

ITU-R F.2060 报告

在 IMT-2000 传送网中固定业务应用

(ITU-R 221/9 号研究课题)

(2005)

1 引言

现在，因为以 IMT-2000 为代表的移动通信的业务量需求正在增长，所以，在移动通信基础设施的传送网中的固定业务（FS）用途正成为一个重要的应用。

IMT-2000 传送网支持该网络的不同基站之间的连接以及 IMT-2000 基础设施的一个基站和其它站的连接，以便将 IMT-2000 网络与其它电信网互连起来。

2 范围

本报告的目的是说明在 IMT-2000 传送网的不同等级上可以如何使用固定业务（FS），以保证在这一传送网内在基站之间和在基站和更高一级的站之间连接。本报告提供了在 IMT-2000 传送网中使用 FS 的例子。

在传送网中，为了支持 IMT-2000 网络的运行，有必要使用 FS。根据 IMT-2000 的发展情况和在传送网的不同等级上所需要的容量，能够利用不同的 FS 频带。

本报告给出了 IMT-2000 的传送网的可能结构，包括 3G 蜂窝通信系统（IMT-2000）的需求的梗概。本报告也调查了有可能使用的早已分配的 FS 频谱。不管传输网的容量如何，频带的选择取决于不同国家的当地情况（现在频带利用的情况、移动（IMT-2000）运营商的数量等等）。

3 参考文献

在下列参考文献中，读者将找到附加的指导。

- ITU-R F.746 建议书 固定业务系统的射频配置
- ITU-R F.758 建议书 制定地面固定业务和其它业务之间的频率共用标准时考虑的问题
- ITU-R F.1245 建议书 在 1 到 70 GHz 左右频率范围内某些协调研究和干扰估算中使用的视距点对点无线电接力系统天线的平均辐射图的数学模型
- ITU-R F.1399 建议书 无线接入的术语词汇
- ITU-R M.1224 建议书 国际移动通信—2000（IMT-2000）的术语词汇

ITU-R M.1390 建议书	计算 IMT-2000 地面频谱要求的方法
ITU-R P.530 建议书	设计地面视距系统所需要的传播数据和预测方法
ITU-R P.676 建议书	大气的衰减
ITU-R P.837 建议书	传播建模用的降水量特性
有关部署 IMT-2000 的手册	http://www.itu.int/itudoc/qs/imt2000/84207.html
ECC 报告 003:	欧洲固定业务的现在使用情况和 2002 年后未来发展趋势

4 缩写词目录

2G	第 2 代移动通信系统
3G	第 3 代移动通信系统 (IMT-2000)
AAL	ATM 适配层 (即 AAL0、AAL2、AAL5、……)
ATM	异步传送模式
ATPC	自动发射功率控制
BER	比特差错率
BS	基站
BSC	基站控制器
BTS	基本收发信机站
CBD	中心商务区
CBR	恒定比特率
CCDP	同波道双极化
CS	中心站 (或中心基站)
C/I	载波干扰比
DSL	数字用户线
FDCA	快速动态容量分配
FL	馈线损耗
FM	衰落余量
FS	固定业务
FSK	频移键控
IMT-2000	国际移动通信系统—2000
IP	网际协议
LOS	视距
MM	多媒体
MSC	移动交换中心 (2G 或 3G)
OBQ	所提供的比特量
PDH	准同步数字系列

P-P	点对点
P-MP	点对多点
POP	(光纤运营商的)存在点
PSK	相移键控
QAM	正交幅度调制
RF	射频
RPE	(天线的)辐射图包络
SAP	业务接入点
SDH	同步数字系列
STM	同步传送模式
Sub-CS	次中心站(或次中心基站)
XPD	交叉极化鉴别率
XPIC	交叉极化干扰抵消器

5 IMT-2000 传送网的结构

5.1 IMT-2000 传送网中的各等级的例子

IMT-2000 传送网由支持 IMT-2000 网络传输接口的不同传送等级组成。

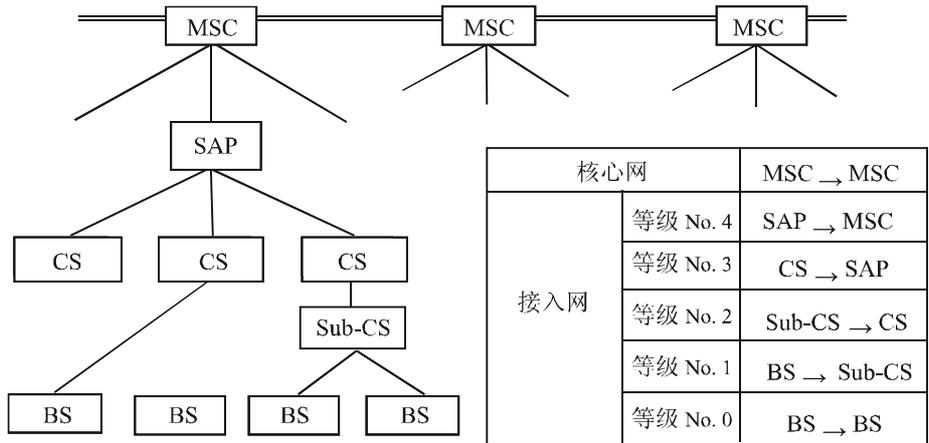
原则上, IMT-2000 网络系列由不同的等级和网络结点组成。在本报告中, 这些结点用 ITU-R M.1224 和 ITU-R F.1399 建议书中给出的术语定义如下:

- **MSC**: 在 IMT-2000 网络中组织总的业务流以及代表与固定网互连的移动交换中心;
- **SAP**: 业务接入点 — 为 IMT-2000 中的下属基站用的有交换功能的网络内的基本结点;
- **CS**: 中心站(或中心基站) — 以点对点或点对多点模式会聚了连接周围基站的几条或多条链路的基站;
- **Sub-CS**: 次中心站(或次中心基站) — 在 CS 和其它基站之间的有中间业务传送功能的基站; 和
- **BS**: 基站, 除了作为上列结点、基站来分类以外的基站, 基站是形成和结束传送网的结点。

