

水利水电工程勘探与岩土工程 施工技术

长江水利委员会三峡勘测研究院 编著



三峡水利枢纽工程



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

水利水电工程勘探与岩土工程 施工技术

长江水利委员会三峡勘测研究院 编著

主 编 郭守忠

副主编 李汉桥 石华国



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书由工程勘探与岩土工程机械、小口径钻探、大口径钻探、坑探工程、水文地质试验与岩土工程施工技术等部分组成。全书共 19 章,其内容丰富,理论与实践相结合,注重科学性与实用性的统一。集中反映了水利水电系统工程勘探与岩土工程施工技术的最新进展、发展动态。

本书可供水利水电系统从事工程勘探与岩土工程施工的技术人员和管理人员参考,并可作为大中专院校勘探与岩土工程等专业参考书。

图书在版编目(CIP)数据

水利水电工程勘探与岩土工程施工技术/郭守忠主编.北京:中国水利水电出版社,2002

ISBN 7-5084-0966-3

I. 水… II. 郭… III. ①水利工程—地质勘探—科技成果—中国 ②水力发电工程—工程地质勘探—科技成果—中国 ③水利工程:岩土工程—工程施工—科技成果—中国 ④水力发电工程:岩土工程—工程施工—科技成果—中国 IV. ①P641 ②TV223

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 096740 号

书 名	水利水电工程勘探与岩土工程施工技术
作 者	郭守忠 主编
出版、发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路 6 号 100044) 网址:www.waterpub.com.cn E-mail:sale@waterpub.com.cn 电话:(010)63202266(总机)、68331835(发行部)
经 售	全国各地新华书店
排 版	中国人民大学印刷厂
印 刷	北京市登峰印刷厂
规 格	787×1092 毫米 16 开本 30.5 印张 650 千字
版 次	2002 年 3 月第一版 2002 年 3 月北京第一次印刷
印 数	0001—2100 册
定 价	80.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

序 言

工程勘探是水利水电工程地质勘察的重要手段之一。通过勘探,可以为水利水电工程收集翔实可靠的工程地质资料和水文地质资料,为工程规划、设计和施工提供科学的依据,从而保证工程的安全运行。

改革开放 20 多年以来,随着科学技术和水利水电工程建设的蓬勃发展,特别是长江三峡、葛洲坝、二滩和黄河小浪底等大型水利枢纽工程的兴建,有力地促进了工程勘探和岩土工程施工技术的进步,勘探新技术、新设备、新工艺与新材料不断涌现。金刚石和绳索取芯钻进、液动冲击回转钻进和风动潜孔锤钻进等技术,在水利水电工程中的广泛应用,使钻进生产效率显著提高。单动双管钻具、三层管钻具、SD 系列金刚石取样钻具、岩芯定向钻具,可获得保持原状结构的岩芯,大大提高了钻探取芯取样质量。钻孔水文地质综合测试仪、钻孔水深测压仪、气压式和水压式封隔器,以及吕荣法压水试验的推广应用,提高了水文地质试验测试精度。大口径全断面钻进工艺,有效地提高了大口径钻井技术和工程质量。坑探机械、光面爆破锚喷支护等掘进技术的推广,改变了坑探工程技术落后的面貌。与此同时,岩土工程施工技术也不断得到发展,如 GIN 灌浆技术、高压喷射注浆法、桩基工程、防渗墙施工、预应力锚索与土层锚杆施工等先进技术得到了广泛应用,为工程勘探开辟了新的技术领域和广阔的应用前景。

《水利水电工程勘探与岩土工程施工技术》一书,比较全面地总结和介绍了改革开放 20 多年来水利水电勘测系统有关先进技术和经验。这些技术和经验是广大勘探技术人员和工人群众集体智慧的结晶。本书的出版,有利于工程勘探与岩土工程施工技术的不断发展,为国民经济和水利水电工程建设发挥积极作用。

中国工程院院士

郑守仁

2001 年 12 月

前 言

改革开放 20 多年以来,我国水利水电建设进入了空前繁荣时期,以三峡工程为代表的一大批大型和巨型工程相继兴建,中小型水利水电工程遍地开花。这种局面对水利水电勘探提出了更高的要求,造就了勘探新技术、新设备、新工艺不断涌现的时代。

