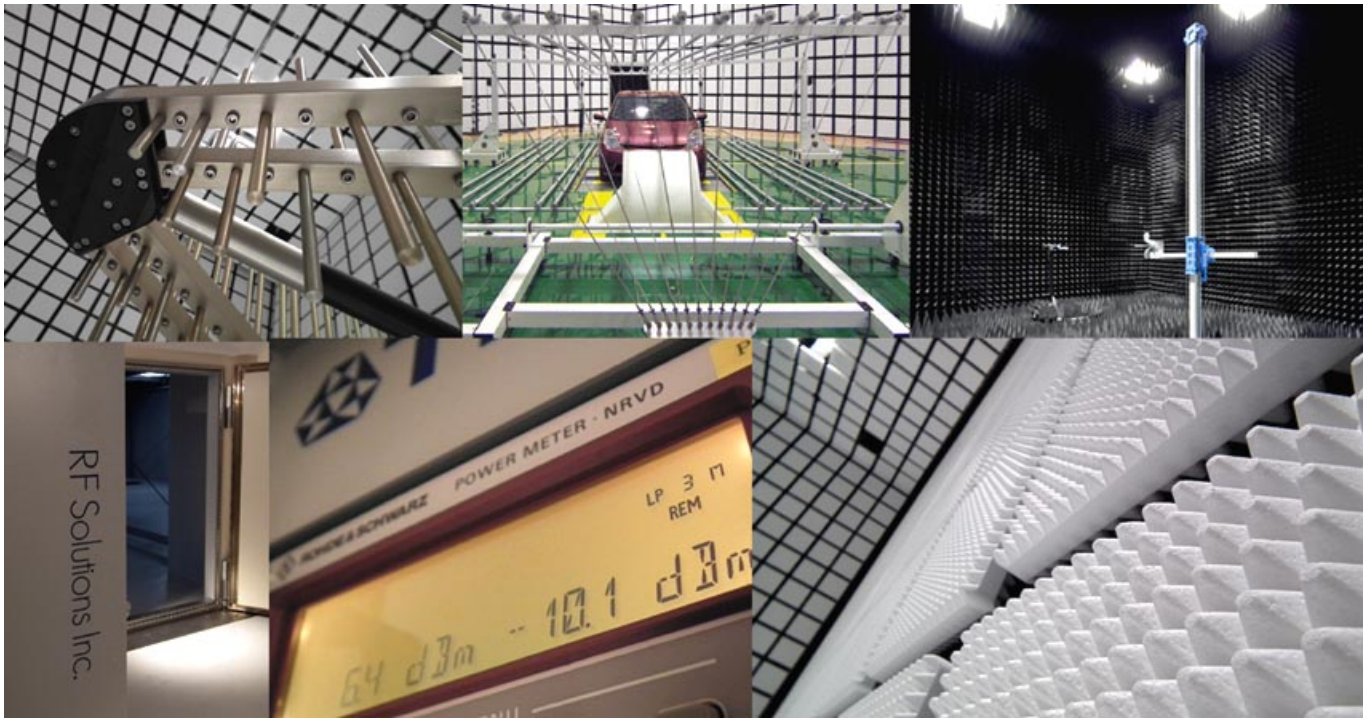
EMC·RF解决方案

电波暗室/电波吸收体
EMC测试·评价系统

Contents Update : AUGUST 2014

记载内容可能因为产品改良等原因不经预告而更改，恕不另行通知。



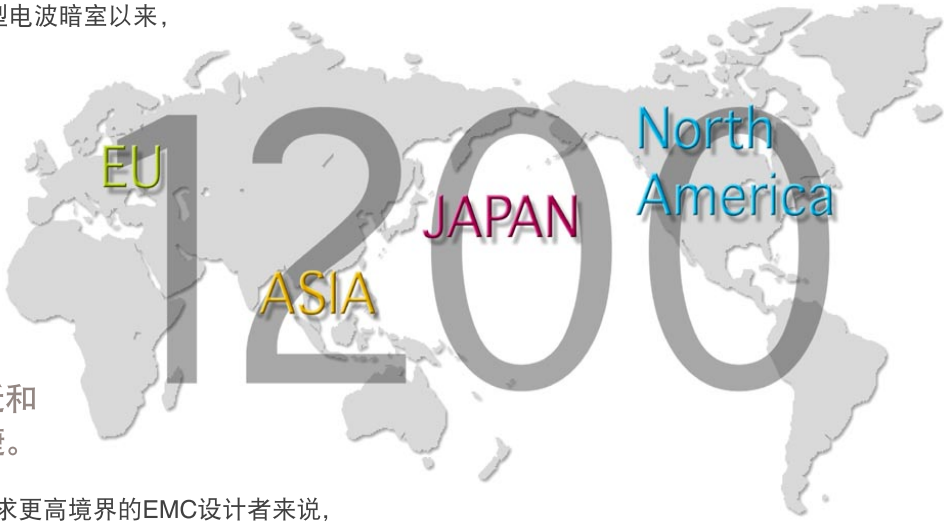
实绩和挑战

探寻、巩固和积累可应对时代尖端技术要求的电波暗室品质。

自从1969年世界首次成功开发铁氧体型电波暗室以来，
TDK电波暗室技术系统力求不断满足
积极挑战下一代技术的众多机构、
企业的热切期盼和尖端技术要求。

因此现在，承蒙大家的信赖和支持，
我们经过千锤百炼的电波暗室已在
全世界设立了超过1200座*。

*截止2014年6月



随着电子技术的发展，应对变迁和尖端化EMC测试需求迫在眉睫。

为了发展绿色环保的电子技术，对于探求更高境界的EMC设计者来说，
需要更加高效舒适的开发环境和更为方便的测试技能。

为了满足这些要求，我们在已得到公认的“世界标准电波暗室”的基础上，对特性和性能进行充分地优化升级，
尽全力满足尖端客户的高要求。

挑战CALTS*的替代品

*CALTS：天线校准试开阔实验场

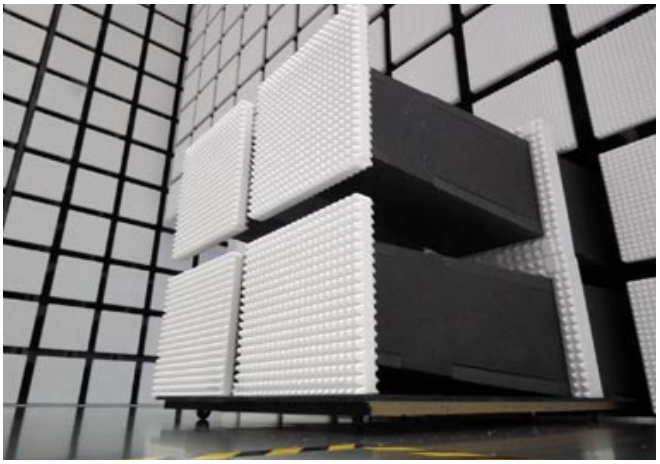
因此，其最新成果就是研制出了能实现了全球一直在寻求的测试空间及满足CALTS条件的10m法电波暗室。
当然，即使只有这1座，我们仍会加速推进领先下一代的EMC·RF解决方案，而且其优点是在精确跟踪的顶点配置
1座已在3m法电波暗室中使用过的测量设施。

在确保比CALTS规格开阔场更为可靠的同时，超越了开阔场测试的限制和界线，成功构筑了全天候、
多功能和高效的EMC测试系统。

实绩和挑战

CALTS规格·最先进10m法电波暗室的优势

- 实现 ANSI C63.4 中所描述的规格理论场地归一化衰减在±1.3dB以内：大幅超越以往高性能10m法电波暗室的相同场地归一化衰减水平（±2.5dB以内），实现了下一代电磁环境。
- CALTS特性：实现＋0.4，－0.8dB以内
  REFTS特性：实现±0.6dB以内
- 天线方向特性：实现与理论值和开阔场几乎同等优良的天线方向特性。
- 场地均一性：实现φ为6m（横竖间隔50cm测试）区域内变动值在±1.3dB以内，从而实现大幅超出现有水准的均一测试空间。

