

提高多端口微波器件的测试效率(一)-双工器

AN-EN12: Application note
BXT® Technologies

前言

在采用网络分析仪测试多端口微波器件时，测试过程中需要更换测试电缆和 DUT 不同端口之间的连接。如用两端口矢量网络分析仪测量双工器，除了第一次连接以外，在测试过程中还需要变换两次连接，测试者要另外做出四次连接动作（两次接电缆，两次接测试负载），然后再对仪器进行手动操作测试。在大批量生产情况下，这种传统测试方法的测试效率较低，测试成本较高；尤其是高低温试验时，传统的测试方法无法满足需求。

本文讨论了一种测试方法——通过开关矩阵和自动化测试软件来快速、高效地完成双工器的测试，这种方法非常适用于双工器的批量生产测试以及高低温试验中。

问题的来源

问题出现在一个双工器高低温试验。出厂标准要求被测双工器在 -30°C 和 $+60^{\circ}\text{C}$ 的试验箱里各放置 90 分钟后，用矢量网络分析仪测试其 S 参数。

图 1 为双工器的电原理图，其中 TX/RX/ANT 分别为发射/接收/天线端。

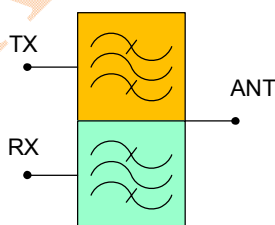


图 1. 双工器电原理图

双工器的测试指标包括从 ANT 至 TX 之间、ANT 至 RX 的插入损耗，TX 和 RX 之间的隔离，以及三个端口的驻波。

开始试验时，我们将被测双工器放入高低温试验箱，将 ANT 和 TX 端口接入网络分析仪。将低温设置为 -30°C ，90 分钟后测试了 ANT 至 TX 的插入损耗及两个端口的驻波，然后打开试验箱，将测试电缆从 TX 移至 RX 端并关上箱门，此时我们发现试验箱的温度迅速升至 0°C ，过了约半小时后温度才缓慢降至 -30°C ，完成 ANT 至 RX 的插入损耗及 RX 端的驻波测试后，打开箱门重复进行了 TX 至 RX 的隔离测试。

由于在试验过程中频繁开关箱体门，导致试验时间超过预计，即使将两只被测双工器同时放入试验箱，完成两只的测试也整整花费了一整天时间。可以想象按照这种测试方法，对于批量产品哪怕是按比例抽检也不能满足测试效率和成本的要求。

多端口微波器件的高效率测试解决方案

常温测试方法介绍

我们采用 $2 \times N$ 的全开关矩阵来扩展矢量网络分析仪的测试端口，以适应多端口微波器件的测试。

图 2 显示了采用 2×6 开关矩阵进行双工器测试的系统连接图，其中网络分析仪通过开关矩阵后变成了“6 端口”。开机后，首先对系统进行校准，采用开关矩阵后，测试参考面延伸至六条测试电缆的端口，自动化测试软件可以记录并保存每个通路的校准值，并在测试过程中调用；连接好被测件后，根据产品标准的要求设置好测试条件，然后点击“开始”键，软件会自动完成整个测试过程并生成测试报告。

