

国 际 电 信 联 盟

**ITU-R**

国际电联无线电通信部门

**ITU-R M.2003-2 建议书**  
(01/2018)

**60 GHz附近频率内的  
多吉比特无线系统**

**M系列**  
移动、无线电测定、业余  
和相关卫星业务



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

（亦可在在线查询<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>	<b>移动、无线电定位、业余和相关卫星业务</b>
<b>P</b>	无线电波传播
<b>RA</b>	射电天文
<b>RS</b>	遥感系统
<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  
2018年，日内瓦

© 国际电联2018

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 M.2003-2 建议书

## 60GHz附近频率内的多吉比特无线系统

(ITU-R第212-3/5号课题)

(2012-2015-2018年)

## 范围

本建议书阐述了60 GHz附近频率内多吉比特无线系统的一般特性和无线接口标准。

## 关键词

多吉比特无线系统 (MGWS)、WLAN、RLAN、无线局域接入、网络、无线局域网、近距离移动系统 (CPMS)

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) 多吉比特无线系统 (MGWS) 被广泛用于多种宽带应用的固定、半固定 (可搬移) 和便携式计算机设备;
- b) MGWS 有望包含无线数字视频、音频和控制应用以及多吉比特无线局域网 (WLAN) 应用;
- c) 已经为MGWS在60 GHz频率范围内操作制定了相应标准;
- d) 实施宽带MGWS应仔细考虑与其他无线电应用的兼容性;
- e) 许多主管部门已允许包括无线电局域网 (RLAN) 和无线个人域网 (WPAN) 设备在内的MGWS以免许可的条件在60 GHz频率范围内操作;
- f) 在60 GHz频率范围内统一移动业务的频率有助于引进包括RLAN在内的MGWS,

认识到

- a) 在全球范围内将60 GHz频谱统一用于MGWS可同时令消费者和制造商受益;
- b) 尽管MGWS系统已主要用于室内应用, 但仍有主管部门允许在室外使用此类系统,

注意到

若干标准均为实施MGWS提供了选择方案,

建议

应使用附件1中的MGWS标准及其系统特性。



## 附件1

### 60 GHz多吉比特无线系统的一般特性

#### 1 综述

多吉比特无线系统（MGWS）无线电通信网络可用于传统无线局域网拓扑的短距离视距内和非视距内环境。MGWS系统也可用于非常短距离的高速近距离通信，其中无线电范围是几厘米，并且设备将点对点相互靠近进行配对。

对于WLAN，总体通信距离和性能将根据系统设计（例如，天线单元数）和环境情况而变，但对于室内使用而言，设备通常配备少许（ $\leq 3$ ）天线单元，通常可在10 m左右的距离内实现多吉比特性能；对于室外使用，当设备可以配备多个（ $\geq 6$ 个）天线单元时，通常可在10 m左右的距离内实现多吉比特性能。此类网络可像现有WLAN部署一样，通过接入点进行部署，或者可以像特殊模式下的WLAN及无线个人域网（WPAN）一样，不需要借助此类基础设施。

近距离通信拓扑结构是一对性能高达100 Gbits的设备（也称为Pairnet），预计的范围为10 cm或更小（设备几乎接触），具有瞬态连接（快速设置和拆卸）性能；近距离设备通常使用单个天线单元并具有非常低的发射功率。

在使用接入点的情况下，MGWS会与亦通常被用于室内环境的便携用户终端一起被安装在室内，使服务覆盖家庭或办公区域，也就是说，整个WLAN系统都将在室内环境下使用。为了提供更大范围和更好的性能，接入点通常配备比用户终端数量更多的天线单元。

在不使用接入点的情况下，可以通过设置用于设备间数据交换的直接链接使MGWS设备具有通信功能。典型的应用包括设备对设备（例如笔记本电脑对投影仪）和消费电子（CE）设备对信息亭<sup>1</sup>，同时这些应用主要还是在室内使用。在一些应用中，便携设备与固定设备（即：信息亭、门关、旋转栅门、自动贩卖机）进行短时间的连接，以传输大量数据（例如，在火车站或机场通过一个入口旋转栅门时，可在250 ms内下载2小时高清视频内容）。对于近距离应用，高密度的设备和用户可以集中在一个小的空间中，例如当通过火车站或机场的检票口<sup>2</sup>时。