图 1 给出了 IMT-2000 中的传送网的一般拓扑结构。后面各节将从使用固定业务的观点考虑传送网中的各个等级, 每一等级确定几个等级所用的连接链路。

图 1

IMT-2000 传送网分级的例子



2060-01

在启动阶段，大多数连接可能由固定无线链路提供。当 IMT-2000 网络成熟时，可能用其它大容量连接（即光纤）来替代。

附件 1 描述了 IMT-2000 传送网等级的详细的拓扑结构的例子。

5.2 在传送网中容量和跳长的要求

为了 IMT-2000 网络工作，有必要用许多种类跳长和传送容量的链路进行互连。特别是，传送容量决定于移动通信业务的使用者的需要，为此，ITU-R M.1390 建议书提供了一个估计容量的方法。

表 1 中给出了用于不同层次之间互连的预测的传送容量。在附件 2 中给出了关于怎样推算这样的预测所要仔细考虑的问题。在那方面，已经考虑了网络的不断发展，给出了短期和长期两种预测容量。

表 2 说明了在不同的蜂窝通信网工作环境（乡村和市区）中各种不同的跳长度。有关容量和跳长度的信息将导致媒质能最好地满足不同层次的 IMT-2000 网络要求。

表 1

预测的用于 IMT-2000 网络的不同等级间互连的链路的容量

等级 ⁽¹⁾	短期	长期
等级 No. 0	4-8 Mbit/s	4-34 Mbit/s
等级 No. 1	8-34 Mbit/s	8 Mbit/s – STM-1
等级 No. 2	34 Mbit/s – STM-1	$n \times 34 \text{ Mbit/s} - n \text{ STM-1}$
等级 No. 3	34 Mbit/s – 2 STM-1	$n \text{ STM-1} - n \text{ STM-16}$
等级 No. 4	$n \text{ STM-1}$	$n \text{ STM-1} - n \text{ STM-16}$

⁽¹⁾ 定义见图 1

表 2
将 IMT-2000 网络的不同等级之间互连起来的跳长度

等级 ⁽¹⁾	市区 (km)	郊区 (km)
等级 No. 0	0.5-1.4	5-16
等级 No. 1	0.5-2.5	5-20
等级 No. 2	2.0-5.0	5.0-20
等级 No. 3	5-10	5.0-50
等级 No. 4	0-20	0-20

⁽¹⁾ 定义见图 1。

5.3 在传送网中所使用的传送媒质

在 IMT-2000 网络内，不一定所有这些连接都需要无线电设备，取决于下列因素：

- 正在考虑之中的网络层次；
- 某些网络运营商的技术设备；和
- 经济体制。

在 IMT-2000 网络内的某个百分比的互连可以在电缆（例如 DSL 系统）或光纤中工作。

由于不同的网络等级在该网络内有不同的功能，它们对通信容量和可用性的目标有不同的要求。这些等级将建设 5 个等级的传送网，它们可能由不同的传送媒质来提供：

- 等级 No.0, No.1 和 No.2（在 BS 之间的连接，从 BS 到 Sub-CS 和/或 CS 的接入）主要用 P-P 和/或 P-MP 固定无线链路或电缆进行工作；
- 等级 No.3（CS 和 SAP 的互连）由 P-P 固定链路和光纤进行工作；
- 等级 No.4（SAP、MSC 和可能与光纤网的存在点（PoP）之间的互连）主要由光纤进行工作；和
- 核心网（MSC 之间的互连）主要由光纤进行工作。

在传送网内某个等级上的互连承载更低层次传送网的业务量的场景也是可能存在的。

6 在 IMT-2000 传送网内的 FS 应用

本节回顾一下固定业务频带和它们在 IMT-2000 中使用的适应性和可用性。在本节中还包含如下方面：技术上和物理上有关的频带的特性，可能的链路密度、现在和将来对系统的要求以及影响某些频带的适用性和可用性的其它因素。此外，还提供了拓扑和频带特点的比较。

6.1 FS 频带的特性

一般，可用于固定业务的所有频带都可以 IMT-2000 传送网中使用。在下面各节中，将研究某些固定业务频带的技术特性，如适当的传输容量、波道间隔、调制电平数、可用的波道数和典型的链路长度。

6.1.1 关于可能用于 IMT-2000 传送网的频带的信息

应该指出的是在某些情况下，由于下面所描述的一般特性，国内的使用可以改变。而且，必须指出的是除了在表 3 和表 4 所描述的这些技术上和物理上有关的特性以外，还必须考虑许多其它因素，这些因素可能对许多频带的可用性有重大影响。这些因素在 § 6.4 中作了描述，并其中还将从 IMT-2000 网络拓扑得到的对无线链路的要求和频带的特性作了比较。

因为 IMT-2000 传送网的结构和密度需要大量的频率，特别是用于长度在几公里直到几十公里范围内的短的跳，大多数有用的频带，特别是在人口密集的地区有用的频带在 11 GHz 以上的频率范围内，虽然在 IMT-2000 基础设施的网络内的人口比较稀少的地区的某些链路也可能使用 11 GHz 以下的频带。然而，应该认识到，为了给更边远的社区提供服务，需要使用 3.4 GHz 以下的固定业务频带，因为在这些地区，为了减小接力站的数目，跳的长度必须要长一些。为了在边远地区提供经济的网络接入，这是一个相当重要的方面。

表 3
用于 P-P 和 P-MP 系统的 3.4 GHz 以上频带的特性

频带 (GHz)	ITU-R F.系列建议书	在温带气候中的典型链路长度 (km)
3.6	1 488	5-15 (P-MP)
4	382 635	20-80
5	746 1 099	20-80
低 6	383	20-80
高 6	384	20-80
7	385	20-80
8	386	20-80
10	747	10-50
11	387	10-50
13	497	5-35
14	746	5-35
15	636	5-30
18	595	4-25

表 3 (续)

频带 (GHz)	ITU-R F.系列建议书	在温带气候中的典型链路长度 (km)
23	637	3-20
27	748	2-12
32	1 520	1-10
38	749	1-6
52	1 496	<2
57	1 497	<2

