

---

# Research on Development of Simulation Interface of Engine Speed Characteristics Based on GT-POWER

Wang Pu-kai, Shi Chao-fan<sup>\*</sup>, Kang Qi, Dong Yi, Han Li-jun

Department of Vehicle Engineering, Academy of Armored Forces, Beijing, China

**Email address:**

63962510@qq.com (Shi Chao-fan)

<sup>\*</sup>Corresponding author

**To cite this article:**

Wang Pu-kai, Kang Qi, Dong Yi, Han Li-jun, Shi Chao-fan. Research on Development of Simulation Interface of Engine Speed Characteristics Based on GT-POWER. *Science Discovery*. Vol. 6, No. 5, 2018, pp. 332-337. doi: 10.11648/j.sd.20180605.14

**Received:** June 5, 2018; **Accepted:** September 12, 2018; **Published:** September 18, 2018

**Abstract:** The engine speed characteristic simulation operation interface based on GT-POWER was developed by using VB6.0. VB has the characteristics of simple operation, high efficiency and powerful function. It can realize the background data modification, operation control and calculation result reading and storage of GT-Power model, and draw the engine speed characteristics after finishing the data. curve. Based on ACCESS database, the automatic input and storage of interface input data is realized. The data access, operation control and result reading of GT-POWER model are realized based on VB6.0 programming. The engine is validated by VB6.0 "PictureBox" control. Power, effective torque and effective ratio fuel consumption curve. For the needs of engine speed characteristic simulation, VB6.0 software is used for secondary development of GT-Power, and Chinese operation interface is obtained to simplify the operation process of engine speed characteristic simulation, reduce operation difficulty and improve calculation efficiency, which has certain engineering significance. The simulation method has the advantages of high flexibility, low cost, strong repeatability, and the like, and can obtain parameters that are inconvenient to measure. The results show that the developed engine speed characteristic simulation operation interface can simplify the operation process of engine speed characteristic simulation, reduce the operation difficulty and improve the calculation efficiency.

**Keywords:** Engine, Speed Characteristics, Simulation

---

## 基于GT-POWER的发动机速度特性仿真操作界面开发研究

王普凯, 石超凡<sup>\*</sup>, 康琦, 董意, 韩立军

车辆工程系, 陆军装甲兵学院, 北京, 中国

**邮箱**

63962510@qq.com (王普凯)

**摘要:** 采用VB6.0开发了基于GT-POWER的发动机速度特性仿真操作界面。VB具有操作简单、运行高效、功能强大的特点, 利用它可以实现GT-Power模型的后台数据修改、运行控制和计算结果的读取与储存, 并通过读取的数据进行整理后绘制发动机速度特性曲线。基于ACCESS数据库实现了界面输入数据的自动读取与存储, 基于VB6.0编程实现了GT-POWER模型的数据访问、运行控制和结果读取, 利用VB6.0的“PictureBox”控件实现了发动机有效功率、有效扭矩和有效比油耗曲线的绘制。针对发动机速度特性仿真的需要, 使用VB6.0软件对GT-Power进行二次开发, 获得中文操作界面, 以简化发动机速度特性仿真的操作过程、降低操作难度、提高计算效率, 具有一定的工程意义。仿真法具有灵活度高、成本低、可重复性强等优点, 而且可以获取实验不便测取的参数。结果表明, 所开发的发动机速度特性仿真操作界面, 可以简化发动机速度特性仿真的操作过程、降低操作难度、提高计算效率。

**关键词：** 发动机，速度特性，仿真

### 1. 引言

发动机的速度特性 [1-4]是指发动机的输出功率、输出转矩与转速和供油拉杆位移之间的相互关系。通过研究发动机速度特性，可以了解发动机动力性、燃油经济性参数在供油量一定时随发动机转速的变化，总体掌握发动机的性能。

研究发动机的速度特性通常有两种方法，实验法[5-9]和仿真法[10-13]。实验法工作量大，费用昂贵，而且由于实际研究中存在许多复杂因素和受实验条件限制，易造成较大误差。仿真法具有灵活度高、成本低、可重复性强等优点，而且可以获取实验不便测取的参数。仿真法通常通过软件建立发动机工作过程计算模型，利用微分方程计算得到所需数据。

GT-Power采用现代计算机技术和数值计算方法对发动机性能进行仿真模拟[14-18]，它功能强大、参数灵活、结果可靠，但是采用英文界面，且操作使用复杂，对操作者有较深的专业要求。VB具有操作简单、运行高效、功能强大的特点，利用它可以实现GT-Power模型的后台数据修改、运行控制和计算结果的读取与储存，并通过读取的数据进行整理后绘制发动机速度特性曲线。

