

电子行业计量技术规范项目建议书

建议项目名称	同轴终端负载校准规范		
制定或修订	<input checked="" type="checkbox"/> 制定 <input type="checkbox"/> 修订	被修订计量技术规范号	/
计量技术规范性质	<input type="checkbox"/> 检定规程 <input checked="" type="checkbox"/> 校准规范	计量技术规范类别	<input type="checkbox"/> 重点 <input checked="" type="checkbox"/> 基础
主要起草单位	广电计量检测集团股份有限公司		
联系人	张辉	联系电话	020-38699960
任务年限	2 年	申请经费	2 万
参加单位	/		
目的、意义和必要性	<p>1.指出该计量技术规范项目编制的目的、意义，解决产业的问题和编制必要性、迫切性</p> <p>同轴终端负载包括匹配负载和失配负载是微波无源单端口器件，广泛地应用于微波设备和微波电路中。</p> <p>匹配负载是一种能全部吸收输入功率的单端口器件，它是一段终端短路的波导或同轴线，其中放有吸收物质。匹配负载在微波测量中常用作匹配标准，主要功能是用于吸收来自传输线的微波能量，改善电路的匹配性能，匹配负载通常接在电路的终端，故又称作终端负载，匹配负载的主要技术指标为工作频带、输入电压驻波比和功率容量。</p> <p>失配负载则是吸收一部分功率同时反射一部分功率的负载，一般做成标准的失配负载，用于射频系统中产生一个固定或可变的驻波比（反射系数），可模拟天线或终端系统的特定反射情况，用于发射机和功率放大器等器件在失配状态下的性能测试；在矢量网络分析仪校准和天馈线校准时均需用到失配负载作为标准器提供标准的反射系数（电压驻波比）进行校准。</p> <p>同轴终端负载广泛应用于无线通信、卫星通信、雷达、医疗设备等领域，对空置的备用信道和测试端口进行阻抗匹配，用来射频测试和吸收端口射频能量，避免出现信号反射和系统间的信号干扰的现象，以保证设备的稳定性</p>		

和可靠性，同轴终端负载性能的好坏会直接影响整个系统的综合性能。因此必须对同轴终端负载进行校准以保证其技术特性，但目前国家、地方均没有同轴终端负载相关的计量技术规范，行业规程/规范不能满足计量需求，急需制定相关的技术解决溯源问题。

2.先进性和亮点、社会效益和推广应用前景

同轴终端负载是射频传输系统中重要组成部分之一，因此同轴终端负载应用广泛，校准需求较大，但国现有的计量技术规范无法满足溯源需求，该设备一直没有合适的溯源依据，该规范的制定可解决上述问题，满足同轴终端负载校准的需要，同时产生良好的社会和经济效益，应用前景广泛。

3.查新结果（国家、本行业或其他行业是否有相关技术规范）

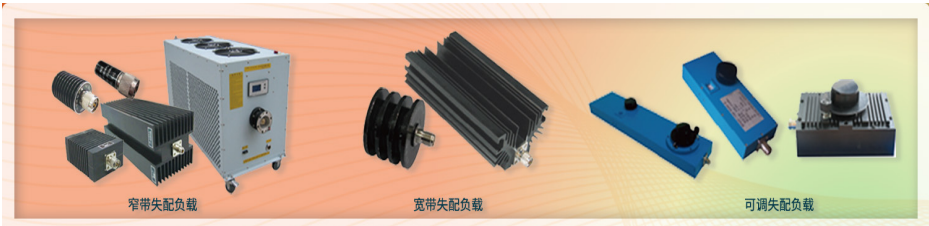
目前国家没有同轴终端负载的检定规程或校准规范，与之相关的行业规程/规范如下：

规范名称	JJG(YD)002-89 波导标准失配负载检定规程	JJG(YD)052-2002 射频终端负载检定规程	JJF（军工）76-2022 微波二端口器件校准规范
适用范围	适用于波导标准失配负载的定度及检定	适用于新制造、新购进、使用中和修理调整后的射频终端负载的检定	适用于频率范围在9kHz~500GHz 内的衰减器、放大器、检波器、滤波器等两端口微波网络及混频器、变频器、等等效两端口微波网络的电压驻波比、插入损耗、相移等参数的校准
频率范围	WBB39、WJB70、WJB100 波导管所覆盖的通信频段	200Hz~26.5GHz	9kHz~500GHz
接头形式	法兰	BNC、C7、F、N、TNC、APC-7、APC-3.5	/
检定/校准参数	电压驻波比： 1.05~1.15	回损值（dB）：10、14、20、26、≥40（匹配负载）	电压驻波比：≥1

