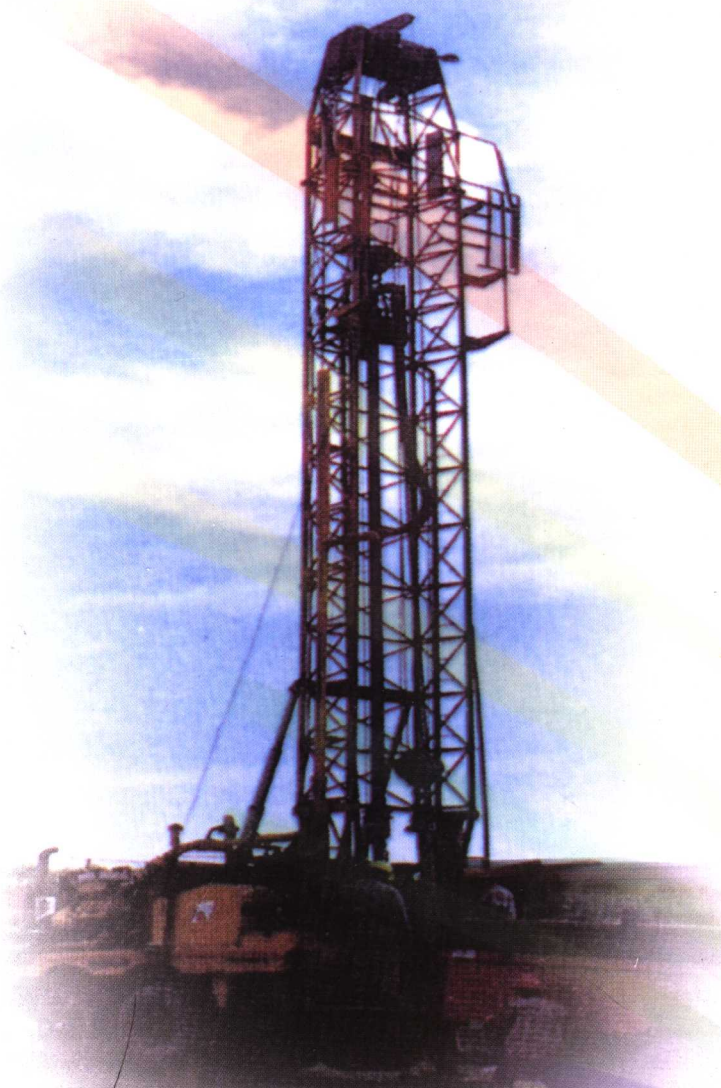




中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

钻 探 工 程

● 主 编 魏孔明



● 煤炭工业出版社

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

钻 探 工 程

主 编 魏孔明
副 主 编 赵玉国
参编人员 巩望旭

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

钻探工程/魏孔明主编. —北京: 煤炭工业出版社,
2006

中等职业教育国家规划教材

ISBN 7-5020-2909-5

I. 钻… II. 魏… III. 钻探—专业学校—教材
IV. P634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 058150 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)
网址: www.cciph.com.cn
北京密云春雷印刷厂 印刷
新华书店北京发行所 发行

*
开本 787mm×1092mm¹/₁₆ 印张 18
字数 420 千字 印数 1—5,000
2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 次印刷
社内编号 5696 定价 36.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

内 容 提 要

本书主要包括：岩石的物理性质，设备安装与开孔，硬质合金钻进，金刚石钻进，冲击回转钻进，反循环钻进，受控定向钻进，岩心、土样的采取，钻孔弯曲，简易水文观测与孔深校正及孔内事故的预防，冲孔、护壁与堵漏，水文水井钻探，大口径工程孔施工，工程地质钻探勘察与地基处理，钻探工程管理共十五章。

本教材适用勘探与掘进专业、钻探工程专业及工程勘察类专业等中等职业教育的教学用书，也可作为钻探工程专业人员培训、岩土工程职业培训用教材及广大钻探技术人员学习参考用书。