为了更好地促进水利水电工程勘探和岩土工程施工技术的发展,我们总结了改革开放以来长江三峡、葛洲坝与清江隔河岩等大型水利枢纽工程有关先进技术和经验,同时广泛吸取水利水电勘测系统以及其他有关部门的先进技术和经验(其中较多的引用了长江科学院以及李月良、张承志、田守文、蒋振中、田伟、梅建火、吴耀权、韦华红、孙昕等同志的技术资料)编写成书。在此,我们对兄弟勘测单位表示衷心感谢。

本书内容包括:工程勘探与岩土工程机械、金刚石钻进、覆盖层钻进、水上钻探、深孔钻进、岩芯岩样的采取、水文地质试验、特殊孔钻进、钻孔冲洗液、钻孔护壁与堵漏、钻孔原位测试、大口径钻探、坑探技术、坝基岩石灌浆、高压喷射注浆法、桩基工程、防渗墙施工、锚固技术与潜孔锤钻进技术等,共计 19 章。该书覆盖领域比较广泛,并注意科学性与实用性的统一,可操作性较强,对水利水电工程勘探与岩土工程施工有重要指导作用和参考价值。

长江水利委员会综合勘测局和三峡勘测研究院领导,对本书的编写与出版给予高度重视与大力支持。原勘测总队范中贵总队长、三峡勘测研究院原院长梅应堂、院长滕建仁、综合勘测局副总工程师、三峡院总工程师薛果夫、副总工程师马代馨都非常关心,满作武副院长亲自指导该书的编写与印刷出版等事宜,三峡院技术处张同发处长也给以大力支持。这对于此书的编写与出版,是一个巨大的鼓舞和鞭策。

由于我们编写水平有限,书中不足和错误之处在所难免,我们真诚希望广大读者多提出宝贵意见,以便加以改进。

编 者

2001 年 12 月

目 录

序言

前言

第一章 工程勘探与岩土工程机械	1
第一节 小口径钻探机械.....	1
第二节 大口径钻探机械.....	5
第三节 坑探工程机械	10
第四节 岩土工程机械	11
第二章 金刚石钻进技术	17
第一节 金刚石钻进	18
第二节 绳索取心钻进技术	41
第三节 液动冲击回转钻进技术	54
第四节 针状硬质合金钻进	61
第三章 覆盖层钻进	67
第一节 砂卵石层金刚石钻进和取样技术	67
第二节 堤防钻探	79
第三节 封孔技术	87
第四章 水上钻探	93
第一节 概述	93
第二节 水上钻场的类型	94
第三节 钻探船的起抛锚工作.....	101
第四节 保护套管.....	105
第五节 水上钻探安全管理.....	108
第六节 水上钻探应用实例.....	109
第五章 深孔钻进	113
第一节 概述.....	113
第二节 机械设备和工具.....	113
第三节 钻进方法.....	114
第四节 压水试验与钻孔地下水长期观测.....	116
第五节 护壁堵漏.....	118
第六节 孔内事故的预防和处理.....	118
第七节 深孔钻进实例.....	123
第六章 岩心岩样的采取	126

第一节	概述	126
第二节	取心钻具及其操作方法	128
第三节	取样钻具及其操作方法	134
第四节	岩心岩样的采取应用实例	141
第七章	水文地质试验	144
第一节	钻孔压水试验	144
第二节	钻孔抽水试验	166
第三节	钻孔注水试验	175
第八章	特殊孔钻进	178
第一节	地应力测试	178
第二节	水平孔钻进	183
第三节	岩心定向技术	187
第四节	倒垂孔钻进	194
第九章	钻孔冲洗液	206
第一节	冲洗钻孔的目的和冲洗液的种类	206
第二节	泥浆冲洗液	208
第三节	乳状液与润滑冲洗液	213
第四节	金刚石钻进用润滑脂	215
第五节	压缩空气吹洗钻进	215
第六节	冲洗液应用实例	216
第十章	钻孔护壁与堵漏	219
第一节	套管护壁堵漏	219
第二节	水泥护壁堵漏	220
第三节	化学浆液护壁堵漏	228
第四节	护壁堵漏应用实例	229
第十一章	钻孔原位测试	232
第一节	动力触探试验	232
第二节	静力触探试验	236
第三节	旁压试验	240
第四节	十字板剪切试验	241
第五节	应用实例	243
第十二章	大口径钻探技术	245
第一节	概述	245
第二节	常用钻探设备	246
第三节	冲击钻进	247
第四节	回转钻进	251
第五节	洗井排渣与钻进止水	257

