

# 民用飞机航电设备件号规则及应用研究

李高生\* 李俊生 庞珂 冯晓昱 胡林瑶

(中电科航空电子有限公司, 成都 610000)

**摘要:** 件号在民用飞机中属于构型管理范畴,必须是简洁的、独一无二的、易于理解的。好的件号规则不仅仅将大幅度降低独立工程项目中构型管理难度,还可以通过件号实现对产品的追溯,清晰地体现出公司产品谱系演变规则。本文通过分析国内外公司设备件号管理规则,提炼总结出针对不同 ATA 章节,不同类型系统设备件号规则需关注的因素,ATA44 客舱系统及 ATA46 信息系统与互联网技术结合紧密,应针对不同分系统、不同应用场景、驻留软件更新等方面考虑产品的型谱化发展及不同层级件号的命名问题。结合在民用飞机航电系统典型研发流程中工程实际可能遇见的问题,给出了民用航电系统设备研发全生命周期中顶层图、设备铭牌、环境鉴定试验、首飞构型件号管理建议及需关注的方面。

**关键词:** 件号;型谱化;硬件平台;管理规则

中图分类号: V216.7

文献标识码: A

OSID:



## 0 引言

近十几年来,中国运输类民用飞机<sup>[1]</sup>进入稳定发展期,相比已成立百年的波音和半个世纪的空客,国内单位民用航空产品研发经验尚有较大提升空间。就航电系统而言,中国本土企业纷纷向国外知名供应商学习,学习重点是适航的管理办法、如何提高产品可靠性、如何进行系统安全性分析、自动化测试流程等等。而国内供应商大都源于军工,甚至有些单位研发人员军民并未分离,不可避免的沿用了军品研发的思路和方法。管理也不例外,构型管理<sup>[2]</sup>中的件号命名方法就是其中一个方面。

件号在民机中属于构型管理范畴<sup>[3]</sup>,是表征产品属性在特定时间上的快照,必须是简洁的、独一无二的。(构型管理,军品中称技术状态管理,软件中称配置管理,主要通过构型标识、构型控制、构型审核、构型状态报告等手段保证产品构型信息的唯一性、准确性、完整性和有效性。)本文通过分析国内外公司设备件号管理规则,提炼总结出工程设计、产

品型谱化发展、环境鉴定试验需考虑和关注的要素,并结合设备研发全生命周期做进一步阐述设备件号的重要性。

## 1 国内外公司设备件号管理规则

### 1.1 公司 A 设备件号规则

如图 1 所示,公司 A 设备件号规则具备以下特征:

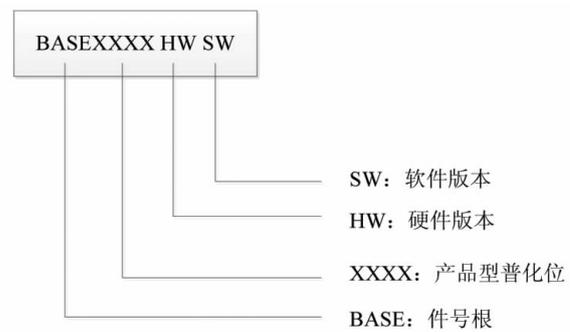


图 1 公司 A 设备件号规则

1) BASE 作为件号根由字母和数字组成,比如 VHF1234 (VHF: Very High Frequency, 即高频通信),

\* 通信作者. E-mail: ligs@cetca.net.cn

引用格式: 李高生,李俊生,庞珂,等.民用飞机航电设备件号规则及应用研究[J].民用飞机设计与研究,2020(3):84-88. LI G S, LI J S, PANG K, et al. Part number rule and application of avionics system for civil aircraft[J]. Civil Aircraft Design and Research, 2020(3):84-88 (in Chinese).

