

# 星用二次电源产业化转型研究与实践

## Research and Practice of Industrialization Transformation for DC/DC Converter

兰州空间技术物理研究所 王 衍 陆 帆 张 彪 王海龙

**[摘要]** 结合星用二次电源研制生产现状和产品特性,对产品管理模式进行了深入研究,将产品化工作由产品向组成产品的部组件进行延伸,从产品型谱规划、规范设计约束、元器件及原材料选用管理、生产流程优化、产品数据包管理、资源配置管理、产品升级换代及生产组织模式变革、专业化分工等方面提出了系统的解决方案并进行了实践,为部组件组批生产、产品半货架式管理奠定了基础,优化了二次电源产品生产组织模式,大幅缩减了生产准备时间,有效提高了产品成熟度和快速响应市场的能力,促进了二次电源产品的产业化转型。

**关键词:** 二次电源 管理模式 产业化转型

**[ABSTRACT]** The research on the management model of DC/DC converter is carried out based on the present production status and product features. Extension of the transition phases from product to parts of product has been done. The formulation of solution project includes type-spectrum planning, specification design constraints, component and material of selection management, optimization of the production process, management of the product documentation, the distribution of resources, the upgrade and update of product, the changes of production organizing model, the works of specialization. The problem of product part group production and product shelf management have been solved. New system solutions are proposed and prove to have good effect, which effectively promote the market competition capability and the industrialization transformation of DC/DC converter.

**Keywords:** DC/DC converter Management model Industrialization transformation

DOI:10.16080/j.issn1671-833x.2015.23/24.117

星用二次电源是将一次母线电源电压转换成相应电压供用电设备使用,实现对一次母线过流保护及用电设备与一次母线间故障隔离并提供相应遥测设备,作为飞行器的关键单机,对飞行器可靠安全运行起到至关重要的作用。

在星用二次电源推广应用过程中,由于用户需求规格多且订购数量少(一般在10块以内)、产品技术状态变化大,型谱规划对用户需求覆盖能力不够,导致组批生产存在困难,任务高峰期研制生产被动。面对任务需求多、指标要求高、交付时间短等,从产品化水平提升和生产组织模式变革两个方面深入研究产品管理模式并组织实践。目前,已较好地实现了二次电源产品管理模式由任务型向能力型的快速转型,并得到有效运行。

### 1 产品化水平提升

探索思路,系统策划星用二次电源产品化工作,将产品化工作由产品向组成产品的单板、部组件延伸。以型谱建设为切入点,从规范设计选用、优化生产流程、推进升级换代等方面开展工作,促进产品化水平提升。

#### 1.1 加强型谱建设

混合表贴电源因其良好的订制特性,能够适应用户提出的不同需求,占任务量85%以上,是型谱建设的关键。混合厚膜电源定位为行业通用产品,对标通用规划原则开展型谱规划及开发;分立器件、高压、数字化等电源型谱建设与应用产品同步开展。因此,星用二次电源型谱建设以占任务绝大多数的混合表贴电源为主开展。

考虑到前期型谱对用户的牵引和约束不够,造成型谱产品面对用户不同的需求始终处于被动局面,一般通过设计更改后实现。本次混合表贴电源型谱规划过程中详细分析了任务特征和科研生产现状,对组成电源的模块开展规划,以小型化为基础,提出了“输出可调节、模块可组合”的型谱规划思路,通过型谱内模块输出调节和组合实现用户的不同需求<sup>[1]</sup>。

二次电源型谱规划过程中,从压缩输入电压规格、提升输出电压适应能力等方面开展。主要工作内容是28V和42V输入合并,适应23~45V输入,100V输入保留,适应70~110V输入;通过调整占空比改变输出电压,将输出电压规格缩减为5种典型规格[1.8V(1.5~2V)、3V(2.5~3.3V)、5V(5~6.67V)、15V(12~16V)、30V(28~32V)],在此范围内的电压通过5种典型电路调试实现;只规划3种典型输出功率(15W、20W、30W)和1路、2路及3路输出,不考虑备份,其他产品通过组合实

现。按照新的型谱规划,现阶段 209 种星用二次电源中的 193 种可由新规划的 24 种典型模块的输出调节及组合实现,超出该规划的由于要求特殊,按照定制产品管理或与用户沟通更改选型。根据发射预示,后续各飞行器使用的二次电源中 90% 以上可由上述 24 种典型模块组合完成。

## 1.2 规范设计选用

深入分析星用二次电源产品特性,完善产品技术规范,固化通用功能电路,规范产品设计,提高质量与可靠性水平。制定元器件、原材料、专用器件、机壳等选用目录,约束设计选用,提高可生产性。

