

ICS 27.140

P 13

备案号: J487—2006

DL

中华人民共和国电力行业标准

P

DL/T 5013 — 2005

代替 DL 5013 — 1992

水电水利工程钻探规程

**Code of operation in drilling for
hydropower and hydraulic engineering**

2005-11-28 发布

2006-06-01 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

目 次

前言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	2
3 总则	3
4 术语和定义	4
5 准备工作与开孔	8
5.1 一般规定	8
5.2 钻探设备的使用与维护	8
5.3 钻场修建、设备安装和拆迁	9
5.4 开孔和止水	10
6 覆盖层钻进	11
6.1 回转钻进	11
6.2 冲击钻进	12
6.3 气动潜孔锤钻进	13
6.4 孔内爆破	13
6.5 上样采取	14
7 硬质合金与金刚石复合片钻进	17
7.1 钻头选材、加工与使用	17
7.2 钻进技术参数	22
8 金刚石钻进	24
8.1 管材和钻具	24
8.2 钻头、扩孔器的选择与使用	24
8.3 钻进技术参数	27
8.4 钻进技术要求	28
8.5 绳索取芯钻进	29

8.6	液动冲击回转钻进	30
9	水上钻探	32
9.1	一般规定与钻场类型	32
9.2	漂浮钻场	33
9.3	钢丝绳索桥钻场	35
9.4	桁架钻场	37
9.5	冰上钻探	38
9.6	近海钻探	38
10	大口径钻进	41
10.1	钻进方法和钻探设备参数的选择	41
10.2	准备工作	41
10.3	钢粒钻进	42
10.4	全断面反循环钻进	43
10.5	金刚石钻进	45
11	冲洗液和护壁堵漏	47
11.1	冲洗液	47
11.2	护壁堵漏	50
12	孔内事故预防和处理	52
12.1	孔内事故预防、处理的一般规定	52
12.2	卡、埋、烧钻事故的处理	53
12.3	钻具折断与脱落事故的处理	54
13	钻探质量	55
13.1	岩芯、土样和水样的采取	55
13.2	钻孔弯曲与孔深校测	60
13.3	水文地质观测	61
13.4	定向取芯	62
13.5	封孔与长期观测设施安装	63
13.6	原始记录	64
13.7	竣工验收	64

前 言

本标准是根据国家发展和改革委员会《关于下达 2003 年行业标准项目补充计划的通知》（发改办〔2003〕873 号）安排修订的。

本标准在修订过程中紧密结合水电水利行业钻探生产的实际情况，并参照了有关行业钻探规程的内容。本标准与 DL 5013—1992 相比主要变化如下：

——增加了前言、术语、符号和有关原状样采取、金刚石复合片钻进、气动潜孔锤钻进等内容，单列钻探安全生产与环境保护一章；

——修改了钻探方法、冲洗液和护壁堵漏、大口径钻探等内容；

——取消特殊条件和有特殊要求钻探一章，删除有关倒锤孔钻进、地应力测试孔钻进的内容；将套钻、岩溶地层钻进、滑坡区钻探等有关内容归入钻探质量章节。

本标准自实施之日起，替代 DL 5013—1992。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D、附录 E 均为资料性附录。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业水电规划设计标准化技术委员会归口并解释。

本标准起草单位：中国水电顾问集团成都勘测设计研究院。

本标准主要起草人：谢北成、张道云、徐键、赖寒、吴锡贤、费大勇、黄猛、段文钰、朴苓。

1 范 围

本标准规定了水电水利工程勘察钻探的工作内容、技术要求、操作方法和安全要求。

本标准适用于水电水利工程勘察钻探工作。

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 9151 钻探工程名词术语

GB 50287 水利水电工程地质勘察规范

DL/T 5050 水利水电工程坑探规程

DZ 1.1 金刚石岩芯钻探用管材螺纹

YB/T 5052 金刚石岩芯钻探用无缝钢管

3 总 则

3.0.1 为提高水电水利工程钻探质量和效率，降低生产成本，确保安全生产，制定本规程。

3.0.2 钻探工作以查明地质条件为目的，应以工程地质勘察大纲、钻孔任务书为依据进行准备和施工。必要时，可根据实际情况制订实施细则。

3.0.3 水电水利钻探工作除应遵守本规程外，还应遵守国家现行有关法规、标准和本行业有关规范、规程。

4 术 语 和 定 义

下列术语适用于本标准。

4.0.1

钻探 drilling

采用钻头或其他辅助手段钻入地层形成钻孔，并获取岩芯，以探明地下资源及地质情况的过程。

4.0.2

岩芯钻探 core drilling

以采取圆柱状岩（矿）芯为目的钻进方法与过程。

4.0.3

钻孔顶角 vertex angle

钻孔轴线上某点沿轴线延伸方向的切线与铅垂线之间的夹角。

4.0.4

钻孔倾角 dip angle, inclination angle

钻孔轴线上某点沿轴线延伸方向的切线与其水平投影间的夹角。

4.0.5

钻孔方位角 azimuth angle

在水平面上，自正北向开始，沿顺时针方向，与钻孔轴线水平投影上某点的切线之间的夹角。

4.0.6

金刚石钻进 diamond drilling

利用金刚石钻头碎岩的钻进。

4.0.7

绳索取芯钻进 wire-line core drilling

利用带绳索的打捞器，以不提钻方式经钻杆内孔取出岩芯容

纳管的钻进技术。

4.0.8

硬质合金钻进 tungsten-carbide drilling

利用硬质合金钻头碎岩的钻进。

4.0.9

反循环钻进 reverse circulation drilling

携带岩屑的冲洗介质由钻杆内孔返回地面的钻进技术。与之相反称为正循环钻进。

4.0.10

冲击钻进 percussive drilling

借助钻具重量，在一定的冲程高度内，周期性地冲击孔底破碎岩石的钻进。

4.0.11

回转钻进 rotary drilling

依靠回转器或孔底动力机具转动钻头破碎孔底岩石的钻进方法。

4.0.12

冲击回转钻进 percussive-rotary drilling

利用冲击器产生的冲击功与回转式钻进相结合的钻进方法。

4.0.13

大口径钻进 large well drilling

钻孔直径大于 600mm 的钻孔的钻进方法。

4.0.14

岩石可钻性 drillability of rock

岩石被碎岩工具切削、破碎的难易程度。

4.0.15

冲洗液 drilling fluid

钻进中用来冷却钻头、排除岩粉、保护孔壁、传递动力及平衡地层压力的流体。

4.0.16

泥浆 **mud**

黏土颗粒均匀而稳定地分散在水或油中所形成的分散体系。

4.0.17

植物胶无固相冲洗液 **Vegetable glue drilling fluid without clay**

以植物胶为基浆原料并经适当改性的无黏土冲洗液。

4.0.18

潜孔锤 **hammer down the hole (HDT)**

利用空气或水作为动力源的孔底冲击器。

4.0.19

取土器 **soil sampler**

用于采取扰动或原状土样的工具。

4.0.20

钻压 **weight on bit (WOB), bit pressure**

沿钻孔轴线方向对破岩工具施加的压力。

4.0.21

转速 **rotary speed**

单位时间内破岩工具绕轴线回转的转数。

4.0.22

冲洗液量 **flow rate, pumping rate, pump delivery**

单位时间内泵入孔内的冲洗液体积。

4.0.23

烧钻 **bit burnt**

钻进时因冷却不良或冲洗液不流通,使钻具下端与孔底岩石、岩粉、孔壁烧结在一起的现象。

4.0.24

掉钻 **bit falling**

钻进中因遇架空层、硐穴、大裂隙等钻具突然下落的现象。

4.0.25

埋钻 drill rod burying

孔内钻具被岩粉、岩屑沉淀或被孔壁坍塌（或流砂）埋住，不能回转或提升，冲洗液不能流通的现象。

4.0.26

卡钻 drill rod sticking

因孔壁掉块，生成键槽、缩径或有异物落入，使孔内钻具提升受阻的现象。

4.0.27

岩芯采取率 core recovery

由孔内取出的岩芯长度与相应钻探进尺的百分比。

5 准备工作与开孔

5.1 一般规定

5.1.1 钻探作业前,应根据工程地质勘察大纲、钻孔任务书要求,结合现场踏勘情况编制钻探工作大纲或施工组织设计,并进行技术交底。

5.1.2 可根据地质结构特点、岩石可钻性等级和钻孔目的等要求,按表 5.1.2 的规定选择钻进方法。岩石可钻性等级可参见附录 A 的规定确定。气动潜孔锤钻进可参见附录 B 的规定。

表 5.1.2 常用钻进方法

钻 进 方 法	岩石可钻性等级和特点
表镶金刚石回转钻进	6 级~8 级较完整均一岩层
孕镶金刚石回转钻进	6 级~12 级岩层
金刚石冲击回转钻进	8 级~12 级坚硬弱研磨性致密岩层
硬质合金钻进	1 级~7 级软、中硬岩层
金刚石复合片回转钻进	4 级~7 级中、弱研磨性岩层
冲击管钻及冲抓锥	松散地层
气动潜孔锤钻进	5 级~12 级坚硬基岩及松散破碎地层

5.1.3 应根据钻孔设计深度、孔径、倾角、地质条件和拟采用的钻进方法选择器材、设备。

5.2 钻探设备的使用与维护

5.2.1 钻探设备应按说明书及有关技术要求,进行维护保养。

5.2.2 应填写钻探设备的使用维护和检修记录,并与设备档案一

起保存。

5.3 钻场修建、设备安装和拆迁

5.3.1 钻场修建符合下列要求：

1 钻孔孔位应按地质提供的钻孔坐标并考虑施工安全测放，钻孔定位后不得擅自移位。

2 钻场地基应稳定。位于松软岩层上的钻场应挖好排水沟；钻场位于斜坡上时，填方部位不得大于地基面积的 1/3，也可采用管（木）桁架钻场；洞内钻场，开挖高度宜大于 7.0m，底面积应大于 4m×6m。

3 修建钻场时，应设置冲洗液循环系统。

4 钻探设备的搬迁、转运，可采用车辆、船舶、架空索道等。采用人力搬运器材设备时，进场道路修筑宽度不应小于 2m，并应避免急弯、陡坡。采用架空索道运输时，人行道路宽度不应小于 1.2m。陡坡、悬崖等危险地段必须设置安全栏杆。

5 雨季时，沟口钻探应注意泥石流和洪水；水边钻探应注意防洪；山区钻探应注意滑坡和上部塌方。

5.3.2 钻探设备的安装、拆卸遵守下列规定：

1 设备安装应稳固、周正、水平，各部连接螺栓应加防松垫紧固。钻孔中心、立轴和天车前沿应同在一条直线上。

2 立、放钻架应在机长统一指挥下进行。立、放钻架时，左右两边应设置牵引绷绳以防翻倒，严禁自由摔落放钻架。滑车除检查和加油外，还应设置保护装置。整体搬迁轻型钻架，只限在平坦地区，并不得在高压电线、光缆下进行。

3 钻架腿应压在基枕木上。

4 安装斜孔钻架，前腿与水平面夹角应大于钻孔设计倾角 $2^{\circ} \sim 5^{\circ}$ ，后腿应与水平面呈 $77^{\circ} \sim 83^{\circ}$ 夹角，并应设支撑以增加钻架的稳固性。天车前沿应稍超前于钻孔中心延长线。

5 电器设备安装场所应保持清洁、干燥，电线不得裸露，并

应绝缘良好、严禁油水浸入。

6 拆卸机械时,严禁猛敲乱打。解体后应堵塞机体上的孔眼,仪表、油管、螺钉、螺母等应装回原位或妥善保管。

5.4 开孔和止水

5.4.1 开孔遵守下列规定:

- 1 应按钻孔结构设计开孔。开孔前,应按钻孔任务书要求进行检查。
- 2 开孔后,应定期校正其顶角和方位角。
- 3 应逐渐加长钻具钻进。
- 4 套管宜下入完整基岩内 0.5m。管脚宜固定,连接丝扣应涂抹黏结剂上紧。

5.4.2 孔口管管脚止水要求:

- 1 孔口管应下入隔水层或相对隔水层中。
- 2 可选择黏土、水泥、胶塞、海带等进行止水。

6 覆盖层钻进

6.1 回转钻进

6.1.1 土层泥浆护壁硬质合金钻进遵守下列规定：

- 1 宜选择双管钻具取芯并采用水压法退芯。
- 2 采用肋骨钻头时，应加大内刃 3mm，钻具长度大于 3.0m。
- 3 钻进应保持充足的泵量。
- 4 采用低失水量泥浆。钻进中应及时调整 and 保证泥浆性能稳定。
- 5 回次钻进终了，可干钻 0.10m~0.15m 卡取岩芯。
- 6 泥岩地层，宜采用单管钻具。有特殊取样要求时，可采用无泵反循环钻进。

6.1.2 砂砾石层跟管护壁硬质合金干钻遵守下列规定：

- 1 钻具长度以 2.0m 为宜。
- 2 用小一级钻具取样后用大一级钻具扩孔，然后跟进护壁套管。回次取样进尺不得超过 0.5m。
- 3 按下列规定及时跟入套管：
 - 1) 应根据不同管径、壁厚，选择不同质量的吊锤，一般为 50kg~200kg。
 - 2) 套管丝扣应拧紧并应边锤击边拧紧。存在质量缺陷或不符合标准的套管，不得下入孔内。
 - 3) 经常用水平尺量测套管的偏斜（垂直）度，如超过规定，应采取校正措施。
- 4 及时处理孔壁塌落物，保持孔内清洁。
- 5 套管管脚距孔底不宜大于 0.5m。

6.1.3 砂卵砾石层金刚石钻进遵守下列规定：

- 1 适宜于较密实的含有漂石和块石的砂卵砾石覆盖层钻进。
- 2 宜采用 SM 胶浆液护孔，SD 型金刚石单动双管钻具。钻进参数可按表 6.1.3。
- 3 当孔壁不稳定时，可下入套管护壁，换小一级的钻具钻进。
- 4 选用的金刚石钻头，应是胎体耐磨、水口较少、内外保径加强的非标准钻头。

表 6.1.3 SM 胶金刚石钻进参数表

钻头直径 mm	钻 压 kN	转 速 r/min	泵 量 L/min	泵 压 MPa
94	6~10	400~700	47~52	>0.5
77	4~6	500~800	32~47	>0.5

6.1.4 土层、地下水位以上的砂土层的螺旋钻、勺钻钻进遵守下列规定：

- 1 回次进尺不得超过钻头带钻叶部分的长度。
- 2 螺旋钻具螺旋角的选择应符合地层特点。
- 3 钻进时应经常提动钻具，防止夹钻。

6.1.5 全断面反循环钻进，应符合本规程 10.4 节的规定。

6.2 冲 击 钻 进

6.2.1 打入取样钻进遵守下列规定：

- 1 适宜土层、砂层及粒径小于 100mm 的卵砾石地层。
- 2 采用小一级钻具打入地层取样，用大一级钻具扩孔。
- 3 钻具长度以 2.0m 为宜。宜采用孔内冲击方法。
- 4 应下入套管护壁，以防塌孔。

6.2.2 带止逆阀钻具打入（压入）取样钻进遵守下列规定：

- 1 适宜粉细砂层、软土地层。
- 2 应先打入套管，然后取样钻进。

3 砂层中,可采用带爪簧的钻具打入取样钻进。

6.2.3 冲击管钻取样钻进遵守下列规定:

- 1 适宜卵石粒径小于 130mm 的松散地层。
- 2 选用钻具的规格应满足“地层中大多数卵石的粒径小于管钻阀门开口直径”的要求。
- 3 抽筒长度不得小于 1.6m,冲程宜为 150mm~300mm。
- 4 跟管护壁应先跟管后取样。管钻外径与套管内径间隙应保持 5mm~10mm。
- 5 管钻取样以不超过 1/2 抽筒长度为宜。
- 6 套管内水位宜高于管钻。
- 7 大直径卵石应选用一字钻头冲击或孔内爆破的方法破碎。

6.2.4 泥浆护壁冲抓锥钻进遵守下列规定:

- 1 适宜地下水位较高的松散地层中孔径大于 $\phi 600\text{mm}$ 大口径钻孔。
- 2 采用专用冲抓钻机钻进。
- 3 冲抓锥质量宜大于 1500kg。
- 4 必要时配一字钻头和十字钻头破岩。
- 5 孔口管内径应大于钻头直径 200mm,长度不得小于 2.0m。
- 6 孔内泥浆液面应保持在地下水位以上 3.0m。

6.3 气动潜孔锤钻进

砂卵石层可采用气动潜孔锤跟管钻进。有关气动潜孔锤的应用、钻进技术参数选择、钻进技术要求等应参照附录 B 的规定。

6.4 孔内爆破

6.4.1 爆破物品的购置、运输、储存与使用必须遵守 GB 6722 和《中华人民共和国民用爆破物品管理条例》。

6.4.2 孔内有水时,爆破材料应进行防水处理,宜采用预制的药包,其外径应小于套管内径 20mm。

6.4.3 孔内爆破的药量可按表 6.4.3 的规定确定。当孤石直径大于 2.0m，使用药量可大于 2.0kg，或采用多组药包串联爆破，管脚距药包顶部应大于 1.5m。

表 6.4.3 孔内爆破炸药用量表

漂石直径 m	药包顶部距管靴底端的距离 m	甘油炸药量 kg
0.2~0.4	0.5	0.1~0.2
0.4~0.6	0.5~0.7	0.2~0.4
0.6~0.8	0.7	0.4~0.7
0.8~1.2	0.7~1.0	0.7~1.0

6.4.4 爆破药包的包装应由持证专业人员在 50.0m 以外安全范围进行。

6.4.5 药包与孔口安全距离，在水下作业时宜大于 3.0m，干孔作业时宜大于 5.0m。

6.4.6 药包下部应坠重物，导线长度应准确。

6.4.7 干孔爆破，应在药包上部回填砂土。

6.4.8 孔内盲炮处理，宜用小型药包引爆。

6.5 土 样 采 取

6.5.1 土样采取的一般规定：

1 采取原状土样钻孔，孔径应比取土器外径大一级。

2 在地下水位以上应采用干钻法取样，不得注水或使用冲洗液。土质较硬时，可采用二或三重管回转取土器，取样、扩孔合并进行。

3 在饱和软黏性土、粉土、砂土中取样，宜采用泥浆钻进。采用套管护壁时，应先钻进后跟管，套管跟进深度应滞后取样位置 3 倍孔径以上。不得强行打入未曾取样的土层。管内液面应始

终高于地下水位。

4 宜采用回转钻进方法。在地下水位以下应采用通水的螺旋钻头、提土器或环状钻头钻进。在地质分层无严格要求时，可采用侧喷式钻头冲洗钻头成孔。

5 下入取土器前应先清孔。采用敞口取土器取样时，孔底残留厚度不得超过 50mm。

6.5.2 贯入式取土器取样遵守下列规定：

1 取土器应平稳下放，不得冲击孔底。下放后，应校对孔深与钻具长度。当孔底残留厚度超过规定值时，应提出取土器重新清孔。

2 采取 I 级原状土试样，应采用快速、连续的静压方式贯入取土器，贯入速度不小于 0.1m/s，钻进的给进系统应保证具有连续贯入的足够行程。采取 II 级原状土试样可使用间断静压或重锤击入的方式。

