

文章编号: 1001-1986(2006)02-0077-04

节水钻探新技术及其改型应用

卢春华¹, 鄢泰宁¹, H. Γ. 叶戈罗夫², 蒋国盛¹, 吴翔¹

(1. 中国地质大学, 湖北 武汉 430074;

2. 俄罗斯自然资源部地质研究所, 图拉 300026)

摘要:传统的钻进工艺需要消耗大量的地表水, 而干旱缺水地区钻探又经常会遇到缺水问题。针对这一问题, 基于孔内地层水局部循环节水思维, 研制了脉动器替代地表钻探泵的传统出水阀, 利用地表钻探泵缸体中的水经过脉动器后形成水力脉冲驱动孔内潜水泵工作, 使孔内地层水实现孔内局部循环完成正常钻进, 可节水 4/5~19/20。其潜水泵改型为液动冲击器、潜水泵改型成潜孔扬水泵、潜水泵改型成锤击打入式取样器, 可实现孔底回转冲击钻进、抽取地下水满足缺水地区及时补充泥浆池供水的需要、在不扰动地层的情况下取得原状土。该节水钻探新技术在钻进过程中基本不消耗地表水, 且不扰动地层, 并能显著提高机械钻速, 在干旱缺水地区具有广阔的应用前景。

关键词: 缺水地区; 节水钻探; 原理

中图分类号: P634.3 **文献标识码:** A

New technology of water-saving drilling and its modified applications

LU Chun-hua¹, YAN Tai-ning¹, EGOROV H. Γ.², JINAG Guo-sheng¹, WU Xiang¹

(1. China University of Geosciences, Wuhan 430074, China;

2. Russia Science Research Institute of Geology, Tula 300026, Russia)

Abstract: A lot of surface water will be consumed in the course of drilling when adopting traditional drilling technology, and the trouble of lacking in water often occurs when drilling in droughty and water lack area. To solve this problem a pulsing device instead of traditional water valve of surface pump is developed in order to make local circulation of formation's water in bore hole. The water in surface pump running through pulsing device forms a hydraulic pulse to drive the submersible pump in down hole to work, realizing normal drilling using local circulation of formation's water in bore hole. This measurements can save 4/5~19/20 water. When the submersible pump is reformed to hydraulic impact device or reformed to down-hole watering pump, or reformed to hammer sampling machine it is possible to realize down-hole rotary percussion boring, to extract the ground water to meet the need of muddy water supply in droughty and water lack area, to take the sample without disturbing situation. When drilling with the new water-saving technology, the surface water almost will not be consumed, the strata not be disturbed and the drill penetration rate can be enhanced greatly, showing a nice future applied in droughty and water lack area.

Key words: droughty and water lack area; water-saving drilling; working principle

1 问题的提出

传统的钻进工艺要消耗大量的地表水。在我国西部干旱地区钻探, 往往一台钻机配 2 辆送水车亦不能保证正常钻进, 时常出现停工等水的现象。近年来, 为解决钻探施工缺水问题, 曾提倡采用空气泡沫钻进技术。然而, 该技术需配备空压机、泡沫泵、地表采样分离设备等, 一次性资金投入大, 尤其是泡沫钻进使用的发泡剂会对生态环境及地下水源产生严重污染, 不能用于长江、黄河上游的干旱地区。所以, 空气泡沫钻进技术并未大面积推广。

针对我国西部多为地表干旱无水、地下浅部漏水、深部有水的特点, 中、俄合作开发了一种基于孔内地层水局部循环的节水钻探新技术。该技术的创新思维是利用中、俄合作研制的脉动器替代了地表钻探泵的传统出水阀。脉动器安装在地表钻探泵的出水口处, 使地表钻探泵的缸体中的水经过脉动器后形成水力脉冲驱动孔内潜水泵工作。这种潜水泵是中、俄合作开发的一种钻具, 它串接在孔内地层水以下的钻杆柱中, 能够利用孔内地层水实现孔内局部循环完成正常钻进。地表水和孔内地层水由潜水泵的柱塞分隔开, 是 2 个完全独立的水力系统。地表

收稿日期: 2005-07-12

基金项目: 国土资源部地质调查局地质调查项目 地质灾害防治无水钻探技术研究, 项目编号: (200020170129)