### 1.2.1 规范设计

分析星用二次电源各阶段产品保证工作项目,围绕量化控制,制定产品保证流程图及关键节点控制说明,编制了《二次电源产品保证流程》。在此基础上,总结二次电源技术研究成果,系统清理并制定了设计、分析、验证和产品保证等技术规范,约束开发验证工作。

针对典型功能电路(浪涌抑制电路、输入滤波电路等),在设计过程中取能满足技术要求的最大包络,梳理功能电路技术指标和接口关系,对电路原理图、设计参数、元器件使用、兼容性和匹配性等方面进行“再分析、再设计、再验证”,实现功能电路的通用化、标准化设计。

开展型谱中 28 (42)V、100V 母线的 1 路、2 路、3 路典型模块的通用化、标准化设计,确保在用户需求变化时,通用印制电路设计能够满足要求,尽可能减少设计工作量,避免设计差错。设计方案及技术选用一般情况下继承经过前期多次在轨飞行验证的成熟技术。

### 1.2.2 规范选用

针对星用二次电源的专用器件(变压器、电感、互感器)、机壳、元器件和原材料开展清理、分析与归并工作,制定选用目录,提前投产、加强储备,缩短研制生产周期。

依据新型谱规划,统计分析变压器、电感、互感器等专用器件使用需求,确定加工、可焊性、耐溶剂性、器件包装等方面工作要求,制定各类专用器件的技术要求和选用目录。规范接口,在小型化的基础上,对星用二次电源的机壳进行归并,制定加工要求和通用目录。对标型谱规划、后续任务需求,对元器件及原材料使用情况进行清理,压缩种类,制定元器件原材料优选目录及可选目录,对于优选器件加强储备、维护安全库存,对可选器件利用军工配套表及时订购,保证满足使用需求。

## 1.3 优化生产流程

以事业部改制为契机,通过组织结构的优化设置和内外接口调整,激发活力,推进科研生产重心前移。

加强型谱产品开发、验证和推广,缩减产品设计、验证周期,保证产品成熟度始终处于较高水平。提前投产并储备通用变压器、电感、电流互感器、机壳,通过元器件原材料选用目录控制,强化优选元器件原材料的储备与库存维护,提升物资配套能力。将全所电装资源合并到二次电源事业部,对电装生产和试验过程测试资源进行优化配置,减少流转环节,合并后部门间工序交接由 7 次减少至 2 次,大幅缩减了周转周期。“实现抓产品、应用抓两头”,强化组批生产,提前开展型谱内典型模块的电装工作,在产品整机调试阶段确定型号归属,通过占空比调整等方式满足用户技术指标要求,减少元器件配套、外协生产、电子装联所需时间,快速响应用户要求。制定覆盖各型号要求的《星用二次电源产品试验要求》,统一试验条件,提高试验效率,减少试验成本。

## 1.4 固化产品数据包

以“分段管理、分级负责”为原则,制定星用二次电源产品数据包管理办法,对设计开发、生产制造、交付及归档(含返修及返修后的再交付)等过程的数据包管理提出了明确要求,分析确定星用二次电源数据包清单。结合产品保证工作要求落实和三类关键特性识别确认,对照清单编制各类产品数据包模板,通过主要用户的审核确认,有效提高产品数据包的规范性和可追溯性。

## 1.5 强化资源配置

按星用二次电源研制生产流程,以年度 1000 台/套生产能力为目标,对电装、调试、试验等资源进行了系统梳理,消除制约生产能力提升的瓶颈。调试人员开展电装资格培训与考核,实现在任务冲突时电装、调试人员的及时调整。按照生产能力提升方案,开展电装生产线使用的半自动贴片机、多温区回流焊炉、水清洗机、AOI 光学检测设备和返修工作站等设备的补充,完成 2 台热真空试验、2 台热循环试验设备的补充。通过上述资源配置,现有的生产能力超过了 1000 台/套的建设目标。

## 1.6 统筹信息化建设

从设计仿真、试验、测试、生产管理等方面系统规划二次电源产品的信息化建设工作,以 RELEX 软件为依托,建立二次电源产品三维设计和综合仿真协同平台,同时分布式自动化测试、试验系统也已完成研制并投入使用。基于 MES 的生产管理系统在其他产品运行正常后也将择机引入到星用二次电源科研生产管理中<sup>[2-3]</sup>。

## 1.7 推进升级换代

跟踪星用二次电源领域前沿技术发展,及时开展新技术推广,实现数字化技术和厚膜技术在二次电源产品中的应用,促进星用二次电源产品的小型化和智能化。在 PPU 等高压电源中应用数字化技术,提升产品智能化水平,研制开发数字化电源,满足用户的特殊需求。在混

