

公司测试部经理

# 基于ISO16750

# 汽车电子测试方案

---

固纬电子 黄建军

**GW INSTEK**

Made to Measure

GW INSTEK CORPORATION



# 固纬电子简介

- 全球最具规模的综合仪器设备供应商之一
- 营业额台币18亿9000万元(2012年集团)
- 总部位于台湾新北市土城区
- 500余员工服务全球市场客户



# 议程

---

- 汽车电子市场概述
- ISO16750测试规范
- 汽车电子测试应用方案
- 总结

---

# 汽车电子市场概述

# 2013年中国最被看好的市场

---

## 外商所看好的中国产业

- 电子零元件企业
- 汽车零部件企业
- 家电&OA企业



# 汽车电子回路常见的 电源故障现象

# 汽车电子回路常见的电源故障现象

## 汽车内部电源的切换过程

启动时：电池组和电动机之间的切换

行驶过程中：多个耗电负载之间工作的交替

特殊情况：由于线路虚接造成线路故障

供电系统中存在大电流电机、电磁阀等储能元件



## 短路现象

短路造成电压跌落和供电中断，造成短路的原因：

绝缘损坏，连线故障，事故损伤等

短路保护主要由熔断器来实现



## 电池供电电压随耗尽状态而变化

工作条件变化时，极易导致车内直流供电经常产生过冲和跌落现象

# 如何有效对策汽车电源故障现象

随着电子产业科技的发展,各式电子产品大量的应用到车辆上,逐渐的获得消费者的喜爱并改变用车的习惯。

ISO 16750是一个如何面对汽车电子的安全性随着所面对的各种环境条件以及效应下所产生的质量因素,以确保道路车辆行车安全的规范。

# ISO 16750标准涵盖测试范围



# ISO 16750标准涵盖测试范围

## 电力负载(16750-2)

- 主要环境条件为直流电压, 过电压等12项测试.
- 此部分并无安装位置区分, 适用于任何道路车辆之电子装置

## 机械负载(16750-3)

- 主要环境条件为引擎产生的正弦震动, 行驶于道路的随机震动, 搬运或凹凸路面所引起的机械冲击, 磨耗强度, 碎石冲击以及表面强度...等6项测试

## 气候负载(16750-4)

- 此负载测试环境条件有16项. 归纳其主要环境条件则分别为高低温, 温度变化, 冰水冲击, 温度冲击, 防尘防水, 盐雾, 气体腐蚀, 湿热, 太阳辐射...9项

## 化学负载(16750-5)

- 此负载测试包含26种液体. 包括机油, 汽油, 清洁剂, 液压油...等

# ISO 16750-2 车辆电机电子环境条件与测试

1. 过电压测试
2. 重叠交替电压
3. 供应电压缓升以及缓降
4. 电压中断实验
5. 反向电压实验
6. 开路实验
7. 短路保护
8. 压抗实验
9. 绝缘阻抗测试
10. 电磁兼容性测试

# ISO 16750-2车辆电机电子环境条件与测试

## 过电压测试

模拟发电机调节器失效所引起的发电机输出电压上升到高于正常电压  
实验于20℃环境下测试.持续60分钟,至少要达到C等级的要求

	乘用车 过电压(VDC)	商用车 过电压(VDC)
车厂	17	26
国际标准	18±0.2	36±0.2

**A级:** 试验中和试验后, 装置/系统所有功能满足设计要求。

**B级:** 试验中但允许装置/系统有一个或多个超出规定允差,

试验后所有功能应自动恢复到规定限值。并功能应符合A级要求。

**C级:** 试验中允许装置/系统一个或多个功能不满足设计要求, 但试验后所有功能能自动恢复到规定运行。

**D级:** 试验中装置/系统一个或多个功能不满足设计要求且试验后不能自动恢复到规定运行, 需要对装置/系统简单操作重新启动。

**E级:** 试验中装置/系统一个或多个功能不满足设计要求且试验后不能自动恢复到规定运行, 需要对装置/系统修理或更换

# ISO 16750-2 车辆电机电子环境条件与测试

## 重叠交替电压

模拟发电机残留的交流成分于DC供应装置测试

实验电压 $U_{Smax}$ : 12V system: 16V (24V system: 32V)

调变频率: 50Hz~25kHz; 时间: 120s; 循环周期: 5次.

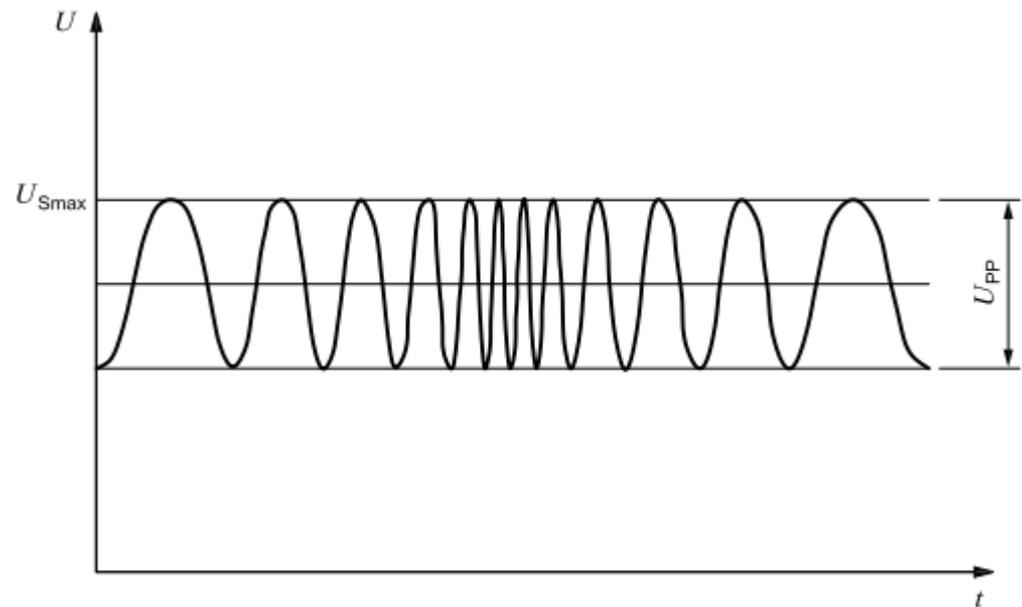
需达A等级要求

$U_{pp}$

严苛度1: 1V

严苛度2: 4V

严苛度3: 10V



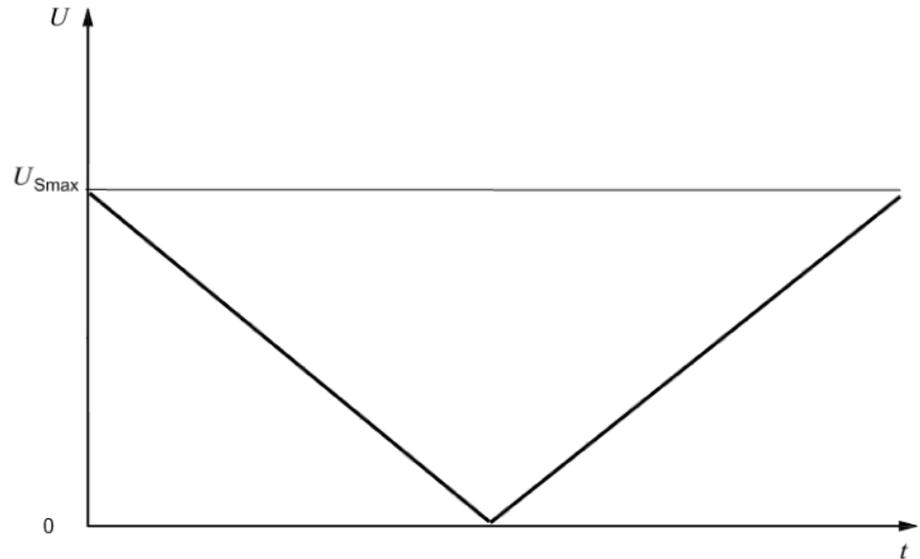
A级: 试验中和试验后, 装置/系统所有功能满足设计要求。

# ISO 16750-2 车辆电机电子环境条件与测试

## 供应电压缓升以及缓降

模拟蓄电池逐渐放电和充电

以  $(0.5 \pm 0.1)$  V/min 速率将供电电压由  $U_{Smax}$  降到 0 V，然后从 0 V 升到  $U_{Smax}$ 。至少达 D 等级要求



