

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50734 – 2012

冶金工业建设钻探技术规范

Technical code for drilling of metallurgical
industry construction

2012 – 01 – 21 发布

2012 – 08 – 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

冶金工业建设钻探技术规范

Technical code for drilling of metallurgical
industry construction

GB 50734 - 2012

主编部门：中 国 冶 金 建 设 协 会

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 2 年 8 月 1 日

中国计划出版社

2012 北 京

中华人民共和国国家标准
冶金工业建设钻探技术规范

GB 50734-2012

☆

中国计划出版社出版

网址: www.jhpress.com

地址: 北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 4 层

邮政编码: 100038 电话: (010) 63906433 (发行部)

新华书店北京发行所发行

北京世知印务有限公司印刷

850mm×1168mm 1/32 4 印张 99 千字

2012 年 7 月第 1 版 2012 年 7 月第 1 次印刷

☆

统一书号: 1580177·878

定价: 24.00 元

版权所有 侵权必究

侵权举报电话: (010) 63906404

如有印装质量问题, 请寄本社出版部调换

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 1276 号

关于发布国家标准《冶金工业 建设钻探技术规范》的公告

现批准《冶金工业建设钻探技术规范》为国家标准,编号为 GB 50734—2012,自 2012 年 8 月 1 日起实施。其中,第 3.0.9、3.0.10、8.4.6(4)条(款)为强制性条文,必须严格执行。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

二〇一二年一月二十一日

前 言

本规范是根据原建设部《关于印发〈2006 年工程建设标准规范制订、修订计划(第二批)〉的通知》(建标〔2006〕136 号)的要求,由中勘冶金勘察设计研究院有限责任公司会同有关单位共同编制而成。

本规范在编制过程中,编制组向全国有关的勘察、设计、施工、教学及研究单位广泛征求意见;采纳了国内近 30 年来的钻探工程经验,经反复讨论、修改,最终经审查定稿。

本规范共分 11 章和 4 个附录,主要内容有:总则,术语和符号,基本规定,钻探准备工作,工程地质钻探,水文地质钻探与水井施工,基桩孔和成槽施工,特种钻探,冲洗介质与护壁堵漏,钻探质量,钻探设备使用、维护与拆迁等。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,由中勘冶金勘察设计研究院有限责任公司负责具体内容的解释。为提高规范质量,请各单位在执行本规范的过程中,结合工程实践,认真总结经验,并将意见和建议寄交中勘冶金勘察设计研究院有限责任公司(地址:河北省保定市东风中路 1285 号,邮政编码:071069,E-mail:guifan3@126.com),以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、参加单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位: 中勘冶金勘察设计研究院有限责任公司

参 编 单 位: 长春工程学院

中冶集团武汉勘察研究院有限公司

中国有色金属工业长沙勘察设计院

中冶沈勘工程技术有限公司
北京爱地地质勘察基础工程公司
中基发展建设工程有限责任公司
宁波冶金勘察设计研究股份有限公司
湖北中南勘察基础工程有限公司
山西冶金岩土工程勘察总公司
中国有色金属工业昆明勘察设计研究院

参 加 单 位：中国地质科学院勘探技术研究所

北京市三一重机有限公司

主要起草人：王哲英 靖向党 李玉京 李 强 刘海刚

张国银 张宝亮 杨 新 杨子峰 金义元

荆和平 郭 斌 赵志锐

主要审查人：王文臣 王安成 孙建华 刘柯林 刘耀峰

刘 勇 赵子刚 祝世平 贺家乐 蒋宿平

龚高柏

目 次

1	总 则	(1)
2	术语和符号	(2)
2.1	术语	(2)
2.2	符号	(6)
3	基本规定	(7)
4	钻探准备工作	(9)
4.1	编制钻探施工方案	(9)
4.2	施工场地准备	(9)
4.3	基台与钻塔安装	(10)
4.4	钻探设备安装	(11)
4.5	附属设备安装	(11)
4.6	准备工作检查	(12)
5	工程地质钻探	(13)
5.1	钻孔结构设计与钻进方法选择	(13)
5.2	冲击钻进	(14)
5.3	回转钻进	(14)
5.4	地下水位观测	(20)
5.5	钻孔止水与封孔	(20)
6	水文地质钻探与水井施工	(22)
6.1	钻孔结构设计与钻进方法选择	(22)
6.2	冲击钻进	(24)
6.3	回转钻进	(25)
6.4	气动冲击回转钻进	(30)
6.5	水文地质地下水位观测	(31)

6.6	成井工艺	(31)
7	基桩孔和成槽施工	(34)
7.1	一般规定	(34)
7.2	冲击钻进	(34)
7.3	冲抓锥钻进	(35)
7.4	大直径回转钻进	(35)
7.5	潜水电钻钻进	(37)
7.6	螺旋钻进	(38)
7.7	旋挖钻进	(38)
7.8	钻孔扩底钻进	(39)
7.9	钻孔挤扩支盘施工	(39)
7.10	成槽施工	(40)
7.11	清孔	(41)
8	特种钻探	(42)
8.1	定向钻进	(42)
8.2	岩心定向钻进	(43)
8.3	水平孔钻进	(43)
8.4	水上钻探	(45)
8.5	孔内爆破	(48)
9	冲洗介质与护壁堵漏	(50)
9.1	冲洗介质	(50)
9.2	护壁堵漏	(52)
10	钻探质量	(54)
10.1	岩(土)心、土试样与水试样的采取	(54)
10.2	勘察孔孔深校正与钻孔弯曲度	(57)
10.3	供水管井成井质量	(58)
10.4	基桩孔成孔质量	(58)
10.5	成槽质量	(59)
10.6	原始报表	(60)

10.7 终孔验收与资料提交	(60)
11 钻探设备使用、维护与拆迁	(61)
11.1 钻探设备使用与维护	(61)
11.2 钻探设备拆迁	(61)
附录 A 岩心钻探岩石可钻性分级表	(62)
附录 B 土的分类	(64)
附录 C 岩心钻探岩石研磨性分级表	(65)
附录 D 土试样质量等级划分	(66)
本规范用词说明	(67)
引用标准名录	(68)
附:条文说明	(69)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms and symbols	(2)
2.1	Terms	(2)
2.2	Symbols	(6)
3	Basic requirement	(7)
4	Drilling preparation works	(9)
4.1	Working out drilling construction scheme	(9)
4.2	Preparation of construction field	(9)
4.3	Installation of base platform and boring tower	(10)
4.4	Installation of drilling equipments	(11)
4.5	Installation of ancillary equipments	(11)
4.6	Check of preparation works	(12)
5	Engineering geological drilling	(13)
5.1	Design of borehole structure and choice of drilling methods	(13)
5.2	Percussion drilling	(14)
5.3	Rotary drilling	(14)
5.4	Observation of groundwater table	(20)
5.5	Shut-off of water and sealing of borehole	(20)
6	Hydrogeological drilling and well construction	(22)
6.1	Design of borehole structure and choice of drilling methods	(22)
6.2	Percussion drilling	(24)
6.3	Rotary drilling	(25)

6.4	Pneumatic percussion-rotary drilling	(30)
6.5	Observation of hydrogeological groundwater table	(31)
6.6	Well completion technology	(31)
7	Construction of foundation pile holes and trenches	(34)
7.1	General requirement	(34)
7.2	Percussion drilling	(34)
7.3	Percussion-grabbing drilling	(35)
7.4	Large-diameter rotary drilling	(35)
7.5	Phreatic water electrical drilling	(37)
7.6	Auger drilling	(38)
7.7	Rotary excavate drilling	(38)
7.8	Under-ream drilling	(39)
7.9	Extrusion hole drilling	(39)
7.10	Construction of trenches	(40)
7.11	Cleaning cuttings in the holes and trenches	(41)
8	Special drilling	(42)
8.1	Directional drilling	(42)
8.2	Core directional drilling	(43)
8.3	Horizontal hole drilling	(43)
8.4	Drilling on waterways	(45)
8.5	Blasting in the hole	(48)
9	Flushing medium, protecting hole wall and shut-off of loss	(50)
9.1	Flushing medium	(50)
9.2	Protecting hole wall and shut-off of loss	(52)
10	Drilling quality	(54)
10.1	Taken of rock core, soil and water samples	(54)

10.2	Depth and curvature of investigation hole	(57)
10.3	Construction quality of water supply well	(58)
10.4	Drilling quality of foundation pile hole	(58)
10.5	Construction quality of trenches	(59)
10.6	Original reports	(60)
10.7	Check and acceptance of final hole, submission of datum	(60)
11	Use, maintenance, disassemble and transportation of drilling equipments	(61)
11.1	Use and maintenance of drilling equipments	(61)
11.2	Disassemble and transportation of drilling equipments	(61)
Appendix A	Classification table of drillability of rock in core drilling	(62)
Appendix B	Classification of soils	(64)
Appendix C	Classification table of rock abrasiveness in core drilling	(65)
Appendix D	Grade classification of soil samples quality	(66)
	Explanation of wording in this code	(67)
	List of quoted standards	(68)
	Addition; Explanation of provisions	(69)

1 总 则

1.0.1 为在冶金工业建设项目钻探工作中贯彻执行国家有关的技术经济政策,做到安全适用、技术先进、经济合理、保护环境,确保钻探工程质量,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于冶金工业建设工程地质钻探、水文地质钻探、特种钻探、水井施工、基桩孔和成槽的施工,以及钻探设备的使用和维护。

1.0.3 钻探施工应按本规范的要求,制定有效的技术措施,确保钻探工程优质、高效、节能、环保和安全。

1.0.4 冶金工业建设钻探的施工以及钻探设备的使用和维护,除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 钻探工程 drilling engineering

为探明地下地质情况,开采地下资源以及其他工程目的所进行的钻孔施工与采样工作。

2.1.2 工程地质钻探 engineering geological drilling

以工程地质勘察为目的的钻探工作。

2.1.3 水文地质钻探 hydrogeological drilling

以水文地质勘察为目的的钻探工作。

2.1.4 工程钻孔施工 civil engineering drilling

以工程施工为目的的钻孔工作。

2.1.5 钻具 boring rig

由钻头、钻杆、连接接头等组成的钻探工具。

2.1.6 岩石可钻性 rock drillability

岩石被碎岩工具钻碎的难易程度。

2.1.7 钻孔结构 borehole structure

构成钻孔剖面的技术要素。包括钻孔总深度、各孔段直径和深度、套管或井管的直径、长度、安装深度和灌浆部位等。

2.1.8 套管 casing

用于保护孔壁稳定或满足钻进技术要求需要下入孔内的管材。

2.1.9 孔口管 collar piping

开孔钻进后下入孔内保护孔壁稳定的套管。

2.1.10 冲击钻进 percussion drilling

借助钻具重量,按一定的冲击高度,周期性地冲击孔底破碎岩

土的钻进方法。

2.1.11 回转钻进 rotary drilling

通过回转器或孔底动力机具驱动钻头回转破碎孔底岩土 of 的钻进方法。

2.1.12 冲击回转钻进 percussive-rotary drilling

在回转钻进的同时利用冲击器向钻头上施加冲击功的钻进方法。

2.1.13 反循环钻进 reverse circulation drilling

携带岩屑的冲洗介质经由钻杆内返回地面的钻进方法。

2.1.14 泵吸反循环钻进 pump-suction reverse circulation drilling

利用砂石泵(离心泵)在钻杆内腔造成负压产生抽吸作用,使钻杆内腔液体上升排出的反循环钻进方法。

2.1.15 射流反循环钻进 jet reverse circulation drilling

利用射流泵在钻杆内腔造成负压产生抽吸作用,使钻杆内腔液体上升排出的反循环钻进方法。

2.1.16 气举反循环钻进 air-lift reverse circulation drilling

压缩空气在孔内一定深度与钻杆内的冲洗液混合形成低密度气-液混合液,利用钻杆内、外液体密度差产生的压力差实现反循环的钻进方法。

2.1.17 旋挖钻进 rotary excavate drilling

利用旋挖钻机驱动回转斗、短螺旋钻头或其他钻提土工具钻进岩土 of 的钻进方法。

2.1.18 钻孔扩底钻进 under-ream drilling

将柱状钻孔底部直径扩大的钻进方法。

2.1.19 挤扩支盘钻进 extrusion hole drilling

按设计要求在柱状钻孔的不同部位通过挤压孔壁形成支或盘的钻进方法。

2.1.20 金刚石钻进 diamond drilling

利用金刚石钻头破岩的钻进方法。

2.1.21 硬质合金钻进 hard-metal drilling

利用硬质合金钻头破岩的钻进方法。

2.1.22 绳索取心钻进 wire-line core drilling

利用带绳索的打捞器,以不提钻方式经由钻杆内孔取出岩心容纳管的钻进方法。

2.1.23 定向钻进 directional drilling

利用自然弯曲规律或人工定向偏斜的方法按照设计钻孔轨迹施工钻孔的钻进方法。

2.1.24 岩心定向钻进 core orientation drilling

利用专门的取心工具从孔内取出具有确定方向的岩心,在地面利用专用装置使其恢复孔内方向,以确定地下岩层产状的技术方法。

2.1.25 岩(土)心钻进 core drilling

以采取圆柱状岩(土)心为目的的钻进方法。

2.1.26 全面钻进 full face drilling

将孔底断面岩(土)全部破碎不采取岩(土)心的钻进方法。

2.1.27 硬质合金钻头 hard-metal bit

镶嵌硬质合金切削具的钻头,也称合金钻头。

2.1.28 金刚石钻头 diamond bit

利用金刚石及其制品作为破岩切削具制造的钻头。

2.1.29 牙轮钻头 roller cone bit

利用钻头基体上可转动的圆锥形牙轮进行破岩的钻头。

2.1.30 滚刀钻头 roller truncated cone bit

利用钻头基体上可转动的截锥(圆台)形滚刀进行破岩的钻头。

2.1.31 翼片钻头 wing bit

由镶焊刀具的若干翼片构成的破碎岩土的钻头,也称刮刀钻头。

2.1.32 冲击钻头 percussion bit

利用冲击功破碎岩土钻头。

2.1.33 抓斗 grab

由开合机构控制数片颚片抓取孔底岩土的钻孔工具。

2.1.34 钻斗 drill bucket

回转切削孔底岩土并能携带岩屑至孔外的筒状钻孔工具。

2.1.35 金刚石扩孔器 diamond reaming shell

配合金刚石钻头,对孔壁进行修整以保持孔径的专用工具。

2.1.36 钻压 weight on the bit(WOB),bit press

沿钻孔轴线施加在钻头或破岩工具上的压力。

2.1.37 潜孔锤 down the hole(DHT) hammer

利用液体或气体作为动力源产生冲击能的孔底冲击器。

2.1.38 岩心管 core barrel

在取心钻进中,用于容纳及保护岩心的管件或管组。

2.1.39 冲洗液量 flow rate,pump discharge

单位时间内泵入孔内的冲洗液体积。

2.1.40 冲洗介质 flushing medium

钻进中用于冷却钻头、携带岩粉、稳定孔壁的孔内循环流体介质。

2.1.41 冲洗液 drilling fluid

液态冲洗介质。

2.1.42 乳化液 emulsion

一种液体以液珠形式均匀而稳定地分散于另一种与其不相混溶的液体中形成的分散体系,也称乳状液。

2.1.43 无固相聚合物冲洗液 free-clay polymer fluid

不加黏土的聚合物水溶液,也称无固相冲洗液。

2.1.44 稳定液 slurry, supporting fluid

在槽(孔)施工过程中,维持槽(孔)壁稳定的不循环泥浆或聚合物水溶液。

2.1.45 泥浆 mud

黏土颗粒均匀而稳定地分散在液体(水或油)中形成的分散体系。

2.1.46 黏土造浆率 yield of clay

在规定条件下制备表观黏度为 $15\text{mPa} \cdot \text{s}$ 的泥浆时,每吨黏土制备泥浆的体积。

2.1.47 堵漏 shut-off of loss

封堵孔内冲洗液漏失通道的作业。

2.1.48 钻孔偏斜测量 hole deviation survey

测量钻孔某点顶角、方位角的作业,也称钻孔弯曲测量。

2.1.49 钻孔顶角 drift angle of drilling hole

钻孔轴线上某点沿轴线延伸方向的切线与垂线之间的夹角。

2.1.50 钻孔方位角 azimuth of drilling hole

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切线之间的夹角。

2.1.51 钻孔倾角 dip angle of drilling hole

钻孔轴线上某点沿钻孔方向的切线与其在水平面上投影之间的夹角。

2.2 符 号

D ——钻头直径;

F ——钻头压力;

F_0 ——每颗硬质合金所需压力;

m ——硬质合金镶焊数量;

Q ——冲洗液量。

3 基本规定

3.0.1 钻探工程应以工程设计或勘察纲要为依据,并应根据自然条件、地层特性,编制钻探施工方案,选择钻进方法、工艺和钻探设备。

3.0.2 钻探施工前应向作业人员进行技术和安全交底。

3.0.3 钻探作业人员应经专业培训合格后持证上岗。

3.0.4 钻探工程施工不得污染施工环境。

3.0.5 钻探工程应优化施工,推广应用钻探新设备、新方法、新工艺。

3.0.6 钻探施工班组应做好钻孔原始资料的记录和班报表填报与整理工作,提交的资料应真实、准确、可靠。

3.0.7 钻探施工应采取预防孔内事故发生的措施。

3.0.8 安全管理应符合下列规定:

1 应建立健全安全生产责任制,并应严格执行设备安全操作规程。

2 应制订安全预防应急救援预案。

3 钻场周围应设置围栏、安全警示牌,野外作业的高架设备应设置避雷装置。

4 2m 以上高处作业,应系好安全带。

5 钻探作业人员的安全设施、个人劳动防护用品应符合国家现行有关标准的规定。

6 钻探设备的竖立和拆迁应在机长统一指挥下进行。

7 作业前严禁饮酒,在易燃、易爆区严禁烟火。

3.0.9 在悬崖、陡坡等危险地带进行作业,应设置安全防护设施。

3.0.10 钻具提出钻孔后,严禁悬空放置。升、降钻具时严禁用手扶钢丝绳。

3.0.11 钻孔施工结束后应按设计要求成井、灌注或封孔。

3.0.12 工程地质钻探、水文地质钻探与水井施工、基桩孔和成槽施工等单项工程竣工后应提交钻孔资料或竣工报告。

3.0.13 岩石可钻性等级分类应符合本规范附录 A 的规定,土的分类应符合本规范附录 B 的规定,岩石的研磨性分级应符合本规范附录 C 的规定,土试样质量等级划分应符合本规范附录 D 的规定。

4 钻探准备工作

4.1 编制钻探施工方案

4.1.1 施工方案应根据工程设计、勘察纲要和踏勘情况编制。

4.1.2 钻探施工方案应符合技术先进、安全环保、经济合理、可操作性强的要求。

4.1.3 钻探施工方案应包括下列内容：

1 施工现场的地理交通位置、地形地貌、地下设施分布、当地气候及施工条件。

2 施工场地工程地质和水文地质条件。

3 施工的目的和要求。

4 施工工艺、方法。

5 施工钻孔的结构设计。

6 钻探设备和钻具的选择。

7 质量保证措施。

8 施工进度计划。

9 设备、材料、人力资源计划。

10 职业健康安全、文明施工、环境保护。

11 孔内事故预防措施。

4.2 施工场地准备

4.2.1 钻孔孔位确定后，修筑地基时应符合下列规定：

1 应根据孔位标志和斜孔的方位桩修筑场地，孔位和钻孔方位不得擅自变动。

2 钻场面积应根据设备类型、附属设备和材料摆放要求确定，宜不占或少占耕地。

3 地基应平坦、稳固,并应具有足够的承载能力,在松软地层修筑地基时应采取加固措施。

4 钻场位于斜坡上时,填方面积不得大于地基面积的 1/4,填方部分应夯实,也可采用钢管(木)桁架钻场。

5 深孔或在沼泽地区施工时,塔角和钻机底座宜采用混凝土加固。

6 坑道内钻场高度宜大于 7m,底面积宜大于 4m×6m。

7 钻场周围应采取排水措施,在山谷、河沟、地势低洼或雨期施工时,应根据地形情况,加高钻场地基或挖排水沟,修筑拦水坝或修建防洪堤,同时应设置人员撤离的安全通道。

8 修筑地基应避免开悬崖、陡坡等危岩崩落区,当无法避让时应将坡上浮石清除,并应采取可靠的防护或加固措施。

9 修建地基时,应按钻探方案修建冲洗液循环槽与沉淀池。

4.2.2 修筑场地前,应掌握施工现场地下构筑物、管线分布情况,钻孔边缘距地下电缆、构筑物、管线及其他地下设施之间的水平距离,工程地质钻孔宜大于 2m,大直径施工钻孔宜大于 5m,并应采取可靠的防止塌陷的措施。

4.2.3 在输电线路附近施工时,钻塔安装和起落中,其顶端或其他金属附件与输电线路的安全距离不得小于表 4.2.3 规定的数值。

表 4.2.3 钻塔与输电线路的安全距离

输电线路电压(kV)	<1	1~10	35~110	154~220	330~500
允许最小距离(m)	4	6	8	10	15

4.2.4 设备进场前应做到路通、水通、电通(用汽油或柴油机做动力时除外)和施工场地平整。

4.3 基台与钻塔安装

4.3.1 基台结构形式应根据设备类型、钻孔设计深度、角度和地基条件确定。各部件连接螺栓应加垫紧固,并应保证安装稳固、周

正、水平。

4.3.2 当施工设备需要铺设行走钢轨时,钢轨应平直、稳固,其对称线与桩孔中心线的偏差不应大于 20mm,轨道面上任意两点的高差不应大于 10mm。

4.3.3 钻塔的安装应按说明书的要求进行,并应符合下列规定:

1 钻塔安装前,应严格检查,并确保钻塔的零部件齐全、完好,所用起落装置与制动系统应灵活、可靠。

2 钻塔的安装应按顺序进行,不得有遗漏与错位。

3 钻塔各构件或部件间连接应牢固,并应与基台稳固连接。

4 座式天车应设置安全挡板,吊式天车应拴保险绳。

5 钻塔绷绳应安装牢靠,绷绳位置应对称,绷绳与地面夹角不宜大于 45°。

4.3.4 雷雨季节施工,钻塔应装设符合要求的避雷针,并应与钻塔绝缘,接地极与钻塔绷绳的埋置距离不应小于 4m,其接地电阻不应大于 10Ω。

4.4 钻探设备安装

4.4.1 安装钻机、动力机、泥浆泵或砂石泵、搅拌机、泥浆净化机械和空气压缩机等设备时,应合理布置,并应便于操作。

4.4.2 钻塔天车滑轮、回转器或转盘中心与钻孔中心应在同一条直线上,并确保钻孔方位准确。

4.4.3 安装车载或牵引式钻探设备时,支撑基座应稳定可靠。

4.5 附属设备安装

4.5.1 皮带、链轮、万向轴和外露齿轮等传动部分,应设有牢固的防护栏杆或防护罩。

4.5.2 钻场的电气设备应由专业电工安装、维护和拆除,并按国家现行有关电气技术标准施工。

4.5.3 钻塔活动工作台应采用直径不小于 7.7mm 的钢丝绳作

平衡吊绳,工作台周围栏杆高度不应低于 1.1m,底盘周围护板高度应在 180mm 以上,应配备安全带或安全绳,并应有制动、防坠装置。

4.5.4 冲洗液净化系统应根据钻探方案要求设置。

4.6 准备工作检查

4.6.1 准备工作完成后,应按本规范第 4.2 节~第 4.5 节的规定进行检查,并应进行试运转。

4.6.2 准备工作应经全面检查合格后再开钻。

5. 工程地质钻探

5.1 钻孔结构与钻进方法选择

5.1.1 钻孔结构设计应符合勘察纲要的要求,并应以钻孔的设计深度、终孔直径、地层特性为依据自下而上进行。

5.1.2 钻孔结构设计的内容应包括孔深、终孔直径、各级孔径与深度、各层套管深度与规格。

5.1.3 钻孔结构设计应符合下列规定:

1 孔口管应穿过松散覆盖层,宜下入稳定地层 0.5m。

2 应简化钻孔结构。

3 用防塌冲洗液和注浆法难以保持孔壁稳定的地层,应采用套管护壁。

4 在没有施工经验的地区施工应预留备用孔径。

5 钻孔结构应满足后续试验及测试的要求。

5.1.4 钻进方法宜按表 5.1.4-1、表 5.1.4-2 选用。

表 5.1.4-1 土层钻进方法

钻 进 方 法		土 层 类 别			
		黏性土	粉 土	砂 土	碎石土
回转钻进	勺钻	○	○	○	×
	螺旋钻进	○	○	○	×
	硬质合金钻进	○	○	○	○
冲击钻进		○	○	○	○

注:○为适用,×为不适用。

表 5.1.4-2 岩层回转钻进方法

钻 进 方 法		岩石可钻性级别									
		1~3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
硬质合金钻进		○	○	○	○	×	×	×	×	×	×
金刚石 钻进	孕镶钻头	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○
	表镶钻头	×	×	○	○	○	○	○	×	×	×
	复合片钻头	×	○	○	○	○	×	×	×	×	×

注：○为适用，×为不适用。

5.2 冲击钻进

5.2.1 冲击钻进可用于黏性土、粉土、砂土和碎石土层。

5.2.2 冲击钻进应符合下列规定：

- 1 开孔钻进应采取防止钻孔偏斜的措施。
- 2 钻进中应根据勘察纲要要求控制回次进尺。
- 3 当采用泥浆护壁时，钻进过程中应保持孔内液柱高度不低于孔口，并不得将钻具停滞孔底。
- 4 当采用跟管钻进时，抽筒与套管应保持同步，抽筒不应超过套管靴 0.5m。

5 钻进中遇到地层软硬变化时，应立即停止钻进，应量测层位变换深度并提钻。

6 钻进中应随时检查钢丝绳的完好程度，当钢丝绳出现断丝数量超过总丝数 10% 或有一股断头时，应更换。

5.3 回 转 钻 进

5.3.1 勺钻和螺旋钻进应符合下列规定：

- 1 勺钻和螺旋钻进可用于地下水位以上不易塌孔的砂土、粉

土和黏性土。

2 回次进尺不应超过钻头长度。

3 钻进过程中,应根据地层变化随时调节给进速度和转速。

5.3.2 硬质合金钻进应符合下列规定:

1 硬质合金钻进可用于1级~6级岩层。

2 硬质合金钻头结构类型应根据岩土类别和钻探施工组织设计要求等合理选择,其结构参数宜按表5.3.2-1~表5.3.2-3选取。

表 5.3.2-1 硬质合金切削具数量(颗)

岩 土 类 别	钻 头 直 径(mm)			
	75、91	110	130	150
可钻性1级~4级岩石	6~8		8~10	10~12
可钻性5级~6级岩石	8	8~12	10~12	12~14
卵石、砾石	9~12	12~14	14~16	16~18

表 5.3.2-2 硬质合金切削具出刃

岩 土 类 别	切 削 具 出 刃 (mm)		
	内出刃	外出刃	底出刃
可钻性1级~4级岩石	2.0~2.5	2.0~3.0	3.0~5.0
可钻性5级~6级岩石	1.5~2.0	1.5~2.5	2.0~3.0
卵石、砾石	1.0~1.5	1.5~2.0	1.5~2.5

表 5.3.2-3 硬质合金切削具镶焊角及刃尖角度

岩 土 类 别	镶焊角(°)	刃尖角(°)
可钻性1级~4级均质岩石	15~20	45~50
可钻性5级~6级均质岩石	10~15	60~70
非均质有裂隙的岩石、卵石、砾石	0~15	80~90

3 硬质合金钻进的技术参数应根据岩石性质、钻头结构、设备能力和孔壁的稳定性等因素合理选择,并应符合下列规定:

1) 钻压应根据每颗硬质合金切削具需施加的压力确定,硬质合金切削具需施加的压力值宜按表 5.3.2-4 选取。

表 5.3.2-4 硬质合金切削具压力值

岩石可钻性级别	切削具形式	压力(N/颗)
1~3	片状、方柱状、八角状硬质合金	500~600
4~5	方柱状、八角状硬质合金	700~1200
6	八角状硬质合金	900~1600

2) 钻头转速应根据钻头切削具切削速度和岩石性质确定,钻头切削具切削速度宜取 $0.5\text{m/s} \sim 1.2\text{m/s}$,钻进不同岩性的钻头转速宜按表 5.3.2-5 选取。

表 5.3.2-5 硬质合金钻进转速

岩石可钻性级别	钻头直径(mm)	转速(r/min)
1~3	75~150	150~300
4~5		100~200
6		65~130

3) 冲洗液量应根据单位时间内所产生的岩粉量、冲洗液上返速度和冲洗液类型确定。冲洗液上返速度宜取 $0.3\text{m/s} \sim 0.5\text{m/s}$,不同规格钻头的冲洗液量宜按表 5.3.2-6 选取。

表 5.3.2-6 硬质合金钻进冲洗液量 (L/min)

岩石可钻性级别	钻头直径(mm)		
	75、91	110	130、150
1~3	60~100	85~150	100~180
4~5			
6			

4 硬质合金钻进应保持孔内清洁,并根据岩层特性和钻具结构选用相应的卡心方法。

5.3.3 金刚石钻进应符合下列规定:

1 金刚石钻进可用于中硬以上岩层,一般聚晶金刚石复合片(PDC)钻头可用于4级~7级岩层,单晶孕镶金刚石钻头可用于5级~12级完整和破碎岩层,天然表镶金刚石钻头可用于5级~9级岩层。

2 表镶金刚石钻头和孕镶金刚石钻头结构参数应根据岩石的可钻性、研磨性及岩石的完整性确定,宜按表5.3.3-1选取。

表 5.3.3-1 金刚石钻头与扩孔器

岩石可钻性级别			4~6			7~9			10~12		
岩石研磨性类别			弱	中	强	弱	中	强	弱	中	强
天然金刚	粒度 (粒/200mg)	15~25	○	○	×	×	×	×	×	×	×
		25~40	×	○	○	○	○	×	×	×	×
		40~60	×	×	×	○	○	○	×	×	×
		60~100	×	×	×	×	×	○	○	○	×
石表镶 钻头	胎体硬度(HRC)	I (20~30)	○	×	×	×	×	×	○	×	×
		Ⅲ (35~40)	×	○	×	×	○	×	×	×	×
		V (>45)	×	×	×	×	×	○	×	×	○
天然或 人造金 刚石孕 镶钻头	粒度(目)	20~40	○	○	○	○	○	×	×	×	×
		40~60	×	○	○	○	○	○	×	×	×
		60~80	×	×	×	○	○	○	×	○	×
		80~100	×	×	×	×	○	○	○	○	○
	胎体硬度(HRC)	I (20~30)	○	×	×	○	×	×	○	○	×
		Ⅱ (30~35)	×	○	○	○	○	×	×	×	×
		Ⅲ (35~40)	×	○	○	○	○	×	×	×	×
		Ⅳ (40~45)	×	×	○	×	○	○	×	×	×
		V (>45)	×	×	×	×	×	×	×	×	○
表镶扩孔器			○	○	○	○	○	×	×	×	×
孕镶扩孔器			×	○	○	○	○	○	○	○	○

注:○为适用,×为不适用。

3 聚晶金刚石复合片钻头的结构参数应根据岩石的可钻性和完整性等选择,出刃宜符合表 5.3.3-2 的规定。

表 5.3.3-2 聚晶金刚石复合片钻头出刃

岩石可钻性级别	内、外出刃(mm)	底出刃(mm)
1~4	2~3	0.5d
5~7	1~1.5	

注:d为聚晶金刚石复合片的直径。

4 金刚石钻进技术参数应符合下列规定:

1) 钻压应根据岩石性质、钻头类型、钻头底唇面积、金刚石粒度、品级和浓度等选择,并宜符合表 5.3.3-3 的规定。

表 5.3.3-3 金刚石钻头的钻压(kN)

钻头类型		钻头直径(mm)				
		36	47	60	75	91
表镶钻头	初始压力	0.5~1.0	0.5~1.0	1.0~2.0	1.0~2.0	2.0~2.5
	正常压力	2.0~4.0	3.0~6.0	4.0~7.5	6.0~10.0	8.0~11.0
孕镶钻头		2.5~4.5	4.0~7.0	4.5~8.5	6.0~11.0	8.0~15.0
聚晶金刚石复合片钻头		按每个复合片 0.5kN~1.0kN 压力确定				

注:聚晶金刚石复合片钻头随着复合片磨钝,钻压可逐渐增大。

2) 钻头转速应根据岩石性质、完整程度及钻头直径选择,并宜符合表 5.3.3-4 的规定。

表 5.3.3-4 金刚石钻头的转速(r/min)

钻头类型	钻头直径(mm)				
	36	47	60	75	91
表镶钻头	650~1300	500~1000	400~800	300~550	250~500
孕镶钻头	1000~2000	750~1500	600~1200	400~850	350~700
聚晶金刚石复合片钻头	250~800	200~600	150~500	120~400	100~300

- 3) 冲洗液量应根据岩石性质、完整程度、孔壁环状间隙、钻头直径、冲洗液上返流速等确定,并宜符合表 5.3.3-5 的规定。

表 5.3.3-5 金刚石钻进冲洗液量

钻头直径(mm)	47	60	75	91
冲洗液量(L/min)	25~40	30~50	40~60	50~70

注:1 金刚石钻进环状间隙上返流速应大于 $0.4\text{m/s} \sim 0.7\text{m/s}$;

2 孕镶钻头宜采用较大泵量,表镶钻头宜采用较小泵量;

3 聚晶金刚石复合片钻头的泵量可按表列数值增大 $20\% \sim 50\%$ 。

5 金刚石钻进钻头应排队使用,先用外径大内径小的,后用外径小内径大的,应保证钻头、扩孔器能正常下到孔底,并应做到不扫孔、不扫残留岩心,同时应及时记录每个回次钻头磨损情况。

6 钻头与扩孔器、钻头与卡簧应合理匹配。扩孔器直径应大于钻头直径 $0.3\text{mm} \sim 0.5\text{mm}$,卡簧的自由内径应小于钻头的内径 $0.1\text{mm} \sim 0.3\text{mm}$ 。

7 钻头下至距离孔底 $0.2\text{m} \sim 0.3\text{m}$ 时应开泵冲孔,然后用低转速缓慢扫孔至孔底,逐渐调整到正常钻进参数。

8 钻进过程中应注意观察泵压、钻压和转速(电流)的变化及返水情况,不得随意提动钻具,发生岩心堵塞时应提钻处理。

9 金刚石钻进应保持孔底清洁。

10 金刚石钻进采用的单动双管钻具应符合下列规定:

1) 单动性能良好。

2) 钻具装配后内、外管应同轴,卡簧座底端与钻头内台阶的距离为 $3\text{mm} \sim 5\text{mm}$ 。

3) 钻探现场使用的钻具应经常保持每种两套以上,并定期清洗注油。

5.3.4 金刚石绳索取心钻进应符合下列规定:

1 绳索取心钻进宜用于 9 级以下的岩层,可用于深孔和破碎岩层。

2 金刚石绳索取心钻进转速与普通金刚石钻进转速应相同, 钻压应按钻头工作唇面或金刚石切削颗粒数量增加的比例增加, 冲洗液量应保持上返流速 $1\text{m/s}\sim 2\text{m/s}$ 。

3 绳索取心钻具的使用应符合下列规定:

- 1) 应选择寿命长、效率高的广谱钻头。
- 2) 严禁回次进尺超过内管长度。
- 3) 孔内漏水严重, 钻孔为干孔时严禁采用自由降落方式投放内管总成。
- 4) 内管到位后再扫孔钻进。
- 5) 打捞器上应安装安全销或配置脱卡套等安全脱卡装置。
- 6) 钻杆折断后, 严禁下入打捞器捞取内管。
- 7) 随时检查并及时更换磨损和变形的钻具。

5.4 地下水位观测

5.4.1 地下水位观测应符合下列规定:

- 1 钻探过程中遇地下水应及时测量水位。
- 2 遇多层含水层时, 应采取止水措施。

5.4.2 稳定地下水位宜在勘察工作结束后统一测量, 测量允许误差为 $\pm 2\text{cm}$ 。

5.5 钻孔止水与封孔

5.5.1 止水与封孔的孔段和方法应按勘察纲要的要求确定。

5.5.2 钻孔止水位置应选择在隔水性较好、能准确分层, 且孔径比较规则的层位, 隔水层厚度不得小于 5m , 并应检查止水效果。

5.5.3 当遇到多层含水层时, 应逐层下入小一径套管止水, 并应停钻观测地下水位, 应在测得稳定水位后, 再继续钻进。

5.5.4 当钻孔达到设计深度, 已完成地层的描述、岩土和水试样的采取, 测定地下水位后, 应分段回填夯实。

5.5.5 勘察孔遇下列情况之一时, 应按勘察纲要要求进行封孔:

- 1 对有害的和不用含水层钻孔。
 - 2 揭露两个或两个以上含水层或对水文地质条件有影响的钻孔。
 - 3 位于江、河、湖、海防护堤附近的钻孔。
 - 4 穿过工业矿体及在开采矿区施工的钻孔。
 - 5 位于或邻近建筑物地基的钻孔。
 - 6 对土地耕作及道路安全有影响的钻孔。
 - 7 开采无意义或非探采结合的承压自流水钻孔。
- 5.5.6 封孔后应按要求进行封孔质量检查,并应在孔口中心设置标志桩。

6 水文地质钻探与水井施工

6.1 钻孔结构与钻进方法选择

6.1.1 钻孔结构应根据钻孔的目的、用途和地层特性设计,并应满足勘察纲要或供水管井设计要求。钻孔结构设计应符合下列规定:

1 钻孔总深度应为设计最深一层可采含水层底板的深度加上 2m~4m 沉淀管长度,地层不稳定或不能支承井管时,应适当增加深度。

2 两径或两径以上的钻孔结构,选用深井泵或潜水泵作为抽水设备时,安放水泵井段的换径深度应位于动水位 10m 以下,井管应坐落在稳定岩土层上。

3 钻孔直径应根据井管直径和类型,以及填砾的厚度确定。常用井管直径和类型与钻孔直径和深度,宜符合表 6.1.1 的规定。

表 6.1.1 常用井管直径和类型与钻孔直径和深度

钻孔深度(m)	钻孔直径(mm)	井管直径(mm)	井管类型
<60	>400	203、254、305	混凝土管、水泥砾石管、石棉水泥管、塑料管、铸铁管
60~300	400~500	203、254、305	混凝土管、水泥砾石管、石棉水泥管、塑料管、铸铁管、钢管、玻璃钢管
300~450	400~450	203、254	铸铁管、钢管、玻璃钢管
>450	250~350	152、203	钢管、玻璃钢管

6.1.2 钻进方法和钻具类型应根据地层特性、场地条件、设备能力及钻孔结构等因素选择,并宜符合表 6.1.2 的规定。

表 6.1.2 钻进方法和钻具类型

钻进方法		钻具类型	冲洗介质	适用地层
冲击钻进		抽筒或肋骨抽筒	清水或泥浆	黏性土、粉土、砂土、碎石土
		钻头配合抽筒或掏砂筒	清水或泥浆	砂土、碎石土,可钻性 5 级以下岩石
回转钻进	正循环取心钻进	硬质合金钻头	清水、泥浆、空气泡沫	黏性土、粉土、砂土、卵砾石层,可钻性 1 级~6 级的岩石
		取心牙轮钻头		可钻性小于 8 级的岩石,卵砾石层
	正循环全面钻进	翼片钻头	清水、泥浆、空气泡沫	黏性土、粉土、砂土层,可钻性小于 4 级的岩石
		牙轮钻头		可钻性小于 8 级的岩石
	正循环扩孔钻进	多翼螺旋肋骨钻头	清水、泥浆、空气泡沫	黏性土、粉土、砂土层,可钻性 4 级以下的岩石
		多级肋骨扩孔钻头		
		玉米式钻头		砂土、卵砾石层和 5 级以下的岩石
	反循环钻进	翼片钻头	清水或泥浆	黏性土、粉土、砂土层,可钻性小于 4 级的岩石
		牙轮(滚刀)钻头		可钻性小于 8 级的岩石
		取心牙轮钻头		可钻性小于 8 级的岩石
气动冲击回转钻进	潜孔锤钻头	空气、泡沫	卵砾石层,可钻性 5 级~12 级岩石	

6.2 冲击钻进

6.2.1 冲击钻进可用于第四纪松散层和中硬以下的岩层。

6.2.2 冲击钻进技术参数应符合表 6.2.2 的规定。

表 6.2.2 冲击钻进技术参数

钻头类型	适用地层	单位钻头刃长的 钻具重力(N/cm)	冲击高度(m)	冲击频率 (次/min)	回次进尺(m)
圆形钻头	可钻性 5 级 以下岩石	250~300	0.75~1	40~50	0.2~0.4
一字形、 十字形、 工字形钻头	卵石、漂石、 胶结层	150~250			0.3~0.5
抽筒或 肋骨抽筒	黏性土、 粉土、 砂土地层	100~150	0.5~0.75		0.5~1.0
	砾石、卵石、 漂石地层	100~200	0.75~1		0.4~1.0

6.2.3 冲击钻进钻具应符合下列规定：

- 1 钻具应连接牢固，钢丝绳总负荷不得超过主卷扬机的提升能力。
- 2 钢丝绳与钻具采用活心或活环连接时，应连接牢固、钢丝绳转动灵活。
- 3 采用法兰连接的钻具，其连接的凹凸面应吻合，并应连接牢固。
- 4 抽筒活门应开启灵活，并应关闭紧密，加焊肋骨应均匀、对称。

6.2.4 冲击钻进应符合下列规定：

- 1 在地层允许的前提下，宜采用清水钻进。
- 2 在松散、坍塌、漏失严重地层中钻进，应采用泥浆护壁；当泥浆护壁无效时，应采用套管护壁。
- 3 开孔钻进应对准孔位，并应保持垂直冲击，钻进数米后应下入孔口管，并应用黏土夯实或水泥固定。

4 地下水位较低时,宜保持孔内液面不低于孔口。

5 钻具提离孔内液面时,应放慢提升速度,同时应向孔内补充冲洗液,并应待孔内液面回升后再提出钻具。

6 在松散地层,用肋骨抽筒钻进时,应控制回次进尺不超过抽筒长度的 2/3。

7 停钻时,钻具应及时提离孔口落地放至安全区域,不得停放孔底。

8 钻进拟开采含水层或构造带时,不得采用直接投入黏土块或黏土球的护壁堵漏方法。

6.3 回转钻进

6.3.1 回转钻进应根据钻孔结构、岩土特性选择钻具,其规格应符合现行国家标准《钻探用无缝钢管》GB/T 9808 的有关规定。

6.3.2 硬质合金取心钻进应符合下列规定:

1 硬质合金钻头应符合下列规定:

1) 钻头体直径 298mm 以内,宜采用特殊梯形螺纹与岩心管连接;直径 325mm 以上可采用焊接或螺纹连接,焊接时应保证钻头与岩心管的同心度。

2) 钻头硬质合金切削具宜采用钨钴类八角柱状硬质合金,对不同岩层和钻头直径,其镶焊数量、出刃大小及镶焊角度宜按表 6.3.2-1 和表 6.3.2-2 选取。

表 6.3.2-1 硬质合金切削具镶焊数量(颗)

岩土类别	钻头直径(mm)							
	200	223	251	280	311	335	385	430
可钻性 1 级~4 级 岩石	14~16	16~17	17~18	18~19	19~20	20~22	22~26	26~28
可钻性 5 级~6 级 岩石	16~18	18~19	19~20	20~22	22~24	24~26	26~28	28~32
砾石、卵石	20~22	22~24	24~26	26~28	29~32	32~34	34~36	36~40

表 6.3.2-2 硬质合金切削具镶焊角与出刃

岩土类别	出刃(mm)			镶焊角度(°)
	内出刃	外出刃	底出刃	
可钻性 1 级~4 级岩石	2.0~2.5	2.0~3.0	2.5~3.5	10~20
可钻性 5 级~6 级均质岩石	1.5~2.0	1.5~2.5	2.0~3.0	5~10
卵石、砾石及非均质岩石	1.0	1.5	1.5	0~15

2 钻进技术参数应根据岩石性质、钻头结构、设备能力和孔壁稳定性合理选择,并应符合下列规定:

1) 钻压可按式计算:

$$F = F_0 \cdot m \quad (6.3.2-1)$$

式中: F ——钻头压力(kN);

F_0 ——每颗硬质合金切削具所需压力,宜按表 6.3.2-3 选取(kN/颗);

m ——硬质合金镶焊数量(颗)。

表 6.3.2-3 硬质合金切削具所需压力

岩土类别	可钻性 1 级~4 级岩石	可钻性 5 级~6 级岩石	卵石、砾石及非均质裂隙岩石
每颗硬质合金上所需压力(kN/颗)	0.5~0.7	0.8~1.2	0.7~0.8

2) 转速由钻头圆周线速度确定,其线速度宜为 1.0m/s~2.5m/s,钻头直径小、钻进软岩时宜采用高转速;钻头直径大或钻进卵石、砾石层及中硬岩时宜采用低转速。

3) 泵量根据钻头直径、岩石性质宜按表 6.3.2-4 选取,也可按下式计算:

$$Q = KD \quad (6.3.2-2)$$

式中: Q ——冲洗液量(L/min);

D ——钻头直径(cm);

K ——系数, K 取 $(15 \sim 20)L/(cm \cdot min)$ 。

表 6.3.2-4 硬质合金钻进泵量(L/min)

岩石性质	钻头直径(mm)							
	200	223	251	280	311	335	385	430
均质岩石	360~ 480	420~ 480	420~ 480	480~ 600	480~ 600	600~ 720	600~ 720	
非均质 有裂隙 岩石	240~ 300	360~ 420			600			

3 正常钻进时钻具应连接取粉管。孔底岩粉超过 0.5m 时,应专程冲捞岩粉。

4 井孔内残留岩心超过 0.5m 或有脱落岩心时,不宜下入新钻头,应采用轻压、慢转、小泵量的方法,将岩心套入岩心管后,再调整到正常钻进参数钻进。

6.3.3 全面钻进应符合下列规定:

1 全面钻进适用于生产井的钻进。

2 全面钻进宜根据地层特性按本规范表 6.1.2 的规定选用钻头,钻进参数应根据地层特性、钻头类型与规格、设备性能选择。

3 在松散、破碎等易坍塌地层中钻进时应采用泥浆护壁,必要时应采用套管护壁。

4 在松散、破碎地层中钻进宜采用轻压、慢转,且较大的泵量;在黏性土层钻进应采用大泵量并酌情提动钻具。

6.3.4 扩孔钻进应符合下列规定:

1 扩孔钻进可用于探采结合井、硬岩大直径成井等工程施工,扩孔级差与级数应根据岩石性质和设备能力确定。

2 扩孔钻进的钻头宜根据地层特性按本规范表 6.1.2 的规定选择。

3 扩孔钻进的钻具应有足够的连接强度,并应有导正装置和小径超前导向钻具。

4 扩孔钻进技术参数应符合下列规定：

- 1)黏性土地层扩孔宜采用钻头压力 $5\text{kN}\sim 15\text{kN}$ ，钻头线速度 $0.5\text{m/s}\sim 1.5\text{m/s}$ ，泵量不低于 400L/min 的钻进参数。
- 2)砂类地层扩孔宜采用钻头压力 $3\text{kN}\sim 8\text{kN}$ ，钻头线速度 $0.4\text{m/s}\sim 1.1\text{m/s}$ ，泵量不低于 400L/min 的钻进参数。
- 3)岩层扩孔钻进应根据钻头类型、扩孔级差和岩性等因素选择。

6.3.5 反循环钻进应符合下列规定：

1 反循环钻进可用于地下水位较浅和漏失较小的地层。泵吸反循环和射流反循环可用于钻进孔深 120m 以内的钻孔，气举反循环可用于钻进孔深大于 25m 的钻孔。

2 反循环钻进应根据地层特性和反循环钻进方法按本规范表 6.1.2 的规定选用钻头，钻头钻压和转速宜按本规范第 6.3.2 条第 2 款的规定采用，当孔径大于 800mm 时，宜按本规范第 7.4.2 条的规定采用。

3 反循环钻进应保持冲洗液连续循环。停钻时应保持冲洗液正常循环至孔内钻屑排净后，再停止送液。

4 根据不同的地层可采用清水、泥浆或其他对水质、出水量影响较小，且护壁性能良好的冲洗液。当冲洗液护壁无效时，应下套管护壁。

6.3.6 泵吸反循环钻进应符合下列规定：

1 应配备性能良好的砂石泵和启动真空泵或注水泵。其性能应符合下列要求：

- 1)砂石泵的有效真空度不得低于 0.08MPa 。
- 2)泵体内的液体通道直径应大于钻杆内径。
- 3)砂石泵泵量应满足冲洗液在钻杆内上返速度的要求，冲洗液上返速度宜为 $2.5\text{m/s}\sim 3.5\text{m/s}$ 。

2 砂石泵安装位置应接近地面。

3 钻进中应控制上返冲洗液中岩屑含量不大于5%~8%。

4 钻头上应装设吸水喉管,应控制岩屑粒径,喉管的内径应小于钻杆内径5mm~10mm,喉管安装部位距钻头底部不应小于150mm~200mm。

6.3.7 射流反循环钻进应符合下列规定:

1 应配备具有下列性能的射流泵:

1)泵的管道可顺利通过大颗粒岩屑,喷嘴工作时,循环管路负压值应达0.078MPa~0.088MPa。

2)射流泵由离心泵驱动,其泵量为60m³/h~150m³/h,泵压为0.6MPa~0.8MPa。

2 射流泵的安装位置、上返冲洗液中的岩屑含量、钻头上喉管的设置应按本规范第6.3.6条第2款~第4款的规定执行。

6.3.8 气举反循环钻进应符合下列规定:

1 气举反循环宜在淹没比大于0.5的情况下使用。

2 混合器最大淹没深度应与空压机的风压匹配,其匹配关系应符合表6.3.8-1的规定。

表 6.3.8-1 混合器最大淹没深度与风压的关系

风 压(MPa)	0.6	0.8	1.0	1.2	2.0
混合器最大淹没深度(m)	51	72	90	108	192

3 钻杆内径应与钻孔直径相匹配,其匹配关系宜符合表6.3.8-2的规定。

表 6.3.8-2 钻杆内径与钻孔直径的关系

钻孔直径(mm)	200	400	500	600	750	1100	1500	2300
钻杆内径(mm)	—	—	—	—	—	—	150	—
	80	80	80	94	150	150	200	200
	—	94	94	120	200	200	300	300
	—	120	120	150	—	300	315	315

4 空压机风量应与钻杆内径相匹配,其匹配关系应符合表

6.3.8-3 的规定。

表 6.3.8-3 空压机风量与钻杆内径的关系

钻杆内径(mm)	80	94	120	150	200	300
空压机风量(m ³ /min)	2.5	3.0	4.5	6.0	6.0~10.0	15.0~20.0

5 气举反循环钻进宜采用悬挂式风管,风管之间应采用左旋螺纹连接,应逐节拧紧。

6.4 气动冲击回转钻进

6.4.1 气动冲击回转钻进可用于卵石、砾石、中硬到坚硬岩层。

6.4.2 空压机的风量与风压应与潜孔锤的额定风量和风压匹配,并应满足有水条件下的钻进要求。

6.4.3 潜孔锤的钻头应根据岩石性质选用,硬岩宜选用球齿或柱齿钻头,中硬岩宜选用刃片钻头。

6.4.4 潜孔锤钻头压力、转速应根据岩石性质、潜孔锤冲击功、冲击频率、钻头类型与规格并参考厂家推荐参数合理选取。

6.4.5 潜孔锤钻进应符合下列规定:

1 采用干空气冲孔时应保证孔壁环状间隙内空气的上返流速为 15m/s~25m/s,采用泡沫冲孔时应保证孔壁环状间隙内泡沫的上返流速为 0.5m/s~1.5m/s。

2 潜孔锤钻进时,井孔上部安装水泵的井段,应在下部钻孔施工完成后再进行扩孔。

3 粗径钻具上应安装取粉管,提钻后应及时清除取粉管中的岩粉。井下岩粉过多时,应进行专门吹孔。

4 孔口应设置密封导流装置。

5 采用干空气冲孔钻进时,孔口应设置除尘装置;当孔口上返压力不足时,宜采用鼓风机在孔口形成负压,并应提高孔壁环状间隙空气的上返流速。

6 采用泡沫冲孔时,气液比宜为 50~200;钻孔较深时应配备泡沫泵,泡沫泵工作压力应大于空压机的工作压力。

7 钻具接头、管路应严格密封。

6.5 水文地质地下水位观测

6.5.1 水文地质钻探过程中,应对冲洗液消耗量、漏水位置、岩层变层深度、含水构造位置,以及溶洞起止深度等进行观测和记录。

6.5.2 水文地质地下水位观测除应满足勘察纲要要求外,尚应符合现行国家标准《供水水文地质勘察规范》GB 50027 的有关规定。

6.6 成井工艺

6.6.1 井孔施工完成后,应按顺序做好探井、冲孔换浆、下井管、填砾、止水、洗井等成井工作。

6.6.2 下管前的准备工作应符合下列规定:

1 对井管、砾料、止水材料及所使用的机具应进行质量检查和数量、规格的核对,并应符合设计要求。

2 包网滤水管应采用 12[#]~18[#]镀锌铁丝固定。

3 探井中途遇阻时,应重新修孔。

4 冲孔换浆应根据井壁稳定性选用合适的冲洗液逐渐由稠变稀进行,不得突变。

5 换浆后应准确测量钻具,并应校正井孔深度。

6.6.3 下管方法应根据井深、管材强度、起重设备的能力等因素按表 6.6.3 的规定确定,并应符合下列规定:

1 可选用提吊下管法,井管的自重(或浮重)应小于井管允许抗拉能力和起重设备的安全负荷。

2 可选用托盘下管法,井管的自重(或浮重)应小于提拉井管的钻杆或钢丝绳的抗拉能力和起重设备的安全负荷。

表 6.6.3 下管方法

下管方法		安放深度(m)	适用管材
钻机卷扬机直接提吊法		<200	钢管、铸铁管等金属管材和塑料管
钻杆托盘法		<200	各种管材
二次下管法		>300	各种管材
钢丝绳托盘法		<300	非金属管材
综合下管法	提吊浮板法	>300	金属管材
	- 提吊浮塞法		
	钢丝绳浮板中兜法		
	钢丝绳浮板下兜法		

6.6.4 下置井管应符合下列规定：

- 1 起吊设备的能力应满足提吊整个井管的需要。
- 2 井管连接应同心，上端口应保持水平。
- 3 滤水管外宜安装扶正器，并应保证井管与井孔同心。
- 4 下置井管过程中应保持孔内液面不低于地面 0.5m。
- 5 采用二次下管法时应保证两级井管对接良好，第一级最上一根井管外围应安装扶正器，井管的对接位置应选在孔壁较完整、稳定的孔段。

6.6.5 填砾除应符合现行国家标准《供水水文地质勘察规范》GB 50027 和《供水管井技术规范》GB 50296 的有关规定外，尚应符合下列规定：

- 1 砾料投入前应淘洗干净，填砾应沿井管周围均匀连续填入。
- 2 填砾高度应计入洗井过程中砾料的下沉量，并应用测绳准确测量。

6.6.6 止水应符合下列规定：

- 1 根据孔内试验要求和地层情况或设计要求选择止水方式、方法及材料。

2 应准确掌握止水部位的深度、厚度、井径,并应确定止水物的直径、长度和数量。

3 用管外分段隔离法进行永久止水时,上、下段止水物填入高度不宜小于5m。用封闭含水层法止水时,含水层顶板上和底板下各5m范围内应填封。

4 采用水泥止水时,应采取防止水泥浆进入砾料和滤水管及可采含水层的措施。

5 止水工作完毕后,应根据设计要求进行止水质量检查。

6.6.7 洗井除应符合现行国家标准《供水管井技术规范》GB 50296的有关规定外,尚应符合下列规定:

1 应根据含水层特性、井深、井管类型与直径等合理地选择洗井方法。

2 采用压缩空气洗井时,水管与风管的管径应根据出水量、井管直径等合理选择,风管入水沉没比应大于0.4,风管入水深度的水柱压力不应超过空气压缩机额定风压。

3 采用液态二氧化碳洗井应符合下列规定:

1)管道与阀门连接应牢固、可靠,密封良好。

2)应使用经过试压检验、质量合格的二氧化碳专用气瓶。

3)洗井前应将井口管加固,井孔附近的设备应采取防护措施,洗井时操作人员应在安全区进行工作。

4)二氧化碳输送管下入深度宜至开采含水层中部,但其下端不得插入沉淀物内。

5)输送二氧化碳时,表压数值不宜超过输送管入水深度的水柱压力,有异常时,应查明原因,及时排除故障。

6)拆卸输送管之前,应将管道内余气放尽。

6.6.8 洗井结束后应进行抽水试验,抽水试验应按现行国家标准《供水水文地质勘察规范》GB 50027的有关规定执行。

7 基桩孔和成槽施工

7.1 一般规定

7.1.1 基桩孔施工可根据地层特性和设计要求,选用冲击钻进、冲抓锥钻进、大直径回转钻进、潜水电钻钻进、螺旋钻钻进、旋挖钻进、扩孔钻进等成孔施工方法。

7.1.2 成槽施工可根据地层特性和设计要求,选用冲击钻、抓斗、多头钻、双轮铣等成槽方法。

7.1.3 施工准备除应符合本规范第4章的有关规定外,尚应符合下列规定:

1 对重要工程或在地质条件复杂地区施工前应进行工艺性试钻,并应取得经验后,再进行正式施工。

2 孔位确定后,应埋设护筒,护筒及埋设应符合下列规定:

1)护筒宜选用4mm~10mm钢板卷制,其内径宜大于钻头直径100mm~150mm,冲击和冲抓锥成孔时护筒内径应大于钻头直径150mm~300mm。

2)护筒埋设应准确、稳定,其中心与孔位中心的偏差不得大于20mm,倾斜度不得超过1%。

3)护筒埋设深度根据地层情况确定,其底部宜填筑0.4m~0.5m厚的黏土,上口宜高出地面200mm,周围夯填黏土。

7.1.4 基桩孔内冲洗液或稳定液液面应高于地下水位1.5m以上,且不得低于护筒底标高。

7.2 冲击钻进

7.2.1 冲击钻进可用于粉土、黏性土、砂土、卵石、砾石、漂石和岩石地层,钻孔直径宜为600mm~2000mm。

7.2.2 冲击钻进应符合本规范第 6.2 节的规定。

7.2.3 冲击反循环钻进应符合下列规定：

1 冲击反循环钻头中心应设吸渣通孔。

2 冲程、冲击频率、排渣管底口距孔底的距离等冲击反循环钻进参数,宜根据岩土类别按表 7.2.3 选取。

表 7.2.3 冲击反循环钻进参数

岩土类别	冲程(m)	冲击频率(次/min)	排渣管底口距孔底距离(m)
砂土	0.4~0.6	62~64	0.5~0.8
粉土、黏性土	0.4~0.6	58~60	0.6~0.8
卵石、砾石、漂石	0.8~1.2	45~50	0.4~0.6
岩石	1.0~1.5	40~42	0.3~0.5

3 开孔钻进一定深度启动反循环时,应及时补充冲洗液。

7.3 冲抓锥钻进

7.3.1 冲抓锥钻进可用于卵石、砾石地层,钻孔直径宜为 800 mm~1500mm。

7.3.2 冲抓锥钻进护壁可采用泥浆护壁和全套管护壁。

7.3.3 冲抓锥钻进提升速度应根据钻孔深度、孔壁稳定情况确定。

7.3.4 冲抓锥的锥径宜为孔径的 85%~90%,松散地层应取小值,较稳定地层应取大值。

7.3.5 泥浆护壁时,冲抓锥钻进过程中应不断补充新鲜的泥浆,并应始终保持泥浆的液柱压力。

7.4 大直径回转钻进

7.4.1 大直径回转钻进可采用翼片钻头、滚刀钻头和牙轮钻头,翼

片钻头可用于粉土、黏性土、砂土、砾石、全风化及强风化岩层,滚刀钻头和牙轮钻头可用于可钻性 8 级以内的基岩及卵石、砾石层。

7.4.2 大直径工程钻孔宜采用反循环钻进施工,反循环钻进施工应符合本规范第 6.3 节的规定,钻进参数宜按表 7.4.2-1~表 7.4.2-3 选取。

表 7.4.2-1 钻头钻压(kN)

钻头类型	钻头直径 (mm)	岩 土 类 别				
		粉土、黏性土	砂土、砾石、全风化岩	强风化岩、软岩	中硬岩	硬岩
翼片钻头	800	8~10	6~12	10~30	—	—
	1000	9~12	8~15	15~35	—	—
	1200	12~15	10~20	25~40	—	—
	1500	15~30	12~25	30~45	—	—
	1800	20~35	15~30	40~50	—	—
	2000	25~45	20~35	50~80	—	—
滚刀钻头	800	—	单只滚刀所需钻压 10~20		单只滚刀所需钻压 20~30	单只滚刀所需 钻压 30~50
	1000					
	1200					
	1500					
	1800					
	2000					
牙轮钻头	800~2000	—	每厘米钻头直径所需钻压 0.5~1.0			

注: 1 滚刀钻头钻压等于单只滚刀钻压乘以滚刀数量;

2 牙轮钻头钻压等于每厘米钻头直径所需钻压乘以钻头直径。

表 7.4.2-2 钻头外缘线速度

岩土类别	岩石单轴抗压强度(MPa)	钻头外缘线速度(m/s)
粉土、黏性土	—	1.8~2.5
砂土、砾石、全风化岩	—	1.5~2.0
软岩	5~15	1.4~1.7
中硬岩	15~30	1.2~1.4
硬岩	30~60	1.0~1.2

表 7.4.2-3 反循环钻进冲洗液流速经验数据

冲洗液流动方向	流速(m/s)
钻杆内冲洗液上返流速	2.5~3.5
孔底冲洗液径向流速	0.3~0.5(泥浆取 0.3,清水取 0.5)
钻杆外环状间隙冲洗液下返流速	0.02~0.04 不超过 0.16

7.4.3 大直径回转钻进宜采用钻铤或配重块加压。

7.4.4 在黏土层、风化泥岩等地层中钻进时,宜采用原土自然造浆护壁。在卵砾石层及砂土层钻进,宜采用高密度、高黏度泥浆护壁。对于漏失地层或易坍塌地层,可向孔内投入黏土或泥球护壁。

7.5 潜水电钻钻进

7.5.1 潜水电钻钻进可用于粉土、黏性土、砂土及强风化岩地层,钻孔直径宜为 600mm~1500mm,冲洗液排渣方式可选用正循环或反循环。

7.5.2 连接潜水电机的电缆应绝缘良好,并应配备专用卷筒,电机应安设过载保护装置和漏电断路器。

7.5.3 潜水电钻钻进应符合下列规定:

1 潜水电钻钻进宜采用笼式钻头,在强风化岩层钻进应镶焊硬质合金切削刃。

- 2 钻头上应加焊吊环等安全装置。
- 3 钻进时应将钻杆卡在导向轮内,并应随钻杆上下同步收放电缆和送浆管。
- 4 在钻头上部应设置长度不小于钻头直径 3 倍的导向装置。
- 5 钻进时电机电流应控制在额定范围内,并应均匀给进,不得超负荷运转。
- 6 应根据土层类别、孔径大小、钻孔深度及冲洗液补给情况合理选择钻进速度。

7.6 螺旋钻进

7.6.1 螺旋钻进可用于地下水位以上的黏性土、粉土、素填土、中密以上的砂土、强风化软岩及砾砂等地层。

7.6.2 长螺旋钻适宜钻进直径 300mm~1000mm 的钻孔,短螺旋钻成孔直径可为 1800mm 以上。

7.6.3 在粉土、黏性土层钻进宜选用尖底钻头,在砂土、强风化软岩及松散土层钻进宜选用平底形三翼导向式钻头,在含有砖石块的杂填土层及砾砂层钻进宜选用耙式钻头。

7.6.4 螺旋钻进应符合下列规定:

- 1 钻进中应根据土层特性合理选择给进量,正常钻进时给进量宜为每转 1cm~2cm;在砂土层钻进,宜适当控制给进量;冻土层、硬塑土层钻进,宜采用高转速、小给进量。

- 2 短螺旋钻进回次进尺宜为钻头长度的 2/3,砂土层、粉土层宜为 0.8m~1.2m。

- 3 螺旋钻进至设计孔深时,应在原处空转清土;孔底虚土超过容许厚度时,应进行再次清孔并夯实孔底。

- 4 开孔应使用导正套作业,钻具连接应同心。

7.7 旋挖钻进

7.7.1 旋挖钻进可用于黏性土、粉土、砂土、填土、碎石土及软岩地层。

7.7.2 旋挖钻斗类型、齿型应根据地层特性选择。粉土、黏性土地层宜采用单底钻头,砂土等稳定性较差的地层宜采用双底钻头。钻进软塑~可塑土层宜选用耐磨合金钢铲式斗齿,钻进软硬互层、卵砾石层及硬塑~坚硬土层宜选用截齿,钻进基岩宜将短螺旋钻头与岩石筒钻结合使用。

7.7.3 开孔前钻头应对准孔位,并应调平旋挖钻机,钻孔过程中应经常检查钻斗和钻杆的连接销子、桅杆垂直度及钢丝绳的完好状况。

7.7.4 孔壁稳定液应根据地层特性合理选择,钻斗的升降速度应根据稳定液性能、地层特性和孔深等选择。

7.7.5 钻至倾斜的坚硬地层时,应采用轻压高转速钻进。

7.8 钻孔扩底钻进

7.8.1 钻孔扩底钻进可用于可塑~硬塑状态的黏性土、粉土、中等密实以上的砂土和非密实的碎石土地层。

7.8.2 钻进方法应根据工程设计、地层特性和施工条件确定,可选用正循环、反循环或旋挖扩底。

7.8.3 钻孔扩底钻进应符合下列规定:

- 1 钻孔扩底的扩大直径与孔径之比不应大于 2.5。
- 2 钻杆应保持垂直、稳定。
- 3 钻扩孔底时,应做好标记,并应根据扩径设计合理控制给进速度。
- 4 泥浆的性能应根据地层特性调整,并确保扩孔段的孔壁稳定。
- 5 扩底施工结束后,应根据工程设计要求进行扩孔检验。

7.9 钻孔挤扩支盘施工

7.9.1 钻孔挤扩支盘施工可用于可塑~硬塑状态的黏性土和中等密实以上的粉土、砂土及强风化软质岩石。

7.9.2 挤扩多支盘钻孔的直孔成孔方法可根据地层特性和设计要求选择。

7.9.3 直孔成孔应经验收合格后再进行挤扩施工,挤扩工序应自下而上依次进行。遇地层变化时,应按设计要求调整挤扩部位。

7.9.4 挤扩过程中应仔细观察挤扩压力值的变化和孔内液面的落差,并应做好施工记录。

7.9.5 泥浆护壁成孔,挤扩过程中应及时补充泥浆。

7.10 成槽施工

7.10.1 施工前宜先试成槽,应检验泥浆配比、挖槽机的选型,并应复核地质资料。

7.10.2 成槽施工应符合下列规定:

1 成槽施工前均应设置导墙,导墙根据场地条件可采用预制或现浇形式,导墙修建应符合下列规定:

1)导墙的内墙面应平行地下连续墙的轴线,导槽的中心线与地下连续墙的轴线偏差应符合设计要求。

2)导墙埋深应根据地层性质确定,导墙应坐落在稳定的地层上,当地基承载力不满足时应进行加固。

3)导槽宽度、导墙厚度及形状应根据工程设计、采用的设备类型和工艺方法确定。

4)导墙采用混凝土现场浇筑时,其强度等级不应低于 C20,配筋应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

5)导墙外侧应采用黏性土回填并夯实,在导墙内侧每隔 2m 应设一木支撑。

2 单元槽段长度应根据设计要求、地层特性、场地条件、成槽设备类型和工艺等因素综合确定,单元槽段长度宜为 3m~8m。

3 成槽施工应采用稳定液护壁,液面应保持不低于导墙顶面 0.3m,应经常检测稳定液性能。

7.11 清 孔

7.11.1 基桩孔、成槽达到设计深度后,应根据设计要求进行清孔。

7.11.2 清孔应根据成孔工艺方法和孔壁(槽壁)的稳定性选用正循环、反循环、抽渣筒、空气吸泥等方法,旋挖钻成孔至设计深度后应采用清孔钻头清孔。

7.11.3 清孔后,基桩孔、槽段内冲洗液或稳定液密度、黏度、含砂率等指标及孔底沉渣厚度应符合设计要求。

8 特种钻进

8.1 定向钻进

8.1.1 定向钻进可用于钻孔纠偏、补采岩心、绕过障碍物和钻进定向孔的钻孔施工。

8.1.2 定向钻孔的设计应根据钻孔目的、地层特性、地区钻孔弯曲规律、钻孔直径、设备条件等确定钻孔轨迹、造斜点和造斜技术方法,并应符合下列规定:

- 1 应利用地层自然弯曲规律。
- 2 造斜强度不应大于 $0.5^{\circ}/\text{m}$,造斜孔段应保持曲率均匀。
- 3 造斜点或分支点应选在比较稳定的中硬岩层中。
- 4 造斜技术方法应与造斜强度、造斜点岩性、设备能力相适应。

8.1.3 定向钻进造斜工具的选择和施工应符合下列规定:

- 1 在中硬岩层造斜钻进,宜采用偏心楔。
- 2 在软~中硬岩层中造斜,宜选用孔底螺杆造斜钻具。
- 3 在中硬~硬的完整岩层中造斜,宜选用机械式连续造斜钻具。
- 4 需建造人工孔底时,可采用木塞或金属塞建造人工孔底,人工孔底应稳定、坚固,并应能承受足够的荷载。

5 安装造斜工具前应准确计算安装角,应采用相应的定向装置将下入孔内的造斜工具按安装角准确定向。

6 偏心楔下入孔内定向固定后,应采用 1m 的粗径钻具沿楔面进行导斜钻进至楔面以下 0.5m~1.0m。

7 采用机械式连续造斜器造斜钻进倒杆时,应先停止回转,再卸去轴向压力。

8 采用螺杆钻造斜钻进时,钻机应具有反扭矩装置,钻进中严禁提动钻具,钻速宜为 0.5m/h。

9 定向钻进 20m~25m 应测斜一次,遇特殊情况时应适当加密测斜点,并应及时处理测斜数据。

8.2 岩心定向钻进

8.2.1 岩心定向钻进可用于在倾角 $30^{\circ}\sim 80^{\circ}$ 的斜孔中确定地下岩体结构面产状。

8.2.2 岩心定向钻进应符合下列规定:

1 岩心定向仪下孔前,应在地面进行试验,并应在合格后再下孔。

2 每个回次应认真测量并调配好钻头、卡簧、卡簧座和刻刀等构件互相配合的尺寸,刻刀内径应小于钻头内径 0.5mm~1.0mm。

3 定向钻具内外管弯曲不得超过 1.5mm/m。

4 使用定长打印钻具钻进时,倒杆位置应与定向打印位置错开。

5 使用定时打印钻具钻进时,应按预定的时间开始钻进和停止钻进,并应等待仪器打印,应准确测量机上余尺,并应计算各段定向进尺,应分别做好记录。

6 取出岩心后,应按顺序置于岩心架上,并使所有断面对接吻合,应按定向压痕方向画出定向母线并延伸到回次各节岩心上。

8.3 水平孔钻进

8.3.1 水平孔钻进可用于锚杆(索)孔、非开挖铺设地下管线孔等工程孔的施工。

8.3.2 锚杆(索)孔的钻进应符合下列规定:

1 钻进不易塌孔的土层、砂层宜采用洛阳铲、螺旋钻成孔。

2 钻进砂土层、卵砾石层、软~中硬岩层宜采用硬质合金回转钻进。

3 钻进硬~坚硬岩层宜采用潜孔锤钻进。

4 边坡加固不宜采用液体冲孔。

5 回转钻进砂土、卵石和砾石层宜采用泥浆冲孔,也可采用跟管钻进。

6 应根据钻孔方法不同采用相应的扶正措施。

8.3.3 非开挖铺设地下管线孔的钻进方法应根据地层特性和场地条件选择,并应符合下列规定:

1 导向钻进可用于黏性土、粉土、中密以上的砂土及岩层铺设管线。导向钻进应符合下列规定:

1) 根据勘察资料和拟铺设管线的设计要求,设计导向钻进轨迹。

2) 用测量仪器施放管道中心线位置及标高,每隔 1m 作出标记。

3) 钻机安装稳固,方位符合设计要求。

4) 导向钻进时应跟踪探测,每钻进 0.5m~1m 探测一次钻头方位、倾角、深度;有偏差时,应及时调整纠偏。

5) 应采用先钻导向孔,后进行回拉扩孔并铺管。

2 夯管钻进可用于在黏性土、粉土、砂层、卵石及砾石层铺设钢管。夯管钻进应符合下列规定:

1) 根据地层特性、管径和铺管长度等合理选择夯管锤和空压机。

2) 根据单节管的长度、铺管深度和夯管锤长度等确定工作坑与接收坑尺寸,并做好支护。

3) 夯管锤导轨安装方位、标高应符合设计要求,标高误差应小于 5mm。

4) 在第一根管夯进 0.5m~0.8m 时,应测量钢管的铺设方位和标高,发现偏差及时纠正。

3 顶管施工可用于在黏性土、粉土层铺设水泥管或钢管。顶管施工应符合下列规定：

- 1) 根据地层特性、管径和一次铺管长度等合理选择顶管设备。
- 2) 根据单节管的长度、铺管深度和顶管设备等确定工作坑与接收坑尺寸,并做好支护。
- 3) 顶管施工时顶管设备后端应设置反力座,并应适时清除管内渣土,测量与检查管线方向。

4 冲击矛钻进可用于黏性土、粉土层铺设管线。冲击矛钻进应符合下列规定：

- 1) 根据地层特性、孔径等合理选择冲击矛及其动力设备。
- 2) 根据成孔直径和设备能力,可采用一次冲击成孔或逐级挤扩成孔。

5 水平螺旋顶管钻进可用于黏性土、粉土及砂层铺管。水平螺旋顶管钻进应符合下列规定：

- 1) 根据地层特性、孔径等合理选择顶管工艺与设备。
- 2) 根据设备尺寸、铺管深度和操作方法等确定工作坑与接收坑尺寸,并做好支护。
- 3) 按设计要求在工作坑内安装钻机,并应严格校核其方位和高度。
- 4) 采用跟管法施工时,螺旋钻杆长度应与每节管的长度匹配。

8.4 水上钻探

8.4.1 水上钻探准备工作除应符合本规范第4章的有关规定外,尚应符合下列规定：

1 应搜集施工区域水文、气象、航运等资料,并应进行现场踏勘,同时应了解工作区环境和现有水上运输能力等。

2 应与有关航运部门协商钻探期间的安全航行事宜,并应确

定报警水位和撤退航线,同时应编制施工组织设计。

8.4.2 水上钻场应根据水文条件、钻孔深度、钻孔目的选择,并应符合下列规定:

1 在浅水区,宜采用围堰或筑岛方法建造工作平台,堰顶或岛面应高出施工期间可能出现的最高水位 0.5m~0.7m,应变水上施工为陆地施工。

2 在深水区宜修建漂浮钻场和架空钻场,钻场类型选择应符合表 8.4.2 的规定。

表 8.4.2 水上钻场类型

水上钻场类型		钻探期间水文情况			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	<4	<0.4	全载时吃水线应低于甲板的距离	>0.5
	木船	1.5	<3	<0.2		>0.4
	竹木筏	0.5	<1	<0.1		0.2~0.3
	油桶	1	<1	<0.1		0.2~0.3
架空钻场	桁架	不限	<1	2	钻场平面高出最高水位距离	>1
	平台	不限	<3	2		>1
	索桥	不限	<5	不限		>3

3 水上钻场应结构坚固,作业面应紧凑,台面宜铺设厚 40mm~50mm 的木板并进行固定,周边应架设不低于 1.2m 的安全护栏。

8.4.3 漂浮钻场的建造应符合下列规定:

1 漂浮钻场的承载能力应根据水文条件、钻孔深度、设备器材重量及工作负荷等因素合理选择,并应取 5~10 的安全系数。

2 漂浮钻场应抛锚固定,并应符合下列规定:

1) 漂浮钻场应设有主锚、前锚、边锚和后锚。

2) 锚的重量应根据漂浮钻场的承载能力和水的流速确定。

3) 钢丝绳锚绳不得有锈蚀和断丝,锚绳直径应符合抗拉要

求,锚绳长度应根据水深及夹角确定,锚绳与其在水平面上投影的夹角为 10° ,主锚钢丝绳与前锚绳、边锚绳夹角为 $35^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 。

4)抛锚定位应由持证船工操作,由船长统一指挥完成。

5)抛锚定位应选择无雾天气进行,并进行观测。

6)条件许可时应把部分锚固定在岸边上。

8.4.4 架空钻场的建造应符合下列规定:

1 架空钻场支承的结构类型应根据水文条件、钻孔深度、设备器材重量及工作负荷等因素合理选择,并应进行强度、刚度与稳定性校核。

2 架空钻场的台面应高于最高水位 1m。

8.4.5 水上钻探除应根据钻探目的符合本规范的有关规定外,尚应符合下列规定:

1 开孔钻进前应下导向管。

2 导向管应带管靴,并应坐落到稳定的地层上,对其下端应进行良好密封。

3 导向管在接近孔口处,应采用 $0.3\text{m}\sim 1\text{m}$ 的短管连接,并保持与基台面有一定的高度。

4 水上基桩孔施工宜采用固定式工作平台,护筒底端埋置深度应根据水深及水底地层特性确定,护筒上口宜高出水位 2.0m 。

5 泥浆循环系统应按不同水域作业需要及钻孔目的合理设置,废弃泥浆应运送至垃圾填埋场或当地环保部门指定场所。

8.4.6 水上钻探安全管理除应符合本规范第 3.0.8 条的规定外,尚应符合下列规定:

1 在通航江河进行水上钻探,水上钻场和活动区域应按规定设置标志和显示信号,并按海事管理机构的规定,采取相应安全措施。

2 已沉好的平台支承桩或钢护筒在未搭设平台前,应露出水面一定高度,并应涂反光漆标志或设红色灯光信号。

3 每班应检查钻船和平台的坚固程度、承载平衡性、舱底密封性、锚绳和保护绳牢固程度、救生设备安全性,照明应良好。

4 水上钻探工作人员作业时,应穿救生衣。

5 遇能见度小于 50m 的雾、雷雨天或 5 级以上风时,应停止水上作业。

6 发生孔内事故时,不得强力起拔钻具;严禁在漂浮钻场上游的主锚、边锚范围内进行水上或水下爆破。

7 应经常对施工人员进行水上施工的安全教育,并应熟悉呼救信号。

8.5 孔内爆破

8.5.1 爆破物品的购买、运输、制作、储存与使用,应按现行国家标准《爆破安全规程》GB 6722 的有关规定执行。

8.5.2 孔内爆破应使用防水的或经防水处理的爆破器材,下入孔内的爆破器材外径应小于钻孔直径 20mm。

8.5.3 孔内爆破宜采用聚能爆破,并宜将爆破器制成不同形状。

8.5.4 孔内爆破炸药用量应根据爆破目的、槽(孔)尺寸、孔内岩性、炸药性能确定。

8.5.5 爆破作业应符合下列规定:

1 孔内爆破作业应在机长统一指挥下,由持证专业人员完成。

2 爆破施工前,应准确测定爆破部位深度,孔底爆破时应将孔内沉渣清除干净,水下作业爆破位置距孔口的距离不得小于 3m,干作业成孔爆破位置距孔口的距离不得小于 5m。

3 爆破前应备足冲洗液,爆破后应及时补充,并应防止塌孔。

4 爆破器上部应投填砂土,其厚度不得小于 0.8m。当孔内

液柱高度大于 2m 时,可不回填。

5 起爆前,作业人员应远离孔口至安全距离外。爆破深度超过 100m 时,安全距离应为 30m;100m 以内时应为 50m;深度小于 20m 的浅孔爆破,应将孔口附近的设备及工具覆盖或转移到安全距离以外。

9 冲洗介质与护壁堵漏

9.1 冲洗介质

9.1.1 冲洗介质应根据地层特性、钻进方法和钻孔目的等因素选择,并应符合下列规定:

- 1 冲洗介质应符合环保要求。
- 2 在地层条件允许的情况下,宜选用清水或乳化液。
- 3 在松散、破碎、水敏性等孔壁易坍塌地层钻进,冲洗介质选用应符合下列规定:
 - 1)工程孔钻进宜选用普通泥浆或膨润土泥浆。
 - 2)金刚石钻进和金刚石绳索取心钻进宜选用低固相泥浆或聚合物冲洗液。
 - 3)水文地质钻探与水井施工应选用对出水量和水质影响较小的冲洗液,地层条件允许时宜选用空气和泡沫冲孔。
- 4 干旱缺水、冻土地区、严重漏水和易坍塌地层及其他不宜采用液体冲孔的地层,宜选用空气和泡沫冲孔。
- 5 可溶性盐类地层宜选用同类盐的饱和溶液或空气冲孔。
- 6 海上钻探宜采用海水泥浆冲孔。

9.1.2 冲洗液的性能应根据钻进方法、地层特性等因素选择,冲洗液应符合下列规定:

- 1 冲洗液的性能指标宜符合表 9.1.2 的规定。

表 9.1.2 冲洗液的性能指标

冲洗液性能	工程钻孔用泥浆	低固相泥浆	无固相聚合物冲洗液	备注
密度(g/cm ³)	1.10~1.2	1.02~1.04	1.0	—

续表 9.1.2

冲洗液性能	工程钻孔用泥浆	低固相泥浆	无固相聚合物冲洗液	备注
苏氏漏斗黏度(s)	18~40	18~25	18~25	植物胶类冲洗液大于 25s
表观黏度(MPa·s)	5~25	4~10	4~8	—
含砂率(%)	<6	<1	—	—
静切力(Pa)	2~10	0~3	—	—
胶体率(%)	>95	>98	—	—
失水量(mL/30min)	<30	<15	<15	压差:0.1MPa
泥皮厚(mm)	1~3	0.5~1	—	—
稳定性	<0.03	<0.02	—	—
pH 值	7~9	7.5~8	7~8	—

2 冲洗液应不妨碍并有利于采取岩(土)样、孔内测试等工作。

3 冲洗液应具有良好的冷却散热、携带钻屑、润滑性能和稳定孔壁作用。

9.1.3 冲洗介质的配制应符合下列规定:

1 配制泥浆用的黏土应通过室内试验后选取,膨润土应符合现行国家标准《钻井液材料规范》GB/T 5005 的有关规定。

2 低固相泥浆配制时,聚合物处理剂应事先溶解成水溶液,而后按分子量由小到大加入。

3 膨润土应经 24h 水化溶胀后再用于配制泥浆。

4 无固相聚合物冲洗液配制时,应进行充分搅拌,并应使其完全溶解后使用。

5 使用硬水配制乳状液时,应对硬水进行软化处理。

6 使用泡沫冲孔时,气液比宜为 50~200。

9.1.4 冲洗液管理应符合下列规定:

1 应制定冲洗液管理制度,应由专人负责冲洗液的配制、性能检测与调整,并应做好记录。

2 机台应配备必要的冲洗液性能测量仪器。

3 泥浆调整方案应经取样试验后确定。

4 大直径钻孔钻进或深孔钻进宜配备旋流除砂器、振动筛等净化设备。

5 应采取防止雨水或地面水侵入冲洗液的措施,冬期施工时应采取防冻措施。

6 使用植物胶天然聚合物时,应采取防止发酵变质的措施。

7 废浆和废渣处置,应符合环保和工程管理规定。

9.2 护壁堵漏

9.2.1 预防孔壁失稳应符合下列规定:

1 提钻时宜及时回灌冲洗液,并应保持孔内液面标高至孔口。

2 应控制钻具升降速度。

3 金刚石钻进极易坍塌的地层,宜加大孔壁环状间隙。

4 绳索取心钻进易坍塌地层时,应缓慢提升打捞内管。

9.2.2 治理孔壁失稳应符合下列规定:

1 宜选用防塌冲洗液。

2 注浆护壁应符合下列规定:

1)掌握坍塌地层的位置和特性。

2)注浆浆液宜选用早强水泥配制,采用高标号水泥配制时应加减水剂,采用普通水泥配制时应加早强剂。

3)水泥浆灌注前应进行配方试验,在保证可泵期的前提下,宜采用小的水灰比。

4)注浆时应采取防止灌浆液与钻杆内的冲洗液混合的措施。

5)注浆替浆水量应经计算确定。

3 在工程钻孔施工和工程地质勘察钻探中,遇冲洗液不能保持孔壁稳定的地层,可采用投黏土球挤压护壁的方法。

4 套管护壁应符合下列规定:

1)在钻孔结构设计时应预留备用孔径。

2)套管底部应安装管靴,孔口应固定,不得转动。

9.2.3 防治钻孔漏失应符合下列规定:

1 在勘察钻进中,预防漏失宜采用低密度流体。

2 裂隙通道大于 0.2mm 的漏失层宜选用水泥浆、黏土浆等粒状浆液,小于 0.2mm 的通道宜选用具有堵漏性能的冲洗液或化学浆液。

3 泵送堵漏浆液时,替浆水量应确保堵漏浆液进入漏失层。

4 对有活动水或大裂隙的漏失层宜采用凝结时间可控的浆液。

10 钻探质量

10.1 岩(土)心、土试样与水试样的采取

10.1.1 岩(土)心、土试样和水试样应根据勘察纲要要求采取。

10.1.2 岩(土)心采取应符合下列规定：

1 岩(土)心采取率应符合勘察纲要及现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 和《供水水文地质勘察规范》GB 50027 的有关规定。

2 钻进方法与取心钻具应根据地层特性和取心质量要求合理选择,并应符合下列规定：

1)取心钻具宜符合表 10.1.2 的规定。

表 10.1.2 取心钻具

钻具类型	适用的地层	岩石可钻性级别
冲击取心钻具	黏性土、粉土、砂土、卵石、砾石层	—
“喷反”钻具	不易冲蚀的破碎岩层	4 级~7 级
普通单管	较完整的岩层	4 级~12 级
投球单管	软岩层	1 级~3 级
双动双管	较软、破碎、易冲蚀的岩层	1 级~6 级
单动双管	较完整或软硬互层岩层	4 级~12 级
爪簧式单动双管	破碎岩层与易冲蚀的软岩层	1 级~6 级
活塞式单动双管	易冲蚀、易溶解岩层	1 级~5 级
绳索取心钻具	完整或破碎岩层	4 级~9 级

2)可钻性 5 级以上岩石,宜选用金刚石单动双管钻进,孔深时宜采用绳索取心钻进。

3)在松软、松散和软弱夹层的地层中钻进,宜选用具有保护岩心的冲洗液。

4)在松软地层或溶洞充填物中采取较完整岩心时,宜采用单动三重管金刚石钻具钻进。

5)当需要确定岩石质量指标时,应采用 75mm 双层岩心管和金刚石钻头。

6)在不易取心的地层钻进,应严格控制回次进尺。

7)严禁回次进尺超过岩心管有效长度。

3 岩(土)心编录应符合下列规定:

1)岩(土)心应按次序排列在岩(土)心箱内,并按要求填写岩(土)心牌。

2)易冲蚀、风化、崩解的岩心,应按勘察纲要要求进行封存。

3)岩(土)心箱应按要求进行编号。

4 岩(土)心的保管与运输应符合现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的有关规定。

10.1.3 土试样采取应符合下列规定:

1 土试样采取应满足勘察纲要要求。

2 取样工具和取样方法应根据地层特性和土试样质量等级要求确定,可按表 10.1.3 选择。

表 10.1.3 取样工具和取样方法

土试样 质量 等级	取样工 具与方法		适用土类										
			黏性土					粉 土	砂土				砾砂、 碎石土、 软岩
									流塑	软塑	可塑	硬塑	
I	薄壁取土器	固定 活塞	○	○	△	×	×	△	△	×	×	×	×
		水压 固定 活塞	○	○	△	×	×	△	△	×	×	×	×
		自由 活塞	×	△	○	×	×	△	△	×	×	×	×
		敞口	△	△	△	×	×	△	△	×	×	×	×

续表 10.1.3

土试样 质量 等级	取样工 具与方法		适用土类										
			黏性土					粉 土	砂土				砾砂、 碎石土、 软岩
			流塑	软塑	可塑	硬塑	坚硬		粉砂	细砂	中砂	粗砂	
I	回转 取土 器	单动 三重管	×	△	○	○	△	○	○	○	×	×	×
		双动 三重管	×	×	×	△	○	×	×	×	○	○	△
II	薄壁 取土 器	水压 固定 活塞	○	○	△	×	×	△	△	×	×	×	×
		自由 活塞	△	○	○	×	×	△	△	×	×	×	×
		敞口	○	○	○	×	×	△	△	×	×	×	×
	回转 取土 器	单动 三重管	×	△	○	○	△	○	○	○	×	×	×
		双动 三重管	×	×	×	△	○	×	×	×	○	○	○
	厚壁敞口 取土器	△	○	○	○	○	△	△	△	△	△	△	×
III	厚壁敞口 取土器	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	×	
	标准贯入器	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	
	螺纹钻头	○	○	○	○	○	△	×	×	×	×	×	
	岩心钻头	○	○	○	○	○	○	△	△	△	△	△	
IV	标准贯入器	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	
	螺纹钻头	○	○	○	○	○	△	×	×	×	×	×	
	岩心钻头	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	

注:1 ○为适用,△为部分适用,×为不适用;

2 采取砂土试样应采取防止试样失落的补充措施。

3 在钻孔中采取 I、II 级土样时,应符合下列规定:

- 1) 钻孔直径应大于取土器外径 1 级~2 级。
- 2) 冲击钻进应在距拟取样深度 1m 以上停止冲击钻进,改用回转钻进;回转钻进应在拟取样深度 0.35m 以上采用减压钻进。
- 3) 采取原状土样前应进行清孔,在地下水位以上应用干钻清孔。
- 4) 采用跟管护壁时,取样位置应低于套管底 3 倍孔径的距离,并应保持孔内液面高于地下水位。
- 5) 泥浆护壁的钻孔中提升取土器时,应及时注满泥浆。

10.1.4 钻孔中采取水试样应符合下列规定:

1 采用冲洗液钻进的钻孔,应将孔内冲洗液置换成地下水后再采取水试样。

2 在长期观测的钻孔中采取水试样,应抽出孔内积水后采取。

3 单一层含水层可在终孔后采取水试样,两层以上含水层应止水后分层采取。

4 水试样瓶应用试样水洗净,水试样取出后应贴标签并蜡封,并按现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的有关规定送实验室。

10.2 勘察孔孔深校正与钻孔弯曲度

10.2.1 孔深允许偏差为 2‰,钻孔遇下列情况之一时,应进行孔深校正:

- 1 每钻进 100m。
- 2 钻进至主要标志层或含水层。
- 3 采取原状土试样和进行各种试验前。
- 4 钻孔换径、扩孔结束、下管前及终孔后等。

10.2.2 钻孔弯曲测量应符合下列规定:

1 水文地质勘探孔,每钻进 100m、换径、终孔,应测量顶角弯曲度。

2 水文地质探采结合孔,每钻进 50m、换径、终孔或扩孔结束,应测量顶角弯曲度。

3 工程地质勘察钻孔在孔深 100m 内每隔 30m 或变层后应测量钻孔弯曲度,应超过 100m 每钻进 50m 测量一次,孔深小于 30m 的钻孔可不测量。

4 钻孔弯曲度超过设计要求时,应及时进行纠偏。

10.2.3 钻孔弯曲度应符合下列规定:

1 钻孔顶角允许弯曲强度,直孔每 100m 不应大于 1.5° ,斜孔每 100m 不应大于 3° 。

2 钻孔方位角的偏斜度应按设计要求确定。

3 其他用途钻孔的弯曲度应按设计要求确定。

10.3 供水管井成井质量

10.3.1 管井井身应圆正,直径不得小于设计井径。

10.3.2 供水管井弯曲测量应符合本规范第 10.2.2 条的规定。

10.3.3 供水管井井深 100m 内顶角偏斜不应大于 1° ;大于 100m 时,每 100m 顶角偏斜的递增不应大于 1.5° ;井段的顶角和方位角不得有突变。

10.3.4 出水量应符合设计出水量。

10.3.5 抽水试验结束前应进行井水含砂量的测定,井水含砂量应小于 $1/200000$ (体积比)。

10.3.6 井内沉淀物的高度应小于井深的 5%。

10.4 基桩孔成孔质量

10.4.1 基桩孔成孔深度应符合设计要求,基桩孔位及垂直度允许偏差应符合表 10.4.1 规定。

表 10.4.1 基桩孔位及垂直度允许偏差

序号	成孔方法		孔径允许偏差 (mm)	垂直度 允许偏差 (%)	基桩孔位允许偏差(mm)	
					1根~3根、单排 桩基垂直 于中心线方向和 群桩基础的边桩	条形桩基沿中 心线方向和群桩 基础的中间桩
1	泥浆 护壁 钻孔	$D\leq 1000\text{mm}$	± 50	<1	$D/6$, 且 ≤ 100	$D/4$, 且 ≤ 150
		$D> 1000\text{mm}$	± 50		100	150
2	干作业 成孔	-20			70	150

注:1 孔径允许偏差的负值指个别断面;

2 D 为钻孔直径。

10.5 成槽质量

10.5.1 成槽验收应包括槽深、槽宽、垂直度、沉渣厚度等,其允许偏差应符合表 10.5.1 的规定。

表 10.5.1 成槽验收允许偏差

项目	序号	检查项目		允许偏差或允许值	检查方法
主控项目	1	垂直度	永久结构	1/300	声波测槽仪
			临时结构	1/150	
一般项目	2	导墙	导槽宽度	$W+100\text{mm}$	钢尺测量
			墙面平整度	$<5\text{mm}$	
			导墙平面位置	$\pm 10\text{mm}$	
	3	沉渣 厚度	永久结构	$\leq 100\text{mm}$	重锤测或沉积物测定仪测
			临时结构	$\leq 200\text{mm}$	
	4	槽深		+100mm	重锤测
	5	槽宽		+50mm	声波测槽仪

注: W 为地下墙设计厚度。

10.6 原始报表

10.6.1 各项原始报表应及时、真实、齐全,原始报表应由专职人员填写与保管,不得涂改、转抄或追记。

10.6.2 原始报表的各栏均应按钻进回次逐项填写,严禁漏记和伪造。

10.7 终孔验收与资料提交

10.7.1 钻孔达到设计孔深后,应由有关责任人进行终孔验收。验收应按钻孔设计任务书的要求及相应钻探(成孔)质量标准逐项进行。钻孔验收结束后,应填写钻孔验收单。

10.7.2 钻孔验收后,应及时将原始报表等钻探资料、所采取的样品进行整理,并应按规定一并移交有关部门。

11 钻探设备使用、维护与拆迁

11.1 钻探设备使用与维护

11.1.1 钻探设备应按其说明书和有关操作规程使用、维护和保养。

11.1.2 施工企业应建立健全钻探设备档案,设备档案应由专人保管。

11.1.3 钻探设备操作和维护人员应熟悉现场设备的性能,并应熟练掌握操作要领,除应按本规范第 3.0.3 条的规定进行专业技术培训外,尚应接受安全教育,并应经考试合格后持证上岗。

11.1.4 钻探设备的使用和维护应填写使用维护记录,并应与设备档案一起保存。

11.1.5 气温 0°C 以下进行钻探施工时,应采取防冻措施。

11.2 钻探设备拆迁

11.2.1 钻探设备拆迁工作应有计划、有组织地进行,应由机长统一指挥,拆迁时应划定安全区域,并应设立警示标志。

11.2.2 整体立放的钻塔放倒前,应对升降机系统、钢丝绳和钻塔各部件进行安全检查,并应拆除塔顶的悬挂设施。

11.2.3 在夜间或遇能见度小于 50m 的雾、雷雨天、下雪天、五级以上风时,严禁拆卸钻塔;冬期施工时,拆卸钻塔应采取防滑措施。

11.2.4 钻探设备整体搬迁时,应选择在相对平坦的地形上进行,大型钻探设备在整体移位时,行走路线上地基土应有足够的承载力。

11.2.5 钻探设备在高压电线下搬迁时,应确保保留有足够的安全距离,安全距离应按本规范表 4.2.3 的规定取值。

附录 A 岩心钻探岩石可钻性分级表

表 A 岩心钻探岩石可钻性分级

可钻性 级别	岩石 硬度 分类	可钻性指标			代表性岩石
		压入硬度 (MPa)	统计钻速(m/h)		
			金刚石 钻进	硬质合金 钻进	
1~4	软	<1000	—	>3.9	粉砂质泥岩、碳质页岩、 粉砂岩、中粒砂岩、透闪 岩、煌斑岩
5	中硬	900~1900	2.90~3.60	2.50	硅化粉砂岩、碳质硅页 岩、滑石透闪岩、橄榄大理 岩、白色大理岩、石英闪长 玢岩、黑色片岩、透辉石大 理岩、大理岩
6		1750~2750	2.30~3.10	2.00	角闪斜长片麻岩、白云斜 长片麻岩、石英白云石大理 岩、黑云母大理岩、白云岩、 蚀变角闪闪长岩、角闪变粒 岩、角闪岩、黑云石英片岩、 角岩、透辉石榴石砂卡岩、 黑云白云石大理岩
7	硬	2600~3600	1.90~2.60	—	白云母斜长片麻岩、石 英白云石大理岩、透辉石 化闪长玢岩、混合岩化浅 粒岩、黑云角闪斜长岩、透 辉石岩、白云石大理岩、蚀 变石英闪长玢岩、黑云母 石英片岩
8		3400~4400	1.50~2.10	—	花岗岩、砂卡岩化闪长玢 岩、石榴子砂卡岩、石英闪 长斑岩、石英角闪岩、黑云 母斜长角闪岩、伟晶岩、黑 云母花岗岩、闪长岩、斜长 角闪岩、混合片麻岩、凝灰 岩、混合岩化浅粒岩

续表 A

可钻性 级别	岩石 硬度 分类	可钻性指标			代表性岩石
		压入硬度 (MPa)	统计钻速(m/h)		
			金刚石 钻进	硬质合金 钻进	
9	硬	4200~5200	1.10~1.70	—	混合岩化浅粒岩、花岗岩、斜长角闪岩、混合闪长岩、斜长闪长岩、钾长伟晶岩、橄榄岩、混合岩、闪长玢岩、石英闪长玢岩、似斑状花岗岩、斑状花岗岩闪长岩
10	坚硬	5000~6100	0.80~1.20	—	硅化大理岩、砂卡岩、混合斜长片麻岩、钠长斑岩、钾长伟晶岩、斜长角闪岩、安山质熔岩、混合岩化角闪岩、斜长岩、花岗岩、石英岩、硅质凝灰质砂砾岩、英安质角砾熔岩
11		6000~7200	0.50~0.90	—	凝灰岩、熔凝灰岩、石英岩、英安岩
12		>7200	<0.60	—	石英角岩、硅质岩、熔凝灰岩

附录 B 土 的 分 类

表 B 土 的 分 类

类别	名称	定 名 标 准
碎石土类	漂石	圆形及亚圆形为主,粒径大于 200mm 的颗粒质量超过总质量的 50%
	块石	棱角形为主,粒径大于 200mm 的颗粒质量超过总质量的 50%
	卵石	圆形及亚圆形为主,粒径大于 20mm 的颗粒质量超过总质量的 50%
	碎石	棱角形为主,粒径大于 20mm 的颗粒质量超过总质量的 50%
	圆砾	圆形及亚圆形为主,粒径大于 2mm 的颗粒质量超过总质量的 50%
	角砾	棱角形为主,粒径大于 2mm 的颗粒质量超过总质量的 50%
砂土类	砾砂	粒径大于 2mm 的颗粒质量占总质量的 25%~50%
	粗砂	粒径大于 0.5mm 的颗粒质量超过总质量的 50%
	中砂	粒径大于 0.25mm 的颗粒质量超过总质量的 50%
	细砂	粒径大于 0.075mm 的颗粒质量超过总质量的 85%
	粉砂	粒径大于 0.075mm 的颗粒质量超过总质量的 50%
粉土类	粉土	粒径大于 0.0075mm 的颗粒质量不超过总质量的 50%,且塑性指数 $I_p \leq 10$
黏性土类	粉质黏土	塑性指数 $10 < I_p \leq 17$
	黏土	塑性指数 $I_p > 17$

注:1 分类时应根据粒径分组由大到小以最先符合者确定;

2 塑性指数由相应于 75g 圆锥体沉入土样中深度为 10mm 时测定的液限计算确定。

附录 C 岩心钻探岩石研磨性分级表

表 C 岩心钻探岩石研磨性分级

研磨性类别	弱研磨性		中等研磨性			强研磨性		
研磨性级别	1	2	3	4	5	6	7	8
标准钢杆研磨法研磨性指标 (mg)	<5	5~10	10~18	18~30	30~45	45~60	60~90	>90

附录 D 土试样质量等级划分

表 D 土试样质量等级划分

级别	扰动程度	试验目的
I	不扰动	土类定名、含水量、密度、强度试验、固结试验
II	轻微扰动	土类定名、含水量、密度
III	显著扰动	土类定名、含水量
IV	完全扰动	土类定名

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《混凝土结构设计规范》GB 50010
- 《岩土工程勘察规范》GB 50021
- 《供水水文地质勘察规范》GB 50027
- 《供水管井技术规范》GB 50296
- 《钻井液材料规范》GB/T 5005
- 《爆破安全规程》GB 6722
- 《钻探用无缝钢管》GB/T 9808

中华人民共和国国家标准

冶金工业建设钻探技术规范

GB 50734 - 2012

条文说明

制 定 说 明

《冶金工业建设钻探技术规范》GB 50734—2012,经住房和城乡建设部 2012 年 1 月 21 日以第 1276 号公告批准发布。

本规范制订过程中,编制组总结了近二十多年来在冶金工业建设工程地质钻探、水文地质钻探与水井施工、基桩孔和成槽施工及特种钻探、护壁堵漏等方面的工程经验和工程事故教训,在已有的通用标准和有关行业标准的基础上,对冶金工业建设钻探技术工作制定了更先进、更具体的规定。

为了便于广大勘察、设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定,《冶金工业建设钻探技术规范》编制组按章、节、条顺序编写了本规范的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是,本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目 次

1	总 则	(75)
3	基本规定	(76)
4	钻探准备工作	(78)
4.1	编制钻探施工方案	(78)
4.2	施工场地准备	(78)
4.3	基台与钻塔安装	(78)
4.4	钻探设备安装	(79)
4.5	附属设备安装	(79)
4.6	准备工作检查	(79)
5	工程地质钻探	(81)
5.1	钻孔结构与钻进方法选择	(81)
5.2	冲击钻进	(81)
5.3	回转钻进	(82)
5.4	地下水位观测	(86)
5.5	钻孔止水与封孔	(86)
6	水文地质钻探与水井施工	(87)
6.1	钻孔结构与钻进方法选择	(87)
6.2	冲击钻进	(87)
6.3	回转钻进	(89)
6.4	气动冲击回转钻进	(92)
6.6	成井工艺	(93)
7	基桩孔和成槽施工	(95)
7.1	一般规定	(95)
7.2	冲击钻进	(95)

7.3	冲抓锥钻进	(96)
7.4	大直径回转钻进	(96)
7.5	潜水电钻钻进	(96)
7.6	螺旋钻进	(96)
7.7	旋挖钻进	(97)
7.8	钻孔扩底钻进	(98)
7.9	钻孔挤扩支盘施工	(98)
7.10	成槽施工	(99)
7.11	清孔	(99)
8	特种钻探	(101)
8.1	定向钻进	(101)
8.2	岩心定向钻进	(102)
8.3	水平孔钻进	(102)
8.4	水上钻探	(103)
8.5	孔内爆破	(105)
9	冲洗介质与护壁堵漏	(107)
9.1	冲洗介质	(107)
9.2	护壁堵漏	(108)
10	钻探质量	(110)
10.1	岩(土)心、土试样与水试样的采取	(110)
10.2	勘察孔孔深校正与钻孔弯曲度	(111)
10.3	供水管井成井质量	(111)
10.4	基桩孔成孔质量	(112)
10.5	成槽质量	(112)
10.6	原始报表	(112)
10.7	终孔验收与资料提交	(112)
11	钻探设备使用、维护与拆迁	(113)
11.1	钻探设备使用与维护	(113)
11.2	钻探设备拆迁	(113)

1 总 则

1.0.2 本条规定了本规范的使用范围。本规范主要用于指导冶金工业建设工程钻探技术工作。

1.0.3 近年来,我国冶金工业建设速度较快,从事冶金工程地质勘察和岩土施工的单位很多,所采用的技术、方法和设备也不相同,钻探施工对操作人员素质要求较高,因此,各单位在执行本规范时要制定相应的操作规程以确保钻探优质、高效、低耗、环保和安全。

1.0.4 由于规范的分工,本规范不可能将钻探工作中遇到的所有技术问题全部包括进去。钻探施工人员进行钻探施工时,还需遵守其他有关规范的规定。

3 基本规定

3.0.1 钻探工程应依据工程设计或勘察纲要,结合地质构造、地层特性和工程场地自然地理条件,编制钻探施工方案,指导钻探施工。一般基桩孔和成槽施工及水井施工和特种钻探依据设计图纸进行,而工程地质钻探和水文地质钻探应根据勘察纲要进行,勘察纲要是根据搜集已有资料和现场踏勘结果编制而成,岩土工程勘察纲要编制内容详见现行国家标准《冶金工业建设岩土工程勘察规范》GB 50749,水文地质勘察纲要编制内容详见现行国家标准《供水水文地质勘察规范》GB 50027,编制钻探施工方案时应选择适合本工程特点的钻进工艺、技术方法和设备,做到技术先进、施工效率高、质量好、节能环保,以满足地质勘察和工程设计的要求。

3.0.3 按有关规定应对钻探作业人员进行技术和操作培训,经考试合格后,持证上岗。根据新技术、新方法和新设备的发展推广,应对钻探作业人员进行专业培训,以提高其技术水平和素质。

