

高等学校试用教材

钻探工艺学

下 册

水文水井钻探及工程地质钻探

武汉地质学院（主编）

中南矿冶学院 长春地质学院

成都地质学院 河北地质学院

合 编

地质出版社

高等学校试用教材

钻 探 工 艺 学

下 册

水文水井钻探及工程地质钻探

武汉地质学院(主编)

中南矿冶学院 长春地质学院

成都地质学院 河北地质学院

合 编

地 质 出 版 社

内 容 简 介

《钻探工艺学》教材共分上、中、下三册。上册主要内容为钻进方法及钻探质量,包括岩石性质及破碎机理、硬质合金钻进、金刚石钻进、钻粒钻进、冲击回转钻进、岩矿心采取、钻孔弯曲与定向钻进等部分;中册主要内容为钻孔冲洗及护壁堵漏,包括冲洗液种类和功用、钻孔冲洗水力计算、乳状冲洗液、各种类型泥浆、水泥和化学浆液的组成、性能及作用机理等部分;下册主要内容为水文、水井及工程地质钻探,包括水文水井钻探的钻进工艺和成井工艺、工程地质孔的钻进方法、取样、压水试验、触探等部分。本册为下册。

本教材是解放多年来为探工专业编写的第一本公开出版的教材,内容较系统和全面,反映了国内外钻探先进水平,特别对钻探工艺的理论问题,如岩石破碎理论、钻孔冲洗和护壁堵漏机理、测斜纠斜原理等加强了分析研究;并收集了大量实际资料,归纳总结了目前钻探生产中的经验,教材中图表较多,便于阅读和理解。

本书作为高等院校探工专业学生的试用教材。也可供地质、冶金、煤炭、二机、水利电力、铁道等部门从事钻探工作的技术人员参考使用。

钻 探 工 艺 学

(下 册)

水文水井钻探及工程地质钻探

武汉地质学院(主编)

中南矿冶学院 长春地质学院

成都地质学院 河北地质学院

合 编

责任编辑:常世臣

*

地质部教育司教材室编辑

地质出版社出版

(北京西四)

地质印刷厂印刷

(北京安德路47号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本: $787 \times 1092^{1/16}$ · 印张: $15^{1/4}$ · 字数: 304,000

1981年7月北京第一版·1981年7月北京第一次印刷

印数1—4,610册·定价2.30元

统一书号: 15038·教103

前 言

《钻探工艺学》是为适应地质类高等院校探工专业的专业教学需要而编写的，是在各院校以往探工专业教材的基础上，由地质部归口组织武汉地质学院、中南矿冶学院、长春地质学院、成都地质学院、河北地质学院等五院校共同讨论统一编写的公开出版的第一部专业统编教材。

本书贯彻教育部教材会议有关精神，力求做到用唯物辩证法观点阐述科学技术问题，加强基本理论、基本技能、基本方法的训练，反映先进科学技术和最新成就，在着重于理论分析的同时，尽力联系生产实际，取材和阐述努力做到由浅入深，贯彻少而精的原则。本书在岩石机械性质和破碎机理，各种钻进方法，钻孔测量，钻孔冲洗及护孔堵漏，水文水井及工程地质钻探等章节中都加强了理论分析，反映了国内外先进技术成就，同时也综合了国内行之有效的生产经验。为便于学习和实际参照，书中附有较多的图表。考虑到国内在钻探工程方面尚缺乏系统的公开出版的专业书籍，为适应从事钻探工程有关人员的需要，在原有教材的基础上，对取材等方面作了必要的调整和取舍。各院校在讲授中，可按具体情况有所增减。

按探工专业教育计划，在《钻探工艺学》课程进行之前，应有《钻探工程概论》课程。可以有《石油钻井》和《岩石破碎原理及新破碎方法》等后续课程，并都编有相应的教材。为避免重复，在本书中就不包括：钻孔结构设计，钻探设备安装，开钻前准备工作，孔内事故预防及处理，保安技术，石油钻井、岩石破碎新方法等方面的内容。

本书由武汉地质学院主编，分上、中、下三册。上册为钻进方法及钻探质量，中册为钻孔冲洗及护孔堵漏，下册为水文水井及工程地质钻探。编写过程是共同讨论编写大纲，分工负责编写，相互审阅，集体讨论修改，主编最后修改定稿。为便于读者阅读方便，采取分册出版。

