



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810114456.5

[43] 公开日 2008 年 11 月 5 日

[11] 公开号 CN 101299153A

[22] 申请日 2008.6.5

[21] 申请号 200810114456.5

[71] 申请人 北京理工大学

地址 100081 北京市海淀区中关村南大街 5 号

[72] 发明人 刘检华 宁汝新 王爱民 仵永亮
袁 昆

[74] 专利代理机构 北京理工大学专利中心

代理人 张利萍

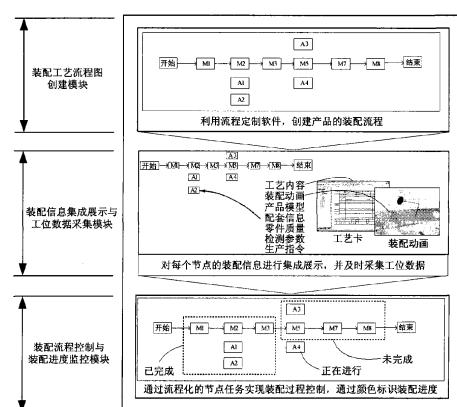
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 2 页

[54] 发明名称

一种面向手工装配的计算机辅助装配过程控制方法

[57] 摘要

一种新型的面向手工装配的计算机辅助装配过程控制方法，属于先进制造领域中的数字化设计与制造技术范畴，特别涉及产品装配过程控制方法。本发明针对基于手工装配的产品装配过程随机性较大，生产节拍不明显，缺乏有效的技术手段和方法对产品装配过程进行控制的问题，提出一种新型的面向手工装配的计算机辅助装配过程控制方法，该方法由装配工艺流程图创建、装配信息集成展示与工位数据采集、装配流程控制和装配进度监控三个模块组成。本发明通过对产品装配过程的时间进度、技术状态和装配质量的有效控制和基于装配流程的数据统一管理，为解决面向手工装配的产品装配过程控制难的问题提供了一条有效的途径和方法。



1. 一种面向手工装配的计算机辅助装配过程控制方法，其特征在于该方法由依次相连的三个模块组成：

①装配工艺流程图创建模块

基于产品的装配工艺和装配要求，针对每一个具体型号的产品，都生成一个流程化的、由一系列装配节点组成的装配工艺流程图，装配工艺流程图表示了产品的装配关系、装配顺序、并行工作内容及检验内容；

②装配信息集成展示与工位数据采集模块

针对装配工艺流程图中的每一个装配节点，将完成该装配节点所需要的工艺文件、装配图纸文件、模型文件、多媒体文件、物料齐套、零件加工质量和检验要求信息加载到该节点；生产现场的装配工人按照装配工艺流程图进行装配操作时，对每个装配节点进行装配信息的集成展示，指导现场的装配生产；同时针对每个所完成的装配节点，及时采集该装配节点所需采集的装配检测数据、重要关键参数和装配质量数据，并建立所采集的数据与装配节点之间的关联；

③装配流程控制和装配进度监控模块

生产现场的装配工人进行产品的装配时，严格按照该产品的装配工艺流程图进行装配工作，将对产品的装配过程控制转换为对一系列装配节点的控制，当装配工艺流程图中的上一个装配节点经测试或检验合格后，方可实施下一个装配节点的装配工作；在装配过程中，通过每个装配节点的颜色标识实现对产品装配进度的实时可视化展示，从而及时准确地支持车间管理人员对装配任务进行调整。

一种面向手工装配的计算机辅助装配过程控制方法

技术领域

本发明涉及一种新型的面向手工装配的计算机辅助装配过程控制方法，属于先进制造领域中的数字化设计与制造技术范畴，特别涉及产品装配过程控制方法。

背景技术

产品装配过程控制技术是指对产品装配过程中时间进度、技术状态和装配质量等进行控制，并确保按时、按质和按量完成产品装配的技术统称。

按照装配的自动化程度，产品装配可以分为手工装配、专用自动化装配和机器人装配三种：

①手工装配是最通用的方法，借助于少量工夹具，如工作台、扳手、螺丝刀等，依靠人的经验几乎能实施任何产品的装配。手工装配主要应用于单件小批量产品的装配，由于人的智能和经验的参与，能从装配图纸中获取大量的工艺信息，因此装配活动极具柔性和匠心，但是需要装配操作人员具有必要的技能和素质。

