

ITU-R M.2077 报告

对 2010 年至 2020 年期间 IMT-2000 和超 IMT-2000 系统¹的
卫星部分的业务量预测和频谱需求的预计

(2007 年)

范围

本报告给出的是对 2010 年至 2020 年期间 IMT-2000 和超 IMT-2000 系统的卫星部分的业务量预测和频谱需求的预计。这是对包含 2010 年之前 IMT-2000 频谱需求的 ITU-R M.2023 报告的一个延续。本报告提供了在 WRC-07 大会筹备会议 (CPM) 报告中涉及第 1.4 议项的部分所确定的频谱需求的相关技术基础。

1 引言

超 IMT-2000 系统是 ITU 内演进的一个概念和电信标准。超 IMT-2000 系统被设想为向世界任何地方的极具移动性的用户提供无处不在的、高数据速率、内容丰富的业务。超 IMT-2000 系统引入的时间计划目前目标是 2010 年前后。尽管超 IMT-2000 业务预计以地面服务提供商为主，但 IMT-2000 和超 IMT-2000 系统的卫星部分将成为超 IMT-2000 系统的业务实施中的组成部分，特别是在地面提供商极少覆盖或无覆盖的远端地区。

本报告的目的是提供包括多媒体 (MM) 分配业务的业务预测，和对 IMT-2000 的卫星部分和 2010 年至 2020 年期间超 IMT-2000 系统频谱需求的预计。这是建立在订户预测、业务模型和按照 ITU-R M.1391 建议书确定的频谱需求的最新频谱计算方法上的。

2 业务量预测

本节描述了对 IMT-2000 和超 IMT-2000 系统的卫星部分业务量预测的推算。本节各段提供了不同业务和应用的信息资料。最终，对各段的订户数和业务利用概况综合后推导出总的业务量预测。

¹ 2007 年无线电通信全会 (RA-07) 将考虑采纳的[IMT-NAME]决议草案中含有超 IMT-2000 系统的命名法。本报告未来的版本应采用 RA-07 有关这方面的任何决定。

2.1 订户数

本报告在表 1 中给出的全球 MSS 订户数可作为延伸用户需求研究结果的基线来使用。以快速发展的观点在完成同意的注册用户需求研究之后，为了反映 2002 年和 2005 年之间的情况对 2010 年和 2011 年的数量已稍做调整，其中 MSS 订户数到 2002 年年末的 643 000 增加到 2005 年年末的 1 402 000，这导致了 29% 的年增长率。对 2010 年和 2011 年的调整数分别为 217 万和 243 万订户。已选择了 9% 和 14% 年增长的两种极端情况分别代表悲观和乐观发展。对这些情况的开始位置是 2006 年年初已有 140 万 MSS 订户。在推导出超 IMT-2000 系统的 MSS 订户预测中，考虑了各种可理解的变量如蜂窝系统的增长率和渗透性，游牧技术的增长率和渗透性（即 IEEE802.16 和 802.20）、包括增长率和人口分布的国内总人均生产总值。对于亚洲、北美、南美、欧洲、非洲和阿拉伯国家这些区域，考虑到不同用户群（私人、专业人士、公司和机关）和不同的使用环境（城市和农村），分别应用这些可理解的变量。

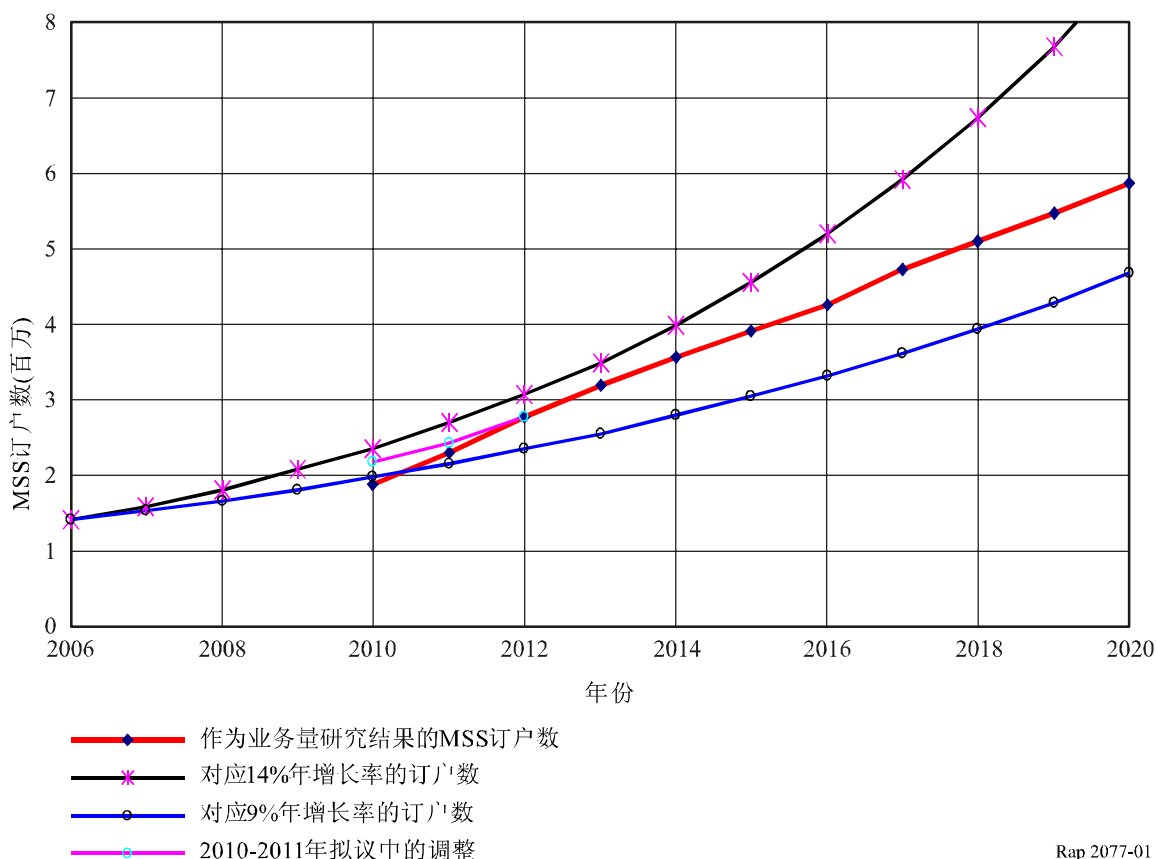
表 1
从 2010 年至 2020 年超 IMT-2000 系统的全球 MSS 订户

订户 (千)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
亚洲	690.75	893.83	1 109.85	1 332.78	1 547.54	1 756.76	1 966.21	2 253.40	2 506.80	2 770.32	3 053.13
北美	335.81	405.54	475.56	536.59	585.76	626.48	663.01	718.10	755.01	790.20	825.47
南美	56.33	71.45	88.14	104.67	120.22	135.10	149.95	170.33	187.72	205.78	224.99
欧洲	751.03	896.69	1 038.76	1 158.47	1 249.92	1 321.94	1 384.63	1 484.69	1 545.75	1 602.53	1 659.05
非洲和阿拉伯国家	23.48	25.80	30.69	35.64	40.48	45.16	49.68	54.91	59.89	65.44	70.81
所有陆地	1 857.40	2 293.31	2 742.90	3 168.15	3 543.92	3 885.44	4 213.48	4 681.43	5 055.17	5 434.27	5 833.45
海上	15.45	16.47	19.44	22.20	24.72	27.21	29.67	32.10	34.57	37.31	39.74
航空	2.98	3.13	3.74	4.33	4.88	5.38	5.87	6.36	6.88	7.45	7.95

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
低业务量情况的订户	1.976	2.154	2.348	2.559	2.790	3.041	3.314	3.613	3.938	4.292	4.678
调整了市场评估后的订户	2.170	2.425	2.766	3.195	3.574	3.918	4.249	4.720	5.097	5.479	5.881
高业务量情况的订户	2.365	2.696	3.074	3.504	3.994	4.554	5.191	5.918	6.746	7.691	8.768

图 1 给出了对 2010 年和 2011 年稍做调整以及分别以 9% 和 14% 增长率作为两种极端情况得到的用户需求预测的结果。

图 1
MSS 订户数



Rap 2077-01

表 2 给出了 2010 年至 2020 年期间预计的陆地、海上和航空用户的 MSS 订户百分比。尽管这三种不同订户类型的特性相互之间有差别，但它们对总的频谱需求的影响是很小的。因此在频谱计算中这三种业务类型是作为整体来考虑的。

