

基于计算机图形用户界面的导弹总体设计方法

孙 科

(中国飞行试验研究院 西安 710089)

摘 要:为提高武器设计制造效率,提出一种基于计算机的图形用户界面(GUI)的弹总体参数设计方法。在该方法构建的平台下,完成了某型导弹的战斗部设计、制导方案分析、速度方案设计、动力方案设计、结构质量设计和总体部位等6大模块的计算机模型设计,进行了总体需求分解和参数设计,在计算机图形界面下分析了战术技术指标变化对总体方案和设计参数的实时影响。经验证结果表明,该方法可快速进行总体方案初步设计和参数分析,为总体方案快速改进提供了一种稳定可靠的解决方法。

关键词:反坦克导弹; 方案设计; 图形用户界面

中图分类号: V221 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 590.5040

Method of primary system design for missile based on GUI

Sun Ke

(Flight Test Establishment of China, Xi'an 710089, China)

Abstract: To improve the efficiency of weapon design and manufacturing, the calculating program for missile system parameters is written based on the GUI of MATLAB, the system concepts have been analyzed and the arithmetic has been designed in 6 modules, which are warhead design, guiding and control analyzing, speed scheme, dynamical scheme, mass scheme and the position arrangement. Finally, the collectivity of an Antitank Missile is formed and the infection of Tactics-technical targets changing to the system parameters is studied. The results indicate that this method is a fast way to design an Antitank Missile, analyzing the system parameters and to make suggestions to that as well.

Keywords: Antitank Missile; system design; graphical user interface

0 引 言

导弹总体设计的任务是依据批准的战术技术指标,确定导弹技术方案,提出各系统研制任务,最有效地满足给定的研制目标的要求。为实现新设想的飞跃,总体设计开始时,往往从已知条件入手分析,广泛搜集信息,经过逐步深入,信息量增多,所有影响因素、条件也趋于成熟,最终设计的武器系统将会符合或逼近实际使用的要求。

基于上述设计思想,反坦克导弹总体初步设计的步骤可简要归纳如下:

1) 选择一种或几种反坦克导弹作为设计原型,对其性能、总体方案、主要特点进行分析^[1];

2) 根据分析结果,结合战技指标的要求,形成总体方案。包括战斗部的类型选择与主要技术指标的确定;制导系统体制与实施方案的分析与选择,制导系统基本特性的

确定;发射方案及其装置的选择;动力装置类型及推力方案的选择;总体部位安排等;

3) 根据已有的信息和飞行力学以及总体设计的有关理论知识,进行总体参数的初步设计计算^[2]。

为了使参数初步设计计算的过程更快,设计结果更加直观、便于分析和修正,可以对设计过程进行编程并设计人机交互界面。

1 反坦克导弹总体初步设计

1.1 设计原型及战技指标

这里选取的反坦克导弹原型采用红外焦平面成像导引头,成像清晰,分辨率高,且具备“发射后不管”的能力;具有顶部攻击模式,可以攻击坦克薄弱的顶部装甲;采用了软发射技术,发射过程中的红外辐射小、烟尘少、后坐力小;导弹质量小,便于单兵携带,作战时轻便、灵活、高效,

收稿日期:2017-06

十分适合城区巷战。

设计时参考原型,基本方案如下:战斗部采用两级战斗部方案,使用红外焦平面阵列凝视成像导引头^[3],速度方案根据目标的速度特性、导引方程和射程的要求设计,在内部布局时根据实际设计的尺寸和质量分配进行布置。

设计的反坦克导弹应满足如下指标:

质量: \bar{m} (kg);直径: \bar{D} (mm);长度: \bar{L} (mm);射程: \bar{S} (m);穿透顶部装甲: \bar{d} (mm);平均飞行速度: \bar{V} (m/s)。

