



Prasad Movva

摘要

本应用报告涵盖在全球 2.4GHz 和 5GHz 频段免许可证操作无线电设备的要求和程序，以符合欧洲的法规要求。对于 2.4GHz 和 5GHz 频段的发送器和接收器，有关 SRD (短距离设备) 的 CE 法规进行了详细说明。请注意，该应用报告用作 2.4GHz 和 5GHz 频段 CE 符合性测试限制的指南。有关详细要求，请参阅 ETSI 文档。

内容

1 引言.....	4
2 法规概述.....	5
2.1 CEPT ERC 建议 70-03.....	5
3 无线电设备指令 (RED).....	7
3.1 基本要求.....	7
3.2 制造商的义务.....	7
3.3 无线电设备的符合性.....	7
3.4 投入使用的限制.....	8
4 ETSI EN 300 440.....	10
4.1 技术要求.....	10
4.2 发送器要求.....	10
4.3 接收器要求.....	11
4.4 频谱接入技术.....	13
5 ETSI EN 300 328.....	15
5.1 技术要求.....	15
5.2 设备类型.....	15
5.3 一致性要求.....	16
6 ETSI EN 301 893.....	29
6.1 技术要求.....	29
6.2 一致性要求.....	30
7 ETSI EN 301 489.....	43
7.1 技术要求.....	43
7.2 环境分类.....	44
7.3 测试条件.....	44
7.4 射频排除频段.....	44
7.5 性能评估.....	45
7.6 性能标准.....	45
7.7 发射要求.....	46
7.8 抗扰度要求.....	48
8 IEC 62368-1.....	52
8.1 安全要求.....	52
9 EN 62311.....	53
9.1 EN 62311 的要求和限制.....	53
10 参考文献.....	54
11 修订历史记录.....	55

插图清单

图 3-1. 象形图示例.....	9
图 6-1. 传输频谱功率屏蔽.....	33

图 6-2. 基于帧的设备的时序示例.....	36
图 6-3. 选项 2 的信道绑定.....	38
表格清单	
表 2-1. 针对 2.4GHz 和 5GHz 频段的 CEPT ERC 建议 70-03.....	6
表 4-1. 2.4GHz 和 5GHz 频段中的允许频段限制 - EN 300 440.....	10
表 4-2. 技术要求和条件 - EN 300 440.....	10
表 4-3. TX 最大辐射功率限制 (e.i.r.p.).....	11
表 4-4. 杂散发射限制.....	11
表 4-5. 1 小时内的占空比限制.....	11
表 4-6. FHSS 调制限制.....	11
表 4-7. 接收器类别.....	12
表 4-8. 相邻信道选择性限制.....	12
表 4-9. 阻塞或脱敏限制.....	12
表 4-10. 杂散辐射限制 - 接收器.....	13
表 4-11. LBT 时序参数限制.....	13
表 4-12. LBT 阈值限制与发射功率.....	14
表 5-1. 频段限制.....	15
表 5-2. 技术要求和条件.....	15
表 5-3. 射频输出功率限制.....	16
表 5-4. 占空比限制.....	17
表 5-5. 累积发送时间、频率占用和跳频序列的限制.....	17
表 5-6. 跳频间隔限制.....	17
表 5-7. 介质利用系数限制.....	18
表 5-8. FHSS 设备限制.....	18
表 5-9. FHSS LBT 设备限制 - 无用信号参数.....	19
表 5-10. 自适应 FHSS DAA 设备限制 - 无用的信号参数.....	20
表 5-11. 占用的信道带宽限制.....	20
表 5-12. 带外 (OOB) 域中的发送器有害发射限制.....	20
表 5-13. 杂散域中的发送器有害发射限制.....	21
表 5-14. 接收器杂散发射限制.....	21
表 5-15. 接收器阻塞限制 (所有类别).....	22
表 5-16. 射频输出功率限制 - 非 FHSS 设备.....	22
表 5-17. 占空比、Tx 序列和 Tx 间隙限制 - 非 FHSS 设备.....	23
表 5-18. 介质利用系数限制 - 非 FHSS 设备.....	23
表 5-19. 非 FHSS 设备限制.....	24
表 5-20. 无用信号参数限制 - 基于帧的设备.....	24
表 5-21. 无用信号参数限制 - 基于帧的设备.....	25
表 5-22. 无用信号参数限制 - 自适应非 FHSS DAA 设备.....	26
表 5-23. 占用的信道带宽限制 - 非 FHSS 设备.....	26
表 5-24. 带外 (OOB) 域中的发送器无用发射限制 - 非 FHSS.....	26
表 5-25. 杂散域中的发送器有害发射限制 - 非 FHSS.....	27
表 5-26. 接收器杂散发射限制 - 非 FHSS 设备.....	27
表 5-27. 接收器阻塞限制 (所有类别) - 非 FHSS 设备.....	27
表 6-1. 服务频段限制 - 5GHz.....	29
表 6-2. 技术要求和条件.....	29
表 6-3. 中心频率限制.....	30
表 6-4. 标称信道带宽和占用的信道带宽限制.....	31
表 6-5. 最高功率级别 (P_H) 下的射频输出功率和功率密度限制.....	31
表 6-6. TPC 的最低功率级别 (P_L) 下的射频输出功率限制.....	31
表 6-7. 发送器有害发射限制 - 5GHz RLAN 频段外.....	32
表 6-8. 发送器有害发射限制 - 5GHz RLAN 频段内.....	33
表 6-9. 接收器杂散发射限制.....	34
表 6-10. DFS 要求及其适用性.....	34
表 6-11. DFS 要求限制.....	34
表 6-12. 雷达检测阈值水平限制.....	35
表 6-13. 基准 DFS 测试信号参数.....	35
表 6-14. 雷达测试信号参数.....	35

表 6-15. 检测概率水平.....	35
表 6-16. ED 阈值水平限制 - FBE.....	37
表 6-17. 监控设备的优先级相关信道接入参数.....	38
表 6-18. 被监控设备的优先级相关信道接入参数.....	39
表 6-19. ED 阈值水平限制 - LBE.....	39
表 6-20. 接收器阻塞限制.....	41
表 7-1. 宽带数据系统示例.....	43
表 7-2. 技术要求和条件.....	43
表 7-3. 性能标准.....	45
表 7-4. 基于设备现象的性能标准.....	46
表 7-5. 发射要求.....	46
表 7-6. 传导发射限制 - 直流电源输入/输出端口.....	47
表 7-7. 传导发射限制 - 交流电源输入/输出端口.....	47
表 7-8. 谐波电流发射限制 - 交流电源输入端口.....	48
表 7-9. 电压波动与闪变限制 - 交流电源输入端口.....	48
表 7-10. 传导发射限制 - 有线网络端口.....	48
表 7-11. 抗扰度要求.....	48
表 7-12. ESD 等级 - 外壳.....	49
表 7-13. 快速瞬变限制 - 共模.....	49
表 7-14. 车辆环境中的瞬变和浪涌限制.....	50
表 7-15. 电压骤降和中断限制.....	51
表 7-16. 浪涌限制.....	51
表 8-1. 安全要求 - 主要类别.....	52
表 9-1. 电场、磁场和电磁场的基准水平.....	53
表 9-2. 电场、磁场和电磁场的基本限制.....	53

商标

Bluetooth® is a registered trademark of Bluetooth SIG, Inc.

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

德州仪器 (TI) 的无线产品系列包括无线微控制器和经认证的模块，涵盖 2.4GHz 和 5GHz 频段的各种技术，例如 Wi-Fi、Bluetooth®、Zigbee 以及专有技术等。在大多数情况下，这些产品在没有许可证或免许可证的频段范围内使用。无许可证仅意味着这些产品的用户不需要获得由电信监管机构颁发的在相关频段使用的个人许可证。无许可证并不意味着不受管制；无线产品本身通常需要满足严格的法规要求并获得相应监管机构的认证。

国际法规和国家法律对无线电设备的使用进行了规定。本文件总结了这些法规中关于在全球 2.4GHz 和 5GHz 频段免许可证运行无线电设备的最重要方面。尽管无线电设备在 2.4GHz 和 5GHz 频段运行无需许可证，但最终产品本身必须经过型式认证。请注意，芯片 (IC) 本身不需要型式认证，但最终产品的实际应用需要型式认证。本文档也将详细讨论型式认证程序。

本应用手册总结了欧盟针对在 2.4GHz 和 5GHz 频段运行、无许可证的射频产品的法规和程序。此类产品在欧盟通常被称为 SRD (短距离设备) 产品。欧盟监管机构对工作频率、输出功率、杂散发射、调制方法和传输占空比等进行了限制。节 2 至节 9 涵盖了欧盟的限制和要求。

2 法规概述

大多数欧洲国家对无线电设备的使用受[无线电设备指令 \(RED\) 2014/53/EU](#) 的监管。[RED 2014/53/EU](#) 建立了将无线电设备投放市场的监管框架。它通过对安全和健康、电磁兼容性和无线电频谱的有效使用设定基本要求来确保无线电设备的单一市场。它还管理某些其他方面的进一步监管提供了基础。其中包括用于保护隐私、个人数据和防止欺诈的技术特性。此外，其他方面还包括互操作性、紧急服务访问以及无线电设备和软件组合的合规性。该指令定义了无线电操作的一般要求。要遵守的实际标准由欧洲标准化组织 (ESO) 等标准化机构编写，其中包括欧洲标准化委员会 (CEN)、欧洲电工标准化委员会 (CENELEC) 和欧洲电信标准协会 (ETSI)。标准化组织是私人机构，由行业专家和其他利益相关者组成，完全独立于委员会。

CEPT (欧洲邮电管理委员会) 负责分配频段、最大 TX 功率电平、信道间隔或调制/最大占用带宽和占空比。ERC 建议 [CEPT/ERC/70-03](#) 对此进行了说明。

ETSI 为大多数 SRD 制定了支持 [RED \(2014/53/EU\)](#) 的协调欧洲标准，并定义了测试方法和通用收发器规范。不同的频段和设备使用适用不同的标准。本文档详细介绍了 2.4GHz 和 5GHz 频段的规定。2.4GHz 和 5GHz ISM 频段适用以下标准：

- [EN 300 440](#) 涵盖频率范围为 1GHz - 40GHz 的非特定设备。
- [EN 300 328 V 2.2.2](#) 涵盖在 2.4GHz 频段运行的数据传输设备。
- [EN 301 893 V 2.1.1](#) 涵盖 5GHz 频段的 RLAN 设备。
- [EN 301 489-1 V 2.2.1](#) 涵盖标准无线电设备和服务的 EMC。
- [EN 301 489-17 V 3.2.2](#) 涵盖宽带数据传输系统的 EMC。
- [IEC 62368-1](#) 涵盖 ICT 和 AV 设备的安全。
- [EN 62311](#) 涵盖人体暴露于电磁场的限制。

2.1 CEPT ERC 建议 70-03

基于 2019 年 6 月 7 日版 CEPT ERC 建议 70-03 提供了 2.4GHz 和 5GHz 频段短距离设备 (SRD) 建议的摘要。可以从以下网站下载完整的文档：[ERC 建议 70-03](#)。也可以在以下网站找到这些文档的直接链接和 CEPT 提供的其他有用链接：[ECO 文档数据库](#)。表 2-1 展示了针对 2.4GHz 和 5GHz 频段及其应用的 CEPT ERC 建议 70-03。

表 2-1. 针对 2.4GHz 和 5GHz 频段的 CEPT ERC 建议 70-03

频段		功率 EIRP ⁽¹⁾	频谱接入和缓解要求	调制/最大占用带宽	应用/说明
1i	2400 - 2483.5 MHz	10mW	无要求	未指定	一般用途
3b	2400 - 2483.5 MHz	100mW	应实施充分的频谱共享机制 (例如 LBT 和 DAA)	未指定	对于 FHSS 以外的宽带调制, 最大 e.i.r.p. 密度限制为 10mW/MHz
6c	2400 - 2483.5 MHz	25mW	无要求	未指定	无线电测定应用, 包括用于检测运动和警报的设备。
11c1	2446 - 2454 MHz	<500mW	无要求	未指定	RFID 应用
11c2	2446 - 2454 MHz	>500mW<=4W	应使用 ≤ 15% 占空比 FHSS 技术	未指定	RFID 应用。超过 500mW 的功率水平仅限于在建筑物边界内使用, 在这种情况下, 所有传输的占空比应在任何 200ms 周期内 ≤ 15% (30ms 开启/170ms 关闭)
12c	2483.5 - 2500 MHz	10mW	LBT+AFA 和 ≤ 10% 占空比。设备应实施适用的协调标准中所述的频谱接入机制或等效的频谱接入机制	1MHz	医疗植入体和相关的外设应用。
13b1	2483.5 - 2500 MHz	1mW	设备应实施充分的频谱共享机制 (例如, 说前先听和自适应频率捷变), 并且占空比 ≤ 10%	≤ 3MHz	医疗数据采集应用。MBANS, 仅用于医疗机构室内。
Ae1	5150 - 5350 MHz	请参阅表 45	请参阅第 6.2.7 节和第 6.2.8 节	请参阅表 44	适用于无线接入系统, 包括无线电局域网 (WAS/RLAN)。
Ae2	5470 - 5725 MHz	请参阅表 45	请参阅第 6.2.7 节和第 6.2.8 节	请参阅表 44	适用于无线接入系统, 包括无线电局域网 (WAS/RLAN)。
1j	5725 - 5875 MHz	25mW	无要求	未指定	一般用途
2d	5725 - 5875 MHz	400mW	应实施充分的频谱共享机制 (例如 DFS 和 DAA)	≥ 1MHz 并且 ≤ 20MHz	无线工业应用 (WIA)。可能需要注册和/或通知。APC 能够将 e.i.r.p. 减小至 ≤ 25mW
5a	5795 - 5805MHz	2W/8W	无要求	未指定	运输和交通远程信息处理 (TTT) 应用。8W 系统可能需要单独的许可证
5b	5805 - 5815MHz	2W/8W	无要求	未指定	运输和交通远程信息处理 (TTT) 应用。可能需要单独的许可证

(1) EIRP = 有效全向辐射功率。

ERC 决议涵盖 2.4GHz 和 5GHz 频段, 这意味着这些频段是欧洲大部分地区的协调频段。成为协调频段意味着如果无线电设备在正确安装、维护和用于其预期目的时符合 RED, 则成员国应允许其投入使用。

3 无线电设备指令 (RED)

[无线电设备指令 2014/53/EU \(RED\)](#) 于 2014 年通过，各成员国必须在 2016 年 6 月 13 日之前将其转化为本国法律。它修订了无线电和电信终端设备指令 (1999/5/EC)，并规定了安全、健康保护和电磁兼容性方面的要求。它还确保了无线电频谱的有效使用，并为进一步监管一些其他方面（如紧急服务的访问、互操作性、确保隐私和个人数据保护的保障措施）提供了基础。该指令适用于无线电设备，例如家用电视机和收音机、移动电话以及 Wi-Fi、蓝牙和 GPS 或其他卫星收发器。目的是为电信产品提供一个开放的市场，并允许在一个 EEA 国家/地区批准使用的设备在任何其他国家/地区提供。RED 适用于整个欧盟 (EU) 和欧洲经济区 (EEA)。可以在[欧盟网站的欧洲法律部分](#)找到该指令本身。

3.1 基本要求

DoC 应声明符合 RED 的基本要求。无线电设备 (RE) 的基本要求可概括如下：

- RE 应保护人员和家畜的健康和安全并提供财产保护，包括指令 2014/35/EU 中规定的与安全要求相关的目标，但不适用电压限制。
- RE 应具有指令 2014/30/EU 中规定的足够水平的电磁兼容性。
- RE 应有效使用无线电频谱和支持无线电频谱的有效使用，以避免有害干扰。
- RE 应与其他 RE 设备和附件互通，以纳入确保用户个人数据和隐私的保护措施，并支持确保防止欺诈等的某些功能。

有关基本要求的详细列表，请参阅[指令 2014/53/EU \(RED\)](#) 的第 3 条。

3.2 制造商的义务

[指令 2014/53/EU \(RED\)](#) 第 10 条列出了制造商在将设备投放到欧盟市场时应承担的义务。以下是制造商义务的一些重要方面的摘要：

- 在将其无线电设备投放到市场中时，制造商应确保其设计和制造符合[指令 2014/53/EU \(RED\)](#) 第 3 条规定的基本要求（请参阅[节 3.1](#)）。
- 制造商应确保无线电设备的构造应使其可以在至少一个成员国中运行，而不会违反无线电频谱使用的适用要求。
- 制造商应起草[指令 2014/53/EU \(RED\)](#) 第 21 条提及的技术文件，并执行[指令 2014/53/EU \(RED\)](#) 第 17 条提及的相关符合性评估程序或委托其他机构或公司执行该程序。
 - 如果符合性评估程序证明无线电设备符合适用要求，制造商应起草欧盟符合性声明并贴上 CE 标识。
- 制造商应在无线电设备投放市场后将技术文件和欧盟符合性声明保留 10 年。
- 制造商应确保系列生产的程序就绪，始终保持符合该指令。
- 制造商应确保其投放市场的无线电设备带有类型、批次或序列号或其他允许识别的元素；如果无线电设备的尺寸或性质不允许该操作，则在包装上或无线电设备随附的文件中提供所需的信息。
- 制造商应在无线电设备上标明其名称、注册号或注册商标以及可进行联系的邮政地址；如果无线电设备的尺寸或性质不允许该操作，则在其包装上或无线电设备随附的文件中提供所需的信息。
- 制造商应确保无线电设备附有使用相关成员国确定的消费者和其他最终用户易于理解的语言的说明和安全信息。
- 制造商应确保每个无线电设备都附有欧盟符合性声明的副本或简化的欧盟符合性声明。
 - 如果提供了简化的欧盟符合性声明，则应包含可以获取欧盟符合性声明全文的确切互联网地址。
- 如果存在使用限制或使用授权要求，则包装上提供的信息应可供识别成员国或成员国内存在使用限制或使用授权要求的地理区域。应在无线电设备随附的说明中提供此类信息。
- 考虑或有理由相信其投放市场的无线电设备不符合本指令的制造商应立即采取必要的纠正措施，酌情使该无线电设备符合要求、将设备撤回或召回。

3.3 无线电设备的符合性

符合性评估是制造商执行的过程，用于证明与产品相关的规定要求是否已得到满足。

3.3.1 无线电设备符合性推定

符合协调标准或其部分（其参考文献已在欧盟公报上公布）的无线电设备应被推定为符合这些标准或其部分涵盖的[指令 2014/53/EU \(RED\)](#) 第 3 条规定的基本要求（请参阅[节 3.1](#)）。

3.3.2 符合性评估程序

如需了解详细的符合性评估程序，请参阅指令 2014/53/EU (RED) 的第 17 条。以下是符合性评估程序汇总。

- 制造商应对无线电设备进行符合性评估，以满足第 3 条规定的基本要求（请参阅节 3.1）。符合性评估应考虑所有预期的操作条件，并且对于第 3(1) 条 (a) 点中规定的基本要求（请参阅节 3.1），评估还应考虑可合理预见的条件。在无线电设备能够采用不同配置的情况下，符合性评估应确认无线电设备在所有可能的配置中是否满足第 3 条规定的基本要求（请参阅节 3.1）。
- 制造商应使用以下任何符合性评估程序证明无线电设备符合指令 2014/53/EU (RED) 第 3(1) 条规定的基本要求：
 - 基于指令 2014/53/EU (RED) 附件 II 中规定的内部生产控制的符合性评估程序；
 - 基于欧盟型式检验的符合性评估程序，随后是基于指令 2014/53/EU (RED) 附件 III 中规定的内部生产控制的型式符合性；
 - 基于指令 2014/53/EU (RED) 附件 IV 中规定的全面质量保证且基于全面质量保证（通过拥有“公告机构”批准的质量体系）的符合性。质量体系必须包含设计、制造和最终无线电设备检查和测试的要素。针对相关的无线电设备和指令 2014/53/EU (RED) 附件 V 中规定的相应技术文件，制造商应向其选择的公告机构提交一份评估其质量体系的申请。

当产品符合协调标准时，免许可证 2.4GHz 和 5GHz 频段的 SRD 制造商可以选择遵循附件 III 中的程序。适用的协调标准为 EN 300 440（非特定 SRD）、EN 300 328（宽带传输系统）、EN 301 893（5GHz 频段中的 RLAN 设备）、EN 301 489 (EMC) 和 EN 62368（安全）。

3.3.3 EU 符合性声明

制造商通过在将产品投放市场之前起草并签署欧盟符合性声明 (DoC) 并在产品上贴上 CE 标识来声明合规性。设备用户和成员国都应收到有关 DoC 的通知，并且完整的技术文档必须从产品投放市场之日起保存 10 年，除非适用的欧盟协调法规明确规定任何其他期限。有关欧盟符合性声明的详细信息，请参阅指令 2014/53/EU (RED) 的第 18 条。

3.3.4 加贴 CE 标识的规则和条件

有关 CE 标识的完整详细信息，请参阅指令 2014/53/EU (RED) 的第 19 条和第 20 条。加贴 CE 标识的规则和条件如下：

- CE 标志应遵守第 765/2008 号法规 (EC) 的第 30 条规定的一般原则。
- CE 标识应明显、清晰且不可磨灭地贴在无线电设备或其铭牌上，除非由于无线电设备的性质而无法或不保证这样做。CE 标识也应清晰易读地贴在包装上。
- 在无线电设备投放市场之前，应加贴 CE 标识。
- CE 标识后应附加应用指令 2014/53/EU (RED) 附件 IV 中规定的符合性评估程序的公告机构识别号。

3.3.5 技术文档

- 技术文档应包含制造商为确保无线电设备符合第 3 条规定的基本要求而使用的所有相关数据或方法的详细信息（请参阅节 3.1）。它至少应包含指令 2014/53/EU (RED) 的附件 V 中规定的要素。
- 技术文档应在无线电设备投放市场之前编写，并应不断更新。
- 与任何欧盟型式检验程序相关的技术文档和通信应以指定机构所在成员国的官方语言或该机构可接受的语言编写。

