

# 射频识别测试系统

---

用户手册



版本号：2.3

# 版本历史

---

版本号	发布日期	说明
1.0	12/21/2009	初始版本
1.1	01/27/2010	增加系统校准章节
2.0	08/01/2010	将软件手册统一到系统手册
2.1	12/11/2012	增加 ISO 14443 测试例
2.2	05/20/2013	中文版
2.3	01/10/2014	更新系统配置
2.4	09/01/2014	增加 GJB/GB 测试例，更新系统指标

# 目录

---

<b>使用入门</b> .....	<b>5</b>
1.1 关于射频识别测试系统 .....	5
1.2 硬件构架 .....	5
1.3 工作模式 .....	6
1.4 软件构架 .....	7
1.5 可用软件模块 .....	9
<b>安装和配置</b> .....	<b>11</b>
2.1 连接硬件模块 .....	11
2.2 配置硬件模块 .....	12
2.3 连接被测件 .....	14
2.4 系统校准 .....	16
<b>使用仪器软面板</b> .....	<b>19</b>
3.1 关于仪器软面板 .....	19
3.2 射频识别标签测试 .....	20
3.2.1 符合性测试面板 .....	20
3.2.2 性能测试面板 .....	25
3.2.3 盘存测试面板 .....	28
3.2.4 系统校准面板 .....	29
3.2.5 功率调节及预测试 .....	30
3.3 射频识别阅读器测试 .....	33
3.3.1 符合性测试面板 .....	33
3.4 射频识别信号监听 .....	38
3.4.1 频谱测量面板 .....	38
3.4.2 信号流盘面板 .....	39
3.4.3 信号监听测试面板 .....	40
3.5 软件工具包 .....	42
<b>使用自动测试套件</b> .....	<b>44</b>
4.1 关于自动测试套件 .....	44

4.2 配置自动测试套件 .....	44
4.3 运行自动测试套件 .....	47
4.4 测试结果和报告 .....	51
<b>附录 A. 系统指标.....</b>	<b>54</b>
A.1 性能指标 .....	54
A.2 测试不确定度 .....	55
<b>附录 B. 协议参数.....</b>	<b>58</b>
<b>附录 C. 测试例 .....</b>	<b>73</b>
C.1 EPCGLOBAL UHF CLASS-1 GENERATION-2.....	73
C.2 ISO 18000-6 TYPE C .....	75
C.3 ISO 18000-7 .....	76
C.4 ISO 14443 TYPE A.....	80
C.5 ISO 14443 TYPE B.....	81
C.6 ISO 15693 .....	82
C.7 GJB 7377.1, GB 29768 .....	83
C.8 GJB 7377.2, GB 28925 .....	84
<b>附录 D. 环境和安全 .....</b>	<b>86</b>

## 使用入门

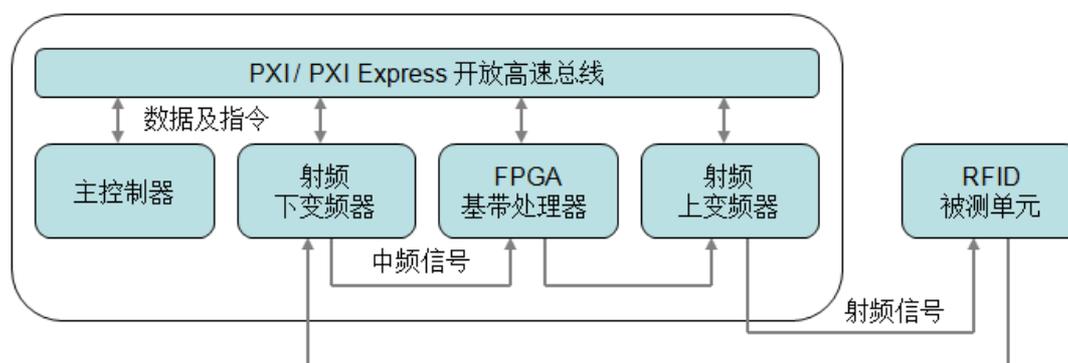
### 1.1 关于射频识别测试系统

聚星射频识别测试系统基于 PXI 矢量射频模块和 FPGA 核心的基带模块，集成了自主研发的射频识别测试软件，具有内建的射频识别协议栈，能够实时发射并采集射频识别通讯的射频信号，进行完整的射频参数及协议参数的分析测试。本测试系统结合了先进的模块化仪器和软件无线电技术，具有软件自定义的特点，可针对不同的射频识别标准进行测试，支持各种国际标准，国家标准，以及自定义标准，适用于射频识别协议的仿真，以及产品的研发、生产测试和认证测试。本测试系统能够与自动化测试流程管理软件进行集成，从而实现高速的自动化在线检测功能和报表生成。



频段	标准
134.2kHz	ISO 11785, ISO 14223
13.56MHz	ISO 14443 Type A, ISO 14443 Type B, ISO 15693, ISO 18000-3 Mode 1, ISO 18092, EPC HF Class 1 Generation 2, I Code 1
433.92MHz	ISO 18000-7
800/900MHz	ISO 18000-6 Type A, ISO 18000-6 Type B, ISO 18000-6 Type C, EPC UHF Class 1 Generation 2, GJB 7377.1, GB 29768
2.45GHz	ISO 18000-4 Mode 1, GJB 7377.2, GB 28925

### 1.2 硬件构架



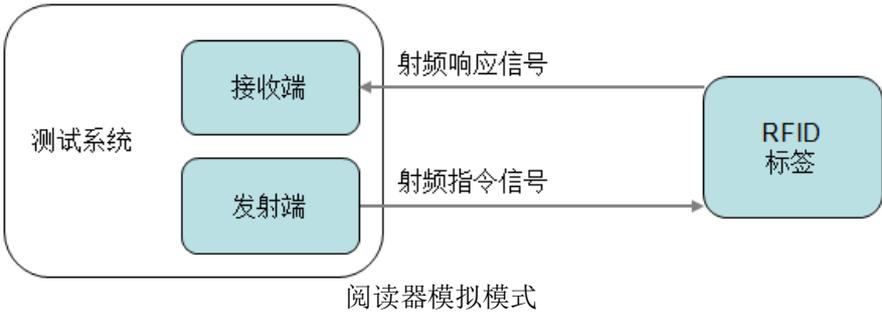
测试系统硬件构架

射频识别测试系统的硬件构架主要包括模块化仪器以及开放高速总线两个要素，主控制器、FPGA 基带处理器、射频下变频器和射频上变频器等模块化硬件通过 PXI 或 PXI Express 开放高速总线交换数据及指令，射频模块之间通过射频电缆传输射频或中频信号，并提供与 RFID 被测单元之间的射频信号接口。

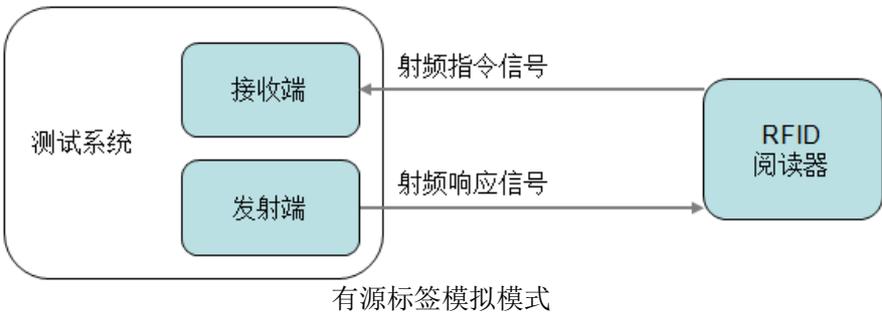
FPGA 基带处理器用于建立 RFID 无线通讯，控制器用于信号的后续分析和测试流程的控制。测试过程中控制器发送指令给各功能模块，基带处理器由 FPGA 实时生成基带 IQ 信号，再通过板载 DUC 以及 DAC 转化为中频信号，传送给射频上变频器调制在射频载波上经电缆或天线发送给 RFID 被测单元。从被测单元返回的信号经射频下变频器转化为中频信号后传送给基带处理器，通过板载 ADC 以及 DDC 转化为数字基带 IQ 信号，最后通过总线送至控制器进行物理层和协议层各项参数的分析。

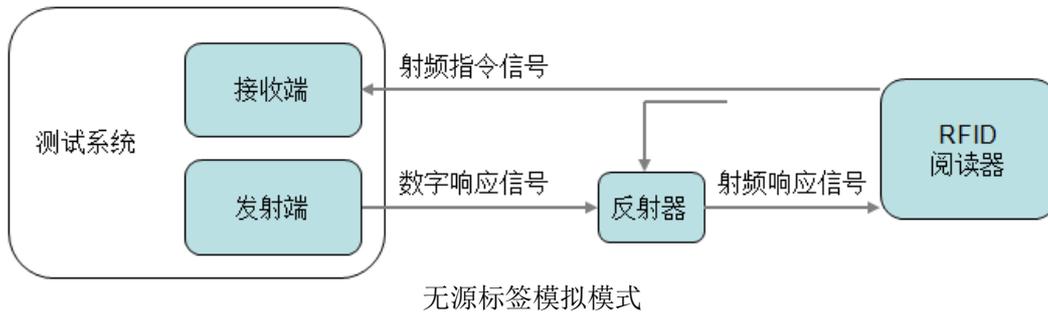
### 1.3 工作模式

针对 RFID 阅读器，标签或系统测试的不同需求，本测试系统可配置为阅读器模拟，标签模拟，信号监听等不同的测试模式。其中阅读器模拟模式能主动发射指令信号，同时接收和分析标签响应信号，适用于标签的符合性和性能测试；标签模拟模式能接收和分析指令信号，同时发射响应信号，适用于阅读器的符合性和性能测试；信号监听模式能采集、实时流盘和回放 RFID 系统的通讯信号，适用于 RFID 系统的整体性能测试和故障诊断。



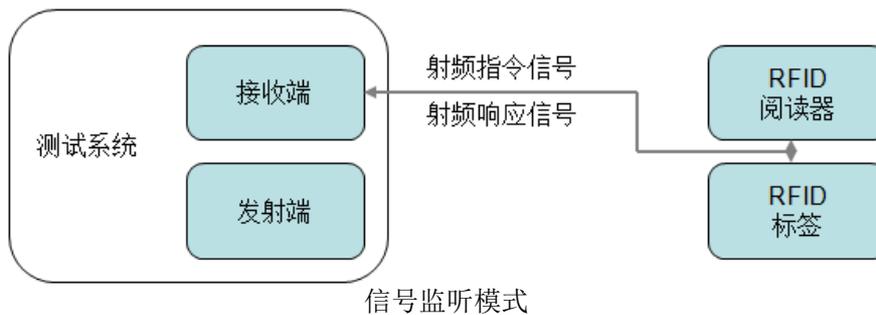
测试系统来模拟阅读器，对标签发射信号激励标签并获得标签的响应信号进行分析。用控制器和 FPGA 基带处理器对需发送的指令进行编码、调制等处理，并由 FPGA 基带处理器将处理好的基带信号进行数字上变频为中频信号传给射频上变频器，射频上变频器对接收到的中频信号进行上变频发给标签，标签对该指令有相应的响应。标签的响应信号由射频下变频器接收并下变频传输给 FPGA 基带处理器进行解调、解码，并将基带信号传输给控制器进行信号物理层和协议层的分析和存储。





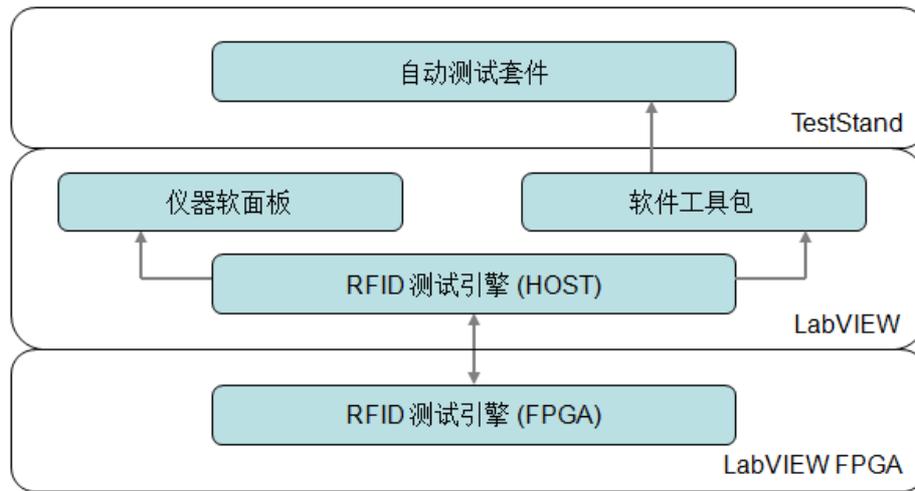
测试系统来模拟标签，对阅读器发射的信号进行响应并获得阅读器的指令信号进行分析。用控制器和 FPGA 基带处理器对需发送的响应进行编码等处理，并由 FPGA 基带处理器将处理好的基带数字信号传给射频上变频器或信号反射器，主动发射或反射阅读器信号以产生标签的响应。阅读器的指令信号由射频下变频器接收并下变频传输给 FPGA 基带处理器进行解调、解码，并将基带信号传输给控制器进行信号物理层和协议层的分析和存储。

标签模拟模式具体又分为有源标签和无源标签两种子模式，其中有源标签子模式采用射频上变频器主动发射响应信号，无源标签子模式采用信号反射器反射产生响应信号。



测试系统通过天线采集阅读器和标签之间的通信信号，进行信号的分析。用射频下变频器采集 RFID 阅读器和标签之间的通讯信号，经下变频后的中频信号输出给 FPGA 基带处理器，再由 FPGA 基带处理器进行数字下变频后将基带信号传输给控制器进行信号物理层和协议层的分析和存储。

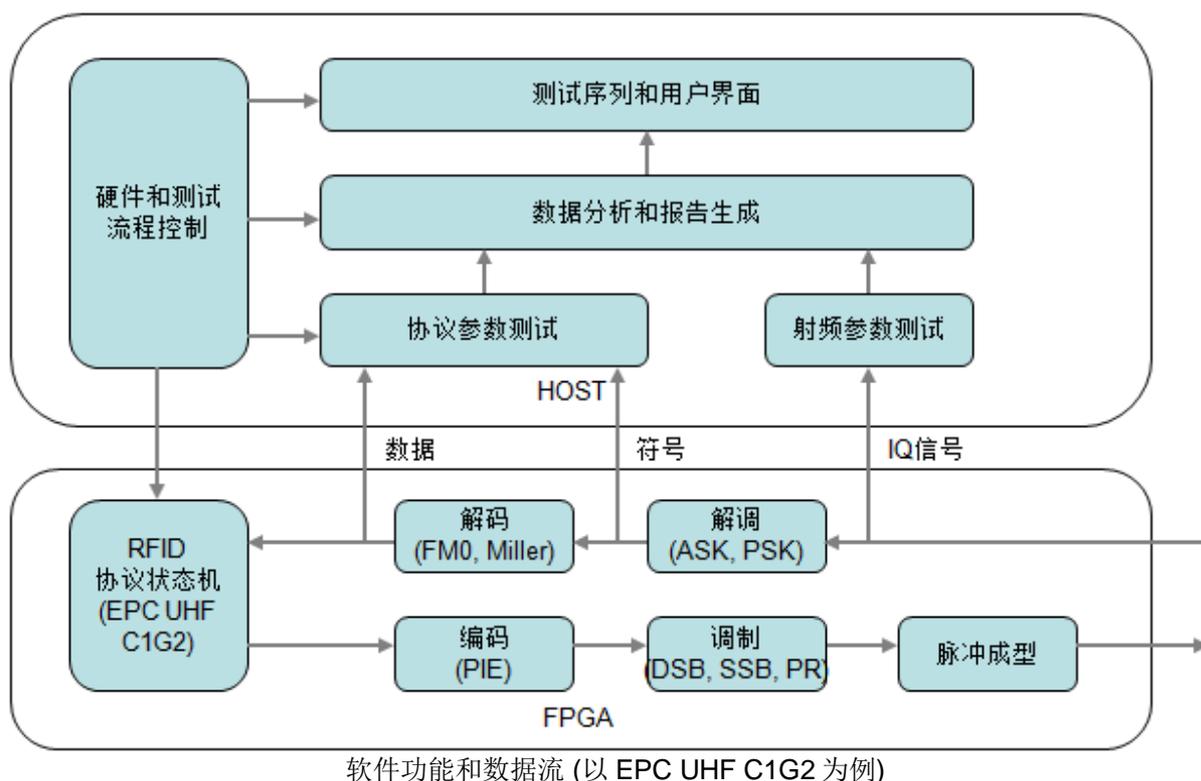
## 1.4 软件构架



射频识别测试系统的软件主要包括 LabVIEW 和 TestStand 两个软件平台下的测试引擎，软面板，工具包和自动测试套件。

LabVIEW 是一种图形化的编程语言，用于快速创建灵活的、可升级的测试、测量和控制应用程序。LabVIEW 为各种平台提供广泛的硬件支持，如数据采集、仪器控制和分布式 I/O 等，通过与硬件紧密结合以及使用代码自动生成工具，可以快速采集、分析和显示重要数据。TestStand 是完全可自定义的测试执行管理环境，用于管理、控制并运行自动化模型、可行性验证和生产测试系统，可以根据特定需求对其进行修改并完善，创建百分之百符合需要的自动化测试系统。TestStand 能连接所有的测试程序编程语言，包括 LabVIEW、LabWindows/CVI、VB 和 VC++，还可以运行编译成 DLL 的测试代码、ActiveX 服务器或 EXE。测试过程中的运行顺序，执行和报告生成等，可由 TestStand 自动处理完成。

FPGA 上的测试引擎是整个 RFID 测试的基础，主要利用 FPGA 的实时处理能力，仿真实现各种 RFID 协议的通讯过程，如编码、解码，指令构造和解析，协议状态跳转等核心功能。HOST 上的测试引擎则根据测试规范的规定，实现每一个测试项目的具体功能。测试引擎再向上封装为仪器软面板和软件工具包，其中仪器软面板是现成即用的测试软件，提供友好的图形化用户界面，能够通过手动控制的方式，逐一完成各项测试。软件工具包是封装好的功能模块，用于用户二次开发，或由最上层的自动测试套件进行统一的控制和调用。自动测试套件是根据测试规范编写的预定义测试序列，能够通过简单配置自动完成各项测试，并生成测试报告。



以 EPC UHF C1G2 为例的软件功能和数据流如上图所示，测试过程中，控制器根据测试项目生成需要发送的指令数据，下载到基带处理器的 FPGA 中，依次进行编码，调制和脉冲成型，然后发送给被测单元。被测单元返回的响应信号被同步采集后，基带 IQ 信号上传至控制器进行射频参数的测试，解调后的符号和解码后的数据上传至控制器进行协议参数的测试。各个测试项目的结果再通过测试流程的控制和组织，进行数据分析和报告生成，并体现在测试序列和用户界面上。

## 1.5 可用软件模块

射频识别测试系统支持超过 10 种以上的 RFID 标准，测试时使用的软件根据适用标准的不同分为多个软件包，每个软件包支持一种或多种 RFID 标准，所有可用的仪器软面板和自动测试套件如下：

### I 仪器软面板

软件包	缩写	工作模式	支持标准
射频识别标签测试软件 (All-in-One)	ReaderEmu	阅读器模拟模式	ISO 11785, ISO 14223, ISO 14443 Type A, ISO 14443 Type B, ISO 15693, ISO 18000-3 Mode 1, ISO 18092, I Code 1, ISO 18000-6 Type A, ISO 18000-6 Type B, ISO 18000-4 Mode 1
射频识别标签测试软件 (EPC Gen2)	Gen2RE	阅读器模拟模式	ISO 18000-6 Type C, EPC UHF Class 1 Generation 2
射频识别标签测试软件 (GB900M)	GB900MRE	阅读器模拟模式	GJB 7377.1, GB 29768

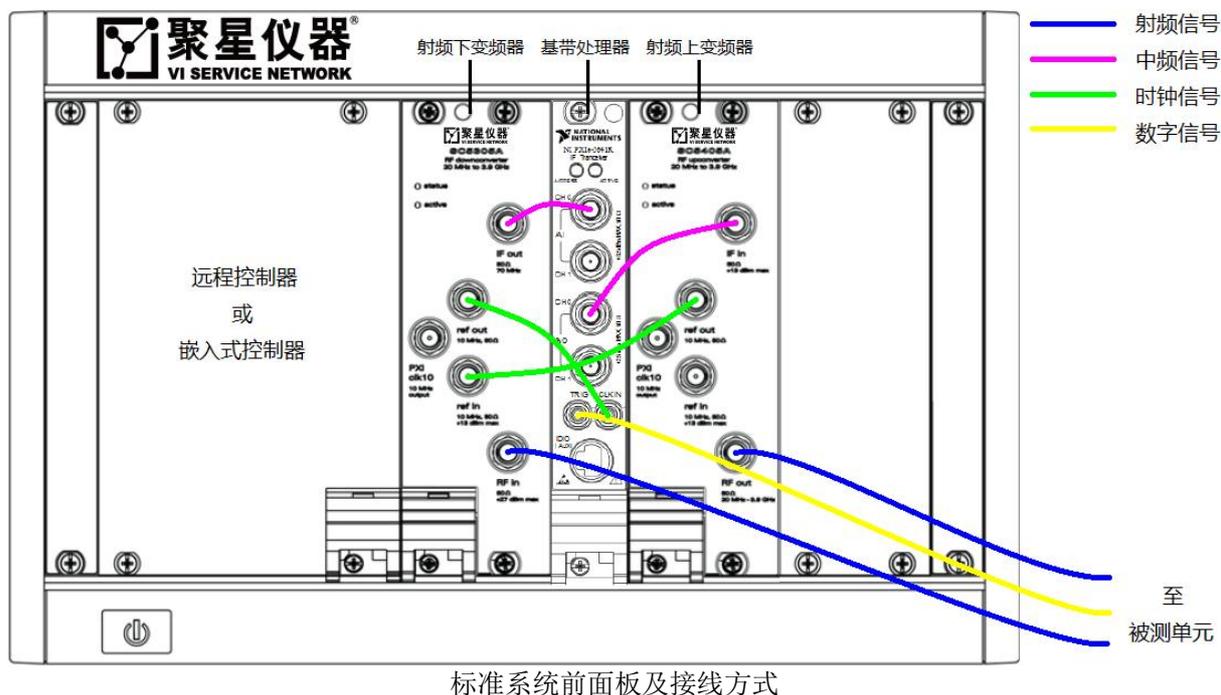
射频识别标签测试软件 (GB2400M)	GB2400MRE	阅读器模拟模式	GJB 7377.2, GB 28925
射频识别阅读器和标签测试软件 (DASH7)	DASH7RTE	阅读器模拟模式 + 有源标签模拟模式	ISO 18000-7
射频识别阅读器测试软件 (All-in-one)	TagEmu	无源标签模拟模式	ISO 11785, ISO 14223, ISO 14443 Type A, ISO 14443 Type B, ISO 15693, ISO 18000-3 Mode 1, ISO 18092, I Code 1, ISO 18000-6 Type A, ISO 18000-6 Type B, ISO 18000-4 Mode 1
射频识别阅读器测试软件 (EPC Gen2)	Gen2TE	无源标签模拟模式	ISO 18000-6 Type C, EPC UHF Class 1 Generation 2
射频识别阅读器测试软件 (GB900M)	GB900MTE	无源标签模拟模式	GJB 7377.1, GB 29768
射频识别阅读器测试软件 (GB2400M)	GB2400MTE	有源标签模拟模式	GJB 7377.2, GB 28925
射频识别信号监听软件 (All-in-one)	Sniffer	信号监听模式	ISO 11785, ISO 14223, ISO 14443 Type A, ISO 14443 Type B, ISO 15693, ISO 18000-3 Mode 1, ISO 18092, I Code 1, ISO 18000-7, ISO 18000-6 Type A, ISO 18000-6 Type B, ISO 18000-6 Type C, EPC UHF Class 1 Generation 2, ISO 18000-4 Mode 1

#### I 自动测试套件

软件包	缩写	工作模式	支持标准
射频识别标签自动测试套件 (All-in-one)	TSReaderEmu	阅读器模拟模式	ISO 14443 Type A, ISO 14443 Type B, ISO 15693
射频识别标签自动测试套件 (EPC UHF Gen2)	TSGen2RE	阅读器模拟模式	ISO 18000-6 Type C, EPC UHF Class 1 Generation 2
射频识别阅读器和标签自动测试套件 (Dash7)	TSDASH7RTE	阅读器模拟模式 + 有源标签模拟模式	ISO 18000-7
射频识别阅读器自动测试套件 (EPC UHF Gen2)	TSGen2TE	无源标签模拟模式	ISO 18000-6 Type C, EPC UHF Class 1 Generation 2

## 安装和配置

### 2.1 连接硬件模块



硬件模块的安装和连接需要在不连接电源的情况下进行，依次将控制器、射频下变频器、基带处理器、射频上变频器，按照从左到右的顺序插入工控机箱，并锁紧。按照信号通路使用射频电缆连接各个模块化仪器，具体为，基带处理器输出连接射频上变频器输入，射频上变频器输出连接发射天线，接收天线连接射频下变频器输入，射频下变频器输出连接基带处理器输入。将显示器、键盘、鼠标分别连接至控制器上的对应端口，确认无误后将电源线连接至已安装好的系统，然后开机运行。安装完成的标准系统前面板及接线方式如上图所示：

#### I 发射端

中频信号路径: 基带处理器 AO CH0 à 射频上变频器 IF In

射频信号路径: 射频上变频器 RF Out à 发射天线

数字信号路径: 基带处理器 Trigger à 外置反射器 CTL 端

#### I 接收端

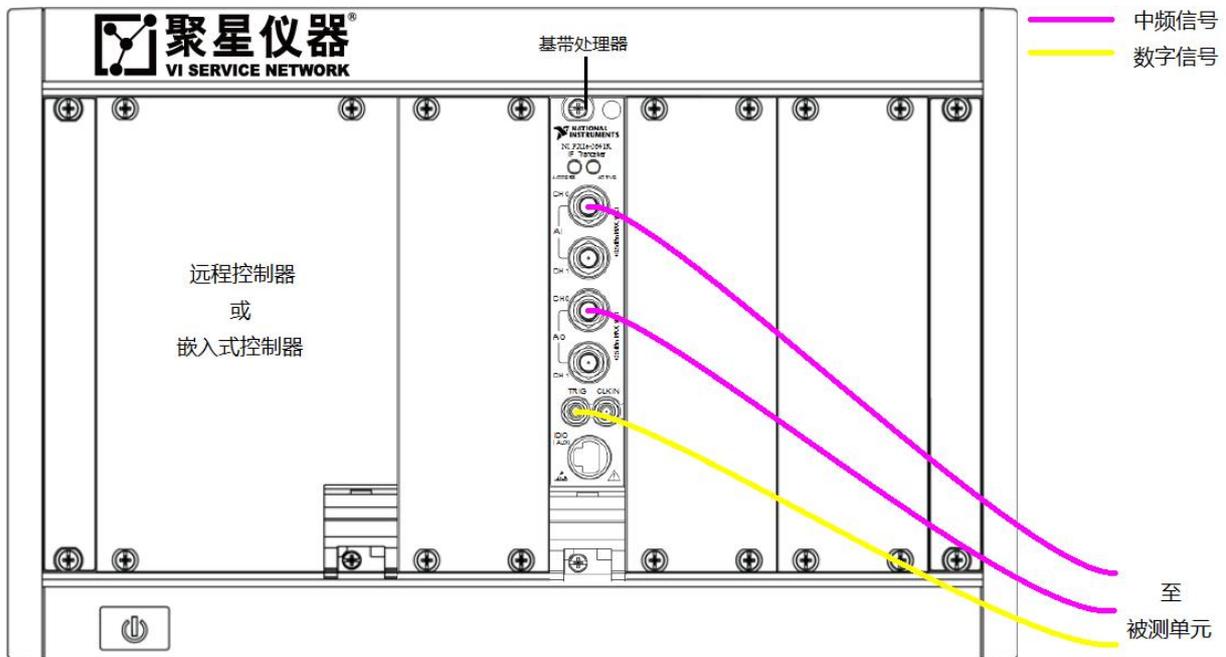
射频信号路径: 接收天线 à 射频下变频器 RF In

中频信号路径: 射频下变频器 IF Out à 基带处理器 AI CH0

## I 时钟同步

射频上变频器 Ref Out à 射频下变频器 Ref In

射频下变频器 Ref Out à 基带处理器 Clock In



最小系统前面板及接线方式

安装完成的标准系统前面板及接线方式如上图所示，与标准系统相比最小系统不具备射频下变频器和射频上变频器。

## I 发射端

中频信号路径: 基带处理器 AO CH0 à 发射天线

数字信号路径: 基带处理器 Trigger à 外置反射器 CTL 端

## I 接收端

中频信号路径: 接收天线 à 基带处理器 AI CH0



注意

1. 基带处理器能够支持的中频信号频率最高为 80MHz，最小系统仅适用于 134.2kHz 的低频测试，以及 13.56MHz 的高频测试，对于超高频测试必须使用标准系统。
2. 基带处理器能够输出的最大功率约为 0dBm，对于大多数被测标签来说是不够的，最小系统必须使用外置射频功率放大器。

