



中华人民共和国国家军用标准

FL 6103

GJB 7953-2012

LC 滤波器通用规范

General specification for LC filters

2012-12-27 发布

2013-04-01 实施

中国人民解放军总装备部 批准

目 次

前言	III
1 范围	1
2 引用文件	1
3 要求	1
3.1 总则	1
3.2 材料	1
3.3 尺寸及外观	2
3.4 密封(适用时)	2
3.5 介质耐电压(适用时)	2
3.6 低气压	2
3.7 绝缘电阻(适用时)	2
3.8 电性能	2
3.9 极限温度稳定性	3
3.10 温升(规定时)	3
3.11 峰值功率(规定时)	3
3.12 功率容量(规定时)	3
3.13 振动	3
3.14 冲击(规定脉冲)	3
3.15 稳态加速度(规定时)	3
3.16 温度冲击	3
3.17 耐湿	3
3.18 盐雾(腐蚀)	3
3.19 高温寿命	3
3.20 可焊性	3
3.21 耐焊接热	3
3.22 引出端强度	4
3.23 耐溶剂(适用时)	4
3.24 霉菌(规定时)	4
3.25 高温贮存(仅对筛选)	4
3.26 标志	4
3.27 加工质量	4
4 质量保证规定	4
4.1 检验分类	4
4.2 检验条件	4
4.3 筛选(B 级)	4
4.4 鉴定检验	5
4.5 质量一致性检验	6
4.6 试验方法	9

GJB 7953—2012

5 交货准备·····	12
5.1 包装和标志·····	12
5.2 储存·····	12
5.3 运输·····	12
6 说明事项·····	12
6.1 预定用途·····	12
6.2 分类·····	13
6.3 订购文件应明确的内容·····	14
6.4 术语和定义·····	14
6.5 锡须生长·····	14
6.6 环保材料·····	14
附录 A (规范性附录) 电性能测试方法·····	15
A.1 测试电路框图·····	15
A.2 测试系统、仪器设备及测试盒·····	15
A.3 电性能测试方法·····	15

前 言

本规范的附录 A 是规范性附录。

本规范由中国人民解放军总装备部电子信息基础部提出。

本规范起草单位：工业和信息化部电子第四研究所、中国电子科技集团公司第九研究所、中国电子科技集团公司第十三研究所。

本规范主要起草人：李晓英、朱凌飞、胡 滨、李宏军。

LC 滤波器通用规范

1 范围

本规范规定了 LC 滤波器(以下简称滤波器)的通用要求和质量保证规定等。

本规范适用于由电感器和电容器等主要滤波元件构成的电子设备频率信号选择用无源 LC 滤波器。

本规范不适用于 LTCC 滤波器及射频抑制电磁干扰用 LC 滤波器。

2 引用文件

下列文件中的有关条款通过引用而成为本规范的条款。凡注日期或版次的引用文件,其后的任何修改单(不包含勘误的内容)或修订版本都不适用于本规范,但提倡使用本规范的各方探讨使用其最新版本的可能性。凡不注日期或版次的引用文件,其最新版本适用于本规范。

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 22317.1 有质量评定的压电滤波器 第 1 部分:总规范

GJB 150.10A-2009 军用装备实验室环境试验方法 第 10 部分:霉菌试验

GJB 192 有可靠性指标的无封装多层片式瓷介电容器总规范

GJB 360B-2009 电子及电气元件试验方法

GJB 468 有可靠性指标的和无可靠性指标的 1 类瓷介电容器总规范

GJB 546 电子元器件质量保证大纲

GJB 548B-2005 微电子器件试验方法和程序

GJB 681 射频同轴连接器总规范

GJB 1864 射频固定和可变片式电感器总规范

GJB 4157 高可靠瓷介固定电容器总规范

3 要求

3.1 总则

滤波器应符合本规范和相应相关详细规范规定的所有要求。本规范的要求与相关详细规范不一致时,应以相关详细规范为准。

承制方应按 GJB 546 的规定建立和保持质量保证大纲。

按本规范提交的滤波器应是鉴定合格的产品。

3.2 材料

3.2.1 通则

应使用能满足本规范性能要求的材料。滤波器任何内部和外部的表面及底层金属都禁止使用纯锡镀层。对任何使用材料的接收或批准,均不应视为对成品的保证接收。

3.2.2 可回收及环保材料

对于可回收、重复使用或环保材料,如果符合或优于使用及维持要求,并能降低寿命周期成本,则应在最大范围内使用。

3.2.3 镀层材料

引出端及外壳的金属镀层应符合下列要求:

- a) 禁止采用纯锡镀层;可以采用锡铅合金(Sn-Pb)镀层,但铅的含量应不小于 3%(按质量计);其他锡合金的使用应经鉴定机构批准;

b) 禁止采用纯锌镀层;

c) 禁止采用纯镉镀层。

3.2.4 焊料和焊剂

所使用的焊料和焊剂应使滤波器符合本规范要求。焊剂残留物应从滤波器所有表面清除干净。焊料应是锡含量不大于 97%(按质量计)的锡铅合金。

3.2.5 外壳材料

除另有规定外,外壳应采用金属、陶瓷或两者相结合的材料。所有金属外表面应耐腐蚀、或是作过抗腐蚀电镀或防水处理的。金属镀层应符合 3.2.3 规定。

3.2.6 阻燃材料

制造滤波器的材料应是阻燃和非易爆的材料。

3.2.7 腐蚀性材料

制造滤波器的材料应是无腐蚀性的材料。用于任何生产工艺过程的腐蚀性材料,均应消除或予以中和,以避免造成腐蚀。

3.2.8 引出端

适用时,射频同轴引出端应符合 GJB 681 的规定。可焊的引出端应符合相关详细规范的规定,并应满足本规范规定的可焊性要求。引出端镀层应符合 3.2.3 要求。

3.2.9 电感器

滤波器中所使用的电感器应使滤波器满足本规范要求。除另有规定外,绕制电感器线材的最小直径应不小于 0.1mm,且绕组不应出现扭结、破损等影响绝缘连续的现象。使用的磁芯及涂覆层应无破损、裂纹、掉块等缺陷。当使用片式固定电感器时,应采用符合 GJB 1864 或经筛选合格的电感器。

3.2.10 电容器

滤波器中所使用的电容器应使滤波器满足本规范要求。除另有规定外,片式瓷介电容器应采用符合 GJB 192、GJB 4157 或经筛选合格的电容器;非片式瓷介电容器应采用符合 GJB 468、GJB 4157 或经筛选合格的电容器;当使用微波介质板时,应使其满足滤波器的要求。