本书编写分工是：武汉地质学院李世忠同志编写绪言，上册第一篇第二、四、五章和结束语，杨学涵同志编写上册第一篇第一章，戎信同志编写下册第六篇。中南矿冶学院曾祥熹同志编写中册第四篇。何玉明同志编写上册第三篇。长春地质学院张祖培同志编写上册第一篇第三章，李永信同志编写中册第五篇。成都地质学院汤顺德同志编写下册第七、八两篇。河北地质学院罗发祯同志编写上册第二篇。

本教材（下册）由长春地质学院常世臣同志编辑加工。

本书在编写过程中，除参阅五院校以往编写的教材、参考资料外，不少科研单位，省地质局和勘探公司及所属勘探队，有关厂矿提供了宝贵资料或科研成果，特此表示感谢。

由于编者的水平所限，同时时间仓促，书中缺点错误，在所难免，希读者批评指正。

编 者

1979年11月

目 录

(下 册)

水文水井钻探及工程地质钻探

第六篇 水文水井钻探的钻进工艺

绪 言	1
第一节 水文水井钻探的目的及分类	1
一、水文钻探	1
二、水井钻探	2
第二节 水文水井钻探的现状与发展趋势	2
第三节 水文水井钻探的特点	4
第四节 工程地质钻探的目的、分类及其特点	6
第一章 水文水井钻孔(井)结构设计	8
第一节 水文钻孔孔身结构设计	8
第二节 供水井的井身结构设计	11
第二章 水文地质孔钻进	15
第一节 水文地质孔钻探的设备	15
第二节 水文地质孔钻进	17
第三节 水文地质孔的套管起拔和封孔	20
第三章 大口径钢丝绳冲击钻进	22
第一节 概述	22
第二节 钢丝绳冲击钻具	23
第三节 机动冲击钻机	25
第四节 冲击机构运动分析	28
第五节 孔内钻具运动的规律	33
第六节 影响钢丝绳冲击钻进效率因素的分析	38
第七节 冲击钻进规程的确定	41
第八节 冲击钻进方法	49
第九节 冲击钻进井内事故的预防及处理	51
第四章 大口径回转钻进	52
第一节 专用设备回转钻进	52
第二节 专用设备回转钻进工艺	55
第三节 扩孔钻进的钻进技术与工艺	58
第四节 大直径回转钻进存在的问题	60
第五章 反循环钻进	62
第一节 反循环钻进的基本情况及其评价	62

第二节 反循环钻进方式的分类及其工作原理	63
一、泵吸反循环	63
二、压气反循环	64
三、射流反循环	66
四、反循环钻进工艺的合理选用	67
第三节 反循环钻进设备及钻具简述	68
第四节 反循环钻进工艺中的有关问题	72
第六章 复合式钻进	74
第一节 复合式钻进方法简介	74
第二节 复合式钻机	75
第七章 空气钻进	87
第一节 空气钻进法的实质	87
第二节 空气钻进方法及其应用范围	88
第三节 空气钻进的设备及工具	89
第四节 空气钻进的压缩空气的参数计算	93
第五节 空气钻进的钻进技术	98
第六节 空气钻进中的问题及其发展	100
第八章 地热井钻进	101
第一节 地热资源的利用	101
第二节 地热钻进的特点	103
第三节 地热钻进设备的特点	106
第四节 地热井钻进有关问题	108

第七篇 水文水井钻探的成井工艺

第九章 过滤器	110
第一节 过滤器的类型和结构	110
一、骨架式过滤器	110
二、缠丝过滤器	112
三、网状过滤器	112
四、砾石过滤器	114
第二节 过滤器的材料	115
第三节 过滤器的选择	117
一、水文地质条件	117
二、技术条件	118
三、化学和细菌因素	118
第四节 过滤器基本尺寸的确定和计算	120
第十章 下管	122
第一节 下管前的准备工作	122
第二节 下管方法	123
一、钻机升降机提吊下管法	123

