

我国地质找矿取心(样) 钻探设备现状及提高效能的分析研究

张永勤

(中国地质科学院勘探技术研究所 , 河北 廊坊 065000)

摘 要 : 概述了我国地质找矿钻探市场现状及前景 , 分析研究了地质取样钻探传统的立轴钻机及全液压动力头钻机的优缺点及综合效能 , 针对国家提出加强地质工作的形势及中国的实际状况 , 提出了完善和改进我国现有钻探设备、提高我国地质找矿取样钻探效率、降低能耗及成本的观点及建议。

关键词 : 地质钻探 ; 钻机 ; 全液压驱动 ; 动力头 ; 立轴钻机 ; 成本 ; 综合效能

中图分类号 : P634.3 文献标识码 : A 文章编号 : 1672 - 7428(2006) 08 - 0045 - 06

The Present Status of the Geological Mineral Exploration Coring (Sampling) Drilling Equipment in China and Analysis-Research of Increasing the Drilling Efficiency/ZHANG Yong-qin (The Institute of Exploration Techniques , CAGS , Langfang Hebei 065000 , China)

Abstract : The present status and prospect of mineral exploration drilling market in China were summarized , and also the advantages and disadvantages and the comprehensive efficiencies of the conventional spindle drills and the fully-hydraulic top-drive head drills were discussed. Aiming to the actual situations and conditions of strengthening geological works brought forward by Chinese government , the author presented some viewpoints and proposals , which perfect and improve the present drilling equipment , increase the mineral exploration drilling efficiency , decrease the power consumption and the drilling cost.

Key words : geological drilling ; drill ; fully-hydraulic driven ; top-drive head ; spindle drill ; cost ; comprehensive efficiency

0 引言

地下矿产资源是人类发展和生存的根本 , 随着地球内部已经探明矿产资源的不断开采和趋于枯竭 , 进一步向未进行地质勘探及一些地下更深部实施地质勘探找矿是为人类寻找更多矿产资源的必要手段。随着我国经济持续的高速发展、人民物质生活水平的不断提高 , 对地下矿产资源的消耗逐年增加 , 地下资源的满足程度越来越低 , 对外的依赖度越来越高 , 矿产资源的供给和保障已成为制约我国经济发展的“瓶颈”。对于我国地质矿产资源现状以及面临的资源危机 , 我国政府已经给予高度重视 , 曾先后启动了国家地质大调查、西部大开发专项计划 , 出台了《国务院关于加强地质工作的决定》, 制定了《危机矿山接替资源勘探规划》和一批具体措施。加速地质矿产资源的勘探开发已成为我国未来地质工作的重中之重。

随着国家对地质矿产勘探工作的重视及地方和矿山企业自身投资力度不断加大、地质市场的对外开放等原因 , 目前我国地质找矿钻探工作量逐年增

加。根据 2005 年几个省在有关媒体上透露的地质岩心钻探工作量统计 , 估计目前我国年钻探量已恢复到上世纪高峰时期的水平。从目前国内外地质勘探技术发展现状看 , 还没有一种地质探测技术能够代替取心(样) 钻探技术 , 并能最终准确确定地下矿产资源的品位、埋藏深度、储量等一系列物化参数。因此 , 取心(样) 钻探技术在未来地质找矿中仍然起着不可替代的作用。

地质钻探取心(样) 施工技术的关键是钻探设备、器具及工艺方法 , 它们不仅对钻探效率、施工成本、取心质量及地质成果有着重要影响 , 而且对缩短勘探周期 , 加快开发利用具有间接的社会意义。笔者根据多年从事钻探技术研究以及对目前国内外地质找矿钻探施工市场的跟踪调查和掌握的有关资料 , 概述我国地质找矿钻探施工及钻探设备及工艺器具与方法的现状 , 提出提高我国地质找矿钻探设备及技术方法综合效能的措施及观点 , 供同行们参考。

