

基于振动筛同步相位角测试系统设计及试验研究^{*}

王钰文, 范刘洋

(西南石油大学, 四川 成都 610500)

摘 要: 振动筛实现由不同步到自同步的物理过程中, 相位差角是衡量自同步能力的重要参量。为了定量描述相位角的时间历程变化, 针对于相位角测试系统的设计是非常有必要的。基于振动筛样机模型为实验研究对象, 采用 PCI-1780 数据采集卡作为测试系统信号采集硬件, 同时在 Visual Basic 设计环境下结合 Active DAQ 显示控件联合开发测试系统。实验结果表明所得数据与理论值基本吻合。对此, 振动筛相位角测试系统可以为同步性理论研究提供实验依据。

关键词: 振动筛; 相位差角; Visual Basic; 数据采集

中图分类号: TH113

文献标志码: A

文章编号: 1007-4414(2013)01-0034-03

Test system design and test research based on the synchronous phase angle of vibrating screen

Wang Yu-wen, Fan Liu-yang

(Southwest petroleum university, Chengdu Sichuan 610500, China)

Abstract: The physical process of vibrating screen from asynchronous condition to self-synchronous condition is realized. Phase difference of angle is a important parameter for measuring ability of self-synchronous. In order to quantitatively describe the time course of phase angle change, design based on the test system of phase angle is very necessary. Take the vibration sieve prototype model as the experimental study, it uses the PCI-1780 data acquisition card as a test system signal acquisition hardware, combining with Active DAQ controls joint development test system in the Visual Basic design environment. The experimental results demonstrate that the results obtained are in good agreement with the theoretical value. So phase angle of vibrating screen test system can provide the evidence for the synchronism theoretical research.

Key words: vibrating screen; phase difference of angle; Visual Basic; data acquisition

1 引 言

振动筛广泛运用于石油、矿山、冶金等众多行业, 所以对振动筛机械参量的动态测试和数据采集准确性提出更高的要求。目前国内外对振动机械测试研究的主要方向在筛面垂直加速度、水平运动速度、箱体振幅及筛箱固有频率等, 而忽略了相位角对振动筛工作性能的作用, 尤其是自同步振动筛激振电机间相位差角 $\Delta\alpha$ 对设备振动的影响^[1-4]。就自同步振动系统而言, 实现振动系统同步过程中, 电机间相位差角 $\Delta\alpha$ 稳定的越快, 系统自同步能力越强; 实现同步振动后, 电机间相位差角 $\Delta\alpha$ 数值越小, 则系统同步性能越好。对于振动筛同步性能相位差的测试实验, 利用 PCI-1780 高速采集和稳定传输数据的优点, 在 Visual Basic 编程环境下设计相位角测试系统^[5-6]。测试系统主要是把电机的角位移转化为脉冲信号, 而将信号传输计算机进行相应的计算和处理, 得出并显示数据与曲线, 以便于实现对振动筛相位角的监视。PCI 数据采集设备充当计算机与传感器之间的桥梁, 解决了 Visual Basic 本身不具备直接面向硬件 I/O 访问的

问题, 其测试实验最终为进一步改善振动筛的运行状况及振动机械同步性理论研究提供实验数据。

2 测试系统硬件规划

测试系统的硬件数据处理技术, 其核心是实现信号数据采集。实验的主要任务是获取激振电机的角位移和转速, 在测试中需要传感器、联轴装置、实验样机模型、数采设备等硬件支持。如图 1 所示, 在电动机轴上安装传感器, 系统选择 REP 光电编码器。此传感器结构简单、牢固、体积小、重量轻、性能稳定, 以及抗外磁场干扰能力较强, 适用于长距离传输。保证数据质量不受到振动筛振动和扭摆的干扰, 选用钢丝软轴联接电机输出与传感器输入, 同时钢丝软轴可以补偿振动筛垂直面抖动, 保护传感器不受损害。信号经 ADAM3968 接线端子传递至 PCI-1780 数据采集卡, 在计算机上结合 AdvGraph 控件进行数据处理和纪录, 以曲线形式直观显示出来。测试系统工作结构框架图如图 2 所示, 通过上述设计, 使测试系统具有较高互换性、灵活性和抗干扰能力。

^{*} 基金项目: 国家自然科学基金项目(51074132)

