

液动锤技术及其应用前景

耿瑞伦¹,冯国强²

(1. 中国地质调查局 发展研究中心,北京 100083; 2. 中国地质科学院勘探技术研究所,河北 廊坊 065000)

摘要 液动锤在钻探施工中具有能提高硬岩钻进速度、减小孔斜和提高岩心采取率等优点,技术成熟,应用领域正在拓宽。探讨了液动锤进一步改进的途径,并提出了包括向大功率和深部发展等应用前景。

关键词 液动锤;应用前景;ODP;CCSD

中图分类号 P634.5⁺6 **文献标识码** A **文章编号** 1000-3746(2001)01-0032-02

Hydro-hammer Technology and Its Use Prospect/GENG Rui-lun (China Geological Survey, Beijing 100812, China); FENG Guo-qiang (Institute of Exploration Techniques, CAGS, Langfang Hebei 065000, China)

Abstract: Hydro-hammers provide high penetration rate in hard rocks, less borehole deviation, and high core recovery in exploration drilling. The technology has been established and its uses are being extended. The approach to the improvement of hydro-hammers is explored with their development trend toward high energy and large depth uses.

Key words: hydro-hammers; use prospect; ODP; CCSD

传说当早期人们用锤击钎杆打炮眼和敲道渣时就联想并追求用动载碎岩的孔(井)底冲击器(或冲击回转钻具)钻进技术。1860年就有人提出采用液动冲击器的设想。19世纪中期到20世纪初叶,欧洲就开始研制液动冲击器,然而其进步都滞后于差不多同期起步的风动冲击器。有报导20世纪40~50年代,苏联、美国都研究出不同类型的液动冲击器(Water Powered Hammer),又称液动锤。但后来在这2个国家发展各异。

美国先侧重发展了气动锤(Air Hammer),成就显赫。在矿山爆破孔、采石场、水井、地质矿产钻探、石油钻井、非开挖铺管和桩基与锚固工程等方面广泛应用。当今世界范围内单体气动潜孔锤(DTH)最大孔径达1200mm,多体(集束)潜孔锤最大孔径接近2000mm。并派生出贯通式潜孔锤、气动矛、夯管锤、扩底(跟套管)和气液双介质(MACH—Mud Air Circulation Hammer)潜孔锤等。最大钻井深度达3000m以上。

苏联则致力于发展液动冲击器——液动锤(嗣后亦重视风动冲击器)的研究与应用,特别注重在地质钻探领域里的成功应用,在世界范围内独树一帜。在600m孔深范围内证明有较显著的效果,包括提高硬~坚硬岩石中的钻速、降低钻孔偏斜率、减少岩心堵塞现象等。到60~70年代就大面积推广,完成

的工作量一度每年以百万米计。设计上起初用硬质合金钻头,频率较低,冲击功较大;后来亦用金刚石钻头,频率较高,冲击功较小。据称所达钻孔深度为2000m。

我国参照苏联经验,50年代就开始研究液动锤,直到70年代才在生产中试用。有多家研究所和院校(如勘探技术研究所、冶金探矿技术研究所、长春科技大学、新星石油公司钻井所等)及生产单位(如河北省地矿局综合研究队、云南省地矿局等)研究设计了种类繁多的液动锤,结构上有阀式以及具中国特色的射流式和射吸式等。液动锤直径35~245mm,钻孔直径37~375mm。勘探技术研究所近年来已进行试验的 $\varnothing 580$ mm大直径液动锤,其孔径可达800mm以上。液动锤已在岩心钻探中广为应用,最大孔深超过1000m。长春科技大学用射流式液动锤在 $\varnothing 215.9$ mm油井中试验,孔深曾达2600余m,并表明液动锤能提高牙轮钻头钻速。

笔者在《探矿工程译丛》1997年第2期中曾报导过《液动锤将用于大洋科学钻探》,当时引起了国内钻探界的关注。即美国Perth钻探设备公司的SDS钻具分公司,接受大洋钻探计划(ODP)的委托,要在第二轮大洋钻探计划(从1996年开始历时12年)实施过程中,在太平洋洋脊,水深5000m海洋底部条件十分恶劣的环境下,设计用液动锤进行科学

收稿日期 2000-02-25

作者简介 耿瑞伦(1928-),男(汉族),江苏江阴人,中国地质调查局教授级高级工程师,中国地质学会探矿工程专业委员会副主任委员,《探矿工程》杂志编委会顾问,北京市海淀区学院路31号;冯国强(1935-),男(汉族),辽宁铁岭人,中国地质科学院勘探技术研究所高级工程师,中国地质学会物探专业委员会原副秘书长,河北省廊坊市金光道77号。

