

技术状态管理在飞机设计中的应用研究

Research on the Application of Technical Status Management in Aircraft Design

李耀华

Yaohua Li

航空工业第一飞机设计研究院 中国·陕西 西安 710089

The First Aircraft Design and Research Institute of Aviation Industry, Xi'an, Shaanxi, 710089, China

摘要: 论文通过技术状态管理发展各阶段的特征分析, 阐述了其管理的理论基础和目标定位, 再依据该目标定位研究了当前技术状态实施中存在的问题, 主要论述了“技术状态项”“技术状态文件”“更改管理”三个核心问题及其不足, 分析了问题的成因, 最后提出了对技术状态管理和构型管理的新观点, 给出提升相关管理工作的技术方向和途径。

Abstract: This paper through the analysis of the characteristics of each stage of the development of technology status management, expounds the theoretical basis and goal setting of its management, based on the target positioning, studies the existing problems in the implementation of the current technical state, mainly discusses the “technical state item”, “technical status file”, “change management” three core problems and their deficiencies, analyzed the causes of the problems, and finally put forward the new view of technology state management and configuration management, and give the technical direction and way to improve the related management work.

关键词: 技术状态; 构型管理; 技术状态项; 技术状态文件; 更改管理

Keywords: technical status; configuration management; technical status item; technical status file; change management

DOI: 10.12346/csai.v1i3.7759

1 引言

技术状态管理是指在产品的寿命周期内, 为确立和维持产品的功能特征和物理特征与产品需求、技术状态文件规定保持一致的管理活动。技术状态管理决定了产品的质量特性, 是复杂系统工程中具有技术和管理双重属性的重要工程手段, 广泛应用于航空、航天、机械、电子等工程设计领域。国内技术状态管理的理念、标准和方法基本来源于欧美国家, 特别是美军标, 顶层贯彻较多, 底层应用层面作业指导不足。近年来, 随着中国由高速发展转入高质量发展, 民航先进理念的融入, 以及伴随大量产品的交付, 使得航空产品的质量特性要求越来越高, 各种质量内外部审核更是加强了对技术状态管理审查的力度和深度, 从而产生了很多的不符合项。而其中很大一部分为认识的差异, 凸显出中国在技术状态理论研究基础的薄弱, 亟需从技术状态管理的核心目标和工程应用出发, 明确管理概念和对象, 解决当前技术状态

管理存在的问题, 提升技术状态管理工作的成效。

2 技术状态管理的发展与现状

2.1 三个典型的发展阶段

第一阶段可概括为“基于图样的状态管理”, 其还不能称为技术状态管理, 对应的科研技术背景约为手绘图样时期, 此时的飞机设计周期长达 10~15 年。中国典型的代表为 HB5612-1988《基本产品图样管理制度签署、发出及版次管理》的发布。其产生源于飞机制造业的飞速发展, 重点解决了制造方面巨量图样的状态管理问题, 主要管理对象为图样、文件, 通过严格的命名、更改、版次等体系手段来保证管理的有效性。中国航空院所与制造单位均贯彻了相关标准, 获得了设计面与制造面的统一, 目前仍然在使用^[1]。

第二阶段可概括为“基于基线的技术状态管理”, 对应的科研技术背景为计算机辅助设计时期, 此时的飞机设计周

【作者简介】李耀华(1976-), 男, 中国陕西泾阳人, 高级工程师, 从事民用飞机总体设计研究。

期一般在5~8年。中国典型的代表为GJB3206-1998《技术状态管理》的发布。其产生源于飞机衍生机型或系列化快速发展的需要，重点解决了研发方面一机多型的差异化管理问题，主要管理对象为飞机（含基于图样的状态管理）、成品、保障、资料等，通过基线的设计、更改、增减等体系手段来保证管理的有效性。中国航空单位内部质量体系文件《技术状态管理》多据此制定，中国大部分的飞机项目，如大运、ARJ等项目均开展应用，是目前行业内技术状态管理研究主要阶段^[2]。

