

GigaDevice Semiconductor Inc.

IEC61000-4-4 系统级 EFT 测试

应用笔记

AN128

1.0 版本

(2023 年 7 月)

目录

目录.....	2
图索引.....	3
表索引.....	4
1. 电路系统中的瞬态脉冲干扰.....	5
2. IEC61000-4-4 概述.....	6
2.1. 电快速瞬变脉冲群(EFT).....	6
2.2. 电源端口测试.....	7
2.3. 信号&控制端口测试.....	8
2.4. 抗扰度等级评估.....	8
3. 版本历史.....	10

图索引

图 2-1. EFT 脉冲波形参数.....	6
图 2-2. 电源端口 EFT 实验.....	7
图 2-3. 信号&控制端口 EFT 实验.....	8

表索引

表 2-1. EFT 试验等级.....	8
表 2-2. IEC62132-1 MCU 的失效模式等级.....	9
表 3-1. 版本历史.....	10

1. 电路系统中的瞬态脉冲干扰

电路系统的运行需要考虑电磁干扰对系统的影响，瞬态脉冲干扰是电磁干扰中较为常见一种类型。通常电路系统会受到电力系统以及系统本身的瞬态脉冲干扰。在电力系统中，变电站是电磁环境较为严苛的地方，变电站中集中了很大部分的一次和二次设备。其中对于继电器、断路器以及高压隔离开关等设备的开通和关断操作会产生快速的干扰脉冲，这些干扰会存在于电网之中，对于接入电网的电子和电气设备造成干扰。其次，电子和电气设备中也存在干扰脉冲产生的情况，比如切断感性负载、继电器触点的弹跳等器件工作状态的瞬态切换过程会产生瞬态脉冲干扰。电子和电气设备受到瞬态脉冲干扰可能会导致系统中控制模块复位和大功率负载的启停，影响整个控制系统的正常工作。因此需要对电子和电气设备耐受瞬态脉冲的抗干扰能力进行评估以设计出符合应用要求的系统。IEC61000-4-4是国际上统一的电快速脉冲群抗扰度评估的标准。该标准中提供了规范的测试方法、电快速脉冲群的电压、脉冲波形细节以及抗扰度的等级评判方法等，为设计和测试人员提供了统一的衡量标准。

