

# 微型计算机在电扇电机性能 测试中的应用

冯 炜 周宝田 周锡昌

(自动化系)

电扇电机是电风扇的重要部件,它的好坏直接影响到电扇的电气质量。电扇电机电气参数的检测是电扇电机生产过程中的一道重要工艺。在国外,由于制造电机的材料和加工精度得到保证,装配后的电机一次合格率较高,在生产中采用成品抽测的办法就能满足生产的要求。在我国,由于材料和加工过程的种种原因,生产出的电机一致性较差,必须对成品逐台检测才能保证电扇电机的质量。在电扇电机参数的测量方面,目前国内多数生产厂家还是采用三十年代以来的人工单项逐个读数目测的方法。由于人工读数误差大,速度慢,不能满足大批量生产的要求,检测项目也受到很大限制。近年来,有些生产部门开始应用简单的电气装置对电机进行在线参数检测,有些部门正在研制电机参数测试台以增加检测项目,提高测试精度,由于前者功能简单,后者测试速度有限,它们都满足不了日产电机数以千计的测试要求。“微机控制电扇电机检测线”采用计算机为主要技术手段,用流水线的形式决解了上面所碰到的问题,同时还利用计算机的快速处理能力,在检测的同时为工厂提供生产反馈信息,使参数检测与企业管理紧密结合。

## 一、检测系统的要求

根据国家标准,结合厂里的实际情况,所设计的检测系统应该对电扇电机的短路,漏电,低压启动,电气强度,中速电流,绝缘电阻,匝间绝缘强度,电机功率8等个主要电气参数进行在线检测,其测试精度为0.8%~1%,速度为每小时270只,要求在每台电机出线时由计算机通过终端显示出该电机的各种参数值,输出电机的合格信息和检测情况的统计数据,必要时能进行打印制表,数据存贮。为了确保不停顿地进行检测工作,要求在计算机发生故障或作他用时系统仍能工作。要求计算机对流水线的启停进行必要的控制。

## 二、系统设计和接口

本系统采用计算机控制下的自动检测流水线,以达到所要求的检测速度,精度和统计打

贮, 统计和打印制表等功能。整个系统由微型计算机、接口, 应用软件、传感器, 供电和机械传动等五个部分组成(供电和机械传动部分另文发表)。

接口是连接计算机和外部设备的桥梁, 接口要简单, 可靠。根据检测线的具体要求, 利用 APPLE-II 主机上一个外围设备扩充槽口, 用接口电路把计算机与检测流水线连接起来, 其逻辑框如图 1。它主要由模拟量输入电路, 开关量输入电路, 接口控制逻辑和报警电路等部分组成。

