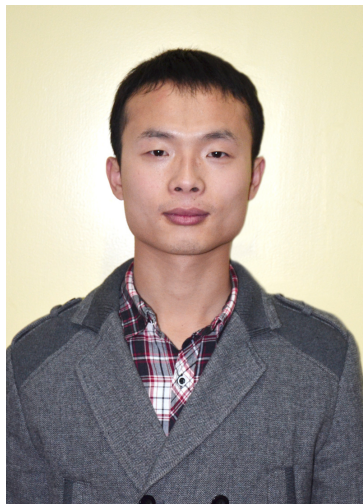


某发射装置平衡机虚拟 装配设计

Virtual Assembly Design in Launcher Balancer

空军工程大学防空反导学院 韩 勇 王 洁 程永强 赵 杰



韩 勇
硕士研究生,研究方向为发射系
统总体与仿真技术。

由于虚拟装配技术具有的自动化程度高、协同能力好、设计成本低、设计周期短、系列化生产快等特点,在武器系统设计尤其是复杂武器系统设计中将得到越来越广泛的应用。因此对于虚拟装配技术的研究便显得尤为重要。

构的合理性检验必须依赖于实物模型。但是在这个过程中,任何平衡机结构的微小改动都可能导致整体结构的重新设计。这样就导致了设计周期较长、设计经费偏高、设计精度低以及系列化生产困难等问题,尤其是在复杂装备如地空导弹武器系统的设计中,这些问题更加突出。

通过采用虚拟装配技术对平衡机进行设计可以很大程度地解决以上问题,而且可以实现新技术和新思想更好、更快地体现在新型武器系统中。

虚拟装配技术

虚拟装配技术(Virtual Assembly)是随着计算机技术的发展而兴起的新技术,它是产品数字化制造中的一个重要环节。Sankar Jayaram^[3]对虚拟装配作了这样的定义:虚拟装配是利用计算机工具,在没有产品或支撑工艺的物理实现情

况下,通过分析、虚拟模型、可视化和数据表达作出或“辅助”作出装配关系工程决定。不同于传统设计必须依靠实物模型进行装配,虚拟装配技术可以在数字环境中进行装配,从而对设计进行检验和修改,并形成评价模型。虚拟装配技术的应用可以简化产品的优化设计,缩短设计周期,减少设计成本,提高产品精度和生产自动化程度等。

目前,广泛采用的虚拟装配技术^[4]主要有3种:一种是自底向上的装配方法,指将全部设计好的装配组件添加到装配中并设置约束;一种是自顶向下的装配方法,指在装配体中首先创建组件装配体,然后再详细设计各组件模型的装配过程,而根据设计人员的习惯,通常是选择自顶向下的装配建模方法;第三种则是混合装配,它是一种将前两种结合起来的装配方法。本文采用的即为自顶向下的装配设计方法。

平衡机^[1]是导弹发射装置的重要组成部分,它的性能制约着武器系统的打击精度和效率。由于导弹武器威力的不断提高,弹体长度和质量都会发生很大的变化,因此对平衡机的结构进行优化设计从而改善其性能显得十分迫切。

然而在传统的平衡机设计中,通常要经过图纸设计-样机试制-装配实验-更改设计-设计定型的循环过程^[2]。这种模式的过程复杂,结

1 自顶向下的装配设计

自顶向下装配建模^[5]是指在装配工作上下文中,根据产品设计方案和各部件间约束关系建立新组件和几何件,并将几何件加入新组件的方法。

在建模过程中,每个零件的构建都是在装配环境中进行的,先在装配中建立几何模型,然后产生新组件,并把几何模型加入到新组件中。它允许设计者在高层产品设计发生变化时自动更新低层零部件的设计。由于产品的总体参数、产品的包络空间、零部件的布置与定位等主要参数都在装配的高层定义,而详细设计在零部件的底层构建,因此,通过设定产品的高层几何定义和约束,使得详细设计可以在概念设计完成之前开始实施,使产品设计并行开展。产品设计应按照市场或客户的需求展开,他们对产品的需求决定了一些关键的产品参数,而这些参数必须合并到高级产品设计的初期设计布局中,形成所有下游设计活动的基础。

2 虚拟装配关键技术

虚拟装配关键技术^[6]主要包括虚拟装配结构设计、虚拟装配建模技术、虚拟装配模型库技术、虚拟装配规划技术和装配体干涉技术等。

(1)虚拟装配结构设计:依据平衡机的功能原理,对各部分部件进行合理的设计;