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》（教职成〔2001〕1 号）的精神，我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从 2001 年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲（课程教学基本要求）编写，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，以满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

2001 年 10 月

前言

本套教材是中国煤炭教育协会和煤炭工业出版社受教育部职业与成人教育司委托,根据2000年教育部《面向21世纪职业教育课程改革和教材建设规划》勘探与掘进专业教学指导方案,结合目前工程实际情况,组织部分职业教育院校的教师编写而成。教材编审委员会于2005年8月在河北省北戴河召开了教材编写大纲审定会议,2006年4月在江苏省镇江召开了书稿审定会,会后各书主编根据提出的意见进行修改与完善。各书主审人员对书稿进行了认真的审阅。

勘探与掘进专业中等职业教育国家规划教材全套书共7本,可作为中等专业学校、技工学校和职业中学勘探与掘进专业及相关专业的通用教材,可作为企业在职人员的培训教材,也可作为从事矿山勘探与掘进、矿井地质的技术人员以及生产组织管理者的参考用书。

本套教材力求内容先进性、实用性和系统性的统一,同时考虑中等职业教育的特点、人员培养的基本规格和知识、能力、素质结构的要求,注重学生生产实践能力培养。使学生在牢固掌握勘探与掘进专业必需的文化基础知识和专业知识的基础上,具有综合职业技能和全面素质,具有继续学习和创业创新能力。

《钻探工程》一书是勘探与掘进专业中等职业教育国家规划教材中的一本,甘肃煤炭工业学校的魏孔明编写了绪论、第一章、第二章、第三章、第四章、第五章、第六章、第七章、第八章、第九章、第十章,石家庄工程技术学校的赵玉国编写了第十一章、第十二章、第十三章、第十四章,石家庄工程技术学校的巩望旭编写了第十五章;河南理工大学高职学院的李华奇担任此书主审。在此,对在本教材成书过程中提供帮助的人士深表感谢!

中等职业学校“勘探与掘进专业”

教材编审委员会

2006年6月

目 录

绪 论	1
第一章 岩石的物理性质	7
第一节 岩石的物理性质	7
第二节 岩石的力学性质	9
第二章 设备安装与开孔	17
第一节 设备的安装	17
第二节 开孔工作	19
第三章 硬质合金钻进	20
第一节 概述	20
第二节 硬质合金钻进的碎岩过程与磨损	20
第三节 硬质合金钻头	22
第四节 硬质合金钻进规程	26
第五节 硬质合金钻进的操作及注意事项	29
第四章 金刚石钻进	31
第一节 概述	31
第二节 金刚石钻头破碎岩石机理	32
第三节 金刚石钻头和扩孔器	33
第四节 金刚石钻进规程	40
第五节 金刚石钻进的操作及注意事项	46
第五章 冲击回转钻进	54
第一节 概述	54
第二节 冲击回转钻进的工具	55
第三节 冲击回转钻进设备及附属装置	58
第四节 冲击回转钻进工艺	60
第六章 反循环钻进	66
第一节 概述	66
第二节 大口径反循环钻进	67

第三节 小口径反循环钻进	71
第七章 受控定向钻进	75
第一节 概述	75
第二节 定向钻进工具	77
第三节 定向方法	80
第四节 定向钻孔的施工	83
第八章 岩心、土样的采取	86
第一节 概述	86
第二节 采取岩心、土样的一般方法	88
第三节 取心、取样工具	91
第四节 岩心、土样的补取	98
第九章 钻孔弯曲	102
第一节 概述	102
第二节 钻孔弯曲的原因	103
第三节 钻孔弯曲的预防	105
第四节 钻孔弯曲的测量	107
第五节 钻孔弯曲的纠正	112
第十章 简易水文观测与孔深校正及孔内事故预防	115
第一节 封孔、简易水文观测与孔深校正	115
第二节 孔内事故的预防与处理	118
第十一章 冲孔、护壁与堵漏	123
第一节 概述	123
第二节 泥浆	128
第三节 润滑冲洗液与润滑脂	135
第四节 其他冲洗液	137
第五节 水泥护壁堵漏	146
第十二章 水文水井钻探	151
第一节 水文水井地质钻探	151
第二节 水井成井工艺	163
第三节 水文地质钻孔（井）抽水试验	176
第十三章 大口径工程孔施工	184
第一节 概述	184

