

## ITU-R RS.1632 建议书

卫星地球探测业务（有源）和移动业务中  
无线接入系统（包括无线本地网）之间在  
5 250-5 350 MHz 频段的共用

（ITU-R 218/7 号研究课题）

（2003 年）

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) 5 250-5 350 MHz 频段分配给卫星地球探测业务(EESS)(有源) 和无线电定位业务作为主用；
- b) 一些主管部门已打算将 5 250-5 350 MHz 频段用于低功率高速无线本地网(WLAN 或 RLAN)；
- c) 这些高速 WLAN 打算作为无需核发执照的业务布置在该频段，因此不太可能制定规章对其部署密度进行控制，

认识到

- a) ITU-R 始终在进行研究，以便促进无线接入系统(包括 RLAN) 与 EESS(有源)的共用，

注意到

- a) 一些主管部门采取了允许无线接入系统(包括 RLAN) 的以 1 W 的 e.i.r.p. 功率限值工作的技术限值，而另一些主管部门采取了更为严格的 e.i.r.p. 限值，

建议

- 1 具有附件 1 中所给特性的 EESS 的星载有源传感器与 5 250-5 350 MHz 频段内高速 WLAN 之间的共用 在无线接入系统(包括 RLAN) 符合诸如附件 2 给出的那些限制时较为可行；
- 2 采用认识到 a)中正在研究的另一组操作和技术限值也可能会达到附件 1 中给出的 EESS 系统所要求的保护电平。

附 件 1

5 250-5 570 MHz 频段内星载有源传感器的技术特性

表 1 和表 2 给出了 5.3 GHz 频率范围内星载有源传感器的技术特性。

表 1

5.3 GHz 典型的星载成像雷达的特性

参数	数值			
	SAR1	SAR2	SAR3	SAR4
轨道高度(km)	426(圆形)	600(圆形)	400(圆形)	400(圆形)
轨道倾角(度)	57	57	57	57
RF 中心频率(MHz)	5 305	5 405	5 405	5 300
峰值辐射功率(W)	4.8	4 800	1 700	1 700
极化	水平 (HH)	水平和垂直 (HH, HV, VH, VV)	水平和垂直 (HH, HV, VH, VV)	水平和垂直 (HH, HV, VH, VV)
脉冲调制	线性 FM 脉冲	线性 FM 脉冲	线性 FM 脉冲	线性 FM 脉冲
脉冲带宽(MHz)	8.5	310	310	40
脉冲宽度(μs)	100	31	33	33
脉冲重复频率(pps)	650	4 492	1 395	1 395
占空因数(%)	6.5	13.9	5.9	5.9
范围压缩比	850	9 610	10 230	1 320
天线类型(m)	平面相控阵 0.5 × 16.0	平面相控阵 1.8 × 3.8	平面相控阵 0.7 × 12.0	平面相控阵 0.7 × 12.0

表 1(完)

参数	数值			
	SAR1	SAR2	SAR3	SAR4
天线峰值增益(dBi)	42.2	42.9	42.7/38(完全聚焦/波束扰动)	42.7/38(完全聚焦/波束扰动)
天线中央旁瓣增益(dBi)	-5	-5	-5	-5
天线方位(距天底的度数)	30	20-38	20-55	20-55
天线波束宽度(度)	8.5(EI), 0.25(Az)	1.7(EI), 0.78(Az)	4.9/18.0(EI), 0.25(Az)	4.9/18.0(EI), 0.25(Az)
天线极化	线性水平/垂直	线性水平/垂直	线性水平/垂直	线性水平/垂直
接收机输入端的接收机前端 1 dB 压缩点(dBW)	-62 输入	-62 输入	-62 输入	-62 输入
相对于接收机输入的允许配置饱和密度	在接收机增益为 71/11 dB 时, -114/-54 dBW 输入	在接收机增益为 71/11 dB 时, -114/-54 dBW 输入	在接收机增益为 71/11 dB 时, -114/-54 dBW 输入	在接收机增益为 71/11 dB 时, -114/-54 dBW 输入
接收机输入最大功率控制(dBW)	+7	+7	+7	+7
工作时间(%)	30 在轨	30 在轨	30 在轨	30 在轨
成像的最短时间(s)	9	15	15	15
服务区	大片陆地和海岸区	大片陆地和海岸区	大片陆地和海岸区	大片陆地和海岸区
成像的幅宽(km)	50	20	16/320	16/320

表 2

5.3 GHz 典型星载雷达的高度计特性

Jason 飞行任务特性	
寿命	5 年
高度	1 347 km ± 15 km
倾角	66°
Poseidon 2 高度计特性	
信号类型	脉冲型。线性 FM
C 波段脉冲重复频率(PRF)	300 Hz
脉冲宽度	105.6 μs
载波频率	5.3 GHz
带宽(BW)	320 MHz
发射 RF 峰值功率	17 W
发射 RF 平均功率	0.54 W
天线增益	32.2 dBi
3 dB 孔径	3.4°
旁瓣电平/最大	−20 dB
背瓣电平/最大	−40 dB
−3 dB 时的波束覆盖	77 km
干扰门限	−118 dBW

表 3

5.3 GHz 典型星载地形测绘雷达的特性

参数	数值	
系统名称	地形测绘雷达 1	地形测绘雷达 2
轨道高度(km)	780	800
倾角(度)	98.5	98.5
中心频率(GHz)	5.3	5.255
脉冲宽度	70 μs(中间) 130 μs(前/后)	8 ms(中间) 10.1 ms(前/后)
调制	间歇 CW	线性 FM(脉冲)
发射机带宽(kHz)	15	500
脉冲重复频率(Hz)	115(中间) 98(前/后)	29.4
天线类型	开槽波导管	开槽波导管

表 3（完）

参数	数值	
天线增益(dBi)	31(中间) 32.5(前/后)	28.5(中间) 29.5(前/后)
天线主波束方位 (度)	入射角: 18-47(中间) 24-57(前/后)	入射角: 25.0-54.5(中间) 33.7-65.3(前/后)
天线波束宽度(−3 dB), 仰角 方位波束宽度	24°                      26° (中间)                      (前/后) 1.3°                      0.8°	23.6                      23.9 (中间)                      (前/后) 1.1°                      0.8°
仪器仰角(度)	29.3	37.6
天线极化	垂直	垂直
发射机峰值功率	4.8 kW	120 W
接收机噪声温度(dB)	噪声因子: 3	噪声因子: 3
服务区	海洋和海岸区、大片陆地	海洋和海岸区、大片陆地

附 件 2

5 250-5 350 MHz 频段内星载有源传感器与  
高速 WLAN 之间的共用限制

1 引言

本附件描述了 5 250-5 350 MHz 频段星载有源传感器和高速 WLAN 或 RLAN 之间三种共用分析的结果。第一项研究,由本附件的第2节给出,采用了高性能RLAN(HIPERLAN) 类型1 B级和C级和HIPERLAN 类型 2 特性的 RLAN,并采用了 SAR4 特性的 SAR。在该项研究中,对室内仅 HIPERLAN 类型 1 B 级和 HIPERLAN 类型 2 可能与 SAR4 在 5 250-5 350 MHz 频段共用,而 HIPERLAN 类型 1 C 级不可能在该频段共用,同样对为室外工作设计的具有在该项研究中假设的技术特性的任何 HIPERLAN 类型也不可能在该频段共用。

第二项研究,由本附件的第3节给出,采用了三种RLAN类型,RLAN1、RLAN2和RLAN3,并采用了 SAR2、SAR3 和 SAR4 特性的 SAR。在该项研究中,针对了部署在室外的单个发射机,RLAN1 高速 WLAN 发射机干扰在 SAR4 的可接受电平以上,RLAN2 高速 WLAN 发射机干扰在 SAR3 和 SAR4 二者的可接受电平以上,以及 RLAN3 高速 WLAN 发射机干扰则在 SAR4 的可接受电平以上的情况。对于室内/室外 RLAN 的部署,对基于在 SAR(覆盖)内每 km<sup>2</sup> 仅 12 个工作发射机和 RLAN1 是一单独的频率信道的假设时,RLAN1 与 SAR2、SAR3 和 SAR4 共用是可行的,而基于每办公空间 1 200 个工作发射机和在 330 MHz 频段内安排 14 个信道的假设时,RLAN2 与 SAR2、SAR3 和 SAR4 的共用则不可行。对于室内部署和考虑来自高速 WLAN 的 RLAN3 配置对 SAR 的干扰,分析表明任何低于 37-305 个发射机/km<sup>2</sup>/信道的表面密度对 SAR 产生的干扰电平对成像 SAR 取决于成像 SAR 的像素 S/N 时将是可接受的。估计的