3.3 尺寸及外观

3.3.1 尺寸

滤波器的尺寸应符合相关详细规范的规定。

3.3.2 外观

滤波器的外部应平整、光滑、无裂纹、焊缝处无毛刺,涂覆无脱落、锈斑和腐蚀的现象,且不应有影响产品性能的其他外观缺陷。此外,滤波器还应符合 3.26 的规定。

3.4 密封(适用时)

3.4.1 锡封

采用锡封的密封型滤波器,按 4.6.3.1 规定试验时,滤波器应无明显单个或连续气泡出现。

3.4.2 气密封

采用气密封的滤波器,按 4.6.3.2 规定试验时,其漏率应符合相关详细规范的规定。

3.5 介质耐电压(适用时)

滤波器按 4.6.4 规定试验时,应无击穿、飞弧、绝缘破坏或明显的机械损伤。

3.6 低气压

对设计在 3 000m 以上高度工作的滤波器按 4.6.5 规定试验时,滤波器应无飞弧、绝缘破坏或凸胀等明显的机械损伤,电性能应符合相关详细规范的规定。

3.7 绝缘电阻(适用时)

滤波器按 4.6.6 规定试验时,信号引出端与外壳或底座间绝缘电阻应不小于 1 000M Ω 。

3.8 电性能

滤波器按 4.6.7 规定测试时,电性能应符合相关详细规范的规定。

3.9 极限温度稳定性

滤波器按 4.6.8 规定试验时,电性能应符合相关详细规范的规定。

3.10 温升(规定时)

滤波器按 4.6.9 规定试验时,高于规定环境温度的温升不应超过相关详细规范的规定,防护层应无明显脱皮、裂纹等机械损伤。

3.11 峰值功率(规定时)

滤波器按 4.6.10 规定试验时,防护层应无明显脱皮、裂纹等机械损伤,电性能应符合相关详细规范要求。

3.12 功率容量(规定时)

滤波器按 4.6.11 规定试验时,防护层应无明显脱皮、裂纹等机械损伤,电性能应符合相关详细规范要求。

3.13 振动

3.13.1 低频振动或高频振动

滤波器按 4.6.12.1 规定试验时,外壳及防护层应无明显脱皮、裂纹等机械损伤,电性能应符合相关详细规范要求。

3.13.2 随机振动

滤波器按 4.6.12.2 规定试验时,外壳及防护层应无可明显脱皮、裂纹等机械损伤,电性能应符合相关详细规范要求。

3.14 冲击(规定脉冲)

滤波器按 4.6.13 规定试验时,外壳及防护层应无可明显脱皮、裂纹等机械损伤,电性能应符合相关详细规范要求。

3.15 稳态加速度(规定时)

滤波器按 4.6.14 规定试验时,外壳及防护层应无可明显脱皮、裂纹等机械损伤,电性能应符合相关详细规范要求。

3.16 温度冲击

滤波器按 4.6.15 规定试验时,外壳及防护层应无可明显脱皮、裂纹等机械损伤,电性能应符合相关详细规范要求。适用时,介质耐电压、绝缘电阻应符合 3.5 和 3.7 的规定。

3.17 耐湿

滤波器按 4.6.16 规定试验时,外壳应无锈蚀,防护层应无可明显脱皮、裂纹等机械损伤,电性能应符合相关详细规范要求。适用时,介质耐电压、绝缘电阻应符合 3.5 和 3.7 的规定。

3.18 盐雾(腐蚀)

滤波器按 4.6.17 规定试验时,应无沉积物、裂纹、剥落、过度腐蚀及引出端松动;或对电镀金属而言,不得腐蚀透镀层而露出基底金属。电性能应符合相关详细规范要求。

3.19 高温寿命

滤波器按 4.6.18 规定试验时,外壳及防护层应无可明显脱皮、裂纹等机械损伤,电性能应符合相关详细规范要求。适用时,介质耐压、绝缘电阻应符合 3.5 和 3.7 的规定。

3.20 可焊性

滤波器按 4.6.19 规定试验时,引出端的被浸渍部分,至少有 95%的面积上覆盖上一层连续、均匀、光滑、明亮的新焊料层,其余 5%允许有少量分散的,诸如针孔、空穴、不润湿或弱润湿之类的缺陷,但这些缺陷不得集中在一块。

3.21 耐焊接热

滤波器按 4.6.20 规定试验时,滤波器引出端应无明显松动和机械损伤,电性能应符合相关详细规范

要求。

3.22 引出端强度

滤波器按 4.6.21 规定试验时,外部引出端应无明显松动、断裂或其他可见损伤。

3.23 耐溶剂(适用时)

滤波器按 4.6.22 规定试验时,应无可见机械损伤,且标志应保持清晰。

3.24 霉菌(规定时)

所有外露材料不应是霉菌生长的培养基,或应进行表面处理以阻止霉菌生长。承制方应保证所有外露材料都是防霉的,或按 4.6.23 规定进行霉菌试验。试验后,样品表面霉菌生长程度应满足 GJB 150.10A—2009 等级 1 的规定。

3.25 高温贮存(仅对筛选)

滤波器按 4.6.24 规定试验时,防护层应无明显脱皮、裂纹等机械损伤,电性能应符合相关详细规范要求。

3.26 标志

除另有规定外,滤波器标志至少应包括承制方标识、产品型号、产品批号及产品质量等级(规定时)。

3.27 加工质量

滤波器应采用能保证质量一致的方法进行加工,且不应影响其寿命、使用性和外观。适用时,为保护电感器而采用的灌注化合物,应有足够的灌注高度,并使灌注化合物与壳体紧密接触,且灌封料不应产生腐蚀作用。

4 质量保证规定

4.1 检验分类

本规范规定的检验分为:

- a) 筛选(见 4.3);
- b) 鉴定检验(见 4.4);
- c) 质量一致性检验(见 4.5)。

4.2 检验条件

除另有规定外,所有检验应在 GJB 360B—2009 中 4.1.1 所规定的试验的标准大气条件下进行。

4.3 筛选(B级)

滤波器的筛选应按下列规定进行:

- a) 除另有规定外,滤波器应 100%经受表 1 规定的筛选试验。筛选允许不合格品率(PDA)最大为 10%。
- b) 筛选试验中任何一项试验不合格的滤波器应立即从该批中剔除。一旦判为不合格并拒收时,允许按适当的工艺进行返工。
- c) 对 $PDA \leq 20\%$ 的滤波器,返工后允许按表 1 规定重新进行一次筛选试验。如果重新筛选的 $PDA > 10\%$ 时,则不应作为 B 级产品提交。

