

基于遗传算法的汽车复杂注塑件成形工艺参数优化

叶欢月¹, 贾相武², 徐冰冰³, 宋小文³

(1. 浙江交通技师学院 汽车工程系, 浙江 金华 321015; 2. 浙江交通职业技术学院 机电系, 杭州 311112;
3. 浙江大学 机械与能源工程学院, 杭州 310027)

摘 要: 以汽车外饰件中的观后镜为例子, 以注塑件成形质量中的翘曲量为优化目标, 依据回归分析和神经网络建立数学模型, 并比较其预测精度, 得到有效的预测模型; 利用遗传算法对得到的数学模型进行寻优, 达到对注塑工艺条件优化的目的, 以期缩短生产时间, 提高制件质量。

关键词: 翘曲; 工艺参数; 神经网络; 遗传算法

中图分类号: TQ320.66; TP183

文献标识码: A

文章编号: 1671-8798(2009)03-0210-03

Parameter optimization on complex injection molding process based on genetic algorithm

YE Huan-yue¹, JIA Xiang-wu², XU Bing-bing³, SONG Xiao-wen³

(1. Department of Automotive Engineering, Zhejiang Traffic Technician Institute, Jinhua 321015, China;
2. Department of Mechanical and Electric Engineering, Zhejiang institute of communications, Hangzhou 311112, China; 3. College of Mechanical and Energy Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

Abstract: Taking rear view mirror for example, we set the warpage of the plastic as the goal of the optimization. We build mathematic model of injection moulding by regression analysis and neural networks, and compare the effects of the two modles, and get the better one. The best modle is used as a fit function in the genetic algorithm (GA), with which we can give the most appropriate parameter. Based on this method, we can shorten the production time and improve the quality of the plastic part.

Key words: warpage; orthogonal experiment; neural network (NN); genetic algorithm (GA)

塑料工业是国民经济中的一个非常重要的行业。塑料在工程中得到越来越多的应用,在汽车、家电、仪器仪表、建筑装饰等领域得到了广泛的应用。注塑成形在整个塑料制品生产行业占有非常重要的地位^[1]。塑料成形 CAE 技术是当前塑料加工行业的研究热点。

1 遗传算法的基本操作

遗传算法模拟了自然选择和遗传中发生的复制、交叉和变异等现象,从任一初始种群出发,通过随机选择、交叉和变异操作,产生一群更适应环境的个体,使种群进化到搜索空间中越来越好的区域,这

样一代一代地不断繁衍进化,最后收敛到一群最适应环境的个体,取得问题的最优解^[2]。遗传算法运算流程如图 1 所示。

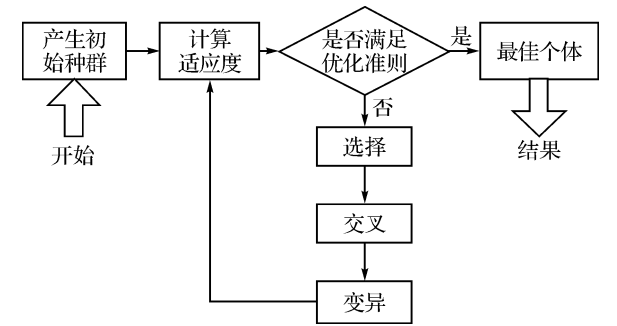


图 1 遗传算法的基本处理流程图

Fig. 1 The flow chart of genetic algorithm

2 遗传算法中所调用的预测模型的选择

本试验模型为某汽车观后视镜,产品形状如图 2 所示。

在注塑成形中,决定注塑产品翘曲量大小的工艺参数主要有^[2]:注射温度 T_1 、模具温度 T_2 、注射时间 t_1 、保压时间 t_2 、冷却时间 t_3 、注射压力 P_1 、保压压力 P_2 、锁模力 F ,其中注射时间 t_1 决定了注射

压力 P_1 、保压压力 P_2 和锁模力 F 这 3 个参数。故影响产品成形质量的工艺参数是:注射温度 T_1 、模具温度 T_2 、注射时间 t_1 、保压时间 t_2 、冷却时间 t_3 。现对这些参数与翘曲量大小的关系进行回归分析。