预期平均密度为 1 200 个发射机/大办公区和 250 个发射机/工业区。预期的高密度假设为 14 个信道，每个 23.6 MHz 宽，安排在 330 MHz 频段内。而高速 WLAN 的 RLAN3 配置对 SAR 的干扰，分析表明仅对表面密度低于 14 个信道上的 518 至 4 270 个发射机/km<sup>2</sup> 时，本地网(LAN) 对 SAR 产生的干扰电平可接受。而 RLAN3 对 SAR2 和 SAR4 的干扰，当 SAR 覆盖中对应大约 3 至 12 个大的办公建筑物或 15 至 60 个工业区时，则取决于 SAR 的像素 S/N。

第三项研究，由本附件的第 4 节给出，采用了要求更高的 HIPERLAN 类型 1 特性的 RLAN,并采用了对高度计由表 2 给出的高度计特性。在 5.3 GHz 左右 320 MHz 带宽工作的雷达高度计与 HIPERLAN 是兼容的。

第四项研究，由本附件的第 5 节给出，采用了 HIPERLAN 类型 2 特性的 RLAN,并采用了对地形测绘雷达由表 3 给出的地形测绘雷达特性。在 5.3 GHz 左右工作的地形测绘雷达与工作在室内的 HIPERLAN 是兼容的。

2 对 HIPERLAN 类型 1 和 2 以及 SAR 的研究

2.1 两个系统的技术特性

用于共用分析的 WLAN 技术特性的是 HIPERLAN 类型 1 和类型 2，它们是欧洲的欧洲电信标准学会 (ETSI) 已发布的相关技术要求：对类型 1 是 EN 300 652，而对类型 2 是 TS 101 683 。所用的其他研究参数的值(建筑物衰减、工作有源占空因数、HIPERLAN 密度等等) 则采用了欧洲在这方面研究中由 ETSI ERM 商定的值。

*HIPERLAN 类型 1:*

它提供与基于 Ethernet 和 Token-ring 标准 ISO 8802.3 和 ISO 8802.5 的有线 LAN 兼容的高速 RLAN 通信。

HIPERLAN/1 的参数:

e.i.r.p.(高比特速率(HBR), 23.5 MHz 内, 低比特速率(LBR), 1.4 MHz 内):

- A 级: 10 dBm 最大 e.i.r.p.
- B 级: 20 dBm 最大 e.i.r.p.
- C 级: 30 dBm 最大 e.i.r.p.

- 信道间隔: 30 MHz
- 天线方向性: 全向

最低可用接收机灵敏度: -70 dBm

接收机噪声功率(23.5 MHz): -90 dBm

HBR 时 BER  $10^{-3}$  的  $C/I$ : 20 dB

有效范围(C 级): 50 m。

本研究仅考虑 B 级(100 mW 最大 e.i.r.p.)和 C 级(1 W 最大 e.i.r.p.)。

#### *HIPERLAN* 类型 2:

它提供与基于 ATM 和 IP 标准的有线 LAN 兼容的高速 RLAN 通信。

*HIPERLAN*/2 的参数:

e.i.r.p.: 0.2 W(在 5 250-5 350 MHz 频段内)

信道带宽: 16 MHz

信道间隔: 20 MHz

天线方向性: 全向

最低可用接收机灵敏度: -68 dBm(在 54 Mbit/s) 至 -85 dBm  
(在 6 Mbit/s)

接收机噪声功率(16 MHz): -93 dBm

$C/I$ : 8-15 dB

有效范围: 30-80 m。

在欧洲国家, 5 250-5 350 MHz 频段内, e.i.r.p. 限制在 200 mW 且在下述强制特性实现时才允许使用 *HIPERLAN*:

- 发射机功率控制(TPC)要确保至少 3 dB 的减弱因子;
- 要求与信道选择机制相关的动态频率选择(DFS)在最小 330 MHz 内提供 *HIPERLAN* 负载的均衡扩展。

目前 *HIPERLAN*/1 还不支持这两个特性。

DFS 不仅提供负载的均衡扩展, 还允许每个 *HIPERLAN* 系统检测来自其他系统的干扰, 因此可避免与其他系统特别是雷达系统的同信道工作。系统可判断哪个信道空闲可用并自动切换到该信道。这样就允许在同一办公环境中运行着大量的 *HIPERLAN* 系统。

值得注意的是在部署方案中所给的数目是基于 WLAN 在整个 330 MHz 频段可用的假设之上的。对该频段的假设是有两个可用的子频段(5 150-5 350 MHz 和 5 470 MHz 以上的 130 MHz)和给定的信道间隔, 且在两个子频段的边界需要有保护频段, 在研究中假设的可用信道数对类型 1 为 8, 对类型 2 为 14。

该研究所用的其他 HIPERLAN 参数是由 ETSI 商定的值：

- 对 EESS 仪器的平均建筑物衰减：17 dB；
- 有源/无源比：5%；
- 室外应用的百分比：15%；
- 部署场景：对于大的办公建筑物时为 1 200 个系统，对于工业场地时为 250 个系统。

用于星载有源传感器的参数可从本建议书附件 1 中的 SAR 特性得到。对于由 HIPERLAN 对 SAR 造成的干扰的分析以 SAR4 类型作为例子，而其他类型的也可得到类似的结果。由 SAR 对 HIPERLAN 造成的干扰的分析已采用了 SAR 类型 2-4 。

2.2 共用分析（由 WLAN 对 SAR 造成的干扰）

对考虑的三种情况的共用分析在表 4 中给出：HIPERLAN 类型 1(B 级和 C 级)和类型 2。

给定要求的 HIPERLAN 密度(每个大的办公建筑物 1 200 个系统而对工业场地是 250 个系统) 仅对室外或室内室外混合的情况对考虑的三种情况的任何一种都不可能共用。

仅对室内应用，对大功率类型 1 C 级的情况不可能共用，而类型 1 B 级和类型 2 的情况还需进一步的考虑。

实际上对类型 2 表 4 中所给的 440 个系统的限值仅是每个信道的。考虑到前面所述的 DFS 机制，可做这样一种假设，HIPERLAN 类型 2 的系统可延展在可用的 14 信道上，那么在 SAR 覆盖的 76.5 km<sup>2</sup> 内给出的理论上限则为 6 160 个系统。类型 1 B 级给出的上限则为 5 208 个系统。

表 4  
与 SAR4 共用时允许的有源 HIPERLAN 的信道容量

HIPERLAN 类型	类型 1/B 级		类型 1/C 级		类型 2	
参数	数值	dB	数值	dB	数值	dB
最大发射功率(W)	0.1	−10	1	0	0.2	−7
TPC 效应的平均值	不适用		不适用			−3
距离(km) 和自由空间损耗	425.7	−159.5	425.7	−159.5	425.7	−159.5
附加发射路径损耗(dB):						
— 仅室外		0		0		0
— 仅室内		−17		−17		−17
— 室内室外混合(15% 室外)		−7.8		−7.8		−7.8
天线增益, 发射机(dB)		0		0		0



表 4 (完)

HIPERLAN 类型	类型 1/B 级		类型 1/C 级		类型 2	
参数	数值	dB	数值	dB	数值	dB
天线增益, 接收机(dB)		42.7		42.7		42.7
极化损耗(dB)		-3		-3		-3
SAR 干扰门限 ( $I/N = -6$ dB), (dB(W/Hz))		-205.4		-205.4		-205.4
接收功率(dB(W/信道)) (信道: 23.5 MHz 类型 1/16 MHz 类型 2):						
— 仅室外		-129.8		-119.8		-129.8
— 仅室内		-146.8		-136.8		-146.8
— 室内室外混合(15%室外)		-137.6		-127.6		-137.6
接收功率(dB(W/Hz)):						
— 仅室外		-203.5		-193.5		-201.8
— 仅室内		-220.5		-210.5		-218.8
— 室内室外混合(15%室外)		-211.3		-201.3		-209.6
余量 dB/(Hz <sup>-1</sup> ):						
— 仅室外		-1.9		-11.9		-3.6
— 仅室内		15.1		5.1		13.4
— 室内室外混合(15%室外)		5.9		-4.1		4.2
SAR 天线覆盖(km <sup>2</sup> )	76.5	18.8	76.5	18.8	76.5	18.8
允许工作的 HIPERLAN 密度(/km <sup>2</sup> / 信道):						
— 仅室外	0.0085	-20.7	0.00085	-30.7	0.0058	-22.4
— 仅室内	0.43	-3.7	0.043	-13.7	0.29	-5.4
— 室内室外混合(15%室外)	0.051	-12.9	0.0051	-22.9	0.034	-14.6
有源/无源比	5%	13	5%	13	5%	13
允许的总的(有源 + 无源) HIPERLAN 密度(/km <sup>2</sup> /ch):						
— 仅室外	0.17	-7.7	0.017	-17.7	0.11	-9.4
— 仅室内	8.51	9.3	0.851	-0.7	5.75	7.6
— 室内室外混合(15%室外)	1.02	0.1	0.102	-9.9	0.69	-1.6
在 SAR 覆盖区内每信道的有源 + 无源 HIPERLAN 的最大数量 (76.5 km <sup>2</sup> ):						
— 仅室外	13		1		8	
— 仅室内	651		65		440	
— 室内室外混合(15%室外)	78		8		53	

