

【兵器与装备】

弹丸结构特征数的计算方法*

张元军

(军械工程学院,石家庄 050003)

摘要:分析了弹丸结构特征数的传统计算方法的流程及存在问题,详细介绍了数字化模拟计算方法的流程.通过分析得知,采用数字化模拟计算能够较为迅速、准确地计算出结构特征数,节省了计算时间,缩短了研制周期.

关键词:结构特征数;传统计算方法;数字化模拟计算

中图分类号:TQ565

文献标识码:A

文章编号:1006-0707(2008)04-0047-02

弹丸的结构特征数是指表征弹丸结构基本特点的某些参量,包括弹丸的口径、弹丸的相对质量、弹丸装填物的相对质量、弹丸的装填系数、弹壁在圆柱部上的平均厚度、弹丸质心至弹底端面的距离、弹丸的极转动惯量、弹丸的赤道转动惯量等.在上述特征数中,主要计算参数有5个:弹丸质量、装填物质量、质心位置、极转动惯量和赤道转动惯量^[1].传统计算方法过程复杂,不易操作,但随着三维CAD技术的发展,数字化模拟计算已经成为可能.

看为均匀的平板^[2].

1	25	59	20	58	58	12	338
2	25	4	89	61.5	61.5	5	260
3	25.198	25.198	2	61.5	62.5	3	365
4	47.4804	52.9531	95	62.5	62.5	11	288
5	57.3158	62.5	54.2789	62.5	62.25	2	379
6	62.5	62.5	17.8	62.25	62.5	2	424
7	62.5	62.5	3	62.5	62.5	7.6	426
8	62.5	62.5	54	66.5	68.5	6.4	435.6
9	62.5	62.5	3	61.5	61.5	4	440
10	62.5	61.5	5	61.5	62.25	3	444
11	61.5	61.5	2	62.25	62.25	6	447
12	58.5234	58.5234	1				281

图1 弹体外轮廓划分单元

1 传统计算方法的流程及存在问题

传统特征数计算方法是先将弹丸划分为许多单元部分,分别对各单元进行计算,然后相加得出整个弹丸的结构特征数.为了使计算简便,在划分单元时,对不规则的零部件进行了简化处理,由此产生了计算误差.采取这种方法计算出的弹丸结构特征数虽有一定的准确度,但不能精确地表征弹丸特征.如果用该数据再进行威力计算、强度计算和飞行稳定性计算,必定的带来更大的偏差.这些偏差,对以前结构简单、零部件形状较规则,以及零件数量不多的弹丸来说,是在允许范围内的,但随着现在数控技术的发展,弹丸结构日趋复杂、不规则的零部件也日益增多,由此进行简化处理所带来的偏差已经超出了可允许的范围.因此传统的计算方法已经不适应于当前的产品研制.

1.1 计算流程

1.1.1 单元的划分

根据弹丸外形轮廓和内腔几何形状的特点,分别划分成许多单元.例如:在利用VB计算某弹的结构特征数时,仅弹体的外轮廓就划分为27个单元,其数据如图1所示.而对于不规则零部件如尾翼片,则需进行简化处理,将其

1.1.2 计算单元的特征数

在划分出单元后,对每一个单元进行计算.直线部分按特征数基本算法进行计算,弧形部分计算模型为:

$$\text{单元体积: } V_k = \int_{r_k}^{r_{k+1}} \pi f(x) dx \quad (1)$$

$$\text{单元质量: } q_k = \rho V_k \quad (2)$$

$$\text{单元质心位置: } X_k = \frac{1}{V_k} \int_{r_k}^{r_{k+1}} x f^2(x) dx \quad (3)$$

$$\text{单元极转动惯量: } J_{xk} = \int_{r_k}^{r_{k+1}} \frac{1}{2} \pi f^4(x) dx \quad (4)$$

单元赤道转动惯量:

$$J_{yk} = \int_{r_k}^{r_{k+1}} \pi x^2 f^2(x) dx + \frac{1}{2} J_{xk} \quad (5)$$

式中: ρ 为密度(g/cm^3); $y = f(x)$ 为曲线方程; r_k 为积分上限; r_{k+1} 为积分下限.

