

示波器探头校准方法探讨

张楠 朱思捷 陈益胜

(广东省计量科学研究院, 广东 广州 510405)

摘要: 示波器探头不仅是将测试信号送到示波器输入端的一个分压线路, 而且是测量系统的一个重要组成部分, 探头的正确使用直接关系到测量结果的准确性。在实际工作中, 常常忽略了探头的校准, 本文介绍了一种示波器探头的校准方法。

关键词: 示波器; 探头; 校准; 方法

中图分类号: TM935.3

文献标识码: A

文章编号: 1672-4984(2004)05-0035-02

The calibration technique discussion of oscilloscope probe

ZHANG Nan, ZHU Si-jie, CHEN Yi-sheng

(Guangdong Institute of Metrology, Guangzhou 510405, China)

Abstract: Oscilloscope probe is not only a divide circuit for sending the testing signal to oscilloscope input port, but also an important part of the measure system. The right usage of probe relates to the accuracy of measure results. In our actual work, we usually neglect the calibration of probe. This article introduces a kind of calibration technique of oscilloscope probe.

Key words: Oscilloscope; Probe; Calibration; Technique

1 前言

示波器是我们经常使用的计量测试工具, 在日常测试工作中, 经常与探头配套使用, 测量多种电信号, 应用于直流、工频交流及高频信号的测试。这些探头与示波器一样, 存在着误差, 如果要精确测量信号的参数, 不仅要对比波器的计量性能进行检测, 而且也要对探头的计量性能进行检测。

示波器探头是连接被测电路与示波器输入端的电子部件, 最简单的示波器探头可以是一根导线, 复杂的探头由阻容元件和有源器件组成。简单的探头没有采取屏蔽措施很容易受到外界电磁场的干扰, 而且本身等效电容较大, 造成被测电路的负载增加, 使被测信号失真。因此, 示波器探头应满足如下技术要求: (1) 屏蔽良好, 信号不易受到外界干扰; (2) 高输入阻抗, 对被测电路的影响很小; (3) 在频率范围内特性平稳; (4) 与示波器相匹配的输出阻抗。

探头的分类, 探头通常是按测量对象进行分类的: 例如: 电压型、电流型、有源、无源; 高阻、低阻等。在实际工作中, 使用最多的是电压探头, 其中高阻无源探头占绝对大部分, 本文就以这种探头为例, 探讨它的校准方法。

2 示波器探头的主要计量技术参数

(1) 直流衰减倍率; (2) 直流衰减系数; (3) 频带宽度; (4) 上升时间; (5) 输入阻抗和输入容抗。

3 各参数的校准方法探讨

3.1 直流衰减倍率的校准

示波器探头直流衰减倍率的准确度一般小于3%, 而示波器电压测量准确度一般在1%~5%之间, 如果用它来校准示波器探头的直流衰减倍率, 将会引入较大的测量误差。本文采用的是由直流标准电压源和高精度数字多用表组成的校准系统, 因为示波器探头的输出端要求接到输入阻抗为1MΩ的设备, 所以要将数字多用表的输入阻抗调整为1MΩ。将直流标准电压源与示波器探头输入端相连, 探头的输出端接到数字多用表, 选取一合适电压点输出信号, 分别读取源和表的读数, 计算得出探头的直流衰减倍率。

3.2 直流衰减系数的校准

在校准探头的直流衰减倍率时, 因选取点的不同会得出不同的测量结果, 此时就要求校准探头的另一项指标——直流衰减系数。针对不同的探头, 校准的范围及计量单位不同。最高测量电压在1000V以内的探头, 可以以100V为间隔, 测量不同电压下的直流衰减倍率的变化率, 单位为%/100V;

最高测量电压为 kV 为单位的探头,可以以 1000V 为间隔,测量不同电压下的直流衰减倍率的变化率,单位为 %/kV,在测量结果中选取最大值做为探头的直流衰减系数。

3.3 频带宽度

频率响应是检查探头高频特性一个非常重要的指标,在测量探头频带宽度的同时也检测因谐振对探头产生的影响。测量探头的频带宽度应避免走入误区,即测量使用的设备应选用示波器和稳幅信号源按国家计量检定规程中检定示波器频响的方法通过如图 1 所示电路对探头进行校准,两种仪器的最高频率都应远大于被测探头的标称频带宽度。如通过测量上升时间的方法来计算频带宽度,是无法检测到电路谐振时的电压变化情况;如使用高频电压表来测量频带宽度,则因高频电压表的输入阻抗不是 $1M\Omega$ 而引入更大的测量误差。