D级：试验中装置/系统一个或多个功能不满足设计要求且试验后不能自动恢复到规定运行，需要对装置/系统简单操作重新启动。

# ISO 16750-2 车辆电机电子环境条件与测试

## 电压中断实验

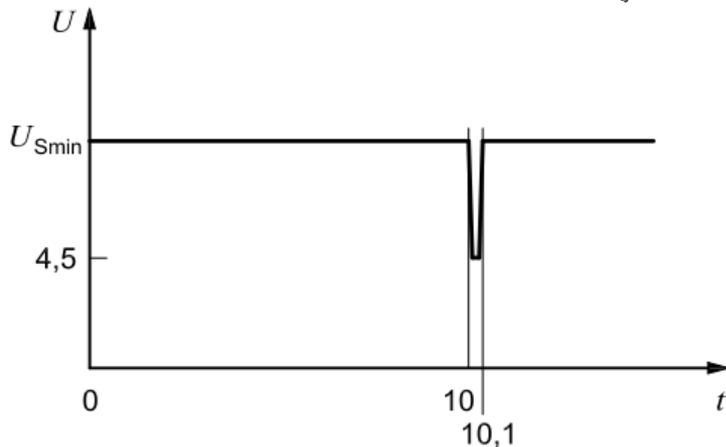
可分为瞬间中断, 电压重置以及电压曲线三部分

### a. 瞬间中断测试

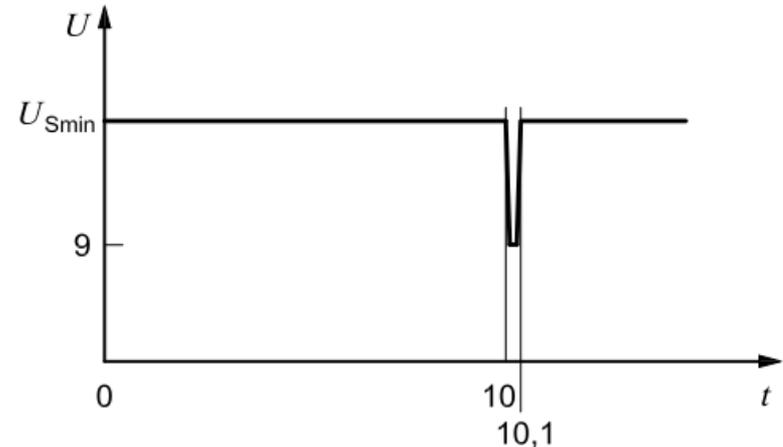
主要模拟其他回路保险丝损毁所产生的影响. 上升/下降时间  $\leq 10\text{ms}$

功能状态需达到B等级要求

B级: 试验中但允许装置/系统有一个或多个超出规定允差, 试验后所有功能应自动恢复到规定限值。并功能应符合A级要求。



12V系统



24V系统

# ISO 16750-2 车辆电机电子环境条件与测试

## 电压中断实验

可分为瞬间中断, 电压重置以及电压曲线三部分

### b. 电压重置测试

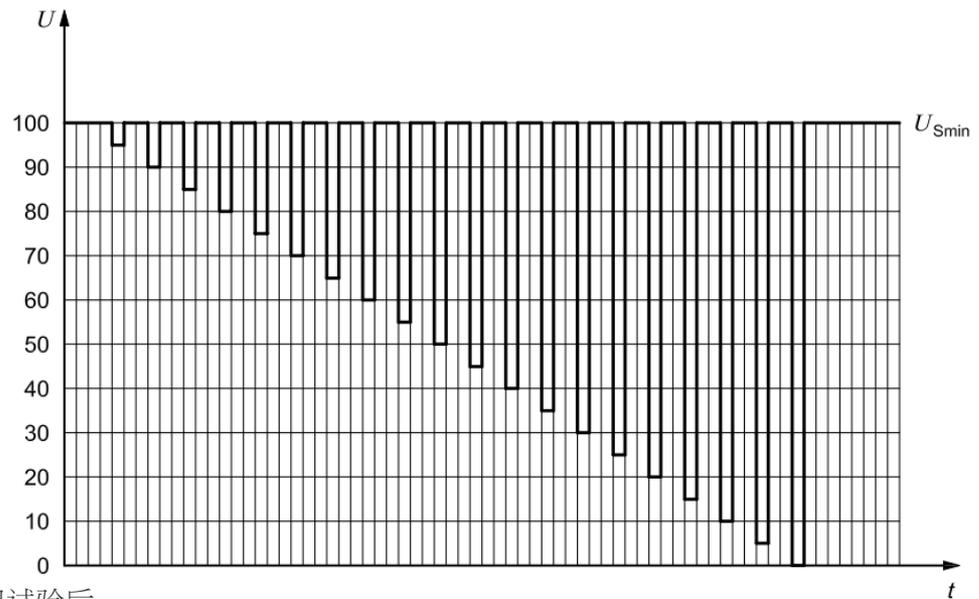
主要证明装置在不同的压降下, 其重置行为对产品的影响(适用于具重置设备)  
功能状态需达到C等级要求

