

用实时示波器进行功率电子测试

具有长存储的实时示波器,不仅能捕获和显示高频开关型电源开关转换信号的详细信息,甚至可通过持续时间长达许多毫秒的瞬态信号捕获显示。示波器可在启动或保护模式期间,或在经过功率因数校正的离线整流系统的整个 AC 线路周期上,一次记录多达四个波形的高分辨率信号细节。有些型号的实时示波器内置有功能强大的波形计算功能,可用于计算瞬时或平均功率损耗或谐波频谱,并可在示波器屏幕上直接显示计算结果。波形计算功能也可用于提高测量值的精度。

在某些实时示波器上,高压差分探头以及 DC 电流探头可直接插在前面板上,对开关型电源波形进行悬浮测量。用户可通过校准测试夹具自动校准和设置所有探头的零电平。

有些型号的实时示波器配备有内置的 Windows PC 系统,因而可简化示波器与个人 PC 机之间的数据传输工作。波形可作为图形文件导出并直接在文本编辑或演示程序中使用。用户还可以将数值数据导出至个人 PC 机,然后用电子表格或数学程序作进一步的分析。此外,也可用内置的软驱或内置的以太网连接将这些文件传输到其它电脑系统。这些功能可用于记录两种变流器系统的瞬态和保护模式,或用于分析磁芯损耗。

本《应用说明》将讨论 [RT02000 系列示波器](#)在电源电子设备方面的应用,以使用户能充分利用这种仪器的强大功能,来满足实际工作中的各项测量需要,如纹波、平均功率损耗、AC 电流线路谐波,以及 B-H 特性等。

一、 捕获和分析高压侧栅极驱动波形

如果开关变流器中含没有参考接地的晶体管,则很难捕获栅驱动器电路的波形。例如,图 1 中的半桥电路的高压侧 MOSFET (场效应晶体管)就是没有参考接地的。为了验证工作正确与否,需对高压侧激励器所产生的栅-源电压进行测量。

标准的电压探头不能直接测量栅-源电压,因为探头的接地端子是通过示波器和其电源与接地相连。断开安全接地则会使示波器置于“悬浮”状态,这是很不安全的作法;而且,这种作法还会产生不正确的测量值,因为示波器电源内的共模电容会中断被测电路的运行。

有两种标准的电压探头可分别用来测量栅-接地和源-接地电压。然后可通过减去通道、移除共模信号(即源-接地电压)求得栅-源电压。但当栅-源电压小于电源电压时,这种方法则不尽人意,因为不当的共模信号有使输入放大器达到饱和。

二、 捕获和分析电流控制的 DC-DC 变流器中的保护模式

[RT02000 系列](#)的高分辨率捕获功能,长记录长度以及高取样速率,是捕获和分析电流控制的 DC-DC 变流器中的保护模式所需的理想工具。您可通过这些功能确定每一周期的限流电路是否能正常工作。该系列仪器可轻而易举地以超高的分辨率捕获瞬态信号,非常适合于观察电流控制变流器中每一周期的限流电路工作情况。

三、 测量经功率因数校正 (PFC) 的 AC-DC 整流器中的线路电流谐波

[RT02000 系列](#) 配备有长记录长度、快速傅里叶变换 (FFT) 数学计算和自动测量功能, 是测量经功率因数校正 (PFC) 的 AC-DC 开关型整流器中 AC 线路电流谐波的一流工具。

该示波器的数学计算功能包括时域和频域中的波形频谱分析。各种频域控制都和传统的频谱分析仪相似, 能设定中心频率、跨距和分辨率带宽。示波器采用 FFT 函数绘制测定波形的幅度和相位频谱。我们在此绘制了测定的 AC 线路电流波形的谐波幅度。

四、 监视磁芯饱和与显示 B-H 特性

[RT02000 系列](#) 示波器用来在测试和操作两种条件下, 监测磁芯饱和并显示 B-H 的特性; 方法是: 用示波器的波形积分计算功能进行计算, 然后将波形数值数据导出至 Excel 电子表格或其它数据分析工具。

这种高性能示波器用来以几种格式导出波形、图像和测量值, 以使您随后能用其它应用工具进行进一步的分析。测量使用 .csv 格式 (逗号分隔方式) 时可直接导入至 Excel 电子表格。以 .csv 格式导出的波形不含定时和标度信息; 而是把波形作为带幅度而无单位的值加以导出。数据将按顺序写入文件, 即从波形的第一个样值到最后一个样值。

