

研究简报

# 无人值守岩体力学监测系统

聂世锋

(中国科学院武汉岩体土力学研究所)

按照岩体流变理论,岩体稳定和变形具有明显的时间效应,用于岩体力学参数(位移、声发射……)的监测记录系统,必须长期代替人工操作的要求。无人值守岩体力学监测系统是能满足这一要求的全自动化设备。它在自动绘制位移、应变的同时,能将岩体变形出现的声发射信息以电磁波的形式进行发射和接收,能将遥测信息进行自动记录、报警、开关、替换工作与休息,及自动告知各次声发射信息出现的时刻,从而把遥测、自控、告时、微计算机等技术声发射技术结合起来,使之成为应用范围较广、信息处理较理想的一种监测系统。

## 系统组成与原理

本系统由相对独立的几个单元组成,它们之间的工作原理示于图1。

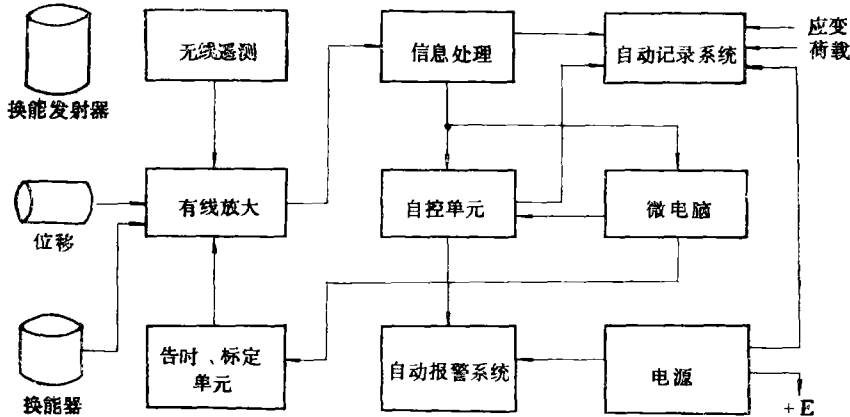


图1 整机原理框图

使用时首先将换能发射器固定于被测物体的适当位置,待承受一定荷载时,物体因变形而发出声发射信息,这种信息通过换能发射器和接收处理单元进行转换、发射、接收,然后经过放大、滤波、整形等处理后,将信息分成两路输出:一路是送至微电脑、自控单元的指令信息,微电脑、自控单元接收到指令信息后,立即开启测试记录系统和报警系统,使其进入工作状态;另一路是将信息送至自动记录系统将其录音、绘制曲线和图形,显示并打

本文 1984 年 3 月 16 日收到,同年 6 月 10 日收到缩写稿。

印出结果。此外,自动告时与标定单元是用于告知每个声发射信息发生的时刻,和标定接收信息的准确参量。

本系统的信息接收、处理、记录、报警、告时、打印和显示,都是由微电脑指挥各系统自动进行的,这就实现了有信息就工作,无信息就停止的自动工作程序。这是本系统的显著特点之一。

