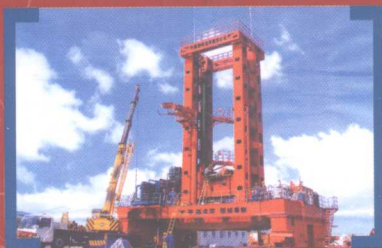


张永成 孙杰 王安山 编著

# 钻井技术

zuanjing jishu



■ 煤炭工业出版社

# 钻 井 技 术

张永成 孙 杰 王安山 编著

煤 炭 工 业 出 版 社

· 北 京 ·

**图书在版编目 (CIP) 数据**

钻井技术/张永成, 孙杰, 王安山编著. —北京: 煤炭工业出版社, 2008. 8

ISBN 978 - 7 - 5020 - 3286 - 9

I. 钻… II. ①张…②孙…③王… III. 油气钻井 - 技术  
IV. TE242

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 042223 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](http://www.cciph.com.cn)  
北京盛兰兄弟印刷装订有限公司 印刷  
新华书店北京发行所 发行

开本 787mm × 1092mm<sup>1/16</sup>\* 印张 43<sup>1/2</sup> 插页 17  
字数 1042 千字 印数 1—1,000  
2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷  
社内编号 6091 定价 200.00 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

# 序

随着国民经济发展对煤炭需求的增长，煤炭产量、煤炭建设规模在持续增长。为满足需求，除应建设大型煤炭基地外，还应在优化矿井设计、加快立井与平巷机械化作业等诸多方面下工夫。钻井技术是一种完全机械化的凿井技术，其发展水平的提高，对矿业发展有着极其重要的意义。

我国已完成通过冲积层钻井70余个立井，最大直径已达10.8m，最大深度达到660m，总深度达到1.8万m；通过硬岩的钻井已完成20余个立井，最大直径5.0m，最大深度达到714m，总深度达到3000多米；已完成数百个反井，最大直径3.5m，最大深度达到560m，总深度达到4.0万m。我国综合钻井技术水平已进入世界先进行列，总结钻井的经验，吸取有关教训，对发展钻井技术具有现实意义。

本书对钻井采用的钻井设备、拖动和控制、钻井泥浆、冲洗净化以及钻井井壁等各主要工艺进行了深入的分析 and 探讨，同时对几个主要钻井国家的钻井技术也进行了阐述和分析。

随着钻井深度的不断增加，钻井难度的不断增大，今后应在提高钻井设备的能力、滚刀的使用寿命和钻井速度方面加强研究，以更好地为我国东部通过深厚冲积层和西部软岩层的机械化钻井服务。我们要努力学习国外的先进技术和经验，并结合我国具体的水文地质条件，发展有中国特色的钻井技术。

钻井技术的应用很广泛，它不仅适用于煤矿建设，而且适用于其他矿山建设工程、水电工程、隧道工程、地下工程。钻井技术和其他凿井技术相比，在安全方面具有明显的优越性。由于在钻井过程中，凿井工人不用下井，完全在地面作业，既安全，劳动强度又小，因此在条件适合的工程建设中得到了广泛推广应用，并取得了良好的经济效益和社会效益。

本书是几位退休的老同志编写的，他们都是从事钻井技术研究和应用几十年的专家，现把试验研究和施工方面的丰富经验加以总结，并以文字形式呈现出来，供大家参考、分析和探讨。本书对从事钻井工作的技术人员、研究人员和有关院校师生均有重要的参考价值。

陳昭和

2008年1月10日

# 前 言

钻井技术的发展已有 100 多年的历史，但该技术在我国起步较晚，仅有 40 余年的历史。钻井技术近几十年来发展较快，也是凿井技术的发展趋势。美国、德国、中国、乌克兰、俄罗斯、澳大利亚、法国、英国、南非、赞比亚、罗马尼亚、波兰、日本等许多国家都在应用、发展这项技术。我国的钻井技术在很多方面与国外相比存在不小差距，但我们不断借鉴国外经验，认真总结本国经验，并结合实际加以完善，形成了具有中国特点的钻井技术。到目前为止，我国通过冲积层的钻井井筒已完成施工的有 72 个，总深 18878.43m，正在施工的有 6 个，总深 2308.8m；通过完全硬岩的钻井井筒有 12 个，总深 3565.67m；反井施工的井筒有数百个，总深达 40000 多米。全国各种钻井的合计总深度已达  $6.4 \times 10^4$  m。

本书从钻井设备、工艺、泥浆、井壁、刀具及设备的拖动与控制等方面对钻井技术进行了阐述，同时总结了我国 40 年来立井钻井、反井钻井，使用国产设备和进口设备，及实际施工过程中遇到的问题和处理的经验；介绍了德国、美国、俄罗斯、乌克兰、南非等国家在矿山、核试验等方面数百个立井、反井的主要情况；阐明了德国、美国、乌克兰从试验到使用井筒掘进机的经验教训。为使读者更深入地了解本书内容，还举出施工实例加以说明，以提高读者的感性认识。本书主要讲解技术，注重实用性，可供钻井现场施工人员、科研教学人员使用参考。