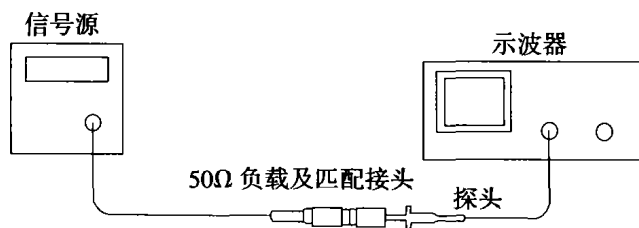


图 1

3.4 上升时间

测量上升时间同样按图 1 所示电路进行连接,使用设备为快沿信号发生器和示波器,按国家计量

检定规程中检定示波器上升时间的方法对探头进行校准。这两种仪器的上升时间应远小于被测探头的标称上升时间,如果相近,则必须通过计算得出探头的实际上升时间,这种方式测量误差较大。

3.5 输入阻抗和输入容抗

用高电阻测量仪对探头的输入阻抗进行测量,用高频阻抗电桥对探头的输入容抗进行测量,确定探头的参数是否符合要求。

4 校准过程中应注意的问题

- (1)检测前应先检查探头的补偿功能是否正常。
- (2)测试过程中应注意阻抗匹配的问题,否则会给测量结果带来较大的误差。
- (3)测试中应尽量使用屏蔽电缆,如无法全部使用,则接地线应尽量短。
- (4)测量频响特性时,如出现电压幅值突然变大,应考虑接地线引起的谐振影响。
- (5)测试点应尽量覆盖探头的有效范围。

5 结束语

本文所探讨的校准方法及校准系统是从多年的实践经验中总结出来的,在实际检测工作中取得较好的效果,具有一定的通用性,校准精度较高,可以广泛地在计量系统中采用。

参考文献

- [1] 郁月华,陈福敏. JIG262-1996. 示波器国家计量检定规程.
- [2] 于卫平,付永杰. 正确选择和使用示波器的探头. 计量技术, 2001, 1.

(上接第 51 页)

线程专门来监视 CAN 口的输入,来完成耗时的后台工作。主线程可以完成数据处理和显示工作。

4.2 DLL 调用和通讯部分开发

驱动程序安装好后,将 driver.h 头文件加入到应用程序中,将 ADSAPI32.LIB 链入应用程序中,同时将 ADSAPI32.DLL 放入 Windows 目录或应用程序目录中。DLL 提供了良好的应用程序和底层程序的接口,使得整个程序运行效率高,并且可维护性好,易于实现模块化。

4.3 对采样结果的处理

常用的数字滤波方法有程序判断滤波、算术平均滤波、加权平均滤波、中值滤波、高通滤波等。由于系统所测的量较多,故而,针对不同的控制回路,采用不同的数字滤波方法。故而每个采样周期连续采 5 次样并将其从大到小排列,然后去掉最大值和最小值,再把剩下的相加取平均值,即得本次采样值,然后根据 DO 值控制相应曝气装置的起停。

5 结论

本系统采用了基于 CAN 总线的数据采集与控

制的系统结构,硬件选用研华的 ADAM5000 系列,完成了对整个控制系统的设计和实现;软件上按照 CanOpen 协议编写出功能强大的通信与控制程序,现整个系统正处在调试期间。另外,ADAM5000 系列可以通过 TCP/IP 协议直接接入局域网与监控主机通信,但需要增加解释和实现 TCP/IP 协议的软件和硬件模块,这方面需要做进一步的研究。CAN 总线由于其良好的性能,必将在各个领域都有很好的应用前景。

参考文献

- [1] 饶运涛,邹继军,郑勇芸,等. 现场总线 CAN 原理与应用技术. 北京航空航天大学出版社, 2003, 第 1, 2, 8 章.
- [2] 郭宽明. CAN 总线原理与应用系统设计. 北京航空航天大学出版社, 2002, 第 1, 2, 3, 4, 5 章.
- [3] 谭思亮,邹超群,等. Visual C++ 串口通信工程开发实例导航. 人民邮电出版社, 2003, 第 1, 6 章.
- [4] 童晓阳,张广春,等. 基于 CAN 总线的分布式绝缘在线监测系统设计与实现. 电力系统自动化, 2003, 1.
- [5] 朱敏,谢震,张崇巍,等. CAN 总线在数据采集与控制中的应用. 合肥工业大学学报, 2002, 6.