

国 际 电 信 联 盟

ITU-R

国际电联无线电通信部门

ITU-R BS.643-4 建议书
(12/2022)

**用于与导频系统共用的
调频无线电接收机的自动调谐
和其它应用的无线电数据系统**

BS系列
广播业务(声音)



国际电信联盟

前言

无线电通信部门的职责是确保卫星业务等所有无线电通信业务合理、平等、有效、经济地使用无线电频谱，不受频率范围限制地开展研究并在此基础上通过建议书。

无线电通信部门的规则和政策职能由世界或区域无线电通信大会以及无线电通信全会在研究组的支持下履行。

知识产权政策（IPR）

ITU-R的IPR政策述于ITU-R第1号决议中所参引的《ITU-T/ITU-R/ISO/IEC的通用专利政策》。专利持有人用于提交专利声明和许可声明的表格可从<http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/zh>获得，在此处也可获取《ITU-T/ITU-R/ISO/IEC的通用专利政策实施指南》和ITU-R专利信息数据库。

ITU-R 系列建议书

（也可在线查询 <http://www.itu.int/publ/R-REC/zh>）

系列	标题
BO	卫星传送
BR	用于制作、存档和播出的录制；电视电影
BS	广播业务（声音）
BT	广播业务（电视）
F	固定业务
M	移动、无线电定位、业余和相关卫星业务
P	无线电波传播
RA	射电天文
RS	遥感系统
S	卫星固定业务
SA	空间应用和气象
SF	卫星固定业务和固定业务系统间的频率共用和协调
SM	频谱管理
SNG	卫星新闻采集
TF	时间信号和频率标准发射
V	词汇和相关问题

说明： 该ITU-R建议书的英文版本根据ITU-R第1号决议详述的程序予以批准。

电子出版
2023年，日内瓦

© ITU 2023

版权所有。未经国际电联书面许可，不得以任何手段复制本出版物的任何部分。

ITU-R BS.643-4建议书*

用于与导频系统共用的调频无线电接收机的
自动调谐和其它应用的无线电数据系统

(1986-1990-1995-2011-2022年)

范围

本建议书详细介绍了将无线电数据系统（RDS）用于VHF/FM广播的主要参数和操作要求。

关键词

FM广播、无线电数据系统

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) 世界许多地区的VHF/FM广播传输密度的与日俱增，以至于FM便携或车载收音机的用户尤其越发难以收听到特定节目；
- b) 另一方面，技术使在声音节目信号中增加辅助数据信号成为可能，数据信号提供了广泛的传输识别方法，从而有助于实现无线电接收机的辅助和自动调谐；
- c) 这类无线电数据信号是以耳闻不到方式加入现有VHF/FM广播的，从而实现了与常规立体声或单声道声音广播信号的良好兼容；
- d) 在小型化过程中得到优化的现有低价位接收机技术，可实现采用无线电数据信号的辅助或自动调谐；
- e) 这种系统具有实施广泛可选应用的灵活性，以满足各广播机构的具体需求；
- f) 许多国家已将这一系统用于广播业务，

建议

1 希望为提供FM广播和其它应用的电台和节目识别采用辅助信息传输的广播商，应根据附件1的规定使用无线电数据系统（RDS）；

2 以下注释应被视为本建议书的一部分。

注1 – 有关RDS操作特性的信息见附件2。

注2 – IEC 62106（2018年及以后，所有部分）为最新版本的国际RDS标准。虽然该系统在北美采用了相同的结构和编码，但某些部署特性存在着微小差异。在北美RDS被称为RBDS，详细规定见IEC 62106-9。

注3 – 由于RDS是欧洲广播联盟（EBU）于1984年首次提出的，因此在全球范围内RDS接收机已经且仍在大量制造，其零售价格也保持在极低价位，因为量产嵌入FM接收机芯片的RDS解码器硅片以及软件定义无线电技术的应用将成本拉得很低。

* 应提请国际电工委员会（IEC）关注本建议书。

附件1

无线电数据系统规范*

1 数据频道调制

1.1 基本子载波频率（强制性）：在采用立体声的情况下为57 kHz，相位或正交锁定于19 kHz (± 2 Hz)导频音的三次谐波。（频率误差： ± 6 Hz）