1.2 总体参数计算

参数总体设计计算时,首先需要根据飞行力学原理和导弹设计需求总体功能,推导各指标参数的内在关联关系。

本方法中将总体设计任务划分为总体布局设计、结构强度及质量设计、速度推导设计、动力方案设计、制导方案分析和战斗部设计,分别推导了各参数的计算公式^[4],并将6个部分之间重叠或有关系的参数联系起来,进而得出总体参数的计算公式。反坦克导弹的总体参数包括了许多的变量,为了满足要求,在计算过程中需要反复调整参数。在编程时使用迭代方法优化参数,即当计算所得的参数与给定的指标或与初步估算的值不一致时,按一定的比例对相关的设计参数进行调整,重新代入计算,如此迭代循环一定的次数,最终能使设计的参数符合要求。综合飞行环境和战术技术指标的要求确定有关比例系数的取值范围,作为总体编程计算时迭代循环的限制条件^[5]。当设计参数符合各项要求或者是循环达到规定的次数(对于初步设计,参数计算结果近似等于设计要求值即可,因此将循环终止条件定为设计参数等于指标要求或者是循环已经进行1000次),即完成总体设计任务。在循环过程中会检验有关系数是否在经验值允许的范围内,若设计的参数不满足限制条件,将提示警告信息:参数超出限制。此时需要检查是否出现人为输入错误或指标定义不合理等事故,及时处理,进行重新设计。

将设计程序用计算机 MATLAB 的 GUIDE 内嵌到图形用户界面中,生成到人机交互设计界面。工程技术人员设计的导弹总体参数设计计算的算法流程如图1所示。

图1说明了设计过程中主要的迭代思想,通过这样的迭代过程和各个部分相对独立的设计计算,最终可以确定战斗部的结构尺寸、质量以及威力等参数,飞行速度方案,发动机工作的时间安排和装药几何尺寸和质量,推力和总冲的数值,壳体、弹体、弹翼的质量和各部分的位置,转动惯量、质心位置以及变化等总体参数^[6]。通过前面所述的方法即得到了总体的初步方案。

1.3 设计过程与人机交互界面

总体设计由战斗部设计、速度方案设计、发动机几何参数设计、推力方案设计、导弹及各部分质量设计、导弹总体布局 and 质心位置安排几个部分组成,各部分的设计又可以独立并行开展,参数之间相互关联关系由后台控制联动。人机交互界面相应的由反坦克导弹总体初步设计的

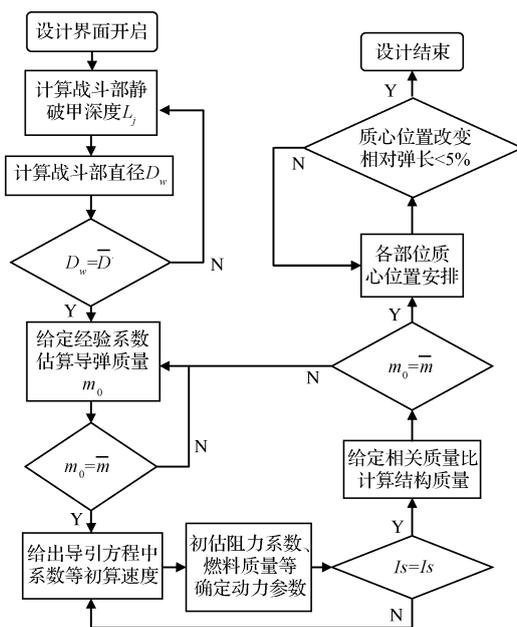


图1 反坦克导弹总体初步设计流程

总界面、战斗部设计、速度方案设计^[7]、发动机几何参数估算、发动机设计、结构强度设计、位置布局、质量质心和转动惯量计算等系统分界面组成。在进行总体编程设计时,所有的设计参数都定义为全局变量,在各个界面之间可以共享。在进行迭代优化的时候,任何一步对参数的改变都可以使其他界面的参数自动进行相应的修正,从而实现总体设计过程的自动化^[8]。反坦克导弹总体初步设计的总界面如图2所示。在这个界面中输入战术技术指标,并选择参考模型,就可以自动得到满足总体设计要求的各部分的设计参数。点击界面中的各个按钮,就可以查看各部分的设计结果,如图3、4所示。点击查看按钮可以得到设计的导弹简图,如图5所示。从这里可以看到,所设计的人机交互界面具有很好的扩展性,当战术技术指标改变,或者是参考模型改变,都可以利用其进行设计。当战术技术指标改变时,只需要在方框中输入需要的数值,点击“战术技术要求确定”即可重新设计得到满足新的要求的设计方案。这里列举了3个参考设计原型,在各个原型的回调函数中嵌入不同的程序以适应不同的设计方案^[9]。此外,还可以选择独立设计,即没有任何参考模型,所有的数据都可以根据需要在各个分系统设计的界面中自行给定,进行分步设计。这里展示的是选取某一原型进行设计的一组界面,按照事先给定的战术技术指标要求输入界面进行设计的结果。界面中凹陷的字为该界面功能的简要介绍或相应按钮功能的说明,需要的时候可以明亮显示,为用户提供帮助信息。

