

Multisim在喷油脉冲宽度检测中的应用

傅晓林, 杨志刚, 王兴家

(重庆交通学院机电学院 重庆 南岸区 400074)

【摘要】电喷汽油发动机喷油脉宽检测电路比较复杂, 电路调试困难, 检测结果不理想。基于优秀电路仿真软件Multisim的功能及特点, 探索运用电子设计自动化技术解决脉宽检测实际问题的有效途径, 分析并给出了脉宽检测基本原理, 设计了一种喷油脉宽检测电子电路, 通过仿真测试, 获得了良好检测试验结果。

关键词 电子电路; 测试; 电路设计自动化; 电喷发动机

中图分类号 TN710; TK41 文献标识码 A

An Application of Multisim to the Testing Experiment of Impulse Width with Electronic Control Injection Engine

FU Xiao-lin, YANG Zhi-gang, WANG Xing-jia

(College of Machine Eng, Chongqing Jiaotong University, Chongqing Nananqu 400074)

Abstract The circuit design of the testing experiment of impulse width with electronic control injection engine is considerably complicated. Based on the function and characteristics of simulation software Multisim, an effective approach solving this problem is discussed. In the light of the basal inspecting principles, a reasonable, efficient testing circuit is designed, which produces an accurate and persuasive result. This testing method is proved to act easily and effectively.

Key words electronic circuit; measure; electronic design automation; electronic control injection engine

电喷汽油发动机喷油脉冲宽度测试在电喷汽油机指示功检测中占有十分重要的地位, 是汽车电子控制的重要内容之一。功能强大的电路仿真软件Multisim2001具有和真实环境相一致的可视化界面, 可为测试设计者提供多种元器件和测试仪表, 可快速准确地对所设计的测试电路进行模拟分析。本文将Multisim2001用于电喷汽油机喷油脉宽仿真测试实验中, 根据喷油脉宽检测基本原理, 设计了合理、高效的测试电子电路, 获得准确、有说服力的检测实验结果。

1 脉宽检测基本原理

电喷发动机的优点之一就是能精确地控制燃油喷射量, 提供合理的空燃比以及提高发动机热效率、改善动力性、经济性和排放性。电喷汽油机喷油器流量特性曲线如图1所示^[1], 图中可看出, 喷油量 Δg 与喷油脉宽 T_p 在较大范围内呈现良好的线性关系, 因此, 基本喷油脉宽 T_p 可代表喷油量的多少, 测得的脉宽参数可用于对电喷汽油机各缸的动力性、经济性评价。

在对电喷发动机进行指示功检测时, 发动机的指示指标应在相同的工况下获取。为了获得较高精度的指示指标, 须对发动机参数进行多循环分析处理。当在设定的循环数中, 连续测得发动机转速和喷油脉宽信号在规定的范围内, 则认为检验有效, 可进行后续处理; 而在工况不同情况下, 循环数内获得的信号不宜作为有效检测, 应予以剔除。

由于基本喷油脉宽还要受到许多发动机运行参数的修正, 同时, 汽车在运行过程中受道路状况的影响,

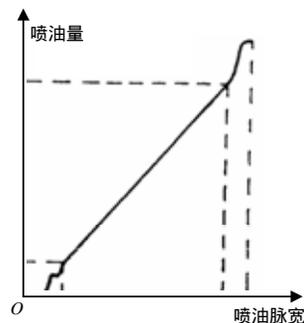


图1 喷油器流量特性曲线

收稿日期: 2005-07-04

基金项目: 重庆市教育科学技术研究项目(自然科学类: 030405)

作者简介: 傅晓林(1955-), 男, 工学硕士, 副教授, 主要从事汽车电控、电工电子、机电一体化等方面的研究。

运行的时变性很大,因此,喷油脉宽即使在相同工况下也应允许有一定的波动,在进行喷油脉冲宽度检测时应考虑这种影响,取一定范围的脉宽作为相同工况处理,以适应实际工作状态。

设基本脉宽用 T_p 表示,脉宽误差为 ΔT_p ,考虑波动变化实际情况,取误差 $\Delta T_p = \pm 5\%$,在进行多循环分析处理时,对应相同工况的合格脉冲的宽度应为 $T_p \pm \Delta T_p$ 。由喷油器得到的实际喷油脉冲序列及给定的误差脉冲序列如图2所示,实际喷油脉冲序列为不等宽脉冲序列,给定的误差脉冲序列为等宽脉冲序列,宽度为 $2\Delta T_p$ 。

