

基于复杂产品装配过程的可视化生产调度技术探究

殷微微 孙家利 于广杰 张震 吴莲

北方华安工业集团有限公司, 黑龙江 齐齐哈尔 161046

[摘要] 文章首先从流程性、多扰动以及可追溯三个角度入手, 对复杂产品装配过程的主要特点进行了分析, 以此阐明可视化生产调度技术的应用基础; 其后, 结合可视化模块、云平台模块、数据分析模块、物料管理模块、订单管理模块等部分, 研究了基于复杂产品装配过程的可视化生产调度系统的体系构建; 最后, 围绕算法规则、算法设计等方面, 提出了基于复杂产品装配过程的可视化生产调度算法的运用思路。

[关键词] 复杂产品; 生产流程; 调度管理

DOI: 10.33142/sca.v3i4.2172

中图分类号: TG95

文献标识码: A

Research on Visual Production Scheduling Technology Based on Complex Product Assembly Process

YIN Weiwei, SUN Jiali, YU Guangjie, ZHANG Zhen, WU Lian

Hua An Industry Group Co., Ltd., Qiqihar, Heilongjiang, 161046, China

Abstract: The article first analyzes the main characteristics of the assembly process of complex products from the perspectives of process, multi-disturbance, and traceability to clarify the application basis of visual production scheduling technology. Afterwards, combined with the visualization module, cloud platform module, data analysis module, material management module, order management module and other parts, the system construction of a visual production scheduling system based on the assembly process of complex products is studied. Finally, around algorithm rules, algorithm design, etc., the idea of using visual production scheduling algorithm based on complex product assembly process is proposed.

Keywords: complex product; production process; scheduling management

引言

复杂产品即在产品结构、生产技术、客户需求、项目管理等多个方面具有复杂性的工业产品, 如武器装备、航天设备、高端机电设施等。在此类产品的生产装配过程中, 相关人员既要保证订单信息、客户要求的全面、准确执行, 实现复杂产品的按时保质产出, 另一方面也要加强生产流程的精细化管理, 以实现生产成本、生产效率等方面的趋优控制。据此, 我们有必要对复杂产品装配过程的可视化生产调度技术展开探究讨论。

1 复杂产品装配过程的主要特点

复杂产品的装配过程主要可分为两个部分, 一为装配前的准备活动, 二为装配中的工艺活动。结合工作经验来看, 复杂产品装配的生产运行与调度管理主要具备以下特点:

第一, 流程性特点。复杂产品是在环环相扣、相互衔接的若干个生产环节中按特定工艺流程实现的, 且单个总装流程节点还可细化分为多个并联或串联的部装流程节点。所以, 在调度管理的实施过程中, 相关人员必须要保证规划、控制等工作中工艺流程的细致、明确^[1]。

第二, 多扰动特点。一个复杂产品的生产完成, 需要经历多个生产环节, 并涉及到多种工艺技术、加工设备。所以, 一旦发生人员疏忽、设备故障、工艺参数偏误等情况, 都会对复杂产品的生产效率与最终质量构成负面影响。此外, 复杂产品的精度要求很高, 一个新产品或研制中产品的装配生产甚至需要经过上百次的趋优返修, 才能达到最佳的成品效果。在此过程中, 势必也会形成大量的扰动影响因素。在生产调度中, 相关人员也应对这一特点提起重视, 进而赋予调度机制、调度系统以一定的扰动应对能力与运行弹性。

第三, 可追溯特点。出于责任追究、技术优化、故障排查等需求, 应保证复杂产品装配中所有生产环节、零部件、岗位人员的可记录、可追溯。所以, 相关人员在规划生产调度方案、构建生产调度系统时, 应着力提高生产信息的动态存储与利用能力。

2 基于复杂产品装配过程的可视化生产调度系统构建

以复杂产品装配过程的特点要求为基础, 对可视化生产调度系统的构建体系进行了模块化设计, 具体如下:

第一, 可视化模块。该模块即生产影响、生产数据的显示模块, 其应具备大体量、高分辨率、高灵活性等性能,

并具有良好的防水、防腐、防撞等能力。从目前来看,可选择 COB 屏幕作为可视化模块的硬件载体,此类屏幕由多个子屏幕无缝拼接而成,且光、色均匀,健康环保,符合复杂产品装配的生产需求与环境要求。

第二,云平台模块。云平台即云端服务器,在系统构建中可选择为 ZStack 软件平台,可为复杂产品装配生产过程各类数据信息提供运算、存储、通信等高水平服务。

第三,流程管理模块。流程管理模块以复杂产品的装配生产流程为开发基础,应具备创建初始流程、解释流程定义、动态流程监控、流程工况记录、流程投切管理等模块功能。

第四,数据采集模块。数据采集模块应为各类实体化或软件化传感器,如视频监控器、温度传感器、空气检测器、生产数据采集软件等,该模块为其他模块的数据处理与显示基础,应具备较高的敏感性与动态性。

