

整车 PVE 故障测试系统

一、概述

OBD 故障注入仪是用于车辆动力总成控制器的 OBD 系统开发测试及 PVE 检查，能够实现 OBD 故障模拟的自动化测试。为了提升测试覆盖度、重复性、一致性、效率及减轻测试人员的负担，丰柯电子研发了 PVE 故障注入测试系统，PVE 故障注入设备集成了电气故障卡、大电阻卡、模拟卡、通信卡、失火卡、线氧卡等，每张卡支持不同的功能。

- 1) 电气故障卡：包含开路、短路
- 2) 大电阻卡：包含接入大功率电阻
- 3) 模拟卡：包含接入小功率电阻、ADC 采样、DAC 输出、输出值粘滞、老化模拟
- 4) 通信卡：包含 PWM 输出、SENT 输出、SENT 老化、LIN 滤波、CAN 处理
- 5) 失火卡：包含失火处理-多缸、失火处理-指定缸 1-4、失火处理-指定缸 5-8
- 6) 线氧卡：包含线氧电气故障、线氧老化模拟（幅值比例与低通延时）

二、软件功能及使用

PVE 故障测试软件的使用很方便，测试时将软件安装在笔记本电脑上，使用 USB 转接线连接到 PVE 故障注入仪，设备端将线束与整车 ECU 连接，上电，即可启动软件进行测试工作。软件主要包含四个部分内容：

- 1) 首次测试前的配置工作，包含工程管理、PIN 脚管理、故障码信息管理、测试流程、汽车条件参数等的配置工作
- 2) 手动测试模块，首次进行注入测试时，首先使用手动模式，后面会详细介绍
- 3) 自动测试模块，完成手动测试或已完成手动测试的故障码可选择自动模式测试
- 4) OBD-II，查询或执行 MODE1~MODE4

2.1 工程管理

运行软件后会出现图 1 所示的 PVE 自动测试平台管理界面，界面显示当前数据库下的所有工程（当使用平台不同时，可以新建不同的工程），也可以管理工程，进行新增、删除、编辑等，若想使用其它数据库时，选择打开数据库，选择要使用的数据库即可。



图 1

工程管理

新增 修改 删除 查询

序号	工程 (平台) 名称	备注	更新日期
1	test006	test006	2021-07-19 10:52:48
2	tst0001	内部测试	2021-07-12 14:04:45
3	test004	测试工程, 未配置数据	2021-06-09 09:52:29
4	test0010	测试工程, 未配置	2021-06-09 09:52:14
5	test002	测试工程, 未配置	2021-06-09 09:51:50
6	test005	测试工程, 未配置	2021-06-09 09:51:38
7	test003	已添加配置的测试工程	2021-06-09 09:51:18

打开(O) 确定

图 2

2.2 PIN 脚管理

PIN 脚管理配置的是继电器 PIN 与 ECU 的映射关系,首次使用前应提前配置好映射关系。可查看“导入模块”的格式与命名,模块基于 UD8 平台配置,如图 3 为模板中 PIN 的定义,点击“导入”,点击“打开表格”,选择已配置好的 PIN 映射关系表。

PIN 脚映射关系模板中,第一列为列头,EDAC 为 PVE 设备内部要使用的 PIN,正常使用的格式为“P”+ 数字的组合,某些特殊不使用的 PIN 使用‘\’代替,“UD8”与“定义”两列可自行定义

	A	B	C	D	E
1	UD8	EDAC	定义		
2	A001	P036	STR_LSD		
3	A002	P037	FAN2		
4	A003	P038	O_S_MIL		
5	A004	P039	HSD		
6	A005	P040	L_Term_HSD		
7	A006	P041	MR		
8	A007	P042	O_S_ATMM		
9	A008	P043	LSF2_ADC		
10	A009	\	AGND		
11	A010	\	AGND		
12	A011	\	AGND		
13	A012	\	AGND		
14	A013	\	G_APP1		

图 3 导入 PIN 脚映射关系模板

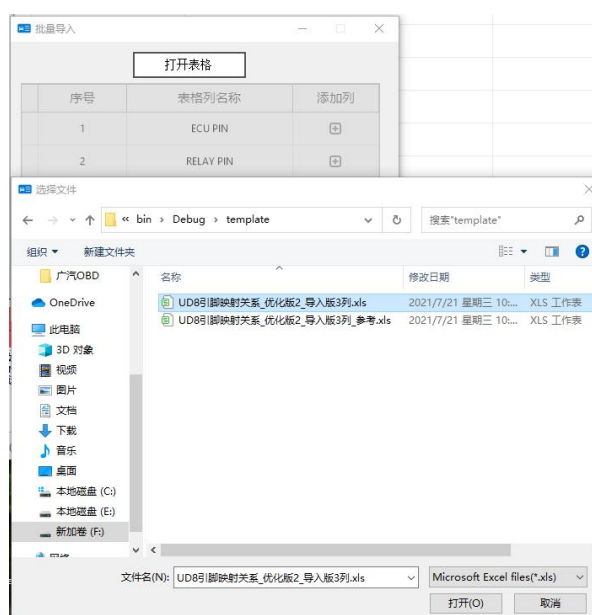


图 4 选择要导入的 PIN 映射关系表

添加 ECU PIN 对应的列内容,添加继电器 PIN 对应的列内容,添加列可以为多列(ECU PIN 的内容尽量控制在 12 个字符内,太长了会导致显示不全)



