

电动推杆性能参数自动测试系统

吴福明 李克修 许介卫

(机械系)

摘 要

本文介绍了电动推杆性能参数自动测试技术,包括位移测试系统和推(拉)力测试系统,并对感应同步器的按装调试作了一些讨论。还介绍了保证整个系统可靠运行的抗干扰措施。是国内研制成的第一台电动推杆自动测试装置。本文结论适用于其他类似产品的性能参数自动测试。

主题词: 电动推杆; 空载惯性位移量; 负载惯性位移量; 最大推(拉)力; 直线式感应同步器

概 述

电动推杆是直线运动的一种新型机构,由于它较液压、气动传动机构具有结构简单、价格低廉、适应性强等特点而越来越为人们所重视。国外早在五六十年代已广泛应用于工矿、交通等各个领域。我国第一台电动推杆自70年代末问世以来,由于其良好的性能价格比而显示出强大的生命力,电动推杆的推广应用方兴未艾。其性能参数的自动测试已成为急待解决的问题。在无锡县电动推杆厂的协助下,我们较好地解决了这一问题。研究成功了自动测试系统。

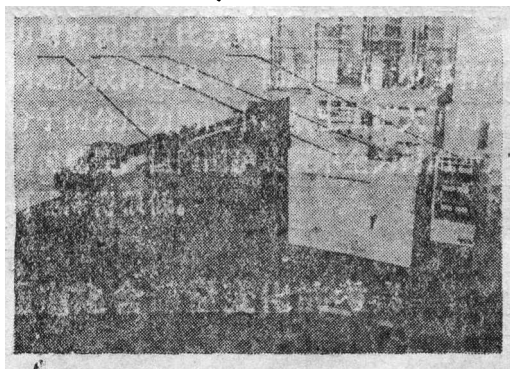


图1 系统总图

1—测试台; 2—控制台; 3—打印机; 4—交流稳压电源

本文1988年2月1日收到。

该系统由抗干扰性能强的CMOS集成电路组成,能连续、自动测试电动推杆的5个性能参数——空载惯性位移量、负载惯性位移量、速度、最大推(拉)力和最大行程^[1]。整个系统由测试台(包括位移、拉压力传感器)、控制台、交流稳压器、打印机等组成,见图1所示。所有测试的参数均由数字显示器显示及打印机记录。

1 系统工作原理

电动推杆的5个性能参数可分为二种类型。空载惯性位移量、负载惯性位移量、速度(即每秒钟的位移量)和最大行程属位移系统,而最大推(拉)力属压力系统。本系统是根据位移、压力二个类型进行连续、自动测试的。

当系统通电后,各个单元电路按时序控制器发出的指令有秩序地进行工作,其原理框图如图2所示。

位移系统的位移信号是由感应同步器产生的。当感应同步器的定尺和滑尺作相对运动时,定尺就获得感应信号,此信号经前置放大后再经二级误差放大。当被放大的信号超过精门槛电位时就有计数脉冲同时送至转换计数器和显示计数器计数(计数脉冲当量为0.01毫米)。转换计数器控制数模转换器动作,去改变滑尺的励磁电压大小,进而使定尺感应的信号小于精门槛电位时为止。显示计数器则控制显示器显示出位移值。不同时刻之位移值均通过数据锁存器分别送至相应的位移显示器。在锁存控制电路的作用下,分别显示相应的位移参数。

各个显示器显示的数据均送至数据切换电路,在切换控制电路的作用下送给打印机,在时序控制电路发出打印指令时则把该显示器上的数据打印记录下来。

推(拉)力系统的推力信号是由拉压力传感器产生的,此模拟信号经放大后由A/D转换器转换成串行输出的数字信号,此信号再经串并行转换器转换成并行输出的数字量,直接送至推力显示器及打印输出。

负载惯性位移量是加载情况下推杆掉电后由于惯性运动产生的位移量,该参数的测试由压力传感器上获得的推力信号与压力设定信号(可根据不同推力系列人工设定键入)经比较器逻辑判断两者相等时,推杆掉电,时序控制电路发出指令,显示和打印出负载惯性位移量。

整个测试过程结束时则音乐报警。几个主要单元电路的原理如下:

1.1 桥路及低漂移放大器

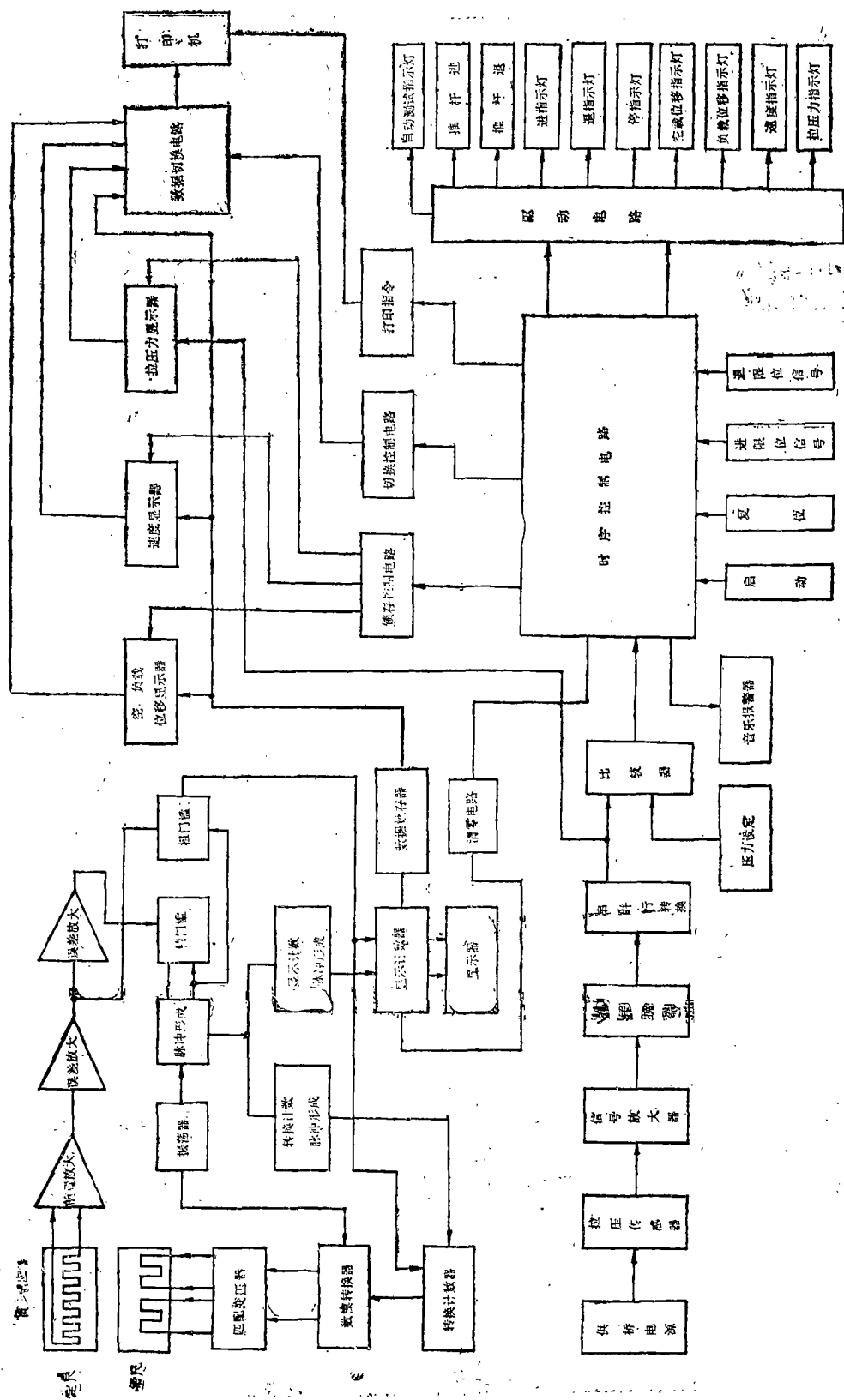
电动推杆的最大推(拉)力是一个重要性能参数,它涉及到电动推杆及其设备的使用安全及可靠性,因此推力系统的测试电路对测量精度、重复性、稳定性均提出了较高的要求(测量范围为0~1000千克,测量精度为额定载荷的0.1%,测量误差小于额定载荷的0.5%,因此本系统中采取了一些技术措施,满足了系统所提出的技术指标。