第三阶段可概括为“基于模块的构型管理”，对应的科研技术背景为全球化协同、信息化管理、数字化设计时期，此时的飞机设计周期很短，特别是飞机衍生机型或系列化的设计周期只有2~3年。中国目前处于探索研究阶段，民机有所应用，国际典型的代表为波音、空客主导的基于模块的民机构型管理。其产生源于客户化和全球制造发展的需要，重点解决客户差异与生产线稳定相矛盾的管理与智造问题，出于成本因素，当需要一条生产线就能满足客户所需要的所有飞机构型时，同时转包成为主流模式，便催生了基于模块的构型管理。其管理对象从客户到供应商，从整机（含基于基线的技术状态管理）到零件，从实体到软件，几乎覆盖了整个飞机领域，通过模块的组合、更改、增减，作业流程的优化来保证管理的有效性，所有飞机平行管理，中国大型民机项目正在探索中^[3]。

可以看出，飞机技术状态管理的每一次飞跃都在解决问题的同时，更大范围、更高效地提升了飞机研制水平，而每个阶段的进步都是以前一阶段的成功为基础，并仍然包含着前一阶段的工作内容，它们不是新技术的取代关系，而是原有理念的升华和新理念的植入。技术状态管理技术是持续的，希望通过直接引进一种新技术新软件就能改变技术状态管理的面貌是不可取的，需要把每个阶段的工作做好。

2.2 飞机设计中的应用现状

目前中国技术状态管理在飞机设计中的应用基本划为第二阶段，即基于基线的技术状态管理，主要原因如下：

一般通过质量体系文件《技术状态管理》将技术状态管理工作纳入飞机研制之中，有的引入CI体系用于技术状态项的管理，设置技术状态委员会，成立专门的技术状态管理办公室，科研技术背景方面尝试建立以三维数字化设计为中心的基于模块的管理技术，这已涉及一些第三阶段的理念，但依然将文件、数模、工作包等单独管控，没有实现模块下的多种文件形式的统一管理。究其原因，中国的标准常与国际标准在总的目标、原则、方法基本一致，但中国标准不系统，常常摒弃了国际标准中烦琐的过程内容和表格，这种简化其实摒弃的正是技术状态管理框架下的核心技术内容，即作业过程，从而产生管理概念和实施方式的偏差。因此，以下将通过几个飞机技术状态管理最基础概念的理论研究，来说明当前存在的问题^[4]。

3 存在问题及其研究

3.1 “技术状态项”——被忽视的核心技术

“技术状态不管技术”这句话生动地概括了技术状态管理工作的常态，但这确实不正确。通过对“技术状态项”的分析，能够认识到，这个被忽视的核心技术，其实是个“技术体力活”。

“技术状态项”是基于基线的技术状态管理的最小管理单元，GJB3206给出的定义是：能满足最终使用功能，并被指定作为单个实体进行技术状态管理的硬件、软件或集合体。问题关键在于执行中由谁指定，指定多少。资料显示，一般飞机约有几千个“技术状态项”，要全部的大小合适地指定清楚是不是应该算作“技术体力活”^[5]。在技术状态项的确定方面如果引入CI体系，常由各研究所提交CI清单，由技术状态专业汇总，其存在的问题主要表现为：

- ① CI项是否等于飞机技术状态项，如果不等，非CI项由谁管；
- ② CI项各基层报，飞机总体的技术状态项如何统一规划使得颗粒度合适；
- ③ 当描述飞机实际技术状态时，不知道此时技术状态项是否还有增减。

概括起来就是懂技术状态的不管技术状态项的确定，不懂技术状态的却建立起飞机技术状态项的架构。甚至更为糟糕的是部分设计员不知道：所有的工作都需要归口于一个对应的技术状态项之下。