②专用自动化装配，装配系统利用专门的设备和工装进行装配，是针对确定结构产品的装配，生产率高，但系统柔性差，适合于大批大量生产。

③机器人装配，又称柔性自动化装配，装配系统由机器人和输送线组成，可实施较大范围产品族的装配，系统能适应产品设计的变化，兼有柔性和生产率高的优点。

由于手工装配的随机性大，生产节拍不明显，目前尚缺乏有效的技术手段和方法对其装配过程进行控制，从而经常出现产品装配过程中的关键技术状态得不到有效控制；装配过程中的产品装配进度、技术状态、质量信息不能被及时有效地获取，车间管理人员不能及时对车间装配作业任务进行及时调整。特别是对于导弹、卫星等复杂武器装备的装配，由于其产品大多具有零部件数目繁多、装配工艺复杂、装配周期长、有时还要求安全性装配或不可逆性装配等特点，如何实现其产品的装配过程控制对保证产品装配质量具有重要意义。

目前国内外在生产过程控制领域的研究，主要集中在机加件或模具的加工

过程，对产品装配过程的现场控制却不多见，面向手工装配的装配过程控制方法尚未见报道。

在机械加工的过程控制方面，韩莉在“制造企业的生产物流流程设计与看板管理应用”文章中提出以生产过程流程图反映复杂产品的生产过程，它以工序为基础环节来描述单项零部件的生产过程，形象地说明了各工序之间的联系、物流的方向和路径、作业人员的操作内容和方法。

在装配生产线的过程控制方面，学者们对装配生产线调度策略与控制方法作了大量的研究工作，但主要偏向以自动化程度较高的加工系统，如以柔性生产线（FMS）为背景的过程控制技术。

在装配过程的控制方法方面，Whitney 在“Quasi-static assembly of compliantly supported parts”文章中提出了保证装配成功的准静态条件 (quasi static conditions)，Mason 在“Compliance and force control for computer controlled manipulators”文章中及 Raibert 在“Hybrid position/force control of manipulators”文章中针对机器人各种作业任务提出了混合力/位置控制方法 (hybrid position/force control)，并应用到装配过程中。在装配过程中，对复杂的装配系统的装配状态的表达采用 Petri 网显得较为简洁，有利于装配状态的检测和装配状态间的变迁控制。高峰在“装配生产线 Petri 网模型优化算法研究”文章中提出了以 Petri 网作为系统的建模和分析方法，并提出按周期计划安排生产、按进度计划预测缺件、各工序点的部件（半成品）数量控制等控制模型优化算法。

发明内容

本发明的目的是为解决手工装配的产品装配过程控制问题，提出了一种新型的面向手工装配的计算机辅助装配过程控制方法，有效实现了面向手工装配的产品装配过程控制。

本发明一种面向手工装配的计算机辅助装配过程控制方法，该方法由依次相连的三个模块组成：

①装配工艺流程图创建模块

基于产品的装配工艺和装配要求，针对每一个具体型号的产品，都生成一个流程化的、由一系列装配节点组成的装配工艺流程图，装配工艺流程图表示

了产品的装配关系、装配顺序、并行工作内容及检验内容；

②装配信息集成展示与工位数据采集模块

针对装配工艺流程图中的每一个装配节点，将完成该装配节点所需要的工艺文件、装配图纸文件、模型文件、多媒体文件、物料齐套、零件加工质量和检验要求信息加载到该节点；生产现场的装配工人按照装配工艺流程图进行装配操作时，对每个装配节点进行装配信息的集成展示，指导现场的装配生产；同时针对每个所完成的装配节点，及时采集该装配节点所需采集的装配检测间的关联；