有关表 3 上的更多信息可以在 ITU-R F.746 建议书 中找到, 该建议书中有这些频带中的每一频带的波道间隔的数据。

表 4

根据带宽和调制方式确定的固定无线链路的容量

带宽 (MHz)	容量 (Mbit/s)						
	2 × 2	8	2 × 8	34	51	155	2 x 155
3.5	4 状态	16 状态					
7		4 状态	16 状态				
13.75, 14			4 状态	16 状态	32 状态		
27.5, 28, 29.65				4 状态	16 状态	128 状态	128 状态 (CCDP)
40						64 状态	64 状态 (CCDP)
55, 56						16 状态	16 状态 (CCDP)

注 1 — 采用交叉极化抵消的 CCDP 运用在 13 GHz 以下使用, 在不远的将来也可能在更高的频带中使用。这种工作模式通过在同一波道内同时在两个极化 (H 和 V) 上发射的方法, 使得每一波道的容量加倍。

注 2 — 调制用它们的数字状态数来表述, 例如 4-PSK 调制是 4 状态调制。

6.1.2 降雨的影响

本节的目的是提供有关气候条件能够如何影响 IMT-2000 传送网中 FS 频带选择问题上的某些指导。

对移动网络的 FS 基础设施关系最大的频带的选择取决于几个参数, 这些参数或者是法规方面的 (例如频带对 FS 是否开放, 运营商的许可证限制了接入到某些频带) 或者是技术方面的。至于后一方面的问题, 应该考虑降雨对这些参数的影响和随之对频带选择的影响。

显然, 这一选择将与部署 FS 网络的地理区域的关系相当大。

所以, 已经就这些频带符合毛细管状的 FS 网络的要求的能力问题对 18、23 和 38 GHz 频带的使用作了一个比较。特别是, 已经引向有关根据地理上的降雨区确定这些频带用的最大的跳长度的研究。为了这些研究, 使用 ITU-R P.837-1 建议书。

作为这些研究的结果, 看来在降雨气候区 M、N、P 和 Q 中, 这些气候区适用于在热带或赤道气候条件下的几个地区, 在跳的最大长度方面, 18 GHz 频带的特性与在降雨气候区 E 中 23 GHz 或 38 GHz 中的跳的最大长度非常类似。E 气候区适用于有不同气候条件的几个其它的地理区域, 例如欧洲。表 3 中提供的距离数值对降雨气候区 M、N、P 和 Q 不再有效。

在欧洲的气候条件下, 23 GHz 和 38 GHz 频带完全适合于移动通信系统的传送网中使用, 在具有降雨量大的特性的其它地区中, 它们可能不存在同样的潜能。例如, 在人口密集的地区, 它们可能限于很短的链路。

因而, 可以预料, 在属于降雨气候区 M、N、P 和 Q 的地区中, 18 GHz 频带能够在移动系统的传送网中起重要的作用, 它们的作用与欧洲 23 GHz 和 38 GHz 频带起的作用非常类似。

附件 3 提供了关于欧洲移动传送网的更详尽的资料和对 18 GHz、23 GHz 和 38 GHz 频带的计算结果。

6.2 P-P 和 P-MP 系统的技术要求

P-P 系统或 P-MP 系统的技术要求取决于正在考虑哪一部分 IMT-2000 网络结构和哪一种链路密度。

6.2.1 频谱利用最大化

P-P 和 P-MP 系统在 IMT-2000 传送网中都可能使用。

在某些情况下, 由于经济上的原因, 在乡村地区可能仅部署 P-P 系统。在市区和密集的市中心区中, P-P 和 P-MP 两种系统都可能部署。在市区和密集的市中心区, 在这两种技术之间做出选择可能受许多因素所驱动, 例如接入结点上的容量要求, 业务量管理、跳的长度、可用性目标和市区的各种限制。

为了使所有有利害关系的网络运营商能够利用有限的频带部署它们自己的网络, 有效的利用频谱是一个基本的要求。

重要的是要注意 ATPC、XPIC (适用时, 对 SDH 系统) 的应用和具有良好辐射图包络 (RPE) 和改善了 XPD 的天线的应用能够改善频谱的有效利用。

6.2.1.1 在 P-P 网络中低电平和高电平调制方式结合起来使用的优越性

在固定无线网络中, 低电平 (例如 4 状态) 和高电平 (例如 16 状态或更高) 调制系统都需要。

因为不存在能满足每一场景要求的固定的单一解决方案, 在典型的 IMT-2000 网络中, 低电平和高电平调制系统的组合是成本和频谱效率之间的最佳权衡:

- 使用较高电平调制系统的设备成本更高一些, 并且对损伤 (如多径传播) 比用较低电平的设备更敏感;

- 然而，为了减少所需要的频谱，或者为了符合受到限制的频带宽度，或者部分的现在或预料会频谱短缺的网络中所有类型的系统中，在大容量系统（典型的 SDH 系统）中使用较高状态的调制系统最有效。

此外，自适应调制方案在任一时刻都采用它能够支持的最高阶调制方式，从而可以优化 P-MP 系统的吞吐量，而它能够支持的最高阶调制方式取决于链路条件（即传播条件的影响）和当时的通信业务量需求。当与 P-MP 系统的其它特殊因素（如统计复用的增益）结合起来时，就可以实现频谱利用率的提高。自适应调制方案正在被某些标准化组织看作固定宽带无线接入的空中接口标准的标准特性。对 P-P 系统，也正在关注这一技术。

6.2.2 业务处理容量

对 P-P 系统而言，传送设备需要的接口是由 BS 和 SAP 之间的传送容量来确定的：低于 4×2 Mbit/s 或 34 Mbit/s；或者是由 SAP 间的传送容量（需要更高的容量）来确定的：34 Mbit/s、 2×34 Mbit/s 或 $n \times \text{STM-1}$ 。

对 P-MP 系统而言，由于区域覆盖的考虑，容量问题进一步复杂化了。许多 P-MP 中心站在每一工作波道的任一扇形覆盖区内，能够传送的容量高达 130 Mbit/s/28 MHz。复用增益将会提高将这一资源分配给该覆盖区内的许多结点的潜力。