3.4 投入使用的限制

- 如果无线电设备受到投入使用限制或使用授权要求的限制（指令 2014/53/EU 第 10(10) 进行了相关规定），则无线电设备的包装应明显地标明：
 - 法规 (EU) 2017/1354 附件 I 中规定的象形图；或者
 - “限制或要求”字样，采用相关成员国确定的最终用户易于理解的语言，后跟成员国的缩写，法规 (EU) 2017/1354 附件 II 进行了相关规定（如果存在此类限制或要求）。
- 如果无线电设备受到投入使用的限制或需要满足使用授权的要求（指令 2014/53/EU 的第 10(10) 条进行了相关规定），则无线电设备随附的说明应以最终用户易于理解的语言（由相关成员国确定）指明一个列表，其中包含存在此类限制或要求的成员国和成员国内的地理区域以及适用于每个成员国和成员国内每个地理区域的限制或要求类型。

图 3-1 展示了一个象形图示例。有关象形图的完整详细信息，请参阅法规 (EU) 2017/1354 附件 I 和附件 II。

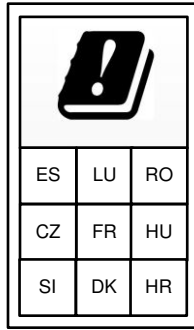


图 3-1. 象形图示例

4 ETSI EN 300 440

ETSI EN 300 440 是一个协调欧洲标准，其中说明了旨在使用 1GHz 至 40GHz 范围内频段的免许可证短距离设备 (SRD) 的性能要求和一致性测试程序。可以从 [ETSI 网站](#) 下载完整的文档。以下是 EN 300 440 中 2.4GHz 和 5GHz 频段中非特定 SRD 的最重要要求的汇总。表 4-1 展示了 2.4GHz 和 5GHz 频段的允许频段限制。

表 4-1. 2.4GHz 和 5GHz 频段中的允许频段限制 - EN 300 440

工作模式	频段	应用
发送和接收	2400 MHz 至 2483.5 MHz	非特定短距离设备
发送和接收	5725 MHz 至 5875 MHz	非特定短距离设备

4.1 技术要求

在制造商声明的运行环境概况的边界范围内运行时，设备应始终符合所有适用的技术要求。表 4-2 展示了技术要求。

表 4-2. 技术要求和条件 - EN 300 440

要求				要求条件	
否	描述	指令 2014/53/EU 的基本要求	EN300 440 的条款	U/C ⁽¹⁾	条件
1	射频输出功率 (e.i.r.p.)	3.2	4.2.2	C	适用于所有具有发送器的设备
2	允许的工作频率范围	3.2	4.2.3	C	适用于所有具有发送器的设备
3	杂散域中的有害发射	3.2	4.2.4	C	适用于所有具有发送器的设备
4	占空比	3.2	4.2.5.4	C	不使用的 2446 至 2454MHz 频段运行的 LBT、DAA 或 RFID 发送器的发射设备，发射超过 500mW e.i.r.p. 功率级别
5	FHSS 设备的附加要求	3.2	4.2.6	C	使用 FHSS 调制的设备
6	相邻信道选择性	3.2	4.3.3	C	适用于 1 类设备接收器
7	阻塞或脱敏	3.2	4.3.4	C	适用于 1、2 和 3 类 SRD 通信媒体接收器
8	杂散辐射	3.2	4.3.5	C	适用于所有接收器，但与永久同位发送器一起持续传输的接收器除外
9	频谱接入技术	3.2	4.4	C	未使用占空比限制进行媒体接入的设备
10	GBSAR 天线方向图	3.2	4.6.4	C	仅适用于 GBSAR 系统
11	GBSAR 限制	3.2	附件 I	C	仅适用于 GBSAR 系统

(1) U/C - 表明该要求是无条件适用 (U) 还是取决于制造商声称的设备功能 (C)。

4.1.1 环境概况

设备运行的环境概况应由制造商声明。在声明的运行环境概况的边界范围内运行时，设备应始终符合所有适用的技术要求。

4.2 发送器要求

如果发送器设计为具有可调节的载波功率，则应使用最大功率级别测量所有发送器参数。应在最高和最低载波功率设置下测量杂散发射。

如果要测试的设备设计有永久性外部 50 Ω 射频连接器和专用或整体式天线，则应使用该连接器进行全面测试。如果射频连接器不是 50 Ω，则应使用经过校准的耦合器或衰减器来提供正确的端接阻抗，以便于测量。然后根据声明的天线增益来计算等效全向辐射功率。

以下是 EN 300 440 中对 2.4GHz 和 5GHz 频段发送器最重要的要求的汇总。

4.2.1 发送器最大辐射功率 (e.i.r.p.)

表 4-3 展示了正常和极端测试条件下的发送器最大辐射功率 (e.i.r.p) 限制。

表 4-3. TX 最大辐射功率限制 (e.i.r.p.)

入门级	频段	TX 功率	应用
1	2400 MHz 至 2483.5 MHz	10mW e.i.r.p	非特定短距离设备
5	5725 MHz 至 5875 MHz	25mW e.i.r.p	非特定短距离设备

4.2.2 允许的工作频率范围

允许的工作频率范围包括设备可以在指定频段内工作的所有频率。工作频率范围应由制造商声明。设备的频率范围由功率包络占用的最低和最高频率决定，其中输出功率包络降至 -75dBm/Hz 功率谱密度 e.i.r.p. 水平以下（如果在 30kHz 带宽中测量，则为 -30dBm ）。如果提供了不同的发射模式，则应说明所有模式及其相关带宽。

对于所有设备，频率范围应处于表 4-3 中指定的频段内。

4.2.3 杂散域中的有害发射

杂散域中的有害发射（杂散发射）是指频率超出发射中心频率上下 250% 的占用带宽限制的那些发射。占用带宽按照制造商的声明进行测量。带外和杂散发射在正常工作条件下以频谱功率密度的形式进行测量。表 4-4 展示了杂散域中任何有害发射的最大功率限制。

表 4-4. 杂散发射限制

频率范围	47-74MHz 87.5-118MHz 174-230MHz 470-862MHz	低于 1000MHz 的其他 频率	高于 1000MHz 的频率
工作温度	4nW = -54dBm	250nW = -36dBm	1 μW = -30dBm
待机	2nW = -57dBm	2nW = -57dBm	20nW = -47dBm

4.2.4 占空比

占空比定义为一个比率，该比率表示为 1 小时观察期内传输开启时间的累积持续时间的百分比。占空比 (DC) 应适用于所有传输设备，但使用说前听 (LBT) 第 4.4.2 条或检测避让 (DAA) 第 4.4.3 条的设备除外。表 4-5 展示了 1 小时观察期内最大占空比的限制。

表 4-5. 1 小时内的占空比限制

频段	占空比	应用
2400 MHz 至 2483.5 MHz	无限制	一般用途
5725 MHz 至 5875 MHz	无限制	一般用途

4.2.5 FHSS 设备的附加要求

采用 FHSS (跳频展频) 的设备应通过从信道中移动其传输频率来在多个信道上进行传输。本节中的要求仅适用于使用 FHSS 调制的设备。表 4-5 展示了 FHSS 限制。

表 4-6. FHSS 调制限制

参数	限制	注释
通道数量	超过 20 个信道在分配的频段的 90% 以上之上进行跳频。	
停留时间/信道	小于 1 秒。	在设备运行 (发送和/或接收) 期间，在不超过每跳停留时间与信道数乘积的四倍的时间内，应至少占用一次跳频序列的每个信道。

4.3 接收器要求

短距离无线电设备产品系列分为三个接收器类别 (请参阅表 4-7)，每个类别都有一组相关的接收器要求和最低性能标准。接收器要求集合取决于设备制造商对接收器类别的选择。

4.3.1 接收器类别

短距离无线电设备产品系列分为三个接收器类别，表 4-7 对其进行了定义。制造商应指定其选择的接收器类别。

表 4-7. 接收器类别

接收器类别	相关接收器要求	接收器性能的风险评估
1 (1)	请参阅第 4.3.3 节、第 4.3.4 节和第 4.3.5 节	高度可靠的 SRD 通信媒体；例如，服务于人类生活的固有系统可能会带来人身风险。
2 (1)、(2)	请参阅第 4.3.4 节和第 4.3.5 节	具有中等可靠性的 SRD 通信媒体，例如，给人们带来不便，不能简单地通过其他方式克服。
3	请参阅第 4.3.4 节和第 4.3.5 节	具有标准可靠性的 SRD 通信媒体和无线电测定设备。例如，给人们带来不便，可以通过其他方式（例如手册）简单地克服。

(1) 接收器类别 1 或 2 应用于所有使用 LBT 或 DAA 来减轻干扰的设备。

(2) 节 4.4.1 规定了特定频谱接入技术可能需要接收器类别 2。

4.3.2 接收器性能标准

出于接收器性能测试的目的，接收器应在正常条件下产生适当的输出，如下所示：

- 20dB 的 SND/ND 比，通过 ITU-T O.41 建议书所述的电话噪声计权网络在接收器输出端测得；或者
- 解调后，未经校正的误码率为 10⁻² 的数据信号；或者
- 解调后，消息接受率为 80%；或者
- 制造商声明的适当误报率或检测标准。

除非另有规定，测量应在设备正常运行的情况下进行，设备按照要求运行，使用与待测要求相关的最坏情况配置。对于本文档中的每项要求，制造商应声明该最坏情况配置并记录在测试报告中，以确保设备按照其预期用途运行。在这种模式下可以使用特殊软件或其他替代方法来操作设备。

4.3.3 相邻信道选择性

相邻信道选择性是衡量在存在与有用信号频率相差等于设备预期的相邻信道间隔量的无用信号时，接收器令人满意地工作的能力的量度。该要求仅适用于信道化的 1 类接收器。表 4-8 展示了相邻信道选择性限制。

表 4-8. 相邻信道选择性限制

参数	限制	性能标准
相邻信道水平	$> (-30\text{dBm} + k),$ 其中 $k = (-20 \cdot \log f - 10 \cdot \log \text{BW})$ k 应处于 $-40 < k < 0\text{dB}$ 的范围内	应满足节 4.3.2 中规定的性能标准
f 是以 GHz 为单位的频率 BW 是以 MHz 为单位的信道带宽。		

4.3.4 阻塞或脱敏

阻断是衡量接收器接收有用调制信号（不会由于杂散响应或占用带宽以外的任何频率上存在无用输入信号而超过给定的衰减）的能力。该要求适用于全部 1、2 和 3 类接收器。表 4-9 展示了相邻信道选择性限制。

表 4-9. 阻塞或脱敏限制

接收器类别	限制	性能标准
1	$> (-30\text{dBm} + k),$ 其中 $k = (-20 \cdot \log f - 10 \cdot \log \text{BW})$ k 应处于 $-40\text{dB} < k < 0\text{dB}$ 的范围内	应满足节 4.3.2 中规定的性能标准
2	$> (-45\text{dBm} + k)$	
3	$> (-30\text{dBm} + k)$	
f 是以 GHz 为单位的频率 BW 是以 MHz 为单位的信道带宽。		

4.3.5 杂散辐射 - 接收器

来自接收器的杂散辐射是设备和天线辐射的任何频率的分量。杂散辐射水平应通过以下任一方式进行测量：

- 此类发射在规定负载下的功率级别（传导杂散发射）以及由机柜和设备结构辐射时的有效辐射功率（机柜辐射）；或
- 由机柜和整体式或专用天线辐射时的有效辐射功率，适用于配备此类天线且没有永久性射频连接器的便携式设备。

任何杂散发射的功率不应超过表 4-10 所示的限制。

表 4-10. 杂散辐射限制 - 接收器

频率范围	杂散发射水平限制
25 MHz 至 1 GHz	< 2nW (-57dBm)
> 1GHz	< 20nW (-47dBm)

4.4 频谱接入技术

对于辐射功率小于 100 μ W e.i.r.p. 的设备，不需要接入技术。有两种频谱接入机制：

- 说前先听 (LBT)，用于在功率和带宽相近的 SRD 收发器设备之间共享频谱；或者
- 检测避让 (DAA)，用于保护无线电通信服务。这仅适用于 17.1GHz 至 17.3GHz GBSAR。

所有使用 LBT 或 DAA 的设备都应使用 2 类或更佳接收器。

使用 LBT 或 DAA 的设备不必遵守占空比条件。

对于展频系统，如果可以满足所需的时间和阈值限制，则可以使用 LBT；否则适用占空比要求。

4.4.1 说前先听

为了更大限度地利用可用信道，智能或礼貌设备可以使用说前先听 (LBT) 协议，并首选自适应频率捷变 (AFA) 选项。AFA 定义为设备在其可用频率内动态改变信道以正常运行的功能。

对于 LBT 设备，设备应在传输前侦听下一个预期频率。如果该设备要移至不同的信道，则可以监视该信道，同时仍然在其第一个信道中进行传输。如果该设备不打算移至不同的信道，则应将其视为等待空闲信道的单频设备。

4.4.1.1 LBT 时序参数

最小 Tx 关闭时间定义为在单元之间的传输或通信对话或其他单元的轮询序列之后特定发送器应保持关闭的时长。

最小侦听时间定义为设备在即将传输之前侦听处于或高于 LBT 阈值水平（请参阅节 4.4.1.2）的接收信号以确定预期信道是否可供使用的最小时间。

确认传输定义为对收到的消息的接收。

对于自动操作的 LBT 设备（软件控制或预编程设备），制造商应声明被测设备的所有信道 LBT 时序。

对于手动操作或事件相关设备（有或没有软件控制功能），制造商应声明发射一旦触发，是否遵循预编程的超时计时器，或者发送器是否在释放触发器或手动重置设备之前一直保持开启。

带 LBT 的设备应满足表 4-11 所示的 LBT 时序参数限制。

表 4-11. LBT 时序参数限制

参数	限制	注释
最小 Tx 关断时间	大于 25ms	
最小侦听时间 (tL)	大于 (tF + tPS) ms	<p>tF = 5ms ,</p> <p>tPS 应在 0ms 和 5ms 或更大的值之间以大约 0.5ms 的相等步长随机变化，如下所示：</p> <ul style="list-style-type: none"> - 如果信道在侦听时间 tL 开始时没有流量，并且在侦听时间的固定部分 tF 内保持空闲，则假随机部分 tPS 由设备本身自动设置为零。 - 如果在设备开始侦听时或在侦听期间信道被流量占用，则侦听时间从预期信道空闲的那一刻开始。在这种情况下，总侦听时间 tL 应包括 tF 和假随机部分 tPS。
单次传输的最大 Tx 开启时间	小于 2 秒	

表 4-11. LBT 时序参数限制 (continued)

参数	限制	注释
传输对话或轮询序列的最大 Tx 开启时间	小于 10 秒	如果时间达到限值，则应自动应用最小 Tx 关闭时间限值。

4.4.1.2 接收器 LBT 阈值和发送器最大开启时间

LBT 阈值定义为一个接收到的信号电平，高于该电平时设备可以确定信道不可用。如果接收到的信号低于 LBT 阈值，则设备可以确定该信道可供使用。

表 4-12 展示了监听模式下接收器的最大 LBT 阈值限制。表 4-11 展示了 Tx 最大开启时间限制。

表 4-12. LBT 阈值限制与发射功率

Tx 功率	LBT 阈值限制 (1)、(2)	注释
< 100mW	-80dBm + C	C = 10*logBW，其中 BW 是以 MHz 为单位的带宽。
500mW	-87dBm + C	

(1) 该限制与接收器类别无关，请参阅节 4.3.1。

(2) 这些限制基于最大 +2dBi 的天线增益。对于大于 +2dBi 的其他天线增益，应相应地调整这些限制。

4.4.2 检测避让技术 (DAA)

DAA 仅用于地基合成孔径雷达 (GBSAR) 系统。它为其他无线电通信服务提供保护。由于 GBSAR 不在本应用手册的讨论范围之内，因此不涉及 DAA。有关详细信息，请参阅标准 ETSI EN 300 440。

5 ETSI EN 300 328

ETSI EN 300 328 是适用于在 2.4GHz 频段运行的宽带传输系统的协调欧洲标准。该标准说明了频谱接入要求、技术要求规范、一致性要求和合规性测试程序。可以从 [ETSI 网站](#) 下载完整的文档。以下是 EN 300 328 标准中有关发送器和接收器的最重要要求的汇总。[表 5-1](#) 展示了工作频段限制。

表 5-1. 频段限制

工作模式	频段
发送	2400 MHz 至 2483.5 MHz
接收	2400 MHz 至 2483.5 MHz

5.1 技术要求

在制造商声明的运行环境概况的边界范围内运行时，设备应始终符合所有适用的技术要求。[表 5-2](#) 展示了不同类型设备的技术要求。

表 5-2. 技术要求和条件

要求				要求条件	
否	描述	指令 2014/53/EU 的基本要求	EN 300 328 的条款	U/C ⁽¹⁾	条件
1	射频输出功率	3.2	4.3.1.2 或 4.3.2.2	U	
2	功率谱密度	3.2	4.3.2.3	C	仅适用于非 FHSS 设备
3	占空比、Tx 序列和 Tx 间隙	3.2	4.3.1.3 或 4.3.2.4	C	仅适用于非自适应设备
4	累积传输时间、频率占用和跳频序列	3.2	4.3.1.4	C	仅适用于 FHSS 设备
5	跳频间隔	3.2	4.3.1.5	C	仅适用于 FHSS 设备
6	介质利用	3.2	4.3.1.6 或 4.3.2.5	C	仅适用于非自适应设备
7	自适应性	3.2	4.3.1.7 或 4.3.2.6	C	仅适用于自适应设备
8	占用的通道带宽	3.2	4.3.1.8 或 4.3.2.7	U	
9	OOB 域中的发送器有害发射	3.2	4.3.1.9 或 4.3.2.8	U	
10	杂散域中的发送器有害发射	3.2	4.3.1.10 或 4.3.2.9	U	
11	接收器杂散发射	3.2	4.3.1.11 或 4.3.2.10	U	
12	接收器阻塞	3.2	4.3.1.12 或 4.3.2.11	U	
13	地理位置功能	3.2	4.3.1.13 或 4.3.2.12	C	仅适用于具有地理位置功能的设备

(1) U/C - 表明该要求是无条件适用 (U) 还是取决于制造商声称的设备功能 (C)。

5.1.1 环境概况

设备运行的环境概况应由制造商声明。在声明的运行环境概况的边界范围内运行时，设备应始终符合所有适用的技术要求。

5.2 设备类型

该标准涵盖以下设备。

- 宽带数据传输设备。
- 自适应和非自适应设备
- 接收器类别
- 天线类型

5.2.1 宽带数据传输设备类型

宽带数据传输设备分为两类。其中包括：

- 跳频展频 (FHSS) 设备。

- 其他类型的宽带数据传输 (非 FHSS) 设备 (例如 DSSS、OFDM 等) 。

设备类别应由制造商声明。

5.2.2 自适应和非自适应设备

自适应设备可以使用一种自动机制，该机制允许设备通过识别工作频率上的其他传输来适应其无线电环境。自适应设备可以实现多种自适应模式。自适应设备可以在非自适应模式下运行。设备可以在这些模式之间任意切换。

非自适应设备不使用此类自动机制，因此在使用介质方面受到一定的限制 (有关更多信息，请参阅表 4-5)，以确保与其他设备共享。

除非另有规定，否则设备应符合其能够运行的每种模式的相应要求 (表 4-5) 。

制造商应声明设备是自适应设备还是非自适应设备。对于自适应设备，制造商应声明所有自适应模式，以及设备是否也可以在非自适应模式下运行。

5.2.3 接收器类别

接收器根据其运行模式分为三个不同的类别。其中包括：

- 接收器类别 1 - 作为自适应设备运行的设备，其最大射频输出功率大于 10dBm e.i.r.p.。
- 接收器类别 2 - 介质利用 (MU) 系数大于 1% 且小于或等于 10% (与最大射频输出功率无关) 的作为非自适应设备运行的设备，或最大射频输出功率大于 0dBm e.i.r.p. 且小于或等于 10dBm e.i.r.p. 的设备 (自适应或非自适应) 。
- 接收器类别 3 - 最大介质利用 (MU) 系数为 1% (与最大射频输出功率无关) 的非自适应设备，或最大射频输出功率为 0dBm e.i.r.p. 的设备 (自适应或非自适应) 。

根据接收器的类别应用不同的接收器要求和/或相应的限制。

5.2.4 天线类型

有两种类型的天线。其中包括：

- 整体式天线
- 专用天线

设备应具有任一类型的天线。

5.3 一致性要求

对于不同类型的设备，一致性要求是不同的。设备基本上可以分为两类。其中包括：

- 跳频设备 (自适应和非自适应类型)
- 宽带数据传输设备 (非 FHSS 设备)

以下小节介绍了两种设备类型的一致性要求。

5.3.1 跳频设备的一致性要求

以下各小节介绍了跳频设备 (自适应和非自适应类型) 的一致性要求。

5.3.1.1 射频输出功率

射频输出功率定义为传输突发期间设备的平均等效全向辐射功率 (e.i.r.p.)。表 5-3 展示了射频输出功率 (e.i.r.p) 限制。

表 5-3. 射频输出功率限制

设备类型	射频输出功率 (e.i.r.p)	注释
FHSS (跳频) 设备	$\leq 20\text{dBm}$	
非自适应 FHSS (跳频) 设备	\leq 制造商声明的值	在制造商声明值小于 20dBm 的情况下

5.3.1.2 占空比

占空比定义为总发送器“开启”时间与观察周期之比。观察周期等于：

- 平均停留时间乘以 100；或者
- 平均停留时间乘以跳频数量 (N) 的 2 倍；以较大者为准。

Tx 序列定义为一个时间段，在该时间段内可能发生单次或多次传输，后跟 Tx 间隙。单个 Tx 序列内的这些多次传输可以发生在相同的跳频或多个跳频上。Tx 间隙定义为在任何跳频上都不发生传输的时间段。