图 5 添加要导入的列内容

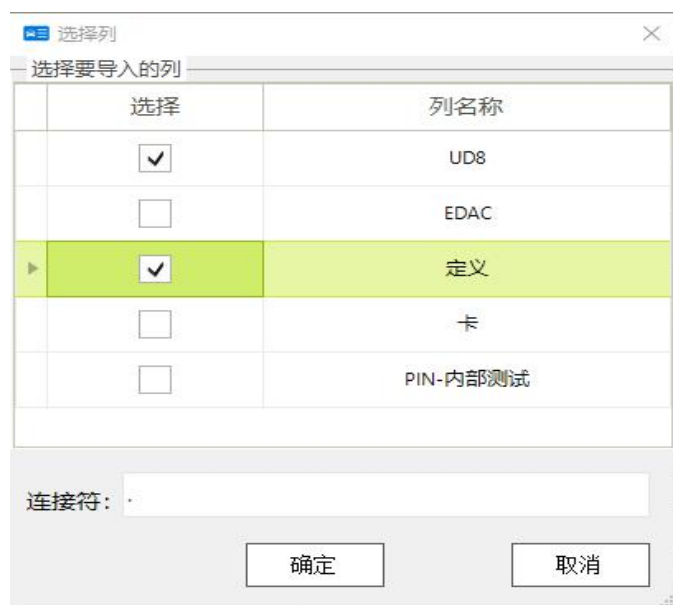
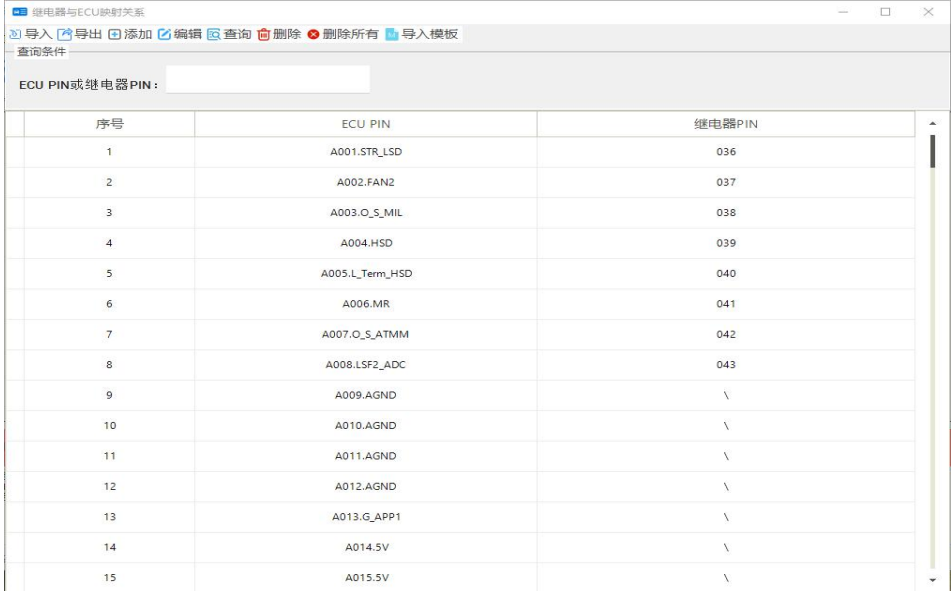


图 6 选择 PIN 对应的列内容



图 7 列内容添加完成

导入 PIN 脚映射关系完成，特殊符号 ‘\’ 为不可使用的 PIN，当前显示仅供查看，实际测试不会使用



序号	ECU PIN	继电器PIN
1	A001.STR_LSD	036
2	A002.FAN2	037
3	A003.O_S_MIL	038
4	A004.HSD	039
5	A005.L_Term_HSD	040
6	A006.MR	041
7	A007.O_S_ATMM	042
8	A008.LSF2_ADC	043
9	A009.AGND	\
10	A010.AGND	\
11	A011.AGND	\
12	A012.AGND	\
13	A013.G_APP1	\
14	A014.5V	\
15	A015.5V	\

图 8 导入 PIN 脚映射关系

2.3 故障码信息管理

故障码信息管理功能是存储当前平台或工程要测试的所有故障码，可选择“批量导入”故障码，导入方式同导入 PIN 脚映射关系表类似，导入表的第一行为列头。如图 9，故障码信息模板表，可选择某一列或多列导入到软件中，也可以手动单独添加或编辑等