## 2.2 配置硬件模块



硬件模块配置界面

系统正常运行后，根据系统的具体配置，依次安装各个模块化仪器的驱动程序，以及对开发软件的支持库，完成后重新启动设备。依次安装 **LabVIEW**，**TestStand** 开发软件，频谱测量工具包，高级信号处理工具包，完成后重新启动设备，并使用软件包装上的序列号激活各个软件。启动设备管理器 **MAX**，按照硬件分类依次找到各个模块化仪器，检查是否均已正确识别，使用模块的自检功能，检查模块运行状态是否正常。系统自检通过后，请按照以下名称对各个模块进行命名，以保持与仪器软面板和自动测试套件的默认配置一致。

### I 设备名称

射频下变频器 = rfdc

设备上变频器 = rfuc

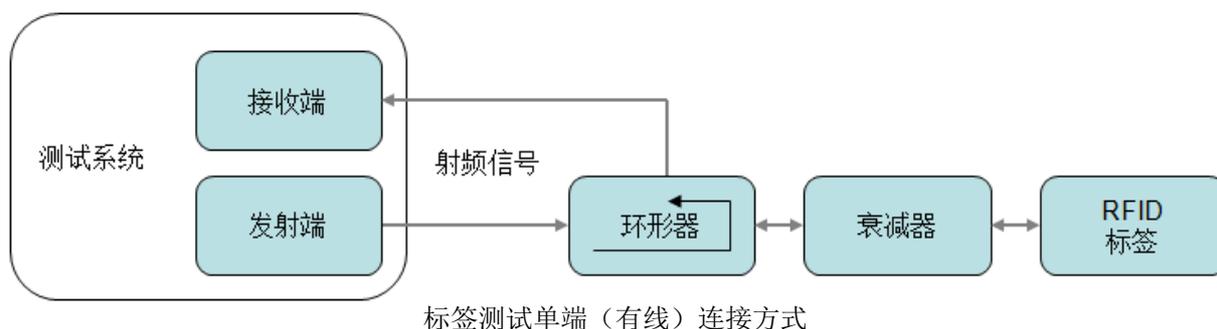
基带处理器 = RIO0

## 2.3 连接被测件

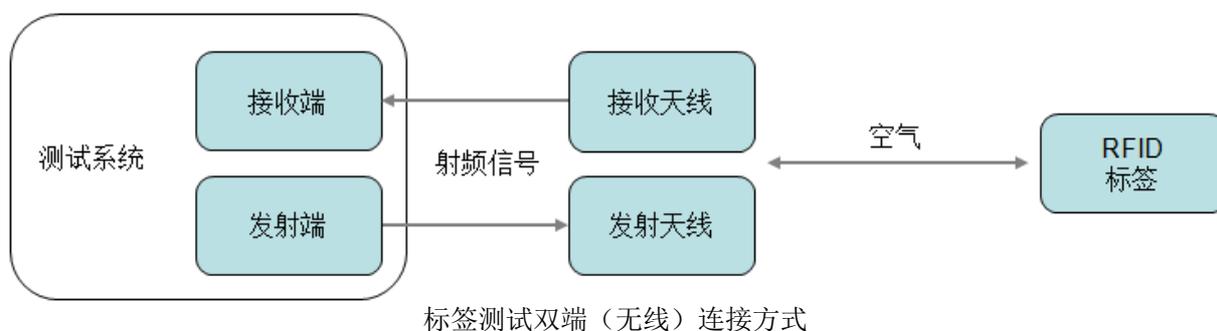
射频识别测试系统支持两种连接类型，可以与被测件通过电缆进行有线连接，或者通过天线进行无线连接。在实际测试中，对于焊接于电路板上的工程标签样品，一般需要使用有线连接，对于成品的标签样品，需要使用无线连接，对于阅读器样品，则两种类型均可以选择。在使用有线连接被测阅读器时，需要特别注意阅读器的输出功率，以免损坏仪器。

除此之外，测试系统与被测件的连接方式，还分为单端连接和双端连接两种，这两种方式的选择，主要取决于被测件所能提供的接口。在能够使用双端连接的情况下，推荐使用双端连接，这样有助于提高系统的收发隔离度，以及功率校准精度。

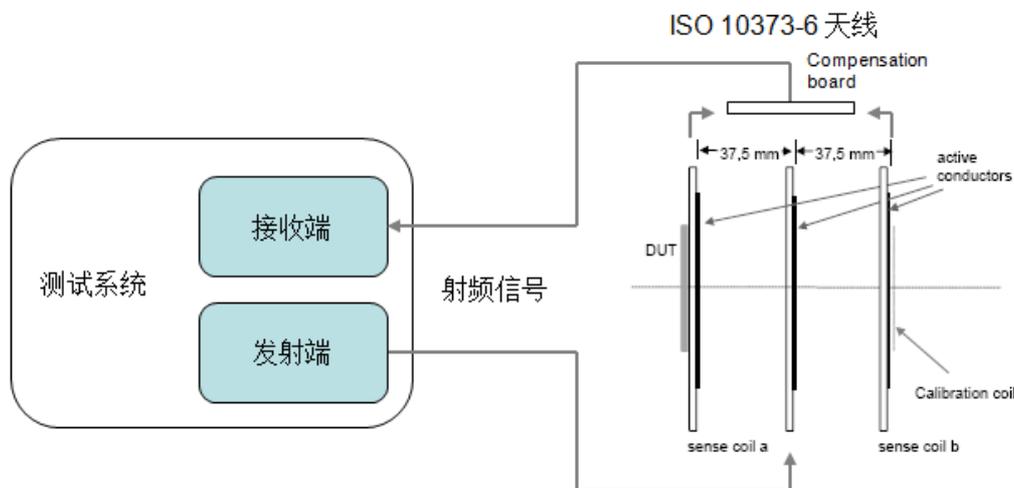
### I 标签测试



标签测试单端有线连接方式如上图所示，测试系统发射的指令信号通过环形器和衰减器后到达被测标签，返回的响应信号通过衰减器和环形器后到达测试系统的接收端。环形器用于建立信号回路，衰减器用于减小 RFID 标签与测试系统阻抗不匹配带来的反射问题。



标签测试双端无线连接方式如上图所示，测试系统发射的指令信号发射天线和空气后到达被测标签，返回的响应信号通过空气和接收天线后到达测试系统的接收端。在无线连接类型下，发射和接收天线都需要使用能够覆盖被测频段的宽带天线，否则可能会导致测试结果不正确。推荐使用定向的平板天线，发射和接收天线放在同侧，相隔一段距离，同时面对被测标签。

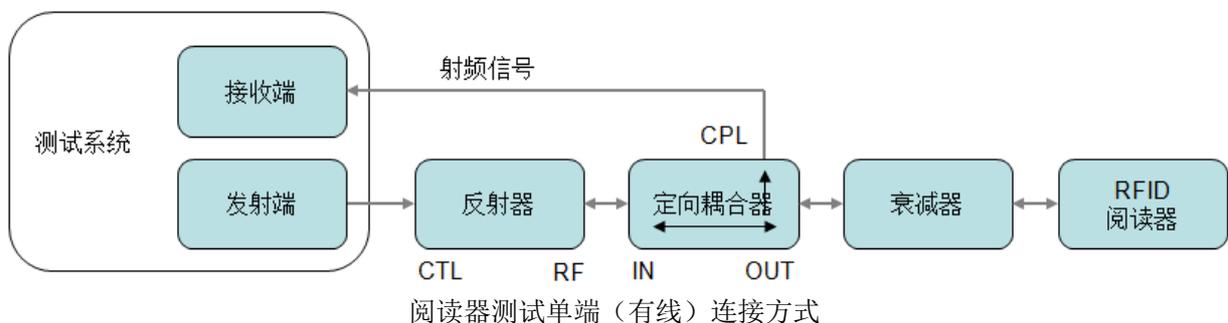


使用 ISO 10373-6 天线的标签测试双端（无线）连接

标签测试双端无线连接方式的一个特例是用于 13.56MHz 高频测试的连接，测试系统需要与 ISO 10373-6 标准测试天线相连，如上图所示，更多细节请参考 ISO 10373-6 标准。

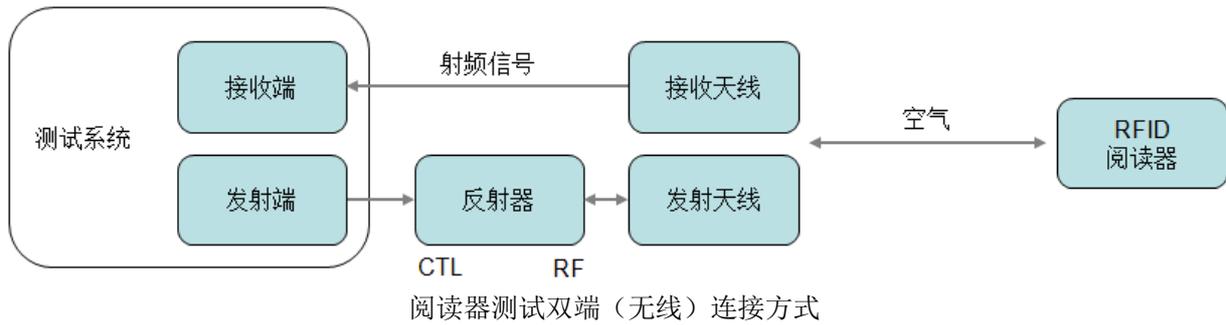
## I 阅读器测试

对于有源 RFID 标准，阅读器测试的连接方式与标签测试的连接方式是类似的，请参考上一章节，以下说明无源 RFID 标准的阅读器测试的连接方式。



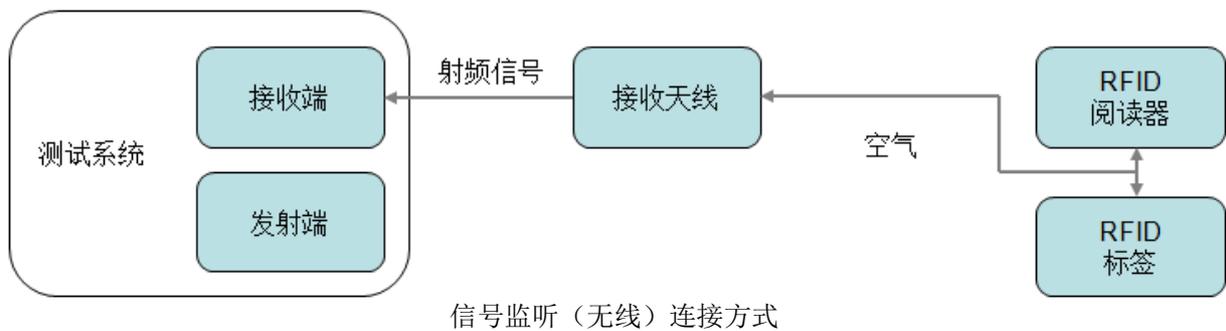
阅读器测试单端（有线）连接方式

阅读器测试单端有线连接方式如上图所示，被测阅读器发射的指令信号通过衰减器和定向耦合器的直通端到达反射器，反射的指令信号通过定向耦合器的耦合端到达测试系统的接收端。测试系统通过控制反射器产生响应信号，响应信号通过定向耦合器的直通端和衰减器到达被测阅读器，并通过定向耦合器的耦合端到达测试系统的接收端。定向耦合器用于建立信号回路，衰减器用于减小 RFID 阅读器与测试系统阻抗不匹配的问题，以及限制 RFID 阅读器输出功率到一个安全范围之内。



阅读器测试双端无线连接方式如上图所示，被测阅读器发射的指令信号通过空气和接收天线到达测试系统的接收端。测试系统通过控制反射器产生响应信号，响应信号通过发射天线和空气到达被测阅读器，并通过发射天线、空气和接收天线到达测试系统的接收端。在无线连接类型下，发射和接收天线都需要使用能够覆盖被测频段的宽带天线，否则可能会导致测试结果不正确。推荐使用定向的平板天线，发射和接收天线放在同侧，相隔一段距离，同时面对被测阅读器。

### I 信号监听

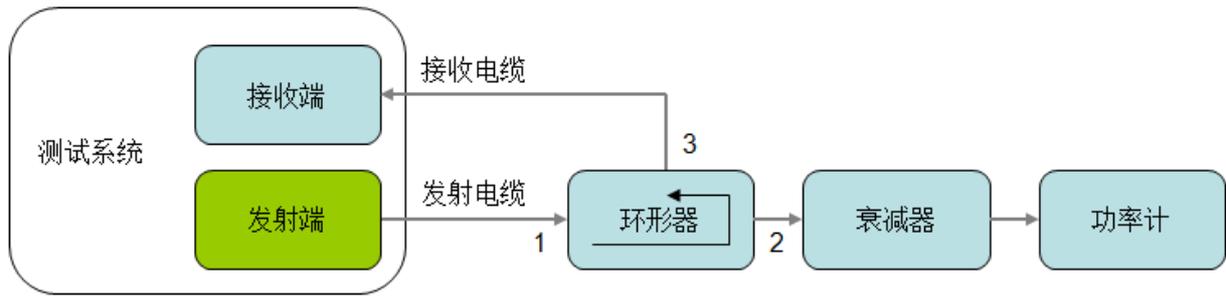


信号监听测试的连接相对简单，无线连接如上图所示，被测阅读器和标签建立通信，指令和响应信号都经过空气和接收天线到达测试系统的接收端。在无源 RFID 标准中，阅读器的信号功率远大于标签信号功率，在放置天线时，需要注意将接收天线靠近被测标签一侧，否则可能观察不到标签的响应信号。

## 2.4 系统校准

射频识别测试系统连接完成后，推荐进行系统校准，以提高系统的功率精度。系统校准的基本过程为，首先使用功率计校准系统的发射端，然后使用校准过的发射端校准系统的接收端，校准时均采用有线连接方式。单端连接和双端连接的校准过程略有不同，以下分别说明，需要特别注意的是单端连接时受环形器等器件的影响较大，校准后的功率精度低于双端连接。

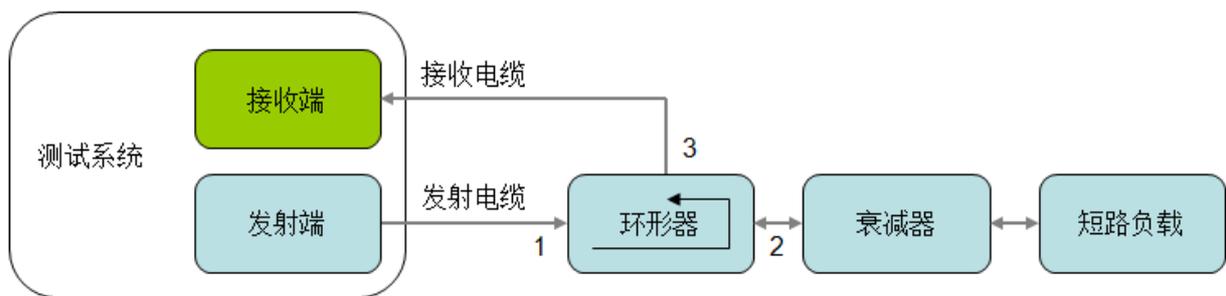
### I 单端连接



单端连接方式的发射端校准

单端连接方式下，将连接被测件的端口替换为功率计，设置测试系统发射功率为 0dBm 的载波信号，并且在需要校准的频段上进行扫频，使用功率计依次测量各个频点上通过衰减器之后的功率值。

校准的信号路径为：发射端 → 发射电缆 → 环形器（端口 1-2） → 衰减器，校准后可以在连接被测件的端口上获得准确的输出功率。

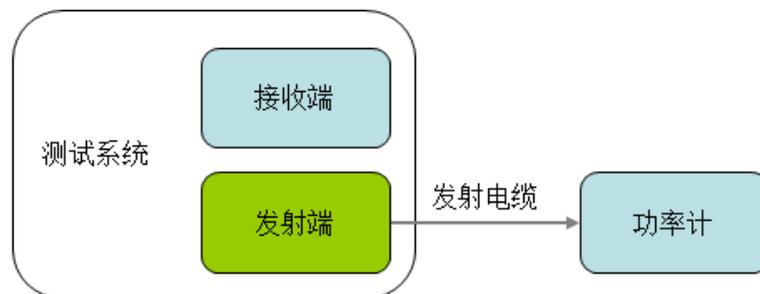


单端连接方式的接收端校准

单端连接方式下，将连接被测件的端口替换为短路负载，用于完全反射系统发射的信号，设置测试系统发射功率为 0dBm 的载波信号，并且在需要校准的频段上进行扫频，使用测试系统依次测量各个频点上接收到的功率值。对于接收端有多个量程的情况，需要在各个量程下分别进行校准。

校准的信号路径为：衰减器 → 环形器（端口 2-3） → 接收电缆 → 接收端，校准后可以准确测量在连接被测件的端口上的输入功率。

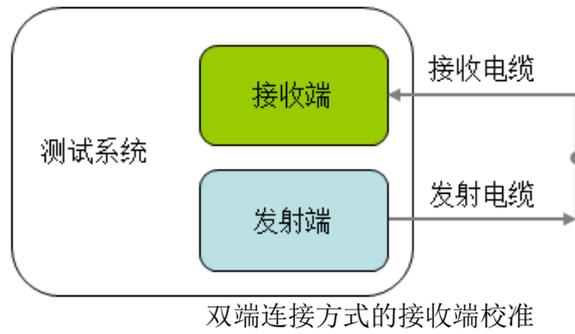
## I 双端连接



双端连接方式的发射端校准

双端连接方式下，将连接被测件的端口替换为功率计，设置测试系统发射功率为 0dBm 的载波信号，并且在需要校准的频段上进行扫频，使用功率计依次测量各个频点上通过发射电缆之后的功率值。

校准的信号路径为：发射端 → 发射电缆，校准后可以在连接被测件的端口上获得准确的输出功率。



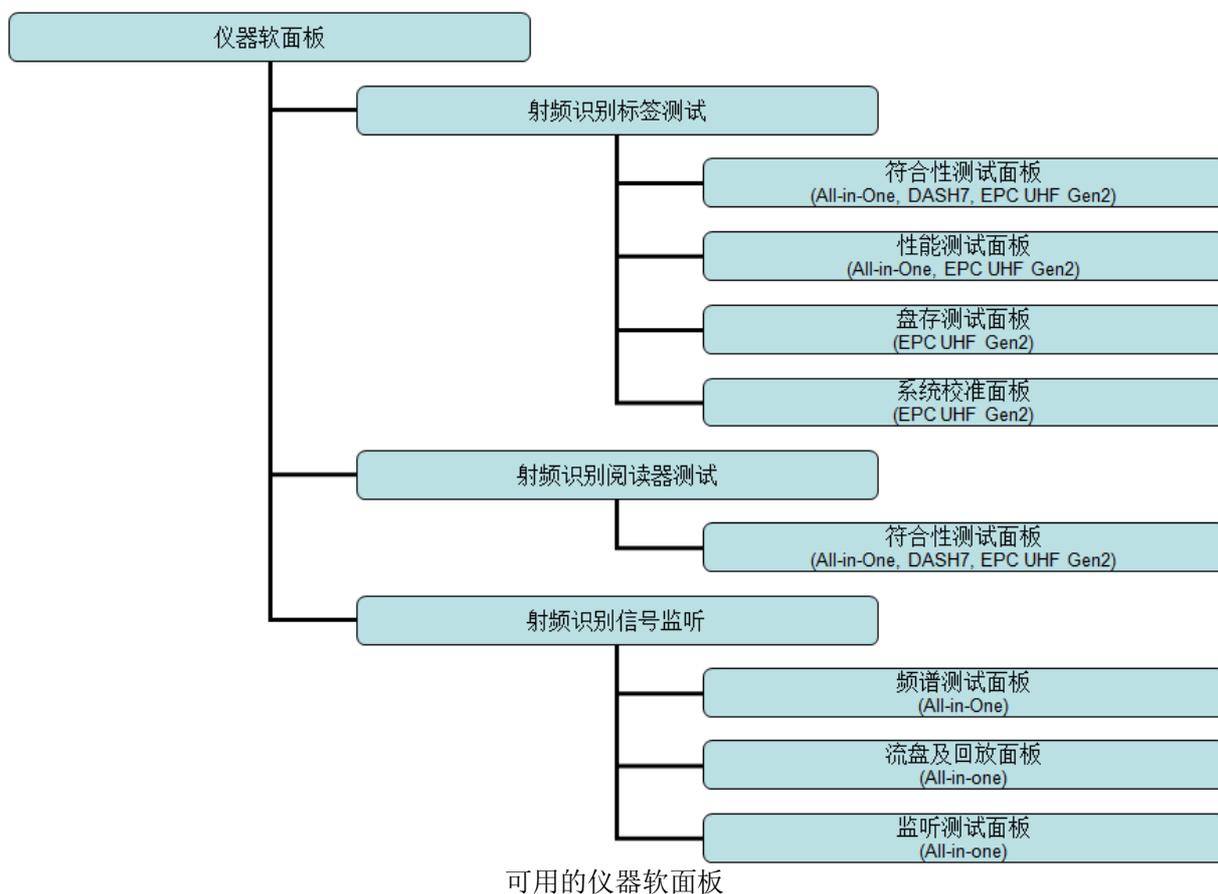
双端连接方式下，将发射电缆与接收电缆直接相连，设置测试系统发射功率为 0dBm 的载波信号，并且在需要校准的频段上进行扫频，使用测试系统依次测量各个频点上接收到的功率值。对于接收端有多个量程的情况，需要在各个量程下分别进行校准。

校准的信号路径为：接收电缆 → 接收端，校准后可以准确测量在连接被测件的端口上的输入功率。

## 使用仪器软面板

### 3.1 关于仪器软面板

仪器软面板是现成即用的测试软件，提供友好的图形化用户界面，能够通过手动控制的方式，逐一完成各项测试。根据被测件类型的不同，仪器软面板分为标签测试，阅读器测试和信号监听三个分类，每一个分类具体又包含一个或多个面板支持不同 RFID 标准的不同测试功能。

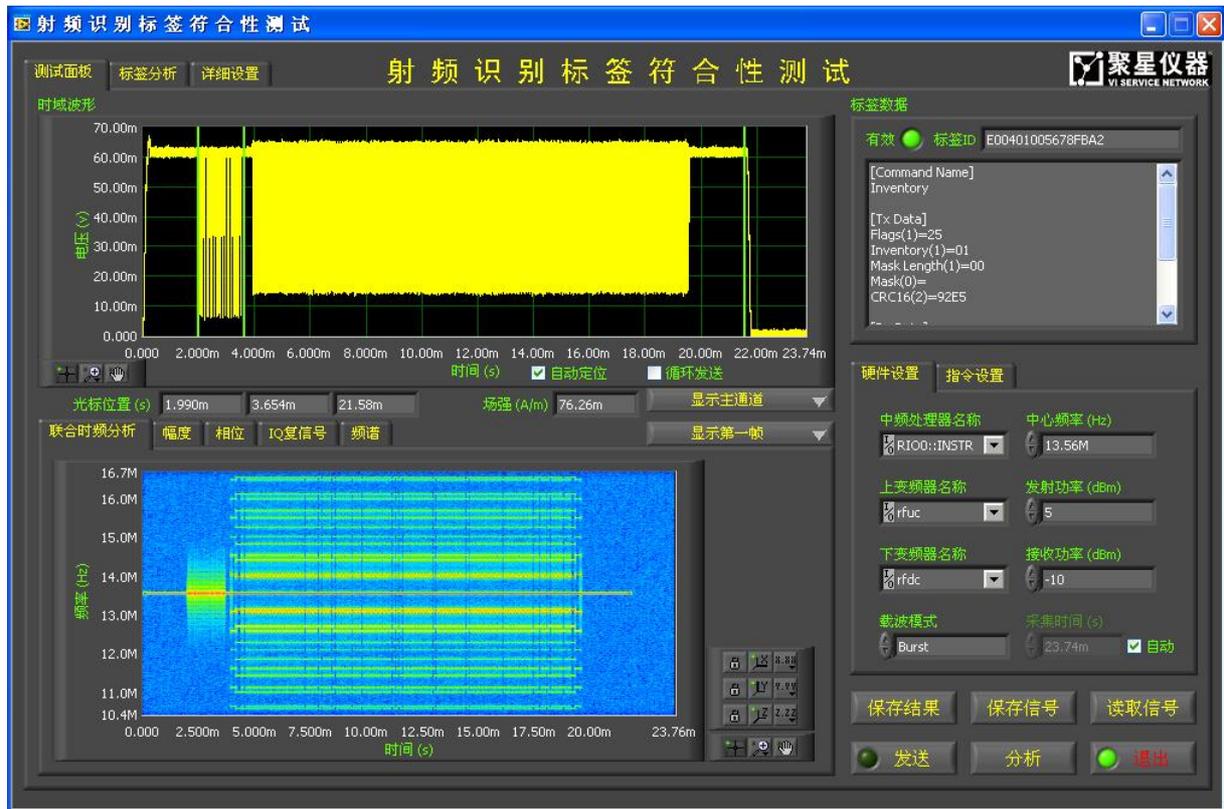


注意

1. 适用于不同 RFID 标准的仪器软面板之间略有不同，以下将采用其中一个面板进行主要说明，并配合其余面板简要说明不同点。
2. 仪器软面板上的部分参数来源于 RFID 标准的定义，请参考对应的 RFID 标准以获得更多的细节信息。

## 3.2 射频识别标签测试

### 3.2.1 符合性测试面板



射频识别标签符合性测试面板

#### I 工作流程

射频识别标签符合性测试面板用于给被测标签发送指令信号，采集并分析返回的响应信号，主要工作流程如下：

1. 按照设备管理器 MAX 的配置来设置硬件资源参数；
2. 设置指令信号的射频参数，例如频率、功率等；
3. 设置指令信号的协议参数，例如 RFID 协议、指令名称、数据等；
4. 点击“发送”按钮发送指定的指令信号，同时采集指令信号和返回的响应信号；
5. 查看时域波形，确认信号是否被正确采集到；
6. 查看数据和结果，软件会自动定位信号，并分析和显示结果；
7. 如果数据和结果没有自动显示，可以通过使用光标在时域波形上进行选择，并点击“分析”按钮，以分析和显示结果；
8. 点击“保存结果”按钮可以将数据和结果保存至磁盘，点击“保存信号”按钮可以将采集到的信号保存至磁盘，点击“读取信号”按钮可以重新加载已保存的信号；
9. 点击“标签分析”页面可以查看更多测试结果，点击“详细设置”页面可以设置更多细节参数。