合表贴电源产品中应用混合厚膜技术,实现局部或部分电路功能,促进产品小型化。

## 2 生产组织模式变革

### 2.1 体制变革

借助咨询公司的专业力量,协助实施二次电源事业部改制,促进研制生产模式变革,优化设计开发流程,着力解决现阶段发展模式与发展速度不匹配的矛盾。

组建星用二次电源事业部,整合二次电源产品研制必需的研发、设计、生产、试验和保障资源,构建完整的产品研制和生产链条。健全管理职能,对事业部进行组织架构设计,划清管理界面,提升和培育自主运营能力。重构岗位体系,建立以岗位价值和专业能力为导向的薪酬、绩效体系,激发队伍活力。

### 2.2 专业分工

解决主管设计师对产品的设计、生产、试验以及质量复查等工作全面负责的现状,按照专业化思路调整设计师队伍,提高内部运营效率,培育专业化人才队伍。设置总体方案设计师,负责型谱规划、方案制定及重大、共性问题攻关,并加强与用户对接。设置厚膜产品、通用产品线路、专用产品线路、结构、可靠性、工艺等专业设计师进行设计,按照专业分工开展工作,提升专业化水平。组建二次电源产品的生产、产保、物资管理等队伍,加强生产组织管理。

## 3 结束语

通过开展星用二次电源产业化转型研究与实践,完善型谱规划、制定部组件及元器件选用目录、强化模块化及通用化设计,为提升产品成熟度及开展组批生产创造必要条件。

统一试验条件,实现不同型号、不同规格的产品组批试验,试验能力提升约 16% 以上,在提升产能的同时节约成本。实施事业部改制,激发组织及队伍活力,推进能力建设,年度生产能力完全满足型号配套需求。加强技术创新和国内外技术合作交流,提升核心竞争力,拓展应用领域,引领国内宇航二次电源技术发展;构建产业链战略联盟伙伴,提升批量生产能力及成本控制能力;积极开拓武器及国际宇航市场,为单位战略目标实现贡献力量。

### 参考文献

- [1] 袁家军. 航天产品工程. 北京: 中国宇航出版社, 2011.
- [2] 李天盟, 曹宝香, 夏小娜, 等. PDM 产品结构树的一种权限管理办法. 信息技术与信息化, 2005(5):97-99.
- [3] 齐从谦. 制造业信息化导论. 北京: 中国宇航出版社, 2003.

(责编 古京)

(上接第 107 页)

## 3 单片机控制程序

### 3.1 控制软件主要功能

单片机控制程序主要完成以下功能:(1) 按键输入响应处理;(2) PWM 脉冲占空比显示控制;(3) 设置参数存储和读出控制;(4) A/D 转换控制;(5) 根据占空比参数计算输出脉冲频率,并控制输出 PWM 驱动脉冲。

### 3.2 控制软件方框图

控制软件方框图如图 4 所示。

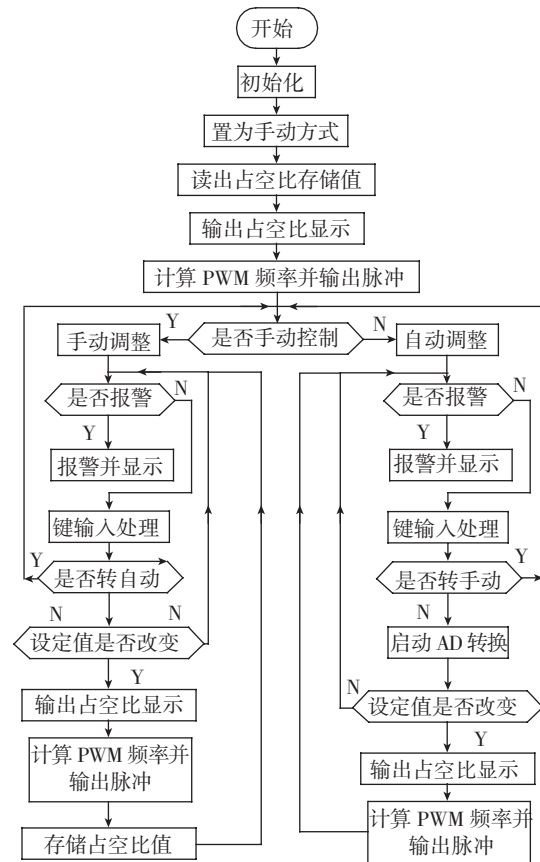


图4 控制软件方框图

Fig.4 Block diagram of control software

## 4 结束语

航空高速电磁阀驱动器已成功应用在某型号航空发动机电磁阀液压测试工作台系统。根据测试试验情况观察,其性能稳定,各项技术指标满足要求。

### 参考文献

- [1] 郑萍, 李广荣, 郑云, 等. 一种新型高速电磁阀驱动电路. 电子产品世界, 2006(4):85-88.
- [2] 高伟. AT89 单片机原理及应用. 北京: 国防工业出版社, 2008.
- [3] 赵文博. 常用集成电路速查手册. 北京: 机械工业出版社, 2010.

(责编 古京)