



中华人民共和国国家标准化指导性技术文件

GB/Z 17626.33—2023/IEC 61000-4-33:2005

电磁兼容 试验和测量技术 第 33 部分:高功率瞬态参数测量方法

Electromagnetic compatibility—Testing and measurement techniques—
Part 33: Measurement methods for high-power transient parameters

[IEC 61000-4-33:2005, Electromagnetic compatibility(EMC)—Part 4-33:
Testing and measurement techniques—Measurement methods for
high-power transient parameters, IDT]

2023-05-23 发布

2024-06-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
引言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 高功率瞬态响应的测量	3
4.1 总体测量概念和要求	3
4.2 测得响应的表述	5
4.3 测量仪器	5
4.4 测量程序	16
5 低频响应的测量	16
6 校准程序	16
6.1 整个测量通道的校准	16
6.2 测量通道单元的单独校准	18
6.3 近似校准技术	22
附录 A (规范性) 对测得响应特性的描述方法	25
附录 B (资料性) 测量传感器的特性	29
附录 C (规范性) HPEM 测量程序	40
附录 D (资料性) 测量链路单元的双端口表达法	42
参考文献	47
 图 1 测量高功率瞬态响应的典型测量链路示例	4
图 2 平衡的传感器和电缆连接到不平衡(同轴)线的示例	8
图 3 几种简单巴伦的例子	9
图 4 测量链路中在线衰减器的典型电路	9
图 5 用于 50Ω 系统的额定值为 20 dB 的衰减器典型衰减示例(作为频率的函数)	10
图 6 串联积分器的典型电路图	10
图 7 积分电路的传递函数	11
图 8 标准和半精制同轴电缆随频率变化的单位长度信号传输特性的示例	12
图 9 传感器电缆在不含电磁场的区域走线的示例	13
图 10 在有电磁场的区域对传感器电缆的处理	14
图 11 使电缆适应系统局部屏蔽的拓扑	15
图 12 电缆走线的正确和错误方法	15

图 13 用于传感器校准提供均匀场照射的双端 TEM 小室	17
图 14 单端 TEM 小室及其相连设备示意图	17
图 15 用于校准传感器的小尺寸测试设备尺寸图	18
图 16 测量链的电气示意图	19
图 17 一个简单电场传感器示意图	20
图 18 图 17 中所给的电场传感器的输入阻抗的实部和虚部的特性曲线	21
图 19 据天线分析程序计算得到的流入传感器终端的短路电流对不同入射角的幅频特性曲线	21
图 20 传感器等效高度的幅值对不同入射角度的变化曲线	22
图 21 衰减器的高频等效电路	24
图 A.1 用来定义瞬态响应波形 $R(t)$ 的脉冲部分的不同参数示意图	25
图 A.2 高功率瞬态电磁测量中出现的振荡波示意图	26
图 A.3 图 A.2 中波形的计算频谱幅值	28
图 B.1 一个简单的电场传感器的示意图及其诺顿等效电路	29
图 B.2 场传感器的归一化频率函数的幅频相频特性	30
图 B.3 一个简单的磁场传感器的示意图及其戴维南等效电路	31
图 B.4 放置在地面上测量垂直电场或表面电荷密度的电场传感器示意图	33
图 B.5 用于测量磁场切向分量或表面电流密度半环磁感应强度传感器示意图	33
图 B.6 测量线电流的简化示意图	35
图 B.7 电流传感器的详细构造	35
图 B.8 标称 1Ω 电流传感器的阻抗幅值特性曲线	36
图 B.9 嵌入式微分电流传感器的几何尺寸	37
图 B.10 同轴电缆电流传感器设计概念	37
图 B.11 CIP-10 同轴电缆电流传感器的形状和尺寸	38
图 B.12 微分同轴电缆电流传感器的结构示意图	38
图 D.1 通用双端口网络的电压电流关系	42
图 D.2 链参数的电压电流定义	43
图 D.3 两个双端口网络的级联	43
图 D.4 用链参数矩阵表示的简单测量链路	44
图 D.5 测量链路的简单等效电路	44
图 D.6 由链参数建模的简单双端口网络	44
表 A.1 波形 P 范数的例子	26
表 A.2 用于高功率瞬态波形的时域波形范数	26
表 D.1 简单电路的链参数	45

