

ITU-R P. 1791建议书*

用于评估超宽带设备影响的传播预测方法

(ITU-R 第211/3号课题)

(2007年)

范围

本建议书提供适用1-10 GHz频率范围的方法，以计算视距（LoS）和障碍路径环境下室内和室外超宽带（UWB）系统的路径损耗，并评估传统窄带接收机从UWB发射机接收功率的情况。

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) 超宽带（UWB）技术是一项迅速发展的无线技术；
- b) 采用UWB技术的设备使用多个高速数据流，并覆盖广泛带宽；
- c) 了解传播特性对于评估UWB设备的影响至关重要；
- d) 人们既需要了解有关干扰评估的实验（即适用各站址）模型和意见，又需要了解进行详细传播预测所需的确定性（或针对具体站址的）模型，

注意到

- a) ITU-R P. 525建议书提供有关自由空间衰减的计算方法；
- b) ITU-R P. 528建议书提供VHF、UHF和SHF频段航空移动和无线电导航业务的传播曲线；
- c) ITU-R P. 618建议书提供地对空链路的传播数据和预测方法；
- d) ITU-R P. 452建议书阐述约0.7 GHz至30 GHz频率范围内地球表面台站之间微波干扰的评估程序；
- e) ITU-R P. 1238建议书提出有关900 MHz至100 GHz频率范围的室内传播指导；
- f) ITU-R P. 1411建议书提供约300 MHz至100 GHz频率范围室外短路径的传播方法；

* 应提请无线电通信第1研究组注意本建议书。

- g) ITU-R P.1546建议书提出有关30 MHz至3 GHz频率范围距离为1公里或1公里以上系统的传播指导；
- h) ITU-R P. 530建议书提供地面视距（LoS）系统设计的传播数据和预测方法，
建议
- 1 应采用本建议书附件1提供的信息和方法计算1 GHz至10 GHz频率范围内UWB设备的路径损耗；
- 2 应采用本建议书附件2提供的信息评估传统窄带接收机从UWB发射机接收的功率。

附件 1

1 引言

UWB视距传输损耗对频率的依赖主要由天线特性决定。因此，通常用于窄带信号传播建模的传统路径损耗模型对于计算UWB信号的路径损耗十分有益。

迄今为止，人们已在复杂多样的环境条件下对UWB传播进行了广泛研究和实验，从而建立了UWB的传播模型及其参数。

UWB设备既可能用于室内，也可能用于室外。在进行传播研究时，人们需要详细了解室内站址的具体情况，包括其几何图形、材料和家具等。对于室外传播，有关建筑物和树木的信息对传播计算至关重要。这些因素往往造成UWB接收机能够解决的、多径效应的产生。因此，UWB传播模型应当容纳UWB设备将运行其中的、典型环境的路径损耗和多径特性。能够广泛代表相关环境传播特性的模型更有助于人们实现上述目标。通常而言，这些模型不需要用户获得大量输入信息即可以进行计算工作。

本建议书确定相关的运行环境和路径损耗类别，并提供估算此类条件下UWB路径损耗的方法。应在确定UWB链路预算工作中采用本建议书。

2 实际运行环境

本建议书仅从无线电传播的角度对环境加以分类。本建议书确定两种不同的室内传播环境和一种室外传播环境。人们认为，这些环境是最具代表性的环境。表1列出了上述三种环境。由于认识到在各类别中存在多种不同的环境，因此本建议书并非旨在对每一种可能的情况都进行建模，而是给出能够代表人们通常遇到的环境的传播模型。

表 1
实际运行环境

环境	说明
住宅室内	配备室内家具、带有石膏灰泥板和混凝土墙壁的城镇住房
工业用房室内	办公室/实验室（楼道、教室），带有石膏灰泥/混凝土墙壁和天花板；石膏灰泥/混凝土/木地板地面；配备家具（金属柜、办公桌、椅子、电子设备等）和空旷房间
室外	普通及农村环境，包括植被和树木

