

团 体 标 准

T/ZZB 2383—2021

低损耗稳相射频同轴电缆

Low-loss stable phase radio frequency and coaxial cable



2021 - 09 - 01 发布

2021 - 10 - 01 实施

浙江省品牌建设联合会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 结构型式与命名	1
5 使用环境条件	2
6 基本要求	2
7 技术要求	3
8 试验方法	6
9 检验规则	8
10 标志、包装、运输和贮存	9
11 质量承诺	10



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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由浙江省品牌建设联合会提出并归口管理。

本文件由浙江省标准化研究院牵头组织制定。

本文件主要起草单位：嘉兴翼波电子有限公司。

本文件参与起草单位（排名不分先后）：常州市何晟金属材料有限公司、常州恒丰特导股份有限公司。

本文件主要起草人：周赤伟、何小云、苏文、皇甫风光、赵康乐、杨小芳、刘洋。

本文件评审专家组长：赵奇。

本文件由浙江省标准化研究院负责解释。



低损耗稳相射频同轴电缆

1 范围

本文件规定了低损耗稳相射频同轴电缆（以下简称电缆）的术语和定义、结构型式与命名、使用环境条件、基本要求、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存及质量承诺。

本文件适用于工作频率范围300 MHz~40 000 MHz的无线通信中用来传输射频信号的低损耗稳相射频同轴电缆。

本文件规定的电缆最高工作频率应达到40 000 MHz。

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，仅该日期对应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 2900.10—2013 电工术语 电缆

GB/T 17737.1 同轴通信电缆 第1部分：总规范 总则、定义和要求

GB/T 17738.1—2013 射频同轴电缆组件 第1部分：总规范 一般要求和试验方法

GB/T 26572—2011 电子电气产品中限用物质的限量要求

GJB 150.3A—2009 军用装备实验室环境试验方法 第3部分：高温试验

GJB 150.4A—2009 军用装备实验室环境试验方法 第4部分：低温试验

GJB 973A—2004 柔软和半硬射频电缆通用规范

HG/T 3028 糊状挤出用聚四氟乙烯树脂

JB/T 3135 镀银软圆铜线

JB/T 11131 电线电缆用聚全氟乙丙烯树脂

YD/T 3392—2018 通信电缆 聚四氟乙烯绝缘射频同轴电缆 实心绝缘镀银铜带绕包编织外导体
型

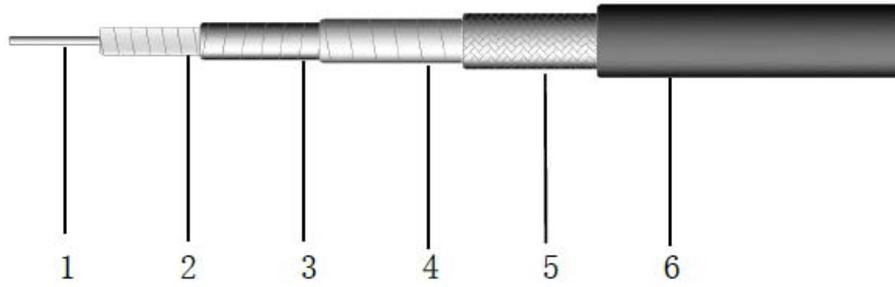
3 术语和定义

GB/T 2900.10—2013、GB/T 17737.1、GB/T 17738.1—2013和GJB 973A—2004界定的术语和定义适用于本文件。

4 结构型式与命名

4.1 结构型式

电缆的结构如图1所示。



标引序号说明：

- | | |
|-----------|----------|
| 1——实心内导体； | 4——中间层； |
| 2——绝缘介质； | 5——外层屏蔽； |
| 3——外导体； | 6——护套。 |