1.2 三个附加子载波（可选）：66.5 kHz、71.25 kHz和76.0 kHz，锁相到基本子载波57 kHz。¹

1.3 子载波电平：建议的各调制子载波引起的主FM载波标称偏差为 ± 2 kHz。然而在现实中，针对基本子载波，它可低至 ± 1.2 kHz；许多提供广泛动态范围（如古典音乐）节目的EBU广播商更乐于采用这一较低数值，以确保最佳的信噪性能。然而解码器在设计上应能适应相当于 ± 1 kHz和 ± 7.5 kHz偏差之间的子载波电平。

需要优化子载波上部附加数据流的峰值频率偏差。由于RDS2数据流的振幅随着峰值频率偏移而增加，因此较大的偏移意味着更好的BER性能。然而，较大的偏差会增加多路复用信号带宽（进而增加FM信号带宽），但这受到ITU-R BS.450建议书的限制。因此，有必要进行折衷，从而根据带宽限制优化RDS2数据流的峰值频率偏差。

1.4 调制方式：子载波是通过成形和二相编码数据信号进行幅度调制的。子载波被抑制（基本子载波见图1a至1c）。

1.5 时钟频率和数据速率：基本时钟频率是通过传输子载波频率除以48得出的。因此，基本数据速率为1 187.5 bit/s \pm 0.125 bit/s。

1.6 差分编码：当发射机编码器的输入数据电平为0时，其输出保持以往输出速率不变；而当输入为1时，新的输出速率则是以往输出速率的补充。

2 基带编码

2.1 编码结构：该结构中最主要的成分称作104比特“群”，每个比特群包括四个26比特组。而每个组又包括一个16位的信息字和一个10位的检验字。

2.2 位传输顺序：所有信息字、检验字和地址都首先发送最重要的位。

2.3 差错保护：为了同步而增加一个10位的偏置字的10位循环冗余检验字，旨在使接收机/解码器能够发现和纠正出现的接收错误。

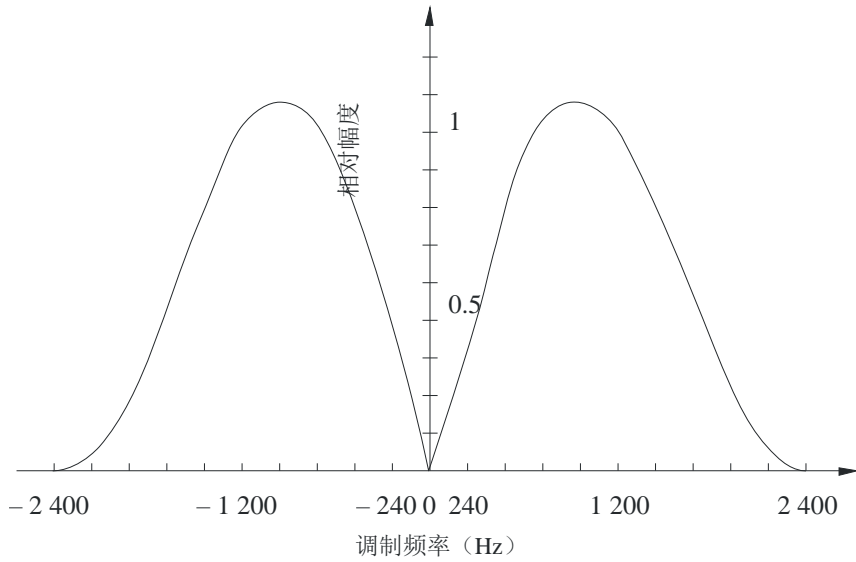
2.4 组和群的同步：数据传输是完全同步的，群或组之间没有断隙。解码器可利用验错解码器高度自信地发现组同步疏漏的能力，确认数据组的开头和结尾。一个群中的各组是通过在每个10位检验字中加入不同偏置字确定的。

