

前　　言

本标准等同采用国际标准 IEC 61 000-4-11:1994。本标准规定了电气和电子设备对电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验等级和测量方法。

本标准是《电磁兼容　试验和测量技术》系列国家标准之一，该系列标准包括以下标准：

GB/T 17626.1—1998	电磁兼容　试验和测量技术　抗扰度试验总论
GB/T 17626.2—1998	电磁兼容　试验和测量技术　静电放电抗扰度试验
GB/T 17626.3—1998	电磁兼容　试验和测量技术　射频电磁场抗扰度试验
GB/T 17626.4—1998	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—1998	电磁兼容　试验和测量技术　浪涌(冲击)抗扰度试验
GB/T 17626.6—1998	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—1998	电磁兼容　试验和测量技术　供电系统及相连设备的谐波、谐间波的测量和测量仪器导则
GB/T 17626.8—1998	电磁兼容　试验和测量技术　工频磁场抗扰度试验
GB/T 17626.9—1998	电磁兼容　试验和测量技术　脉冲磁场抗扰度试验
GB/T 17626.10—1998	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—1998	电磁兼容　试验和测量技术　电压暂降、短时中断和电压变化抗扰度试验
GB/T 17626.12—1998	电磁兼容　试验和测量技术　振荡波抗扰度试验

本标准中附录 A 是标准的附录，附录 B、附录 C 为提示的附录。

本标准由国家机械工业局提出。

本标准由全国电磁兼容标准化联合工作组归口。

本标准负责起草单位：机械工业部上海电器科学研究所、电子工业部第三研究所、机械工业部广州电器科学研究所。

本标准参加起草单位：上海三基电子工业有限公司、电力部武汉高压研究所、机械工业部上海电动工具研究所、机械工业部上海自动化仪表研究所、电子工业部标准化研究所。

本标准主要起草人：楼鼎夫、杨自佑、彭聰、陈红洁、刘国荣、郎维川、王庆、邱云林、陈峰。

IEC 前言

1) 国际电工委员会(IEC)是包括所有国家委员会(IEC 国家委员会)在内的世界性标准化组织,其主要目的是促进电气和电子方面有关标准化的全部问题的国际一致。此外,还出版国际标准,并委托技术委员会做这些工作。在该活动中,任何国家委员会均可参加其感兴趣的项目。与 IEC 相联系的国际、政府和非政府组织也可参加这一工作。IEC 与国际标准化组织(ISO)按照两组织间协议的条件进行紧密合作。

2) 由于各技术委员会中都有对有关内容感兴趣国家的代表,所以 IEC 对有关技术内容作出的决定或协议都尽可能地与国际意见一致。

3) 所出版的标准、技术报告或导则是用推荐形式供国际使用,并在此意义上为各个国家委员会所接受。

4) 为了促进国际一致的原则,国家委员会在制定国家和地区标准时,尽可能在最大限度上采用 IEC 国际标准,相应国家标准或地区标准与 IEC 国际标准之间任何分歧均应在标准中清楚地说明。

国际标准 IEC 61 000-4-11 是由 IEC 第 77 技术委员会(电磁兼容性)的 77B 分技术委员会(高频现象)负责起草的。

本标准为 IEC 61 000 的第四部分第 11 分部分,根据 IEC 第 107 号导则规定其为基础性 EMC 标准。

本标准文本基于下列文件:

国际标准草案	表决报告
77B(CO)17	77B(CO)20

本标准表决通过的全部资料可在上面表格中列出的表决报告中查到。

上表所列的表决报告中可找到表决通过本标准的全部信息。

附录 A 是本标准的组成部分。

附录 B 和附录 C 仅作参考。

IEC 引言

本标准是 IEC 61 000 系列标准的一部分,该系列标准的构成如下:

第一部分:综述

综合考虑(概述、基本原理)

定义、术语

第二部分:环境

环境的描述

环境的分类

兼容性电平

第三部分:限值

发射限值

抗扰度限值(到目前为止,它们尚不属于产品委员会的责任范围)

第四部分:试验与测量技术

测量技术

试验技术

第五部分:安装和减缓导则

安装导则

减缓方法和装置

第六部分:一般标准

第九部分:其他

每一部分又可分为若干分部分,它们作为国际标准或技术报告出版。

中华人民共和国国家标准

电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化 的抗扰度试验

GB/T 17626.11-1999
idt IEC 61000-4-11:1994

Electromagnetic compatibility—
Testing and measurement techniques—
Voltage dips, short interruptions and
voltage variations immunity tests

1 范围

本标准规定了与低压供电网连接的电气和电子设备对电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验方法和优选的试验等级范围。

本标准适用于额定输入电流每相不超过 16 A 的电气和电子设备。

本标准不适用于与直流网络或 400 Hz 交流网络相连接的电气和电子设备。这些网络的试验将在以后的标准中涉及。

本标准的目的是建立一种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。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中的引用,而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 4365-1995 电磁兼容术语(idt IEC 50(161):1990)

GB/T 17626.1-1998 电磁兼容 试验和测量技术 抗扰度试验总论(idt IEC 61000-4-1:1992)

IEC 68.1:1988 环境试验 第 1 部分:总则和导则

IEC 61000-2-1:1990 电磁兼容性(EMC) 第 2 部分:环境 第 1 分部分:环境的描述公共供电网中低频传导骚扰和信号传输的电磁环境

IEC 61000-2-2:1990 电磁兼容性(EMC) 第 2 部分:环境 第 2 分部分:低压公共供电网中低频传导骚扰和信号传播的兼容性水平

3 概述

电气和电子设备会受到供电电源电压暂降、短时中断或电压变化的影响。

电压暂降、短时中断是由电网、电力设施的故障或负荷突然出现大的变化引起的。在某些情况下会出现两次或更多次连续的暂降或中断。电压变化是由连接到电网的负荷连续变化引起的。

这些现象本质上是随机的,其特征可以用偏离额定电压量及持续时间来表述。电压暂降和短时中断不总是突发的,因为与供电网络相连的旋转电机和保护元件有一定的反作用时间。如果大的电源网络断开(一个工厂的局部或一个地区中的较大的范围),电压将由于有很多旋转电机连接到电网上使之逐步

