

# 基于 VXibus 的波形模糊识别的研究\*

马彦恒\*\*

刘 林

(军械工程学院光电工程系 石家庄 050003) (西藏军区装备部雷达修理所 拉萨 850000)

【摘要】 分析了 VXibus 测试结果的波形特征,提出了一种基于 VXibus 测试结果的波形模糊识别方法,讨论了信号波形参数模型的描述、波形特征的获取、最佳模糊子集建立、模糊测度的计算、控制因子的选取和数值征兆测度等内容,在进行模型化讨论的同时,结合该方法在某故障诊断系统中的实际应用说明了其可行性。

关键词 VXibus; 故障诊断; 波形识别; 模糊子集; 控制因子

中图分类号 TP206<sup>+</sup>.1

在故障诊断系统中,针对波形进行模糊识别,需要建立正常波形的数学模型<sup>[1,2]</sup>。由于容差的存在,一般要经过大量的标准故障实验和数理统计才能摸索其变化规律,从而建立数学模型<sup>[3,4]</sup>。在工程上,往往要面对大量不同的复杂信号,需摸索每一个信号的正常波形并建立数学模型,工作量非常大。本文通过建立一个标准的数学模型,利用这个模型的不同参数的组合来表达绝大部分的复杂信号,则可以省去为每一个信号建模的困难,从而大大降低工作量。

## 1 基于VXibus测试的信号波形的模型化

采用HP E1426A 500 MHz Digitizing Oscilloscope进行信号测量时,该示波器将所有信号按照图1所示的模型进行了统一,本文用19个参数来描述所测试的波形。结果表明,利用该模型可以描述绝大多数的信号波形。系统依次返回的19个参数分别是频率、周期、信号正半周宽度、信号负半周宽度、上升沿时间、下降沿时间、包络幅值、峰峰值、预冲值、过冲值、占空比、交流均方值、最大幅值、最小幅值、顶值、基值、平均幅值和直流均方值。

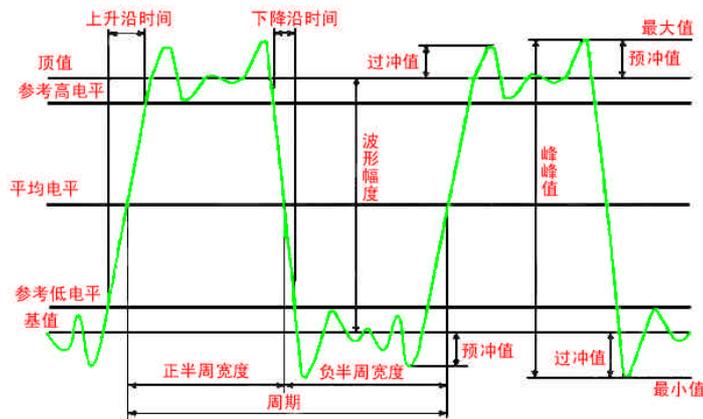


图1 波形的通用数学模型

## 2 波形特征的模糊识别

当系统发生故障时或多或少会引起某些部位波形的变化,同一类故障基本上具有相似的波形,

2001年4月11日收稿

\* 国家自然科学基金资助项目,基金号:69971026

\*\* 男 33岁 硕士

由于测量数据的随机性以及这种随机数据的期望值随着不同机器、不同程度的故障在一定范围变化,同一类故障波形的相似性,仅仅是相对于其他故障波形而言。如果采用普通的数值界限法识别波形的相似程度,很难辨别纷乱模糊的波形变化。传统的解决方法是先利用波形特征参数的模糊划分,建立某测点上故障波形的模糊集  $A_i (i=1,2,3\cdots)$ ,其中模糊子集  $A_1、A_2、A_3\cdots$  分别代表典型故障波形的数学模式,然后在诊断中,通过知识获取模块建立该测点实际所测波形的模糊集合  $B, B$  分别与  $A_i$  进行模式识别,找出  $A_i$  中与  $B$  最相似的波形  $A_{i_0}$ ,再进一步利用数值界限法鉴别故障的特征,还原出  $A_{i_0}$ ,则可以判明故障类型。这种故障诊断方法与人类高度的模糊思维方法十分相似,但是要求测点反映很灵敏,能在波形上反映足够的故障。

