

## 电源行业 SPWM 信号测试应用

### SPWM 介绍

SPWM 是一种脉冲宽度按正弦规律变化的一种 PWM 波形，是 PWM 技术的一种延伸，是一种可以等效正弦波效果的 PWM 技术。广泛用于电机驱动、逆变电源等领域。其调制原理是利用三角波和正弦波进行调制，利用其交点来确定了脉宽宽度序列。调制方式如图 1 所示：

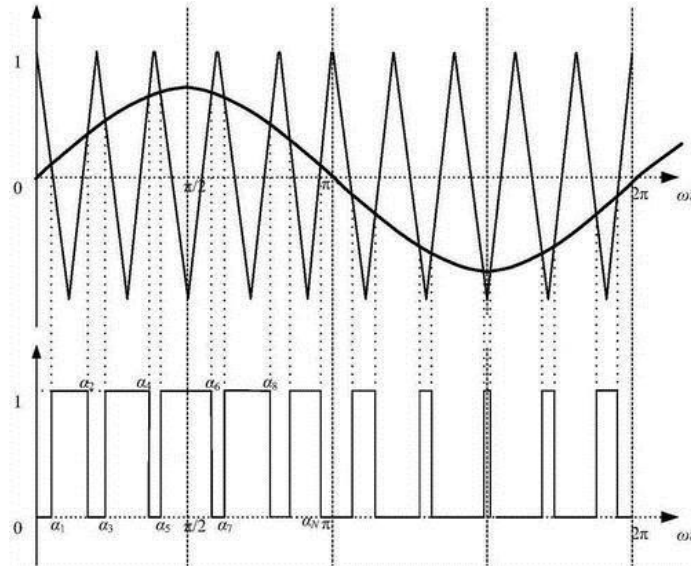


图 1 调制波形

### 常规测试方法

用示波器测量 SPWM 的常规方法是利用其内部的软件低通滤波功能，将 SPWM 的载波滤出掉，最后剩下的波形就是所要等效出的基波。如图 2 所示：

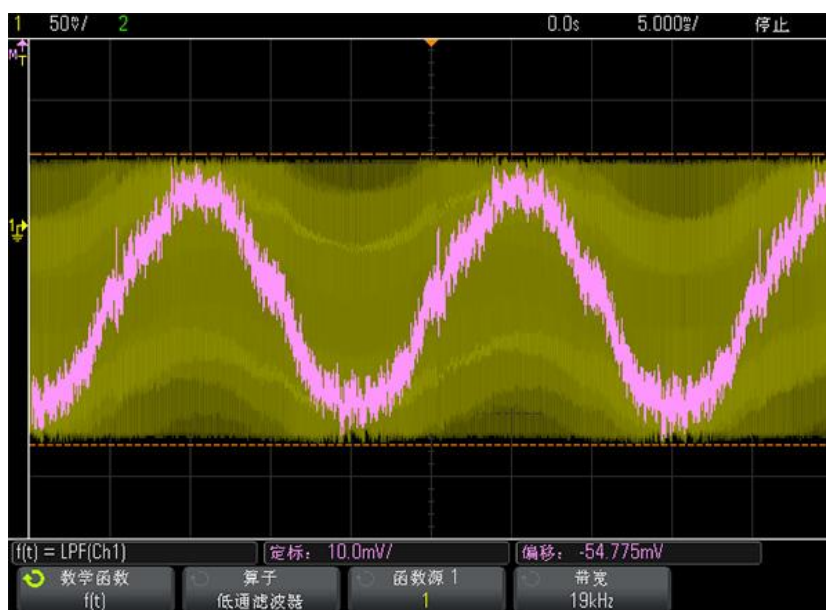


图 2 示波器测量 SPWM 波

可以看出，经过滤波后，我们可以看到过滤后的波形是一个正弦波，用户可以通过观察这个正弦波的畸变情况来判断自己的 SPWM 是否正确。但是这种观察比较粗糙的，很多细节错误并不能被发现。

### 滤波器+脉宽趋势的方法

由 SPWM 原理可以知道，SPWM 正确与否，关键就是脉宽分布的规律。如果我们可以将脉宽的趋势进行统计，就可以更加直观的反馈 SPWM 的性能。图 3 为一个标准 SPWM 测试出的脉宽趋势分析图。可以看出，利用脉宽趋势分析，同样可以还原出完整的基波。

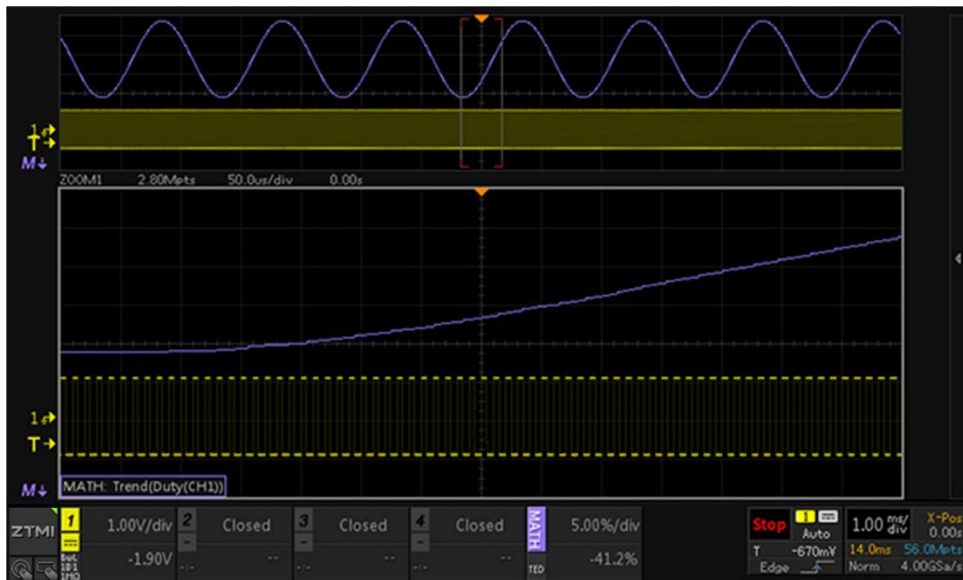


图 3 滤波器+脉宽趋势测量方法

但是当实际测试时，这却无法顺利实现。这是因为真实测量回来的波形是有很多高频大信号干扰噪声的，如果对这种波形进行脉宽趋势分析，无法得到真确的结果。对真实波形进行脉宽趋势分析结果如图 4 所示。

