

# 飞机装配型架骨架优化布局方法研究与应用

李世达

(中航西安飞机工业集团股份有限公司, 陕西 西安 710089)

**摘要** 飞机装配型架和骨架布局的优化设计是非常繁杂和困难的过程, 其与飞机其他的零件有着密不可分的关系, 所以为了提高飞机装配时的更加优化和便利本文进行了深入的研究。首先要基于飞机装配知识和产品设计知识进行研究, 建立关于飞机装配型架和骨架布局优化的数学模型; 同时, 在最小二乘法的基础上, 进行飞机骨架布局的最优化。并且通过了解不同装置的特点, 建立模型; 最后通过 CATIA 系统进行模型的算法, 为飞机骨架布局提供有效依据。那么, 为了提高飞机装配型架的效率和质量, 也为了骨架布局的速度的提升, 本篇将分析飞机装配型架过程中存在的问题, 总结现今的研究方法, 并分析现状。

**关键词** 飞机装配型架 骨架布局 框架式

中图分类号: TU755

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2021)07-0039-02

飞机作为具有一具或多具发动机动力装置而产生前进的推力和拉力, 且由机身固定机翼产生升力, 在大气层内飞行的重于空气的航空器。飞机成为生活和现代文明不可缺少的工具, 改变着人民的生活习惯。所以对于飞机装置的优化布局非常重要。飞机外形复杂, 零件装置的组成繁杂数量极多, 不仅装配和安装的时间长, 装配技术更是一项非常有技术难度的工作, 这项装配工作一直困扰着飞机制造业。下面将通过研究方法, 达到能够缩短装配周期和装配型架和骨架的优化, 并将这种方法应用, 使得骨架布局速度加快, 提高装配型架骨架技术的质量和效率。

## 1 飞机装配型架骨架的技术发展进程

随着科技的进步发展, 飞机的研制进程也逐渐在加快, 其研究过程中会大量地采用数字化的设计制造技术、复合材料成形等新兴技术, 不仅促进了飞机装配技术的进步和变革, 也使飞机装配型架骨架的技术越来越成熟。下面将简述具体的飞机装配型架骨架的设计技术发展历程。首先, 飞机的工艺装配方法由传统走向新兴, 采用了全新的工作方法。传统的互换协调体系是以模拟量传递飞机的尺寸和形状, 采用横线样板—标准样件—工艺装备的工作方法。但是现在被以数字量传递飞机尺寸和形状的互换协调体系的全新工作方法取而代之。数字化的装配工作方法使飞机的装配质量大大提高, 也使装配工程的速度加快。另外, 因为飞机不是半硬壳式就是硬壳式, 这样总是大量的采用整体的结构件, 这种整体的结构件尺寸大并且刚性强。所以, 在飞机装配中可以以骨架为定位的标准, 大幅度地简化飞机装配型架, 节省时间, 提高了飞机的装配的效率。也节省了大量的外形卡板, 简化了飞机生产工艺设备。<sup>[1]</sup>其次, 采用计算机辅助光学仪器——激光跟踪仪、电子全站仪, 进行飞机的定位测量和飞机装配工作, 加快了装置工程的制造过程。

## 2 飞机装配型架骨架的结构分类

关于飞机装配型架的设计, 总的来说就是根据装配对象的具体结构情况和装配的准确度要求, 能够正确的选择处装配产品的定点位和定位方式还有定位件的形式和固定方式, 能够优化型架骨架的结构布局, 总览总体布局。目前, 装配型架骨架可以主要分为以下两种。

### 2.1 整体平面框架式装配型架

整体平面框架式装配型架主要是用与尺寸较小的平面组合件, 其骨架用料是槽钢或钢管焊接成的平面框架。<sup>[2]</sup>外形的定位件一般采用分散的布局, 而为了装配工作的劳动条件更好一点, 面对一些尺寸较大的装配型架, 一般采用立式的固定结构。

### 2.2 平板式装配型架

平板式装配型架多应用于尺寸不大的框、肋组合件的装置。这种结构型的装配形式简化了型架的安装工作。另外装配时也可以对照位置安装配件, 不容易出错而且安装快捷方便。

## 3 装配型架的安装过程及环节

型架的安装过程是按照设计图纸将制造好的骨架、定位件、夹紧件组装在一起, 并且调整规定的位置准确度。而型架的安装是飞机装配型架骨架中一个极其重要的环节。因为在飞机部件的装配过程中, 要有成形配套的装配型架, 也要确保各种装配型架之间的协调性和适用性。又因为飞机制造装配过程中使用的装配型架数量大, 生产的周期很长, 所以安装飞机装配型架占飞机生产过程中非常大的比例。由此可以看出, 飞机装配型架骨架的技术难度非常大, 是飞机制造过程中的关键技术之一。

我国也乐此不疲经常对飞机型架骨架的安装技术进行深刻而广泛的研究, 而这些研究也主要集中在优化骨架布局等方面。骨架是飞机装配型架的基本, 而原件空间的准

确性和稳定性都是需要骨架的优化布局。同时飞机外形和其他元件位置的约束都是飞机骨架在设计过程中需要考虑的问题。<sup>[3]</sup>而现在中国的科学技术足以支撑飞机骨架布局设计,但是依旧对设计人员和设计工具有更高的要求,为保证飞机制造水平的提高,必须注重对飞机装配型架的设计质量和设计研制规范化和标准化。开发更多的设计功能,在飞机工装设计的原理技术上,创新飞机的装配设计布局。

