

DOI:10.13196/j.cims.2013.10.WANGShewei.2013103

复杂产品装配过程精细化管理和执行

王社伟^{1,2}, 莫 蓉¹, 杨海成¹, 张海明³

(1. 西北工业大学 现代设计与集成制造技术教育部重点实验室, 陕西 西安 710072;

2. 河南工业大学 信息科学与工程学院, 河南 郑州 450001;

3. 中国南方航空工业有限公司 科技与信息化部, 湖南 株洲 412000)

摘 要: 为了从管理角度深入研究复杂产品的装配过程执行问题, 提出面向复杂产品的装配过程精细化管理和执行方法。将精细化管理和 PDCA 循环引入装配过程, 建立装配精细化管理和执行总体框架模型。在微观操作层面建立以工序为中心的操作执行机制; 在宏观管理层面, 建立基于 PDCA 的任务管理执行机制。在装配精细化管理的基础上, 给出复杂产品装配进度量化计算方法。针对航空发动机装配开发了装配数字化系统, 验证了所提方法的有效性。

关键词: 复杂产品; 装配执行; 精细化管理; PDCA 方法; 制造执行系统

中图分类号: TH166; TP391

文献标志码: A

Meticulous management and execution for assembly process of complex product

WANG She-wei^{1,2}, MO Rong¹, YANG Hai-cheng¹, ZHANG Hai-ming³

(1. Key Laboratory of Contemporary Design and Integrated Manufacturing Technology,
Ministry of Education, Northwestern Polytechnic University, Xi'an 710072, China;

2. College of Information Science and Engineering, Henan University
of Technology, Zhengzhou 450001, China;

3. Department of Technology & Information, China Southern Aviation
Industry Company, Zhuzhou 412000, China)

Abstract: To research the assembly process execution problem of complex product from the perspective of management, a method of meticulous management and execution for complex product assembly process was presented. The meticulous management idea and Plan-Do-Check-Action (PDCA) cycle control method was introduced into assembly process to build general framework model. At the micro level for the operation, step-centric mechanism of operation execution and control was designed; at the macro level for management, the task management mechanism based on PDCA was established. On the basis of assembly meticulous management, a quantitative progress calculation method of complex product assembly process was proposed. A meticulous assembly digitalization system was developed for aero-engine assembly which verified the validity of the proposed method.

Key words: complex product; assembly execution; meticulous management; plan-do-check-action method; manufacturing execution system

收稿日期: 2012-06-19; 修订日期: 2012-12-18。Received 19 June 2012; accepted 18 Dec. 2012.

基金项目: 国家科技支撑计划资助项目(2012BAF10B09); 郑州市科技攻关计划资助项目(2010GYXM484); 河南工业大学博士基金资助项目(2013BS023)。**Foundation items:** Project supported by the National Key Technology R&D Program, China(No. 2012BAF10B09), the Technologies R & D Program of Zhengzhou City, China(No. 2010GYXM484), and the Doctoral Foundation of Henan University of Technology, China(No. 2013BS023).

0 引言

复杂产品多指产品组成复杂、产品技术复杂、制造过程复杂、生产管理复杂的产品,其生产组织具有面向客户订单、面向客户的项目管理要求的特点,多采用单件、小批、多品种离散制造的生产方式^[1]。目前,复杂产品的装配操作主要采用手工装配方式,装配管理主要采取以纸质文档为媒介的粗放管理方式^[2]。这种简单原始的生产方式凸显了离散装配和产品整机性能之间的固有矛盾,装配过程中经常出现装配误差、错装、漏装、错检、漏检和生产不均衡等各种质量与效率问题。文献[3]针对装配中存在的工程问题,以装配数字化为目标,提出一种复杂产品装配执行过程的数字化管理平台;文献[4]结合制造执行系统(Manufacturing Executive System, MES)的思想,构建了一种车用空调装配车间集成化生产作业管理系统;文献[5]提出一个面向复杂产品的计算机辅助装配过程控制管理系统,实现了生产现场装配数据的统一管理和装配数据可视化。在目前的装配技术水平下,复杂产品装配管理与执行方式的落后是造成各种质量和效率问题的主要原因之一。但目前针对装配过程研究的本质是基于MES的功能规范,倾向于从信息技术和集成软件系统的角度解决制造执行问题,却没有对深层次的管理和过程执行问题进行系统研究。本文将从管理角度深入研究复杂产品的装配过程执行问题。精细化管理是近年来在我国管理领域开始流行的一种概念,是实现高效管理的一种基础性工作。文献[6]指出,由于文化传统和我国企业发展尚处于初级阶段,现阶段更适合采用注重基础的精细化管理。PDCA(plan-do-check-action)是Edwards Deming博士在全面质量管理中引入的一种方法,该方法将质量控制和改进过程分为Plan(P),Do(D),Check(C),Action(A)四个阶段。PDCA为任务的执行控制提供了一种合乎逻辑的工作程序^[7]。精细化管理和PDCA方法都是企业运作管理中的有效方法,已在企业管理实践中得到广泛应用,但目前在制造系统中展开研究的还比较少。本文基于精细化管理理论,提出复杂产品装配过程精细化管理模型,以PDCA方法为基础建立装配任务执行控制机制,以实现精细化的装配数字化系统。