降低。这些旋转电机短期内作为发电机运行，并向电网输送电力。有些设备对电压的渐变比对电压的突变更为敏感。为了保护和存贮内部存贮器的数据，大多数数据处理设备装有内置式断电检测器，以便在电源电压恢复后，设备按正确的方式启动。有些断电检测器对电源电压的逐渐降低不能快速地反应，因此，加在集成电路上的直流电压在断电检测器触发之前会减小到低于最小运行电压的水平，并且数据将会丢失或改变。当电源电压恢复时，不重新编程，数据处理设备就不能正确再启动。

所以，本标准中规定了不同类型的试验来模拟电压突变的效应。同时基于上述理由，对电压变化也规定了一种型式试验以供选择。在产品标准或有关的标准化技术委员会的责任范围内，这种试验仅用于特殊的和认为合理的情况。

有关专业标准化技术委员会的责任是确定哪些现象是与本标准所考虑的现象相关的，并决定试验的适用性。

4 定义

本标准采用下列定义：

4.1 基础电磁兼容(EMC)标准 basic EMC standard

为达到 EMC 而给出的通用的和基本的条件或规则的标准。它们与所有的产品和系统有关，并适用于所有产品和系统，而且可作为有关的标准化技术委员会的参考文件。

4.2 (对骚扰的)抗扰度 immunity(to a disturbance)

装置、设备或系统面临电磁骚扰不降低运行性能的能力。(见 GB/T 4365—1995)

4.3 电压暂降 voltage dip

在电气系统某一点的电压突然下降，经历半个周期到几秒钟的短暂持续期后恢复正常。(见 IEC 161-08-10, 已修改)

4.4 短时中断 short interruption

供电电压消失一段时间，一般不超过 1 min。短时中断可以认为是 100% 幅值的电压暂降。(见 IEC 61000-2-1:1990 的 8.1 条)

4.5 电压变化 voltage variation

供电电压逐渐变得高于或低于额定电压，变化的持续时间相对于周期来说，可长可短。

4.6 故障 malfunction

设备执行预定功能能力的终止，或此设备执行非预定功能。

5 试验等级

本标准以设备的额定工作电压(U_T)作为规定电压试验等级的基础。

当设备有一个额定电压范围时，应采用如下规定：

——如果额定电压的范围不超过其低端的电压值的 20%，则在该范围内可规定一个电压作为试验等级的基准(U_T)。

——在其他情况下，应在额定电压范围规定的低端电压和高端电压下试验。

——试验等级和持续时间的选择导则见附录 B。

5.1 电压暂降和短时中断

U_T 和变化后的电压之间的变化是突然发生的。电压阶跃能够在电源电压的任意相位开始和停止。采用以下的电压试验等级(% U_T)：0, 40% 和 70%，对应于从额定电压暂降 100%, 60% 和 30%。

优先采用的试验等级和持续时间列于表 1。图 1 所示为一例子。试验等级和持续时间应由产品规范中给出。试验等级为 0 相当于完全电压中断，实际上，额定电压 U_T 从 0 到 20% 的电压试验等级都可以认为是完全中断。

表中较短的持续时间，尤其是半个周期，应进行试验，以确定受试设备(EUT)能否按其预定的性能

运行。

表 1 电压暂降和短时中断试验优先采用的试验等级和持续时间

试验等级, %U _T	电压暂降和短时中断, %U _T	持续时间, (周期)
0	100	0.5*
		1
		5
40	60	10
		25
70	30	50
		X

* 对 0.5 个周期, 应在正极性和负极性下进行试验, 即分别在 0° 和 180° 开始试验。

注

- 1 可以选择上述一个或多个试验等级和持续时间。
- 2 如果对 EUT 进行 100% 的电压暂降试验, 一般不必在相同的持续时间进行其他等级的试验。然而, 有些情况(保安系统或电动装置)除外, 产品规范或有关的标准化技术委员会应给出本注解的应用说明。
- 3 “X”表示一个未定的持续时间, 这个时间可以由产品规范给出, 一些欧洲的机构已经对持续时间从 1/2 个周期到 3 000 个周期之间的电压暂降和短时中断进行测量, 但最普遍的是持续时间少于 50 个周期。
- 4 任何持续时间可用于任意试验等级。

5.2 电压变化(供选择)

这个试验认为在额定电压 U_T 和变化后的电压之间有一个确定的过渡过程。

注: 电压变化发生时间很短, 并且会由于负荷变化或局部电网的贮能改变而发生。

优先采用的电压变化所需时间和减小后的电压维持时间由表 2 给出。电压变化的速率应该是常数, 但电压可以是阶跃变化的, 阶跃应定位在过零附近, 且不应大于 $10\%U_T$ 。当阶跃在 $1\%U_T$ 以下, 则可认为电压变化速率是常数。

表 2 短期供电电压变化的时间设定

电压试验 等级, %U _T	电压降低 需时间, s	降低后电压 维持时间, s	电压增加所 需时间, s
40	2±20%	1±20%	2±20%
0	2±20%	1±20%	2±20%
	X	X	X

注: X 表示一个未定的持续时间, 由产品规范给出。

图 2 所示, 电压为时间的函数, 其他值可在适当的情况下获得, 且应在产品规范中加以规定。

6 试验设备

6.1 试验发生器

除专门指出的以外, 电压暂降、短时中断和电压变化发生器的共同特性如下, 附录 C 给出的是发生器原理的例子。

发生器应有防止强骚扰发射的措施, 否则这些骚扰注入供电网络, 就可能会影响试验结果。

6.1.1 发生器的性能和特性

技术要求

输出电压: 如表 1 中所要求, ±5%

发生器的输出随负荷变化的误差:

100% 输出, 0~16 A: <5%

70% 输出, 0~23 A: <7%

40% 输出, 0~40 A: <10%

输出电流能力: 额定电压下每相电流为 16 A 有效值。发生器应能在 70% 额定电压下输出 23 A, 在

40%额定电压下输出 40 A,持续时间最长为 5 s(根据 EUT 的额定稳态电流情况,这一要求可以降低(见 A2)。

峰值冲击电流驱动能力(对电压变化试验不作要求):不应受发生器的限制,但发生器的最大峰值驱动能力不必超过 500 A(相对 220 V~240 V 电源),或 250 A(相对 100 V~120 V 电源)。

