

大型飞机电子数据技术状态管理关键技术研究与应

赵攀*, 刘看旺, 刘雅星, 张永辉

中航工业第一飞机设计研究院, 陕西 西安 710089

摘 要: 结合国内外先进思想和大型飞机研制的特点, 按照模块组织数据, 并以 CI/CS/ECS 三层为核心的产品结构组织方式进行电子数据技术状态管理, 使得装机零件按照双重有效性计算的方式得以提取, 并将设计发放和配置发放独立开来, 实现了两级有效性发往制造厂, 保证了设计与制造信息一致。大型飞机电子数据技术状态管理技术简化了技术状态管理的复杂度, 增强了设计的可重用性, 节约了设计成本, 使得设计历史完整、更改可控、可追溯。

关键词: 技术状态管理; 模块; 有效性; 大型飞机; 电子数据

中图分类号: V260.5

文献标识码: A

文章编号: 1007-5453 (2016) 08-0063-05

技术状态管理是一种面向产品全寿命周期的, 以产品结构为组织方式, 集成和协调与产品构造过程相关的一切活动和产品数据, 保证产品各生命周期阶段零件、文档和更改数据的一致性和可控性, 提供产品技术状态的可视化定义和控制的产品数据管理技术^[1]。针对大型飞机的研制, 要建立能够兼容各种业务状况的电子数据技术状态管理方法, 并对多状态、系列化的研制过程进行管理和控制, 将研制过程中的模型、文档和更改记录等电子数据管理起来, 确保大型飞机电子数据的正确性。电子数据技术状态的“精准”为大型飞机的首飞成功提供了坚实的基础和保障。随着大型飞机研制的成功, 电子数据状态管理面临着更大难度的挑战:

(1) 电子数据技术状态管理虽然保证了每架飞机的状态可控, 但工程更改量较大, 需要研究新的状态控制方法, 为未来飞机研制的状态控制建立理论基础;

(2) 电子数据技术状态管理要保证后续系列化研制中, 组成飞机的模块状态变化“文文一致、文实一致”, 支持大型飞机系列化发展;

(3) 电子数据技术状态管理要保证同一系列多种状态的差异能够说得清;

(4) 电子数据技术状态管理需要参考先进构型管理思想, 构建适应大型飞机模块化研制的“大状态”控制体系。

因此, 必须研究并建立全新的电子数据状态管理体系, 支持大型飞机的多状态和系列化发展, 实现大型飞机从设计到制造精确的批架次管理, 保证在飞机数字化研制过程中产品数据的一致性、完整性和可追踪性, 并为型号研制提供坚实的技术基础和保障。

1 技术状态管理框架与核心

技术状态管理主要围绕技术状态标识、技术状态控制、技术状态纪实和技术状态审核等 4 个要素展开, 结合国外波音公司、空中客车集团的实践, 建立包含产品结构组织、版本控制、有效性控制、数据电子审签与异地发放、工程更改控制及状态管控的兼容各种业务状况的电子数据技术状态管理方法。将研制过程中的模型、文档和更改记录等电子数据管理起来, 其核心要点是: (1) 分层组织零组件数据, 零组件数据的组织结构尽量扁平化; (2) 模块化设计与管理, 零组件的功能特性或物理特性相互独立; (3) 模块配置管理, 构型管理业务过程与设计业务过程分离; (4) 简化有效性管理, 有效性不在具体的

收稿日期: 2016-03-07; 退修日期: 2016-04-12; 录用日期: 2016-05-01

* 通讯作者: Tel.: 029-86832017 E-mail: zhaopan0709@163.com

引用格式: ZHAO Pan, LIU Kanwang, LIU Yaxing, et al. Research and application on key technology of electronic data configuration management for large aircraft [J]. Aeronautical Science & Technology, 2016, 27 (08): 63-67. 赵攀, 刘看旺, 刘雅星, 等. 大型飞机电子数据技术状态管理关键技术研究与应用 [J]. 航空科学技术, 2016, 27 (08): 63-67.