1 装配精细化管理和执行模型

1.1 精细化管理模型

文献[8]提出精细化管理思想,构建了全面的精细化管理方法,但多以实践原则和操作方法的形式对精细化管理的内涵进行界定。精细化管理的实质是科学管理的进一步发展,它在理论上立足于科学管理,阐释了量化、标准化、流程化的深刻内涵;在实践上着眼于中国管理发展阶段,是针对企业和组织经营管理的一套理念和方法。本文从复杂产品装配过程的精细化入手,抽象和系统化、精细化管理思想,形成一套从微观操作到宏观涌现、从细节准严到流程优化的面向制造过程的管理方法。

系统化的精细化管理模型如图1所示,主要内容为:在系统微观层面关注细节、部分和活动,严格规范动作,实现精确化操作;在宏观层次上关注系统、整体和任务,通过流程控制实现系统的整体优化。流程是联系微观和宏观的桥梁,通过流程化,微观操作得以凝聚形成系统的宏观功能。采用精细化管理,将定性化的操作细化、细化的操作严格化、严格化的操作流程化、流程化的操作量化,实现系统从细节到整体的有精有粗、有战术、有战略的多层次控制。精细化管理的实现有赖于信息化方法的采用。通过精细化控制提高操作的准确度、优化生产流程、改善生产效率和质量。精细化管理是企业的基础管理,为进一步的定量化管理提供了基础。

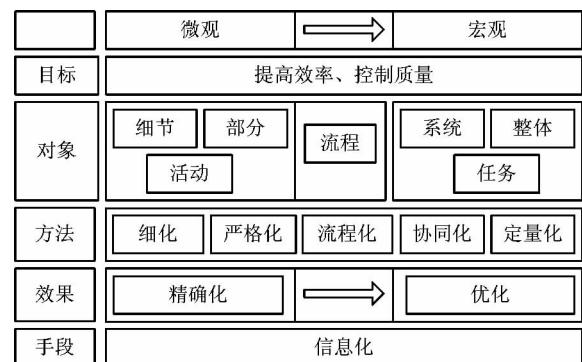


图1 系统化的精细化管理模型

1.2 执行过程的PDCA模型

精细化管理的重点是对执行的管理^[8]。目前,复杂产品装配的执行过程多采用基于经验的工作分解方法,将装配分成调度、装配、检验等活动,但对任务的执行过程及不同任务之间的内在逻辑关系缺乏

有效的控制机制,精细化管理理论中对任务的执行过程管理也没有提出具体有效的方法。PDCA 方法将任务的执行过程分成逻辑相连、环环相扣的四个阶段,形成一个完整的闭环控制,但目前针对 PDCA 的研究和应用,多集中在目标和措施需要不断磨合的过程控制和质量管理^[7,9]。装配过程在工艺定型后是一个相对稳定的过程,相比质量持续改进,更加关注是否严格按照技术要求完成装配。针对这种特点,对传统的 PDCA 模型进行改进,提出面向装配执行过程的 PDCA 模型,为装配过程的控制提供一种合乎逻辑的工作程序。

面向装配过程的 PDCA 模型仍由 Plan, Do, Check, Action 四个阶段构成一个信息闭环。在 Plan 阶段,主要由调度根据生产要求和现场状况把装配计划分解成装配任务派发给相应的角色。在 Do 阶段,各角色根据任务和相应的技术要求独立或协同完成装配操作。在 Check 阶段,对装配的执行

情况进行检验。对于独立的任务,需要任务执行者完成自检;对于协同任务,需要由其他角色进行检验,如对部件装配和总装的检验。在 Action 阶段,如果任务的执行结果无误,则反馈任务完成信息;如果装配不合格或不合要求,则需要采取措施进行修正;如果执行过程存在多次重复的结构性问题,则由调度和执行者分析执行情况进行改进。

1.3 装配精细化管理和执行总体框架

复杂产品装配过程工艺复杂、装配要求高,而传统装配过程的组织和管理是一种基于经验的粗放式管理方法,管理的主要活动是应对各种突发的状况,生产现场的资源、生产进度、质量处于不可见或不可控的状态,无法适应复杂产品装配的严格的精度和质量要求。本文将精细化管理和执行的理论引入复杂产品装配过程,建立装配过程精细化管理框架模型,如图 2 所示。