第二节	大口径孔钻进工艺·····	186
第三节	常见事故的处理·····	194
第十四章	工程地质钻探勘察与地基处理·····	196
第一节	工程地质钻探·····	196
第二节	工程地质勘察野外实验工作·····	212
第三节	地基处理·····	224
第四节	灌注桩施工·····	230
第十五章	钻探工程管理·····	240
第一节	施工管理·····	240
第二节	成本管理·····	248
第三节	质量与安全管理·····	254
第四节	工程的投标和承包·····	261
附录一	钻探工程施工设计编制提纲·····	268
附录二	钻探工程竣工报告编制提纲·····	271
参考文献	·····	276

绪 论

《钻探工程》是一门应用技术课程，是勘探与掘进专业的主要专业课程。凡是利用钻机及其他钻探设备向地下进行钻凿孔眼，并取出岩心、岩粒，向孔内投放测试仪器，以了解不同深度岩层中的地质情况，为矿床勘探、工程施工等提供地质资料的工作，统称为钻孔工程或钻探工程，简称钻探。

钻探工程的主要内容包括：常用的钻孔施工方法，受控定向钻进、冲孔、岩心（土样）的采取、钻孔弯曲等。任务是研究、阐述钻孔工艺的基本原理、基本知识及基本技能，并对钻孔施工的技术方法、生产工艺流程以及有关保证“优质、高产、安全、低耗”的生产技术进行探讨。通过本课程的学习，应使学生较全面地掌握各种钻孔工艺的基本知识、基本技能和基本理论；了解岩石性质与钻孔的关系，岩石可钻性及其定级方法；掌握不同地层的钻孔施工方法；掌握冲孔、取心、防斜的基本原理和方法。

《钻探工程》又是一门实践性极强的课程。在学习过程中必须重视实践性教学中的各个环节，要充分利用实验、实习和参加生产实践机会，做到理论与实践相结合，以培养学生的实际操作技能和独立工作的能力。

一、钻探工程的目的和意义

钻探工程的目的是探明各种具有工业开采价值的有用矿产。钻探工程分为两大部分：地质普查和勘探矿产地；钻探工作和山地工作。

地质勘探工作必须解决普查找矿，确定储量和评价质量，查明产状和开采、加工利用的情况，评价矿床，以及勘察土层等问题。勘察土层与以后开采时的地面建筑物的构造有密切关系，这一工作主要属于工程地质和水文地质专业的范围。普查和勘探矿产地时，整个地质勘探工作如下：

(1) 室内准备工作 收集研究已有资料，了解矿区已研究和勘探的程度，确定今后的工作任务，并作出工作计划。

(2) 地形测量 在地形图上进行地质工作。

(3) 地质测量 在地质图上正确地组织普查及勘探工作。

(4) 物探工作 对矿区及其周围的轮廓先有一个了解，这种勘探方法既节省时间又节省人力物力。

(5) 地表坑道 用探槽、剥土、浅坑揭示基岩情况。

(6) 打构造钻 包括控制钻、地质图钻、普查钻和勘探钻。

(7) 山地工作 挖掘浅井、小圆井、勘探竖井、平硐等，揭露矿体情况。

(8) 取样、化验 矿产的取样、化验以确定矿产的质量。

在进行了上述的各项工作后，就能确定有用矿产的产状、质量、埋藏深度及储量。

(9) 编录各项工作的地质资料。

(10) 室内整理野外材料，整理后就可以对矿产地作出评价结论。

由此可见，钻探工程在整个地质勘探工作中占有十分重要的地位。

二、钻探工程的应用范围和分类

钻探工程本身是一门应用性非常强的综合性技术。随着科学技术的进步和发展，钻探工程技术也得以迅速的提高和发展，应用钻探工程的范围也越来越广泛。为了达到预期的要求和目的，要选用合适的钻井设备和工具，按照应采取的相应的工艺措施，以最优的钻进方式，以最低的钻探成本钻出一个一定直径和孔深的钻孔。因此，产生不同类型的钻进方法。