* 这里公布的特性仅是一份更为详细案文的摘要，该案文作为IEC 62106标准另行发布。

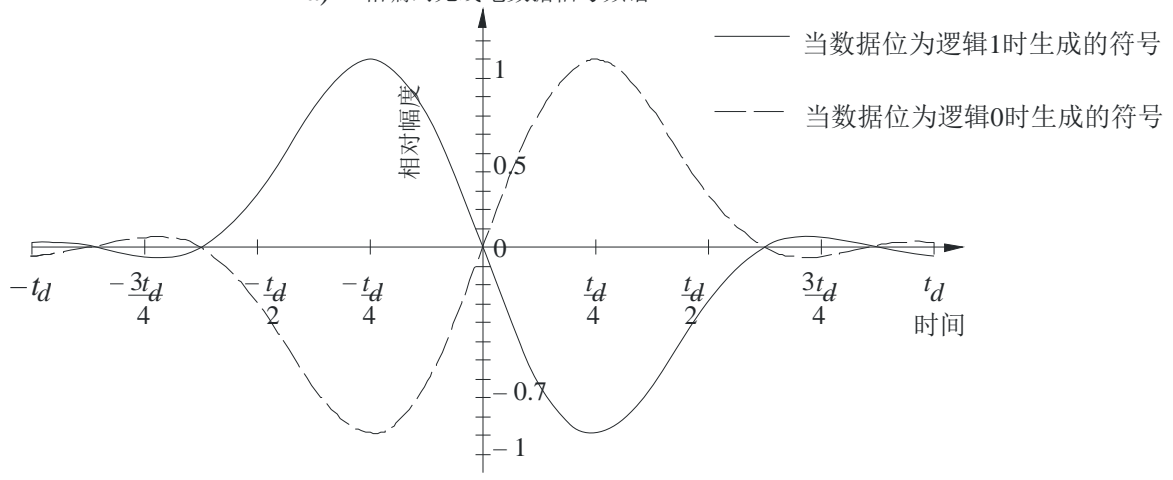
¹ 锁相要求在IEC 62106-1中有详细说明。这是是使用DSP技术进行解调的必要条件。所使用的符号移位将RDS2数据信号的峰值偏差降低了25%。

图 1

RDS信号的频谱和时间函数

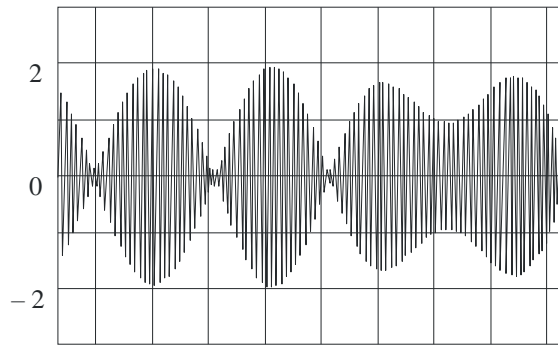


a) 二相编码无线电数据信号频谱



一个数据时钟段: $t_d = \frac{1}{1187.5} \text{ s}$

b) 单二相符号的时间函数



一个二相符号 = 一个数据位段: $t_d = \frac{1}{1187.5} \text{ s}$

c) 57 kHz无线电数据信号

主载波偏差实例 (kHz)