收稿日期 : 2006 - 05 - 10

作者简介 : 张永勤 (1960 -) , 男 (汉族) , 江苏沛县人 , 中国地质科学院勘探技术研究所新技术一室副主任、教授级高级工程师 , 探矿工程专业 , 从事各类岩石钻掘及取心(样) 钻掘施工设备及器具研究开发工作 , 河北省廊坊市金光道 77 号 (0316) 2096614 , zypiet@cniet.com。

1 我国地质钻探设备与施工技术发展及应用现状

经过 50 多年的不断研究开发、改进和完善,我国地质找矿钻探系统从钻机、钻塔、钻杆、钻具、钻头、泥浆材料及循环体系、各种钻进工艺方法及辅助器具等已形成了独具特色、适合我国国情的系列化产品。这些独具特色的系列化产品及技术在我国地质取样钻探施工中已经发挥了重大作用。机械传动、液压控制的立轴岩心钻机从 100 m 到 2000 m,已形成系列,以金刚石绳索取心为主体的钻探器具及工艺方法的钻深能力已超过 1500 m,钻孔直径从 46 mm 到 130 mm,取心钻具可满足各种固体矿产钻探取样化验分析要求。尽管目前我国以机械传动、液压控制方式为主的地质钻探岩心钻机与国外长行程全液压动力头钻机相比还有一些不足,但结构简单、便于操作及维修、成本低廉,不仅适合中国的国情,而且被中国的用户广泛接受,并取得了良好的经济技术效果。50 多年来,以立轴钻机及金刚石绳索取心钻探技术为主体的钻探系统在我国地质找矿中发挥了重要的作用,根据 1995 年以前的详细统计及 1995 年以后的部分调研和不完全统计,到 2005 年底,利用我国独具特色的钻探设备及技术方法完成岩心钻探进尺接近 13000 万 m。为我国地质找矿及经济建设做出了巨大贡献。

2 立轴钻机与全液压动力头钻机性能及综合经济效益分析对比

2.1 性能分析对比

新中国成立以来,我国主要借鉴前苏联的经验,岩心钻机从手把式、转盘到机械传动和液压控制的立轴式为主要方式,目前已经形成了具有中国特色的地质钻探设备体系。几十年的实践证明,机械传动和液压控制的立轴式岩心钻机(spindle core drill)的结构简单、操作维修方便、成本低廉、可靠实用等特点非常适合我国实际状况。目前广泛使用的机械传动和液压控制立轴式岩心钻机与国外全液压动力头钻机(top-drive head drill)相比,在控制、行程、启动的平稳性及复杂地层取心质量等方面确有一定的差距。全液压动力头钻机最大的特点就是给进行程较长、启动和停止平稳、钻机的各项动作便于调控、较容易实现斜孔钻进施工、取心和加接钻杆时无须将钻具提离孔底(对于绳索取心钻进而言)。但立轴钻机也具有全液压动力头钻机不可比拟的优点,这些优点也是立轴式钻机在我国被广泛接受的根本原因所在。立轴钻机的缺点是:钻机启动不如液压

钻机平稳、给进行程短、操作及速度控制不如液压钻机方便、常用的小通孔立轴钻机必须配备主动钻杆、取心时必须将主动钻杆提出孔外、钻进过程中必须经常倒杆(rechuck)等。

