

QK 系列多功能取样钻机的研制

赵海涛, 刘秀美, 王汉宝

(中国地质科学院勘探技术研究所新技术一室, 河北 廊坊 065000)

摘 要:介绍了 QK 系列多功能取样钻机的类型、基本结构以及性能特点。该系列钻机在实际应用中,体现了结构设计合理先进,较好地突出了“轻便、快捷、高效”的特点与优势。

关键词:QK 系列多功能取样钻机;QKJ-5 型钻机;QK-10 型钻机;QK-100 型钻机;CQK-50 型钻机

中图分类号:P634.3*1 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2007)09-0053-03

Research and Development of QK Series of Multifunctional Sampling Drilling Rig/ZHAO Hai-tao, LIU Xiu-mei, WANG Han-bao (The Institute of Exploration Techniques, CAGS, Langfang hebei 065000, China)

Abstract: The type, basic structure and performance feature of QK series of multifunctional sampling drill rig are introduced in the paper. The series of drill show the advantages of advisable and advanced structure design in practical application; extrude the special feature of portability and high efficiency.

Key words: QK Series of Multifunctional Sampling Drill; QK-5 drill; QK-10 drill; QK-100 drill; CQK-50 drill

随着我国经济的发展,能源、资源勘探工作量骤增,现有常规的钻探设备器具不能很好的满足勘探工程向地质地理条件复杂的地区延伸,从而增加了对新型高效钻探设备的需求。我所集合较强的技术实力和运用先进的设计理念,研究开发了 QK 系列多功能轻便取样(心)钻机。该系列钻机设计新颖合理,功能全面,轻便快捷,能够很好地满足以下勘探工程及地质工程施工要求:300 m 以浅的矿产资源勘探取心钻探;浅覆盖区区域地质填图取样钻探;物化探取样与异常验证;水文地质工程地质钻探;石油物探爆破震源孔钻探;地质勘察以及地质工程钻孔等。尤其是解决了在浅覆盖区钻探和浅井槽探工程中无高效轻便快捷的工程设备的局面,应用效果显著。该系列钻机能够适应多种钻探工艺,如常规泥浆循环钻进、空气泡沫钻进、气动潜孔锤钻进、多介质反循环钻进、无循环螺旋钻进等。

1 QK 系列钻机的概况

QK 系列钻机是在我国地质大调查的背景下应运而生的,在集成了雄厚的技术实力、先进的设计理念及丰富的实践经验的基础之上,重点突出了轻便、高效、快捷的研发方向,更好地满足实际钻探工程对设备的性能要求及多种钻探方法、工艺的要求。

1.1 钻机的类型及规格

收稿日期:2007-08-01

基金项目:中国地质调查局地质调查研究项目“小型地质钻机车载化研究”(编号:20032012005)

作者简介:赵海涛(1974-),男(汉族),河北人,中国地质科学院勘探技术研究所工程师,探矿工程专业,从事勘探器具的研究与开发工作,河北省廊坊市金光道 77 号,(0316)2096185。

(1)QK 系列钻机依据实际钻探工程要求,按照动力头驱动形式,分为机械驱动动力头式钻机、液压驱动动力头式钻机(全液压钻机)两大类。机械驱动动力头式钻机的主要机型有 QKJ-2、QKJ-3、QKJ-5、QKJ-10 型,其中 QKJ-2 型为手持式轻便钻机。液压驱动动力头式钻机的主要机型有 QK-10、QK-50、QK-100、QK-150、CQK-50 型,其中 QK-10 型为液压力头手动加压的钻机。

(2)按照钻机的自行能力及运迁方式,分为撬装式钻机、车载式钻机、履带式钻机 3 类(钻深 10 m 以内的机型均为便携式)。撬装式钻机主要机型有 QK-50、QK-100 型;车载式钻机主要机型有 CQK-50、CQK-100 型;履带式钻机主要机型有 QK-150 型(又称 DR-150 型),这一机型更侧重于地质工程钻探,例如施工地源热泵钻孔。