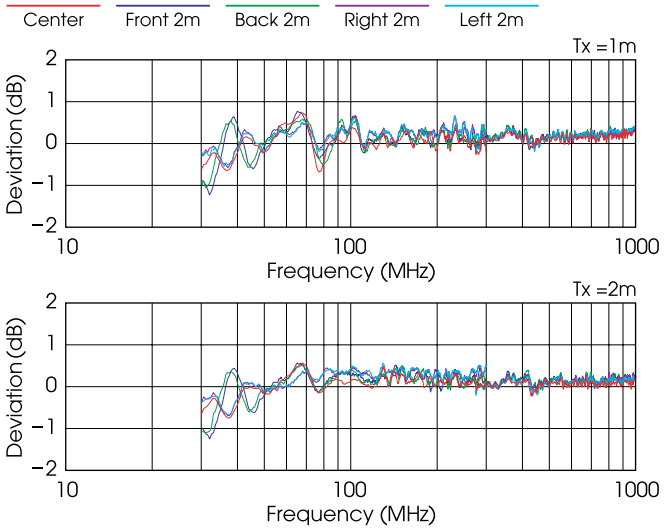


该暗室墙面铺设的是本公司最新研发的具有最高吸波性能的复合吸波材料IP-250BL(高2.5m)。
超越迄今世界最高水准，开拓了10m法电波暗室的新的性能领域。

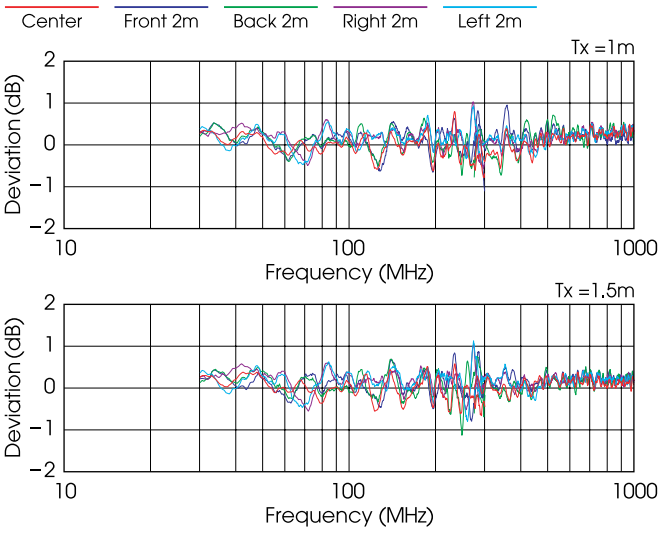
参照场地法：Reference Site Method

替代NSA（正规场地归一化衰减）试验场地的新的评价法
以APR（Antenna Pair Reference）为基准的场地评价
（参照场地：Liberty Labs.）

水平极化



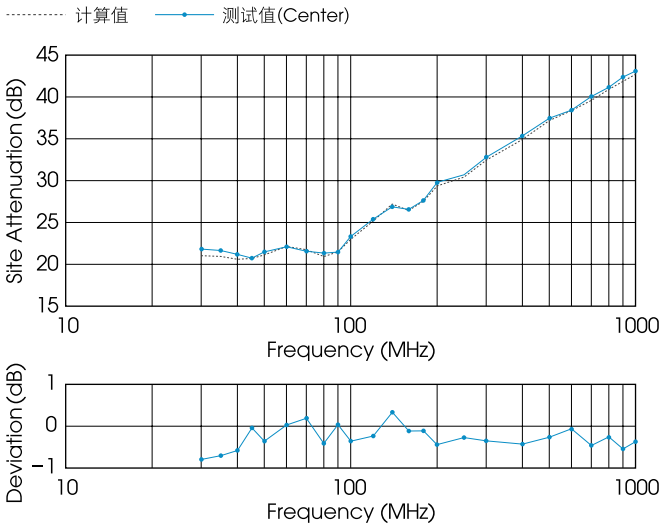
垂直极化



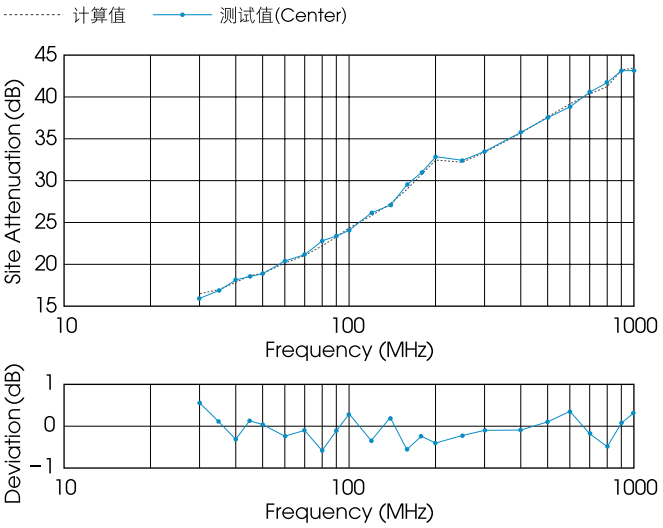
使用偶极子天线测试场地性能的评价：CISPR16-1-5 CALTS特性(水平极化)、REFTS特性(垂直极化)

按照CISPR16-1-5规定的天线校准场地的试验方法进行评价：使用可以通过理论计算（矩量法等）的偶极子天线

水平极化



垂直极化



EMC测试·评价用电波暗室 代表规格示例

10m法

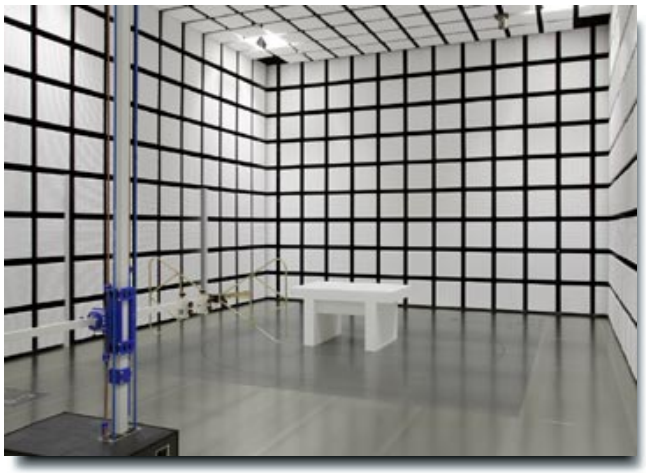
规格示例

屏蔽面间尺寸	L25×W14×H9m
内壁面间尺寸	L22.4×W11.4×H7.7m
吸波材料	IB-017(L100×W100×T5.2mm)
	IP-130BLB(L600×W600×H1300mm)
	ICM-006(L100×W100×H60mm)*
转台	φ3m(0.5ton)/φ6m(4ton)Dual

*ICM-006铺设EMS吸波面板+全自动地板下收纳装置

场地归一化衰减

30MHz～1GHz:±3dB以内(φ5m区域)



3m法

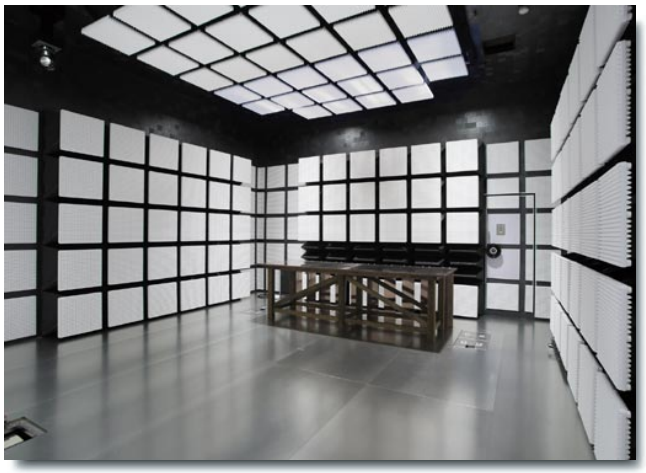
规格示例

屏蔽面间尺寸	L12×W8.5×H6m
内壁面间尺寸	L10.6×W7.1×H5.3m
吸波材料	IB-017(L100×W100×T5.2mm)
	IP-065BL(L600×W600×H650mm)
	IP-045C(L600×W600×H450mm)*
转台	φ3m(1ton)

*EMS吸收用铺地吸波材料

场地归一化衰减

30MHz～1GHz:±3dB以内(φ3m区域)



用于车载零部件的评价和试验

规格示例

屏蔽面间尺寸	L7×W6.5×H4.3m
内壁面间尺寸	L6.5×W5.5×H3.5m
吸波材料	IB-017(L100×W100×T5.2mm)
	IP-045BLB(L600×W600×H450mm)
	IP-045C(L600×W600×H450mm)
CISPR25用测试台	L3000×W1500×H900mm

