

简易数据采集系统

刘立钰

刘正声

(河海大学力学系, 南京, 210024)

(长江轮船总公司, 武汉, 430015)

文 摘 为了更好地发挥离心模型试验的优势, 提高试验的质量, 研制了一种简易数据采集系统。本文对系统的硬件和软件结构均作了介绍, 并设计了典型试验以检验系统的工作可靠性, 试验结果表明, 系统运行情况是良好的。

1. 前 言

土工离心模型试验为等应力相似模拟, 模型和原体中几何相似点上的应力、应变等同, 能逼真地反映原体的物理现象, 是研究土工问题最有效的物理模型试验方法。然而, 土工离心模型试验优势的发挥要依赖如下三方面的硬件支持: ①除模拟重力的离心机外, 还有如水位变化、打桩、振动、地震等模拟装置; ②量测应变、位移、土压力、孔隙水压力、加速度等传感器; ③试验数据自动采集处理系统。

本文介绍新近研制的一种简易数据采集处理系统。

2. 数据采集系统功用

本系统设计的总目标在于, 应用现代电子技术, 以微电脑为中心, 用最少的投入, 实现高效而准确地采集试验数据。

2.1 土工离心模型的试验环境及其对系统的要求

(1) 离心机为高速旋转体, 置于其上的器件、仪表、必须能在大于重力的离心惯性力作用下正常工作。

(2) 试验现场存在来自驱动离心机的电动机的电磁场, 由传感器输出的微弱电信号(μV 级), 应不致因外界电磁场的干扰而失真。

(3) 测量的电信号与二次仪表之间通常要借集电环道通。集电环是一种接触式滑动连接装置, 接触电阻、旋转造成的断点、火花造成的高频干扰、以及金属粉尘或碳末造成的准短路现象均难避免, 长期使用, 情况更趋恶化。上述噪声对信号的干扰尤为直接且严重, 数据采集系统只有抵抗或排除此项干扰, 采集数据的准确性才能得到保证。

2.2 数据采集系统的基本类型

土工离心模型试验数据采集系统, 目前国内外有多种不同的类型, 可归纳为:

- (1) 多路原始模拟信号直接通过多组集电环输入二次仪表。
- (2) 多路原始模拟信号, 经放大后再通过多组集电环输入二次仪表。
- (3) 多路原始模拟信号, 经放大或不放大按时间分割, 分批通过一组集电环; 或经调制将它们在频率上分开, 同时通过一组集电环, 解调后输入后续仪表。
- (4) 原始模拟信号经放大及A/D转换成数字信号, 并采用如图1所示的信道复用技术, 使其通过一组集电环输入计算机存贮、处理^[1]。

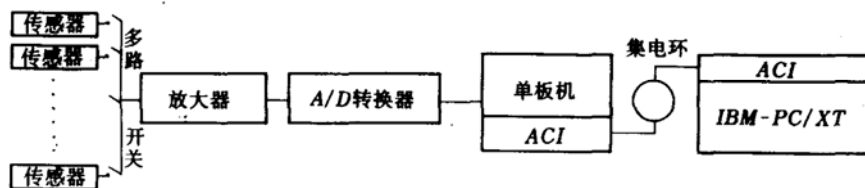


图1

其中“1”型系统中信号传输方式是原始的, 缺乏抵御外界干扰的能力, 昂贵的集电环数量多, 且因信号微弱不宜远距离传输。“2”型中的模拟信号得到放大, 信噪比有所提高, 传输距离可以增大, 但集电环数量仍未减少, 系统性能没有多大改善。“3”型系统, 着眼于减少集电环数量, 与“2”型无多大差别。“4”型系统, 针对离心模型试验的特殊环境, 应用现代电子技术和通信技术, 采用数字信号传输, 较全面地克服了信号传输和采集中面临的问题, 具有较强的抗干扰能力, 且只需3组集电环。其原理框图如图1所示^[2]。