## I 详细说明



硬件设置

**中频处理器名称，上变频器名称，下变频器名称：**硬件资源的设备名称，应当与设备管理器 MAX 中的配置保持一致。



### 注意

完整的系统配置包含以上三块硬件模块，测试面板允许在缺少其中部分或全部硬件模块的情况下运行，例如最小系统不具备射频下变频器和射频上变频器，或者在完全脱离硬件的情况下离线运行软件。在这种情况下，请将不存在硬件模块的名称删除，保持空白即可。

**中心频率：**发射和接收信号的频率，低频频段的典型值为 134.2kHz，高频频段的典型值为 13.56MHz，超高频频段的典型值有 433.92MHz，915MHz 和 2.4GHz。

**发射功率：**发射信号的最大功率，未调制的射频载波功率值与此相等，调制信号的功率值小于此值。对于有源 RFID 标准，典型值为-20dBm，对于无源 RFID 标准，典型值为 10dBm。标准系统支持的最大发射功率约为 20dBm，最小系统支持的最大发射功率约为 0dBm。

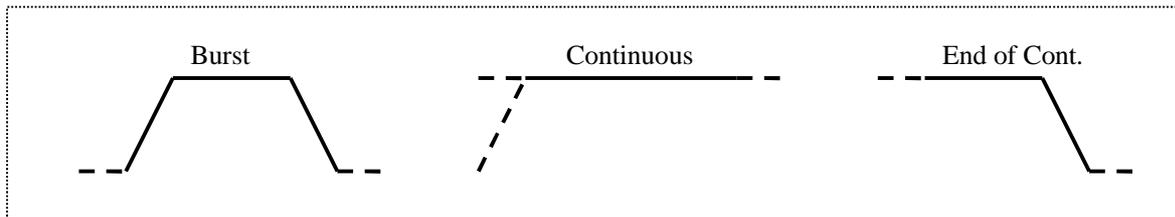
**接收功率：**接收信号预期的最大功率，应当严格根据接收信号的实际最大功率进行调节，推荐设置值比实际值增加 3~6dB，典型值为-10dBm 和-20dBm。标准系统支持的范围是-20dBm 到+20dBm。



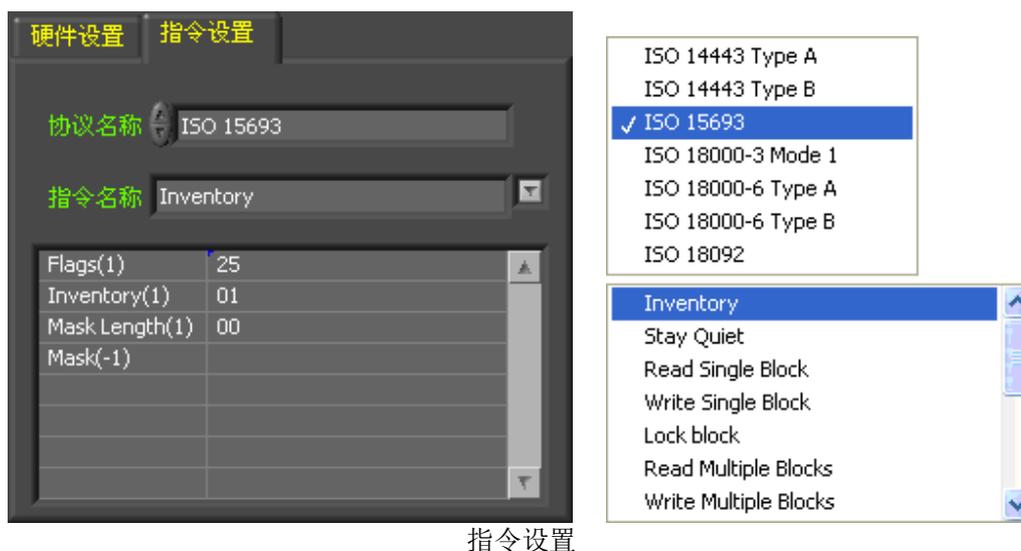
### 注意

接收信号超量程将导致测试结果不正确，并可能导致硬件损坏，当接收信号功率过大时，请在测试系统接收端之前使用衰减器进行调节。

**载波模式：**发射指令信号之前和之后对射频载波的控制，包括“Burst”，“Continuous”和“End of Cont.”三种模式，具体如下图所示，“Burst”模式是在每次发射之前和之后都关闭载波，“Continuous”是保持载波常开，用于发射指令序列，“End of Cont.”是在发射之后关闭载波，用于发射指令序列的最后一步。载波模式仅针对无源 RFID 标准，由于无源 RFID 标签的状态在掉电后不能保持，在测试过程中需要程控载波的不同状态。对于有源 RFID 标准，载波模式始终是“Burst”模式。



**采集时间:** 单次接收信号的时间长度，设置值应大于需要的指令和响应信号时间，可以选中“自动”模式由软件自动计算和设置。



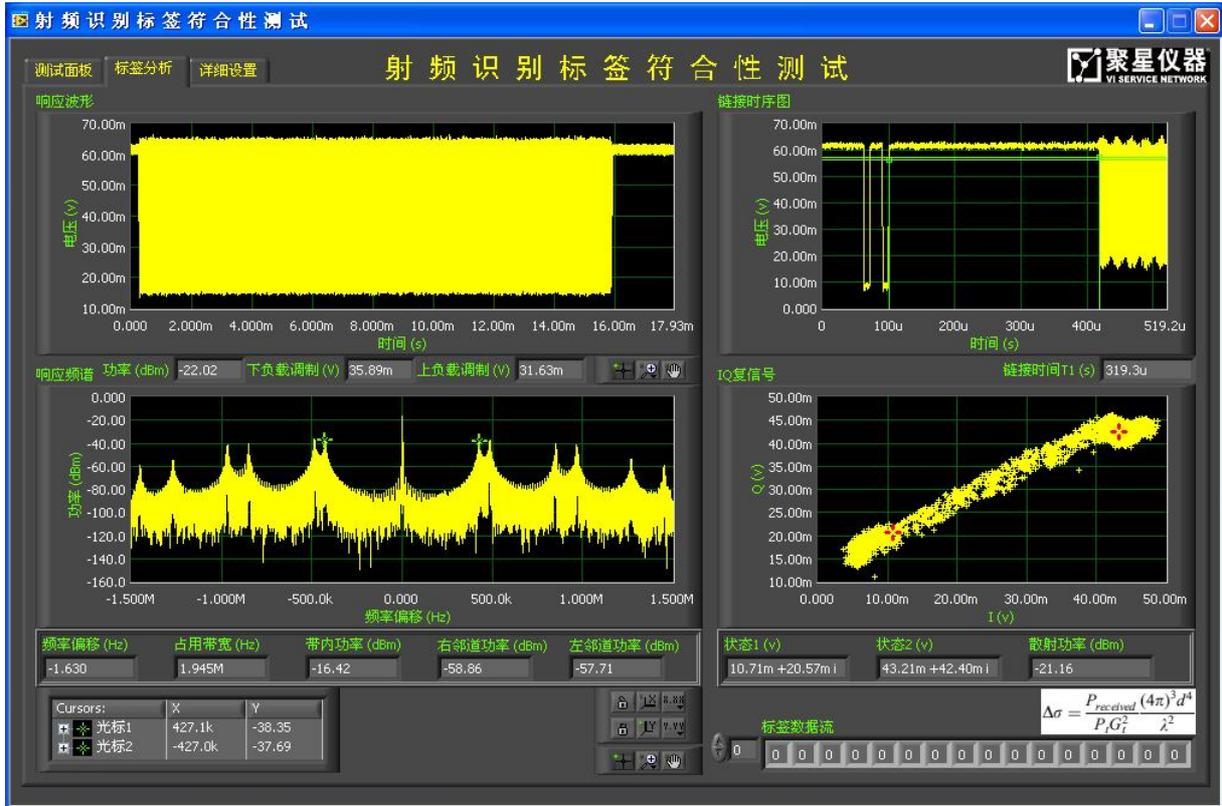
**协议名称, 指令名称:** 配置需要发送的指令，首先通过下拉菜单选择需要的 RFID 协议，指令名称的下拉菜单会自动刷新，然后通过下拉菜单选择需要的指令。对于支持单个协议的面板，没有协议名称选项。选中的指令内容会显示在下方的指令表中，用户可以在发送前自定义其中的数据。



**注意**

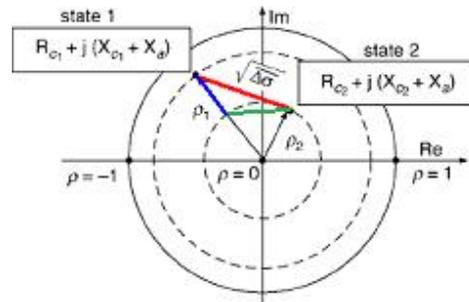
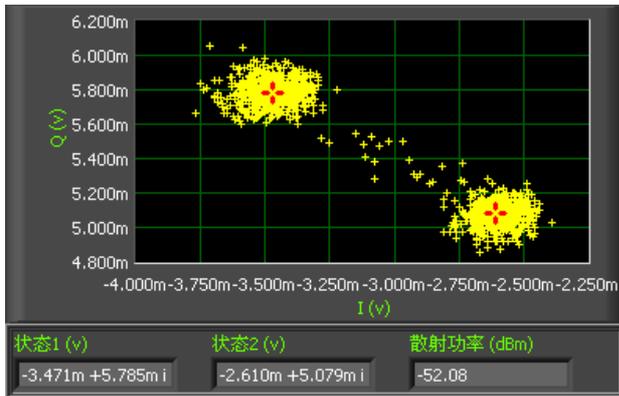
指令信息均保存在 ini 配置文件中，用户可以编辑和保存配置文件，修改将在下一次启动软件时生效。

**I 标签分析页面**



标签分析页面

**标签分析页面：**显示标签响应信号的分析结果，包括时域波形，功率，调制幅度，频谱，链接时间，IQ 复信号和数据流等。其中较为特别的 IQ 复信号仅针对超高频频段测试，具体说明如下：



超高频 RFID 标签的响应信号为后向散射信号，是一种既包含幅度调制，也包含相位调制的混合信号，从幅度调制的角度来测量，得到的响应功率如上图蓝色线段所示，从相位调制的角度来测量，得到的响应功率如上图绿色线段所示。后向散射信号的真实功率，应该从 IQ 复信号的角度来测量，得到的响应功率如上图红色线段所示。

## I 详细设置页面



详细设置页面

**详细设置页面：**包括与协议相关的编码调制参数，系统功率参数，以及其他参数设置。其中与协议相关的参数均来源于 RFID 标准的定义，请参考对应的 RFID 标准以获得更多的细节信息，其余参数说明如下。

**系统功率换算：**测试系统所使用的外围器件的功率参数，包括功率放大器增益，天线增益等。默认值均为零，此时测试面板设置的输出功率，以及显示的输入功率都是仪器端口上的功率值，正确填写换算参数后，可以得到测试系统远端的功率值。其中，校准通道和阻抗换算因子仅针对高频频段测试，超高频频段测试时没有校准通道，也无需进行阻抗转换。

**频谱线数：**计算信号频谱时使用的 FFT 线数，设置为 0 将由软件根据采集的信号自动调整。

**同步模式：**各个硬件模块是否共享时钟，默认为“individual”模式，即每个模块使用自带的时钟源，在标准系统的时钟线已正确连接的情况下，可以设置为“Synchronized”模式，此时三各硬件模块都将使用射频上变频器的时钟源。

**采集带宽：**采集信号需要的带宽，典型值为 6.25MHz 和 12.5MHz，对于低频频段测试，需要设置为 97.7kHz。

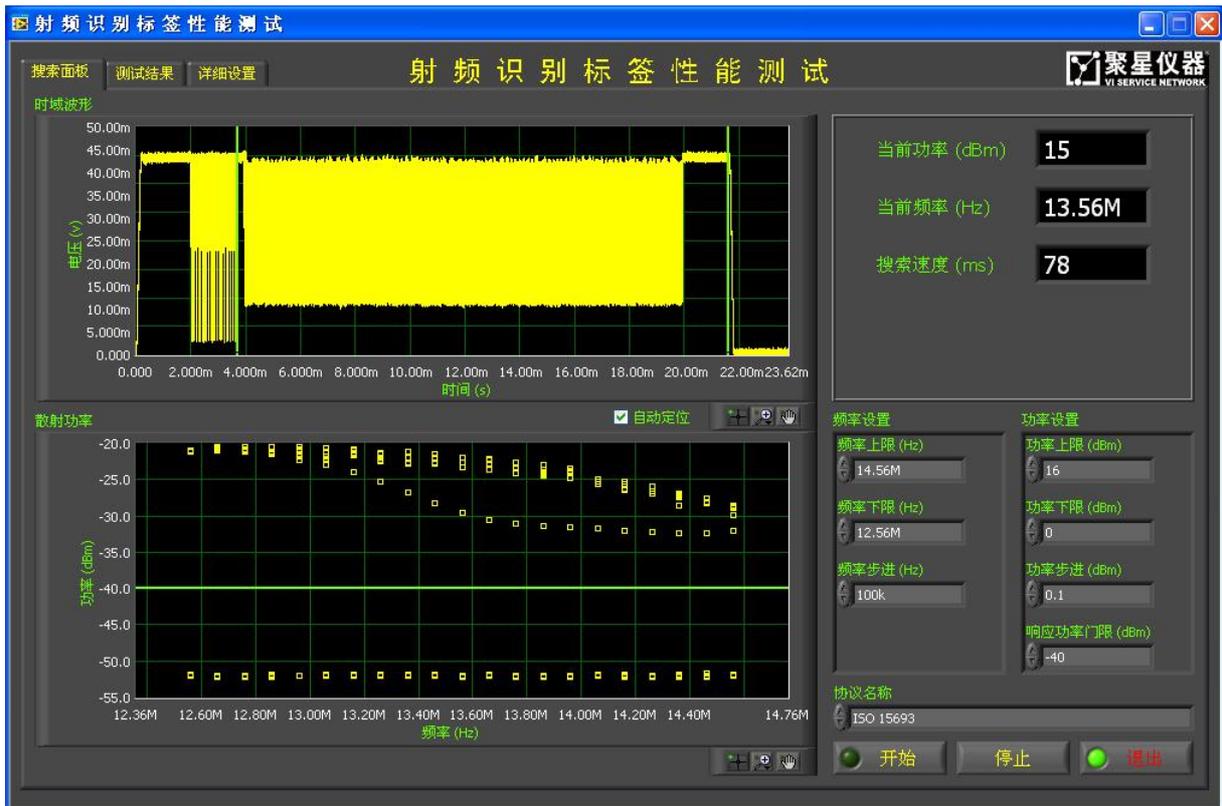
**信道参数：**计算带内功率，信道功率时需要用到的参数，请根据对应的 RFID 标准进行设置。

**噪声门限：**软件解码参考的阈值，幅度低于此阈值的信号将被忽略，幅度高于此阈值的信号将作为响应信号进行解码。部分面板此参数内置为自动，没有噪声门限选项。

**数字 IO 控制：** 手动控制测试系统对外的数字信号接口，用于测试系统与外围设备的交互和集成。

**相对时基：** 仅针对高频频段测试，当射频载波频率改变时，参考时基会根据实际载波频率与理论载波频率的相对比值自动进行调整。

### 3.2.2 性能测试面板



射频识别标签性能测试面板

#### I 工作流程

射频识别标签性能测试面板用于在不同的频率和功率下给被测标签发送指令信号，测试标签是否成功返回响应信号，得出被测标签刚好能够工作的临界条件，主要工作流程如下：

1. 按照设备管理器 MAX 的配置来设置硬件资源参数；
2. 设置信号的射频参数，包括频率范围，频率步进，功率范围，功率步进以及响应信号检测阈值；
3. 点击“开始”按钮，软件会自动完成指定的频率和功率范围内的二进制搜索测试；
4. 查看散射功率结果，确认检测阈值是否设置合理，典型情况下，有效的响应信号功率比噪声信号功率大 10dB 以上，检测阈值应当设置在低于响应信号功率，并高于噪声信号功率的区间；
5. 点击“测试结果”页面可以查看更多测试结果，点击“详细设置”页面可以设置更多细节参数。

#### I 详细说明

**频率设置：**性能测试所覆盖的频率范围，包括频率上限，频率下限，以及频率步进，软件会在每一个设置的频点上二进制搜索被测标签刚好能够工作的临界条件。

**功率设置：**性能测试所覆盖的功率范围，包括功率上限，功率下限，功率步进，以及判定响应是否有效的功率门限，软件会在指定的功率范围内二进制搜索被测标签刚好能够工作的临界条件，直到搜索步进小于设置的功率步进。

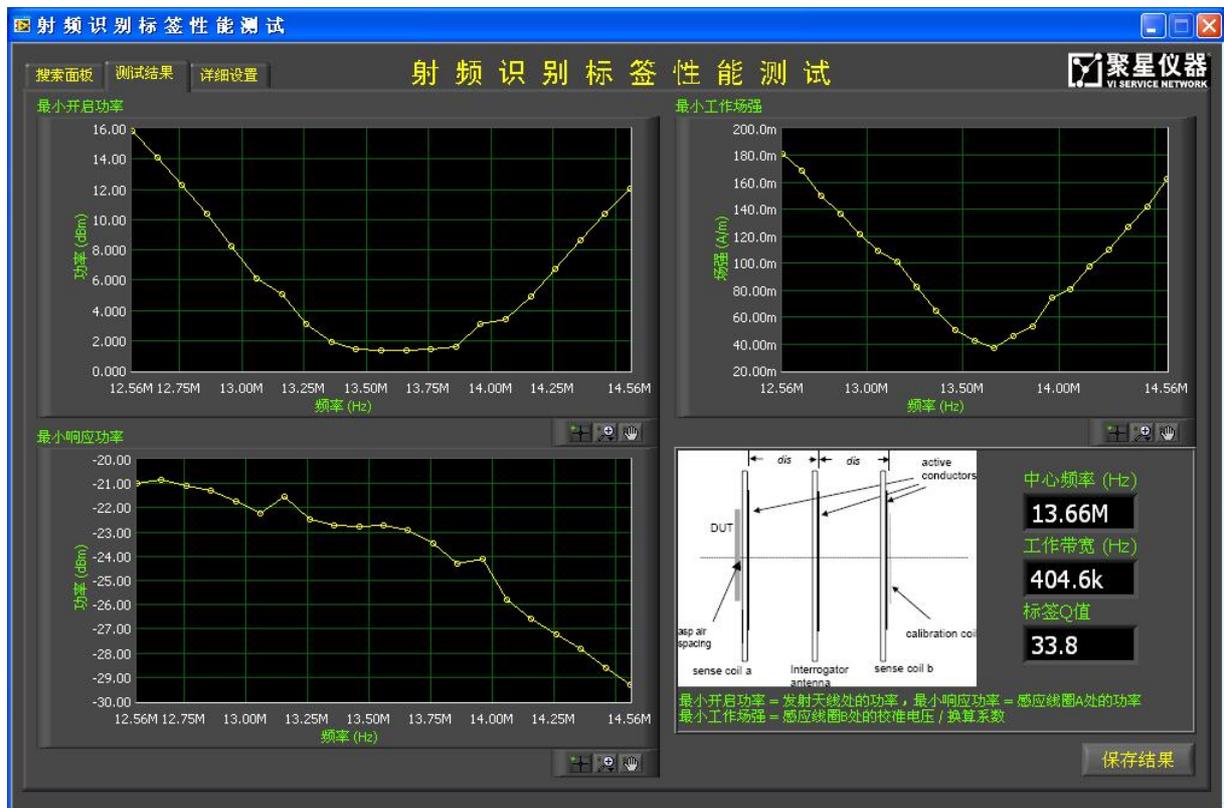
二进制搜索将从设置的功率上限开始，如果被测标签能够工作，则继续进行二进制搜索，如果被测标签不能工作，则测试结束。二进制搜索的具体示例如下：

功率上限 = 15dBm，功率下限 = -5dBm，功率步进 = 0.2dBm，响应功率门限 = -40dBm

第一次	发射功率 = 15dBm	响应功率 > -40dBm
第二次	发射功率 = -5dBm	响应功率 < -40dBm
第三次	发射功率 = 5dBm	响应功率 < -40dBm
第四次	发射功率 = 10dBm	响应功率 > -40dBm
第五次	发射功率 = 7.5dBm	响应功率 < -40dBm
第六次	发射功率 = 8.75dBm	响应功率 < -40dBm
第七次	发射功率 = 9.38dBm	响应功率 > -40dBm
第八次	发射功率 = 9.06dBm	响应功率 < -40dBm
第九次	发射功率 = 9.22dBm	响应功率 > -40dBm

第九次测试的步进 $|9.22-9.06| = 0.16\text{dB}$ ，小于设置的功率步进 0.2dB，当前频点上的测试完成，被测标签刚好能够工作的临界条件为 9.22dBm。

## I 测试结果页面



高频测试结果页面

**最小开启功率：**被测标签在每一个频点上刚好能够工作的最小射频载波功率，在正确填写系统功率换算参数的情况下，此处显示的功率值为发射天线处空气中的等方向辐射 EIRP 值。

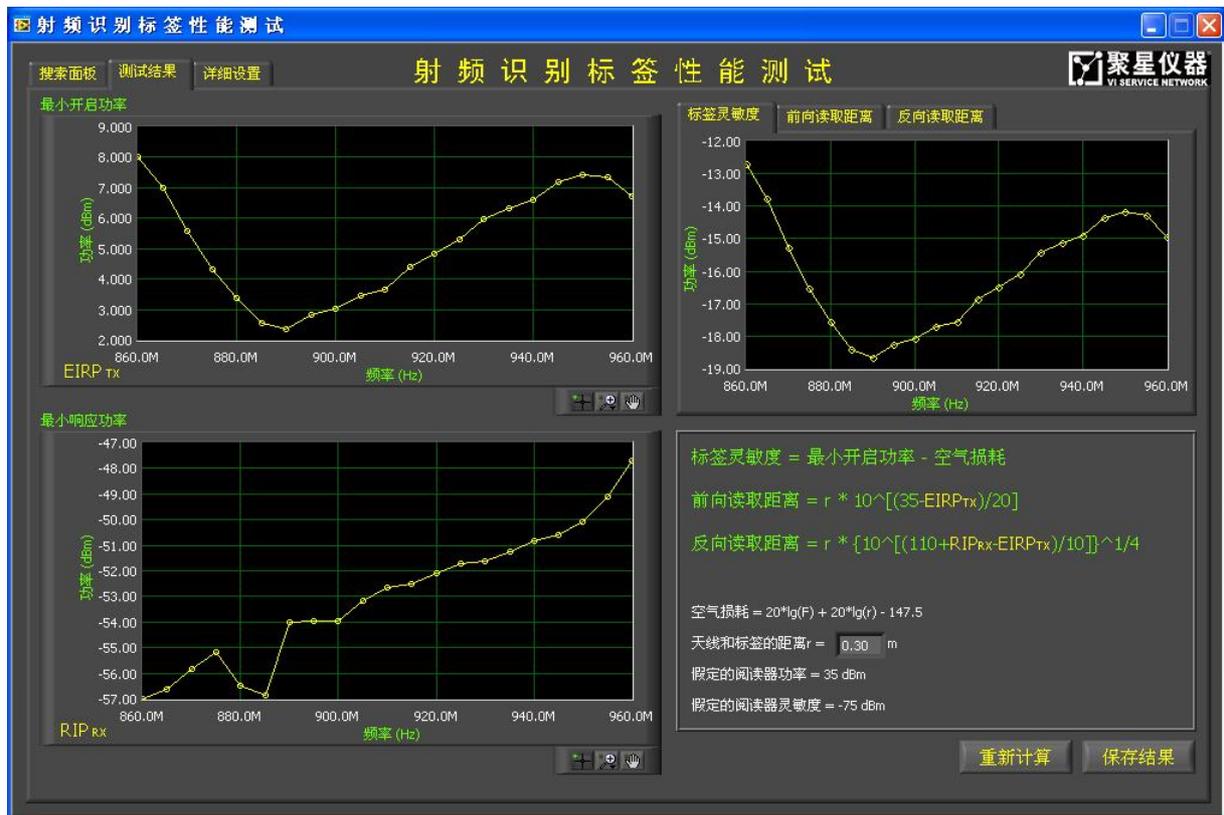
**最小响应功率：**被测标签在每一个频点上刚好能够工作时返回的最小响应信号功率，在正确填写系统功率换算参数的情况下，此处显示的功率值为接收天线处空气中的等方向辐射 RIP 值。

**最小工作场强：**被测标签在每一个频点上刚好能够工作的最小射频载波功率所对应的电场强度，由 ISO10373-6 标准天线的校准线圈测量得到，换算关系为 0.9Vpp 对应于 1A/m。

**中心频率：**被测标签刚好能够工作的最小射频载波功率值最小的频点，即标签灵敏度最高的频点，也称为共振频率。

**工作带宽：**被测标签刚好能够工作的最小射频载波功率值比最小的频点增加 3dB 所对应的带宽，即标签灵敏度下降 3dB 的带宽。

**标签 Q 值：**被测标签的中心频率除以工作带宽，即标签的有载 Q 值。



超高频测试结果页面

针对超高频频段的测试结果与高频频段略有不同，主要差异在于，高频频段主要关注射频功率与电场强度，而超高频频段主要关注射频频率与物理距离。

**标签灵敏度：**根据最小开启功率，以及被测标签与测试天线之间的距离，换算到被测标签所在位置空气中的等方向辐射 EIRP 值。

**前向读取距离：**根据最小开启功率，以及被测标签与测试天线之间的距离，换算到假定发射功率为 35dBm 的阅读器能够激活被测标签的距离。

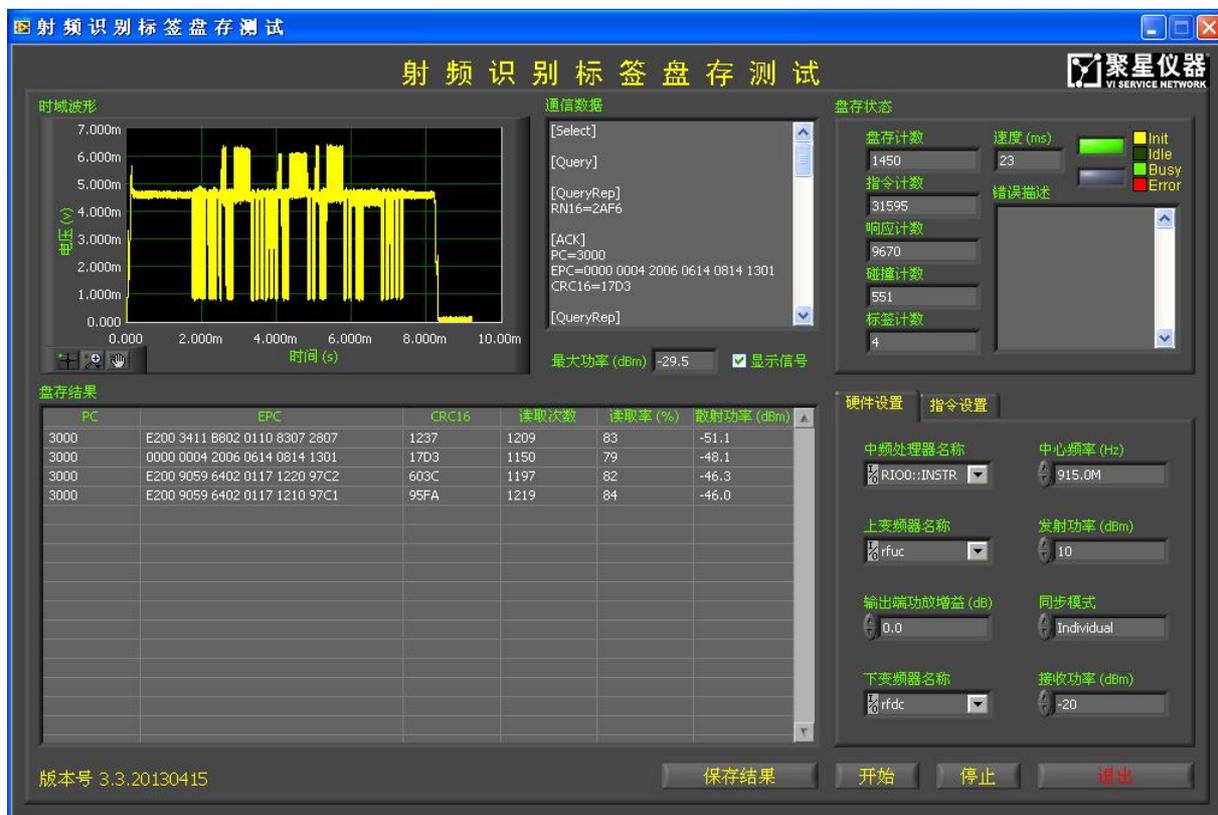
**反向读取距离：**根据最小响应功率，以及被测标签与测试天线之间的距离，换算到假定灵敏度为-75dBm 的阅读器能够识别被测标签响应的距离。