占空比限制仅适用于非自适应 FHSS 设备。

占空比限制不适用于声明射频输出功率小于 10dBm e.i.r.p. 的设备或在射频输出功率小于 10dBm e.i.r.p. 的模式下运行的设备。

占空比必须由制造商声明，并且应符合表 4-7 中所述的限制。表 5-4 展示了占空比限制。

表 5-4. 占空比限制

设备类型	射频输出功率 (e.i.r.p)	限制
FHSS (跳频) 设备 (自适应或非自适应)	< 10dBm	不适用
非自适应 FHSS (跳频) 设备	>= 10dBm	<= 制造商声明的最大值 最大 Tx 序列时间 <= 5ms。 最小 Tx 间隙时间 <= 5ms

5.3.1.3 累积传输时间、频率占用和跳频序列

累积发送时间定义为在观察期间在特定跳频上发送器“开启”时间的总和。

频率占用定义为在给定时段内每个跳频被占用的次数。当设备从跳频序列中选择一个跳频时，应将该跳频视为被占用。FHSS 设备在该跳频上花费的停留时间内可能在进行发送、接收或保持空闲。

FHSS 设备的跳频序列定义为设备使用的跳频模式。

自适应和非自适应设备的限制是不同的。表 5-5 展示了这些限制。

表 5-5. 累积发送时间、频率占用和跳频序列的限制

设备类型	限制		
	累积时间	频率占用	跳频序列
非自适应 FHSS (跳频) 设备	在任何跳频上的观测周期 (15ms * N) 内短于 15ms。其中，N 是必须使用的跳频数量。	跳频序列的每个跳频应在不超过停留时间与所用跳频数乘积的四倍的时间内至少被占用一次。 每个跳频被占用的概率应该处于 ((1/U) * 25%) 和 77% 之间，其中 U 是所用跳频的数量。	跳频序列应包含至少 N 个跳频，其中 N 为 5 或 15MHz 除以最小跳频间隔 (以 MHz 为单位) 的结果，以较大者为准。
自适应 FHSS (跳频) 设备	在任何跳频上的任何观察周期 (400ms * N) 内小于 400ms。其中，N 是必须使用的跳频数量。	跳频序列的每个跳频应在不超过停留时间与所用跳频数乘积的四倍的时间内至少被占用一次。 每个频率的占用概率应该处于 ((1/U) * 25%) 和 77% 之间，其中 U 是所用跳频的数量。	跳频序列应始终包含至少 N 个跳频，其中 N 为 15 或 15MHz 除以最小跳频间隔 (以 MHz 为单位) 的结果，以较大者为准。 自适应 FHSS 设备应能够在表 5 中指定频段的至少 70% 上运行。

5.3.1.4 跳频间隔

跳频分离定义为两个相邻跳频之间的频率间隔。

该限制适用于所有类型的 FHSS 设备。

表 5-6 展示了跳频间隔限制。

表 5-6. 跳频间隔限制

设备类型	射频输出功率 (e.i.r.p)	限制
FHSS (跳频) 设备 (自适应或非自适应)	< 10dBm	>= 100KHz

表 5-6. 跳频间隔限制 (continued)

设备类型	射频输出功率 (e.i.r.p)	限制
非自适应 FHSS (跳频) 设备		>= OCBW, 最小间隔为 100KHz
自适应 FHSS (跳频) 设备		>= 100KHz

5.3.1.5 介质利用 (MU) 系数

介质利用 (MU) 系数定义为量化非自适应设备使用的资源量 (功率和时间) 的量度。介质利用系数由以下公式定义：

$$MU = (P_{out} / 100mW) \times DC \quad (1)$$

其中，

MU 是以 % 为单位的介质利用系数。

P_{out} 是以 mW 为单位的射频输出功率。

DC 是以 % 为单位的占空比。

除非在非自适应模式下工作，否则该限制不适用于自适应 FHSS 设备。表 5-7 展示了最大介质利用系数限制。

表 5-7. 介质利用系数限制

设备类型	射频输出功率 (e.i.r.p)	限制
FHSS (跳频) 设备 (自适应或非自适应)	< 10dBm	不适用
自适应 FHSS (跳频) 设备		不适用
非自适应 FHSS (跳频) 设备		<= 10%

5.3.1.6 自适应性 (自适应 FHSS)

自适应 FHSS 设备定义为使用一种机制的设备，该机制允许此类设备通过识别其他设备正在使用的频率来适应其无线电环境。自适应跳频机制是一种允许 FHSS 设备通过识别正在使用的信道并将其从可用信道列表中排除来适应其无线电环境的方法。自适应 FHSS 有两种机制，分别是 LBT (说前听) 和 DAA (检测避让)。自适应 FHSS 设备应实现任一机制 (LBT 或 DAA)，并允许在两种自适应模式之间动态切换。

自适应 FHSS 设备可以进行短控制信令传输，而无需监测频率上是否存在其他信号。

该限制不适用于非自适应 FHSS 设备或在非自适应模式下运行的自适应设备。此外，该要求不适用于声明的最大射频输出功率电平低于 10dBm e.i.r.p. 的 FHSS 设备，或在射频输出功率低于 10dBm e.i.r.p. 的模式下运行的 FHSS 设备。

表 5-8 展示了自适应 FHSS 限制。

表 5-8. FHSS 设备限制

设备类型	射频输出功率 (e.i.r.p)	限制
FHSS (跳频) 设备 (自适应或非自适应)	< 10dBm	不适用
非自适应 FHSS (跳频) 设备		不适用
自适应 FHSS (跳频) 设备 - LBT		请参阅节 5.3.1.6.1
自适应 FHSS (跳频) 设备 - DAA		请参阅节 5.3.1.6.2

5.3.1.6.1 使用 LBT 的自适应 FHSS

使用 LBT 的自适应 FHSS 是一种机制，对于给定的跳频，如果在该频率上进行任何传输之前检测到干扰信号，那么此机制会使该频率“不可用”。

使用 LBT 的自适应 FHSS 设备应符合以下最低要求。

1. 在每个停留时间开始时，在某个跳频上进行传输之前，设备应使用能量检测执行空闲信道评估 (CCA) 检查。CCA 观察时间应该不小于信道占用时间的 0.2%，最短为 18 μs。如果设备发现该跳频是空闲的，则可以立即进行传输。
2. 如果确定存在的信号水平高于步骤 5 中定义的检测阈值，则应将该跳频标记为“不可用”。然后设备可能会跳至跳频方案中的下一个频率（甚至在停留时间结束之前），但在这种情况下，“不可用”信道不能被视为“被占用”，并且应在最小跳频数量要求方面将其忽略。或者，设备可以在剩余的停留时间内保持在该频率上。不过，如果设备保持在该频率上进行传输，则应执行扩展 CCA 检查，其中在步骤 1 中为 CCA 观察时间定义的值与步骤 3 中定义的信道占用时间的 5% 之间的随机持续时间内观察（不可用）信道。如果扩展 CCA 检查确定该频率不再被占用，则该跳频再次变为可用。如果延长 CCA 时间已经确定信道仍然被占用，则应执行新的延长 CCA 检查，直到信道不再被占用。
3. 设备在给定跳频上进行传输而不重新评估该频率的可用性的总时间被定义为信道占用时间。给定跳频的信道占用时间（在成功的 CCA 之后立即开始）应小于 60ms，然后是至少为信道占用时间的 5% 且最短为 100 μs 的空闲周期。在空闲周期到期后，应重复执行第 1 步中的程序，然后在同一停留时间内在该跳频上进行新的传输。
示例：停留时间为 400ms 的设备可以有 6 个传输序列，每个 60ms，以 3ms 的空闲周期分隔。每个传输序列之前都进行了 120 μs 的成功 CCA 检查。

对于停留时间短于 60ms 的基于 LBT 的自适应 FHSS 设备，最大信道占用时间受停留时间的限制。

4. “不可用”信道可能会从跳频序列中删除或保留在跳频序列中，但无论如何：
 - 除了短控制信令传输之外，不应在“不可用”信道上进行传输；
 - 应始终保持至少 N 个跳频。
5. 检测阈值应与发送器的发送功率成正比：对于 20dBm e.i.r.p. 发送器，检测阈值水平 (TL) 在接收器的输入端应等于或小于 -70dBm/MHz（假设（接收）天线组件增益为 0dBi）。可以针对（接收）天线组件增益 (G) 校正该阈值水平 (TL)；不过，不应考虑波束形成增益 (Y)。对于小于 20dBm e.i.r.p. 的功率级别，检测阈值水平可以放宽到：

$$TL = -70\text{dBm/MHz} + 10 \times \log_{10}(100\text{mW} / P_{\text{out}}) \quad (2)$$

P_{out} 以 mW e.i.r.p. 为单位

6. 在存在表 5-9 中定义的无用 CW 信号的情况下，设备应符合本条第 1 步至第 4 步中定义的要求。

表 5-9. FHSS LBT 设备限制 - 无用信号参数

配套设备提供的所需信号平均功率	无用的 CW 信号频率 (MHz)	无用的 CW 信号功率 (dBm)
足以维持链路 (2)	2395 或 2488.5 (1)	-35 (3)

- (1) 最高频率应用于测试 2400MHz 至 2442MHz 范围内的工作信道，而最低频率应用于测试 2442MHz 至 2483.5MHz 范围内的工作信道。
- (2) 在大多数情况下可以使用的典型传导值是 -50dBm/MHz。
- (3) 指定的电平是假设天线组件增益为 0dBi 情况下的 UUT 接收器输入的电平。对于传导测量，必须针对（带内）天线组件增益 (G) 更正该电平。对于辐射测量，该水平相当于 UUT 天线前面的功率通量密度 (PFD)。

5.3.1.6.2 使用 DAA 的自适应 FHSS

使用检测避让 (DAA) 的自适应 FHSS 是一种机制，对于给定的跳频，如果在该频率上进行传输之后报告干扰信号，那么此机制会使该频率“不可用”。在工作频段以外的频率上存在无用信号时，该机制应按预期运行。

使用 DAA 的自适应 FHSS 设备应符合以下最低要求。

- 在正常运行期间，设备应针对其每个跳频评估是否存在信号。如果确定存在的信号水平高于步骤 5 中定义的检测阈值，则应将该跳频标记为“不可用”。
- 跳频应保持不可用的最短时间等于 1 秒或设备使用的当前（调整的）信道映射中实际跳频数量的 5 倍乘以信道占用时间，以较大者为准。在该静默期间，在此跳频上应该没有传输。此后，该跳频可以再次被视为“可用”频率。
- 设备在给定跳频上进行传输而不重新评估该跳频的可用性的总时间被定义为信道占用时间。给定跳频的信道占用时间应小于 40ms。对于使用停留时间大于 40ms 且希望在同一跳（停留时间）期间进行其他传输的设备，实现的空闲周期（无传输）应至少为信道占用周期的 5%，其值最小为 100 μs。空闲周期结束后，设备可以按照步骤 1 中的说明继续正常运行。

示例：停留时间为 400ms 的设备可以有 9 个传输序列，每个 40ms，以 2ms 的空闲周期分隔。

对于使用 DAA 且停留时间小于 40ms 的 FHSS 设备，最大信道占用时间可能是不连续的；换句话说，分布在多个跳频序列上（序列数量等于 40ms 除以停留时间 [ms]）。

- 如果“不可用”信道保留在跳频序列中，那么除了短控制信令传输之外，这些“不可用”信道上应该没有传输。如果从跳频序列中删除了“不可用信道”，则应始终保持至少 N 个跳频。
- 检测阈值应与发送器的发送功率成正比：对于 20dBm e.i.r.p. 发送器，检测阈值水平 (TL) 在接收器的输入端应等于或小于 -70dBm/MHz（假设（接收）天线组件增益为 0dBi）。可以针对（接收）天线组件增益 (G) 校正该阈值水平 (TL)；不过，不应考虑波束形成增益 (Y)。对于小于 20dBm e.i.r.p. 的功率级别，检测阈值水平可以放宽到：

$$TL = -70\text{dBm/MHz} + 10 \times \log_{10}(100\text{mW} / P_{\text{out}}) \quad (3)$$

P_{out} 以 mW e.i.r.p. 为单位

- 在存在表 5-10 中定义的无用 CW 信号的情况下，设备应符合本条第 1 步至第 4 步中定义的要求。

表 5-10. 自适应 FHSS DAA 设备限制 - 无用的信号参数

配套设备提供的所需信号平均功率 (dBm)	无用的 CW 信号频率 (MHz)	无用的 CW 信号功率 (dBm)
-30 ⁽²⁾	2395 或 2488.5 ⁽¹⁾	-35 ⁽²⁾

- (1) 最高频率应用于测试 2400MHz 至 2442MHz 范围内的工作信道，而最低频率应用于测试 2442MHz 至 2483.5MHz 范围内的工作信道。
 (2) 指定的电平是假设天线组件增益为 0dBi 情况下的 UUT 接收器输入的电平。对于传导测量，必须针对（带内）天线组件增益 (G) 更正该电平。对于辐射测量，该水平相当于 UUT 天线前面的功率通量密度。

5.3.1.6.3 自适应 FHSSS - 短控制信令传输

短控制信令传输是自适应 FHSS 设备用于发送管理和控制信号（无需检测跳频上是否存在其他信号）的传输。自适应设备可能具有短控制信令传输。

在任何 50ms 的观察周期内或在等于停留时间的观察周期内（以较小者为准），短控制信令传输应具有 10% 的最大 TxOn/(TxOn + TxOff) 比率限制。

5.3.1.7 占用的通道带宽

占用的信道带宽定义为在考虑单跳频时包含 99% 信号功率的带宽。

限制适用于所有类型的 FHSS 设备。表 5-11 展示了这些限制。

表 5-11. 占用的信道带宽限制

设备类型	射频输出功率 (e.i.r.p)	限制
FHSS (跳频) 设备 (自适应或非自适应)		OCBW 应处于 2400MHz 至 2483.5MHz 的频段内
非自适应 FHSS (跳频) 设备	< 10dBm	OCBW <= 5MHz

5.3.1.8 带外域中的发送器有害发射

当设备处于发送模式时，带外域中的发送器有害发射定义为分配频段之外的频率上的发射，但不包括杂散域中的有害发射。

限制适用于所有类型的 FHSS 设备。表 5-12 展示了带外域中的有害发射限制。

表 5-12. 带外 (OOB) 域中的发送器有害发射限制

OOB 频段 (频率范围) ⁽¹⁾	限制 (以 e.i.r.p 表示的发射水平)
(2400MHz - BW) 至 2400MHz 2483.5MHz 至 (2483.5MHz + BW)	< -10dBm/MHz
(2400MHz - 2*BW) 至 (2400MHz - BW) (2483.5MHz + BW) 至 (2483.5MHz + 2*BW)	< -20dBm/MHz

表 5-12. 带外 (OOB) 域中的发送器有害发射限制 (continued)

OOB 频段 (频率范围) ⁽¹⁾	限制 (以 e.i.r.p 表示的发射水平)
<(2400MHz - 2*BW) 至 2400 - 2*BW >(2483.5MHz + 2*BW) 至 (2483.5MHz + 2*BW)	请参阅杂散域限制

(1) BW = 以 MHz 为单位的 OCBW 或 1MHz, 以较大者为准

5.3.1.9 杂散域中的发送器有害发射

当设备处于发送模式时, 杂散域中的发送器有害发射定义为分配频段外和带外域外的发射, 如表 5-3 所示。

限制适用于所有类型的 FHSS 设备。表 5-13 展示了杂散域中的有害发射限制。

对于带有天线连接器的设备, 限制适用于天线端口 (传导) 的发射。对于机柜辐射的发射或整体式天线设备 (无天线连接器) 辐射的发射, 限制是最高 1GHz 的发射的 e.r.p. 和高于 1GHz 的发射的 e.i.r.p.。

表 5-13. 杂散域中的发送器有害发射限制

频率范围 (杂散域)	限制 (最大功率级别)	带宽
30MHz 至 47 MHz	-36dBm	100kHz
47 MHz 至 74 MHz	-54dBm	100kHz
74 MHz 至 87.5 MHz	36dBm	100kHz
87.5 MHz 至 118 MHz	-54dBm	100kHz
118 MHz 至 174 MHz	-36dBm	100kHz
174 MHz 至 230 MHz	-54dBm	100kHz
230 MHz 至 470 MHz	-36dBm	100kHz
470 MHz 至 694 MHz	-54dBm	100kHz
694 MHz 至 1 GHz	-36dBm	100kHz
1 GHz 到 12.75 GHz	-30dBm	1MHz

5.3.1.10 接收器杂散发射

接收器杂散发射定义为设备处于接收模式时任何频率上的发射。

限制适用于所有类型的 FHSS 设备。表 5-14 展示了接收器杂散发射限制。

对于带有天线连接器的设备, 限制适用于天线端口 (传导) 的发射。对于机柜辐射的发射或整体式天线设备 (无天线连接器) 辐射的发射, 限制是最高 1GHz 的发射的 e.r.p. 和高于 1GHz 的发射的 e.i.r.p.。

表 5-14. 接收器杂散发射限制

频率范围	限制 (最大功率级别)	带宽
30 MHz 至 1 GHz	-57dBm	100kHz
1 GHz 到 12.75 GHz	-47dBm	1MHz

5.3.1.11 接收器阻塞

接收器阻塞定义为设备在不超过给定的衰减 (由于在工作频段频率以外的频率上存在有害输入信号 (阻塞信号) 以及存在杂散响应) 的情况下在其工作信道上接收有用信号的能力。

如果接收器支持 PER/FER 测试, 则最低性能标准应该是不大于 10% 的 PER 或 FER, 否则最低性能标准应该是不损失设备预期用途所需的无线传输功能。

这些要求适用于所有类型的 FHSS 设备。不同的接收器类别有不同的要求。表 5-15 展示了不同接收器类别的限制。

表 5-15. 接收器阻塞限制 (所有类别)

接收器类别	配套设备提供的所需信号平均功率 (dBm) ^{(1)、(4)}	阻塞信号频率 (MHz)	阻塞信号功率 (dBm) ⁽⁴⁾	阻塞信号类型
1	(-133dBm + 10 × log10(OCBW)) 或 -68dBm, 以较小者为准 ⁽²⁾	2380	≥ -34	CW
		2504		
	(-139dBm + 10 × log10(OCBW)) 或 -74dBm, 以较小者为准 ⁽³⁾	2300		
		2330		
		2360		
		2524		
		2584		
2674				
2	(-139dBm + 10 × log10(OCBW) + 10dB) 或 (-74dBm + 10dB), 以较小者为准 ⁽⁵⁾	2380	≥ -34	CW
		2504		
		2300		
		2584		
3	(-139dBm + 10 × log10(OCBW) + 20dB) 或 (-74dBm + 20dB), 以较小者为准 ⁽⁶⁾	2380	≥ -34	CW
		2504		
		2300		
		2584		

- (1) OCBW 以 Hz 为单位。
- (2) 如果使用配套设备进行辐射测量并且无法确定来自配套设备的有用信号电平, 则可以使用最高 $P_{min} + 26dB$ 的有用信号执行相关测试, 其中 P_{min} 是在没有任何阻塞信号的情况下满足本节定义的最低性能标准所需的最低有用信号电平。
- (3) 如果使用配套设备进行辐射测量并且无法确定来自配套设备的有用信号电平, 则可以使用最高 $P_{min} + 20dB$ 的有用信号执行相关测试, 其中 P_{min} 是在没有任何阻塞信号的情况下满足本节定义的最低性能标准所需的最低有用信号电平。
- (4) 指定的电平是假设天线组件增益为 0dBi 情况下的 UUT 接收器输入的电平。对于传导测量, 必须针对 (带内) 天线组件增益 (G) 更正该电平。对于辐射测量, 该电平相当于 UUT 天线前面的功率通量密度 (PFD), 其中 UUT 被配置/定位为朝向测量天线的最大 e.i.r.p.。
- (5) 如果使用配套设备进行辐射测量并且无法确定来自配套设备的有用信号电平, 则可以使用最高 $P_{min} + 26dB$ 的有用信号执行相关测试, 其中 P_{min} 是在没有任何阻塞信号的情况下满足本节定义的最低性能标准所需的最低有用信号电平。
- (6) 如果使用配套设备进行辐射测量并且无法确定来自配套设备的有用信号电平, 则可以使用最高 $P_{min} + 30dB$ 的有用信号执行相关测试, 其中 P_{min} 是在没有任何阻塞信号的情况下满足本节定义的最低性能标准所需的最低有用信号电平。

5.3.1.12 地理位置功能

地理位置功能是设备确定其地理位置的一项功能, 作用是根据其运行时所在的地理位置适用的法规要求进行自我配置。

地理位置功能可能存在于设备中, 也可能存在于与在设备初始加电期间在相同地理位置运行的设备相关联的外部设备 (临时) 中。该地理位置也可用于已在同一地理位置安装和运行的设备。

该要求仅适用于具有地理位置功能的 FHSS 设备。FHSS 设备确定的地理位置不应以允许用户更改的方式由用户进行访问。

5.3.2 宽带数据传输设备 (非 FHSS) 的一致性要求

与 FHSS 设备不同的宽带数据传输设备通常在固定频率上运行。以下各小节介绍了宽带数据传输设备的一致性要求。

5.3.2.1 射频输出功率

射频输出功率定义为传输突发期间设备的平均等效全向辐射功率 (e.i.r.p.)。

限制适用于非 FHSS 设备的类型。表 5-16 展示了射频输出功率 (e.i.r.p.) 限制。

表 5-16. 射频输出功率限制 - 非 FHSS 设备

设备类型	射频输出功率 (e.i.r.p.)	注释
非 FHSS 设备	≤ 20dBm	
非自适应非 FHSS 设备	≤ 制造商声明的值	在制造商声明值小于 20dBm 的情况下

