

地质勘探轻便全液压岩心钻机自动化控制技术

孟义泉, 李文秀, 王庆晓, 刘凡柏, 董向宇,
汤小仁, 伍晓龙, 任启伟, 董靖瑶, 赵 远, 高鹏举
(中国地质科学院勘探技术研究所, 河北 廊坊 065000)

摘 要:结合深部地质大调查宏观背景,介绍了地质勘探轻便全液压岩心钻机自动化控制技术的技术特点和关键技术解决方案,展望了钻机自动化控制技术的应用前景。

关键词:地质勘探;全液压岩心钻机;自动化控制技术;数据采集;远程无线数据传输

中图分类号:P634.3⁺1 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2013)S1-0057-04

1 技术背景

随着计算机软硬件技术、InterNet 网络技术、移动通讯技术、工业自动化控制技术等的飞速发展与进步,在国家找矿战略向深部转移的宏观大背景下,地质勘探工作深部钻孔越来越多,对钻探技术人员,特别是钻机操作者的技术水平要求也越来越高。基于上述技术基础及当前地质勘探工作的现实特点,中国地质调查局从 2011 年开始,安排了《轻便岩心钻机研制及自动化控制系统研究》科研项目,对地质勘探领域钻机自动化控制技术进行综合研究。通过近 3 年的研究,在钻机自动化控制技术方面取得了突破性的进展,形成了具有自主知识产权的钻机自动化控制技术,为国家深部找矿战略提供了可靠、实用的高新技术。

2 技术的特点

2.1 钻进过程自动化

通过钻探专家数据库,对钻进地层不同深度相关钻进规程参数、钻头类型、泥浆配方及性能参数等进行优化,优化的钻进参数作为钻探技术人员确定钻进规程参数的重要参考数据。

自动化钻进时,只需按下自动钻进按钮,钻机就以当前设定的钻进规程参数进行自动钻进,类似汽车驾驶过程中的自动巡航模式。

钻进过程中,通过数据采集系统,采集钻进过程中 12 个主要技术参数,包括钻压、扭矩、泵压、悬重、孔深、泵量、液位、转速、钻速、回次进尺、动力头位置、副卷扬钢丝绳长度。通过对采集到的相关参数进行

综合分析,可以对孔内异常工况进行实时识别,当出现孔内异常工况征兆时,通过自动化控制系统能够进行自动处理,同时进行报警,通知钻机操作者。

2.2 钻杆装卸自动化

所有钻杆全部装于钻杆盒内,通过钻杆自动装卸系统可以实现钻杆自动化装卸,同时有利于快速搬迁。钻杆盒实物图见图 1 所示。



图 1 钻杆盒实物图

2.3 孔口操作自动化

钻杆自动装卸系统可以实现孔口钻具的自动拧卸,替代了人工依靠自由钳拧卸钻具的繁重工作。钻杆自动装卸系统实物图见图 2 所示。

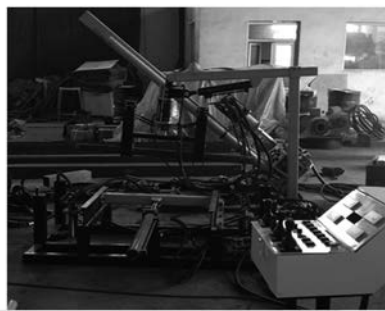


图 2 钻杆自动化装卸系统实物图

收稿日期:2013-07-22

基金项目:中国地质调查局《轻便岩心钻机研制及自动化控制系统研究》(1212011120243)、《地质勘查自动化轻便岩心钻机应用示范》(12120113096700)

作者简介:孟义泉(1965-),男(汉族),四川德阳人,中国地质科学院勘探技术研究所教授级高级工程师,探矿工程专业,从事全液压岩心钻机自动化控制技术研究、地质勘探孔内钻具研究与开发工作,河北省廊坊市金光道 77 号,18630693311@163.com。