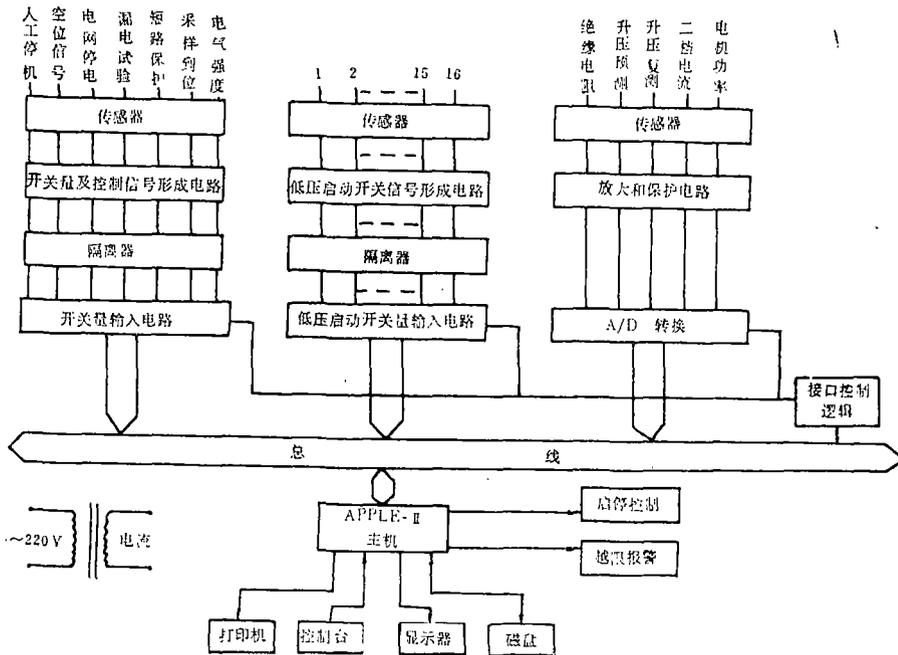


图1 接口逻辑框图

### 1. 模拟量输入电路

输入的模拟量有: 升压预测电流, 升压复测电流, 中速电流, 绝缘电阻, 电机功率等。模拟量输入通道的框图如图 2

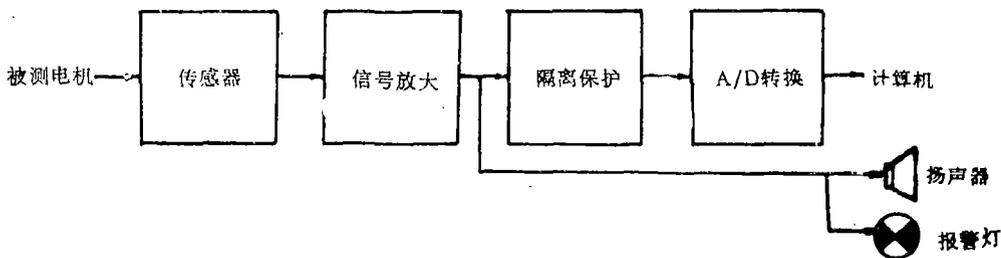


图2 模拟量输入通道框图

五个模拟量采用基本相同的输入电路。电机的被测物理量经传感器转换成电信号, 微弱的信号经放大电路放大后, 送到模数转换器把模拟量转换成数字量。传感器采用电流互感

放大的信号一路送模数转换器，另一路通向报警电路，当被测信号超过规定标准时，驱动报警电路的报警灯和扬声器进行声光报警。为了防止放大器输出可能超过 ADC 输入电平的要求，在放大器的输出端加有保护电路以保护 ADC 芯片。

### 2. 开关量输入电路

输入的开关量有十六点低压启动开关量信号，电网停电信号，人工停电信号，电气强度试验信号，短路检测信号，漏电试验信号等。开关量输入通道的框图如下(图 3)。

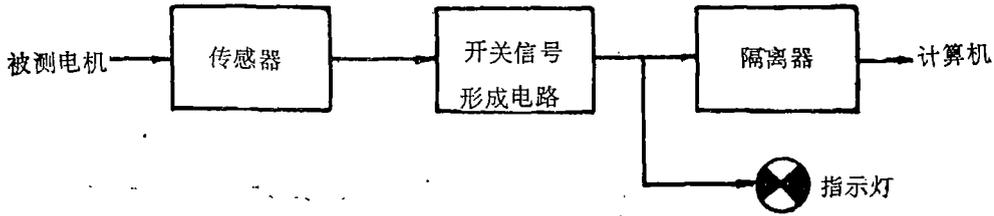


图 3 开关量输入通道框图

被测状态经过传感器转换成电信号，然后经过开关信号形成电路获得开关信号，经光电耦合挂上数据总线送到计算机。为了隔离强电和弱电间的直接联系以保证计算机的绝对安全，在计算机与开关信号之间插入光电耦合器。对于低压启动的开关量，在开关信号形成后有一路要送到低压启动驱动电路，当电机不启动时，该电路被驱动，对应的面板显示灯发光。

### 3. 接口控制逻辑电路

主要由地址译码和启停控制电路组成，在计算机的控制下实现对整个系统的控制。地址译码器进行地址译码以提供各种输入量和输出量及控制信号的口地址。地址译码电路主要有 74LS138 组成的 3—8 译码器，它提供所有开关量输入通道的地址和流水线的启停地址。模拟量输入通道的口地址由普通的电路直接译码提供。

工业生产设备要求有很好的可靠性。尽管目前计算机的可靠性相当高，但不能保证绝对不出问题。因此在尽量减少设备投资的情况下增加系统的冗余性是必要的。本系统装有启停控制电路，它在软件的配合下，实现对流水线的启停控制，由下面的逻辑框图所构成。