第十三章 坑探工程技术	265
第一节 概述.....	265
第二节 主要机械设备与工具.....	266
第三节 “新奥法”掘进技术.....	267
第四节 非电起爆技术.....	272
第五节 新型硬质合金钎头.....	276
第六节 乳化炸药.....	277
第七节 防止硅尘危害.....	279
第八节 光爆锚喷技术应用实例.....	279
第九节 河底平洞施工.....	285
第十四章 坝基岩石灌浆技术	289
第一节 坝基岩石灌浆基本要求.....	289
第二节 灌浆设备机具和灌浆材料.....	290
第三节 帷幕灌浆.....	292
第四节 超细水泥灌浆法.....	300
第五节 <i>GIN</i> 灌浆法	302
第六节 固结灌浆.....	314
第七节 三峡工程化学灌浆试验.....	320
第十五章 高压喷射注浆法	331
第一节 概述.....	331
第二节 施工程序.....	335
第三节 高喷技术参数和质量的控制.....	341
第四节 质量检查.....	343
第五节 高喷技术应用实例.....	345
第十六章 桩基工程	348
第一节 钻孔灌注桩.....	349
第二节 振冲碎石桩.....	359
第三节 振动沉管灌注桩.....	363
第四节 人工挖(扩)孔灌注桩.....	370
第五节 聚能爆破技术.....	375
第六节 树根桩.....	381
第七节 杨家槽滑坡锚桩施工.....	384
第十七章 防渗墙施工技术	392
第一节 混凝土防渗墙.....	392
第二节 射水法建造防渗墙.....	398
第三节 锯槽法建造防渗墙技术.....	404
第四节 深层搅拌防渗墙技术.....	409

第五节	粉体喷射搅拌法·····	417
第六节	液压抓斗开槽建造薄防渗墙·····	422
第七节	液压铣(开)槽机连续成墙技术·····	425
第八节	垂直铺塑防渗新技术·····	428
第九节	钢板桩防渗墙·····	430
第十八章	锚固技术·····	438
第一节	概述·····	438
第二节	预应力锚索技术·····	438
第三节	土层锚杆施工·····	451
第十九章	潜孔锤钻进·····	464
第一节	概述·····	464
第二节	潜孔锤的结构组成·····	466
第三节	潜孔锤钻进设备与工具·····	467
第四节	技术参数选择·····	468
第五节	钻进技术措施·····	469
第六节	潜孔锤跟套管钻进技术·····	471
第七节	潜孔锤钻进中存在的问题及解决措施·····	472
第八节	事故预防及处理·····	472
第九节	潜孔锤钻进应用实例·····	473
主要参考文献及资料 ·····		477
后记·····		479

第一章 工程勘探与岩土工程机械

新中国成立 50 年来,水利水电系统工程勘探与岩土工程施工技术的发展,推动了工程勘探与岩土工程机械的不断更新换代。1978 年改革开放以来,各种新技术、新设备、新工艺和新材料不断涌现,工程勘探的生产效率和岩土工程质量不断提高,为水利水电建设和国民经济发展做出了较大贡献。实践证明,科学技术是第一生产力,先进的工程勘探与岩土工程机械,对推动技术进步发挥了重大作用。