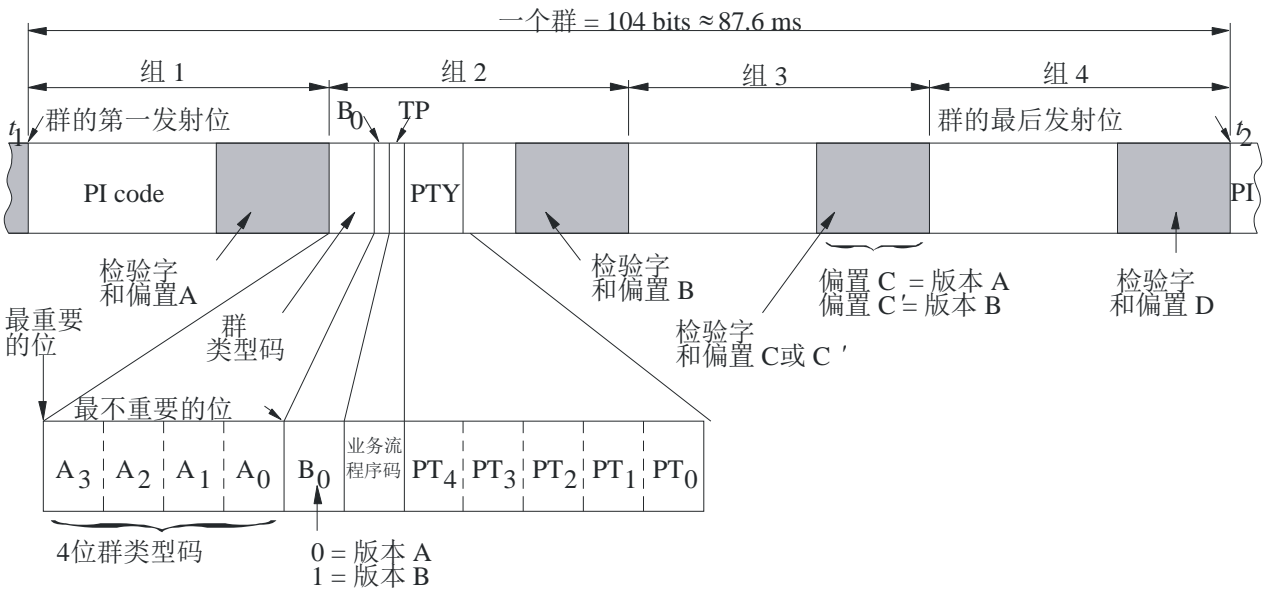
2.5 基本子载波的信息格式：每群第二组的头五位被分配给确定应用群类型及其版本的五位编码。群类型的介绍见表1。它还具有增加未确定应用的开放数据应用（ODA）特性。这将使应用能够在监管的基础上采用上述群。这需要使用时使用IEC 62106-3详细阐述的程序登记特定的ODA。

有关基本子载波的RDS系统的一大部分数据传输容量将被用于与FM接收机的自动或辅助调谐功能相关的特性。这类信息的频繁重现是为了在短暂的数据采集时间内实现调谐或再调谐。许多相关编码占用了每个群中的固定位置。因此，可在不参照含有这一信息的组之外的任何组的情况下，对它们进行解码。

2.6 子载波的上部使用了IEC 62106-2详述的新的C组。这些组中的每一组都具有传输7字节或56位的能力。使用RDS2文件传输协议RFT，可以传输与ODA相关的最多163 kB的文件。相应的ODA在各种情况下指定如何在接收器/解码器中使用传输的文件。每个ODA使用一个应用AID。没有采用相应ODA-AID的接收机可以丢弃接收到的相应数据。