JJG(YD)002-89 波导标准失配负载检定规程：适用于波导型失配负载，不适用于同轴负载及匹配负载的检定/校准，且检定方法及标准器老旧，不适用于同轴匹配负载及失配负载的校准。

JJG(YD)052-2002 射频终端负载检定规程：该规程适用频率范围为26.5GHz，不能满足频率范围达到 67GHz 的终端负载；根据频率范围该规程

	<p>适用的接头形式不适用于 2.92mm、2.4mm 及 1.85mm 接头形式的终端负载；该规程检定/校准参数只有回波损耗，但目前使用更多的是电压驻波比参数，虽然二者可以转换计算，但应补充电压驻波比和反射系数参数，使规程/规范更有指导意义便于使用。</p> <p>JJF（军工）76-2022：该规范虽然适用范围广，包含了 14 种二端口器件 21 个参数的校准，单端口器件如失配器和负载可参照执行，但规范中没有反射系数和回波损耗参数的校准。</p> <p>GB/T 12774-1991 同轴电气假负载总规范中要求，同轴电气假负载的电压驻波比符合技术规范要求。</p> <p>SJ/T 10019-1991 TT22 型同轴匹配负载详细规范中要求，同轴匹配负载的工作频率范围：2GHz~19GHz，电压驻波比：不大于 1.06。</p> <p>通过对上述相关规程/规范和标准的分析，有必要起草同轴终端负载的校准规范，覆盖匹配负载、失配负载的电压驻波比、反射系数、回波损耗等参数，满足同轴终端负载溯源需求。</p>
产业链应用	<p><u>1.重点产业链方向</u></p> <p>随着科技的快速发展，移动通信设备在我国得到了广泛应用，尤其是在无线通信、雷达、导航等领域。同轴终端负载作为移动通信系统中必不可少的一部分，其性能的稳定性和可靠性与整个通信系统的运行息息相关。同时，同轴终端负载还广泛应用于仪器仪表产业，做为无线电、射频仪器仪表的内部重要器件或用于对无线电、射频仪器仪表进行校准测试。</p> <p>因此通同轴终端负载作为移动通信设备和仪器仪表产业的重要组成部分或测试部件，在移动通信设备及仪器仪表产业链的上游电子元器件、设备零部件供应，中游移动通信设备系统和仪器仪表制造，下游无线电、射频仪器仪表产业测试等产业链上中下游均有应用。</p> <p><u>2.对本行业重点产业链的支撑作用</u></p> <p>近年来，随着移动通信技术的发展，同轴失配负载的技术指标和频带范围也不断提高，国产化的同轴失配负载等一系列无源器件逐步发了，逐渐夺回国内需求市场，同轴失配负载等各类无源器件在技术研发、生产制造、市场应用等方面都取得了显著的成果，为移动通信设备和仪器仪表产业技术的进步做出了重要贡献。</p>

	<p>国家层面也高度重视移动通信设备和仪器仪表产业的发展，不断加大在同轴失配终端负载等无源器件产业的政策支持力度，并出台了一系列政策，鼓励和引导企业加大研发投入，推动产业技术创新，为移动通信设备和仪器仪表产业的发展提供了有力保障。</p> <p>本项目旨在通过编写技术规范对同轴终端负载进行校准，为我国移动通信设备和仪器仪表产业提供技术支持和质量保障，推动移动通信设备和仪器仪表产业技术的创新与发展。项目围绕同轴终端负载的校准方法进行研究，保障同轴终端负载的性能指标，推动移动通信设备和仪器仪表产业的发展，扩大产业规模，提高产业整体水平。可有效缩小与国外先进水平的差距，提升我国移动通信设备和仪器仪表产业的核心竞争力，为我国移动通信设备和仪器仪表产业的发展做出贡献。</p>
范围和主要 计量特性	<p><u>1. 计量技术规范的适用范围</u></p> <p>适用于 N、7mm、3.5mm、2.92mm、2.4mm 及 1.85mm 接头的同轴匹配负载和失配负载的校准。</p> <p><u>2 以典型仪器或试验设备等（注明仪器型号）为依据，提出计量特性的技术指标，包括其名称、测量范围和最大允许误差</u></p> <p>2.1 典型的同轴终端负载</p> <p>2.1.1 上海华湘</p> <p>1) 匹配负载</p> <div data-bbox="462 1377 1396 1624"></div> <p>电压驻波比：1~1.5（DC~67GHz）</p> <p>2) 失配负载</p> <div data-bbox="462 1758 1396 1982"></div> <p>电压驻波比：1.5~6.0（DC~10GHz），最大允许误差：±（5%~20%）。</p>