通过自动化测试软件的指令，可以自动切换不同的测试通路，依次完成双工器 1 和双工器 2 的各项指标的测试，而不需要手动更换电缆和测试端口。

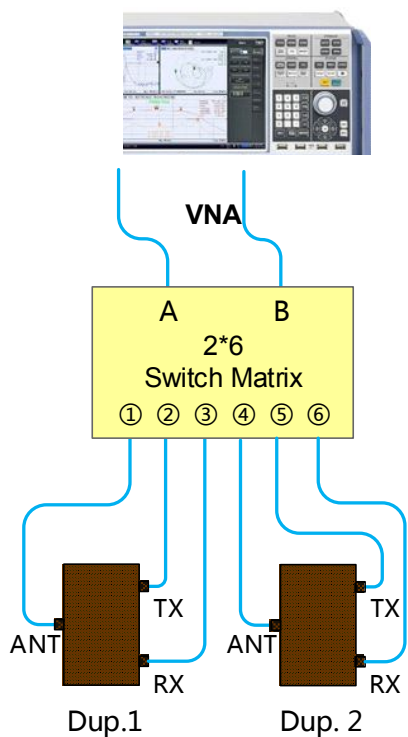


图 2. 采用开关矩阵进行双工器的自动化测试

采用图 2 的自动化测试系统，完成校准、测试条件设置后，测试一只双工器只要花费几秒钟时间，这样一天可以完成 200-300 只双工器的测试，相比两端口网络分析仪直接测量法，测试效率至少提高了五倍。

测试精度分析

对于图 2 的测试系统，你可能会关心校准和测试精度两个问题，以下分别进行描述。

校准

图 2 的测试系统中，测试参考面在被测双工器的端口，也就是有 6 个测试端口。因此在校准是分别在 6 个连接到双工器的电缆端口进行的，软件可以记录并存储校准数据，而不需要每次重复校准。

测试精度

经过校准后，开关矩阵和测试电缆成为了矢量网络分析仪的一部分，我们针对铁氧体隔离器作为被测件进行了比较测试，结果如图 3 所示。

铁氧体器件是窄带微波器件，图 3 所示的隔离器工作频段为 820-960MHz，实测结果显示在不同频段内以及不同驻波值，采用网络分析仪直接测试和通过开关矩阵测试的结果吻合度很高。