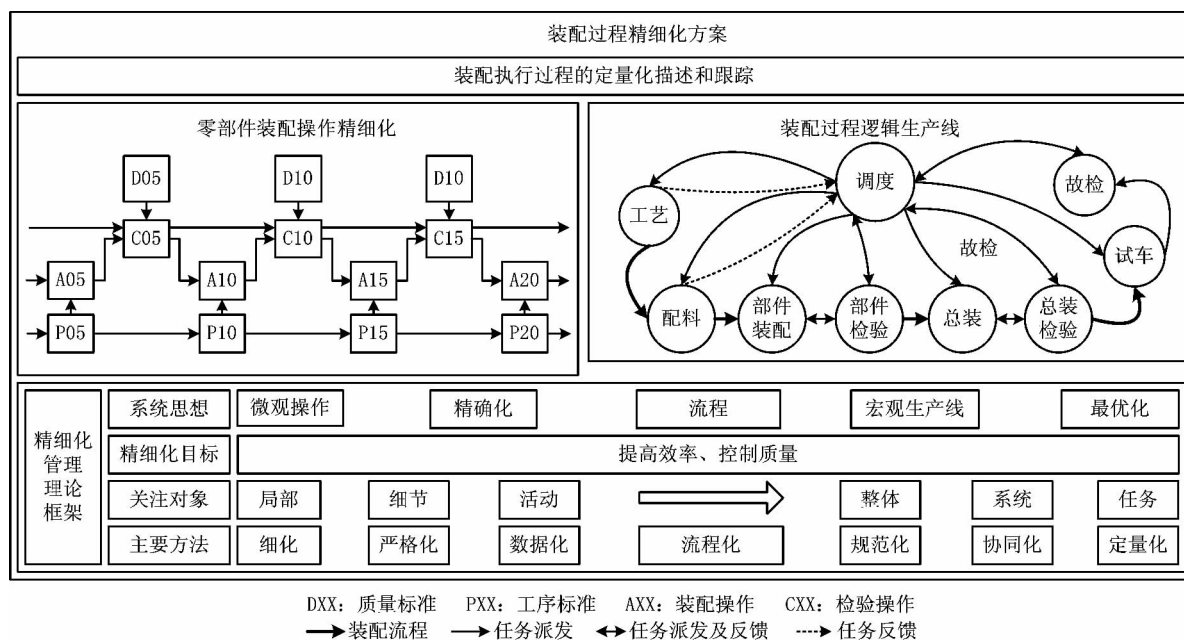


图2 装配精细化管理和执行框架模型

装配过程精细化管理和执行模型以精细化管理理论为基础,实现装配过程微观层的精细化操作执行管理和宏观层的装配流程精细化控制管理。装配操作精细化执行管理是将装配过程的质量控制融合到以工序和工步为线索的装配操作中,实现质量的实时控制。装配操作和检验操作实时提供多种形式的信息,能够降低复杂产品装配操作和检验操作的复杂度,有效控制质量传递影响。装配流程精细化

控制管理是建立装配各环节的从任务派发、任务执行到任务反馈的闭环控制机制,通过流程管理将离散的装配环节组成逻辑生产线,实现装配过程的整体控制,在装配操作和装配流程精细化管理的基础上,实现装配质量与进度的定量描述与跟踪控制。

本文通过装配过程的精细化管理和执行机制,实现装配过程的精细化控制,提高操作的准确度,优化生产流程,改善装配效率和质量。

2 装配过程精细化执行和管理关键技术

2.1 以工序为中心的操作精细化单元控制模型

装配和检验操作是所有装配相关活动的主体,也是以手工为主的复杂产品装配过程优化的重点关注环节。操作精细化主要集中在工艺精细化、装配操作精细化和质量检验精细化。基于精细化原理,工艺 Process 可以形式化表示为 $\text{Process} ::= \{(\text{PRC}, \text{PI/AN})\}$, $\text{PRC} ::= \{(\text{STP}, \text{SDES}, \text{AEXP})\}$ 。式中:PRC 表示工序,PI/AN 表示工序对应的简图和动画,STP 表示工步,SDES 表示工步描述,AEXP 表示工步操作经验。

从微观活动角度,装配操作可以形式化为 $\text{Operation} ::= (\text{PRC}, \text{PI/AN}, \{\text{STD}\}, \text{SCHK}, \text{AREC})$ 。式中:Schk 表示装配员自检,AREC 表示某一工序的详细记录。

