

国家无线电监测中心检测中心(SRTC)

北京； 2016年1月8日

短距离设备国际， 区域和国家标准

You may look at [International, Regional & National Regulation of SRDs](#) at ITU Workshop on SRDs, Geneva 3 June14

The presentation is useful for Chinese exporters & importers

Dr. Haim Mazar; Vice Chair [ITU-R Study Group 5](#) (Terrestrial Services)

h.mazar@atdi.com & mazar@ties.itu.int

<http://mazar.atwebpages.com/> & <http://www.haim-mazar.com/>

定义

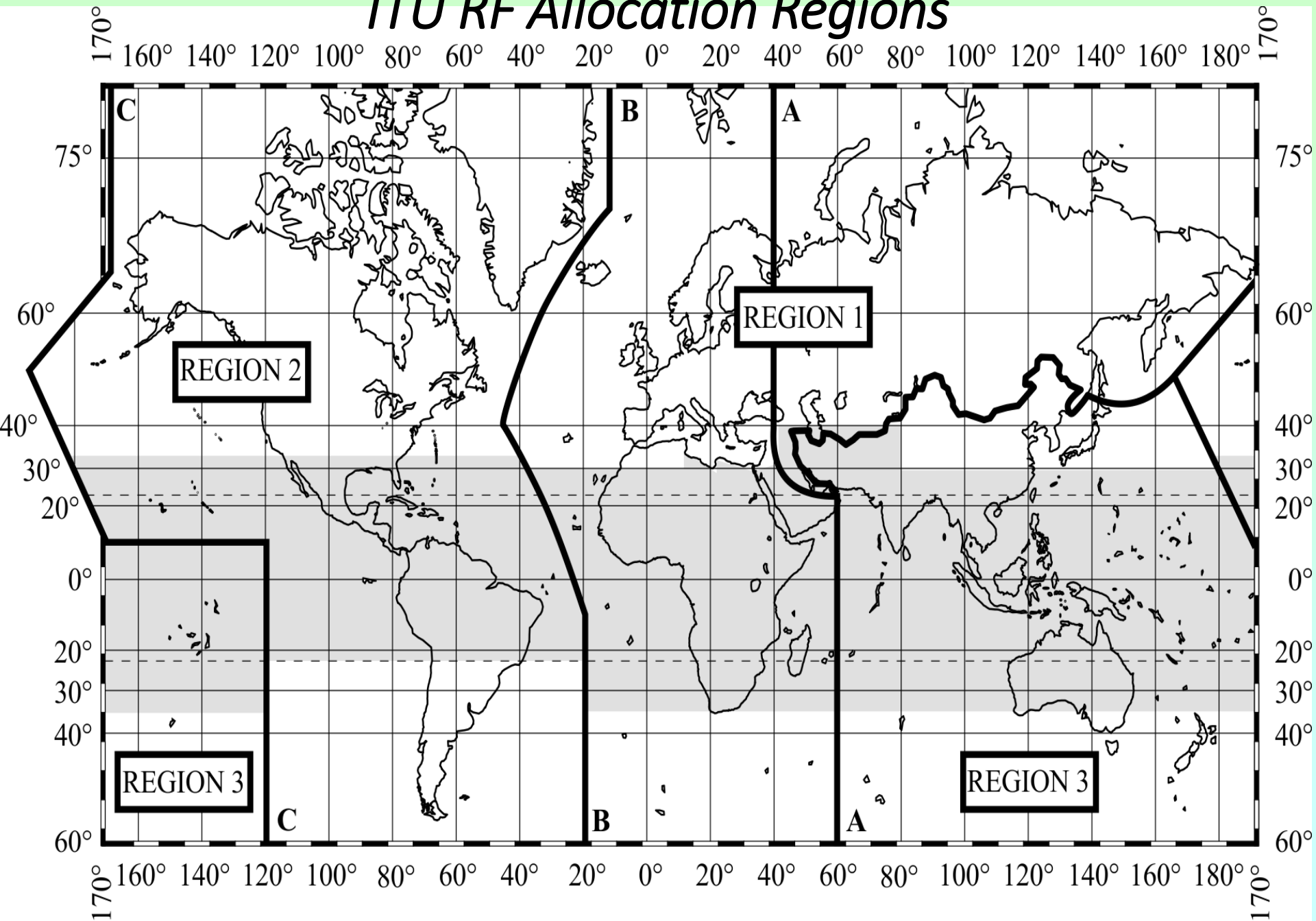
- 短距离设备的规管框架是一个国家性事务
- 短距离设备不是一个基于ITU无线电协议下的射频设备，因此它不能获得主要或者次要的定位
- 短距离设备发送的信号不是在RR分配下的某个相应频率
- 就像RR中定义的那样，短距离设备不是一个ISM应用
- 短距离设备包括了无线电发射机，提供了单向或者双向的通信，具有低干扰的特点
- 对于短距离设备而言，个人许可证通常是不需要的
- 短距离设备被允许工作在一个非相干和非保护的基础环境上
- 通常情况下短距离设备不能要求无线电服务的保护
- 短距离设备部署在指定的或者未指定的ISM应用频带上

ISM频带:RR

6 765-6 795 kHz	(中心频率 6 780 kHz)	FN 5.138
13 553-13 567 kHz	(中心频率 13 560 kHz)	FN 5.150
26 957-27 283 kHz	(中心频率 27 120 kHz)	FN 5.150
40.66-40.70 MHz	(中心频率 40.68 MHz)	FN 5.150
433.05-434.79 MHz	(中心频率 433.92 MHz) 在区域1	FN 5.138
902-928 MHz	(中心频率 915 MHz) 在区域2	FN 5.150
2 400-2 500 MHz	(中心频率 2 450 MHz)	FN 5.150
5 725-5 875 MHz	(中心频率 5 800 MHz)	FN 5.150
24-24.25 GHz	(中心频率 24.125 GHz)	FN 5.150
61-61.5 GHz	(中心频率 61.25 GHz)	FN 5.138
122-123 GHz	(中心频率 122.5 GHz)	FN 5.138
244-246 GHz	(中心频率 245 GHz)	FN 5.138

短距离设备部署在指定的或者未指定的ISM应用频带上，ISM频带是充分条件但是并不必要，SRD频带不等于ISM频带

ITU RF Allocation Regions



SRDs 频带

Global

Only in Europe

Only in Americas

ISM bands

6,780 kHz; 13,560 kHz

27,120 kHz; 40.68 MHz

433.92 MHz

915 MHz

2,450 MHz; 5,800 MHz

24.125 GHz; 61.25 GHz

122.5 GHz ; 245 GHz

9-148.5 kHz; 3,155-3,400 kHz

9 kHz- 47 MHz (specific SRDs)

