

零件加工中 LabVIEW 与质量控制技术的应用

Application of LabVIEW and Quality Control Technique in Parts Processing

刘冰洁 钱晓耀 胡献华 洪涛 王宇

(中国计量学院质量与安全工程学院,浙江 杭州 310018)

摘要: 针对零件加工公差精度的控制要求,提出了滑动轴承垫圈厚度的测量系统,以及对生产过程的加工质量采用统计过程控制(SPC)分析模块的设计,设计包括数据采集和数据 SPC 分析系统。数据采集基于 LabVIEW 软件设计的数据采集模块以及数据实时显示与存储模块;数据 SPC 分析模块采用 Excel 中 6SQ 统计插件进行 SPC 分析,并绘制均值极差控制图。通过对加工质量进行实例分析,论证了质量控制在产品加工过程中应用的可行性。

关键词: LabVIEW 数据采集 质量控制 统计过程控制(SPC) 滑动轴承垫圈 控制图

中图分类号: TH865;TH165+.4 **文献标志码:** A

Abstract: According to the requirements for controlling accuracy and tolerance of parts processing, the measurement system for the thickness of slide bearing washer, and the design of using SPC analysis module for quality control in the production process are proposed. The design includes data acquisition and data SPC analyzing system. Data acquisition is based on the data acquisition module, and data real-time display and storage module in LabVIEW software design. In data SPC analysis module, Excel 6SQ statistic plug-in is used to carry on SPC analysis, and the mean range charts are drafted. Through analyzing the processing quality of practical example, the feasibility of applying quality control in product processing is verified.

Keywords: LabVIEW Data acquisition Quality control Statistical process control(SPC) Slide bearing washer Control chart

0 引言

随着我国经济的持续增长,我国的汽车工业得到高速发展,对汽车零部件的需求量也飞速增长。作为汽车零部件,内燃机中滑动轴承垫圈的质量好坏直接影响到汽车的性能,所以必须保证滑动轴承垫圈的质量。根据国家标准 GB/T 10447-2008 规定,检测精度要求厚度公差为 -0.05 mm 、平面度公差为 $+0.10\text{ mm}$ ^[1]。

为保证加工精度,通过测量分析可知,影响产品工序质量的原因大致可以分为两种:一种是某种确定性的原因,另一种是偶然性的原因。在实际生产过程中,影响工序质量的 5M1E,即人(men)、机器(machine)、材料(material)、方法(method)、测量(measurement)和环境(environment)等因素随着持续生产而处于运动变化之中,即工序质量具有鲜明的动态特性。对此,本文选择直接影响产品质量的关键工序进行监控,对滑动轴承垫圈厚度进行测量;并应用数理统计的原理和方

法,在 Excel 中用 6SQ 统计插件进行 SPC 分析,分析工序质量的波动状态,为后续质量分析改进提供依据。

1 系统设计

系统设计分为硬件装置和软件设计两方面。硬件方面,滑动轴承垫圈厚度检测系统如图 1 所示。其中传感器是北京京海泉传感科技有限公司生产的差动变压器(LVDT)直线位移传感器;数据采集使用的是美国 NI 公司生产的 NI USB-6008 多功能数据采集卡。

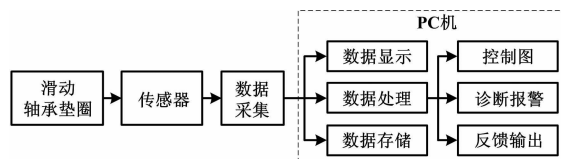


图 1 检测系统框图

Fig. 1 Block diagram of the detecting system

软件方面,使用 LabVIEW 8.5 软件作为程序开发的编译平台。LabVIEW 使用的是图形化编辑语言 G 编写程序,产生的程序以框图的形式呈现,为实现仪器编程和数据采集系统提供了便捷的途径。由于软件内部已经有对应的数据采集卡驱动程序,因此,当与美国 NI 公司生产的数据采集卡进行通信采集时,系统工作效率大大提高^[2-3]。

通过采集卡采集的数据可保存在指定的 Excel 表格

国家公益性质检行业科研专项基金资助项目(编号:201110059);

国家质检总局科技计划基金资助项目(编号:2004QK16、2003QK25、2010QK403)。

修改稿收到日期:2011-11-22。

第一作者刘冰洁(1989-),男,2011年毕业于中国计量学院产品质量工程专业,获学士学位,助理工程师;主要从事产品的质量检验、控制、改进等方面的研究。

中。Excel 是微软办公套装软件的一个重要的组成部分,它可以进行各种数据的处理、统计分析和辅助决策操作,广泛地应用于管理、统计财经、金融等众多领域。在数据的 SPC 分析方面,系统采用的是 Excel 的 6SQ 统计插件。该插件可方便、快捷地对数据进行 SPC 各方面的分析,绘制直方图、控制图等图形,是一个可以替代 MiniTab、JMP 等专业统计软件大部分功能的统计插件^[4-5]。