“4”型系统存在的问题, 主要是传输距离大, 从传感器到微机室一般达30~40m。传输距离长, 沿程损耗大, 外界干扰侵入机率增加, 整个系统除了通信导线可屏蔽外, 其余如前级处理单元、集电环等均无屏蔽遮帘, 特别是集电环是无法屏蔽的, 造成了外界干扰侵入的薄弱环节。同时, 集电环本身的接触电阻所产生的干扰噪声未能从根本上排除, 当其电平超过一定量值时, 数字信号可能引起混乱。因此, 经由集电环而传输的数字信号的准确性并非总是可靠的。为了进一步提高数据采集系统的质量, 研制了新的系统, 其原理框图如图2。

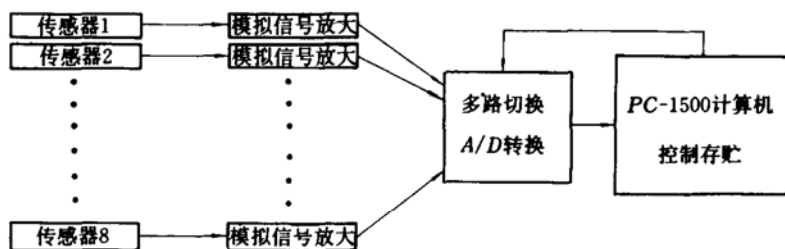


图2

本系统由PC-1500机及数据采集器构成。系统设计的基本思路是信号不越过集电环, 从而从根本上排除了集电环引发的噪声干扰。整机被装在26cm×16cm×9cm的屏蔽盒内, 紧靠离心机主轴安置, 系统元器件所承受的离心惯性力在其强度和刚度许可的范围内。屏蔽的

模拟信号传输导线长度仅2.5m左右,传输距离的缩短以及整个系统的全屏蔽,使外界电磁场的干扰及温度、湿度变化的影响降到了最小限度。与单板机或单片机相比,采用PC-1500机大大强化了前级处理功能,在软件的支持下,实现了数据存贮预设控制,构成一个紧凑的数据采集系统。使PC-1500找到了新的应用场合,无须配置较高一级的计算机系统,较简捷地实现数据显示、数据处理、打印和绘图。

3.系统的硬件和软件

3.1 硬件结构

(1) 本系统采用直流供桥，电桥输出接直流放大器。它具有频带宽，导线分布电容小，失真小，外界干扰小，以及增益比较高等优点。为了保证桥压的稳定，采用精密稳压电源供桥。在结构上比交流供桥简单，省去了振荡、相敏检波、滤波等电路。供桥电流每桥仅10mA，有利于减小由应变片的电流热效应产生的误差，还便于直接使用直流电源。

(2) 考虑到桥路输出电压微小, 数据采集模板的线性放大器采用了同相并联高阻测量放大器。该电路除了输入阻抗高、共模抑制比高之外, 其失调和零飘产生的误差也能相互抵消, 大大降低了模拟信号的失真和畸变。