### 设定条件

电压以5%方式递减

低脉冲时间间隔5s

恢复时间间隔10s



**C级:** 试验中允许装置/系统一个或多个功能不满足设计要求, 但试验后所有功能能自动恢复到规定运行。

# ISO 16750-2 车辆电机电子环境条件与测试

## 电压中断实验

可分为瞬间中断, 电压重置以及电压曲线三部分

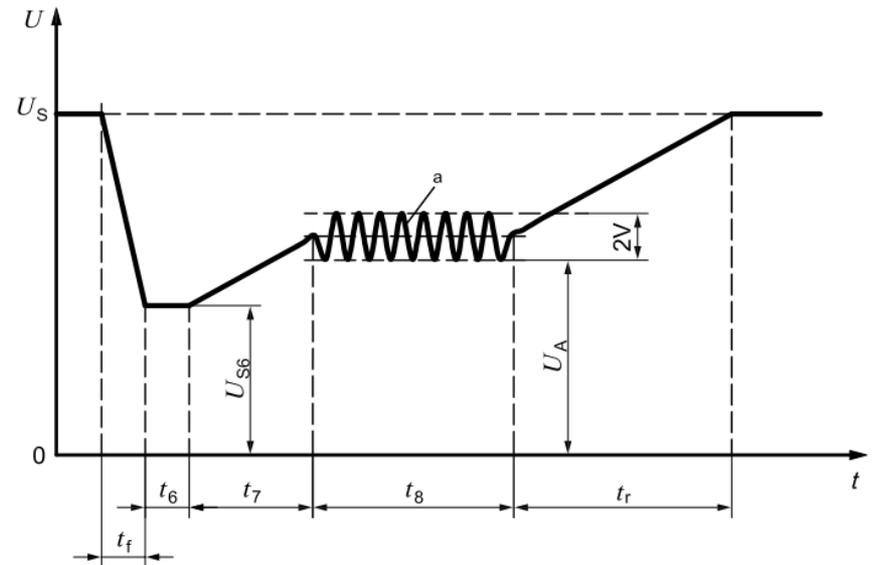
### c. 电压曲线测试

评估不同电压变化对产品的影响. 功能状态需达到A等级要求

设定条件

进行10次

循环时间间隔1~2s



A级: 试验中和试验后, 装置/系统所有功能满足设计要求。

# ISO 16750-2 车辆电机电子环境条件与测试

## 反向电压实验

模拟当使用辅助启动装置时, 二电极接反时的实验. 实施60s

本实验可以分为发电机以及其他装置二种

- a. 发电机回路未接熔断器: 实验反向电压 $U_c$  (不适用于24V system)
- b. 其他装置: 实验反向电压 $U_a$

功能状态需达到C等级要求

定义电压	$U_a$	$U_c$
12V系统	$14 \pm 0.2V$	4V
24V系统	$28 \pm 0.2V$	

**C级:** 试验中允许装置/系统一个或多个功能不满足设计要求, 但试验后所有功能能自动恢复到规定运行。

# ISO 16750-2 车辆电机电子环境条件与测试

## 开路实验

可分为个别回路以及连接器二种

### a. 个别回路

类比装置回路中打开接点的状况. 将装置系统回路接点开路, 并再恢复, 观察测试期间的干扰状况

### b. 连接器

类比装置之连接器分离状态, 并再恢复, 观察测试期间的干扰状况

功能状态需达到C等级要求

## 设定条件

开路时间10s

开路阻抗 $\geq 10M\Omega$

**C级:** 试验中允许装置/系统一个或多个功能不满足设计要求, 但试验后所有功能能自动恢复到规定运行。

# ISO 16750-2 车辆电机电子环境条件与测试

## 短路实验

这个测试仅适用于具备负载电路的系统/组件，进行类比装置输入/输出短路后所造成的影响。测试可分为信号回路以及负载回路二种

### a. 信号回路

电子装置需在所有输出及输入连接下连续测试。执行

i. 供应电压接地

ii. 供应电压分离

iii. 接地回路分离

### 负载回路

电子装置连接电源供应器测试，电子装置必须被正常操作，测试时间由 ISO8820 协议定之

# ISO 16750-2 车辆电机电子环境条件与测试

## 抗压实验

测试及检查绝缘行为或回路分流的电诱性强弱. 如插座, 继电器, 电缆...

- a. 于室温下进行测试
- b. 测试电压: 500Vrms, 60s
- c. 测试部位:
  - 二极接头
  - 导电性外壳
  - 二极之间的绝缘层

# ISO 16750-2 车辆电机电子环境条件与测试

## 绝缘阻抗测试

测试检查回路的绝缘行为. 如插座, 继电器, 电缆...

- a. 于室温下进行测试
- b. 测试电压: 500Vdc, 60s
- c. 测试部位:
  - 二极接头
  - 导电性外壳
  - 二极之间的绝缘层
- d. 测试绝缘阻抗需大于 $10\text{M}\Omega$

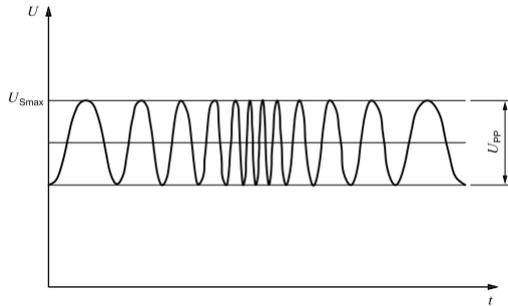
# 汽车电子测试应用方案

- 汽车电源瞬时响应特性模拟
- 整车温度, 电器资料获取
- 利用示波器进行汽车总线分析
- 汽车电子电磁兼容前期测试
- 汽车电子部品安规测试
- 汽车电子部品高低温湿度冲击测试