按模块划分,系统设计主要分为数据采集模块、数据实时显示与存储模块和数据 SPC 分析模块三个模块。

1.1 数据采集模块

数据采集模块的实现如下。

- ① 对传感器进行标定,传感器的信号输出端接到采集卡的模拟信号输入端 AI[i] 上。
- ② 把采集卡的高速 USB 接口插到上位机的主机上,采集卡上绿色指示灯开始闪烁,表明连接正常,数据采集卡可正常工作。
- ③ 打开 LabVIEW 8.5 程序,新建一个 VI 项目,在程序框图中放置一个 DAQ Assistant 控件,并设置输入

信号类型、通道数和波特率等相应的参数,实现采集卡与上位机的通信,为之后的数据采集做好准备。

1.2 数据实时显示与存储模块

数据实时显示和存储的界面在 LabVIEW 的编译环境里进行,具体实现过程如下。

- ① 首先,同时对三个通道进行数据采集,对 DAQ Assistant 的输出信号进行拆分处理。运用拆分信号控件可以将三个通道的输出信号分离开来。
- ② 按照传感器标定的结果,对采集卡的三个通道以及三个通道数据的平均值进行数值运算,使输出对应滑动轴承垫圈厚度值。
- ③ 分别采用数组形式的数值显示控件和波形图形式的图形显示控件,对经过拆分后的三个信号进行显示,达到实时显示的效果。
- ④ 在系统前面板上放置文件路径输入控件,在程序框图上放置写入电子表格文件控件。这样在运行系统时可选择特定的 Excel 表格,并将采集的数据按照设定的方式保存。

系统程序框图如图 2 所示。

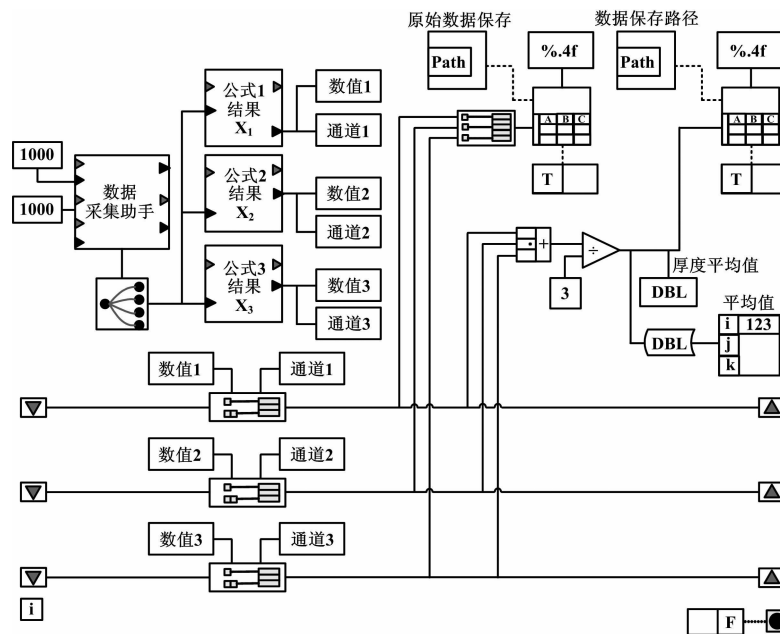


图 2 系统程序框图

Fig. 2 Block diagram of system program

1.3 数据 SPC 分析

由于生产过程中工序质量特性值是不稳定的、随机的,因此发现工序质量异常波动并对其原因进行分析需借助于数理统计的方法^[6-7]。通常的做法是,从总体工序质量中取得一个随机样本,求得样本统计值;然后与反映工序质量要求的控制界限相比较,对工序质量状态作出推断。这种方法已经在一些生产过程的

产品质量监控中得到应用。系统中,SPC 统计过程控制软件部分具备以下功能。

- ① 数据分析,即应用数理统计方法对采集到的数据进行分析处理,得到统计量。
- ② 状态监控,读取滑动轴承垫圈厚度检测系统采集到的数据,生成控制图、直方图等反映质量信息的图形。
- ③ 工序能力的评估,即对受控工序进行工序能力

指数的计算,并对其是否符合要求作出判断。

为达到以上目标,系统选择基于 Excel 的 6SQ 统计插件作为对采集数据进行 SPC 分析的功能实现软件。在数据处理时,选中表格中的数据,选择 6SQ 统计插件下 SPC 部分的均值极差控制图,跳出一个设置参数的窗口,设置好规格限以及需要显示的图形信息后,点击确定就可以得到数据 SPC 分析的结果,以及需要的控制图、直方图等图形信息。根据 SPC 分析的结果,操作人员可以发现工序中的波动状态,并采取相应的措施,改正不合格产品或者防止不合格产品的产生。