2.2 基于 CI/CS/ECS 的状态控制

借鉴国际航空企业的经验,定义逻辑的状态控制层来控制电子数据的技术状态。状态控制层采用基于 CI/CS/ECS 的三层方式描述,如图 3 所示。在这种方式下,通过不同的 CI,管理每一个技术状态项。通过不同的 CS,管理每一个技术状态项的不同解决方案。通过不同的 ECS,管理每一个解决方案下零组件的具体变化情况。

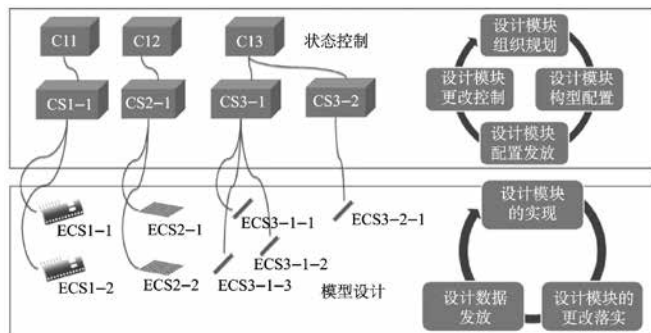


图3 基于CI/CS/ECS的状态控制
Fig. 3 Configuration control based on CI/CS/ECS

其中,CI在飞机的研制中,它就是模块,是一个真实的物理装配或部件,一个CI下可以有多个构型配置方案CS。

CS是在一定设计接口、技术条件下的特定解决方案,一个CS可以具有多个架次有效性配置基线ECS。

ECS指通过基线管理架次有效性。ECS管理的是“设计适用有效性”,所以每个CS下ECS有效性叠加的结果是“全有效性”。ECS基线中记录了零组件、模型、图文档、技术文件等完整的产品信息和有效性信息。每个零组件的更改体现为版本或编号的变化,零组件版本或编号的变化影响零组件的技术状态,即会影响ECS的内容。

2.3 两级有效性管理

为了使得设计师和构型管理人员分别专注于各自关心的工作,将构型管理业务过程和图样设计业务过程独立开来,建立基于配置有效性和设计有效性的双重有效性管理体系,如图4所示。

其中,设计有效性具有以下含义:

(1) 架次有效性配置基线ECS上标注的有效性称为设计有效性;

(2) 设计有效性描述的是ECS包含的零组件可能被使用的架次有效性范围,零组件上不再标注有效性,零组件所隶属的ECS的有效性就是零组件的有效性;

(3) 设计有效性在初始设计时预定,随着后续更改的进行而发生变化;

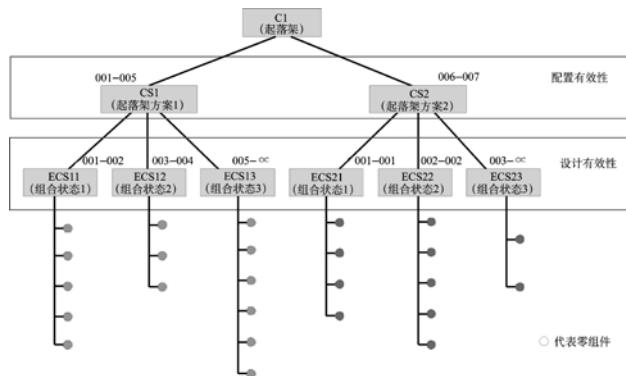


图4 双重有效性管理
Fig. 4 Management of double effectivity

(4) 不同CS之间,其下ECS之间的设计有效性没有关系,可以相同或重叠;同一CS下的ECS之间的设计有效性互斥,不能相同或重叠。

配置有效性具有以下含义:

(1) 技术状态解决方案CS上标注的有效性称为配置有效性;

(2) 配置有效性描述的是CS的投产架次有效性范围;

(3) 配置有效性在投产或多状态配置时确定;

(4) 不同CI之间,其下CS之间的配置有效性没有关系,可以相同或重叠;同一CI下的CS之间的配置有效性互斥,不能相同或重叠。

设计有效性和配置有效性互不干涉,要查询某个零组件最终安装在哪个架次的飞机时,只有通过配置有效性和设计有效性结合的方式才能准确定位,即零组件的实际投产架次就是设计有效性和配置有效性的交集。设计有效性和配置有效性可采用任意结合的方式,即先定位设计有效性后定位配置有效性,还是先定位配置有效性后定位设计有效性均可,当按照自顶向下或自底向上的方式提取时,都能确定每架机的装机状态。