表 2
从 2010 年至 2020 年的 MSS 用户分布

订户比例 (%)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
陆地	99	99.2	99.2	99.2	99.2	99.2	99.2	99.2	99.2	99.2	99.2
海上	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
航空	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
合计	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

表 3 所示是对 2010 年至 2020 年期间卫星多媒体分配订户预测的增长。这些数值是基于对卫星多媒体分配业务的欧洲订户的分析得到的。该研究基于假设在法国、德国、意大利、西班牙和英国于 2020 年的居住人口为 2.52 亿。

表 3
2010 年至 2020 年卫星多媒体分配的订户数

年 份	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
卫星分配渗透对应全部欧洲移动订户的百分数 (%)	4.60	6.20	8.00	10.00	11.90	13.90	25.20	16.40	17.20	17.70	18.00
卫星分配订户 (百万)	11.59	15.62	20.16	25.20	29.99	35.03	38.30	41.33	43.34	44.60	45.36

2.2 用户分类

在推导出表 1 所示的 MSS 订户数时，考虑了四种不同的用户群：

团体用户：大的机构在他们的商务鉴定应用中需要移动业务，例如资产跟踪。

机关用户：某些地区如紧急响应、航空无线电通信业务和海上安全业务的政府部门中的个体或组织的运行。

专业人士用户：这里包括了需要移动通信帮助他们更有效地完成商务的人士、企业家和处于顶级收入部分的个人。

私人用户：与专家移动业务一样私人用户的使用产生了移动业务的巨大市场。

表 4 给出了结合环境的不同用户群的不同用户类别。

表 4
以环境区分的用户类别

	城 市	郊 区	乡 村
团体用户	媒体 零售业 餐饮业 服务行业 运输行业	建筑工地 地方机构 餐饮业 航空/航天 汽车/车队	化工 农业 休闲和旅行者 餐饮业
机关用户	大学 图书馆	大学 图书馆 研究所 医院	学校 图书馆 医院
专业人士用户	企业家 银行家 咨询顾问	医生 IT 专业人员	医生 IT 专业人员 休闲和旅行者
私人用户	儿童、少年和青年 个人 外国团体	年轻家庭 社团	空巢者 社团

2.3 各类别使用的无线业务和应用

本报告中采用的业务分类与 ITU-R M.2023 报告中关于 IMT-2000 频谱需求方面的业务分类是相同的。业务基本被分为多媒体和非多媒体。多媒体业务是基于分组交换的业务，而非多媒体业务大部分是电路交换的话音和数据业务。多媒体业务和非多媒体业务又进一步细分如下：

2.3.1 非多媒体

话音：ITU-R M.2023 报告中假设的话音编码速率是 8/16 kbit/s 但大多数 MSS 系统现在采用的速率低于这一速率且有些速率低至 2.4 kbit/s。

低速数据：电路模式的数据业务，ITU-R M.2023 报告确定了 9.6/16 kbit/s 的速率，但此处假设了包括任何高达 64 kbit/s 的当前的电路模式的数据业务。

消息：低数据速率消息是在 2.4/4.8 kbit/s。这在 ITU-R M.2023 报告中并不作为一个单独的类别，但由于该业务有着大量的卫星移动订户，因此这里将它单独作为一个类别。

2.3.2 多媒体

话音：在 ITU-R M.2023 报告中假设了 8/16 kbit/s 的话音编码速率，但新业务使用的话音编码速率可能远低于此，可能低至 2.4 kbit/s。

低速数据：9.6/16 kbit/s 的消息和电子邮件（不带附件）业务。

不对称业务：包括文本传递、数据库访问、内部网络/国际互联网、电子邮件（带有附件）图像传输等 144 kbit/s 的单向业务。

多媒体互动：144 kbit/s 左右的数据速度的视频会议和视频电话。

多媒体分配业务：一条具有 2.3 Mbit/s 左右的载波数据速率的复用前向链路。反向链路将是低速率的且在可使用时采用地面连接。这一类别 ITU-R M.2023 报告中没有包括。

表 5 给出了业务和应用举例：

表 5
无线业务和应用

无线业务	业 务	应用举例
陆地	非多媒体 话音、消息、低速数据 多媒体 话音、低速数据、不对称、分配	资产管理、付费电话、安全电话业务、电子邮件、传真、卫星新闻采集、访问互联网、视频会议、TV
海上	非多媒体 话音、消息、低速数据 多媒体 话音、低速数据、不对称、分配	船员/乘客呼叫、资产管理、电子邮件、传真、安全业务、视频会议、访问互联网、TV、卫星新闻采集
航空	非多媒体 话音、消息、低速数据 多媒体 话音、低速数据、不对称、分配	乘客呼叫、电子邮件、访问互联网、卫星新闻采集、视频会议、无线电广播、航空勤务、多媒体分配

2.4 使用情形

表 6 中的使用情形基于 ITU-R M.2023 报告并按照业务类型进行了细分。

表 6
取自 ITU-R M.2023 报告的月使用水平

类 型	单 位	2005	2010	注 解
非多媒体				
话音	最低 16 kbit/s	73	71	
低速数据	千字节	8 365	8 175	16 kbit/s 时约 70 min/月
多媒体				
话音	最低 8 kbit/s	20	26	
低速数据	千字节	2 584	3 380	16 kbit/s 时约 25 min/月
不对称	千字节	26 154	34 247	104/144 kbit/s 时约 35 min/月
互动	最低 144 kbit/s	2	2	较低是因为预测的用户只有少部分（10% 至 20%）会使用该业务

对于多媒体分配（例如卫星移动 TV），订户数和每订户的月使用情形并不直接对应于业务预测。这是因为这些业务的固有性质造成的；不管由一个或一个以上的接收机/订户接收，被分配的业务量是相同的。多媒体分配业务的量是由信道吞吐量的商业评估和提供多媒体分配业务所需的信道数决定的。假设对诸如卫星移动 TV 和各种媒体的业务需求会增加，由于与地面业务相比卫星业务的特点就是更适合为一个很大范围、大量的受众提供节目，因此它会从地面移动业务中夺得部分业务量。

表 7
多媒体卫星分配业务量预测（兆字节/月）

MM 分配业务量预测/年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
信道吞吐量 (kbit/s)	256	256	256	512	512	512	1 024	1 024	1 024	1 536	1 536
基于用户需求研究的所需信道数	30	30	30	30	35	35	35	35	40	40	40
百万兆字节/月	2.5	2.5	2.5	5	5.8	5.8	11.6	11.6	13.2	19.9	19.9
为低业务量情况假设的信道数	17	17	17	17	17	26	26	26	26	26	26
低业务量情况的百万兆字节/月	1.4	1.4	1.4	2.8	2.8	4.3	8.6	8.6	8.6	12.9	12.9
为高业务量情况假设的信道数	26	26	26	26	26	35	35	35	35	35	35
高业务量情况的百万兆字节/月	2.2	2.2	2.2	4.3	4.3	5.8	11.6	11.6	11.6	17.4	17.4

表 7 给出了考虑中的多媒体分配业务预测。如第二行中所示的用户需求研究得到的预测结果在 30 和 40 个信道之间，这一结果需要做一些调整以反映服务提供商既可选择通过地面蜂窝也可选择通过卫星网络来分担业务量。已分别假设了，对于低业务量情况为 17 个信道，而对于高业务量情况，为 35 个信道。对应的业务量列于表 7 的第 6 行和第 8 行。

2.5 每种业务应用的用户业务量

本节引出了对每种已确定的业务类型的每种业务应用的用户业务量。对使用的业务中业务应用之间的变化的假设大过于个别业务的使用情况。表 8 给出了对应各种业务的结合年调整因子的各业务的每月使用情况。

表 8
各种业务应用的利用水平

低业务量情况	多媒体应用					非多媒体应用		
	话音	互动	不均匀前向	不均匀反向	低速率	低速率	消息	话音
每用户每月利用水平 (分钟或兆字节)	26.00	2.16	17.13	8.56	3.38	8.18	0.004	71.00
利用水平的年调整因子	1.053	1.000	1.000	1.000	1.058	0.996	1.000	0.994

高业务量情况	多媒体应用					非多媒体应用		
	话音	互动	不均匀前向	不均匀反向	低速率	低速率	消息	话音
每用户每月利用水平 (分钟或兆字节)	26.00	2.16	25.69	18.24	3.38	8.18	0.004	71.00
利用水平的年调整因子	1.053	1.000	1.050	1.050	1.058	0.996	1.000	0.994

表 9 给出了作为 IMT-2000 和超 IMT-2000 卫星部分之一部分的 MM 和非 MM 之间的业务量份额。它假设了对多媒体业务的需求将持续增长而对非多媒体业务的需求则会持续下降。对多媒体话音业务数字的导出已采用了 ITU-R M.2023 报告的 2010 年的数字且利用水平以大约每年 5% 的增长率增长。假设了对低业务量情况多媒体互动业务的数字保持不变而对高业务量情况给出每年增加 5%。

