，将上述三类材料以合理的比例和级配复合使用，以提高使用效果。颗粒状、片状、纤维状堵漏材料之比一般为 5: 2: 1。产品有：HD 桥堵剂、暂堵 915、暂堵 917 等。

A. 1. 8. 2 随钻堵漏剂

又称单向压力封闭剂。

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

A. 1. 8. 3 高失水堵漏剂

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

A. 1.9 加重剂

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

A. 1.10 泡沫剂与消泡剂

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

A. 2 冲洗液主要性能测试

A. 2.1 密度测量

使用比重秤 (密度计) 测量。量程 $0.9g/cm^3 \sim 2.3g/cm^3$ ，精度 $\pm 0.01g/cm^3$ 。淡水密度为 $1.0g/cm^3$ ，是现场标定仪器的标准液。测量时量杯和砝码两端应保持水平 (气泡在中心) 后再读数。

A. 2.2 黏度测量

A. 2.2.1 漏斗黏度

分马氏漏斗和苏氏漏斗，后者为老式，但现场使用较多。

- a) 马氏漏斗锥体顶部内径为 $\Phi 152mm$ ，长度为 $305mm$ 。漏斗的出水管长 $50.8mm$ ，内径为 $\Phi 4.7mm$ 。漏斗内至筛网下端的容量为 $1500cm^3$ 。标定时，向漏斗中注入 $1500cm^3$ 温度为 $20^\circ C$ 的清水，流出 $946cm^3$ ，清水流出的时间应为 $(26 \pm 0.5) s$ 。

测量时用手指堵住漏斗出水管的下口，通过筛网倒入冲洗液，使液面达到筛网底部。移开手指使冲洗液流出，秒表同时记时。记录从漏斗中流出 $946cm^3$ 冲洗液的秒数，作为马氏漏斗黏度。

- b) 苏氏漏斗锥体容量为 $700cm^3$ ，标定时注满清水后流出 $500cm^3$ 的时间为 $(15 \pm 0.5) s$ 。测量程序与马氏漏斗相同。

A. 2.2.2 旋转黏度计

用六速旋转式黏度计测量 $600、300、200、100、6、3r/min$ 的读数相应为 $\theta_{600}、\theta_{300}、$

$\theta_{200}、\theta_{100}、\theta_6、\theta_3$ 。然后计算流变参数和性能指标。

- a) 视黏度 $AV = 0.5\theta_{600}， mPa \cdot s$

- b) 宾汉模式流变参数 (适用于分散性泥浆)

宾汉塑性黏度

$$PV = \theta_{600} - \theta_{300}， mPa \cdot s \quad \dots\dots\dots (A1)$$

宾汉动切力 (结构黏度) $YP = 2\theta_{300} - \theta_{600}， lb/100ft^2$

$$YP = (2\theta_{300} - \theta_{600})/2， Pa \quad \dots\dots\dots (A2)$$

- c) 卡森模式流变参数 (适应所有冲洗液)

卡森黏度，又称极限高剪黏度 η_∞ ，剪率为 ∞ 时的黏度， $mPa \cdot s$ 。

$$\eta_c^{1/2} = 0.03779(\theta_{600}^{1/2} - \theta_{100}^{1/2})， (mPa \cdot S)^{1/2} \dots\dots\dots (A3)$$

卡森屈服值或卡森动切力，

$$\tau_c^{1/2} = 0.4775(6\theta_{100}^{1/2} - \theta_{600}^{1/2}), \quad (Pa)^{1/2} \dots\dots\dots (A4)$$

d) 幂律模式流变参数(适合高聚物冲洗液)

低剪区的幂指数 $n_1 = 0.51\lg(\theta_{300} / \theta_3)$ (A5)

中剪区的幂指数 $n_2 = 3.32\lg(\theta_{600} / \theta_{300})$ (A6)

低剪区稠度系数 $k_1 = 0.511\theta_{300} / 511^{n_1}$, $Pa \cdot s^n$ (A7)

中剪区稠度系数 $k_2 = 0.511\theta_{300} / 511^{n_2}$, $Pa \cdot s^n$ (A8)

e) 静切力 旋转黏度计 3r/min 时的最大读数 $\theta_{3max} / 2$, Pa。IG (初切) 为高速搅拌后静止 10s 测定, 10G (终切) 为再次高速搅拌后静止 10 min 的读数。

A. 2.3 失水量测量

用气压式 (打气筒) 加压失水量仪测量, 压差 690kPa, 室温 20℃~25℃, 用一层慢速滤纸置于 350ml 容量的泥浆杯内, 倒入待测浆液, 打气加压至 690kPa 后, 收集滤纸下流出的滤液, 将量筒内收集 7.5min 的滤液倒掉, 继续收集至 30min, 量筒内的滤液量乘以 2 的结果作为 “失水量” 指标。实际失水量 (FL) 为 30min 与 7.5min 的滤液之差的两倍。即

$$FL = 2(\theta_{30} - \theta_{7.5}) \dots\dots\dots (A9)$$

式中:

