

钻孔水力采矿水枪喷射力试验台的设计

胡郁乐¹, 王元汉¹, 乌效鸣², 李云波²

(1. 华中科技大学 土木工程与力学学院 湖北 武汉 430074 ; 2. 中国地质大学 武汉 工程学院 湖北 武汉 430074)

摘 要 介绍了钻孔水力采矿射流水枪试验台的设计原理,在该试验台上可以模拟水枪在大气中的自由射流、模拟无压流体淹没条件下的射流以及模拟有压流体淹没条件下的射流等。设计的测试系统能对水枪射流能力、不同喷距下的射流打击力、流体流量、压力等参数进行测试。可以准确地衡量不同喷嘴、不同喷距、不同工矿条件下的射流效果。

关键词 水力采矿 喷嘴 模拟试验台

中图分类号 :TD856.43⁺5 文献标识码 :A 文章编号 :1000-3746(2003)S1-0167-02

Design of the Experimental Bench which Measures Jetting Force of Squirt Gun Used in Borehole Hydraulic Mining/HU Yu-le¹, WANG Yuan-han¹, WU Xiao-ming², LI Yun-bo² (1. Huazhong University of Science & Technology, Wuhan Hubei 430074, China ; 2. China University of Geosciences, Wuhan Hubei 430074, China)

Abstract : This paper presents the design principle of the experimental bench of the squirt gun used in borehole hydraulic mining. The free jet current out of the squirt gun in the atmosphere, the submerged jet current of the liquid without or with pressure are simulated on the experimental bench. The testing system can measure the jetting capacity of the squirt gun, hitting power of ejecting current, liquid flux and pressure. It can also precisely judge the impact of the ejecting current with different nozzle, different jetting distance and different working condition.

Key words : borehole hydraulic mining ; nozzle ; simulating testing device

钻孔水力采矿是不同于一般地下巷道采矿和露天开采的一种非传统采矿方法。它的工艺方法的实质是用下入钻孔内的高压水枪破碎固体矿层的自然结构,使之成为可流动的矿浆,并将矿浆输送到地面、巷道或漂浮式设备上(水域内开采)的采矿方法。该方法可用于开采易分散、疏松、多孔、弱胶结性以及强度不高的固体矿产等。如金、锡等的冲积矿床、稀有金属和放射性矿石的沉积矿床、自然埋藏强度小于 6 MPa 的有用矿物以及经过预爆破后的坚硬原生矿物等。钻孔水力采矿新方法使得技术条件复杂的矿床的开采成为可能而且经济上合理,如水文地质条件十分复杂的矿床、水域下的矿床、埋深大的矿床以及储量小不值得用传统方法开采的矿床等,因此,该方法将会有着良好的应用前景。

但是该法作为一种非传统采矿方法,研究起步较晚,许多技术问题需要加深认识,许多难题需要研究解决,如开采机具类型如何设计和选择,如何根据矿石强度、工作深度选择工艺系统和确定工艺参数;如何降低矿体冲采费用和提高开采孔的生产能力

等。这篇文章将结合我们进行的国家博士点基金“钻孔水力采矿”研究项目,研究设计与现场实际相对应的全尺寸模拟实验台,对水枪的碎岩能力的评价方法作了有益的探讨工作。

钻孔水力开采的效率在很大程度上取决于射流喷枪的切割、打击能力。从理论上讲,水枪能力与喷嘴的几何形状、流道造型、喷嘴的几何尺寸、喷嘴的内表面光洁度、射流工艺参数(如泵压和流量),以及喷距等诸多指标有关。因此需要从实践的角度分析研究以上各因子对射流效果的影响程度,从理论上建立相关模型并求证之。由于现场试验条件的局限性,难以从各方面对水枪能力进行性能测试和对比,在很大程度上造成生产上的盲目性。因此建立全尺寸的模拟实验台具有重要意义,在现代测试技术高度发展的今天,这种装置的建立是可行和可靠的。

通过全尺寸模拟试验装置的建立,一方面,对不同形式的喷嘴性能进行对比,对其结构进行优化,研究其规律性,设计选择高性能的喷枪;另一方面,喷

收稿日期 2003-04-30

基金项目 博士点基金研究项目(2000049119)

作者简介 胡郁乐(1970-)湖北人,中国地质大学(武汉)讲师,华中科技大学作博士后研究工作,土木工程专业,研究方向为探矿工程及工程测试技术,湖北省武汉市武昌鲁磨路。

嘴射流工艺参数模拟非常必要,通过试验结果分析各工艺参数之间的关系,分析研究其不同工艺参数条件下的射流效果,探寻不同条件下的规律,为实际系统的设计和水力参数的选取提供依据;同时作为实验室的补充,该装置旨在对水枪的射流能力进行测试并对之定量的描述,确定射流能力的评价方法,建立和验证射流方面的数理模型以及为喷枪优化设计服务等。