对于复杂地层,立轴钻机与全液压动力头钻机最大差别就是全液压动力头钻机在取心和加接钻杆时无需将钻具提离孔底较大距离,这就大大降低了孔底坍塌掉块和钻头重复破碎及发生岩心堵塞(core block)的概率,这也是动力头钻机比立轴钻机施工过程中孔壁较稳定、钻头较少发生岩心堵塞、取心率较高的主要原因之一。而立轴钻机则相反,由于必须提出主动钻杆才能加接新钻杆,所以在钻遇不稳定地层时,有时出现不能加接新的钻杆和钻具难以以下放到孔底的情况,此时必须扫孔才能到达孔底,这就既增加了辅助时间,又降低了钻头的实际寿命,在一定程度上影响了立轴钻机的效率。但对于稳定地层,这种差别并不十分明显。另外,由于立轴钻机给进行程短,在钻进同样长度的一根钻杆的情况下,立轴钻机要经过几次倒杆,而动力头钻机可能无需倒杆或倒 1 次(取决于给进行程)。目前国内常用立轴钻机的给进行程一般为 0.5~0.6 m,进口动力头钻机的给进行程为 2~3 m,目前国内外绳索取心钻杆及钻具的定尺长度多为 3 m(也有采用 4.5 m),对于钻完 3 m 长的钻杆,立轴钻机要倒杆 5~6 次,而动力头钻机只需要一次或不需要倒杆。5~6 次倒杆,使得立轴钻机在钻完 3 m 同样一根钻杆要多用 8~10 min,立轴钻机完成 1000 m 深的钻孔施工仅倒杆的时间要比动力头钻机多用 44~55 h。

由于立轴钻机在每次倒杆时,必须将钻机的回转器停止转动,钻机的停止转动是靠离合器控制的,所以钻头从静止到达到高速转动只有 1~2 s 的时间,机械传动的立轴钻机启动不如液压力头钻机平稳,立轴钻机的突然高速转动对于较破碎地层容易使岩心产生机械性破碎或岩心堵塞。

在提下钻方面,以 1000 m 孔深和配 17 m 钻塔为例进行提下钻辅助时间分析对比。假设立轴钻机提下立根高度为 15 m。进口动力头钻机提下立根高度一般为 6 m。对于完成 1000 m 钻孔钻进施工,按平均钻头寿命 80 m 计算(实际上平均钻头寿命达不到 80 m),立轴及动力头钻机各需要提下钻 12 次。根据立轴钻机及动力头钻机的提下钻速度和现场的测算,两种钻机每提出一根立根需要的时间为 1.5 min,下入每根立根的时间为 1 min。立轴钻机与动力头钻机在 1000 m 孔深施工过程中提下钻时

间统计见表 1。

表 1 立轴及动力头钻机提下钻时间统计表		
提钻深度 /m	立轴钻机提下钻 需要时间/min (立根长度按 15 m)	动力头钻机提下钻 需要时间/min (立根长度按 6 m)
80	9/6	20/13
160	16. 5/11	40/27
240	24/16	60/40
320	32/21	80/53
400	40/27	100/67
480	48/32	120/80
560	56/37	140/93
640	64/43	160/107
720	72/48	180/120
800	80/53	200/133
880	88/59	220/147
960	96/64	240/160
1000	100/67	260/173
合计(提 + 下)	1209(725 + 484)	3023(1820 + 1207)

注 表中提下钻时间表示为“ 提钻时间/下钻时间 ”。

从以上提下钻时间统计可以看出 ,立轴钻机的提下钻时间要比全液压力头钻机减少 60%。

在钻机的解体性方面 ,目前两种钻机都具有较好的解体性 ,只是解体后单件搬运的容易程度不同而已 ,都没有明显的优势。在满足斜孔钻进方面 ,全液压力头钻机可以较容易实现大斜度钻孔施工 ,立轴钻机的回转器可以在一个平面内旋转 360° ,所以立轴钻机本身可以满足各种角度钻孔施工要求 ,只是所配备的钻塔在进行大斜度(倾角 <60°)的钻孔施工过程中提下钻方面不如动力头钻机方便 ,钻塔的受力不及动力头钻机合理 ,但采用新型整体起落钻塔 ,优化布置钻塔天车位置及角度 ,可以较好地满足立轴钻机斜孔钻进要求。实际钻进施工中倾角 <75° 的地质找矿勘探斜孔毕竟还是少数。

