

# CBQ-30A型轻便取样钻机的研制与应用

朱慧, 赵彦军, 刘志, 李勇前, 蔡周

(长沙探矿机械厂, 湖南长沙410100)

**摘要:**为解决特殊浅覆盖地层取样难题,有针对性地研制了CBQ-30A型轻便取样钻机。介绍了CBQ-30A型轻便取样钻机的各主要模块结构:轻巧型动力机、闸块式离合器、自主专利换挡机构、简化式水龙头和便拆式传动机构。该款钻机已通过多地生产性验证,基本满足了绿色勘查的需求,对浅层取样钻探技术推广有较好的促进作用。

**关键词:**取样钻机;轻便型;模块化;绿色勘探

**中图分类号:**P634.3<sup>+1</sup> **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2019)08-0089-06

## Development and application of CBQ-30A portable sampling drilling rig

ZHU Hui, ZHAO Yanjun, LIU Zhi, LI Yongqian, CAI Zhou

(Changsha Exploration Machinery Factory, Changsha Hunan 410100, China)

**Abstract:** In order to solve the sampling problem in special shallow overburden formation, the CBQ-30A portable sampling drill was developed. This paper introduces the main modular components of CBQ-30A in turn: lightweight power engine, brake block clutch, gear shifting mechanism with the independent patent, simplified swivel and quick-disconnect transmission mechanism. This rig has been verified by production trials in many fields, which basically meets the needs of green exploration, and has a good effect on the promotion of shallow sampling technology.

**Key words:** sampling rig; portable; modular; green exploration

## 0 引言

CBQ-20型背包式取样钻机,整机轻便,适用于各种浅层地质调查,能实现“以钻代槽”<sup>[1]</sup>。通过走访客户了解到该钻机存在以下缺点:(1)钻具口径较小,不能与常规钻具通用,需要专门定制;(2)取样直径偏小,不满足样品化验要求;(3)无辅助加压结构,单人作业劳动强度大;(4)受限于设备自身钻进能力,钻进深度有限。长沙探矿机械厂原畅销机型WTY-30,虽钻探能力优于CBQ-20型钻机,但整体偏笨重、各部件拆解性差。

为贯彻落实地质勘查“十三五”发展规划,开展绿色勘探实践<sup>[2]</sup>,大力推广浅层取样钻探技术,解决特殊浅覆盖地层取样难题,满足当下地质调查、填图等系列业务对新型轻便、高效取样换代装备新需求<sup>[3-13]</sup>,针对以上两款机型的优缺点,长沙探矿机械厂于2017年研制成功了CBQ-30型便携式取样钻机,并于同年将第一代试制样机进行升级优化,升级后产品型号确定为CBQ-30A型(见图1)。相较

CBQ-30型取样钻机,CBQ-30A机型便捷性得到了明显的改善。



图1 CBQ-30A型轻便取样钻机  
Fig.1 CBQ-30A portable sampling rig

## 1 CBQ-30A型轻便钻机的研制思路

(1)根据勘查取样目标及深度要求,并参照

收稿日期:2018-11-23; 修回日期:2019-05-09 DOI:10.12143/j.tkgc.2019.08.014

作者简介:朱慧,女,汉族,1987年生,工程师,机械设计专业,硕士,从事钻探机械的研发工作,湖南省长沙市星沙经济技术开发区盼盼路5号, zhuhuikl@126.com。

引用格式:朱慧,赵彦军,刘志,等.CBQ-30A型轻便取样钻机的研制与应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2019,46(8):89-94.

ZHU Hui, ZHAO Yanjun, LIU Zhi, et al. Development and application of CBQ-30A portable sampling drilling rig[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2019,46(8):89-94

WTY-30型钻机,确定新机型钻进深度、扭矩、转速、给进行程等主要技术参数以及配套钻进钻具。

(2)在满足取样钻进能力的前提下,重点实现设备小型轻便化,优化各部分结构。选择轻巧型动力机、小型水泵,主要功能性结构设计侧重拆装方便快捷。

(3)考虑野外地质勘查环境,减少零部件种类和易损件的数量,按功能分解设计模块,降低生产和施工成本<sup>[4]</sup>。

## 2 CBQ-30A型轻便钻机的主要结构

CBQ-30A型轻便取样钻机主要由动力机、离合器、变速箱、水龙头及传动机构组成。其主要技术参数为:

- 名义深度:30 m(Ø75 mm);
- 钻杆规格:Ø33.5 mm×750 mm;
- 最大扭矩:120 N·m;
- 转速:200、500、800 r/min;
- 给进行程:1.2 m;
- 最大加压力:10 kN;
- 手轮加压比:22:1;
- 动力机功率:3.2 kW;
- 钻机质量:120 kg;
- 钻机尺寸(长×宽×高):1306 mm×608 mm×2788 mm;
- 水泵流量:40 L/min;
- 水泵压力:3 MPa;
- 水泵质量:25 kg;
- 水泵功率:4 kW。

### 2.1 动力机选型

国内背包式钻机常采用二冲程汽油发动机,在实际应用过程中,随着钻进深入,钻具与孔壁之间摩擦力逐渐加大,钻进深度>5 m时,会出现钻进乏力的情况,影响施工效率,甚至导致卡钻<sup>[14]</sup>。

通过调研对比各品牌和型号汽油机,选用进口HONDA GXV160型汽油机。该汽油机型式为单缸、四冲程、强制空气冷却,净重15.5 kg,功率3.2 kW,最高转速3600 r/min,最大扭矩9.6 N·m时,转速为2500 r/min。具有质量轻、容易启动、操作方便省力等优点,符合CBQ-30A型便携式取样钻机设计的要求。

### 2.2 离合器设计

根据CBQ-30A型轻便取样钻机使用工况条件,要求离合器拆装方便、质量轻,能实现过载保护,避免加接或拆卸钻杆时停机<sup>[4]</sup>,选用离心离合器带弹簧闸块式,其受力分析如图2所示。该离合器的离心体是闸块,启动开始靠弹簧作用,闸块不与壳体接触。当动力机输出轴达到预定转速 $n_0$ 时,闸块有效离心力 $Q$ 超过弹簧力 $T$ ,闸块开始与壳体逐步接合传递转矩 $T_c$ 。相关参数理论计算<sup>[15]</sup>如下。

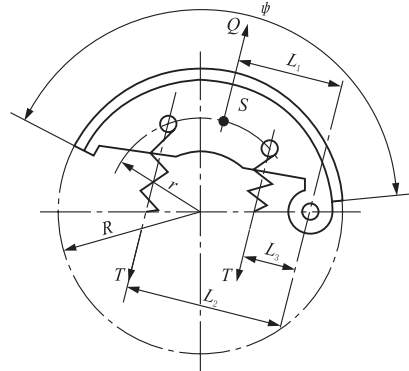


图2 带弹簧闸块式拉簧受力示意图

Fig.2 Force diagram of tension spring with spring brake blocks

(1)计算转矩:

$$T_c = \beta T_i \quad (1)$$

式中: $T_c$ ——转矩, N·cm; $\beta$ ——工作储备系数,一般取 $\beta = 1.5 \sim 2$ ;  $T_i$ ——需传递的转矩, N·cm。

(2)传递扭矩所需离心力:

$$Q_j = T_c / (R\mu z) \quad (2)$$

式中: $Q_j$ ——传递扭矩所需的离心力, N;  $R$ ——闸块外半径, cm;  $\mu$ ——摩擦面材料摩擦因数;  $z$ ——闸块数量。

(3)闸块有效离心力:

$$Q = \frac{mr\pi^2(n^2 - n_0^2)}{90000} \geq Q_j \quad (3)$$

式中: $Q$ ——离心力, N;  $m$ ——单个闸块质量, kg;  $r$ ——闸块质心 $S$ 所处半径, cm;  $n$ ——正常工作转速, r/min;  $n_0$ ——开始接合转速, r/min, 一般取 $n_0 = (0.7 \sim 0.8)n$ 。

(4)摩擦面压强:

$$p = T_c / (R^2 b \varphi \mu z) \leq p_p \quad (4)$$

式中: $p$ ——摩擦面压强, N/cm<sup>2</sup>;  $R$ ——壳体内半径, 即闸块摩擦半径, cm;  $b$ ——闸块宽度, cm;  $\varphi$ ——闸块所对角度, (°);  $\mu$ ——摩擦面材料摩擦因数;  $p_p$ ——摩擦面许用压强, N/cm<sup>2</sup>。