表 1 筛选

检验项目	要求章条号	方法章条号
高温贮存 ^a	3.25	4.6.24
温度冲击 ^a	3.16	4.6.15
随机振动 ^a	3.13.2	4.6.12.2
电性能(室温)	3.8	4.6.7

表 1(续)

检验项目	要求章条号	方法章条号
极限温度稳定性	3.9	4.6.8
密封(适用时)	3.4	4.6.3
尺寸及外观	3.3.1, 3.3.2, 3.26	4.6.1, 4.6.2
* 试验后电性能测量可与电性能(室温)合并进行。		

4.4 鉴定检验

4.4.1 通则

鉴定检验应采用正常生产使用的设备和加工工艺生产出来的样本，并在鉴定机构认可的试验室进行。

B 级产品的鉴定可覆盖 C 级产品的鉴定。C 级产品应采用与 B 级产品相同的设计，并使用相同的设备、材料和工艺制造。

4.4.2 样品数

经受鉴定检验的样品数应为表 2 中 2 分组~5 分组规定数量的总和。若未提交防霉证明书，应额外提交 2 只样品进行霉菌试验。

4.4.3 检验程序

鉴定检验应按表 2 规定的项目及顺序进行。所有样品(除 6 分组外)都应经受 1 分组检验，然后，将样品分到 2 分组~5 分组，并分别经受各组的检验。

4.4.4 不合格

如果出现 1 只或多只样品不合格，则鉴定检验不合格，不能给予鉴定批准。

4.4.5 鉴定合格资格的保持

为了保持鉴定合格资格，承制方应每隔 12 个月向鉴定机构提交一份报告。报告中应包括如下内容：

- a) 滤波器的设计没有变更；
- b) 按本规范要求进行的筛选、A 组检验及 C 组周期检验的试验结果摘要；
- c) 承制方按本规范生产和试验的能力保持；
- d) C 级产品的鉴定合格资格的保持取决于 B 级产品的鉴定合格资格的保持。

若在报告周期内未生产，而承制方又想维持 QPL 鉴定资格时，承制方仍应向鉴定机构提交证明其仍具有生产和试验 QPL 产品所必需的能力和设施。

表 2 鉴定检验

分组	检验项目	要求章条号	方法章条号	被试样品数	允许不合格品数
1 分组	尺寸及外观	3.3.1, 3.3.2, 3.26	4.6.1, 4.6.2	全部样品 (除 6 分组)	0
	温度冲击	3.16	4.6.15		
	介质耐电压(适用时)	3.5	4.6.4		
	绝缘电阻(适用时)	3.7	4.6.6		
	电性能	3.8	4.6.7		
	极限温度稳定性	3.9	4.6.8		
2 分组	温升(规定时)	3.10	4.6.9	2	0
	峰值功率(规定时)	3.11	4.6.10		
	功率容量(规定时)	3.12	4.6.11		

表 2(续)

分组	检验项目	要求章条号	方法章条号	被试样品数	允许不合格品数
3 分组	振动	3.13	4.6.12	4	0
	冲击(规定脉冲)	3.14	4.6.13		
	稳态加速度(规定时)	3.15	4.6.14		
	低气压	3.6	4.6.5		
	耐湿 ^a	3.17	4.6.16		
	盐雾(腐蚀) ^a	3.18	4.6.17		
	密封(适用时)	3.4	4.6.3		
4 分组	高温寿命	3.19	4.6.18	2	0
5 分组	可焊性	3.20	4.6.19	2	0
	耐焊接热	3.21	4.6.20		
	引出端强度	3.22	4.6.21		
	耐溶剂(适用时)	3.23	4.6.22		
6 分组	霉菌(规定时) ^b	3.24	4.6.23	2	0
^a 盐雾(腐蚀)和耐湿各用 2 只样品分别进行试验。 ^b 可提供防霉证明书或进行霉菌试验。					

4.5 质量一致性检验

4.5.1 产品交货检验

B 级产品的交货检验由 A 组检验组成。C 级产品的交货检验应由符合 4.5.3.1 要求的检验体系组成。

4.5.2 生产批和检验批

4.5.2.1 生产批

一个生产批由单一规格(同型号)、在相同条件下生产并一次提交检验的所有产品组成。

4.5.2.2 检验批

一个检验批应由相同类型、相同连接方式在基本相同的工艺和条件下生产,并在 12 个月周期内生产的所有滤波器组成。

4.5.3 A 组检验

4.5.3.1 C 级滤波器

承制方应根据 GJB 546 建立和维持检验体系,以证明滤波器能够满足电性能、外观、机械、密封和可焊性要求。在线检验和过程控制应是这一体系的组成部分。该检验体系还应包括批拒收判据和纠正措施,并能表明它在 GJB 546 的整个 QPL 体系中。

注: C 级产品是按 B 级产品设计而不强制进行质量一致性检验,但这些产品仍应符合各项环境鉴定要求(如:耐湿、温度冲击、冲击、振动等)。

4.5.3.2 B 级滤波器

4.5.3.2.1 检验程序

A 组检验由表 3 规定的项目组成,并按所示顺序进行。

表 3 A 组检验

分组	检验项目	要求章条号	方法章条号	抽样方案
A1 分组	密封(适用时)	3.4	4.6.3	见 4.5.3.2.2.1
	电性能	3.8	4.6.7	
A2 分组	尺寸及外观	3.3.1, 3.3.2, 3.26	4.6.1, 4.6.2	
	介质耐电压(适用时)	3.5	4.6.4	
	绝缘电阻(适用时)	3.7	4.6.6	
	极限温度稳定性	3.9	4.6.8	
A3 分组	温升(规定时)	3.10	4.6.9	见 4.5.3.2.2.2
	峰值功率(规定时)	3.11	4.6.10	
	功率容量(规定时)	3.12	4.6.11	
A4 分组	可焊性	3.20	4.6.19	见 4.5.3.2.2.3

4.5.3.2.2 抽样方案及拒收批

4.5.3.2.2.1 A1 和 A2 分组

应按表 4 在每个生产批中随机抽取样品进行 A1 和 A2 分组试验。如果发现一只或多只不合格品，应对该批进行筛选，并剔除不合格品。筛选并剔除后，重新按表 4 随机抽取样品。如果重新检验中出现一只或多只不合格品，则该批应拒收，且不得再按本规范供货。重新提交批应与新批分开。

