

涡轴 16 发动机的特种工艺管理

Special Process Management of WZ16

■ 师玉英 张旭 / 中国航发东安

特种工艺管理是航空发动机产品质量管理的重要一环，直接影响到航空发动机的适航取证和产品合格率，以及用户的使用满意度等。在研制过程中，中国航发东安与赛峰直升机发动机公司共同建立了涡轴 16(WZ16) 的特种工艺管理体系，完成了特种工艺认证工作，形成了一整套民机产品特种工艺管理程序，并利用上述工作中取得的经验完善了公司的特种工艺管理体系。

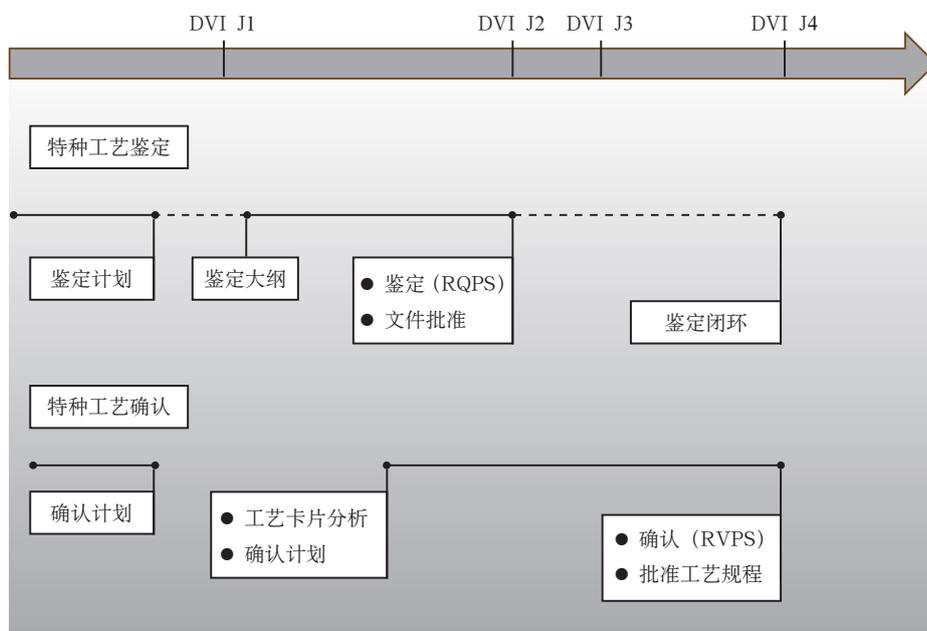
涡轴 16 (WZ16) 发动机的特种工艺管理是指在产品生产前完成的特种工艺的认证工作。特种工艺的认证过程包括特种工艺识别、特种工艺鉴定、特种工艺确认三个阶段。在产品初期，应同步展开特种工艺识别和关键技术攻关等相关工作。特种工艺认证过程与产品的首件鉴定是紧密关联的，特种工艺认证是产品首件鉴定批准的一项重要工作。

特种工艺识别

特种工艺的识别首先需要界定什么是特种工艺。

特种工艺是指该工艺的加工效果不能被后续检验或测试检测出来，其异常情况仅仅在使用过程中才会显现出来。按照定义，特种工艺涉及到的范围不仅限于传统意义上的锻造、铸造、热处理、表面加工、焊接等工艺，电加工、钛合金磨削、激光切割、管路加工、高压冲洗、无损检测、目视检验、硬度检验等工艺都属于特种工艺范畴，均需要按照特种工艺的控制程序进行认证。

特种工艺的识别需要结合具体产品的技术要求与加工工艺方法，



特种工艺控制一般要求

有些特种工艺要求直接在图纸上规定，还有一些是为满足设计的要求在制订工艺路线时选取的特种工艺，因此特种工艺的识别需要设计部门与工艺技术部门共同完成、共同确认。

特种工艺鉴定

特种工艺的鉴定是通过对特种工艺技术能力的评估而预先确定产品生

产的技术风险。特种工艺鉴定分两个层次：一是文件的批准，指特种工艺所涉及的人员、设备、物料、方法、环境、测量等均编制了标准或文件，且均经过批准；二是实物的批准，指特种工艺过程中的人员、设备、材料、工艺、检验项目均符合批准的标准或文件要求。实物的批准涉及部门多、内容也较多。