推(拉)力传感器采用了BLR—1型电阻应变式拉压力传感器。该传感器内贴8片电阻应变片(4片纵向,4片横向)联成4个桥臂组成全桥,其输出电压为:

$$U_0 = 1/2UK\varepsilon(1+\mu)$$

其中 U 为供桥电压

K 为应变片灵敏系数



ε 为轴向形变系数

μ 为横向形变系数(材料泊桑比)

由于该传感器输出的是微伏级直流信号,其变化为10~15微伏/千克,因此放大器的主要技术要求是低漂移,其次是高增益、低噪声,且要求重复性好。根据低漂移的要求来选择放大器有多种方案,漂移最小的是第4代超大规模CMOS斩波稳零集成运算放大器ICL7650(美国interil公司80年代初产品)由于ICL7650具有良好的性能参数^[2],因此折算到输入端的漂移可以降低到最低限度,从而满足了本系统的要求。

为了使BLR—1型拉压传感器输出有较高的灵敏度,系统选择了最大供桥电压(10伏),但是ICL7650的共模电压CMRV最大值为 ± 2.3 伏,为了解决这一对矛盾,本系统采用了浮置电源式电桥放大电路,见图3。此电桥的电源 U 的“地”电位与放大器“地”电位由变压器隔离,A、B两点对“地”的电压与ICL7650的CMRV无关。

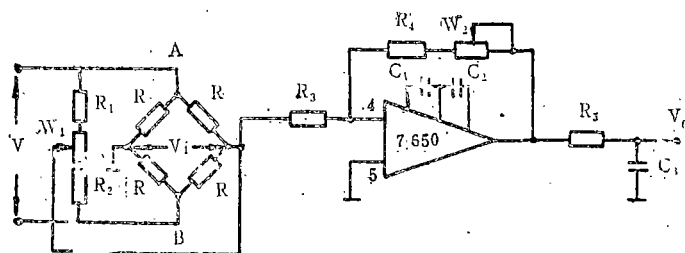


图3 桥路及低漂移放大器

供桥电源由LM317可调型集成稳压器组成,其精度则完全由LM317稳压器的性能所保证。

1.2 时序控制电路

时序控制是本系统进行自动测试的核心,其逻辑原理见图4所示。当系统加电时, V_{DD} 通过微分电路产生的微分脉冲使所有的触发器置零,同时秒信号发生器工作,产生标准秒脉冲信号。这时若来一个“启动”信号则使触发器4置“1”,该高电平和或门1之高电平及秒脉冲的低电平通过非门1产生的高电平经与门4输出“1”使触发器2置“1”,从而打开了与门1使计数器1对秒脉冲计数,从而实现时序自动控制。第一个时序脉冲进行数显清零,同时使触发器4、5置“1”,使空载位移指示及推杆进指示,同时驱动电路工作使电动推杆前进。第二个时序脉冲维持原状,起稳速作用。第三个时序脉冲使触发器4置“0”,推杆掉电,由于惯性作用推杆掉电后继续前进一段距离才机械停机,这就是本系统所要测试的重要参数之一——空载惯性位移量。该时序脉冲同时通过或门7和非门2使位移显示门打开(低电平有效),另外还通过微分电路使触发器2置“0”,一方面使定时器开始工作(低电平有效),另一方面封与门1使计数器1停止计数。在定时过程中,推杆机械停机,位移传感器上的空载惯性位移信号则在位移显示器上显示输出。定时时间到(即定时器2输出端输出“1”)通过与门3,或门1,与门4,在秒信号的低电平作用下与门4输出“1”,使触发器2置“1”,从而打开与门1,使计数器1继续对秒脉冲进行计数。此时若再来一个秒脉冲,则计数器1的4输出端输出高电平“1”,此高电平通过与门8作为空载惯性位移量的送数指令送往打印机接口电路,同时该高电平通过或门8及微分电路使触发器6置“1”,从而使推杆得电后退复位。另外该高电平还通过微分电路使触发器2置“0”封与门1使计数器停止