质量检验操作可以形式化为 $\text{Check} ::= (\text{PRC}, \text{SCHK}, \text{LCHK}, \text{PSTD}, \text{ICLK}, \text{ISTD}, \text{CCHK}, \text{CSTD}, \text{IREC})$ 。式中:LCHK 表示班长检验,PSTD 表示工序标准,ICLK 表示检验员检验,ISTD 表示检验标准,CCHK 表示用户代表检验,CSTD 表示用户要求,IREC 表示工序检验记录。

将工艺、装配操作和质量检验组合在一起,形成以工序为中心操作精细化单元控制模型,如图 3 所示。

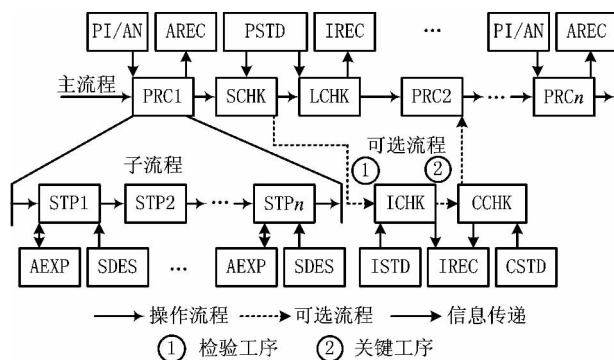


图3 操作精细化单元控制

图 3 中的子流程表示装配操作在工序执行范围内,以工步为粒度严格按照技术规范完成装配;主流程表示以工序为中心的装配和检验协同操作,用以实现质量的精确控制;可选流程表示在工序特点和用户要求下的多级检验机制,用以确保装配按照技术要求执行。

2.2 基于 PDCA 的任务执行流程控制模型

在复杂产品的装配过程中,由于产品结构和装配的复杂性,宏观上的生产过程一般分成多个阶段,如工艺、配料、部件装配、部件检验、总装、总装检验、试车和故检等。调度按照产品装配特点和生产阶段进行任务分解,统一组织和安排任务的执行。目前,对装配相关任务的执行控制缺乏有效的机制,多简单地对每个任务的执行进行工作分派,无法实现任务执行状态的实时跟踪以及不同任务之间的协同控制。本文将 PDCA 方法引入装配任务管理,建立合理、严密的流程控制机制。装配任务执行控制模型如图 4 所示。

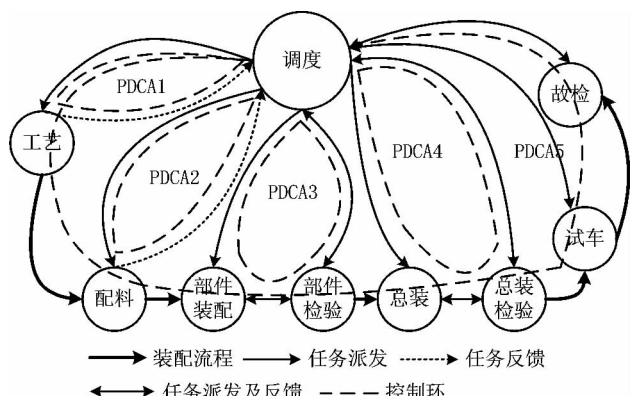


图4 基于PDCA的装配任务执行控制

对于单独由一个角色执行、技术和操作要求相对简单的任务,采用 Plan-Do-Action 的简单控制机制,如图 4 中的 PDCA1 和 PDCA2 环。对于 PDCA2 环,调度将工艺选择任务派发给工艺员;工艺员根据任务要求完成工艺选择;记录任务执行情况,向调度反馈任务完成信息,形成任务的信息闭环控制。对于有严格工艺规范要求的装配操作,Plan, Do 和 Check 由不同的角色担任,协同完成任务,如图中的 PDCA3 和 PDCA4 环。对于 PDCA3 环,调度将装配任务和检验任务分别派发给装配员和检验员。装配员按照工序完成装配和测试,进行自检;班长、检验员等角色根据检验标准对装配工序进行检验,如果不合格则由装配员重新操作,否则由装配员和检验员完成任务记录,反馈任务信息。所有装配环节在调度的控制下,形成一个复杂的总控制环,如图中的 PDCA5 所示。子控制环 PDCA1, PDCA2, PDCA3, PDCA4 构成 PDCA5 的 Plan 和 Do 阶段,试车阶段和故检阶段相当于总控制环的 Check 和 Action。在 Check 和 Action 阶段,试车员对产品进

行多项整机性能测试;然后检验员对测试结果进行分析,解决性能故障。通过 PDCA 方法,能够实现以调度为中心的业务流程管理,使离散的装配活动形成严密控制的工作程序,形成逻辑上连续的装配生产线,从而提高管理效率。