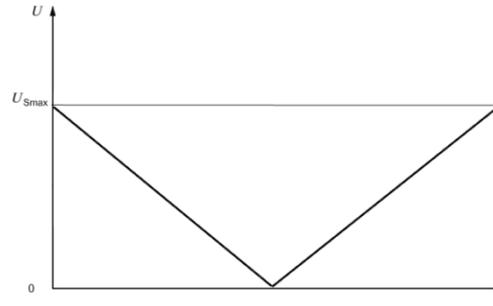
---

# 汽车电源 瞬时响应特性模拟

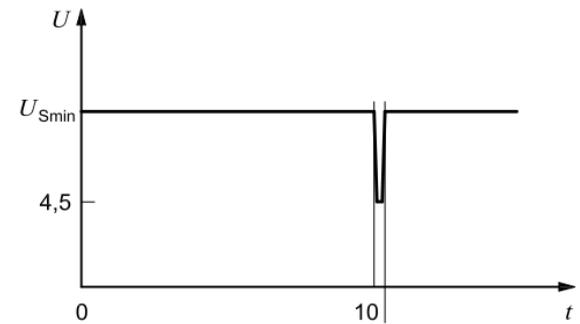
# 车辆电机电子环境条件与测试项目



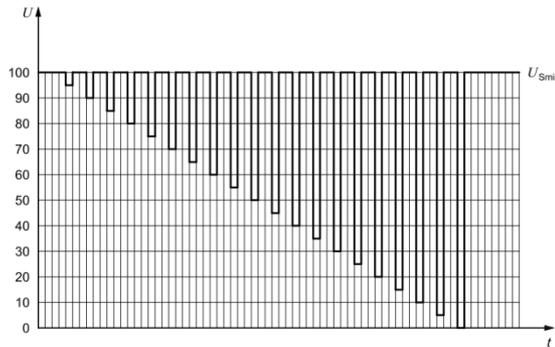
叠加交流电压



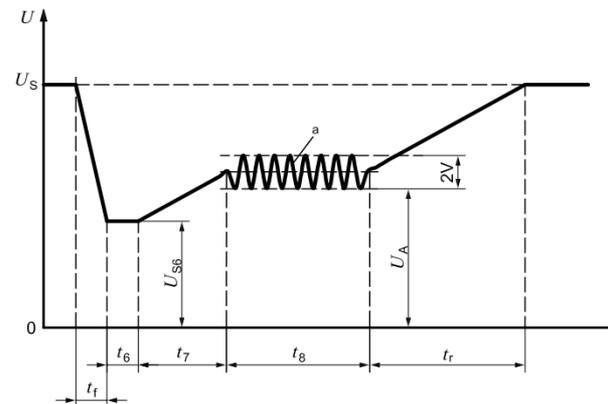
供应电压缓降以及缓升



供电电压瞬间下降

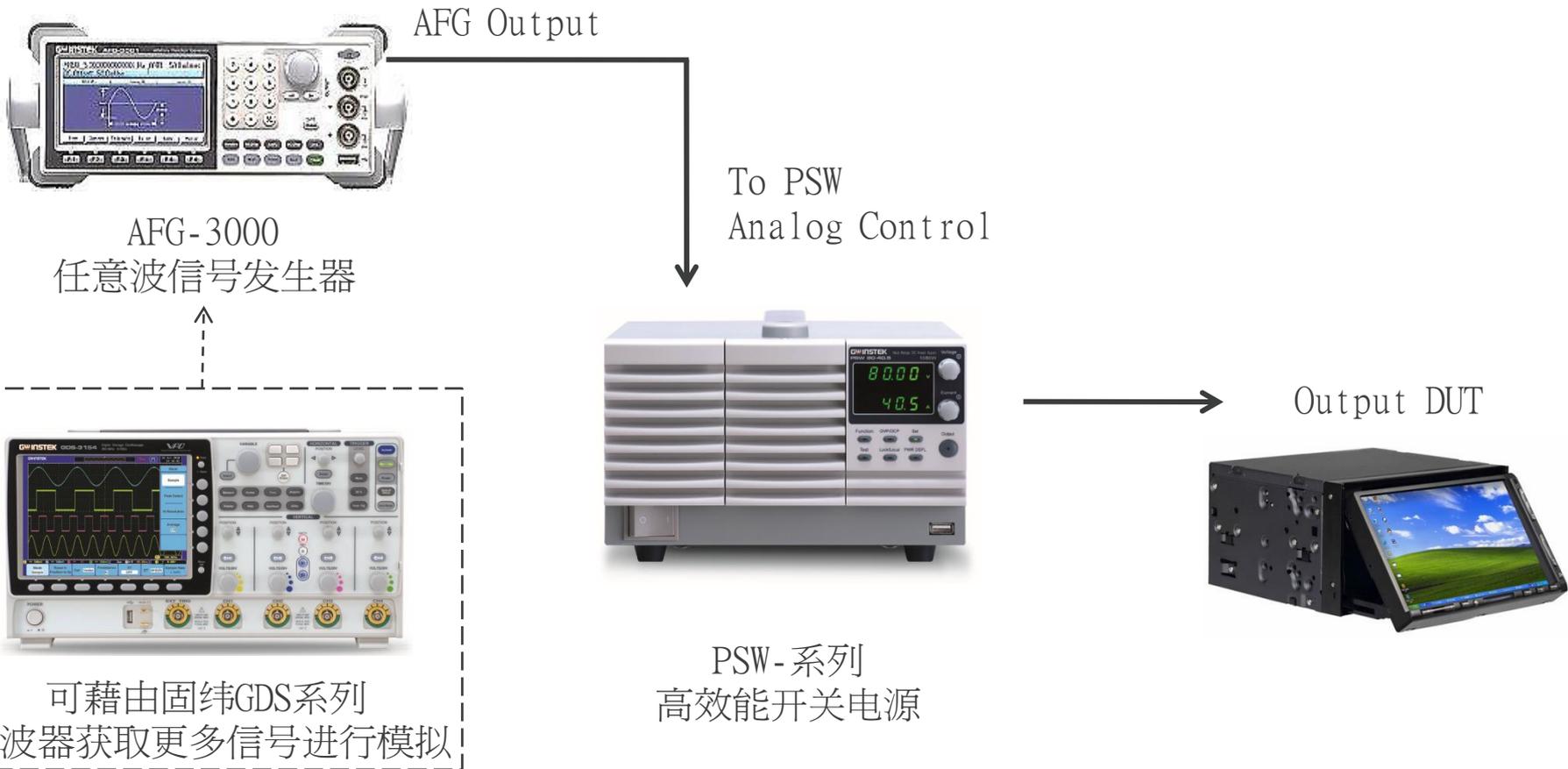


供电电压瞬间下降



电压曲线测试

# 固纬方案- I



# 固纬方案- II



APS-1102  
1kVA AC+DC电源



APS-2302  
3kVA AC+DC电源

→ Output DUT



# AFG-3000系列任意波函数信号发生器



可与固纬GDS系列  
进行无缝连结

- 提供高达80MHz的操作频率，  
内建12种标准波形与任意波操作**以满足各种应用  
波形需求**
- **提供更多波型储存空间**  
波形任意分段储存/输出可节省存储器使用
- **方便且快速撷取所需的应用波形**  
直觉式的面板操作与强大的PC软件支援
- **方便用户进行客制化功能控制**  
支援各种标准界面与标准程序库语法让使用者容易  
设计程序
- **提供相较于竞争对手的价格与规格优势**

# APS-2302交/直流源



3kVA大功率  
可同时输出AC/ DC

- 输出功率高达3KVA
- 输出模式提供:交流 或 交流加直流
- 输出电源波形可进行任意波程序设计
- 不仅是交/直流源, 更可进行功率测试  
电压, 电流, 频率, PF, CF, 谐波分析
- 内建5组操作模式存储器
- 界面: USB (USBTMC), GPIB

# PSW系列 烧机测试用电源供应器

PSW-360W/720W/1080W电源装置



360W 1U Type



720W 2U Type



1080W 3U Type

Model Number	Type	Voltage	Current	Output Power
PSW 30-36	Type I	0~30V	0~36A	360W
PSW 30-72	Type II	0~30V	0~72A	720W
PSW 30-108	Type III	0~30V	0~108A	1080W
PSW 80-13.5	Type I	0~80V	0~13.5A	360W
PSW 80-27	Type II	0~80V	0~27A	720W
PSW 80-40.5	Type III	0~80V	0~40.5	1080W
PSW 160-7.2	Type I	0~160V	0~7.2	360W
PSW 160-14.4	Type II	0~160V	0~14.4	720W
PSW 160-21.6	Type III	0~160V	0~21.6	1080W

# PEL-3000系列高功率电子负载



Master Unit

Booster Unit \* 4  
Maximum 9kW

## PEL-3000系列175/ 350/ 1050W 可程序设计直流电子负载

- 操作电压 (DC): **1.5V~150V**
- 操作模式:  
CC/CR/CV/CP/CC+CV/CR+CV
- **压摆速率高达: Max 16A/us**
- 15bits超高电压分辨率
- **500kHz 高速量测模式**

PEL-3111 (1,050W) Full Rack  
最多可并联4台PEL-3211, 最大功率可达9.45kW

PEL-3211 (加载机:2100W)  
PEL-3111(Master) + 4 \* PEL-3211(Salve) = 9.45kW

# PEL-3000系列高功率电子负载

## Master:

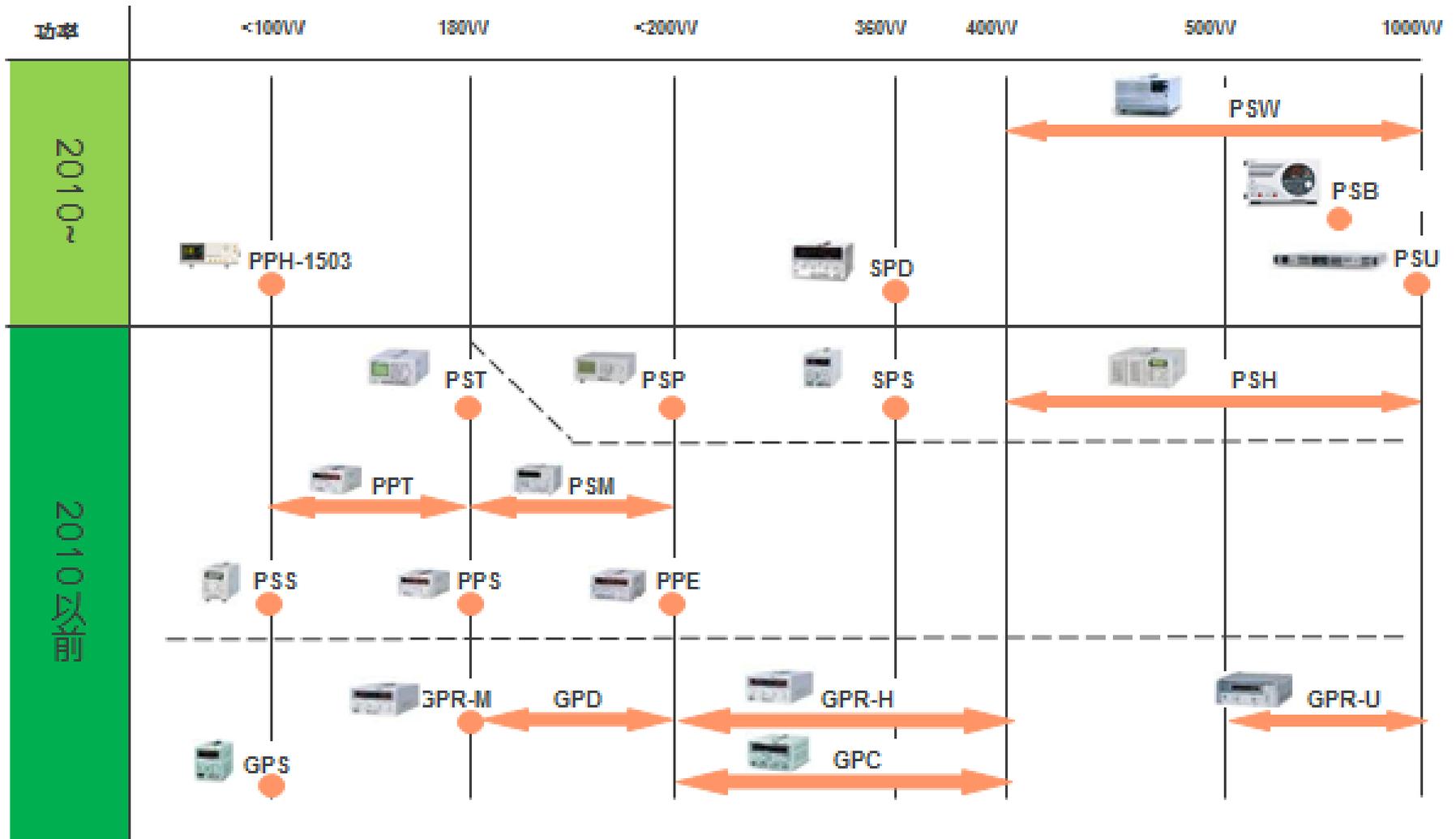
- PEL-3021 : 175W可程序直流电子负载为单机内建模块及控制单元
- PEL-3041 : 350W可程序直流电子负载为单机内建模块及控制单元
- PEL-3111 : 1,050W可程序直流电子负载为单机内建模块及控制单元

