

取心钻进工艺方法的技术经济学分析——施工时间分析

张 伟

(中国地质调查局,北京 100011)

摘 要:介绍了一项取心钻进技术经济学研究的成果。此研究将技术经济学研究的思想引入钻探技术设计,实现取心钻进方法的评价和优选。推导了钻进施工时间的计算公式,并对几种国内常用的或正在改进完善的取心钻进工艺方法进行了评价。评价结果表明,液动潜孔锤钻进方法是一种值得大力推广的高效钻进方法。

关键词:技术经济学;取心钻进工艺方法;施工时间;液动潜孔锤

中图分类号:F062.4;P634.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2007)08-0001-03

Technical Economics Research on Different Core Drilling Methods—Drilling Time Analysis/ZHANG Wei (China Geological Survey, Beijing 100011, China)

Abstract : The result of a technical economics research on core drilling methods is described in this article. This research aims at introducing the idea of technical economics in drilling technical design, to realize the optimization of core drilling method selection. The formula for calculation of drilling time has been deduced. Through calculation and comparison, several core drilling methods that are being widely used or just being improved in China, have been evaluated. The evaluation result shows that hydro-hammer drilling method is a high efficiency drilling method that is worthwhile to be popularized widely.

Key words: technical economics; core drilling; drilling time; hydro-hammer

0 引言

取心钻进方法的选用对钻探施工的经济性起着至关重要的影响作用。对于同样的钻探项目,采取不同的取心钻进工艺方法施工,导致的钻进施工时间和成本差别可能十分显著。迄今为止在地质钻探领域,由于缺乏对钻探施工经济性进行定量评价的方法,钻探施工中技术方法的运用带有一定的盲目性,不能获得最佳的经济效果。

对取心钻进方法进行评价的最主要指标是钻探施工经济性,一般以完成某一个钻探项目所需要的成本或时间来表示。取心钻进方法的优劣,实际上是有条件的。绝对好的取心钻进方法是不存在的。只能说在某种钻进施工条件下,某种取心钻进方法的效果比其它方法要更好一些。影响钻探施工经济性的因素很多,有技术因素、设备因素、地层因素、经济因素等,如何在影响因素众多的复杂情况下,对不同的取心钻进方法的应用效果进行正确评价,这正是本项研究希望解决的问题。

本文介绍一种进行取心钻探施工经济性定量评价的方法,该方法的特点是:引入技术经济学研究的思想,通过技术经济学分析,实现对不同取心钻进方法在不同条件下使用效果的评价,其结果可用于任

何取心钻探项目设计时进行钻进工艺方法选择,还可对技术改进的效果进行预测,指引技术与开发工作的方向。

笔者研究的方法,可用于对钻探施工成本和施工时间进行技术经济分析。由于对钻探施工成本的技术经济分析更加复杂,需要掌握更多的基础数据,本文只进行对钻探施工时间的技术经济分析,钻探成本的技术经济分析工作留待下一步开展。钻探施工时间是影响钻探施工成本的重要因素,分析结果同样具有重要的实际应用参考价值。

1 钻进施工时间计算公式推导

1.1 绳索取心单位进尺时间计算

单位进尺时间即钻进每米进尺所需时间,绳索取心钻进的单位进尺时间可按下式计算(以一个提钻回次为基础计算):

$$\begin{aligned} T_{pmw} &= (T_R + T_D + T_{FC})/L_R \\ &= [2D_{ep}/V_R + L_R/V_C + (L_R/L_{FC})t_{FC}]/L_R \\ &= 3D_{ep}/(V_R L_{bit}) + 1/V_C + t_{FC}/L_{FC} \\ &= 3D_{ep}/(V_R L_{bit}) + 1/V_C + 0.3/L_{FC} + \\ &\quad D_{ep}/(1800V_{FC}L_{FC}) \end{aligned} \quad (1)$$

式中: T_{pmw} ——绳索取心钻进的单位进尺时间, h/m;

收稿日期:2007-06-04

作者简介:张伟(1954-),男(汉族),湖北恩施人,中国地质调查局科技外事部新技术处处长、教授级高级工程师,探矿工程专业,博士,负责组织地质勘察技术的研究与开发和推广应用工作,北京市西城区黄寺大街24号,(010)51632908, zhangwei@cesd.cn。

