



CNAS 技术报告

通信检测实验室校准方案制定和实施指南

版权声明

本文件版权归中国合格评定国家认可委员会（CNAS）所有，CNAS 对其享有完全的著作权及与著作权有关的权利。

在遵守《中华人民共和国著作权法》及其他相关法律法规的前提下，机构及人员等可免费使用本文件进行非商业性的学习和研究。

未经 CNAS 书面授权准许，禁止任何单位和个人复制、传播、发行、汇编、改编、翻译或以其他方式对本文件再创作等，侵权必究。

CNAS 网站：www.cnas.org.cn

中国合格评定国家认可委员会

前 言

本文件依据 CNAS-CL01《检测和校准实验室能力认可准则》和 CNAS-CL01-G002《测量结果的溯源性要求》中的要求，并结合通信检测实验室测量设备的特性而制定。

本文件给出了通信检测实验室校准方案制定和实施的工作程序、方法和一般原则，以及典型设备的校准参数和范围，目的是指导相关实验室科学合理、有效地制定和实施校准方案，提高校准的有效性，确保实验室检测结果的准确可靠。

本文件给出的技术建议仅供相关方参考，不是认可要求和评审依据。

本文件包含 1 个资料性附录。

本文件由中国合格评定国家认可委员会提出并归口。

本文件主要起草单位：中国合格评定国家认可中心、中国信息通信研究院、国家无线电监测中心检测中心

本文件主要起草人：龙跃、孟艾立、陶洪波、黄震、傅栋博、牟丹、靳冬、安晗亮。



通信检测实验室校准方案制定和实施指南

1 范围

本文件给出了通信检测实验室校准方案制定和实施的工作程序、方法和一般原则，以及典型设备的校准参数和范围。

本文件适用于通信检测领域实验室。通信检测领域包括各类通信设备、器件和系统的性能、功能和协议检测项目。

本文件的测量设备（简称设备）包括测量仪器、测量标准和辅助装置等。

本文件不包含相关法规或者个别标准的特定要求。

2 引用文件

CNAS-CL01 《检测和校准实验室能力认可准则》

CNAS-CL01-G001 《CNAS-CL01 《检测和校准实验室能力认可准则》应用要求》

CNAS-CL01-G002 《测量结果的溯源性要求》

CNAS-TRL-004 《测量设备校准周期的确定和调整方法指南》

3 校准方案

3.1 校准方案的基本要求

实验室制定的校准方案应覆盖所有对检测结果有影响的设备。校准的结果应进行确认。校准方案、校准证书及校准证书的确认等记录统一归档。

3.2 校准方案的制定

实验室应根据设备用于检测所依据的技术标准及实验室相关体系文件制定校准方案，以满足 CNAS-CL01、CNAS-CL01-G001 以及相关应用说明的要求。校准方案应包括但不限于：

- a) 设备信息（设备名称、型号、编号）；
- b) 设备主要用途；
- c) 溯源方式；
- d) 需要校准的参数；
- e) 各参数校准范围、校准点（适用时）；
- f) 各参数最大允差或不确定度的要求；
- g) 校准周期；
- h) 各参数的校准结果（数据）是否能满足要求的确认方法。

如果测量设备因没有相应的检定规程/校准规范等原因，以非校准证书的形式作为溯源证明时，实验室应确认其技术有效性（技术上是否能够等效为校准证书），以及是否满足使用要求。

实验室可根据自身管理体系的要求对校准方案进行复审和必要的调整。

4 校准实施

4.1 校准服务方的选择

校准服务方应满足 CNAS-CL01-G002 的要求。实验室需索取和评价服务方的资质和能力范围，并保留相关资质证明材料和评价记录。校准服务方提供的各参数的不确定度应能满足实验室设备各参数最大允差或不确定度的要求。