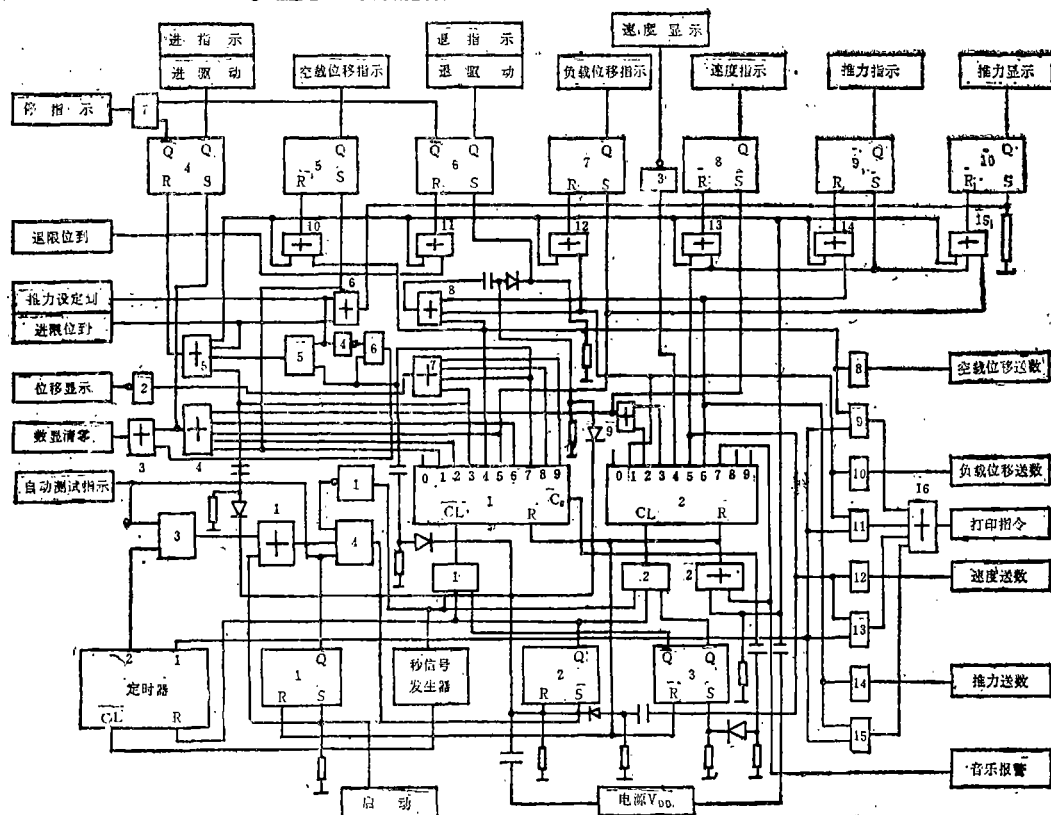


图4 时序控制逻辑原理

计数, 定时器开始工作。在定时过程中, 退限位信号到, 使触发器6置“0”, 从而推杆掉电停下。当定时器1定时到时, 此高电平与计数器输出的高电平通过与门9及或门16发出打印指令送给打印机接口, 打印机即把空载惯性位移量打印输出。当定时器2定时到时, 则通过与门3、或门1、与门4使触发器2置“1”, 打开与门1使计数器继续计数。

其余几个参数的自动测试控制原理, 这里不再赘述。值得注意的是, 当计数器1的9输出端输出“1”后, 再来一个秒脉冲则 Co 输出“1”, 经微分后使触发器3置“1”, $Q=$