虽然有对称的和非对称特性的数据业务正在增长，但是话音的业务将仍然是重要的业务。所以，设法必须以适当的业务等级有效地传送不同类型的信息，对所考虑的连接，提供及时传送所需要的最大容量的可能性。

然而，在 IMT-2000 发展计划期间，业务的性质将会发生改变。可能会从话音业务为主变为数据业务为主，这可能会影响到要传送的业务特性，例如在上行和下行方向之间的业务不对称性方面。P-MP 系统应该有适合这些正在改变的要求的灵活性，方法是或者自适应改变上行/下行链路的调制方式或者自适应改变上下行链路之间传输时间资源的比例。

6.2.3 传送机制

某些传送机制基于 ATM。传输接口主要根据熟知的 PDH 和 SDH 接口，如 2 Mbit/s、34 Mbit/s、STM-0 和 STM-1，但或多或少地吸取了来自 ATM-自适应层（CBR 2G 业务用的 AAL1 层，AAL2 和 AAL5）的优点。

随着将来 IMT-2000 的发展，其它接口可能变得更普遍。

6.2.4 可用性和质量

传统上，运营商已经部署了它们的移动骨干网，该网络是以 P-P 固定无线和有线租用线的组合为基础的。在固定无线链路和租用线之间做出选择的主要决定因素是各个运营商在网络控制和传输质量方面的需要。

在固定无线网络有很高渗透率的网络中，移动基站和交换局之间的连接要求可用性达 99.95% 或更高，相当于每年有 4 个不可用小时。使用有效的编码技术能够保证在可用时间期间准无误码地工作。

在这些条件下，固定无线链路可以适用于 ATM 和 IP 传送。结论是基于固定无线链路的可用性确实是一个规划很好的要求。

6.2.5 保护

端用户的业务是运营商的最重要的资产。若所传递的业务不可靠，则端用户将改变他们的业务提供商。补充了附加的保护机制的高质量设备给运营商提供了传递高质量业务所必需的工具。

固定无线产品包含了针对设备故障和针对无线电波传播异常按需要实施保护的设施。为了在无线电连接的任何一侧或两侧支持受保护的结构，部分硬件是有备份的。发射设备可以按热备份传输模式来配置，或者按独立的备份传输模式： $(1+1)$ 或 $(N+1)$ 频率分集进行配置。

巧妙的集合结点与充足的传送网结构组合在一起还加了另一层次上的保护，即网络保护。这一功能使得运营商能够建设基于最高达 155 Mbit/s 的任何固定无线容量的可靠的环形结构。环状保护机制在主要层次上工作，并且它能够保护在总净荷内的所有的或精确定位的主要支路。

6.3 在 IMT-2000 传送网中 P-P 链路的密度

一般，为了增加传送网中 P-P 链路的密度，应该使用高方向性天线。所以，在密集的网络中，应该倾向于使用基于 ITU-R F.1245 建议书的天线辐射图。

使用不同的极化可以显著提高终端的密度（考虑了天线的交叉极化，而且也由于极化不同，大气降水的传播损耗是不相等的，在更高的频率上（例如 38 GHz），使用水平极化限于很短的链路）。

为了导出更现实的结果，还应该考虑其它性能（如 ATPC）或像相邻波道或附近的波道的影响那样的参数。

在某些情况下，为了在密集的网络布局中增加终端的密度，若仍然能够满足性能和可用性指标，并且门限值的劣化能够在链路预算中得到补偿，则可以接受更高的门限劣化量（例如对密集网络部署情况下）。

6.4 拓扑和频带特性的比较

本节着重研究为了给 IMT-2000 传送网的特定部分考虑一些专用频带，如何考虑频带的特性以及其它影响因素，能够实现网络的拓扑。

有关网络拓扑的信息在 § 5.2 中和在附件 1 中可以得到。频带特性和其它影响因素分别在 § 6.1 和 § 6.4.2 中作了描述。

6.4.1 在 6.1 中所描述的拓扑和频带特性的比较（没有考虑其它因素）

表 5 和表 6 分别提供了有关各网络层上可能使用的 P-P 和 P-MP 系统的频带的清单。这一信息仅仅考虑了频带的特性、建议书的现状和这些频带的设备标准。它没有考虑对可用性和频带的适用性可能有显著影响的任何其它因素（例如在特定国家中具体的频谱使用的情况）。

表 5
在 IMT-2000 网络的不同等级上 P-P 系统可能使用的频带

等级 ⁽¹⁾	频带 (GHz)	适合于短途的频带 (GHz)	适合于长途的频带 (GHz)
等级 No. 0	11-64	27-32-38-52-57	11-13-15-18-23-27-32
等级 No. 1	11-57	27-32-38-52-57	11-13-15-18-23-27-32
等级 No. 2	11-38	27-32-38	11-13-18-23-27-32
等级 No. 3	4-32	13-18-23-27-32	4-L6-U6-7.5-11-13-18
等级 No. 4	< 18	13-18	<18

⁽¹⁾ 定义见图 1。

表 6
在 IMT-2000 网络的不同等级上的 P-MP 系统可能用的频带

等级 ⁽¹⁾	可能的频带 (GHz)
等级 No. 0	26-28-32-38
等级 No. 1	26-28-32-38
等级 No. 2	3.5
等级 No. 3	3.5
等级 No. 4	P-MP 无法利用

⁽¹⁾ 定义见图 1。

6.4.2 当考虑 IMT-2000 基础设施用的频带时需要考虑的其它因素

当考虑 IMT-2000 基础设施使用的频带时，必须考虑如下许多其它的因素：

- 与其它无线电业务频率共用的问题；
- 由于现有的国内频率指配而引起的频谱拥挤问题；和
- 国内法规方面的问题。

6.5 现有的 2G 链路升级到 3G 链路

当现有网络可以使用时，可能要支持引进 3G。所以，当与 2G，包括今天在 2G 内通常提供的各种先进的应用在内进行比较时，由于要求提高容量，将需要把现在支持这些网络的 P-P 链路进行升级。

考虑到将现有的 PDH 链路升级成 SDH 链路伴随着提高传播可用性要求（一般从 99.99% 提高到 99.995%）所带来的实际困难，详细地描述一个可能的升级方法，它特别强调可能产生的对频谱分配的要求。