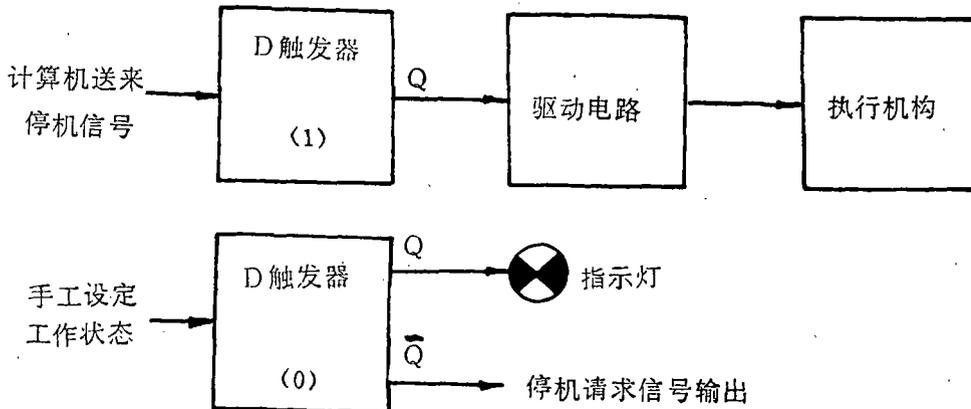


图 4 流水线启动停控制电路框图

它由两只D触发器来完成。当流水工作时D触发器(0)和(1)被置成复位状态, 停车执行机构不执行停车动作, 流水线处于检测工作状态。当需要暂停检测时, 由面板开关设定D触发器(0)为置位状态, 在程序的配合下由计算机发停车信号, 使D触发器(1)置成为置位状态, 在驱动电路的驱动下执行机构执行停车命令使流水线按要求停下来。这样流水的启停完全在计算机的控制下进行, 使检测工作前后连接, 不会造成数据交叉重叠出错。

### 三. 检测系统的精度考虑和抗干扰

由于APPLE-II微型计算机软件丰富, 价格便宜, 用它作为系统的主机并不会给系统增加多少费用, 却可大大缩短研制周期, 又可使系统的接口设计得简单可靠, 因此系统采用APPLE-II微型计算机作为检测系统的主机。

电扇是一种常用的家用由器, 对电机的主要参数进行测量以保证用户的绝对安全是必需的。但对于一种生产设备, 主要能在生产中实用, 其精度要求并不太高, 只要满足设计要求即可。系统对模拟量提出的测量精度为0.8%~1%, 故采用8位模数转换器, 当参考电压为5V时, 它最大绝对误差不超过20mV, 精度为0.4%左右。考虑到其他方面对测量精度造成的影响, 采用ADC0809作为8位模数转换器件, 并对其参考电压进行特殊的稳压措施以确保0.8%~1%的精度要求。

### 四. 应用软件的编制

整个检测系统对软件提出的要求如下:

- 1) 对被测电机的五个模拟量, 23个开关量参数进行实时采集, 分析, 识别和处理
- 2) 屏幕显示出线电机的编号及其各项参数, 对产品质量进行分析统计, 并对不合格的电机进行现场报警
- 3) 能在流水线尾打印具有汉字表头的生产日报表, 产品质量概况表。并能对检测到的电机参数方便地在磁盘上进行存取
- 4) 能对电网停电, 人为停电和出线空电机等非常情况进行应变处理
- 5) 能检查整个系统工作是否正常, 稳定, 可靠
- 6) 采用数字滤波技术, 增强系统的抗干扰能力
- 7) 每班标称检测量为2000台
- 8) 工作稳定, 操作方便

为实现上述各项要求, “微机控制电扇电机检测线”软件用APPLE SOFT BASIC语言和6502汇编语言进行编写。其中由APPLE SOFT BASIC语言编写的程序的主要功能为识别检测到的电机参数, 并进行有规律的存放, 并对检测到电机参数进行统计处理, 打印制表, 磁盘存贮等。程序框图如图5所示。由6502汇编语言编写的程序主要功能为对通过各类传感器送至计算机接口处的各电机参数进行实时采集, 分析, 统计处理。程序框图如图6所示。

整个软件采用模块结构方式, 具有菜单选择和人机对话功能。BASIC程序占用8K内存单元, 汇编程序占用2K内存单元, 整个数据区占用18K内存单元。

“微机控制电扇电机检测流水线”在软硬件的紧密配合下进行工作。开机后, 从磁盘调入检测程序, 工作时, 首先执行由BASIC语言编写的程序, 对所开做左放数据缓冲区清

零, 实现初始化, 然后对电机参数进行实时的采集分析, 统计处理。对每一电机参数均采集三次, 并取其中值。6502 汇编程序把采集, 分析统计处理后的数据放至缓冲区内。这时采集到的参数共七个。BASIC 程序首先取出这些参数, 再根据流水线的工作情况判定采集到的各个电机参数所属的电机编号, 同时进行有规律的存放。并对即将出线的电机各项参数进行是否合格的判别, 不合格的由报警处理, 对电网停电, 人为停电, 空电机等非常情况进行应变处理。在需要时打印日报表, 产品质量概况表, 把采集到的电机参数存盘等。当一次采样