这些值相应于在 SAR 覆盖的 76.5 km<sup>2</sup> 内大致五个大的办公建筑物, 尽管远非最坏的情况, 还是可看做对城市 and 郊区的一种合理的假设。

虽然有些勉强, 但由此可得出结论, 当 HIPERLAN 类型 2 或类型 1 B 级系统部署在室内时两种业务是可以共用频段的。

DFS 机制将提供在可用信道上的负载均衡扩展。如果信道选择并非基于随机选取方式, 那么该假设可能是不正确的且结论应予以修正。

2.3 共用分析（由 SAR 对高速 WLAN 造成的干扰）

分析星载 SAR 对高速 WLAN 造成的潜在干扰的第一步是确定星载 SAR 的旁瓣在地球表面的信号功率。由于这些旁瓣比峰值增益给出更大的覆盖且将造成更长时间的干扰，因此该分析采用中央旁瓣增益。下一步是确定高速 WLAN 接收机的门限。此后，通过 SAR 干扰电平和 LAN 干扰门限的比较可算出干扰余量。表 5 给出了 SAR2-4 的旁瓣对 5 250-5 350 MHz 频段内室外部署的无线高速本地网的干扰余量。该表给出的是实际的余量且形成实际的共用场景。

表 5  
SAR 旁瓣对高速 WLAN

参数	SAR2		SAR3		SAR4	
	数值	dB	数值	dB	数值	dB
发射功率(W)	4 800.00	36.81	1 700.00	32.30	1 700.00	32.30
天线增益，发射机(dB)	-5.00	-5.00	-5.00	-5.00	-5.00	-5.00
天线增益，接收机(dB)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
波长(m)	$5.65 \times 10^{-2}$	-24.96	$5.65 \times 10^{-2}$	-24.96	$5.65 \times 10^{-2}$	-24.96
$(4\pi)^{-2}$	$6.33 \times 10^{-3}$	-21.98	$6.33 \times 10^{-3}$	-21.98	$6.33 \times 10^{-3}$	-21.98
距离(km)	638.51	-116.10	425.67	-112.58	425.67	-112.58
带宽缩减(dB)	-12.87	-12.87	-12.87	-12.87	-3.98	-3.98
接收功率(dBW)		-144.11		-145.09		-136.20
HIPERLAN 的干扰门限		-115.00		-115.00		-115.00
余量(dB)		29.11		30.09		21.20

然而，对于 SAR2-4，峰值天线增益比-5 dBi 的平均旁瓣电平高 43-47.7 dB。因此，SAR 主波束飞过的时间约 0.5-1.0 s,在地球表面的 SAR 干扰电平会高于 WLAN 干扰门限的最坏情况(HIPERLAN 类型 2:-115 dBW)。这点在表 5 中可看到当观察余量变成负值时即为该情况。

确定最大允许的干扰电平的更恰当的方法是将 C/I 考虑进来，其值必须大于 15 dB。在各 RLAN 发射机之间不超过 50 m 的情况(最坏情况的场合)，它会使允许的干扰电平增大 10 dB(-105 dBW 而非-115 dBW)。

对于 SAR4, 该项分析对室外设备给出-16.5 dB 的最坏情况的余量。在该分析中 RLAN 采用室内部署(17 dB 的衰减) 将会得出勉强的实际共用场景。SAR 的重复周期是 8-10 天, 尽管 SAR 在每次重复飞过并不都激活。因此, 在地球上的某一给定地区用一个 SAR 主波束来说明每 8-10 天内的作用时间不会超过 0.5-1.0 s。

## 2.4 结论

对于 WLAN 对 SAR 的干扰, 从对 5 250-5 350 MHz 频段内的分析得出了三个主要结论:

- WLAN 仅在室内应用时可与 SAR 的运行兼容, 而 WLAN 的室外运行不具备与 SAR 运行的兼容性。
- 在与 SAR 运行的兼容中室内 WLAN 的平均 e.i.r.p.<sup>1</sup> 限制到 200 mW(或如果未采用 TPC 则限制到 100 mW)且在任意 1 MHz 频段内的平均 e.i.r.p.密度限值为 10 mW。
- 除以上两条之外, WLAN 系统要达到与 SAR 运行具有兼容性还要求有两个特性:
  - 要有发射机功率控制以保证至少 3 dB 的减弱因子; 没有 TPC 特性时, 平均 e.i.r.p. 在任何一个 20 MHz 的信道内不应超过 100 mW;
  - 与信道选择机制有关的 DFS 需要提供一个在最小 330 MHz 内 WLAN 信道的负载均衡扩展。

由 SAR 对 WLAN 造成的干扰的分析引出了考虑室内布置的实际结果。

## 3 对 RLAN 和 SAR 的研究

### 3.1 典型的高速 WLAN 的技术特性

5.3 GHz 的典型高速 WLAN 的技术特性在此给出三种配置。这些高速 WLAN 有时被称为无线 LAN 或 RLAN。本次分析选择的配置的特点是那些有可能对 SAR 接收机造成最坏情况的干扰的。高速 WLAN 的第一种配置 RLAN1 的资料出自于 FCC 报告和 1997 年 1 月 9 日 FCC 97-7 号令, 有关 HIPERLAN 的资料则来自 1996 年 9 月 18 日 7C/54 号文件。这些特性摘录于表 6。高速 WLAN 的第二种配置 RLAN2 的资料出自于 1998 年 9 月 8-17 日空间频率协调小组(SFCG)-18/45。第二种配置 RLAN2 在高速 WLAN

---

<sup>1</sup> 平均 e.i.r.p.是指在最高功率控制设置时在整个传输突发上的 e.i.r.p. 的平均。

发射机功率上有明显的增加，增加了室内/室外的使用比值且使平均建筑衰减更低，有源/无源比增加，以及预期的部署密度的增加。高速 WLAN 的第三种配置 RLAN3 的资料出自于 1999 年 9 月 8-15 日空间频率协调小组(SFCG)-19/39 和 1999 年 2 月 17 日 7C/110 号文件“在 5 250-5 350 MHz 频段内星载有源传感器(SAR)和高速本地网之间共用的限制”。第三种配置 RLAN3 仅限于室内应用，且采用中等预期部署密度。

表 6

5.3 GHz 时高速 WLAN 的技术特性

参数	数值		
	RLAN1	RLAN2	RLAN3
峰值辐射功率(W)	0.25	1.00	0.20
部署(%)	99 室内/ 1 室外	85 室内/ 15 室外	100 室内/ 0 室外
平均衰减(dB)	17.0	7.8	17.0
极化	随机	随机	随机
带宽(MHz)	23.6	23.6/信道 (14 个信道)	23.6/信道 (14 个信道)
进入 SAR 的干扰占空比(%)	100	100	100
操作活动率(有源/无源比(%))	1	5	5
平均密度(发射机/km <sup>2</sup> )	12	1 200 个/办公区 (89 000 个/km <sup>2</sup> /信道)	1 200 个/办公区, 250 个/工业 区
干扰门限(dBW)	-120	-120 (正在研究)	-100

3.2 高速 WLAN 对 SAR 的干扰

在分析由高速 WLAN 对星载 SAR 接收机的潜在干扰中的第一步是确定单个高速 WLAN 发射机在星载 SAR 上的信号功率。此后，通过干扰电平与 SAR 干扰门限的比较可算出单个干扰的余量。已知 SAR 的覆盖，采用对任意某一时间工作着的发射机的数量的保守活动率的比值，就可计算允许的激活高速 WLAN 发射机的密度。

