

ICS 45.020;93.100
S 60

TB

中华人民共和国铁道行业标准

TB/T 3073—2003

铁道信号电气设备电磁 兼容性试验及其限值

EMC tests and limits for railway electrical signaling apparatus

2003-03-12 发布

2003-09-01 实施

中华人民共和国铁道部 发布

目 次

前 言	II
引 言	III
1 范 围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 发射试验和限值	2
5 抗扰度试验	3
附录 A(规范性附录) 牵引电流传导性干扰试验	6
表 1 电源端口的传导发射要求	2
表 2 机箱端口的辐射发射要求	3
表 3 机箱端口抗扰度试验	3
表 4 输入输出端口抗扰度试验	4
表 5 电源端口抗扰度试验	4
表 6 地线端口抗扰度试验	5
参考文献	9

前　　言

本标准修改采用欧洲标准 EN 50121-4:2000《铁路应用一电磁兼容性 第 4 部分 信号与通信设备的发射和抗扰度》，技术内容、条款结构与 EN 50121-4:2000 基本一致。

本标准与 EN 50121-4:2000 的主要差异是：

1. 将信号设备分为安全和非安全设备两类，对于前者，抗扰度试验的性能判据基本采用 A，后者采用 B。

2. 对于交流电源端口，增加了两项抗扰度试验：电压暂降、短时中断和电压变化抗扰度试验；交流电源谐波抗扰度试验。

3. 对于与钢轨相连接的设备，增加了牵引电流传导性干扰抗扰度试验。

本标准还补充了 EN 50121-4:2000 中引用的 EN 50081-2:1994《电磁兼容性—通用发射标准 第 2 部分：工业环境》中的发射限值的内容、EN 61000-6-2:2001《电磁兼容性—第 6-2 部分：通用标准—工业环境抗扰度》中机箱端口抗扰度的内容。

附录 A 是规范性附录。

本标准由北京全路通信信号研究设计院提出并归口。

本标准起草单位：北方交通大学。

本标准主要起草人：杨世武、沙斐、张思东、周克生、张林昌、吴运熙、费锡康。

引　　言

本标准规定了在铁路环境可能遭受电磁骚扰的设备的抗扰度和发射试验要求。需要特别指出,这些试验要求从本质上代表了电磁抗扰度要求,因而选择这些试验以保证安装在铁路环境的装置具有足够的抗扰度等级。

试验要求已在考虑到的每个端口中进行了规定。

本标准未包含安全方面的考虑。

在特定情况下,电磁骚扰的等级可能会超过本标准中规定的等级,如处于特殊的位置,或手持式发射器在距设备很近的地方使用,此时,须采用特殊的抑制措施。

铁道信号电气设备电磁 兼容性试验及其限值

1 范 围

本标准适用于安装在铁路环境的信号电气设备,不包含安装在机车车辆上的设备。

本标准规定了铁路信号电气设备电磁发射的试验项目、试验条件和限值,并规定了抗扰度试验的试验项目、试验等级和性能判据。

在大多数情况下,抗扰度等级允许设备在铁路环境中按预期功能工作。抗扰度等级建立了一个通用的参考标准来评估设备受到干扰时的性能,这些干扰可能由于设备和连接电缆直接暴露于射频场或对远处干扰源的耦合而引起。

如果一个端口发射或接收的目的是无线通信,则不适用于本标准通信频率的发射和抗扰度限值。

本标准未给出基本的人身安全要求,如对电击、非安全操作及有关绝缘测试的保护。本标准的要求仅对设备在正常状态运行时适用,故障状态不在考虑之列。

各项要求和测试方法同样适用于连接到受试设备(EUT)的通信信号数据线和电源线。

发射和抗扰度试验的频率限值为直流到 400 GHz,目前尚未定义高于 1 GHz 的试验。

在本标准所列试验项目中,除牵引电流传导性干扰抗扰度试验外,均按相应的依据标准所规定的试验布置、试验程序和试验仪器进行试验。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB 9254—1998 信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法(idt CISPR 22: 1997)

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 (idt IEC 61000-4-2: 1995)

GB/T 17626.3—1998 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验 (idt IEC 61000-4-3:1995)

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 (idt IEC 61000-4-4:1995)

GB/T 17626.5—1999 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验 (idt IEC 61000-4-5:1995)

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 (idt IEC 61000-4-6:1996)

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 (idt IEC 61000-4-8: 1993)

