中华人民共和国行业标准

铁路工程地质钻探规程

Code for geological drilling of railway engineering

TB 10014—98

主编单位：铁道部第二勘测设计院
批准部门：中华人民共和国铁道部
施行日期：1998 年 7 月 1 日

中国铁道出版社

1998 年·北京

关于发布《铁路工程物理勘探规程》等7个铁路工程建设标准的通知

铁建函〔1998〕15号

《铁路工程物理勘探规程》（TB 10013—98）、《铁路工程地质钻探规程》（TB 10014—98）、《铁路工程地质风沙勘测规则》（TB 10053—98）、《铁路工程地质黄土地区勘测规则》（TB 10055—98）、《铁路工程制图标准》（TB/T 10058—98）、《铁路工程制图图形符号标准》（TB/T 10059—98）和《铁路工程岩石试验规程》（TB 10115—98）计7个规范经审查，现批准发布，自1998年7月1日起施行。现行《铁路物理勘探技术规则》（TBJ 13—85）和《铁路地质钻探技术规则》（TBJ 14—85）同时废止。

以上规范由部建设司负责解释，由建设司标准科情所和铁道出版社共同组织出版发行。

中华人民共和国铁道部

一九九八年二月三日

目　　次

1　总　　则 …… 1
2　施钻前准备工作 …… 2
2.1　钻探方法和设备的选择 …… 2
2.2　场地、基台修建和设备安装、拆卸、搬迁 …… 2
3　钻探方法与技术作业 …… 5
3.1　硬质合金钻进 …… 5
3.2　钢粒钻进 …… 8
3.3　金刚石钻进 …… 10
3.4　冲击钻进 …… 13
3.5　震动钻进 …… 14
3.6　干钻及无泵反循环钻进 …… 15
3.7　活套闭水接头单管钻进 …… 16
3.8　孔底液动冲击回转钻进 …… 16
3.9　孔内爆破 …… 18
4　复杂地层与特殊条件钻进 …… 21
4.1　砂层钻进 …… 21
4.2　岩堆、卵石层和漂石层钻进 …… 21
4.3　破碎岩石钻进 …… 22
4.4　软土层钻进 …… 23
4.5　膨胀性岩层钻进 …… 23
4.6　含洞穴岩层钻进 …… 24
4.7　涌水、含气岩层钻进 …… 24
4.8　多年冻土地层钻进 …… 25
4.9　黄土地层钻进 …… 26
4.10　滑坡钻探 …… 27

5 水上钻探…… 28
5.1 钻场类型的选择及钻船拼装…… 28
5.2 钻船的锚泊定位…… 29
5.3 下保护管的规定…… 30
5.4 水上钻探的安全规定…… 31
6 冲洗液和护壁堵漏…… 33
6.1 钻孔冲洗液…… 33
6.2 护壁堵漏…… 35
7 水文地质钻探与试验…… 38
7.1 水文地质钻探…… 38
7.2 水文地质孔…… 40
7.3 钻孔简易水文地质观测…… 42
7.4 提水试验…… 43
7.5 抽水试验…… 44
7.6 压水试验…… 47
7.7 注水试验…… 49
8 孔内事故的预防和处理…… 51
8.1 钻具挤卡、埋钻、烧钻事故的预防和处理…… 51
8.2 钻具断脱事故的预防和处理…… 52
8.3 套管事故的预防和处理…… 53
8.4 孔内坠物事故的预防和处理…… 53
8.5 处理孔内事故的规定…… 54
9 钻探质量基本规定…… 56
9.1 钻孔直径…… 56
9.2 地质钻探分层与钻具量测…… 56
9.3 岩芯采取与整理…… 57
9.4 土、岩石、水试样的采取、保管与运送…… 59
9.5 校正孔深…… 62
9.6 钻孔弯曲度与孔斜预防…… 63
9.7 钻探记录…… 64

9.8 封孔回填 …… 65
9.9 钻探质量的检查与验收 …… 66
10 钻探机具的使用与维护 …… 67
10.1 基本要求 …… 67
10.2 钻　　机 …… 67
10.3 柴 油 机 …… 68
10.4 泥 浆 泵 …… 69
10.5 离 心 泵 …… 70
10.6 电动机与照明发电机 …… 70
10.7 空气压缩机 …… 71
10.8 钻探管材和专用工具的使用和维护 …… 72
附录 A 一般安全防护规定 …… 74
A.1 场地安全防护 …… 74
A.2 自然灾害防护 …… 75
A.3 钻进中和升降钻具的安全防护 …… 77
附录 B 岩石可钻性分类 …… 79
附录 C 泥浆性能指标测定方法 …… 81
附录 D 取芯钻具种类 …… 82
附录 E 本规程用词说明 …… 84
附加说明 …… 85
《铁路工程地质钻探规程》条文说明 …… 86

1 总　　则

1.0.1 为统一铁路工程地质、水文地质钻探工作的技术要求，提高钻探质量，为工程设计提供可靠的依据，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于铁路工程地质、水文地质钻探及物探测井、孔内测试钻孔的钻探工作。

1.0.3 钻探工作应选择合适的钻探机械类型，正确使用、保养机具设备，采用合理的钻探方法，安全操作，提高岩芯采取率，保证钻探质量。

1.0.4 钻探工作应与物探、试验、原位测试等工作密切配合，开展钻孔的综合利用。

1.0.5 铁路工程地质、水文地质钻探的安全工作，除应符合本规程附录A的规定外，尚必须遵守有关安全技术操作规定。

1.0.6 铁路工程地质、水文地质钻探工作，除应符合本规程外，尚应符合国家和铁道部现行有关标准的规定。

2 施钻前准备工作

2.1 钻探方法和设备的选择

2.1.1 钻探方法应根据工程要求、岩石的物理力学性质、地质构造特征、岩石的可钻性以及技术经济合理性等因素选择。

2.1.2 钻探设备应根据工程地质和水文地质勘探的目的、要求和地质条件、施钻方法、钻孔结构等因素选择，并应比较设备的经济效益。

2.2 场地、基台修建和设备安装、拆卸、搬迁

2.2.1 场地应根据钻孔位置、钻探设备、安装方法、地基面积、地形条件等因素确定。常用场地面积为 8 m×4 m，10 m×7 m，11 m×8 m。

2.2.2 场地修建应符合下列规定：

1 场地必须避开高压线和影响塔架起落的障碍物。钻孔位置必须避开地下电缆、煤气和给排水管线等设施。

2 场地地基必须平整、稳固和适用。

3 在斜坡上修建场地填方面积不应大于整个场地面积的35%，原地面应挖成台阶，填土应分层夯实。

4 在松软地层上修建场地应采用抛片石、打桩、搭井字枕木架等方法。枕木架必须用扒钉钉牢，上铺木板的厚度不得小于4 cm。

5 在河滩或山谷中修建场地，基台纵向应与水流方向平行。在洪水、暴雨季节，应有防护措施。

6 在陡崖、陡坡下修建场地，必须清除上方的活动块石，确实危险而又无力处理时，应与地质人员研究，设法避开或采取

安全措施。

7 场地应少占农田，保护农作物和树木。

2.2.3 基台修建应符合下列规定：

1 基台必须稳固、水平，能承受重载、动载和应急起重等全部荷载。

2 基台应设置卧枕，并用螺栓与机座连接。卧枕的规格和数量根据机型确定。

3 钻深 **300 m** 以上的钻机基台，应采用地梁木或混凝土浇注。混凝土基台应设置钻机机座、塔架脚及连接螺杆。地梁木、混凝土、机座及连接螺杆的规格、数量应根据机型、钻塔底宽度，承载量和基底条件确定。

2.2.4 安装、拆卸塔架应符合下列规定：

1 塔架配件齐全无损。各部连接的螺孔，必须用原规格螺栓拧紧。装后应进行检查。

2 安装、拆卸塔架时，严禁上下同时作业。塔上工作人员所用工具和零件应装入工具袋或用绳索捆牢。塔下除接递料者外，严禁其他人员逗留。

3 安装或拆卸塔架如遇雷电及六级以上风力时必须停止工作。

4 安装四脚塔架时必须调平塔脚座，按安装要求进行。吊运料具时，必须用绳索捆牢。

5 安装 **A** 型塔架时应先将两脚与机座连接，然后按顺序安装各部件。用卷扬机竖立塔架时制动抱闸、钢丝绳、结扣应牢固可靠，钻机底座尾架必须附重，专人掌握后支撑，塔架起落范围内不得有人。当塔架起至 **80°** 时应即时停止，再用人力调整，将后支撑固牢。

6 塔架绷绳必须连接牢固，绷绳的规格和数量应根据塔架类型、高度确定。绷绳的仰角不得大于 **45°**。

7 塔架上铺设的台板两端伸出塔架不得小于 **20 cm**，并应与塔架连接牢固。台板厚度应根据塔架跨度选定，但不得小于 **4**

cm。台板周围必须设 1.0~1.2 m 高的防护栏杆或绳网。

8 拆卸四脚塔架前必须先将机具、料具全部搬离场地。拆卸时应自上而下逐层进行。A 型塔架整体倒放时操作应谨慎、缓慢、平稳，用卷扬机倒放时严禁猛放、急刹制动抱闸。

2.2.5 机械安装与拆卸应符合下列规定：

1 机械安装应使机座架水平、稳固。车装钻机的车身必须稳固地座落于基台上，车轮不得受力和转动。

2 安装和拆卸机件时不得用锤直接敲击。连接螺栓必须对称拧紧，管路连接必须密封可靠。各零部件应按规定安装齐全、完好。

3 钻孔中心、钻机立轴轴线和天车前轮轮缘切点三者必须在一直线上。

4 电器设备，照明设施应放在干燥、清洁的地方，严防油、水和杂物侵入；电器的引线必须绝缘，接地必须可靠。

5 装、拆机械时发现有损坏或磨损过限的零件，应更换。

6 拆卸机器时应按机器结构有顺序地进行，液压钻机的油路系统元件除连接油缸的接头外，不宜拆动。拆下的仪表、螺帽、销子等应妥善保管。拆卸后机器上露出的油孔、水孔必须保护好。

7 在斜坡上安装水管、风管应自下而上，拆卸应自上而下地进行。

2.2.6 机械搬迁应符合下列规定：

1 钻机塔架必须先拆卸后搬运。搬运机械时捆绑绳索必须牢固，受力应均衡，停放应平稳，对易损部件应妥善保护。

2 汽车搬运机械设备时必须捆绑牢固，并严格执行公路运输有关规定。

3 火车搬运机具设备时应装箱牢固，防止晃动。电瓶内的电解液必须倒净。

4 在搬运或装卸过程中严禁将机具或料具由高处向下投掷。

3 钻探方法与技术作业

3.1 硬质合金钻进

3.1.1 硬质合金钻头宜用于钻进Ⅰ～Ⅴ级及部分Ⅵ级研磨性弱的岩石。针状硬质合金钻头宜用于钻进Ⅴ级及Ⅵ级研磨性中等、裂隙发育的岩石。钻进时应根据岩石的性质选择合金类型。常用的硬质合金及适用范围可按表 3.1.1 选用。

表 3.1.1 硬质合金适用范围

硬质合金名称	斜角薄片 菱形薄片	直角薄片 矩形薄片	方柱状	八角柱状	针状硬质合金胎块
适用范围	Ⅰ～Ⅲ级岩石	Ⅰ～Ⅳ级岩石	Ⅰ～Ⅴ级岩石	Ⅳ～Ⅴ级及部分Ⅵ级非均质多裂隙岩石	Ⅴ级及部分Ⅵ级岩石

注：岩石可钻性分类见附录 B的规定。

3.1.2 硬质合金钻头应符合下列要求：

1 钻头体用 DZ40、DZ50 号钢制作，长度不得小于 45 mm (不包括丝扣部分)。内圆上端锥度，直径小于 110 mm 的钻头为 3°25′；其余直径钻头为 1°47′28″。

2 钻头水口高度应为 10～25 mm，软弱岩石可增至 30 mm。

3 硬质合金内、外出刃量不得大于 2 mm，底出刃量为 3～5 mm。出刃量应根据岩石软硬程度选定，硬质岩石应取小值，内、外出刃量应一致；软质岩石应取大值，外出刃量应大于内出刃量。每个钻头的内出刃量应一致，外出刃量也应一致，允许偏差为 0～0.3 mm。

4 钻头切削具的刃尖角与切削角应根据岩石的可钻性按表 3.1.2—1 选用。

表 3.1.2—1　切削具刃尖角与切削角

岩石可钻性等级	切　削　角　α（°）	刃　尖　角　β（°）
Ⅰ～Ⅲ	70～75	45～50
Ⅳ～Ⅴ	75～80	50～60
Ⅴ～Ⅵ	80～85	60～70
裂隙发育的非均质岩石	90～—10	80～90

5　钻头镶焊硬质合金块的数量与岩石可钻性和钻头直径有关，可按表 3.1.2—2 选用（不包括针状合金胎块）。

表 3.1.2—2　钻头镶焊硬质合金块数量（块）

钻头直径（mm） / 岩石可钻性等级	75	91	110	130	150
Ⅰ～Ⅲ	4～6	6～8	8～10	10～12	12～14
Ⅳ～Ⅵ	5～6	6～8	8～10	12～14	14～16
卵石、砾石层	8～10	9～12	12～14	14～16	16～18

6　硬质合金块在钻头上的排列形式应根据岩石性质确定。软质岩石用单环排列，中硬以上岩石用多环排列，坚硬及裂隙性、非均质的岩石宜用密集排列。

3.1.3　硬质合金钻进的技术参数可按下列规定选用：

1　钻头压力可根据岩石性质和钻头上硬质合金块形状、数量、磨损程度与钻进是否安全等因素确定。钻头压力一般以施加在钻头上每块硬质合金的轴心压力确定。不同形状硬质合金能承受的压力，可按表 3.1.3—1 选用。

表 3.1.3—1　硬质合金块能承受的压力

合　金　形　状	承　受　压　力（kN/块）
薄　片　状	0.5～0.6
方　柱　状	0.7～1.2
八角柱状	0.9～1.5
针状合金胎块	1.5～2.0

2　转速应根据岩石性质和钻头直径选定。软质岩石以轻压、快转为宜；较硬的、非均质的、研磨性中等的岩石以低、中速为宜。常用硬质合金钻头转速可按表 3.1.3—2 选用。

表 3.1.3—2　转　　速（r/min）

钻头直径（mm） / 岩石性质	75	91	110	130	150
研磨性弱的岩石	300～350	250～300	210～250	180～210	150～180
研磨性中等的岩石	250～300	200～250	150～200	120～150	100～120

3　冲洗液量应根据岩石性质、钻孔直径、孔壁情况、设备条件等因素确定。冲洗液量用上返速度计算时清水以 0.25 m/s，泥浆以 0.2 m/s 为宜。不同岩石各种口径钻进的冲洗液用量可按表 3.1.3—3 选用。

表 3.1.3—3　冲洗液量（L/min）

钻头直径（mm） / 岩石性质	75～91	110	130～150
研磨性弱的、有裂隙的岩石	60～65	85～100	100～125
研磨性中等的岩石	75～85	100～135	130～150

注：钻进时的冲洗液不能满足上述要求时，应以水泵量最大有效输水量输送。

3.1.4　使用硬质合金钻进应符合下列规定：

1　新钻头下入孔内时应在钻头下至距孔底 0.3～0.5 m 时，待冲洗液返回孔口后，采用轻压、慢转扫孔到底，再逐渐增大压力，加快转速。

2　正常钻进中给进压力应均匀，不宜提动钻具。如遇破碎岩石、换径、扩孔或孔内有残留岩芯时则应适当减小压力和转速。

3　由钢粒钻进改换硬质合金钻进时，必须冲洗钻孔，捞取沉淀物，并先用旧硬质合金钻头钻进。

4　孔内应干净。当孔深岩粉不易排出孔外时应带取粉管。

5　卡取岩芯应符合本规程第9.3.4条第2款要求，并不得使用钢粒作卡料。严禁猛墩钻具。拧卸钻头时应防止管钳夹扁钻头或夹伤硬质合金。

3.1.5　针状硬质合金钻头镶焊应符合下列规定：

1　必须保证胎块在钻头体上平正，内、外及底出刃一致。

2　镶焊温度应控制在930～1 100 ℃，焊枪火焰不得直接对准胎块。

3　胎块应镶入钻头体约1/2长度，镶焊胎块的槽，两边应留有0.2～0.4 mm的间隙。

3.2　钢粒钻进

3.2.1　钢粒钻进宜用于Ⅴ～Ⅵ级岩石。完整、致密、硬度大的岩石可选用直径小的钢粒。反之，应用直径大的钢粒。当钻孔倾角小于75°时不得采用钢粒钻进。

3.2.2　钢粒钻头应符合下列要求：

1　钻头体材料应采用40～50号无缝钢管，或用经调质处理的DZ40～DZ50地质管制作。新钻头的规格应为：长度450～500 mm；壁厚9～11 mm；上部内圆锥度1∶100。

2　钻头水口尺寸宜为：高度120～180 mm，上宽20～30 mm，底宽为钻头圆周长的25%～30%。水口切边形状可为单弧形、双斜边、斜弧形或双弧形。

3　磨损后长度短于200 mm（不包括丝扣部分）的钻头不得使用。外径上下相差3 mm或下部严重变形的钻头，必须切除或更换。

3.2.3　钢粒形状应为直径2.5～4.0 mm，长度与直径大致相等的圆柱体，热处理硬度HRC不得小于50，用质量为0.68 kg的手锤（即1.5磅锤）锤击时不碎不扁（或只碎成2～3瓣并冒火星）的占总数90%以上者为合格。

3.2.4　钢粒钻进的技术参数可按下列规定选用：

1　钻头压力应根据岩石的可钻性等级、钢粒的抗压强度、

钻头直径和设备能力确定，并应为钻头的有效底唇面积乘以单位面积压力。钻头单位面积压力可按表 3.2.4—1 选用。

表 3.2.4—1　钻头单位面积压力

岩石可钻性等级	V	VI
钻头单位面积压力（MPa）	2.5～3.0	3.0～3.5

2　转速应根据岩石可钻性等级、孔深、孔径、机械设备负荷和管材质量等因素确定。不同直径钻头转速可按表 3.2.4—2 选用。

表 3.2.4—2　钻头转速（r/min）

钻头直径（mm） / 岩石可钻性等级	91	110	130	150
V～VI	240～280	190～230	160～190	140～160

3　冲洗液量应根据岩石性质 、钻头直径、冲洗液类型和投砂量确定，并应随孔底钢粒的消耗逐渐减小液量。冲洗液量可按表 3.2.4—3 选用。

表 3.2.4—3　冲洗液量（L/min）

钻头直径（mm） / 回次冲洗液量 / 冲洗液类型	91		110		130		150	
	回次初	回次末	回次初	回次末	回次初	回次末	回次初	回次末
泥　　浆	18～27	14～18	22～33	17～22	26～39	20～26	30～45	23～30
清　　水	27～36	18～27	33～44	22～33	39～52	26～39	45～60	30～45

4　投砂量应根据岩石可钻性等级、钻头直径及钢粒质量确定。投砂方法有一次投砂、结合投砂和连续投砂。一次投砂法的投砂量可按表 3.2.4—4 选用。

表 3.2.4—4　一次投砂法的投砂量

钻头直径（mm）	91	110	130	150
投砂量（kg）	1.5～3.0	2.0～3.5	2.5～4.0	3.0～4.5

注：软质岩石用低值，硬质岩石用高值。

3.2.5 使用钢粒钻进应符合下列规定：

1 钢粒钻进必须带取粉管。孔内岩粉厚度超过 **0.4 m** 时，必须进行捞取。

2 下孔壁管前应先用带有导向的小一级钻具钻进 **2～3 m** 后再下管。

3 钻进中在岩石可钻性和钻孔直径相同的条件下，钻进技术参数应基本一致。

4 在钻进过程中当水泵发生故障时应立即将钻具提到安全孔段后再修理水泵。

5 当采用结合投砂时，在投入钢粒前应开大泵量冲洗并将钻具提起 **0.5 m** 以上。

6 每个回次提钻后应严格检查岩芯管与钻头，观察钻头唇面的磨损情况及取出岩粉和岩芯的形态，以确定下一回次的钻进技术参数。

7 钻孔换径钻进或由硬质合金钻进改换钢粒钻进时，均应适量减小钻进技术参数和采用旧钻头。待钻进孔段长度超过粗径钻具长度后，再改用正常情况下的技术参数钻进。

8 投入钢粒后应由小到大调整冲洗液量，当钻具无阻力时方可钻进。

9 当孔底无钢粒时应适当提动钻具，使新的钢粒及时补入。当进尺效率正常时则不宜提动钻具。

3.3 金刚石钻进

3.3.1 金刚石钻进宜用于Ⅳ级及其以上岩石。

3.3.2 金刚石钻头和扩孔器应根据岩石的可钻性、研磨性和岩石的完整程度按表 **3.3.2** 的规定选择。

3.3.3 金刚石钻进的技术参数可按下列规定选用：

1 钻头压力应根据岩石可钻性、研磨性、完整程度、钻头底唇面积、金刚石粒度、品级和数量等确定。钻头压力可按表 **3.3.3—1** 选用。

2　转速应根据岩石性质、金刚石钻头类型选择。表镶金刚石钻头的线速度用 1～2 m/s；孕镶金刚石钻头的线速度用 1.5～3.0 m/s；不同直径的金刚石钻头转速可按表 3.3.3—2 选用。孕镶钻头不宜在过低转速下钻进。当钻进强研磨性、粗颗粒、破碎的岩石以及钻孔弯曲、超径时，应适当降低转速。

表 3.3.3—2　金刚石钻头转速（r/min）

钻头直径（mm） / 钻头种类	59	75	91
表镶钻头	300～650	200～500	170～450
孕镶钻头	500～1 000	400～800	350～700

3　冲洗液量应根据岩石可钻性、研磨性、完整程度、钻进速度和钻头直径选择。不同直径金刚石钻进冲洗量可按表 3.3.3—3 选用。

表 3.3.3—3　金刚石钻进冲洗液量

钻头直径（mm）	59	75	91
冲洗液量（L/min）	30～45	40～60	50～70

3.3.4　金刚石钻进应符合下列规定：

1　卡簧、扩孔器应与钻头配合，并每次下钻前应进行检查。卡簧的自由内径应比钻头内径小 0.3～0.4 mm；扩孔器的直径应比钻头直径大 0.3～0.5 mm，钻硬质岩石为 0.3 mm，钻软质岩石为 0.5 mm。

2　钻具水路必须畅通，钻杆丝扣等处不得漏水。钻头水口应及时修磨，水口高度不得小于 3 mm。

3　下钻具当钻头离孔底 1 m 左右时应开泵送水，然后缓慢下放，当距孔底 0.2～0.3 m 时，采取慢转、轻压到底。新钻头必须进尺 0.2～0.3 m 后才逐渐采用正常参数钻进。下钻遇阻时不得猛墩强扭。

4　钻进时不得随意提动钻具。当发生岩芯堵塞时应及时提

2 转速应根据岩石性质、金刚石钻头类型选择。表镶金刚石钻头的线速度用 1～2 m/s；孕镶金刚石钻头的线速度用 1.5～3.0 m/s；不同直径的金刚石钻头转速可按表 3.3.3—2 选用。孕镶钻头不宜在过低转速下钻进。当钻进强研磨性、粗颗粒、破碎的岩石以及钻孔弯曲、超径时，应适当降低转速。

表 3.3.3—2 金刚石钻头转速（r/min）

钻头直径（mm） / 钻头种类	59	75	91
表镶钻头	300～650	200～500	170～450
孕镶钻头	500～1 000	400～800	350～700

3 冲洗液量应根据岩石可钻性、研磨性、完整程度、钻进速度和钻头直径选择。不同直径金刚石钻进冲洗量可按表 3.3.3—3 选用。

表 3.3.3—3 金刚石钻进冲洗液量

钻头直径（mm）	59	75	91
冲洗液量（L/min）	30～45	40～60	50～70

3.3.4 金刚石钻进应符合下列规定：

1 卡簧、扩孔器应与钻头配合，并每次下钻前应进行检查。卡簧的自由内径应比钻头内径小 0.3～0.4 mm；扩孔器的直径应比钻头直径大 0.3～0.5 mm，钻硬质岩石为 0.3 mm，钻软质岩石为 0.5 mm。

2 钻具水路必须畅通，钻杆丝扣等处不得漏水。钻头水口应及时修磨，水口高度不得小于 3 mm。

3 下钻具当钻头离孔底 1 m 左右时应开泵送水，然后缓慢下放，当距孔底 0.2～0.3 m 时，采取慢转、轻压到底。新钻头必须进尺 0.2～0.3 m 后才逐渐采用正常参数钻进。下钻遇阻时不得猛墩强扭。

4 钻进时不得随意提动钻具。当发生岩芯堵塞时应及时提

钻，不得加大钻压、高速空转处理。倒杆时应适当调小泵压。严禁不停钻倒杆。

5 在任何情况下严禁使用金刚石钻头进行干钻。

6 钻进过程中应随时观察冲洗液量大小和泵压的变化，当发现异常时应停钻，查明原因，及时处理。

7 岩芯必须用卡簧卡取。取芯时必须先停止回转，再将钻具提离孔底拉断岩芯。残留岩芯超过 **0.2 m** 时应采用岩芯捞取器捞取，严禁用金刚石钻头套扫。

8 提放钻具时钻头不得在地上拖拉。下钻具时应扶正钻具，放慢速度，避免钻头与孔口、孔壁碰撞。

9 改用金刚石钻头钻进前必须将残留孔底的钢粒或硬质合金打捞干净。

10 拧卸钻具应使用多触点钳或摩擦式钳，并且钳牙不得触及钻头或扩孔器的胎体部位。

11 退芯时应卸掉钻头、卡簧，采用水压退芯法，严禁用铁锤直接敲打管子。

12 钻头和扩孔器应按外径的大小分组排队使用，即先用外径大的，后用外径小的。同时亦应先用内径小的，后用内径大的。

13 换径和下套管前必须做好孔底的清理和修整工作。换径和下套管后应采用锥形钻头将换径台阶修成锥形，并取净孔底异物方可钻进。

3.4 冲击钻进

3.4.1 冲击钻进方法应根据岩层情况和钻孔要求选择，并应符合下列规定：

1 无阀管取芯钻进宜用于粘性土层、砂层和粒径小于 **100 mm** 的卵砾石层。钻进宜用孔内冲击，管钻长度不得大于 **2.0 m**。当孔壁坍塌时可用泥浆或套管护壁。当钻进深度距标贯和取扰动土样深度为 **0.5 m** 时，或距取原状土样深度为 **1.0 m** 时，应

改用回转钻进。

2 有阀管钻宜用于流砂层、淤泥层等不分层鉴别的钻进。

3 冲击管钻（抽筒）宜用于不取柱状岩芯或为平整孔底、击碎孔内卵漂石。钻具规模应根据卵石最大粒径选择，当卵漂石粒径较大时应先采用冲击钻头击碎卵漂石后，再用管钻捞碴。

3.4.2 冲击钻进应符合下列规定：

1 松散地层开孔必须设置孔口管，保持垂直，周围用粘土捣实。

2 采用水压法或泥浆钻进时，孔内液柱应保持在最高位置；采用套管护壁时，钻头不应超过套管底靴 **0.5 m**。

3 应随时检查钻头的外刃、阀门、钢丝绳卡和钢丝绳等磨损情况，当有损坏时必须及时修复或更换。

4 回次进尺不得大于管钻长度的 **65%**，宜钻进 **0.5～1.0 m** 时提钻。当采用各种冲击钻头钻进时，回次进尺不得大于钻头本体长度。

5 在冲击过程中当孔内液柱突然下降时，应迅速将管钻提出孔口，并投粘土或灌泥浆。

6 冲击时钢丝绳应稍呈拉紧状态，在卷筒上的钢丝绳应不少于两圈绕绳。

7 钻进时应注意钢丝绳的测深标记，必须使测深标记与钻孔深度一致。

8 长时间停钻应加盖孔口板、平放钻具，并有专人观察孔内液柱，当液柱下降时应及时补充。

3.5 震动钻进

3.5.1 震动钻进宜用于一般粘性土、砂类土（粉细砂除外）及粒径小于 **50 mm** 的碎石土地层。使用震动器亦可从松软层或流砂层起下套管和处理卡钻事故。

3.5.2 用震动钻进时应采用长度为 **1.5～2.0 m** 并带 **1～2** 个轴向槽口的岩芯管，槽口长度为 **0.5～0.7 m**，槽口宽度为岩芯管

直径的 0.3～0.6 倍，取值大小由土层的粘性高低决定，粘性低用小值，反之则用大值。钻头为管靴，刃口锥度角为 15°～20°，并经淬火处理，其外径应比岩芯管大 2～4 mm，内径应小 2～4 mm。

3.5.3 使用震动器时应符合下列规定：

1 震动前应检查钻具及震动器的各个部件。震动器内部应有足够的润滑油。

2 震动钻进宜在孔深 1 m 以下开始使用。

3 震动钻进时应使震动器与钻具连接牢固，焊接处无裂缝。

4 振动频率宜用 1 200～2 500 次/min，启动震动器时，应逐渐加高频率。震动器工作时最大振动力应比钻具重量大 20%～30%。挂震动器的钢丝绳应少松勤放，一次放绳不得太长，以免导致震动器偏斜。

5 采用电动机带动震动器时电动机与电源之间连接线必须绝缘可靠，接地良好，电动机不得反向运转。

6 调整震动器偏心锤时偏心锤所张弧度应一致。

7 用震动器起拔孔内卡阻钻具时应采取边震动边提拉的方法，严禁强力提拉。

3.6 干钻及无泵反循环钻进

3.6.1 干钻宜用于钻进滑坡体、多年冻土、松散破碎岩层、软弱夹层以及了解地层天然含水等情况。

3.6.2 无泵反循环钻进宜用于第四系松软地层，以及Ⅳ级以下易碎、易坍、易熔岩层或供水困难，要求取芯率高的孔段。

3.6.3 干钻时转速不宜过高，加压不应太猛，宜勤活动钻具。回次进尺不应大于 0.4 m，无进尺时应及时提钻。

3.6.4 无泵反循环钻进应符合下列规定：

1 孔内冲洗液面的高度，最低应高出粗径钻具球阀接头以上。冲洗液宜用清水。当用泥浆时粘度应小，失水量应低。

2 钻具应经常提动，提动钻具的高度应根据岩石软硬确定：

软质岩石为 80～100 mm；硬质岩石为 50～80 mm。钻头压力宜为：软质岩石为 1.5～2.0 kN，硬质岩石为 2～4 kN。转速不宜过快，可采用 100～200 r/min。

