



数值仿真助推航空发动机研制模式革新

Numerical Simulation Innovation of Aero Engine Development Model

■ 付强 / 中国航发研究院

先进航空发动机的研制是一项非常复杂的系统工程，基于数值仿真技术在虚拟空间进行设计验证、虚拟试验、工艺优化和性能预测，能够有效缩短研制周期、提高研制效率，推动航空发动机研制模式的革新。

经过多年的理论发展及应用探索，数值仿真技术已经在发动机的全生命周期发挥着重要作用。通过发动机零部件数值仿真可以透视物理细节，实现稳态、过渡态下的性能预测，从而辅助设计和性能分析；通过试验系统一维和试验件三维仿真可还原物理试验难以捕捉的现象，实现试验方案的优化和试验结果的补充完善；通过对制造及装配过程进行数值仿真，可优化工艺参数，减少试制加工次数；通过对实际发动机运行过程进行监测与模拟，可以提前探知发动机的性能变化，实现故障早期预警和寿命预测。此外，围绕总体性能、气动、燃烧、

强度等专业学科开展的模型的校核与验证，可以建立面向航空发动机数值仿真的校核与验证流程规范，进一步提高数值仿真的可信度。

随着航空发动机的性能要求逐渐逼近其设计极限，对于数值仿真的基础理论、仿真精度和仿真效率等均提出了更高的要求，数值仿真未来将朝着高保真、多尺度、多学科和多部件仿真方向发展，需要探索出可工程实用的高保真仿真模型、高精度计算方法及与现有高性能计算能力相匹配的高效率并行计算方法，发展多学科耦合/多部件联合仿真技术，建立数值仿真模型的校核验证流程规范，加速推动航空发动机的研制向“预测型”模式发展。

航空动力

（付强，中国航发研究院，高级工程师，主要从事航空发动机仿真技术研究）