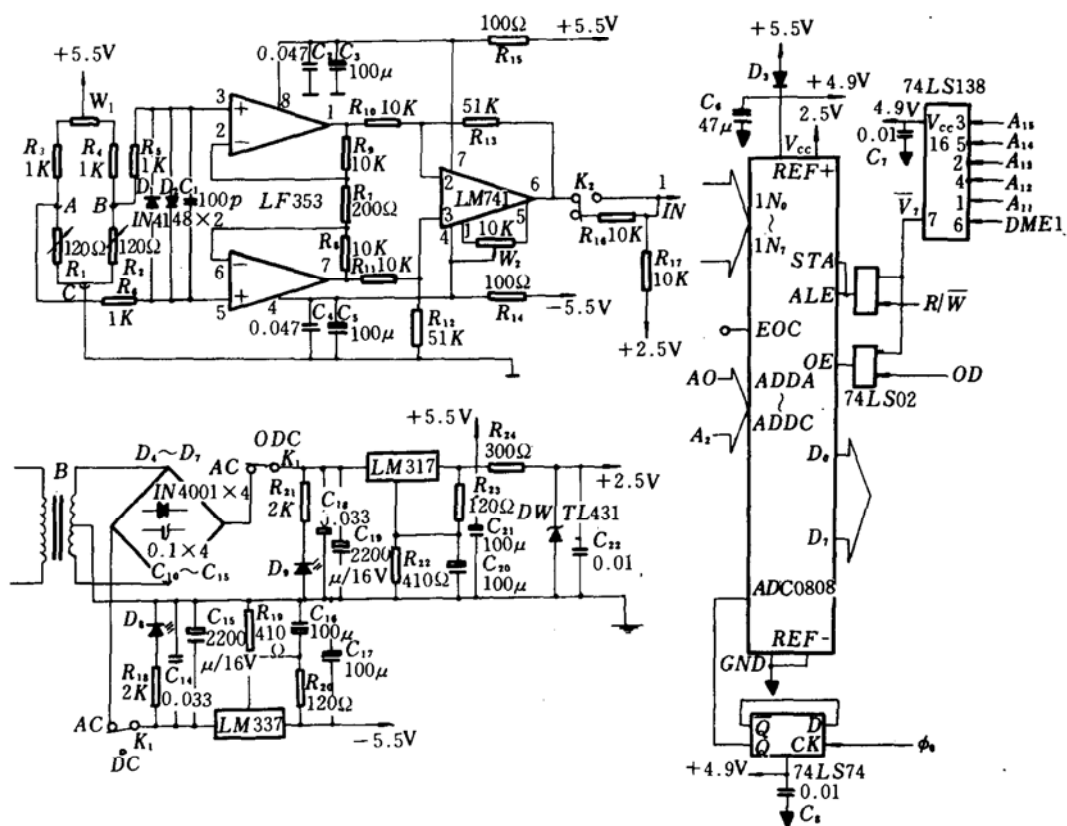


图 3

(3) 本系统采用ADC0808A/D转换片,其允许输入的模拟电压为 $0\sim+5\text{V}$,为测量双极性电压和提高A/D片的灵敏度,在模拟信号输入口采用外接偏置电路的办法,以实现正负电压的测

量。另一方面,将A/D片的基准电压降到2.5V,相对提高了灵敏度,使得通常只能测试+5V输入电压的A/D片能对 $\pm 2.5\text{V}$ 的模拟电压进行测量,无疑这对测试双极性微小电压是有利的。

