

ITU-R SA.1154 建议书^{*} ^{**}**保护空间研究（SR）、空间操作（SO）和卫星地球
探测业务（EES）的条款以及促进与 2 025-2 110 MHz
和 2 200-2 290 MHz 频段内的移动业务共用的条款**

(1995 年)

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) 根据《无线电规则》（RR）第 5.391 和 5.392 款，2 025-2 110 MHz 和 2 200-2 290 MHz 频段划分给空间科学业务（SR、SO、EES）、固定业务（FS）和移动业务（MS）三类业务主用；
- b) 处理频谱某些部分频率划分的世界无线电行政大会（1992 年，马拉加—托雷莫利诺斯）（WARC-92）在其第 211 号决议中请原 CCIR 继续研究合适的条款以保护工作于 2 025-2 110 MHz 和 2 200-2 290 MHz 频段内的空间科学业务免受移动业务电台发射的有害干扰，并对下届有权的大会报告研究结果；
- c) 处于低地球轨道（LEO）上的诸空间电台在这些频段内对 SR、SO 和 EES 业务有不断增加的应用；
- d) 在 2 025-2 110 MHz 和 2 200-2 290 MHz 频段内引入将来高密度的或常规的陆地移动系统时，会造成对 SR、SO 和 EES 业务来说不可接受的干扰；进一步的资料见附件 1；
- e) 研究指出，诸如附件 2 内说明的那些特定的低密度移动系统，它们可与 SR、SO 和 EES 业务共用 2 025-2 110 MHz 和 2 200-2 290 MHz 频段；
- f) 某些国家其空间科学业务在不受限制下与低密度移动电子新闻采集（ENG）系统（见附件 3）和航空移动遥测系统（见附件 4）已成功地共用许多年，然而，考虑到这些系统预期的增长，到将来可能需要加以限制；
- g) 当对地静止数据中继卫星（DRS）空间飞行器跟踪低地球轨道空间飞行器时，其高增益天线指向地球，所以，空间科学业务工作于 2 200-2 290 MHz 频段内比之工作于 2 025-2 110 MHz 频段内更易受到干扰；
- h) 在三种空间科学业务中 SR 业务要求的保护标准最严格，对 SR、SO 和 EES 业务都需提供充分的保护；

* 应提请无线电通信第 4 研究组、第 8 研究组和第 9 研究组注意本建议书。

** 按照 ITU-R 44 号决议，无线电通信第 7 研究组于 2003 年对本建议书进行了编辑性修正。

- j) ITR-U SA.609 建议书（第 1、1.1、1.2 和 2 节）中规范了 SR 业务的保护标准；
- k) ITU-R SA.609 建议书的保护标准已反复地应用于共用研究中，得到广泛认可；
- l) 对于地对空、空对地和空对空无线电通信 SR、SO 和 EES 业务都使用 2 025-2 110 MHz 和 2 200-2 290 MHz 频段。空对空链路通常包括应用 ITU-R SA.1020 建议书和 ITU-R SA.1018 建议书内假想参考系统中说明的 DRS。共用标准应该考虑到工作于 2 025-2 110 MHz 和 2 200-2 290 MHz 频段内的 DRS 无线电通信链路的保护要求；
- m) 关于 SR、SO 和 EES 业务的保护，大多数场合对于地对空和空对地链路考虑 6 dB 的 N/I 将造成 1 dB 保护劣化已足够；
- n) 顾及空对空链路只有 2 dB 或更小的典型低余量值，对于 DRS 空对空链路考虑 10 dB 的 N/I 将造成 0.4 dB 保护劣化是必要的；
- o) 所考虑的频段由 FS（固定业务）和 MS（移动业务）共用。假定每种业务对空间飞行器的总干扰各承担一半。由于可期望的协调，假定仅两种业务之一干扰地球站；
- p) DRS 空间飞行器通常位于对地静止（GSO）轨道上；
- q) 在去往低地球轨道空间飞行器和 GSO 空间飞行器两者的 SR、SO 和 EES 地对空链路都使用 2025-2110MHz 频段。该频段也应用于 SR、SO 和 EES 空对空链路，通常应用于 DRS 空间飞行器到低地球轨道空间飞行器的无线电通信中；
- r) 在来自低地球轨道空间飞行器器和 GSO 空间飞行器两者的 SR、SO 和 ESS 空对地链路中应用 2200-2290MHz 频段。该频段也应用于 SR、SO 和 ESS 空对空链路，通常应用于低地球轨道空间飞行器到 DRS 空间飞行器的无线电通信中；
- s) 关于移动系统密度的术语，涉及系统的数目和系统内的人口分布，
认识到
- 1** 对全世界工作于 2 025-2 110 MHz 和 2 200-2 290 MHz 频段内的移动电台的最大数目做出规范以使集总干扰电平不超出共用的标准，便可能构成有效的技术解决办法。然而，此种解决办法的实施可能是不现实的，
进一步认识到
- 1** 要促进共用，需采用特定移动系统技术和操作特性的独特组合，此类移动系统与 SR、SO 和 ESS 业务之间的共用能够用定性和定量两方面术语来描述，

建议

- 1** 下面的规定适合于保护 SR、SO 和 ESS 业务在 2025-2110MHz 频段内免受自移动系统发射的集总干扰；
 - 1.1** 除了空对空链路场合外，空间飞行器接收机输入端上的集总干扰在 0.1% 以上的时间内不应超过 -180 dB (W/kHz)；
 - 1.2** 在空对空链路场合下，空间飞行器接收机输入端上的集总干扰在 0.1% 以上的时间内不应超过 -184 dB (W/kHz)；
- 2** 下面的规定适合于保护 SR、SO 和 ESS 业务在 2 200-2 290 MHz 频段内免受自移动系统发射来的集总干扰；
 - 2.1** 地球站中接收机输入端上的集总干扰在 0.1% 以上的时间内不应超过 -216 dB (W/Hz)；
 - 2.2** DRS 空间飞行器输入端上的集总干扰在 0.1% 以上的时间内不应超过 -184 dB (W/kHz)；
- 3** 高密度或常规类型的移动系统不应采用 2 025-2 110 MHz 和 2 200-2 290 MHz 频段，因为如附件 1 中所确认，它们将对 SR、SO 和 EES 业务中造成不能接受的干扰；
- 4** 新的移动系统应以这样的方式引入，在长时期内它们在全世界的利用不致造成集总干扰超过上面第 1 和第 2 节的规定给定的数值；
- 5** 诸如低功率谱密度、低的全世界人口密度和间歇地传输（见附件 2）等技术参数和操作参数，对于引入新的移动系统为优选的；
- 6** 在 2 025-2 110 MHz 频段内考虑引入新的低密度移动系统时，应使用类同于附件 3 中所说明的那些技术特性和操作特性作为指南；
- 7** 在 2 200-2 290 MHz 频段内考虑引入新的低密度移动系统时，应使用类同于附件 4 中所说明的那些技术特性和操作特性作为指南。

附 件 1

空间研究/空间操作和高密度陆地移动系统的兼容性研究

1 引言

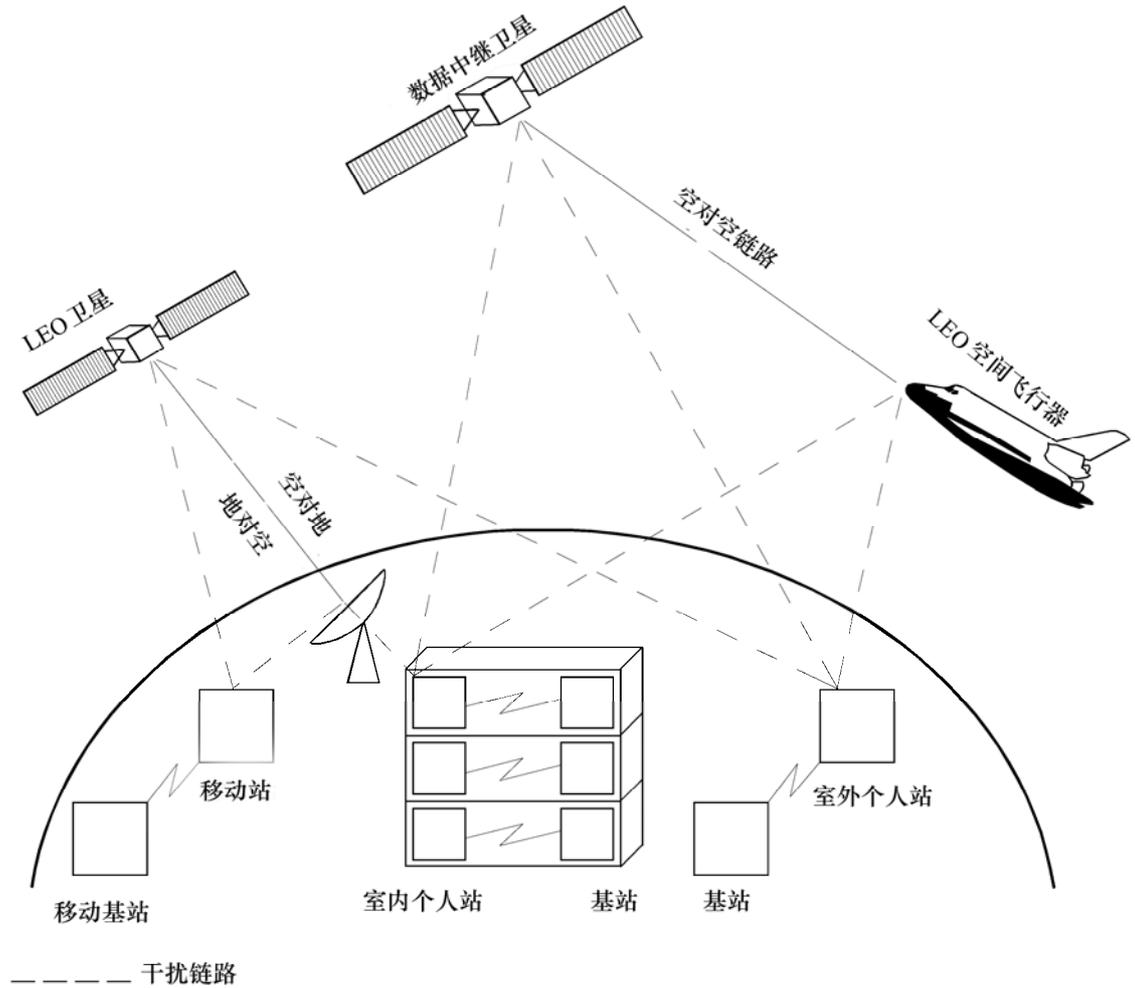
在高密度移动系统和常规的陆地移动系统与空间业务两方面之间的频段共用是不可行的。本附件以得出本结论的文稿为基础，提出了根本的分析。本研究报告中考虑的移动系统是将来的公众陆地移动通信系统（FPLMTS）。所使用的模型也适用于常规类型的移动系统。