4.2 校准的实施

实验室应将校准方案中的校准参数、测量范围、不确定度或最大允差等技术信息提供给校准服务方，以便于校准服务方按照实验室的要求进行校准。

实验室应及时记录校准的时间、结果、校准服务方等信息。

在校准实施过程中，如测量设备离开实验室控制范围，应有必要的措施保护设备在运输、校准服务方的存储、校准实施中确保其功能正常，并在投入使用前进行确认。

对于由多个子设备组成的成套测量设备，实验室应在对子设备进行校准的基础上，对成套设备所出具结果进行核查。核查应制定核查作业指导书，明确核查方法和核查周期等，并对核查人员进行培训和授权，适用时给出核查结果的不确定度。

4.3 校准结果的确认

校准结果的确认，应至少包括以下内容：

- a) 校准机构服务方是否满足要求；
- b) 是否按照实验室提供的技术信息予以校准；
- c) 各参数的校准结果（数据）是否能满足其校准方案的要求，并能作出相应判断结果，测量不确定度是否满足要求；
- d) 适用时，是否提供修正值/修正因子或示值误差、校准曲线等；
- e) 如果测量设备因没有检定规程/校准规范等原因，以非校准证书的形式作为溯源证明时，实验室应确认其技术有效性（技术上是否能够等效为校准证书），以及是否满足使用要求。

5 校准周期

5.1 设备校准周期的确定

设备校准周期的确定应由具备相关测量经验、设备校准经验、熟悉设备使用情况的专业人员完成。确定设备初始校准周期时，实验室可参考检定规程/校准规范所采用的方法和设备制造商的建议。此外，实验室可综合考虑以下因素：

- a) 预期使用的程度和频次；
- b) 环境条件的影响；
- c) 测量所需的不确定度；
- d) 最大允许误差；
- e) 设备调整（或变化）；
- f) 被测量的影响（如高温对热电偶的影响）；
- g) 相同或类似设备汇总或已发布的测量数据。

5.2 设备校准周期的调整

实验室制定校准方案后,可在后续使用中结合设备的使用情况和性能表现做出必要的调整。校准周期的调整方法具体可参考CNAS-TRL-004。

6 测量仪器分类和校准参数及范围

6.1 测量仪器分类

6.1.1 光通信类测量仪器

光通信类测量仪器主要包括:光功率计、光时域反射仪(OTDR)、光谱分析仪、可调光衰减器、光纤熔接机、光网络测试仪等。这类测量仪器应用于光通信设备检测,这些设备主要包括:SDH 光传输设备、WDM 光波分复用设备、PTN 分组传送网设备、xPON 光接入设备等。

6.1.2 无线通信类测量仪器

无线通信类测量仪器主要包括:信号发生器、矢量信号发生器、频谱分析仪、网络分析仪、移动通信综合测试仪、功率传感器、无线路测仪、无线信道模拟器等。这类仪器应用于无线通信设备检测,这些设备主要包括:移动通信基站、移动通信终端、无线接入设备、卫星通信设备等。

6.1.3 交换数据通信类测量仪器

交换数据通信类测量仪器主要包括:数据网络性能测试仪、网络损伤仿真仪、网络线缆分析仪、接入网用数据传输误码仪等。这类仪器应用于交换数据通信设备检测,这些设备主要包括:软交换语音交换机、IMS 交换机,路由器、以太网交换机、接入服务器等,这类仪器主要包括:数据网络性能测试仪、网络损伤仿真仪、网络线缆分析仪、接入网用数据传输误码仪等。

6.1.4 其它类

以上未能涵盖的通信类测量仪器,主要包括:PCM 话路特性分析仪、电话分析仪、时间分析仪等。

6.2 测量仪器主要校准参数及范围

各类测量仪器主要校准参数及范围请参见附录 A。

附录 A (资料性附录):