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 (idt IEC 61000-4-9: 1993)

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

IEC 61000-4-13 交流电源端口传导性低频干扰抗扰度标准 交流电源谐波抗扰度试验

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

安全设备 safety apparatus

直接影响铁路行车安全的信号控制设备。

3.2

非安全设备 non-safety-requirement apparatus

不直接影响铁路行车安全的信号设备。

3.3

轨边 track side

距离最近的钢轨小于 3 m。

3.4

端口 port

设备与外部环境的特定接口,包括机箱端口、电源端口、输入输出端口和地线端口(见图 1)。

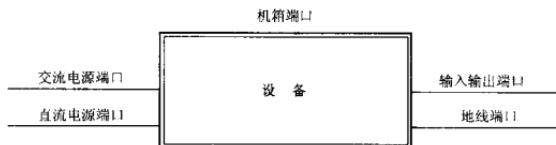


图 1 端口构成

3.5

机箱端口 enclosure port

包围设备的物理边界,电磁场通过此边界辐射或入射。

3.6

不平衡牵引电流 unbalanced traction current

电气化铁道两条钢轨中牵引电流的差值。

4 发射试验和限值

铁路信号电气设备应符合表 1 和表 2 所列试验中规定的电磁发射要求。

表 1 给出了电源端口的试验项目和依据标准、试验条件和限值。

表 2 给出了机箱端口的试验项目和依据标准、试验条件和限值。

表 1 电源端口的传导发射要求

试验项目和依据标准	试验条件和限值
信息技术设备的无线电骚扰限值 和测量方法 GB 9254—1998	0.15 MHz~0.50 MHz; 准峰值 79 dB(μ V), 平均值 66 dB(μ V) 0.50 MHz~30 MHz; 准峰值 73 dB(μ V), 平均值 60 dB(μ V)

表 2 机箱端口的辐射发射要求

试验项目和依据标准	试验条件和限值
信息技术设备的无线电骚扰限值 和测量方法 GB 9254—1998	30 MHz~230 MHz 准峰值限值:10 m 测试距离 40 dB(μV/m), 3 m 测试距离 50 dB(μV/m) 230 MHz~1000 MHz 准峰值限值:10 m 测试距离 47 dB(μV/m), 3 m 测试距离 57 dB(μV/m)

5 抗扰度试验

5.1 性能判据

在抗扰度试验中,设备可能受到电磁骚扰而性能下降,其性能判据分为以下四级:

- A. 在技术规范内性能正常;
- 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;
- 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的功能降低或丧失。

安全设备的性能判据在表 3 至表 6 中列出;对于非安全设备,性能判据均采用 B。

5.2 试验要求

铁路信号电气设备应符合下列试验中规定的抗扰度技术要求。

所有试验应在定义完善和可重复的方式下进行。试验逐个单独进行,试验顺序是可选的。

本标准中包含的抗扰度试验基于端口形式给出。

对设备的机箱端口、输入输出端口、电源端口和地线端口的试验项目和技术要求以表格形式在表 3 至表 6 中列出。

表 3 至表 6 中试验涉及到的试验描述、试验发生器、试验方法以及试验配置在相应的基础标准中给出。如果设备有大量类似的端口带有许多类似的连接,则应选择足够数量的端口来模拟实际的运行情况,并保证涵盖所有不同类型的终端装置。

表中仅注明必要的附加信息,不再重复基础标准的内容。

5.3 表3给出了机箱端口的环境现象、基础标准、试验等级和性能判据。

表 3 机箱端口抗扰度试验

环境现象	基础标准	试验等级	单 位	性能判据	备 注
3.1 射频电磁场辐射	GB/T 17626.3—1998	80~1000 10 80% AM(1 kHz)	MHz V/m	A	
3.2 工频磁场	GB/T 17626.8—1998	50 100	Hz A/m(rms)	A	仅适用于轨边的设备(3 m 区域内)。其他设备限值为 30 A/m 仅适用于包含有霍尔元件等对磁场敏感器件的设备。对于 CRT 显示器,限值为 3 A/m
3.3 静电放电	GB/T 17626.2—1998	± 6 ± 8	kV(接触放电) kV(空气放电)	A	
3.4 脉冲磁场	GB/T 17626.9—1998	300	A/m	A	仅适用于轨边的设备(3 m 区域内)

