

2 航空制造业改进内容

由于航空制造业零件数据、管理数据等数据管理需求逐步增大,数据管理的重要性日益突出,信息的获取方式和管理手段已经影响到信息系统模式、工作流程和协同方式,传统的以纸质文件为信息载体和控制方式的信息管理和基于职能的垂直组织模式已经严重阻碍了生产能力的提升。IT技术的进步大大改善了信息存储、处理与管理手段,为新型数据管理和管理模式奠定了技术基础,企业的现状与信息环境的成熟迫使企业进行改进,建立有效的生产信息管理系统。

企业是由人员、团队组成的,是个小型社会体系。组织模式和流程的变化必然伴随企业小社会人文精神的变迁,不同的制造理念体现了不同的企业文化。

因此,航空制造业精益化、数字化改进必须从生产环境、信息环境和人文环境3方面着手,如图2所示。

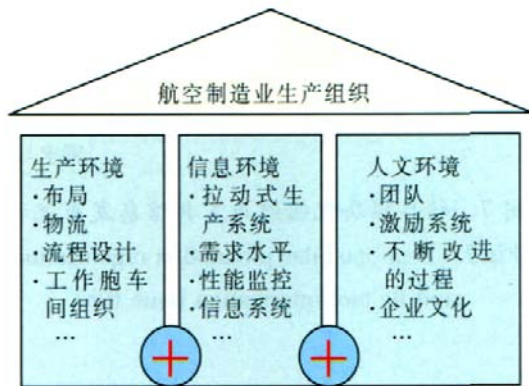


图2 航空制造业改进内容

Fig.2 Content of aviation manufacturing industry reconstruction

从企业变革模型可知,对市场的主动应对和先进的生产经营理念应用推动了企业的流程重组,而重组必然影响到生产组织和信息环境,同时,企业也认识到人在生产中的重要作用,因此,航空制造业改进的过程必然是从人员、组织、信息系统到流程重组反方向分层次进行,其改进过程模型如图3。

在我国航空制造业,还没有真正意义上的流程重组,因为毫无根据的流程重组风险巨大,只有在精益化、信息化环境建设完善过程中,才能真正实现正确的流程重组。反过来,流程重组又会影响到生产组织和信息系统的建设,因此具有开放体系的、易于重构的

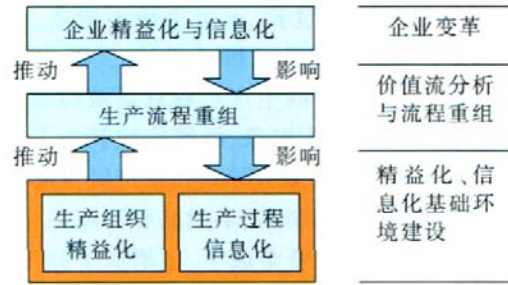


图3 航空制造业改进过程模型

Fig.3 Model of aviation manufacturing reconstruction process

信息系统架构和模块化的生产组织才是支持企业实现流程重组、不断优化的前提。

2.1 生产环境

精益化、模块化^[1]是生产环境改进的目的,数字化是改进的手段。精益生产的理念首先应用于生产第一线并产生效益,而后逐渐向上游延伸,影响到企业设计部门、上层管理部门,甚至市场上下游供应链环境。精益化寻求的是一种持续不断的循环改善过程。

航空制造业生产环境改进中最重要的部分是精益模块化生产基本单元的设计,该基本单元基于团队运作,称之为工作胞(Work Cell),含有自我新陈代谢作用。它由一定数量的设备(工作站)、人员、资源以及与该工作胞加工性质相关的工艺知识、技术、物流等组成,占用一定的空间,工作站层属于物理层,不属于生产组织管理范畴。工作胞是一个精益生产单元,同时也是信息化的最小单位,具有多种配置方式,一个自我管理团队对应一个工作胞,体现了模块化原理和精益生产理念的完美结合。典型的工作胞结构如图4所示。

