

ICS 01.040.35

CCS L 07

DB61

陕 西 省 地 方 标 准

DB 61/T 1438—2021

合路滤波系统试验与测试规程

Test and test method of closed filter system

2021 - 02 - 02 发布

2021 - 03 - 02 实施

陕西省市场监督管理局

发 布

目 次

前言..... II

引言..... III

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 测试条件..... 1

5 测试设备..... 2

6 试验与测试..... 2

7 报告..... 15

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由陕西省工业和信息化厅提出。

本文件由陕西省市场监督管理局归口。

本文件起草单位：西安富士达微波技术有限公司,西安泰斯特检测技术有限公司。

本文件主要起草人：陈伟、冯彦军、丁蕊英、詹盈盈、杨静静。

本文件由西安富士达微波技术有限公司负责解释。

本文件系首次发布。

联系信息如下：

单位：西安富士达微波技术有限公司

电话：029-685903770

地址：西安市高新区锦业路71号

邮编：710077

引 言

联络情感、交换信息、传递资讯……现代人的生活早已离不开移动通信。从1G，2G，3G，4G到5G的演变，人们对通信的需求从最开始的语言逐渐发展到文字图像、以至于现在的网络，对用户体验速率、连接数密度、流量密度、时延、峰值速率、移动性等方面均提出更高要求，所以更低的功耗、更广阔的覆盖和更多的连接，更高的速率、更高的带宽和更大的流量贯穿了通信发展的历程。沟通的对象也从人与人发展到人与物之间甚至物与物之间，万物互联将创造一个前所未有的万亿级新市场。

合路滤波系统在微波通信中主要用于实现滤波合路功能，具有低损耗、大功率、全天候的特点，广泛运用于城市间骨干无线网的大容量数据传输。保证产品的高可靠性非常重要。本文件主要通过对系统的试验与测试方法进行规范，指导系统的生产和测试，保证产品的质量。

5G通信将成为未来10年世界各国加强投资的方向及科研竞争的主要领域之一，加强合路滤波系统标准体系研究将增强国内企业竞争能力，积累标准成果，促进相关行业科研进步与发展。

本文件与行业内2项标准进行对比：

《微波滤波器测试方法》《微波器件测试方法》广义的规范了微波器件包括滤波器电参数的测试方法；

本文件定义了宽带系统电参数，无源互调，可靠性的测试方法，内容更全面。

合路滤波系统试验与测试规程

1 范围

本文件规定了合路滤波系统试验与测试方法术语和定义、测试条件、测试设备、试验与测试以及报告。

本文件适用于合路滤波系统试验与测试。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期的版本适用于本文件。不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 2423.3-2016 电工电子产品环境试验第2部分：试验方法一试验Cb：设备用恒定湿热

GB/T 2424.1-2015 环境试验第3部分：支持文件及导则低温和高温试验

GJB 360B-2009 电子及电气元件试验方法

QJ 1996-90 微波器件测试方法

SJ 21162-2016 微波滤波器测试方法

YD/T 3627-2019 5G数字蜂窝移动通信网 增强移动宽带终端设备技术要求（第一阶段）

3 术语和定义

GJB 360B-2009界定的术语和定义适用于本文件。

恢复:在去除环境条件之后对试验样品的处理,目的是使试验样品的性能在测量之前能够稳定。

[来源：GJB 360B-2009]

4 测试条件

4.1 试验环境条件

4.1.1 标准大气条件

标准大气条件如下：

- a) 温度：15℃～35℃；
- b) 相对湿度：20%～80%；
- c) 气压：86 kPa～106 kPa。

注1：当不能在上述条件下测量和试验时，应把实际条件记录在试验报告中。

注2：如果相对湿度不影响试验结果，可不加考虑。

4.1.2 恢复条件

在4.1.1规定的试验的标准大气条件下恢复。

4.1.3 试验方法条件

除详细规范另有规定外，试验方法条件的容许误差为：

- a) 试验箱（体积不超过 1 立方米）内的温度控制，应使工作空间内任一测量点的湿度保持在 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之内；试验箱的构造应使工作空间内任一点的温度，在任何时间偏离测量点不超过 $\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- b) 控制传感器附近空气相对湿度的测量误差应在 $\pm 5\%$ 以内。
- c) 气压测量误差为 $\pm 5\%$ 。