## Salve:

- PEL-3211 : 此为2100W载入机，本机无控制台，不可单独使用，需与PEL-3111 (Master) 并联使用。



# 固纬电子提供宽广的产品面



# 汽车电源瞬时响应测试

- 提供电子负载模拟各种负载特性
- 各产品线容易整合, 进行复杂行为测试



高频任意波信号发生器



PSW高校能直流电源



1-3kw交流+直流电源分析仪

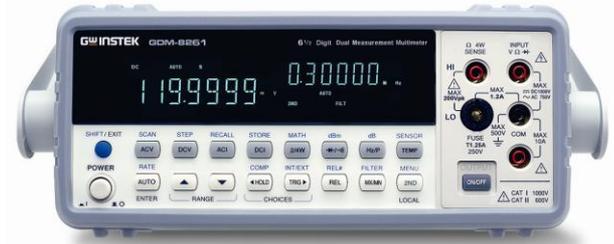
# 于ISO-16750-2可执行性

编号	描述	方案-I 可执行项目	方案-II 可执行项目
4.2	直流供电电压	V	V
4.3	过电压	V	V
4.4	叠加交流电压		
4.5	供电电压缓降和缓升	V	V
4.6.1	供电电压瞬间下降		V
4.6.2	对电压骤降的重定性能	V	V
4.6.3	启动特性	V	V
4.11	耐电压	搭配耐压机	搭配耐压机
4.12	绝缘电阻	搭配耐压机	搭配耐压机
	复杂波的复制	可搭配DSO进行	

---

# 整车温度, 电器资料获取

- 6 ½ 位数：1, 200, 000显示值(最大)
- **双量测功能**
- 直流电压基本准确度：0.0035%
- **高分辨率：100pA - 直流电流量测；及1nA - 交流电流量测**
- 11项基本量测功能及10项进阶量测功能
- **高传输速率2,400读值/每秒(透过USB, 在4 ½显示位元数)**
- **具温度量测功能-200° C ~ +1820° C (支援2线/4线RTD及Thermocouple)**
- 标准界面：USB, RS232C, Digital I/O
- 选购界面：GPIB或LAN
- 多通道扫描卡：GDM-SC1 (Vx16ch, Ix2ch)
- 免费PC软件：DMM-Viewer, LabVIEW driver



# GDM-SC1多通道扫描卡介绍



多通道扫描卡 (GDM-SC1选配), 让使用者在一台GDM-8261A上, 量测多个不同的待测点及量测功能数值, 有效的增加量测效率并节省设备购置成本

GDM-SC1 SCANNER CARD		
Specifications		
Maximum Voltage	250V	
Maximum Current	2A	
Connection		
Item	No. of Wire	No. of Channels
DCV, ACV	2 wires ( H, L )	16 ( CH 1 ~ 16 )
DCI, ACI	2 wires ( H, L )	2 ( CH 17 , 18 )
2W Resistance	2 wires ( H, L )	16 ( CH 1 ~ 16 )
4W Resistance	4 wires ( Input H, L + Sense H, L )	8 pairs ( CH 1 Input & 9 sense, 2 & 10, ... 8 & 16 )
Diode/Continuity	2 wires ( H, L )	16 ( CH 1 ~ 16 )
Period/Frequency	2 wires ( H, L )	16 ( CH 1 ~ 16 )
Temperature	2 wires ( H, L )	16 ( CH 1 ~ 16 )

---

# 汽车数模混合测试分析

# 汽车数模混合测试分析

- 用于汽车电子中常见的CAN/ LIN串行总线



Engine



Gearbox



Instruments



Lock system



Central/ Climate Control



Seat Control



Light Control



Remote Controller

# 汽车数模混合测试分析

## 汽车电子总线资料的分析需要混合型示波器 (MSO)

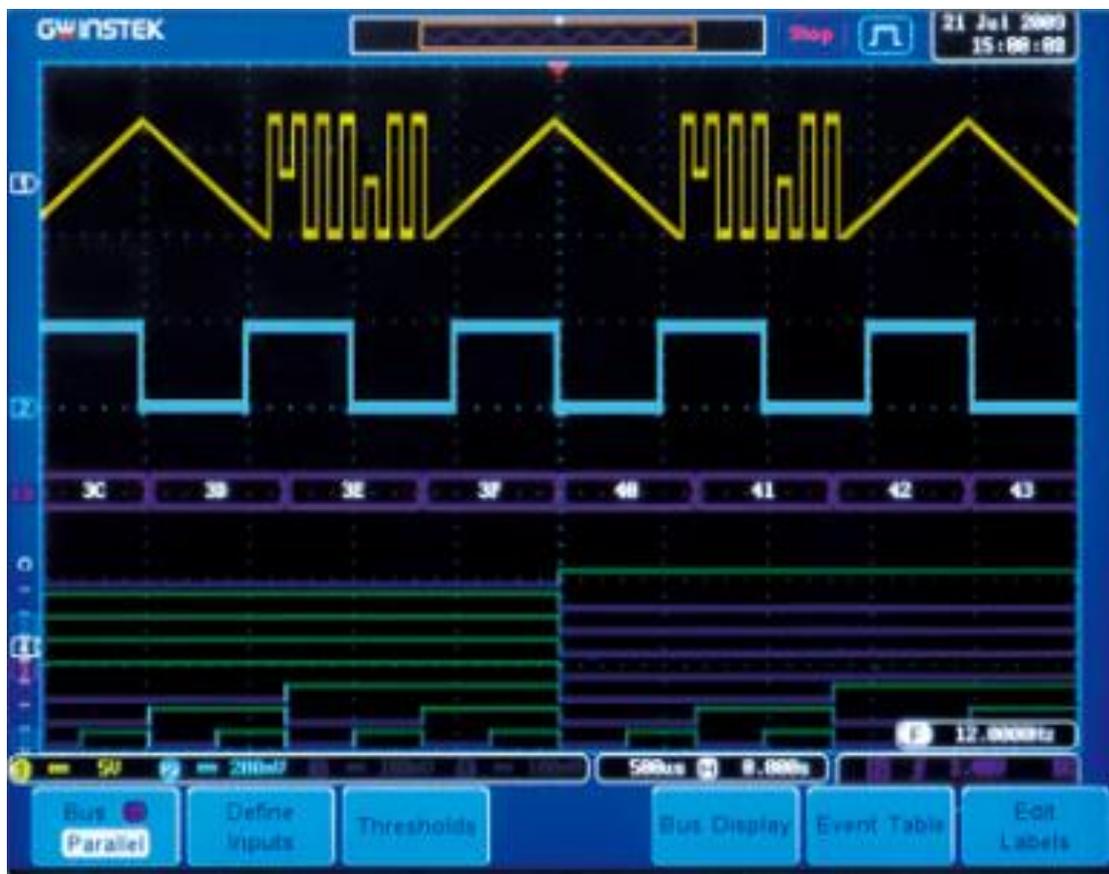
- 各种传感器信号以及发动机控制信号为类比信号
- 存在多种串列总线以及处理器的控制信号，如SPI、I2C、CAN、LIN、Flexray等数位信号
- 调试和验证中，需要同时观测类比信号和数位信号