2.1.2 Maury Microwwave



1) 匹配负载

Model	Sex	Connector Type	Frequency Range (GHz)	VSWR	Power Rating
7831A1	Female	1.85mm	DC - 1.0	1.02	0.5 watt CW 0.25 kW peak
7831B1	Male		1.0 - 10.0 10.0 - 26.5 26.5 - 67.0	1.07 1.10 1.20	
7931A2	Female	2.4mm	DC - 4.0	1.02	0.5 watt CW 0.25 kW peak
7931B2	Male		4.0 - 50.0	1.16	
8775A4	Female	2.92mm	DC - 4.0	1.02	0.5 watt CW 0.25 kW peak
8775B4	Male		4.0 - 40.0	1.12	
8031A6	Female	3.5mm	DC - 2.0	1.025	0.5 watt CW 0.25 kW peak
8031B6	Male		2.0 - 18.0 18.0 - 26.5	1.045 1.085	
2610F1	-	7mm	DC - 2.0 2.0 - 8.0 8.0 - 18.0	1.02 1.03 1.06	1 watt CW 1 kW peak
2510E2	Female	Type N	DC - 2.0	1.025	1 watt CW 1 kW peak
2510F2	Male		2.0 - 4.0 4.0 - 18.0	1.04 1.065	
8583A1	Female	BNC 75Ω	DC - 2.0	1.02	1 watt CW
8583B1	Male		2.0 - 4.0 4.0 - 12.0	1.04 1.10	
351A2	Female	BNC 50Ω	DC - 2.0	1.04	2 watt CW 1 kW peak
351B2	Male		2.0 - 4.0 4.0 - 10.0	1.10 1.20	

电压驻波比：1~1.2（DC~67GHz）。

2) 失配负载

Model		Connector Type	Frequency Range (GHz)	Nominal VSWR	Accuracy (GHz)	
Female	Male				DC - 12.0	12.0 - 50.0
7933A1.20	7933B1.20	2.4mm	DC - 50.0	1.20	±0.09	±0.13
7933A1.50	7933B1.50			1.50	±0.10	±0.20
7933A2.00	7933B2.00			2.00	±0.14	±0.25

Model		Connector Type	Frequency Range (GHz)	Nominal VSWR	Accuracy (GHz)	
Female	Male				DC - 12.0	12.0 - 40.0
8778A1.20	8778B1.20	2.92mm	DC - 40.0	1.20	±0.08	±0.13
8778A1.50	8778B1.50			1.50	±0.10	±0.20
8778A2.00	8778B2.00			2.00	±0.14	±0.25

Model		Connector Type	Frequency Range (GHz)	Nominal VSWR	Accuracy (GHz)		
Female	Male				DC - 12.0	12.0 - 26.5	
8033A1.20	8033B1.20	3.5mm	DC - 26.5	1.20	±0.07	±0.10	
8033A1.50	8033B1.50			1.50	±0.09	±0.17	
8033A2.00	8033B2.00			2.00	±0.12	±0.22	

Model		Connector Type	Frequency Range (GHz)	Nominal VSWR	Accuracy (GHz)		
Female	Male				DC - 8.0	8.0 - 12.4	12.4 - 18.0
2611C	7mm	7mm	DC - 18.0	1.20	±0.05	±0.06	±0.10
2611E				1.50	±0.06	±0.08	±0.17
2611G				2.00	±0.10	±0.12	±0.22

Model		Connector Type	Frequency Range (GHz)	Nominal VSWR	Accuracy (GHz)		
Female	Male				DC - 8.0	8.0 - 12.4	12.4 - 18.0
2561C	2562C	Type N	DC - 18.0	1.20	±0.06	±0.07	±0.10
2561E	2562E			1.50	±0.08	±0.09	±0.15
2561G	2562G			2.00	±0.12	±0.12	±0.20