生产组织改进后具有多种先进生产理念综合应用的特点。传统组织中,工作流程体现了一种串行性,

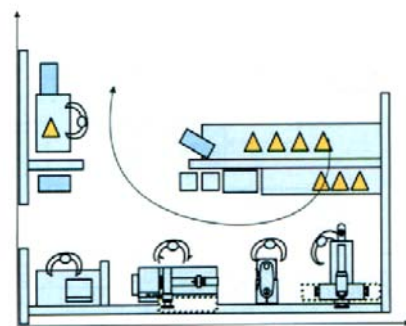


图4 典型工作胞结构

Fig.4 Structure of typical work cell

上。企业的实践证明,当项目复杂时,基于精益思想采用层次性模块化组织结构是对多模块协调控制的有效方法^[2]。

2.2 信息环境

生产组织的改进本质上是流程的改进,精益思想下的流程再造的核心是减少流程中的非增值环节,因此,业务流程每一个环节上的活动应尽可能实现价值最大化,尽可能减少无效的或不增值的活动,把整体流程的最优作为目标,设计和优化流程中的各项活动。相应的信息环境必须支持流程的不断改进过程。

虽然业务流程再造可以完全抛开信息系统的支持而单独实行,但是这种传统的单纯从管理的角度进行流程优化的方式已经很难满足企业改善经营和加强管理的需要。对生产活动的各类数据及其数据间错综复杂的关系进行有效组织和管理,可使信息变得及时、有效、清晰,在生产准备、事前计划、事中控制、事后分析甚至形成企业知识等所有过程中提供处理依据,可以消除由于信息管理落后所带来的种种问题。

为了有效地支持业务流程在必要的时候实现快速重组,其信息管理系统在有效组织和管理庞杂数据基础上,必须同时具备相应的柔性,即能够在适当的时候按照适当的要求动态实现能够适应业务需求的系统重构。可以称之为柔性信息系统(Flexible Information System, FIS),这样的信息系统结合了产品全生命周期管理的思想,提供的是一种可定制的生产管理协同工作平台。

2.3 企业文化

只靠软硬件的配套并不能带来企业的发展,企业是由人群组成的小型社会系统,人的情感、信念以及相互关系对企业发展具有重大的意义。

3 精益模块化生产系统及其信息化

通过对国内外航空制造业状况及改进实践的对比研究,我国航空制造业所面临的改进任务与波音改进实践非常相似,波音在精益化和信息化方面的改进所解决的问题也是我们所面临的问题。但由于双方制造业基础水平、信息化程度、人员素质与文化等方面的不同,我国航空制造业的改进过程具有如下特点。

(1) 由于精益生产的渐入人心,易于在生产一线进行小范围的精益模块化组织改进,逐步形成一批精益模块化工作

胞;

(2) 因为组织结构仍然以计划经济模式为主体,改进必然是个由点带面的过程,在生产一线取得应用经验逐步推广和影响业务流程等其他方面;

(3) 基础数据不完备,数据准备工作量巨大,数据平台架构非常关键;

(4) 外部环境不断变化,使得信息系统变动频繁,作为基础的协同工作平台架构非常重要。

3.1 精益模块化生产组织基元的结构

不同于传统意义上的成组生产单元,作为精益模块化生产组织基元的工作胞除具有成组生产单元硬件方面的模块化特征外,还将与工作胞加工性质相关的工艺知识、技术与操作员工、工作胞物资及其物流控制集成到一起,占用一定的空间,成为精益模块化生产组织的基本生产元素,该元素可以进一步构成生产线乃至生产单元^[3]。这样的元素都是具有和细胞类似的自我代谢作用的精益团队,因而称其为工作胞。

在信息化环境中,为将工作胞纳入企业信息化生产管理活动,必须将工作胞数字化,数字化后的工作胞是生产组织中的元数据对象,基于生产任务或生产流程激活与去活,其活动状态可被实时提供给管理部门。其数字化内容包含工作胞 ID、名称、类别、布局(长、宽、高、布局类型、布局图等)、设备、人员(数量、类型、职责等)、物流路线和工作胞知识。工作胞数字化后成为生产信息系统最小粒度的数据单位。