表 9
多媒体 (MM) 和非多媒体 (非 MM) 卫星业务之间的业务量份额 (%)

MM 和非 MM 卫星 业务市场份额 (%)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
使用非 MM 的百分数	40	38	36	34	33	31	29	28	27	25	24
使用 MM 的百分数	60	62	64	66	67	69	71	72	73	75	76

多媒体非对称业务的数字取自于 ITU-R M.2023 报告 2010 年的数字。34 兆字节/月/订户的月使用数字相当于约 1 兆字节/日/订户，这对互联网/电子邮件/文件传输类型的应用是较合理的估计。多媒体低速数据业务的数字是通过采用 ITU-R M.2023 报告 2010 年的数字和利用水平每年增长 5.8% 推导出来的。

多媒体分配的数字示于表 7。虽然目前并未提供多媒体分配卫星业务，但已假设到 2010 年时将开始提供这些业务。

低速数据业务的数字是通过采用 ITU-R M.2023 报告 2010 年的数字和利用水平每年降低 0.4% 推导出来的。

假设了所有非多媒体消息用户每个月发生 0.004 兆字节的消息。这是基于每用户每日发生 1 千比特消息的数字上的。这里不考虑消息的大小会随时间而变。因此对该业务的利用水平保持不变。对非多媒体话音业务的这个数字是通过使用 ITU-R M.2023 报告 2010 年的数字和利用水平每年降低 0.6% 推导出来的。这是非多媒体业务与多媒体业务相比持续的一个总趋势。

2.6 业务量预测

表 10 和表 11 分别给出了话音和数据业务每月全部多媒体和非多媒体的业务量。这些数字的导出是对表 8 给出的订户数、表 9 给出的业务份额调整和表 8 给出的年增长因子的综合利用。

表 10
多媒体和非多媒体每月全部的话音业务量

低业务量情况的话音业务量（百万分钟/月）	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
MM 话音业务	30.8	36.6	43.3	51.3	59.7	70.6	83.4	97.1	113.0	133.2	154.9
非 MM 话音业务	56.1	57.8	59.3	60.7	63.8	64.9	65.8	68.9	71.9	72.2	75.1

高业务量情况的话音业务量（百万分钟/月）	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
MM 话音业务	36.9	45.8	56.7	70.2	85.5	105.8	130.6	159.0	193.5	238.7	290.4
非 MM 话音业务	67.2	72.3	77.6	83.1	91.4	97.3	103.1	112.8	123.2	129.3	140.7

表 11
每月总的多媒体和非多媒体数据业务量

低业务量情况的数据业务量 (百万兆字节/月)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
MM 互动业务量	2.6	2.9	3.2	3.6	4.0	4.5	5.1	5.6	6.2	7.0	7.7
MM 不对称前向业务量	20.3	22.9	25.7	28.9	32.0	35.9	40.3	44.5	49.2	55.1	60.9
MM 不对称反向业务量	10.2	11.4	12.9	14.5	16.0	18.0	20.1	22.3	24.6	27.6	30.4
MM 低速数据业务量	4.0	4.8	5.7	6.8	7.9	9.4	11.2	13.0	15.3	18.1	21.1
非 MM 低速数据业务量	6.5	6.7	6.9	7.0	7.4	7.6	7.7	8.0	8.4	8.5	8.8
非 MM 消息业务量	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004

高业务量情况的数据业务量 (百万兆字节/月)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
MM 互动业务量	3.1	3.6	4.2	5.0	5.8	6.8	8.0	9.2	10.6	12.5	14.4
MM 不对称前向业务量	36.5	45.1	55.7	68.8	83.6	103.0	126.9	154.0	186.9	229.9	278.8
MM 不对称反向业务量	25.9	32.0	39.6	48.8	59.3	73.1	90.1	109.3	132.7	163.2	198.0
MM 低速数据业务量	4.8	6.0	7.4	9.3	11.3	14.1	17.5	21.4	26.1	32.4	39.6
非 MM 低速数据业务量	7.7	8.3	9.0	9.6	10.6	11.3	12.0	13.2	14.4	15.2	16.5
非 MM 消息业务量	0.004	0.004	0.004	0.005	0.005	0.006	0.006	0.007	0.007	0.008	0.008

3 频谱需求的估计

3.1 方法

ITU-R M.1391 建议书为计算多媒体和非多媒体 IMT-2000 系统的频谱需求规定了以下公式。

3.1.1 多媒体业务

$$S = N_{\text{波束}} \cdot B \cdot \left[\frac{T_{BH} \cdot 8000}{3600 \cdot \text{eff} \cdot R} \right] \quad (1)$$

S (MHz)为计算多媒体业务频谱需求的基本公式：

其中：

- $N_{\text{波束}}$ ：一个频率再用组中的波束数
- T_{BH} ：一个波束中的忙时业务量（兆字节）
- B ：载波带宽（MHz）
- eff ：考虑了各载波的平均负载后的效率因子
- R ：一个载波的平均有效数据速率（kbit/s）。

符号 $\lceil \]$ 的含义是近似到下一个更大的整数。这是为保证载波是一个整数。为基于不同环境如航空、陆地和海上以及不同业务如移动、便携和车载若干业务类别进行了典型的业务预测。通过对所有这些类别增加业务需求来计算忙时业务量, T_{BH} (见公式(2a))。因为业务量预测既可以兆字节/月(用于数据业务)表示也可以分钟/月(例如对于语音业务)表示, 所以需要将预测数变换为忙时兆字节。通过以下公式可完成此项工作:

$$T_{BH} = \sum_i T_i \quad (2a)$$

$$T_i = \frac{T_{Mi} \cdot p_{BHi} \cdot p_{HSi} \cdot H_i}{MD_i \cdot N_{\text{波束}}} \quad (2b)$$

$$T_i = \frac{T_{Mi} \cdot 60 \cdot R_{VC} \cdot p_{BHi} \cdot p_{HSi} \cdot H_i}{8\,000 \cdot MD_i \cdot N_{\text{波束}}} \quad (2c)$$

其中:

- T_{Mi} : 业务类别 i 的每月预测的全球业务量; 若给的是兆字节, 用公式 (2b); 若给的是分钟, 用公式 (2c)
- R_{VC} : 编码速率 (kbit/s)
- p_{BHi} : 业务类别 i 的发生在忙时的日业务量部分
- p_{HSi} : 业务类别 i 的发生在热点组内的全球业务量部分
- H_i : 业务类别 i 的忙时补偿因子 (在 0 和 1 之间) (见第 5.2.3 节)
- MD_i : 业务类别 i 的月至日的变换比
- $N_{\text{波束}}$: 频率再用组中的波束数。

可以注意到这些公式假设在热点组中波束间的业务是均匀分布的。这种简化会造成些许对频谱需求的低估。

3.1.1.1 广播/多点传送业务的应用

广播/多点传送业务是多媒体业务的一种特殊情况。需要做一些假设:

公式 (1) 中:

eff : 在这种情况下等于一, 因为广播/多点传送业务是满负荷业务;

T_{BH} : T 是向整个一个波束区域提供业务的预测的多点传送业务 (兆字节), 因为忙时概念不适合于广播/多点传送业务

所以可做出以下推导:

$$S = N_{\text{波束}} \cdot B \cdot \left\lceil \frac{T \cdot 8\,000}{3\,600 \cdot R} \right\rceil \quad (3)$$

公式 (2b) 中:

T_M : 以兆字节为单位的每月预测全球业务量

p_{BH} : 发生在忙时的日业务量部分 (典型值, $p_{BH} = 1/24$)

p_{HS} : 由于该业务不取决于用户的地理位置, 因此该情况此项等于一

H : 由于该业务在时间上均匀分布且忙时概念与广播业务无关, 因此此项等于一

MD : 月日变换率 (典型值, 对于多点传送业务 $MD = 30$)

$N_{\text{波束}}$: 一个频率再用组中的波束数。

最终, 可得出以下推导结果:

$$T = \frac{T_M \cdot p_{BH}}{MD \cdot N_{\text{波束}}} \quad (4)$$

3.1.2 非多媒体业务

正如第 3.1 节所述, 考虑三种类型的非多媒体业务: 低速数据业务、消息和话音电话, 假设各自以单独的载波类型载荷。这三种业务类型在下面的公式中以下标 i 表示。

对于非多媒体 (电路交换) 业务量, 使用厄兰-B 公式将以厄兰为单位的忙时业务量转换为所需的电路数, 即:

$$S_i = N_{\text{波束}} \cdot \text{ErlangB}(T_{\text{Erl},i}, GoS_i) \cdot B_i \quad (5)$$