用于汽车评价和试验

规格示例

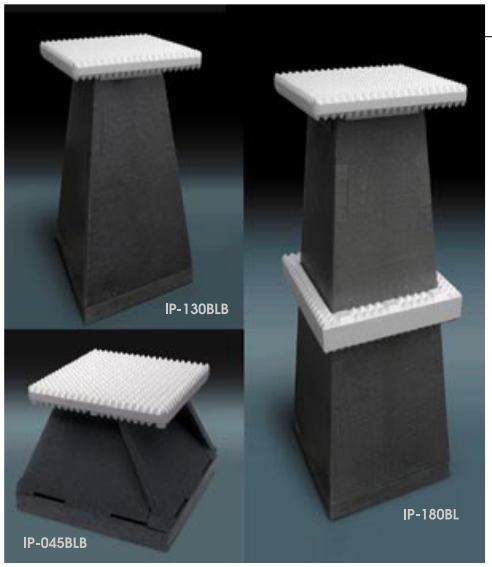
屏蔽面间尺寸	L16×W12×H6.5m
内壁面间尺寸	L14×W10×H5.5m
吸波材料	IB-017(L100×W100×T5.2mm)
	IP-090BLB(L600×W600×H950mm)
转台*	φ8m(5ton)

*底盘测功机设备

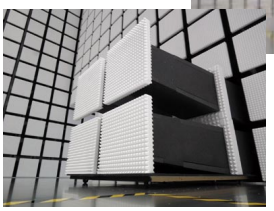
场地归一化衰减

30MHz～1GHz:±3dB以内(φ5m区域)

EMC测试·评价用吸波材料 标准类型规格示例



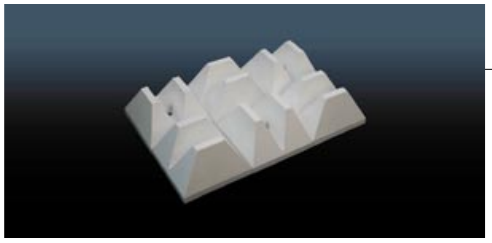
L600×W600mm
IP-045BLB : H450mm
IP-065BLB : H650mm
IP-090BLB : H950mm
IP-130BLB : H1300mm
IP-180BL : H1800mm
IP-250BL : H2500mm



最尖端10m电波暗室壁面所使用的IP-250BL复合吸波材料(全长2.5m)。实现了超越迄今为止世界最高水准的CALTS规格的理想电磁环境。

EMC测试·评价电波暗室用吸波材料
IP-045BLB, IP-065BLB, IP-090BLB, IP-130BLB, IP-180BL, IP-250BL

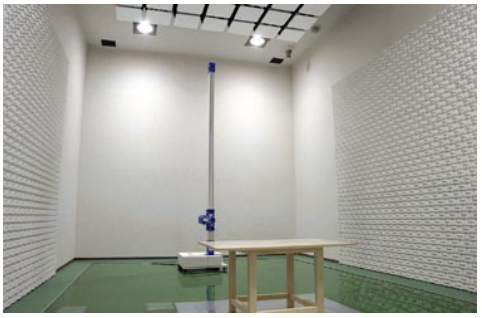
IP-090BLA是强化宽频带范围吸波性能的单元型复合吸波材料，解决了以往楔形一体成型吸波材料无法做到小巧轻便的问题。
IP-BLB系列则是进一步超越IP-090BLA的划时代追求更具独特结构的，单元复合吸波材料。
在秉承了已获得广泛好评的IP-090BLA卓越吸波特性的同时，实现了更加轻巧合理的结构。
为3m法、10m法、甚至特殊用途大型电波暗室等所有类型的电波暗室提供业界顶级的吸波性能，并且所占空间也是业界最少的。



EMC测试·评价电波暗室用吸波材料
ICM-006

是一种高度仅60mm的小型不燃性吸波材料。通过与铁氧体吸波材料配合使用，可以构建省空间且发挥低频领域所具有的卓越吸波性能的3m法电波暗室及小型电波暗室。

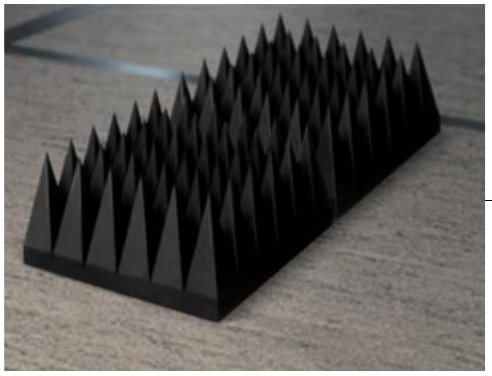
L100×W100×H60mm
图片：×6 pieces
不燃认证编号：NM-0582



EMC测试·评价电波暗室用吸波材料
ID-045

利用在无机和有机混合基材中掺入特殊导电性纤维的薄板状吸波材料，制作成可高效吸收电磁波的楔横形状，具轻巧和高阻燃性。
与铁氧体组合能在低频30MHz-高频18GHz范围内发挥优良的吸波性能。可拆分·折叠进行平放，大幅减少体积便于运输，同时单个重量只有1kg，也可减少对环境的负荷。

L600×W600×H450mm
阻燃性：JIS A1322 1级防火
UL94V-0, VTM-0



用于GHz频段辐射噪声测试的吸波材料
IS-030A2

用在微波·毫米波暗室里的高30cm的金字塔形吸波材料。
实现了覆盖800MHz～110GHz的宽频性能，使对应符合Site VSWR规定*的GHz频段辐射噪声测试易于实现。
尖端部位无下垂，使用寿命达10年以上，能长期保持优良的吸波性能。

L600×W600×H300mm
图片：×2 pieces

* Site VSWR(场地电压驻波比)测试作为1GHz以上干扰波测试试验场地电磁环境的评估方法，按照CISPR16-1-4 Ed. 3.1规定的方法，用于测试被测物测试区域内的无反响特性。

天线设计·评价用电波暗室 代表规格示例

雷达、大型天线评价用大规模

规格示例

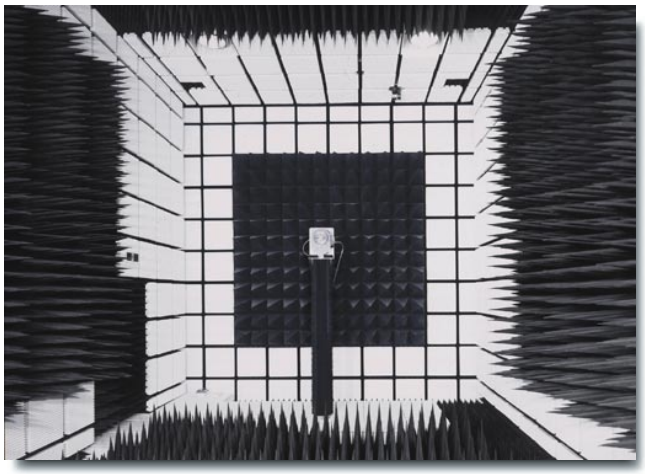
屏蔽面间尺寸	L33.6×W13.6×H13m
屏蔽面间尺寸	L33×W12.6×H12m
吸波材料	IS-M030*(L600×W600×H300mm)
	IS-SM050**(L600×W600×H500mm)
QZ尺寸：φ3m球／QZ中心－信号源间的距离：20m	

＊毫米波对应妻墙用　＊＊侧壁、天花板、地板用　QZ：Quiet Zone

QZ不要入射特性

4GHz～：－45dB
10GHz～：－45dB
～75GHz：－50dB

● 可适用于大规模雷达散乱断面积评价的高特性暗室。



天线评价用天线评价用中规模

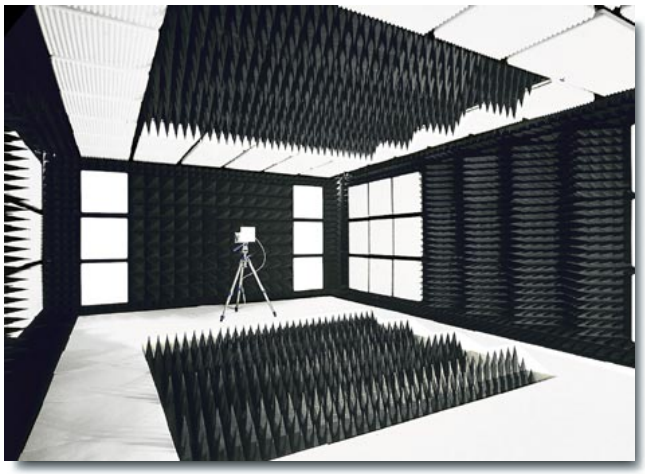
规格示例

屏蔽面间尺寸	L12×W6×H6m
屏蔽面间尺寸	L10×W4×H4m
吸波材料	IS-100*(L600×W600×H1000mm)
	IS-SM100**(L840×W600×H1000mm)
QZ尺寸：φ2m球／QZ中心－信号源间的距离：6m	