T_R ——回次起下钻时间, h; T_D ——回次钻进时间, h; T_{FC} ——回次捞岩心时间, h; L_R ——提钻间隔, m, 绳索取心钻进的提钻间隔与钻头寿命有密切的关系, 但肯定小于钻头寿命, 根据经验, 设提钻间隔为钻头寿命的 2/3, 即 $L_R = (2/3)L_{bit}$; D_{ep} ——钻孔深度, m; V_R ——起、下钻平均速度, m/h, 一般来说, 下钻速度高于起钻速度, 另外, 每次起完钻后还要进行更换和检查钻具等一些辅助操作, 为简化计算, 将 2 倍的钻孔深度除以本回次开始起钻到下一回次下钻到底所需的总时间, 定义为这一回次的起、下钻平均速度; V_C ——机械钻速, m/h; L_{FC} ——绳索取心打捞岩心间隔, m; t_{FC} ——绳索取心单次打捞岩心时间, h, 单次打捞岩心时间由打捞岩心前后的孔口操作时间与打捞和下放岩心管的时间组成, 若假设打捞岩心前后的孔口操作时间为 0.3 h, 则 t_{FC} 与孔深 D_{ep} 和打捞岩心速度 V_{FC} 有如下关系: $t_{FC} = 0.3 + D_{ep}/(1800V_{FC})$; V_{FC} ——打捞岩心速度, m/s; L_{bit} ——钻头寿命, m。

1.2 提钻取心单位进尺时间计算

提钻取心钻进的单位进尺时间可按式计算:

$$T_{pmr} = (T_R + T_D)/L_R = 2D_{ep}/(V_R L_R) + 1/V_C \quad (2)$$

式中: T_{pmr} ——提钻取心钻进的单位进尺时间, h/m。

1.3 钻进总时间计算

利用式(1)和式(2), 可分别计算绳索取心钻进和提钻取心钻进的单位进尺时间。钻进施工是分段进行的, 每一个提钻回次就是一个钻进施工段, 将每一段的长度(回次进尺)乘以该段的单位进尺时间, 可得到这一段(回次)的钻进时间, 累计钻孔各段(回次)的钻进时间, 就得到施工该钻孔的钻进总时间。

钻进总时间计算公式可表示为:

$$T_T = \sum_{i=1}^n T_{T_i} = \sum_{i=1}^n T_{pm_i} L_{R_i} \quad (3)$$

式中: T_T ——钻进总时间, h; T_{T_i} ——钻孔第 i 段(整个钻孔总共有 n 段)的钻进时间, h; T_{pm_i} ——钻孔第 i 段的每米进尺钻进时间, h/m; L_{R_i} ——钻孔第 i 段的回次进尺, m。

将式(1)和式(2)分别代入式(3), 可分别计算出采用绳索取心钻进方法和提钻取心钻进方法施工一定深度钻孔时所需要的钻进总时间。

2 不同取心钻进方法的技术经济评价

采用前面推导的钻进时间计算公式, 以下对几

种目前常用的或正在改进完善的取心钻进工艺方法进行评价, 这些方法分别是: 提钻取心方法、液动潜孔锤/提钻取心方法、绳索取心方法、液动潜孔锤/绳索取心方法和不提钻换钻头方法。为此, 须首先确定不同方法的技术指标(见表 1)。这些指标是参照国内硬岩(可钻性 8 级左右)取心钻进项目的经验数据而确定的。评价结果显示在表 2 和图 1 中。

表 1 不同取心钻进方法钻进总时间计算的技术指标

取心钻进方法	起下钻速度/(m·h ⁻¹)	起钻间隔/m	机械钻速/(m·h ⁻¹)	打捞岩心间隔/m	打捞岩心速度/(m·s ⁻¹)
提钻取心	600	3	1.1		
液动潜孔锤/提钻取心	600	4	1.5		
绳索取心	550	30	1.0	2.5	1.5
液动潜孔锤/绳索取心	550	30	1.3	4.0	1.5
不提钻换钻头	550	100	0.9	2.5	1.5

表 2 不同取心钻进方法施工不同深度钻孔需要的时间 /d

取心钻进方法	孔深 100 m	孔深 500 m	孔深 1000 m	孔深 1500 m	孔深 2000 m
提钻取心	4.0	24.8	61.1	109.0	168.6
液动潜孔锤/提钻取心	3.0	18.3	45.2	80.8	125.1
绳索取心	4.7	24.8	52.4	82.9	116.2
液动潜孔锤/绳索取心	3.6	18.8	39.9	63.0	88.5
不提钻换钻头	5.2	26.8	55.5	86.2	118.7

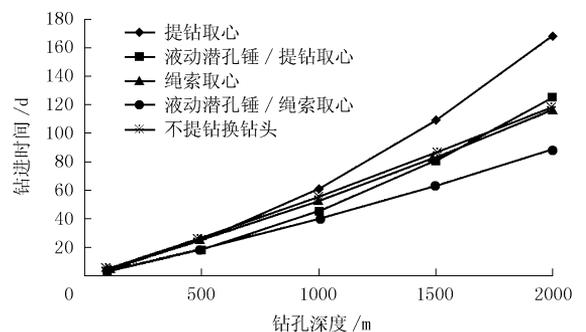


图 1 不同取心钻进方法施工不同深度钻孔的时间分析

3 分析结果讨论

分析图 1 中的曲线, 可得出以下结论:

(1) 在几种取心钻进方法中, 普通的提钻取心钻进方法效率是最低的, 液动潜孔锤/绳索取心钻进方法效率是最高的。

(2) 液动潜孔锤/提钻取心方法与绳索取心方法的施工进度曲线有交叉, 当钻孔深度为 1740 m 左右时, 采用液动潜孔锤/提钻取心方法施工所需的钻进时间与绳索取心方法的钻进时间相当。