电压驻波比：1.2~2.0（DC~50GHz），最大允许误差：±（0.05~0.25）。

2.1.3 现有校准规范对同轴负载溯源要求

1）JJF1495-2014 矢量网络分析仪校准规范测量标准中**失配负载**的技术指标要求：

标称电压驻波比（VSWR）：2.00；

反射系数模值不确定度：优于 0.01；

反射系数相角不确定度：优于 3°。

2）JJF1740-2019 天馈线校准规范中校准用设备要求**标准失配器**指标：

频率范围：2MHz~18GHz；

标称电压驻波比：1.10,1.50,2.00，不确定度：5%（ $k=2$ ）。

标准匹配负载：

频率范围：2MHz~18GHz

回波损耗：≥24dB。

2.2 同轴终端负载的计量特性

参考典型仪器技术参数及现有规范中对同轴终端负载计量特性要求，同轴终端负载的计量特性如下：

2.2.1 电压驻波比

电压驻波比：≥1（9kHz~67GHz）；

最大允许误差：±（3%~20%）。

2.2.2 反射系数

反射系数：0~0.71（9kHz~67GHz）。

2.2.3 回波损耗（匹配负载）

回波损耗：≥14dB（9kHz~67GHz）。

3.主要测量标准的技术指标

3.1 矢量网络分析仪

频率范围：9kHz~67GHz；

电压驻波比测量范围：≥1；

校准后方向性、端口匹配优于 40dB。

3.2 线缆和连接器

频率范围：9kHz~67GHz；

电压驻波比：≤1.25。

4.简要描述主要计量项目的技术原理

终端负载的电压驻波比、反射系数和回波损耗可同时校准，仪器连接图如图 1 所示。

矢量网络分析仪的测试端口接线缆或连接器，测试频率设置为被校终端负载的频率，功率设置为-20dBm，接收机中频带宽设置为 10Hz。使用 OSL 校准件在线缆或连接器端面对矢量网络分析仪进行 OSL 校准，连接被校终端负载，测得被校终端负载的电压驻波比、反射系数模值和回波损耗。

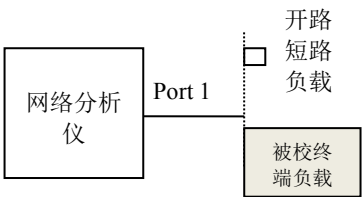


图 1 终端负载校准连接示意图

反射系数和电压驻波比换算：

$$VSWR = (1 + \Gamma) / (1 - \Gamma)$$

$$\Gamma = (VSWR - 1) / (VSWR + 1)$$

式中：

VSWR——电压驻波比；

		<p>Γ ——反射系数；</p> <p>回波损耗、反射系数和电压驻波比换算：</p> $RL = -20\lg\Gamma$ $RL = -20\lg (VSWR-1) / (VSWR+1)$ <p>式中：</p> <p>RL——回波损耗，dB。</p>			
水平		<input type="checkbox"/> 国际先进 <input checked="" type="checkbox"/> 国内先进			
国内外情况 简要说明		<p><u>1.与国内相关技术规范之间的关系</u></p> <p>本（建议）规范计量特性及技术指标满足矢量网络分析仪校准规范、天馈线校准规范、同轴电气假负载总规范和同轴匹配负载详细规范中匹配负载和失配负载溯源的要求。</p> <p><u>2.指出是否发现有知识产权的问题，或涉及专利的情况</u></p> <p>无知识产权问题或涉及专利情况。</p>			
推荐意见		<p>同轴终端负载是射频传输系统的重要组成部分之一，广泛应用于无线通信、卫星通信、雷达等领域的测量和测试，但目前国家及行业计量技术规范不能满足 9kHz~67GHz 同轴终端负载的计量需求，因此有必要编制本规范。建议书给出的计量特性和技术方案基本合理，可满足同轴终端负载的校准需求，建议立项。</p>			
主要 起草 单位	（签字、盖公章） 月 日	技术 委员 会	（盖公章） 月 日	部委托 支撑 单位	（盖公章） 月 日

填写说明：1.表中第 2，3，10 行，请在选定的内容上填写 “☒” 的符号。

2.填写制定或修订项目中，若选择修订则必须填写被修订计量技术规范号。