＊妻墙用　＊＊侧壁、天花板、地板用　QZ：Quiet Zone

QZ不要入射特性

0.8GHz～：－30dB
1.6GHz～：－35dB
2.5GHz～：－43dB
5.5GHz～：－50dB
27～100GHz：－53dB



天线评价用高精度小型

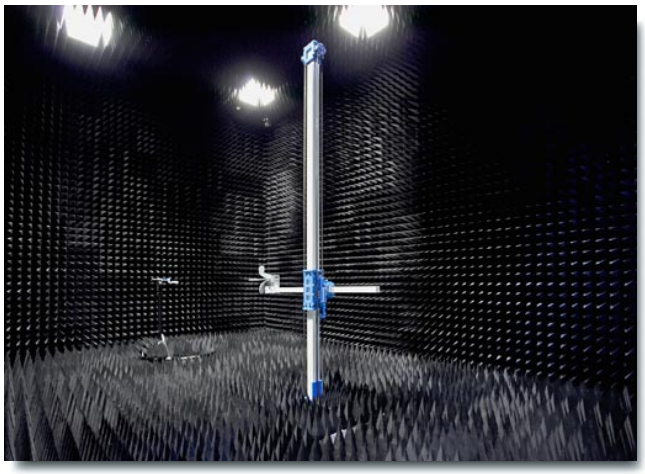
规格示例

屏蔽面间尺寸	L7×W4×H3m
屏蔽面间尺寸	L5.8×W3×H2m
吸波材料	IS-060*(L600×W600×H600mm)
	IS-SM050**(L600×W600×H500mm)
QZ尺寸：φ0.6m球／QZ中心－信号源间的距离：3m	

＊妻墙用　＊＊侧壁、天花板、地板用　QZ：Quiet Zone

QZ不要入射特性

0.8GHz～：－30dB
1.0GHz～：－35dB
2.5GHz～：－40dB
5.5～100GHz：－50dB



各种通信设备性能评价用中规模

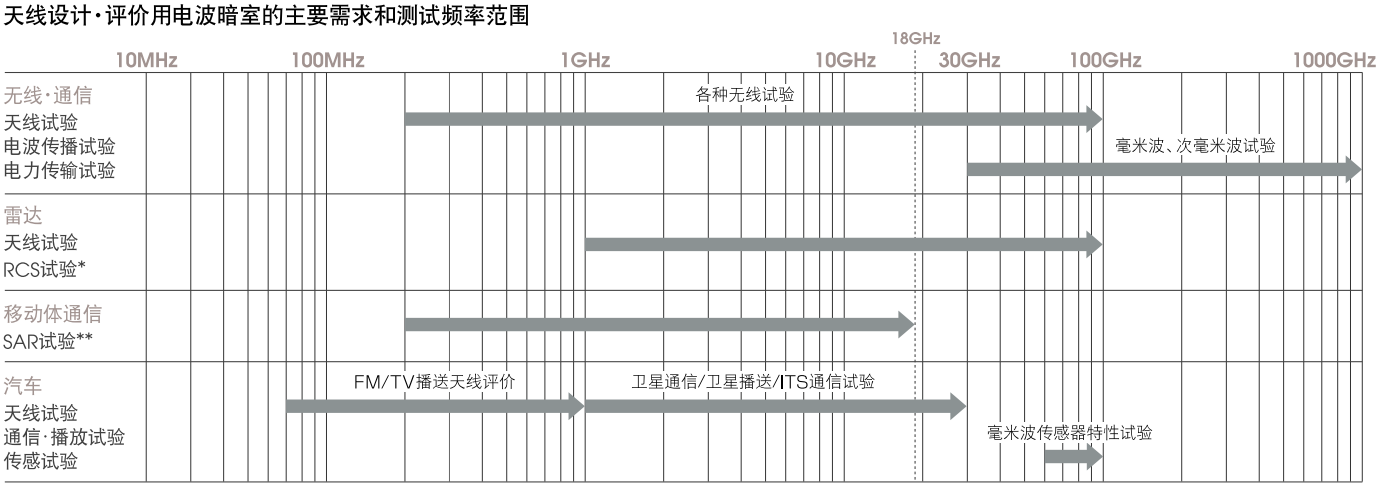
规格示例

屏蔽面间尺寸	L12×W7×H7m
屏蔽面间尺寸	L11.1×W6.1m×H6.1m
吸波材料	IS-045*(L600×W600×H450mm)
3D机械手	φ1.2m 2轴
OTA性能评价	CTIA(美国无线电通信及互联网协会)对应 TRP(Total Radiation Power)测定 TIS(Total Isotropic Sensitivity)测定

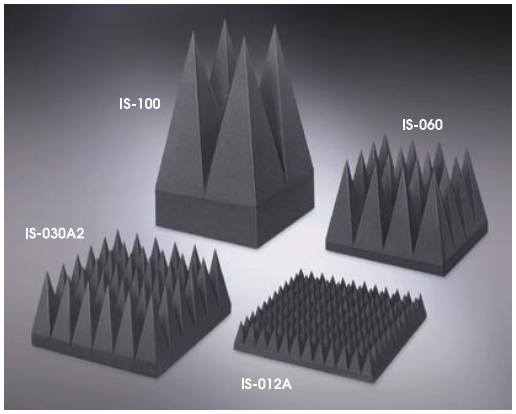
＊妻墙、侧壁、天花板和地板用

天线设计·评价用吸波材料 标准类型规格示例

天线设计·评价用电波暗室的主要需求和测试频率范围



*RCS试验(Radar Cross Section Test):雷达反射断面积(隐形性能)试验 ** SAR试验(Specific Absorption Test):(电磁波能量的)比吸收率试验

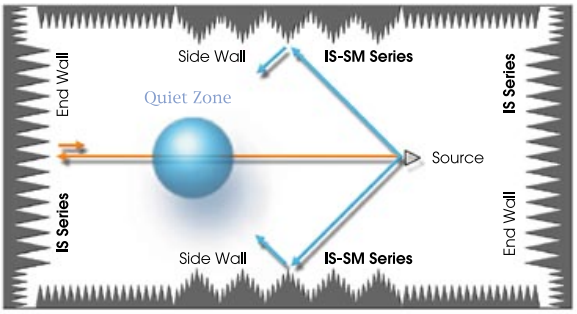


对应微波-次毫米波的吸波材料
IS-012A, IS-030A2, IS-060, IS-100

以发泡聚乙烯为基材，利用了碳的电阻损耗制作成的金字塔状吸波材料。
金字塔高度从50mm至1000mm进行了产品系列化，可一覆盖从200MHz到毫米波以及超过100GHz的次毫米波段。根据使用频率和吸收性能进行选择高度。
因其具有密闭式构造，可长期保持卓越的耐环境性。

L600×W600mm
IS-005A : H50mm / IS-012A : H120mm / IS-030A2 : H300mm
IS-045 : H450mm / IS-060 : H600mm / IS-100 : H1000mm
阻燃性 : UL 94 HBF

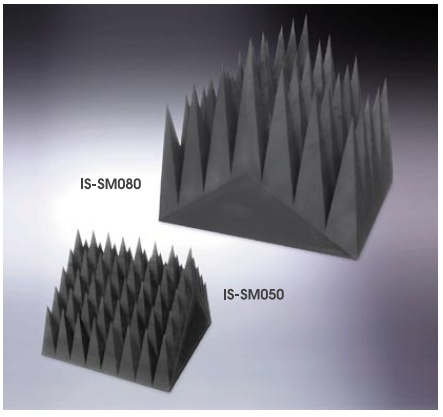
天线评价用电波暗室设计理念



理想静区：将来自壁面、地板和天花板所反射的不要电磁波维持在某个设定值以下状态的空间。用其静寂性可判断暗室的实效性能。

适用于高性能斜入射专用吸波材料IS-SM系列及高性能垂直入射吸波材料IS系列。

改善和强化垂直入射特性→、斜入射特性↙↖，抑制理想静区的不要入射等级，实现了世界最高水准的计测精度。



对应微波-毫米波的吸波材料(斜入射用)
IS-SM050, IS-SM080

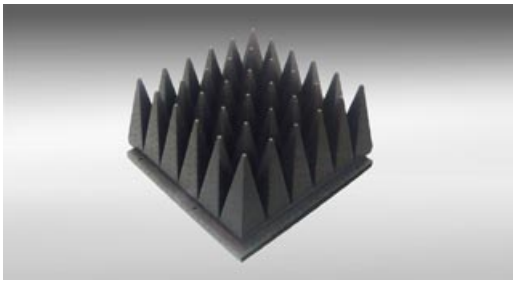
专为斜入射用设计的吸波材料。铺在微波暗室的侧壁中心位置，易于实现营造良好的电磁环境。
与IS系列一样以发泡聚苯乙烯为基材，独立设计成多轴长复合金字塔形状。能在微波-毫米波的宽频范围内发挥超越原有金字塔形吸波材料的优良斜入射特性。

