

文章编号:1008-1534(2009)01-0037-03

模糊综合评判在发动机性能评估中的应用

籍凤荣,都学新,王志云,李向荣

(军械工程学院导弹工程系,河北石家庄 050003)

摘要:发动机工作状态的好坏能通过发动机的性能参数反映出来,利用模糊综合评判法对测得参数的相关数据进行处理,然后对被测发动机性能做出综合评估,可提高评判结果的可信度。笔者结合发动机性能测试与评估系统的设计,介绍了模糊综合评判法的原理及其数学模型的建立,阐述了该模型在发动机性能测试与评估系统中的应用,并给出了该测试评估系统的硬件组成以及实现测试评估的软件表述和模块构成。

关键词:发动机;性能评估;模糊综合评判

中图分类号:TK40 **文献标识码:**A

Application of fuzzy integrated evaluation in the engine performance evaluation

Ji Feng-rong, DU Xue-xin, WANG Zhi-yun, LI Xiang-rong

(Department of Missile Engineering, Ordnance Engineering College, Shijiazhuang Hebei 050003, China)

Abstract: The operation status of engine is reflected by its performance parameters. Using fuzzy integrated evaluation method to process related data to make synthetic evaluation of the engine may greatly improve the reliability of the evaluation results. In this paper, by combining the design of engine performance test and evaluation system, the theory of fuzzy integrated evaluation and the mathematics models are introduced, and the application is discussed. The hardware components, the software design and the module constitution in the test and evaluation system are put forward.

Key words: engine; performance evaluation; fuzzy integrated evaluation

发动机性能测试与评估系统由工控机、虚拟仪器卡及驱动软件、测试引导软件和测试专家知识库等组成,完成对发动机性能(如:发射机功率、燃油供给性能、排放性能、噪声信号、蓄电池电压等)指标的测试,利用模糊综合评判法对测得的数据进行处理,最后对被测发动机性能做出综合评估。

1 模糊综合评判法

模糊综合评判法是模糊数学在工程评判中的应

用。首先建立影响评判对象的各种因素集 U , 其次建立被择集 V 。在建立了因素集 U 和被择集 V 后, 确定因素集 U 中各因素的权重, 组成权重集 A 。模糊综合评判法的核心部分为单因素评判矩阵, 此矩阵的确定将直接影响综合评判的结果。单因素评判矩阵是将因素集中各单因素对被择集中的元素的隶属度为行组成矩阵 R , R 为模糊矩阵。建立此矩阵后, 再利用综合评判模型 $B = A \cdot R$ 得出综合评判初步结果 B , 然后将因素集量化后再利用加权平均法求 N ,

$$N = \sum_{j=1}^m (B_j * V_j) / \sum_{j=1}^m B_j, \quad (1)$$

式中: B_j 为因素集中的单个因数; V_j 为被择集中的单个被择量; N 为量化的最终评判结果。

收稿日期:2008-09-04

责任编辑:张军

作者简介:籍凤荣(1952-),男,河北张家口人,副教授,主要从事电路系统、车辆工程方面的研究。

2 模糊综合评判模型的建立^[1]

在对发动机性能进行评判时,首先考虑影响评判结果的一些重要因素,然后考虑一些次要因素。该测试评估系统主要考虑6个方面对发动机性能的影响:1) 发动机功率;2) 燃油供给性能;3) 排放性能;4) 噪声信号;5) 蓄电池电压;6) 其他因素。由此可以确定模糊综合评判的因素集 U ,

$$U = (u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, u_6), \quad (2)$$

式中: U 为因素集; u_1 为发动机功率; u_2 为燃油供给性能; u_3 为排放性能; u_4 为噪声信号; u_5 为蓄电池电压; u_6 为其他因素对发动机综合性能的影响。

该系统确定了5种可能的评判结果:新品、堪1、堪2、堪3、待修。这样就确定了模糊评判中的被择集 V ,其值为 $V = (\text{新品}, \text{堪}1, \text{堪}2, \text{堪}3, \text{待修})$ 。