2 025-2 110 MHz 和 2200-2290 MHz 频段广泛用于全世界的空间操作、卫星地球探测和空间研究，各航天机构为相互支持达成了众多的国际协议。由于发射机与接收机之间距离远，接收机上的信号电平非常低。因此，这些业务对干扰十分敏感，如《无线电规则》和 ITU-R 建议书中所规范的，要求高的保护等级。

图 1 示明所考虑的各种链路和产生的干扰构成形式。对于个人站和移动站只是考虑话音业务。对来自基站的附加干扰尚未研究。

图 1

FPLMTS 单元与空间业务之间的干扰构成形式



现在，对频率管理部门已提出挑战，对于目前划分的空间业务要满足新的指配需求，以使得对已有指配其干扰影响最小。由此，与附加的用户实现业务内频段共用变得越加困难。

移动业务场合下，天线方向性图是准全方向性的，可设想到，几千万个移动发射机将给出很高的累加干扰电平。由于 FPLMTS 单元定义为“移动运行”的，所以，不可能进行协调的理由十分显然。可以论证，对于实际上考虑到的每种干扰构成形式来说，与这类移动系统间的频段共用是不可行的。

2 无线电的管理和频段占用情况

2 025-2 110 MHz 和 2 200-2 290 MHz 频段在所有国际电联区域内是在同为主用的基础上划分给 SR、SO 和 EES 业务与移动业务的。

地球站的最大可容许干扰电平规定于《无线电规则》中附录 7 的表 8b 内以及 ITU-R SA.363 建议书和 ITU-R SA.609 建议书内。地球站的天线一览表基于《无线电规则》附录 8 中附件 III 内规范的辐射方向性图。地球站天线的最小仰角符合《无线电规则》第 21.15 和 21.14 款。空间飞行器接收机的干扰电平规范于 ITU-R SA.609 建议书和 ITU-R SA.363 建议书内。

在 2 025-2 110 MHz 频段内，当前有 300 多个指配。在 2 200-2 290 MHz 频段内，指配数目在 350 个以上。对于空对空链路，当前有 6 个划分用于数据中继系统，并有许多附加划分在进行中，用于国际空间站计划以及用于欧洲和日本的数据中继卫星计划内。

显然，考虑中的频段在空间业务中承载着应用的重担，这使得大量的卫星和地球站会受到工作在这些频段内的陆地移动业务的影响。

3 陆地移动业务（FPLMTS）的系统假设

可以预见到，将来的移动通信系统其业务范围很宽广。可设想到，工作于 2 GHz 频段附近的业务之一是将来的公众陆地移动通信系统（FPLMTS）。对这类业务指定的带宽为 230 MHz。

FPLMTS 处在规划阶段，初始考虑点是用户数量、业务量密度和功率电平。无线电通信第 8 研究组对功率电平、带宽要求和业务量密度等提供比较详细的假设，所提供的系统假设其概要列出于表 1。

表 1

系统假设的概要

	室外移动站	室外个人站	室内个人站
基站天线高度 (m)	50	< 10	< 3
市区每平方公里业务量密度 (E/km ²)	500 (0.25)	1 500 (1.2)	20 000 (1.2)
蜂窝小区面积(km ²)	0.94	0.016	0.0006
每信道双工带宽(kHz)	25	50	50
每蜂窝小区业务量(E)	470	24	12
每蜂窝小区信道数	493	34	23
话音业务带宽(MHz)	111	27	24
台站功率范围(W)	1-5	0.02-0.05	0.003-0.01
语言编码码率(kbit/s)	8	(16)	(16)
业务量峰 — 均比	(3)	3	(3)
每站的峰值业务量密度(E)	0.1 (0.04)	0.04 (0.1)	0.2 (0.1)
用户渗透率(%)	50 (10)	80 (20)	(20)

某些场合下已经发现，就平均的干扰估计来说对 FPLMTS 的假设太乐观，尤其是关于业务量密度 (E, 占线小时) 和用户普及率 (%), 必须以括号内列出的数值取代。就原来的 FPLMTS 数据而言，干扰超量值会较高。在没有数据可予应用的场合，使用括号内的数目进行计算。

这里只是考虑了话音业务，但可以预期，非话音业务将得出很相似的数值。

供解析用的业务量密度的假设基于对欧洲所得到的数字。在全部欧洲共同市场国家内，人口方面当前是 230 万平方公里内居住着大约 3 亿 2 千 3 百万人。这可以得出，以每平方公里平均 140 人用做对地球站干扰的计算基础。

空间飞行器接收机中干扰情况用的业务量密度假设，可以按类同的方法导出。对地静止空间飞行器“看到”如图 3 中指明的区域内，到 2000 年末大致有 40 亿人口居住。空间飞行器的最低轨道高度为 250 km。图 4 表明在轨道高度分别为 250 km 和 750 km 上飞行的空间飞行器能看到的区域。250 km 轨道的干扰接收面积已经有 960 万平方公里。在该区域内居住的人口估计 6 亿人以上。图 5 表明，在大约 29° 低倾角轨道上典型的航天飞机类轨道内的干扰接收区域。

对于所有的 FPLMTS 业务，已经考虑通过窗户、墙壁、大楼和树木等传输路径引入的环境衰减。假定典型的衰减量为：窗户 6.6 dB，墙壁和天花板 27 dB。可以认为，大部分但不是全部的室内个人单元的信号将被衰减。这里，剩余下小量百分比的移动终端会通过打开的窗户、阳台、露台或其他“开放的”场所向外辐射。对该方面的研究可以假定，大约 5% 移动单元的信号几乎没有衰减，大约 25%

移动单元的信号被玻璃衰减。剩余 70% 移动单元来的干扰可认为是轻微的。因此，对于室内个人移动单元来说，已考虑 10 dB 的平均衰减。室外个人移动单元和移动站单元发出的信号只当信号通过大楼和树木时才受到衰减。这种情况往往发生于低的仰角时，对于较高的仰角就不再这样。可以认为，主要的干扰来自靠近卫星底下地点也即具有高仰角的移动单元，预期平均衰减不大于 3 dB。

由于尚无足够的技术资料可予应用，本文件内未研究由基站造成的干扰。显然，对此可预期有同等量级的衰减值。

4 空间业务的保护要求

4.1 地球站的保护要求

地球站接收机上的最大干扰电平取决于运行的业务，并与《无线电规则》附录 7 的表 8b 和 ITU-R SA.363 建议书一致。这些数值和相应的最小仰角 Θ_r 如下所列：

1. 空间运用：-184.0 dB(W/kHz), $\Theta_r = 3^\circ$
2. 空间探索：-216.0 dB(W/Hz), $\Theta_r = 5^\circ$

对于空间操作（SO）和空间研究（SR）任务的典型支持，使直径 5.5 m 至 15 m 的天线在工作中通常支持到并可超出对地静止轨道。图 2 示明所考虑地球站的天线增益特性。天线辐射图基于《无线电规则》附录 8 的附件 III。

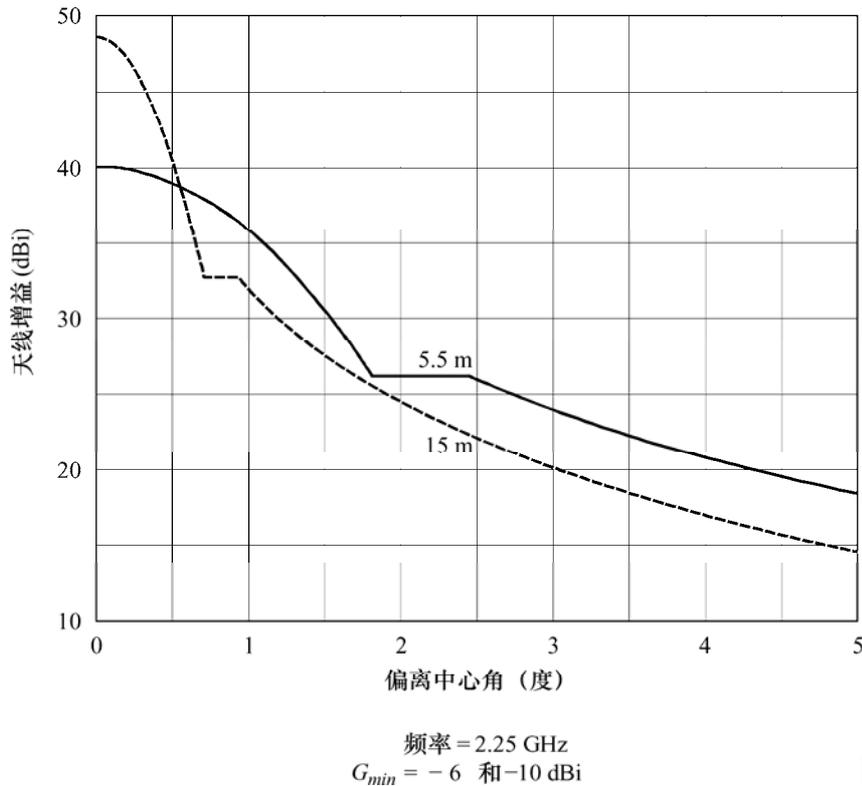
4.2 空间飞行器接收机的保护要求

空间飞行器接收机典型的系统噪声温度在 800 K 范围左右，给出大约 -200 dB (W/Hz) 的噪声频谱密度。某些严格的空研究任务要求噪声温度降低至 600 K。