5.3.2.2 功率谱密度

功率谱密度 (PSD) 定义为传输突发期间 1MHz 带宽内的平均等效全向辐射功率 (e.i.r.p.) 谱密度。

限制适用于非 FHSS 设备的类型。

非 FHSS 设备的最大功率谱密度 $\leq 10\text{dBm/MHz}$ 。

5.3.2.3 占空比、Tx 序列和 Tx 间隙

占空比定义为总发送器“开启”时间与 1 秒观察周期之比。Tx 序列定义为一个时间段，在该时间段内可能发生单次或多次传输，后跟 Tx 间隙。

Tx 间隙定义为不发生传输的时间段。

限制适用于所有非 FHSS 设备。

该限制不适用于声明射频输出功率小于 10dBm e.i.r.p. 的设备或在射频输出功率小于 10dBm e.i.r.p. 的模式下运行的设备。

占空比必须由制造商声明，并且应符合表 5-15 中所述的限制。表 5-17 展示了占空比限制。

表 5-17. 占空比、Tx 序列和 Tx 间隙限制 - 非 FHSS 设备

设备类型	射频输出功率 (e.i.r.p.)	限制
非 FHSS 设备 (自适应或非自适应)	$< 10\text{dBm}$	不适用
非 FHSS 设备	$\geq 10\text{dBm}$	\leq 制造商声明的最大值 最大 Tx 序列时间 $\leq 10\text{ms}$ 。 最小 Tx 间隙时间 $\leq 3.5\text{ms}$

5.3.2.4 介质利用系数

介质利用 (MU) 系数定义为量化非自适应设备使用的资源量 (功率和时间) 的度量。介质利用系数由以下公式定义：

$$\text{MU} = (\text{Pout} / 100\text{mW}) \times \text{DC} \quad (4)$$

其中，

MU 是以 % 为单位的介质利用系数。

Pout 是以 mW 为单位的射频输出功率。

DC 是以 % 为单位的占空比。

除非在非自适应模式下工作，否则该限制不适用于自适应非 FHSS 设备。表 5-18 展示了最大介质利用系数限制。

表 5-18. 介质利用系数限制 - 非 FHSS 设备

设备类型	射频输出功率 (e.i.r.p.)	限制
非 FHSS 设备 (自适应或非自适应)	$< 10\text{dBm}$	不适用
自适应非 FHSS 设备		不适用
非自适应非 FHSS 设备		$\leq 10\%$

5.3.2.5 适应性 (非 FHSS)

自适应非 FHSS 设备定义为使用一种机制的设备，该机制允许其通过识别其占用信道带宽内存在的其他传输来适应其无线电环境。

自适应非 FHSS 有两种机制，分别是 LBT (说前先听) 和 DAA (检测避让)。自适应非 FHSS 设备应实现任一机制 (LBT 或 DAA)，并允许在两种自适应模式之间动态切换。

自适应非 FHSS 设备可以进行短控制信令传输，而无需监测频率上是否存在其他信号。

该限制不适用于非自适应非 FHSS 设备或在非自适应模式下运行的自适应设备。此外，该要求不适用于声明的最大射频输出功率电平低于 10dBm e.i.r.p. 的非 FHSS 设备，或在射频输出功率低于 10dBm e.i.r.p. 的模式下运行的非 FHSS 设备。

表 5-19 展示了自适应非 FHSS 限制。

表 5-19. 非 FHSS 设备限制

设备类型	射频输出功率 (e.i.r.p)	限制
非 FHSS 设备 (自适应或非自适应)	< 10dBm	不适用
非自适应非 FHSS 设备		不适用
自适应非 FHSS 设备 - LBT		请参阅节 5.3.2.5.1
自适应非 FHSS 设备 - DAA		请参阅节 5.3.2.5.2

5.3.2.5.1 使用 LBT 的自适应非 FHSS

使用 LBT 的自适应非 FHSS 是一种机制，通过该机制，非 FHSS 自适应设备可在信道中存在干扰信号的情况下避免在该信道中进行传输。在工作频段以外的频率上存在无用信号时，该机制应按预期运行。

有两类使用 LBT 机制的自适应非 FHSS 设备，它们是：

- 基于帧的设备和
- 基于负载的设备

能够作为基于负载的设备或作为基于帧的设备运行的自适应非 FHSS 设备可以在这些类型的运行之间动态切换。

5.3.2.5.1.1 基于帧的设备

基于帧的设备应符合以下最低要求。

- 在传输之前，设备应使用能量检测执行空闲信道评估 (CCA) 检查。设备应在 CCA 观察时间内观察工作信道，该观察时间应不少于 18 μ s。如果信道中的能量水平超过下面的步骤 5 中给出的阈值，则应认为该信道已被占用。如果设备发现信道是空闲的，则可以立即进行传输。
- 如果设备发现信道被占用，则在下一个帧周期内不应在该信道上进行传输。如果设备符合适用于非自适应设备的要求，则允许设备切换至非自适应模式并继续在该信道上进行传输。或者，也允许设备在该信道上继续进行短控制信令传输，只要设备符合信令传输要求即可。
- 设备在给定信道上进行传输而不重新评估该信道的可用性的总时间被定义为信道占用时间。信道占用时间应该处于 1ms 至 10ms 的范围内，然后是一个空闲周期，该周期至少是当前帧周期设备中使用的信道占用时间的 5%。
- 设备在正确接收到本设备的传输后，可以跳过 CCA 并立即 (另请参阅下一段) 继续传输管理和控制帧。在没有新 CCA 的情况下，设备的此类连续传输序列不应超过最大信道占用时间。出于多播的目的，允许各个设备的 ACK 传输 (与同一数据包相关联) 按顺序进行。
- CCA 的能量检测阈值应与发送器的发送功率成正比：对于 20dBm e.i.r.p. 发送器，CCA 阈值水平 (TL) 在接收器的输入端应等于或小于 -70dBm/MHz (假设 (接收) 天线组件增益为 0dBi)。可以针对 (接收) 天线组件增益 (G) 校正该阈值水平 (TL)；不过，不应考虑波束形成增益 (Y)。对于小于 20dBm e.i.r.p. 的功率级别，CCA 阈值水平可以放宽到：

$$TL = -70\text{dBm/MHz} + 10 \times \log_{10} (100\text{mW} / P_{\text{out}}) \quad (5)$$

P_{out} 以 mW e.i.r.p. 为单位

- 在存在表 5-20 中定义的无用 CW 信号的情况下，设备应符合本条第 1 步至第 4 步中定义的要求。

表 5-20. 无用信号参数限制 - 基于帧的设备

配套设备提供的所需信号平均功率	无用的 CW 信号频率 (MHz)	无用的 CW 信号功率 (dBm)
足以维持链路 (2)	2395 或 2488.5 (1)、(2) 和 (3)	-35 (3)

- (1) 最高频率应用于测试 2400MHz 至 2442MHz 范围内的工作信道，而最低频率应用于测试 2442MHz 至 2483.5MHz 范围内的工作信道。
- (2) 在大多数情况下可以使用的典型传导值是 -50dBm/MHz。
- (3) 指定的电平是假设天线组件增益为 0dBi 情况下的 UUT 接收器输入的电平。对于传导测量，必须针对 (带内) 天线组件增益 (G) 更正该电平。对于辐射测量，该水平相当于 UUT 天线前面的功率通量密度 (PFD)。

5.3.2.5.1.2 基于负载的设备

基于负载的设备可以使用 IEEE 802.11™ [i.3] 第 10 条、第 11 条、第 15 条、第 16 条、第 18 条和第 19 条或 IEEE 802.15.4™ [i.4] 第 5 条、第 6 条和第 10 条中 (如果设备符合本节中所述的一致性要求) 所述的能量检测来实现基于空闲信道评估 (CCA) 模式且基于 LBT 的频谱共享机制。不使用上述任何机制的基于负载的设备应符合以下最低要求：

- 在进行单次传输或一系列传输之前，设备应使用能量检测执行空闲信道评估 (CCA) 检查。设备应在 CCA 观察时间内观察工作信道，该观察时间应不少于 18 μs。如果信道中的能量水平超过下面的步骤 5 中给出的阈值，则应认为该信道已被占用。如果设备发现信道是空闲的，则可以立即进行传输。
- 如果设备发现信道被占用，则不应在该信道上进行传输。设备应执行扩展 CCA 检查，其中观察信道的随机持续时间处于 18 μs 和至少 160 μs 之间的范围内。如果扩展 CCA 检查确定信道不再被占用，则设备可以在该信道上恢复传输。如果延长 CCA 时间已经确定信道仍然被占用，则应执行新的延长 CCA 检查，直到信道不再被占用。

请注意，传输之间的空闲期被认为是 CCA 或扩展 CCA 检查，因为在此期间没有传输。

如果设备符合适用于非自适应设备的要求，则允许设备切换至非自适应模式并继续在该信道上进行传输。或者，如果设备符合信令传输部分给出的要求，那么也允许设备在该信道上继续进行短控制信令传输。

- 设备使用射频信道的总时间定义为信道占用时间。该信道占用时间应小于 13ms，之后设备应执行新的 CCA，如上面的步骤 1 所述。
- 设备在正确接收到要发送给该设备的传输后，可以跳过 CCA 并立即 (另请参阅下一段) 继续传输管理和控制帧。没有新 CCA 的设备的连续传输序列不应超过上面的步骤 3 中定义的最大信道占用时间。出于多播的目的，允许各个设备的 ACK 传输 (与同一数据包相关联) 按顺序进行。
- CCA 的能量检测阈值应与发送器的发送功率成正比：对于 20dBm e.i.r.p. 发送器，CCA 阈值水平 (TL) 在接收器的输入端应等于或小于 -70dBm/MHz (假设 (接收) 天线组件增益为 0dBi)。可以针对 (接收) 天线组件增益 (G) 校正该阈值水平 (TL)；不过，不应考虑波束形成增益 (Y)。对于小于 20dBm e.i.r.p. 的功率级别，CCA 阈值水平可以放宽到：

$$TL = -70\text{dBm/MHz} + 10 \times \log_{10} (100\text{mW} / P_{\text{out}}) \quad (6)$$

P_{out} 以 mW e.i.r.p. 为单位

- 在存在表 5-21 中定义的无用 CW 信号的情况下，设备应符合本条第 1 步至第 4 步中定义的要求。

表 5-21. 无用信号参数限制 - 基于帧的设备

配套设备提供的所需信号平均功率	无用的 CW 信号频率 (MHz)	无用的 CW 信号功率 (dBm)
足以维持链路 (3)	2395 或 2488.5 (1)	-35 (2)

- (1) 最高频率应用于测试 2400MHz 至 2442MHz 范围内的工作信道，而最低频率应用于测试 2442MHz 至 2483.5MHz 范围内的工作信道。
 (2) 在大多数情况下可以使用的典型传导值是 -50dBm/MHz。
 (3) 指定的电平是假设天线组件增益为 0dBi 情况下的 UUT 接收器输入的电平。对于传导测量，必须针对 (带内) 天线组件增益 (G) 更正该电平。对于辐射测量，该水平相当于 UUT 天线前面的功率通量密度 (PFD)。

5.3.2.5.2 使用 DAA 的自适应非 FHSS

使用 DAA (检测避让) 的自适应非 FHSS 是一种用于非 FHSS 设备的机制，对于给定的信道，如果在该信道上进行传输之后报告干扰信号，那么此机制会使该信道“不可用”。

使用 DAA 的非自适应 FHSS 设备应符合以下最低要求。

- 在正常操作期间，设备应评估其当前工作信道上是否存在信号。如果确定存在的信号水平高于步骤 4 中定义的检测阈值，则应将该信道标记为“不可用”。
- 信道应保持不可用的最短时间等于 1s，之后信道可再次被视为“可用”信道。
- 设备在给定信道上进行传输而不重新评估该信道的可用性的总时间被定义为信道占用时间。信道占用时间应小于 40ms。每个此类传输序列之后应该有一个至少为信道占用时间 5% 的空闲周期 (无传输)，最小为 100 μs。此后，需要重复执行步骤 1 中的程序。
- 检测阈值应与发送器的发送功率成正比：对于 20dBm e.i.r.p. 发送器，检测阈值水平 (TL) 在接收器的输入端应等于或小于 -70dBm/MHz (假设 (接收) 天线组件增益为 0dBi)。可以针对 (接收) 天线组件增益 (G) 校正该

阈值水平 (TL)；不过，不应考虑波束形成增益 (Y)。对于小于 20dBm e.i.r.p. 的功率级别，检测阈值水平可以放宽到：

$$TL = -70\text{dBm/MHz} + 10 \times \log_{10}(100\text{mW} / P_{\text{out}}) \quad (7)$$

P_{out} 以 mW e.i.r.p. 为单位

- 在存在表 5-22 中定义的无用 CW 信号的情况下，设备应符合本条第 1 步至第 4 步中定义的要求。

表 5-22. 无用信号参数限制 - 自适应非 FHSS DAA 设备

配套设备提供的所需信号平均功率 (dBm)	无用的 CW 信号频率 (MHz)	无用的 CW 信号功率 (dBm)
-30 ⁽²⁾	2395 或 2488.5 ⁽¹⁾	-35 ⁽²⁾

- (1) 最高频率应用于测试 2400MHz 至 2442MHz 范围内的工作信道，而最低频率应用于测试 2442MHz 至 2483.5MHz 范围内的工作信道。
 (2) 指定的电平是假设天线组件增益为 0dBi 情况下的 UUT 接收器输入的电平。对于传导测量，必须针对 (带内) 天线组件增益 (G) 更正该电平。对于辐射测量，该水平相当于 UUT 天线前面的功率通量密度。

5.3.2.5.3 自适应非 FHSS - 短控制信令传输

短控制信令传输是自适应非 FHSS 设备用于发送管理和控制信号 (无需检测工作信道上是否存在其他信号) 的传输。自适应设备可能具有短控制信令传输。

短控制信令传输在任何 50ms 的观察周期内应具有 10% 的最大 TxOn/(TxOn + TxOff) 比率限制。

5.3.2.6 占用的通道带宽

占用的信道带宽定义为包含 99% 信号功率的带宽。

限制适用于所有类型的非 FHSS 设备。表 5-23 展示了这些限制。

表 5-23. 占用的信道带宽限制 - 非 FHSS 设备

设备类型	射频输出功率 (e.i.r.p)	限制
非 FHSS 设备 (自适应或非自适应)		OCBW 应处于 2400MHz 至 2483.5MHz 的频段内
非自适应非 FHSS 设备	> 10dBm	OCBW <= 20MHz

5.3.2.7 带外域中的发送器有害发射

当设备处于发送模式时，带外域中的发送器有害发射定义为分配频段之外的频率上的发射，但不包括杂散域中的有害发射。

限制适用于所有类型的非 FHSS 设备。表 5-24 展示了带外域中的有害发射限制。

5.3.2.8

表 5-24. 带外 (OOB) 域中的发送器无用发射限制 - 非 FHSS

OOB 频段 (频率范围) ⁽¹⁾	限制 (以 e.i.r.p 表示的发射水平)
(2400MHz - BW) 至 2400MHz 2483.5MHz 至 (2483.5MHz + BW)	< -10dBm/MHz
(2400MHz - 2*BW) 至 (2400MHz - BW) (2483.5MHz + BW) 至 (2483.5MHz + 2*BW)	< -20dBm/MHz
<(2400MHz - 2*BW) 至 2400 - 2*BW >(2483.5MHz + 2*BW) 至 (2483.5MHz + 2*BW)	请参阅杂散域限制

- (1) BW = 以 MHz 为单位的 OCBW 或 1MHz，以较大者为准

5.3.2.9 杂散域中的发送器有害发射

当设备处于发送模式时，杂散域中的发送器有害发射定义为分配频段外和带外域外的发射，如表 5-15 所示。

限制适用于所有类型的非 FHSS 设备。表 5-25 展示了杂散域中的有害发射限制。

对于带有天线连接器的设备，限制适用于天线端口（传导）的发射。对于机柜辐射的发射或整体式天线设备（无天线连接器）辐射的发射，限制是最高 1GHz 的发射的 e.r.p. 和高于 1GHz 的发射的 e.i.r.p.。

表 5-25. 杂散域中的发送器有害发射限制 - 非 FHSS

频率范围 (杂散域)	限制 (最大功率级别)	带宽
30MHz 至 47 MHz	-36dBm	100kHz
47 MHz 至 74 MHz	-54dBm	100kHz
74 MHz 至 87.5 MHz	36dBm	100kHz
87.5 MHz 至 118 MHz	-54dBm	100kHz
118 MHz 至 174 MHz	-36dBm	100kHz
174 MHz 至 230 MHz	-54dBm	100kHz
230 MHz 至 470 MHz	-36dBm	100kHz
470 MHz 至 694 MHz	-54dBm	100kHz
694 MHz 至 1 GHz	-36dBm	100kHz
1 GHz 到 12.75 GHz	-30dBm	1MHz

5.3.2.10 接收器杂散发射

接收器杂散发射定义为设备处于接收模式时任何频率上的发射。

限制适用于所有类型的非 FHSS 设备。表 5-26 展示了接收器杂散发射限制。

对于带有天线连接器的设备，限制适用于天线端口（传导）的发射。对于机柜辐射的发射或整体式天线设备（无天线连接器）辐射的发射，限制是最高 1GHz 的发射的 e.r.p. 和高于 1GHz 的发射的 e.i.r.p.。

表 5-26. 接收器杂散发射限制 - 非 FHSS 设备

频率范围	限制 (最大功率级别)	带宽
30 MHz 至 1 GHz	-57dBm	100kHz
1 GHz 到 12.75 GHz	-47dBm	1MHz

5.3.2.11 接收阻塞

接收器阻塞定义为设备在不超过给定的衰减（由于在工作频段频率以外的频率上存在有害输入信号（阻塞信号）以及存在杂散响应）的情况下在其工作信道上接收有用信号的能力。

如果接收器支持 PER/FER 测试，则最低性能标准应该是 PER 或 FER ≤ 10%。否则，最低性能标准应该是不损失设备预期用途所需的无线传输功能。

这些要求适用于所有类型的非 FHSS 设备。不同的接收器类别有不同的要求。表 5-27 展示了不同接收器类别的限制。

表 5-27. 接收器阻塞限制 (所有类别) - 非 FHSS 设备

接收器类别	配套设备提供的所需信号平均功率 (dBm) ^{(1) (4)}	阻塞信号频率 (MHz)	阻塞信号功率 (dBm) ⁽⁴⁾	阻塞信号类型
1	(-133dBm + 10 × log ₁₀ (OCBW)) 或 -68dBm, 以较小者为准 ⁽²⁾	2380	≥ -34	CW
		2504		
	(-139dBm + 10 × log ₁₀ (OCBW)) 或 -74dBm, 以较小者为准 ⁽³⁾	2300		
		2330		
		2360		
		2524		
		2584		
		2674		

表 5-27. 接收器阻塞限制 (所有类别) - 非 FHSS 设备 (continued)

接收器类别	配套设备提供的所需信号平均功率 (dBm) ^{(1) (4)}	阻塞信号频率 (MHz)	阻塞信号功率 (dBm) ⁽⁴⁾	阻塞信号类型
2	(-139dBm + 10 × log ₁₀ (OCBW) + 10dB) 或 (-74dBm + 10dB), 以较小者为准 ⁽⁵⁾	2380	≥ -34	CW
		2504		
		2300		
		2584		
3	(-139dBm + 10 × log ₁₀ (OCBW) + 20dB) 或 (-74dBm + 20dB), 以较小者为准 ⁽⁶⁾	2380	≥ -34	CW
		2504		
		2300		
		2584		

- (1) OCBW 以 Hz 为单位。
- (2) 如果使用配套设备进行辐射测量并且无法确定来自配套设备的有用信号电平, 则可以使用最高 $P_{min} + 26\text{dB}$ 的有用信号执行相关测试, 其中 P_{min} 是在没有任何阻塞信号的情况下满足本节定义的最低性能标准所需的最低有用信号电平。
- (3) 如果使用配套设备进行辐射测量并且无法确定来自配套设备的有用信号电平, 则可以使用最高 $P_{min} + 20\text{dB}$ 的有用信号执行相关测试, 其中 P_{min} 是在没有任何阻塞信号的情况下满足本节定义的最低性能标准所需的最低有用信号电平。
- (4) 指定的电平是假设天线组件增益为 0dBi 情况下的 UUT 接收器输入的电平。对于传导测量, 必须针对 (带内) 天线组件增益 (G) 更正该电平。对于辐射测量, 该电平相当于 UUT 天线前面的功率通量密度 (PFD), 其中 UUT 被配置/定位为朝向测量天线的最大 e.i.r.p.。
- (5) 如果使用配套设备进行辐射测量并且无法确定来自配套设备的有用信号电平, 则可以使用最高 $P_{min} + 26\text{dB}$ 的有用信号执行相关测试, 其中 P_{min} 是在没有任何阻塞信号的情况下满足本节定义的最低性能标准所需的最低有用信号电平。
- (6) 如果使用配套设备进行辐射测量并且无法确定来自配套设备的有用信号电平, 则可以使用最高 $P_{min} + 30\text{dB}$ 的有用信号执行相关测试, 其中 P_{min} 是在没有任何阻塞信号的情况下满足本节定义的最低性能标准所需的最低有用信号电平。

5.3.2.12 地理位置功能

地理位置功能是设备确定其地理位置的一项功能, 作用是根据其运行时所在的地理位置适用的法规要求进行自我配置。

地理位置功能可能存在于设备中, 也可能存在于与在设备初始加电期间在相同地理位置运行的设备相关联的外部设备 (临时) 中。该地理位置也可用于已在同一地理位置安装和运行的设备。

该要求仅适用于具有地理位置功能的非 FHSS 设备。由非 FHSS 设备确定的地理位置不应以允许用户更改的方式由用户进行访问。

6 ETSI EN 301 893

ETSI EN 301 893 是适用于 5GHz 无线接入系统 (WAS) (包括在无线局域网中用于高速数据通信的 RLAN (无线局域网) 设备) 的协调欧洲标准。该标准说明了频谱接入要求、技术要求规范、一致性要求和合规性测试程序。可以从 [ETSI 网站](#) 下载完整的文档。以下是 EN 301 893 标准中有关发送器和接收器的最重要要求的汇总。表 6-1 展示了工作频段限制。

