

民用飞机地面支援设备/工具清单 编制方法研究

Compilation of Ground Support Equipment and Tools List for Civil Aircraft

王正鑫 邢博 朱静 李冲祥 / Wang Zhengxin Xing Bo Zhu Jing Li Chongxiang
(上海飞机客户服务有限公司, 上海 200241)
(Shanghai Aircraft Customer Service Co., Ltd., Shanghai 200241, China)

摘要:

民用飞机地面支援设备/工具清单的编制是一项极其重要而又繁杂的工作。研究清单的编制原则、设备/工具的确定方法、清单的主要内容以及清单编制工作流程,可为地面支援设备/工具清单的编制工作提供参考。

关键词:民用飞机;产品支援;地面支援设备/工具;维修工程

中图分类号:V267

文献标识码:A

[Abstract] Compilation of the ground support equipment and tools list for civil aircraft is a very important and complicated work. Compilation principle, determination method of equipment and tools, main content of the list and compilation working procedure are discussed in this paper, which can provide helpful references to the compilation of ground support equipment and tools list.

[Key words] civil aircraft; product support; ground support equipment /tools; maintenance engineering

0 引言

民用飞机是一种技术高度集成的工业产品,为保障民机安全、可靠、经济的运营,需要配备完善的产品支援系统。地面支援设备/工具(简称设备/工具)是民机产品支援系统中不可或缺的组成部分,其可定义为:在地面为保障飞机的结构、机载设备与系统在规定条件、规定时间可正常使用而需要的所有设备与工具,具体包括飞机航线地面服务设备,停机坪、机库维修检查设备/工具,飞机大修设备/工具,飞机应急抢救设备/工具等。

在民用飞机研制阶段,飞机制造商必须编制完善的地面支援设备/工具清单(以下简称清单),用于罗列飞机勤务、航线维护、日检、定检、修理、应急抢救所需的所有设备/工具的名称、功能、类别、维修等级、供应商、数量、适用机型、价格等基本信息。还可根据实际使用需求对该清单进行筛选,衍生出其它专用清单,如:试飞用清单、客户化清单、跟飞

工具清单(Flight Kit)。民机运营商(一般为航空公司)在其机队中引入一种新机型前,需根据飞机制造商提供的清单具体了解飞机运营和维护所需的不同类型的设备和工具。该清单的编制工作也是飞机主制造商开展地面支援设备/工具设计、制造、采购、验证、向客户推荐等一系列工作的起始环节。完善、准确的清单是民机产品支援工作能够顺利开展的重要前提,其编制工作是地面设备专业人员的重要工作内容。

1 清单编制原则

1.1 种类齐全精简

清单中设备/工具应种类齐全,须囊括飞机维护/维修任务(除去部件级维修)需要的所有设备/工具。清单中罗列的设备/工具即为实施飞机维修手册(Aircraft Maintenance Manual,简称AMM)规定的各项任务(包括计划任务和非计划任务)所需的设备/工具,这些任务一般是针对航线可更换件

(Line Replaceable Unit, 简称 LRU) 级别或更高级别的维护/维修任务。清单内设备/工具的遗漏可能会导致飞机维护/维修任务无法顺利进行。清单中设备/工具应保持精简。飞机实际维护/维修不需要的设备/工具无需列入清单。另外清单中一般不包含通用工具与测试设备, 如铆枪、通用扳手、螺丝刀、伏特表、万用表等, 也不包括比 LRU 更低级别部件的维护/维修设备/工具。精简的清单将有利于设备/工具的采购成本或研制成本的降低。

1.2 信息全面准确

民机运营商一般在首架飞机交付前的 9~12 个月需根据清单提供信息选择采购项目, 进行采购、库存保障。清单信息应全面、准确, 能够保障设备/工具采购工作的规划与实施。为便于设备/工具的采购, 清单中一般以表格形式列出以下信息: 设备/工具所在的美国航空运输协会 (Air Transport Association of America, 简称 ATA) 章节、名称、功能、件号/型号、供应商、类型、数量/每架、参考单价、交付周期、适用机型、维修等级、出版物编号及备注信息。

1.3 编排清晰统一

清单一般都按照 ATA 章节递增的顺序分类编排, 设备/工具的名称、功能、件号/型号、供应商信息列项在前, 其它信息列项在后。每个 ATA 章节内的设备/工具可按维修等级递增的顺序排列。