③装配流程控制和装配进度监控模块

生产现场的装配工人进行产品的装配时，严格按照该产品的装配工艺流程图进行装配工作，将对产品的装配过程控制转换为对一系列装配节点的控制，当装配工艺流程图中的上一个装配节点经测试或检验合格后，方可实施下一个装配节点的装配工作；在装配过程中，通过每个装配节点的颜色标识实现对产品装配进度的实时可视化展示，从而及时准确地支持车间管理人员对装配任务进行调整。

有益效果

通过面向手工装配的计算机辅助装配过程控制方法，有效实现了对产品装配过程的时间进度、技术状态和装配质量的有效控制和基于装配流程的数据统一管理。

附图说明

图 1 为本发明的计算机辅助装配过程控制方法的工作流程示意图；

图 2 为本发明实施例的一个产品的装配工艺流程图的组成示意图；

图 3 为本发明的面向装配节点的装配信息集成展示；

图 4 为本发明的装配进度的实时可视化显示。

具体实施方式

下面结合附图和实施例对本发明做进一步说明。

一、面向手工装配的计算机辅助装配过程控制方法

针对每一个具体型号的产品，都生成一个流程化的由一系列装配节点组成

的装配工艺流程图。将对产品的手工装配过程控制转换为对一系列装配节点的控制，通过对装配节点的时间进度、技术状态和装配质量的控制来实现产品的装配过程控制。面向手工装配的计算机辅助装配过程控制方法主要实现以下装配节点的控制：

1) 通过关键点的设置进行控制

对于复杂产品的装配，工艺设计人员总是把整个产品分为若干部件，然后把各个部件再进一步分为若干组件。装配时，首先把各零件装配成各个组件，称为组装；再将各组件和零件装配成部件，称为部装；最后将各个部件装配成为整个产品，称为总装。在产品装配过程中，存在着若干关键装配环节，这些环节的装配质量将严重影响产品最终的装配质量，面向手工装配的计算机辅助装配过程控制方法通过将相应的关键装配环节作为单独的装配节点进行控制，保证所有关键装配环节按时保质完成。

2) 通过检验点的设置进行控制

通常，产品装配过程包含若干检验点。面向手工装配的计算机辅助装配过程控制方法通过将相应的检验点作为单独的装配节点进行控制，装配工人在进行现场装配时，执行到某个检验点时，必须由检验员进行质量检验且质量合格，填写装配质量信息并签字确认后，装配工人才可以进行后续的装配工作，否则装配工人无法得到下一装配节点的装配信息，因此无法进行下一步装配工作。通过基于产品装配流程的数据采集和数据管理，既可以实现产品履历信息的完整性，又能实现产品的质量控制。

3) 通过时间进度进行控制

通过对所有装配节点的完成信息进行统计处理，可实时获得某个具体产品的详细装配进度信息及整个装配车间所涉及产品的汇总装配进度信息，车间管理人员通过实时可视化的装配进度信息，可及时准确对装配任务进行调整。同时，车间管理人员可及时统计出某个具体产品的所有检测和质量数据，为关注产品质量为主的进度控制管理人员提供比较理想的进度控制方式。

二、面向手工装配的计算机辅助装配过程控制方法的工作流程

面向手工装配的计算机辅助装配过程控制方法的工作流程示意图如图 1 所示。面向手工装配的计算机辅助装配过程控制方法包括装配工艺流程图创建、装配信息集成展示与工位数据采集、装配流程控制和装配进度监控三个模块。

1) 装配工艺流程图创建模块

装配工艺流程图是按照产品的装配和测试过程中的装配工序或装配工步编制而成。针对每一个具体型号的产品，创建一个与该产品相对应的装配工艺流程图。装配工艺流程图表示了该产品的装配关系、装配顺序、并行工作内容及检验内容等。