3.2 软件的编制

系统软件使用了PC-1500汇编语言和驻机BASIC语言混合编程,当要求采集速率较高时,用汇编的语言。

系统的电路原理、数据采集程序流程和数据处理程序流程分别示于图3~图5。

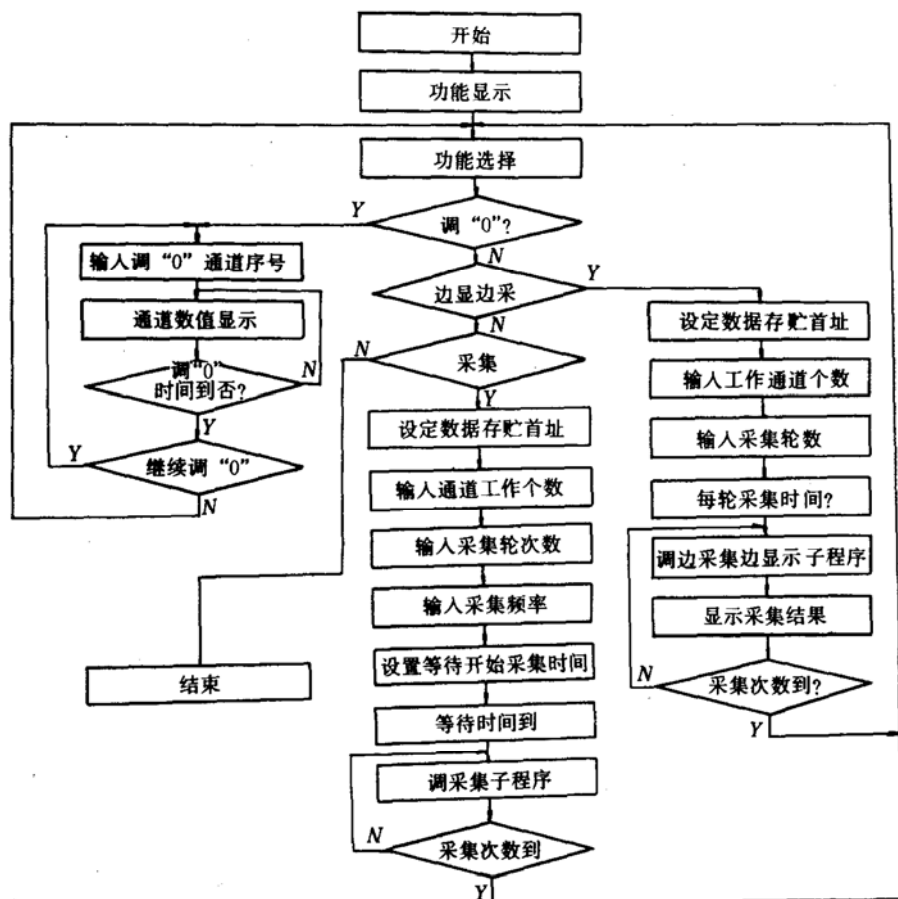


图 4

3.3 主要技术指标

应变测量范围: $0 \sim \pm 999$

工作通道数: 8

测量速率: 每秒16点(边采集边显示), 每秒3000点(只采集不显示)

记忆容量: 18800个数据

分辨率: $8 \mu \epsilon$

测量误差: $< 1\%$

应变片阻值范围: $60 \sim 1000 \Omega$

零点飘移: 4小时内不大于 $\pm 8 \mu \epsilon$

电源: 交流220V, 50Hz, 直流 $\pm 7.5\text{V}$

工作环境: 温度 $0^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$; 湿度30%~85%

外形尺寸: 260mm×160mm×90mm

整机重量: 15N

允许承受离心加速度: 10g(g为重力加速度)

