

基于滑阀组件的高精度配套系统的研究与实现

邓应兰, 姚凯学

(贵州大学 计算机科学与技术学院, 贵州 贵阳 550025)

摘要:滑阀组件通常是将工艺不同的孔轴零件按照一定的配套规则组合而成。文中研究的滑阀组件具有较高的配合精度,然而,精度越高配套难度越大。为了解决人工配套方式存在的低效率问题,详细研究了滑阀组件的工艺规程,并设计出了符合生产线实际要求的基于零件复用次数的配套算法。然后详细分析了用户需求,并采用.NET技术、SQL Server数据库技术和三层架构模式来构建基于滑阀组件的高精度配套系统,旨在通过系统来实现零组件入库、配套、统计和出库等相关操作,方便管理并提高了生产效率。通过录入某工厂的零件历史测量数据,对该系统进行了功能和性能测试。结果表明,该系统不仅能够减轻工作量,而且在配套效率、数量和精确度上也有很大的提高和改善。

关键词:滑阀组件;配套算法;配套系统;三层架构

中图分类号:TP399

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2016)09-0016-05

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2016.09.004

Study and Implementation of High Precision Matching System Based on Slide Valve Components

DENG Ying-lan, YAO Kai-xue

(College of Computer Science & Technology, Guizhou University, Guiyang 550025, China)

Abstract: Slide valve assembly are made up by the hole and axis parts of different craft regulation. The studied slide valve assembly has a high fitting accuracy, however, the higher the accuracy, the greater the difficulty of selective assembly. In order to solve the problem of the low efficiency by artificially selective assembly, the procedure of slide valve is researched in detail, and the matching algorithm based on reused number meeting the requirements of actual production line is designed. Then after detailed analysis of user needs, constructs a high-precision matching system based on the slide valve assembly by .NET, SQL Server database and the three-tier architecture model to implement the parts warehousing, selective assembly, statistics, delivery and so on. It's convenient to manage and improve the production efficiency. Tested the system for function and performance by typing historical data of a factory, the results show that this system can not only reduce the workload, but also improve the matching efficiency, quantity, and accuracy greatly.

Key words: slide valve assembly; matching algorithm; matching system; three-tier architecture

0 引言

滑阀组件通常是以孔轴之间的公差为配套组合依据,按照一定的配套规则组合而成。文中研究的滑阀组件其配套类型有1:1、2:1和1:n三种,每种配套类型均可用树形结构描述。这种零组件之间的层次关系常见于装配制造业中的产品装配。

在产品装配的研究上,文献[1]结合树和图的特点,以多叉树描述装配体,提出了基于虚键(virtual link)的层次结构装配模型。该模型以根节点表示装配体和子装配体,叶子节点表示零件,虚链表达各级装

配体、子装配体中各部件间的关系,并可根据装配关系生成零件的位置变换矩阵。文献[2]改进了此结构,将节点分为一般零件和连接件,并采用增量特征识别法,在保持模型原有特征不变的情况下通过修改其几何模型增加新的或改进的特征。文献[3]从最底层零件间的优先关系矩阵出发,研究了串联、并联子装配体的识别和检验算法、高层装配体间的优先关系收缩矩阵算法以及装配系列的自动生成算法。配套结构的构成元件之间存在严格的关联关系,文献[4]基于配套结构的特点,提出了虚配件的概念,并给出了其形式化

收稿日期:2015-07-08

修回日期:2015-11-19

网络出版时间:2016-08-23

基金项目:贵阳市重大专项项目([2010]筑科工合同字第6-01号)

作者简介:邓应兰(1990-),女,硕士研究生,研究方向为计算机测控技术;姚凯学,教授,硕士研究生导师,研究方向为计算机测控技术与嵌入式技术。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.tp.20160823.1112.016.html>

定义及表示,在此基础上研究了配套结构自动建模原理及其算法。文献[5]在设计装配图和产品结构树的基础上,充分考虑装配过程的动态性,提出了面向装配过程的机械产品“装配树”的概念,建立了机械产品装配树模型,给出了构建装配树的方法和步骤。