6.5.1 3G 网络的发展

现在的 2G 网络已经严重依赖 P-P 无线电基础设施将 MSC-BSC-BTS 链接起来。大多数的链路是 PDH 链路，其容量在 2-34 Mbit/s 的范围内；而且在许多情况下，已经使用了 23 GHz 和 38 GHz 频带。这些频带能够支持的跳的长度在 1-20 km 之间。

为了支持 3G 业务，可以预料，数据业务的容量将增加到现在的 2G 基础设施无法承载的范围内，特别是在该网络的市区更是这样。对于现在正承载 16-34 Mbit/s 容量的 PDH 链路，可以预料，这些链路会有相当大的比例将转移到 SDH 的容量，特别是 STM-1。还应该指出的是已部署的 PDH 链路过去是以传播可用性 99.99% 进行规划的。但是，对于 SDH 链路，可用性将提高到至少达 99.995%。

根据上面的估计，移动业务包含高质量的语音、高速的包和中/高速率的多媒体信号传送。在 2010 年，与 2G 系统按 90% 累计值作比较，一个单独的站所需要的容量将增加 4 倍。为了满足 3G 系统的大多数容量要求，容量可能有必要达到 30-50 Mbit/s。

6.5.2 技术上的限制

当与现有的 PDH 的容量相比较时，现在的技术限制了 SDH STM-1 的总系统增益。在一特定的频带中，这将对 P-P 链路可以达到的最大链路长度有影响。理论上，运营商的优先选择方案是在同一频带中将 PDH 链路升级到 SDH 链路。然而，在现在的 PDH 链路已经按照该频带可能达到的最大长度进行部署的地方，有时不可能把被升级的 SDH 链路保留在同一频带中。

6.5.3 系统增益

使用在 23 GHz 和 38 GHz 频带上工作的最新技术水平的固定无线系统的参数，在表 7 和 8 中详细列出了“损失”的系统增益的效应。

表 7
23 GHz 上的系统增益

容量/带宽	典型输出功率 (dBm)	系统增益 ⁽¹⁾ (dB)	“损失”的系统增益 dB)
16 Mbit/s/14 MHz	+17	94.5	-
34 Mbit/s/28 MHz	+17	91.5	-3
STM-1/28 MHz	+17	79	-15.5
STM-1/56 MHz	+18	84.5	-10

⁽¹⁾ 以 BER=10⁻⁶ 为参考，假设是无保护的系统。

表 8
在 38 GHz 上的系统增益

容量/带宽	典型输出功率 (dBm)	系统增益 ⁽¹⁾ (dB)	“损失”的系统增益 dB)
16 Mbit/s/14 MHz	+16	89.5	-
34 Mbit/s/28 MHz	+16	86.5	-3
STM-1/28 MHz	+15.5	74	-15.5
STM-1/56 MHz	+15	77.5	-12

⁽¹⁾ 以 BER=10⁻⁶ 为参考，假设是无保护的系统。

可以用一给定容量和一给定的频带可以达到的最大距离来衡量系统增益的“损失”。在较高的频带上，系统增益的“损失”对容量比较高的系统能够达到的最大的跳长度有深刻的影响。

增加天线抛物面的尺寸是恢复某些“损失”的系统增益的一个工程解决方案，但是，天线抛物面尺寸比较大对环境方面的影响，当地的规划部门可能不允许。此外，由于风负荷的限制，也有可能现在的铁塔结构无法支撑增加的天线尺寸。

应该指出，这种措施可能对其它 FS 链路的频率指配有影响以及对与共用同一频带的其它业务（如无源业务）的兼容性有影响，所以，在链路规划中要必须加以考虑。

在 IMT-2000 部署的初期，与 2G 系统使用同一站址是有效的、经济的和有环保意识的。这意味着利用同一位置，3G 基站是与 2G 系统的基站相重叠的。而且在这样的情况下，从 2G 系统转变到 3G 系统，将显著增加对无线接入网所需要的容量。

显然，为了使 PDH 链路能够在同一路径上进行升级，需要考虑其它的频带。3G 网络将从现有的 2G 网络演变而来，所以，期望要在发展的初期对该网络完全重新设计是不现实的。

6.5.4 位置共用

因为较高层的链路能够传送较低层网络的业务，MSC 站能够容纳 SAP。相同的关系可以应用于 SAP 和 CS。不同层次的结点设备共用一个地点得到了高效的维护和操作的益处。

在广大的高密度的大都市地区，需要几个 MSC，SAD 可能与 MSC 集中在同一座建筑物内。所以，因为减少了层次，将简化网络的结构。

6.6 在 3G 运营商之间共用基础设施

在频率管理权力机关允许或鼓励的情况下，多个移动运营商共用它们的基础设施将是有利的。在“IMT-2000 系统部署”手册中可以找到有关基础设施共用的信息。

7 频率指配问题

7.1 使用 2G 的指配/变换为 3G 的指配

现有的 2G 移动基础设施网络中使用的 FS 链路指配可以用于 2G/3G 相结合的基础设施网络。不过，由于容量需求的增加和频谱拥挤，由 IMT-2000 的传送网直接使用现有的 2G 的频率指配是很困难的（有时甚至是不可能的）。

这意味着为了适应组合的 2G/3G 网络，有新频谱的需要。在中（长）期程序中，在较低的频带中，从老的频率指配朝所需要的更大容量需要方向升级是可能的。根据各国的情况，对采用使得在较低的频带上有更多频谱可以应用的方法将 2G 升级到组合的 2G/3G 组合网络来说，至少在密集地区，完全成功地将频率指配转移到更高的频带可能是有利的。在这些较低的频带所节省的频谱可能可以给其它大容量应用使用；而在更高的频带中，由于系统增益的损失，无法适应大容量的应用。

不过，在乡村地区，运营商应该有逐条链路应用新的频率指配的选项和有重新使用现有的固定无线设备的选项。

7.1.1 在核心网频率要求中可能的改变

低 6 GHz 频带：L6 GHz 频带将继续要广泛用于地区性的 SDH 环路。部分链路将用光纤来建立，但是，当地，将有必要使用其它频带，如 U6 GHz 或 4 GHz 频带中的附加波道。

