

TSR-1型岩土力学参数测量及数据处理系统

盛桂山 汪大国

提 要

本文以 TSR-1 型岩土力学参数测量及数据处理系统为例,叙述岩土力学试验中,力学参数测量及数据处理时,传感器、二次仪表、计算机等的选择原则。本文还将叙述该系统的结构功能和主要技术指标。最后叙述该系统的程序。

岩土工程及其研究工作中,力学试验是重要的环节之一。而这些试验大致分为室内的试样或模型试验和现场的原位试验。尽管试验方式方法各异,但试验的目的是要获得包括时间因素在内的应力-应变关系,然后经过数据处理,获得一系列描述其特性的参数,如弹性模量、泊松比、剪切模量、体应变系数等等。由于力学参数测量的传感器和二次仪表以及计算机,目前在国内外已有为数极多的类型和质量性能都较好的设备可供选择。问题在于如何组成一个合适的系统,使之达到技术性能和经济指标最佳。我们经过比较试验,选择组成的 TSR-1 型岩土力学参数测量及数据处理系统,通过现场试验和技术鉴定,证明性能良好,可推广应用。

一、系统的组成

TSR-1型岩土力学参数测量及数据处理系统的组成框图如图1所示。这个系统分为参数测量和数据处理两部分。测量部分包括传感器知测量通道(二次和三次仪器仪表)。数据处理部分由微型计算机(简称微机),接口和时钟组成的微机输入部分(A/D转换部分列为三次仪表),微机输出设备——打印机和绘图仪等三部分组成。

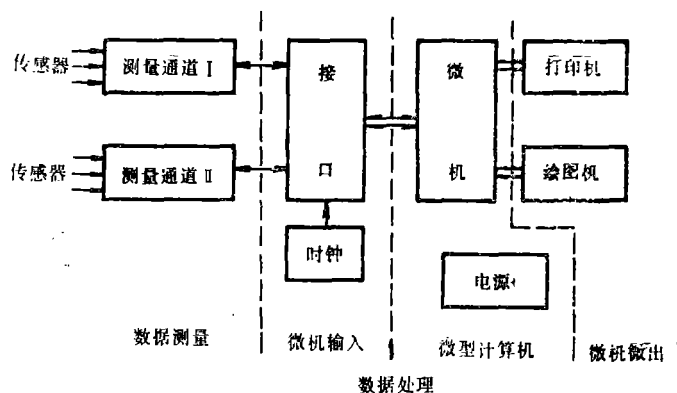


图1 TSR-1型系统框图

系统的工作原理如下:被测力学量由传感器感知,经测量通道的二次仪表转换成模拟量,再经三次仪表转换成数字形式表示的信息,然后通过接口装置接入微机。微机将此信息进行数学运算。运算是按事先规定的模式——数据处理程序进行。处理的结果由打印机打印输出或由绘图仪绘出图形。时钟是为计测测量的时刻而设置的,同时也可兼作整个试验的计时之用。

测量通道的二次三次仪表的选择,应该结合传感器、被测对象的物理量综合考虑而决定。经过多方的考察对比,本系统选择了国内外广泛使用的电阻应变式传感器和应变仪作为测量通道Ⅰ。差动变压器式的传感器和数字显示的位移仪作为通道Ⅱ。

电阻应变式的传感器品种多,商品化后的系列产品使得量程范围很宽,质量也较好,因此便于选用,某些国外产的传感器在国内产的应变仪上也能配套使用。电阻应变仪在国内商品生产的类型型号也比较多,本系统选择了具有较高水平和较好质量的华东电子仪器厂生产的YJ-16应变仪、P20R平衡箱、KH-17控制器配套使用作为测量通道Ⅰ。

测量通道Ⅱ是作为高精度位移测量而设置的。它是由武汉电子仪器二厂生产的CBS-3型数字位移仪及其传感器组成。由于该产品不能与微机相连,经该厂同意,在保留原有性能不变的基础上,我们增设了若干电路和另件,重新布置了机内结构,改用PZ26数字电压表作为三次仪表,改变了外观设计,缩小了体积,增强了抗震防潮能力和外观实用性,从而开发成CBS-3B型,能与微机相连的数字位移仪。

对于任何一种电压输出的二次仪器仪表,只要加装带有BCD码输出的数字电压表、一块由若干电路组成的电路板和—个按钮开关即可接入本系统作为测量通道。限于篇幅,具体电路及方法不在此详述。

传感器的选择:首先必须按照试验要求的量程范围、精度、误差来选择。其次,还要考虑其尺寸大小、重量、推动力等。而对于静态稳定性(零点漂移)和动态稳定性(灵敏度变化)的可靠性和环境条件的要求,如温度湿度等一些技术指标往往容易忽略。另外,产品所示指标由于测试方法不同相差甚远,一般情况下产品是不说明测试方法的,因此,在选择传感器时应加倍注意。