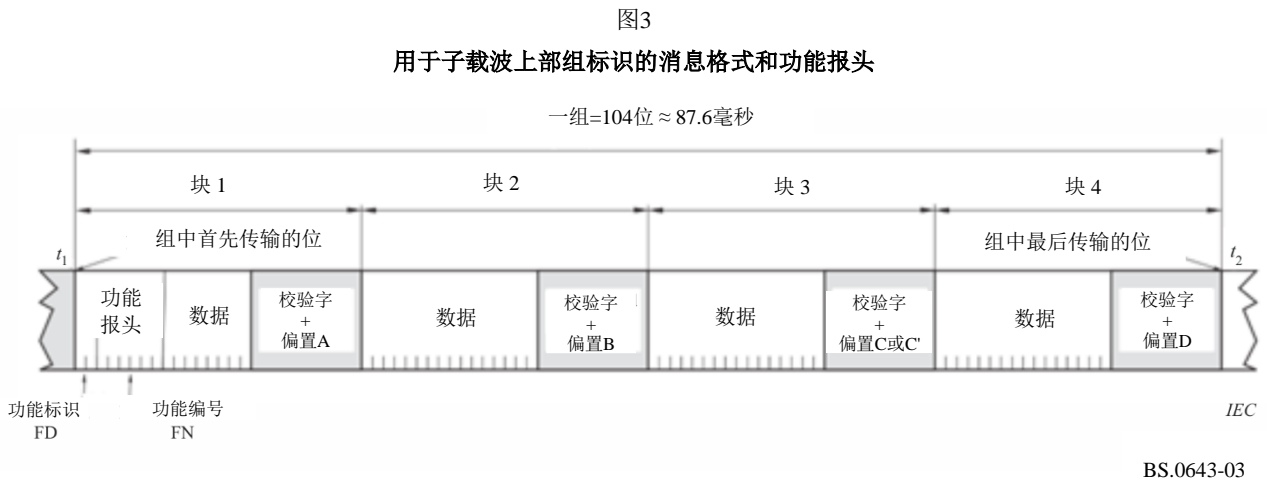
图 2

基本子载波的信息格式和寻址



- 注1 - 群类型码 = 4位。
- 注2 - B₀ = 版本码 = 1位。
- 注3 - PI编码 = 程序认证码 = 16位。
- 注4 - TP = 业务流程程序识别码 = 1位。
- 注5 - PTY = 程序类型码 = 5位。
- 注6 - 检验字 + 偏置“N” = 增加10位以提供差错保护和组群同步信息。
- 注7 - t₁ < t₂: 任何一群的组1都会被最先传输，而组4最后传输。

图3展示了子载波上部使用的C组结构。用于子载波上部组标识的消息格式和功能报头



注 – 功能报头（FH）可以完全决定组标识。

表 1
基本子载波群类型码实例

群类型						应用
十进制数值	二进制编码					
	A ₃	A ₂	A ₁	A ₀	B ₀	
0	0	0	0	0	X ⁽¹⁾	基本调谐与转换信息
2	0	0	1	0	X	广播文本
3	0	0	1	1	0	开放数据应用标识
4	0	1	0	0	0	时钟时间和日期
14	1	1	1	0	X	增强的其它网络信息
15	1	1	1	1	0	长节目服务名称
15	1	1	1	1	1	快速基本调谐和转换信息

⁽¹⁾ X表示的数值可能是“0”（版本A）也可能是“1”（版本B）。

注：此处未列出的组可用于传送ODA数据。

表2介绍了采用的缩略语和缩略语涉及的特性。

表 2

缩略语和特性列表

调谐功能	其它功能
PI: 节目识别	TA: 业务发布图标
PS: (短) 节目服务名称	DI: 解码器识别
LPS: 长节目服务名称	RT/RT+/eRT: 广播文本/广播文本加/增强型广播文本
AF: 替换频率列表	CT: 日期和时间
TP: 流量程序标识	ODA: 开放数据应用
PTY: 节目类型	TMC: 业务信息频道
EON: 增强的其它网络信息	RDS2: 使用一个、两个或所有三个子载波
ECC: 扩展国家代码	RFT: RDS2文件传输协议

2.7 重复速率: 表3显示了一些主要应用的适当重复速率, 以及广播商何时和是否采用这些速率。

表 3

适当重复速率

应用	包括这些信息的群类型	适当的每秒重复速率
节目识别 (PI) 编码	全部	11.4 ⁽¹⁾
节目类型 (PTY) 编码	全部	11.4 ⁽¹⁾
业务程序 (TP) 识别编码	全部	11.4 ⁽¹⁾
节目服务 (PS) 名称	0A、0B	1 ⁽²⁾
备选频率 (AF) 编码对	0A	4 ⁽²⁾
业务公布 (TA) 编码	0A、0B、15B	4
解码器识别 (DI) 编码	0A、0B、15B	1
音乐/语音 (M/S) 编码	0A、0B、15B	4
广播文本 (RT) 信息	2A、2B	0、2 ⁽³⁾
增强的其它网络信息 (EON)	14A、14B	高达2 ⁽⁴⁾