7,400-8,800 kHz

138.20-138.45 MHz

169.4-216 MHz

312-315MHz (non Europe)

402-405 MHz medical devices

470-489 MHz (normally individually licensed)

823-832 MHz and 1,785-1,805 MHz

862-875 MHz in some Asian counties

862-876MHz Non-Specific SRDs

915-921 MHz (in some countries)

5,150-5,350 & 5,470-5,725 MHz

57-64GHz, 76-77GHz, 77-81GHz

SRD中的非ISM候选频带

mazar@ties.itu.int

标准化统一是我国文化的一部分

规范, 拉丁语的衍生词(*rēgula* rule);
在希伯来语中写作Regel גלגל; 以法律
为基础

标准一词来源于英格鲁诺曼语
estaundart, 首先出现在战场上, 目的
是使军队团结一致

ITU 副秘书长, Malcolm Johnson说, 一系列
普通的标准就像宇宙的语言, 它将人类,
商业, 职能, 经济和社会统一在一起。在
一个不断变复杂的世界里, 标准使得事情
变得更加简单。

标准化的重要性: 秦朝在公元前221-
206年实施社会标准化: 统一书写语言,
货币, 度量衡

秦始皇



西安, 陕西

SRDs标准化统一分为三个主要阵营：欧洲，北美和亚洲

- FCC15节：免执照设备vs短距离设备

FCC 15节开始编写于1938年，受到欧洲SRD概念的激发(~1990)以及ERC/REC [70-03](#)的影响. 在美国和加拿大大部分射频设备都是支持SRD的。

欧洲允许低功率发射：例如e.i.r.p. 0.1W 到 4W 在2.4 GHz

欧洲将宽带数据传输约束在5150–5350 MHz，仅限于室内使用；欧盟R&TTE (现在的RED) 的约束更加宽泛：事前FCC认证; 通行证; 事后测试。不同过程更新了 [70-03](#) 和15节

[R&TTE](#) 为市场应用提供了规范。在 16/4/2014，EU接受了一系列关于放置无线电设备及应用服务的条例，对于EU成员国有两年的时机来调整自己的法律来适应新的规范([RED](#)) ([2014/53/EU](#))，条例将于2016年6月13日生效。

在美国的市场应用：任何15节中的无线电设备发射机都要测试和认证后再销售有两种途径来获得认证：证明&验证

亚太地区可用来协调SRDs 的RF频带, 基于 [APT/AWG/REP-35](#) 表 2

Frequency band	Typical Application	Remarks
402-405 MHz	医学植入	APT REC-05
433.05-434.79 MHz	RFID	APT REP-07
862-960 MHz	RFID	APT REC-03
5,150-5,350 MHz	WLAN	APT REC-06
5,470-5,725 MHz	WLAN	APT/REP-35
76-77 GHz	汽车雷达	APT REP-07

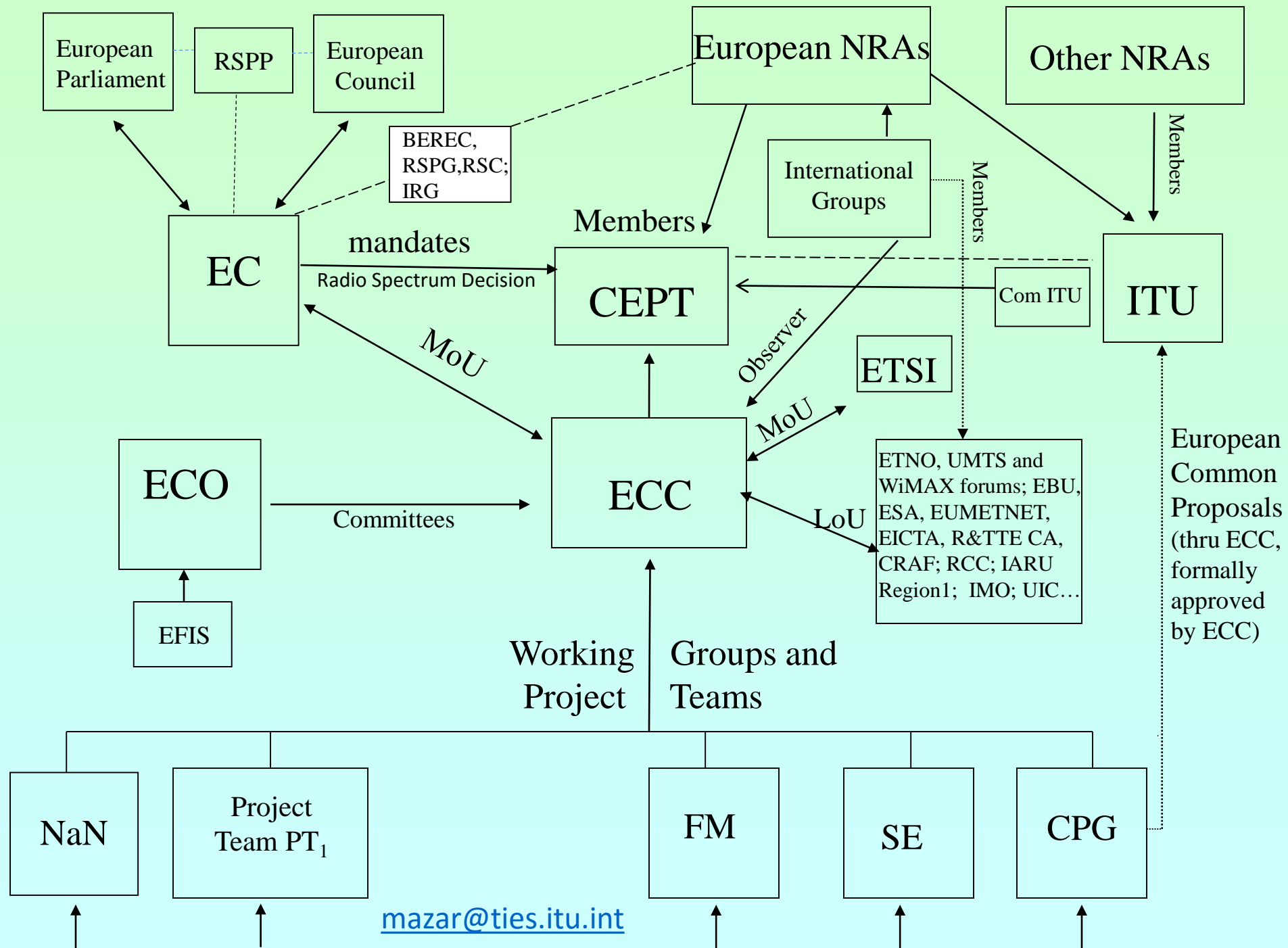
日本 & 韩国, 最大场强, 3 m

频带宽度	场强($\mu\text{V}/\text{m}$)
$f \leq 322 \text{ MHz}$	500
$322 \text{ MHz} < f \leq 10 \text{ GHz}$	35
$10 \text{ GHz} < f \leq 150 \text{ GHz}$	$3.5 \times f(\text{GHz})^*$