作为某型产品的基础件号位;

2) XXXX 作为产品型谱化位由字母和数字组成,比如 AA02,作为某型产品的型谱发展(比如一个服务器,有的电源是 28 V 直流的,有的是 115 V 交流的,28 V 直流设备 XXXX 位为 AA02,而 115V 交流设备 XXXX 位为 AB01;再比如一个通信设备,有的表面是黑色的,有的是棕色的)及升级换代考虑(考虑技术发展及市场需要等因素);

3) 研发阶段包含 HW 硬件版本和 SW 软件版本位,而在批产阶段,因设备已完成适航取证,相对研发阶段,软硬件更改相对较少,批产阶段设备件号不包含 HW 和 SW 信息,即研发和批产阶段设备件号规则不同。

4) LRU(Line Replaceable Unit,即航线可更换单元)下一层软件件号与设备件号享有共同的基础件号位 BASE。

### 1.2 公司 B 设备件号规则

如图 2 所示,公司 B 设备件号规则具备以下特征:

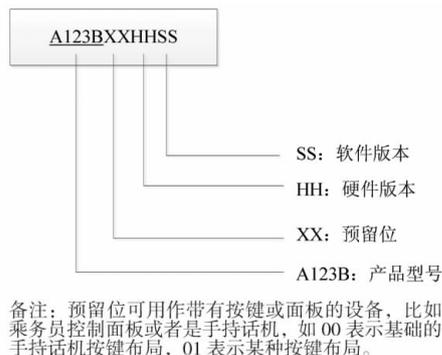


图 2 公司 B 设备件号规则

1) 产品型号 A123B 包含在设备件号中,通过设备件号可识别出产品型号;

2) XX 预留位表示同一类产品中不同的体现形式,考虑了型谱化发展;

3) 设备件号中包含 HH 硬件版本和 SS 软件版本信息,研发阶段和批产阶段规则相同;

某些设备的件号会包含十分丰富的信息,比如手持话机,件号中会包含以下信息:产品型号、更改类别(更改或小改)、话机底板颜色、话机类别(安装在驾驶舱还是客舱)、话机自带线缆长度(标准或加长)等。此时,件号规则针对特殊设备进行适当调整,比如增加预留位。

### 1.3 公司 C 设备件号规则

如图 3 所示,公司 C 设备件号规则具备以下特征:

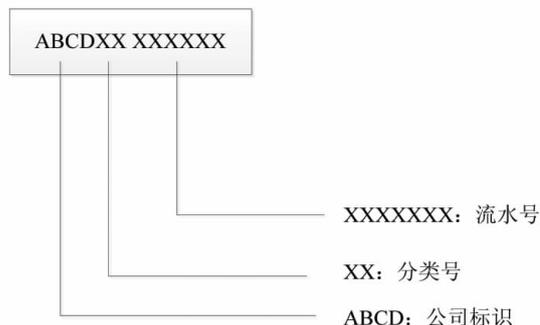


图 3 公司 C 设备件号规则

- 1) 设备件号中包含公司标识 ABCD;
- 2) 分类号由 2 位阿拉伯数字表示,表示该件号属于系统、设备、软硬件及外购件,比如系统固定为 10,设备固定为 20,软件固定为 30;
- 3) 流水号由 6 位阿拉伯数字组成。

## 2 设备件号规则需考虑因素

不同公司设备件号管理规则均有其规则的理由,没有优劣之分,本小节通过对国内外设备件号规则的分析,提炼设备件号规则制定中要考虑的方面。

1) 客舱系统设备件号规则需满足产品型谱化横向发展的需要。对 ATA23 章<sup>[4]</sup>通信设备而言,比如短波通信电台更新换代较慢;但对 ATA44 章客舱系统、ATA46 章信息系统而言,由于互联网技术和 E 化飞机<sup>[5]</sup>的发展,产品更新速度较快,必须考虑产品的型谱化发展问题:(1) 针对支线机、单通道、双通道客机,因其处理业务量级不同,推出具备不同处理能力的客舱中心设备;(2) 针对客舱管理系统<sup>[6]</sup>、机载娱乐系统<sup>[7]</sup>,因其应用场景不同,推出具有不同存储能力的客舱中心设备;(3) 针对不同制造商的需求差异,比如安装环境(导致 DO-160G<sup>[8]</sup>环境类别不同)、安装方式(导致连接器选型不同)、供电电源不同(影响电源选型),结合产品成本分析,推出可台阶化的客舱中心设备。

