

# R&S®PR100

## 便携式接收机

## 现场无线电监测

## 9 kHz至7.5 GHz



# R&S®PR100

## 便携式接收机

### 简介

R&S®PR100便携式接收机专为现场无线电监测应用而设计，其功能和设计理念针对监测任务而优化。此外，此接收机还可用于各种其他应用。

R&S®PR100可工作在9 kHz至7.5 GHz的宽频率范围内。无论是用于监测无线电发射、检测干扰还是定位微型发射机，它始终方便移动，操作自如。R&S®PR100和R&S®HE400有源定向天线组合，即可组成一个紧凑的接收系统。此接收机还可以搭配其他天线（例如，宽带全向天线）使用。

R&S®PR100外形设计紧凑，却具有多种通常更高价格的设备才提供的功能。对那些十分看重高移动性和高成本效益的无线电监测任务而言，这款性价比较高的接收器是不可或缺的监测仪器。

R&S®PR100小巧轻便，非常适合用于车辆无法到达的地方。此款接收机还具有低功耗特性，为电池充电一次即可持续运行四小时。更换锂电池仅需几秒钟，且无需借助任何工具。关闭接收机时，当前仪器设置将自动写入设备内存。

#### 主要特点

- 整个频率范围 (9 kHz至7.5 GHz) 内快速全景扫描
- 10 MHz中频频谱和150 Hz至500 kHz带宽解调
- 6.5英寸彩色屏幕显示频谱图和瀑布图
- 将测量数据存储至接收机的内置SD卡中
- LAN接口用于远程控制和数据输出
- 采用人体工程学和坚固耐用的设计，便于携带
- 重量轻：含电池3.5 kg
- 使用R&S®HE400有源定向天线 (9 kHz至7.5 GHz) 进行手动发射源定位
- 通过测向算法 (20 MHz至6 GHz) 进行自动发射源定位
- 在R&S®PR100上显示数字地图；基于多个手动或自动测向结果进行三角测量定位



配有R&S®HE400有源定向天线的R&S®PR100：该天线具有多个可选天线模块，覆盖从9 kHz至7.5 GHz的全频率范围。前置放大器内置于手柄中。

# R&S®PR100

## 便携式接收机

### 应用

#### 干扰检测及专业无线网络中的定位

- 可靠检测故障电子设备等造成的无线电干扰
- 快速有效地消除干扰源，例如，在机场的干扰

▷ 第5页

#### 监测用户专用的无线电服务

- 通过不同的扫描模式监测各种无线电服务
- 在指定服务频段内监测机构的无线电发射
- 用于观察频段使用情况的占用带宽测量

▷ 第6页

#### 紧急信号的跟踪定位

- 通过R&S®HE400有源定向天线定位紧急呼叫源
- 复杂地形内信号源定位的单音功能

▷ 第7页

#### 微型发射机的移动跟踪

- 窃听器的探测 (例如，在会议室中)
- 通过R&S®HE400有源定向天线进行窃听器定位

▷ 第9页

#### 在手动测向模式下进行三角测量以定位信号源

- 通过R&S®HE400有源定向天线进行信号源的手动测向
- 基于多个手动测向结果进行三角测量
- 在载入R&S®PR100的数字地图上显示结果

▷ 第10页

#### 在自动测向模式下进行三角测量以定位信号源

- 通过R&S®PR100-DF选项进行信号源的自动测向
- 基于多个自动测向结果进行三角测量
- 在载入R&S®PR100的数字地图上显示结果

▷ 第12页

#### 脉冲信号和叠加传输的检测

- 捕获雷达发射等短脉冲
- 宽中频带宽用于分析短脉冲和脉冲数据包
- 彩色频谱显示用于指示相对信号占用

▷ 第13页



R&S®PR100顶视图；机身小巧紧凑，提供最方便的操作。

# PR100

## 便携式接收机 主要特性

### 面向未来的投资

- 宽频率范围和出色的性能
- 能够对当前和未来的无线电服务信号进行接收和处理

▷ [第15页](#)

### 高接收机灵敏度、高信号分辨率

- 使用最先进的数字信号处理技术，能够以高灵敏度接收信号，并且能够检测极弱的信号而不降低处理速度
- 与传统模拟接收机相比，在灵敏度和信号分辨率方面拥有更加优越的性能

▷ [第21页](#)

### 通过解调进行信息检索

- 模拟调制信号可以在接收机内进行直接解调；可通过耳机或内置扬声器监听内容
- 数字调制信号通过I/O解调转换为基带信号，存储在接收机中或通过LAN输出
- 可使用诸如R&S®CA100这样的软件，对数字调制信号进行在线和离线分析

### 集监测接收机和移动数据存储于一身

- 将收集到的信息直接写入接收机的内置SD卡
- 监测期间记录的数据可以随后进行离线分析

### 通过远程控制实现高效操作

- 通过LAN接口 (SCPI命令到IEEE 488.2) 全面实现远程控制
- 实现对接收机高效的远程操作 (例如，在无人值守的监测站中)
- 包含来自R&S®RAMON软件系列的R&S®PR100-Control远程控制软件

▷ [第19页](#)

### 满足移动应用需求的电池续航

- 重量轻：3.5 kg (含电池)
- 电池续航时间长：约4小时

### 直观方便的操作

- 直观的菜单结构和极方便的操作使用户可以迅速熟悉设备
- 6.5英寸大型彩色显示屏用于信号分析

▷ [第17页](#)

# 干扰检测及专业无线电网络中的定位

R&S®PR100的紧凑设计和广泛的专用功能使其成为追踪各种无线电干扰的理想选择

## 可靠检测故障电子设备等造成的无线电干扰

R&S®PR100配备了专门的功能来完成此类任务，例如可选择的测量时间以及连续或周期性电平输出。由于非周期性干扰的发射间隔很不规律，所以在快速变化的频谱中往往难以进行识别。但是因为上述功能在全景扫描模式下同样有效，所以即使是非周期性干扰也能很容易地进行检测。

## 快速有效地消除干扰源 (例如，在机场中)

通过将R&S®HE400有源定向天线与R&S®PR100便携式接收机组合使用，您可以快速可靠地定位干扰源以消除干扰。对于对无线电安全要求较高的场合（例如，空中交通管制(ATC))而言，该功能尤为重要，因为这样可以为服务提供商节约高昂的故障成本。快速全景扫描非常适合这项任务。

在全景扫描模式下，可以以最大10 MHz跨度的步长对关注的频率范围进行扫描。每一步都有相对应宽度的FFT计算。通过选择FFT计算点之间100 kHz的最大间距，可以达到最快扫描速度。

全景扫描可以提供对频谱占用情况的快速预览。任何诸如非法无线电服务、干扰源、突发性发射引起的变化都能被轻松识别。如果用户停止全景扫描，接收机将切换到音频监听模式。通过使用标记功能，可以选择、解调感兴趣的信号，并分析信号的内容。

您可以选择快速全景扫描的步长以匹配多种无线电服务的信道间距。全景扫描能够在窄分辨率带宽下提供高扫描速率，同时具有高度的灵敏度。



无线电通信中的干扰 (例如，在机场中) 不仅会妨碍正常操作，甚至会对生命构成威胁。

# 监测用户专用的无线电服务

频率扫描模式主要用于固定信道间距的无线电服务监测。

## 通过不同的扫描模式监测各种无线电服务

在频率扫描模式下，使用固定的信道间距扫描用户自定义的频率范围。接收机按步进扫描整个感兴趣的频率范围，并检查每个信道是否存在信号。如果检测到信号超过预定义的电平门限，接收机将在对应的频率处驻留一段预设的时间，以便解调和处理信号。在模拟调制时，可以通过扬声器或耳机监听解调信号。

在存储扫描模式下，存储在存储单元内的预定义信道将被连续扫描，并分析是否存在信号。R&S®PR100提供1024个用户定义的存储单元。每个存储单元都可以独立指定接收参数。当扫描不固定信道间距的单独频率或者使用不同调制模

式和带宽的频率时，存储扫描模式非常有用。相对频率扫描模式，存储扫描模式为用户提供了更大的自由度。

## 在指定服务频段内监测机构的无线电发射

- 短波通信
- 战术通信
- 空中交通管制 (ATC)
- 数字集群无线通信 (TETRA)
- 解调，例如200 kHz信道带宽的宽带TETRA的解调
- 433 MHz/868 MHz/2.4 GHz 工业、科学、医用 (ISM) 频段
- GSM 850/900/1800/1900
- AMPS/DECT/UMTS
- Bluetooth®/WLAN
- WiMAX™/Wi-Fi
- RFID/ZigBee

## 用于观察频段使用情况的占用带宽测量

当调制信号获准用于许可频段时，必须确保该信号符合规定的带宽。R&S®PR100占用带宽测量功能采用%和x-dB方法，提供符合ITU的两项技术（符合ITU-R SM.443）以测定发射实际使用的带宽。此外，将计算并显示已识别带宽的信道功率。借助集成功能，甚至可以识别一段时间内的带宽长期峰值。