民机主制造商对于自行研制的不同机型应尽量采用相同的编排格式和顺序。设备/工具的分类方法尽量保持统一。编排清晰、统一的清单将便于清单的使用和管理。

2 地面支援设备/工具的确定方法

现代民机结构、系统复杂, 其配套的维修设备与工具也趋于专业化、多样化, 因而设备/工具的确定必须通过系统地分析才能保证其种类齐全。设备/工具的需求主要来源于维修工程分析、民机供应商提供清单、其它机型经验借鉴。

2.1 维修工程分析

维修工程分析是确定飞机所需设备/工具的最主要方法。维修工程分析在民机初步设计之前就应制定顶层的维修要求, 初步规划出机型的计划和计划维修内容、维修所需的设备/工具、维修间隔等, 民机设计者需将这些要求落实到机型的实际设计中。机型的详细构型确认后, 通过故障模式和影

响分析 (Failure Modes and Effects Analysis, 简称 FMEA)、维修指导小组-3 分析 (Maintenance Steering Group, 简称 MSG)、非计划维修任务分析、基于后勤保障的故障模式影响分析 (Logistics Support Analysis-Failure Modes and Effects Analysis, 简称 LSA-FMEA)、损伤和特殊事件分析 (Damage and Special Events Analysis, 简称 DSEA)、维修任务分析 (Maintenance Task Analysis, 简称 MTA)、修理级别分析 (Level of Repair Analysis, 简称 LORA)、后勤相关使用任务分析 (Logistics Related Operations Analysis, 简称 LROA) 这八块内容的分析, 得出民机所需的维修、维护、使用任务, 从而确定具体任务所需的设备/工具, 其基本流程如图 1 所示。

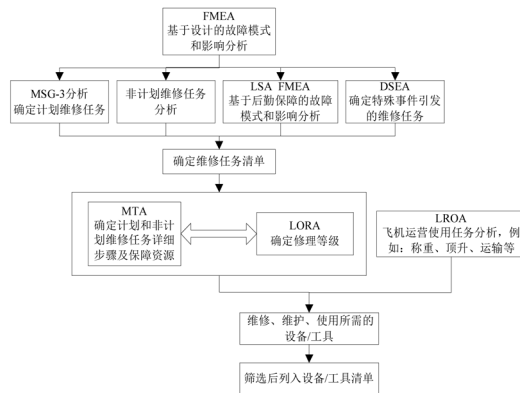


图 1 维修工程分析确定设备/工具的流程

2.2 民机供应商提供清单

现代民机多采取“主制造商-供应商”的研制模式以缩短型号研制周期。飞机的部分系统或机载设备可由专业的供应商提供 (例如动力系统、起落架系统等), 相应的设备/工具清单也由该供应商一并提供, 再由民机主制造商进行评估、确认。

2.3 其它机型借鉴

现代飞机的结构、系统和机载设备发展成熟, 借鉴现有机型的经验, 对于新机型设备/工具清单的编制是大有裨益的。通过调研航空公司及飞机维修单位对于成熟机型 (主要为波音、空客、ERJ、CRJ 系列机型) 使用的设备/工具, 可以快速地熟悉设备/工具的种类、功能、整体数量、生产厂家等信息, 还可以通过对比分析出哪些设备/工具是多种机型通用的, 为新机型的设备/工具清单的编制提供宝贵经验。

3 清单的主要内容

确定了民机所需的设备/工具之后, 需要针对

每种设备/工具,逐项确认清单内容。典型的清单表头见表1,每项内容说明如下:

表1 地面支援设备/工具清单表头

ATA	名称	功能	件号/型号	供应商	类型	数量/架	单价	交付周期	适用机型	维修等级	ITEM ITEL	备注
-----	----	----	-------	-----	----	------	----	------	------	------	-----------	----

(1)ATA:按照ATA100规范划分的章节,填写设备/工具所在的ATA章节号。

(2)名称:填写该设备/工具的名称。

(3)功能:对该设备/工具的具体功能作简要描述。

(4)件号/型号:非标准件填写研制单位提供的件号;采购的成品件填写供应商提供的型号。

(5)类型:一般分为3类,多种机型通用的、可市场直接采购的设备/工具(C类);机载设备与系统供应商提供的设备/工具(P类);主制造商自行研制的设备/工具(S类)。可根据主制造商的自行定义,使用不同符号标示这3类。本文分别使用C类、P类、S类代表上述3种设备/工具。