ITU-R SA.609 建议书做出规范，在 0.1% 以上的时间内接收机输入端上的干扰电平不应超过 -177 dB (W/kHz)。至于在该频段内的固定、移动和空间业务，假定每种业务各承担总干扰中的三分之一。结果，-182 dB (W/kHz) 等效于容许来自移动业务造成的干扰为 -212 dB (W/Hz)。这一数字与建议 1.1、1.2 和 2.2 中的保护标准很好地相配。

准全方向性天线的平均增益为 0 dBi 左右，最小增益偶或低于 -6 dBi。在紧急场合，或者因技术或运行的原因例如是空间飞行器发射时以及初期入轨阶段内不能应用其他天线的场合下，需要此种准全方向性天线与空间飞行器建立链路。这一点也适用于通信卫星。因此，对于 0 dBi 的天线，在天线输入端上来自各移动单元的可接受干扰是 -212 dB (W/Hz)。

图 2
卫星地球站的典型天线特性



D02

在例如是数据中继卫星上高增益天线指向低地球轨道卫星的空对空链路内，情况更严重。应用像上面那样相同的假设，但采用 35 dBi 的典型天线增益，结果，在天线输入端上可接受的干扰电平是 -247 dB (W/Hz)。

ITU-R SA.363 建议书对空间操作 (SO) 规定了 20 dB 的 C/I 保护比。近几年来，许多空间机构引入信道编码技术以节省发射机功率，由此也减小对其他系统的干扰。因而，必须区分清不编码传输机编码传输两种情况：

- 不编码传输需要 9.6 dB 的 E_s/N_0 以达到 10^{-5} 的误比特率。加上典型的余量 3 dB，结果是需要 12.6 dB 的 C/N 。因此，总的干扰—噪声比 I/N 是 -7.4 dB。对移动业务容许它承担总干扰的三分之一时，得出 I_m/N 为 -12.4 dB。对于典型的噪声功率密度 -200 dB (W/Hz) 来说，可接受的干扰是 -212.4 dB (W/Hz)。
- 采用标准卷积编码的编码传输需要 1.5 dB 的 E_s/N_0 以达到 10^{-5} 的误比特率。加上典型的余量 3 dB，结果是需要 4.5 dB 的 C/N 。因此，总的 I/N 是 -15.5 dB。对移动业务容许它承担总干扰的三分之一时，得出 I_m/N 为 -20.5 dB。对于典型的噪声功率密度 -200 dB (W/Hz) 来说，可接受的干扰是 -217.5 dB (W/Hz)，它比 ITU-R SA.609 建议书中的保护值低 5 dB。

虽然编码传输需要较高的保护等级，但在本研究中采用 -212 dB (W/Hz) 的保护标准，它与 ITU-R SA.609 建议书和 ITU-R SA.363 建议书中规范的数值是一致的。

5 干扰分析

5.1 地对空链路 (2 025-2 110 MHz)

5.1.1 对空间飞行器造成的干扰

本分析中考虑的对地空链路基于 250 km 至 36 000 km 之间的轨道高度, 因为全部空间飞行器的 90% 以上运行于对地静止轨道或者低于对地静止轨道。

图 3 示出对地静止空间飞行器通过准全方向性天线可从那里接收到信号的地区。该空间飞行器任意选择的轨道位置为 10° W。可以估计, 在最坏情况下空间飞行器能看到的地区内包含有地球上全部移动终端的 70% 以上。

图 3
对地静止卫星的干扰接收区域

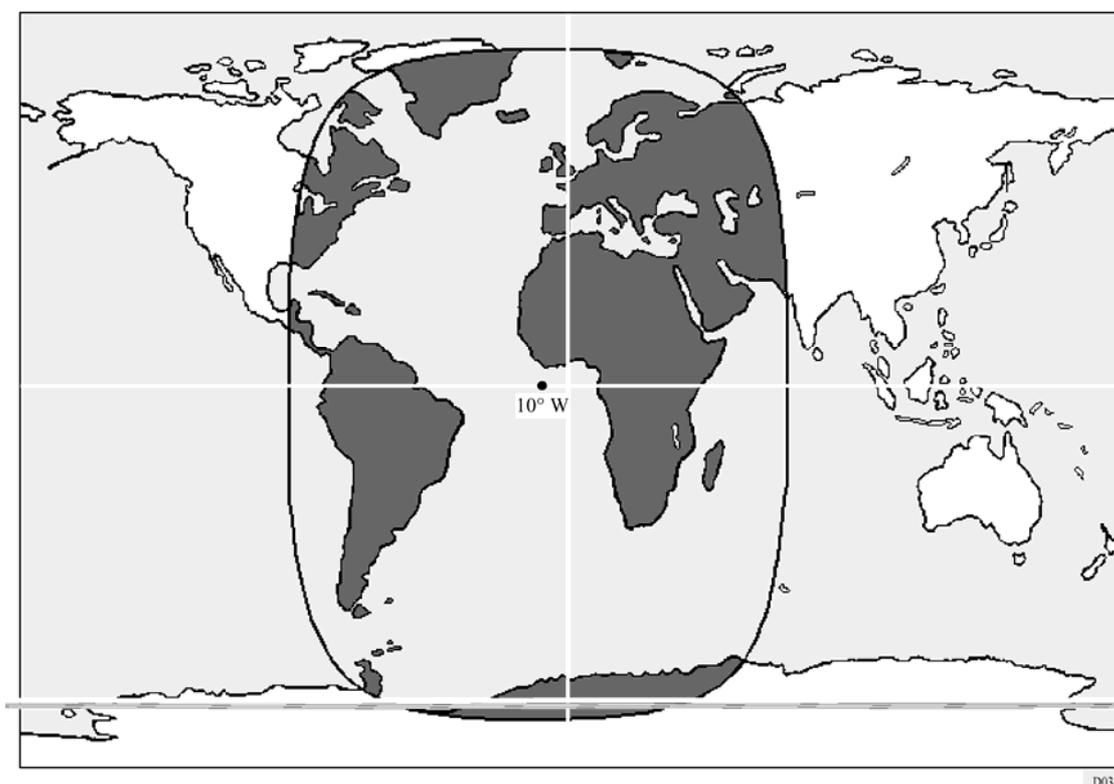
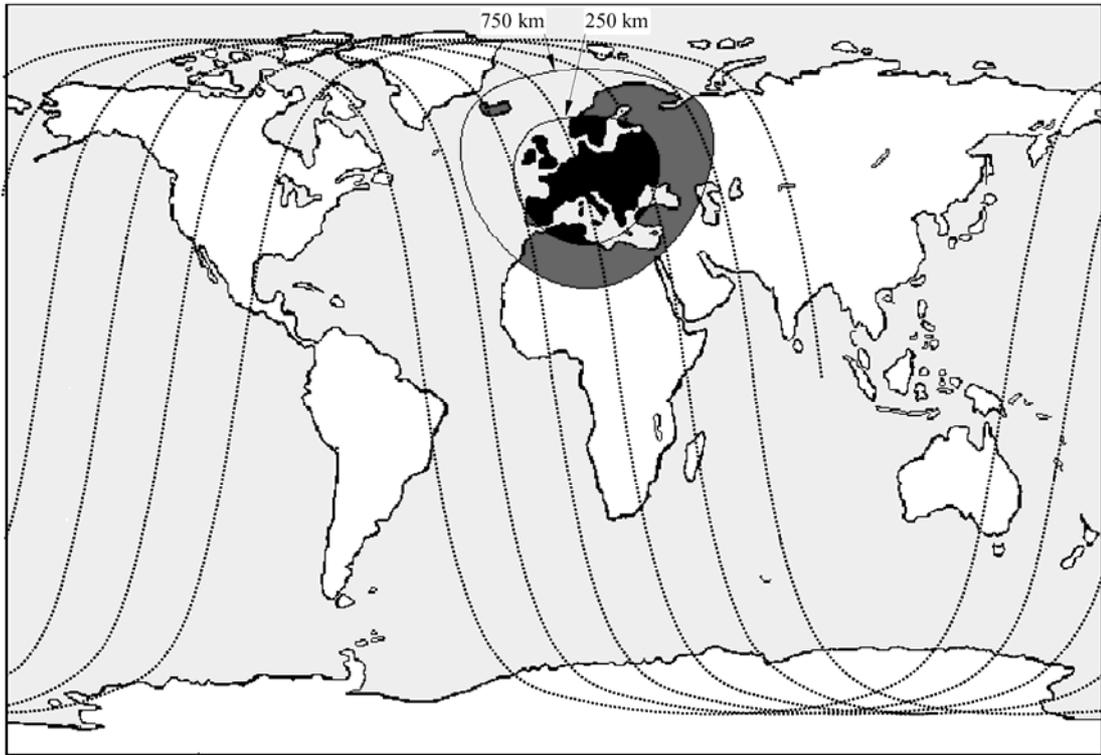