(一) 应用范围

1. 地质勘探

(1) 普查找矿钻探 在普查找矿工作中，为探索表土层下基岩的性质、产状，了解地层，探明地质构造，验证物探资料而进行的钻探称为普查找矿钻探。在普查找矿中应用的钻探一般为取样钻探或轻便的浅孔钻探。

(2) 矿产勘探钻探 随着勘探阶段的加深，对一个矿区需要进一步了解其地质构造、矿层的埋藏深度、存在的产状及矿层的品位，获得有用矿产的储量并圈定其分布的范围，有必要按着一定的勘探线、勘探网进行的钻探称为矿产勘探钻探。矿产勘探钻探布置的孔相对较集中，且用较大型钻探设备进行钻探工作。

(3) 水文地质钻探 为找水和探明地下水赋存规律、水质、水量以及其运动情况而进行的钻探称为水文地质钻探。一般水文地质钻探孔多为探、采结合的钻孔，即在达到勘探任务后，下管成井，钻孔作为供水井用。

(4) 工程地质钻探 为探清某些建筑工程的地下基础及地基的承载能力而进行的钻探称为工程地质钻探。如查明高层、大型建筑、港口、水库的地基基础或查明路基、坝基、桥基等进行的钻探。

(5) 石油、天然气钻探 为勘探石油、天然气等矿层而进行的钻探称为石油、天然气钻探，这种钻探的孔深较大。

2. 开采矿产资源钻探

为了开采液、气体矿产资源而进行的钻探。包括开采水资源——打水井；开采地热资源——打热水井；开采海洋或陆地石油、天然气资源——石油钻探。

3. 工业工程施工钻探

目前，我国施工建设的项目越来越多，工作量也越来越大，再加上钻探技术本身简单、易行的突出优点，采用钻探技术施工的领域越来越广泛。例如：为高层建筑、大型建筑和由于地形特殊难于用一般方法加固基础的建筑物利用钻探技术打基桩孔，在建筑大桥的施工过程中，利用钻探技术打大直径钻孔，以“管柱”的形式建设桥墩，可以避免水下作业，易于施工，为了掌握地面沉降情况及其变化规律，利用钻探技术打专门的“标孔”（基岩标及分层标），以便测量其精确的变化资料；为加固水坝，防止水坝漏水，利用钻探技术，打钻孔灌水泥形成连续的防渗漏墙；利用钻孔灌注水泥防治自然灾害，如整治滑坡、危岩坍塌、泥石流等；利用钻孔整治城市危险建筑物的地基，如建筑物的地基失稳，可以利用钻孔灌注水泥加固已受残害的基础部分等；打各种铺设管道、电线、电缆的技术孔；利用钻探技术打矿山的竖井、通风井及各种辅助井，并可代替开挖隧道打大断面的地

