WNS 信道模拟器：DAB/DRM 数字广播标准信道仿真解决方案

度纬科技 Application Notes-084-V1.0

https://www.doewe.com

一、引言

DAB、DRM 作为典型的数字声音广播技术，在实际传播过程中会受到多径传播、信号衰落、多普勒频移及路径时延等因素影响。对于数字广播接收机而言，仅在理想射频环境下进行测试，难以全面评价产品在真实无线环境中的接收性能。

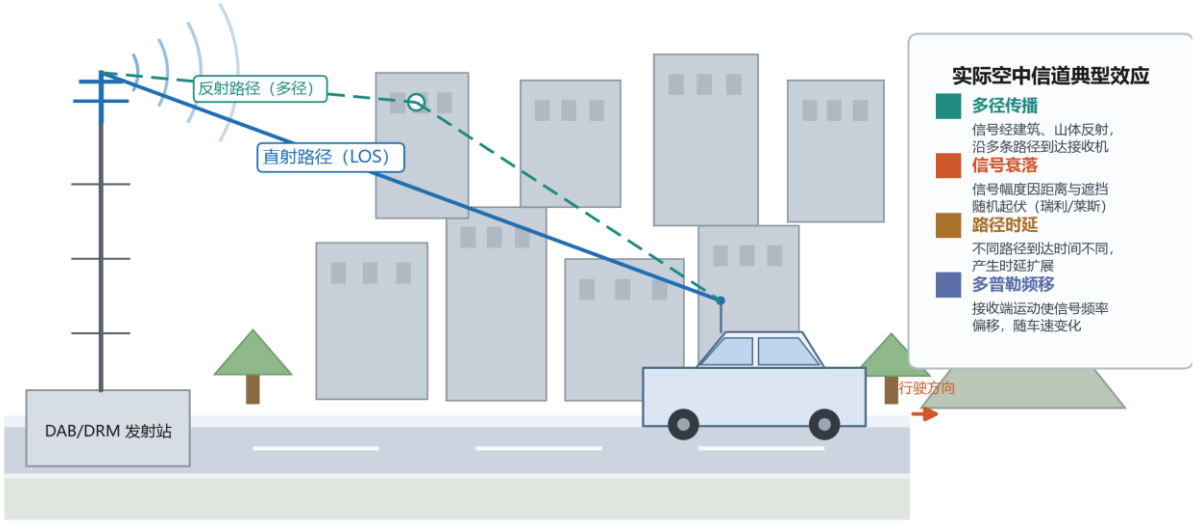


图 1 实际空中信道环境：多径、衰落与多普勒效应示意

为实现实验室环境下可重复、可控制的性能验证，ETSI 分别针对 DAB 和 DRM 定义了相应的参考信道模型。其中，ETSI TS 103 461 对 DAB 接收机测试中的 Gaussian、Rayleigh 等信道条件进行了规定，并在相关附录中给出了典型信道参数配置；ETSI ES 201 980 则定义了 DRM 接收机测试所需的多径、时延及多普勒等参考信道模型。

相比实际道路和外场测试，信道模拟器能够将复杂的无线传播环境转化为标准化实验室测试条件，使测试人员能够精确控制信道参数，并重复执行相同测试。

度纬科技 WNS 信道模拟器面向 DAB/DRM 数字广播测试，将标准信道模型、多路径衰落、多普勒效应及噪声仿真相结合，为数字广播接收机研发、车载测试、产品验证及认证测试提供标准化信道仿真能力。

二、DAB 标准信道模型原理与仿真需求

DAB 采用 OFDM 调制方式，虽然具有较强的抗多径能力，但实际传播环境中的路径时

延、路径功率以及接收端运动产生的多普勒效应仍会影响接收性能。ETSI TS 103 461 相关测试模型提供了典型 DAB 信道环境，主要包括 RA（Typical Rural）、TU（Typical Urban）和 SFN（Single Frequency Network） 等典型场景，测试系统框图如下。