*最大场强为 $500 \mu\text{V}/\text{m}$; 因此, 超过 143GHz 时场强固定为 $500 \mu\text{V}/\text{m}$

适用于某些政府或地区的一般技术要求

一般频带	国家/区域	特定RF频带	发射功率	天线增益	
2.4 GHz band	USA	2,400-2,483.5	1,000	0-6 dBi (Omni)	
	Canada		4 W e.i.r.p.	N/A	
	Europe		100 mW (e.i.r.p.)	N/A	
	Japan	2,471-2,497 2,400-2,483.5	10 mW/MHz 10 mW/MHz	0-6 dBi (Omni) 0-6 dBi (Omni)	
5 GHz band	USA	5,150-5,250	50mW; 2.5 mW/MHz	0-6 dBi (Omni)	
		5,250-5,350	250mW; 12.5mW/MHz	0-6 dBi (Omni)	
		5,470-5,725	250mW; 12.5mW/MHz	0-6 dBi (Omni)	
		5,725-5,850	1,000mW; 50.1mW/MHz	0-6 dBi (Omni)	
	Canada	5,150-5,250	200 mW e.i.r.p.; 10 dBm/MHz e.i.r.p. 250 mW; 12.5 mW/MHz; (11 dBm/MHz) 1,000 mW e.i.r.p. 250 mW; 12.5 mW/MHz (11 dBm/MHz) 1,000 mW e.i.r.p. 1,000 mW; 50.1 mW/MHz		
		5,250-5,350			
		5,470-5 725			
		5,725-5,850			
	Europe	5,150-5,250	200 mW (e.i.r.p.); 10 mW/MHz (e.i.r.p.) 200 mW (e.i.r.p.); 10 mW/MHz (e.i.r.p.) 1,000 mW (e.i.r.p.); 50 mW/MHz (e.i.r.p.)		
		5,250-5,350			
5,470-5,725					
Japan	4,900-5,000	250 mW 50 mW/MHz 10 mW/MHz (e.i.r.p.) 10 mW/MHz (e.i.r.p.) 50 mW/MHz (e.i.r.p.)	13 N/A N/A N/A		
	5,150-5,250				
	5,250-5,350				
	5,470-5,725				
57-66 GHz	Europe	57-66 GHz	40 dBm (e.i.r.p.); 13 dBm/MHz (e.i.r.p)	N/A	



美国国家频谱管理架构

总统

• 1934 通信法案

国会

NTIA

联邦用户

国防部

第一响应者

法律实施 & 安全运输：陆上，
航空 & 海上

科学和空间

其他服务

FCC

非联邦用户

商业

国家和地方政府

娱乐业

商业广告

私人业务

互相协调

咨询

Interdepartment Radio Advisory Committee (IRAC)

Chaired by NTIA ; 19 Federal agencies represented

联络

See also [National Spectrum Management](#) at [ARRL](#) and <https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/sf09401.html> websites

19 federal agencies in IRAC; + FCC as Observer

ISM设备应用, ISM频带内或带外

Frequency	Applications
Below 1,000 kHz	感应加热; 超声波清洗和内科诊断学; 电磁炉; 金属熔炼; 方钢加热; 焊管; 焊接和钎焊; 元器件加热; 点焊; 选择性表层加热; 分解金属零件; 半导体结晶和精炼; 缝压焊和汽车表面处理; 包装密封; 加热带钢镀锡, 低温退火油漆; 电子手术器械包(ESU); 过高热设备
1-10 MHz	外科透热 (挫伤波振荡器); 木材胶合木固化 (3.2和6.5 MHz); 阀感应发电机生产半导体材料; 射频电弧稳定焊接; ESU
10-100 MHz	介质加热和材料预热。大多数工作在ISM射频频带13.56、27.12和40.68兆赫, 但也有许多操作在ISM频段外的频率): 干燥 (纺织、玻璃、纸和涂布纸、胶合板、木材、铸造芯、胶水、膜、溶剂、食品)、陶瓷、商业产品 (书籍、论文、涂胶干燥), 食品 (烘焙后, 鱼和肉解冻), 木胶, 塑料加热 (焊接成型, 模具密封和塑料压花), 胶粘剂的固化。医疗应用: 医用电疗、热疗设备 (27兆赫)、MRI (10-100兆赫大型屏蔽室)
100-915 MHz	医学应用 (433 MHz), 在热疗中的设备 (433 MHz和915); 食品加工 (915MHz射频等离子体); 发电机; 硫化橡胶 (915 MHz); MRI
Above 915 MHz	微波炉国内商业 (915 MHz和2450 MHz), 食品回火, 解冻和烹调; 射频紫外线涂料固化; 药品加工; 射频等离子体发生器; 橡胶硫化 (磁控管在915和2450 MHz)

典型应用

1. 宽带数据传输: RLAN/Wi-Fi, UWB, White Space Devices (在美国, 白空间设备工作在一个未保护无干扰的基础环境上), Wideband Low Activity Mode (WLAM), short range video
2. 射频识别(RFID), 医学移植, 健康指导, 个人认证, 归纳系统, 近距离传感器
3. 汽车门锁器, 交通信息管理(TTT), 养路费收取, 自动距离认证(AMR), 路灯控制系统, 铁路应用, 车辆定位
4. 后勤学, 牲畜, 电子文章监督(EAS)
5. 无线电测定: Automotive Short Range Radar (SRR), RF level gauges, radar sensor, Level Probing Radar (LPR)
6. 近场通信(NFC) 语音识别: 步话机, 婴儿监视器, 遥控装置, 无线电耳机, 无线扬声器和电话, 听觉缺陷帮助, 失声患者信息收集
7. 遥测技术, 追踪技术, 追踪和数据采集, 模型控制, 家庭自动化, 汽车应用, 传感器监测
8. 警报, 社会安全警报, 防盗技术