## 3.2.1 来自位于室外的单个 RLAN 发射机的干扰

表 7 给出了在 5 250-5 350 MHz 频段单个 RLAN 高速 WLAN 发射机对 SAR2-4 的干扰。未采用 SAR1 是因为 SAR1 系统设计工作于 5 150-5 250 MHz 频段。假设 RLAN1、RLAN2 和 RLAN3 都采用全向天线。对于 SAR4，表 7 给出的对应 RLAN1、RLAN2 和 RLAN3 高速 WLAN 发射机的余量是负值。对于 SAR3，表 7 给出对应 RLAN1 和 RLAN3 的发射机的余量是正值，而对 RLAN2 的余量是负值。对于 SAR2，来自 RLAN1、RLAN2 和 RLAN3 的干扰，在所有这三种 RLAN 发射机干扰时的余量都是正值。

表 7

来自位于室外的单个 RLAN 发射机对 SAR 的干扰

参数	SAR2		SAR3		SAR4	
	数值	dB	数值	dB	数值	dB
发射功率(W)						
RLAN1	0.25	-6.02	0.25	-6.02	0.25	-6.02
RLAN2	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00
RLAN3	0.20	-6.99	0.20	-6.99	0.20	-6.99
建筑物衰减(dB)		0.00		0.00		0.00
天线增益, 发射(dB)		0.00		0.00		0.00
天线增益, 接收机(dB)		43.33		44.52		44.52
极化损耗(dB)		-3.00		-3.00		-3.00
波长(m)	$5.65 \times 10^{-2}$	-24.96	$5.65 \times 10^{-2}$	-24.96	$5.65 \times 10^{-2}$	-24.96
$(4\pi)^{-2}$	$6.33 \times 10^{-3}$	-21.98	$6.33 \times 10^{-3}$	-21.98	$6.33 \times 10^{-3}$	-21.98
距离(km)	638.51	-116.10	425.67	-112.58	425.67	-112.58
接收功率(dBW)						
RLAN1		-128.74		-124.03		-124.03
RLAN2		-122.72		-118.00		-118.00
RLAN3		-129.71		-124.99		-124.99
噪声系数(dB)		4.62		4.62		4.62
$k T$	$4.00 \times 10^{-21}$	-203.98	$4.00 \times 10^{-21}$	-203.98	$4.00 \times 10^{-21}$	-203.98
接收机带宽(MHz)	356.50	85.52	356.50	85.52	46.00	76.63
噪声功率(dBW)		-113.84		-113.84		-122.73
SAR 干扰门限 ( $I/N = -6$ dB)		-119.84		-119.84		-128.73
余量(dB)						
RLAN1		8.90		4.19		-4.71
RLAN2		2.88		-1.83		-10.73
RLAN3		9.87		5.16		-3.74

### 3.2.2 来自室外部署的 RLAN 发射机的干扰

表 8 给出了对于 SAR2-4 在 5 250-5 350 MHz 频段内允许配置 RLAN1 高速 WLAN 的密度。对于 SAR4, 表 8 给出了允许的 RLAN1 高速 WLAN 的密度约为 118 个发射机/km<sup>2</sup>, 这时对 40 MHz 的 SAR4 的干扰电平低于其可接受的值。采用来自 1996 年 9 月 18 日发布的 7C/54 号文件有关预期的 HIPERLAN 部署密度的资料, 在整个欧洲 HIPERLAN 平均密度在那时估计为 12 个发射机/km<sup>2</sup>。可预料得到大城市和人口居住区的密度要高于平均密度。表 9 给出了对于 SAR2-4 在 5 250-5 350 MHz 频段内 RLAN2 高速 WLAN 的允许配置密度。对于 SAR4, 表 9 给出了允许的 RLAN2 高速 WLAN 的密度约为 0.2 个发射机/km<sup>2</sup>, 或等效于 1 个发射机/5 km<sup>2</sup>, 这时对 40 MHz 的 SAR4 的干扰电平低于其可接受的值。这一低的允许密度与出自 1998 年 9 月 8-17 日的文件 SFCG-18/45 的预期部署密度 1 200 个发射机/办公区进行比较; 对 0.5 m 的间隔距离, 室内 RLAN2 的容量仍为  $89 \times 10^3$  个/km<sup>2</sup>/信道。预期的密度, 在 330 MHz 频段内, 采用 14 个信道, 每个宽 23.6 MHz。表 10 给出了对 SAR2-4 在 5 250-5 350 MHz 频段内允许的高速 WLAN 的 RLAN3 的配置密度。对于 SAR4, 表 10 给出的允许的高速 WLAN 的 RLAN3 的密度约为 37 个发射机/km<sup>2</sup>/信道, 这时对 40 MHz 的 SAR4 的干扰电平低于其可接受的值。预期的高密度, 在 330 MHz 频段内, 采用 14 个信道, 每个宽 23.6 MHz。对于 14 个信道, 允许的密度就是 518 个发射机/km<sup>2</sup>。这一低的允许密度与出自 7C/110 号文件的预期部署密度 1 200 个发射机/大的办公区和 250 个发射机/工业场地进行比较。这样, 对于 SAR4, 允许的密度就比一个大的办公区的所需少, 而约两个工业区的, 看来不太切合实际。对于 SAR2 和 SAR4, 在 14 个信道上的允许密度分别为 4 270 和 3 990 个发射机。对应约三个大的办公建筑物或 15 个工业区, 这对城区和郊区会是更显合理的假设。

对于  $S/N$  为 8 dB 或更高的成像 SAR,  $I/N$  可以是 0 dB 而恶化的像素功率标准偏移仍不会超过 10%。这样允许的发射机密度可以用数值为 4 的因子增加。对于 RLAN3 对 SAR2 和 SAR4 的干扰而言, 它将相当于在 SAR 覆盖内约 12 个大的办公建筑物或 60 个工业区。但是, 对于采用干涉测量法的 SAR, 与  $S/N$  无关,  $I/N$  必须低于 -6 dB。

表 8

## RLAN1 高速 WLAN 对 SAR 的干扰

参数	SAR2		SAR3		SAR4	
	数值	dB	数值	dB	数值	dB
发射功率(W)	0.25	-6.02	0.25	-6.02	0.25	-6.02
建筑物衰减(dB)		-17.00	17.00	-17.00	17.00	-17.00
天线增益, 发射机(dB)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
天线增益, 接收机(dB)		43.33	44.52	44.52	44.52	44.52
极化损耗(dB)		-3.00	3.00	-3.00	3.00	-3.00
波长(m)	$5.65 \times 10^{-2}$	-24.96	$5.65 \times 10^{-2}$	-24.96	$5.65 \times 10^{-2}$	-24.96
$(4\pi)^{-2}$	$6.33 \times 10^{-3}$	-21.98	$6.33 \times 10^{-3}$	-21.98	$6.33 \times 10^{-3}$	-21.98
距离(km)	638.51	-116.10	425.67	-112.58	425.67	-112.58
接收功率(dBW)		-145.74		-141.03		-141.03
噪声系数(dB)		4.62	4.62	4.62	4.62	4.62
$k T$	$4.00 \times 10^{-21}$	-203.98	$4.00 \times 10^{-21}$	-203.98	$4.00 \times 10^{-21}$	-203.98
接收机带宽(MHz)	356.50	85.52	356.50	85.52	46.00	76.63
噪声功率(dBW)		-113.84		-113.84		-122.73
SAR 干扰门限( $I/N = -6$ dB)		-119.84		-119.84		-128.73
余量(dB)		25.90		21.19		12.29
SAR 覆盖(km <sup>2</sup> )	159.03	22.01	57.55	17.60	57.55	17.60
HIPERLAN 的平均表面功率 (dB(W/km <sup>2</sup> ))		3.88		3.59		-5.31
激活发射机/km <sup>2</sup>	9.78		9.14		1.18	
在 2%的活动率时的激活发射机 /km <sup>2</sup>	978.40		913.56		117.88	