2.4 工程更改控制

初始情况下,ECS的设计有效性标识为001~∞。当零组件依据设计完善、设计改进、协调更改等原因发生工程更改而引起技术状态发生变化时,零组件的设计有效性发生相应的变化,追溯到状态控制层,需要对ECS的内容进行调整以对应零组件技术状态的变化。ECS内容的调整通过将本次更改的设计有效性范围与本次更改所影响到的ECS的设计有效性进行比较,如果更改的设计有效性范围小于ECS的设计有效性范围,则将对ECS进行拆分。随着后续更改的进行,ECS会越来越多,但最多也不会超过待投产的架数。

2.5 配置管理

配置管理是根据不同试验、试飞、机载设备的装机状态,仅通过配置有效性,对划分的模块进行选装选配,即确定 CI 下 CS 的配置有效性的过程,具体如下:

对于必装模块,由于它们是每架飞机都必须安装的,因此,这些 CI 下 CS 的配置有效性是全架次生效的,为了简化配置过程,事先将其配置有效性的值固化为 001~∞,在配置过程中可不对其进行操作。

对于选装模块和定制模块,可按照单架次、多状态或系列化等各种需求对全机、系统、分系统、子系统或 CI 进行选择。没有选择,表示本架次飞机上不进行安装,有选择,表示本架次飞机进行安装,选择的最终结果就是飞机上要安装的模块。当配置过程结束时,参与本次配置的 CS 均会被标注上配置有效性,当再次进行配置时,CS 的配置有效性会随着发生变化。

2.6 数据发放

现代飞机多采用异地联合研制的模式,在研制过程中,需要将设计数据及相关信息发往制造厂进行生产。由于配置业务过程和设计业务过程相互独立,因此,数据发放也采用分离的模式,包括设计发放和配置发放 2 部分,相互独立,互不影响。

研制批单架次、多状态、系列化等的多方案选择与配置结果通过配置发放进行,模块的设计、安装、更改等信息通过设计发放进行,如图 5 所示。

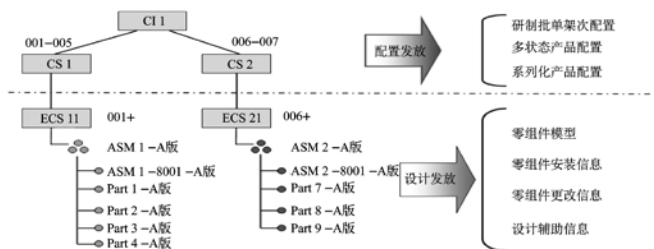


图 5 设计发放与配置发放

Fig. 5 Design release and configuration release

3 大型飞机电子数据技术状态管理

在突破各项关键技术的基础上,构建了满足大型飞机电子数据技术状态管理需求的基本框架,共分为 3 层:顶层结构层、状态控制层和零组件设计层。其中,顶层结构层主要用来对大型飞机的主部件、系统、分系统等进行分段组织管理,状态控制层主要用来对多状态、系列化及单架机的技术状态进行控制,被构型管理人员关注,零组件设计层主要

用来实现零组件的具体设计,被设计人员关注,如图 6 所示。顶层结构层通常是固定不变的,状态控制层和零组件设计层是变化的,随着大型飞机研制的进行,零组件设计层的零组件会发生工程更改,当零组件工程更改不适用于已投产飞机时,即零组件的安装架次发生变化时,会引起状态控制层的变化。零组件设计层的变化体现在设计有效性上,通过设计发放传递给制造单位,状态控制层的变化体现在配置有效性上,通过配置发放传递制造单位。

