



预研产品快速试制的工艺设计研究

刘胤¹ 刘军¹ 刘成恺² 杨芸¹ 焦刚¹

(1. 航天科工惯性技术有限公司, 北京 100074; 2. 北京自动化控制设备研究所, 北京 100074)



摘要: 在分析预研产品特点要求的前提下, 基于并行工程及快速响应工程原理, 阐述了预研产品快速试制的工艺并行设计方法及其实现。该方法已在某预研型号快速试制过程中成功应用, 效益显著。

关键词: 预先研究; 快速试制; 工艺设计; 工艺管理

Study on Rapid Trial-manufacturing Process Design of Pre-research Product

Liu Yin¹ Liu Jun¹ Liu Chengkai² Yang Yun¹ Jiao Gang¹

(1. Aerospace Science and Industry Corporation Inertia Technologies Co., Ltd., Beijing 100074;

2. Beijing Institute of Automatic Control Equipment, Beijing 100074)

Abstract: This paper analyzes the characteristics of pre-research products, and based on concurrent engineering and rapid response engineering principles, it represents rapid trial-manufacturing process concurrent design and implementation of pre-research product. In rapid trial-manufacturing of one pre-research model, this method has been successfully applied with remarkable benefits.

Key words: pre-research; rapid trial-manufacturing; process design; process management

1 引言

在国家军事战略变革及航天工业转型发展的背景下, 型号产品的快速升级换代对预先研究工作提出了更高的要求。产品预研是型号转入工程研制的基础; 是保障航天产品成功研制, 推动航天企业核心技术能力发展, 提高企业生存力、竞争力和可持续发展能力的重要条件。预研产品的快速试制, 对传统生产模式提出了新的挑战。

2 预研产品的特点分析

航天预研是型号发展的先行和基础工作, 在型号研制和航天工业发展中有着极其重要的作用。作为一个巨大的系统工程^[1], 航天预研型号的特点如下:

- a. 结构复杂, 状态多变, 精度、质量要求高;
- b. 多试少产, 多品种, 小批量, 研制周期短;
- c. 专业面广, 新技术、新材料、新工艺等重大关键技术多;
- d. 加工精度和协调互换性要求高;
- e. 综合性强, 预先研究、设计、试制、试验和型号发射协调配套。

预研成果在型号工程化研制过程中将提供比较充分的技术储备, 降低航天产品研制风险, 提高型号性能, 加快研制进程, 增强装备的快速响应能力, 在装备的全生命周期和经济性方面有着深远影响。预研成果要在航天装备研制中发挥其有效作用, 必须具备以下特点^[2, 3]:

- a. 超前性: 预研成果是型号研制成功的保障, 预研技术必须在装备研制前掌握;

作者简介: 刘胤 (1984-), 硕士, 机械制造及其自动化专业; 研究方向: 高速铣削工艺、数控技术。

基金项目: 国防基础科研资助项目 (B0420100001)

收稿日期: 2010-04-13

b. 先进性: 预研成果超越了现已掌握的技术, 是预研工作探索性的反映;

c. 完整性: 预研工作贯穿立项到试验验证的全过程, 其成果能在型号研制中提供完整的应用;

d. 协调性: 预研的新技术必须和型号的研制工作相协调、相匹配, 满足型号各技术之间的互联;

e. 可靠性: 预研成果应用时具有安全性, 质量具有可靠性。

3 并行工程与快速响应工程的特点分析

为了快速响应预研产品的研制进程, 改变传统产品研发的“串行”和“顺序”模式, 1988年, 美国防御分析研究所以武器生产为背景, 对传统生产模式进行了分析, 首次完整地提出了并行工程 (Concurrent Engineering, CE) 的概念, 即“集成、并行地设计产品及其相关过程 (包括制造过程和支持过程) 的系统方法”^[4]。并行工程通过产品开发过程的重组与改进实现产品开发流程的合理化与优化, 并采用各种并行工程使能技术与工具支持产品开发过程, 实现产品的全生命周期数字化定义和信息集成, 同时, 采用新的质量哲理满足不断变化的用户需求。它能够保证在产品开发过程中作出正确决策, 有效减少设计修改, 缩短产品开发周期, 降低产品的总成本。并行工程包括: 并行工程管理与过程控制技术、并行设计技术、快速制造技术。