### 注意

测试结果的换算公式来源于 RFID 测试标准的定义，请参考对应的 RFID 标准以获得更多的细节信息，其中高频频段换算公式只适用于高频的近场测试，超高频频段换算公式只适用于超高频的远场测试。

### 3.2.3 盘存测试面板



射频识别标签盘存测试面板

### I 工作流程

射频识别标签盘存测试面板用于同时盘存多个被测标签，以数据统计的方式测试被测标签的盘存功能和防碰撞能力，主要工作流程如下：

1. 按照设备管理器 MAX 的配置来设置硬件资源参数；
2. 设置信号的射频参数，例如频率、功率等；
3. 设置信号的协议参数，例如编码方式、数据码率、防碰撞时隙等；

4. 点击“开始”按钮，软件会自动进行连续的高速盘存操作；
5. 查看标签盘存统计结果，以及标签盘存数据，必要时选中显示信号选项，以查看射频信号及原始通信数据。

## I 详细说明

**硬件设置：**请参考射频识别标签符合性测试面板章节。



指令设置

**前向参考时基：**测试系统到被测标签前向链路的时间基准，典型值为 6.25us，12.5us，25.0us，前向参考时基的取值会限制反向码率的可选值。

**反向码率：**被测标签到测试系统反向链路的码率，典型值为 40k，80k，160k，320k，640k，反向码率的可选值依赖于前向参考时基的取值。

**反向编码方式：**被测标签到测试系统反向链路的编码方式，典型值为 FM0，Miller2，Miller4，Miller8。

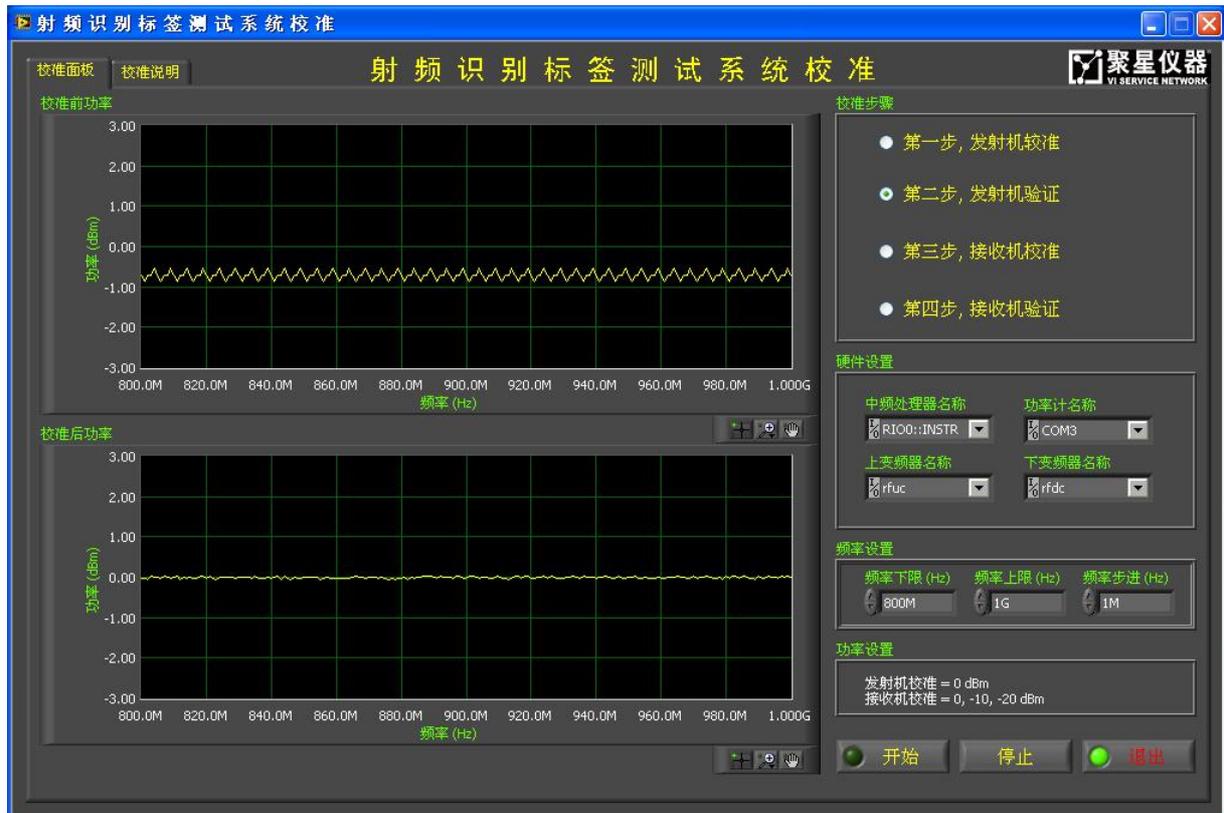
**防碰撞时隙：**盘存过程中使用的防碰撞时隙数量，应该根据实际的被测标签个数进行调整，推荐值为标签个数的两倍以上。



### 注意

射频识别标签盘存测试面板默认不采集射频信号及原始通信数据以提高盘存速度，在第一次测试时，请选中显示信号选项以设置合适的发射功率和接收功率，或者使用射频识别标签符合性测试面板进行预测试和功率调节。

## 3.2.4 系统校准面板



系统校准面板

## I 工作流程

系统校准面板用于在测试需要的频段上进行功率扫描，以测量和校准测试系统的发射端和接收端的功率值，主要工作流程如下：

1. 按照设备管理器 MAX 的配置来设置硬件资源参数；
2. 设置信号的射频参数，包括频率范围，频率步进；
3. 系统校准过程使用的功率值已固化，无需设置；
4. 选择“第一步”并点击“开始”按钮，软件会自动完成发射机的校准；
5. 选择“第二步”并点击“开始”按钮，软件会自动完成发射机的验证，查看校准后功率曲线是否在 0dBm 附近；
6. 选择“第三步”并点击“开始”按钮，软件会自动完成接收机的校准；
7. 选择“第四步”并点击“开始”按钮，软件会自动完成接收机的验证，查看校准后功率曲线是否在 0dBm 附近。



### 注意

系统校准需要使用射频功率计，具体校准步骤和连接方式请参考系统校准章节。

### 3.2.5 功率调节及预测试

在使用仪器软面板，或者自动测试套件进行具体项目的测试前，应当先进行功率调节及预测试，

以保证被测件工作在稳定状态，以及测试系统相关参数设置合理，否则可能出现测试结果不稳定或者错误的情况。

功率调节主要涉及到的有两个参数，分别是发射功率，即测试系统向外发射的射频载波的功率，以及接收功率，即测试系统可能收到的最大射频载波的功率，也可以理解为量程。由于测试环境搭建的不确定性，即使针对同一个被测件，发射功率和接收功率的设置值也可能不同，会影响这两个参数的因素如下：

#### 发射功率：

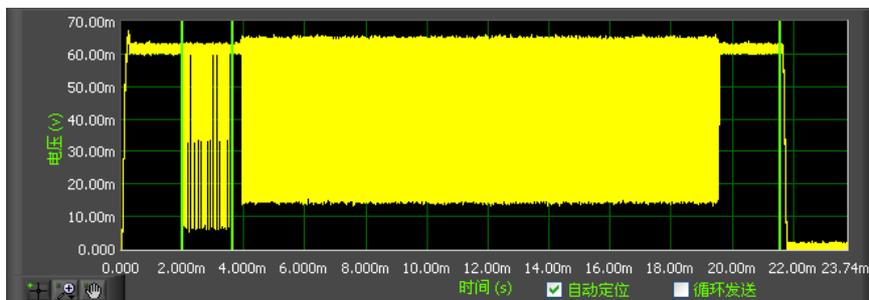
- | 发射电缆线损的差异
- | 环形器，定向耦合器，衰减器等射频器件参数的差异
- | 被测件输入阻抗的差异
- | 发射天线参数的差异
- | 发射天线与被测件距离的差异

#### 接收功率：

- | 接收电缆线损的差异
- | 环形器，定向耦合器，衰减器等射频器件参数的差异
- | 被测件输入阻抗的差异
- | 接收天线参数的差异
- | 接收天线与被测件距离的差异

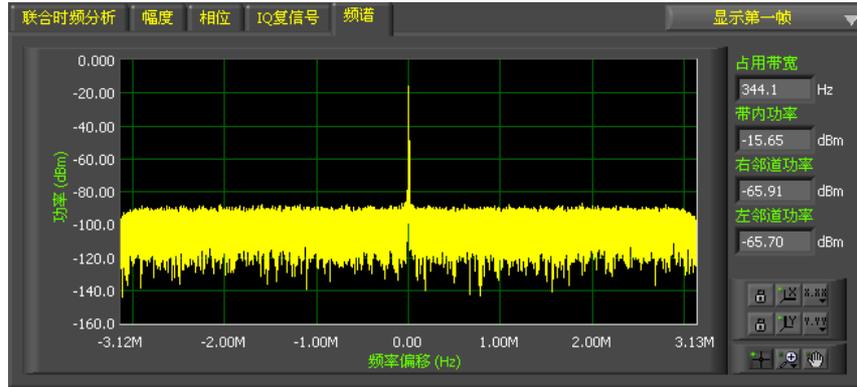
射频识别标签测试的功率调节及预测试应当按照以下步骤，在测试所需的各个频点下分别进行：

1. 设置发射功率为 0dBm，设置接收功率为 0dBm，如果测试系统包含了额外的功率放大或功率衰减因素，需要填写在系统功率换算中，保持其余参数为默认值，点击“发送”按钮发送一条指令，在时域波形上查看是否有返回的响应信号。



查看响应信号

2. 如果步骤一响应信号不存在，则按照 1dB 的步长逐渐增加发射功率，直到响应信号出现后再增加 3dB，或者发射功率达到测试系统的最大值，在增加发射功率的过程中，接收功率也需要同步增加。如果步骤一响应信号存在，则按照 1dB 的步长逐渐减小发射功率，直到响应信号消失后再增加 4dB，或者发射功率达到测试系统的最小值，在减小发射功率的过程中，接收功率也需要同步减小。记录发射功率的数值。
3. 发射功率调节完成后，在时域波形上使用光标选中一段无调制的射频载波信号，查看频谱页面上带内功率的结果，将接收功率设置为带内功率再增加 3~6dB。记录接收功率的数值。



查看带内功率

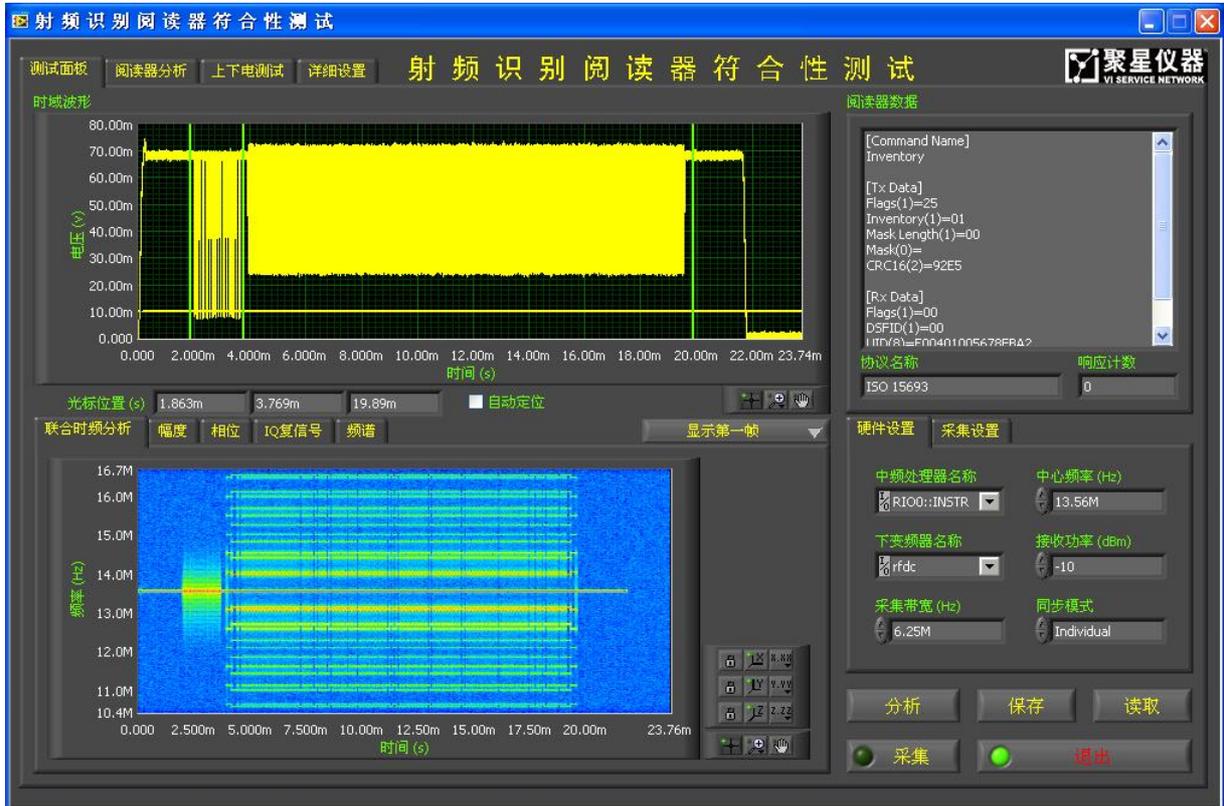
- 依次在其余频点下重复以上步骤的操作，直到完成所有频点的功率调节及预测试。

射频识别阅读器测试的功率调节及预测试应当按照以下步骤，在测试所需的各个频点下分别进行，与标签测试不同的是，没有测试系统的发射功率调节过程：

- 设置被测阅读器的发射功率为最小值，设置测试系统的接收功率为最大值，控制被测阅读器发送指令信号，在时域波形上使用光标选中一段无调制的射频载波信号，查看频谱页面上带内功率的结果，确保实际的带内功率相对于设置的接收功率至少小 **30dB** 以上，否则请增加被测阅读器与测试系统之间的衰减值。
- 设置被测阅读器的发射功率为测试需要的功率，设置测试系统的接收功率为最大值，控制被测阅读器发送指令信号，在时域波形上使用光标选中一段无调制的射频载波信号，查看频谱页面上带内功率的结果，将接收功率设置为带内功率再增加 **3~6dB**。记录接收功率的数值。
- 依次在其余频点下重复以上步骤的操作，直到完成所有频点的功率调节及预测试。

## 3.3 射频识别阅读器测试

### 3.3.1 符合性测试面板



射频识别标签符合性测试面板

#### I 工作流程

射频识别阅读器符合性测试面板用于采集并分析被测阅读器发送的指令信号，主要工作流程如下：

1. 按照设备管理器 MAX 的配置来设置硬件资源参数；
2. 设置采集的射频参数，例如频率、采集时间等；
3. 设置采集的触发参数，例如触发类型，门限等；
4. 设置响应信号的协议参数，例如 RFID 协议、响应名称、数据等；
5. 点击“采集”按钮开始等待触发信号，触发后采集指令信号并返回响应信号；
6. 查看时域波形，确认信号是否被正确采集到；
7. 查看数据和结果，软件会自动定位信号，并分析和显示结果；
8. 如果数据和结果没有自动显示，可以通过使用光标在时域波形上进行选择，并点击“分析”按钮，以分析和显示结果；
9. 点击“保存”按钮可以将采集到的信号保存至磁盘，点击“读取”按钮可以重新加载已保存的信号；
10. 点击“阅读器分析”页面以及“上下电测试”页面可以查看更多测试结果，点击“详细设置”页面可以设置更多细节参数。

## I 详细说明

**硬件设置：**请参考射频识别标签符合性测试面板章节。



采集设置

**采集时间：**触发后单次接收信号的时间长度，由于被测阅读器发送的信号长度不能预期，采集时间只能人工设置。

**触发方式：**测试系统接收触发的方式，包括数字信号，模拟信号，或者无触发，对于数字和模拟触发方式，还可以指定使用信号的上升沿，或者下降沿进行触发。

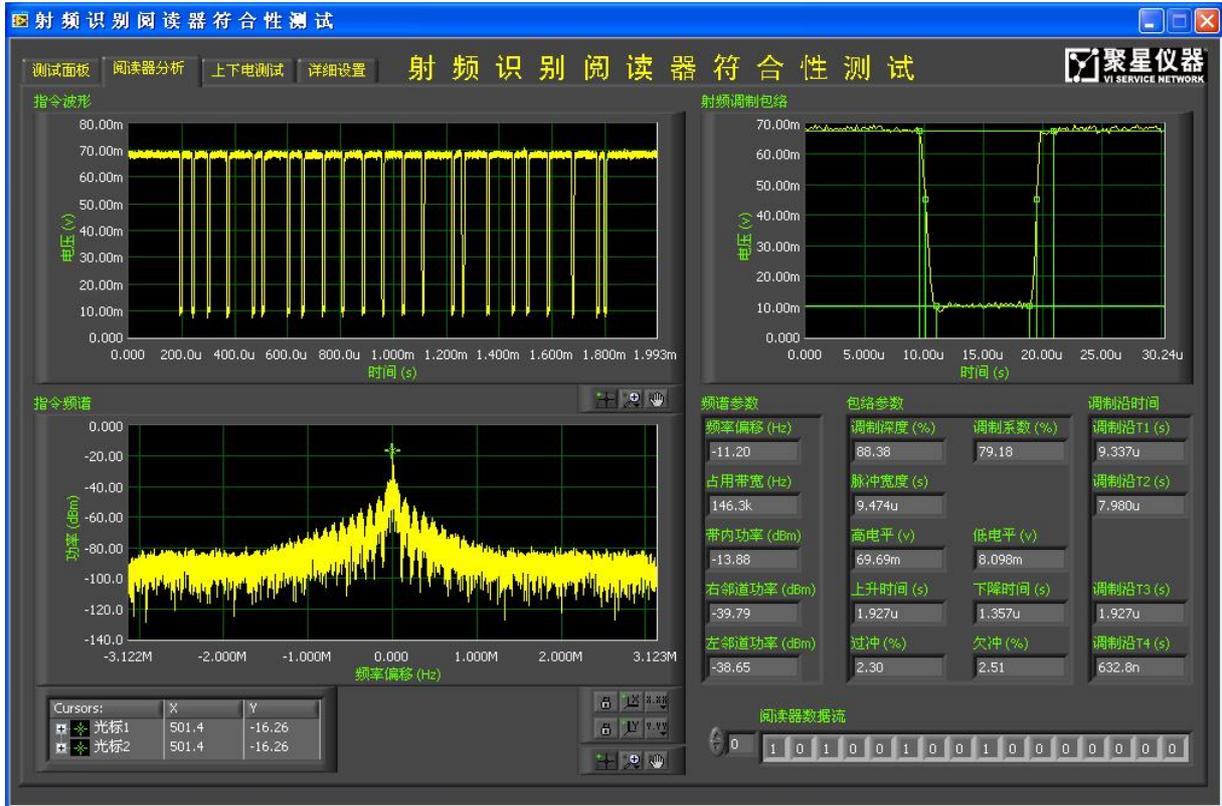


### 注意

大多数被测阅读器不能够提供数字触发信号，所以典型使用的触发方式为模拟信号的功率触发。对于高频频段测试，被测阅读器发送的射频载波信号通常是连续的，请设置为模拟下降沿触发，检测到指令信号的第一个下降沿时开始采集。对于超高频频段测试，被测阅读器发送的射频载波信号通常是脉冲的，请设置为模拟上升沿触发，检测到射频载波上电时开始采集。

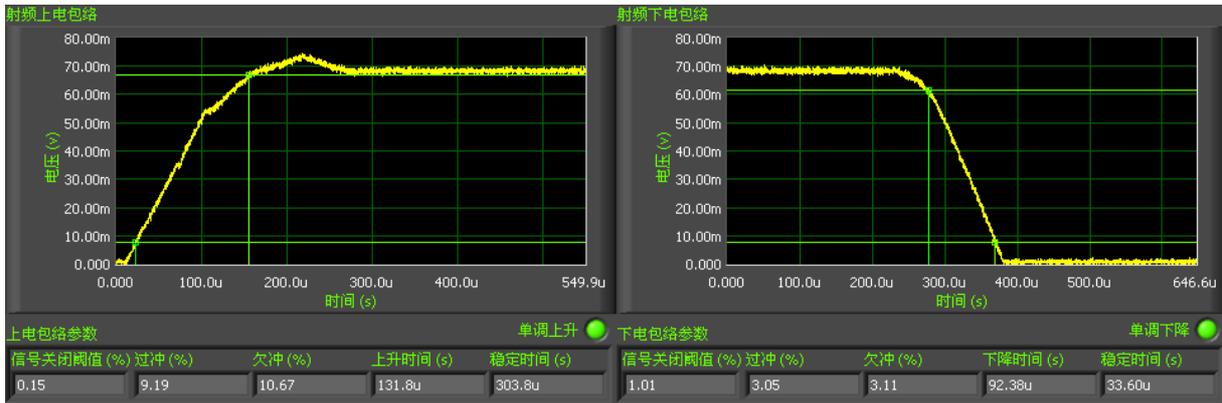
**触发门限：**模拟信号触发的判定阈值，在其他触发方式下该参数无效。触发门限也可以通过时域波形图表上的光标进行设置。

**预触发：**在触发时刻之前缓存的信号长度，用于保证采集到一帧完整的信号，而不丢失开始部分。



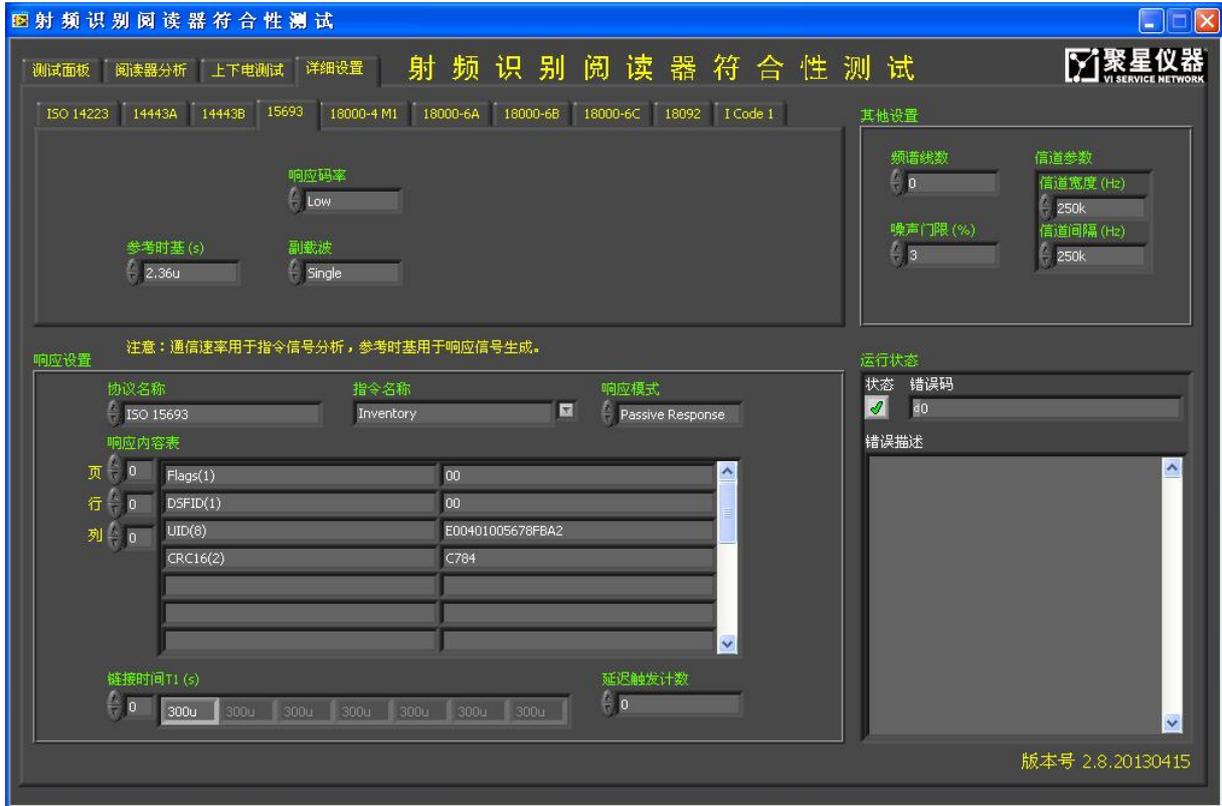
阅读器分析页面

阅读器分析页面：显示阅读器指令信号的分析结果，包括时域波形，功率，频谱，射频包络，调制参数和数据流等。



上下电测试页面

上下电测试页面：显示阅读器射频载波上下电阶段的分析结果，包括射频包络，单调性等。对于高频频段测试，被测阅读器发送的射频载波信号通常是连续的，测试规范中未定义具体要求。