5 测试设备

5.1 测试设备配置

测试设备包括但不限于：

- a) 网络分析仪；
- b) 信号源；
- c) 功率放大器；
- d) 频谱仪；
- e) 功率负载；
- f) 功率计；
- g) 气密测试仪；
- h) 高低温箱；
- i) 交变湿热试验箱；
- j) 低气压箱。

5.2 测试设备要求

测试设备应满足预期的使用要求，适用时包括以下内容：

- a) 测试仪器应经过检定、校准合格，并在计量有效期内；
- b) 测试仪器的频率范围、功率容量、输出电平参数应满足被测件产品规范的要求；
- c) 测试参数的容差与测试设备精度的比值不小于 10:1；特殊情况下，不小于 4:1；
- d) 测试仪器、设备应良好接地；
- e) 仪器的操作使用应按相关操作规程进行；

注：测试时按测试框图连接测试仪器，并按操作要求进行预热。

6 试验与测试

6.1 插入损耗

6.1.1 测试框图

测试框图见图1。

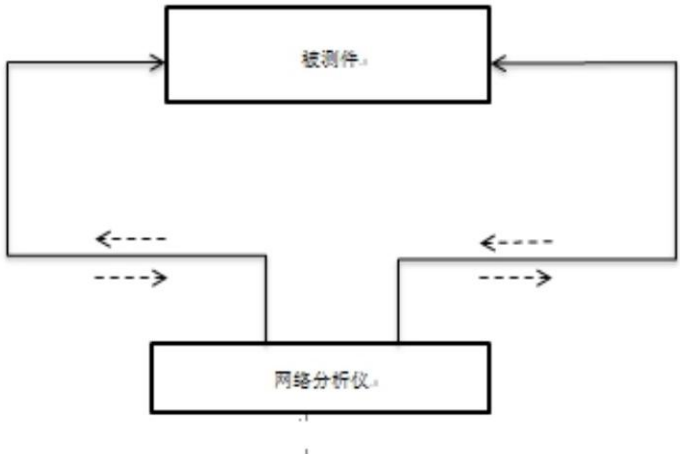


图 1 测试框图

6.1.2 测试步骤

测试步骤具体内容如下：

- a)预热网络分析仪，并进行自校准；
- b)按图1连接测试系统；
- c)按规定条件设置起始频率，输入功率，扫描频率点数；
- d)将仪器显示通道设置为传输状态（S21），并设置为对数幅度显示状态（LOG MAG），求平均值（mean），测试带宽取： $0.85 \times \text{Bandwidth}$ ；
- e)从网络分析仪读取S21值记录，按照相关规范要求判定。

6.1.3 测试条件

测试条件具体内容如下：

- a)起始频率；
- b)输入功率；
- c)扫描频率点数，在测试带内指标时，通常情况下矢网上的选点间隔需满足 $\leq 0.25\text{MHz}$ 。

6.2 损耗波动

6.2.1 测试框图

测试框图见图1。

6.2.2 测试步骤

测试步骤具体内容如下：

- a)预热网络分析仪，并进行自校准；
- b)按图1连接测试系统；
- c)按规定条件设置起始频率，输入功率，扫描频率点数；
- d)将仪器显示通道设置为传输状态（S21），并设置为对数幅度显示状态（LOG MAG）；
- e)在规定的通带频率范围内读取损耗最大值和最小值，差值取绝对值并记录，按照相关规范要求判定。