针对发动机速度特性仿真的需要，使用VB6.0软件对GT-Power进行二次开发，获得中文操作界面，以简化发动机速度特性仿真的操作过程、降低操作难度、提高计算效率，具有一定的工程意义。

### 2. 发动机速度特性仿真操作界面开发

利用VB6.0实现对基于GT-POWER的发动机工作过程模型的二次开发，所得到的发动机速度特性仿真操作主界面如图1所示。利用该操作界面，可以实现：界面数据的自动读取与存储；基于GT-POWER的发动机工作过程仿真模型的数据修改与运行控制；基于GT-POWER的发动机工作过程仿真结果的数据读取；有效功率、扭矩和比油耗曲线的自动绘制。



图1 发动机速度特性仿真操作主界面。

#### 2.1. 界面数据的自动读取与存储

利用VB6.0的可视化数据管理器，采用基于ACCESS数据库的VB编程方法实现界面数据的自动读取与存储，具体过程为：

1) 点击VB6.0软件“外接程序”菜单栏中的“可视化数据管理器”选项，打开VB软件的“可视化数据管理器”，如图2所示。



图2 VB软件的可视化数据管理器。

2) 点击“可视化数据管理器”的“文件”——“新建”——“Microsoft Access”——“Version 7.0 MDB”菜单项，并根据提示选择要创建的ACCESS数据库，如图3所示。

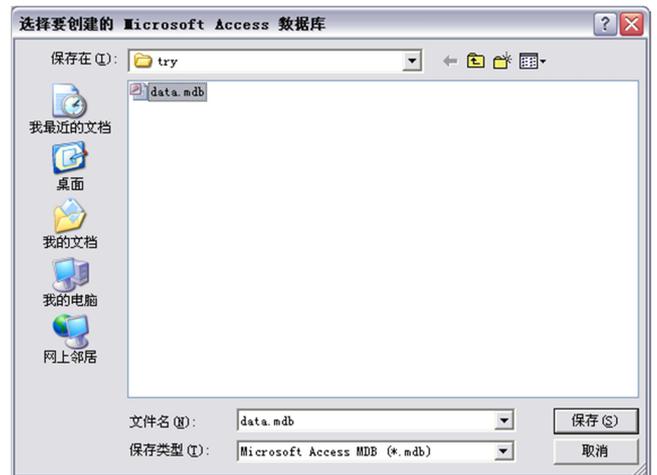


图3 数据库创建过程示意图。

3) 点击“可视化数据管理器”的“文件”——“打开数据库”——“Microsoft Access”菜单项，根据提示打开所建立的ACCESS数据库,如图4所示。

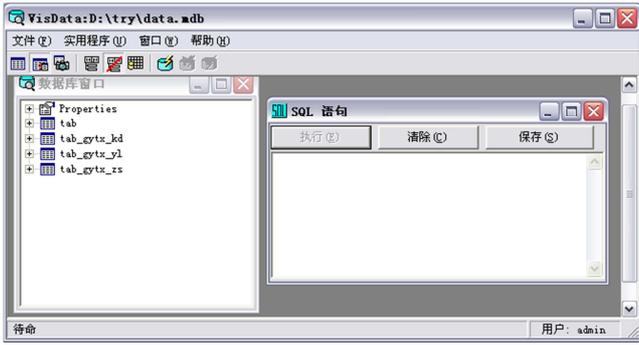


图4 所创建的ACCESS数据库。

4)鼠标右击“可视化数据管理器”的数据库窗口中的“Properties”——“新建表”菜单项，在弹出的“表结构”界面中定义ACCESS数据表格名称及表格中各字段的名称、类型和大小，如图5所示。



图5 所创建的ACCESS数据库表格。

5)将VB的“Data”控件拖入数据输入操作界面，然后在其属性窗口的“DatabaseName”项中选择需要关联的ACCESS数据库，在“RecordSource”项中选择需要关联的ACCESS数据表格，以实现“Data”控件与ACCESS数据库的数据关联，如图6所示；设置数据输入操作界面中各“text”控件的属性，包括“DataSource”和“DataField”项，以实现界面输入参数与“Data”控件的数据关联，如图7所示。