1.1.3 弹丸的结构特征数

弹丸的结构特征数是将每个零件的特征数相加即可

* 收稿日期:2008-03-19

作者简介:张元军(1972—),男,山东东营人,工程师,主要从事军品检验验收及质量管理工作.

得到零件的质量:

$$m_i = \left(\sum_{k=1}^{n_1} V_k - \sum_{k=1}^{m_1} v_k \right) + \rho_i \quad (6)$$

式中: V_k 为零件外形单元体积; v_k 为零件内形单元体积; n_1 为外形所分单元数; m_1 内形所分单元数; ρ_i 为零件的密度或假密度。

弹丸质量:

$$m = \sum_{i=1}^{n_n} m_i \quad (7)$$

式中: m 为弹丸质量; n_n 为零件个数。

零件对坐标原点的质矩:

$$m_i = \sum_{k=1}^{n_1} m_k V_k - \sum_{k=1}^{m_1} m_k v_k \quad (8)$$

式中: x_i 为零件形心至坐标原点的距离; m_k 为零件体积对坐标原点的体积矩。

弹丸质心位置:

$$X_c = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^{m_1} m_i \quad (9)$$

各零件的极转动惯量:

$$J_{x_i} = \left(\sum_{k=1}^{n_1} J_{x_k} - \sum_{v=1}^{m_1} J_{x_v} \right) \rho_i \quad (10)$$

式中: J_{x_k} 为零件外形体积极转动惯量; J_{x_v} 为零件内形体积极转动惯量。

弹丸极转动惯量:

$$J_x = \sum_{i=1}^{n_n} J_{x_i} \quad (11)$$

零件对全弹质心的赤道转动惯量:

$$J_{y_i} = \left(\sum_{k=1}^{n_1} J_{y_k} - \sum_{v=1}^{m_1} J_{y_v} \right) \rho_i \quad (12)$$

式中: J_{y_k} 为零件外形体积赤道转动惯量; J_{y_v} 为零件内形体积赤道转动惯量。

弹丸赤道转动惯量:

$$J_y = \sum_{i=1}^{n_n} J_{y_i} \quad (13)$$

1.2 存在问题

- 1) 不能精确的反映产品特征,在对不规则的零部件进行简化处理后,产品特征已经发生变化。
- 2) 数据采集量非常大,费时,费力。
- 3) 要求计算者有较高的计算机语言应用水平。
- 4) 程序调试非常繁琐。
- 5) 计算周期较长。

2 数字化模拟计算方法的流程

数字化模拟计算是通过三维 CAD 软件建立数字化模型,然后利用该软件所带的计算模块进行计算。三维 CAD 技术的发展使得零部件的三维建模非常简单,操作者不需要拥有较高的计算机水平也能进行相关操作。以 SolidWorks 为例,在设计好的零件界面上,点击质量属性即可得出零

件的相关特征信息,其中包括丸质量、装填物质量、质心位置、极转动惯量和赤道转动惯量。在 SolidWorks 中进行特征数计算时,主要经过零部件模型的建立、零部件的材料属性赋值、虚拟装配、计算等^[3]。

2.1 零部件建模

SolidWorks 的建模主要有特征造型、曲面构造和生成以及参数化等技术。在进行建模时要采用合理的设计方法。一般要求建模过程和零件机械加工的过程相似。采用这种方法生成的零件模型,可以方便的对其进行各种操作。

2.2 材料属性赋值

在零部件建模完成后,进行材料属性的赋值,其操作界面如图 2 所示。

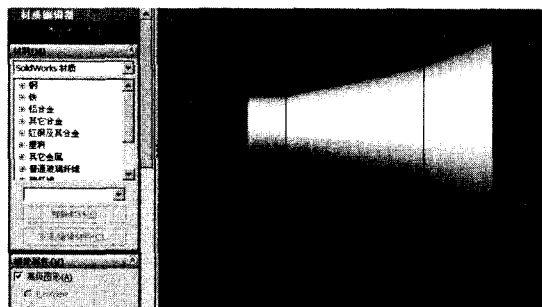


图 2 操作界面

2.3 零部件的虚拟装配

虚拟装配是利用三维设计软件建立设计结构模型,根据设计功能在计算机中完成零件装配,并进行相关各项检查、分析、检测以及达到设计目的的实现。在进行装配时,要严格按照零部件的装配关系进行相关的操作。在完成装配后要进行必要的干涉检查,来检查装配体内部各种零部件之间的尺寸及装配位置是否合理。某弹在完成装配后的装配图如图 3 所示。