2.3 装配进度的量化描述和跟踪

复杂产品由大量的零件组成,其装配过程存在多分支和并行执行的特点,整体进度和质量的跟踪与控制是装配过程管理的重点和难点。以工序为中心的操作精细化和基于 PDCA 的任务执行流程管理提供了装配任务执行的精细化控制机制,为装配进度管理和质量的量化描述和跟踪奠定了基础。本文以装配进度为例,结合复杂产品的制造物料清单(Manufacturing Bill of Material, MBOM),建立精细化的装配逻辑生产线进度控制模型,从整体上对整台复杂产品的装配过程进行量化描述。

2.3.1 装配进度模型

对于复杂产品,装配过程涉及数十本工艺文件和上万个零件,复杂度很高。为了建立进度的量化模型,从装配流程和 MBOM 对装配过程进行抽象和结构化。复杂产品装配的 MBOM 一般分为产品、部件、组件和零件四个层次,产品由部件组成,部件由组件组成,组件由零件组成。产品层关联总装工艺,部件层关联部件装配工艺,组件层关联组件装配工艺。从装配流程角度可以将整个装配过程拆分成装配辅助任务、部件装配、总装任务、试车和故检等部分,各种任务由调度下达到班组或具体的员工。以工艺为粒度,可以将装配任务再拆分成装配子任务,装配子任务由班长分配到具体员工。为了统一计算,将没有工艺要求的各种辅助任务也与包含一道工序的虚拟工艺关联,工时定额就是完成该任务的平均时间。与装配操作关联的检验一般相对装配操作时间较短,将其作为组件装配、部件装配或总装任务的一道工序。简化后,使用工序的工时定额可以计算装配任务工时,使用工序的执行状态可以准确地描述装配任务的执行进度。图 5 所示为以工序为粒度的装配进度模型。产品的装配任务经分解后,形成一棵以产品为根节点的任务树。图中阴影部分表示部件装配任务 1 中的组件装配子任务 1 执行到第二道工序。

2.3.2 进度量化计算方法

引入以下变量:

T_i 为某产品的装配任务, $i=1, 2, \dots, n$; P_i 为装

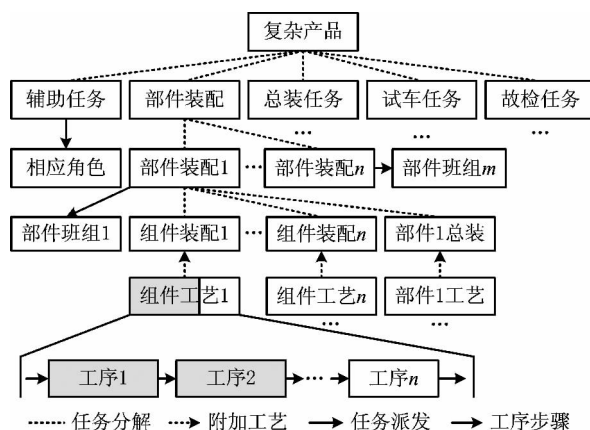


图5 以工序为粒度的装配进度模型

配任务 T_i 对应的装配工艺, $i=1, 2, \dots, n$; S_{sta} 为工序 S 的状态, 状态取值 Y 表示已完成, N 表示未完成; $S_{i,j}$ 为工艺 P_i 对应的装配工序, $j=1, 2, \dots, m$; $tm_{i,j}$ 为工序 S_{ij} 对应的工时定额; Pr_{Ti} 为任务 T_i 的装配工时; Pr_G 为产品的总装配工时; Pr_C 为产品当前的已装配工时; Rt 为装配进度; Tm_{avl} 为任务包最早完成所需的时间; $Tm_{avl-day}$ 为以工作日为单位的任务包最早完成所需的时间。

$$\text{则有 } Pr_{Ti} = \sum_{j=1}^m tm_{i,j}, Pr_G = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m tm_{i,j}.$$

引入函数 $zero(S) = \begin{cases} 0, S_{sta} = N \\ 1, S_{sta} = Y \end{cases}$, 则

$$Pr_C = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m tm_{i,j} \times zero(S_{i,j}).$$

产品装配的工作量进度可以描述为

$$Rt = \frac{Pr_C}{Pr_G} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m tm_{i,j} \times zero(S_{i,j})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m tm_{i,j}}. \quad (1)$$

在产品交付管理和调度时,装配的剩余完成时间是一个重要的指标。产品、部件、班组的装配任务是不同粒度、不同角度的装配子任务集合,称为任务包,任务包的最早完成时间表征了装配的剩余完成时间。任务包最早完成时间的计算步骤如下:

步骤 1 引入 $D = \{T_{i1}, T_{i2}, \dots, T_{in}\}$ 表示任务包,引入 $P_D = \{P_{i1}, P_{i2}, \dots, P_{in}\}$ 表示任务包对应的工艺集合,初始情况下 $D \subseteq \{T_i\}$, $P_D \subseteq \{P_i\}$ 。