发生器带有 100 Ω 阻性负载时,实际电压的上过冲/下过冲:小于电压变化的 5%。

发生器带有 100 Ω 阻性负载时,突变过程中电压上升(和降落)时间:1 μs~5 μs。

相位变化:(如果必要)0°~360°。

电压暂降和短时中断与电源电压的相位关系: $<\pm 10^\circ$ 。

输出阻抗应主要呈电阻性。

试验电压发生器的输出阻抗即使在过渡过程中也必须呈低阻抗。

6.1.2 电压暂降、短时中断和电压变化发生器的特性校验

为了比较从不同试验发生器获得的试验结果,发生器的特性应根据下列要求进行校验:

— 发生器的 100%、70% 和 40% 有效值输出电压应符合所选择的运行电压(如 230 V、120 V 等)的那些百分比。

— 三种电压的有效值均应在空载时测量,且保持在标称值的规定百分数内。

— 三种输出电压均应校验其负载调整率,在 100% 输出电压带 16 A 负载时,不应超过 5%;在 70% 输出电压带 23 A 负载时,以及在 40% 输出电压带 40 A 负载时,都不超过规定的百分数。

— 70% 输出和 40% 输出时的试验,持续时间不应超过 5 s。

如果需要校验峰值冲击电流驱动能力,将一个 1 700 μF 未充电的电容器和一个合适的整流器串联作为负载,发生器从 0 切换到 100% 输出,在 90° 和 270° 相位时进行试验。校验发生器冲击电流驱动能力的电路由 A1 给出。

当认为 EUT 可能吸收小于标准发生器规定的峰值冲击电流(例如在 220 V~240 V 时电流为 500 A),而采用具有小于该电流的发生器时,应先测量 EUT 的峰值冲击电流以确认之。当采用发生器供电时,测得的 EUT 峰值冲击电流应小于发生器峰值驱动能力的 70%,按照附录 A 的要求,实际 EUT 冲击电流应从冷启动和关闭 5 s 后,按附录 B 的步骤进行测量。

发生器开关特性应通过一个具有合适功耗的 100 Ω 负载来测量。

在相位 90° 和 270°,对电压切换。从 0~100%,100%~70%,100%~40% 和 100%~0 的上升和下降时间,以及过冲和欠冲都应进行校验。

开关的相位准确性,从 0~100% 和 100%~0,把 360° 按 45° 分成九个相角进行校验。从 100%~70% 和 70%~100%、以及 100%~40% 和 40%~100%,在 90° 和 180° 进行校验。

电压发生器应按规定的时间、公认的质量保证体系重复校准。

6.2 测量峰值冲击电流能力的电流监视器的特性

50 Ω 负载的输出电压: $\geq 0.01 \text{ V/A}$

峰值电流: $\geq 1\,000 \text{ A}$

峰值电流准确度(3 ms 持续时间的脉冲): $\pm 10\%$

有效值电流: $\geq 50 \text{ A}$

最大的 $I \times T$: $\geq 10 \text{ A} \cdot \text{s}$

上升/下降时间: $\leq 500 \text{ ns}$

低频 3 dB 点: $\leq 10 \text{ Hz}$

插入电阻: $\leq 0.001 \Omega$

构造:环形

孔直径: $\geq 5 \text{ cm}$

6.3 电源

试验电压的频率在额定频率土2%以内。

7 试验布置

用EUT制造商规定的,最短的电源电缆把EUT连接到试验发生器上进行试验。如果无电缆长度规定,则应是适合于EUT所用的最短电缆。

本标准描述两类现象的试验:

——电压暂降和短时中断;

——额定电压和变化后的电压之间有过渡过程的电压变化(供选择)。

图C1 a)所示为采用带有内部开关的发生器原理图,产生电压暂降、短时中断和由额定电压逐步过渡到变化后电压的电压变化。图C1 b)采用一个发生器和一个放大器组合。

图C2所示为采用调压器仅产生由额定电压逐步过渡到变化后的电压变化原理图。

两类试验都可以用这些装置进行。

对于三相的EUT,试验采用三套相互同步的设备进行。

附录C给出了试验装置举例。

8 试验程序

对一个给定的设备,在试验开始之前,应先准备一份试验计划。

建议试验计划包含以下项目:

——EUT的类型;

——有关连接(插座、端子等)和相应的电缆以及辅助设备的资料;

——EUT的输入电源端口;

——EUT的典型运行方式;

——标准中采用和定义的性能要求;

——设备的运行方式;

——试验布置的描述。

如果没有EUT实际运行用的信号源,则可以模拟它们。

对每一项试验,应记录任何性能降低的情况,监视设备应能显示试验中和试验后EUT运行的状态,每组试验后,应进行一次全面的性能检查。

8.1 试验室参考条件

8.1.1 气候条件

试验应在IEC 68-1要求的标准气候条件下进行:

温度:15℃~35℃;

相对湿度:25%~75%;

大气压力:86 kPa~106 kPa(860 mbar~1 060 mbar)。

注:产品规范可以规定任何其他值。

8.1.2 电磁条件

实验室的电磁条件应能保证EUT正常运行,使试验结果不受影响。

8.2 试验

试验时,监测试验的电源电压使其在2%准确度之内,发生器的过零控制必须有±10°的准确度。

8.2.1 电压暂降和短时中断

EUT应按每一种选定的试验等级和持续时间组合,顺序进行三次跌落或中断试验,最小间隔10 s(两次试验之间的间隔)。

电源电压的突变发生在电压过零处,及由有关的标准化技术委员会或产品标准认为是关键的相位

处,每相优先选择 45° 、 90° 、 135° 、 180° 、 225° 、 270° 和 315° 。

对于三相系统,优先选择逐相试验,在某些情况下,如三相电表和三相电源设备,三相都必须同时试验,对三相同时采用跌落和中断的情况,如 6.1 给出的电压的过零条件,将只在一相实行。

8.2.2 电压变化(供选择)

对 EUT 进行每一种规定的电压变化,在最典型的运行方式下进行三次试验,试验之间间隔 10 s。

9 试验结果和试验报告

本章给出了试验结果的评价和与本标准有关的试验报告的指导性原则。

由于受试的设备和系统种类多,差异大,使得电压暂降、短时中断和电压变化,对设备和系统的影响的确定有困难。

试验结果应按 EUT 的运行条件和性能标准进行如下分类,除非有关的标准化技术委员会或产品标准另有要求。

- a) 在标准限值内性能正常;
- b) 功能或性能暂时降低或丧失,但能自行恢复;
- c) 功能或性能暂时降低或丧失,但需操作者干预或系统复位才能恢复;
- d) 因设备(元件)或软件损坏,或数据丢失而造成不能自行恢复正常状态的功能降低或丧失。