第一节 小口径钻探机械

一、引进和仿制国外钻机

新中国成立初期,水利水电系统主要采用从日本、美国和苏联引进的 150 型、300 型与 500 型旧式钻机,这些钻机大都是手把式钻机,立轴转速低、无变速装置、劳动强度大、安全性较差、钻进效率低,只能用于普通硬质合金和铁砂钻进等落后的钻探工艺。供水设备采用苏联的 100/30 型泥浆泵,体积笨重,搬迁不便。1956 年,张家口探矿机械厂成功仿造苏联 KA-2M-300 型和 KAM-500 型钻机及配套 100/30 型泥浆泵,曾在水利水电系统推广应用。

二、国产岩心钻机

20 世纪 60~70 年代,地质系统相继研制成功 XJ-100 型手把给进立轴式钻机和 XU-300 型、XU-600 型液压立轴式钻机,从此结束了岩心钻机引进和仿造的历史。水利水电系统广泛采用这些国产钻机。1970 年开始,小口径金刚石钻进技术,在我国得到了飞速发展。为满足生产的急需,地质系统首先将 XU 系列液压立轴式钻机进行改造。通过改变回转器的传动比,以提高立轴转速,但钻机性能仍不能满足新工艺的要求。为此,1974 年以后,地质部勘探技术研究所等单位联合研制开发 XY 系列金刚石高速钻机。这种钻机均为典型传统立轴式钻机结构,具有结构紧凑、传动链短、机械传动效率高、调速范围广、立轴导向性好、利于高速钻进、质量较轻、搬迁方便、三化程度高等优点。其性能指标已接近或局部超过国际同类钻机的水平,成为小口径金刚石钻探理想的机型。水利水电系统许多勘测单位广泛采用 XY 系列钻机,进一步推动了小口径金刚石钻探技术的发展。XY 系列钻机性能参数见表 1-1。

三、水利水电系统研制的岩心钻机

同期,水利电力部杭州钻机厂研制成功 SGZ- I 型液压立轴式钻机,后来改进为 SGZ- II 型液压立轴式高速钻机,在水利水电系统推广应用。1976 年,长委会三峡区勘

测大队研制成功 ZHP-200-Ⅰ型转盘式金刚石钻机，在三峡坝址推广应用，取得较好效果。1978年，东北勘测设计院勘测公司经过多年努力，先后研究开发 50 型车装自行液压给进工程钻机、具有大通孔转盘的 DK-Ⅰ型钻机、长行程液压给进的 DK300-3A 型钻机。其中 DK300-3A 型钻机已成为该院的骨干钻机，适用于岩心钻探、基础灌浆、水井钻凿、通风排水、混凝土浇筑等多种钻进作业。

表 1-1 XY 系列岩心钻机主要技术参数表

型 号	XY-1	XY-1A		XY-2		XY-3		XY-4	
最大孔深(m)	100	100	180	320	530	600		1000	700
钻杆直径(mm)	42	42	43	50	42	50	53	42	50
立轴转速(r/min)	142~570	160~1035		65~1172		170~1100		101~1191	
档 数	3	5		8		6		8	
给进行程(mm)	450	450		600		600		600	
卷扬机最大提升力(kN)	9.8	10.8		29.4		36.8		29.4	
驱动功率(kW)	7.5	9.7		22 24.6		30		30 37	
生产单位	北京探矿机械厂 衡阳探矿机械厂	北京探矿机械厂		重庆探矿机械厂		北京探矿机械厂		无锡探矿机械厂 西北探矿机械厂	

1. DK300-3A 型钻机主要技术特点

- (1) 长行程给进。设计给进行程为 1000、2000mm 两种规格。
- (2) 变速范围大。回转器正转变速数有 9 速，低速为 49r/min，高速为 1130r/min，变速比达 23，该指标在国内外岩心钻机中是先进的。反转变速数有 3 速。
- (3) 液压起落桅杆代替钻塔。采用液压起落折叠式桅杆，使桅杆钻架与钻机设计成为一个整体，缩短了搬迁安装的时间。
- (4) 钻机的可拆性能好。分解质量为 180~380kg，用人力搬运。安装速度快，能保证安装质量。适应野外安全搬运。
- (5) 回转器采用转盘结构。通孔直径大，可通过 $\phi 110\text{mm}$ 的钻具。钻进较大口径时，转盘可让出孔口。反转时可用机械拧卸钻杆及套管。
- (6) 结构紧凑，手柄集中，液压给进，操作方便，占用场地面积小，可节省资金。

