

# 航空发动机生产要素数字化分析

## Digital Analysis to the Aero Engine Production Factors

■ 赵永宣 / 中国航发研究院

尽管航空发动机企业的信息化建设已取得了长足的进步，但由于航空发动机生产的复杂性，在企业内部仍然存在生产环节衔接不畅和资源利用不充分的问题，而生产要素数字化分析则是解决相关问题的有效手段之一。

随着信息化的深入推进，航空发动机企业普遍建立了针对生产计划、车间生产、物资采购、仓储供应、设备管理等方面的信息系统，生产要素的全面管控、生产情况的智能分析、生产动态的数字化分析占据重要地位。目前，企业虽已基本实现了纵向的生产相关要素的管理，建立了基于各自生产特点、生产模式的管控，但针对航空发动机生产要素数字化分析的内容、方式、标准缺乏，各管理环节之间没有进行有效的衔接和信息资源共享，也没有对生产要素进行综合的统计、分析、管控，这对企业把控生产交付和对生产要素进行决策造成了不利影响。因此，在实施信息化管控的基础上，通过理论与实践相结合的方法，对影响企业产品交付的生产要素进行特点和数字化可行性分析，并形成生产动态管理、智能监控管理、资源保障管理、问题协调管理的数字化分析能力，可以为企业的生产管理决策提供精准的数据支撑。

### 航空发动机生产要素的特点

航空发动机生产要素的特点之一是各环节要体现在交付产品上。企业

的生产要素包括通常所说的人、机、料、法、环，向生产过程进一步深化为生产运行动态、生产物资、设备、动能、技术、生产准备保障和物理环境变化情况等方面的因素。由于航空发动机企业所交付的产品和面向用户的特殊性，产品须严格符合指标要求，最终交付给用户的产品包括各单位协同制造的产品过程记录 and 产品质量记录，生产要素的情况要反映到产品交付上。

航空发动机生产要素的另一个特点是信息化深入到各个环节。各航空发动机企业基本开展了设计管理、工艺管理、物资供应、生产计划、质量管理、车间制造执行管理、设备管理、工装工具管理、库存管理、门户管理、财务管理、预算管理、成本管理等方面的信息化拓展，生产单元的生产要素涵盖到各个信息化单元中，各信息化单元通过数据共享、资源共用等手段，管理不同的生产要素，更深入地体现了生产要素的数字化特点。

航空发动机生产要素还具有高标准、严使用、更完备的特点。航空发动机的生产过程复杂，产品交付测试验收严格，对生产要素提出

了更高、更准确、更完备的要求。普通设备向数控设备转变、普通设计向三维设计转变、普通晒蓝图样向无纸化转变、离散的装配线向脉动生产线转变、推送的计划体系向拉动式计划体系转变、普通工装向柔性工装转变，形成了航空发动机生产要素的标准化程度高、使用过程严格、检测过程准确、物资供应及时、零件配送准确等特点。

### 开展数字化分析的可行性

航空发动机企业信息化的开展，为数字化分析提供了坚实的基础。在信息化的基础上，管控生产动态、智能监控、资源保障、问题协调等方面的生产要素数字化分析具有很高的可行性：纵向上，与企业层面的生产计划管理系统衔接，实现生产进度情况、项目进展情况、生产相关指标、统计报表等的清晰化、条理化；横向上，与企业的生产过程执行管理系统（MES）、物资管理系统、设备管理系统、生产问题看板、库房管理系统信息资源共享，使物料和零件的技术、质量、生产过程等信息能够及时反馈，实现生产、供应、存储、质量信息的共享

与透明。

通过生产要素数字化分析,企业可将生产要素进行提取,以相关图表的形式,宏观呈现生产运行动态、生产物资、设备、动能、生产准备保障和物理环境变化情况,实现对生产全过程的动态监控。企业通过对相关生产要素信息的收集、分析、处理、跟踪,可以实时处理和通报重大事件信息、发布重要生产指令和常规生产决策,垂直指挥企业各级实体按要求运转,及时反馈生产决策执行情况,对资源进行统一调配,保障生产的及时开展和产品的准时交付。

## 数字化分析的实现

企业生产要素数字化分析具体应包括4个方面的内容,即生产动态管理、智能监控管理、资源保障管理、问题协调管理。

### 生产动态管理

生产动态管理通过与生产计划、MES等系统的信息资源(包括顶层进度计划、企业各个分厂的计划执行信息等)共享,对产品的生产进度、过程动态实时查看,获取批产产品进度、科研试制进度,实现对生产执行情况的数字化分析,及时反馈产品的装配缺件明细情况,以及缺件影响的产品批次。

生产动态管理通过图形化分析对比显示,按照产品、组件展开,能够很直观地反应出生产过程中存在的问题,通过对问题的层层展开,可以一直查询找到问题的症结所在,掌握问题的处理情况和处理进度(如图1所示)。