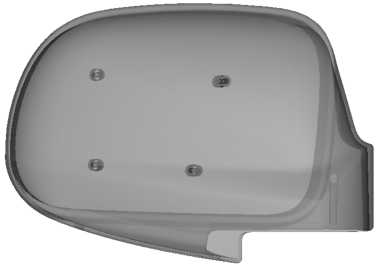


图 2 仿真所用模型

Fig. 2 The Model

本研究所用的原始数据通过注塑模拟软件 Moldflow 得到,用它们来分析工艺参数对翘曲量的影响。应用正交试验法安排实验数据,通过回归分析和神经网络建立预测注塑产品成形质量(翘曲量)的数学模型,并比较两者的预测精度,得到有效的预测模型。最后在遗传算法中调用得到的模型进行寻优,达到对注塑工艺条件的优化。以下是回归模型和 RBF 神经网络模型在该类问题分析中的适应性,并将较优模型作为遗传算法程序的原始模型^[3]。结果见表 1。

表 1 回归分析和 RBF 神经网络遗传性能比较

Table 1 Comparison of the effect of regression analysis and RBF neural networks

水平	注射温度 $T_1/^\circ\text{C}$	模具温度 $T_2/^\circ\text{C}$	注射时间 t_1/s	保压时间 t_2/s	冷却时间 t_3/s	回归分析 检验误差/%	RBF 神经网络 检验误差/%
1	205	42.5	0.75	5.5	25	4.6	4.1
2	215	52.5	2.25	5.5	35	4.8	0.8
3	225	47.5	2.25	11.5	25	16.2	0.3
4	225	57.5	1.25	5.5	45	6.5	0.1
5	235	47.5	1.75	5.5	55	1.3	2.9

可以看出,RBF 神经网络比回归分析有更好的预测精度,能起到较好的预测作用。最后选择 RBF 神经网络模型为本遗传算法的原始网络。

3 汽车复杂注塑件翘曲优化设计在遗传算法中的实现

由于遗传算法在问题求解过程中独特的优点和广泛的应用,许多基于 Matlab 的遗传算法工具箱相继出现,其中出现较早、影响较大、较为完备的当属英国 Sheffield 大学推出的基于 Matlab 的遗传算法工具箱。另外,还有美国北卡罗莱纳州立大学推出的可与 Matlab 一起使用的遗传算法优化工具箱

GAOT。考虑到前者在内容上已经覆盖后着,本研究中的遗传算法在英国 Sheffield 大学开发的遗传算法工具箱中进行^[4-5]。

3.1 定义遗传算法参数

遗传算法中参数的设置包括遗传算法的代数,变量的二进制位数、代沟、变量维数、个体数目等。在该翘曲遗传算法中,有 5 个输入参数,1 个输出,根据输入参数的取值范围,计算得到变量的二进制位数为 22,代沟采用 0.9,变量的维数为 5,经过多次试验,取遗传代数为 200。程序代码为:

```
MAXGEN = 200; % 遗传算法代数
PRECI = 22; % 变量的二进制位数
```

GGAP=0.9;%代沟

NVAR=5;%变量维数

变量的取值范围用语句 FieldDR=[200 40 0.5 4 20;240 60 2.5 16 60]控制。而各变量二进制维数语句为 rep([1;0;1;1],[1,NVAR]))。

3.2 建立适应度函数

遗传算法中使用适应度(Fitness)这个概念来度量种群中各个个体在优化计算中能达到或接近于或有助于找到最优解的优良程度。在神经网络翘曲预测模型中,建立好的神经网络就是一个输入参数与输出翘曲量之间的函数。该函数就是遗传算法中的适应度函数。神经网络的结果以.mat形式保存。在建立好的遗传算法程序中导入该数据。语句如下:

```
load rbf net;
```

```
FitnV = ranking(ObjV);
```

```
ObjV = targetalloc(variable);
```