微机的选择:由于近年来微机的迅速发展涌现出种种不同类型,其功能、价格、体积、质量可靠性等方面的指标差别很大。建议从下述几个原则出发进行选择。

1. 要满足数据处理的要求并应稍有潜力,其中应注意微机的内存量、字长、运算速度等。对于静态测试系统,运算速度一般来说不必要求很快。

2. 能否满足使用场合的环境温度、湿度、工业干扰、粉尘等要求,以尽量不采用空调设备节省机房建设费用为原则。

3. 现场使用的微机,在体积、重量、抗震能力等方面要佳。

4. 维修时另配件是否能保证。

5. 价格功能比最合理。只追求内存大、字长长和速度高以及功能多的结果,使得微机价格成倍增加。实际使用时如不能完全发挥其功能,结果价格功能比系数很高,在经济上是不合理的。

6. 程序语言及CPU应为普遍采用者,便于掌握使用和相互交换程序软件。

7. 操作尽可能简便,以利于非计算机专业人员掌握。

由于本系统是为现场使用而设计的, 经过综合比较, 采用了Z80汇编语言的国产TP801型微机。

接口部件是使测量仪器与微机相连的必不可少的部件。目前国内绝大部分的仪器都不设有与计算机相连的输出口, 而且输出电平也不统一。为此, 设计了一个专门的通用性较强的接口电路, 使得多种仪器仪表能与多种微机相连, 连接简便而迅速。本接口采用可编程接口, 16位字长, 可带32个仪器仪表、打印机、绘图机等外设, 能方便的输入A/D转换器的BCD码(并行)和输入D/A转换器(并行)。本接口还采取特别措施, 使系统工作安全可靠, 抗干扰能力强。因而适于工矿现场使用。本接口还带有独立时钟系统以供计时使用。

二、系统的结构功能和技术指标

本系统是为现场岩土力学试验时用以自动测量和实时数据处理的。而实验室内工作条件较为优越, 使用就更有保证。它也能用于工业生产过程的检测。

(一) 应变仪测量通道 I

1. 测量应变: $0 \sim \pm 9999 \mu\epsilon$
2. 测量点数: $0 \sim 20$ 个点, 可扩展至80个点。可自动巡测, 也可手动多点单步测量。
自动巡测为 $0.5 \sim 2$ 次/s。
3. 测量误差: $\pm 0.5\% \pm 2$ 个字。
4. 标定误差: $(-5000 \mu\epsilon) \pm 0.2\% \pm 2$ 个字。
5. 稳定性: 静态稳定度(零漂), 4小时内不超过 $\pm 3 \mu\epsilon$, 相当于 $\pm 0.03\%/4h$ (F.S)。动态稳定度(灵敏度变化), $\leq \pm 0.2\% \pm 2$ 个字/h。
6. 分辨力: $\pm 1, \pm 2, \pm 3 \mu\epsilon$ 。
7. 使用应变片的电阻范围: $60 \sim 10000 \Omega$ 。
8. 具有数显十进四位带有 $\pm$ 符号。

通道 I 可配用以下系列产品(探头)进行测量

- (1) 压力: $0 \sim 10 \sim 0 \sim 250 \times 10^5 \text{Pa}$ 共8种规格;
 $0 \sim 30 \sim 0 \sim 250 \times 10^5 \text{Pa}$ 共7种规格;
 $0 \sim 1000 \sim 0 \sim 5000 \times 10^5 \text{Pa}$ 共5种规格。
- (2) 荷重: $0 \sim 200 \text{kg} \sim 0 \sim 100 \text{t}$ 共17种规格。
- (3) 拉压力: $0 \sim 100 \text{kg} \sim 0 \sim 100 \text{t}$ 共15种规格。
- (4) 位移:

机电式百分表 $0 \sim 10$ 和 $0 \sim 30$ 毫米, 两种规格。精度 $1\% 10$ 微米, 零点漂移 $0.03\%/^\circ\text{C}$ (F.S)。综合误差 2 微米。

应变片式位移计 $0 \sim 200$ 毫米, 12种规格。灵敏度 $1000 \sim 100 \mu\epsilon/\text{mm}$, 非线性 $< 0.2\%$ (F.S)。

(5) $0 \sim 300 \text{t}$ 液压电测千斤顶。本所最近研制。

(6) 任何电阻应变片式传感器, 不论半桥, 全桥, 或单片式均可, 只要电阻范围在

60~1000 Ω 范围之内。

(二) CBS-3B 数字位移测量通道 I

这是我所研制的能与微机相连的数字显示差动变压器位移计, 适用于我所研制的相应位移计。武汉电子仪器二厂, 襄樊电子仪器厂生产的同类位移计均能配用。具有系列产品, 主要技术指标如下:

1. 0~ ± 1 ~0~ ± 20 , 0~ ± 40 毫米, 等不同规格。
2. 最小示值: ± 1 微米~ ± 10 微米。
3. 线性: 0.1%, 0.5%。
4. 重复性: 0.03%; 0.25%。
5. 稳定性: 0.3%/4h(F,S)。
6. 温度稳定性: 0~40 $^{\circ}\text{C}$ 时0.4%/10 $^{\circ}\text{C}$ (F,S)。

备有带BCD码输出的数显三次电压表。手动测量8个点, 最快速度1次/s。

打印机: DP824, 可编程, 可打印英、日文字、阿拉伯数字及其他字符。最快1.2行/s, 最多40格/行。

数据处理后输出打印格式如下:

×	×	:	×	×	:	×	×	×	×	±	×	×	×	×	×	×
时	分	秒	序号	量值	符号	六位十进制数值										

每行数据分为三节。第一节示出测量的实时时刻。第二节示出事先约定的测量参数内容即某个位置的某个参数。第三节示出量值的正负符号, 六位十进制数值。由于序号已表示了测量内容, 因此, 量值单位已无必要打印出来。考虑到小数点为定点固定不变, 为简洁起见也不打印出来。每次试验开始还可打印一个文件编目, 包括试验目的及名称, 试验开始的年、月、日、时、分、秒。

绘图机: 可以使用国内外任何绘图仪与之相连。考虑到现场工作环境恶劣, 对一般绘图仪工作不利, 易于损坏, 加之经常发生突然停电事故, 不易长期保存数据在微机内部, 因此, 在现场使绘图机脱机工作

整个系统可以连续工作24小时以上, 实际上曾连续工作了84小时。

三、计算机的软件程序

本系统按现场和室内岩土力学流变三轴试验参数测量及数据处理的常规要求编有通用软件程序。程序采用Z80汇编语言。因此对于单轴和真三轴、常规三轴及材料模型试验均能适用。亦可按用户的其他特殊要求编程。

程序固化在微机内的集成块中, 操作者仅用按键输入必要的预置数即可。省去了每次用通卡式录音机输入程序和突然停电又必须重新输入程序的麻烦, 也避免了操作不熟练造成程序输入不了或者出现错误而使系统不能起动的问题。

软件程序流程图如图2所示。数据处理采用8/16位字长, 小数点定点运算, 运算结果精度足够高。

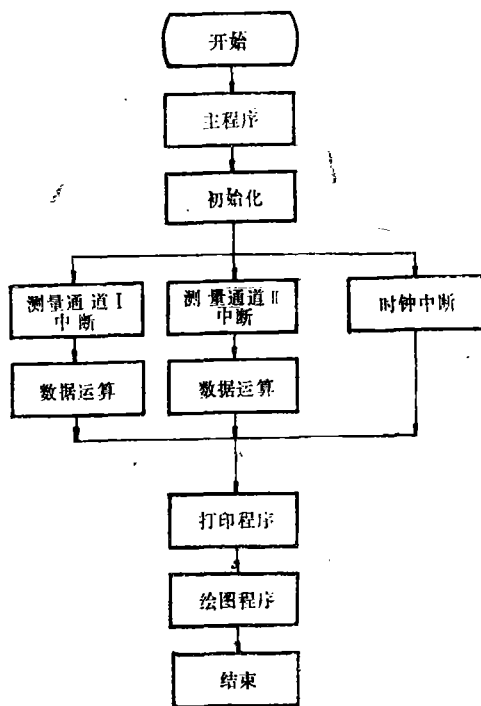


图2 程序流程图

参考文献

- [1] 华东电子仪器厂, 电阻应变仪产品说明书, 1984年。
- [2] 武汉电子仪器二厂, CBS-2 数字位移计产品说明书, 1984年。
- [3] 江苏溧阳仪器厂, 电阻应变片式位移计产品说明书, 1985年。
- [4] 浙江玉溪仪表厂, 机电式百分表产品说明书, 1985年。
- [5] 北京工业大学电子厂、香港京业公司, TP801, Z80单板机使用手册, 1982年。
- [6] 北京工业大学微机应用与自动化研究室译, Z80设计手册, 1982年。

Model TRS-1 Measuring and Data Processing System

for Rock and Soil Mechanical Parameters

Sheng Guishan Wang Daguo

Abstract

Taking model TRS-1 system for measurements of rock and soil mechanical parameters and data processing as an example, in this paper, the principle and the method of choosing the transducers, the secondary instruments and the microcomputers are described. The compositions, functions and main technical indexes of the system are presented. The block diagram of the system are also described.