相比于大型的装配产品,文中研究的滑阀组件具有较少的装配层次和零件数量,但是该滑阀组件对其精度要求极高,孔轴零件的极限值均精确到万分位,在如此高精度的要求下,势必增加配套的难度。文中研究的目的在于根据滑阀组件预设的公差范围,设计出符合生产线实际要求的配套算法,并根据配套算法实现功能齐全、易于操作的配套系统。在数据存储方面,通过物料清单(Bill of Material, BOM)详细表述零组件之间的层次关系^[6-8];在系统设计方面,采用三层架构来降低层与层之间的依赖,提高系统的安全性,增强系统的扩展性^[9-11]。

1 工艺规程描述

模具零件的公差配合分为过盈配合、过渡配合以及间隙配合三种。过盈配合用于模具工作时其零件之间没有相对运动且又不经常拆装的零件;过渡配合用于模具工作时其零件之间没有相对运动但需要经常拆装的零件;间隙配合用于模具工作时需要相对运动的零件。显然组成滑阀组件的孔轴零件之间的公差配合属于间隙配合。

直观上平滑笔直的零件,实际上有微小的粗糙弯曲。孔轴零件的数据属性一般包括:最大值、最小值、圆柱度和粗糙度。最大值是指被测量零件的最大直径,最小值是指被测量零件的最小直径,实际测量时通过多点采集的方式确定。生产过程中根据零件数据属性的数值来判断零件是否合格。

滑阀组件由工艺不同的孔轴零件组合而成,其配套的公差依据如下^[12-14]:

- (1)孔轴间隙_{max} = 孔内圆直径_{max} - 轴外圆直径_{min}
- (2)孔轴间隙_{min} = 孔内圆直径_{min} - 轴外圆直径_{max}
- (3)滑阀组件误差_{min} ≤ 孔轴间隙_{min} < 孔轴间隙_{max} ≤ 滑阀组件误差_{max}

为了提高配套率,工艺规定,针对1:1配套类型的滑阀组件可以固定孔的尺寸,适当放大或缩小轴的尺寸,使其满足误差范围,轴的尺寸是在实际测量值上进行理论调整。

2 配套算法描述

一种按要求选择零件进行配套组合的方法,其特征在于:先分别定义待配套的孔零件和轴零件的数据列表,并分别将孔零件和轴零件的数据列表中的数据

按照零件尺寸从大到小进行排序,然后从孔零件的数据列表中选择第一个零件,从轴零件的数据列表中利用计算机按照孔零件与轴零件的配套要求挑选出一个最合适的轴零件与该孔零件组合,完成一组配套,重复上述步骤即可完成所有零件的配套组合。基本配套算法流程图如图1所示。

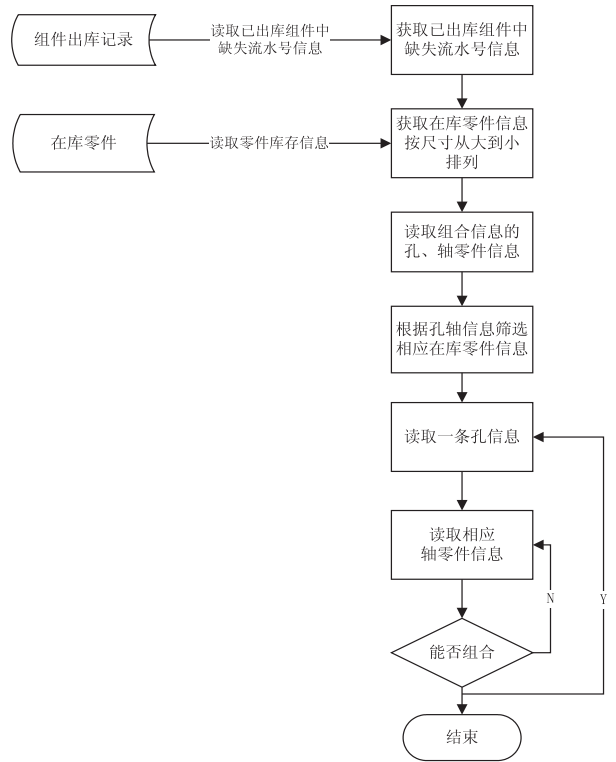


图1 基本配套算法流程图

在批量生产中,往往会出现一个孔零件能够与多个轴零件进行配套组合,同时一个轴零件也能够与多个孔零件进行配套组合的情形,为了尽可能增加配套数量,可以优先配套组合复用次数最小的零件。根据这个原理可以在配套成功的基础上做一些改进,改进的配套算法要点如下:

- (1)读取组件所有在库的构件零件,按预先设定的配套规则(配套类型、误差范围等),通过计算机列出所有满足配套要求的孔、轴零件信息,统计每条孔、轴零件的复用次数。
- (2)读取一条复用次数最小的孔零件,记录其复用次数后,修改复用次数为-1,根据该孔零件的复用次数查找与之配套的轴零件集。
- (3)遍历该轴零件集,记录复用次数最小的轴零件及其复用次数,同时将每条轴零件的复用次数减1,遍历结束后将最小的复用次数修改为-1。
- (4)挑选的复用次数最小的孔零件和轴零件完成一组配套,根据完成配套的轴零件复用次数,查找与之配套的孔零件集,将孔零件集中每条孔零件的复用次数减1。

(5)删除所有复用次数小于等于 0 的孔轴零件信息,重复上述步骤即可完成所有零件的配套组合。

改进的配套算法流程图如图 2 所示^[15]。

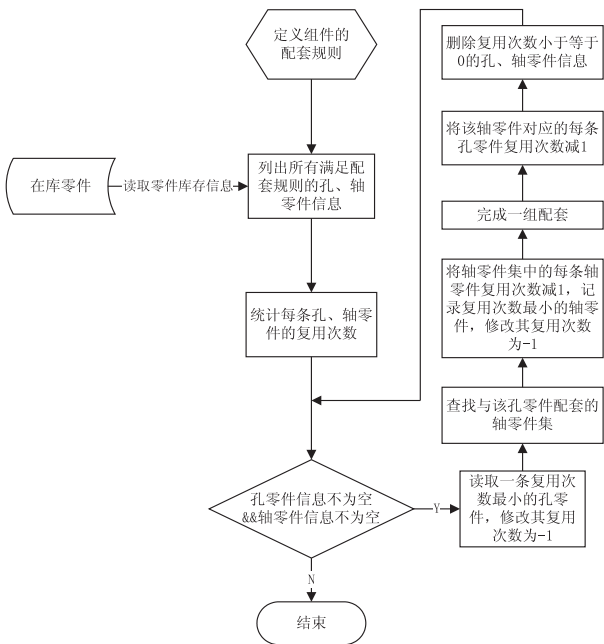


图 2 改进配套算法流程图

3 系统业务分析

首先由配套人员根据工艺要求录入零组件基本信息、零组件数据信息和组件配套规则。零组件基本信息定义了每种零组件共有的信息属性,由这些信息属性来唯一标识每一种零组件。零组件数据信息定义了每种零组件共有的数据信息,由这些数据属性来确定每种零组件合格的数据范围。组件配套规则定义了每种组件的构件信息、配套类型和误差范围。

其次由配套人员根据测量人员递交的零件数据进行输入、配套、打印和出库。输入操作是按零件类型分

类,输入或导入每个零件的测量数据。配套操作是根据生产任务,对零件进行配套,该系统支持不同的配套类型,实现细节对用户透明。出库操作是把配套好的零件进行出库管理,并打印出库单、配套单和剩余零件信息。