在动力配备及能量利用率方面 ,由于液压传动效率较低 ,所以全液压驱动钻机与传统的机械传动立轴钻机相比 ,液压驱动钻机的动力配备及消耗都较大。相同钻深能力情况下 ,全液压钻机的动力配备要比机械传动钻机大得多 ,大大增加了全液压钻机的施工成本。

2.2 综合经济效能分析

以进口全液压力头钻机(P6L 或 LF90 型)及配套器具与国产 XY - 4 - 3 型(配备 37 kW 动力)立轴式钻机和配套器具为例进行经济效益分析。目前进口一台可满足 NQ 规格、钻深 1000 m 的全液压力头钻机及全套器具的总费用(含钻机、水泵、1000 m 钻杆及钻具、夹持器)约 300 万元。而满足

上述钻进要求的 XY - 4 - 3 型立轴钻机及全套器具约 39 万元(含钻机、柴油机、钻塔、水泵、钻杆及钻具、绳索绞车、夹持器)。两者单套一次性投资的比例约为 1: 8。两种钻机每年都按 8 个月的纯工作时间 ,进口钻机的平均台月效率 1000 m ,年完成进尺 8000 m。立轴钻机平均台月效率 500 m ,年完成进尺 4000 m。按钻进 1 m 的平均费用都为 450 元 ,那么进口钻机每年完成的产值为 360 万元 ,立轴钻机每年完成的产值为 180 万元。按 35% 的纯利润计算 ,平均每米纯利润达 157. 5 元(笔者通过对一些施工单位的调查 ,目前采用国产钻机钻探施工每米纯利润为 30 ~ 120 元/m ,尽管一些用户利用进口钻机在某些工区可得到 700 元/m 的单价 ,但全国平均价格达不到 450 元/m 和 157. 5 元/m 的纯利润) ,进口钻机每年可获得的利润为 126 万元 ,国产钻机每年获得的利润可为 63 万元。都按理想状态(都不考虑使用期间的维修) ,进口钻机 10 年可获得利润 1260 万元 ,立轴钻机 10 年可获得利润 630 万元。如果扣除各自购置设备的成本 ,10 年后购买进口钻机及器具的净剩余值为 1260 - 300 = 960 万元(没有考虑钻杆及器具中期的补充费用)。假设将购买进口全液压力头钻机多支付的 261 万元存入银行 ,按目前国家 5 年定期每年 3. 6% 计息和 20% 的利息税计算 ,10 年的纯利息应为 $261 \times 3. 6\% \times 5 \times 80\% + (261 + 261 \times 3. 6\% \times 5 \times 80\%) \times 3. 6\% \times 5 \times 80\% = 80. 6$ 万元。因此 ,用投资购买进口全液压力头钻机及器具的费用去投资购买立轴钻机及器具 10 年后的实际剩余值应为 $630 - 39 + 261 + 80. 6 = 932. 6$ 万元。

如果利用上述投资进口全液压钻机及器具的费用投资两台国产立轴钻机及器具 ,按上述年完成工作量及利润 ,两台立轴钻机的投入成本为 78 万元 ,10 年后的净剩余值应为 $630 \times 2 - 34 \times 2 + 232 + 232 \times 3. 6\% \times 5 \times 80\% + (232 + 232 \times 3. 6\% \times 5 \times 80\%) \times 3. 6\% \times 5 \times 80\% = 1495. 62$ 万元(没有考虑中期补充钻杆及器具的费用)。

在 10 年使用期间 ,钻机都按不发生任何维修及更换费用的理想状态推算(但事实不可能不发生维修费用) ,但钻杆、钻头及钻具必须作为材料消耗计入成本。按目前国内外钻杆的标称寿命计算再增加的费用 ,按进口钻杆正常寿命可达 30000 m、国产钻杆可达 10000 m 计算。进口钻机 10 年完成进尺 80000 m ,则期间还补充 2000 m 钻杆(初期投资已经购置 1000 m 钻杆) ,按每米 48 美元计算 ,2000 m 钻