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。

本文件是 GB/T(Z)17626《电磁兼容 试验和测量技术》的第 33 部分。GB/T(Z) 17626 已经发布了以下部分：

- GB/T 17626.1—2006 电磁兼容 试验和测量技术 抗扰度试验总论；
- GB/T 17626.2—2018 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验；
- GB/T 17626.3—2016 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验；
- GB/T 17626.4—2018 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验；
- GB/T 17626.5—2019 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验；
- GB/T 17626.6—2017 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度；
- GB/T 17626.7—2017 电磁兼容 试验和测量技术 供电系统及所连设备谐波、间谐波的测量和测量仪器导则；
- GB/T 17626.8—2006 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验；
- GB/T 17626.9—2011 电磁兼容 试验和测量技术 脉冲磁场抗扰度试验；
- GB/T 17626.10—2017 电磁兼容 试验和测量技术 阻尼振荡磁场抗扰度试验；
- GB/T 17626.11—2023 电磁兼容 试验和测量技术 第 11 部分：对每相输入电流小于或等于 16 A 设备的电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验；
- GB/T 17626.12—2023 电磁兼容 试验和测量技术 第 12 部分：振铃波抗扰度试验；
- GB/T 17626.13—2006 电磁兼容 试验和测量技术 交流电源端口谐波、谐间波及电网信号的低频抗扰度试验；
- GB/T 17626.14—2005 电磁兼容 试验和测量技术 电压波动抗扰度试验；
- GB/T 17626.15—2011 电磁兼容 试验和测量技术 闪烁仪 功能和设计规范；
- GB/T 17626.16—2007 电磁兼容 试验和测量技术 0 Hz~150 kHz 共模传导骚扰抗扰度试验；
- GB/T 17626.17—2005 电磁兼容 试验和测量技术 直流电源输入端口纹波抗扰度试验；
- GB/T 17626.18—2016 电磁兼容 试验和测量技术 阻尼振荡波抗扰度试验；
- GB/T 17626.19—2022 电磁兼容 试验和测量技术 第 19 部分：交流电源端口 2 kHz~150 kHz 差模传导骚扰和通信信号抗扰度试验
- GB/T 17626.20—2014 电磁兼容 试验和测量技术 横电磁波(TEM)波导中的发射和抗扰度试验；
- GB/T 17626.21—2014 电磁兼容 试验和测量技术 混波室试验方法；
- GB/T 17626.22—2017 电磁兼容 试验和测量技术 全电波暗室中的辐射发射和抗扰度测量；
- GB/T 17626.24—2012 电磁兼容 试验和测量技术 HEMP 传导骚扰保护装置的试验方法；
- GB/T 17626.27—2006 电磁兼容 试验和测量技术 三相电压不平衡抗扰度试验；
- GB/T 17626.28—2006 电磁兼容 试验和测量技术 工频频率变化抗扰度试验；
- GB/T 17626.29—2006 电磁兼容 试验和测量技术 直流电源输入端口电压暂降、短时中

断和电压变化的抗扰度试验；

——GB/T 17626.30—2012 电磁兼容 试验和测量技术 电能质量测量方法；

——GB/T 17626.31—2021 电磁兼容 试验和测量技术 第31部分：交流电源端口宽带传导骚扰抗扰度试验；

——GB/Z 17626.33—2023 电磁兼容 试验和测量技术 第33部分：高功率瞬态参数测量方法

——GB/T 17626.34—2012 电磁兼容 试验和测量技术 主电源每相电流大于16 A的设备的电压暂降、短时中断和电压变化抗扰度试验。

本文件等同采用 IEC 61000-4-33:2005《电磁兼容(EMC) 第4-33部分:试验和测量技术 高功率瞬态参数测量方法》。文件类型由 IEC 的标准调整为我国的国家标准化指导性技术文件。

