

国际电信联盟

ITU-T

国际电信联盟
电信标准化部门

G.9710

(02/2020)

G系列：传输系统和媒质、数字系统和网络
接入网络 – 金属接入网络

多千兆比快速接入用户终端（MGfast） – 功率频谱 密度规范

ITU-T G.9710 建议书

ITU-T G系列建议书
传输系统和媒质、数字系统和网络

国际电话连接和电路	G.100-G.199
所有模拟载波传输系统共有的一般特性	G.200-G.299
金属线路上国际载波电话系统的各项特性	G.300-G.399
在无线电接力或卫星链路上传输并与金属线路互连的国际载波电话系统的一般特性	G.400-G.499
无线电话与有线电话的协调	G.450-G.499
传输媒质的特性	G.600-G.699
数字终端设备	G.700-G.799
数字网	G.800-G.899
数字段和数字线路系统	G.900-G.999
服务质量和性能 – 一般和与用户相关的概况	G.1000-G.1999
传输媒质的特性	G.6000-G.6999
经传送网的数据 – 一般概况	G.7000-G.7999
包传输概况	G.8000-G.8999
接入网	G.9000-G.9999
金属接入网络	G.9700–G.9799
本地和接入网络的光线路系统	G.9800–G.9899
驻地网络	G.9900-G.9999

欲了解更多详细信息，请查阅ITU-T建议书目录。

ITU-T G.9710 建议书

多千兆比快速接入用户终端（MGfast） – 功率频谱密度规范

摘要

ITU-T G.9710建议书为多千兆比快速接入用户终端（MGfast）制定了功率频谱密度（PSD）规范的掩膜要求，为支持降低PSD掩膜提供了一系列工具，并为发送PSD认证提供了一种方法。本建议书既支持经对绞线媒介的操作，也支持经同轴电缆媒介的操作。

历史沿革

版本	建议书名称	批准日期	研究组	唯一标识*
1.0	ITU-T G.9710	2020-02-07	15	11.1002/1000/14022

关键词

PSD、MGfast

* 为访问建议书，请在万维网浏览器的地址栏中输入URL：<http://handle.itu.int/>，并后跟建议书的唯一ID。例如：<http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en>。

前言

国际电信联盟（ITU）是从事电信和信息通信技术（ICT）领域工作的联合国专门机构。国际电信联盟电信标准化部门（ITU-T）是国际电信联盟的常设机构，负责研究技术、操作和资费问题，并且为在世界范围内实现电信标准化，发表有关上述研究项目的建议书。

每四年一届的世界电信标准化全会（WTSA）确定ITU-T各研究组的研究课题，再由各研究组制定有关这些课题的建议书。

WTSA第1号决议规定了批准建议书须遵循的程序。

属ITU-T研究范围的某些信息技术领域的必要标准，是与国际标准化组织（ISO）和国际电工技术委员会（IEC）合作制定的。

注

本建议书为简明扼要起见而使用的“主管部门”一词，既指电信主管部门，又指经认可的运营机构。

遵守本建议书的规定是以自愿为基础的，但建议书可能包含某些强制性条款（以确保例如互操作性或适用性等），只有满足所有强制性条款的规定，才能达到遵守建议书的目的。“应该”或“必须”等其它一些强制性用语及其否定形式被用于表达特定要求。使用此类用语不表示要求任何一方遵守本建议书。

知识产权

国际电联请注意：本建议书的应用或实施可能涉及使用已申报的知识产权。国际电联对无论是其成员还是建议书制定程序之外的其它机构提出的有关已申报的知识产权的证据、有效性或适用性不表示意见。

至本建议书批准之日止，国际电联尚未收到实施本建议书可能需要的受专利保护的知识产权的通知。但需要提醒实施者注意的是，这可能并非最新信息，因此特大力提倡他们通过下列网址查询电信标准化局（TSB）的专利数据库：<http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>。

© 国际电联 2020

版权所有。未经国际电联事先书面许可，不得以任何手段复制本出版物的任何部分。

目录

页码

1	范围	1
2	参考文献	1
3	定义	1
3.1	其它地方定义的术语	1
4	缩写词和首字母缩略语	2
5	惯例	2
6	发射PSD掩膜	3
6.1	概述	3
6.2	限制PSD掩膜（LPM）	3
6.3	子载波掩膜	3
6.4	功率频谱密度整形	4
6.5	具体频段的陷波	4
6.6	低频端的阻带掩膜	6
7	频谱内容的规范	7
7.1	PSD类型	7
7.2	PSD掩膜规范	7
8	发射PSD验证	10
	附件A至附件O	11
	附件P – 做出调整，适应对绞媒介	12
	P.1 终接阻抗	12
	附件Q – 做出调整，适应同轴电缆媒介	13
	Q.1 终接阻抗	13
	Q.1 发射PSD证实	13
	附录I – 国际业余无线电频段	14
	附录II – 其他航空通信、无线电导航和广播业务	15
	附录III – 对用于非连续发射的PSD发射机（TXPSD）的定义	16

