



## 基于MATLAB平台搭建发动机性能开发工具链

田翀

广西玉柴机器股份有限公司 技术总师



MATLAB EXPO 2021

## 目录

- 发动机性能数据分析工具搭建
- 企业简单数据库的搭建
- 车辆路谱数据分析工具开发
- 结论及建议

# 发动机性能数据分析工具搭建

■ 平台：MATLAB/GUIDE

■ 三类功能：

➢ 图表处理类

1. 等高线图工具
2. MAP处理工具

➢ 建模分析类

1. 数值优化工具
2. 回归分析工具
3. 瞬态分析工具
4. 虚拟模型工具
5. 燃烧分析工具

➢ 功能设计类

1. DOE设计工具
2. 燃烧室设计工具
3. 喷嘴设计工具
4. 凸轮设计工具



该工具已经企业燃烧开发的核心使用工具，被广泛应用。

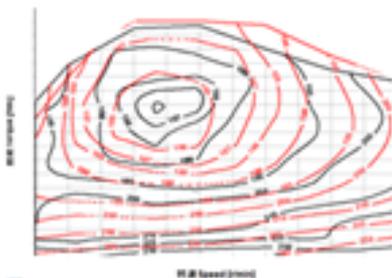
# 发动机性能数据分析工具搭建

## ■ 万有特性图分析工具

### ■ 背景:

- 万有特性是一族包含发动机全负荷信息，部分负荷信息的二维等高线图。是表征发动机特性的关键图表之一。由于绘制过程涉及到插值、等高线计算，不同类型图标叠加等内容，绘制起来比较麻烦。
- 传统的方式绘制方式有几种：**excel+VBA**开发绘制，**origin**绘制，**uniplot**绘制等。这些工具各有优缺点，比如**excel**二次绘图美观性问题，**origin**绘图效率问题等。
- 基于以上这些原因，开发一款方便、高效、使用的图标分析工具就变得十分必要。

SPEED	TORQUE	P	FB_RATE	FUEL_COSP
r/min	Nm	KW	kg/h	g/kWh
1900	2021.5	402.19	82.12	204.18
1900	1519	302.02	73.66	203.45
1900	1616.8	322.01	65.37	203.01
1900	1415.6	281.57	57.23	203.26
1900	1212.8	241.29	49.32	204.42
1900	1010.5	201.12	41.7	207.33
1900	808.1	160.78	34.33	214.71
1900	605.9	120.79	27.33	226.21
1900	403.2	80.56	20.48	254.19
1900	204.5	40.98	13.74	335.38
1800	2107.7	397.27	80.47	202.33
1800	1896.5	357.24	71.89	201.19
1800	1686.1	317.46	63.88	201.23
1800	1474.7	278	55.7	200.35
1800	1264.7	238.4	47.97	201.24
1800	1051	198.36	40.67	204.91
1800	843.1	158.9	33.55	211.15
1800	632.1	119.14	26.38	221.41
1800	421.8	79.56	19.6	246.34
1800	210.6	39.7	12.93	325.71



# 发动机性能数据分析工具搭建

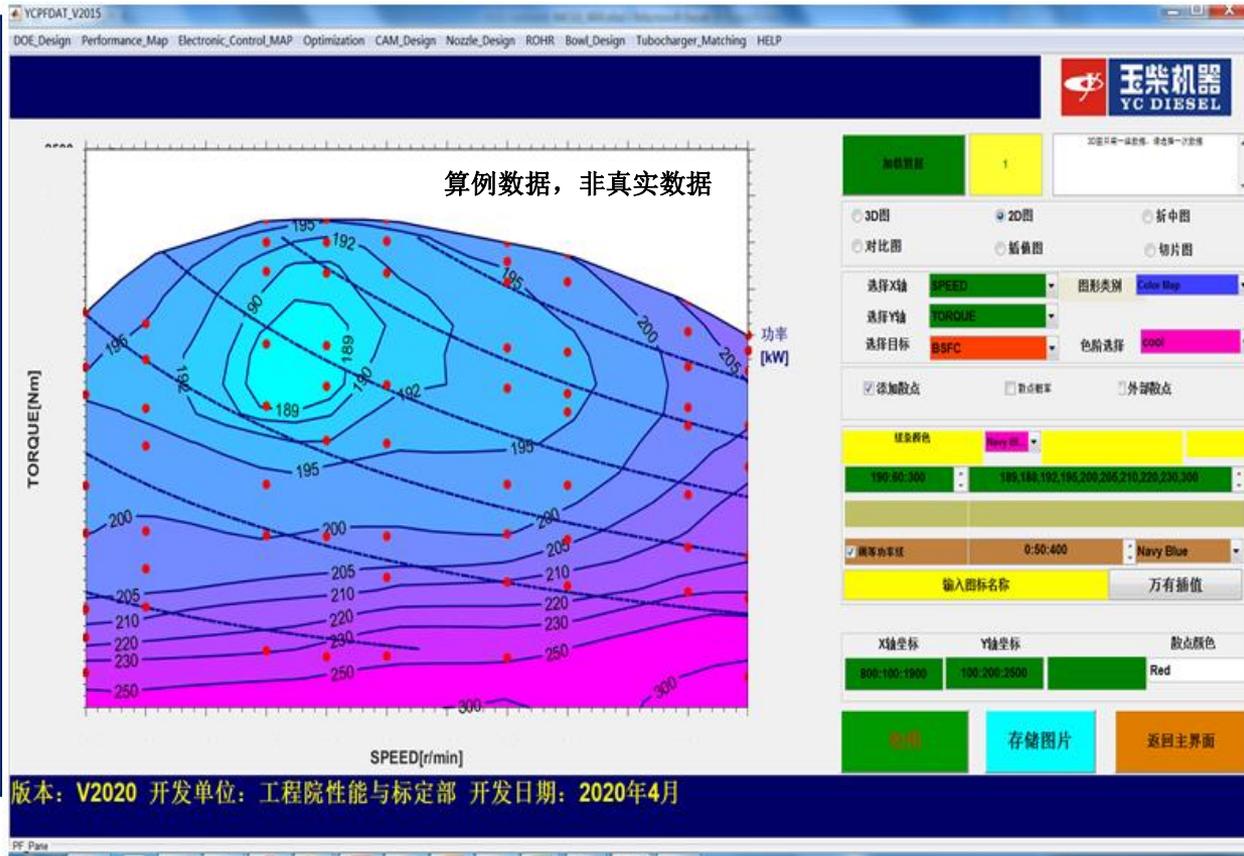
## ■ 万有特性图分析工具

### ■ 功能:

1. 三维山地图
2. 二维等高线图
3. 折中图
4. 等高线对比图
5. 等高线差值图
6. 等高线切片图
7. 路谱概率统计图
8. 工况插值计算

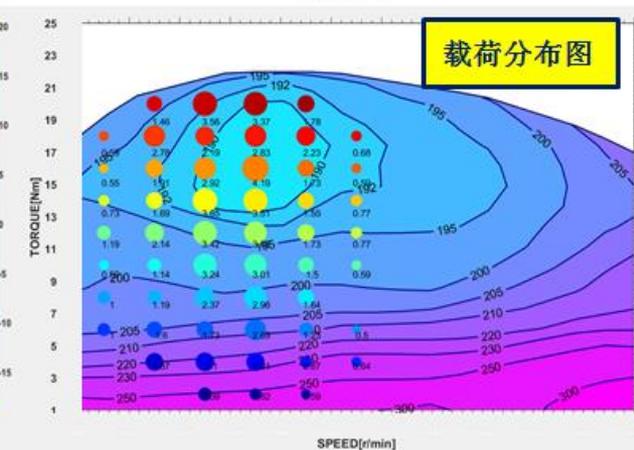
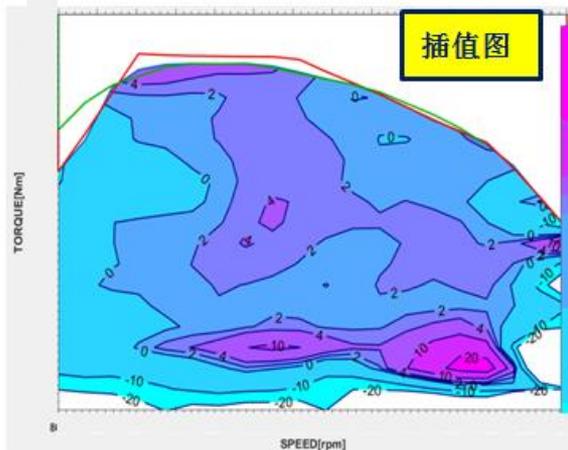
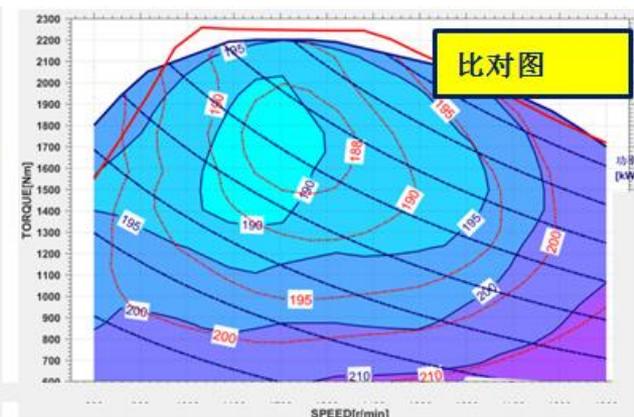
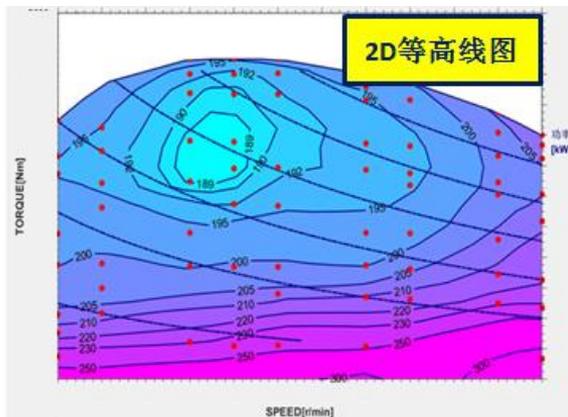
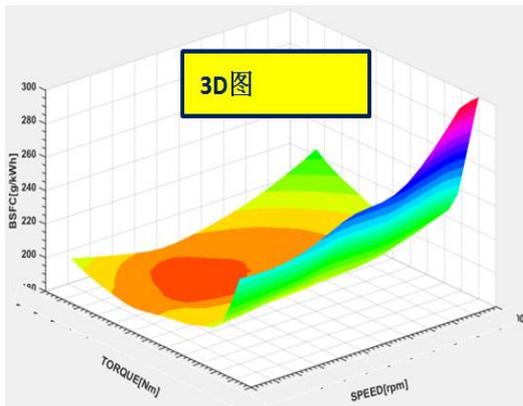
### ■ 实现方式:

1. 剪切板传递数据
2. griddata插值,
3. Contourf生成等高线
4. Hold on 叠加
5. Guidata传递数据



# 发动机性能数据分析工具搭建

## 万有特性图分析工具



### 特点:

- 便捷、高效、美观

# 发动机性能数据分析工具搭建

## ■ 标定MAP处理工具

### ■ 背景:

- 电控MAP标定是对离散试验结果进行建模的标准化的过程。需要根据有限的实验数据构建一个二维map。二维MAP数据构建过程存在插值和平顺的问题。是标定技术员公认比较难处理的工作之一。

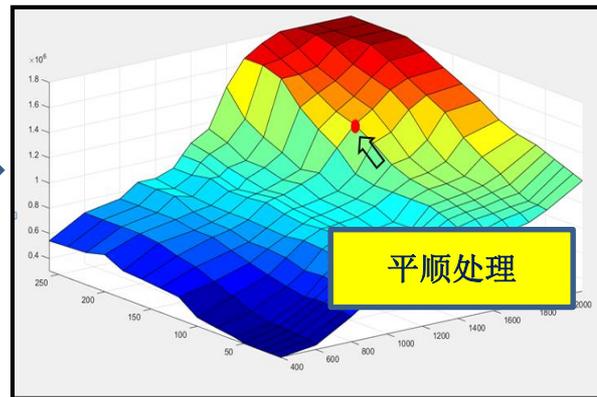
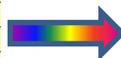
SPEED	TORQUE	P	FB_RATE	FUELCOSP
r/min	Nm	kW	kg/h	g/kWh
1900	2021.5	402.19	82.12	204.18
1900	1819	362.02	73.66	203.45
1900				203.01
1900				203.26
1900				204.42
1900				207.33
1900	808.1	160.78	34.55	214.71
1900	605.9	120.79	27.33	226.21
1900	405.2	80.56	20.48	254.19
1900	204.5	40.98	13.74	335.38
1800	2107.7	397.27	80.47	202.55
1800	1896.5	357.34	71.89	201.19
1800	1686.1	317.46	63.88	201.25
1800	1474.7	278	55.7	200.35
1800	1264.7	238.4	47.97	201.24
1800	1051	198.36	40.67	204.91
1800	843.1	158.9	33.55	211.15
1800	632.1	119.14	26.38	221.41
1800	421.8	79.56	19.6	246.34
1800	210.6	39.7	12.93	325.71

原始试验数据



	400	600	800	900	1000	1100	1150	1200
10	300000	336800	501600	603200	698200	770200	770200	775000
20	300000	355600	511000	604800	700200	785000	797600	810200
30	300000	365000	520600	597800	726200	806000	810200	818600
40	300000	369800	530600	608400	743000	831400	822800	852400
50	304400	374600						856600
60	324600	374600						856600
80	345000	412200						844000
100	370200	478200	602200	640400	714200	828800	828800	843400
120	478200	539400	625000	661800	722800	789200	788200	832400
140	494200	600600	669800	670000	730000	812600	812600	845800
160	510000	633200	720000	720000	730000	895200	815200	847800
180	520600	621000	720000	720000	760000	918000	838000	918200
200	594800	544000	740000	750000	800000	881800	881800	950000
220	555800	515800	641200	750000	815000	928200	928200	983800
240	547600	497000	617600	750000	825000	900000	983800	1036800
260	539400	492200	622400	750000	850000	900000	987200	1068400

标定结果



平顺处理

# 发动机性能数据分析工具搭建

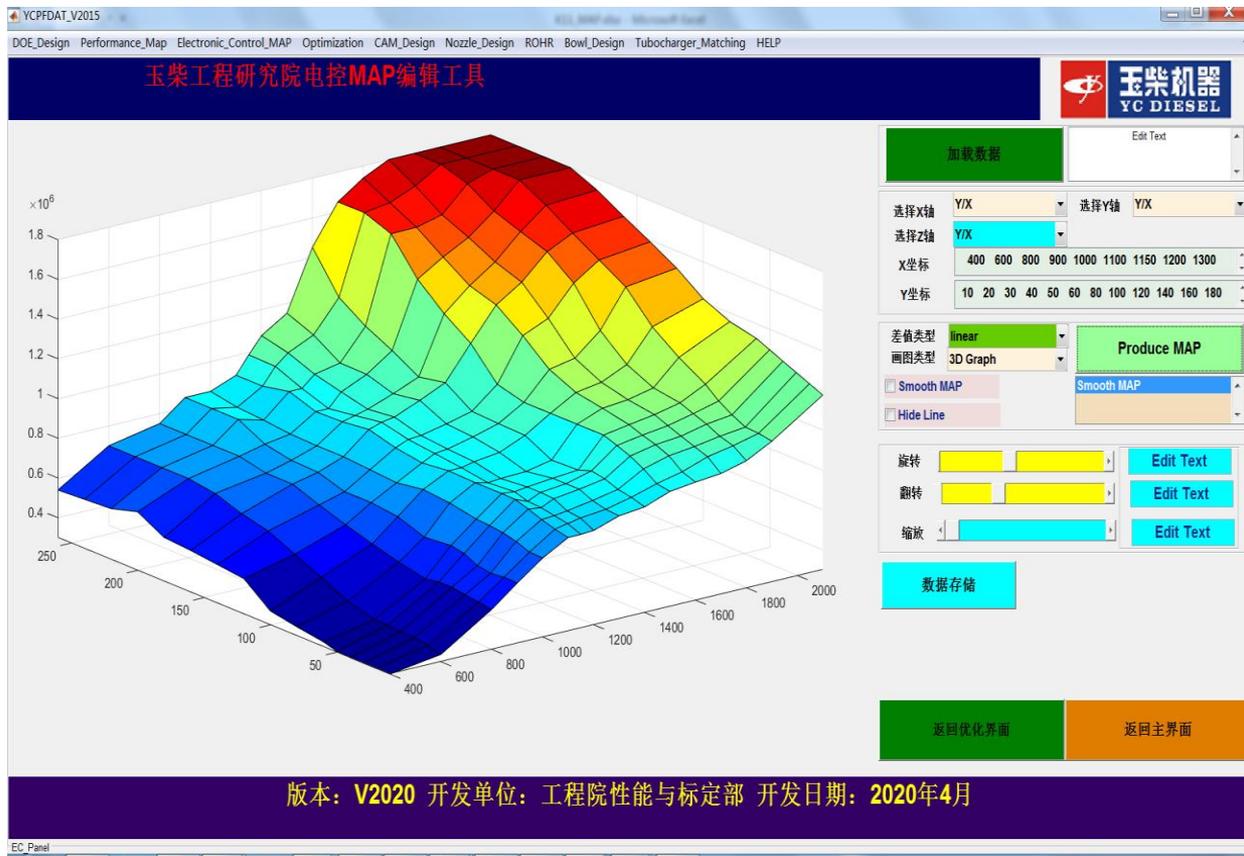
## ■ 标定MAP处理工具

### ■ 功能：

1. 二维MAP数据生成
2. 三维MAP光顺
3. 二维曲线光顺

### ■ 实现方式：

1. 剪切板传递数据
2. griddata插值，
3. 光标捕捉网格点

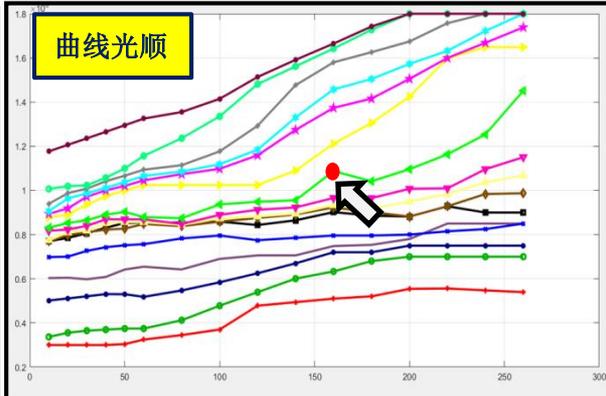
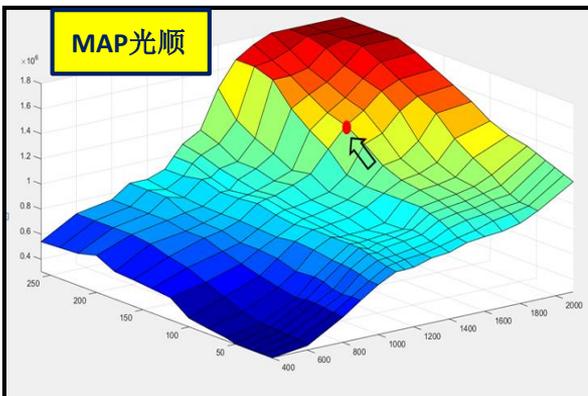