确定了因素集和被择集之后,针对实际操作,从因素集的单个因素出发确定评判对象对被择集中各元素的隶属度,从而确定单因素集 R_{ij} ,其值为

$$R_{ij} = (r_{i1}, r_{i2}, r_{i3}, r_{i4}, r_{i5}), i = 1, 2, \dots, 6。$$

因素集的所有因素的单因素评判集均确定后,将各单因素评判集的隶属度为行组成单因素评判矩阵 R ,其值为

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & r_{14} & r_{15} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & r_{24} & r_{25} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & r_{34} & r_{35} \\ r_{41} & r_{42} & r_{43} & r_{44} & r_{45} \\ r_{51} & r_{52} & r_{53} & r_{54} & r_{55} \\ r_{61} & r_{62} & r_{63} & r_{64} & r_{65} \end{bmatrix}, \quad (3)$$

式中: r_{ij} 为单个因素。

因素集中的各个因素在评判时的重要程度是不同的,为反映各因素的重要程度,由专家实验给各个因素赋予相应的权值,由各权值组成权重集 A ,其值为

$$A = (a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6),$$

各权值应满足归一性和非负性的条件:

$$\sum_{i=1}^n a_i = 1 \text{ 和 } a_i \geq 0, n = 6。 \quad (4)$$

在权重集和单因素评判矩阵 R 确定以后,利用模糊综合评判模型 $B = A \cdot R$ 就能合理地反映所有因素的综合影响。该模型的展开式为

$$B = (a_1, a_2, \dots, a_m) \cdot \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} = (b_1, b_2, \dots, b_j, \dots, b_n), \quad (5)$$

式中: $b_j = \sum_{i=1}^m a_i r_{ij}, i = 1, 2, \dots, 6, j = 1, 2, \dots, 5。$

该系统应用加权平均法进行评判指标的处理:取以 b_j 为权数,对各个被择元素进行加权平均计算,即

$$N = \sum_{j=1}^m (B_j * V_j) / \sum_{j=1}^m B_j, \quad (6)$$

把 N 和发动机的综合性能等级一一对应起来,便得到综合评判的结果。

3 测试评估系统的硬件组成

系统硬件由工控机、性能测试虚拟仪器卡和测试附件等组成,如图1所示。

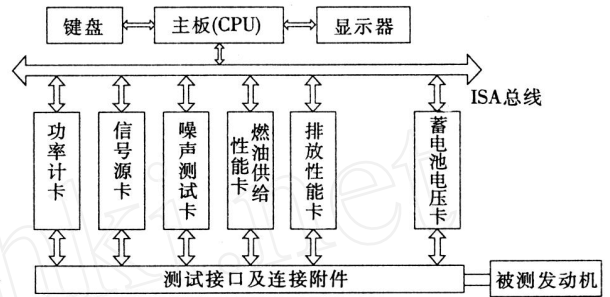


图1 测试评估系统组成框图

Fig. 1 Testing and evaluation system chart

性能测试虚拟仪器卡由功率计卡、信号源卡、噪声测试卡、燃油供给性能卡、排放性能卡等组成。它们插在工控机底板的ISA插槽中,由工控机进行管理,并对各卡测试的数据进行采集、处理,最后利用模糊综合评判法,利用专家知识库对发动机的综合性能做出评判。调试附件实现被测发动机与各测试卡的连接^[2,3]。

4 测试评估系统的软件表述

测试评估系统的软件主要由测试评估系统操作引导软件、性能测试专家知识库、综合性能评判软件和测试卡驱动程序等组成。

4.1 测试评估系统引导软件流程

测试评估系统引导软件流程如图2所示。

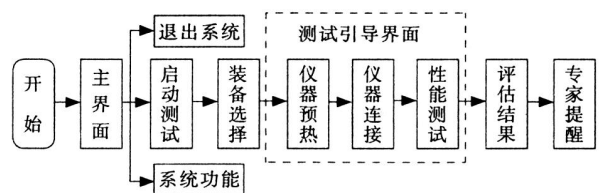


图2 测试评估系统引导软件流程框图

Fig. 2 Flow chart of inducing software in testing and evaluation system

测试者进入测试评估系统后,在测试引导提示下,通过调用各性能测试虚拟仪器卡完成发动机功率、信号噪声、排放性能等的测试;在测试的同时对测得数据进行处理。当点击“评估结果”按钮后,计算机对测得的所有数据按照模糊综合评判法,通过对性能测试专家知识库的操作,对发动机的综合性能做出综合评判,并显示评判结果。最后给出影响该装备综合性能的主要因素和解决方法。