表 6-1. 服务频段限制 - 5GHz

工作模式	频段
发送	5150 MHz 至 5350 MHz
接收	5150 MHz 至 5350 MHz
发送	5470 MHz 至 5725 MHz
接收	5470 MHz 至 5725 MHz

6.1 技术要求

在制造商声明的运行环境概况的边界范围内运行时，设备应始终符合所有适用的技术要求。表 6-2 展示了不同类型设备的技术要求。

表 6-2. 技术要求和条件

要求				要求条件	
否	描述	指令 2014/53/EU 的基本 本要求	EN301 893 的条款	U/C ⁽¹⁾	条件
1	载波频率	3.2	4.2.1	U	
2	标称和占用的信道带宽	3.2	4.2.2	U	
3	射频输出功率	3.2	4.2.3	U	仅适用于非自适应设备
	发射功率控制 (TPC)	3.2	4.2.3	C	1) 标称带宽完全处于 5150MHz 至 5250MHz 频段内的信道不需要。 2) 在 5250MHz 至 5350MHz 下运行时最大平均 e.i.r.p. 为 20dBm 或在 5470MHz 至 5725MHz 下运行时为 27dBm 的设备不需要。
	功率密度	3.2	4.2.3	U	
4	5GHz RLAN 频段外的发送器有害发射	3.2	4.2.4.1	U	
5	5GHz RLAN 频段内的发送器有害发射	3.2	4.2.4.2	U	
6	接收器杂散发射	3.2	4.2.5	U	
7	DFS : 信道可用性检查	3.2	4.2.6.2.2	C	1) 标称带宽完全处于 5150MHz 至 5250MHz 频段内的信道不需要。 2) 最大发射功率小于 200mW e.i.r.p. 的从设备不需要。 3) 针对最大发射功率为 200mW e.i.r.p. 的从设备初始使用某个信道时不需要。
8	DFS : 信道外 CAC - 雷达检测阈值水平	3.2	4.2.6.2.3	C	1) 在制造商实施的情况下。 2) 标称带宽完全处于 5150MHz 至 5250MHz 频段内的信道不需要。 3) 最大发射功率小于 200mW e.i.r.p. 的从设备不需要。 4) 针对最大发射功率为 200mW e.i.r.p. 的从设备初始使用某个信道时不需要。
9	DFS : 信道外 CAC - 检测概率	3.2	4.2.6.2.3	C	1) 在制造商实施的情况下。 2) 标称带宽完全处于 5150MHz 至 5250MHz 频段内的信道不需要。 3) 最大发射功率小于 200mW e.i.r.p. 的从设备不需要。 4) 针对最大发射功率为 200mW e.i.r.p. 的从设备初始使用某个信道时不需要。

表 6-2. 技术要求和条件 (continued)

要求				要求条件	
否	描述	指令 2014/53/EU 的基本 本要求	EN301 893 的条款	U/C ⁽¹⁾	条件
10	DFS : 服务监视	3.2	4.2.6.2.4	C	1) 标称带宽完全处于 5150MHz 至 5250MHz 频段内的信道不需要。 2) 最大发射功率小于 200mW e.i.r.p. 的从设备不需要。
11	DFS : 信道关闭	3.2	4.2.6.2.5	C	标称带宽完全处于 5150MHz 至 5250MHz 频段内的信道不需要。
12	DFS : 非占用周期	3.2	4.2.6.2.6	C	1) 标称带宽完全处于 5150MHz 至 5250MHz 频段内的信道不需要。 2) 最大发射功率小于 200mW e.i.r.p. 的从设备不需要。
13	DFS : 均匀分布	3.2	4.2.6.2.7	C	1) 标称带宽完全处于 5150MHz 至 5250MHz 频段内的信道不需要。 2) 从设备不需要。
14	自适应性	3.2	4.2.7	U	
15	接收器阻塞	3.2	4.2.8	U	
16	用户访问限制	3.2	4.2.9	U	
17	地理位置功能	3.2	4.2.10	C	在制造商实施的情况下。

(1) U/C - 表明该要求是无条件适用 (U) 还是取决于制造商声称的设备功能 (C)。

6.1.1 环境概况

设备运行的环境概况应由制造商声明。在声明的运行环境概况的边界范围内运行时，设备应始终符合所有适用的技术要求。

6.2 一致性要求

以下各小节介绍了一致性要求。

6.2.1 标称中心频率

标称中心频率定义为工作信道的中心频率。

20MHz 标称信道带宽的标称中心频率 (F_c) 由以下公式定义。

$$F_c = 5160 + (g \times 20) \text{ MHz}, \quad (8)$$

其中 $0 \leq g \leq 9$ 或 $16 \leq g \leq 27$ 并且 g 应该为整数。

允许的标称中心频率的最大偏移是 $\pm 200\text{kHz}$ 。如果制造商决定使用该频率偏移，则制造商应声明设备使用的实际中心频率。

表 6-3 展示了实际中心频率容差限制。

设备可以在多个工作信道上同时进行传输，标称信道带宽为 20MHz。

表 6-3. 中心频率限制

信道频率	限制
实际中心频率 (F_c)	$\leq F_c \pm 20\text{ppm}$

6.2.2 标称信道带宽和占用的信道带宽

标称信道带宽定义为分配给单个信道的最宽频率频带 (包括保护频段)。

占用的信道带宽定义为包含 99% 信号功率的带宽。

表 6-4 展示了标称信道带宽和占用的信道带宽限制。

表 6-4. 标称信道带宽和占用的信道带宽限制

参数	限制
单个工作信道的标称信道带宽	20MHz 或 大于 5MHz (如果设备符合节 6.2.1 中定义的标称中心频率)
单个工作信道的占用信道带宽	>= 标称信道带宽的 80% 且 <= 标称信道带宽的 100% 对于智能天线系统 (具有多个传输链的设备)，每个传输链都应满足上述要求。 在信道占用时间 (COT) 期间，设备可能会在占用信道带宽小于其标称信道带宽的 80% 且至少为 2MHz 的情况下暂时工作。

6.2.3 射频输出功率、发射功率控制 (TPC) 和功率密度

射频输出功率定义为传输突发期间的平均等效全向辐射功率 (e.i.r.p.)。

发射功率控制 (TPC) 定义为 RLAN 设备用于确保对来自大量设备的总功率的缓解系数至少为 3dB 的机制。这要求 RLAN 设备具有一个 TPC 范围，其最小值至少比表 36 中针对具有 TPC 的设备给出的平均 e.i.r.p. 值低 6dB。

功率密度定义为传输突发期间的平均等效全向辐射功率 (e.i.r.p.) 密度。

以下限制适用于整个系统和任何可能的配置。这意味着必须考虑整体式或专用天线的天线增益以及智能天线系统 (具有多个发射链的设备) 的附加 (波束形成) 增益。

如果同一子频段内有多于 (相邻或非相邻) 信道，则该子频段内所有信道的总射频输出功率不应超过表 6-5 和表 6-6 中定义的限制。

如果有多个不相邻的信道在不同的子频段中运行，则每个子频段中的总射频输出功率不应超过表 6-5 和表 6-6 中定义的限制。

标称带宽完全处于 5150MHz 至 5250MHz 频段内的信道不需要 TPC。

表 6-5 展示了在 TPC 范围内和没有 TPC 的最高功率级别 (PH) 下射频输出功率和功率密度的限制。

表 6-5. 最高功率级别 (PH) 下的射频输出功率和功率密度限制

频率范围 (MHz)	PH 的平均 e.i.r.p. 限制 (dBm)		平均 e.i.r.p. 密度限制 (dBm/MHz)	
	具有 TPC	不具有 TPC	具有 TPC	不具有 TPC
5150 至 5350	< 23	< 20/23 ⁽¹⁾	< 10	< 7/10 ⁽²⁾
5470 至 5725	< 30 ⁽³⁾	< 27 ⁽³⁾	< 17 ⁽³⁾	< 14 ⁽³⁾

(1) 适用的限制为 20dBm，但标称带宽完全处于 5150MHz 至 5250MHz 频段内的传输除外，在这种情况下，适用的限制为 23dBm。

(2) 适用的限制为 7dBm/MHz，但标称带宽完全处于 5150MHz 至 5250MHz 频段内的传输除外，在这种情况下，适用的限制为 10dBm/MHz。

(3) 没有雷达干扰检测功能的从设备应符合 5250MHz 至 5350MHz 频率范围的限制。

对于使用 TPC 的设备，表 6-6 展示了 TPC 范围的最低功率级别 (PL) 下的射频输出功率限制。

表 6-6. TPC 的最低功率级别 (PL) 下的射频输出功率限制

频率范围 (MHz)	PL 的平均 e.i.r.p. 限制 (dBm)
5250 至 5350	< 17
5470 至 5725	< 24 ⁽¹⁾

(1) 没有雷达干扰检测功能的从设备应符合 5250MHz 至 5350MHz 频率范围的限制。

6.2.4 发送器有害发射 - 5GHz RLAN 频段外

5GHz RLAN 频段外的发送器有害发射定义为设备处于发送模式时 5GHz RLAN 频段 (5150MHz 至 5350MHz 和 5470MHz 至 5725MHz) 外的射频发射。

表 6-7 展示了 5GHz RLAN 频段外的发送器有害发射限制。

对于带有天线连接器的设备，限制适用于天线端口 (传导) 的发射。对于机柜辐射的发射或整体式天线设备 (无天线连接器) 辐射的发射，限制是最高 1GHz 的发射的 e.r.p. 和高于 1GHz 的发射的 e.i.r.p.。

表 6-7. 发送器有害发射限制 - 5GHz RLAN 频段外

频率范围 (杂散域)	限制 (最大功率级别)	带宽
30MHz 至 47 MHz	-36dBm	100kHz
47 MHz 至 74 MHz	-54dBm	100kHz
74 MHz 至 87.5 MHz	36dBm	100kHz
87.5 MHz 至 118 MHz	-54dBm	100kHz
118 MHz 至 174 MHz	-36dBm	100kHz
174 MHz 至 230 MHz	-54dBm	100kHz
230 MHz 至 470 MHz	-36dBm	100kHz
470 MHz 至 862 MHz	-54dBm	100kHz
862 MHz 至 1 GHz	-36dBm	100kHz
1 GHz 到 5.15 GHz	-30dBm	1MHz
5.35 GHz 到 5.47 GHz	-30dBm	1MHz
5.725 GHz 到 26 GHz	-30dBm	1MHz

6.2.5 发送器有害发射 - 5GHz RLAN 频段内

5GHz RLAN 频段内的发送器有害发射定义为设备处于发送模式时 5GHz RLAN 频段 (5150MHz 至 5350MHz 和 5470MHz 至 5725MHz) 内的射频发射。

表 6-8 展示了 5GHz RLAN 频段内的发送器有害发射限制。

对于智能天线系统 (具有多个传输链的设备) ，每个传输链都应满足表 6-8 中提供的频谱屏蔽限制。图 6-1 中也展示了频谱屏蔽限制。

对于 5GHz RLAN 频段内的发送器有害发射，相邻信道中的同时传输可被视为一个信号，其实际标称信道带宽为 “n” 乘以单个标称信道带宽，其中 “n” 是同时使用的相邻信道数量。

对于多个非相邻信道中的同时传输，整体传输频谱功率屏蔽按以下方式构建。首先，将表 6-8 中提供的屏蔽应用于每个信道。然后，对于每个频率点，应将评估的所有信道的频谱屏蔽中的最大值作为该频率的总体频谱屏蔽要求。

对于带有天线连接器的设备，限制适用于天线端口 (传导) 的发射。对于机柜辐射的发射或整体式天线设备 (无天线连接器) 辐射的发射，限制是最高 1GHz 的发射的 e.r.p. 和高于 1GHz 的发射的 e.i.r.p.。

表 6-8. 发送器有害发射限制 - 5GHz RLAN 频段内

相对于信道中心的频率	限制		要求
	相对于 1MHz 带宽中最大功率密度的杂散水平, dBc/MHz	1MHz 带宽内功率密度的绝对杂散水平, dBm/MHz	
$< ((-10.8)*N) \text{ 至 } (-10.8)*N$	≤ -47	≤ -30	不应超过相对水平或绝对水平, 以较大者为 准。
$((-10.8)*N) \text{ 至 } (-9*N)$	≤ -42	≤ -30	
$(-9*N) \text{ 至 } (-1.5*N)$	≤ -40	≤ -30	
$-1*N$	≤ -28	≤ -30	
$-0.55*N$	≤ -20	≤ -30	
$-0.50*N$	0		
$(-0.5*N) \text{ 至 } (0*N)$	0		
$0*N$	0 (基准水平)		
$(0*N) \text{ 至 } (0.5*N)$	0		
$+0.50*N$	0		
$+0.55*N$	≤ -20	≤ -30	
$+1*N$	≤ -28	≤ -30	
$(1.5*N) \text{ 至 } (9*N)$	≤ -40	≤ -30	
$(9*N) \text{ 至 } ((10.8)*N)$	≤ -42	≤ -30	
$> ((10.8)*N) \text{ 至 } (10.8)*N$	≤ -47	≤ -30	

N = 以 MHz 为单位的标称信道带宽

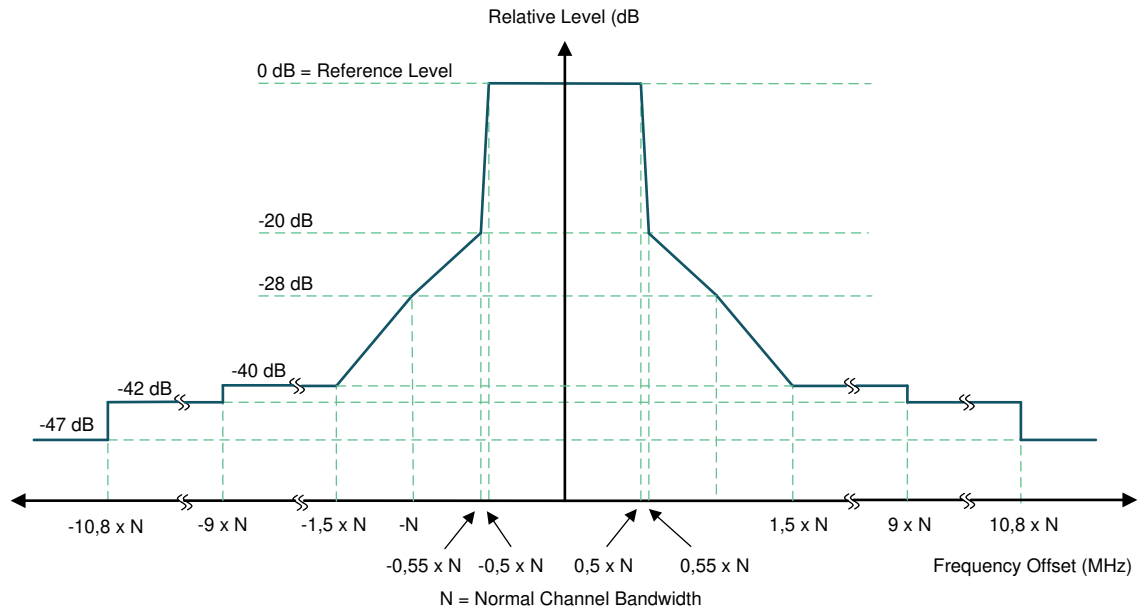


图 6-1. 传输频谱功率屏蔽

6.2.6 接收器杂散发射

接收器杂散发射定义为设备处于接收模式时任何频率上的发射。

表 6-9 展示了接收器杂散发射限制。

对于带有天线连接器的设备, 限制适用于天线端口 (传导) 的发射。对于机柜辐射的发射或整体式天线设备 (无天线连接器) 辐射的发射, 限制是最高 1GHz 的发射的 e.r.p. 和高于 1GHz 的发射的 e.i.r.p.。

表 6-9. 接收器杂散发射限制

频率范围	限制 (最大功率级别)	带宽
30 MHz 至 1 GHz	-57dBm	100kHz
1 GHz 到 12.75 GHz	-47dBm	1MHz

6.2.7 动态频率选择 (DFS)

RLAN 应采用动态频率选择 (DFS) 功能来 :

- 检测来自雷达系统的干扰 (雷达检测) 并避免与这些系统进行同信道操作 ;
- 提供总体上接近均匀的频谱负载 (均匀分布) 。

在 DFS 功能操作的背景下, RLAN 设备应作为主设备或从设备运行。作为从设备运行的 RLAN 设备只能在由作为主设备运行的 RLAN 设备控制的网络中运行。能够作为主设备或从设备运行的设备应符合适用于其运行模式的要求。

一些 RLAN 设备能够以临时方式进行通信, 而无需连接到网络。在标称带宽部分或完全落在 5250MHz 至 5350MHz 或 5470MHz 至 5725MHz 频率范围内的信道上以临时方式运行的 RLAN 设备应采用 DFS, 并应根据适用于主设备的要求进行测试。

在固定室外点对点或固定室外点对多点应用中使用的从设备应用作具有雷达检测功能 (与其输出功率无关) 的从设备。

有关主设备和从设备的详细操作行为和各个要求, 请参阅 ETSI EN 301 893。

表 6-10 展示了 DFS 要求及其适用性。

对于带有天线连接器的设备, 限制适用于天线端口 (传导) 的发射。对于机柜辐射的发射或整体式天线设备 (无天线连接器) 辐射的发射, 限制是最高 1GHz 的发射的 e.r.p. 和高于 1GHz 的发射的 e.i.r.p.。

表 6-10. DFS 要求及其适用性

要求	DFS 工作模式		
	主器件	不具有雷达检测功能的从设备 (请参阅表 52、(2))	具有雷达检测功能的从设备 (请参阅表 52、(2))
雷达干扰检测功能	需要 (3)	不需要	需要
信道可用性检查	需要	不需要	需要 (2)
信道外 CAC (请参阅(1))	需要	不需要	需要 (2)
服务监视	需要	不需要	需要
信道关闭	必需	必需	必需
非占用周期	需要	不需要	需要
均匀分布	需要 (4)	不需要	不需要

(1) 在制造商实施的情况下。

(2) 具有雷达检测功能的从设备在初始使用信道时不需要执行 CAC 或信道外 CAC, 仅在从设备通过服务监视在工作信道上检测到雷达信号之后以及该检测引发的非占用周期已结束时需要执行。

(3) 在标称带宽部分或完全处于 5250MHz 至 5350MHz 或 5470MHz 至 5725MHz 频率范围内的信道上运行时, 应使用雷达检测。

(4) 在 5150MHz 至 5350MHz 和 5470MHz 至 5725MHz 的频率范围内需要均匀分布。均匀分布不适用于仅在 5150MHz 至 5250MHz 频段内工作的设备。

表 6-11 展示了 DFS 要求限制。

表 6-11. DFS 要求限制

参数	限制
信道可用性检查时间	> 60 秒 (1)
最小信道外 CAC 时间	> 6 分钟 (2)
最大信道外 CAC 时间	< 4 小时 (2)
信道移动时间	< 10 秒

表 6-11. DFS 要求限制 (continued)

参数	限制
信道关闭传输时间	< 1 秒
非占用周期	> 30 分钟

- (1) 对于标称带宽完全或部分处于 5600MHz 至 5650MHz 频段内的信道，信道可用性检查时间应为 10 分钟。
- (2) 对于标称带宽完全或部分处于 5600MHz 至 5650MHz 频带内的信道，信道外 CAC 时间应处于 1 小时至 24 小时范围内。

表 6-12 展示了雷达检测阈值水平限制。

表 6-12. 雷达检测阈值水平限制

e.i.r.p.频谱密度 (dBm/MHz)	限制 (1) (2)
10	-62dBm

- (1) 这是最大 e.i.r.p. 密度为 10dBm/MHz 且假设接收天线增益为 0dBi 情况下 RLAN 设备接收器输入端的水平。对于采用不同 e.i.r.p. 频谱密度和/或不同接收天线增益 G (dBi) 的设备，接收器输入端的雷达检测阈值水平遵循以下关系：
DFS 检测阈值 (dBm) = -62 + 10 - e.i.r.p.频谱密度 (dBm/MHz) + G (dBi)；
不过，假设接收天线增益为 0dBi，雷达检测阈值水平不应低于 -64dBm。
- (2) 最大 e.i.r.p. 小于 23dBm 的设备不必实施雷达检测，除非这些设备用于固定室外点对点或固定室外点对多点应用。

表 6-13 展示了基准 DFS 测试信号的参数。

表 6-13. 基准 DFS 测试信号的参数

脉冲宽度 W (μs)	脉冲重复频率 PRF (PPS)	每次突发的脉冲数 (PPB)
1	700	18

表 6-14 展示了雷达测试信号的参数。

表 6-14. 雷达测试信号的参数

雷达测试信号编号 (请参阅 (1) 至 (1))	脉冲宽度 W (μs)		脉冲重复频率 PRF (PPS)		不同 PRF 的数量	每个 PRF 的每次突发的脉冲数 (PPB) (2)
	最小值	最大值	最小值	最大值		
1	0.5	5	200	1000	1	10 (3)
2	0.5	15	200	1600	1	15 (3)
3	0.5	15	2300	4000	1	25
4	25	30	2000	4000	1	20
5	0.5	2	300	400	2/3	10 (3)
6	0.5	2	400	1200	2/3	15 (3)

- (1) 雷达测试信号 5 和 6 是基于单脉冲的交错 PRF 雷达测试信号，这些信号使用 2 或 3 个不同的 PRF 值。对于雷达测试信号 5，选择的 PRF 值之间的差异应处于 20PPS 和 50PPS 之间。对于雷达测试信号 6，选择的 PRF 值之间的差异应处于 80PPS 和 400PPS 之间。
- (2) 一个突发中的脉冲总数等于单个 PRF 的脉冲数乘以所使用的不同 PRF 的数量。
- (3) 对于 CAC 和信道外 CAC 要求，在 5600MHz 至 5650MHz 频段内检测到的任何雷达测试信号的最小脉冲数 (对于每个 PRF) 应为 18。