其中:

$N_{\text{波束}}$: 一个频率再用组中的波束数

$T_{\text{Erl},i}$: 业务类型 i 在一个波束中的忙时业务量 (厄兰)

GoS_i : 业务类型 i 的服务等级 (阻塞率)

B_i : 业务类型 i 的载波带宽 (MHz)。

$$T_{\text{Erl},i} = \frac{T_{M,i} \cdot H_i \cdot p_{HS,i} \cdot p_{BH,i} \cdot 8\,000}{N_{\text{波束}} \cdot MD_i \cdot R_i \cdot 60 \cdot 60} \quad (6a)$$

$$T_{\text{Erl},i} = \frac{T_{M,i} \cdot H_i \cdot p_{HS,i} \cdot p_{BH,i}}{N_{\text{波束}} \cdot MD_i \cdot 60} \quad (6b)$$

其中:

$T_{M,i}$: 对业务类型 i 预测的每月全球业务量; 如果以兆字节为单位, 采用公式 (6a), 如果以分钟为单位, 采用公式 (6b)

H_i : 业务类型 i 的忙时补偿因子 (在 0 和 1 之间) (见第 5.2.3 节)

$p_{BH,i}$: 业务类型 i 的发生在忙时的日业务量部分

$p_{HS,i}$: 业务类型 i 的发生在热点群的全球业务量部分

MD_i : 业务类型 i 的月日变换率

$N_{\text{波束}}$: 一个频率再用组中的波束数

R_i : 业务类型 i 的载波数据速率。

那么对非多媒体业务总的频谱需求就是三种不同业务类型频谱需求的总和，即：

$$S = \sum S_i \quad (7)$$

3.1.3 忙时业务量推导的附加评述

该方法假设了业务量需求是以兆字节/月或 min/月为单位。在忙时业务量推导时使用了月 — 日因子和日 — 忙时因子。这些因子是根据业务量统计或预计的业务特性，以及考虑的服务质量，例如不同业务的时延容差推导出来的。

在非多媒体业务的情况，由于有三种不同业务类型，各业务类型的忙时并不同时发生。应在全部的忙时计算频谱需求。忙时补偿因子 H ，将各业务类型的忙时业务量转换为全部忙时的业务量。

3.2 输入参数

表 12 给出了用于频谱需求计算中的全球参数和假设。根据过去十年的实际发展同时又与当前研发活动的开展一致，为了对更高的多波束卫星系统的不断采用做出说明，假设了在一个“热点”中的业务百分数从 2010 年至 2020 年是逐渐下降的。

表 12
频谱计算中的全球参数和假设

	多媒体应用						非多媒体应用		
	话音	互动	不对称前向	不对称反向	低速	分配	低速	消息	话音
MSS 系统共用业务的数量	2						3		
发生在忙时的日常业务量部分, P_{BHi}	0.1				0.042		0.1		
月一日转换比, M_{di}	25				30		25		
忙时补偿因子, H_i	0.9				1		0.9		
频率再用组中的波束, $N_{\text{波束}}$	7				3		7		
编码速率, R_{vc} (kbit/s)	4								
载波数据速率, R (kbit/s)							6	1	
服务等级 (1-阻塞率), GS							0.01		
载波带宽, B (MHz)	0.2				5		0.01	0.005	0.01
效率因子 (eff)	0.9				1				
平均有效数据速率, R (kbit/s)	200				2 300		74		
信令开销因子 (%)	5.0				0.0			10.0	

表 12 (续)

低业务量情况	多媒体应用			非多媒体应用
全球业务量中发生在热点群的部分, P_{HSI} (%)	15.0 至 12.0			100
热点群中不对称 MM 的业务丢失 (%)		50		
不对称 MM 反向业务量与前向之比 (%)		50		
高业务量情况	多媒体应用			非多媒体应用
全球业务量中发生在热点群的部分, P_{HSI} (%)	13.0 至 6.0			100
热点群中不对称 MM 的业务丢失 (%)		25		
不对称 MM 反向业务量与前向之比 (%)		71		

10 kHz 的非多媒体语音载波带宽和对应非多媒体的 5 kHz 载波带宽现有的 MSS 系统的该值是一致的。为多媒体系统假设的 200 kHz 的载波带宽和 200 kbit/s 有效用户速率和为这种系统目前正在研发的混合终端类型是一致的。对应非多媒体低速数据和消息的 6 kbit/s 和 1 kbit/s 的载波速率与目前运行着的系统的该值是一致的。为多媒体系统假设的 4 kbit/s 语音编码速率, 低于目前使用的一般速率。

尽管在当今的运行中还没有多媒体分配卫星系统, 但已预期这样的系统会以 5 MHz 载波带宽采用 IMT-2000 (OFDM QPSK) 标准, 每载波可以 2.3 Mbit/s 的速率传送。对于多媒体分配业务的月一日转换因子为 30 而剩下的多媒体和非多媒体业务的该值 25 取自于 ITU-R M.1391 建议书。

对于多媒体分配系统的频率再用组的大小假设为三而其他多媒体和非多媒体系统的则为七。数值为三的因子与多媒体分配业务希望采用大量波束是一致的。数值为七的因子与一个采用 MSS 系统的典型的频率再用组的大小是一致的。会有若干带来频谱低效的卫星运营商进入服务市场。本报告中的计算提出了自 2010 年始将有两个多媒体卫星系统和三个非多媒体卫星系统运行。对不对称多媒体业务已假设的 25% 和 50% 之间的热点业务量下降是考虑了地面网络可以更经济地提供所希望的业务。

对有着一些典型应用例如访问互联网、文本传输 (上传和下载)、数据库存取、电子邮件 (接收和发送) 等的不对称多媒体业务已假设了一个较低的反向业务量。假设分组交换的载波效率为 90% (即分组交换载波的平均载荷为 90%), 这代表了一个非常高效的系统。假设除了多媒体分配之外的所有系统的发生在忙时的日 (日常) 业务量百分数为 10%, 而多媒体分配的则为 4.2% (即无忙时)。假设电路交换业务的服务等级为 1%。这一数字与目前许多运营商所用的数值是一致的。为支持非多媒体业务所需的信令和控制信道业务假设了 10% 的频谱开销。这与目前的 MSS 系统中的数值是一致的。预期多媒体系统将更有效并会需要较少的信令开销。因此, 假设多媒体卫星系统有 5% 的信令以及由此带来的频谱开销。分配并不需要任何开销。

3.3 结果

图 2 所示为 2010 年至 2020 年低业务量情况时 IMT-2000 和超 IMT-2000 系统的卫星部分总的频谱需求。表 13 包括了各种业务类型的详细结果。图 3 所示为就表 14 包括的与各种业务类型有关的结果的高业务量情况时总的频谱需求。

可以看出，非多媒体业务的频谱需求几乎保持不变，而多媒体业务对频谱需求的要求日益提高。频谱需求中起主导作用的是多媒体不对称业务（即电子邮件、互联网、内部网、文件下载类型的应用）和多媒体分配业务（高带宽，内容丰富的业务）。剩下的多媒体和非多媒体业务对频谱的需求保持相对稳定且相应较小。