4.2 性能测试专家知识库的建立

由于发动机的种类很多,且对应的性能指标和测试过程都不相同,所以在实现中建立了一个数据库。数据库中包含多种发动机性能测试的专家知识和综合评判所需的因素和权重集的信息,为此建立一个 MICROSOFT ACCESS 类型数据库,其结构如图 3 所示。

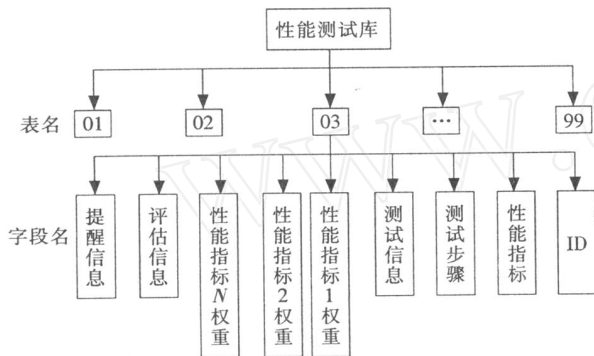


图 3 测试评估系统数据库结构图

Fig. 3 Structural chart of database in testing and evaluation system

图中表名 (Tables) 设计成代码如 01, 02 等,代码代表了具体的性能指标名称,这样设计便于打开数据库后续到记录。在表名下对应的记录中顺序建立性能指标、测试步骤、测试信息、性能指标 1 权重、性能指标 2 权重、评估信息、提醒信息、ID 等多个字段。其中 ID 字段为检索索引字段,字段值为代码 01, 02 等。

4.3 综合性能评判过程

在建立了测试评估系统数据库和各个性能指标测试引导完成之后,进行评估时可按照上述数学模型进行相应的计算,从而得出最终的评判结果。该系统的综合性能评估过程及模块运行关系如图 4 所示。

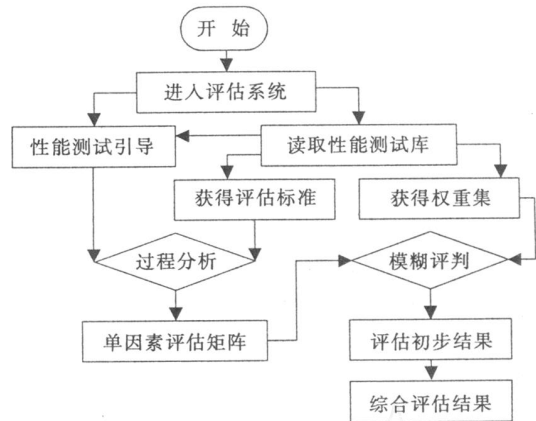


图 4 综合性能评估过程及模块运行关系图

Fig. 4 Chart of comprehensive performance evaluation process and module-functioning relationships

5 结 语

发动机性能测试评估系统利用工控机和虚拟仪器卡对数据进行采集、处理,采用模块化管理,测试精度高。通过对专家知识库的操作和模糊评判原理的应用,评判结果的可信度得到提高。同时利用测试引导软件进行测试,操作简单,不但可以对单项性能进行单独测试,还可以对综合性能进行评判。该系统应用前景广阔,为测试评估仪器的研制开发开辟了一条新的途径。

参考文献:

- [1] 曹炳元. 应用模糊数学与系统[M]. 北京:科学出版社,2005.
- [2] 陈光现. 现代电子测试技术[M]. 北京:国防工业出版社,2001.
- [3] 张国雄. 测控电路[M]. 北京:机械工业出版社,2008.

中国首台 8 000 t 快锻液压机在中钢邢机厂热试车成功

近日,中国首台 8 000 t 双柱快速自由锻造液压机在中钢邢机厂热试车成功。这标志着中钢邢机厂两年多的技改计划已全部完成,它使中钢邢机厂在世界同行业中具备了至少 20 年内不落后的装备实力。

8 000 t 快锻液压机是由中钢邢机厂和太原重工联合研制成功的。该设备配置了世界上最先进的机电液控制系统,是中国最大吨位的上传动、双立柱、预应力组合框架,具有 24 个平面导向系统,油液压直接传动,与大型全液压轨道式锻造操作机联机自动化控制,实现了自由锻压生产精密化和快速化。

(本刊编辑部)