杆的费用约为 77.77 万元人民币(不含关税)。两台国产钻机在 10 年期间完成进尺也是 80000 m,则期间需要补充钻杆 6000 m(初期投资每台钻机已购置 2000 m),国产钻杆按每米 150 元人民币计算,6000 m 钻杆费用为 90 万元。

通过对上述两种投资方式的分析预测,投资 300 万元购置进口全液压动力头钻机及器具与投资 78 万元购置国产立轴钻机及器具相比,考虑 10 年使用期间补充钻杆的费用,购置两台国产立轴钻机及器具最终获得的净剩值应为 $1495.6 - 90 = 1405.6$ 万元,购置进口钻机及器具的净剩值为 $960 - 77.77 = 882.23$ 万元。国产钻机及器具要比进口钻机及器具的剩余值多 523.37 万元。

进口全液压动力头钻机及器具与国产立轴钻机及器具悬殊的价格,使得进口产品在国内钻探市场上的应用受到很大的制约,人们寄希望于全液压动力头钻机国产化而降低成本,达到推广应用的目的。现就按照目前国产全液压动力头钻机配套国产钻杆及钻具等费用,对国产全液压动力头钻机和常规立轴钻机在相同环境条件下最终的收益分析对比如下。

目前国产全液压动力头钻机的售价为 120 万元,配齐满足 1000 m 孔深钻进要求的钻杆、钻具及水泵等必要辅助工具的总费用约 140 万元。假设国产全液压动力头钻机的性能完全达到国外进口钻机的性能及效率(但事实上目前无法肯定达到进口钻机性能),按上述每年完成进尺、每米费用及纯利润计算分析,投资 140 万元,10 年后的实际剩余值为 $1260 - 140 = 1120$ 万元(不考虑设备维修及应用期间的钻杆及钻具的补充费用)。如果将一台套全液压动力头钻机的费用投资两台国产立轴钻机(剩余费用按存入银行计算利息)最终的实际剩余值应为 $630 \times 2 - 39 \times 2 + 62 + 62 \times 3.6\% \times 5 \times 80\% + (62 + 62 \times 3.6\% \times 5 \times 80\%) \times 3.6\% \times 5 \times 80\% = 1303.14$ 万元(不含使用期间设备维修及钻杆和钻具补充费用)。由于国产钻机都配备国产钻杆及器具,按照同样的进尺和相同的寿命,在 10 年的使用期间补充钻杆及钻具的费用都为 90 万元。由此可以看出,投资国产全液压动力头钻机和投资两台国产立轴钻机及全部器具 10 年后的最终剩余值分别为:全液压动力头钻机 $1120 - 90 = 1030$ 万元;立轴钻机 $1303.14 - 90 = 1213.14$ 万元。

上述对进口全液压钻机、国产全液压钻机及国产立轴钻机的最终效益分析计算结论是在 10 年使

用期间都不发生任何维修费用,而且 10 年间都保证有稳定的钻进工作量的前提下得到的。而事实上,10 年应用期间,上述哪一种钻机都不可能不发生维修费用,而又很难能保证 10 年间每年都能完成上述工作量。可以想象,一旦发生故障需要维修或更换,那么进口或国产全液压动力头钻机与国产立轴钻机相比,全液压动力头钻机的维修费用可能要比立轴钻机高得多。事实已经证明,目前进口全液压动力头钻机更换一套液压系统的滤器就超过 1 万元。如果更换液压马达、液压泵或其他液压元件,将超过 10 万元。因此,如果考虑使用期间可能发生的维修费用,全液压动力头钻机最终的综合经济效益与立轴钻机相比,其综合经济效益比上述分析预测结果还要低,而且还要冒较大的投资风险。

尽管上述的分析计算不是实际钻探施工的结果,但从地质找矿取心钻探施工承包具有非常多的不定因素及高风险的特点分析预测,进口或国产全液压动力头钻机及器具的风险系数要比购买国产立轴钻机及器具高得多,而投资的回报率要比国产设备低。