收稿日期: 2013-01-03

作者简介: 王钰文(1986-), 男, 广东湛江人, 在读硕士, 研究方向: 机械振动与动态测试。

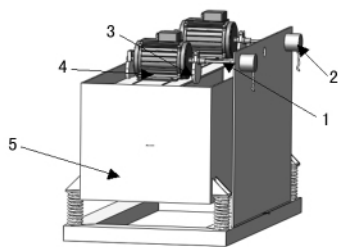


图 1 系统硬件组成

1. 钢丝软轴 2. 光电编码器 3. 偏心块 4. 异步电动机
5. 振动筛箱体



图 2 测试系统结构框图

3 测试系统软件设计

系统软件应用具有良好可视化界面的 Visual Basic 开发而成。目前, Visual Basic 已成为 Windows 系统开发的主要语言, 其支持面向对象的程序设计思路, 使测试系统具备结构化的事件驱动编程模式, 并配合研华开发的可视控件, 有效地降低系统设计成本, 增强系统维护性和适应范围。软件流程如图 3 所示, 启动系统进入测试界面, 在确定初始化工作完成后, 系统进行数据采集, 依次完成相应步骤。测试系统界面设计如图 4, 在底层菜单中包括一些参数的设置(如采样通道、采样类型、初始化选择)及一些热键命令(如开始、停止)。界面中分别设置文本框用来存放两电动机转角值和电机转速, 图像区域可以显示电动机相位差角曲线图。

设备使用前, 设定设备号和打开已经安装的设备, 同时程序返回设备句柄以备后续操作。程序源代码如下:

```
ErrorNum = DRV_DeviceOpen( DeviceNum , DriverHandle)
```

```
If CheckError( ErrorNum) <> 0 Then
```

```
Exit Sub
```

```
End If
```

```
DRV_DeviceClose ( DriverHandle)
```

程序运行时, 利用 Visual Basic 中定时器 Interval 属性设置每秒钟信号采集的次数, 将采集段程序置于 Timer 事件内实现数据采集。程序源代码如下:

```
usChannel = 0
```

```
ptCounterEventRead. counter = usChannel
```

```
ptCounterEventRead. overflow = DRV_GetAddress  
( gwOverflow)
```

```
ptCounterEventRead. Count = DRV_GetAddress  
( gdwReading)
```

```
ErrorNum = DRV_CounterEventRead( DriverHandle , ptCounterEventRead)
```

```
If CheckError( ErrorNum) <> 0 Then
```

```
Call cmdStop_Click
```

```
Exit Sub
```

```
End If
```

```
usChannel = 1
```

```
ptCounterEventRead. counter = usChannel
```

```
ptCounterEventRead. overflow = DRV_GetAddress  
( gwOverflow)
```

```
ptCounterEventRead. Count = DRV_GetAddress  
( gdwReading1)
```

```
ErrorNum = DRV_CounterEventRead( DriverHandle , ptCounterEventRead)
```

```
If CheckError( ErrorNum) <> 0 Then
```

```
Call cmdStop_Click
```

```
Exit Sub
```

```
End If
```

曲线可以反映数据的实时性和前趋性, 因此需要曲线显示相位角动态变化, 并使图形不断更新。程序源代码如下:

```
AdvGraph2. ChartY gdwReading- gdwReading1
```

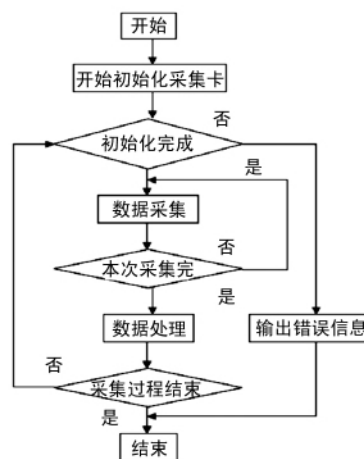


图 3 软件流程图

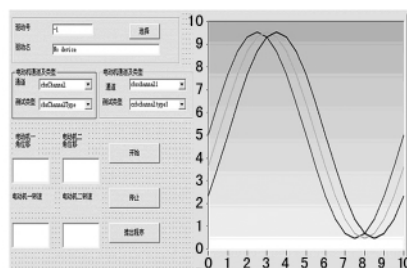


图 4 测试系统界面设计

4 实验研究与数据对比

相位差角实验曲线如图5,从图5中分析可知:在时间 $T=0\sim 3\text{s}$ 内,曲线向上递增变化,存在波动。当 $T=3\text{s}$ 时,相位差角达到最大值 $\Phi_{\max}=39\text{rad}$ 。相比仿真曲线,如图6所示。从图5中可以看出,时间在 $T=0\sim 0.5\text{s}$ 内曲线平稳, $T=0.5\sim 1.5\text{s}$ 时相位差角曲线为均匀、缓慢递增。随着时间的持续,两电机工作频率发生相互俘获,在 $T=2\text{s}$ 后相位差角稳定在 32rad 附近。从两组曲线可以看出,曲线之间的变化趋势大致相同,曲线在 $0\sim 3\text{s}$ 内存在稍许差异,在 3s 后曲线都趋于平稳。