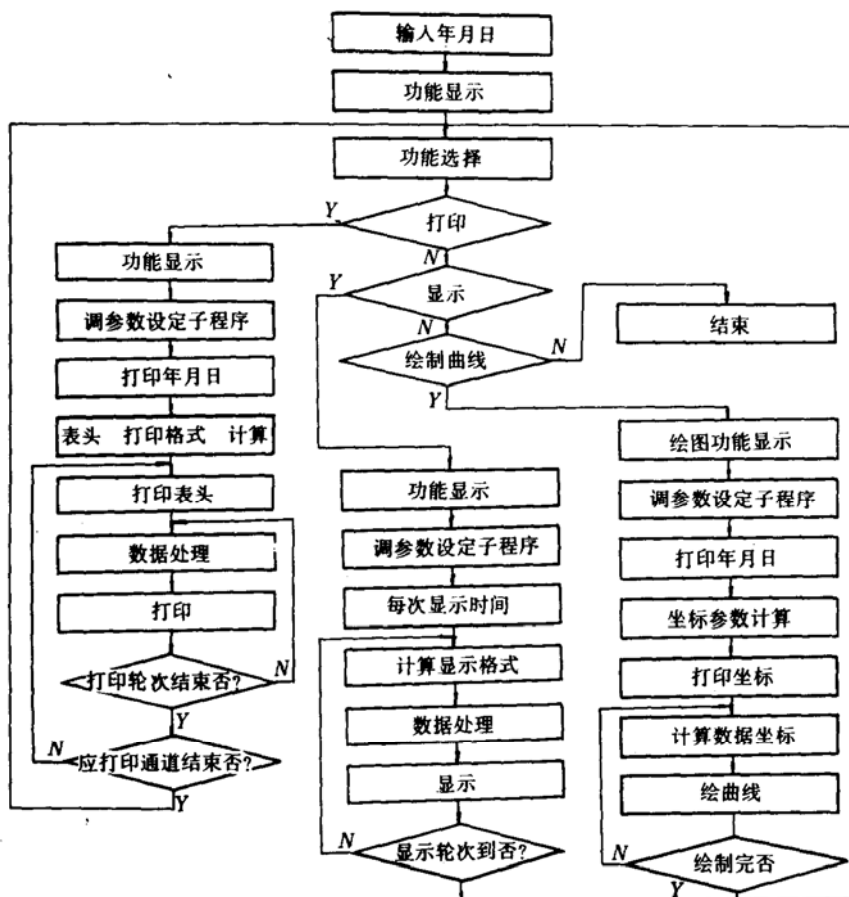


图5

4. 系统性能检验

本系统投入试验已1年, 进行过应变、位移、土压力、孔隙水压力等项目的测试, 工作性能稳定。对于系统基本性能的检验, 应在典型试验条件下进行, 即在各影响因素已知或可控制的条件下进行。诸如传感器品位高, 试样加工精细, 材料性能稳定, 荷载及边界条件明确, 除数据采集系统本身之外, 不致有其它系统误差混杂。为此, 设计了一组(8根)钢质悬臂杆作为测试对象, 杆的C端嵌固, B处上下表面粘贴电阻应变片构成半桥, 自由端A处加金属块M, 如图6所示。同时用8个通道测量应度, 试验时, 离心机加速度从50g到150g分11级逐次增加, 每级稳速运转600s, 共进行了20轮, 表1列出了其中一轮试验8个通道的应变读数, 为了比较, 也给出了相应的理论计算值。

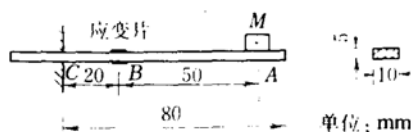


图6

由表中数字可见, 系统的线性度较高。此外, 比较了每轮各级稳速下各通道的读数, 以及各轮之间对应的读数, 其离差均在 $10 \mu \epsilon$ 以内, 表明系统的稳定性和试验的重复性也是比较好的。

表1

通道号	金属块质量 (g)	应变值 ($\mu \epsilon$)										
		50g	60g	70g	80g	90g	100g	110g	120g	130g	140g	150g
1	11.4	72	87	100	114	129	144	162	173	186	201	215
		73	87	102	116	131	145	160	174	189	203	218
2	15.2	81	99	114	132	153	165	180	198	216	231	247
		83	100	117	134	150	167	183	200	217	234	250
3	19.0	93	111	132	150	168	186	205	223	242	261	280
		94	113	132	151	170	189	207	226	245	264	283
4	22.8	104	125	145	166	186	208	227	248	269	290	310
		105	126	147	168	189	210	231	252	273	294	315
5	26.6	114	138	160	183	206	228	251	274	296	321	344
		116	139	162	186	209	232	255	278	301	325	348
6	30.4	124	150	175	166	224	250	276	283	324	350	375
		127	152	178	169	228	254	279	288	330	355	381
7	34.2	136	163	190	217	244	271	300	324	354	381	407
		138	165	192	220	248	275	303	330	358	386	413
8	38.0	146	174	202	233	241	291	321	350	380	410	439
		149	178	208	238	246	297	327	357	386	416	446

注: 表中应变栏中上方的数字为实测值, 下方的数字为理论计算值。

5. 结 论

本系统是与PC-1500微型计算机配合的测量微电压变量的仪器, 功能较全面, 有一定的存贮容量, 是一种可靠的一、二次仪表合一的理想仪器。它可用于应变、位移、土压力、孔隙水压力等多种物理量的测量, 其显著特点是:

(1) 信号不过集电环, 经短距离传输便输入PC-1500机存贮, 而且屏蔽严密, 传感器的原始信息可以准确地予以采集。

(2) 整机小巧, 结构紧凑, 且能承受一定的加速度和振动, 适应于离心模型试验及与其相近的环境下使用。

(3) 在启动PC-1500机和最少投入的基点上, 着重改善软结构, 其成本大大低于功能相当的市场上销售的仪器。

本系统量测精度的提高, 通过更换A/D片不难实现。本系统可预设控制, 但不能实时控制, 适合于中、小型离心机试验使用。

参 考 文 献

1. 水利水电科学研究院. 土工离心机数据采集与监测系统研制报告. “七五” 国家科技攻关, 1990.
2. Liu Li-yu, Ma Jia-zhen. Automatic data Acquisition and Processing of Centrifugal tests. *Cetrifuge* 88, Proc of the Inter Conf on Geotech Centrifuge Modelling, Paris. 1988. 93~96.

Simple Data Acquisition System

Liu Li-yu

(Hohai University, Nanjing)

Liu Zheng-sheng

(Yangtze Ship General Co. Wuhan)

Abstract In order to take the advantages of centrifuge model test and to improve the test quality, a simple automatic data acquisition and processing system is developed. The hardware and software are described. A typical test was designed to examine the reliability of the system. Results obtained showed this system performed satisfactorily.