最后是零件配套统计,统计和查询配套管理中所有的零件信息和配套信息以及出库信息。

系统业务流程分析如图 3 所示。

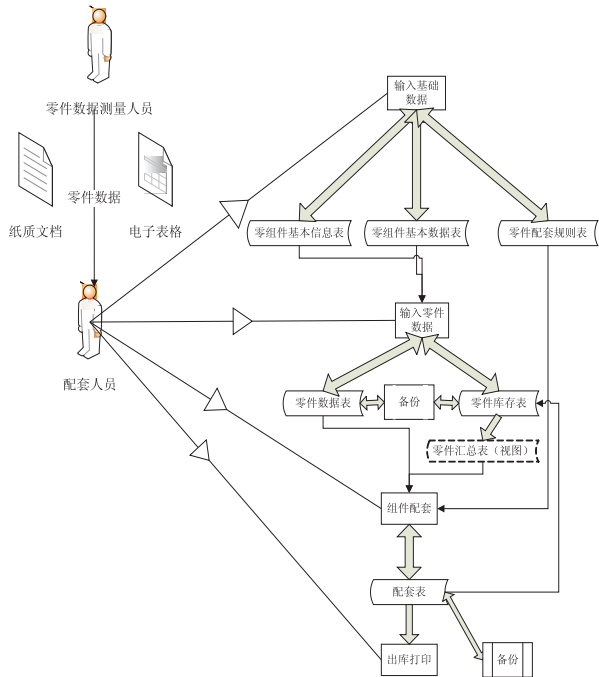


图 3 系统业务分析流程图

4 系统主要功能模块设计

该配套系统主要包括四个功能模块:基本信息维护、库存管理、配套管理和配套数据统计。详细的模块划分如图 4 所示。

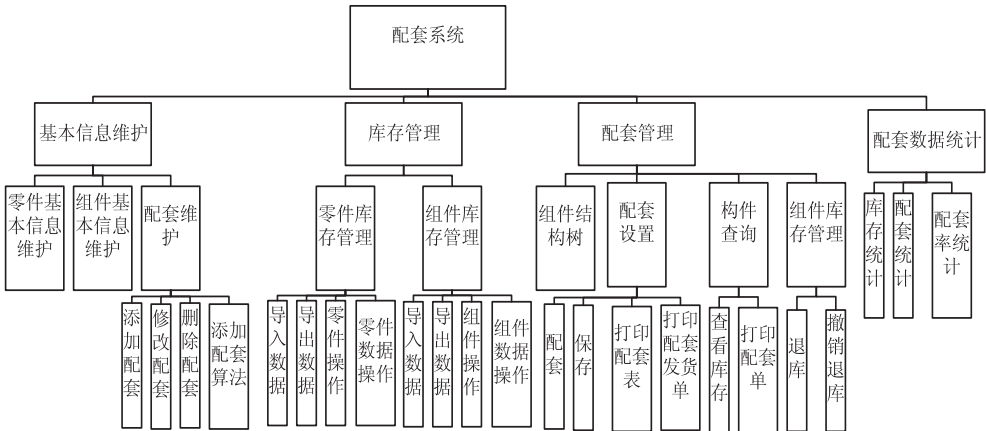


图 4 系统功能模块划分

4.1 基本信息维护功能

基本信息维护包括零组件基本信息维护和配套维护。零组件基本信息维护需要配套人员录入每种零组

件的编号、名称和类型等基本属性,同时还需录入每种零组件对应的信息组属性,如信息组编号、名称、最大粗糙度、最大圆柱度、极限大值、极限小值等信息属性。

配套维护需要配套人员录入每种组件的配套规则,如所需构件的零组件编号、信息组编号、数量、最大误差、最小误差等信息。添加配套算法的功能是根据每种组件录入的配套规则,自动创建该组件对应的视图,视图数据包含所有在库的能够合成该组件的孔轴零件信息。

4.2 库存管理功能

库存管理包括零件库存管理和组件库存管理。该功能模块需要配套人员录入生产线生产的每个零件的相关信息,如零件编号、批次号、状态(在库、配套、出库等)、入库日期等信息。

导入数据功能是按一定的格式要求导入合格的零件数据,免去配套人员繁琐地录入零件库存信息。

导出数据功能是导出零件库存信息,如零件编号、批次号、信息组名、最大值、最小值、状态等。库存表可以给现场加工人员提供一些实时有效的参考。

零件操作除了添加、修改零件信息外,还包括零件报废、转为备用、启用零件等操作。零件数据操作包括添加、修改、删除零件的数据信息,如最大值、最小值、圆柱度、粗糙度等。

组件的导入导出数据与零件的导入导出数据功能一致。组件库存管理的组件列表都是中间组件编号,组件操作只包含修改组件功能,即将组件的状态由配套出库改为在库,组件数据操作包括添加、修改、删除组件的数据信息,作为中间组件需要继承构件的数据信息,再根据此数据信息与其他零组件进行组合,组成滑阀组件的部件或成品。