6.2.3 测试条件

测试条件具体内容如下

- a) 起始频率;
- b) 输入功率;
- c) 扫描频率点数,在测试带内指标时,通常情况下矢网上的选点间隔需满足 ≤ 0.25 MHz。

6.3 回波损耗

6.3.1 测试框图

测试框图见图1。

6.3.2 测试步骤

测试步骤具体内容如下:

- a) 预热网络分析仪, 并进行自校准;
- b) 按图 1 连接测试系统;
- c) 按规定条件设置起始频率, 输入功率, 扫描频率点数;
- d) 将仪器显示通道设置为反射状态 (S11, S22), 并设置为对数幅度显示状态 (LOG MAG);
- e) 在规定的通带频率范围内读取回波损耗最大值记录, 按照相关规范要求判定。

6.3.3 测试条件

测试条件具体内容如下:

- a) 起始频率;
- b) 输入功率;
- c) 扫描频率点数,在测试带内指标时, 通常情况下矢网上的选点间隔需满足 ≤ 0.25 MHz。

6.4 群时延波动

6.4.1 测试框图

测试框图见图1。

6.4.2 测试步骤

测试步骤具体内容如下:

- a) 预热网络分析仪, 并进行自校准;
- b) 按图 1 连接测试系统;
- c) 按规定条件设置起始频率, 输入功率, 扫描频率点数;
- d) 将仪器显示通道设置为传输状态 (S21), 并设置为显示状态 (GROUP DELAY);
- e) 在规定的通带频率范围内读取群时延最大值和最小值, 差值取绝对值并记录, 按照相关规范要求判定。

6.4.3 测试条件

测试条件具体内容如下:

- a) 起始频率;
- b) 输入功率;

c) 扫描频率点数,在测试带内指标时,通常情况下矢网上的选点间隔需满足 $\leq 0.25\text{ MHz}$ 。

6.5 带外抑制度

测试框图见图1。

6.5.1 测试步骤

测试步骤具体内容如下：

- a) 预热网络分析仪, 并进行自校准；
- b) 按图 1 连接测试系统；
- c) 按规定条件设置起始频率, 输入功率, 扫描频率点数；
- d) 将仪器显示通道设置为传输状态 (S21), 并设置为对数幅度显示状态 (LOG MAG)；
- e) 在规定的带外频率处读取衰减值和中心插损值, 取差值记录, 按照相关规范要求判定。

6.5.2 测试条件

测试条件具体内容如下：

- a) 起始频率, 带外频率；
- b) 输入功率；
- c) 扫描频率点数,在测试带内指标时, 通常情况下矢网上的选点间隔需满足 $\leq 0.25\text{ MHz}$ 。