2.4 液压系统故障诊断

通过安装在钻机不同部位的各种传感器监测钻机液压系统压力、流量、液位、转速、温度等参数,获取钻机液压系统不同部位的工作状况,包括回转动力头、桅杆扶正器、主卷扬、副卷扬、操作台等,利用计算机对监测数据进行分析处理,及时发现系统故障,显示发生故障的部位及故障原因,并通过声光报警方式及时通知操作者,便于操作者处理故障。钻机液压系统故障诊断程序界面见图3所示。



图3 钻机液压系统故障诊断程序界面

2.5 远程无线数据传输

远程数据传输模块通过无线网络将现场钻进参数、影像资料等数据传输到野外驻地和远程基地,便于驻地机长、技术人员、基地领导和相关人员掌握现场实时动态信息。

3 关键技术解决方案

3.1 自动化钻进

自动化钻进系统由四大模块组成,包括钻探专家数据库模块、数据采集模块、孔内工况识别模块、自动钻进模块,见图4。

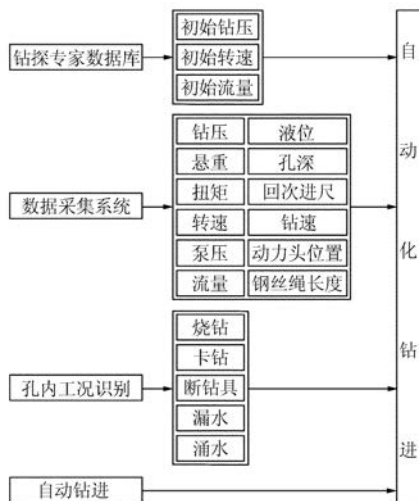


图4 自动化钻进系统功能模块组成

钻进过程中,钻机操作者通过钻探专家数据库

得到钻进规程推荐数据,以此作为参考值,再根据孔内实际情况进行适当调整。需要进行自动化钻进时,按下自动钻进按钮,此时钻机根据当前的钻压和转速开始进行自动钻进。图5为钻探专家数据库程序流程图,图6为钻探专家数据库程序界面。

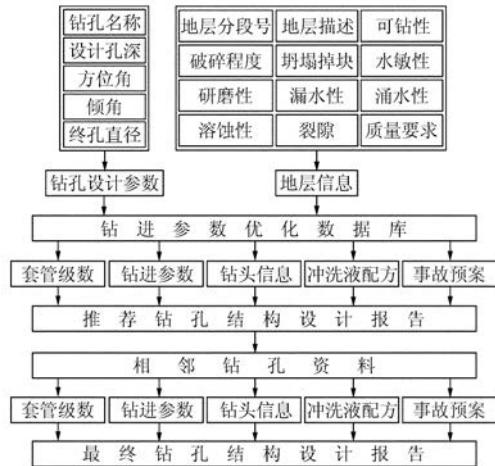


图5 钻探专家数据库程序流程图



图6 钻探专家数据库程序界面

数据采集系统通过相关传感器采集钻进过程中钻压、泵压、扭矩、回次进尺、悬重、泵量、转速、钻速、孔深、液位、动力头位置、副卷扬钢丝绳长度共计12个参数,同时还对用于钻机液压系统故障诊断的相关数据进行采集,包括动力头液压马达温度、进出口压力、进出口流量,加压油缸液压马达温度、进出口压力、进出口流量,泥浆泵液压马达温度、进出口压力、进出口流量,液压油箱液压油温度及液位,柴油箱柴油液位等。数据采集系统程序界面分别见图7、图8、图9所示。