工作胞元数据模型如图 8 所示,在工作胞元数据支持下,企业生产工艺流程可以基于工作胞表达,工艺流程由若干工作胞通过串行、并行以及失败处理形成。工艺流程的执行依赖于工作胞对象的相继激活,

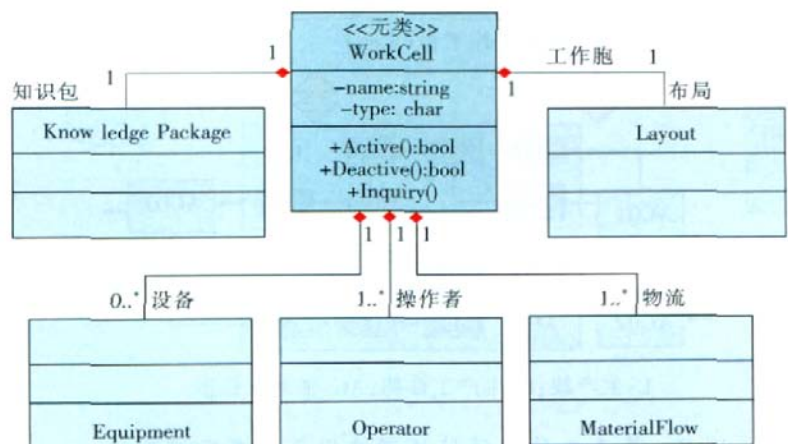


图 8 工作胞元数据模型

Fig.8 Metadata model of work cell

激活与去活之间的时间就是工作胞实际运行的时间。生产计划基于项目管理方式下达,项目里程碑用工作胞时间表示,大大简化了生产计划与排程的难度。

对于工作胞任务而言,工作胞内部的工作安排基于有效运作的团队自己解决,与工作胞相关的工艺知识和操作技能可以通过生产单元数据中心进行检索,该数据中心存储了单元所有工作胞信息,包括其工艺知识等,该工艺知识由工作胞团队和工艺管理部门共同维护。因此,在数字化、信息化条件下,工作胞团队对其成员的要求较高,不仅要掌握设备的操作,而且要求相互的协作及对工作胞知识的掌握,每个员工都是掌握工作胞工艺知识的多能工。

3.2 精益模块化生产系统

组成精益模块化生产系统的工作胞可以分为生产工作胞、辅助生产工作胞、技术支持工作胞 3 种。生产一线由生产工作胞和辅助生产工作胞组成,如隔框工作胞、喷漆工作胞、热处理工作胞属于生产工作胞,库房、配送工作胞属于辅助生产工作胞,计划、工艺等属于技术支持工作胞。对于某些简单的生产单元,计划、工艺、设备等部门可以合成为一个工作胞。这些工作胞在协同工作平台下与单元数据中心发生交互。如图 9 为工作胞精益模块化生产系统模型。其中,AC02 是库房工作胞,AC01 是配送工作胞,AC03 是后处理工作胞,C001-C012 是生产工作胞,L01-L02 是生产线。

生产的执行按照标准的生产流程定义来进行,生产计划的下发和控制的粒度为工作胞,在工作胞以下

的控制依赖良好的精益团队完成。所有工作胞按照使用频度和生产项目预测进行分级,一级工作胞是在所有项目中经常使用的、在较长时期内设备和技术变化较小的工作胞,这类工作胞的空间布局以及内部配置较稳定,在生产项目变化时,一般不发生变化,也称为标准工作胞;二级工作胞是在特定项目中使用且生产技术易于发生变化的工作胞,其工作胞地基可以做成活动式,易于随时移动或撤消,但在项目时间较长或生产战略变化等情况下可以灵活地将其转变为标准工作胞。

鉴于我国国情,结合精益思想的观点,精益模块化生产系统同时具有拉动生产和推动生产的特点,在工作胞级进行拉式生产方式,在企业级进行资源的推式生产方式,以保证生产过程的平稳连续流动。