2. DK300-3A 型钻机主要技术规格

- (1) 最大开孔直径：219mm
- (2) 终孔直径：59mm
- (3) 钻孔深度：300mm
- (4) 钻杆直径：54mm
- (5) 钻孔角度：90°
- (6) 回转器（转盘）转数：正速 49~1130r/min，反转 28~340r/min
- (7) 回转器通孔直径：114mm
- (8) 给进方式：液压长油缸

- (9) 给进压力: 27.2kN
- (10) 给进提升力: 40kN
- (11) 卷扬机起重能力: 15kN
- (12) 柴油机功率: 495G50HP
- (13) 钻机质量: 1.8t

该钻机已进入国外(伊朗)市场。

四、工程勘察钻机

80年代,地质部勘探技术研究所与无锡探矿机械总厂合作开发研制成功G-2、G-2A型机械动力头式工程钻机,达到当时的国际水平。这种钻机在水利水电系统也得到推广应用。

1. G-2型工程勘察钻机的技术特点及技术参数

(1) 首创我国開箱式、大通孔机械动力头结构,其行程可达3.4m,长行程有利于提高钻孔垂直度,提高钻探质量和钻进效率,实现升降工序机械化。

(2) 转速范围宽、档数多。钻机转速17~227r/min,有正、反8档,低速扭矩大。

(3) 钻机功能多。具有回转、冲击、振动、静压取土等功能,并可组合使用。回转加压联动钻进,回转振动跟管钻进,冲击回转加压跟管钻进,冲击振动跟管钻进等多种复合功能。

(4) 钻塔为折叠式桅杆,与钻机联成一体。桅杆立放借助油缸的推拉作用进行,操作方便。

(5) 配有不同激振力的大通孔液压驱动振动器,起下套管方便、省力,增强处理事故的能力。

G-2型钻机主要技术参数:孔径150~400mm,孔深50m,输出转速17~227r/min(正反8速),动力头行程为3.4m,最大加压力20kN,最大起拔力25kN,振动器激振力15kN,卷扬能力30kN。

2. G-2A型钻机主要技术参数

孔径110~150mm,孔深50~15m,转速18~221r/min(正反8速),动力头行程1.5m,最大加压力20kN,最大提升力35kN,振动器激振力15kN,卷扬能力15kN。这种工程钻机在水利水电系统广泛应用。

五、泥浆泵

泥浆泵是地质岩心钻探、水文水井与工程地质岩心钻探重要的配套设备之一。通过泥浆泵向钻孔内输送冲洗液,以实现洗孔、护壁、堵漏、润滑钻具、冷却钻头、排除岩粉、达到安全高效钻进的目的。

1978年以来,地矿部门在泥浆泵、砂石泵、射流泵系列产品研制开发上取得很大成效,取得一批综合技术性能居国内领先水平的优秀科技成果,在水利水电系统得到广泛应用。岩心钻探用泥浆泵系列产品见表1-2。

表 1-2

岩心钻探用泥浆泵系列产品

序号	型 号	流量(L/min)	压力(MPa)	功率(kW)	成 果 提 供 单 位
1	SNB-90	23~90	5~2.5	5.5	中国地质科学院勘探技术研究所、北京探矿机械厂
2	BW-100	60~100	3~1.5	5.5	中国地质科学院勘探技术研究所、衡阳江南农药药械厂
3	BW-150	32~150	7~1.8	7.5	中国地质科学院勘探技术研究所、衡阳探矿机械厂
4	WX-200	125~200	6~4	17	中国地质科学院勘探技术研究所、无锡探矿机械厂
5	BW-200	102~200	8~5	30	衡阳探矿机械厂
6	BW-250	52~250	6~2.5	17	衡阳探矿机械厂
7	BW-300	75~300	10~4	30	中国地质科学院勘探技术研究所、张家口探矿机械厂
8	BW-320	118~320	7.8~3.9	30	衡阳探矿机械厂
9	BW-400	190~400	7~4	37	衡阳探矿机械厂、勘探技术研究所