作者简介: 卢春华(1976-), 男, 江西人, 博士, 地质工程专业, 从事钻探及检测研究工作。

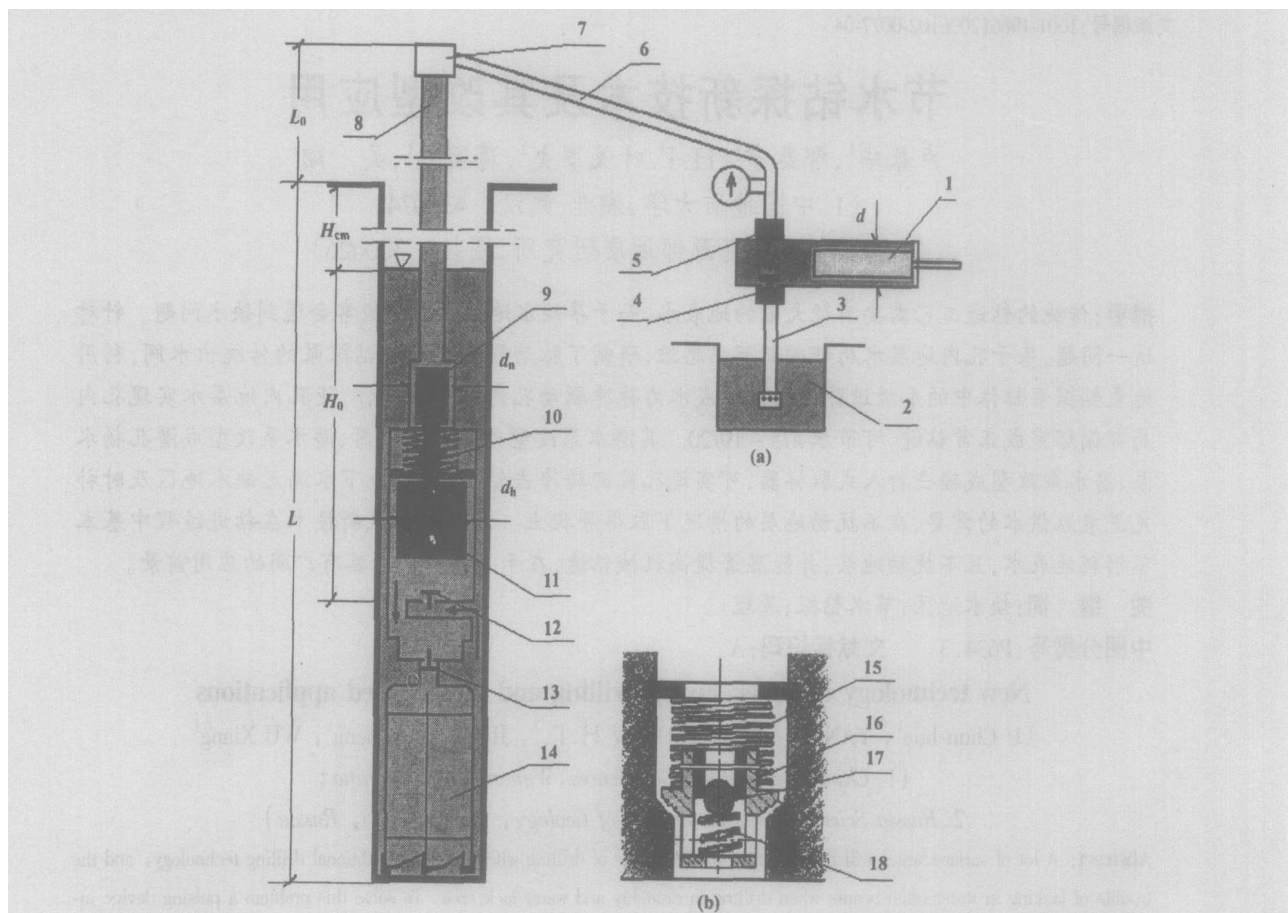


图 1 节水钻探新技术的工作原理示意图

Fig. 1 Sketch of working principle of new water-saving drilling technology

- 1——地表钻探泵活塞；2——水池；3——吸水管；4——吸水阀；5——脉动器；6——高压管线；7——水龙头；8——钻杆；
9——传动柱塞；10——复位弹簧；11——工作柱塞；12——潜水泵吸水阀；13——潜水泵排水阀；14——岩心管；15——弹簧；
16——阀体；17——反向阀；18——弹簧
(a)——节水钻探系统；(b)——脉动器