ITU-T G.9710 建议书

多千兆比快速接入用户终端（MGfast）– 功率频谱密度规范

1 范围

本建议书规定了多千兆比快速接入用户终端（MGfast）的功率频谱密度，支持在金属线（包括对绞线和同轴电缆）上以高达约10 Gbit/s的总净数据速率（上行和下行速率之和）传输。对这两种媒介的适应性分别在附件P和附件Q中规定。在本版本建议书中，只有一个对等MTU-R/NT在光网络单元（MTU-O）与MTU连接；连接到单个MTU-O的多个MTU-R/NT不在本版建议书的范围内。MGfast频谱使用符合424 MHz和848 MHz功率频谱密度（PSD）类型，而在本版建议书中仅针对424 MHz PSD类型做了规范。

本建议书规范的内容包括：

- 功率频谱密度（PSD）限制掩膜的要求，
- 支持降低发射PSD掩膜的一组工具；
- 发送PSD认证的方法和终接阻抗要求。

这可确保该技术能够满足：

- 区域性要求；
- 运营商的部署要求，例如与其它数字用户线（DSL）技术的兼容性；
- 适用的电磁兼容性（EMC）规则或标准；以及
- 本地的EMC要求。

当设施投入使用时，设备符合ITU-T本建议书可能无法确保符合特定的国家或区域电磁兼容性法规。

2 参考文献

下列ITU-T建议书和其他参考文献的条款，在本建议书中的引用而构成本建议书的条款。在出版时，所指出的版本是有效的。所有的建议书和其他参考文献均会得到修订，本建议书的使用者应查证是否有可能使用下列建议书或其他参考文献的最新版本。当前有效的ITU-T建议书清单会定期出版。本建议书引用的文件自成一体时不具备建议书的地位。

[ITU-T G.993.2] ITU-T G.993.2建议书（2011年），甚高速数字用户线收发机2（VDSL2）（VDSL2）。

[ITU-T G.997.2] ITU-T 997.2建议书（2019年），G.fast收发信机的物理层管理。

3 定义

3.1 其它地方定义的术语

无。

3.2 本建议书定义的术语

本建议书定义了如下术语：

3.2.1 上限 (x)：不小于 x 的最小整数。

3.2.2 下限 (x)：不大于 x 的最大整数。

3.2.3 f_{sc} ：代表子载波间隔频率的参数。

3.2.4 子载波：离散多载波（DMT）调制器的一个基本要素。将调制器信道宽度分割成一组并行的子信道。每一子信道的中心频率为一个子载波，比特可调制到这一子载波上并经由某一信道传输。

4 缩写词和首字母缩略语

本建议书使用下述缩写词和首字母缩略语：

DAB	数字音频广播
DMT	离散多载波
EMC	电磁兼容性
ESD	能量频谱密度
FDS	全双工兼容下行子帧
FDX	全双工
FM	频率调制
IAR	国际业余无线电
LESM	低频端的阻带掩膜
LPM	限制PSD掩膜
MGfast	多千兆比快速接入用户终端
MIB	管理信息库
MTU	MGfast 收发信机单元
MTU-O	光网络单元上的MTU
MTU-R	远端站址上的MTU（即环路用户端点）
NM	陷波掩膜
PSD	功率频谱密度
PSM	PSD整形掩膜
RFI	射频干扰
SM	子载波掩膜
TDD	时分复用
TxPSDM	发射PSD掩膜
VHF	甚高频

5 惯例

无。

6 发射PSD掩膜

6.1 概述

发射PSD掩膜 (TxPSDM) 由以下掩膜构成:

- 限制PSD掩膜 (LPM);
- 子载波掩膜 (SM);
- PSD整形掩膜 (PSM);
- 陷波掩膜 (NM); 和
- 低频端的阻带掩膜 (LESM)。

光纤网络单元 (MTU-O) 或MTU远程站点 (即环路用户端点) MGfast收发信机 (MTU) 处使用的TxPSDM可能会有所有不同。

对一个MTU而言, 任何频率发射信号的PSD, 须不得超过TxPSDM。

LPM (参见第7.2.1节) 规定了TxPSDM的绝对最大值。子载波掩膜 (SM)、PSD整形掩膜 (PSM)、陷波掩膜 (NM) 和低频端的阻带掩膜 (LESM) 使用下述机制来降低TxPSDM:

- 子载波掩膜;
- 特定频段的陷波;
- PSD整形; 和
- 低频端的阻带掩膜。

MTU-O和MTU-R均强制要求遵守这些机制。

TxPSDM须遵守适用的国家和区域规则要求。

注1 – 在确定将正确的PSD用于具体司法管辖区时, 运营商应利用提供的工具确保遵守国家和区域的电磁兼容性 (EMC) 规定, 并特别考虑到保护可能不紧邻承载MGfast信号下线的生命安全服务接收机。实例包括108-117.975 MHz频段的各种甚高频 (VHF) 航空无线电导航信道、450-470 MHz频段的智能电网公用设施管理系统信道以及HF和VHF频段的航空应急通信信道 (如121.5MHz、406MHz) 和水上应急通信信道。