# 发动机性能数据分析工具搭建

## ■ 标定MAP处理工具

IT	400	600	800	900	1000	1100	1150	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
10	300000	336000	361600	602300	688200	770200	770200	773000	817200	831400	878400	894200	906400	936600	1007200	1177200
20	300000	355600	361600	604800	700200	783000	787600	810200	825800	852400	890000	918600	963400	987800	1019200	1206400
30	300000	365000	320600	597800	726200	806000	810200	819600	839800	863000	906400	971600	987000	1008000	1023000	1233600
40	300000	369800														
50	304400	374600														
60	324600	374600														
80	345000	412200														
100	370200	478200	564117.6	690000	796882.4	858800	858800	873400	889400	936601.9	1024400	1098000	1118400	1176800	1335400	1414900
120	478200	539400	625000	706882.4	774705.9	843629.4	873294.1	882400	912382.9	948600	1024400	1182000	1184600	1283000	1481400	1613800
140	494200	600600	669800	706882.4	788294.1	864705.9	891176.5	893800	922941.2	955400	1090107	1274200	1330400	1476600	1561800	1591400
160	510000	633200	720000	788294.1	863882.4	901176.5	922941.2	933629.4	968905.6	1034094	1211400	1373800	1457400	1580000	1694200	1694200
180	520600	680000	720000	833629.4	863882.4	885882.4	900764.7	9182000	965294.1	1041400	1306600	1416800	1504600	1628000	1727800	1742200
200	55437.9	700000	780000	800000	881800	981300	980000	1007400	1094200	1424600	1505600	1573000	1674400	1800000	1800000	1800000
220	555800	700000	780000	830000	815000	928200	928200	893800	1009600	1163600	1389400	1589900	1622000	1757400	1800000	1800000
240	547600	700000	780000	850000	825000	900000	982800	1016800	1096000	1253600	1649400	1668600	1722000	1800000	1800000	1800000
260	539400	700000	780000	850000	890000	987200	1063400	1150600	1451400	1649200	1736400	1800000	1800000	1800000	1800000	1800000

二维MAP数据生成



### ■ 特点:

- 二维MAP数据生成便捷。推荐用线性插值，不建议用V4插值
- MAP光顺直观便捷。
- 曲线光顺稳定可靠。

### ■ 问题:

- 采用屏幕捕捉特征点，有时存在捕捉不准确的问题。算法有待改进。

# 发动机性能数据分析工具搭建

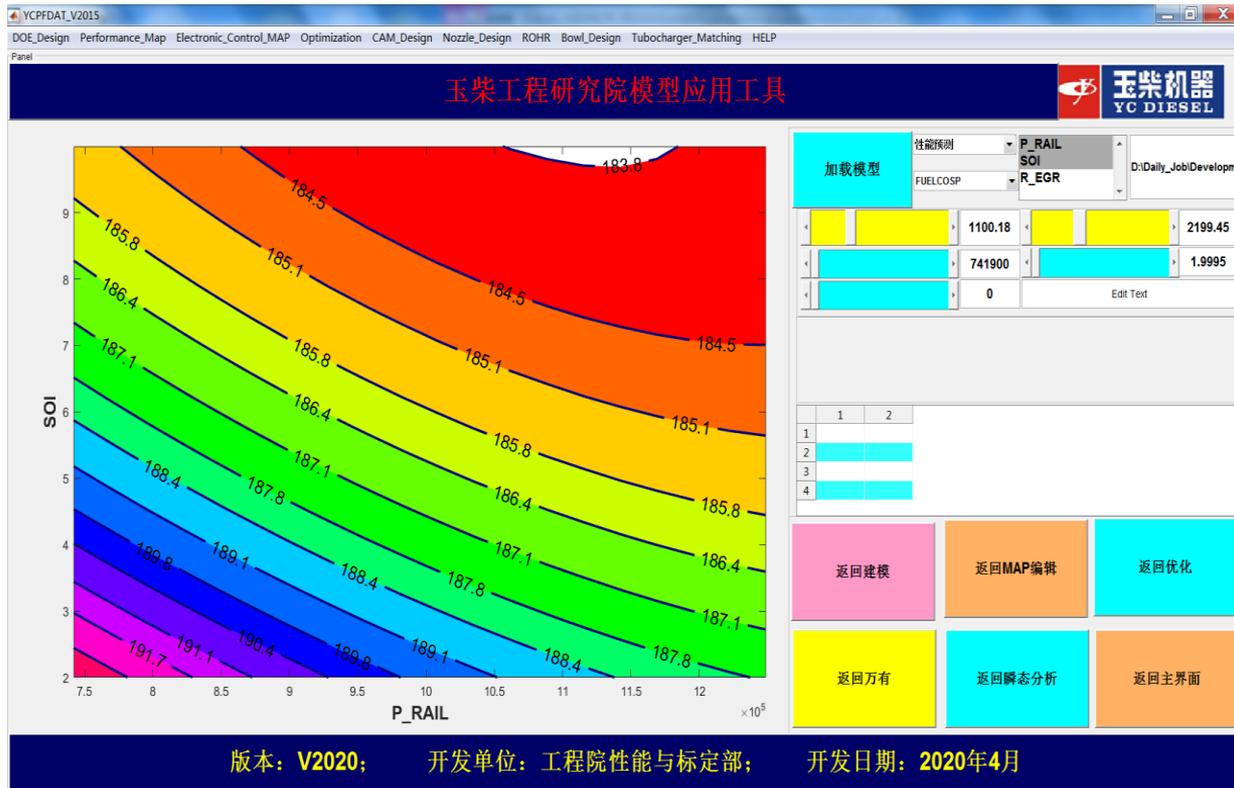
## 虚拟模型工具

### 功能:

1. 建模二次应用
2. 任一点响应预测
3. MAP预测

### 实现方式:

1. 加载模型
2. 模型系数插值。  
Interp2插值模型系数。
3. 重构预测工况模型
4. 新模型预测结果



# 发动机性能数据分析工具搭建

## 虚拟模型工具

P_RAIL	SOI	R_EGR	V_ETC	FB_RATE	FUELCOSP	S415_FSN	EM_NOX_1	BS_NOX_1	BS_NOX_2	Average	T_AIRC_1	T_AIRC_0	T_TURB_0	T_EGR_0
bar	° CA	%	%	kg/h	g/kWh	FSN	ppm	g/kWh	g/kWh	°C	°C	°C	°C	°C
1901	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1800	1800	1800	1800	1800
1705	1534	1361	1193	1021	849	681	512	341	171	1801	1620	1441	1260	1081
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1582800	1582800	1382200	1387200	1335800	1333400	1238200	1240600	1182000	1191800	1487400	1489800	1382200	1389600	1338400
1802600	1805200	1802600	1802000	1746400	1748900	1648800	1651200	1602200	1599800	1805200	1795400	1817400	1805200	1761000
1698721	1690191	1602011	16005674	1553589	1555511	1455884	1456289	1406884	1405426	1652174	1655400	1605879	1600911	1554103
70066.37	73766.66	135569	138483.7	137680.5	138904.1	139071.7	138519.2	139407.1	138592.6	108143.7	101678.4	142194.6	137501.1	137771.3
7.4927	7.4927	7.0093	7.0093	7.0093	7.0093	7.0093	7.998	7.0093	7.0093	5.9985	5.9985	5.9985	5.9985	7.0093
13.4912	13.4912	15.0073	15.0073	15.0073	15.0073	15.9961	15.9961	15.0073	15.0073	13.0078	13.0078	13.9966	13.9966	15.0073
10.7487	10.4983	11.0337	11.0337	11.1135	11.1135	12.1023	12.1023	11.1135	11.1135	9.6524	9.6061	10.1028	10.1028	11.1135
1.9762	2.1197	2.7671	2.7671	2.7872	2.7872	2.7872	2.7872	2.3869	2.4411	2.7872	2.7872	2.7872	2.7872	2.7872
3.2476	3.304	3.484	3.6076	3.7172	3.6338	3.5934	3.5382	3.2432	3.3035	2.947	3.0533	3.2048	3.3408	3.2573
24.5859	24.9844	25.867	26.2351	25.733	24.0724	23.1179	22.9779	24.5868	29.0359	21.5943	22.3174	24.0705	24.5068	23.8288
16.3371	17.032	17.0864	17.1536	16.3146	15.5327	14.6366	14.3796	14.9918	17.1318	14.1398	14.7245	16.0268	16.2635	15.1738
7.4384	7.6866	8.2122	8.2169	7.8343	7.4272	6.9692	6.9146	7.5847	8.9749	6.5782	6.8976	7.622	7.7899	7.2161
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

