

机翼装配序列智能规划优化研究

邹峰

(空装驻西安某军事代表室 陕西 西安 710089)

摘要: 随着当代社会人民生活水平的不断提高,飞机出行因快捷方便成为大众长途出行的首要选择,飞机生产制造产业的智能化和自动化水平随之提高。机翼作为飞机智能制造的重要内容,其装配序列智能规划优化的重要性不言而喻。因为,本文以遗传算法为支撑,探究该算法支持下的机翼基装配序列规划矩阵模型,在对遗传算法进行改进的基础上,以某案例为应用对象,探究机翼装配序列的智能规划和优化升级方式,旨在为我国机翼装配序列智能优化水平的快速提升带来更多经验。

关键词: 机翼; 装配序列; 智能规划; 优化

0 引言

在全球经济飞速发展的背景下,制造产业市场竞争日益激烈,对飞机制造业而言,飞机产品从设计、生产、加工到最终的装配过程的效率把控和成本管理水平的关键,更是产业优化升级方式是否可行的重要体现。研究数据表明,产品的装配生产过程几乎占据总体生产工作量的20%~70%,且装配过程中消耗的生产成本占据总生产成本的极大比例,也就是说,优化产品的生产装配顺序,能尽可能地减少产品的装配时间,避免不必要的生产工作,能极大程度上促进生产效率的提高。机翼作为飞机实现飞行功能的关键设备组成,其装配序列智能规划水平的提升,能够有助于促进飞机制造业生产效率的提高。对此,本文在充分考虑飞机机翼组成特点以及零部件的设计,建立装配优先矩阵以及非正交干涉矩阵,增加装配方向完成装配的可行性分析。通过改进遗传算法的搜索策略,实现快速地全局寻优,完成机翼装配序列规划。

1 遗传算法设计

遗传算法,是基于生物进化论基本原理所得到的搜寻某一目标函数最优解的重要理论体系,该算法模拟了生物自然环境条件下物竞天择、适者生存的基本进化过程,对该群体内的任一个体在进行足够次数的选择交叉和变异操作后,生成全新的个体。经过该过程,使目标函数的计算满足适应度函数的需要,达到一定的进化迭代次数后,确保目标函数处于收敛状态,并获得约束条件下的最优解,其算法结构流程如图1所示。在此过程中,遗传算法首先应创建初代种群,进一步通过计算机网络信息技术编制出各个体所得到的适应度并编码,然后进行一系列的选择操作、交叉操作及变异操作,最

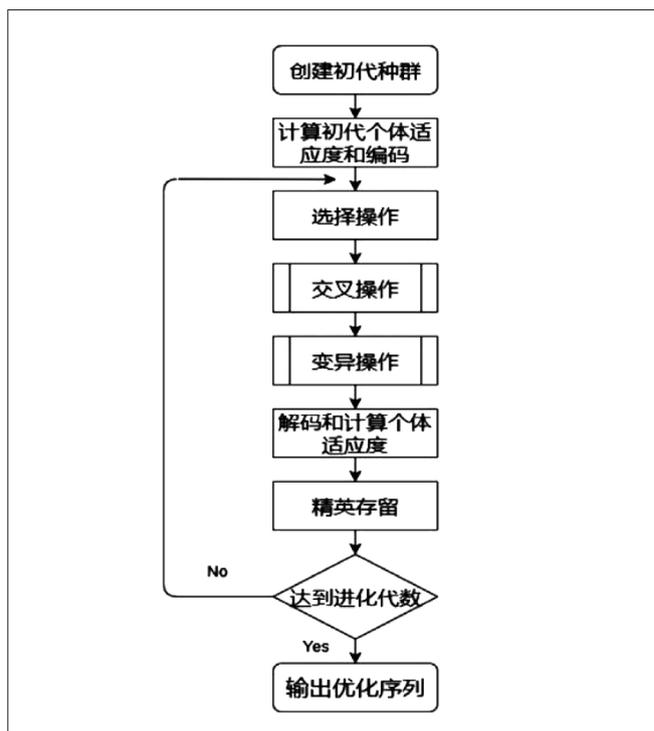


图1 算法结构流程图

终得到个体适应度的解码,并计算出具体的参数信息,在精英数据留存后就达到个体优化的目标,在达到所需要的进化迭代次数后输出最优序列。

2 基装配序列规划矩阵模型

基于遗传算法理论体系的机翼基装配序列优化设计过程中,首先对飞机机翼装配的优先关系进行梳理。在飞机机翼的装配过程中,由于不同零部件在既定装配条件下存在着一定的位置关系、工艺关系,因此也就要求不同零配件在装配前按照既定的逻辑关系、前后工艺要求和实体空间位置关系等为标准进行一定的优先顺序摸