图1 结构示意图

4.2 产品命名

电缆的型号命名方法按GB/T 17737.1的规定，型号结构示例如下：



注1：绝缘外径按四舍五入原则修约后的整数，用阿拉伯数字表示。

注2：镀银铜实心内导体代号：SPC，一般省略。

示例：标称特性阻抗为 50 Ω ，绝缘标称外径为 2.85mm 的微孔聚四氟乙烯半空气绝缘、聚全氟乙丙烯护套，镀银铜实心内导体镀银铜丝编织外导体的低损耗稳相射频同轴电缆的型号为 SWFCF46-50-3-LW。

5 使用环境条件

使用环境应符合以下要求：

- a) 使用环境温度：-55 $^{\circ}\text{C}$ ~ 165 $^{\circ}\text{C}$ 。
- b) 海拔：1000 m 及以下。

6 基本要求

6.1 设计研发

6.1.1 应采用电磁仿真软件对电压驻波比、特性阻抗等电气性能进行优化。

6.1.2 应采用三维计算机辅助软件对产品结构进行设计和优化。

6.1.3 应具有产品定制能力。

6.2 原材料及零部件

6.2.1 实心内导体应采用镀银铜线，镀银层厚度应不小于 $2.0\ \mu\text{m}$ ，其他性能应符合 JB/T 3135 的规定。

6.2.2 绝缘介质表观密度标称值应不低于 $0.7\ \text{g}/\text{cm}^3$ 。

6.2.3 外导体应采用镀银铜带重叠绕包，镀银层厚度应不小于 $2\ \mu\text{m}$ ，镀银铜带应符合 YD/T 3392—2018 中附录 A 的规定。

6.2.4 外层屏蔽应采用镀银铜线编织，镀银层标称厚度应不小于 $0.5\ \mu\text{m}$ 。

6.2.5 护套料采用聚全氟乙丙烯，护套平均厚度应不小于 $0.10\ \text{mm}$ ，平均厚度一般不超过 $0.50\ \text{mm}$ ，其他要求应符合 JB/T 11131。