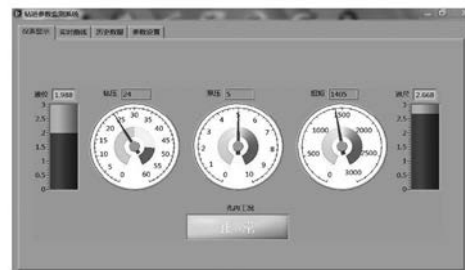


图7 数据采集系统程序界面——仪表显示

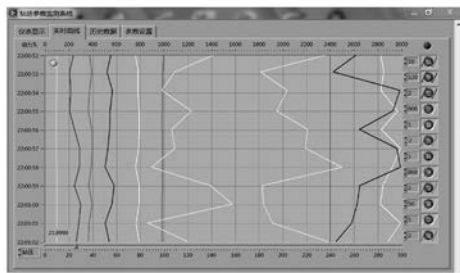


图8 数据采集系统程序界面——实时曲线显示

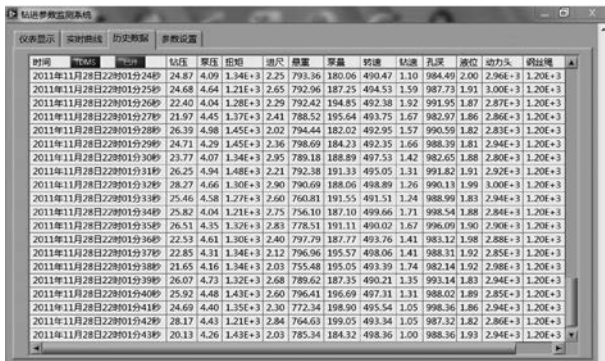


图9 数据采集系统程序界面——表格显示

3.2 孔内工况识别

孔内工况识别系统能够识别钻进过程中常见的5种孔内典型异常工况:卡钻、烧钻、断钻杆、漏水、涌水。

通过钻进参数监测系统采集的钻压、转速、钻速、扭矩、拉力、泥浆泵压力和流量、泥浆池液位、出口泥浆流量等数据,运用信号分析处理技术,结合不同孔内工况出现的典型特征,对钻进过程中孔内工况进行判断。

当出现涉及孔内严重或重大安全事故的孔内典型异常工况征兆时,如断钻杆、卡钻、烧钻等,孔内工况识别系统一方面通过声光报警方式及时通知操作者,另一方面同时让钻机自动完成相关动作,防止重大孔内事故的发生。

如果是一般性孔内典型异常工况,如漏水、涌水,孔内工况识别系统则仅通过声光报警方式及时通知操作者,操作者可根据实际情况进行相应处理。

孔内工况识别控制流程图见图10。

3.3 钻速测量

钻速测量是通过测量单位时间内钻机动力头的位移来实现的。通过测量钻机动力头的位移,不但可以得到钻速数据,还可以得到回次进尺及孔深数据。

目前市场上见到的能够用来测量动力头位移的传感器类型主要包括同步带、磁致伸缩、激光、超声

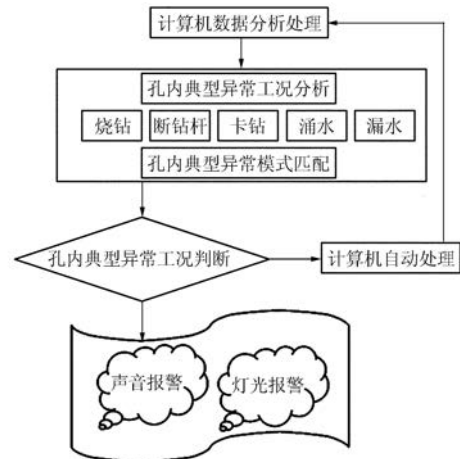


图10 孔内工况识别控制流程图

波4种,这4种类型的传感器使用过程中均存在一定的问题。为此,项目组通过大量市场调研,在充分分析上述4种不同类型传感器优缺点的基础上,专门设计了磁位移传感器。这种磁位移传感器安装空间小,精度高,具有优良的综合性能指标,现已申请了国家专利。表1为不同类型位移传感器综合性能对比表。

表1 不同类型位移传感器综合性能对比表

监测方式	精度	尺寸	抗干扰性	安装方便性	维护方便性	成本
磁位移	高	最小	强	方便	简单	低
同步带	高	大	强	复杂	不便	较低
磁致伸缩	高	大	强	复杂	不便	高
激光	中	小	差	方便	简单	高
超声波	低	小	差	方便	简单	较高

