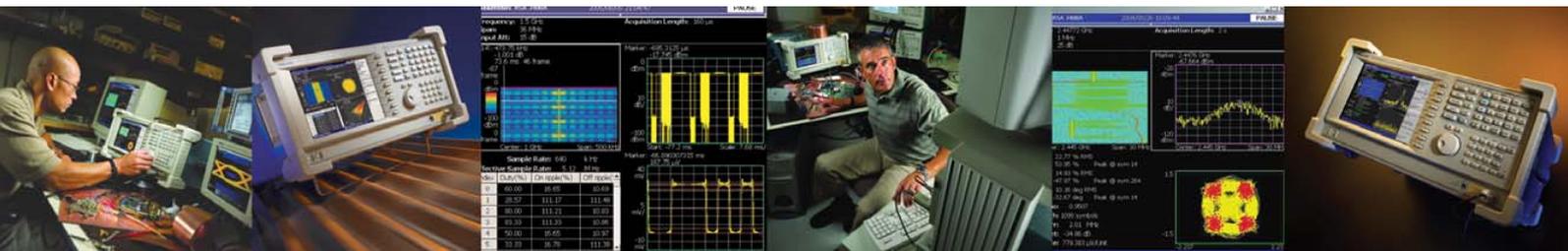


# Tektronix 实时频谱仪

## 在 RFID 测试中的应用



程 骏  
射频业务发展经理

Peter Chen  
亚太区射频产品专家

泰克科技(中国)有限公司

# Tektronix 实时频谱仪在 RFID 测试中的应用

## 目 录

前言 .....	3
第一章：RFID 介绍 (什么是 RFID) .....	3
第二章：RFID 相关标准概览 .....	5
第三章：RFID 的测试要求 .....	7
第四章：使用 RTSA 对 RFID 设备进行测试 .....	9
结束语 .....	19

## 前言

RFID 技术早在二十多年前就已经投入商用，它可以溯源到 20 世纪 40 年代的敌我军事识别(IFF)系统。亚微型互补金属氧化物半导体(CMOS)中的最新发展，可望使 RFID 技术无所不在。随着设备价格下降及全球市场扩大，RFID 应用正迅速增长。此外，许多采用类似技术的短程近场通信(NFC)链路也进入迅速增长时期。RFID 和 NFC 技术需要进行 RF、定时和调制测量，面临着各种不寻常的工程测量挑战。瞬变信号、带宽效率低的调制、反向散射的数据和无源终端都要求传统测试仪器中通常没有提供的专用测量功能。这需要一个工具，可以触发表示 RFID 活动的瞬时事件，然后捕获和分析终端和查询器之间的对话；还需要一个调制分析工具；可能还需要一个一致性测试工具。

或许可以只使用一个工具完成这一切，那就是泰克实时频谱分析仪(RTSA)。在一台实时频谱仪中，可以同时获得宽带矢量信号分析仪、频谱分析仪和实时频谱分析仪独有的触发-捕获-分析功能。可以轻松应对所有 RFID 应用中瞬变信号的捕获。

针对 RFID 的特点，泰克公司在实时频谱仪的平台上开发了专门 RFID 测试软件，可以满足以上的所有 RFID 测试需求，为测试人员提供的非常方便的测试手段。实时频谱仪的实时捕获能力可以百分百地捕获 RFID 信号，无论是脉冲还是跳频信号。同时，实时频谱仪具备频域、时域和数字调制域的多域测试功能，可以满足 RFID 的时间相关参数测试及数字解调测试。专门的 RFID 测试软件提供了目前所有的 RFID 解码功能，可以直接解出数据。同时，泰克公司专利的频域模板触发技术为测试跳频 RFID 信号提供了独一无二的解决方案。

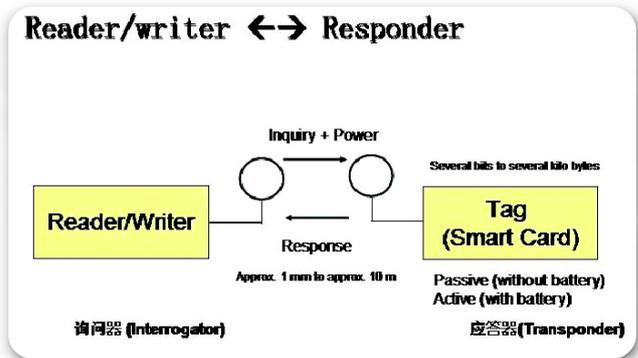
目前，泰克提供了七种型号，可以处理全系列 RFID 测量，包括：频率测量(载频、OBW、杂散、发射功率、ACLR 等等)；定时测量(读写器与标签之间的周转时间、载波上升时间/下降时间、稳定时间等等)和调制测量(符号表、调制深度、眼图、星座图等等)；以及相应的一致性测试(ISO 18000-Part 6 Type A, B, C 等等)。

在本文中，我们将介绍 RFID 技术并讨论泰克实时频谱仪在 RFID 测量中的应用和测试方法。

## 1. RFID 介绍

RFID 是一种低功耗的短程无线通信技术，全称为“Radio Frequency Identification(射频识别)”。RFID 系统的组成一般至少包括两个部分：电子标签(英文名称为 Tag)和读写器(英文名称为 Reader/Writer 或 Interrogator)。

电子标签中一般保存有约定格式的电子数据，在实际应用中，电子标签附着在待识别物体的表面。读写器可无接触地读取并识别电子标签中所保存的电子数据，从而达到自动识别物体的目的。进一步通过计算机及计算机网络实现对物体识别信息的采集、处理及远程传送等管理功能。



目前定义 RFID 产品的工作频率有低频、高频和甚高频的频率范围内的符合不同标准的不同的产品，而且不同频段的 RFID 产品会有不同的特性。

### 1.1 低频(从 125KHz 到 134KHz)

其实 RFID 技术首先在低频得到广泛的应用和推广。该频率主要是通过电感耦合的方式进行工作，也就是在读写器线圈和感应器线圈间存在着变压器耦合作用。通过读写器交变场的作用在感应器天线中感应的电压被整流，可作供电电压使用。磁场区域能够很好的被定义，但是场强下降的太快。除了金属材料影响外，一般低频能够穿过任意材料的物品而不降低它的读取距离。工作在低频的读写器在全球没有任何特殊的许可限制。虽然该频率的磁场区域下降很快，但是能够产生相对均匀的读写区域。相对于其他频段的 RFID 产品，该频段数据传输速率比较慢。低频 RFID 系统主要应用在畜牧业的管

## Tektronix 实时频谱仪在 RFID 测试中的应用

理系统、汽车防盗和无钥匙开门系统的应用、自动停车场收费和车辆管理系统、自动加油系统的应用、酒店门锁系统、门禁和安全管理系统等领域。

### 1.2 高频(工作频率为 13.56MHz)

在该频率的感应器不再需要线圈进行绕制,可以通过腐蚀印刷的方式制作天线。感应器一般通过负载调制的方式进行工作。也就是通过感应器上的负载电阻的接通和断开促使读写器天线上的电压发生变化,实现用远距离感应器对天线电压进行振幅调制。如果通过数据控制负载电压的接通和断开,那么这些数据就能够从感应器传输到读写器。除了金属材料外,该频率的波长可以穿过大多数的材料,但是往往会降低读取距离。感应器需要离开金属一段距离。该频段在全球都得到认可并没有特殊的限制。虽然该频段的磁场区域下降很快,但是能够产生相对均匀的读写区域。该频段系统具有防冲撞特性,可以同时读取多个电子标签。可以把某些数据信息写入标签中。数据传输速率比低频要快,价格不是很贵。高频 RFID 系统主要应用在图书管理系统、服装生产线和物流系统的管理、三表预收费系统、酒店门锁的管理和应用、大型会议人员通道系统、固定资产的管理系统、医药物流系统的管理、智能货架的管理等领域。

### 1.3 甚高频(工作频率为 860MHz 到 960MHz 之间)

甚高频系统通过电场来传输能量。电场的能量下降的不是很快,但是读取的区域不是很好进行定义。该频段读取距离比较远,无源可达 10m 左右。主要是通过电容耦合的方式进行实现。在该频段,全球的定义不是很相同 - 欧洲和部分亚洲定义的频率为 868MHz,北美定义的频段为 902 到 905MHz 之间,在日本建议的频段为 950 到 956 之间。甚高频频段的电波不能通过许多材料,特别是水,灰尘,雾等悬浮颗粒物资。相对于高频的电子标签来说,该频段的电子标签不需要和金属分开来。电子标签的天线一般是长条和标签状。天线有线性和圆极化两种设计,满足不同应用的需求。该频段有好的读取距离,但是对读取区域很难进行定义。有很高的数据传输速率,在很短的时间可以读取大量的电子标签。甚高频 RFID 系统主要应用在供应链上的管理、生产线自动化的管理、航空包裹的管理、集装箱的管理、铁路包裹的管理、后勤管理系统等领域。

### 1.4 其它频段:

除以上三个主要频段,目前在 315MHz、433MHz、2GHz~2.5GHz、5.8GHz 频段也被 RFID 系统采用。它们也分别具有自己的特性。例如 2.45G 的 RFID 系统数据传输速度很快,但同时易受其它 RF 设备的干扰。

工作频率范围	说明
<135 kHz	低频电感耦合
6.765 ~ 6.795 MHz	中频(ISM),电感耦合
7.400 ~ 8.800 MHz	中频,仅用于电子防盗
13.553 ~ 13.567 MHz	中频(13.56 MHz, ISM), 电感耦合, 广泛使用, 国际标准有 ISO -14443, ISO 15693, ISO 18000-3 等
26.957 ~ 27.283 MHz	中频(ISM),电感耦合, 仅在特别应用中采用
433 MHz	UHF(ISM), 反射散射耦合,少量 RFID 使用
868 ~ 870 MHz	UHF, 反射散射耦合, 新频段
902 ~ 928 MHz	UHF (SRD), 反射散射耦合,已有多种应用(中国铁路)
2.400 ~ 2.500 GHz	SHF (ISM), 反射散射耦合, 已有多种应用(车辆识别: 2.446 .. 2.454 GHz)
5.725 ~ 5.875 GHz	SHF (ISM), 反射散射耦合,少量使用