# GDS-2000A-产品特色

- 8英寸SVGA高分辨率显示屏幕
- 70~300MHz频宽
- 2GSa/s实时取样速率协同2M存储器
- 每秒80,000波形刷新率
- 2,000个分段式存储器
- 逻辑分析仪, 讯号源, 频宽...弹性且丰富的设计且可以随时于客户终端扩充



# 增强型4+8/16通道混合信号示波器

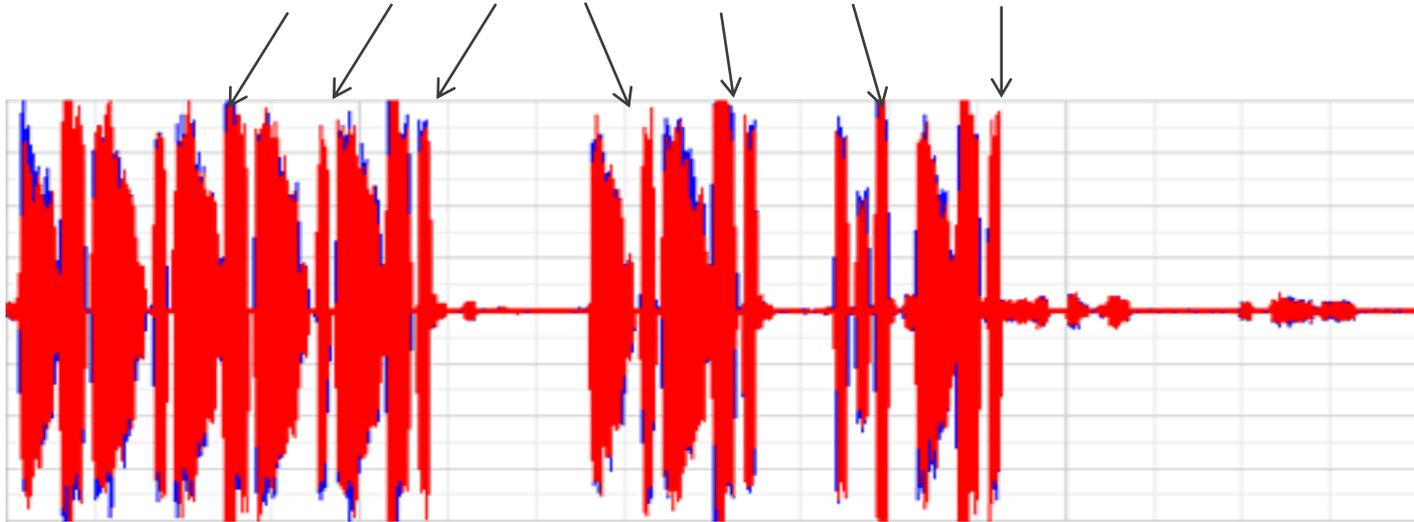


在选配逻辑分析模块后, 将立即配备串行总线CAN, LIN, I2C , SPI及UART与并行总线的分析与译码功能. 实践多用途数模混合信号的分析功能.

# 强大且弹性的扩充机能



# 分段式存储器



当捕捉低占空比环境下所发生的高速脉冲时，GDS-2000A的分段式存储器可以让您选择性的提供所需要观测的讯号,跳过多数不重的讯号空闲期,有效的捕获并存储重要的讯号.

GDS-2000A系列提供高达2000个分段,每一个分段至少可以低于25us的捕获率.

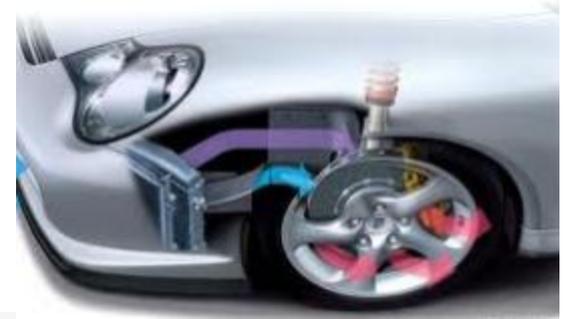
# 分段式存储器



GDS-2000A系列所提供的2048个分段式存储器信息，不仅有利于长周期高速信号的捕获，且对于异常信号亦可进行瞬时异常信号成分进行有效的分析。

# 汽车电子电磁兼容前期测试

# 电磁干扰与汽车安全



# 汽车常见电磁干扰源传播方式

## 传导干扰

相对低频干扰信号(150 kHz至30 MHz)沿电源线路或信号线路进行传播

- 发动机点火系统形成瞬变电压干扰电源电路 发动机点火系统形成瞬变电压干扰电源电路
- 感性负载&器件产生瞬变电压

## 部件和线缆间耦合

主要是电源线路产生的瞬变电压，毛刺干扰耦合到信号线路，形成差模信号

## 辐射干扰

相对高频干扰信号(30 MHz至1 GHz)通过空间辐射的方式，影响无线收发机和其他电子设备正常工作

- 发动机点火产生的脉冲信号通过空间辐射
- 时钟，时钟谐波等高频信号通过空间辐射形成干扰

# 汽车电磁兼容测试方式



测试项目		国际标准 ISO/CISPR	美国SAE标准
EMI 电磁干扰	辐射 (RE)	CISPR 12	SAE J5551-2
		CISPR 25	SAE J551-4 SAE J551-5 SAE J1113-41
	传导 (CE)		SAE J551-5

EMI预兼容测试: 在最早的时间发现和解决电磁干扰的问题, 不仅仅是通过/失败测试, 还需要分析, 定位, 最终解决问题。缩短产品开发周期, 保证产品推出计划, 节约测试成本。

# GSP-930 EMI solution

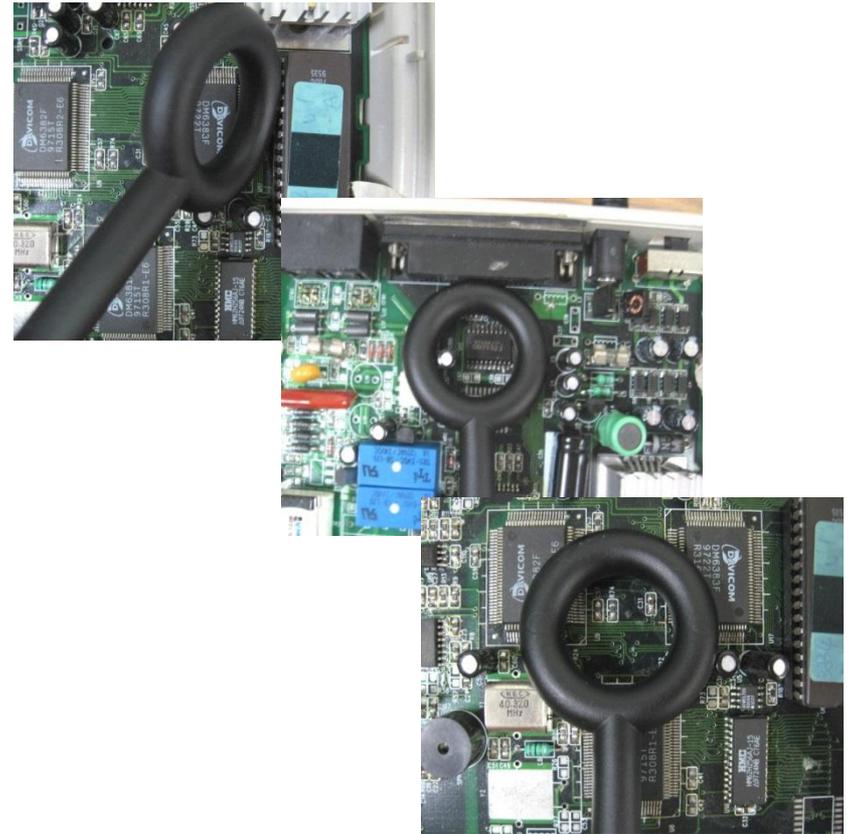
- GSP-930 3GHz 频谱分析仪
- EMI 200Hz/9kHz/120kHz 6dB filter + 1MHz 3dB filter
- 内建前置放大器
- 提供USB/ LAN/ GPIB/ RS-232界面