表 6-15 展示了检测概率水平。

表 6-15. 检测概率水平

参数	检测概率 (Pd)(1)	
	标称带宽部分或全部处于 5600MHz 至 5650MHz 频段内的信道	其他信道
CAC、信道外 CAC	99.99%	60%
服务监视	60%	60%

- (1) Pd 给出了每个模拟雷达突发的检测概率，表示在定义条件下的最低检测性能水平。因此，Pd 并不表示任何特定雷达在真实条件下的总体检测概率。

6.2.8 自适应性 (信道接入机制)

自适应性 (信道接入机制) 被定义为一种自动机制, 设备通过该机制限制其传输并获得对工作信道的访问权。该机制不用作 DFS 的替代方法来检测雷达传输, 而是用于检测来自在该频段中运行的其他 RLAN 设备的传输。

有两种类型的自适应设备, 它们是:

- 基于帧的设备和
- 基于负载的设备

6.2.8.1 基于帧的设备 (FBE)

基于帧的设备是发送/接收结构具有周期性时序的设备, 其周期等于固定帧周期。单个观察时隙的持续时间应不小于 $9 \mu s$ 。

基于帧的设备应实施基于说前先听 (LBT) 的信道访问机制, 以检测工作信道上是否存在其他 RLAN 传输。

基于帧的设备可根据其操作进一步分为两种类型。发起一系列传输 (一个或多个) 的设备称为发起设备。否则, 该设备称为响应设备。基于帧的设备可以是发起设备、响应设备或两者兼而有之。

能够在相邻或非相邻工作信道中同时传输的基于帧的设备可以使用节 6.2.1 提供的信道列表 (标称中心频率) 之外的 20MHz 工作信道的任何组合/分组, 前提是设备满足每个此类 20MHz 工作信道上的发起设备的信道接入要求 (信道接入机制), 如节 6.2.8.1.1 所述。

图 6-2 展示了基于帧的设备的时序示例。

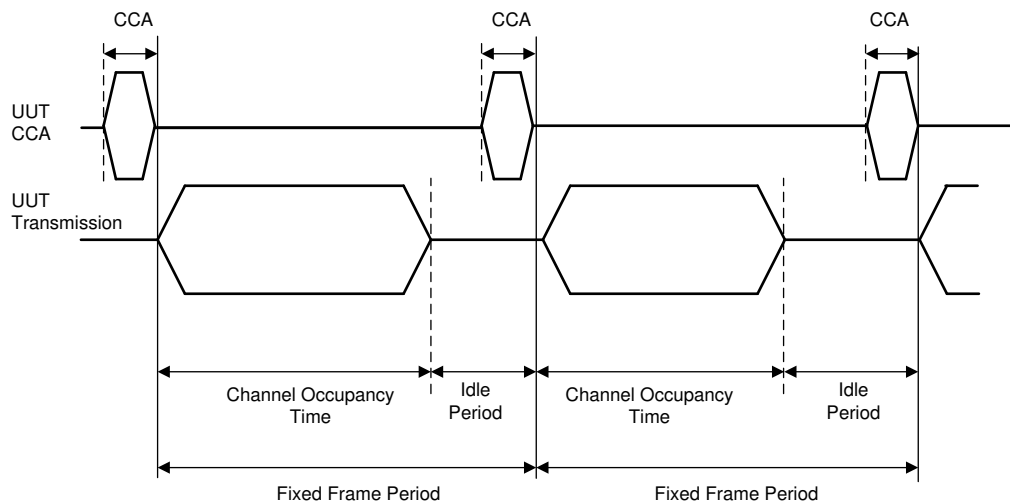


图 6-2. 基于帧的设备的时序示例

6.2.8.1.1 发起设备信道接入机制

发起设备 (基于帧的设备) 应实现符合以下要求的信道接入机制:

- 制造商应声明设备支持的固定帧周期。这应处于 1ms 至 10ms 的范围内。传输只能在固定帧周期开始时启动。设备可以更改其固定帧周期, 但每 200ms 不应超过一次。
 - 恰好在固定帧周期开始时在工作信道上开始传输之前, 发起设备应在单个观察时隙期间执行空闲信道评估 (CCA) 检查。如果信道中的能量水平超过下面第 6) 点中给出的 ED 阈值水平 (TL), 则应认为工作信道已被占用。如果发起设备发现工作信道是空闲的, 则可以立即进行传输。请参考图 3-1。
- 如果发起设备发现一个工作信道被占用, 则在下一个固定帧周期内不应在该信道上进行传输。允许基于帧的设备在该信道上继续进行短控制信令传输, 前提是设备符合节 6.2.8.3 中所述的要求。
- 对于在多个 (相邻或非相邻) 工作信道上同时进行传输的设备, 如果 CCA 检查未在这些信道上检测到任何信号, 则允许设备继续在其他工作信道上进行传输。

基于帧的设备可以在给定信道上进行传输而无需重新评估该信道的可用性的总时间被定义为信道占用时间 (COT)。

设备可以在一个信道占用时间内进行多次传输，而无需在该工作信道上执行额外的 CCA，前提是此类传输之间的时间间隔不超过 16 μ s。

如果时间间隔超过 16 μ s，那么如果附加的 CCA 未检测到水平高于第 6 点定义的阈值的 RLAN 传输，则设备可以继续传输。应在传输前立即在时间间隔内和观测时隙内执行额外的 CCA。所有时间间隔都计为信道占用时间的一部分。

- 允许发起设备授权一个或多个相关联的响应设备在当前信道占用时间内在当前工作信道上进行传输。收到此类授权的响应设备应遵循节 6.2.8.1.2 中所述的程序。
 - 信道占用时间不应大于第 1 点中定义的固定帧周期的 95%，并且应紧跟空闲周期，直到下一个固定帧周期开始，这样空闲周期至少为信道的 5% 占用时间，最少为 100 μ s。
 - 设备在正确接收到要发送给该设备的数据包后，可以跳过 CCA 并立即继续传输管理和控制帧（例如 ACK 和块 ACK 帧）。设备在不执行新的 CCA 的情况下连续进行的此类传输序列不应超过上述第 4 点中定义的最大信道占用时间。
- 出于多播的目的，允许各个设备的 ACK 传输（与同一数据包相关联）按顺序进行。
- 根据假设接收天线增益为 0dBi 且 PH 以 dBm e.i.r.p 为单位指定的公式，接收器输入端的 ED 阈值水平 (TL) 应与最大发送功率 (PH) 成正比。表 6-16 展示了这些水平。

表 6-16. ED 阈值水平限制 - FBE

最大 Tx 功率 (e.i.r.p.), dBm (P _H)	ED 阈值水平 (TL) ⁽¹⁾	注释
对于 P _H ≤ 13dBm	-75dBm/MHz	假设接收天线增益为 0dBi
对于 13dBm < P _H < 23dBm	-85dBm/MHz + (23dBm - PH)	
对于 P _H ≥ 23dBm	-85dBm/MHz	

(1) 只要在高于 TL 的水平上检测到其他 RLAN 传输，设备就应该考虑一个信道已被占用。

6.2.8.1.2 响应设备信道接入机制

在当前固定帧周期内从发起设备接收到在当前工作信道上传输的授权的响应设备应遵循以下步骤 1 至 3 中所述的程序：

1. 从相关联的发起设备接收到传输授权的响应设备可以继续在当前工作信道上进行传输：
 - a. 如果这些传输是在发出授权的发起设备最后一次传输后最多 16 μ s 发起的，则响应设备可以继续执行此类传输而无需执行空闲信道评估 (CCA)。
 - b. 在发出授权的发起设备最后一次传输后 16 μ s 内未继续进行此类传输的响应设备应在授权传输时间之前结束的 25 μ s 周期内的单个观察时隙内对工作信道执行空闲信道评估 (CCA)。如果检测到能量水平高于表 6-7 中定义的 ED 阈值水平 (TL)，则响应设备应继续执行步骤 3。否则，响应设备应继续执行步骤 2。
2. 响应设备可以在当前固定帧周期的剩余信道占用时间内在当前工作信道上执行传输。响应设备可以在该工作信道上进行多次传输，前提是此类传输之间的间隔不超过 16 μ s。当响应设备完成传输后，响应设备应继续执行步骤 3。
3. 响应设备的传输授权被撤销。

6.2.8.2 基于负载的设备 (LBE)

基于负载的设备应实施基于说前听 (LBT) 的信道接入机制，以检测工作信道上是否存在其他 RLAN 传输。

6.2.8.2.1 设备类型 - 基于负载的设备

基于负载的设备根据其适应性方面的操作进一步分为不同类型的设备。发起一系列传输（一个或多个）的设备称为发起设备。否则，该设备称为响应设备。基于负载的设备可以是发起设备、响应设备或两者兼而有之。每个传输都属于单个信道占用时间 (COT)。信道占用时间 (COT) 由发起设备的一次或多次传输和一个或多个响应设备的零次或多次传输组成。

控制一个或多个其他设备的（非 DFS 相关）运行参数的设备称为监控设备。否则，该设备称为被监控设备。监控设备和被监控设备的角色只能与自适应性相关，并且与节 6.2.7 中定义的 DFS 背景下主设备和从设备的角色不同。监控设备的示例包括 RLAN 接入点或作为 RLAN 热点运行的手机。

6.2.8.2.2 多信道运行 - 基于负载的设备

能够在相邻或非相邻工作信道（请参阅节 6.2.1）中同时传输的基于负载的设备应实施下面的选项 1 或选项 2：

选项 1：基于负载的设备可以使用节 6.2.1 中提供的信道列表（标称中心频率）之外的 20MHz 工作信道的任何组合/分组，前提是它满足每个此类 20MHz 工作信道上的发起设备的信道接入要求（信道接入机制）（节 6.2.8.2.5 对此进行了介绍）。

选项 2：图 6-3 定义和展示了绑定的 40MHz、80MHz 或 160MHz 信道（有关信道编号，请参阅第 4.2.1.3 条）。如果满足以下条件，则使用 20MHz 工作信道组合/分组的基于负载的设备是绑定的 40MHz、80MHz 或 160MHz 信道的子集：

- 该设备满足节 6.2.8.2.5 中定义的在 20MHz 工作信道（主工作信道）之一上的发起设备的信道接入要求（信道访问机制），以及
- 设备在预期传输的每个其他工作信道上执行预期传输之前至少 25 μs 的空闲信道评估 (CCA)，并且未检测到高于节 6.2.8.2.4 中定义的 ED 阈值水平 (TL) 的能量。

主工作信道的选择应遵循以下程序之一：

- 每当对应于当前主工作信道上的完成传输的争用窗口 (CW) 被设置为其最小值 (CW_{min}) 时，主工作信道被统一随机选择。对于该程序，为绑定信道内每个 20MHz 工作信道内的每个优先级（请参阅节 6.2.8.2.3）维护一个争用窗口 (CW)。
- 主工作信道是任意确定的，每秒更改不超过一次。

20MHz 工作信道的组合/分组是其子集的绑定 40MHz、80MHz 或 160MHz 信道每秒更改应不超过一次。

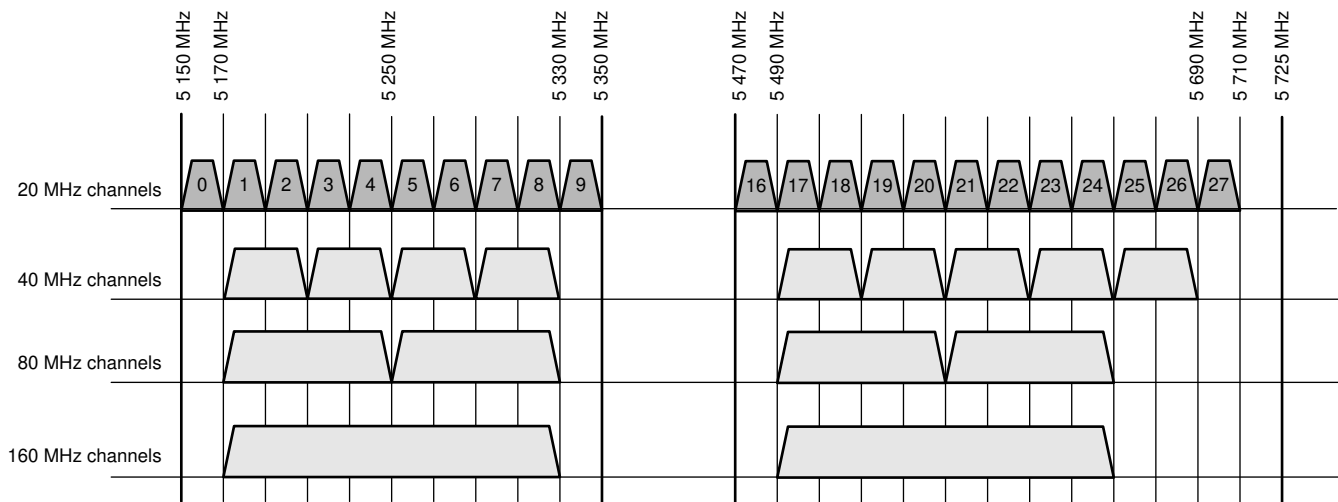


图 6-3. 选项 2 的信道绑定

6.2.8.2.3 优先级 - 基于负载的设备

监控设备和被监控设备分别有四组不同的信道接入参数，从而产生不同的优先级和不同的最大信道占用时间。这些参数由节 6.2.8.2.5 中所述的发起设备的信道接入机制使用，以访问工作信道。表 6-17 展示了监控设备参数，表 6-18 展示了被监控设备参数。

如果信道占用包含多个传输，则传输可能会被时间间隙隔开。信道占用时间是一个信道占用内所有传输和所有 25 μs 或更短时间间隙的总持续时间，不应超过表 6-17 和表 6-18 中的最大信道占用时间。从信道占用内的第一次传输开始到同一信道占用内的最后一次传输结束的持续时间不应超过 20ms。

发起设备可能具有要以不同优先级传输的数据，因此允许信道接入机制同时操作节 6.2.8.2.4 中所述的不同信道接入引擎（每个实现的优先级一个）。

表 6-17. 监控设备的优先级相关信道接入参数

优先级编号	p0 ⁽³⁾	CW _{min} ⁽³⁾	CW _{max} ⁽³⁾	最大信道占用时间 (COT)，以 ms 为单位
4	1	3	7	2
3	1	7	15	4
2	3	15	63	6 ^{(1) (2)}

表 6-17. 监控设备的优先级相关信道接入参数 (continued)

优先级编号	p0 ⁽³⁾	CWmin ⁽³⁾	CWmax ⁽³⁾	最大信道占用时间 (COT), 以 ms 为单位
1	7	15	1023	6 ⁽¹⁾

- 通过插入一个或多个暂停, 可以将 6ms 的最大信道占用时间 (COT) 增加至 8ms。暂停的最小持续时间应为 100 μs。包括任何此类暂停之前的最大持续时间 (信道占用) 应为 6ms。暂停时间不包含在信道占用时间中。
- 在为可能超过 6ms 的信道占用之前或超过 6ms 的信道占用之后的任何退避选择随机数 q 时, 通过将 CW 扩展为 CW × 2 + 1, 6ms 的最大信道占用时间 (COT) 可以增加至 10ms。在设备运行期间, 在信道占用之前或之后的选择应保持不变。
- p0、CWmin、CWmax 的值为最小值。允许采用更大的值。

表 6-18. 被监控设备的优先级相关信道接入参数

优先级编号	p0 ⁽²⁾	CWmin ⁽²⁾	CWmax ⁽²⁾	最大信道占用时间 (COT), 以 ms 为单位
4	2	3	7	2
3	2	7	15	4
2	3	15	1023	6 ⁽¹⁾
1	7	15	1023	6 ⁽¹⁾

- 通过插入一个或多个暂停, 可以将 6ms 的最大信道占用时间 (COT) 增加至 8ms。暂停的最小持续时间应为 100 μs。包括任何此类暂停之前的最大持续时间 (信道占用) 应为 6ms。暂停时间不包含在信道占用时间中。
- p0、CWmin、CWmax 的值为最小值。允许采用更大的值。

6.2.8.2.4 ED 阈值水平 - 基于负载的设备

只要在高于 ED 阈值水平 (TL) 的水平上检测到其他 RLAN 传输, 设备就应该考虑一个信道已被占用。ED 阈值水平 (TL) 在设备使用的所有工作信道的总标称信道带宽上进行集成。ED 阈值水平 (TL) 取决于设备类型:

选项 1: 对于在 5GHz 频段中操作符合 IEEE 802.11™-2016 第 17 条、第 19 条或第 21 条或这些条款的任何组合的设备, ED 阈值水平 (TL) 与设备的最大发射功率 (PH) 无关。假设接收天线增益为 0dBi, 则 ED 阈值水平 (TL) 应为:

$$TL = -75 \text{ dBm/MHz} \quad (9)$$

选项 2: 对于符合选项 1 中列出的一项或多项条款以及至少一种其他操作模式的设备, 以及不符合选项 1 中列出的任何条款的设备, 根据假设接收天线增益为 0dBi 且以 dBm e.i.r.p. 指定 PH 的公式, ED 阈值电平 (TL) 应与最大发射功率 (PH) 成正比。表 6-19 展示了这些水平。

表 6-19. ED 阈值水平限制 - LBE

最大 Tx 功率 (e.i.r.p.), dBm (PH)	ED 阈值水平 (TL) ⁽¹⁾	注释
对于 PH ≤ 13dBm	-75dBm/MHz	假设接收天线增益为 0dBi。
对于 13dBm < PH < 23dBm	-85dBm/MHz + (23dBm - PH)	
对于 PH ≥ 23dBm	-85dBm/MHz	

- 只要在高于 TL 的水平上检测到其他 RLAN 传输, 设备就应该考虑一个信道已被占用。

6.2.8.2.5 发起设备信道接入机制 - 基于负载的设备

在工作信道上进行单次传输或一系列传输之前, 发起设备应运行至少一个执行以下步骤 1 至步骤 8 中所述的程序的信道接入引擎。该信道接入引擎使用节 6.2.8.2.3 的表 6-17 或表 6-18 中定义的参数。

单个观察时隙的持续时间应不小于 9 μs。

发起设备应运行至少一个且不超过四个不同的信道接入引擎, 每个引擎具有节 6.2.8.2.3 中定义的不同优先级:

- 信道接入引擎应将 CW 设置为 CWmin。
- 信道接入引擎应该从 0 至 CW 范围内的均匀分布中选择一个随机数 q。表 6-17 中的 ⁽¹⁾ 定义了当前一个或下一个信道占用时间大于表 6-17 中指定的最大信道占用时间时 q 的替代范围。
- 信道接入引擎应按照下面的步骤 a) 至 c) 所述启动一个优先级设置周期:

- a. 信道接入引擎应根据与该信道接入引擎相关联的优先级来设置 p 。请参考 节 6.2.8.2.3。
- b. 信道接入引擎应等待 $16 \mu s$ 的时间。
- c. 信道接入引擎应在单个观察时隙中对工作信道执行空闲信道评估 (CCA) :
 - i. 如果检测到该信道内的其他传输水平高于 节 6.2.8.2.4 中定义的 ED 阈值，则应认为该工作信道已被占用。在这种情况下，信道接入引擎应在信道内的能量下降至低于 节 6.2.8.2.4 中定义的 ED 阈值之后从步骤 3a) 开始启动一个新的优先级设置周期。
 - ii. 如果在工作信道内未检测到能量水平高于 节 6.2.8.2.4 中定义的 ED 阈值，则 p 的递减量可能不超过 1。如果 p 等于 0，则信道接入引擎应继续执行步骤 4，否则信道接入引擎应继续执行步骤 3c)。
4. 信道接入引擎应执行步骤 4a) 至步骤 4d) 中所述的退避程序 :
 - a. 该步骤验证信道接入引擎是否满足退避后条件。如果 $q < 0$ 并且信道接入引擎已为传输做好准备，则信道接入引擎应设置 CW 等于 CW_{min} ，并且应在继续执行步骤 4b) 之前从 0 至 CW 范围内的均匀分布中选择一个随机数 q 。表 6-17 中的 (1) 定义了当前一个或下一个信道占用时间大于表 6-17 中指定的最大信道占用时间时 q 的替代范围。
 - b. 如果 $q < 1$ ，则信道接入引擎应继续执行步骤 4d)。否则，信道接入引擎可以将值 q 递减不超过 1，并且信道接入引擎应继续执行步骤 4c)。
 - c. 信道接入引擎应在单个观察时隙中对工作信道执行空闲信道评估 (CCA) :
 - i. 如果检测到能量水平高于 节 6.2.8.2.4 中定义的 ED 阈值，则应认为该工作信道已被占用。在这种情况下，信道接入引擎应继续执行步骤 3。
 - ii. 如果未检测到有能量水平高于 节 6.2.8.2.4 中定义的 ED 阈值，则信道接入引擎应继续执行步骤 4b)。
 - d. 如果信道接入引擎已为传输做好准备，则信道接入引擎应继续执行步骤 5。否则，信道接入引擎应将值 q 递减 1，并且信道接入引擎应继续执行步骤 4c)。应该理解，只要信道接入引擎没有为传输做好准备， q 就可能变为负数并继续递减。
5. 如果发起设备只有一个信道接入引擎处于该阶段，则该信道接入引擎应继续执行步骤 6。如果发起设备在该阶段有多个信道接入引擎，则在这些信道接入引擎中具有最高优先级的信道接入引擎应继续执行步骤 6，并且当前阶段的所有其他信道接入引擎应继续执行步骤 8。
 - a. 发起设备的一个信道接入引擎处于该阶段：这相当于设备没有内部冲突
 - b. 发起设备在该阶段具有多个信道接入引擎：这相当于设备具有一个或多个内部冲突
6. 信道接入引擎可以在一个或多个工作信道上启动属于相应或更高优先级的传输。如果发起设备在多个工作信道中进行传输，则应符合 节 6.2.8.2.2 中包含的要求 :
 - a. 信道接入引擎可以进行多次传输，而无需在该工作信道上执行额外的 CCA，前提是此类传输之间的时间间隔不超过 $16 \mu s$ 。否则，如果该时间间隔超过 $16 \mu s$ 且不超过 $25 \mu s$ ，则发起设备可以继续传输，前提是在一个观察时隙的持续时间内没有检测到高于 节 6.2.8.2.4 中定义的 ED 阈值的能量。
 - b. 信道接入引擎可以授权在当前工作信道上向一个或多个响应设备进行传输。如果发起设备向响应设备发出此类传输授权，则响应设备应按照 节 6.2.8.2.6 中所述的程序进行操作。
 - c. 发起设备可以同时进行多个优先级低于信道接入引擎优先级的传输，前提是相应的传输持续时间 (信道占用时间) 不会延长至超过与信道接入引擎的优先级对应的传输所需的时间。
7. 当信道占用已经完成，并且已经确认在信道占用开始时启动的至少一个传输是成功的，则发起设备继续执行步骤 1，否则发起设备继续执行步骤 8。
8. 发起设备可能会重新传输。如果发起设备不重新传输，则信道接入引擎应丢弃与不成功信道占用相关的所有数据包，并且信道接入引擎应继续执行步骤 1。否则，信道接入引擎应将 CW 调整为 $((CW + 1) \times m) - 1$ ，其中 $m \geq 2$ 。如果调整后的 CW 值大于 CW_{max} ，则信道接入引擎可以将 CW 设置为等于 CW_{max} 。信道接入引擎应继续执行步骤 2。