RFID 除按频段分类外,根据电子标签内是否装有电池为其供电,又可将其分为有源系统和无源系统两大类;从电子标签内保存的信息注入的方式可将其分为集成电路固化式、现场有线改写式和现场无线改写式三大类。RFID 信号主要采用 OOK (100% ASK)、10% ASK、FSK、PSK、FHSS 等调制方式。编码主要采用 NRZ, Manchester, DBF, MFM, Miller, Extended Miller 等。工作方式有半双工(Half duplex)、全双工(Full duplex)、时序(Sequential)三种。

时下,无线射频识别(RFID)已成为全球信息产业的热门话题。由于受到国际组织的全力推动以及国际大企业的应用需求和发展步伐的加快、各类标准正在加紧制定等因素的驱动,RFID 已经进入高速发展的轨道。同时,一些问题也需要尽快解决。

- **技术标准问题。**RFID 技术标准是 RFID 标准体系中最基本的组成部分,其中涉及到的主要问题包括:合法使用的频段范围,包括读写器与电子标签通信的无线电频率使用规范;空中接口标准主要规定电子标签与读写器之间的空中信息交换所需的基本约定;其他标准,数据格式定义,接口与应用等。
- **无线电规则问题。**无线电规则问题是 RFID 技术与应用面临的最基本问题。虽然无线电频率资源是大自然对人类的一项恩赐,但如何使其为人类需要服务还需要人们对其制定一些规则,这一点非常类似于道路交通规则。所涉及到的问题主要有:RFID 应用分配的频率范围;RFID 设备发射的功率电平限制;RFID 设备发射占用频带限制(主要有发射主瓣电平限制及带宽和发射旁瓣电平限制及带宽);其它杂散发射限制。
- **产品测试与认定。**产品的测试与认定是 RFID 产业链三方均需要的,通过测试认定可以建立起有关产品的规格与品质的基本规范,从而降低人们认识产品的复杂性,同时也建立起一种信誉体系。目前急待解决的问题是产品的测试标准和权威的认证机构。

## 2. RFID 相关标准概览

RFID 设备和系统除了要遵循产业标准和协议之外,还要遵循政府或管理机构的无线电使用法规,本章简要介绍 RFID 需要遵守的这些标准和法规。

### 2.1 无线电使用法规

射频识别系统产生并辐射电磁波,所以这些系统被合理地归为无线电设备一类,射频识别系统工作时不能对其他无线电服务造成干扰或削弱。特别是应保证射频识别系统不会干扰附近的无线电广播和电视广播、移动的无线电服务(警察、安全服务、工商业)、航运和航空用无线电服务和移动电话等。

射频识别系统工作频率的选择,要顾及其他无线电服务,不能对其服务造成干扰和影响。因而通常只能使用特别为工业、科学和医疗(ISM—Industrial—Scientific—Medical)应用而保留的频率范围。这些频率范围在世界范围内是统一划分的,如图 1 所示。下面对 ISM 频率范围的各个频段分别给以简单介绍。

除了 ISM 频率外,在 135kHz 以下的整个频率范围也是可用的(在北美洲和南美洲以及在日本:<400kHz),因为这里可以用较大的磁场强度工作,特别适用于电感耦合的射频识别系统。

对射频识别系统来说,最主要的频率是 0~135kHz,以及 ISM 频率 6.78MHz、13.56MHz、27.125MHz、40.68MHz、433.92MHz、869.0MHz、915.0MHz(在欧洲不使用)、2.45GHz、以及 5.8GHz。

世界各个地区都有无线电使用的管理机构或组织,如欧洲的 ETSI (European Telecommunication Standard Institute); 美国的 FCC(Federal Communications Commission); 日本的 ARIB(Association of Radio Institute and Business); 中国的 RAC(无线电管理委员会)等。RFID 系统占用的频谱要服从分配,RFID 设备发射功率电平、发射占用带宽、ACPR、杂散发射等参数要按照相关规定受到限制。

下表为 RFID 主要应用频段在一些国家或地区适用的法规:

ISO/IEC Standard	Regulation Test Specification		
	United States Regulation	Europe Regulation	Japan Regulation
ISO 14443 Smart Card 13.56MHz	FCC: 15.209, 15.225	ETSI: EN 300 330-1 V1-5-1	ARIB STD T-82
ISO 18000-2 125, 134KHz	FCC: 15.209, 15.217	ETSI: EN 300 330-1 V1-5-1	less than 500microV/m
ISO 18000-3 13.56MHz Tag	FCC: 15.209, 15.225	ETSI: EN 300 330-1 V1-5-1	ARIB STD T-82
ISO 18000-4 2.4GHz Tag	FCC: 15.209, 15.247	ETSI: EN 300 328 V1.7.1	ARIB STD T-81
ISO 18000-6 860-960MHz Tag	FCC: 15.209, 15.247, 15.249	ETSI: EN 302 208-1 V1.1.1 (2004-9)	ARIB STD T-89 952- 954MHz ARIB STD T-90 952- 955MHz
ISO 18000-7 433MHz Tag	FCC: 15.209, 15.231	ETSI: EN 300 220-1	Can't use for RFID
ISO 18092 NFC, 13.56MHz	FCC: 15.209, 15.225	ETSI: EN 300 330-1 V1-5-1	ARIB STD T-82
ISO 15693 Vicinity Card, 13.56MHz	FCC: 15.209, 15.225	ETSI: EN 300 330-1 V1-5-1	ARIB STD T-82

### 2.2 RFID 的主要行业标准:

国际上 RFID 标准主要由 ISO(International Standard Organization)、IEC (International Electric Committee)、EPCglobal 等几个机构制订。这些标准对 RFID 的协议进行了规定,包括调制方式、编码方式、码速率及协议层的定义。

# Tektronix 实时频谱仪在 RFID 测试中的应用

下表列出了 ISO 关于 RFID 的主要标准：

ISO International RFID Standard		
Application	Number of STD	Title of Document
Freight containers	ISO 10374	Automatic identification
	ISO 18185	Electronic seals for security
Item management	ISO/IEC 18000-1	Reference architecture
	ISO/IEC 18000-2	Air interface below 135 kHz
	ISO/IEC 18000-3	Air interface at 13.56 MHz
	ISO/IEC 18000-4	Air interface at 2.45GHz
	ISO/IEC 18000-6	Air interface at 860 MHz to 960 MHz
	ISO/IEC 18000-7	Air interface at 433MHz
Identification "Proximity" Card	ISO/IEC 14443-1	Physical Characteristics
Identification "Vicinity" Card	ISO/IEC 15693-1	Physical Characteristics
Near Field Communication	ISO/IEC 18092	Near Field Communication Interface & Protocol

另外还有 ISO 11784 和 ISO 11785 分别规定了动物识别的代码结构和技术准则。

以下各表为一些 ISO 标准对 RFID 物理层的定义：

ISO / IEC 18000 – 2			
Type	mode 1	mode 2	
Promoting Company	German		
Power Source	Passive (No Battery)		
R/W Reader & Writer	Carrier Freq.	125KHz	134.2KHz
	Modulation Type	ASK 100%	
	Speed	3.7 ~ 5.7kbps	0.5 ~ 4.0kbps
	Coding Method	PWM (Pulse Method)	
Tag	Sub Carrier	None	134.2 / 124.2 k Hz
	Speed	4kb/s	9kb/s
	Modulation Type	OOK	FSK
	Coding Method	Manchester	NRZ

ISO / IEC 18000 - 4			
Type	mode 1	mode 2	
Promoting Company	Intermec	Siemens, Nedap	
R/W Reader & Writer Interrogator	Carrier Freq.	2400Å 2483.5MHz FHSS	
	Modulation Type	ASK 99% (OOK)	GMSK BT=0.5 Reference Carrier: CW
	Speed	30Å 40kb/s	348 kb/s
	Coding Method	Manchester	Fire code
	OBW	0.5MHz	1MHz
Tag	Power Source	Passive	Active
	Sub Carrier	None	153.6KHz
	Speed	30Å 40kb/s	76.8kbps: Notification Status, 348kb/s: Communication Status
	Modulation Type	ASK (Backscatter)	DBPSK, BPSK, OOK
	Coding Method	FM0	Fire Coring, Manchester
	OBW	0.5MHz	1MHz

ISO / IEC 18000 – 6				
Type		Type A	Type B	Type C*
Promoting Company		Tagsys, TI, Bistar	Intermec, Philips	EPCglobal
R/W Reader & Writer	Carrier Freq.	860 ~ 960MHz		
	Spreading Scheme	Narrow Band / FHSS		
	Modulation Type	ASK 27-100% 100%	ASK 18% or SSB-ASK	DSB-ASK PR-ASK Mini: 80%, Max: 100%
	Speed	33k b/s	10 or 40k b/s	26.7k bps to 128k bps
	Coding Method	PIE	Manchester bi-phase	PIE
Tag	Power Source	Passive & Active	Passive	
	Speed	40k b/s or 160k b/s		5kbps to 640kbps
	Modulation Type	ASK, (Backscatter)		ASK and/ or PSK
	Coding Method	FM0		BB FM0 or Miller Modulated subcarrier

Standard		ISO / IEC 14443 for Smart Card		Voted Down
Type		Type A	Type B	(Type C)
Promoting Company		Philips Chip name: Mifare	Philips, Motorola	Sony Chip name: FelICa
PCD Proximity Coupling Device	Power Source	Active		Active
	Carrier Freq.	13.56MHz		13.56MHz
	Modulation Type	ASK 100%	ASK 10%	ASK 10%
	Speed	106Kb/s	106Kb/s	212kb/s
PICC Proximity Card	Coding Method	Modified Miller	NRZ	Manchester
	Power Source	Passive		Passive
	Carrier Freq.	13.56MHz		13.56MHz
	Sub Carrier Frequency	847KHz	847KHz	None
	Speed	106Kb/s	106Kb/s	212kb/s
Modulation Type	OOK	BPSK	ASK	
	Coding Method	Manchester	NRZ	Manchester