### 智能监控管理

智能监控管理与MES、物资管

理系统、库房管理系统、设备管理系统、生产问题看板系统进行信息资源共享,收集原材料、辅材、工装、刃

具、设备、计量、工艺、检验、技术争议等方面的信息,监控生产要素方面的情况。智能监控通过对多项内容



图1 生产动态管理示例

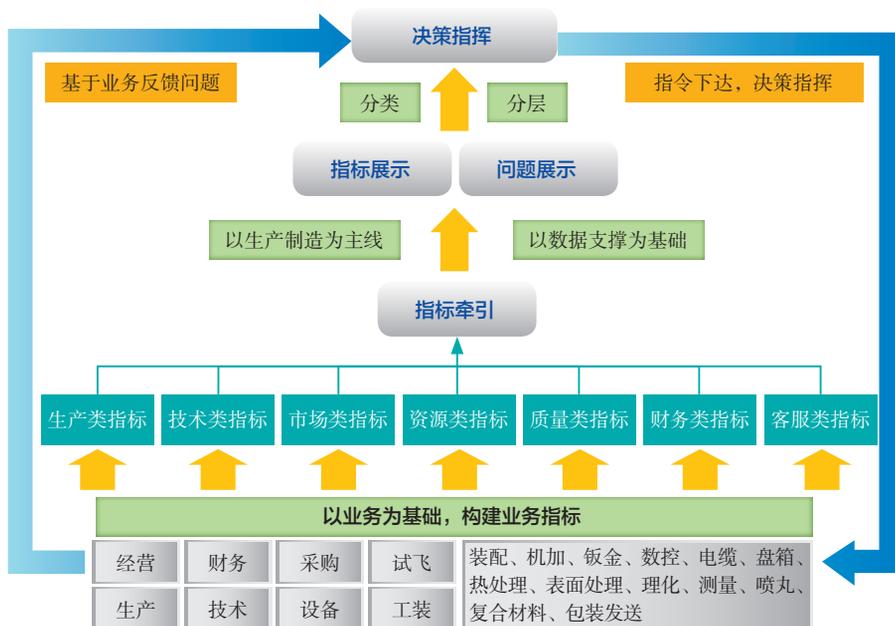


图2 智能监控管理示例

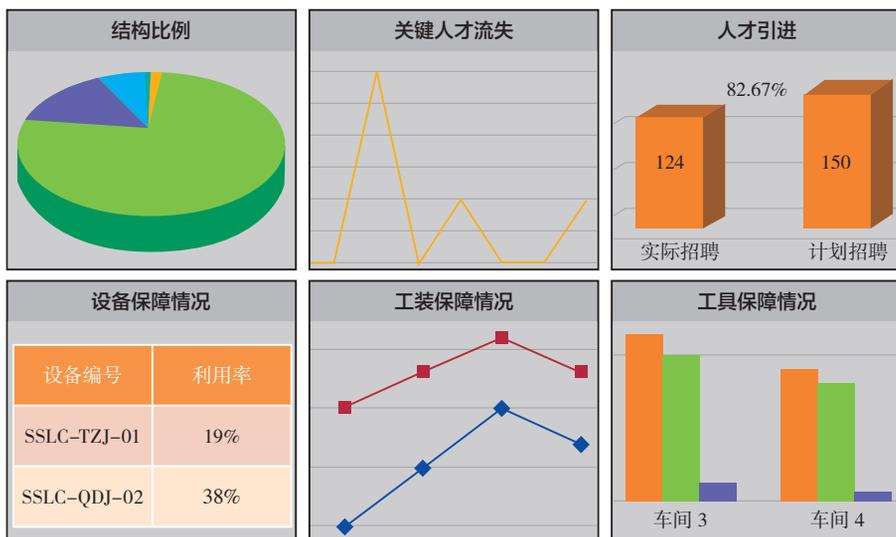


图3 资源保障管理示例

信息资源共享, 获取并实时掌握零件生产所需要的材料、工装、设备等情况, 通过对资源的总体掌控, 实现对资源的总体调配。资源保障管理通常使用图表的形式展现各类信息的统计结果, 对其中的关键设备、关键材料、关键工装可根据影响程度进行示警(如图3所示)。

### 问题协调管理

问题协调管理通过与生产问题看板系统的信息资源共享, 将看板问题的材料、工装、设备、工艺、设计、检验等问题信息进行数据共享, 将问题分等级、分单位、分生产要素进行统计, 形成问题协调处理所需要的统计信息, 同时对问题进行协调处理记录(如图4所示)。



图4 问题协调管理示例

### 结束语

生产要素数字化分析中的生产动态管理功能, 可以直观地反应出生产过程中存在的问题, 并可以帮助企业查找到问题的症结所在。通过智能监控管理, 企业能够实时掌握设备的实际利用情况, 提升生产线的可控性; 通过资源保障管理, 企业可以实时掌握零件生产所需要的材料、工装、设备等情况, 实现资源的总体调配, 对企业生产资源进行统一部署; 通过问题协调管理, 企业可以实时掌握生产过程中的问题, 对问题进行分等级、分类别汇总, 对问题进行跟踪处理。总之, 航空发动机企业生产要素数字化分析能力的建设, 能够有效提升企业管控生产要素的能力, 提升企业生产要素变化的应对能力。

航空动力

(赵永宣, 中国航发研究院, 高级工程师, 从事航空发动机企业信息化研究)

的监控, 并经过智能化的生产要素数字化分析, 将生产要素产生的问题主动呈现出来(如图2所示)。

### 资源保障管理

资源保障管理通过与生产计划管理系统、MES、设备管理系统的