3.3 生产系统的信息化

生产系统的信息化本质上是指产品数字化和流程信息化。生产系统的任务是完成产品从设计意图向现实存在的转化过程,所以其工作对象是产品,而所有支持产品实物化的生产和管理活动就构成了企业生产业务流程。因而,信息化的企业业务处理的对象就是各类数据及各种流程。

在企业信息化过程中,存在许多单项应用系统,比较重要的有 PDM/PLM、ERP、MES、CAD/CAM/CAPP、SCM、CRM 和 OA 等,和企业生产系统密切相关的就是前 3 项,因此,受到了大多数企业的关注。然而,PDM/PLM 侧重于产品开发过程的信息化,对产品设计、工艺设计、维护设计及相关的仿真支持良好。ERP 主要面向人财物、产供销,对资源管理、财务过程支持良好。而对中间的制造环节,主要是 MES 在起作用。但由于制造业生产过程千差万别,不同的企业各有其特点,MES 难以形成统一的市场化产品,许多 MES 在实施后与企业需求有较大出入,无法满足企业真正需求。

航空产品设计上主要采用 CATIA 的 CAD/CAM/CAE 软件,CAPP 部分采用国内自主软件,比如金叶 CAPP 等,产品的开发过程也采用了 PDM 软件,但全程采用 PLM 的基本没有,按照 PLM 的理念及其所实现的功能,PLM 大大扩展了 PDM 原有功能,提供的实质上是一个协同工作平台。企业已有的信息系统,比如 SCM、ERP、MES 等可以方便地集成到该框架内,然而由于 PLM 实施成本高昂,二次开发工作量大,实施周期长,在航空企业还没有得到

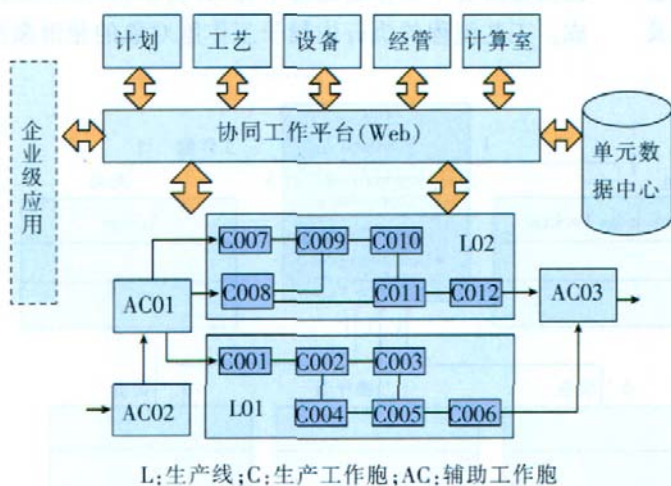


图 9 基于工作胞的精益模块化生产系统模型
Fig.9 Lean modular production system model based on work cell

很好应用。

同时,信息化过程中关键的两个问题一直没有得到解决,即由于国内产品数字化定义中缺乏工艺信息,造成飞机数字化产品数据没有能真正传递到制造域,这是导致后续MES系统总是不能有效发挥作用的关键问题。研究波音公司的发放数据集可知,其产品数字化定义包含了支持后续制造过程的大部分内容,当然,有效发挥这样的数据集的作用还大大依赖于畅通的企业内部及外部的数字化协同工作环境(Global Collaborative Environment, GCE)。这也是我国面临的重大建设问题。

因此,生产系统的信息化依赖于数字化管理环境中逻辑相关的单一产品数据源,其支持产品数据集从工程域向制造域转移,并基于数字化质量监控体系在制造过程中有效控制产品制造构型。没有这个单一数据源环境,即使拥有ERP、MES等系统,企业的数字化改进也只是貌合神离,总是关注外围的产供销而无法继续深入开发企业的核心竞争能力及基于知识的创新能力。