二、钻杆托盘下管法	123
三、二次下管法	124
四、钢绳托盘下管法	128
五、综合下管法	130
第三节 井管强度校核	133
一、金属井管安装深度的计算	133
二、非金属井管安装深度的计算	135
第四节 下管事故	136
一、坏管补接	136
二、井管的起拔和打捞	137
三、割切管下钢绳	138
第十一章 填砾	139
第一节 填砾的意义	139
第二节 砾料的选择及计算	139
第三节 填砾方法	140
一、静水填砾法	140
二、循环水填砾法	141
三、抽水填砾法	141
第四节 填砾的注意事项	141
第十二章 止水	143
第一节 止水的目的与要求	143
第二节 止水材料的选择	143
一、临时止水材料	143
二、永久止水材料	145
第三节 止水方法	147
一、临时止水方法	147
二、永久止水方法	150
第四节 止水质量检查	151
一、压差检查法	151
二、食盐扩散检查法	152
第十三章 洗井	153
第一节 概述	153
第二节 洗井方法	153
一、活塞洗井	153
二、抽筒洗井	154
三、抽水洗井	154
四、喷嘴反冲洗井	155
五、震荡洗井	155
六、联合洗井	155
七、液化二氧化碳洗井	156
第十四章 抽水试验	157

第一节 抽水试验的目的和要求	157
第二节 抽水设备的选择	157
一、浅水位抽水设备	158
二、深水位抽水设备	158
第三节 抽水时水位水量的测量	163
一、水位测量	163
二、水量测量	164
第四节 取水样	164
一、对取水样的要求	165
二、取水器	165
第十五章 增加出水量的措施	166
第一节 概述	166
第二节 酸处理法	166
一、盐酸与岩石的相互作用	166
二、盐酸溶液的浓度	167
三、酸液的处理与配制	167
四、灌注工艺	168
五、安全措施	169
第三节 真空作业法	170
一、真空泵法	170
二、胶皮碗法	170
第四节 井内爆破法	171
一、爆破器材的选择	171
二、爆破筒的装填	172
三、下入爆破筒（瓶）	173
四、井内爆破安全事项	173
第十六章 供水井的修复	174
第一节 供水井损坏的类型及原因	174
第二节 供水井损坏情况的检查方法	174
一、气囊封闭检查法	174
二、接泥兜检查法	175
三、探洞器检查法	175
四、土法检查坏管	175
第三节 供水井的修复	176
一、清除淤砂	176
二、清洗过滤器	177
三、补坏管	177
四、打捞井内遗物	179

第八篇 工程地质钻探

第十七章 工程地质孔的钻进方法	182
------------------------------	-----

第一节 BJ-50 型全液压工程地质钻机	182
第二节 振动钻进	186
一、振动器的作用原理	186
二、振动器	190
三、钻进工艺	191
第三节 螺旋钻进	193
一、概述	193
二、钻具	194
三、螺旋钻机	196
四、钻进工艺	198
第十八章 采取样品	199
第一节 原状土样的采取	199
一、取土器	199
二、取土器基本技术参数的确定	203
三、原状土样的采取方法	206
四、保证原状土样质量的因素	208
第二节 砂砾石层、细砂及淤泥层取样	209
一、砂砾层取样器	209
二、细砂层及淤泥取样器	209
第十九章 压水试验	212
第一节 概述	212
第二节 压水试验的基本方法	213
一、供水和形成压力水头的方法	213
二、试验段的隔离次序	214
第三节 压水试验设备	215
一、止水栓塞	215
二、水泵	217
三、测量仪表	217
第四节 试验段及压力值的确定	218
一、划分试验段	218
二、压力阶段及压力值的确定	219
第五节 压水试验的现场工作	219
第二十章 触探	222
第一节 动力触探	222
第二节 标准贯入试验	224
第三节 静力触探	225
一、静力触探仪	225
二、实测工作	227
三、触探成果的整理及应用	227
结束语	228

第六篇 水文水井钻探的钻进工艺

绪 言

随着我们伟大的社会主义祖国四个现代化的实现,广大城乡工业和生活用水不断增加;现代化的农业需要有充足的水源灌溉;为了消除污染和适应战备的需要,现代化的国防也需要大量的水源。因此,作为勘探和开发地下水的技术手段——水文、水井钻探随着国民经济的发展也日趋完善和现代化。

在科学技术发达的国家,早就探明了地下水源的情况,并且已普遍开发利用。美国是从1900年才开始利用地下水进行灌溉的,到60年代就开动水井钻机两万多台,年钻井六十万眼,一九六八年美国引用地下水量416亿立方米(相当于10个密云水库最大库容量)。苏联一九六八年用于灌溉的水井共7600眼(苏联因地广人稀主要发展水库灌溉),总出水量达100立方米/秒。我国仅河北省邯郸、邢台两个地区从1965年冬到1966年七月底就打机井一万眼以上。