装配工艺流程图由主标题栏、装配节点、汇合节点、开始节点、结束节点和节点连线组成，其中装配节点包括装配工艺节点和检验节点，每个装配工艺流程图包括唯一的主流程和若干辅流程。其中装配工艺节点和检验节点表示装配工作的具体操作和检验内容，节点连线表示装配工作流向，开始节点表示了装配工艺流程图的开始标志，结束节点表示了装配工艺流程图的结束标志。汇合节点表示了主流程和辅流程的交点标志。

图 2 为本发明实施例的一个产品的装配工艺流程图的组成示意图，图中主流程包括开始节点→装配工艺节点 1→装配工艺节点 2→汇合节点 1→装配工艺节点 5→汇合节点 2→检验节点 1→结束节点，辅流程 1 包括装配工艺节点 3→装配工艺节点 4→汇合节点 1，辅流程 2 包括装配工艺节点 6→装配工艺节点 7→汇合节点 2。

一个装配工艺流程图具有唯一的开始节点和结束节点。开始节点和结束节点属于主流程。每个装配工艺节点表示了一个装配工序或装配工步，每道工序内的检验属于工序内容，不列入检验节点。只有单独的检验工序才列入检验节点。

装配工艺流程图的图幅按规定可以放大、加宽或加长，每一个装配工艺流程图具有主标题栏。

2) 装配信息集成展示与工位数据采集模块

针对每个装配工艺节点，将完成该装配工艺节点所需要的工艺文件、模型文件、多媒体文件、物料齐套、零件加工质量等信息加载到该装配工艺节点。针对每个检验节点，将相应的检验要求和检验表单，加载到该检验节点，实现基于装配流程的装配数据管理。

生产现场的装配工人按照装配工艺流程图进行装配操作时，可通过所加载的信息，对装配工艺节点和检验节点进行信息集成展示，指导现场的装配生产。如图 3 所示，针对装配工艺节点 6，可将加载到该装配工艺节点的装配信息进行

集成展示，从而快速帮助装配工人理解该装配工艺节点的装配过程和装配要求。

在装配过程中，当某装配节点的装配工作完成后，可根据该装配节点的具体要求，及时采集所需的各种数据并输入到计算机系统中，具体采集的数据内容包括装配检测数据、重要关键参数、装配质量数据等。同时建立所采集的数据与装配节点之间的关联，实现基于装配流程的数据采集和管理。

3) 装配流程控制和装配进度监控模块

装配工人在装配过程中，严格按照装配工艺流程图进行产品的装配，当某一个装配工艺节点或检验节点的任务完成后，需要负责该节点的装配工人和检验员共同确认，才能进行后续装配工作。

在装配过程中，通过颜色标识，来实现对装配进度的实时可视化展示。如图 4 所示，用不同颜色来标示装配工作的进度，其中绿色表示该装配节点任务已完成，黄色表示装配节点任务正在进行中，红色表示装配节点任务尚未启动。

装配车间管理人员可通过颜色标识的装配工艺流程图，实时获取每一个产品的装配工作进展情况信息，在此基础上及时做出调整，从而实现对产品装配进度的有效监控。同时，车间管理人员也可及时统计出某个具体产品的所有检测和质量数据，为关注产品质量为主的进度控制管理人员提供比较理想的进度控制方式。