3 在压入固定活塞取土器时，应将活塞杆牢固地与钻架连接，以保证其位移量不超过总贯入量的 1%。

4 贯入取样管的深度宜控制在总长的 90%。贯入深度应在贯入结束后仔细量测并记录。

5 提升取土器前，可回转 2~3 圈切断土样或稍加静置后提升。

6 应平稳提升取土器。

6.5.3 回转式取土器取样遵守下列规定：

1 采用单动、双动二（三）重管采取原状土试样，应保持平稳回转钻进，使用的钻杆应事先校直。可在取土器上接加重杆以避免钻具抖动。

2 冲洗液宜采用泥浆。钻进参数宜根据各场地地层特点通过试钻或根据已有经验确定。

3 取样开始时应将泵量减至能维持钻进的最低限度。

4 回转取土器应具有可改变内管超前长度的替换管靴。内管管口至少与外管齐平，随着土质变软，可使内管超前增至 50mm～150mm。

5 在硬质黏性土、密实砾砂、碎石土和软岩中，可使用单动三重管取样器，采取原状土试样。对非胶结的砂可用取砂器取原状样。

6 采用无泵钻进工艺，应使用专用钻具采取样品。

7 硬质合金与金刚石复合片钻进

7.1 钻头选材、加工与使用

7.1.1 钻头硬质合金应根据岩石类别、钻头直径、地层特点进行选择，应符合表 7.1.1-1、表 7.1.1-2 的规定。

表 7.1.1-1 硬质合金钻头及硬质合金选型表

钻头类型	岩石可钻性	代 表 性 岩 石	合金型号
阶梯式肋骨钻头	3 级~4 级	页岩、砂页岩、胶结差的砂岩	T105
			T107
肋骨薄片式钻头	1 级~4 级	塑性及水敏性岩层	T412
直角薄片钻头	3 级~4 级	中研磨性岩层、泥质砂岩、大理石等	T107
单双粒钻头	4 级~5 级	弱研磨性铁质及钙质砂岩、 • 软硬互层	T105
犁式密集钻头	4 级~6 级	石灰岩、砂岩	T105
			T313
			T106
大八角钻头	5 级~6 级	软硬不均互层、裂隙及研磨性强岩层、砾岩等	T110
针状合金钻头	4 级~7 级	中硬砂岩、砾岩等	胎块及 T313

表 7.1.1-2 硬质合金镶焊数量表

钻头直径 mm	切削刃数量 块		
	岩石可钻性		卵（砾）石层
	1 级~4 级	5 级~6 级	
75	4~6	6~7	
91	6~8	8	9~12
110	7~8	8~10	12~14
130	8~10	10~12	14~16
150	10~12	12~14	16~18

7.1.2 硬质合金钻头制作遵守下列规定：

- 1 钻头体应选用 DZ—40 号钢材，壁厚 7.0mm~7.5mm。
- 2 钻头镶焊合金的内、外、底出刃应对称一致，唇部水口高度为 10.0mm~15.0mm。
- 3 钻头体镶嵌合金的槽与合金之间应留 0.1mm~0.2mm 的间隙，焊料应充满。
- 4 针状硬质合金胎块在钻头体上的嵌入深度，应是合金胎块长度的 1/2，镶嵌参数按表 7.1.2-1、表 7.1.2-2 及表 7.1.2-3 规定确定。
- 5 镶焊针状硬质合金钻头时应防止胎块倒镶，焊枪中心火焰不得直接对准胎块。

表 7.1.2-1 硬质合金镶嵌角及刃尖角度表

岩石可钻性	镶嵌角 °	刃尖角 °
1 级~3 级均质岩石	70~75	45~50
4 级~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	90~115	80~90

表 7.1.2-2 硬质合金钻头切削具出刃规格表

岩石研磨性	内出刃 mm	外出刃 mm	底出刃 mm
松软、塑性、弱研磨性岩石	2~2.5	2.5~3	3~5
中、强研磨性岩石	1.0~1.5	1.5~2	2~3

表 7.1.2-3 针状硬质合金胎块镶嵌规格表

钻头规格 mm	底出刃 mm	外出刃 mm	内出刃 mm	胎块数量 块
59	10	1.5	1.5	4
75	10	1.5	1.5	4
91	10	1.5	1.5	6
110	10	1.5	1.5	6

7.1.3 金刚石复合片钻头宜在 7 级以下的中等硬度、研磨性不大、完整性较好的岩层中使用。常用的金刚石复合片钻头可按表 7.1.3-1~表 7.1.3-3 及图 7.1.3-1~图 7.1.3-3 的规定。

表 7.1.3-1 普通双管钻头系列 mm

公称口径	钻头 外径 D	钻头 内径 d	钻 头 体				总长 L	复 合 片			水口 水槽 数量个	螺 纹 尺 寸		
			大 端		小 端			数量个	外出刃	内出刃		大径 D1	小径 D2	长度 L1
			外径 D"	内径 d"	外径 D'	内径 d'								
60	60 ₀ ^{+0.3}	41.5 _{-0.2} ^{+0.1}	58±0.1	43.5±0.1	57±0.1	51 ₀ ^{+0.2}	125	5	1	1	5	53.5 ₀ ^{+0.04}	52.0 ₀ ^{+0.01}	42
75	75 ₀ ^{+0.4}	54.5 _{-0.2} ^{+0.1}	73±0.1	58.5±0.1	73±0.1	65.5 ₀ ^{+0.2}	125	6	1	1	6	68.5 ₀ ^{+0.04}	67.5 ₀ ^{+0.01}	42
95	95 ₀ ^{+0.4}	83 _{-0.2} ^{+0.1}	93±0.1	70±0.1	89±0.1	81 ₀ ^{+0.2}	125	8	1	1	8	84.0 ₀ ^{+0.04}	82.5 ₀ ^{+0.01}	47

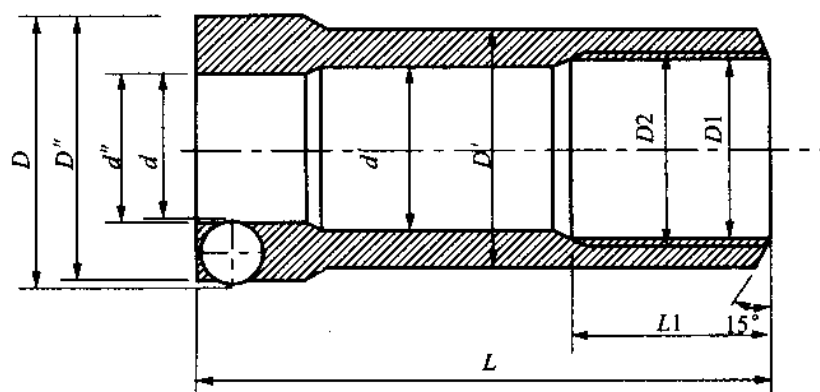


图 7.1.3-1 普通双管钻头

表 7.1.3-2 普通单管钻头系列

mm

公称口径	钻头 外径 D	钻头 内径 d	钻 头 体				总长 L	复合片			水口 水槽 数量 个	螺 纹 尺 寸		
			大 端		小 端			数量 个	外 出 刃	内 出 刃		大径 $D1$	小径 $D2$	长度 $L1$
			外径 D''	内径 d''	外径 D'	内径 d'								
60	$60^{+0.2}_0$	$41.5^{+0.1}_{-0.2}$	58 ± 0.1	43.5 ± 0.1	57 ± 0.1	$47^{+0.2}_0$	85	5	1	1	5	$53.5^{+0.10}_{-0.15}$	$52.0^{+0.10}_{-0.22}$	40
75	$75^{+0.2}_0$	$54.5^{+0.1}_{-0.2}$	73 ± 0.1	60.5 ± 0.1	73 ± 0.1	$62.5^{+0.2}_0$	100	6	1	1	6	$68.5^{+0.10}_{-0.15}$	$67.0^{+0.10}_{-0.22}$	40
95	$95^{+0.4}_0$	$74^{+0.1}_{-0.2}$	93 ± 0.1	78 ± 0.1	88 ± 0.1	$78^{+0.2}_0$	125	8	1	1	8	$84.0^{+0.10}_{-0.15}$	$82.5^{+0.10}_{-0.22}$	45
113	$113^{+0.4}_0$	$93^{+0.1}_{-0.2}$	110 ± 0.1	96 ± 0.1	108 ± 0.1	$100^{+0.2}_0$	135	10	1.5	1.5	10	$103^{+0.10}_{-0.15}$	$101.5^{+0.10}_{-0.22}$	45
133	$133^{+0.2}_0$	$113^{+0.1}_{-0.2}$	130 ± 0.1	116 ± 0.1	127 ± 0.1	$120^{+0.2}_0$	135	12	1.5	1.5	12	$122^{+0.10}_{-0.15}$	$120.5^{+0.10}_{-0.22}$	45
153	$153^{+0.2}_0$	$133^{+0.1}_{-0.2}$	150 ± 0.1	136 ± 0.1	147 ± 0.1	$140^{+0.2}_0$	135	14	1.5	1.5	14	$142^{+0.10}_{-0.15}$	$140.5^{+0.10}_{-0.22}$	45

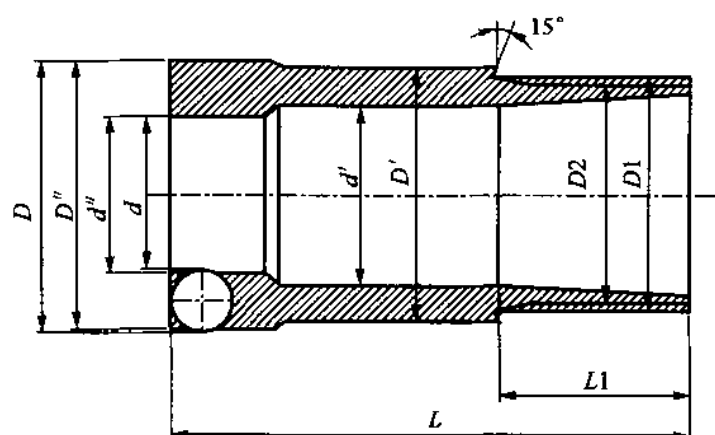


图 7.1.3-2 普通单管钻头

表 7.1.3-3 绳索取芯钻头系列

mm

公称口径	钻头 外径 D	钻头 内径 d	钻 头 体				总长 L	复合片			水口 水槽 数量 个	螺 纹 尺 寸		
			大 端		小 端			数量 个	外 出 刃	内 出 刃		大径 $D1$	小径 $D2$	长度 $L1$
			外径 D''	内径 d''	外径 D'	内径 d'								
60	$60^{+0.2}_0$	$36^{+0.1}_{-0.2}$	58 ± 0.1	38 ± 0.1	57 ± 0.1	$39^{+0.2}_0$	85	5	1	1	5	$53.5^0_{-0.01}$	$52.0^0_{-0.01}$	42
75	$75^{+0.3}_0$	$49^{+0.1}_{-0.2}$	73 ± 0.1	51 ± 0.1	72 ± 0.1	$52^{+0.2}_0$	85	8	1	1	8	$68.5^0_{-0.01}$	$67.0^0_{-0.01}$	42
95	$95^{+0.3}_0$	$68^{+0.1}_{-0.2}$	93 ± 0.1	64 ± 0.1	92 ± 0.1	$75^{+0.2}_0$	100	8	1	1	8	$84.0^0_{-0.01}$	$82.5^0_{-0.01}$	47

7.1.4 硬质合金与金刚石复合片钻头在使用中符合下列规定：

1 金刚石复合片单管钻具应使用扩孔器、带卡簧的取芯机构及专用的扭卸工具。

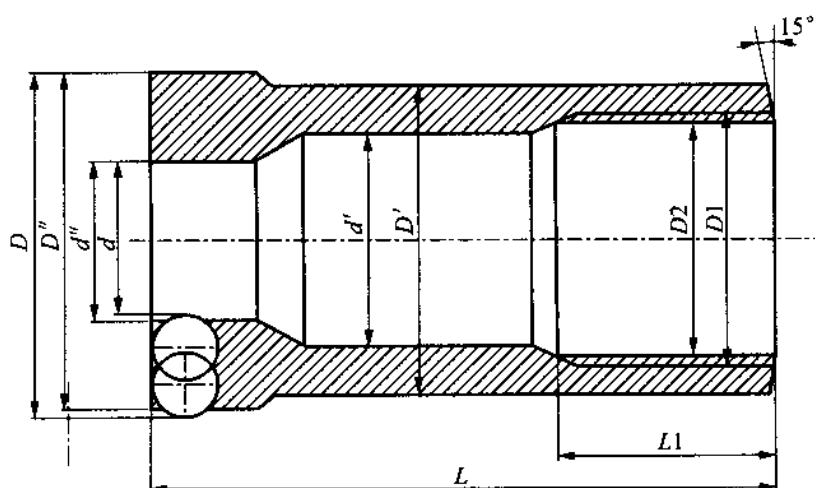


图 7.1.3-3 绳索取芯钻头

- 2 钻头直径应与钻孔直径相匹配。
- 3 相邻回次钻头内外径相近时，钻头应排队使用。
- 4 钻头下入孔内后，应低速、轻压扫孔至孔底，钻进 0.15m 左右后调整至正常钻进参数。
- 5 孔内有脱落岩芯或残留岩芯在 0.30m 以上时，应用旧钻头处理后，再正常钻进。
- 6 硬质合金旧钻头应修整刃角，方可下入孔内使用。

7.2 钻进技术参数

7.2.1 硬质合金与金刚石复合片钻进符合下列规定：

- 1 保持孔内洁净。
- 2 保持压力均匀，遇有糊钻或岩芯堵塞等孔内异常现象时，应立即提钻处理。
- 3 取芯应选择合适的卡料或卡簧。当采用硬质合金钻头干钻取芯时，应降低转速并控制时间。

- 4 合理控制回次进尺，每次提钻后，应检查钻头磨损情况。

7.2.2 硬质合金与金刚石复合片钻进技术参数应根据岩性、孔径、钻头结构合理选择，并应符合表 7.2.2-1、表 7.2.2-2 的规定。

表 7.2.2-1 硬质合金钻进技术参数

岩石可钻性	钻 进 技 术 参 数			
	钻 压		转 速 r/min	泵 量 L/min
	普通合金 kN/块	针状合金 kN/块		
1 级~4 级	0.3~0.6	1.5~2.0	200~350	>60
5 级~7 级、 部分 8 级	0.5~1.0	1.5~2.0	150~250	>60

表 7.2.2-2 金刚石复合片钻进技术参数

钻头直径 mm	钻 压 kN	转 速 r/min	泵 量 L/min
75	4.8~12.0	200~300	150~200
95	6.4~16.0	150~250	>200
113	8.8~22.0	120~200	>200

8 金刚石钻进

8.1 管材和钻具

8.1.1 金刚石钻探用无缝钢管各项指标应符合 YB/T 5052 的规定。钻杆、岩芯管、套管的螺纹应符合 DZ1.1 的规定。

8.1.2 金刚石钻进应使用单动双管钻具并符合下列规定：

- 1 单动性能和各部件连接的同轴度良好。
- 2 内外管无变形和裂伤，管端无喇叭形。
- 3 丝扣精度符合要求。
- 4 装配好的钻具卡簧座底端与钻头内台阶的距离为 3mm～5mm。

8.1.3 金刚石钻具使用遵守下列规定：

- 1 现场应保持两套以上相同规格的完整钻具。
- 2 定期拆卸加油，保持单动性能良好；丝扣或管径磨损严重要及时更换。
- 3 严禁用管钳拧卸钻头、扩孔器、卡簧座与内管，应采用多点钳或摩擦钳。
- 4 退出岩芯时，应采用橡胶锤或木锤敲打内管。

8.2 钻头、扩孔器的选择与使用

8.2.1 应根据岩石的可钻性等级、研磨性和完整程度选择钻头与扩孔器（见表 8.2.1），并遵守下列规定：

表 8.2.1 金刚石钻头选用表

岩石硬度			软	中 硬			硬			坚 硬		
岩石可钻性			1 级~3 级	4 级~6 级			7 级~9 级			10 级~12 级		
岩石研磨性			弱	弱	中	强	弱	中	强	弱	中	弱
金刚石表 镶钻头	胎体 硬度 HRC	40										
		45										
	金刚石 粒度 料/克拉	15~25										
		25~40										
		40~60										
		60~80										
人造 金刚石 孕 镶钻头	胎体 硬度 HRC	25										
		35										
		40										
		45										
		55										
	金刚 石粒 度 目	30~46										
		60~80										
		100~120										
扩孔 器	表镶											
	孕镶											

1 在中硬的、可钻性级别低的和均质、完整的岩层中，应选粗粒表镶或小目数孕镶钻头和扩孔器。

2 在硬的、坚硬的、可钻性级别高的和破碎的、裂隙发育的岩层中，应选用细粒表镶或大目数孕镶钻头和扩孔器。

3 在强研磨性的岩层中钻进时，应选用高硬度胎体钻头和扩孔器。

4 在弱研磨性岩层中钻进时，应选用低硬度胎体的钻头和扩孔器。

5 在破碎岩层中应适当提高使用金刚石钻头与扩孔器的胎体硬度。

6 在工作规模较大的勘探区，应通过试验，确定适宜的金刚石钻头品种。

8.2.2 钻头、扩孔器、卡簧配合要求如下：

1 扩孔器外径应比钻头外径大 $0.3\text{mm}\sim 0.5\text{mm}$ ；岩层破碎时宜加大扩孔器外径；不宜使用硬质合金制作的扩孔器。

2 卡簧的自由内径应比钻头内径小 $0.3\text{mm}\sim 0.4\text{mm}$ ，并与卡簧座自由行程相匹配。

3 为保证卡簧与钻头内径相适应，已使用过的钻头、卡簧宜共同保存。

8.2.3 钻头使用遵守下列规定：

1 钻进时应按钻头和扩孔器外径大小，排队使用，先用外径大的，后用外径小的。

2 新钻头下至孔底后，宜采用轻压、低转速进行初磨。

3 每回次钻进开始时，应轻压、慢转，待钻头到达孔底并钻进 0.15m 后，方可采用正常钻进参数。

4 孔底若发现有硬质合金碎块、胎体碎块及金刚石等硬杂物时，应及时采用冲、捞、黏、套、吸等方法清除。

5 换径处应用锥形钻头修整台阶。

6 升降钻具应平稳，钻头下降受阻时，应用钳子回转，严禁

冲撞。

7 打捞残留岩芯或脱落岩芯应用旧钻头或岩芯打捞器进行。

8 每次起出孔外的钻头,应用游标卡尺测量并记录其高度和内、外径磨损,还应观察磨损状态,判断钻进技术参数的合理性。

8.3 钻进技术参数

8.3.1 金刚石钻进应合理选择钻压、转速和泵量等技术参数。

8.3.2 钻压应根据岩性、钻头唇面积、金刚石粒度、品级、浓度等进行选择,并符合表 8.3.2 的规定。

表 8.3.2 金刚石钻进钻压表

kN

钻头直径 mm		59	75	91
钻头 种类	表镶	4~7.5	6~11	8~15
	孕镶	4.5~8.5	8~12	9~15

8.3.3 转速应根据岩性、地层完整程度、钻进速度及钻头直径进行选择,并符合表 8.3.3 的规定。

表 8.3.3 金刚石钻进转速表

r/min

钻头直径 mm		59	75	91
钻头 种类	表镶	300~650	200~500	170~450
	孕镶	500~1000	400~800	350~700

8.3.4 泵量与泵压。

1 泵量应根据岩石研磨性、完整程度、钻进速度和钻头直径进行选择,应符合表 8.3.4 的规定。

表 8.3.4 金刚石钻进泵量表

钻头直径 mm	59	75	91
泵量 L/min	35~55	46~70	50~80

2 金刚石钻进时, 孔深 100m 以内的泵压应为 0.5MPa~1.0MPa。孔深每增加 100m, 泵压增大约 0.2MPa~0.3MPa。

8.4 钻进技术要求

8.4.1 钻进设备及附属工具选用符合下列要求:

- 1 钻机应具有多级变速 (最高转速不小于 1000r/min, 最低转速不高于 50r/min), 液压给进和仪表监控装置工作平稳; 水泵额定排量应不小于 90L/min, 额定压力应不小于 1.5MPa。
- 2 应使用铅直主动钻杆、轻便水龙头和轻型高压胶管。
- 3 钻杆、钻具连接的同轴度应满足要求, 宜采用带密封圈的锥度钻杆接头。
- 4 水路系统应安装压力表和流量表。
- 5 选择合理的钻杆级配, 必要时在粗径钻具上部增加扶正器。

8.4.2 金刚石钻进遵守下列规定:

- 1 钻进宜使用润滑性冲洗液。
- 2 钻杆接头每班宜涂油一次。
- 3 及时修磨钻头水口, 水口高度一般不得小于 3mm。
- 4 钻进过程中应随时观察水泵压力表和流量表的变化, 严防送水中断造成事故。
- 5 每次下钻, 不得将钻具下至孔底。应接上主动钻杆后开泵送水, 轻压慢转, 扫孔到底。
- 6 每次起下钻, 应检查钻具上部通孔有无堵塞、卡簧有无卡

死钻头内台阶的现象和钻头与岩芯管丝扣部位有无喇叭状或鼓状、钻头或扩孔器外径是否合乎规定。

7 钻进打滑地层可采取以下措施：

- 1) 选用金刚石品级高、粒度细的钻头。
- 2) 选用胎体硬度较低的钻头。
- 3) 适当提高钻压、降低转速。
- 4) 减少钻头底面积（采用薄壁钻头或增大水口宽度），选用金刚石浓度低的钻头。
- 5) 减少冲洗液量或在冲洗液中加入研磨料，以促进自锐。
- 6) 采用电镀钻头或连续用新钻头钻进的办法穿透较薄的打滑地层。
- 7) 采用砂轮打磨使金刚石出露。
- 8) 采用液动冲击回转钻进。

8.5 绳索取芯钻进

8.5.1 绳索取芯主要用于深孔或孔壁不稳定的地层。

8.5.2 绳索取芯用管材性能指标应符合 YB/T 5052 的规定。

8.5.3 绳索取芯钻进技术参数与普通金刚石钻进参数基本相同，但钻压应增大，可按表 8.5.3 的规定确定，泵量可按普通金刚石泵量增大 10%~30%。

表 8.5.3 绳索取芯钻进推荐钻压表

kN

钻头直径 mm		59	75	91
钻头种类	表镶	6~11	8~13	12~16
	孕镶	7~12	12~15	14~18

8.5.4 使用绳索取芯钻具遵守下列规定：

- 1 下打捞器前，应在孔口钻杆上端，拧上护丝。反复捞取内

管无效时，不得猛冲硬撞，应提出钻具检查原因。

2 内管提升速度不宜过快，应注意孔口有无冲洗液涌出或提升阻力增大。

3 钻孔为干孔时不得自由投放内管，应用投放器送入孔底或钻杆内迅速泵入冲洗液后立即投入内管。

4 投放内管前将钻具提起一定高度，投入内管后可立即泵入冲洗液将其推入弹卡座中。内管到位，泵压升高 1MPa 后，方可扫孔钻进。

5 岩芯打捞失败，应立即提钻。

6 打捞器上应安装安全销或配置脱卡器，拉力超过 2.5kN 时应被拉断。

7 绳索取芯钻杆、岩芯管、打捞器等应小心运输与存放，必要时应装箱。

8 绳索取芯钻进时钻压较大，钻机应保持稳固。

9 绳索取芯用的双层或三层岩芯管，每次起钻应立即清洗加油。

8.5.5 绳索取芯钻进，压水试验通过钻杆进行。试验前应将钻头提离孔底约一个试段长度，然后从钻杆内下入栓塞进行试验。

8.5.6 在孔壁容易坍塌的岩层中，打捞岩芯时钻具提离孔底不得过高；若要提起整套钻具，应先捞出岩芯。

8.5.7 除上述规定外，绳索取芯钻进还应遵守金刚石钻进的有关规定。

8.6 液动冲击回转钻进

8.6.1 液动冲击回转钻进通常用于坚硬、破碎、易斜及打滑地层。

8.6.2 水泵额定泵压应大于 3MPa；胶管耐压应大于 5MPa；稳压罐耐压应大于 10MPa，容积不小于 60L。

8.6.3 9 级~12 级打滑地层，宜采用 JR₄ 优质金刚石钻头，胎体硬度 HRC40，并应减少钻头底唇面的厚度。

8.6.4 液动冲击回转钻进常用技术参数应符合表 8.6.4 的规定。

表 8.6.4 液动冲击回转钻进常用技术参数表

钻头直径 mm	钻 压 kN	转 速 r/min	泵 量 L/min
59	4~8	400~800	50~80
75	10~12	400~600	70~110
91	12~15	300~500	>150

8.6.5 钻进技术要求如下：

1 冲击器下入孔内前，应仔细检查各部件配合间隙是否符合要求，有无磨损及损伤，必要时进行调整、修复或更换；冲击器应进行地表试验。

2 阀式双作用冲击器下入孔底后，先开泵送水，待孔口返水即可开动钻机慢速回转钻具，并缓慢调整控制阀门，泵压自 0.5MPa 至 1.0MPa 逐渐升高，手握高压胶管有明显振动感时，便可升高泵压至冲击器规定的压力并提高转速钻进。

3 钻进过程中遇岩芯堵塞或冲击器作用不正常时，应立即提钻，进行检查处理。

4 若提钻遇阻经窜动无效，可启动冲击器。

5 当孔内坍塌掉块或岩粉过多时，不得使用冲击器钻进。

6 加强管理，确保冲洗液的性能和质量，并在吸水龙头处设过滤网。

9 水上钻探

9.1 一般规定与钻场类型

9.1.1 水上钻探的准备和钻场类型选择遵守下列规定：

1 开工前，应搜集和分析工区上下游的水文、气象、航运及水库运行资料。

2 应组织现场察勘，了解地形、水情和现有水上设备能力，制定施工措施，确定报警水位和撤退航线等。

3 水上钻场应结构牢靠、面积紧凑、布置规正，全部钉铺厚40mm~50mm木板，钻场周围必须架设不低于1.2m高的安全栏杆并配置足够救生、消防设施。

4 水上钻场类型选择应根据实际情况和具体条件确定，并应符合表9.11的规定。

表 9.1.1 水上钻场类型选择表

水上钻场类型		钻探期间水文情况			安全系数	安全距离 m	
		最小水深 m	流速 m/s	浪高 m			
漂浮钻场	专用铁驳船	2.0	<4.0	<0.4	5.0~10.0	全载时吃水线与甲板面距离	>0.5
	木 船	1.0	<3.0	<0.2	5.0~8.0		>0.4
	竹木筏	0.5	<1.0	<0.1	3.0		0.2~0.3
	油 桶	0.8	<1.0	<0.1	>4.0		0.2~0.3
	舟 桥	1.0~2.0	<4.0	<0.4	5.0~8.0		>0.4
架空钻场	桁 架	<3.0	<4.0	<1.0	5.0	钻场平面与水面距离	>1.0
	近海平台	<10.0	<3.0	<2.0	5.0~8.0		>3.0
	索 桥	不限	<5.0	不限	6.0~8.0		>3.0

9.1.2 水上导向套管的安装遵守下列规定：

1 在覆盖层河床，可采用筒状或齿状管靴；在无覆盖层的河床，采用带钉管靴（钉子伸出管口 50mm~100mm，尖头略向外倾斜）。

2 套管在水中的部分，应根据水深和流速的情况，在丝扣连接部位设置若干保护箍，至少用 2 根钢丝绳拉向上游固定套管。套管的定位钢丝绳数量应符合表 9.1.2 的规定。

3 水位涨幅较大时，应设置伸缩管。

表 9.1.2 套管定位与保险用钢丝绳数量表

水深 m	定位绳根数 根	保险绳根数 根
20	2	1
20~30	2	1~2
30~40	2	2~4

9.2 漂 浮 钻 场

9.2.1 钻船的选择与安装遵守下列规定：

1 水上漂浮钻场以船舶为主，可采用钻探专用的钢质或木质船舶，宜采用双船结构。钻船的吨位应根据水文情况、钻孔深度、设备器材重量、工作负荷等因素进行选择，还应考虑 5 倍~10 倍的安全系数（见表 9.2.1）。

表 9.2.1 钻船吨位选择表

水流速度 m/s	<2		2~3		3~4	
孔深 m	100	>200	100	>200	100	>200
总吨位 t	30	40	50	80	80	>100

2 双船拼装时,两船间距为 0.5m~1.0m,铺设枕木的间距为 0.8m~1.0m。应用钢丝绳围箍船底,将首尾两根主枕木牢固捆扎,其余枕木用铅丝与船舷固定。

3 主锚应固定于 50kN 手摇绞车上,绞车安装在钻船首部横梁加固位置。

4 钻机安装在钻场中部偏后处,钻架架腿应增设木质垫板压于基枕木上并将其固定。

5 应在钻船适当位置,设置简易厕所,严禁随处便溺。

6 渡船应设置专用码头。应使用钢绳牵引,连接在固定索道上行驶,严禁自由划行。当水流湍急、悬崖陡壁行船危险时,可架设吊斗运送工作人员。

9.2.2 钻船抛锚定位遵守下列规定:

1 主锚的类型和重量:主锚钢丝绳直径和长度应根据河床特点,流速、流量等水文情况和钻船总吨位等因素进行选择,应满足下列要求:

1) 主锚钢丝绳直径应为 $\phi 15\text{mm} \sim \phi 25\text{mm}$, 长度为 100m~200m。

2) 锚绳的安全系数取 5~8。特殊情况下应设保险绳。

3) 抛锚后钢丝绳与水面夹角应为 10° 左右。

4) 主锚钢丝绳与前边锚夹角应为 $35^\circ \sim 45^\circ$ 。

2 主锚的固定必须牢固可靠,并应设锚漂。

3 抛锚定位应由项目负责人或机长统一指挥,必须有持证船工参加,应先抛主锚、后抛边锚。若在岸边固定主锚应选择在岩壁或其他坚固的场地,并应先将主锚固定再向孔位移动钻船,并配合抛固边锚。

4 钻场长边方向应与水流方向一致,主锚的位置在钻船的正前方,特殊情况下,可使用两个前边锚代替。

5 当水上有漂流物时,应在钻船前方适当位置设置人字筏。

9.2.3 钻船在难以抛锚定位的河段定位时,遵守下列规定:

1 在钻孔位置上、下游 18m~25m 处,各架设一根 $\phi 18\text{mm}$ ~ $\phi 25\text{mm}$ 平行于钻孔横断面的主钢绳;在钻孔上游 30m~40m 处,架设一根 $\phi 15\text{mm}$ ~ $\phi 20\text{mm}$ 辅助钢绳。主、辅钢绳垂度最低点距钻船工作面的距离分别为 8m~14m 和 14m~25m。

2 在钻船首部主枕木两端系上牵引钢绳,共同连接于辅助钢绳上滑轮的吊环上,再移钻船至钻孔设计位置,进行临时定位。

3 将设置于钻船首尾枕木四角,由 $\phi 8\text{mm}$ ~ $\phi 12\text{mm}$ 钢绳,载荷重量为 30kN~50kN 滑轮组成的四组复式滑车,连接在主钢绳上并呈 $90^\circ \sim 110^\circ$ 夹角。通过调整四角滑轮组的间距达到钻孔准确定位的目标。

4 钻船定位后,应定期检查主、辅钢绳与钻船各连接部位,并保证连接紧固。

9.3 钢丝绳索桥钻场

9.3.1 在河谷狭窄,岸坡陡峻,水深流急时,可架设钢丝绳索桥,铺设钻场进行钻探。钢丝绳索桥的设计遵守下列规定:

1 钢丝绳索桥必须有专项设计文件,并经上级部门审查批准后才能施工。

2 钢丝绳索桥各部件结构的安全系数应符合国家桥梁设计规范。

3 钻孔施工组织设计及有关安全规定应随钢丝绳索桥设计书一并呈报,批准后执行。

4 钢丝绳索桥钻场的最低点,应高于施钻期间最高水位 3.0m,还应符合当地航运要求。

5 钢丝绳索桥钻场四周及通道的栏杆应高于 1.2m。

6 钢丝绳索桥上方应架设安全绳,装设紧急撤退吊斗一台,最大载重量为 1000kg,由岸上牵引驱动。

9.3.2 架设钢丝绳索桥，遵守下列规定：

1 所用材料设备应进行检查。严禁使用不合格产品，使用替代产品必须经过原审批程序取得同意。

2 钢丝绳索桥架设由项目负责人或委托专人统一指挥。应通过事先架设的运输索道将钢丝绳逐根牵往彼岸，并固定在地锚绳桩上，调整各绳弧度，使其垂度一致，然后吊起钻场大梁，置于主绳上，穿上“U”形螺栓，拧上螺母后牵引至钻孔设计位置并固定。钢丝绳严禁打扣使用。

3 应遵守有关高空作业的规章、制度。铺设钻场台板和桥板时，应逐块固定。

4 风速在5级以上或雨、雪、雾天气，严禁架设施工。

5 必须经过检查验收合格后，钢丝绳索桥才能投入使用。

9.3.3 钢丝绳索桥钻探时设备安装遵守下列规定：

1 钻探设备应安装在与主索相联接牢固的大梁上，并使索桥主索受力均匀。

2 应采用低钻架（如高6.0m），架腿应固定在机枕木上。如使用高架（9.0m~12.0m），则应在钻架上空架设一道安全钢丝绳，将钻架顶部固定在绳上。

3 安装大口径导向定位套管时，应将上端固定于钻场大梁上，用专用管卡卡紧。套管下部的水中部分用牵引钢丝绳固定在岸上的卷扬机上，进行定位。

4 钢丝绳索桥上铺设的钻场四角应采用绷绳固定在两岸，保证工作时钻场稳定。

5 钻场四周不宜围设棚布。

6 严禁在5级以上大风和浓雾、雨雪天气进行安装。

9.3.4 钢丝绳索桥钻探遵守下列规定：

1 每天应有专人检查索桥桩基、钢丝绳绳卡等安全情况。如发现绳台桩基上方有塌落现象危及索桥安全时，必须采取有效保

护措施。

2 水泵及不急用的器材应放在岸上，桥上除工作人员外，严禁闲人参观逗留。

3 钻孔深度超过 100m 时，可采用复式滑车起下钻具。应平稳操作，不得猛刹猛吊。严禁强力起拔遇阻钻具。

4 输电线路架设应安全，电线绝缘应良好。

9.4 桁架钻场

9.4.1 水深小于 3.0m、流速小于 4.0m/s 不适于钻船作业的水域，可采用桁架钻场进行钻探。并遵守下列规定：

1 应根据钻孔数量、孔深、水深、流速等情况，设计桁架钻场的长度、宽度、结构材料及尺寸。

2 桁架材料一般采用 $1\frac{1}{2}$ "~2"铁管。

3 桁架立柱应高出施工期最高水位。立柱、拉手的相互间距宜小于 1.0m，应用专用接手连接。第一层横拉手应高于水面 0.5m，桥面横拉手应高出第一层 1.0m。

4 下游立柱应用倾角约 30° 的斜拉手加固。

5 顶面铺设厚 40mm 地板。

6 周围栏杆应高于 1.2m。

9.4.2 桁架钻场架设规定如下：

1 应按设计要求，由专人统一指挥架设。

2 应事先架设两道直径不小于 $\phi 22\text{mm}$ 的跨河工作钢丝绳。

3 架设时应由河岸逐步向河心推进。作业人员必须系安全绳。

9.4.3 桁架钻探遵守下列规定：

1 每天应由专人检查桁架的稳固情况。

2 洪水期间应视水情将桁架向岸边延长，并与工作钢丝绳固定。不急用的器材应放在岸上。

9.5 冰 上 钻 探

9.5.1 冰上钻探必须在封冻期进行施工，冰层厚度不小于 0.3m（透明冰）。冰冻期应根据历年水文资料和当地群众经验来确定。冰上钻探期间，应掌握水文气象动态，设专人负责观测冰层安全情况。尤其在接近解冻期，应特别注意开江和冰层发生碎裂的可能，防止发生事故。

9.5.2 冰上钻探遵守下列规定：

- 1 钻架架腿应压在枕木上，应在架腿下垫长方木。
- 2 钻场应做好保温设施，火炉等应与冰面很好隔绝，并设专人管理。
- 3 抽水或回水用的冰洞，应开在钻场内适当的地方。
- 4 钻场内的器材设备，应尽量精减，不常用的器材应远离钻场堆放。
- 5 钻场附近不得随便开凿冰洞。应明确标示交通线路范围。

9.6 近 海 钻 探

9.6.1 近海钻探应遵守下列规定：

- 1 近海钻探的范围是指钻孔孔位距离海岸小于 3.0 海里（5.5km），海水深度小于 20m 的近海或入海河流河口区域内，孔深在 100m 以内的一般工程钻探。其他条件下的海上钻探可参照执行。
- 2 近海钻探施工前了解下列情况，并采取相应的技术措施：
 - 1) 应了解施工海区、潮差、潮位与潮时变化规律，海流方向与流速、最大风速、风向、浪高及其出现频率等海洋气象。
 - 2) 应了解钻探区域的海底地形地貌和水下设施，如导流坎、海底电缆、锚墩等的位置及高程。
 - 3) 应了解钻探区域内的船只活动规律及海区所属的航监

部门的规定等。

9.6.2 近海钻场类型的选择遵守下列规定：

1 近海钻探可将钻机固定在专用钻船、临时连接的双船、移动式钻探平台上进行。

2 采用移动式钻探平台作业时，平台必须有足够的坚固性。平台底面应高出最高潮位加 1.5 倍最大浪高的距离。

3 桁架式钻探平台，钻架必须有足够的高度、强度、架底应有足够的支承面积。

4 采用钻船作业时，单船作业的船体宽度应大于 6m，载重量应大于 200t。若用双体船拼装作业，单船载重量不得小于 50t。套管不得紧贴船身。锚绳不得少于 8 根，即船首船尾不得少于 2 根，两侧各不得少于 2 根。