根据 节 6.2.8.2.3 (其中定义了四种不同的优先级) 所述，发起设备应仅为每个实现的优先级运行一个信道接入引擎。

CW 的取值可以大于步骤 1 至步骤 8 中的 CW 值。

6.2.8.2.6 响应设备信道接入机制 - 基于负载的设备

根据 节 6.2.8.2.5 中的步骤 6b) 接收授权的响应设备应遵循下面的步骤 1 至 3 中所述的程序 :

1. 从相关联的发起设备接收到传输授权的响应设备可以继续当前工作信道上进行传输。
 - a. 如果这些传输是在发出授权的发起设备最后一次传输后最多 $16 \mu s$ 发起的，则响应设备可以继续此类传输而无需执行空闲信道评估 (CCA)。

- b. 在发出授权的发起设备最后一次传输后 $16 \mu s$ 内未继续进行此类传输的响应设备应在授权传输时间之前结束的 $25 \mu s$ 周期内的单个观察时隙内对工作信道执行空闲信道评估 (CCA)。如果检测到能量水平高于节 6.2.8.2.4 中定义的 ED 阈值，则响应设备应继续执行步骤 3。否则，响应设备应继续执行步骤 2。
2. 响应设备可以在剩余的信道占用时间内在当前工作信道上执行传输。响应设备可以在该工作信道上进行多次传输，前提是此类传输之间的间隙不超过 $16 \mu s$ 。当响应设备完成传输后，响应设备应继续执行步骤 3。
3. 响应设备的传输授权被撤销。

6.2.8.3 短控制信令传输 (FBE 和 LBE)

短控制信令传输是自适应备用于发送管理和控制信号 (无需检测信道上是否存在其他信号) 的传输。

允许基于帧的设备 (FBE) 和基于负载的设备 (LBE) 在工作信道上进行短控制信令传输，前提是这些传输符合以下要求。

短控制信令传输应满足以下限制。

- 在 $50ms$ 的观察周期内，设备的短控制信令传输次数应等于或小于 50；以及
- 在所述观察期内，设备短控制信令传输的总持续时间应小于 $2\,500 \mu s$ 。

6.2.9 接收器阻塞

接收器阻塞定义为设备在不超过给定的衰减 (由于在表 5-19 中提供的工作频段以外的频率上存在无用输入信号 (阻塞信号)) 的情况下在其工作信道上接收有用信号的能力。

最低性能标准应为小于或等于 10% 的 PER。只要适合设备的预期用途，制造商就可以声明替代性能标准。

表 6-20 展示了接收器阻塞电平限制。

表 6-20. 接收器阻塞限制

配套设备提供的所需信号平均功率 (dBm)	阻塞信号频率 (MHz)	阻塞信号功率 (dBm) ⁽²⁾		阻塞信号类型
		具有雷达检测功能的主设备或从设备信号 (请参阅表 52、 ⁽²⁾)	不具有雷达检测功能的从设备 (请参阅表 52、 ⁽²⁾)	
$P_{min} + 6dB^{(1)}$	5100	≥ -53	≥ -59	CW
$P_{min} + 6dB^{(1)}$	4900	≥ -47	≥ -53	CW
	5000			
	5975			

(1) P_{min} 是在没有任何阻塞信号的情况下满足上述最低性能标准所需的有用信号的最低电平 (以 dBm 为单位)。

(2) 指定的电平是 UUT 天线前的电平。对于传导测量，无论天线增益如何，都应在天线连接器上使用相同的电平。

6.2.10 用户访问限制

用户访问限制定义为在 RLAN 设备中实施的限制，用于限制用户访问设备的任何硬件和/或软件设置，包括可能 (直接或间接) 影响设备满足本文档第 6 节 ETSI EN 301 893 所述要求的软件更改。

要求是如果更改与 DFS 相关的设置 (硬件和/或软件) 会导致设备不再符合本文档节 6.2.7 中的 DFS 要求，则设备的构造应使用户无法访问此类设置。

上述要求包括防止间接访问影响 DFS 的任何设置。以下是此类间接访问示例的非详尽列表。

示例 1：如果更改运行国家或地区和/或运行频段会导致设备不再符合 DFS 要求，则设备不应允许用户进行此类更改。

示例 2：设备不应接受导致设备不再符合 DFS 要求的软件和/或固件，例如：

- 由制造商提供但用于其他监管制度的软件和/或固件；
- 经修改的软件和/或固件，其中软件和/或固件可作为开源代码使用；
- 以前版本的软件和/或固件 (降级)。

6.2.11 地理位置功能

地理位置功能是 RLAN 设备的一项功能，可在设备安装、重新安装和每次开机时确定其位置，作用是根据其运行位置适用的法规要求进行自我配置。

地理位置功能可能存在于设备中，也可能存在于与在设备初始加电期间在相同地理位置运行的设备相关联的外部设备（临时）中。该地理位置也可用于已在同一地理位置安装和运行的设备。

要求用户不能访问由设备确定的地理位置。

如果设备无法确定地理位置，则应以符合设备预期运行的任何地理位置的适用要求的模式运行。制造商应声明设备是否符合上述要求。

7 ETSI EN 301 489

ETSI EN 301 489 是针对无线电设备和服务电磁兼容性 (EMC) 的协调欧洲标准。它是一个包含多个部分的 EMC 标准，其中每个部分都涵盖了与产品相关的特定无线电设备要求。[ETSI EN 301 489-1](#) 涵盖针对 EMC 辐射和抗扰度的通用技术要求，[ETSI EN 301 489-17](#) 涵盖宽带数据传输系统的特定条件。[表 7-1](#) 展示了 [ETSI EN 301 489-17](#) 标准涵盖的宽带数据传输系统示例。可以从 ETSI 网站 [ETSI EN301 489-1 V2.2.1](#) 和 [ETSI EN 301 489-17 V3.2.2](#) 下载完整的文档。

表 7-1. 宽带数据系统示例

设备类型	频段	符合标准的设备
在 2.4GHz ISM 频段运行并使用宽带调制技术的数据传输系统。	2400 MHz 至 2483.5 MHz	ETSI EN 300 328
5GHz RLAN 系统	5150MHz 至 5350MHz 5470MHz 至 5725MHz	ETSI EN 301 893
宽带数据传输系统	5725 MHz 至 5875 MHz	ETSI EN 302 502
宽带数据传输/BWA 终端站	2300MHz 至 2400MHz 2500MHz 至 2690MHz 3400MHz 至 3800MHz	ETSI EN 302 544-2 或 ETSI EN 302 623、 ETSI EN 301 908-19 或 ETSI EN 301 908-21
多千兆位无线系统 (MGWS)	57 GHz 到 66 GHz	ETSI EN 302 567

7.1 技术要求

[ETSI EN 301 489-17](#) standard together with the [ETSI EN 301 489-1](#) 标准一起规定了宽带数据传输设备的适用 EMC 测试和技术要求。在制造商声明的运行环境类别的边界范围内运行时，设备应始终符合所有适用的技术要求。[表 7-2](#) 展示了技术要求及其条件。

表 7-2. 技术要求和条件

否	描述	要求		要求条件	
		指令 2014/53/EU 的基本要求	EN301 489-17 的条款	U/C (1)	条件
1	发射：辅助设备机壳经独立测量	3.1b	7.1	U	
2	发射：直流电源输入/输出端口	3.1b	7.1	C	仅当设备具有电缆长度大于 3m 或来自车辆电源的直流电源输入和/或输出端口时
3	发射：交流电源输入/输出端口	3.1b	7.1	C	仅当设备具有交流电源输入和/或输出端口时
4	发射：谐波电流发射 (交流电源输入端口)	3.1b	7.1	C	仅当设备具有交流电源输入端口时
5	发射：电压波动与闪变 (交流电源输入端口)	3.1b	7.1	C	仅当设备具有交流电源输入端口时
6	发射：有线网络端口	3.1b	7.1	C	仅当设备具有有线网络端口时
7	抗扰度：射频电磁场 (80MHz 至 6 000MHz)	3.1b	7.2	U	
8	抗扰度：静电放电	3.1b	7.2	U	
9	抗扰度：快速瞬变共模	3.1b	7.2	C	仅当设备具有交流电源输入端口或直流电源端口或电缆长度超过 3m 的有线网络端口时
10	抗扰度：射频共模	3.1b	7.2	C	仅当设备具有交流电源输入端口或直流电源端口或电缆长度超过 3m 的有线网络端口时
11	抗扰度：车辆环境中的瞬变和浪涌	3.1b	7.2	C	仅当设备安装到车辆电源上时
12	抗扰度：电压骤降和中断	3.1b	7.2	C	仅当设备具有交流电源输入端口时

表 7-2. 技术要求和条件 (continued)

要求				要求条件	
否	描述	指令 2014/53/EU 的基本 本要求	EN301 489-17 的条款	U/C (1)	条件
13	抗扰度：线间浪涌和线地浪涌	3.1b	7.2	C	仅当设备具有交流电源输入端口和/或有网络端口时

(1) U/C：表明该要求是无条件适用 (U) 还是取决于制造商声称的设备功能 (C)。

7.2 环境分类

设备的预期使用环境分为以下四类：

- 适用于住宅、商业和轻工业环境的 [CENELEC EN 61000-6-3](#) 和 [CENELEC EN 61000-6-1](#)；或
- 适用于工业环境的 [CENELEC EN 61000-6-2](#) 和 [CENELEC EN 61000-6-4](#)；或
- 适用于电信中心环境的 [ETSI TR 101 651](#)；或
- 适用于车辆环境的 [ISO 7637-2](#)。

设备运行的适用环境应由制造商声明，并应符合设备文件的规定。在声明的运行环境类别的边界范围内运行时，设备应始终符合所有适用的技术要求。

7.3 测试条件

测试配置和操作模式应代表预期用途并应记录在测试报告中。

独立的接收器和发送器应分别进行测试。应测试收发器，以确认每个方向的操作。

建立通信链路所需的有用信号和/或控制应代表 EUT 的预期用途。应使用合适的配套设备来建立通信链路。发送器应在最大额定功率下运行。

接收器输入端的有用信号电平不应高于 EUT 的 Pmin (最小灵敏度级别) 之上 30dB。

有关详细的测试条件，请参阅标准 [ETSI EN 301 489-1](#) 和 [ETSI EN 301 489-17](#)。

7.4 射频排除频段

射频排除频段定义为无需进行测试或评估的频段。以下规则适用于排除频段。

- 无论何时应用排除频段，应在技术文件中详细说明评估中排除的特定频率范围。
- 在待机模式下测量发送器时不应应用排除频段。
- 当在发送工作模式下执行时，应将 EUT 的发送器部分预期工作的频率排除在辐射发射测量之外。
- 在 2.4GHz 频段工作的设备抗扰度测试的排除频段应为：
 - 排除频段下限 = 分配的最低频段边缘频率 - 120MHz，如 2280MHz；
 - 排除频段上限 = 分配的最高频段边缘频率 + 120MHz，如 2603.5MHz
- 在 5GHz Wi-Fi 频段工作的设备抗扰度测试的排除频段应为：
 - 排除频段下限 = 分配的最低频段边缘频率 - 270MHz，如 4880MHz；
 - 排除频段上限 = 分配的最高频段边缘频率 + 270MHz，如 5995MHz
- 在 5.8GHz 频段工作的设备抗扰度测试的排除频段应为：
 - 排除频段下限 = 分配的最低频段边缘频率 - 270MHz，如 5445MHz；
 - 由于抗扰度要求具有 6GHz 的上限频率范围，并且任何上限边缘排除频段都将大于 5.8GHz 频段的范围，因此上述频率也应被视为测试范围的上限。
- 对于信道化发送器设备，排除频段应在发送器中心频率的任一侧扩展 250% 的信道宽度。
- 对于非信道化发送器设备，排除频段应在发送器中心频率的任一侧扩展 250% 的占用带宽。
- 对于被测收发器的接收器部分或独立接收器和/或相关辅助设备的发射测量，不应应用任何频率排除频段。
- 对于信道化接收设备，应使用以下公式计算排除频段：
对于排除频段的下缘：

$$EXband(lower) = Band_{RX}(lower) - nChW_{RX} \quad (10)$$

对于排除频段的上线：

$$\text{EXband(upper)} = \text{Band}_{\text{Rx}}(\text{upper}) + n\text{ChW}_{\text{Rx}} \quad (11)$$

其中，

n = 排除频段所需的信道宽度数量。

对于支持多个信道宽度的设备，所使用的信道宽度是 EUT 支持的最宽信道宽度。

- 对于非信道化接收设备，应使用以下公式计算排除频段：
对于排除频段的下缘：

$$\text{EXband(lower)} = \text{Band}_{\text{Rx}}(\text{lower}) - n\text{BW}_{\text{Rx}} \quad (12)$$

对于排除频段的上缘：

$$\text{EXband(upper)} = \text{Band}_{\text{Rx}}(\text{upper}) + n\text{BW}_{\text{Rx}} \quad (13)$$

其中，

n = 排除频段所需的信道宽度数量。

接收器带宽是对应的发送器信号的占用带宽。

7.5 性能评估

制造商应在提交测试设备时提供 ETSI EN 301 489-1 附件 C 中要求的信息以及应记录在测试报告中的以下信息：

- 设备的工作频率范围以及在适用情况下的工作频段；
- 设备的类型，例如独立或插入式无线电设备；
- 与无线电设备结合进行测试的主机设备；
- 应用 EMC 应力时的最低性能水平（请参阅节 7.6.1）；
- 正常测试调制、格式、纠错类型和任何控制信号（例如确认 (ACK)/未确认 (NACK) 或自动重传请求 (ARQ)）。

7.5.1 设备分类

为了进行 EMC 性能评估，被测无线电设备和/或相关辅助设备应归为以下三类之一：

- 固定用途设备（例如基站设备）；或者
- 车辆用途设备（例如移动设备）；或者
- 便携式用途设备（便携式设备）

声明为能够由车辆主电池为预期用途供电的手持便携式设备或设备组合应另外被视为车载移动设备。

声明为能够通过交流电源为预期用途供电的手持便携式或移动设备或设备组合应另外被视为固定站设备。

7.6 性能标准

性能标准用于确定无线电设备是否通过抗扰度测试。性能标准为：

- 针对具有连续性现象的抗扰度测试的性能标准 A；
- 针对具有瞬态性现象的抗扰度测试的性能标准 B；
- 针对电源中断超过一定时间的抗扰度测试的性能标准 C。

设备应满足下面的表 7-3 和表 7-4 中规定的最低性能标准。

表 7-3. 性能标准

标准	测试期间	测试后（或作为测试应用的结果）
A	应按预期运行。(1) 应该不损失功能。 应该不进行意外传输。	应按预期运行。 应该不降低性能。 应该不损失功能。 应该不损失关键存储数据。
B	可能会损失功能。	功能应可自行恢复。 应在恢复后按预期运行。 应该不损失关键存储数据。

表 7-3. 性能标准 (continued)

标准	测试期间	测试后 (或作为测试应用的结果)
C	可能会损失功能。	功能应该可以由操作员进行恢复。 应在恢复后按预期运行。 应该不损失关键存储数据。

(1) 如果在测试期间按预期运行, 则允许按照节 7.6.1 中的最低性能水平进行一定程度的降级

表 7-4. 基于设备现象的性能标准

事件	性能标准
CT (应用于发送器的连续现象)	标准 A 应适用 (请参阅表 7-3) 应在 EUT 处于待机模式 (如果适用) 的情况下重复测试, 以确保不会发生意外传输。在使用确认信号的系统中, 确认可能发生确认 (ACK) 或未确认 (NACK) 传输, 应采取措施确保正确解释由测试应用产生的任何传输。
CR (应用于接收器的连续现象)	标准 A 应适用 (请参阅表 7-3) 如果 EUT 是收发器, 则在任何情况下, 发送器都不应在测试期间意外操作。在使用确认信号的系统中, 确认可能发生 ACK 或 NACK 传输, 应采取措施确保正确解释由测试应用产生的任何传输。
TT (应用于发送器的瞬态现象)	标准 B 应适用, 但电压骤降 100ms、电压中断持续时间为 5000ms 时除外, 此时性能标准 C 应适用 (请参阅表 7-3) 应在 EUT 处于待机模式 (如果适用) 的情况下重复测试, 以确保不会发生意外传输。在使用确认信号的系统中, 确认可能发生确认 (ACK) 或未确认 (NACK) 传输, 应采取措施确保正确解释由测试应用产生的任何传输。
TR (应用于接收器的瞬态现象)	标准 B 应适用, 但电压骤降 100ms、电压中断持续时间为 5000ms 时除外, 此时性能标准 C 应适用 (请参阅表 7-3) 如果 EUT 是收发器, 则在任何情况下, 发送器都不应在测试期间意外操作。在使用确认信号的系统中, 确认可能发生 ACK 或 NACK 传输, 应采取措施确保正确解释由测试应用产生的任何传输。

7.6.1 最低性能水平

对于支持 PER 或 FER 的设备, 最低性能水平应为 PER 或 FER 小于或等于 10%。对于不支持 PER 或 FER 的设备, 最低性能水平应该是不损失设备预期用途所需的无线传输功能。

7.7 发射要求

表 7-5 展示了无线电及附属设备相关端口的 EMC 发射要求及其适用性。EMC 测试的适用性取决于被测无线电和/或相关辅助设备的类型。

表 7-5. 发射要求

事件	端口	适用性			参考条款/本文档中的章节
		固定用途 (例如基站设备)	车辆用途 (例如移动设备)	便携式用途 (便携式设备)	
辐射发射	辅助设备外壳	适用	适用	适用	ETSI EN 301 489-1 第 8.2 条或节 7.7.1
传导辐射	直流电源输入/输出端口	适用	适用	不适用	ETSI EN 301 489-1 第 8.3 条或节 7.7.2
传导辐射	交流电源输入/输出端口	适用	不适用	不适用	ETSI EN 301 489-1 第 8.4 条或节 7.7.3
谐波电流发射	交流电源输入端口	适用	不适用	不适用	ETSI EN 301 489-1 第 8.5 条或节 7.7.4
电压波动和闪烁	交流电源输入端口	适用	不适用	不适用	ETSI EN 301 489-1 第 8.6 条或节 7.7.5

表 7-5. 发射要求 (continued)

事件	端口	适用性			参考条款/本文档中的章节
		固定用途 (例如基站设备)	车辆用途 (例如移动设备)	便携式用途 (便携式设备)	
传导辐射	有线网络端口	适用	不适用	不适用	ETSI EN 301 489-1 第 8.7 条或节 7.7.6

7.7.1 辐射发射 - 机壳端口

本测试仅适用于未纳入无线电设备且与所关联无线电设备分开评估的辅助设备。该测试应在辅助设备的典型配置上执行。测试方法应符合 CENELEC EN 55032 附件 A.2 的要求。

辅助设备应符合 CENELEC EN 55032 附件 A 表 A.4 和 A.5 中规定的 B 类限制。或者,对于专门用于工业环境或电信中心的辅助设备,可以使用 CENELEC EN 55032 附件 A 表 A.2 和 A.3 中规定的 A 类限制。

7.7.2 传导发射 - 直流电源输入/输出端口

该测试旨在评估直流输入/输出端口上存在的内部产生的电气噪声水平。该测试适用于固定用途无线电设备和辅助设备,这些设备可以连接到本地直流电网或本地电池,连接电缆长度超过 3 米。

如果无线电和/或辅助设备的直流电源线长度小于或等于 3m,并打算直接连接到专用的交流/直流电源,则应按照规定在该电源的交流电源输入端口上进行测量。如果直流电源线长于 3m,则应在无线电和/或辅助设备的直流电源端口上额外执行测量。

如果移动无线电和/或辅助设备与专用直流/直流电源转换器之间的直流电源线长度小于或等于 3m,则测量可以仅限于该电源转换器的直流电源输入端口。如果该直流电源线长于 3m,则应在移动无线电和/或辅助设备的直流电源端口上额外执行测量。

该测试应在无线电设备的代表性配置、相关辅助设备或无线电和辅助设备组合的代表性配置上进行。

设备应符合表 7-6 所示的限制。

表 7-6. 传导发射限制 - 直流电源输入/输出端口

频率范围	限制 (峰值), (dB μ V)	限制 (平均值), (dB μ V)
0.15 MHz 至 0.5 MHz	< 79	< 66
0.5 MHz 至 30 MHz	< 73	< 60