新研制的泥浆泵系列产品具有以下特点：

(1) 采用多档机械变速装置，能实现多级变量，取消三通水门调节流量，能更好地满足多种钻探工艺的要求，扩大了应用范围。

(2) 在结构上采用小缸径、短行程、高冲次等国内外先进新思路，实现了轻便化。野外搬迁便利，深受用户好评。

(3) 活塞与柱塞盘根采用自封式结构与 S 型聚胺脂橡胶加尼龙靠背。缸套选用工程陶瓷 Si_3N_4 或双金属，柱塞外表镀铬或热喷涂粉末冶金硬化层，大大提高了易损件寿命。

(4) 连杆大头轴瓦采用 SF-1 型三层复合自润滑材料制成的无润滑轴瓦。连杆大头采用分离式带保持架的滚针轴承，大大提高了动力箱的运动平稳性，并降低了温升，保证泵在高压工况下持续运转。

六、电力驱动钻机*

自从全国岩心钻探大力推广小口径金刚石钻进新技术以来，由于用柴油机驱动钻机，功率、扭矩、转速难以发挥新工艺的技术优势，阻碍了钻探技术发展。1976 年辽宁、吉林两省地质局开始试用以移动式柴油发电机的电源车驱动钻机、泥浆泵等钻探机械，从而取得了较好的技术、经济效果。1980 年，地质部在吉林省通化市召开了电力驱动的全局现场会议。现场会后，在地质部系统加快了电气化步伐，大力开展发电机的技术改造。有些地质局在 1983 年基本上实现了岩心钻机的电力驱动，水利水电系统一些勘测单位也开始采用电力驱动。

1. 电力驱动钻机的优越性

电力驱动钻机的实践证明，钻探效率有较大提高；设备故障时间大大减少；成本

* 崔启坤. 关于钻机实现电力驱动后经济技术效益的探讨. 长江委三峡勘测研究院勘探技术经验汇编, 1996, 377~378.

大幅度下降；延长了设备使用寿命和检修间隔期；维修费用下降。同时改善了工人的劳动条件，有利于实现文明生产，为实现钻探科学化、现代化奠定了有利的基础。

新疆地矿局六大队推广电力驱动后，绳索取心钻探效率提高 1/3，每米耗油量降低 1/3，成本大幅度下降。

2. 小型发电机组的选型*

50~200kW 的小型发电机组，大约有 4 种形式：①T₂S 三次谐波发电机；②TZH 自激恒压发电机；③T₂W₂ 或 TFDW 型无刷交流发电机；④72 系列背负式发电机。其优缺点见表 1-3。

表 1-3 4 种型号发电机优缺点比较表

发电机型号 性能	T ₂ S	TZH	T ₂ W ₂	72 系列
起动力性能	可直接按起动本身容量的电动机	起动本身容量 70% 的电动机	直接起动本身容量 50% 的电动机	起动本身容量 30% 的电动机
波形	畸变大,不易并车	畸变小于 5%	畸变小于 5%	畸变小于 3%
调压率	加电压调节器 3%	自调 3% 加调压器 2%	可达 1%	5%
效率(%)	86	90	88	80
可靠性	故障稍多	可靠	正常使用,不出故障	故障多
质量	轻	较重	中	重

T₂S 系列发电机是近十几年发展起来的较新型的发电机，国内大部分厂家都能生产。TZH 发电机为定型名牌产品，兰州电机厂、福州电机厂均有批量生产。T₂W₂ 无刷发电机是由国外引进、国内各发电设备厂（无锡、上海柴油机厂，柳州、东风、兰州发电机厂）都能生产。