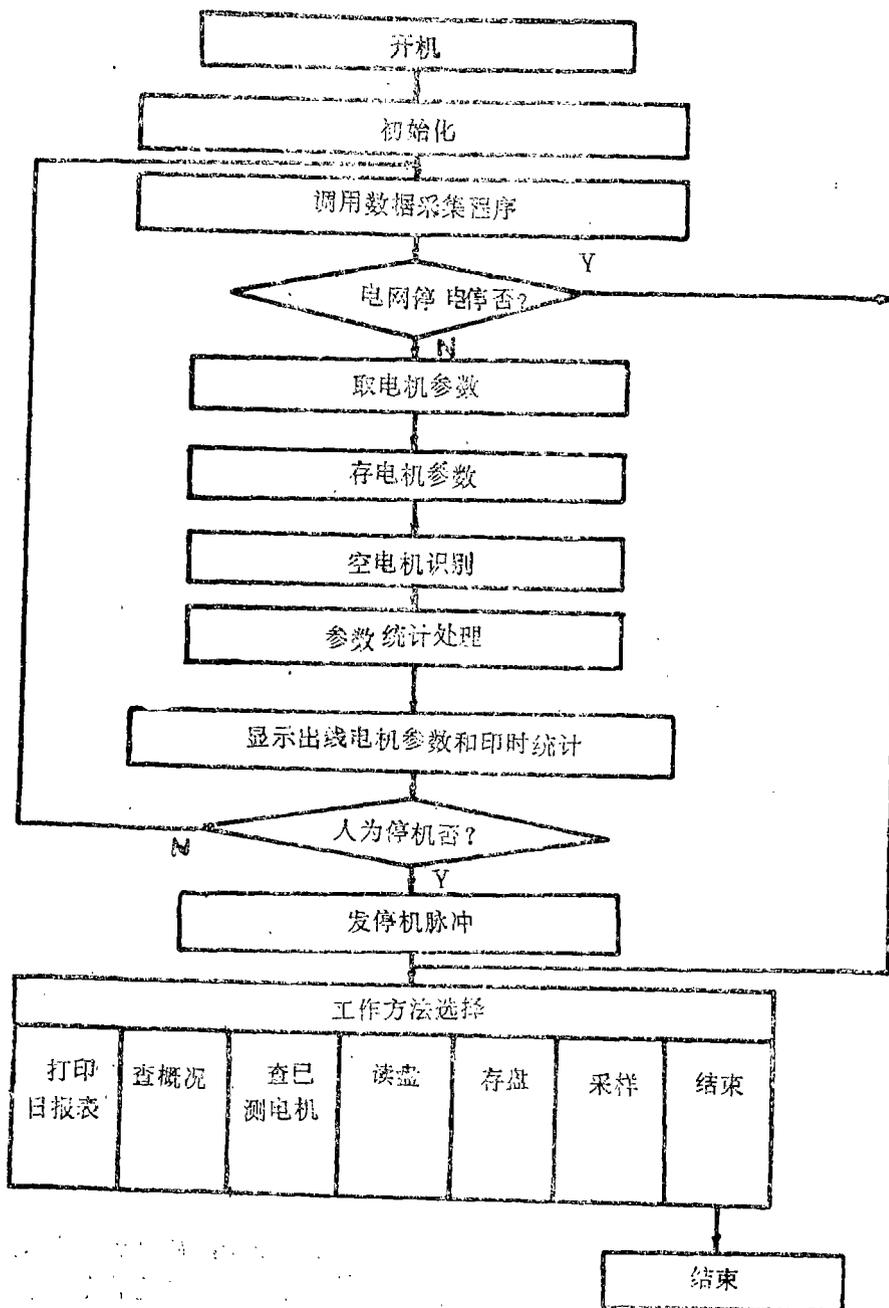


图5 Apple SOFT BASIC 语言编写的程序流程图

结束时即等待第二批数据的到来,进行下一批处理,如此循环往复。

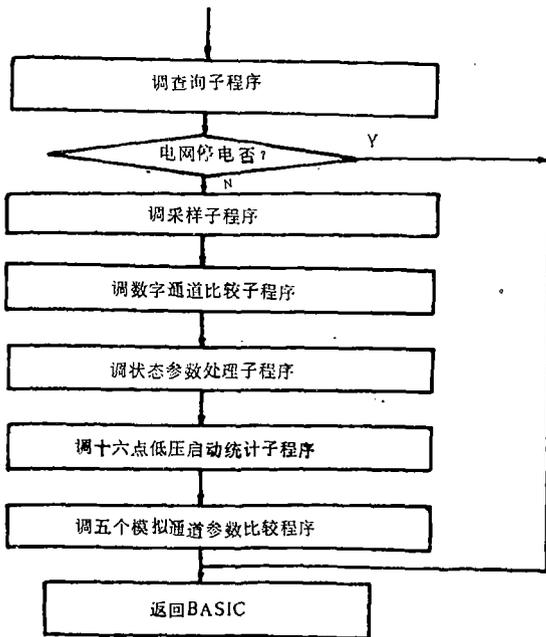


图6 6502汇编语言编写的程序流程图

的方法。

任何一台电机,线圈中的电流是随着负载的增加而升高的。电扇电机由于零件不良或装配不良造成堵转或起动困难,必然会在线圈中的电流上反映出来。通过对批量电机的测量表明,起不动与起动电机线圈中的电流有明显差异,所以通过测量定子线圈中的电流大小来判定电机是否起动的方案不仅可行,而且容易实现自动检测。实践证明,由于起动与否的电流相差极大,检测可靠性、重现性极高。