由于生产需要,水文、水井钻探近年来得到突飞猛进的发展,现在已成为近代钻探技术的一大分支,形成了一套较完整的技术体系。因此,水文水井钻探是钻探专业必修课程之一。

水文水井钻探是在学生学完固体矿床岩心钻探的“岩心钻探学”后进行的。它着重介绍水文水井钻探的特点,对于钻探方法、设备类型、钻进工艺和成井工艺等作一般性介绍。使学生对水文水井钻探有一概要的全面的知识,了解水文水井钻探中的一般技术问题。具备进一步研究水文水井钻探问题的初步基础,并将水文水井钻探中的技术在解决岩心钻探时加以参考。

本课程在介绍时,为避免不必要的重复,凡是岩心钻探已经介绍过的,这里就不重叙了。

第一节 水文水井钻探的目的及分类

为了获得水文地质资料和开发地下水所进行的钻探工作,通称水文水井钻探。根据钻探的目的,有些孔为了获取水文地质资料,这样的钻孔称水文地质孔或水文勘探孔,简称水文孔。而另一些直径大的井目的是为工农业供水,这样的井叫做供水井。因此,水文水井钻探可以分为水文钻探和水井钻探。

一、水文钻探

水文钻探是以查明地下水的埋藏条件,运动规律,水质、水量以及水温等水文地质规

律为目的。达到普查、勘探地下水的储量，为合理的开发利用、保护或补给地下水提供所需的资料。以所处的水文地质勘探阶段、性质的不同，水文孔又分为以下几类：

（一）水文地质普查孔（简称水文地质孔）

主要是获取地层情况，如地层的岩性、结构、地质构造和含水层的埋藏深度、厚度、性质等。一般用于未进行过水文地质工作的地区。通常采用常规的口径，进行取心钻探，满足钻探工程的六项指标——岩心采取率、校正孔深、测孔斜、简易水文观测、原始记录 and 封孔等。

（二）水文地质勘探孔（简称勘探孔）

在普查后已初步掌握地层、构造等情况的基础上，着重了解地下水的水量、水位、水质、水温等情况。为合理开发地下水及正确评价地下水而进行的工作。这就需要分层观测，分层抽试，单、群孔抽水等，借以达到正确划分含水层的组、段，地下水流向，补给关系，地下水下降漏斗等。

在勘探阶段，可以有些层段不必取心，但必须进行分层抽水、止水等工作。因此，水文地质勘探孔的孔径要大些。

（三）探采结合孔

在取得水文地质资料的基础上，为了合理开发地下水，进一步了解水文地质情况，同时考虑工农业急需，将已取得资料的孔（或取得部分资料）移交生产部门使用，作为开发井，同时在开采生产中进而取得地下水的资料。这样的孔既要满足收集水文地质资料的要求又要满足开采生产对水质、水量、卫生以及永久开采的要求。因此，在井身结构、止水等工序上都要照顾两者所需。

在一些缺水干旱地区，群众饮水困难的地方，无论是普查孔或是勘探孔，在取得水文地质资料的基础上，尽量使钻孔转向开采，解决群众急需的困难。

二、水井钻探

为了供水的需要而进行的钻凿管井的钻探工程称水井钻探。水井钻探所形成的孔径大，因此称井。下井管专为供水的井称供水管井。随着大气水、地表水、地下水的“三水”统管工作的发展，水井钻探已超出了供水范围，它与地下水的补给、污水的排除、城市地面沉降与回升等工程联系起来了。

我国幅员广阔，四个现代化都与水文水井钻探有直接间接关系。况且有很多地区地下水尚未开发，尤其是作为热源的热水钻探更是处于开始阶段。因此，水文水井钻探工作面临的任务是艰巨的。

第二节 水文水井钻探的现状与发展趋势

解放以后，我国水文水井钻探工作有了很大的发展。现在地质系统有近百个水文地质队，基建工程兵水文地质普查部队十数个，还有面向全国的技术方法研究队。共开动钻机数百多台。此外，各工业部门都有专业的水文地质队，属于地方办的打井队伍更是不可计数。

钻探技术工艺方面，也从五十年代学苏联套管钻进的基础上，创造了一整套水文水井

钻探工艺：采用泥浆钻探，相应的一套洗井冲孔措施，保证了获得准确的水文地质资料。回转钻进，在借用岩心钻探设备的条件下，推广使用小口径钻进取样，大口径分级扩孔成井方法；冲击钻进，采用了水压保护孔壁，肋骨提砂筒快速钻进方法等。

