

地面支援设备在民机设计中的重要性及其相关研制程序

张宏

(上海飞机设计研究院四性与产品支援设计研究部,上海 200232)

The Importance and Development Procedure of Ground Support Equipment during the Aircraft Designing

Zhang Hong

(RAMSS of SADRI, Shanghai 200235, China)

摘要:地面支援设备是保证飞机具有良好的维修性和保持飞机固有可靠性、安全性所必须的重要手段,是确保飞机持续适航、正常使用、维护和维修不可缺少的组成部分。

关键词:地面支援设备;重要性;研制程序

【Abstract】 Ground Support Equipment is important instrument for airplane with good maintenance, reliability and security. Ground Support Equipment is indispensability for airplane with continual airworthiness and normal flight, service, maintenance.

【Key words】 ground support equipment; importance; development procedure

0 引言

近年来,随着全球经济的快速发展,民用航空的市场在不断扩大,在竞争激烈的民航市场,航空公司对于飞机使用的安全性、经济性、舒适性和环保性有很高的要求。从2005年上半年我国三大集团的成本构成数据中可以看到,飞机的直接运营成本占总运营成本的比重高达80%,在保证飞机有高可靠性和维修性的前提下,降低飞机的DMC(直接维修成本),可以节约大量的维修费用,最终提高航空公司(用户)的经济效益。产品支援工作对于飞机使用的安全性、经济性、舒适性、环保性和降低飞机的直接维修成本将发挥很大的作用,因此现代民用飞机的产品支援工作越来越受到航空公司和飞机制造商的重视。产品支援包含了飞机的可靠性、维修性分析、技术出版物、地面支援设备等多方面的工作。本文将简要论述地面支援设备在民机设计中的重要性及其相关研制程序。

地面支援设备,以下简称为地面设备,英文缩略语为GSE(Ground Support Equipment),包含飞机用于支援(包括发动机等机载设备)航线服务、航线维护、定期检修、大修与非定期检修的设备和工具,狭义讲是指维修飞机使用的地面支援设备和工具,广义上还应包含支援飞机运营的机场特种车辆、设备等。地面支援设备是保证飞机具有良好的维修性和保持飞机固有可靠性、安全性所必须的重要手段,是确保飞机持续适航、正常使用、维护和维修不可缺少

的组成部分。

1 地面设备在飞机设计中的重要性

1.1 地面设备是飞机使用、维护和维修工作中不可缺少的设备

在飞机航线服务中特种车辆是不可缺少的设备,图1为飞机常见服务车辆的分布图。

在飞机的日常维护中,许多通用设备、专用设备是不可缺少的。如在燃油系统中,为了使燃油箱放沉淀和收集燃油样本,特别设计了燃油箱放沉淀设备,如图2所示。

除了为系统配备专用设备外,地面设备专业还要为机体结构配置各种工作平台,以满足对各处不同结构部件的维护操作,图3为维护飞机平尾、垂尾部件设计的平尾、垂尾工作台。

1.2 地面设备工作应贯穿飞机的整个生命周期

首先,飞机各系统在进行供应商招标工作以及在与系统供应商谈判过程中,通常会涉及到各系统相关地面设备的配套问题,这时就需要地面设备专业的参与以保证对系统供应商提出合理、充分的技术要求。

其次,在飞机设计过程中,地面设备与维修性分析是紧密联系的。飞机研制周期中在进行维修性分析的同时,地面设备专业也应当参与各专业共同协调、分析并确定维修需要的设备和工具,将这些设备、工具及时纳入地面设备清单中。