EUT 不应由于应用本标准规定的试验而出现危险或不安全的后果。

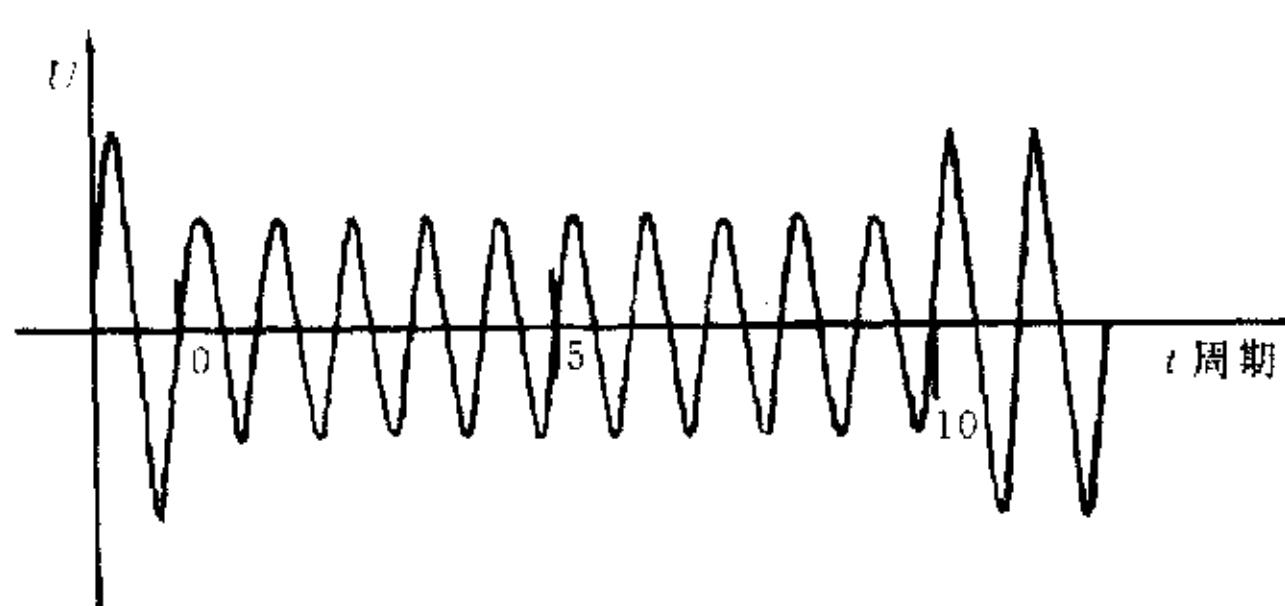
在进行认可试验的情况下,试验程序和试验结果的说明必须在专门的产品标准中阐明。

一般地,如果 EUT 在整个试验期间显示其抗扰度,并且在试验结束后达到标准中的功能要求,则表明试验合格。

标准中可以规定一些对 EUT 可以认为是不重要的,因而是可接受的效应。

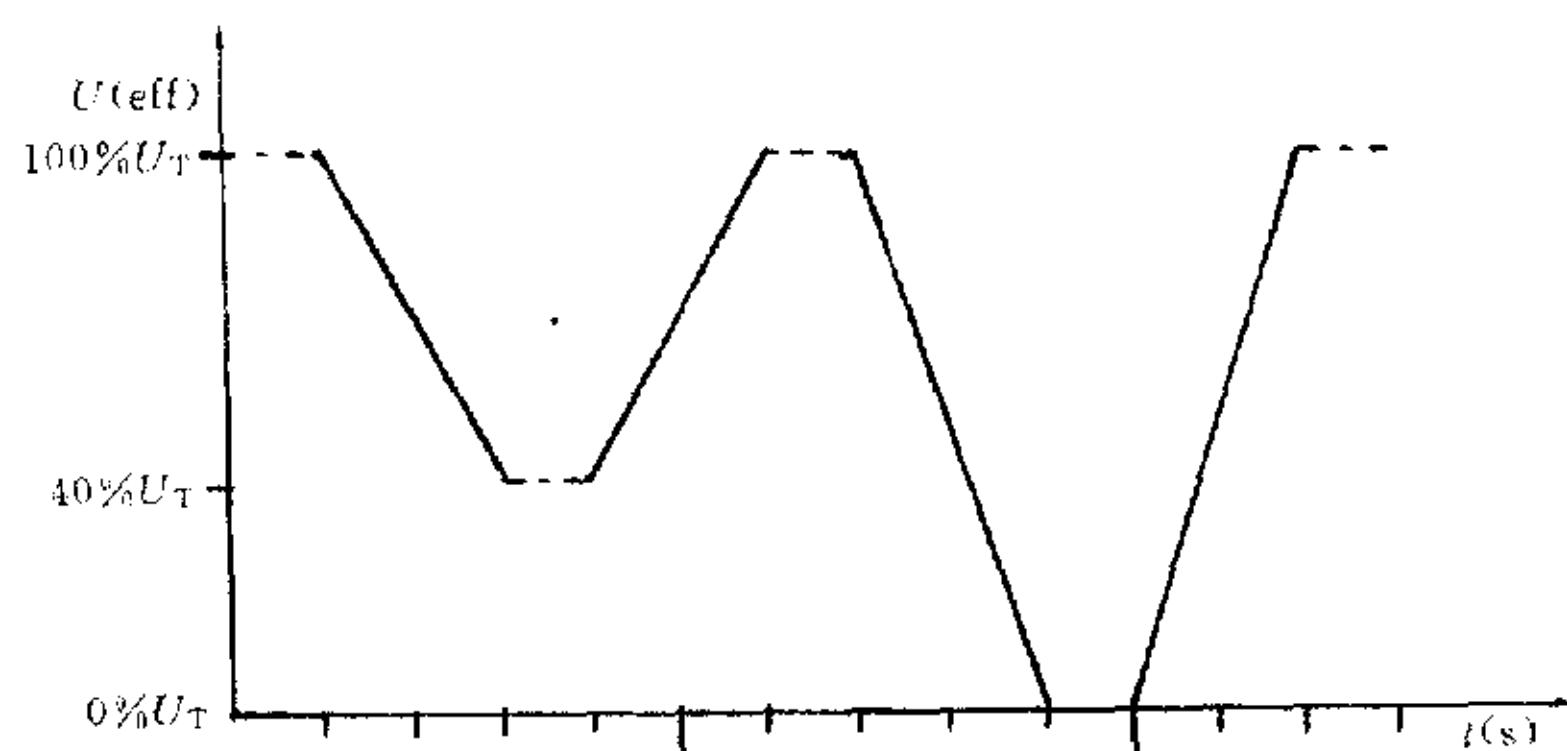
对于这些条件,应确认 EUT 在试验过程中和结束后具有自动恢复其运行功能的能力。应记录设备失去其性能的时间。这些条件的确认与试验结果的评价密不可分。