Standard	Conformance Test Specification
ISO 14443 13.56MHz AA Proximity Smart Card	ISO 10373 Part 1-6, ECMA-356, NFCP1 RF Interface Test Method
ISO 18000-2 125, 134KHz	TR 18047-2 Test Methods for Ainterface below 135KHz
ISO 18000-3 13.56MHz A Tag	TR 18047-3 Test Methods for Ainterface at 13.56MHz
ISO 18000-4 2.4GHz Tag	TR 18047-4 Test Methods for Ainterface at 2.4GHz
ISO 18000-6 860 - 960MHz Tag	TR 18047-6 Test Methods for Ainterface at 900MHz
ISO 18000-7 433MHz Tag	TR 18047-7 Test Methods for Ainterface at 433MHz
ISO 18092 NFC A 13.56MHz	Ecma-356, NFCP1 RF Interface Test Method
ISO 15693 Ucnity Card A 13.56MHz	Ecma-356, NFCP1 RF Interface Test Method

## 3. RFID 测试要求

### 3.1 无线电使用法规符合性测试:

无线电使用法规规定了频谱资源的发放。对各个频段包括 RFID 各类系统的功率、ACPR、OBW ( EBW ) 和杂散做了规定以避免和其它无线电系统的冲突和干扰。

这类测试，需要测量 RFID 系统的如下参数:

- ▶ 发射功率
- ▶ 载波频率
- ▶ 占用带宽
- ▶ 询问器杂散发射(Interrogator Transmit spurious emissions)
- ▶ ACLR (或 ACPR)
- ▶ 跳频参数

### 3.2 RFID 的行业标准符合性测试:

RFID 的行业标准主要定义了 RFID 系统的物理层协议和高层协议，以保证系统能够协调流畅的工作。以下介绍目前在世界上较为常用的几个标准。

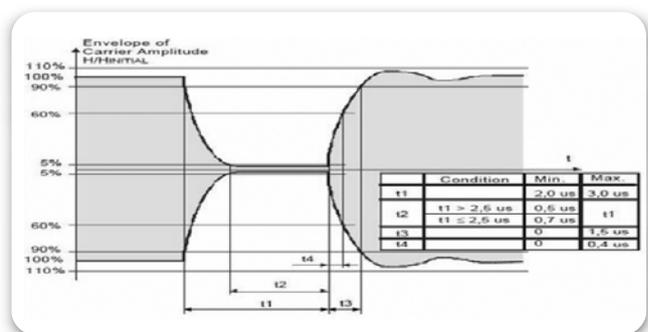
### 3.2.1 ISO 14443:

ISO 14443 在 1995 年开始操作，标准的完成则是在 2000 之后。以 13.56MHz 交变信号为载波频率，ISO 14443 读写距离稍近，但应用较广泛，目前的第二代电子身份证采用的标准是 ISO 14443 TYPE B 协议。

ISO14443 定义了 TYPE A、TYPE B 两种类型协议。通信速率为 106kb/s，

它们的不同主要在于载波的调制深度及位的编码方式。ISO 14443 主要规定内容如下:

- Frequency: 13.56MHz  $\pm$  7KHz
- Operating Field (around a couple of cm)
  - ▶ Minimum un-modulated field should be 1.5A/m rms (Hmin)
  - ▶ Maximum un-modulated field should be 7.5A/m rms (Hmax)
- Type A, PCD to PICC specification
  - ▶ 调制: ASK 100% (No tolerance)
  - ▶ 比特率: 106Kbps
  - ▶ Type A for PCD to PICC waveform timing measurement



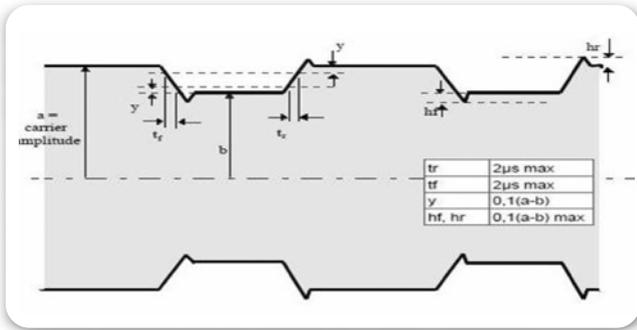
### - Type A, PICC to PCD specification

- ▶ 比特率: 106kbps
- ▶ Load Modulation amplitude shall be at least 30mVpeak
- ▶ 副载波:  $f_s/16$  (847KHz)

### - Type B, PCD to PICC specification

- ▶ 调制: ASK 100% (No tolerance)
- ▶ 比特率: 106Kbps
- ▶ Type A for PCD to PICC waveform timing measurement

## Tektronix 实时频谱仪在 RFID 测试中的应用



### - Type B, PICC to PCD specification

- ▶ 比特率: 106kbps
- ▶ Load Modulation amplitude shall be at least 30mVpeak
- ▶ 副载波:  $f_s/16$  (847KHz)

### 3.2.2 ISO 18000-4: 2.45GHz RFID 系统空气接口参数。

主要规范内容如下:

- 根据本地区无线电管理法规使用 2 400 到 2 483,5 MHz, Frequency Accuracy:  $\pm 50$ ppm
- 频率跳变速率依据法规, 例如 FCC 15.247, 400ms
- 占用带宽 (OBW): 500KHz, 需要服从无线电管理法规, 例如 FCC 15.247
- 询问器的最大等效辐射功率需要服从无线电管理法规。
- 杂散辐射 (带内和带外) 需要服从无线电管理法规。
- 读写器到标签和标签到读写器的轮询时间
- 发射功率开关时间 (上升时间和下降时间)
- Modulation Index: 99%
- Duty Cycle: 50%  $\pm$  5%
- Bit Rate Accuracy: 100 ppm (Interrogator),  $\pm 15\%$  (Tag)
- Preamble Length: 9 bits (Interrogator), 16 bits (Tag)

### 3.2.3 ISO 18000-6(Type A 和 Type B): 860MHz-960MHz RFID 系统空气接口参数。ISO 18000-6 基本上是整合了一些现有 RFID 厂商的产品规格和 EAN-UCC 所提出的标签架构要求而订出的规范。它只规定了空气接口协议, 对数据内容和数据结构无限制, 因此可用于 EPC。实际上, 若采用 ISO 18000-6 对空气接口的规定加上 EPC 系统的编码结构再加上 ONS 架构, 就可以构成一个完整的供应链标准。

主要规范内容如下:

- 根据本地区无线电管理法规使用 860MHz 到 960 MHz。
- 频率跳变速率依据法规
- 发射到接收轮询时间;
  - Type A: 标签应在响应后 2 比特期间内开放接收命令。
  - Type B: 400 ms
- 接收到发射轮询时间;
  - Type A: Range from 150 to 1150 ms
  - Type B: Range 85 to 460  $\mu$ s
- 发射功率开: 1.5ms, 关: 1.0ms
- 调制指数, Type A: 30-100%, Type B: 18% or 100%
- 调制脉冲的包络, 上升下降时间和脉冲宽度
- Bit Rate Accuracy: 100 ppm (Transmitter),  $\pm 15\%$  (Tag)
- Preamble Length 9 bits (Transmitter), 16 bits (Tag)

### 3.2.4 860-960MHz\_Class1\_Gen2:

- 根据本地区无线电管理法规使用 860MHz 到 960 MHz。
- 读写器到标签和标签到读写器的轮询时间
- Tari 值: 6.25ms  $\pm 1\%$ , 12.5ms  $\pm 1\%$ , 25.0ms  $\pm 1\%$
- 调制深度: 80-100%
- 射频包络上升时间: 0.33 Tari
- 射频包络下降时间: 0.33 Tari
- 脉冲宽度 (PW): MAX 0.525 Tari
- Transmitter Power On, Rise Time: Max 500ms
- Transmitter Power Down, Fall Time: 500ms
- Settling Time: Max 1.5ms
- Delimiter in Preamble Part: 12.5ms  $\pm 5\%$
- RTcal should be 2.5 Tari < RTcal < 3.0 Tari length
- TRcal should be 1.1 RTcal < TRcal < 3.0 RTcal Length
- Tag to Interrogator Link Frequency
- FM0 Preamble: (TRex=0) 1010v1 (v: Violation)
- FM0 Preamble: (TRex=1) 0000 0000 0000 1010v1 (v: Violation)
- Miller Preamble: See Figure 6-15 Subcarrier T=>R Preamble

这类测试除频域测量外,还需要进行定时测量和调制分析,如发射至接收时间;接收至发射时间;向上跃变的驻留时间或询问器发射能量;向下跃变的衰减时间或询问器发射能量及调制信息。

### 3.2.5 RFID 测试对仪表的要求:

从以上标准我们可以看到,RFID 信号的测试涵盖了射频信号的频域、时域和调

制域分析。首先,信号是间歇的,而且功率较小,有时甚至是跳频信号,需要测试仪表可以捕获瞬态变化信号,并有较快的测试速度。其次,多种不同的调制方式需要测试仪表具备调制信号分析功能。另外,测试读写器和标签发射和响应时间参数,需要测试仪表具备信号时域分析功能,并具备一段时间的存储分析能力。最后,测试 RFID 信号上负载的数据需要测试仪表针对 RFID 的编码方式具备解码功能。使用传统仪表进行测试,我们需要多台设备,但很多项目仍然不能很好进行测试。例如使用扫频频谱仪,难以捕捉小的脉冲,快速测量和理想的动态范围并不总能同时实现,也无法分析一个完整的通信序列的时域特征。使用矢量信号分析仪,受限于极差的 RF 测试特性、有限的触发方式、有限的时间相关多域和很难观测到调制特性随时间变化的特征。而使用示波器,又要面对较差的动态范围,极其有限的频域功能,无法实现调制分析等难点。最关键的是,读写器和标签的数据交换无法在空中被动态测量,使得找出通信中的问题所在变得非常困难。泰克实时频谱仪的出现,使这些难题迎刃而解。

Performance	Digital Oscilloscope	Spectrum Analyzer	Real Time SA
良好的动态范围	-	$\Delta\delta$	$\Delta\delta$
频域测试功能	-	$\Delta\delta$	$\Delta\delta$
时域测试功能	$\Delta\delta$	-	$\Delta\delta$
解调功能	-	$\Delta\epsilon$	$\Delta\delta$
脉冲测试功能	$\Delta\delta$	-	$\Delta\delta$
长时间数据捕获	$\Delta\delta$	-	$\Delta\delta$
良好的时间分辨率	$\Delta\delta$	-	$\Delta\delta$