5.4 表4给出了输入输出端口的环境现象、基础标准、试验等级和性能判据。

表4 输入输出端口抗扰度试验

环境现象	基础标准	试验等级	单位	性能判据	备注
4.1 射频场感应的传导骚扰	GB/T 17626.6—1998	0.15~80 10 80% AM(1 kHz) 150	MHz V Ω (源阻抗)	A	适用于轨边(3 m范围内)设备的端口连接电缆,或10 m范围内端口连接的电缆超过30 m。仅适用于所连电缆总长度超过3 m的端口(按照制造商的规范)
4.2 电快速瞬变脉冲群	GB/T 17626.4—1998 (容性夹)	± 2 5/50 5	kV ns(Tr/Th) kHz(重复率)	A	适用于轨边(3 m范围内)设备的端口连接电缆,或10 m范围内端口连接的电缆超过30 m
4.3 浪涌(冲击)电压	GB/T 17626.5—1999	1.2/50 ± 2 ± 1 ± 2	μs kV(共模) kV(差模) kV(不平衡系统中差模)	A	本试验的目的是重复间接耦合的现象,因而推荐使用42 Ω 输出阻抗和0.5 μF 耦合电容。对于通信端口和其他连接到高度平衡线路上的端口,不要求进行差模试验

5.5 表5给出了电源端口的环境现象、基础标准、试验等级和性能判据。

表5 电源端口抗扰度试验

环境现象	基础标准	试验等级	单位	性能判据	备注
5.1 射频场感应的传导骚扰	GB/T 17626.6—1998	0.15~80 10 80% AM(1 kHz) 150	MHz V Ω (源阻抗)	A	
5.2 电快速瞬变脉冲群	GB/T 17626.4—1998	± 2 5/50 5	kV ns(Tr/Th) kHz(重复率)	A	
5.3 浪涌(冲击)电压	GB/T 17626.5—1999	1.2/50 ± 2 ± 1 ± 2	μs kV(共模) kV(差模) kV(不平衡系统中差模)	A	本试验的目的是重复直接耦合的现象。当直流电源与地隔离时,推荐使用42 Ω 输出阻抗和0.5 μF 耦合电容。直流电源未与地隔离时,推荐使用12 Ω 输出阻抗和9 μF 耦合电容
5.4 电压暂降、短时中断和电压变化	GB/T 17626.11—1999	0% 40% 70%		A	5.4 和 5.5 项试验仅适用于交流电源端口
5.5 交流电源谐波	IEC 61000-4-13	3 级		A	

5.6 表6给出了地线端口的环境现象、基础标准、试验等级和性能判据。

5.7 牵引电流传导性干扰抗扰度试验

应用于电气化牵引区段并与钢轨连接的信号电气设备,如轨道电路设备,应进行牵引电流传导性干扰即不平衡牵引电流抗扰度试验。试验方法和要求在附录A中给出。

表 6 地线端口抗扰度试验

	环境现象	基础标准	试验等级	单 位	性能判据
6.1	射频场感应的传导骚扰	GB/T 17626.6—1998	0.15~80 10 80% AM(1 kHz) 150	MHz V Ω(源阻抗)	A
6.2	电快速瞬变脉冲群	GB/T 17626.4—1998	±1 5/50 5	kV ns(Tr/Tth) kHz(重复率)	A
试验不适用于电缆长度小于3 m的情况。					

附录 A
(规范性附录)
牵引电流传导性干扰试验

A.1 试验等级和性能判据

优先选择的试验等级范围及性能判据见表 A.1。

表 A.1 牵引电流传导性干扰试验等级

等级	牵引电流基波电流(±5%) A	性能判据
1	50	A
2	100	A
X	特定 ^a	A

^a X 为开放等级,可在产品要求中规定。

试验等级中数值是在牵引电流 1000 A 时的 5% 和 10%。

安全设备的性能判据在表中列出;对于非安全设备,性能判据均采用 B。

牵引电流试验包括基波和谐波试验,谐波试验仅对 EUT 工作频带内谐波进行。

谐波试验中谐波比例见表 A.2。

A.2 试验设备(特征与性能)**A.2.1 试验发生器的特征与性能**

牵引电流发生器:

- 频率:50 Hz(±1%);
- 开路输出电压:0~100 V(rms, ±10%);
- 短路输出电流:200 A(rms, ±10%)。

谐波发生器:

- 频率响应:50 Hz~5 000 Hz(±1%);
- 开路输出电压:0~100 V(rms, ±10%);
- 短路输出电流:0~10 A(rms, ±10%);
- 总谐波失真度(半功率时):≤0.1%;
- 信噪比:≥100 dB。

A.2.2 耦合方式

不平衡牵引电流注入 EUT 的耦合方式参照设备的实际安装方式。例如,扼流变压器、空心线圈。

A.2.3 去耦方式

由于不平衡牵引电流不会进入到辅助设备和试验设备,因而不需要配置去耦设备。

A.3 试验配置

下述设备是试验配置的一部分:

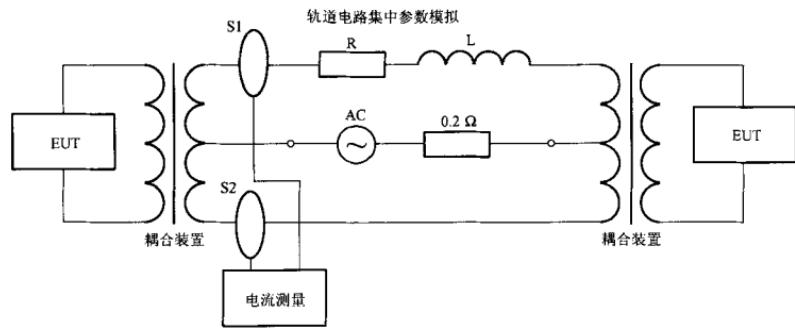
- 受试设备(EUT);
- 辅助设备(AE):包括集中参数模拟轨道电路或模拟网络(参数根据 EUT 技术参数确定),电流传感器 S1、S2 和示波器(或电流测试设备);
- 耦合装置:扼流变压器或空心线圈等;

——信号发生器:交流电源和谐波发生器。

牵引电流试验的配置如图 A.1 所示。谐波电流试验的配置如图 A.2 所示。

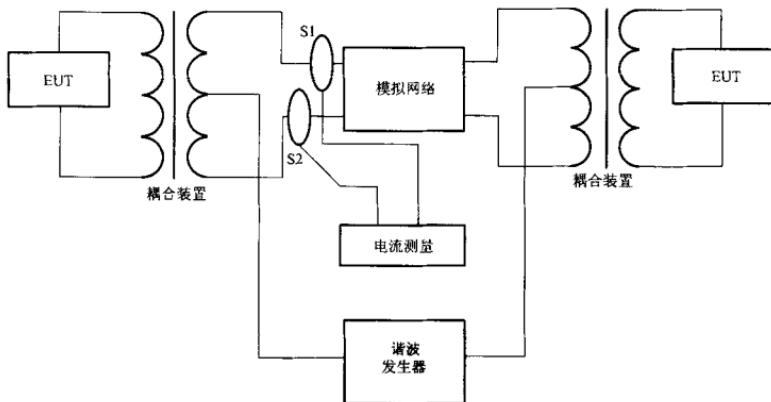
表 A.2 牵引电流各次谐波比例

牵引电流谐波次数	谐波频率 Hz	占百分比	谐波次数	谐波频率 Hz	占百分比	谐波次数	谐波频率 Hz	占百分比
1	50	97.3%	22	1 100	0.113%	43	2 150	0.076%
2	100	0.45%	23	1 150	0.56%	44	2 200	0.047%
3	150	19.88%	24	1 200	0.1%	45	2 250	0.068%
4	200	0.53%	25	1 250	0.46%	46	2 300	0.050%
5	250	9.74%	26	1 300	0.086%	47	2 350	0.078%
6	300	0.41%	27	1 350	0.385%	48	2 400	0.054%
7	350	5.11%	28	1 400	0.08%	49	2 450	0.087%
8	400	0.36%	29	1 450	0.346%	50	2 500	0.058%
9	450	2.76%	30	1 500	0.09%	51	2 550	0.076%
10	500	0.34%	31	1 550	0.34%	52	2 600	0.070%
11	550	1.64%	32	1 600	0.094%	53	2 650	0.093%
12	600	0.34%	33	1 650	0.308%	54	2 700	0.065%
13	650	0.99%	34	1 700	0.09%	55	2 750	0.104%
14	700	0.32%	35	1 750	0.249%	56	2 800	0.068%
15	750	0.74%	36	1 800	0.075%	57	2 850	0.098%
16	800	0.32%	37	1 850	0.175%	58	2 900	0.057%
17	850	0.70%	38	1 900	0.050%	59	2 950	0.098%
18	900	0.27%	39	1 950	0.13%	60	3 000	0.050%
19	950	0.72%	40	2 000	0.04%	61	3 050	0.087%
20	1 000	0.24%	41	2 050	0.096%	62	3 100	0.045%
21	1 050	0.63%	42	2 100	0.043%	63	3 150	0.080%