模型结构

### MAP预测流程:



使用场景: 发动机特性调整。该工具使得大量的标定工作变得高效便捷。

## 发动机性能数据分析工具搭建

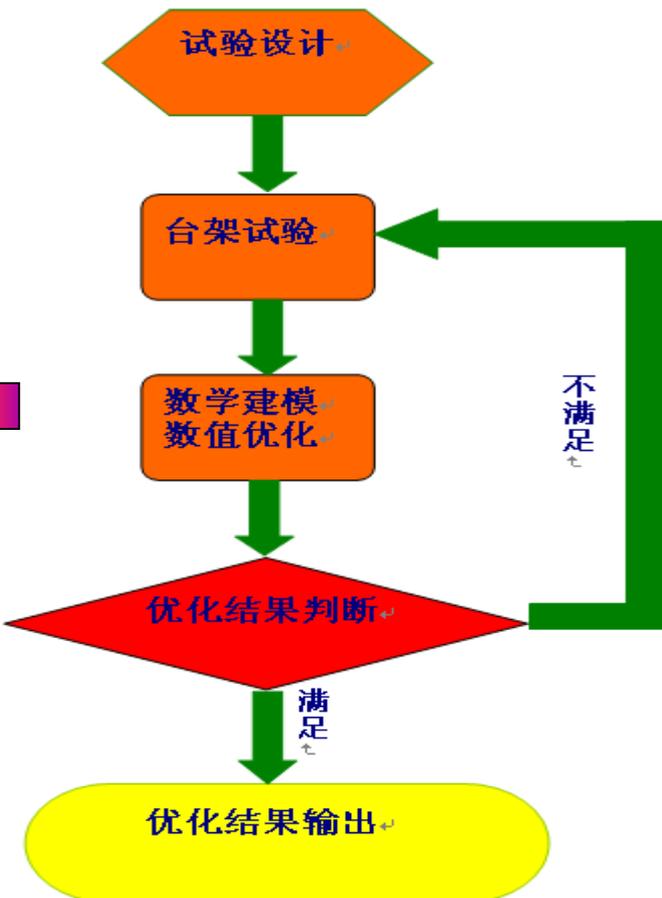
### ■ 基于MBC标定方法工具

正交、拉丁法、中心复合、  
D-优化、响应面

DOE的作用：缩短标定周期

数学模型：逐步回归模型  
数值优化：序列二次规划

评价标定结果是否达到目的



# 发动机性能数据分析工具搭建

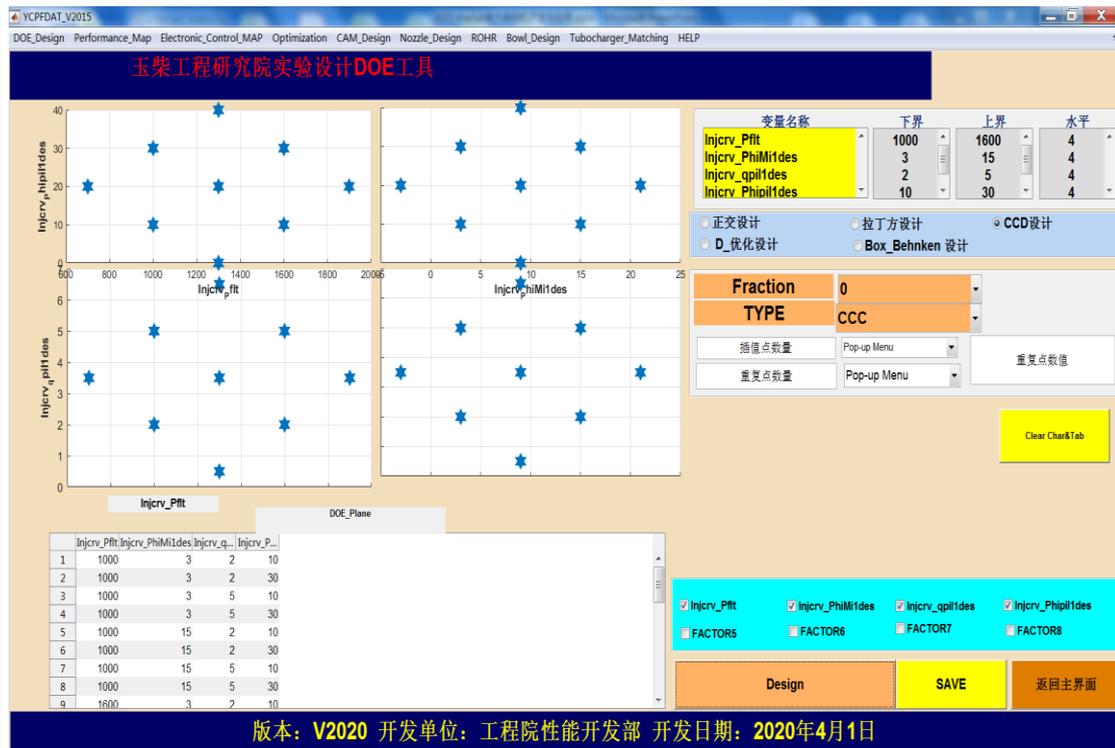
## ■ 基于MBC标定方法工具—DOE设计工具

### ■ 功能:

1. 正交实验设计
2. 拉丁方实验设计
3. 响应面设计
4. D优化实验设计

### ■ 实现方式:

1. 正交实验设计采用预置正交表，根据变量水平自动选择正交表
2. 其他几种实验设计均采用matlab自带函数实现。
3. 实验设计



实验设计算法中添加有重复校核点

## 发动机性能数据分析工具搭建

### ■ 基于模型标定工具\_模型

$$Y = C + T \times (B \times X) + \varepsilon$$

$$B = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1k} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{n1} & b_{n2} & \dots & b_{nk} \end{bmatrix}, X = \begin{bmatrix} X_{11}^1 & X_{12}^1 & \dots & X_{1k}^1 \\ X_{11}^2 & X_{12}^2 & \dots & X_{1k}^2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{11}^m & X_{12}^m & \dots & X_{1k}^m \end{bmatrix}^T, T = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \dots \\ 1 \end{bmatrix}^T$$