本文件做了下列最小限度的编辑性改动：

——为了与该标准体系名称保持统一，标准名称改为《电磁兼容 试验和测量技术 第33部分：高功率瞬态参数测量方法》。

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专利的责任。

本文件由全国电磁兼容标准化技术委员会(SAC/TC 246)提出并归口。

本文件起草单位：中国电力科学研究院有限公司、国网江苏省电力有限公司、国家电网有限公司特高压建设分公司、深圳供电局有限公司、华北电力大学。

本文件主要起草人：张建功、干喆渊、谢辉春、赵军、李妮、赵志斌、刘皓、郑树海、余鹏、周兵、贺伟、吴永康、杨波、缪金。

引　　言

电磁兼容性是电气和电子设备或系统在其电磁环境中能正常工作且不对该环境中任何事物构成不能承受的电磁骚扰的能力。电磁兼容问题是影响环境及产品质量的重要因素之一,其标准化工作已引起国内外的普遍关注。在这方面,国际电工委员会(IEC)制定的 IEC 61000 系列出版物是制造业、信息产业、电工电气工程及能源、交通运输业、社会事业及健康、消费品质量安全等领域中的通用标准,分为综述、环境、限值、试验和测量技术、安装和减缓导则、通用标准 6 大类。我国已经针对该系列出版物开展了国内转化工作,并建立了相应的国家标准体系。

在该标准体系中,GB/T(Z) 17626《电磁兼容　试验和测量技术》是关于电磁兼容领域试验和测量技术方面的基础性标准,旨在描述传导骚扰、辐射骚扰等电磁兼容现象的抗扰度试验等内容,拟由 39 个部分构成。

- 第 1 部分:抗扰度试验总论。目的在于提供电磁兼容标准中有关试验和测量技术的使用性指导,并对选择相关的试验提供通用的建议。
- 第 2 部分:静电放电抗扰度试验。目的在于建立通用的和可重现的基准,以评估电气和电子设备遭受静电放电时的性能。
- 第 3 部分:射频电磁场辐射抗扰度试验。目的在于建立电气、电子设备受到射频电磁场辐射时的抗扰度评定依据。
- 第 4 部分:电快速瞬变脉冲群抗扰度试验。目的在于建立通用的和可重现的基准,以评估电气和电子设备的供电电源端口、信号、控制和接地端口在受到电快速瞬变脉冲群干扰时的抗扰度性能。
- 第 5 部分:浪涌(冲击)抗扰度试验。目的在于建立通用的和可重现的基准,以评估电气和电子设备在受到浪涌(冲击)时的抗扰度性能。
- 第 6 部分:射频场感应的传导骚扰抗扰度。目的在于建立通用的和可重现的基准,以评估电气和电子设备在收到由射频场感应的传导骚扰时的抗扰度性能。
- 第 7 部分:供电系统及所连设备谐波、间谐波的测量和测量仪器导则。目的在于规定可用于根据某些标准给出的发射限值对设备逐项进行试验,对实际供电系统中谐波电流和电压的测量的仪器。
- 第 8 部分:工频磁场抗扰度试验。目的在于建立通用的和可重现的基准,以评估家用、商业和工业用电气和电子设备处于工频(连续和短时)磁场中的抗扰度性能。
- 第 9 部分:脉冲磁场抗扰度试验。目的在于建立通用的和可重现的基准,以评估居住、商业和工业用电气和电子设备处于脉冲磁场中的抗扰度性能。
- 第 10 部分:阻尼振荡磁场抗扰度试验。目的在于建立通用的和可重现的基准,以评估中、高压变电站中电气和电子设备处于阻尼振荡磁场中的抗扰度性能。
- 第 11 部分:对每相输入电流小于或等于 16 A 设备的电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验。目的在于建立通用的和可重现的基准,以评估电气和电子设备在经受电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度性能。
- 第 12 部分:振铃波抗扰度试验。目的在于建立通用的和可重现的基准,以评估在实验室中居住、商业和工业用电气和电子设备的抗扰度性能,同样也适用于发电站和变电站的设备。
- 第 13 部分:交流电端口谐波、谐间波及电网信号的低频抗扰度试验。目的在于建立通用的和可重现的基准,以评估电气和电子设备对谐波、间谐波和电网信号频率的低频抗扰度性能。