3 每回次提钻前不得提动钻具，应加压钻进几分钟，以利采取岩芯。

4 孔底岩粉沉淀较多时应将岩粉捞净。

3.7 活套闭水接头单管钻进

3.7.1 活套闭水接头单管钻进宜用于地下水位以下的粉、细砂土及软粘性土。

3.7.2 活套闭水接头单管钻进应符合下列规定：

1 岩芯管长为 1.5～1.8 m，宜用阶梯式肋骨硬质合金钻头。

2 冲洗液应采用优质泥浆。泥浆粘度：粘性土为 20～25 s，砂层为 25～30 s，失水量应小于 20 mL/30min，密度为 1.05～1.20 kg/L。涌砂地层应采用密度较大和含砂量小于 4%的泥浆。

3 钻具下到孔底卡盘将钻杆卡紧后，泵量宜为 10～20 L/min，被压出清水应放出泥浆池外，当泥浆返出孔口后，应以低转速、小泵量（孔口排浆似流非流状态）加压钻进，钻压不宜过大，并保持均匀。在不蹩泵的情况下，不得提动钻具。

4 回次终止前应停泵干钻 0.3～0.5 m。提钻前应停止进尺钻进，松散土层可停止转动钻具 1～2 min，硬土层应将钻具旋转数圈扭断岩芯。提升钻具应轻、稳，边提钻边向孔内加灌泥浆至孔口。

3.8 孔底液动冲击回转钻进

3.8.1 硬质合金冲击回转钻进宜用于 V～VI级粗粒不均质岩石，宜用频率小于 40 Hz 功率大于 50 J 的液动冲击器。钻头应符合下列规定：

1 钻头体应采用 40Cr 或 DZ40、45 号钢制造。钻头体的规

格宜为：壁厚 10～14 mm（可用肋骨片 25 mm×20 mm×3 mm 加厚普通钻头），长度 140 mm，水口 6～8 个，高度 10～20 mm，底宽 10～15 mm。

2 硬质合金钻头可用 YG_8 和 YG_8C 大、中八角硬质合金块，合金刃角 90°～100°，岩石越硬刃角越大。刃角应不对称，负前角 10°～40°。

3 钻头硬质合金出刃量应均匀一致。不同形状硬质合金镶焊的钻头，其出刃量应符合表 3.8.1 的规定。

表 3.8.1 液动冲击钻头硬质合金出刃量（mm）

钻头出刃 / 钻头名称	底出刃	内出刃	外出刃
普通大八角硬质合金钻头	4～6	2.0～2.5	3.0～3.5
大八角肋骨硬质合金钻头	5～6	1.0～1.5	
圆柱状、楔形片硬质合金钻头	3～4	0.25～0.30	

4 钻头镶焊硬质合金槽应大于硬质合金直径 0.10～0.15 mm，焊料应为低熔点，焊缝必须有足够的强度。

3.8.2 金刚石冲击回转钻进宜用于 V 级以上及裂隙发育、打滑等岩石，宜用频率大于 40 Hz、功率小于 50 J 的液动冲击器，并应安装稳压罐。钻头应用孕镶金刚石，人造金刚石的粒度为 60～80 目；天然金刚石的粒度为 40～60 目；胎体硬度为 HRC35～40；钻头水口为 8～12 个。

3.8.3 孔底液动冲击回转钻进技术参数可按下列规定选用：

1 钻头压力应根据岩石性质和钻头类型选择，钻软质岩石应比硬质岩石大，常用钻压应符合表 3.8.3 的规定。

2 转速应根据岩石性质、钻头类型、冲击频率和冲击功等确定。常用转速应符合表 3.8.3 的规定。

3 在孔壁完整和水泵可能的情况下，泵量和泵压的大小除应满足冲击器所需外，尚应适当增加。一般阀式冲击器所需泵压为 1.5～2.5 MPa，射流式冲击器所需泵压为 2.5～4.0 MPa，随

着钻孔深度增加，每百米深度宜增加泵压 0.2～0.3 MPa。常用泵量应符合表 3.8.3 的规定。

表 3.8.3 液动冲击回转钻进常用技术参数

钻头种类	钻压(kN)	转速(r/min)	泵量(L/min)
硬质合金	4～6	30～100	80～150
金刚石	8～10	300～800	60～150

3.8.4 孔底液动冲击回转钻进应符合下列规定：

1 冲洗液应采用清水或低固相泥浆，必须严格净化。

2 送水管应采用耐压、轻型的钢丝编织胶管；水泵性能应满足所用液动冲击器的技术参数，泵压表必须抗震、精确。

3 机上钻杆必须垂直、水龙头转动惯性小和钻具丝扣密封性能良好。

4 冲击器下入钻孔前必须检查各部件的配合安装，应符合使用说明书要求。

5 阀式双作用冲击器下入孔底后应先开泵送水，待孔口返水后再开动钻机慢速回转，缓慢调节水泵控制阀门，泵压从 0.5～1.0 MPa 逐渐升高。手摸送水管有明显震动时，应将泵压调至冲击器规定压力，并提高转速。

6 钻进中应随时观察水泵压力变化情况，当压力持续升高或下降时，应及时处理。

7 钻进过程中倒杆时，应用卷扬机钢丝绳将钻具拉紧，使冲击器处于停冲状态。

3.9 孔内爆破

3.9.1 孔内爆破宜用于大块石、大漂石地层钻进，亦可用于处理孔内事故，以及水文地质钻孔扩大孔内岩层裂隙，增加水量等。

3.9.2 孔内爆破装置的制作应符合下列规定：

1 爆破器可采用铁皮筒制作，其结构按图 3.9.2 的规定，

4　受潮或过期的炸药、生锈的雷管以及破旧的电线均不得使用。

5　起爆电源可用蓄电池或1.5 V干电池两节以上串联起爆。

3.9.3　孔内爆破必须符合下列规定：

1　操作人员必须由经过爆破和安全培训，并取得合格证书的人但任。非操作人员不得随意接触和动用爆破器材。

2　放破爆器前应将孔底残留岩芯、岩粉清除，准确测定炮位深度。爆破位置距孔口的距离不得小于3 m。

3　爆破器应小心地放入预定爆破位置，防止导线脱落。

4　爆破器上部应投填砂或土，其厚度不得小于0.8 m，边填边拔套管。当孔内水柱高度大于2 m时，可不回填。

5　起爆前应指定专人在危险区以外，作好警戒工作，起爆人员应事先找好隐蔽安全位置，其余人员必须撤到安全地点。

3.9.4　孔内瞎炮的处理必须符合下列规定：

1　应首先拆掉电源，检查确认电源及电线完好后，才能重新起爆。

2　严禁用冲击方法处理。提取爆破器，可先用水泵冲出回填的砂土；当提不出时，可另安放一个较小爆破器，按本规程第3.9.3条的规定进行爆破。

4　受潮或过期的炸药、生锈的雷管以及破旧的电线均不得使用。

5　起爆电源可用蓄电池或1.5 V干电池两节以上串联起爆。

3.9.3　孔内爆破必须符合下列规定：

1　操作人员必须由经过爆破和安全培训，并取得合格证书的人但任。非操作人员不得随意接触和动用爆破器材。

2　放破爆器前应将孔底残留岩芯、岩粉清除，准确测定炮位深度。爆破位置距孔口的距离不得小于3 m。

3　爆破器应小心地放入预定爆破位置，防止导线脱落。

4　爆破器上部应投填砂或土，其厚度不得小于0.8 m，边填边拔套管。当孔内水柱高度大于2 m时，可不回填。

5　起爆前应指定专人在危险区以外，作好警戒工作，起爆人员应事先找好隐蔽安全位置，其余人员必须撤到安全地点。

3.9.4　孔内瞎炮的处理必须符合下列规定：

1　应首先拆掉电源，检查确认电源及电线完好后，才能重新起爆。

2　严禁用冲击方法处理。提取爆破器，可先用水泵冲出回填的砂土；当提不出时，可另安放一个较小爆破器，按本规程第3.9.3条的规定进行爆破。

4 复杂地层与特殊条件钻进

4.1 砂层钻进

4.1.1 砂层钻进宜采用泥浆护壁钻进。对粉、细砂层可用活套闭水接头单管、阶梯式肋骨硬质合金钻头泥浆循环钻进；中、粗、砾砂层可用方柱状硬质合金钻头或阶梯式肋骨硬质合金钻头灌浆无泵反循环钻进。

4.1.2 砂层钻进应符合下列规定：

1 钻孔未见地下水时不得采用泥浆护壁钻进。

2 地下水位以上，采用跟管钻进时套管直径应比粗径钻具大 1～2 级，回次进尺可为 0.3～0.5 m，套管外环间隙必须封堵。

3 采用泥浆护壁钻进时应根据砂层的透水性、颗粒大小、埋深、厚度等，选用不同性能的优质泥浆。提钻时应不间断地向孔内灌浆。

4 钻进砂层应采用低转速，压力不宜过大，并适当控制回次进尺和提升速度。

4.2 岩堆、卵石层和漂石层钻进

4.2.1 岩堆、卵石层和漂石层钻进，可选用灌浆无泵反循环的硬质合金、钢粒或硬质合金与钢粒混合钻进。当卵漂石粒径较大时也可采用冲击、爆破或金刚石钻进。

4.2.2 根据孔壁稳定程度和钻进方法，可选用优质泥浆护壁，并配以泥球、套管加固。当孔壁坍塌严重，泥球、泥浆护壁无效，下管又困难时，可采用水泥浆灌注护壁。

4.2.3 岩堆、卵石层或漂石层钻进应符合下列规定：

1 硬质合金回转钻进时钻头宜用八角柱状硬质合金，并采

用中压力或大压力，低转速，中泵量。

2 钢粒钻进时投砂量应适当增加，提动钻具次数应相对减少。

3 当取芯困难时宜采用特制的钢丝钻头。

4 采用金刚石单动双管钻具钻进漂石或块石时，宜用低固相或无固相冲洗液，钻头水口应适当减少，胎体应有较强的韧性。无固相冲洗液钻进技术参数应符合表 4.2.3 的规定。

表 4.2.3 无固相冲洗液钻进技术参数

孔径（mm）	钻压（kN）	转速（r/min）	泵量（L/min）	泵压（MPa）
91	6～10	400～700	47～52	＜0.5
75	4～6	500～800	32～47	＜0.5

4.3 破碎岩石钻进

4.3.1 易冲刷和松软的岩石可采用双管钻具或无泵反循环钻进；硬、脆、碎岩石应采用双管钻具或喷射式孔底反循环钻进。

4.3.2 破碎岩石钻进应符合下列规定：

1 当采用双动双管钻具钻进时岩芯管长度应为 1.5～2.0 m。钻头轴向差距应视岩石而定，可为 30～50 mm，软质岩石差距应大些，反之则小些。钻进中不宜提动钻具。回次进尺以 0.5～1.0 m 为宜。

2 无泵反循环钻进回次进尺视岩性而定，软质岩石应为 1.0～1.5 m，破碎岩石应为 0.5～0.7 m。

3 当采用喷射式孔底反循环钻进时应符合下列规定：

1）回次终止时应停钻冲除孔底岩粉，待停泵沉淀 3～5 min 后卡取岩芯。提钻时应轻、稳。

2）钢粒钻进时宜采用直径为 3.5～4.0 mm 的钢粒，钻头有效底唇面积的压力宜用 3.0～3.5 MPa，转速 120～180 r/min，泵量 40～80 L/min，一次投砂量 0.5～2.0 kg。

3）硬质合金钻进时钻进压力宜采用钻头上每块合金为

700～800 N，转速 150～180 r/min，泵量 60～100 L/min。

4）水泵运转必须正常，中途不得停泵。

5）泥浆粘度宜为 15～25 s，失水量控制在 10～15 L/30 min 以下。

4.4 软土层钻进

4.4.1 软土层钻进宜采用活套闭水接头单管钻具和硬质合金钻头泥浆循环钻进，或螺旋提土钻钻进。

4.4.2 软土层钻进应符合下列规定：

1 钻进时应采用优质泥浆作冲洗液，并根据孔壁坍塌、缩径情况，增加泥浆密度或配用套管护壁不得使用清水冲孔或注水钻进。

2 泥浆循环回转钻进应采用长肋骨式硬质合金钻头。钻具下至孔底 1～2 m 时，宜用大泵量回转扫孔到孔底再换正常泵量钻进。

3 应注意孔内有害气体逸出，防止燃烧。

4 采取土样时应使用带样可靠的取土器，采取方法宜用压入法。取样直径应符合《铁路工程地质软土勘测规则》第 5.0.9 条规定。

4.5 膨胀性岩层钻进

4.5.1 在膨胀性岩层，如膨胀土、铝土、含水的页岩、泥岩等岩层中钻进，易引起缩孔、糊钻、蹩泵等现象。钻进应符合下列规定：

1 钻头宜采用肋骨式或加大内外出刃的硬质合金钻头，水口高度不小于 20 mm，内壁可增设水槽，其宽度为 6～8 mm。

2 用优质泥浆护壁时泥浆性能指标应符合本规程表 6.1.1 的规定。

3 钻进时应降低钻压，提高转速和加大泵量，回次进尺控制在 0.5～1.0 m。

4　取芯宜采用双管钻具或无泵反循环钻进。

5　当发现孔壁严重收缩时应随钻随下套管，并详细记录。

4.6　含洞穴岩层钻进

4.6.1　含洞穴岩层钻进应符合下列规定：

1　孔径应根据地质条件和洞穴分布情况选择。

2　钻进时应采用低钻压、慢转速。当发现进尺突然加快、漏水、掉钻或有异声时，应立即检查钻具连接情况或用轻压、慢转速探索钻进。

3　当钻穿空洞或大裂隙顶部时应立即停钻，将钻具慢慢下落至底板，并应记录顶、底板的深度，洞内充填物及其性质、成分、水文地质情况等。

4　洞内有充填物时应采用干钻或双管钻具钻进，以利取芯。

5　当钻过空洞后应下导向管或接长岩芯管，其长度为空洞高度的2～3倍，并用轻压、慢速钻至空洞底板下2～3 m后，用套管隔离空洞。

6　倒杆时应吊往钻具，升降钻具应减速，并注意遇阻情况。

7　岩芯应采用卡簧或爪簧取芯钻具卡取。

4.7　涌水、含气岩层钻进

4.7.1　涌水岩层钻进应符合下列规定：

1　钻进涌水岩层应采用密度大、失水量小的泥浆。严重涌水时，泥浆中应加入加重剂、降失水剂，以调整泥浆性能。

2　每隔1～2 h应测定一次返升泥浆的密度及粘度。当泥浆性能指标改变时，应及时调整或更换新浆。

3　提升钻具时应不间断地向孔内灌注泥浆。

4　钻穿涌水层后需隔水时应及时下套管。

5　测定岩层涌水压力可从孔口接长套管至涌水静止水位，或用压力表直接测量。

4.7.2　含气岩层钻进应符合下列规定：

1 应随时观察孔中有无气体上升，有无口哨声或破裂声；当孔内有水时，应观察有无气泡。

2 发现孔内冒气应按要求取样，测定气量和气压。

3 含气层钻进时应及时调整泥浆密度。提升钻具时，必须向孔内灌满泥浆。

4 含可燃可爆气体岩层钻进时严禁采用爆破方法及明火与孔口接触。当遇二氧化碳、氮、硫化氢等含气层时，必须在孔口用三通将气体引出场地以外顺风一侧。

5 在含瓦斯岩层的洞内钻探时应符合《铁路瓦斯隧道技术暂行规定》的规定。

4.8 多年冻土地层钻进

4.8.1 多年冻土地层钻进应符合下列规定：

1 多年冻土地层钻进应采用干钻，并宜采用带孔的岩芯管接头。钻进中如发现孔底温度有明显升高时，可采用双层岩芯管冲洗液钻进。

2 采用硬质合金钻进时可用斜角形或菱形薄片硬质合金块，镶焊时应斜镶磨角。钻进不宜采用已磨钝的钻头。钻孔直径不得小于 130 mm。

3 钻进宜采用大钻压、低转速，回次钻进时间不宜超过 5 min，进尺不宜大于 0.3 mm，当含冰量大的泥炭或粘性土时可进尺 0.5 m。

4 采用冲洗液钻进时应加入适量食盐，以降低冲洗液冰点，需加食盐的量应根据表 4.8.1 的计算确定。

表 4.8.1 含盐溶液浓度与冰点关系

含盐溶液浓度（%）	冰　　点
4.7	−4 ℃
9.4	−6 ℃
14.1	−8 ℃

5　当遇地表水或地下水渗入钻孔时应下套管严密封闭。

6　详细记录冻土上限的深度和岩芯中的冰层或冰屑，并注明钻到上限的日期（月、日）。

7　进行热物理和冻土力学试验的冻土岩芯采取后必须放在冷藏瓶中，尽快送交试验室。

8　在卵石、碎石及基岩中钻进难以确定多年冻土时，应进行钻孔测温。测温工作应在终孔三天后进行。

4.9　黄土地层钻进

4.9.1　黄土地层钻进方法的选择应符合下列规定：

1　新黄土宜用螺旋钻头钻进，也可用硬质合金钻头或其肋骨式钻头回转钻进。当含水量在16%～24%时，亦可采用冲击钻进。

2　老黄土或不需要了解湿陷程度时可采用肋骨式硬质合金钻头加水钻、无泵反循环或泥浆护壁钻进。

4.9.2　新黄土钻进和采取土样应符合下列规定：

1　新黄土钻进必须干钻，严禁向孔内加水，并控制回次进尺，应按“一米三钻”的操作程序（即取土间距1 m时，第一钻，进尺为0.5～0.6 m，第二钻，清孔进尺为0.2～0.3 m，第三钻，取样）进行。当取土间距大于1 m时，其下部1 m深度内应按上述方法操作。

2　清孔时不宜加压或少许加压慢速钻进，可用薄壁取土器压入清孔。小钻头钻进时不得使用大钻头清孔。

3　冲击钻进时应采用薄壁钻头（其规格为：直径不小于140 mm，壁厚不大于3 mm，刃口角度不大于10°～12°）。并应采取分段进尺、逐次缩减和坚持清孔的钻进程序，每段进尺应小于回转钻进要求的进尺深度。

4　冲击钻进清孔时应采用薄壁钻头（亦可用薄壁取土器）一次击入，击入深度为12～15 cm，严禁多次击入。

5　取土样时应采用黄土薄壁取土器，可采用压入法，有经

验时亦可用击入法，入土深度宜超过盛土段 3～5 cm。压入取土应连续、均匀，中途不得停顿，钻杆应保持垂直和不摆动。击入取土应根据击入阻力，预估击入能量，一击完成，不得二次锤击。

4.9.3 当采用清水冲洗液钻进时，应快速钻透黄土层，并下套管护壁。

4.9.4 当采用冲击或震动钻进取芯时，应先将钻具回转 1～2 圈，以达到扭断岩芯。

4.9.5 当采用无泵反循环钻进时，下钻前应检查钻具回水和球阀是否完好。

4.9.6 当采用泥浆护壁钻进时，开孔口径应大，以备下入套管。

4.10 滑坡钻探

4.10.1 滑坡钻探应采用干钻、无泵反循环或双层岩芯管方法进行。

4.10.2 在活动的滑坡体上钻探时，应设专人监视滑动体位移情况，发现异常应及时采取措施，确保人身和设备安全。

4.10.3 滑坡钻探应结合岩层情况、滑坡体稳定程度、滑动面位置及滑床岩性等，确定下入套管的深度。

4.10.4 滑坡钻探应符合下列规定：

1 钻探中，当接近预计滑动面（带）以上约 5 m 或发现滑动面迹象（软弱面、地下水）时，必须采用干钻或空气钻进，并宜增大钻压、降低转速，提高岩芯采取率。回次进尺不得大于 0.3 m，并应检查岩芯，确定滑动面位置。

2 钻进中应检查钻孔是否歪斜，当发现孔内不正常时应及时提钻检查。

3 钻进中应及时取样鉴定和进行水文地质观测工作。

5 水上钻探

5.1 钻场类型的选择及钻船拼装

5.1.1 水上钻场的选择应视水域情况（水深、流速、浪高）和材料进行，并应符合下列规定：

1 在流速不大水深小于 **2 m** 的水域或间歇性河流上钻探，可采用木桩、枕木垛或筑岛等方法修筑承台。

2 水深 **2～8 m**、水流平缓的河流或湖泊，可采用木排、竹筏或汽油桶扎排。

3 在海滨、海湾外，当高潮水位 **6 m** 以内时，可采用三角架柱桩承台。

4 在较宽、水深、流速较大河流或在浅海（指靠近海岸、水深 **30 m** 以内的海域）上钻探时，可采用木船或铁船。

5 水流湍急、不能稳船的峡谷河流，可采用钢管架承台或钢丝绳架设索桥。

5.1.2 钻船拼装应符合下列规定：

1 内河水上钻船：钻深 **100 m** 钻机可采用 **12t** 以上的船两只；钻深 **300 m** 钻机可采用 **30 t** 以上的船两只；钻深 **600 m** 钻机可采用 **50t** 以上的船两只。当情况复杂时，应根据当地具体条件确定。

2 浅海水上钻船应根据钻孔要求、海水深度、风力、海浪、流速等因素确定。钻深 **100 m** 钻机可采用 **25 t** 以上的船两只；钻深 **300 m** 钻机可采用 **70 t** 以上的船两只。

3 两船拼装时，其几何尺寸、吨位和高低应相同，两船的间距可根据船只的大小及作业情况决定，以 **0.3～0.5 m** 为宜，浅海水上钻探以 **0.8～1.0 m** 为宜。钻船平台横梁木，可用梢径

不得小于 10 cm (浅海水上不得小于 15 cm) 的圆木 11～14 根，其长度应超出船体两侧各 0.5 m。前、中、后三根横梁木应较粗。钻船平台横梁也可采用旧钢轨或槽钢进行拼装。

4 各横梁木应均匀分布，端头之间应垫木撑，前、中、后三根横梁木与船体必须用钢丝绳绞紧。钻场有效工作面积不得小于 5 m×10 m。

5 平台板应严格固定。其接头应在横梁上，板厚不得小于 4 cm。

6 钻船底舱应附重，一般可为钻船载重量的 25%～40%。

5.2 钻船的锚泊定位

5.2.1 钻船定位应符合下列规定：

1 距岸 50 m 以内的钻孔可直接丈量定位，当距离较远时，可采用经纬仪视距定位。当孔位允许误差为±0.5 m 时，可采用经纬仪交会法或者光电测距仪定位。

2 钻船定位后应进行复测，当超差时应重新校正孔位。

5.2.2 钻船用锚类型的选择应符合下列规定：

1 河床为卵石或岩石时宜用四齿锚或燕尾锚并加锚链。

2 河床为泥砂时宜用兔耳锚、海军锚、石锚或水泥锚，不宜用锚链。流速较大时，则可采用石笼锚。

5.2.3 抛锚作业应符合下列规定：

1 前后主锚的质量宜采用 40～80 kg，大型河流或浅海上可采用 200～600 kg，主锚应比边锚质量大 25%～65%；石笼锚视具体情况而定。锚的总质量，可为钻船承受水流阻力、冲击力、风力等外力之和的 8.5%～20%，视水情选定。

2 锚绳宜选用柔性、韧性好的钢丝绳，直径应根据流速、钻船吨位及漂浮物等确定，并应满足 5～8 倍安全系数的要求。锚绳长度应为水深的 7～9 倍，当流速过大时，可酌量增加。

3 抛锚时应先将前、后主锚抛定后再抛边锚。两前边锚绳与主锚绳的夹角宜为 35°～45°，无主锚时两前边锚绳应交叉布

置，并与两船中心线的交角大致相等。

4 锚的数目根据具体情况而定，可为 4～8 只，并视具体情况可拴锚头捞绳，绳尾应系浮筒；有潮汐的河流或浅海捞绳长度应为水深的 1.3～1.5 倍，并应考虑锚头捞绳有足够的拉力。

5 抛锚时必须确认锚已稳定抛牢，符合稳船要求，否则应绞起重抛。

6 绞紧锚绳时工作人员应在绞车后部工作。

5.2.4 起锚作业应符合下列规定：

1 起锚应按钻船移动位置而确定起锚顺序，可先起左右边锚，再起后主锚。

2 起锚前必须检查绞车、滑轮，所有工作人员不得站在绞车前方。倒链时，必须先将绞车刹好。

3 当锚被淤埋时应间隔起拔或采用锚头捞绳使锚叶顺向退出，不得一次连续猛绞。

4 木船起锚时，锚绳拉紧后，人不宜乱动，保持木船稳定。

5 机动船起锚时应徐徐加力，不得用力过猛。

5.3 下保护管的规定

5.3.1 当水深大于 5 m 且流速大于 2 m/s 时，应安装保护管。

5.3.2 保护管的口径应根据覆盖层厚度、钻孔要求和流速确定，可采用外径 180～273 mm 的套管。流速急、水情复杂水域，宜采用外接箍厚壁套管。

5.3.3 保护管的下部应采用长管，上部用短管，并准备 0.3、0.5、0.7、1.0 m 的短管数节，以便水位涨落时使用。在潮汐河流或浅海上钻探，可安装插入式活动孔口管。

5.3.4 在水流湍急的河流中安装保护管时，应在接头外另加保护夹板加固，夹板两翼方向应与水流方向平行。

5.3.5 保护管应根据流速设保险绳，拴于保护管的中、下部，绳与水平的夹角应小于 45°。钻船长度不足时应在船头安装牵引保险绳拉架，由专门绞车和专人操作。

5.3.6 在潮汐河流或浅海上钻探时应在低潮期水位较浅时安装保护管。

5.3.7 安装保护管前应探明河床情况，土质河床应采用筒状或齿状管靴，岩质河床应采用带钉管靴。保护管下入河床的深度，应根据河床石质及冲刷情况确定，宜为 **1~5 m**。

5.3.8 保护管安装后各定位绳及保险绳应均匀绞紧，保持护管垂直。

5.4 水上钻探的安全规定

5.4.1 在通航江河上进行水上钻探应首先与当地水上公安、航务管理部门取得联系，共同研究维护航行和钻探安全问题，并由航务部门将钻探地点、钻船上设置航标和信号等有关航行注意事项，通知有关单位。

5.4.2 水上钻探应与当地水文、水利、气象单位取得联系，并调查收集有关资料，随时观察气象、水情的变化，雨季汛期应特别注意安全。海上钻探应掌握每日、每月潮汐时间表指导钻探作业程序。

5.4.3 钻船上必须具备有足够的救生衣、救生圈和应急用的太平斧、钢凿等设备，并应放在明显易取处，不得随意移动。

5.4.4 钻船平台两侧必须设置牢固的防护栏杆，高度不得低于 **1.2 m**。在孔口及易落水处，应设置安全网。

5.4.5 对钻船船身和平台的坚固性，锚绳及船舱积水情况应经常检查和处理。

5.4.6 在通航的江、河、海上钻探，钻船应按当地航运部门避碰规则悬挂号灯与号型，必要时应加设航标。在重雾或雨天视线不清时，钻船上应显示强烈灯光或声响信号。

5.4.7 在通航河海中，各锚位应在白天设红旗，夜间设红灯。对锚绳上停挂的漂流物，应及时清除。

5.4.8 当钻船上游河段弯曲、视线不良、流速过大时，应在上游适当地点设指挥站或指挥船，并由专人负责，警告航行船只及

排筏。

5.4.9 水上钻探中，当遇有竹、木筏或失去控制的船只，巨大漂浮物对钻船安全有威胁时，应立即采取措施协助避让或砍断锚绳。

5.4.10 钻船应减少挡风面积，遇大风时钻船的围封帆布应及时卸下。遇台风时应停钻靠岸。

5.4.11 水上钻探应配备对讲机或其它通讯设备及交通运输船。交通船的大小应根据风浪、载重量及停靠钻船方便等因素确定。

6 冲洗液和护壁堵漏

6.1 钻孔冲洗液

6.1.1 钻孔冲洗液的选择应符合下列规定：

1 冲洗液类型应根据岩层岩性、技术要求、钻进方法、钻孔深度和设备条件选择，并确定其性能。

2 钻进致密、稳定岩层时，应选用清水作冲洗液。

3 水文地质钻探的试验孔段宜选用清水或易于洗孔的泥浆作冲洗液。

4 钻进松散、掉块、裂隙岩层或胶结较差的覆盖层（如卵砾石层、砂层等）时，宜选用不同性能的优质泥浆（如**PW**植物胶泥浆、聚丙烯酰胺泥浆等）作冲洗液。

5 钻进片岩、千枚岩、页岩、粘土等遇水膨胀岩层时，宜采用钙处理泥浆或不分散低固相泥浆。

6 钻进可溶性盐类岩层时，应采用与该岩层可溶性盐类相应的饱和盐水泥浆。

7 钻进高压含水层或极易坍塌的岩层时，应采用密度大、失水量少的泥浆。

8 金刚石钻进宜选用低固相或无固相泥浆、乳化泥浆。

9 钻进各类岩层所用冲洗液性能应符合表**6.1.1**的规定。

6.1.2 泥浆配制应符合下列规定：

1 大量配制泥浆前，应根据岩层情况进行造浆试验；有条件时可进行岩样浸泡试验，以确定合适的泥浆配方。

2 配制泥浆宜采用优质粘土或粘土粉作造浆基本材料，其造浆率应在**12 m^3/t**以上，基浆失水量在**20 mL/30 min**以下，并应优先选用钠土。

3　制浆用粘土应先水化。制浆应采用淡水，不得采用具有腐蚀性或受污染的水。

表 6.1.1　冲洗液性能

岩层性质	密　度 (kg/L)	粘　度 (s)	失水量 (mL/30 min)	含砂量 (%)
一般岩层	1.05～1.15	18～20	15以下	4以下
吸水膨胀岩层			8以下	
坍塌、掉块岩层	1.2以上	20～25	10以下	
裂隙岩层	1.05～1.10		12以下	
涌水岩层	1.2以上	22～28		

4　为配制适用于岩石性质、孔内情况的各种性能泥浆，在原浆中可加入适量的处理剂。常用泥浆处理剂按表 6.1.2 选用。用优质钙土造浆，可加入土量 5%～6%的纯碱。