7.7.3 传导发射 - 交流电源输入/输出端口

该测试旨在评估交流输入/输出端口上存在的内部产生的电气噪声水平。该测试适用于由交流电源供电的固定用途无线电设备和辅助设备。

该测试应在无线电设备的代表性配置、相关辅助设备或无线电和辅助设备组合的代表性配置上进行。设备应符合表 7-7 所示的限制。

表 7-7. 传导发射限制 - 交流电源输入/输出端口

交流电源端口使用情况	限制
仅用于电源	设备应符合 CENELEC EN 55032 附件 A 表 A.10 中给出的 B 类限制。或者,对于打算在工业环境或电信中心使用的设备,可以使用 CENELEC EN 55032 附件 A 表 A.9 中给出的 A 类限制。
用于高达 30MHz 的 PLC 通信	EUT 应符合 CENELEC EN 50561-1 第 6 条的要求。
用于 30MHz 以上的 PLC 通信	EUT 应符合 CENELEC EN 50561-3 第 6 条的要求。

7.7.4 谐波电流发射 - 交流电源输入端口

设备应符合表 7-8 所示的限制。

表 7-8. 谐波电流发射限制 - 交流电源输入端口

设备电流消耗	限制
输入电流消耗 $\leq 16A/相$	CENELEC EN 61000-3-2 第 5 条中的分类应与 CENELEC EN 61000-3-2 第 7 条中的限制以及 CENELEC EN 61000-3-2 第 6 条中的评估要求一起适用。
输入电流消耗 $> 16A/相$	CENELEC EN 61000-3-12 第 5 条中的限制应与 CENELEC EN 61000-3-12 第 7 条中的评估要求一起适用。

7.7.5 电压波动与闪变 - 交流电源输入端口

设备应符合表 7-9 所示的限制。

表 7-9. 电压波动与闪变限制 - 交流电源输入端口

设备电流消耗	限制
如果不需要条件连接, 则输入电流消耗 $\leq 16A/相$	CENELEC EN 61000-3-3 第 5 条中的限制应与 CENELEC EN 61000-3-3 第 6 条中的评估要求一起适用。
如果需要条件连接, 则输入电流消耗 $\leq 16A/相$	CENELEC EN 61000-3-11 第 5 条中的限制应与 CENELEC EN 61000-3-11 第 6 条中的评估要求一起适用。
需要输入电流消耗 $\geq 16A$ 且 $\leq 75A/相$	

7.7.6 传导发射 - 有线网络端口

该测试的目的是评估有线网络端口的无用发射水平。该测试适用于具有有线网络端口的固定用途无线电设备和辅助设备。

该测试应在无线电设备的代表性配置、相关辅助设备或无线电和辅助设备组合的代表性配置上进行。

设备应符合表 7-10 所示的限制。

表 7-10. 传导发射限制 - 有线网络端口

端口	限制
有线网络端口	设备应符合 CENELEC EN 55032 附件 A 表 A.12 中给出的 B 类限制。 或者, 对于打算在工业环境或电信中心使用的设备, 可以使用 CENELEC EN 55032 附件 A 表 A.11 中给出的 A 类限制。

7.8 抗扰度要求

表 7-11 展示了无线电及附属设备相关端口的 EMC 抗扰度要求及其适用性。EMC 测试的适用性取决于被测无线电和/或相关辅助设备的类型。

表 7-11. 抗扰度要求

事件	端口	适用性			参考条款/本文档中的章节
		固定用途 (例如基站设备)	车辆用途 (例如移动设备)	便携式用途 (便携式设备)	
射频电磁场 (80MHz 至 6000MHz)	外壳端口	适用	适用	适用	ETSI EN 301 489-1 第 9.2 条或节 7.8.1
静电放电	外壳	适用	不适用	适用	ETSI EN 301 489-1 第 9.3 条或节 7.8.2
快速瞬变共模	信号、有线网络和控制端口、直流和交流电源端口	适用	不适用	不适用	ETSI EN 301 489-1 第 9.4 条或节 7.8.3
射频共模 0.15MHz 至 80MHz	信号、有线网络和控制端口、直流和交流电源端口	适用	适用	不适用	ETSI EN 301 489-1 第 9.5 条或节 7.8.4
瞬态和浪涌	直流电源输入端口	不适用	适用	不适用	ETSI EN 301 489-1 第 9.6 条或节 7.8.5

表 7-11. 抗扰度要求 (continued)

事件	端口	适用性			参考条款/本档中的章节
		固定用途 (例如基站设备)	车辆用途 (例如移动设备)	便携式用途 (便携式设备)	
电压骤降和中断	交流电源输入端口	适用	不适用	不适用	ETSI EN 301 489-1 第 9.7 条或节 7.8.6
线间浪涌和线地浪涌	交流电源输入端口、有线网络端口	适用	不适用	不适用	ETSI EN 301 489-1 第 9.8 条或节 7.8.7

7.8.1 射频电磁场 (80MHz 至 6000MHz) - 外壳端口

该测试的目的是评估 EUT 在存在射频电磁场干扰的情况下按预期运行的能力。该测试适用于无线电设备和相关辅助设备。该测试应在无线电设备的代表性配置、相关辅助设备或无线电和辅助设备组合的代表性配置上进行。测试方法应符合 CENELEC EN 61000-4-3 第 6、7 和 8 条的要求。

EUT 在按以下要求进行测试时，应满足连续现象的性能标准 (请参阅节 7.6)：

- 测试水平应为 3V/m (未调制测量)。测试信号应通过 1000Hz 的正弦音频信号将振幅调制到 80% 的深度。如果有用信号调制为 1000Hz，则应使用 400Hz 的音频信号；
- 测试应在 80MHz 至 6000MHz 的频率范围内进行，发送器、接收器和双工收发器的排除频段除外 (请参阅节 7.4) (视情况而定)；
- 对于接收器和发送器，步进频率增量应为瞬时使用频率的 1% 频率增量；
- 每个频率下测试现象的停留时间不应小于 EUT 运行并能够响应所需的时间；停留时间取决于产品。
- 测试期间选择和使用的频率应记录在测试报告中。

7.8.2 静电放电 - 外壳

该测试的目的是评估 EUT 在发生静电放电时按预期运行的能力。本测试适用于无线电设备和相关辅助设备。

该测试应在无线电设备的代表性配置、相关辅助设备或无线电和辅助设备组合的代表性配置上进行。测试方法应符合 CENELEC EN 61000-4-2 第 6、7 和 8 条的要求。

当按照表 7-12 中所示的 ESD 等级进行测试时，EUT 应满足瞬态现象的性能标准 (请参阅节 7.6)。

表 7-12. ESD 等级 - 外壳

ESD 放电类型	ESD 等级	注释
接触放电	± 4KV	静电放电应用于 EUT 的所有暴露表面，除非用户文档明确指出需要采取相应的保护措施 (CENELEC EN 61000-4-2 第 8.3.2 和 8.3.3 条进行了规定)。
空气放电	± 8KV	

7.8.3 快速瞬变 - 共模

该测试的目的是评估 EUT 在其中一个输入/输出端口上出现快速瞬变时按预期运行的能力。该测试应在无线电设备和相关辅助设备的交流电源端口 (如果有) 上进行。如果电缆长度可能超过 3m，则应在无线电设备和相关辅助设备的信号端口、有线网络端口、控制端口和直流电源端口上额外执行此测试。

如果由于不打算与长度超过 3m 的电缆一起使用而未在任何端口上进行该测试，则应在测试报告中包含由于该原因而未进行测试的端口列表。

试验方法应符合 CENELEC EN 61000-4-4 第 7 条和第 8 条的要求。

当按照表 7-13 中所示的要求进行测试时，EUT 应满足瞬态现象的性能标准 (请参阅节 7.6)。

表 7-13. 快速瞬变限制 - 共模

端口类型	测试信号电平
信号端口、有线网络端口 (不包括 xDSL) 和控制端口	重复频率为 5kHz 的 0.5kV 开路电压，如 CENELEC EN 61000-4-4 第 5 条所述。
xDSL 有线网络端口	重复频率为 100kHz 的 0.5kV 开路电压，如 CENELEC EN 61000-4-4 第 5 条所述。
直流电源输入端口	重复频率为 5kHz 的 0.5kV 开路电压，如 CENELEC EN 61000-4-4 第 5 条所述。

表 7-13. 快速瞬变限制 - 共模 (continued)

端口类型	测试信号电平
交流电源输入端口	重复频率为 5kHz 的 1kV 开路电压，如 CENELEC EN 61000-4-4 第 5 条所述。

7.8.4 射频 - 共模

该测试的目的是评估 EUT 在输入/输出端口上存在射频干扰的情况下按预期运行的能力。该测试应在无线电设备和相关辅助设备的交流电源端口（如果有）上进行。如果电缆长度可能超过 3m，则应在无线电设备和相关辅助设备的信号端口、有线网络端口、控制端口和直流电源端口上额外执行此测试。

如果由于不打算与长度超过 3m 的电缆一起使用而未在任何端口上进行该测试，则应在测试报告中包含由于该原因而未进行测试的端口列表。

测试方法应符合 CENELEC EN 61000-4-6 第 6 条和第 8 条的要求。

EUT 在按以下要求进行测试时，应满足连续现象的性能标准（请参阅节 7.6）：

- 测试级别应为 CENELEC EN 61000-4-6 第 5 条中给出的强度级 2，对应于未调制的 3V rms。然后，测试信号应通过 1000Hz 的正弦音频信号将振幅调制到 80% 的深度。如果有用信号调制为 1000Hz，则应使用 400Hz 的测试信号；
- 测试应在 150kHz 至 80MHz 的频率范围内进行，发送器、接收器和双工收发器的排除频段除外（请参阅节 7.4）；
- 对于接收器和发送器，步进频率增量应为 150kHz 至 80MHz 频率范围内瞬时频率的 1% 频率增量；
- 应根据基本标准 CENELEC EN 61000-4-6 第 7 条选择要使用的注入方法；
- 在离散频率上发生的接收器或收发器接收器部分的响应是窄带响应（杂散响应），在测试中不予考虑；
- 每个频率下测试现象的停留时间不应小于 EUT 运行并能够响应所需的时间；
- 测试中选择和使用的抗扰度测试信号的频率应记录在测试报告中。

7.8.5 车辆环境中的瞬变和浪涌

该测试的目的是评估 EUT 在车辆环境中其直流电源输入端口上出现瞬变和浪涌时按预期运行的能力。这些测试应在移动无线电设备和辅助设备（也用于车辆上的移动用途）的标称 12V 和 24V 直流电源电压输入端口上进行。这些测试应在移动无线电设备的代表性配置、相关辅助设备或无线电和辅助设备组合的代表性配置上进行。

测试方法应符合适用于 12V 直流和 24V 直流供电的设备的 ISO 7637-2 [20] 第 4 条。测试方法应符合 ISO 7637-2 [20] 第 4 条，施加脉冲 1、2a、2b、3a、3b 和 4 并使用抗扰度测试级别 III。在进行 EMC 测试时，施加 10 次脉冲 1、2a、2b 和 4 即可，并且每次施加 20 分钟测试脉冲 3a 和 3b。

EUT 应符合表 7-14 中所示的性能标准限制。

表 7-14. 车辆环境中的瞬变和浪涌限制

施加的脉冲类型	性能标准
脉冲 3a 和 3b	应适用连续现象（请参阅第 7.6 节）。
脉冲 1、2a、2b 和 4	应适用瞬态现象（请参阅第 7.6 节），但在 EMC 暴露期间不需要维护通信链路并且可能必须重新建立通信链路的情况除外。

7.8.6 电压骤降和中断

该测试的目的是评估 EUT 在交流电源输入端口出现电压骤降和中断时按预期运行的能力。该测试应在无线电设备和相关辅助设备的交流电源端口（如果有）上进行。

该测试应在无线电设备的代表性配置、相关辅助设备或无线电和辅助设备组合的代表性配置上进行。

测试方法应符合 CENELEC EN 61000-4-11 第 8 条，或者对于要求电源电流大于 16A 的设备，应使用 CENELEC EN 61000-4-34 第 8 条。

设备应符合表 7-15 中所示的性能标准限制。

表 7-15. 电压骤降和中断限制

施加的电压类型	测试级别	性能标准
电压骤降	<ul style="list-style-type: none"> 电压骤降：在 0.5 个周期内具有 0% 的残余电压； 电压骤降：在 1 个周期内具有 0% 的残余电压； 电压骤降：在 25 个周期内具有 70% 的残余电压（频率为 50Hz） 	应适用瞬变现象（请参阅节 7.6）。
电压中断	电压中断：在 250 个周期内具有 0% 的残余电压（频率为 50Hz）。	<ul style="list-style-type: none"> 在设备配备或连接到备用电池的情况下，应适用瞬态现象的性能标准（请参阅节 7.6）。 如果设备仅由交流电源供电（不使用并联备用电池），易失性用户数据可能已丢失，如果适用，则无需维护通信链路，损失的功能应可由用户或操作员进行恢复。 测试结束时不应出现任何意外响应。 如果功能损失或用户存储数据丢失，则该事实应记录在测试报告中。

7.8.7 浪涌

该测试的目的是评估 EUT 在交流电源输入端口和有线网络端口出现浪涌时按预期运行的能力。该测试应在无线电设备和相关辅助设备的交流电源端口（如果有）上进行。该测试应在有线网络端口（如果有）上额外执行。

该测试应在无线电设备的代表性配置、相关辅助设备或无线电和辅助设备组合的代表性配置上进行。

测试方法应符合 CENELEC EN 61000-4-5 第 7 条和第 8 条的要求。

当按照表 7-16 所示的测试级别限制进行测试时，设备应满足瞬态性能标准。

表 7-16. 浪涌限制

端口类型和连接	测试信号电平
有线网络端口 - 连接到室外电缆（用于对称操作）	测试信号电平应为 CENELEC EN 61000-4-5 第 5 条中给出的 1kV（施加线路至接地信号），并使用 CENELEC EN 61000-4-5 第 6.2 条中定义的 10/700us 脉冲。 浪涌发生器的总输出阻抗应符合基本标准 CENELEC EN 61000-4-5 第 6.1 和 6.2 条。
有线网络端口 - 连接到室外电缆（用于非对称操作）	测试信号电平应为 CENELEC EN 61000-4-5 第 5 条中给出的 0.5kV（施加线路至接地信号或屏蔽层至接地信号），并使用 CENELEC EN 61000-4-5 第 6.1 条中定义的 1.2/50us 脉冲。 浪涌发生器的总输出阻抗应符合基本标准 CENELEC EN 61000-4-5 第 6.1 和 6.2 条。
有线网络端口 - 连接到室内电缆（超过 30 米）	测试信号电平应为 CENELEC EN 61000-4-5 第 5 条中给出的 0.5kV（施加线路至接地信号或屏蔽层至接地信号），并使用 CENELEC EN 61000-4-5 第 6.1 条中定义的 1.2/50us 脉冲。 浪涌发生器的总输出阻抗应符合基本标准 CENELEC EN 61000-4-5 第 6.3 条。
电源端口	测试信号电平应为 CENELEC EN 61000-4-5 第 6.3 条中给出的 2kV（施加线路至接地信号）和 1kV（施加线路至线路信号），并使用 CENELEC EN 61000-4-5 第 6.2 条中定义的 1.2/50us 脉冲。 在电信中心中，测试信号电平应为 CENELEC EN 61000-4-5 第 6.3 条中给出的 1kV（施加线路至接地信号）和 0.5kV（施加线路至线路信号），并使用 CENELEC EN 61000-4-5 第 6.2 条中定义的 1.2/50us 脉冲。 浪涌发生器的总输出阻抗应符合基本标准 CENELEC EN 61000-4-5 第 6.3 条。

8 IEC 62368-1

IEC 62638-1 是针对欧盟和北美的音频/视频 (AV)、信息和通信技术设备 (ICT) 的基于危险的产品安全标准。这是一项新标准，旨在取代即将失效的适用于 ICT 设备的 IEC 60950-1 和适用于 AV 设备的 IEC 60065。

欧美机构已协调日期 2020 年 12 月 20 日，从该日期起，IEC 60950-1 和 IEC 60065 标准将被撤销，**IEC 62368-1** 将生效。这有助于制造商从即将失效的 IEC 60950-1 和 IEC 60065 过渡到新标准 **IEC 62368-1**。

在欧盟，在 2020 年 12 月 20 日的协调日，参考即将失效的标准 IEC 60950-1 和 IEC 60065 的指令符合推定也将停止，此时将撤销即将失效的标准并过渡到新标准 **IEC 62368-1**。符合 IEC 60950-1 或 IEC 60065 的现有产品将根据新标准 **IEC 62368-1** 进行重新调查，以获得重新认证。

在北美，协调日期 2020 年 12 月 20 日是 UL 生效日期。UL 将继续进行过渡，新提交的认证申请将根据 **IEC 62368-1** 进行调查，但通过旧标准认证的现有产品不会接受行业档案评审 (IFR)。

8.1 安全要求

IEC 62638-1 标准适用于音频、视频、信息和通信技术领域内的电气和电子设备以及额定电压不超过 600V 的家用或专业用途商用和办公机器的安全。该标准的应用旨在降低在正常条件下或异常条件下由于电击、火灾、烧伤、机械、辐射、化学等危险而造成的伤害和损坏风险。该标准的要求旨在为人员和设备周围提供保护。安全要求非常详尽。**表 8-1** 展示了一些主要类别要求。每个类别下都有许多子要求。有关详细的要求和合规性标准，请参阅 **IEC 62638-1** 标准。

表 8-1. 安全要求 - 主要类别

类别要求	IEC 62368-1 的条款	符合标准
常规	4	请参阅 IEC 62638-1
电致伤害	5	请参阅 IEC 62638-1
电致火灾	6	请参阅 IEC 62638-1
有害物质造成的伤害	7	请参阅 IEC 62638-1
机械伤害	8	请参阅 IEC 62638-1
热烧伤	9	请参阅 IEC 62638-1
辐射	10	请参阅 IEC 62638-1

9 EN 62311

EN 62311 适用于没有适用于有关人体暴露于电磁场的专用产品标准或产品系列标准的电子和电气设备。它涵盖具有专门或非专门的散热器及其组合的设备。该标准提供了相关评估方法和标准，用于评估设备对人与电场、磁场和电磁场相关的暴露限制。覆盖的频率范围为 0Hz 至 300GHz。

9.1 EN 62311 的要求和限制

设备应符合关于限制公众暴露于电磁场 (0Hz 至 300GHz) 的 **理事会建议 99/519/EC** (1999 年 7 月 30 日的官方期刊 L199) 规定的基准水平限制和基本限制。

表 9-1 展示了 **理事会建议 99/519/EC** 附件 III 规定的基准水平限制。如果测量值的数量大于基准水平，则不一定表明已超出基本限制。在这种情况下，应评估暴露水平是否低于基本限制。

表 9-1. 电场、磁场和电磁场的基准水平

频率范围	E 场强度 (V/m)	H 场强度 (A/m)	B 场 (μ T)	等效平面波功率密度 Seq (W/m ²)
0-1Hz	—	3.2×10^4	4×10^4	—
1-8Hz	10000	$3.2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	—
8-25Hz	10000	4000/f	5000/f	—
0.025-0.8 kHz	250/f	4/f	5/f	—
0.8-3 kHz	250/f	5	6.25	—
3-150 kHz	87	5	6.25	—
0.15-1 MHz	87	0.73/f	0.92/f	—
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	0.73/f	0.92/f	—
10-400 MHz	28	0.073	0.092	2
400-2000 MHz	$1375 \times f^{1/2}$	$0.0037 \times f^{1/2}$	$0.0046 \times f^{1/2}$	f/200
2-300 GHz	61	0.16	0.20	10

表 9-2 展示了 **理事会建议 99/519/EC** 附件 II 规定的基本限制。只应在测量值的数量大于 **表 9-1** 中显示的基准水平时估暴露水平是否低于基本限制。

表 9-2. 电场、磁场和电磁场的基本限制

频率范围	磁通密度 (mT)	电流密度 (mA/m ²) (rms)	全身平均 SAR (W/kg)	局部 SAR (头部和躯干) (W/kg)	局部 SAR (四肢) (W/kg)	功率密度, S (W/m ²)
0 Hz	40	—	—	—	—	—
> 0 - 1Hz	—	8	—	—	—	—
1 - 4Hz	—	8/f	—	—	—	—
4 - 1000Hz	—	2	—	—	—	—
1000Hz - 100KHz	—	f/500	—	—	—	—
100 kHz - 10 MHz	—	f/500	0.08	2	4	—
10 MHz - 10 GHz	—	—	0.08	2	4	—
10 - 300 GHz	—	—	—	—	—	10

10 参考文献

1. ETSI EN 300 440 V2.2.1 (2018-07)
2. ETSI EN 300 328 V2.2.2 (2019-07)
3. ETSI EN 301 893 V2.1.1 (2017-05)
4. ETSI EN301 489-1 V2.2.1 (2019-03)
5. ETSI EN 301 489-17 V3.2.2 (2019-12)
6. ETSI EN 300 761-2 V1.1.1 (2001-06)
7. ETSI EN 300 683 V1.2.1 (1999-07)
8. IEC 62368-1
9. ERC 建议 70-03
10. ECO 文档数据库
11. RED (无线电设备指令)
12. CENELEC EN 55032
13. CENELEC EN 50561-1
14. CENELEC EN 50561-3
15. CENELEC EN 61000-6
16. ETSI TR 101 651
17. ISO 7637-2
18. IEC 61000-3
19. CENELEC EN 61000-4
20. ISO 7637-2
21. EN 62311
22. 理事会建议 1999/519/EC
23. 第 765/2008 号法规 (EC)
24. 法规 (EU) 2017/1354

11 修订历史记录

Changes from Revision * (April 2020) to Revision A (October 2022)

Page

重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2022，德州仪器 (TI) 公司