测量仪器主要校准参数及范围

类别	仪器名称	参数	范围	备注
1	光通信	1.1. 光功率计	光功率	-80dBm~+25dBm
		1.2. 光时域反射仪	距离	单模: 0km~260km 多模: 0km~40km
			损耗	单模: 0dB~50dB 多模: 0dB~35dB
		1.3. 光波长计	光波长	1270nm~1680nm
			光功率	-40dBm~+10dBm
		1.4. 可调光衰减器	工作波长范围	1250nm~1600nm
			可调衰减范围	0dB~50dB
		1.5. 光谱分析仪	光波长	600nm~1700nm
			光功率	-75dBm~+20dBm
			光信噪比	0dB~40dB
		1.6. 光纤色散测试仪	零色散波长	1270nm~1350nm 1460nm~1630nm
			色散系数	-20ps/(nm·km)~+80ps/(nm·km)
			零色散波长斜率	$\geq 0.002\text{ps}/(\text{nm}^2\cdot\text{km})$
		1.7. 光回波损耗测试仪	光回波损耗	0dB~60dB
		1.8. 光插入损耗测试仪	光插入损耗	0dB~70dB
		1.9. 偏振模色散测试仪	偏振模色散	0ps~120ps
		1.10 偏振相关损耗测试仪	偏振相关损耗	0dB~10dB
		1.11 偏振消光比测试仪	偏振消光比	0dB~45dB
		1.12 光调制信号分析仪	矢量幅度误差	2%~35%
		1.13 通信信号分析仪	脉冲信号幅度	不大于 800mV(峰峰值)
			上升时间(下降时间)	电信号: $\geq 13\text{ps}$ 光信号: $\geq 22\text{ps}$
			消光比	0dB~16dB
		1.14 PDH/SDH 传输分析仪	信号速率	2Mbit/s、8Mbit/s、34Mbit/s、140Mbit/s、156Mbit/s、622Mbit/s、2.5Gbit/s、10Gbit/s、40Gbit/s
			输入抖动容限	调制频率: 20Hz~320MHz

类别	仪器名称	参数	范围	备注
2			调制幅度: 0UIpp ~2.0UIpp	
		输出抖动 (固有抖动)	抖动幅度: 0UIpp ~2.0UIpp	
		抖动转移特性	调制幅度: 0.1UIpp ~2.0UIpp 调制频率: 20Hz~320MHz	
		最大时间间隔误差(MTIE)	带宽: 10μHz~10Hz 测量范围: 10 ⁵ ns~10 ¹⁰ ns	
		信号中断时间	10ms~2000ms	
		信号延时	0s~10s	
	1.15 串行误码仪	信号速率	100Mbit/s~35Gbit/s	
		信号速率	2.6Gbit/s、10.7Gbit/s、43Gbit/s、111Gbit/s	
		输入抖动容限	调制频率: 1kHz~320MHz 调制幅度: 0UIpp~2.0UIpp	
		输出抖动 (固有抖动)	抖动幅度: 0UIpp ~2.0UIpp	
		抖动转移特性	调制幅度: 0.1UIpp ~2.0UIpp 调制频率: 300Hz~320MHz	
		最大时间间隔误差(MTIE)	带宽: 10μHz~10Hz 测量范围: 10 ⁵ ns~10 ¹⁰ ns	
		信号中断时间	10ms~2000ms	
		信号延时	0s~10s	
	无线通信	2.1. 信号发生器	频率	5kHz~43GHz
			绝对电平	-120dBm~30dBm
			调幅深度	5%~99%
			调频频偏	0kHz~400kHz
		2.2. 矢量信号发生器	输出信号频率	250kHz~43GHz
			输出电平	-120dBm~20dBm
			调幅深度	5%~99%
			调频频偏	0kHz~400kHz
			数字调制参数	调制方式: BPSK、QPSK、 $\pi/4$ DQPSK、8PSK、16QAM、32QAM、256QAM、FSK、MSK、OFDM 等, 通信制式: GSM、PDC、NADC、CDMA2000、WCDMA、TD-SCDMA、WLAN、Bluetooth、LTE、WiMAX、5G NR 等
		2.3. 频谱分析仪/信号分析仪	频率	3Hz~50GHz
			扫频宽度	0 Hz, 10Hz~50GHz
			输入电平	-130dBm~30dBm
			射频分析仪解调	AM、FM、GSM、CDMA、WCDMA、TD-SCDMA、LTE、WLAN、Bluetooth、RFID、5G NR、NB-IOT、eMTC 等制式
	2.4. 移动通信	射频信号发生器	10kHz~71GHz	