IS-SM050 : L600×W600×H500mm
IS-SM080 : L840×W600×H800mm
阻燃性 : UL 94 HBF

对应FM频带-微波的吸波材料
IP-100BX, IP-130BX, IP-175BX, IP-200BX

适用微波的含碳粉发泡聚苯乙烯吸波材料。通过与铁氧体组合，在FM频带(70MHz～)到微波范围内具有优良的吸波性能。

L600×W600mm
IP-100BX : H1000mm
IP-130BX : H1300mm
IP-175BX : H1750mm
IP-200BX : H2000mm
阻燃性 : UL 94 HBF



对应微波的吸波材料
IK-030

是最适合于微波电波暗室的天花板 地板和壁面使用的金字塔状吸波材料。
利用碳欧姆电阻损耗，可发挥1GHz以上微波的优异吸波特性，特别适合于EMC测试及用于评价的电波暗室铺地吸波材料(可应对新设高频标准S-VSWR)。
发泡聚丙烯基材的采用使其具有很长的使用寿命。

L600×W600×H300mm
阻燃性 : UL 94 HBF

主要附属设备 10m法电波暗室示例

滑动完成/无障碍开放状态

完全屏蔽状态
(屏蔽门尺寸示例：W3.6×H3m)

外滑式无障碍屏蔽门

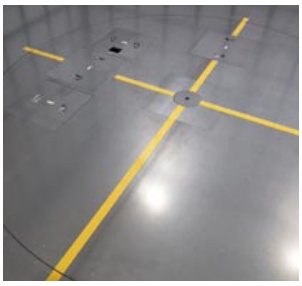
- 全自动电动开关型屏蔽门。与以往通过地板门框上下移动以实现无障碍化(无高度差)的构造不同，而是门内部嵌有黄铜插刀，通过马达驱动上下移动。门体的插刀插入门框的簧片中，从而实现无缝隙、优良的屏蔽性能。
- 安装通过镀镍处理具有强耐磨性能和抗腐蚀性能的簧片，能长期保持最初的屏蔽性能。
- 通过连接紧急备有电源，即使在停电的时候，仅需切换开关即可实现门的开关。

配备有镀镍簧片的升降框

成为通道口处被密封的无障碍地板。

旋转式无障碍屏蔽门

- 电动开闭、锁紧操作，从而实现优良的屏蔽性能。
- 开启时门框电动下降，从而实现无高度差地板。
- 配备抗腐蚀，耐磨的镀镍簧片，能长期保持最初的屏蔽性能。
- 停电时，锁紧旋转手柄驱动马达上的制动器会自动解除，从而实现手动开门。

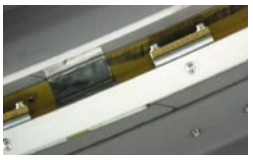


依据暗室性能，与地板间的空隙可进行精确设定。

从地坑方向看到的下部构造。
该构造是整体可转动的新方式。

转台

- 在保障运转速度，控制精度等要求的基础上，选择最合适的马达规格，并根据马达品种采取确切的噪声解决方法，从而把对电波暗室的性能影响降低到最小。
- 也能够接入高精度的AC伺服马达。
- 可对应特殊电源，通风系统、通水设备、底盘测功计等各种设备装置的配备的接入要求。



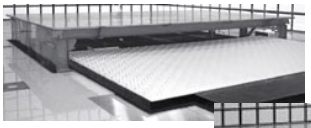
具有同时实现与地板接地层良好的导电性和电磁屏蔽功能的回转部独自的电刷构造。

通过遥控完全打开通道口的状态。

从地坑方向看到的升降台阶。
是一种绝对安全的电动开闭机构。

地坑通道口

- 高度重视安全，采用遥控电动开关通道口结构。
- 关闭通道口盖的动作为双重操作，即在完全关闭前到达指定位置时会停止，其后按遥控器的另一个按纽进行完全关闭和嵌入操作，保证了防患于未然。
- 通道口盖板中部设有可手动开关的逃生口，以便停电等紧急情况发生时能安全逃脱。



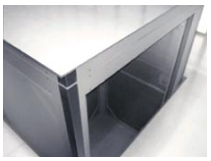
收纳装置上升　吸收体台车向前移动

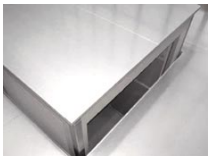
吸收材料设置完成

EMS吸波材料自动收纳装置

- 从铺地吸波材料的吸波材料放置板滑出到收起实现了迅速安全的全自动操作，从而缩短了作业时间和提高了测试效率。
- 滑出的吸波材料放置板位置可根据EUT尺寸通过遥控来进行前后微调(选购件)。

应用的电波吸收体
ICM-006
L100×W100×H60mm





左：关联设备收纳库完全上升的状态
右：双重动作，确保安全紧固

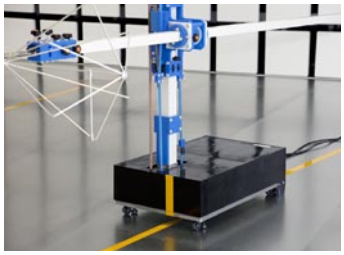
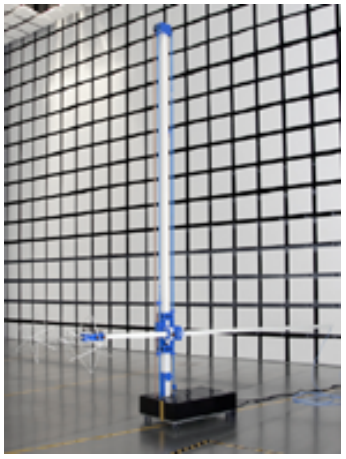
关联设备收纳装置

- 从暗室内向地坑收纳的系统设备(例如与转台上的待测物连接的控制电脑等)的电动收纳装置。
- 紧固时切换按钮实施2步操作，以确保其安全性。

主要附属设备 10m法电波暗室示例

LED照明

- 实施的是可在暗室内使用的EMC设计。
- 闪烁响应时间短，控制方便。
- 具有非常长的使用寿命，而且还可降低更换等维护点检费用。
- 热负荷小，还可降低室内的空调成本。
- 发光效率高，可在耗电少的情况下确保必要的照明，节约电力成本，有助于削减CO_2的排放量。不含水银等对环境和人体有害的物质。

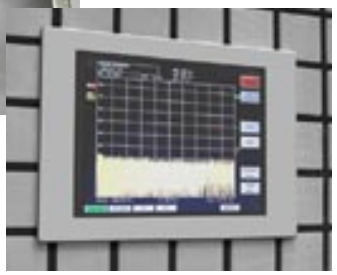



水平升降式
（底座部分：L95×W60×T30cm）

天线定位器

- 随着底座部位的轻巧化，降低电波反射量的同时，在上面和墙壁4面覆盖铁氧体，从而彻底减少对电波暗室性能的影响(水平升降式)。
- 水平升降式与倾斜式一样，利用底座的最佳化设计，可以确保安装和操作天线时的稳定性。
- 倾斜式带有水平±−10～+45度、1度的刻度，可进行高精度的倾斜角度设置。另外，可进行CISPR16-4-2的天线倾斜测定（减少不确定性因素）。

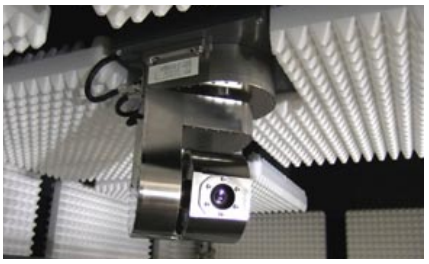
倾斜式（底座部分：L140×W120×T24cm）



地板下收纳投影仪系统

- 能一边实时确认从测试室传输过来的解析波等，一边测试并采取措施。
- 投影仪本身放置在地板下，以减少对暗室特性的影响。
- 从地板下转台地坑可以调节投影仪的投影角度，电源控制也能在暗室内进行。