详细设置页面

**详细设置页面：**包括与协议相关的编码调制参数，响应设置参数，以及其他参数设置。其中与协议相关的参数均来源于 RFID 标准的定义，请参考对应的 RFID 标准以获得更多的细节信息，其余参数说明如下。

**协议名称：**预期的 RFID 标准，软件将根据设置值确定如何分析采集到的指令信号，以及如何向被测阅读器返回响应信号。

**指令名称：**预期的 RFID 指令，软件将根据设置值确定如何格式化指令信号所包含的数据，以及如何组织响应信号所包含的数据。改变协议名称设置后，指令名称的下拉菜单会自动刷新。

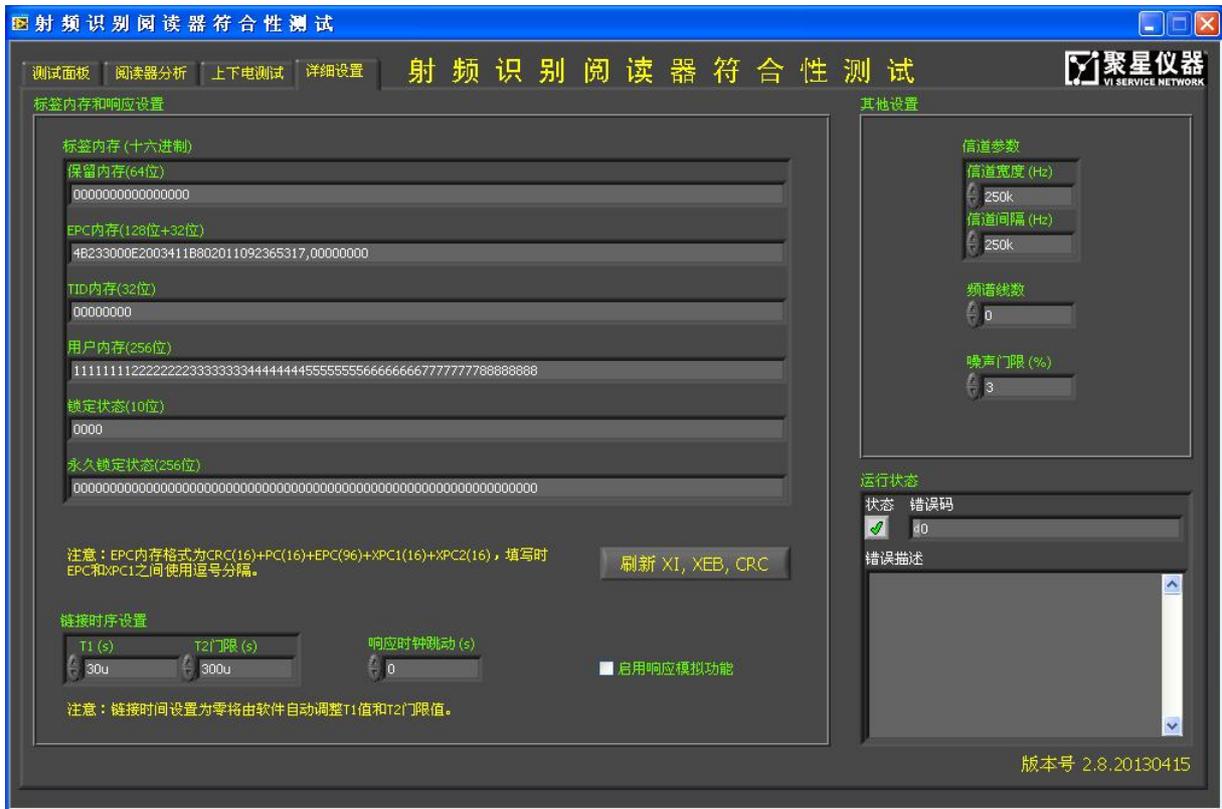
**响应模式：**测试系统向被测阅读器返回响应信号的模式，“No Response”为不返回响应，“Passive Response”为等待指令结束后返回响应，“Initiative Response”为主动发送响应。

**响应内容表：**选中的指令对应的响应内容会显示在下方的表中，用户可以在发送前自定义其中的数据。

**链接时间：**指定从指令信号结束以后，到开始发送响应信号之间等待的时间。

**延迟触发计数：**大多数情况下应保持默认值 0，支持多个协议的测试面板从指令信号的脉冲结束后开始计算链接时间，达到设置时间后即发送响应信号。在某些情况下，一帧指令信号内部的脉冲间隔可能比链接时间更长，这样就需要启用延迟触发计数来忽略指令信号内部的超长脉冲间隔，仅在正确的时刻发送响应信号。支持单个协议的测试面板采用不同机制，没有延迟触发计数选项。

其他参数设置：请参考射频识别标签符合性测试面板章节。



EPC Gen2 详细设置页面

由于 EPC Gen2 协议通信过程中存在实时握手机制，测试系统发送的响应信号不能够完全由用户自定义，支持 EPC Gen2 协议的测试面板的详细设置页面如上图所示。

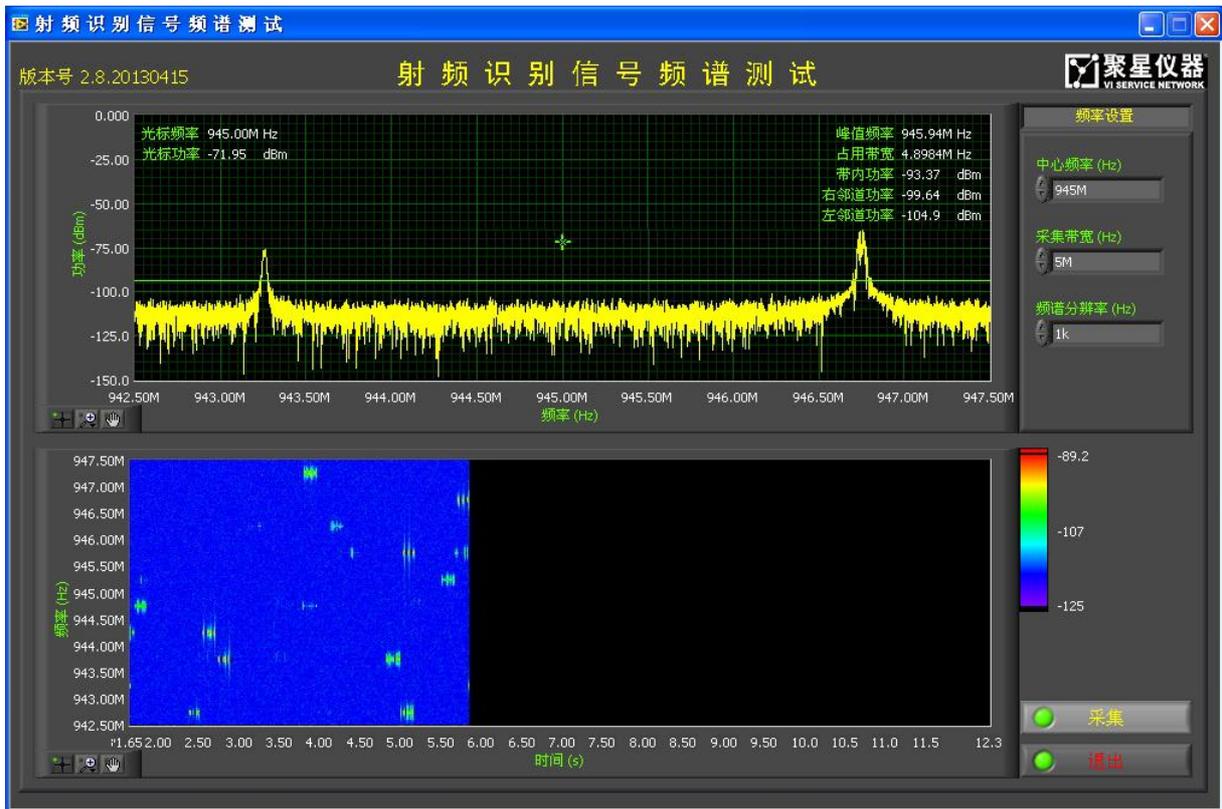
**标签内存：**填写标签内存各个分区的数据，用于测试过程中自动生成符合协议规定的响应信号。其中 XPC 字段为 EPC 内存的扩展数据，与 EPC 字段之间用逗号分隔。标签内存的部分数据存在关联关系，修改数值后请点击“刷新”按钮以自动更新关联字段。

**链接时序：**T1 为从指令信号结束以后，到开始发送响应信号之间等待的时间。T2 门限为从响应信号结束以后，到下一条指令信号之间等待的最大时间。

**响应时钟跳动：**大多数情况下应保持默认值 0，用于在理论响应数据率上增加随机的误差。

## 3.4 射频识别信号监听

### 3.4.1 频谱测量面板



频谱测量面板

#### I 工作流程

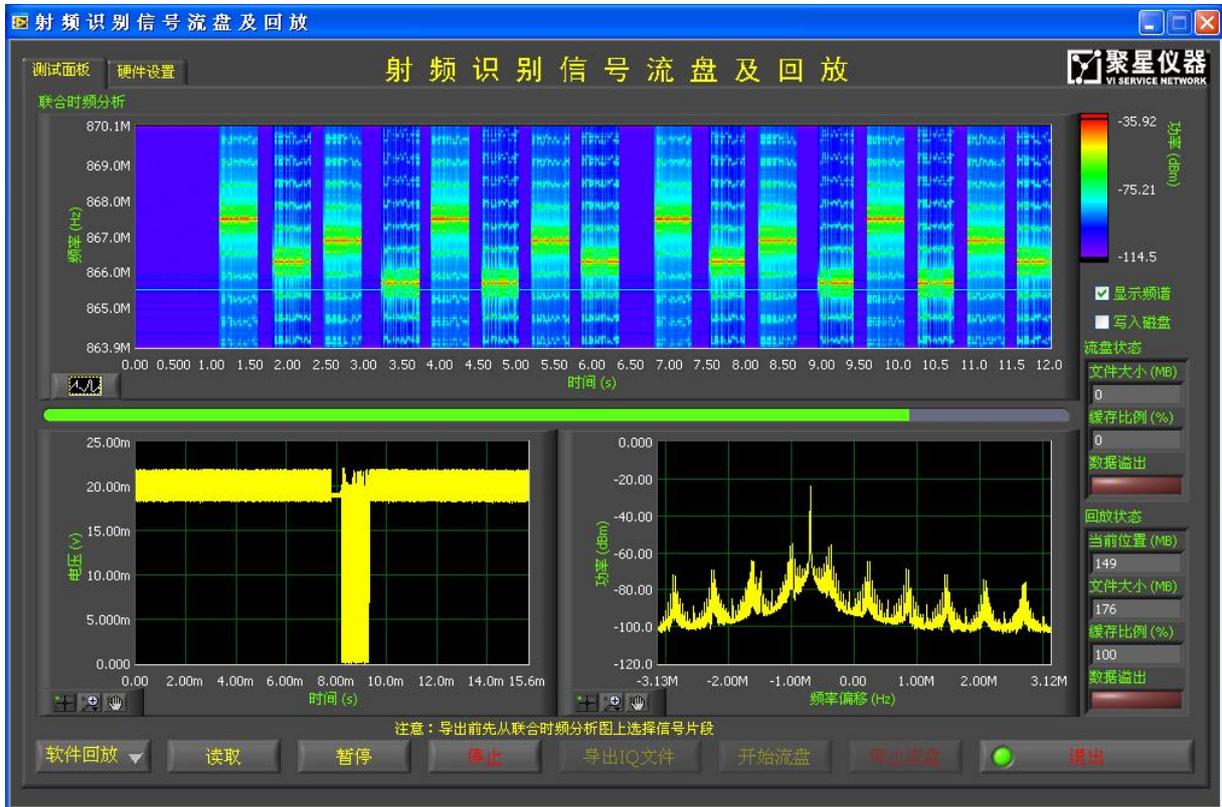
频谱测量面板基于宽频带的频谱，用于信号发现和简单的频谱参数测量，主要工作流程如下：

1. 按照设备管理器 MAX 的配置来设置硬件资源参数；
2. 设置采集的射频参数，例如频率、采集带宽等；
3. 点击“采集”按钮开始持续的信号采集以及频谱显示，如果设置的采集带宽大于硬件支持的信号带宽，软件会自动进行扫频操作。
4. 从频谱和联合时频分析图上查看数据和结果。

#### 注意

频谱测量面板的操作类似于传统的频谱仪，仅用于确定被测信号的特征，例如功率，频率等，详细的测试项目应当使用后续面板进行。典型的使用方式包括两种，一种是使用信号流盘面板在线记录信号，再使用信号监听测试面板离线分析信号，另一种是直接使用信号监听测试面板，通过触发采集的方式直接采集和分析信号。

### 3.4.2 信号流盘面板



信号流盘面板

#### I 工作流程

信号流盘面板用于连续不间断的记录信号，以及离线回放信号，主要工作流程如下：

1. 按照设备管理器 MAX 的配置来设置硬件资源参数；
2. 设置采集的射频参数，例如频率、采集带宽等；
3. 点击“开始流盘”按钮开始持续的信号采集以及频谱显示；
4. 查看时域波形，频谱，以及联合时频分析图，确认信号是否被正确采集到；
5. 确认信号后，选中写入磁盘选项，开始进行连续不间断的信号记录；
6. 点击“停止流盘”按钮结束信号采集和记录；
7. 点击“读取”按钮可以重新加载并回放已保存的信号；
8. 选取需要分析的信号后，点击“导出 IQ 文件”按钮截取信号片段，用于在信号监听测试面板中进行详细分析。

#### I 详细说明

**回放方式：** 离线回放信号时可以选择回放方式为软件回放或硬件回放，其中软件回放将读取已保存的信号并显示在软件面板上，用于信号的重现，选取，导出和分析，其中硬件回放将读取已保存的信号并下载至硬件模块，通过发射端将信号重新向外发送，用于信号模拟，干扰测试等。

**导出 IQ 文件：**截取需要的信号片段并保存为独立的数据文件，可以在信号监听测试面板中重新加载和分析，导出的具体步骤如下。

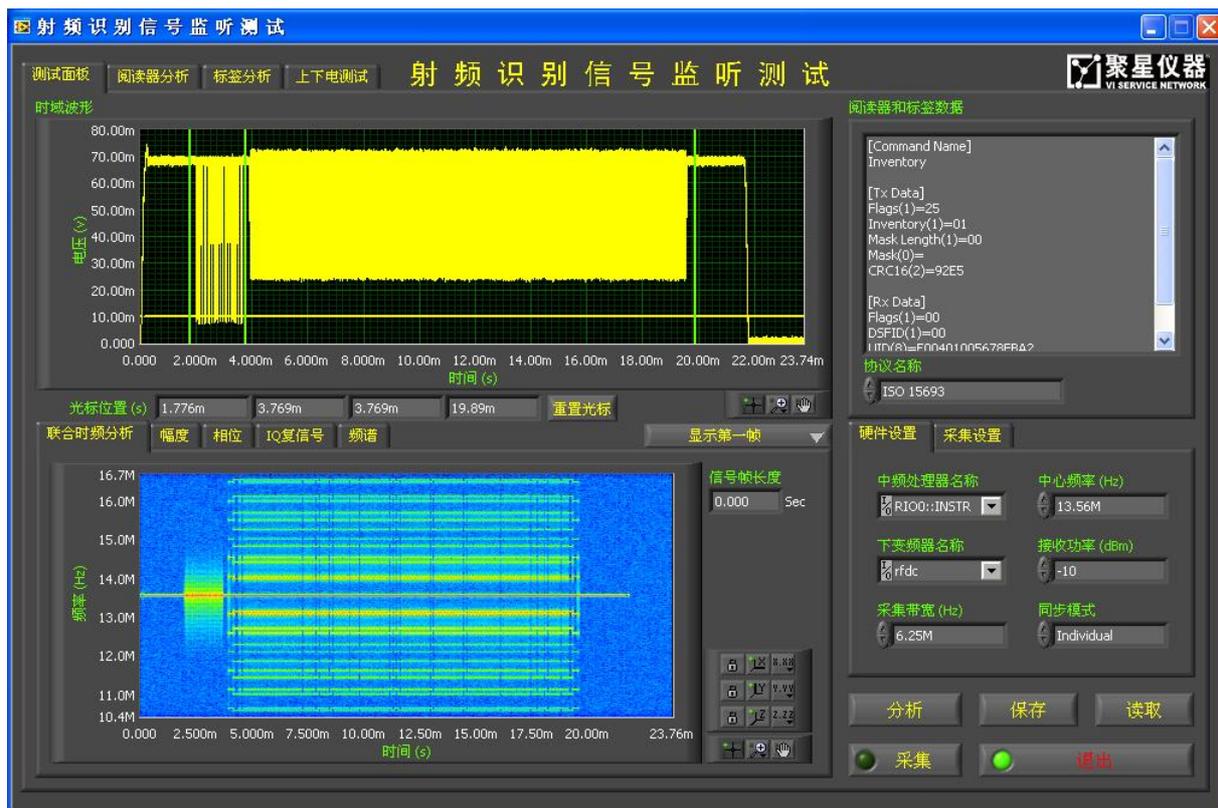
1. 在软件回放模式下，从联合时频分析图上查看是否有需要分析的信号出现，一段高亮的图形通常代表了一个完整的通信过程；
2. 点击“暂停”按钮，以便进行信号选取；
3. 在联合时频分析图上，在信号片段左侧点击左键，并拖动至信号片段右侧以放大并选取信号；
4. 选取的信号片段将全屏显示，点击联合时频分析图左下角按钮可重新显示所有信号；
5. 点击“导出 IQ 文件”按钮，截取需要的信号片段并保存为独立的数据文件。



### 注意

信号流盘面板上的联合时频分析图的时间轴为秒级，射频信号在一秒的时间长度上包含的数据量是非常大的，远大于信号监听测试等面板能够支持的最大数据量。在进行信号导出时，选取的信号片段典型的应控制在 100 毫秒以内，最大不超过 300 毫秒。

### 3.4.3 信号监听测试面板



信号监听测试面板

## I 工作流程

射频识别信号监听测试面板用于采集并分析被测阅读器发送的指令信号，以及被测标签发送的响应信号，主要工作流程如下：

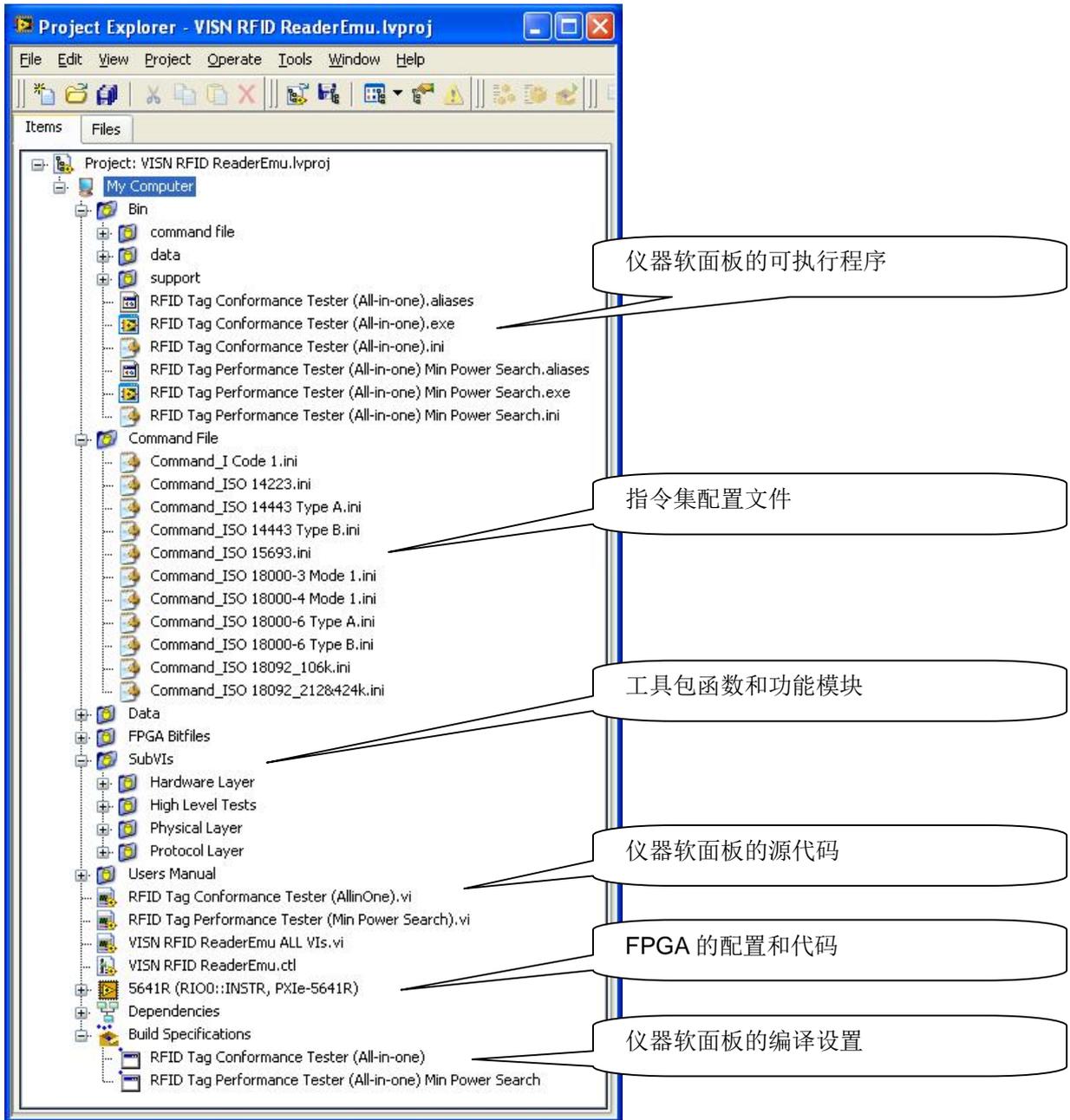
1. 按照设备管理器 MAX 的配置来设置硬件资源参数；
2. 设置采集的射频参数，例如频率、采集时间等；
3. 设置采集的触发参数，例如触发类型，门限等；
4. 点击“采集”按钮开始等待触发信号，触发后采集指令信号和响应信号；
5. 查看时域波形，确认信号是否被正确采集到；
6. 通过使用光标在时域波形上进行选择，手动定位信号；
7. 设置分析的协议参数，例如 RFID 协议，点击“分析”按钮，以分析和显示结果；
8. 点击“保存”按钮可以将采集到的信号保存至磁盘，点击“读取”按钮可以重新加载已保存的信号；
9. 点击“阅读器分析”页面，“标签分析”页面以及“上下电测试”页面可以查看更多测试结果，点击“详细设置”页面可以设置更多细节参数。

## I 详细说明

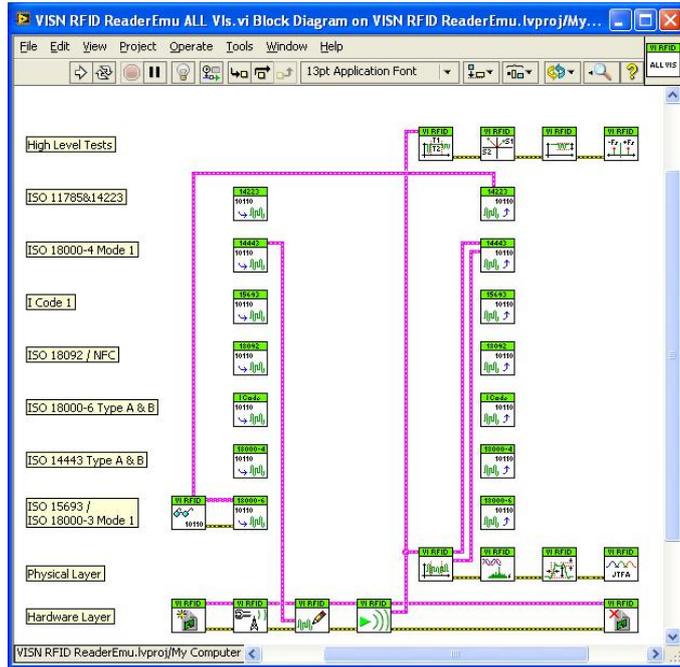
相关设置请参考射频识别标签符合性测试面板，以及射频识别阅读器符合性测试面板章节。

### 3.5 软件工具包

软件工具包是封装好的功能模块，用于用户二次开发，或由最上层的自动测试套件进行统一的控制和调用。根据被测件类型的不同，软件工具包分为标签测试，阅读器测试和信号监听三个分类，每一个分类具体又包含一个或多个工具包支持不同 RFID 标准的不同测试功能。软件工具包以工程模板的形式提供，在工程模板中还包含了仪器软面板的源代码，用户可以根据需求修改和增强仪器软面板的各项功能。

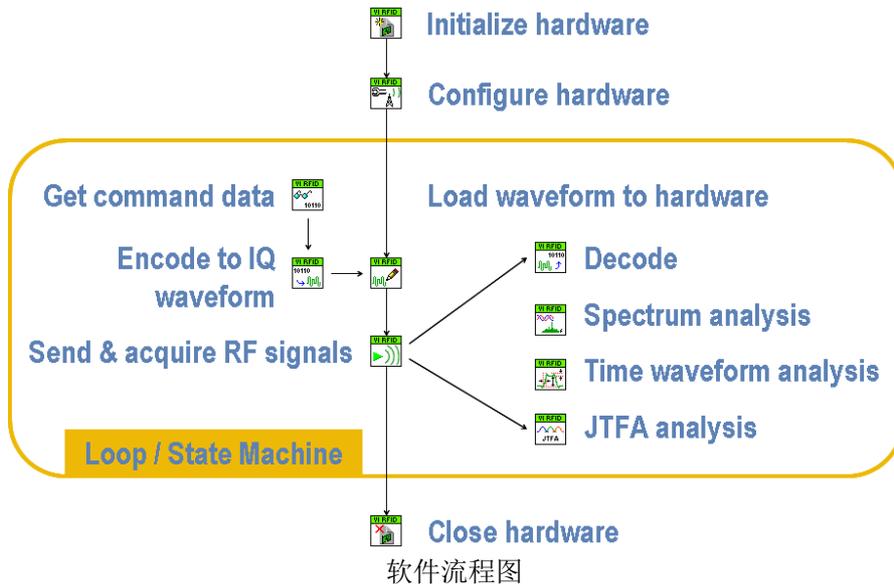


软件工具包工程模板



工具包函数分组

从工程模板中打开 **All VIs** 或者 **VI Tree**，可以看到整个软件工具包所包含的所有函数和功能模块的概况，主要划分为三个分组：硬件控制、物理层测试、协议层测试。其中，硬件控制模块实现对硬件资源的控制，包括硬件的配置、触发采集等；物理层测试模块实现对信号的物理参数测试，包括时、频、调制域的各种测量分析；协议层测试模块实现对信号的协议参数测试，包括数据分析，帧结构分析等。



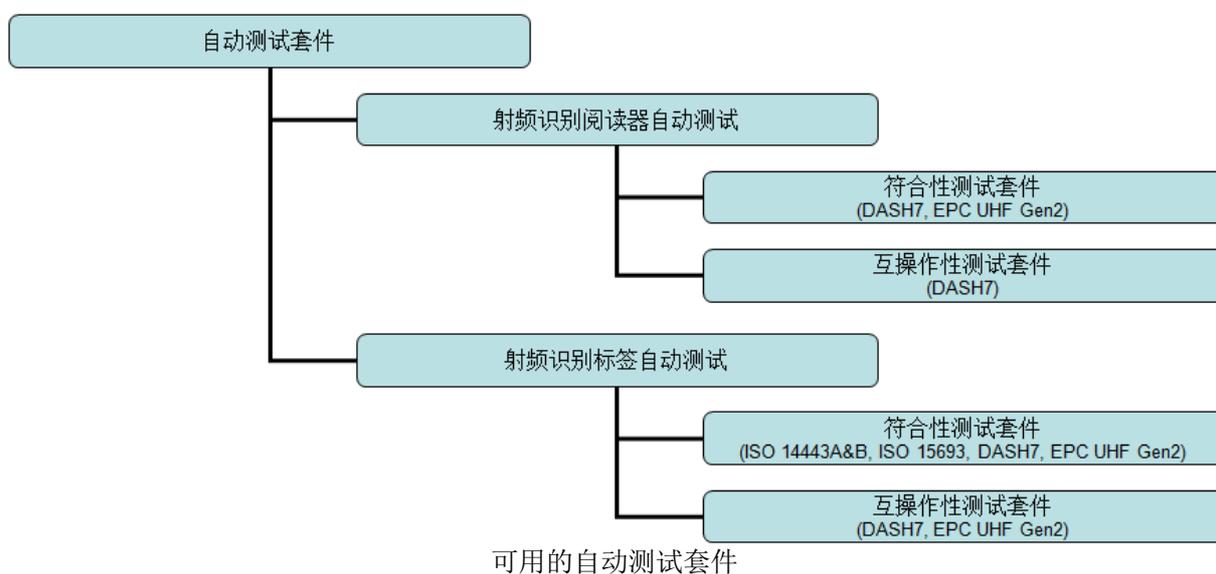
软件流程图

仪器软面板或者自动测试套件，通过调用函数和功能模块实现对应的手动或自动测试功能。典型的软件流程图如上图所示，在对硬件资源进行初始化和配置之后，在状态机中反复执行下载信号，发射信号，采集信号，分析信号等步骤，完成整个测试之后，再关闭硬件资源。