(5)预定弹簧力:

$$T = \frac{L_1 m r \pi^2 n_0^2}{(L_2 + L_3) 90000} \quad (5)$$

式中:  $T$ ——预定弹簧力, N;  $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$ ——长度(详见图 2), cm。

通过上述理论验算, 获得计算扭矩  $T_c = 1425 \text{ N} \cdot \text{cm}$ , 传递扭矩所需离心力  $Q_j = 489.69 \text{ N}$ , 闸块有效离心力  $Q = 1159.49 \text{ N}$ , 摩擦面压强  $p = 0.346 \text{ N/cm}^2$ , 预定弹簧力  $T = 499.37 \text{ N}$ 。满足预期设计要求, 离合器结构见图 3。实际测得, 当动力机怠速为  $1000 \text{ r/min}$  时, 处于离合状态; 逐步调大油门, 提高转速至  $1700 \text{ r/min}$  时, 闸块与壳体运动同步, 可完全接合传递扭矩。

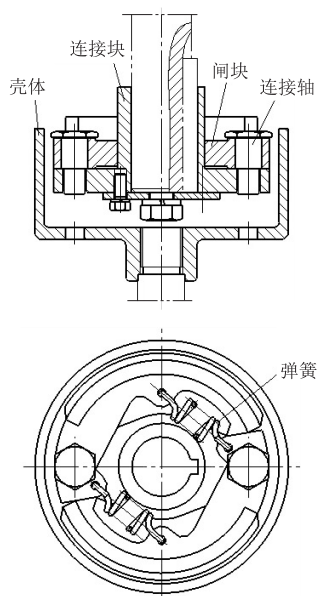


图 3 离合器结构

Fig.3 The structure of the clutch

### 2.3 变速箱设计

为了满足多数浅覆盖层施工工艺要求, 设计变速箱输出 3 挡转速:  $200$ 、 $500$ 、 $800 \text{ r/min}$ 。国内同类钻机变速箱, 通常需要更换第一级减速齿轮, 才能实现高低两种速度的转化<sup>[6]</sup>。CBQ-30A 型便携式取样钻机的变速箱(见图 4)设计采用两级齿轮变速, 同时沿用自主专利结构换挡机构, 通过手动轻松实现三挡变速。该换挡机构可避免三联齿轮挤压和换挡拨块磨损, 防止跳挡, 保证换挡可靠。变速箱体外壳选用铸铝 ZL104, 具有整体结构紧凑, 强度高、体积小、质量轻等优点, 尤其适合野外地质调查工作的需求。

### 2.4 水龙头设计及水泵选用

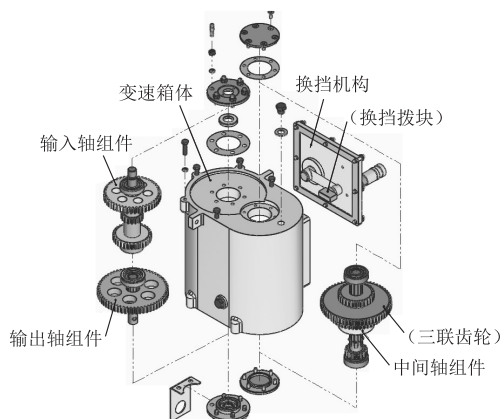


图 4 变速箱结构

Fig.4 The structure of the gearbox

常规水龙头试钻时, 由于冲洗液掺杂沙粒, 结构内 O 形密封圈易形成环道磨损间隙, 导致漏水。CBQ-30A 型便携式取样钻机改用 Y 形橡胶密封圈, 优化后结构(见图 5)简单、密封可靠。

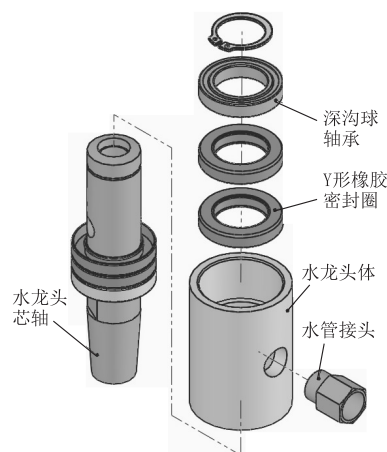


图 5 水龙头结构

Fig.5 The structure of the swivel

该水龙头结构包含水龙头芯轴、水龙头体和水管接头。水龙头芯轴连通变速箱输出轴, 传递扭矩, 贯穿水龙头体。水龙头体内部两端成对装配带防尘盖深沟球轴承, 实现水龙头芯轴和水龙头体相对运动。水龙头体外壁安装水管接头, 连通水龙头芯轴内孔, 配合两组 Y 形橡胶密封圈, 再连接水泵形成密封式水道。