步骤 2 当 D 中不含并行任务时,任务包的最早完成时间

$$Tm_{avl} = \sum_D \sum_{j=1}^m tm_{i,j} \times (1 - zero(S_{i,j})). \quad (2)$$

步骤 3 当存在并行任务时,引入 $D_1 = \{T_{i_{k1}}, T_{i_{k2}}, \dots, T_{i_{ks}}\}$, $D_2 = \{T_{i_{l1}}, T_{i_{l2}}, \dots, T_{i_{ls}}\}$, 表示有相同后续任务的两个并行任务序列; $P_{D_1} = \{P_{i_{k1}}, P_{i_{k2}}, \dots, P_{i_{ks}}\}$, $P_{D_2} = \{P_{i_{l1}}, P_{i_{l2}}, \dots, P_{i_{ls}}\}$, 表示对应的工艺集合。 $D_1 \subseteq D, D_2 \subseteq D$, 且 $D_1 \cap D_2 = \emptyset$ 。

步骤 4 根据式(2)计算 D_1 和 D_2 的最早完成时间 Tm_{avl1} 和 Tm_{avl2} 。

步骤 5 将 $\max\{Tm_{avl1}, Tm_{avl2}\}$ 对应的任务序列 D_i 的所有任务组合成一个单一任务 UT , 其对应的工艺 US 是 P_{D_i} 中所有工艺的并集。

步骤 6 令 $D = D - D_1 - D_2 + \{UT\}$, $P_D = P_D - P_{D_1} - P_{D_2} + \{P_{D_i}\}$ 。

步骤 7 在任务包 D 中, 用 $T_{i_{k1}}$ 替换 UT , 用 $P_{i_{k1}}$ 替换 P_{D_i} 。

步骤 8 循环步骤 3~步骤 7, 直至 D 中没有并行任务。

步骤 9 用式(2)计算任务包的最早完成时间。

2.3.3 进度量化计算实例

航空发动机具有高推力、高机动性、高速、高压、高温、高精度、高可靠性和低耗油率的工作要求, 由上万的零部件构成, 其产品结构复杂, 加工和装配工艺复杂, 是一种典型的复杂产品。本节以航空发动机为例, 计算复杂产品的实时装配进度。表 1 所示为航空发动机装配车间部分班组装配任务实时状态, 其中不同班组的装配任务并行执行。同一班组的任务可能存在并行, 如风扇班组进气导向器和风扇压气机并行, 压气机班组压气机机匣和压气机转子并行, 涡轮班组高、低压涡轮转子, 涡轮静子装配并行。

表 1 部分装配任务工时及实时状态

min

工 序	风扇班组				压气机班组						涡轮班组							
	进气导向器		风扇压气机		压气机机匣		压气机转子		压气机部件		低压涡轮转子		高压涡轮转子		涡轮静子装配		涡轮部件	
	工时	状态	工时	状态	工时	状态	工时	状态	工时	状态	工时	状态	工时	状态	工时	状态	工时	状态
1	10	✓	20	✓	10	✓	20	✓	10	×	15	✓	25	✓	25	✓	30	×
2	20	✓	40	✓	20	✓	25	✓	25	×	35	✓	25	×	45	✓	25	×
3	20	✓	10	✓	10	✓	10	✓	20	×	20	✓	30	×	30	×	35	×
4	10	✓	20	✓	15	✓	25	✓	20	×	25	✓	15	×	20	×	15	×
5	30	✓	15	✓	20	✓	20	×	30	×	20	×	40	×			40	×
6	20	✓	10	×	20	✓	20	×	30	×	15	×	25	×			35	×
7			10	×	10	×	20	×			20	×	30	×				
8			15	×	20	×	25	×			25	×	25	×				
9			25	×	30	×	30	×			10	×						
10			25	×	15	×	25	×										
11			15	×	10	×	20	×										
12			10	×	25	×												
13			20	×														

注: ✓ 表示任务完成; × 表示任务未完成

根据 2.3.2 节, 压气机班组的最早任务完成时间计算步骤如下:

步骤 1 根据式(2)计算压气机机匣和压气机转子的待完成工时 Tm_{avlJ} 和 Tm_{avlZ} :

$$Tm_{avlJ} = \sum_D \sum_{j=1}^{12} tm_{i,j} \times (1 - zero(S_{i,j})) = 110;$$

$$Tm_{avlZ} = \sum_D \sum_{j=1}^{11} tm_{i,j} \times (1 - zero(S_{i,j})) = 160。$$