(6)数量/每架:单架飞机所需这种设备/工具的数量。

(7)单价:该设备/工具的单价。

(8)交付周期:通用类设备/工具交付周期一般为3个月;供应商提供的及自主研发的设备/工具交付周期较长,约1年左右。便于航空公司确定采购时机。

(9)适用机型:该设备/工具可适用的机型,包括自行研制的机型,也可扩展到其它成熟机型,便于航空公司确定采购项目,节约成本。

(10)维修等级:由主制造商自行定义,一般根据飞机运行的飞行小时(FH)或飞行循环(FC)或日历时间(Calendar Time)划分几个阶段,标示该设备/工具使用的阶段。便于航空公司确定采购时机。

(11)ITEM/ITEL:该设备/工具对应的出版物编号,为6位数字代码(ATA章-节-主题)。例如:26-21-11,其中前3位由ATA标准确定,后3位由飞机主制造商自行定义。

(12)备注:填写其它备注信息。

4 清单编制工作流程

清单的编制工作将围绕着确定以上列项信息有序展开,并且是一个持续更迭的过程,其编制工作流

程如图2所示。设备/工具专业人员需持续与飞机设计相关专业人员、机载设备或系统供应商沟通,确定与设备/工具使用相关的飞机设计构型、参数以及它们的变化情况。由维修工程分析的结果确定飞机所需的设备/工具之后,通常根据C类、P类、S类设备/工具的初步分类,同时开展这三类工作。

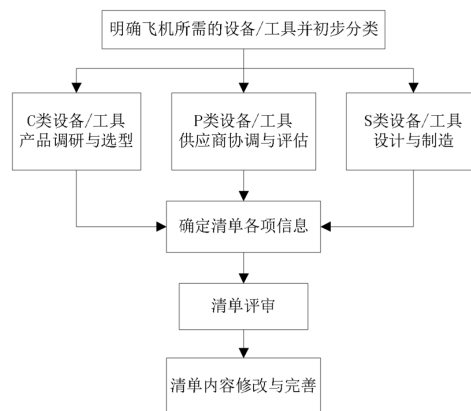


图2 设备/工具清单编制工作流程

(1)C类设备/工具调研与选型:C类一般为对于飞机无特殊接口参数要求、或接口已标准化的设备/工具。C类设备/工具专业人员通过调研市场上民航地面设备/工具生产厂家、其它专业生产商的产品及市场占有率等信息,进行评估、对比,选择性价比高的产品列入设备/工具清单(可列出多个厂家产品以供选择)并填写表1列出的信息。尽量选择通用类的设备/工具,利于航空公司降低采购成本。

(2)P类设备/工具协调与评估:P类设备/工具专业人员应不断搜集、整理、熟悉供应商的机载设备或系统的说明性资料,在熟悉供应商技术产品的基础上,与机载设备或系统供应商进行多次的协调、沟通,确保供应商提供的P类设备/工具清单信息的准确性、完整性。当飞机构型发生更改后,还应与供应商沟通,及时更新清单信息。针对供应商提供的清单,P类设备/工具专业人员还应以经济性、技术能力为指标,评估哪些设备/工具可以使用C类设备/工具代替,哪些设备/工具可改为自行研制的S类设备/工具。

(3)S类设备/工具设计与制造:自行研制的S类设备/工具一般与飞机有特殊的接口参数要求,S类设备/工具专业人员应跟飞机设计人员沟通,梳理所需的设计要求(功能要求、性能要求、参数要求等),进行设备/工具设计、评审、改进、跟产等工作。

(下转第78页)