根据便携式取样钻机施工确定水泵流量  $40 \text{ L/min}$  和压力  $3 \text{ MPa}$ , 并考虑配套设备轻量化, 故选用市场上成熟化产品: T45 动力喷雾机。除去喷头, 直接将喷雾机出水口通过水管与水龙头的水管接头相连。该喷雾机动力为汽油机, 且整机为担架式, 轻便

易搬迁。通过试钻验证,其水压稳定,可替代工程类常规水泵辅助常规取样钻进。

## 2.5 传动机构

传动机构按功能分为底架和塔架两部分,其余主体模块见图6。利用“链轮—链条”传动方式实现钻进、提升。

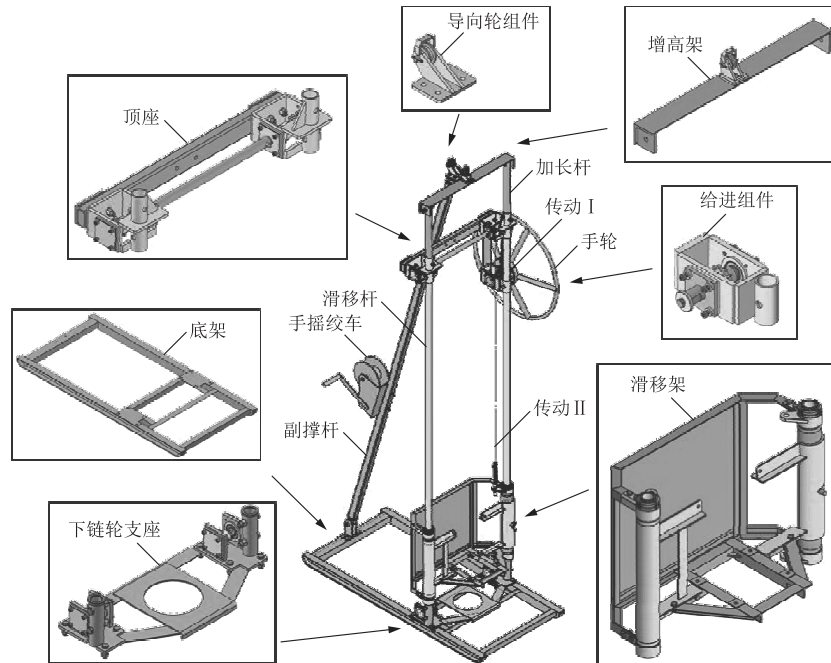


图6 传动机构

Fig.6 Transmission mechanism

以底架为基座,可根据取样地层施工情况,按需就地取材增加配重,保证施工过程钻压稳定。避免出现因钻机轻巧,振动幅度过大,影响取样质量。原底架包含“链轮—链条”传动下链轮支座,通过焊接固定,分体搬迁必须拆解链条,增加辅助作业。优化后,将“链轮—链条”传动划归塔架,仅需拆解底架与塔架之间装配螺栓,实现模块化拆分。

塔架为龙门式,副撑杆和滑移杆搭配底架基座,构成稳定性传动机构,包含两组“链轮—链条”。传动 I 连通给进机构、顶座;传动 II 依次连接下链轮支座、滑移架和顶座。当转动给进组件手轮时,传递扭矩至顶座,关联传动 II。变速箱携带动力机安装至滑移架上,三者同步沿滑移杆升降,实现给进提升。为提高作业效率,降低劳动强度,设计滑移架为开箱式,变速箱能让开孔口。再利用增高架和加长杆提升钻塔总高,滑轮组件为钢丝绳导向正对孔口,实现手摇绞车一次性提升多根钻杆。

## 3 应用情况

CBQ-30A 型样机在不同施工地进行试钻验证,各项参数指标均满足设计要求。该钻机推广进

入市场后,迅速得到客户青睐。

2017年11月,在安化县东坪镇大村,某水利水电勘察院购置了CBQ-30A型轻便钻机进行水坝勘测孔施工(见图7)。地处偏僻,交通不便,只能靠人力搬迁设备。计划勘测地以灰层岩为主,3~5m为覆盖层,开孔 $\varnothing 110$  mm,终孔 $\varnothing 75$  mm,钻深达12~20 m,获得的完整岩样如图8所示。