6.6 无源互调

6.6.1 测试框图

功率校准框图见图 2。无源互调测试框图见图 3。

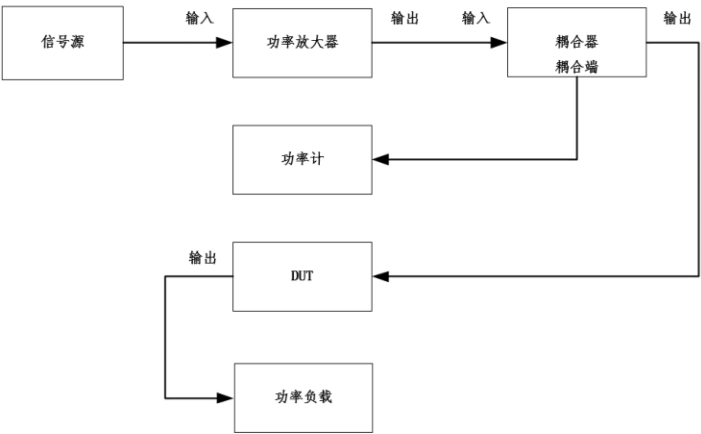


图 2 功率校准框图

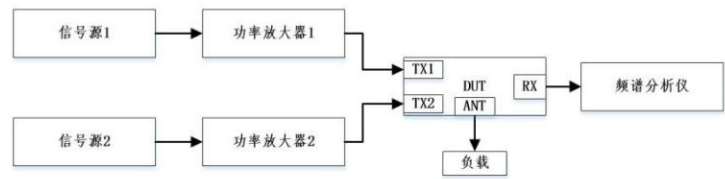


图3 无源互调测试框图

6.6.2 测试步骤

测试步骤具体内容如下：

- a) 预热信号源、功率放大器、频谱仪；
- b) 参考图2连接测试系统；
- c) 按规定条件给信号源设置输入频率 F1，F2，并进行功率校准；
- d) 参考图3连接测试系统；
- e) 将频谱仪设置为相应阶数互调对应频率 F0；
- f) 在频谱仪上读取频率对应的幅度值并记录，按照相关规范要求判定。

6.6.3 测试条件

测试条件具体内容如下：

- a) 输入频率 F1，F2；
- b) 互调对应频率 F0；
- c) 校准功率；
- d) 合路器及滤波器损耗不大于合路滤波系统通道滤波器损耗；
- e) 除详细规范规定外，天线口负载回波损耗（Return Loss） ≥ -18 dB。

6.7 功率耐受

6.7.1 测试框图

功率校准框图见图2。功率耐受测试框图见图4。

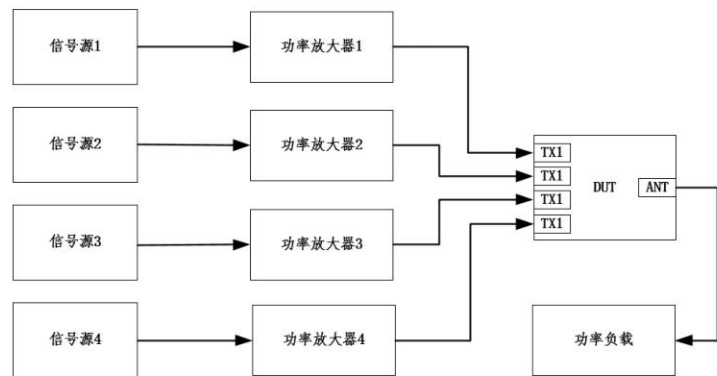


图4 功率耐受测试框图

6.7.2 测试步骤

测试步骤具体内容如下：

- a) 预热信号源、功率放大器、频谱仪；
- b) 按图 2 连接测试系统，进行功率校准；
- c) 按图 4 连接测试系统；
- d) 按规定条件设置输入频率，输入功率，试验时长；
- e) 试验完成之后恢复常温测试产品性能并记录，按照相关规范要求判定。

6.7.3 测试条件

测试条件具体要求如下：

- a) 输入频率；
- b) 除详细规范规定外，输入功率 40 dBm；
- c) 除详细规范规定外，实验时长以产品表面温度达到平衡为准，通常为 30 min。

6.8 水密测试

6.8.1 测试框图

水密测试框图见图5。

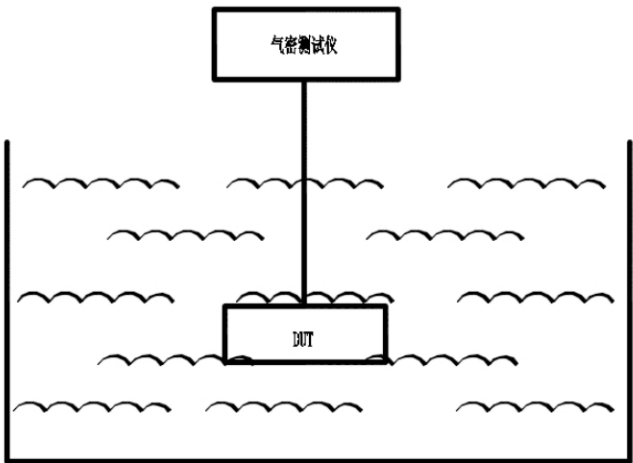


图 5 水密测试框图

6.8.2 试验步骤

实验步骤具体要求如下：

- a) 参考图 5 连接测试系统；
- b) 将系统带着 50 kPa 气压差浸水，先将产品表面的气泡清除，再观察 2 min，要求无冒泡；
- c) 测试完成记录结果。