#### 2 MGWS的技术特性

##### 2.1 频谱

在57-71GHz频段内，至少需要7 GHz的连续频谱方可满足预期在该频谱内使用的各类应用的需求<sup>3</sup>，这些应用包括非压缩视频（例如3 Gbit/s高清晰度多媒体接口（HDMI））、无线对接、无线网络和快速下载/上传。这些频谱可至少给6个信道带来灵活性和相对较高的连通性。此外，对于担心到，2 160 MHz的信道带宽可令相对简单的调制方案达到多吉比特的

---

<sup>1</sup> 在本文中，信息亭指可以提供电子内容（例如电影、音乐、视频、电子书等）分发和接入的摊亭。

<sup>2</sup> 在本文中，检票口既有付费功能，又有下载大文件的功能，用于铁路和地铁车站。大文件内容是视频、电影等。

<sup>3</sup> 系统要求述于附件1中的各项标准。

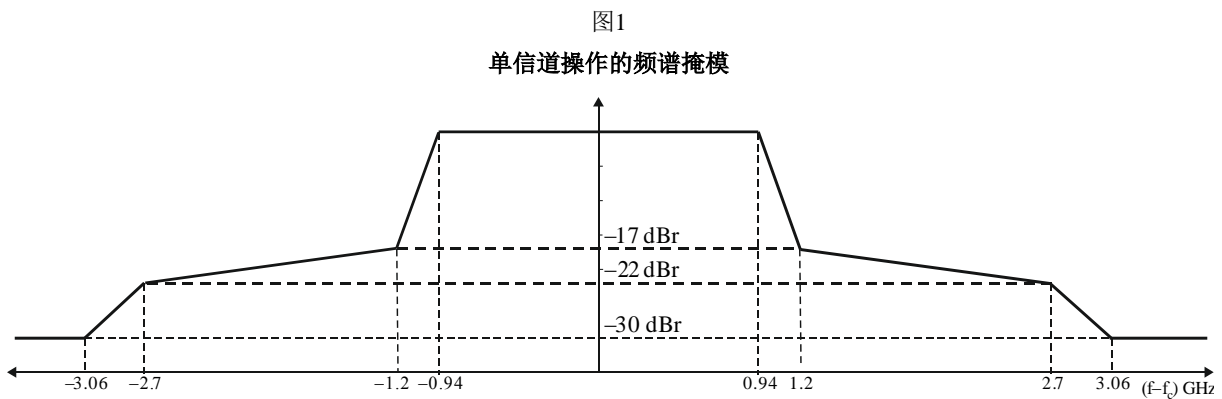
数据速率，适合智能手机、平板电脑、上网本和笔记本电脑等低功率设备使用。如果单个通道被捆绑以实现更大的容量，带宽被定义为2 160 MHz的整数倍以实现与2 160 MHz系统的共存。

## 2.2 信道带宽和中心频率

单信道需达到2 160 MHz信道带宽并允许捆绑。需要注意的是，MGWS标准采用相同的信道化设计以促进实现更佳共存。为单信道建议的中心频率分别是58.32、60.48、62.64、64.80 GHz、66.96 GHz和69.12 GHz。对于捆绑信道，中心频率取决于捆绑的单信道的数量，但需要单信道中心频率间隔均匀。