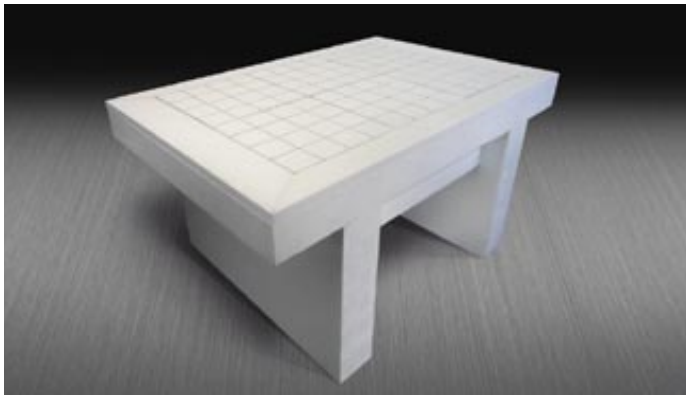
投影面板采用的是无电磁波反射白色系材质。



ITV 系统(监视摄像头)

- 微型化以降低对暗室特性的影响。
- 能确认手机等小型EUT微小运行状况。

顶棚安置式：35倍变焦对应（本体：L18×W18×H22cm）
铺地·可动式：10倍变焦对应（本体：L26.3×W13.6×H12.3cm）



对应GHz频带的低反射EUT放置台

- 采用低介电常数发泡体，最适合1GHz以上测试的EUT放置台。
- 带有网格的桌面表面是由6块可单独更换的面板构成，出现破损及塌陷等缺陷时便于修复。
- 耐负荷：100kg / 耐热温度：100℃
- 宽150×纵深100×高80cm

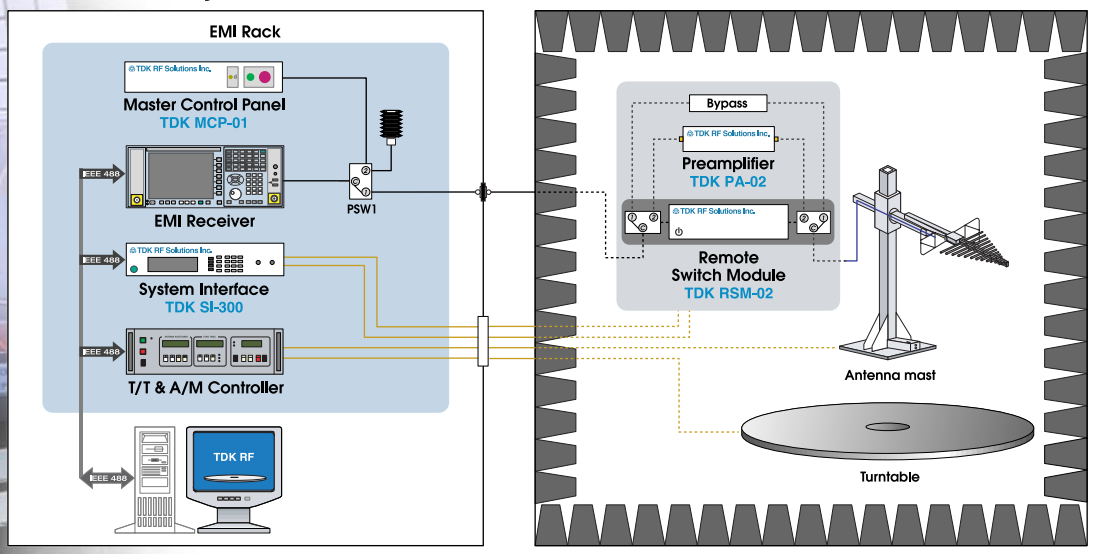
EMC自动测试系统

TDK在欧洲、美国以及亚洲的民生机器、信息通信设备和汽车等各个行业，均积攒了丰富的EMC自动测试系统的交货实绩。
在此实际业绩的基础上，根据客户需求，提供由最适合设备所构成的测试系统。
系统界面、天线等，通过TDK独自开发的硬件和自动测试软件的配合使用，实现了EMC测试的高效化和优异的测试再现性。

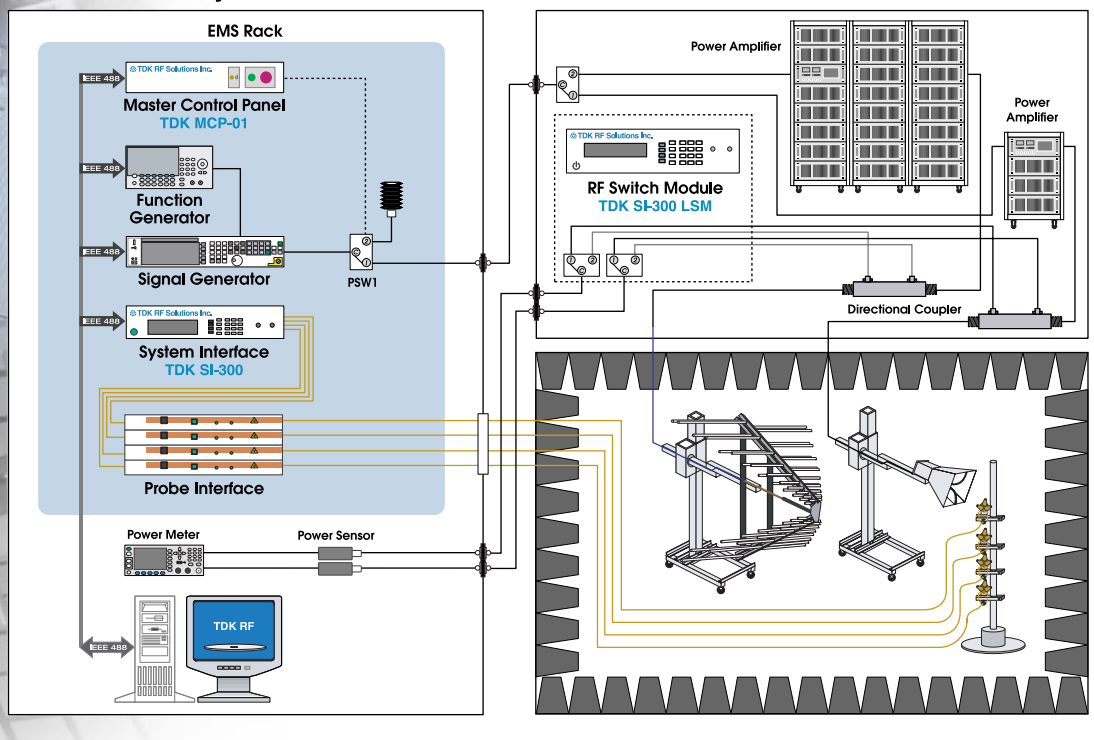
辐射、抗扰度自动测试系统

对于放射及传导辐射测试、放射及传导抗扰度试验等各种情况，采用全自动、半自动及手动方法中的任意方法，均设计为可获得极高效率和精度的系统。
无论是在产品开发阶段所采取的测试对策，以及EMC标准认证测试等，均会全方位向客户提供个别及多样化需求的解决方案。

TDK EMI Test System (放射辐射自动测试系统的示例)

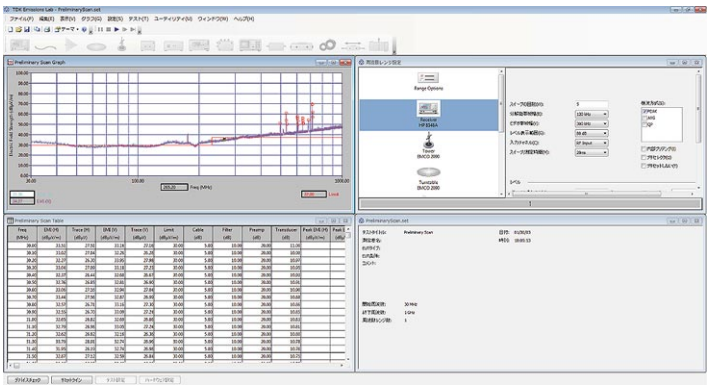


TDK EMS Test System (放射抗扰度自动测试系统的示例)