表 6.1.2　泥浆处理剂

处理剂类　型	处理剂名称及代号
加重剂	重晶石粉（$BaSO_4$），方铅矿粉（PbS），石灰石粉（$CaCO_3$）
增粘剂	高粘度钠羧甲基纤维素（Na-CMC），石棉粉，水玻璃（$Na_2O \cdot mSiO_2$），野生植物胶类：雷公蒿叶粉、瓜尔胶粉、海藻胶粉、PW植物胶碱液
稀释剂（分散剂）	木质素、磺酸盐类：铁铬盐（FCLS）等，丹宁、栲胶类：丹宁碱液（NaT）、栲胶碱液（NaK），腐植酸类：腐蚀酸钠、钾（NaHm、KHm）、磺化褐煤
降失水剂	纤维素类：中、低粘度 Na-CMC，水解聚丙烯腈、聚丙烯、酸钠，野生植物胶类：PW 植物胶碱液、香叶粉、雷公蒿叶粉，腐植酸类：腐植酸钠、钾（NaHm、KHm）
絮凝剂、抑制剂	无机：石灰、石膏、氯化钙、氯化钾等，有机：聚丙烯酰胺（PAM）、部分水解聚丙烯酰胺（PHP）、醋酸乙烯脂与顺丁烯酸酐共聚物（Benex）
pH值控制剂	提高 pH值：烧碱（NaOH）、纯碱（Na_2CO_3）、多磷酸钠、石灰降低 pH值：三氯化铁、三氯化铝、硫酸铝
架桥堵漏材料	云母屑、核桃壳、蛭石粉、棉子壳、碎纸屑、锯末粉等

6.1.3　冲洗液的管理应符合下列规定：

1 使用泥浆的现场应备有测定泥浆性能的比重计、粘度计、含砂量计（杯）、失水量测定仪和pH试纸等简易测试用具。

2 泥浆性能应设专人负责检测，正常情况下，每班至少测定一次，并应记录。泥浆性能指标测定方法应符合本规程附录C的规定。

3 钻场应设置简易的泥浆循环系统，并及时清除循环系统的沉砂；深孔可配备除砂器、振动筛等净化设备。

4 根据岩层情况应及时调整泥浆性能，当添加处理剂时要缓慢、均匀，避免泥浆性能突变。钻进中应储备一定数量的泥浆。

5 应防止雨水或地面水浸进泥浆，不得随意向泥浆中加入清水。

6.2 护壁堵漏

6.2.1 钻孔护壁堵漏方法应根据岩层情况、堵漏工具、地下水情况和护堵材料进行选择。常用护壁堵漏方法及适用范围应符合表6.2.1的规定。

表6.2.1 护壁堵漏方法及适用范围

护壁堵漏方法	适用范围
泥浆	松散破碎岩层，吸水膨胀性岩层，节理裂隙较发育的漏失性岩层
粘土	局部孔段的坍塌漏失岩层，钻孔浅部或覆盖层有裂隙，产生漏、涌水等情况的岩层
水泥浆	较厚的破碎带，坍塌较严重的岩层，特殊泥浆及粘土处理无效，漏失严重的裂隙岩层等
化学浆液	裂隙很发育的破碎、坍塌漏失岩层，一般用于短孔段的局部护孔堵漏
套管	严重坍塌、缩孔、漏失、涌水性岩层，较大的溶洞，松散的覆盖层，其他护壁堵漏方法无效时，水文地质试验需封闭的孔段，水上钻探的水中孔段

6.2.2 泥浆护壁堵漏应符合下列规定：

1 根据岩层情况选用不同类型和性能的泥浆时，应符合本

规程第 **6.1.1** 条的规定。当钻孔冲洗液漏失时，应降低泥浆密度，当孔壁坍塌时应增加密度。

2 轻微漏失的岩层宜选用低固相聚丙烯酰胺泥浆（**PHP**）或粘度为 **30～60 s**、切力大、密度为 **1.08～1.15 kg/L** 和失水量为 **8～10 L/30 min** 的优质泥浆。

3 中等漏失的岩层应根据孔内情况及现场条件选用石灰乳泥浆、堵漏泥浆、未水解聚丙烯酰胺（**PAM**）泥浆、冻胶泥浆（或其它形成结构的泥浆）或泡沫泥浆。

4 当岩层既塌又漏时应采用密度较大的泥浆，同时应严格控制泥浆失水量，防止坍塌。

6.2.3 粘土护壁堵漏应符合下列规定：

1 在粘土中应加入锯末、麦（稻）草或麻刀，与水搅拌均匀制成泥球，其大小为孔径的 **1/3～1/2**。

2 向孔内投泥球时不宜过快，每次投泥球的厚度为 **0.5～1.0 m**，然后用钻具（下部用木塞堵住）逐层捣实挤紧。

6.2.4 水泥浆护孔堵漏应符合下列规定：

1 护堵材料的选择应符合下列规定：

1） 宜采用硫酸盐地勘水泥或 B_1 型早强水泥。当采用普通水泥时，应加入速凝剂。

2） 配浆应采用清洁淡水，其温度不得超过 **30** ℃。

3） 各种外加剂应根据水泥品种、护壁堵漏要求、货源情况，按试验配方合理加用。

2 灌注水泥浆前应掌握漏失深度、厚度和大致漏失量以及坍塌的深度、厚度和坍塌严重程度。漏失位置可用测漏仪测定。

3 配制水泥浆前应在地面做好试验（测定初凝和终凝时间、流动度、抗压强度等），选择水灰比。

4 配浆时应强力搅拌，水泥浆搅拌时间宜控制在 **10 min** 内，并不得在稠化过程中加水。当使用减水剂时，应先将减水剂溶于水，再加入水泥浆中。

5 灌注水泥浆时可采用水泵钻杆注入法、灌注器输送法、

孔口钻杆灌入法和干料投入法。严禁从孔口直接倒入。

6 灌浆前应冲刷孔壁上的泥皮，做好灌浆各项准备工作；灌浆时动作应协调迅速，全部浆量必须一次灌完。

7 泵完水泥浆后必须立即泵入替水量，替出水泵、钻杆、送浆管中的水泥浆，并将水泵、钻杆、送浆管等冲洗干净。

6.2.5 套管护孔应符合下列规定：

1 下管前应作好以下准备工作：

1) 应采用与套管相同直径的钻具扫孔，捞净钻屑岩粉，并测定孔深。

2) 应检查套管，不符合本规程第 **10.8** 节规定的不得下入孔内，并应逐根丈量、依次登记。

3) 下管前可向孔内投入适量的粘土球。

2 下管时套管丝扣处应清刷、涂润滑油。下管较深时应涂松香等防滑剂。套管丝扣必须拧紧到位。

3 套管下端应放置在稳定的岩层上，不得将套管悬空。

4 下套管后的要求应符合本规程第 **8.3.1** 条第 **2** 款的规定。

5 起拔孔内套管当阻力很大或卡塞较紧时，应先用吊锤、震动器或千斤顶起拔松动后再用卷扬机提升，不得直接用卷扬机强力起拔。当上述方法无效时，可用割管器将套管分段割开，分段起拔。

7 水文地质钻探与试验

7.1 水文地质钻探

7.1.1 水文地质钻探必须有技术任务书。其内容应包括：推测的地质及水文地质断面、钻孔深度、含水层层位、钻孔结构、孔口高程、钻进技术措施、滤水管类型、下管、填粒、止水、洗孔及试验要求等。

对深于100 m的水文地质孔，应有钻孔结构设计图及工艺说明。

7.1.2 水文地质孔的终孔孔径应根据出水量、抽水设备、过滤管类型及直径确定。松散层中孔径不宜小于150 mm；基岩中不应小于110 mm；观测孔的孔径不宜小于91 mm。

7.1.3 水文地质钻进方法应根据地层岩性、钻孔结构、水文地质要求等条件选择。并应符合表7.1.3的规定。

表7.1.3 水文地质钻进方法

钻进方法	适　用　范　围
硬质合金钻进	基岩一次成孔：Ⅲ级岩石以内用常规口径；Ⅰ级岩石以内用大口径。砂、土、砾石层、小卵石层一次成孔或多级扩孔
钢粒钻进	基岩：Ⅳ～Ⅴ级岩石用常规口径；Ⅲ～Ⅴ级岩石用大口径。大漂石、卵石层一次成孔
大口径泵吸、气举或射流反循环钻进	第四系砂、土、砂砾层、基岩一次成孔
牙轮钻头钻进	Ⅲ～Ⅴ级岩石以内基岩、卵砾石层、漂石层用大口径钻铤加压一次成孔
冲击钻进	浅孔中的砂、土、砾石、小卵石用各种肋骨抽砂筒钻进；大卵石、漂石层、胶结层用冲击钻头钻进，配合抽砂筒捞砂

注：常规口径指 ϕ91～ϕ172 mm；大口径指 ϕ225～ϕ385 mm。

7.1.4 水文地质大口径钻探应符合下列规定：

1 硬质合金钻进的钻头宜采用壁厚为 **10～12 mm** 的钢管制成，长 **300～400 mm**，水口高 **15～25 mm**。在钻具强度允许条件下，钻头上每块合金钻压力应为 **500～700 N**。钻头线速度应为 **1.5～2.5 m/s**，孔壁稳定时宜用大泵量。

2 钢粒钻进的钻头宜采用壁厚 **12～14 mm** 的钢管或钢板卷焊管制成，内外加肋。钻头直径与硬质合金钻头相同，全长 **500～600 mm**，水口呈单弧形，底宽为钻头圆周长的 **15%～25%**，高度为 **150～200 mm**。钻头有效底唇面积压力宜用 **2～4 MPa**，并应采用钻铤调整压力。

3 冲击钻进应采用泥浆静压护孔。钻进参数选择的原则应为：岩石越硬，钻头底刃单位长度重量越大、冲程越高；冲程越高，所需冲击次数越少，并应符合下列规定：

1) 钻具重量：冲击钻头应以底刃长度单位计算，宜采用 **0.2～0.25 kN/cm**；抽筒应以直径计算，宜采用 **0.2 kN/cm**。

2) 冲击高度：粘性土、砂类土为 **500～700 mm**；碎石类土为 **750～1 000 mm**。

3) 冲击次数为 **40～50** 次/**min**。

7.1.5 小口径取芯后扩孔钻进适用于粘性土、松散的砂土、卵砾石土。扩孔钻进时应符合下列规定：

1 扩孔次数应按钻机能力、钻具强度、钻孔结构和岩层情况确定。岩层单一、松软，孔深在 **100 m** 以内，可一次扩孔。遇软硬不均、摩擦性大的岩层，可采用多级扩孔。

2 扩孔钻头可采用刮刀钻头、三翼钻头。

3 粘性土应采用中等压力、中转速和大泵量；砂类土应采用轻压、慢转速和大泵量。钻进参数可为：钻进压力 **2～6 kN**，转速 **20～120 r/min**，泵量 **140～200 L/min**。

4 应采用优质泥浆护孔，在塑性岩层应采用失水量小的低固相泥浆；在砂层、卵砾石层应适当增大泥浆固相含量。

5 扩孔时给进压力应均匀，不得使用弯曲钻具。在软硬不

均地层扩孔时，带扩孔钻头的主体管长度不应短于 5 m。

7.2 水文地质孔

7.2.1 钻孔管（包括孔壁管、过滤管、沉砂管）应符合下列规定：

1 钻孔管应根据岩性、钻孔结构和技术要求选用符合质量标准的钢管、铸铁管、水泥管或塑料管。

2 过滤管类型可根据不同含水层的性质按表 **7.2.1** 选用。

表 7.2.1 过滤管类型

含水层		适用的过滤管类型
基岩	溶洞裂隙发育但不破碎的基岩	不安装过滤管
	比较破碎但不含泥砂的基岩	圆孔和条孔状骨架边滤管
	溶洞内含泥砂的基岩	粗砾贴砾过滤管、填粒过滤管
松散层	卵石层、砾石层	缠丝过滤管、填粒过滤管
	粗砂、中砂	缠丝过滤管、包网过滤管或填粒过滤管
	细　砂	填粒过滤管
	粉　砂	填粒过滤管、深井采用笼状填粒过滤管

注：①填粒过滤管的填粒规格、缠丝间距应符合本规程表 **7.2.3** 的规定；
②观测孔宜采用包网过滤管。

3 过滤管长度宜与含水层的厚度一致，当含水层厚度大于 **30 m** 时，过滤管长度可用 **20～30 m**。当含水层富水性差时，长度可适当增加。观测孔过滤管长度可用 **2～3 m**。

4 过滤管的下端宜有管底封闭的沉淀管，其长度为 **2～4 m**。

7.2.2 下管工作应符合下列规定：

1 钻孔结束后应采用探孔器或准备下管的套管柱探孔（管长 **10～20 m**），遇有阻力时应立即起钻，并换用比钻进时外径稍大的钻头进行扫孔，轻压慢转。扫孔后再进行探孔，直到预定深度为止。

2 经探孔确认孔内畅通无阻后，应向孔内注入稀泥浆，换浆排碴。换浆时不得直接向孔内注入清水。

3 下管前应记录套管排列顺序和长度，并检查卷扬设备、工具及管柱质量，确认符合要求后方可进行下管作业。

7.2.3 下管后应及时围填滤料，并应符合下列规定：

1 滤料应选择岩性坚硬、浑圆度较好的石英砂和硅化质砾石，严禁采用尖角碎石和炉渣、碎砖等易溶物质。滤料规格、缠丝间距的选用应符合表 **7.2.3** 的规定。

表 7.2.3 滤料规格和缠丝间距

含水层岩性		填粒规格 (mm)	填粒厚度 (mm)	缠丝间距 (mm)
碎石类土	$d_{20}\geqslant 2$mm	10～20	75	D_{10}
	$d_{20}<2$mm	$D_{50}=(6\sim 8)\ d_{20}$		
砂类土 $\eta<10$	砾砂、粗砂	$D_{50}=(6\sim 8)\ d_{50}$	75	
	中砂、细砂、粉砂	$D_{50}=(6\sim 8)\ d_{50}$	100	

注：①η 为砂类土含水层的不均匀系数；当 $\eta>10$ 时，应除去筛分样中的部分粗颗粒后，重新筛分，直到 $\eta<10$ 为止，然后根据这时颗粒分布累积曲线确定 d_{50}；

②d_{20}、d_{50} 为含水层土样试验筛分中能通过网眼的颗粒，其累计质量占试样全重分别为 20%、50%时的最大颗粒直径；

③D_{10}、D_{50} 为填粒试样筛分中能通过网眼的颗粒，其累计重量占试样全重分别为 10%、50%时的最大颗粒直径。

2 填粒高度可高出含水层 3～5 m。当含水层靠近咸、淡水界面时，填粒应低于咸、淡水界面并大于 5 m。

3 常用填粒方法可根据情况采用边冲边填法、先冲后填法、边抽边填法。采用边冲边填法时不得停泵，当中途发生堵塞时，应及时处理。

7.2.4 分层抽水或封闭有害含水层时应进行钻孔止水，钻孔止水工作应符合下列规定：

1 止水部位应选择在隔水性较好、能准确分层、钻孔孔径较整齐的孔段。

2　临时性止水可采用止水器、托盘或管靴等方法。止水材料可采用胶囊、胶球、海带、桐油石灰或粘土等。永久性止水应采用粘土球或水泥灌浆。

3　采用粘土止水时，应将直径 30～50 mm 风干的粘土球，投放在止水部位。投放时不宜过快或大小直径掺混投放，每投 1～2 m 应夯实一次，压实的粘土球厚度不得小于 2 m。

4　采用海带止水时，应选择肉厚、叶宽、体长的海带编成辫，压缩后的长度不得小于 0.5 m。

5　采用桐油石灰止水时，桐油石灰应在临使用前加工。油灰比可为 1∶3～1∶5，并掺入麻刀、废棉纱或其它纤维。

6　采用止水器止水时，应在地表进行密封性能试验，止水器（物）入孔前，应先探孔和排除孔内杂物。套管上带有止水物时，严禁上下串动。

7　止水结束后应进行止水质量检查，可抬高或降低管内水位，并稳定半小时。当水位波动不超过 0.1 m 时，为止水有效。

7.2.5　下管、填粒、止水后应及时洗井。洗井方法可采用水泵冲洗、活塞洗井、风压洗井、二氧化碳洗井及化学洗井等。当孔壁泥皮较厚，活塞洗井效果不好时，可改用风压振荡洗井，进行间歇振荡，直到水清砂净为止，有条件时可优先采用焦磷酸钠、二氧化碳洗井。

7.3　钻孔简易水文地质观测

7.3.1　钻进过程中必须进行地下水位观测（包括初见水位与稳定水位）、钻孔涌水量观测、冲洗液消耗量观测及水温观测。

7.3.2　钻进潜水含水层时，第一次取得饱含水的样品后应进行水位观测。冲洗液钻进，当发现泥浆稀释或孔口回水增加时，应及时记录孔深，判别初见水位。当为承压水时，则含水层顶板埋深应为初见水位。

7.3.3　钻探过程中，在提钻后、下钻前应各观测一次水位。当中间停歇时间较长时应每隔 15～20 min 观测一次。如因其它原

因停钻，应继续观测水位。

在硬质岩层或砂类土中，当最后四次测定（每 30 min 测定一次）水位波动小于 2 cm 时；软质岩层或粘性土中，当最后 6～8 次测定水位波动小于 2 cm 时，此时水位即为静止水位。

7.3.4 钻孔承压水涌水量观测可采用下列方法：

1 在孔口接长的套管上安装带控制阀门的三通管，并调节阀门使水位稳定，再用流量表、三角堰或其他容器测定涌水量。

2 当承压水涌水量大现场缺乏必要的设备时，可根据套管内径及涌水高度估算涌水量。

7.3.5 冲洗液消耗量每班至少测定一次，当变化大时应增加测定次数。冲洗液循环系统不得漏泄，向水源箱（或泥浆池）内加入的冲洗液，必须测定并记录。

7.3.6 水温应每班观测一次，缓变温度计在孔内停留时间不得少于 30 min，并记录测温深度。自流水钻孔可在孔口测定水温，并应同时观测和记录气温。

7.4 提水试验

7.4.1 提水试验适用于浅孔、出水量少或为取得概略性水文地质资料的钻孔。试验方法应符合下列规定：

1 提水前应根据含水层的孔壁稳定情况，下入适当滤水管，然后洗孔排尽沉淀物。

2 当提水试验的延续时间无特殊要求时，应在水位、水量相对稳定后再提水 4 h。

3 水位和水量的稳定标准。每隔 30 min 测定一次水位，并计算出水量，当出水量波动范围在±10%，水位波动范围在 10～20 cm 时，即为稳定。

4 作提水试验时宜采用固定动水位法或计算动水位法。单位时间内提水次数应均匀，单位时间内提出的水量大致相等并达到水位水量相对稳定。

5 恢复水位观测间隔时间可为 5min，10min，15min，

30min…。并应记录，直到接近稳定水位时停止。

7.5 抽水试验

7.5.1 抽水设备的选用应符合下列条件：

1 设计动水位距水泵的距离不大于 **6 m** 时，可按水量大小选用单级离心泵或往复泵。

2 动水位距孔口距离大于离心泵或往复泵吸程时，可按涌水量大小、抽水延续时间、钻孔深度及孔径大小等，选用射流泵、空压机、潜水泵或深井泵。

7.5.2 分层抽水与混合抽水试验应符合下列规定：

1 分层抽水应自下而上进行，抽完一层，回填一层。当遇有下列情况时不宜进行分层抽水：

1) 对含水层分布和富水性了解不清，且含水层上部岩性松软时；

2) 岩石极其破碎，且下部有高压含水层时；

3) 勘探孔管外止水失效时。

2 钻孔不深且含水层较多时可采用混合抽水。

7.5.3 空压机抽水时调和器（混合器）的安装应符合下列规定：

调和器长度为 **1～2 m**，下端封闭，喷气孔不得大于 **ϕ6 mm**，气孔总面积应大于风管截面积 **1～2** 倍。

调和器沉入钻孔的深度与动水位至出水管口距离的比值（沉没系数）不应小于 **1.5**。

7.5.4 风管与出水管的安装型式有同心式或并列式。前者适用于小口径钻孔抽水，后者适用于大口径钻孔抽水。安装应符合下列规定：

1 出水管下放深度应大于动水位以下 **20 m**，下端距沉淀后的孔底不得小于 **3 m**。风管调和器离出水管底端不得小于 **2 m**。

2 应安装气水分离器或气水分离三通。

3 测水管下入深度：当并列式抽水时，应为动水位以下并不小于 **3 m**；当同心式抽水时，应超出测水管下端不小于 **3 m**；

测水管下端有测压装置时，下入深度应为动水位以下并不大于 **1 m**。

4 除并列式、同心式外还可采用以下安装形式：

1) 对口式——当上部井管不漏水时，可不另下出水管，在井管内直接下入风管与测管进行抽水。

2) 接力式——当水位很深，无法将水扬至地面时，可下入两套不同深度的风管，用两台空压机同时送风抽水。

5 风管直径应与钻孔出水量、风量相适应。勘探孔抽水可采用 ϕ**20**、ϕ**25**、ϕ**30**、ϕ**38 mm** 的风管，出水管可采用 ϕ**89**、ϕ**108**、ϕ**127 mm** 的套管。风管与出水管面积比宜为 **1:5～1:10**。

7.5.5 抽水试验的水位降深（落程）应符合下列规定：

1 正式抽水前应以机具的较大能力进行试验性抽水，以清孔排泥、检查设备安装是否正确，初步了解水位最大降深及相应的涌水量。延续试验抽水不得小于 **4 h**，取得初步资料后即可停止。

当水文地质条件简单、无其他要求，抽出的水量已满足要求时，亦可将试验抽水转为正式抽水，延续时间可累计计算。

2 正式抽水应作三次降深，当钻孔出水量很小，试抽出水量达到钻孔极限出水能力时，或出水量很大，超过需用水量时，亦可适当减少降深次数。

3 需计算钻孔最大出水量时应作三次降深，最大降深应达到试抽时最大水位降深值，较小的两次降深，可分别为最大降深值的 **35%**和 **65%**，每次降深之差不宜小于 **1 m**。

4 抽水试验：在砂类土中应从小降深开始，在基岩中应从大降深开始。

7.5.6 抽水试验每次降深稳定延续时间应符合下列规定：

1 稳定流抽水试验：

1) 卵石、砾石或砾砂含水层为 **8 h**；

2) 粗砂、中砂含水层为 **16 h**；

3) 基岩含水层（带）或细、粉砂含水层为 **24 h**。

根据含水层类型、已有抽水试验资料、补给条件和试验目的，上述稳定延续时间可适当增加或减少。

2 非稳定流抽水试验：

抽水试验的延续时间应按水位下降与时间〔S（或 Δh^2）- $\log t$〕关系曲线确定。当关系曲线有拐点时，延续时间宜至拐点后趋于水平的线段；当曲线无拐点时，延续时间宜根据试验目的确定，但不得小于一个对数周期。

7.5.7 稳定流抽水试验的水位、水量，应符合下列规定：

1 用离心泵或深井泵抽水时动水位允许波动范围为 3～5 cm；用空压机抽水时，动水位允许波动范围为 5～10 cm。

2 出水量波动范围不宜大于 5%。在下列情况下，不得认为已经稳定，必须继续抽水。

1）单位出水量随降深的加大而增大；

2）水位下降，出水量减少；

3）抽水过程中，冲出的砂量逐渐增多；

4）水位出现连续上升或下降的趋势。

7.5.8 抽水试验中，水位和水量的观测时间应符合下列规定：

1 稳定流抽水试验：

1）抽水试验孔每次水位下降开始后，其动水位和出水量的观测时间，应在第 5、10、15、20、25、30 min 各测量一次，以后每隔 30 min 测量一次。每次记录水位时应同时观测水量并记录。观测孔的动水位观测时间，应与抽水试验孔相同。

2）每次抽水试验结束后抽水孔和观测孔宜按停泵后的第 1、2、3、4、6、8、10、15、20、25、30 min（以后每隔 30 min）各测量一次恢复水位，直至接近或达到稳定水位。

2 非稳定流抽水试验：

对动水位（包括观测孔）和出水量的观测应同时进行，宜按开始后第 1、2、3、4、6、8、10、15、20、25、30 min 观测，以后每隔 30 min 观测一次。恢复水位观测，并应按此规定进行。

7.5.9 抽水试验抽出的水应排至抽水影响范围以外。

7.5.10 试验性抽水前与每次降深水位稳定后，应按任务书采取水样。

在抽水过程中，每 **4 h** 应测定孔口气温、水温各一次，测水温的缓变温度计放置在水中的时间不得小于 **30 min**，读数精确到 **0.5 ℃**。

7.5.11 抽水过程中应及时绘制水量、水位曲线等综合图表。当发现曲线反常时应查明原因，及时纠正，必要时应重新进行抽水试验。

7.5.12 采用深井泵进行抽水时安装质量应符合下列规定：

1 下入钻孔内的钻孔管直径、孔深、水位情况必须记录清楚。钻孔垂直度应满足深井泵顺利下入孔内，并四周余有间隙。

2 输水管长度应比动水位深度大 **1～2 m**（长轴井泵）。潜水电泵的沉没深度，自动水位至叶轮的垂直距离应为 **0.5～3 m**。

7.6 压 水 试 验

7.6.1 当需估算坚硬岩层的渗透性或研究在水力梯度大的条件下破碎岩层的特性时，可进行压水试验。其要求应符合下列规定：

1 压水试验钻孔直径可选用 **75、91、110、130 mm**。小口径金刚石钻进，可采用直径小于 **75 mm** 的钻孔。

2 安装栓塞段的孔壁必须整齐、孔径大小一致。

3 在试验段以上各层地下水应进行止水，将含水层封闭以后，方可继续钻进。

4 钻进过程中应采用清水作冲洗液，不得采用泥浆钻进方法。

5 压水试验安装栓塞以前必须洗孔，排尽孔内岩粉等沉淀物。

7.6.2 压水试验段隔离方法与压水段的确定应符合下列规定：

1 压水试验宜采用自上而下分段压水方法。

2 试段长度按以下要求确定：

1）裂隙发育地段试段应短，宜采用 5 m 左右。

2）岩层完整、岩性一致地段，试段应长，宜用 10 m 左右。

3）不同岩性地段，厚度大于 2 m 的破碎带、断层带、溶洞发育地段，应单独进行压水试验。

4）同一试段不宜跨越透水性相差很大的不同岩层。

7.6.3 压水方法可按下列条件选用：

孔内水柱法：向孔内注水时用水位计控制水柱水位，观测消耗水量。适用于地下水位较深，注水后能符合压力阶段水头高度，流量（耗水量）不小于 0.1 L/min 的干燥岩层。

自流供水法：适用于耗水量大于 0.01 L/min 的岩层或干燥岩层。

水泵供水法：适用于地下水位不深，无条件采用自流供水法的钻孔。不宜采用单缸往复泵。

7.6.4 压力阶段与压力值的确定应符合下列规定：

1 压水试验应采用三个压力阶段。压力阶段可选用 5、10、15 m 或 10、15、20 m（水柱）。其相应的压力值应为 0.05、0.1、0.15 MPa 或 0.1、0.15、0.2 MPa。各孔段压力值应一致，当需要改变压力值时应保持各压力阶段压力间距的均衡，避免第一阶段的压力值距计算零点太远。压力值允许波动范围应为±0.005 MPa。

2 压力计算零点应符合以下规定：

1）试段无地下水时试段长度的 1/2 处即为计算零点；

2）静止水位在试段内时试段内无水孔段长度的 1/2 处为计算零点；

3）静止水位在柱塞之上时孔内水位即为压力计算零点。

3 在硬质岩层中的压力值应采用由大到小的压力顺序；在松软岩层、破碎带中应采用由小到大的压力顺序。

7.6.5 压水试验应符合下列规定：

1 安装栓塞前应测定孔深，计算内外管（工作管、承压管）

长度及栓塞位置，尺寸允许偏差为 **10 cm**。

2 管具丝扣连接处不得漏水。

3 下栓塞前应测定孔内稳定水位。栓塞下入孔内后，不论水位是否改变应以下栓塞前稳定水位为准。

4 设备安装后应进行试验性压水 **15 min**。检查各项设备符合要求后再进行正式压水。

5 试验中自始至终应压入水质一致的水（含砂量小于 **2%**）。每 **10 min** 应观测一次耗水量，及时绘制 Q-t 曲线。每一压力阶段在流量达到稳定后延续 **1.5～2.0 h** 即可结束。

6 每一个压力阶段完成后应绘制 $S=f(Q)$ 曲线草图，并应及时检查压水试验的偏差。

7 任一耗水量与常见耗水量之差不应超过常见耗水量的 **5%**，即可视为流量稳定。

8 试验过程中发现问题应及时纠正，不得中断试验，试验中断达 **30 min** 以上时，必须重新进行试验。

7.7 注水试验

7.7.1 注水试验可在下列情况下使用：

1 无地下水的钻孔中需要测定干燥岩层的渗透系数时；

2 地下水埋藏很深，在抽水试验有困难的钻孔内需要测定岩层渗透系数时。

7.7.2 注水试验有固定水头法与变动水头法，宜采用固定水头法，试验工作应符合下列规定：

1 注水前应清洗钻孔，排除孔内泥皮、岩粉等沉淀物后再测定孔深，观测并记录孔内稳定水位。

2 向孔内注水应不间断地进行，使水位保持在设计动水位的高度。注水开始后应每隔 **3、5、10、15 min** 测一次水位和水量，当水位接近稳定时每隔 **30 min** 测一次，直到稳定后再延续 **2～4 h**，即可结束注水。

3 注水应进行三次水位升高，每次升高水位可采用 **2、4、**

6 m或更大一些，间距不宜小于 1 m。

4 注入孔内水量应均匀，稳定耗水量的允许偏差为（$Q_{max}-Q_{min}$）/ $Q_{cp}<10\%$；稳定动水位的允许偏差为±5 cm。

5 注水结束后应立即观测钻孔中的下降水位，观测的时间间隔与注水升高水位的观测时间应相同。随着水位下降速度减慢，观测的时间间隔应改为 30 min 一次，直到孔内水位恢复到稳定水位时为止。