A	B	C	D	E
序号Index	故障名称 Path	故障码DTC (Two Bytes)	故障码DTC (Three Bytes)	说明 (UAES)
1	3 DFC_GEVlvPhaPaOpenLoadIntkB1	P0010	P0010 00	进气VVT控制电路开路
2	5 DFC_GEVlvPhaPaOpenLoadIntLB1	P0013	P0013 00	排气VVT控制电路开路
3	11 DFC_HEGOSHeatrPaS1B1Sig	P0030	P0030 00	上游氧传感器加热控制电路开路
4	12 DFC_HEGOSHeatrPaS1B1Min	P0031	P0031 00	上游氧传感器加热控制电路电压过低
5	13 DFC_HEGOSHeatrPaS1B1Max	P0032	P0032 00	上游氧传感器加热控制电路电压过高
6	14 DFC_UVSaSig	P0033	P0033 00	增压泄流阀控制电路开路
7	15 DFC_UVSaMin	P0034	P0034 00	增压泄流阀控制电路电压过低
8	16 DFC_UVSaMax	P0035	P0035 00	增压泄流阀控制电路电压过高
9	17 DFC_HEGOS2B1HtrPaSig	P0036	P0036 00	下游氧传感器加热控制电路开路
10	18 DFC_HEGOS2B1HtrPaMin	P0037	P0037 00	下游氧传感器加热控制电路电压过低
11	19 DFC_HEGOS2B1HtrPaMax	P0038	P0038 00	下游氧传感器加热控制电路电压过高
12	25 DFC_HEGOS2B1SLB1	P0053	P0053 00	上游氧传感器加热线路故障
13	26 DFC_HEGOS2B1HtrMpl	P0054	P0054 00	下游氧传感器加热内阻不合理
14	35 DFC_MPaPaIaScHiSLowSI	P0090	P0090 00	流量控制阀高边控制电路高低边互相短接
15	37 DFC_IntKairTThrVlvUsSRcMin	P0097	P0097 00	进气温度传感器2电路电压过低
16	38 DFC_IntKairTThrVlvUsSRcMax	P0098	P0098 00	进气温度传感器2电路电压过高
17	39 DFC_IntKairTThrVlvUsLaps	P0099	P0099 00	进气温度传感器2电路电压不合理
18	41 DFC_PSREnpl	P00C7	P00C7 21	进气压力传感器信号在启动期间压力值过低
19	42 DFC_PSRBaSig	P00C7	P00C7 22	进气压力传感器信号在启动期间压力值过高
20	43 DFC_IntKairTIntkMnflCrsMax	P00CE	P00CE 24	进气温度传感器1冷启动校验不合理（正偏差）
21	44 DFC_IntKairTIntkMnflCrsMin	P00CE	P00CE 23	进气温度传感器1冷启动校验不合理（负偏差）
22	45 DFC_PSRFMax	P0106	P0106 22	进气压力传感器压力远高于模型压力不合理故障
23	46 DFC_PSRFMin	P0106	P0106 21	进气压力传感器压力远低于模型压力不合理故障
24	48 DFC_PIntkVUsSRcMin	P0107	P0107 00	进气歧管压力传感器对地短路故障
25	49 DFC_PIntkVUsSRcMax	P0108	P0108 00	进气歧管压力传感器对电源短路故障
26	51 DFC_IntKairTIntkMnflSRcMin	P0112	P0112 00	进气温度传感器1电路电压过低
27	52 DFC_IntKairTIntkMnflSRcMax	P0113	P0113 00	进气温度传感器1电路电压过高
28	53 DFC_IntKairTIntkMnflDings	P0114	P0114 00	进气温度传感器1电路电压不合理
29	54 DFC_CEngDsTPlausLSC	P0116	P0116 23	冷却液温度传感器1信号不合理（低边）
30	55 DFC_CEngDsTPlausSTC	P0116	P0116 26	冷却液温度传感器1信号不合理（粘滞）
31	56 DFC_CEngDsTSRcMin	P0117	P0117 00	冷却液温度传感器1电路电压过低
32	57 DFC_CEngDsTSRcMax	P0118	P0118 00	冷却液温度传感器1电路电压过高
33	58 DFC_CEngDsTTime	P0119	P0119 00	冷却液温度传感器1电路电压不合理
34	59 DFC_ThrVlvSens1MplB1	P0121	P0121 00	电子节气门位置传感器1信号不合理
35	60 DFC_ThrVlvSens1MinB1	P0122	P0122 00	电子节气门位置传感器1信号电路电压过低
36	61 DFC_ThrVlvSens1MaxB1	P0123	P0123 00	电子节气门位置传感器1信号电路电压过高
37	63 DFC_HEGOS2B1B1	P0131	P0131 00	上游氧传感器信号电路电压过低（APE LPE EE 线对地短路）
38	64 DFC_HEGOS2B1B1	P0132	P0132 00	上游氧传感器信号电路电压过高（APE LPE EE 线对地短路）
39	65 DFC_DVLShMin	P0133	P0133 00	上游氧传感器老化
40	66 DFC_HEGOS2B1E1cSig	P0136	P0136 00	下游氧传感器信号开路

图 9 要导入的故障码模板

序号	故障码	故障描述	备注
1	P0010	进气VVT控制电路开路	
2	P0013	排气VVT控制电路开路	
3	P0030	上游氧传感器加热控制电路开路	
4	P0031	上游氧传感器加热控制电路电压过低	
5	P0032	上游氧传感器加热控制电路电压过高	
6	P0033	增压泄流阀控制电路开路	
7	P0034	增压泄流阀控制电路电压过低	
8	P0035	增压泄流阀控制电路电压过高	
9	P0036	下游氧传感器加热控制电路开路	
10	P0037	下游氧传感器加热控制电路电压过低	
11	P0038	下游氧传感器加热控制电路电压过高	
12	P0053	上游氧传感器加热线路故障	
13	P0054	下游氧传感器加热内阻不合理	
14	P0090	流量控制阀高边控制电路高低边互相短接	
15	P0097	进气温度传感器2电路电压过低	

图 10 故障码信息导入完成

2.4 测试流程

测试流程管理主要用于自动测试模块中，用于提示故障码的测试流程，首先点击“导入故障码”，点击“修改所有”，选择测试流程，点击“确定”，若需要修改某些故障码的测试流程时，选择要修改的故障码点击“编辑”进行修改