图 4 示出轨道高度在 250 km 至 750 km 之间的低地球轨道卫星可从那里接收到信号的地区。空间飞行器的位置在本场合下假定是在欧洲中部的上方。形成的“窗口”将沿虚线给出的地面轨迹移动。显然, 空间飞行器能看到的很大区域内可能有着几百万正在通信发射的移动终端。

图 5 示出具有典型倾角 29° 的航天飞机类空间飞行器将从哪里接收到干扰的全部地区。

图 4
低地球轨道的干扰接收区 ($f=98^\circ$)



干扰面积 A_i 由下式确定:

$$A_i = \frac{2\pi R^2 h}{R + h}$$

式中:

R : 地球半径, 6 378 km;

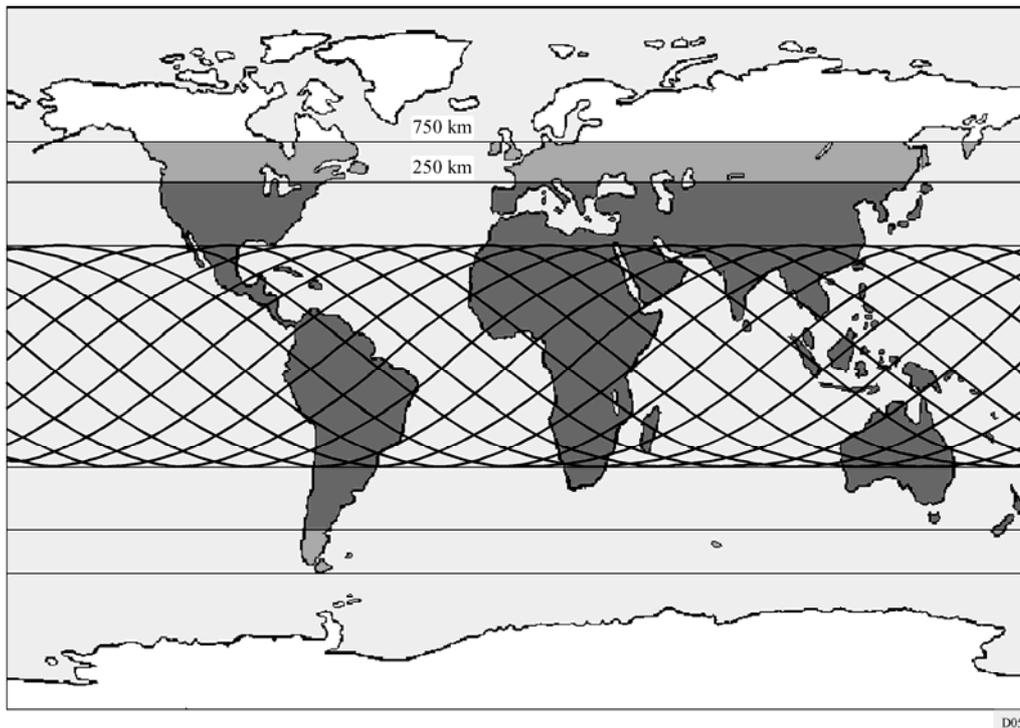
h : 轨道高度, 250 km 至 36 000 km。

在 250 km 海拔高度上, 空间飞行器将接收到来自 960 万平方公里面积内的干扰。轨道高度 750 km 时, 这个数字增加至 2 700 万平方公里。对地静止卫星能看到的最大面积是 2 亿 1 千 7 百万平方公里。

由空间飞行器天线从单个移动发射机上接收到的干扰频谱密度电平 P_i 可如下式计算:

$$P_i = \frac{E_i c^2}{B_i (4\pi x f)^2}$$

图 5
低地球轨道的干扰接收区 ($f=29^\circ$)



在干扰区内来自全部移动终端的累加干扰 $P_{\Sigma i}$ 由下式给出：

$$P_{\Sigma i} = \int_{x=h}^{d_m} \frac{n_a p_i B_i h^2 dA(x)}{B_m A_i x^2} dx = \frac{n_a E_i c^2}{(4\pi f)^2 B_m A_i} \int_{x=h}^{d_m} \frac{dA(x)}{x^2} dx$$

$$A_{(x)} = \frac{\pi R(x^2 - h^2)}{R + h}$$

$$\frac{dA_{(x)}}{dx} = \frac{2\pi R}{R + h} x$$

$$d_m = \sqrt{(R + h)^2 - R^2}$$

$$P_{\Sigma i} = \frac{n_a E_i c^2}{(4\pi f)^2 B_m R h} [\ln(d_m) - \ln(h)]$$

式中：

P_i : 干扰源的功率密度

E_i : 干扰源的 e.i.r.p.

x : 到干扰源的距离

- f : 发射频率;
 n_a : 工作的移动终端数目;
 c : 光速;
 B_i : 一个移动终端的带宽;
 B_m : 移动业务的带宽;
 d_m : 到干扰源的最大距离。

为简化起见, 假定在可供应用的带宽内以及在干扰区内工作的移动终端有均等的使用分布。表 2 中列出详细的假设以及产生的干扰电平。必然得出结论, 这些链路的频段共用是不可能的, 因为产生的干扰电平比上面提到的可接受电平高几个数量级。

5.1.2 对移动单元造成的干扰

移动单元如果与发射信号的地球站之间的间隔在一定距离之内, 将接收到该地球站来的有害的干扰。用于支持近地卫星的最大 e.i.r.p.电平的典型范围为 66 dBW 至 78 dBW。

考虑到如图 2 中所示在水平方向上的天线增益, 并考虑到按电波传播原理, 事实上天线朝所有方向辐射电波, 在天线背后有最低的增益规范-10 dBi (5.5 m 天线为-6 dBi), 则在水平方向上围绕天线可预期有下表 e.i.r.p.电平。e.i.r.p.密度电平极大地取决于传输的数据率。对于 SO 业务, 最大数据率通常为几个 kbit/s, 而对于 SR 业务, 必须考虑到数据率范围会从至少的 1 kbit/s 到 100 kbit/s。

天线直径 (m)	e.i.r.p.范围 (dBW)	e.i.r.p.密度范围 (dB (W/4 kHz))
5.5 (3°)	20-50	14-47
15 (3°)	19-50	13-47

对 FPLMTS 单元并不知道保护电平, 但其系统将受到自我干扰的限制而不是噪声的限制。假设可以接受大约-150 dB (W/4 kHz) 的干扰电平, 并假设由于信号绕射有进一步的某些损耗, 则可能需要有远到 100 km 的保护地带, 以使得移动单元能满意地工作。

5.2 空对地链路 (2 200-2 290 MHz)

对于这类链路, 必须在各种业务之间做出区别。最严格的业务是空间探索, 但空间运用和地球勘察的结果事实上十分相似。

对于卫星地球站周围的移动发射机其分布情况难以做出假设, 因为它们分布很大程度上取决于地球站的位置。已经假定, 平均分布是基于欧洲共同市场国家内居民的数目。根据 230 万平方公里内居住有人口 3 亿 2 千 3 百万, 平均人口密度为每平方公里 140 人。对个人站而言, 得到的平均业务量密度为 2.8 E/km², 对于移动站, 平均业务量密度为 0.56 E/km²。

表 2

地对空链路 (2 025-2 110 MHz)

	室内个人站		室外个人站		移 动 站	
空间飞行器轨道高度	250	36 000	250	36 000	250	36 000
单个 FPLMTS 单元的 e.i.r.p. (W)	0.003	0.003	0.020	0.020	1.00	1.00
话音通信频道带宽 (kHz)	50.0	50.0	50.0	50.0	25.0	25.0
单个 FPLMTS 单元的 e.i.r.p.密度 (dB (W/Hz))	-72.2	-72.2	-64.0	-64.0	-44.0	-44.0
空间 (扩散) 损耗 (dB)	146.7	189.8	146.7	189.8	146.7	189.8
单个单元的干扰 (dB (W/Hz))	-218.9	-262.1	-210.7	-253.8	-190.7	-233.8
可接受的干扰密度 (dB (W/Hz))	-212.0	-212.0	-212.0	-212.0	-212.0	-212.0
超出一个单元的干扰 (dB)	-6.9	-50.1	1.3	-41.8	21.3	-21.8
空间飞行器能看到的干扰区域 ($10^6/\text{km}^2$)	9.64	217.13	9.64	217.13	9.64	217.13
区域内人口总数 (10^6)	600	4 000	600	4 000	600	000
业务的订户百分数 (%)	20.0	20.0	20.0	20.0	10.0	10.0
每平方公里内平均总单元数	12.4	3.7	12.4	3.7	6.2	1.8
区域内工作单元百分数 (%)	10.0	10.0	10.0	10.0	4.0	4.0
区域内同时工作单元数 (10^6)	12.0	80.0	12.0	80.0	2.4	16.0
每平方公里平均工作单元之业务量 (E/km^2)	1.24	0.37	1.24	0.37	0.25	0.07
设想的业务带宽 (话音信道) (MHz)	24	24	27	27	111	111
每信道工作单元数	25 000	166 667	22 222	148 148	541	3 604
环境衰减 (大楼、树木) (dB)	10.0	10.0	3.0	3.0	3.0	3.0
全部工作单元来的累加干扰 (dB (W/Hz))	-196	-221	-181	-206	-177	-202
平均超出的可接受干扰 (dB)	16.0	-8.5	30.7	6.2	34.6	10.1
峰值通信期间增加的干扰 (dB)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
较高功率电平时增加的干扰 (dB)	5.2	5.2	4.0	4.0	7.0	7.0
高密度区域内增加的干扰 (dB)	5.3	0.0	5.3	0.0	5.3	0.0
最坏情况下超出的可接受干扰 (dB)	31.5	1.7	45.0	15.2	51.8	22.1