3.4 远程无线数据传输

远程数据传输系统是将野外现场采集到的数据,传输到野外驻地和远程基地,便于不在野外现场的相关人员实时了解现场的最新情况。远程无线数据传输系统原理见图11所示。

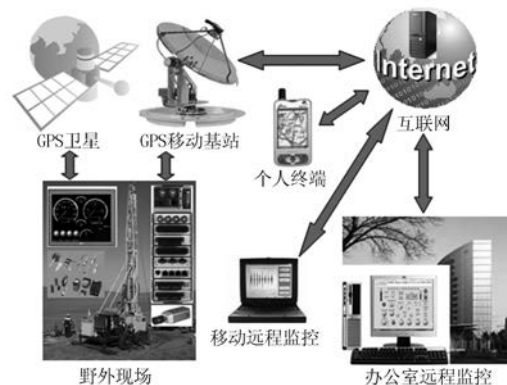


图11 远程数据传输系统原理

进行远程无线数据传输时,根据野外移动通讯

网络信号质量情况可以选择适当的传输时间间隔进行数据和图像传输,同时还能对是否传输图像数据进行控制;信号质量好时可以选择较短或很短的时间间隔进行数据和图像传输,达到或接近实时数据和图像传输(图 12);信号质量中等时可以设置较长的时间间隔进行数据和图像传输,信号质量较差时可以只进行数据传输而不传输图像数据(图 13)。



图 12 野外现场数据及图像远程无线数据传输



图 13 野外现场数据远程无线数据传输

4 试验效果

磁位移钻速传感器于 2012 年 6 月在安徽进行了前期野外试验,试验结果表明,磁位移钻速传感器抗干扰性、稳定性、重复精度均达到了预期的效果。图 14 为磁位移钻速传感器安徽野外试验图片,表 2 为相关试验数据。

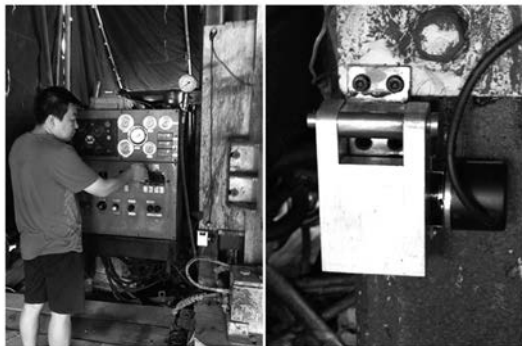


图 14 磁位移钻速传感器安徽野外试验

表 2 磁位移钻速传感器安徽野外试验测试结果

试验序号	动力头移动次数	动力头回位后位 移传感器读数/mm
1	1	1.44
2	2	2.91
3	3	6.25
4	4	8.41
5	5	9.89
6	6	11.68
7	7	13.88
8	8	15.79
9	9	18.12
10	10	20.15

注:YDX-5 型全液钻机动力头每次移动距离为 6600 mm;实测传感器平均精度 0.03%。

目前项目已完成室内软硬件联机调试,包括钻机、钻杆自动装卸系统、钻机自动控制、相关数据采集、数据远程无线传输等。并做好了相关野外试验的配套准备工作,包括钻杆、钻具、钻头、泥浆材料等。正在落实试验单位,准备 8 月底开始进行野外试验。

5 应用前景

随着地质勘探钻孔深度的不断加深,具有自动化控制技术的岩心钻机由于具有安全、经济、高效、劳动强度低、自动化程序高等一系列优点,一定将会受到钻探人员的大力推崇。

地质勘探轻便全液压岩心钻机自动化控制技术,不仅可用于地质勘探领域,通过适当的改进与移植,完全可以用于水文水井、煤层气勘探领域,甚至在月球及火星等无人勘探方面也有许多可以借鉴的技术。

“按一下按钮,打一个钻孔”,几辈钻探人员多年来的梦想,相信在不远的将来,一定会成为现实。

参考文献:

[1] 郭启锋. 地质灾害监测无线自动化采集传输系统的研究与应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2008, 35(7): 9-13.
[2] 邵春. SK-DLS2000 综合录井仪的钻进参数实时采集与开发[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 37(9): 19-21.
[3] 王江萍. 钻进参数实时监测与故障诊断技术[J]. 钻采工艺, 2008, 31(1): 49-52.
[4] 李杰. 基于 LabVIEW 的综合录井多参数曲线监测系统的设计[J]. 仪器仪表用户, 2010, 17(4): 21-23.
[5] 丁景祥, 丁健. 钻探参数数据智能采集系统的研制[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2008, 35(1): 36-39.