2 实例分析

为验证该系统的可用性和可靠性,采用滑动轴承垫圈成品进行检测。选用一组样品(共 30 个),其厚度测量数据如表 1 所示。

表 1 测量数据
Tab.1 Measurement data

编号	数据表			统计量	
	X_1	X_2	X_3	平均值	极差
1	2.000 2	1.998 9	1.997 3	1.998 8	0.002 9
2	1.992 8	1.994 1	1.989 9	1.992 2	0.004 2
3	1.992 8	1.991 7	1.987 5	1.990 6	0.005 3
4	1.981 7	2.001 2	1.985 0	1.989 3	0.019 5
5	1.981 7	1.998 9	1.985 0	1.988 5	0.017 2
6	1.978 0	1.998 9	1.982 6	1.986 5	0.020 9
7	2.015 1	2.001 2	1.992 4	2.002 9	0.022 7
8	2.005 1	1.998 9	1.989 9	1.997 9	0.015 2
9	2.009 9	1.996 5	2.020 6	2.009 0	0.024 1
10	2.000 2	2.003 6	1.992 4	1.998 7	0.011 2
11	2.003 9	2.001 2	1.992 4	1.999 1	0.011 5
12	2.003 9	2.003 6	1.994 8	2.000 7	0.009 1
13	2.000 2	2.001 2	1.994 8	1.998 7	0.006 4
14	1.989 1	2.003 6	1.989 9	1.994 2	0.014 5
15	1.989 1	2.006 0	1.985 0	1.993 3	0.021 0
16	2.044 8	1.996 5	1.987 5	2.009 6	0.057 3
17	2.044 8	1.998 9	1.989 9	2.011 2	0.054 9
18	1.981 7	1.986 9	1.972 8	1.980 4	0.014 1
19	1.985 4	1.989 3	1.977 7	1.984 1	0.011 6
20	1.981 7	1.989 3	1.975 3	1.982 1	0.014 0
21	1.989 1	1.991 7	1.985 0	1.988 6	0.006 7
22	1.985 4	1.989 3	1.985 0	1.986 5	0.004 3
23	1.989 1	1.989 3	1.982 6	1.987 0	0.006 7
24	2.015 1	1.996 5	1.989 9	2.000 5	0.025 2
25	2.015 1	1.994 1	1.994 8	2.001 3	0.021 0
26	2.003 9	2.017 9	1.999 7	2.007 1	0.018 2
27	2.000 2	2.006 0	1.994 8	2.000 3	0.011 2
28	2.000 2	1.998 9	1.997 3	1.998 8	0.002 9
29	1.996 5	1.998 9	1.999 7	1.998 3	0.003 2
30	2.000 2	2.001 2	2.002 1	2.001 1	0.001 9

对数据进行 SPC 分析,在 6SQ 统计插件中选择 SPC 下的均值极差控制图选项进行分析。首先,选定滑动轴承垫圈的厚度的规格限,并勾选相应的需要的图形等选项,在设定好参数之后点击确定就可以得到相应的结果。设计中,指定的滑动轴承垫圈厚度的规格上限为 2.05 mm,规格中心为 2 mm,规格下限为 1.95 mm,选择显示规格限,包含水平直方图。得到的结果如图 3 所示。

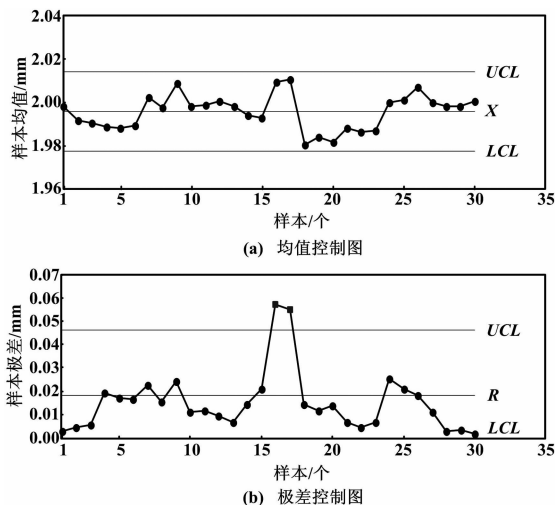


图 3 均值控制图和极差控制图
Fig.3 Mean and range control charts

图 3(a)中: UCL 为均值控制图控制上限, $UCL = 2.014 38 \text{ mm}$; X 为均值控制图控制中心, $X = 1.996 04 \text{ mm}$; LCL 为均值控制图控制下限, $LCL = 1.977 70 \text{ mm}$ 。图 3(b)中: UCL 为极差控制图控制上限, $UCL = 0.046 14 \text{ mm}$; R 为极差控制图控制中心, $R = 0.017 92 \text{ mm}$; LCL 为极差控制图控制下限, $LCL = 0$ 。

由图 3(b)可以看出,有两个点超出了控制上限,说明该工序是有问题的,工序存在不稳定因素且不受控。分析原因可能是滑动轴承垫圈在加工过程中的定位基准存在问题,导致生产的滑动轴承垫圈厚度存在一定质量缺陷。技术人员可就滑动轴承垫圈的加工工序进行进一步详细的检查,找出具体原因,并采取相应的改进措施,以提高以后的工序质量。

3 结束语

在测量滑动轴承垫圈厚度的设计中,将数据采集卡和 LabVIEW 环境相结合,应用于零件加工过程中的质量控制;在 LabVIEW8.5 软件编译平台上设计了数据采集模块、数据实时显示与存储模块;应用 Excel 上的 6SQ 统计插件设计了数据 SPC 分析模块,可绘制直

(下转第 75 页)