钻井设备的种类繁多，功能各异，本书中所涉及的国内外各种钻井机类型按破岩方法、钻井方向、传动装置的位置三个方面分为以下几类：

第一，按破岩方法，分为全断面破岩钻井和取心钻井（部分断面）设备。全断面破岩钻井设备包括一次全断面钻井设备和多次扩孔全断面钻井设备。

一次全断面钻井设备有：石油钻井设备改装的立井钻井设备（美国、前苏联等国）；“92”钻井机、92-A 钻井机（中国）；SC-500 型、WB16/40 型、PC 型、L 型系列（如 L-10、L-15、L-25、L-35、L-45P 型）（德国）；MOM 型、谢波季耶夫-伊万诺夫型、RTB 系列（如 RTB-2080 型、RTB-2600 型、RTB-6.2 型、YRTB 型）（前苏联）；罗宾斯系列、32 型、卡玛钻井机、CSD-820 型、CSD-300 型（美国）；RTB 型、L-35M 型、L-35MP 型（乌克兰）；BM-1 型（日本），等。

多次扩孔全断面钻井设备有：霍尼格曼钻井设备（荷兰、德国）；ZZS-1

型、MZ型、ND-1型、YZ-1型、BZ-1型、SZ-9/700型、AS-9/500型、L-40/800型、AS-12/800型、AD120/900型、AD130/1000型（中国）；YZ-TM-6.2型、YZTM-7.5型、YZTM-8.75型（前苏联）；铀矿钻井机等（美国）；DUW-GIG型（波兰）等。

取心钻井设备有：泽尼型、德拉瓦型（美国）；YKB-3.6型、TM-2.3型（前苏联）。

第二，按钻井方向分为从上向下钻井设备（正向）和从下向上钻井设备（反向）两大类。

从上向下钻井设备有：ZZS-1型、ND-1型、SZ-9/700型、AS-9/500型、AD-12/800型、AD120/900型、AD130/1000型（中国）；RTB型、YZ-TM型（前苏联）；L-35M型、L-35MP型（乌克兰）；L型系列如L-45P（德国）；罗宾斯系列、CSD-820型、CSD-300型（美国）等。

从下向上钻井即反井（天井）钻井设备有：LM-90型、LM-120型、LM-200型、ZD-2.0/400型、ATY-1500型、AF-2000型、ZDQ-100/100型、P/EH/1200型、83RM-HE型、RH1NO-1000型（中国）；HG系列，如HG-250型、HG-330型、HG-330SP型（德国）；犀牛型系列，如犀牛2000型、犀牛2400型（芬兰）；罗宾斯系列，如RM型、83RM型、123RM型、RBM211型，R型，如81R型、71R型、121R型等，RBM型，肯纳曼特型，杰舍500型（美国）；73RM-VF型（俄罗斯）；RBB-100A型、BM-100N型（日本）；还有不需要钻导孔，直接向上钻井的全断面液压反井钻井机（溜井钻井设备），如ZDQ100/100型（中国）；51R型、RH80型（美国）；松峰型（日本）；箭-68型、箭-77型、1KB1型、KBY型（乌克兰、俄罗斯）。

第三，按传动装置的位置分为传动装置在地面和传动装置在井内两类。

传动装置在地面（转盘式、动力头式）的设备有：AS-9/500G型、SZ-9/700G型、AS12/800型、L40/1000型、AD130/1000型（动力头液压缸提升）、AD120/900型（动力头液压缸提升）（中国）；YZTM型、YKB-3.6型（前苏联）；L-35M型、L-35MP型（乌克兰）；CSD-820型、CSD-300型、罗宾斯系列（美国）；L型系列（德国）等。

传动装置在井内的设备有：RTB反作用涡轮钻井设备系列（有杆钻井机）（乌克兰）；全断面立井岩石掘进机钻井设备（潜入式、无钻杆钻井机）GSB450/500型、SBV1500/650型、SBV1型、SBV11型（有超前孔）、VSBV1型、VSBV11型（无超前孔）（德国）；德拉瓦型、泽尼型、241SB-184型（美国）；PD-1P型、PD-2型、CK-10型、CK-1Y型、PK-M型、YBB型（前苏联、俄罗斯）等。

本书编著者几十年来一直从事钻井技术的研究、设计和施工，对钻井技术、钻井设备、钻井工艺有很深的理解和研究，编著者均已退休多年，愿在有生之年将钻井技术的有关知识与经验进行分析总结，以期为今后钻井技术的发展与提高贡献微薄之力，同时也作为从事这项工作的纪念。书中 2.1 ~ 2.8 及 7.1 节为孙杰编著，2.9 ~ 2.13 节为王安山编著，其余均为张永成编著，张永成还负责本书的统稿工作。本书内容跨时 40 余年，加之知识水平有限，谬误之处在所难免，敬请指教。

本书的出版得到了中国老年科协煤炭分会和北京煤科联工程技术有限公司的资助，钻井施工单位为本书提供了部分资料、图片，研究单位的同志也给予了大力支持，在此一并表示衷心感谢。