# GSP-930 EMI solution

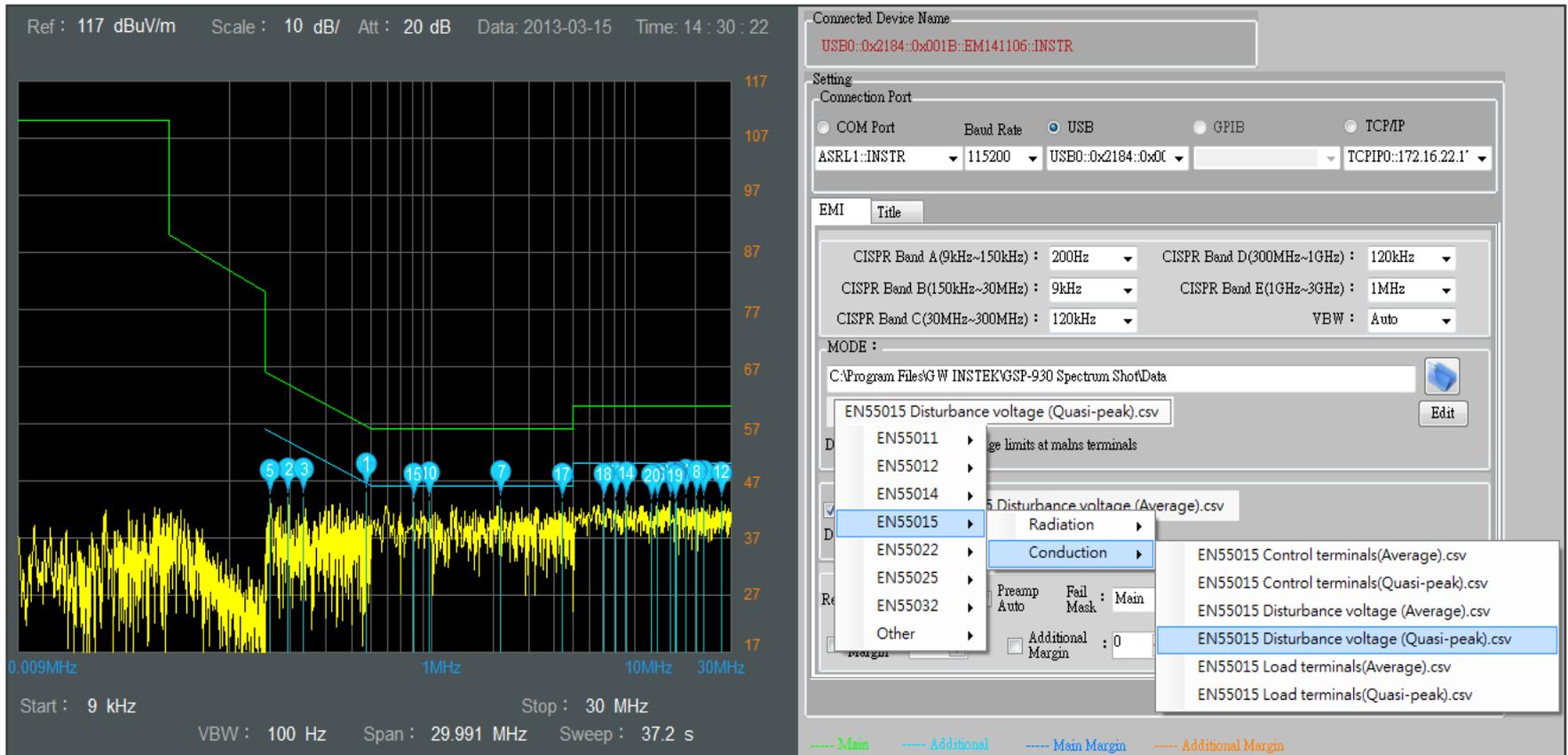


EMI近场天线套件



# GSP-930 EMI solution

- GSP-930 SpectrumShot software for EMI pre-test
- Support CISPR EMI Radiation and Conduction specification



---

# 汽车电子部品 安规测试

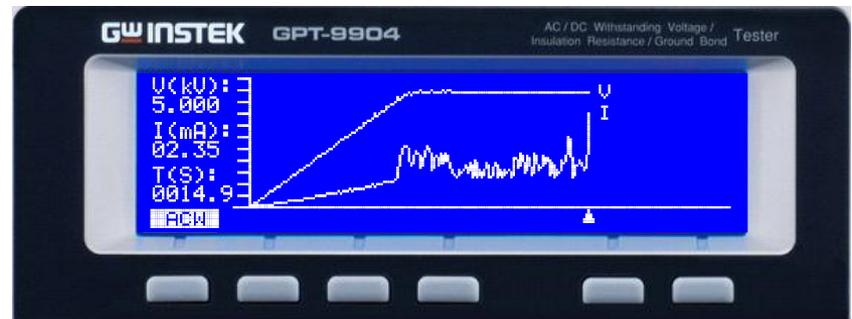
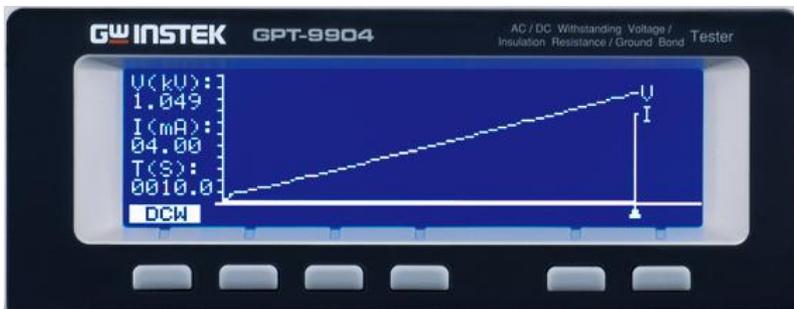
# GPT-9900-产品特色

- 500VA测试容量, 符合汽车电器/影音设备测试需要
- SWEEP扫瞄功能, 提供产品开发各种额定电压过程确认
- 提供后板输出, 方便进行系统(Rack)整合测试
- 1uA高分辨率, 确保待测物微小漏电流监测要求
- 标准提供USB程控界面, 系统程控更为便利且快速
- IR最高可测50G $\Omega$ 绝缘组抗, 符合日本企业测试需要



# GPT-9900- 扫瞄功能

- 依照每个测试模式ACW、DCW、IR、GB作不同的对应扫瞄
- 特定的模式下测试完毕后，可对该测试扫瞄后的资料作分析
- 扫瞄资料笔数最多可达约190笔
- 可设定起始扫瞄时间，以达到局部分析
- 可同时显示两种曲线，达到双曲线功能
- 扫瞄后的数据库可提供使用者于计算机上做分析或制作报告  
...等其他用途