2) 功率测量 电机消耗的电功率由下式确定

$$P = UI \cos \varphi$$

在额定电压下,测出  $I$  及  $\cos \varphi$  后,在电路上不难用相乘器得到  $P$  的值。在用计算机的情况下,更可将测得  $\beta$  的  $I, \cos \varphi$  送计算机完成  $P$  的计算。

为了简化测量系统,功率的测量习惯上通过电流的测量来进行的。

### 3. 超级隔离电流互感器

电机的功率、升压预测、升压复测、二档电流、十六点低压起动性能等主要参数的检测都可通过测量线圈电流来实现。因而电流的检测成为检测的中心。为此,我们自行设计研制了超级隔离互感器,这是获得系统具有高可靠性、高抗干扰能力所必须的。

由于电机工作于市电,在电路内串接采样电阻的方案,不仅影响到系统的可靠性,而且危及计算机的安全,是不可取的。采用互感器可隔离计算机与市电的直接联系。

关于抗干扰问题:由于交流电网的干扰可通过互感器侵入系统,从而干扰计算机可靠工作,在线电机六十余只检测过程中频繁的断开也会直接对计算机造成严重干扰,甚至使计算机无法正常工作。所以,为确保系统能长期稳定可靠地工作,防止从传感器直接引入干扰,必须采取超级隔离互感器。

## 五. 传感器设计

### 1. 系统对传感器的要求

传感器是测量装置和控制系统的主要部件之一,在很大程度上决定着参数的测量精度和整个系统的可靠性。本系统根据厂方生产实际要求能对低压起动性能(16点)、升压预测电流,升压复测电流,二档电流,功率、绝缘电阻等实现自动检测,并达到1%的精度,系统工作稳定可靠。

### 2. 方案选择

#### 1) 低压起动性能的检测

为了实现自动检测,可以在被测电机的适当部位按装诸如光电等类的传感器,但由于起动位置的随机性和要进行多达十六点的测量,不仅按装,检测困难,而且在线检测时使用也极不方便,为此必须寻找简单易行的

超级隔离互感器的工作原理与一般互感器类同。但由于采用了超级隔离技术,因而使电气强度和抗干扰性能大大提高,保证了系统的正常工作。

图7给出了超级隔离互感器的I-V转换性能。

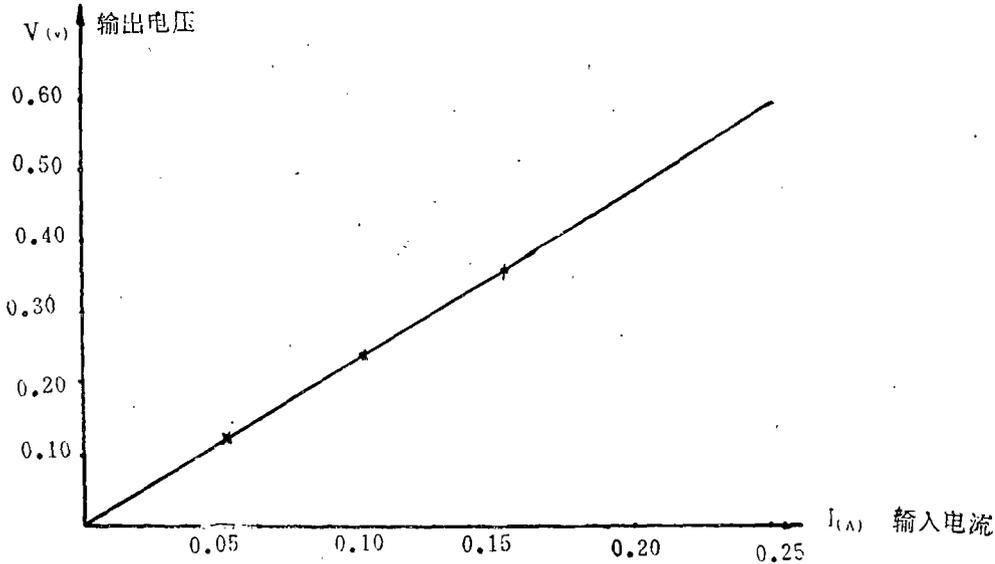


图7 超级隔离互感器 I-V 转换性能

#### 4. 检测电路

检测电路设计指导思想

1) 设置功能电路 考虑到微机应用于电扇电机的自动在线检测在国内尚无成功的经验可借鉴,为防止故障或维修影响生产,应设计功能电路,满足除了在正常情况下向微机提供正确的采样信号外,还能同时供给常用仪表检测信号,并可方便地通过切换进入人工检测。