**编著者**

2008 年 3 月

# 目 次

<b>1 国内外立井、反井钻井技术的发展概况</b> .....	1
1.1 我国通过深厚冲积层钻井技术的发展概况 .....	1
1.2 反井钻井技术在我国的发展概况 .....	33
1.3 立井、反井钻井技术在德国等国家的发展 .....	93
1.4 前苏联、乌克兰立井、反井钻井技术的发展 .....	149
1.5 美国立井、反井钻井技术的发展 .....	177
1.6 法国、日本等国家的立井钻井技术的发展 .....	209
<b>2 钻井设备、钻井机的拖动和控制</b> .....	215
2.1 钻井设备发展过程 .....	215
2.2 ZZS-1 型钻井机主要设备及其技术特征 .....	215
2.3 BZ-1 型钻井机主要设备及其技术特征 .....	228
2.4 SZ-9/700 (AS-9/500) 型钻井机主要设备及其技术特征 .....	237
2.5 L40/1000 型钻井机主要设备及其技术特征 .....	253
2.6 AS12/800 型钻井机主要设备及其技术特征 .....	266
2.7 破岩刀具 .....	281
2.8 打捞机具 .....	286
2.9 立井钻井机电控系统的概况和特点 .....	292
2.10 立井钻井机主机 (转盘、绞车) 拖动控制系统 .....	294
2.11 进给系统的电气拖动控制 .....	307
2.12 立井钻井机的电气控制、监视和保护 .....	314
2.13 反井钻井机的电气控制、测量和监视系统 .....	329
<b>3 钻进</b> .....	342
3.1 机械破岩机理 .....	342
3.2 钻进前的准备工作 .....	348
3.3 钻井深度和钻井直径的确定 .....	353
3.4 钻井机机型的选择 .....	359
3.5 钻井参数的选择 .....	364
3.6 钻进操作 .....	381
3.7 防偏、测偏与纠偏 .....	394
3.8 钻进中的故障处理 .....	402



<b>4</b>	<b>钻井泥浆</b> .....	<b>408</b>
4.1	钻井泥浆的发展历程 .....	408
4.2	钻井泥浆的护壁机理 .....	415
4.3	钻井泥浆性能与维护 .....	424
4.4	抑制造浆 .....	431
4.5	泥浆性能及其测定 .....	441
4.6	废浆处理 .....	445
<b>5</b>	<b>洗井与净化</b> .....	<b>457</b>
5.1	洗井介质和应用范围 .....	457
5.2	钻井井底工作面冲洗 .....	458
5.3	洗井方式 .....	467
5.4	泥浆净化 .....	483
<b>6</b>	<b>钻井井壁</b> .....	<b>491</b>
6.1	井壁结构 .....	491
6.2	井壁制作 .....	506
6.3	井壁漂浮下沉 .....	518
6.4	壁后充填固井 .....	537
6.5	井壁稳定性 .....	552
6.6	井壁内、外力实测的研究 .....	566
<b>7</b>	<b>钻井设计</b> .....	<b>579</b>
7.1	钻井设备设计 .....	579
7.2	钻井工艺设计 .....	604
7.3	钻井井壁设计 .....	611
<b>8</b>	<b>钻井实例</b> .....	<b>627</b>
8.1	实例一：潘集三矿西风井钻井 .....	627
8.2	实例二：巨野矿区龙固矿主井钻井 .....	640
8.3	实例三：山东省新泰市汶南地方煤矿溜矸孔的反井施工 .....	657
8.4	实例四：反井钻机在水电工程中的应用 .....	669
<b>9</b>	<b>立井和反井钻井技术与国外的差距及发展趋势</b> .....	<b>674</b>
9.1	立井、反井钻井技术与国外的差距 .....	674
9.2	立井和反井钻井技术的发展趋势 .....	676
9.3	国内外破岩方法研究动向 .....	681
	参考文献 .....	683

# 1 国内外立井、反井钻井技术的发展概况

## 1.1 我国通过深厚冲积层钻井技术的发展概况

中国是采用立井钻井技术较晚的国家，在时间上比欧洲应用该技术晚了 100 多年。1958 年煤炭科学研究总院北京建井研究所首先提出钻井法凿井技术的研究课题，并派人员赴苏联考察跟踪这项技术的发展，1960 年成立钻井法凿井课题研究小组，系统地开展了对国内石油钻井设备、工艺的调查，并对国外立井钻井技术的资料进行了搜集和整理分析，提出了“在中国应用钻井法凿井技术的可行性研究报告”，并上报国家科学技术委员会。为使项目尽快上马，先采用石油钻井机的主要设备，并设计配套了钻井机具，参照国外的钻井工艺，结合国内的具体条件进行了改造。为了验证钻井工艺的可行性，1963 ~ 1964 年在煤炭科学研究总院院内进行了钻井的小型试验。试验钻井直径 1.0m、钻深 10m，试验结果验证了泥浆循环和漂浮下沉井壁的可行性；接着又在北京市郊区进行了由直径 314mm 扩至直径 700mm、钻深 24m 的钻井试验。通过试验，取得了对钻进、泥浆护壁、漂浮下沉井壁等方面的初步认识，确立了立井钻井技术在我国发展的必要性和可操作性，为今后钻井试验打下了基础。

1965 年国家科委正式向煤炭工业部下达了钻井法凿井中间试验任务：采用石油钻井设备，并配套相关机具，要求适用于中小型矿井井筒（净直径 3.5 ~ 4.0m），在冲积层和部分软岩中钻进，钻井深度浅于 200m。