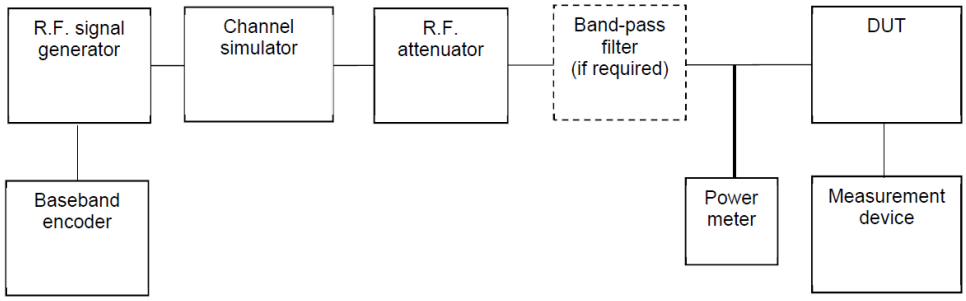


图 2 DAB 信道仿真测试系统框图

2.1 RA 典型乡村信道

RA 模型用于模拟典型乡村传播环境，包含具有直射分量特征的主导路径以及其他散射多径。不同路径具有不同的时延、功率和多普勒特性，可用于模拟开阔区域及乡村环境中的典型传播条件。

WNS 支持 RA_4、RA_6 等标准信道配置，可按照标准参数设置各路径的时延和功率，实现标准化的乡村信道仿真。

2.2 TU 典型城市信道

TU 模型用于模拟城市建筑物密集区域中的多径传播。信号经过建筑物反射和散射后形成多个不同到达时间的传播路径，同时车辆运动会产生多普勒扩展。通过不同路径的组合，可以模拟城市环境中的频率选择性衰落，用于验证接收机的同步、信道估计、均衡及音频接收性能。

WNS 支持 TU_6、TU_12 等典型城市信道模型。

2.3 SFN 单频网信道

DAB 单频网中，多个发射机在相同频率上同步发送相同内容。由于不同发射机到接收机的传播距离不同，各路信号具有不同的到达时延和功率，从而形成特殊的多径传播环境。

WNS 可通过配置不同路径的时延、功率及多普勒特性，模拟多个同步发射信号到达接收机后的叠加效果，为 DAB 接收机的 SFN 同步及接收性能测试提供实验室条件。

2.4 DAB 多普勒谱

ETSI TS 103 461 相关模型包含多种多普勒谱，包括：

- CLASS：经典瑞利型多普勒谱；
- RICE：包含直射分量特征的多普勒谱；
- GAUS1 / GAUS2：高斯型多普勒谱；
- GAUSDAB：DAB 专用多普勒谱。

WNS 将完整五种标准多普勒谱集成至信道模拟系统中，并支持速度输入，配置时延/功率等参数，实现不同移动条件下的 DAB 信道仿真。

三、DRM 标准信道模型与仿真

DRM30 主要面向 30 MHz 以下中短波数字广播。在实际传播过程中，地波、天波及电离层传播可能产生多径、时延扩展和多普勒等复杂信道效应，因此 DRM 接收机需要同时在理想信道和时变多径信道条件下进行性能验证。

ETSI ES 201 980 Annex B 给出了 DRM 接收机测试所采用的参考信道模型，通过多个具有不同延迟、衰减及多普勒特性的路径，对典型中短波传播环境进行搭建，测试系统框图如下。