## 2.3 发射掩模

下列掩模适用于单信道操作。

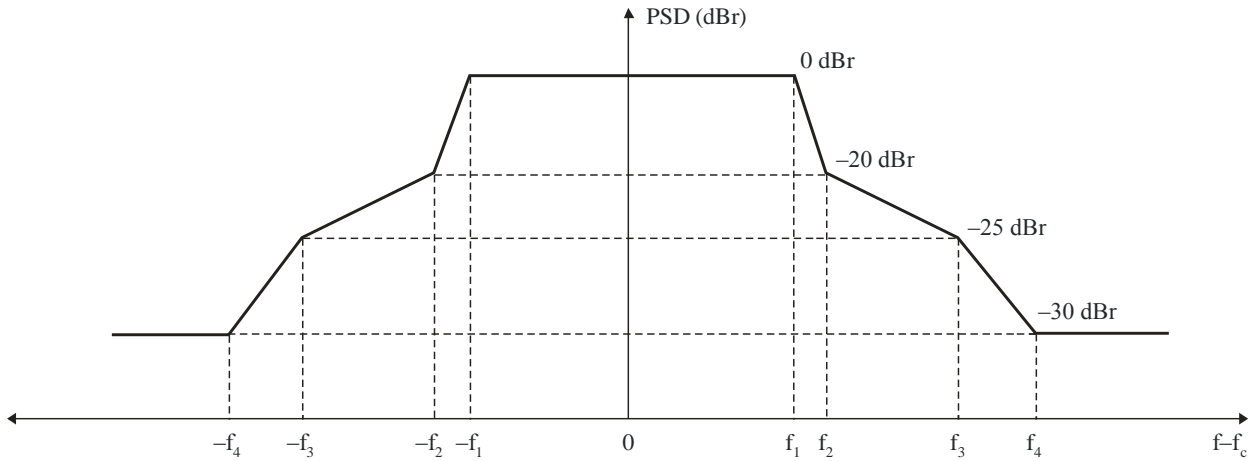


M.200301

在图1中， $f_c$ 指载波中心频率。

下列掩模（图2及表1）适用于使用含一个以上相连信道的信道捆绑的情况。

图2  
适用于含一个以上相连信道的信道捆绑的频谱掩模



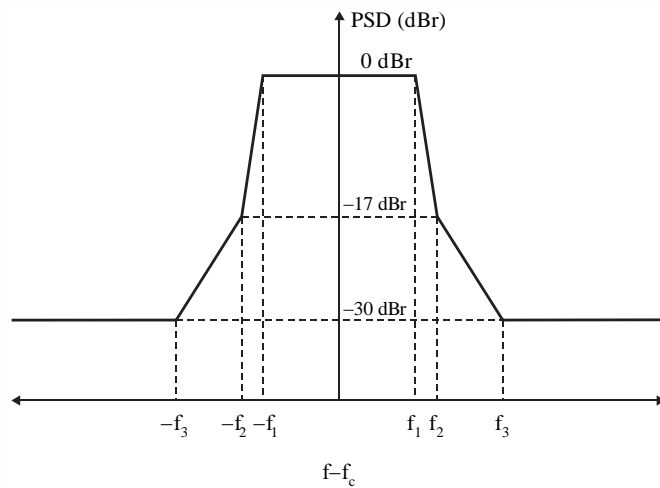
M.2003-02

表1  
发射频谱掩模参数

信道捆绑	$f_1$ (GHz)	$f_2$ (GHz)	$f_3$ (GHz)	$f_4$ (GHz)
两个捆绑信道的发射	2.100	2.160	3.000	4.000
三个捆绑信道的发射	3.150	3.240	4.500	6.000
四个捆绑信道的发射	4.200	4.320	6.000	8.000

替代频谱掩模（图3和表2、3）适用于使用一个以上相连信道的信道捆绑。

图3  
信道捆绑操作的替代功率频谱密度掩模



M.200303

表2

信道捆绑操作的发射功率频谱密度掩模的相对限值

频率	相对限值 (dBr)
$ f - f_c  < f_1$	0
$f_2 \leq  f - f_c  < f_1$	$-17( f - f_c  - f_1)/(f_2 - f_1)$
$f_3 \leq  f - f_c  < f_2$	$-17 - 13( f - f_c  - f_2)/(f_3 - f_2)$
$f_3 \leq  f - f_c $	-30

表3

发射功率频谱密度掩模参数

Channel bonding	$f_1$ (GHz)	$f_2$ (GHz)	$f_3$ (GHz)
两个捆绑信道	1.880	2.400	4.000
三个捆绑信道	2.820	3.600	6.000
四个捆绑信道	3.760	4.800	8.000

