

# 国外声波钻机及其应用

张 燕

(中国地质科学院探矿工艺研究所,四川 成都 611734)

**摘 要:**介绍了美国、加拿大、英国和日本的声波钻机的性能特点及其应用情况。

**关键词:**声波钻机;性能;应用

**中图分类号:**P634.3<sup>+</sup>1    **文献标识码:**B    **文章编号:**1672-7428(2008)07-0105-03

国外声波钻机制造设备商主要有美国的 Boart Longyear 公司、Precision Sampling 公司、Eijkelkamp 公司,加拿大的 MIP 钻井公司,英国声波钻机供应有限公司(SONIC DRILLING SUPPLIES LTD)及日本 Tone Boring 公司等。在 20 世纪 90 年代,这种钻机国外主要用于环境钻探,随着这项技术的不断改进和发展,目前在地基勘察、矿产勘探、地震物探打爆破孔、水井建设和岩土施工等方面也有比较广泛的应用。通常钻孔深度为 120 m 左右,最大钻进深度达 300 m,岩土样品直径为 100 ~ 300 mm。

## 1 美国 Boart Longyear 公司的声波钻机及其应用

### 1.1 第二代声波钻机

第二代声波钻机(见图 1)主要有如下特点:安全;快速;可靠;费用低;废弃物减少 70% ~ 80%;钻进深度 300 m;钻孔直径 300 mm;岩心采取率高、代表性好。



图 1 美国 Boart Longyear 公司的第二代声波钻机

#### 1.1.1 在大坝地质取心调查中的应用

在位于英国哥伦比亚东南部的 WAC Bennett 大坝,当用其它方法钻进的 2 个钻孔失败后,大坝施工者求助于 Boart Longyear 公司。据专家介绍,如果大坝一旦出事,整个河谷下游将被毁灭,因此大坝下游

居民的安全是最大的担忧。工程师和水文地质专家忠告使用水、空气或其它钻井添加剂的钻进方法会因大坝内液压升高而出现问题。

Boart Longyear 公司的第二代声波钻机在大坝工作了 2 天,该钻机可以每周 7 天 24 h 作业,钻进深度达 435 ft(1 ft = 304.8 mm,下同)的直孔和倾斜孔。全孔采取代表性好的连续岩心,没有用水、空气或其它添加剂。使用专门设计的带岩心爪的钻头保证收获全部岩心。该项声波钻进工程被认为非常成功,它提供了所需的岩心和信息以帮助专家确定钻孔布置和深度以及作出灌浆补救计划。

#### 1.1.2 在矿山尾矿调查中的应用

在科罗拉多的 Del Norte 附近的 Summitville 矿山尾矿区,2 台 Boart Longyear 公司的声波钻机成功完成了 30 个深度为 100 ~ 210 ft 的监测孔,据美国环保部门资料,该矿山被列为北美污染最严重的地区之一。全部钻孔均采用“干式”声波钻进完成,没有用水、空气或其它添加剂。

采取的岩心直径为 6 in(1 in = 25.4 mm),平均采取率高达 90%。这些钻孔中下了直径为 8<sup>3</sup>/<sub>4</sub> in 临时套管,以便 4 in 监测井设备的安装。在计划之前预算之下用 2 周时间完成了该项工程,每个监测孔平均 10 ~ 15 h 完成,声波钻进系统在各种由淤泥、粘土、砂、砾石、大鹅卵石等组成的混合地层中钻进非常顺利,干式声波钻进限制了大量钻进消耗物,消除了稀释现有污染物的任何机会,大大减少了井眼钻进和清洗时间。

## 1.2 MINISONIC 钻机

MINISONIC 钻机(见图 2)是 Boart Longyear 公司环境钻探部生产的一种新的小型声波钻机,它有助于增强经常面对的浅地层勘探钻进在不利条件下

收稿日期:2008-05-31

作者简介:张燕(1960-),女(汉族),四川人,中国地质科学院探矿工艺研究所高级工程师,探矿工程专业,从事科研和情报信息工作,四川省成都市郫县成都现代工业港港华路 139 号。