4 结束语

国内航空制造业的生产现状及其问题根源是组织建设及信息管理两个方面。这两方面的变革必然会为企业带来较长期的适应性变化,因此企业变革必须作为企业管理中的重要环节。变革必然是从生产组织和信息系统的精益化、信息化基础环境变革开始,进而推动生产流程重组,最终完成企业精益化与信息化目标,这个过程是个循环改进过程。改进内容分别对应着生产组织改进、信息系统架构和企业文化。生产组织需要适应新时代要求,既可应对多样化产品制造需求,又可支持批量生产,将模块化思想应用于生产系统中的精益模块化生产系统可以满足航空制造业要求,其中逻辑相关的单一产品数据源连接了工程域和制造域,是数字化企业得以实现的基础。

参 考 文 献

[1] Joachin Benz. Modularization of ecological models [EB/OL]. 2004 [2004-8-4]. <http://www.wiz.uni-kassel.de/ecolas/intro/modularization.pdf>.

[2] 陈国权. 中国企业实施并行工程的若干特点、问题及解决方法. 高技术通讯, 1999(1):7-12.

[3] Victor Chiron, Michel Pimenta. Production Management. Consolidation Project, Activity PM02-C1. NC Machining, 2002, 9.

(责编 金卯)

(上接第 89 页)

(1) 疲劳寿命 N_f 随疲劳强度系数 σ 的增大而增大。敏度 S 是疲劳强度系数 σ 的单调增函数,在 σ 大于 1 800MPa 时,敏度迅速增加,这时应严格控制 σ 的值。疲劳寿命 N_f 对疲劳强度指数 b 的敏度很大,当 b 的值大于 -0.08 时, b 的微小变化将引起 N_f 值的很大变化。

(2) 疲劳寿命 N_f 对疲劳延性系数 ϵ 的敏度是非单调的,但敏度的值变化不大,可以近似认为是一个常数。疲劳寿命对疲劳延性指数 c 的敏度较大,在 c 大于 -0.6 时, c 的变化对疲劳寿命 N_f 的影响十分明显。

(3) 疲劳寿命对于材料的弹性模量 E 是单调减函数,当弹性模量 E 小于 1.5×10^6 MPa 时,寿命对 E 的敏度的绝对值较大,实际压气机盘材料的 E 值一般都在 1.5×10^6 MPa 以上,这时寿命对 E 的敏度很小。

(4) 疲劳寿命对等效应变能的敏度为负,在 0.8 ~ 1.5 范围内,敏度的绝对值迅速减小,当等效应变能大于 1.5 时,敏度值将降到相对较低的水平且趋于稳定。

参 考 文 献

[1] 陶春虎,钟培道,王仁智,等. 航空发动机转动部件的失效与预防. 北京:国防工业出版社,2000. 102-163.

[2] Socie D F, Marquis Gray B. Multiaxial fatigue. Warrendale, Pa: SAE International, 1999. 171-189.

[3] Hakan Ersoy. Design sensitivity analysis of structures based upon the singular value decomposition. Comput. Methods Appl. Mech Engrg. 2002, 191: 3 459-3 476.

[4] Lataillate A de, Blanco S. Monte Carlo method and sensitivity estimations. Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer. 2002, 75: 529-538.

[5] Langelaan J W, Livne E. Analytic sensitivities and design oriented structural analysis for airplane fuselage shape synthesis. Computers & Structures. 1997, 62(3): 505-519.

(责编 晓霏)

齐二机床参展产品获得好评

CCMT2008 展览会上,齐二机床集团公司自主研发的、拥完全自主知识产权的 XK2130 型数控动梁龙门镗铣床引起业内人士的关注。展会期间,齐二机床集团分别与中信重工机械有限责任公司、韩国 KKC 公司分别签订了数款高档机床产品订购合同,合同金额达 4 亿元。XK2130 型数控动梁龙门镗铣床、FA-B160/L80 型落地铣镗加工中心获第五届中国数控机床展览会最高奖——“春燕”奖。(本刊记者 晓霏)