6.2.6 所有材料中有害物质含量应符合 GB/T 26572—2011 中第 4 章的限量要求。

6.3 工艺与装备

6.3.1 绕包加工过程中应采用立式绕包机、卧式绕包机等自动化设备，且具有主动放线及恒张力控制系统。

6.3.2 生产过程中应采用在线激光测径仪对电缆尺寸进行动态监测。

6.3.3 护套层的制造应采用带有自动张力控制及主动放线系统进行生产。

6.4 检验检测

6.4.1 应配备拉力计、膜厚仪、 $40\ \text{GHz}$ （或以上）的网络分析仪、TDR 测试仪等设备。

6.4.2 应具备电阻率、抗拉强度、电镀层膜厚、动态直径监测、火花试验、弯曲性、绝缘阻抗、绝缘介质耐电压、衰减常数、电压驻波比、特性阻抗的检测能力。

7 技术要求

7.1 外观要求

电缆应无任何毛刺、压痕、异物、划伤、开裂、破损缺陷。

7.2 尺寸允许偏差

电缆尺寸允许偏差应符合表1的要求。

表1 尺寸允许偏差

项目	要求
实心内导体直径偏差/mm	± 0.03
护套直径偏差/mm	± 0.10

7.3 护套不圆度

护套不圆度不应超过规定的最大直径和最小直径之差的30%。

7.4 机械与环境性能

7.4.1 导体附着力

实心内导体对绝缘介质层的附着力为20N~70N。

7.4.2 弯曲性

最小安装弯曲半径应不大于18mm，重复弯曲半径应不大于36mm，试验后，整体外护套上应无开裂、裂纹、折断、起皱现象。

7.4.3 高温贮存

在(165±5)℃，时间保持2h下进行高温贮存试验，试验后，25℃下的电压驻波比不应大于1.28，衰减常数不应大于表2的规定值。

7.4.4 低温贮存

在(-55±2)℃，时间保持2h下进行低温贮存试验，试验后，25℃下的电压驻波比不应大于1.28，衰减常数不应大于表2的规定值。

7.4.5 抗应力开裂

电缆进行抗应力开裂试验后，护套材应无开裂、裂缝现象。

7.4.6 冷弯曲

电缆进行冷弯曲试验后，护套材料或绝缘介质层材料应无开裂、裂缝现象。

7.5 电气性能

7.5.1 连续性

电缆进行连续性试验后，每根导体和屏蔽均应连续。

7.5.2 火花试验

电缆进行火花试验后，护套与屏蔽层应无击穿、闪络或火花放电。

7.5.3 绝缘介质耐电压

电缆进行绝缘介质耐电压试验后，绝缘介质应无击穿、闪络或火花放电。

7.5.4 特性阻抗

电缆特性阻抗应在(50±2)Ω范围内。

7.5.5 衰减常数

电缆25℃衰减常数应符合表2的要求。

表2 衰减常数

频率/MHz	衰减常数/(dB/m) (25℃)
300	≤0.173
1000	≤0.319

表2 (续)

频率/MHz	衰减常数/ (dB/m) (25 °C)
2000	≤0.455
4000	≤0.649
10000	≤1.047
18000	≤1.430
26500	≤1.761
40000	≤2.205

7.5.6 电压驻波比

电缆电压驻波比不应大于1.28 (300MHz~40000MHz)。

7.5.7 弯曲相位稳定性

电缆配接适配的40GHz连接器组成电缆组件,进行弯曲相位稳定性测试,电缆组件经受动态弯曲时,相位变化应在 $\pm 0.3^\circ$ /GHz范围之内。

7.5.8 弯曲幅度稳定性

电缆配接适配的40GHz连接器组成电缆组件,进行弯曲幅度稳定性测试,电缆组件经受动态弯曲时,幅度变化应在 ± 0.10 dB@40GHz范围之内。

7.5.9 相位抖动稳定性

电缆配接适配的40GHz连接器组成电缆组件,进行相位抖动稳定性测试,电缆组件经受动态弯曲时,相位变化应在 $\pm 0.05^\circ$ /GHz范围之内。

7.5.10 幅度抖动稳定性

电缆配接适配的40GHz连接器组成电缆组件,进行幅度抖动稳定性测试,电缆组件经受动态弯曲时,幅度变化应在 ± 0.10 dB@40GHz范围之内。

7.5.11 传播速率

电缆传播速率为 $(82\pm 2)\%$ 。

7.5.12 插入损耗 (电缆组件)

电缆组件的插入损耗应符合表3的要求。

表3 插入损耗

频率/GHz	要求/ (dB/m)
1	0.35
6	0.88
12	1.26

表3 (续)

频率/GHz	要求/(dB/m)
18	1.56
40	2.41

8 试验方法

8.1 外观要求

按GJB 973A—2004中4.7.2.1描述的试验方法进行测定。

8.2 尺寸允许偏差

按GJB 973A—2004中4.7.2.2描述的试验方法进行测定，并计算偏差。

8.3 护套不圆度

按GJB 973A—2004中4.7.2.3描述的试验方法进行测定。

8.4 机械与环境性能

8.4.1 导体附着力

按GJB 973A—2004中4.7.2.5描述的试验方法进行测定。

8.4.2 弯曲性

按GJB 973A—2004中4.7.23中描述的试验方法进行测定。测量最小安装弯曲半径应在直径为18 mm的芯棒上缠绕两圈，测量重复弯曲半径应在直径为36 mm的芯棒上缠绕三圈。

8.4.3 高温贮存

电缆按照GJB 150.3A—2009的规定试验，高温贮存恒定试验温度为 $(165 \pm 5)^\circ\text{C}$ ，时间保持2 h，试验结束后，将试验箱内空气温度调节到标准大气条件，直至试验件温度稳定后保持2 h。取出电缆后，应在恒温 $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ 下放置24 h，将电缆冷却恢复至测试温度。测量电压驻波比和衰减常数是否符合要求。