在水位下降距稳定水位 5～10 cm 且水位恢复很慢时，可停止观测。

8 孔内事故的预防和处理

8.1 钻具挤卡、埋钻、烧钻事故的预防和处理

8.1.1 预防孔内钻具挤卡事故应采取下列措施：

1 不得采用弯曲钻具；当新钻头下至距孔底 **0.3～0.5 m** 时，应扫孔慢下，钻具上下畅通后方可钻进。

2 钻进破碎岩石应符合本规程第 **4.3** 节的规定。

3 当孔内发现堵水、阻力增大或冲洗液停止循环时，应立即将钻具提离孔底 **1～3 m** 或提钻进行处理。

4 下钻距孔底 **1～2 m** 时应减速缓降，同时开泵冲孔，待冲洗液返回地面后方可钻进。

5 下管后当粗径钻具未出套管底以前，不得使用钢粒钻进。当钢粒钻进换硬质合金钻进时应捞净孔内钢粒。

6 钻进易膨胀缩孔的岩层，宜采用能抑制岩层水敏性的泥浆和能向上扫孔的粗径钻具。当缩孔严重时应采用肋骨钻头钻进及刮刀式钻头扩孔。

8.1.2 预防孔内埋钻事故应采取以下措施：

1 必须保持水泵有足够的排水量和运转良好，当发现冲洗液严重漏失或泵量、泵压不正常时应立即将钻具提离孔底，检查处理。

2 发现泥浆性能变化、岩屑颗粒大、岩粉多，应立即调配泥浆、换浆，或冲孔捞碴。

8.1.3 预防孔内烧钻事故应采取下列措施：

1 当钻进快而回水不畅时应多活动钻具，仍无回水且泵压增高时，应迅速提钻 **1～3 m** 检查处理。

2 用喷反钻具和无泵反循环钻进时必须使钻具水路畅通。

3　钻进软岩层时钻头硬质合金应采用大出刃或肋骨式钻头，且水口应相应增大，并应采用大泵量排除岩粉和冷却钻头。

4　预防金刚石钻进烧钻应按本规程第 **3.3.4** 条执行。

8.1.4　处理孔内钻具挤卡、埋钻、烧钻事故应符合下列规定：

1　必须先强力开泵冲孔，严禁无故停泵。

2　在孔壁不稳定情况下应先护壁，再进行处理事故。

3　处理事故时应先采用提、窜与回转方法处理，再用顶、打、震方法，当无效时应采用反、劈、磨、套、割、透方法处理。

8.2　钻具断脱事故的预防和处理

8.2.1　预防孔内钻具断脱事故应采取下列措施：

1　钻具应按新旧程度分孔、分组使用，较差的钻杆宜用于孔壁稳定的浅孔或钻孔上部。当钻具加工或钻具磨损后不符合本规程第 **10.8** 节的规定时，不得下入孔内。

2　扫孔、扩孔及钻进坚硬破碎岩石时应均匀加压并降低转速。

3　当发现孔内有不正常声音或蹩泵时应停钻检查，不得强行钻进。

4　深孔钻探时应采用润滑减阻的冲洗液和钻铤加压。

5　卷扬机制动装置、提引器、钢丝绳和垫叉的可靠性应经常检查，不得超负荷使用。

8.2.2　处理孔内钻具断脱事故可采用下列方法：

1　钻杆多头断脱时应先用打印器，探明情况后，再分别进行处理。

2　钻杆贴靠孔壁或贴靠孔壁并倒入空洞内，或贴卡在孔内键槽时，应采用有导向罩、捞钩的丝锥处理。

8.2.3　用丝锥打捞孔内钻具时应用人力回转钻具，拧紧丝锥后，立即提钻。严禁继续钻进或取芯。

8.3 套管事故的预防和处理

8.3.1 预防孔内套管事故应采取下列措施：

1 套管必须符合本规程第 **10.8.1** 条和第 **10.8.2** 条的规定。

2 套管露出孔口部分必须采用套管夹板夹牢，并封闭孔口管外周。多层套管时每层间的间隙必须封闭。

3 当套管与钻具同时旋转时应起钻检查钻具，并加固套管。严禁用链钳或其他工具夹住套管继续钻进。

4 用套管护孔必须符合本规程第 **6.2.5** 条的规定。

8.3.2 处理孔内套管事故可采用下列方法：

1 可采用提吊结合顶、打、震方法。

2 强力起拔套管时可采用卡管器，严禁用丝锥锥紧强力顶拔。

3 当用上述方法处理无效时可采用套、割、炸或旁侧钻孔方法处理，再用丝锥打捞。

8.4 孔内坠物事故的预防和处理

8.4.1 预防和处理孔内钻头磨削具脱落应符合下列规定：

1 预防钻头磨削具脱落可采用下列措施：

1) 下钻前应检查金刚石钻头、扩孔器、硬质合金块，当发现有明显缺陷或不适合岩石性质时不得使用。

2) 硬质合金钻头在扩孔、扫孔和扫磨脱落岩芯时，钻压和转速应控制适当。严禁用金刚石钻头扫孔或套取残留岩芯。

2 处理钻头磨削具脱落时应根据事故情况，采用粘取法、冲捞法、抓取法、磨灭法、钻取法或套钻等方法处理。

8.4.2 预防和处理钢丝绳及小物件坠入孔内应符合下列规定：

1 预防应采取下列措施：

1) 提吊用的钢丝绳、卡子，必须按标准选用，当发现破股、断头或磨损严重时，应立即更换。提升时当孔内遇阻或被卡时不得强力起吊。

2) 冲击钻进时应调好冲程与松绳长度，防止拉损钢丝绳。

3) 测井、潜水泵等所用的电缆必须完好，当有损坏时，应焊接、包扎或更换新线；下入孔内时应防止绳索与电缆交叉缠绕，并应避免电缆与孔壁摩擦或电缆受力。

4) 提钻后孔口应加盖板。处理事故时千斤顶卡瓦必须绑扎牢固。常用的小件工具、材料等，不得放在孔口附近。

2 处理可采用下列方法：

1) 应根据坠入孔内的物件形状和特点制作捞取工具，可采用抓、钩、磨、套等方法捞取。

2) 钢丝绳、电缆坠入孔内后可采用捞钩或捞矛捞取。

8.5 处理孔内事故的规定

8.5.1 事故发生后必须记录下列情况：

1 孔深、孔内钻具（类型、规格、数量）、各部分长度、钻孔结构，岩石性质、孔壁稳定程度及孔内沉淀物数量等。

2 事故发生时，冲洗液循环情况，钻具回转阻力、动力机声音变化、操作感觉等异常征状。

3 事故类型、部位、钻具损坏变形程度。

8.5.2 处理事故前必须作以下准备工作：

1 分析事故原因、类型、制定处理方案、步骤和安全措施。

2 应选择和检查处理事故的钻具和用具，不符合规定的不得使用。

8.5.3 处理孔内事故应符合下列规定：

1 处理事故人员应技术熟练，分工明确，紧密配合。所有人员必须在安全区工作。

2 随时观察孔内变化，必要时应调整处理方案。应防止设备和用具超负荷作业。

3 下入孔内处理事故的钻具，在接近钻具断头时，应轻放、慢转。

4 必须将处理事故的用具及其易松、滑、脱件，丝扣拧紧

到位、拴紧卡牢，用后妥善存放。

5　事故排除后应总结经验教训。

9 钻探质量基本规定

9.1 钻孔直径

9.1.1 钻孔直径应满足钻探取芯、取样和孔内测试的要求，并应符合表 **9.1.1** 的规定。

表 9.1.1 钻孔直径(mm)

岩层 / 技术作业	第四系土类		基岩
采取原状土样孔	粘性土	≥110	—
	湿陷性黄土	≥150	
采取岩石试样孔	—		≥75
压、注水试验段孔	≥75		—
原位测试孔	比探头直径大一级以上		
鉴别、分层采芯的孔	≥33		
抽水试验的孔	≥150		≥110

9.2 地质钻探分层与钻具量测

9.2.1 岩层划分、钻具的尺寸量测应符合下列规定：

1 量测钻具长度时最小读数应为厘米。

2 岩层分层界线深度，允许偏差为±5 cm。等于或大于 5 cm 厚的夹层不得漏层。

3 测量取样、标贯及地下水位深度的允许偏差为±5 cm。

9.2.2 钻具量测与分层应符合下列规定：

1 量测用具应经常用钢尺校正，允许偏差为±2‰。

2 水上钻探时水边应设观测标尺，以此推算孔位的水深和

机上钻具的余长。

3 钻具下孔前应按顺序摆放、编号、逐根量测和记录。

4 钻进时应根据钻进快慢、声音变化、钻具跳动、回转阻力等情况，及时量测钻具余长、记录孔深。

9.3 岩芯采取与整理

9.3.1 岩芯采取应符合下列规定：

1 工程地质钻探岩芯采取率应符合表 9.3.1 的规定。

表 9.3.1 工程地质钻探岩芯采取率

岩层		回次进尺采取率（%）
土类	粘性土	≥90
	砂类土	≥70
	碎石类土	≥50
基岩	滑动面及重要结构面上下 5 m 范围内	≥70
	风化轻微带（W_1）、风化颇重带（W_2）	≥70
	风化严重带（W_3）、风化极严重带（W_4），构造破碎带	≥50
	完整基层	≥80

注：①岩芯采取率：圆柱状、圆片状及可合成柱状岩芯长度与碎散岩芯装入同径岩芯管中高度之总和与该回次进尺的百分比；

②滑动面及重要结构面在第四系土中时，按土类相同岩层取岩芯率规定。

2 供水水文地质钻探，取样、取芯率应符合下列规定：

1）取出的土样应反映岩层的颗粒组成。

2）采取鉴别岩层的土样在非含水层中宜每 3～5 m 取一个，含水层中宜每 2～3 m 取一个，变层时，应加取一个。

3）采取试验用土样在厚度大于 4 m 的含水层中，宜每 4～6 m 取一个，当含水层厚度小于 4 m 时，应取一个。

4）试验用土样的取样质量应大于下列数值：

砂	1 kg
圆砾土、角砾土	3 kg
卵石土、碎石土	5 kg

5）基岩岩芯的采取率不得小于下列数值：

完整岩层　　70%

构造破碎带、风化带、岩溶带　　30%

当有测井和井下电视配合工作时，鉴别岩层的土样、岩样的数量可适当减少。

9.3.2　工程地质钻探回次进尺长度，应符合表 **9.3.2** 的规定。

表 9.3.2　工程地质钻探回次进尺长度

岩　　层	回 次 进 尺 （m）
粘 性 土	1.0~1.5
薄层粘性土与薄层砂类土互层	1.0~1.5
砂 类 土	泥浆钻进 1.0~1.5
	跟管回转钻进 0.3~0.5
碎 石 类 土	双管钻具钻进 0.5~1.0
	无泵反循环钻软质岩石 1.0~1.5
	无泵反循环钻破碎岩石 0.5~0.7
冻　　土	0.3~0.5
软　　土	0.3~1.0
黄　　土	钻进取芯时 1.0~1.5；取原状土时，1 m三钻，第一钻 0.5~0.6 m，第二钻 0.2~0.3 m，第三钻取样
膨胀性岩层	0.5~1.0
滑动面及重要结构面上下 5 m	预计滑动面及其以上 5 m范围小于或等于 0.3
	重要结构面上下 5 m为 0.3~0.5
软硬互层、软硬不均风化带及硬、脆、碎基岩	0.5~1.0
较完整、轻微风化基岩	1.0~2.5
完整基岩	<3.5

9.3.3　取芯方法和钻具应根据岩石性质和技术因素选择，取芯钻具种类应按本规程附录 **D** 选用。

9.3.4　钻进取芯及退芯应符合下列规定：

1 钻进取芯应在不坍塌掉块和不混层孔段进行，并不得超过岩芯管长度。

2 卡岩芯应选用8号铁丝或石英等硬石质粒料，投放宜均匀、送水冲压试提，待卡牢后，回转扭断岩芯再提取。

3 从岩芯管退芯时土芯宜用水泵泵压，石芯宜轻击震动，防止过猛敲打。

9.3.5 岩芯整理应符合下列规定：

1 采取的岩芯应按上下顺序摆放，填写回次标签，在一个回次内采得两种不同岩层的岩芯时应注明变层深度。

2 当发现滑动面、软弱结构面或薄层时，应加填标签注明起止深度，放在岩芯相应位置上。

3 须保存的岩芯应装入分格式岩芯箱，填写标签，写明层次编号、岩层名称、起止深度。箱体侧面注明：工程名称、钻孔编号、里程和钻孔深度。

9.4 土、岩石、水试样的采取、保管与运送

9.4.1 土试样的采取、保管与运送应符合下列规定：

1 采取土样应根据试验目的、允许的扰动程度，按表9.4.1—1选择土样直径和取土器类型。

表9.4.1—1 土试样类别、直径和取土器类型

类别	扰动程度	试验目的	土样直径(mm)		选用取土器类型
			粘性土	黄土	
原状土	不扰动	土类定名、含水量、密度、强度试验、固结试验	≥100	≥120	薄壁取土器、回转取土器、探坑取样
	轻微扰动	土类定名、含水量、密度	≥100	≥120	薄壁、厚壁、回转取土器
扰动土	显著扰动	土类定名、含水量	—	—	标准贯入器、回转取芯合金钻头、螺旋提土钻等采取
	完全扰动	土类定名	—	—	

注：不扰动土试样是指虽然原位应力状态改变，但土的结构，密度、含水量变化很小，能满足各项室内试验要求的土试样。

2　不同壁厚取土器及黄土薄壁取土器的技术参数应符合表9.4.1—2和表9.4.1—3的规定。

表9.4.1—2　薄壁和厚壁取土器技术参数

取土器参数	薄壁取土器			厚壁取土器
	敞口自由活塞	水压固定活塞	固定活塞	
面积比（%）	≤10	>10	<13	13~20
内间距比（%）	0	0.5~1.0		0.5~1.5
外间距比（%）	0			0~2.0
刃口角度 α（°）	5~10			<10
长度 L（mm）	对砂土：（5~10）D_s 对粘性土：（10~15）D_s			400，550
外径 D_t（mm）	75，100			75~89，108
衬　　管	无衬管，束节式取土器衬管同右			整圆或半合管，塑料、酚醛层压纸或镀锌铁皮制成

注：回转型取土器面积比不受本表限制。

表9.4.1—3　黄土薄壁取土器技术参数

外　　径（mm）	<129
刃口内径（mm）	120
放置内衬后内径（mm）	122
盛土筒长（mm）	150~200
盛土筒厚（mm）	2.0~2.5
余（废）土筒长（mm）	200
面积比（%）	<15
切削刀刃口角度（°）	12

3　取土器必须完好，磨损后应及时修理或更换零件。当有下列情况之一时，不得使用。

1）技术参数不符合表9.4.1—2及表9.4.1—3的规定；

2）密封球阀或活阀失灵，出水不畅通；

3）滑动、滚动等活动件锈蚀或被卡；

4）取土管或取土筒（衬套）变形、不密贴光滑，或铁皮

筒接缝不良；

5) 刃口缺口或卷刃，一处长度大于 3 mm，或几处长度累计大于圆周长的 10%。

4 钻孔中采取原状土样的方法应符合下列规定：

1) 连续压入法：用钢丝绳滑轮组或钻机液压装置时应将取土器快速均匀地一次压入取土层。此法对土样扰动最小，应优先采用。

2) 断续压入法：用杠杆、千斤顶、钻机手把或手轮加压，将取土器不连续压入土层。操作时应加大压入行程。此法适用于浅层软土。

3) 回转压入法：在半干硬或硬塑的粘性土中可用钻机回转压入式（双层单动岩芯管式）取土器采取原状土样。

4) 击入法：在粘性土层中采用压入法取样有困难时，可采用击入法，并应重锤少击取土器。

5 取样操作、土样保管和运送必须符合下列规定：

1) 当取样孔钻进至本规程第 3.4.1 条第 1 款规定的深度时，应采用回转钻进，并减小钻压，回次进尺小于应 1 m。

2) 取样孔孔壁应稳定、畅通。套管护壁时孔内水位应等于或稍高于地下水位，套管底部应高于取土位置 0.5～1.0 m。泥浆护壁时应边提取土器边灌注泥浆，防止掉样。

3) 取样前应采用大于取土器外径一级的钻具清孔。孔内残留物高度不得大于取土器余土管（筒）长度（活塞取土器除外）。清孔后应测量取土深度。

4) 下放或提升取土器时不宜过快或晃动，入土深度不得大于取土器有效长度；当取土器压入预定深度后，若土质为硬土时应将取土器回转几圈，若土质为软土时则应将取土器停放 2～3 min；断续压入法取土时应避免提动取土器。拆卸取土器时严禁用管钳或重锤敲击。

5) 土样筒取出后应立即揩擦干净，观察土样外表，当发现扰动时必须立即清孔重取；当土样完整时削平加盖；当土样筒

有空隙时用稠度状态接近的扰动土填满，然后加盖、缠胶布、封腊，贴标签标明土样的上、下。

6) 保持天然含水量的扰动土样应及时装入土样筒内，用石蜡密封。作颗粒分析的砂类土应采用四分法对角取样，并装袋(筒)贴标签。

7) 土样应放在阴凉干燥处，不得日晒、风吹、碰震、受热、被冻。土样应及时送试验室(站)。送样时应装箱、专人负责，防止碰撞、震动。

9.4.2 石试样的采取、保管与运送应符合下列规定：

1 钻孔中采取石样时岩芯直径不得小于 **50 mm**，高度为直径的 **1.2～2.2** 倍，断口呈斜面时应以最低处计算高度。

2 石样应填写标签，标明上下。作密度、含水量试验的石样，应擦干净后立即蜡封。

3 作磨片鉴定的石样应标明名称、产状和结构构造；在断裂带上的石样应注明断裂方向。标记时不得用油漆。

9.4.3 水试样的采取，保管与运送应符合下列规定：

1 水样中不得含有泥、砂和油污等杂质。

2 钻孔中采取水样，当弱含水层时应先将水提干，待孔内水位上升后取样；当含水层涌水量较大时应先抽出两倍以上孔内水体积后取样。

3 取水样前盛水器皿应先用被取水洗涤 **2～3** 次后方可取样，器皿内应保留 **20%** 的空间。取样后应及时加盖、蜡封，并贴标签。

4 作侵蚀性测定的水样数量不得小于 **1 500 mL**。

9.5 校正孔深

9.5.1 孔深偏差及修正应符合下列规定；

1 孔深最大允许偏差为 **±2‰**，当大于此数时应查明原因，及时消除，将偏差值按比列分配至钻程内各岩层厚度值中。

2 校正孔深用的量具应与钻进时的量具相同。校正方法可

采用直接测量孔深、复测钻具长度和记录，或重新钻孔验证等。

9.5.2 钻孔深度在下列情况下必须检查校正：

1 工程地质钻探每钻进 **100 m**，水文地质钻探每钻进 **50 m**；

2 钻过巨厚覆盖层至基岩时；

3 钻至滑动面、断层面等重要结构面时；

4 在孔内需要进行测试工作时；

5 换径下套管、过滤管时；

6 钻孔终孔时。

9.6 钻孔弯曲度与孔斜预防

9.6.1 钻孔弯曲度及测量应符合下列规定：

1 工程地质钻探孔每深 **100 m** 钻孔顶角允许偏差：垂直孔为 **2°**，斜孔为 **3°**，随钻孔加深递增计算。测量钻孔顶角：垂直孔深度大于 **100 m** 时，每 **50 m** 测量一次；斜孔深度大于 **50 m** 时，每 **25 m** 测量一次；覆盖层较厚下导向管孔段应增加测量次数。

2 水文地质孔深在 **100 m** 时，钻孔顶角的允许偏差为 **1.5°** 随钻孔深度递增计算。钻孔顶角每 **50 m** 测量一次。

9.6.2 预防孔斜可采用下列措施：

1 钻机安装应稳定，立轴不得旷动，钻进时合箱螺丝应拧紧，并不得使用弯曲钻具。

2 孔口定向管应定位正确、牢固。开孔钻进时，应轻压、慢转，并随孔深加长粗径钻具。

3 当岩层由软变硬时应采用慢速、轻压钻进一定深度后，改用硬岩层的钻进参数。当钻进破碎带、软硬互层等岩石时，粗径钻具长度不得小于 **4 m**。

4 钻进中应减少换径次数，换径时可采用导向钻具导向，钻进深度为 **1～2 m** 后再正常换径钻进。深孔钻探时宜采用钻铤加压。

5 发现孔斜超过允许偏差时应根据孔斜程度、岩层特点，

及时纠斜。

9.7 钻探记录

9.7.1 钻探记录应按规定格式由记录员在现场及时填写。记录内容应准确、齐全，字迹清晰。当发现误记时应以横线划去错记部分后在旁重写；不得涂改、挖补、撕毁或重新抄写。

终孔后钻探记录应经机组长、地质人员核查签字后，才可作为使用资料。

9.7.2 钻探记录内容应符合表 9.7.2 的规定。

表 9.7.2 钻探记录内容

序号	项　目	内　容
1	时　间	各项作业起止时间
2	进尺与深度	钻具总长与余长、回次进尺、层深、层厚、累计深度
3	钻进情况	钻进工艺、钻具规格类型、孔径、护壁类型与深度
4	孔内情况	涌砂、涌水、漏失、坍塌、缩孔、掉块、空洞、震动、钻进快慢等深度
5	钻进参数	钻压、转数、冲洗液量、投砂量
6	地下水位	初见水位与稳定水位深度
7	岩芯记录	岩芯编号、采长、采芯率、岩芯描述、取样

9.7.3 岩芯描述内容应符合表 9.7.3 的规定。

表 9.7.3 岩芯描述内容

岩类	岩　层	内　容
第四系土类	粘性土	名称、颜色、结构及构造、夹杂物性质及含量、潮湿程度
	砂类土	名称、颜色、结构及构造、颗粒成分、粒径、颗粒组成及形状、密实程度、潮湿程度
	碎石类土	名称、颜色、颗粒成分、粒径组成、颗粒风化程度、磨圆度、充填物成分及性质与含量、密实程度、潮湿程度
基岩	岩浆岩	名称、颜色、矿物成分、结构（结晶程度、晶粒大小与形状）与构造、节理与裂隙发育程度、风化程度
	沉积岩	名称、颜色、构成岩石主要成分与胶结物成分、结构（包括粒径、形状、含量、胶结程度）与构造、结核与包裹体、风化与裂隙程度
	变质岩	名称、颜色、矿物成分、晶体大小与形态、结构与构造（晶粒组织与排列）、风化与裂隙程度

续表 9.7.3

岩类	岩　层	内　　容
含水地层		除描述含水层的岩性外应补充描述： 松散层夹杂粘土的粉粒含量，卵、砾石层夹砂含量，基岩破碎情况、裂隙、水锈等
断层、破碎带、挤压、软弱、结构面		除描述结构面的岩性外应补充描述： 块度、擦痕、夹杂物特征，岩芯碎裂、搓揉或挤压以及断层角砾和断层泥情况等

9.8 封孔回填

9.8.1 钻孔回填应符合下列规定：

1 钻孔在浅埋隧道的路肩设计标高以上 **15～20 m** 孔段，用水泥砂浆回填，其余用粘土或原土回填。深埋隧道在地表 **20 m** 以下孔段，用水泥砂浆回填，其余用粘土或原土回填。

2 水下隧道河床段的钻孔应全部用水玻璃砂浆回填。河岸地段可用粘土回填。

3 位于即有桥基及其他建筑物地基范围内钻孔，岩质地基应采用水泥砂浆回填，土质地基可用粘土或原土回填。

4 有自流水及不良地质工点的钻孔应及时回填，岩质的用水泥砂浆回填，土质的用粘土回填，并平整地表，排除地面积水。

5 可耕地、常有人畜往来的道路附近及居民区内的钻孔，应采用粘土或原土回填。水库、水利防护堤的钻孔回填应符合有关规定。

9.8.2 钻孔回填操作应符合下列规定：

1 套管护壁的钻孔应边起拔套管边回填。

2 向孔内投土回填时一次不得投入过多，每投入一次应捣实。

3 用水泥砂浆回填时如孔内无水，可将填料由孔口慢慢倒下；如孔内有水应采用小 **1～2** 级的套管下到底，从小径套管内灌入，边灌边提套管。

9.9 钻探质量的检查与验收

9.9.1 钻探前地质人员应进行技术、质量交底。

9.9.2 机组应按本规程制定工点钻探质量措施，并坚持逐孔班检、日检、组检工作制。

9.9.3 钻探驻机技术人员应随时检查、指导钻探质量，并对钻探资料验收和质量评定负责。

9.9.4 钻孔质量等级可划分为三级：

1 优良钻孔：钻孔质量全部达到技术要求，并符合本规程第9章的规定。

2 合格钻孔：钻探质量基本达到技术要求和本规程第9章的规定。

3 不合格钻孔：钻探主要质量指标未达到技术要求或不符合本规程第9章的规定。

10 钻探机具的使用与维护

10.1 基本要求

10.1.1 所有机器必须有专人负责，不得违章工作。

10.1.2 所有机器安装必须到位平稳，各部连接螺栓应紧固。

10.1.3 所有机器设备应经检查确认正常后方可开动，严禁设备带病工作。

10.1.4 机器应按规定性能使用。根据任务合理选择设备型号，不得超负荷运转。

10.1.5 按机器使用说明书的规定进行各项检查、保养和维护。应经常保持部件齐全、整洁、润滑、紧固、运转良好。

10.1.6 在气温 0 ℃以下地区工作，对机具设备应进行保温，当停车时间长时，应将机器内积水放净。

10.2 钻　　机

10.2.1 钻机开动前的检查与维护应符合下列规定：

1 安装应正确牢固，润滑油或润滑脂适量，防护装置齐全。

2 各部传动机构应正常，制动装置、摩擦离合器的性能必须可靠。

3 变速手把及部件联动手把应灵活可靠。

4 钻机液压件及管路不得漏油。

5 以慢速进行试运转，当阻力过大或有杂音异常时，必须排除。

10.2.2 钻机运转中操作与维护应符合下列规定：

1 接合离合器或工作轮转动时应均匀、平稳。

2 变换各分动手把时必须将离合器置于分离位置。

3　操纵卷扬机时不得将两个制动带同时抱死。

4　液压钻机，应随时观察油压表和指示器，不得在仪表失灵的状态下作业。

5　孔底轴心压力应逐步调节，不得突然增减。液压操纵阀各操纵手把不得同时扳到工作位置。

6　前后移动式液压钻机，应将导轨擦净涂油，移动到位后必须锁紧开关。

7　钻机各部不得有冲击声。各部轴承、轴套的温度不得高于60 ℃，发现异常应立即消除。

10.3　柴　油　机

10.3.1　柴油机开动前的检查与维护应符合下列规定：

1　燃油及曲轴箱内润滑油应保持规定的数量，要加的油必须经沉淀和过滤，并排除燃油系统内的空气。

2　检查空气滤清器，向油浴式滤清器加注机油。

3　风扇皮带松紧应适当。冷却水不得使用含矿物质过多的硬水或混浊水。

4　寒冷季节必须向水套内加注热水，必要时预热曲轴箱润滑油。

5　检查蓄电池、发电机、起动机的连接情况。

6　用人力旋转曲轴数周，确认各部位正常后方可开动机器。

10.3.2　柴油机运转中的操作与维护应符合下列规定：

1　机器发动后应空载慢速运转，检查各部位机件无杂音异状，无漏油、漏水或漏气等现象和各部仪表指示正常后，方可负荷工作。

2　新的或经大中修后的柴油机初期工作时，转速和负荷应较额定数低，走合50 h后，停机检查并更换曲轴箱润滑油，然后逐渐提高转速和增加负荷运转100 h，再换一次润滑油，方可按额定转速运转。

3　润滑系统和机油压力应经常检查。在额定转速时，机油

压力宜为 0.15～0.3 MPa。

4 冷却水箱水温应为 50～60 ℃，机体出水温度应为 70～80 ℃，不得超过 90 ℃（蒸发型柴油机除外），缺水或超温时严禁骤加冷水。

5 精心听察各部有无杂音及观察排烟颜色，出现异状时应查明原因予以消除。

10.3.3 柴油机停车时的操作与维护应符合下列规定：

1 卸去柴油机负荷，低速空转几分钟后再停车。

2 当遇飞车不能正常停车时，可采用搬动减压手柄关闭油箱开关，迅速松脱高压油管，或取下空气滤清器，堵死进气管口等方法作紧急停车。

10.4 泥 浆 泵

10.4.1 泥浆泵开动前的检查与维护应符合下列规定：

1 各部衬垫、活阀座应紧密。

2 各管路应连接严密、通畅，安全阀、三通水门或压力表的性能应良好。

3 莲蓬头底阀应清洁灵活，底阀距水源箱底不得小于 0.3 m。

4 拉杆塞线压盖应严密。

5 离合器应灵敏，必要时应进行调整。

6 打开回水阀，关闭送水阀。

10.4.2 泥浆泵运转时的操作与维护应符合下列规定：

1 保持泥浆泵各部无冲击声，排水均匀，无漏油、漏水现象，待运转正常后，应关闭回水阀，再向孔内送水。压力表的工作情况应灵敏正常。

2 停泵前应将三通水门或卸荷阀置于回水位置。钻孔结束或使用泥浆、化学浆液后必须立即用水清洗泵体和管路。

10.5 离 心 泵

10.5.1 离心泵开动前的检查与维护应符合下列规定：

1 吸水底阀应清洁灵活，管路无漏泄。

2 填料良好，转向正确。

3 打开水泵各级放气塞向水泵内注水，待各级水泵内空气全部排除后关闭放气塞，并将出水闸阀开小，方可开动水泵。

10.5.2 离心泵运转中的操作与维护应符合下列规定：

1 开动后应逐渐打开出水阀门使其达到正常的排水量，严禁泵内无水运转。

2 观察轴承滑环的转动及机器运转情况，轴承外壳温度不得超过烫手程度（60 ℃左右），如有振动、杂音、漏水、漏气等异常现象应立即消除。

3 停泵前应先将出水阀门关小，停泵后立即全部关闭。

10.6 电动机与照明发电机

10.6.1 电动机与照明发电机开动前的检查和维护应符合下列规定：

1 电机外壳必须接地，接地电阻不得大于 10 Ω。

2 电刷与滑环或换向器的接触应导电良好，保持接触面清洁、密贴。

3 线路无破损及短路情况，接线正确牢固。

4 配电盘上各继电保护装置应灵敏有效，一切信号装置可靠，保险丝应符合规定，各接头清洁。

5 联轴器或离合器的连接应良好、可靠。

6 电动机的起动调节装置应正常。观察电压表和指示灯，当电压过高或过低时，严禁启动。

7 发电机启动前必须把各分闸开关断开，不得载荷启动。

10.6.2 电动机与照明发电机运转中的操作与维护应符合下列规定：

1 检查和调试仪表，使发电机在额定频率和电压下送电，频率允许波动为±2%，电压允许波动为±5%，并保持电流平衡。三相电流严禁两相运转。

2 滑环或换向器应工作良好，当发生不正常火花时，应即时消除。

3 轴承和机身的温度不得大于60 ℃，否则应检查处理。

4 保险丝（熔断器）必须按电机容量使用，当保险丝熔断时，必须查明原因，方可重新运转。

5 发电机停转前应逐步减去负荷，然后拉开隔断开关并降低电压后再停车。

6 电器设备应干燥、清洁，严防水分、油污或尘泥等杂物侵入。

10.7 空气压缩机

10.7.1 空气压缩机开动前的检查和维护应符合下列规定：

1 安装必须平稳牢固，各部螺栓无松动，风扇皮带松紧适度。

2 冷却水水量、各部润滑油量、燃油量及储气罐内的透平油量均应加足。

3 空气滤清器、安全阀应安装良好。

4 各种操作杆应置于安全位置。

5 电瓶、起动马达应状态良好。

6 打开中间冷却器和储气罐上的放水阀，排除其内部的油污和水分。

7 手摇发动机数转，确认各部灵活无异状方可开动。

10.7.2 空气压缩机运转中的操作与维护应符合下列规定：

1 动力机运转正常后才能平稳地接合离合器开动空气压缩机，待空转3～5 min后逐渐增加负荷，不得低速（1 000 r/min）带负荷运转。

2 新的或经大中修的空气压缩机应适当减少负荷和转速，

走合 50 h 后，经检查并更换曲轴箱润滑油，曲轴、轴承才逐步正常运转。

3 应听察机器各部件有无杂音异状，各仪表指示是否正常，当发现症状应即时消除。

4 安全阀和负荷调节器的工作应灵敏可靠，储气罐的气压不得超过额定值。

5 一级压缩的机器，出气温度应在 180 ℃以下，两级压缩的机器，出气温度应在 165 ℃以下，通过中间冷却器的出气温度应在 40～80 ℃之间。当高于上述温度时，应停机检查。