3 全液压动力头岩心钻机应用市场前景分析

较高的进口钻机价格,促使国内的钻探设备制造商、科研开发及管理机构积极投资开发国产全液压顶驱岩心钻机,这对推动我国钻探设备及技术的进步和发展无疑将起到积极的作用。但我国全液压顶驱岩心钻机的研制成本及销售价格不降到现有相同钻进能力的国产立轴岩心钻机价格的范围内,那就不可能有较大的应用市场。理由是(1)目前的地质找矿钻探施工并不是离了先进的全液压顶驱岩心钻机就无法实施(2)我国钻探市场准入体制不完善,市场不规范,一些私营或个体钻探公司非常容易进入地质钻探施工市场,使得地质取样钻探施工价格竞争激烈,每米钻探费用预算偏低,以至使得高投资不能获得高回报(3)全液压动力头钻机与常规立轴钻机的售价差别太大,投资风险系数较大;(4)液压系统元件、部件及其维修和更换成本较高,一旦发生故障,现场操作人员维修困难(5)液压系统传动效率低、动力消耗大,相同钻深能力的液压驱动钻机动力配备是机械驱动钻机动力配备的 2.4 倍(XY-4-3 型立轴岩心钻机动力配备是 37 kW,泥浆泵动力配备是 18 kW,而相同能力进口全液压钻机的动力配备是 132 kW)。从液压驱动钻机的成本、售价、维修成本、我国地质取样钻探的实际情况、

性价比、实际钻进效率、投资回报率等预测,笔者认为全液压动力头钻机在我国地质钻探施工中不可能有很大的潜在市场。

从目前我国地质岩心钻探施工特点、技术发展应用现状来看,新型全液压顶驱岩心钻机的开发及推广应用,不可能像 20 世纪 90 年初非开挖铺管设备那样,因为非开挖铺管设备及施工技术当时在我国刚刚出现,属于全新的施工技术,人们不知道其技术含量有多高,其售价及施工报价没有可比性,而非开挖铺管设备及技术确实具有常规铺管无法实现和取代的特殊功能,即使高昂的一次性设备投资,施工承包商仍可获得高额的利润。而全液压动力头钻机并非如此。尽管全液压动力头钻机在给进行程、操作难易性等方面确实比立轴钻机具有一定的先进性和优越性,但其价位及投资回报率并没有明显地优于机械传动的立轴钻机。应用市场的大小,不是钻机的先进性决定的,而是由用户根据钻机的实际效能及投资的回报率来决定的。应用实践证明,在深孔(600 m 以深)较完整地层取心钻进施工中,现有全液压动力头钻机的台月效率并没有立轴钻机的台月效率高。例如,国内某钻探施工单位进口 2 台全液压动力头钻机,其中一台钻机 2 个月完成进尺 400 m,两台全液压动力头钻机一年工期完成进尺 2000 多米,究其原因:一是地层太复杂,二是钻进操作的熟练程度,三是钻机的实际钻进效率确实不像人们想象的那么高。而我国的山东、福建、辽宁、河南、武警黄金部队等地勘钻探施工单位,采用现有国产立轴岩心钻机的台月效率仍可超过 1000 m。

目前,随着我国的地质勘探市场的对外开放,一些外国矿业公司纷纷来华投资进行风险勘探,由于对国内立轴式岩心钻机存在效率的偏见,对于一些取心钻探施工提出了必须采用全液压动力头钻机施工的不合理要求。为了在尽可能短的时间内完成必要的取心钻探任务,缩短勘探周期和降低成本,外国矿业公司一般每米钻探预算成本较高。一些国内地勘单位为了能够承揽到外国矿业公司投资的钻探施工任务,不惜重金购买国外全液压动力头钻机,但施工中遇到非常复杂地层时却采用国产立轴钻机,因为担心昂贵的全液压动力头钻机损坏需要大量的维修费用。应该清楚地认识到,在任何地质取心钻进施工中,影响钻进效率、成本的首要因素是地层的复杂程度,其次是钻进设备、所采用的工艺方法及操作人员的技术水平、熟练程度和责任心等。尽管在较复杂的地质条件下,全液压动力头岩心钻机可能比