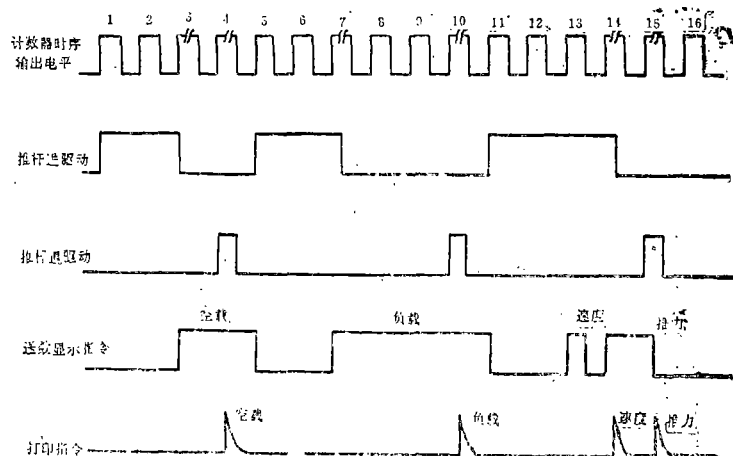


图5 控制波形图

“1”， $\overline{Q}$ = “0”，从而封掉与门1，打开与门2，使计数器2进行计数输出，而计数器1停止工作。

整个控制过程的主要波形见图5。

1.3 数据切换及打印接口电路

系统所测试的5个参数均需打印输出，打印的格式由编号，实测数值、单位组成。本系统采用的是LY10a型数字打印机。为了使一台打印机能分时打印出5组不同性质的数据，在系统中采用了由模拟开关组成的数据切换电路，由时序控制电路分时发出数据切换控制信号和相应的打印命令，使各个参数分时打印输出。

数据切换电路由CMOS模拟开关C544^[3]组成，其原理如图6所示，

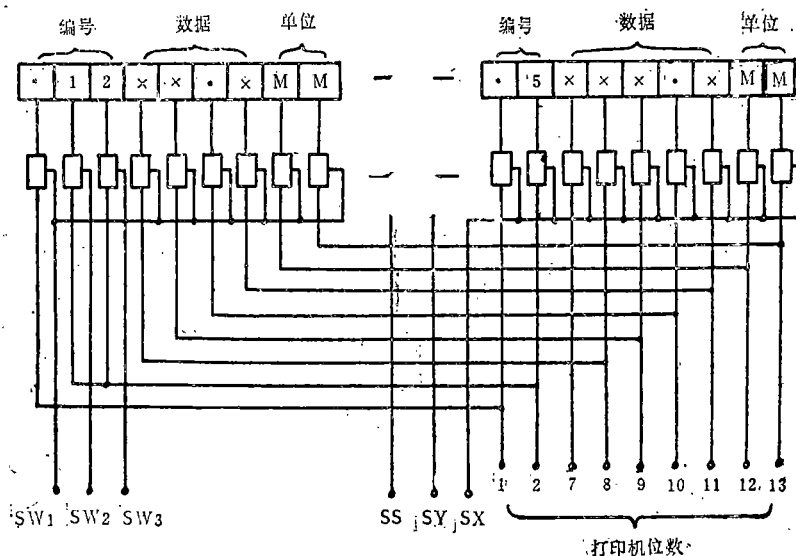


图6 数据切换原理图

3 感应同步器的安装调试

本系统所测试的5个参数中有4个属位移性质，因此位移量的测试则是本系统的核心，所以采用高精度的直线式感应同步器作为位移传感器。该传感器测量位移的分辨率可达 ± 5 微米，因此在安装调试过程中的微小误差将严重影响测量精度，必须注意以下几点：

3.1 确定定尺块数N

直线式感应同步器由定尺和滑尺组合而成，定尺单根长一般为250毫米，滑尺为101.6毫米。定尺选用块数N可按公式 $N \geq (L + 101.6) / 250$ 计算选取，且进位取整，其中L为本系统测试最大行程，（ $L = 800$ 毫米），故取4块定尺接长使用。

3.2 定尺的接长

接长就是对相邻两块定尺的接缝间隙进行精确地调整，使第一块定尺的最后一根导线与被接定尺第一根导线的距离为1.000毫米。通过调整定尺间接缝的间隙，把二尺偶合时的输出信号与基准长度（精密金属线纹尺）作比较，从而使多块定尺在全行程上的积累误差尽量减

小。本系统中4块定尺直接在装置上进行接长,用精密金属线纹尺和数显表进行调试,同时定尺的按装位置尽量符合阿贝原则,即要求定尺组件绕组中心与基准长度的中心轴线处于同一延长线上,以尽量减小阿贝误差。

3.3 定、滑尺的安装

定、滑尺在安装时必须严格按照图7的技术要求进行,其中定、滑尺之间的偶合间隙要特别注意,定、滑尺之间的偶合间隙其允许范围为 $0.15 \sim 0.35$ 毫米,但一经选定之后,则在全行程内定、滑尺间隙的变化量不得超过 ± 0.05 毫米(同时要求滑尺4个角相对于定尺表面气隙差不大于 0.05 毫米),否则将会严重影响测量精度。定尺安装面的平面度与装置(导轨)基准面平行度全长不得超过 0.04 毫米,这一尺寸也将影响定、滑尺间隙的变化,从而影响检测的灵敏度。