水只是一种动力媒介^[1]。

2 节水钻探新技术的工作原理

节水钻探新技术的工作原理如图 1 所示。其中图 1a 为节水钻探系统，图 1b 为加在地表钻探泵出水口处的脉动器。

脉动器实质上是个增压阀，阀体 16 被弹簧 15 压紧在地表钻探泵的阀座上，阀体上开有轴向中心通道，轴向中心通道上装有反向阀 17，它被弹簧 18 顶在阀体 16 的下端，弹簧 18 的预紧力可以调节。

当地表钻探泵的活塞 1 开始工作行程时，吸水阀 4 关闭，脉动器 5 的阀体 16 在液体挤压作用下上升，弹簧 15 被压缩，地表钻探泵的缸体与高压管线连通；脉动器 5 的反向阀 17 这时在弹簧 18 和液体压力的作用下，紧贴在阀体 16 的下端，直至高压管中充满了水，脉动器才作为普通的增压阀开始工作；在整个管路系统充满了水之后，来自地表钻探泵的

水力压力脉冲，经充满高压管线的液体传递至潜水泵的传动柱塞 9 上，通过连杆与潜水泵的工作柱塞 11 相连；在压力脉冲作用下，传动柱塞压缩弹簧 10，柱塞下方的液体经潜水泵的排水阀 13 被挤压出来，从潜水泵的缸体中进入岩心管 14，进而实现排除岩粉，冷却钻头之目的。

当地表钻探泵的活塞 1 反向行程时，地表钻探泵缸体中的压力减小，脉动器 5 的阀体 16 在弹簧 15 作用下坐在地表钻探泵的阀座上，在潜水泵复位弹簧 10 和地层静水水柱压力作用下，潜水泵的传动柱塞 9 和工作柱塞 11 实现反向行程，来自高压管线的高压水打开脉动器 5 的反向阀 17 并进入地表钻探泵的缸体中，这时，潜水泵通过吸水阀 12 吸入孔内岩心管外环状空间中的水。

在地表钻探泵活塞的后续每一次工作行程中，都会有一部分水从地表泵缸体中被压出；而反向行程时，这部分水又重新返回到地表钻探泵的缸体内，

从而在基本不消耗地表水的前提下完成了一次冲洗液在孔底的局部循环。

钻探过程中, 高压管线中的水不可避免地存在部分泄漏, 如何补偿这部分泄漏的水, 保证整个节水钻探系统的连续正常工作? 可以预先调整脉动器弹簧 18 的预压紧力, 维持高压管线中的压力大于一个大气压(由压力表监测, 通常为 0.3~0.5 MPa)。这样, 如果钻探过程中出现部分泄漏, 则高压管线中的水压力下降, 压力表的读数将降至一个大气压。在这种情况下, 地表钻探泵反向行程时, 反向阀 17 在预压缩弹簧 18 的作用下处于关闭状态, 而吸水阀 4 在地表钻探泵的缸体中出现负压情况下被打开, 并从水池 2 中吸入水。于是, 该节水钻探系统可自动向高压管线中补充水, 弥补钻探过程中出现的泄漏, 从而排除了潜水泵因出现泄漏而停止工作的现象, 保证了整个节水钻探系统连续、安全、可靠地运行。

3 节水钻探新技术的改型应用

3.1 潜水泵改型为液动冲击器实现孔底回转冲击钻进

为了提高漏失钻孔中使用局部循环方式钻进的

效率, 可以对潜水泵进行改型, 增加液动冲击的功能, 实现回转冲击钻进^[2], 达到既节水又提高钻进效率的目的。

如图 2 所示, 在工作柱塞 3 的下面增设与岩心管刚性连接的铁砧 5, 铁砧 5 通过键槽与潜水泵的外壳滑动连接(铁砧 5 至工作柱塞 3 的距离小于工作柱塞 3 的最大行程), 既可传递钻压又可传递扭矩。来自地表脉动器的水力脉冲驱动传动柱塞 1 和工作柱塞 3 完成工作行程。在此过程中, 工作柱塞 3 把潜水泵腔体中的液体经排水阀 7、岩心管 8 和钻头 9 排至孔底, 实现孔底局部循环; 同时, 工作柱塞 3 又作为冲击锤使用, 以很高的能量击打与岩心管刚性连接的铁砧 5, 于是, 在钻头上叠加了一个冲击能, (其冲击频率等于钻探泵的冲次) 提高了钻探效率。

