



## 现场岩体抗剪强度试验数据采集 处理设备的研制

余济禹

(长江科学院 武汉黄浦路 430010)

### 提 要

本文叙述现场岩体抗剪强度试验数据采集处理设备结构、数据检测、采集、贮存和处理程序的功能,以及使用仪器的环境条件。由于现场试验环境条件差,测试自动化的实现要比实验室困难,该仪器的研制,对促进现场试验测试技术自动化将是一个良好开端。

### 一、前 言

在现场测定岩体结构面、混凝土与基岩之间的抗剪强度以及岩体变形性质,是岩石力学的重要内容。现场试验环境条件差,往往场地狭窄,电源不稳,湿度大,试验时间长、劳动强度大;试验数据的采集和处理自动化亟待解决。同时,在相对湿度高达93%的环境下,许多电子测量仪器,包括微型计算机,均不能正常运转。因此,国内目前在这方面的研究工作,成绩尚少。一九八六年我院研制了“岩石中型剪切试验数据处理机”,用于室内岩样的抗剪试验中测量、采集和处理试验数据,获得成功。在此基础上,针对现场环境条件作适应性的改进,研制出应用于现场的“岩体剪切试验数据采集处理设备”,现将设备组成、工作原理及应用等情况,作一简要介绍。

### 二、设备情况

设备分数据采集和数据处理两部分。数据采集部分由传感器、二次仪表和采集箱组成;数据处理部分由主机、输出设备及通讯接口组成。外观见图1照片。

#### 1. 数据采集部分结构框图

图中, I 至 IV 分别为四个垂直位移传感器和四个水平位移传感器, A、B 分别为垂直荷载和水平荷载传感器。后面配接了八个通道的位移变送器和两个通道的放大器。十路信号并



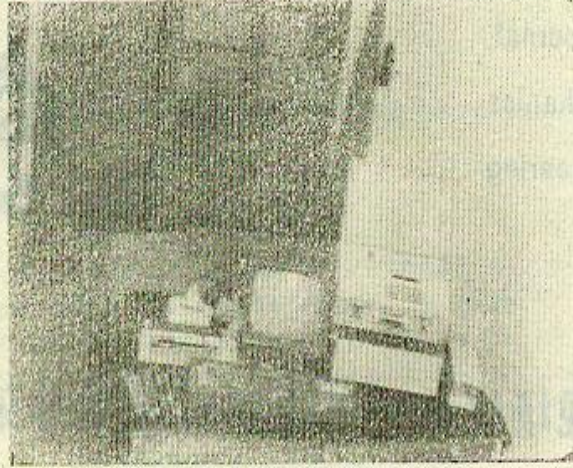


图1 仪器照片

Fig.1 Picture of the instrumentation

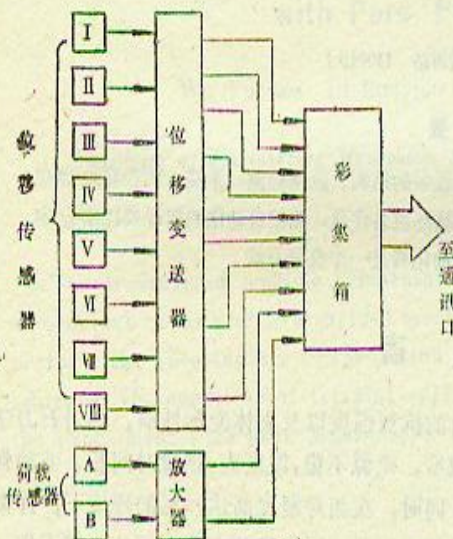


图2 现场岩体剪切试验数据采集处理设备采集机框图

Fig.2 Block diagram of the acquisition and processing equipment for the rock shearing strength test in field.

行送入采集箱内，采集箱由CMC—80A双板计算机为主，配接12位的A/D转换板一块组成。机内有24KRAM，除双板机堆栈占用极少量工作单元外，其余全可用来贮存数据。

数据采集部分的作用是在现场取得测量数据，存贮于机内或转贮到外部存贮体中，保留数据，提供处理机联机进行数据处理。因此，采集部分必须能适应现场试验环境条件，综合各个现场情况，我们认为在长江流域范围内，影响现场电测技术应用最大的因素有两个：一是平洞内的高湿度，二是交流电源波动剧烈，因此，选择密封性能好、能防潮的传感器，配套的二次仪表的电气部分，采用硅橡胶涂敷防潮密封，使能裸露在高湿度环境下工作。采集箱内，由于有CMC—80A双板计算机，而且，为了适应各种试验条件，每次试验需要在双板机的键盘上进行输入输出操作；显然，采用涂敷防潮剂防潮