经过如上5步操作，即可实现界面输入数据在后台ACCESS数据库中的自动读取与存储。

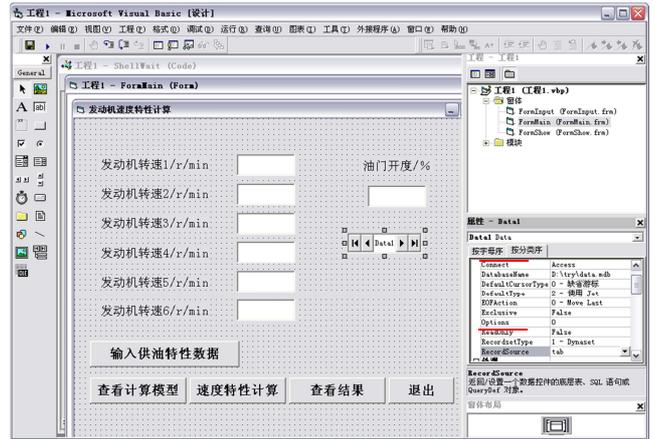


图6 “Data”控件与ACCESS数据库的数据关联。

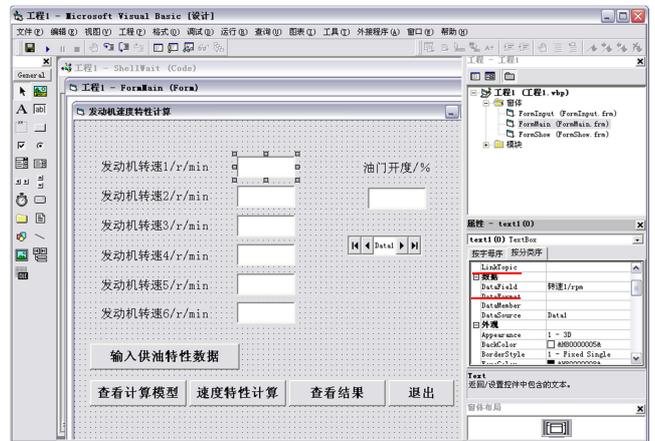


图7 界面输入数据与“Data”控件的数据关联。

### 2.2. 仿真模型的数据修改与运行控制

基于GT-POWER建立发动机工作过程模型，第一次运行之后会产生后台数据文件，其中包含模型结构、部件尺寸、发动机工况、环境条件等各种数据信息，如图8所示。

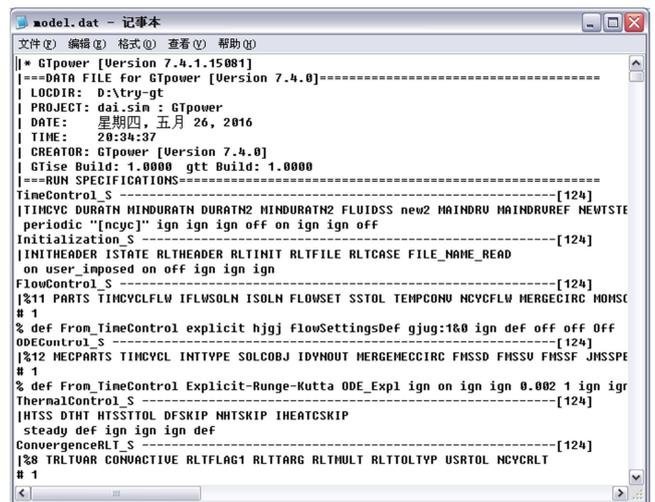


图8 GT-POWER模型后台数据文件。

基于GT-POWER所建立的发动机工作过程模型仿真发动机速度特性时,需要改写发动机转速和单缸循环供油量,方法利用VB6.0编写字符串查找替换程序,如下所示:

```
Private Sub ChangeGt(just As Integer, id As String, ok As String)
```

```
FileNumber1 = FreeFile
Open "model.dat" For Input As #FileNumber1
FileNumber2 = FreeFile
Open "model_temp.dat" For Output As #FileNumber2
Dim textline As String
Dim mark As Integer
mark = 0
Do Until EOF(FileNumber1)
Line Input #FileNumber1, textline
If textline <> id And mark = 0 Then
Print #FileNumber2, textline
Else
'找到开始改值的地方
mark = mark + 1
'更换转速
If just = 1 Then
If mark = 6 Then
Print #FileNumber2, ok
Else
Print #FileNumber2, textline
End If
End If
'更换油量
If just = 2 Then
If mark = 4 Then
Print #FileNumber2, ok
Else
Print #FileNumber2, textline
End If
End If
End If
End If
```

```
Loop
Close #FileNumber1
Close #FileNumber2
Kill "model.dat"
Name "model_temp.dat" As "model.dat"
End Sub
```