图7 水坝勘测孔施工现场

Fig.7 Dam exploration site





图 8 获取的岩心

Fig.8 Samples

2018 年 4 月,某勘探队参与涟源市碧桂园某楼盘地基勘察孔施工(见图 9),土质粘性较大,下有断层和碎石。因受限于施工场地,无法使用常规工勘钻机。该勘探队购置了 CBQ-30A 型轻便钻机,采用  $\varnothing 75$  mm 三翼钻头钻穿覆盖层,再更换电镀金刚石钻头,进行普钻取心,钻深达 6~8 m。



图 9 地基勘察孔施工现场

Fig.9 Foundation investigation site

根据用户使用反馈意见,CBQ-30A 相较 CBQ-30 具有以下特点:

(1)更换了水龙头密封件,改用多组 Y 形橡胶密封圈,解决了漏水问题。

(2)将“传动 II”结构中上下链轮合为一体,下链轮支座通过螺栓与底架相连,实现模块化迅速拆装。

(3)考虑人性化设计,降低手轮安装位置,增加给进组件。同时,缩小手轮直径,使整机比例协调。

(4)利用给进组件,限制滑移架滑移行程,避免过度旋转手轮出现误操作。

(5)改用手摇绞车提升钻具,省时省力,提高了施工效率。

#### 4 结语

经过多地生产试验证明,CBQ-30A 型轻便取样钻机基本满足浅覆盖地区地质调查对绿色勘查的特定需求,化解勘查与环境之间的矛盾,减少大型钻探设备搬迁过程中便道施工对植被造成的影响。

为突出该款取样钻机轻便、快捷两大优势,后续拟将从以下方向进行优化:(1)结构件改用铝合金系列材料,将整机轻量化。(2)在各模块化之间设计可靠连接构件,拆装快捷。使之成为城市地质调查填图和取样、环境地质调查、农业地质调查快速取样的首选装备,促进浅层取样技术向新设备、新工艺方向快速发展。

#### 参考文献(References):

- [1] 赵洪波,何远信,宋殿兰,等.以钻代槽勘查技术方法与应用研究[J].地质科技情报,2014,33(5):204-207.  
ZHAO Hongbo, HE Yuanxin, SONG Dianlan, et al. Method and application research on drilling instead of trenching prospecting techniques[J]. Geological Science and Technology Information, 2014,33(5):204-207.
- [2] 吴金生,李子章,李政昭,等.绿色勘查中减少探矿工程对环境影响的技术方法[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2016,43(10):112-116.  
WU Jinsheng, LI Zizhang, LI Zhengzhao, et al. Technological methods of reducing impact on environment by exploration engineering in green exploration[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2016,43(10):112-116.
- [3] 高富丽,刘跃进,张伟.我国地质钻探技术装备现状分析及发展建议[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(1):3-8.  
GAO Fuli, LIU Yuejin, ZHANG Wei. Analysis and development proposal on present situation of geological drilling equipment in China [J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2009,36(1):3-8.
- [4] 朱文鉴,张培丰,张建业.TGQ 系列勘察取样钻机(具)的研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2004,31(2):33-36.  
ZHU Wenjian, ZHANG Peifeng, ZHANG Jianyuan. Research on TGQ series of sampling drilling rigs[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2004,31(2):33-36.
- [5] 卢倩,唐守宝,卢猛,等.轻便无水取样钻机研制与试验[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2017,44(7):62-66.  
LU Qian, TANG Shoubao, LU Meng, et al. Development and test of anhydrous drill[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2017,44(7):62-66.
- [6] 赵洪波,宋殿兰,卢猛,等.浅层钻探技术在海南某矿区化探取样中的应用研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(2):18-21.  
ZHAO Hongbo, SONG Dianlan, LU Meng, et al. Application research on shallow drilling technology for geochemical exploration sampling in a mining area of Hainan[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2014,41(2):18-21.