4.3 配套管理功能

配套管理可细分为组件结构树、配套设置、构件查询和组件库存管理四个功能模块。组件结构树列出了所有配套组合的组件编号及其构件的零组件编号。配套设置模块,用户只需选中组件结构树中需要配套的组件编号,输入配套数量,单击配套按钮即可,配套流程如图 5 所示。选中组件编号,可看查看其构件的库存情况,如果构件是中间组件,还可打印该中间组件的配套单。组件库存管理可以将已出库组件做退库处理,退库的原因有客户退库、内部退库和现场退库三种。退库的组件可以通过一些有效措施使其配套出库,也可以在误操作之后做撤销退库处理。

4.4 配套数据统计功能

配套数据统计功能是统计和查询配套管理中所有的零件信息、配套信息以及出库信息。一方面可以直观地呈现出配套情况和配套率,另一方面可以通过查看统计信息,为后续工作提供一些改进的参考意见。例如,当某个组件的配套率很低时,可以通过查看工艺、调整机床、检查测量仪器等措施提高配套率,同时

每个工序的录入均落实到人,人为因素也能有效排查。

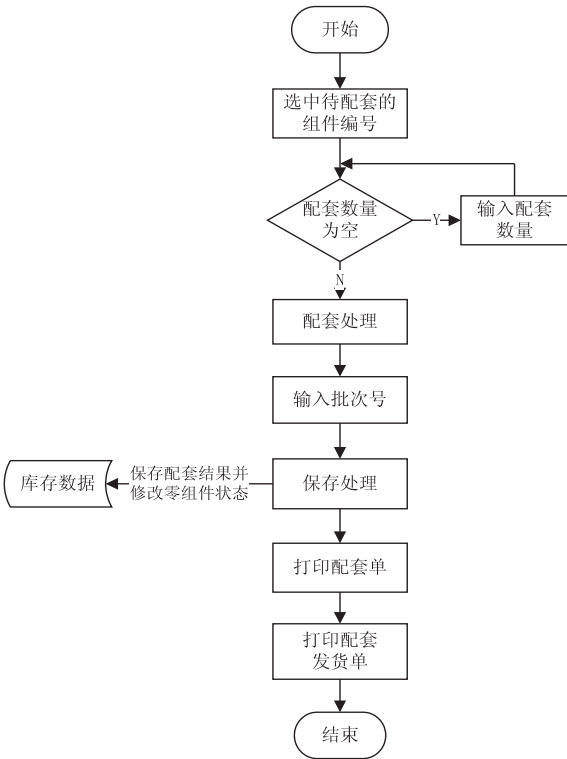


图 5 配套流程图

5 运行结果与分析

文中研究的配套系统是在贵州红林机械有限公司外贸事业部的生产管理系统上开发的一个功能独立的子系统。以 Microsoft . NET 为实现平台,展示在实际环境中的运行结果。

用户运行生产管理系统,输入用户名和密码,系统验证后方可进入系统用户界面,选择配套管理,进入配套管理子系统。

配套关系管理模块是基本信息维护模块,在该模块用户需要录入每种零组件的工艺要求以及每种组件的配套规则。

库存管理模块包含零件库存管理模块和组件库存管理模块,在该模块用户需要录入或导入生产线生产的每个零组件的数据信息。

配套管理模块是配套人员进行组件配套的核心部分,界面设计简单,方便用户操作,很多复杂繁琐的细节对用户透明,配套管理界面如图 6 所示。

配套数据统计模块是查看库存统计、配套统计和配套率统计的模块,在该模块显示的统计结果可以为管理层开展后续工作提供一定的参考。

该配套系统模块清晰,易于操作,不仅能自动配套出满足配套规则的高精度滑阀组件,还能将零组件重要的数据信息备份到数据库,通过数据统计指导生产工作,完整实现了所设计的功能。