#### 4 现今存在的飞机装配型架骨架优化布局的方法

首先有元件造型的算法,开发出来柔性装配工装 fixCAD 系统的骨架设计功能,后为提高骨架设计的自动化程度,又有了在先前基础上的新算法,这是来自北航研究团队的飞机装配型架算法;另外,有南航的设计团队设计研究了关于骨架和线框元件的处理。这些现存的飞机装配的设计方法会造成一些骨架返修乃至延误制造周期的不良结果,会严重影响飞机装配型架和骨架设计布局的效率,而且在定位件结构复杂的前提下,会对骨架的结构造成更多不便利的装配设计问题。

对于骨架布局的研究方法非常稀少,仅仅只有一个通过布局约束而分级演进求解的布局算法,进而层层递进获得骨架布局的合理区域。但该算法也有缺陷,无法求出最优解。这些都是现今已经提出的飞机装配型架骨架优化布局的方法,但是并不尽善尽美,都要各自的优缺点。现今的装配过程都过于依赖设计和安装人员,并没有充分利用高级科学技术手段,自动化的水平也有待提高。这告诉专业的设计人员,要学习新兴的科技手段,提高飞机装配的自动化率,不断提出新的对于飞机装配型架的研究方法,并早日应用于飞机制造中去。

通过上述对现今存在的飞机装配型架和骨架设计布局方法的对阐述和总结,要吸取经验,综合考虑装置之间的关系和联系,在传统焊接型架和可重构型架中寻找两者都适用的设计方法。<sup>[4]</sup>北京航空航天大学在对飞机装配型架骨架优化布局的研究中,提出最小二乘法的算法,也能讨论出不同的飞机装配产品在不同定位下的最优解,并且能够用 CATIA 系统作为平台,进行算法的模拟验证,很有效地提高了飞机装配型架骨架的质量问题,同时也大大地提高了飞机制造的效率。

#### 5 关于飞机装配型架骨架的基本组成部分

##### 5.1 关于主型架梁的定义

根据字面意思来看,主型架梁是作为骨架的主要安装部分,绝大部分的定位加紧件会安装于主型架梁上。由此可以看出主型架梁的重要地位,并能够合理地综合的考虑到布局设计,将骨架与其他原件的协调关系调节完善。

##### 5.2 关于辅助型的架梁的定义

简单来说,辅助性架梁的作用是起支撑的作用的梁子,主要是辅助性架梁的支撑强度和稳定性可以帮助飞机装配型架。其因为不作为主要架梁所以设计得多样化,比较随意。

大部分装配时会根据设计人员的经验和知识积累。

综上所述,骨架也分为主型架梁和辅助性架梁,两者缺一不可。并且,定位加紧件的安装也需要设计师进行合理化的布局设计,要协调好骨架梁与其他元素的关系,使飞机装配型架质量更高,也是飞机制造效率加快,完成重要部分的装配,飞机其他部分就会更快速高效的安装适配。

#### 6 飞机装配型架和骨架布局设计的问题

现今的研究飞机装配型架骨架优化布局的方法非常众多,但是现存的问题也是非常复杂和困难,一旦解决这些繁杂的关键问题,那么飞机装配型架的效率也会大幅度提高。

首先,飞机型骨架的设计安装需要综合考虑各个元件的定位问题的协调一致性,当一个元件的位置出现轻微的变动那么骨架和其他所有的元件都要重新设计布局,非常耗费时间和人力物力。这是现今急需解决的问题。<sup>[5]</sup>根据这种问题分析并研究解决的办法,并应用于飞机装配型架。

#### 7 结语

本篇通过对飞机装配型架的简单论述和分析,对飞机骨架布局设计的方法和基本的定义进行总结,并分析现存的飞机装配型架的问题。在问题的基础上,我们得出有一种基于最小二乘法的算法,能够得出飞机装配型架骨架布局的最优解。该算法能够综合性的考虑问题,也能够协调飞机装配型架的其他元件,能够考虑元件在位置移动后的如何解决的问题。那么在科技兴国的今天,飞机装配型架骨架的自动化技术还是非常落后,如何提高飞机装配型架骨架的自动化技术,而不是仅仅依赖于设计人员的经验和知识储备,都是在飞机制造中需要考虑的问题,提高飞机装配型架的效率与质量,提高骨架布局的速度,都需要在今后继续深入研究,并将成熟的设计广泛地应用于飞机制造。

#### 参考文献:

- [1] 魏晓东, 安鲁陵, 闫宝强. 飞机装配型架内型板快速设计方法 [J]. 航空制造技术, 2018, 61(22): 54-61.
- [2] 吴璇, 张宏博, 郑联语. 飞机装配型架骨架优化布局方法研究与应用 [J]. 航空制造技术, 2018, 61(18): 74-81.
- [3] 刘建业. 飞机装配型架典型结构刚度快速计算系统开发 [D]. 沈阳航空航天大学, 2018.
- [4] 李继红. 飞机装配型架模块化设计相关技术分析 [J]. 国防制造技术, 2016(03): 32-34.
- [5] 周婷, 曹巍, 郑国磊, 邱益. 飞机装配型架骨架的关联设计原理及算法 [J]. 航空制造技术, 2014(08): 32-35, 41.