2) 设置量程放大器 功率、升压预测电流、升压复测电流、二档电流、十六点低压起动性能等测量,都采用测量电流的方案后,可采用相同的电路和印刷电路板。但它们的大小都不一样,在电路中设置量程放大器后,仅需调整量程放大器的放大量就可轻易改变所需量程,以满足不同量测量的要求。这样能达到电路简单,加工、按装调试方便。

3) 整流滤波 采用线性整流电路,电路时间常数能与数据采集系统很好匹配。

绝缘电阻的测量,根据要求应在机壳一绕组间加上500V直流电压的条件下进行测量。

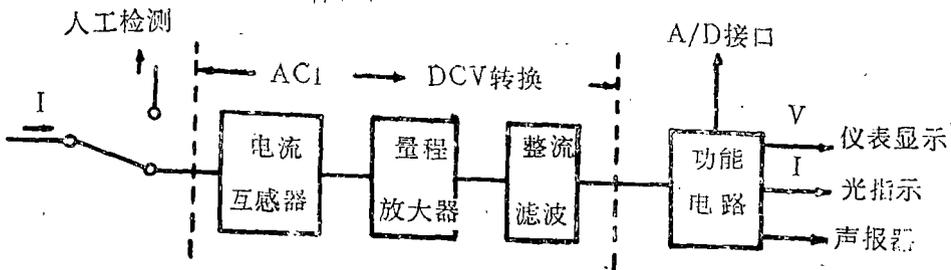


图8 电流测电路框图

一般的电阻的测量方法都不能应用，常用的兆欧表也不能进行自动检测，为此必须设计专用的电子兆欧表。

电流检测电路和绝缘电阻检测电路的框图如图8、9。

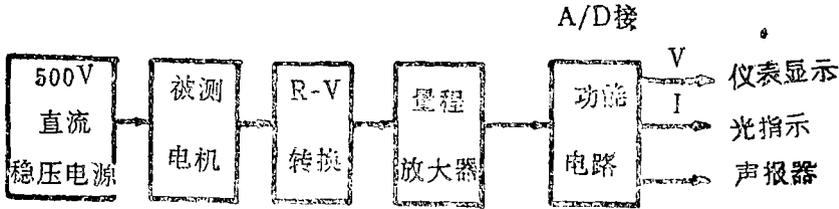


图9 绝缘电阻检测电路框图

5. 使用情况

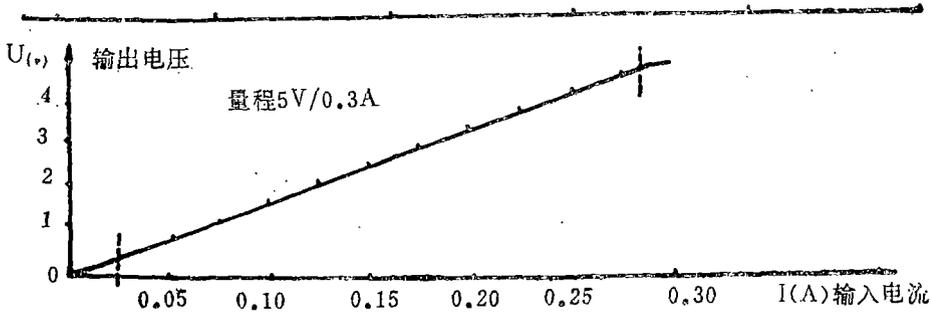