利用VB6.0编写进程控制程序,如下所示:

```
Sub ShellWait(cCommandLine As String)
Dim hShell As Long
Dim hProc As Long
Dim lExit As Long
hShell = Shell(cCommandLine, vbNormalFocus)
hProc =
OpenProcess(PROCESS_QUERY_INFORMATION, False, hShell)
Do
GetExitCodeProcess hProc, lExit
DoEvents
Loop While lExit = STILL_ACTIVE
End Sub
```

采用如下语句实现GTPower后台计算引擎对所建立的GT-POWER模型的调用计算:

```
ShellWait ("C:\Program Files\GT\bin\GTPower.bat model.dat")
```

### 2.3. 仿真结果的数据读取

GT-POWER计算结果存放于“.out”文件中,如图9所示。利用VB6.0编程、采用查找并读取字符串的方法读取有效功率,根据已知的发动机转速和读取的有效功率换算得到有效扭矩;根据发动机转速、气缸数目、单缸循环供油量和有效功率计算得到有效比油耗。

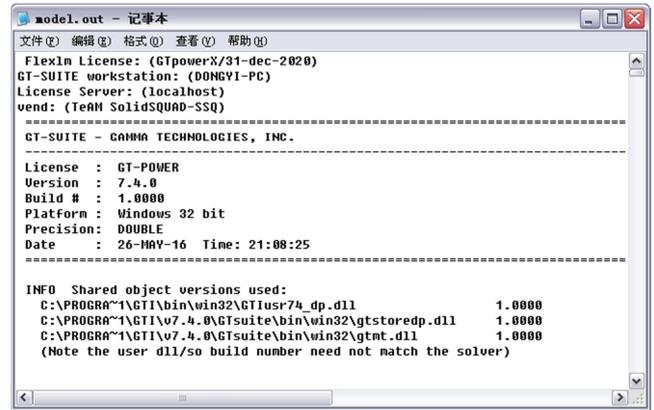


图9 GT-POWER计算结果文件。

对于四行程发动机,其有效扭矩和有效比油耗计算公式如下:

$$M_e = 1000 N_e / (n_e \cdot \frac{\pi}{30}) \quad (1)$$

$$g_e = 3.6 (i b_e n_e / 120) / N_e \quad (2)$$

式中:  $M_e$  为有效扭矩, N·m;  $g_e$  为有效比油耗, g/h/kW;  $N_e$  为有效功率, kW;  $n_e$  为发动机转速, r/min;  $b_e$  为单缸循环供油量, mg;  $i$  为气缸数目。

### 2.4. 仿真结果的曲线绘制

利用VB6.0编写程序实现对同油门开度下各转速点的一次性计算,各转速下的有效功率、有效扭矩、有效比油耗计算结果成一行依次保存于“Result.dat”文件中,如图10所示,利用VB6.0的“PictureBox”控件绘制速度特性曲线,部分语句如下:

```
'利用xy ( ) 数据绘制二维曲线
Pic1.Scale (-1, 11)-(11, -1) '定义坐标系原点靠近
左下角
Pic1.Line (-1, 0)-(10, 0) '画x轴
Pic1.Line (0, -1)-(0, 10) '画Y轴
'画X轴刻度
For i = -1 To 10 Step 1
If i <> 0 Then
Pic1.Line (i, 0)-(i, 0.2)
End If
Next
'画Y轴刻度
For j = -1 To 10 Step 1
```

```

If j <> 0 Then
    Pic1.Line (0, j)-(0.2, j)
End If
Next
For M = 1 To (k - 1)
    '画数据曲线
    Pic1.Line (xy(M - 1, 0), xy(M - 1, 1))-(xy(M,
0), xy(M, 1)), RGB(255, 0, 0)
    '标注工况点
    Pic1.CurrentX = xy(M - 1, 0)
    Pic1.CurrentY = xy(M - 1, 1)
    Pic1.Print "+"
Next
Pic1.CurrentX = xy(k - 1, 0)
Pic1.CurrentY = xy(k - 1, 1)
Pic1.Print "+"
    
```