钻探,除水深外,岩层倾角 30° ,混杂有近代破碎岩层,用常规回转钻进结果均导致失败,经常发生严重的钻杆折断事故,这才委托 SDS 公司研究液动锤技术。ODP 技术人员 Tom Pettigrew 到该公司实际了解液动锤组装与工作情況,并到位于澳大利亚的一个实验室里参看最新的全尺寸 $\varnothing 6$ in (152.4 mm)液动锤的试验,声称 ODP 在以往 25 年的钻探过程中借鉴过许多矿产岩心钻探和石油钻井技术的革新成果。SDS 的项目经理 Rob Deane 认为,液动锤技术是国际认可的高仿形技术,面对困难条件下钻进的挑战,有希望取得突破性进展。据称这次试验完成后,还拟设计制造 $\varnothing 17\frac{1}{2}$ in (444.5 mm)液动锤。

回想起苏联和中国从 50 年代起在液动锤技术研究与应用方面取得的成就,也想起在国际间的交流,如 1985 年在无锡召开的亚太地区钻探国际会议后,我国液动锤技术已于 1988 年起先后引入到澳大利亚、德国和美国等国,中国专家还到国外讲学,许多外国技术人员来华参观实验室等。科学技术全球化的今天,互相学习和技术渗透是常事。SDS 公司 90 年代初开始用了 3 年半的时间进行室内研究,开发了上述液动锤,一旦取得成功,很有可能后来居上,其作法亦很像美国一家 NHM 机器制造公司和瑞典 Sandvik Rock Tool 公司的合作,用其所提供的试验台对包括有减震接头的风动冲击器进行试验测试,结果取得了充分数据并据此不断改进,以保持其在世界居一流的品牌产品。目前世界先进水平的潜孔锤寿命在花岗岩中达 3000~5000 m,在石灰岩中达 6000~8000 m,在极低研磨性岩层中达 12000 m。

中国大陆科学钻探 (CCSD) 计划要在硬~坚硬、易造斜的高变质结晶岩中全孔取心钻探 5000 m。工程部拟采取的技术措施之一就是采用液动锤,终孔孔径 6 in (152.4 mm),与 ODP 拟用的相似。太平洋水深 5000 m,其背压亦雷同。看来 CCSD 在这一钻探技术上既面临 5000 m 深孔硬岩取心、保直的难题,也面临液动锤技术与使用水平的国际性竞赛的挑战。为了迎接 CCSD 的需求,研究的重点方面有:

(1) 深孔高背压条件下能正常工作和有足够冲击能量的可靠性结构液动锤。例如第一步到 2000 m,再往深处延伸。

(2) 选用优质原材料、科学热处理、精密机加工和检测技术,可借鉴宣化-英格索兰公司的经验,该公司生产的潜孔锤原材料 100% 立足国内,产品完全达到美国水平。

(3) 要在试验台架上作全尺寸样机的试验与考验。引入国际'可靠性工程'和'可修复性工程'的做法,不断改进薄弱环节。

(4) 液动锤可钻性(对比)指标。如空气潜孔锤在国际上习惯用于标准石灰岩、标准花岗岩中的以时效与寿命作为评价产品的优劣和提供产品质量保证的条件。

(5) 减震、钻杆密封、循环液润滑性及固相清除技术。

除上述外,液动锤的确存在可开发与持续发展扩大应用领域的前景。诸如已被注意或已起步研究的方面:

(1) 用于石油钻井对付硬岩的大冲击功液动锤。

(2) 用于水文水井施工的液动锤。

(3) 性能可靠的与绳索取心相结合的液动锤。

(4) 用于砂矿的液动锤。

(5) 用于一定深度水域作业的液动锤,进行地质矿产勘查取样或工程地质勘察。

(6) 施工嵌岩桩的大直径、大功率液动锤。

(7) 较短距离铺设地下管道的夯管液动锤。

(8) 在岩层或卵砾石层打水平孔或导向钻进铺管用的液动锤。

(9) 物探震源孔或采矿与采石场爆破孔用液动锤。

(10) 坑道掘进时管棚施工用潜孔锤。

(11) 气液(和泡沫)多介质用液动锤。

(12) 跟套管钻进液动锤。

(13) 反循环钻进和贯通式液动锤。

(14) 减震器(减少对钻柱和地面钻机的损伤)和配套的各种岩层用钻头。

(15) 采用优质钢材和热处理技术及提高使用寿命的措施等。

如果在液动锤结构与性能上有所创新与突破,或在使用领域里有新的拓展,都将会在钻探技术方面产生新的技术经济效果,并将钻探技术向前推进一步。

参考文献:

- [1] 长春地质学院探工教研室. 液动冲击回转钻进技术[Z]. 长春地质学院, 1985.
- [2] 王人杰, 蒋荣庆, 韩军智, 等. 液动冲击回转钻探[M]. 北京: 地质出版社, 1988.
- [3] 向震泽, 等. TK 系列液动冲击回转钻具的研制及推广应用[J]. 探矿工程, 1996(4).
- [4] 王人杰, 苏长寿. 我国液动冲击回转钻探的回顾与展望[J]. 探矿工程, 1999(增刊).