## 4 使用 RTSA 对 RFID 设备进行测试。

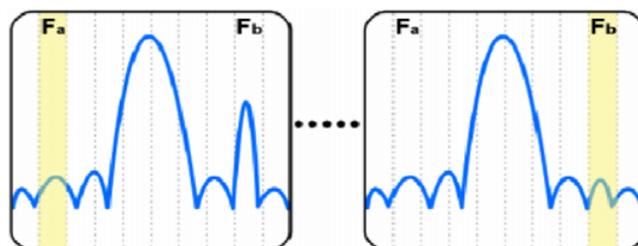
### 4.1 仪器结构纵览:

实时频谱分析仪(RTSA)是泰克设计的一种新型测量工具,解决了上面介绍的RFID 测量的挑战。为了解RTSA的工作方式及理解其提供的测量价值,有必要先考察两类其它的传统 RF 信号分析仪:扫频频谱分析仪(SA)和矢量信号分析仪(VSA)。

#### 4.1.1 扫频频谱分析仪:传统频域分析

扫描调试的超外差频谱仪是几十年前第一个使工程师能够进行频域测量的传统结构。扫频频谱分析仪最初是使用纯模拟器件构建的,之后一直随着其服务的应用不断发展。当前一代扫频频谱分析仪包括各种数字单元,如 ADC、DSP 和微处理器。但是,基本扫描方法在很大程度上保持不变,其最适合观测受控的静态信号。

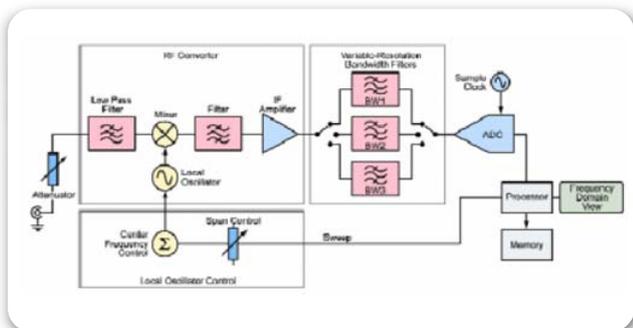
扫频频谱分析仪通过把感兴趣的信号向下变频,并扫描通过分辨率带宽(RBW)滤波器的传输频带,来测量功率随频率变化。RBW 滤波器后面跟有一个检测器,检测器计算选择的跨度内每个频率点的幅度。尽管这种方法可以提供很高的动态范围,但其缺点在于,它一次只能计算一个频率点的幅度数据。分析仪在频率跨度内扫描需要很长的时间,在某些情况下要达到几十秒。这种方法基于这样一个假设,即分析仪能够完成多次扫描,而被测信号没有明显变化。结果,这种方法要求输入信号相对稳定及不变。如果信号迅速变化,那么在统计上可能会漏掉变化。如图 4-1 所示,扫描查看频段 Fa,而在 Fb (左图)上发生了一个瞬时频谱事件。在扫描到达频段 Fb 时,事件已经消失,没有检测到事件(右图)。频谱分析仪没有提供触发这个瞬时信号的方式,也不能存储全面的信号在不同时间上的行为记录。



► 图 4-1. 扫频分析仪以一定步长扫描频段,通常会漏掉在当前扫描波段之外发生的重要的瞬时事件,如图中用黄色突出显示的部分。

## Tektronix 实时频谱仪在 RFID 测试中的应用

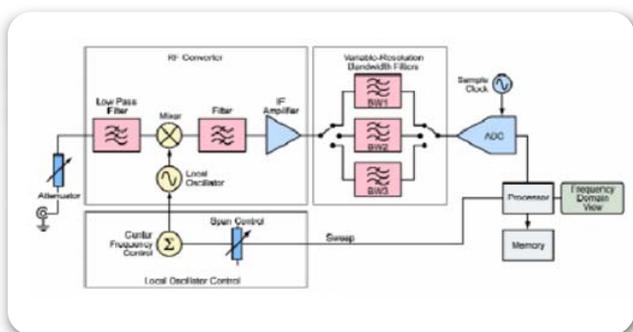
图 4-2 说明了典型的现代扫描频谱分析仪结构。它采用数字技术替换较窄的滤波器，而不用继承下来的模拟分辨率带宽 (RBW) 滤波器。对 BW1、BW2 或 BW3 范围内的带宽，ADC 之前的滤波、混频和放大都是模拟处理。在需要窄于“BW3”的滤波器时，将在模数转换之后的步骤中通过数字信号处理 (DSP) 进行滤波。



► 图 4-2. 典型的扫描式频谱分析仪结构图。

### 4.1.2 矢量信号分析仪：数字调制分析

传统扫频分析进行标量测量，只提供与输入信号的幅度有关的信息。分析承载数字调制的信号要求同时提供幅度和相位信息的矢量测量。矢量信号分析仪是为进行数字调制分析专门设计的工具。图 4-3 是简化的 VSA 方框图。



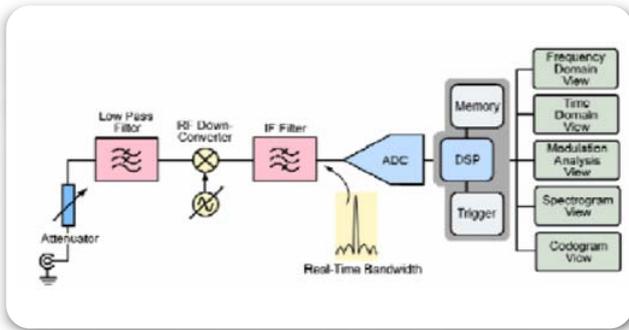
► 图 4-3. 典型的矢量信号分析仪结构图

VSA 是为进行调制测量而优化的。与实时频谱分析仪相似，VSA 对仪器传输频带中的所有 RF 能量进行数字化，以提取测量数字调制要求的幅度和相位信息。但是，大多数(但不是全部)VSA 都旨在了解任何时间点上的输入信号概况，因此很难或不可能存储很长的一串采集记录，获得信号在不同时间上行为特点的累积历史。与扫频频谱分析仪一样，触发功能一般局限于 IF 电平触发器和外部触发器。在 VSA 内部，ADC 数字化宽带 IF 信号，下变频、滤波和检测均以数字方式进行。时域到频域转换使用 FFT 算法完成。ADC 的线性度和动态范围对仪器的性能至关重要。同样重要的是，还必须要有足够的 DSP 处理能力，以能够进行快速测量。VSA 测量矢量幅度误差(EVM)等调制参数，提供星座图及其它显示。通常使用独立式 VSA 完善传统扫频频谱分析仪的功能。此外，许多现代仪器采用的结构可以同时实现扫频分析仪和 VSA 功能，但在这一台仪表中只能提供不相关的频域测量和调制域测量。

### 4.1.3 实时频谱分析仪：触发，捕获，分析

实时频谱分析仪旨在解决与上一节中介绍的瞬时动态 RF 信号有关的测量挑战。实时频谱分析的基本概念是能够触发 RF 信号，把信号无缝地捕获到内存中，并在多个域中分析信号。这可靠地检测和检定随时间变化的 RF 信号，例如 RFID 信号。

图 4-4 说明了 RTSA 结构简化的方框图。可以在仪器的整个频率范围内调谐 RF 前端，它把输入信号下变频到固定 IF，固定 IF 与 RTSA 的最大实时带宽有关。然后 ADC 对信号进行滤波、数字化，然后传送到 DSP 引擎上，DSP 引擎负责管理仪器的触发、内存和分析功能。尽管这个方框图的各个要素和采集过程与 VSA 结构类似，但 RTSA 经过专门优化，把良好的动态范围和高实时捕获带宽合理结合起来，增加了频域事件触发电路，提供了独一无二的频率模板触发、无缝信号捕获和时间相关多域分析功能。此外，ADC 的技术进步可以实现高动态范围和低噪声转换，使 RTSA 的性能相当于或超过许多扫频频谱分析仪的基本 RF 性能。对小于等于实时带宽的测量跨度，通过数字化 RF 信号，并把时间连续的样点存储在内存中，RTSA 结构能够无缝地捕获没有时间间隔的输入信号。这较扫频频谱分析仪的采集过程有多种优势。本文其余部分将详细讨论这些优势。

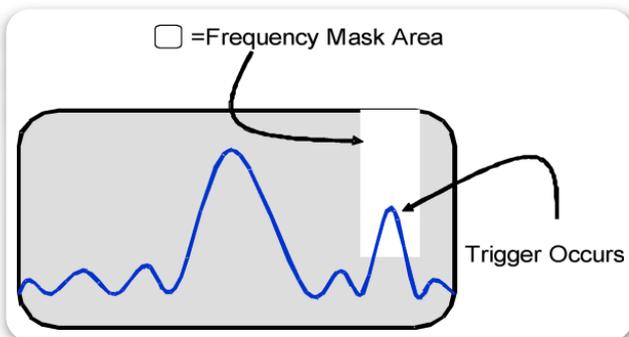


► 图 4-4. 实时频谱分析仪简化框图

## 4.2 实时频谱仪 (RTSA) 的主要特点:

### 4.2.1 实时频率模板触发:

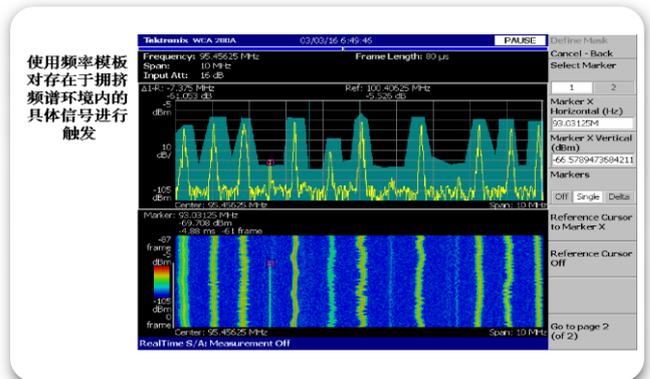
有效触发一直是大多数频谱分析工具中缺失的项目。RTSA 除了简单的 IF 电平和外部触发功能外，它提供了实时频域触发。传统扫频结构不太适合实时触发，其原因有很多，但最重要的原因在于扫频频谱分析仪使用触发事件开始扫描，而 RTSA 则使用触发事件作为无缝采集信号的时间参考点。这实现了许多其它有用的功能，如能够同时存储触发前的信息和触发后的信息。实时频率模板触发，允许用户根据频域中的特定事件触发采集。如图 4-5 所示，它画出一个模板，定义分析仪实时带宽内部将生成触发事件的条件集合。灵活的频率模板触发器为可靠地检测和分析动态 RF 信号提供了一个强大的工具。它还可以用来进行传统频谱分析仪不可能完成的测量，如在存在强大的 RF 信号时捕获小电平瞬时事件(如图 4-6 所示)，在拥挤的频谱范围内检测特定频率上的间歇性信号(如图 4-7 所示)。