注2 – 根据表8-1确定的频率, TXPSDM在不同平均带宽中加以定义, 但处于低频段边缘和管理信息库 (MIB) 定义的标记区域的分频段例外, 正如第6.5和6.6款所述, 这里的TXPSDM W (1 MHz宽带) 和TXPSDM N (10 kHz窄带) 掩膜适用。

注3 – 在点对多点操作中, 多个MTU-R连接到一个MTU-O上。在这种操作模式下, MTU-O控制每个MTU-R的上游信号的传输电平, 以确保在上游传输过程中符合TxPSDM。

6.2 限制PSD掩膜 (LPM)

限制PSD掩膜 (LPM) 规定了永远不能超过的, TxPSDM绝对最大PSD限值。用于构建TxPSDM的所有其它掩膜定义和机制, 均应低于LPM规定的掩膜值。

6.3 子载波掩膜

子载波掩膜应用于消除一个或多个子载波的发射。子载波掩膜 (SM) 是通过分点管理信息数据库 (DP-MIB)、利用ITU-T G.997.2建议书的CARMASK参数配置的。SM内规定的子载波发射功率应设置为零 (线性坐标)。SM应优先于所有其它与子载波发射功率相关的指令。

SM被定义为一系列存在掩膜的频段。各频段规定有起始子载波指数 (x_L) 和终止子载波指数 (x_H)，作为 $\{x_L, x_H\}$ 。包括S频段的SM可用下述形式表示：

$$SM(S) = [\{x_{L1}, x_{H1}\}, \{x_{L2}, x_{H2}\}, \dots \{x_{LS}, x_{HS}\}]$$

该频段内所有指数大于等于 x_L 或小于等于 x_H 的子载波均应被关闭（零功率发射）。

注 – SM有意纳入区域附件定义的掩膜子载波，从而能够遵守本地规则和由用户或服务提供商定义的掩膜子载波，以促进本地部署方法的制定。子载波掩膜的目标不在保护无线电业务；此项工作由陷波来解决（参见第6.5节）。

6.4 功率频谱密度整形

功率频谱密度（PSD）整形允许在部分频谱内降低PSD发射，主要用于实现频谱兼容和与外部家庭网络技术共存这两项主要目标。利用G.997.2的PSDMASK参数在DP-MIB中配置整形掩膜。

PSM定义的频率范围在最低子载波 x_1 （其中 x_1 =上限 (f_{tr1}/f_{sc})）与最高子载波 x_H （其中 x_H =下限 (f_{tr2}/f_{sc})）之间，且包含一个或多个频率分段。这些分段的边界通过设定的断点定义。在各段之内，PSD可以是恒定的或是在给定的PSD点之间构成线性斜率（以dBm/Hz为单位），其频率用线性斜率表示。

各PSM断点由子载波指数 x_n 和该子载波处用dBm/Hz， $\{x_n, PSD_n\}$ 表达的 PSD_n 值来表述。 PSD_1 亦须应用于 x_1 下的子载波，且 PSD_H 还须应用于 x_H 之上的子载波。包括S个分段的PSM可用(S+1)断点，以下述格式表述：

$$PSM(S) = [\{x_1, PSD_1\}, \{x_2, PSD_2\} \dots \{x_S, PSD_S\}, \{x_H, PSD_H\}]$$

一个MTU至少支持32个PSM断点的配置。

如果一个或多个PSM断点设置在LPM之上，则须将发射PSD掩膜设置为： $TxPSDM = \min(PSM, LPM)$ 。PSM断点的所有 PSD_n 值均须在-90 dBm/Hz以上。

6.5 具体频段的陷波

MTU须能够通过配置实现一个或多个具体频段的陷波，以便为无线电业务提供保护；例如，业余无线电频段或广播无线电频段。需进行陷波的国际业余无线电（IAR）频段称作IAR频段，其余需进行陷波的频段称作射频干扰（RFI）频段。

对于RFI频段，各陷波掩膜（NM）的陷波定义均须使用子载波指数 SC_{start} 和 SC_{stop} 。

启动音指数的有效范围 SC_{start} 涵盖了所有小于等于受保护频段最低频率与 $f_{sc}/2$ 之差的有效音指数。停止音指数的有效范围 SC_{stop} 涵盖了所有大于等于受保护频段最高频率与 $f_{sc}/2$ 之和的有效音指数。

MTU须同时支持32个RFI频段的陷波。

此外，MTU须支持15个IAR频段的陷波。附录I详细列出这些IAR频段的频率。MTU应能够通过配置，依据所需保护，对各独立的业余无线电频段实施陷波操作。

在陷波内，须关闭所有子载波且陷波掩膜（NM）至少等于LPM -20 dB。

注1 – 为满足TxPSDM陷波深度的要求，亦需关闭掩膜子载波两侧的子载波。

针对陷波定义了两种PSD掩膜：

- 窄带发射PSD掩膜（TXPSDM_N）
定义此掩膜旨在使用相关频率中心附近MBW=10 kHz的带宽对PSD进行验证。
TXPSDM_N被定义为NM的最大值，其最低限值为-100 dBm/Hz：

$$TxPSDM_N = \max[NM, -100 \text{ dBm/Hz}].$$

– 宽带发射PSD掩膜 (TXPSDM_W)