(二) 钻探方法分类

钻探方法分为岩心钻探及不取岩心钻探两大类。岩心钻探设备示意图如图 1。

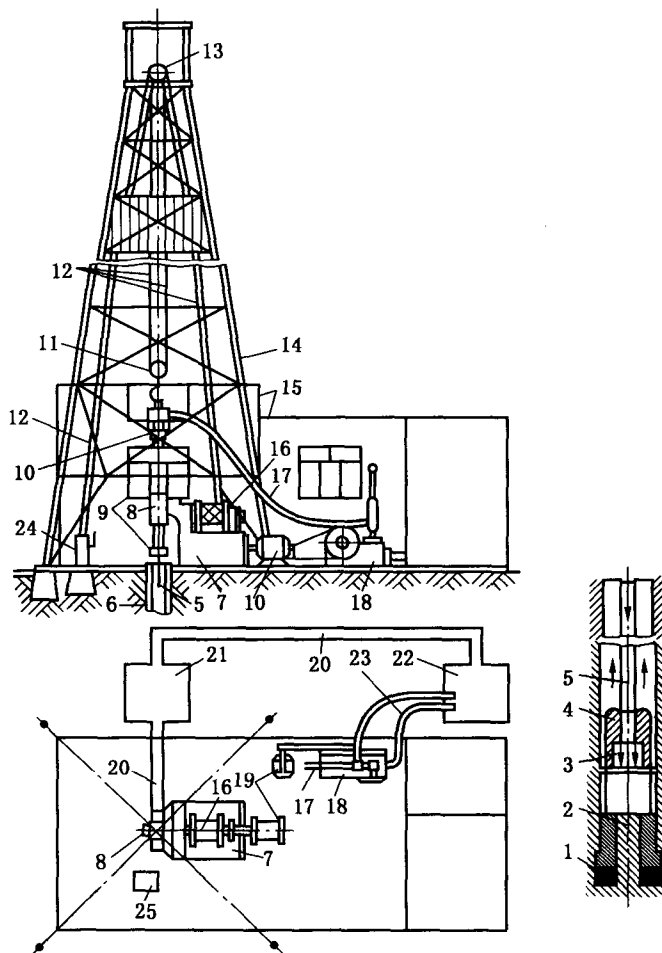


图1 岩心钻探设备示意图

1—钻头；2—岩心；3—岩心管；4—连接岩心管与钻杆用的异径接头；5—钻杆柱；6—导向管；7—钻机；8—回转器；9—卡盘；10—提引水龙头；11—游动滑车；12—游动钢绳；13—天车；14—钻塔塔腿；15—钻机房；16—钻机升降机；17—高压软管；18—钻探水泵；19—驱动钻机和水泵用的电动机；20—净化冲洗液屑用的循环槽；21—沉淀箱；22—接收箱；23—吸入软管；24—接于钢绳固定端上的指重表；25—排出部分冲洗液用的软管

钻探方法分为普查测量钻探、勘探钻探、开采钻探及辅助钻探。

在下列情况进行岩心钻探：地质测量和普查固体矿产；在不同的钻孔深处定期采取矿样的普查和勘探液态、气态矿产；钻进构造填图钻孔和基准钻孔，工程地质勘察；圈定可

采矿层（开采勘探）；为了研究地壳深部地质和揭示地球覆盖层而进行的超深孔钻进；在月球和其他星球上采取岩样等。

在地质测量、普查和勘探固体矿产时，钻进深度可从几米到几千米。煤田勘探钻孔因开采条件不同，钻孔深度也不同。在新区勘探打钻时，钻井深度一般在 500~1000m；在老矿区从地面施工的钻孔深度已超过 1000m。

油、气勘探和开采的钻孔，钻井的深度较大，一般在 4000~5000m。研究地壳科学的超深井，深度已超过 10000m。

钻孔直径的大小取决于钻孔的深度、钻孔的用途和地质构造的自然条件。最常用的煤田勘探钻孔直径一般在 76~146mm。但特殊用的钻孔直径也可达 5000mm。

3. 根据钻孔中心线的倾角和方位角分类

地表钻探可以分为垂直孔、倾斜孔和水平孔。

在地下坑道中可以钻进初始倾角为 0° ~ 360° 范围内的钻孔。在现代条件下，有可能借助于钻探的技术手段和钻进工艺来控制钻孔的方向。

4. 根据孔位位置分类

钻探方法可以分为地表钻探、水上钻探（河上、湖上、海上）和地下坑道钻探。

5. 根据钻孔布置方法和方案分类

除了上述的垂直孔、倾斜孔和水平孔外，还可按以下方案进行钻探。

（1）丛状布孔 用安装在一个孔位上的钻探设备钻进几个钻孔，每个钻孔都是在钻机立轴转动一定角度时开始钻进（图 2）。

（2）多井筒钻进 用一套钻探设备通过移动天车架上的滑车来钻进两个或两个以上的钻孔。每个钻孔都有其自己的地面起点（孔口）。这种布井方案首先用于石油的开采，并称其为多井筒布井（图 3）。

