

基于 LabVIEW 的 TIG 堵孔焊机的数据处理系统

司晓夏¹, 鞠鲁粤¹, 刘民才¹, 徐波²

(1 上海大学机电工程与自动化学院, 上海 200072; 2 中核建中核燃料元件有限公司, 宜宾 644000)

摘要: 针对用于核燃料棒的钨极惰性气体保护焊 (TIG) 堵孔焊机, 设计一套基于 LabVIEW 软件的数据处理系统。该数据处理系统集数据采集、数据评判、生成报表、数据入库及信息查询于一体。从数据处理系统的软件构架、基于 LabVIEW 软件的报表生成和操作 Access 数据库等方面进行了详细的描述。实践表明, 该数据处理系统工作稳定、完整, 实现了核燃料棒在本台焊机上的数据处理完整、高效的目的。

关键词: LabVIEW 软件; TIG 堵孔焊机; 数据库; 报表

中图分类号: TP391 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671—3133(2014)01—0073—04

Data processing system of TIG welding machine based on LabVIEW

Si Xiaoxia¹, Ju Luyue¹, Liu Mincai¹, Xu Bo²

(1 School of Mechatronic Engineering and Automation, Shanghai University, Shanghai 200072;

2 China Jianzhong Nuclear Fuel Co. Ltd., Yibin 644000, Sichuan, China)

Abstract: The data processing system based on LabVIEW is used in the nuclear rod TIG welding machine. It includes data acquisition, data evaluation, report generation, data saving into database and information query. The report generation, Access database operation and the data query process are described here. The data processing system works well, which realizes the purposes to process data fully and effectively.

Key words: LabVIEW; TIG welding machine; database; report

0 引言

人们对核电事业安全问题日益关注。为了确保核电的安全性, 核电设备和燃料元件的质量至关重要。焊接是核燃料棒加工的必要手段之一, 焊接质量直接影响整根核燃料棒的质量, 乃至核电站的安全性^[1]。作为核燃料棒焊接的最后一步工序——堵孔, 它的重要性不言而喻。一台完整的核燃料棒 TIG 堵孔焊机不仅需要具有稳定可靠的控制功能, 还需有完善的数据处理系统, 从而达到保证焊接质量及管理已经焊接的核燃料棒信息的目的。

图形化编程软件 LabVIEW 不仅广泛应用于工业自动化、测试测量、运动控制和图像处理等众多领域, 还具有生成报表、操作数据库的功能。因此可在 LabVIEW 软件这一平台上, 同时简洁、高效地实现 TIG 堵孔焊机的控制及信息处理。

1 数据处理系统的软件构架

数据处理系统主要分为两部分: 1) 是焊接后的即

时处理部分; 2) 是单独的信息查询部分。

1.1 焊接后即时处理部分

本焊机采用基于 LabVIEW 软件与逻辑可编辑控制器 (PLC) 的联合控制系统。其中, 以 LabVIEW 软件为平台实现工控机与其他电气设备——真空计、压力表和焊接电源等的通信^[2], 并在焊机执行焊接动作的同时进行对焊接工艺参数及环境参数的数据采集。

在以 LabVIEW 软件为平台的工控机焊接程序里, 当一根核燃料棒焊接动作完成时, 要对焊接过程中采集的各类数据进行处理, 包括数据分析、生成报表、参数评判及将数据保存进数据库, 系统软件结构如图 1 所示。

首先进行数据分析, 包括截图分析和曲线分析。截图分析即对焊接前焊室内画面的截图进行分析, 得出钨极与燃料棒间的距离。曲线分析为对设定的电流曲线、实际生成的电流曲线及电压曲线进行分析, 得到一系列的焊接参数, 如焊接时间及电流最大、最小值等。

然后将采集的数据及数据分析后得到的结果按特定格式写入报表。同时, 对这些数据进行进一步的

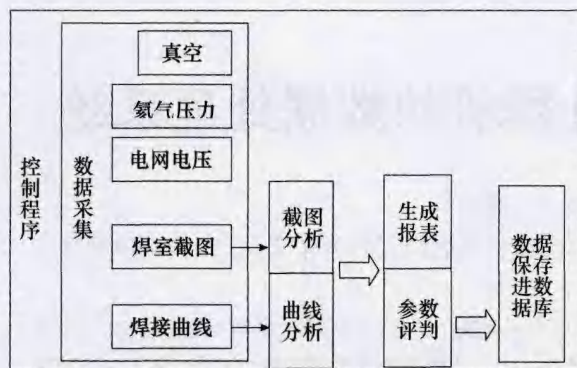


图1 系统软件结构

参数评判,判定该核燃料棒工艺参数是否合格。

最后将采集的数据、分析及评判结果存入 Access 数据库。

1.2 信息查询部分

信息查询部分除上述焊接程序中的数据处理外,还需有对每根核燃料棒进行数据查询的功能。查询是通过 LabVIEW 软件与 Access 数据库通信,查找焊接后即时处理部分中存入的信息。查询方式有两种:一种是按棒料的条形码查询,检索符合条件的核燃料棒并读取其具体信息;另一种是按时间段查询,检索该段时间内符合条件的一批棒料并读取其部分信息,如条形码、焊接时间等,再在这批棒料中选择某一棒料查看其具体信息,信息查询的流程如图2所示。