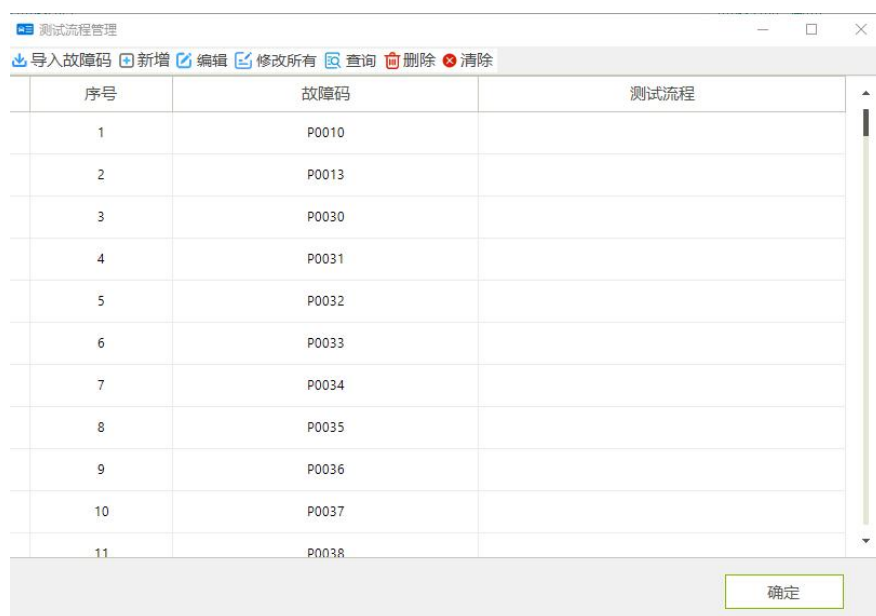


图 11 导入故障码

当前为已配置的测试流程，可选择一种流程使用，也可以新建流程或修改流程

测试流程

新建流程 添加 插入 编辑 查询 上移 下移 删除 删除所有

流程：

PVE测试流程

顺序	操作内容
1	上电
2	查询故障码
3	是否清除故障码
4	注入故障
5	请隔几秒钟后观察故障是否产生

测试流程名称：

PVE测试流程

保存

确定

取消

图 12 测试流程

测试流程管理

导入故障码 新增 编辑 修改所有 查询 删除 清除

序号	故障码	测试流程
1	P0010 00	PVE测试流程
2	P0013 00	PVE测试流程
3	P0030 00	PVE测试流程
4	P0031 00	PVE测试流程
5	P0032 00	PVE测试流程
6	P0033 00	PVE测试流程
7	P0034 00	PVE测试流程
8	P0035 00	PVE测试流程
9	P0036 00	PVE测试流程
10	P0037 00	PVE测试流程
11	P0038 00	PVE测试流程

确定

图 13 已修改的测试流程

2.5 汽车条件

汽车条件为测试时需要满足的汽车运行参数，如发动机转速、汽车速度、负荷值、发动机水温，选择“默认配置”自动添加故障码，同时选择默认配置参数即可，汽车测试条件在手动测试或自动测试中用于监测实际参数时的对比

编辑默认参数

故障码：

发动机转速

最小值：100 r/min

最大值：400 r/min

☒ 使用

汽车速度

最小值：80 km/h

最大值：120 km/h

☒ 使用

负荷率

最小值：20 %

最大值：100 %

☒ 使用

发动机水温

最小值：45 °C

最大值：100 °C

☒ 使用

确定

取消

图 14 默认测试条件

汽车测试条件

添加 默认配置 查看 编辑 删除 删除所有

序号	故障码	发动机转速最小值	发动机转速最大值	使用发动机转速	汽车速度最小值	汽车速度最大值	使用汽车速度
1	P0010 00	100	400	<input checked="" type="checkbox"/>	80	120	<input checked="" type="checkbox"/>
2	P0013 00	100	400	<input checked="" type="checkbox"/>	80	120	<input checked="" type="checkbox"/>
3	P0030 00	100	400	<input checked="" type="checkbox"/>	80	120	<input checked="" type="checkbox"/>
4	P0031 00	100	400	<input checked="" type="checkbox"/>	80	120	<input checked="" type="checkbox"/>
5	P0032 00	100	400	<input checked="" type="checkbox"/>	80	120	<input checked="" type="checkbox"/>
6	P0033 00	100	400	<input checked="" type="checkbox"/>	80	120	<input checked="" type="checkbox"/>
7	P0034 00	100	400	<input checked="" type="checkbox"/>	80	120	<input checked="" type="checkbox"/>
8	P0035 00	100	400	<input checked="" type="checkbox"/>	80	120	<input checked="" type="checkbox"/>
9	P0036 00	100	400	<input checked="" type="checkbox"/>	80	120	<input checked="" type="checkbox"/>
10	P0037 00	100	400	<input checked="" type="checkbox"/>	80	120	<input checked="" type="checkbox"/>
11	P0038 00	100	400	<input checked="" type="checkbox"/>	80	120	<input checked="" type="checkbox"/>
12	P0053 00	100	400	<input checked="" type="checkbox"/>	80	120	<input checked="" type="checkbox"/>
13	P0054 00	100	400	<input checked="" type="checkbox"/>	80	120	<input checked="" type="checkbox"/>
14	P0090 00	100	400	<input checked="" type="checkbox"/>	80	120	<input checked="" type="checkbox"/>
15	P0097 00	100	400	<input checked="" type="checkbox"/>	80	120	<input checked="" type="checkbox"/>

确定

图 15 汽车测试条件

2.6 手动测试

基本配置完成后就可以进行手动测试了，在手动模式下的故障码列表中选择要测试的故障码，点击“添加功能故障”