五八年至六〇年，配合大规模的农田水利改造，供水勘探研制推广了水泥砾石滤水管，水泥石棉管和陶瓷管；试制并推广使用了SPJ-300型专用水文水井钻机。六十年代以后，又出现了各种浮力塞下管法、托盘下管法、分级下管法和各种洗井方法。

七十年代以后，设计试制了复合式水文水井钻机SPC-300H车装型专用钻机，创造了大口径快速钻进一次成井，制成了塑料滤水管，井下电视，深水位螺杆抽水泵和玻璃钢滤水管。有些部门开展了多种钻进工艺的研究与试验，例如：出现了空气钻进、反循环钻进等。近年来试制了动力头全液压水文水井钻机，开展了物理洗井和化学洗井与增产的研究及试验工作；高分子人工滤层的研究也取得了可喜的成果。

与先进的国家水平相比，我国在水文水井钻探方面还是落后的。表现在以下几个方面：

1. 钻进工艺上：目前我国大多数野外队仍沿用岩心钻探的旧方法（采用硬合金、钻粒钻进），小径取心，分级扩孔。在干旱无水地区还靠汽车拉水钻进。效率低（平均月进尺200—300米/台），投资大。与国外先进水平差距在四—五倍，甚至十余倍。国外普遍采用牙轮钻头钻进，干旱地区采用空气、泡沫钻进，复杂地层采用气举反循环钻进等多种钻进工艺，效率每小时5—6米，最快班进尺可达百米。

我国现在仍采用成井后洗井抽水试验，测得出水量。这种方法占用时间长、效率低、误差大。国外采用水文地质参数测井的方法，可以取得地下水的流向、流速、渗透系数、孔隙率以及涌水量，代替抽水测降深及稳定水位的方法，这样不但效率高、成本低，而且取得的资料齐全、准确可靠。

2. 技术装备上：我国当前能够生产的水文水井钻机只有三、四个品种，设备还不成系列，管材、工具不配套，大多数队仍使用岩心钻机进行水文水井钻探。而国外先进国家近年来水井钻机向着多用途、综合式方向发展，品种多，系列全。据统计到的资本主义三十一家公司共生产水文水井钻机一百三十多种类型，各家自成系列。机械化水平高，有些部件已实现自动化，大大节省了劳动力（一般都用两人操作），提高了效率。

3. 管材和抽水设备：国内目前一般采用铸铁管、水泥管和钢管。这些管材笨重、易腐蚀、易结垢，影响水井寿命；而国外已大量采用塑料管、电木管、玻璃钢管等代替以往使用的不锈钢、镍钢等高级合金钢管。抽水设备国内尚缺乏压气容量较大的、压力高的空气压缩机。

随着我国四个现代化的实现，水文水井钻探今后发展的趋向是向着提高钻进效率，改善劳动强度，加快成井速度，降低成本，节约钢材等方向努力。

在粉碎了“四人帮”以后，全国召开了多次与地下水开发有关的会议，制定了规划，指出了方向。水文水井钻探方向，归纳起来有以下各点：

1. 第一步要在现有的基础上，改善沿用的钻进工艺与技术装备的不配套的落后局面。大力开展绳索取心钻进试验工作，开展无岩心、配合测井、放炮取样的快速钻进措施的试验工作，重点开展空气、泡沫钻进，气举反循环钻进新技术新方法的研究试验工作。研制全液压传动，多性能的适合我国特点的车装复合式钻机，设备装配以履带车、半履带车装

为主，汽车为辅。逐步淘汰手把钻机和XU型油压岩心钻机。

2. 在实现上述计划的基础上，第二步则大力推广绳索取心，无岩心牙轮钻头钻进，推广空气、泡沫、气举反循环等先进的钻进工艺。完成先进的技术装备的水文水井和工程地质专用钻机系列化；工具、管材配套标准化、系列化。完成深水位抽水的新方法与新设备的使用。

3. 第三步，也就是实现水文水井钻探工作的现代化设想：在完成上述技术改造的基础上，要达到装备车装化；操纵自动化；钻进自动控制仪表化；成井、抽水工艺现代化；扩大电子技术在钻探上的应用，使各种数据处理自动化。