2) 客舱系统设备件号规则需满足产品型谱化纵向发展的需要:(1) 客舱系统设备件号需考虑与 LRM(Line Replacement Module,即航线可更换模块)、元器件件号的关联关系,在项目策划中考虑可重用性,以支持产品型谱化横向发展的需要,减少研

发和生产成本;(2)设备驻留软件分为两类,第一类为常驻软件,第二类为应用软件。对于既有常驻软件和既有应用软件的设备,需考虑设备件号与常驻软件的关联关系(常驻软件属于设备的下一层级构型项,需考虑常驻软件发生变化时,设备件号如何变化,比如常驻软件件号可与设备件号采用共同的数字或字母进一步显性化其关联度),在软件架构设计、需求分析、代码实现和验证考虑可重用性,以支持产品型谱化横向发展的需要,减少研发成本。

3)客舱系统设备件号规则需考虑与应用软件的关联关系:(1)客舱系统由客舱核心系统、机载娱乐系统和外部通信系统组合,客舱系统因客户化定制要求高(比如客舱核心系统中客舱管理终端的界面设计)、第三方应用驻留及更新(比如微信等应用APP),建议应用软件件号层级与设备相同,即同属

于系统构型;(2)应用软件件号层级虽然与设备相同,但因应用软件的驻留平台仍为设备件号代表的硬件平台,故需在件号中考虑两者的关联关系。

### 3 全生命周期设备件号应用

在民用飞机航电系统典型研发流程中,客户主要参加系统供应商的 PDR、CDR、TRR、QRR 等阶段,形式可以是会议,也可以是批准对应的文件,比如 QRR 阶段的 QTP 文档,如图 4 所示。图下方标注的设备顶层图、设备铭牌、QTP 与首飞构型与对应的阶段并非一一对应关系,比如设备顶层图在初步设计阶段开始,贯穿后续的研发流程,在设备集成阶段和 FAI 不断被检查确认,文中标注的目的是方便后续的文字描述。

结合系统的研发流程,重点介绍设备件号在全流程中发挥的作用及应注意的事项:

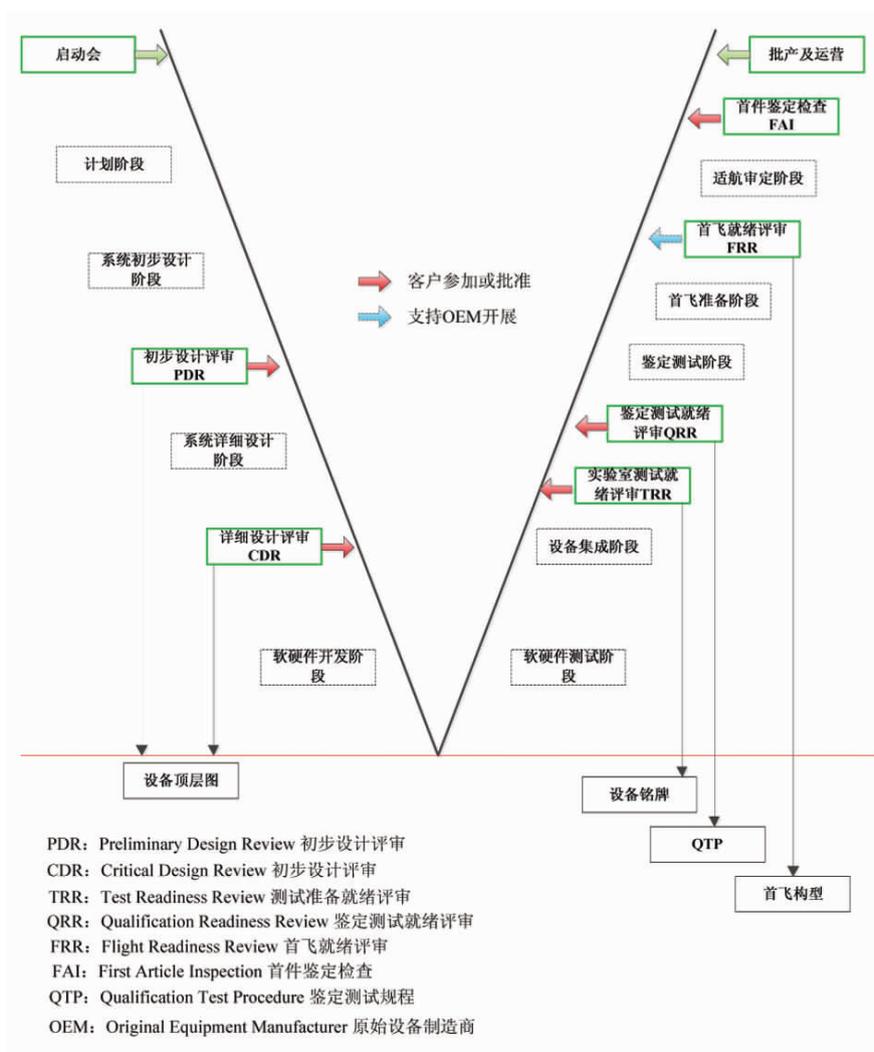


图 4 民用飞机航电系统典型研发流程

1)设备顶层图。在设计环节,设备顶层图按照PDM结构树分配的设备件号和图纸编号绘制顶层图,顶层图内容包括名称、图号、标牌(Label),通过图号或Label均可查阅设备件号。

2)设备铭牌。TRR<sup>[9]</sup>评审召开时,此时蓝标件已交付主机,并开展了联试;设备交付主机后,由于软件修改和发布、软件加载和测试的区域与软件排故地点是分离的(软件修改和发布的地点是在设备研发单位,软件加载地点是在主制造商实验室,软件测试在研发单位和主制造实验室并行开展),设备构型管理更加重要,须达到合格证与设备铭牌的对应,须可通过设备铭牌信息的变化识别产品构型。比如蓝标件交付主机后,因测试问题修复导致的软件版本升级十分普遍,对于软件的构型管理也显得尤为重要。设备铭牌可通过铭牌上的件号体现软件版本,也可通过铭牌上的MOD信息来体现,软件每一次升级,通过“设备铭牌上的件号变化”或“MOD变化”实现对软件版本的控制,方便测试排故以及回归测试。

3)环境鉴定试验。民用飞机航空电子设备在开展环境鉴定时,在硬件平台较通用时,环境鉴定试验往往是针对硬件平台的,待测设备构型是由“硬件平台”和“测试软件”组成的,而“实际装机软件”因为项目进度或设备供应商产品线考虑等原因并未纳入待测设备构型,这时需要考虑:(1)“测试软件”必须具备充分调用“硬件平台”的能力;(2)针对环境鉴定试验,“测试软件”与“实际装机软件”的差异;(3)“硬件平台”与LRU件号具有相同的根件号,或有一定的显性关联关系,利于“硬件平台”的不断演进和型谱化发展,利于减少由于“硬件平台”演进带来的环境鉴定试验重复开展的频次,易于适航审查人员的审阅。

4)首飞构型。首飞构型本质上属于研制构型管理的一部分<sup>[10]</sup>,首飞需在特定的构型下进行。试飞情况复杂,外场时间紧,每个设备研发单位的产品处于一种动态的构型管控中<sup>[11]</sup>,需重点保证试飞科目/功能与试飞构型的对应关系,充分评估现场更改的必要性,减少对试飞现场资源的占用。

## 4 结论

本文结合国内外公司设备件号规则,提炼总结了件号命名规则需考虑的因素,结合民用飞机航电

设备研发流程及工程经验,介绍了设备件号在典型民用飞机航电系统全生命周期发挥的作用,进一步强调了构型管理在民用飞机研制过程的重要性,对工程应用有一定的参考意义,但还需注意以下几点情况:

1)件号命名规则需考虑设备/硬件平台型谱化发展需要;

2)件号命名规则需考虑与常驻软件、第三方应用软件的关联性;

3)当硬件平台通用时,需要设备层级件号与硬件平台件号的显性化体现;

4)件号贯穿航电系统设备研发生产全流程,在各个里程碑节点及重要环节应给予重要关注。

## 参考文献:

- [1] Federal Aviation Administration. Airworthiness standards: Transport category airplanes, No. 137: FAR-25 [S]. Washington, D. C. : Federal Aviation Administration, 2013:1-3.
- [2] 王庆林,余国华,王睿. 构型管理[M]. 上海:上海科学技术出版社,2010.
- [3] 贺璐,许松林,杨道文. 飞机构型管理中的产品结构分解研究[J]. 民用飞机设计与研究,2010(3):34-36.
- [4] Advanced Technology Attachment. Information Standard for Aviation Maintenance: ATA Specification 2200[S]. U. S. : ATA/A4A, 2012.
- [5] 曹全新. 机载信息系统的应用研究及发展趋势初探[J]. 民用飞机设计与研究,2014(1):72-76.
- [6] Test rig and method for passenger cabin management system of mobile platform: U. S. WO 2018/203215 A1 [P]. 2018-04-30.
- [7] 威威. 民航机载娱乐系统安全性评估研究[D]. 天津:中国民航大学,2018.
- [8] RTCA Inc. Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment: RTCA/DO-160G [S]. U. S. :RTCA Inc. , 2010.
- [9] Society of Automotive Engineers. Guidelines for Development of Civil Aircraft and Systems: SAE ARP 4754A [S]. U. S. : Society of Automotive Engineers, 2010.
- [10] ANSI. Configuration Management Standard: ANSI/EIA-649-B-2011[S]. U. S. :ANSI, 2011.
- [11] 刘寒松. 民机试飞构型管理概述[J]. 民用飞机设计与研究,2017(4):121-125.

**作者简介**

**李高生** 男, 硕士, 高级工程师。主要研究方向: 通信导航系统、客舱系统、故障预测与健康管理系统。E-mail: lig@ cetca. net. cn

**李俊生** 男, 本科, 高级工程师。主要研究方向: 客舱系统。E-mail: lij@ cetca. net. cn

**庞珂** 女, 硕士, 系统工程师。主要研究方向: 客舱系统、

故障预测与健康管理系统、信息系统。E-mail: pangk@ cetca. net. cn

**冯晓昱** 男, 硕士, 系统工程师。主要研究方向: 客舱系统。E-mail: fengxy@ cetca. net. cn

**胡林瑶** 女, 硕士, 系统工程师。主要研究方向: 客舱系统。E-mail: huly@ cetca. net. cn

## Part number rule and application of avionics system for civil aircraft

LI Gaosheng\* LI Junsheng PANG Ke FENG Xiaoyu HU linyao

(China Electronics Technology Group Corporation, Chengdu 610000, China)

**Abstract:** In the development process of civil aircraft avionics system, part number belongs to the category of configuration management, which must be simple, unmatched, and easy to understand. Good part number rules will not only greatly reduce the difficulty of configuration management in independent engineering projects, but also realize the traceability of products through part numbers, which clearly reflect the evolution rules of the company's product spectrum. This article analyzes part number rules of companies at home and abroad, and summarized the factors that should be paid attention to for different ATA chapters, different kinds of avionics system and equipment part number rules ATA44 Cabin System and ATA 46 Information System were closely combined with internet technology. It is necessary to consider the equipment type spectrum, part number in different layer (equipment, hardware) for different subsystem, different application phenomena and resident software update. Combined with the problems that may be encountered in the typical R&D process of civil aircraft avionics system, the top-level diagram, equipment nameplate, environmental qualification test, first flight configuration part number management suggestions and aspects needing attention in the whole life cycle of civil avionics system equipment development were given.

**Keywords:** part number; type spectrum; hardware platform; management rules

---

\* Corresponding author. E-mail: lig@ cetca. net. cn