9.6.3 近海钻探的抛锚定位按下列次序进行：

1 钻孔定位应选在能见度好，风浪小的平潮时进行，孔位误差应小于 2m。

2 根据钻孔附近的水深、海水流速、流向和风力、方向等因素，认真做好抛锚定位工作。钻船的锚重量应等于或略大于吨位相当海船的锚重。锚链长度一般应大于水深的 5 倍。锚绳应采用耐蚀的尼龙绳。

9.6.4 近海钻探遵守下列规定：

1 开孔时应先下入套管。

2 开孔下管作业，应选在平潮时进行。若海水流速较大时，套管下部应有拉绳配合。

3 为适应潮位变化，应备有足够数量的短套管（每根长度宜选在 1.0m 左右），为便于经常拧卸套管，船上钻机宜架高 0.5m～1.0m。

4 海上钻孔终孔后，应将套管全部起出。

5 海上钻探作业，应根据船体或平台的抗风浪能力选择风浪小的时期进行，风力大于 5 级时，钻船和平台不得搬迁和定位。

浪高大于 1.0m 或钻船横摆角大于 3° 时，应停止作业。

6 遇大风浪时，钻船应及时移开孔位避风。钻船移开孔位后，孔位处应留有明显的标志。风力大于 5 级或浪高大于 0.8m 时，船只不得靠近平台接送工作人员，而应通过悬吊装置进行。

10 大口径钻进

10.1 钻进方法和钻探设备参数的选择

10.1.1 大口径钢粒钻进适用于坚硬岩石，硬质合金滚刀全断面反循环钻进适用于中硬以下岩层，覆盖层可采用旋挖钻进。

10.1.2 大口径钻机应具有足够的功率、扭矩、变速范围、提升力和通孔直径，钻塔应有足够的承载力。在孔深 100m 基岩中钻进时，其设备技术参数应符合表 10.1.2 的规定：

表 10.1.2 钻探设备技术参数表

规定功率 kW	转盘扭矩 kN · m	主卷扬提升力 kN	钻塔承载力 kN
50~70	10~20	30	250

10.2 准 备 工 作

10.2.1 钢粒取芯钻具规格应符合表 10.2.1 的规定。钻具制作遵守下列规定：

1 粗径钻具组装应采用电焊连接。焊接前应找正垫平，法兰盘、钻头、岩芯管三者中心在 1.0m 长度内同轴度误差应小于 5mm。

2 大法兰盘外径磨损与岩芯管相平时，应及时补焊。

3 套管电焊连接时应对直。下入井内套管的管靴应坐落在基岩上，套管四周应填实，地面上应采取固定措施。

表 10.2.1 大口径钻具规格表

钻具 规格 mm	钻头				岩芯管（套管）			
	外径 mm	壁厚 mm	长度 mm	钢号	外径 mm	壁厚 mm	长度 mm	说明
1150	1150	50	550	ZG35	1140	20	1000	开孔用
1050	1050	50	800	ZG35	1030	20	1000	
950	950	50	800	ZG35	930	20	1000~2000	
850	850	45	800	ZG35	830	20	2000	
750	750	40	800	ZG35	730	20	2000	备用

10.2.2 地基及安装遵守下列规定：

- 1 应根据所选用设备类型修筑地基。确定井位时，应设立井位桩及辅助桩。
- 2 井口应浇筑混凝土框，井深较大时应加钢筋。
- 3 枕木宜采用 300mm×300mm。枕木与机架间应采用螺栓紧固。

10.3 钢 粒 钻 进

10.3.1 大口径钢粒钻进参数的选择遵守下列规定：

- 1 大口径钻进时，线速度应为 1.5m/s~2.0m/s，钻头压力应根据岩性和动力机的功率确定。冲洗液量应根据岩性和钻头直径等因素确定。钻进技术参数应符合表 10.3.1 的规定。

表 10.3.1 钻进技术参数表

岩石可钻性	代表性岩石	压力 MPa	泵量 L/min	一次投砂法的投砂量 kg
10 级	石英岩	1.5~2.0	600~750	100~150，以后酌情补投
8 级~9 级	花岗岩	0.8~1.0	650~750	80~120，以后酌情初投
6 级~7 级	砂岩	0.4~0.5	600~700	40~60，以后酌情补投
4 级~5 级	砂质页岩	0.2~0.3	600~700	20~30，以后酌情补投

2 采用多次投砂法时, 根据不同岩性每次投砂量宜为 10kg~30kg。

3 钻头水口 3 个~4 个, 均匀分布在钻头唇面上, 形状可为单弧形或双弧形。水口高度宜为 150mm~200mm, 上宽宜为 60mm~100mm, 下宽宜为 120mm~200mm。

10.3.2 断取岩芯宜采用楔断法、液压顶断法和微量炸药炸断法。岩芯断开后, 可采用绳套或专用工具提出地面。

10.3.3 钢粒钻进遵守下列规定:

1 开钻前, 应将钻具提离孔底, 送水慢转到底, 然后逐渐转入正常参数钻进。

2 钻进中应随时掌握孔内情况, 及时调整钻进技术参数。

3 应采用加长钻具和孔底加压的方法钻进。

4 钻进中投砂量应一致, 中途补砂应均匀并保持钻具回转。

5 回次终了, 应将钻具提离孔底 0.2m~0.3m, 进行冲孔后再提升钻具。

6 钻进中, 应经常检查固定转盘的螺钉是否牢固可靠。若有异常, 应停机处理。

7 若遇停电或机械故障, 应将钻具提至安全孔段。

10.4 全断面反循环钻进

10.4.1 破岩滚刀应根据不同岩性选用并应符合表 10.4.1-1 的规定。

表 10.4.1-1 滚刀类型选择表

滚刀类型	代表性岩石	岩石可钻性
楔齿型中长齿	泥灰岩、页岩	3 级~4 级
楔齿型短齿	灰岩	5 级~7 级
球齿型	轻微风化的花岗岩	7 级~8 级

每个钻头安装滚刀的数量随钻头直径的大小确定，并应符合表 10.4.1.2 的规定。

表 10.4.1-2 钻头直径与滚刀数量表

钻头直径 mm	中心刀 个	边 刀 个	正 刀 个
800~900	1	3	1
900~1200	2	3~4	1
1200~1500	2	4~6	2

10.4.2 滚刀全断面反循环钻进技术参数的选择遵守下列规定：

1 单只滚刀所需钻压符合表 10.4.2 的规定。

表 10.4.2 单只滚刀钻压表

岩层类型			单只滚刀所需钻压 kN
分类	代表性岩石	岩石可钻性	
软岩	土、砂、黏土岩	2 级~4 级	10~20
中硬岩	石灰岩、砂页岩	5 级~6 级	20~30
硬岩	石英砂岩、花岗岩	7 级~8 级	30~50

2 转速应按下式计算：

$$n = \frac{120c}{D} \quad (10.4.2)$$

式中：

n ——钻头转速，r/min；

c ——滚刀大头直径，mm；

D ——钻头直径，mm。

3 采用泵吸或气举反循环钻进时，钻杆内冲洗液上返流速应大于 3m/s。

10.4.3 滚刀全断面钻进遵守下列规定：

- 1 下入钻具时应检查粗径钻具。如有松动、脱焊、裂开等情况应进行修复。
- 2 泵吸法应保持液面在井深 5m 以内，气举法应保持混合器没入液面下 10m 以上。
- 3 开动转盘前，钻具应提离孔底 0.3m~0.5m，转盘回转正常后，再将钻具缓慢放至孔底，逐渐加大钻压。
- 4 应采用减压钻进法，使钻具保持悬垂状态。
- 5 钻进中应观测反循环系统运行情况。当停钻或提钻时，应将井内岩渣排净。
- 6 钻进中应观测功率仪表。功率骤增时应降低钻压。
- 7 粗径钻具应装有沉淀管。
- 8 应备有通用和专用的打捞工具。

10.5 金 刚 石 钻 进

10.5.1 大口径金刚石取芯钻进，适用于中硬、坚硬的岩层。

10.5.2 大口径金刚石钻进，宜采用单管钻具，其规格见表 10.5.2 的规定。

表 10.5.2 大口径金刚石钻具规格表

钻具规格 mm	钻头					岩芯管			备 注
	外径 mm	外出 刃 mm	内径 mm	内出 刃 mm	胎块 数量 块	外径 mm	内径 mm	长度 mm	
635	630	2.5	604	2.5	8~ 10	630	604	1000	钻具总长 1500mm~ 2000mm,单位重 量 168.31kg/m
720	720	3.0	692	3.0	10~ 12	720	692	1000	单位重量 244.25kg/m
注：特制的孕镶复合体金刚石胎块尺寸为 12mm×16mm×19mm（长×宽×高），镶 嵌数量应根据岩石性质、钻头直径等因素决定。									

10.5.3 金刚石胎体复合块的胎体硬度、金刚石品级、粒度、浓度等参数的选择。见表 8.2.1 的规定。

10.5.4 镶焊金刚石胎体复合块，内、外出刃应对称，底出刃应一致；焊枪应对准胎块支撑体部位，镶焊温度应低于 750℃。

10.5.5 钻进线速度宜为 2.5m/s~3.0m/s。

10.5.6 钻进压力应根据单位压力（18MPa~20MPa）和孕镶复合体金刚石胎块工作面积确定。

10.5.7 泵量应以保持冲洗液在粗径钻具与孔壁环状间隙的上返速度大于 0.5m/s 为原则。

10.5.8 断取岩芯的方法见 10.3.2 条。

10.5.9 金刚石复合胎体块工作层高度磨损至 1.5mm 时，应更新金刚石复合胎体块。

11 冲洗液和护壁堵漏

11.1 冲 洗 液

11.1.1 冲洗液应根据地质要求、岩层特点、钻进方法、材料来源、设备条件等选用，可按表 11.1.1 的规定确定。

表 11.1.1 冲洗液种类选择表

岩层特点	钻进方法	冲洗液种类	备注
完整、较完整	合金	清水	金刚石钻进浅孔也可使用清水
	金刚石	乳化冲洗液	
完整性较差	各种	低固相、无固相、泡沫液	泡沫液用于漏失层或缺水地区
覆盖层	合金	普通泥浆、低固相泥浆	
	金刚石	无固相冲洗液	

11.1.2 配制乳化冲洗液采用的乳化剂及其用量可按表 11.1.2 的规定确定。

表 11.1.2 配制乳化冲洗液采用乳化剂种类和用量

种类	品 种	加量（体积） %		备 注
		清水	泥浆	
阴离子型	太古油	0.1~0.5	1.0~5.0	
	皂化溶解油	0.3~0.5	1.0~5.0	
复合型	皂化溶解油+OP-10 (复合比:阴离子:非离子 =3:1~4:1)	0.3~0.5+0.1		有较强抗钙能力
注: OP-10—聚氧乙烯辛基苯酚醚(非离子表面活性剂)。				

11.1.3 不分散低固相泥浆的性能和配制遵守下列规定：

1 应根据岩性通过室内试验确定配方，在使用过程中应定期测定和调整浆液性能。

2 采用优质黏土配制不分散低固相泥浆，钙质黏土应经钠化处理。根据性能指标要求，可加入各种化学处理剂进行调整。常用化学处理剂可按表 11.1.3-1 规定选择。

表 11.1.3-1 常用泥浆化学处理剂表

分 类	处理剂品种
选择性絮凝剂	水解度 30%聚丙烯酰胺、醋酸乙烯脂与顺丁烯酸酐共聚物
增黏剂	Na-CMC、SM 胶、水解聚丙烯酰胺
絮凝剂	水泥、石灰、石膏、氯化钙、水玻璃
降黏剂、稀释剂	单宁酸钠、栲胶碱液、煤碱剂、木质素磺酸钠、腐植酸钾
降失水剂	Na-CMC、单宁酸钠、煤碱剂、聚丙烯酸钠、水解聚丙烯酰胺、植物胶（钻井粉、瓜尔胶、香叶粉、海藻粉、SM 胶）
水敏抑制剂	石灰、石膏、氯化钙
pH 值控制剂	烧碱、纯碱、石灰
润滑剂	皂化溶解油、太古油

3 不同地层对低固相泥浆主要性能指标要求应符合表 11.1.3-2 的规定。

表 11.1.3-2 不同地层对低固相泥浆主要性能的要求

性能指标	坍塌掉块地层	水敏地层	漏失地层	涌水地层	卵砾石层
漏斗黏度 s	23~30	18~25	30~60	>30	>40
比重	1.03~1.08	1.03~1.05	1.03~1.05	根据水头 计算	1.03~1.08
失水量 mL/30min	15	<10	15	15	<15

表 11.1.3-2 (续)

性能指标	坍塌掉块地层	水敏地层	漏失地层	涌水地层	卵砾石层
静切力 10^{-5}N/cm^2	25~50	0~5	30~80	25~50	30~50
含砂量 %	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<1
动塑比 τ_0/η_0	>3	>3	>3	>3	>3
pH 值	8~12	8~12	8~12	8~12	8~12

11.1.4 聚丙烯酰胺无固相冲洗液可在破碎地层中使用，加量应大于 700ppm。

11.1.5 SM 胶无固相冲洗液的配制遵守下列规定：

- 1 根据岩层特性，SM 胶粉的加量为浆液浓度的 1%~2%，加碱量为 SM 胶重量的 5%。
- 2 配制时应采用转速超过 600r/min 高速立式搅拌机或软轴搅拌器。搅好的冲洗液应分散均匀。
- 3 配制好的冲洗液应浸泡 4h~8h。
- 4 浆液黏度高，除砂困难，可加入适量 PHP。
- 5 气温较高时可加入甲醛防腐，应注意安全操作。发酵变质的浆液应弃用。

11.1.6 泥浆现场管理遵守下列规定：

- 1 应配备简易泥浆性能测试仪器。
- 2 循环系统应设储浆池、除砂池及循环槽。循环槽宽度大于 200mm，长度大于 10m，应设隔板。
- 3 应及时除砂。
- 4 应对泥浆性能进行检测、调整。

11.2 护 壁 堵 漏

11.2.1 护壁堵漏材料的选择应根据护壁要求,地下水活动情况和材料来源等选用,宜符合表 11.2.1 的规定。

表 11.2.1 护壁堵漏材料及适用范围

材料名称	材料要求	适用条件
泥浆或无固相冲洗液	根据地层特性,配制不同性能的泥浆或无固相冲洗液	1. 一般漏失地层; 2. 水敏性地层; 3. 覆盖层
黏土	1. 用黏性大的黏土; 2. 黏土中加纤维物; 3. 制成黏土球	浅部一般漏失、裂隙地层
水泥	1. 高标号普通硅酸盐水泥加速凝型减水剂(如 NNO、FDN、SM 等); 2. 硅酸盐水泥加速凝早强剂+高效减水剂(如:CaCl ₂ +NNO 或 FDN、或 SM 等); 3. 铝酸盐型水泥加高效减水剂	1. 严重坍塌破碎带; 2. 严重漏失破碎裂隙地层; 3. 覆盖层
化学浆液	1. 有效固结岩石; 2. 可控制固化时间	1. 漏失严重的裂隙地层; 2. 破碎坍塌地层; 3. 漏失严重的覆盖层
套管	符合标准	1. 松散覆盖层; 2. 严重坍塌漏失地层; 3. 较大的洞穴

11.2.2 使用水泥护壁堵漏时,遵守下列规定:

- 1 应作好地面试验,测定初、终凝时间、确定可泵期。
- 2 配置水泥浆液的灰水比宜控制在 0.45~0.60,可加入适量减水剂。
- 3 使用普通水泥或矿渣硅酸盐水泥时,宜加入速凝剂或早强剂,水泥最短可泵期宜为 30min。
- 4 灌注水泥浆液时,可用泵入法、灌注器输送法或导管法,

非干孔不得从孔口直接倒入，导管距孔底应小于 1.0m。

5 灌注前应准备充分，统一指挥，全部浆量一次灌完，合理泵入替换水。

11.2.3 使用化学浆液护壁堵漏时，遵守下列规定：

- 1 灌注前，应作好配方试验，确定固化时间。
- 2 灌完后应立即清洗灌注器，并涂油保护。
- 3 操作时，应戴好防护用具。

11.2.4 套管护壁堵漏遵守下列规定：

1 大裂隙、溶洞、空洞及承压水、漏水、坍塌的极松散的堆积层，漂卵石架空层及水文地质试验孔，宜采用套管护壁。

2 套管下入前，应严格检查。严禁将不合要求的套管下入孔内。

3 金刚石钻进的钻孔采用反扣套管时，孔口应固定；采用正扣套管时，应在丝扣部位用黏结剂黏牢，并将套管下至孔底或变径台阶。

4 套管上端口周围环状间隙应密封。

5 发现套管脱扣，应及时处理。

6 起拔套管可采用拉、打、顶、扭相结合的方法。起拔次序为先内后外。起拔过程中，应注意拧紧丝扣。

7 起拔套管困难时，可在管靴下 0.5m 处放炮震松。

12 孔内事故预防和处理

12.1 孔内事故预防、处理的一般规定

12.1.1 孔内事故的预防遵守下列规定：

1 钻场所用各种规格的管材、接头、接箍应按新旧程度分类存放和使用。

2 弯曲的钻杆、岩芯管应及时校直。管材的弯曲和磨损最大允许限度不得超过表 12.1.1 的规定。

表 12.1.1 不同钻进方法管材弯曲和磨损最大允许限度表

钻进方法	钻 杆			岩 芯 管	
	直径单边 磨损 mm	直径均匀 磨损 mm	任意每米长 度弯曲 mm	壁厚磨损 mm	每米弯曲 mm
硬质合 金钻进	<2	<3	<3	<1/3	<2
金刚石钻进	<2	<3	<1	<1/3	<0.5
金刚石绳索 取芯钻进	<1	<1.5	<1	<1/3	<0.5

3 钻杆钻具有裂纹、丝扣严重磨损和明显变形、连接晃动等现象，不得下入孔内。

4 长期停用的管材、打捞工具，在下入孔内前应经过严格检查。

5 钻具不得长时间悬空回转。

6 扫孔、扩孔时，应挂好提引器，并控制好速度。

7 采用拉、提、顶、打等方法处理事故时，应及时扭紧钻杆。

12.1.2 孔内事故处理遵守下列规定：

1 处理孔内事故应有整体计划，并统一指挥进行。一般事故由班长直接处理，复杂事故由机长负责处理，并应向项目负责人报告。

2 钻场应配备常用打捞工具。每个勘察单位应备有反丝钻杆、割管器具和千斤顶等，并应设专人维护管理。

3 事故发生后，应查清事故孔段的孔深、地层情况，事故钻具的位置、规格、数量、判明事故类型，并将所用打捞工具、处理方法及过程详细填入班报表。

4 事故排除后，应总结经验教训。重大事故应根据有关规定填写事故报告表。

12.2 卡、埋、烧钻事故的处理

12.2.1 钻进过程中，若动力机负荷增大、钻具回转与提动困难、泵压升高、孔口返水中断及起钻后取粉管内有碎块时，应注意卡钻、埋钻、烧钻事故的发生。

12.2.2 预防和处理卡、埋、烧钻事故遵守下列规定：

1 钻进时应根据孔内地层情况，正确掌握钻进技术参数，采取护壁措施。

2 采用喷反钻具钻进时，下钻前应检查管路是否畅通，喷射元件有无堵塞，确认无误后，方可使用。

3 发现钻具遇卡时，首先应保持冲洗液畅通，先用扭、打、拉等方法活动钻具，若处理无效，再反出钻杆，进行扩孔或掏心钻进方法处理。深孔可以考虑用人工造斜的方法进行处理。