6 应防止漏气、漏水、漏油。每 2 h 应将储气罐和中间冷却器内部的存水和油污放出一次。

7 停车后应将储气罐内压缩空气、残留的机油和水放净。

10.8 钻探管材和专用工具的使用和维护

10.8.1 钻杆的加厚部分、丝扣的长度、锥度及套管、岩芯管和接头应符合现行《地质勘探用钢管》（YB 235—70、YB 235—63）和《水文水井钻探用钢管》（GB 9808～9812—88）的标准规定。

10.8.2 弯曲的钻杆和岩芯管应校直。有裂纹的钻具，或丝扣严重磨损、变形、连接旷动的钻具，不得使用。不同钻进方法，管材弯曲和磨损的最大允许限度应符合表 10.8.2 的规定。

表 10.8.2 管材弯曲和磨损限度

钻进方法	钻杆			岩芯管	
	直径单边磨损 (mm)	直径均匀磨损 (mm)	每米弯曲 (mm)	磨损量 (mm)	每米弯曲 (mm)
钢粒、硬质合金钻进	<2	<3	<3	$<\frac{1}{3}$壁厚	<2
金刚石钻进	<2	<3	<1	$<\frac{1}{3}$壁厚	<0.75

10.8.3 各种管材、接头、接箍，应按新旧程度分类存放和使用，较差的可用于地层稳定孔段或钻孔上部。

10.8.4 应将管材、丝扣擦净涂油，拧上护丝箍备用，并按直径分类，有次序堆放于木垫上。

10.8.5 长期停用的管材、打捞工具等，使用前应严格检查。

10.8.6 钻探管材在搬运中应轻拿轻放，严禁从山坡、车上推下或滚动。

10.8.7 钢丝绳断丝大于总丝数的10%或整股断丝者不得使用。

10.8.8 标准贯入设备，自动落锤、脱钩装置应灵活可靠。贯入器靴的刃口，当单个缺口（或卷刃）长度为5 mm，或累计缺口（或卷刃）长度为12 mm时，不得使用。

10.8.9 活套闭水接头和无泵反循环接头应保持清洁、水眼畅通，用后涂油保护，密封圈磨损应及时更换。

附录 A　一般安全防护规定

A.1　场地安全防护

A.1.1　钻场人员应遵守下列安全防护规定：

1　钻探人员必须认真学习、执行钻探安全技术操作规定。新工人（含合同工、临时工）上岗前，必须经过安全生产教育，具有安全生产的基本知识，并应在班长或技术熟练工人的指导下工作。

2　进入钻场工作必须穿戴合体的工作服、劳保鞋和安全帽，严禁敞开衣襟工作。

3　在塔架上作业时应系安全带。凡患有高血压、心脏病等不适宜登高作业人员不得上塔作业。

4　严禁上班前和工作中饮酒。

5　不得跨越运转设备或从皮带上方传递物件。严禁攀登吊运物件或在吊运物件起落范围内通过或逗留。

6　在人烟稀少地区工作时不得单独外出。严禁擅自下江、河、湖、海游泳。

A.1.2　钻场应符合下列安全防护规定：

1　场地应整洁。钻具、工具等的摆放不得防碍钻场作业。所有传动机构应有安全防护设备。

2　场地内应配有外伤急救药箱，并指定专人保管。

3　场地应有防寒、防晒和夜间照明设备。场地照明电压不得高于 **36 V**。

4　钻场位于峭壁、陡坡崖脚时应有专人观察上方的稳定情况、及时清除崖壁上的危石。

5　在陡崖上钻探时钻场周围应设 **1.0～1.5 m** 高的栏杆。陡

崖上、下不应同时布置作业，不可避免时应有安全设施。

A.1.3 铁路运营线上钻探应符合下列安全防护规定：

1 运营线上钻探必须取得运输部门同意，必要时应签定协议。

2 在运营线上钻探时不应使用红、绿、黄三种颜色的标志旗、衣服、雨伞或其他物件。

3 在路基两侧钻探时钻机场地必须在行车安全限界以外，钻塔不得围盖塔衣。

4 在路堑边坡上钻探时钻具及杂物不得向线路方向抛掷；弃土不得置于坡面上。钻探用水或冲洗液不得冲刷边坡。

5 穿越或沿线路搬移机具必须在行车间隙进行，并在两端派专人负责警戒。

6 严禁在钢轨、枕木上坐卧或堆放杂物。人员不得从停驶的列车底下穿过。

7 在自动闭塞区间严禁使用导电物品将两轨联通。

8 在电气化铁路附近钻探时应符合本规程附录 **A.2.3** 条第 **5** 款的规定。

A.2 自然灾害防护

A.2.1 钻场应符合下列防风、防洪和防寒规定：

1 根据气象部门预报，当风力大于六级时应及时卸下钻塔篷布，加固机房，检查绷绳牢固程度，必要时切断电源或将塔架放下，盖好机具设备。现场报表、易损零件等应装箱妥善保管。

2 在雨季汛期或融雪季节，易受洪水侵袭坍岸和泥石流地段不宜设置钻探场地。无法避开这种地段时应采取有效防护措施。

3 冬季在高寒地区钻探时不得赤手触及金属物件。钻机房必须围盖严密，并有取暖设备，场地周围应采取防滑措施。供水管路必须采用保温材料包扎，当停止供水时应及时将管内水放净。

A.2.2 钻场应符合下列防火规定：

1 严格遵守当地护林防火法令。

2 处于丛林杂草地区的钻场周围应修避火道，其宽度不得小于 **5 m**；必须配备灭火器、砂箱等灭火器具。

3 内燃机排气管及取暖火炉烟囱不得冒火，并宜将顺季节风向排烟，烟囱应伸出场房 **0.5 m** 以上并应有隔热装置。火炉与周围物体应保持一定距离，炉座底应垫砖石或隔热板。

4 钻场内不得用明火照明和油料生火，不得在钻塔上吸烟。

5 钻场内的油料和其他易燃品必须盖严妥善存放。添加油料时严禁用明火照明或在附近吸烟。

6 预热机油时应采用文火，并由专人看管。

7 在含油地层钻进或可能有可燃性气体喷出的钻孔，钻场内严禁明火。

8 油料着火时应采用灭火器或砂土扑灭，严禁用水扑救。

A.2.3 钻场应符合下列防雷、防电规定：

1 在落雷区或雷雨季节钻探应了解当地情况，采取预防措施。高度在 **12 m** 以上钻塔顶端应安装高出塔顶 **1.5 m** 的避雷针，其钢质截面大于 **100 mm²**，并与钻塔绝缘良好。引下线必须采用绝缘导线，其钢质截面大于 **28 mm²**，铝质的大于 **16 mm²**。引下线与钻塔及绷绳的距离应大于 **1 m**。

2 接地装置与电机接地体、孔口管、绷绳锚杆的距离应大于 **3 m**，接地电阻不得大于 **4 Ω**，接地极不得埋在有垃圾、灰碴等松散地带。否则应减少接地电阻或增加接地极。

3 防雷装置的各接点应采用焊接。

4 有防雷装置的钻塔不得接触接地引线。

5 在高压线附近钻探时钻塔或金属导体的机具、物件距高压线的距离不得小于表 **A.2.3** 的规定。

6 钻架整体搬运严禁在高压线下穿行。

7 所用的手持电力工具必须绝缘可靠，外壳接地装置必须良好。严禁将电线弯成裸钩挂在电线上通电使用。

表 A.2.3 钻塔与高压线最小距离

线路电压（kV）	20以下	35～110	154～220
距离（m）	5	10	15

注：如不能达到上表距离时，应与供电部门取得联系，采取必要措施。

8 电动机的引入线不得随便放在地板上。电源开关应符合电流的安全限度，保险丝必须符合规格。所有开关、配电装置应有防雨水设施。

9 停电或电动机发生故障时必须及时将开关拉下，以防突然来电发生事故。

10 当发生触电事故时应先切断电源，使触电者脱离电源，不得用手直接去拉触电者，来不及时应采用干燥的绝缘物把电线拨离触电者。

A.3 钻进中和升降钻具的安全防护

A.3.1 钻进过程中应遵守下列安全防护规定：

1 机器运转中不得进行检修或拆卸，发现异常情况需要停车时应将钻具提至安全孔段或孔外。

2 机器设备的仪表应保持正常运行，送水胶管和水龙头必须有防缠、防坠的安全装置。

3 开钻前必须将钻具提离孔底，在孔口返回冲洗液后再开车钻进。

4 扩孔、扫孔、扫脱落岩芯或钻进不正常孔段时必须由技术熟练的工人操作。

A.3.2 升降钻具应遵守下列安全防护规定：

1 升降前应检查卷扬机制动装置、离合器装置、提引器、拧卸工具等是否安全。天车应定期加油和检查。

2 经常检查钢丝绳质量，当钢丝绳出现压扁、严重毛刺或有一股断丝时应及时更换。

3 操作卷扬机应平稳，不得猛刹猛放，遇阻不得猛拉。应

防止提引器碰撞台板和钻杆靠架和天车。

4 升降操作人员应与塔上和孔口的工作人员密切配合，必须听清口令、看准手势后进行操作。

5 孔口操作人员必须站在钻具起落范围以外。摘挂提引器时应防止回绳碰打，抽插垫叉防止砸手。严禁用手探摸管内岩芯或攀沿钻杆上下。

6 钻塔活动工作台上升前应锁门，人员离台前必须锁紧制动装置，挂好安全钩。活动工作台限一人使用，严禁装载重物。

7 拧管机拧卸钻具时应插牢上、下垫叉，拧钻杆必须扶正钻杆并对准丝扣。拧管机未停止转动时不得提升钻具，手离开垫叉前不得开动拧管机。

附录 B　岩石可钻性分类

B.0.1　铁路工程地质钻探岩石可钻性分类应符合表 **B.0.1** 的规定。

表 B.0.1　岩 石 可 钻 性 分 类

类别	硬　度	代　表　性　岩　土
Ⅰ	松软、松散的	软塑的粘性土、有机土（淤泥、泥炭、耕土），含硬杂质在10%以内的人工填土
Ⅱ	较松软、松散的	可塑的粘性土、粉土，软塑的粉土，新黄土，含硬杂质在10%～25%的人工填土，粉砂、细砂、中砂
Ⅲ	软的	硬塑、坚硬的粘性土，粉土，含硬杂质在25%以上的人工填土，老黄土，残积土，粗砂、砾砂、砾石、轻微胶结的砂土，石膏、褐煤、软烟煤、软白垩
Ⅳ	较软的稍硬的	泥质页岩，砂质页岩、油页岩、炭质页岩、钙质页岩、泥质砂岩、较松散的砂岩，砂页岩互层，泥质板岩，滑石绿泥石片岩，云母片岩，泥灰岩，泥灰质白云岩，岩溶化石灰岩及大理岩，盐岩，结晶石膏，断层泥，无烟煤，硬烟煤，火山凝灰岩，强风化的岩浆岩及花岗片麻岩，冻土，冻结砂层，粒径20～40 mm含量大于50%的卵（碎）石土，金属矿碴
Ⅴ	中等硬度的	长石砂岩，钙质胶结的长石石英砂岩，钙质砂岩，钙质胶结的砾岩，灰岩及轻微硅化灰岩，大理岩，白云岩，橄榄岩，蛇纹岩，板岩，千枚岩，片岩，凝灰质砂岩，集块岩，弱风化岩浆岩及花岗片麻岩，冻结砾石土，粒径40～80 mm含量大于50%的卵（碎）石土，混凝土构件、砌块、路面
Ⅵ	硬的	中粒与粗粒的花岗岩、闪长岩、正长岩、辉长岩、花岗片麻岩，粗面岩，安山岩，辉绿岩，玄武岩，伟晶岩，辉石岩，硅化板岩，千枚岩，砂岩，灰岩，硅质胶结的砾岩，硅化或角页化的凝灰岩，粒径80～130 mm含量大于50%的卵（碎）石土，半胶结卵石土
Ⅶ	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，石英粗面岩，极致密的玄武岩，安山岩，角闪岩，粒径130～200 mm含量大于50%卵（碎）石土，胶结的卵石土
Ⅷ	最坚硬的	碧玉岩，刚玉岩，碧玉质硅化板岩，角页岩，石英岩，燧石岩，粒径大于200 mm超过50%的漂（块）石土

注：①基岩破碎带钻进取芯时，岩石类别可提高一级；

②Ⅳ、Ⅴ类的卵（碎）石土中大于100 mm的粒径含量大于20%，或卵（碎）石含有漂石时，岩石类别可提高一级。

B.0.2 铁路水文地质钻探，岩石可钻性分类应符合表 **B.0.2—1** 和表 **B.0.2—2** 的规定。

表 B.0.2—1 松 散 层 分 类

类别	松 散 层 名 称
Ⅰ	耕土，填土，淤泥，泥炭，可塑性粘性土、粉土，软矽藻土，粉砂，细砂，中砂，含圆砾（角砾）及硬杂质 10%以内的粘性土、粉土，新黄土
Ⅱ	坚硬的粘性土，老黄土，粗砂，砾砂，含圆砾（角砾）、卵石（碎石）及硬杂质在 10%～20%的粘性土、粉土和填土
Ⅲ	圆砾（角砾）土，含卵石（碎石）及硬杂质在 20%～30%的粘性土、粉土
Ⅳ	冻土、粒径在 20～60 mm 含量超过 60%的卵石（碎石）土，含卵石在 30%～50%的粘性土、粉土
Ⅴ	粒径在 60～150 mm 含量超过 60%的卵石（碎石）土，各类强风化岩石
Ⅵ	粒径在 150～200 mm 含量超过 60%的卵石（碎石）土，各类中等风化岩石
Ⅶ	漂石（块石）土，各类微风化岩石

表 B.0.2—2 基 岩 分 类

类别	岩 石 名 称
Ⅰ	石膏，煤层，软白垩，残积土
Ⅱ	泥质页岩，砂质页岩，油页岩，炭质页岩，钙质页岩，泥质砂岩，泥质板岩滑石，绿泥石片岩，云母片岩，泥灰岩，铝矾土，岩盐，致密白垩、石膏，断层泥，风化严重的岩浆岩
Ⅲ	硅化片岩，角斑岩，橄榄岩，石灰质及铁质胶结的砂岩，蛇纹岩，细砂岩，钙质砂岩，方解石硅卡岩，辉岩，玢岩及辉长岩，风化颇重的岩浆岩
Ⅳ	硅化页岩，白云岩，石灰岩，大理岩，硅化板岩，辉绿岩，长石砂岩，闪长岩，正长岩，石英斑岩，安山岩，流纹岩，片麻岩，风化轻微的花岗岩
Ⅴ	硅化灰岩，花岗岩，硅质胶结砾岩，微晶花岗岩，刚玉岩，石英岩，碧玉状硅质页岩，燧石岩，角砾岩，玄武岩

注：破碎岩石钻进取芯时，岩石类别可提高一级。

附录 C　泥浆性能指标测定方法

C.0.1　泥浆密度的测定应采用 1002 型泥浆比重秤。测定前用纯净淡水校正仪器（读数在 1.0 处），后将泥浆注满杯中，加盖擦净，将横梁主刃口放在支架主刀垫上，移动游码，使气泡居中，游码在横梁上刻度读数即为泥浆密度。

C.0.2　泥浆粘度的测定应采用 1006 型泥浆粘度计。置 700 mL 泥浆于漏斗中，经内径 5 mm 的管子，放出 500 mL 所需时间（以秒计）即为泥浆粘度。

C.0.3　泥浆含砂量的测定应先注入 50 mL 泥浆及 450 mL 清水于泥浆量杯中，摇晃后竖直静置 3 min，按刻度上沉淀数乘以 2 即为含砂量的百分数。亦可用 ZNH 型泥浆含砂量计测定。

C.0.4　泥浆失水量的测定现场宜用 1009 型泥浆失水量测定仪。需更为真实反映孔内失水量时宜用 ZNS 型泥浆失水仪，以 CO_2 气瓶或打气筒作气源，保持气压为 0.7MPa，直至见到第一滴过滤液开始计时间，到 30 min 为止（当测量时间在 7.5 min，失水量小于 8 mL 时，可继续测到 30 min；当大于 8 mL 时，则用 7.5 min 流入量筒的水量乘以 2），流入量筒中的液量即为该泥浆的失水量。

C.0.5　泥浆的 pH 值（酸度值）测定时应取一条 pH 值试纸，浸入泥浆或滤液，数秒钟后取出与标准色板相比较即可读出 pH 值。

附录 D　取芯钻具种类

D.0.1　取芯钻具应根据岩石的物理力学性质和结构构造不同，按表 **D.0.1** 选择。

表 D.0.1　取 芯 钻 具 种 类

序号	取芯钻具名称	钻进方法	卡芯方法	适　用　岩　石
1	活塞闭水接头单管钻具	硬质合金	干钻	粘性土，软土，中、细、粉砂及互层
2	普通单管钻具	硬质合金、钢粒	卡料干钻	完整基岩，粘性土
3	投球式单管钻具	硬质合金	干钻	粘性土，砂类土，松软至较软页岩、砂岩
4	活动分水投球接头单管钻具	硬质合金	干钻	高岭土，泥页岩，粘性土
5	普通双动双管钻具	硬质合金	干钻	松散、怕冲刷、易坍塌岩层
6	活塞式双动双管钻具	硬质合金	干钻	怕污染的岩盐、钾盐等岩层
7	441 双动双管钻具	硬质合金、钢粒	沉　淀	中等硬度以上的硬、脆、极碎层、碎石类土
8	爪筒式双动双管钻具	硬质合金、钢粒	爪筒爪取	稍硬至中硬多裂隙、节理发育，硬、脆，碎无胶结性岩层，碎石类土
9	隔水单动双管钻具	硬质合金	岩芯提断器	软至中硬破碎，节理、层理发育，酥脆易流失，怕震，怕磨的岩层
10	活塞式单动双管钻具	硬质合金	干　钻	软于中硬松散、粉状、节理发育、怕污染岩层，粘性土及软粘土
11	活塞压卡式单动双管钻具	硬质合金	卡　簧	较软至中硬较完整，节理发育，呈纤维状的岩层，如白云岩，石棉等
12	球夹压卡式单动双管钻具	硬质合金	卡簧	较软至中硬较完整，节理发育，呈纤维状的岩矿层，如蛇纹石化白云岩，石棉等

续表 D.0.1

序号	取芯钻具名称	钻进方法	卡芯方法	适 用 岩 石
13	爪簧式单动双管钻具	硬质合金	卡簧	软于中硬，软硬交替频繁薄互层，以硬为多，极软，塑性，易冲蚀的蛇纹岩等
14	YN-7 型单动双管钻具	硬质合金	岩芯提断器	软于稍硬，硬软交替频繁互层，以软为多，断层多的岩层
15	开口式无泵钻具	硬质合金	沉淀干钻	软于中硬，松、软、怕冲、溶蚀岩层，粘性土，砂类土，碎石类土
16	简易无泵钻具	硬质合金	沉淀干钻	软于中硬，松、软、怕冲、溶蚀岩层，粘性土，砂类土，碎石类土
17	弯管型喷射反循环单管钻具	硬质合金、钢粒	沉淀干钻	硬、脆、碎、节理发育的岩层
18	弯管型喷射反循环双动双管钻具	硬质合金	沉淀干钻	较软至中硬松散、碎、脆、易磨损岩层
19	分水接头型喷反单管钻具	硬质合金、钢粒	沉淀干钻	硬、脆、碎、节理发育的岩层
20	分水接头型喷反双动双管钻具	硬质合金	沉淀干钻	较软至中硬松散、脆、碎、易磨损岩层
21	分水接头型喷射单动双管钻具	硬质合金	沉淀干钻	片理发育、酥脆、易碎呈粉状岩层
22	金刚石单管或双管钻具	金钢石	卡簧	较软至最坚硬基岩，漂石，碎石类土

附录 E　本规程用词说明

执行本规程条文时，对于要求严格程度的用词说明如下，以便在执行中区别对待：

E.0.1　表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”；

反面词采用“严禁”。

E.0.2　表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”；

反面词采用“不应”或“不得”。

E.0.3　表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”或“可”；

反面词采用“不宜”。

附加说明

本规程主编单位、参加单位和主要起草人名单

主 编 单 位： 铁道部第二勘测设计院

参 加 单 位： 铁道部第一勘测设计院
铁道部第三勘测设计院
铁道部第四勘测设计院

主要起草人： 何鹏林　屈直远　丁　宇
王金山　孙福堂

在执行本规程过程中，如发现需要修改和补充之处，请将意见及有关资料寄交铁道部第二勘测设计院（成都通锦路3号，邮政编码：610031），并抄送铁道部建设司标准科情所（北京市朝外大街227号，邮政编码：100020），供今后修订时参考。

《铁路工程地质钻探规程》
条 文 说 明

本条文说明系对重点条文的编制依据、存在的问题以及在执行中应注意的事项等予以说明。为了减少篇幅，只列条文号，未抄录原条文。

1.0.3 钻探机械类型系指钻机、水泵、钻塔、搅拌机、拧管机的类别和型号。选择合适的类型，并按照使用说明书的要求使用、保养，就能使其保持良好状态，充分发挥机具设备能力。

钻探质量的好坏直接影响到地质基础资料的完整准确。当前岩芯采取率低是普通存在的问题，其关键在于钻进的方法。条文中指出的几点，只是原则性的，在实际工作中，还应采取具体措施，切实保证取得必要的地质资料。

1.0.4 钻探是地质勘探工作的手段之一，劳力和材料消耗大，成本较高。因此，应与其他勘探手段密切配合，在满足设计要求前提下，尽可能减少钻孔，以节省勘探费用。

1.0.5 安全技术操作规定主要指各种钻探机具设备，按照技术性能，在其使用说明中规定的操作、维修保养等内容。凡使用设备的人员，必须认真学习使用说明书，并严格按照执行，才能保证安全，达到机具设备能力的发挥。

钻探工作中的安全防护是多方面的，附录 A 规定了在一般情况下的安全防护内容，因此从事钻探人员，必须针对不同的钻探具体条件，认真研究安全问题，制定安全防护措施，达到钻探的每项工作都在安全的情况下进行。

1.0.6 国家和铁道部现行有关标准主要指：《铁路工程地质技术规范》、《铁路供水水文地质勘测规则》、《铁路物理勘探技术规则》、《动力触探技术规定》、《铁路工程地质岩溶勘测规则》、《铁

路工程地质软土勘测规则》、《静力触探技术规则》、《铁路工程地质膨胀土勘测规则》、《铁路工程地质滑坡勘测规则》、《铁路工程地质泥石流勘测规则》等。

2.1.1 钻探方法的选择指破碎岩石、取芯取样工具、护孔方法与工艺的选择和使用等。铁路地质钻探多为岩芯钻探，其破碎岩石主要是回转钻进（硬质合金钻进、钢粒钻进、金刚石钻进），少量用其他方法破碎岩石（冲击方法、震动钻进、冲击回转钻进）。在选择钻探方法时应首先满足工程要求，再结合条文中其他几个因素综合考虑，做到技术上可行，经济上合理。

2.1.2 钻探设备的类型较多，当按条文中指出因素进行设备选择时，应考虑设备来源、搬迁维修方便、燃料节省、经济效果好。

铁路工程地质钻探多为浅孔，并且孔径较大，目前主要推广使用钻机的孔径和可钻深度见说明表 **2.1.2**。

说明表 2.1.2 钻机的孔径与可钻深度

可钻深度（m）／钻头直径（mm） 钻机类型	150	130	110	91	75
GX-50型	20	30	50	70	100
XY-1T型	30	50	70	100	150

2.2.1 常用场地面积，是常规口径（ϕ75～ϕ150 mm，以下相同）下，钻不同深度的钻机场地需要的最小面积。钻深 **100 m** 的机场为 **8 m×4 m**，钻深 **300 m** 的机场为 **10 m×7 m**，钻深 **600 m** 的机场为 **11 m×8 m**。

2.2.2 近年来地下设施增多，一些地区地下管线已埋置成网状。在钻探中钻断地下管线事故时有发生，造成较大经济损失。为了避免此种情况发生，机组和地质人员必须注意钻孔位置。凡在地下设施地区，在钻探前应搜集地下设施施工图，找准其具体位置，钻孔采取避让。若不清楚位置，必须采用物探等仪器探测。或埋深浅时，可人工开挖，只有探明后才可确定钻孔位置进行钻

探。

2.2.4 高度为 12 m 以上的四脚塔架其安装方法应按照该种塔架的使用说明书进行，一般情况下，在调平塔脚后按塔柱、横拉杆、斜支撑顺序自下而上逐层安装。

2.2.5 油压钻机的油路系统元件连接处为避免油液泄漏和空气进入油液，均装有橡胶 **"O"** 型等密封圈。油泵、多路操纵阀等组件的加工精度高，安装要求严格，故尽量少拆液压系统元件，以免损坏。拆回转器时必须拆卸给进油缸的油管接头，而该接头大多已用快换接头，拆装方便。

3.1.1 本规程所提岩石等级是按国家计委计设〔1984〕863 号文发布的《工程勘察取费标准》及其 1992 修定本中岩石分类划分的，下列各条文均如此。岩石对钻具的磨损能力受岩石本身结构组成和操作技术的影响，岩石的研磨性按其强弱分为三类：弱研磨性、中研磨性、强研磨性。参照地质出版社《钻探工程》和其他部的有关规定。

3.1.2 硬质合金钻头坯若短于 45 mm（不包括丝扣部分），在敲打岩芯时丝扣易被损坏，而且自由钳拧卸钻头易夹住和损坏硬质合金块。常规口径钻头上端有内圆锥度后便于投放卡料卡取岩芯，减小冲洗液流通阻力，加工钻头不应忽视其内圆锥度。参照人民铁道出版社《铁路钻探技术手册》。

钻头硬质合金出刃量，根据岩石硬度在一定范围选择，否则出现崩刃、钻头通不过套管或加大了岩芯磨削量，减小岩芯直径。软质岩石指中硬以下弱、中研磨性岩石，硬质合金钻头出刃量应选 用大值并且外出刃量大于内出刃量，以减小冲洗岩粉的阻力，保持孔底干净。硬质岩石指Ⅵ级中研磨性弱的岩石。

岩石的可钻性指在一定技术条件下钻进岩石的难易程度（即岩石的八级分类）。切削具的刃尖角 β（也称磨锐角，是切削具的前刃面与后刃面之间的夹角）越小，越有利于切入岩石，但也越容易磨损和崩刃。切削角 α（也称镶焊角，是刃尖角加切削具后刃面与岩石平面之间的夹角之和）有三种形式：直镶（$\alpha=$

90°)、正斜镶（$\alpha<90°$）、负斜镶（$\alpha>90°$）。刃尖角和切削角对钻进效率和钻头耐用性有很大影响，其角度大小按岩石可钻性等级而定。

钻头镶焊硬质合金块的数量应保证每块硬质合金能承受一定压力。在一定范围内，增加硬质合金块数量等于增加同时工作的切削具，可以提高钻进效率。但数量过多，不仅会减少每块硬质合金的压力，使钻进效率下降，也受到镶焊硬质合金块的最小间距及水口布置的限制。卵石、砾石层的粒径大小不均、成分不同，其中有的硬度较大、研磨性高，钻头的硬质合金块数量增加，利于提高及保证钻头使用寿命。表 **3.1.2—2** 中，卵石、砾石层钻进的硬质合金块数量的依据是《水利水电工程钻探规程》。

硬质合金块在钻头上的排列形式有多种，根据岩石软硬、研磨性决定排列形式时，单环和多环排列须使硬质合金块在钻头上分布均匀对称，每块硬质合金能分别碎岩。密集排列的硬质合金切削具数目多，每组中切削具间距小，可以相互补强，增大了切削具承载能力和耐磨性，便于提高碎岩效果。

第 **3.1.2** 条第 **6** 款为这次修订新增加的内容，参见地质出版社《钻探工艺》。

3.1.3 硬质合金钻头总压力等于每块切削具上应加的压力乘以钻头上切削具的块数。每块切削具的压力，应按条文中的几个因素综合考虑，按表 **3.1.3—1** 选择。合理的压力，能保证钻头寿命长，获得最大的平均机械钻速。钻软岩石，可在一定范围内加大压力，以提高钻速。但轴心压力也不能过大，否则岩粉太多，造成重复破碎等，影响钻进效率。钻进较硬及研磨性强的岩石，应采用较大的压力。钻进非均质、裂隙发育的岩石应适当减小压力。参照地质出版社《钻探工艺》。

硬质合金钻头用在硬的、研磨性强的岩石中钻进，切削效果很差，硬质合金磨损很快，以致失去钻进能力。因此，经送审稿审查会讨论，删除原规则中硬质合金钻进研磨性强的、硬的裂隙岩石的有关钻进技术参数。

岩石颗粒粗、软时泵量应大；钻孔直径大或孔壁稳定泵量应大。冲洗液的理论计算：

$$Q=\frac{\pi}{4}(D^2-d^2)\times 60\times V$$

式中 Q——冲洗液量，m^3/min；

D——钻孔直径，m；

d——钻杆直径，m；

V——冲洗液上返速度，m/s。

上面计算参照地质矿产部《工程地质钻探规程》和地质出版社《钻探工艺》。

3.1.4 采取岩芯时，如果用钢粒作卡料，钢粒掉在孔底，会造成下回次硬质合金钻进硬质合金块损坏。猛墩钻具易造成孔底残留岩芯。

3.2.1 铁砂是用生铁铸成，硬度和韧性均小，不适宜钻进**V**级及以上岩石，经协作会议商定，将原规则中铁砂钻进有关内容改成钢粒钻进。钢粒钻进超过**Ⅵ**级岩石，钻进效率比较低，因此，送审稿审查会讨论，删除原规则钢粒钻进**Ⅵ**级以上岩石的有关内容。钻孔倾角小于**75°**时，如用钢粒钻进，钢粒堆集在孔底下壁，易造成钻孔弯曲。