回归模型采用**3阶多项式模型**,

- 标定变量为喷射角度、轨压、**EGR**率和节气门关度。
- 对于超过**4**个变量的标定任务，建议先做变量解耦，然后分组开展试验和建模，这样效率更高

# 发动机性能数据分析工具搭建

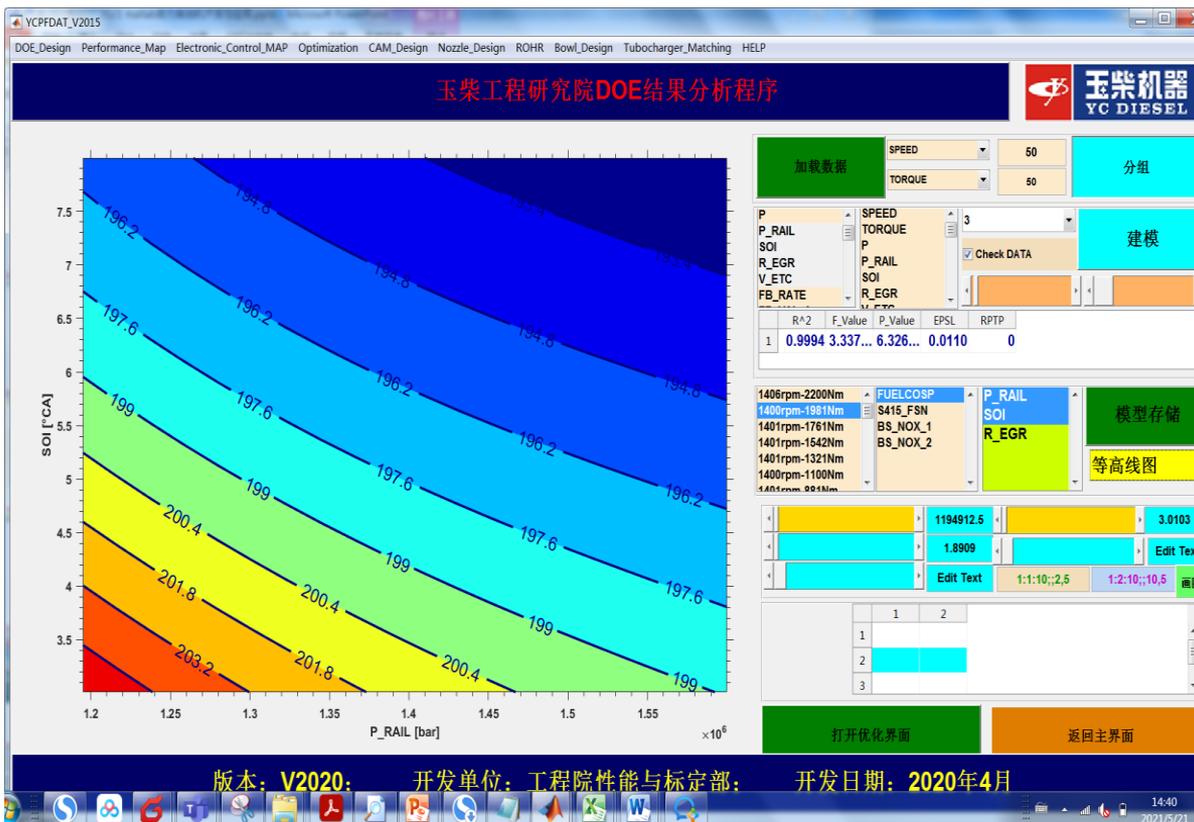
## ■ 基于模型标定工具\_建模工具

### ■ 功能:

1. 数据清洗
2. 回归建模
3. 模型质量评价
4. 模型规律分析

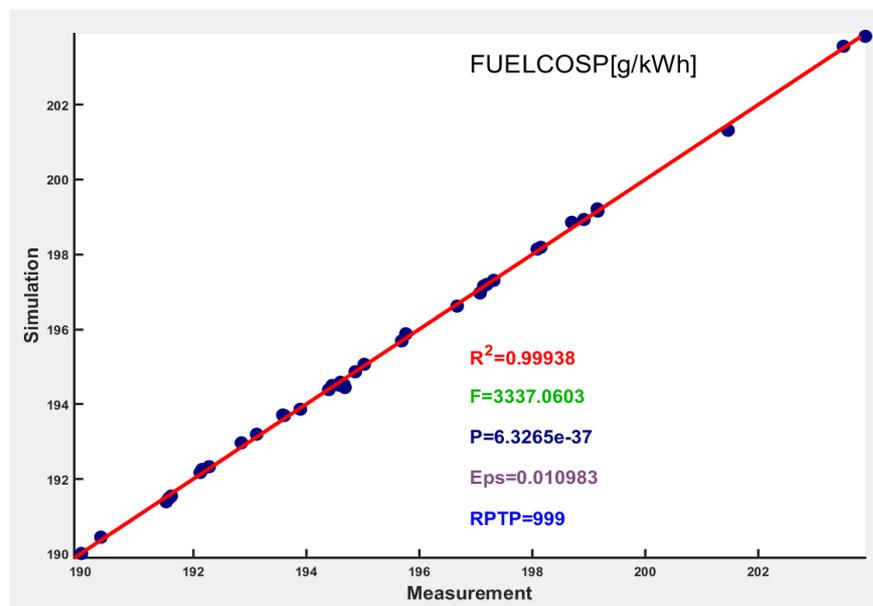
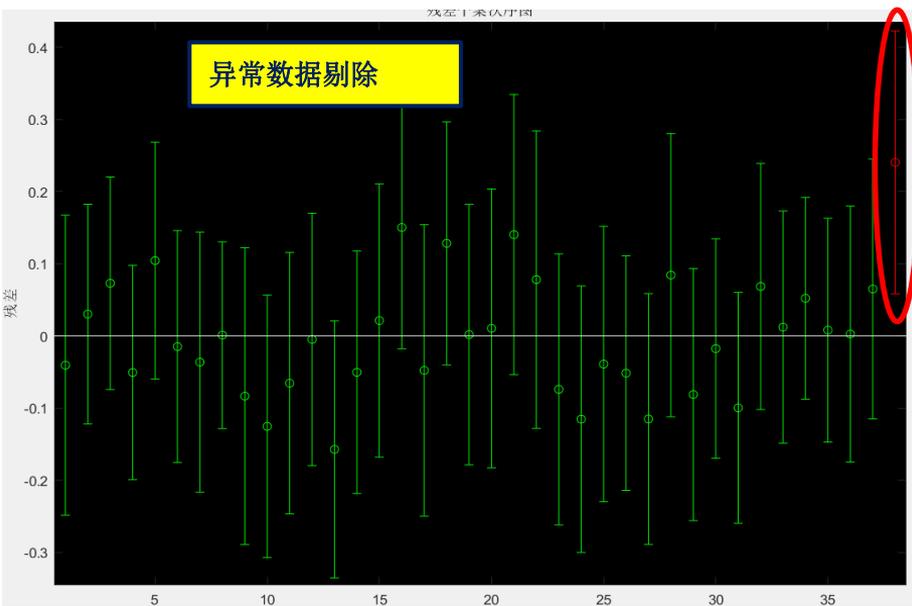
### ■ 实现方式:

1. 数据分组: 气泡法
2. 剔除异常数据: Nan, 3sigma越界
3. 相关性分析
4. Stepwise建模显著性分析
5. Regress构建模型, 评估回归质量



# 发动机性能数据分析工具搭建

## ■ 基于模型标定工具\_建模工具



- 工程应用  $R^2$  需要  $\geq 92\%$
- $F$  值越大误差越小,  $F \geq$  临界  $F$  值即表示回归显著。
- $RPTP$  指标为重复点指标。
- 预留模型预测数据

# 发动机性能数据分析工具搭建

## ■ 基于模型标定工具\_优化模型

$$\min f(x) \quad x \in R^n$$

$$\text{st. } C_i(x) = 0 \quad i \in E$$

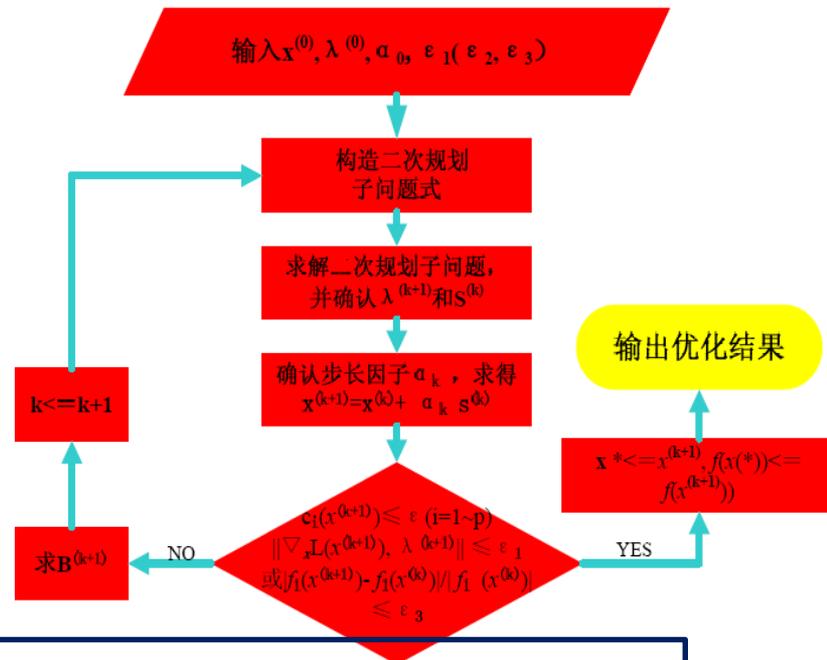
$$C_i(x) \leq 0 \quad i \in I$$

拉格朗日形式:

降多目标降维成单目标开展优化

$$L(x, \lambda) = f(x) + \sum_{i=1}^m \lambda_i c_i(x)$$

其中  $\lambda = [\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m]^T$  — 拉格朗日乘子量



- 优化目标：油耗最低；约束条件：PFP≤220bar、SMK≤0.3FSN、T3≤700°C
- 能用单目标不用多目标，能用单约束不用多约束

# 发动机性能数据分析工具搭建

## 从\_优化模型

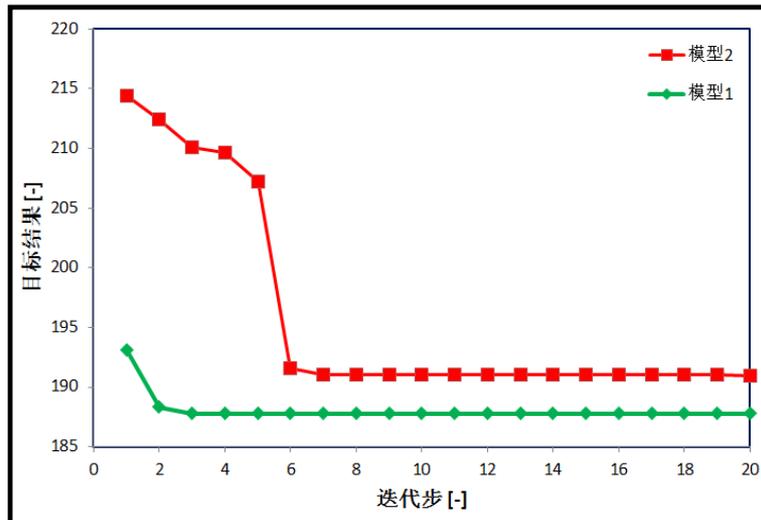
玉柴工程研究院试验室优化分析程序

	SPEED	TORQUE	InjCrv_phiIM1Des	RailP_pFlt	FUELCOSP	P_CVL	S415_Ft
1	2.4999e+03	504	19.9951	1.5752e+06	220.8565	155.5280	0.1
2	2.5002e+03	453.8182	19.9951	1.5528e+06	220.2918	152.8635	0.1
3	2.5000e+03	403	19.9951	1.3751e+06	222.8472	146.2285	0.1
4	2500	353.0455	19.9884	1.4605e+06	225.9423	147.5375	0.1
5	2.5000e+03	303.2727	19.9951	1.3589e+06	231.9736	142.5428	0.1
6	2.4999e+03	252.3182	19.6145	1.3170e+06	242.1942	137.2031	0.1
7	2500	201.8636	19.2700	1.2497e+06	258.4828	129.9301	0.1
8	2500	151	18.2204	1.2901e+06	287.9400	122.4315	0.1
9	2.5000e+03	101.0455	17.2592	1.1850e+06	342.4782	106.1720	0.1
10	2.5001e+03	49.9091	15.9109	1.3012e+06	513.2485	94.0388	0.1
11	2.4000e+03	524.4545	19.9951	1.4224e+06	216.1430	156.4894	0.1
12	2.4000e+03	473.2727	19.9951	1.5858e+06	214.9310	160.2590	0.1
13	2.4000e+03	420.0455	17.3958	1.5968e+06	217.3453	147.7672	0.1
14	2.4000e+03	368	19.0063	1.4985e+06	219.1892	149.0372	0.1
15	2400	315	16.5993	1.4219e+06	225.5093	133.7312	0.1
16	2.4001e+03	263.3636	18.4624	1.3796e+06	233.8371	138.0634	0.1
17	2.4000e+03	210.1364	17.7872	1.2912e+06	248.3814	127.6070	0.1
18	2400	158.2727	17.3960	1.2926e+06	275.9231	121.1082	0.1
19	2400	104.8636	16.5331	1.1608e+06	326.7223	104.9901	0.1
20	2.3999e+03	52.8636	15.0177	1.2673e+06	476.7652	90.7892	0.1
21	2.2000e+03	573.0455	17.8973	1.604800	207.8592	164.9013	0.1
22	2.2000e+03	516.2727	17.9518	1.4800e+06	207.3361	159.0557	0.1
23	2200	457.9091	17.9956	1.5245e+06	208.0687	159.3746	0.1
24	2.2000e+03	401.1364	17.9956	1.4566e+06	210.5967	154.8166	0.1
25	2.2000e+03	343.8636	17.4119	1.4468e+06	215.2639	150.4639	0.1

Optimization Settings:

- Single Optimization (Selected)
- Weight Optimization
- Objective: FUELCOSP (Min)
- Constraints: NOX, InjCtI\_qSetUnBal
- Import WT Factor: 2500rpm-504Nm
- Max. Step Number: 20
- Epsilon: 1e-10
- Rho: 0.5
- Eta: 0.1
- Sigma: 0.5