(2)虚拟装配建模技术:用来开发虚拟装配系统中各种模型的所有技术和方法,主要是指在产品过程中,根据设计参数进行的产品总体及各部件的三维建模技术;

(3)虚拟装配模型库技术:指在进行虚拟装配设计过程中对各装配部件进行管理和更新;

(4)装配干涉检验技术:因为虚拟装配的部件模型的复杂性和多样性,在产品过程中必须对设计的部件进行各种检验从而使设计尽可能合理。这些检测技术主要是指干涉检验和仿真,而干涉检验又包括静态干涉和动态干涉。

总体方案设计

平衡机是发射装置的重要组成部分,它产生一个力矩,抵消弹体和定向器的质量产生的不平衡力矩,减小高低机的负载,使系统的跟踪瞄准过程更加平稳^[1]。

1 设计目标

(1)建立基于平衡机数字模型和装配工艺数字模型的虚拟装配的并行数字化装配设计,并由此设计出

适应现代防空武器的平衡机;

(2)实现平衡机从实体模型设计到数字化设计的转变,并且提高武器的设计精度以提高武器性能;

(3)通过实现平衡机的虚拟装配来实现快速设计以及节约成本;

(4)生成平衡机零件库,为平衡机优化设计提供设计基础;

(5)完成拆装序列规划,为平衡机的生产与维修提供科学依据。

2 设计思路

在进行平衡机的虚拟设计过程中,实际上就是运用计算机辅助技术反复构造虚拟装配体,并对其进行分析、仿真,以得到最优的设计结果。这种设计的显著特点在于可以进行反复设计、分析并在此过程中用虚拟装配体来替代实物模型。针对平衡机的总体布局与装配设计要求,本文提出的基于虚拟装配技术的平衡机设计的虚拟设计过程的功能模型如图1所示。