直径小的钢粒，重量轻，容易被水冲起，所以钢粒钻进较硬质合金钻进所用冲洗液量要相应减小，钢粒即不易被冲起。在完整、致密、硬度大的岩石中，冲洗液量小，使用小直径钢粒能充分发挥钢粒的作用。

3.2.2 钢粒钻头要有一定的硬度、韧性和弹性，增加其与钢粒的结合力。钻头用条文中指出的钢材制作，经过淬火再回火处理，就可达到要求的机械性能。钻头壁有一定的厚度，以增加“压砂”性能，提高钻速。钻头的内径上部**100～150 mm**处，作成上端微大下端微小的锥度**1:100**，便于起钻前投入卡料卡取岩芯和减小冲洗液的阻力。参照人民铁道出版社《铁路钻探技术手册》。

钢粒钻进需要的孔底压力大，钻头磨耗较快，增加水口高度，以保证过水断面和良好的导砂作用。参照人民铁道出版社《铁路钻探技术手册》。

钢粒钻头在钻进过程中钻头本身也逐渐磨耗，当磨耗短于200 mm时，就不能使用，因钻头过短，钢粒易被冲洗液冲至岩芯管下部，而将岩芯管丝扣磨损。当钻头磨损达上下外径相差3 mm或严重变形时，不利于“压砂”，影响钻进效率或导致卡钻事故，因此必须切除或更换。

3.2.3 现场检验钢粒的方法将所用的钢粒随意取出10粒（或多于此粒数），先后放在铁砧土，用0.68 kg（即1.5磅）手锤猛击，外形不扁不碎或只破成2～3瓣并冒火花的有9粒，则这一批钢粒可使用。参照冶金工业部《工程地质与水文地质钻探操作规程》。

3.2.4 钻头直径大，钻头底唇面积就大，为保证单位底唇面上足够的压力，轴向压力应增大。钻杆强度大，管材质量好，设备功率足，在较高压力下能保证钻具正常运转等情况，则可采用较大的钻进压力。钻头有效底唇面积可按下式计算：

$$F = K\frac{\pi}{4}(D_1^2 - d_2^2)$$

式中 F——钻头有效唇面积，cm^2；

D_1——钻头的外径，cm；

D_2——钻头的内径，cm；

K——钻头水口系数，水口宽度为圆周长度的 ～ 时，

$K=0.67\sim0.75$。

参照地质出版社《钻探工艺》。

表3.2.4—2中不同直径钻头转速是按钻头的圆周速度计算的，当Ⅴ～Ⅵ级岩石为1～2 m/s，依据原规则条文说明。近年来，各单位已基本不使用 ϕ75 mm钻头钻进，因此送审稿审查会议决定，删除75口径钢粒钻进的有关内容。

表3.2.4—3冲洗液量，按说明表3.2.4—3计算而得。

依据是地质出版社《钻探工艺》和地质矿产部《岩芯钻探规程》。回次初、回次末的冲洗液量，比原规则减少，更为合理。

钢粒质量高，在孔底工作时间长，可适当减小投砂量。结合投砂法和连续投砂法，由于操作麻烦和投砂工作不可靠等，在生产中使用很少。表 **3.2.4—4** 投砂量比原规则减小，依据是地质出版社《钻探工艺学》和实践工作总结。

说明表 3.2.4—3　冲洗液用量计算

冲洗液类型	冲洗液量（L/min）	
	回 次 初	回 次 末
清　　水	（3～4） D	（2～3） D
泥　　浆	（2～3） D	（1.5～2） D

注：表中 D 为钻头外径（cm）。

3.2.5　下孔壁管换径后小一级粗径钻具与孔壁管间隙甚小，钢粒很容易被冲上而卡在两管之间，造成孔壁管下部反转脱落，或者两套管子同时回转而带来不少麻烦，先用有导向的小一级钻具钻进 2～3 m 后，即可避免这种情况。

刚投入钢粒后如水量掌握不当，钢粒会被冲洗液冲起挤夹岩芯管而造成事故。因此，开始时水量应由小到大进行调整。

3.3.1　金刚石钻进与硬质合金和钢粒钻进比较，具有钻进效率高、钻孔质量好等优点，参照地质出版社《钻探工艺》。

3.3.2　按金刚石镶嵌形式金刚石钻头有多种，铁路地质钻探一般用表镶钻头和孕镶钻头。扩孔器配合钻头，用于修正孔径、稳定钻具、延长钻头使用寿命等。

在中硬的、可钻性级别低的和均质完整岩石中，应选用粗粒表镶和粗目数孕镶的钻头和扩孔器。

在硬的、坚硬的、可钻性级别高和破碎的、裂隙发育的岩石中，应选用细粒表镶和细目数孕镶的钻头和扩孔器。

在弱研磨性的岩石中钻进时应选择不耐磨的和低硬度胎体的钻头和扩孔器。

表 3.3.2 的依据是地质出版社《金刚石钻探手册》和地质矿产部《工程地质钻探规程》。

3.3.3 经协作会议讨论采用地质矿产部新系列，即 ϕ91、ϕ75、ϕ59 mm 系列，废除 ϕ76、ϕ66、ϕ56 mm 系列。采用新系列具有下述优点：1. 与常规口径 150、130、110 mm 系列配套；2. 内管与外管和扩孔器之间的间隙增大，有利于冲洗液循环，有利于钻具结构而增加单动性能；3. 套管壁加厚，增大了承载能力，使孔内套管事故减少。

表 3.3.3—1 中的初压力是新钻头下到孔底开始钻进的压力，即磨合钻压力，为正常钻进压力低限值的 25%～30%，同时要配合较低的转速（100 r/min）钻进一段深度，使金刚石钻头适应孔径后，逐渐加快转速进入正常压力。依据地质矿产部《工程地质钻探规程》和地质出版社《金刚石钻探手册》。

金刚石钻进的转速在一定范围内转速越高钻进速度越高。但是转速的提高又受到功率、钻具强度和振动的限制，当转速超过一定的限度，不但钻速不能增加，反而严重影响钻头的寿命。转速与圆周线速度的关系式为：

$$V=\frac{\pi D n}{60}$$

式中 V——圆周线速度，m/s；

D——钻头外径，m；

n——钻头转数，r/min。

冲洗液是金刚石钻进的重要参数之一，在确定泵量时要考虑的因素是条文中指出的。钻进坚硬、颗粒细的岩石时钻速较低，岩粉少而颗粒小，则泵量可小些。钻进软的、中硬、颗粒粗的岩石，泵量应大些。钻进裂隙、有轻微漏失的岩石，泵量要稍为多于正常情况。钻进弱研磨性的岩石，泵量应减少，钻进中、强研磨性岩石，泵量应大些。用孕镶钻头钻进比用表镶钻头的泵量要大。参照地质矿产部《工程地质钻探规程》和地质出版社《钻探工艺》。

3.3.4 扩孔器与钻头直径大小依据岩石软硬情况有配合范围，超出范围，将使扩孔量增加，钻进效率降低或起不到扩孔作用。当卡簧自由内径过大，则取不上或卡不牢岩芯，当卡簧内径过小，则易造成岩芯堵塞或顶死卡簧被迫提钻。因此每次下钻前要注意检查钻头与卡簧的配合尺寸。检查的简单方法：将卡簧套在相应钻出的岩芯上试验，用手可以轻轻推动者为合适。参照地质出版社《金刚石钻探手册》。

金刚石的特点是怕高温，加之金刚石钻进转速高进尺快，如钻进中冲洗液量不足或极短时间间断冲洗液，就会产生高温造成烧钻或严重的孔内事故。防止钻杆丝扣漏水，可涂丝扣油或缠棉线、垫尼龙圈。参照地质出版社《金刚石钻探手册》。

新钻头下到孔底，采用轻压、慢转钻进 **0.2～0.3 m** 后，以达钻头初磨，磨去虚伪尺寸和棱角，使孕镶金刚石出露等。参照地质出版社《金刚石钻探手册》。

金刚石钻进倒杆时如不适当调小水泵压力，将会产生钻具浮起造成岩芯堵塞。不停钻倒杆是钻具在回转和不加、减压力情况下进行的，浅孔时发生钻具浮起、晃动；深孔时钻压又过大，均容易造成岩芯堵塞或金刚石钻头损坏。参照地质出版社《金刚石钻探手册》。

卡簧取芯是提高岩芯采取率的方法之一，也是金刚石钻进的特点所决定的。由于金刚石钻头内壁与岩芯之间的间隙很小，卡料无法下去，即使卡料能下去，也由于金刚石性脆容易将金刚石损坏，故金刚石钻进都采用卡簧取芯。

金刚石钻进用的管材，特别是岩芯管、扩孔器、钻头壁都薄，用普通管钳拧卸时容易将他们夹扁损坏，故金刚石钻探用轻便、灵活、可靠的多触点自由钳。

用游标卡尺精确测量钻头和扩孔器的外径、内径及高度，并作好记录，以作为轮换选择钻头、扩孔器的依据。在轮换过程中保证使排队的钻头、扩孔器都能正常下到孔底，以避免扫孔、扫残留岩芯。参照地质出版社《钻探工艺》。

3.4.1 无底阀管多用于无地下水第四系土类钻进分为孔口击入法与孔内击入法，以孔内击入法较好，它用钢丝绳提动加重杆，打击取样筒钻进。其优点是辅助时间省，目前多用于浅孔，是工业与民用建筑勘探常用的钻进方法。

冲击钻进比回转钻进对土的结构影响程度大些，为了提高标贯和取样质量，依据国标《岩土工程勘察规范》的规定，冲击钻进深度距标贯和取扰动土样距离 **0.5 m**，距取原状土样在 **1 m** 时，冲击钻进改用回转钻进。

有阀管是取样筒底部装有阀门，它适应地下水位以下并能在流砂或流塑状的土层中钻进，达到通过，不作为取芯分层鉴定。在流砂及淤泥层中采用平底阀；在砂层中采用弹簧片阀（也称弹簧管），当压入或击入取样筒时，弹簧片张开，提取钻具时弹簧片合拢，从而防止岩芯中途脱落。

冲击钻头有各种不同型式，主要有：一字形钻头（用于劈开卵漂石）、十字形、工字形钻头（用于击碎卵漂石）等。

3.4.2 测深标记系指孔内冲击钻进，钢丝绳与加重杆、钻具连接后，在钢丝绳上作出尺寸标记，以便随时掌握进尺和孔的深度。

3.5.1 粉细砂用震动钻进会引起液化，影响分层鉴定，因此不用此方法钻进。

3.5.2 带轴向槽的岩芯管便于掏出砂、粘土，与敲打岩芯管相比，既省力又可明显看出变层位置。本条文的数据是参照铁一院的《铁路钻探技术作业细则》和地质矿产部《工程地质钻探规程》规定的。

3.5.3 钻探用偏心锤震动器，当偏心锤质量及其偏心距离不变的情况下，振动力大小取决于偏心锤的转速。钻机动力驱动的液压震动器（常为定量的油泵和马达）或软轴传动的机械震动器，刚启动震动器时柴油机油门开小些，让震动器振动后观看各连接处情况等，当正常后再将柴油机油门逐渐调大，震动器振动频率升高，振动力加大，依据石油工业出版社《钻井力学》和实践经

验。偏心锤振动器的每个偏心锤的质量，偏心距不但相同，而且固定在两根轴上的位置也一样，才能使震动器工作时不偏斜和振动力大，因此调整震动器偏心锤时应达到每个偏心锤所张弧度一致。孔内坍塌掉块，从孔内提出钻具阻力大的时候，可将震动器调至振动或向上振，采取边振动边用卷扬机提升震动器，避免强力提拉发生事故。

3.6.1，3.6.2 干钻钻进能全部取出岩芯，便于鉴定岩芯，孔壁也不易坍塌，达到了解地下水等情况。无泵反循环钻进，只用少量的冲洗液，冲洗液流动速度不大，对岩芯冲蚀作用很小，岩芯采取率较高，且能保持岩芯的原状结构。缺点均是劳动强度大，钻进效率低。

3.6.3 干钻时由于钻头与孔壁、钻头与岩芯的干摩擦产生高温，很容易发生烧钻事故，条文中的几点规定是多年经验的总结。

3.6.4 当孔内无水时从孔口倒水，以保持孔内有足够的水循环。钻进松散无粘结性的岩层，采用粘度和失水量小的泥浆作冲洗液，既能实现孔底局部反循环，又增加孔底周围的稳定性。依据地质矿产部《工程地质钻探规程》。

岩石松软，钻进时岩粉多，需要孔底液体反循环强度大，则提动钻具高度应大些，反之则小些。依据地质出版社《钻探工艺学》。

3.7 活套闭水接头是一种特制接头，代替钻岩接头，与岩芯管连接，组成活套闭水接头单管钻具。在钻进时冲洗液经上接头径向孔流向岩芯管的内壁进入钻孔底，减小冲洗液直接冲向管内岩芯的力。回次提钻时套管接头位置相对移动，让出上接头的径向孔，此时，钻杆内剩余冲洗液从径向孔流出岩芯管外，避免钻杆内的液柱重量压掉管内岩芯。经铁四院、铁三院等单位钻探中证明，在地下水位以下应用活套闭水接头单管钻具，泥浆循环钻进粉、细砂土及粘性土，可提高岩芯采取率。根据铁四院、铁三院等单位应用活套闭水接头单管钻进的总结。

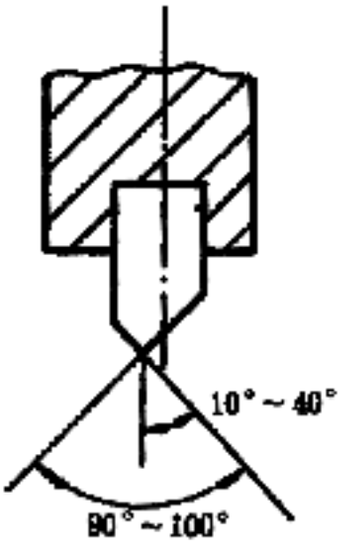
3.7.2 用优质膨润土粉（即用 1 t 的膨润土粉，不加任何处理

的情况下，能制成视粘度 15×10^{-3} Pa·s，失水量 20 mL/30 min 以下的泥浆量达 10 m³ 以上）制成基本泥浆，再用 PW 植物胶碱液或其他处理剂进行处理，使泥浆达到护壁要求。泥浆性能指标的依据是铁四院、铁三院的经验总结。

边提取岩芯边从孔口加灌泥浆，是为了增加对岩芯的浮力，避免掉芯。从孔内提出岩芯管后不用敲击法退岩芯，采用泵压退芯，即将岩芯管斜放地面，卸下钻头，将套管接头推到封住上接头的径向孔位置，装好墩芯卡子，再将上接头与水泵出水管连接，开动水泵压出岩芯，可避免敲击损坏砂土岩芯。依据同上。

3.8.1 孔底液动冲击回钻钻进，是在常规钻具岩芯管的上端安装液动冲击器，利用压力冲洗液产生冲击，使钻头既有冲击作用，又有回转作用，是综合性破碎岩石的一种钻进方法。钻进 V～VI级岩石用冲击频率低，冲击功大的冲击器，经硬质合金冲击回转钻进证明，比硬质合金回转钻进和钢粒回转钻进效率高，孔内事故少等优点。

液动冲击回转钻进时作用在钻头的力主要是冲击力和回转力，切削具承受着纵向和横向交变载荷的双重作用，因此钻头和硬质合金要用机械性能好的材料，达到抗弯强度和耐磨性大。一般用的硬质合金块硬度（HRA）要大于 86，抗弯强度不小于 1 400 MPa。钻头为了多次使用和便于拧卸，并配有卡岩芯的卡簧，钻头较长。



说明图 3.8.1 切削具刃角示意

为了利于破碎岩石和提高切削具的抗冲击强度，硬质合金的刃角不对称，为负前角，见说明图 3.8.1 切削具刃角示意图。

液动冲击回转钻进的硬质合金钻头，其硬质合金出刃量规定，依据地质矿产部《液动冲击回转钻探技术规程》。

镶焊硬质合金保证焊缝有足够的强度，是为了避免产生掉块

和破裂。常用低熔点的铜基焊料，以消除或降低焊缝内应力。镶焊后进行修磨，以使切刃表面光洁。依据是地质出版社《钻探工艺》。

3.8.2 金刚石冲击回转钻进与金刚石回转钻进比较，能提高钻进效率和钻头使用寿命。为了钻头通水面积大，降低泵压，钻头水口数 ϕ91 mm 为 10～12 个；ϕ75 mm 为 8～10 个；ϕ59 mm 为 6～8 个。稳压罐用金属制作，具有一定容积和承受压力，在罐内有空气，安装在水泵出水管路上，以起缓冲稳压作用，达到减小进入钻具液流的不均匀性和液压脉冲，以及水锤能量损失。依据地质出版社《金刚石钻探手册》和《钻探工艺》。

3.8.3 冲出回转钻进钻头的压力作用，是对岩石施加一定的预加应力和克服冲击所产生的反弹力，以便有效地传递冲击能量。当钻进较软的岩石时破碎岩石以回转剪切作用为主，要采用较大的钻头压力。钻进较硬的岩石时冲击破碎岩石起主导作用，钻头压力要减小，以免过早损坏切削具，造成钻速下降。依据地质出版社《钻探工艺》。

无论用硬质合金或金刚石钻头冲击回转钻进，岩石硬度大及研磨性强的，转速均要降低；液动冲击器冲击频率或冲击功大时，转速要适当增加。其目的是要避免冲击间距过大，防止产生切削具早期磨损或崩刃。依据地质出版社《钻探工艺》。

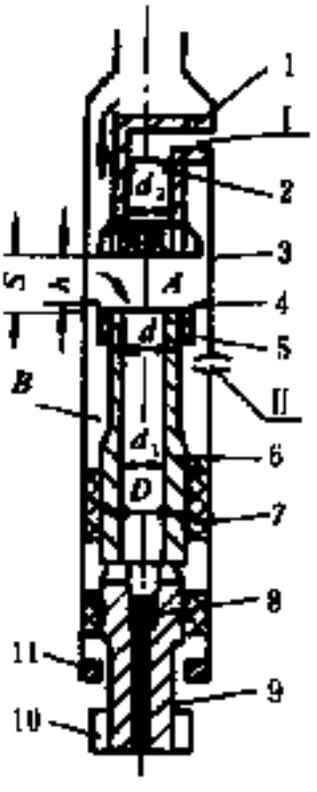
冲击回转钻进时冲洗液不仅具有冷却钻头和清洗钻孔的作用，还担负着传递能量推动冲击器工作。泵量、泵压大，液动冲击器的冲击功和冲击频率都大，钻进速度加快。实际工作中受地质条件、工艺要求和钻具泄漏等影响，要求泵量、泵压满足冲击器需要外，还应适当增加。目前阀式冲击器一般所需泵量为 80～150 L/min。依据地质出版社《钻探工艺》。

3.8.4 冲洗液含有砂或其他固相物质，当进入液动冲击器，会增加零件磨损或堵死液流通路，造成冲击器性能不正常，以致不能工作。液动冲击回转钻进，净化冲洗液尤为重要。

钢丝编织的送水胶管的耐压大小，是依据液动冲击器的工作

性能而定，必须满足液动冲击器工作所需泵压。参照地质出版社《钻探工艺》。

阀式双作用冲击器通过阀的装置，使冲洗液产生压力差，冲锤往复运动而进行冲击。此冲击器一般没有或很少有易疲劳损坏的弹簧零件，其结构如说明图 **3.8.4**。



1—活阀座；
2—活阀；
3—外套；
4—支撑座；
5，7—导向密封件；
6—冲锤；
8—节流环；
9—铁砧；
10—活接头支座；
11—外壳支座。

说明图 **3.8.4**　“双作用”冲击器结构原理示意

3.9.2　电池数量的多少，在实际使用时，应根据不同的电线长度确定。下表是用两个雷管时所需的电压、电流及电阻。依据是地质出版社《钻探工程》。

说明表 3.9.2　不同电线长度用两个雷管所需电压、电流、电阻

电线长（m）	电压（V）	电流（A）	电阻（Ω）
100	10.8	0.8	13.5
200	20.4	0.8	25.5
300	30.0	0.8	37.5
400	39.6	0.8	49.5
500	49.2	0.8	61.5

3.9.3 爆破工作要求严格，在技术操作上稍有差错会造成较大损失。因此，爆破工作人员必须经过当地公安部门办的爆破培训班培训，并经考核后领得准许进行爆破作业证书。依据公安部门对爆破工作的规定。

3.9.4 使用冲击法处理瞎炮容易造成冲击而引起爆炸。用水泵冲出砂土，目的是取出爆破器检查瞎炮原因，若因故取不出时则放入一个药量少的爆破器，使之与第一爆破器一同起爆。

4.1 砂层情况较复杂，有松散的、密实的；有含水的，不含水的；有夹泥的和不夹泥的等，砂层钻探在铁路工程勘探中较为普遍。近年来，铁四院在砂层钻探中根据砂层情况，配制不同性能的优质泥浆，采用活套闭水接头单管泥浆循环钻进和灌浆无泵反循环钻进，以平衡孔内砂层压力，抑制孔壁坍塌，使钻进砂层岩芯采取率提高，保持砂层原状结构。**1991** 年铁路工程总公司决定推广该钻进方法，现将它纳入砂层钻进的条文中。

砂层钻探在地下水以上不能使用泥浆钻探时，可根据不同的情况采用不同的跟管钻进方法（如跟管回转、冲击、震动等钻进方法），控制回次进尺，可准确测定初见水位及稳定水位，又可取出试样，基本保持砂层原状结构。

对于流砂层，用泥浆钻进无效时可先用震动下管隔离流砂层，再用冲击或震动取芯。

4.2 岩堆、卵石层、漂石层的特点是结构松散，石块之间有砂、土等充填物，胶结差，孔隙较大，有的石质坚硬。钻探时钻孔易坍塌、掉块、冲洗液易漏失，取芯困难。条文中所提出的几种钻进方法可根据孔内情况选用。金刚石、单动双管钻具无固相冲洗液钻进方法及技术参数，是根据《水利水电工程钻探规程》的送审稿内容。用金刚石钻进卵漂石，水电部成都勘测院研究较早，研究成功 **SM** 胶粘弹性钻井液和 **SD** 系列钻具。使岩芯钻探取芯取样技术有了新的突破，能提高钻进效率、取芯质量，铁路工程地质钻探中，应予应用。

4.3 破碎岩石对铁路工程的基础稳定、隧道开挖等有一定危害，

是铁路地质工作了解的重点。通过钻探要探明破碎程度、节理、裂隙特征、风化情况及其他物质侵入。由于岩石的石质软硬不均、破碎在钻进时，冲洗液漏失、孔壁坍垮，加之，在钻进压力和回转力作用下，碎块岩石滚动、互磨，使取芯率极低，给正确判识破碎岩层带来一定困难。在破碎岩层中钻进，为取得较高的岩芯采取率，新增了破碎岩石钻进内容。

条文中的三种钻具：岩芯管长度、回次进尺确定、钻进技术参数，是参照《电力工程地质钻探技术规定》和地质矿产部《工程地质钻探规程》。用双管钻具、喷反钻具钻进，可减少冲洗液对岩芯的冲蚀和冲洗液漏失。

4.4 用轻型钻机干钻软土层，近几年来，在实施中发现，取出的岩芯大部分已被破坏。是因粗径钻具极易粘结软土孔壁，并随时间增长，粗径钻具外壁粘结软土越多，而空气进不到孔底，当提钻时产生严重抽吸作用，形成重复钻进和取芯。下管时套管外壁与孔壁粘结阻力大，也使下管受到限制。因此删除用轻型钻机干钻软土层内容。参照铁路工程总公司在全路推广铁四院《松软地层工程地质取芯钻探规定》中，用活套闭水接头单管泥浆循环钻进软土层方法，使钻具不粘结孔壁和岩芯，岩芯表面被泥浆包裹不致破坏原状结构，孔壁不收缩，能够提高岩芯及试样质量。

4.4.2 在《铁路工程地质软土勘测规则》第 **5.0.9** 条，规定取样直径：孔深 **15 m** 以内，不得小于 **100 mm**，孔深大于 **15 m** 时，不得小于 **80 mm**。

4.5 膨胀性岩层钻进由于冲洗液的作用，钻孔易出现膨胀、缩孔、过水间隙堵塞、产生糊钻、蹩泵等现象。为了克服这些现象的产生，用优质泥浆作冲洗液钻进膨胀性岩层，是主要的技术措施。

原条文中六角形硬质合金钻头各单位未使用，现从条文中删除。硬质合金钻头用加大内外刃，其加工方便，也能满足钻膨胀性岩层的强度要求。用该硬质合金钻头钻孔间隙增大，减少了孔内阻力，能够加大泵量和转速。

4.6 含洞穴岩层中钻进，由于洞穴埋藏的位置和大小难以准确测定，故在条文中指出应轻钻压、慢转速钻进，并随时注意接近空洞的几种预兆，以保证机具人身安全。钻空洞底板用慢转、轻压钻进，是因空洞形状各异，底板不平等，钻进参数大了极易造成钻孔偏斜，甚至钻具断脱事故。

4.6.1 为了避免冲洗液从洞穴和裂隙中漏失，采用套管隔离空洞是常用的方法。因此，钻探前从地质了解钻探工点是采空区或是岩溶区，其空洞的大致分布范围、深度、大小、岩层稳定情况等，以考虑钻达予定深度时，下入孔内几层套管，以便确定开孔口径和换径深度。

4.7 钻探涌水、含气岩层，钻孔易产生坍垮、泥浆变质，甚至井喷。因此对钻探泥浆的性能要求更为严格，并按时测定泥浆性能。泥浆的密度、粘度、失水量的选用，根据孔内情况，参照本规程第 **6.1.1** 条确定。如涌水严重，泥浆不能抑制涌水时，应适量加大泥浆密度，采用重晶石粉、方铅矿粉、**PW** 植物胶碱液等加重剂和降失水剂。

在新建铁路的施工隧道内进行岩溶等钻探，为确保钻探工作的安全，条文中指出了应符合《铁路瓦斯隧道技术暂行规定》中的有关规定。如机具设备的选用，防止瓦斯爆炸等。

4.7.2 测定含气岩层中压力，可用气压计在密闭的孔口进行；需要作喷气量试验时，可用粘土临时止水的办法与上层隔绝，再密封孔口进行试验；如需作气体分析采集气体，可用取气罐，将快速干钻取出的岩芯放入罐内密封，并填好取样位置、地点、编号、层位、气温、时间（也包括提钻时间和装样时间，时间精确到秒）等内容的标签。

4.8 多年冻土地层用单动双管钻具钻进，可减少岩芯管与岩芯的摩擦生热，达到更好地冷却钻头。

4.9 黄土与普通粘性土不同，其特性因垂直孔隙和裂隙使垂直渗透性大于水平渗透，用一般方法钻进，在冲洗液作用下孔壁严重坍垮，土质原状结构被破坏，特别是湿陷性黄土破坏极其严

重。为确保铁路工程地质在黄土的钻探质量，现增加黄土地层钻探内容。

黄土分类各不相同，经协作会议讨论为达到铁路内部对黄土分类一致，采用《铁路特殊土路基设计规则》的黄土分类，即新黄土（包括：全新世坡积土；全新世冲积、洪积土；晚更新世风积黄土；晚更新世冲积、洪积黄土）和老黄土（包括：中更新世上部黄土；中更新世下部黄土；早更新世黄土）。新黄土即是GBJ25—90规范的湿陷性黄土。条文中的新黄土钻探方法、取土样操作，均用《湿陷性黄土地区建筑规范》的内容。条文中的第4.9.3条、第4.9.5条和第4.9.6条的内容，指老黄土的钻进。

4.10 滑坡钻探除了解一般工程地质、水文地质情况外，主要是查明滑动土（岩）体厚度、滑动面数量、深度、性质、特征。为了保证滑坡钻探的质量，当钻到接近预计滑动面或有滑动面迹象时，必须采用干钻，严格掌握钻进参数和控制回次进尺，以达到提高岩芯采取率，正确判定滑动面位置。

空气钻进是用空气压缩机向钻孔内送气，代替冲洗液冷却钻头，排除孔底岩粉，经使用证明，空气钻进能判别滑动面，且可根据吹出岩粉的岩性和含水状态的改变，判断岩层的变化，及时发现地下水，因此将空气钻进方法列入本节内容。

5.1.1 水上钻场种类繁多，根据条文中指出的因素选择不同钻场时，要相互比较，达到修建、拆卸方便、材料节省，坚固、实用。选择中可参考说明表5.1.1。

三角架柱桩承台，系指用89 mm钢管高4.5 m，下端留有丝扣，水深时可接长2 m，制成象三脚钻架一样的整体三角架，顶部用300 mm×300 mm×10 mm钢板作平面与架顶连接，共做四个这样的三角架，竖立后，两个架顶各架上6 000 mm×250 mm×150 mm方木做大梁，然后梁上架6 000 mm×200 mm×150 mm方木8根，均匀排列，上铺6 000 mm×200 mm×50 mm木板，组成6 m×6 m钻场平台。参照铁三院海滨、海湾上钻探经验。

说明表 5.1.1　水上钻场类型

水上钻场类型		适用水域及钻探期间水文情况				载重安全系数及吃水线	
		适用水域	最小水深 (m)	流速 (m/s)	浪高 (m)	载重安全系数	全载时吃水线距平台工作面距离 (m)
漂浮钻场	铁质钻探船	江、河、湖、海	1.5	<4	<0.4	>3	>0.5
	木质钻探船	江、河、湖、海		<3	<0.2		
	油桶筏钻场	河、湖	0.5	<1	<0.1		不限
	竹木筏钻场	河、湖					
架空钻场	钢索桥钻场	狭窄急流河谷	不限	<5	不限	3～10	钻场与水面相距 >3
	桁架式钻场	间歇性河湖	<0.5			>3	钻场与水面相距 >0.5
水陆两用工程作业车		适用沿海潮间带滩涂及湖泊沼泽地带					