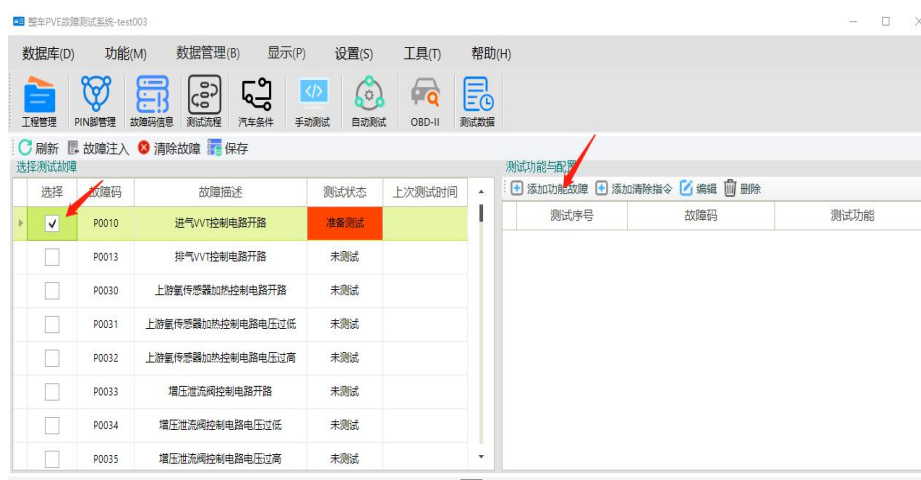


图 16 手动模式选择故障码测试

选择要测试的功能，如要添加大功率电阻，选择大功率电阻，配置好相应的参数，点击“故障注入”，注入故障失败或已注入其它故障时点击“清除故障”后再注入故障，最后点击“完成”，绑定到要测试的故障码中，测试完成后点击“保存”即可，只有保存的故障码才能在自动测试中进行测试。



图 17 选择要测试功能



图 18 绑定测试功能到故障码

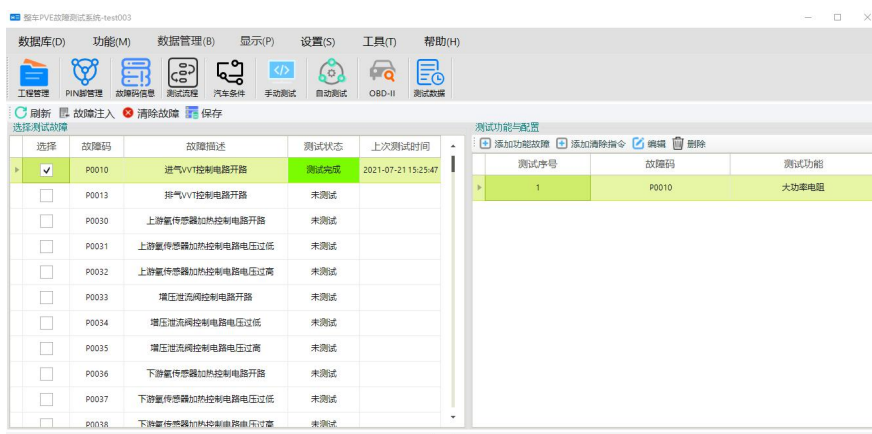


图 19 测试完成

2.7 自动测试

点击“添加故障码”添加要测试时的故障码，点击“开始测试”或“上一个”或“下一个”进行测试，启动测试后，自动查询故障码，右侧显示查询故障码结果信息，查询到故障码后点击“测试完成”，然后测试其它故障码，测试报告会以文本保存自动测试中的测试信息。