3.0.4 钻探施工时不应污染和破坏钻场工作周边场地和植被,工程竣工后钻场应按要求进行恢复或复垦。城市作业时噪声和废浆排放应符合国家和地方的相关规定。

3.0.6 钻探施工的原始资料和技术数据是评价钻探施工质量的重要指标,也是影响工程质量的关键因素,施工人员应高度重视,认真填写施工记录和班报表,应做到真实、准确、可靠。

3.0.7 孔内事故应贯彻预防为主方针,孔内事故发生的原因有多方面,其中地层和人为原因是发生孔内事故的多发诱因,如松散性、破碎性和水敏性等复杂地层出现,经常会发生施工技术与地层特性不相适应而引发的孔内事故。人为原因主要表现在技术方案、技术措施和技术操作等各技术层面上,如钻孔施工技术设计缺

少针对地层复杂性的技术方案,钻进技术参数控制不当引起烧钻、埋钻、钻杆扭断等孔内事故,防塌冲洗液管理不善出现孔内坍塌、掉块并引发埋钻或卡钻事故等,因此事故预防应从施工技术方案的科学设计、有针对性技术措施选用和严格遵守操作规程与提高操作技术水平入手。

处理孔内事故时,重要的是摸清孔内情况,制订出正确的处理方案,并将方案细化到每一细小步骤上,统一指挥,及时处理,避免事故恶化或引发新的事故。事故处理时应做好记录,对于导致钻孔报废的重大孔内事故按有关规定应填写事故报告表。

3.0.8 安全生产责任重于泰山,钻探工程作业由于施工场地环境条件多变,设备类型繁多,作业内容复杂,目前,已有相当数量的机台作业人员违章作业,造成人员伤亡和设备损坏,因此,钻探作业应制订相应的安全制度和措施,严格执行有关设备操作规程,防止对人身和设备造成安全事故。

3.0.9 本条为强制性条文。钻探作业当不可避免地选在悬崖、陡坡地带时,设置安全防护措施尤为重要,通过对作业场地、施工人员及作业设备采取严格的防护措施,防止对人身和设备造成安全事故。防护措施包括:清除坡上浮石并进行锚喷加固,钻场周围设安全护栏等。

3.0.10 钻具提出钻孔后及时将钻具放置在安全区域是钻探施工必须遵守的良好习惯,钻具悬空放置,机前作业人员在其下方作业非常危险,同时,悬空放置的钻具也不利于设备稳定,易发生倾覆事故。升、降钻具时用手触摸快速移动的钢丝绳,很容易将人的手及胳膊与正在升、降的钢丝绳缠绕,存在巨大安全隐患,为此,将本条列为强制性条文。

4 钻探准备工作

4.1 编制钻探施工方案

4.1.1~4.1.3 一般在勘察纲要或岩土工程施工组织设计的基础上编制钻探施工方案,钻探施工方案是钻探施工的重要技术准备工作,钻探施工方案编写的质量直接影响钻探施工的质量、效率、成本和安全生产。编写钻探施工方案除应考虑工程设计或勘察纲要、自然条件、地层特性等因素之外,还应考虑施工单位的经验、技术水平、设备条件等具体情况,并应尽可能采用新技术、新方法、新工艺。

4.2 施工场地准备

4.2.1 地基是钻探施工的基础,其修筑质量直接影响钻探施工的正常进行,因此必须高度重视,按规定修筑,同时,在山区进行水文地质勘察与水井施工时(工期较长),修筑地基应考虑滑坡、泥石流等地质灾害影响。

4.2.2 钻孔位置与地下构筑物、管线的距离应符合本条规定,如发现不符合规定时应及时向有关部门通报,按有关部门研究批准后的方案进行施工。

4.2.3 表 4.2.3 引自现行行业标准《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46—2005 中的第 4.1.2 条。

4.2.4 进场前的“三通一平”应注意路、桥承载能力能否适应运输需要,水压、水量是否满足施工要求,电压、电流与钻探施工设备是否匹配等。

4.3 基台与钻塔安装

4.3.3 目前使用的钻塔类型较多,本条第 1 款~第 4 款只对钻塔

安装的共同要求作出规定,具体安装施工时,还应遵照钻塔的安装说明书施工。

5 为防止钻塔倾倒,需要绷绳使之稳固。对桅杆式和 A 形钻塔,绷绳作为基本支撑更是必不可少的构件。

4.3.4 为保证安全,避雷针的安装应符合本条规定,其数据是参考现行行业标准《民用建筑电气设计规范》JGJ 16 中的有关规定编写的。

4.4 钻探设备安装

4.4.1 钻探设备安装应遵照说明书的要求进行。安装钻探设备时,应先安装钻机和动力机,然后根据场地条件,合理布置其他设备和材料的摆放位置。

4.4.3 对于具有液压支腿或千斤顶的钻探设备应使用液压支腿和千斤顶固定;对于轮胎式钻探设备,轮胎不得空转和承压。

4.5 附属设备安装

4.5.1 机器的防护装置是安全生产的重要防护措施,特别是对人身安全至关重要。

4.5.2 钻探施工的用电设备种类繁多,使用环境恶劣,应配备专业电工按有关安全用电规程进行安装、维护和拆除,并制定钻场用电规章制度,确保安全用电。

4.5.4 循环系统一般安设在靠地基低坡的一面,距塔脚的距离不小于 1m。循环槽的长度宜大于 10m,其坡度宜为 1%~1.25%。在循环系统中应设置沉淀池,以净化冲洗液。储浆池的容积应能满足钻进循环的需要。必要时安装防冻、防雨设施。

4.6 准备工作检查

4.6.1 准备工作完成后的检查,应会同有关各方进行。应重点检

查修筑的地基、钻塔、钻探设备和附属设备的安装是否符合规定，孔位、开孔方位和倾角是否符合设计要求，各种安全措施是否落实等。

5 工程地质钻探

5.1 钻孔结构与钻进方法选择

5.1.1 设计钻孔结构时,除应考虑钻孔的设计深度、终孔直径、地层的地质结构与岩土性质外,还应考虑钻孔中的测试项目、取样要求、水文地质条件、施工经验和护壁堵漏技术水平。

5.1.2 钻孔直径的选择应符合钻探工艺要求外,还应满足孔内测试及取土试样要求。工程地质钻探常用的钻孔规格为 $\phi 150$ 、 $\phi 130$ 、 $\phi 110$ 、 $\phi 91$ 、 $\phi 75$ 、 $\phi 60$ 。

5.1.3 本条说明如下:

1 当表层土为比较稳定的粉质黏土和黏土时,可考虑不设置孔口管,否则应设置孔口管,以确保顺利钻进。

2~4 简化钻孔结构的目的是减少套管层数和数量,简化钻孔结构应首先充分了解地层特性,其次考虑现有护壁堵漏技术的有效性,在有地区施工经验的情况下可不留备用孔径。

5.1.4 钻进方法选择除按表 5.1.4-1 和表 5.1.4-2 考虑土层和岩石性质外,还要考虑钻进方法对岩土层鉴别与取样段扰动的影响,以及各种方法适用的孔深与孔径等。冲击钻进包括打筒钻进、抽筒钻进和钻头冲击钻进。在黏性土、粉土、砂土和碎石土层可用打筒钻进;遇到较薄的碎石、卵石层,可先用角锥、扁铲、圆形或十字形等冲击钻头破碎,再用打筒钻进;在有水的情况下,用抽筒捞取。

5.2 冲击钻进

5.2.2 本条说明如下:

1 开孔时应采取扶正冲击钻具、控制冲击高度等措施,防止钻孔偏斜。

2 采用打筒钻进时,一般回次进尺应控制在 0.5m 以内(打筒钻头筒长一般为 0.5m~0.6m),以防对地层产生挤压扰动。使用抽筒时,回次长度不宜超过筒长的一半。

5.3 回转钻进

5.3.1 勺钻和螺旋钻是一种传统的回转钻进方法。由于其结构简单,成本低和使用方便,在工程勘察钻进中经常使用。

1 螺旋钻进除适用于粉土、黏性土、砂土地层外,也可用于黏性土夹少量小碎石地层。

5.3.2 硬质合金钻进是岩心钻探中的一种主要钻进方法,在 1 级~6 级岩石中钻进具有钻进效率高、成本低、操作简单,钻孔直径和方向不受限制,钻孔质量容易保证的特点。

2 硬质合金钻进所用空白钻头体应按标准图纸加工,特殊要求的钻头应自行设计。常用的硬质合金牌号为 YG4c、YA6、YG8 等,片状合金适用于 1 级~4 级软岩,柱状合金适用于 4 级~6 级中硬岩石,针状合金用于镶嵌自磨式钻头,钻进中硬以上研磨性岩石。

硬质合金切削具在钻头底面的排列形式有单环均布排列、多环均布排列、堆状密集排列、疏松密集排列四种,单环排列一般用于软岩石,多环和密集式排列用于中硬岩石钻进。硬质合金切削具的镶焊角是指切削具在钻头体上镶焊的前角。

4 当有硬质合金块落入孔内影响钻进时,应将硬质合金块捞取干净。孔内残留岩心在 0.5m 以上或有脱落岩心时,不宜下入新钻头,应采用轻压、慢转、控制水量的方法扫孔钻进,待岩心进入岩心管后,再调到正常压力、转速和泵量钻进。硬质合金钻进可采用卡簧、卡料和干钻等方法卡取岩心。采用卡簧取心时,需配好卡簧与卡簧座、卡簧与岩心之间的间隙;采用卡料取心时,选好卡料的材质与尺寸;采用干钻法采取岩心时,在回次进尺终了时停泵干钻 1min~2min,使岩心堵塞从而扭断岩心。

5.3.3 金刚石钻进是目前钻探工艺中一种比较先进的钻进方法,具有钻进效率高、钻孔质量好、孔内事故少、钻探成本低、应用范围广等优越性。根据金刚石特性和金刚石碎岩机理,金刚石钻进参数是以高转速为主,配以适当的压力和足够的冲洗液量冷却钻头,冲洗岩粉。金刚石钻进要求钻探设备具有高转速,并配有能够及时反映钻进参数的测控装置。金刚石钻进使用管材已有国家标准。

1 目前,在岩层进行勘察钻进施工中大量使用孕镶金刚石钻头;在4级~7级岩层中钻进采用聚晶金刚石复合片(PDC)钻头可取得较长的钻头使用寿命;金刚石钻进可用于大于91mm的大直径勘察孔钻进。

2 表镶金刚石钻头和孕镶金刚石钻头由金刚石、胎体和钻头体三部分构成,其结构参数包括金刚石质量(品级),金刚石含量(浓度),金刚石的粒度与出刃、金刚石排列、胎体性能、水道数目和形状、底唇形式等要素。岩层愈硬、研磨性愈强,钻头选用的金刚石质量应愈高。

金刚石浓度选择应考虑岩石性质和金刚石的质量,浓度一般为45%~125%。岩石坚硬、致密,金刚石的浓度宜适当降低;金刚石质量高、粒度细,浓度取低值。

金刚石粒度主要根据岩性来选择,岩层坚硬、致密,金刚石粒度应小。根据岩性不同,金刚石粒度宜按表1、表2选取。

表1 表镶钻头用金刚石粒度

等级	粗粒	中粒	细粒	特细粒
粒度(粒/克拉)	15~25	25~40	40~60	60~100
岩石硬度分类	中硬	中硬~硬	硬	硬~坚硬

表2 孕镶钻头用金刚石粒度

粒度(目)	人造	>46	46~60	60~80	80~100
	天然	20~30	30~40	40~60	60~80
岩石硬度分类		中硬~硬		硬~坚硬	

金刚石钻头底唇面形式取决于岩石性质、钻头用途及制造工艺。多为方形、圆形和半圆形,适用于中硬~坚硬岩层;梯形和锥形唇面具有较好的稳定性和导向性,多用于绳索取心钻进;锯齿形唇面用于硬而致密的打滑地层。

3 一般聚晶金刚石复合片(PDC)钻头在唇面上按二环排列,重叠系数为0.25~0.3;采用负前角镶焊,镶焊角 $-5^{\circ}\sim-25^{\circ}$,径向角 $5^{\circ}\sim10^{\circ}$ 。

4 金刚石钻进技术参数包括钻压、转速和冲洗液量。

1)影响钻压的因素很多,合适的钻压钻速较高,金刚石消耗量较少,钻头寿命较长。采用控制钻速的办法来控制钻压,原则是:钻头磨损正常,钻速平稳。当岩石坚硬、完整、研磨性弱,或所用钻头的金刚石颗粒大、浓度高、质量好时,钻头压力可适当加大;当岩石破碎、研磨性强时,钻头压力可适当减小。

2)金刚石钻进在岩层较完整、钻具有足够强度和稳定性、配有良好润滑剂和设备能力的情况下,宜采用高转速。在中硬~硬、中等研磨性的完整岩层中钻进,一般可采用高转速;在坚硬致密的岩层中钻进,主要靠钻压破碎岩石,宜采用较低转速;在复杂地层中钻进,宜采用较低转速;在软岩中钻进效率很高时,为保证冷却和排粉,应降低转速;钻孔加深,转速相应降低;另外,钻杆与孔壁间隙大时,影响钻具稳定,也不宜采用高转速。

3)冲洗液量是金刚石钻进的重要参数,影响冲洗液量的因素较多。钻进中应保证冲洗液有足够的冷却和冲洗钻头效果,冲洗液量的确定一般可按下式计算:

$$Q=6V_rS_1 \quad (1)$$

式中:Q——冲洗液量(l/min);

V_r ——孔壁环状间隙冲洗液上返流速(m/s),一般取0.4m/s~0.7m/s;

S_1 ——孔壁环状间隙断面(cm^2)。

具体使用时还应考虑下列因素:

钻进完整、坚硬、致密岩层,钻速低、岩粉少,颗粒细,宜采用小的冲洗液量;

、钻进软、中硬的岩层,钻速较高,或易糊钻的岩层,为了快速排粉和冲洗钻头,宜采用大的冲洗液量;

钻进研磨性强的岩层,由于转速高,摩擦产生的热量较多,宜采用大的冲洗液量;

采用孕镶钻头钻进,由于金刚石出刃量小,唇面与孔底岩石接触面积大,过水条件差,又多采用高转速钻进,为及时冷却金刚石和胎体,避免金刚石石墨化和重复破碎岩粉,应采用较大冲洗液量。对表镶钻头,金刚石出刃量比孕镶钻头大,排粉和冷却条件较好,冲洗液量可稍小一些。

5 扩孔器的作用为修整孔径,防止钻头因磨损而导致钻孔直径逐渐缩小,以致新钻头下不到孔底;另外,扩孔器还有导正钻头的功效,减少钻头摆动,有利于钻头的正常工作;所以扩孔器外径应与钻头外径相匹配,一般扩孔器外径应比钻头外径大 0.3mm~0.5mm。

8 金刚石钻进应经常注意泵压变化,泵压发生小幅度升降,一般表明孔底换层,应注意调整钻进参数。如泵压突然大幅度升高,表明发生岩心堵塞,应立即将钻具提离孔底,防止发生烧钻事故。如泵压突然大幅度下降,多为钻杆折断或脱扣,应马上处理,应严防送水中断和钻具中途泄漏。

9 孔底有硬质合金碎屑、金刚石钻头胎块碎屑、脱落岩心和掉块等异物时,应立即采取冲、捞、抓、粘、套、磨和吸等方法清除。

5.3.4 金刚石绳索取心钻进:

1 金刚石绳索取心钻进是目前较先进的钻探工艺,它可以使起钻间隔时间延长,减少升降作业辅助时间,这种优点在深孔时表现得特别明显,在破碎岩层中绳索取心钻进可以随时捞取岩心,进而提高了取心质量,因此绳索取心钻进具有钻进效率高、钻探质量好、孔内安全、劳动强度和钻探成本低等优点,目前广泛用于钻

探生产中。

2 绳索取心钻头由于壁厚增加,其底唇面积比普通金刚石钻头的底唇面积大,因此钻压相应比普通金刚石钻进规定参数适量增加。

3 本款说明如下:

3)当孔内漏水严重、钻孔为干孔时,由于缺少冲洗液的浮力和保护作用,采用自由降落方式投放内管容易损坏钻具,正确做法是采用带脱卡套的打捞器将内管送入孔底,或向钻杆内注满冲洗液后立即投放内管。

5.4 地下水位观测

5.4.1、5.4.2 这两条规定引自现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021。

5.5 钻孔止水与封孔

5.5.1 临时止水方法有桐油石灰止水、海带止水、橡胶制品止水。桐油石灰止水适用于松散地层与较稳固的隔水层,海带止水、橡胶制品止水适用于完整的基岩孔或分层抽水试验孔,永久止水方法有黏土止水和水泥止水。

5.5.2 止水质量检查可选用水位差检查法、泵压检查法和食盐扩散检查法。

5.5.3 为了获得各含水层准确的稳定水位,应采取措施将止水套管封闭严密,有效隔离相应含水层。

5.5.4 泥浆柱封孔用于封闭未揭露含水层的浅孔;黏土封孔用于封闭揭露了含水层的钻孔,水泥浆封孔用于含水层位于含矿层的顶板或底板,以及钻孔穿过自喷承压水层时的钻孔。

6 水文地质钻探与水井施工

6.1 钻孔结构与钻进方法选择

6.1.1 水文地质钻探是以水文地质勘察为目的的钻探工作。水井施工是以开发利用地下水资源为目的的钻探工作。

钻孔施工前,应根据钻孔目的、用途和地层情况,在满足施工任务书要求的前提下,进行钻孔结构设计,即绘制出钻孔结构剖面。钻孔结构剖面的内容应包括:

1 钻孔总深度和分段深度。

2 钻孔各段直径及井口管、井壁管、滤水管的直径、长度、类型。

3 管外填砾、止水及封闭材料的位置。

合理的钻孔结构设计,不仅可节省各种材料,而且能保证高效、优质钻进与成井,满足地质设计各项技术质量要求。在水文地质钻探与水井施工钻探中,通常对钻孔的划分是:孔深 100m 以内为浅孔,100m~300m 之间为中深孔,300m 以上为深孔。

6.2 冲击钻进

6.2.1 水文地质钻探与水井施工冲击钻进是指直径通常为 250mm~600mm 的全面破碎岩土的石绳冲击钻进。该方法主要靠钻具下落产生的冲击能量破碎岩土,因此适用范围有一定的局限性,如在坚硬基岩中钻进效率低,只能进行直孔施工等。但在第四纪砾石、卵石、漂石为主的地层中进行大直径浅孔钻进时,具有其他钻进方法无可比拟的优越性。

6.2.2 冲击钻进中,影响钻进效率的钻进技术参数包括单位钻头刃长的钻具质量、冲击高度、冲击频率和回次进尺,这些参数应根

据岩土性质而定。冲击钻头质量,可按下式计算:

$$M = PL/g \quad (2)$$

式中: M ——冲击钻头质量(kg);

P ——底刃线压力(N/cm),见本规范表 6.2.2;

g ——重力加速度;

L ——底刃总长(cm)。

对多刃冲击钻头,底刃分布原则是:冲击动能的分配应充分考虑钻头外缘部分的冲击破碎需要及底刃的磨损状况,外缘冲击破碎面积大,底刃数量应比内缘至少多一倍。

冲程和冲击频率的关系按下式计算:

$$f = k/s^{1/2} \quad (3)$$

式中: f ——冲击频率(次/min);

s ——冲程(m);

k ——系数, $k = 47 \sim 51$ 。

冲击频率与冲程也可按表 3 选择。

表 3 冲击频率与冲程

s (m)	f (次/min)	s (m)	f (次/min)	s (m)	f (次/min)
1.5	34~38	1.1	48~52	0.78	58~60
1.2	40~44	0.95	50~54	0.50	62~64

冲击钻进的钢丝绳工作中要承受较大的变动荷载,钢丝绳总拉力可按下式计算:

$$F_1 \geq 9.806 r_1 k M \quad (4)$$

式中: F_1 ——钢丝绳总拉力(kN);

r_1 ——钻具在孔内的阻塞系数, $r_1 = 1.2 \sim 1.5$;

k ——安全系数, $k = 1.5$;

M ——钻头质量(kg)。

6.2.3 冲击钻具在频繁冲击中承受复杂的荷载,易产生疲劳破坏,造成钻具脱落,所以钻具的牢固连接和可靠的防断脱措施是保证正常钻进的前提。

2 当采用活心钢丝绳接头,钢丝绳与活套之间宜用铅锡合金浇铸,或用尖楔楔紧。采用合金浇铸,应将钢丝绳铸焊部分清污后浇铸,冬季浇铸时,先将活套与钢丝绳进行预热处理,浇铸后的活套必须经过冷却后使用;采用尖楔楔紧时,应检查尖楔的完好程度,尖楔表面加工横向细槽以增大摩擦。

当采用活环钢丝绳连接,应使用钢丝绳导槽,钢丝绳卡子必须卡紧。其数量不得少于 3 个,相邻的卡子反向卡牢。

6.2.4 本条说明如下:

1 清水护壁钻进是冶金勘察系统三十多年来经实践证明行之有效的钻进方法。为保持地层原有水文地质条件和特性,在地层条件允许的条件下,应优先采用。清水钻进操作要点是始终保持孔内一定的液面高度,即用水头的侧向压力平衡井壁,以保持孔壁的稳定。

