

发动机柔性冷启动测试的研究与应用

胡刚

(江铃汽车股份有限公司 发动机厂, 江西 南昌 330001)

摘要: 重点介绍了发动机冷启动测试技术的研究与应用, 阐述了冷启动测试设备的机械结构与测试原理, 总结了冷启动测试主要技术参数及信息采集、分析、输出模式, 通过自主改造实现了多品种发动机共线生产的柔性测试。

关键词: 发动机; 冷启动; 测试; 柔性; 研究与应用

中图分类号: U464 **文献标志码:** B **文章编号:** 1671-5276(2019)06-0209-02

Research on Flexible Cold Start Test for Engine and Its Application

HU Gang

(Jiangling Motors Co., Ltd., Engine Plant, Nanchang 330001, China)

Abstract: This paper mainly introduces the research on the engine cold start test technology and its application, expounds the mechanical structure and testing principle of its equipment, summarizes its main technical parameters and the mode of its information collection, analysis and output, and realizes the flexible test of the multi-engine co-line production through the independent transformation.

Keywords: engine; cold start; test; flexibility; research and application

0 引言

冷启动测试是指检测发动机时, 发动机不需要燃料来运行, 也不需要冷却液进行冷却, 以下简称冷试。冷试设立在发动机装配线尾部, 在发动机不点火的情况下, 在通过交流伺服电机带动发动机运转过程中进行测试。冷试设备上加装的各种传感器信号监控和测量发动机运转的各项参数, 并同标准模板进行数据对比和分析, 从而进行故障诊断^[1]。冷试能提前发现发动机装配过程中的问题和缺陷, 提前发现缺陷并控制在生产线内, 以保证故障发动机不流入客户手中。

1 柔性冷试的研究与应用

1.1 冷试设备

采用美国某设备厂的冷试台架, 包含发动机托盘适配器夹紧机构、传动系总成、数据采集分析系统、诊断用计算机装置、传感器标定等装置(图1), 其中测试的准确性取决于各传感器精度及标准值的设定。考虑公司产品的多样性, 在实现冷试台架的柔性化方面考虑了托盘适配器夹紧机构与传动系统的通用化设计, 保证不同发动机硬件对接的可行性^[2]。由于不同型号发动机测试的参数存在差异, 同时还需考虑线束与 ECU (electronic control unit, 电子控制单元) 对接的接插件针脚的容量, 保证未来新机型增加测试需求后针脚有容量进行信号采集与传输。

1.2 测试原理

采用发动机冷试来检测发动机装配质量时, 通过电机

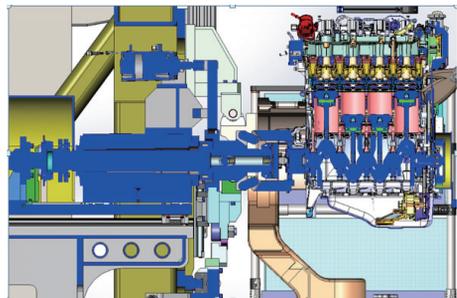


图1 冷试设备剖面图

驱动, 无需燃料及冷却。被测试的发动机进入测试台, 通过夹紧机构抱紧发动机, 同时将发动机通过 ECU 及转接线束连接到设备上, 由测试台的伺服电机驱动。发动机在节拍内以不同的速度进行旋转, 同时 Scimetric 测试系统通过线束及 ECU 同时从发动机连接的转矩传感器、油压等传感器上采集测试数据, 数据通过质量检测数据采集和分析系统 (quality work, QWX) 进行分析, 然后将分析结果与冷试台架终端设定好的上、下限值进行分析比较, 识别出发动机是否存在缺陷^[3]。另外, 设备通过测试模块对与发动机连接的传感器发送执行操作指令, 发动机各种传感器及执行器也通过 Scimetric 模块将信号反馈给测试终端, 测试终端 QWX 系统对发动机反馈的各种信息进行一系列的分析比较, 如图2所示。最终确定发动机各传感器及执行器能否正常工作^[4]。