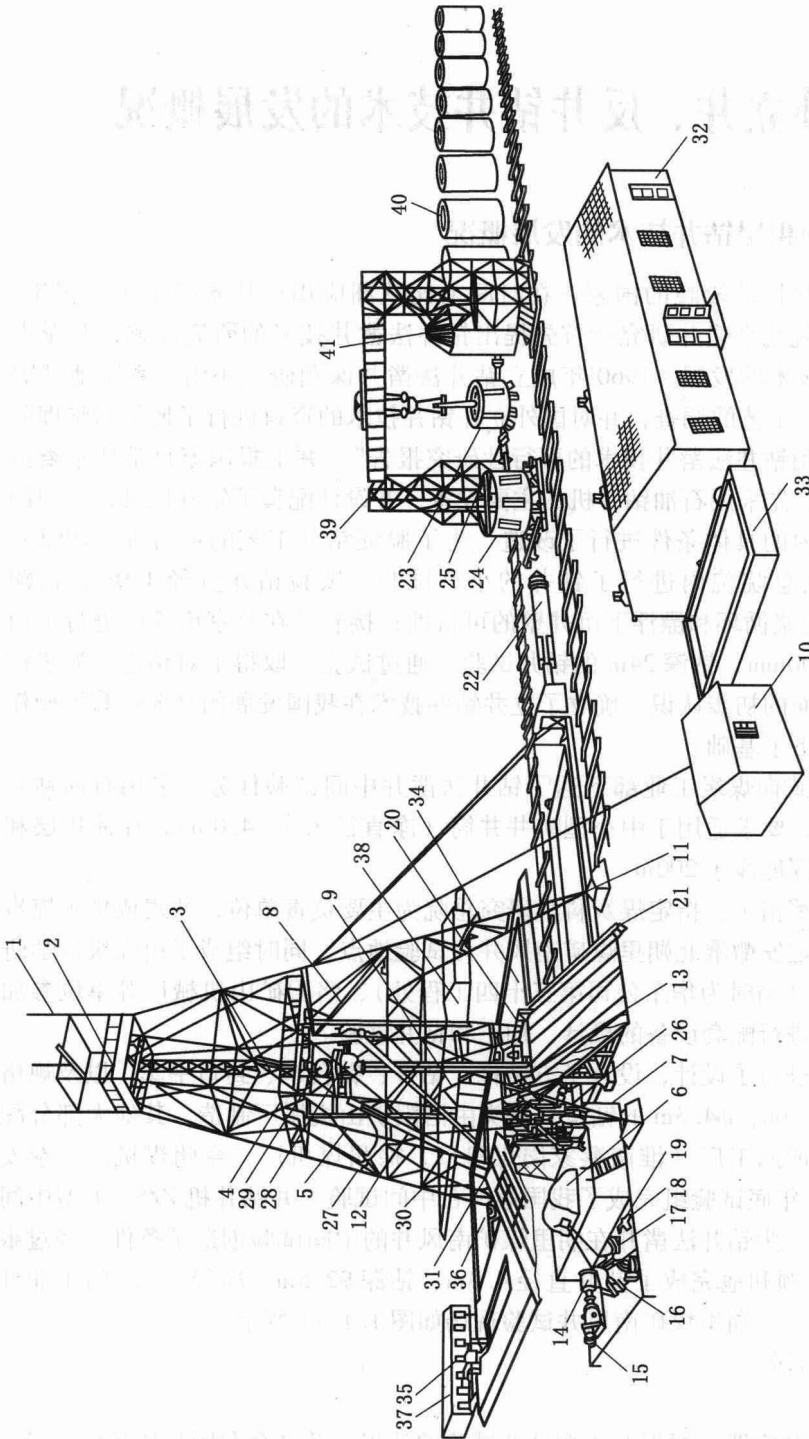
煤炭工业部根据科委指示，指定煤炭科学研究总院为主要负责单位，并责成华东煤炭公司承担试验任务，确定安徽淮北朔里煤矿南风井为试验地点，同时组成了由煤炭科学研究总院、特殊凿井公司（当时为华东公司第三十四工程处）、洛阳矿山机械厂等单位参加的试验组和领导小组，进行配套设备的设计、加工和钻井试验。

试验组对配套设备进行了设计，设计了方钻杆、钻杆、钻台车、封口平车，以及规格为  $\phi 1.0\text{m}$ 、 $\phi 2.5\text{m}$ 、 $\phi 3.5\text{m}$ 、 $\phi 4.3\text{m}$  的钻头。钻头由洛阳矿山机械厂制造，其他大部分配套件由华东地区煤炭部所属工厂（淮南蔡家岗煤机厂、徐州煤机厂、兖州煤机厂、泰安煤机厂等）承担。1968 年底试验组完成了我国第一台中间试验立井钻井机 ZZS-1 型中间试验钻井机的组装任务，为钻井法凿井在朔里煤矿南风井的中间试验创造了条件。经过艰苦努力，1969 年上半年顺利地完成了钻井直径 4.3m、钻深 92.5m、净径 3.5m 的工业性试验。我国第一口钻井——朔里煤矿南风井试验现场如图 1.1-1 所示。