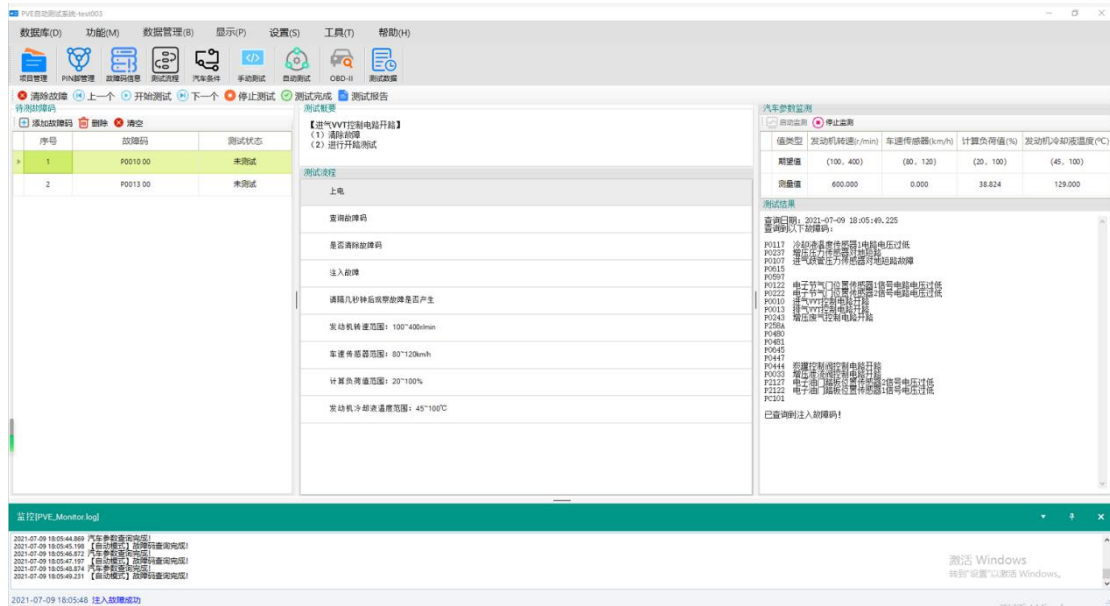


图 20 自动测试

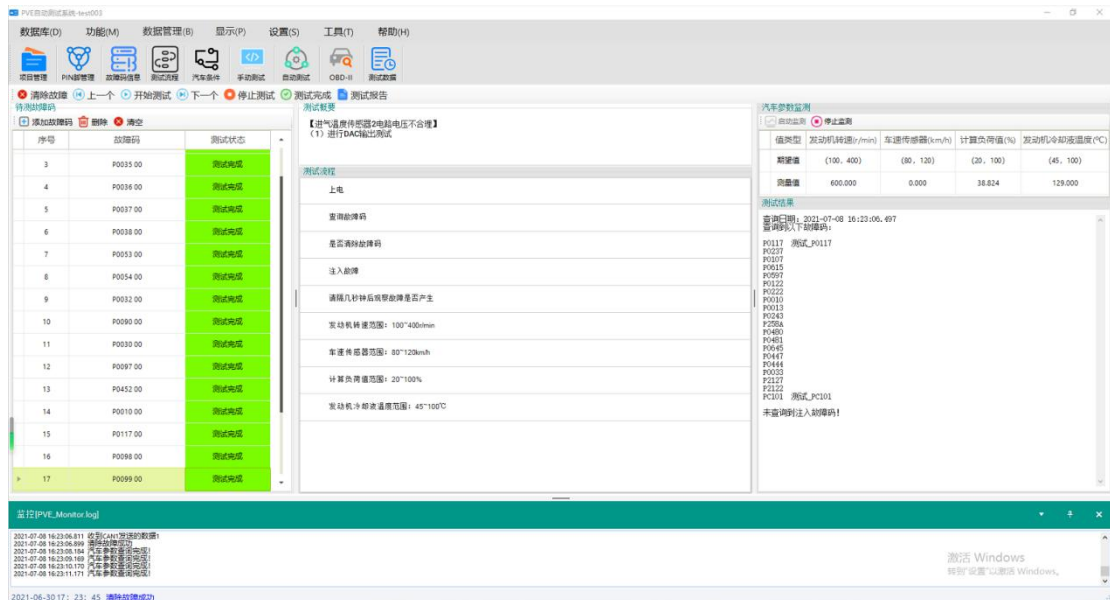


图 21 测试完成

2.8 OBD-II

OBD 支持 MODE1、MODE2、MODE3、MODE4、MODE6、MODE7、MODE9、MODEA，可选择单次查询或循环查询

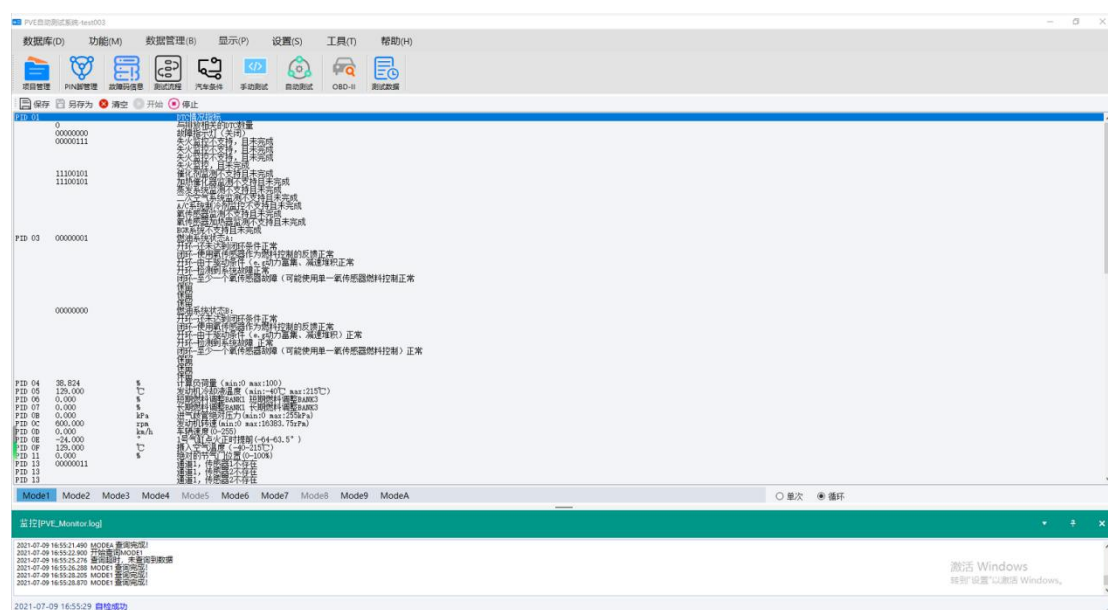


图 22 查询 MODE1