采用国产立轴钻机效率高,但决不可能高出几倍,全液压动力头钻机并不是万能的。目前全液压动力头钻机及立轴钻机实际钻进效果证明,在中深孔(600 m 以深)和较完整地层条件下,全液压动力头钻机的台月效率并不一定超过立轴钻机的台月效率,因为完整地层条件下,立轴钻机不存在岩心采取率低及孔壁坍塌而影响效率的问题。

从以上的分析可以看出,在选择钻探设备时,必须进行长远和综合效益分析,不要盲目地追求先进的设备和只想到一些外国矿业公司一时开出的较高的钻探施工费用,因为这种高价格在中国的钻探市场必定是少量的和短期的,如果保证不了有大量和稳定的钻探工作量,最终可能要承担较大的风险和损失。钻探施工单位在投资购置设备时应该清楚地认识到:目前地质找矿取心钻探施工并不是离了全液压动力头钻机就无法实施,个体施工者利用普通立轴岩心钻机承揽施工的报价及成本对全液压钻机是一个严峻的挑战。地质取样钻探施工既是“高深莫测”,又是“简单可涉”。从 20 世纪 90 年代初我国基础钻掘工程施工以及近期我国地质找矿取心钻探施工市场上,大量的个体钻探施工者纷纷进入,使得钻探施工报价大大降低。例如,在内蒙古某煤田取心钻探施工现场,由于个体钻探施工者的介入,使得每米取心钻探施工的报价降到 120 元。面对如此低的钻探施工价位,利用进口或国产全液压动力头钻机又怎么去竞争呢?

4 提高我国现有钻探设备与技术应用综合效率的措施

上述分析得知,全液压动力头钻机主要的优点就是不采用主动钻杆、给进行程长、在取心时几乎无需将钻头及钻具提离孔底,对于提高钻进效率和取心质量、稳定孔壁和提高钻头寿命都有明显的优势。而立轴钻机可以通过加大立轴通孔直径和行程,达到全液压动力头钻机的上述功能。实际上目前我国有些立轴岩心钻机的立轴通孔直径已经加大到 76~97 mm(可以满足 NQ、HQ 绳索取心钻杆通过)。对于大角度斜孔钻进,立轴式钻机回转器本身是可以从垂直位置调整到水平位置的,只要将钻塔随回转器旋转角度调整一致,即可满足更大角度的斜孔钻进。因此,可以将钻塔设计成整体起落的 A 字形钻塔。在钻塔安装时,钻塔轴线与立轴钻机卷扬机轴线一致,可以借助于液压油缸或钻机卷扬机起落钻塔。根据钻孔的倾角来调整立轴钻机的回转器及

钻塔的倾斜角度,以满足斜孔钻进要求。采用机械传动液压控制的大通孔立轴钻机、斜塔及绳索取心钻进技术,完全可以实现进口(Boart Longyear 及 Atlas Copco 公司)及国产全液压空心动力头钻机“无主动钻杆与机上加杆”钻进施工的功能。

为了进一步提高现有机械传动液压控制立轴钻机“无主动钻杆与机上加杆”钻进的效率,应开发长行程立轴钻机或长行程不停车倒杆立轴钻机。如果将现有立轴钻机或不停车倒杆钻机的给进行程增加到 1000 mm,采用目前国内外常用的 3 m 长绳索取心钻杆,那么钻进过程中只需倒杆 2 次,钻完 3 m 长钻杆 2 次倒杆时间仅比动力头钻机多 40 s。因此,倒杆的辅助时间对钻进施工效率的影响已经非常小。