- (1) 每当发射机承载常规广播节目时, 对这一项的有效编码通常至少以这一重复速率发送。
- (2) 发送整个PS名称需要总共四个0A群, 因此每秒需要4个0A群。如果需为其它应用增加容量, 有可能降低群类型0A的重复速率。为确保PS和AF特性的正常运行, 至少需要每秒两个0A类型群。需要指出的是, 在这种情况下, PS的完整传输需要2秒的时间。然而, 在通常的重复条件下, 差错的出现将使接收机显示PS名称所需的时间达到4秒或更长。PS处于静态, 因而决不能用于文本传输。
- (3) 传输64个字符的广播文本信息需要总共16个2A类型群, 因而每秒需要3.2个2A类型群。对某些含2字节字符编码的字符集而言, 增强型广播文本特性更为适用。
- (4) 传输所有与全部交叉参照节目服务相关数据的最长周期为2分钟以内。

附件2

无线电数据系统“RDS”的操作特性

1 与现有VHF/FM广播的兼容性

用于传输数据信号的子载波的调制频率、电平和方法是经过精心挑选的，以避免对主要立体声或单声道节目信号接收造成干扰。由于这些与兼容性相关的考虑至关重要，多个国家进行了广泛和长期的现场试验。其结果显示，可以在许多不同的传播条件下，与广泛类型的接收机实现良好的兼容性。但在某些接收信号受到严重多路径传播影响的地方，主要节目信号可能受到干扰。然而在这种情况下，即使没有RDS信号，接收的节目信号的质量也往往会因失真而变得很差。

2 无线电数据信号接收的可靠性

在对无线电数据信号接收可靠性做出评估时，必须将RDS系统的应用分为两类：使用诸如自动调谐功能的短时和频繁重复信息的应用；以及采用诸如广播文本（RT）信息的很少重复的较长信息的应用。

在使用室内固定设备而出现场强有限的接收条件下，而且在推荐的RDS注入电平为 ± 2 kHz时，低至大约15 dB(μ V)（来源为50 Ω ）的接收机输入e.m.f.可以实现足够可靠的短信息接收，而足够可靠的较长信息接收则需要大约20 dB(μ V)的输入e.m.f.。需要强调的是，上述数值取决于通常为大约7 dB的接收机噪声值。在分别为 1×10^{-2} 和 1×10^{-4} 的纠错前，这些输入电压与接收信号的比特误码率相等。在这些场强有限的条件下，接收信号的比特误码率随着接收天线输入电平的上升成指数性下降。此外，就具体处于 ± 1 kHz 至 ± 7.5 kHz范围内的发射机的RDS注入电平而言，维持一定误码率所需的接收机天线输入信号电平的增长几乎与注入电平的下降成正比，而且反之亦然。例如，将注入电平从 ± 2 kHz降低至 ± 1 kHz，会使RDS接收机为保持一定比特误码率所需的接收机天线输入e.m.f.提高6 dB。

在为注入RDS信号确定最佳电平时发现，必须在主要节目信号的兼容性和RDS信号接收可靠性之间找到一个折中方案。总体而言，相当于主要FM载波每个子载波 ± 2 kHz偏差的推荐RDS注入电平，被认为可在广泛的接收条件下提供最佳折中方案。

对于车内的移动接收，多路径传播通常被认为是有损于RDS信号接收的主要因素。为获得有关在多路径有限接收条件下RDS系统性能的信息，多个国家开展了广泛的现场试点工作。