机构自身无线电网络的平稳运行对确保业务的正常运行至关重要，对政府运营商和其他运营商都是如此。

Bluetooth®字标和徽标是Bluetooth SIG, Inc.所有的注册商标，罗德与施瓦茨对于此类标志的任何使用均已获得许可。

WiMAX Forum是WiMAX Forum的注册商标。

WiMAX、WiMAX Forum徽标、WiMAX Forum Certified以及WiMAX Forum Certified徽标都是WiMAX Forum的商标。

# 紧急信号的跟踪 定位

不仅能通过视觉显示接收信号的电平或频谱，还能通过单音功能进行发射机的跟踪定位。

## 通过R&S®HE400有源定向天线定位紧急呼叫源

例如，如果在某个特定频率突然发现了一个紧急发射机，用户可以激活单音功能以便定位发射机。这一功能使接收机发出哨音，其音调根据接收信号电平的不同而发生变化。当用户改变天线位置，或将天线指向不同方向时，信号电平也会改变。

## 复杂地形内信号源定位的单音功能

具有声音的强度指示，用户可以将注意力完全集中于地形和对发射机的跟踪上，而不必持续监测接收机显示屏。



使用R&S®PR100和R&S®HE400定位到被困人员时，位置信息将会被立即发送到救援团队。

# 微型发射机的 移动跟踪

配有方便背带的R&S®PR100便携式接收机便于携带，完美适用于各种移动应用。

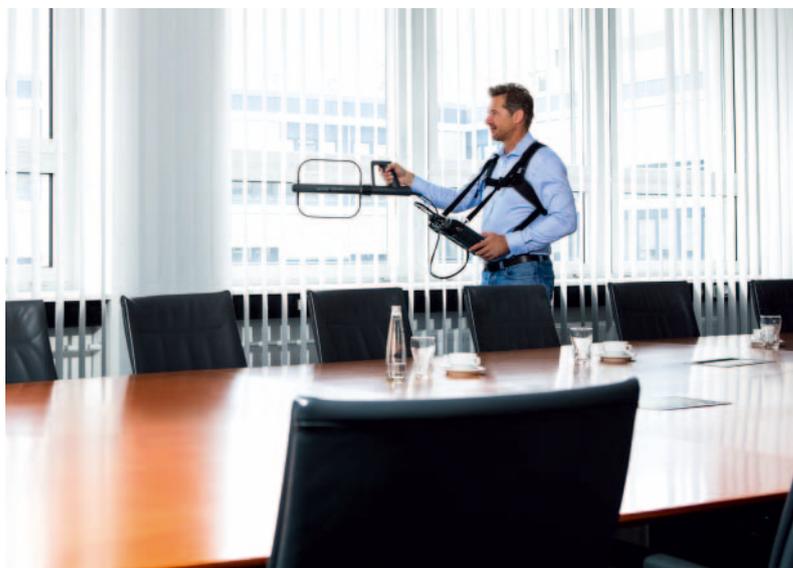
## 窃听器的探测 (例如，在会议室中)

R&S®PR100能够通过不断靠近发射源轻松地探测各种微型发射机 (窃听器)。9 kHz到7.5 GHz的宽频率范围覆盖了目前使用的大多数微型发射机的频段。对于高于7.5 GHz的频率，可以使用R&S®HF907DC便携式变频定向天线，将接收频率范围扩展到18 GHz。

## 通过R&S®HE400有源定向天线进行窃听器定位

为方便进行信号探测，R&S®PR100提供了差分模式。在全景扫描中按下相关按键即可将当前频谱保存为参考频谱。随后接收机将以相对于参考频谱的差谱形式显示信号变化。这样便可以轻松识别任何新信号或信号变化情况。信号辐射的强度很大程度上取决于方向，当靠近微型发射机时更是如此。因此，差分模式对于跟踪此类发射机非常有用。

定位微型发射机的另一个有效工具是R&S®PR100的单音功能。该功能使接收机发出哨音，其音调根据接收信号电平的不同而发生变化。通过单音功能，用户可以不用持续监测接收机显示屏，更方便地进行信号源定位。



通过R&S®PR100和R&S®HE400有源定向天线寻找窃听器。

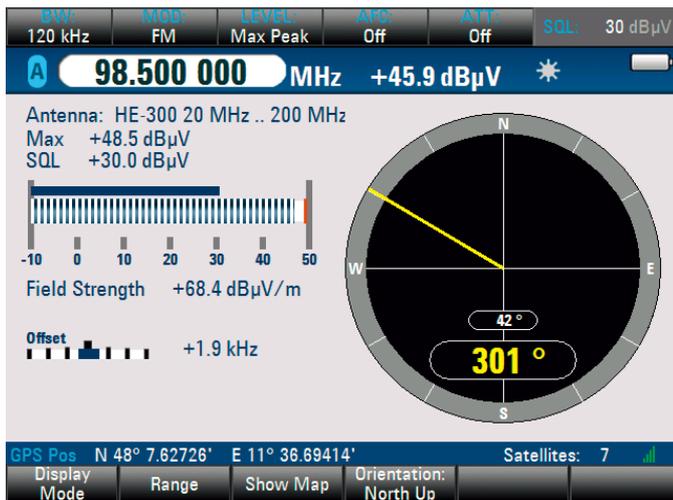
# 在手动测向模式下进行三角测量以定位信号源

## 通过R&S®HE400有源定向天线进行信号源的手动测向

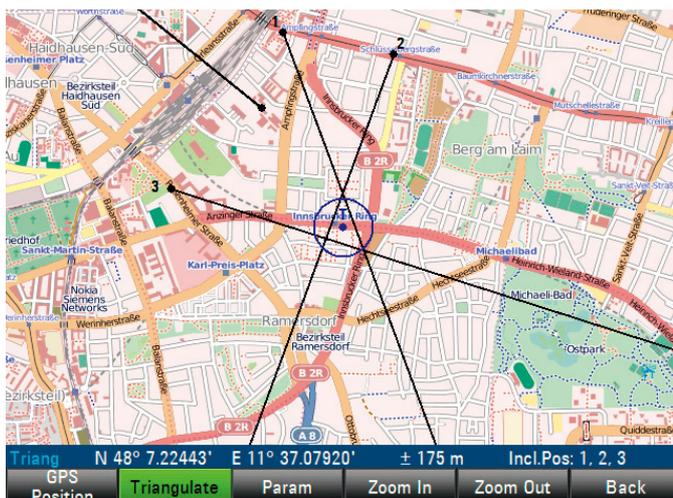
手动将R&S®HE400对准信号最强的接收方向，可以获得相对于北向的方向信息。该信息显示在R&S®PR100的电子罗盘上。与接收机的GPS定位信息结合，可以向用户提供明确的位置和方向信息，以便粗略估计信号源所处的位置。综合几个测向结果可以更精确地确定信号源的位置。

## 基于多个手动测向结果进行三角测量定位

所有测向结果可以以列表形式保存，用户从列表中选择测向结果并执行三角测量。三角测量定位结果（即最强信号源）和计算的误差半径可以显示在载入R&S®PR100的数字地图上。明确信号源位置后，就可以采取适当的措施，例如：找到失灵的干扰电子设备以及消除干扰源。



通过R&S®HE400有源定向天线进行信号源测向。



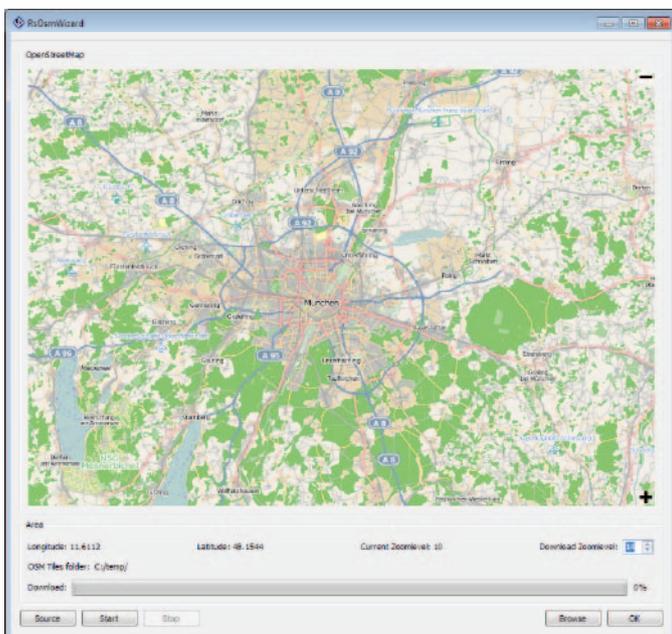
基于多个测向结果进行三角测量。

### 在R&S®PR100加载的数字地图上显示结果

R&S®PR100的地图可以通过[www.openstreetmap.org](http://www.openstreetmap.org)免费下载。借助R&S®OpenStreetMapWizard (OSMWizard) 软件可以轻松下载地图。用户只需要选择地图、设置所需的地图层级，并将地图下载至PC，然后将文件从PC拷贝到R&S®PR100 SD卡上，这样一来现在就可以在现场使用地图了。



带有GPS模块和电子罗盘的R&S®HE400有源定向天线连接到R&S®PR100。



可通过[www.openstreetmap.org](http://www.openstreetmap.org)下载地图。

### OpenStreetMap (OSM)

OpenStreetMap (OSM) 是一种用户可编辑的世界地图，可访问下列网址获取该地图：  
<http://www.openstreetmap.org/>