（3）多孔底钻进 由一个从地表钻进的基本井筒中，依次地钻出几个附加的孔底，以便多次在不同的水平上穿过矿体（图 4）。

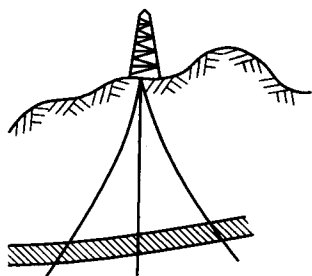


图 2 丛状布孔示意图

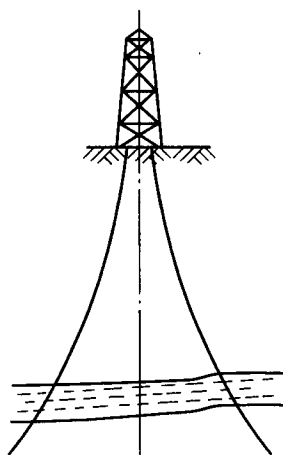


图 3 多井筒布孔示意图

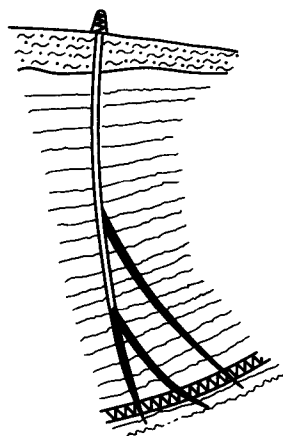


图 4 多孔底布孔示意图

为了详细勘探固体矿床，根据所得岩心材料更可靠地取样，可采用这种多孔底钻进方法。

6. 根据破岩形式分类

钻探方法通常可以分为物理破岩、化学破岩和机械破岩 3 种。

(1) 物理破岩 ①用高温 (1400~3500℃)、高压 (200~250MPa) 使岩石破碎熔化，高温高速的火焰气流一边破碎岩石，一边将岩屑吹出孔外；②用超声波和低声波破碎岩石；③用爆破、高压水射流等方法破碎岩石。

(2) 化学破岩 此法使用较少，例如溶解、软化岩石等。

(3) 机械破岩 这种方法目前应用最广，主要是在岩石中产生很大的局部应力（冲击力、压力和剪力，或者一定频率的震动力）使岩石破碎。机械破碎岩石的钻探方法分类如图 5 所示。