8.4.4 低温贮存

电缆按照GJB 150.4A—2009的规定进行试验，低温贮存恒定试验温度为 $(-55 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，时间保持2 h，试验结束后，将试验箱内空气温度调节到标准大气条件，直至试验件温度稳定后保持2 h。取出电缆后，应在恒温 $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ 下放置24 h，将电缆冷却恢复至测试温度。测量电压驻波比和衰减常数是否符合要求。

8.4.5 抗应力开裂

按GJB 973A—2004中4.7.18描述的试验方法进行测定。

8.4.6 冷弯曲

按GJB 973A—2004中4.7.20描述的试验方法进行测定。

8.5 电气性能

8.5.1 连续性

按GJB 973A—2004中4.7.3描述的试验方法进行测定。

8.5.2 火花试验

8.5.2.1 采用频率为40 Hz~60 Hz的火花试验机进行试验。

8.5.2.2 电极应与电缆表面紧密接触。试验电压应加于电极与外导体或屏蔽之间。

8.5.2.3 电缆通过电极的速度应使电缆每一点与电极接触的时间不少于0.1 s。

8.5.2.4 检测器应能使缺陷通过电极后仍然保持其指示。试验工频电压应符合表4的要求：

表4 火花试验试验工频电压

护套标称厚度/mm	试验工频电压/kV
护套标称厚度≤0.5	2
0.5<护套标称厚度≤0.8	3
0.8<护套标称厚度≤1.0	5
1.0<护套标称厚度	8

8.5.3 绝缘介质耐电压

按GJB 973A—2004中4.7.5描述的试验方法进行测定，其中电缆绝缘介质至少露出50 mm，在实心内导体和外导体之间施加900 V直流电压，持续60 s。

8.5.4 特性阻抗

按GJB 973A—2004中4.7.8描述的试验方法进行测定。

8.5.5 衰减常数

按GJB 973A—2004中4.7.9描述的试验方法进行测定。

8.5.6 电压驻波比

按GJB 973A—2004中4.7.10描述的试验方法进行测定。

8.5.7 弯曲相位稳定性

按GB/T 17738.1—2013中8.6描述的弯曲试验方法1进行试验，观测记录相位性能的变化。

8.5.8 弯曲幅度稳定性

按GB/T 17738.1—2013中8.6描述的弯曲试验方法1进行试验，观测记录插损性能的变化。

8.5.9 相位抖动稳定性

将电缆组件两端连接器到网分上。按要求设定网分频率及相位限定线，上下抖动电缆中间位置的电缆，并且电缆应与测试桌面有一定力量的撞击（模拟电缆在抖动撞击机体或墙体时，是否会造成结构松散，影响性能），整体幅度约10 cm，频率约2次/s~4次/s，至少抖动撞击10 s。观测记录相位性能的变化。

8.5.10 幅度抖动稳定性

将电缆组件两端连接器到网分上。按要求设定网分频率及插损限定线，上下抖动电缆中间位置的电缆，并且电缆应与测试桌面有一定力量的撞击（模拟电缆在抖动撞击机体或墙体时，是否会造成结构松散，影响性能），整体幅度约10 cm，频率约2次/s~4次/s，至少抖动撞击10 s。观测记录插损性能的变化。

8.5.11 传播速率

按GB/T 17738.1—2013中8.5描述的试验方法测定传播时间，将电缆长度除以传播时间即为传播速率。

8.5.12 插入损耗（电缆组件）

按GB/T 17738.1—2013中8.3描述的试验方法进行测定。

9 检验规则

9.1 检验分类

产品检验分出厂检验和型式检验。

9.2 出厂检验

9.2.1 产品必须经过出厂检验，并附有合格证方可出厂。

9.2.2 一个单位产品应是同一型号的一圈或一盘电缆。

9.2.3 检验批应由同时提交检验的若干单位产品组成。所提交的检验批中的全部单位产品应是在同一个生产周期内采用相同材料和工艺生产出来的相同型号的产品。

9.2.4 一个样本单位应是从检验批中随机抽取的单位产品。

9.2.5 一个试样应是从样本单位上截取的一段单独的电缆。每个试样的长度应符合相关试验方法的规定。

9.2.6 出厂检验项目分为全检和抽检，检验分类和检验项目按表5的规定。

9.2.7 抽检和判断处置规则应符合GB/T 2828.1—2012的规定。应采用正常检验一次抽样方案，检验水平为一般检验水平II，接收质量限（AQL）为4.0。

