

型谱化光纤陀螺及系统先进制造模式研究

单联洁 高峰 隋国生

(北京航天时代光电科技有限公司, 北京 100094)



摘要: 依据光纤陀螺系统和光纤陀螺的不同工艺特点进行不同工种的单元集成, 共性工序灵活嵌入流水线或单独建立制造单元, 并考虑特殊结构产品的生产, 可灵活适应产品品种和生产规模的变化, 同时辅以信息化手段, 使生产资源得到了合理配置, 生产管理水平得到了明显提升, 生产能力大大提高。

关键词: 光纤陀螺; 单元制造模式; 生产能力

Researches on the Advanced Manufacture Mode of the Spectrum Fiber-Optic Gyroscope & System

San Lianjie Gao Feng Sui Guosheng

(Beijing Aerospace Times Optical-electronic Technology Co., Ltd, Beijing 100094)

Abstract: The intelligence module product line, which is established by Beijing Aerospace Times Optical-electronic Technology Co.,Ltd recently, took the product assembly as the main working intention. The integration of different type of unit is based on the different technique between the fiber-Inertia unit and the fiber-optic gyroscope. Common working procedure is embed in the product line flexibly or established into a single product unit. Besides, considering the manufacture of special structure products, the product line can adapt to different product types and the product scope flexibly. Assisted by information technology, the product resource is deployed reasonably. As the results, the management performance is enhanced obviously, the product ability has increased efficiently.

Key Words: fiber-optic gyroscope; module produce mode; product ability

1 引言

随着光纤陀螺及其系统技术的不断发展及其应用领域不断拓宽, 其需求量逐年递增。光纤陀螺已经成为各类新型导弹武器、运载火箭、飞船卫星、飞机舰船等运动载体的关键通用典型单机产品。为适应日益拓展的应用领域及市场短平快需求的挑战, 面对宇航任务高可靠、高要求的单套生产和武器任务批量化、多样化、稳定生产的不同组织模式, 以及急剧发展的信息化发展趋势、高质量可靠性工艺保证、数据可追溯性要求, 光纤陀螺及其系统产品的制造模式面临着严峻的考验。

2 现状及需求分析

以光纤陀螺生产为例, 在传统生产方式中, 光纤陀螺的装配过程仅仅按技术专业分成五个模块, 分别是生产准备、光路装配、光电调试、电气置换、胶固封装。生产线示意图如图 1 所示。生产过程几乎全部依赖人工技能, 对操作人员技能要求很高。陀螺装配过程中, 陀螺装调是主要生产瓶颈, 装调过程质量问题频发, 一次成功率低, 若光路质量隐患不能及时暴露, 后期发现即会造成返工返修。为提高公司生产能力, 需要重点研究、改进光纤陀螺装调过程的生产线工艺布局和生产组织方式。

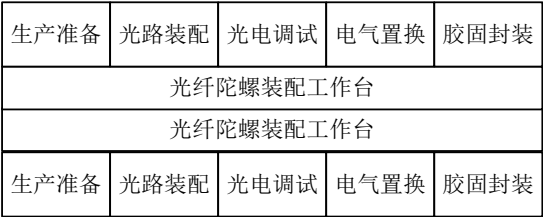


图 1 光纤陀螺原有生产线示意图

以适应当前及今后一段时间的航天典型单机产品的研制生产需求。

光纤陀螺融光、机、电等工艺于一体，属高端制造技术，多任务、低产能无法简单通过增加装备、资源与人员的数量来解决。所以必须借助先进的制造和管理技术调整生产模式，才能有效提高生产能力。结合光纤陀螺及系统产品工艺特点和技术优势，挖掘产品的共性部分，对工艺流程、生产管理模式进行优化，采用均衡生产的控制方法，建立基于典型产品的示范单元，最终形成适应航天产品需求、在生产效率和生产柔性上相平衡的先进制造模式。研究的主要实施步骤如图 2 所示。

3 先进制造模式研究

以光纤陀螺及系统的制造为切入点，面向典型单机产品，建立一种基于型谱化共性工艺的多用户、变批量先进制造模式，在保证质量的前提下，有效降低成本，缩短制造周期，提高生产能力，增加经济效益，