- [7] 宁国军,王书辰,申大元.便携式浅层取样钻在矿产勘查中的应用[J].采矿技术,2015,15(4):106-108.  
NING Guojun, WANG Shuchen, SHEN Dayuan. Application of portable shallow sampling drill in mineral exploration[J]. Mining Technology, 2015,15(4):106-108.
- [8] 周旭林,尹辉墩,周子幸,等.便携式钻机在水泥灰岩矿勘查中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2017,44(6):1-5.  
ZHOU Xulin, YIN Huidun, ZHOU Zixing, et al. Application of the portable drill in cement limestone ore exploration[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2017,44(6):1-5.
- [9] 谭春亮,宋殿兰,卢猛,等.TGQ-30型轻便取样钻机及其在低山丘陵地区的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(5):42-44,48.  
TAN Chunliang, SONG Dianlan, LU Meng, et al. Application of TGQ-30 sampling drilling rig in low mountains and hills[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2012,39(5):42-44,48.
- [10] 王建华,张阳明,孙建华.轻型地质取样钻机车载化技术方案研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(9):65-71,89.  
WANG Jianhua, ZHANG Yangming, SUN Jianhua. Study on technical scheme of light geological sampling drill[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2011,38(9):65-71,89.
- [11] 王汉宝,刘秀美,梁健.DR-150型全液压履带取样钻机的研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(1):27-30.  
WANG Hanbao, LIU Xiumei, LIANG Jian. Development of DR-150 crawler hydraulic sampling drilling rig[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2010,37(1):27-30.
- [12] 赵海涛,刘秀美,王汉宝.QK系列多功能取样钻机的研制[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2007,34(9):53-55,65.  
ZHAO Haitao, LIU Xiumei, WANG Hanbao. Research and development of QK series of multifunctional sampling drilling rig[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2007,34(9):53-55,65.
- [13] 黎毅力,孙建华,张永勤,等.QK-100型多功能全液压取样钻机的研制[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2005,32(1):43-45.  
LI Yili, SUN Jianhua, ZHANG Yongqin, et al. Development of multifunctional hydraulic drill QK-100[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2005,32(1):43-45.
- [14] 李锡.背包式钻机的工程应用与存在的若干问题[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2016,43(5):56-58,62.  
LI Xi. Engineering application of knapsack type drilling machine and its problems[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2016,43(5):56-58,62.
- [15] 成大先.机械设计手册[M].北京:化学工业出版社,2007.  
CHENG Daxian. Handbook of mechanical design[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2007.

(编辑 王建华)

## (上接第82页)

- [10] 张晓广.米桑油田高压盐膏层固井问题分析和优化[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2018,45(9):37-41.  
ZHANG Xiaoguang. Analysis and optimization of cementing in high pressure salt-gypsum layer of Missan Oilfield[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2018,45(9):37-41.
- [11] 罗宇维,赵琥,宋茂林,等.中国海油固井技术发展现状与展望[J].石油科技论坛,2017,36(1):32-36.  
LUO Yuwei, ZHAO Hu, SONG Maolin, et al. Current conditions and outlook of CNOOC cementing technological development[J]. Petroleum Technology Forum, 2017,36(1):32-36.
- [12] 齐奉忠,杨成颢,刘子帅.提高复杂油气井固井质量技术研究——保证水泥环长期密封性的技术措施[J].石油科技论坛,2013,32(1):19-22,66-67.  
QI Fengzhong, YANG Chenghao, LIU Zishuai. Improve cementing quality of complicated oil and gas wells-ensure long-term sealing performance of cement sheath[J]. Petroleum Technology Forum, 2013,32(1):19-22,66-67.
- [13] 戴小毛.伊拉克鲁迈拉油田优化固井技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2016,43(11):45-47.  
DAI Xiaomao. Application of optimized cementing technology in Rumaila Oil Field[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2016,43(11):45-47.
- [14] SY/T 5396-2012, 石油套管现场检验、运输与贮存[S].  
SY/T 5396-2012, Oil casing inspection transportation and storage[S].
- [15] 刘文新,张长茂,鲍洪智,等.YR-3井井身井管结构设计及固井技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(6):35-38.  
LIU Wenxin, ZHANG Changmao, BAO Hongzhi, et al. Design of casing program for YR-3 well and the cementing technique[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2012,39(6):35-38.
- [16] 张明昌.固井工艺技术[M].北京:中国石化出版社,2011.  
ZHANG Mingchang. Cementing technology [M]. Beijing: China Petrochemical Press, 2011.

(编辑 韩丽丽)