## 使用自动测试套件

### 4.1 关于自动测试套件

自动测试套件是根据测试规范编写的预定义测试序列，能够通过简单配置自动完成各项测试，并生成测试报告。根据被测件类型的不同，自动测试套件分为标签测试和阅读器测试两个分类，每一个分类具体又包含一个或多个测试序列支持不同 RFID 标准的不同测试功能。



#### 注意

1. 适用于不同 RFID 标准的自动测试套件之间略有不同，以下将采用其中一个套件进行主要说明，并配合其余套件简要说明不同点。
2. 自动测试套件需要配置的部分参数来源于 RFID 标准的定义，请参考对应的 RFID 标准以获得更多的细节信息。

### 4.2 配置自动测试套件

#### I 登录自动测试套件

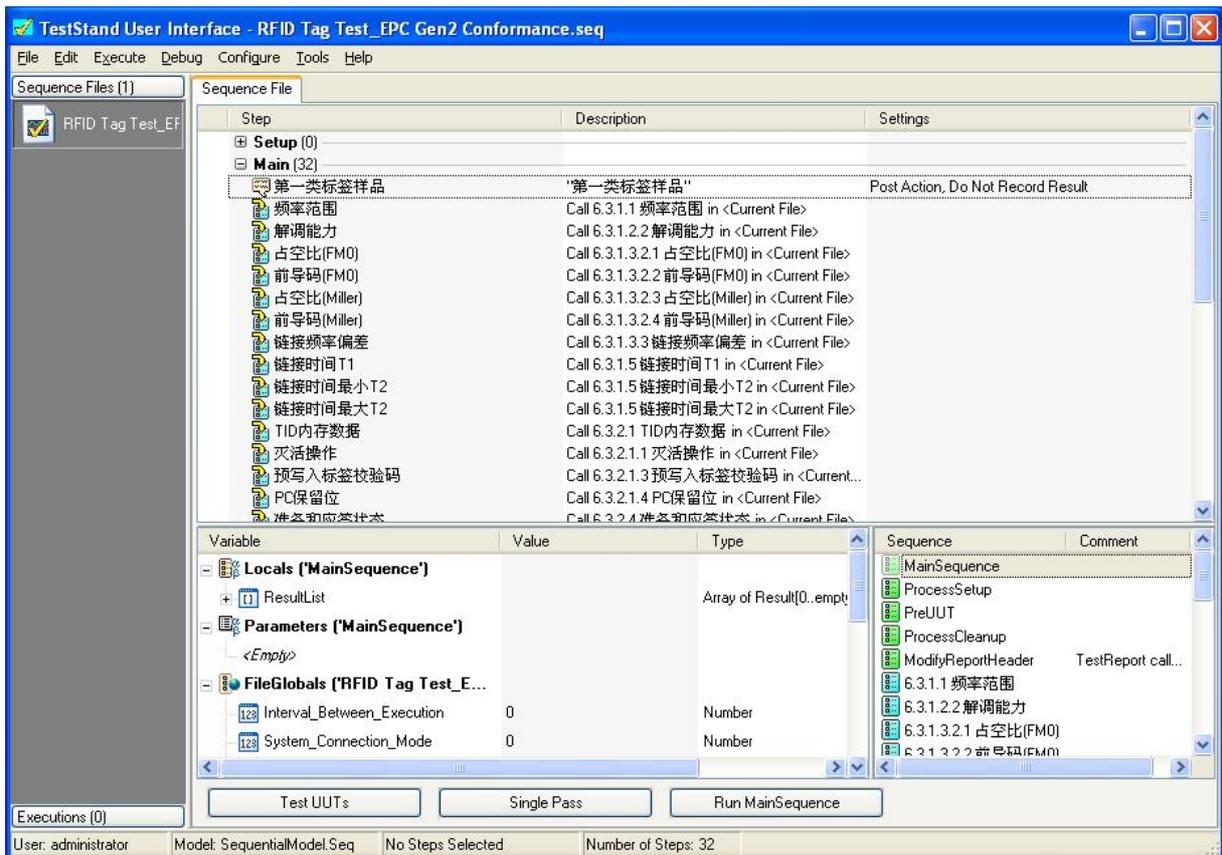


用户登录界面

自动测试套件可以运行于操作模式或者编辑模式，其中操作模式用于日常使用，编辑模式用于编辑和开发测试序列。从操作模式启动自动测试套件后，首先需要进行用户登录，系统默认的用户名为 administrator，默认的密码为空，登录后可以编辑用户名和密码。

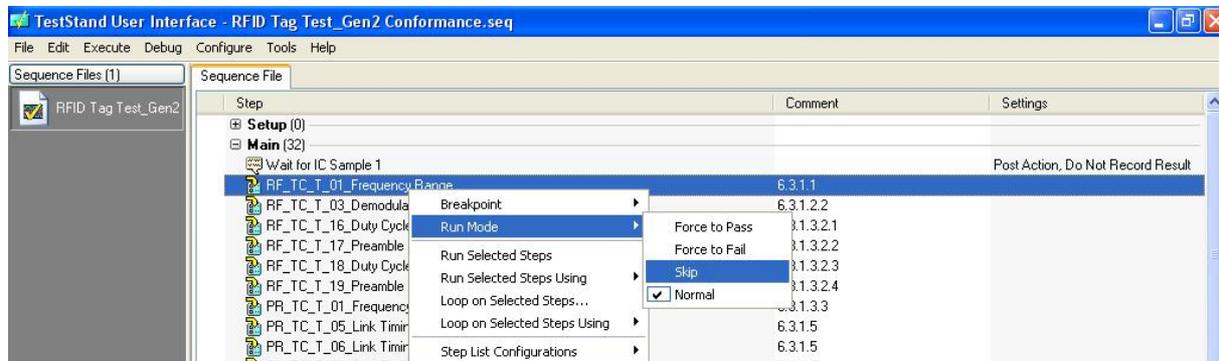
## I 加载测试序列

用户登录成功后，可以选择读取扩展名为“.seq”的预定义测试序列，加载测试序列后的自动测试套件界面如下图所示。



自动测试套件

左侧区域将显示所有已加载的测试序列名称，点击测试序列名称后，右侧区域将显示该测试序列的具体内容，包括测试项目，设置和参数等。点击右下角的任意测试项目后，可以查看该测试项目包含的具体测试步骤，点击 **MainSequence** 返回到主测试序列。



设置运行模式

运行测试序列前可以根据实际测试安排对每一个测试步骤设置运行模式，默认的运行模式为“Normal”，可以通过右键菜单设置为“Force to Pass”，“Force to Fail”或“Skip”。

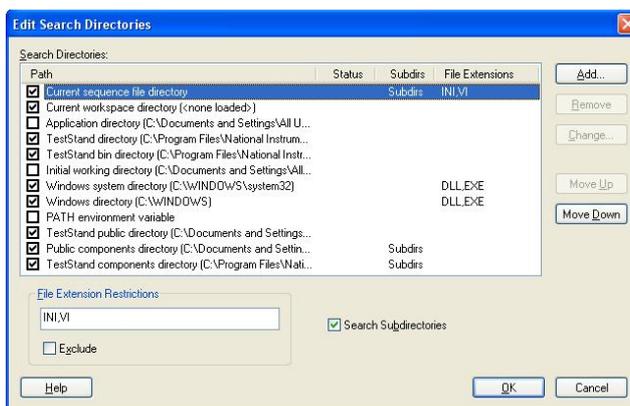


**注意**

测试序列的更多设置功能，例如运行顺序，全局变量等，在操作模式下是禁止修改的，如果需要编辑这些内容，请从编辑模式启动自动测试套件，并加载测试序列。

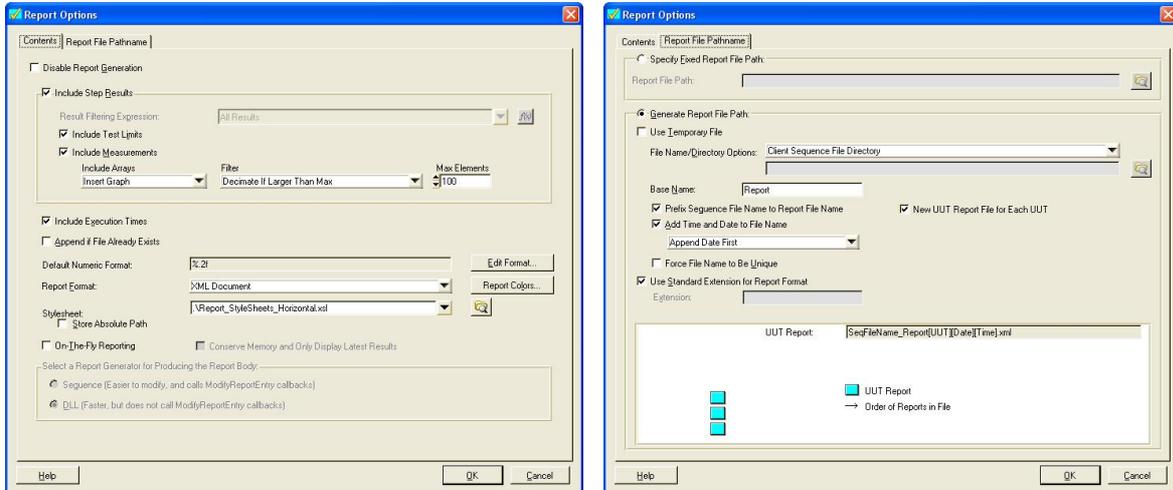
## I 设置运行环境参数

第一次运行自动测试套件前，推荐按照以下参数对运行环境进行设置，以便自动测试套件能够正确调用相关函数库，并正确生成报告。



设置搜索属性

在搜索属性中，选中“Current sequence file director”，以及“Search Subdirectories”，搜索文件类型设置为“INI”和“VI”。



设置报告属性

在报告属性中，请将报告的格式文件路径设置为“.\Report\_StyleSheets\_Horizontal.xsl”，启用射频识别测试专用为格式文件，以及将报告的数字格式设置为“%.3f”，以获得最佳的显示效果。

### 4.3 运行自动测试套件

点击“TestUUTs”按钮运行自动测试套件，预定义的测试序列将按照顺序依次执行各个测试项目，针对 RFID 阅读器或标签的单个测试项目的工作流程如下。

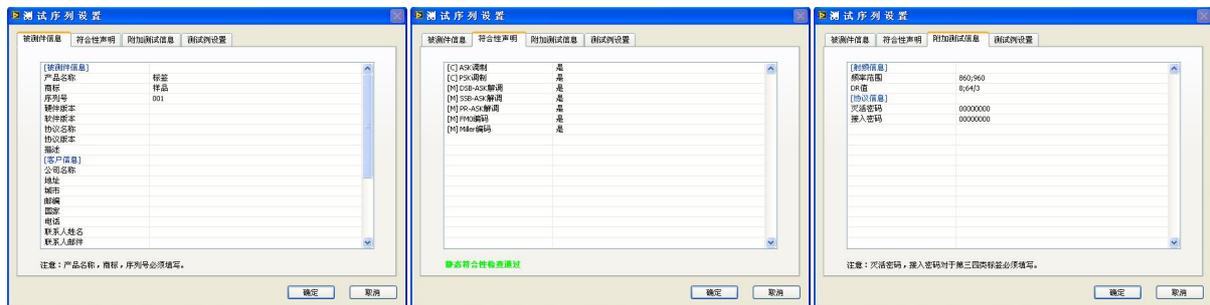
#### I 阅读器测试项目

序号	执行方向	执行操作	关联操作
1	测试系统	提示需要设置的参数，以及需要发送的信号	操作员根据提示设置被测阅读器
2	被测件 à 测试系统	根据测试规范发送指定的指令信号	
3	测试系统	采集指令信号并与测试规范相比较	
4	测试系统 à 被测件	发送对应的响应信号	
5	被测件	识别和处理响应信号	操作员查看被测阅读器是否正常工作

#### I 标签测试项目

序号	执行方向	执行操作	关联操作
1	测试系统 à 被测件	根据测试规范发送指定的指令信号	
2	被测件	识别和处理指令信号	
3	被测件 à 测试系统	发送对应的响应信号	
4	测试系统	采集响应信号并与测试规范相比较	

自动测试套件开始运行后，需要填写测试相关的信息，包括被测件信息，符合性声明，附加测试信息，这些信息将被保存在 CSV 表单中，与测试序列的执行结果共同组成完整的测试报告。



测试相关信息

其中被测件信息包括产品名称，商标，序列号等内容，符合性声明包括被测件强制的或可选的需要支持的技术指标，如果此处填写的强制技术指标不符合，软件会提示“静态符合性检查失败”，而无法进行后续测试，附加测试信息包括测试时可能需要用到的技术参数，例如被测件密码等。



超高频测试例设置

测试相关信息填写完成后，需要对测试例进行设置，其中部分参数是根据测试规范而来的预定义值无需修改，仅部分与测试环境相关的参数需要根据实际情况进行修改。

**链接频率：**预定义的测试参数组合，无需修改。

**中心频率：**仅针对超高频频段测试，测试时使用的射频载波频率，一般需覆盖 RFID 标准定义的频段的中心点以及边界点，可以点击右键增加或删除参数。

**发射功率：**与各个中心频率对应的发射信号的最大功率，未调制的射频载波功率值与此相等，调制信号的功率值小于此值，可以点击右键增加或删除元素，填写的参数个数应当与中心频率个数相等。

**接收功率：**与各个中心频率对应的接收信号预期的最大功率，应当严格根据接收信号的实际最大功率进行调节，可以点击右键增加或删除元素，填写的参数个数应当与中心频率个数相等。

**参考时基：**预定义的测试参数组合，无需修改。

**协议名称：**选择与被测件对应的 RFID 标准，其中 EPC UHF Gen2 和 ISO 18000-6C 为同一个 RFID 标准，但依据的测试规范不相同，执行的测试例也不相同。

**延时：**单个测试步骤之间的延时时间，用于等待被测件恢复到稳定状态。

**连接方式：**选择使用电缆有线连接，或者使用天线无线连接，高频频段测试无需进行区分，没有连接方式控件。

[被测件信息]	
产品名称	标签
商标	样品
序列号	001
硬件版本	
软件版本	
协议名称	
协议版本	
描述	
[客户信息]	
公司名称	
地址	
城市	
邮编	
国家	
电话	
联系人姓名	
联系人邮件	

协议名称: ISO 14443 Type A

输出通道增益 (dB): 0

输入通道增益 (dB): 0

校准通道增益 (dB): -20

延时 (s): 0.1

噪声门限 (%): 3

场强 (A/m): 1.50 4.50 7.50 0.00

发射功率 (dBm): 0.00 0.00 0.00 0.00

接收功率 (dBm): 0.00 0.00 0.00 0.00

确定 取消

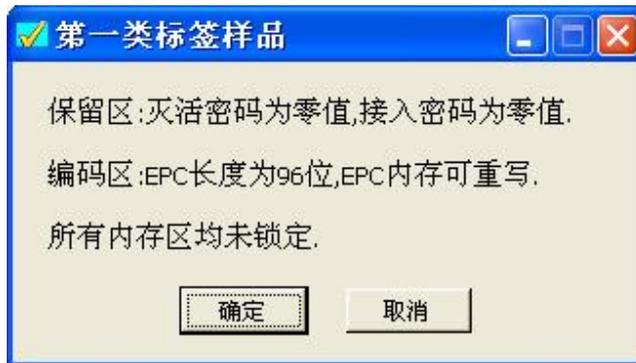
高频测试例设置

高频频段测试没有中心频率控件，所有项目均在 13.56MHz 频率下进行测试，此时填写的发射功率和接收功率，是与各个场强对应的数值，填写的参数个数应当与场强个数相等。

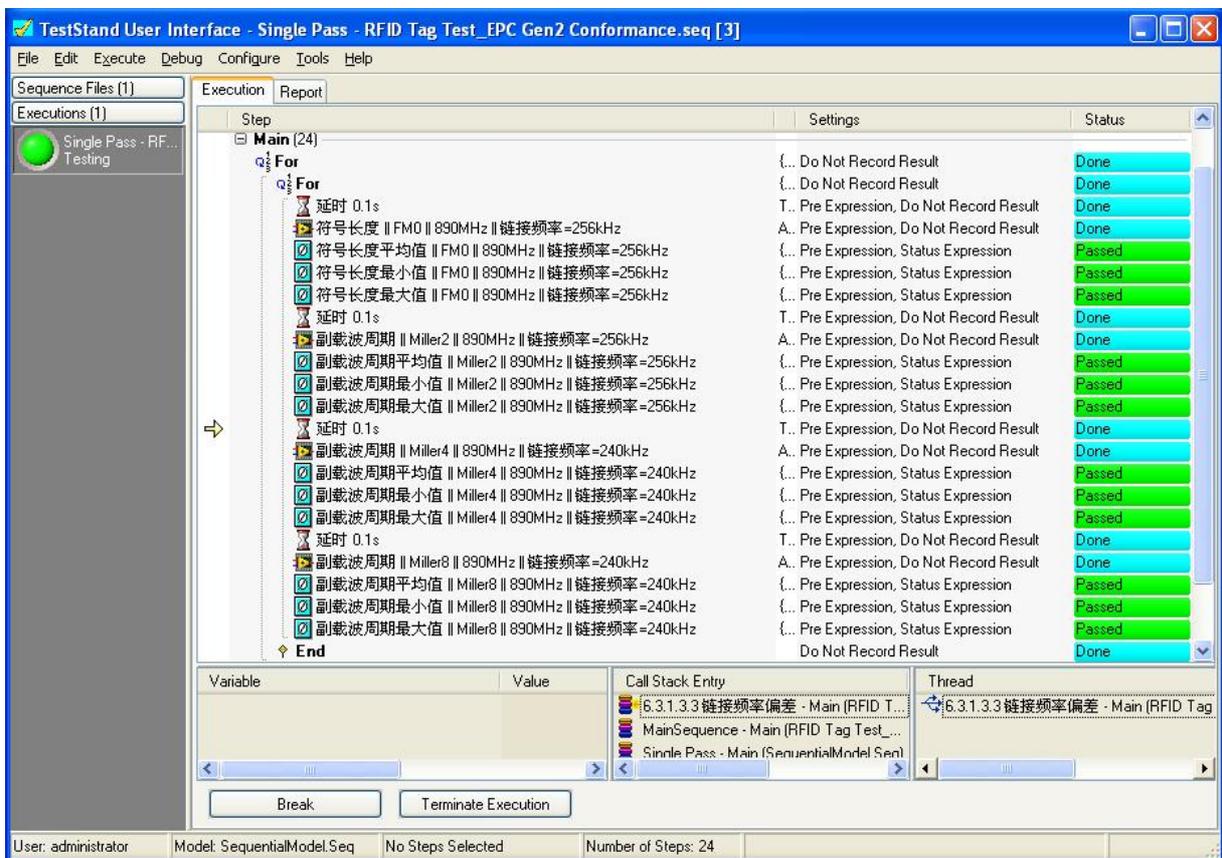
### 注意

发射功率和接收功率是典型的与测试环境相关的参数，需要根据实际情况进行修改，请参考 3.2.5 功率调节及预测试，在运行自动测试套件之前，先使用仪器软面板确认发射和接收的信号功率是否合适，被测件是否能够稳定工作。

点击确定后，自动测试套件将提示操作员准备被测件样品，并依次执行对应的测试序列。在测试的整个过程中，可能会需要多个被测件样品，用于测试不同的密码状态，不同的内存数据和状态等。



准备被测件样品



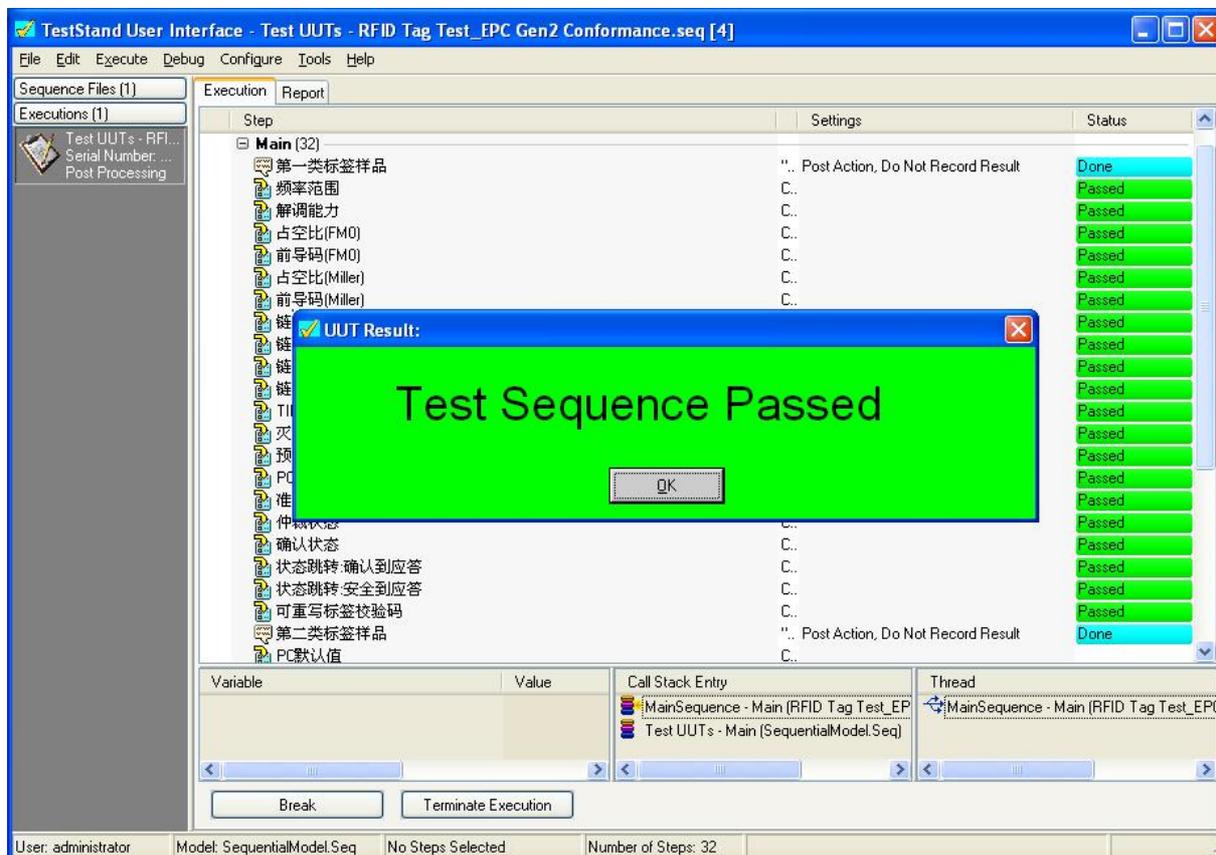
执行中的测试序列

测试序列的执行过程中，自动测试套件会实时显示当前运行的测试项目，测试步骤，测试参数，以及已完成的测试结果，如上图所示。

**测试结果：**具体分为“Done”，“Passed”，“Failed”，“Inconclusive”四类，其中“Done”表示一个非测试步骤的动作执行完成，例如延时完成，“Passed”表示一个测试步骤通过，“Failed”表示一个测试步骤失败，“Inconclusive”表示一个测试步骤未能获得有效的信号而无法判断。



对于阅读器测试来说，由于被测阅读器不能够被测试系统所控制，执行每一个测试项目之前，都需要操作员根据提示设置被测阅读器。设置完成后点击确定使测试系统开始等待采集信号，然后再操作被测 RFID 阅读器根据测试规范发送指定的指令信号。



测试序列通过

测试序列执行完成之后，自动测试套件会显示整体的测试结果，即通过与否，以及每一个测试项目的摘要，用于快速定位未通过的测试项目。

## 4.4 测试结果和报告

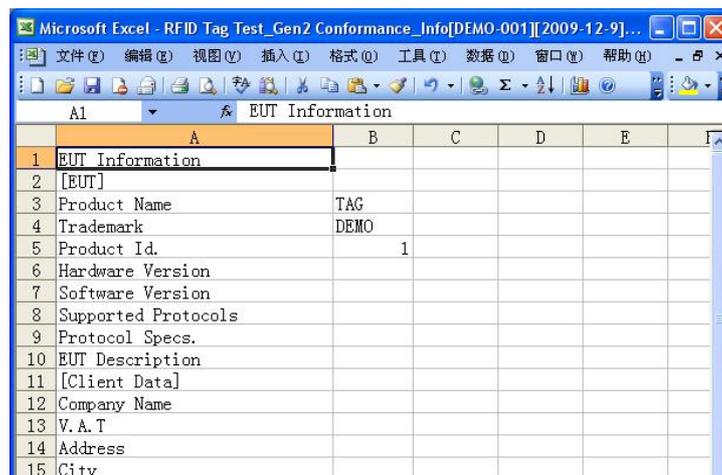
自动测试套件生成的测试结果和报告包括以下三类文件：测试报告，测试信息，测试日志。

- I **测试报告：**格式化的测试序列执行结果，包括测试序列的整体结果，每个测试项目的数据和结果。默认的文件名称格式为：测试序列名称\_Report[被测件序列号][测试日期][测试时间].xml
- I **测试信息：**测试时填写的测试相关信息，包括被测件信息，符合性声明，附加测试信息。默认的文件名称格式为：测试序列名称\_Info[被测件序列号][测试日期][测试时间].csv
- I **测试日志：**测试系统执行的每一个动作，参数，以及时间戳。默认的文件名称格式为：测试序列名称\_Log[被测件序列号][测试日期][测试时间].csv



测试报告

测试报告是一个包含三个层次结构的 XML 表单，首先是测试序列的整体结果，包含测试的设备，规范，时间等信息，每个测试序列中包含若干个测试项目，如果所有测试项目结果都为通过，则测试序列通过。第二层是每个测试项目的结果，每个测试项目包含若干个测试步骤，如果所有测试步骤结果都为通过，则测试项目通过。第三层是每个测试步骤详细的测试数据，理论限值，以及判定结果。