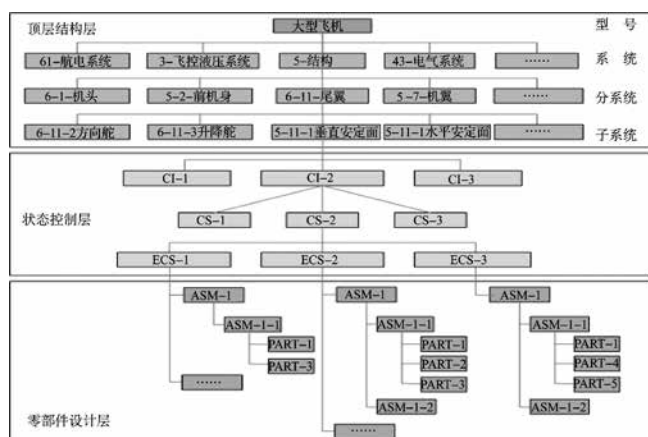


图 6 大型飞机电子数据技术状态管理

Fig. 6 Configuration management of electronic data for large aircraft

大型飞机电子数据技术状态管理保证了飞机技术状态在全研制链的一致性,是军用飞机技术状态管理方法的优化和提升,取得了如下效果:

(1) 通过对复杂产品系列化发展的研究及工程实践,形成了支持大型飞机系列化、多状态研制的体系文件、业务规范、信息系统和应用模式,形成了创新的模块化研发和管理体系。按照大型飞机研制的多状态和系列化发展要求,创造性的建立了 CI/CS/ECS 三层技术状态控制结构,定义了配置有效性和设计有效性 2 种有效性管理方式,并建立了模块库,通过数据审签、工程更改、模块选装等确保了技术状态管理体系的规范运转。

(2) 建立了基于范围和架次的 2 种有效性融合控制的飞机技术状态管理应用体系,支持了跨地域多厂所联合研制,使得设计师和构型管理人员分别专注于各自关心的有效性信息,形成了一整套数据发布方案,解决了设计单位两级有效性发往承制单位,保证了设计与制造信息一致性。

(3) 结合民机选装选配的工程方法,在军机研制中,提出了基于配置的飞机系列化建造方法,构建了飞机配置业务

流程,支持了试制飞机不同功能的选装和批产飞机的安装定义。将技术状态管理范畴扩展到全机模块电子数据的状态管理,保证了所有零组部件的状态说的清楚。

(4) 通过信息化手段,实现了飞机配置信息的结构化表达、识别、利用、重构的全流程管理,实现了基于网络的产品数据状态管理到生产数据状态管理的高度融合。实现了研究成果、业务流程、业务规范的实现和落地,影响了全研制链的业务能力提升。

4 结束语

通过对大型飞机设计过程、电子数据管理特点以及国内外现行技术状态管理方法的研究分析,提出了一种新型飞机技术状态管理方法,构建了基于模块的飞机配置体系,并成功地在多厂所、跨地域技术状态管理过程中进行了应用,为大型飞机的首飞成功提供了坚实的基础和保障,并保证了后续每架飞机的状态可控且差异可描述,使得组成大型飞机

的模块状态变化“文文一致、文实一致”,形成了支持大型飞机系列化、多状态研制技术状态管理的完整理论体系、业务规范和应用模式。

AST

参考文献

- [1] 范玉青,梅中义,陶剑. 大型飞机数字化制造工程[M]. 北京: 航空工业出版社, 2011.
FAN Yuqing, MEI Zhongyi, TAO Jian. Large aircraft digital manufacturing engineering[M]. Aviation Industry Press, 2011. (in Chinese)

作者简介

赵攀(1980—)女,高级工程师。主要研究方向:产品数据管理。

Tel: 029-86832017

E-mail: zhaopan0709@163.com

Research and Application on Key Technology of Electronic Data Configuration Management for Large Aircraft

ZHAO Pan*, LIU Kanwang, LIU Yaxing, ZHANG Yonghui

AVIC The First Aircraft Institute, Xi'an 710089, China

Abstract: Combined with advanced ideas and features of large aircraft development at home and abroad, data was organized by module. Electronic data configuration management was organized in CI/CS/ECS three product structure. Parts installed can be got by double effectiveness. And the design and configuration information were independent to achieve sending double effectiveness to manufactory. It ensured that the manufacture is consistent with the design. With the electronic data configuration management for large aircraft, the complexity of configuration management is simplified, the reusability of design is enhanced, the design cost is saved, the design history is kept completely intact, and the change is controlled and traced.

Key Words: configuration management; module; effectiveness; large aircraft; electronic data

Received: 2016-03-07; Revised: 2016-04-12; Accepted: 2016-05-01

*Corresponding author. Tel.: 029-86832017 E-mail: zhaopan0709@163.com