### 1.1.1 钻井中间试验阶段

#### 1.1.1.1 钻井工艺

分析对比国内外钻井实践，根据对小型钻井试验的认识，并结合我国具体条件，通过讨论确定了钻井施工工艺：采用减压旋转钻井；机械破岩冲积层中用刮刀，岩层中用楔齿滚刀；分级扩孔，全断面破岩；自动进给；泥浆护壁；压气反循环洗井；现场预制钢筋混



第一个系统—提升(下放)钻具系统: 1—井架; 2—天车; 3—游车; 4—大钩; 5—钢丝绳; 6—绞车; 7—绞车基础; 8—摇臂吊; 9—吊笼; 10—小绞车房; 11—拉力传感器

第二个系统—钻进破岩系统: 12—方钻杆; 13—转盘; 14—直流发电机组; 15—激磁扩大机; 16—电动机; 17—减速器; 18—给进电动机; 19—测速发电机; 20—钻台; 21—钻杆; 22— $\phi 1.0\text{m}$ 起前钻头; 23— $\phi 2.5\text{m}$ 扩孔钻头; 24— $\phi 4.3\text{m}$ 扩孔钻头; 25—刀具; 26—封口平车

第三个系统—泥浆冲净化系统: 27—压风管; 28—三通; 29—水龙头; 30—排浆管; 31—泥浆泵房; 32—压风机房; 33—冷冲池; 34—泥浆池; 35—旋流器; 36—沉淀池; 37—泥浆搅拌机

第四个系统—井壁支护系统: 39—龙门吊车; 40—制作好的钢筋混凝土井壁筒; 41—起吊井壁用的吊帽

图 1.1-1 第一台 ZZS-1 型中间试验钻井机在朔里煤矿南风井的试验现场全景

凝土井壁筒；在泥浆中漂浮下沉预制井壁筒；壁后充填成井。

### 1.1.1.2 钻井设备

绞车、转盘、天车、游车、大钩、水龙头均为 ZJ-130 型石油钻机专用设备，但对其进行了配套与改造。绞车是 Y2-4-5 型，原为柴油机拖动，后改用交流电动机（功率 180kW）拖动，滚筒上钢丝绳最大拉力为 145kN。天车、游车的滑轮组为 5×6。大钩的最大提升能力为 1300kN。转盘为 Y7-520-2 型，最大通孔直径 520mm，原为柴油机拖动，后改用 100kW 直流发电机组拖动。转盘扭矩为 39.2kN·m。井架承载能力为 130t。超前钻头为  $\phi 1.0\text{m}$ ，扩孔钻头有  $\phi 2.5\text{m}$ ， $\phi 3.5\text{m}$  和  $\phi 4.3\text{m}$  三种规格。配套设计制造了方钻杆、钻杆、水龙头、三通、摇臂吊车、抱卡、内风管及混合器、钻台车及封口平车、刮刀和楔齿滚刀等。选用了减速箱、压风机、 $\phi 500\text{mm}$  旋流器和直线跳汰振动筛等。

### 1.1.1.3 钻井参数、洗井方式及支护形式

研究确定了钻井参数（钻压、转数和钻速）、泥浆参数（相对密度、黏度、失水量、稳定性、泥皮厚度等）和泥浆护壁原则；确定洗井方式为压风反循环、地面净化系统和泥浆的化学处理。对永久支护，确定了在现场预制钢筋混凝土井壁筒 [参照震动沉井井壁结构（管柱），井壁厚度为 180mm，混凝土强度为 C23，井壁筒之间的连接方式采用槽钢法兰盘]，在泥浆中漂浮下沉预制井壁筒，壁后充填成井的施工方案。

1966 年完成上述钻井施工方案后，试验组即开始了配套设备的设计、制造，泥浆处理的室内试验，以及井壁的设计、工业广场的布置等工作。1967~1968 年陆续完成了相关的准备工作。1968 年底完成了设备组装并进行了试运转。1969 年 1 月 1 日正式试钻，先钻超前孔  $\phi 1.0\text{m}$ ，之后逐次扩孔，于 6 月 13 日完成了试验，在中国首次实现钻井法凿井，填补了钻井法凿井在中国钻井史上的空白。

接着该机又在杨庄矿东二风井、陈庄铁矿副井等地继续扩大试验和施工。试验和施工结果表明：钻井法凿井机械化程度高，全部打井作业在地面上进行，劳动条件好，作业安全，井壁质量好。钻井不仅适用于流砂、黏土等松软土层，也适用于软岩层。