OSM是一个维基百科项目，用户可以通过上传和编辑GPS跟踪数据或道路/河流等地理信息参与该项目。这款世界地图的内容仍在持续丰富中。

可以根据Creative Commons Attribution-ShareAlike 2.0 许可证的条款自由地使用OpenStreetMap数据。

# 在自动测向模式下进行三角测量以定位信号源

## 紧凑包装下的高精度、宽带测向方法

R&S®PR100-DF升级包使R&S®PR100变为一个强大而方便的便携式测向机。通过使用罗德与施瓦茨获得专利的单通道相关干涉仪测向方法，它提供了可与拥有两个或多个接收路径的测向机相比拟的测向精度和抗反射能力，同时无需额外增加硬件。集成的升级包覆盖从20 MHz到6 GHz的宽测向频率范围。R&S®PR100自身的性能优势与经过验证的单信道测向方法相结合，为用户提供了一个紧凑的、由电池供电的解决方案，是要求灵活性和移动性的应用（例如，追踪对讲机通信等短信号时）的理想之选。

在一辆商务车上安装便携式移动测向机只需几分钟，这归功于带有集成GPS接收机、电子罗盘和可选磁性底座适配器的紧凑型测向天线。

## 通过R&S®ADD107或R&S®ADD207紧凑型测向天线进行信号源的自动测向

接收机自动获取所需的相对于北向的方位角信息。该信息显示在R&S®PR100屏幕中的电子罗盘上。当配备R&S®PR100-GPS选件时，这些信息将连同接收机的GPS定位在地图上提供清楚的位置和方向信息。R&S®PR100-GPS选件使用移动定位和集成的三角测量定位功能（包括误差半径的计算），使用户可以结合多个测向结果，从而更精确地查明信号源。



集成了R&S®PR100-DF升级包的R&S®PR100的测向模式。



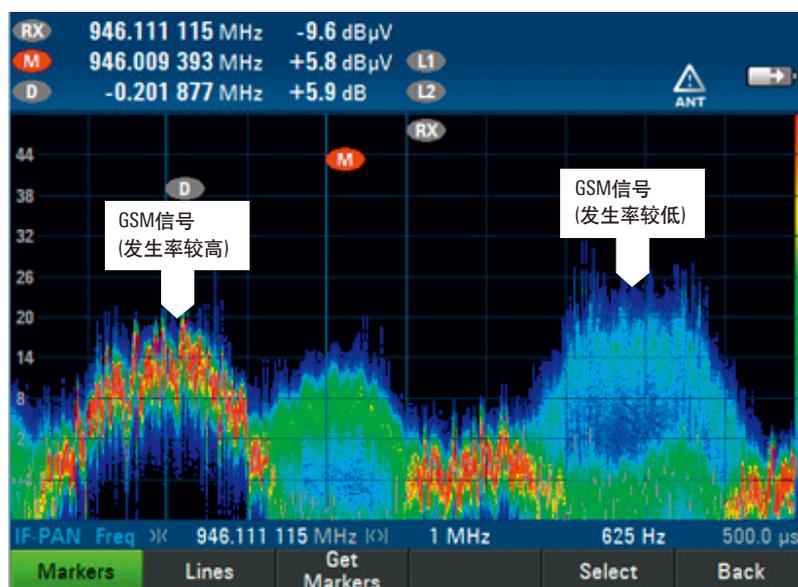
在地图上手动选择多个自动测向结果进行三角测量并显示交叠定位结果。

# 脉冲信号和叠加传输的检测

短时信号无法基于对一段时间内信号采样进行平均的传统测量方法检测得到。当若干脉冲信号占用同一频率范围时，也存在同样的限制。常规检测器无法分离这些信号，而R&S®PR100-PC选件则可以消除这些限制。

彩色频谱显示可以分离无法通过传统方法（例如，频谱、瀑布图、最大保持）加以区分的叠加脉冲信号。为区分此类复杂的信号场景，接收机会分析各频率/电平点的相对发生率，并在彩色编码图表中显示结果与频率。通过频谱中显示的相应颜色，可以简单清楚地分离出现频率较高和较低的信号。彩色频谱对分离信号很有帮助。例如，可用于识别叠加在脉冲期望信号（如GSM、DECT）上的脉冲干扰信号。它还有助于轻松区分信号类型。例如，根据颜色的指示区分信号属于突发信号还是连续信号。

具有低占空比的短时信号通常会在平均过程中丢失，或者在清除/写入模式下具有极低的截获概率。而借助彩色频谱显示可以实时检测上述脉冲，因为专用FPGA架构每秒可以处理多达50,000个频谱。



叠加脉冲信号（如GSM-900下行链路段）基于出现频率以不同的颜色显示，此方法与使用最大保持处理方法相比要更易于分析。

## R&S®PR100-PC彩色频谱显示选件的主要功能特性

### 实时显示结果

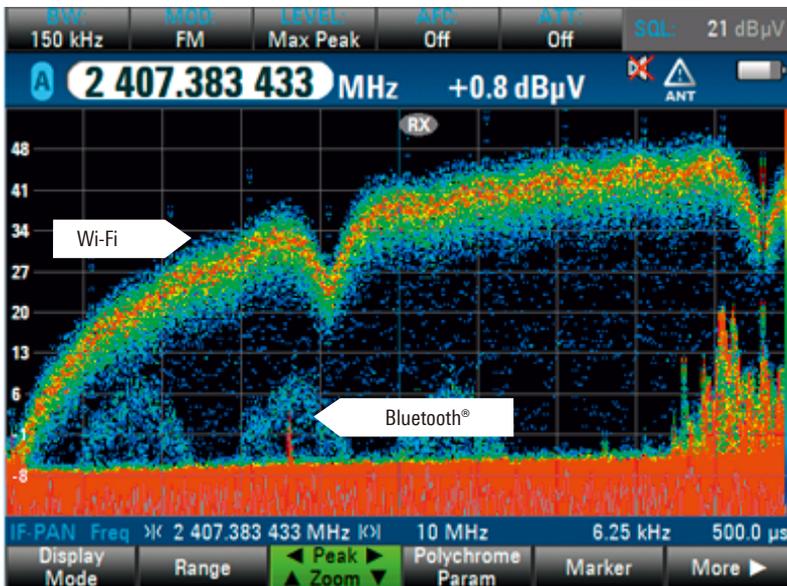
彩色频谱的计算通过FPGA技术全面实现。因此可以实时显示结果。无需对记录的信号样本进行耗时的后处理。方便的实时处理操作使得操作人员可以专注于接下来的任务。

### 易于操作

操作人员只需按下按钮，即可激活彩色频谱显示。常规频谱显示的所有功能（例如标记、电平测量）一应俱全。R&S®PR100-PC选件的设置简单、直观、灵活、强大，足以针对各种信号对彩色频谱显示进行优化。

### 高截获概率 (POI)

R&S®PR100-PC选件具有较高的短时脉冲信号截获概率。在集成的专用POI模式下，能够以全电平精度可靠地检测持续时间只有60 μs的脉冲。若与R&S®PR100的无间隙处理相结合，可发挥无与伦比的性能。



只有使用彩色频谱才能观测到被具有更高幅度的脉冲信号 (WLAN) 所覆盖的低幅度脉冲信号 (Bluetooth®)。

# 面向未来的投资

R&S®PR100具有极宽的频率范围和出色的性能，能够满足未来的需求。R&S®PR100能够对当前和未来的无线电服务信号进行接收和处理。

## 高接收灵敏度、高信号分辨率

R&S®PR100使用最先进的数字信号处理技术，以高灵敏度接收信号，并且能够检测极弱的信号而不降低处理速度。与传统的模拟接收机相比，它在灵敏度和信号分辨率方面的性能更加优越。

## 通过解调进行信息检索

模拟调制信号可在接收机内进行解调。信号可以通过内置扬声器或耳机进行监听。复基带信号可以在内部或外部进行记录用于离线分析。基于PC的R&S®CA100分析软件可用于在线和离线信号分析。通过LAN可将待分析信号传输到PC上。解调带宽可独立于中频带宽进行选择。

## 集监测接收机和移动数据存储于一身

接收机提供了下列内置存储介质及功能以便记录测量数据：

- 64 MB RAM用于记录高达500 kHz带宽的I/Q数据，或高达12.5 kHz带宽的音频数据
- 4 GB SD卡用于存储I/Q数据、音频数据、频谱和测量数据
- 外部SD卡读卡器用于读取SD卡
- 数字音频数据以WAV格式存储，测量值以CSV格式存储；屏幕截图以PNG格式存储于SD卡中
- 数字数据可以通过LAN接口在线获取；并记录于外置设备（如PC硬盘）
- 不需要数据缓存



用于桌面应用的R&S®PR100折叠式支架。

### 通过远程控制实现高效操作

可以通过LAN接口实现对接收机的全方位远程控制。这样可以高效、远程操作接收机 (例如, 在无人值守的监测站中)。LAN 接口可以处理最大数据传输率。LAN接口协议符合IEEE 488.2 SCPI标准。