在智能故障诊断系统中,考虑到一个测点的信号波形无法反映足够的故障信息,很少能根据一个测点的故障模式就诊断出系统的故障,绝大部分故障要积累足够的故障信息才能诊断定位,所以对每一个信号不建立故障波形的模糊集,只建立正常波形的模糊集  $A$ ,在测试后,将所测实际信号的模糊集合  $B$  与  $A$  进行模式识别,得到  $B$  与  $A$  的模糊相似度,即  $B$  的模糊测度。利用  $B$  的模糊测度参与专家诊断系统的推理,综合诊断知识和其他信号的征兆信息,诊断出故障。

设波形特征参数的集合为  $X_j = (X_1, X_2, X_3 \cdots), j=1,2,\cdots,19$ ,分别表示频率、周期和信号正半周宽度、信号负半周宽度等 19 个参数的参数值,根据  $X_j$  各自的变化范围和给定的最佳模糊子集因子  $K$ ,分别确定相应的隶属函数  $\mu_j(j=1,2,3\cdots,19)$ 。

各种故障波形对应不同  $X_j$  的变化范围,同一类故障的值基本符合正态随机分布,实际测量时可以同时等精度测量信号波形  $n$  次,得到  $n$  组  $X_j$ ,然后运用概率统计方法计算波形各个特征参量  $n$  次测量结果的期望值,得到  $E(X_j)$ ,直接求  $E(X_j)$  的最佳模糊子集,即可得到被测波形的模糊集  $B=(\mu_1, \mu_2, \mu_3 \cdots \mu_{19})$ 。根据每一个参数对信号在反映故障征兆上的贡献所建立的贡献系数  $a_j(j=1,2,3\cdots,19)$ ,即可得到该参数的测度为

$$CF_i = \sum_{j=1}^{19} m_j a_j$$

式中  $\sum_{j=0}^{19} a_j = 1$ 。

这种方法的优点如下:

1) 引入了模糊推理技术,保证了在诊断中对一个测试点的合理评价,并且该评价可以根据最佳模糊子集因子  $K$  进行动态调整,在系统要求灵敏度高时,调高  $K$ ,相反可以调低  $K$ ,保证诊断的合理性。

2) 可以自动建立诊断知识库,便于工程上大规模的运用。建立知识库时,只要保证装备工作正常,即可以通过程序自动等精度测量测点  $N$  次,自动求取各参数的期望值,并填入库中,而无须知道各参数的具体值。诊断时系统将会自动调用知识库并判断,得到该测点的测度,在得到测点的波形测度后,就可以进行模糊推理。

### 3 最佳模糊子集的建立与控制因子的选取

在传统的模糊推理方法中,通常在其论域上预先定义一些模糊概念如  $\mu=0.9$  正常、 $\mu=0.4$  不正常,然后在推理时运用模糊运算方法,并对模糊概念进行综合处理,最终得到运算结果。从中可以看到,预先定义的模糊概念在推理中是固定的,如预先定义了  $\mu=0.9$  为正常这一概念时,在运算中就不可能改成  $\mu=0.95$  为正常。

在故障诊断中,设备的故障多种多样,诊断参数的种类也很多,同一个参数对于不同的故障有不同的反映,同一参数在故障的不同阶段也有不同的反映,模糊子集的隶属度函数也不同,同

时, 诊断的条件和用户要求也不同, 所以采用传统的建立固定的公共模糊子集的方法很难对设备的运行状态作出正确的判断。

为了解决这个问题, 可以建立最佳模糊子集及其控制因子  $K$ , 或称上下文, 用于对数值征兆进行征兆测度计算。诊断过程中, 操作者可以随时调整最佳模糊子集因子  $K$ , 得到最佳诊断结果。

数值征兆分区间取值和点取值两种情况。测度计算方法如下:

1) 点取值。即大约为  $a$  的模糊概念, 可以用一个分布函数  $f(x)=e^{-K(x-a)^2}$  来表示, 其中  $K>0$ 。该函数的中心位于  $a$ , 随着  $x$  离  $a$  距离的增大, 函数值逐渐减少。因此, 可以把  $x$  的取值范围定义为一个模糊子集, 通过调节参数  $K$ , 可以调整模糊子集表示“大约”的程度。