另外，技术状态项的属性一般有很多描述内容，但经常缺少“技术状态文件”和“关联图样”两项。“技术状态文件”是技术状态专业编写的文件是个错误的观念，根据GJB3206要求，每个技术状态项都要编写自己的“技术状态文件”，这个文件才是确定飞机基线技术状态的主要组成，下一节另有详述，没有了这个文件，技术状态项就只是一个壳了。“关联图样”则是要将第一阶段“基于图样的状态管理”纳入到第二阶段“基于基线的技术管理”之中，标准也明确规定先完成技术状态项的更改（I、II、III类）再进行图样文件的更改（1、2、3、4、5类），如果技术状态项的属性不关联图样，就产生了两张皮，达不到管理对象由几万到几千的转换。

3.2 “技术状态文件”——被错误理解，还被移花接木

“技术状态文件”这个概念在GJB3206中有，但在一般单位质量体系文件中却没有。难道是因为太简单了，不需要？还是如前所述，“技术状态文件”是技术状态专业编写的文件。GJB3206是这样定义：规定技术状态项的功能特性和物理特性，或从这些内容发展而来的关于技术状态项验证、使用、保障和报废要求的技术文件。可以看出，“技术状态文件”要用于描述技术状态项，还用于确定飞机基线技术状态，还规定了其内容主要包括三部分：功能特性、物理特性、验证要求。这么一个有明确用途的重要文件在质量体

系文件中如果没了，由此带来的问题是：

①技术状态项成了空壳，基础定义不清楚，怎么描述差异；

②确定飞机基线时，没有真正的描述技术状态项的技术状态文件，便大量借用工程中的设计技术文件，如规范、方案、设计要求等。

对于第①条再做进一步解释，为什么“技术状态文件”定义中强调是功能特性，而不含性能特性或者方案呢，或者就借用设计要求呢。出于两方面的原因：一是对关键技术或商业秘密的保护，这对参与全球竞争的民机很重要，因为技术状态文件是给客户（或军方）看的；二是对功能的要求是稳定的，而性能或方案的要求是易变的，主体管理职责关注那些稳定不易变的部分是一种常见的西方管理原则。

3.3 “更改管理”——最难改进的设计文化

前面提到，目前中国科研技术背景开始尝试建立以三维数字化设计为中心的基于模块的构型管理，即第三阶段的技术理念，但似乎更改管理所体现的设计文化还处于第一阶段，主要表现为：

①技术状态项和所关联的图样、文件的更改分开进行；

②已发生的技术状态更改，实际却没有获得执行；

③部分更改类型审批权利下放到各基层单位，更改申请便就低了；

④通过临时更改单、小票、询问单等非正规手段就能更改飞机技术状态。

其实，如果技术状态项设置合理、定义清楚，技术更改中90%以上的更改内容只是更改图样、文件，即技术状态项的属性，而不会更改技术状态项，或者说不更改技术状态文件中的功能特性、物理特性、验证要求。这些更改在飞机技术状态管理层面应认为是不改变飞机技术状态的，即将不到10%的技术状态项更改与90%的图样、文件等技术状态项属性更改混为一体。

另一个更改管理所体现的设计文化还处于第一阶段的表现是没有时效性。主要表现为：

①更改没有时间约束条件；

②更改随时发起、中断、取消；

③更改后发先至，产生矛盾；

④更改没有按时贯改。

更改就像在白纸上画点，没有了坐标，当需要看的时候，将是满纸的点而构不成图像。而这种设计文化是最难被改进的，因此，技术状态更改管理最好通过作业文件和程序来管控，自然人很容易管理变形。

4 分析与思考

4.1 原因分析

以上对于“技术状态项”“技术状态文件”“更改管理”三方面的问题，只是从技术和流程方面对关键之处进

行探讨，主要考虑了本人所从事的总体专业工作经验^[6]。GJB3206发布已有20余年，难道就只是技术和流程问题或设计文化问题？以下三个方面值得思考：

第一，不重视。重视不是在需要的时候才重要或立刻能获得提升，特别是在科研基础设施建设方面，而是要提供足够的权限和支撑条件，包括制度、经费、软件等。支撑条件达到了，很多技术、流程设想就能逐步实现，就有执行力了，当然也需要技术状态管理者自身概念清晰，够权威。