类别	仪器名称	参数	范围	备注
	综合测试仪	频率		
		射频信号发生器输出功率	-120dBm~10dBm	
		射频信号发生器调制	AM、FM、GSM、CDMA、WCDMA、TD-SCDMA、LTE、WLAN、Bluetooth、RFID、5GNR、NB-IOT、eMTC 等制式	
		射频分析仪功率	-70dBm~34dBm	
		射频分析仪解调	AM、FM、GSM、CDMA、WCDMA、TD-SCDMA、LTE、WLAN、Bluetooth、RFID、5GNR、NB-IOT、eMTC 等制式	
		音频信号发生器输出频率	10Hz~25kHz	
		音频信号发生器输出电平	10mV~5V	
		音频分析仪频率	20Hz~400kHz	
		音频分析仪电压	20mV~30V	
	2.5. 网络分析仪	内部信号源频率	9kHz~50GHz	
		内部信号源功率	-110dBm~20dBm	
		S11/S22 电压驻波比（单端口驻波）	1~100	
		S21 衰减（两端口衰减量）	0dB~70dB	
		S21 相位（两端口相位）	-180°~180°	
	2.6. 功率指示器	功率指示值	-80dBm~40dBm	
	2.7. 功率传感器	功率	-30dBm~27dBm (频率范围：100kHz~40GHz)	
	2.8. 中功率计	功率	0.1W~500W (频率范围：1MHz~18GHz)	
	2.9. 射频和微波功率放大器	频率	10 kHz~40 GHz	
		额定输出功率	<65.5dBm	
		增益	0dB~80dB	
	2.10 射频同轴滤波器	频率	10Hz~40GHz	
		通带衰减	0.5dB~3dB	
		阻带衰减	20dB~40dB	
	2.11 天馈线测试仪	电压驻波比	1~65 (频率范围：25MHz~18GHz)	
		衰减量	0dB~60dB (频率范围：25MHz~18GHz)	
	2.12 无源互调分析仪	输出频率	700MHz~3.6GHz	
		输出功率	20dBm~48dBm	

类别	仪器名称	参数	范围	备注
		无源互调	-140dBm~-70dBm	
	2.13 射频同轴电缆	插入损耗	0dB~100dB (频率范围: 10MHz~40GHz)	
	2.14 无线路测试仪	GSM 发射机输出电平	-50dBm~33dBm	
		GSM 发射机调制	频率误差: -300kHz~+300kHz, 均方根值相位误差: $0^{\circ} \sim 25^{\circ}$	
		GSM 接收机电平	-110dBm~-30dBm	
		CDMA 发射机输出电平	-50dBm~33dBm	
		CDMA 发射机调制	频率误差: -300kHz~+300kHz, 波形质量: 0~1, 均方根值相位误差: $0^{\circ} \sim 25^{\circ}$; 均方根值误差矢量幅度: 0%~25%	
		CDMA 接收机电平	-110dBm~-30dBm	
	2.15 音频分析仪	频率	10Hz~200kHz	
		交流电压	10mV~100V (频率范围: 20Hz~100kHz)	
		失真度	0.03%~30% (频率范围: 20Hz~100kHz)	
		输出频率	5Hz~200kHz	
		输出电压	10mV~100V (频率范围: 20Hz~100kHz)	
	2.16 矢量信号分析仪	频率	1MHz~4GHz	
		载波幅度	-110dBm~20dBm	
		误差矢量幅度	0%~25%	
		矢量幅度误差	0%~20%	
		相位误差	$0^{\circ} \sim 25^{\circ}$	
		I/Q 原点偏移	-60dB~-10dB	
		频率偏移	-300kHz~+300kHz	
	2.17 无线信道模拟器	频率	1MHz~6GHz	
		路径损耗	0dB~80dB (频率范围: 1MHz~6GHz)	
		输出衰减	0dB~80dB (频率范围: 1MHz~6GHz)	
		功能检查	瑞利 (Rayleigh) 衰落模拟 (频域)、瑞利 (Rayleigh) 衰落模拟 (时域)、莱斯 (Rician) 衰落模拟、Log-Normal Shadowing 模拟、频移 (Frequency Shift) 模拟等	
		分压系数	-15dB~0dB	
	2.18 噪声信号发生器	超噪比	1dB~30dB	
	2.19 噪声系数	频率	10MHz~26.5GHz	