在实物批准阶段首先制订特种

工艺鉴定计划，针对每一项特种工艺的技术特点，确定鉴定内容，依据鉴定计划制订每一项特种工艺鉴定的实施方案并组织实施，完成鉴定报告。完整的鉴定报告内容涵盖特种工艺所涉及到的所有文件、人员清单和资格证书、设备清单和鉴定证书、材料合格证、试件工艺规程、试件生产过程记录单、试件检验报告等。

特种工艺确认

特种工艺确认是指通过检查和提供明确的证据表明特殊使用要求得到满足。对于产品/工艺而言，这个确认表明该产品的加工过程符合加工规定要求。特种工艺确认针对具体的产品，是验证产品符合性的过程。特种工艺确认根据零件的重要程度类别和特种工艺类别分为 V1、V2 和 V3 三种。对于重要零件的关键特种工艺应确定为 V1，只有 V1 确认需要完成特种工艺确认报告并采用样件进行确认，V2、V3 确认不需单独提交报告，可与首件鉴定一同进行。

WZ16 特种工艺体系特点

风险识别

在设计初期即开展特种工艺工作，主要是识别特种工艺，编制相应的特种工艺标准并获得批准，同时从人、机、料、法、环、测等方面确认其符合性及保障能力，进行必要的的能力补充及工艺难点的攻关，在产品正式生产前进行风险识别，将风险控制在最小。

分层次管理

按照特种工艺的重要程度与零件重要性的不同类别，特种工艺分层次进行管理。所有的特种工艺都

需要进行特种工艺鉴定，而对于某些关键的特种工艺，或者零件类别较高时，就需要选取代表零件进行特种工艺确认，如叶轮罩喷涂时就需要进行特种工艺确认，叶轮罩阿洛丁处理就不需要进行特种工艺确认。

注重过程控制

特种工艺是一个全流程的控制过程，特种工艺涉及各个因素，包括人、机、料、法、环、测，都会对最终产品质量产生影响，实际操作中所有因素都必须按照标准的要求进行，确保生产持续稳定，过程可控，达到精细化和精准稳定的控制。

过程有章可循

WZ16 所有特种工艺都有技术标准，人员、设备、材料等管理文件，工艺规程的每一步操作都有详细的规定，每个操作步骤都有过程记录，每个检验项目都进行了检测。特种工艺的每一步工作都做到有章可循，有证可依。

WZ16 特种工艺管理体系的经验推广

公司在建立 WZ16 特种工艺管理体系的过程中获得的经验，可推广应用到其他产品中，以完善公司的特种工艺管理体系，主要体现在以下几方面。

一是修订了特种工艺控制程序。重新界定了特种工艺的范围，将部分特种加工工艺纳入特种工艺管理体系中，细化了特种工艺的确认程序，明确了工艺、检验和操作人员特种工艺生产过程中应该遵循的原则，使特种工艺生产中人、机、料、法、环、测处于受控状态。

二是加强标准和文件的管理。标准和文件的管理是特种工艺管理的一部分，针对一些电加工、激光切割等特种工艺无技术标准，同时热喷涂、胶结、自润滑涂层等属于新工艺等情况，均新编制了相应的技术标准。技术标准是在借鉴现有标准和技术积累的基础上形成，经总结、升华与提炼而成，技术标准是开展特种工艺的技术指导性文件和执行依据。针对识别出的所有特种工艺，新编、补充、完善了人员培训与批准、设备维护与保养、材料的采购与控制等的管理文件。

三是建立了供应商特种工艺控制程序。将对供应商的特种工艺管理纳入对供应商的考核中，加强了对供应商的管控，完善了供应商控制体系。

四是制造状态从设计构型到技术文件再到工艺规程，均进行了版本管理、工序冻结，所有状态都是固化且可追溯的。

结束语

WZ16 发动机是中法双方首次在对等合作基础上联合研制的发动机，需要全面严格按照最新适航规章要求完成研制和适航审查。中国航发东安积极探索，与法方充分沟通，建立了适用于 WZ16 项目的特种工艺管理体系。通过 WZ16 发动机的研制，积累了特种工艺管理经验，促进了特种工艺管理水平的整体提升，同时为研发及管理体的构建搭建了特种工艺基础平台。

航空动力

（师玉英，中国航发东安，研究员级高级工程师，从事航空发动机冶金技术工作）