### 满足移动应用需求的电池续航

- 重量轻: 3.5 kg (含电池)
- 电池续航时间长: 在RX模式下可续航4小时左右, 在测向模式下可续航2小时左右

### 频率范围可扩展到高达18 GHz

带有下变频器的R&S®HF907DC超高频定向天线可将便携式接收机的接收频率范围扩展到高达18 GHz。用户从而可以利用频率范围高达18 GHz的R&S®PR100的丰富特性, 例如探测由定向无线链路通信引起的干扰。

### R&S®HF907DC规格简介

频率范围	频段1	7.5 GHz至12.5 GHz
	频段2	12.5 GHz至18 GHz
极化	手动设置	水平、垂直或45°
VSWR		2.5 (典型值)
阻抗		50 Ω
射频接头		N型, 阴性
重量	含可充电电池	约3.5 kg



频率范围扩展到高达18 GHz的R&S®HF907DC超高频天线。



R&S®HF907DC后视图。

# 直观方便的操作

R&S®PR100的操作理念符合现代无线电监测接收机的要求，解调模式、带宽等所有重要功能都可以直接通过直观的按键进行设置，用户能够迅速地熟悉设备的操作。

接收机可以方便地通过按键和旋钮进行控制。清晰的菜单结构使用户能够快速访问设备的参数和功能。

各种结果以及频谱和瀑布图都可以直观地从色彩亮丽、布局清晰的6.5英寸VGA彩色显示屏上进行查看。显示屏背光可以调暗以方便在黑暗的环境下使用。还可以使用特殊的黑白显示模式，从而提供最佳的对比度以方便在日光下使用。

通过中频全景显示可以详细分析感兴趣的频率范围。当前接收频率显示在频谱显示的中心位置。可选择1 kHz到10 MHz的中频带宽以适应当前的任务。平均值、最小保持和最大保持功能进一步扩展了分析能力。

用户可以根据当前需求更改结果的显示方式。测量数据可具有多种格式。



使用顶部和前面板上直观的按键可以直接设置接收机的所有重要功能，例如解调模式和带宽。

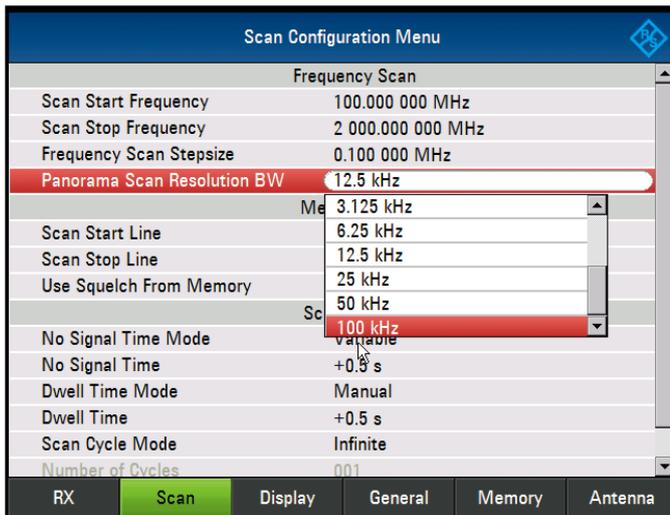
数字数据通过LAN接口输出：

- 高达500 kHz带宽的复基带数据 (I/Q数据)
- 高达12.5 kHz带宽的数字音频数据
- 全景扫描的频谱 (具有最大的更新速率)
- 中频全景显示的频谱 (具有最大的更新速率)
- 测量信号电平
- 测量频偏值
- 测量场强值 (天线因子必须存储在接收机中)

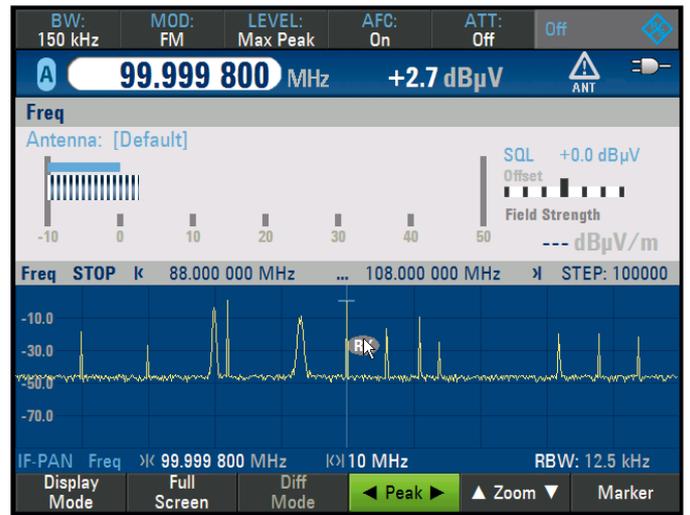
模拟数据通过相应的模拟接口输出：

- 模拟音频数据通过3.5 mm插孔输出
- 21.4 MHz未控制的中频通过BNC插座输出 (对于20 MHz至7.5 GHz的接收频率)

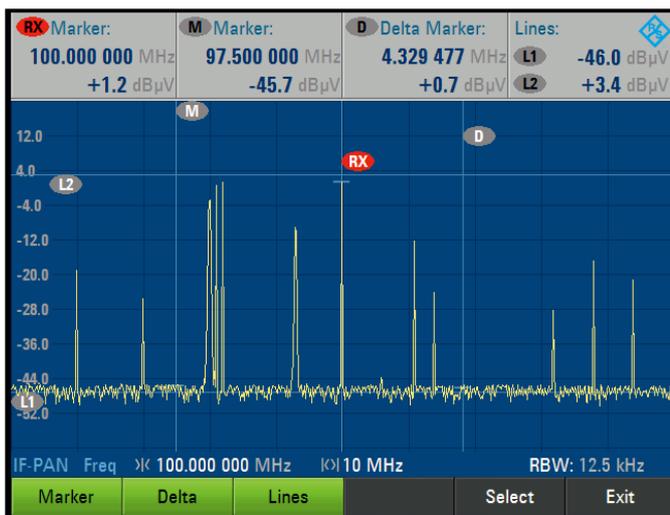
用户设置和电平显示模式在不同的信号处理点上生效。“工作原理”章节中将会对此做详细介绍，以框图的形式介绍R&S®PR100的工作原理。



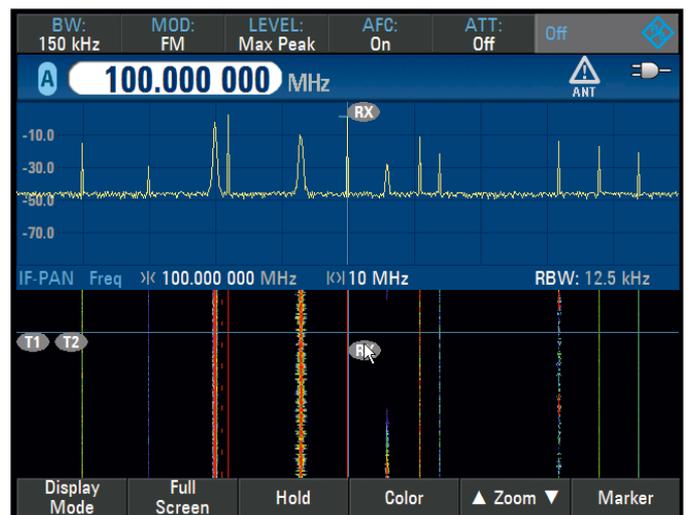
R&S®PR100配置菜单的结构。



测量电平和中频频谱显示。



通过标记功能分析中频频谱。



中频频谱和频谱图显示 (瀑布图显示)。

# 方便的 R&S®PR100-Control 远程控制软件

R&S®PR100-Control远程控制软件随R&S®PR100一起免费提供。它是R&S®RAMON软件系列的一部分，可用于从PC工作站方便高效地操作接收机。该软件具有简单明了的菜单结构，操作直观，只需对操作人员进行少量培训。

R&S®PR100所提供的完整功能可通过R&S®PR100-Control软件进行控制。其图形化用户界面可提供易于读取的在线信号显示，并可对信号进行记录和回放。选配的R&S®RAMON软件包大大扩展了功能范围。例如，用于从属接收机或测向机之间的切换功能、任务和报告功能以及数据库功能等。通过使用R&S®RAMON软件组件，可实现客户定制的无线电监测系统，从单一的独立系统到全国范围内的联网系统。