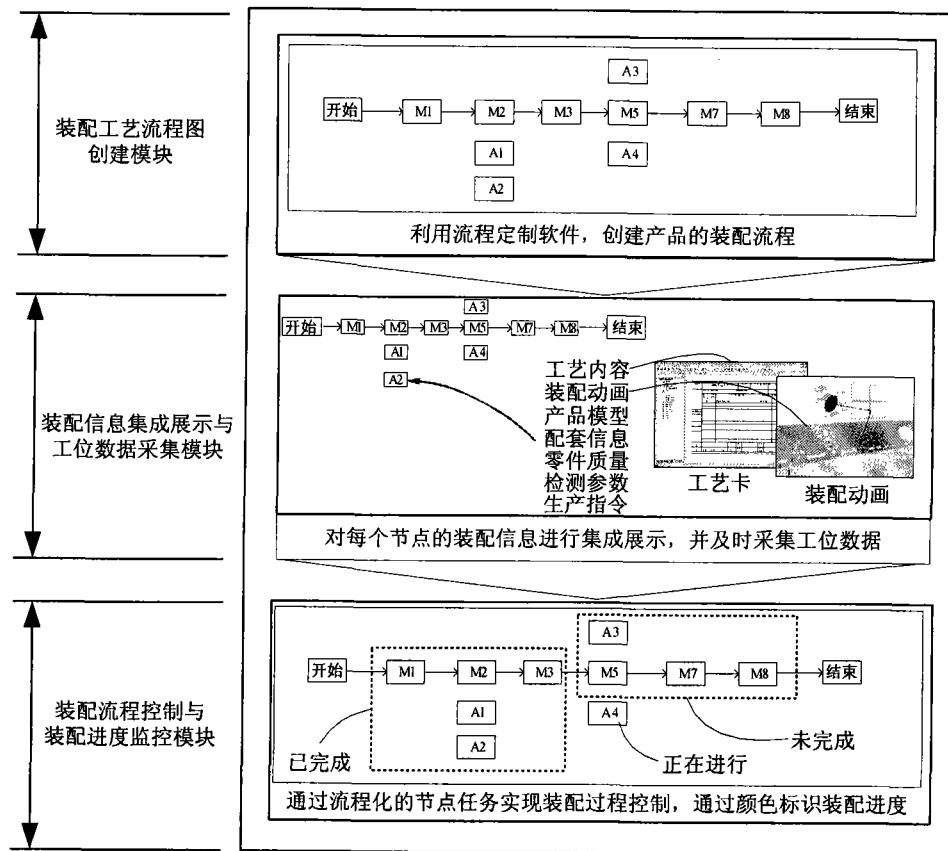


图 1

XX产品的装配工艺流程图

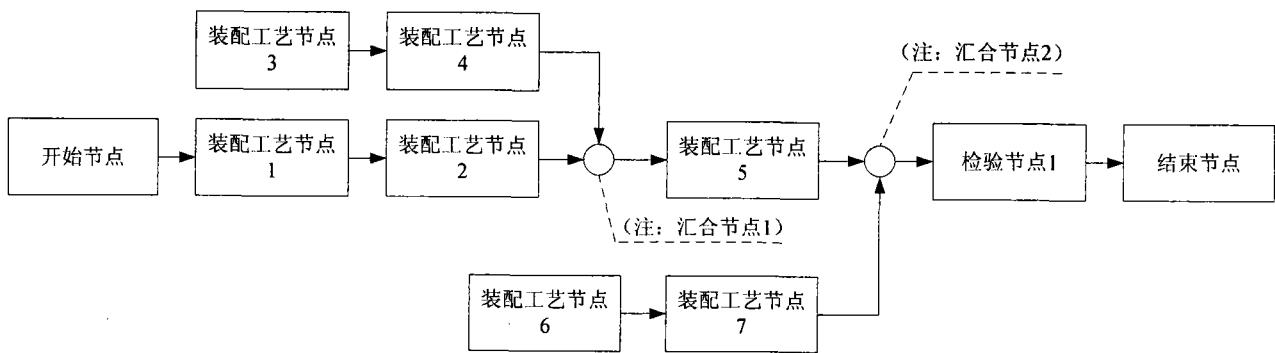