表 4 A 组抽样方案

批量大小	样本大小	
	A1 分组	A2 分组
2~3	100%	100%
4~13	100%	100%
14~25	100%	13
26~50	100%	13
51~90	50	13
91~150	50	13
151~280	50	20
281~500	50	29
501~1 200	75	34
1 201~3 200	116	42
3 201~10 000	116	50

4.5.3.2.2.2 A3 分组

应在每个检验批中随机抽取 2 只样品进行 A3 分组试验。一旦出现不合格品，应对该批进行筛选，并剔除不合格品。筛选并剔除后，重新随机抽取 2 只样品。如果重新检验再次出现不合格品，则该批应拒收，且不得再按本规范供货。重新提交批应与新批分开。

4.5.3.2.2.3 A4 分组

应从检验批中随机抽取 5 只样品进行 A4 分组试验。承制方可以用 A1 分组中电性能不合格的产品作为全部或部分可焊性试验样品。如果出现一只或多只不合格，则该批为不合格。

当出现一只或多只不合格品时，该检验批应被拒收。承制方可选择下述一种方法对该批进行返工：

- a) 从组成失效检验批的每个生产批中各抽取 5 只样品，按 4.5.3.2.2.3 的规定，单独进行可焊性试验。可焊性试验合格的生产批可以发货，对可焊性试验不合格的生产批，可按 4.5.3.2.2.3 b) 规定的浸焊工艺进行返工。
- b) 对于可焊性试验不合格的生产批，承制方可采用与引线生产方相同的再浸锡工艺对其进行 100% 的浸焊处理。处理后的生产批应重新进行 A1 分组电性能检验和 A4 分组的可焊性试验。当出现一只或多只不合格品时，该生产批应被拒收，并且不能按本规范再次提交。

4.5.3.3 样品的处理

所有通过 A1 分组和 A2 分组检验的产品，可以按合同或订单交货。除另有规定外，通过 A3 分组和 A4 分组试验后的样品不应按合同或订单交货。

4.5.4 周期检验

4.5.4.1 通则

周期检验由 C 组检验构成。除非 C 组检验表明不符合规定要求，已通过 A 组检验的滤波器，不得因等待 C 组检验结果而延迟交货。

4.5.4.2 检验程序

C 组检验应按表 5 规定的项目和顺序进行。

表 5 C 组检验

分组	检验项目	要求章条号	方法章条号	被试样品数	允许不合格品数
C1 分组	温度冲击	3.16	4.6.15	4	0
	振动	3.12	4.6.12		
	冲击(规定脉冲)	3.14	4.6.13		
	稳态加速度(规定时)	3.15	4.6.14		
	低气压	3.6	4.6.5		
	耐湿 ^a	3.17	4.6.16		
	盐雾(腐蚀) ^a	3.18	4.6.17		
	密封(适用时)	3.4	4.6.3		
C2 分组	高温寿命	3.19	4.6.18	2	0
C3 分组	耐焊接热	3.21	4.6.20	2	0
	引出端强度	3.22	4.6.21		
	耐溶剂(适用时)	3.23	4.6.22		
^a 盐雾(腐蚀)和耐湿各用 2 只分别进行试验。					

4.5.4.3 抽样方案

每 12 个月应至少进行一次 C 组检验。C 组检验应从已通过 A 组检验的检验批中按表 5 规定的数量随机抽取样品。

4.5.4.4 合格判据

当出现 1 只或多只不合格品时，则 C 组检验为不合格。

4.5.4.5 样品的处理

除另有规定外,进行过C组检验的样品,不应按合同或订单交货。

4.5.4.6 不合格的处理

如果C组检验不合格,承制方应对材料和工艺采取纠正措施。在完成有关部门认可的纠正措施前,产品应停止验收。完成纠正措施后,应重新进行C组检验。A组检验可以重新开始,但是在C组复验表明纠正措施成功之前,不应进行最终的验收和发货。复验后仍不合格,须将有关失效的资料提交鉴定机构。

4.6 试验方法

4.6.1 尺寸

用满足准确度要求的量具对滤波器尺寸进行检查。

4.6.2 外观

在正常光线下,采用目测法对滤波器外观进行检查,以验证其是否满足3.3.2的要求。

4.6.3 密封(适用时)

4.6.3.1 锡封

对锡封滤波器,应选择下列其中一种方法进行气泡检漏:

- a) 按GJB 360B-2009方法112试验条件D的规定进行,或者;
- b) 应将样品浸入到至少85℃的水槽或其他密度低于水的液体槽中,浸渍时间2min~3min。浸渍前滤波器的温度不应超过40℃。

4.6.3.2 气密封

对气密封滤波器,应按GJB 360B-2009方法112进行试验。试验时,应采用下列细则:

- a) 细检漏:按下列规定进行:
 - 1) 试验条件:C;
 - 2) 程序:III或IV。
- b) 粗检漏:试验条件:D。

4.6.4 介质耐电压(适用时)

滤波器应按GJB 360B-2009方法301进行试验。试验时,应采用下列细则:

- a) 试验电压:按相关详细规范规定;
- b) 电压性质:交流(ac);
- c) 试验电压的持续时间:60s(鉴定检验);对质量一致检验不少于5s;
- d) 试验电压施加位置:按相关详细规范规定;
- e) 试验后:进行外观检查。

4.6.5 低气压

滤波器应按GJB 360B-2009方法105进行试验。试验时,应采用下列细则:

- a) 安装方法:按正常方式;
- b) 试验条件:B(除另有规定外);
- c) 试验期间:按相关详细规范的规定,施加规定时间的功率信号;
- d) 试验后:按4.6.7测量电性能,并进行外观检查。

4.6.6 绝缘电阻(适用时)

滤波器应按GJB 360B-2009方法302进行试验。试验时,应采用下列细则:

- a) 试验条件:A;
- b) 测量位置:引出端和固定装置或引出端和外壳之间。

4.6.7 电性能

除另有规定外,滤波器电性能应按附录A进行测试。

4.6.8 极限温度稳定性

先将滤波器放置在相关详细规范规定的最低工作温度下,持续表 6 规定的最短保温时间后,按 4.6.7 测量该温度下的电性能。然后,再将滤波器放置在相关详细规范规定的最高工作温度下,持续表 6 规定的最短保温时间后,按 4.6.7 再次测量该温度下的电性能。极限工作温度允差为 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 。

表 6 极限温度下保温时间

滤波器重量 g	保温时间 h
≤ 135	1
> 135	2

4.6.9 温升(规定时)