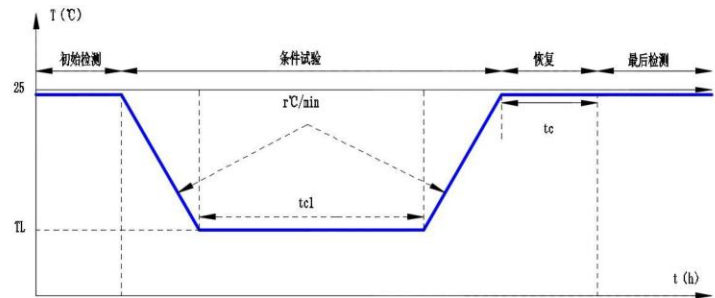
6.8.3 试验条件

除详细规范另有规定外，气压差 50 kPa；

6.9 低温存储

6.9.1 试验曲线

试验曲线见图6。



注1: TL : 试验温度值

注2: r: 温度变化率

注3: tc1: 温度稳定时间

注4: tc: 样品恢复时间

图 6 低温存储试验曲线

6.9.2 试验步骤

实验步骤具体内容如下:

- a) 试验前,在室温下进行 S 参数测试,并记录数据,将试验样品放入试验箱内。此时,试验箱的温度也为室温;
- b) 试验箱以 $r\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 降温到 TL;
- c) 在 TL 温度下,保持 tc1 小时后;
- d) 将温箱升温到 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $r\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$,恢复 tc 小时;
- e) 对试验样品进行 S 参数测试,并记录数据,按照相关规范要求判定。

注: S参数可包括插入损耗,损耗波动,回波损耗,群时延波动,带外抑制度。

6.9.3 试验条件

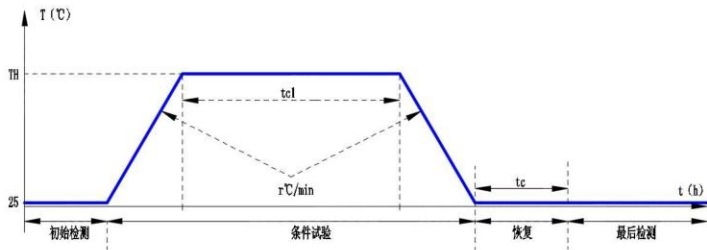
除详细规范另有规定外,试验条件按照如下设置:

- a)试验温度值: $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- b)温度变化率: 1;
- c)温度稳定时间: 24 h;
- d)样品恢复时间: 1 h。

6.10 高温存储

6.10.1 试验曲线

试验曲线见图7。



- 注 1：TL：试验温度值
注 2：r：温度变化率
注 3：tc1：温度稳定时间
注 4：tc：样品恢复时间

图 7 高温存储试验曲线

6.10.2 试验步骤

实验步骤内容如下：

- a) 试验前，在室温下进行 S 参数测试，并记录数据，将试验样品放入试验箱内。此时，试验箱的温度也为室温；
- b) 试验箱以 $r\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 升温到 TL；
- c) 在 TH 温度下，保持 tc1 小时后；
- d) 将温箱降温到 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ， $r\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ，恢复 tc 小时；
- e) 对试验样品进行 S 参数测试，并记录数据，按照相关规范要求判定。