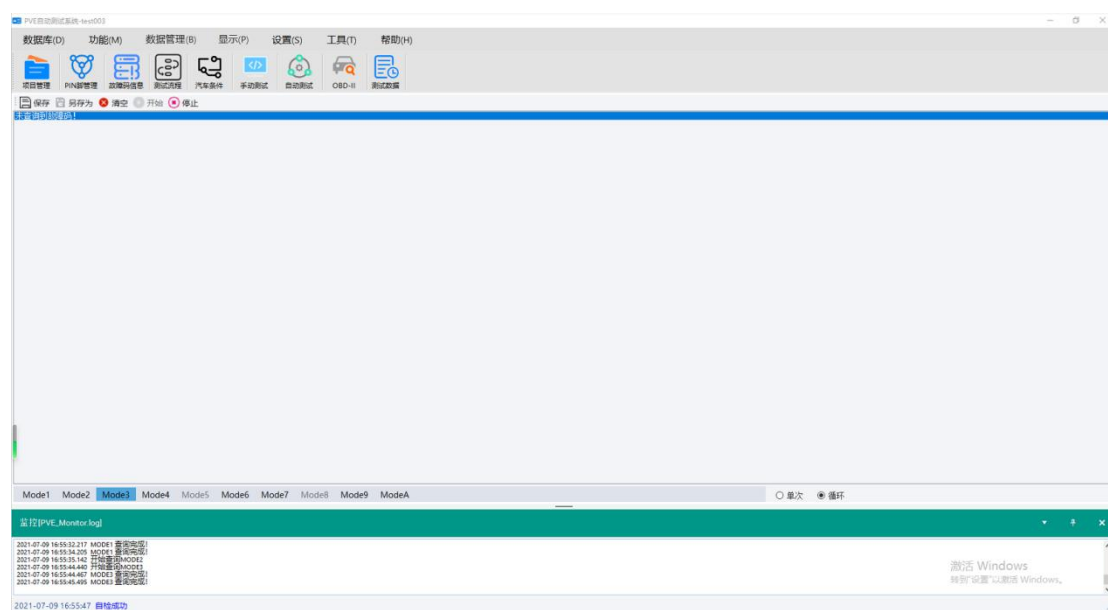


图 23 查询 MODE3

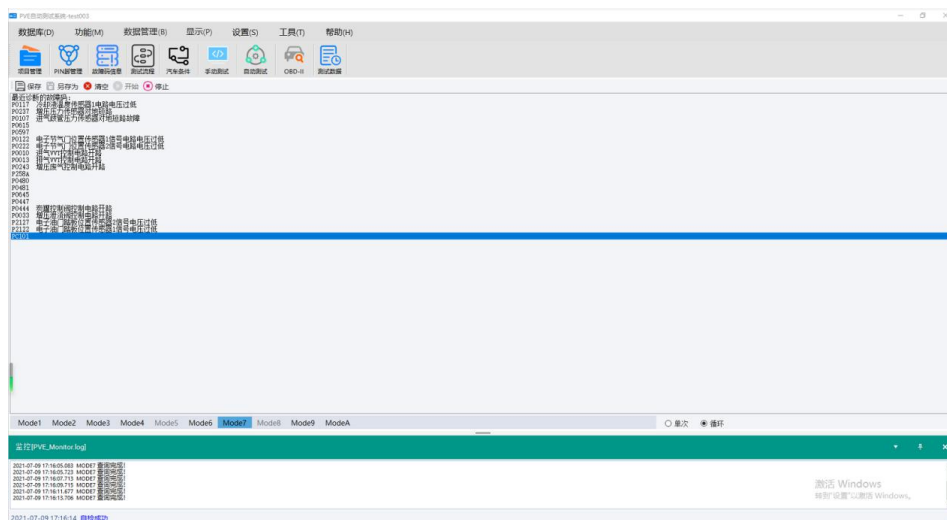


图 24 查询 MODE7

2.9 自检

软件启动时会进行自检，检测设备功能是否正常，若自检失败，会影响测试。若开机自检失败，可手动自检，点击菜单栏中“工具”，点击“自检”会重新进行自检。

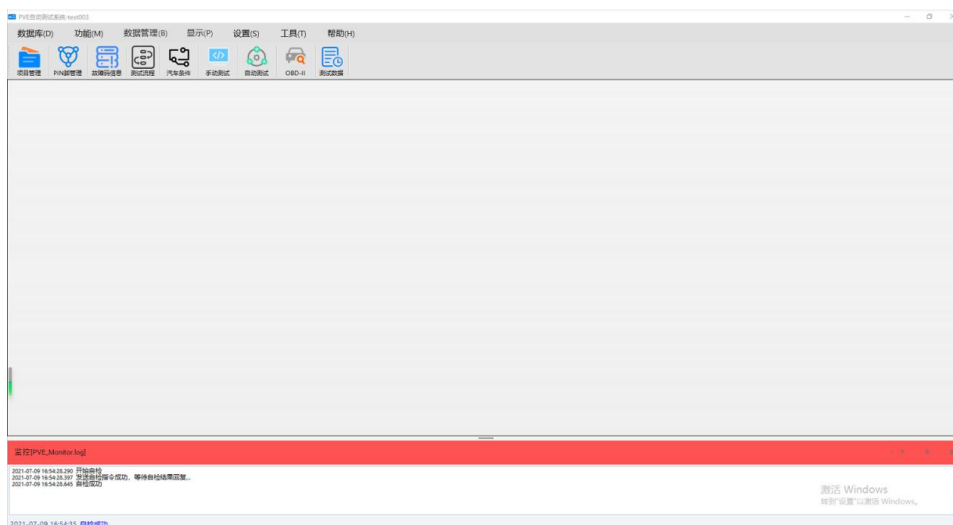
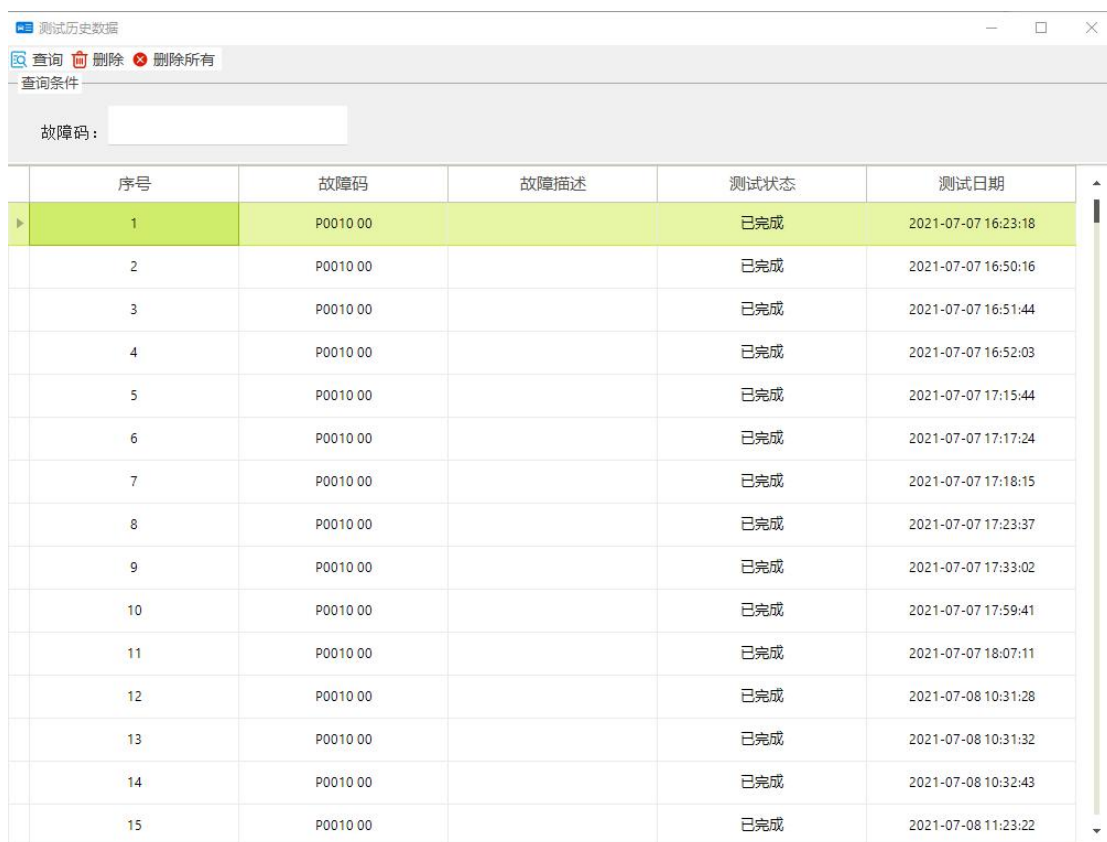