EMC自动测试系统

EMC自动测试软件

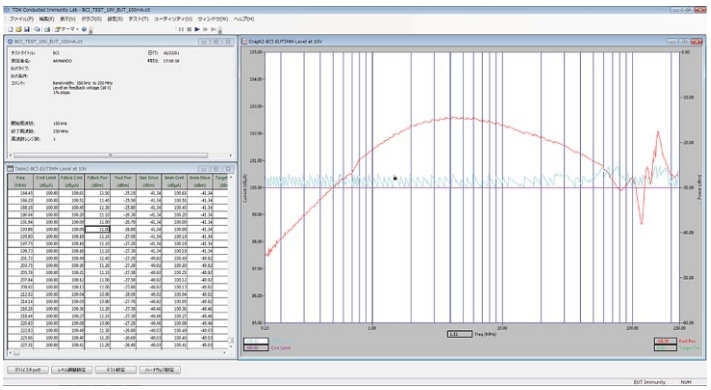


辐射Lab软件：EMI-LAB

自动进行放射辐射及传导辐射的测量

- 对应标准：CISPR、FCC、MIL-STD、ETSI等，几乎可应对所有的EMI标准。
- 广泛应用于转台、天线定位器的各种控制器。
- 预备测试、最终测试、场地归一化衰减测试等的自动化对应。
- 试验数据采用表的形式和图表形式显示*

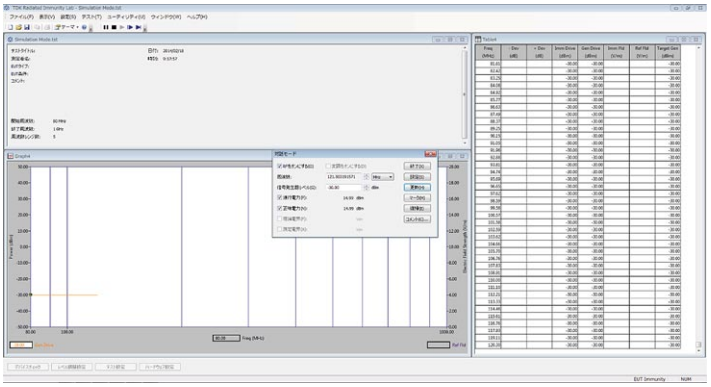
  ＊振幅 vs. 频率：x-y图表
  振幅 vs. 天线高度和转台位置：彩色图像
  振幅 vs. 转台位置：圆形图表
  振幅 vs. 天线高度：x-y图表



传导抗扰度Lab软件：CON-LAB

支持传导抗扰度试验及BCI(Bulk Current Injection)试验自动化

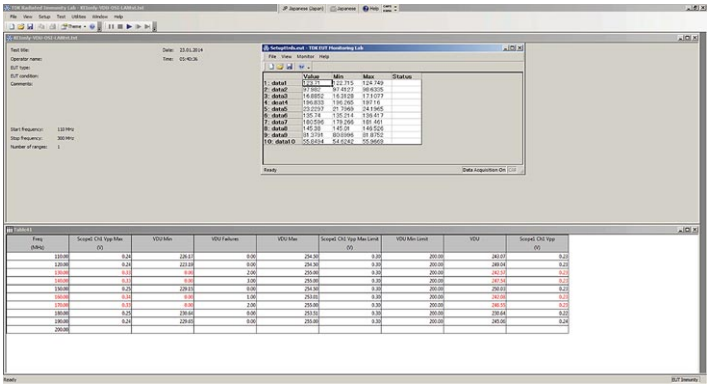
- 对应标准：IEC 61000-4-6、ETSI、ISO11451、ISO11452、JASSO、SAE等。
- 实施针对电源、信号、控制线上防止传导的耐性试验的自动化。
- 支持使用了CDN(Coupling Decoupling Network)和ISN(Impedance Stabilization Network)的传导抗扰度试验和BCI试验。
- 通过将其转移至抗扰度试验中的对话模式，可进行EUT的抗扰度限值的调查。



辐射抗扰度Lab软件：RAD-LAB

支持使用了电波暗室、GTEM、微波带状线等辐射抗扰度试验

- 对应标准：IEC 61000-4-6、ETSI、ISO11451、ISO11452、JASSO、SAE等。
- 对应2种试验方法“置换法”和“闭环法”。
- 通过将其转移至抗扰度试验中的对话模式，可进行EUT的抗扰度限值的调查。
- 适用于使用了IEC 61000-4-3校正法(电场恒定法)电场均一性试验。



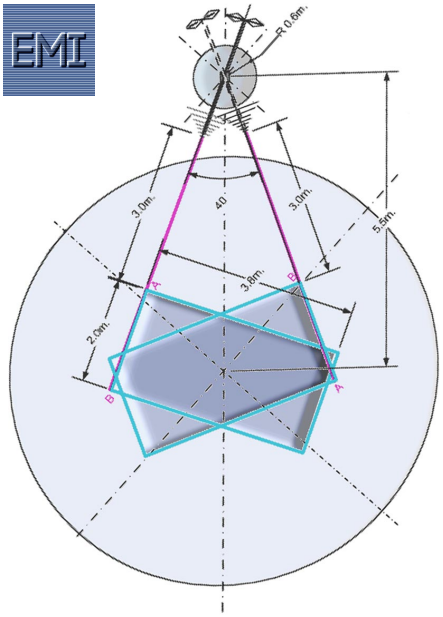
EUT监测软件：EUT-LAB

监测EUT的状态，自动判断抗扰度试验时的EUT的误动作

- 通过示波器、接收机、声频解析器等计测仪器，获得EUT的状态信息。
- 将所取得的EUT状态信息转送至传导抗扰度Lab软件和放射抗扰度Lab软件，与试验数据一起记录。
- 通过EUT的误动作定义，对抗扰度试验中的EUT误动作进行自动判定。