在假定与地球站有视线（LOS）连接的、围绕地球站距离 1-10 km 的范围内，干扰将合成在一起。对于大多数的地球站位置来说，不能够排除有的移动终端甚至接近到大于 1 km。当然，从比 10 km 更远的移动终端上也会接收到附加的干扰，但为了简化起见这里不予考虑。天线增益随方位角变化，在 360° 范围内将增益合成起来以便求得天线平均增益值。

累加干扰由下式确定：

$$P_{\Sigma i} = \int_{x=d_1}^{d_2} \frac{md_a P_i B_i dA_{(x)}}{B_m} dx = \frac{md_a E_i c^2}{(4\pi f)^2 B_m} \int_{x=d_1}^{d_2} \frac{dA_{(x)}}{x^2} dx$$

$$A_{(x)} = \pi x^2$$

$$\frac{dA_{(x)}}{dx} = 2\pi x$$

$$P_{\Sigma i} = \frac{md_a E_i c^2}{8\pi f^2 B_m} [\ln(d_2) - \ln(d_1)]$$

式中：

- md_a : 平均移动单元密度；
- d_1 : 围绕地球站的最小半径；
- d_2 : 围绕地球站的最大半径。

表 3a 和 3b 上列出了所考虑的空间业务的详细结果。最坏情况的结果来自于移动单元的发射正对主波束的方向。尽管单个站的距离可能近得多，但代表性的假定是它在 10 km 的距离上发射。可以得出的主要结论是，即使假定围绕天线的平均增益技术规范为几个 dBi，对空间业务进行简化式干扰计算也是不适宜的，产生的干扰电平将在可接受电平之上高出几个数量级；因此，共用频段是不可能的。

5.3 空对空链路（2 025 – 2 110 MHz）

这一类别内最严格的场合是在例如数据中继卫星的对地静止卫星与低地球轨道卫星之间建立的链路上。低地球轨道卫星的轨道高度通常在 250 km 至 1 000 km 之间。

例如，此种链路的代表性场合是载人航天飞机，其轨道高度大约 400 km。这里，空间飞行器带有全方向性天线是绝对必要的，以便在每次飞越上空阶段、尤其是紧急情况下，能得到可靠的指令和进行通信。

由于地球上的功率通量密度的限制，对数据中继卫星可以向地球辐射亦即向低轨道卫星辐射的 e.i.r.p. 也设定了界限值。这使链路余量十分紧凑，即使是低电平的干扰也显得极严重。

计算出的干扰电平如此地高，以致对于低轨道空间飞行器的任何数据链路或通信链路完全无效。由于功率通量密度的限制，增大对地静止卫星上发射信号的 e.i.r.p. 是不可行的。因此，不可能与陆地移动通信共用频段。

表 4 上列出详细的结果。

表 3

空对地链路 (2 200-2 290 MHz)

表 3a: 空间运用业务	室内个人站		室外个人站		移动站	
地球站平均水平增益 (5.5 m) (dBi)		7.5		7.5		7.5
地球站最大水平增益 (3°) (dBi)	24.0		24.0		24.0	
每平方公里工作单元业务量 (E/km ²)		2.800		2.800		0.560
每平方公里每信道工作单元密度		0.0058		0.0052		0.0001
单个 FPLMTS 单元的 e.i.r.p. (W)	0.003	0.003	0.020	0.020	1.000	1.000
单个 FPLMTS 单元的 e.i.r.p. 密度 (dB (W/Hz))	-72.2	-72.2	-64.0	-64.0	-44.0	-44.0
接收机输入端可接受的干扰密度 (dB (W/kHz))	-184.0	-184.0	-184.0	-184.0	-184.0	-184.0
天线输入端可接受的干扰密度 (dB (W/kHz))	-208.0	-191.5	-208.0	-191.5	-208.0	-191.5
1-10 km 之间移动单元的干扰 (dB (W/kHz))		-152.4		-144.7		-140.9
10 km 距离 (LOS) 上 1 个单元的干扰 (dB (W/kHz))	-161.5		-153.3		-133.3	
超出的可接受干扰 (dB)	46.5	39.1	54.7	46.8	74.7	50.6

表 3b: 空间探索业务	室内个人站		室外个人站		移动站	
地球站平均水平增益 (15 m) (dBi)		2.4		2.4		2.4
地球站最大水平增益 (5°) (dBi)	14.5		14.5		14.5	
每平方公里工作单元业务量 (E/km ²)		2.800		2.800		0.560
每平方公里每信道工作单元密度		0.0058		0.0052		0.0001
单个 FPLMTS 单元的 e.i.r.p. (W)	0.003	0.003	0.020	0.020	1.000	1.000
单个 FPLMTS 单元的 e.i.r.p. 密度 (dB (W/Hz))	-72.2	-72.2	-64.0	-64.0	-44.0	-44.0
接收机输入端可接受的干扰密度 (dB (W/Hz))	-220.0	-220.0	-220.0	-220.0	-220.0	-220.0
天线输入端可接受的干扰密度 (dB (W/Hz))	-234.5	-222.4	-234.5	-222.4	-234.5	-222.4
1-10 km 之间移动单元的干扰 (dB (W/Hz))		-182.4		-174.7		-170.9
10 km 距离上 1 个单元的最大干扰 (dB (W/Hz))	-191.5		-183.3		-163.3	
超出的可接受干扰 (dB)	43.0	40.0	51.2	47.7	71.2	51.5

空对空链路 (2 025-2 110 MHz)

	室内个人站		室外个人站		移动站	
空间飞行器轨道高度 (km)	250	750	250	750	250	750
单个 FPLMTS 单元的 e.i.r.p. (W)	0.003	0.003	0.020	0.020	1.00	1.00
话音通信频道带宽 (kHz)	50.0	50.0	50.0	50.0	25.0	25.0
单个 FPLMTS 单元的 e.i.r.p.密度 (dB (W/Hz))	-72.2	-72.2	-64.0	-64.0	-44.0	-44.0
空间 (扩散) 损耗 (dB)	146.7	156.2	146.7	156.2	146.7	156.2
单个移动单元的干扰 (dB (W/Hz))	-218.9	-228.4	-210.7	-220.2	-190.7	-200.2
可接受的干扰密度 (dB (W/Hz))	-212.0	-212.0	-212.0	-212.0	-212.0	-212.0
超出一个单元的干扰 (dB)	-6.9	-16.4	1.3	-8.2	21.3	11.8
空间飞行器能看到的干扰区域 ($10^6/\text{km}^2$)	9.64	26.89	9.64	26.89	9.64	26.89
区域内人口总数 (10^6)	600	800	600	800	600	800
业务的订户百分数 (%)	20.0	20.0	20.0	20.0	10.0	10.0
每平方公里内平均总单元数	12.4	5.9	12.4	5.9	6.2	3.0
区域内工作单元百分数 (%)	10.0	10.0	10.0	10.0	4.0	4.0
区域内同时工作单元数 (10^6)	12.0	16.0	12.0	16.0	2.4	3.2
每平方公里平均工作单元业务量 (E/km^2)	1.24	0.59	1.24	0.59	0.25	0.12
设想的业务带宽 (话音信道) (MHz)	24	24	27	27	111	111
每信道工作单元数	25 000	33 333	22 222	29 630	541	721
环境衰减 (大楼、树木) (dB)	10.0	10.0	3.0	3.0	3.0	3.0
全部工作单元来的累加干扰 (dB (W/Hz))	-196.0	-200.9	-181.3	-186.2	-177.4	-182.3
平均超出的可接受干扰 (dB)	16.0	11.1	30.7	25.8	34.6	29.7
峰值通信期间增加的干扰 (dB)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
较高功率电平时增加的干扰 (dB)	5.2	5.2	4.0	4.0	7.0	7.0
高密度区域内增加的干扰 (dB)	5.3	3.0	5.3	3.0	5.3	3.0
最坏情况下超出的可接受干扰 (dB)	31.5	24.3	45.0	37.8	51.8	44.6

5.4 空对空链路 (2 200-2 290 MHz)

该频段使用于从低轨道卫星到对地静止数据中继卫星的数据链路中，以及使用于低轨道卫星之间的并最终也是宇航员之间的短范围通信中。因此，必须考虑到轨道高度在 250 km 至 36 000 km 之间。

原理上，可以适用上面列出的相同假设，例外的是，对地静止卫星使用高增益天线对低的轨道器构成链路。结果，天线输入端上可接受的干扰电平很低。天线波束宽度通常只是几度，所以，能够接收到比 250 km 轨道的覆盖范围稍小些的地区内来的干扰。图 6 给出一个典型的地区例子，当跟踪低地球轨道器 (LEO) 时数据中继卫星将从该地区上接收到干扰。