表 5 失效状态分析

失效状态	阶段	影响	分类
P2.1	起飞(滑跑至v1后)至着陆	对飞机:推力不对称、偏航及其引起的滚转、阻力增加。 对机组:飞行员通过机组报警系统信息和飞机表现、偏航力矩、滚转和速度降低察觉到反推打开。推力性能因阻力增加而降低,妨碍安全飞行,影响飞机的可控性。 对乘客:严重受伤或生命危险。	I
P2.2	放弃起飞(湿跑道或污染跑道)	对飞机:一台发动机失效或反推装置完全打开后意外收起都会导致推力不对称和产生偏航力矩。若一台发动机反推装置不能按指令打开,FADEC将两台发动机设置至慢车推力,使反推装置均不可用。 对机组:飞行员通过发动机指示和机组告警系统指示和飞机状态,如偏航力矩等,获知发动机失效或反推装置意外收起。此时飞行员可使用或停止使用依然可用的反推装置,同时操作方向舵和飞机前轮方向来控制飞机。如果反推装置未打开,飞行员通过发动机指示和机组告警系统指示和飞机未减速的状态获知。在这种情况下,飞行员停止使用反推装置,使用常规刹车来使飞机停止。 对乘客:可能会因使用反推对飞机制动而受到有不利影响。	II
P2.3	着陆、放弃起飞(干跑道或干净跑道)	对飞机:功能和安全裕度轻微减小,在干燥无污染跑道上使用反推装置停止飞机对着陆性能无影响。 对机组:轻微增加工作负担。如果反推装置不能打开,飞行员可通过发动机指示和机组告警系统指示和飞机未减速的状态获知。在这种情况下,飞行员停止使用反推装置,使用常规刹车来使飞机停止。 对乘客:无安全影响。	IV
P3.1	起飞、复飞	对飞机:飞机仍具有完全控制能力和性能,飞机校正高度、空速和姿态依然有效。 对机组:飞行员认识到这种情况并在所有目视气象条件/仪表气象条件(VMC/IMC)情况下控制飞机。飞行员通过其他方法监视飞机性能,如姿态、速度误差和速度方向矢量。仅在高推力飞行阶段,如起飞、复飞,在可能出现发动机参数显示溢出的情况下,飞行员需决定降低推力设置至起飞复飞(TOGA)以下。即使在这些情况下,可用推力将超过单发失效状态。飞行员负担有较大增加,飞行员可能不能及时采取应急措施。 对乘客:可能处于不利状态,潜在的生命危险。	I
P3.2	全阶段	对飞机:发动机和飞机均完全可控。发动机推力可手动控制或通过自动油门杆控制以维持飞行状态需要,飞机校正高度、空速和姿态依然有效。 对机组:飞行员很快认识到这种情况并在所有目视气象条件/仪表气象条件(VMC/IMC)情况下控制飞机。飞行员通过其他方法监视飞机性能,如姿态、速度误差和速度方向矢量。仅在高推力飞行阶段,如起飞、复飞,飞行员需决定降低推力设置以防止可能出现的发动机参数溢出。飞行员负担有较大增加。 对乘客:可能处于不利状态。	II

(上接第 69 页)

飞机构型发生更改、维修类手册发生更改或技术管理等问题可能会导致设备/工具发生增减或修改。设备/工具清单通常需要评审、修改多次,才能定稿。当飞机交付后,也会根据客户的实际需要,再次完善。

5 结论

民机结构、系统复杂,研制周期长,对技术和管理层面的工作均是一个长期的考验。地面支援设备/工具清单的编制工作贯穿民机研制始终,是一个多次更迭完善的过程。编制工作必须基于维修工程分析结果,基于对设备/工具生产厂家与产品的调研,基于与供应商的多次协调,基于对航空公司、MRO 的充分调研。编制人员应以能顺利完成飞机维修手册规定的各项任务、降低主制造商和航空

公司成本、顺利完成设备/工具采购为目标,有序开展清单编制工作。在工作中积累经验,向飞机设计人员输入明确的、可执行信息,使得机型在前期设计时能够更多兼顾后期设备/工具的使用性、通用性,是地面设备专业人员的愿景。

参考文献:

- [1] 德里克·怀特,贾丽岩. 用成本效益选购地面支援设备和工具[J]. 航空维修与工程,2002,1:31-33.
- [2] 左洪福,蔡景,吴昊,等. 航空维修工程学[M]:北京:科学出版社,2011.
- [3] 张宏. 地面支援设备在民机设计中的重要性及其相关研制程序[J]. 民用飞机设计与研究,2011,3:65-69.
- [4] 王燕玲. 民用飞机通用地面支援设备选型程序浅析[J]. 民用飞机设计与研究,2014,1:58-62.