图 2
低业务量情况的总的频谱需求

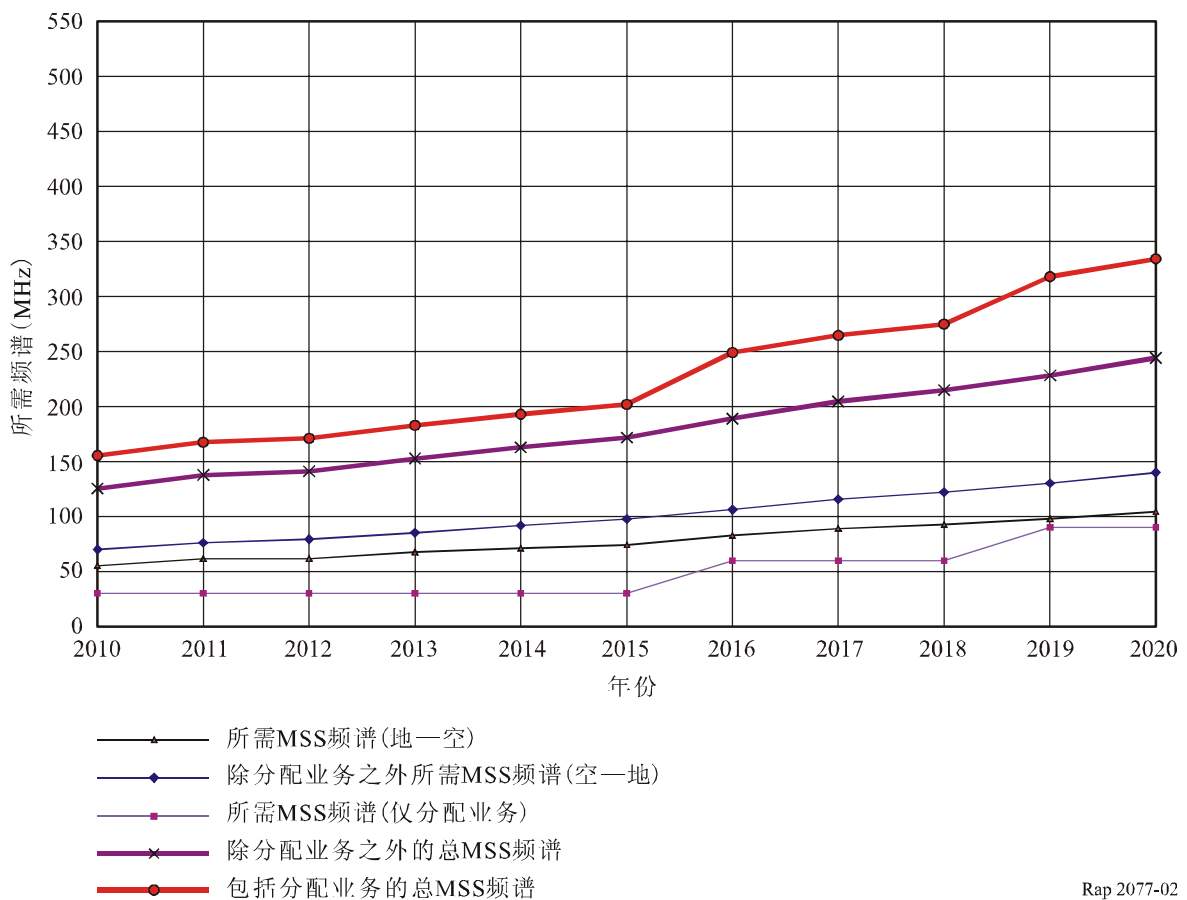
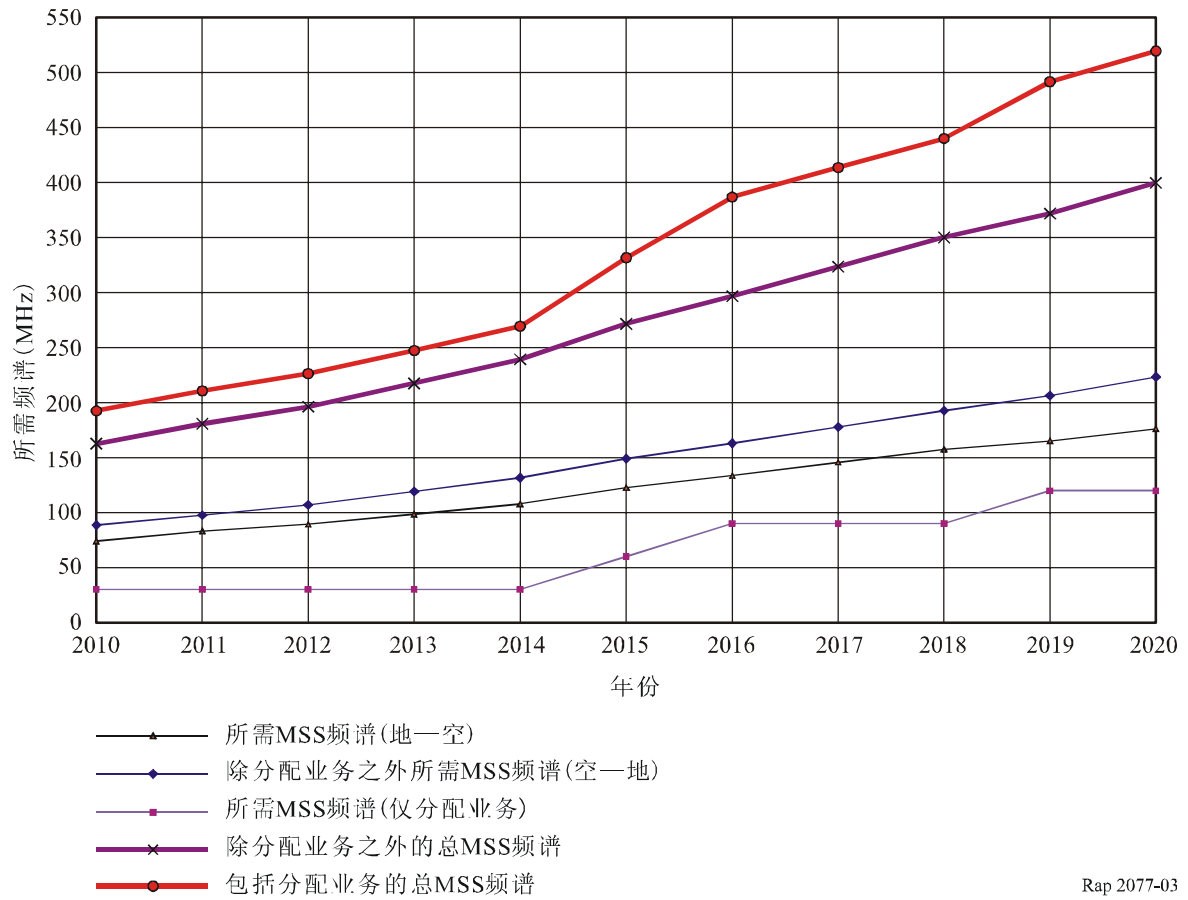


表 13
低业务量情况详细的频谱需求

总的频谱需求 (MHz)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
MM 话音业务	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9
MM 互动业务	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8
MM 不对称前向业务	29.4	32.3	35.3	38.2	44.1	47.0	50.0	55.9	58.8	64.7	70.6
MM 不对称反向业务	14.7	17.6	17.6	20.6	23.5	23.5	26.5	29.4	29.4	32.3	35.3
MM 低速数据业务	5.9	8.8	8.8	11.8	11.8	14.7	14.7	17.6	20.6	23.5	26.5
MM 分配业务	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	60.0	60.0	60.0	90.0	90.0
非 MM 低速数据业务	17.6	17.8	18.0	18.0	18.5	18.5	18.2	18.7	19.2	18.7	19.2
非 MM 消息业务	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
非 MM 话音业务	8.1	8.1	8.1	8.1	8.3	8.3	8.3	8.3	8.5	8.3	8.5
总的 MM 频谱 (空一地, 无分配)	44.1	50.0	52.9	58.8	64.7	70.6	79.4	88.2	94.1	102.9	111.7
总的 MM 频谱 (地一空)	29.4	35.3	35.3	41.2	44.1	47.0	55.9	61.7	64.7	70.6	76.4
总的非 MM 频谱 (空一地和地一空)	26.0	26.2	26.4	26.4	27.1	27.1	26.9	27.4	28.1	27.4	28.1
前向总频谱 (空一地, 无分配)	70.1	76.2	79.4	85.2	91.8	97.7	106.3	115.6	122.1	130.3	139.8
反向总频谱 (地一空)	55.4	61.5	61.7	67.6	71.2	74.2	82.8	89.1	92.7	97.9	104.5
无分配的频谱总数之和	125.5	137.7	141.1	152.9	163.1	171.9	189.1	204.7	214.9	228.2	244.3
有分配的频谱总数之和	155.5	167.7	171.1	182.9	193.1	201.9	249.1	264.7	274.9	318.2	334.3

图 3

高业务量情况的总的频谱需求



Rap 2077-03

表 14

高业务量情况详细的频谱需求

总的频谱需求 (MHz)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
MM 语音业务	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9
MM 互动业务	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8
MM 不对称前向业务	47.0	52.9	61.7	70.6	82.3	94.1	105.8	117.6	129.4	144.1	158.8
MM 不对称反向业务	32.3	38.2	44.1	50.0	58.8	67.6	76.4	85.3	94.1	102.9	111.7
MM 低速数据业务	5.9	8.8	8.8	11.8	11.8	14.7	14.7	17.6	20.6	20.6	23.5
MM 分配业务	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	60.0	90.0	90.0	90.0	120.0	120.0
非 MM 低速数据业务	18.2	18.5	18.7	18.9	19.4	19.4	18.9	19.2	19.2	18.5	18.0
非 MM 消息业务	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
非 MM 语音业务	8.3	8.3	8.5	8.5	8.8	8.8	8.5	8.5	8.5	8.3	8.1
总的 MM 频谱 (空—地, 无分配)	61.7	70.6	79.4	91.1	102.9	120.5	135.2	149.9	164.6	179.3	197.0
总的 MM 频谱 (地—空)	47.0	55.9	61.7	70.6	79.4	94.1	105.8	117.6	129.4	138.2	149.9