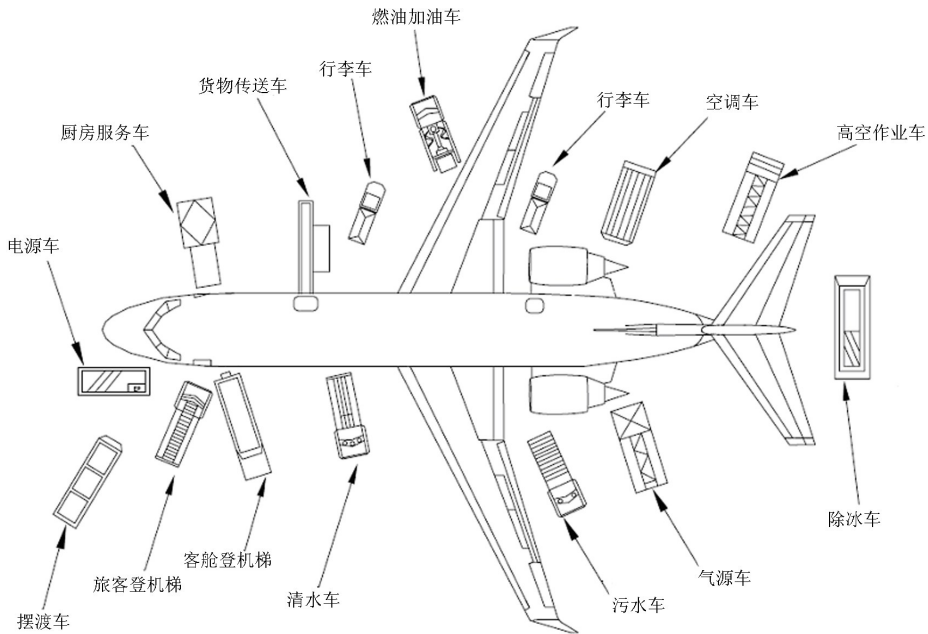


图1 飞机常见服务车辆的分布图

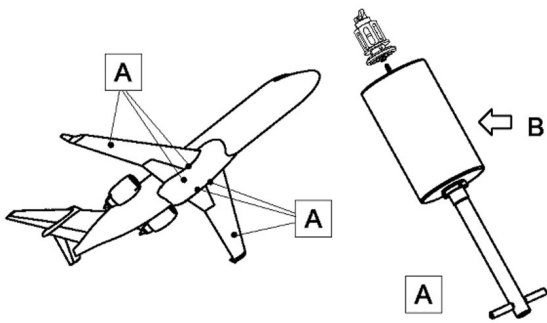


图2 燃油箱沉淀设备示意图

最后,在飞机试飞阶段,应同时进行专用地面设备的验证完善工作,以保证交付客户使用的设备具有基本的功能性和使用安全性。

此外,各专业在设计时也应当考虑到地面设备的使用,应预留出地面设备与飞机接口连接的位置,并协调连接方式等。如果在飞机设计中后期才考虑地面设备,可能会产生与飞机协调困难的问题。在飞机设计中后期,结构/系统基本定型,更改会很困难,而如果结构/系统在设计时没有考虑到地面设备,这种情况下设计出的地面设备可能就会为了实现同样的功能而结构笨重,使用不方便。而航空公司为了提高飞机的派遣率和出勤率,极力希望地面维护设备能够轻巧、简便,用最少的维护人员完成尽可能多的工作。这样势必影响航空公司对飞机的后续采购。