图3~5为战斗部设计结果。设计的参数包括战斗部的静破甲深度、直径、质量、静止炸高和药型柱锥顶角等。界面中还包括一些经验系数和修正值,在选定原型作为模型弹时,值是直接给定的^[10],当战技要求中对这些参数有特



图2 反坦克导弹总体初步设计主界面



图3 战斗部设计



图4 速度方案设计

殊的规定时,可以在相应的方框中输入规定的值,点击图形界面中的设计参数按钮,就可以重新调整设计方案。界面中包括“下一步”、“上一步”、“第一步”等按钮,方便了各个界面之间的转换,也便于根据不同的情况对总体参数进行调整,界面十分灵活与人性化。这种在总界面控制下的分步设计思路清晰,便于研究参数的变化对整体性能的影响,也使得在不参考任何模型进行独立设计研究变得切实

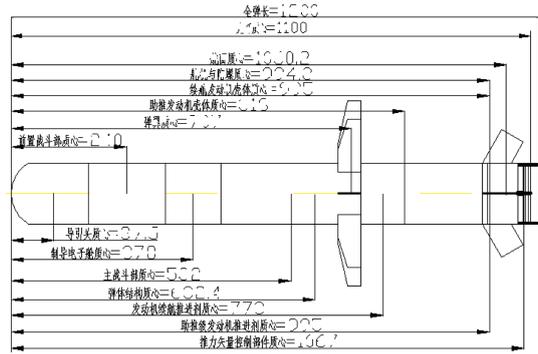


图5 导弹总体简图

可行。

界面显示的计算结果表明,初步设计的导弹各项总体参数符合战术技术指标的要求,并且压心设计位置靠后,留有一定的余量,能保证导弹飞行稳定性的要求。随着燃料的消耗,质心位置的变化并不大,飞行前和飞行结束后仅相差 29.9 mm,占全弹长度的 2.43%,这样不仅保证了导弹很好的稳定性,而且也减小了后续设计的难度。

2 总体方案人机交互设计研究

由上所述的总体方案设计方法,利用“反坦克导弹总体初步设计”界面研究当最大射程改变、战斗部威力、平均速度等要求发生改变时,总体参数相应的变动^[11]。

2.1 射程改变对总体参数的影响

在主界面战术技术指标要求中,将最大射程增大一倍,而保持导弹质量、平均速度、直径等要求不变,选择参考原型不变,点击确定,即完成新的设计方案^[12]。界面显示的设计结果表明:

- 1) 战斗部参数不发生变化;
- 2) 速度方案有所改变,主要表现在起飞发动机点火时间以及续航发动机工作时间的改变上,二者几乎都成倍的增加了,但起飞发动机工作结束时刻的速度值变化不大;
- 3) 推力值有所减小,主要表现为起飞发动机推力的减小,续航发动机推力改变相对较小,总冲的数值明显增加,增量达到 27.5%;
- 4) 发动机几何尺寸增加,主要表现为续航发动机装药以及续航发动机本身长度的增加,其中续航发动机装药长度增加了一倍^[13];

5) 导弹布局有微小的变化,总体质心位置向后有微小的移动,飞行结束前后质心位置改变量仍然不大,导弹仍具有一定的稳定性,但由于压心位置不能准确计算,所以在进一步设计时有必要在确定导弹压心位置后对发动机的位置进行适当的调整。

2.2 破甲深度改变对总体参数的影响

由于战斗部威力主要受战斗部参数以及速度的影响,这里首先考虑改变顶部破甲深度对总体设计参数的影响。保持最大射程不变,破甲深度增加 30%,其他战术技术要

求不发生改变。

界面设计结果表明,战斗部静破甲深度明显增加,战斗部的质量增加了16.5%,但战斗部直径不发生改变,同时提示警告:比例系数的选择超过经验值范围。

这说明仅改变破甲深度的要求而保持其他指标不变是不合理的。这一点容易分析,战斗部质量与导弹质量密切相关,战斗部质量发生改变,不能保持导弹质量的要求不变。因此可以预测,要对原型弹进行改进,若想提高战斗部威力,如果不采取其他有效措施,导弹系统的质量必然会增加。