RFID技术，一个典型的SRD

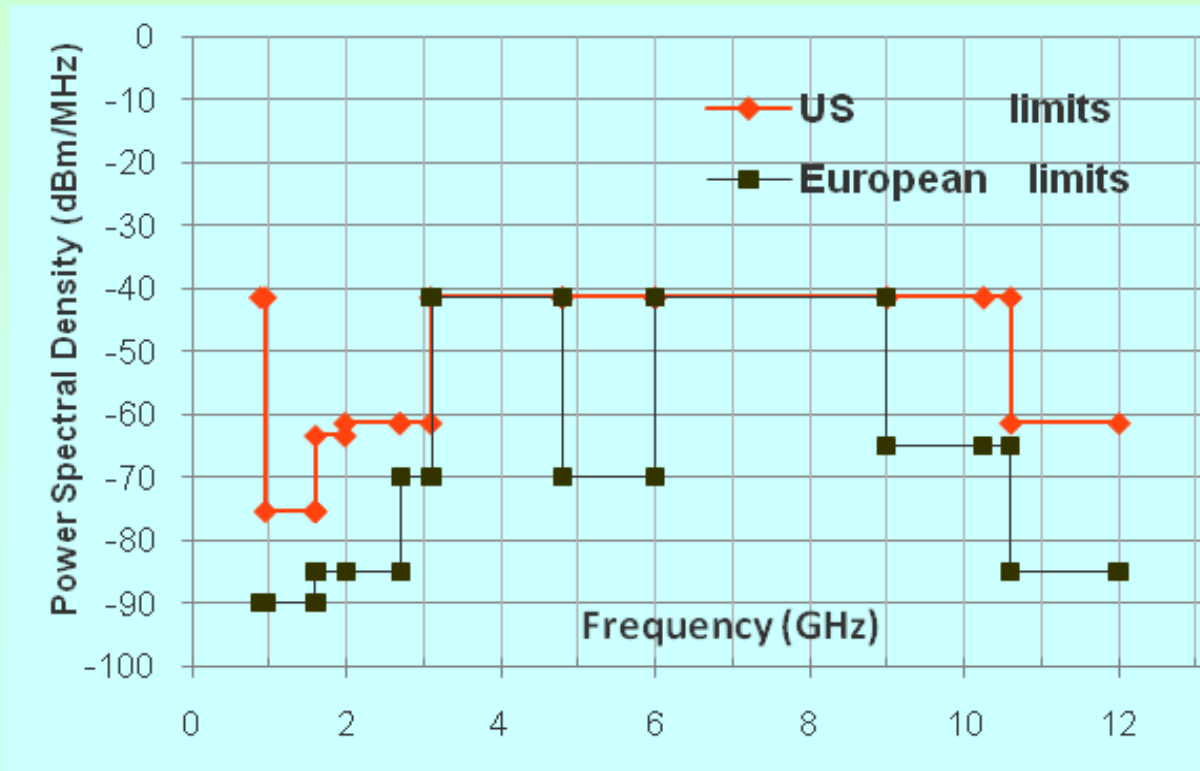
1. RFID是由英国空军在二战期间研究出来用于识别敌人的飞行器：识别，敌人还是朋友 (IFF)
2. RFIDs 由转换器和标签组成
3. 许多种RFIDs，取决于电源，RF & functionality
4. 3种类型：被动，半自动和自动
 - 1) 被动：无内部功率，电感耦合或短距离反向传播，无限生命周期
 - 2) 半自动：类似于自动，但是用电池给电子组件供电
 - 3) 自动：电池供电 包括主动发射机；大范围，长距离，短生命周期
5. 近些年RFIDs技术的进步：
 - 1) RTLS (实时定位系统)：为认证和数据传输增加定位功能，利用三角测量和其他技术
 - 2) 5.9GHz DSRC：“Wi-Fi for cars” 更高数据传输速率和低延时 V2V (车到车) and V2I (车到基站) 通信

无线能量传输(WPT) as SRD (中国)

- ITU [RR](#) No. 1.15 *ISM* 应用：设备操作和应用旨在使用本地无线电频率能量用于工业，科技，医学，国务或者其他相似的目的，**不包括在通信领域的应用**
- WPT 没有数据通信(例如蓝牙和ZIGBEE)是ISM，可能应用于全部ISM频带
- 使用WPT功能的设备可以被认为是一种其他类型的SRD(CISPR/1302/INF; 2015-03-20)
- WPT仅当用于通信时是SRD
- 美国对无线电设备进行了分离在 [FCC 15节](#)，约束ISM的内容在[FCC 18节](#)

UHF RFID: 美国对比欧洲

	RF band (MHz)	Max e.i.r.p. power (Watts)	Channels (kHz)	Total RF BW(MHz)	Approval process
Europe	865-868	up to 2 (e.i.p.) x 1.64=3.28	15 x 200	3	<u>R&TTE</u>
Americas	902-928	4*	52 x 500	26	US tests every RFID



UWB emission masks in Europe and the US

Differences up to 49 dB@900-960MHz

Europe allowed UWB in 2005, US in 2001

SRDs & 智能可持续世界, 城市, 家庭, 汽车; 物联网

SRDs 提供了 ICT's 重要基础设施 & 智能可持续发展城市的链接



Source: ITU-T Report 2014 [EMF Considerations in Smart Sustainable Cities](#)