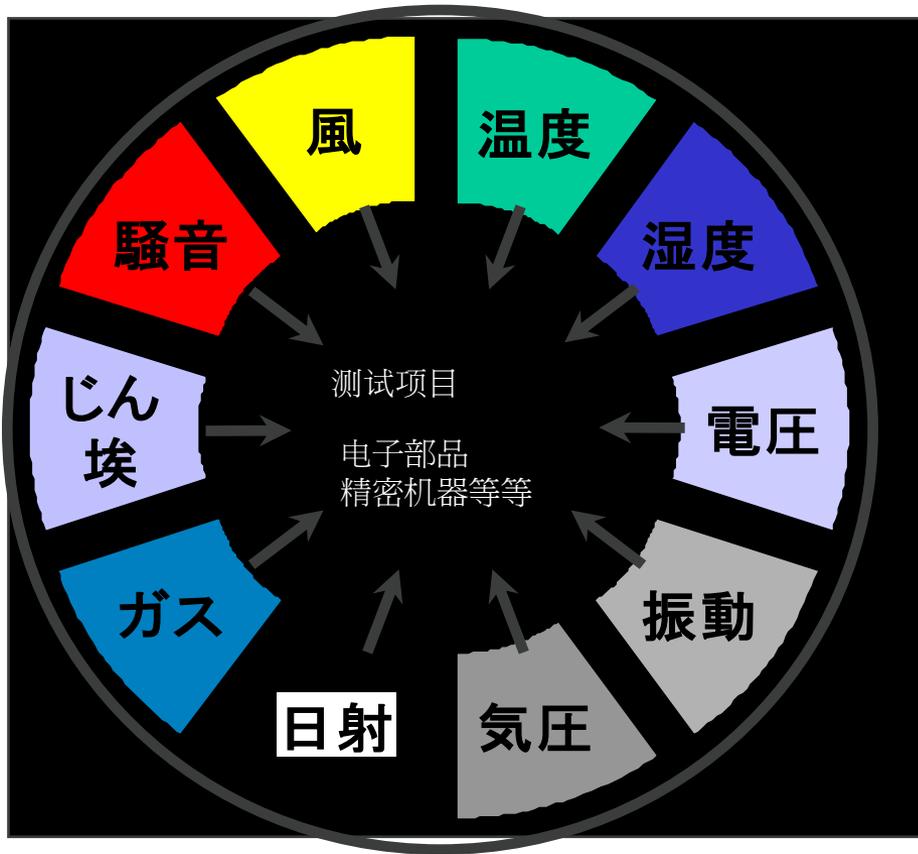
# 产品选型表

	GPT-9801	GPT-9802	GPT-9803	GPT-9804	GPT-9903	GPT-9904
ACW	V	V	V	V	V	V
DCW		V	V	V	V	V
IR			V	V	V	V
GB				V		V
扫瞄功能					V	V
后版输出					V	V
ACW (V)	5kV					
ACW (A)	40mA				100mA	
VA	200	200	200	200	500	500

---

# 汽车电子部品 高低温湿冲击测试

# 关于环境温度测试



在产品、材料、零部件方面开发温湿度环境方面的领域

- 促进高温时发热、低温时材料变质、歪掉之性能恶劣化
- 引诱高湿时腐食，低湿时变形、起静电、结冰时破裂等状况



# 环境测试机产品线

## 恒温(恒湿)槽

试验室里面的温度(湿度)  
可任意的设定维持、程序运转装置

标准型

120L~1000L、

1500L追加

ノコサ型

400L、800L

高负荷对应型

800L、40°C/95%、1.0KW对应

急速温度变化型

优越型(800L; 5°C/分、300L; 10°C/分、)

応用制品

付放压放压

250L; 15°C/分(JEDEC对应)

## 恒温(恒湿)室

试验室里面的温度(湿度)  
可任意的设定维持、程序运转装置

标准型

4.9~20.3m<sup>3</sup> 水·空冷式

高负荷对应型

全领域3KW对应

40°C/95%  
8KW对应

一体型

3.0m<sup>3</sup>、水·空冷式

応用制品

低温低湿、赤外線付

连续运转系统

# 环境测试机产品线

## 冷热冲击试验装置

试验室里面的温度急速变化装置

标准型

1000循环不除霜型

大容量型

液槽式

50~300L

经济运转机能充实

水冷机种 空冷式冷凝器标准化

优越型系列(70L、200L)

1000L、1500L、2500L、2900L

优越型系列(5.6L、9.4L)

## 集中管理系统

网络对应 (10BASE-T)

---

# 总结

# 测试项目与产品方案

1. 过电压测试
2. 重迭交替电压
3. 供应电压缓升以及缓降
4. 电压中断实验
5. 反向电压实验
6. 开路实验
7. 短路保护
8. 压抗实验
9. 绝缘阻抗测试
10. 电磁兼容性测试

任意波信号产生器  
电源供应器

耐压绝缘测试机

频谱分析仪

# 固纬电子汽车电装品测试方案



高频任意波信号发生器



1-3kw交流+直流电源分析仪



9kW直流电子负载

车辆电装品电力环境测试



500VA耐压绝缘测试机



EMI前期测试方案

产品信赖度测试

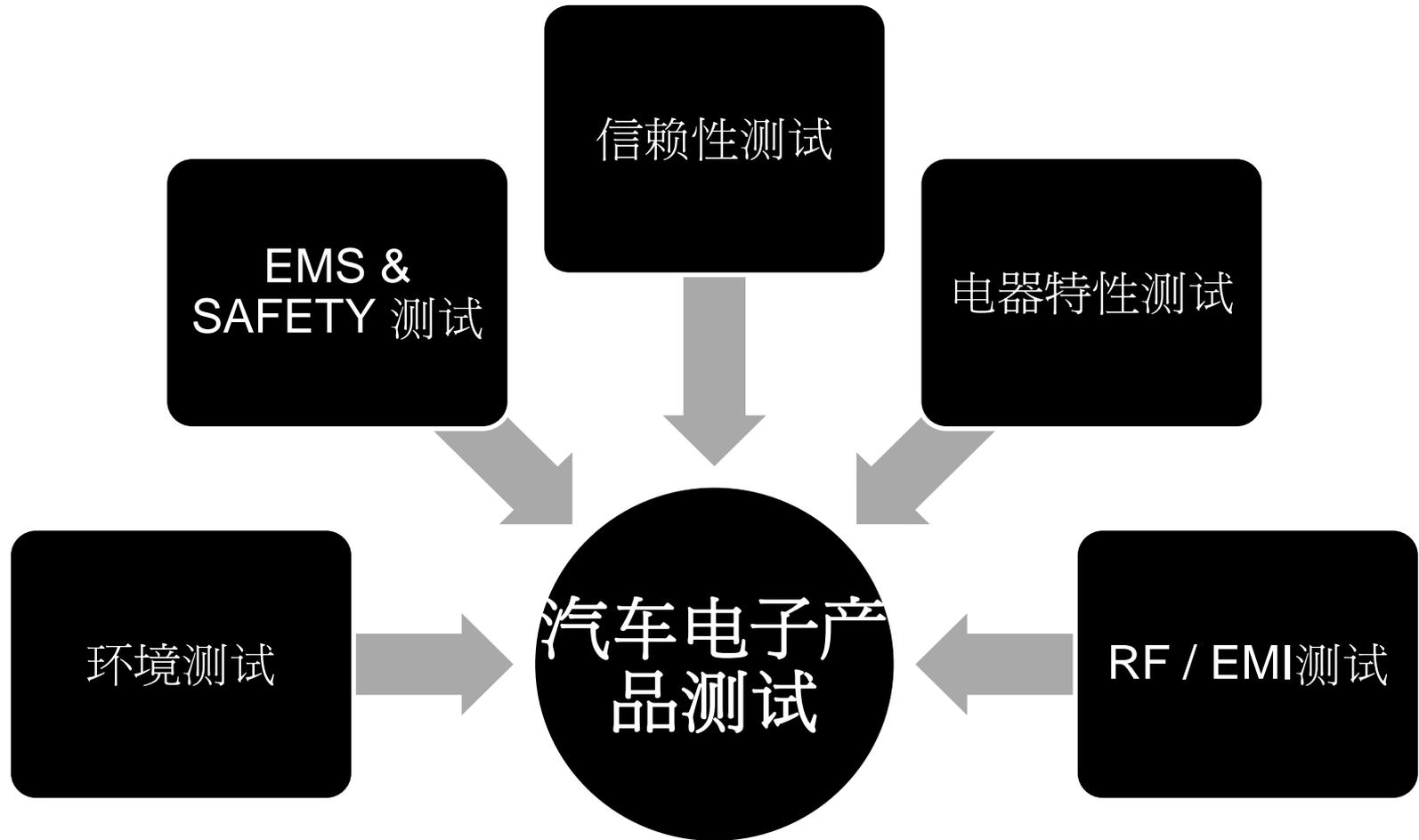


环境温湿度/冷热冲击实验



高精度电表+扫描卡  
整车温度测试方案

# GW Instek汽车电子产业应用方向





---

谢谢!