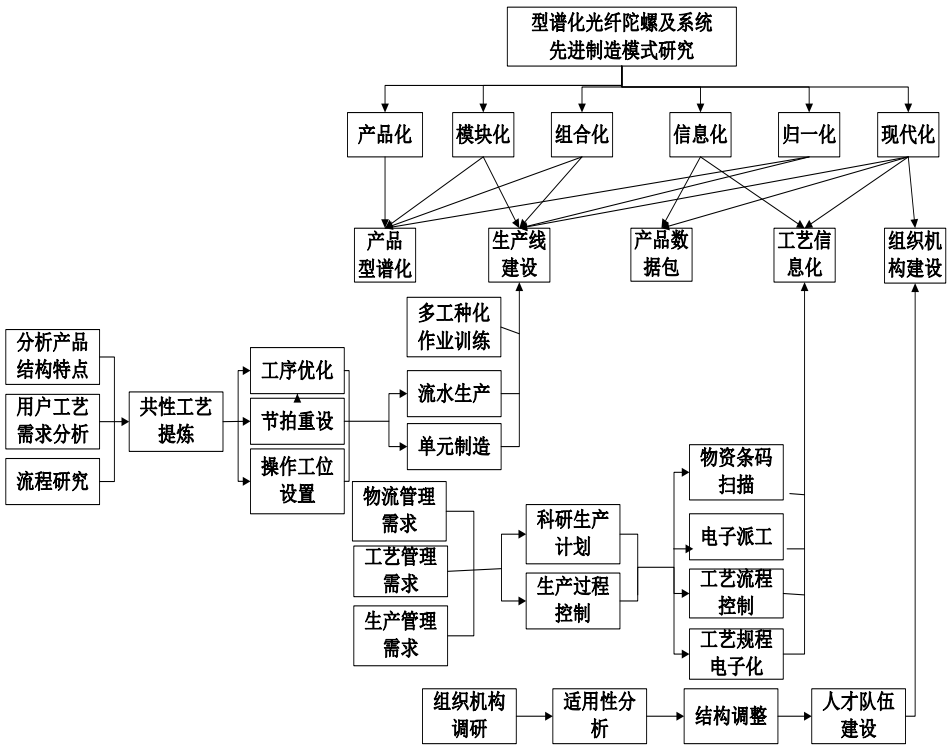


图 2 项目研究实施步骤

通过研究各任务产品，尤其是宇航、武器任务不同总体单位的工艺要求，分析其中的共性与差异，运用统计分析方法，建立基础工艺数据，逐步实现模块化生产。结合公司新厂房的建设，依据光纤陀螺及系统产品的工艺和生产特点，通过优化工序、合理设置生产节拍、配置操作工位，建设光纤陀螺及系统生产线。

首先，对产品及其生产过程进行深入分析，从而可以将各类产品分成任务专用制造单元、同构装配单元

元、产品共用件同构制造单元三大类，并对其关系进行归纳排列，见图 3。

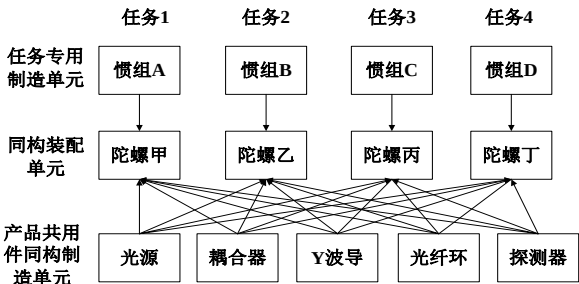


图 3 产品结构关系示意图

其次，策划工序、工步编排方案，通过合理设置生产节拍、配置操作工位，形成以单元制造为核心的生产线初步方案。同时，对技能人员进行合理编排，动态调整人力资源，达到人员配置的最优化，打破光纤陀螺系统由专人装配的传统生产模式，均衡操作人员技能要求，根据每道工序对应的专业，配置相应技能人员。生产准备等相对简单的工序安排初级工负责，关键或操作难度大的工序，安排技能水平高的高级技工完成，使人才队伍梯队化，并结合工序难易灵活搭配，重点保障关键、重要工序。

第三，确定以工艺为中心的生产流程，然后以其为基础构建科研生产管理系统。通过计算机程序控制工序流转，确保上工序未完成不予转入下个工序。通过条码标识和扫描控制物料的正确性；通过设置视频监控，对生产现场、制造过程进行远程实时监控、互动，以防止在追求高效率的过程中出现质量问题，提高可靠性；通过远程音像信息传递、布置工位计算机、自动化数据采集系统等，使计划排产、工人派工、数据记录等最大限度由机器完成，借助计算机实时生成生产过程产品质量数据包，从而提高工作效率，降低管理成本，保障任务节点；通过设备自动化改造，实现无人值守的自动化测试，通过过程数据包的一次在线生成实现多次重复利用；通过过程数据包最大包络和成功包络线 SPC 分析，实现不同用户对产品质量可靠性的定制需求；通过条码扫描和 BOM，实现正确的物资齐套，从型号规格到批次，任何不符合项均不予配套。

另外，将物资、工艺、生产力量进行调整、整合，形成了完全按产品研制流程设置的新组织机构模式。在新的组织架构下，从产品设计、工艺设计、生产制造到物资配套，组织管理流程清晰，部门职责明确。进一步健全工艺师队伍结构，生产力量更加集中。

4 应用效果

时代光电公司基本完成了柔性工艺布局，建成了基于单元制造模式的智能化光纤陀螺及系统柔性流水生产线，对于批量生产的战术武器光纤陀螺及系统装调全部实现流水作业。对于精度较高、生产数量较少的宇航光纤陀螺，其共性工艺可以在流水线上进行，特殊工艺在宇航专用工位和生产线上进行。流水线生产采用一系列的现代化生产管理方法，包括物料配送、检验、工装设备配置、数据记录和处理等，使生产线上的每项任务都有稳定的进行时间，并按照加工工序的顺序，使产品能够迅速、平稳地由一个工位传递到下一个工位。与原生产模式相比，单元建设完成后，在人员增加不到 1 倍、设备增加不到 30%、车间面积增加不到 40% 的情况下将产能提高了近 4 倍。光纤陀螺/系统年产能从 800/200 套提高到 3000/800 套，光纤陀螺设备的年产出率从 267 套/台提高到 1000 套/台，人均年产能从 62 套/人提高到 120 套/人。

5 结束语

制造模式是一个系统工程，领导重视是制造模式研究和实施的根本保证，全员参与、各部门大力协同是工作顺利进行的基础，项目的开展需要多方面的深入研究和充分论证。制造模式的改变需要兼顾生产线硬件建设和生产管理软件配套，航天系统的制造模式需要具有航天特色的生产组织和管理方式。作为航天企业制造模式，生产线应既能够满足批量典型产品的快速生产要求，又能灵活插单，随时提供特殊的定制产品，生产方式要根据不同产品、不同批量、不同管理要求而具备柔性和适应性。

本次研究是基于光纤陀螺及其系统的研制生产特点，但其成果中的理念、方法应用领域不受局限，可以推广到光电子、电气、机械等产品装配和调试生产过程，以及多品种、变批量但其产品构成方面具有一定相似性的单机产品的生产线建设和生产组织中。