典型新兴技术: Z-Wave

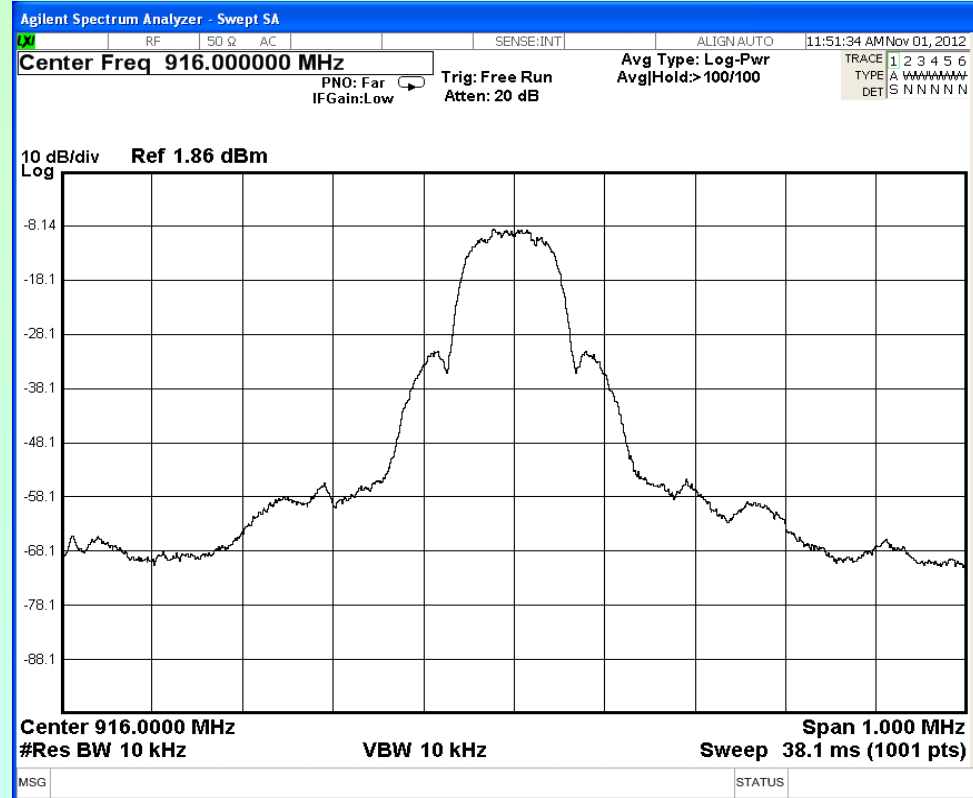
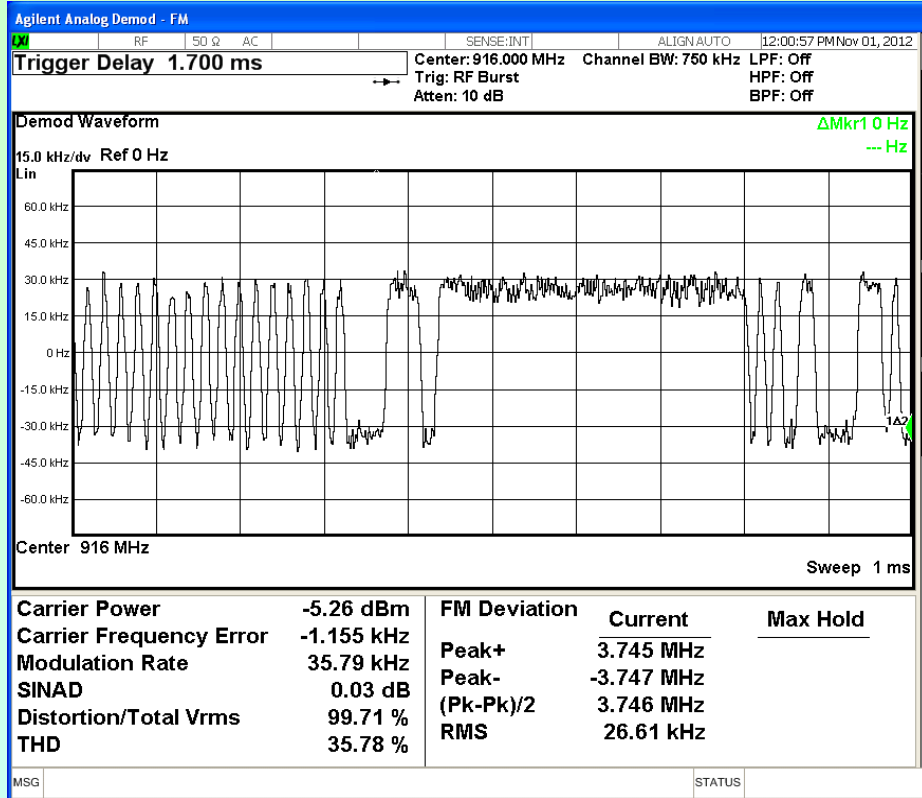


主要设计用来远程控制, 烟雾报警和安全传感

- Z-Wave 使用单一频率FSK
- 数据速率提升至100 Kbps; 不像 IEEE 802.11
- 用户和设备之间的距离最高100 ft

Country/Region	Standard	Z-Wave RF
Australia	AS/NZS 4268	921.4 MHz
Brazil	ANATEL Resolution 506	921.4 MHz
CEPT	EN 300 220	868.4 MHz
Chile	FCC CFR47 Part 15.249	908.4 MHz
China	CNAS/EN 300 220	868.4 MHz
Hong Kong	HKTA 1035	919.8 MHz
India	CSR 564 (E)	865.2 MHz
Israel	MoC Wireless Act	915-917 MHz
Japan 950 (obsolete by end of 2015)	ARIB T96	951-956 MHz
Japan 920 (since Feb 2012)	ARIB STD-T108	922-926 MHz
Malaysia	SKMM WTS SRD/EN 300 220	868.1 MHz
Mexico	FCC CFR47 Part 15.249	908.4 MHz
New Zealand	AS/NZS 4268	921.4 MHz
Russia	GKRCh/EN 300 220	869.0 MHz
Singapore	TS SRD/EN 300 220	868.4 MHz
South Africa	ICASA/EN 300 220	868.4 MHz
Taiwan	NCC/LP0002	922-926 MHz
UAE	EN 300 220	868.4 MHz
USA/Canada	FCC CFR47 Part 15.249	908.4 MHz

新技术，抗干扰性能增强



SRD 用来追踪(在保护区) 短指蛇鹰



© Guilad Friedemann

保护秃鹰



Rec. [SM.1896](#) 附录1: 全球SRDs射频协调

RF Range	Remarks
9-148.5 kHz	Inductive SRD applications
3 155-3 400 kHz	Inductive SRD applications RR No. 5.116
6 765-6 795 kHz	Inductive SRD applications ISM band (RR No. 5.138) Centre frequency 6 780 kHz
13.553- 13.567 MHz	Inductive SRD applications; ISM band (RR No. 5.150); Centre frequency 13.560 MHz; Level of side band suppression is dependent on national regulations
26.957- 27.283 MHz	Inductive SRD applications/non-specific SRDs; ISM band (RR No. 5.150); Centre frequency 27 120 kHz
40.66-40.7 MHz	ISM频段(RR No. 5.150); 中心频率40.68 MHz
2 400-2 500 MHz	ISM频段(RR No. 5.150);中心频率2 450 MHz
5 725-5 875 MHz	ISM频段(RR No. 5.150);中心频率5 800 MHz
24.00-24.25 GHz	ISM频段(RR No. 5.150);中心频率24.125 GHz
61.0-61.5 GHz	ISM频段(RR No. 5.138);中心频率61.25 GHz
122-123 GHz	ISM频段(RR No. 5.138);中心频率122.5 GHz
244-246 GHz	ISM频段(RR No. 5.138);中心频率245 GHz