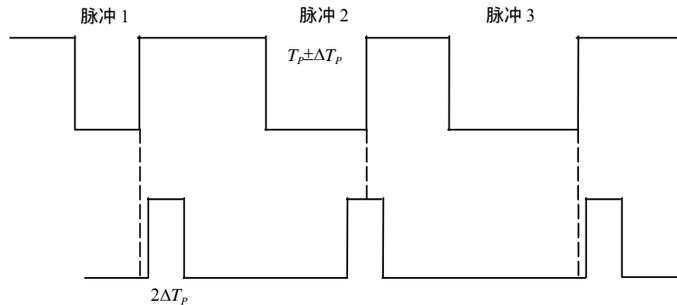


图2 实际喷油脉冲序列与误差脉冲序列

由图2可看出,脉冲1和脉冲3的宽度分别小于 $T_p - \Delta T_p$ 和大于 $T_p + \Delta T_p$,为不合格脉冲,应予剔除。而脉冲2的上沿落在宽度为 $2\Delta T_p$ 误差脉冲内,即所测得的脉冲宽度误差未超过允许的范围,为合格脉冲,应由检测电路输出进行后续处理。

2 电路参数的确定及检测结果

根据要求,喷油脉宽检测电路主要由喷油脉冲振荡电路、积分器-电平比较检测电路、微分整形电路、单稳电路、与门比较电路等组成,总体电路设计如图3所示^[2-3]。

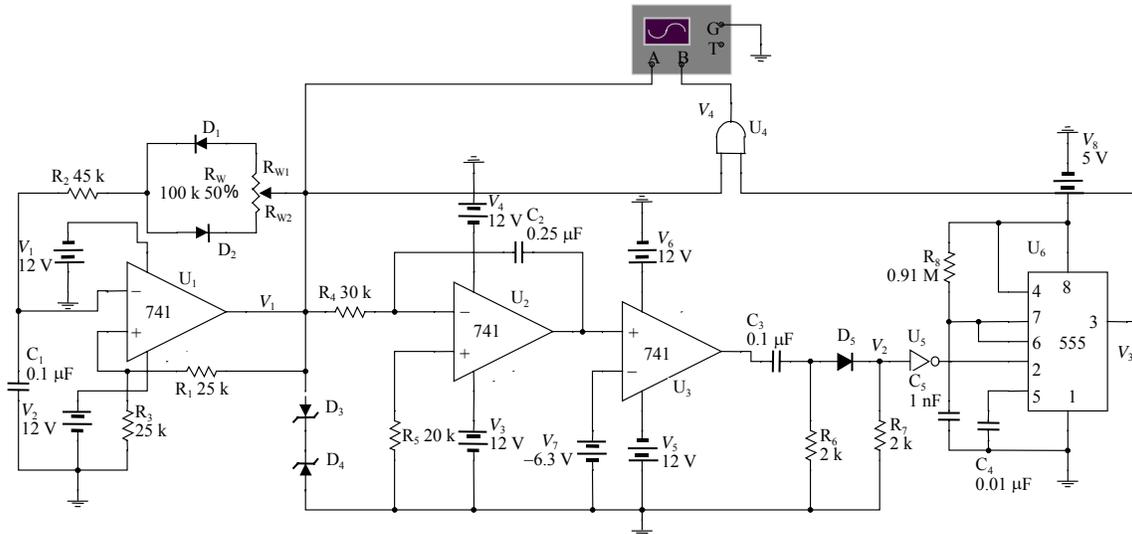


图3 喷油脉宽检测电路

2.1 脉冲振荡电路脉冲周期的确定

由电喷发动机原理可知,喷油脉冲序列周期 T 必须小于发动机最高转速下的喷油驱动脉冲信号间隔,即应满足:

$$T < \frac{1\ 000}{n_{\max} / 2 \times 60} \quad (1)$$

式中 n_{\max} 为发动机最高转速。

喷油脉冲振荡电路为占空比可调的振荡电路, 该电路可随机产生不等宽脉冲序列, 以模拟实际电喷发动机喷油脉冲情况。利用一阶 RC 电路的三要素法可以解出该脉冲振荡电路输出脉冲高电平时间, 即脉冲宽度为: $T_1 = (R_{W1} + R_2)C \ln(1 + \frac{2R_3}{R_1})$; 低电平时间为: $T_2 = (R_{W2} + R_2)C \ln(1 + \frac{2R_3}{R_1})$; 振荡电路输出脉冲周期为:

$$T = T_1 + T_2 = (R_W + 2R_2)C \ln(1 + \frac{2R_3}{R_1}) \quad (2)$$

式(2)表明改变电位器 R_W 的滑动端可以改变占空比, 但周期不变, 即可产生不等宽脉冲。由式(1)可得:

$$(R_W + 2R_2)C \ln(1 + \frac{2R_3}{R_1}) < \frac{1\ 000}{n_{\max} / 2 \times 60} \quad (3)$$