这就是四个现代化的伟大的社会主义祖国，交给我们钻探工作者光荣而艰巨的任务。

第三节 水文水井钻探的特点

水文水井钻探与固体矿床岩心钻探比较，具有以下特点。

（一）钻探对象—地层的特点

水文水井钻探大多是在第四纪松散的卵砾石层、砂砾石层以及砂土、粘土、砂等地层中进行钻探。这些地层的共同特点是胶结差，易塌坍、漏失，取心困难。也有一部分是在基岩中进行的，但这些基岩也多半是断裂、溶洞。总之，水文水井钻探所遇到的地层条件较岩心钻探的地层条件要复杂的多，大都是岩心钻探中所谓“复杂地层”。

不同的地层对于不同的钻进方法适合程度是不同的。例如，在卵砾石层中使用冲击钻进法较有效；在粘土、砂层中应使用回转钻进法进行钻进；干旱地区使用空气钻进法不但效率高，而且还能降低成本；遇到复杂地层采用反循环钻进法能取得较高的效率，而在坚硬的基岩中则应使用冲击回转钻进法最合理等等。

水文水井钻孔（井）常在不深的钻孔中经常遇到迥然不同的数种地层。由于水文水井钻进遇到的地层变化多端，所以要求水文水井钻探设备应具有能适应多种钻进方法的专用于水文水井钻探的设备。

（二）钻孔（井）结构上的特点

水文水井钻孔（井）结构特点：一是直径大、深度小，另外结构复杂。

水文水井钻孔深度，在第四纪地层中一般都在200—300米，只有少数热水井或表层水咸化时才取深层水。钻孔的直径，在水文地质孔一般使用130—150毫米，最小也不小于110毫米，这和金刚石钻进相比算是大直径了。但水井钻进是为了供水的，需要更大的直径，目前我国供水管井直径在0.3—0.5米，国外有的供水井径超过3米。

水文水井钻孔都要进行抽水，因此要求下入过滤器和进行必要的止水，尤其是勘探孔还要考虑多层抽水的要求。因此，孔身结构比较复杂，有时需下数层套管才能满足地质和钻探要求。

（三）钻进方法上的特点

如上所述，水文水井钻探所遇地层复杂，随着科学技术发展，近年来国内外发展很多适合于水文水井的钻进方法。归纳起来有以下几种：

1. 回转钻进法——一般系指正循环回转钻进。这种方法和岩心钻相同，是传统的常规方法。在水文水井钻探中，经常使用的是转盘回转钻进。

2. 空气钻进法—即循环介质利用压缩空气，主要用于干旱沙漠地区的地下水开发。
 3. 反循环钻进法—这是近年来水文水井钻进中发展较快的一种方法，具有效率高、成本低等优点。
 4. 冲击钻进法—这是最古老的一种水井钻进方法，但对于砾卵石层是有效的。
 5. 潜孔锤钻进法—此法对于坚硬岩石钻进效果最佳。
 6. 震击钻进法—即将震动和冲击结合起来的一种方法。
- 这些钻进方法，适用范围如表 0—1 所示，其详细内容，将在以后章节中叙述。

水文、水井钻进方法总表

表 0—1

钻探方式	钻进方法	钻 进 工 艺	作用 及 其 应 用 范 围
回 转 钻 探	冲 洗 液 进	清水钻进	冲洗液排粉，静液力护孔，用于稳定地层。
		泥浆钻进	作用同上，用于次稳定、不稳定地层。
	空 气 钻 进	纯空气钻进	空气排粉，用于稳定地层，钻速快。
		雾化清水钻进	空气排粉，水雾除去孔内潜水，用于润湿地层。
		雾化泥浆钻进	空气排粉，液体排水及岩粉、平衡不稳定地层。
		粘性泡沫钻进	泡沫清除岩粉，在大口径中除粉效果好。
		充气泥浆钻进	作用同上，适用于漏失地层，减少漏失。
	反 循 环 进	清水反循环钻进	在冲积层中钻进大口径钻井，钻速快。
泥浆反循环钻进		同 上	
冲 击 钻 探			钻进卵砾层，致密脆性基岩效果好。
冲 击 回 转 钻 探	潜 孔 锤 进	风动潜孔锤	适于钻进基岩硬地层（使用较多）。
		液动潜孔锤	同 上 （使用较少）。
震 动 钻 探	震动钻进		震动取样钻孔，大口径浅井较适用。
	震击钻进		较纯震动效率要高，应用同上。

