

国 际 电 信 联 盟

**ITU-R**

国际电联无线电通信部门

**ITU-R RS.1881 建议书**  
(02/2011)

**工作在9-11.3 kHz频段内气象辅助  
业务中的到达时间差(ATD)  
接收机的保护标准**

**RS系列  
遥感系统**



## 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号决议的附件1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/en>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/en>)

系列	标题
<b>BO</b>	卫星传送
<b>BR</b>	用于制作、存档和播出的录制；电视电影
<b>BS</b>	广播业务（声音）
<b>BT</b>	广播业务（电视）
<b>F</b>	固定业务
<b>M</b>	移动、无线电定位、业余和相关卫星业务
<b>P</b>	无线电波传播
<b>RA</b>	射电天文
<b>RS</b>	<b>遥感系统</b>
<b>S</b>	卫星固定业务
<b>SA</b>	空间应用和气象
<b>SF</b>	卫星固定业务和固定业务系统间的频率共用和协调
<b>SM</b>	频谱管理
<b>SNG</b>	卫星新闻采集
<b>TF</b>	时间信号和频率标准发射
<b>V</b>	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  
2011年，日内瓦

© ITU 2011

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 RS.1881建议书

工作在9-11.3 kHz频段内气象辅助业务中的  
到达时间差（ATD）接收机的保护标准\*

（2011年）

## 范围

此ITU-R建议书描述了工作在9-11.3 kHz频段内气象辅助业务中的到达时间差（ATD）系统的技术特性、操作特性和保护标准。

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) 自1987年以来就采用收到信号的时间差获得雷击位置的方法，利用10 kHz附近的观测进行远距离雷电探测；
- b) 雷击的最大谱发射以9-20 kHz为中心。在这些频率，从电离层反射的天波传播距离很远，相对而言，几乎没有衰减。因此，有可能在距离打雷位置几千块公里的地方接收到雷击的发射；
- c) 尽管目前存在着在更高频段操作的各国和区域雷电探测系统，但由于每个接收机的覆盖范围大大减小，这就需要数量更多的接收站。通常，采用此类系统对没有当地基础设施的海洋和陆地大范围地区进行探测相当困难且费用高昂，难以实施。此外，不可能采用这些系统覆盖广阔的海洋地区（如大西洋）；
- d) 时间差（ATD）系统的主要好处是用数量有限的接收机提供全球的覆盖且这些接收机提供了很高的全球探测精确度；
- e) 全球的气象组织均使用ATD系统提供的数据且这些数据在公共安全预报和预报航空操作，特别是海洋和大片陆地（各国在这些地区没有雷电探测系统）的航空操作安全方面，对生命安全做出了贡献。此外，它也可在降低灾害风险的各项举措中提供支持服务；
- f) 全世界对用于减灾、导航和天气预报用途的雷电探测能力的兴趣在日益增加；
- g) ATD雷电探测系统依赖于雷击自然产生的发射且可能受到人为发射等其他渠道干扰的影响；

---

\* 《无线电规则》（2008年版）划分的频段始于9 kHz。但是，本建议书中所述系统工作在8.3至11.3 kHz之间。

h) 由于该频段的远距离传播，干扰可同时影响许多ATD台站，这可严重降低系统性能，包括在某些情况下使数据完全丢失，

认识到

a) 全球的ATD接收机数量不多；

b) ATD网络接收机在单一频率的基础上工作，测量带宽为3 kHz，

做出建议

1 应将附件1作为判断工作在9-11.3 kHz频段内气象辅助业务中的ATD传感器保护标准的背景信息；

2 附件1所述的保护标准应用于评估气象辅助业务无源ATD台站与无线电导航、固定和移动业务台站之间的兼容性。

## 附件 1

### ATD保护标准

#### 1 摘要

本附件规定了ATD接收机和9-11.3 kHz频段内其他业务之间进行兼容性和共用分析时应考虑的那些参数。

#### 2 ATD接收机特性

表1说明了ATD传感器典型接收机的参数。

#### 3 保护电平

根据ATD的标准，天电（Sferic<sup>1</sup>）事件的波形在遇到各种干扰电平时不能更新；评估了测量频段各种频率偏移的两种仿真干扰波形，即连续波（CW）和脉冲连续波（占空因数为67%）。