注：此表的依据是参照地质矿产部《工程地质钻探规程》。

5.1.2　本规程增加浅海水上钻探船选择和钻深 100 m、300 m 钻机应采用船只的吨位。参照铁二院海上钻探经验。

船只的几何尺寸和吨位不同，往往造成拼装困难，钻船平台倾斜和摇晃。在一般情况下，浅海上钻船用条文中的规定，如条件复杂，需进行钻船拼装设计。

拼装钻船的前、中、后三根横梁用旧钢轨或槽钢，拼装的钻船牢固，结实，一般钻深 300 m 钻机的钻船可用 20Q 槽钢作横梁。

钻船附重的比例是参照铁道部基建总局《实用工程地质勘探技术》确定的。

5.2.3　锚的质量与钻船受阻力的比例关系，参照地质矿产部《工程地质钻探规程》。

钻船所受阻力，可根据铁道部基建总局《实用工程地质勘探技术》及铁三院《钻工教材》(下册)，按下式检算：

$$R=10fL\ (2T+0.88\beta)\ V^2+\varphi\gamma F\frac{V^2}{2g}+K\Omega P$$

式中 R——阻力，N；

f——水流阻力系数（铁船为 0.17，木船为 0.2）；

V——水流速度，一般以 3 m/s 计；

L——船长，m；

T——吃水深度，m；

β——船底宽，m；

ϕ——水流冲击系数，方头船为 1，流线型船为 0.75；

γ——水比重，10 000 N/m^3；

g——标准重力加速度，9.81 m/s^2；

F——挡水面积，（宽×吃水深），m^2；

K——挡风系数，流线型船为 0.2～1.0 方头船为 1；

P——风力，一般取挡风每平米受力为 500～1 000 N；

Ω——挡风面积，是迎风面积与背风面积之和（迎风面积等于钻船上设备的迎风面积加上钻塔的迎风面面积，背风面的面积是迎风面积的 0.75），m^2。

锚绳的安全系数为 5～8 倍是参照水利水电部《水利水电钻探规程》确定的。

浅海上钻探，钻船宜用 8 只锚，以达各方拉力平衡。有了锚头捞绳及其一定长度，一方面可以示意锚的位置，避免通航船只碰撞锚绳；另一方面捞绳在潮汐变化时不会淹没，而且起锚时，可以利用锚头捞绳协助起锚。捞绳长度为水深 1.3～1.5 倍，流速大时可酌情增加（据铁二院浅海上钻探经验）。

检查锚是否稳定抛牢，其简单方法：将锚抛下后摇动绞车，使锚绳达到受力，再用脚力踏锚绳，若有较小弹性，证明锚已稳定。如轻轻试踏，锚绳无受力感觉，再摇动绞车，仍无受力感觉，可以认定锚在跑动，需要起锚重抛（据铁二院浅海钻探经验）。

5.3.7 齿状管靴和带钉管靴，使保护管更为稳定。带钉管靴是钉子焊在管靴外壁，并伸出管口 50～100 mm，尖头略向外倾斜。依据是冶金工业部《工程地质与水文地质钻探操作规程》。

6.1.1 在致密、稳定岩层中钻进（钻进方法通常指硬质合金钻进或钢粒钻进），孔壁稳定，无渗漏，采用清水作冲洗液，经济简便，冷却效果好，钻进效率高。

水文地质钻探试验孔段的岩层，受污染和破坏的主要原因不是泥浆的粘度，而是泥浆中的固相含量。为了保证水文地质试验的质量，在试验孔段，宜采用清水或易于洗孔的泥浆（如聚丙烯酰胺低固相或无固相泥浆），这些冲洗液有利于提高洗井质量。

松散、掉块、裂隙地层及胶结差的覆盖层，可选用**PW**植物胶泥浆或聚丙烯酰胺低固相泥浆（固相含量不超过**10%**），也可选用其它复配型化学泥浆。在砂、砾石、卵石层中钻进，应以提高泥浆粘度为主，这样可减少对孔壁的冲刷和泥浆的漏失；在坍塌掉块岩层，要适当提高泥浆密度，同时要控制失水量；在裂隙、渗漏岩层中应适当降低泥浆密度，同时提高泥浆粘度。

钻进遇水膨胀岩层根据岩性可选择含钙泥浆（如石灰泥浆、石膏泥浆、氯化钙泥浆）、含盐泥浆或不分散低固相泥浆（如聚丙烯酰胺低固相泥浆）。这些泥浆可以抑制岩层中粘土矿物的水化膨胀，保护孔壁，减少泥浆的失水量。

钻进中由于采用了与地层中相同的饱和盐水泥浆（含盐量为**30%～33%**），使地层中的可溶盐不易进入冲洗液，从而达到孔壁稳定和冲洗液不受污染的目的。

金刚石钻进具有转速高、环状间隙小等特点，所以要求泥浆性能是低固相与低密度，具有良好的润滑性与流变性，且失水量较小。故可选用聚丙烯酰胺低固相（或无固相）泥浆，或乳化泥浆。

表**6.1.1**中所列冲洗液性能参数均以近几年路内各单位所用冲洗液性能参数及地质矿产部《工程地质钻探规程》为依据，结合原规则表**4.11.1**提出的。使用时应视岩层情况不同，参考使用。

6.1.2 由于目前各地泥浆材料（粘土、水甚至处理剂）的性质并不一定完全相同，如果生搬硬套他人经验数据，有可能达不到

预期的目的，造成不必要的浪费。

泥浆配制中一般采用优质粘土或粘土粉制作造浆基本材料，其造浆率应在 **12 m^3/t** 以上。该指标是指优质钙土（含钙膨润土）加碱处理后的造浆率。基浆失水量指标的依据是地质矿产部《工程地质钻探规程》。因为优质造浆材料造浆率高，所制泥浆性能稳定，扩壁性好，最终核算经济成本大大低于劣质土，而且孔内事故率低。

用粘土配制泥浆时先用水将其浸泡 **1～24 h**，使粘土颗粒充分水化，以提高分散度和造浆率，同时也有利于保持泥浆性能的稳定。对钙质膨润土，在使用前还应加入适量的纯碱进行预水化处理。

水是泥浆中的一个主要原料。水质的优劣对泥浆性能和成孔过程有着十分重要的影响。如水中矿物质多了，会使粘土颗粒的水化作用减弱，并容易发生聚沉。通常制浆用水是就地取水，如用生活用水、河水、湖水等淡水，只有配制盐水泥浆时，才可用咸水或海水。

为适应各种不同岩性的岩层对泥浆性能参数的要求，单靠粘土和水的加量是不够的，只有根据孔内具体情况，科学地运用各种处理剂来改善和控制泥浆性能参数，才能在各种复杂岩层中顺利钻进。目前常用的处理剂类型有多种。

许多处理剂本身都具有多种功能，如 **PW** 植物胶具有提粘和降失水作用，腐植酸钾 **(KHm)** 具有絮凝、降失水和稀释作用等。所以选择泥浆处理剂时，应以其主要功能来选用。表 **6.1.2** 是根据地质矿产部《岩芯钻探规程》的编制。

用优质钙土造浆时可加入土量 **5%～6%** 的纯碱 **Na_2CO_3**，以提供的钠离子来置换粘土中的钙离子，使钙基土改型为钠基土，从而增加粘土的水化和分散，提高造浆率。

6.1.3 现场用于泥浆性能的测量仪器，可配置地质仪器厂生产的 **"NY-1"** 型泥浆试验箱，该箱配有：**1002** 型泥浆比重秤、**1006** 型泥浆粘度计、**NS-1** 型泥浆失水仪（包括打气筒一个）、

NA-1型泥浆含砂量计、pH值试纸等。该箱体积小、重量轻、便于携带，适合于野外使用。

钻进中若泥浆除砂不好，可能造成泥浆原有性能破坏，加速水泵零件磨损，影响孔底清洁，严重时，造成孔内事故。所以，使用泥浆现场，应根据场地实际情况，设置简易实用的泥浆循环系统，并派专人及时清除循环系统的沉砂。深孔应配备除砂器、振动筛等净化设备，从而可减轻劳动强度和减少泥浆替换次数，大幅度降低泥浆成本。

6.2.1 铁路工程地质钻探目前常用的护壁堵漏方法有：泥浆护壁堵漏、粘土护孔、水泥浆护孔堵漏和套管护孔。化学浆液堵漏虽有许多优点，但由于原料来源不广、成本过高或具有毒性等条件限制，目前很少使用。

进行钻孔护壁堵漏时应根据岩层坍塌或漏失的实际情况，结合护堵工具和材料，对“症”下“药”。也可将几种护壁堵漏方法，加以综合应用。

6.2.2 作为选用泥浆依据的岩层情况是指岩层岩性、钻孔坍塌和漏失程度。一般原则是：当钻孔发生冲洗液漏失时，降低泥浆密度，以减轻泥浆对孔壁、孔底的压力，达到减轻或消除漏失；当孔壁坍塌，增加泥浆密度，以平衡岩层压力，可有效的防止坍塌掉块或涌水等。

岩层轻微漏失性也叫小漏失或渗漏。其表现为孔内返出的冲洗液数量减少，水箱水位降低，冲洗液不断消耗，但尚能维持循环。对于这类岩层采用低固相聚丙烯酰胺泥浆（PHP），是因为该泥浆固相含量少，密度低，液柱压力小，加之又具有较理想的流型，因此，泥浆不易沿裂隙渗漏。另外该泥浆在孔壁形成的泥皮薄而坚韧，能封闭细小裂隙，阻止泥浆漏失。

岩层中等漏失性（又叫普通漏失）表现为循环中止，冲洗液面低于孔口。该岩层若用泥浆护壁堵漏用下列泥浆：

（1）堵漏泥浆：按漏失通道大小在泥浆中加入各种形状、尺寸的惰性堵漏材料，如锯末、纸屑、稻壳、云母片、花生壳、棉

子壳、甘蔗渣等，制成堵漏泥浆，泵入孔内，达到护壁堵漏目的。

(2) 石灰乳泥浆：在泥浆中加入密度为 1.3～1.4 kg/L 的石灰乳 10%～25%，制成高粘度石灰乳泥浆，用泵送或孔口注入，静置 1～2 h，即可堵漏。

(3) 未水解聚丙烯酰胺 (PAM) 泥浆：将 PAM 加入泥浆中搅成粥状后泵入孔内，PAM 使泥浆中固相完全絮凝，采用小泵量循环直至消除漏失为止。

(4) 冻胶泥浆及其它形成结构的泥浆：以泥浆为主，加入水泥、氯化钙、水玻璃等结构形成剂，配制成高粘度冻胶状物，泵送或孔口注入后静置 24 h，即可达到堵漏目的。

(5) 泡沫泥浆：在泥浆中加入起泡剂和稳泡剂，搅拌或充气后制成密度为 0.7～1.0 kg/L 的泡沫泥浆，通过泥浆循环，达到护壁堵漏目的。

既塌又漏岩层选择泥浆的方法是根据塌、漏程度，全面权衡，抓住主要矛盾。当钻孔漏失时要降低泥浆密度，以减少泥浆对孔底、孔壁的压力；而孔壁坍塌要增加密度，以平衡地层压力。如果钻孔漏失、坍塌不严重时则要以治漏为主，相反，若漏失强度很小而孔壁岩石很不稳定，则要适当增加密度，以防塌为主，并兼顾治漏 (调节泥浆其它性能)。

失水量是泥浆的重要性能，用失水量大的泥浆钻进不稳定岩层，易造成孔壁吸水膨胀、剥落、坍塌、缩径等不良后果，严重时会发生卡钻、埋钻等事故。另外，泥浆的失水量大，所形成的泥皮厚而疏松，这不仅起不到护壁作用，相反，还会导致泥皮脱落、糊钻或卡埋钻事故。所以，在使用泥浆护壁时，一定要严格控制失水量。

6.2.3 粘土堵漏时向孔内投粘土球不宜过快，以防止中途架桥，堵漏失败。

6.2.4 硫铝酸盐地勘水泥具有凝结快、早期强度高，初、终凝时间间隔短，水灰比可调幅度大，微膨胀和耐硫酸盐侵蚀等一系

列优良性能。B_1 型早强水泥也属于硫铝酸盐型快硬早强水泥。由于硫铝酸盐水泥具有上述优点，所以它已成为钻孔护壁堵漏有效地专用材料。现场有时难以准备到这类水泥，也可选用普通硅酸盐水泥，但要加入速凝剂，以加速水泥浆的凝结。

配浆用清洁淡水，其温度不超过 30 ℃，这是因为温度过高将缩短水泥浆的可泵期，影响灌注工作。

钻探工作中使用的水泥外加剂要根据水泥品种，护堵要求及货源情况，经室内配制试验，确定其品种和加量，目的是弥补水泥性能的不足，改善水泥浆性能。水泥外加剂，可单独使用，也可复合使用。外加剂按作用不同，可分为：减水剂、促凝早强剂、速凝剂、缓凝剂、粘结剂、防冻剂及膨胀剂等，并各自有其适用范围。选用时，应根据水泥浆性能要求不同使用。

配制水泥浆前利用现有材料和以往配方，在地面做好小型试验，测定必要数据，以确定较为合理的配方，并决定出：水灰比、灌注量、水泥用量、加水量、外加剂加入百分数和用量、搅拌方法等。

普通水泥水灰比通常为 0.45～0.5，若加减水剂可适当减小水灰比 (0.35～0.4)；地勘水泥水灰比为 0.45～0.7，且随温度变化而变化 (温度高，比值大)。

水泥浆仅在水化初期具有触变性，而地勘水泥比普通硅酸盐水泥的触变性时间更短，即地勘水泥的流动性差，可泵期短。为改进地勘水泥这种性能，使之满足灌注要求，可采用强力搅拌来改善流动度和增加可泵期。在配制水泥浆时，为了改善水泥浆的流动性，降低水灰比，都要加减水剂。加减水剂时，先将减水剂加水充分溶解，然后再加入水泥浆中，溶解减水剂的水量应计入水灰比之内。

常用的水泥浆灌注方法如下：

(1) 水泵钻杆注入法 (常用的基本方法)：用水泵输入钻杆将水泥浆压入孔内漏失或坍塌岩层。适用于注浆量大，水泥浆流动性好的情况，不受孔深、孔径和稳定水位高低的限制。

(2) 灌注器注入法：用于灌注少量水泥浆及孔内复杂和较深的孔段。注浆时，将水泥浆装入盛浆管内，然后将灌注器用钻杆下至漏失层，开动水泵，利用水压将灌注器排水阀打开，水泥浆便流入孔内需要灌注的部位。

(3) 孔口钻杆灌注法：将钻杆或小径套管下到需要灌注的孔段，从上接漏斗向孔内灌注。利用管柱内水泥浆自重，将水泥浆压入漏失或裂隙地层。此方法适用于浅孔，且孔内水位很低或干孔情况。

(4) 干料投入法：将水泥及其它外掺剂按比例混合好，装入塑料袋或帆布袋内，用钻杆下入孔内（孔内有水）进行搅拌，达到护堵效果。此方法适用于破碎、坍塌、严重漏失岩层。

注浆完毕立即将莲篷头放入准备好的替浆水箱中，开泵压水替浆。替浆量可参考下式计算：

$$Q = K\ (L-1)\ q + Q_{地}$$

式中 Q——替浆量，L；

L——钻杆柱长度，m；

i——孔内静水位至孔口高度，m；

K——压水系数，0～300 m，取 $K=0.9$；300 m 以上取 $K=0.95$；

q——每米钻杆内容积，φ50 钻杆为 1.2 L/m；φ42 钻杆为 0.8 L/m；

$Q_{地}$——地面管线及水泵容积，大口径取 50～60 L；小口径取 40～50 L。

6.2.5 铁路工程地质钻探中经常需要用套管护孔，如在裂隙、溶洞及强烈涌水、坍塌岩层，使用其它护壁堵漏方法无效或不经济时，水文地质试验孔段或供水井等，均使用套管护孔。

下管前向孔内投粘土球是封闭套管底部与孔壁之间缝隙，防止套管内外发生水力联系。

套管呈悬空状态是指套管没有放在孔底或孔内变径台阶上，在孔内呈悬空状态，这样易发生套管脱扣事故。

7.1.1 水文地质钻探通常较工程地质钻探工序复杂，无论人力、物力、时间均比工程地质钻探耗费多，因此，下达任务时必须提出钻孔的水文地质依据，深于 **100 m** 的水文地质孔，还应有钻孔结构设计图及工艺说明，其内容包括孔位，标高，钻孔预计地质剖面和水位深度，柱状图，钻进方法，冲洗液要求，岩芯采取率，试样采取，测井，止水，观测试验，封孔，关键孔段钻进注意事项，保证质量措施和安全注意事项等。

7.1.2 松散层中孔径不宜小于 **150 mm**；基岩中不宜小于 **110 mm**。是根据《铁路供水水文地质勘测规则》，考虑到松散层所下过滤器管必须包网、缠丝或填粒，因此，孔径应比过滤管至少大一级，即为 **150 mm**；基岩中多数情况只下圆孔或条孔状骨架过滤管，所以规定终孔直径不小于 **110 mm**。当溶洞中含有泥砂时应增大终孔孔径。

7.1.3 表 **7.1.3** 中的大口径泵吸、气举或射流反循环钻进，为目前较先进的钻进工艺，多用于第四系松散层大口径钻进。其特点是钻进速度快、费用低、成井质量好。三种反循环钻进方法，因其基本原理不同，所以孔深钻进效率也不同。泵吸反循环钻进，孔深在 **50 m** 以内钻进效率较高，随着孔深的增加，而效率逐渐下降；气举反循环钻进在开孔 **10 m** 以内不能使用，孔深在 **50 m** 以内效率低于泵吸或射流反循环钻进，**50 m** 以上效率较高。因此，三种反循环方式应互相配合使用，充分发挥其各自的特点，才能取得较好的经济效益。当一台设备配有不同的反循环方式，一般情况下，孔深不超过 **50～70 m** 采用泵吸或射流反循环钻进，孔深超过 **70 m**，采用气举反循环钻进。

硬质合金、钢粒、冲击等钻进方法，均为路内目前水文地质钻探常用方法。

7.1.4 本条第 **1** 款是参照原规则第 **6.1.4** 条和地质矿产部《水文地质钻探规程》制定。钻进参数中，将原规则的泵量，为定量值改为定性值，是考虑到，当孔壁稳定时，冲洗液量越大越有利于钻进。同时，泵量宜大有利于现场实际操作。

钻压是根据原规则的条文说明内容制定的。

7.2.1 水文地质钻探所用钻孔管包括：在非含水层中使用的孔壁管，在含水层中使用的滤水管（或叫花管），并在其下部安装的沉砂管。

根据材质不同钻孔管有钢管、铸铁管、水泥管、塑料管。铁路水文地质钻探使用的钻孔管多数为钢管，因为钢管强度大、下管工艺较简单，发生问题也易处理。铸铁管与钢管相比其强度较低、重量较大、下管也不太方便，但其成本较钢管低，防腐能力较强。一般在钢管货源紧张时也可采用铸铁管。水泥管成本低，制造方便，但制造时质量不稳定，强度低，下管工艺复杂，一般适宜于孔深较浅的群孔采用。塑料管具有强的抗腐能力可用于各种水质，强度较钢管稍差，但重量轻（运输方便），因此，这适用于深井，若条件允许可推广应用。

过滤管的长度乃指过滤管进水部分的长度。钻孔下入过滤管长度取决于含水层厚度、颗粒组成、过滤管直径等因素，全孔下过滤管既不合理，也不经济。一般当含水层厚度在 **15 m** 以内，按各含水层累计厚度计算过滤管长度（或略短 **1 m**）。当含水层厚度超过 **30 m** 时过滤管的长度采用 **20～30 m**，因为，富水性强的大厚度含水层，划分试验段的长度通常为 **20～30 m**，在透水性较好的含水层中，这一长度是足够的。由于含水层富水性判断不准，下过滤管不可能完全对应于最优含水层，因此，过滤管长度可按实际情况适当增减。选用直径大的过滤管时，长度可短些；过滤管直径小时，则长度可略增大。

7.2.3 将“砾料”改为“滤料”、“填砾”改为“填粒”，是根据国家《供水水文地质勘察规范》。

填粒为增大孔壁透水性，增大出水量，防止含水层砂粒进入过滤管内。所以下管结束后，应立即进行填粒，否则会影响成井质量，造成孔内大量涌砂，出水量减少等现象，甚至造成钻孔报废。

表 **7.2.3** 主要参考国家《供水水文地质勘察规范》。使用时，

只需根据含水层的颗粒分析资料 d_i，查该表，便可算出填粒粒径。含水层的不均匀系数为 $\eta = d_{60}/d_{10}$。表的形式简洁，使用方便。

常用填粒方法见说明表 7.2.3。

说明表 7.2.3　常用填粒方法

填粒方法	施 工 要 点	适用条件与优缺点
边冲边填法	投粒的同时，在管内下入钻杆，井内稍加密封，进行冲孔填粒。含水层较稳固，可采取大泵量冲洗；不稳固时，采用小泵量，慢投粒方法	使用泥浆作冲洗液的钻孔，为防止由于稠泥浆沉淀，使填粒达不到预定的孔段，采用此法较好，滤料杂物可随时冲出
先冲后填法	在填粒前进行彻底换浆，然后停泵进行填粒。可从观测井返水时的水头形态，判断投粒有否堵塞	此法简单，适用于较稳固的地层。填粒比较密实
边抽边填法	将空压机排砂管下至过滤管底部，边抽水、边投粒，以扩大填粒层的厚度。排砂管可固定，也可随填粒厚度的增高，随时上提	采用“大肚皮”井结构增加出水量时，往往采用此法。填粒密实，可增加出水量。但操作较复杂，在过滤管上部一般需下保护管

7.2.4　水文地质勘探孔和观测孔可进行临时性止水，但在试验和观测的全过程内应保证止水的有效性。长期观测孔应进行永久性止水。止水材料不能影响水质。

止水器止水：是将止水物（海带、橡胶、桐油石灰等）包裹在心管上，连同止水器下入孔内止水部位，借助轴向压力使止水物横向膨胀，封闭管壁间的环状间隙，达到止水目的。此方法适用于钻进中的单层止水或若干含水层的分层止水。

托盘止水：分上、下托盘法两种。上托盘法是把止水材料包裹在变径接头下部，下入变径台阶处，利用套管自重或加压，压挤止水物于套管和孔壁环状间隙中；下托盘法是把止水托盘连接在止水套管上的相应止水孔段部位，下入孔内，投入粘土球或桐油石灰球，阻塞管壁间的环状间隙。此方法适用于松软地层及其基层钻进中的分层抽水或观测水位的分层止水。

管靴止水是利用孔内换径造成的台阶，充填或挤压止水材料

于台阶处的环状间隙内，达到止水目的。此方法适用于松软地层及基岩孔换径处止水。

钻孔止水是水文地质钻探工作的主要质量指标之一，它的工作好环，直接影响水文地质资料的准确性和对含水层的保护程度，所以止水工作结束后应进行止水质量检查。

7.2.5 洗井是提高成井质量很重要的一道工序，能清除钻孔内岩屑和泥浆对含水层的封闭，同时抽出过滤管周围含水层的泥土、粉砂、细砂，以疏通含水层，使过滤管周围形成良好的滤水层，使其达到应有的出水量和使用寿命。为防止泥皮硬化，在下管、填粒、止水后，应立即进行洗井。

对于洗井质量，目前尚无具体的检定标准，条文的“水清砂净”含义是：

(1) 水清砂净，有时是相对的。当停歇一段时间或另换抽水设备时，原来已水清砂净的钻孔，可能重新出现浑浊。此时，可用其他对比办法检定洗井质量，如借鉴同一地区水文地质资料，单位涌水量 q 是否达到接近值。结合抽水试验，若认为 q 值无反常，即证明洗井效果好，否则，仍须重新洗井。

(2) 洗井方法应与钻孔结构、含水层相适应。一般松散岩层，水量大，含水层渗透系数较大，多采用空压机配合活塞洗井，反复蹩洗（送气 **5～10 min** 后恢复水位 **2～5 min**）**10** 余次之后，测得动水位升值不大于落程 **1%**；孔口连续出水稳定达 **1～2 h** 无明显变化，返水虽有浑浊，但已无泥砂、岩粉等物，洗井即可结束。

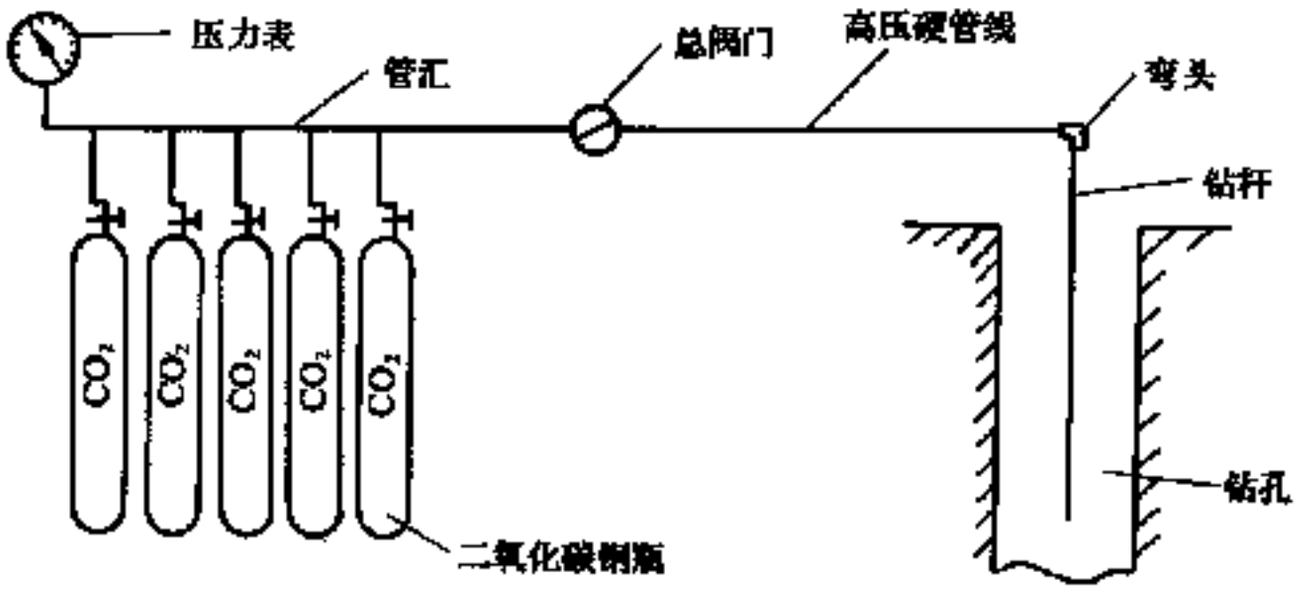
(3) 洗井时间的长短应根据多方面的因素统一考虑。岩层颗粒粗、泥浆固相含量多，钻进时间长，则孔内形成泥皮较厚，适宜较长时间的强力洗井；反之，洗井时间可短一些。“砂净”程度以参照孔井含砂量不超过二百万分之一（体积比）执行。

“二氧化碳洗井”和“焦磷酸钠洗井”，是目前洗井方法中较为先进的方法。

一、液态二氧化碳洗井

(1) 原理：向孔内灌入液态二氧化碳（CO_2），液体在孔内遇水吸热汽化，体积膨胀，产生气体压力，向含水层的孔隙或裂隙深部冲击地下水。同时推动孔内水柱上升喷出地表，随着井喷，孔内水位降低，而形成孔内水位瞬时的负压，在地层压力作用下，地下水携带大量细颗粒岩屑和裂隙充填物及孔壁破碎物涌入孔内，并随着井喷后期被排出孔外，从而清除了岩层裂隙或孔隙中的沉积物或充填物，疏通了水流通道，增大了钻孔的出水量。

(2) 操作方法：首先安装好孔内和地表输送管道，然后将装有液态 CO_2 的钢瓶通过高压软管连接在管汇上，管汇一端装压力表，另一端接孔内输送管道。液态 CO_2 是由钢瓶放出，经高压软管、管汇、管道输送到孔内如说明图 7.2.5。



说明图 7.2.5　液态二氧化碳洗井

待一切安装完毕后，即可打开总阀门和钢瓶阀门，液态 CO_2 相继送入孔内，就能很快产生井喷；待井喷后立即关闭总阀门，这样可反复进行井喷 2～3 次后，即可开动空压机排除孔内杂物，进行试抽水。如果未达到预期效果，再向孔内灌入液态 CO_2，这样反复 2～3 次，即可达到洗井目的。

液态 CO_2 洗井不受岩层特性、井管材质、井身结构的限制，取材方便，操作简单，目前在多种洗井方法中是比较先进的一种方法。

二、焦磷酸钠洗井

(1) 原理：焦磷酸钠（$Na_4P_4O_7$）为无水白色粉末状（工业品），它与泥浆中的粘土发生络合作用，形成水溶性络离子，其反应式为：

$$Na_4P_4O_7+Ca^{2+}\longrightarrow CaNa_4(P_2O_7)^{2+}$$

$$Na_4P_4O_7+Mg^{2+}\longrightarrow MgNa_4(P_2O_7)^{2+}$$

生成的络合离子为惰性离子，因此不发生可逆反应。络合离子本身不会聚结沉淀，也不再与别的离子化合沉淀，因此，它易于在洗井抽水过程中排出孔外，从而达到洗井目的。

(2) 操作方法（勘探孔）：下管与一般下管方法相同，不同之处是，当止水物下至距止水位置 0.5～0.8 m 处，将止水管用夹板固定在孔中，从管内下入活塞，坐落在返浆托盘上，然后开泵送清水管外返浆（同托盘返浆法），但返浆时间不宜过长，要保持止水物以上有优质泥浆护壁，以便抽水后起拔套管。返浆后紧接着用泥浆泵灌入焦磷酸钠水溶液，待洗井部位管外与孔壁环状间隙充满后，立即将管柱下至预定洗井深度，再将活塞提起 0.5～0.8 m，继续管内灌注。$Na_4P_2O_7$ 溶液灌完后，在管内拉动活塞半小时，加速泥皮破坏，最后将活塞起出，静置 5～6 h，即可采用其它方法洗井。

(3) 注意事项：

①孔内钻进泥浆 pH 值要保持在 6～7，否则泥皮溶解速度就会减慢，影响洗井效果。

②焦磷酸钠水溶液要按比例配制，水和焦磷酸钠的质量比为：100∶(0.6～0.8)。若钻进周期长，井内泥浆密度大，固相含量高，其药量可适当增大，一般不超过 1%。

③灌入井内焦磷酸钠溶液数量，以体积计算时，要考虑超径因素，一般超径系数为 0.3～0.5。

7.3.1 钻孔简易水文地质观测是钻进作业中一项重要工作，是了解含水层的最简便、经济、有效的方法，能为专门水文地质钻孔和铁路建筑物的设计提供必要的资料。

简易水文地质观测项目包括：

1. 钻孔中的水位变化；

2. 记录冲洗液的消耗量、冲洗液明显漏失位置、水色变化等；

3. 记录钻孔涌水位置、涌水量、涌水高度和孔口水温；

4. 观测记录钻具突然陷落的起止深度、涌砂、逸气等各种异常情况。

观测项目并非每孔每项都要进行，现场可按照钻探任务书的具体要求执行。

7.3.3 将原规则中“岩质岩”、“半岩质岩”改为“硬质岩”和“软质岩”，这与《铁路工程地质技术规范》中所用名词相同。

7.3.5 在钻进中发现泥浆被稀释或冲洗液大量消耗，说明岩层透水性能有了变化，可能遇到了新的含水层。因此，在使用泥浆钻进时，规定每班至少要测量一次冲洗液消耗量。如果泥浆突然发生变化，则必须增加测定次数。