磁芯材质的通量密度 B 和磁场强度 H 之间的关系, 对电感器或变压器的设计甚为重要。这一特性的斜率是磁芯材料的磁导率 μ , 它对电感有影响作用。磁芯材料在高通量密度时将处于饱和状态, 从而导致磁导率和电感的大幅度降低。B-H 回路内所含面积等于磁心材料容积单位中每一周期所损耗的能量 (磁芯损耗)。通过 B 和 H 之比, 您便可验证开关变流器中磁元件的磁芯损耗和饱和度 (或缺少饱和度) 之情况。这种测量甚至可在变流器运行期间, 在其内的电感线圈上进行。

用法拉第 (Faraday) 定律可确定出通量密度 B 与施加在绕组上的电压积分的关系。因此, 我们可通过捕获并求绕组电压波形的积分而测定 B(t)。用安培 (Ampere) 定律可确定出磁场强度 H 与绕组电流的关系 (或, 在多匝绕组元件中, 与所有绕组的总安匝的关系)。我们可通过 DC 电流探头捕获电流波形的方式来测量 H(t)。对于多匝器件, 该电流探头可一次夹在所有绕组上 (如果匝比不是 1: 1, 多匝则须按其它匝比与电流探头连接)。

五、 测量荧光灯电子镇流器的启动和运行模式

电子镇流器中有一个高频变流器, 它以 AC 激励灯管, 频率范围通常为 50 至 100Khz。镇流器必须提供一个高压才能启动灯管; 启动过程可能需要几十毫秒。灯管启动后, 变流器须 (以较低的电压) 提供稳压电流, 使灯以稳定的亮度和功率运行。为了确保荧光灯使用中的可靠性, 测定启动瞬态期间的电压和电流波形是必不可少的测量工作。

晶体管的开关时间, 其持续时间通常为几十纳秒, 而开关周期则是十或二十毫秒, 启动瞬态可持续几十毫秒。捕获这些事件需要每秒几十或几百兆样值 (Megasample) 的取样速率, 记录长度需为几十毫秒。

六、 将开关电源纹波和 AC 线路纹波分离

在线性电源中, 测量两倍工频 (120Hz) 输出纹波较为容易, 因为您可在线路电压上触发示波器, 然后由示波器显示工频纹波。但在开关型电源中则不同, 输出信号由上百 kHz 的开关纹波以及其它噪声所影响, 故很难对 AC 线路整流波动产生的输出电压的纹波分量进行测量。测量功率因数校正的离线整流器中的输入电流波形质量时, 也有同样的问题。

七、 测量开关变换过程中的瞬时功率和平均功率

在开关变流器中, 当电流流过其导通正向电压降时, 功率晶体管中将感生传导损耗。在开启和切断的开关跃迁期间, 可观察到在晶体管中有大量的可导致开关损耗的瞬时电压和电流。开关损耗一般来源于二极管反向恢复和 MOSFET 漏极-源电容。即使晶体管的开关时间很短, 但开关产生的平均功率损耗是显著的

以传统的测试方法很难做这种测量, 因为开关跳变期间的电压和电流波形错综复杂, 而且晶体管在通态和断态期间的电压变化很大。总 MOSFET 损耗虽然可用热耗散法加以测定, 但这些方法存在这机械和精度方面的问题。通过电压电流乘积方法精确地测量开关型晶体管中的平均损耗之能力, 为设计工程师提供了一种很有用的基本工具。

八、 测量 PFC 升压 (Boost) 变换器中的晶体管损耗

测量开关电源变换器中的传导和开关损耗, 过去是一项非常艰难的任务。在开关跳变期间, 较高的瞬态电压和电流都同时施加于晶体管, 从而导致相当大的能量损耗。测量这种损耗需要瞬态电压和电流波形相乘并求积分。此外, 晶体管开启期间还会出现传导损耗, 其程度等于正向电压降乘以导通电流。因此必须乘以晶体管瞬态电压和电流, 并求开关周期上产生的瞬态功率波形的积分。除以开关周期后, 便可获得平均功率损耗。

经功率因数校正的整流器须对其输入电流波形进行控制, 才能使用施加的 AC 线路电压。在这些变流器中, 开关的占空比通常随 AC 线路周期变化。这些变流器的损耗计算, 又因该损耗随 AC 线路周期变化之事实而进一步复杂化。若需计算晶体管的平均损耗, 须在快速 (几十纳秒) 开关跃迁期间, 精确地求出瞬态功率积分的同时, 又要在半工频周期上求积分。

相关文章: [借助四核功率提升效率——NGP800 系列](#)

@本文由北京海洋兴业科技股份有限公司整理, 如需转载请注明出处。