图 6

数据中继卫星天线和 250 km LEO 的覆盖范围

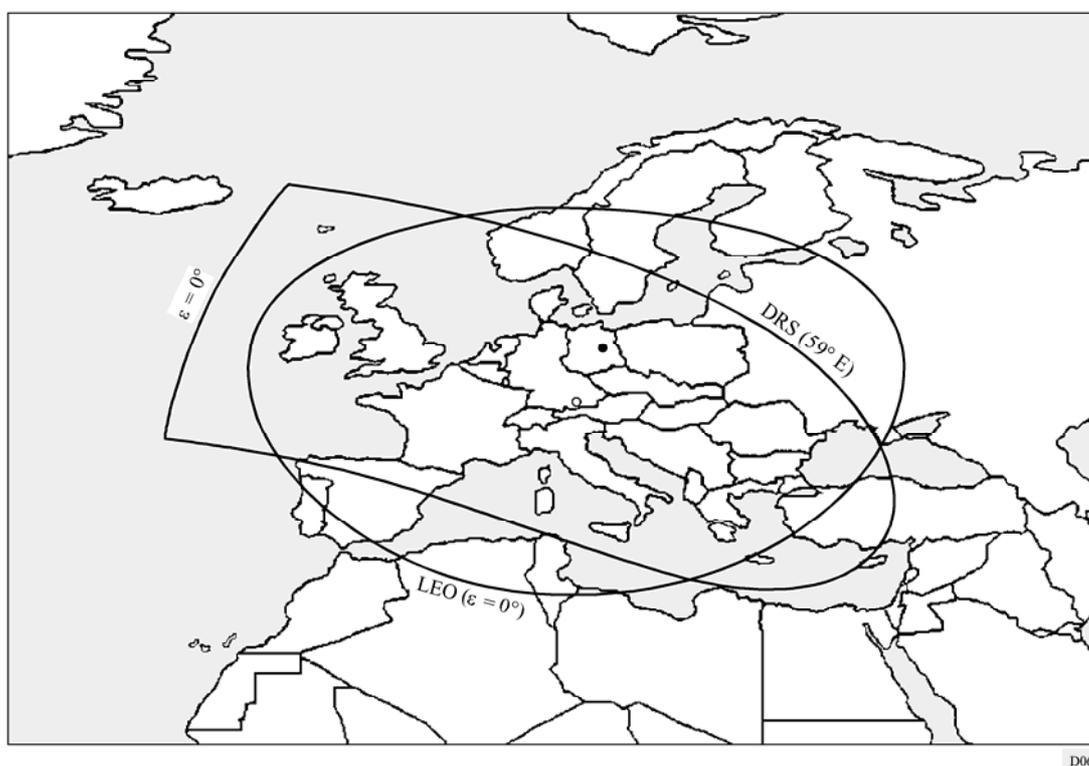


表 5 上列出详细的结果。然而，此种场合下共用频段也是不可能的。

5.5 所有链路的最坏情况

上面应用于干扰研究的假设是基于：在干扰区内移动单元平均分布；移动单元有平均的活动度；FPLMTS 单元为最小功率电平以及所有可应用的频道有同等的占用度。由此，产生的干扰超出值是在低端的平均数上。

空对空链路 (2 200-2 290 MHz)

	室内个人站		室外个人站		移动站	
空间飞行器轨道高度 (km)	250	36 000	250	36 000	250	36 000
单个 FPLMTS 单元的 e.i.r.p. (W)	0.003	0.003	0.020	0.020	1.000	1.000
话音通信频道带宽 (kHz)	50.0	50.0	50.0	50.0	25.0	25.0
单个 FPLMTS 单元的 e.i.r.p.密度 (dB (W/Hz))	-72.2	-72.2	-64.0	-64.0	-44.0	-44.0
空间 (扩散) 损耗 (dB)	146.7	189.8	146.7	189.8	146.7	189.8
单个移动单元的干扰 (dB (W/Hz))	-218.9	-262.1	-210.7	-253.8	-190.7	-233.8
可接受的干扰密度 (dB (W/Hz))	-212.0	-247.0	-212.0	-247.0	-212.0	-247.0
超出一个单元的干扰 (dB)	-6.9	-15.1	1.3	-6.8	21.3	13.2
空间飞行器能看到的干扰区域 ($10^6/\text{km}^2$)	9.64	8.00	9.64	8.00	9.64	8.00
区域内人口总数 (10^6)	600	500	600	500	600	500
业务的订户百分数 (%)	20.0	20.0	20.0	20.0	10.0	10.0
每平方公里内平均总单元数	62.2	62.5	62.2	62.5	62.2	62.5
区域内工作单元百分数 (%)	10.0	10.0	10.0	10.0	4.0	4.0
区域内同时工作单元数 (10^6)	12.0	10.0	12.0	10.0	2.4	2.0
每平方公里平均工作单元业务量 (E/ km^2)	1.24	1.25	1.24	1.25	0.25	0.25
设想的业务带宽 (话音信道) (MHz)	24	24	27	27	111	111
每信道工作单元数	25 000	20 833	22 222	18 519	541	450
环境衰减 (大楼、树木) (dB)	10.0	10.0	3.0	3.0	3.0	3.0
全部工作单元来的累加干扰 (dB (W/Hz))	-196.0	-218.9	-181.3	-211.1	-177.4	-207.3
平均超出的可接受干扰 (dB)	16.0	27.2	30.7	34.9	34.6	38.8
峰值通信期间增加的干扰 (dB)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
较高功率电平时增加的干扰 (dB)	5.2	5.2	4.0	4.0	7.0	7.0
高密度区域内增加的干扰 (dB)	5.3	0.0	5.3	0.0	5.3	0.0
最坏情况下超出的可接受干扰 (dB)	31.5	37.4	45.0	43.9	51.8	50.8

如果空间飞行器飞经大城市上空或是欧洲人口密集的地区，由于大量移动单元到空间飞行器的距离较短，累加的干扰将显著增加。考虑到大的城区和城郊地区，可以假定，空间飞行器观看到的全部移动单元的20%靠近卫星底下的地点。很可能，在比如巴黎和伦敦等大城市内业务量密度达到每一大楼楼层20 000 E/km²。这将造成干扰增大，750 km 轨道为3 dB，250 km 轨道为5 dB。对于对地静止轨道并不认为干扰增加，因为不大可能在靠近赤道地方会见到移动单元高度聚集。

在峰值活动度时间内也会发生干扰增加情况。可以认为，业务量密度增大到3倍。这将导致干扰可能增大4 dB至7 dB。较高干扰的另一个原因可能在于各信道不等的占用度，但由于难以进行估计，本研究中并未考虑它。

对于地对空链路和两种空对空链路可以得出结论，最坏情况下的干扰会比平均值高9 dB至16 dB。

空对地链路的状况稍微不同。最坏情况是地球站附近的移动单元在靠近主波束方向发射信号。假定移动单元与地球站相距10 km，对应的干扰电平将高出规范的保护电平43-75 dB。

6 结论

对于做出分析的所有链路在表6内列出干扰超出量的概略。表中，较低的值基于平均干扰超出量，较高的值是考虑到最坏情况，它基于在人口密集区域内增大的移动单元密度、所规定的运行功率的上限以及高的通信活动度时间。对于另一个使干扰增大的根源也即不等的频道占用度，未予以考虑。

表 6

所考虑的所有链路和所有移动单元的干扰概略

干扰超出量 (dB)	室内个人站	室外个人站	移动站
地对空 (2 025-2 110 MHz)	16-32	31-45	35-52
空对地 (2 200-2 290 MHz)	39-47	47-55	51-75
空对空 (2 025-2 110 MHz)	16-32	31-45	35-52
空对空 (2 200-2 290 MHz)	27-37	35-45	39-52

上面已给出在 FPLMTS 类型的陆地移动系统与空间运用、空间探索和地球勘察业务之间的干扰分析。就本建议中考虑的所有类型的链路而言，与这种移动系统和类似的高密度移动系统共用频段是不可行的，产生的干扰电平将比 RR 中和 ITU-R 建议书中规范的可接受电平高几个数量级。

附 件 2

移动系统特性研究以促使与空间科学业务实现无线电频率兼容的概要

1 引言

本附件概括了关于移动系统技术和运行特性的研究结果，可以与 SR、SO 和 EES 系统兼容地工作于 2 025-2 110 MHz 和 2 200-2 290 MHz 频段内。

可促进频段共用的移动系统的特性是：

- 辐射的功率频谱密度低；
- 间歇性质的发射；
- 使用定向发射天线；
- 根据应用状态的效果自我限制移动站数目。

下面各节中将给出对于这几项总体特性所涉及的不同假设组合和数值范围方面的研究。关于移动系统与空间科学系统之间在 2 025-2 110 MHz 和 2 200-2 290 MHz 频段内的兼容性的进一步研究，需要更好地规定干扰环境。

2 e.i.r.p.和天线增益研究概要

移动业务在 2 025-2 110 MHz 和 2 200-2 290 MHz 频段内引入的技术要求导出这样的建议，e.i.r.p.限制为 28 dBW 以及天线增益最小为 24 dBi，以便有助于与空间科学业务共用频段。研究的开展是根据此类移动系统对空间探索业务的干扰效应进行的。

在研究中采用的模型这样假设，定向的移动终端在全球均匀分布，天线增益为 22 至 26.5 dBi，e.i.r.p.为 28 至 37 dBW。空间飞行器的轨道高度考虑为 250 km 至 36 000 km。

研究结果表明，空间科学工作于 2 200-2 290 MHz 频段内比之工作于 2025-2110MHz 频段内对干扰显著地较为敏感。对天线增益灵敏度进行了分析。在恒定的 e.i.r.p.电平场合下，如图 7 中所示，干扰概率随天线增益增高而降低。图中还表明，随着 e.i.r.p.线性地增高，干扰概率的非线性特性增大。

研究结果的最后结论是，所建议的 e.i.r.p. 限制为 28 dBW 和天线增益应超过 24 dBi 这两个条件是充分的，能够与全世界上大约 1 000 个此种类型的移动系统共用频段。