是不现实的。因此，采用机箱密封方式，双板机的键盘窗口采用聚脂薄膜覆盖，用密封框压紧，达到既密封又透明，便于进行输入和输出X操作。为了去除少量渗漏进入箱体内的湿气，箱体内放置适量的吸潮剂，定期进行更换，以保证微机 and A/D板处于正常运转的湿度环境中。

采集部分由2个5Ah24v的辐深密封蓄电池组供电，每充足一次，可连续运行10h，这样在无电源地点也可进行数据采集工作。

采集箱内装有断电保持RAM内存信息的电路，同时，CMC—80A双板机还有磁带接口，转贮RAM的内存信息到磁带中，用这两种存贮措施，以保证数据存贮的可靠性。



## 2. 数据处理部分结构框图



图3 现场岩体剪切试验数据采集处理设备处理机框图

Fig.3 Block diagram of the processor of the data acquisition and processing equipment for the rock shearing strength test in field.

处理机由主机、绘图打印机和通讯接口组成。主机采用ORION公司的CPC—464个人计算机,配有标准键盘和磁带机一体化设计的主机和显示器两部分,内存有64KRAM及16KROM,4KRAM中有42K可直接供用户使用,16KROM中驻留BASIC解释程序。显示器分CTM640彩色显示器和GT64绿色显示器两种,为了现场使用的轻便,我们选择了GT64绿色显示器,这种个人计算机被誉为具有单板机的价格和系统机的功能的质优价廉的产品。

绘图打印机是夏普公司的CE—515P四色绘图打印机,可用80行打印机标准用纸打印数据和描绘曲线图。

通讯接口连接CPC—464和采集机,数据由采集机侧发送,CPC—464侧接收贮存,并行传送一万个数据费时85S。

CPC—464对数据进行计算、处理、控制CE—515P打印数据清单和描绘各种试验曲线。这样的配置,使处理机简便实用,完全能适应现场试验数据的处理任务。

## 3. 主要技术指标

- (1) 测量通道: 10个; 8个位移和2个荷载
- (2) 测量范围: 水平位移(4个);  $\pm 20\text{mm}$   
垂直位移(4个);  $\pm 5\text{mm}$   
水平荷载;  $250\text{kg}/\text{cm}^2$   
垂直荷载;  $100\text{kg}/\text{cm}^2$   
传感器精度;  $0.3\% \sim 0.5\%$
- (3) 系统分辨率: 12位两进制即 $0.025\%$
- (4) 系统精度: 优于 $1\%$
- (5) 数据采集部分: 内存; 24K字节  
电源: 两组蓄电池,  
10Ah  
使用环境湿度;  $93\%$   
以下  
重量; 5kg
- (6) 数据处理部分: 内存; 43K字节  
电源; 220V,  $50 \sim 60\text{HZ}$



### 三、试验情况

#### 1. 试验数据的采集

被检测量经位移和荷载传感器及二次仪表变成一定电平的讯号, 输送到采集箱, 箱内的CMC-80A双板计算机和12位A/D转换板, 在软件控制下, 完成测量和数据采集、贮存功能。为提高测量系统的响应速度, 每路测量通道独立运行、增幅, 并行输出, 共用一块A/D转换板, 用汇编语言编写采集程序。这里, CMC-80A的CPU为Z80A, 主频为4MC, A/D板每转换一次数据需要100 $\mu$ s, 在实际运行中, 采集和贮存数据的速度达到每秒2000点以上。为了合理利用机内有限的内存容量, 沿用了在“岩石中型剪切试验数据处理机研制报告”中提出的数据采集办法, 即用位移增量控制采集过程, 从而实现了在测量过程中的高速采集和贮存数据, 能检测到试件破坏后一阶段的应力变形过程曲线。

#### 2. 试验数据的处理

数据处理程序分为打印程序和绘图程序, 均采用BASIC语言, 存贮于盒式磁带内, 每次处理数据前需装入CPC-464内存中, 再通过通讯接口, 将采集箱存贮的试验数据, 传送到CPC-464机内, 分别运行不同的程序段, 以完成不同的处理功能。

打印程序: 用作函点记录处理过的试验数据, 在23cm宽的纸带上, 按采集数据的先后顺序依次印出。每行十个数据, 排列顺序从左至右是剪应力、正应力、水平位移①②③④、垂直位移⑤⑥⑦⑧。其中剪应力和正应力的单位是kg/cm<sup>2</sup>, 水平位移和垂直位移的单位分别是1%mm和0.1%mm。剪应力和正应力数据保留一位小数点。

绘图程序: 根据现场抗剪试验资料整理的需要, 分别描绘正应力与垂直位移、剪应力与水平位移、剪应力与垂直位移和垂直位移与水平位移关系曲线, 共7个曲线图, 详细情况在下节结合实验曲线予以介绍。