2) 区间取值。有如下三种情况:

(1) 对于大于  $a$  的模糊概念, 可以用一个升半分布函数

$$CF(x)=\begin{cases} 0 & x < a \\ 1 - e^{-K(x-a)^2} & x \geq a \end{cases}$$

(2) 对于小于  $a$  的模糊概念, 可以用一个降半分布函数

$$CF(x)=\begin{cases} 1 - e^{-K(x-a)^2} & x < a \\ 0 & x \geq a \end{cases}$$

(3) 对于  $a \sim b$  的模糊概念, 可以分为

$$CF(x)=\begin{cases} e^{-K(x-a)^2} & x < a \\ 1 & a \leq x \leq b \\ e^{-K(x-b)^2} & x > b \end{cases}$$

因此, 在一个论域空间内可以定义无限多个类似的模糊子集, 每个模糊子集都表示一个数值为中心的区间, 即用集合中心的数值以及隶属度函数来表示。如对于大约为 7 的模糊概念, 其模糊子集可以表示为

$$\{(7, e^{-K(x-7)^2})\}$$

其中, 利用参数  $K$  可以调整模糊子集的大小。

利用这种方法可以动态地建立规则的模糊子集, 表示多种模糊概念, 更能恰当地表示诊断参数随故障的变化情况, 从而使推理结果更合理。

## 4 结 束 语

本文讨论了针对参数模型的波形识别问题, 介绍了在波形模糊识别过程中最佳模糊子集建立、控制因子的选取的方法, 在某故障诊断专家系统中, 采用此方法进行基于 VXIbus 测试结果的波形模糊识别, 试用结果表明此方法具有可行性。

## 参 考 文 献

- 1 吴今培. 智能故障诊断与专家系统. 北京: 科学出版社, 1997
- 2 刘有才. 模糊专家系统原理与设计. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1995
- 3 Zhang Shaode. An adaptive Ac servo system based on fuzzy identifret. Journal of University of Electronic Science and Technology of China, 2000, 29(3): 265~268 [张绍德. 一种基于模糊辨识器的自适应交流伺服系统. 电子科技大学学报, 2000, 29(3): 265~268]
- 4 Feng Lanjun, Li Jian, Liu Binchao. Design and fulfillment of fault diagnostic expert system for gas generator. Journal of University of Electronic Science and Technology of China, 2000, 29(3): 278~281 [冯兰君, 李建, 吕炳朝. 燃气轮机故障诊断专家系统的设计与实现, 电子科技大学学报, 2000, 29(3): 265~268]

## The Study of Waveform Fuzzy Identification Based on VXIbus Measurment

Ma Yanheng

(Optical and Electronic Engineering Dept OEC China Shi Jiazhuang 050003)

Liu Lin

(Radar Maintenance Station of Tibet Military Area Lasa 850000)

**Abstract** It analyses the characteristics of the VXIbus test result ,and a method for waveform fuzzy identification based on VXIbus measuring results is also presented. The topic includes waveform's parameter model, acquisition of the waveform characters, the construction of optimum fuzzy subset, fuzzy measurable level and control factor, and symptom value. In the meantime, the possibility of this method has been illustrated through its practice in the fault diagnosing system.

**Key words** VXIbus; fault diagnose; waveform identification; fuzzy subset; control factor

· 科研成果介绍 ·

### Ka 频段 PHEMT 电调振荡器

主研人员; 徐锐敏 金龙 刘述章等

Ka 频段 PHEMT 电调振荡器采用微带集成电路结构, 选用低噪声 PHEMT 对振荡回路进行了认真分析和优化设计, 分析与综合采用当今设计振荡器的先进方法——时域瞬态法。在设计和制作中解决了一系列关键技术, 如 PHEMT 器件非线性等效电路模型和参数拟合、VCO 电路拓扑的仿真、反馈电路和宽调谐电路的设计, 以器件键合等工艺问题。具有体积小、重量轻、便于集成和功耗与杂散低等优点, 对新型的全固态、全集成、全相参毫米波系统的研究起积极的推动作用。

· 甬江 ·