定义此掩膜旨在验证以数学方法计算出的宽带平均PSD (PSD_W)，其计算方式是以相关频率为中心，以1 MHz为窗口，取窄带测量平均值 (PSD_N)：

$$PSD_W(f) = 10 \times \log 10 \left(\left(\frac{1}{100} \right) \times \sum_{i=(-49)}^{50} 10^{\left(\frac{PSD_N(f+i \times 10 \text{kHz})}{10} \right)} \right)$$

其中：

PSD_N (f) 为以dBm/Hz表示的频率f的窄带测量值

PSD_W (f) 为以dBm/Hz表示的频率f的算数平均宽带PSD值

TXPSDM_W被定义为配置陷波掩膜 (NM) 的最大值，其最低限值请参见表6-1中的频率：

$$TxPSDM_W(f) = \max[NM(f), \text{lower limit}(f)].$$

表6-1 – TXPSDM_W较低限值的要求

频率 MHz	TXPSDM_W 较低限值 [dBm/Hz]
2.0 – 4.0	-100
4.0 - 5.0	-110
> 5.0	-112

针对小于1 MHz的陷波：

– 仅要求发射 PSD满足窄带发射PSD掩膜 (TxPSDM_N) 的要求，以及相关频率的这一要求 $(SC_{start} \times f_{SC} + \frac{1}{2} \times MBW) < f < (SC_{stop} \times f_{SC} - \frac{1}{2} \times MBW)$ 。

针对大于等于1 MHz的陷波：

– 要求发射 PSD满足窄带发射PSD掩膜 (TxPSDM_N) 的要求，以及相关频率的这一要求 $(SC_{start} \times f_{SC} + \frac{1}{2} \times MBW) < f < (SC_{stop} \times f_{SC} - \frac{1}{2} \times MBW)$ ，且

– 要求宽带平均发射PSD (PSD_W (f)) 满足相关频率的宽带发射PSD掩膜 (TxPSDM_W) 的要求 $(SC_{start} \times f_{SC} + \frac{1}{2} \times MBW + 0.5 \text{MHz}) < f < (SC_{stop} \times f_{SC} - \frac{1}{2} \times MBW - 0.5 \text{MHz})$ 。需要对比的掩膜值应为1 MHz窗口内该掩膜的最大值 $[f - 0.5 \text{ MHz}, f + 0.5 \text{ MHz}]$ 。

附录II详细阐述了广播无线电业务 (频率调制 (FM))、数字音频广播 (DAB) 和航空通信及无线电导航的各个频率。

FM、DAB和其它无线电业务可能要求根据无线电业务的不同特性，提供不同的陷波配置。

注2 – 根据频谱使用的不同，NM可被用于独立广播台站的陷波。

6.6 低频端的阻带掩膜

针对低频端的阻带掩膜（LESM），本文定义了两种PSD掩膜：

— 窄带发射PSD掩膜（TXPSDM_N）

定义此掩膜旨在使用相关频率中心附近 $MBW=10\text{ kHz}$ 的带宽对PSD进行验证。

TXPSDM_N的定义请参见图6-1，图中 PSD_{tr3} 是频率 f_{tr3} 的带内LPM值。过渡频段的掩膜值是使用线性频率刻度上以dB为单位的线性内插法求得。

要求发射PSD满足窄带发射PSD掩膜（TxPSDM_N）的要求，以及相关频率的这一要求 $(0.5\text{ MHz} + \frac{1}{2} \times MBW) < f < (f_{tr3} - \frac{1}{2} \times MBW)$ ，其中 $f_{tr1} \leq f_{tr3} \leq 30\text{ MHz}$ 。超过过渡频率 f_{tr3} 的PSD值被视为带内值，其定义请参见第7.2.1.1节。