图10 II档电流 I-V 特性

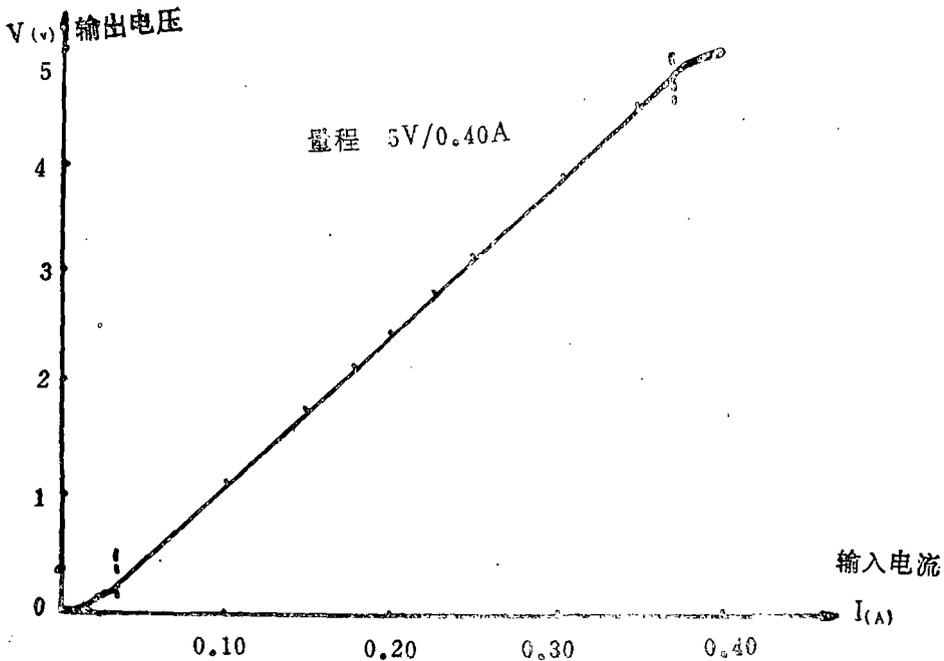


图11 功率板 I-V 特性

上述电路于1984年9月在线安装调试,10月投入运行以来,通过性能测试表明,传感器与检测电路的工作是稳定可靠的,其性能指标都达到了生产实际的需要,性能测试的典型数据如图10、11、12所示。在测量范围内线性良好,精度达0.3%~1.0%。

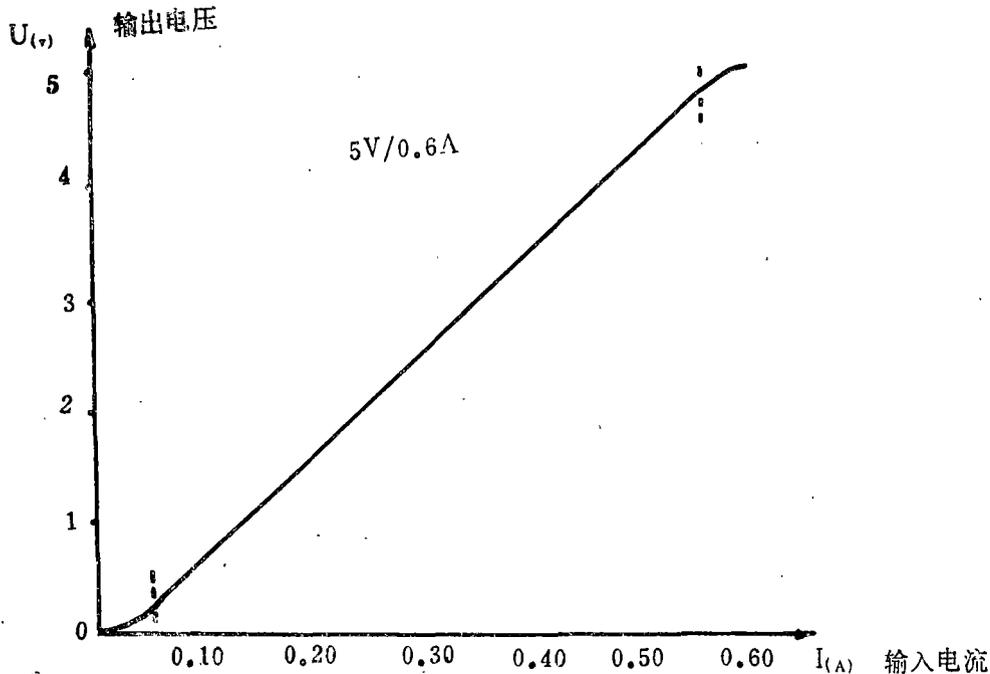


图12 升压预测与复测板 I-V 特性

## 六. 结束语

“微机控制电扇电机检测线”已于1984年10月投入正常使用,使用情况表明系统的硬件是可靠的,软件是可行的,它达到并超过了原设计要求,大大提高了电机的检测速度,增加了检测项目,提高了检测质量,还及时地为生产管理部门提供生产反馈信息,因此具有明显的经济效益和社会效益。本流水线主要用来对电扇电机参数进行检测,但它的原理完全可以使用到各种小型电机参数的检测上。