应采用热电偶或适用的温度感应器与滤波器外壳充分接触进行试验。试验时,对滤波器施加足够时间的额定电压(功率),直到在 30min 内连续两次测量温度不变。滤波器的温升应为测量温度与该时刻环境温度的差值。试验后,进行外观检查。

4.6.10 峰值功率(规定时)

将滤波器放置在不气流的室温环境中施加脉冲峰值功率。所施加的脉冲频率应接近滤波器工作频率范围的中心频率,脉冲功率、脉冲波形参数及脉冲次数按相关详细规范的规定。试验后,恢复 2h,按 4.6.7 测量电性能,并进行外观检查。

4.6.11 功率容量(规定时)

将滤波器放置在不气流的室温环境中,对其施加 1.2 倍的额定平均功率,持续施加时间 15min。试验后,按 4.6.7 测量电性能,并进行外观检查。

4.6.12 振动

4.6.12.1 低频振动或高频振动

滤波器应按 GJB 360B-2009 进行低频振动或高频振动。试验时,应采用下列细则:

- a) 固定方法:样品应刚性固定在试验设备的水平台面上。
- b) 试验方法按下列规定进行:
 - 1) 低频振动:方法 201,线性扫频;
 - 2) 高频振动:方法 204,试验条件 B。
- c) 试验后:按 4.6.7 测量电性能,并进行外观检查。

4.6.12.2 随机振动

滤波器应按 GJB 360B-2009 方法 214 进行试验。试验时,应采用下列细则:

- a) 固定方法:样品应刚性固定在试验设备的水平台面上;
- b) 鉴定检验及 C 组检验:试验条件、振动轴向及持续时间按相关详细规范规定;
- c) 筛选:试验条件 I(B),X、Y、Z 三个方向各 5min;
- d) 试验后:按 4.6.7 测量电性能,并进行外观检查。

4.6.13 冲击(规定脉冲)

滤波器按 GJB 360B-2009 方法 213 进行试验。试验时,应采用下列细则:

- a) 固定方法:样品应刚性固定在试验设备的水平台面上;
- b) 试验条件: C($1\,000\text{m/s}^2$);
- c) 试验后:按 4.6.7 测量电性能,并进行外观检查。

4.6.14 稳态加速度(规定时)

滤波器应按照 GJB 360B-2009 方法 212 进行试验。试验时,应采用下列细则:

- a) 固定方法:样品应刚性固定在试验设备的水平台面上;

- b) 试验条件: 按相关详细规范规定;
- c) 试验后: 按 4.6.7 测量电性能, 并进行外观检查。

4.6.15 温度冲击

滤波器应按 GJB 360B-2009 方法 107 进行试验。试验时, 应采用下列细则:

- a) 试验条件: A-1 (鉴定检验和 C 组检验)、A (A 组检验), 但当最高工作温度高于 85℃ 时, 步骤 3 应为该滤波器的最高工作温度。对筛选试验, 试验条件为 A。
- b) 试验后: 恢复 2 h 后, 按 4.6.7 测量电性能, 并进行外观检查。适用时, 按 4.6.4 和 4.6.6 测量介质耐电压和绝缘电阻。

4.6.16 耐湿

滤波器应按 GJB 360B-2009 方法 106 进行试验。试验时, 应采用下列细则:

- a) 固定方式: 按正常安装方式。
- b) 辅助循环: 步骤 7b, 振动辅助循环不适用。
- c) 极化和施加电压: 不适用。
- d) 试验后: 在标准大气条件下恢复 24h 后, 按 4.6.7 测量电性能, 并进行外观检查。适用时, 按 4.6.4 和 4.6.6 测量介质耐电压和绝缘电阻。

4.6.17 盐雾(腐蚀)

滤波器应按 GJB 360B-2009 方法 101 进行试验。试验时, 应采用下列细则:

- a) 试验条件: B (48h);
- b) 试验后: 按 4.6.7 测量电性能, 并进行外观检查。

4.6.18 高温寿命

滤波器应按 GJB 360B-2009 方法 108 进行试验。试验时, 应采用下列细则:

- a) 试验温度: 最高工作温度 (或最高工作温度减去产品实际温升), 允差为 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 。
- b) 工作状态: 按相关详细规范规定, 在标称频率附近, 接入额定的信号源阻抗和负载阻抗, 施加额定 (连续波) 功率。但对在额定输入功率下, 其耗散功率不大于 0.1W 的滤波器可不施加信号。对微波信号按相关详细规范规定。
- c) 试验条件: D (1 000h)。
- d) 试验后: 恢复 4h 后, 按 4.6.7 测量电性能, 并进行外观检查。适用时, 按 4.6.4 和 4.6.6 测量介质耐电压和绝缘电阻。

4.6.19 可焊性

滤波器的每个引出端应按 GJB 360B-2009 方法 208 进行试验。试验时, 应采用下列细则:

- a) 试验方法: 按相关详细规范规定;
- b) 老化条件: 1h 蒸汽老化;
- c) 浸入焊料深度: 距离本体 $(1.5 \pm 0.5)\text{mm}$, 表面贴装 (SMD) 滤波器完全浸渍;
- d) 采用挡板: 将焊料与滤波器本体隔离 (SMD 滤波器不采用挡板);
- e) 试验后: 对引出端表面进行检查。

4.6.20 耐焊接热

滤波器的每个引出端应按 GJB 360B-2009 方法 210 进行试验。试验时, 应采用下列细则:

- a) 试验条件: 按相关详细规范规定;
- b) 浸渍: 距离本体 1.3mm 以内, SMD 滤波器完全浸渍;
- c) 最终测量前的冷却时间: 不少于 30min;
- d) 试验后: 按 4.6.7 测量电性能, 并进行外观检查。

4.6.21 引出端强度

4.6.21.1 线状引出端

GJB 7953-2012

滤波器的每个引出端应按 GJB 360B-2009 方法 211 进行试验。试验时,应采用下列细则:

- a) 试验条件: A(拉力试验);
- b) 施加力: 10N(对直径 $\Phi \leq 0.4\text{mm}$); 20 N(对直径 $\Phi > 0.4\text{mm}$)。

4.6.21.2 表面安装引出端

SMD 滤波器应按 GJB 548B-2005 方法 2004 试验条件 D 进行试验。

4.6.22 耐溶剂(适用时)

滤波器应按 GJB 360B-2009 方法 215 对其标志部分进行试验。

4.6.23 霉菌(规定时)

滤波器应按 GJB 150.10A-2009 菌种 2 组进行试验。

4.6.24 高温贮存(仅对筛选)