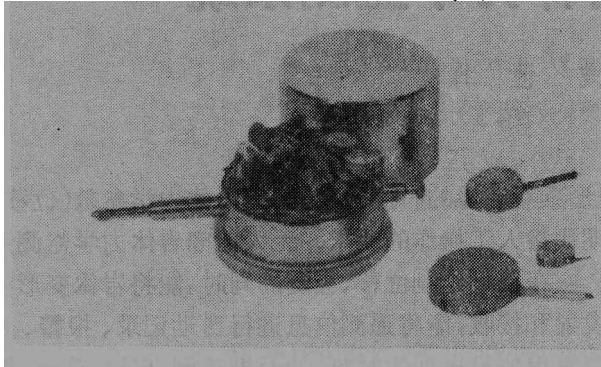


图2 换能器

**1. 换能器** 本系统换能器有无线传输和有线传输两类。无线传输叫换能发射器,它具有接收信息,并将其转换成电磁波发射出来的双重作用,两类换能器结构见图 2。

本系统换能器的关键部件之一是换能压电陶瓷,压电陶瓷采用三种模式,即长度伸缩振动模式、薄圆片径向振动模式以及厚度模式。

长度伸缩振动模式的谐振频率  $f_r$  与片长  $L$  之间的关系为

$$f_r = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{Y}{\rho}}$$

式中,  $\rho$  为密度;  $Y$  为杨氏模量,它与弹性柔顺常数  $S_{11}^E$  的关系式为

$$Y = \frac{1}{S_{11}^E}$$

长度伸缩振动模式的频率范围约为 15—200 kHz<sup>[2]</sup>。

应变变量由前置处理,位移送有线放大处理后,都送至记录系统。

**2. 信息接收处理单元** 包括无线电遥测和有线接收处理单元。

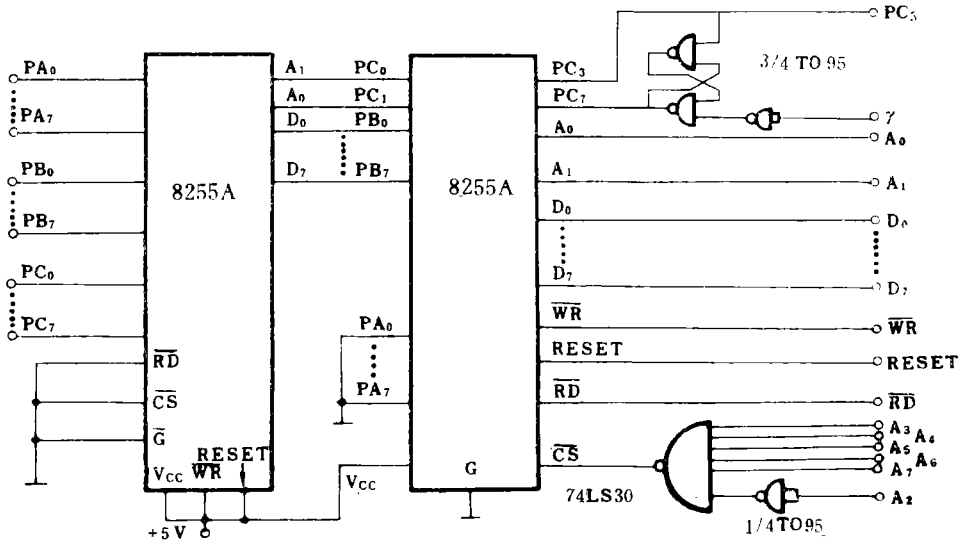


图3 接口原理图

无线电遥测单元将换能发射器发出的声信息由输入电路接收下来放大,经本振混频滤波后,送中放与限幅,再经鉴频,送有线输入放大器。

有线接收处理单元,是将换能器用导线直接连接到输入放大器(位移用另一通道),输入放大器接收到换能器或鉴频器送来的信息经放大后送至滤波器,滤掉噪声;再进一步放大或衰减,使之达到适当幅度后分两路送出:一路送至录音机和示波器,作为原始信息波形记录;另一路送至门槛电路进行幅度鉴别后,经整形、事件、振铃、积分等电路处理。事件或振铃的输出,送至十进制进行计数显示;二进制与微处理机相连,使其计算并显示、打印结果;而积分电路给出的直流电压大小送 X-Y 函数记录仪记录声发射率<sup>[3]</sup>。位移、应变亦是在函数记录仪上绘出对应曲线。

为了监测岩体不同频率的声发射信息,系统设有低、中、高三个不同工作频率的接收通道供选用<sup>[3]</sup>。

**3. 微电脑、自控系统** 本系统有遥测、告时、录音、判断、处理等功能。主要是 TRS-80 微处理机及有关接口(由二块 8255 A、一块 T095、一块 74 LS 30 组成,见图 3)与各设备相连,并用部分硬软件帮助实现的。

该系统控制告时与标定电路,使其自动记录信息出现的时间和监测结果的精度。

**4. 自动记录与报警系统** 当声发射出现各记录显示装置开始工作,报警器开始作危险报警或信息通知报警。应变、位移、声发射在同一张纸上绘出各自数量。待信息停止时,各装置亦停止工作。

## 主要技术指标

1. 频率范围 1Hz-2MHz (分三个通道);
2. 遥测距离 2km;
3. 遥测接收灵敏度  $1.5 \mu\text{V}$  (信噪比 20 dB);
4. 自控率 99% (实际 100%);
5. 标定精度 5%;
6. 告时误差  $\pm 2\text{min}$  (在几十天长期监测内)。

## 应用效果及结论

本系统已应用于工程岩体力学监测。图 4 是自动绘制荷载、位移、应变、声发射等岩体力学参数。实践表明,无人值守智录遥测使用简便,性能可靠,各项技术指标均合乎要求。它不仅为岩体声电特性和力学性质的研究提供监测手段,还可在地震预报、地下采矿等工作中推广应用。

本系统在研制过程中,陈宗基、葛果行两位教授曾给予指导,朱维申、周思孟、吴玉山、刘雄、关玲俐、赵凌等同志曾给予支持帮助,华中工学院、武汉水利学院给予配合,在此一并致谢!