其中,退出1、退出2分别为查询程序中按时间查询和按条码查询的程序中控制退出程序的变量。

2 LabVIEW 软件与报表

由于核燃料棒的安全需求,每批核燃料棒都必须有相应的报表,包括纸质版和电子版。报表是有特定格式的简单文档,LabVIEW 软件有多种创建报表的方法。LabVIEW 软件本身提供了包括设置文本、表格及图形在内的基本报表函数,可直接生成标准报表。这种简单的报表函数一般将标准报表直接输出到打印机,没有打印预览功能,调试不方便,并且这种报表不能用常用的文档阅读软件打开^[3]。同时,NI 公司还提供了报表生成工具包,它封装了 Office 办公软件中的 Word 和 Excel 对象,可通过它在 Word 或 Excel 中创建复杂的报表。由于本焊机所需报表格式较复杂,且需保存为电子档,以方便随时查阅,故使用报表生成工具包生成 Word 形式报表。

为了快速、高效地创建报表,本机器使用 Word 模板,因此在创建报表前,首先需要在 Word 软件中生成

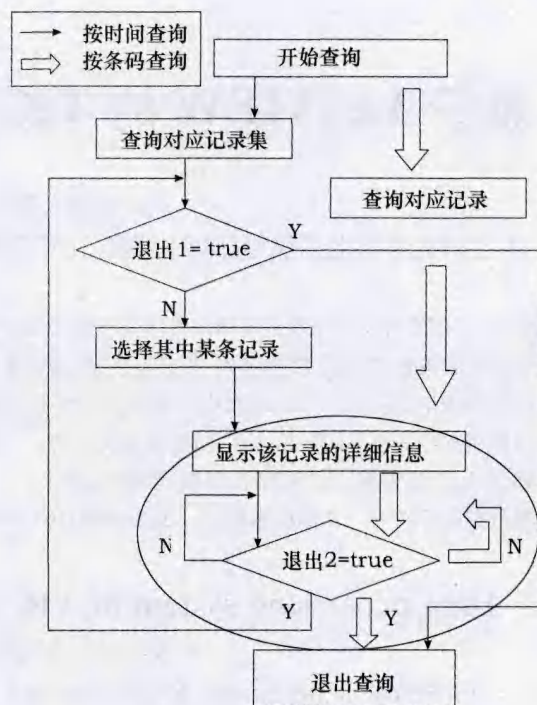


图2 信息查询的流程

一个模板文件。之后在 LabVIEW 软件中对该模板进行进一步的操作,需要用到 New Report. vi (新建报表)、报表生成工具包中的 Word 专用 VI、Save Report to file. vi (保存报表至文件) 和 Dispose Report. vi (处置报表),生成的报表如图3所示。

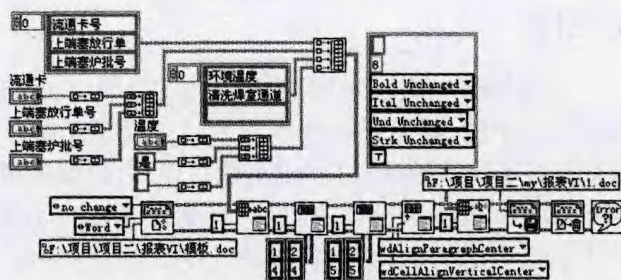


图3 生成的报表

New Report. vi 用来创建新报表。它可创建 4 种类型报表,包括标准报表、HTML 文件、Word 文档和 Excel 文档。本 vi 的报表类型端子可控制创建的报表类型,现选用 Word 类型。当创建 Word 和 Excel 报表时,需启动 Word 和 Excel 软件,窗口状态端子用于控制 Word 和 Excel 的窗口状态。此外,在模板端子输入 Word 模板的保存路径。

本报表主要由表格构成,所以需要 Word 专用 VI 中的 Word 表格 VI。每个 Word 表格 VI 都有一个 table index (表格索引) 输入端,当对表格进行操作时,

必须指定该表格的索引号进行定位。本报表模板中有 4 个表格,当编辑第二个表格时需将 1 输入到相应 Word 表格 VI 的 table index 输入端(它从 0 开始计算)中,当编辑第三个表格时,可输入 3 或使用其默认值(默认值为 -1,指模板中的最后一个表格)。