θ_{30} 、 $\theta_{7.5}$ 分别为 30min 和 7.5min 的滤液量, ml。

A. 2.4 pH 值测定

冲洗液的 pH 值表示其酸碱度。广范试纸测定时, 将试纸轻贴在液面上润湿, 随即快速与比色表对比, 读取相近的 pH 值。

A. 2.5 含砂量测定

含砂量仪包括直径为 $\phi 63.5$ mm 的 200 目筛筒和 1 个锥形漏斗, 筛筒可以嵌在它的上方, 另有一个带刻度的玻璃锥形量筒。测定时将冲洗液样品倒入带刻度的玻璃锥形量筒至下刻度线, 再倒入清水至上刻度线。用拇指堵住量筒口, 用力摇动。将混合物过 200 目筛筒, 用清水冲洗筛网上残留的砂, 将筛网上的砂倒入带刻度的量筒。读取沉在带刻度量筒中的砂粒的体积百分数, 即为冲洗液的含砂量。

A. 2.6 抑制性测定

相对膨胀率 (或相对膨胀降低率) 用页岩膨胀仪测定; 岩屑回收率 (岩屑回收提高率) 用岩屑回收量来测定。

A. 2.7 润滑性测定

润滑性包括泥饼的粘附性能和浆液的润滑性能。泥饼的粘附性能由粘附系数测定仪测定, 浆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。

A. 3 现场配浆、维护的基本计算

A. 3.1 配浆时所需黏土量计算

$$W = \frac{V_1 \rho_2 (\rho_1 - \rho_3)}{\rho_2 - \rho_3} \dots\dots\dots (A10)$$

式中：

W —所需黏土重量，t；

V_0 —所需配制的泥浆体积， m^3 ；

ρ_1 —所需配制的泥浆密度， g/cm^3 ；

ρ_2 —黏土的密度（ ρ_2 为 $2.2g/cm^3$ — $2.3g/cm^3$ ，简化为 $2.0g/cm^3$ ）；

ρ_3 —水的密度， $\rho_3 = 1.0g/cm^3$

公式简化后得所需黏土重量：

$$W = 2V_1(\rho_1 - 1) \dots\dots\dots (A11)$$

即所需黏土用量为要求配浆的密度减去 1 乘以 2，再乘所需配制的泥浆体积。

A. 3. 2 加水稀释计算

地层造浆，泥浆过稠，加处理剂前需要加水稀释处理。加水量计算公式：

$$V_{水} = \frac{V_0(\rho_1 - \rho_2)}{\rho_2 - 1} \dots\dots\dots (A12)$$

式中：

$V_{水}$ —所需的加水量， m^3 ；

V_0 —原浆总体积， m^3 ；

ρ_1 —原浆密度， g/cm^3 ；

ρ_2 —加水稀释后密度， g/cm^3 。

A. 3. 3 加重计算

$$W = \frac{V_0 \rho_3 (\rho_2 - \rho_1)}{\rho_3 - \rho_2} \dots\dots\dots (A13)$$

式中：

W —加重剂重量，t；

V_0 —循环系统泥浆总体积， m^3 ；

ρ_1 —原浆密度， g/cm^3 ；

ρ_2 —加重后泥浆密度， g/cm^3 ；

ρ_3 —加重剂密度（重晶石 $\rho_3=4.2$ ，石灰石 $\rho_3=2.7$ ）， g/cm^3 。

附录 B

(资料性附录)

矿区钻探工程施工技术报告编写提纲

B.1 前言

B.2 矿区概述

B.2.1 矿区交通位置及地理概况

B.2.2 矿区地质概况

B.2.3 矿区钻探施工技术条件

B.3 主要钻探设备配套及现场布置

B.4 钻探工艺方法

B.4.1 钻孔结构

B.4.2 岩石钻进特性

B.4.3 钻进方法

B.4.3.1 分层钻进技术

B.4.3.2 取心技术

B.4.3.3 钻头的使用

B.4.3.4 钻进技术参数

B.4.4 冲洗液

B.5 护壁与堵漏

B.5.1 套管护孔

B.5.2 堵漏方法

B.6 钻探工程质量及保证措施

B.6.1 工程质量指标

B.6.2 质量评述

B. 6. 3 保证质量措施

B. 7 科学试验与技术创新

B. 7. 1 新技术、新方法的试验与推广

B. 7. 2 技术攻关、技术开发、技术改造

B. 8 生产组织及生产技术管理

B. 8. 1 生产组织形式

B. 8. 2 生产管理制度

B. 8. 3 技术管理

B. 8. 4 技术培训

B. 8. 5 安全技术工作

B. 8. 6 机台文化建设

B. 9 主要经济技术指标完成情况

B. 9. 1 主要经济技术指标

B. 9. 2 经济效益和社会效益

B. 9. 3 矿区生产记录