---

<sup>1</sup> \* 天电（Sferic）：由雷电生成的电磁信号（无线电-大气的缩写）。

表 1

典型ATD系统参数

ATD系统的技术特性	
接收机中心频率	9.766 kHz
接收机（传感器单元）放大器增益	由控制软件启动时为12 dB（通常如此），其他情况为零 <sup>(1)</sup>
测量带宽	3 kHz
总“通带”	6.87至20.6 kHz
天线类型和指向性	2米、垂直极化、全向鞭形天线
软件滤波器	宽带高通滤波器（2.0 kHz为3 dB），与低通滤波器（17.75 kHz时为0.28 dB的通带限值）级联
软件窄带带通滤波器	3 dB带宽为2.5 kHz 10 dB带宽为4.3 kHz 20 dB带宽为5.7 kHz
典型接收机噪声本底	5 kHz参考带宽内为-70.4 dBm

<sup>(1)</sup> 当雷击位于接收机附近时，远距离探测采用12 dB的放大器增益，输入增益则减为零。

### 3.1 典型ATD接收机的噪声本底

在5 kHz带宽内，接收机的典型噪声本底为-70.4 dBm。

### 3.2 接收机灵敏度（最小的15 dB信噪比）

ATD传感器的接收机灵敏度为-69.5 dBm。

### 3.3 作为接收机灵敏度函数的载噪比（ $C/N$ ）

在5 kHz带宽内测量了 $C/N$ 保护比（见表2）。

表 2

作为最小载波电平函数的测量 $C/N$ 

最小载波 (dBm)	噪声电平 (dBm)	$C/N$ (dB)
-69.5	-70.4	0.9

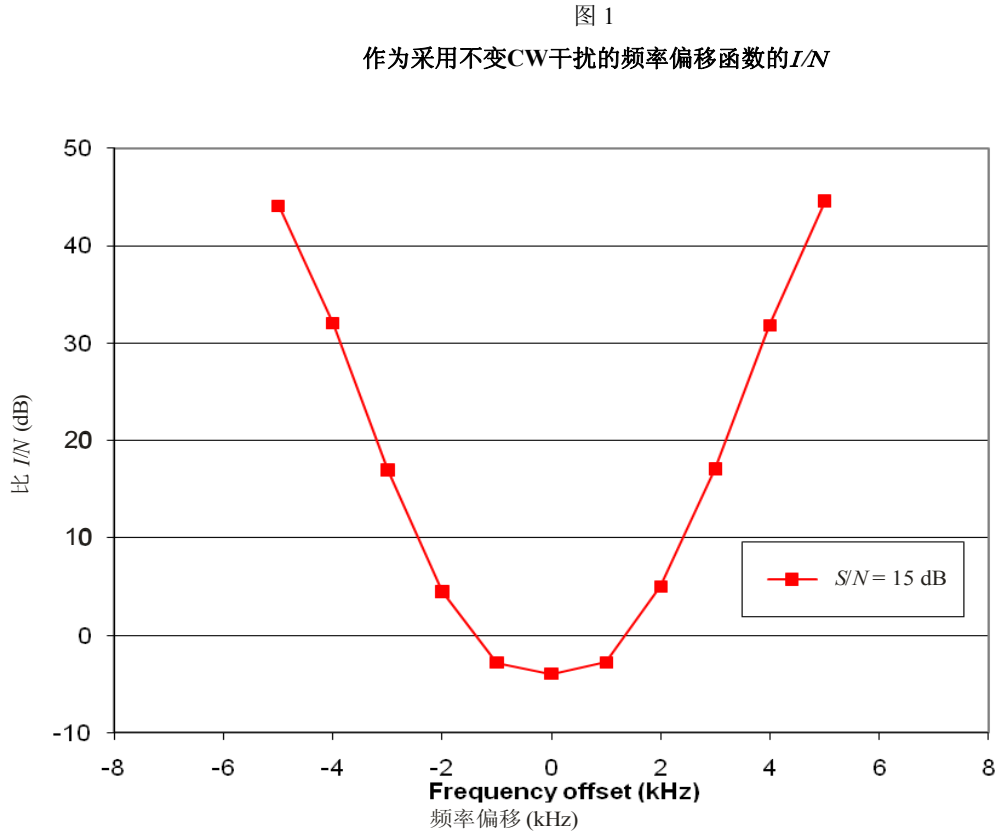
### 3.4 作为频率偏移函数的干噪比（ $I/N$ ）

采用不变CW和脉冲CW干扰源，从探测中心频率各个频率偏移进行的 $I/N$ 保护比测量基于不可以更新雷电事件的显示标准。

说明1 – 如果部署了第4节所述的适当陷波滤波器，则以下小节中所示的 $I/N$ 值可以降低。

### 3.4.1 不变CW类型干扰信号的 $I/N$ 保护标准

图1显示了探测中心频率各种频率偏移的CW类型干扰信号的最小 $I/N$ 保护比。



RS.1881-01

图表显示，5 kHz带宽内需要-3 dB左右的同信道 $I/N$ 保护比。在 $\pm 2$  kHz的频率间隔，发现需要更高的保护比（ $I/N = +4$  至  $+5$  dB）。在 $\pm 5$  kHz 的频率间隔，ATD系统所需的保护电平为44 dB左右。表3更详细地说明了这些结果。