1.2 钻机的特点

(1)不同规格轻便钻机,形成系列化,钻探深度实现无盲点覆盖,满足不同钻探要求与工况条件。

(2)QK 系列钻机结构紧凑,整机轻便,工作平稳,操作与维护简便。

(3)全液压钻机具有独特的倍增给进机构,实现长行程钻进,提高了钻进效率。调速范围大,可实现无级变速,不仅适用于金刚石钻进,也适用于硬质合金钻进、潜孔锤钻进、多介质反循环钻进、空气钻

进等多种钻进工艺。

(4)充分实现了轻便的特点,具有较高的搬运运移能力。

2 主要机型结构及其技术参数

2.1 QKJ-5 型钻机

2.1.1 结构特点

钻机主要由汽油机、动力头(输出机构与行星减速机构)、水接头、钢丝绳滑轮给进机构、钻机架等部分组成(见图1)。该钻机结构紧凑、轻便。



图1 QKJ-5 型钻机外貌

动力机采用原装进口汽油机,性能良好,输出平稳。汽油机输出机构为弹簧闸块式离合器,该机构使钻机起动过程平稳,在汽油机低转速的情况下,动力头不回转或转速很低,可以方便地进行加接钻具及循环钻孔等工序;当钻进中钻具所受扭矩超载时,该机构能有效地打滑,有安全保护作用。钻机进行加减压钻进是通过钢丝绳滑轮机构完成的,操作方便。

2.1.2 技术参数

孔径 38 ~ 56 mm; 钻深 5 m; 动力头转速 500 ~ 1500 r/min; 动力头扭矩 32 N · m; 最大行程 1600 mm; 汽油机型号 HONDA GXV200, GXV160, 5.5HP。

2.2 QK-10 型钻机

2.2.1 结构特点

QK-10 型是液压驱动动力头手动给进的小型轻便钻机(见图2)。其主要由动力头、液压控制系统、手轮链条给进机构、钻机架、液压泵站等部分组

成。



图2 QK-10 型钻机外貌

整机结构紧凑,操作简便,工作平稳可靠。QK-10 型钻机的液压原理见图3。整个油路系统比较简单,便于维护,汽油机作为原动力,很适宜各种工况环境,手动换向阀很方便地实现钻机的正反转,以完成钻机及拆卸钻具等工序。齿轮马达直接驱动动力头,实现高转速。溢流阀实现系统压力稳定、防止压力过载。

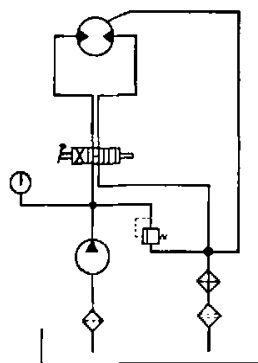


图3 QK-10 型钻机液压原理图

2.2.2 技术参数

孔径 38 ~ 56 mm; 钻深 10 m; 动力头转速 500 ~ 1500 r/min; 动力头扭矩 63 ~ 235 N · m; 最大行程 1200 mm; 动力机型号 HONDA GX270; 主机外形尺寸 650 mm × 450 mm × 1718 mm; 总质量 98 kg。

2.3 QK-100 型钻机

2.3.1 结构特点

QK-100 型为撬装式全液压钻机(见图4), 钻机具有以下特点:

(1)钻机由液压动力站、控制台、钻机主机、动力头等部分组成,长行程油缸给进,液压驱动及控制,采用模块化设计。

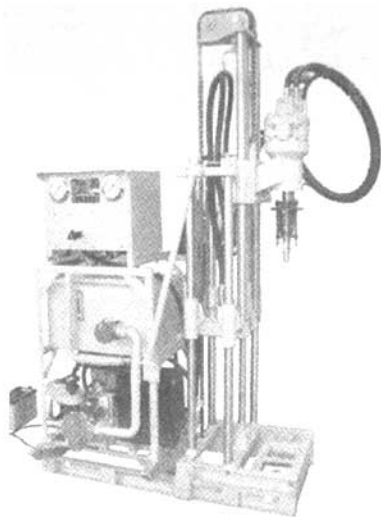


图4 QK-100型钻机外貌

(2) 液压系统采用斜轴式轴向柱塞变量泵 + 定量马达驱动形式, 与该泵相配的手动无级变速恒功率输出机构(变量联调机构)设计独特, 无需变速箱即可实现大速比、大扭矩调节功能, 大大弥补了机械变速结构复杂的弱点, 简化钻机结构, 不仅实现了钻机轻便化的目标, 而且有效地降低了研制成本。该机构是 QK 系列全液压钻机的一个独特的创新点。