图 2

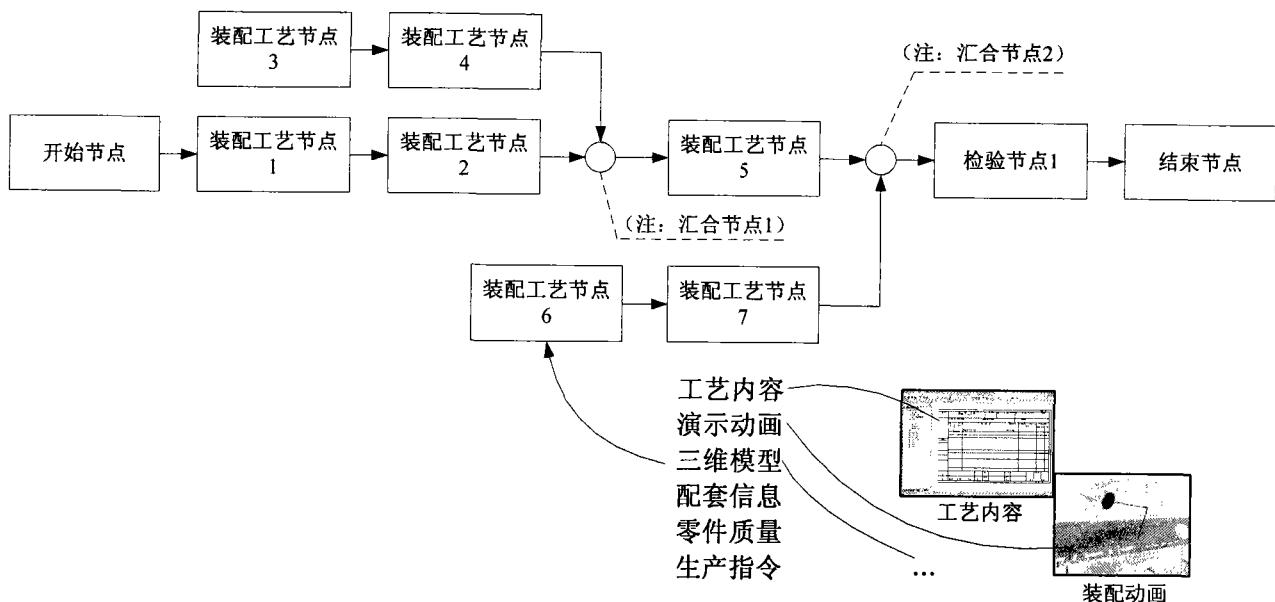


图 3

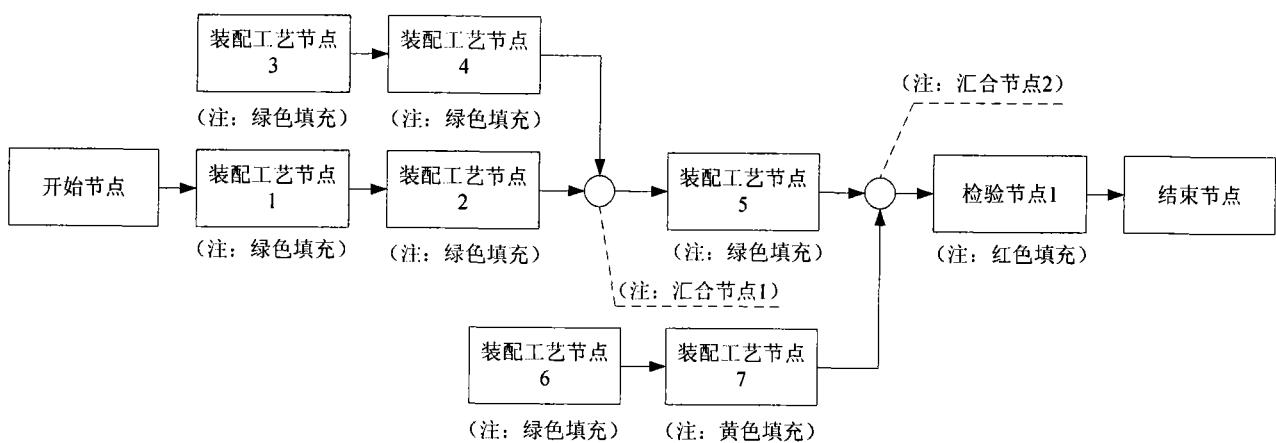


图 4