叶片车间数字化加工技术应用分析

胡明勋 万智前 王昌志 (中国长江动力集团有限公司 湖北 武汉 430074)

摘要: 本文引入数字化车间技术与智能制造模式, 以汽轮机典型零部件(叶片) 加工为应用对象, 采用数 字化车间技术、突破数字化车间智能感知技术与装置、研究系统集成等技术、建立数字化车间生产执行管 控体系。

关键词: 数字化; 叶片车间; 生产执行管控

0 引言

数字化技术作为先进制造技术的重要发展方向、已经成 为国内外先进制造技术研究的热点,数字化工厂是数字化制 造中关键环节之一,数字化工厂技术最主要解决产品设计和 产品制造之间的鸿沟,降低设计到生产制造之间的不确定性, 在数字空间中将生产制造过程压缩和提前, 使生产制造过程 在数字空间中得以检验,从而提高系统的成功率和可靠性, 缩短从设计到生产的转化时间。

1 背景

叶片车间产品特点为多品种、小批量生产,产品的结构 与工艺有较大的差异, 生产的稳定性和专业化程度很低。生 产现场按工艺导向进行布置,个别设备故障或个别工人缺席 对整个生产系统的影响较小。每个生产工段承担多种生产加

工任务,产品的生产过程中间断时间、工艺 路线和生产周期均长。上下工序之间的相互 依赖性较小,并经常需要进行工艺路线选择 及进度安排,造成工作流的不连续形成间歇 加工, 物料传输较慢, 效率低下、单位运输 成本较高。亟需建立一套数字化协调体系, 收集并分析先进机床运转状态、加工信息及 设备数据采集,从而全面提升整个自动化水 平。整个车间缺乏准确及时的现场信息采集 和反馈机制。生产过程中,上层计划部门不 能实时掌握车间计划执行情况、在制品情况、 物料到位情况等,一旦出现问题,需要很长 时间才能发现,造成很大浪费,有时甚至影 响交货期。

2 技术思路

开发生产管控系统, 形成一套整合生产 计划,作业管理,仓储管理,物料配送、采 图 生产报工执行示意图

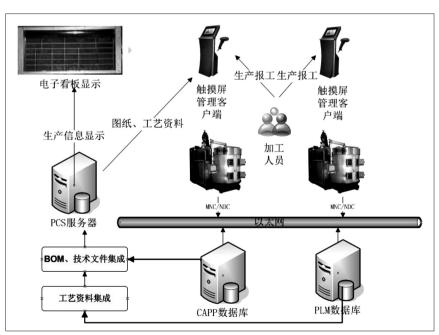
购和供应管理的统一体化集中式管控平台。该系统平台满足 业务基本需求功能,又在标准功能基础上能灵活配置,形成 一种低耦合高内聚的系统框架,实现各种业务的在线协同处 理。车间现场利用车间触摸屏、条码枪和 LED 屏等外设硬件, 梳理生产管理程序,从制度上要求每位作业工人现场报工作 业,所有生产数据通过电子看板展示,实现计划和执行实现 闭环管理,如图所示。

3 应用方法

叶片车间数字化加工技术应用的实现,基于生产管控系 统和数据条码采集工具。其中生产管控系统的实现,采用了 较为先进的三层架构方式,主要是:

3.1 数据库(DB)

生产管控系统引用了 Oracle 11g R2 数据库, Oracle 数据 库是目前世界上最为广泛的数据库管理系统,作为一个通用



- 44 -

的数据库系统,它具有完整的数据库管理功能,作为一个关系数据库,他是一个完备关系的产品;作为一个分布式数据库,他实现了分布式处理功能。并且 Oracle 本身可最大限度的提高资源使用率和灵活性。

3.2 服务器 (AP)

独立出 AP 服务层进行业务逻辑设计和数据库访问。所有客户端通过服务端进行数据操作。引入 WCF 技术,WCF 集合了几乎所有的由 .NET Framework 所提供的通信方法,具有统一性、互操作性、安全与可信赖的特点。并充分考虑到与旧有系统的兼容性。基于 WCF 开发的应用程序只需按业务需求,按需调用接口即可,无须清楚底层操作内容。AP的设计又分五层:业务逻辑层、数据访问接口层、数据访问层、对象模型层、服务调用层。多层的设计思路能保证系统的健壮性和可扩展性。

3.3 客户端 (Client)

使用 WPF 的前端页面设计技术。WPF 是微软推出的基于 Vista 的用户图形界面框架。它提供了统一的编程模型、语言和框架,真正做到了分离界面设计人员和开发人员的工作,提供了全新的多媒体交互用户图形界面。在开发应用过程中,充分发挥 WPF 的特性,创建和引用统一样式,定义 XAML以设计应用程序的用户界面 (UI) 的外观。使用户体验到达一个高度。