(3) 采用的长行程伸缩式油缸给进装置, 与链条链轮组构成行程倍增机构, 实现加减压、起下钻。有效降低了钻机桅杆高度, 增强了钻机稳定性, 增加了回次钻进的长度。这种设计一方面使钻机的整体结构紧凑, 减小了钻机机架的外形尺寸; 另一方面, 由于长行程给进, 加大了回次进尺长度, 可以很好地达到不同钻探方法对长行程给进的要求。不仅提高了钻进效率, 而且能有效地预防孔内事故的发生。

本钻机仍然采用汽油机做为原动力机, 使其野外适应能力加强。

该钻机液压系统见图 5。该液压系统主要由主油路和辅油路 2 部分组成。主油路中, 由斜轴柱塞变量泵供油, 在输出油路上并联一溢流阀, 通过变量联调机构调整斜轴泵的斜盘摆角, 实现液压系统的恒功率输出。主油路中, 通过 2 个多路换向阀分别控制定量摆线马达和油缸, 从而实现动力头的正反转和动力头的快速提升、快速下降。在辅油路中, 由齿轮泵供油, 通过多路换向阀进入油缸的上下腔, 实现加压、减压钻进。

2.3.2 技术参数

终孔直径 56、75、110 mm; 钻孔深度 100、50、20

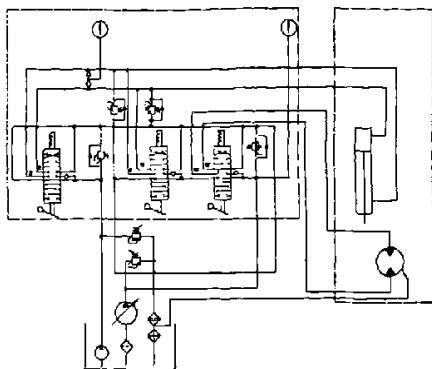


图5 QK-100型钻机液压系统原理图

m; 动力头转速 0 ~ 1200 r/min (高速动力头)、0 ~ 415 r/min (低速动力头); 动力头扭矩 362 N·m (高速动力头)、1286 N·m (低速动力头); 最大行程 2300 mm; 提升力 30 kN; 加压力 15 kN; 提升速度 0 ~ 1.2 m/s; 下降速度 0 ~ 2.4 m/s; 本田 GX670 型汽油机, 17.6 kW/3600 r/min; 钻机外形尺寸 850 mm × 1630 mm × 1750 mm; 钻机总质量 550 ~ 590 kg。

2.4 CQK-50 型钻机

CQK-50 型是在 QK-50 型钻机的基础上进行车载化而研制的车载型钻机。

中国地质调查局专门立项对小型地质钻机车载化进行了研究。钻机车载化是钻探设备与钻具集于一车, 通常在车上实施钻探作业, 在无法通行汽车的难进入地区等特殊地形地理条件下, 车钻化钻机也可拼装成一橇装钻机与一辆汽车, 能分别进行钻探施工与运输任务。其技术性能参数同 QK-50 型全液压钻机, 具体参数如下:

孔径 56 ~ 110 mm; 钻深 20 ~ 50 m; 动力头转速 0 ~ 1160 r/min; 动力头扭矩 44 ~ 780 N·m; 最大行程 2300 mm; 提升力 20 kN; 加压力 10 kN; 本田 GX390 型动力机; 主机外形尺寸 650 mm × 637 mm × 1746 mm; 总质量 450 kg。