EMC自动测试系统

天线定位系统



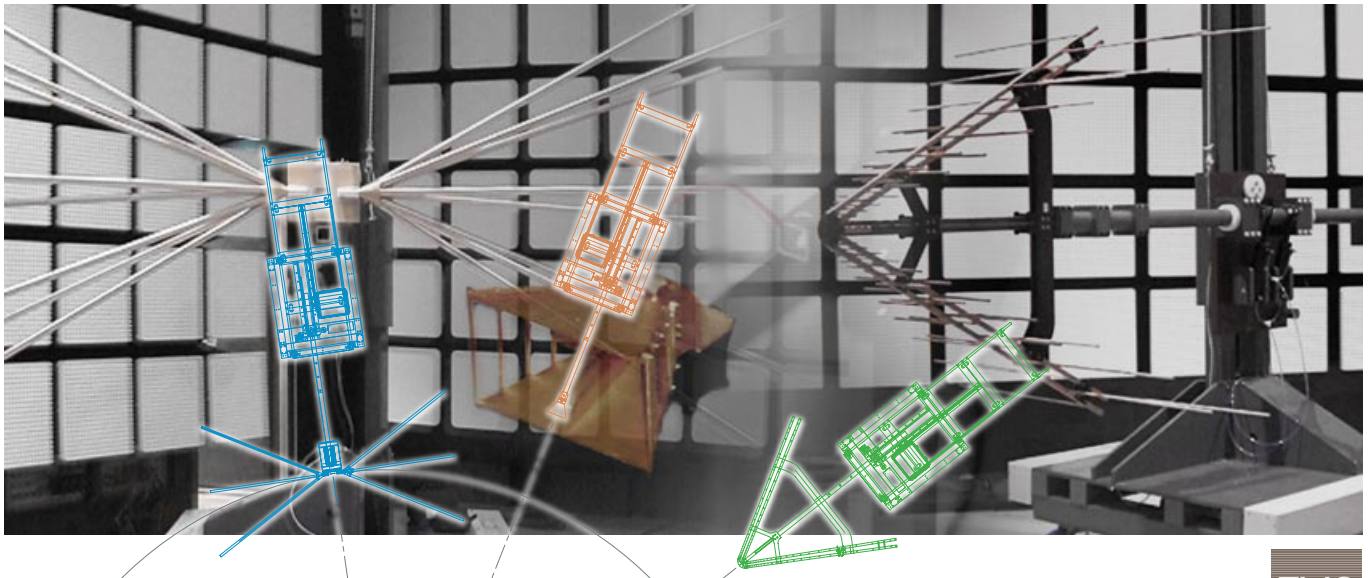
双天线定位系统：DAPS

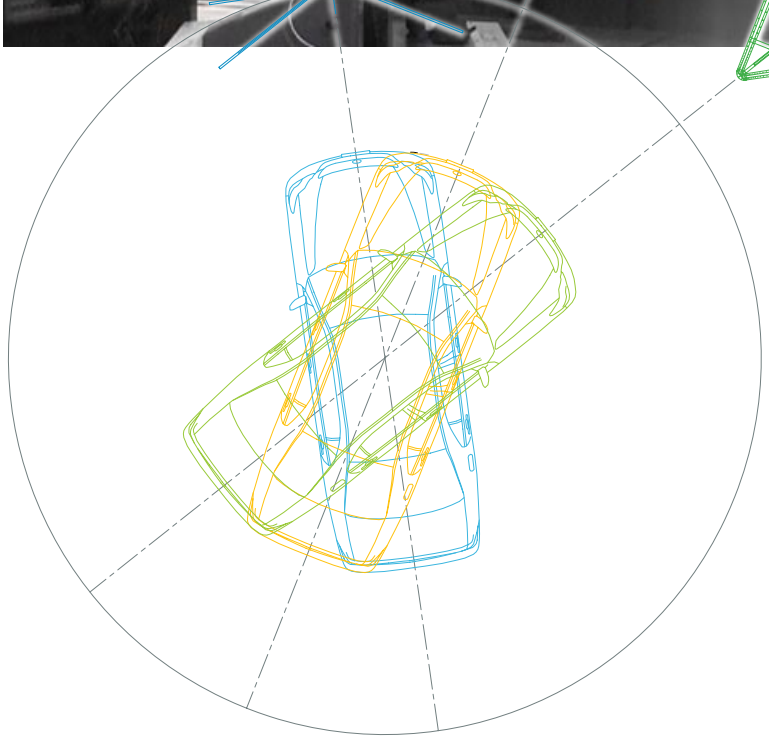
2根接收天线利用1根桅杆自动进行切换

- 对应标准：CISPR12、SAE J551、2004/104/EC
- 采用软件进行自动控制，关联天线回转角与转台回转角，天线与汽车的反向位置关系保持直角。
- 天线的偏振波面的转换也可自动控制。

规格示例

控制	光缆
驱动法	方位回转：0.5RPM 极化面转换：气动 30PSI (2.1k/cm²)
高度调节	手动
尺寸	φ60 x H200cm
电源	单相 AC100-270V
重量	10kg





EMS

自动天线转换系统构成示例
从左分别为双锥天线、
喇叭形天线和V型对数周期天线

放射抗扰度试验用天线自动切换系统

通过3根天线的自动切换，使EMS试验效率化

- 对应标准：CISPR12、SAE J551、2004/104/EC
- 通过软件进行自动控制，关联天线回转角和转台回转角，保持天线与汽车处于固定的位置关系。
- 天线的偏振波面的转换也可自动控制。

天线构成示例

双锥形 HBA-2010	20 to 100 MHz
V型对数周期 VLA-8001	80 to 1000 MHz
喇叭形 HRN-0106	1 to 6 GHz

EMC自动测试系统

高性能天线/E-磁场振荡器

混合对数周期天线：HLP-2006C

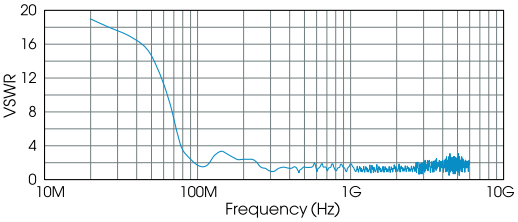
EMI EMS

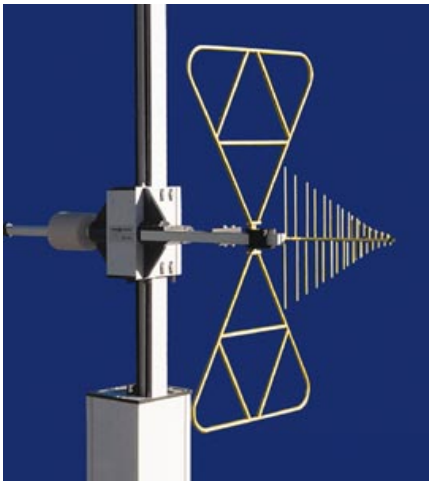
对应标准
汽车：CISPR12、CISPR25、ECE R10、2004/104/EC、JASO
民生机器：FCC Part15（ANSI C63.4）、CISPR22、VCCI、IEC61000-4-3

- 对应频率20MHz～6GHz的宽频带天线。
- 特殊的内部电刷构造，性能得以稳定的发挥。
- 重量轻至2.2kg，低频元件可拆卸。
- 采用N型连接器。

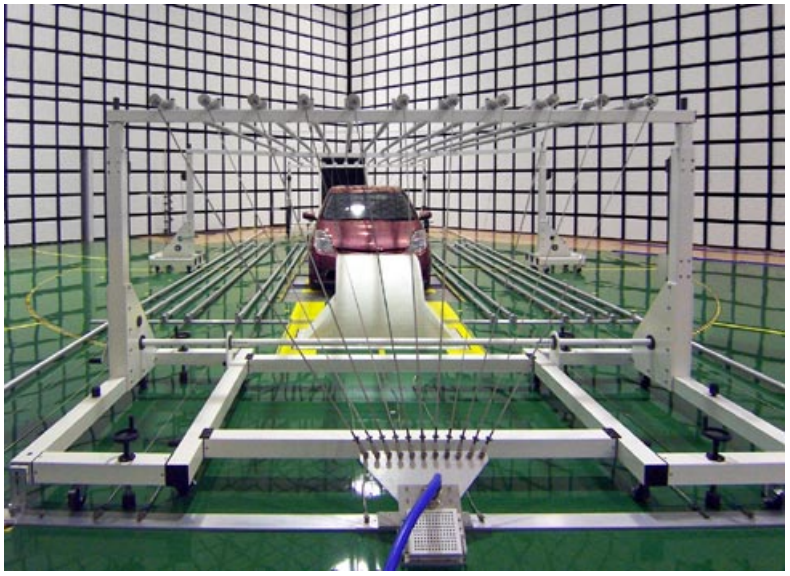
频率范围	20MHz to 6GHz
最大输入	100W
评价VSWR	2.0
输入阻抗	50Ω

VSWR-频率特性示例





L156 x W69 x H71cm 2.2kg



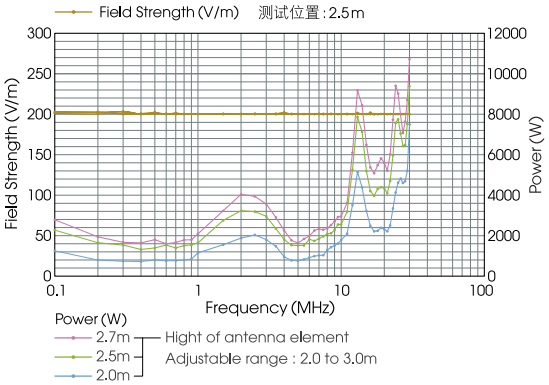
L15.6 x W5.7 x H2.1m 1500kg

微波带状天线：STL-03

EMS

- 产生电场200V/m（DC to 30MHz）的微波带状天线。
- 发挥TEM模式下的优异特性，也可扩展至多功能模式下的试验。
- 长度方向的电场均一性良好。
- 电波暗室可任意采用金属地板或陆地等价底板。

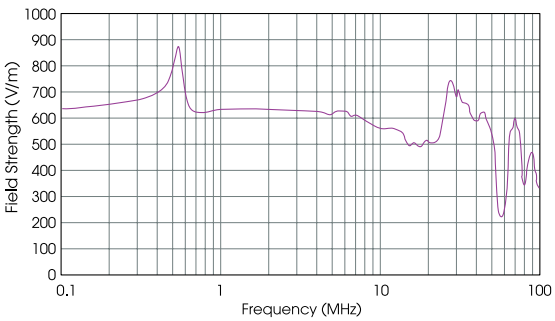
频率范围	DC to 30MHz
极化	TEM
最大输入	10000W
评价VSWR	2.0
输入阻抗	50Ω



E-磁场振荡器：EFG-02

EMS

- 在10kHz～50MHz下产生500V/m的强电场。
- 仅在元件间发生强电场，是一种可抑制设备周边辐射的设计。
- 元件的尺寸大小、高度可调节，也可用于大型DUT试验。



电场强度-频率特性示例
输入电压：3500W

频率范围	10kHz to 100MHz
极化	TEM
最大输入	3500W
输入阻抗	50Ω

L335.3 x W76.2 x H195.6cm
200kg