4 系统实现的主要方法

为了实现叶片车间数字化平台构建,将设计、制造与工艺系统之间的协调优化运行,必须对三者进行系统集成。需通过全面考虑设备自动化控制层、生产执行层以及管理层的数据类型和结构特点,兼顾软件技术发展趋势,构建面向等异构系统的集成框架,综合利用 Web Service 以及中间件等软件技术,在实现系统间数据共享的基础上,通过对数据进行重复提取和使用,达到知识重用的水平。

5 数字化车间系统的实现

5.1 生产建模

根据生产管控系统设计,结合生产实际需求,力求改进 长期以来基础数据环节薄弱,各项数据标准规范无法统一, PCS 系统提供标准建模管理模块,该模块用于将生产所需系 统运行必要的原型在系统中建立。

5.1.1 生产令号

依据销售订单,定义生产令号各项属性,包括:型号、合同号和用户。根据不同的分类设定不同的生产时间节点。满足生产各种生产需要,对已经产生的令号进行暂停(重启)、取消、删除。

5.1.2 成套清单

机组成套清单来源为 PLM, 令号创建时, 自动整合 PLM 中的成套清单资料, 形成 PCS 成套清单。满足查看每

个部套的 BOM 清单和手动对成套清单进行新增、修改、删除; 满足通过零部件库进行手动添加成套清单的处理,主要针对 无设计资料的机组生产。

5.1.3 BOM 清单

通过部套图号,向下展开所有层级的 BOM 结构清单。 满足手工对 BOM 结构各个层级零件进行结构维护,可进行 零部件级的新增、修改、挂载、删除等操作。

5.1.4 工艺路线

路线资料归属零部件库,所有路线资料从PLM整合进入。 满足零部件级路线显示,包括:责任单位、路线序号、是否装配; 满足人为对路线进行增加、调序、删除等操作。

5.1.5 工艺数据

通过部套图号,向下展开所有层级的 BOM 结构清单。 满足手工对 BOM 结构各个层级零件进行结构维护工艺信息, 可进行零部件级的新增、修改、挂载、删除等操作。

5.2 工艺数据管理

计划模块根据实时刷入 PLM 的成套清单和 BOM 资料,自动生成计划清单。工艺过程中的每一个节点都应当生成对应该层次的计划,计划时间按照工艺条件中的加工时间来预设,允许修改。计划允许设定嵌套,前置关系,并允许设定计划优先级,最终计算计划节点。

5.2.1 一层次计划

根据生产令号的成套清单,对所属的顶级部套编制和发布一层次计划,锁定每个顶级部套的计划排程时间。一层次编制时,需对生产类型、完工日期、生产周期、责任单位四个必要属性进行编制。一层次计划发布后,系统后台根据BOM结构自动展开生成二层次计划。二层次计划的生产类型、完工日期、生产周期、责任单位完全以一层次计划为依据。5.2.2 二层次计划

车间调度人员根据一层次计划的时间节点,对部套中的零部件进行二层次计划的编排调整。可根据责任单位和路线组合过滤查询所对应的二层次计划进行编制操作。生产类型的编制权限下放给特定部门,其他单位无权限。外协件和联产件部分加工回厂后,匹配所对应工艺路线的二层次计划设定完工,更新计划状态。

5.3 作业管理

作业模块是对生产过程的管理和实时监控生产状态。根据大票建立,指定加工工序,指定工段的开工日期和完工日期。工作大票作为计划的末级节点视同计划管理。工作小票作为最小加工单位,关联工艺菜单,作为加工指导。所有计划状态变化在小票审核或大票报工时由系统自动完成。

5.3.1 大票管理

根据二层次计划,车间进行工段级的任务下达,创建大票。根据责任单位和路线组合过滤查询所对应的二层次计划进行大票创建操作,默认带出登录用户所属的责任单位和对应路线。大票创建时,提供多种灵活方式进行工艺菜单绑定,

包括:借鉴历史工票工艺、借鉴标准工艺数据、借鉴旧版系统工艺,并有连接可直接进行标准工艺库维护。车间调度人员根据生产任务进行大票创建,管理人员进行大票审核,审核通过后,大票打印,下发车间,开始派工生产。审核不通过,调度人员可进行修改,再次提报审核。对已经打印过的大票生产流转过程中,若发生遗失和破损,可以重新补印。

5.3.2 小票管理

小票作为工序级的生产指令从大票发起,是加工单位的最小单位,与每道工艺对应,准确追踪每道工艺的完成情况,由此递归反映大票和计划完成情况。车间作业人员按小票生产作业完毕后,上交小票给车间调度人员,进行交检数、合格数、工废数、料废数等数据审核。审核完毕后,系统自动收集该工序的加工实况,积累生产数据。