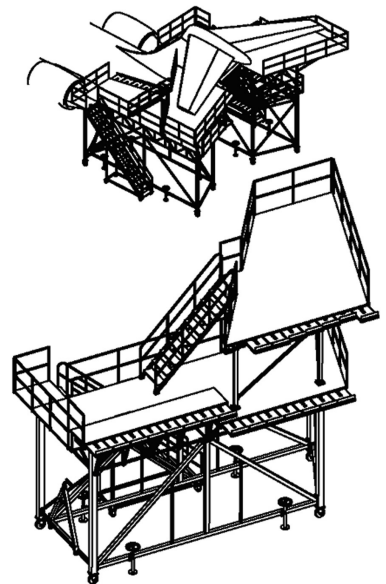


图3 平尾、垂尾工作平台示意图

2 地面设备相关研制程序

地面设备专业的工作流程如图4所示。

2.1 地面设备专业的研制一般要求

在满足维修性要求的前提下,尽可能减少特殊的、专用的 GSE(非标 GSE),而选用航空公司现有类似飞机使用的通用 GSE。

在满足维修性要求的前提下,非标 GSE 的设计应结构简单、性能良好、坚固耐用、操作可靠、使用方便。

所有 GSE(包括供应商提供的设备)均需进行上机校核、检查通过。

工人的等级要求尽量低,以减少操作人员的特殊培训。

GSE 应符合人机工程的要求,对操作使用 GSE

GSE 价格应合理。

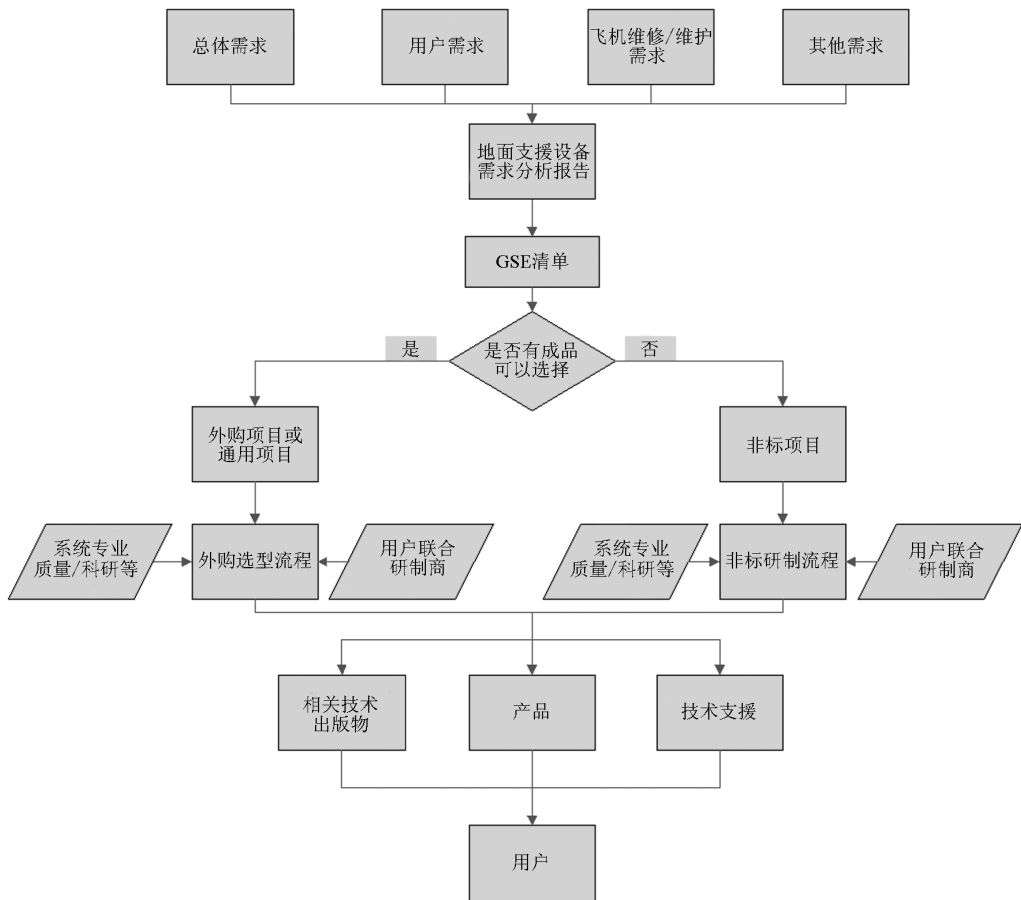


图4 地面设备专业流程图

2.2 研制需求分析

GSE 的项目应通过飞机地面设备需求分析提出,在飞机研制初期,也可以通过工程经验判断确定。

通过对飞机、分系统和机载设备的使用、维修工作进行详细的任务分析、以可靠性为中心的维修分析和修理等级分析,以确定飞机、分系统和机载设备的全部维修工作项目,维修工作频度、维修工作时间、维修间隔时间,维修方式及维修级别,所需地面设备的项目、数量、主要功能和技术指标、技术要求等。

对确定的每项主要地面设备,均应由系统或结构需求专业室编制一份《需求分析报告》,将报告提供给地面设备专业,作为 GSE 清单编制的依据。

2.3 GSE 清单编制

依据 GSE 清单编制的相关顶层要求,并根据各

专业室提供的需求分析报告编制一份初始的 GSE 清单,地面设备专业室应将第一轮清单分发上述各专业室征集意见、并确认,经修改完善后正式发布 GSE 清单(初稿)。在形成初稿过程中,地面设备专业室应负责收集、了解国外其他民机的 GSE 资料,并将其提供给各专业室参考。GSE 清单(初稿)评审还应该通过航空公司专家、供应商、各相关专业专家一起评估清单(初稿)的符合性、正确性,评审后经修改完善的清单成为 GSE 初始清单。

2.4 全面规划、同步研制地面设备

2.4.1 设备分类

地面设备根据出发点不同,可以有不同的分类方法。一般主要根据设备的通用性分类,分为通用设备和专用设备(即非标项目)。

通用地面设备是指能适用多种型号飞机维护、维修使用的地面设备。通用地面设备一般是在市场

上可直接采购到的货架成品。

专用地面设备是为保障某一特定飞机机型或机型系列而设计的地面设备。

2.4.2 通用设备选购程序

可以根据该型号飞机系统或结构需求的相关技术性能和参数对设备进行选择,需求该设备的相关系统可推荐采购的供应商,或地面设备专业人员对市场上的同类产品进行比较,选择航空公司比较认可的有资质供应商的成熟货架产品进行推荐,以保证设备使用的安全性和可靠性。