不同的钻进方法，在不同的地层中钻进效果是不同的。根据实践的经验，列表 0—2，以供参考。

（四）钻探设备上的特点

为了实现各种钻进方法，国内外发展使用了很多种类的适合水文水井钻探的设备。综合起来这些设备的特点是：

1. 种类多，适用性广。目前适于水文水井钻探的设备，类型繁多，据统计到的资本主义国家里的回转钻、冲击钻、复合式钻机不下数百种，可谓种类多矣。很多钻探设备能适用数种方法，即所谓“二用”、“三用”、“四用”多种用途的钻机。国内也向这方面发展。

2. 扭矩大一为了适应水文水井钻探所钻的钻孔直径大而地层软的需要，将扭矩的设计特别加大。现在一般的钻机为 750—1500 公斤-米，有的竟达 21000 公斤-米。而金刚石岩心钻机的最大扭矩只有 150 公斤-米。

3. 转数小—国外很多水文水井专用钻机的转数挡级在 70—200 转/分，有些钻大直

不同钻进方法在不同地层中钻进效果表

表 0—2

地 层	回转钻进 (用冲洗液)	冲 击 钻 进	风动潜孔锤
细 砂	快 速	困 难	不 推 荐 采 用
松散砂夹砾石	快 速	困 难	
流 砂 层	快 速	除薄夹层外, 钻进困难, 需跟管钻进	
冲积扇或冲积层中之松散漂砾	困难, 甚至不能钻进	用跟管法可以缓慢钻进	
粘土和淤泥	快 速	钻 进 慢	
页 岩	快 速	较 快	
砂 岩	钻 速 慢	钻 速 慢	
燧石结核	钻 速 慢	快 速	钻速很快 钻速很快 困 难 钻速很快 钻速很快 快 速 快 速
石 灰 岩	快 速	快 速	
破碎石灰岩	钻 速 慢	快 速	
有溶洞石灰岩	钻速慢, 甚至不能钻进	快 速	
白 云 岩	快 速	快 速	
玄 武 岩	钻 速 慢	较 快	
变 质 岩	钻 速 慢	钻 速 慢	
花 岗 岩	钻 速 慢	钻 速 慢	

径、能力大的钻机转数挡级设在 11—200 转/分之间。以适应水文水井钻进对设备转数的要求。转数对水文水井钻设备来说, 有不同要求的矛盾, 在第四纪地层转数要求低, 而在基岩中转数又要求高。

4. 能力大一当代的水文水井钻探设备, 配有较大马力的动力机和大排量的泥浆泵。专用的水文水井钻机动力机一般是 75—90 马力, 最高达 400 马力以上。水泵的泵量一般为 300—600 升/分, 最大达 1850 升/分, 而且还有加大的趋势。多装配机械手, 代替人的繁重劳动。

5. 运移性好—多数设备装在汽车或拖车上。

国内在水文水井钻探设备上与先进国家相比是较落后的, 但现在各部门都在努力改变。表 0—3 所列为我国当前所使用的水文水井钻探设备。

第四节 工程地质钻探的目的、分类及其特点

工程地质钻探是工程地质勘察设计重要手段。在建筑大型民用、工业或国防建筑时, 为了掌握基础的物理、技术及力学性质, 必须进行钻探取样。如建筑水坝、电厂、桥梁、海港、地下铁道、高楼等都需要了解基础的地质情况, 为建筑设计提供可靠依据。如果基础需要进行处理, 还要通过钻孔进行灌浆或管柱等, 以保证基础的稳固。尤其近代的一些工程更需如此。如日本东京至大板高速公路名古屋—桑名段全是用工程钻孔打基的高桥公路就是一例。

我国当前所使用的水文水井钻探设备表

表 0—3

钻 机				泥 浆 泵	动 力 机	钻 塔
类型	名 称	开孔直径 (毫米)	最大深度 (米)	型号性能	类 型 功 率	类型、高度 (米)
回 转 式 钻 机	DPP-100	7 ³ / ₄ 吋	100	BW250/50	解放牌汽车90马力	桅杆9米
	SPJ-300	500	300	二台 BW250/50	电: JO-82-4 柴: 4115L ₁ 型	“ A ” 字型塔13米
	红星-300	560	300	600/12	40瓩	14米 三角架
	XU-600	150	600	BW250/50	电: JO-73-4 柴: 4105型	17.5米四角铁塔
	北京-600	150	600		电: JQO73-4	
冲 击 式 钻 机	丰收-120	500	120	不配	电: JO-62-4-W	桅杆
	双丰收-250	600	250	不配	电: 28-30瓩 (1450转/分)	桅杆10米
	CZ-20	20吋	120	不配	电: A72-6型 20瓩	桅杆12米
	CZ-22	22吋	150	不配	电: JO-73-6 (20-30瓩)	桅杆13.5米
	CZ-30	30吋	180	不配	电: JO-82-4 (40瓩)	桅杆16米
复 钻 合 式 机	SPC-300	500	冲击 80 回转 300	BW600/30	黄河牌汽车6135Q 柴油机	桅杆11米