第二节 大口径钻探机械

大口径钻探机械包括水文水井钻机、大直径桩孔钻机和防渗墙施工钻机等多种型式。地矿系统自 1967 年起，特别是改革开放以来，在吸收国外产品技术的基础上，结合我国实际情况，研究开发出型式多样、能进行多种工艺钻进的、钻进深度从 150~2000m 的水文水井钻机系列产品，完全满足了施工需要，并有少量出口。80 年代初，为满足桩基工程施工的需要，地矿系统各探矿机械厂和有关研究所、院校先后联合或单独研制各种类型的桩基工程施工钻机，满足了市场需求，促进了技术进步。水利水电系统也广泛采用有关型式的大口径钻机。

* 陈元华，野外单机电站发电机型式探讨，长江委三峡勘测研究院勘探技术经验汇编，1996；381~382。

一、水文水井钻机

1. 水文水井系列钻机结构特点和创新点

(1) 广泛采用液压技术,用两个油缸起落钻架;用4个液压千斤顶稳定机身;用两个长油缸实现加减压钻进;液压卸管机用两个油缸控制井口板开合,用一个油缸卸开锁接头第一扣。

(2) 红星400型钻机采用矩形钢管为截面的“∩”形井架。这种井架受力合理,使用方便。

(3) 在SPC-600R型钻机上采用折叠式井架,避免汽车前桥过载,使钻车行驶平稳。

(4) 加压水龙头具有纵向、横向两个自由度,钻进导向性好,可使两根给进链条受力均匀。

(5) 采用长油缸、钢丝绳链条行程倍增的给进机构。给进行程长,钻进效率高。

2. 水文水井钻机主要技术参数

水文水井钻机主要技术参数见表1-4。

表 1-4 水文水井钻机技术参数表

型 号		SPJ-300 (SPJ-300T)	SPS-600	红星 400 *	
参 数					
钻杆直径(mm)		89	89	89	114
钻井深度(m)		300	600	600	400
转盘通孔直径(mm)		500	650	650	
转盘转速(r/min)	正	40、70、128	32、53、83、153	22、59、86、126	
	反	40、70、128		22	
主卷扬机单绳起重力(kN)		30	40	30	
钻塔形式		A 型	A 型	II 型	
钻塔最大负荷(kN)		240	360	250	
机型		转盘	转盘	转盘	
功率(kW)		58.8	75×2	37	
研制单位		上海探矿机械厂 地质机械仪器研究设计院 保定水文队	上海探矿机械厂 中国地质科学院 勘探技术研究所	郑州勘察机械厂 中国地质科学院 勘探技术研究所 陕西、华北勘察院	

* 红星400型钻机装载形式为半拖挂,其余钻机为散装。

二、大直径桩孔(含防渗墙施工)钻机

1. GPS系列工程施工钻机

该系列为转盘工程钻机,可采用正、反循环钻进施工,孔径0.5~3m,最大孔深可达100m。其中GPS-15型钻机是国内工程施工使用最多的一种钻机,并已投入国际

市场。这种钻机结构形式、功能参数、操作维修、价格等均符合目前国情，深受用户欢迎。国内相继开发此类钻机的厂家多达数十家。

2. GJD-1500 型工程施工钻机

该钻机是国内第一台机械动力头式施工钻机，具有回转、冲击、回转冲击功能，能进行正、反循环钻进，以适应土层、基岩、卵砾石等不同地层钻进工艺的需要。钻深 80m，最大孔径 2m。钻机采用机械传动的动力头，并在动力头上设置液压冲击机构，使其具有上述三种功能。配有液压操纵的起下钻装置和移摆管装置，实现起下钻、移摆管平行作业的机械化；采用纵横液压步履机构，现场移位、对孔位方便。该钻机由勘探技术研究所和张家口探矿机械厂联合研制，整机技术水平为 20 世纪 80 年代初期国际水平，钻机获地质矿产部科技成果一等奖。

3. 冲击反循环工程施工钻机

这类钻机是为提高卵砾石、硬岩的钻进效率而研制开发的新型钻机，用双绳提放中空式冲击钻头进行冲击和放绳，通过钻头中心排渣管进行泵吸反循环排渣，减少孔底岩渣二次破碎，其技术关键是双绳提锤的同步。首先在中国地质大学（北京）和张家口探矿机械厂共同研制的 GCF-1500 型冲击反循环钻机中采用差速机构得以解决。钻机冲击机构使用离合器实现提放锤进行冲击，采用砂石泵进行反循环排渣。该钻机在长江三峡二期围堰等工程中使用，取得较好效果，与 CZ 型冲击钻机相比，钻效明显提高。