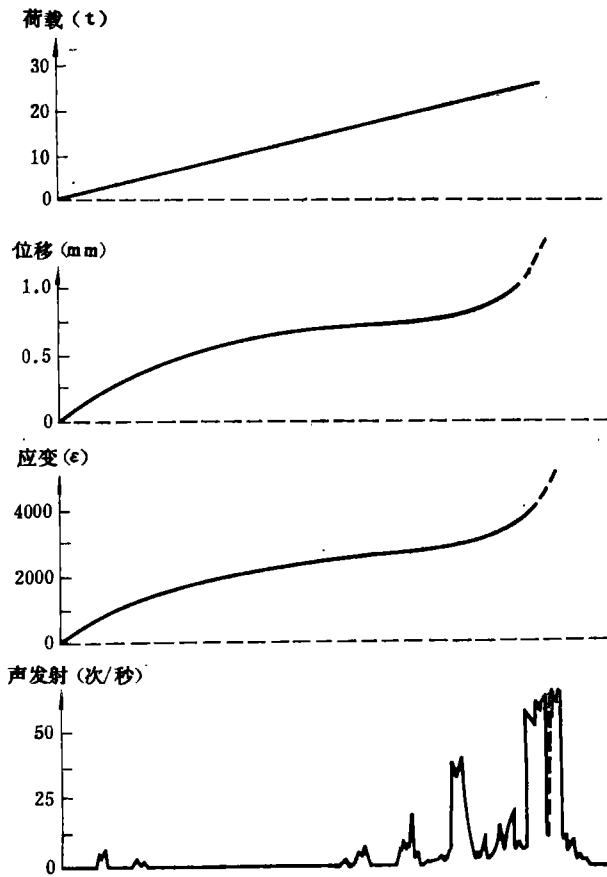


图 4 力学试验记录

## 参 考 文 献

- [1] 陈宗基, 地下巷道长期稳定性的力学问题, 岩石力学与工程学报, Vol.1, No. 1, 1—19, 1982.
- [2] 山东大学压电铁电物理教研室, 压电陶瓷及其应用, 山东人民出版社, 1974.
- [3] 聂世锋, 声电字机, 信息处理学报, Vol.2, No. 4, 1981.

## AN UNATTENDED ROCK MECHANICS OBSERVATION SYSTEM

NIE SHI-FENG

(*Institute of Rock and Soil Mechanics, Academia Sinica, Wuhan*)

### Abstract

The design principles of an unattended rock mechanics observation system developed for the research of the basic properties of rock mechanics and field monitoring and measurement of rock engineering projects are reported in this paper. The working principles and structures of the each units of the system are described in detail.

The results of monitoring and measurement accomplished by the system are also evaluated. Laboratory and filed practices have demonstrated that the system possesses satisfactory application effects.



### 利用航磁资料计算居里面座谈会简讯

中国地球物理学会于 1984 年 8 月 21 日至 25 日在北京召开了“利用航磁资料计算居里面”座谈会。地质、石油、冶金等部门和国家地震局、中国科学院及高等院校的代表近 30 人出席了会议。

会上介绍了国内外计算居里面深度的研究状况。七十年代以来,美、日、苏等国在这一方面的研究进展较快,提出了一些地区的居里面深度及其区域变化的报告。并且对于居里面的温度范围和深度界限进行了探讨。我国自 1980 年以来,先后在京、津、唐地区以及其他地区计算过居里面深度,取得了初步成果,现已掌握了计算居里面深度的基本理论,并在计算方法上有所改进。

近十年来已研究出数种计算居里面深度的理论和方法,大家在这方面的讨论很热烈。目前,矩谱法应用较广,广义线性反演、统计柱体模型方法以及积分迭代法等也各有其特点。此外,利用磁卫星资料或上延航磁资料反演壳层磁矩分布并求得它和地热流分布的关系,可以得到大区域的居里面起伏。与会者很重视反演磁性底界面的困难,分析了现有方法的应用条件和局限性。

座谈会认为居里面深度是地温场研究的重要资料,对于地热、油气、金属矿产资源的分布以及地壳结构及其运动等问题的研究,具有一定的理论和实际意义,我国应大力开展此项研究。为此,代表们就模型验算,不同方法在同一地区的试用和比较,进而扩大应用范围,编制居里面深度图,以及岩石物性工作,第二代航空磁测和加强各部门、各学科间的协作等问题,提出了有益的建议。

## CURIE DEPTH ESTIMATION FROM AEROMAGNETIC DATA WORKSHOP