如果发动机最高转速 n_{\max} 为 $1\ r \cdot m^{-1}$, 则要求振荡电路脉冲周期小于 24 ms。取 $R_1 = R_3 = 25\ k\Omega$, $R_2 = 45\ k\Omega$, $R_W = 100\ k\Omega$, $C = 0.1\ \mu F$, 可满足测试要求。

2.2 窄脉冲的剔出

将由振荡电路输出脉冲分为两路, 一路加到与门的输入端, 以便与误差脉冲进行比较, 决定是否输出; 另一路加到积分器的输入端, 进行脉冲宽度鉴别。积分器-电平比较检测器的参考电压为:

$$V_{\text{ref}} = \frac{1}{RC} \int_0^{T_p - \Delta T_p} -V_1 dt = \frac{-V_1}{RC} (T_p - \Delta T_p) \quad (4)$$

式中 V_1 为振荡电路输出脉冲电压值; 也是积分器的输入电压值; 设计为 5 V; 取 $R = 30\ k\Omega$, $C = 0.25\ \mu F$, 设基本脉宽 T_p 为 10 ms, $T_p - \Delta T_p \approx 10 - 0.5 = 9.5\ ms$, 则可计算出参考电压 $V_{\text{ref}} \approx -6.3\ V$ 。

如实际脉冲的宽度 T_x 比基本喷油脉宽 T_p 减去规定的偏差值所得之差小, 即 $T_x < T_p - \Delta T_p$, 脉冲不合格, 在积分器-电平比较检测器输出端不会产生脉冲进行比较, 这样, 就将所有小于 $T_p - \Delta T_p$ 的窄脉冲剔出。如图 4 所示。

2.3 宽脉冲的剔出

设由振荡电路输出脉冲宽度比基本喷油脉宽 T_p 减去规定的偏差值所得之差大, 即 $T_x > T_p - \Delta T_p$, 则积分器-电平比较检测器输出端就会产生一个脉冲 V_2 , 将积分器-电平比较检测器输出端产生的 V_2 经微分电路整形后, 加到单稳电路输入端作为触发信号, 单稳电路输出端将产生等间隔脉冲序列 V_3 , 脉冲宽度为 $T_W = 1.1$, $RC = 2\Delta T_p = 2 \times 0.5 = 1\ ms$, 取 $C = 1\ \mu F$, 则 $R \approx 0.91\ M\Omega$ 。

将 V_3 加到与门的另一个输入端, 如果 T_x 不在宽度为 $2\Delta T_p$ 误差脉冲内结束, 说明 $T_x > T_p + \Delta T_p$, 脉冲太宽, 仍为不合格脉冲, 与门无脉冲输出, 如图 5 所示。宽脉冲 ($T_x > T_p + \Delta T_p$) 即被剔出。如果输入喷油脉宽 T_x 在宽度为 $2\Delta T_p$ 误差脉冲内结束, 说明该脉冲是一个合格脉冲, 检验有效, 则与门输出端出现一个脉冲 V_4 , 整形处理后作为合格脉冲输出, 即实现了脉冲宽度检测, 如图 6 所示。