### 1.1.2 钻井技术进一步发展

由于钻井法凿井适应客观的需要，因此受到使用单位的欢迎，从而得到了迅速的推广。由钻凿风井推广到钻凿主、副井，由浅井到较深井筒，从 100m 逐步到 500m，600m，钻井直径由 4.3m 扩大到 9.3~10.8m，通过冲积层的厚度由 60 多米到 580m。到目前为止，已通过冲积层的钻井有 72 个，正在施工的 6 个，合计 78 个（表 1.1-1），钻井成为通过冲积层凿井的主要特殊凿井方法之一。钻井设备也不断增加，在类似中间试验钻井机 ZJS-1 型基础上，国内陆续又研制了 MZ-I 型、MZ-II 型和 YZ-1 型等数套钻井机。这些钻井机能力仍不能满足工程需要，故随即设计制造了专用钻井机，如 ND-1 型、SZ-9/700 型、BZ-1 型、红阳-I 型、红阳-II 型、QZ-3.5 型、AS-9/500 型、AS-12/800 型等。国产钻井机不但能钻凿深厚冲积层，也能钻凿岩石层，其中包括硬岩层，钻凿的深度为 300~600m 不等，钻井直径大部分小于 3.0m，这些钻机的主要机型有 9.2 型、9.2A 型、L-40 型等。表 1.1-2 为主要通过岩层、金属矿山的部分钻井统计。一些水电工程、桥梁工程、基础工程也钻凿了大量的基桩孔，这些井孔的钻凿均属于机械破岩的范围。钻井直径在 2.5m 以上的各类（有转盘式，多为动力头式）中型钻机有 18 种（表 1.1-3），采用这类钻机钻凿的工程孔最大钻井直径为 6.0m，深度为 400m。

表 1.1.1-1 主要通过冲积层的钻井井筒

序号	井筒名称	起止时间	岩性	钻进	支护	经验教训	钻机型号
1	朔里南风井	1969. 1. 1 ~ 1969. 6. 13	冲积层厚 64. 38m, 由砂层、黏土层组成, 岩层厚 28. 12m	一次超前, 三次扩孔; $\phi 1. 0m, \phi 2. 5m, \phi 3. 5m, \phi 4. 3m$ 。 钻井深 92. 5m, 全深钻井	成井净径 3. 5m, 深度为 90. 0m, 偏斜率 1. 69‰; 井壁 为钢筋混凝土结构, 厚度为 180mm, 混凝土强度等级为 C23	这是国内第一项煤矿钻井工程, 采用一次超前、多次扩孔、减压钻进、恒压进给、泥浆护壁、压气反循环洗井工艺。土层钻进采用刮刀, 岩层钻进采用楔齿滚刀, 地面预制井壁, 漂浮下沉, 壁后充填固井。该钻井工艺是可行的, 一直延续至今。壁后充填时, 井壁上浮 1m 左右	ZZS-1 (中间试验钻井机)
2	杨庄东二风井	1970. 5. 16 ~ 1970. 9. 8	冲积层厚 47. 24m, 岩层厚 34. 76m	一次超前, 分级扩孔, 钻井 深度为 82. 0m, 终孔直径 4. 3m, 全深钻井	成井净径 3. 5m, 深度为 81. 0m, 偏斜率 0. 77‰; 井壁 为钢筋混凝土结构, 厚度为 180mm, 混凝土强度等级为 C28	ZZS-1 型钻井机继续试验。壁后充填时, 井壁上浮	ZZS-1
3	卜弋桥主井	1970. 9. 27 ~ 1971. 6	冲积层厚 109. 26m, 主要是砂层, 岩层厚 8. 94m	一次超前, 分级扩孔, 终孔 直径 5. 5m, 钻深 118. 2m	成井净径 4. 5m, 深度为 118. 2m, 偏斜率 0. 85‰; 钢筋 混凝土井壁, 厚度为 250mm, 混凝土强度等级为 C33	这是 MZ-1 型钻井机 (常州钻井机) 第一次钻井, 也是在江苏省的第一个钻井工程	MZ-1
4	红阳一矿西风井	1971. 6. 21 ~ 1974. 10. 11	冲积层厚 102. 98m, 岩层厚 10. 55m	全断面一次钻进, 不分级行 星轮钻头, 钻井直径 6. 2m, 钻深 113. 53m	成井净径 5. 0m, 深度为 112. 78m, 偏斜率 0. 95‰; 钢 筋混凝土井壁, 厚度为 300mm, 混凝土强度等级为 C28 ~ C33	这是一次很有意义的试验, 也是中国独创的钻进工艺。破岩扭矩小, 刮刀 (或称刮刀) 有自洗能力, 可减少泥包钻头。钻具强度不够	红阳-I
5	林南仓风井	1971. 5. 29 ~ 1973. 8. 1	冲积层厚 154. 35m, 岩层厚 20. 15m	一次超前, 多次扩孔, 终孔 直径 5. 7m, 钻井深度为 174. 5m	成井净径 4. 5m, 深度为 174. 5m, 偏斜率 1. 75‰; 钢筋 混凝土井壁, 厚度为 300mm, 混凝土强度等级为 C33 ~ C43	这是天津钻井机在河北省钻凿的第一口钻井, 岩层涌水量大, 原计划全深钻井, 后因刀具不足改为冲积层钻井	MZ-II

表 1.1.1-1 (续)