4 在孔壁不稳定情况下，应考虑先护壁，再处理事故。

5 处理事故用的扩孔钻具，应带有内导向，导向器应焊接牢固。

6 发现烧钻时，首先应提动钻具，无效时应采用打、反、磨、削等方法处理。

12.3 钻具折断与脱落事故的处理

12.3.1 处理钻杆多头脱落事故，应先下入打印器，探明情况后分别进行处理。

12.3.2 采用掏心方法处理岩芯管事故时，一般应使用比事故钻具小一级的钻具。

12.3.3 在钻进中，发生钻具折断或脱落事故，当用丝锥套紧后，应立即提钻检查钻具。

13 钻 探 质 量

13.1 岩芯、土样和水样的采取

13.1.1 应按照钻孔任务书的要求采取岩芯，并达到表 13.1.1 规定的标准。若有特殊要求，还应采取专门的技术措施取芯。

表 13.1.1 不同岩类岩芯质量标准表

岩层特性	岩芯采取率 %
完整新鲜岩类	≥95
较完整的弱风化、微风化岩类	≥90
较破碎的弱风化、微风化岩类	≥85
软硬互层、硬脆碎、软酥碎、软硬不均 和强风化岩类	根据地质要求取样、取芯
软弱夹层和断层破碎带	
土层、泥层、砂层	应将分层界线查清，取出有代表性样品， 根据地质要求取样
砂卵砾石	采取有效措施，完善取样工具和工艺， 做到颗粒级配正确

13.1.2 提高取芯质量应根据岩性、地层特点等，合理选择钻进方法、取芯工具、钻进工艺及技术参数，应符合下列规定：

- 1 6级以上地层应优先采用金刚石钻进。
- 2 取芯钻具的选择可按表 13.1.2-1 的规定。

表 13.1.2-1 取芯钻具种类选择表

序号	钻具种类	技术参数	适应的岩性	岩石可钻性	说明
1	普通单管		一般完整岩石	1级~12级	
2	投球单管		胶结良好岩层, 软岩	1级~5级	卡芯后, 投入钢球, 堵死水路, 避免因水柱压力而脱落岩芯
3	无泵反循环	压力 1.5~3.0 转速 100~150 提动次数 5~15	软岩, 或松散易冲蚀的硬岩层	1级~5级	钻具上下活动时, 由于球阀作用而形成孔底反循环
4	“喷反”钻具	转速 150~170 泵量 80~100	硬、脆、碎岩层	4级~7级	岩芯有分选
5	隔水双动双管	压力 6~8 转速 140~180 泵量 100	松软破碎易冲蚀岩层	1级~5级	钻具结构简单, 但岩芯易堵塞
6	隔水活塞式双管(或三层管)	压力 7~10 转速 90~150 泵量 70~150	易溶解、易污染、易冲蚀地层	4级~5级	双管的内管中装半合管, 岩芯不污染, 保持原始结构特点
7	单动(卡簧)双管		一般软硬互层等	1级~12级	卡簧活动范围较小
8	SD单动双管(内管磨光、半合管)		脆碎、酥碎, 软硬互层, 砂卵石层	1级~6级	卡簧富有弹性
9	压卡式单动双管		软硬互层、脆碎、酥碎易散失的岩层	1级~6级	利用水压强制推动卡簧, 卡紧岩芯, 工作可靠
10	管靴弹簧取样器		砂卵石层、砂砾石层、土层	1级~6级	可保证颗粒级配正确
11	冲击管钻	上、下提动 8~10	含水砂卵石层、砂砾石层	1级~6级	可保证颗粒级配正确, 但扰动较大

注: 压力单位: kN, 转速单位: r/min, 提动次数单位: 次/min, 泵量单位: L/min。

3 钻孔取土器的选择应符合表 13.1.2-2 的规定。

表 13.1.2-2 钻孔取土器的分类与应用

取土器分类		取土器名称	采取土样等级	适用土类
I	I -a	固定活塞薄壁取土器、 水压式固定活塞薄壁取土器	I	可塑至流塑黏性土、粉砂、粉土
		二（三）重管回转取土器（单动）		
		二（三）重管回转取土器（双动）		可塑至坚硬的黏性土、中砂、粗砂、砾砂、碎石土、软岩
		TA89-64.8 二重管环刀取土器（单动）		
	I -b	自由活塞薄壁取土器	I ~ II	可塑至软塑黏性土、粉土、粉砂
敞口薄壁取土器、束节式取土器		可塑至流塑黏性土、粉土、粉砂		
II		厚壁取土器或取砂器	II	各种黏性土、粉土（粉、细砂、中、粗砂）

4 选配卡簧应采用岩芯进行试验的方法。

5 复杂地层钻进应缩短回次进尺时间，控制回次进尺长度。

6 金刚石钻进应选用润滑性能优良的冲洗液和内壁光滑的岩芯管。

7 在松散软弱岩层中应选用配置扶正环的取芯钻具。

13.1.3 破碎地层中钻进取芯遵守下列规定：

1 在强风化地层中钻进，应采用 $\phi 110\text{mm}$ 及以上的孔径。应选用压卡式钻具，用泥浆或无固相冲洗液，回次进尺 $0.5\text{m}\sim 0.8\text{m}$ ，用水压法退出岩芯。

2 在酥碎及软弱互层中钻进，可采用出刃较大的硬质合金及金刚石复合片单动双管钻具，选用较小的泵量，钻进时不得上下

提动钻具。也可采用无泵孔底反循环钻进。

3 在硬、脆、碎地层中,应采用喷射式孔底反循环钻具钻进。孔底岩粉厚度不得超过 0.3m,回次进尺 0.5m~1.0m,用沉淀法取芯。

4 宜采用 $\phi 75\text{mm}$ 或 $\phi 91\text{mm}$ 金刚石单动双管钻具钻进,SM胶作冲洗液。

13.1.4 软弱夹层钻进取芯遵守下列规定:

1 软弱夹层钻进方法应单独编制施工设计。

2 根据理想柱状图,钻进至离夹层顶板 1m 左右时,立即换用与软弱夹层相适应的钻具和钻进方法,回次进尺为 0.5m~1.0m,遇有穿透夹层迹象时,应再钻进 0.1m~0.2m 起钻。

3 有软弱夹层的钻孔,金刚石钻进可采用 $\phi 75\text{mm}$ 或 $\phi 91\text{mm}$ 单动双管钻进,以 SM 胶作冲洗液。有泥化夹层的钻孔,宜采用无泵反循环钻进。

4 采用单动双管(或三管)时,钻具的岩心容纳管有效长度不得超过 1m。

5 发现岩芯堵塞应立即起钻。

6 钻进时班长应亲自操作,并随时注意观测仪表,对钻速变化、回水颜色等应及时记录。

7 视其需要,也可采用套钻方法,其工艺过程遵守下列规定:

1) 应采用导向钻具钻中心孔,直径应小于 $\phi 36\text{mm}$ 。

2) 钻中心孔前,孔内应灌入聚脂浆液,凝固后用锥状磨孔钻头磨孔并钻出中心孔。

3) 插筋后灌入黏结剂,灌注压力为 1.5MPa~1.8MPa。

4) 套钻直径应不小于 $\phi 91\text{mm}$ 。

13.1.5 岩溶地层钻进取芯遵守下列规定:

1 当溶洞高度不超过 3m 时,可加长钻具钻进;溶洞高度超过 3m 时,应下入套管导向。

2 钻进时钻压不宜过大。倒杆时应吊住钻具,起下钻时,应

注意钻具受阻造成事故。

3 孔口不返水时，应采取止水堵漏措施。

4 应准确测定溶洞顶、底板高程。

5 溶洞中有充填物时应进行取样。

13.1.6 滑坡体钻进取芯遵守下列规定：

1 应遵守 13.1.4 条第 3 款规定。

2 应根据地层情况及孔壁稳定程度确定套管下入深度及方法。

3 当钻进至滑带附近或发现有滑动面迹象时，应限制回次进尺为 0.3m~0.5m，并调整钻进工艺技术参数至最佳取样状态，必要时可采用无泵钻进，以确定滑动面位置。

4 钻进中应及时取样鉴定，并做好水文地质观测和记录。

5 当使用清水钻进时，应防止回水渗入滑带。

6 必要时应设专人观察滑坡体的动态，如发现有滑动迹象必须立即撤离至安全地区。

13.1.7 常规钻进取芯遵守下列规定：

1 严禁回次进尺超过岩芯管长度。

2 岩芯卡料粒径应适度，投放时先小后大，投放均匀，后送水卡紧，再开钻提取。

3 发现岩芯堵塞时，应立即起钻。

4 从岩芯管退出岩芯时，应轻轻锤击。

13.1.8 岩芯编录遵守下列规定：

1 从岩芯管退出的岩芯，应按先后顺序排列在岩芯箱内，每一回次用岩芯牌隔开。岩芯牌一律逐项用钢笔填写。

2 易溶蚀、易风化、易崩解的岩芯，应按地质要求封存。

3 岩芯在岩芯箱内的排放次序，应由左向右自上而下排放，不得颠倒。长度超过 50mm 的岩芯，应按顺序用红油漆编号，应书写清晰，方向一致。

4 岩芯箱侧面应用油漆标明“工程名称、孔号、第×箱、孔

深自××米至××米”字样。

13.1.9 岩芯箱规格为 $1.0\text{m} \times 0.6\text{m}$ (长×宽), 其高度及岩芯箱内的分隔, 应以岩芯放入箱内不晃动并低于箱面为宜。

13.1.10 岩芯保管及运输遵守下列规定:

- 1 岩芯箱应平稳放置, 不得日晒雨淋。
- 2 水上钻孔, 岩芯箱应搬移上岸, 安放在洪水位以上位置。
- 3 搬运时应小心轻放。
- 4 岩芯仓库应通风不漏雨。

13.1.11 水样采取应在钻孔抽水试验后期或在长期观测孔中经抽水后采取。在施工钻孔中取样时, 遵守下列规定:

- 1 单一含水层, 可终孔后取水样。如有两层以上含水层, 应止水分层取样。
- 2 应将孔内水抽干或抽出相当于孔内水量的 3 倍, 待孔内水位上升后再取。
- 3 水样瓶应洗净。水样瓶不应装得太满, 水样取出后用蜡封, 贴好标签, 48h 内送到试验室。
- 4 取水样的钻孔应首批施工, 取样之前, 不得采用乳化冲洗液钻进。覆盖层钻孔在取样之前不得加水。

13.2 钻孔弯曲与孔深校测

13.2.1 钻孔顶角的偏差, 每 100m 孔深, 直孔应不大于 3° , 斜孔应不大于 4° 。钻孔方位角偏差应根据地质要求确定。钻孔顶角的测量 (间距、使用仪器种类等) 应按地质要求进行。

13.2.2 钻孔弯曲的预防遵守下列规定:

- 1 开孔时应选铅直的主动钻杆, 不得使用立轴间隙过大的钻机。
- 2 开孔的粗径钻具, 应随钻孔延伸而加长。开孔时应校正钻机, 使立轴中心对准孔位。
- 3 孔口管应铅直固牢。

4 不应轻易换径。换径时应使用变径导向钻具，或采用其他导正定位措施。

5 基岩钻进时，常规钻具的岩芯管长度应大于 3m。

6 应采用孔底加压等措施，增加钻具的稳定性。

7 钻进溶洞地层、软硬互层，应采用低转速、轻钻压钻进。

13.2.3 钻孔弯曲超过地质要求时，应及时进行处理。

13.2.4 钻孔深度应测量准确。每钻进 100m、终孔后、下护壁套管、孔内爆破、水文地质试验前及有特殊地质要求时，都应校正孔深。孔深误差超过 3% 时，应找出原因，并更正记录报表。

13.3 水文地质观测

13.3.1 简易水文地质观测项目如下：

1 对每一含水层均应测定其稳定水位。对浸没调查钻孔应测定初见水位，为此，钻进时不得向孔内加水，并应防止表层水浸入。

2 发现冲洗液严重漏失，或遇有涌水孔段，应及时测定孔深，并作好相应的观测记录。

3 发现水温变化或有气体逸出时，应通知地质人员，并测定水样、气样封存送验。

13.3.2 观测装置与仪器仪表要求如下：

13.3.2.1 测量水位使用电测水位计，并遵守下列规定：

1 应以孔口基桩、高程为标准计算。

2 多层含水层应下栓塞隔离止水。

3 水位稳定标准：每 10min 测量 1 次，连续测量 3 次，水位变化不大于 20mm，即可认为稳定。

4 测量用电线应经常检查校正。

13.3.2.2 水温测量应使用缓变温度计。

13.3.2.3 观测仪表应每年校准一次。

13.4 定向取芯

13.4.1 随钻测量定向取芯器（参见附录 C），可用于较完整的地层采取定向岩芯，以供确定岩层、结构面的产状。

13.4.2 定向取芯器和随钻测量仪下孔前遵守下列规定：

1 检查定向取芯器和随钻测量仪，确定各零部件是否齐备。定向取芯钻具单动装置应转动灵活。

2 随钻测量仪应作一次试运行，检测电源、定时钟及卡固机构是否工作正常。

3 检测校核测量仪基准线与定向标记母线间的位置角数值。

13.4.3 下钻作业遵守下列规定：

1 装入定向测量仪及连接部件时，应保持清洁，适度上紧。

2 将定向测量仪电子时钟调至预定工作时间，打开仪器“电源开关”和“启动开关”，同时开始地面计时。

3 准确安装作定向标记的装置、卡簧、卡簧座，拧上金刚石钻头。

13.4.4 钻进参数与注意事项：

1 钻具至孔底前应开泵冲孔到底后，先慢转轻压，然后使用正常参数钻进。

2 钻进时不得提动钻具。正常进尺 0.5m 左右或在测量仪预定工作时间到点前 3min~5min 停止钻进。

3 待定向测量仪时间到点，读数卡固后再过 3min~5min，用钻机液压系统顶断岩芯，严禁回转。

13.4.5 起钻作业注意事项：

1 平稳提升孔内钻具。

2 从容纳管内取出测量仪，读取钻孔顶角、方位角和仪器基准线方位角数据，并做好记录。

3 卸下金刚石钻头和作标记装置，为可靠起见，可在内管下端定向槽处用色笔再作定向标记，然后退出岩芯。

4 将岩芯按上、下顺序排列在岩芯箱内，然后用色笔将定向标记延续到所有对接良好的岩芯表面。最后对定向岩芯逐一编号。

13.4.6 岩层层面与断裂面定向岩芯参数测定和产状求解：

1 将定向岩芯带回室内，测定钻孔遇层角 δ ，测算出层面或断裂面椭圆长轴的终点角 ϕ 。

2 根据 δ 和 ϕ 的数值，计算出层面或断裂面视倾角($90^\circ - \delta$)和视倾向($\alpha - \phi$)，供参考之用。

3 将 δ 和 ϕ 的数值及测量仪测得的钻孔方位角 α 和顶角 θ 这四个参数输入计算机，通过数字模型计算，求解出层面或断裂面产状。

4 对定向岩芯参数测定和产状求解，也可采用几何作图法，或采用定向岩芯复位测量仪现场直接测出结构面产状数值。

13.4.7 结束工作注意事项：

1 定向取芯器和随钻测量仪用毕后应擦洗干净，清除岩粉与泥浆，必要时更换失灵的密封及易损件。

2 中断使用或长期封存时，轴承及丝扣应涂抹黄油组装。

3 随钻测量仪不用时，应卸去电池。中断较长时间时，在测斜仪校正台上应检查其测量误差。

13.5 封孔与长期观测设施安装

13.5.1 钻孔竣工验收后应按技术要求，采用强度等级不低于32.5MPa的水泥配制砂浆进行封孔。小口径钻孔应用泵送水泥浆封孔。

13.5.2 堤防及涵闸地基钻孔竣工验收后，应按技术要求进行回填。

13.5.3 封孔完毕后应做好封孔记录。

13.5.4 安装水文地质长期观测装置遵守下列规定：

1 下入长期观测管之前，应充分冲洗钻孔。

2 按设计要求，选用观测管及过滤网，观测管内径不得小于

20mm。

3 覆盖层中安装长期观测管,应根据含水层颗粒级配选择围填砾料,充填砾料环状厚度一般应大于 10mm,在起拔套管时,将砾料从观测管与套管间徐徐投入,直至超过含水层顶板止,然后拔出全部套管。

4 每个观测孔应设孔口保护装置。

5 观测管在含水层顶板位置应采用水泥止水。

13.6 原始记录

13.6.1 各班应指定专人用钢笔在现场随钻探施工逐项填写岩芯钻探班报表,做到及时、准确、真实、齐全,并保持清洁,书写工整,不得事后补写,班长应校核签字,终孔后由机长签字,装订成册上报。岩芯钻探班报表的格式参见附录 D。

13.6.2 钻进中所发现的一切工程地质和水文地质现象,应认真记录(如掉钻、塌孔、钻速变化、回水颜色、钻进感觉等),不得漏记和伪造。

13.7 竣工验收

13.7.1 钻孔达到设计深度后,项目负责人、地质、钻探负责人、机长(必要时含班长)应按钻孔任务书、钻探工作大纲或施工组织设计的要求及钻探质量要求对钻孔进行联合验收。参加验收人员应在钻孔竣工报告单(A表)上签署鉴定意见,并根据钻孔质量评定表(B表)进行质量评定。(A表、B表参见附录 E)