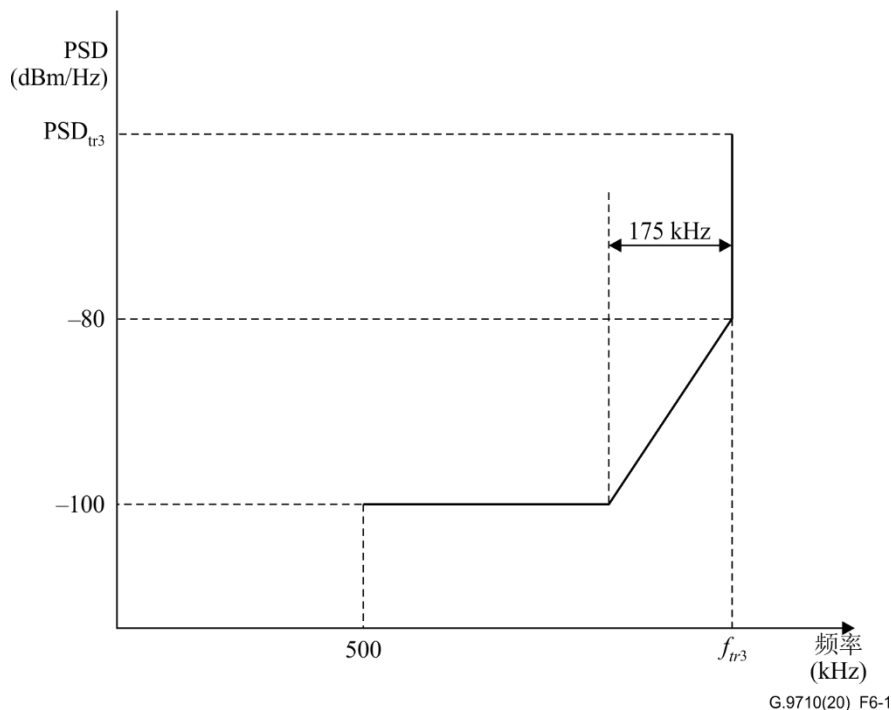


图6-1 – 低频端的阻带掩膜

— 宽带发射PSD掩膜（TXPSDM_W）

定义此掩膜旨在验证以数学方法计算出的宽带平均PSD（ $PSD_W(f)$ ），参见第6.5节中的定义。

TXPSDM_W(f)的定义参见表6.2中的相关频率。

要求宽带平均发射PSD（ $PSD_W(f)$ ）满足相关频率的宽带发射PSD掩膜（TxPSDM_W）的要求 $(2.0\text{ MHz} + \frac{1}{2} \times MBW + 0.5\text{ MHz}) < f < (f_{tr3} - 175\text{ kHz} - \frac{1}{2} \times MBW - 0.5\text{ MHz})$ 。需要对比的掩膜值应为1 MHz窗口内该掩膜的最大值 [$f - 0.5\text{ MHz}$, $f + 0.5\text{ MHz}$]。

表6-2 – LESM TXPSDM_W的要求

频率 (MHz)	LESM TXPSDM_W (dBm/Hz)
2.0 至 4.0	- 100
4.0 至 5.0	- 110
> 5.0	- 112

7 频谱内容的规范

7.1 PSD类型

每一PSD类型为下面的参数规定了标称值：

- 极限PSD掩模（LPM）；

表7-1展示每一PSD类型的有效参数。

表7-1 – PSD类型的参数

参数	PSD类型（注1）	
	424 MHz	848 MHz
LPM	见第7.2.1节	待进一步研究

注 – 如果未来的PSD类型在本建议书中规定的极限PSD掩模范围内，则可以对其进行定义。

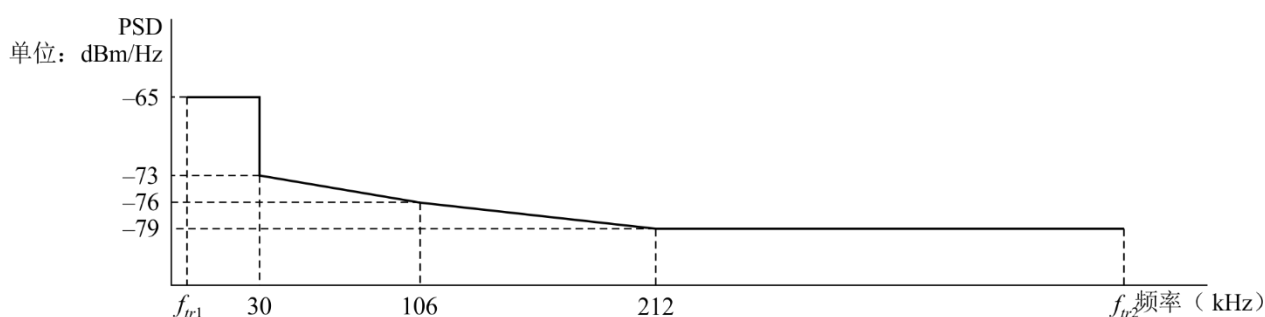
7.2 PSD掩膜规范

7.2.1 限制PSD掩膜（LPM）

限制PSD掩膜（LPM）规定了TxPSDM永远不能超越的绝对最大值。106 MHz剖面图和212 MHz剖面图的带内LPM请参见第7.2.1.1节。第7.2.1.2节定义了带外LPM。