测试角速度曲线如图7所示,从图7中可知:电动机角速度曲线斜率相似,从实验开始至结束,曲线呈现出平稳上升,达到 153rad/s 后稳定运行。同比较仿真角速度而言,如图8的电机仿真曲线偏差较小,自同步能力更高。从表1的多组数据表明:同步性振动过程反映出振动筛激振电机相位角的变化规律,而这种由双电机振动筛频率相互俘获所引起的自

同步现象与电机参数存在密切相关。由此可见,机电系统的耦合作用,在振动筛电机逐步加速至额定转速的过程中,会使相位滞后的电机转矩逐步增大,电机转子的转速逐步升高;与此同时,相位超前的电机的转矩逐步减小,其转速逐步降低;这两种变化让相位落后的电机得以赶上相位超前的电机,相位差逐步缩小,形成相位差角的稳定。

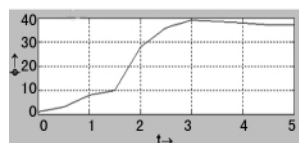


图5 测试相位差角曲线图

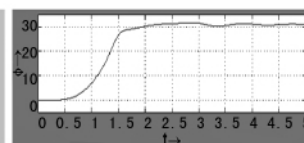


图6 仿真相位差角曲线图

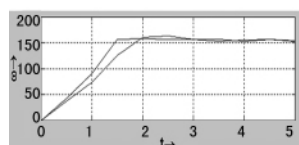


图7 测试角速度曲线图

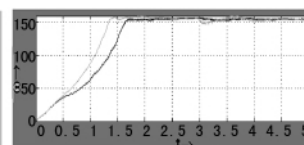


图8 仿真角速度曲线图

表1 测试角速度数据表

时间(s)	角速度 ω (rad/s)				相位差角 Φ (rad)	
	仿真电机1	仿真电机2	实验电机1	实验电机2	仿真	实验
0	0	0	0	0	0	1
1	63	88	73	90	7	8
2	153	157	160	158	30	28
3	157	157	157	157	32	39
4	175	153	155	152	32	38

5 测试系统误差分析

计算机仿真结果是以振动筛模型和电机模型耦合为基础,在理想环境下进行的仿真试验。仿真系统忽略其振动筛对测试设备及环境干扰的影响,电源电压的波动与畸变及电动机本身固有的机械特性差异造成理论与实际出现偏离。而同步相位角测试系统在实际环境中对振动筛相位角的系统实验,激振角频率、两激振轴中心距、质心水平偏置距离、垂直偏置距离、参振总质量和弹簧刚度及阻尼,乃至环境中的噪声都对测试过程都会产生干扰,影响测试结果,以至于测试数据与仿真数据存在误差。

6 结论

(1) Visual Basic 语言与 Active DAQ 控件的联合编程设计,比起传统的测试编程而言,减少了系统设计周期,使系统结构简单化。

(2) PCI-1780 数据采集卡完成对振动筛脉冲信号的测试,全过程实现高速采集、数据传输、数据存储和数据监视。从系统的使用情况看,测试系统独立完成实验要求并且效果良好,采集数据真实可靠,信号

清晰完整。

(3) 实验数据与理论存在差异,结果表明:实际条件下,振动筛的自同步能力比理想条件稍弱,完成自同步振动需要更长的时间。考虑到电机特性参数是影响实验效果的最大原因,因此对激振电机的选配和调试是极其必要的。

参考文献:

- [1] 梁坤京,刘志钦,范岗龙. 自同步振动筛相位差角与振动方向关系分析[J]. 矿山机械, 2005, 33(4): 34-35.
- [2] 张楠,侯晓林,闻邦椿. 机电耦合情况下振动机的同向同步特性[J]. 东北大学学报(自然科学版), 2009, 30(10): 1477-1480.
- [3] 王得道,赵清华,赵春雨,等. 同向回转双机驱动振动系统的自同步特性[J]. 振动、测试与诊断, 2010(3): 217-222.
- [4] 侯勇俊,吴先进. 质心偏移式等质量矩双轴自同步振动筛同步相位角研究[J]. 矿山机械, 2010, 38(21): 94-97.
- [5] 曹靓妹,李文新,许珩. 多通道数据采集系统软件设计及其在测试中的应用[J]. 工业控制计算机, 2006, 19(3): 29-30.
- [6] 范福玲,孙建民. 基于传感器试验台的数据采集系统设计[J]. 传感器技术, 2009(4): 188-190.
- [7] 杨琪文. 基于虚拟食品传感器的实验平台的设计与实现[J]. 机械, 2009(11): 69-72.