3.4 定、滑尺的接线

定尺接长串联后,其串联电阻随定尺的接长块数增多而加大,致使定尺的输出电势降低整个系统易受干扰,故当接长到一定长度后定尺的联接应采用串并联方式,但并联支路的电阻必须相等。定尺间连线必须互相绞合,以减小干扰。

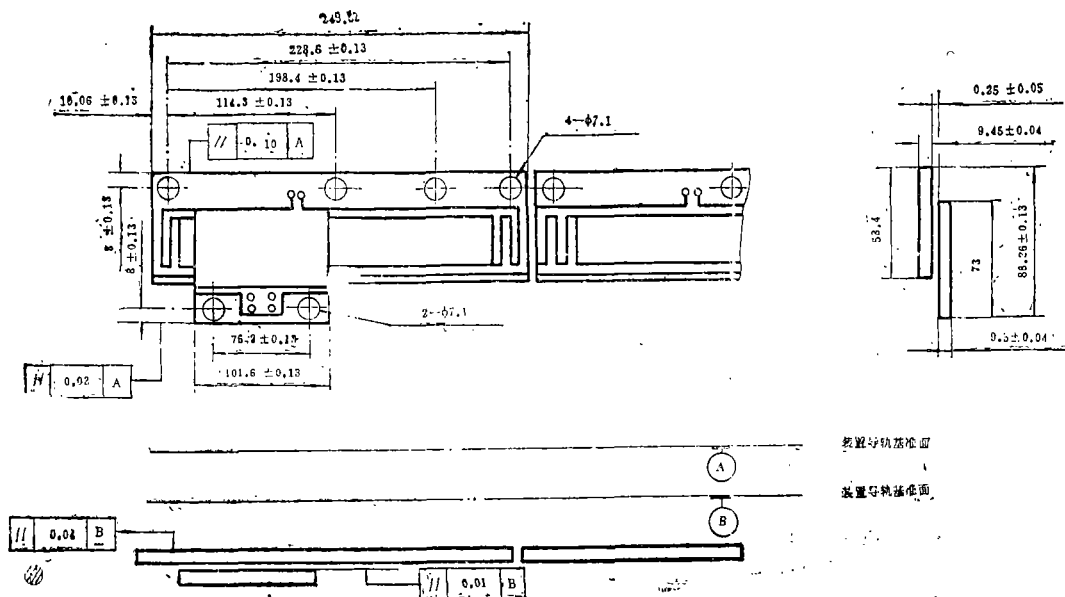


图7 定滑尺的安装

4 系统可靠性措施

采取有效的抗干扰措施是本系统正常运行的关键。本系统的运行环境比较恶劣,通过电源进入本系统的干扰较大,如现场使用的大容量电机启动频繁,十余台电焊机不停作业,可控硅整流器及直流调速装置造成的干扰也不断地进入本系统。另外系统内部强电系统也会影响弱电系统,信号线间也会互相干扰^[4]。针对不同的干扰来源,本设计采用了不同的抗干扰措施:

4.1 交流电源干扰的抑制

对于交流电源的干扰,一方面选用“干净”电源,另一方面采用了双隔离变压器措施。一般小功率隔离变压器原理如图8所示,虽然在原理及工艺上采取了措施,使分布电容 C_0 大大减小,但并不能完全消除,其值仍在100PF左右 C_0 。与后级电路形成分压,一般干扰被 C_0 分压后对后级电路不再产生危害。但是本系统中交流侧干扰信号足够强,虽然分压比不变,但后级分压得到的干扰仍然较大,以至某些电路不能正常工作,因此在本系统中再加一只相同规格的隔离变压器,使 C_0 减小一半,有效地抑制了干扰信号。除此以外,在电源进线处接有LC低通滤波器滤除高频脉冲干扰。

4.2 对地线干扰的抑制

地线是信号的公用线,也是电源的一条馈线,因此干扰信号很容易通过地线进入电路。为了抑制地线带来的干扰,在系统内部的地线采用分别回流接地系统,而对某些高精度微弱信号检测部分则采用专用电源供电等措施。分别回流接地是指模拟地、数字地、机壳地、系统地之间分别进行连接,这样可以避免通过公共阻抗接地而造成的相互影响,有效地抑制了地线干扰。