13 GHz 频带：§ 7.2.2.2 中的图 3 中的频率指配与要求大容量的传送网所使用的指配有某些相似性。图 3 中用虚线所画出的频谱表示了 40 MHz 波道间隔的交插波道配置，对容量不高于 STM-1 传输，可能使用这一波道配置。所以，在基站的回程链路和长途/短途传送网之间，协调一致的频谱管理可能是有可能的。

在 13 GHz 频带内，非常大量的 34 Mbit/s 链路将要饱和。为了应付业务量上的这一增加，使用具有同等传播条件的其它频带（如 11 GHz 频带）或者将这些链路升级到 SDH 的容量将是相当重要的。若在 28 MHz 波道内，国家容许 SDH 链路使用，这将使许多现有的链路比特率有可能达到原来的四倍。

18 GHz 频带：18 GHz 频带对市区的 SDH 链路和将与乡村地区中的光纤环路相连接的地点是十分重要的。这一频带对中等比特率（PDH）链路也是很重要的。而且，18 GHz 频带将用于替换 13 GHz 频带和吸收在 23 GHz 频带上的预料的业务量增长的一部分。

7.1.2 在接入网频率要求中可能的改变

随着新的大容量移动业务的来临，在接入网中所需要的比特率将很快增加。由假设在市区中每一基站不同业务量进行网络仿真的方法，能够估计由此而发生的频率需求。

为了对付本地环路容量方面的这一增长，设想了下面几种解决方案：

- 使用更有效率的调制方式，如 16 QAM，因为在人口密集的市区，缩短可以达到的最大跳长度仍然是可以接受的；
- 在现有的 23 GHz 和 38 GHz 频带中增加使用带宽（14 MHz 或甚至 28 MHz）；
- 使用在 23 GHz 和 38 GHz 之间的新频带，因为由于 23 GHz 和 38 GHz 频带的占用状况，要在这两个频带中容纳附加的频率需求将是困难的。在 23 GHz 和 38 GHz 之间的频带内的最低频率需求可以按每个运营商 2×112 MHz 来合理地进行估计。

- 对微微蜂窝之间的很短的链路，使用 50 GHz 以上的新频带，如 52 GHz 或 57 GHz。

7.2 频块指配/运营商之间的保护措施

在大都市地区中必需的基站密度决定了用于 IMT-2000 的固定业务链路的频谱要求。在 IMT-2000 部署的开头几年中，可能主要在人口密集的地区有比较大的需求。例如，德国每个运营商需要约 10 000 个基站来覆盖 50%的人口（8.5%的面积）。这一网络的首次部署应该尽快完成。过了 IMT-2000 部署的开头几年以后，为了将覆盖延伸到乡村地区和在人口密集地区进一步扩充容量，将再需要 10 000 到 20 000 个基站。为了支持 BS 和 FS 基础设施快速部署的要求，需要快速的频率指配程序。这可以用各种不同的手段来达到：

- 以管理人员的快速反应进行计算机化的逐条链路频率指配；
- 频块指配；和
- 上面提到的方法的组合。

用于 BS 连接的大多数固定无线链路的特征是中小容量、跳的距离短。考虑到将需要大量的链路，频块指配程序似乎对于资源有限的主管部门来说是一个快捷可行的方法。由于这一样的链路的特征，根据国内可以用的频带状况和频率规划的程序，频块指配法可以比其它方法更有利。

可以预料，希望实施频块指配法的主管部门要考虑确定每一要指配的频块合适的宽度和总量。

7.2.1 频块指配法的优点和缺点

为了有可能快速和容易部署，至少可以考虑对基站的连接采用给运营商作频块指配的方法。

频块指配法的优点如下：

- 快速实现达到许可证的条件；
- 在典型的系统参数的基础上进行有效的频谱规划；
- 通过容忍从自己的系统来的可能干扰的方法实现有效的频谱规划；
- 有关处理和签合同的附件方面的成本效益；和
- 技术上的独立性（P-P 和 P-MP 可以同等使用）。

除了上面提到的有利之处外，还可能出现风险和不利之处，例如：

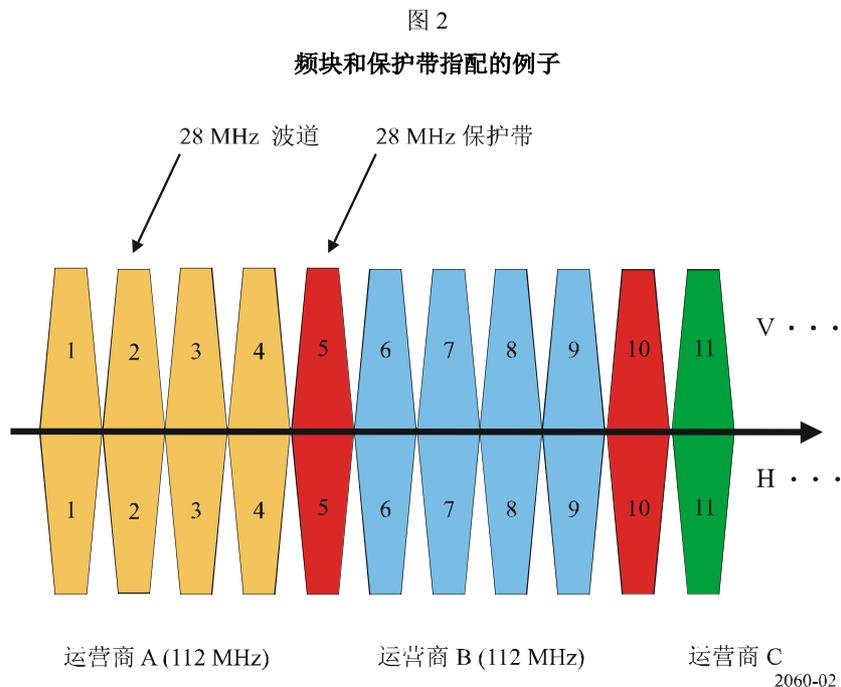
- 高/低冲突（导致可能需要进行运营商之间的协调）；
- 未使用的保护带（导致频谱效率差）；和
- 未使用的频块分配（导致频谱效率差）。