快速响应工程 (Quick Response Engineering, QRE), 是制造业中的准时制^[5]。实施“快速响应工程”, 把市场信息、设计开发和制造营销等集成一体, 有效利用产品信息资源, 进行跨地域、跨行业的合作, 以实现产品对市场的快速响应。快速响应工程包括:

快速捕捉市场需求信息、快速产品设计、快速产品试制定型和快速响应制造系统四个环节。

4 快速试制的工艺设计分析

预研产品的快速试制, 是产品全生命周期中的关键, 也是并行工程和快速响应工程的重要组成部分。产品试制周期的长短直接影响到型号研制的快慢, 对缩短装备的研制周期, 快速占领市场有着重要意义^[6]。工艺设计作为产品研制的制造过程设计^[7, 8], 是基于企业制造资源 (加工设备、工装、刀具、量具、生产计划、调度管理等) 而确立的科学合理的总工艺原则, 其结果是零件的加工工艺流程。工艺流程由一组工序组成, 工序的有序排列定义了零件加工的路线, 每道工序本身又定义了零件加工方式、加工设备、工装设备和工艺参数, 即工艺流程从文件上完整定义了零件从原材料 (半成品) 到成品的整个制造过程。工艺设计在很大程度上决定了产品的加工质量、成本和效率。

传统的工艺设计均采用“串行”模式, 如图1所示。即产品的加工工艺信息随着主制工序 (机械加工、数控加工、冲压、焊接等)、协作工序 (检验、热处理、表面处理等)^[9], 按照工艺路线在不同的生产车间进行协作工序内容设计。由于预研产品的工艺路线长, 协作工序较多, 采用这种方式, 一个车间的工序设计完成后才能提交给下一个车间, 严重延长了工艺过程设计时间, 各分系统相对分散、相互独立、缺乏统一设计, 易形成“信息孤岛”, 无法进行信息集成管理, 造成工艺设计效率低, 从而影响产品设计制造周期。

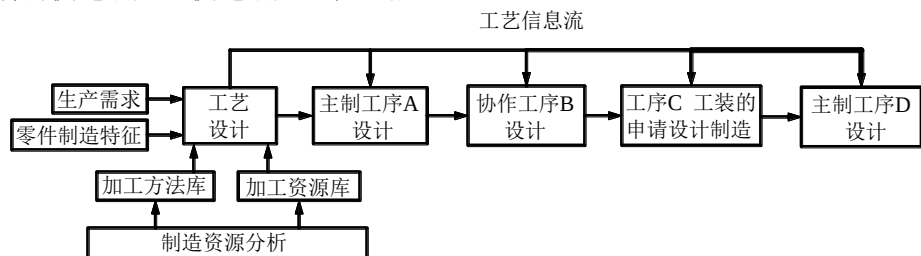


图1 “串行”工艺设计流程图

由图1可知, 传统的“串行”工艺设计流程存在如下问题:

a. 工艺设计过程是一个刚性序列, 灵敏度不高;

b. 工艺设计信息流在整个产品制造过程中是单向流动, 产品开发过程中, 下游存在的问题只有等到工艺过程进行到下游时才暴露出来, 工艺设计缺少前

瞻性;

c. 生产规划、可制造性及可靠性等问题在工艺设计过程中是分别考虑的, 信息孤岛化, 不能有意识地将制造成本作为工艺设计的目标之一。

预研产品快速试制的工艺设计在充分考虑到预研产品特点要求的前提下, 必须有效促进预研系统工

程的生存能力、应变能力、竞争能力和发展能力。并行工艺设计把产品制造的各个活动看成是一个整体、集成的过程，并从全局优化的角度出发，对集成过程进行管理和控制，如图2所示。并行工艺设计是在识别产品制造特征的前提下，基于加工方法库、加工资源库，以特定的生产目标，如资源利用率、加工周期等进行工艺设计过程的优化与匹配，形成工艺总方案（主制工序和协作工序）；集成、并发产品支持（包括质量、采购、服务等）过程；在产品的快速试制过

程中，将以功能为基础的工序组合改变为以产品为对象的加工单元，以产品为纽带，充分利用制造资源的优化匹配和计划调度进行过程控制，并细化出工艺参数、加工时间、工时定额、成本管理等；在产品数据管理技术的支持下，实现工艺设计的过程集成和信息集成。基于并行式工艺设计，充分发挥其前瞻性、全局性、灵敏性和集成性，加速预研产品的研制，提高产品质量，提升产品的竞争力。