第五,数据分析模块。数据分析模块为数据采集模块的下游环节,其对订单、装配、人员等一系列数据应具备精准分析能力,可通过比对预设的标准工况参数、装配工艺指标,对生产线整体的状态进行评估,并结合评估结果触发故障报警、状态显示等后续动作。

第六,物料管理模块。该模块主要负责仓储系统中各类原料、半成品存量的记录、管理与更新,以确保相关人员通过可视化模块进行物料余量的了解,为复杂产品装配过程的持续运行与成本控制提供模块支持。

第七,报表生成模块。该模块应满足多种类、定制化的数据报表编制需求,以实现重要生产信息的表单记录。

第八,订单管理模块。订单是复杂产品装配生产的前提与目的,设计出订单管理模块,有利于相关人员更加清晰、明确地了解订单中已完成产品、待完成产品的数量、类型等,从而保证订单任务与装配实践的高度匹配。

在上述模块的功能支持下,相关人员可依托系统后台与 COB 屏幕,进行装配状态监视、生产故障排查、生产信息追溯、生产环节调度、生产数据分析、订单任务查询等一系列调度管理行为,从而保证复杂产品的高质量、高效率产出。

3 基于复杂产品装配过程的可视化生产调度算法运用

在复杂产品装配过程的规划与管理中,可视化生产调度算法主要采取组合性的运用规则:第一,任务优先调度规则,对最临近截止日期、下达时间最早的装配任务实施优先调度,以确保复杂产品的装配产出不逾期;第二,工序优先调度规则,对关键路径中包含的工序进行优先调度,以避免装配任务的总周期出现过大影响;第三,资源优先调度规则,对前端工序的应用资源、等待时间最短的物料资源进行优先调度,以保证复杂产品装配生产的连续性与高效性^[2]。

在上述组合原则的基础上,对复杂产品装配过程的可视化生产调度算法进行如下设计:

(1) 设复杂产品装配生产的调度任务集合为 AT。其后,若 AT 为空集,则不执行系统动作,默认调度结束;如 AT 为非空集,则基于任务优先调度规则,对最紧迫、最早期的任务 AT_i 进行调度,并建立与其相匹配的装配流程 AF_i;

(2) 以流程 AF_i 为背景,建立复杂产品装配环节的工序集合 Pi。一般情况下,Pi 不为空。其后,基于工序优先调度规则,获取到调度优先级最高的工序 Pi_j;

(3) 以工序 Pi_j 为背景,对工序所需的班组 WM_{ij}、资源 WP_{ij} 进行采集,并基于资源优先调度规则,对班组、资源的最早可用时间 T_{wm}、T_{wp} 进行确认,并根据 Pi_j 的生产周期,计划出工序的开始时间 T_s 与最晚完成时限 T_{pr}。然后,建立算法公式 $T_s = \max\{T_{wm}, T_{wp}, ES_{ij}, T_{pr}\}$, ES_{ij} 为上游工序的最早完成时间。

(4) 在基于工序优先调度规则、资源优先调度规则确认 AF_i 中所有工序的时间、班组、资源等信息后,即完成复杂产品装配任务 AT_i 的调度计划设置,并驱动可视化调度系统按计划启动运行。同时,返回步骤(1),再次进行下一订单任务的调度规划。

除此之外,由于复杂产品的装配生产存在人员、设备、技术等多种扰动影响因素。所以,在运用基本算法的基础上,相关人员还需要针对计划、工艺、执行三个层次的扰动事件,制定出针对性的调度控制策略。例如,在调度管理的计划层阶段,若发生装配任务临时添加、重启的情况,应对相关任务的优先级进行重新划分,再实施后续的调度行为;在调度管理的执行层阶段,如装配资源出现短缺、损坏等负面问题,应对相应工序的装配方案进行重新调度。

4 结论

总而言之,复杂产品装配过程对调度管理的质量要求较高,且涉及到多种管理内容与干扰因素。所以,相关人员在可视化生产调度技术的应用实践中,必须要对系统构建、算法运用的科学性、有效性提起重视,以确保可视化生产调度管理的工具基础、工作机制充分满足生产需求,为复杂产品的高质量、高效率装配提供有力支持。

[参考文献]

[1] 刘进进,吴辉,叶伟.基于可视化生产调度系统的应用与研究[J].工业控制计算机,2019,32(05):145-148.

[2] 王维龙,杨开益,郑孟凯.复杂产品装配管控系统的研究与实现[J].中国新通信,2020,22(10):159-160.

作者简介:殷微微(1981-),女,毕业院校:齐齐哈尔大学,学历:本科,所学专业:高分子材料与工程,当前就职单位:北方华安工业集团有限公司技术部,职务:技术员,职称:高级工程师。