计算电磁场

- 对于低于30MHz的射频信号，功率限制通常转化为了10m的磁场强度；见Rec. [70-03](#)。磁场强度的单位是A/m。同时也可以表示为 $\mu\text{A/m}$ or $\text{dB}(\mu\text{A/m})$ 。在1000MHz以下，有效辐射功率将被使用。[70-03](#) 使用对数 $\text{dB} \mu\text{A/m}$ 衡量10m磁场。全局使用 $\text{dB} \mu\text{A/m}$ 单位表明受到了 [70-03](#) 的影响；例如APT报告[APT/AWG/REP-07](#)中的前两行
- 大部分美国FCC标准47 CFR发射约束15节都对场强进行了详细约束；数字单位V/m，mV/m 和 $\mu\text{V/m}$ ；并不是对数单位 dB V/m ， dB mV/m 或者 $\text{dB} \mu\text{V/m}$ ；主要在3 m的距离；30 m (在 490 到 30,000 kHz) 和300 m (在 9 到 490 kHz) 使用。日本，韩国，一些拉丁美洲国家和许多其他国家遵循这种SRD协议；这全是受到15节的影响。
- [70-03](#) $\text{dB}(\mu\text{A/m})$ @ 10 m:

$$|\vec{h}| = \sqrt{\frac{erp \times 1.64}{480\pi^2 d^2}} = \frac{\sqrt{erp}}{53.75 \times d}$$

$$H(\text{dB} \mu\text{A/m}) = ERP(\text{dBm}) - 20 \log d(\text{m}) + 55.38$$

- [15节](#) @ $d = 3 \text{ m}$ 等于

$$ERP(\text{dBm}) = H(\text{dB} \mu\text{A/m}) - 35.38$$

$$e = \frac{\sqrt{30 \times eirp}}{d} = \frac{\sqrt{30 \times eirp}}{3} = \sqrt{\frac{eirp}{0.3}}$$

$$eirp(\text{W}) = 0.3 \times e^2(\text{v/m})$$

调整SRDs

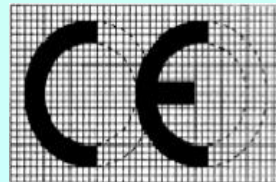
- 定义：射频带，功率，频带空间 & 减缓需求
- 减少干扰：室内，全内置天线，占空比和活动因子，动态频率选择(DFS)，自适应频率捷变(AFA)，对话前监听(LBT)，载波传感(CS)和冲突检测(CD)，发射功率控制(TPC)，一次性可编程(OTP)，频谱扩展技术：调频扩展频谱(FHSS)
- 风险：降低射频功率和频带宽度可能会阻碍新技术的引进。
- 优势：更多的射频资源可以开放给市民，更多的SRD射频功率和带宽资源将增加新技术和服务的发展速度。更多射频资源，并且在射频领域将产生更少阻塞和更少的“公共悲剧”。
- 第一个响应者会使用未受保护的RF频带吗？
- SRDs是未受保护的！顾客留心，一经出售概不负责。
- 不需要对非活动的RFID进行调解：法律不计较琐碎的事

市场应用，认证和标签

- SRDs 移动跨越了边界。管理机构应当规定如何放置SRDs并且给予相应标签
- SRDs的标签表示了它对相关国际，区域和国家法规的一致性。
- 大多数管理机构要求至少商标或者批准机关的名字是被贴标签的，连同认证号一起。
- 管理机构可在其他国家/地区的认可测试实验室认可的测试实验室的国家/地区之间建立相互协议
- 为了在飞机上使用SRDs(像WIFI一样)，监管部门可能需要允许其在一些特殊条件下使用；然而，为了航空安全考虑，保守派认为在SRDs应用于航空领域之前，飞机制造商或飞机所有者应该明确相关权利，等同于国际民航组织的责任，包括相关政府部门。
- 使用相关规范来降低SRDs进入市场的难度

欧洲的SRD标签

- R&TTE (现在的RED) 条例12 规定, 任何其他的标识可以被贴到设备上提供CE-marking的可视性和易读性将不会因此减少
- TCE-marking将被放置在产品上或者贴在包装上, 包括说明文档。CE标识将由开始的CE格式组成。



欧洲的SRD标签(合同)

- CE marking 表示遵守欧盟法律，并且使产品在欧洲范围内自由转移成为可能。通过一个CE marking制造商表明，产品达到了所有法律要求的CE marking标准，并且产品可以通过欧洲经济区域 (EEA, 28 Member States of the EU & 欧洲自由贸易协会 (EFTA) countries Iceland, Norway, Liechtenstein) 进行销售
- 标签表明了设备操作要依据特定的要求进行

市场应用: 欧洲

- ETSI已经发展了协调欧洲的主要SRDs设备标准。其他技术规格标准可以通过[R&TTE](#)直接提供的用于市场的框架来获得。
- [R&TTE](#) 文献4.1 定义了两类设备； EC [Commission Decision 2000/299/EC](#) 确定了文章中的两类
- 在14年4月16日， EU接受了一系列关于放置无线电设备及应用服务的条例，对于EU成员国有两年的时机来调整自己的法律来适应新的规范([RED](#)) ([2014/53/EU](#))， 条例将于2016年6月13日生效。这意味着现行的无线电通信设备协议将在那时废止

市场应用：美国

- 任何15节中的无线电设备发射机都要测试和认证后再销售
- 有两种途径来获得认证：证明&验证
- 证明和验证程序要求执行测试来测量辐射，当测试结束后要生成相应报告
- 现在FCC成立机构 **TCBC** 来完成流程

记录偶极子波阻抗(z) & 记录地磁偶极子

$$Poynting\ Vector = \frac{P_t g_t}{4\pi d^2} = (\vec{e} \times \vec{h}) = \frac{e_o}{z} = h^2 z \quad \text{大多数与近场相关}$$