## 2.4 通用特性

### 2.4.1 发射和接收操作温度范围

发射和接收操作温度范围应遵循IEEE 802.11-2016标准。

### 2.4.2 中心频率容差

对于60 GHz频段而言，发射器中心频率容差最大应为 $\pm 20$  ppm。

### 2.4.3 符号时钟容差

对于60 GHz频段而言，符号时钟容差最大应为 $\pm 20$  ppm。发射中心频率和符号时钟容差均源自同一参考振荡器。

### 2.4.4 发射中心频率泄露

发射器中心频率泄露相对于整体发射功率而言不得超过-23 dB，或相对于其他副载波（正交频分复用（OFDM）格式）的平均能量而言不超过2.5 dB。

### 2.4.5 发射上升沿和下降沿

发射功率上升沿的定义是发射器功率从低于平均每帧发射功率的10%增加到高于90%的时间。

发射功率上升沿应在10 ns左右。

发射功率下降沿的定义是发射器功率从高于平均每帧发射功率的90%下降到低于10%的时间。

发射功率下降沿应在10 ns左右。

### 2.4.6 最大输入电平

接收器最大输入电平为满足错误率标准（在RX灵敏度一节给出了定义）的接收器在输入端的输入信号最大功率电平，单位为dBm。针对接收器支持的每一种调制格式，兼容接收机在接收天线处的接收机最大输入电平至少为10微瓦/平方厘米。

### 2.4.7 系统特性

为了发掘MGWS的全部潜能，包括支持本建议书所述各类应用和业务的潜能，MGWS需要满足某些系统级特性：

- 1) 吞吐量：每个支持不超过一个单信道操作的MGWS设备均应能够通过某种方式，令在介质访问控制层顶端测量的吞吐量最大值达到至少1 Gbit/s的数据速率。如果该MGWS设备支持捆绑信道操作，吞吐量应该与捆绑信道的数量成线性比例。
- 2) 传输距离：WLAN系统应能够通过某种方式令，在介质访问层顶端测量的、部分NLoSPHY信道条件下的速度为1 Gbit/s的传输距离最大值达到至少10 m。对于WPAN和CPMS，系统范围通常应小于10 cm以实现高频谱重用。

除了前述各项特性之外，在支持非压缩视频流应用时，系统还需要满足表4中列出的更多特性。

表4  
系统特性

参数	数值	说明
速率	3 Gbit/s	非压缩视频， 1 080 p (RGB): 1 920 × 1 080 像素， 24 比特/像素，60帧/秒
丢包率 (8 kbyte有效负荷)	1e-8	
延迟 <sup>4</sup>	10 ms	

### 2.4.8 信道接入方案

基本的接入方案为时分多址（TDMA），这是处理60 GHz频段内的各类操作难题、通信的方向性和无线显示等应用所必不可少的接入方案。TDMA可以为那些因其保留特性而对服务质量比较敏感的应用提供必要的带宽保证，同时又具备功率高效的特点，因为设备在处于不通信状态下无需保持开启。

此外，由于TDMA具有确定的时间性，因此各电台便可精确地获知需要与哪些其它电台通信以及何时通信，从而能够调整天线主瓣朝向预定目标，且无需进行基于竞争的接入方案所需要的全方位通信。

基于竞争的接入，例如在Wi-Fi环境下提供的接入，亦应作为一种可支持的接入方案，以便用于网页浏览、文件传输等用途。然而，作为非基本接入方案的基于竞争的接入应在分配的时间段内，在TDMA信道接入基础设施中使用。

<sup>4</sup> 代表从一端的MAC层顶端到另一端的MAC层顶端之间的延迟。



## 2.5 共存参数

为了改善共存情况，所有的MGWS应采用相同的信道化设计。

信道化范例：

- 1) IEEE:
  - a) IEEE 802.11-2016标准<sup>5</sup>规定信道带宽为2 160 MHz。
  - b) IEEE 802.15.3-2016标准<sup>6</sup>规定信道带宽为2 160 MHz。
  - c) IEEE Std 802.15.3e-2017<sup>7</sup>规定信道带宽为2 160 MHz，最多可捆绑四个信道。

在某一信道上开始操作之前，MGWS应对信道进行扫描，以确保其操作不会对在该信道内操作的其它MGWS操作产生干扰。

干扰缓解技术范例：

- 1) IEEE:
  - a) IEEE 802.11-2016标准规定，接入点不得在信号电平等于或大于-48 dBm或在探测到有效的IEEE 802.15.3c-2009标准共模信令（CMS）前缀时接入电平等于或大于-60 dBm的信道上启动网络。除此之外，该标准还定义了若干其它干扰缓解技术，例如信道转换、发射功率控制、波束赋形等。
  - b) IEEE 802.15.3c-2009标准规定，微微网控制器不得在由另一个微微网控制器占用的信道上启动一个新的微微网。根据共模信令（CMS）方法的定义，多个微微网控制器可以共同访问一条使用划分给子微微网的TDMA时间段的信道。
  - c) IEEE 802.15.3e-2017标准规定，将通信范围限制在10 cm或更小，EIRP电平非常低。如果设备之间的距离超过10 cm，设备分离并且发射功率限于周期性信标。