1 水枪喷射力试验装置设计

为了能较全面评价水枪射流能力,我们完成了全尺寸模拟实验台的设计,所谓全尺寸是指该系统能模拟现场喷射条件,并以生产用喷嘴作为研究对象。现将模拟台原理简单介绍如下:该装置由高压喷射形成系统及测试系统组成,如图1所示,流体经过压力泵和增压泵后形成高压,通过稳压罐稳压后由喷嘴喷射出来,该流体能量由涡轮流量计和压力传感器来描述。

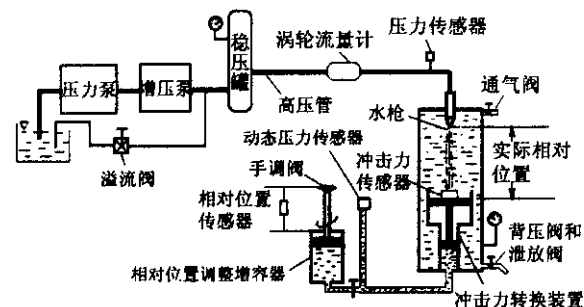


图1 全尺寸水枪射流效果测试装置原理图

冲击能量的测试主要由测试罐等关键部件组成。测试罐可通过不同阀门的设置状态来分别测试几种不同射流环境下的射流效果。通过更换不同形式的喷嘴、水力参数、喷距等可以获得射流效果试验数据。在该试验台上可以模拟水枪在大气中的自由射流、模拟无压流体淹没条件下的射流以及模拟有压流体淹没条件下的射流等。

1.1 模拟空气中射流效果的测试

如果测试罐上部的通气阀和下部的泄放阀均为开启状态,则罐内相当于大气中的自由射流状态,高压喷嘴射流打击在冲击力传感器上,对应的打击力通过由传感器、A/D采集卡等组成的测试系统来测定。为了测试不同喷射距离条件下的喷嘴切割能力,该装置设计有相对位置调整装置,调整增容器的手调阀可以方便地调整冲击力传感器的高度位置,因此得出不同喷距的水枪打击力,确定最佳射距。水枪和传感器相对位置由相对位置传感器来测试完成。

1.2 模拟无压流体淹没条件下的射流效果测试

该测试状态用来测定水枪在水淹没条件下的切割能力。此时下部泄放阀关闭而上部通气阀打开溢流,水枪在完全淹没条件下打击传感器,通过射流能力的测试可以准确掌握水这种介质对水枪射流效果的影响。同样通过调整相对位置可以定量测试出不同位置的水枪切割能力。

1.3 模拟有压流体淹没条件下的射流效果测试

该测试状态能真实反映孔底水枪的实际切割能力,在钻孔水力采矿中,水枪射流大部分处于此工作状态。此时测试罐上部通气阀关闭,下部的泄放阀处于一定的开度,产生背压效果,罐内的流体处于不同的压力状态。通过对比不同压力下的水枪的射流效果了解水枪在深孔内的切割效率。

2 射流效果测试与评价系统的设计

该测试系统主要由信号采集变换装置、模拟量—数字量的转换装置以及微机3大部分组成。采集变换装置由传感器和变送器组成,负责完成参数的电信号转换并对信号进行放大、滤波、整形等处理。模拟—数字量的转换装置由集成A/D数据采集卡组成,是信号中间转换和接口装置。微机系统则完成数据的运算、处理及显示等。原理框图如图2所示。

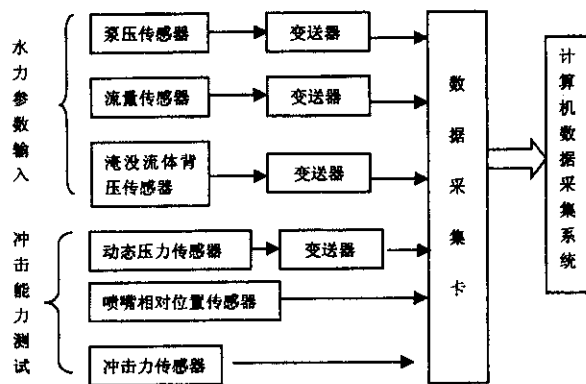


图2 射流参数测试系统的组成

在该系统中传感器的选择和安装非常重要,它关系到参数测试的精度。在此选择了泵压、流量、压力、位移、冲击力等传感器,能较全面反映各参量的数值大小,包括水力参数和射流冲击能力等性能指标。国外一些资料介绍了通过射流冲击铜板,在一定时间后,测量铜板的质量损耗来衡量水枪切割能力,在此,我们设计了专用冲击力传感器结合动态压力传感器全面、方便地实现了水枪射流能力的测试。