试验报告应包括试验条件和试验结果。



注: 电压减小到 70% 后,持续 10 个周期,在过 0 处突变。

图 1 电压暂降



注: 电压逐渐减小。

图 2 电压变化

附录 A
(标准的附录)
试验电路说明

A1 试验发生器峰值冲击电流驱动能力

测量发生器峰值冲击电流驱动能力的电路如图 A1 所示, 桥式整流可以在 90° 与 270° 时试验而不必变化整流器极性, 整流器半周电源电流额定值至少应为发生器冲击电流驱动能力的两倍, 以提供适当的运行安全系数。

$1700 \mu\text{F}$ 的电解电容器容许 $\pm 20\%$ 的误差, 它的电压额定值最好超过电源的正常峰值电压的 $15\% \sim 20\%$ 。例如对 $220 \text{ V} \sim 240 \text{ V}$ 电源其电压为 400 V , 它至少能吸收发生器冲击电流驱动能力两倍的峰值冲击电流, 以提供一个充分的运行安全系数。电容器的等效串联阻抗(ESR)在 100 Hz 和 20 kHz 时应尽可能小, 不超过 0.1Ω 。

由于试验时 $1700 \mu\text{F}$ 的电容要放电, 所以应并联一个电阻, 在两次试验之间必须有几个 RC 时间常数。采用 10000Ω 电阻时, 则 RC 时间常数为 17 s , 所以在两次冲击驱动能力试验之间应等待 1.5 min 到 2 min 。要求等待时间较短时, 如 100Ω 的低值电阻也可用。

电流探头应能在四分之一周期中吸收全部发生器峰值冲击电流而不饱和。

在电源相位 90° 和 270° 时试验的操作, 通过发生器输出从 0% 到 100% 转换来进行, 以保证在两个极性下有足够的峰值冲击电流驱动能力。

A2 EUT 峰值冲击电流要求

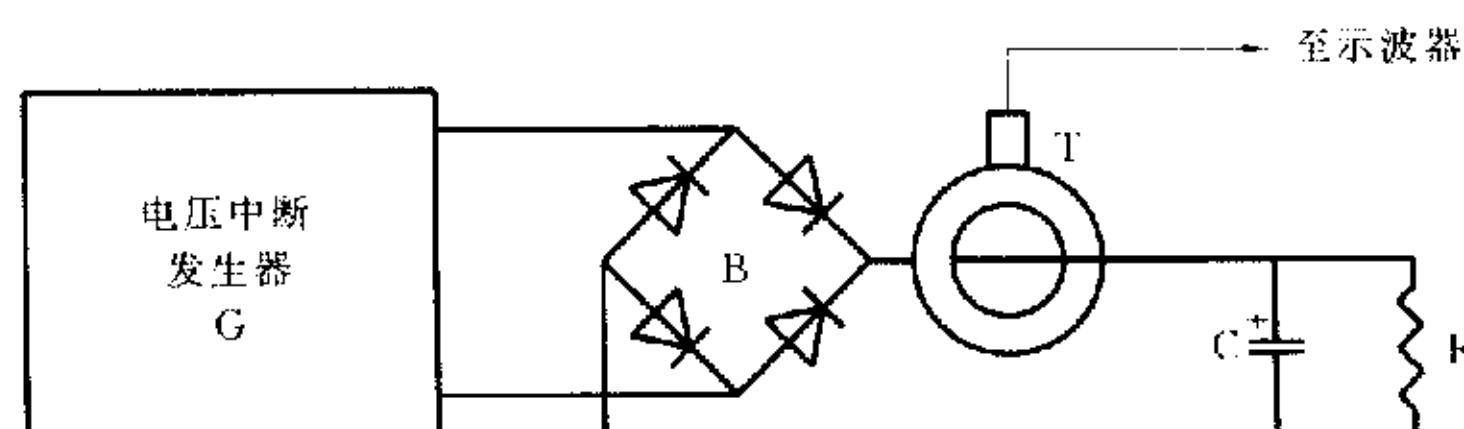
当发生器峰值冲击电流驱动能力满足规定的要求时(例如, $220 \text{ V} \sim 240 \text{ V}$ 电源, 至少有 500 A), 就不必去测量 EUT 峰值冲击电流。

然而, 如果 EUT 的冲击要求小于发生器的冲击电流驱动能力, 那么小于这个冲击电流的发生器也可用于试验。图 A2 所示的电路为测量一个 EUT 峰值冲击电流的举例, 用以确定其是否小于低冲击驱动能力发生器的冲击驱动能力。

图 A2 电路采用了与图 A1 电路相同的电流互感器, 进行四项峰值冲击电流试验:

- 至少停电 5 min , 在 90° 相角重新开机测量峰值冲击电流;
- 在 270° 重复 a);
- 至少通电 1 min , 停电 5 min , 然后在相角 90° 重新开机, 测量峰值冲击电流;
- 在 270° 重复 c)。

为了能够用低冲击电流驱动能力的发生器试验特定的 EUT, 测得的 EUT 冲击电流应小于发生器的冲击电流驱动能力的 70% 。



G—电压中断发生器, 在 90° 和 270° 上转换; T—电流探头, 可输出给示波器来监视; B—整流桥; R—分流电阻器, $100 \Omega \quad R \leq 10000 \Omega$;
C— $1700 \mu\text{F} \pm 20\%$ 的电解电容器