步骤 2 同步骤 1, 计算压气机部件的待完工工

时 $Tm_{avlB} = 135$ 。

步骤 3 计算压气机班组任务最早完工时间

$$Tm_{avlY} = \max\{Tm_{avlJ}, Tm_{avlZ}\} + Tm_{avlB} = 295 \text{ min}。$$

同理, 计算得出风扇班组的最早完工时间 $Tm_{avlF} = 130 \text{ min}$, 涡轮班组的最早完工时间 $Tm_{avlW} = 370 \text{ min}$ 。对于表中的三个班组, 最早完工时间 $Tm_{avl} = \max\{Tm_{avlY}, Tm_{avlF}, Tm_{avlW}\} = 370 \text{ min}$ 。得到所有班组的最早完工时间后, 可以精确计算出

整台发动机装配的精确预期完工时间。

以 MBOM 为基础的装配进度模型也为复杂产品整体质量跟踪提供了方法。如果定义统一的装配工序质量等级,对装配质量进行量化,则参照图 5 的模型也可以实现复杂产品整体装配质量状态的定量化描述。装配进度和质量的定量化描述,建立了复杂产品装配过程的整体定量化视图,为产品装配过程跟踪和装配过程可视化提供了参考依据。

3 精细化管理和执行的实现

精细化管理的实施依赖于信息化技术。本章根据装配过程的精细化执行控制模型,开发了面向航空发动机装配过程的装配数字化系统(Aero-Engine Assembly Digital System, AEADS),并应用于某企业航空发动机的装配控制中。装配数字化系统在微观层将以工序为线索的装配和检验操作固化为软件流程,实现功能的精细控制;在宏观层,将离散的装配活动组织成连续的逻辑装配生产线,提高流程控制水平和效率。

图 6 所示为装配操作界面。界面左侧提供多种形式展示任务关联工艺的工序信息。装配员选择工序,工作区以多种方式展示工步信息,动态跟踪工序和工步的执行状态。装配员完成本道工序,自检、班长检验合格后触发检验员检验操作。图 7 所示为检验员工作界面,检验员按照检验规范对当前工序进行检验并记录检验结果,检验合格后,装配员才能开始下一道工序。通过精细化操作控制,杜绝了错装、漏装、漏测、漏检和错检等质量事故。



图6 装配操作界面

图 8 所示为调度员工作主界面,调度员可以在界面下方“已经开始的工作”区域选择查看单个任务

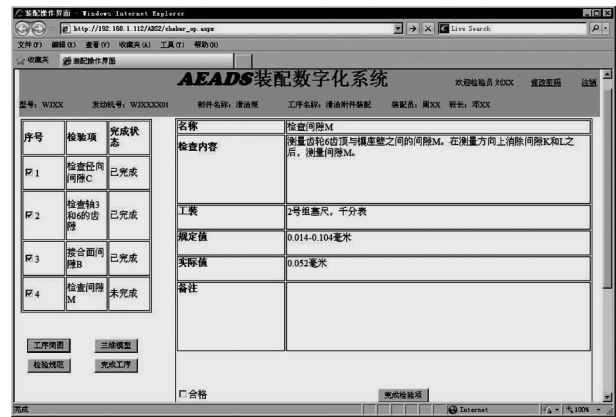


图7 检验操作界面

的进度,也可以在界面左侧“浏览”区域选择浏览整台发动机的装配进度。图 9 所示为发动机装配进度实时监控界面。通过该界面,调度员可以获得发动机装配的实时状态,及时调整装配任务,保证装配进度。