## **R&S®RAMON的主要功能特点**

### **操作快捷**

可使用快捷键来访问主要功能。

### **结果的图形显示包括：**

- 带有瀑布图的中频频谱
- 带有瀑布图的射频全景频谱

用户可根据特定任务或应用场合来改变显示颜色以及窗口的大小和排列。图表中提供了易于使用的测量功能。

### **频谱和瀑布图数据的显示、存储和回放**

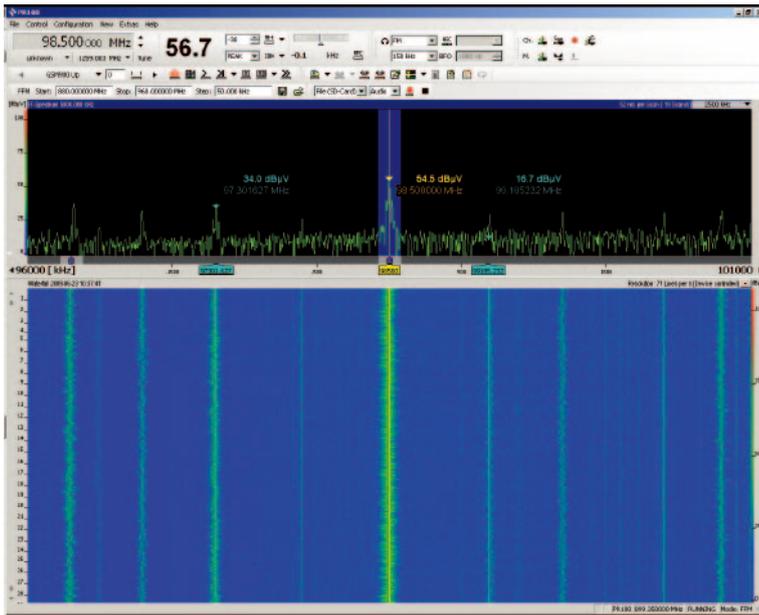
R&S®PR100-Control可记录和回放射频和中频信号频谱。另外，还可存储带宽最高500 kHz的数字音频和I/Q基带数据(数字中频)，例如，用于对数字调制信号进行进一步分析。

### **环形缓冲中的频率扫描数据缓冲**

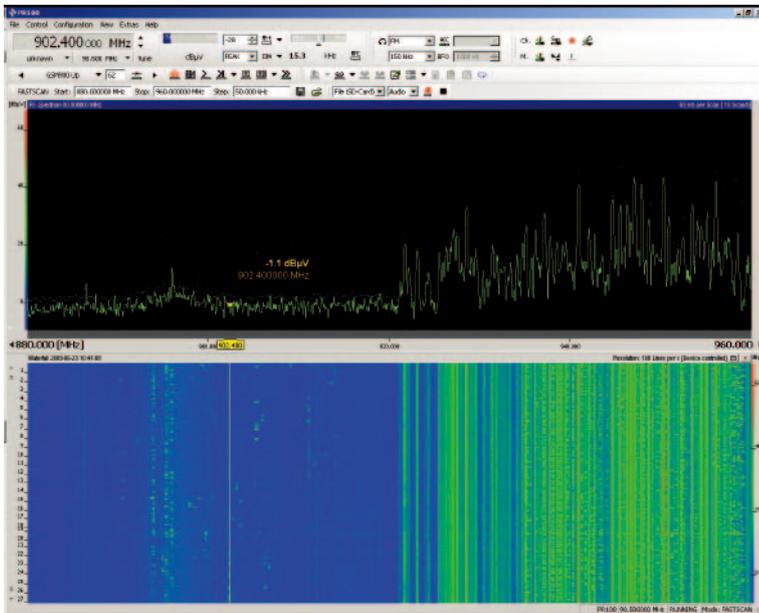
可通过鼠标点击来停止向环形缓冲中记录数据。存储的信号随后可在回放模式中用于分析。

### **用于标记信号的频率列表**

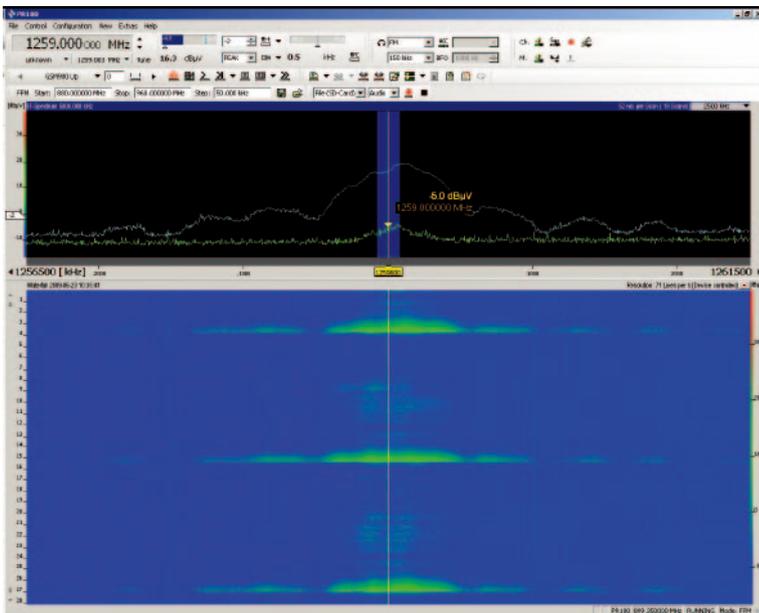
可通过鼠标点击来标记无线信道并存储在列表中，同时将其置于频谱上方并以图形方式显示。频率列表可用于存储和后续分析。



显示中频频谱和使用标记功能。



带最大保持功能的宽带全景扫描和瀑布图。



慕尼黑机场 (德国) 雷达信号的中频频谱和瀑布图。

# 工作原理

## 前端

从天线接口开始，信号路径中的频率限制为8 GHz。随后在三条路径中进行三个不同频率范围的信号处理。

9 kHz到30 MHz的信号通过前置放大器直接传到A/D转换器。20 MHz到3.5 GHz的信号通过预选器和前置放大器，或者在高信号电平时通过衰减器传输到中频部分。预选器和衰减器能够有效保护中频部分免遭过载损坏。由于这段频率范围内会出现最大信号总电平，所以上述功能尤为重要。3.5 GHz到8 GHz的信号通过前置放大器传到中频部分。

三段中频部分将为随后的A/D转换器处理20 MHz到8 GHz的信号。为了提供最优的设备性能，后面的部分只处理7.5 GHz以下的信号。未控制的21.4 MHz中频也可以通过R&S®PR100的BNC插座在A/D转换器前录制，用于进一步的外部处理。

## 数字信号处理

在信号A/D转换之后，信号路径分成两条路径：

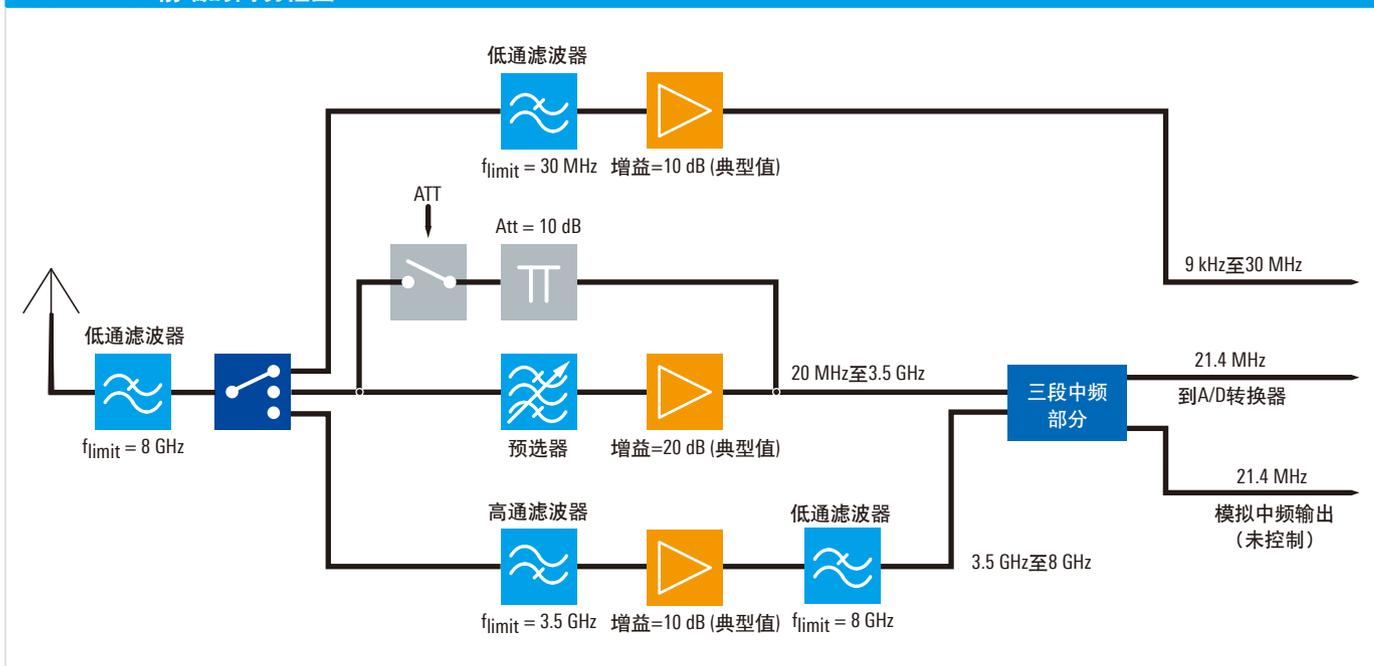
在第一路径中，中频频谱通过数字下变频器 (DDC)、数字带通滤波器和FFT块进行计算。带通滤波器的带宽可在1 kHz到10 MHz范围内选择。在中频频谱输出到显示屏或通过LAN接口输出之前，结果通过平均值、最小保持或最大保持等用户选择的功能进行后期处理。

在第二路径中 (同样包含数字下变频器和带通滤波器)，信号被处理用于为电平测量或解调。为了以最优的信噪比处理不同的信号，接收机具有150 Hz到500 kHz解调带宽的中频滤波器，此滤波器可以独立于中频带宽进行选择。