Buttons: Optimization, Results Save, GO TO MODEL, GO TO MAP SMOOTH, GO TO PF MAP



### 功能:

1. 单点优化和加权优化
2. 一个优化目标，多个约束边界
3. 收敛准则可设定

### 实现方式:

1. 优化算法:序列二次规划
2. 采用加权系数法降多目标降维成单目标优化

## 企业简单数据库的搭建

### ■ 平台:

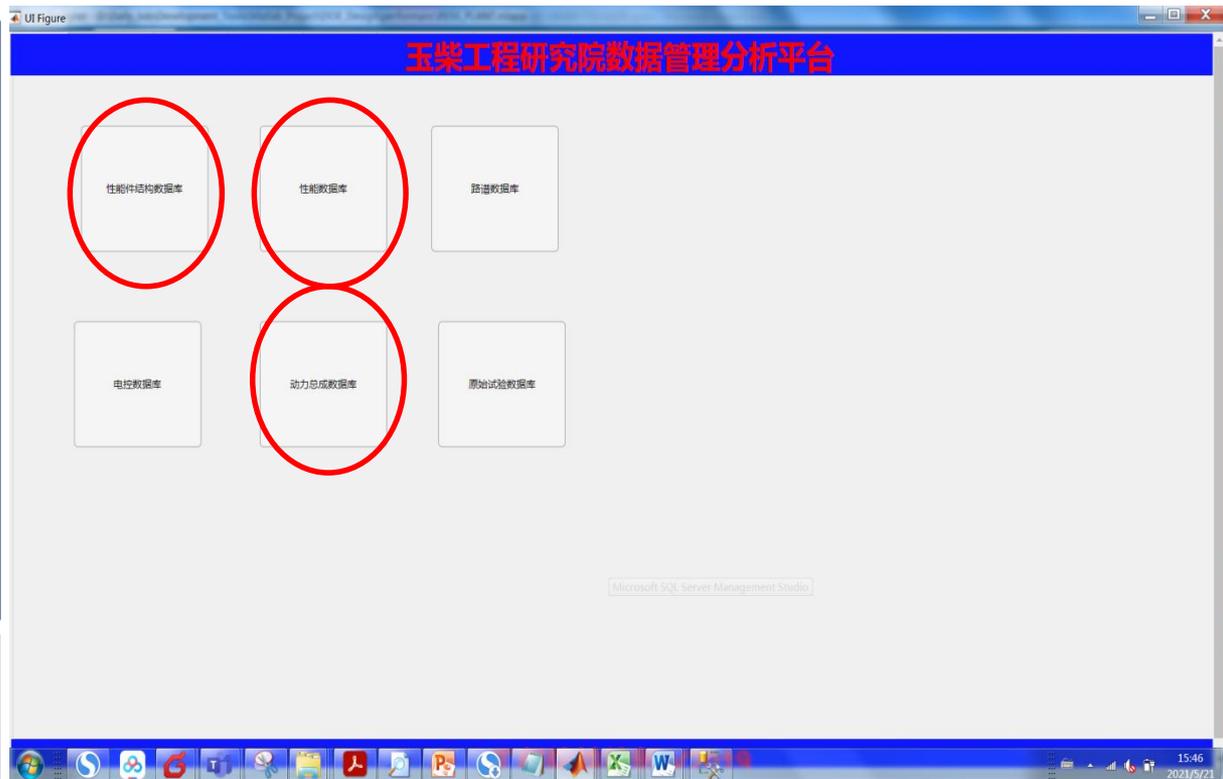
MATLAB/AppDesigner

### ■ 六类功能:

1. 性能件关键数据库
2. 性能数据库
3. 动力总成数据库
4. 路谱数据库
5. 电控数据库
6. 实验原始数据库

### ■ 实现方式:

1. 数据库: SQL SERVER
2. GUI界面:  
appdesigner
3. 通讯: SQL



# 企业简单数据库的搭建

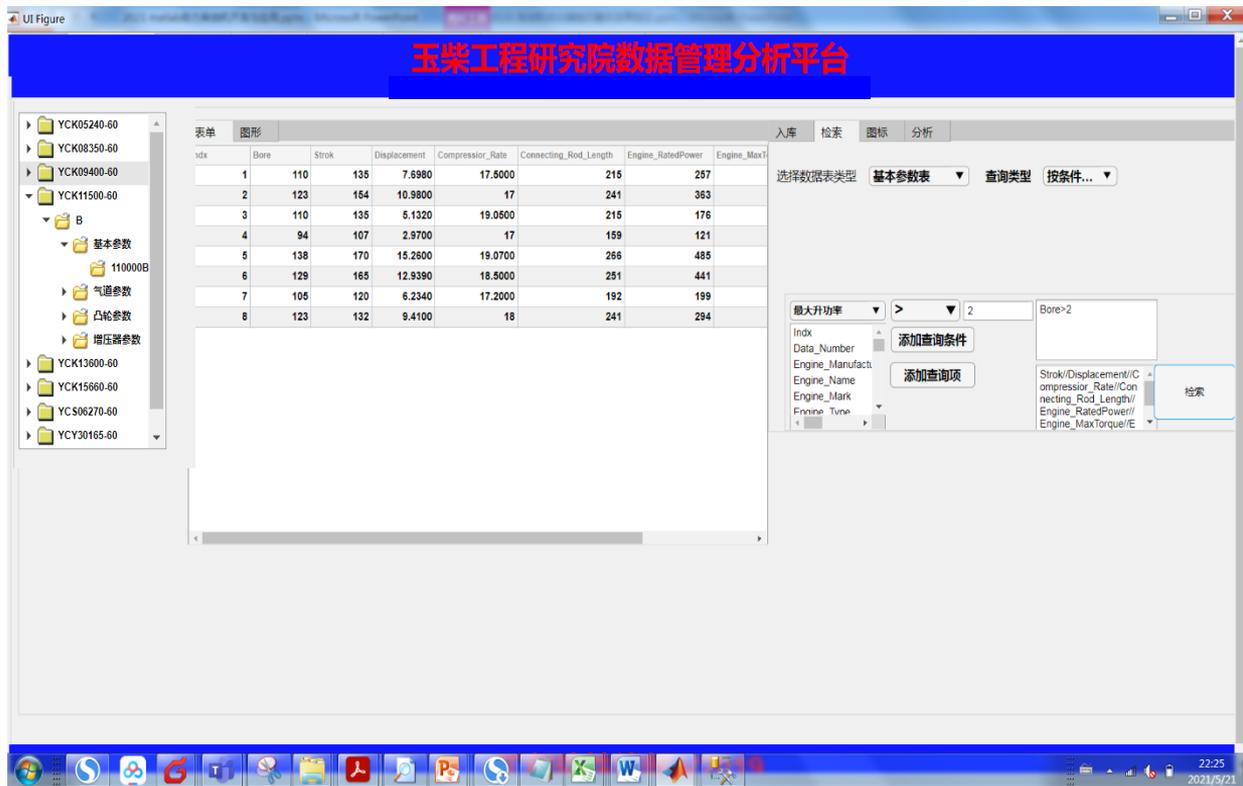
## 性能件结构数据库

### 功能:

1. 三类参数的管理:  
性能件关键参数、  
气道参数、凸轮型  
线和增压器特性参  
数
2. 数据的入库管理
3. 数据的检索
4. 数据的统计功能及  
图表展示

### 实现方式:

1. 参数标准化
2. 数据导入并做唯一  
化识别
3. 数据库存储
4. 数据库数据更新



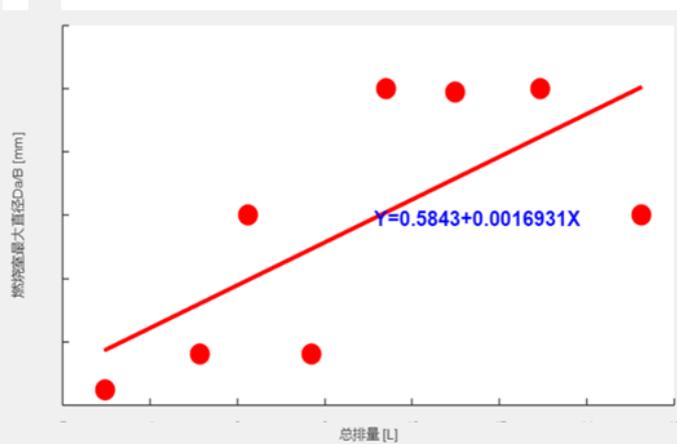
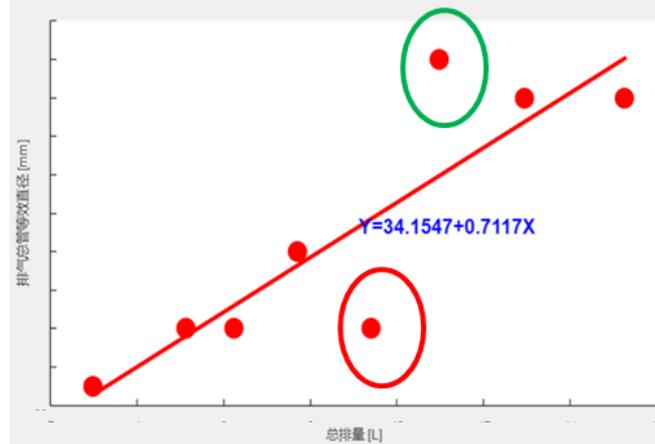
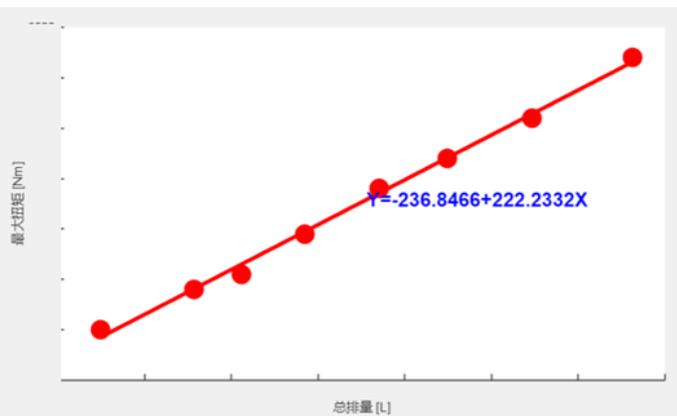
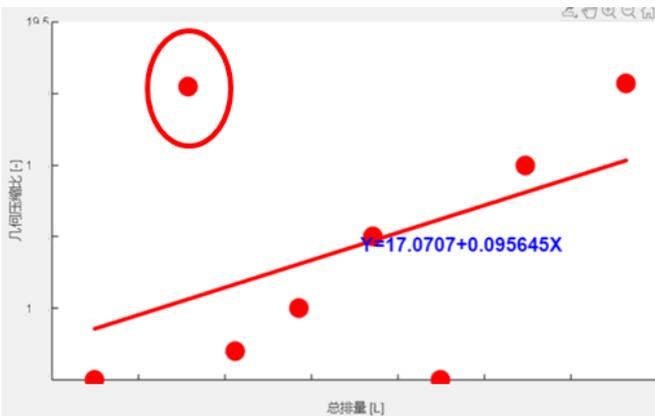
idx	Bore	Strok	Displacement	Compressor_Rate	Connecting_Rod_Length	Engine_RatedPower	Engine_MaxT
1	110	135	7.8980	17.5000	215	257	
2	123	154	10.9800	17	241	363	
3	110	135	5.1320	19.0500	215	176	
4	94	107	2.9700	17	159	121	
5	138	170	15.2600	19.0700	266	485	
6	129	165	12.9390	18.5000	251	441	
7	105	120	6.2340	17.2000	192	199	
8	123	132	9.4100	18	241	294	

