

DOI: 10.19416/j.cnki.1674-9804.2016.04.016

民用飞机动力装置系统机械接口设计研究

Study of Mechanical Interface Design of Powerplant System for Civil Aircraft

朱岩 王厉哲 / ZHU Yan WANG Lizhe
(上海飞机设计研究院, 上海 201210)

(Shanghai Aircraft Design and Research Institute, Shanghai 201210, China)

摘要:

研究了民用飞机动力装置系统机械接口的设计技术,提出了动力装置系统机械接口的三种分类并总结了相应特点。根据民用飞机和动力装置系统的设计特点,总结了机械接口设计的主要内容,提出了一般设计流程,并以液压泵机械接口设计作为实例,详细描述了机械接口设计的内容和流程。为民用飞机动力装置系统安装集成设计提供了支持和技术积累。

关键词:机械接口;动力装置系统;民用飞机

中图分类号:V228

文献标识码:A

[Abstract] This paper studies the mechanical interface design technology of powerplant system for civil aircraft. Three different types of powerplant system mechanical interface and associated characteristics were presented. The paper concludes the main design work of mechanical interface design, and proposes general process of mechanical interface design of powerplant system. The detailed design work and process are presented with taking the hydraulic pump mechanical interface design as example. The research supported the installation integration design of powerplant system for civil aircraft and the accumulated technology.

[Keywords] mechanical interface; powerplant system; civil aircraft

0 引言

机械接口设计是民用飞机动力装置系统安装集成设计中的关键技术之一,尤其是随着现代民用飞机的发展,飞机与发动机之间的电气信号传输日益复杂,飞机液压、电源、引气系统等对发动机的动力能源需求日益提高,而上述系统功能实现所必须的管路线缆均需通过狭小的飞机吊挂结构与动力装置系统进行连接。此外,发动机本体与短舱结构等也需要牢固可靠地固定在吊挂结构上,从而确保发动机向飞机提供包括推力在内的所有功能^[1-2]。

从“主制造商-供应商”关系而言,明确飞机方和供应商之间的分工和设计界面,是系统集成设计

的首要工作。在此前提下,根据分工和设计界面,进行界面上的接口方案设计,以满足飞机方和供应商两边的要求。最终通过机械接口定义确定上述界面和方案,并作为飞机方和供应商内部设计的必要输入和依据。因此,机械接口设计不能仅满足于界面上的简单划分,而是要综合考虑和权衡包括系统布置、结构设计、安全性、维修性和经济性等因素,形成切实可行的机械接口设计方案,完成机械接口设计定义。

1 机械接口分类

民用飞机动力装置系统机械接口通常包括系统类接口、结构类接口和安装检查接口。

1.1 系统类接口

系统类接口主要分为买方设备 BFE 和发动机装配组件 EBU 两类接口。其中买方设备 BFE (Buyer Furnished Equipment, 简称 BFE) 通常包含有发电机、液压泵、环控活门和着火探测器等。发动机装配组件 EBU (Engine Build-Up, 简称 EBU) 通常包含有液压系统设备、电源系统设备、起动和环控系统设备、气源系统设备、电气系统设备、防火系统设备、燃油系统设备等设备组件。图 1 展示了某型号飞机与动力装置间系统类接口的位置和种类。

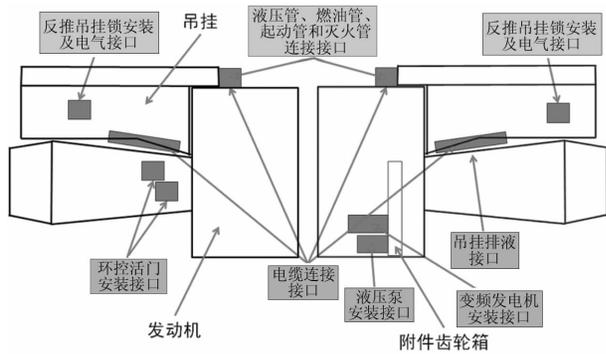


图 1 系统类接口位置示意

1.2 结构类接口

结构类接口主要分为发动机本体与吊挂结构的安装节接口、短舱结构(包括进气道、风扇罩、反推力结构、尾喷管等)与吊挂结构和发动机本体间的接口、以及支持系统类接口的安装支架接口。图 2 展示了某型号飞机与动力装置间结构类接口的位置和种类。