表 14 (完)

总的频谱需求 (MHz)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
总的非 MM 频谱 (空一地 和地一空)	26.9	27.1	27.6	27.8	28.5	28.5	27.8	28.1	28.1	27.1	26.4
前向总频谱 (空一地, 无分配)	88.7	97.7	107.0	119.0	131.4	149.1	163.1	178.0	192.7	206.5	223.4
反向总频谱 (地一空)	74.0	83.0	89.3	98.4	107.9	122.6	133.7	145.7	157.4	165.3	176.4
无分配的频谱总数之和	162.6	180.7	196.3	217.4	239.3	271.7	296.8	323.7	350.1	371.8	399.8
有分配的频谱总数之和	192.6	210.7	226.3	247.4	269.3	331.7	386.8	413.7	440.1	491.8	519.8

4 敏感性分析

研究频谱需求的敏感性，相对在低业务量情况和高业务量情况之间中间某点名为适中的情况对各种参数进行了修正。

图 4 所示为对订户数的影响。可见 MSS 订户数的年增长率对所需频谱是一个激励因子。

图 4

MSS 订户数的敏感性分析

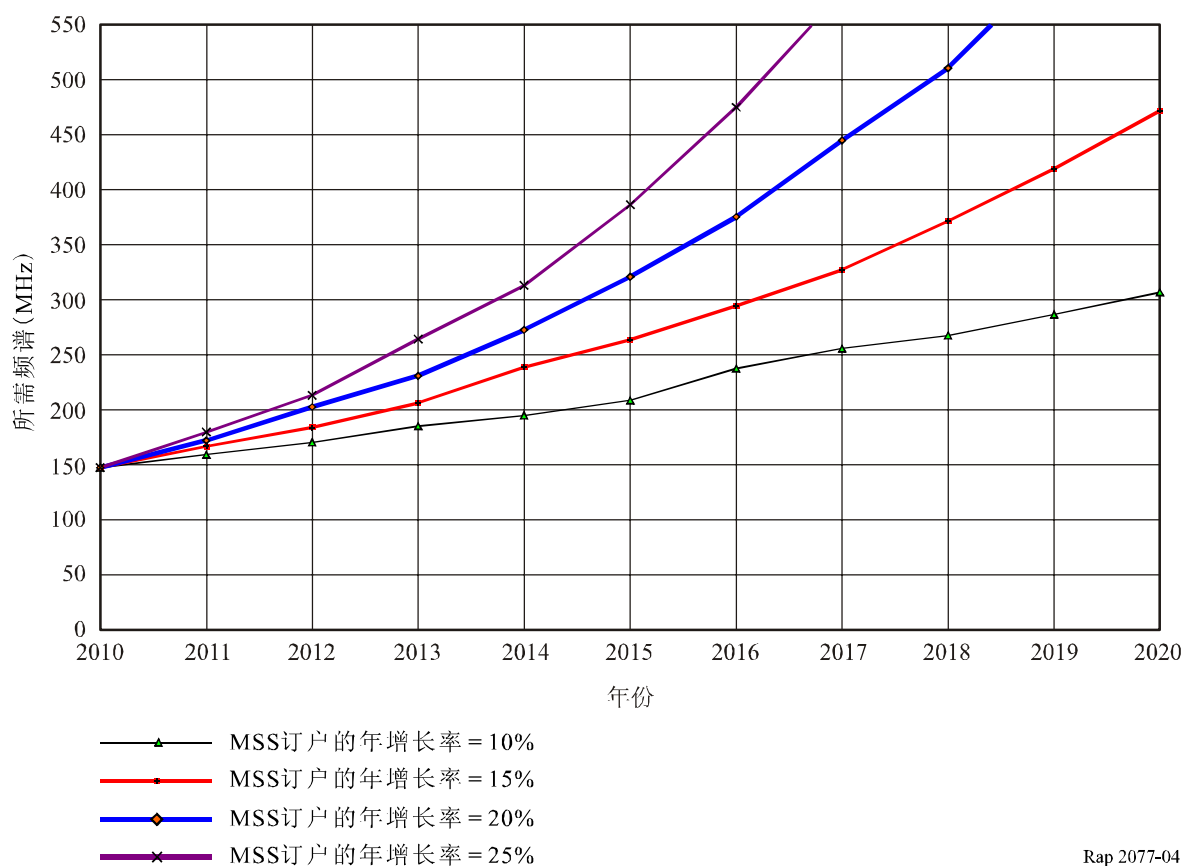


图 5 所示为最坏情况群中全球业务量百分数的影响。同样该因子对 MSS 频谱需求也有着较大的影响。某种程度上，在增加订户数和迅猛增长的 MSS 市场将是开发新的更高的点波束 MSS 卫星的一个激励的热点中业务量百分数之间有着一个补偿因子。

图 5

热点群中全球业务量百分数的敏感性分析

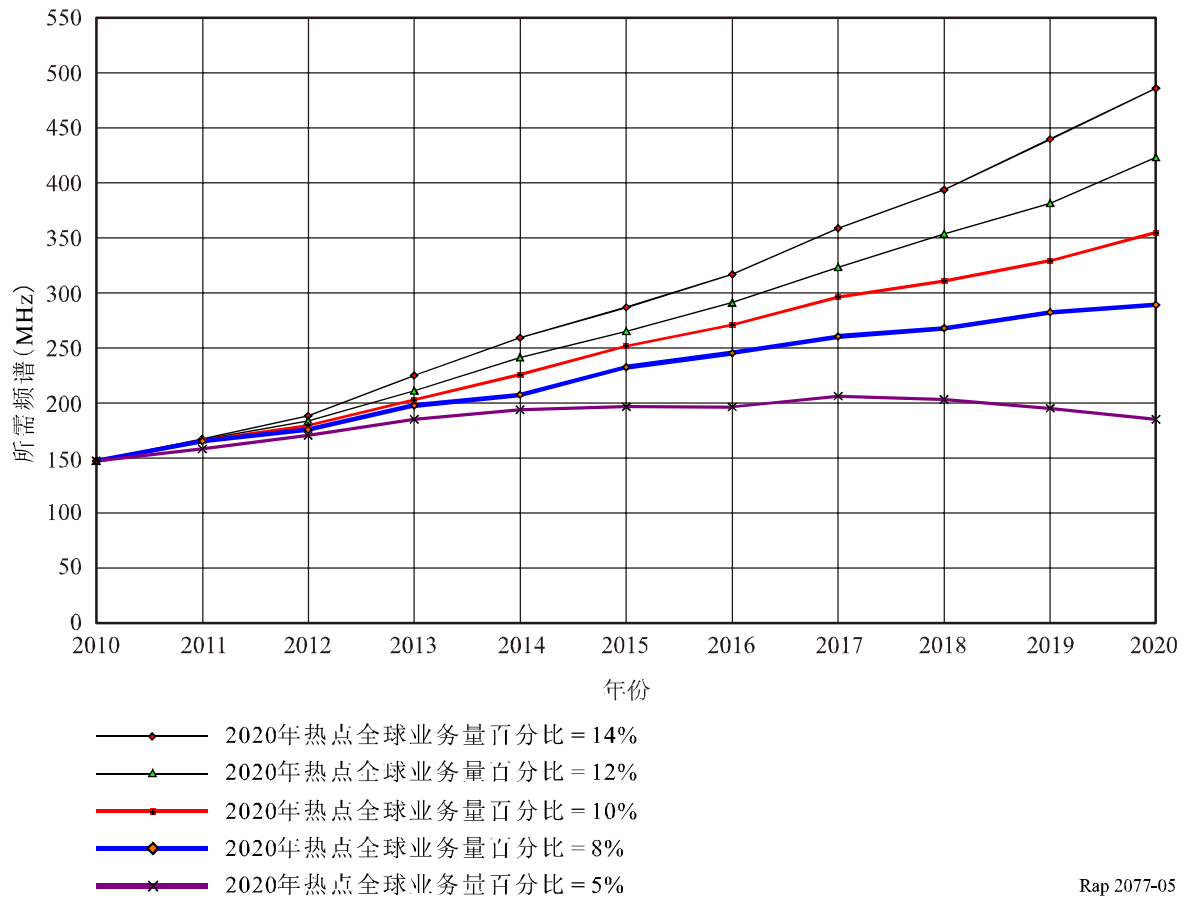


图 6 所示为由于与地面业务共用导致的对热点中业务量丢失的影响。该影响并不很强但在业务量较为均等的分布在其他波束上，这样相同的系统容量实际就可在给定的带宽服务于更高的 MSS 订户数时，它可使 MSS 服务提供商获益。当这一因子只是导致热点中较少使用 MSS 终端时，订户数应并不真正受其影响。