第二，不系统。这里的系统不是指技术状态管理体系，是指系统工程，如SAE ARP4754A《民用飞机和系统开发指南》所阐述的，在证明产品设计与开发的符合性之前，先证明飞机/系统的开发保证过程的符合性，其核心是基于需求的设计理论。因此，在技术状态项的划分和技术状态文件的制定中要体现需求的传递，在更改管理中要体现出需求的确认和验证。

第三，体力活。大型军民用飞机都有几千个技术状态项，多个型号时则上万，但这样的技术体力活可不是人多了就能干好的。首先需要有明晰的思路；其次需要同时具有飞机设计能力和技术状态管理能力的团队，大局入手、分工协作；再次需要开发既符合工程原理又合乎设计文化的软件平台；最后需要将管理工作自上而下，逐层地展开和分解，不然几个人面对成千上万的对象，是很难管好的。

4.2 新的观点

有观点认为，技术状态管理等同构型管理，是一个英文意思的两种翻译，或者说是军机称为技术状态管理，民机称为构型管理。对此，作者提出一个新的观点：他们是不同的，而且差异较大，构型管理是技术状态管理的升级，是更高层次的管理理念。主要原因：其一，技术状态管理的最小管理单元为技术状态项，构型管理的最小管理单元是模块。模块可以是一个技术状态项，也可以由多个技术状态项构成，但这种集合的设计基础为工艺；技术状态项也可以由几个小技术状态项集合，但这种集合的设计基础为功能。简单地说，一个把技术状态项沿功能线向下分解，一个把技术状态项沿工艺线向上合并。其二，技术状态管理中有基本型飞机的概念，管理是层次的，其他型号通过与基本型的差异比较来描述；而构型管理中没有基本型飞机的概念，管理是平行的，所有飞机独立描述。

5 改进措施

5.1 基于基线的技术状态管理——厚积

对于完善技术状态管理的技术和流程，试提出以下几点改进措施：

①提升对“技术状态项”核心的管理力度和手段，包括确定体系，在OA文件管理中增加关联环节标识；

②提升对“技术状态文件”的编制要求，补足这个大缺项；

③采用技术状态项属性中关联图样、文件的方式，实现

第一阶段到第二阶段的提升;

④强力推进、培养“更改管理”文化,包括完善、优化作业程序;

⑤考虑在更改流程中增加时效功能;

⑥重建管理平台,要好用、高效,观念要从建好库转变为建好流程。

5.2 基于模块的构型管理——薄发

对于建立构型管理的架构,提升状态管理能力,试提出以下几点改进措施:

①团队增加综合管理专业成员,主要从事更改管理、状态纪实、平台运维工作;

②团队增加对国外民机构型管理的研究与应用;

③团队增加飞机制造工艺分解专业成员和三维数字化设计专业成员,保障技术状态属性的关联。

参考文献

- [1] 陈鹏,郭晓雷,朱畅勇,等.基于TDMS的飞机构型工程管理系统[J].航空维修与工程,2021(11):45-47.
- [2] 刘看旺.面向全生命周期的飞机配置式构型管理模型研究与应用[Z].陕西:中航工业第一飞机设计研究院,2018.
- [3] 李文峰.浅析航空制导武器技术状态文件的完整性[J].科技创新与应用,2015(23):75.
- [4] 向永茂.01项目技术状态管理研究[D].成都:电子科技大学,2017.
- [5] 覃聪.民用飞机零件设计更改执行管理系统的设计与实现[D].成都:电子科技大学,2021.
- [6] 高振斌.ECBS服务器远程管理配置系统(简称:服务器管理系统)V1.0[D].天津:河北工业大学,2017.