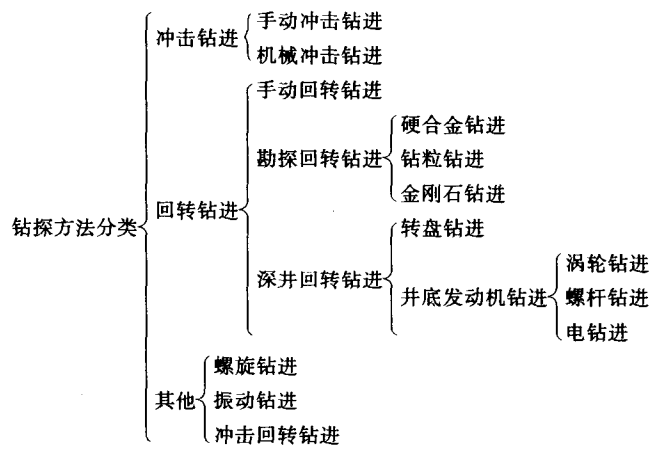


图 5 机械破碎岩石钻探方法分类

7. 根据钻进使用的冲洗液分类

目前采用的冲洗液有以下几种形式：

(1) 清水 在孔壁稳定的岩层中钻进时使用。

(2) 泥浆 在弱稳定性岩石或破碎岩石中钻进时使用。

(3) 加重冲洗液 为防止地下水、石油和气体从孔内喷出，为防止弱稳定性岩石从孔壁上塌落，可用加重冲洗液洗孔钻进。

(4) 充气冲洗液 为降低冲洗液的相对密度，减小液柱对孔壁的静液柱压力，为在裂隙和有洞穴的岩石中减少冲洗液的漏失，可用充气冲洗液钻进。

(5) 乳化液 为降低钻具与孔壁的摩擦系数，降低钻具振动，减少钻具回转功率及实现高速钻进时，可用乳化液冲洗钻孔钻进。

(6) 饱和盐溶液 当钻进盐类地层时用同样成分的饱和盐溶液，可以防止岩心和孔壁的溶解。

(7) 冷的压缩空气（气体） 用于永冻地层钻进，对供给孔内的空气进行冷却和脱水处理，吹洗钻进时可以避免岩心和孔壁暖化。

8. 根据冲洗液循环方式分类

根据冲洗液循环的方式可分为：冲洗液正循环钻进和冲洗液反循环钻进。

(1) 冲洗液正循环钻进 冲洗液或压缩空气通过钻杆柱中间的内孔送到孔底，然后携带孔底已破碎的岩屑沿着孔壁与钻杆柱外表面的环状间隙流回到地表，把岩屑排到地面。这种循环方式称之为正循环钻进。

(2) 冲洗液反循环钻进 冲洗液或压缩空气经过孔口的密封装置沿着孔壁与钻杆柱外表面的环状间隙送到井底，然后再携带孔底的岩屑经过钻杆柱中间的内孔返回到地表，再排除携带的岩屑。这种循环方式称之为反循环钻进。

除上述循环方式外，还有孔底反循环钻进。

第一章 岩石的物理性质

钻进工作的对象是岩石。因岩石的矿物成分、结构和构造的不同，岩石的物理力学性质相差很大，对钻进的影响和反应也各不相同。为更好地进行钻进工作，提高钻进质量和效率，降低消耗，必须对岩石的物理力学性质进行全面了解。

研究岩石的物理力学性质，主要是研究与破碎岩石有关的因素，从而掌握其破碎的规律性，以便创造更有利的破碎条件，更好地选择钻进方法、钻进规程和切削具、研磨材料及钻探设备类型等。

组成地壳的各种岩石，按其成因特征可分为岩浆岩、沉积岩和变质岩。如果把变质岩包括在岩浆岩中，则地壳内，岩浆岩占 95%，沉积岩占 5%（其中泥质页岩占 4%，砂岩占 0.75%，碳酸盐类岩石占 0.25%）。上述 3 类岩石，钻探工作中几乎都会遇到。煤田钻探、石油天然气和地热井勘探，所遇到的岩石大都是沉积岩。

由于岩石的构成和状态不同，所表现出的物理力学性质也不相同。一般岩浆岩的硬度较大（如花岗岩等），沉积岩的硬度较低（如页岩，泥岩等），由地表风化作用变质的变质岩较软（如高岭土），而由于温度及压力作用变质的变质岩较硬（如夕卡岩、石英岩等）。

第一节 岩石的物理性质

岩石的物理性质是岩石在生成过程中，由于构造变动和风化作用形成的，也称为岩石的基本性质。如相对密度、块体密度、孔隙度、裂隙性、含水性、透水性、松散性、流散性和稳定性等。与钻进有关的岩石物理性质有以下几种。