Word Edit Cell. vi 用来向表格单元格中写入数据。可将各种类型的数据转化为字符串数组后输入到本函数的 value 输入端。当在指定位置开始插入数据时,需向 start 输入端指定开始插入数据的位置。

之后,为了进一步美化表格,使表格达到报表要求,使用 Word Merge Cell. vi(合并单元格)、Word Table Alignment. vi(表格对齐)、Word Format Cell. vi(Word 格式化单元格)这些函数对表格进行编辑。

Save Report to File. vi 将完成编辑的 Word 文档保存在指定的路径下,方便日后用 Word 软件对报表进行查看、修改、预览和打印等操作。

最后使用 Dispose Report. vi 关闭报表并释放其界面,节省内存。

3 LabVIEW 软件与数据库通信

各种高级编程语言都提供了对数据库的支持,而它们对数据库的操作在本质上是相同的。无论是哪种高级编程语言,都是在底层驱动基础上,利用 ODBC (Open Database Connectivity) 或 DAO (Data Access Objects)、ADO (ActiveX Data Objects) 调用 API 接口来操作数据库的。

LabVIEW 软件可以通过自动化技术,使用 ADO 操作数据库。NI 公司开发的 Database Toolkit(数据库工具包)封装了 ADO 的接口,这使得应用工程师不必考虑数据库的细节,只需了解一些数据库常识及基础的 SQL 语句^[4]。LabVIEW Database Toolkit 能够连接本地和远程数据库,支持当前流行的数据库,包括 Microsoft Access、Microsoft SQL Server 及 Oracle 等。本焊机中使用的是 Access 数据库。

3.1 创建表

操作数据库时,首先要创建一个空白 Access 数据库文件,然后使用 Database Toolkit 创建表,创建的新表如图 4 所示。需要用到 Open Connection. vi(打开数据库连接)、Create Table. vi(新建表)和 Open Connection. vi(断开数据库连接)这 3 个函数。

Open Connection. vi 是使用数据库工具的关键,可用它来建立 LabVIEW 与对应数据库的连接。该函数为多态函数,具有多种连接方式,如:DSN、UDL、字符串方

式^[5]。本文采用连接字符串方式,将字符串“Provider = Microsoft. ACE. OLEDB. 12. 0; Persist Security Info = False; Data Source = ”和已建好的 Access 文件路径连接起来一起连接到本函数的 connection information 输入端。其中 Microsoft. ACE. OLEDB. 12. 0 表示用的是 ACE 引擎,连接的 Access 文件后缀名为“. accdb”。

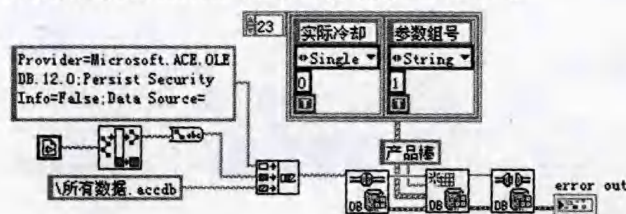


图 4 创建的新表

Create Table. vi 用来创建表。LabVIEW 中有两种方式创建表:第一种是利用本函数;第二种是在插入数据时,若表不存在则自动创建新表。使用本函数可定义列信息,包括列名、数据类型、长度及是否允许空数据;若用第二种方法——自动创建新表,只能对列名进行定义,其他信息则按插入数据自动定义。LabVIEW 和数据库同样支持的数据类型有 5 种:字符串、I32 整数、单精度浮点数、日期时间类型和二进制数。而 LabVIEW 中的数组、簇等数据可通过扁平化字符串方式转换成二进制数据,但为了其他软件也可方便地浏览、使用数据库文件,应避免使用二进制数格式。

3.2 数据保存

焊接后的即时处理部分的最后一步即为保存核燃料棒的各项参数入数据库。只需在打开数据库连接后使用 Insert Date. vi(插入数据)即可,插入数据如图 5 所示。将相应的各类参数按顺序捆绑后直接连接到函数的 data 端即可。为了优化数据库结构及提高易读性,将波形数据、图片等数据直接导出文件并保存在同一文件夹中,数据库中只保存该文件夹的路径,方便查找。