- 第 14 部分:电压波动抗扰度试验。目的在于建立通用的和可重现的基准,以评估电气和电子设备在受到正和负的低幅值电压波动时的抗扰度性能。
- 第 15 部分:闪烁仪 功能和设计规范。目的在于为所有实际的电压波动波形显示正确的闪烁感知电平。
- 第 16 部分:0 Hz~150 kHz 共模传导骚扰抗扰度试验。目的在于建立电气和电子设备经受共模传导骚扰测试的通用和可重复性准则。
- 第 17 部分:直流电源输入端口纹波抗扰度试验。目的在于建立通用的和可重现的基准,用以在实验室条件下对电气和电子设备进行来自于如整流系统和/或蓄电池充电时叠加在直流电源上的纹波电压的抗扰度试验。
- 第 18 部分:阻尼振荡波抗扰度试验。目的在于建立通用的和可重现的基准,以评估电气和电子设备在受到阻尼振荡波时的抗扰度性能。
- 第 19 部分:交流电源端口 2 kHz~150 kHz 差模传导骚扰和通信信号抗扰度试验。目的在于确认电气和电子设备在公用电网下工作时能承受来自诸如电力电子和电力线通信系统(PLC)等的差模传导骚扰。
- 第 20 部分:横电磁波(TEM)波导中的发射和抗扰度试验。目的在于给出 TEM 波导的性能、用于电磁兼容试验的 TEM 波导的确认方法、在 TEM 波导中进行辐射发射和抗扰度试验的试验布置、步骤和要求。
- 第 21 部分:混波室试验方法。目的在于建立使用混波室评估电气和电子设备在射频电磁场中的性能和确定电气电子设备的辐射发射等级的通用规范。
- 第 22 部分:全电波暗室中的辐射发射和抗扰度测量。目的在于规定在同一个全电波暗室内进行辐射发射和辐射抗扰度的通用确认程序、受试设备的试验布置要求和全电波暗室测量方法。
- 第 23 部分:HEMP 和其他辐射骚扰防护装置的试验方法。目的在于通过描述 HEMP 试验的基本原理,以及防护元件试验的理论基础(试验概念)、试验配置、所需设备、试验程序、数据处理等重要概念。
- 第 24 部分:HEMP 传导骚扰保护装置的试验方法。目的在于规定 HEMP 传导骚扰保护装置的试验方法,包括电压击穿和电压限制特性的试验,以及电压和电流快速变化时的残余电压的测量方法。
- 第 25 部分:设备和系统 HEMP 抗扰度试验方法。目的在于建立通用的和可重现的基准,用于评估遭受 HEMP 辐射环境及其在电源、天线、I/O 信号线和控制线上产生的传导瞬态骚扰时的电气和电子设备性能。
- 第 27 部分:三相电压不平衡抗扰度试验。目的在于为电气和电子设备在受到不平衡的供电电压时的抗扰度评价建立参考。
- 第 28 部分:工频频率变化抗扰度试验。目的在于为电气和电子设备在受到工频频率变化时的抗扰度评价提供依据。
- 第 29 部分:直流电源输入端口电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验。目的在于建立评价直流电气、电子设备在经受电压暂降、短时中断和电压变化时的抗扰度的通用准则。
- 第 30 部分:电能质量测量方法。目的在于规定 50 Hz 交流供电系统中电能质量参数测量方法及测量结果的解释。
- 第 31 部分:交流电源端口宽带传导骚扰抗扰度试验。目的在于建立通用的基准,以评估电气和电子设备交流电源端口在遭受有意和/或无意宽带信号源产生的传导骚扰时的抗扰度。
- 第 32 部分:高空核电磁脉冲(HEMP)模拟器概述。目的在于提供国际上现有的系统级 HEMP 模拟器以及它们作为抗扰度试验与验证设备时所需要的相关信息。
- 第 33 部分:高功率瞬态参数测量方法。目的在于给出高功率电磁瞬态响应波形的测量方法和