的竞争能力。



图 2 MINISONIC 钻机

MINISONIC 钻机的特点是:可用直升机运载;驳船钻进——在近岸和湖底取样;大型设备进入有困难的工作场地;针对狭窄入口和居住区的模块化设计;针对室内使用的低空间(3 m/10 ft)。

已经证明,声波钻进具有安全、快速、可靠、节省费用等优点,它可以在任何覆盖层、最难钻地层取得代表性好的连续岩心,一般不使用水、空气和泥浆。MINISONIC 钻机具有所有这些优点。

其它优点还包括:安装工作量小;适用于任何未固结地层;现场需要的时间少;可钻斜孔;压力计安装;岩石地层取心;配有钻杆自动装卸系统。

MINISONIC 钻机可用于下列领域:监测孔的安装;空气喷射安装;土壤取样和探测;不连续地下水取样;坝和堤基础的钻孔勘探;灌浆和土壤稳定;小型桩基孔;锚固和系梁。

## 2 美国 Precision Sampling 公司的声波钻机

### 2.1 EP - SONIC 钻机

EP - SONIC 钻机的声波钻进头有 2 个靠液压马达驱动的偏重块,来自于声波钻进头的高频振动直接传递给钻杆,振动使周围土壤液化,这种方法减少了钻杆和孔壁之间的摩擦,以便于钻杆和取心工具快速穿过砂、粉砂、粘土和砾质粘土地层。

新型 EP - SONIC 钻机可以用于室内和困难地层取样,钻机和动力组是模块化的,可以装在各种运载车辆上,包括小船和驳船。钻机可以与运载车辆分开,用手就可以容易地推入室内工作场地,或在难行走的地方加一履带式运载车,装运钻机的卡车是标准的。

钻杆和工具的取出:声波钻进头和一个回转马达固定为一体,便于钻杆的快速连接和卸开,钻杆用机械操作,提高了起下钻的速度。非人工连接钻杆,这就减少了重复劳动和现场人员受伤害的风险。

配有 AQUALOCK 取样器:已获专利的 AQUALOCK 取样器是可选择性地用于砂、粉砂、粘土的取样工具。取样器长度为 2、3 和 4 m,该岩心管采用活塞密封取样器,直到到达取样目标深度,然后岩心管顶端阀打开并收集土样,取样率一般高达 90% ~ 100%。

取心和回转钻进:在地表混凝土或复杂地层需要取心的地方,该钻机可以容易地采用带硬质合金或金刚石齿的回转取心管。

EP - SONIC 钻机有多项用途:为环境、地质和考古采取高质量连续土壤岩心;在湿地、海滩和港湾的砂、粉砂、粘土地层中取样;监测井的安装孔;地震爆破室安装孔;传感器和监测点的安装孔;用于原位补救的注浆孔;地下水和蒸汽取样;地热和热交换设备安装孔;灌浆孔等。

EP - SONIC 钻机的技术规格:钻机长 × 宽 × 高 = 12 ft × 4 ft × 6 ft;质量 12000 lbs (1 lbs = 0.4536 kg);钻机行程 108 in;钻机的强制给进力 6000 lbs;钻机的提升力 18800 lbs;回转扭矩 1400 ft/lbs;回转速度 0 ~ 108 r/min。

### 2.2 SDC500 - 28 声波钻机

SDC500 - 28 钻机是美国 Precision Sampling 公司拥有的最新设计的声波钻机,该钻机具有一个环形声波头,对每一个部件都进行了详细的设计,该钻机与现代化的设备结合更能满足对钻进的要求。