在电平测量之前，通过用户选择的平均值、最大峰值、RMS或样本函数确定并权衡电平绝对值，然后，测得的电平输出到显示屏上或通过LAN接口输出。

对于模拟信号的解调，复基带数据在经过带通滤波器后将使用自动增益控制 (AGC) 或手动增益控制进行处理，并最终通过AM、FM、USB、LSB、ISB、脉冲或CW解调阶段进行解调。数字信号的复基带数据 (I/Q数据) 在AGC/MGC阶段之后直接输出用于进一步的处理。

R&S®PR100前端的简易框图



得到的结果为数字数据，可以通过LAN接口输出用于特殊任务要求。数字音频数据转换为模拟信号，通过扬声器输出。

### 高接收机灵敏度、高信号分辨率

R&S®PR100具有高达10 MHz的中频带宽。接收机可以显示预设中心频率的高达10 MHz带宽的中频频谱而不需扫描，这使得即便很短的信号脉冲也可以被捕获。

最宽10 MHz的中频带宽可产生最宽的频谱显示，而最窄1 kHz的中频带宽可产生最高的灵敏度。

中频频谱通过快速傅里叶变换 (FFT) 进行数字计算。在中频使用FFT具有明显的优点：接收机的灵敏度和信号分辨率远远高于具有相同频谱显示宽度的传统模拟接收机。

### 中频频谱

中频频谱的FFT计算按照多步进行。这些步骤在下面简单地以10 kHz ( $BW_{IF\ spectrum} = 10\text{ kHz}$ )中频带宽为例进行说明，这个带宽可带来较高的灵敏度。

基于中频滤波器的有线边缘坡度，采样率 $f_s$ 必须大于选择的中频带宽 $BW_{IF\ spectrum}$ 。这样，采样率和中频带宽的比值就是一个大于1的值，也就是中频滤波器边缘坡度的测量值。这种关系由下列两个公式表达：

$$\frac{f_s}{BW_{IF\ spectrum}} = \text{常数}$$

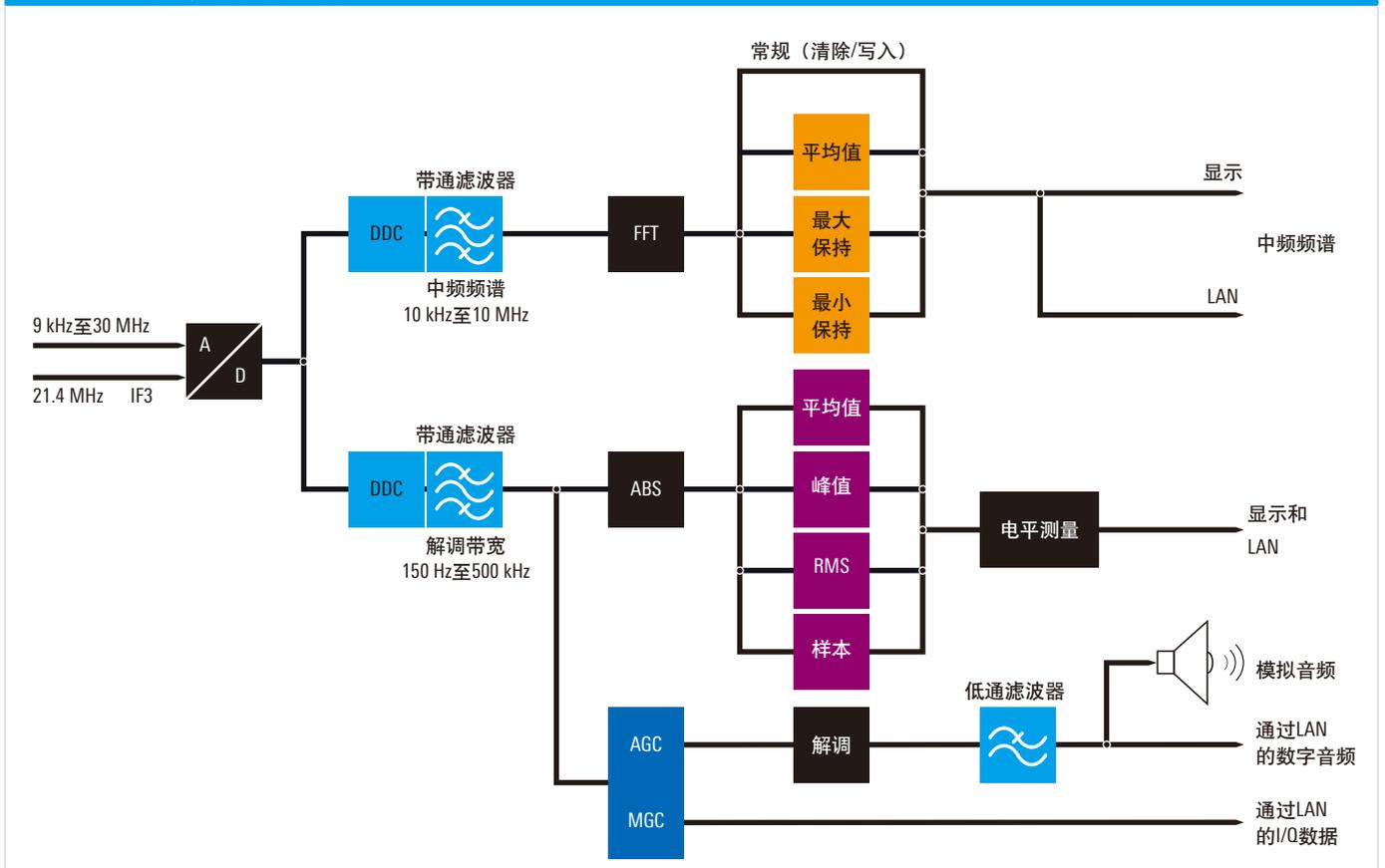
或者

$$f_s = BW_{IF\ spectrum} \times \text{常数}$$

值取决于选择的中频带宽，也就是说，它可能因中频带宽的函数有所不同。

对于 $BW_{IF\ spectrum} = 10\text{ kHz}$ 的中频带宽，常数值为1.28。因此为了显示10 kHz的中频频谱，需要的采样率为 $f_s = 12.8\text{ kHz}$ 。

R&S®PR100数字信号处理框图



R&S®PR100使用长度为2048中的N点FFT来生成中频频谱。为了计算这些点，在上述示例中12.8 kHz的采样带宽被分为2048个等距离的频率片，也称为“bin”（参见图“中频频谱的信号处理”）。

频率片的带宽 $BW_{bin}$ 按如下公式获得：

$$BW_{bin} = \frac{f_s}{2048} = \frac{12.8 \text{ kHz}}{2048} = 6.25 \text{ Hz}$$

这意味着在上述例子中，只有每个bin计算得出的6.25 Hz带宽要作为噪声带宽，用于按以下公式计算显示噪声电平（DNL）（简单起见这里没有考虑FFT（布莱克曼窗）的窗函数效应）：

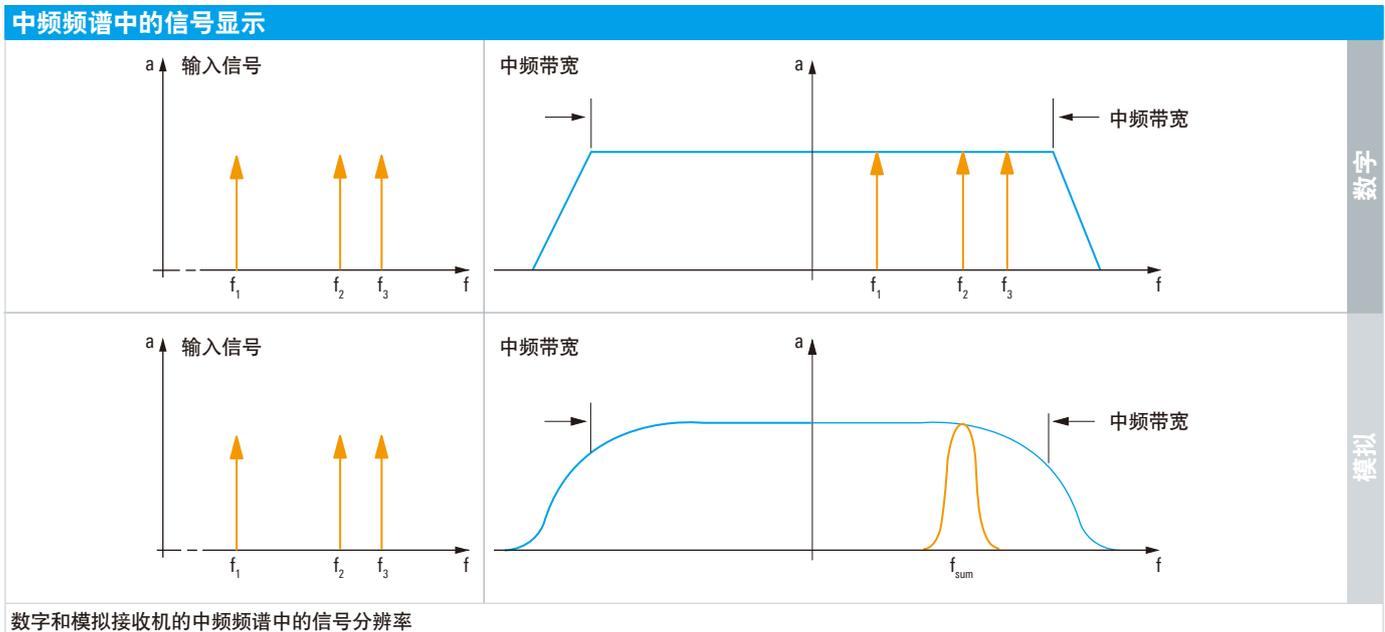
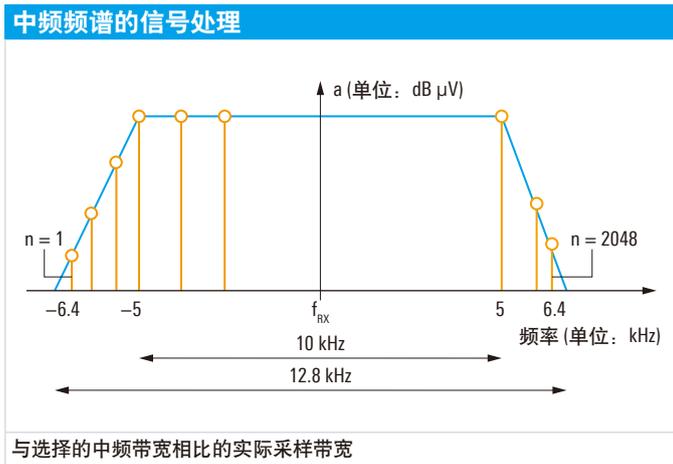
$$DNL = -174 \text{ dBm} + NF + 10 \cdot \log(BW_{bin}/\text{Hz})$$