7.2.2 在频块指配方案中运营商之间的保护措施

7.2.2.1 有保护带的指块方案

若采用频块指配程序，保护带将这些频率指配分隔开来，以避免不同运营商之间的干扰。在所指配的频块内，运营商能够自由选择极化和波道带宽，直到最大可用带宽（即 28 MHz）。

图 2 中给出了这样的有保护带的频率指配方法的一个例子。



为了避免上面提到的风险，为了避免频谱使用效率低，必须采取某些措施。特别是在不同的运营商共用它们的基站位置的情况下会需要这样的措施。

为了避免高/低的冲突，至少对星形结构中的枢纽站地点上，可以根据 P-MP 的使用情况（即每个频带具有三条以上链路的次中心站）预先确定某个子频带。由于有了足够的保护带，出现冲突可能比较少，并且若在两个相邻的频块之间交换大的枢纽站的位置，可以避免其中的一些冲突。根据 2G 网络的经验，不同的运营商之间经常有密切的关系并彼此通报有关重要结点的资料。

在图 2 的例子中，为了将保护带减至最小，频块的宽度要足够大并且在一频带内不得小于 56 MHz。频块宽度 84 MHz 或 112 MHz，可能更合适一些，但是实施可能比较困难。因为保护带应该是在可用的最大波道带宽范围内，运营商可以使用的最大波道带宽必须受到限制，至少在频块的边缘上应该受到限制。在完成了主要的部署以后，若运营商之间应用了频率规划，则为了频谱最佳利用，仍可以使用保护带。就这一方面来看，保护带没有浪费，正好是延后到主要部署工作完成以后使用，甚至在 P-MP 情况下，这一点或许也是可能实现的。不过，在 P-MP 和 P-P 使用方式的边界上，找到适用的解决方案的机会相当小。

为了保护有效的使用频带和避免对每一链路（P-P）有未用的频谱，应该将有关的中心站（P-MP）的资料发送给权力机构，例如按月或按年度将报告送交权力机构。其它运营商或以后的其它申请可以得到这些未使用的或很少使用的频谱。

7.2.2.2 没有保护带的频率指配方案

图 3 给出了没有使用保护带的一个典型的频率指配方案。

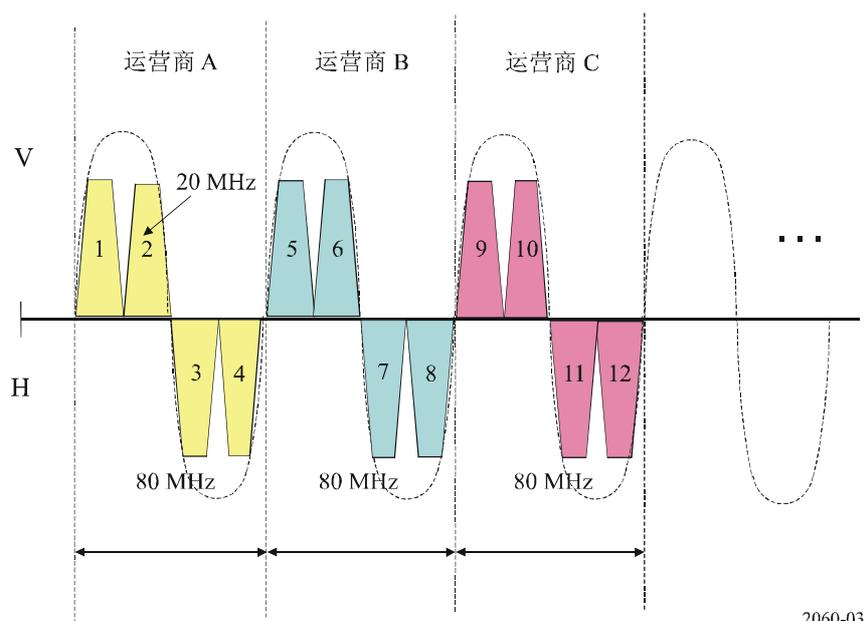
这一指配方案有下列有利的特性：

- 在指配给一个运营商的 80 MHz 带宽内容纳了四个射频波道；
- 两个运营商之间的相邻射频波道（例如波道 No.4 和 No.5）被安排在不同的极化中，因而这将有助于降低运营商之间的干扰；和
- 一个运营商开始时可以利用单极化天线，从较低频率（例如波道 No.1 和 No.2）开始使用分配给它的波道，以后再利用相反极化的馈源或用单独的相反极化的天线增加链路的容量。

图 3 中的指配方法与要求较大容量的传送网所用的指配方法有某些相似之处。图 3 中用虚线画出的频谱表示有 40 MHz 波道间隔的交插波道配置，它们可以用于速率不高于 STM-1 的传输。所以，在基站的回程链路和长/短途传送网之间有可能实现协调一致的频谱管理。

图 3

没有保护带的交插频率指配的例子



7.2.3 指配方法的实例

附件 4 提供了某些国家中的指配方法的实例。

7.2.4 指配问题的综述

应该指出，除了完全专用的频块指配和逐条链路指配外，有各种各样的可能的解决方案。在 20 GHz 左右以上的频带中，对较低层次的基础设施网络，频块指配的程序可以是有用的。而且，这对仅在完成主要的网络部署以前的某个时间范围内容许单独使用频谱的有关部分可能是有利的，并且以后再作重新考虑。