序号	井筒名称	起止时间	岩性	钻进	支护	经验教训	钻机型号
6	导墅 主井	1971.9.30 ~ 1972.12.6	冲积层厚 92.90m, 岩层厚 7.45m	一次超前, 分级扩孔, 终孔 直径 5.1m, 钻深 100.35m	成井净径 4.0m, 深度为 100.35m, 偏斜率 1.66%; 钢 筋混凝土井壁, 厚度为 230mm, 混凝土强度等级为 C33		MZ-1
7	大屯 副井	1972.11.2 ~ 1974.9.2	冲积层厚 153.0m, 岩层厚 23.6m	钻进直径 2.5m, 5.7m, 7.4m, 钻井深度为 176.6m	成井净径 6.0m, 深度为 176.6m, 偏斜率 0.63%; 井壁 为钢筋混凝土结构, 厚度为 400mm, 混凝土强度等级为 C33 ~ C38	这是在大屯矿区钻凿的第一口井, 在施工 中钻头掉入井内, 用另一个钻头打捞时, 不 慎又掉下, 在此复杂情况下, 特请北海舰队 潜水员, 下井串绳打捞, 将钻头捞出	ND-1
8	导墅 副井	1973.3.8 ~ 1974.2.28	冲积层厚 92.9m, 岩层厚 6.17m	一次超前, 多次扩孔, 终孔 直径 5.05m, 钻井深度为 99.07m	成井净径 4.0m, 深度为 99.07m, 偏斜率 0.4%; 井壁 厚度为 230mm, 混凝土强度等 级为 C28		MZ-1
9	百善 东风 井	1974.9.1 ~ 1974.11.27	冲积层厚 138.8m, 岩层厚 33.50m	一次超前, 分级扩孔, 终孔 直径 4.4m, 全深钻井, 钻井 深度为 172.3m	成井净径 3.5m, 偏斜率 0.52%; 井壁厚度为 200mm, 混凝土强度等级为 C33		ZZS-1
10	弧山 北井 主井	1972.8.25 ~ 1976.1.3	冲积层厚 202.0m, 岩层厚 24.0m	分级扩孔, 钻井终孔直径 4.9m, 深度为 226.0m	成井净径 3.7m, 深度为 226.0m, 偏斜率 0.99%; 井壁 厚度 350mm, 混凝土强度等级 为 C23 ~ C38	这是靖江钻井机钻凿的第一口井	YZ-1
11	扬庄 西二 风井	1975.10.22 ~ 1975.12.5	冲积层厚 78.75m, 岩层厚 30.25m	一次超前, 分次扩孔, 终孔 直径 4.4m, 全深钻井, 深度 为 109.0m	成井净径 3.5m, 深度为 109.0m, 偏斜率 2.74%; 井壁 厚度 200mm, 混凝土强度等级 为 C28	成井速度达到 74.73m/月, 是钻井成井速 度最快的	ZZS-1

表 1.1-1 (续)

序号	井筒名称	起止时间	岩性	钻进	支护	经验教训	钻机型号
12	姚桥 西风 井	1975.12.26 ~ 1978.1.23	冲积层厚187.12m, 岩层厚37.5m	一次超前,分级扩孔,终孔 直径6.3m,全深钻井,深度 为224.62m	成井净径4.8m,深度为 224.62m,偏斜率0.83%;井 壁为钢筋混凝土结构,厚 400mm,混凝土强度等级为 C33~C38		ND-1
13	东庞 南风 井	1976.5.1 ~ 1979.7.25	冲积层厚165.25m, 岩层厚24.75m	终孔直径6.3m,全深钻井, 深度为190.0m	成井净径5.0m,深度为 190.0m,偏斜率0.84%;钢筋 混凝土井壁,壁厚300mm,混 凝土强度等级为C18~C43		MZ-II
14	弧山 北井 风井	1976.10.15 ~ 1977.1.29	冲积层厚205.5m	一次超前,分级扩孔钻进, 终孔直径4.1m	成井净径3.0m,偏斜率 1%;钢筋混凝土井壁,厚度 为300mm,混凝土强度等级为 C23~C38	未钻岩石,只在冲积层中钻井	YZ-1
15	临涣 西风 井	1976.10.31 ~ 1979.4.8	冲积层厚244.4m, 岩层厚64.20m	分次扩孔钻进,终孔直径 7.9m,全深钻井,深度为 308.6m	成井净径6.0m,深度为 308.60m,偏斜率0.53%;钢 筋混凝土井壁,厚度为 550mm,混凝土强度等级为 C38~C43	这是该型钻井机第一次工业性试验,获得 成功。由于壁后充填采用悬吊充填,充填质 量不好,井壁底被压坏,后经补注浆处理 好,详见6.4.7节	SZ-9/700
16	前岭 中央 风井	1978.2.6 ~ 1978.12.23	冲积层厚96.20m, 岩层厚45.08m	一次超前,分级扩孔钻进, 终孔直径土层中为4.7m,岩 层中为4.4m,全深钻井,深 度为141.28m	成井净径3.5m,成井深度 140.0m,偏斜率0.74%;钢筋 混凝土井壁,厚度为200mm, 混凝土强度等级为C28~C33		ZZS-1

表 1.1-1 (续)