6.10.3 试验条件

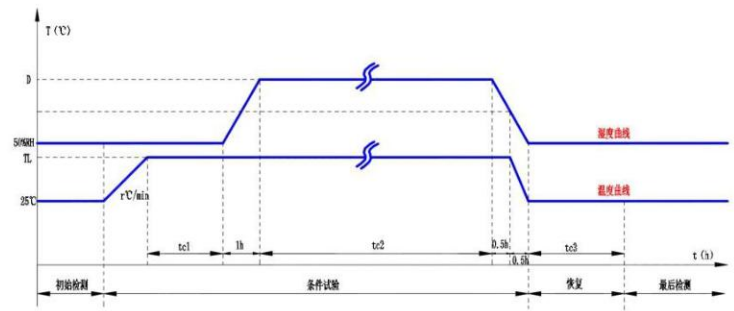
除详细规范另有规定外，试验条件按照如下设置：

- a) 试验温度值： $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 温度变化率：1；
- c) 温度稳定时间：24 h；
- d) 样品恢复时间：1 h。

6.11 恒定湿热

6.11.1 试验曲线

试验曲线见图8。



- 注 1：TL：试验温度值
注 2：D：试验相对湿度值
注 3：r：温度变化率
注 4：tc1：样品温度稳定时间
注 5：tc2：样品湿热放置时间
注 6：tc3：样品恢复时间

图 8 恒定湿热试验曲线

6.11.2 测试步骤

测试步骤具体内容如下：

- a) 试验前，在室温下进行 S 参数测试，并记录数据，将试验样品放入试验箱内。此时，试验箱的温度也为室温；
- b) 将试验箱的温度在不加湿的条件下以 $r\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 升温到 TL，以对试验样品进行预热，待试验样品放置 tc1 小时达到温度稳定后再加湿，以免试验样品产生凝露，将相对湿度升到 D，保持 tc2 h；
- c) 将温箱相对湿度 1 小时降到 50 %RH，湿度达到后将温度降到 25 $^{\circ}\text{C}$ ， $r\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ，恢复 tc3 小时；
- d) 对试验样品进行 S 参数测试，并记录数据，按照相关规范要求判定。

6.11.3 试验条件

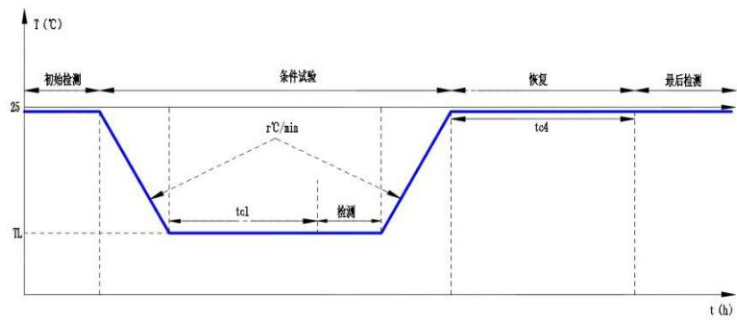
除详细规范另有规定外，试验条件按照如下设置：

- a) 试验温度值：40 $^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 试验相对湿度值：95 %RH；
- c) 温度变化率：1；
- d) 样品温度稳定时间：1 h；
- e) 样品湿热放置时间：96 h；
- f) 样品恢复时间：1 h。

6.12 低温工作

6.12.1 试验曲线

试验曲线见图9。



- 注 1: TL : 试验温度值
注 2: r : 温度变化率
注 3: tc1 : 温度稳定时间
注 4: tc2 : 样品恢复时间

图 9 低温工作试验曲线

6.12.2 试验步骤

实验步骤具体内容如下：

- a) 试验前，在室温下进行 S 参数测试，并记录数据，将试验样品放入试验箱内；
- b) 试验箱以 $r\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 降温到 TL；
- c) 在 TL 温度下，保持 tc1 小时后进行 S 参数测试，并记录数据；
- d) 将温箱升温到 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ， $r\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ，恢复 tc2 h；
- e) 对试验样品进行 S 参数测试，并记录数据，按照相关规范要求判定。