5.3.3 大票报工

大票派工到车间后,每道工序加工人员作业开始时,进行大票扫描,选择加工工序,选择机床,点击开始加工按钮。 系统记录开工时间。生产作业完毕后,输入完工数量,点击 完工按钮,代表此道工序加工完成。此功能实时追踪每道工 序的加工情况,并实时记录工序作业的实况工时。

5.3.4 报工审核

此功能为车间管理人员对加工人员报工情况进行审核, 记录交检数、合格数和生产过程中产生的各种报废和不良原 因,从而有针对性地改善各种问题。

5.3.5 电子看板

实时体现车间每台设备状态,包括:正常操作人员、加工工序、零部件名称、生产令号等信息。有效地将车间设备 生产情况反馈给管理者,提高车间现场管理能力。

5.3.6 异常反馈

生产过程中,对出现的各种影响正常生产的状况进行记录。记录异常类型、异常类别、异常发生时间和结束时间、异常描述等信息。强化生产状况追踪,丰富生产状态一览表,为车间管理者提升车间管理粒度提供帮助。

5.4 报表管理

生产管理系统对车间透明度的提升,很大程度上是基于生产状况的实时报表的展现。过去完全手工记录在 Excel 中,再进行数据加工,最后呈现的报表往往在时效性和数据真实性上都很不理想,同时还要消耗很大的人力成本。PCS 系统在基础数据收集的基础上,提供标准报表,以及根据公司实际要求定制报表,来满足日益增加的报表输出需求。

5.4.1 叶片产能综合报表

该报表为叶片车间专用,可根据个人产能、班组产能、 月度产能三种模式提供叶片车间产能生产情况。个人产能以 加工人员为单位,统计选择时间段的该人员产能;班组产能 以班组为单位,统计该班组下每个加工人员选择时间段内的 产能情况,月度产能以月度为单位,统计每个加工人员的月 度产能情况,并分析出每个加工人员的该月生产任务的按时 完成百分比,未按时完成百分比,为员工绩效分析提供依据。 5.4.2 生产状态一览表

生产状态一览表实时体现机组生产中各个部套、零部件的生产状态。按机组、成套清单、BOM 结构展开所有零部件生产状态,实时体现生产状态。可分析出缺件信息、生产进度、物料流转等生产信息,是生产协同性的重要报表体现。5.4.3 计划发布查询

一层次计划下达后,生产单位按时间段查询一层次计划 发布情况,进行生产任务接收和组织生产,是无纸化生产的 重要一环。

5.4.4 工票统计查询

按责任单位和时间段查询工票完成情况。大票和小票分 别统计。是对车间每日生产任务产出的量化。

6 结语

针对叶片车间数字化加工技术研究,使用情况如下。

- (1) 生产周期减少。通过生产管控系统的使用,并集成设计和工艺资料,提高计划的准确性和科学性,提高设备利用率。
- (2)提高交货率。通过信息技术的应用,可以跟踪合同 执行情况,根据实际生产进度,随时改变合同的调度优先级, 从而提高产品交货的准确率。
- (3)保证齐套性、降低产品成本。通过信息技术的应用,可以得到精确的产品成本,通过对成本的分析和控制,可以达到有效降低成本的目的。提高产品报价的准确性,保证任何产品都可以在目标成本范围内完成。同时,科学的计划和调度,可以有效降低产品生产周期,提高成套率从而降低成本。
- (4) 管理水平提高。无论是数字化车间中的管理改善还 是信息技术的应用带来的管理手段的改变,都会极大的提高 企业的管理水平和管理效率,这一点是所有成功实施数字化 制造平台企业的共同感受。
- (5) 产品市场竞争能力增强。产品设计水平的提高、成本的降低、准时交货率的提高乃至员工素质的提高和管理水平的提高,都会极大地增强产品市场竞争能力。

参考文献:

- [1] 徐健丰. 数字化工厂中国智造大趋势 [M]. 沈阳: 辽宁大学出版社, 2019.
- [2] 王新军,李亮,宋立明,等. 汽轮机原理 [M]. 西安:西安交通大学出版社,2014.
- [3] 天津滨海腾讯科技集团有限公司.0racle数据库技术与应用[M].天津:南开大学出版社,2017.
- [4] 周家安. 微软技术开发丛书 WCF 编程 quanwei 指南 [M]. 北京:清华大学出版社,2018.
- [5] 陆剑峰. 智能工厂数字化规划方法与应用 [M]. 北京: 机械工业出版社,2020.