排,得到飞机机翼装配过程中的前后关系,根据该前后关系得到装配优先关系矩阵,借助该矩阵表达飞机机翼装配过程中不同零部件之间装配的具体逻辑。然后,对飞机机翼产品装配过程中的非正交干涉关系进行梳理,在飞机机翼零部件以一定的装配顺序进行装配后,不同装配顺序之间可能会存在着零部件施工工作面的重叠和施工过程中管线之间的相互影响,因此,在实际的装配过程中也要考虑飞机零部件之间非正交干涉的问题。一般而言,机翼装配过程中会考虑干涉其正交状态下的6个不同方向的进度,零部件的装配过程往往会根据其运行功能的不同而单独进行。因此,采用以往标准模式下的坐标轴体系,并不能完全表达机翼不同零部件之间相互影响的逻辑关系,而是需要根据零部件的装配特点和机翼的装配顺序,在额外增加装配结构的基础上建立非正交干涉矩阵,借助该矩阵对飞机机翼进行优化设计。

3 算法改进

在机翼基装配序列规划优化设计过程中,首先应确定飞机机翼装配的优化目标函数,确保飞机机翼装配优化函数的建立,能够满足基本装配工具变化的约束条件和装配方向的变化约束条件,进而以遗传算法优化设置机翼的整个装配过程。在标准化的遗传算法应用过程中,由于初始种群的产生往往采取随机方式,并且在初始种群中寻找最优目标的不同次数的迭代过程中,其搜索模式往往是随机搜索,该类操作方式往往具备较大的随意性,很容易浪费飞机机翼装配过程中操作方案的设计时间,导致遗传算法在机翼装配过程中的使用效率较低,也可能导致遗传算法陷入局部最优解的情况。因此,需要对初始种群的生存结构进行优化改良,改进遗传算法的具体搜寻策略,提高遗传算法的搜索速度,得到有效的机翼装配顺序。

在机翼整体式装配过程中,初始种群单个个体的选择和最终种群族的生成,应按照已搭建完成的基装配序列规划矩阵模型,根据装配优先矩阵和非正交干涉矩阵,对初始种群族中的单个个体进行一定的筛选,从而得到符合机翼装配条件的部分初始个体,将该类初始个体放置于目标筛选集合,在此基础上,找到符合飞机机翼装配过程优化且具备较强可操作性的装配序列,尽可能地降低装配过程中初始种群选择的随机性,减少进入初始种群族的个数,提高遗传算法的运行效率,其初始训练可行性判断流程如图2所示。

在机翼装配序列的优化过程中,应加强对遗传算法传统设置模式下的搜寻策略优化改良。在初始算法的应用过程中,由于迭代次数之间的变化方向和变化过程是随机改变的,并未针对其进行方向设置和次数的优化调节,很容易在初始状态下产生巨大的重复解和无用解,

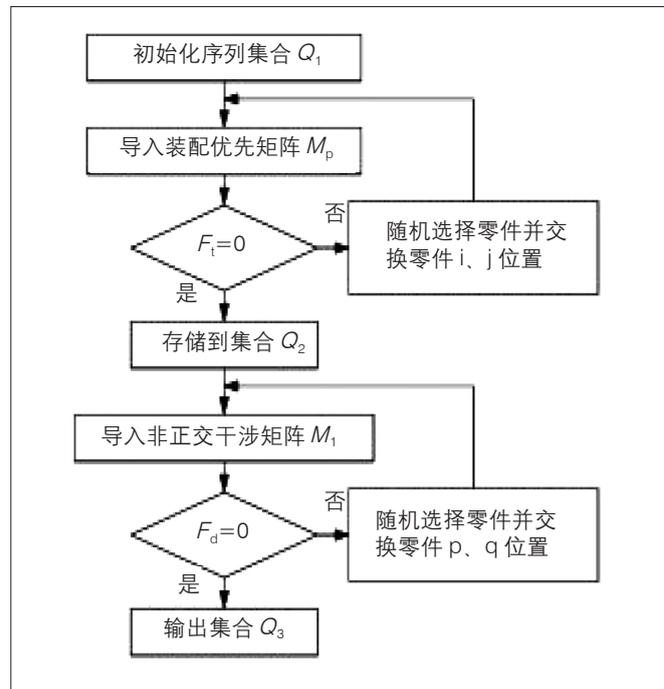


图2 初始可行性判断流程图

经常会导致优化方案需经常较长时间的逐一排查才能够获得,从而降低了机翼装置方案的优化设计效果。对此,可基于机翼的交叉运行方式和变异方式,在优化方案设计过程中设置一定的初始约束条件,加快约束函数在既定目标条件下的收敛速度,以此提高方案设计效果。在此过程中,可在设置机翼装配序列规划矩阵的交叉方式时,选择适宜的基本序列,将两个相互独立的个体作为基础父代,在基础父代参数设计中随机生成交叉点,以该交叉点为分界线,将父代序列分为两个部分,进而通过父代和子代序列的变换、赋值等工序后,生成较为完整的子代序列顺序,其操作过程如图3所示。