13.7.2 钻孔验收不合格的钻孔,应采取纠正措施。

14 安全生产与环境保护

14.1 安全生产一般规定

14.1.1 必须建立健全安全生产管理机构，制定详细的安全工作制度。班组必须有专（兼）职安全员。

14.1.2 布置生产任务的同时应布置安全生产工作，应根据工区现场情况和技术要求制定相应的安全措施。

14.1.3 机长应定期组织专门的安全生产会。

14.1.4 主要安全制度应标示在明显位置。在危险区域应制作警示牌。

14.1.5 钻机安装后由钻探负责人组织安全检查，验收合格后，方可开钻。

14.1.6 钻场内应配备医药保健箱，备有一定数量的急救药品和外伤药物。

14.2 钻场工作人员安全规定

14.2.1 从事钻探工作人员，必须接受安全教育，经考试合格后方可上岗。

14.2.2 进入钻场工作时，必须穿戴劳保鞋、服，佩戴安全防护用品。

14.2.3 上班前，严禁喝酒。

14.2.4 上塔工作时，必须系牢安全带。

14.3 水上钻探安全规定

14.3.1 在通航河流上施钻时，应与航运部门商定钻探期间航行安全措施，应在钻船明显位置挂航运部门规定的标志。

14.3.2 钻船、渡船等必须备有足够数量的救生衣、救生圈、通信设备、船只堵漏材料等，并规定呼救信号。

14.3.3 钻船、渡船和码头必须制订安全规则。

14.3.4 驾驶人员必须持证上岗。过渡人员必须穿好救生衣。夜间渡口码头应有良好的照明。

14.3.5 钻船荷载应保持平衡，不常用的材料应及时搬移上岸至洪水位以上位置，妥善保管。

14.3.6 不得强行起拔钻具，不得将千斤顶坐落在钻船上。

14.3.7 每班应有专人检查锚绳、绞车等安全情况。根据水情变化，及时调整锚绳。随时清除套管及锚绳上的漂浮物。

14.3.8 及时掌握上游水情及水库调度信息。应与上游水文站、水库管理单位、当地政府相关部门商定防洪度汛方案。遇洪峰警报应及时通知施钻人员作好准备，并由钻探项目负责人指挥度汛或撤退。

14.3.9 水深流急时，钻船下游应设救生安全站，配备救生艇和必要的通信、医疗器材，并设专人日夜值班。

14.3.10 遇重雾视线不清或5级以上大风时，严禁抛锚、起锚和移动船只。

14.3.11 停工停钻时，船上必须派专人值班，负责排除船舱积水、监视和清除锚绳和套管上的漂浮物并注意船上防火事宜。

14.3.12 海上作业应配备救生艇，钻场应储存足够的淡水、食品、急救药品等。

14.4 钻进安全规定

14.4.1 机械在运转中，不得进行拆卸和修理，发现响声异常时，应及时停机检查。

14.4.2 所有仪表应工作正常。

14.4.3 胶管应设防缠装置，钻进中不得用人扶持水龙头及胶管。

14.4.4 扩孔、扫孔、扫脱落岩芯或钻进不正常孔段时，应由机、

班长操作。

14.5 升降钻具安全规定

14.5.1 应随时检查升降机的制动装置、离合器装置、提引器、拧卸工具等是否安全完好。天车应定期检查、加油。

14.5.2 应随时检查钢绳的磨损情况，当每一捻距内断丝超过 $1/7$ 时应及时更换。

14.5.3 操作升降机者应与孔口和塔上人员紧密配合，并按对方发出的信号进行操作。

14.5.4 操作升降机应平稳，不得猛刹猛放。升降过程中不得用手扶摸钢丝绳。

14.5.5 孔口操作人员必须站在钻具起落范围以外。摘挂提引器时，应注意防止回绳碰打。

14.5.6 抽插垫叉时应防止砸手。跑钻时严禁抢插垫叉。

14.5.7 提钻后应立即盖好孔口。粗径钻具处于悬吊状态时，不得探视或用手触摸管内岩芯。

14.6 孔内事故处理安全规定

14.6.1 反扭孔内钻具时，操作人员必须躲开手柄反转范围。

14.6.2 打头或打箍应系好安全绳。在打吊锤过程中应经常拧紧振松的接头丝扣。

14.6.3 使用千斤顶起拔钻具时，卡瓦应栓绑牢固，并挂好提引器。

14.6.4 应注意盖好孔口。

14.7 钻场防火、防寒、防风、防汛安全规定

14.7.1 钻场防火遵守下列安全规定：

- 1 钻场内应备有足够的灭火器材。
- 2 内燃机排气管或火炉烟筒，应伸出钻场外 0.5m 以上，穿

过钻场处应安装隔热装置。

- 3 钻场火炉应与地板隔离。炉灰应倒在指定地点。
- 4 草原及林区钻探，钻场周围应开出宽大于 20m 的防火道。
- 5 电器失火时，应先切断电源，方可灭火。

14.7.2 钻场防寒遵守下列安全规定：

- 1 在高寒地区钻探，柴油机、水泵及供水管线停用时，应放尽全部积水。
- 2 钻场内应有取暖设备。

14.7.3 钻场防风遵守下列安全规定：

- 1 高 10m 以上的钻塔，必须设安全绷绳。
- 2 大风超过 6 级时，应增设绷绳或卸下钻塔蓬布。

14.7.4 钻场防汛遵守下列安全规定：

- 1 汛期，大批物资必须放在洪水位警戒线以上。
- 2 在可能受到山洪、泥石流侵袭及洪水淹没的施工区，应作好防洪措施。
- 3 雷雨季节，钻架应设置避雷装置。

14.8 陡坡施钻安全规定

- 14.8.1 清除坡上的活动块石，设置严禁人、畜进入标志及护栏。
- 14.8.2 险路应设置牢靠的栏杆或护绳。
- 14.8.3 钻场应有可靠的排水系统。
- 14.8.4 遇 6 级以上大风或雨雪连绵天气应停止施工，复工前进行安全检查。
- 14.8.5 暴雨时，应防止泥石流冲毁钻场及营地、山体崩塌或滑坡危及钻场。

14.9 大口径钻进安全规定

14.9.1 井下排水取芯遵守下列安全规定：

- 1 当井下采用潜水泵排水时，使用的电缆及设备等载电体必

须绝缘良好。

2 井内使用的排水管、电缆、绳子等，应排列有序。

3 井下应采用低压照明，使用 12V~36V 行灯变压器。

4 严禁井下与井口同时作业，井下作业必须戴安全帽，系安全带。

5 井下取芯作业，应先上人后提物，严禁人和物同时提升。

14.9.2 升降钻具遵守下列安全规定：

1 升降钻具前，应检查卷扬刹车、离合器、滑轮组、吊钩保险销等是否完好和灵活可靠。

2 提升钻具或岩芯遇阻时，严禁强行起吊，应适当与转盘配合，或停机处理后，再行起吊。

3 提放钻具时，提引器的快卡子应安全可靠；重物放倒摘掉快卡子时，应立即用绳子拉住吊钩。

14.9.3 井口安全遵守下列规定：

1 井口指挥人员应认真指挥井下与升降作业。

2 井口周围应整齐洁净，不得堆放杂乱物件。井口周围应设防护栏。井口严禁闲散人员围观。

3 井下有作业人员时，井口应设专人看守。所用工器具应一律用绳系或由吊桶运送，严禁直接向井下投放。

14.10 环境保护规定

14.10.1 钻探作业应遵守《中华人民共和国环境保护法》和当地政府颁发的环境保护法规。

14.10.2 钻进用冲洗液原材料和处理剂应符合环境保护要求，钻进用冲洗液不得随意流放。

14.10.3 油料不得排入江河或农田。

14.10.4 钻探作业产生的垃圾，终孔后应按要求清理。

附录 A

(资料性附录)

岩芯钻探岩石可钻性分级

表 A.1 岩芯钻探岩石可钻性分级表

级别	硬度	代表性岩石	普氏坚固系数	可钻性 m/h	
				金刚石	硬质合金
1	松软 疏散的	次生黄土、次生红土、泥质土壤，松软的砂质土壤（不含石子及角砾）、冲积砂土层；湿的软泥、硅藻土、泥炭质腐植层（不含植物根）	0.3~1.0		
2	较松 软疏散的	黄土层、红土层、松软的泥灰层；含有 10%~20%砾石的黏土质及砂质土层、砂质黄土层、松软的高岭土类（包括矿层中的黏土夹层）、泥炭及腐植层（带有植物根）	1~2		
3	软的	全部风化变质的页岩、板岩、千枚岩、片岩；轻微胶结的砂层；含有超过 20%砾石（大于 3cm）的砂质土壤及超过 20%的砂质黄土层；泥灰岩；石膏质土层、滑石片岩、软白垩；贝壳石灰岩；褐煤；烟煤；较软的锰矿	2~4		
4	较软的	砂质页岩、油页岩、含锰页岩、钙质页岩及砂页岩互层；较致密的泥灰岩；泥质砂岩；块状石灰岩、白云岩；风化剧烈的橄榄岩、纯橄榄岩、蛇纹岩；铝矾土菱镁矿、滑石化蛇纹岩、磷块岩（磷灰岩）；中等硬度煤层；岩土；钾土、结晶石膏，无水石膏；高岭土层；褐铁矿（包括疏松的铁帽），冻结的含水砂层；火山凝灰岩	4~6		>3.90
5	稍硬的	卵石、碎石及砾石层、崩积层；泥质板岩；绢云母绿泥石板岩、千枚岩、片岩；细粒结晶的石灰岩、大理岩；较松软的砂岩；蛇纹岩、纯橄榄岩、蛇纹岩化的火山凝灰岩；风化的角闪石斑岩、粗面岩；硬烟煤、无烟煤；松散砂质的磷灰石矿；冻结的粗粒砂层、砾层、泥层、砂土层、萤石带	6~7	2.90~3.60	2.50

表 A.1 (续)

级别	硬度	代表性岩石	普氏坚固系数	可钻性 m/h	
				金刚石	硬质合金
6	中等硬度的	石英、绿泥石、云母、绢云母板岩、千枚岩、片岩，轻微硅化的石灰岩；方解石及绿帘石硅卡岩；含黄铁矿斑点的千枚岩、板岩、片岩、铁帽；钙质胶结砾岩、长石砂岩、石英砂岩；微风化含矿的橄榄岩及纯橄榄岩；石英粗面岩；角闪石斑岩、透辉石岩、辉长岩、阳起石、辉石岩；冻结的砾石层；较纯的明矾石	7~8	2.30~3.10	2.00
7	中等硬度的	角闪石、云母、石英、磁铁矿、赤铁矿化的板岩、千枚岩、片岩（如含铁镁矿物的鞍山式贫矿）；微硅化的板岩、千枚岩、片岩；含石英粒的石灰岩，含长石石英砂岩；石英二长岩，微片岩化的钠长石斑岩、粗面岩、角闪石斑岩、辉绿凝灰岩；方解石化的辉岩、石榴子石硅卡岩；硅质叶蜡石；有硅质的海绵状铁帽；铬铁矿、硫化矿物、菱铁赤铁矿；含角闪石磁铁矿；含矿的辉石岩类、含矿的角闪石岩类；砾石（50%砾石，系水成岩组成；钙质和硅质结构的）；砾石层；碎石层；轻微风化的粗粒花岗岩、正长岩、斑岩、玢岩、辉长岩及其他火成岩；硅质石灰岩、燧石石灰岩；极松散的磷灰石矿	8~10	1.90~2.60	1.40
8	硬的	硅化绢云母板岩、千枚岩、片岩；片麻岩；绿帘石岩，明矾岩；含石英的碳酸盐岩石；含石英重晶石岩石；含磁铁矿及赤铁矿的石英岩；粗粒及中粒的辉岩、石榴子石硅卡岩；钙质胶结构的砾岩；轻微风化的花岗岩、花岗片麻岩、伟晶岩、闪长岩、辉长岩；石英电气石岩类；玄武岩、钙钠斜长石岩、辉石岩、安山岩、石英安山斑岩；含矿的橄榄岩、纯橄榄岩等；中粒结晶钠长斑岩、角闪石斑岩；水成赤铁矿层、层状黄铁矿、磁铁矿层；细粒硅质胶结的石英砂岩、长石砂岩；含大块燧石石灰岩；粗粒宽条带状的磁铁矿、赤铁矿、石英岩	11~14	1.50~2.00	0.80

表 A.1 (续)

级别	硬度	代表性岩石	普氏坚固系数	可钻性 m/h	
				金刚石	硬质合金
9	硬的	高硅化板岩、千枚岩、石灰岩及砂岩等；粗粒的花岗岩、花岗闪长岩、花岗片麻岩、正长岩、辉长岩、粗面岩等；伟晶岩；微风化的石英岩、微晶花岗岩、带有溶解空洞的石灰岩；硅化磷灰岩、角闪化凝灰岩、绢云母化角页岩；细晶质的辉石、绿帘石、石榴子石硅卡岩；硅钙硼石、石榴石、铁钙辉石、微晶硅卡岩；细粒细纹状的磁铁矿、赤铁矿、石英岩、层状重晶石；含石英的黄铁矿、带有相当多的黄铁矿的石英；含石英质的磷灰岩质	14~16	1.10~1.70	
10	坚硬的	细粒的花岗岩、花岗闪长岩、花岗片麻岩；流纹岩、微晶花岗岩、石英钠长斑岩、石英粗面岩；坚硬的石英伟晶岩；粗纹结晶的层状硅卡岩、角页岩；带有微晶硫化矿物的角页岩；层状磁铁矿层夹有角页岩薄层；致密的石英铁帽；含碧玉玛瑙的铝矾土	16~18	0.80~1.20	
11	坚硬的	刚玉岩、石英岩、碧玉岩；块状石英、最硬的铁质角页岩；含赤铁矿、磁铁矿的碧玉岩；碧玉质的硅化板岩；燧石岩	18~20	0.50~0.90	
12	最坚硬的	完全没有风化的极致密的石英岩、碧玉岩、角页岩、纯钠辉石刚玉岩、石英、燧石、碧玉		<0.60	
注 1：此表是 1958 年地质部颁布的，在无新表之前，仍用此表； 注 2：破碎岩石；可钻性等级提高 1 级。					

附 录 B
(资料性附录)
气 动 潜 孔 锤 钻 进

B.1 气动潜孔锤的应用。

气动潜孔锤在工程锚索、锚杆孔、灌浆孔、爆破孔等工程施工中应用广泛。砂、卵石层及松散地层潜孔锤取芯跟管钻进，已开始用于砂卵石层地质勘探。

B.2 气动潜孔锤钻进一般规定：

B.2.1 钻进设备的选择应根据场地条件、孔径、孔深、钻孔方向、潜孔锤类型等因素确定。

B.2.2 干孔钻进时，孔口应采取除尘措施。

B.2.3 送气管路应密封良好，设有气压表；应在管路上安装注油器，使潜孔锤得到充分润滑。

B.3 钻进参数的选择遵守下列规定：

B.3.1 供风量：保证潜孔锤性能所需要的耗风量和 15m/s 以上的上返风速。

B.3.2 供风压力应根据以下因素确定：

B.3.2.1 潜孔锤所需风压：低压潜孔锤 0.5MPa~0.7MPa，中、高压潜孔锤 0.9MPa~2.4MPa。

B.3.2.2 排粉过程所需风压应根据孔深、孔内地下水柱高度等因素决定。

B.3.3 潜孔锤钻进时，轴向压力大小决定于潜孔锤类型和地质条件。

B.3.4 转速：钻头的转速主要根据岩石性质、冲击频率来确定。即：

$$n = \frac{Af}{360} \quad (\text{B.1})$$

式中:

n ——钻头转速, r/min;

A ——最优转角, 一般取 11° ;

f ——冲击频率, 1/min。

潜孔锤的冲击频率与风量、风压有关。一般采用转速为 25r/min~50r/min。

B.4 钻进技术要求。

B.4.1 钻进时遵守下列规定:

B.4.1.1 下钻前应对潜孔锤进行检查和注油润滑, 必要时在地表试打。

B.4.1.2 下钻连接钻杆时, 应认真检查每根钻杆的内孔有无泥砂等残积物, 必要时用风吹或水洗。

B.4.1.3 接上主动钻杆先通风, 再慢慢下降钻具进行钻进。

B.4.1.4 在钻进过程中, 孔内岩粉过多时, 应提起钻头进行强力吹孔, 将岩粉清除后再行钻进。

B.4.1.5 回次终了, 应强力吹孔, 排出孔底积存的岩屑。提出主动钻杆后, 关闭进气阀, 打开放气阀。

B.4.1.6 停用的潜孔锤应拆洗、涂油组装, 用棉纱堵塞进气孔, 戴好防护帽。

B.4.2 水平孔钻进遵守下列规定:

B.4.2.1 选择水平孔专用动力头钻机, 中、高风压潜孔锤。

B.4.2.2 开孔时, 将孔口岩面修平, 钻头不回转或人工缓慢回转, 将岩面凿出凹形坑时, 再使用冲击器正常作业, 进尺 0.2m~0.3m 时, 重新校核钻孔倾角。

B.4.2.3 应严格检测钻头直径, 排队使用, 小于规定直径的钻头不得使用。

B.4.2.4 在潜孔锤进气口处设置导正器, 在钻杆上设置副导正

器，以使钻头始终处于钻孔中心。应经常检查孔斜情况，一般钻进 5m 进行初检，以后间隔 5m~10m 检查一次，并应严格控制前 25m 孔斜。发现孔斜情况按表 B.1 进行调整。

表 B.1 不同偏斜情况的调整方法

偏斜情况	调 整 方 法
左上	增大副导正器直径及缩小两导正器间距
左	增大副导正器直径
左下	增大副导正器直径及加大两导正器间距
右上	减小副导正器直径及缩小两导正器间距
右	减小副导正器直径
右下	减小副导正器直径及加大两导正器间距

B.4.2.5 穿过断层破碎带漏风严重时，应及时封孔或隔离。

B.4.2.6 钻进中遇软弱夹层，应加大给进速度和风量，迅速穿过。

B.4.3 同步跟管遵守下列规定：

B.4.3.1 同步跟管钻进适用于砂卵砾石层、碎石堆积层钻进和取芯。取芯钻进应采用专用的对心式跟管钻具。

B.4.3.2 应选择动力头钻机。钻孔直径应根据钻孔技术要求确定，单级孔深宜小于 30m。

B.4.3.3 套管丝扣宜为左旋特梯扣。在使用偏心式跟管钻具时，管脚连接应牢固；在使用对心式跟管钻具时，底部套管与管靴须经调质处理。

B.4.3.4 应选用振动拔管器起拔套管。

附 录 C
(资料性附录)
SDQ 型定向取芯器

C.1 工作原理。

定向取芯器由传递钻压和扭矩的外管系统及与外管不联动的作定向标记装置和提断定向岩芯的内管系统两部分组成（见图 C.1）。

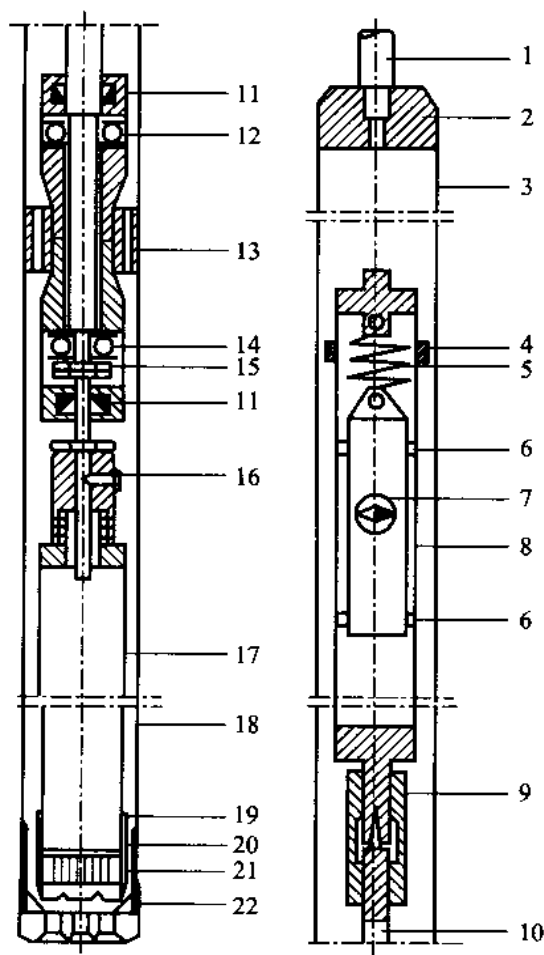
钻压和扭矩经异径接头 2、非磁管 3、通水接头 13、外管 18、钻头短接（或扩孔器）等传递到金刚石钻头 22 破碎岩石。