2.4.3 专用设备研制过程

为了规范地面设备的专用设备设计,确保地面设备的低成本,方便航空公司的购买和使用,在地面设备的预发展阶段需要制定相应的顶层要求。如在飞机地面设备的研制过程中,为保障地面设备的设计,需要制定了下列顶层文件:《飞机地面设备图样技术文件管理规定》;《飞机地面保障、维护用非金属材料选用范围及设计规定》;《飞机地面保障、维护用金属材料选用范围及设计规定》;《飞机 GSE 研制要求、研制程序和分工》;《飞机地面设备非标项目研制的相关规定》。飞机设计初期,地面设备专业编制《飞机 GSE 研制要求、研制程序和分工》,对于地面设备的分类,地面设备研制的界面分工,地面设备的外购设备选型匹配,地面设备生产流程,地面设备的机上验证等工作进行了规定,为地面设备的研制提供了顶层要求,制定 GSE 产品顶层要求。

在《飞机地面设备图样技术文件管理规定》中,规定了地面设备技术文件编号、专用地面设备图号的编制要求,为以后设备的设计图纸换版等工作提供了依据;规定了设备的外观美化涂装要求,确保了外观的一致性;规定了零件的一般尺寸公差和螺纹的公差等级等。

在《飞机地面保障、维护用非金属材料选用范围及设计规定》及《飞机地面保障、维护用金属材料选用范围及设计规定》中,对专用地面设备设计过程中使用的材料品种和规格进行了规定,方便了设计选材,提高了设计标准化程度,从而为降低地面设备的成本打下了基础。

在《飞机地面设备非标项目研制的相关规定》中,着重对专用地面设备的研制进行了规定。由于涉及到设备外协生产的问题,因此制定程序性的文

件显得尤为重要,为了能更好地推动专用地面设备的研制生产,在文件中规定了图纸的签署流程、设计评审程序、生产试验程序、产品包装要求、产品验收程序等。

在制定针对地面设备研制的顶层技术规范的同时,对于用到的通用规范也需要进行梳理。如下列标准规范:HB 3461《飞机地面保障设备制造通用技术要求》;GJB1132—91《飞机地面保障设备通用规范》;HB 5800《一般公差》;HB 6172《一般表面粗糙度》;GJB/Z594A 《金属镀覆层和化学覆层选择原则与厚度系列》。

专用地面设备研制程序如图 5 所示。

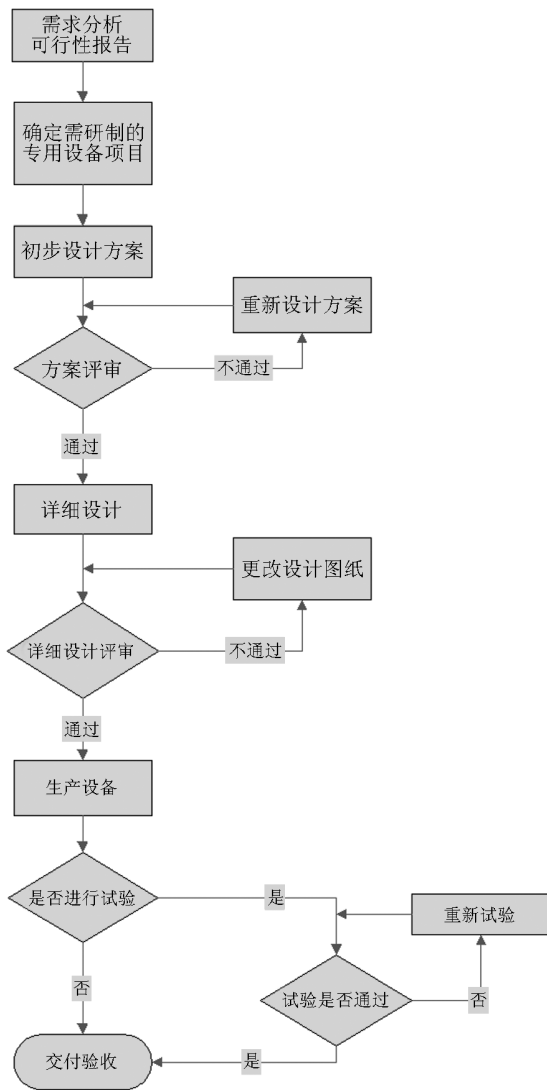


图 5 专用地面设备研制流程图

2.5 机上试用验证

专用地面设备交付验收后,还需进行相关的验证工作。

验证是地面设备在设计定型前,通过机上操作对项目的功能符合性、适用性、安全性等进行实际验证的过程。

飞机所有专用地面设备在交付航空公司用户使用前,都必须通过验证以达到以下目的。

(1) 验证地面设备设计与制造的综合性能与质量;