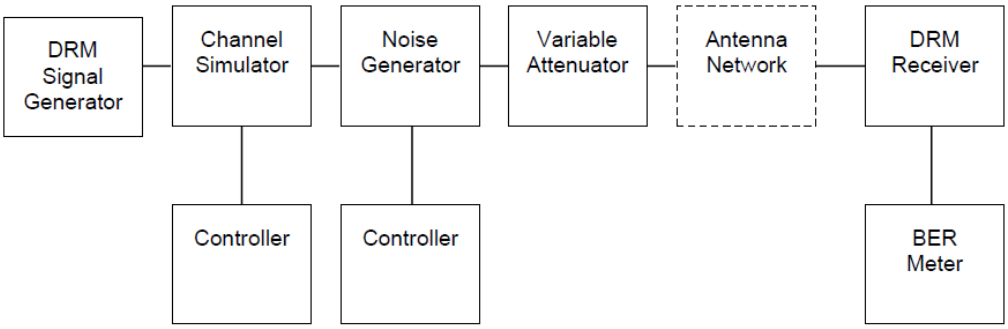


图 3 DRM 信道仿真测试系统框图

3.1 AWGN 信道

AWGN 信道不引入多径衰落，仅叠加高斯白噪声，可用于建立接收机在理想静态条件下的基础性能和灵敏度测试基准。

WNS 支持 AWGN 及 C/N 设置范围，用户可以根据测试需求调整噪声条件。

3.2 多径瑞利信道

多径瑞利信道通过多个独立衰落路径模拟中短波传播过程中的多径效应。每一路径可以根据测试需求设置不同的：

- Path Delay
- Path Gain / Relative Attenuation
- Doppler Shift
- Doppler Spread

同时可以叠加 AWGN，实现从理想信道到复杂时变信道的测试环境切换。

通过调整上述参数，可用于验证 DRM 接收机在不同传播条件下的同步、解调、纠错及音频接收性能。

四、DAB/DRM 信道仿真测试系统解决方案

针对 DAB/DRM 数字广播接收机性能验证，度纬科技提供由 RWC2010C 数字广播测试仪与 WNS 信道模拟器组成的 DAB/DRM 信道仿真测试方案：RWC2010C 产生标准 DAB/DRM 测试信号，WNS 模拟实际传播过程中产生的多径、衰落、多普勒及噪声等信道效应，车机/接收机作为被测设备接入链路，完成接收与解调性能验证，形成“标准信号产生—标准信道模拟—接收性能测试”完整测试链路（如图 4 所示）。通过改变信道模型、路径参数及移动速度，可在实验室内模拟乡村、城市、高速移动及 SFN 等不同应用环境，减少对实际道路和外场测试的依赖，提高测试效率和重复性。



图 4 “标准信号产生—标准信道模拟—接收性能测试”完整链路示意

4.1 标准信道测试

WNS 信道模拟器将 DAB/DRM 标准信道模型与测试参数进行预置和统一管理，用户无需根据标准文档逐项配置复杂的路径参数，即可快速调用对应测试场景。例如，在 DAB 测试中，可直接选择 RA、TU、SFN 等标准信道模型，加载对应的路径时延、路径功率及 多普勒参数；在 DRM 测试中，则可根据测试需求调用 AWGN 或标准多径衰落信道，并结合 Path Delay、Path Gain、Doppler Shift、Doppler Spread 等参数构建相应的传播环境。在标准预置场景基础上，WNS 还支持自定义信道/路径参数配置，可满足接收机研发阶段对特殊传播条件的进一步验证需求。

4.2 典型应用

对于车载数字广播测试，WNS 可通过速度输入模拟车辆运动产生的动态信道变化，评估接收机在不同车速及复杂传播条件下的接收性能；DAB SFN 测试则通过设置不同路径的时延和功率，模拟多个同步发射机信号到达接收机后的叠加环境，验证接收机 SFN 同步与接收能力。针对 DRM 接收机，WNS 可通过 AWGN 与多径衰落信道构建从理想静态到复杂时变环境的测试条件，验证同步、解调、纠错及音频接收性能。

WNS 的标准化信道环境也适用于产品一致性验证、产线测试及 SASO、GSO 等区域市场认证，可按认证方案调用相应 DAB 标准信道模型，提供稳定、可重复的实验室环境；结合远程控制指令，还可融入自动化测试流程。通过与 RWC2010C、Hexylon 等数字广播测试设备灵活组合，WNS 既可作为独立的信道模拟设备使用，也可融入完整的 DAB/DRM 测试系统，为接收机研发、车载测试、系统级验证及产品认证提供统一的标准信道仿真平台。