### 四、试用情况及结束语

一九八七年十月, 在湖北省清江葛巴洲4号平洞, 首次采用该仪器进行试验, 测量混凝土与基岩的抗剪强度, 试件尺寸为60×50×50cm, 试验方案布置如图4。

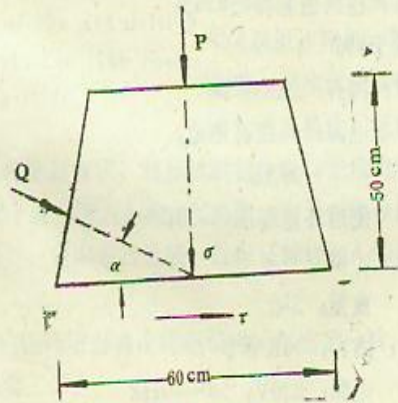
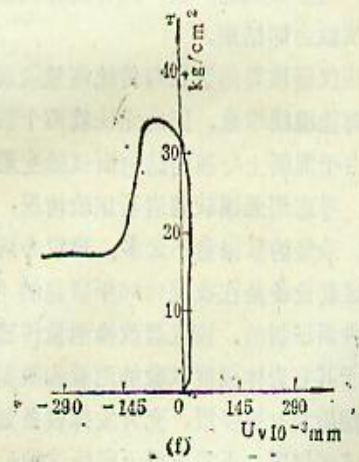
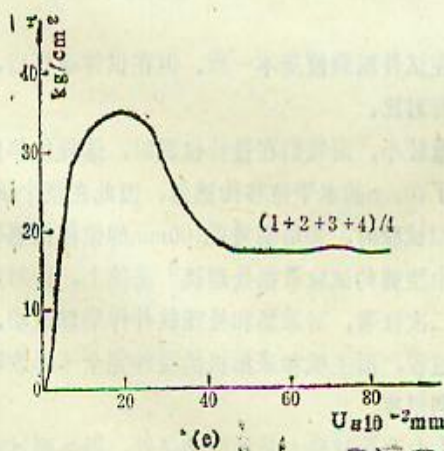
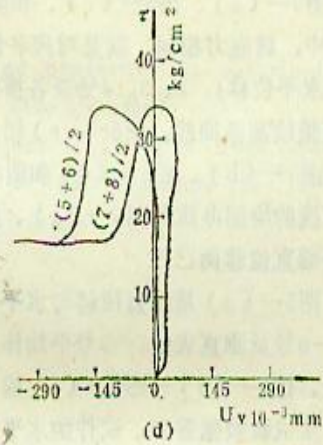
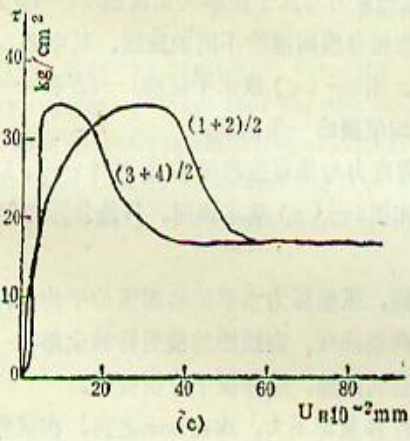
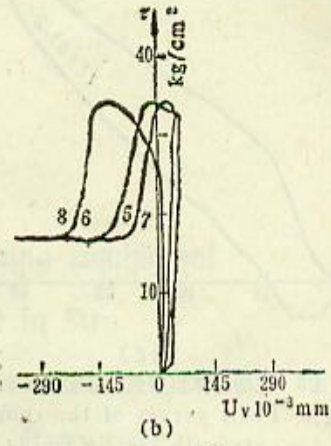
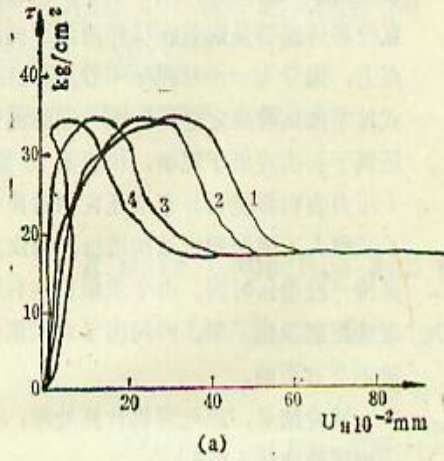