# 企业简单数据库的搭建

## 性能件结构数据库

### 数据库的作用：

1. 设计阶段确定关键参数
2. 缩短项目开发周期
3. 降低项目目标达成风险





## 车辆路谱数据分析工具开发

### ■ 背景:

- 车辆路谱数据是车辆在实际道路上运行过程中的位移、速度、加速度、刹车状态、零部件运行状态参数的一族数据。
- 路谱数主要用来评价车辆的状态，零部件的工作状态。被广泛应用于车辆优化，排放合规性控制过程。特别是对于动力性、经济性以及废气污染物的合规性控制有着重要的作用。
- 路谱分析由于存在样本量大，数据容量大，数据关联变量多等，采用传统的手动方法评估已经不能胜任当前车辆开发的要求。因此迫切需要一些专用工具来分析路谱数据。

# 车辆路谱数据分析工具开发

■ 平台：  
MATLAB/AppDesigner

■ 三类功能：

- 路谱数据处理
  1. 数据清洗
  2. 数据标准化
- 数据拆分
  1. 自动拆分:构建模型
  2. 手动拆分:精细
- 数据特征参数提取
  1. 动力性、经济性
  2. 排放特征驾驶特征:
  3. 道路特征:海拔拥堵
- 片段参数统计分析
  1. 出行规律
  2. 司机习惯
  3. 车辆预测:不同环境
- 图标展示



■ 实现方式：

1. Datastore数据管理
2. 数据标准化
3. 设定分段依据
4. 自动分段
5. 手动细分
6. 结果导出

# 车辆路谱数据分析工具开发

## 数据分析流程:

1. 数据标准化csv格式
2. Datastore读取CSV数据
3. 选择分析变量
4. 添加分段标准
5. 自动分组

**玉柴工程研究院数据管理分析平台**

分段[]	日期[]	起始时间[]	终止时间[]	时长[min]	累计里程[km]	累计油耗[L]	累计尿素消耗量[L]	百公里油耗[]
101	20210512	1303	10611	53.1333	43.1806	16.4360	1.3120	
102	20210512	10612	15834	52.3667	31.8438	10.1802	0.8699	
103	20210512	15835	25856	60.3500	69.5684	23.4614	1.9101	
104	20210512	25857	32324	24.4500	23.7806	7.2808	0.5749	
105	20210512	32325	35652	33.4600	36.6972	13.3208	1.0709	
106	20210512	45119	51419	23	22.3829	7.5472	0.6510	
107	20210512	51420	61221	58.0167	71.0990	22.6418	1.9307	
108	20210512	61222	64351	31.4833	33.1398	13.5681	1.0621	

数据分析中请耐心等待

加载数据 数据检索 图表分析 路谱分析

数据标准化 统计分析 工况分布图 Tab

CHN6\_ 加载数据 数据计算 Injrv\_phimides

离合器状态 添加 Epm\_nEng Epm\_nEng>=500; VehV\_v\_v>=0.1

Time 删除 VehV\_v

Timerum 加载模板 InjCl\_qSetUnBal APP\_r

Epm\_nEng 数据长度 SmkLim\_qLimSm 导出dae数据

VehV\_v 300

APP\_r

InjCl\_qSetUnBal Clth\_st 0.1 添加条件 自动分段

111DL1LX0044\_2021-1 手动分组 下限 4 添加

1110L1LX0044\_2021-1 分母号 下期时间 上限

1110L1LX0044\_2021-1

101 20210512 删除

102 20210512 分段

103 20210512

104

选择全部片段 Item 1 删除工况

同时输出两种数据 Item 2 数据存储

Item 3

Item 4

添加输出工况

添加删除数据 折线图 图标类型

删除删除数据 线条类型 -

加载试验数据 线条颜色 f

Option 1 符号类型 e

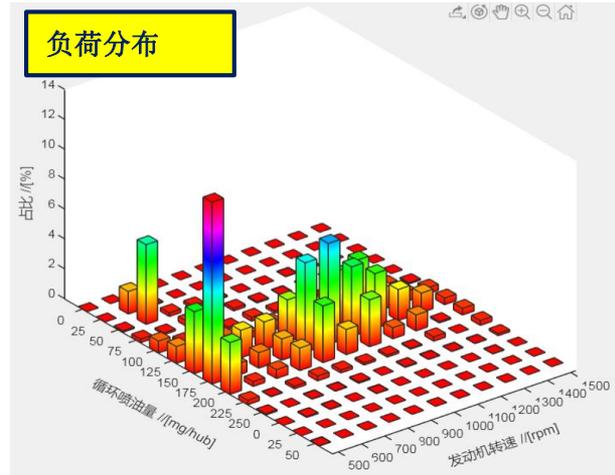
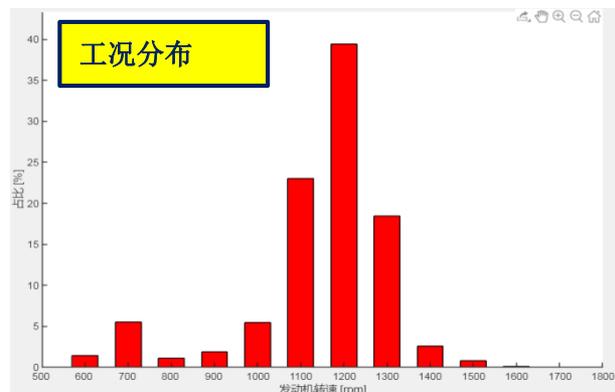
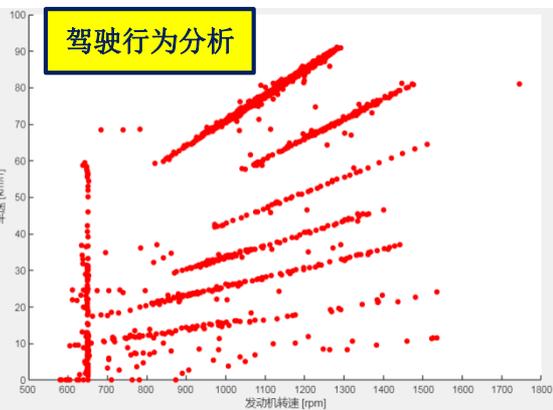
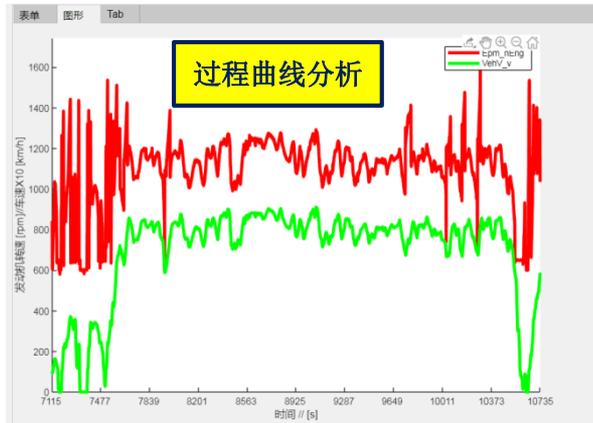
Y坐标比例 0.10:100 0.20:200