图6 配套管理界面

由上述内容可见,该配套系统相比之前的人工配套有以下优势:

(1)工作效率:人工配套情况下,是将孔轴数据录入 Excel 表格,相减得出公差值,再根据误差范围进行筛选,该配套方式效率低,容易出错;而配套系统只需将孔轴数据录入或导入系统,由系统自动筛选出满足条件的滑阀组件,该配套方式效率高,在正确录入数据信息后,出错率极低。

(2)配套率:人工配套情况下,对于库存中存留的未配套零组件,不能及时有效地与现场加工的零组件进行配套,同时对于退库处理或返修的零组件也不能实时有效地跟踪配套,该配套方式的配套率低,同时还会影响生产效率;而配套系统能够实时备份库存信息,根据未配套的零部件信息打印反配单,给现场加工提供实时有效的参考,该配套方式效率高,同时也极大地提高了生产效率。

(3)管理参考:人工配套情况下,不能有效地管理配套数据,统计工作繁琐且容易出错,管理层看不到实时有效的统计数据,就难以为提高生产效率做进一步的改进;而配套系统则根据数据备份和计算机强大的计算功能很好地解决了这一问题。

6 结束语

基于滑阀组件的高精度配套系统,以工艺规程为基础,配套算法为核心,结合.NET三层架构实现了组件配套的智能化操作,不仅减轻了配套人员的工作负荷,还有利于生产率的提高,同时对于装配制造业中的配套管理也具有一定的参考价值。

参考文献:

- [1] Ko H, Lee K. Automatic assembling procedure generation from mating conditions[J]. Computer-Aided Design, 1987, 19(1): 1-10.

3-10.

- [2] Laakko M, Mantyla M. Feature modelling by incremental feature recognition[J]. Computer-Aided Design, 1993, 25(8): 479-492.
- [3] 王武荣, 陈关龙, 林忠钦. 层状装配系统的自动装配规划研究[J]. 中国机械工程, 2005, 16(23): 2157-2161.
- [4] 曹巍, 郑国磊, 邱益. 飞机制造工装中典型配套结构自动建模技术[J]. 北京航空航天大学学报, 2014, 40(5): 668-674.
- [5] 王波, 唐晓青, 耿如军. 机械产品装配关系建模[J]. 北京航空航天大学学报, 2010, 36(1): 71-76.
- [6] 魏志强, 王先逵, 吴丹, 等. 基于单一数据源的产品BOM多视图映射技术[J]. 清华大学学报: 自然科学版, 2002, 42(6): 802-805.
- [7] 蒋辉, 范玉青. 基于单一产品数据源的BOM管理[J]. 北京航空航天大学学报, 2003, 29(5): 447-450.
- [8] Kalagnanam J, Singh M, Verma S, et al. A system for automated mapping of bill-of-materials part numbers[C]//Proc of 10th ACM SIGKDD international conference on knowledge discovery and data mining. New York, NY, USA: ACM, 2004: 805-810.
- [9] 柴天佑, 金以慧, 任德祥, 等. 基于三层结构的流程工业现代集成制造系统[J]. 控制工程, 2002, 9(3): 1-6.
- [10] 高扬. 基于.NET平台的三层架构软件框架的设计与实现[J]. 计算机技术与发展, 2011, 21(2): 77-80.
- [11] 金雯婷. 基于.NET平台与三层架构的CRM系统的研究与实现[D]. 上海: 华东师范大学, 2010.
- [12] 李岩. 机械装配过程自动化浅析[J]. 中国新技术新产品, 2012(11): 109-109.
- [13] 杨涛. 五轴机床复合式转台平衡机构的研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2009.
- [14] 严智远. 基于UG的零件辅助制图系统研究与实现[D]. 沈阳: 东北大学, 2011.
- [15] Cormen T H, Leiserson C E, Rivest R L, et al. Introduction to algorithms[M]. [s.l.]: The MIT Press, 2009: 396-419.