滤波器应在相关详细规范规定的最高贮存温度下放置 72 h。试验后,按 4.6.7 测量电性能,并进行外观检查。

5 交货准备

5.1 包装和标志

5.1.1 单元包装

滤波器应装入包装盒内,每个包装盒应装同型号规格的滤波器,盒上应贴有封条和标签,标签上应标明:

- a) 制造厂商标和名称;
- b) 型号规格;
- c) 滤波器数量;
- d) 生产批号或检验批号;
- e) 出厂日期。

5.1.2 装箱

单元包装的滤波器,在运输时如需装箱,应装入干燥的包装箱内。包装箱的材料、结构和尺寸应满足运输方式的要求。装有滤波器的包装箱,其重量不应超过 25kg。如果单元包装不是硬质包装盒时,应进行中间包装后再装箱。包装箱的内壁应衬以防潮材料,空隙处应用干燥的包装填料填塞。包装箱应打箍紧固。箱内应放有装箱单,其上标明:

- a) 制造厂名称和商标;
- b) 型号规格;
- d) 单元包装数和滤波器总数;
- e) 装箱日期;
- f) 制造厂产品合格证。

需要时,外包装应按 GB/T 191 的规定进行图示标志。

5.2 储存

包装的滤波器应储存在环境温度为 $-10^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$,相对湿度小于 80%,周围空气无酸、碱性和其他有害杂质及辐射源的库房中。

5.3 运输

装有滤波器的包装箱,允许采用任何方式运输,但应避免雨雪的直接侵袭和机械损伤。

6 说明事项

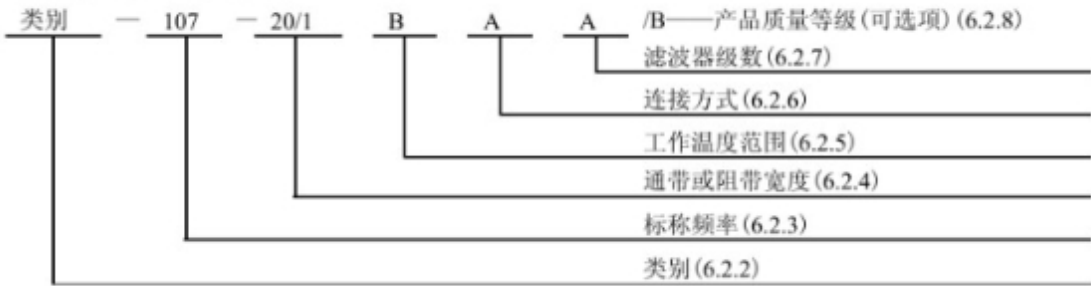
6.1 预定用途

本规范所包含的 LC 无源滤波器预定用于频率选择用电子设备。

6.2 分类

6.2.1 型号规格及标识

型号规格应采用下列形式：



6.2.2 类别

滤波器类别由三个英文字母组成，其中前两位“LC”代表 LC 滤波器，后一位字母代表不同类别的滤波器，其代号见表 7。

表 7 滤波器类别及代号

代号	类别名称
T	带通 LC 滤波器
Z	带阻 LC 滤波器
D	低通 LC 滤波器
G	高通 LC 滤波器

6.2.3 标称频率

用数字及一个字母表示滤波器的标称频率。带通、带阻滤波器的标称频率应为带通、带阻的的中心频率；低通和高通滤波器的标称频率应为截止频率。

无字母时标称频率单位默认为 MHz；标称频率单位为 GHz 时，写为频率数值后加“G”；标称频率单位为 kHz 时，写为频率数值后加“k”。

6.2.4 通带或阻带宽度

通带或阻带宽度(简称带宽)按下列规定表示：

- a) 对带通滤波器：用“20/1”方式表示。其中“/”前面数字为通带宽度，“/”后数字为测量的损耗，“20/1”表示为 1dB 通带宽度≥20MHz。
- b) 对带阻滤波器：用“20/40”方式表示。其中“/”前面数字为阻带宽度，“/”后数字为阻带深度，“20/40”表示为 40dB 阻带宽度≥20MHz。
- c) 对低通或高通滤波器不做标识。

6.2.5 工作温度范围

滤波器的工作温度范围用一个字母表示，并按表 8 所示：

表 8 工作温度范围代码

代号	工作温度范围
A	-40℃~70℃
B	-55℃~85℃
C	-55℃~105℃
D	-55℃~125℃
E	其他温度

6.2.6 连接方式

滤波器连接方式及代号见表 9。

表 9 滤波器连接方式及代号

代号	连接方式
A	SMA 型同轴连接
B	插针
C	表面帖装
D	N 型同轴连接
E	其他方式

6.2.7 滤波器级数

滤波器级数从 1 开始，2、3、4……级，对应代号 A、B、C、D……；当级数超过 26 级时，以具体数字描述。

6.2.8 产品质量等级

产品质量等级用单个字母表示。本规范包括两个质量等级。其中，B 级为高可靠军用；C 级为普通军用。

6.3 订购文件应明确的内容

订购文件中应规定下列内容：

- a) 本规范的名称、编号；
- b) 相关详细规范的名称、编号以及完整的型号。

6.4 术语和定义

GB/T 22317.1 规定的术语和定义适用于本规范。

6.5 锡须生长

禁止使用锡含量大于 97%(按质量计)的合金。否则，制造后可能会出现锡须生长。试验表明，含有 3%(按质量计)的铅合金会抑制锡须生长。

6.6 环保材料

在满足使用和维护要求的前提下，应尽可能采用有利于环境保护的材料。表 10 中列出 17 种对环境有害的材料，建议只有在其他材料不能满足性能要求时，方可使用。

表 10 17 种对环境有害的材料

无机物	有机物			
	苯类	烯烃类	烷烃类	酮类
汞及其化合物	苯	三氯乙烯	1, 1, 1-三氯乙烷	甲基异丁基酮
铅及其化合物	甲苯	四氯乙烯	二氯甲烷	甲基乙基酮
镍及其化合物	二甲苯	—	三氯甲烷	—
镉及其化合物	—	—	四氯化碳	—
铬及其化合物	—	—	—	—
氰化物及其复合物	—	—	—	—