目前，国内钻孔灌注桩施工，绝大部分采用正、反循环作业的回转钻进方式和冲击钻进方式的钻机。这两类钻机结构简单，性能可靠，维修简便，价格低廉，深受用户欢迎。

4. 大直径桩孔钻机主要技术参数

(1) 转盘式工程钻机主要技术参数见表 1-5。

表 1-5 转盘式工程钻机主要技术参数

型 号	GPS-10	GPSF-10	GPS-15	GPS-25	GPS-30	GPF-1500	GPF-2000	GJC-40HF
钻孔深度(m)	50	50	50	100	100	40	45	40
钻孔最大直径(mm)	1000	1000	1500	2500	3000	1500	2000	1500
转盘转速(r/min)	47、83、149	24、42、75	13、23、42	6、11、20	8、14、26	18、40、51 86、137	14、25、40 67、100	20~62
转盘扭矩(kN·m)	6	9	18	30	30	20	20	13.6
主卷扬机能力 (单绳)(kN)	30	30	30	30	30	25	30	30
钻机功率(kW)	37	20~30	30	37	37	45	37+7.5	160HP (汽车动力)
钻机质量(t)	5.3	5.5	8	28.8	22	8.2	9	
生产厂家	上海探矿机械厂					张家口探矿机械厂		天津探矿 机械厂

(2) 动力头式工程钻机主要技术参数见表 1-6。

表 1-6 动力头式工程钻机主要技术参数

型 号	GQ-12	GQ-18	GMD-25	QG-80	GJD-12	GJD-1500
钻孔深度(m)	40	50	50	40	50	50
钻孔最大直径(mm)	1200	1800	2500~3000	800	1200	1500~2000
动力头转速(r/min)	21,38,55,80	13,25,35,55	10,17,30,52	33,64,118,163	16,32,58	6.3,14,30
动力头扭矩(kN·m)	12.4	26	45	5.8	16.5	40
动力头最大提升力(kN)	80	120	150		120	392
动力头最大给进行程(mm)	900	880	900	1000	2500	2500
钻机功率(kW)	30	37	45	22	30	30×2
钻机质量(t)	4	6	9	3.5	15	21
生产厂家	黄海机械厂,西北探矿机械厂			重庆探矿 机械厂	上海探矿 机械厂	张家口探 矿机械厂

(3) 冲击反循环工程钻机主要技术参数见表 1-7。

表 1-7 冲击反循环钻机主要技术参数表

型 号	CJF-20	CJF-12	GCF-1500
钻孔深度(m)	80	50	40
钻孔直径(mm)	0.8~2	0.8~1.2	0.8~1.5
额定钻头质量(t)	4	2.5	3
连杆冲击行程(m)	0.65,1,1.35	1	
连杆冲击频率(次/min)	46,36	40	
卷扬机冲击行程(m)	1.5~3		0.5~3
卷扬机冲击频率(次/min)	10~20		
主卷扬机提升能力(kN)	50	30	40
钻塔高度(m)	8.2	8	8.5
钻机功率(kW)	75	37	37~45
主机质量(t)	18	13	8.2
生产厂家	山东探矿机械厂		张家口探矿机械厂

(4) CFZ-1500 型冲击反循环钻机* 该钻机是一种采用曲柄摇杆冲击机构、单绳牵引钻具、泵吸反循环连续排渣的新型钻机。这种型式的钻机在国内外均无先例。铁道建设研究设计院和铁道部第十五工程局合作,于 1993 年完成了设计和研制,1994 年初进行试验和应用,取得良好效果。该机主要由钻架、底盘、传动机构、冲击机构、升降机构、井底钻具、排渣系统、电气控制系统所组成,其主要技术性能参数如下:

* 胡定成等. CFZ-1500 型冲击反循环钻机及其在漂卵石地层中的应用. 大口径工程井(创刊). 1994: 36~37, 109.