

[经营·管理]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2014.05.027

落地铣镗床虚拟装配序列规划与优化

唐雅婷, 武美萍

(江南大学机械工程学院, 江苏无锡 214122)

摘要:采用基于层次向、属性向和关系向的多视图方法对TK6813大型落地铣镗床进行装配建模。采用新型SAP树结构建立了TK6813大型落地铣镗床装配序列模型,以SAP树中A,AP节点以下的数据子节点为研究对象,通过分层搜索,运用模糊综合评价法来确定各数据子节点的相对装配优先关系,进而判断所有子数据节点的装配顺序。根据宽度优先的分层搜索原则,完成A向AP和S向SP的转变,从而实现TK6813大型落地铣镗床装配序列的优化。

关键词:装配序列规划;装配序列优化;SAP树;熵权法;模糊综合评价

中图分类号:TB114.1

文献标志码:A

文章编号:1005-2895(2014)05-0113-04

Boring and Milling Virtual Assembly Sequence Planning and Optimization

TANG Yating, WU Meiping

(School of Mechanical Engineering, Jiangnan University, Wuxi, Jiangsu 214122, China)

Abstract: Based on the hierarchy, properties and multi-view approach to the relationship, modeled TK6813 boring and milling. With the new SAP large tree structure to establish TK6813 boring and milling assembly sequence model. Studied A, AP following data node of SAP tree. By hierarchical search, applied fuzzy comprehensive evaluation method to determine the data sub-node relative assembly precedence relationships, then determined the order of all the sub-assembly data nodes. Breadth-first search based on hierarchical principles, completed transforming A to AP and S to SP, then achieved large-scale optimization of TK6813 boring and milling assembly sequence.

Key words: assembly sequence planning; assembly sequence optimization; SAP tree; Entropy Method; fuzzy comprehensive evaluation

重型数控机床中最重要的系列之一即为TK69系列数控铣镗床,这一系列主要包含以下种类,即TK6913、TK6813以及TK6926等等。重型数控机床产业的发展对我国制造业的发展具有非常深远的影响,近十几年来,我国的重型数控机床发展非常明显,但比起发达国家相关产业的发展,我国在这一方面还需要做出更多的努力^[1]。目前,我国主要依赖进口来满足高档数控铣镗床的需求,我国数控机床行业的发展刻不容缓。我国在“十二五”规划中特别提出要进一步加强重大技术装备的开发,而这一类型设备的开发离不开大型工业机床,而机床质量直接影响设备的质量。

1 基于多视图方式的装配建模

在装配模型建立环节中,需要考虑设计、制造、工艺、材料等多方面信息,而根据装配信息在实践过程中所表现出来的特点为划分依据^[2],以TK6813数控落地铣镗床为例,可以将这些信息分为以下3种:层次结构信息、相关的零件信息以及约束关系信息^[3]。这3种信息所代表的试图角度各不相同,分别对应着装配模型的层次向视图、属性向视图以及关系向视图^[2-3]。

2 落地铣镗床装配序列规划

所谓装配序列模型是指与信息相关的模型,其作用在于为装配活动以及装配操作提供指导,装配序列

收稿日期:2014-03-21;修回日期:2014-05-07

基金项目:工业和信息化部“高档数控机床与基础制造装备”子课题:大型高效精密数控车铣复合加工中心系列化产品研究与应用(2010ZX04001-071)

作者简介:唐雅婷(1990),女,江苏无锡人,硕士,主要研究方向为数字化装配。E-mail:812706938@qq.com

的常见表达方式即为装配序列模型。所谓的装配序列规划即装配操作的顺序,按照这个顺序将零件装配成产品。装配序列对装配过程的两大性质具有决定性作用,即复杂性和可靠性,装配规划最重要的工作即是确定装配序列。装配序列主要来源于产品设计中的数字化信息,通过计算机生成,一个最优的装配序列具有以下作用:优化产品设计以及装配系统,提高装配的可行性以及效率,减少装配成本以及开发周期^[4-5]。

本文提出了一种装配序列表达方式,即 SAP 树表达方式,其中, S-Sequence 表示顺序关系节点, A-And 表示与关系节点, AP-AndParallel 表示与并行关系节点, SP-SequenceParallel 表示顺序并行关系节点。运用这种方法来描述非线性装配序列。具体来说,其主要由以下两类节点组成:

1) 数据节点 d (data)。主要有 AE (Assembling Element) 和 NAE (Non-Assembling Element) 2 种表示方法。AE 代表着用于装配的组成单元,主要包括 2 个部分:①子装配体以及单个零件;②NAE 则代表所有的被装配对象,通过 NAE 可以放 SAP 树的结构更加容易描述,其是指虚拟数据节点,这样的节点主要由数个于装配体或者零件组成,它并等同于一个子装配体。