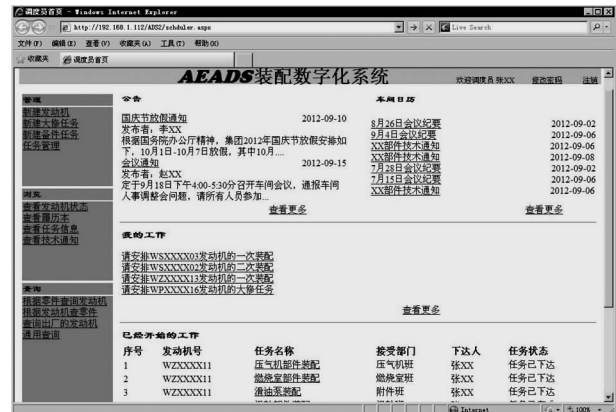


图8 调度员工作主界面

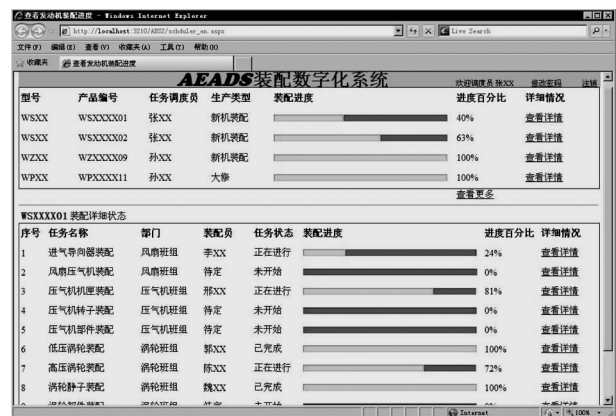


图9 装配进度实施监控界面

4 结束语

复杂产品装配过程中出现的质量问题和生产效率问题,主要是由落后的生产管理手段引起的。本文将精细化和 PDCA 的思想引入装配过程质量管理,提出了精细化的装配管理和执行方法。该方法对装配操作进行规范化,降低了装配失误;以调度为中心的装配任务执行管理机制将离散的装配活动组成连续装配生产线,提高了管理效率。精细化管理提供了装配进度和质量的定量化描述方法,为装配过程的定量化管理提供了基础。精细化管理是企业的一种基础性管理,是定量化管理的基础,下一步研究方向是将精细化的管理思想应用于复杂产品的整个生产环节。

参考文献:

- [1] XUE Dongjuan, LIU Xiaobing, XING Yingjie, et al. Solution design and key technologies of integrated production system for complex equipment[J]. China Mechanical Engineering, 2006, 17(17):1798-1802(in Chinese). [薛冬娟, 刘晓冰, 邢英杰, 等. 复杂装备集成生产管理方案设计及其关键技术研究[J]. 中国机械工程, 2006, 17(17):1798-1802.]
- [2] WANG Shewei, YANG Haicheng, MO Rong. Research on dynamic form system for management of aero-engine assembly[J]. Computer Engineering and Design, 2011, 32(8):2689-2691(in Chinese). [王社伟, 杨海成, 莫蓉. 面向航空发动机装配管理的动态表单系统研究[J]. 计算机工程与设计, 2011, 32(8):2689-2691.]
- [3] CHANG Zhiyong, ZHAO Jie, MO Rong. Digital technology of assembly executing for complicated product[J]. Journal of Nanjing University of Aeronautics & Astronautics, 2009, 41(5):564-569(in Chinese). [常智勇, 赵杰, 莫蓉. 复杂产品装配执行过程数字化技术[J]. 南京航空航天大学学报, 2009, 41(5):564-569.]
- [4] YIN Chao, YIN Sheng, LIU Fei. Integrated production operation management system for assembly workshop of automotive air conditioning[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2009, 15(3):544-552(in Chinese). [尹超, 尹胜, 刘飞. 车用空调装配车间集成化生产作业管理系统[J]. 计算机集成制造系统, 2009, 15(3):544-552.]
- [5] LIU Jianhua, DING Xiangfeng, YUAN Ding, et al. Computer aided assembly process control & management system for complex product[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2010, 16(8):1622-1633(in Chinese). [刘检华, 丁向峰, 袁丁, 等. 复杂产品计算机辅助装配过程控制与管理系统[J]. 计算机集成制造系统, 2010, 16(8):1622-1633.]
- [6] WEN Decheng. Discussion of meticulous management[J]. Management and Wealth, 2005(3):16-18(in Chinese). [温德诚. 精细化管理浅谈[J]. 管理与财富, 2005(3):16-18.]
- [7] WU Zhanchun, WANG Qing, LI Mingshu. A PDCA-based software process control and improvement model[J]. Journal of Software, 2006, 17(8):1669-1680(in Chinese). [武占春, 王青, 李明树. 一种基于 PDCA 的软件过程控制与改进模型[J]. 软件学报, 2006, 17(8):1669-1680.]
- [8] WANG Zhongqiu. Meticulous management[J]. Beijing: Xinhua Publishing House, 2005(in Chinese). [汪中求. 精细化管理[M]. 北京: 新华出版社, 2005.]
- [9] HUANG Feixue, LI Zhijie, SUN Xiaoli. Indian software quality assurance model based on PDCA[J]. Journal Harbin Institute of Technology, 2005, 37(11):1583-1585(in Chinese). [黄飞雪, 李志洁, 孙效里. 基于 PDCA 的印度软件质量保证模型研究[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2005, 37(11):1583-1585.]

作者简介:

王社伟(1974—),男,河南洛阳人,西北工业大学现代设计与集成制造技术教育部重点实验室博士研究生,河南工业大学信息科学与工程学院副教授,研究方向:复杂产品装配、制造执行系统、过程管理, E-mail: bysjwd@gmail.com;

莫蓉(1957—),女,湖南常德人,教授,博士生导师,研究方向:协同设计、产品数据管理;

杨海成(1959—),男,陕西宝鸡人,教授,博士生导师,研究方向:集成制造、企业信息化;

张海明(1971—),男,湖南祁东人,高级工程师,研究方向:企业经营管控领域信息化。