6.12.3 试验条件

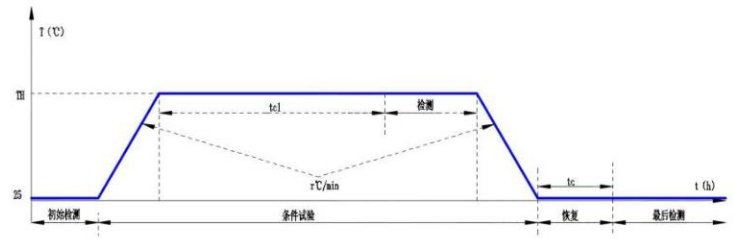
除详细规范另有规定外，试验条件按照如下设置：

- a) 试验温度值： $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 温度变化率：1；
- c) 温度稳定时间：3 h；
- d) 样品恢复时间：1 h。

6.13 高温工作

6.13.1 试验曲线

试验曲线见图10。



注 1：TH ：试验温度值

注 2：r： 温度变化率

注 3：tc1： 温度稳定时间

注 4：tc： 样品恢复时间

图 10 高温工作试验曲线

6. 13. 2 试验步骤

实验步骤具体要求如下：

- a) 试验前，在室温下进行 S 参数测试，并记录数据，将试验样品放入试验箱内；
- b) 试验箱以 $r^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 升温到 TH；
- c) 在 TH 温度下，保持 tc1 小时后进行 S 参数测试，并记录数据,按照相关规范要求判定；
- d) 将温箱降温到 25°C ， $r^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ，恢复 tc2 小时；
- e) 对试验样品进行 S 参数测试，并记录数据，按照相关规范要求判定。

6. 13. 3 试验条件

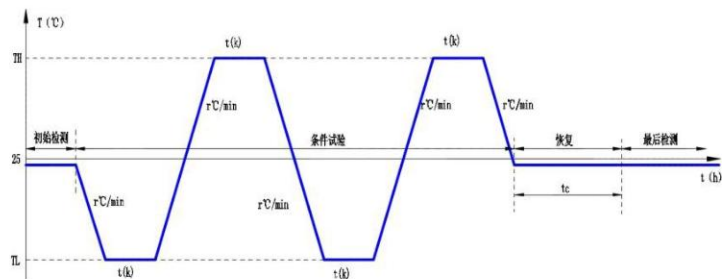
除详细规范另有规定外，试验条件按照如下设置：

- a) 试验温度值： 70°C ；
- b) 温度变化率： 1；
- c) 温度稳定时间： 24 h；
- d) 样品恢复时间： 1 h。

6. 14 温度循环

6. 14. 1 试验曲线

试验曲线见图11。



- 注 1: TH: 试验温度值
注 2: TL: 试验温度值
注 3: r: 温度变化率
注 4: t(K): 温度稳定时间
注 5: tc: 样品恢复时间

图 11 温度循环试验曲线

6.14.2 试验步骤

实验步骤内容具体要求如下:

- a) 试验前, 在室温下进行 S 参数测试, 并记录数据, 将试验样品放入试验箱内;
- b) 以 $r\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 温度变化率降温到 TL, 保持 t(K)小时;
- c) 以 $r\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 温度变化率升温到 TH, 保持 t(K)小时;
- d) 重复 b)、c) 两个步骤;
- e) 将温度以 $r\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 变化率降温到 $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$, 恢复 $t_c\text{ h}$;
- f) 对试验样品进行 S 参数测试, 记录数据, 并按照相关规范要求判定。

6.14.3 试验条件

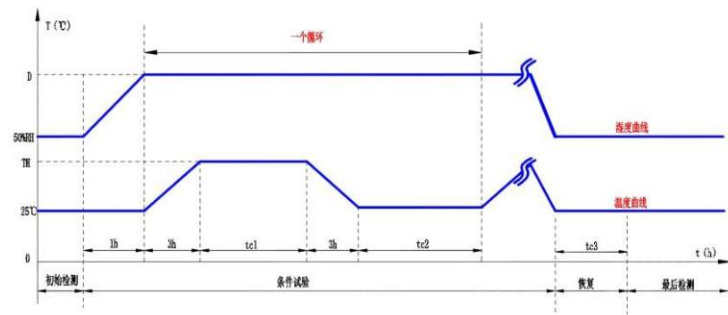
除详细规范另有规定外, 试验条件按照如下设置:

- a) 试验温度值: $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- b) 试验温度值: $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- c) 温度变化率: 1;
- d) 温度稳定时间: 3 h;
- e) 样品恢复时间: 1 h。

6.15 交变湿热

6.15.1 试验曲线

试验曲线见图12。



- 注 1: TH: 试验温度值
注 2: D: 试验设置湿度值
注 3: tc1: 试验保持时间 1
注 4: tc2: 试验保持时间 2
注 5: tc3: 样品恢复时间

图 12 交变湿热试验图

6.15.2 试验步骤

实验步骤具体要求如下:

- a) 试验前, 在室温下进行 S 参数测试, 并记录数据, 将试验样品放入试验箱内;
- b) 试验箱湿度在 1 h 内升到 D, 试验箱温度保持在 25 °C;
- c) 将试验箱温度在 3 h 内升到 TH, 湿度保持在 D 不变;
- d) 试验箱温度在 TH, 湿度在 D, 保持 tc1;
- e) 将试验箱温度在 3 h 内降到 25 °C, 湿度保持在 D 不变;
- f) 试验箱温度在 25 °C, 湿度在 D, 保持 tc2;
- g) 重复步骤 c) —f) 10 遍;
- h) 将试验箱湿度在 1 h 内恢复到 50 %, 温度稳定在 25 °C;
- i) 试验箱在 25 °C、50 %条件下, 样品保持 tc3 小时进行恢复;
- j) 对试验样品进行 S 参数测试, 记录数据, 并按照相关规范要求判定。

6.15.3 试验条件

除详细规范另有规定外, 试验条件按照如下设置:

- a) 试验温度值: +55 °C;
- b) 试验湿度值: 95 %RH;
- c) 试验保持时间 1: 9 h;
- d) 试验保持时间 2: 9 h;
- e) 样品恢复时间: 1 h。

6.16 低气压

6.16.1 试验步骤

试验步骤具体内容如下:

- a) 将试验样品在标准大气条件下放置 24 h;
- b) 试验前, 在室温下进行 S 参数测试, 并记录数据, 将试验样品放入试验箱内;

- c) 将试验箱的温度升到 TH,温度变化速率为 $r\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。待试验样品温度稳定后,检测 S 参数并记录数据。然后将试验箱的压力降到 KH,压力变化速率小于 $r\text{ kPa}/\text{min}$,待试验样品温度再次稳定后,检测 S 参数并记录数据。试验箱在 TH、KH 的条件下保持 16 h;
- d) 试验期间,对试验样品的 S 参数进行检测。中间检测时,不允许将试验样品移出工作空间恢复后进行测量;
- e) 试验后,将试验箱的压力以不大于 $r\text{ kPa}/\text{min}$ 的速率将压力恢复到常压,同时以 $r\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速率将温度恢复到常温下,试验样品恢复的时间 1~2h。恢复时间应从试验箱的温度和气压达到标准大气条件时算起;
- f) 对试验样品进行 S 参数测试,记录数据,并按照相关规范要求判定。

6.16.2 试验条件

除详细规范另有规定外,试验条件按照如下设置:

- a) TH(试验温度值): $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- b) r (温度变化率): 1;
- c) TH(试验压力值): 55 kPa;
- d) KH(压力变化率): $10\text{ kPa}/\text{min}$ 。

7 报告

试验与测试后应出具相应报告,报告至少应包含以下内容:

- a) 报告名称;
- b) 委托单位;
- c) 报告的编号和每页及总页数的标识;
- d) 样品接收日期、检测日期及报告日期;
- e) 样品名称、生产单位、规格型号、等级、批量;
- f) 样品的说明和明确标识等;
- g) 样品的状态;
- h) 试验与测试依据;
- i) 数据及结论;
- j) 必要的说明和声明等;
- k) 试验/测试人、审核人、批准人(授权签字人)签名;
- l) 机构的名称、地址及通讯信息。