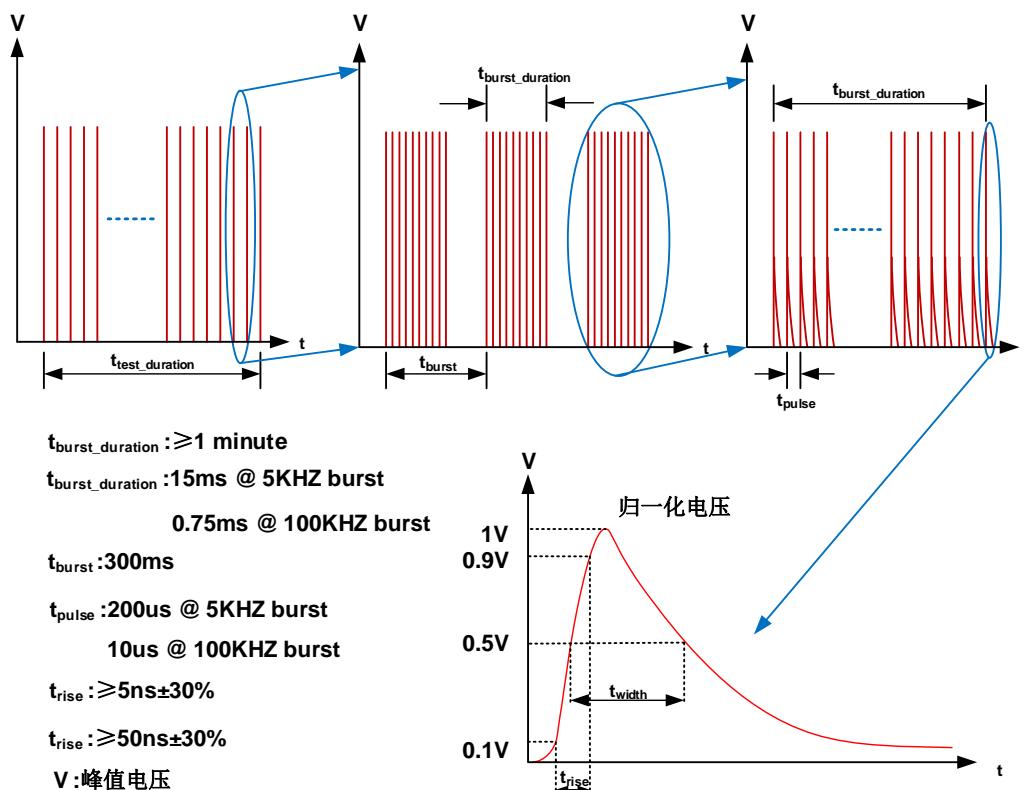
2. IEC61000-4-4 概述

IEC61000-4-4 中提供的电快速瞬变脉冲群(EFT)抗扰度试验可用于评估电气或电子设备的供电电源端口、信号&控制端口、接地端口在受到电快速瞬变脉冲群干扰时的抗扰度。测试过程中需要按照不同的端口进行试验环境的配置,电源端口和接地端口需要直接将干扰耦合到受试设备的电源和接地路径上以测试系统对于来自电源上的干扰的抗扰度。信号和控制端口通过容性耦合夹的方式将干扰耦合到信号和控制的连接线上以测试系统对于信号和控制的连接线的干扰的抗扰度。此外电子和电气设备的不同端口耦合的干扰并不相互独立,系统电路中的 EFT 有两个传输路径,包括传导干扰和辐射干扰。干扰在传导的过程中的共模类型干扰经过电路传输后可能会变成差模干扰,而共模干扰的部分能量会表现为空间辐射干扰。

2.1. 电快速瞬变脉冲群(EFT)

试验中施加到受试设备的电快速脉冲群由 EFT 发生器产生, EFT 发生器的生产厂家已经按照标准进行设计制造以输出符合规范的电快速脉冲群,需要注意的是试验中的设备需要定期进行校准。如 [图 2-1. EFT 脉冲波形参数](#)所示,电快速脉冲群的主要特征是相隔固定的周期会输出 75 个相同的脉冲,频率为 5kHz & 100kHz。5kHz & 100kHz 电快速脉冲群中的脉冲间隔不同,而单个脉冲的波形都需满足标准中的定义。电快速脉冲的幅值从 10%上升到的 90%的上升时间为 5ns,脉冲持续时间为 50ns。