图 25 开机自检失败

3.1 测试历史数据

测试数据保存自动测试下测试的数据，当前仅保存基本的测试数据，详细测试数据保存在测试报告中。



测试历史数据

查询 删除 删除所有

查询条件

故障码:

序号	故障码	故障描述	测试状态	测试日期
1	P0010 00		已完成	2021-07-07 16:23:18
2	P0010 00		已完成	2021-07-07 16:50:16
3	P0010 00		已完成	2021-07-07 16:51:44
4	P0010 00		已完成	2021-07-07 16:52:03
5	P0010 00		已完成	2021-07-07 17:15:44
6	P0010 00		已完成	2021-07-07 17:17:24
7	P0010 00		已完成	2021-07-07 17:18:15
8	P0010 00		已完成	2021-07-07 17:23:37
9	P0010 00		已完成	2021-07-07 17:33:02
10	P0010 00		已完成	2021-07-07 17:59:41
11	P0010 00		已完成	2021-07-07 18:07:11
12	P0010 00		已完成	2021-07-08 10:31:28
13	P0010 00		已完成	2021-07-08 10:31:32
14	P0010 00		已完成	2021-07-08 10:32:43
15	P0010 00		已完成	2021-07-08 11:23:22

图 26 测试数据

3.2 故障码库

故障码库用于存储 MODE7 能查询到的故障码信息，可以存放所有平台的故障码信息，该库为公用数据资源，可自行添加故障码信息到该库中，以便查询时方便辨识故障码。

故障码库-外部

添加 批量导入 查询 编辑 删除 删除所有

序号	故障码	故障描述
1	P0010 00	进气VVT控制电路开路
2	P0013 00	排气VVT控制电路开路
3	P0030 00	上游氧传感器加热控制电路开路
4	P0031 00	上游氧传感器加热控制电路电压过低
5	P0032 00	上游氧传感器加热控制电路电压过高
6	P0033 00	增压泄流阀控制电路开路
7	P0034 00	增压泄流阀控制电路电压过低
8	P0035 00	增压泄流阀控制电路电压过高
9	P0036 00	下游氧传感器加热控制电路开路
10	P0037 00	下游氧传感器加热控制电路电压过低
11	P0038 00	下游氧传感器加热控制电路电压过高
12	P0053 00	上游氧传感器加热线路故障

图 27 故障码公用库

3.3 菜单栏

1) 数据库操作

包含新建数据库、打开数据库、导出数据库，数据库为.db 文件，若想要重新使用一个全新的数据库可以选择“新建”数据库，若想要使用其它数据库，则可以选择“打开”要使用的数据库，若想在将当前正在使用的数据库导出给其它人使用时可选择“导出”数据库。



图 28 数据库操作

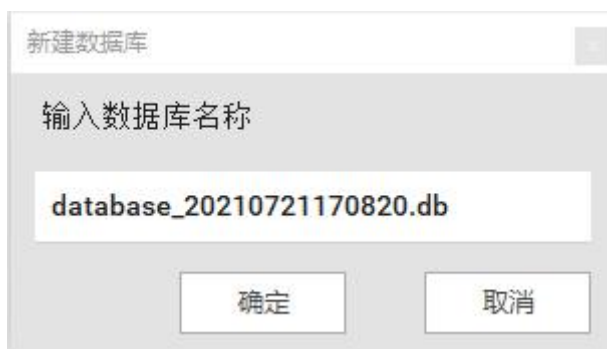


图 29 新建数据库

2) 功能

包含主界面三大功能，手动控制故障注入、故障码模式自动测试、OBD-II，主界面打开的功能被关闭后，可在菜单栏“功能”下选择打开



图 30 菜单栏-功能

3) 数据管理

包含项目管理、故障码管理、PIN 脚管理、流程管理、测试条件管理



图 31 菜单栏-数据管理

3) 显示

显示或隐藏测试监控 log 与状态栏



图 32 菜单栏-显示

4) 设置

菜单栏-设置，设置数据保存的路径



图 33 数据路径设置

5) 工具

包含自检与故障码库，开机自检失败可选择“工具”-“自检”，重新自检，故障码库存储所有平台下的 MODE7 查询的故障码信息库



图 34 菜单栏-工具

6) 帮助

包含关于与帮助，关于显示版本等信息，帮助为当前软件使用说明文档



图 35 菜单栏-帮助