7.2.1.1 带内LPM

424 MHz PSD类型的带内LPM请参见图7-1。这一LPM的参数请参见表7-2。



G.9710(20)_F7-1

图7-1 – 424MHz PSD类型的带内极限PSD掩膜

表7-2 – 424MHzPSD类型的带内LPM参数

参数	频率 (MHz)	PSD (dBm/Hz)	说明
f_{tr1}	2	-65	第7.2.1.2节定义了低于 f_{tr1} 的LPM。
	30	-65	
	30	-73	所列各点间的PSD限值，须使用线性频率刻度上以dB为单位的线性内插法求得。第7.2.1.2节定义了高于 f_{tr2} 的LPM。
	106	-76	
	212	-79	
f_{tr2}	424	-79	

注 – 当使用第6节所述的附加频谱整形时（例如，提供频谱兼容性或遵守宽带功率限制），可通过关闭子载波或降低发射功率的方式降低TxPSDM各部分的功率。如有需求，还可增加频率陷波。

7.2.1.2 带外LPM

带外LPM的低频端请参见图7-2，高频端请参见图7-3，其中 PSD_{tr1} 是频率 f_{tr1} 的带内LPM值， PSD_{tr2} 是频率 f_{tr2} 的带内LPM值。这些LPM的参数请分别参见表7-3和7-4。

带外LPM适用于低端过渡频率 f_{tr1} 以下的频率和高端过渡频率 f_{tr2} 以上的频率。过渡频率 f_{tr1} 和 f_{tr2} 之间的PSD值被视为带内值，并在第7.2.1.1节中做出了定义。