图 6

热点群中业务量丢失的敏感性分析

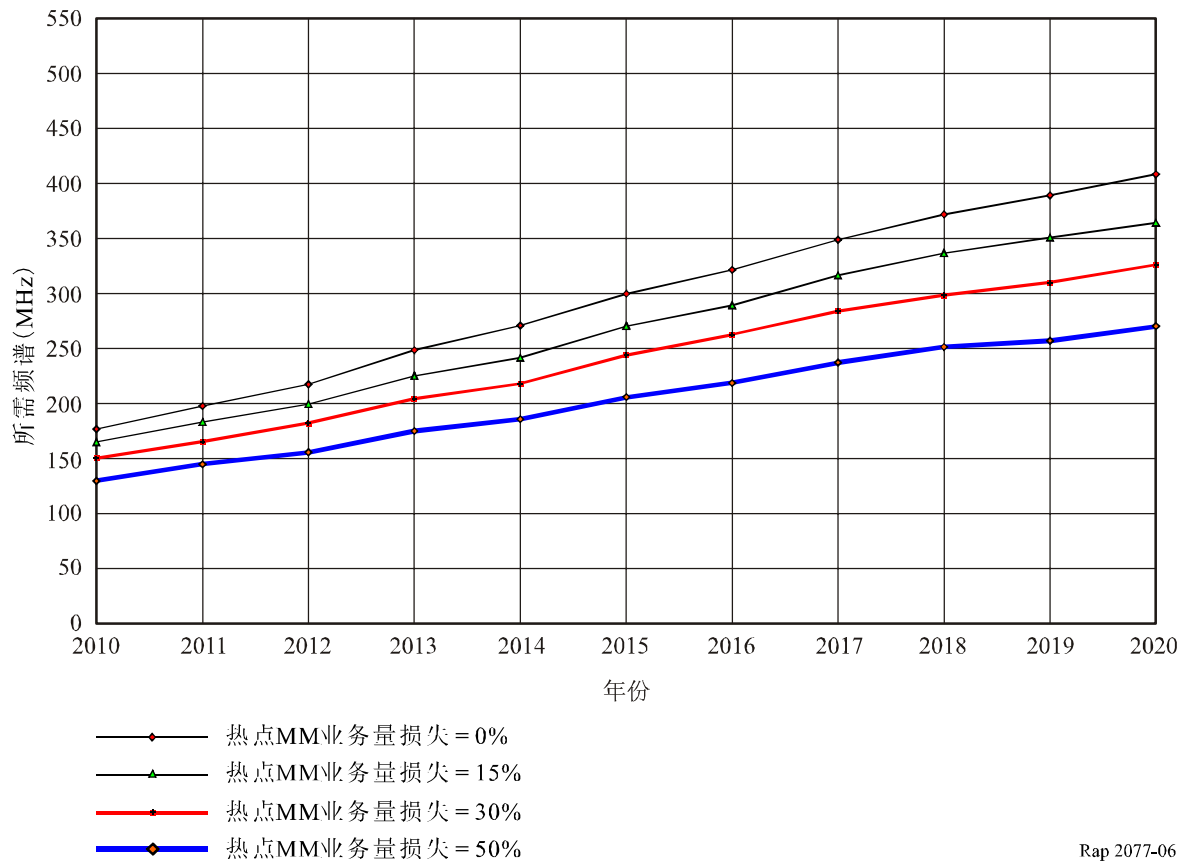


图 7 所示为影响不大的不对称 MM 业务量的反向与前向比的影响。

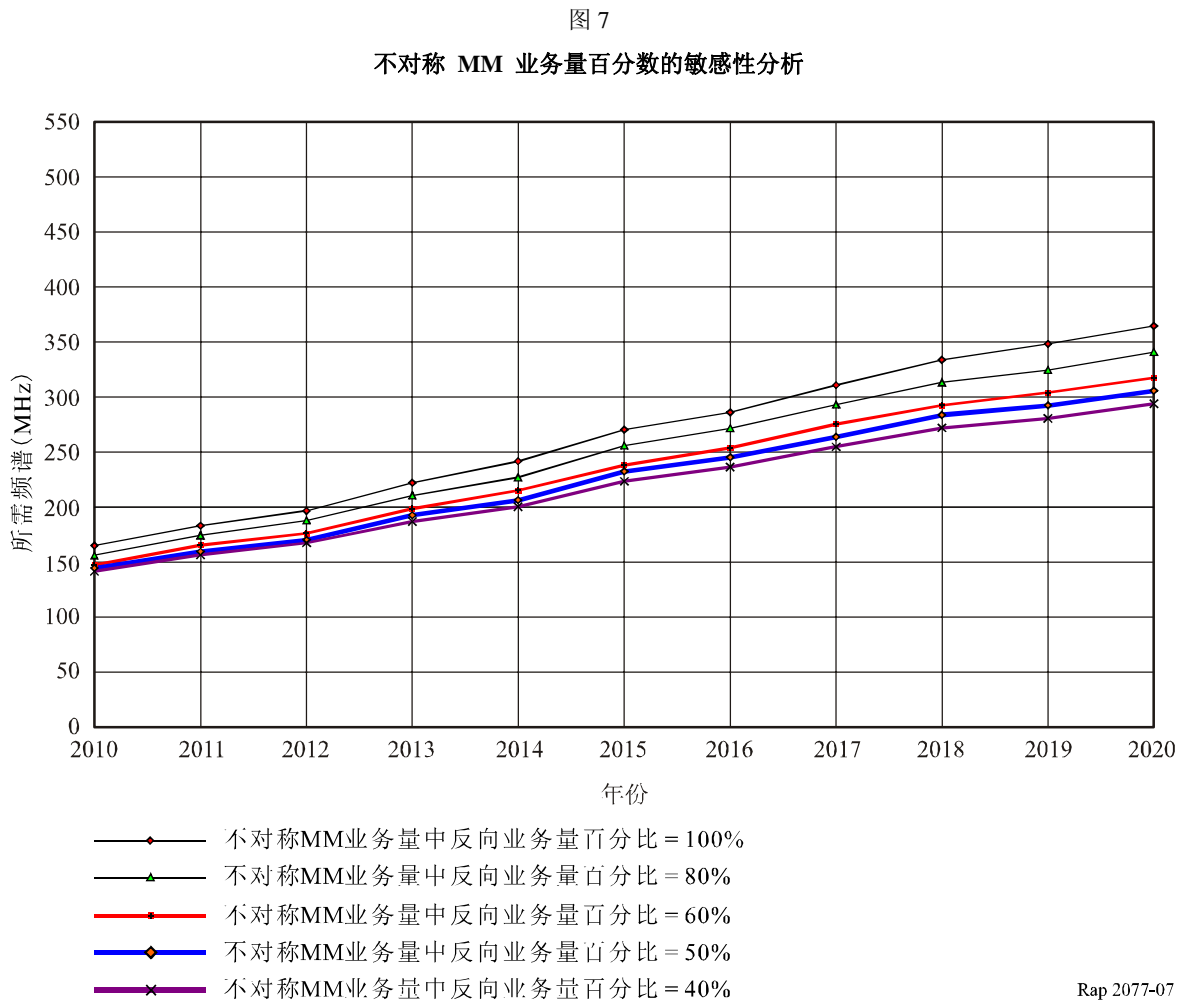
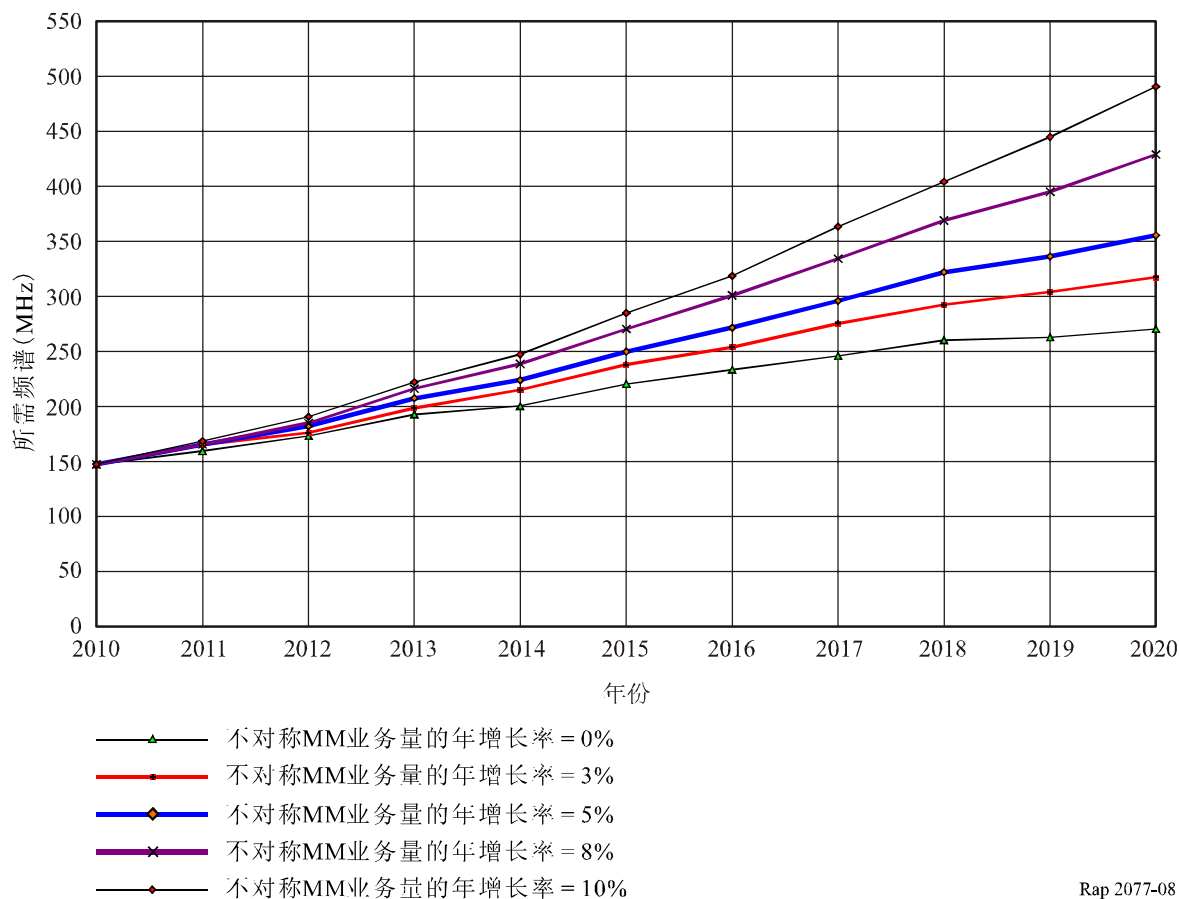