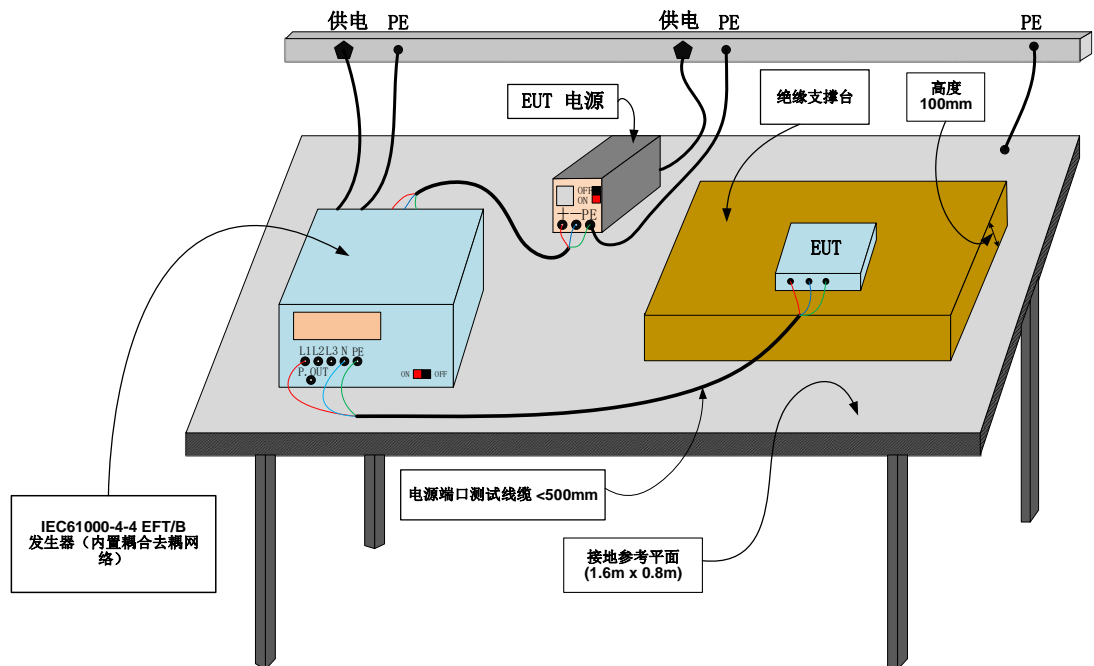
图 2-1. EFT 脉冲波形参数



2.2. 电源端口测试

对电源端口的 EFT 实验过程中,对电源端口施加干扰的耦合与去耦网络包含在 EFT 发生器中。干扰通过耦合网络耦合到试品电源上,通过 EFT 发生器的输出将已耦合干扰的电源线连接到受试设备。受试设备需要放置在厚度为 $(0.1\text{m} \pm 0.01\text{m})$ 的绝缘底座上,绝缘底座放置在试验台的参考平面上,接地平面至少应比受试设备的四周多伸出 0.1m 。在 EFT 发生器中可以设置的参数包括试验等级、脉冲极性、耦合方式、脉冲群长度、脉冲频率、脉冲相位、脉冲群周期、测试时间。如 [图 2-2. 电源端口 EFT 实验](#) 所示,完成试验平台的搭建和参数设置后即可进行试验。

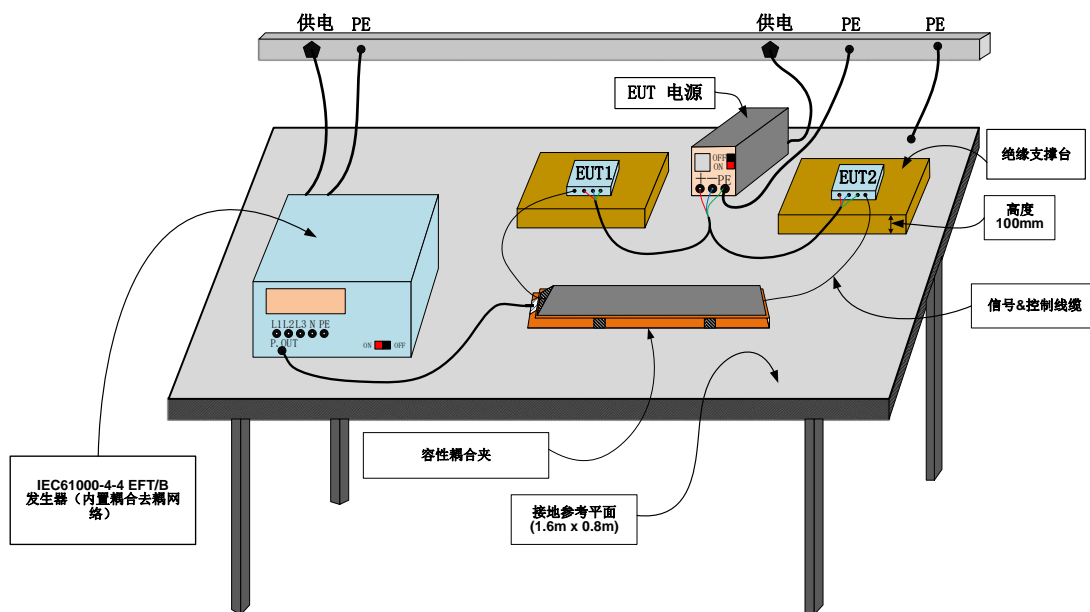
图 2-2. 电源端口 EFT 实验



2.3. 信号&控制端口测试

信号&控制端口的 EFT 的试验是通过容性耦合夹将干扰耦合到 EUT 的端口连接线。容性耦合夹放置在接地参考板上，接地参考板的周边至少超出耦合夹 0.1m。耦合夹两端都有高压铜轴接口选择靠近发生器的接口通过同轴线与 EFT 发生器的脉冲输出端口连接。将 EUT 放置在厚度为 (0.1m±0.01m) 的绝缘底座上，绝缘底座放置在试验台的参考平面上。接地平面至少应比 EUT 的四周伸出 0.1m。待测试的线缆放入耦合夹内，耦合夹尽量压紧以增大线缆与耦合夹间的耦合效果，耦合电容的大小与受试线缆的材质与直径有关。在 EFT 发生器中可以设置的参数包括试验等级、脉冲极性、耦合方式、脉冲群长度、脉冲频率、脉冲相位、脉冲群周期、测试时间。如 [图 2-3. 信号&控制端口 EFT 实验](#) 所示，完成试验平台的搭建和参数设置后即可进行试验。