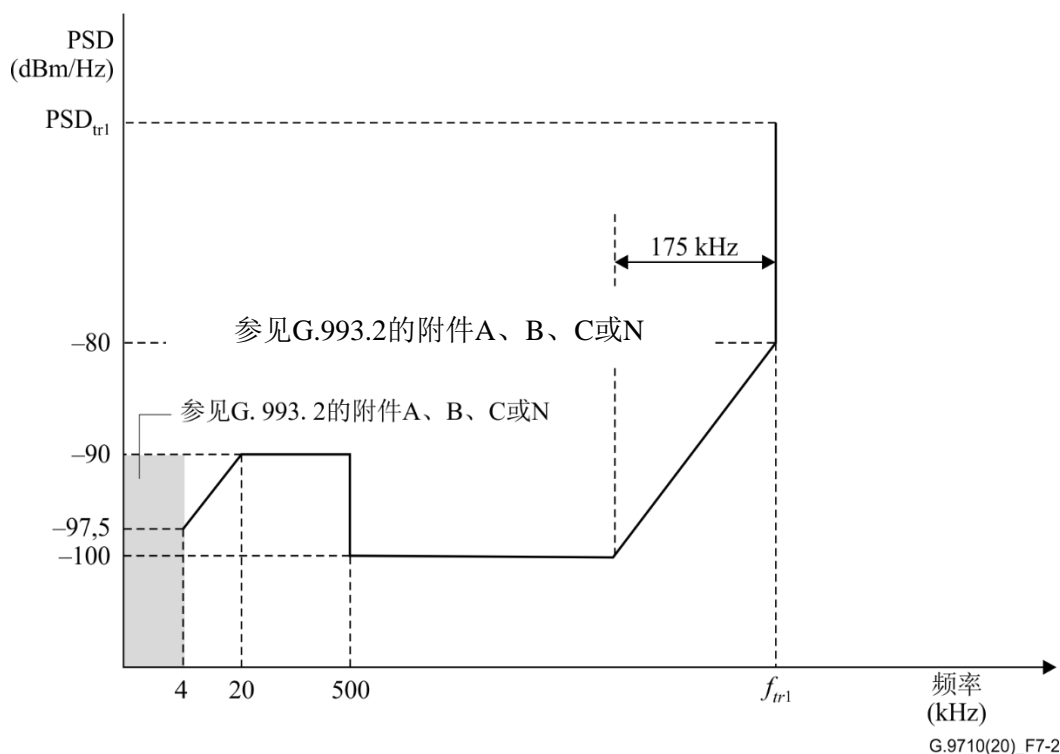


图7-2 – 低频端的带外LPM

针对北美、欧洲、日本和中国的4 kHz以下频率的要求，分别在[ITU-T G.993.2]的附件A、B、C和N中进行了规范。

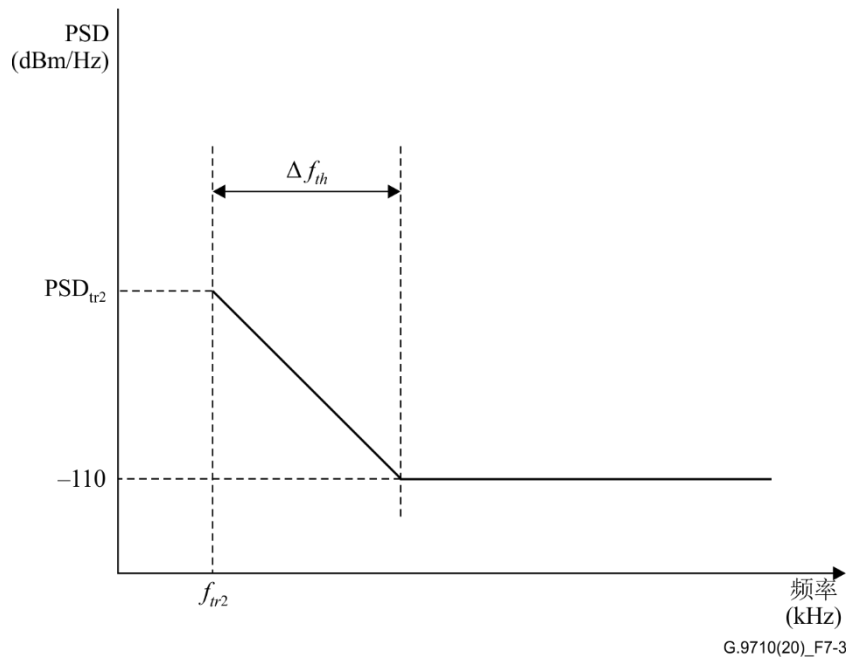


图7-3 – 高频端的带外LPM

表7-3 – 低频端带外LPM的参数

f_{tr1} (MHz)	PSD_{tr1} (dBm/Hz)	说明
2	-65	<p>过渡频率f_{tr1}的PSD限值从PSD_{tr1}降至-80 dBm/Hz。</p> <p>过渡频段的PSD限值，须使用线性频率刻度上以dB为单位的线性内插法求得。</p> <p>4至20 kHz之间的PSD限值，须使用对数(f)刻度上以dB为单位的线性内插法求得。</p> <p>低于f_{tr1}子载波不得用于传输（无论是数据还是辅助信息）。</p>

表7-4 – 高频端带外LPM的参数

f_{tr2} (MHz)	PSD_{tr2} (dBm/Hz)	过渡频段, Δf_{th} (MHz)	说明
424	-79	80	<p>过渡频段 (Δf_{th}) 的PSD限值，须使用线性频率刻度上以dB为单位的线性内插法求得。</p> <p>高于f_{tr2}的子载波不得用于传输（无论是数据还是辅助信息）。</p>

7.2.2 使用永久性掩膜的子载波

针对424MHz PSD类型，指数在0-39（包括39）之间的子载波须使用永久性掩膜。这些子载波不得用于传输（无论是数据还是辅助信息）。

8 发射PSD验证

本建议书定义的发射PSD掩膜值是基于连续发射的假设。在使用时分复用（TDD）模式的系统中，特定方向的传输不是连续的，而是仅在指定的时间段内发生。在使用全双工（FDX）模式的系统中，在给定的传输方向上，全双工兼容的下行子帧（FDS）中的传输PDS可能不同于全双工兼容的上行子帧（FUS）。应用的测量程序须考虑这些因素。

评估PSD的测量带宽（MBW）须按表8-1中所述执行。测量带宽须以相关频率为中心。

要进行比较的掩膜值须为 $[f - \frac{1}{2} \times \text{MBW}, f + \frac{1}{2} \times \text{MBW}]$ 窗口内的最大掩膜值。

注 – 如果某一频率范围内同时定义了窄带发射PSD掩膜（TXPSDM_N）和宽带发射PSD掩膜（TXPSDM_W），则本节定义的MBW与窄带PSD测量（PSD_N）相关。

PSD掩膜的规范与参照终接阻抗相对应，见第P.1和Q.1节的定义。

表8-1 – 发射PSD验证的测量带宽设置

频段	测量带宽 (MBW)
$4 \text{ kHz} < f < 20 \text{ kHz}$	1 kHz
$20 \text{ kHz} < f < f_{tr1}$	10 kHz
$(f_{tr1} + \frac{1}{2} \times \text{MBW})$ 至 $(30 \text{ MHz} - \frac{1}{2} \times \text{MBW})$	1 MHz
$(30 \text{ MHz} + \frac{1}{2} \times \text{MBW})$ 至 $(f_{tr2} - \frac{1}{2} \times \text{MBW})$	1 MHz
$> f_{tr2}$ 至 300 MHz	100 kHz
任何陷波频段	10 kHz

附件A至附件O

附件A至附件O已故意留为空白

附件P

做出调整，适应对绞媒介

(本附件构成本建议书不可分割的组成部分)

P.1 终接阻抗

对于经对绞电缆操作的收发信机，须为MTU-O和FMTU-R在U接口上使用纯电阻的 $R_v = 100 \text{ Ohm}$ 的终接阻抗。特别是， $R_v = 100 \text{ Ohm}$ 须用作发射PSD的终接以及集总发射功率的确定和证实。

附件Q

做出调整，适应同轴电缆媒介

(本附件构成本建议书不可分割的组成部分)

Q.1 终接阻抗

对于经同轴电缆操作的收发信机，须为MTU-O和FMTU-R在U接口上使用纯电阻的 $R_v = 75 \text{ Ohm}$ 的终接阻抗。特别是， $R_v = 75 \text{ Ohm}$ 须用作发射PSD的终接以及集总发射功率的确定和证实。