现代钻探泵有好几个档, 可通过换档来调整潜水泵的泵量和冲击频率, 使其达到实现最大机械钻速的合理搭配。

目前生产实践中大量采用的传统液动冲击器必须消耗大量的地表水, 几乎不可能用于钻孔严重漏失、供水困难或缺水的地区。图 2 所示的液动冲击器所需水量很小, 因为, 处于密闭管线中的水只是作为传递压力脉冲的载体。

某煤田的一个漏水孔中曾采用图 2 所示的液动冲击器钻进, (所用改型潜水泵样机的外径为 89 mm, 传动柱塞的直径为 40 mm, 工作柱塞的直径为 63 mm) 与未使用液动冲击器的普通钻进方法相比, 平均机械钻速提高了 69%。其中在石灰岩中钻进时提高 56%, 在泥岩中钻进时提高 1.1 倍。另外, 为驱动液动冲击器而消耗的冲洗液为 12 L/min (主要由于钻杆接头处漏失和回次之间加接钻杆时的冲洗液损耗), 而采用普通钻进方法时消耗的冲洗液达 960 L/min。可见, 用改型潜水泵在漏水钻孔中实现孔底回转冲击钻进的效果非常显著。

3.2 潜水泵改型成潜孔扬水泵抽取地下水

在缺水地区钻探时, 如果孔内有较丰富的地下水, 可以把潜水泵通过改型做成潜孔扬水泵, 适时向钻探现场的泥浆池中供水。

如图 3 所示, 把图 1 中潜水泵的吸水阀和排水阀反向安装, 并在 2 个阀之间的外壳上增设密封圈 4, 把吸水区和排水区分开, 这样, 当潜水泵的工作柱塞反向行程时, 经吸水阀 1 把孔内地层水吸入到潜水泵的腔体中; 当潜水泵的工作柱塞处在工作行程时, 把潜水泵腔体中的水由排水阀 2 经潜水泵和套管 3 之间的间隙排出, 实现抽取地层水的目的。把

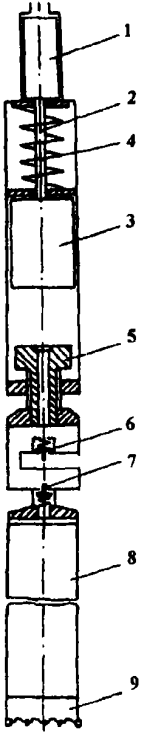


图 2 改型潜水泵实现孔底回转冲击钻进

Fig.2 Carrying out rotary-impact drilling with modified submerged pump in down hole

- 1——传动柱塞; 2——连杆; 3——工作柱塞; 4——复位弹簧
- 5——铁砧; 6——吸水阀; 7——排水阀; 8——岩心管;
- 9——钻头

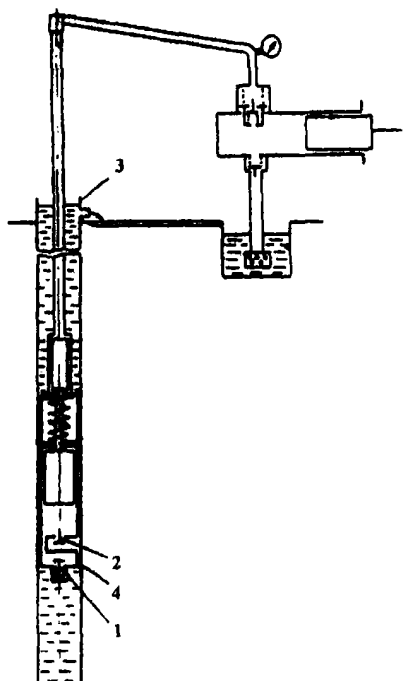


图 3 潜水泵改型成潜孔扬水泵抽取地下水
Fig. 3 Pumping groundwater with water pump modified by submerged pump
1——吸水阀; 2——排水阀; 3——套管; 4——密封圈