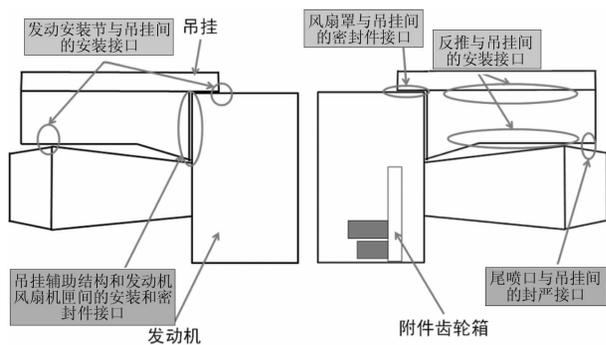


图 2 结构类接口位置示意

1.3 安装检查类接口

如图 3 所示,在开展具体的系统类和结构类机械接口设计之前,需确定动力装置系统在飞机上的总体安装布局;进行短舱气动外形定义;检查动力装置与飞机机体和其他系统之间的安装和维护间

隙;检查动力装置系统和地面支持设备的安装间隙等,通常称之为安装检查类接口。

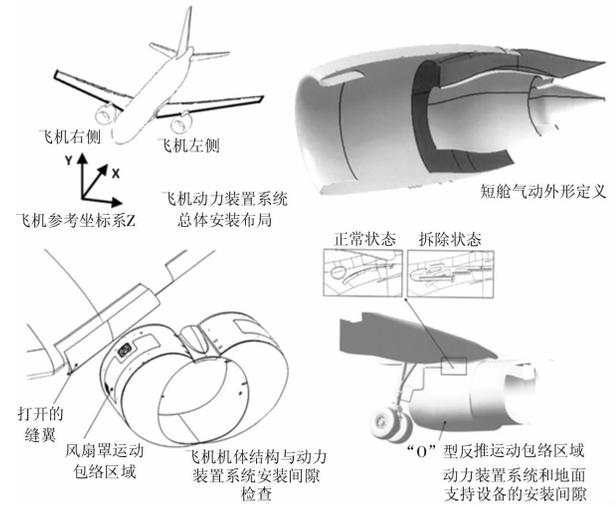


图 3 安装检查类接口示意

2 机械接口设计内容和流程

2.1 机械接口设计内容

民用飞机动力装置系统机械接口设计,首先需明确飞机方和供应商之间的分工和设计界面。在此前提下,根据分工和设计界面,进行界面上的接口方案设计,以满足飞机方和供应商两边的要求。最终通过机械接口定义确定上述界面和方案,并作为飞机方和供应商内部设计的必要输入和依据。

2.1.1 系统类机械接口设计内容

对于系统类机械接口,主要包括买方设备 BFE 和发动机装配组件 EBU 的安装和接口设计。

对于属于买方设备 BFE 的发电机、液压泵、环控活门和着火探测器等,主要涉及发电机和液压泵在附件齿轮箱上的安装以及附属管路的接口设计,环控活门在发动机核心区的安装和接口设计,着火探测器在发动机风扇区和核心区内的布置和接口设计等。

对于属于发动机装配组件 EBU 的设备组件,主要开展发动机和飞机吊挂分界面上的系统接口总体布置设计以及系统设备的接口设计。前者需基于发动机一侧的系统设备布置方案(尤其是附件齿轮箱的布置方案),以及飞机吊挂内部的系统设备布置方案,进行综合考虑和集成设计。后者主要是针对液压系统、起动和环控系统、燃油系统、防火系统等管路的接口设计,以及电气控制系统和电源系统的线缆和连接器接口设计。

机械接口设计的结果包括但不限于接口定义基准、接口处的连接部件外形和尺寸、接口点位置和公差、材料信息、管路接头型号和线缆连接器型号等。以上内容最终通过机械接口定义文件确定。

2.1.2 结构类机械接口设计内容

对于结构类接口,主要包括发动机本体与吊挂结构的安装节接口、短舱结构与吊挂结构和发动机本体间的接口、以及支持系统类接口的安装支架接口。此类接口需详细描述接口两侧结构和密封件的外形以及尺寸、接口点位置和公差、材料信息、紧固件等信息。特别地,为确保正常安装和使用,需进行必要的安装间隙检查和公差积累分析,进行迭代设计。