序号	井筒名称	起止时间	岩性	钻进	支护	经验教训	钻机型号
17	临涣东风井	1978.6.1~ 1979.11.25	冲积层厚 214.5m, 岩层厚 25.5m, 为砂岩	钻进直径分别为 2.5m, 4.4m, 5.8m, 6.5m, 钻深 214.50m, 钻井偏斜率 0.14%, 全深钻井	成井净径 5.0m, 偏斜率 0.37%; 钢筋混凝土井壁, 厚 度 410mm, 混凝土强度等级为 C28~C48	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 采用龙门钻架式结构, 工艺合理, 操作方便, 转盘双电动机拖动, 适用于 200m 以内井筒钻进</li> <li>2. 进行井壁制作机械化试验, 改进了上料、搅拌、双层吊盘作业, 加快了速度</li> <li>3. 作了星轮式钻头试验, 最高速度达到 3.5m/h, 可减少扭矩 68.8%</li> <li>4. 试用低相对密度泥浆, 泥浆相对密度为 1.08~1.10, 自重沉淀好, 对抑制造浆有一定效果</li> <li>5. 泥包严重, 掏孔次数多, 增加了辅助时间</li> <li>6. 中心管断裂, 掉钻头, 打捞用了 4 个月时间</li> </ol>	BZ-1 型, 该机后来改造为 Z-1 型工程钻机, 1993 年曾为珠海市横琴大桥主桥墩钻灌注桩孔, 钻凿 18 个直径 3.0m 孔
18	马坡风井	1978.7.1~ 1979.11.30	冲积层厚 104.21m, 岩层厚 38.29m	一次超前, 分级扩孔, 终孔直径 5.1m, 全深钻井, 深度为 142.5m	成井净径 4.0m, 深度为 142.50m, 偏斜率 0.5%; 井壁厚度 300mm, 混凝土强度等级为 C23~C38		MZ-1
19	张双楼东风井	1978.10.15~ 1979.11.23	冲积层厚 252.20m, 岩层厚 53.85m	一次超前, 分级扩孔, 终孔直径 6.3m, 全深钻井, 深度为 306.05m	成井净径 4.7m, 深度为 306.0m, 偏斜率 0.08%; 钢筋混凝土井壁, 厚度为 500mm, 混凝土强度等级为 C33~C48		ND-1
20	弧山南井主井	1978.12.10~ 1980.7.10	冲积层厚 183.0m, 岩层厚 2.0m	一次超前, 分级扩孔, 钻进终孔直径 5.9m, 钻深 185.0m	成井净径 4.7m, 井深 185.0m; 井壁厚度为 330~380mm, 混凝土强度等级为 C28~C38		YZ-1



表 1.1-1 (续)

序号	井筒名称	起止时间	岩性	钻进	支护	经验教训	钻机型号
21	沈北 大桥 主井	1980.1.24~ 1980.10.18	冲积层厚 26.34m, 岩层厚 39.96m	一次全断面钻进, 直径 6.2m, 钻深 66.3m	成井净径 5.0m, 井深 66.0m, 偏斜率 2.0%; 井壁厚 度为 400mm, 混凝土强度等级 为 C33	在红阳-I 号钻机的基础上进行了改造, 钻具重心下调, 强度增加, 可钻部分软岩	红阳-II
22	百善 西风 井	1979.12.17~ 1980.10.11	冲积层厚 146.50m, 岩层厚 32.0m	全深钻井, 钻进分级扩孔, 终孔在土层中 $\phi 4.84m$ , 在岩 层中 $\phi 4.7m$ , 钻深 178.5m	成井净径 3.5m, 井深 178.5m, 偏斜率 1.35%; 井壁 厚度为 220mm, 混凝土强度等 级为 C28~C38		ZZS-1
23	董亭 副井	1979.10.1~ 1981.2.28	冲积层厚 229.30m, 岩层厚 70.7m	分次扩孔钻进, 终孔直径 8.8m, 钻深 300.0m	成井净径 6.8m, 深 300m, 偏斜率 0.57%; 井壁厚度为 600mm, 混凝土强度等级为 C28~C48	1. 进一步改善导向和刀具结构 2. 研制了防钻头掉井措施 3. 钻速又有所提高	SZ-9/700
24	孤山 南井 风井	1980.5.10~ 1982.1.12	冲积层厚 181.0m, 岩层厚 4.0m	分次扩孔钻进, 终孔直径 5.3m, 深度 185.0m	成井净径 4.0m, 偏斜率 0.11%; 井壁厚度 370mm, 混 凝土强度等级为 C23~C38		YZ-1
25	龙东 风井	1981.3.17~ 1982.3.2	冲积层厚 195.60m, 岩层厚 58.22m	分次扩孔钻进, 终孔钻进直 径 5.7m, 全深钻井, 钻井深 253.82m	成井净径 4.2m, 偏斜率 0.6%; 井壁厚度为 400mm, 混凝土强度等级为 C23~C38		ND-1
26	朱仙 庄南 风井	1981.7.1~ 1982.6.30	冲积层厚 248.46m, 岩层厚 52.0m	分次扩孔钻进, 终孔直径 6.3m, 全深钻井, 深度为 300.46m	成井净径 4.5m, 偏斜率 0.57%; 井壁厚度 450mm, 混 凝土强度等级为 C28~C48	第一次采用钢丝绳导向下放注浆管, 提高 了充填质量	SZ-9/700
27	南屯 南风 井	1978.5.19~ 1982.6.15	冲积层厚 82.0m, 岩层厚 28.0m	钻井直径 6.2m, 全深钻井, 井深 110m	成井净径 5.0m, 偏斜率 0.39%; 井壁厚度为 300mm, 混凝土强度等级为 C28~C48	这是国内首次采用潜入式(钻机在泥浆 中)钻井机。山东省煤炭系统研制	QZ-3.5