测试信息

测试信息是一个 CSV 表单，记录测试时填写的测试相关信息，包括被测件信息，符合性声明，附加测试信息。

Time	Event	Status	Parameters
16:09:42	Initialize System	OK	RFUC=rfunc,RFDC=2,IFRIO=RI00::INSTR,Sync=Individual,Connection=Air Interface
====	Step Name	====	Response Detection
16:09:45	Configure Hardware	OK	Freq=888M,Power=15,Ref=-20,BW=12.5M;
16:09:45	Configure Modulation	OK	Mod=DSB-ASK,Depth=90;
16:09:45	Configure Timing	OK	Tari=25u,Delimiter=12.5u,RTcal=2.5,TRcal=1.6,PW=0.5,Edge=0.3,PIEx=0.5;
16:09:45	Configure Turn-around Time	OK	T2=10;T3=10;T4=5;
16:09:45	Download Command	OK	CMD Type=Inventory;CMD Name=Query;Command(4)=1000;DR(1)=0;M(2)=00;TRext(1)=C
16:09:45	Receive Response	OK	Rsp of Query=0111111000100001;
====	Step Name	====	Response Detection
16:09:46	Configure Hardware	OK	Freq=890M,Power=15,Ref=-20,BW=12.5M;
16:09:46	Configure Modulation	OK	Mod=DSB-ASK,Depth=90;
16:09:46	Configure Timing	OK	Tari=25u,Delimiter=12.5u,RTcal=2.5,TRcal=1.6,PW=0.5,Edge=0.3,PIEx=0.5;
16:09:46	Configure Turn-around Time	OK	T2=10;T3=10;T4=5;
16:09:46	Download Command	OK	CMD Type=Inventory;CMD Name=Query;Command(4)=1000;DR(1)=0;M(2)=00;TRext(1)=C
16:09:46	Receive Response	OK	Rsp of Query=1011000111110011;
====	Step Name	====	Response Detection
16:09:46	Configure Hardware	OK	Freq=892M,Power=15,Ref=-20,BW=12.5M;
16:09:46	Configure Modulation	OK	Mod=DSB-ASK,Depth=90;
16:09:46	Configure Timing	OK	Tari=25u,Delimiter=12.5u,RTcal=2.5,TRcal=1.6,PW=0.5,Edge=0.3,PIEx=0.5;
16:09:46	Configure Turn-around Time	OK	T2=10;T3=10;T4=5;
16:09:46	Download Command	OK	CMD Type=Inventory;CMD Name=Query;Command(4)=1000;DR(1)=0;M(2)=00;TRext(1)=C
16:09:46	Receive Response	OK	Rsp of Query=00100110110010101;
====	Step Name	====	Response Detection
16:09:46	Configure Hardware	OK	Freq=888M,Power=15,Ref=-20,BW=12.5M;
16:09:46	Configure Modulation	OK	Mod=DSB-ASK,Depth=90;
16:09:46	Configure Timing	OK	Tari=6.25u,Delimiter=12.5u,RTcal=2.5,TRcal=2,PW=0.32,Edge=0.3,PIEx=0.5;
16:09:46	Configure Turn-around Time	OK	T2=10;T3=10;T4=5;
16:09:46	Download Command	OK	CMD Type=Inventory;CMD Name=Query;Command(4)=1000;DR(1)=0;M(2)=00;TRext(1)=C
16:09:46	Receive Response	OK	Rsp of Query=0011101001101111;
====	Step Name	====	Response Detection

### 测试日志

测试日志是一个 CSV 表单，记录测试系统执行的每一个动作，参数，以及时间戳，仅用于系统的调试和故障诊断。

# 附录 A. 系统指标

## A.1 性能指标

### 射频信号发射

频率范围.....	100 kHz to 3.6 GHz
实时带宽.....	20 MHz
输出功率范围.....	-110 dBm ~ +27 dBm (可选+37 dBm)
输出功率步进.....	0.1 dB
绝对准确度.....	±1.0 dB (可选±0.2dB)
时钟准确度.....	±2.5 ppm
相位噪声(10 kHz 偏置) .....	-105 dBc/Hz
噪声本底(1 GHz) .....	-145 dBm/Hz
调谐速度.....	2 ms
输出阻抗.....	50 Ω
输出接口.....	SMA
耦合方式.....	AC

### 射频信号接收

频率范围.....	100 kHz to 3.6 GHz
实时带宽.....	20 MHz
输入功率范围.....	-110 dBm ~ +20 dBm
输入功率步进.....	1.0 dB
绝对准确度.....	±0.75 dB (可选±0.2dB)
时钟准确度.....	±2.5 ppm
相位噪声(10 kHz 偏置) .....	-105 dBc/Hz
噪声本底(1 GHz) .....	-150 dBm/Hz
调谐速度.....	2 ms
输入阻抗.....	50 Ω
输入接口.....	SMA
耦合方式.....	AC

### 数字信号处理

模数转换采样率.....	100 MS/s
模数转换采样精度.....	14 bits
抽取倍数.....	4~4096
数模转换采样率.....	200 MS/s
数模转换采样精度.....	14 bits
插值倍数.....	4~252
FPGA.....	Xilinx Virtex 5
板载内存.....	128 MB
下行数据传输率.....	50 MB/s
上行数据传输率.....	100 MB/s
触发接口.....	1 通道, 3.3 V, 5 V 兼容
数字信号接口.....	7 通道, 3.3 V, 5 V 兼容

## A.2 测试不确定度

测试不确定度主要参数有功率不确定度、频率不确定度和时间不确定度等，量化不确定度的主要误差参数为随机误差和系统误差。

随机误差：随机误差是由于外部环境（温度、湿度等）、人为因素等产生的不可预测的偏离，符合统计学规律。

系统误差：系统误差是由于仪器结构不完善、仪器未校准好、等原因造成的误差，系统误差可以从仪器指标中得出。

### 功率不确定度

功率随机误差：

信号源发射功率为-10dBm 的信号，分析仪测量到的功率如下表所示：单位（dBm）。

-10.05	-10.04	-10.05	-10.05	-10.05	-10.05	-10.05	-10.05	-10.05	-10.05
-10.05	-10.05	-10.06	-10.06	-10.06	-10.06	-10.06	-10.06	-10.06	-10.06

算数平均值 A: -10.004 dBm

算数标准差  $\delta(P)0$ : 0.005 dB

功率系统误差：

系统用功率计进行校准后，功率误差为功率计的误差 0.18dB。

$\delta(P)1=0.18\text{dB}$

功率不确定度：

$\delta(P)=\sqrt{(\delta(P)0^2+\delta(P)1^2)}=0.18\text{dB}$

频率不确定度：

频率随机误差：

信号源发射频率为 1GHz 的信号，分析仪测量到的频率偏移如下表所示：单位（Hz）。

2.581	-0.5993	-1.175	2.411	1.577	-4.952	0.919	-2.059	-0.2881	-1.21
0.6641	-2.441	5.199	2.108	1.386	-0.7537	-0.4379	-2.045	-0.6367	-1.188

算数平均值 A: -0.047Hz

算数标准差  $\delta(f)0$ : 1.722Hz

频率系统误差：

系统参考时钟的稳定性为 2.5ppm，以 1GHz 计算频率误差为：

$\delta(f)1=1\text{G}\times 2.5\text{ppm}=2500\text{Hz}$

频率不确定度：

$\delta(f)=\sqrt{(\delta(f)0^2+\delta(f)1^2)}=2.5\text{ppm}$

时间不确定度

调制沿时间随机误差：

信号源发送调制信号，设置调制沿时间为 1.875us，分析仪测量到的调制沿时间如下表所示：单位（us）。

1.933	1.922	1.944	1.887	1.924	1.938	1.929	1.929	1.872	1.888
1.960	1.955	1.888	1.922	1.950	1.933	1.937	1.906	1.948	1.954

算数平均值 A: 1.926us

算数标准差  $\delta(\text{tr})0$ : 0.020us

脉冲宽度随机误差：

信号源发送调制信号，设置脉冲宽度为 3.125us，分析仪测量到的脉冲宽度如下表所示: 单位 (us)。

3.172	3.103	3.155	3.065	3.201	3.139	3.102	3.188	3.169	3.109
3.129	3.073	3.153	3.145	3.214	3.203	3.147	3.108	3.185	3.093

算数平均值 A: 3.143us

算数标准差  $\delta(PW)$  0: 0.036us

符号长度随机误差:

信号源发送调制信号，设置符号长度为 20.000us，分析仪测量到的符号长度如下表所示: 单位 (us)。

20.048	20.008	20.036	20.048	20.032	20.028	20.012	20.060	20.028	20.032
20.032	20.068	20.072	20.068	20.084	20.068	20.040	20.040	20.076	20.056

算数平均值 A: 20.047us

算数标准差  $\delta(T)$  0: 0.018us

占空比随机误差:

信号源发送调制信号，设置占空比为 50.00%，分析仪测量到的占空比平均值如下表所示: 单位 (%)。

49.88	49.98	49.91	49.88	49.92	49.93	49.97	49.85	49.93	49.92
49.92	49.83	49.82	49.83	49.79	49.83	49.90	49.90	49.81	49.86

算数平均值: 49.883%

算数标准差  $\delta(D)$  0: 0.045%

时间间隔系统误差:

数字信号采样率采用 12.5MHz，采样精度 14 位，测量调制沿时间采用 256 倍差值，信号幅度为满量程 10%，测量脉冲宽度，符号长度采用 8 倍差值:

$$\delta(t)1 = (1/2^{14}) / 0.1 * (1/fs) + (1/fs) / 8 = 0.010us$$

$$\delta(t)2 = (1/2^{14}) / 0.1 * (1/fs) + (1/fs) / 256 = 0.003us$$

$$\delta(D) = (Tpri/2 + \delta(t)1) / Tpri - (Tpri/2 - \delta(t)1) / Tpri = 0.51\%$$

调制沿时间不确定度:

$$\delta(tr) = \sqrt{\delta(tr)0^2 + \delta(t)2^2} = 0.02us$$

脉冲宽度不确定度:

$$\delta(PW) = \sqrt{\delta(PW)0^2 + \delta(t)1^2} = 0.04us$$

符号长度不确定度:

$$\delta(T) = \sqrt{\delta(T)0^2 + \delta(t)1^2} = 0.02us$$

占空比不确定度:

$$\delta(D) = \sqrt{\delta(D)0^2 + \delta(D)^2} = 0.51\%$$

信号幅度不确定度:

调制深度的随机误差:

信号源发送调制信号，设置调制深度为 90%，分析仪测量到的调制深度如下表所示: 单位: (%)。

89.80	89.83	89.80	89.59	90.03	90.10	90.04	89.98	90.10	89.61
90.17	90.10	89.74	89.80	90.02	90.00	89.92	89.96	89.94	89.94

算数平均值: 89.923%

算数标准差  $\delta(M)$  0: 0.130%

超调的随机误差:

信号源发送调制信号，设置超调为 0%，分析仪测量到的超调如下表所示: 单位: (%)。

1.02	0.73	0.49	0.77	1.28	1.04	1.03	0.92	0.92	1.25
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

0.87	0.66	0.64	0.84	0.63	1.37	1.00	1.09	0.72	1.02
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

算数平均值: 0.915%

算数标准差  $\delta(O)$ : 0.188%

信号幅度系统误差:

由于模数转换采样精度为 14 位, 且系统内部有衰减器调节, 系统误差与随机误差相比可忽略不计。

信号幅度不确定度:

$\delta(M)=0.13\%$

$\delta(O)=0.19\%$

## 附录 B. 协议参数

项目	技术参数	单位
<b>标准</b>	<b>ISO 14223 FDX_ADV</b>	
<b>频率</b>		
中心频率	134.2	kHz
频率准确度	13.42	Hz
<b>调制</b>		
指令调制	ASK	
调制深度/调制系数	90~100	%
响应调制	ASK	
<b>射频包络</b>		
上下电时间		
上下电纹波		
信号关闭阈值		
调制沿时间 T1	$4/f_c \sim 10/f_c$	
调制沿时间 T2	$0.5t_1 \sim t_1$	
调制沿时间 T3	$0.5t_1 \sim t_1$	
调制沿时间 T4		
调制纹波	<5	%
脉冲宽度		
占空比		
<b>数据编码</b>		
指令编码	PIE	
响应编码	Manchester	
<b>数据率</b>		
指令数据率	5.5	kHz
响应链接频率	8388	Hz
响应数据率	4194	Hz
<b>链接时序</b>		
参考时基	238.44	us
链接时间 T1	$204/f_c \sim 209/f_c$	
链接时间 T2	$>150/f_c$	
链接时间 T3	$>241/f_c$	
链接时间 T4		
<b>帧结构</b>		
帧起始	Bit 0 + "code violation"	
帧结束	"stop condition"	
<b>指令集</b>		
强制指令	Inventory, Inventory ISO 11785 Code, Stay Quiet, Read UID, Read Multiple Blocks, Write Single Block, Lock Block	

可选指令	Read Single Block, Read Single Block With Security Status, Read Multiple Blocks with Security Status, Write Multiple Blocks, Get System Information, Select Reset to Ready, Write System Data, Lock System Data, Read Extended Multiple Blocks, Write Extended Multiple Blocks, Lock Extended Block, Login, Lock Password	
<b>标签内存</b>		
内存数据		
<b>协议状态</b>		
状态跳转	RF Off, Wait, ISO11785, Ready, Quiet, Selected (Optional)	
<b>标准</b>	<b>ISO 14223 HDX_ADV</b>	
<b>频率</b>		
中心频率	134.2	kHz
频率准确度	13.42	Hz
<b>调制</b>		
指令调制	ASK	
调制深度/调制系数	90~100	%
响应调制	FSK	
<b>射频包络</b>		
上下电时间		
上下电纹波		
信号关闭阈值		
调制沿时间 T1	14/fc~26/fc	
调制沿时间 T2	2/fc~10/fc	
调制沿时间 T3	5/fc~20/fc	
调制沿时间 T4		
调制纹波	<5	%
脉冲宽度		
占空比		
<b>数据编码</b>		
指令编码	PIE	
响应编码	NRZ	
<b>数据率</b>		
指令数据率	2.83	kHz
响应链接频率	8	kHz
响应数据率	8	kHz
<b>链接时序</b>		
参考时基	125	us
链接时间 T1	1.9~4	ms
链接时间 T2	>2.2	ms
链接时间 T3	>4.75	ms
链接时间 T4		
<b>帧结构</b>		

帧起始	“code violation SOF” + Bit 0 +Bit 1	
帧结束	“code violation EOF	
<b>指令集</b>		
强制指令	Inventory, Inventory ISO 11785 Code, Stay Quiet, Read UID, Read Multiple Blocks, Write Single Block, Lock Block	
可选指令	Read Single Block, Read Single Block With Security Status, Read Multiple Blocks with security Status, Write Multiple Blocks, Get System Information, Select Reset to Ready, Write System Data, Lock System Data, Read Extended Multiple Blocks, Write Extended Multiple Blocks, Lock Extended Block, Login, Lock Password	
<b>标签内存</b>		
内存数据		
<b>协议状态</b>		
状态跳转	RF Off,Wait,ISO11785,Ready,Quiet,Selected(Optional)	
<b>标准</b>	<b>ISO 14443 Type A</b>	
<b>频率</b>		
中心频率	13.56	MHz
频率准确度	±7	kHz
<b>调制</b>		
指令调制	ASK	
调制深度/调制系数	100	%
响应调制	Sub-carrier OOK	
<b>射频包络</b>		
上下电时间		us
上下电纹波		%
信号关闭阈值		%
调制沿时间 T1	38/fc~40.5/fc	us
调制沿时间 T2	7/fc~36/fc	us
调制沿时间 T3	3/fc~16/fc	us
调制沿时间 T4	2/fc~6/fc	us
调制纹波	<10	%
脉冲宽度	2.0-3.0	us
占空比		%
<b>数据编码</b>		
指令编码	Modified Miller	
响应编码	Manchester	
<b>数据率</b>		
指令数据率	106, 212, 424, 848	kbps
响应链接频率		kHz
响应数据率	106, 212, 424, 848	kbps
<b>链接时序</b>		
参考时基	9.44	us

链接时间 T1	$(nx128+84)/fc, (nx128+20)/fc$	us
链接时间 T2		us
链接时间 T3		us
链接时间 T4		us
<b>帧结构</b>		
帧起始	Sequence Z	
帧结束	Bit 0+Sequence Y	
<b>指令集</b>		
强制指令	REQA, WUPA, Anticollision, Select, HLTA, RATS, PPS, I-Block, R-Block, S-Block_wtx, S-Block_deselect	
可选指令		
<b>标签内存</b>		
内存数据	UID_Size, Anticollision_Level, UID, BCC	
<b>协议状态</b>		
状态跳转	Idle, Ready, Active, Halt, Protocol	
<b>标准</b>	<b>ISO 14443 Type B</b>	
<b>频率</b>		
中心频率	13.56	MHz
频率准确度	$\pm 7$	kHz
<b>调制</b>		
指令调制	ASK	
调制深度/调制系数	15-25	%
响应调制	Sub-carrier BPSK	
<b>射频包络</b>		
上下电时间		us
上下电纹波		%
信号关闭阈值		%
调制沿时间	$<16/fc$	us
调制纹波	$<10$	%
脉冲宽度	2.0-3.0	us
占空比		%
<b>数据编码</b>		
指令编码	NRZ-L	
响应编码	NRZ-L	
<b>数据率</b>		
指令数据率	106, 212, 424, 848	kbps
响应链接频率		kHz
响应数据率	106, 212, 424, 848	kbps
<b>链接时序</b>		
参考时基	9.44	us
链接时间 T1	$\text{Max}(256/fs)*2FWI$	us
链接时间 T2		us
链接时间 T3		us

链接时间 T4		us
<b>帧结构</b>		
帧起始	10~11etu low+2~3etu high	
帧结束	10~11etu low	
<b>指令集</b>		
强制指令	REQB, WUPB, Slot-MARKER, ATTRIB, HLTB, I-Block, R-Block, S-Block_wtx, S-Block_deselect	
可选指令		
<b>标签内存</b>		
内存数据	PUPI, AFI, Protocol_Type, FWI, ADC, FO	
<b>协议状态</b>		
状态跳转	Idle, Ready_Requested, Ready_Declared, Protocol, Halt	
<b>标准</b>	<b>ISO 15693, ISO 18000-3 Mode 1</b>	
<b>频率</b>		
中心频率	13.56	MHz
频率准确度	±7	KHz
<b>调制</b>		
指令调制	ASK	
调制深度/调制系数	10 or 100	%
响应调制	One/Two Sub-carrier ASK	
<b>射频包络</b>		
上下电时间		us
上下电纹波		%
信号关闭阈值		%
调制沿时间 T1	6.0~9.44	us
调制沿时间 T2	2.1~6.0	us
调制沿时间 T3	<4.5	us
调制沿时间 T4	<0.8	us
调制纹波	<5.0	%
脉冲宽度	6.0-9.44	us
占空比		%
<b>数据编码</b>		
指令编码	1 out of 4 / 1 out of 256 PPM	
响应编码	Manchester	
<b>数据率</b>		
指令数据率	1.65 or 26.48	kbps
响应链接频率		KHz
响应数据率	6.62, 6.67 or 26.48, 26.69	kbps
<b>链接时序</b>		
参考时基	9.44	us
链接时间 T1	300	us
链接时间 T2		us
链接时间 T3		us

链接时间 T4		us
<b>帧结构</b>		
帧起始	SOF 1 out of 4 / 1 out of 256	
帧结束	EOF either mode	
<b>指令集</b>		
强制指令	Inventory, Stay Quiet	
可选指令	Read Signal Block, Write Single Block, Lock Block, Read Multiple Blocks, Write Multiple Blocks, Select, Reset To Ready, Write AFI, Lock AFI, Write DSFID, Lock DSFID, Get System Information, Get Multiple Block Security Status	
<b>标签内存</b>		
内存数据	DSFID, UID, Info Flags, AFI	
<b>协议状态</b>		
状态跳转	Ready, Quiet, Selected	
<b>标准</b>	<b>ISO 18092</b>	
<b>频率</b>		
中心频率	13.56	MHz
频率准确度	±7	kHz
<b>调制</b>		
指令调制	ASK	
调制深度/调制系数	8~30	%
响应调制	OOK	
<b>射频包络</b>		
上下电时间		us
上下电纹波		%
信号关闭阈值		%
调制沿时间	<2.0, <1.0	us
调制纹波	<10	%
脉冲宽度		us
占空比		%
<b>数据编码</b>		
指令编码	Manchester	
响应编码	Manchester	
<b>数据率</b>		
指令数据率	212, 424	kbps
响应链接频率		kHz
响应数据率	212, 424	kbps
<b>链接时序</b>		
参考时基	4.72, 2,36	us
链接时间 T1	$(256*16/fc)*2^{WT}$	us
链接时间 T2		us
链接时间 T3		us
链接时间 T4		us
<b>帧结构</b>		

前导码	48 Bit 0	
同步码	B24D	
<b>指令集</b>		
强制指令	Polling Request, Attribute Request, Wakeup Request, Parameter Selection Request, Data Exchange Protocol Request, Deselect Request, Release Request	
可选指令		
<b>标签内存</b>		
内存数据	NFCID, Pad, TO	
<b>协议状态</b>		
状态跳转	Sense, Resolution, Selected, Sleep	
<b>标准</b>	<b>I Code 1</b>	
<b>频率</b>		
中心频率	13.56	MHz
频率准确度	±7	kHz
<b>调制</b>		
指令调制	ASK	
调制深度/调制系数	14	%
响应调制	Sub-carrier ASK	
<b>射频包络</b>		
上下电时间		us
上下电纹波		%
信号关闭阈值		%
调制沿时间		us
调制纹波		%
脉冲宽度	9.44	us
占空比		%
<b>数据编码</b>		
指令编码	Standard/Fast PPM	
响应编码	Manchester	
<b>数据率</b>		
指令数据率	1.65 or 26.48	kbps
响应链接频率		kHz
响应数据率	6.62 or 26.48	kbps
<b>链接时序</b>		
参考时基	9.44	us
链接时间 T1		us
链接时间 T2		us
链接时间 T3		us
链接时间 T4		us
<b>帧结构</b>		
帧起始	N/A	
帧结束	N/A	

<b>指令集</b>		
强制指令	Anticollision_Select, Selected Read, Unselected Read, Write Block, Halt, Reset Quiet Bit, EAS	
可选指令		
<b>标签内存</b>		
内存数据	SNR, EAS	
<b>协议状态</b>		
状态跳转	Ready, Quiet, Selected	
<b>标准</b>	<b>ISO 18000-7</b>	
<b>频率</b>		
中心频率	433.92	MHz
频率准确度	30	ppm
<b>调制</b>		
指令调制	FSK	
调制深度/调制系数	50	kHz
响应调制	FSK	
<b>射频包络</b>		
上下电时间		us
上下电纹波		%
信号关闭阈值		%
调制沿时间	<6	us
调制纹波	<20	%
脉冲宽度	18	us
占空比		%
<b>数据编码</b>		
指令编码	Manchester	
响应编码	Manchester	
<b>数据率</b>		
指令数据率	27.78	kbps
响应链接频率	27.78	kHz
响应数据率	27.78	kbps
<b>链接时序</b>		
参考时基	36	us
链接时间 T1	N*Time Slot Duration	us
链接时间 T2		us
链接时间 T3		us
链接时间 T4		us
<b>帧结构</b>		
帧起始	20 cycles of 60 $\mu$ s period, 30 $\mu$ s high and 30 $\mu$ s low, followed by 42 $\mu$ s high, 54 $\mu$ s low	
帧结束	36 $\mu$ s of continuous logic low	
<b>指令集</b>		
强制指令	Collection with UDB, Sleep, Sleep All But, Routing Code, Read Universal Data Block	
可选指令	User ID, Firmware Version, Model Number,	

	Read/Write Memory, Set Password, Set Password Protect Mode, Unlock, Table Create, Table Add Records, Table Update Records, Table Update Fields, Table Delete Record, Table Get Data, Table Get Properties, Table Read Fragment, Table Write Fragment, Table Query, Beep ON/OFF, Delete Writeable Data	
<b>标签内存</b>		
内存数据	Manufacturer ID, Serial Number, Routing Code, User ID, Table Data	
<b>协议状态</b>		
状态跳转	Awake, Sleep	
<b>标准</b>	<b>ISO 18000-6 Type A</b>	
<b>频率</b>		
中心频率	860~960	MHz
频率准确度	50	ppm
<b>调制</b>		
指令调制	ASK	
调制深度/调制系数	27~100	%
响应调制	ASK	
<b>射频包络</b>		
上下电时间	<500	us
上下电纹波	<10, <5	%
信号关闭阈值	<1	%
调制沿时间	4	us
调制纹波	<10	%
脉冲宽度	10	us
占空比		%
<b>数据编码</b>		
指令编码	PIE	
响应编码	FM0	
<b>数据率</b>		
指令数据率	33 mean	kbps
响应链接频率	40	kHz
响应数据率	40	kbps
<b>链接时序</b>		
参考时基	20	us
链接时间 T1	150~1150	us
链接时间 T2	>50	us
链接时间 T3		us
链接时间 T4		us
<b>帧结构</b>		
帧起始	01011111	
帧结束	01111111	
<b>指令集</b>		

强制指令	Init_round, Next_slot, Close_slot, Standby_round, New_round, Reset_to_ready, Select, Read_blocks, Get_system_information, Init_round_all, Begin_round, Write_single_block, Write_multiple_blocks, Lock_blocks, Write_AFI, Lock_AFI, Write_DSFD, Lock_DSFD, Get_block_lock_status,	
可选指令		
<b>标签内存</b>		
内存数据	Tagtype, Battystatus, Signature, Randomnumber, UID, DSFD, AFI	
<b>协议状态</b>		
状态跳转	Ready, Quiet, Selected, Round Active, Round Standby	
<b>标准</b>	<b>ISO 18000-6 Type B</b>	
<b>频率</b>		
中心频率	860~960	MHz
频率准确度	50	ppm
<b>调制</b>		
指令调制	ASK	
调制深度/调制系数	90~100	%
响应调制	ASK	
<b>射频包络</b>		
上下电时间	<500	us
上下电纹波	<10, <5	%
信号关闭阈值	<1	%
调制沿时间	<0.17/fdatastrate	us
调制纹波	<5	%
脉冲宽度	0.5/fdatastrate	us
占空比	50	%
<b>数据编码</b>		
指令编码	Manchester	
响应编码	FM0	
<b>数据率</b>		
指令数据率	40	kbps
响应链接频率	40	kHz
响应数据率	40	kbps
<b>链接时序</b>		
参考时基	25	us
链接时间 T1	85~460	us
链接时间 T2	>400	us
链接时间 T3		us
链接时间 T4		us
<b>帧结构</b>		
前导码检测时间	>400	us

前导码	010101010101010101	
分隔符	Delimiter 1,2,3,4	
<b>指令集</b>		
强制指令	Group_Select, Group_Unselect, Multiple_Unselect, Group_Select_Flags, Group_Unselect_Flags, Fail, Success, Resend, Initialize, Read, Data_Read, Read_Flags, Read_Variable, Read_Port, Read_Unaddressed, Read_Verify, Write, Lock, Query_Lock, Write_Multiple	
可选指令		
<b>标签内存</b>		
内存数据	Identifier, Word_Data	
<b>协议状态</b>		
状态跳转	Ready, ID, Data Exchange	
<b>标准</b>	<b>ISO 18000-6 Type C, EPC UHF Class 1 Generation 2</b>	
<b>频率</b>		
中心频率	860~960	MHz
频率准确度	10	ppm
<b>调制</b>		
指令调制	DSB/SSB-ASK or PR-ASK	
调制深度/调制系数	80-100	%
响应调制	ASK or PSK	
<b>射频包络</b>		
上下电时间	<500	us
上下电纹波	<5	%
信号关闭阈值	<1	%
调制沿时间	0-0.33	Tari
调制纹波	<5	%
脉冲宽度	0.265-0.525	Tari
占空比	50	%
<b>数据编码</b>		
指令编码	PIE x 0.5-1.0	
响应编码	FM0, Miller 2,4,8	
<b>数据率</b>		
指令数据率	26.67-128	kbps
响应链接频率	40-640	kHz
响应数据率	5-640	kbps
<b>链接时序</b>		
参考时基	6.25-25	us
链接时间 T1	$\text{Max}(\text{RTcal}, 10\text{Tpri}) * (1 \pm \text{FT}) \pm 2$	us
链接时间 T2	3.0-20.0	Tpri
链接时间 T3	>0.0	Tpri
链接时间 T4	>2.0	RTcal
<b>帧结构</b>		