5 结语

目前,我国正在实施节能型经济战略,提倡采用高效低耗设备及技术方法,大力降低单位 GDP 能耗。在《国务院关于加强地质工作的决定》中还明确指出:要提高现有地质装备利用的效率,增强矿产资源勘查核心技术和关键技术的自主研究开发能力。因此,在贯彻实施“危机矿山接替资源勘探规划”、“地质大调查”、“西部大开发”以及“加强地质工作”决策中,必须重视钻探工程技术的作用。钻探工程技术的关键是钻探设备及施工器具和工艺方法。在开发钻探设备及工艺器具时,应根据中国的

=====

(上接第 35 页)

(1)根据钻进过程中的地层稳定情况,适时投入护壁材料,边冲边投,以稳定孔壁。在杂填土层投入粘土;在砂层或松散土层投入少量粘土和碎石。

(2)由于施工受潮汐影响,尽量避开在退潮时施工易坍塌地层,适当控制钻进速度。

(3)保持泥浆的密度和粘度,以及足够的水头高度,以增强液柱压力,并在捞渣时及时补充浆液,提高泥浆的护壁与堵漏效果,防止因泥浆漏失而造成孔壁坍塌。

4.2 塌孔事故的处理

对于 88、100 号孔,我们采取回填粘土并加入水泥等胶结材料,将钻机移开钻其它孔,固结 3 天后再重新钻进成孔,取得了较好的效果。

70 号孔由于孔口地层含有大量碎石,极不稳定,我们采取在孔口浇筑 C20 混凝土的办法,使孔

万方数据

地质找矿钻探施工的地质地理环境及国情,在充分发挥现有钻探设备及技术优势的同时,开发研究低能高效、先进可靠、价格低廉、便于操作维修的钻探设备、施工器具及技术方法。

开发利用机械传动液压控制长行程立轴式不停车倒杆岩心钻机、采用“无主动钻杆与机上加杆”、配套高效节能绳索取心及空气反循环连续取样钻探技术方法将是贯彻上述决策、提高我国未来地质找矿钻探效率和降低成本的有效措施。通过进口国外钻探设备或开发昂贵的全液压动力头钻机来满足我国当前及未来地质钻探施工决不是加速我国地质找矿勘探速度和提高我国钻探技术水平的良策。如果全液压动力头钻机的售价不限定在机械传动液压控制立轴钻机的 3 倍以内,那么全液压动力头钻机在我国未来地质钻探施工市场上就难以有较大的应用前景。

可以断定,不久的将来,一种可以实现进口或国产全液压动力头钻机功能、其价位只有进口全液压动力头钻机 1/12、现有国产全液压动力头钻机 1/6 的专利型立轴岩心钻机及施工技术将出现在我国地质取心钻探施工市场上,这种以机械传动液压控制的长行程、大通孔不停车倒杆立轴钻机及“无主动钻杆与机上加杆”钻探施工技术将使我国地质取心钻探设备及施工技术发生一次较大的变革。采用上述方式,立轴岩心钻机的辅助时间、钻头寿命、取心质量、施工效率及成本将会大大改善。

口周围松散的碎石固结后再重新施工,从而保证了孔壁稳定。

4.3 处理效果

根据《建筑基桩检测技术规范》(JGJ 106 - 2003)本工程经青岛市建筑工程质量检测中心对 39 根桩进行低应变动力检测,对 3 根桩进行单桩静载荷试验检测,桩身无严重缺陷,单桩竖向承载力实测值均大于 1870 kN,均满足设计要求。

5 结语

(1)在滨海潮间带复杂地层进行冲击成孔灌注桩施工,为预防孔壁坍塌,必须选择适应地层条件的钻探施工工艺,要采取合理有效的技术措施。

(2)发生钻孔坍塌事故后应及时进行处理,避免桩底沉渣太厚形成悬浮吊脚桩,影响成桩质量。