数量 NF 表示接收机的总噪声系数。

上述示例表示，由于使用了FFT，在DNL计算中考虑的实际分辨率带宽（RBW）（即 $BW_{bin}$ ）明显小于10 kHz宽显示范围的预计分辨率带宽。

FFT 计算中高频谱分辨率的另一优点是能够捕获位置相近的信号（例如 $f_1$ 、 $f_2$ 、 $f_3$ ），并在中频频谱中显示为离散的信号（参见图“中频频谱中的信号显示”）。

对与模拟接收机，如果选择了分辨率带宽等于设置的中频带宽（ $RBW = BW_{IF \text{ spectrum}}$ ），将显示总信号 $f_{sum}$ ，而不是三个离散的信号 $f_1$ 、 $f_2$ 和 $f_3$ 。



## 全景扫描

接收机的最大FFT带宽为10 MHz，这使其能够在很宽的频率范围内极快地扫描（全景扫描）。为了达到这一目的，最大10 MHz带宽的频率窗口连续相接，从而横贯整个预定义的扫描范围（参见图“全景扫描模式中的信号处理”）。与中频频谱相同，使用FFT能以更高的分辨率处理较宽的频率窗口。

频率窗口的宽度和FFT长度（FFT点的数量）是可变的，由接收机选择使用。

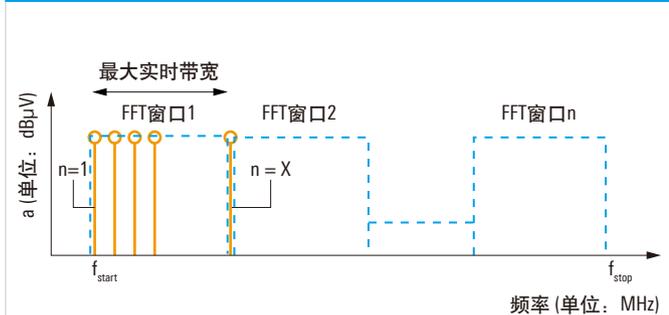
在全景扫描模式下，用户可以选择125 Hz到100 kHz范围内的12个分辨率带宽。分辨率带宽对应于第23页“中频频谱”中提到的频率片的宽度（bin宽度）。基于选择的bin宽度和起始、终止频率，R&S®PR100将为每个扫描步骤自动确定需要的FFT长度和频率窗口的宽度。接收机选择这些内部参数，从而使每个分辨率带宽达到最佳的扫描速度（参见图“全景扫描模式下的分辨率”）。

在全景扫描模式下，100 kHz的分辨率带宽带来最大的扫描速度，而125 Hz的分辨率带宽带来最大的灵敏度。

因此，全景扫描的分辨率带宽（bin宽度）（可在125 Hz到100 kHz范围内选择）对应于中频频谱的DNL计算中的分辨率带宽（BWbin）（参见第23页“中频频谱”中的DNL公式），从而可被用于计算全景扫描的DNL。另外，用户可以选择分辨率带宽以获得理想的频率分辨率（参见图“Bin宽度和信道间距”）。

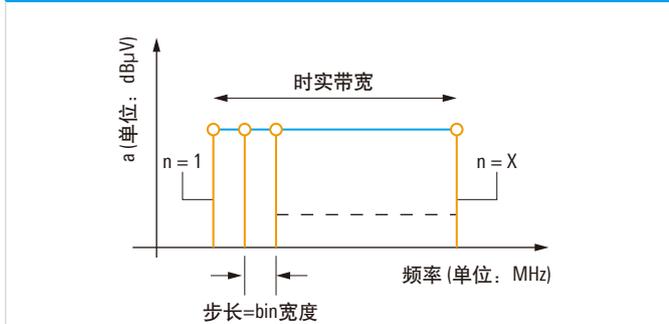
从上述说明中可见，在监测接收机中数字信号处理的使用具有决定性的优势。极高的灵敏度（归因于极高的分辨率）以及宽频谱视图和高扫描速度使其显著超越了模拟接收机的截获概率。

### 示例：全景扫描模式下的信号处理



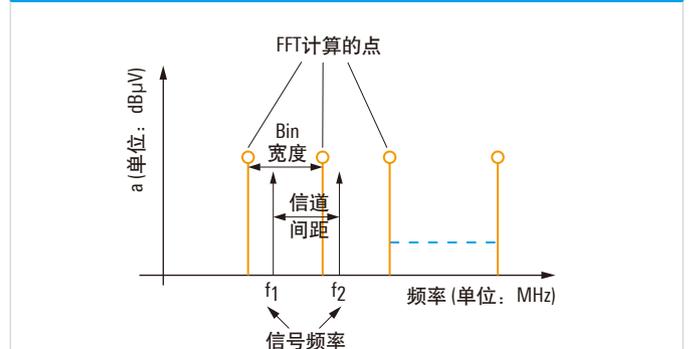
快速全景扫描模式下的基本步进序列

### 全景扫描模式下的分辨率



通过改变bin宽度选择全景扫描的分辨率

### 示例：全景扫描模式下的分辨率



选择12.5 kHz的bin宽度来捕获使用12.5 kHz信道间距的无线电服务

# R&S®HE400有源定向天线

使用从8.3 kHz到8 GHz的五个不同的天线模块。这些天线模块可插入天线手柄，从而可以接收垂直或水平极化信号。可通过天线手柄检测接入的模块类型及其方向，从而可以根据存储的天线因子数据自动在R&S®PR100上显示场强。



R&S®HE400HF  
高频天线模块。



R&S®HE400VHF  
甚高频天线模块。



R&S®HE400UWB  
超宽带天线模块。



R&S®HE400LP  
对数周期天线模块。



R&S®HE400CEL  
蜂窝网络天线模块。

## 便携式监测和测量系统

R&S®HE400有源定向天线和R&S®PR100便携式接收机可以共同组成一个强大的发射机定位接收系统。便携且轻便的设备组合足以应付建筑物内或者四轮车辆无法到达的恶劣地形环境下的测量任务。这套经济的监测系统除了能够进行定位和电平测量之外，还具有一个重要的优点：可以较隐蔽地进行运输和部署。

## 易于使用和控制

R&S®HE400的天线手柄上直接安装有触发和开关按钮，因此用户可以执行所有必要的控制，包括接收机可配置的触发操作。由于重量较轻，因此操作起来毫不费力。与可拆卸手架搭配使用，用户可以轻松地现场执行长期监控任务。对于在固定站点进行的长期监测应用，可将天线安装在三脚架上。天线手柄上的连接螺纹与传统照相机三脚架的安装螺丝互相匹配。

## 灵敏度和动态范围

内置可切换的低噪声放大器 (LNA) 进一步增强了低信号场强时的系统灵敏度，从而增加了截获概率 (有源模式)。在无源模式下，放大器被旁路，因此天线也可靠近强信号源使用。LNA以及天线中的其他所有组件均由通过成套电缆连接的接收机供电，因此无需在R&S®HE400中装入电池。

## 地理定位和三角测量

集成电子罗盘提供精确的方位角和仰角数据。与带有GPS和Glonass功能的高灵敏度天线手柄结合在一起，可通过三角测量提供精确的定位精度。

## R&S®HE400规格简介

频率范围	
高频天线模块	8.3 kHz至30 MHz
甚高频天线模块	20 MHz至200 MHz
超宽带天线模块	30 MHz至6 GHz
对数周期天线模块	450 MHz至8 GHz
蜂窝网络天线模块	700 MHz至2500 MHz
极化	可调节、线性垂直或水平
VSWR	< 2.5 (典型值)
射频输出	N接头，阳性
控制和供电	7个阳性引脚 (通过R&S®PR100)
操作重量	< 1 kg (手柄带有一个模块)