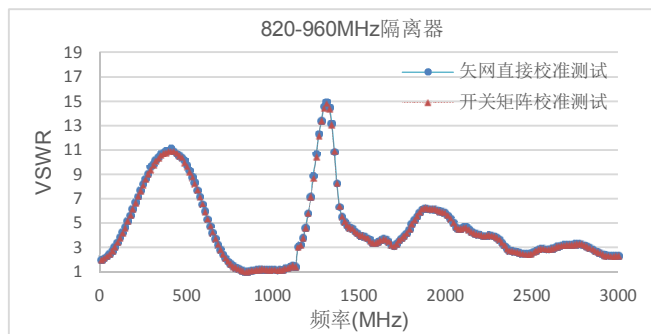


图 3. 矢量网络分析仪测试精度比较（直通和开关矩阵）

常温实测结果

图 4 显示了采用图 2 的方法对一个 700MHz 频段双工器的测试结果。

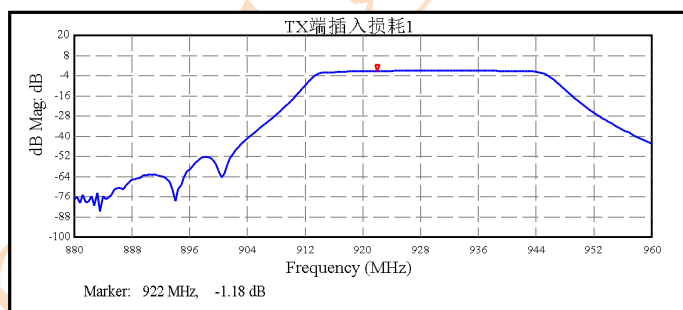


图 4a. ANT-TX 通路损耗

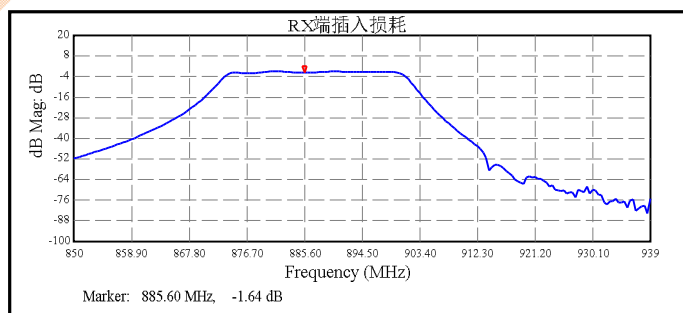


图 4b. ANT-RX 通路损耗

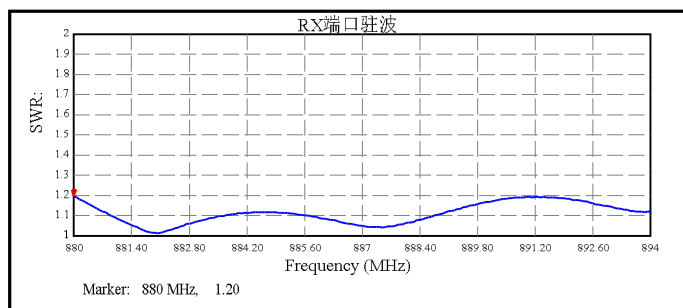


图 4c. 驻波

图 4. 双工器的常温测试结果

作为自动化测试软件的另一个优点，所有测试数据都可以被永久保存和溯源，这为各类微波器件在通信系统中的应用提供了可靠的技术保障。

多端口器件高低温试验的高效率测试解决方案

测试方法介绍

我们采用上述方法来进行双工器的高低温试验（图 5）。高低温试验箱中放入了四只被测双工器，这可以根据实际测试条件而定。

开始测试时，首先将试验箱的温度设置为-30°C 并保持 90 分钟后，通过自动化测试软件完成双工器 1 和 2 的测试并记录数据。测试完毕后，在试验箱外部手动将双工器 3 和 4 连接至开关矩阵并完成测试。完成低温测试后，将试验箱温度设置为+60°C，待稳定后同样完成四只双工器的上述测试。

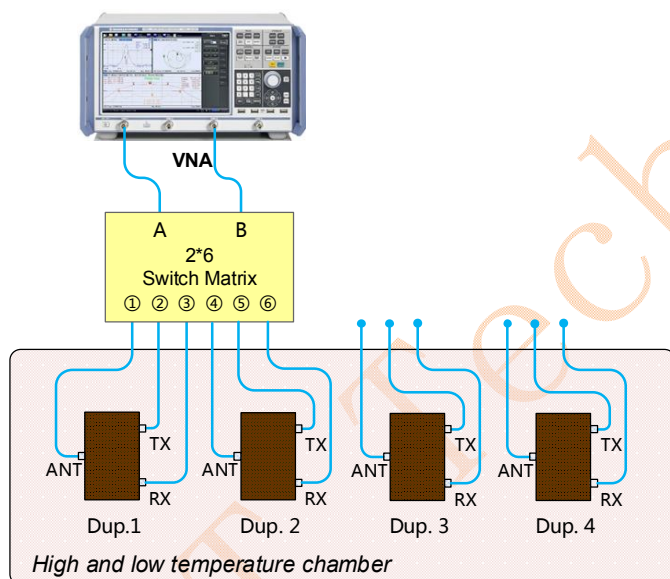


图 5. 采用开关矩阵进行双工器的自动化测试

采用 2×6 开关矩阵一天可以完成八只双工器的高低温试验，相比前述的两端口网络分析仪直接测量法，测试效率提高了四倍。根据试验箱的容量以及开关矩阵的通路数，测试效率还可以进一步提高。

结论

本文讨论了一个非常具有实用意义的测试方法，通过实际应用，我们可以得出以下结论：

- ✓ 采用开关矩阵可以大大提高矢量网络分析仪的测试效率。
- ✓ 本文所描述的测试方法适用于生产线的大批量测试，将会大大提高测试效率、降低测试成本。
- ✓ 本文所描述的测试方法十分适用于各类多端口微波器件的高低温试验。
- ✓ 采用开关矩阵的测试精度和直接测量法是一致的。
- ✓ 采用自动化测试软件，可以对被测件的数据进行永久保存，方便溯源。

BXT 将不断开发针对各种器件的自动化测试系统，更多详情请联系 sales@bxt-technologies.cn。