## 2.6 接收灵敏度电平

接收灵敏度电平通常在-48和-78 dBm之间。

接收灵敏度电平范例：

- 1) IEEE：在IEEE802.11-2012标准中，对于一个长度为4 096 八位字节的PSDU（MCS 0 长度为256 八位字节）而言，PER应低于1%（MCS 0为5%）。

注 – 对于以接收功率密度为基础的RF功率测量而言，应对输入电平予以校正，以补偿实现过程中的天线增益。天线增益为制造商预估的最大增益。对于相控阵天线而言，其增益为实现损耗为-3 dB情况下预估单元增益最大值总合。

---

<sup>5</sup> IEEE信息技术标准 – 系统间通信和信息交换 – 局域网和城域网 – 具体要求 – 第11部分：无线局域网介质访问控制（MAC）和物理层（PHY）规范，2016年12月。

<sup>6</sup> IEEE关于高数据速率无线多媒体网络的标准。

<sup>7</sup> IEEE关于高数据速率无线多媒体网络的标准修订：高速率近距离点对点通信。

## 2.7 空闲信道评估（CCA）规则

MGWS可采用空闲信道评估（CCA）规则以缓解对其它MGWS造成的干扰。

例如，IEEE 802.11-2016标准定义了三种MCS集，每种MCS集都有具体的CCA规则。这三种MCS集分别是：

- a) MCS0：亦称控制MCS，基于单载波（SC）调制。
- b) MCS1至MCS12.6，以及MCS25至MCS31：SC MCS集。
- c) MCS13至MCS24：正交频分复用（OFDM）MCS集。

按照这种分类，IEEE 802.11-2016标准为每种MCS集定义了适用的CCA规则，具体如下所示：

- a) 控制MCS：开始进行接收电平大于控制MCS的最低灵敏度（-78 dBm）的有效控制MCS传输时，CCA在3 μs的时间内做出忙指示的概率须> 90%。
- b) SC MCS集：开始进行接收电平大于控制MCS1的最低灵敏度（-68 dBm）的有效SC MCS传输时，CCA在1 μs的时间内做出忙指示的概率须> 90%。对于任何超出MCS1最低灵敏度20 dB的信号，接收器须保持产生载波检测信号。
- c) OFDM MCS集：开始进行接收电平大于控制MCS13的最低灵敏度（-66 dBm）的有效OFDM MCS或SC MCS传输时，CCA在1 μs的时间内做出忙指示的概率须> 90%。

## 3 多吉比特无线系统（MGWS）的标准

下文所列标准均包含有关MGWS的规范：

- 1) IEEE802.11-2016标准，IEEE信息技术标准 – 系统间通信和信息交换 – 局域网和城域网 – 具体要求 – 第11部分：无线局域网介质访问控制（MAC）和物理层（PHY）规范，2016年12月。
- 2) IEEE802.15.3<sup>TM</sup>-2016标准，IEEE关于高数据速率无线多媒体网络的标准。
- 3) IEEE 802.15.3e<sup>TM</sup>-2017标准，IEEE关于高数据速率无线多媒体网络的标准修订：高速率近距离点对点通信。
- 4) ETSI 302 567 v1.2.1 (2017-07)，在60 GHz频段内运行的多吉比特无线电设备；涵盖2014/53/欧洲指令第3.2条的必备要求的统一标准。
- 5) 无线联盟（WFA）协议适应层（PAL）规范：
  - WiGig®显示扩展技术规范2.0版本，2015年3月。
  - WiGig®总线扩展规范，1.2版本，2014年10月。
  - WiGig® SD（WSD）扩展规范1.1版本，2015年1月。
- 5) ISO/IEC 13156，信息技术 – 系统间电信和信息交换 – 高速率60 GHz PHY、MAC和PAL。

## 4 首字母缩略语和缩写词

CCA 空闲信道评估

CE	消费电子
HDMI	高清晰度多媒体接口
MGWS	多吉比特无线系统
MCS	调制和编码方案
OFDM	正交频分复用
PER	包错误率
RLAN	无线电局域网
SC	单载波
TDMA	时分多址
WLAN	无线局域网
WPAN	无线个人域网

---