为了准确观测冲洗液消耗量，要求钻场内冲洗液循环系统不得渗漏，必须防止雨水、地表水流入冲洗液内，并禁止向泥浆计量箱以外的循环系统中（如泥浆沉淀池、泥浆槽、钻孔中）直接添加或取走冲洗液。

7.4.1 提水试验是简易水文地质试验方法之一。试验时不易控制稳定落程和流量，其成果资料精度较差。所以提水试验有一定适用范围。

7.5.1 离心泵、往复泵的吸水高度通常为 **6～7 m**，超过此高度就不能使用。

7.5.2 分层抽水时，应将试验段以外的含水层用止水器或其他止水物严密封闭。

7.5.3 风管调和器沉入钻孔的深度（H）与动水位至出水管口的高度（h）成正比关系。h 愈大，则 H 值也大，即 $H=Kh$。

在相同的扬程时，每抽 **1 m³** 的水所需压缩空气量与沉没系数有关，沉没系数愈大，耗气量愈少。目前所用的空气压缩机多

为低压的（0.7 MPa），在水位较深的钻孔中，若要求过大的沉没系数则无法启动。考虑设备的现实情况和节省能源，所以沉没系数不得小于1.5。

7.5.5 抽水试验的水位降深次数、降深值、降深差，采用《铁路供水水文地质勘测规则》。

正式抽水要求作三次降深的原因是：可获得孔井的特征曲线，以便正确选择计算水文地质参数的公式；有可能推算出钻孔的出水量；有可能验证水文地质参数的计算是否准确。如用3次不同下降值计算，所得的渗透系数应比较一致。

砂类土从小降深开始抽水，可使细粒岩层形成天然过滤层，不致使过多的细小颗粒涌入井内；基岩中应从大降深开始抽水，其目的是：抽水开始即可获得所用抽水设备的最大抽降能力，以便设计小降深的数值，同时还可起到洗井作用。

7.5.12 深井泵安装，首先要求钻孔垂直。当钻孔不直，易使泵管与传动轴偏斜，轴承架受径向应力，增加震动而产生过早磨损。对钻井垂直度尚无统一规定，现场常以5 m长管柱（管直径大于或等于泵壳）吊放到预定深度，下降中若能顺利通过，就认为钻孔垂直。孔管是指套管和滤水管。

潜水电泵沉没深度：当试验抽水钻孔水位降深较小时，则取偏小值；若落程较大，则取较大值。

7.6.1 压水试验是测试岩层渗透性的常用方法之一。通过试验，可以定性地了解地下不同深度的坚硬和半坚硬岩层的相对透水性和裂隙发育的相对程度，为评价岩层的透水性，论证建筑物地基与其周围岩层的透水情况，提供和确定防渗与基础处理措施等的基本资料。

7.6.2 铁路钻探中，压水试验大多采用自上而下的分段压水法，即每钻进一段，用橡胶栓塞隔离进行试验。

试验段的确定除条文中提到的三点外，尚需结合具体情况考虑，如渗透性强的地段，试验段宜短，反之，则可延长。同一钻孔中靠近地表的试验段应短；较深部位的试验段则可延长。

试验段的底部，要选在较完整的地段上，以便下一试验段安装栓塞。如果试验段底部无法选在较完整的地段上，在试验后进行水泥封孔也可以，形成水泥孔壁，其长度不少于 **1 m**。

7.6.4 压水试验一般在一个试验段内，采用三个压力阶段，但在实际工作中，如果岩层单位吸水量 $W<0.01$ L/min 时，只作一个阶段；当 $W>0.01$ L/min 时，方作三个压力阶段。

总压力是指作用于试验段的实际平均压力，单位为米水柱。压水试验的总压力值，一般采用 **30 m** 水柱。当试验总压力无法采用 **30 m** 水柱时，可用较大压力值并要求各孔段（试验段）采用的压力值尽量一致。

对于压力值大小和使用顺序，在坚硬岩层中，可由大到小，避免或减少裂隙被堵塞。在松软破碎岩层中，则采用由小到大的压力值顺序，避免因开始压力过大而破坏原来地层结构。

7.6.5 压水试验的试验段钻进结束后，按照洗孔、测定水位、试验段隔离、压水流量观测的顺序进行工作：

1. 洗孔：压水钻孔应采用清水钻进，覆盖层与基岩之间应用套管隔离并止水。试验设备下入孔内以前，用冲孔器、洗井刷、活塞提拉等方法进行洗孔。

2. 测定水位：孔内水位每 **10 min** 测一次，在工作管内外同时进行，当连续三次读数的水位变化小于 **4 cm**，即视为稳定。

水位在试验段以内或试验段以下，装塞后无法再测水位时，均以装塞以前所测的静止水位为准，并作为计算依据。

3. 试段隔离：根据孔径、试段位置确定栓塞直径和工作管长度。准确记录下管顺序、长度和接头数量。工作管应无弯曲、破裂，连接处应严格止水。管子下完后，检查栓塞位置，确认无误时，才可加压使胶塞膨胀，并检查止水效果。当试验段已被隔塞，立即测量工作管余长，求出塞底深度与试验段实际长度。

4. 压力与流量观测：设备安装齐全后，进行试验性压水，采用设计最大压力值以了解栓塞是否堵牢、管路畅通否、压力表指示的压力值能否稳定和达到设计要求。

正式压水时将压力调到规定数，并保持稳定后每 **10 min** 记录一次压力和流量，当试验成果符合规范标准时，即可结束，以最终流量读数作为计算流量。

压水试验成果是否正确主要从 $S=f(Q)$ 曲线判断。当钻孔压水的稳定流量 Q 与试验段总压力值 S 之间出现反比异常情况，说明试验工作有误，如地下水位不正确、**1～2** 个压力阶段流量值出现偏大或偏小（与栓塞漏水、工作管破损、地层裂隙扩展、流量计有误、洗孔不净而岩石裂隙受堵、受压后岩石裂隙逐渐封闭等因素有关），总之，现场遇到各种实际问题，应结合具体情况予以处理，尽可能不要中断试验。因为有 **3** 次或 **3** 次以上不能读出耗水量，绘制 Q-t 曲线图有困难，无法判定流量稳定情况。

7.7 钻孔注水试验是野外测定岩层渗透性的一种比较简单方法，其原理同抽水试验，只是以注水代替抽水。

7.7.2 注水试验的变动水头法，是以一定的水量一次注入钻孔后，立即停止供水，观测其下降水位变化情况，一直观测到下降水位，达到钻孔内原来地下水的静止水位为止。该方法取得的资料精度差，一般不宜采用。

8.1.1 孔内钻具挤卡事故主要指：探头石挤卡、掉块挤卡、孔内键槽挤卡、钻粒挤卡、缩孔挤卡、岩芯挤卡、钻头与孔壁挤卡等。

新钻头出刃比旧钻头大，下钻前检查出刃只能看出是否合乎标准，能否通过套管。钻孔实际孔底以上的一段孔径，总是比新钻头的外出刃小，同时有岩粉、岩屑存在，会出现孔壁与新钻头挤卡情况，为了避免这种情况发生，新钻头下至距孔底 **0.3～0.5 m** 扫孔慢下。

有时即便将钻具提离孔底 **1～3 m**，也并非能排除堵水、阻力增大或冲洗液停止循环等事故的征兆，因此新增加提钻进行处理的规定。

8.1.2 孔内埋钻事故系指岩粉埋钻、塌孔埋钻和悬挤埋钻。埋

钻事故多发生在松散破碎岩层和深孔的钢粒钻进过程中。由于孔底岩屑积聚过多，钻粉捞取不及时，或因泥浆护壁失效而产生孔壁坍塌，陷埋钻具。条文中指出预防埋钻的措施，适用于冲洗液钻进。

8.1.3 烧钻事故多发生在钻头与孔壁及岩芯间隙小，转速高的金刚石钻进和硬质合金钻进过程中。从岩石因素考虑，则多发生在岩粉多，易糊钻的软质岩石中。施钻中若发现进尺慢、严重蹩水、回转阻力大、提钻困难时，要采取积极措施预防烧钻事故的发生。

烧钻事故的预防关键在于保证孔内循环冲洗液的畅通，同时要及时排除孔底岩粉。

预防喷反钻具和无泵反循环钻进烧钻的根本措施是下钻前、后检查钻具，钻进中观察回水，保持钻具水路畅通。

8.1.4 先强力开泵冲孔，使埋卡物松动，排除孔外，钻头冷却。凡是返水的情况下，应继续强力冲孔，以达到减轻事故或排除事故。

埋钻常与塌孔伴生存在，因此在孔壁不稳定的情况下，应先护壁后处理事故，否则可能造成重叠事故。

本条款是针对孔内钻具挤卡、埋钻、烧钻的事故特点及共性的处理方法，条文中指出了先简后繁的处理方法。

8.2 钻具断脱是指钻进过程中孔内钻杆、岩芯管和各种接头的折断，或其各连接部分丝扣滑扣。预防钻具断脱事故应该从提高管材加工质量，加强管材维护管理，遵守操作规程，改进工作稳定条件等方面着手。但管材加工质量与维护管理这两个环节，不完全取决于现场机组。条文中指出的预防措施，是在原规则基础上修改的，增加了对管材加工标准和磨损限度的要求，须符合本规程第 **10.8** 节的规定。其余为钻进操作方面要求。

条文中规定深孔钻探时，使用润滑减阻冲洗液和钻铤加压，目的在于降低回转阻力，改善钻杆在工作中的稳定条件，防止因阻力大和过度弯曲磨损而剪断钻杆。

8.2.2 条文指出了事故较复杂的多头断脱、贴靠孔壁、藏于孔内洞穴或键槽钻具断脱事故，丝锥捞取钻具的几种主要方法。为了判明钻杆多头断脱情况，先用打印器，以便选择适当的打捞工具。打印器是利用一段长**0.1 m**的短套管，装在异径接头上，把短套管外用薄铁皮裹上，而后注入熔化的蜡水或沥青，使蜡水或沥青高出套管口 **10～20 mm**，待凝固后把铁皮拆掉即成。用钻杆下入孔内打印时，下放动作要轻慢，一接触到断头立即停止下放，切忌转动，起出后观察其印痕。如果一次不清可多打几次。

8.3 孔内套管事故主要指：套管折断、套管下跑、套管脱扣错位、套管挤卡等事故。

8.4 原“钻规”的第八章第三节为孔内坠物的预防，实际内容包括了钻头磨削具脱落和小物件坠入孔内两部分。由于两者发生原因和处理方法不同，因此分为两部分编写。

8.4.1 孔内钻头磨削具脱落主要指：硬质合金块、金刚石钻头胎体脱落和金刚石粒脱落。

孔内处理钻头磨削具脱落事故目前常用的方法如下：

1 粘取法：将孔内杂物冲净后，用带黄蜡或带粘胶物的粘取器下入孔内，粘取碎硬质合金块或胎体碎块等。

2 冲捞法：岩芯管上部接取粉管或开口取物管，岩芯管下部接宽刃十字冲击钻头或旧钻头，大泵量冲孔，边旋转边上下窜动钻具或边旋转边冲击孔底，使硬质合金或胎体碎块等物沉淀到取粉管或开口取物管内。

3 抓取法：下入抓筒，抓取脱落硬质合金、胎体和金刚石粒等物。

4 磨灭法：用钢粒钻头或磨铁钻头，将脱落的硬质合金磨成粉屑；用专用金刚石磨孔钻头磨细脱落的胎体或金刚石粒。同时，在磨细的过程中，用大泵量冲孔，使磨后粉屑沉淀到取粉管内。

5 钻取法：将喷反钻具的岩芯管下端接磨铁钻头，磨铁钻头内孔上口接一小取粉管使之伸入到岩芯管内，钻具下到孔底后

边钻边冲，使磨细后的胎体等物沉淀在小取粉管四周的岩芯管内。

6 套钻法：先在孔底打一小孔，使脱落的硬质合金和胎体碎块等集沉在小孔内，再用粗径钻具将小孔套在中间钻进，钻至小孔底以下一定深度后，用取芯方法将其取出。

8.4.2 孔内坠物事故主要指：钢丝绳、电缆、垫叉、管钳等小工具和小物件坠入孔内。

8.5.2 弄清孔内情况后，组织机组人员，讨论分析事故发生的原因、类型。对事故处理办法，拟订出多种方案，一般从安全、简易、见效快的方法着手，并预先考虑处理无效后反而使事故复杂化的第二步办法。处理事故所用的打捞工具、材料，除检查外，还需将其用的类型规格钻具组合、数量逐一登记。

9.1.1 钻孔直径是保证钻探质量的必要条件。因为，完成不同的技术作业，都必须用相应的足够钻孔直径作保证，才能达到质量要求；达到技术作业质量要求的钻孔直径，必须用性能和技术条件适合的钻机和钻具，才能完成。

钻孔直径规定，主要根据如下：

1 《铁路工程土工试验方法》中，作渗透试验的原状土直径应大于或等于 **100 mm** 外，其他试验内容的原状土直径为 **100 mm** 或 **80 mm**。考虑取土器外径原因，粘性土采取原状土的钻孔直径则定为大于或等于 **110 mm**。

2 国标《湿陷性黄土地区建筑规范》中，黄土取土器内径不宜小于 **120 mm**，取土器外径不大于 **129 mm**。为保证取土质量，因此规定采取黄土原状土时，其钻孔直径应大于或等于 **150 mm**。

3 根据石样试验要求，岩芯试样直径不小于 **50 mm**。铁路工程地质钻探常用的最小钻孔直径为 **75 mm**，按硬质合金钻头计算，ϕ**75 mm** 的钻头体内径为 **61 mm**，硬质合金内出刃按 **1.5～2 mm** 计，则岩芯直径在 **57～58 mm**，因钻具摆动等因素，岩芯实际直径可达 **55 mm** 左右。ϕ**75 mm** 单管金刚石钻头胎体内径

一般为 59 mm，岩芯直径亦大于 ϕ50 mm。因此，规定采取送验岩石试样的钻孔直径应大于或等于 75 mm。

4 压水试验可选用 ϕ75 mm、ϕ91 mm 和 ϕ110 mm 三种孔径；在钻孔中作注水试验都利用工程地质钻孔，铁路地质钻探的最小孔径为 75 mm。因此压、注水试验的孔径应大于或等于 75 mm。

5 用于鉴别、划分地层的取芯钻探，钻孔直径可减小，但太小也容易出现鉴别和分层偏差，考虑个别情况下使用争光 10 型钻机和金刚石小口径钻探，因此将最小钻孔直径规定不小于 33 mm。

6 抽水试验时，是根据过滤管的直径确定钻孔直径。《铁路供水水文地质勘测规则》中，松散层中过滤管直径不宜小于 127 mm；基岩中过滤管直径不宜小于 108 mm。由于松散层孔壁不规则，过滤管外壁又要缠包网或填粒，所以规定松散层抽水试验的钻孔直径应大于或等于 150 mm，考虑深孔基岩中抽水时使用单层花管，因此对基岩抽水孔的直径规定为应大于或等于 110 mm。

7 在钻孔中进行原位测试时，测试孔段钻孔直径，应达到测试探头上下不能受阻，才能保证测试准确，所以定为钻孔直径大于探头直径一级以上。

9.2.1 孔内钻具长度是计算孔内各种深度的基础数据。下钻前每根钻具的量测，又关系到钻具总长或孔深的偏差。路内有的设计院规定钻具量测的允许偏差为±1 cm，中国统配煤矿总公司的《工程地质钻探质量标准》中规定为±1 cm，但都未明确该偏差是指多大长度的偏差。为明确量测偏差的准确程度，所以规定每根钻具的量测读数至厘米从而孔深允许偏差±2‰。

大于或等于 5 cm 厚的夹层（除滑动面外）影响地基稳定，常在分层时被忽略，因此本规程增加了 9.2.1.2 款内容。

取样、标贯和地下水位的深度，是钻探质量的重要组成部分，因此，本规程增加其允许偏差为±5 cm。

9.3.1 工程地质钻探各种岩芯采取率，是在原规则的基础上，参照各院已有规定，并根据目前铁路钻探工艺水平，综合分析制定的。

9.3.3 选用合适的取芯钻具是保证取芯质量的重要措施。为此，在原规则第 **4.13.1** 条内容基础上，选取路内外已用且可靠的取芯钻具，列于附录 **D** 中表 **D.0.1**，以供现场结合岩层等情况选用。

9.4 试样的采取、保管和运送质量，是钻探质量的重要部分，直接影响到试验质量和提供设计数据的准确性。现将原规则有关内容并入，并吸取路外新的内容。

9.4.1 表 **9.4.1—1** 中的试样扰动程度和试验内容的划分，是依据国家《岩土工程勘察规范》。类别仍保留了铁路沿用的原状土和扰动土两级划分法。粘性土和黄土的土样直径，分别依据国家现行《土工试验方法标准》和《湿陷性黄土地区建筑规范》。根据试验内容或土样质量类别选用的取土器类型，是结合铁路钻探现用的取土器，并参照国家《岩土工程勘察规范》内容，综合确定的。

各单位用的取土器，其技术参数各不相同，但取土质量与取土器参数密切相关，为了提高取土质量，取土器技术参数尤为重要。本规程采用国标《岩土工程勘察规范》的薄壁和厚壁取土器技术参数，及国标《湿陷性黄土地区建筑规范》的黄土薄壁取土器技术参数，以便选用取土器。

为了保证取样质量，加强对取土器的使用保养和管理，因此，针对铁路钻探使用取土器现状和存在问题，参照中国统配煤矿总公司《工程地质钻探质量标准》和地质矿产部《工程地质钻探规程》，新增加第 **9.4.1** 条第 **3** 款内容。

取土方法直接影响到土样质量，不同的方法，对土样质量影响程度相差甚大，应按条文中指出的土层条件，恰当选用取土方法。根据实践经验，连续压入取土的效果好。

对本条第 **5** 款说明如下：

1 根据实践经验和其他行业规程，回转钻进方法对孔底土层扰动最小，因此，规定取样前用回转钻进方法、钻压、进尺数。

2 孔壁稳定的前提下取样，是保证取样质量的最基本要求。提样时，套管护壁的向孔内灌水，泥浆护壁的向孔内灌浆，其目的是保持孔内外地层压力平衡，维护孔壁稳定不坍塌，增加对土样的浮力，减少掉样。套管底端距取土样位置的距离，是根据其他部标准综合后定为 **0.5～1.0 m**。

3 清孔钻具必须大于取土器外径一级，以便取土器顺利下入孔内，避免刮削孔壁。松软土用勺钻和螺旋提土钻清孔，或硬质合金钻头冲洗液清孔；较硬土用螺旋提土钻或鱼尾钻头冲洗液清孔。条文提出的是原则性的，需视岩层具体情况灵活应用。取土器入土超深造成土样被挤压，因此取土深度即从孔内残留物底面以下深度，不得大于取土器减去废土段部分的有效长度。

4 根据铁路地质钻探的取土经验和国内其他行业的有关规程，当取土器达到预定入土深度后，在硬土中，将取土器转动几圈，在软土中停留 **2～3 min** 后，再提升取土器，目的是防止土样滑脱。

9.5 校正孔深，尤其深孔钻进时更为重要。在钻探过程中，随着频繁地更换并加长钻具，钻孔累计深度往往与实际孔深存在一定的偏差。如果偏差太大，对孔内下管、控制深度、孔内观测作业和事故位置判断等均有影响，造成孔深记录与实际不符，其原因是在量测钻具、读数、记录和计算四个环节上出现了差错。为了保证孔深的准确性，不仅现场使用的量具经常按本规程第 **9.2.2** 条第 **1** 款的规定校核，并校正孔深用的量具同钻进使用量具。

9.6.2 孔斜不大时用一般纠斜方法，即不要特殊工具，只是操作上应用孔斜规律，利用自然增斜或减斜，或者反转钻进和回填老孔等方法纠斜。特殊纠斜方法是用专用纠斜工具纠斜，一般为楔铁导斜纠斜方法和万向接头纠斜方法两大类，每类中又有许多

种方法，可参考有关资料选用。

9.7 钻探记录是一项重要的统计资料和原始资料，是钻探质量标准的主要内容之一。记录工作按表 **9.7.2** 内容进行。

9.7.2 钻探记录内容表 **9.7.2** 中：

1 时间记录：从钻探开始至终孔的全部工作时间称为总台时。其中包括生产时间与非生产时间。生产时间指纯钻进时间与辅助时间；非生产时间指事故与停钻时间。

1) 纯钻进时间：是指钻具在孔底开始工作到钻具离开孔底时的这一段时间。

2) 辅助时间：指在生产上必须的辅助时间，包括升降钻具、上下套管、滤管、更换钻具、扫孔、扩孔、孔内观测、取样、测斜、设备保养及特殊作业如堵漏、止水、爆破以及短时间迁移孔位、安装拆卸等。

3) 事故时间：指由于孔内事故或机械事故造成现场停产的时间，即从事故发生到排除的全部时间。

4) 停钻时间：指由于劳动力、泥浆、水源、材料或配件不足而造成停工等待的时间。

总台时的时间是连续的，从开孔到终孔不应出现时间的中断。

2 进尺与深度：累计深度是根据上次孔深和本回次钻进终了，提升钻具以前，量得机上余尺求出回次进尺后而累计的深度。

3 钻进情况：钻进工艺是指采用的钻进方法及技术，如硬质合金钻进、针状合金钻进、表镶和孕镶金刚石回转钻进，金刚石冲击回转钻进、硬质合金冲击回转钻进、钢粒钻进、冲击钻进或震动钻进等。护壁类型是指采用泥浆、粘土、水泥浆、化学浆液或套管等。

4 孔内情况：根据孔内发生的情况实事求是地及时记录，有多少项记多少项，不得漏记。

9.7.3 根据铁路地质钻探的需要和《铁路工程地质技术规范》，

将原规则的松散地层，改为粘性土、砂类土、碎石类土分类描述。

现场对岩芯鉴定描述，首先要区分是属于三大类岩石中的哪一类，然后根据三大类岩石主要鉴定标志，按下列内容进行描述：

1 岩浆岩

野外鉴定岩浆岩的步骤是：

1) 估计颜色指数，从酸性岩——中性岩——基性岩——超基性岩的颜色由浅色过渡到深色，颜色指数是指岩石中含深色矿物的体积百分数，颜色指数小于 **10%**为酸性岩，**20%～30%**左右为中性岩，大于 **50%**则为基性岩石，从颜色特征大体可以判断为某一类岩石。

2) 观察结构和构造。结构是指岩石中矿物的结晶程度、晶粒大小与形状。如全晶质结构、半晶质结构、玻璃质结构，晶粒大小有粗粒（大于 **5 mm**）、中粒（**2～5 mm**）、细粒（**0.2～2 mm**）、微粒（小于 **0.2 mm**）。构造指岩石中矿物颗粒互相间的位置及充填空间的方式，如气孔状构造、杏仁状构造、块状构造、流纹状构造等。根据结构与构造，可推知岩石属于深成、浅成或喷出的。

3) 观察矿物成分，识别矿物主要成分是鉴定岩石的要素，如石英多，则为酸性岩；橄榄石多，则为超基性岩，然后观察浅色矿物长石类与深色矿物黑云母、角闪石、辉石的大致含量，则可较准确地确定岩石名称。

2 沉积岩

鉴别沉积岩时，首先从结构构造上观察，是碎屑结构还是泥质结构或生物结构、化学结构。如岩芯不是松散的，是坚硬并具有层理的泥质结构，则一般可定为粘土岩、页岩；若无层理，则为泥岩。如系碎屑物胶结的，则应从碎屑岩中去鉴别，如既非碎屑岩，也不是粘土岩，则可从沉积岩的化学岩、生物化学岩中去鉴定，以确定岩石名称。

3　变质岩

变质岩的特征是具有平滑、光泽的片理面。内力作用使岩石中片状、柱状矿物呈平行排列。鉴别时首先从构造特征上看是否具有麻状、片状、板状或块状构造，然后根据成分不同定不同的名称。变质岩与岩浆岩有时不易区分，特别是具有块状构造的云英岩、石英岩、硅卡岩、大理岩及混合岩等。

9.8.1　根据铁路有关单位的实践经验，为保证隧道的安全，将原规则第 **4.14.1** 条内容改为：浅埋隧道路肩设计标高以上 **15～20 m**；深埋隧道地表 **20 m** 以下，用水泥砂浆回填。

9.9　根据钻探质量的检查与验收需要，及实施的可能，增加了该内容。其核心是负责钻探的技术人员与机组间的质量检查与验收。影响钻探质量的因素自上而下是多方面的，从全面质量管理的要求，现在内容仅是其中一部分，但这是钻探质量管理的基础环节，能对钻探质量起到重要作用。

9.9.1　每个钻探工点开工前，负责钻探的技术人员，都必须提出工点群孔或单孔的任务书，其中包括技术质量和其他要求，并向机组交底。机组则根据任务要求，从技术、机具、人力等方面为达到要求的质量，作好开工前的准备工作。

9.9.2　机组以任务书的技术和质量要求为依据，按本规程要求施钻，并按条文中的检查制度检查，当发现质量问题苗头时，要及时采取控制措施；对已造成的质量事故，要采取补救措施。

9.9.4　根据验收评定钻探质量的需要，将钻孔的质量等级划分为三级，条文中提出的是原则性的。

具体的评定内容、细目和细目标准及评定办法，在不违背本条各级标准下，由各单位根据具体情况制定实施。

10.1.6　本条文规定带有普遍性，各钻探机械均应遵守，以后各钻探机械的条文中不再另列。

10.2.2　钻机各部轴承、轴套的温度不得高于 **60** ℃。是因温度达到 **60** ℃时，机油中含有的少量轻馏油分会因高温而蒸发，使机油稀薄。同时机油与热金属接触发生一定的氧化作用，使机油

中的酸值增加，这些都会使机油变稀、变质，组织不成油膜而失去润滑作用，若不及时消除，将会造成机器的咬轴、烧瓦等故障。温度达到60 ℃时，用手摸轴承、轴套有烫手感觉。

10.3.1 柴油机冷却水一般用雨水、自来水或清洁河水。有的井水含有较多杂质，易使柴油机水腔内产生较多的水垢，影响冷却效果，故不宜使用。

寒冷季节向水套内加注热水，预热机器，使机身温度提高至30 ℃以上，以手测温有温热的感觉。0 ℃以下的严寒天气，应将曲轴箱润滑油放出，预热至70 ℃，经过滤再注入曲轴箱。若用喷灯预热曲轴箱底壳时，应避开油管和水泵塑料件，以免受热变形。

10.3.2 本条款2款是原规则的内容。新的或经大中修后的机器，初期使用时，要较额定负荷降低30%，较额定转数降低25%进行走合。冷机器开动后，不要立即带负荷工作，并转速较额定转数降低30%运转几分钟，提高机身温度至40 ℃，以手测温有较热的感觉，然后逐渐提高转数和带负荷。

第5款柴油机正常排气颜色为淡灰色，非正常颜色为黑色、白色、蓝色。

10.8.1 《地质勘探用钢管》（YB 235—63和YB 235—70）是冶金部分别在1963年和1970年颁布的钻探用钻杆、套管、岩芯管、接头等用钢机械性能、尺寸、技术条件、试验方法及验收、包装和标志的标准。《水文水井钻探用钢管》（GB 9808～9812—88）为中华人民共和国水文水井钻探管材标准。

10.8.2 表10.8.2引自地质矿产部《岩芯钻探规程》。

10.8.8 标贯器刃口损伤数据，引自铁三院经验总结。

A.1.3 运营线上钻探安全防护，增加了电气化铁路附近钻探的规定，相对铁道部现行《电气化铁路有关人员电气安全规则》中，与接触网设备的带电部分的安全距离（2 m以上）大，这是考虑到钻探过程中，基本上使用金属物件，或遇下雨等情况，本规程增大与带电部分的最小距离，以确保安全。

A.2.3 防雷防电，对钻架安装避雷针的要求数据比原规则具体，以便应用。避雷针的避雷范围，视钻架、避雷针高度而定，高 **12.5 m** 以上钻架顶端装 **1.5 m** 高的避雷针时，其保护半径为 **8 m**。本条数据，依据人民铁道出版社《铁路钻探手册》。

B.0.1 经协作会议讨论，在工程地质钻探岩石分类中，增加各级代表岩土的所属硬度，其参照水利水电部标准。工程地质钻探岩石可钻性 **8** 级与岩芯钻探岩石可钻性 **12** 级对照参见说明表 **B.0.1**。

说明表 B.0.1 岩石可钻性的级数对照

岩石可钻性 8 级	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ	Ⅶ	Ⅷ
岩石可钻性 12 级	1	2	3	4～5	6～7	8～9	10～11	12

C.0.4 泥浆在钻孔内循环时，因受压力差作用，泥浆中有一部分水被迫渗入孔壁岩土中，即产生泥浆失水，同时泥浆在孔壁上形成泥皮，而保护孔壁。泥浆失水量小，形成泥皮致密，对保护孔壁和增加孔壁稳定性有利。失水量过大，易形成厚泥皮或岩土吸水膨胀，造成钻孔坍塌、掉块、缩径，严重时引起下钻遇阻、遇卡、造成孔内事故，因此岩芯钻探要求泥浆失水量在 **15 mL/30 min** 以下，所以增加测定泥浆失水量方法。野外现场用得多的是 **1009** 型（一个大气压力差）失水量测定仪，使用时，按其使用说明书进行。气压式失水仪（**7** 个大气压力差）测量的失水量更真实些，但设备需要气压瓶或打气筒。

C.0.5 泥浆的 **pH** 值（或酸度值）对泥浆性能影响大，也是泥浆进行化学处理的重要依据。因此，用泥浆钻进，每班测量泥浆性能指标时，增加了测定泥浆 **pH** 值。

(京)新登字 063 号

中华人民共和国行业标准

铁路工程地质钻探规程

TB 10014—98

*

中国铁道出版社出版发行

(100054，北京市宣武区右安门西街 8 号)

北京兴顺印刷厂印

开本：850×1168 1/32 印张：4.375 字数：111 千字

1998 年 6 月第 1 版 第 1 次印刷

印数：1—5000 册

统一书号：15113·1118 定价：11.80 元

版权所有 盗印必究

凡购买铁道版的图书，如有缺页、倒页、脱页者，请与本社发行部调换。