图 8 示出如果采用了新的先进的高功率/高多波束系统能够提供更多的 MSS 多媒体业务时,不对称 MM 业务的年增长率会实际成为一个激励因子的影响。

图 8
不对称 MM 业务年增长率的敏感性分析



5 无线电监管的背景

表 15 列出了 ITU 《无线电规则》(RR) 划分给 MSS 的总计 2×121.5 MHz 频谱。但在某些区域, 2 500-2 535 MHz 和 2 655-2 690 MHz 频带, 或它的部分是不可用的, 那么可用的仅剩约 2×86.5 MHz。对于 IMT-2000 和超 IMT-2000 系统的卫星应用, 全球可用的 MSS 频谱是最基本的一个条件。

表 15

1-5 GHz 频带内的当前 MSS 频谱划分

上行链路频带 (MHz)	下行链路频带 (MHz)	带宽 (MHz)
1 626.5-1 645.5, 1 646.5-1 660.5	1 525-1 544, 1 545-1 559	2 × 33
1 610-1 626.5	2 483.5-2 500	2 × 16.5
1 668-1 675	1 518-1 525	2 × 7
1 980-2 010	2 170-2 200	2 × 30
2 670-2 690	2 500-2 520	2 × 20
2 655-2 670	2 520-2 535	2 × 15
总的已分配频谱		2 × 121.5

6 概要和结论

本报告介绍了 2010 至 2020 年期间 IMT-2000 和超 IMT-2000 卫星部分的业务量预测和预期的频谱需求。基于对 2010 至 2020 年期间对 IMT-2000 和超 IMT-2000 系统卫星部分的保守的订户预测，以及应用 ITU-R M.1391 建议书对 IMT-2000 系统的频谱计算方法，表 16 给出了悲观和乐观两种情况的总频谱需求。地—空和空—地方向之间不平衡的主要原因是分配应用和不对称多媒体业务呈现对空—地链路有着更高的频谱需求。

预期的低业务量情况是基于从 2006 年年初已知的 140 万的 MSS 订户数开始按每年 9% 的 MSS 订户增长。由于鼓励新投资导致的具有 200 个波束以上的高多波束系统的不断引入的减少，这样就不能使热点中的业务量百分数有效降低。进一步的假设有 50% 左右的热点不对称 MM 业务损耗、不对称 MM 无增长和相对于前向的不对称反向 MM 业务量只有 50%。分配给 2010 年假设 30 MHz 可用带宽的最佳使用是 17 个数据信道，2015 年之后是 26 个信道。

预期的高业务量情况是基于每年 14% 的 MSS 订户增长。对新 MSS 技术强烈的鼓励性投资致使具有大反射器和 600 波束左右的高多波束系统直到 2020 年将会逐步引入。进一步的假设有热点中的不对称 MM 业务量损耗在 25% 左右、不对称 MM 业务的年增长率为 5% 以及不对称反向 MM 业务量占 71%。到 2015 年可分配到 26 个数据信道，之后可达 35 个数据信道。

分配应用应考虑作为总可用带宽、信道带宽、信道质量，点波束和卫星系统的数量的函数的可用于订户的信道数的最大化。

与非多媒体应用不同，来自多媒体卫星业务应用的业务量将不断迅速增长。

在频谱需求中占主导地位的是来自多媒体分配和不对称的业务。

由于快速衰落现象，在一个给定的带宽上支持一个具体等级的移动性，只可能达到某个一定的工作频率。因此对于高移动性，适合的工作频率能达到 6 GHz。

表 16
低业务量情况和高业务量情况的所需频谱

频谱需求 (MHz)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
低业务量情况											
地—空方向的频谱	55	61	62	68	71	74	83	89	93	98	105
不包括分配的空—地频谱	70	76	79	85	92	98	106	116	122	130	140
没有分配的总频谱	125	137	141	153	163	172	189	205	215	228	245
MM 分配业务的频谱	30	30	30	30	30	30	60	60	60	90	90
包括分配的频谱总和	155	167	171	183	193	202	249	265	275	318	335
高业务量情况											
地—空方向的频谱	74	83	89	98	108	123	134	146	157	165	176
不包括分配的空—地频谱	89	98	107	119	131	149	163	178	193	206	223
没有分配的总频谱	163	181	196	217	239	272	297	324	350	371	399
MM 分配业务的频谱	30	30	30	30	30	60	90	90	90	120	120
包括分配的频谱总和	193	211	226	247	269	332	387	414	440	491	519

对频谱需求敏感性的研究，相对名义上的情况对各种参数进行了修正。该分析显示 MSS 订户的年增长率和最坏情况群中全球业务量的百分数对所需频谱都是激励因子。某种程度上，在增加订户数和迅猛增长的 MSS 市场将是开发新的更高的点波束 MSS 卫星的热点中业务量百分数之间有着一个补偿因子。对于不对称 MM 业务，年增长率仍是有着重要影响的因子。由于与地面业务的共用，热点中业务量丢失的变化就次要一些了。不对称 MM 业务的反向与前向比的影响相对较小。

表 17 给出了考虑了现有划分之后的所需频谱。考虑到在 1-5 GHz 范围内当前已分配给 MSS 频谱的 2×121.5 MHz 之外，仅有约 2×86 MHz 为全球可用。而对于低业务量情况，在开始的 2010 年就需要约 14 MHz 的追加的全球 MSS 划分，而到 2020 年就会增加到 114 MHz。这里包括 2010 年和 2020 年分配应用分别需要的 30 MHz 和 90 MHz。高业务量情况在 2010 年将需要约 33 MHz，到 2020 年增加到 257 MHz。这些估算包括了给多媒体分配的频谱，2010 年和 2020 年分别需要 30 MHz 和 120 MHz。

表 17

1-6 GHz 范围内所需的新全球 MSS 的频谱划分

所需频谱 (MHz)	低业务量情况		高业务量情况	
	2010	2020	2010	2020
地—空方向的频谱	55	105	74	176
不包括分配的空—地方向的频谱	70	140	89	223
用于多媒体分配的空—地方向的频谱	30	90	30	120
总所需频谱	155	335	193	519
地—空方向所需的新的划分		19		90
不包括分配的空—地方向的所需的新的划分		54	3	137
包括分配的空—地方向的所需的新的划分	14	144	33	257