表 9

## RLAN2 高速 WLAN 对 SAR 的干扰

参数	SAR2		SAR3		SAR4	
	数值	dB	数值	dB	数值	dB
发射功率(W)	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00
建筑物衰减(dB)		-7.80	7.80	-7.80	7.80	-7.80
天线增益, 发射机(dB)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
天线增益, 接收机(dB)		43.33	44.52	44.52	44.52	44.52
极化损耗(dB)		-3.00	3.00	-3.00	3.00	-3.00
波长(m)	$5.65 \times 10^{-2}$	-24.96	$5.65 \times 10^{-2}$	-24.96	$5.65 \times 10^{-2}$	-24.96
$(4\pi)^{-2}$	$6.33 \times 10^{-3}$	-21.98	$6.33 \times 10^{-3}$	-21.98	$6.33 \times 10^{-3}$	-21.98
距离(km)	638.51	-116.10	425.67	-112.58	425.67	-112.58
接收功率(dBW)		-130.52		-125.80		-125.80
噪声系数(dB)		4.62	4.62	4.62	4.62	4.62
$k T$	$4.00 \times 10^{-21}$	-203.98	$4.00 \times 10^{-21}$	-203.98	$4.00 \times 10^{-21}$	-203.98
接收机带宽(MHz)	356.50	85.52	356.50	85.52	46.00	76.63
噪声功率(dBW)		-113.84		-113.84		-122.73
SAR 干扰门限 ( $I/N = -6$ dB)		-119.84		-119.84		-128.73
余量(dB)		10.68		5.97		-2.93
SAR 覆盖(km <sup>2</sup> )	159.03	22.01	57.55	17.60	57.55	17.60
HIPERLAN 的 平 均 表 面 功 率 (dB(W/km <sup>2</sup> ))		-11.34		-11.63		-20.53
激活发射机/km <sup>2</sup>	0.07		0.07		0.01	
在 5%的活动率时的激活发射机/km <sup>2</sup>	1.47		1.37		0.18	

以在高速 WLAN 周围它们自己的干扰不可接受性导致的自限制密度为例, 对于 RLAN3, 假设高速 WLAN 占用 14 个信道, 每个宽 23.6 MHz, 在 330 MHz 频段内, 且接收机最小的间隔为 0.5 m, 对应大的办公区在小区域上的给定的可能的密度是  $89 \times 10^3$  个/km<sup>2</sup>/信道。LAN 接收机 不再要求干扰要低于 -100 dBW, 但要求  $C/I$  要大于 20 dB。这样可以允许在不发生相互的自干扰的情况下各发射机可在 0.5 m 的间隔下工作。



表 10

RLAN3 高速 WLAN 对 SAR 的干扰

参数	SAR2		SAR3		SAR4	
	数值	dB	数值	dB	数值	dB
发射功率(W)	0.20	-6.99	0.20	-6.99	0.20	-6.99
建筑物衰减(dB)		-17.00		-17.00		-17.00
天线增益, 发射机(dB)		0.00		0.00		0.00
天线增益, 接收机(dB)		43.33		44.52		44.52
极化损耗(dB)		-3.00		-3.00		-3.00
波长(m)	$5.65 \times 10^{-2}$	-24.96	$5.65 \times 10^{-2}$	-24.96	$5.65 \times 10^{-2}$	-24.96
$(4\pi)^{-2}$	$6.33 \times 10^{-3}$	-21.98	$6.33 \times 10^{-3}$	-21.98	$6.33 \times 10^{-3}$	-21.98
距离(km)	638.51	-116.10	425.67	-112.58	425.67	-112.58
接收功率(dBW)		-146.71		-141.99		-141.99
噪声系数(dB)		4.62		4.62		4.62
$k T$	$4.00 \times 10^{-21}$	-203.98	$4.00 \times 10^{-21}$	-203.98	$4.00 \times 10^{-21}$	-203.98
接收机带宽(MHz)	356.50	85.52	356.50	85.52	46.00	76.63
噪声功率(dBW)		-113.84		-113.84		-122.73
SAR 干扰门限 ( $I/N = -6$ dB)		-119.84		-119.84		-128.73
余量(dB)		26.87		22.16		13.26
SAR 覆盖(km <sup>2</sup> )	159.03	22.01	57.55	17.60	57.55	17.60
HIPERLAN 的平均表面功率(dB(W/km <sup>2</sup> ))		4.85		4.56		-4.34
激活发射机/km <sup>2</sup> /信道	15.29		14.27		1.84	
在 5%的活动率时的激活发射机/km <sup>2</sup> /信道	305.75		285.49		36.84	

### 3.3 SAR 对高速 WLAN 的干扰

在分析由星载 SAR 对高速 WLAN 的潜在干扰中的第一步是确定一个星载 SAR 在地球表面的信号功率。下一步是确定高速 WLAN 接收机的门限。之后, 通过 SAR 干扰电平与 LAN 干扰门限的比较可算出干扰余量。对于 SAR1-4, 峰值天线增益比-5 dBi 的平均旁瓣电平高 40-50 dB。因此, 对于 SAR 主波束

飞过的时间段约为 0.5-1.0 s, 在地球表面的 SAR 干扰电平远高于 RLAN1 的干扰门限。然而, 对于 RLAN2, -120 dBW 的电平不再是最大允许干扰电平, 而宁可在发射机互相之间间隔 0.5 m 的情况,  $C/I$  大于 20 dB, 这样可使允许的干扰电平增加 50-80 dB。

RLAN3 的情况类似于 RLAN2。对这些典型的 SAR2-4, 峰值天线增益比 -5 dBi 的旁瓣电平大 14-38 dB。因此, SAR 的主波束飞过的时间段约为 0.5-1.0 s, 在地球表面的 SAR 干扰电平会远高于 RLAN3 的干扰门限。然而, 对于 RLAN3, -120 dBW 的电平已不再是最大允许干扰电平了, 而宁可让  $C/I$  大于 20 dB, 各发射机之间的间隔 0.5 m 的情况, 允许的干扰电平可提高 50-80 dB。尽管 SAR 并不需要每次重复经过时都被激活, 对于 SAR 的重复周期还是 8-10 天。因此, 对一给定的地球上的区域用 SAR 波束表示时在每 8-10 天内不会超过 0.5-1.0 s。

### 3.4 结论

在 5250-5350 MHz 频段内一个高速 WLAN 的 RLAN3 配置和星载合成孔径雷达之间的潜在干扰在本建议书中的分析对应 1) 的是单个 RLAN1-3 发射机部署在室外的而 2) 是 RLAN3 室内部署的密度。对于单个发射机部署在室外的, RLAN1 高速 WLAN 发射机干扰高于 SAR4 的可接受电平, RLAN2 高速 WLAN 发射机的干扰高于 SAR3 和 SAR4 二者的可接受电平, 而 RLAN3 高速 WLAN 发射机的干扰高于 SAR4 的可接受电平。

对于由高速 WLAN 的 RLAN1 配置对 SAR 的干扰, 分析表明任何低于 32-128 个发射机/km<sup>2</sup> 的表面密度, 取决于成像 SAR 像素  $S/N$  时, 进入 SAR 的将是可接受的干扰电平。在欧洲以往预期的平均密度估计仅为 12 个发射机/km<sup>2</sup>。一个典型的部署在室外的高速 WLAN(0.25 W 发射机功率)在 0.32 个激活发射机/km<sup>2</sup> 的密度时(32 个激活发射机/km<sup>2</sup> 的密度, 活动率为 1%)将遭受 -120 dBW 的自干扰电平, RLAN1 高速 WLAN 的该电平掌握作为它们的干扰门限。对于由高速 WLAN 的 RLAN2 配置对 SAR 的干扰, 分析表明低于 0.2-1.5 个发射机/km<sup>2</sup> 的表面密度, 取决于成像 SAR 像素  $S/N$  时, LAN 进入 SAR 的将是可接受的干扰电平。目前预期的平均密度为 1 200 个发射机/办公区, 高达约  $89 \times 10^3$  个/km<sup>2</sup>/信道。预期的高密度在整个 330 MHz 频段内, 假设为 14 个信道, 每个 23.6 MHz 宽。对于室内部署且考虑由高速 WLAN 的 RLAN3 配置对 SAR 的干扰, 分析表明任何低于 37-305 个发射机/km<sup>2</sup>/信道的表面密度, 对于成像 SAR 取决于成像 SAR 像素  $S/N$  时, 进入 SAR 的将是可接受的干扰电平。预期的平均密度为 1 200 个发射机/大的办公区和 250 个发射机/工业区。预期的高密度在整个 330 MHz 频段内, 假设为 14 个信道, 每个 23.6 MHz 宽。对于由高速 WLAN 的 RLAN3 配置对 SAR 的干扰, 分析表明在 14 个信道上, 仅低于 518 - 4 270 个发射机/km<sup>2</sup> 的表面