工程地质钻探的目的, 包括以下几点:

- 1) 采取岩心和土样, 进行试验和分析;
- 2) 加固基础, 进行钻孔灌浆或下桩;
- 3) 探明水工建筑物的工程地质和水文地质情况;
- 4) 进行工程地质水文地质的观测、试验。

因此工程地质钻探的特点是:

- 1) 钻进深度不大, 适用轻便化钻进设备, 要求装卸方便。有些特殊的钻孔要求大直径 (3~5米甚至达 8 米);
- 2) 钻进时, 要求不但查明岩石的种类、性质、层位、厚度等一般地质情况, 而且还要查明岩石的天然状态。如岩石的裂隙发育程度、风化特点、含水情况、密实程度、受力后的应变等。因而要求保证岩心完整、原状和提高采取率, 并且还要采用专门的取样工具。
- 3) 有些孔要进行水文地质和工程地质观测和试验工作。

第一章 水文水井钻孔(井)结构设计

水文水井钻探工作开始之前,应该对钻孔结构进行设计,使钻探工作能顺利进行。水文水井钻孔结构设计按液体矿床的要求,不但要拟订钻孔的基本要素—井深、井径和换层序,而且还要确定成井方法和抽水试验等。因此,对于水文水井钻探来说正确的设计孔身结构是保证顺利钻进、提高效率、节约材料、降低成本和获得准确的地质资料的一项关键性技术措施。

水文水井钻孔结构如过于复杂,使孔径扩大,不仅减慢施工进度,也会增加材料消耗,造成不必要的浪费;反之,如孔身结构过于简化,减少了必须下入的套管,虽然缩小了孔径,但可能造成事故,不仅增加了成本也会延误工期,更重要的是往往因此而使地下水互相串通,造成对地下水污染,其后患是严重的。目前有些资本主义国家在这方面存在的问题是非常大的。前几年我国有些地方一味推广泥浆护壁,精减了必要的套管,成井时又忽略了必需的止水,使很多地方地下水咸化,这是值得注意的。

在拟定钻孔结构时,要根据钻孔的目的、用途和施工要求,依据地层条件和国家的有关规定,对所进行的钻孔制定出合理的规定。

水文钻孔结构设计,主要满足获取水文地质资料,而水井的井身结构设计以有利于开采地下水为目的,因此它们有其共同点也各有其特点。现分述如后。

第一节 水文钻孔孔身结构设计

水文钻孔设计需用的地质资料由地质方面提供。在钻孔结构设计书上包括的内容:开孔直径、终孔直径、钻孔深度、中间套管的层次结构和深度、过滤器的类型和规格、止水方法和抽水试验、钻进工艺和成井方法等。要对以上内容给以合理的规定,并加以讨论,论述其必要性。除文字以外,还要将主要数据按地质部规定填制“钻孔施工设计书”。见表1—1所示。

水文钻孔结构的繁简,主要取决于下入孔内套管层次的多少。在地质条件允许的情况下尽量少下套管,简化钻孔结构。但当地层复杂时,必要的套管还是要下的,以保证钻孔质量。在下套管时若采取妥善措施,包括使用优质泥浆,合理的密封套管的上下端,管外涂以适合的润滑剂等,套管是不难下入和起拔的。日本下入BX(73毫米)的套管,最深记录为1920米,我国金刚石钻进套管下入深度亦达812米。

用回转钻进方法进行钻进时,需要下入孔内的套管类型综合起来有五种:井口管1,导向管2,开采管3,过滤管4,为了使钻进能顺利进行而下的套管称技术套管5。如图1—1所示。

井口管是供加固孔口而用的,使孔口在钻进时不受循环的冲洗液冲刷而破坏。井口管所下的深度,依上部岩石稳定情况而定,一般为2—3米。管外空隙用水泥浆浇注或用粘土固结。如果井口管深度不大,可以用人工先挖一浅井,然后在井内装好井口管,在其周围