线型磁场区域占主导地位

环形磁场区域占主导地位

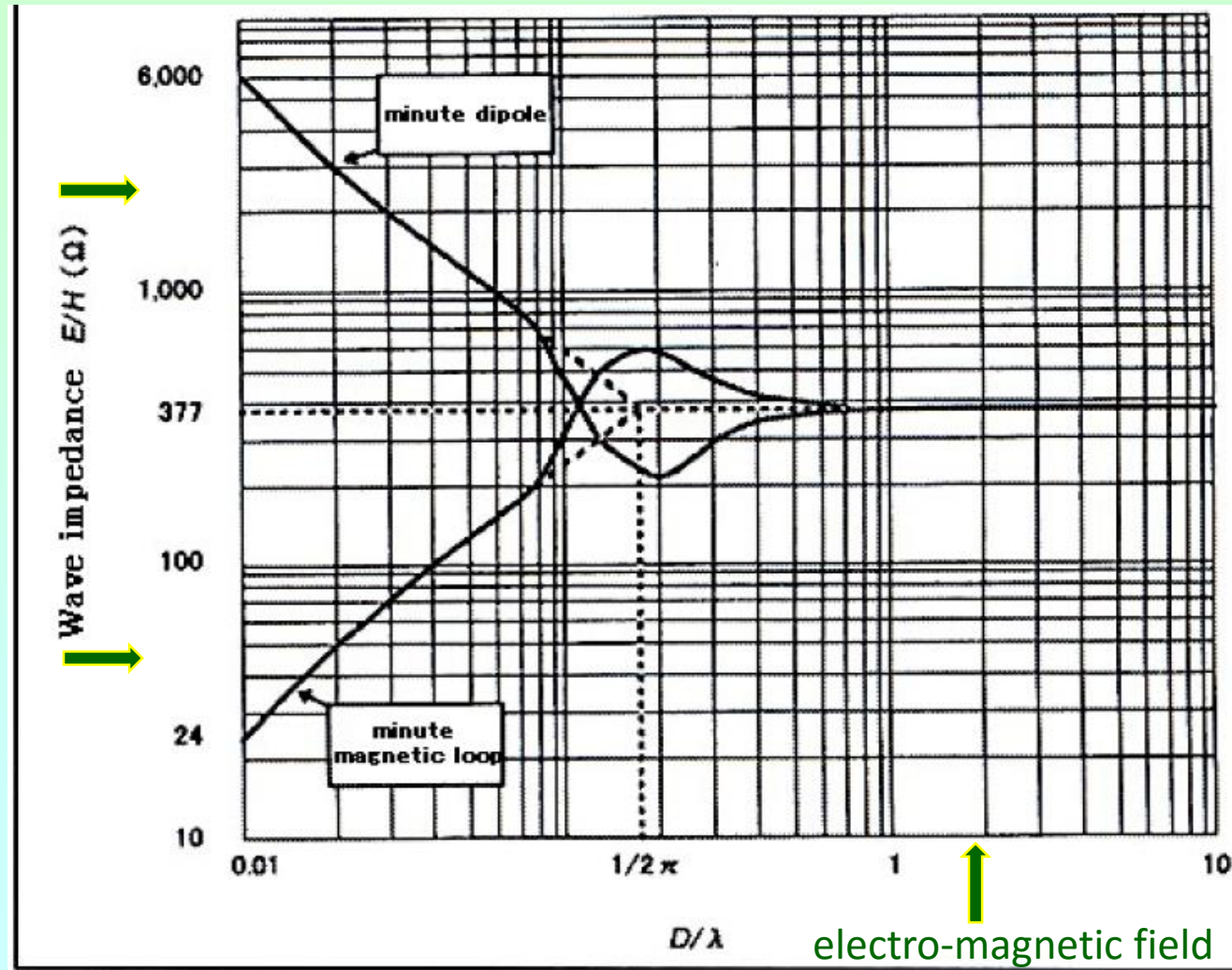
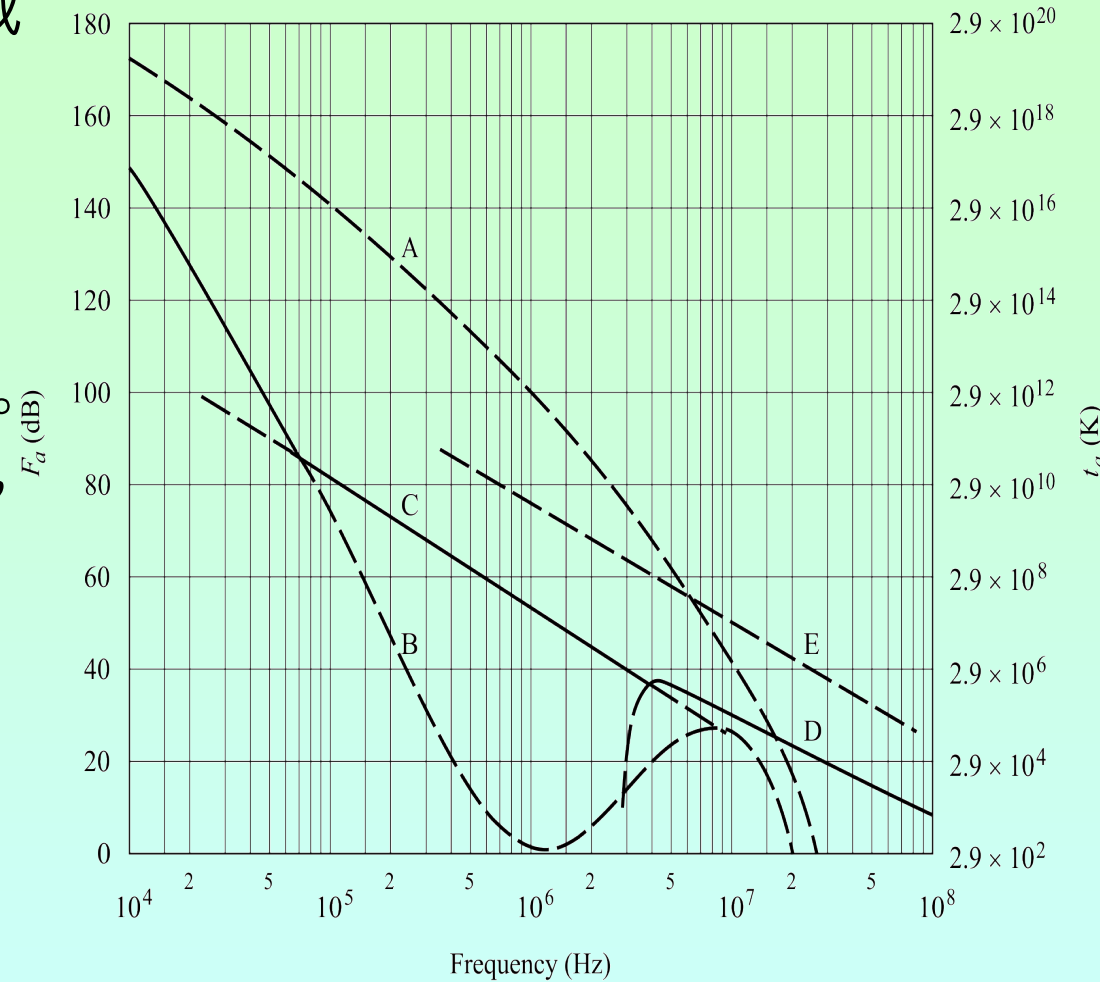