2 在松散、坍塌或漏失严重地层采用清水无法钻进时,应采用泥浆护壁钻进。泥浆性能应根据钻进地层的具体情况进行调整。松软黏土层,泥浆黏度宜在 20s 以内;砂砾、卵石等松散层宜采用 25s 左右的泥浆;当钻孔漏失严重时,适当加大泥浆的黏度。

3 采用套管护壁时,螺纹连接的套管,管扣必须拧紧;采用电焊连接的套管,管口必须平整,焊缝必须牢靠,并保证连接的同心度。当采用边掏边跟管的方法,套管不能自由跟进时,可采用锤击下管,但锤击下管深度不能超过钻进深度。

8 对有供水意义的含水层或构造带,规定不得采用直接投入黏土块或黏土球的护壁堵漏方法,这是现行国家标准《供水水文地质勘察规范》GB 50027 的要求,也是为防止堵塞渗水通道,破坏原地层的水文地质条件。

6.3 回转钻进

6.3.1 回转钻进是水文地质钻探与水井施工的一种主要钻进方

法,回转钻进所用钻杆、套管、岩心管、钻铤等管材应按现行国家标准《钻探用无缝钢管》GB/T 9808 选用。

6.3.2 硬质合金取心钻进适用于 4 级以下软岩层和部分均质 5 级~6 级中硬岩层,在非均质中硬岩层及卵砾石地层中钻进效率较低。

硬质合金钻进技术参数的正确选择,对提高钻进效率、降低材料消耗和防止孔内事故具有重要影响。

钻进时作用在钻头上的轴向压力(钻压)被镶嵌在钻头底唇上的合金切削具所分担,钻压的大小不能超过每颗合金所能承担的压力。考虑到大直径合金钻进时孔内阻力较大、钻具振动等因素,采用钻杆加压时,每颗合金上的压力宜选用表 6.3.2-3 中的下限值,正文中公式 $Q=KD$ 是经验公式。

6.3.3 本条说明如下:

1 取心钻进需频繁地升降钻具,尤其在钻孔较深的情况下,辅助作业占的比重更大,此时采用全面钻进可提高施工效率。所以在地质情况清楚,不需取心勘探时,宜采用全面钻进。

2 正循环全面钻进包括翼片钻头钻进和牙轮钻头钻进。翼片钻头钻进参数选择如下:

钻压宜按钻头直径单位长度选取,一般为 $0.3\text{kN/cm}\sim 0.8\text{kN/cm}$,实施中应根据翼片多少、地层特性和设备能力确定;钻头转速宜根据钻头外缘线速度确定,线速度一般为 1.9m/s 左右;正循环泵量应维持冲洗液上返流速不小于 $0.25\text{m/s}\sim 0.3\text{m/s}$ 。

牙轮钻头以冲击压碎和剪切碎岩为主,因此大钻压低转速是其钻进特点。组合牙轮钻头钻压宜按钻头直径单位长度选取,一般为 $0.5\text{kN/cm}\sim 1.0\text{kN/cm}$,实施中应根据牙轮多少、岩层特性和设备能力确定;钻头转速宜按下式计算:

$$n = kd_1 / D \quad (5)$$

式中: n ——钻头转速(r/min);

k ——系数,一般取 $100\sim 150$;

D ——钻头直径(mm);

d_1 ——边刀牙轮直径,当 $D > 1000\text{mm}$ 时, d_1 取 190mm ; 当 $D \leq 1000\text{mm}$ 时, d_1 取 130mm 。

牙轮钻头钻进正循环钻进泵量应维持冲洗液上返流速不小于 $0.25\text{m/s} \sim 0.3\text{m/s}$ 。

滚刀钻头钻进一般用于大直径孔反循环钻进,与牙轮钻头钻进相比需要更大的钻压。滚刀钻头钻压宜按单只滚刀所需压力选取,一般单只滚刀所需压力为 $10\text{kN} \sim 20\text{kN}$;为防止滚刀自转速度过快,影响其寿命,转速以控制钻头边刀刀刃最大线速度来确定,一般钻头边刀刀刃最大线速度不大于 1.5m/s ,即钻头外缘线速度不大于 1.5m/s 。

在黏性土层钻进时应采用大泵量冲洗钻头和排粉,必要时提动钻具,以防泥包钻头。

6.3.4 扩孔钻进是指先用小直径钻头钻进,后分级扩大孔径的施工。

1 扩孔钻进一般用于因钻探设备能力不足,或探采结合孔的勘探孔径满足不了开采的需要,或因地层复杂为保证取心质量等情况。

6.3.5 反循环钻进是一种高效、先进的钻进方法,其优越性在松软地层大直径孔钻进更能体现。该方法不仅可以用于回转钻进,而且可用于冲击钻进。反循环钻进的关键是保持冲洗液循环不中断和适当的上返流速,冲洗液的选择视地层情况而定。

6.3.6 泵吸反循环中,冲洗液是借助砂石泵的抽吸作用形成循环,并经过泵体将携带钻屑的冲洗液排出,因此砂石泵必须有良好的真空度,有比钻杆内径大的过水通道。为了维持冲洗液连续循环和适当的上返流速,在钻进中应控制钻压和钻进速度,即控制冲洗液中的岩屑含量,防止管路堵塞,一般岩屑含量控制在 $5\% \sim 8\%$,但深井硬岩清水钻进,岩屑含量应控制在 3% 以内;浅井软岩泥浆钻进,岩屑含量可控制在 $10\% \sim 15\%$ 。

6.3.7 射流反循环中,射流泵中的高速射流可用高扬程离心泵

或往复泵输入高能流体产生,也可用空气压缩机输入压缩空气。射流泵与砂石泵相比,磨损小,无运动件,能自吸。但射流反循环钻进功率损失大,随孔深的增加,排渣能力逐渐下降,适合浅孔钻进。

6.3.8 淹没比也称沉没比,是指风管混合器淹没深度与气水混合上升高度之比。气举反循环在开孔孔段因在钻杆内外形不成足够的压差,不足以形成反循环,所以不适用于非常浅的钻孔钻进。孔深增加后,只要相应地增加供气量和供气压力,冲洗液在钻杆内外就能形成足够的压差,获得理想的上升流速,从而得到较高的钻进效率,用于深孔钻进。冶金勘察系统独创的悬挂风管式气举反循环钻进方法,经二十多年的应用证明是成功的、有效的,本条予以选入。气举反循环气水比宜为 1.4~1.7;风量宜按下式计算:

$$Q_1 = (120 - 144) d V_2 \quad (6)$$

式中: Q_1 ——空压机送风量(m^3/min);

d ——钻杆直径(mm);

V_2 ——钻杆内流体上返速度(m/s)。

6.4 气动冲击回转钻进

6.4.1 用压缩空气既作为冲洗介质,又作为驱动孔底冲击器的动力源而进行的冲击回转钻进,称气动冲击回转钻进,即潜孔锤钻进。潜孔锤钻进在水文水井钻探中发展很快,应用越来越广,其原因是潜孔锤钻进具有如下特点:

1 钻进效率高。特别是在坚硬岩层中,比回转钻进效率提高几倍甚至几十倍。

2 钻头寿命长。

3 钻压小,有很好的防斜效果。

潜孔锤钻进在国外(如美国)已普遍采用,国内经多年试验,也证明是一种高效率的优良钻进方法,在硬岩钻进中很有推广价值。

6.4.2 气动冲击回转钻进首先应保证潜孔锤正常工作所需要的

风量与风压;其次,空压机的风压还应考虑钻孔深度和地下水位情况等,风量应保证钻孔环状间隙有足够的上返流速;风压需确保大于地下水柱的压力;第三,增大供风风量和风压可增加潜孔锤的频率和冲击功,因而提高了破岩效率。

6.4.4 潜孔锤钻进的钻压主要作用是为保证钻头齿能与岩石紧密接触,克服潜孔锤及钻具的反弹力,以便有效地传递来自潜孔锤的冲击功。钻压过小,难以克服潜孔锤工作时的背压和反弹力,直接影响冲击功的有效传递;钻压过大,将会增大回转阻力,并使钻头磨损加快。因此,钻压的合理选择应根据岩石性质、钻进方式(全面钻进或取心钻进)、潜孔锤性能(如低风压还是中、高风压)、设备性能综合考虑。对于潜孔锤全面钻进,一般认为钻头单位直径的压力值为 $0.3\text{kN/cm} \sim 0.9\text{kN/cm}$,而对于潜孔锤取心钻进,实践资料较少,根据相关试验资料,在软至中硬岩层,钻头单位面积钻压为 $0.041\text{kN/cm}^2 \sim 0.068\text{kN/cm}^2$ 。

潜孔锤钻进主要是冲击碎岩,钻头转速仅仅是为了改变冲击刃具的碎岩位置和排粉效果,避免重复破碎。因此,合理的转速应保证最优的冲击间隔。美国水井学会(N. W. W. A)康伯尔认为,潜孔锤旋转存在着最优转角,其值为 11° ,转速按下式计算:

$$n = Af/360 \quad (7)$$

式中: n ——钻头转数(r/min);

A ——最优转角,取 11° ;

f ——冲击频率(次/min)。

最优冲击间隔的最优转角应与岩石性质、钻头冲击刃的分布、冲击功大小等有关。国内实践表明,潜孔锤钻进转速一般为 $10\text{r/min} \sim 50\text{r/min}$,对于硬岩层选用较低转速,对于软岩层选用较高转速。

6.6 成井工艺

6.6.3 下井管前,应根据拟采用的下管方法和井管类型校核提升

设备的提升能力,以及井管、钻杆和钢丝绳的抗拉能力。

6.6.5 洗井过程中填好的砾料会进一步密实下沉,因此,填砾高度应考虑下沉影响。

7 基桩孔和成槽施工

7.1 一般规定

7.1.1、7.1.2 这两条所指基桩孔和成槽施工是指除工程地质与水文地质钻探、水井施工、特种钻探以外的大直径工程孔的施工,如基桩孔成孔、连续墙成槽的施工等。由于成孔(或槽)的断面积大,所以广泛采用机械式冲击和回转钻进。

7.1.3 本条所指工艺性试钻,是指验证施工方案是否可行、经济、安全等所进行的现场钻孔施工。根据现场实际钻孔验证获得的实际数据完善原施工方案设计,基桩孔施工工艺性试钻一般与工程桩承载力试验结合进行。

2 护筒埋深一般应穿过表层回填土,黏性土中一般不宜小于1.0m,砂土中不宜小于1.5m。护筒安装密封可根据工程钻孔施工的孔深和施工成孔方法不同作适当调整,当工程施工钻孔较浅,采用旋挖钻进时因成孔速度快,除砂土、卵石、砾石等松散层外,可以做简易密封。总之,护筒安装密封宜视地质条件和施工方法具体确定,以确保不塌孔、垮孔为原则。

7.2 冲击钻进

7.2.2 本规范第6.2节规定的钻进参数主要是基于传统钢丝绳冲击钻机(如CZ系列),钻头重量小、冲程小、冲击频率高,但目前在大直径工程孔施工中可采用卷扬机直接提升钻头的方法实现大冲程(2m~5m)、大吨位钻头(50kN~80kN)、低冲击频率的冲击钻进,用于破碎硬岩和卵石。

7.2.3 冲击反循环钻进在黏性土层中施工,要适量向孔内投入碎石或粗砂,防止糊钻,必要时可改用正循环钻进。在胶结很差或无

胶结的砂土层施工,可向孔内投入黏土或黏土球,并停止循环,通过钻头冲击将黏土挤入孔壁,保护孔壁稳定。

7.3 冲抓锥钻进

7.3.1 冲抓锥钻进主要是指利用冲抓锥自重下落所产生的冲击力,使抓瓣切入地层,提升时抓瓣合拢,从而把卵、砾石等抓出地面,该方法具有设备简单、产生的废浆少等优点。

7.3.3 冲抓锥钻进提升速度不仅与钻孔深度、孔壁稳定情况有关,还与工人操作的熟练程度有关,对于小于 20m 的浅孔,一般采用 18m/min 左右的提升速度,对于深孔宜采用 30m/min 左右的提升速度。

7.4 大直径回转钻进

7.4.2 大直径回转钻进因孔径大,正循环不利于排渣,容易造成重复破碎,钻进效率低,而反循环则上返流速高,可直接排出破碎的岩土屑。但反循环钻进中一定要维持孔内冲洗液液面,发现液面突然下降,要及时分析漏浆原因,并立即停钻,采取增加泥浆黏度或投泥球等措施处理后再施钻。

7.4.3 从安全方面考虑,钻铤加压不应超过钻具承载能力,钻头上部设扶正器。

7.5 潜水电钻钻进

7.5.2 潜水电钻广泛用于沿海和内陆软土地区,由于其驱动电机始终处于水下,工作环境恶劣,电机和电缆的密封和绝缘极为重要,因此应设置过载保护装置和漏电断路器,操作人员应穿耐高压的绝缘鞋,戴绝缘手套,以确保安全。

7.6 螺旋钻进

7.6.1 本条是指干作业成孔的螺旋钻进,不包括长螺旋钻孔压灌

桩工艺,螺旋钻进工艺的主要优点是不使用循环介质,噪声和振动小,对环境影响较小,施工速度快。由于干作业成孔,用于基桩施工混凝土灌注质量能得到较好的控制。存在的缺点是孔底的虚土不易清除干净,如处理不好会影响桩的承载力。

7.6.2 螺旋钻进施工方法有长螺旋成孔、短螺旋成孔、环状螺旋成孔、振动螺旋成孔和跟管螺旋成孔等多种。常用的是长螺旋和短螺旋成孔两种方法。长螺旋钻进直径较小,深度受桩架高度限制,功率消耗较大;短螺旋钻进回转阻力较小,钻进效率比长螺旋低,但钻进深度较大,可达 50m,钻孔直径可达 3000mm。

7.7 旋挖钻进

7.7.1、7.7.2 旋挖钻进适用的岩层,从目前应用统计是指饱和单轴抗压强度小于 25MPa 的各类岩石,当在饱和单轴抗压强度大于 25MPa 岩层中钻进时,旋挖钻进的时效与正反循环钻进基本相当,其施工成本明显高于正反循环钻进。目前,用于基岩钻进的主要钻具是短螺旋钻头、岩石筒钻和清底筒钻,据有关报道,锥螺旋钻头、岩石筒钻和钻斗配合使用曾经钻进抗压强度 100MPa~200MPa 的岩石,但效率极低。

7.7.4 影响旋挖孔壁稳定的主要工艺因素有孔壁稳定液的性能和钻斗的提升速度,孔壁稳定液的类型有泥浆和聚合物溶液,泥浆与孔壁稳定有关的主要性能参数有密度、黏度和泥皮的致密性。适当增大泥浆密度,使孔内液柱水头压力增加,能增强液柱支撑维持孔壁稳定的能力。研究表明,泥浆黏度与切力等流变参数与钻斗提升时产生引起孔壁失稳的抽吸作用有关,当钻斗提升速度一定时,随泥浆黏度增加,产生的抽吸作用加剧,容易导致孔壁失稳。泥浆在孔壁上形成的泥皮致密,有助于孔壁表层砂土颗粒的胶结与稳定,因此,泥浆应有适度的密度,较低的黏度、切力等流变参数和能形成较致密泥皮等性能指标,以维持孔壁稳定。聚合物溶液是一种新型稳定液,其稳定孔壁的作用除孔内液柱压力支撑外,聚

合物分子能在孔壁表面和沿孔壁岩石的孔隙进入一定深度,形成吸附膜胶结、稳定孔壁。

钻斗的升降速度直接影响钻进效率和孔壁稳定,钻斗的升降速度快会造成抽吸,引起孔壁坍塌,所以钻斗的升降速度根据孔径参照表 4 选择的基础上,应考虑地层特性和稳定液性能确定升降速度,在不稳定地层应减小提升速度。

表 4 钻斗升降速度

孔径(mm)	升降速度(m/s)	空钻斗升降速度(m/s)
700	0.973	1.210
1200	0.748	0.830
1300	0.628	0.830
1500	0.575	0.830

7.8 钻孔扩底钻进

7.8.2 钻孔扩底钻进方法主要用于扩底桩扩大头的施工,回转扩底钻头有上开式、下开式、滑降式和扩刃推出式等,施工时可根据工程设计、地层特性和施工条件合理选用。

7.8.3 钻孔扩底钻进因孔径较大,产生的钻屑多,且扩径部分上部悬空等情况,所以宜采用反循环钻进并调整好冲洗液性能,以确保孔壁稳定和顺利扩孔。

7.9 钻孔挤扩支盘施工

7.9.2 钻孔挤扩支盘施工较普通直孔钻进多了一道挤扩工序,直孔的施工方法应根据地层特性和设计要求选用,其操作应符合本章有关各节的规定。

7.9.4 挤扩压力值的大小将直接反映地层的软硬程度,影响支盘的承载能力,孔内液面高度在挤扩过程中的变化间接反映支盘效果是否满足设计要求。

7.10 成槽施工

7.10.1 本条中成槽施工方法主要用于地下连续墙和防渗墙施工,不适用于薄墙的施工,冲击钻、抓斗、多头钻、双轮铣等施工方法是成槽施工的主要方法。

7.10.2 本条说明如下:

1 本条中导墙为现浇混凝土导墙,但实际生产也有金属结构的可拆装导墙,这种导墙可重复使用。导墙应设置在稳定的地层上或加固后有足够强度的地基土上,防止由于稳定液的浸泡引起地基塌陷,造成导墙断裂、破坏,影响施工。一般导槽宽宜大于设计地下墙宽 50mm~100mm。

2 单元槽段的划分一般来讲,单元槽段长度长,可减少接头数量,提高墙体整体性和截水防渗能力,简化施工,提高工效。但由于种种原因,单元槽段长度又受到限制。因此,应根据设计要求、水文地质条件、周边环境、起重机的起重能力、单位时间内混凝土的供应能力,泥浆贮存能力和生产能力等因素综合考虑。地质条件决定了槽壁的稳定性问题;周边环境主要指周边的地面荷载和可作业面;单位时间内混凝土的供应能力指单元槽段的全部混凝土在一定时间内(指初盘混凝土的初凝时间)完成的能力;起重机的起重能力主要考虑单元槽段的钢筋笼为整体吊装重量,泥浆的贮存能力一般为单元槽段体积的 2 倍。

3 成槽施工应根据地层特性采用护壁性能好的泥浆或其他稳定液。采用泥浆护壁时,建议采用以下泥浆性能指标,并根据地层特点作相应调整。泥浆控制指标:黏度 18s~25s,密度 $1.05 \text{ g/cm}^3 \sim 1.2 \text{ g/cm}^3$,失水量小于 10mL/30min,泥皮厚度小于 4mm/30min,pH 值为 7~9,胶体率大于 95%。

7.11 清 孔

7.11.2 近年来,对于桩底不同沉渣厚度的试桩结果表明,沉渣厚

度大小不仅影响端阻力发挥,而且也影响侧阻力发挥,严格控制沉渣厚度是保证基桩承载力的关键,旋挖钻机成孔,孔底沉渣不易控制,应采用清孔钻头清孔。某工程采用旋挖钻机施工嵌岩桩,桩端进入中风化片麻岩 1.5m,桩长 15m~30m,桩侧为 13m~26m 厚的碎石填土,孔底虽采用了清孔钻头清孔,由于桩端清孔不达标,建筑物建成半年后桩基沉降达 100mm~220mm,建筑物严重开裂,影响正常使用。

7.11.3 现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 规定:清孔后浇筑混凝土之前,孔底 500mm 以内的泥浆密度应小于 $1.25\text{g}/\text{cm}^3$,含砂率应小于 8%,黏度应小于 28s。孔底沉渣允许厚度为:端承型桩不应大于 50mm,摩擦型桩不应大于 100mm。

8 特种钻探

8.1 定向钻进

8.1.1 定向钻进是利用自然造斜规律或采用人工造斜手段使钻孔按照设计轨迹延伸,达到预定目标的钻孔施工。定向钻进具有节省钻探进尺、施工速度快、节省造价、提供精确可靠地质资料等优点。广泛用于水文与地热开采,在江、河、湖泊及高大建筑物下铺设电缆和管道工程以及其他特殊要求的钻探工程。

8.1.2 定向钻孔的目的—般是为了控制岩层构造、补采岩心、绕过障碍物、施工分支孔、增加出水量、敷设管线等,自然弯曲规律是指因岩层产状等特性促使钻孔产生弯曲的规律,在充分掌握施工区钻孔弯曲规律的基础上,便可利用该规律通过移动孔位或改变开孔安装角度的方法实现定向钻进。

8.1.3 本条说明如下:

1 偏心楔是利用其倾斜的楔面或导斜槽迫使钻头改变钻进方向的一种较为简单的造斜工具,偏心楔楔尖角 γ 与楔面长度 l 和楔体直径 D_1 的关系按下式计算:

$$\sin \gamma = D_1 / l \quad (8)$$

5 安装角是指造斜器的造斜平面(即楔子的对称面)与原钻孔倾斜平面之间的夹角。以原钻孔倾斜平面顺时针为正,逆时针为负。造斜器安装前,应根据原孔段顶角、造斜后孔段的顶角、钻孔方位角的变化量等确定造斜器的楔尖角和安装角,可按下列公式计算:

$$\cos \gamma = \cos \theta_0 \cos \theta_1 + \sin \theta_0 \sin \theta_1 \cos \Delta \alpha \quad (9)$$

$$\cos \theta_1 = \cos \gamma \cos \theta_0 - \sin \gamma \sin \theta_0 \cos \omega \quad (10)$$

$$\tan \Delta \alpha = \frac{\sin \omega}{\cos \omega \cos \theta_0 + \sin \theta_0 \cot \gamma} \quad (11)$$