Y坐标比例 0.20:200

图标大小 1

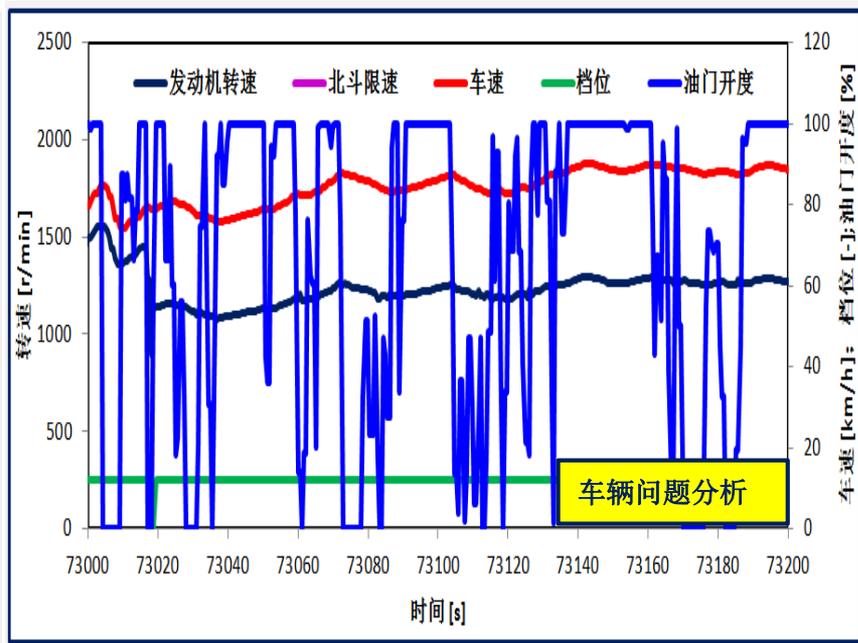
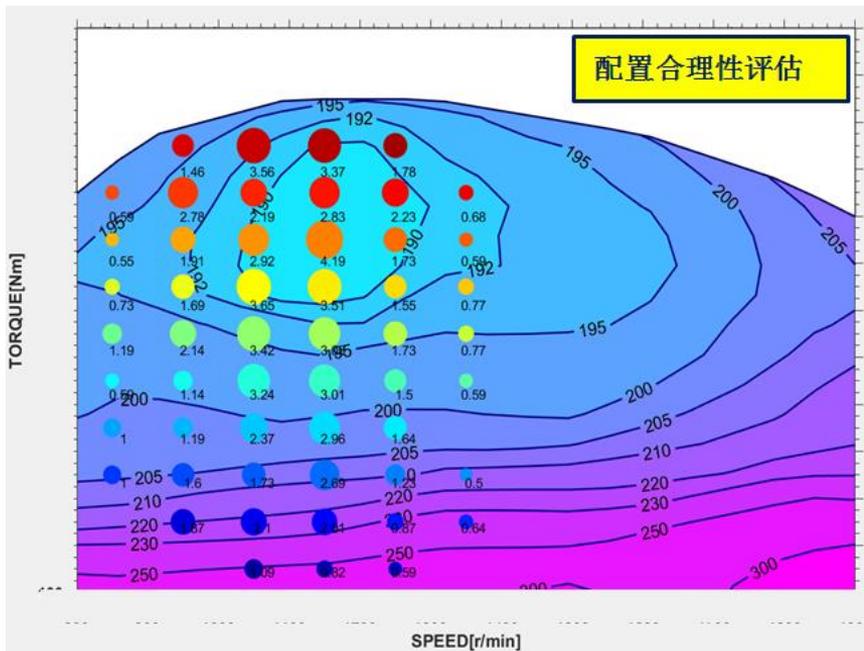
图标缩放 添加存储

# 车辆路谱数据分析工具开发



- 过程分析能评价车辆的路况特征车辆是否存在问题等
- 驾驶行为分析能分析出司机的驾驶习惯
- 工况分布和负荷分布用来评价车辆动力性和车辆配置合理性

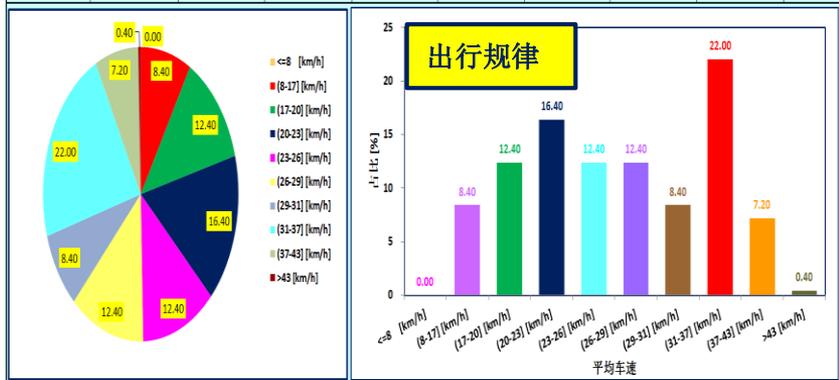
# 车辆路谱数据分析工具开发



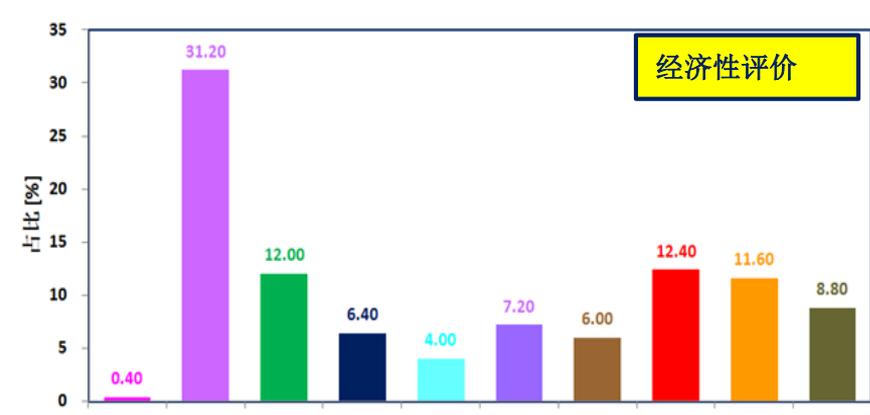
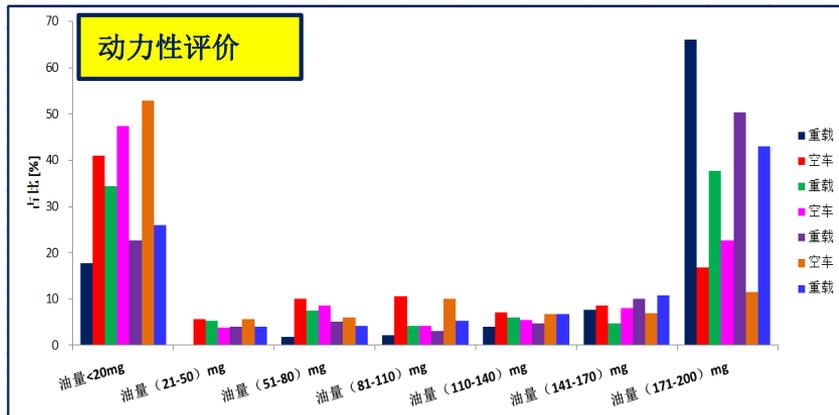
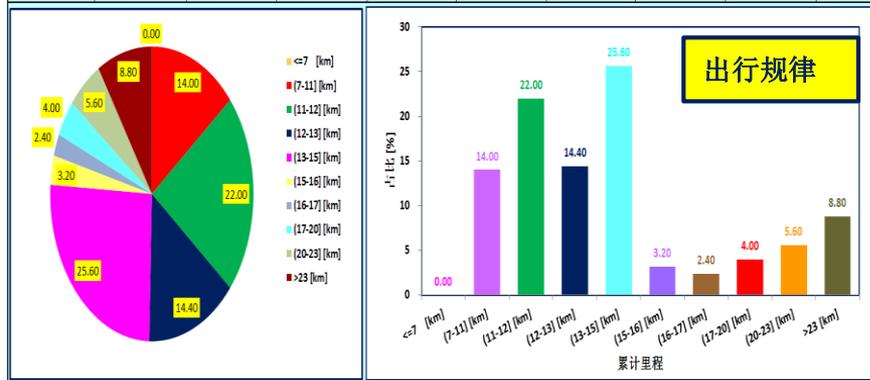
- 通过详细的路谱数据分析能够识别出不同场景下车辆的表现及存在的问题，为车辆细分市场做依据

# 车辆路谱数据分析工具开发

平均车速	最小值: 10 [km/h]	均值: 26 [km/h]							
单位 [km/h]	最大值: 49 [km/h]	方差: 7 [km/h]							
<=8 [km/h]	(8-17) [km/h]	(17-20) [km/h]	(20-23) [km/h]	(23-26) [km/h]	(26-29) [km/h]	(29-31) [km/h]	(31-37) [km/h]	(37-43) [km/h]	>43 [km/h]
0.00	8.40	12.40	16.40	12.40	12.40	8.40	22.00	7.20	0.40



累计里程	最小值: 10 [km]	均值: 15 [km]							
单位 [km]	最大值: 63 [km]	方差: 8 [km]							
<=7 [km]	(7-11) [km]	(11-12) [km]	(12-13) [km]	(13-15) [km]	(15-16) [km]	(16-17) [km]	(17-20) [km]	(20-23) [km]	>23 [km]
0.00	14.00	22.00	14.40	25.60	3.20	2.40	4.00	5.60	8.80



## 总结及建议

### ■ 结论:

1. **MATLAB**平台是工程领域非常出色的工具，大部分工程问题都能寻找到解决方案
2. **MATLAB**生态环境较好，使用简单，便于上手。
3. **AppDesigner**功能有界面友善，操作简单。是非常不错的**GUI**工具
4. 基于**MATLAB**平台搭建企业自主的小工具，能够起到事半功半的效果。
5. 系列工具箱(**MBC, Optimization, Statistic and Machine learning Toolbox, Deep learning**)使得工程问题处理变得高效便捷。

### ■ 建议

1. 编译移植性期望进一步加强。编译独立**exe**后运行效率低，界面偶尔出错。
2. 数据交互期待简化。比如**MATLAB**和**excel**的调用等。
3. **AppDesigner**屏幕自适应期待改善。编译后再其他电脑上应用存在界面大小不适应的问题。
4. 大数据分析期望进一步加强标准化函数的开发和发布。

# MATLAB EXPO 2021

谢谢！

Thank you