1.3 测试主要技术参数

冷试设备通常布置在装配主线, 在装配线终端进行

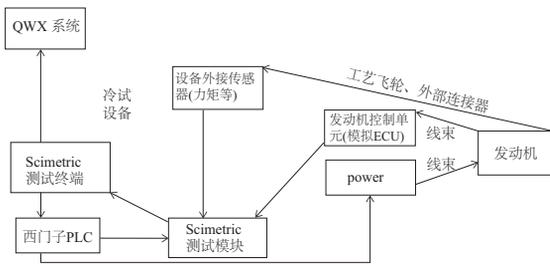


图2 冷试测试系统原理图

100%测试。我司生产线冷试车节拍为90s,设备启动完成自检后,在不同转速条件下(图3)对发动机进气压力、机油压力、发动机转矩、正时、VVT功能、检测各传感器功能等测试。

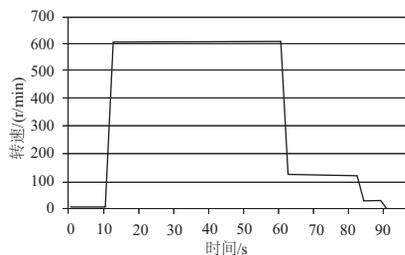


图3 冷试测试循环转速图

阶段 A:0r/min(0~10s)设备安全自检、设备传感器自检、线束导通测试;

阶段 B:600r/min(12~62s)启动转矩测试、高压点火测试、高速机油压力测试、NVH测试、正时测试、真空压力测试等;

阶段 C:120r/min(64~84s)低速机油压力测试、低速转矩测试、低速进气压力测试;

阶段 D:30r/min(85~89s)燃油共轨压力测试、油压测试。

例如机油压力测试(图4),主要包括监控油压和低速油压、高速油压测试。监控油压是为了确保在发动机整个测试循环过程中各个相对运动件足够润滑。监控低速油压是为了检测发动机主要零部件的装配情况,如曲轴、主轴轴瓦等,而高速油压测试主要检测机油泵的卸荷阀(限压阀)是否能正确开启,防止发动机在高速运转时因机油压力过高而损坏^[5]。

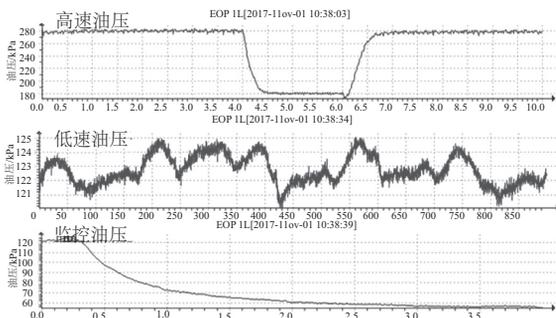


图4 油压监控趋势图

1.4 冷试测试柔性化应用

随着发动机排放升级,发动机技术不断提升,涉及发动

机 ECU 及线束将更新,会使控制线束与台架现有发动机控制模块(模拟 ECU)接头无法对接。我司现有汽油机发动机机型含衍生机型 31 种;分析了 N356 相对基础机型、N352 衍生机型与基础机型 ECU 信号差异(图 5),53 个 ECU 信号的 ECU 不同,新增 17 个信号,发动机信号与台架无法传输,如委托冷试供应商改造设备投入高,周期长。