通过进一步分析这两种方法的单位进尺时间随孔深变化的曲线(见图 2)可知, 在孔深大约 780 m

之前,液动潜孔锤/提钻取心方法的钻进效率比绳索取心方法要高。超过 780 m 后,则相反。由于液动潜孔锤/提钻取心钻进的配套器具成本比绳索取心钻进的,所以施工浅至中深钻孔时,液动潜孔锤/提钻取心方法比绳索取心方法更具有竞争性。超过 780 m 后,是否换成绳索取心,须根据具体情况决定,因为进行钻进方法的切换需要额外的成本。

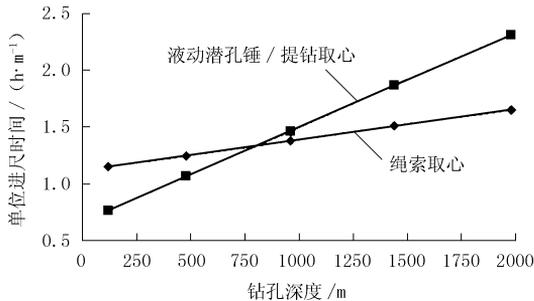


图 2 绳索取心与液动潜孔锤/提钻取心方法的单位进尺时间比较

(3) 根据结论(1)和(2),再加上液动潜孔锤钻进还具有减轻孔斜的优点,可以得出结论:液动潜孔锤钻进方法是一种值得大力推广的高效钻进方法。

(4) 尽管不提钻换钻头方法可明显减少提钻次数,但该方法的钻进效率与绳索取心方法相当。从图 1 可以看出,两种方法的曲线基本重合。两种方法相比较,不提钻换钻头钻具结构较复杂、可靠性较

差、成本较高。

4 结论

(1) 建立了一种采用技术经济学研究的思路来对地质取心钻探技术进行评价的方法。该方法具有通用性,可用于任何钻探项目的取心钻进工艺方法选择。

(2) 推导了计算单位进尺时间和钻进总时间的计算公式。

(3) 对几种国内常用的或正在改进完善的取心钻进工艺方法进行了评价,得出的结论是:液动潜孔锤钻进方法是一种值得大力推广的高效钻进方法。迄今为止,由于还没有充分认识到这项工作的重要意义,此外还由于该方法本身在技术及设备配套方面还有些问题需要解决,所以目前该方法没有得到很好的推广。今后我们应加强这方面的研究工作。

参考文献:

- [1] 吴添祖,等. 技术经济学[M]. 北京:清华大学出版社,2004.
- [2] 陶树人. 技术经济与管理文集[M]. 北京:石油工业出版社,2002.
- [3] 张伟. 取心钻进的技术经济学研究[D]. 武汉:中国地质大学(武汉),2006.

“第十四届全国探矿工程(岩土钻掘工程)学术研讨会”通知

由中国地质学会探矿工程专业委员主办、福建省地质矿产勘查开发局承办的“第十四届全国探矿工程(岩土钻掘工程)学术研讨会”将于 2007 年 10 月 17~20 日在福建省武夷山市召开,会议的有关事项通知如下。

会议主题:

总结与交流“十五”期间探矿工程(岩土钻掘工程)在地质大调查、矿产资源与水资源勘探与开发、建设工程、地质灾害治理、隧道与爆破工程中的新技术、新方法、新装备等方面取得的成就,研讨探矿工程(岩土钻掘工程)技术学科的发展前景及方向,以促进我国探矿工程(岩土钻掘工程)技术的可持续发展和技术进步。

本次会议将为国内从事探矿工程(岩土钻掘工程)工作的教学科研、设计、生产、施工和管理单位提供一个良好的技术交流平台。届时还将特邀国内外有影响的专家作学术报告,会前将以《探矿工程(岩土钻掘工程)》增刊形式编辑出版论文集。

会期及地点:

(1) 会议报到:2007 年 10 月 17 日,武夷山市世纪桃源酒店【★★★】,总机:0599-5205888;

(2) 学术交流:2007 年 10 月 18~19 日;

(3) 武夷山地质考察:2007 年 10 月 20 日。

会议接站联系电话:0599-5205555(酒店) 0599-6523411(会务组)

联系方式:

(1) 中国地质学会探矿工程专业委员会秘书处

联系人:张林霞

电话:0316-2096827、13932678655

传真:0316-2096827

E-mail: zhanglix@heinfo.com 或 zhanglix@cniel.com

网址: <http://www.cniel.com>

通讯地址:河北省廊坊市金光道 77 号探工学会

邮编:065000

(2) 会务组

联系人:陈杨忠

电话:0591-87710054、13635274636

传真:0591-87770934

E-mail: FJDKB@public.fz.fj.cn

通讯地址:福建省福州市五四北路 285 号福建省地质矿产勘查开发局

邮编:350003