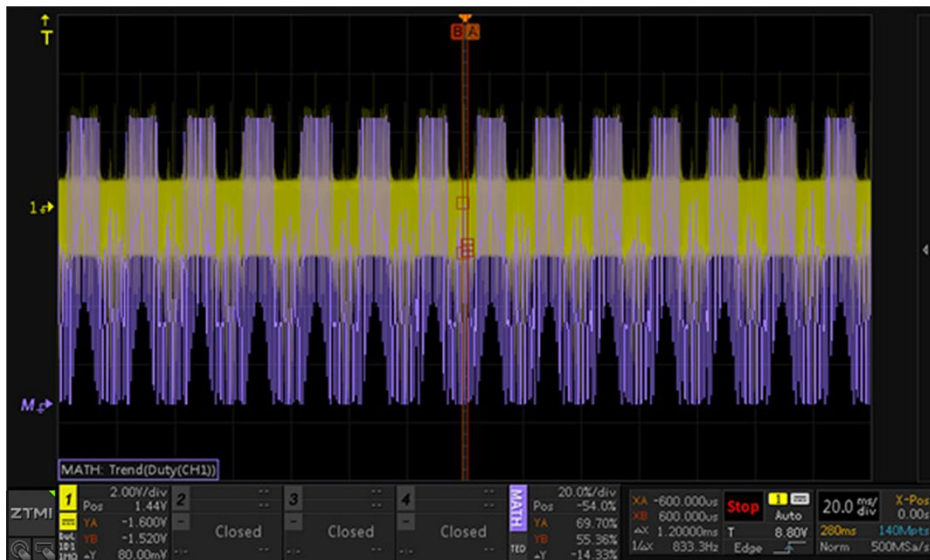


图 4 脉宽趋势分析结果

而 ZDS5000 系列示波器拥有强大的 FIR 功能，通过波形滤波，可以先将这些高频的噪

声滤出掉，然后将这些没有噪声的信号再次进行分析。而大多数示波器的软件滤波器由于处理能力不足，是无法将滤波与脉宽趋势的分析功能串联使用的。我们将图 2 中的信号，利用滤波器+脉宽趋势的方法再次进行分析，就可得到如图 5 结果。

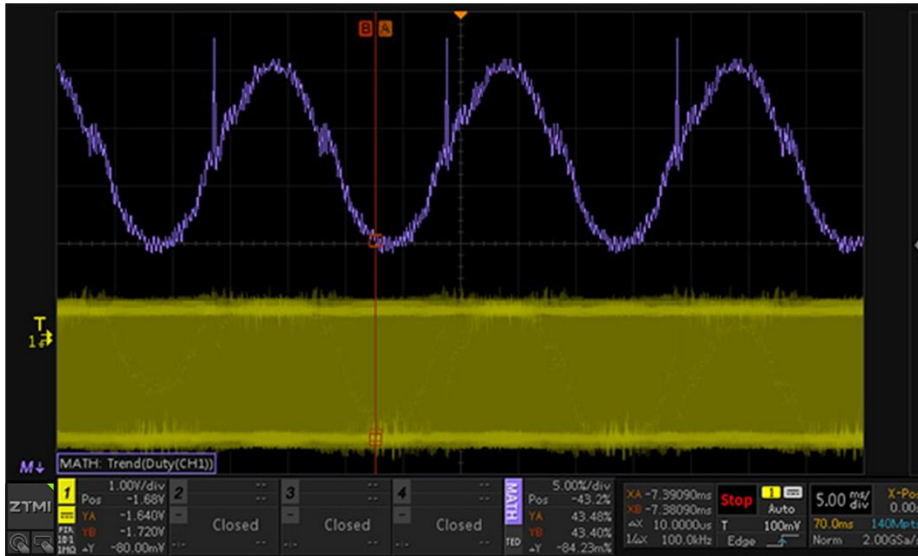


图 5 滤波器+脉宽趋势再分析

可以看出，该 SPWM 波形，是有相位突变的情况的，而这个突变，在原有的分析方法中是看不出来的。得益于 ZDS5000 系列具有强大的深存储性能，我们可以将细节展开来分析。展开后的细节如图 6 所示：



图 6 细节展开

一些对于 SPWM 不熟悉的用户可能无法判断出问题的地方发生了什么错误，我们这时候可以使用 FIR 进一步进行滤波。滤波后的效果如图 7 所示。



图7 滤波后的效果

可以明显看出，脉冲趋势发生突变的地方，SPWM 波形是出现了相位突变，这是由于脉宽周期不完整导致的。

## 总结

ZDS5000 系列示波器既拥有强大的 FIR 功能，又具备 512M 存储深度和波形脉宽趋势分析功能。面向电机驱动、逆变电源等领域的 SPWM 测试需求，ZDS5000 系列示波器利用趋势图为其提供一种区别于传统滤波测试法的精确分析方法，可以更加直观和准确的对 SPWM 进行测试和分析，是一种全新的调试体验。