2.1.3 安装检查类机械接口设计内容

在开展具体的系统类和结构类机械接口设计之前,需确定动力装置系统在飞机上的总体安装布局,此类机械接口的设计内容通常是确定飞机坐标系和发动机坐标系之间的转换关系从而确定动力装置的安装位置^[2]。为确保动力装置系统在飞机上的正常安装和工作,需针对用于动力装置安装的地面支持设备(如发动机运输车、反推力装置运输车等),反推力装置打开状态,风扇罩开启状态等,结合飞机机体(如吊挂结构、机翼前后缘和货舱门等)和其他系统(如起落架等)进行必要的安装、维护和工作状态间隙检查。此外,在完成短舱气动外形设计后,通常也通过机械接口对气动外形加以明确。

2.2 机械接口设计流程

对上述机械接口设计的主要内容进行归纳,总结出动力装置系统机械接口设计流程如图4所示。

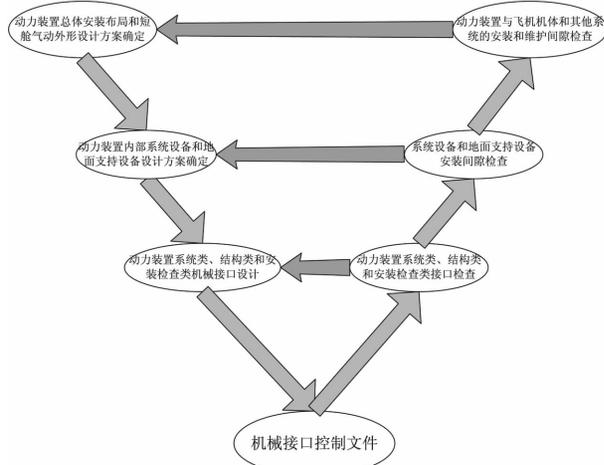


图4 动力装置系统机械接口设计流程

3 机械接口设计实例

下面以液压泵机械接口设计作为实例,详细描述了机械接口设计的内容和流程。

3.1 确定动力装置在飞机上的总体安装布局

该步骤为所有其他机械接口定义的初始步骤,目标是获得动力装置系统与飞机之间的相对安装位置^[3],从而确定动力装置系统上任意一点在飞机坐标系下的坐标值。某型飞机坐标系与发动机坐标系关系示意如图5所示。

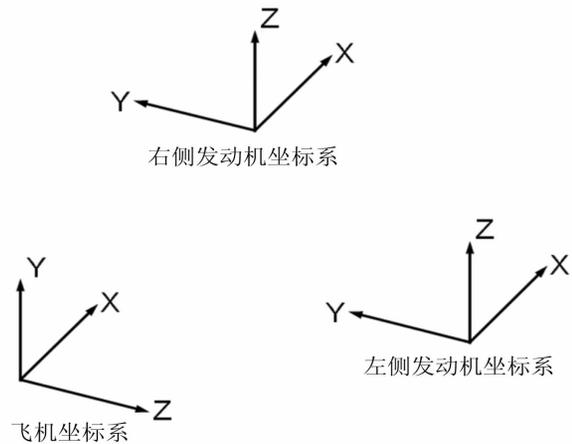


图5 飞机坐标系与发动机坐标系关系示意

3.2 布置液压泵的安装位置

在该步骤中,首先需协调液压泵制造商提供初步的液压泵数模,进而在短舱内附件齿轮箱上进行初始安装布置,确认液压泵的外形以及与附件齿轮箱的相对位置^[4]。

3.3 确定液压泵与附件齿轮箱的连接标准和公差

本步骤中,需确定以下信息:

- 1) 传动齿的齿数、尺寸、公差、角度、倒角和有效工作长度等信息;
- 2) 定位销尺寸、公差和位置信息;
- 3) 连接处密封圈数量和尺寸以及标准信息(如采用NAS1611和AS3209型号密封圈)^[5];
- 4) V型卡箍的尺寸和公差信息。

3.4 确定液压泵与液压管间的连接标准和公差

本步骤中,需确定以下信息:

- 1) 连接接头的形式(可采用快卸接头和自锁接头)和连接标准信息,注意公端和母端的匹配;
- 2) 按需采用直角转弯接头以方便布置安装;
- 3) 相关的接头标准图。

3.5 定义液压泵机械接口定义文件

本步骤中,根据机械接口定义文件通用要求,

将上述步骤中所确定的信息整理完成液压泵机械接口定义文件。该文件应至少包括以下信息:

- 1) 动力装置系统在飞机上的总体安装布局定义信息;
- 2) 接口定义中所依据的液压泵和动力装置系统件号;
- 3) 接口点和矢量点的坐标信息;
- 4) 连接标准和公差信息;
- 5) 液压泵和接头的图纸信息。

需要特别指出的是,机械接口定义并非一蹴而就或是一步到位的,可根据掌握信息的情况循序渐进的逐步确定相关信息形成阶段性文件,并随着设计的完善和深入而不断更新迭代。

4 结论

本文研究了民用飞机动力装置系统机械接口设计技术,总结了民用飞机动力装置系统机械接口设计的分类,主要设计内容和设计流程。并以液压

泵机械接口设计为例,描述了机械接口设计的内容和流程。在民用飞机动力装置系统安装集成设计时,以期为机械接口设计提供参考。

参考文献:

- [1] 《飞机设计手册》总编委会. 飞机设计手册第五册,第十三册[M]. 北京:航空工业出版社,1996.
- [2] 党铁红. 翼吊布局民用飞机发动机安装设计[J]. 民用飞机设计与研究,2008,2:8-14.
- [3] 朱岩,田宏星. 基于数字样机的民用飞机发动机安装位置确定方法研究[J]. 航空科学技术,2013,1:49-51.
- [4] 韩定邦,杨化龙,夏鹤鸣. 民用飞机液压能源系统元件的安装设计[J]. 中国科技信息,2012,19:98-99.
- [5] 谢孟恺,张建波,朴学奎,颜颜. 民用飞机液压发动机驱动泵密封圈与发动机短舱热兼容性分析[J]. 科技信息,2012,32:653-654.

(上接第31页)

主制造商到底应该选择哪种供应商关系类型,在此无法做出统一的定论,其取决于产品特性、供应商数量、供应商地域分布等因素。确定供应商关系的时候,应该考虑到几个关键的问题:(1)是否有很多相关的无差别供应商提供大量的可替换产品;(2)供应商是否具有无视客户而自己发展的技术、经济实力;(3)供应商提供的包括价格、创新、形式的适应能力、和团队共同工作的能力、共同承担风险的能力等方面的价值,是否远远胜于其他供应商;(4)供应商的战略与主制造商有什么关系;(5)供应商的柔性和响应度怎么样。

不管主制造商采取何种供应商关系,都可以看到供应商关系发展的趋势,包括越来越依靠使用电子化采购来获取服务、对供应商和合作伙伴有不同的思考、更深层次的集成、客户服务和协同管理等。

开发供应商关系的主要原因就是减少风险。作为主制造商,也应当充分估计建立新型供应商关系时所需要的成本费用。多水平、多功能的信息共享一项就需要一笔数量可观的投入;而且发展供应商关系通常要负担诸如流程再造、信息化、入职培训等初始投资。可以说,追求密切供应商关系的成本费用常常是不能预料的,也是难以量化的。

还可以通过其他方式改善与供应商的关系,比如年度供应商会议、供应商圆桌会议、供应商论坛等。

3 结论

本文描述了供应商关系管理的基本理论,包括基本内容和类型分析。供应商关系管理的基本内容是通过最佳实践总结出的此项职能的工作范围,很多行业的关系管理都围绕此范围开展。作为复杂系统工程的大型客机制造业,由于供应商长期和战略性的参与,基于风险共担、利益共享的商业模式,更需要既有全方位又有针对性的供应商关系管理方法。通过供应商关系管理和客户关系管理的结合分析,为供应商关系管理的类型划分提出理论基础,而类型划分即表明了不同合作关系应有不同的管理方法,更体现了主制造商对于供应商关系维护的重视程度及战略考虑。

参考文献:

- [1] 熊伟,韦司滢. 供应商关系浅析[J]. 物流技术,2004,4(02):28-30.
- [2] 于森. 供应商管理[M]. 北京:清华大学出版社,2006.