FIGURE 2

 F_a versus frequency (10^4 to 10^8 Hz)

- A: atmospheric noise, value exceeded 0.5% of time
- B: atmospheric noise, value exceeded 99.5% of time
- C: man-made noise, quiet receiving site
- D: galactic noise
- E: median city area man-made noise
- minimum noise level expected

0372-02

自然、人造噪声, 10 kHz to 100 MHz ([P.372 Fig. 2](#))

低频无线电服务干扰衰减

在30MHz以下，外部噪声是接受者影响最大的。因此，作为大气，人造，银河噪声大气气体和水汽现象是主要影响：它们要强于KTBF 功率。因此，在30MHz以下工作的SRDs干扰性能要优于高频情况。

案例研究: Wi-Fi, GSM后的巨大成功

Wi-Fi, RLAN, WLAN, U-NII (无执照国家信息基础设施工作在5.15-5.35 GHz and 5.470-5.85 GHz)- 包括Recs ITU-R M.1454 and RS.1632

作者可以助力于任何国家的特定WIFI技术

WIFI全球化：起源于改进的标准M.1450

Characteristics	IEEE Std 802.11-2012 (Clause 17, commonly known as 802.11b)	IEEE Std 802.11-2012 (Clause 18, commonly known as 802.11a)	IEEE Std 802.11-2012 (Clause 19, commonly known as 802.11g)	IEEE Std 802.11-2012 (Clause 18, Annex D and Annex E, commonly known as 802.11j)	IEEE Std 802.11-2012 (Clause 20, commonly known as 802.11n)	IEEE P802.11ac	IEEE Std 802.11ad-2012	ETSI EN 300 328	ETSI EN 301 893	ARIB HiSWANa,	ETSI EN 302 567
Frequency band	2 400-2 483.5 MHz	5 150-5 250 MHz 5 250-5 350 MHz ⁽⁴⁾ 5 470-5 725 MHz 5 725-5 825 MHz	2 400-2 483.5 MHz	4 940-4 990 MHz 5 030-5 091 MHz 5 150-5 250 MHz 5 250-5 350 MHz 5 470-5 725 MHz 5 725-5 825 MHz	2 400-2 483,5 MHz 5 150-5 250 MHz 5 250-5 350 MHz 5 470-5 725 MHz 5 725-5 825 MHz	5 150-5 250 MHz 5 250-5 350 MHz 5 470-5 725 MHz 5 725-5 825 MHz	57-66 GHz	2 400-2 483.5 MHz	5 150-5 350 and 5 470-5 725 MHz	4 900 to 5 000 MHz 5 150 to 5 250 MHz	57-66 GHz
Interference mitigation	LBT	LBT/DFS/TPC	LBT	LBT	LBT/DFS/TPC	LBT/DFS/TPC	LBT	DAA/LBT, DAA/non-LBT, MU	LBT/DFS/TPC	LBT	
Channel indexing	5 MHz				5 MHz in 2.4 GHz 20 MHz in 5 GHz	20 MHz	2 160 MHz		20 MHz	20 MHz channel spacing 4 channels in 100 MHz	

802.11 WIFI标准总结

WLAN: IEEE 802.11 Network bearer standards

Source: also Radio-Electronics.com

	802.11a	802.11b	802.11g	802.11n	802.11ad^	802.11ac*	802.11af**
Date of standard approval (release)	Sept. 1999	Sept. 1999	June 2003	Oct. 2009	Dec. 2012	Dec. 2013	February 2014
Maximum data rate (Mbps)	54	11	54	< 600	<7 Gbps		< 600***
Modulation	OFDM	CCK or DSSS	CCK, DSSS, or OFDM		SC and OFDM	OFDM	
RF Band (GHz)	5	2.4		2.4 or 5	60	5	TV bands below 1 GHz
Number of spatial streams	1			1 to 4	5 to 8	1,2,3,4 or 8	up to four streams
Channel width (MHz) nominal	20			20 or 40	80 or 160	20, 40, 80, 160	8 in Europe; 6 in N. America

^ known also as μ wave Wi-Fi; brand name WiGig operating in the 2.4, 5 and 60 GHz bands

* known also as Gigabit Wi-Fi, 5G Wi-Fi and 5G very high throughput (VHT)

** known also as White-Fi and Super Wi-Fi

*** max data rate is 426.7 Mbit/s in 6 & 7 MHz channels, & 568.9 Mbit/s for 8 MHz channels.

WiFi来提升移动电话容量(来源：KDDI May 2013 and Alvarion Oct. 2013)

- 在拥挤区域(室内或室外), 日益增长的移动数据需求超过了可用的移动电话容量
- 主要应用场景：城市中心, 大型商场, 飞机场, 火车站, 体育馆
- WiFi是最有效缓解数据压力的方法
 - 射频频谱免费(在 2.4 GHz到5 GHz)
 - 内嵌于所有智能手机和平板中

超过150个热点(APs)和超过1800个基站(STAs)在2.4GHz第一频道被检测到, 在涩谷地铁站



东京地铁涩谷站
2015年4月13日

在首尔火车站, 351个热点和1101个基站在2.4GHz频带被检测到。在地下商场COEX, 277个热点和917个基站在2.4GHz频带被检测到

深圳铁路问题
应用2.4 GHz
Wi-Fi解决

一些作者关于SRDs的文献

1. [UHF Global And Regional Ruling and Standardization - The Case Of Different Allocations To Short Range Devices \(SRDs\) & Electronic Devices](#) , [Go Global Compliance Academy™](#) Webinar, 19 Feb. 2013; [the video](#).
2. [International, regional & national regulation of SRDs](#)_at ITU Workshop on SRDs, Geneva 3 June 14
3. [Telecommunication Certification Body, Council; 15 April 2015 Holiday Inn, Baltimore MD; US](#)

Presentation is also based on Author's book: [Wiley](#) and Sons "[Radio Spectrum Management: Policies, Regulations, Standards and Techniques](#)" ISBN-13: 978-1118511794; to be printed April 2016

Any Questions?