特征参数的信息。

- 第 34 部分:主电源每相电流大于 16 A 的设备的电压暂降、短时中断和电压变化抗扰度试验。目的在于建立评价电气和电子设备在经受电压暂降、短时中断和电压变化时的抗扰度的通用准则。
- 第 35 部分:高功率电磁(HPEM)模拟器概述。目的在于提供国际上现有的系统级 HPEM 窄带(窄谱)和宽带(宽谱、亚超宽谱和超宽谱)模拟器以及它们作为抗扰度试验与验证设备时所需要的相关信息。
- 第 36 部分:设备和系统的有意电磁干扰抗扰度试验。目的在于为评估设备和系统对有意电磁干扰源的抗扰度提供了确定试验水平的方法。
- 第 37 部分:谐波发射试验系统校准与验证协议。目的在于为制造商、终端用户、独立实验室、其他组织机构提供系统化指导,以规定一定谐波电流发射范围内适用的合规状态。
- 第 38 部分:电压波动和闪烁合规测试系统的测试、验证和校准协议。目的在于为由型式试验设备组成的系统提供定期校准和验证的指南和方法。
- 第 39 部分:近场辐射抗扰度试验。目的在于建立通用的基准,以评估暴露于近距离源的辐射射频电磁场中的电气电子设备的抗扰度要求。
- 第 40 部分:调制或失真信号功率的数字测量方法。目的在于介绍两种适用于波动或非周期负载下功率量测量的数字算法,并说明所提出的算法的工作原理。

电磁兼容 试验和测量技术

第 33 部分：高功率瞬态参数测量方法

1 范围

本文件描述了高功率电磁瞬态响应参数测量的基本方法和主要设备。主要的响应参数包括以下内容：

- 电场(E)和磁场(H)(例如:待测试系统的入射场或入射场与散射场的叠加场);
- 电流 I (例如:瞬态场感应的或待测系统内的);
- 电压 U (例如:瞬态场感应的或待测系统内的);
- 在电缆或其他导体上的感应电荷 Q 。

注：导体上的电荷 Q 是在任意频率下具有确定意义的一个基本量。然而,电压 U 是一个仅在低频情况下具有确定意义的(从属的)量。在高频情况下,电压不能由电场的线积分确定,因为这一积分依赖于路径。这样,对于上升沿很快的脉冲(具有大量的高频分量),采用电压作为测量量是不合适的,在这种情况下,需测量电荷量。

这些被测量通常是一些可以用标量参数或“可测参数”来近似描述的复杂时变波形,这些参数包括：

- 响应的峰值;
- 波形的上升时间;
- 波形的下降时间(或持续时间);
- 脉冲宽度;
- 数学意义上由波形得到的范数。

本文件提供了这些波形的测量方法和特征参数的信息,但没有提供有关测量具体等级要求的信息。

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。

IEC 60050-161 国际电工术语(IEV) 第 161 部分:电磁兼容[International Electrotechnical Vocabulary(IEV)—Chapter 161: Electromagnetic compatibility]

注：GB/T 4365—2003 电工术语 电磁兼容(IEC 60050-161:1990, IDT)

IEC 61000-2-9 电磁兼容 第 2 部分:环境 第 9 分部分:HEMP 环境描述 辐射骚扰[Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 2: Environment—Section 9: Description of HEMP environment—Radiated disturbance]

注：GB/T 18039.10—2018 电磁兼容 环境 HEMP 环境描述 辐射骚扰(IEC 61000-2-9:1996, IDT)

IEC 61000-2-10 电磁兼容 第 2-10 部分:环境 HEMP 环境的描述 传导骚扰[Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 2-10: Environment—Description of HEMP environment—Conducted disturbance]