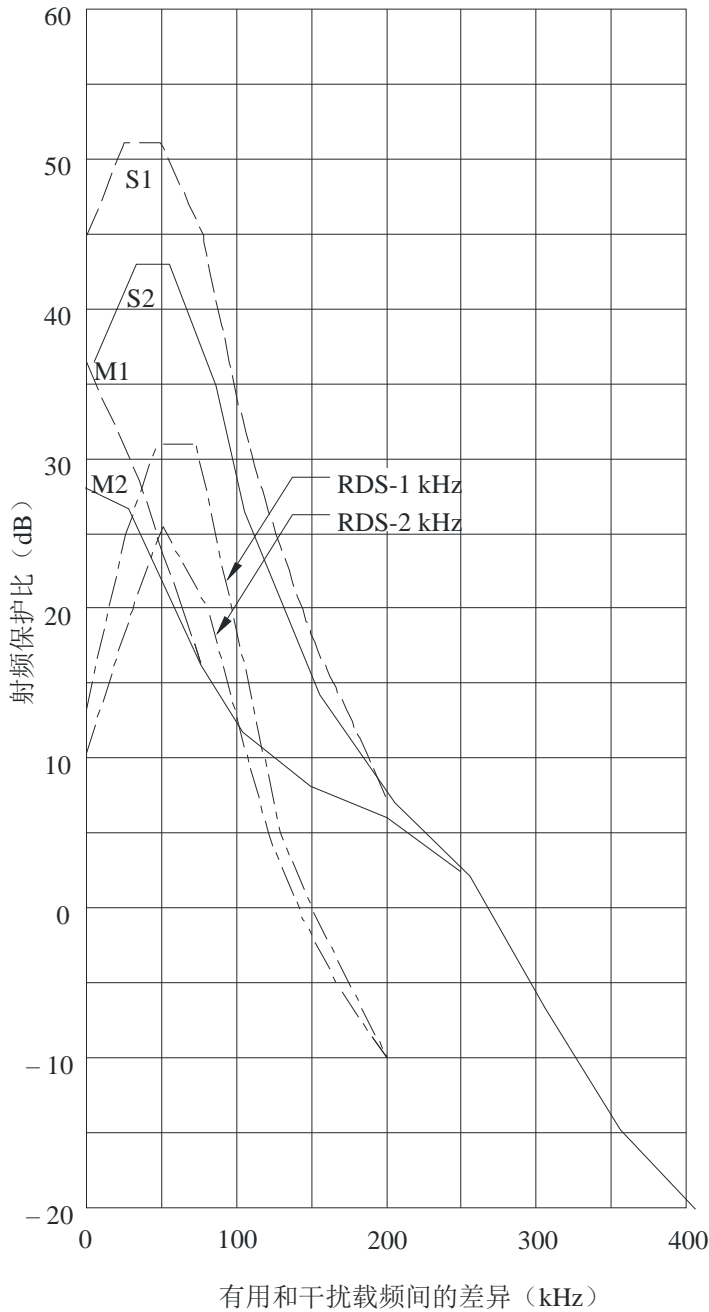
这些现场试点是在当地广播发射机信号的接收受到多路径传播严重影响的道路上进行的。通过试验发现，即使在接收节目信号往往受到失真和噪声严重影响的情况下，也能够可靠接收RDS接收机自动调谐功能所需的频繁重复的信息。试验表明，在受场强局限的接收条件下，通过提高发射机的RDS注入电平可提高接收可靠性。但也可以看出，即使注入电平下降至RDS系统规范允许的 ± 1 kHz的最低限，仍可维持足够的性能。

实验室测量利用得出ITU-R [BS.412](#)建议书锁定保护比所用的相同程序，确定了RDS系统免受相同或相邻频道无用广播信号干扰所需的RF保护比。对持续干扰的测试结果见有关仅使用基本子载波的RDS的图4。应当注意的是，就采用100 kHz这一推荐频道间隔进行的传输而言，RDS系统所需的保护比远远低于立体声节目信号所需的保护比。图3显示，RDS保护比接近于单声道节目信号的保护比；如有需要的话，可以利用增加RDS子载频的电平提高保护比。

看来，单声道和立体声广播业务所需的现有保护比，不受在干扰信号中加入一个RDS子载频的影响，即使子载频偏离主载频达 ± 7.5 kHz也会是同样情况。

图 4

ITU-R BS.412建议书列出的单声道和立体声保护比与
 为仅使用基本子载波的无线电数据系统RDS测出的保护比的比较



- 曲线 M1: 单声道广播, 持续干扰
 M2: 单声道广播, 对流层干扰
 S1: 立体声广播, 持续干扰
 S2: 立体声广播, 对流层干扰
 RDS-1 kHz: 偏差为±1 kHz 的无线电数据传输, 持续干扰, 误码率为 1×10^{-3} ,
 RDS-2 kHz: 偏差为±2 kHz 的无线电数据传输, 持续干扰, 误码率为 1×10^{-3}