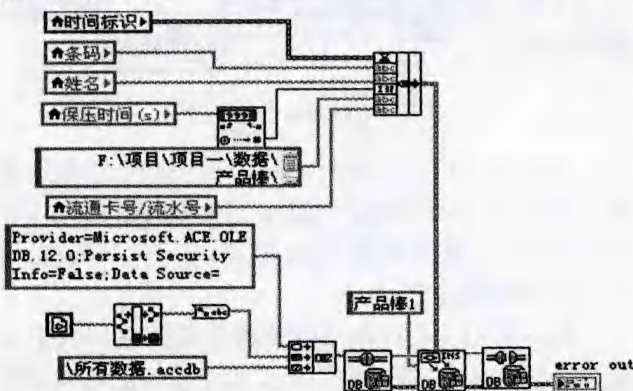


图 5 插入数据

3.3 数据查询

查询数据时用到两种方式:按条码查询和按时间查询。下面分别对这两种方式进行详述。

当根据燃料棒条形码进行查询时,只需使用 Select Data. vi (选择数据) 函数进行精确查询即可,精确查询如图 6 所示。

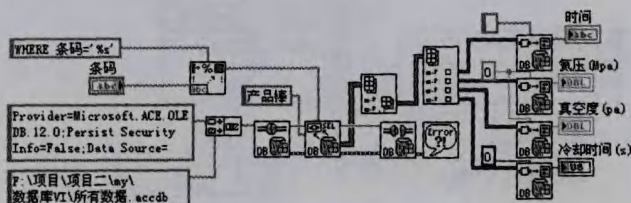


图6 精确查询

Select Data. vi 是读取数据最方便的方法。只需将要检索的表名输入该函数的 table 端子,若需同时读取多个表,则用英文逗号间隔表名;并将 SQL 筛选条件“WHERE 条码 = ‘ * * * * * ’”(格式按 Access 的 SQL 语句格式)输入 condition 端子,即可进行筛选数据。该函数读取的数据为变体类型,所以之后还需要用 Database Variant to Data. vi 函数转换成对应输入类型的数据。

由于按时间查询时显示一批符合条件的核燃料棒的部分信息,之后还要查询其中某根核燃料棒的详细信息,为了提高查询效率,避免二次查询,应使用记录集。

当进行时间段内数据查询时,需要在打开数据库连接后根据需求建立记录集,并显示记录集中相应的数据,然后通过选择某一条记录,显示该条记录的全部信息,最后在查找结束时先释放记录集,再断开数据库连接,按时间段查询数据如图 8 所示。

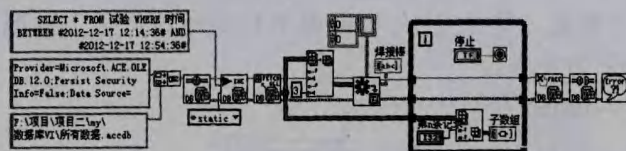


图7 按时间段查询数据

为此,需用到 Execute Query. vi (执行记录集查询)、Fetch Records Data. vi (获取记录集数据)、Move to Records N. vi (移动到第 N 条记录)和 Free Object. vi (释放对象)等函数。

Execute Query. vi 用于创建符合筛选条件的记录集。通过向 SQL query 端子输入 SQL 语句即可设置筛选条件,如为了从“试验”表中选取时间为 2012 - 12 -

17 12: 14: 36 到 2012 - 12 - 17 12: 54: 36 内的所有信息,需输入“SELECT * FROM 试验 WHERE 时间 BETWEEN #2012 - 12 - 17 12: 14: 36# AND #2012 - 12 - 17 12: 54: 36#”。Fetch Records Data. vi 可获取记录集内所有信息,其数据为变体数组格式,可通过“数组子集. vi”选取所需部分数据,并通过“变体至数据转换. vi”将其变体子数组直接转换为所需类型的数组从而输出,如本例中转换为字符串数组格式并通过表格输出。

当进一步查询记录集中某一记录时,只需使用“索引数组. vi”,向其索引(行)端子输入该记录的行索引号,禁用的索引(列)为默认值,索引 Fetch Records Data. vi 获取的信息数组中对应的行,即可得到该记录的一维数组。

4 结语

利用 LabVIEW 的各类函数,包括报表工具包、数据库工具包,实现了集数据采集、数据评判、生成报表、数据入库及信息查询于一体的数据处理系统并将它与控制系统有机地结合起来,从而保障焊接的安全性。本系统的设计思想可广泛地用于其他需要数据处理的场合。

参考文献:

- [1] 中国工程技术学会焊接学会. 焊接手册[M]. 2 版. 北京: 机械工业出版社, 2001.
- [2] 徐刚, 鞠鲁粤, 司晓夏. LabVIEW 中的动态链接库调用[J]. 中国工程机械学报, 2007(11).
- [3] 董慧群, 王福明. 基于 LabVIEW 的报表生成[J]. 电子测试, 2010(12).
- [4] 张素娟, 王天宝. 基于 LabVIEW 的数据库访问及报表生成技术[J]. 成都信息工程学院学报, 2009(4).
- [5] 陈树学, 刘董. LabVIEW 宝典[M]. 北京: 电子工业出版社, 2011.

作者简介: 司晓夏, 硕士研究生; 主要从事核燃料棒用自动化 TIG 堵孔焊机及其网络的研究。

E-mail: qianxun1324@163.com

收稿日期: 2013-01-23