### 3. 仿真实例

基于GT-POWER建立的某型发动机工作过程计算模型。  
速度特性仿真计算界面输入参数如图10和图11所示。



图10 计算输入的发动机转速和油门开度数据。

序号	油门开度/%	发动机转速/rpm	单缸循环供油量/ms	序号	油门开度/%	发动机转速/rpm	单缸循环供油量/ms
1	100	1200	236	15	90	1600	119.2
2	100	1400	240	16	90	1800	118.6
3	100	1600	226	17	90	2000	117.4
4	100	1800	231	18	90	2200	116.2
5	100	2000	229	19			
6	100	2200	227	20			
7	90	1200	188.9	21			
8	90	1400	192	22			
9	90	1600	185.6	23			
10	90	1800	184.9	24			
11	90	2000	183.2	25			
12	90	2200	181.6	26			
13	90	1200	141.6	27			
14	90	1400	144	28			

图11 计算输入的发动机供油特性数据。

点击主操作界面中的“查看计算模型”按钮，可直接调用GT-POWER打开所建立的发动机工作过程计算模型；点

击“速度特性计算”启动GT-POWER后台计算引擎、调用所建立的发动机工作过程模型进行计算，如图12所示。

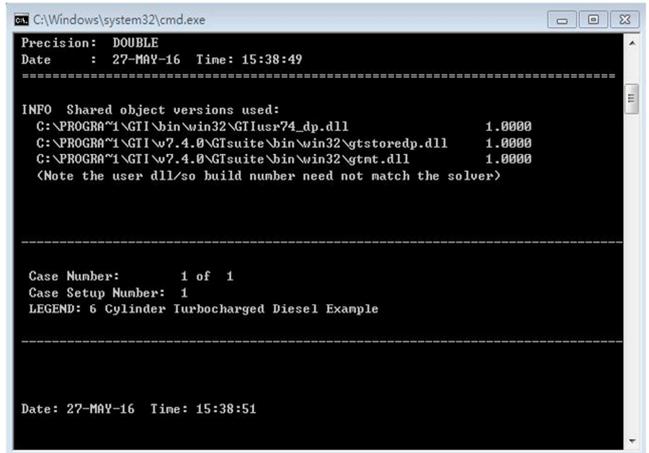


图12 发动机工作过程计算界面。

计算完成后，点击“查看结果”按钮，弹出结果显示界面，在其中选择需要显示的曲面，如图13~图15所示。

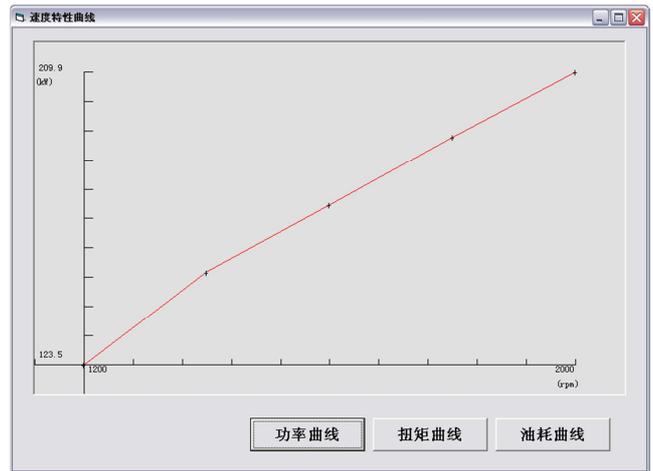


图13 发动机有效功率仿真曲线。

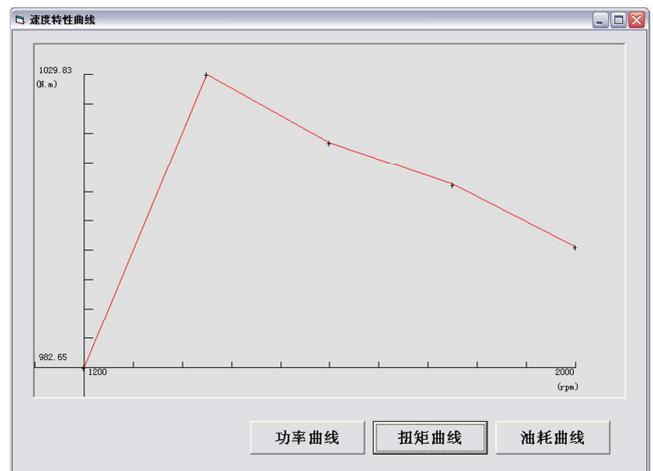


图14 发动机有效扭矩仿真曲线。

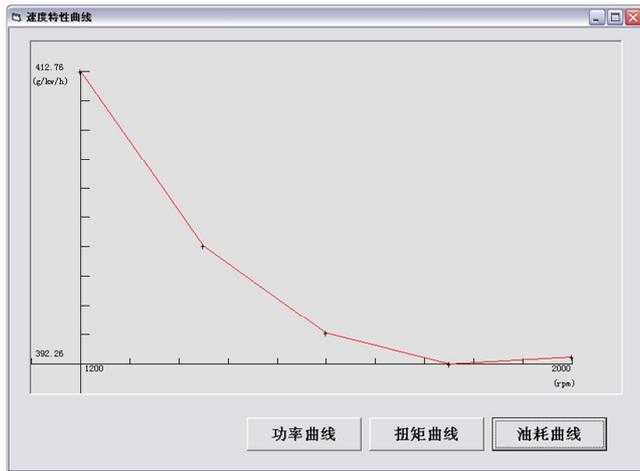


图15 发动机有效比油耗仿真曲线。

#### 4. 结论

采用VB6.0开发了基于GT-POWER的发动机速度特性仿真操作界面。基于ACCESS数据库实现了界面输入数据的自动读取与存储, 基于VB6.0编程实现了GT-POWER模型的数据访问、运行控制和结果读取, 利用VB6.0的“PictureBox”控件实现了发动机有效功率、有效扭矩和有效比油耗曲线的绘制。结果表明, 所开发的发动机速度特性仿真操作界面, 可以简化发动机速度特性仿真的操作过程、降低操作难度、提高计算效率。