分隔符	12.5	us
前向校准符	2.5-3.0	Tari
反向校准符	1.1-3.0	RTcal
分频系数	8, 64/3	
前导码扩展	0, 1	
<b>指令集</b>		
强制指令	Select, Query, QueryAdjust, QueryRep, ACK, NAK, Req_RN, Read, Write, Kill, Lock	
可选指令	Access, BlockWrite, BlockErase, BlockPermaLock	
<b>标签内存</b>		
内存数据	PC, EPC, CRC16, TID, User Bank, Access Password, Kill Password	
<b>协议状态</b>		
状态跳转	Ready, Arbitrate, Reply, Acknowledged, Open, Secured, Killed	
<b>标准</b>	<b>ISO 18000-4 Mode 1</b>	
<b>频率</b>		
中心频率	2400~2483.5	MHz
频率准确度	50	ppm
<b>调制</b>		
指令调制	ASK	
调制深度/调制系数	90~100	%
响应调制	ASK	
<b>射频包络</b>		
上下电时间	<400, <500	us
上下电纹波	<3	%
信号关闭阈值	<1	%
调制沿时间	<0.1/fbitrate	us
调制纹波	<3	%
脉冲宽度	0.5/fbitrate	us
占空比		%
<b>数据编码</b>		
指令编码	Manchester	
响应编码	FM0	
<b>数据率</b>		
指令数据率	30~40	kbps
响应链接频率	30~40	kHz
响应数据率	30~40	kbps
<b>链接时序</b>		
参考时基	25~33	us
链接时间 T1	85~460	us
链接时间 T2	>400	us
链接时间 T3		us
链接时间 T4		us
<b>帧结构</b>		

前导码检测时间	>400	us
前导码	Delimiter 1	
<b>指令集</b>		
强制指令	Group_Select, Group_Unselect, Multiple_Unselect, Group_Select_Flags, Group_Unselect_Flags, Fail, Success, Resend, Initialize, Read, Data_Read, Read_Flags, Read_Variable, Read_Port, Read_Unaddressed, Read_Verify, Write, Lock, Query_Lock, Write_Multiple	
可选指令		
<b>标签内存</b>		
内存数据	Identifier, Word_Data	
<b>协议状态</b>		
状态跳转	Ready, ID, Data Exchange	
<b>标准</b>	<b>GJB 7377.1, GB 29768</b>	
<b>频率</b>		
中心频率	840~945, 920~925	MHz
频率准确度	10	ppm
<b>调制</b>		
指令调制	DSB/SSB-ASK	
调制深度/调制系数	30~100	%
响应调制	ASK or PSK	
<b>射频包络</b>		
上下电时间	<500	us
上下电纹波	<5	%
信号关闭阈值	<1	%
调制沿时间	<3.0	us
调制纹波	<5	%
脉冲宽度	0.9-1.1	Tc
占空比	50	%
<b>数据编码</b>		
指令编码	TPP	
响应编码	FM0, Miller 2,4,8	
<b>数据率</b>		
指令数据率	26.67-128	kbps
响应链接频率	40-640	kHz
响应数据率	5-640	kbps
<b>链接时序</b>		
参考时基	6.25, 12.5	us
链接时间 T1	10T <sub>pri</sub> *(1±FT) ±2	us
链接时间 T2	3.0-20.0	T <sub>pri</sub>
链接时间 T3	>0.0	us
链接时间 T4	>3.0	Tc
<b>帧结构</b>		

分隔符	12.5	us
校准符一	6.0	Tc
校准符二	4.0	Tc
前导码扩展	0, 1	
<b>指令集</b>		
强制指令	Sort, Query, QueryRep, Divide, Disperse, Shrink, ACK, NAK, Get_SecPara, RefreshRN, Get_RN, Access, Read, Write, Erase, Lock, Kill	
可选指令		
<b>标签内存</b>		
内存数据	分配标识符, 编码长度, 编码头, 编码, 密码, 安全参数	
<b>协议状态</b>		
状态跳转	准备, 仲裁, 应答, 开放, 安全, 灭活	
<b>标准</b>	<b>GJB 7377.2, GB 28925</b>	
<b>频率</b>		
中心频率	2400~2483.5	MHz
频率准确度	20	ppm
<b>调制</b>		
指令调制	O-QPSK	
指令扩频	DSSS	
指令码片速率	2M	cps
响应调制	O-QPSK	
指令扩频	DSSS	
指令码片速率	2M	cps
<b>射频包络</b>		
上下电时间		us
上下电纹波		%
信号关闭阈值		%
调制沿时间		us
调制纹波		%
脉冲宽度		us
占空比		%
<b>数据编码</b>		
指令编码		
响应编码		
<b>数据率</b>		
指令数据率	250	kbps
响应数据率	250	kbps
<b>链接时序</b>		
参考时基	4	us
链接时间 T1	>100	us
链接时间 T2	>100	us
链接时间 T3		us

链接时间 T4		us
<b>帧结构</b>		
前导码	00000000 00000000 00000000 00000000	
同步码	11100101	
<b>指令集</b>		
强制指令	BeReady, SleepAll, SleepOnes, SleepAllButOne, AccessFrameStart, AccessSlotStart, AccessFail, AccessSuccess, ReAccess, CollectStart, CollectFail, CollectSuccess, SelectFile, VerifyPWD, Invalidate, Rehabilitate, DirDF, ReadBinary, UpdateBinary, ReadRecord, UpdateRecord, SearchRecord, TRConf, TRStart, Kill, Challenge, UpdatePWD, DataBroad	
可选指令		
<b>标签内存</b>		
内存数据	文件系统, 密码, 安全参数	
<b>协议状态</b>		
状态跳转	休眠, 侦听, 就绪, 仲裁, 收集, 会话, 安全会话, 灭活	



**注意**

技术参数空白表示对应标准中无相关要求。

# 附录 C. 测试例

## C.1 EPCglobal UHF Class-1 Generation-2

### 测试规范

EPCglobal Class-1 Generation-2 UHF RFID Conformance, V1.0.4

EPCglobal Class-1 Generation-2 UHF RFID Interoperability, V1.2.8

### 射频符合性测试例

序号	测试例	章节	应用
1	频率准确度	6.3.1.2.1	阅读器
2	数据编码	6.3.1.2.3	阅读器
3	射频调制包络	6.3.1.2.5	阅读器
4	射频上电包络	6.3.1.2.6	阅读器
5	射频下电包络	6.3.1.2.7	阅读器
6	前导码参数	6.3.1.2.8	阅读器
7	跳频射频上下电包络	6.3.1.2.9	阅读器
8	跳频信道	6.3.1.2.10	阅读器
9	多阅读器发射频谱模板	6.3.1.2.11	阅读器
10	密集阅读器发射频谱模板	6.3.1.2.11	阅读器
11	单边带发射频谱模板	6.3.1.2.11	阅读器
12	频率范围	6.3.1.1	标签
13	解调能力	6.3.1.2.2	标签
14	FMO 占空比	6.3.1.3.2.1	标签
15	FMO 前导码	6.3.1.3.2.2	标签
16	Miller 占空比	6.3.1.3.2.3	标签
17	Miller 前导码	6.3.1.3.2.4	标签

### 协议符合性测试例

序号	测试例	章节	应用
1	链接时间 T2	6.3.1.5	阅读器
2	链接时间 T3	6.3.1.5	阅读器
3	链接时间 T4	6.3.1.5	阅读器
4	链接频率偏差	6.3.1.3.3	标签
5	链接频率抖动	6.3.1.3.3	标签
6	链接时间 T1	6.3.1.5	标签
7	链接时间最小 T2	6.3.1.5	标签
8	连接时间最大 T2	6.3.1.5	标签
9	TID 内存数据	6.3.2.1	标签
10	灭活操作	6.3.2.1.1	标签

11	预写入标签校验码	6.3.2.1.3	标签
12	可重写标签校验码	6.3.2.1.3	标签
13	PC 保留位	6.3.2.1.4	标签
14	PC 默认值	6.3.2.1.4	标签
15	准备和应答状态	6.3.2.4	标签
16	仲裁状态	6.3.2.4	标签
17	确认状态	6.3.2.4	标签
18	开放状态	6.3.2.4	标签
19	安全状态	6.3.2.4	标签
20	状态跳转:确认到安全	6.3.2.4	标签
21	状态跳转:开放到灭活	6.3.2.4	标签
22	状态跳转:安全到灭活	6.3.2.4	标签
23	状态跳转:确认到应答	6.3.2.4	标签
24	状态跳转:开放到应答	6.3.2.4	标签
25	状态跳转:安全到应答	6.3.2.4	标签

## C.2 ISO 18000-6 Type C

### 测试规范

ISO/IEC 18047-6: Test Methods for Air Interface Communications at 860 MHz to 960 MHz, 2011

### 射频符合性测试例

序号	测试例	章节	应用
1	数据编码	7.2.1	阅读器
2	射频调制包络	7.2.2	阅读器
3	射频上下电包络	7.2.3	阅读器
4	前导码参数	7.2.4	阅读器
5	频率范围	7.1.1	标签
6	解调能力	7.1.2	标签
7	占空比	7.1.3	标签
8	前导码	7.1.4	标签

### 协议符合性测试例

序号	测试例	章节	应用
1	链接时间 T2	7.2.5	阅读器
2	链接时间 T3	7.2.6	阅读器
3	链接时间 T4	7.2.7	阅读器
4	链接频率偏差和抖动	7.1.5	标签
5	链接时间 T1	7.1.6	标签
6	链接时间 T2	7.1.7	标签
7	状态跳转	7.1.8	标签

## C.3 ISO 18000-7

### 测试规范

ISO/IEC 18047-7: Test Methods for Active Air Interface Communications at 433 MHz, 2010  
DASH7 Certification Test Cases and Test Methods, Version 1.1.0

### 射频符合性测试例

序号	测试例	章节	应用
1	中心频率	4.5.1	阅读器
2	调制频率偏差有效值	4.5.2	阅读器
3	调制频率偏差最大值	4.5.2	阅读器
4	占用带宽	4.5.3	阅读器
5	唤醒信号持续时间	4.5.4	阅读器
6	唤醒信号周期	4.5.4	阅读器
7	唤醒信号频率	4.5.4	阅读器
8	Co-header 信号持续时间	4.5.5	阅读器
9	Co-header 信号周期	4.5.5	阅读器
10	前导码起始低电平时间	4.5.6	阅读器
11	前导码周期数	4.5.6	阅读器
12	前导码周期	4.5.6	阅读器
13	同步码周期	4.5.7	阅读器
14	数据码率	4.5.7	阅读器
15	调制沿时间	N/A	阅读器
16	帧结束低电平时间	4.5.7	阅读器
17	帧结束高电平时间	4.5.7	阅读器
18	中心频率	4.6.1	标签
19	调制频率偏差有效值	4.6.2	标签
20	调制频率偏差最大值	4.6.2	标签
21	占用带宽	4.6.3	标签
22	前导码起始低电平时间	4.6.4	标签
23	前导码周期数	4.6.4	标签
24	前导码周期	4.6.4	标签
25	同步码周期	4.6.5	标签
26	数据码率	4.6.5	标签
27	调制沿时间	N/A	标签
28	唤醒时间	N/A	标签
29	帧结束低电平时间	4.6.5	标签
30	帧结束高电平时间	4.6.5	标签
31	唤醒超时	4.6.8	标签

## 协议符合性测试例

序号	测试例	章节	应用
1	标签收集序列	5.4.1	阅读器
3	休眠除某个标签以外	5.4.2	阅读器
4	写入 User ID	5.4.3	阅读器
5	读取 User ID	5.4.4	阅读器
6	写入 Routing Code	5.4.5	阅读器
7	读取 Routing Code	5.4.6	阅读器
8	读取 UDB	5.4.7	阅读器
9	写入内存	5.4.8	阅读器
10	读取内存	5.4.9	阅读器
11	数据库指令集	5.4.10	阅读器
12	标签收集序列	5.5.1	标签
13	Sleep	5.5.2	标签
14	休眠除某个标签以外	5.5.3	标签
15	写入 Routing Code	5.5.4	标签
16	读取 Routing Code	5.5.5	标签
17	读取 UDB	5.5.6	标签
18	写入 User ID	5.6.1	标签
19	读取 User ID	5.6.2	标签
20	固件版本号	5.6.3	标签
21	产品型号	5.6.4	标签
22	数据库指令集	5.6.5	标签

## 互操作性测试例

序号	测试例	章节	应用
1	未唤醒	6.1	标签
2	读取标签 ID 和制造商 ID	6.2.5.4, 6.2.5.5	阅读器和标签
3	唤醒保持	6.1	标签
4	唤醒超时	6.1	标签
5	蜂鸣器控制	6.3.11	阅读器和标签
6	休眠	6.3.2	阅读器和标签
7	无效广播命令	6.2.6	标签
8	无效解锁	6.3.4.3	阅读器和标签
9	有效写入操作	6.3.4.1, 6.3.4.2, 6.3.4.3	阅读器和标签
10	有效解锁操作	6.3.4.3	阅读器和标签
11	重新唤醒后锁定	6.3.4	阅读器和标签

12	写入 User ID	6.3.5.1	阅读器和标签
13	写入 Routing Code	6.3.5.2	阅读器和标签
14	无效读取 UDB	6.3.9	阅读器和标签
15	读取 00 类型 UDB	6.3.1.1, 6.3.9	阅读器和标签
16	读取 01 类型 UDB	6.3.1.1, 6.3.9	阅读器和标签
17	读取 02 类型 UDB: 正常操作	6.3.1.1, 6.3.9	阅读器和标签
18	读取 02 类型 UDB: 添加表单记录	6.3.1.1, 6.3.9, 6.3.10.2	阅读器和标签
19	读取 02 类型 UDB: 更新表单记录	6.3.1.1, 6.3.9, 6.3.10.3	阅读器和标签
20	读取 02 类型 UDB: 更新表单字段	6.3.1.1, 6.3.9, 6.3.10.4	阅读器和标签
21	读取 02 类型 UDB: 删除表单记录	6.3.1.1, 6.3.9, 6.3.10.5	阅读器和标签
22	读取 02 类型 UDB: 无效表单	6.3.9	阅读器和标签
23	读取 03 类型 UDB	6.3.1.1 & 6.3.9	阅读器和标签
24	新建表单: 字段数量过多	6.3.10.1	阅读器和标签
25	新建表单: 字段长度为零	6.3.10.1	阅读器和标签
26	新建表单: 表单已存在	6.3.10.1	阅读器和标签
27	新建表单: 零号表单	6.3.10.1	阅读器和标签
28	新建表单: 重试	6.3.10.1	阅读器和标签
29	读取表单属性: 表单不存在	6.3.10.7	阅读器和标签
30	读取表单属性: 正常操作	6.3.10.7	阅读器和标签
31	读取表单属性: 添加表单记录	6.3.10.7	阅读器和标签
32	添加表单记录: 记录数量为零	6.3.10.2	阅读器和标签
33	添加表单记录: 表单不存在	6.3.10.2	阅读器和标签
34	添加表单记录: 零号表单	6.3.10.2	阅读器和标签
35	添加表单记录: 记录数量过多	6.3.10.2	阅读器和标签
36	添加表单记录: 数据长度过多	6.3.10.2	阅读器和标签
37	添加表单记录: 正常操作	6.3.10.2	阅读器和标签
38	读取表单记录: 表单不存在	6.3.10.6	阅读器和标签
39	读取表单记录: 零号表单	6.3.10.6	阅读器和标签
40	读取表单记录: 记录不存在	6.3.10.6	阅读器和标签
41	读取表单记录: 正常操作	6.3.10.6	阅读器和标签
42	读取表单字段: 表单不存在	6.3.10.6	阅读器和标签
43	读取表单字段: 零号表单	6.3.10.6	阅读器和标签
44	读取表单字段: 字段不存在	6.3.10.6	阅读器和标签
45	读取表单字段: 正常操作	6.3.10.6, 6.3.10.8	阅读器和标签

46	读取表单字段：起始位置越界	6.3.10.6	阅读器和标签
47	更新表单记录：零号表单	6.3.10.3	阅读器和标签
48	更新表单记录：记录数量为零	6.3.10.3	阅读器和标签
49	更新表单记录：记录数量过多	6.3.10.3	阅读器和标签
50	更新表单记录：表单不存在	6.3.10.3	阅读器和标签
51	更新表单记录：记录不存在	6.3.10.3	阅读器和标签
52	更新表单记录：正常操作	6.3.10.3	阅读器和标签
53	更新表单字段：字段数量为零	6.3.10.4	阅读器和标签
54	更新表单字段：字段数量过多	6.3.10.4	阅读器和标签
55	更新表单字段：表单不存在	6.3.10.4	阅读器和标签
56	更新表单字段：记录不存在	6.3.10.4	阅读器和标签
57	更新表单字段：零号表单	6.3.10.4	阅读器和标签
58	更新表单字段：正常操作	6.3.10.4	阅读器和标签
59	删除表单记录：表单不存在	6.3.10.5	阅读器和标签
60	删除表单记录：记录不存在	6.3.10.5	阅读器和标签
61	删除表单记录：零号表单	6.3.10.5	阅读器和标签
62	删除表单记录：正常操作	6.3.10.5	阅读器和标签
63	查询表单记录：逻辑符无效	6.3.10.10	阅读器和标签
64	查询表单记录：关系符无效	6.3.10.10	阅读器和标签
65	查询表单记录：数据长度过多	6.3.10.10	阅读器和标签
66	查询表单记录：表单不存在	6.3.10.10	阅读器和标签
67	查询表单记录：字段不存在	6.3.10.10	阅读器和标签
68	查询表单记录：零号表单	6.3.10.10, 6.3.10.10.2	阅读器和标签
69	查询表单记录：多条件查询	6.3.10.10, 6.3.10.10.2	阅读器和标签

## C.4 ISO 14443 Type A

### 测试规范

ISO/IEC 10373-6: Identification Cards Test Methods for Proximity Cards, 2009

#### 射频符合性测试例

序号	测试例	章节	应用
1	负载调制	7.2.1	标签
2	解调能力	7.2.2	标签
3	共振频率	7.2.3	标签

#### 协议符合性测试例

序号	测试例	章节	应用
1	轮询	G.3.2	标签
2	链接时间	G.3.3	标签
3	状态跳转	G.3.3	标签
4	空闲状态的行为	G.3.3.3	标签
5	就绪状态的行为	G.3.3.4	标签
6	激活状态的行为	G.3.3.7	标签
7	停止状态的行为	G.3.3.8	标签

## C.5 ISO 14443 Type B

### 测试规范

ISO/IEC 10373-6: Identification Cards Test Methods for Proximity Cards, 2009

#### 射频符合性测试例

序号	测试例	章节	应用
1	负载调制	7.2.1	标签
2	解调能力	7.2.2	标签
3	共振频率	7.2.3	标签

#### 协议符合性测试例

序号	测试例	章节	应用
1	轮询	G.4.2	标签
2	链接时间	G.4.4	标签
3	状态跳转	G.4.4	标签
4	空闲状态的行为	G.4.4.2	标签
5	就绪-请求状态的行为	G.4.4.3	标签
6	就绪-声明状态的行为	G.4.4.4	标签
7	停止状态的行为	G.4.4.5	标签

## C.6 ISO 15693

### 测试规范

ISO/IEC 10373-7: Identification Cards Test methods for Vicinity Cards, 2007

ISO/IEC 18047-3: Radio Frequency Identification Device Conformance Test Methods 13.56 MHz, 2010

### 射频符合性测试例

序号	测试例	章节	应用
1	负载调制	7.2 / 5.3.3	标签
2	解调能力	7.2 / 5.3.3	标签
3	共振频率	7.2 / 5.3.3	标签

### 协议符合性测试例

序号	测试例	章节	应用
1	链接时间	7.2 / 5.3.3	标签
2	状态跳转	7.2 / 5.3.3	标签
3	就绪状态的行为	7.2 / 5.3.3	标签
4	选择状态的行为	7.2 / 5.3.3	标签
5	静默状态的行为	7.2 / 5.3.3	标签

## C.7 GJB 7377.1, GB 29768

### 测试规范

GJB 7378.1-2011: 军用射频识别空中接口符合性测试方法第 1 部分: 800/900MHz

GB/T XXXXX-201X: 信息技术 射频识别 800/900MHz 空中接口符合性测试方法

### 阅读器符合性测试例

序号	测试例	章节	技术要求
1	调制方式	5.1a	DSB-ASK, SSB-ASK
2	工作频率	5.1b	840MHz~845MHz, 920MHz~925MHz, 40 个信道, 准确度 20ppm
3	打开和关闭载波时的射频信号包络	5.2	上升时间 1us~500us, 稳定时间 <1500us, 关闭时的电平<1%, 过冲<5%, 欠冲<5%, 下降时间 1us~500us
4	射频信号包络	5.3	调制深度 30%~100%, 过冲<5%, 欠冲<5%, 上升时间 1us~0.66Tc, 下降时间 1us~0.66Tc, 脉宽 0.5Tc~1.1Tc
5	数据编码	5.4	TPP
6	前导码	5.5	分隔符, 校准符一和校准符二
7	解调	5.6	ASK 和(或)PSK
8	链接时序 T2	5.7	应答, 确认状态 3Tpri~20Tpri
9	链接时序 T3	5.8	>0
10	链接时序 T4	5.9	>3Tc
11	命令	5.10	盘点组命令, 访问组命令
12	多标签防碰撞处理	5.11	DDS-BT 机制

### 标签符合性测试例

序号	测试例	章节	技术要求
1	解调	6.1	DSB-ASK, SSB-ASK
2	工作频率	6.2	840MHz~845MHz, 920MHz~925MHz, 40 个信道
3	占空比	6.3	45%~55%
4	前导码	6.4	FM0 前导码, 米勒前导码
5	频率容差	6.5	-20%~20%
6	链接时序 T1	6.6	10Tpri*(1- FT )-2~ 10Tpri*(1+ FT )+2
7	链接时序 T2	6.7	应答, 确认状态 3Tpri~20Tpri
8	状态机	6.8	准备, 仲裁, 应答, 确认, 开放, 安全和灭活
9	命令	6.9	盘点组命令, 访问组命令
10	防碰撞	6.10	DDS-BT 机制

## C.8 GJB 7377.2, GB 28925

### 测试规范

GJB 7378.2-2011: 军用射频识别空中接口符合性测试方法第 2 部分: 2.45GHz

GB/T 28926-2012: 信息技术 射频识别 2.45GHz 空中接口符合性测试方法

### 阅读器符合性测试例

序号	测试例	章节	技术要求
1	工作频率	5.1	2400.00MHz~2483.50MHz, 16个信道, 准确度20ppm
2	发射频谱密度模板	5.2	相对值<-20dB/100kHz 绝对值<-30dBm/100kHz
3	占用信道带宽	5.3	<5MHz
4	收发转换时间	5.4	<192us
5	收发转换时间	5.5	>192us
6	调制准确度	5.6	≤10%
7	扩频序列	5.7	准正交, 长度为 32 位
8	码片速率	5.8	2Mcps, 准确度 20ppm
9	位速率	5.9	最高 250kbps, 准确度 20ppm
10	前导码、同步码和校验码	5.10	前导码 32 位 0, 同步码 E5, 校验码 CRC16
11	帧选项	5.11	调制方式, 信息速率, 帧方向和帧类型
12	位传输顺序	5.12	字节:LSB 先行, 数据:高字节先行
13	命令	5.13	就绪/休眠, 接入, 收集, 文件访问, 监测和其他组命令
14	防碰撞管理	5.14	二进制树算法

### 标签符合性测试例

序号	测试例	章节	技术要求
1	工作频率	6.1	2400.00MHz~2483.50MHz, 16个信道, 准确度20ppm
2	发射频谱密度模板	6.2	相对值<-20dB/100kHz 绝对值<-30dBm/100kHz
3	占用信道带宽	6.3	<5MHz
4	收发转换时间	6.4	<192us
5	收发转换时间	6.5	>192us
6	调制准确度	6.6	≤10%
7	扩频序列	6.7	准正交, 长度 32 位
8	码片速率	6.8	2Mcps, 准确度 20ppm
9	位速率	6.9	最高 250kbps, 准确度 20ppm
10	前导码、同步码和校验码	6.10	前导码 32 位 0, 同步码 E5, 校验码 CRC16

11	帧选项	6.11	调制方式, 信息速率, 帧方向和帧类型
12	位传输顺序	6.12	字节:LSB 先行, 数据:高字节先行
13	发起方	6.13	读写器
14	寻址方式	6.14	透明文件内按字节寻址, 记录文件按记录序号寻址
15	TID	6.15	分配类, 标签制造商代码, 标签序列号, 长度 64 位
16	存储区结构	6.16	安全区, 用户区
17	响应	6.17	就绪/休眠, 接入, 收集, 文件访问, 监测和其他组响应
18	状态转移	6.18	侦听, 就绪, 仲裁, 收集, 会话, 休眠和灭活
19	防碰撞	6.19	二进制树算法

# 附录 D. 环境和安全

## 工作环境参数

海拔高度 ..... 0 ~ 2,000 米 (环境温度25°C时)  
 环境污染度 ..... 2, 室内使用  
 预热时间 ..... 20分钟  
 温度范围 ..... 5 ~ 50 °C (根据规范IEC 60068-2-1 和IEC 60068-2-2进行测试)  
 相对湿度 ..... 10 ~ 90%, 无凝露 (根据规范IEC 60068-2-56进行测试)

## 存放环境参数

温度范围 ..... -20 ~ +65 °C (根据规范IEC 60068-2-1 和IEC 60068-2-2进行测试)  
 相对湿度 ..... 5 ~ 95%, 无凝露 (根据规范IEC 60068-2-56进行测试)

## 物理尺寸和重量(仪器主机)

高 ..... 17.7 厘米  
 宽 ..... 27.1 厘米  
 深 ..... 39.7 厘米  
 重量 ..... 12.5 公斤

## 交流电源输入

电压范围 ..... 100 ~ 240 VAC  
 频率 ..... 50/60 Hz  
 电流 ..... 8 A  
 电流过载保护 ..... 10 A 断路器

## 安全性

机箱	主控制器	射频下变频器	射频上变频器	基带处理器
IEC 61010-1, EN 61010-1				
UL 61010-1, CSA 61010-1				

## 电磁兼容性

	机箱	主控制器	射频下变频器	射频上变频器	基带处理器
Emissions	EN 55011 (CISPR 11): Group 1, Class A emissions	EN 55011 (CISPR 11): Group 1, Class A emissions	EN 55011 (CISPR 11): Group 1, Class A emissions	EN 55011 Emissions: Group 1, Class A emissions	EN 55011 (CISPR 11): Group 1, Class A emissions
Immunity	EN 61326 (IEC 61326):	EN 61326 (IEC 61326):	EN 61326 (IEC 61326):	EN 61326 (IEC 61326):	EN 61326 (IEC 61326):

	Class A emissions; Basic immunity				
EMC/EMI	AS/NZS CISPR 11: Group 1, Class A emissions FCC 47 CFR Part 15B: Class A emissions ICES-001: Class A emissions	AS/NZS CISPR 11: Group 1, Class A emissions FCC 47 CFR Part 15B: Class A emissions ICES-001: Class A emissions	AS/NZS CISPR 11: Group 1, Class A emissions FCC 47 CFR Part 15B: Class A emissions ICES-001: Class A emissions	AS/NZS CISPR 11: Group 1, Class A emissions FCC 47 CFR Part 15B: Class A emissions ICES-001: Class A emissions	AS/NZS CISPR 11: Group 1, Class A emissions FCC 47 CFR Part 15B: Class A emissions ICES-001: Class A emissions

### CE兼容性

	机箱	主控制器	射频下变频器	射频上变频器	基带处理器
Low-Voltage Directive (safety)	2006/95/EC	2006/95/EC	2006/95/EC	2006/95/EC	2006/95/EC
Electromagnetic Compatibility Directive (EMC)	2004/108/EC	2004/108/EC	2004/108/EC	2004/108/EC	2004/108/EC