平衡机虚拟装配设计的实现

1 零件模型的建立

零件建模^[7]是虚拟装配关键技术之一,模型建立的好坏直接关系到后续的装配环节。一个合格的模型必须满足以下要求:(1)零件信息表

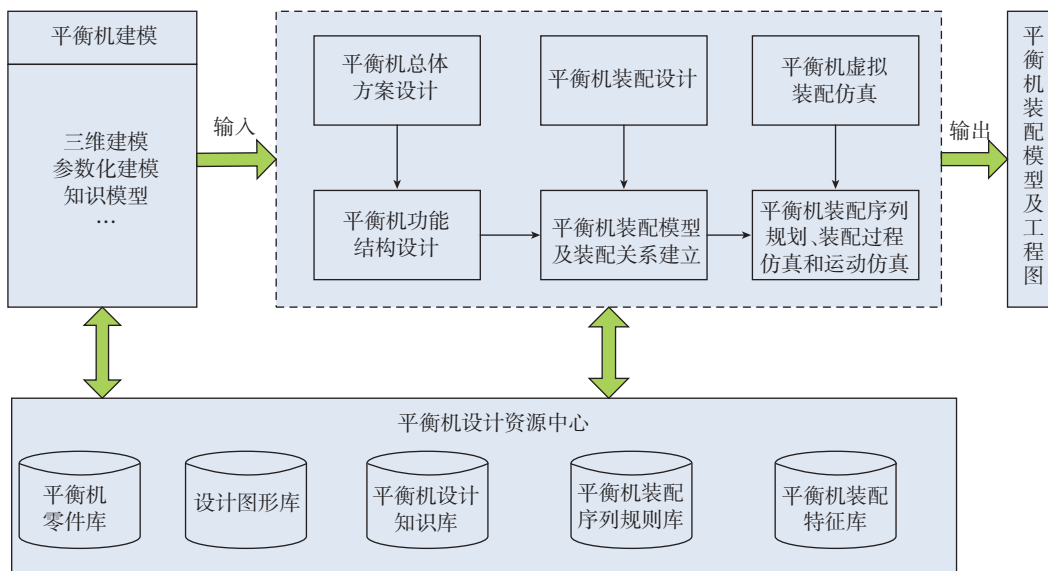


图1 平衡机虚拟设计功能模型

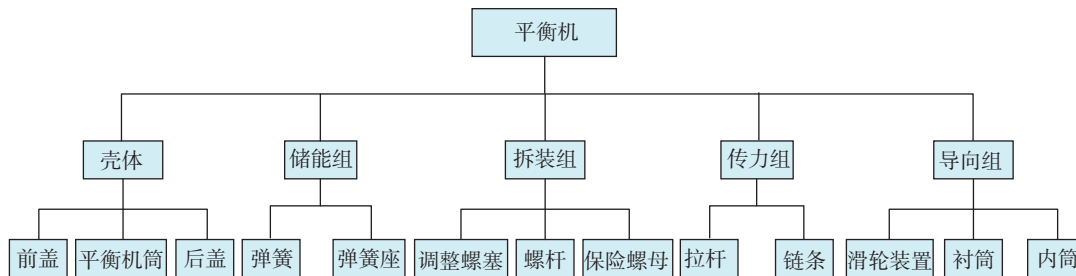


图2 平衡机结构图

达与组织应具有高效性,以实现系统的实时交互,虚拟装配系统中另建模型的表达应该适于快速显示与碰撞检测,并实现零件信息的快速检索与查询;(2)零件信息表达完整,既包含几何信息,又包含工程设计信息,并满足装配设计与分析的精确要求;(3)便于CAD系统与虚拟装配系统的数据转换与信息集成。平衡机主要由壳体、储能组、拆装组、传力组等组成,其结构层次模型如图2所示。

2 装配模型设计

在装配模型设计^[8-11]中首先要完成的是如何实现平衡机的功能要求,也就是如何实现其各种动作,接下来要进行的是确定装配基准、装配层次、装配约束。以执行元件夹头作为设计装配基准,分为以下几个装配区域:壳体配体、储能组配体、传力组装配体。拆装组装配体以及导向组装配体等。每一个子装配体又由下一级的子装配体和零件组成,主要是按照零部件间的设计逻辑依附关系来确定模型的父子关系,这样一步步设计出平衡机所有零部件模型。

3 干涉检验

干涉检验^[12-15],就是对机械产品在运动过程中可能出现的碰撞或干涉进行检查。干涉检查是动态装配仿真的关键部分,尤其是复杂的空间运动机构。在实际的产品设计中,当产品中的各个零部件组装完成后,往往要检查零部件之间的干涉情况。

干涉检验是对部件间的间隙进行检查,在检查时用户可自定义一个间隙大小。干涉的类型可以分为不

干涉、接触干涉、硬干涉、软干涉和包容干涉。其中不干涉是指两个对象间的距离大于间隙区域;接触干涉是指两个对象相互接触但是没有干涉,这时干涉系统会给出一个表示接触干涉的点;硬干涉指两个对象相交,有公共的部分,但没有完全重合,这时系统会建立一个干涉实体,可以选择以高亮形式表示;软干涉是指最小距离小于间隙区域,但不接触,这时系统建立表示最小距离的一条线;包容干涉指一个实体被完全包容在另一个实体之内,这时系统建立表示干涉被包容实体的拷贝。

4 创建工程图

创建平面工程图纸^[16]是产品从模型设计到生产的一个重要环节,也是从概念产品到现实产品的一座桥梁和描述语言。当平衡机的虚拟装配完成后,产品设计已基本定形,设计的最后一步是需提供完整的二维工程图及其技术文档,如零件图、部件图、装配图、零件清单等,这些都可以由软件的工程图模块来完成。当修改任何一个模块中的相关对象,其他模块中的对象也相应的改变,零件或装配件发生了变化,工程图也随即自动更改,这样可以减少大量的重复绘图工作,提高了整体设计水平和质量,确保了三维和二维的数据统一。

与传统设计比较

通过对平衡机的虚拟装配设计,平衡机在实现其各项功能的前提下与传统的设计进行了对比,其对比结果如表1所示。

表1 平衡机设计指标比较

设计方法	传统设计	虚拟装配设计
设计周期	14~18个月	8~10个月
不平衡力矩	大	小
故障率	高	低
产品精度	低	高
设计经费	8~10万元	4~6万元
自动化程度	低	高
运行情况	一般	优
优化设计	难	简单

结束语

由于在平衡机的设计中采用虚拟装配技术,使得设计过程不用单纯地依赖于实物模型,从而缩短了设计周期,减少了设计复杂度,同时也可以很大程度上提高滑动架的设计精度。在装配过程中建立了零件的模型库,模型库的建立可以应用于以后平衡机的设计中,尤其是在优化设计中,只需要更新零件库便可以完成设计的更新。

由于虚拟装配技术具有的自动化程度高、协同能力强、设计成本低、设计周期短、系列化生产快等特点,在武器系统设计尤其是复杂武器系统设计中将得到越来越广泛的应用。因此对于虚拟装配技术的研究便显得尤为重要。

本文共有参考文献16篇,因篇幅所限未能一一列出,如有需要请向本刊编辑部索取。

(责编 良辰)