### 致 谢

参加本科研项目工作的还有孙祖德、朱建新、李墨非和其他的一些同志,在此表示感谢。

85021

### 微型计算机在电扇电机性能测试中的应用《无锡轻工业学院学报》

1985年, 第四卷, 第3期

**关键词** 电扇电机, 接口, 应用软件编写, 传感器, 超级隔离, 绝缘电阻, 功能电路。

**摘要** 本文叙述“微机控制电扇电机检测线”的设计和测量的基本原理。本文包括系统设计, 接口, 应用软件的编写和传感器。

作者: 冯伟, 周宝田, 周锡昌

85023

### 传递矩阵法与有限元方法的等效性及对传递矩阵法的修正《无锡轻

工业学院学报》1985年, 第四卷, 第3期

**关键词** 传递矩阵, 刚度矩阵, 质量矩阵, 等效性, 动力修正。  
**摘要** 本文根据求解平面梁结构作横向振动的有限元公式, 推导了传递矩阵的表达式, 此表达式与常用的根据材料力学弯曲变形所得公式相同。从而证明了两种方法在求解链式结构动力问题中是等效的并据此对传递矩阵法进行了修正, 使该方法不仅可以考虑剪切变形和弹性支承的影响, 而且可以考虑分布质量、分布回转效应及动力修正的影响。

作者: 徐宏

85022

### 无锡市少年宫天文台肋壳结构的有限元电算《无锡轻工业学院学报》

1985年, 第四卷, 第3期

**关键词** 有限元分析, 肋壳结构, 波前解

**摘要** 我们编制了用于肋壳结构分析的有限元程序。本文对梁单元刚度矩阵和载荷向量进行了变换, 以实现各个梁单元的节点位移同与其连接的壳单元的节点位移的协调。采用波前法解方程组, 因此可用微机分析中等规模的结构。应用该程序对无锡少年宫天文台的肋壳结构进行了计算。

作者: 范本筠, 邹焕新, 吴家骥

85024

### 固定凸轮与连杆组合机构的设计《无锡轻工业学院学报》

1985年, 第四卷, 第3期

**关键词** 凸轮, 连杆, 组合机构, 压力角, 优化设计

**摘要** 本文简要介绍固定凸轮与连杆组合机构的工作原理与设计方法, 并比较全面地分析了结构参数、摆动从动杆支点位置和设计驱动方案对压力角的影响, 从而为该机构的优化设计提供了依据。

作者: 赵治华

85023

THE EQUIVALENCE OF TRANSFER MATRIX METHOD AND FINITE ELEMENT METHOD AND THE CORRECTION TO THE TRANSFER MATRIX METHOD «Journal of the Wuxi Institute of Light Industry», Vol.4, No. 3, 1985

**KEYWORDS** Transfer matrix, Stiffness matrix, Mass matrix, Equivalence, Dynamic correction.

**ABSTRACT** The transfer matrix formula is derived from the element stiffness and mass matrices of plane beam in the finite element method. It is just the same as the general formula derived by the material mechanics and mechanical vibration. Thus, the equivalence of two methods is proved in the vibration problems of chain structure. The transfer matrix method is corrected, which makes it possible to consider not only the influences of shear deformation and bearing elasticity but also the influences of distributed mass and gyroscopic moment of shaft and the dynamic correction.

Author: Xu Hong

85021

MICROCOMPUTER APPLICATION IN FAN MOTOR PERFORMANCE MEASUREMENT «Journal of the Wuxi Institute of Light Industry», Vol. 4, No.3, 1985

**KEYWORDS** Fan motor interface application software programming transducer superisolation insulation resistance function circuit.

**ABSTRACT** This paper describes the designing strategy and basic measuring principle of the "Microcomputer Controlled Electric Fan Motor Performance Measurement Line". It contains system design, interface, application software programming and the design of the transducers.

Author: Feng Wei, Zhou Baotian, Zhou Xichang

85024

THE DESIGN FOR COMBINED MECHANISM OF FIXED CAM AND LINKAGE «Journal of the Wuxi Institute of Light Industry», Vol.4, No.3, 1985

**KEYWORDS** Cam, Linkage, Combined mechanism, Pressure angle, optimum design.

**ABSTRACT** The paper shows the principle and design method of combined mechanism of fixed cam and linkage, and the influence of the parameters, the support point of swing linkage and with the driving form on the pressure angle discussed. Therefore, a reliable method has been dedicated for optimum design of this mechanism.

Author: Zhao Zhikua

85022

FINITE ELEMENT ANALYSIS OF THE RIBBED SHELL OF THE ASTRONOMICAL OBSERVATORY OF WUXI CHILDREN'S PALACE «Journal of the Wuxi Institute of Light Industry», Vol.4, No.3, 1985

**KEYWORDS** Finite element analysis, ribbed shell, Wavefront solution

**ABSTRACT** A finite element program designed for the stress analysis of ribbed shells is presented. In this paper, the stiffness matrices and load vectors of the beam elements have been transformed so as to get the nodal displacements of each beam element compatible with those of the adjoining shell elements. The wavefront solution method has been adopted to solve the system of equation, thus the microcomputer may be used to analyze a medium-scale structure. As an example of its applications, the ribbed shell of the astronomical observatory of wuxi children's palace is computed in the way.

Author: Fan Benjun, Zou Huanxin, Wu Jiaji