3.3 遗传算法程序的实现

在遗传算法中,基于适应度的重插入最适应的个体总是被连续传播到下一代。用于实现遗传算法选择、交叉、变异、重组的语句如下:

```
while gen < MAXGEN
```

```
FitnV = ranking(ObjV);%分配适应度值
```

```
Selch = select( 'sus',variable,FitnV,GGAP);%选择
```

```
Selch = recomb( 'xovsp',Selch,0.7);%重组
```

```
Selch = mutate( 'mutbga',Selch,FieldDR);%变异
```

变异

ObjVSEL = targetalloc(Selch);%计算子代目标函数值

```
[variable ObjV] = reins(variable,Selch,1,1,ObjV,ObjVSEL);%替代
```

```
gen = gen + 1;
```

```
trace(gen,1) = min(ObjV);%遗传算法性能跟踪
```

```
trace(gen,2) = sum(ObjV)/length(ObjV);
```

```
end
```

3.4 遗传算法结果输出及保存

编写好遗传算法的主程序后,以图形和数据形式显示寻找遗传算法最优解的过程并得到最优解。所用的程序语句为:

```
[Y,I] = max(ObjV);%最优解
```

```
plot(trace(:,1));hold on;%图形输出
```

```
plot(trace(:,2));grid;
```

legend('解的变化','种群均值的变化');

当遗传算法运算迭代次数达到预设数目时,程序停止,并将优化结果以.mat文件格式寄储在磁盘中。经过200代遗传后的种群均值变化和最优解的变化如图3所示。

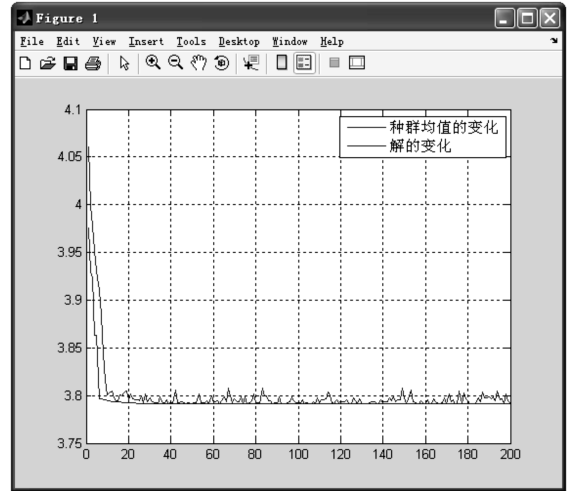


图3 遗传算法性能跟踪示意图

Fig.3 The Function sketch map of Genetic Algorithm

ObjVSEL 栏中可以看到遗传算法得到的最小翘曲量为 3.791 2 mm,对应的参数为:注射温度 $T_1 = 200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、模具温度 $T_2 = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、注射时间 $t_1 = 2.5\text{ s}$ 、保压时间 $t_2 = 14.578\text{ s}$ 、冷却时间 $t_3 = 27.052\text{ s}$ 。

4 结 语

本研究所用遗传算法是以建立好的 RBF 神经网络模型为基础,遗传算法程序中调用 RBF 神经网络得到的翘曲预测模型,自动寻优得到的最小翘曲量 3.791 2 mm 比正交试验得到的最小翘曲量 3.909 mm 要小,达到了预期的对工艺进行优化的目的。

参考文献:

- [1] DOORLY D J, PEIRO J. Supervised Parallel Genetic Algorithms in Aerodynamics Optimization[C]//AIAA Computational Fluid Dynamics Conference, 13th. Snowmass Village, Co, 1997:210-226.
- [2] NASH J F. Noncooperative games[J]. Annals of Mathematics, 1951, 54(2):286-295.
- [3] 祁东霞. 遗传算法在注塑模冷却系统优化问题中的研究[D]. 郑州大学材料科学与工程学院, 2005:30-53.
- [4] 左大平, 张益华, 芮玉龙. Moldflow 模拟结果的精度分析[J]. 模具技术, 2006(3):36-39.
- [5] 玄光男, 程润伟. 遗传算法与工程优化[M]. 北京:清华大学出版社 2004:5-20.