图 A1 确定短时中断发生器冲击电流驱动能力的电路

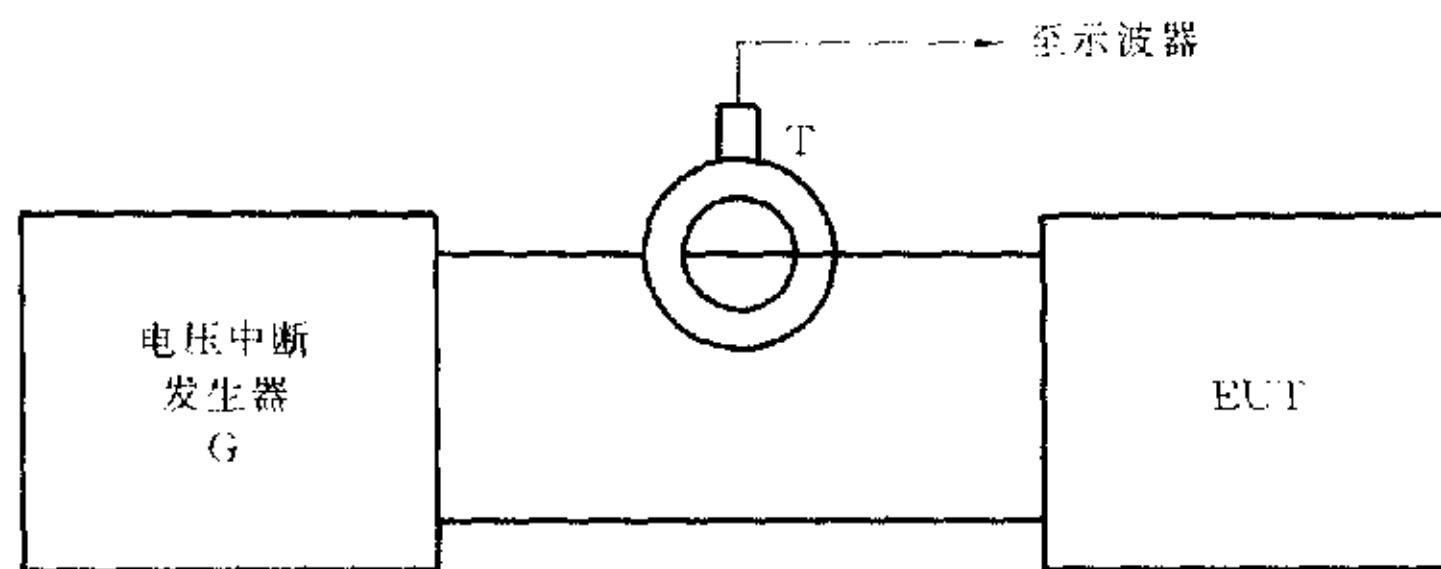


图 A2 确定 EUT 的峰值冲击电流要求的电路

附录 B
(提示的附录)
试验等级选择导则

试验参数,如持续时间和跌落深度,应在考虑下面的数据后选择。
在选择这些参数时应切实考虑失效的后果(包括可能的失效现象和恢复运行所必需的操作)。
下列数据引自 UNIPEDE 的研究报告[1]。
这些研究是为给用户和制造商提供充分的电压暂降和短时中断(根据 IEC 61000-2-2 的电压暂降定义)的发生率、持续时间/电压跌落深度的信息而进行的。
这一研究报告仅限于公共供电系统中由于故障或开关操作引起的骚扰。

表 B1

跌落深度 %	持续时间			
	10 ms 至 小于 100 ms	100 ms 至 小于 500 ms	500 ms 至 小于 1 s	1 s 至 小于 3 s
10 至 <30	61	66	12	6
30 至 <60	8	36	4	1
60 至 <100	2	17	3	2
100	0	12	24	5
骚扰数量/a				

参考文献

[1] UNIPEDE 国际电能制造商和销售商联盟, 1991, No. 50.02

附录 C
(提示的附录)
试验仪器

发生器和试验布置举例。

图 C1 a) 和 C1 b) 为两种可能的模拟电源的试验原理图结构。为了显示在特定条件下 EUT 的动作情况, 中断和电压变化可通过两个调压器来模拟。

同时分断两个开关即可模拟电源中断, 中断持续时间可以预先设定。电压的下落和上升可通过交替闭合开关 1 和开关 2 来模拟。这两个开关不能同时闭合, 在相位上独立地开断和闭合这两个开关是可能的, 现代半导体器件如功率 MOSFET 和 IGBT 可满足这个要求, 过去的可控硅和三端双向可控硅开关只能在过零处开断, 因此不能正确地模拟实际状况。