9.2.8 全检项目，不合格品率大于5%时，则该批判为不合格。不合格品率小于或等于5%时，应剔除不合格品。

9.2.9 抽样检验项目，如果出现批不合格时，应加倍取样对不合格项目进行第二次检验，仍不合格时，则应判整批不合格。

表5 检验分类和检验项目

序号	检验项目	出厂检验		型式检验	技术要求	试验方法
		全检	抽检			
1	外观要求	√	—	√	7.1	8.1
2	尺寸允许偏差	—	√		7.2	8.2
3	护套不圆度	—	—		7.3	8.3

表5 (续)

序号	检验项目		出厂检验		型式检验	技术要求	试验方法
			全检	抽检			
4	机械与环境性能	导体附着力	—	—	√	7.4.1	8.4.1
5		弯曲性	—	—		7.4.2	8.4.2
6		高温贮存	—	—		7.4.3	8.4.3
7		低温贮存	—	—		7.4.4	8.4.4
8		抗应力开裂	—	—		7.4.5	8.4.5
9		冷弯曲	—	—		7.4.6	8.4.6
10	电气性能	连续性	—	√		7.5.1	8.5.1
11		火花试验	√	—		7.5.2	8.5.2
12	电气性能	介质耐电压	—	√		7.5.3	8.5.3
13		特性阻抗	—	√		7.5.4	8.5.4
14		衰减常数	—	√		7.5.5	8.5.5
15		电压驻波比	—	√		7.5.6	8.5.6
16		弯曲相位稳定性	—	√	7.5.7	8.5.7	
17		弯曲幅度稳定性	—	√	7.5.8	8.5.8	
18		相位抖动稳定性	—	√	7.5.9	8.5.9	
19		幅度抖动稳定性	—	√	7.5.10	8.5.10	
20		传播速率	—	√	7.5.11	8.5.11	
21		插入损耗(电缆组件)	—	—	7.5.12	8.5.12	

注：“√”为必检项目，“—”为非检验项目。

9.3 型式检验

9.3.1 型式检验样品由出厂检验合格的电缆中选取 30 m。

9.3.2 型式检验为本文件第 7 章所有项目。

9.3.3 在下列情况之一时，需要进行型式检验：

- 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；
- 电缆结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- 产品长期停产后，恢复生产时；
- 国家有关部门提出型式检验时。

9.3.4 所有项目检验合格，则判定该批次型式试验合格，有一项及以上检验不合格则判定该批次型式试验不合格。

10 标志、包装、运输和贮存

10.1 标志

每圈或每盘电缆应附有标签，标签内容应包括：

- 电缆型号、规格；
- 制造厂名称、商标；

- c) 制造日期;
- d) 检验员检验印章。

10.2 包装

电缆应成圈或成盘包装交货，成圈电缆应包以包扎材料。成盘时，电缆的最外层与盘外缘的距离应不小于20 mm，电缆两端应密封。

10.3 运输和贮存

电缆在运输和贮存中应注意下列事项：

- a) 防止水分、潮气浸入电缆；
- b) 防止高温，避免火星接近；
- c) 防止严重弯曲、挤压变形；
- d) 防止任何机械损伤。

11 质量承诺

11.1 在正确运输、贮存和使用的情况下，自发货日起6个月内，如产品出现因制造问题而产生的损坏或无法正常工作，由制造单位免费为用户修理或调换。

11.2 在产品质量有异议时，应在12小时内做出响应，24小时内为用户提供服务和解决方案。

11.3 当客户有需求时，可为客户提供射频同轴电缆安装技术指导服务及现场安装调试服务。