1. 块体密度和孔隙度

块体密度是岩石质量与其体积之比，其定义式为

$$\rho = m/V$$

式中 m ——岩石试样的质量，g；

V ——岩石试样的总体积， cm^3 ；

ρ ——岩石的块体密度， g/cm^3 。

岩石的块体密度分为 3 种，即天然块体密度、块体干密度和块体饱和密度。

组成岩石的矿物颗粒之间的间隙称为岩石的孔隙。岩石的孔隙是由地质构造作用、外力和内部应力的作用而产生的，它还与组成岩石的颗粒形状、大小及性质有关。岩石中孔隙的多少常用孔隙度 n 来表示。孔隙度 n 是岩石中孔隙的体积 V_0 在岩石总体积 V 中所占的百分比

$$n = V_0/V \times 100\%$$

岩石的孔隙度与岩石的块体密度有关，孔隙度大的岩石易透水，并能降低岩石的强度及稳定性。一般岩石埋藏深度越深，岩石的密度越大，其强度和硬度也越大。岩浆岩比沉积岩致密、孔隙度小，因而其密度大，强度和硬度也大。

常见岩石的密度和孔隙度的变化范围见表 1-1。

表 1-1 常见岩石的密度和孔隙度变化范围

岩 石	密度/ ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)	孔隙度/%	岩 石	密度/ ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)	孔隙度/%
花岗岩	2.6~2.7	0.5~1.5	页 岩	2.0~2.4	10~30
粗晶玄武岩	3.0~3.05	0.1~0.5	石灰岩	2.2~2.6	5~20
流纹岩	2.4~2.6	4~6	白云岩	2.5~2.6	1~5
安山岩	2.2~2.3	10~15	片麻岩	2.9~3.0	0.5~1.5
辉长岩	3.0~3.1	0.1~0.2	大理岩	2.6~2.7	0.5~2
玄武岩	2.8~2.9	0.1~1.0	石英岩	2.6~5	0.1~0.5
砂 岩	2.0~2.6	5~25	板 岩	2.6~2.7	0.1~0.5

2. 含水性、透水性和裂隙性

由于岩石中有孔隙存在,水便会浸入岩体,从而使岩石含水。岩石含水的多少取决于孔隙的大小和数量。岩石的含水性一般用湿度或含水率来表示,一般用占干燥岩石质量的百分数来表示,如砂岩为 60%,石灰岩为 2.5%。

岩石的含水性对岩石的强度有影响,孔隙大的岩石,水浸后其抗压强度降低 25%~45%,一般也要降低 15%~20%。致密的岩浆岩,由于孔隙度小,所以其强度降低最少。水中含有表面活性物质,会使岩石的强度降低。在坚硬岩石中钻进可使用软化剂处理。

岩石透水性是指岩石能被水透过的性质。它以单位面积和时间内通过岩石的水量来表示。一般岩石孔隙度愈大,透水性愈高,岩石的强度和稳定性愈低。由于水是一种溶剂,当水透过岩石时,会溶解岩石中的某些成分而形成大孔隙或溶洞。在透水性强的岩石中钻进,还容易发生冲洗液的漏失。某些小孔隙的岩石,在吸收一定水分后,其体积会膨胀,如有的黏土吸水后体积可增加 50%,高岭土可增加 200%;此时水就不会通过。具有这种性质的岩石叫不透水岩石,钻进时易引发缩径、糊钻或蹩泵现象。

裂隙性也是岩石的重要物理性质,它对岩石的强度及可钻性都会产生很大影响。岩石按裂隙性的分级见表 1-2。

表 1-2 岩石裂隙性分级表

裂隙性 级 别	岩石的裂 隙性程度	岩石裂隙性的估计值		
		成块率/ ($\text{块}\cdot\text{m}^{-1}$)	裂隙性指标/ ($\text{个}\cdot\text{m}^{-1}$)	岩心采取率/%
1	完 整 的	1~5	≤ 0.5	100~70
2	弱裂隙性的	6~10	0.5~1.0	90~60
3	裂隙性的	11~30	1.01~2.0	80~50
4	强裂隙性的	31~50	2.01~3.0	70~40
5	完全破碎的	≥ 51	≥ 8.01	60~30 或更少

3. 松散性和流散性

当岩石从岩体上分开后,岩石碎块的体积比天然埋藏下原有体积增大的性能称为松散性。松散性也是指岩石结构的致密程度,松散性强的岩石其颗粒之间的联结力弱,钻进时