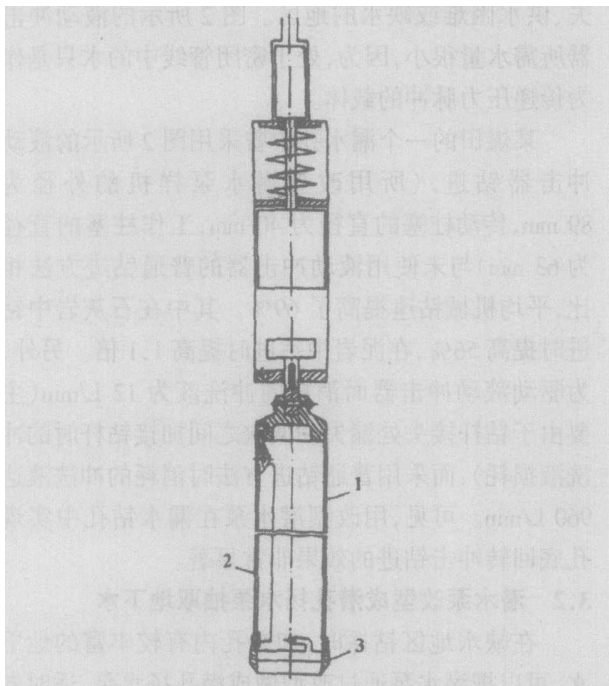


图 4 潜水泵改型成锤击打入式取样器
Fig. 4 Submerged pump be modified into hammer drive sampler
1——岩心管; 2——铰接式活动管壁; 3——管靴

潜水泵的吸水阀和排水阀可以做成药体模块, 只要在现场更换阀体模块, 就可方便地把用于孔底局部循环的潜水泵改造成潜孔扬水泵。

把由潜水泵改型成的潜孔扬水泵曾经用于生产试验中。当时, 孔内地层水的静止水位位于孔深 11 m 处, 把潜孔扬水泵下至孔深 22 m 处向地表泥浆池

供水, 其水量达 72~90 L/min, 基本满足了缺水地区及时补充泥浆池供水的需要。

3.3 潜水泵改型成锤击打入式取样器

在可钻性为 I~IV 级的软、疏松岩层中进行找矿勘探和工程地质勘探时, 为了提高土样、软岩的采取率, 可把潜水泵改型设计成锤击打入式取样器(图 4), 用以实现打入式取样。该钻具的取样部分包括岩心管 1 及装在岩心管上的铰接式活动管壁 2 和易拆卸的管靴 3。

取土样时钻具不回转, 潜水泵的工作柱塞(冲锤)每次向下运动时都打击铁砧, 并把冲击能量传递给取土器的管靴, 这样便可在不扰动地层的情况下取得原状土。

当需要取岩心时, 卸下管靴, 用带钻头的岩心管代替可卸式取土器, 这样便可进行回转冲击钻进, 取得较高的机械钻速和较长的回次进尺。在生产试验中, 用该改型钻具获得的岩心采取率达 90%~100%。不回转打入式取样器很好地保护了岩层剖面的原状结构, 在可钻性 III~IV 级的砂质粘土和粘土中取样时的机械钻速为 16~37.5 m/h。

4 结论

a. 所述节水钻探新技术设计思路新颖, 以地表水作为动力的媒介传递能量, 利用地层水作为冲洗液形成孔内局部循环进行钻进。地表水和地下水相互隔开, 钻进过程中基本不消耗地表水或消耗少量的地表水, 达到了节约钻探用水量的目的; 同时由于水力脉冲的部分能量传至钻头, 又能显著提高机械钻速。

b. 该技术设备简单, 以传统“三大件”和钻头为基础, 在不需增加大设备的前提下便可达到既大量节水又不扰动地层的目的, 是一种经济、高效、环保的钻进方法。

c. 通过简单改造, 可以拓宽这种节水钻探新技术的应用范围。如可把它改造成液动冲击器实现孔底回转冲击钻进, 显著提高机械钻速; 又可把它改造成潜孔扬水泵抽取地下水; 还可把它改造成锤击打入式取样器, 高效、高质量地采取岩土样。这种节水钻探新技术及其改型, 在干旱缺水地区具有广阔应用前景, 值得大力推广。

参考文献

- [1] 俄罗斯自然资源部图拉国立贵重金属与金刚石勘探工艺地质科技司. 提高复杂地质条件下钻探效率与取样效果的技术措施(工作方法推荐书)[M]. 莫斯科: 莫斯科出版社, 1999.
- [2] 汤凤林. 岩心钻探学[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1997.