3 QK 系列钻机应用效果及评价

QKJ-5 型钻机在青藏地区地质调查钻探中应用效果显著。应用过程中显现了该钻机轻便、操作维护简便的特点, 同时, 在应用中暴露的问题已成为改进提高的创新点。

CQK-50 型钻机在内蒙古地区采用以空气泡沫钻进为主的多工艺综合钻进方法施工钻孔 11 个, 累计工作量 347.6 m, 取得了满意的技术经济效果

(下转第 65 页)

及动作可靠,并在 736 m 处取出了保压的岩心样品。通过对两次下井并在井内关闭的钻具的地表现场测试,钻具保压达到了设计压力的 89%。通过野外下

井试验也发现了个别技术问题,为进一步改进和完善提供了帮助。现场及取出的样品如图 5 所示。



图 5 钻进取样试验施工现场及取出的样品

本项目所开发的 2 种天然气水合物保真取心钻具,通过室内及野外下井实验证明,结构原理是可行的。两种钻具都已经获得了国家实用新型专利(专利号:ZL 03 2 45568.2 及 ZL 2004 2 0091976.6)。目前项目组对钻具室内及下井实验中发现的问题进行了改进,并进行了室内测试。通过进一步的实验及改进和完善,相信会达到实用的目的。

2 我国实施天然气水合物施工方案的建议

钻探取样是最终确定天然气水合物物化特性等参数的必要手段,目前我国在水合物调查研究方面已经到了取样钻探施工阶段,但由于我国在深水海洋油气钻探施工方面还没有满足要求的深水钻井船,所以目前实施取样钻探施工必须借助于国外钻井船。由于海洋石油钻井施工是以时取费,针对我国的国情,经过长期的分析研究,本着少花钱能办事的原则,建议我国天然气水合物取样钻探施工应采用以下基本钻探施工方案:

(1)首先在前期地球物理调查确定 BSR 有水合物异常的井位,采用全面钻进的方法钻一口先导孔,由于先进的测井技术可以较准确地判别水合物的存在,所以通过测井确定天然气水合物是否存在以及存在的井段,为进一步实施天然气水合物取心钻探施工提供依据。

(2)在全面钻进到预定深度后,可以在钻杆内下放测井仪器,使测井仪器通过钻头进行裸眼测井。为了保证钻孔的稳定及测井的安全,采用分段测井,即将钻杆提出一段后使测井仪器与裸孔接触,避免钻杆的屏蔽影响测量效果。在测量一段后,再继续上提一定长度的钻杆,然后上提测井仪器,从下至上分段测量,直至满足要求。

(3)如果测量结果显示天然气水合物存在,则在先导孔附近布置取心钻孔,应以绳索打捞不提钻保压取心、绳索普通取心及全面钻进不取心相结合的钻进方法。由于保压取心钻进施工的成本高,因此只是在天然气水合物存在的井段才采用保压取心,其它井段采取常规的绳索取心方法取心钻进。本施工方案考虑的是浅层天然气水合物勘探取样(海底深度 1000 m),采用无隔水导管,不下套管,不完井,计划一只钻头钻完一口井,不存在中途起钻和钻头重入孔内的问题,不考虑钻井防喷的问题。

以上技术方案涉及全面钻进、常规绳索取心钻进和保压取心钻进 3 种钻进方法。这 3 种钻进方法采用同一种钻杆,在各种方法切换时不需要提出孔内钻杆,可通过特殊绳索打捞机构快速、可靠地变换 3 种钻进方法中的一种。因此该方案是一种高效、经济的天然气水合物勘探钻进施工方案。

(上接第 55 页)

和地质成果。这一钻探示范表明,该钻机实现了大速比无级变速与恒功率输出,钻机车载化结构合理紧凑,具有良好的人性化操作,钻机性能可靠。

4 结语

QK 系列钻机适应了我国能源资源战略对钻探

设备的发展要求,实现了系列化的研发模式,填补了小型轻便钻机系列化的空白。针对不同的地质地理及工况条件,QK 系列钻机能够应用适宜的钻探方法与钻探工艺,很好地完成地质、勘探、地质工程所提出的钻探任务,并能取得良好的效果。QK 系列钻机结构设计合理先进,较好地突出了“轻便、快捷、高效”的特点与优势。