(下转第171页)

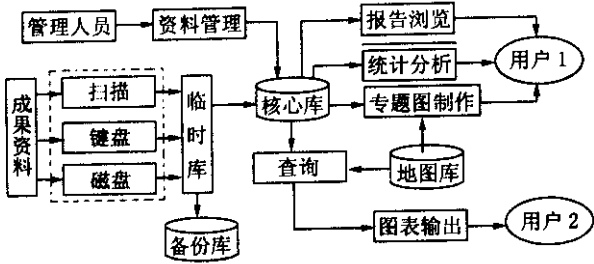


图2 系统结构框图

3 城市岩土工程勘察信息管理系统的应用

在中航勘察设计研究院岩土工程勘察信息管理系统建设中,采用了 MAPGIS 的软件平台。初步实现了中航岩土工程勘察数据的信息化管理,提高了资料管理的现代化水平,能及时、准确地为城市规划、城市建设、决策及工程咨询提供有关的信息及服务。本系统提供了基于 GIS 的信息管理,通过漫游功能可实现任意指定区域工程地质状况及其相关信息的查询。同时可以通过输入工程编号、工程名称、工程地点等字段中的局部信息快速查询指定的工程地质数据,并可直接输出单孔柱状图或地质剖面图。通过指定某一范围的若干钻孔,查询该区域内的地层分布情况,通过钻孔勘察资料生成纵横剖面图或指定岩土层的三维立体模型,直观地分析该区域内的工程地质条件,为工程咨询提供服务。图3为某工地土层的电阻率沿深度变化的分层立体图。

从图3可明显看出电阻率随深度增加而减小,同时可看出在同一层中电阻率的变化情况。

通过本系统提供的分析功能,可以对指定区域内的工程地质条件和建筑物的性质进行综合分析,提出该区域内拟建建筑物宜采用的勘察方案、基础

形式、持力层位、地基承载力标准值、单桩承载力标准值、地基沉降计算等,提供岩土工程技术服务。

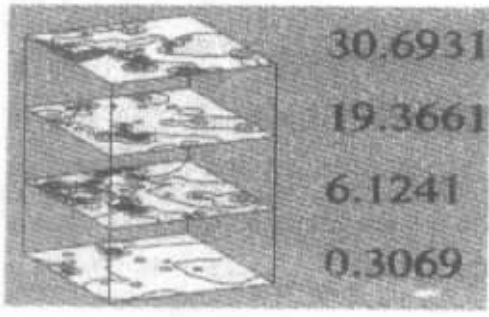


图3 某场地电阻率沿深度的变化

4 结语

随着信息技术的飞速发展,单一、简单的数据信息已不是人们关注的焦点。人们越来越热衷于多层次、多功能综合分析能力的时空型数据信息。本系统作为输入、存储、检索、分析和显示与地理位置有关的各种工程地质特征信息的计算机辅助决策技术系统,从宏观和微观上允许专家们将更多的工程地质信息进行综合分析、多重处理,改变了过去单一的检索方式及堆集式资料管理的陈旧模式,能满足城市规划、建设和管理人员对工程勘察信息的多方面需求^[3]。

参考文献:

[1] 彭柏兴. 城市勘察近十年发展趋势[J]. 城市勘察, 2000 (1): 5-7.
[2] 张时忠. Info-Geotech 工程勘察管理信息系统开发方案[J]. 地质科技情报, 2001 (3): 105-109.
[3] 彭卫平. 城市工程地质信息系统研制模式探讨[J]. 城市勘测, 1999 (4): 45-48.

(上接第168页)

采用8路信号输入、8 bit 精度的 A/D 数据采集卡作为微机与传感装置的中间接口装置,在实验室条件下进行参数测试是可行和可靠的,一方面能通过编程来灵活地实现信号测试,另一方面运用微机的强大处理数据功能来实现数据的运算、图表显示,具有友好的人机交互功能。

3 结语

钻孔水力采矿方法是一种非传统采矿方法,在我国具有广阔的应用前景。该工艺方法中喷枪射流

能力直接影响开采能力和效率,因此对喷枪射流能力的评价显得非常重要,论文结合研究项目的研究成果,对全尺寸的射流模拟测试装置的设计原理进行了介绍,为喷枪能力的定性、定量描述方法研究作了有益的探索。

参考文献:

[1] 许荫椿. 水力采[M]. 北京: 科学出版社, 1990.
[2] 邹霞译. 库尔斯克磁力异常区的沙姆拉耶夫矿区深孔水力采矿的经验[J]. 国外金属矿山, 1995 (12).
[3] 江天寿. 钻孔水力采矿研究试验的新进展[J]. 西部探矿工程, 1997 (4).