(2) 验证地面设备的操作安全性,并明确使用培训工作需求,避免地面设备交付航空公司用户使用后由于使用不当引发的安全问题;

(3) 验证地面设备的功能符合性和操作性,避免地面设备交付航空公司用户使用后由于设计或制造原因造成的功能无法满足或不完善、操作不方便等问题;

(4) 通过对地面设备的改进、优化,最终使地面设备通过鉴定,从而使地面设备能够完全满足航线使用要求。

地面设备验证工作流程如图 6 所示。

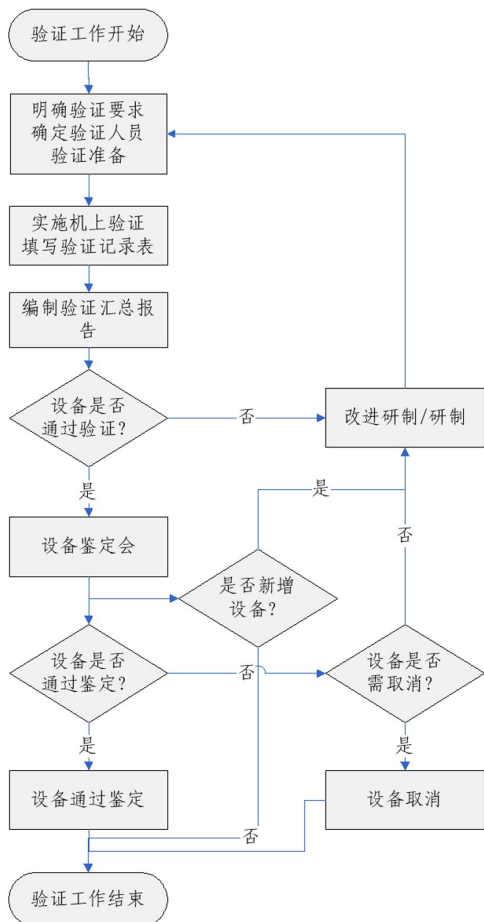


图 6 地面设备验证工作流程图

3 结论

尽管地面设备是为飞机使用、维护和维修时配备的服务设备,但地面设备的研制仍伴随着飞机的整个研制过程,包含预发展阶段、初步设计阶段、详细设计阶段、生产阶段和售后阶段。

在飞机预发展阶段,需要确定飞机的地面操作要求,评估过站操作,以及正常和最快过站时间,评审货舱操作和厨房、饮用水和盥洗室服务程序,评估飞机系统服务程序,确定飞机服务接口和地面设备之间的接口。如明确各个服务点的离地高度情况和接口标准,以便于和民航目前使用的地面设备保持通用性,便于航空公司的使用,空客 A380 飞机研制过程中就有专门的小组负责飞机与民航现有地面设备的兼容性,通过三维数模进行模拟分析。

在飞机的初步设计阶段,需要规划与飞机整机相关的地面设备,开展地面设备顶层输入的协调工作,形成技术输入文件,这些顶层文件的形成,为地面设备的初步规划提供了依据。随着很多越来越多的供应商发展为系统级供应商,需要由供应商负责的地面设备也不断的增加。因此对于飞机系统供应商提供的地面设备的跟踪十分关键,有利于保证地面设备的完整性,更好地保障飞机的运营。

在飞机的详细设计阶段,随着结构系统详细设计的深入、维修性分析的不断开展,陆续调整一些地面设备项目,同时飞机的数模图纸也在不断的更新,因此地面设备的设计需要随飞机结构系统详细设计同步开展,并不断地协调更新,以确保地面设备和飞机的协调性。

对于国内研制的民机新型号来说,很多工作都是处于探索阶段。飞机地面设备的研制也不例外,每一步没有多少现成的经验可以借鉴,相关的技术规范也不够完善,因此走过了许多的弯路。本文根据某型号飞机地面设备的工作实践,对地面设备在民机设计中的重要性及其相关研制程序进行了简要说明。

参考文献:

- [1] 飞机设计手册 21 册-产品综合保障. 航空工业出版社.
[2] 民用飞机客户服务入门. 航空工业出版社.