内管轴 10 通过推力轴承安装在外管通水接头 13 上、下方的轴承座中以保证双管回转时的单动性。测量仪容纳管 8 经定向接头 9 与内管轴 10 连接。内管 17 经螺纹和定向螺钉 16 连接在轴 10 上。内管下端连接带弹性刻刀的内管短节 19，弹性刻刀突出于内管内壁。在岩芯进入内管的过程中对岩芯侧面刻痕，作为定向标记。内管短节下方为卡簧座 20。由于定向接头 9 的定位榫、内管轴 10 上的定位螺钉、内管 17 下端的定位槽与测量仪起点线在同一母线上，因此可以测出定向标记方向。冲洗液经非磁管 3 与测量仪容纳管 8 之间的环隙、通水接头 13 的孔道、内管和外管之间的环隙到达孔底，以排除岩粉和冷却钻头。

C.2 结构特点。

C.2.1 用侧面刻痕法作定向标记，并且将测量仪随钻置于内管上部，实现了钻进过程中刻痕，钻进结束时测量孔斜和定向标记位置，测量完毕后提断岩芯起钻，在一个回次内完成定向取芯各项工序。

C.2.2 与普通单动双管金刚石钻具配合使用，对现场常规使用的岩芯钻探设备无特殊要求。



- 1—钻杆柱；2—异径接头；3—非磁外管；4—扶正器；5—弹簧；6—定向键；7—磁球仪；
8—测量仪容纳管；9—定向接头；10—轴；11—密封圈；12—轴承；13—通水接头；
14—轴承；15—调节螺母；16—定向螺钉；17—岩芯管（半合管或无缝管）；18—外管；
19—内管短节（带弹性刻刀）；20—卡簧座；21—卡簧；22—钻头

图 C.1 SDQ 型定向取芯器示意图

C.2.3 从测量仪到卡簧之间各零件的连接，采用定位键、槽、销、榫和焊接方式，从而保证拆装过程中不发生母线错位，避免操作上的麻烦，提高定向的准确性。

C.2.4 岩芯定向刻痕装置中，弹性刻刀工作可靠，能适应各种岩石硬度和岩芯直径变化状况下的有效刻痕，因此，该钻具可用于除严重破碎外的各种岩层的定向取芯，并能够保证高度的成功率。

C.2.5 配备可以互换的无缝内管和半合内管。当岩芯中断裂面发育、岩芯比较破碎或岩芯软硬交替时,可采用半合内管,避免退芯时使岩芯发生人为破碎或上下混乱。

C.2.6 钻具结构简单,拆卸安装方便,轴承用盒式密封,工作可靠,易损件少,使用寿命长。

C.3 岩芯定向参数的测取。

由测斜仪可以读得测量孔段的顶角 θ 、方位角 α 和刻痕方位角 α_k ,而层面(或断裂面)椭圆长轴的终点角(即层面椭圆长轴方向面与钻孔轴线方向面的夹角) ϕ ,以及钻孔遇层角(即层面椭圆长轴与钻孔轴线的夹角) δ ,则需在定向岩芯柱上另行测定。

C.3.1 计算测取参数方法如下:

C.3.1.1 将岩芯柱直立在桌面上,如图 C.2 所示。注意代表下部层位的岩芯部分在下方。

C.3.1.2 用游标卡尺或借助卡规,量取岩芯直径 d 。

C.3.1.3 在岩芯表面上,用色笔过层面椭圆最低点 A 画岩芯正横断面的圆周线 ADECA。

C.3.1.4 量取层面椭圆最高点 B 至圆周线 ADECA 的距离 $BC=h$, 则 $\delta = \text{tg}^{-1} \frac{d}{h}$ 。

C.3.1.5 计算 ϕ_1 :

$$\phi_1 = \text{tg}^{-1} \left[\frac{\text{tg}(\alpha_k - \alpha)}{\cos \theta} \right] \quad (\text{C.1})$$

式中符号同前,当 $\theta < 10^\circ$ 时, $\phi_1 \approx \alpha_k - \alpha$ 。

C.3.1.6 D 点是刻痕与圆周线 ADECA 的交点。在圆周线 ADECA 上,用钢卷尺测取由 D 点沿顺时针方向到 A 点的弧长 \overline{DA} , 则

$$\phi_2 = \frac{\overline{DA}}{d} \times \frac{180^\circ}{\pi}$$

C.3.1.7 计算 ϕ :

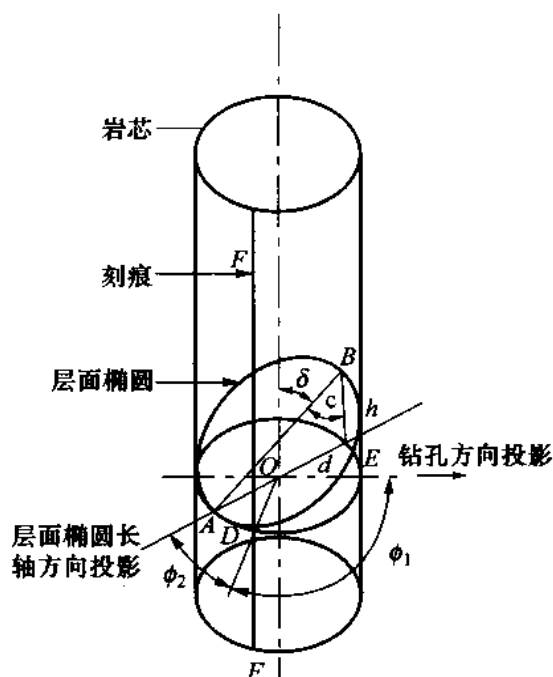


图 C.2 测取定向参数图

$$\phi = \phi_1 + \phi_2 \quad (\text{C.2})$$

C.3.2 复位仪测取参数方法如下：

整个复位实测过程按钻孔复位、岩芯复位、产状测量顺序分三个步骤进行，定向岩芯复位测量仪如图 C.3 所示，具体操作步骤如下：

C.3.2.1 钻孔复位：方位环与方位游标盘依次套装在底座上，并可在水平面内绕底座中心轴转动。固定安装在方位游标盘上的支架以水平轴支撑岩芯卡盘（卡盘可绕水平轴在垂直平面内转动）。复位时，借助罗盘调节方位环，使方位环刻度与罗盘刻度在方位上完全一致，然后根据钻孔方位转动支架和方位游标盘至方位环上相应读数，即可使得钻孔方位角复位。钻孔顶角复位只需转动卡盘至相应垂直刻度即可。

C.3.2.2 岩芯复位：用三卡瓦岩芯卡盘将岩芯牢固夹持在卡盘中心，并使岩芯上的定向刻痕线对准卡盘顶部的径向刻线。转动卡盘顶盖（岩芯柱随之转动），使岩芯柱侧面的定向刻痕线对准卡盘

套上相应角度线。即可使定向角复位。

C.3.2.3 岩层产状测量：将产状测量架套装在复位后的岩芯柱上，岩芯柱上的层理面通过测量架向处延伸。测量架一端的下测板始终与测量架面及岩层层理面平行，当上测板处于水平状态时，上下测板间的夹角即为岩层倾角。垂直于上下测板面相交线的岩层倾向即为岩层倾向。该过程是通过调节上下测板定位螺钉，使上测板处于水平的。岩层倾向借助罗盘读数，岩层倾角为刻度读数。

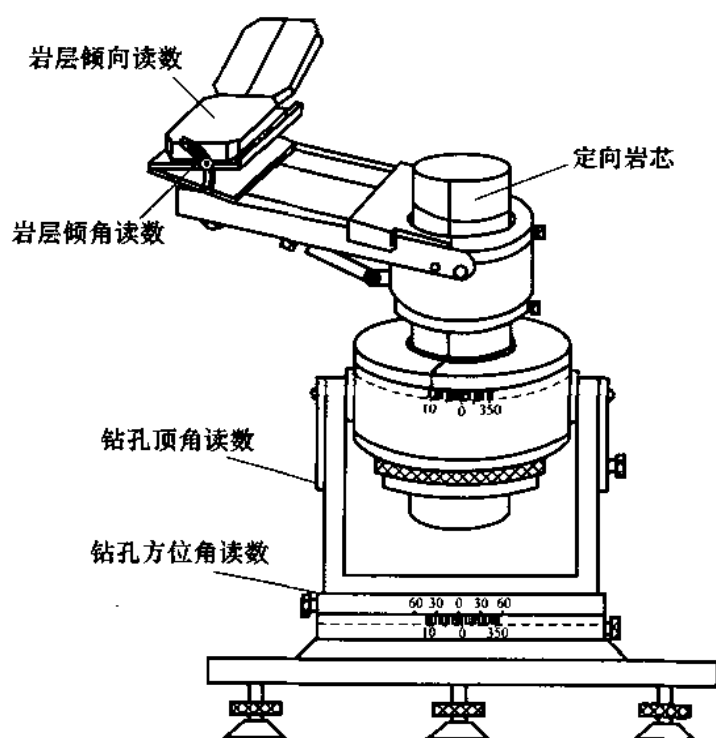


图 C.3 定向岩芯复位测量仪示意图

C.3.3 岩芯复位实测仪主要技术参数为：

C.3.3.1 钻孔复位范围：方位角 $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$ ；顶角 $0^{\circ} \sim 90^{\circ}$ ；复位精度： $\pm 0.5^{\circ}$ 。

C.3.3.2 岩芯复位范围：定向位置角（面向角） $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$ ；复位精度： $\pm 1^{\circ}$ 。

C.3.3.3 层面产状测量范围：倾向 $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$ ；倾角 $0^{\circ} \sim 90^{\circ}$ ；

读数精度： $\pm 1^{\circ}$ 。

C.3.3.4 仪器总体测量误差（无外磁干扰状态下）：倾向 $\pm 4^{\circ}$ ；
倾角： $\pm 1.5^{\circ}$ 。

C.3.3.5 适用岩石性质：可钻性IV级以上，完整或微裂隙。

表 D.2 岩芯钻探班报表

时 间			工作项目	孔深 m		回水及孔内变 异情况	主要消耗材料		终孔封孔记录			
自	至	计		自	至				基岩钻孔		堤坝钻孔	
							柴油	kg	孔号		孔号	
							机油	kg	孔径	mm	孔径	mm
							黄油	kg	孔深	m	孔深	m
							乳化冲洗 液	kg	覆盖层 厚度	m	粗砂填入 重量	kg
							钻头		导管下 入深度	m	黏土球 直径	mm
									水泥标号		黏土球填 入重量	kg
									灰水比			
									灌入量	L		
									封孔日期: 封孔人:			
				成员		本 班 工 作 情 况						
				职别	姓名							

机长:

交班班长:

接班班长:

记录:

附 录 E

(资料性附录)

表 E.1 钻孔竣工报告单 (A 表)

勘察单位

验收日期 年 月 日

工程 项目	钻孔 位置	水上	岸上	洞内	钻孔 编号	计划 孔深	终孔 深度	终孔 水位	施工 日期	机组 编号	机长	钻探技 术负责	地质 负责	水文地 质员										
钻孔主要 目的及试 验项目								基岩钻 进深度	m	冲洗液种类/使 用深度		其他试验												
								压水	0~ 100m	100m~ 200m	200m~ 300m													
								段、次																
覆盖层钻 进深度		m	冲洗液种类/使用深度					岩石名称及 钻进特点																
简注 次	标注 次	抽水 段/点	自振法 抽 水	标贯 (组)		侧壁取样 kg/组																		
孔身 结构				下入 套管	6"	φ127	φ108	φ89	φ73	软弱夹层及 地质界线取 样情况														

表 E.1 (续)

工程 项目	钻孔 位置	水上	岸上	洞内	钻孔 编号	计划 孔深	终孔 深度	终孔 水位	施工 日期	机组 编号	机长	钻探技 术负责	地质 负责	水文地 质员
覆盖 层分 层情 况和 钻进 特点								地层名称	覆盖层	其中：砂层	基 岩	其中： 破碎带		
								厚度 m						
								取心长度 m						
								采取率 %						
								孔内试验未 成功及孔深 变异的原因						
								孔深误差						
原始记录 质量	详细、完整		及时、准确		清晰、工整		孔斜情况							
							终孔处理 情况							
水文地 质观测 内容及 完成情况								地质意见	签字：					

表 E.2 钻孔质量评定表 (B 表)

勘察单位:

工程名称		钻孔号		施工日期		验收日期		机长签字		
计划孔深		终孔深度		覆盖层厚度		基岩进尺		勘探项目负责人签字		
难度系数		初评总分		初评等级		水文地质签字		地质项目负责人签字		
1. 岩芯采取率	规定满分 40 分		加权平均分		分		规定满分 30 分		合计分	分
	岩层种类					4. 水文地质试验及其他试验	试验内容			
	累计厚度						试验次数			
	采取率						比分			
	计 分						计分			
	说 明						说明			

表 E.2 (续)

	规定满分 10 分	计分		5. 原始记录	规定满分 10 分	计分	分
2. 岩芯品质	说明				说明		
				6. 孔斜	扣分		
					说明		
3. 水文地质观测	说明			7. 孔深误差	扣分		
					说明		
				8. 终孔处理	扣分		
					说明		
专门性目的钻孔		目的:					计分
		完成情况:					
评审意见:							
总分		等级		总工程师签字		评审日期	

水电水利工程钻探规程

条 文 说 明

目 录

3	总则	92
5	准备工作与开孔	93
5.1	一般规定	93
5.3	钻场修建、设备安装和拆迁	93
5.4	开孔和止水	94
6	覆盖层钻进	95
6.1	回转钻进	95
6.2	冲击钻进	96
6.4	孔内爆破	96
6.5	土样采取	96
7	硬质合金与金刚石复合片钻进	99
8	金刚石钻进	100
8.1	管材和钻具	100
8.2	钻头、扩孔器的选择与使用	100
8.3	钻进技术参数	101
8.4	钻进技术要求	102
8.5	绳索取芯钻进	102
9	水上钻探	104
9.1	一般规定与钻场类型	104
9.2	漂浮钻场	104
9.3	钢丝绳索桥钻场	104
9.5	冰上钻探	104
9.6	近海钻探	105
10	大口径钻进	106
10.4	全断面反循环钻进	106

10.5	金刚石钻进	106
11	冲洗液和护壁堵漏	107
11.1	冲洗液	107
11.2	护壁堵漏	107
13	钻探质量	108
13.1	岩芯、土样和水样的采取	108
13.5	封孔与长期观测设施安装	109

3 总 则

3.0.1 钻探是水电水利工程地质勘探工作的重要手段之一，本规程用于指导水电水利工程钻探工作。

3.0.2 由于从事水电水利工程地质勘察单位众多、分布地域宽广、所采用的设备和技术方法不尽相同，因此各单位在执行本规程时，可根据实际情况制订实施细则。

5 准备工作与开孔

5.1 一般规定

5.1.1 为加强钻探作业的计划性、科学性，提高技术管理水平，应针对工程项目编制钻探施工组织设计。

5.1.2 岩石可钻性。

目前尚无新的岩石可钻性分级表，故附录 A 仍采用 1958 年原地矿部颁发的分级表。

表 5.1.2 中，将针状硬质合金钻进归入了硬质合金钻进，增加了金刚石复合片钻进、气动潜孔锤钻进等内容，涵盖了当前覆盖层和基岩钻进的基本钻进方法。由于近年来金刚石钻进应用比较广泛，加之金刚石复合片在中硬地层钻进中显示出的优越性，规程对各自的适用范围作了适当的调整。

5.1.3 本条款规定了设备选择的基本原则。

5.3 钻场修建、设备安装和拆迁

5.3.1 “管（木）桁架钻场”，一般采用钢管和扣件搭建。为便于在台板下连接套管，进行冲洗液循环槽布置和设备搬迁时的装卸工作，钻场宜高出地面约 1.5m；钻场应平整，桁架下端应加固，立柱间除用水平拉手绞接外，还应用斜拉手加固；钻进过程中应经常检查螺栓紧固情况。

水电水利钻探以前多用清水作冲洗液，一般不重复使用；目前普遍使用乳化冲洗液、低固相泥浆或无固相冲洗液，应做好“冲洗液循环系统”。

5.3.2 未对“钻架”种类的使用条件进行限制，为了有利于钻机运转稳定、方便安装与拆卸、减少材料消耗，200m 以内的浅孔宜

采用随机桅杆或钻架。

根据以往的事故教训增加“整体搬迁轻型钻架，只限在平坦地区，并不得在高压电线、光缆下进行。”

5.4 开孔和止水

5.4.1 开孔是保证正常钻进的基础。一些质量和孔内事故往往是由于开孔不合要求而引起的。开孔应做到：

- 1 孔口管下至较完整的岩层。
- 2 孔口管下直，使上部大孔与下部小孔之间保持同心。
- 3 孔口管下端封固，使回水正常、水文观测资料准确和套管不致于松动。

下入孔内的套管，丝扣部分应用松香和黏结剂黏牢上紧。

5.4.2 “管脚止水”的目的是隔离上部含水层，防止地表水流入钻孔和冲洗液的漏失，其常用方法如下：

1 黏土止水：适用于干孔。为提高止水效果，可掺入膨胀材料。作业时，将泥球投入孔底，捣实后打入套管即可。

2 水泥止水：效果好，但待凝时间长。作业时，用导浆管将灰水比 0.5:1 的水泥浆注入孔底，水泥浆上升 0.5m 左右下入套管，待水泥浆凝固后即可钻进。

3 胶塞止水：利用管靴斜面挤压套在其外的胶塞使之膨胀而达到止水目的。作业时，应先采用导向钻具用小一级的口径钻进一定深度后再下管止水。

6 覆盖层钻进

6.1 回 转 钻 进

6.1.1 回转钻进是土层和砂土层钻探的主要方法，泥浆护壁钻进效率高、质量好，应作为覆盖层钻进的基本方法。

含泥量很低的砂土层，不宜采用单管钻具，应使用单动双管钻具。土样进入内管的阻力较大，当岩芯长约 0.5m 时，其阻力与土层的抗压力相当，岩样难以进入内管，故应限制回次进尺。水压退出岩芯时，钻具应斜放在地板上退出岩芯。

采用肋骨钻头可解决地层缩径问题。

泥浆既能护壁，又能保护岩芯。

一般土层采用单管快速钻进，泵量应大，采用水压法退出的岩芯，可代替原状样。

6.1.3 深厚砂卵石层金刚石钻进中使用的金刚石孕镶钻头，壁厚 10mm~12mm，胎体硬度大于 HRC45，金刚石浓度 100%~120%，内、外聚晶金刚石保径每组增加 3 颗。