附录 A (规范性附录) 电性能测试方法

A.1 测试电路框图

滤波器的测试电路框图按图 A.1 规定。



图 A.1 滤波器电性能测试电路框图

A.2 测试系统、仪器设备及测试盒

测试系统应稳定可靠，测试端口匹配应符合要求。除另有规定外，测试系统阻抗为 50Ω ，测试系统应符合下列规定：

- a) 矢量网络分析仪：
 - 1) 具有良好的选择性，其频率范围、动态范围和分辨力等应能满足被测滤波器的要求；
 - 2) 有很好的频率线性特性，并有抑制本身固有互调产物的能力，必要时，具有时域分析功能。
- b) 滤波器测试盒：
 - 1) 应能方便地安装匹配用的阻抗元件，端阻抗应满足测试要求。
 - 2) 应能保证被测滤波器接地良好。
 - 3) 应能对被测滤波器的输入端和输出端进行有效的屏蔽和隔离。在未接入被测滤波器前，测试其传输损耗，应大于 $(A+10)\text{dB}$ (A 为滤波器阻带衰耗要求的最大值和插入损耗之和)。

A.3 电性能测试方法

A.3.1 中心频率

中心频率按下列步骤进行测试：

- a) 按图 A.1 连接测试系统，并进行仪器预置。
- b) 使用仪器控制键，建立测试状态：
 - 1) 设置传输状态 (S_{21})；
 - 2) 设置对数幅度显示状态 (LOG MAG)；
 - 3) 设置信号源为规定测试频率范围、线性扫频方式、适当的频率点数以及适当的输出功率电平；
 - 4) 设置适当的接收部分中频带宽。
- c) 为保证测试准确，应使用原配或同等级校准件对仪器进行全端口校准。
- d) 接入被测滤波器，使用仪器的参考值、参考位置以及标尺刻度等设置，将滤波器幅频响应曲线清晰地显示于屏幕上。通常设置垂直刻度为 1dB/div 。
- e) 选定参考电平点 (如最大输出响应点，或规定频率点)，并设置为 0dB 基准，利用仪器的相应功能测出规定电平 (如 3dB) 的两个频率点 f_A 、 f_B ，按公式 (A.1) 计算出中心频率：

$$f_0 = \frac{f_A + f_B}{2} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

f_0 ——中心频率, MHz;

f_A 、 f_B ——通带的上下截止频率, MHz。

对于有标志(MKR)和标志函数(MKR FCTN)功能的网络分析仪, 利用标志和标志函数功能。屏幕上可自动显示出中心频率。

A.3.2 带宽和矩形系数

带宽和矩形系数按下列步骤进行测试:

- a) 见 A.3.1 中 a)~d)。
- b) 通过标志(MKR)功能选定参考点 MKR1(如最大输出点, 或参考频率点), 并将该点置为 0。用标志函数(MKR FCTN)功能设置规定电平(如 3dB), 则标志函数将自动给出规定电平两个频率点 f_H 、 f_L , 屏幕上也将显示出相应电平的带宽 BW_x 。也可按公式(A.2)计算被测滤波器规定电平的带宽 BW_x :

$$BW_x = f_H - f_L \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

BW_x ——规定电平的带宽, MHz;

f_H 、 f_L ——规定电平的上下边界频率, MHz。

当规定电平为 3dB 或 40dB, 相应电平的带宽为 BW_3 和 BW_{40} 。

- c) 根据测出的滤波器幅频响应两个规定电平的带宽, 如 BW_3 和 BW_{40} , 按公式(A.3)计算带通滤波器和带阻滤波器的矩形系数:

$$SF = \frac{BW_{40}}{BW_3} \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

SF ——矩形系数;

BW_3 ——3dB 带宽, MHz;

BW_{40} ——40dB 带宽, MHz。

A.3.3 插入损耗

插入损耗按下列步骤进行测试:

- a) 见 A.3.1 中 a)~d)。
- b) 根据被测滤波器要求, 选定滤波器的标称中心频率, 或通带内的最大输出响应点, 或规定频率点, 并将标志 MICR1 置于该点。由此可在屏幕上读出该频率点的插入损耗 IL 。

A.3.4 阻带抑制

阻带抑制按下列步骤进行测试:

- a) 见 A.3.1 中 a)~c)。
- b) 接入被测滤波器, 使用仪器的参考值、参考位置以及标尺刻度等设置, 将滤波器幅频响应曲线清晰地显示于屏幕上。
- c) 通过标志(MKR)功能, 在滤波器幅频响应的规定低端或高端阻带, 测出最大旁瓣的最大输出点电平 A_z 。
- d) 按公式(A.4)计算被测滤波器的阻带抑制 SS :

$$SS = A_z - IL \dots\dots\dots (A.4)$$

式中:

SS ——阻带抑制, dB;

A_z ——被测滤波器的阻带损耗, dB;

IL ——被测滤波器的通带插入损耗, dB。

A.3.5 通带波动

按下列步骤进行测试:

- 见 A.3.1 中 a)~d);
- 根据被测滤波器要求, 在规定的通带频率范围内, 读取幅频响应曲线通带内最大相对衰减的峰值即为通带波动(见图 A.2)。

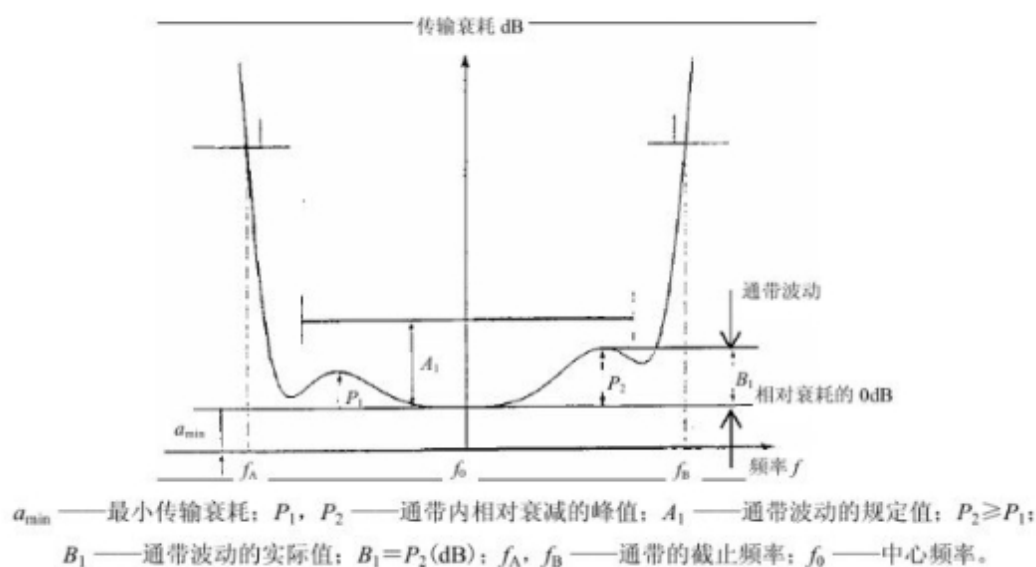


图 A.2 滤波器的通带波动

A.3.6 电压驻波比

电压驻波比按下列步骤进行测试:

- 按图 A.1 连接测试系统, 并进行仪器预置。
- 使用仪器控制键, 建立测试状态:
 - 设置传输状态(S_{11});
 - 方式设置为驻波(SWR);
 - 设置信号源为规定测试频率范围、线性扫频方式、适当的频率点数和输出功率。
- 为保证测试准确, 应使用原配或同等级校准件对仪器进行全端口校准。
- 接入被测滤波器, 仪器在适当的标尺状态下, 屏幕上将以电压驻波比方式显示出测量数据曲线。
- 利用标志功能, 给出所需测量频率范围。增大标尺分辨率, 可直接读出滤波器在该频段的最大响应点的电压驻波比 A , 由此可得该滤波器的输入端(S_{11})电压驻波比小于等于 A 。
- 同理, 在 A.3.6 b) 中 1) 步骤中, 设置反射状态为 S_{22} , 则可测得滤波器输出端(S_{22})的电压驻波比。

A.3.7 相位波动

相位波动按下列步骤进行测试:

- 按图 A.1 连接测试系统, 并进行仪器预置。
- 使用仪器控制键, 建立测试状态, 并开启仪器的两个显示通道:
 - 两个通道都设置传输状态(S_{21});
 - 第 1 通道设置对数幅度(LOG MAG)显示幅频响应, 第 2 通道设置相位(PHASE)显示相位曲线;
 - 信号源设置规定的测试频率范围、线性扫频方式、选取足够的频率点数及适当的输出功率。

- c) 为保证测试准确, 应使用原配或同等级校准件对仪器进行全端口校准。
- d) 接入被测滤波器。仪器在适当的标尺状态下, 第 1 通道将显示出滤波器的幅频响应, 第 2 通道将显示出滤波器的相频响应曲线。相频响应曲线是在 $-180^{\circ} \sim 180^{\circ}$ 范围内显示。
- e) 利用标志功能, 规定不同频率点, 在第 2 通道上可测得各频率点的相位。
- f) 利用标志功能, 标志一个规定频率点(如中心频率 f_0) 为参考点, 第 2 通道以参考点的延迟时间为参考值, 相位频率特性曲线在通带内将成为一条线。对于线性相位滤波器, 相频曲线在通带内将成为一条水平直线。
- g) 增大标尺的分辨力, 可以方便地测出相位频率特性的线性偏离。对于线性相位滤波器, 利用标志在规定的频率范围内, 测取响应不平度的最高点 P_1 和最低点 P_2 , 调整参考点的电延时, 使 P_1 、 P_2 的差值达到最小时, 按公式 (A.5) 计算相位波动:

$$\Delta\phi = P_1 - P_2 \cdots \cdots \cdots (A.5)$$

式中:

$\Delta\phi$ —— 相位波动, $^{\circ}$;

P_1 —— 响应曲线最高点, $^{\circ}$;

P_2 —— 响应曲线最低点, $^{\circ}$ 。

A.3.8 群时延和群时延波动

群时延和群时延波动按下列步骤进行测试:

- a) 见 A.3.7 中 a) ~ c)。
- b) 接入被测滤波器。仪器在适当的标尺状态下, 第 1 通道将显示出滤波器的幅频响应, 第 2 通道将显示出滤波器的时延频率响应曲线。
- c) 利用标志功能, 给出需要测试的频率范围。调整通道 2 标尺分辨力, 并调整参考值, 可以直接从参考值读出被测滤波器的群时延 τ_0 。
- d) 对于线性相位滤波器, 从规定频率范围内的群时延响应曲线最高点读出延迟时间 τ_1 , 最低响应点的延迟时间 τ_2 , 按公式 (A.6) 计算规定频段内的群时延波动 $\Delta\tau$ 。

$$\Delta\tau = \tau_1 - \tau_2 \cdots \cdots \cdots (A.6)$$

式中:

$\Delta\tau$ —— 群时延波动, μs ;

τ_1 —— 响应曲线最高点群时延, μs ;

τ_2 —— 响应曲线最低点群时延, μs 。

A.3.9 幅度一致性

幅度一致性按下列步骤进行测试:

- a) 见 A.3.1 中 a) ~ d)。
- b) 使用矢量网络分析仪 (Date $\rightarrow$ Mem) 功能, 将确定的基准产品的幅频响应存入仪器, 并使用 (Date/Mem) 功能使显示处于比较状态下; 此时在需要测试的频率范围内显示值应基本为 0;
- c) 接入其他滤波器产品, 调整通道标尺分辨率, 在需要测试的频率范围测量与基准产品幅度的最大差值。

A.3.10 相位一致性

相位一致性按下列步骤进行测试:

- a) 见 A.3.7 中 a) ~ d)。
- b) 使用矢量网络分析仪 (Date $\rightarrow$ Mem) 功能, 将确定的基准产品的相频响应存入仪器, 并使用 (Date/Mem) 功能使显示处于比较状态下; 此时在需要测试的频率范围内显示值应基本为 0;
- c) 接入其他滤波器产品, 调整通道标尺分辨率, 在需要测试的频率范围测量与基准产品相位的最大差值。

A.3.11 群时延一致性

群时延一致性按下列步骤进行测试：

- a) 见 A.3.7 中 a)~c)。
 - d) 接入基准滤波器；仪器在适当的标尺状态下，第 1 通道将显示出滤波器的幅频响应，第 2 通道将显示出滤波器的相频响应曲线。使用矢量网络分析仪 (Date→Mem) 功能，将确定的基准产品的幅度响应存入仪器，并使用 (Date/Mem) 功能使显示处于比较状态下；此时在需要测试的频率范围内显示值应基本为 0。
 - c) 接入其他滤波器产品，调整通道标尺分辨率，在需要测试的频率范围测量与基准产品群时延的最大差值。
-

中 华 人 民 共 和 国
国家军用标准
LC 滤波器通用规范
GJB 7953—2012

*

总装备部军标出版发行部出版
(北京东外京顺路7号)
总装备部军标出版发行部印刷车间印刷
总装备部军标出版发行部发行
版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 1¼ 字数 51 千字
2013 年 4 月第 1 版 2013 年 4 月第 1 次印刷
印数 1—150

*

军标出字第 9127 号 定价 27.00 元