图 2-3. 信号&控制端口 EFT 实验



2.4. 抗扰度等级评估

测试过程中按照标准进行实验等级的选择，如 [表 2-1. EFT 试验等级](#) 所示，对于某些特殊的应用需求可以选择给定值以外的测试电压值可脉冲群频率。

表 2-1. EFT 试验等级

开路输出试验电压和脉冲的重复频率				
等级	电源端口和接地端口		信号端口和控制端口	
	电压峰值/kV	重复频率/kHz	电压峰值/kV	重复频率/kHz
1	0.5	5 或 100	0.25	5 或 100
2	1	5 或 100	0.5	5 或 100
3	2	5 或 100	1	5 或 100
4	4	5 或 100	2	5 或 100
X	特定	特定	特定	特定

开路输出试验电压和脉冲的重复频率				
等级	电源端口和接地端口		信号端口和控制端口	
	电压峰值/kV	重复频率/kHz	电压峰值/kV	重复频率/kHz
传统上使用 5kHz 的重复频率；然而，100kHz 更接近实际情况。				
对于某些产品，电源端口和信号端口之间没有清晰的区分，在这种情况下，应由产品标准化技术委员会根据试验目的来确定如何进行。				
“X”可以是任意等级，在专业设备技术规范中应对这个级别加以规定。				

试验结束后需要根据 EUT 的工作条件和功能要求分别加以记录，测试结果应相对于 EUT 定义的功能或性能水平对 EUT 的功能丧失或性能退化进行分类。标准中规定的评判标准如 [表 2-2. IEC62132-1 MCU 的失效模式等级](#) 所示。

表 2-2. IEC62132-1 MCU 的失效模式等级

等级	描述
A	不受影响：在脉冲的注入前和注入后，EFT 干扰并未对芯片造成任何影响。
B	自动恢复：在脉冲注入过程中，芯片运行变得不正常，但是脉冲注入结束后，芯片有回到原来的正常状态。
C	手动恢复：在脉冲注入过程中，芯片运行变得不正常，在脉冲注入结束之后，芯片也无法自动回到原来的正常状态，但是在人工干预后（reset），芯片回到原来的正常状态。
D	重新上电：在脉冲的注入和注入后，芯片都无法正常运行（reset 没有用），只有对芯片进行重新上电后，才能回到正常状态，一般是由于 latch-up 现象的发生。
E	硬失效：EFT 的脉冲注入，已经造成了芯片物理性的损坏。

3. 版本历史

表 3-1. 版本历史

版本号.	说明	日期
1.0	首次发布	2023 年 7 月 1 日

Important Notice

This document is the property of GigaDevice Semiconductor Inc. and its subsidiaries (the "Company"). This document, including any product of the Company described in this document (the "Product"), is owned by the Company under the intellectual property laws and treaties of the People's Republic of China and other jurisdictions worldwide. The Company reserves all rights under such laws and treaties and does not grant any license under its patents, copyrights, trademarks, or other intellectual property rights. The names and brands of third party referred thereto (if any) are the property of their respective owner and referred to for identification purposes only.

The Company makes no warranty of any kind, express or implied, with regard to this document or any Product, including, but not limited to, the implied warranties of merchantability and fitness for a particular purpose. The Company does not assume any liability arising out of the application or use of any Product described in this document. Any information provided in this document is provided only for reference purposes. It is the responsibility of the user of this document to properly design, program, and test the functionality and safety of any application made of this information and any resulting product. Except for customized products which has been expressly identified in the applicable agreement, the Products are designed, developed, and/or manufactured for ordinary business, industrial, personal, and/or household applications only. The Products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems designed or intended for the operation of weapons, weapons systems, nuclear installations, atomic energy control instruments, combustion control instruments, airplane or spaceship instruments, transportation instruments, traffic signal instruments, life-support devices or systems, other medical devices or systems (including resuscitation equipment and surgical implants), pollution control or hazardous substances management, or other uses where the failure of the device or Product could cause personal injury, death, property or environmental damage ("Unintended Uses"). Customers shall take any and all actions to ensure using and selling the Products in accordance with the applicable laws and regulations. The Company is not liable, in whole or in part, and customers shall and hereby do release the Company as well as its suppliers and/or distributors from any claim, damage, or other liability arising from or related to all Unintended Uses of the Products. Customers shall indemnify and hold the Company as well as its suppliers and/or distributors harmless from and against all claims, costs, damages, and other liabilities, including claims for personal injury or death, arising from or related to any Unintended Uses of the Products.

Information in this document is provided solely in connection with the Products. The Company reserves the right to make changes, corrections, modifications or improvements to this document and Products and services described herein at any time, without notice.