调压器输出电压既可人工调节,也可通过电动机自动调节。

波形发生器和功率放大器可用于替代调压器和开关(见图 C1 b))。

这种结构也可对 EUT 进行频率变化试验和谐波试验。

第一种结构(见图 C1 a))在某些试验时可以简化,例如,电压变化试验就可只要求一个调压器(见图 C2)。

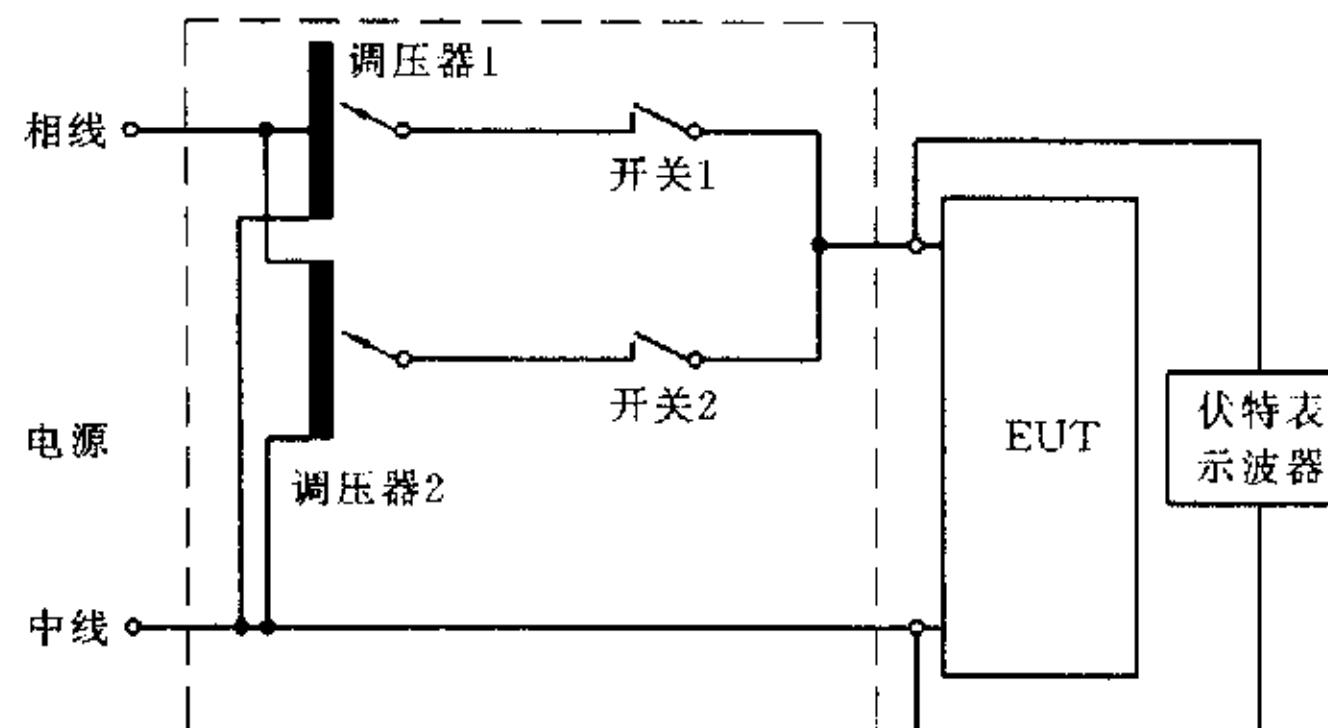


图 C1 a) 采用调压器和开关进行电压跌落和短时中断试验的试验原理图

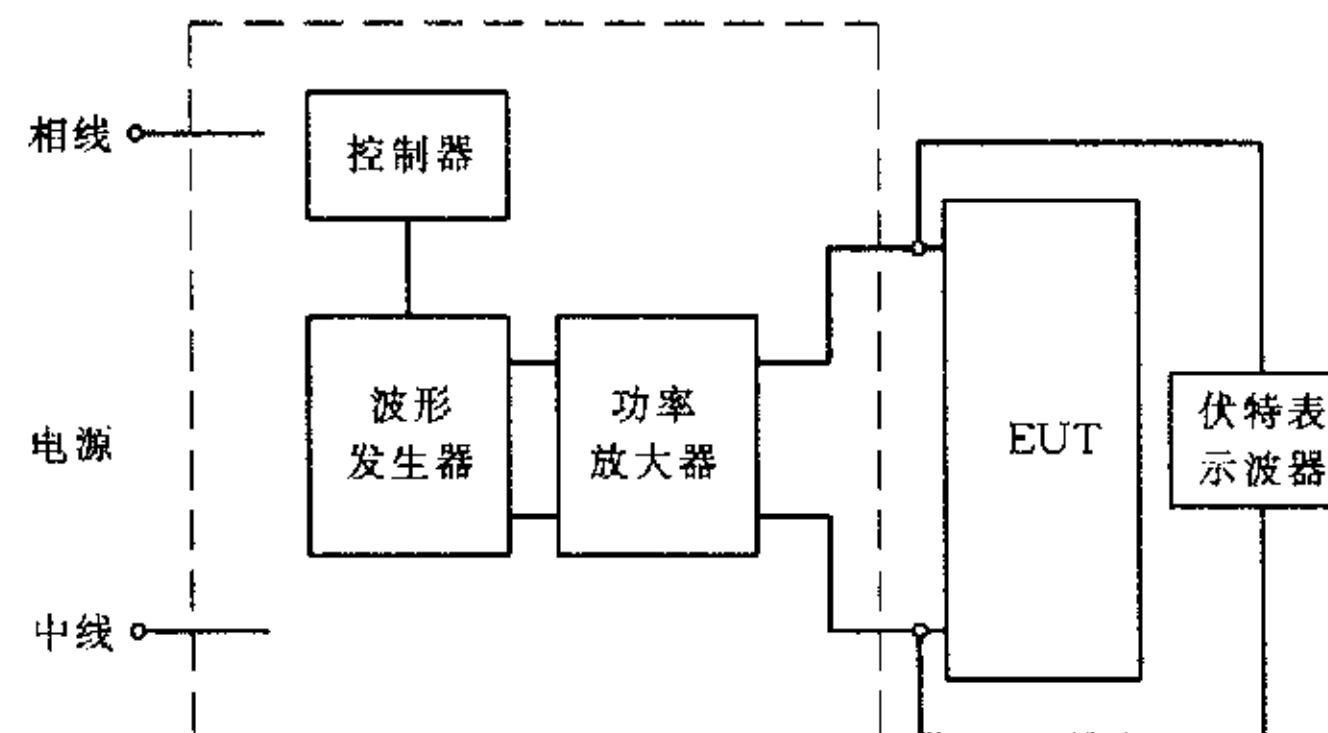


图 C1 b) 采用功率放大器进行电压跌落和短时中断试验原理图

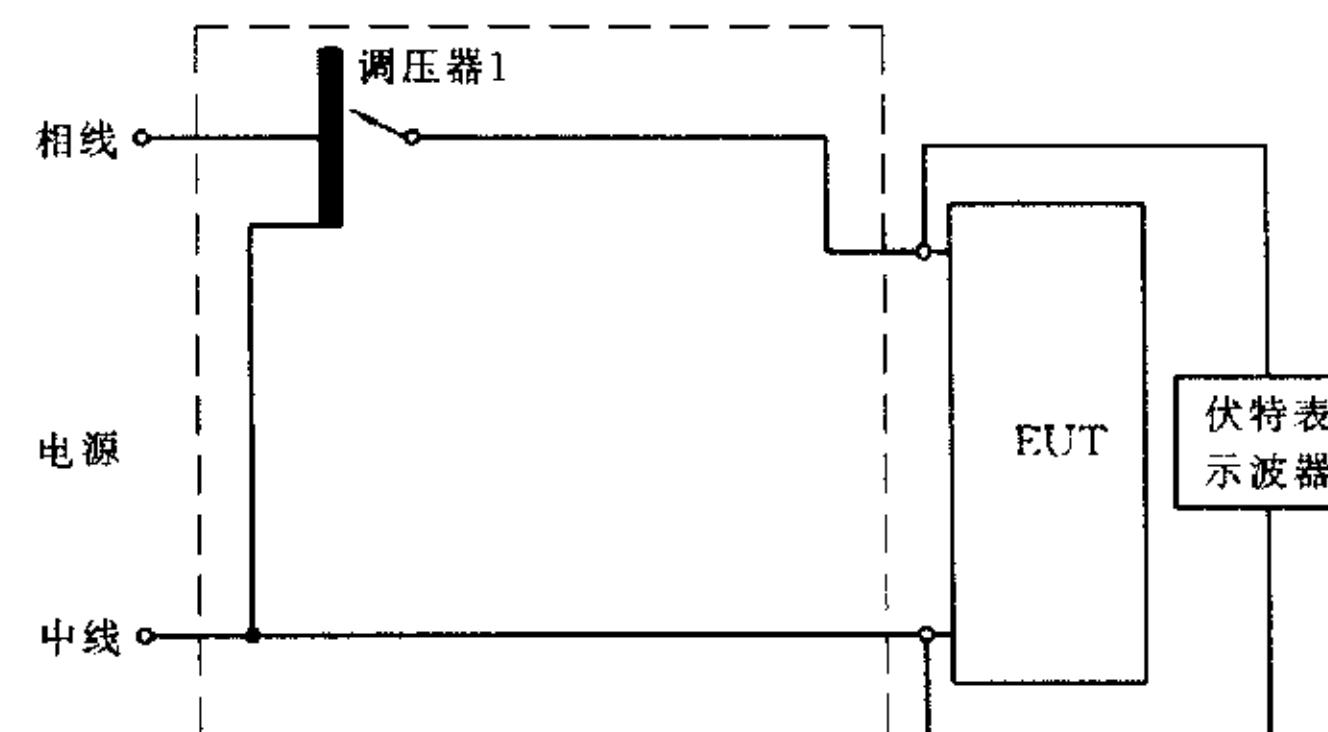


图 C2 进行电压渐变试验的简化试验原理图

射 频 和 天 线 设 计 培 训 课 程 推 荐

易迪拓培训(www.edatop.com)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立，致力并专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养；我们于 2006 年整合合并微波 EDA 网(www.mweda.com)，现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地，成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 ADS、HFSS 等专业软件使用培训课程，广受客户好评；并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书，帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司，以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

易迪拓培训推荐课程列表：<http://www.edatop.com/peixun/tuijian/>



射频工程师养成培训课程套装

该套装精选了射频专业基础培训课程、射频仿真设计培训课程和射频电路测量培训课程三个类别共 30 门视频培训课程和 3 本图书教材；旨在引领学员全面学习一个射频工程师需要熟悉、理解和掌握的专业知识和研发设计能力。通过套装的学习，能够让学员完全达到和胜任一个合格的射频工程师的要求…

课程网址：<http://www.edatop.com/peixun/rfe/110.html>

手机天线设计培训视频课程

该套课程全面讲授了当前手机天线相关设计技术，内容涵盖了早期的外置螺旋手机天线设计，最常用的几种手机内置天线类型——如 monopole 天线、PIFA 天线、Loop 天线和 FICA 天线的设计，以及当前高端智能手机中较常用的金属边框和全金属外壳手机天线的设计，通过该套课程的学习，可以帮助您快速、全面、系统地学习、了解和掌握各种类型的手机天线设计，以及天线及其匹配电路的设计和调试…

课程网址：<http://www.edatop.com/peixun/antenna/133.html>