密度,才能使 LAN 对 SAR 的干扰电平是可接受的。对于 RLAN3 对 SAR2 和 SAR4 的干扰,当取决于 SAR 像素  $S/N$  时,在 SAR 的覆盖内相当于约 3 至 12 个大的办公建筑物或 15 至 60 个工业区。

对于由星载 SAR 对 5 250-5 350 MHz 频段内的高速 WLAN 的 RLAN1 的干扰,当旁瓣为 14-38 dB 时, SAR 在地球表面的干扰电平低于 LAN 的干扰门限。当 SAR 在飞过的时间段,其主波束约为 0.5-1.0 s 的情况, SAR 的峰值天线干扰在地球表面所造成的 SAR 干扰电平会远高于 RLAN1 的干扰门限 10-30 dB。由此,对 RLAN2 和 RLAN3,分别为-120 dBW 和-100 dBW 的电平不再是最大的可接受干扰电平,而宁可在  $C/I$  大于 20 dB,发射机之间间隔 0.5 m 以内的情况,可提供 50-80 dB 的允许干扰电平,这样 SAR 甚至在主波束时的干扰电平也可低于 LAN 的干扰门限。由于 SAR 的重复周期是 8-10 天,且 SAR 在每次重复经过时不一定都被激活,因此对一给定的地球表面的区域用 SAR 波束表示时在每 8-10 天内不会超过 0.5-1.0 s。

## 4 RLAN 和高度计的研究

### 4.1 RLAN 对高度计的干扰

对该项分析,我们考虑高度计主瓣内 HIPERLAN 类型中一个 RLAN 的情况。

高度计具有 320 MHz 的扩展带宽,而 HIPERLAN 具有涵盖在高度计带宽之内的 16 MHz(类型 2)至 23.5 MHz(类型 1)的信道带宽范围。HIPERLAN 的最大发射 e.i.r.p. ( $P_h G_h$ ) 为 30 dBm(类型 1)或 23 dBm(类型 2)。高度计天线增益  $G_0$  为 32.2 dB,  $G_a$  是指向 HIPERLAN 的偏轴天线增益,具有附加的 1 dB 输入损耗  $L$ 。高度计指向天底,天线尺寸为 1.2 m。  $R$  是从 HIPERLAN 至高度计的距离。

在 SAR 视轴内(即  $G_a = G_0$ )来自一个 HIPERLAN 到达高度计的接收功率为:

$$P_r = \frac{P_h G_h G_a \lambda^2}{(4\pi)^2 R^2 L} \quad (1)$$

采用更严格的 HIPERLAN 类型 1 的参数(第 2.2 节中给出的),我们可得到-108.3 dBm 的  $P_r$  值。

高度计的干扰门限是-88 dBm;由此我们可以推断出高度计可经受住若干 HIPERLAN 同时运行的干扰,因为已有 20.3 dB 的余量。此外,高度计的制造是提供以水上测量为主的,当其天线波束对着的是大量陆地时,它无法提供精确的数据。从该项分析得出,很明确高度计不会遭受来自于 HIPERLAN 运行的损害。

为完整起见，可以计算工作在陆地上的高度计可容忍-3 dB 覆盖内的 HIPERLAN 的数量。本建议书的第 4.1.1 节中描述了这种方法。

我们得到了从 586(室外应用)至 4 664(室内应用)个的 HIPERLAN 安装范围作为不干扰高度计的限值。实际上仍留有额外的余量，因为：

- 考虑到没有极化损耗或额外的传播损耗(约 3 dB)。
- 没有考虑诸如发射机功率控制的干扰减缓技术(有望提供至少 3 dB 的余量)。
- 在模拟中过高估计了对着 HIPERLAN 设备方向的高度计的增益。

此外可以预料，在高度计使用的频率范围内通常仅部署 HIPERLAN 类型 2 的系统，由于有更低的最大 e.i.r.p.(200 mW)，情况还可改善。

由此可以得出结论，高度计在用于水上时不会遭受来自 HIPERLAN 的干扰。但是，如果在陆地上空工作的情况则稍有影响，取决于 HIPERLAN 最终参数的选择。所要求的余量可允许共用甚至是高度计接近陆地工作时。仅室内和仅 HIPERLAN 类型 2 工作可较大地改善共用环境。

#### 4.1.1 在高度计-3 dB 覆盖内的 RLAN 数量的估算

对于该项分析，考虑高度计主瓣内一个 HIPERLAN 类型 1 的情况。

高度计具有 320 MHz 的扩展带宽，而 HIPERLAN 具有涵盖在高度计带宽之内的 23.5 MHz 的带宽。最大 HIPERLAN 发射 e.i.r.p. ( $P_h G_h$ ) 为 30 dBm。高度计天线增益  $G_0$  为 32.2 dB， $G_a$  是指向 HIPERLAN 的偏轴天线增益，具有附加的 1 dB 输入损耗  $L$ 。高度计指向天底，天线尺寸为 1.2 m。 $R$  是从 HIPERLAN 至高度计的距离。

HIPERLAN 在 SAR 视轴内(即  $G_a = G_0$ ) 来自一个 HIPERLAN 到达高度计的接收功率为：

$$P_r = \frac{P_h G_h G_a \lambda^2}{(4\pi)^2 R^2 L} \quad (2)$$

由此可得到-108.3 dBm 的  $P_r$  值。

高度计的干扰门限是-88 dBm；由此我们可以推断出高度计可经受住若干 HIPERLAN 同时运行的干扰，因为我们已有 20.3 dB 的余量。此外，高度计是制造提供以水上测量为主的，当其天线波束对着的是大量陆地时，它无法提供精确的数据。从该项分析得出，很明确高度计不会遭受来自于 HIPERLAN 运行的损害。

为完整起见，可以计算工作在陆地上的高度计可容忍-3 dB 覆盖内的 HIPERLAN 的数量；但是由于由高度计视轴的角度 $\varphi$ 的微小变化，至地面的距离、增益以及在地表面自然环境的阻断会发生改变，而使计算并不那么直截了当。

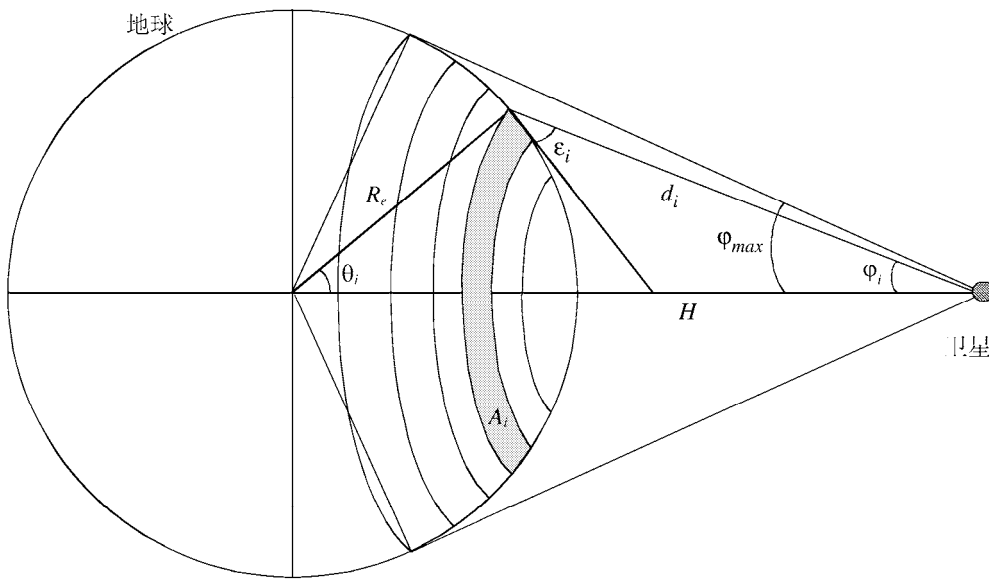
假设 HIPERLAN 设备的密度一定，即  $D$ ，那么由卫星看到的 HIPERLAN 设备的总数为  $N = D \times A$ ，其中  $A$  是高度计 -3 dB 的覆盖面(假设这些设备均匀地分布在地球的表面)。由于这些设备到卫星的距离是非等距的，可见的地球表面被分成同一中心的表面条带(如图 1 中所示)，因此可做出一个假设就是在第  $i$  表面条带中的所有 HIPERLAN 设备至卫星的距离  $d_i$  是相等的，且天底角 $\varphi_i$ 是相同的，仰角 $\varepsilon_i$ 也相同。第  $i$  表面条带中的 HIPERLAN 设备的数目由下式计算：

$$N_i = A_i \times (N/A) = A_i \times D \quad (3)$$

其中：

$$A_i = 2\pi R_e^2 \times [\cos(\theta_{i-1}) - \cos(\theta_i)] \quad \text{for } \theta_i > \theta_{i-1} \quad (4)$$