图4 试验方案示意图

Fig.4 Test scheme sketch

试验安装布置基本按“水利水电工程岩石试验规程”的图5—1—4进行；有所区别的是斜向荷载 $Q$ 由两只压力钢枕串联施加，而不是用压力千斤顶。





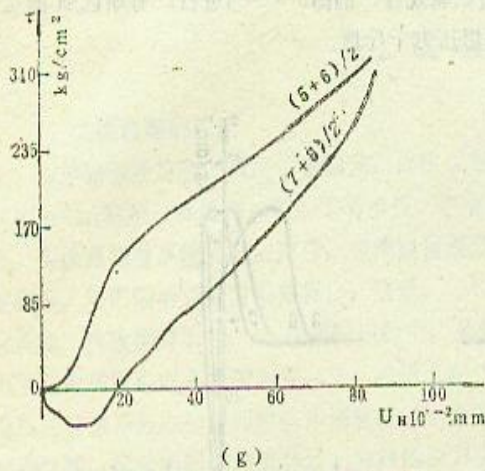


图5 现场岩体抗剪强度试验成果曲线图  
Fig.5 Fruit curves of the rock shearing strength test in field

图5—(a)、图5—(c)、和图5—(e)是剪应力与水平位移关系曲线( $\tau-u_H$ )，三曲线图中，剪应力相同，就是对应各测表的分开和组合值而描绘不同的曲线。其中图5—(a)是以水平位移1、2、3、4号表各描绘一条曲线。图5—(c)取水平位移1—2表和3—4表的平均值描绘两条曲线。图5—(e)用1—4表的平均值描绘一条曲线。

图5—(b)、图5—(d)和图5—(f)是剪应力与垂直位移关系曲线( $\tau-u_V$ )，这三个曲线的绘制办法与图5—(a)、图5—(c)和图5—(e)基本相同，只是分开和组合的量值是垂直位移而已。

图5—(g)是垂直位移与水平位移关系曲线，纵坐标为水平位移四表的平均值，以垂直表5—6号及垂直表的7—8号平均作为横坐标绘两条曲线，曲线图的横坐标轴全部在一条水平线上，图5—(a)—图5—(f)的剪应力坐标是共同的，这样便于分析资料。

从试验数据看来，试件的水平位移和垂直位移量都不大，均在1mm之内，在试件发生断裂时，发生清脆的声响，试件随即被抛出原位十多公分距离，由于压力钢枕已与试件脱离接触，试验当即结束。

该仪器取得的数据与传统测量仪表示值在试件断裂前基本一致。但在试件破坏后，仅有该仪器能继续取数，因此无法就两个数据进行对比。

由于混凝土与基岩结构面试验变形位移量较小，而我们在设计仪器时，选择位移传感器量程，考虑到兼顾软弱岩石试验情况，选用了40mm的水平位移传感器，因此在整个试验过程中，采集的数据量不太多，建议今后做类似试验时，采用满量程100mm的位移传感器。

这套设备是在我院1986年研制的“岩石中型剪约试验数据处理机”基础上，针对现场试验条件而试制的。该仪器改换测量传感器及二次仪表，对采集和处理软件作局部改动，即可适用于其它岩体强度试验的测量和数据处理过程，而主机和采集机的硬件完全不必改动，这样就能做到一机多用，充分发挥设备效益和利用率。

这部仪器，正式应用于现场试验后，将大大改善试验人员的劳动条件，提高测试速度和测量精度，推动现场测量技术进一步的提高。

由于时间仓促，仪器尚未长期考验，取得的试验成果尚不够多，今后尚需不断完善。

斜向荷载 $Q$ 与剪切面的夹角为 $17^\circ$ 。垂直和剪切荷载传感器分别装在垂直和剪约切载系统的液压管路上，四个水平位移和四个垂直位移传感器分别装在试件两侧面的测量标点上，编号为1—4号和5—8号测表，加载方式按常规试验规定进行，因为这套测量仪器还属于初次应用于现场，传统的测量仪表（压力表和机械百分表）还在同时使用，为了照顾人工读数和记录的进行，每次加载后保持一段稳压时间。由于采集机是利用位移增量控制数据采集，时间因素对采集机的取数不会有影响。

试验结果，经处理机计算处理，描绘出一组试验曲线（图5）。



## 参考文献

- (1) 株洲电子研究所. CMC-80A、B型计算机用户手册
- (2) ORLON. CPC464USER INSTR.
- (3) SHARP. CE-515P使用说明书.
- (4) 水利水电工程岩石试验规程. 水利出版社.

## A Data Collection and Processing Equipment for Shear Strength Test in Situ

Yu Ji Yu

(Yangtze River Science Research Institute, Wuhan, 430010)

## Abstract

In this paper an equipment for data collection and processing is described. The environmental conditions for the equipment are also discussed.

Because of serious conditions automatic measurement in field is much more difficult than that in laboratories. The development of the equipment, therefore, will be great helpful for the automatic measurement in site.