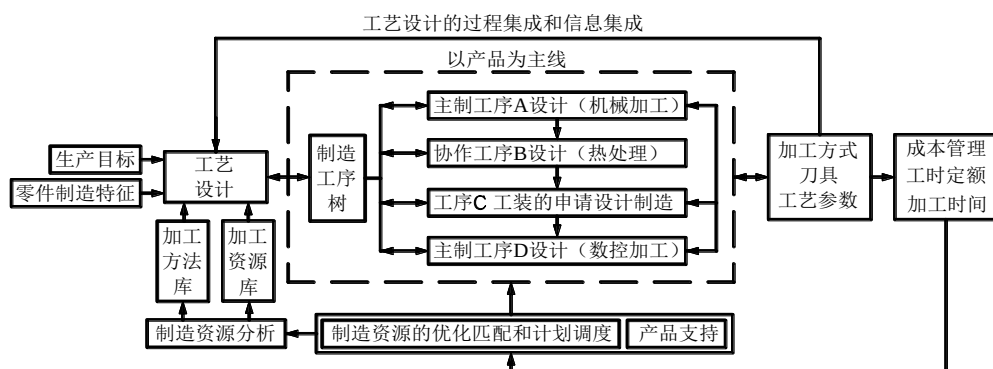


图2 “并行”工艺设计流程图

由图2可知：预研产品快速试制的工艺设计强调面向过程（process-oriented）、面向对象（object-oriented）；工艺信息流并行化；追求全局优化及产品制造的竞争能力。

预研产品快速试制的工艺并行设计是一种系统化的技术模式，强调产品制造的全生命周期管理。要实现该过程，必须采用各种计算机辅助工具，通过定义产品的数字化制造模型，在产品数据管理技术的支持下，实现各工序之间的协同工作，达到工艺设计的过程集成和信息集成。目前，在航天企业应用较多的工艺并行设计工具有计算机辅助工程分析（CAE）、计算机辅助工艺过程设计（CAPP）、计算机辅助制造（CAM）、计算机辅助工装系统设计（CAFD）、加工过程仿真（MPS）、产品数据管理（PDM）等。

5 结束语

工艺并行设计技术作为一项系统的制造过程设计，为航天预研产品快速试制提供了一种方法。本文以并行工程和快速响应工程思想为基础，构建了工艺并行设计流程，并对其实现环境、技术特点及实现方法进行了研究。实践表明，采用工艺并行设计，不仅极大地提高了工艺过程设计效率，而且为工艺流程的信息化、规范化管理提供保障，推动了工艺设计向高

效化、敏捷化方向发展。

随着航天技术的日益发展，各类技术交联关系更加复杂，工艺设计作为航天预研的基础工程，为了在新型号研制过程中具备新工艺、新技术，必须加强工艺的基础预研及其应用，规范及完善相关管理机制，提高预研产品制造技术的保障能力。

参考文献

- 1 罗开金. 加强航天型号工艺设计管理[J]. 航天工业管理, 1995(4): 16~20
- 2 王立新. 航空预研及其科学管理[J]. 航空科学技术, 1998(5): 35~37
- 3 袁俊. 武器装备预研的若干问题讨论[J]. 国防技术基础, 2007(12): 48~51
- 4 熊光楞. 并行工程的理论与实践[M]. 清华大学出版社, 2001
- 5 钟廷修. 快速响应工程和快速产品设计策略[J]. 机械设计与研究, 1999(1): 9~12
- 6 张跃洪, 吴宝中, 龚京忠, 等. 基于成组快速试制方法研究[C]. 全国先进制造技术高层论坛暨制造业自动化信息化技术研讨会论文集, 2005: 133~136
- 7 杜平安, 周晓明, 黄洁. 面向工艺设计的制造过程建模[J]. 计算机集成制造系统, 2006, 12(10): 1581~1585
- 8 李言, 李淑娟, 郑建明, 等. 工艺设计对生产调度结果的影响[J]. 中国机械工程, 2000, 11(4): 402~404
- 9 罗振波. 基于PDM的工艺信息系统的关键技术研究[D]. 西安: 西北工业大学, 2006