与此同时,在数字电路中采取退偶滤波措施。因为在数字电路中经常发生由饱和至截止的跃变,因而产生很大的 di/dt 。由于直流稳压电源不是一个输出阻抗为零的理想电压源,因此会在电源和接地回路中形成干扰脉冲,甚至引起信号互串和寄生振荡。因此引入LC退偶滤波回路是十分必要而且十分有效。本系统采用的退偶滤波器如图9所示。另外在每块印刷电路板上每5~6个集成块的电源与地之间并接一个0.01~0.047微法的电容,也能显著地提高集成电路的抗干扰性能。

4.3 对系统自身内部干扰的抑制

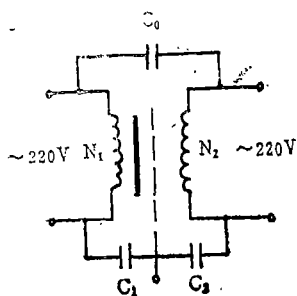


图8 隔离变压器原理图

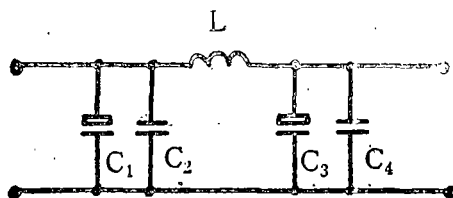


图9 退偶滤波电路图

制造工艺的优劣是产生干扰的主要因素之一。合理布线、电路板的排列、元器件的布局都会影响整个系统,为此本系统中在工艺上采取了以下一些措施:

4.3.1 强电控制线与弱电控制线严格区分,分别走线,以免强电系统的干扰信号(如本系统中的接触器的频繁动作,触点的抖动等)进入弱电系统,同时传感器上的检测传输线用屏蔽线直接引到印刷电路板上,以防止干扰信号产生与窜入。

4.3.2 在设计电路时就把抗干扰问题列入重要位置,在设计印刷线路板时,在空间允许的情况下,尺寸尽量大些,同一单元电路的元器件尽量集中在一块板上,这样既减少了板间连线,又便于维护,同时也减少了干扰的机率。排线时,线间距离尽可能大些,以减小线间分布电容,正反两面的排线互相垂直,并且线条在可能情况下适当放宽,特别是电源线与地线易受干扰的元器件输入输出端走线距离尽量远些,并且加屏蔽盒抑制电磁干扰。每块印刷板

上都设计了屏蔽环, 它可以对外部作用于电路板的电容干扰起屏蔽作用。

4.3.3 适当调整电路板的排列次序及每块板上插脚的排列次序, 使电源线、地线和对应输入输出线尽可能在同一插脚位置上, 使板间连接线最短。

结 语

本测试系统自1987年7月在无锡县电动推杆厂投入运行以来, 工作正常, 性能可靠, 测量精度均达到设计要求。本系统是目前国内第一台电动推杆性能参数的自动测试装置。运行以来, 电动推杆的产量和质量、劳动生产效率已有显著的提高, 并取得了良好的经济技术效果。本系统提供的自动测试原理和技术完全可适用其他机电产品的性能参数的自动测试。

本课题在研制过程中曾得到马保荣、唐善甫同志的帮助, 在此表示衷心感谢。

参 考 文 献

- [1] 水电部部颁标准. SD146—85
- [2] 王国定. 数据采集和数字测量专用集成电路原理和应用. 上海: 上海科技文献出版社, 1985
- [3] 上海无线电十四厂. 双岭手册. 1982
- [4] (西德)D. 斯托尔. 工业干扰的理论与实践. 北京: 国防工业出版社, 1985
- [5] 刘宝琴, 郑君里. 脉冲数字电路及其应用. 北京: 人民邮电出版社, 1985

Automatic Test System of Performance Parameters for Electric Pushing Rod

Wu Fumiug Li Kexiu Xu Jiewei

Abstract

This paper introduces automatic test technology of performance parameters for electric pushing rod, including the displacement test system and pushing(pulling)force test system, the methods for mounting and adjusting linear inductosyn, and the anti-interference methods for improving whole system operation reliability. It is the first automatic measuring device of performance parameters for electric pushing rod in China. The conclusion is also suitable for automatic test of performance parameters for similar appliances.

Subjectwords: electric pushing rod; no-load inertia displacement; load inertia displacement; maximum pushing(pulling)force; linear inductosyn