WiFi 和蓝牙天线设计培训课程

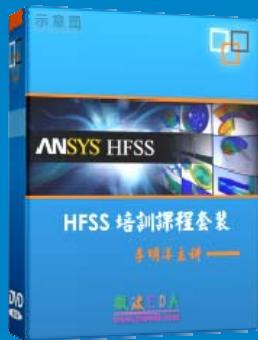
该套课程是李明洋老师应邀给惠普 (HP) 公司工程师讲授的 3 天员工内训课程录像，课程内容是李明洋老师十多年工作经验积累和总结，主要讲解了 WiFi 天线设计、HFSS 天线设计软件的使用，匹配电路设计调试、矢量网络分析仪的使用操作、WiFi 射频电路和 PCB Layout 知识，以及 EMC 问题的分析解决思路等内容。对于正在从事射频设计和天线设计领域工作的您，绝对值得拥有和学习！…

课程网址：<http://www.edatop.com/peixun/antenna/134.html>

CST 学习培训课程套装

该培训套装由易迪拓培训联合微波 EDA 网共同推出，是最全面、系统、专业的 CST 微波工作室培训课程套装，所有课程都由经验丰富的专家授课，视频教学，可以帮助您从零开始，全面系统地学习 CST 微波工作的各项功能及其在微波射频、天线设计等领域的设计应用。且购买该套装，还可超值赠送 3 个月免费学习答疑…

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/cst/24.html>



HFSS 学习培训课程套装

该套课程套装包含了本站全部 HFSS 培训课程，是迄今国内最全面、最专业的 HFSS 培训教程套装，可以帮助您从零开始，全面深入学习 HFSS 的各项功能和在多个方面的工程应用。购买套装，更可超值赠送 3 个月免费学习答疑，随时解答您学习过程中遇到的棘手问题，让您的 HFSS 学习更加轻松顺畅…

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/11.html>

ADS 学习培训课程套装

该套装是迄今国内最全面、最权威的 ADS 培训教程，共包含 10 门 ADS 学习培训课程。课程是由具有多年 ADS 使用经验的微波射频与通信系统设计领域资深专家讲解，并多结合设计实例，由浅入深、详细而又全面地讲解了 ADS 在微波射频电路设计、通信系统设计和电磁仿真设计方面的内容。能让您在最短的时间内学会使用 ADS，迅速提升个人技术能力，把 ADS 真正应用到实际研发工作中去，成为 ADS 设计专家…

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/ads/13.html>



我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年，10 多年丰富的行业经验，
- ※ 一直致力并专注于微波射频和天线设计工程师的培养，更了解该行业对人才的要求
- ※ 经验丰富的一线资深工程师讲授，结合实际工程案例，直观、实用、易学

联系我们:

- ※ 易迪拓培训官网: <http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网: <http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店: <http://shop36920890.taobao.com>