Q.2 发射PSD证实

在使用FDX模式通过同轴电缆运行的系统中，在给定的传输方向上，FDS和FUS的发射PSD须相同。应用的测量程序须考虑到这一点。

附录I

国际业余无线电频段

(此附录不构成本建议书不可分割的组成部分)

表1列出了1.8 MHz - 900 MHz频率范围内的国际业余无线电频段。

**表I.1 – 1.8 MHz - 900 MHz频率范围内的
国际业余无线电频段**

频段起始点 (kHz)	频段终点 (kHz)
1 800	2 000
3 500	4 000
5 351.5	5 366.5
7 000	7 300
10 100	10 150
14 000	14 350
18 068	18 168
21 000	21 450
24 890	24 990
28 000	29 700
50 000	54 000
69 900	70 500
144 000	148 000
219 000	225 000
420 000	450 000

附录II

其他航空通信、无线电导航和广播业务

(此附录不构成本建议书不可分割的组成部分)

表II.1 列出了1.8 MHz -900 MHz频率范围内的其他航空通信、无线电导航和广播业务。

表II.1 – 1.8 MHz -900 MHz频率范围内的其他航空通信、
无线电导航和广播业务

业务	频段起始点 (kHz)	频段终点 (kHz)
FM	87 500	108 000
数字地面电视 (2区)	174 000	216 000
数字地面电视/ 数字音频广播 (1区和3区)	174 000	230 000
智能电网 公用设施 管理系统	450 000	470 000
COSPAS-SARSAT EPIRBs	460 000	460 100

附录III

对用于非连续发射的PSD发射机（TXPSD）的定义

（本附录不构成本建议书不可分割的一部分。）

本附录正式定义了符号流构成的信号发射机功率频谱密度（TXPSD），其中包括由静寂时段时分双工DMT等系统产生的信号。

本附录定义的TXPSD适用于发射符号流、删余符号流或连续符号流。发射的均为在发射期间向发射方向发射的符号。在PDX帧内有两个发射期，即FDS和FUS。TXPSD的测量在FDS和FUS发射期分别进行。不包括发射期的静寂符号位置。特定的测量技术超出了本附录的范围。

本附录以中间变量“发射机符号PSD”（TXSPSD）定义TXPSD。对TXSPSD的定义涉及向一具体方向发射符号的能量频谱密度（ESD）预期。

信号电压波形 $V_s(t)$ 的ESD可转化为 100Ω 的参考阻抗。

$$ESD(V_s, f) = \frac{1}{R_0} \left| \int_{-\infty}^{\infty} V_s(t) \cdot e^{-i2\pi ft} dt \right|^2 \text{ (以 Joule/Hz 为单位)}$$

$$R_0 = 100 \Omega$$

TXSPSD在发射期内（FDS或FUS）源自一组发射符号的ESD预期。

$$TXSPSD(f) = f_{DMT} \cdot E[ESD(V(t), f); V \in S] \text{ (以 W/Hz 为单位)}$$

$$S = \{S_0, S_1, \dots, S_N\}$$

S_0, S_1, \dots, S_N 是在发射期内（FDS或FUS）发射符号的有效序列

$E[x]$ 是 x 的统计预期。

这种基于符号周期的规范化确保在限度内，符号的无限序列的TXSPSD汇聚于源自自相关函数傅里叶变换的经典PSD。

以下具体带宽 bw 定义了可验证的TXPSD：

$$TXPSD(bw, f) = 30 + 10 \times \log_{10} \left(\frac{1}{bw} \int_{f-\frac{bw}{2}}^{f+\frac{bw}{2}} TXSPSD(f_b) df_b \right) \text{ (以 dBm/Hz 为单位)}$$

$TXPSDM(f)$ 是长符号序列的 $TXPSD(bw, f)$ 的最大可允许电平。

合规性核查方法超出了本建议书的范围。

ITU-T 系列建议书

A系列	ITU-T工作的组织
D系列	资费及结算原则和国际电信/ICT的经济和政策问题
E系列	综合网络运行、电话业务、业务运行和人为因素
F系列	非话电信业务
G系列	传输系统和媒质、数字系统和网络
H系列	视听及多媒体系统
I系列	综合业务数字网
J系列	有线网络和电视、声音节目及其它多媒体信号的传输
K系列	干扰的防护
L系列	环境与ICT、气候变化、电子废物、节能；线缆和外部设备的其他组件的建设、安装和保护
M系列	电信管理，包括TMN和网络维护
N系列	维护：国际声音节目和电视传输电路
O系列	测量设备的技术规范
P系列	电话传输质量、电话设施及本地线路网络
Q系列	交换和信令，以及相关联的测量和测试
R系列	电报传输
S系列	电报业务终端设备
T系列	远程信息处理业务的终端设备
U系列	电报交换
V系列	电话网上的数据通信
X系列	数据网、开放系统通信和安全性
Y系列	全球信息基础设施、互联网协议问题、下一代网络、物联网和智慧城市
Z系列	用于电信系统的语言和一般软件问题