五、核心设备：WNS、RWC2010C

5.1 WNS 信道模拟器



图 5 WNS 信道模拟器

传统信道测试通常需要根据标准文档逐项配置路径时延、路径功率、多普勒系数及噪声参数。面对不同标准和测试场景，重复配置过程不仅效率较低，也容易产生人为配置误差。

WNS 将标准信道模型与信道参数进行预置和统一管理，使复杂的标准信道能够直接转化为可调用的测试场景。

5.2 WNS 信道模拟器核心指标

项目	参数
射频通道	1
频率范围	1.5MHz ~ 300MHz
	频率扩展可能：最大到40GHz
本振数	收发本振独立设计(扩展通道情况下)
信道带宽	2MHz/20MHz
衰落通道数量	符合DAB/DRM标准要求
衰落模型	Rayleigh, Rice, Nakagami, Lognormal, Flat, Gaussian等
单衰落通道最大多径数量	符合DAB/DRM标准要求
输入信号功率范围	-40dBm～-10dBm
输出信号功率范围	-100dBm~-20dBm（满足灵敏度测试要求）
输出信号功率分辨率	0.1dB（输出信号功率≥-100dBm时）
输出信号功率准确度	±1.5dB（输出信号功率≥ -100dBm 时）
时延范围	7us~400ms
时延仿真分辨率	0.1us
最大多普勒频移	±3MHz
输出信号非谐波杂散失真	≤-40dBc（典型值）
底噪	不高于-150dBm/Hz@ 典型值
输入/输出端口驻波比	1.6@F≤6GHz
衰落信道模型	高斯、瑞利、自定义模式等
AWGN、CW干扰源仿真	支持
自定义动态仿真	支持
外参考输入接口	10MHz
内参考输出接口	10MHz
仿真同步触发接口	支持
外部控制接口	1000M 以太网
远程控制接口	支持
尺寸（宽×深×高）(mm)	8/16通道：485×602×277（上架）
	24/32/40/48/56/64通道：520×575×815

5.3 RWC2010C 数字信号发生器



图 6 RWC2010C 数字信号发生器

DAB/DRM 接收机性能验证需要贴近实际播出的标准数字广播信号。若由通用设备临时搭建信号源，协议配置繁琐，且难以还原电台真实的复用与播出结构。

RWC2010C 将数字广播复用、信号发射与音频分析集成为一体，面向 DAB/DRM 数字广播接收机测试，可产生 DAB/DAB+、DRM30/DRM+及 FM RDS/AM 等标准广播信号，为 WNS 信道模拟提供标准、可配置的信号源。

5.4 RWC2010C 核心功能

功能	描述
支持协议	支持 DAB、DAB+、DMB、DRM30、 DRM+、 AM、FM、RDS
兼容性文件播放器	• ETI、MDI文件播放，此功能只适用于OFDM 调制 • IQ文件播放，此功能只适用于DRM30
单频网 (SFN) 测试	• DAB/DRM信号可在两台RWC2010C设备间瞬时同步传输 • 设备间通过数据线连接时，信号时延可调，时延分辨率低至0.1us。
内置集成复用器	• 可轻松编辑的Ensemble：DAB，64 个服务组件； DRM，4 个流 • 多种数据服务（DAB EPG、SLS、SPI） • 重新配置、广播通知、频率切换、TII和时间功能测试
服务/无缝连接测试	• 适用于两个或多个RWC2010C设备连接，也适用于RWC2010C与RWC2100F相连 • DAB-DAB、DAB-DRM、DAB-FM、DRM-DRM、DRM-FM、FM-FM • 服务连接测试时，频切功能强大
多通道FM & RDS功能	• 可同时产生最多3个FM / RDS 广播信号 • 内部嵌有专用RDS编辑器
音频分析模块	• 接收机灵敏度测试 • 音频测量：SINAD / SNR / THDN • 音频波形、频谱显示

六、结语

数字广播接收机的实际性能与无线传播环境密切相关。标准化信道模拟能够将真实世界中复杂、不可控的传播条件转化为实验室内可控制、可重复、可量化的测试环境。度纬科技 WNS 信道模拟器面向 DAB/DRM 数字广播应用，将标准信道模型、多路径衰落、多普勒效应及噪声仿真进行统一集成，为接收机研发、车载测试、产品验证及认证测试提供高效的实验室信道仿真方案。从标准信道模型到实际测试场景，WNS 可与度纬科技数字广播信号源及分析设备灵活组合，帮助用户构建完整的 DAB/DRM 测试平台，让复杂信道测试更加标准化、高效化。

更多产品信息请访问： www.doewe.com 咨询电话：010-64327909 。