侧放的钻杆箱和自旋加接钻杆可以提高产生效率,该钻机配合最新的工具可以容易地钻进困难地层。更重的声波钻进头允许使用 12 in 的套管,还可以绳索取心和钻倾斜井。

该钻机的优点是:钻进深度更深;容易对付复杂地层;提高了生产率;可用更大直径的套管;快速、连续取心。

## 3 美国 Eijkelkamp 公司的声波钻机

SonicSampDrill 钻机和 SonicMast 钻进装置是美国 Eijkelkamp 公司产生的,声波钻进不是新概念,由 Eijkelkamp 公司研制的声波动力钻机和钻具,已经使这项令人惊异的技术成功地用于世界各地,声波钻进头为钻杆提供高频率振动,通过简单的置换进入土壤(不转动)。这项技术不需要钻头、钻井液,而且其钻进深度和直径大大超过类似的直接压入和液动锤钻进机械。Eijkelkamp 的声波钻机可以安装在各种运输设备上,如履带式拖拉机、轮式运输工具和 4WD 拖拉机上。

## 4 加拿大 MIP 钻井公司的声波钻机

### 4.1 Sonic meta - Drill 钻机

该声波钻机技术参数如下:13 hp (1 hp = 746 W) 的汽油发动机;7gpm - 3000psi p. c/v. v 泵;7500lbs C. F 和 200 Hz 的声波驱动;6000 lbs 的强制给进力。

该钻机的特点是:可采取直径为 4 in 的岩心;配有地下水和半合管取样器。

### 4.2 MULTI - META - DRILL 钻机

新的 MULTI - META - DRILL 钻机是一个可以装在任何具有足够流速和压力(5 gpm 和 3000 psi)钻机上的声波钻进头。该钻进头可以产生高达 7500 lbs. C. F 和 200 Hz 的频率。该装置用简单的开关控制操作,而且可以使用各种探头和取样器,其组合根据需要而变化。

MULTI - META - DRILL 钻机的技术参数为:30 hp Wisconsin 汽油发动机;双回转 200 Hz、1500 lbs C. F 声波钻进头;10000 lbs 的后拽力;配有衬套、半合管和标准管。

## 5 英国声波钻机供应有限公司(SONIC DRILLING SUPPLIES LTD)的声波钻机

该公司产生的声波钻机具有如下特点:拥有声波钻机专利技术;清洁和模块化设计;在世界各地使用;适应坚固的结构;工作寿命长;所需的维护少,维修容易;可以重新装配使寿命无限;所有组件都可更换;反向回转的滚柱产生高频振动力;内部空气弹簧隔离来自于钻机的振动;模块化齿轮箱只需一个驱动马达;不需要外部润滑脂润滑;完全干式的顶部旋转操作,无钻进液污染风险。图 3 是该公司生产的声波钻进头。

## 6 日本 Tone Boring 公司引进的声波钻机

2002 年日本 Tone Boring 公司从加拿大 Sonic Drilling 公司获得许可在日本制造和销售声波钻机。在日本,利用地热融雪的试验项目显著增加,其主要问题是怎样在总的工程费用中降低钻进费用,日本地层主要是第三纪沉积物,需要开发钻速为 100 m/



图 3 英国声波钻机供应有限公司的声波钻进头

天的钻机,在引进声波钻机后,这一问题得以解决。目前,这种方法广泛用于地热井、水井和大直径井钻进,并以垂直或倾斜的方式钻进锚固孔、地下水收集和排泄井。

该公司还计划将来与中国的合作伙伴联系在当地生产声波钻机,用于中国的地热和内陆缺水地区的水井钻进。另外,该公司已经涉足由日本政府通过官方开发援助的、在非洲提供安全饮用水的项目,希望用声波钻机在这样的地区每天钻进 100 m,将使项目在有限的时间和投资情况下获得成功。

### 参考文献:

- [1] <http://www.boartlongyear.com.au/en/content/blpw/en/services/equipment/sonic-drilling.html> [DB/OL].
- [2] <http://www.precisionsampling.com> [DB/OL].
- [3] <http://www.eijkelkamp.com> [DB/OL].
- [4] <http://www.mpidrilling.com> [DB/OL].
- [5] <http://www.sonic-drill.co.uk> [DB/OL].
- [6] Setting the Right Tone in Sonic Drilling [J]. GeoDrilling International, 2007, (3).