► 图 4-5. 采用频率模板的实时频域触发



► 图 4-6. 使用频率模板，在存在大的信号时触发低电平脉冲。



► 图 4-7. 使用频率模板，在拥挤的频谱环境中触发特定信号。

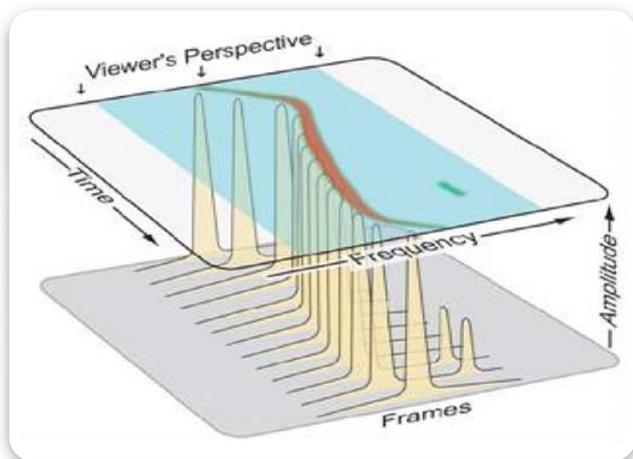
### 4.2.3 无缝捕获和三维频谱图:

一旦定义了实时触发条件，仪器准备开始采集，RTSA 会连续检查输入信号，考察指定的触发事件。在等待这个事件发生时，信号会不断数字化，时域数据循环通过先进先出捕获缓冲器，在累积新数据时，缓冲器会丢弃最老的数据。这使得分析仪在检测到触发事件时，能够把触发前和触发后的数据保存到内存中。

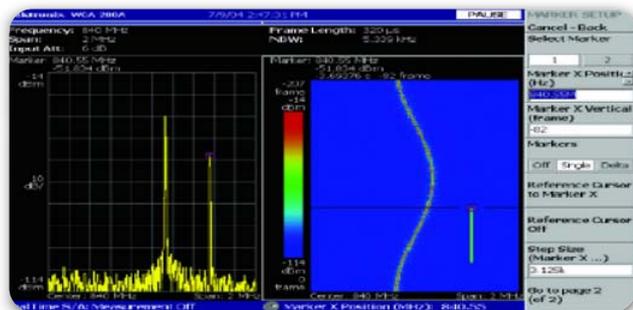
如前几节所述，这一过程可以无缝采集指定的块，其中信号用连续时域样点表示。一旦这些数据存储在内存中，它可以使用不同的显示画面进行分析和处理，如功率与频率关系、三维频谱图和多域图。样点数据一直在随机访问的内存中提供，直到它被后续采集覆盖，另外，三维频谱图是一个重要的测量项目，它直观地显示了频率和幅度怎样随时间变化。横轴表示传统频谱分析仪在

## Tektronix 实时频谱仪在 RFID 测试中的应用

功率与频率关系图上显示的相同的频率范围。在三维频谱图中，竖轴表示时间，幅度则用轨迹颜色表示。每“片”频谱图与从一个时域数据帧中计算得出的一个频谱相对应。图 4-8 显示了动态信号三维频谱图的概念图。图 4-9 是一个屏幕快照，显示了功率与频率关系及图 4-8 中所示信号的三维频谱图。在三维频谱图上，最老的帧显示在图的顶部，最新的帧显示在图的底部。这一测量显示了频率随时间变化的 RF 信号，它还揭示了在时间块末尾附近出现和消失的小瞬时信号。由于数据存储在内存中，可以使用标尺，“在时间上向回滚动”三维频谱图。在图 4-9 中，标尺已经放在三维频谱图的瞬态事件上，这导致与某个时点相对应的频谱显示在功率与频率关系图上。



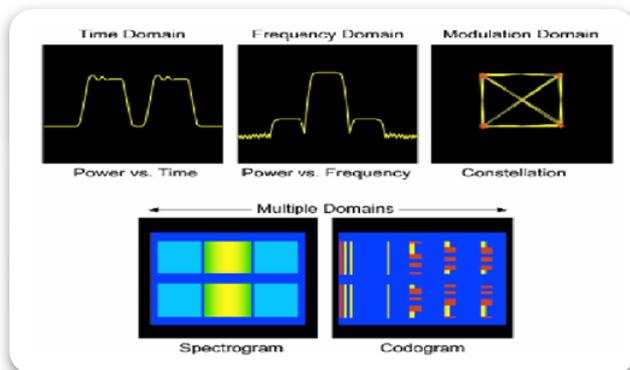
► 图 4-8. 使用频率模板，在拥挤的频谱环境中触发特定信号。



► 图 4-9. 时间相关的多个视图: 功率与频率关系图(左)和三维频谱图(右)。

### 4.2.3 时间相关的多域分析:

一旦信号已经采集并存储在内存中，可以使用 RTSA 中提供的各种时间相关视图分析信号，如图 4-10 所示。



► 图 4-10. RTSA 上提供的多个时间相关测量项目图。

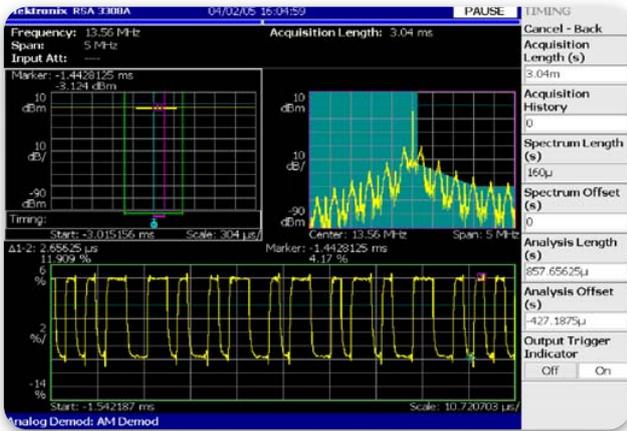
在实时频谱分析模式下，RTSA 提供了被捕获信号的两个时间相关图: 功率与频率关系图和三维频谱图，图 4-9 是这两个视图。

在进行时域分析和调制域分析的其它实时测量模式下，RTSA 显示了被捕获信号的多个视图，如图 4-11 和图 4-12 所示。左上方的窗口称为概况图，它可以显示功率随时间变化情况或频谱图。概况显示了块中采集的所有数据，它作为其它分析窗口的索引使用。右上方的窗口(用紫色标出)称为子图，它显示了实时频谱分析仪模式下提供的同一功率与频率关系图。与图 4-9 中的显示画面一样，这是一个数据帧的频谱，可以滚动整个时间记录，查看任何时点上的频谱。这通过调节频谱偏置实现，其位于 RTSA 的 Timing (定时) 菜单中。另外还要注意，在概况图中有一个紫条，表明与紫色子图窗口中的频域显示相对应的时间位置。屏幕下半部分的窗口(用绿色标出)称为分析窗口或主图，它显示了选择的时间或调制分析测量的结果。

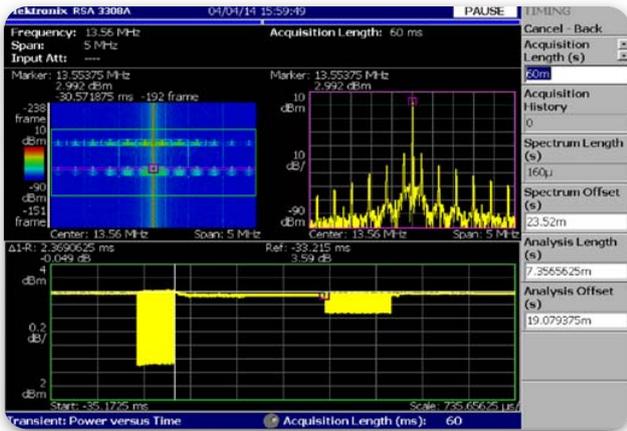
## Tektronix 实时频谱仪在 RFID 测试中的应用

### 4.3 实时频谱仪在 RFID 测试中的应用：

实时频谱仪的特点非常符合 RFID 设备的测试，提供了一个全新的完全的 RFID 测试解决方案。



► 图 4-11. 显示功率随时间变化、功率与频率关系及 ASK 解调的多域图。



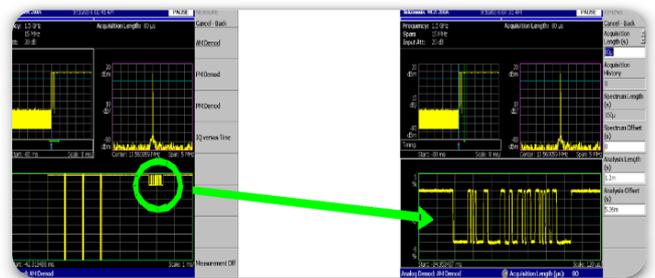
► 图 4-12. 显示频谱图、功率与频率关系及功率随时间变化的多域图。

图 4-11 显示了频率调制分析实例，图 4-12 显示了瞬时功率随时间变化情况分析实例。与子图窗口一样，绿色的分析窗口可以位于概况窗口所示的时间记录内部任何位置，它也有相应的绿条，表明其位置。此外，可以把分析窗口的宽度灵活地调节到小于或大于一个帧。

时间相关的多域分析提供了巨大的灵活性，可以使用各种分析工具，放大和全面检定采集的 RF 信号的不同部分。

特点	使用
触发 高实时捕获带宽和时域实时触发	及时捕捉周期的或瞬变的信号
捕捉 高实时带宽捕获 RFID 系统全部带宽内的跳变信号	一次采集所有信号包括瞬变信号和干扰信号存入内存
实时无缝采集，高分辨率三维频谱图	在连续时间段观察预期信号和未预期信号之间的因果关系。捕捉跳变信号和突发信号
分析 支持 ASK、FSK、BPSK、OOK 等常用调制分析	完全调制质量评估
Manchester、Miller、NRZ、FM0、PIE 等解码，符号表	验证来自读卡器和标签的数据的准确性
支持如下 RFID 标准： ISO18000-Part 4 Mode 1 ISO18000-Part 6 Type A/B/C ISO14443 Type A/B EPCgloble Generation Class 0\ Class 1 支持手动设置特殊规格	方便地进行一致性测试，一键完成设置。并且能够通过手动设置完成特殊规格的测试