表 3  
作为频率偏移函数的 $I/N$   
(不变CW干扰)

偏移 (kHz)	$I/N$ 保护比 (dB)
0	-3.9
1	-2.8
2	5
3	17
4	32
5	45

### 3.4.2 脉冲CW类型干扰信号的 $I/N$ 保护标准

图2显示了探测中心频率各种频率偏移的脉冲CW类型干扰信号（占空因数为67%）的最小 $I/N$ 保护比。表4详细说明了这些结果。

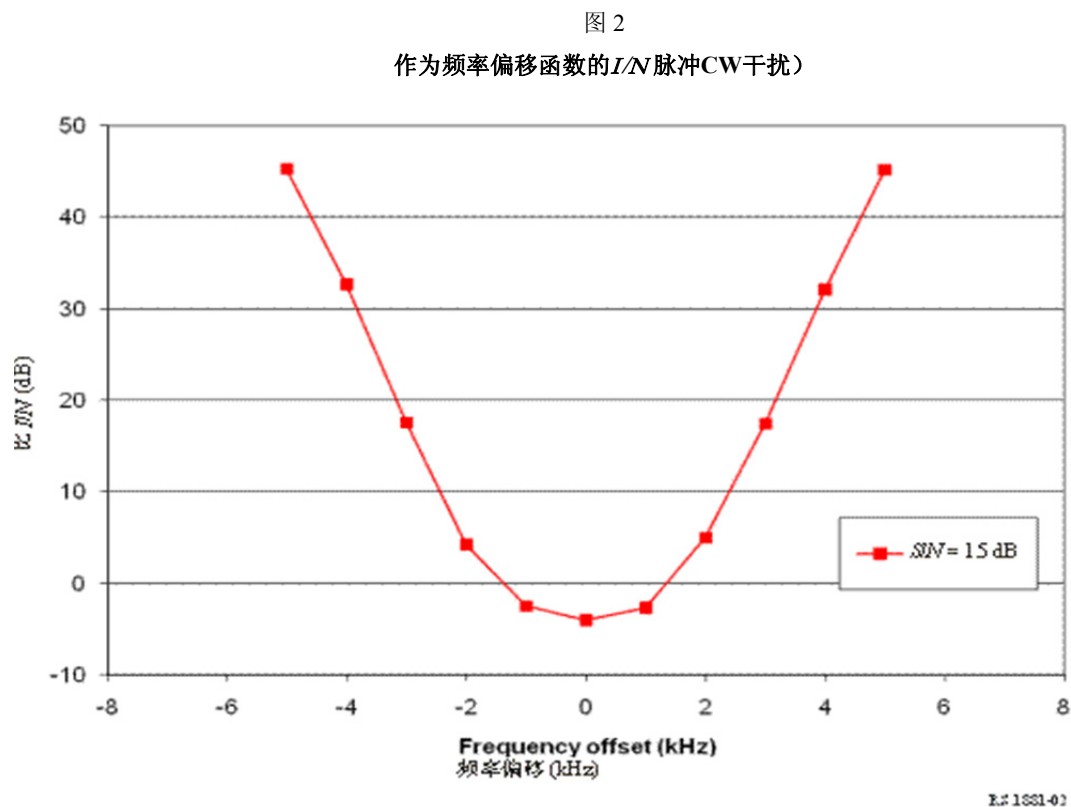


表 4  
作为频率偏移函数的 $I/N$   
(脉冲CW干扰)

偏移 (kHz)	最小 $I/N$ 比 (dB)
0	-4
1	-2.7
2	5
3	17
4	32
5	45

#### 4 干扰抑制

在ATD传感器输入端可采用软件陷波滤波器移除产生干扰的VLF无线电发射的影响。在ATD传感器可以采用陷波滤波器的情况下，第3.4.1和3.4.2节所述的 $I/N$ 值可根据对应的陷波滤波器产生的衰减进行修改。

如图3所示，软件陷波滤波器函数采用以下形式：

$$1 - \exp(-(\Delta f/w)^2)$$

其中：

$f_0$ : 陷波的标称频率

$\Delta f$ : 频率 $f$ 到 $f_0$ 的位移

$w$ : 其半带宽

说明1 – 只有在与ATD测量中心频率的频率间隔大于两倍陷波滤波器带宽的情况下，才能部署陷波滤波器，因为有用信号的振幅最小。此外，如干扰信号带宽大于1 kHz，则不能部署陷波滤波器。

图 3  
陷波滤波器函数