2) 关系节点 r (relation)。通过关系节点我们可以知道数据节点之间的关系,其主要由 4 种类型的节点组成,即 S, A, AP 以及 SP 节点。这 4 种类型有着如下的运算规则:

①S 节点的顺序运算。S 节点下的数据节点是由左往右构成装配序列,排列顺序依次是 AE1, AE2 和 AE3,并且只能按照这种顺序装配。

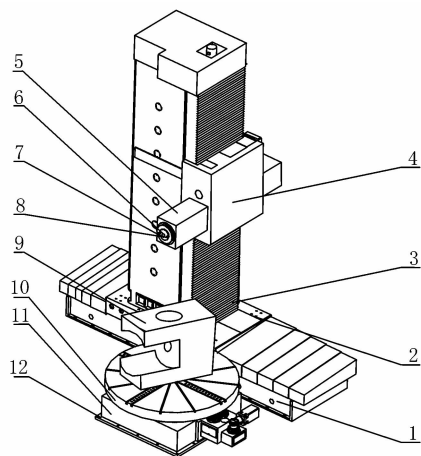
②A 节点的与运算。A 节点下的数据节点的顺序具有无序性,AE1, AE2 和 AE3 之间没有固定的顺序,因此装配顺序共有 6 种变化。

③AP 节点的与并行运算。AP 节点下的数据节点一方面具有无序性,另一方面这些数据节点可以重复使用,换言之,相应的子装配体可以同时出现一次以上。AE1, AE2 和 AE3 一方面没有先后顺序,另一方面它们可以与自己并行。

④节点的顺序并行运算。SP 节点下的数据节点一方面必须像 S 节点下数据节点那样按照固定的顺序进行,即从左往右进行,另一方面它类似于 AP 节点,可以与自己并行。AE1, AE2 和 AE3 必须要按照固定的顺序进行,同时它们还能与自己并行。

基础件一般和不止一个子装配体或者零件有关系,在装配过程中,基础件是这些子装配件以及零件的

装配依据。主要从以下两个方面来对 TK6813 大型落地铣镗床进行基础件判别:一是知识推理,其识别依据来自于匹配装配基础件的判定知识;二是几何推理,其完成依据主要来自于对装配关系图或者子关系图的研究和分析。如图 1 所示利用 Pro/E 建模设计并导出的落地铣镗床模型^[6-7]。



1—床身导轨;2—滑座;3—立柱;4—主轴箱;5—方滑枕;6—铣轴;7—镗轴;8—刀具;9—工件;10—工作台;11—旋转台;12—工作台座

图 1 TK6813 大型落地铣镗床装配模型

Figure 1 TK6813 large floor-type milling boring machine assembly mode

根据装配序列 SAP 树的相关理论,对 TK6813 数控落地铣镗床主体的装配结构树(图 2)进行分层规划,在各层添加相应的关系和数据节点,最终生成 TK6813 数控落地铣镗床的整个装配序列 SAP 树,如图 3 所示。

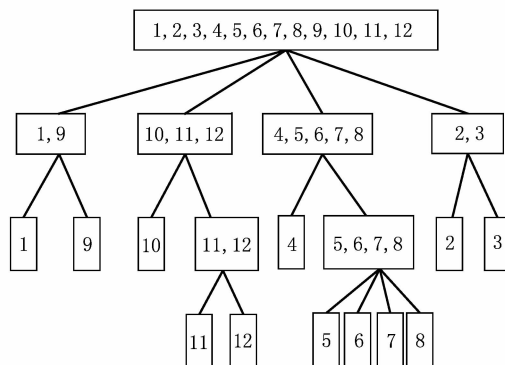


图 2 TK6813 数控落地铣镗床主体的装配结构树

Figure 2 TK6813 type CNC floor-type milling and boring machine main body assembly structure tree

3 基于熵权法的装配序列优化

这种方法主要是以 SAP 树中 A, AP 节点以下的数据子节点为研究对象,通过分层搜索,运用模糊综合评

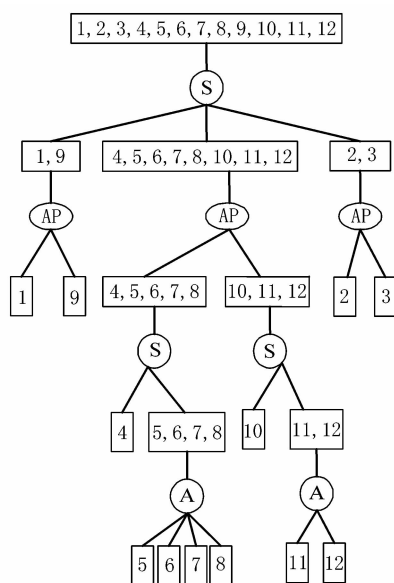


图3 TK6813 数控落地铣镗床装配序列 SAP 树

Figure 3 TK6813 type CNC floor-type milling and boring machine assembly sequence SAP tree