R、L：根据受试设备要求确定。

图 A.1 牵引电流基波试验配置示意图



模拟网络参数：根据受试设备要求确定。

图 A.2 谐波试验配置示意图

A.4 试验条件

A.4.1 试验时 EUT 的工作状态和安装情况应与产品技术要求一致。

A.4.2 试验应在 EUT 处于正常状态，并使全部主要功能都运行的情况下进行。

A.5 试验程序

A.5.1 实验室参考条件

为了使环境参数对试验结果的影响减至最小，试验应在规定的气候和电磁环境基准条件下进行。

A.5.1.1 气候条件

试验应在下述标准气候条件下进行：

——环境温度：15 ℃ ~ 35 ℃；

——相对湿度：25 % ~ 75 %；

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

EUT 应在预期的气候条件下工作，在产品技术条件中可以规定其他数值。

A.5.1.2 电磁环境

实验室的电磁环境不应影响试验结果。

A.5.2 EUT 的运行

根据 EUT 的预先试验，应在其运行周期的最敏感模式下连续运行。

EUT 的性能应连续监测，任何降级都应记录于试验报告。

基于上述原因，试验可采用专用的运行软件，但 EUT 的全面功能必须都在运行状态。

为全面试验 EUT，电源、信号和其他电气参量应在其标称范围内应用。如果没有实际运行信号源，可以对其进行模拟。

A.5.3 试验的实施

试验应根据试验方案进行，规定以下内容：

——试验等级；

——试验持续时间；

——EUT 被测端口；

——EUT 典型运行条件；

——辅助设备。

试验程序的步骤如下：

——设备性能的预校核；

——耦合和去耦器件与被测 EUT 端口的连接；

——必要时，对输入信号运行性能的校核；

——试验电流的应用。

A.5.3.1 耦合装置的连接

被测端口应通过适当的耦合装置连接。

A.5.3.2 试验电流的应用

试验电流由低等级逐步增加到产品标准或试验方案中规定的试验等级。试验等级不可超出产品技术要求。

基波试验时分别施加连续和断续两种电流。

试验电流应持续足够的时间，以允许对 EUT 运行性能进行完整的验证。

A.6 试验结果和试验报告

这里给出有关试验结果和试验报告的指导性原则。

由于受试设备和系统种类较多，差异很大，使得确定本试验对设备和系统的影响的任务变得比较困难。

除非产品规范给出了不同的技术要求，否则试验结果应根据受试设备的工作情况和技术规范，按 5.1 性能判据进行分类。

设备不应由于应用本附录规定的试验而出现危险或不安全的后果。

一般地，如果 EUT 在整个试验期间表现出抗扰度，并且在试验结束后满足技术规范中的功能要求，则表明试验合格。

技术规范可以确定一些对 EUT 产生了影响但被认为是不重要因而是可以接受的效应。为此，应确认设备在试验结束后能自动恢复其工作能力；应记录设备性能完全丧失的时间。这些对试验结果的最后评定具有约束力。

试验报告应包括试验状态和试验结果。

参 考 文 献

EN 50121-4:2000 Railway applications-Electromagnetic compatibility-Part 4:Emission and immunity of the signalling and telecommunications apparatus

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

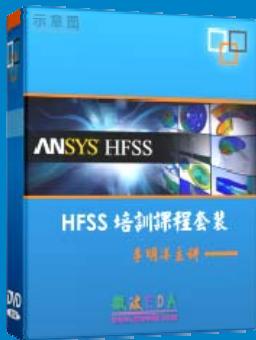
该套课程是李明洋老师应邀给惠普 (HP) 公司工程师讲授的 3 天员工内训课程录像，课程内容是李明洋老师十多年工作经验积累和总结，主要讲解了 WiFi 天线设计、HFSS 天线设计软件的使用，匹配电路设计调试、矢量网络分析仪的使用操作、WiFi 射频电路和 PCB Layout 知识，以及 EMC 问题的分析解决思路等内容。对于正在从事射频设计和天线设计领域工作的您，绝对值得拥有和学习！…

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>