无缝捕捉保证俘获最快速变化的脉冲信号，强大的分析能力保证信号的任何部分得到完全的分析，多域分析能力保证完整地分析信号的时间、频率和调制特性。



► 图 4-13. RTSA 捕获一段时间内的 RFID 信号并放大观察

# Tektronix 实时频谱仪在 RFID 测试中的应用

那么，如何使用实时频谱仪进行 RFID 测试呢？

## 4.3.1 对政府无线电管理法规的符合性测试：

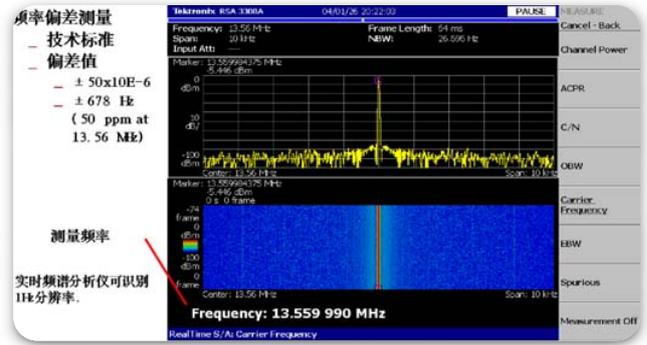
政府法规要求必须在功率、频率和带宽上控制发送的信号。这些法规防止有害的干扰，保证每台发射机在频谱上对频段中的其它用户是好邻居。配有 RFID 软件的 RTSA 可以简便地测量政府法规规定的频谱参数。

对脉冲式信号进行功率测量可能对许多频谱分析仪极具挑战性。RTSA 的瞬变信号优化功能可以简单地测量脉冲式 RFID 分组传输中的功率。FFT 分析在分组传输过程中对任何一定时间周期都提供一个完整的频谱帧，而不需要象老式扫频分析仪那样同步调谐扫描与分组突发。此外，传统频谱分析仪需要校正系数，补偿连续对数视频放大器(SLVA)峰值检测电路，而RTSA则使用真正的RMS检测方法，对大多数法规测量都能精确地读取功率。

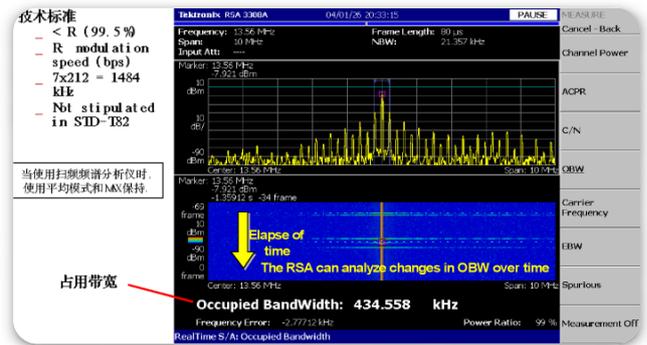
另一个重要的频谱辐射测量项目是信号的载频。可以通过两种方式表达这一测量：实际绝对载频或分配的一定信道频率的载频误差。在解调信号时，RTSA 将显示载频误差。在频谱分析模式下，可以选择测量按钮，然后使用载频软键，来显示绝对载频。解调后的载频测量有一个明显优势是，它不要求信号位于跨度的中心。这特别适合跳频信号。

类似的，也可以通过两种方式获得占用带宽(OBW)或辐射带宽(EBW)。在解调模式下，RTSA 显示 OBW 和 EBW 及载频和传输功率电平。在实时频谱分析仪模式下，测量键下也提供了带宽测量。

在 RTSA 中，各项 RFID 测试具有对应的测量按钮，可以方便地查看各项参数，图 4-14 显示了载波频率的测量，同样的，通道功率、占用带宽、辐射带宽、询问器杂散发射(Interrogator Transmit spurious emissions)、ACPR 等参数也能通过按压相应的按钮而直观地得到测量结果。



▶ 图 4-14. 通过“Carrier Frequency”键进行载波频率测量，在屏幕下端直观地显示测量结果



▶ 图 4-15. 通过“OBW”键进行占用带宽测量，在屏幕下端直观地显示测量结果

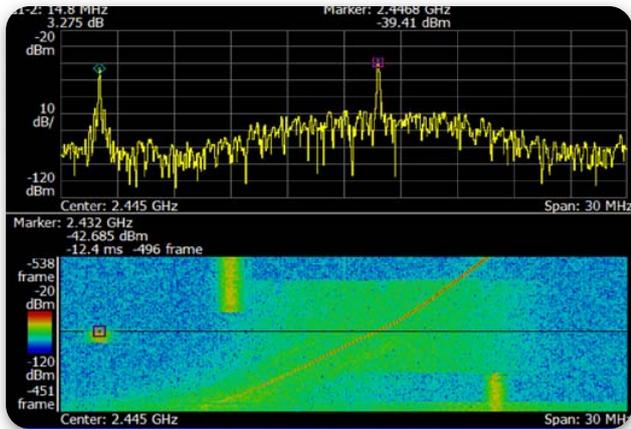
通过显示频谱，选择 OBW/EBW 测量，还可以迅速进行主要法规频谱测量。如果使用单向天线，那么还提供了载频、OBW/EBW 和 EIRP。如图 4-16。



▶ 图 4-16. 通过通过显示频谱，进行 OBW/EBW 和 EIRP 测量

## Tektronix 实时频谱仪在 RFID 测试中的应用

通过三维频谱图和拉动标记点进行逐帧回放，对跳频 RFID 系统的信号跳变规律进行观察，通过频率随时间变化的视图能够定量分析跳频的参数(如跳变带宽、跳变时间等等)。



▶ 图4-17. 通过频域图和三维频谱图观察跳频信号(带有干扰信号)

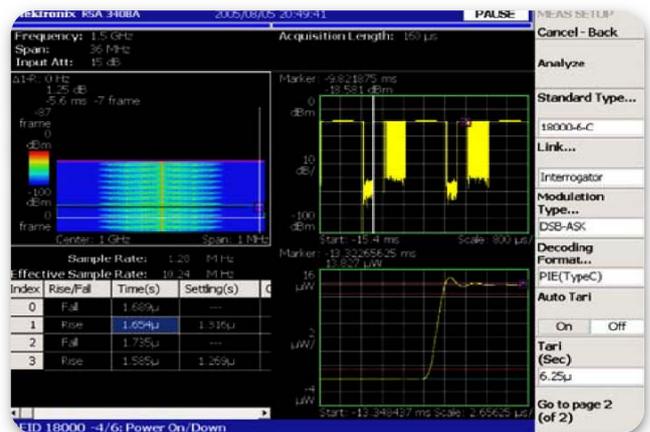
通过使用这些预编程的自动测量功能,可以迅速精确地获得基本法规数据。这消除了对传统频谱分析仪连接同轴电缆,测量瞬变 RFID 信号的麻烦。RTSA 识别调制,只需按一个按钮就可以提供答案。

### 4.3.2 对行业标准的符合性测试

可靠的询问器和终端交互要求遵守各种行业标准,如 ISO 18000-6 C 类规范。这在基本测试之上增加了许多测试,以满足政府频谱辐射要求。RF 一致性测试对终端和阅读器之间可靠地互操作至关重要。RTSA 的 RFID 软件包含 ISO 18000-4 模式 1、ISO18000-6 A 类、B 类和 C 类、ISO14443 A 类 B 类等标准所需的关键测量。RTSA 上预编程的测量消除了检查这些信号格式要求的大部分设置时间。

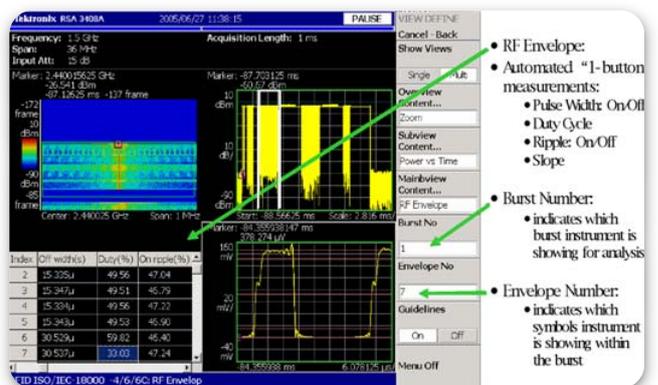
例如,RFID 标准中的一项重要测量是开机时间和关机时间。必须立即打开载波能量的上升时间,以保证终端采集足够的能量、以便正确运行。信号还必须稳定到稳定水平。在传输结束时,信号突发的下降时间必须足够快,避免干扰其它传输。

在解调模式下,选择相应的 RFID 标准和类型,压下分析仪的软键,选择 Power On/Down。然后 RTSA 会自动测量开机上升时间、关机下降时间、功率稳定时间、过冲和冲。为查看更详细的信息,RTSA 还在测量窗口中显示波形特点。



▶ 图 4-18. 在 RTSA 中,用户只需按一个键,就可以在查询会话中进行开机和关机测量,确定是否符合行业标准。

询问器和终端之间的通信通过开机周期中的 ASK 信号突发完成。这些信号突发构成了 RF 包络,对互操作能力非常重要。调制脉冲包络包含着确保阅读器和终端之间兼容能力必不可少的特点。RTSA 的 RFID 软件自动测量 RF 包络指标,如图 4-19 所示,测量开机脉宽,关机脉宽,占空比,开机纹波,关机纹波和 RF 包络边沿斜率。