价法来确定各数据子节点的相对装配优先关系。从而判断所有子数据节点的装配顺序。整个分层搜索遵循的原则是宽度优先,在不断搜索的作用下,完成 A 向 AP 和 S 向 SP 的转变,优化整个装配序列^[8-9]。

本文提出的 SAP 树模型中,4 个节点之间存在一定的关系,在 S 和 SP 节点的约束下,其数据子节点的装配顺序是固定的;在 A 和 AP 节点的约束下,其数据子节点的装配顺序可以有多重组合。所以,通过 SAP 数优化装配序列,就是选择 A 或 AP 节点下的最后子节点的装配顺序,并把 A 和 AP 节点换位 S 和 SP 节点。按照 SAP 树的结构特点,在进行模糊综合评价时,把 SAP 树结构中所有的数据节点和关系节点划分为一层,每一层中的 S 和 SP 节点保留,对 A 和 AP 节点下的数据子节点进行相对装配优先关系的模糊综合评价,把并 A 和 AP 节点换位 S 和 SP 节点,按照数据子节点的装配顺序,添加 S 或 SP 节点的子节点。在对 SAP 数结构不断分层搜索下,在 A 和 AP 子节点的相对装配优先关系模糊评价的基础之上,最终生成了装配序列优化的 SAP 树,完成装配序列的优化。对 TK6813 数控落地铣镗床主体装配序列进行相对装配优先关系的模糊综合评价,主要是 SAP 中 S 节点以下的装配对象 1-9、2-3、4-5-6-7-8-10-11-12;另外对 AP 节点以下的 1-9、2-3、4-5-6-7-8 和 10-11-12 装配对象也进行相对装配优先关系的模糊综合评价。在这些工作完成之后,得到 TK6813 数控落地铣镗床优化的装配顺

序,其优化装配序列 SAP 结构树如图 4 所示。

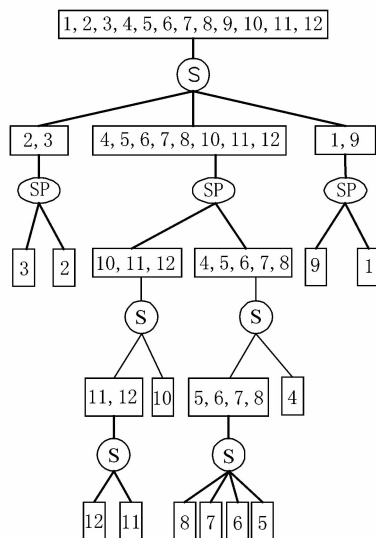


图4 TK6813 数控落地铣镗床优化装配序列 SAP 树

Figure 4 TK6813 type CNC floor-type milling and boring machine optimization of assembly sequence SAP tree

4 结语

从装配结构树的相关层中可以看出,基础件一般和不止一个子装配体或者零件有关系,在装配过程中,基础件是这些子装配体以及零件的装配依据。换言之,装配关系图中,基础件的节点具有多边性,并且在装配过程中,基础件必须要优先于子装配体以及零件确定。由于在装配过程中基础件是子装配体以及零件的装配依据,同时在装配关系图中,无论是在产品装配关系图还是在子关系图中,与其他零件联系最多的零件即为基础件。因此,判定装配基础件主要依赖于两个方面,一是对产品装配关系图进行分析;二是利用相关基础件的判定知识。相关的装配基础件判定知识则包括两个方面,一是知识推理,其识别依据来自于匹配装配基础件的判定知识;二是几何推理,其完成依据主要来自于对装配关系图或者子关系图的研究和分析。

综上所述,确定装配序列的第一步即是判定装配基础件。通过装配序列可以知道,基础件要优先于同一层中的其他部件,例如广义子装配体、零件等等装配,因此基础件和这些部件之间具有固定的装配顺序。

参考文献:

- [1] 张杨林. 我国数控技术的进展及发展趋势[J]. 轻工机械, 2006, 24 (1): 6-8.
- [2] 杨锐, 刘继红. 面向虚拟装配的装配建模技术[J]. 机械科学与技术, 2011, 20(2): 305-308.

(下转第 121 页)