# 简要技术参数

简要技术参数		
<b>射频数据</b>		
频率范围		9 kHz至7.5 GHz
射频输入		
阻抗		50 Ω
预选器	9 kHz至30 MHz	30 MHz低通滤波器
	20 MHz至1.5 GHz	可调带通滤波器
	1.5 GHz至7.5 GHz	高通/低通滤波器组合
<b>中频数据</b>		
中频频谱显示范围		1 kHz至10 MHz、 1/2/5/10/20/50/100/200/500 kHz、 1/2/5/10 MHz
显示模式		正常 (清除/写入)、平均值、最大保持、 最小保持
中频解调带宽	16个滤波器 (由3 dB带宽标定)	150/300/600 Hz、 1.5/2.4/6/9/12/15/30/50/120/150/250/300/ 500 kHz
解调模式	所有解调带宽	AM、FM、脉冲、I/Q
	解调带宽 ≤ 9 kHz	LSB
	解调带宽 ≤ 15 kHz	ISB
	解调带宽 ≤ 9 kHz	CW
<b>扫描模式</b>		
频率扫描 (FScan)	起始和终止频率、步长	用户可选择
	扫描速度	高达200信道/秒
存储扫描 (MScan)	存储单元	1024个, 用户可选择
	扫描速度	高达150信道/秒
全景扫描 (PScan)	起始和终止频率	用户可选择
	分辨率带宽 (bin宽度)	125/250/500/625 Hz、 1.25/2.5/3.125/6.25/12.5/25/50/100 kHz
	扫描速度 (RBW = 100 kHz, 测量时间 = 500 μs, 中频频谱 = 正常 (清除/写入), 显示模式 = 中频频谱)	高达2 GHz/s
<b>测向模式</b>		
频率范围		20 MHz至6 GHz
测向方法	使用R&S®ADD207或R&S®ADD307测向天线, 或者使用R&S®ADD107测向天线测量 高于173 MHz的信号	相关干涉仪
	使用R&S®ADD107测向天线测量 低于73 MHz的信号	瓦特森-瓦特
显示分辨率	可选	0.1°或1°

数据手册请参见5213.9870.22或登陆[www.rohde-schwarz.com](http://www.rohde-schwarz.com)查询

# 订购信息

名称	型号	订货号
<b>基本单元</b>		
便携式接收机 中频频谱 (最大10 MHz), 频谱图 (瀑布图)、6芯锂离子电池, 插入式电源, 用于存储用户设置的SD卡, 肩带	R&S®PR100	4079.9011.02
校准值文档	R&S®PR100-DCV	4071.9906.02
<b>软件选件</b>		
全景扫描 射频扫描, 覆盖用户可选范围的高速FFT扫描, 可选频谱分辨率 (bin宽度)	R&S®PR100-PS	4071.9306.02
内部记录 测量数据记录于接收机中 (64 MB RAM) 或存储于SD卡中, 以WAV格式记录音频数据 (通过Windows Media Player等播放), 记录I/O数据, 频谱和频谱图 (瀑布图) 数据, R&S®PR100-Control软件用于在PC上观察测量数据	R&S®PR100-IR	4071.9358.02
远程控制 通过LAN接口 (SCPI协议) 对接收机进行远程控制; 测量数据经LAN接口传输; I/O解调数据 (高达500 kHz带宽) 经LAN接口传输; R&S®PR100-Control软件 (用于通过PC进行远程控制、数据记录和数据回放)	R&S®PR100-RC	4071.9406.02
外部触发测量 通过外置传感器 (不与接收机一起提供) 触发R&S®PR100的测量; 通过AUX接口连接传感器	R&S®PR100-ETM	4071.9458.02
场强测量 使用存储于接收机内的天线因子计算场强; 接收机直接以dBµV/m为单位显示场强	R&S®PR100-FS	4071.9506.02
用于下变频器天线的超高频频率处理 通过控制电缆将R&S®HF907DC天线的下变频器单元连接到接收机; 接收机重新计算下变频器信号, 然后按高达18 GHz的原始频率在原位置显示包括边带的信号, 因此用户随后无需再转换信号 (天线和下变频器不与R&S®PR100-FP选件一起提供)	R&S®PR100-FP	4071.9558.02
GPS软件接口 外部GPS模块的数据流处理 (GPS模块不包含在供货范围内)	R&S®PR100-GPS	4071.9958.02
测向机升级包 为R&S®PR100接收机增加精确测向功能 (不包含测向天线和成套电缆)	R&S®PR100-DF	4096.2805.02
彩色频谱显示 添加彩色编码频谱显示以指示相对信号占用	R&S®PR100-PC	4096.2828.02
<b>附件</b>		
电池组 6芯锂离子电池, 充电底座, 插入式电源	R&S®PR100-BP	4071.9206.02
手提箱套件 硬壳运输箱, 包含耳机和可伸缩天线, 另有空间可装入其他附件	R&S®PR100-SC	4071.9258.02
车辆适配器	R&S®HA-Z202	1309.6117.00
携带套装 胸带和防雨罩	R&S®HA-Z222	1309.6198.00
携带包 软携带包	R&S®HA-Z220	1309.6175.00
GPS接收机 用于R&S®PR100的外部GPS接收机	R&S®HA-Z240	1309.6700.03
手持式定向天线 (天线手柄)	R&S®HE400	4104.6000.02
高频天线模块, 8.3 kHz至30 MHz	R&S®HE400HF	4104.8002.02
甚高频天线模块, 20 MHz至200 MHz	R&S®HE400VHF	4104.8202.02
超宽带天线模块, 30 MHz至6 GHz	R&S®HE400UWB	4104.6900.02
对数周期天线模块, 450 MHz至6 GHz	R&S®HE400LP	4104.8402.02
蜂窝天线模块, 700 MHz至2500 MHz	R&S®HE400CEL	4104.7306.02
用于R&S®HE400和R&S®PR100或R&S®FSH的成套电缆	R&S®HE400-K	4104.7770.02
用于R&S®HE400的运输箱	R&S®HE400Z1	4104.9009.02
用于R&S®HE400的运输包 (小号)	R&S®HE400Z2	4104.9050.02
用于R&S®HE400的运输包 (大号)	R&S®HE400Z3	4104.9080.02
用于R&S®HE400的三脚架	R&S®HE400Z4	4104.9109.02

名称	型号	订货号
<b>超高频天线及附件</b>		
带下变频器的超高频定向天线	R&S®HF907DC	4070.8006.02
成套电缆	R&S®HF907DC-K1	4070.8958.02
<b>测向天线及附件</b>		
紧凑型甚高频/特高频测向天线	R&S®ADD107	4090.7005.02
紧凑型甚高频/超高频测向天线	R&S®ADD207	4096.0002.02
可折叠甚高频/超高频测向天线	R&S®ADD307	4098.2002.07
带磁性底座的车辆适配器	R&S®ADD17XZ3	4090.8801.02
带转换器的成套电缆	R&S®ADD17XZ5	4090.8660.02
木制三脚架	R&S®ADD17XZ6	4090.8860.02
用于R&S®ADD17XZ6的三脚架包	R&S®ADD17XZ7	4096.1450.02
测向天线背包，用于R&S®DDF007、R&S®ADD107或R&S®ADD207、R&S®ADD17XZ5和R&S®ADD17XZ3	R&S®ADD17XZ8	4096.1580.02
用于R&S®ADD307的带有转换器的天线电缆，长度：5 m	R&S®ADD17XZ9	4098.3615.15
用于R&S®DDF007和R&S®PR100-DF的扩展射频电缆	R&S®EXTCABLR	4096.1650.03
用于R&S®DDF007和R&S®PR100-DF的扩展控制电缆	R&S®EXTCABLCTL	4096.1650.04
用于R&S®DDF007和R&S®PR100-DF的扩展器成套电缆	R&S®EXTCABLSET	4096.1650.02



R&S®HA-Z202车辆适配器。



R&S®HA-Z220软携带包。



R&S®HA-Z222携带套装，包括胸带和防雨罩。

## 维修选项

延长保修，一年	R&S®WE1	请联系您当地的罗德与施瓦茨销售办事处。
延长保修，两年	R&S®WE2	
延长保修，三年	R&S®WE3	
延长保修，四年	R&S®WE4	
包含校准的延长保修，一年	R&S®CW1	
包含校准的延长保修，两年	R&S®CW2	
包含校准的延长保修，三年	R&S®CW3	
包含校准的延长保修，四年	R&S®CW4	

R&S®PR100-BP电池盒包含6芯锂离子电池、充电底座和插入式电源。



R&S®PR100-SC手提箱套件包含硬壳运输箱(拉杆箱，包含耳机和伸缩天线，另有空间可装入其他附件)。



# 从售前到售后 服务方便快捷

罗德与施瓦茨的服务网络遍布全球70多个国家，可确保由技术精湛的专家为您提供最佳现场支持。

使项目所有阶段的用户风险降至最低：

- 解决方案的确定/采购
- 技术调试/应用开发/集成
- 培训
- 操作/校准/维修