图 1  
用于干扰累计的几何图



在高度计上的 HIPERLAN 的累计干扰功率  $I$ ，由此可通过第  $i$  分量  $I_i$  按照下式求出总和：

$$I(W) = \sum_i I_i = \sum_i N_i \cdot \frac{10 \lg(e.i.r.p. / 10)}{(4 \pi d_i f_0 / c)^2} \cdot G(\varphi_i) \tag{5}$$

其中：

- e.i.r.p.: 有效全向辐射功率(dBW)
- $d_i$ : 卫星和地面干扰之间的距离
- $f_0$ : RF 中心频率
- $G(\varphi_i)$ : 取决于天底角  $\varphi_i$  的卫星高度计天线接收增益，该角度即子卫星指向和被考虑的条带之间的角度。

为此，做一项数学计算：假设每平米地面的 HIPERLAN 功率密度是一常数，而高度计的天线增益变化按照  $G_a = G_0(\sin(\varphi)/\varphi)^2$ ， $\varphi$  是垂直方向和卫星至 HIPERLAN 方向之间的角度，这是最坏情况，高度计的波瓣远低于此。

-3 dB 覆盖内高度计位置的总接收功率可计算为：高度计的平均可接受功率为-60 dBm/m<sup>2</sup>，或 0 dBm/km<sup>2</sup>( $D \times e.i.r.p.$ )。

由于高度计是天底指向，当计算来自室内的 HIPERLAN 的干扰时还要包括一个 20 dB 的额外路径损耗 (由于屋顶和天花板的衰减)。当考虑限于室内工作的 HIPERLAN 的情况，假设在任意给定时间内有 1% 的 HIPERLAN 设备工作于室外 — 致使总的额外衰减因子为 17 dB。对于允许 HIPERLAN 在室外工作的情况，假设在给定时间内有 15% 的设备工作于室外，算出的额外衰减因子就为 8 dB。对这两种情况都假设 5% 的 HIPERLAN 同时发射。

表 11

-3 dB 覆盖中终端数的计算

	室内	室外
功率密度( $D \times e.i.r.p.$ )(dBm/km <sup>2</sup> )	0	0
e.i.r.p.(dBm)	30	30
HIPERLAN 室外运行的百分数(%)	1	15
额外余量(dB)	17	8
激活终端/km <sup>2</sup>	0.05	0.063
激活终端(%)	5	5
终端数/km <sup>2</sup>	1.002	0.126
-3 dB 覆盖中的终端数	4 664	586

我们得到了在-3 dB 覆盖中从 586(室外应用)至 4 664(室内应用)个的 HIPERLAN 安装范围作为不干扰高度计的限制。

## 4.2 高度计对 RLAN 的干扰

该情况中我们考虑一个带宽减小因子  $B_h/B_a$ , 这是因为高度计的带宽  $B_a$  远高于 HIPERLAN 的带宽  $B_h$ 。 $B_a$  具有 320 MHz 的数值而  $B_h$  为 23.5 MHz(类型 1, 最坏情况)或 16 MHz(类型 2), 因此对类型 1 得到的减小因子为 11.34 dB 而类型 2 为 13 dB。指向 HIPERLAN 的天线增益  $G_h$  为 0 dB。

来自高度计的 HIPERLAN 的接收功率为:

$$P_r = \frac{P_a G_a G_h \lambda^2 B_h}{(4\pi)^2 R^2 L B_a} \quad (6)$$

在最坏情况(例如是高度计的主波束, 最近的距离 1 347 km, 室外 HIPERLAN 类型 1) 时, 高度计发射的功率进入 HIPERLAN 的数值将会是-103.64 dBm。

考虑该情况(高度计主波束在垂直方向进入 HIPERLAN 的旁瓣) 作为最坏情况, 是因为高度计的波瓣随视轴角减小得很快(它们离天底  $4^\circ$  时在-20 dB 水平, 而离天底  $15^\circ$  时就是-40 dB 了)。

上述计算产生的对最严酷情况(类型 1)的 10 dB 的余量; 这样得出的结论是高度计的干扰不会进入 HIPERLAN。该情况在室内 HIPERLAN 类型 2 工作的情况还可得到进一步的改善。此外, 高度计是一种脉冲型的雷达; 其低占空比、极化损耗和附加传播损耗所提供的额外余量还未考虑进去。

## 4.3 结论

可以得出结论工作在 5.3 GHz 左右带宽为 320 MHz 的雷达高度计可以与 RLAN 兼容。在 RLAN 系统具有类似于 HIPERLAN 类型 2 的特性时可达到更好的余量。这些 RLAN 有望成为部署于高度计频段内的典型类型。在 5 460 MHz 以上的频段内 RLAN 和高度计之间的共用很可能也是可行的。

## 5 RLAN 和地形测绘雷达的研究

现在, 地形测绘雷达正越来越多的用于陆地应用, 并且在不久的将来随着这些仪器的分辨力的提高已可预见地形测绘雷达系统甚至会更多地在地面之上应用。

### 5.1 RLAN 对地形测绘雷达的干扰

在地形测绘雷达系统中, 回声返回信号功率是通过第一次测量的“信号 + 噪声”功率做出的估算(即回声返回加上系统噪声的作用), 然后减去“仅噪声”的功率(仅系统噪声或“噪声基线”的估算)。为了优化系统性能, 在不同的带宽和/或不同的时间进行“信号 + 噪声”和“仅噪声”的测量。这一策略依据标称系统噪声在测量步骤期间是固有白噪声(固定且具有平坦的频谱功率分布)的这一事实。

根据以上的形势, 可设想两种不同的干扰情形。一种是在测量步骤中干扰始终存在, 即 CW 白噪声, 另一种由于卫星运动(扇形波束天线之一的覆盖的置换) 或干扰信号不连续, 使得两个测量步骤中仅其中一个存在干扰。这也可取决于被考虑的地形测绘雷达系统中所采用的测量技术。

已确定 3 m/s 的风速作为地形测绘雷达的最低性能标准。对该风速, 反向散射信号的量最小且这样对噪声或干扰最为敏感。由第二种干扰情形导致的估算误差可用对扇形波束天线的一个典型值( $\alpha=0.7$  dB) 参量 $\alpha$ 来描述且如已给出的(ITU-R SA.1166 建议书)。

$$\alpha(\text{dB}) = 10 \log \{ [N + (I_{s+n}/B_{s+n})] / [N + (I_n/B_n)] \} \quad (7)$$

其中:

$N$ : 标称噪声基线功率密度(对于扇形波束天线在地形测绘雷达接收机入口约  $-201$  dB(W/Hz))

$B_{s+n}$ : “信号 + 噪声” 测量带宽

$B_n$ : “仅噪声” 的测量带宽

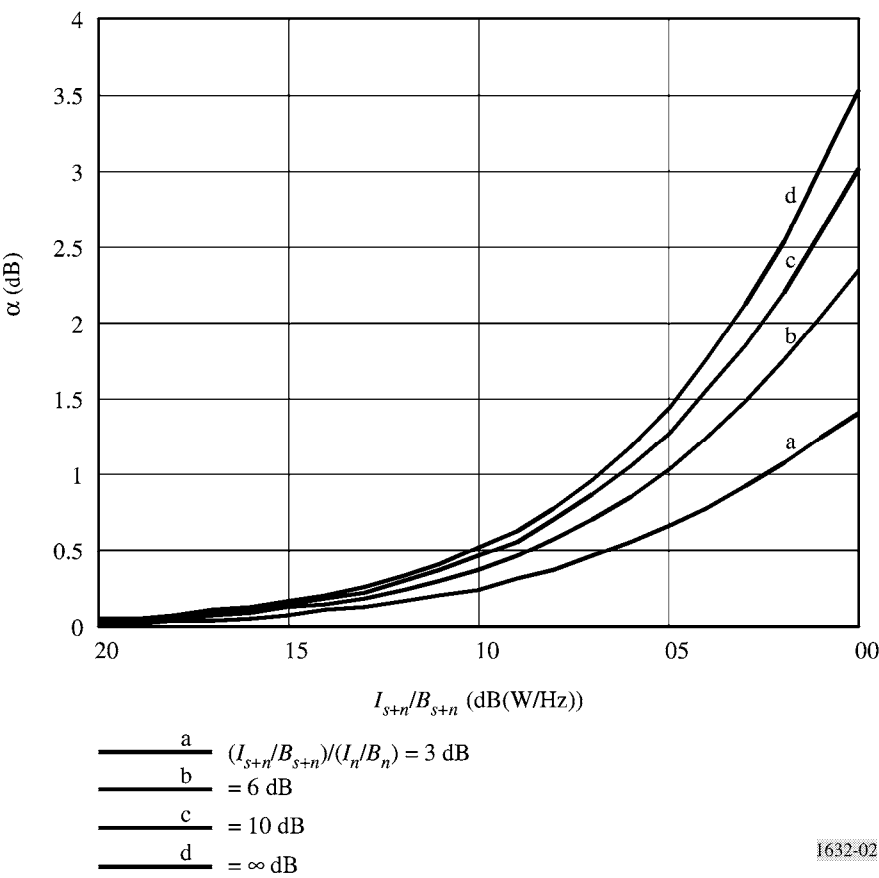
$I_{s+n}$ : 在“信号 + 噪声” 测量周期内在  $B_{s+n}$  中来自干扰源的平均功率