在对飞机初始种群的变异进行优化设计时,变异点

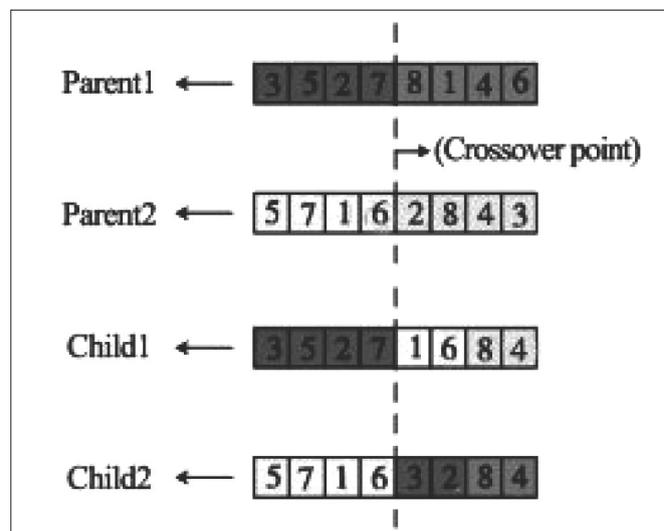


图3 交叉过程示意图

的选择往往是随机产生的,因此,该位置是否产生变异,往往由飞机机翼装配方案变异点前后零部件的装配是否存在工艺关系或空间关系的约束条件决定。当两者存在约束条件时,则变异点向后顺延,将其移至变异点之后,其余零部件的顺序依次排列。

在对机翼优化遗传算法改进后,首先确定遗传算法初始化参数,然后确定遗传算法随机产生的初始种群,再进一步根据遗传算法基装配训练矩阵优化模型,对初始种群训练的可行性进行判断,筛选出符合条件的可性序列。最后计算任意可行序列所得到的适应度参数值,并将较小的参数值进行存储,然后完成其交叉和变异动作,根据其是否能够达到预设目标的迭代条件为终止条件,得到最符合条件的飞机机翼基装配序列。

4 案例应用

为了进一步研究证明优化后的遗传算法能够有效应用于机翼的基装配序列优化过程,本文对该遗传算法进行实例论证分析,将机翼的复杂结构进行简化,以机翼中基本结构功能和作用相同的零部件、装配方式一致的零部件结构分别合并后得到较为简易的飞机机翼装配结构图,针对简化后的飞机机翼零部件装配结构图进行线性约束条件的确定,生成装配序列中的优先矩阵和非正交干涉矩阵,再进一步设置遗传算法的相关参数后,进行装配式序列的规划设计。设置其迭代次数为100,交叉概率为0.7,变异概率为0.05,种群大小为100,最终到优化后的最优装配序列,图4即为分别使用标准遗传算法和优化后的遗传算法所得到的机翼最优装备序列结构对比分析图。由图4可知,通过飞机机翼机装配序列规划矩阵模型的设计及遗传算法交叉方式、变异方式与初始种群质量提升等诸多优化策略,能够有效提高机翼装配方案中遗传算法的搜寻能力,进一步加快遗传算法最终的收敛速度,得到较为满意的测算结果。

5 结语

本文以遗传算法为理论支撑,在构建飞机机翼基装

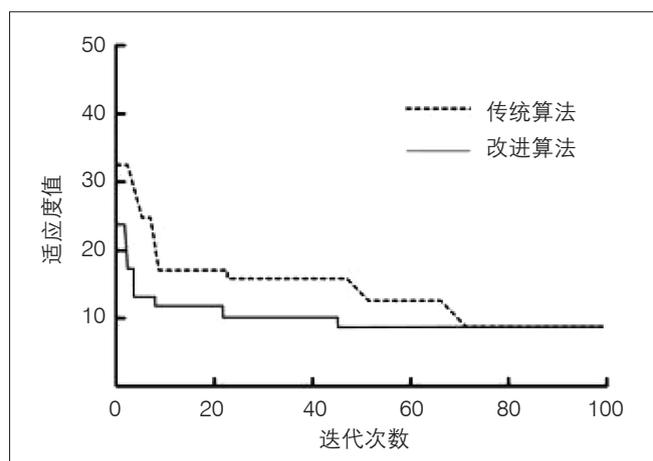


图4 结果对比图

配序列规划矩阵模型的基础上,分析机翼不同零部件装配顺序对整个生产效率的影响,通过对遗传算法的改进优化,实现飞机机翼装配序列的智能规划和优化升级。最后以某案例论证了机翼装配序列智能规划和优化过程中遗传算法的应用,证明了该优化算法具有的优势,为后续我国飞机机翼装配序列的智能规划和优化设计提供更多经验。

参考文献:

- [1] 郝博,徐东平,王明阳,等.基于改进遗传算法的机翼装配序列智能规划[J].组合机床与自动化加工技术,2021,6(6):135-138.
- [2] 李原,张开富,王挺,等.基于遗传算法的飞机装配序列规划优化方法[J].计算机集成制造系统,2016,12(2):188-192.
- [3] 杨鼎,关丽荣.基于遗传算法的机翼装配序列优化[J].探索与观察,2020(17):29-31.
- [4] 邵洁,王鹏,胡玉兰,等.面向机翼装配序列规划的蚁群算法[J].信息技术与信息化,2021(7):105-107.
- [5] 吕冰.基于DELMIA的机翼装配工艺规划与仿真[J].数字技术与应用,2022(1):236.

作者简介: 邹峰(1982.11-),男,汉族,湖南浏阳人,硕士研究生,工程师,研究方向:航空机械。