2.3 平均速度改变对总体参数的影响

提高战斗部威力的另一项措施就是增加导弹的飞行速度,这里仅考虑提高对导弹平均速度的要求,保持其他战技指标不变对导弹总体参数的影响^[14]。将平均速度由原来的 \bar{V} m/s,提高到 $\bar{V}+17$ m/s。界面设计结果表明:

1) 战斗部参数不发生改变;

2) 速度方案改变,包括起飞发动机点火时间略微提前以及续航发动机工作时间的减小,速度方案图中转折点的速度较之前都增大了,其中起飞发动机工作结束时的速度增加了32.15 m/s;

3) 发动机几何参数发生变化,续航发动机装药的长度有所减小,直径有所增加,起飞发动机及其装药的内径以及长度都增加了;

4) 续航发动机推力增加,由原来的 P N增加到 $(P+19.7)$ N,起飞发动机推力的平均数值由原来的 P_0 N,增加到 (P_0+275) N,总冲的数值增加了约10%;

5) 总体布局有较小的改动,主要是发动机位置向后移动了约5 cm,其他改动不大^[15]。

以上通过改变指标,观察总体参数的变化,便于分析总体各个参数之间的关系。可以为进一步总体设计提供有用的建议。也同时改变多个指标重新设计,当同时改变最大射程、平均速度、破甲深度的要求时,可以得到性能更好的反坦克导弹初步设计方案。

3 结 论

针对现阶段武器设计制造中存在效率低下的困难,利用计算机图形化用户界面的总体设计方法和所设计的界面能够快速分析战技指标要求改变对总体参数的影响,能够快速比较不同设计方案得到的导弹性能的差异,能够快速得到满足战术技术指标要求的总体初步方案,并为进一步总体设计提供建议。这种设计方法方便快捷,思路清晰,很适合总体设计中初步设计这一重要的阶段,具备很

大的开发潜力和实用价值。

参 考 文 献

- [1] 汤一平,韩国栋,鲁少辉,等.基于ASODVS的火炮身管损伤检测系统[J].仪器仪表学报,2016,37(10):2324-2332.
- [2] 娄柯,张艳,李浩.移动传感器网络保持网络连通性控制[J].电子测量与仪器学报,2016,30(11):1657-1663.
- [3] 胡敏,李梅,汪荣贵.改进的Otsu算法在图像分割中的应用[J].电子测量与仪器学报,2010,24(5):443-449.
- [4] 李洋,刘今越,郭志红,等.SMT模板检测系统及误差校正方法[J].电子测量与仪器学报,2016,30(10):1468-1474.
- [5] 凌祥,张树森.一种基于时间数字转换器的瞬时测频技术[J].电子测量技术,2016,39(11):16-18.
- [6] 窦文森,熊显名,郝建卫.基于FPGA的蓄电池参数检测仪[J].国外电子测量技术,2016,35(11):63-67.
- [7] 胡海涛,钟明琛,陈大为,等.可测性设计测试向量低功耗设计方法[J].电子测量技术,2016,39(11):46-50.
- [8] 温瑞珩,叶伟.捷变雷达自动化测试及关键技术[J].计算机测量控制,2009,17(3):515-517.
- [9] 陈勳勳,王峰,张旭莘,等.POTDR振动传感系统的数据处理与分析方法[J].电子测量与仪器学报,2016,30(11):1671-1678.
- [10] 黄鹤新,朱永保.雷达发射机自动测试系统研究[J].计算机自动测量与控制,2010,8(4):58-59.
- [11] 李潮,刘书平,郭照新.多通道高速信号的同步采集和处理[J].微计算机信息,2015,21(3):62-63.
- [12] 田子怡,李云红.基于多尺度Gabor滤波器的角点检测[J].国外电子测量技术,2016,35(7):75-79.
- [13] 薛帅,戴青,冯东华.基于Gabor滤波器的Sobel算子图像边缘检测算法[J].信息技术,2014(1):17-20.
- [14] 徐小龙.一种基于节点负载的云存储平台海量数据转存算法[J].计算机科学,2013,2(9):98-102.
- [15] 陆晓伟,陈健.基于深度包检测技术的邮件过滤研究[J].电子测量技术,2014,37(4):25-28.

作 者 简 介

孙科,1982年出生,硕士,中国飞行试验研究院高级工程师,研究方向为飞机机载测试技术。