3 某些移动系统带来的干扰的研究概要

开展研究时，考虑如表 7 中所示的 4 种可能的情况，它们涉及对空间科学业务系统的干扰。

研究中使用的系统的特性在下面讨论。

3.1 系统特性

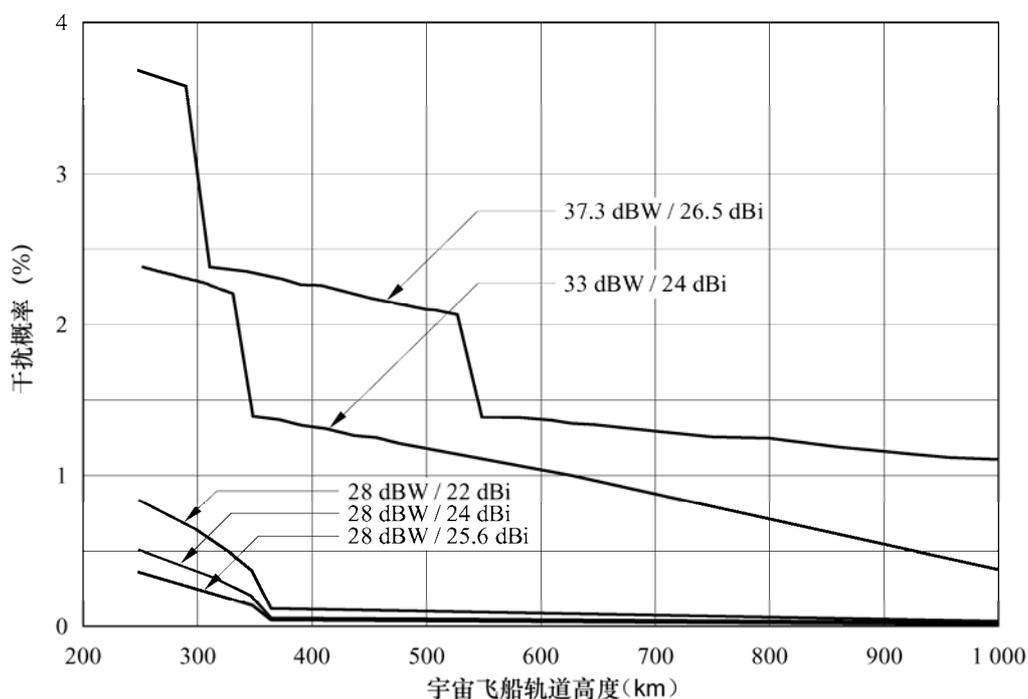
3.1.1 接收特性

3.1.1.1 数据中继特性

接收天线（假定跟踪可视的 LEO 空间飞行器）：

- 视轴增益=34 dBi;
- 偏离波束特性，如 ITU-R S.672 建议书的规定，对于单个馈源圆极化波束根据参考辐射图确定（旁瓣电平大约-20 dB）。

图 7
各种 ENG 系统特性的干扰概率



1 000 ENG 系统
10% 活动度

表 7

	2 025-2 110 MHz	2 200-2 290 MHz
空间业务 数据中继	空对空 (正向) (1)	空对空 (回传) (3)
空间业务 直接到地	地对空 (2)	空对地 (4)
移动	定向性	全方向性

3.1.1.2 LEO 空间飞行器（指向 DRS）

接收天线（假定跟踪可视见的对地静止中继卫星）：

- 视轴增益=25 dBi；
- 偏离波束特性，如 ITU-R S.672 建议书中的规定，对于单个馈源圆极化波束根据参考辐射图确定（旁瓣电平大约-20 dB）；
- 轨道海拔高度=300 km；
- 倾角=29°。

3.1.1.3 LEO 空间飞行器（指向地球）

接收天线为全方向性（增益=0 dBi）：

- 轨道海拔高度=300 km；
- 倾角 29°。

3.1.1.4 地球站

接收天线（假定跟踪可视见的 LEO 空间飞行器）：

- 视轴增益=45 dBi；
- 偏离波束特性，根据《无线电规则》中附录 28 和 29 内规定的特性。

3.1.2 发射特性

3.1.2.1 移动终端（定向性） — ENG

- 天线视轴增益=25 dBi；
- 进入天线的功率频谱密度=-38 dB (W/kHz)；
- 偏离波束特性，根据《无线电规则》中附录 28 和 29 内规定的特性。

3.1.2.2 移动终端（全方向性）

- 天线增益=0 dBi;
- 进入天线的功率频谱密度=-42 dB (W/kHz)。

3.2 归纳和结论

应用上面示明的技术特性，对表 7 中所示的情况评估 4 种几何结构配置。概率分析结果概括于表 8 内。

表 8

参 考	事 项	相对于标准的最大干扰电平 (dB)	超出概率标准 (%)
1A	LEO 内的 ENG (指向 DRS)	+31.0	0.65
1B		+ 7.5	0.20
1C		+6.5	0.15
1D		+6.5	0.15
2A	LEO 内的 ENG (指向地球)	+2.5	0.20
2B		+2.5	0.04
2C		+2.5	0.045
2D		+2.5	0.035
3A	DRS 内的全方向性天线	-16.5	2.50 ⁽¹⁾
3B		-16.5	1.50 ⁽¹⁾
3C		-15.0	0.15 ⁽¹⁾
3D		-15.0	0.50 ⁽¹⁾
4A	地球站内的全方向性天线	+48.5	1.00
4B		+48.0	0.55

(1) 最大干扰电平的概率。

3.2.1 2 025-2 110 MHz 频段内定向的移动终端对 LEO 空间飞行器（指向 DRS）的干扰

表 8 中的数值指出，各种几何结构配置下单个 ENG 终端会超出可供应用的保护标准。然而，考虑到大多数的配置情况时，如果 ENG 发射功率降低 1 dB，保护标准被超过的概率将减小至 0.1%。当然，对于较严格的几何结构配置来说并不是这样的，所以，在地面 ENG 终端的选址上需要设定某些约束。

3.2.2 2 025-2 110 MHz 频段内定向的移动终端对 LEO 空间飞行器（指向地球）的干扰

结果指出，可以接受两个或三个空间上隔离的同频道移动终端。这表明，可接受 100 至 150 个 ENG 终端的集合，不必顾及最坏情况的几何结构配置。

3.2.3 2 200-2 290 MHz 频段内全方向性移动终端对地静止数据中继卫星（跟踪 LEO 空间飞行器）的干扰

表 8 中给出的数值表明，来自单个全方向性移动终端的干扰功率电平都很好地处在了容许的保护标准内。

然而，发生这类电平的概率高，因此，多个终端会引起干扰电平聚合，恰能超过容许的功率电平，从而就占有度的概率而言将会超过容许的电平许多倍。

3.2.4 2 200-2 290 MHz 频段内全方向性移动终端对地球站（跟踪 LEO 空间飞行器）的干扰

假定没有直线路径，因而基本的传输损耗与三次幂规律成反比，单个全方向性移动终端可以工作在地球站的 0.5 km 范围内（地球站仰角大于 5° ）。

附 件 3

工作在 2 025-2 110 MHz 频段内的某些电子新闻采集（ENG）系统的说明

1 引言

本附件给出由主管部门促使与 SR、SO 和 EES 业务共用的特定 ENG 系统在其工作中应用的独特技术和运行特性方面的信息。

2 特性/ENG 系统说明

ENG 系统包括移动的观察点式和可搬移式两种，它们能够从各种样地点和活动场所上给出视频信号。ENG 系统用于就地转播新闻事件或访谈，以及体育或娱乐事件中的视频实况。由于就地视频的重要性，美国城市区域内的大多数本地电视台运行着 ENG 系统。用于就地转播的可搬移式 ENG 系统通常安装在转播车内，工作中转播车以静止模式将视频传送至固定的接收点。这类系统可以在整个地理区域内提供可移动性的新闻转播。

3 ENG 系统和环境

本节说明 ENG 系统中两种普通的运行模式。

3.1 可搬移式

上一节中说明的可搬移式 ENG 系统用于新闻、体育和娱乐广播等就地视频的实况传输或录播。可搬移式 ENG 系统一般安装在转播车内，发射机工作于大约 10.8 dBW 的功率上。这类系统使用 20-22 dBi 增

益的定向天线，安装于高度可达 15 m 的气压式桅杆的顶部。ENG 系统的电波可采用线极化或圆极化方式，以便在各 ENG 系统相互之间提供附加的干扰保护。许多 ENG 系统（大概 30%-50%）发送中有高达 5 dB 的传输线损耗。

3.2 观察点式

由于希望得到实况图像，并由于视频记录器在尺寸和结实性上难以满足要求，需要使用小型、轻量的微波发射机以便移动到并紧靠近视频事件场所。此类发射机通常可工作到 5 dBW 的功率。这类系统主要使用 0-3 dBi 增益的全方向性天线，可采用线极化或圆极化的电波。

小型观察点式系统通常用以取代而不是用以添补同频道上的可搬移式 ENG 系统的工作。观察点式系统通常不能与可搬移式系统同时工作，因为可搬移式系统会对观察点式系统的接收机造成过大的干扰。

表 9 给出工作于 2 025-2 110 MHz 频段内的典型 ENG 系统的特性。

表 9

美国在用的典型的 2 GHz ENG 系统

应用类型	发射机位置	发射功率	天线增益 (dBi)	接收机位置
可搬移式 ENG (转播车)	转播车桅杆	12 W	22	高塔
临时固定的链路	屋顶	12 W	25	屋顶
大会	会议厅地面	100 mW	0-5	厅堂吊架
观察点式 (例如，滑雪者)	身上/头盔上	100 mW	0	小山旁或直升飞机
体育场所				
比赛场地	现场	1 W	12	新闻记者席
高尔夫球场 (系统 1)	高尔夫球场	3 W	16	系留小飞船
高尔夫球场 (系统 2)	高尔夫球场	12 W	12	升降架
赛道摄像	车内	3 W	7	直升飞机
直升飞机	中继直升飞机	12 W	7	地面接收
马拉松				
摩托车	摩托车	3 W	7	直升飞机
中继车辆	采拾车	12 W	12	直升飞机
直升飞机	中继直升飞机	12 W	7	屋顶