$I_n$ : 在“仅噪声”测量周期内在  $B_n$  中来自干扰源的平均功率。



图 2 是对应具有  $N = -201 \text{ dB(W/Hz)}$  接收机噪声基线的地形测绘雷达等式(1) 的曲线。它表明  $\alpha$  是作为干扰信号的功率谱密度  $I_{s+n}/B_{s+n}$  的一个函数。由于扇形波束的窄波束宽度，当地形测绘雷达旁瓣移过发射机波束时，接收机的干扰电平有几个 dB 的变化。工程上的意见已认为在测量周期内以 6 dB 的值作为按照  $10 \log [(I_{s+n}/B_{s+n}) / (I_n/B_n)]$  的假设的最大预期变化。从图 2 可得出结论，任意地形测绘雷达的扇形波束天线的最大干扰功率谱密度在没有测量精度恶化时能维持在  $-207 \text{ dB(W/Hz)}$ 。

图 2



对 CW 白噪声型的干扰，在接收机的入口最大可接受干扰功率谱密度大约为  $-195 \text{ dB(W/Hz)}$  。

在本共用分析中所采用的 RLAN 是 HIPERLAN 类型 2 的标准(参数已在第 2.2 节中给出)。进入地形测绘雷达的接收机的最严格的可接受干扰电平为-207 dB(W/Hz)。对于地形测绘雷达 1, 采用了对应 167.3 dB 的自由空间损耗的跨越跟踪距离在 650 km 时的 31 dBi 的天线增益。

从一台 HIPERLAN 到地形测绘雷达的接收功率可写出如下：

$$(P_r)_{dB} = (P_h)_{dB} - LFS + (G_s)_{dB} - 3 \tag{8}$$

由此在对应-221.3 dB(W/Hz)时, 我们可以得到在 16 MHz 带宽上  $P_r$  的值为-149.3 dB。这就给出了 14.3 dB 的余量。由此可得出结论一台 HIPERLAN/2 进入到地形测绘雷达接收机的干扰不会导致发生有害干扰。此外, 如表 12 所示, 地形测绘雷达与高密度的 RLAN 部署可以兼容, 特别是在 RLAN 部署在室内时。

表 12  
与地形测绘雷达 1 共用时允许的有源 HIPERLAN/2 的容量

部署的类别	仅室外	仅室内	室内室外混合 (15% 室外)
发射功率(dBW)	-10	-10	-10
自由空间损耗(dB)	-167.3	-167.3	-167.3
天线增益, 接收机(dBi)	31	31	31
极化损耗(dB)	-3	-3	-3
额外路径损耗(dB)	0	-17	-7.8
接收功率(dB(W/信道))	-149.3	-166.3	-157.1
接收功率(dB(W/Hz))	-221.3	-238.3	-229.1
地形测绘雷达干扰门限	-207	-207	-207
余量(dB/Hz)	14.3	31.3	22.1
有源/无源比(5%)	13	13	13
允许的总的有源 + 无源 RLAN/km <sup>2</sup> (dB)	27.3	44.3	35.1

5.2 地形测绘雷达对 RLAN 的干扰

我们考虑由地形测绘雷达 1 对 HIPERLAN 类型 2 的干扰的情况。由于这种类型的 RLAN 具有动态频率选择而地形测绘雷达的带宽相对较小, 在此我们只考虑地形测绘雷达的旁瓣之一对一台 HIPERLAN 的干扰。该地形测绘雷达系统的峰值功率为 4.8 kW 且本分析中采用的旁瓣值仍为 26 dBi 。

在 HIPERLAN 干扰门限以上的地形测绘雷达 1 到达 HIPERLAN 的接收功率约为-106.5 dB 或称之为-115 dB 的最小有用接收机灵敏度。本分析中未考虑额外的输入损耗或极化损耗,但这些值不会明显地对结果有所改变(在几个 dB 量级)。当地形测绘雷达飞过时,一个 RLAN 系统在地形测绘雷达的天线旁瓣之一的可视范围内的时间典型值是几秒。由于该类型的地形测绘雷达采用了若干扇形波束天线,因此当卫星通过时总的干扰时间甚至达到 20 s 左右。正如前面提及,这些 HIPERLAN 类型 2 系统采用了动态频率选择,它允许该系统在实际发送数据之前切换到另一信道。因此可以认为这是减轻干扰问题的一个十分有用的工具。

更正确的确定最大允许干扰电平的方法是将  $C/I$  考虑进来,考虑它必须大于 15 dB。在各发射机之间间隔 50 m 之内的情况(最坏情况时),这会使允许干扰电平增加 10 dB(-105 dBW 而不是-115 dBW)。对于地形测绘雷达 1 该分析对室外设备给出一个 1.5 dB 的正余量。采用室内部署的 RLAN 在本分析中会得出更好的余量(18.5 dB)。

表 13

地形测绘雷达 1 对高速 WLAN

参数	数值	dB
发射功率(W)	4 800.00	36.81
发射路径损耗(dB)	0.00	0.00
天线增益,发射机(dB)	26.00	26.00
天线增益,接收机(dB)	0.00	0.00
波长(m)	$5.65 \times 10^{-2}$	-24.96
$(4\pi)^{-2}$	$6.33 \times 10^{-3}$	-21.98
距离(km)	1 314.03	-122.37
带宽减小(dB)	0.00	0.00
接收功率(dBW)		-106.50
HIPERLAN 的干扰门限		-115.00
余量(dB)(室外)		-8.50
建筑物衰减(dB)		17
余量(dB)(室内)		8.50

### 5.3 结论

结论是工作在 5.3 GHz 左右的地形测绘雷达与相同频段内的 RLAN 是兼容的。可预见在地形测绘雷达的工作中,它们不会遭受来自 RLAN 的重大干扰。对地形测绘雷达给 RLAN 造成的干扰的研究表明与 RLAN 的室内应用的共用是可行的。值得注意的是一些具有 HIPERLAN 类型 2 标准特性的 RLAN 计划配备 DFS,即动态频率选择。这些系统当工作于室外时受到来自地形测绘雷达系统的干扰的机会将会较小。

## 6 有关兼容性的全球结论

从本建议书中所包含的对工作于 5 250-5 350 MHz 频段内的典型地形测绘有源传感器和拟议部署在相同频段内的高速 WLAN 的共用分析，可全球性地得出结论在给定一些 RLAN 特性的情况下两种业务可以兼容：

- 室内部署(相对于室外系统要给出 17 dB 的衰减)。
- 平均 e.i.r.p.<sup>2</sup> 限制在 200 mW(或若未采用 TPC 则为 100 mW)且在任意 1 MHz 频段内平均 e.i.r.p. 密度限制在 10 mW 。
- 采用 TPC 功能以保证至少 3 dB 的减弱因子。
- 要求具有相应的信道选择机制诸如 DFS 功能这样的随机化信道选择功能以提供在 5 GHz 范围内整个可用带宽上 WLAN 信道的负载的均衡扩展(在研究中所作的假设是对整个 330 MHz 在 SAR 覆盖内在一个 20 MHz 的信道上给定一个 440 个发射机的密度)。

---

<sup>2</sup> 平均 e.i.r.p. 是指在最大功率控制设置时在整个传输突发上的 e.i.r.p. 的平均。