类别	仪器名称	参数	范围	备注
	分析仪器	噪声系数	0dB~30dB	
		增益	-20dB~40dB	
	2.20 函数发生器	频率	0.1Hz~250MHz	
		交流电压幅度	5mV~55V	
	2.21 基带衰落模拟器	参考晶体振荡器 频率准确度	10MHz	
		路径损耗	0dB~50dB	
		多普勒频移	0.1Hz~1600Hz	
		直流偏置电压	-2V~2V	
		路径时延	0μs~1600μs	
		I/Q 不平衡范围	I/Q 时延不平衡: -2ns~2ns; I/Q 幅度不平衡: -0.25dB~0.25dB; I/Q 相位不平衡: -0.8°~0.8°	
	2.22 同轴电阻式衰减器	衰减量值	0dB~100dB (频率范围: 10kHz~40GHz)	
	2.23 测量接收机	频率	100kHz~50GHz	
		调谐电平	-120dBm~10dBm	
		调频频偏	0kHz~500kHz	
		调相相偏	0rad~500rad	
		调幅深度	5%~99%	
	2.24 定向耦合器及驻波比电桥	插入损耗	≤3dB	
		耦合系数	10dB~40dB	
		方向性	20dB~50dB	
	2.25 天线	天线增益	-10dB~40dB	
		3dB 波束宽度	3°~120°	
		端口驻波比	1~100	
	2.26 声级计	声级	40dB~130dB (频率范围: 20Hz~19999Hz)	
	2.27 电场探头	频率	9kHz~40GHz	
		场强	0.2V/m~200V/m	
3	交换数据通信	3.1 数据网络性能测试仪	速率	10Mbit/s、100Mbit/s、1Gbit/s、10Gbit/s、100Gbit/s
			包长	64、128、256、512、1024、1280、1518
			吞吐量	0%~100%
			丢包率	0%~100%
			背对背吞吐量	10Mbit/s: (812.7~148810) frames 100Mbit/s: (8127.4~1488096) frames 1Gbit/s: (81274.4~14880960) frames 10Gbit/s: (812743.8~148809530) frames 100Gbit/s: (8127438.2~1488095240) frames
			时延	0μs~500ms
		3.2 网络损伤	速率	10Mbit/s、100Mbit/s、1Gbit/s、10Gbit/s、

类别	仪器名称	参数	范围	备注
4	其他	仿真仪	100Gbit/s	
			包长	64、128、256、512、1024、1280、1518
			丢包率	0%~100%
			时延	0μs~500ms
		3.3 网络线缆分析仪	传播时延	0ns~500ns
			回波损耗	8dB~26dB
			插入损耗	0dB~40dB
			直流环阻	0Ω~50Ω
			等效远端串扰	10dB~60dB
			近端串扰	20dB~70dB
			长度	0m~100m
		3.4 接入网用数据传输误码仪	信号速率	50bit/s~2048kbit/s
			传播时延	0s~10s
	其他	4.1 PCM 话路特性分析仪	电平	-78dB~13dB (频率范围: 200Hz~3600Hz)
			频率响应	-60dB~+60dB
			电平特性	-60dB~+60dB
			空闲噪声	-90 dBm0p~+5dBm0p, ITU-T 加权
			路际串话	-90dBm0~+5dBm0
			量化失真	0dB~60dB, ITU-T 加权
			回波损耗	0dB~62dB
			对地平衡度	0dB~82dB
		4.2 电话分析仪	双音频电平	-50dBm~3dBm
			双音频频率	600Hz~1700Hz
			脉冲周期	5pps~30pps
			脉冲断续比	1%~99%
		4.3 时间分析仪	输出仿真时间误差	±100ns (1PPS、PTP) ±20μs (NTP) ±40μs (IRIG-B AC) ±200ns (IRIG-B DC)
			输入时间误差	绝对值大于 100ns (1PPS、PTP) 绝对值大于 20μs (NTP) 绝对值大于 40μs (IRIG-B AC) 绝对值大于 200ns (IRIG-B DC)