图 3 某弹的全弹装配

2.4 计算

在进行计算之前,先建立一个坐标系,使其在风帽的前端面中心位置。然后,点击质量属性,即可出现该弹的弹丸结构特征数。

3 结论

数字化模拟计算较传统的计算方法的特点有:

- 1) 能够精确地反映出产品特征。 (下转第 56 页)

表4 模飞故障样本集(部分)

序号	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
1	1	0	0	0	1	0	0
2	0	1	0	0	0	0	0
3	0	0	1	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	1	0
5	0	0	0	1	0	0	0
6	0	0	0	0	1	0	0
7	0	0	0	0	0	0	1

P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0

3 结束语

根据装备特点和专家系统原理,将神经网络与专家系统相结合,从专家系统的角度建立基于神经网络的故障诊断专家系统.给出了导弹测试系统故障智能诊断的一种实现方法.该方法结合了神经网络和专家系统的优点和特点,改善了传统专家系统的自学能力.图3为基于BP神经网络故障诊断专家系统运行时的一个画面.通过分析,该方法作为一种诊断策略,建立的导弹故障智能诊断系统,能够使测试发控系统更加快捷、准确,方便地为整个武器

系统的有效发挥威力提供保障.

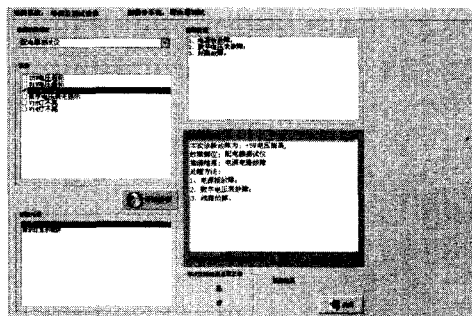


图3 基于BP神经网络故障诊断专家系统运行画面

参考文献:

- [1] 韩力群.神经网络理论设计及应用[M].北京:化学工业出版社,2002.
- [2] 焦李成.神经网络系统理论[M].吉林:吉林大学出版社,1990.
- [3] 张全寿,周建峰.专家系统建造原理与方法[M].北京:中国铁道出版社,1992.
- [4] 黄文虎.设备故障诊断原理[M].北京:科学出版社,1996.
- [5] 单鑫,董文洪.多层前馈神经网络在装备故障诊断中的应用[J].兵工自动化,2006,25(5):40-41.
- [6] 顾浩,周玉芳,岳岗.指挥自动化仿真测试技术研究[J].系统仿真学报,2002(12):1666-1670.
- [7] 肖云魁.基于小波分形技术提取变速器轴承故障特征[J].科学技术与工程,2007,7(20):5283.
- [8] 王格芳,黄礼富,龙杨喜.基于仿真技术的装备智能故障诊断系统[J].现代电子技术,2007,30(20):25-26.

(上接第48页)

- 2) 无需进行单元划分,免去提取数据的繁琐.
- 3) 能够快速、适时反映产品的结构变化,计算周期短.
- 4) 对计算者的计算机水平要求不高,容易上手.
- 5) 适用于大型、结构复杂的产品,能够协同作业,多人合作,提高了工作效率.

参考文献:

- [1] 魏惠之,朱鹤松.弹丸设计理论[M].北京:国防工业

出版社,1985.

- [2] 林翔,谢永奇.SolidWorks2004教程[M].北京:人民教育出版社,2004.
- [3] 常辉.基于三维软件的虚拟装配技术应用[J].长安科技,2006,12(2):47-49.
- [4] 崔平.现代炮弹增程技术综述[J].四川兵工学报,2006(3):17-19.