4 运行特性

所有 ENG 系统不能够同时工作。由于 ENG 系统对干扰敏感，通常只可能在同一时间内对每个接收点的每频道给出一个传输。在美国，大多数的电视市场包含多个接收点，容许在一个频道内同时进行传输。不过，在最大的市场内最忙的频道中只可能同时传输 6 路，而大多数市场内的传输数目不超过 2 个，在单个频道内同时传输 2 路以上的情况极少发生。事实上，只在最大的电视市场内存在多个 ENG 接收点和多个系统，而大多数区域里每频道内极少有或者根本没有 ENG 同时工作。

虽然天天要使用，但可搬移式 ENG 系统主要在非假日时运行，传输本地新闻广播，通常是本地时间 1 200-1 230、1 700-1 900 和 2 300-2 330 时工作。大多数电视市场在 1 500-1 700 的下午新闻时间之前，ENG 系统也有很大的应用。各电视市场内 0600-0900 时段流行的本地早晨节目在增长，这些节目也在应用 ENG 系统。可搬移式 ENG 发射机大致每天工作两次。广播工程师估计，每当 ENG 工作时，每次平均工作 15 分钟，但可能在大约 5 分钟直至或许 5 小时长度的时间内变化。

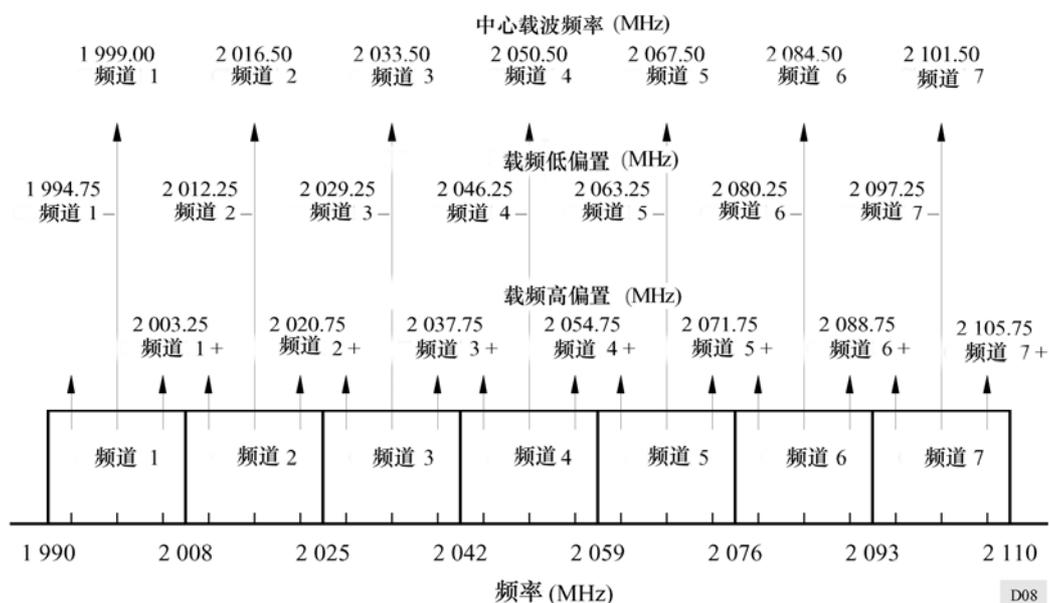
5 频谱应用和特性

由于有良好的电波传播特性，1 990-2 110MHz 频段可用做主要的 ENG 频段。频段内包括在较高频率上发生的较低电平的叶状衰减，以及能依靠“大楼反弹”信号而使得尽管有不可避免的路径阻挡仍能获得电波到达固定接收点的临时路径。

在美国，如图 8 中所示，将 1 990-2 110 MHz 的 ENG 频段分 7 个频道，除第 1 频道带宽 18 MHz 外其余均为 17 MHz 带宽。ENG 系统通常工作在每个频道的中央，但也可采用载频低偏置和高偏置的频道方式。因此，可以有 21 个载波频率，但全部载波频率不能同时使用。ENG 系统可以工作在中央频道、低偏置频道、高偏置频道或是同时的低偏置或高偏置频道上，任何时间上这取决于需求和邻频道应用。由于 ENG 系统对干扰敏感，通常只可能于同一时间内在每接收点的每一频道中传输一路。

ENG 系统采用调频 (FM) 方式传输视频信号。实际上，绝不会发射未被视频信号调制的载波。

图 8
美国在用的 ENG 频道规划



附件 4

在 2 200-2 290 MHz 频段内工作的某些航天移动遥测系统的说明

1 引言

由主管部门管控的航天移动遥测系统包含有在少量特定地区内小数目受控制和短时间工作的发射机。

在任何 1 000 km 半径内同时工作的发射系统的数目很少超过 15 个。任何 1 000 km 半径内在任何 3 MHz 带宽中，卫星方向上最大 e.i.r.p. 很少超过 10 W。

2 航天移动遥测系统的技术特性

自从 20 世纪 60 年代后期以来，航天遥测一直应用 2 200-2 290 MHz 频段测试导弹、空间运载火箭、航空飞行器以及它们的子系统。然而，这些测试中大多数的时间短于 10 分钟，某些测试则持续几个小时。遥测工作可以在一天的任何小时内发生，最大使用量是在白天期间。大多数飞行测试发生于由美国政府管控的一个（或多个）测试范围内。

根据被测试的火箭，使遥测发射系统的特性最佳化。所以，这类特性是随火箭的不同有着很大差异，并没有“典型的”遥测发射系统。遥测系统的有效辐射功率通常为 1 W 至 5 W。所需的功率电平决定于待传输的信息量、发射系统与接收系统之间的最大范围、所需的数据质量和接收系统的灵敏度。遥测发射天线通常采用线极化，典型地设计为具有准各向同性的覆盖，因为受测试火箭的定向相对于遥测接收天线会迅速变化。由于接收天线要跟踪飞行的火箭，接收机上的信号电平将发生大的变动。这类“衰落”的原因在于火箭天线辐射图中的零点以及诸如多径和渠道效应等电波传播的不规则性。衰落时信号电平的下降会超过 30 dB。所以，在最佳飞行状态时期要求接收信号电平显著地总在门限值之上，以避免信号衰落时数据丢失。

遥测数据的格式和速率随火箭的不同而显著地变化。大多数遥测发射系统采用调频或调相的调制方式。输入至发射机的信号可以是数字信号、模拟信号或是数字和模拟的组合。从 1 MHz 之下到 10 MHz 之上，遥测发射系统的 99% 功率带宽随频率变化。

对于可接受的数据质量，需要的信噪比 (SNR) 预检测值在 9 dB 与 15 dB 之间。被测试的火箭与遥测接收站之间的最大距离通常为 20 km 至 400 km (某些测试的最大距离范围大于 3 000 km)。典型的接收机带宽为 0.5 MHz 至 10 MHz (这些数值在加大)。接收系统的噪声温度在 200 K 至 500 K 之间。接收天线的主瓣增益，在某些短距离移动系统中为 6 dBi，采用大的天线时高于 50 dBi。较大的天线可自动跟踪测试的火箭，而较小的天线 (增益小于 20 dBi) 通常指向发射机方向。接收天线的旁瓣取决于接收天线的尺寸和设计。大多数遥测接收天线的直径在 2.44 m (8 英尺) 到 10 m (32.8 英尺) 之间。

3 频谱考虑

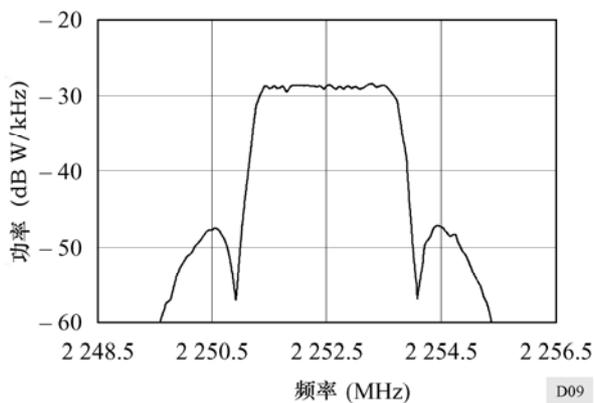
在美国，航天移动遥测系统供应商将 2 200-2 290 MHz 频段划分成每一个带宽为 1 MHz 的 90 个频道。当需要更宽的带宽时，一起指配以多个频道。

航天遥测工作当前由各方面用户之间的协调进行保护。美国的领土划分成坐标地区，地区频率协调者在这些地区内指配和调度频率的使用。

在 2 200-2 290 MHz 频段内，同位置的卫星地球站与航天遥测发射点之间可能存在重大干扰。通过在该频率带内对每种业务控制它们发射的时间、频率和地点，可以减轻干扰问题。频率干扰控制中心须应付实时的变化，并寻找和识别任何非授权的发射。

图 9 中示明样例的辐射功率频谱密度。该图表示一个遥测系统的额定功率频谱密度。图中的数字并非典型的、最好的情况或最坏的情况，只是当前航天移动遥测系统使用的最普遍类型系统的频谱特性例子。某些航天移动遥测系统在测试飞行阶段中可能有离散的频谱成分，所以，最大频谱密度 (dB (W/kHz)) 可能显著地高于图 9 中所示的数值。

图 9
频谱样例



2 200-2 290 MHz 频段内, 1 000 km 半径里来自所有航天移动遥测系统任一方向上的最大聚合辐射功率将小于 100 W。任何 3 MHz 带宽内的最大聚合辐射功率在任何 1 000 km 半径的任何方向上极少超过 10 W。