▶ 图 4-19. 通过“RF Envelop”键进行射频包络测量,如 RF 包络的开机和关机纹波、占空比和脉宽。

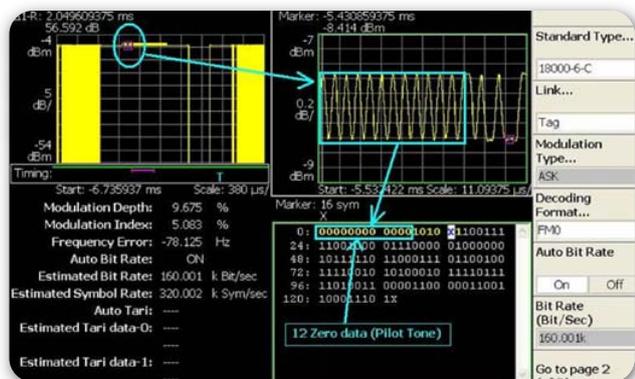
## Tektronix 实时频谱仪在 RFID 测试中的应用

RTSA 可以检定各种调制包络，包括 DSB-ASK,SSB-ASK 和 PR-ASK。

Option 21 RFID Standard Measurements		Standard		
Menu	Measurement	ISO 18000-4 Model 1	ISO 18000-6 Type A	ISO 18000-6 Type B
Carrier	Carrier Frequency	✓	✓	✓
	OBW/EBW	✓	✓	✓
	Ave. Power for Pwr. On	✓	✓	✓
Spurious	Spurious	✓	✓	✓
ACPR	ACPR	✓	✓	✓
Power On/Down	Transmission Power	✓	✓	✓
	Rise & Fall Time	✓	✓	✓
	Settling Time	✓	✓	✓
	Over/Under Shoot	✓	✓	✓
	Off Level	✓	✓	✓
RF Envelope	On/Off Width	✓	✓	✓
	Duty Cycle (%)	✓	✓	✓
	On/Off Ripple	✓	✓	✓
	Rise Time	✓	✓	✓
	Fall Time	✓	✓	✓
Constellation	Modulation Depth	✓	✓	✓
Eye Diagram	Modulation Index	✓	✓	✓
Symbol Table	Frequency Error	✓	✓	✓
	Bit Rate (Measured)	✓	✓	✓
	Tari Length (0 & 1)	✓	✓	✓
	Indicate Preamble	✓	✓	✓
Marker	Turn Around Time	✓	✓	✓

为简化协议传输跟踪工作，RFID 软件用索引号标记各个突发。分析仪进一步把突发划分成包络编号，在细节画面中显示各个符号参数。

RTSA 还可以解调与终端查询有关的符号或码。用户只需选择相应的 RFID 标准、调制类型和解码格式。分析仪可以自动检测和显示链路的位速率。为进一步增强工程师的生产效率，恢复的数据符号根据功能标上色码。RTSA 自动识别前置码，并把这些符号的颜色变成黄色。这就可以简便地识别实际数据净荷，并与已知值进行比较。



► 图4-20. RTSA 解码符合 ISO 18000-6-C 的标签应答数据，并用黄色标记前导部分。

### 4.3.3 对专有的 RFID 通讯方案的符合性测试：

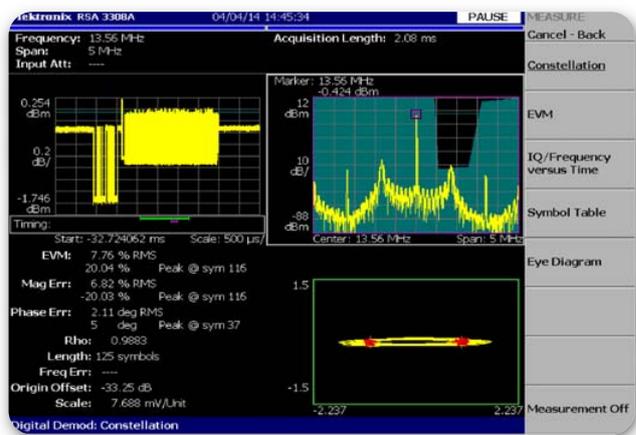
许多 RFID 设备采用为特定市场应用优化的专有通信方案。RTSA 提供了各种灵活的调制测量，可以使用手动配置的测量来测试专有系统。该仪器允许用户定义调制类型、解码格式和数据速率。可以设置频率对系统进行测试，包括低频(LF)频段(125kHz - 135 kHz)，高频(HF)频段(13.56 MHz)，超高频(UHF)频段(868 - 928 MHz)，甚至包括微波段(2.45 GHz、5.8GHz)。

RTSA 全面的通用调制测量功能支持许多调制类型，其数据速率可以高达 51.2 Mbps。此外，它支持多个解码方案，使其成为专有 RFID 或 NFC 系统的理想工具。

Modulation		Decoding
ASK	GFSK	Manchester
DSB-ASK	BPSK	Miller
SSB-ASK	QPSK	Miller (M-2, M-4 & M-8)
PR-ASK	1/4 $\pi$ QPSK	Modified Miller
OOK	OQPSK	FM0
FSK	8PSK	PIE (Type A or C)
GMSK	16 - 256 QAM	NRZ-L

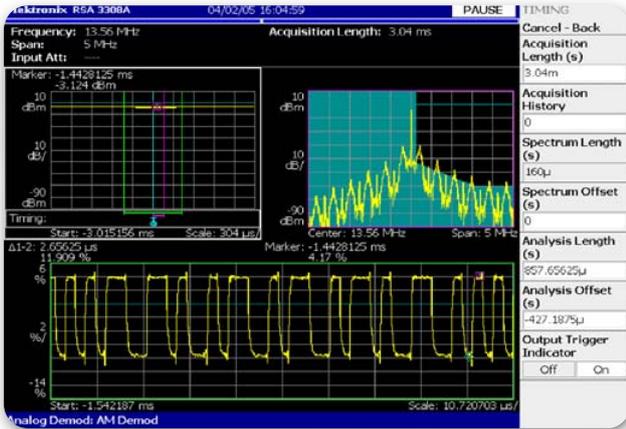
► 图4-21. 通过可以配置的广泛的调制和解码选项，支持各种专有的 RFID 或 NFC 应用。解码选项根据调制类型变化，RTSA 支持许多流行的组合。

图4-22至图4-24显示了 RTSA 通过加装 OPT21 选件对 RFID 信号进行解调，能够观察信号的星座图、眼图 IQ/ 频率 / 符号表和测试 EVM 等调制参数。

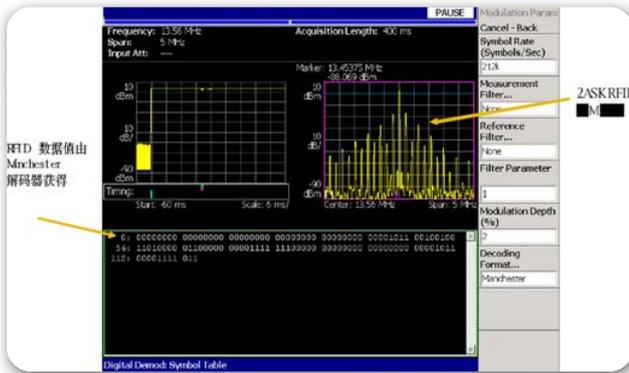


► 图4-22. RTSA 对 RFID 信号解调，查看星座图和 EVM 等参数。

## Tektronix 实时频谱仪在 RFID 测试中的应用



▶ 图 4-23. RTSA 对 RFID 的 ASK 调制信号解调, 分析 ASK 调制的时间序列。



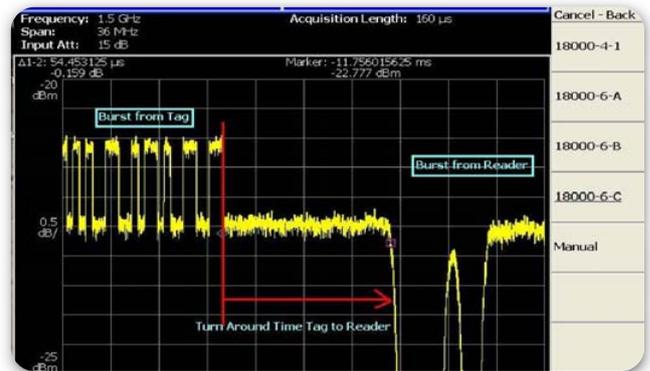
▶ 图 4-24. RTSA 对 RFID 信号进行解码, 列出符号表

### 4.3.4 利用 RTSA 对 RFID 系统进行优化:

一旦满足基本规范, 非常重要的一点是优化 RFID 产品的部分功能, 在特定细分市场中获得竞争优势。RTSA 特别适合最大限度地提高系统性能, 同时最大限度地减少工程师实现所需目标必需完成的工作。

其中一个实例是优化一定时间内可能的终端读取数量。这可以提高整体系统容量, 使其更能吸引高利润大批量应用。使容量达到最大的一个重要要素是使每个终端应答的双向时间(TAT)达到最小。提供的 RF 功率、路径增益和符号速率变化可能会延长终端回复询问器查询所需的时间。回复越慢, 阅读多个终端所需的时间越长。能够迅速测量半双工系统的双向时间对优化性能至关重要。RTSA 可以简便地测量 TAT(Turn Around Timing)。

首先, 询问器和终端之间的整个查询捕获到分析仪中。在选择符号表的解调模式下, 在视图定义窗口中, 用户把 RTSA 设置成在子窗口中显示功率随时间变化。然后使用视图选择和标度键, 把子窗口放大到终端反向散射的波形部分。根据惯例, 从下行传输(R=>T)结束到下一个下行传输开始之间的时间是半双工系统的双向时间或 TAT。因此, 通过把标尺放在终端询问末尾, 把第二个增量标尺放在反向散射末尾或下一个询问器数据传输开始, 可以精确测量双向时间。在最宽的下行条件范围内保持最短的 TAT, 有助于使系统吞吐量达到最大。



▶ 图 4-25. RTSA 对标签到读写器之间的轮询时间(TAT, Turn Around Timing)进行测量。

优化通信通常要求全面诊断, 校正可能影响系统性能的问题。许多传统信号分析仪不能简便地提供调试复杂的 RFID 系统所需的诊断信息。如果没有 RTSA 一流的频率模板触发功能来可靠地捕获重要频谱、全面的 ASK 解调和专用 RFID 符号解码功能, 工作台上的工程设计效率可能会下降到不可接受的水平。这为解决快速发展的 RFID 行业中的灾难提供了一剂良方。