6.1.4 螺旋钻是过去钻进土层和砂土层的基本方法，优点是不用冲洗液、结构简单、容易操作，缺点是回次进尺短、钻进扭矩大、效率低、层次不清，不适用于缩径和水下地层。

为避免旋入过深难于起拔，螺旋钻与勺钻每钻进一定进尺应提动一次。

6.1.5 全断面反循环是一种广泛用于松散地层的成井工艺，已用于勘探工作领域。该方法用于黏土含量高的地层时易结团堵塞，漂、卵、砾石直径过大时应经过破碎才能通过钻杆。岩样可通过塑料过滤管收集，也可用沉淀法分段取样。

全断面反循环有两种：一种是气举反循环，在孔深超过 10m

之后才能正常工作,其工作深度由空气压缩机额定压力大小决定;另一种是泵吸反循环,其工作深度一般不能超过 50m。

全断面反循环钻进保证质量的关键是钻进中应保持孔壁稳定,以免上下岩样混杂,故开孔后应下孔口管保护孔口。当达到一定孔深,孔壁有坍塌可能时,应立即下入套管,然后缩小一级口径钻进。

6.2 冲击钻进

6.2.1 打入取样(无底阀)钻进多用于无地下水地层,分为孔口击入法与孔底击入法两种。孔底击入法是用钢绳提动冲击钻杆打击取样筒进行,其优点是辅助时间少、装备简单,多用于浅孔。

6.2.2 带止逆阀(有底阀)钻具打入(压入)取样钻进,可用于地下水位以下地层、流砂质地层中钻进。

在流砂及淤泥层中宜采用平底阀;在砂层中宜采用能自动张开和合拢的弹簧片阀;在容易液化的地层中钻进时,宜采用静压法取样钻进。

6.2.4 泥浆护壁冲抓锥钻进方法适用于较大口径砂卵砾石层钻进,具有效率高、成本低的特点,孔壁较管钻取样时稳定。冲抓锥下落时靠重力加速度冲入地层,提起时自然合拢抓住岩样,一次完成破岩和取样工作。

6.4 孔内爆破

6.4.8 孔内爆破通常使用甘油炸药,故只能使用小药包引爆方式处理盲炮。

6.5 土样采取

6.5.1 在实际工作中,经常发生套管下部因水头控制不当而引起孔底管涌现象,此时土层重复扰动的范围和程度更大、更严重,故在饱和软黏性土、粉细沙层中取样钻进时,凡可采用泥浆护壁

的，应不用套管。Hvorslev 对“套管下部对土层扰动和取样质量的影响”研究结论是：在一般情况下，管靴以下约 3 倍管径范围内的土层会受到严重的扰动，故这一孔段内不可采取原状土样。

1981 年国际土力学基础工程学会取样分会编制的软黏性土取样手册中提出了在地下水位以下使用空心螺旋钻头（提土器）或岩芯钻头钻进时，孔底不会产生负压，可有效地保护孔底土层不受或少受扰动。

6.5.2 取土器的贯入是取样操作的关键环节。按照国际通行标准，贯入时应做到快速（不小于 0.1m/s）、连续、静压，目前主要的难度在于钻探设备性能不能满足要求，如静压能力不足、给进机构的行程和给进速率不够。如果土质过硬、静压贯入困难，应考虑改用回转式取土器。不完全禁止锤击法，但应尽可能做到重锤一击。

活塞杆的固定方式一般采用花篮螺丝与钻架相连并收紧，以限制活塞杆与活塞系统在取样时向下移动。固定的前提是钻架应稳固、支腿受力时不应挠曲、支腿着地点不应下坠。在水上钻探取样时，宜用牢固的水上平台，使钻探设备不受波浪影响。

为减少掉土的可能，可采用回转和静置两种方法。回转的作用在于扭断土样，静置的目的在于增加土样与容器壁间的摩擦力，以便提升时拉断土样。此举国外标准中也允许采用，可根据各地经验习惯选用。

6.5.3 I 级原状土试样可供进行所有的物理力学性质试验；II 级原状土试样仅供进行物理性质试验。

回转取土器最忌钻具抖动或偏心摇晃，这样既破坏孔壁又扰动土样，因此应保证钻进平稳，主要措施是钻机安装应牢固、钻具质量应加大、钻杆应有良好的平直度和同轴度并应接加重杆。

合理的回转取样钻进参数是随地层条件而变的，目前尚未见有统一的标准，一般应通过试钻确定。国际土力学基础工程学会取样分会提供的一些经验参数列于表 1，可供参考。

表 1 回转取样钻进参数

资料来源	钻 进 参 数				
	转 速 r/s	给进速度 mm/s	给进压力 N	泵 压 kPa	泵量 L/s
美国垦 务局	砂类土 1.3~1.7 黏性土 1.7	砂 100~127 黏性土 50~100	—	砂 105~175 粉质软黏土 250~200 较硬黏土 350~530	—
美军工程 师团	1.0	—	—	—	孔径 100 1.2~2.0 孔径 150 3.2~3.6
日本土质 工程学会	0.8~0.25	—	500	—	—

无泵反循环钻进（小循环钻进）：钻进时停泵，间歇性地小幅度提动钻具，形成小规模循环流，带走切削面上的土屑；由于没有冲洗液的冲蚀，故能在单管中有效保持土芯完整。用此法可以连续取芯，包括砂层的全层厚取芯，不少单位就在这种土芯中截取原状土样。在一定条件下，可用此法采取Ⅱ级原状土样。

7 硬质合金与金刚石复合片钻进

7.1.3 金刚石复合片（又称 PDC），近年来在石油钻井和地质勘探中得到广泛应用。它比硬质合金钻头的使用寿命高出数十倍，时效提高 50% 以上，钻头寿命在 $f=5$ 的岩层中超过 500m， $f=6\sim 8$ 的岩层中为 200m~400m， $f=8\sim 10$ 的岩层中也可超过 100m。

8 金 刚 石 钻 进

8.1 管 材 和 钻 具

8.1.1 原地矿部小口径钻具系列有下述优点：

- 1 与普通口径 $\phi 150\text{mm}$ 、 $\phi 130\text{mm}$ 、 $\phi 110\text{mm}$ 系列配套。
- 2 内管同外管、扩孔器的环状间隙增大，有利于冲洗液循环，可取消短节管结构，增加单动性能。
- 3 套管壁增厚，增大了承载力，可减少孔内事故。故本规程采用该系列钻具，即 $\phi 91\text{mm}$ 、 $\phi 75\text{mm}$ 、 $\phi 59\text{mm}$ 系列，废除 $\phi 76\text{mm}$ 、 $\phi 66\text{mm}$ 、 $\phi 56\text{mm}$ 系列。

8.2 钻头、扩孔器的选择与使用

8.2.1 目前金刚石钻头品种规格较多，规程只能作原则规定，选择时应注意厂家说明。金刚石品级越高则强度越高，浓度越低，底刃压力越大，故选择时应考虑金刚石的品级和浓度；表镶金刚石钻头对胎体无特殊要求，孕镶金刚石钻头的金刚石需要保持自锐和更新，故选择金刚石品级、胎体硬度与耐磨性时，需要与岩层的特性相适应。

扩孔器起保径、扩孔和扶正作用，对侧刃有较高的耐磨性要求。扩孔器的保径作用使新更换的钻头能顺利地下到孔底，扩孔器的扩孔作用增大了钻具与孔壁之间的过水断面、减少提钻抽吸力、有利于孔壁稳定，故扩孔器应比钻头直径大 $0.3\text{mm} \sim 0.5\text{mm}$ （在破碎岩层中，扩孔器直径可加大至 1mm ）。扩孔器的寿命一般宜是钻头的 3 倍以上。

8.3 钻进技术参数

8.3.1 金刚石钻进技术参数主要包括钻压、转速、泵量，它们既是独立的，又是互相联系的。操作者应统筹兼顾，才能达到优质、高效、低耗、事故少的效果。

钻机的输出功率通常是一个定值，一般应首先保证钻压，然后再调整转速。

强烈振动是金刚石钻进的大忌，它会增加功耗、加剧钻头磨损、降低取芯质量，应通过调整钻压和转速加以控制。

在加大钻压和转速的同时，一般应增大泵量。如果外界条件不变，增大泵量就会增大泵压。在实际生产中，两者均应保持在一定的范围，这需调整它们之间的影响因素（主要包括：钻具结构、钻头水口的数量与大小、扩孔器的形状与规格等）来满足。

8.3.2 在坚硬完整岩层，应用较大的压力；钻进过程中，钻压应随着金刚石的磨损逐渐加大；孕镶钻头按单位面积与钻进岩性确定钻压。

在实际操作中，可视情况对表 8.3.2 的钻压值进行调整。

钻压大可获得高钻进效率，且质量好、消耗少。水电水利工程钻探浅孔居多，采用的多为轻型钻机，钻压过大，往往会把钻机顶起，故应根据实际情况，采取如脚架压住钻场等措施。

钻压的计算，应以钻机压力表为参考值，因而应保持压力表的完好；计算钻压，还应考虑钻压损失，如钻杆挠曲在孔壁摩擦，每百米损失值约为 500N，常出现在孔深 30m 以内的冲洗液反作用力，其值约为 1000N。

8.3.3 转速通常按钻头线速度计算，表镶金刚石钻头线速度范围为 1.0m/s~2.0m/s，孕镶金刚石钻头为 1.5m/s~3.0m/s。

8.3.4 泵量与泵压的选择应考虑排粉及满足金刚石自锐的要求。水口过水面积影响排粉、润滑和冷却金刚石的效果，故钻头水口应随着钻头的磨损随时修正，其高度应保持在 3mm 左右。

8.4 钻进技术要求

8.4.1 金刚石钻进应选用稳定性好，扭矩、升降能力足够，变速范围大的液压钻机，配备压力表、转速表、扭矩表；为实现低噪声、仪表化和自动化，钻机推荐采用电力驱动。金刚石钻进泵量宜稳定，故应使用变量泵调节排量，也便于通过压力表监测管路故障（堵塞或破裂）。为满足采用低固相泥浆和植物胶冲洗液的需要，应配备小型搅拌机。

为适应压水试验的需要，推荐使用强度高、不泄漏的锥度钻杆接手。

8.4.2 采用乳化冲洗液减阻、减振是金刚石钻进必不可少的条件。

防止钻头打滑可采取以下措施：

1 增大金刚石底刃面对岩石的作用力，如增大钻压、提高金刚石的品级、减少金刚石的浓度和钻头唇面积等。

2 提高金刚石的自锐性，如改变泵量、改变胎体性能、冲洗液中加研磨颗粒或用砂轮磨锐等。

3 改变切削具破碎岩石的方式，如充分利用岩石抗压而不抗冲击的特性采用孔底冲击回转钻进，常常可以取得较好的效果。

钻具与孔壁间隙较小，起下钻时易产生抽吸和压力激动，应增大孔壁和钻具间的间隙、降低起下钻速度、保持孔内液面高度。

8.5 绳索取芯钻进

8.5.1 绳索取芯钻进是一种高效的钻探工艺，尤其在深孔时表现得更明显。水电水利工程钻探采用绳索取芯有以下优点：

1 已研制成功绳索取芯气压栓塞，可无须起钻，进行压水试验。

2 起钻间隔增大，减少了起下钻时发生的抽吸和压力激动现象，有利于孔壁稳定。

3 减少了起下钻工序,增加了纯钻时间,提高了劳动生产率,降低了劳动强度。

4 在破碎地层中钻进,遇岩心堵塞报警,可随时捞取内管,从而提高取芯质量。

5 由于孔壁较稳定,坍塌掉块减少,有利于提高钻头使用寿命。

绳索取芯钻头壁厚较大,钻压应相应加大。

8.5.4 绳索取芯钻进,内管到位报讯十分重要,目前主要通过泵压变化来鉴别。内管到位时通常会产生 $0.7\text{MPa}\sim 1.0\text{MPa}$ 的泵压增值。

8.5.6 为减少起钻时对孔壁的抽吸作用,在破碎地层中起出钻具,应先捞出岩芯。

9 水上钻探

9.1 一般规定与钻场类型

9.1.1 漂浮钻场增加了舟桥。

近海平台不受风浪和航运的影响，除可用于近海作业外，也可用于大江大河作业，缺点是体积庞大，搬迁不易。

桁架钻场机动性和适应性比较好，既能用于陆地和山坡，也可用于浅水和海滨，同样适用于构筑钻场与彼岸相连的桥梁（俗称管桥），在水上构筑时，其立柱下端应增大面积，以防止沉降。

9.2 漂 浮 钻 场

9.2.1 钻船吨位选择依据的河流水文情况主要是指水流流速，流速大则安全系数应选大，反之则小。工作负荷应考虑钻机卷扬的提升力和给进油缸的动荷载。

9.3 钢丝绳索桥钻场

9.3.1 设计钢丝绳索桥固定方式时，应依据钻孔位置、两岸地形地貌、地层结构、水陆交通等状况，可采用桩锚、洞穴地锚、地槽锚、地沟锚、岩体锚等，两岸绳台高差不能过大。

9.5 冰 上 钻 探

9.5.1 仅适用于非车装钻机施工。如用车装钻机施工则应作进一步调查研究，精确确定冰层厚度和施工期。

9.6 近 海 钻 探

9.6.4 可适用于江河水域钻探。河床钻孔终孔后也应将套管全部起出，以免有碍航运。

10 大口径钻进

10.4 全断面反循环钻进

10.4.3 全断面钻进下入钻具时应检查滚刀、刀座、连接盘紧固螺钉、加重块、导正盘、异径接头各部，如有异常，应及时处理；现场应配备适当的专用打捞工具、修整工具，如电磁打捞器等。

10.5 金刚石钻进

10.5.2 大口径金刚石钻进钻孔直径有 $\phi 426\text{mm}$ 、 $\phi 529\text{mm}$ 、 $\phi 630\text{mm}$ 、 $\phi 720\text{mm}$ ，因大口径钻孔主要是供地质人员下井观测，故规范只推荐 $\phi 630\text{mm}$ 及 $\phi 720\text{mm}$ 两种规格的孔径。

11 冲洗液和护壁堵漏

11.1 冲洗液

11.1.2 水电水利工程钻孔，一般要进行压水试验，故冲洗液使用受到限制，泥浆只可用于不作压水试验的钻孔；无固相冲洗液（如 PHP 等）对压水试验成果影响较小，压水试验钻孔可适当选用；含钙镁离子高的地层中，应选用复合型冲洗液。

11.1.5 以 SM 胶为代表的无固相冲洗液金刚石钻进取芯质量高，可用于覆盖层金刚石岩芯钻探，也可用于基岩复杂地层岩芯钻探。在砂卵砾石覆盖层和基岩破碎带、软弱夹层可取得近似原结构柱状岩芯。

11.2 护壁堵漏

11.2.2 水泥浆液的灌注，应注意保持水灰比的稳定。

11.2.4 套管管脚应止水固定，连接丝扣应使用黏结剂黏牢。

13 钻 探 质 量

13.1 岩芯、土样和水样的采取

13.1.1 岩芯采取率是指圆柱状、圆片及可合成柱状的岩芯长度与碎散岩芯装入同径岩芯管中长度的总和，与该回次进尺的百分比；覆盖层与溶洞沉积物应按地质要求采取样品；长度超过200mm的残留岩芯应进行打捞，残留岩芯取出后，应计入上一回次进尺的岩芯长度中。

13.1.2 表 13.1.2-1 基本未变，仅对技术参数和适应范围作了调整。表中所列钻具基本上是定型产品，从钻探工具手册中可以查阅。

表 13.1.2-2 中的 TA89/64.8 二重单动环刀取土器，已编入建设部 JG/T 5061—10 标准中。I-a 类是现今国际通用的高质量取土器，I-b 类取土器性能相对较差，但在适宜的土质和操作条件下，也能取得质量较好的土样。考虑我国的国情，未强行规定一律采用 I-a 类取土器，而允许在一定条件下采用 I-b 类取土器。厚壁取土器原则上只使用于 II 级或 II 级以下的土样采取，在特殊情况下，经勘测技术负责人认可，也可用于 I 级土样采取。

卡簧内径不易准确测量，应用“将卡簧套在相应直径的岩芯上，可轻轻推动即可”的试验方法。

13.1.3 提高破碎地层中取芯质量可采取以下措施：

- 1 增大取芯直径，提高岩芯的强度和抗冲蚀的能力。
- 2 提高卡取岩芯的可靠度，防止中途脱落。
- 3 使用单动双管钻具，保护岩芯。
- 4 采用反循环钻进，使岩芯呈悬浮状态，防止二次破碎。

13.1.4 岩芯间发生对磨直接影响软弱夹层取芯质量，减少岩芯

对磨可采取以下措施：

1 提高岩芯抗扭断强度：① 增大取芯直径；② 改变夹层相对岩芯的视倾角，使缓倾角变成较大倾角（大于 30° ）；③ 采用套钻，即先钻一个小孔插筋灌浆，人为提高岩芯的抗扭强度，然后套取岩芯。

2 提高钻具单动性能：① 采用短钻具，短钻具的单动性能和同轴度相对较好，抗弯强度也较高；② 内管与钻头之间加扶正环，使内管不晃动；③ 每次起钻后对轴承部位清洗加油。

3 防止岩芯堵塞：① 内管磨光、涂油，减少岩芯进入阻力；② 堵塞报警，内管受力超过规定就报警起钻；③ 增大立轴行程，实行不倒杆钻进，由于倒杆时往往容易活动钻具（浅孔时）造成岩芯堵塞。

4 提高钻具稳定性和减少钻头晃动：① 提高冲洗液润滑减阻性能；② 泵量充足，保持孔底清洁；③ 调整参数，避免剧烈振动。

5 减少破坏岩芯的时间：① 保持高速钻进，缩短回次钻进时间；② 减少内管卡簧座与钻头的距离，使岩芯在最短时间内进入内管；③ 限制回次进尺。

13.1.11 乳化冲洗液、泥浆甚至清水都会对水样产生污染，故水样应在抽水试验后期或在长期观测孔中经抽水后采取。

13.5 封孔与长期观测设施安装

13.5.1 深度小于 20m 的干孔可直接从孔口注入稠水泥浆；有水钻孔则应下入导浆管，导浆管口距孔底应小于 0.5m，然后用泵入法或注入法进行灌浆，灰水比宜为 0.5~0.6，导浆管长度应进行纪录，采用注入法进行灌浆时，浆液升到一定高度，可逐渐提起导浆管。

13.5.2 堤防钻孔的封闭方法：在砂层中，每次回填实际孔段长不超过 1m；在黏土层中，将黏土搓成直径 2.0cm~2.5cm 的泥球

并风干，每次向孔内投入高 0.3m 的泥球并捣实，依次按要求回填至孔口。

13.5.4 基岩钻孔封孔记录内容应包括：孔径、孔深、下导浆管深度、水泥标号、灰水比、灌入量、封孔日期、操作者；堤防钻孔封孔记录内容应包括：孔径、孔深、粗砂填入量、黏土球直径、黏土填入重量、操作者。