式中： θ_0 ——原孔段顶角；

θ_1 ——造斜后孔段的顶角；

$\Delta\alpha$ ——钻孔方位角的变化量；

γ ——造斜器的楔尖角；

ω ——安装角。

当采用机械式连续造斜器或螺杆钻进行定向钻进，连续造斜强度为 i ，造斜孔段长度为 ΔL 时，楔尖角 γ 按下式计算：

$$\gamma = i \cdot \Delta L \quad (12)$$

6 级~8 级岩层造斜钻进宜选用专用造斜钻头，根据地层特性选用硬质合金钻头、复合片钻头或金刚石钻头。

8.2 岩心定向钻进

8.2.1 在进行岩心钻探时，将所钻取的岩心在脱离母体（原岩）前作出定向标记，岩心取出后，再根据岩心上的定向标记，利用专用装置确定岩心上各种结构面的产状，进而确定与之相对应的地下岩体结构面的产状。

岩心定向技术主要用于岩石边坡稳定性研究及铁路、桥涵、洞室勘察等方面，在大地构造、古地磁研究、江河堤坝等方面也有广泛的用途。

8.2.2 定向钻具的上端装有一个度盘，下端在内管的卡簧座上装有刻刀，刻刀与度盘的零点相对应，度盘上装有一个钢球，由于重力的作用，钢球的位置始终处于度盘的最下方，而度盘的零点位置与钢球位置之间形成一个夹角，即为偏离角，也就是刻刀偏离钻孔最低母线的角度，用打印的方法记录下来。岩心取出后，根据偏离角和钻孔的实测倾角与方位角，即可恢复其在地下的原生状态，再用直接测量法或计算法，即可得到所钻岩层的结构面产状数据。

8.3 水平孔钻进

8.3.1 水平孔钻进通常指钻孔轴线与其在水平面上投影夹角小

于 30° 钻孔的钻进。水平孔钻进除广泛用于锚杆(索)孔、非开挖铺设地下管线孔外,还用于地质勘察、水平排渗孔、辐射井等的施工。

8.3.2 本条说明如下:

1 在地下水位以上的黏性土、粉土及砂土中钻进深度小于 16m 孔深时,可以采用人工洛阳铲成孔,但要注意孔径及倾角符合设计要求。采用螺旋钻进成孔时,若遇到上层滞水,要用水清洗钻孔,直至孔口流出清水为止,或者用高压水泥浆洗孔,否则将影响锚杆的锚固力。对于锚杆长度不大,土的性质较差,特别是人工杂填土中,可采用钢花管钻进成孔。

2 回转式钻进可采用液压伸缩式扩孔钻具,在黏性土及砂层中扩大锚固段直径,以增加锚杆的锚固力。

3 采用潜孔锤钻进水平孔时,应在潜孔锤进气口处设置导正器和在钻杆上设置副导正器,使钻头始终处于钻孔中心。

4 边坡加固不宜采用液体冲孔是为了防止液体渗入地层,加剧滑坡的危险性。

5 在卵砾石层采用跟管钻进,一般应选用双动力头锚杆钻机。

6 由于锚杆(索)孔倾角较小,在钻具重力作用下易产生钻孔向下偏斜,即下沉,所以应采取措施扶正钻具,使其处于钻孔中心位置,确保钻孔符合设计要求。

8.3.3 非开挖铺设地下管线施工,由于不在地面上开挖沟槽而铺设、修复或更换管线,故该工艺施工噪声低、污染少、不影响地上交通及建筑物等,因此,广泛用于跨越城市道路、公路、铁路、机场跑道、江河、建筑物等各种管线的铺设。

8.4 水上钻探

8.4.1 水文、气象和航运资料包括:洪水期水流速度、流量和水位变化范围,平水期水位、流速、流量和水面宽度,枯水期时间、水位

和水面宽度,寒冷地区的凌汛时间、冰凌的体积和流速,最大风速及常年风向,作业海域涨、落潮的幅度与规律等。

8.4.2 本条说明如下:

1 浅水区钻探适合采用土石围堰、土袋围堰、竹笼围堰、板桩围堰、筑岛等方法。其中,土石围堰适宜于水深 2.0m 以内,流速不超过 0.5m/s,河床土质渗水性较小的条件下修筑;土袋围堰适宜于水深 3.0m 以内,流速不超过 1.5m/s,河床土质渗水性较小的条件下修筑;竹笼围堰适宜在水深不大于 4.0m,流速 2m/s 左右条件下修筑;板桩围堰常用钢板桩围堰和预制钢筋混凝土板桩围堰;筑岛适用于水流较慢的中深水域。

8.4.3 本条说明如下:

1 由于水上作业环境恶劣,条件复杂,除可计算的荷载外,还存在许多不可预见因素,如涨、落潮,台风,漂浮物撞击,洪水等,而且一旦水上钻场发生翻沉事故,其后果是灾难性的,所以考虑 5~10 的安全系数,当选择铁驳船建造漂浮钻场时,应在舱底增加配重,以加强船体的稳定性。

2 抛锚时两船中心线方向应与水流方向保持一致,两根前锚绳与主锚绳构成的夹角一般为 $35^{\circ}\sim 45^{\circ}$;无主锚时,两前锚绳与两船中心线的交角应基本相等,两前锚绳、两后锚绳应成交叉布置。

8.4.4 架空钻场一般坐落在支承桩、钢护筒或钢筋混凝土护筒等上面,一般采用贝雷桁架或万能杆件拼装成桁架梁,上铺木地板。根据支撑结构类型应按有关规范进行强度校核及变形验算。

8.4.5 本条说明如下:

1~3 在水深流急的江河中下导向管时,必须使用保护绳,并应在河流上游方向拉住导向管;保护绳与管的夹角应尽可能大,且应系在管柱的中、下部;保护绳一般为 2 根,其直径不小于 8mm;下管时应由专人指挥,确保导向管的方位和倾角符合设计要求。

为防止导向管接头螺纹处被水冲断,接头处外围可加设保护夹板并用螺栓拧紧,保护夹板不得打入覆盖层。

4 基桩施工护筒埋置深度对于浅水水域,黏性土为 $1.0D \sim 1.5D$ (D 为护筒的外径),砂性土为 $1.5D \sim 2.0D$,对于深水或水底淤泥层较厚的区域,护筒底端应进入不透水黏性土 $1.0D \sim 1.5D$ 。

5 近岸围堰或筑岛施工时,泥浆系统可按陆上泥浆系统设置,远岸施工平台作业时,可采用泥浆船、泥浆箱和泥浆泵组成的泥浆系统。

8.4.6 本条说明如下:

1 《中华人民共和国内河交通安全管理条例》规定,水上钻探和施工作业时,应在作业和活动区域设置标志和显示信号。设置标志和显示信号应符合现行国家标准《内河交通安全标志》GB 13851 及《内河助航标志》GB 5863 的要求,同时,施工作业及辅助船舶应按《中华人民共和国内河避碰规则》(1991 年)的规定,显示和悬挂相关号灯、号型和旗号。有关信号的显示应明确,便于航行船舶识别和判断,并不能与附近其他信号和灯光混淆。除采取上述措施外,为最大限度地减少对通航安全的影响,作业方还应根据海事管理机构的规定,采取相应安全措施。

4 本款为强制性条款。水上钻探是一项危险性很高的工作,水上钻探除应遵守当地航运及海事部门有关规定外,还应对作业场地采取严格的防护措施。钻探工作人员在水上作业时,采取安全防护措施尤为重要,作业人员应穿救生衣,防止人身安全事故。

5 不良天气进行强行作业时会导致重大安全事故。水上钻探应有专人收集气象信息,保证通信畅通,鉴于水上钻探的特殊性,当遭遇雷雨天、5 级以上风和能见度小于 50m 的雾时,应停止水上作业,确保施工安全。

8.5 孔内爆破

8.5.1 当水文地质勘察、基桩孔、地下连续墙成槽施工,遇到大块孤石、探头石,钻孔无法避让,钻具穿透孤石有较大困难时,应考虑采取孔内爆破措施。国家对爆破物品的管理有相当严格的规定,

孔内爆破物品的采购、运输、制作和储存等都应严格执行相关规定,确保爆破工作安全。

8.5.3 一般孔内爆破器材由爆破器、电雷管、导线、起爆器等主要器材构成。爆破器聚能角开口指向,就是聚能爆破的指向,聚能角愈小,聚能作用愈强,但聚能爆破的影响范围愈小,因此,爆破器应根据爆破目的、指向和爆破范围大小而进行设计,孔内爆破一般分为孔底爆破和侧向爆破。

8.5.4 炸药量的确定应根据爆破目的、孔内岩性、炸药性质确定。炸药量可按下式计算:

$$W=8.3 \frac{R^3}{K P_1 n_1 m_1} \quad (13)$$

式中: W ——需要炸药量(kg);

R ——最大破坏半径,一般取 0.5m~1.5m;

K ——炸药爆力系数,硝化甘油炸药 $K=1.5$,硝铵炸药 $K=0.8\sim 1.2$;

P_1 ——岩石破坏能力系数,石灰岩 $P_1=0.5$,花岗岩 $P_1=0.3$,黏土 $P_1=1.2$,砂岩 $P_1=0.5\sim 0.6$;

n_1 ——爆破器外皮系数,一般材料取 1;

m_1 ——炸药包与孔径差系数。按表 5 选取。

表 5 炸药包与孔径差系数

炸药包直径 与孔径之差(mm)	0	25	50	75	100	125	150	175	200	250	300
m_1	1	0.95	0.85	0.75	0.65	0.55	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25

9 冲洗介质与护壁堵漏

9.1 冲洗介质

9.1.1 钻孔冲洗介质包括冲洗液、空气和泡沫,水文地质钻探和水井施工如采用空气泡沫或无固相冲洗液冲孔,会减轻冲洗液对出水量的影响。冲洗液的基本组成是:

1 泥浆的基本组成为黏土与碱,根据冲孔与护壁的需要,可加入降失水剂、增黏剂。

2 低固相泥浆的基本组成有膨润土、碱、降失水剂和包被剂,用于金刚石高转速钻进应加润滑剂。

3 无固相聚合物冲洗液是聚合物的水溶液,聚合物可用天然聚合物、半合成聚合物、合成聚合物。

4 泡沫液的组成有泡沫剂、稳泡剂,必要时可加入孔壁稳定剂,泡沫剂可用一种或多种表面活性剂。

9.1.2 在施工现场,适宜于测试的冲洗液性能指标主要有密度、苏式漏斗黏度、失水量、泥皮厚、含砂量、pH 值。表 9.1.2 给出了一般情况下的冲洗液性能参考值,在特殊情况下,可根据实际情况超出规定范围。

9.1.4 本条说明如下:

2 机台应配备比重称、漏斗黏度计、失水量测定仪、含砂率测试仪、pH 试纸等。

3 根据钻进情况的变化,应适时调整泥浆的性能,以维护钻进的顺利进行。但调整时应取泥浆池中的泥浆进行试验,通过试验确定调整方案。

4 大直径孔钻进,特别是全断面破碎的大直径工程孔钻进,由于产生的钻屑多,所以应采用旋流除砂器、振动筛等净化设备控

制冲洗液中的固相含量;钻进深孔时也应采取措施控制冲洗液中的固相含量,以防由于冲洗液中断循环造成埋钻等事故。

6 在夏季或温度高的地区使用无固相植物胶冲洗液时,应采取少配勤配的措施,防止冲洗液放置时间长而变质。

7 废浆和废渣的处置应按环保要求进行。对含有有机处理剂和无机处理剂的废浆和废渣应分别进行处置和填埋,并采取相应措施防治有毒物质污染环境。

9.2 护壁堵漏

9.2.1 本条说明如下:

1 保持孔内液面至孔口的目的是利用水头压力维持孔壁稳定,所以在提钻时应及时向孔内回灌冲洗液。

2 钻具升降速度过快,易对钻头下部的孔壁产生抽吸作用和激动压力,造成孔壁坍塌,特别在孔壁间隙小、冲洗液黏度大时更为严重,所以应根据施工条件合理控制钻具升降速度。

3 金刚石钻进孔壁间隙小,上返流速高,较大颗粒岩屑不易排出,形成堆积,从而产生蹩水和夹钻,因此在条件允许的情况下宜增加孔壁间隙。

9.2.2 本条说明如下:

1 根据钻进地层特性,应首先考虑采用冲洗液来保持孔壁稳定,目前常用的防塌冲洗液主要有泥浆、低固相泥浆、无固相聚合物冲洗液等。

2 注浆法护壁适合于浆液易渗入的不稳定地层;高强度水泥主要有硫铝酸盐水泥、高铝水泥以及强度等级 42.5 级以上的普通硅酸盐水泥;减水剂具有减小水灰比并保持水泥浆流动性的性能,目前常用的减水剂主要是木质素磺酸盐类,如木钙粉。替浆量可按式计算:

$$Q_T = 10^{-3} \times \frac{\pi d_0^2 H}{4} + Q_b \quad (14)$$

式中: d_0 ——注浆钻杆内径(mm);

H ——孔内浆液顶面到主动钻杆水接头的长度(m);

Q_b ——地表水泵和管路内的容积(L)。

4 在钻孔结构设计时,考虑到使用防塌冲洗液和注浆方法可能无法维护孔壁稳定时,应留出备用孔径,以便采用套管护壁。

9.2.3 本条说明如下:

1 低密度流体是指空气、泡沫、雾化空气及充气液体。

2 本款规定粒状浆液适用于大于 0.2mm 的裂隙仅供参考,具有堵漏性能的冲洗液指可凝聚冲洗液和加高分子堵漏材料的冲洗液。可凝聚冲洗液具有漏入裂隙后能形成凝胶体的特性,适宜封堵细小的裂隙。化学浆液有氰凝浆液、木质素浆液和丙烯酰胺浆液等,目前化学浆液应用较少。

3 钻杆泵送堵漏浆液的替浆量可按下式计算:

$$Q_T = 10^{-3} \times \frac{\pi d_0^2}{4} (h_1 - h_2 - h_3) + Q_b \quad (15)$$

式中: d_0 ——注浆钻杆内径(mm);

h_1 ——漏失层位深度(m);

h_2 ——孔口到孔内静水位的孔段长度(m);

h_3 ——钻杆内水泥浆液面高出漏失层顶板的孔段长度(m);

Q_b ——地表水泵和管路内的容积(L)。

4 凝结时间可控的浆液主要是指通过在水泥浆液中加入速凝剂和缓凝剂调节凝结时间的水泥浆液。

10 钻探质量

10.1 岩(土)心、土试样与水试样的采取

10.1.1 取心和采样是工程地质钻探的主要目的之一,是一件很重要的工作,应按勘察纲要规定采样,并保证采样质量。

10.1.2 本条说明如下:

1 由于行业差异、工程性质及规模差异较大,对岩(土)心的采取率要求差异较大,本规范对岩心、土心的采取率分别提出要求,应根据工程情况由工程师按勘察纲要和现行勘察规范选用。国家现行标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 规定:完整和较完整岩体的岩心采取率不低于 80%,较破碎和破碎岩体的岩心采取率不低于 65%;《供水水文地质勘察规范》GB 50027 规定:完整岩层岩心采取率不低于 70%,构造破碎带、风化带、岩溶带岩心采取率不低于 30%;《钻探、井探、槽探操作规程》YS 5208 规定:黏性土、基岩岩心采取率不低于 80%,破碎带、松散砂砾、卵石层岩心采取率不低于 65%。

2 取心钻具种类很多,目前尚未有统一定型的标准图纸,施工单位应根据地层特性、施工目的和要求合理选择,以保证取心质量。

10.1.3 工程地质勘察要求采取不扰动原状土样测定土体的物理力学性质,从而确定土层的承载能力和稳定性,为各类工程建筑提供可靠的设计数据。采取不扰动的原状土样需要用专用的取土器。取土器的种类很多,目前建筑工程行业已对取土器的标准化作了大量工作,九种常用的贯入型和回转型取土器的名称和技术参数都已标准化,并已制定标准图纸,施工单位应按新的标准图纸执行,特殊要求的取土器可自行设计。根据地层特性和取土工具类型可选用静压法、回转法或锤击法取样。

10.1.4 为了了解地下水的水质,正确评价地下含水层的水文地质参数,为合理开发地下水提供可靠依据,需采取水样进行水质分析。采取水样应按本条规定执行,有特殊要求时,按要求取样,并保证取样质量。

10.2 勘察孔孔深校正与钻孔弯曲度

10.2.1 孔深校正是指实际测量的钻孔深度与钻进记录的钻孔深度的对比。由于钻进记录的钻孔深度是钻进回次进尺的累加,钻进中因钻杆变形、回次进尺测量误差等原因会造成钻孔深度的累积误差,所以每钻进 100m、钻进至主要标志层或含水层、采取原状土样、进行原位测试与压水试验、钻孔换径、扩孔结束、下管前与终孔后均需校正孔深。

校正孔深要用无弹性的钢卷尺丈量钻杆,用钻杆探测钻孔的实际深度。孔深误差率的计算公式是:

$$\text{孔深误差率} = \left| \frac{\text{记录孔深} - \text{实际测量孔深}}{\text{实际测量孔深}} \right| \times 1000\% \quad (16)$$

孔深误差率小于或等于 1‰ 时不需要对记录报表进行修正;孔深误差率大于 1‰ 时要对记录报表进行修正,并填写钻孔孔深校正登记表。孔深经校正后即达到质量指标要求。

10.2.3 水文地质普查孔、勘探孔、探采结合孔和工程地质勘察孔钻孔顶角允许弯曲度每 100m 不大于 1.5°,均指垂直孔。钻孔顶角允许弯曲度可随钻孔深度增加递增计算,即钻孔深度达 200m 时顶角允许弯曲度为 3°,300m 时为 4.5°。

10.3 供水管井成井质量

10.3.1 钻孔结束后,应检查井孔的圆正性、井径和垂直度等,以便顺利进行井管的安装、填砾和抽水设备安装等。

10.3.5 井水含砂量是指抽水结束时从井内取出的水样中砂的体积占水样体积的比。该指标是保证井水质量的一个重要指标,

因此在抽水结束时应进行测定。

10.3.6 水井成井时一般在井管下端均设置沉淀管,以防止抽水和水井使用中沉淀物淤堵滤水管,降低水井出水量,因此抽水试验结束时一定要控制沉淀物的高度小于井深的5%,以提高水井的使用寿命。

10.4 基桩孔成孔质量

10.4.1 本条规定的质量标准引自现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94。

10.5 成槽质量

10.5.1 本条规定的质量标准主要参考现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202,同时作了局部改动。

10.6 原始报表

10.6.1 原始报表是钻探施工的原始记录,是钻探施工全过程的真实反映。原始报表不但是分析施工组织的原始材料,也是查对钻孔地质资料、准确掌握地下信息的原始依据。因此应指定专人规范填写与保管,原始报表的各栏均应在钻进过程中逐项填写,确保原始报表的真实可信、及时准确、详细齐全、清楚整洁。

10.6.2 原始报表的各栏均应在钻进中按回次逐项填写,在每个回次钻进中发现变层时应分行填写,不得将若干回次或若干层合并一行记录。

10.7 终孔验收与资料提交

10.7.2 钻孔竣工验收后,钻孔施工负责人应指派专人将原始报表、钻孔设计任务书、钻孔验收报告单,以及孔深校正与测斜记录、抽水或压水试验记录等施工过程中形成的钻探资料整理、装订成册报有关部门;钻进中按规定所采取的试样送交有关部门。

11 钻探设备使用、维护与拆迁

11.1 钻探设备使用与维护

11.1.1 目前钻探设备种类繁多,出厂时随机带有详细的使用说明书,应按使用说明书和有关操作规程使用、维护和保养钻探设备,确保钻探设备处于良好的技术状态。

11.1.2 建立健全设备档案是做好设备使用、维护和保养的基础工作,应从设备购进之日起对每台设备建立档案。

11.1.3 目前钻探设备更新换代较快,新技术、新方法不断出现,所以应及时对操作人员进行技术培训和安全教育,持证上岗,确保正确使用钻探设备和安全生产。

11.1.4 钻探设备的使用与维护记录是做好设备维护的重要依据,目前不少单位对此项工作重视不够,对设备的使用和维护疏于管理,因此,应重视此项工作。

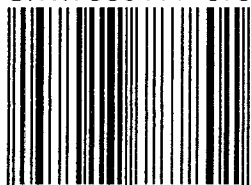
11.2 钻探设备拆迁

11.2.1 钻探设备拆迁作业存在许多不安全因素,如组织和计划不好,易造成设备损坏、人员伤亡。因此,拆迁时应有严密的组织计划,由机长或有经验的班长统一指挥,同时划定安全区域、设定警示标志,禁止其他无关人员进入现场,确保拆迁安全。

11.2.2 整体立放钻塔危险性大,钢丝绳和升降系统受力很大,所以应进行有关设施的安全检查。

11.2.4 目前自行式或自拖式整体搬迁的钻探设备包括步履行走、轮式、履带及滑撬等,大型钻探设备由于重量大、重心高、稳定性差,对地基不均匀沉降很敏感,发生倾倒的事故时有发生,所以应选择比较平坦、坚实的地基作为行走路线。当存在局部软弱回填土层时,应进行加固处理。

S/N:1580177·878



9 158017 787801 >



统一书号:1580177·878

定 价:24.00 元