		K port						K port			
Element/Signal	Signal Name in N356	Diff Signal Name in N352	PIN in N356	PIN in N352	Element/Signal	Signal Name in N356	Diff Signal Name in N352	PIN in N356	PIN in N352		
Batt-		K01	K01		主继电器			K03	K03		
		K02	K02					K05	K05		
		K04	K04					K06	K06		
		K05	K05					K08	K08		
CAN		K44	K44		电源			K20	K20		
		K44	K44					K72	K72		
IGN		K67	K67		发动机控制继电器			K09	K09		
		K67	K67					K70	K70		
K3-50信号输入		K69	K69		发电机励磁信号			K55	K55		
		K71	K71					K56	K56		
		K72	K72					K57	K57		
		K73	K73					K58	K58		
真空传感器		V	K17	K17	真空传感器			K23	K23		
			K11	K11				K22	K22		
			K11	K11				K46	K46		
			K11	K11				K47	K47		
上游传感器		GND	K11	K11	电磁阀开关			GND	K40		
		I.A.LBUP2	K79	K79				GND	K41		
		I.A.LBUP2	K79	K79				I.A.CRU1B2	K12		
		O.V.LBUP2	K76	K76				GND	K11		
下游传感器		I.A.LBUP2	K79	K79	电磁阀开关			GND	K12		
		O.V.LBUP2	K76	K76				I.A.CRU1B2	K12		
		G.R.LB1F1	K34	K34				VCC	K38		
		O.V.LB1F1	K29	K29				V.OUT	K39		
刹车开关		K24	K24		制动管压力传感器			GND	K37		
		K25	K25					VCC	K37		
		K26	K26					V.OUT	K37		
		K27	K27					GND	K37		
加速踏板模块		K32	K32		DECOSS油门控制			K15	K15		
		K33	K33					K49	K49		
		K34	K34					K57	K57		
		K35	K35					K17	K17		
空滤增压机电磁		K22	K11		真空传感器			K57	K18		
		K24	K24					K59	K59		
		K31	K31					VCC	K17		
		K32	K32					VCC	K17		
凸轮轴位置传感器		K39	K39		凸轮轴位置传感器			K57	K18		
		K40	K40					K59	K59		
		K41	K41					VCC	K17		
		K42	K42					VCC	K17		
凸轮轴位置传感器		K39	K39		凸轮轴位置传感器			K57	K18		
		K40	K40					K59	K59		
		K41	K41					VCC	K17		
		K42	K42					VCC	K17		
凸轮轴位置传感器		K39	K39		凸轮轴位置传感器			K57	K18		
		K40	K40					K59	K59		
		K41	K41					VCC	K17		
		K42	K42					VCC	K17		
凸轮轴位置传感器		K39	K39		凸轮轴位置传感器			K57	K18		
		K40	K40					K59	K59		
		K41	K41					VCC	K17		
		K42	K42					VCC	K17		

图5 衍生机型与基础机型 ECU 信号差异分析图

通过自主研究设计,制作 ECU 信号转接线(含电路板),分别对接仪表盘端及接保险盒端线束转接,将新增信号转接。根据 ECU 原理图,将测试原理相同的新增信号通过新增线路方式转换为基础机型现有信号。由于电路经过多次转接,电压从台架传输到发动机的过程中会存在轻微压降,因此,对于部分测试项进行了微调,所有电路板设计和接线均为工程师自主完成,同时在设备上新建 Scimetric 测试程序及 PLC 控制程序,设置 PLC 与 Scimetric 的握手信号控制程序,如图 6 所示,实现不同机型柔性化测试功能。自主研究改造的成功为公司节约了投资成本。

Parameter Name	Config 1	Config 2	Config 3	Config 4	Config 5	Config 6	Config 7	Config 8
USTS	USTS	V3B2	N352	N330	N310	N356	N310MCA	N331
STATIC_Stanop_Dummy Line Controlled by Veri/Bye_ControlStand	0	1	0	1	0	0	0	1
STATIC_Stanop_Dummy Line Controlled by Veri/Bye_CatControl	0	1	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_Dummy Line Controlled by Veri/Bye_Diag	0	1	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_Dummy Line Controlled by Veri/Bye_Valve1	0	1	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_Dummy Line Controlled by Veri/Bye_Valve2	0	1	0	0	0	50	50	0
STATIC_Stanop_Dummy Line Controlled by Veri/Bye_Valve3	0	1	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_Dummy Line Controlled by Veri/Bye_Valve4	0	1	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Test Type (0-Static_L4S_Condition)	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Test Type (0-Static_L4S_Diag)	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Test Type (0-Static_L4S_Valve1)	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Test Type (0-Static_L4S_Valve2)	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Test Type (0-Static_L4S_Valve3)	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Test Type (0-Static_L4S_Valve4)	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Condition1	0	1	0	1	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Condition2	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value1	-0.00002	-0.00002	-0.00002	-0.00002	30	30	30	-0.00002
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value2	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value3	0	0	0	0	0	2	2	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value4	0	0	0	0	0	50	50	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value5	1	1	1	1	1	1	1	1
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value6	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value7	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value8	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value9	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value10	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value11	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value12	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value13	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value14	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value15	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value16	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value17	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value18	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value19	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value20	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value21	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value22	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value23	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value24	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value25	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value26	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value27	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value28	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value29	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value30	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value31	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value32	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value33	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value34	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value35	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value36	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value37	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value38	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value39	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value40	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value41	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value42	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value43	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value44	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value45	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value46	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value47	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value48	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value49	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value50	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value51	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value52	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value53	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value54	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value55	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value56	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value57	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value58	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value59	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value60	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value61	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value62	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value63	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value64	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value65	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value66	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value67	0	0	0	0	0	0	0	0
STATIC_Stanop_422 Select Trigger_Value68	0</							