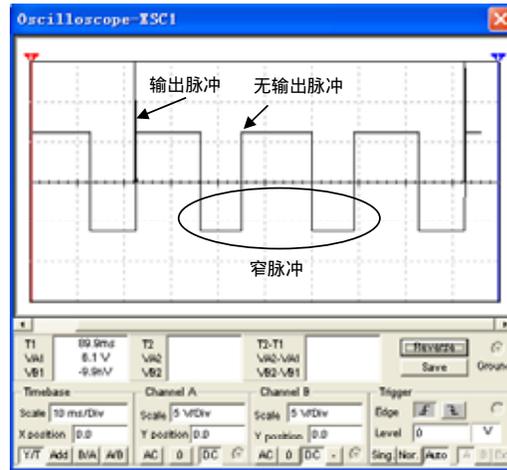


图 4 窄脉冲剔出

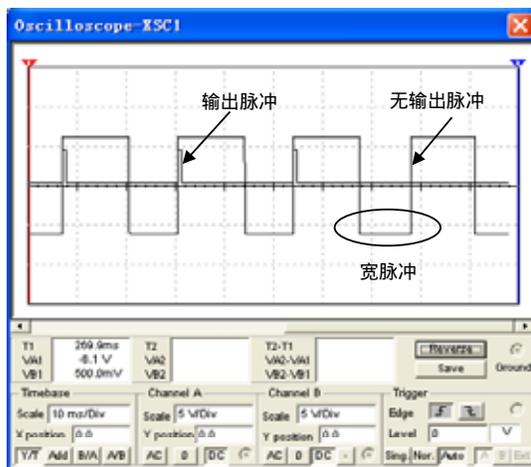


图5 宽脉冲剔除

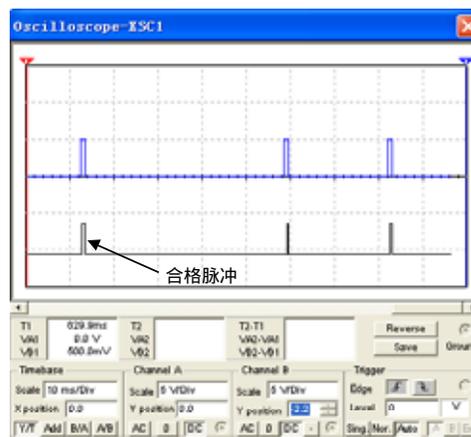


图6 合格脉冲输出

3 结束语

电喷汽油发动机指示功的测试需要在工况相同的情况下进行,测试时须对发动机工况进行多循环分析检测处理,以获得到较高精度的试验结果。本文将优秀电路仿真软件Multisim 2001应用于电喷汽油发动机脉冲宽度测试中,探索了运用电子设计自动化技术解决电喷汽油发动机脉宽检测问题的有效途径,使发动机测试实验的设计更加方便灵活、测试的结果更为形象生动。同时,在对科研、实验的创新改造过程中,减少了对硬件设备的依赖,给传统的电喷汽油发动机指示功的测试注入了新的活力。

参 考 文 献

- [1] 张振东. 电控喷油器流量特性测试研究[J]. 计量技术, 2001, 10(5): 7-8.
- [2] 宋 军. Multisim仿真软件在发动机电控设计中的应用[J]. 现代电子技术, 2004, (10): 75-78.
- [3] 董诗白, 华成英. 模拟电子技术基础(第3版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001: 309-378.

编辑 孙晓丹

(上接第42页)

5 结束语

采用本文提出的快速测频方法可简化电路结构,用“异或”代替复杂的“乘法”运算,节约FPGA的资源、提高处理速度。其计算量与Prony方法和Kay相位差分频率估计法相当,但是抗噪声能力大幅提高,性能接近FFT。如果要求在低于5 dB的信噪比下工作,则需要采用其他方法,如现代谱估计方法,但是一般很难达到实时处理的要求。如果信号质量高,采用Prony方法和Kay相位差分频率估计法也比较好,其测频的精度高,速度快。因此,在信噪比较低,测频速度要求实时处理,本方法是一种不错的选择。

参 考 文 献

- [1] Baines R. The DSP bottleneck[J]. IEEE Communications Magazine, 1995(5): 46-54.
- [2] Lackey R J, Upmal D W. Speakeasy: The military software radio[J]. IEEE Communications Magazine, 1995: 39-45.
- [3] 高志成. 电子侦察中的信号采集技术研究[D]. 成都: 电子科技大学, 2000.
- [4] Hwang J K. Superresolution frequency estimation by alternating notch periodogram [J]. IEEE Trans, 1993, 41(2):727-741.
- [5] 郭德淳, 张 俊, 费元春. 一种数字侦察接收机的快速测频方法[J]. 现代雷达, 2002, 24(4): 57-59.
- [6] 陈卫东, 杨绍全. 加窗离散傅里叶变换测频分辨率研究[J]. 西安电子科技大学学报(自然科学版), 2000, 27(2):157-160.
- [7] 潘明海, 刘永坦, 赵淑清, 等. 基于傅里叶变换的超分辨率快速谱估计算法[J]. 电子技术应用, 1999(11): 49-50.

编辑 徐安玉