3 路径类别

通过分析UWB发射机和接收机之间的可能传播情形，可以确定两种不同的路径类别：明显的视距（LoS）传播路径和障碍（（非视距）-NLoS）传播路径。

在室内运行环境中，由于障碍物和人为封堵，视距传播情形凤毛麟角，信号通过多路径被接收。此外，根据接收机与发射机之间的存在障碍的程度，可以在室内传播环境中将路径细分为更多类别：软性非视距路径和硬性非视距路径。在前一种情形下，发射机和接收机之间存在一种标准的障碍物，或至少存在一个石膏灰泥板。在后一种情形下，接收机和发射机之间存在大量障碍物，或至少存在一面混凝土墙壁。

4 路径损耗模型和参数

可以通过通用各个站址或针对具体站址的模型估算UWB发射机与UWB接收机之间的路径损耗。在室内环境中采用传输损耗模型时的假设为，发射机和接收机安装在同一建筑物内。

4.1 通用各个站址的模型

本节介绍的模型为通用各个站址的模型，这些模型几乎不需要有关路径或站址的信息。下述距离功率损耗系数包括UWB传输信道可能遇到的、穿透墙壁和跨越及穿透障碍物传输，以及其它损耗机制（如多径）的暗含余量。针对具体站址的模型能够明确将由每一个障碍物造成的损耗计算在内，而非将其纳入距离模型中。

从下述模型中可以推导出UWB信号遇到的基本传输损耗 $PL(d)$ ：

$$PL(d) = PL_0(d_0) + 10n \log\left(\frac{d}{d_0}\right) + X_\sigma \quad \text{dB} \quad (1)$$

其中：

- $PL_0(d_0)$: 基准距离 d_0 （通常 d_0 等于1公里）的基本传输损耗（dB）
- D : UWB发射机和接收机之间的间隔距离（m）（其中 $d > 1 \text{ m}$ ）

n : 路径损耗指数

X_σ : 对数正态阴影衰落, 即, 带有标准偏差 (dB) 的零平均高斯任意变量。

可通过下式对基准距离的基本传输损耗进行近似计算:

$$PL_0(d_0) = 20 \log \left(\frac{4\pi d_0 \sqrt{f_1 \cdot f_2}}{0.3} \right) \quad \text{dB} \quad (2)$$

其中 f_1 (GHz) 和 f_2 (GHz) 是UWB辐射频谱-10 dB边缘处的频率。

在整个UWB带宽中, 基本传输损耗变化极大, 系统的整体性能取决于该变化与天线特性之间的相互作用情况。

表2列出基于多种不同测量结果的典型参数。应将这些参数用于20米以内的传播距离。对于距离大于20米的传播而言, 有关室外环境视距和非视距的参数可能用于评估UWB发射机和接收机之间的基本传输损耗。同时应当指出, 室内视距传播可能加重信号的多径效应, 说明在具体情况下, 可能适用其它路径损耗指数。

表2

计算基本传输损耗的参数

环境	路径类别	n	σ (dB)
住宅室内	视距	~ 1.7	1.5
	软性非视距	3.5-5	2.7-4
	硬性非视距	~ 7	4
工业用房室内	视距	~ 1.5	0.3-4
	软性非视距	2.1-4	0.19-4
	硬性非视距	4-7.5	4-4.75
室外	视距	~ 2	-
	非视距	3-4	-

4.2 针对具体站址的模型

对路径损耗进行确定性估算可能非常有益于详细规划UWB的相关应用。目前已存在以统一衍射理论 (UTD) 为基础的场强预测理论方式。这些方式需要提供详细的障碍物几何图形和建筑物结构信息 (室内环境情况下) 才能够对场强进行计算。在这些模型中, 所收到的波形被作为信道有效射线的叠加加以建模, 同时考虑发射天线、多径传播和接收天线等多种因素。特定射线的信道冲激响应不仅考虑衰减因素, 而且考虑相互作用造成的散射, 以及该射线到达方向的接收天线冲激响应。通过射线跟踪可以确定发射机和接收机之间的有效射线及其相关时延。根据UTD可以确定与每一条射线相关的信道转移函数。将反射和衍射射线考虑在内, 可以大大提高路径损耗预测的精确度。

附件2

为计算传统窄带接收机从UWB发射机收到的功率，我们需要考虑接收机的带宽因素。需考虑的有效辐射功率为在接收机带宽上进行积分的UWB功率频谱密度。在这种情况下，可以使用传统的传播模型和接收天线增益计算所收到的功率。上述注意到a)至g)列出的ITU-R P系列建议书可在其各自的适用范围内加以应用。