#### 参考文献

- [1] 王完成, 张更云, 韩树等. 车用内燃机学[M]. 北京: 兵器工业出版社, 2006:145。
- [2] 左承基, 欧阳明高, 刘铮. 柴油机-天然气双燃料发动机工作特性分析[J]. 石油机械, 1999, 27 (8) :16-18。
- [3] 于秀敏, 唐睿, 杨世春, 刘乐. 汽油机与LPG发动机冷起动特性试验[J]. 农业机械学报, 2007, 38 (4) :4-7。
- [4] 梁玲, 周经渊. 发动机速度特性的数学模型[J]. 农长沙铁道学院学报, 1995, 13 (3) :48-51。
- [5] 朱伟伟. 发动机特性建模方法的选择[J]. 现代车用动力, 2007 (2) :27-30。
- [6] 赵亚男, 赵福堂, 刘碧荣. 汽车发动机特性仿真研究[J]. 北京交通大学学报, 2008, 32 (1) :97-100。
- [7] 张永栋. 基于GT-Power柴油机性能仿真分析[J]. 机电工程技术, 2010, 39 (10) :38-39, 98。
- [8] 王娟, 李明海. GT-Power在机车柴油机上的仿真应用[J]. 长沙交通学院学报, 2008, 24 (3) :76-80。
- [9] 白杰, 杨毅成, 王伟. 航空发动机防火试验火焰特征数值仿真分析[J]. 燃气涡轮试验与研究, 2017, 30(5):1-7。
- [10] 周晓斌. 发动机配气机构振动噪声仿真研究[D]. 重庆大学, 2016。
- [11] 李素华. 变转速条件下汽车发动机故障模式识别仿真[J]. 计算机仿真, 2016, 33(11):144-147。
- [12] 李鑫, 杨赫石, 彭博, 等. 基于联合仿真技术的转缸式斜盘活塞发动机动力学研究[J]. 船舶工程, 2017(8):35-39。
- [13] 纪文晓. 缸内直喷CNG发动机稀薄燃烧特性仿真研究[D]. 重庆交通大学, 2016。
- [14] 杜祥哲. 微型斯特林发动机的设计与仿真[D]. 东北林业大学, 2016。
- [15] 向熔. 高压共轨四缸柴油机振动与噪声特性及影响因素研究[D]. 昆明理工大学, 2016。
- [16] 吕赫. 废气再循环对氢气汽油双燃料发动机性能影响的仿真研究[D]. 吉林大学, 2017。
- [17] 白锦洋, 吴学雷, 高峰, 等. 多轴车辆动力传动系统建模与仿真[J]. 北京航空航天大学学报, 2017, 43(1):136-143。
- [18] 杜子学, 沈宏丽, 叶双平, 等. 某型SUV车发动机舱热管理仿真分析及优化[J]. 小型内燃机与车辆技术, 2016, 45(2):48-51。