### 4.3.5 使用 RTSA 进行预一致性测试

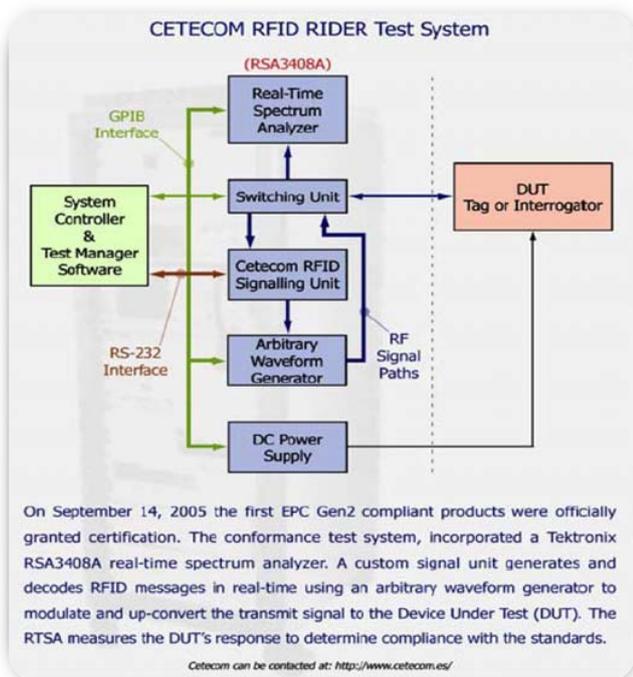
许多行业标准要求一致性认证, 以使用确保性能兼容力的商标。每个审批标志对潜在客户都非常重要, 因为它提供了某些独立保证, 确保系统将能够与来自不同厂商的各种阅读器和终端正确运行。

## Tektronix 实时频谱仪在 RFID 测试中的应用

一致性测试在很大程度上类似于一项公正客观的测试。如果准备充分，可以获得令人激动的、回报巨大的感受。如果准备不充分，则可能感觉不会太好。遗憾的是，在快速发展的 RFID 行业中，一致性认证准备不充分最大的代价通常是丧失产品上市的机会成本。未能通过一致性认证测试、不得不重新安排另一次测试可能需要几周的时间，导致最新推出的产品丧失大量的收入机会。

产品开发周期和销售收入丧失在很大程度上取决于是否正确准备好通过一致性测试。许多公司认识到这一点。在预一致性测试进行大量投入，帮助保证在第一次就迅速通过测试。在设计离开公司前发现存在问题的成本要比在一致性认证实验室发现问题的成本低得多。通过高效的预一致性测试设备，多用几天测试可以避免几周丧失收入的恶果。

经过认证的测试实验室通常使用量身定制的自动测试系统进行一致性测试。图 4-26 为 EPC GEN2 的一致性测试系统，实时频谱仪家族中的 RSA 3408A 被应用在系统中。一致性测试通常要比典型工作台开发测试全面得多。如果测量速度太慢，那么大多数工程师对设计进行穷尽测试所需的时间可能会变得没有意义。在这方面，RTSA 可以为工程师提供杰出的预一致性测试优势。



► 图 4-26. EPC Gen2 一致性综合测试系统

RTSA 独特的 RFID 测量软件可以迅速检定许多关键行业规范要求。内置表格数据显示使得工程师能够迅速查找一致性问题。在传统的测试设备中，进行多项测量要求大量的人力，因此在逻辑上只可能检查一些点。RSA3408A 可以高速进行测量，允许工程师进行近似穷尽的一致性测试。

大家已经看到，可以使用 RTSA 的 RFID 测量软件方便地单键设置许多重要的 RF 测量。能够迅速重新检查一系列指标，降低了在实际一致性测试出现大的失败的可能性。例如，在各种条件下认真进行预一致性测量可以测试询问器的数据突发开机、关机和 RF 包络纹波，帮助在认证过程中避免这些问题。

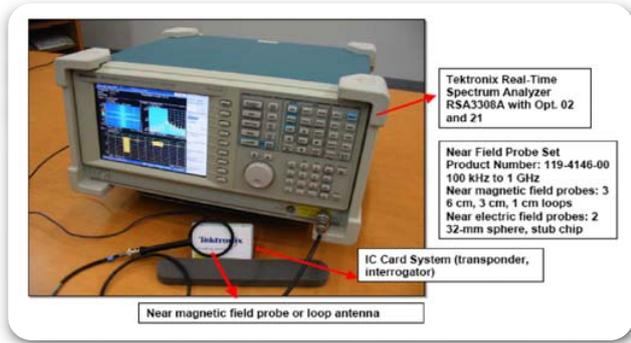
使用 RTSA 作为预一致性测量工具可望消除预一致性测量设备和一致性测量设备之间的测量算法误差。RSA3408A 提供了测试行业内第一个专用 RFID 测量套件，这种领导地位使其迅速被各种 RFID 专家所采用，包括一致性测试实验室。通过使用 RTSA 进行多项测量，制造商的 RFID 产品将更有机会成功地通过一致性认证。

如果在一致性测试过程中发生问题，便于携带的单一产品 RTSA 可以迅速调试电路。一旦知道了一致性测试失败条件，RTSA 的多域相关分析功能可以提供必要的洞察力，跟踪问题，直到根本原因。RSA3408A 可以帮助工程师迅速识别问题，在一致性测试工作中救急。这可以防止使用过时、低效的测试设备时发生的冗长的复发问题。

### 4.3.6 针对 RFID 测试的实时频谱仪配置：

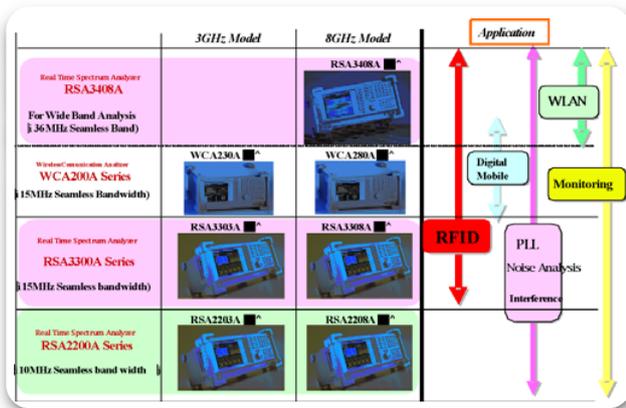
泰克公司是唯一拥有专用 RFID 测试解决方案的公司，RTSA 实时频谱分析仪加上 RFID 专用测试选件 (Opt. 21)、256M 深内存并频率模板触发选件 (Opt. 02) 和近场探头 (或天线) 就可以满足所有测试需求，将天线置于标签和读 / 写器之间可以满足实时动态测试。图 4-27 为实物配置图。

# Tektronix 实时频谱仪在 RFID 测试中的应用



▶ 图 4-27. RFID 测试实物配置

## 4.4 泰克实时频谱仪产品序列：



## 结束语

RFID 行业涵盖了各种各样的技术和应用，其中许多技术和应用不同于典型的通信链路。最新国际 RFID 标准要求完善的 FHSS 信号、由 ASK 调制构成的瞬变半双工 RF 突发及不同寻常的编码和强健的反冲突协议。为减少对精细测量设置的需求，简化用户接口，简便获得诊断洞察力，泰克推出了配有 RFID 分析软件的 RTSA 系列实时频谱分析仪。

通过第一个完善的 RFID 分析软件包，实时频谱分析仪支持各种流行的国际 RFID 标准。这一功能大大加快了开发诊断、预一致性测试和生产检查工作。此外，RFID 分析软件包全面支持时间相关多域测量，改善了调试评估的可靠性。

要求解调 DSB-ASK, SSB-ASK 和 PR-ASK 及对每种支持的格式要求必要的符号解码的测量标准，现在在 RTSA 上只需按一个键就可以简便完成。这大大增强了工程设计效率，同时缩短了产品开发周期。RTSA 还可以帮助工程师进行传统扫频分析仪或矢量信号分析仪不能完成的或要求精细耗时的测试调谐的 RFID 测量。不管是调试在开发阶段面临的问题、满足政府频谱法规还是通过一系列预一致性测试、准备进行产品认证，RTSA 都为分析询问器和终端生成的 RFID 信号提供了理想的解决方案。

**泰克科技(中国)有限公司**  
上海市浦东新区川桥路1227号  
邮编: 201206  
电话: (86 21) 5031 2000  
传真: (86 21) 5899 3156

**泰克北京办事处**  
北京市海淀区花园路4号  
通恒大厦1楼101室  
邮编: 100088  
电话: (86 10) 6235 1210/1230  
传真: (86 10) 6235 1236

**泰克上海办事处**  
上海市静安区延安中路841号  
东方海外大厦18楼1802-06室  
邮编: 200040  
电话: (86 21) 6289 6908  
传真: (86 21) 6289 7267

**泰克广州办事处**  
广州市环市东路403号  
广州国际电子大厦2807A室  
邮编: 510095  
电话: (86 20) 8732 2008  
传真: (86 20) 8732 2108

**泰克深圳办事处**  
深圳市罗湖区深南东路5002号  
信兴广场地王商业大厦G1-02室  
邮编: 518008  
电话: (86 755) 8246 0909  
传真: (86 755) 8246 1539

**泰克成都办事处**  
成都市人民南路一段86号  
城市之心23层D-F座  
邮编: 610016  
电话: (86 28) 8620 3028  
传真: (86 28) 8620 3038

**泰克西安办事处**  
西安市东大街  
西安凯悦(阿房宫)饭店345室  
邮编: 710001  
电话: (86 29) 8723 1794  
传真: (86 29) 8721 8549

**泰克武汉办事处**  
武汉市武昌区民主路788号  
白玫瑰大酒店924室  
邮编: 430071  
电话: (86 27) 8781 2760/2831  
传真: (86 27) 8730 5230

**泰克香港办事处**  
香港铜锣湾希慎道33号  
利园3501室  
电话: (852) 2585 6688  
传真: (852) 2598 6260

#### 更多信息

泰克公司备有内容丰富的各种应用文章、技术介绍和其他资源,并不断予以充实,为从事前沿技术研究的工程师们提供帮助。请访问: [www.tektronix.com](http://www.tektronix.com)



版权 © 2006, 泰克公司。泰克公司保留所有权利。泰克公司的产品受美国和国际专利权保护,包括已发布和尚未发布的产品。以往出版的相关资料信息由本出版物的信息代替。泰克公司保留更改产品规格和定价的权利。TEKTRONIX 和 TEK 是泰克有限公司的注册商标。所有其他相关商标名称是各自公司的服务商标或注册商标。

**Tektronix**

Enabling Innovation