对于网络层次的较上层的部分，那些部分有大容量需求（STM-1 或更大容量）的链路将可能很少，逐条链路指配似乎是更合适一些。

8 总的综述

由于不同的国家要求不同，提供所需要的单一的频谱量或者提供在这一频带中可能提供的供这种用途的频谱量是不可能的。

必须根据各国的情况作这一决定。然而，可以考虑某些原则：

- 将主要由 IMT-2000 的长期发展来确定 IMT-2000 基础设施网络所使用的 FS 所需要的总带宽。实际的需求应该根据中期解决方案来确定，这样对业务提供者来说，在经济方面可以有足够的规划安全性，并且使得能够快速部署 IMT-2000 网络，而且也考虑了频谱效率和其它业务和应用的要求。
- 虽然各个国家和各个运营商所需要的频谱量和固定无线链路的绝对数量将会改变，但是市区的链路密度将决定 IMT-2000 的基础设施网络所需要的固定业务频谱。能够估计一个运营商的不同层次的 IMT-2000 基础设施网络所需要的固定业务频谱（对一个运营商提供了数量上的估计，每个运营商 2-3 个 IMT-2000 的 5 MHz 频块，即 IMT-2000 频谱的总量是 10-15 MHz）。各个不同的主管部门可以根据它们国内的下列各方面的需要批准要求：
 - 运营商的数量；
 - 使用者需要的发展情况；
 - 基础设施网络的固定无线部分将来的密度；
 - 使用另一种提供基础设施的网络（例如，电缆或光纤）；
 - 气候和拓扑的状况；和
 - 管理政策。
- 当考虑 IMT-2000 基础设施所用的 FS 频带时，也可能要考虑下面的因素：
 - 可能达到的数据速率、跳的长度等方面的技术特性；
 - 与各不同的无线电业务频率共用问题和/或频带的拆分和/或所给予的优先权（要应用的相关 ITU-R 建议书）；和
 - 由于现有的频率指配而引起的频谱拥挤问题。
- 关于由国内权力机关的频率指配，必须考虑基础设施网络快速和灵活部署的问题，为此要求：
 - 以适当的频谱指配策略为 P-P 和 P-MP 系统提供频谱；

- 如果适用并且有可能，合并/升级现有的基础设施网络（例如 2G 升级到 3G）；
- 如果适用并且有可能，可能共用基础设施（例如一个运营商的 2G 和 3G 基础设施之间共用或者在不同的移动运营商之间共用）。

附 件 1

IMT-2000 传送网的拓扑细节

1 在 BS 和 CS 站之间的连接

若 SAP 需要为大量的 BS 站服务，为了网络中附加的结点的互连集中在一起，应该建设子网。正如在图 1 中可以看到的那样，通过在传送网中，包含具有 ATM 交换功能的 CS 的方法，保证这一附加的集中。可以用 P-P、P-MP 结构或其两者的组合实现 BS 和 CS 站之间的连接。

1.1 P-P 应用

在 IMT-2000 内的无线接入网结构中，P-P 固定业务无线链路是一种很重要的传送媒介。在该网络内，基站和交换中心之间的连接是这些应用中的主要领域之一。P-P 可能在从蜂窝设备到网络的接入方面占优势地位。根据下列各个方面的要求：

- 跳的长度；
- 所需要的容量；
- 可用性目标，

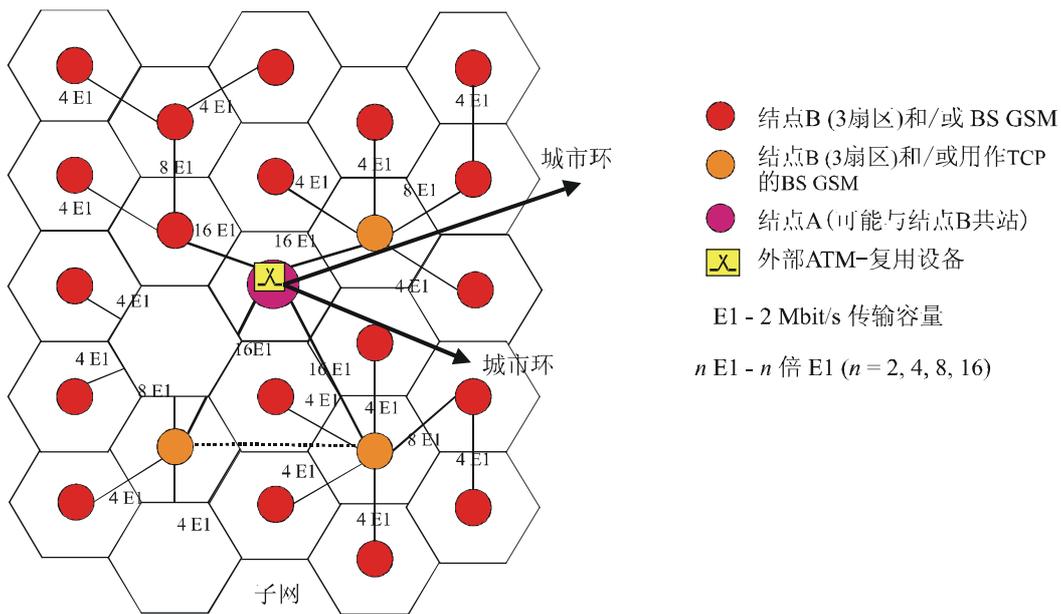
可以找到适合于无线链路工作的频带。

然而，直接接入到某个蜂窝的基站可能会导致跳的长度过长，将需要安装大天线。这可能会产生严重的安装方面的问题，特别是在网络内的大集中点（CS）上。所以，应该采用链状的 P-P 链路，而不采用直接互连的方法，特别是在郊区和乡村环境中，还包含沿蜂窝基站和交换中心之间的 P-P 链路链把各容量集合在一起。

在市区和人口密集的市区环境中，由于 BS 密度高，允许有效的具有预集中功能的或者至少具有通过引进 SUB-CS 的集中功能的星形或次星形网络。不过，传统结构可能仍然是一种可能的解决方案，因为在移动网络中的驱动力总是移动系统的无线覆盖，而不是最佳的传送网条件。这一事实将总是需要传送网有某些灵活性，有时这将导致需要更多的频谱。图 4 说明了可能的包含 P-P 链路链的次星状网络结构。

图 4

使用子星状和 FS 链路链的 BS 接入子网结构的例子



2060-04

在这一以 P-P 固定链路为基础的结构中，每一 CS 都配备了定向天线，每一定向天线指向一特定的 BS 的方向上。而且许多基站配备了多个定向天线，它们指向 CS 站或指向用它构成子星状或 FS 链路链的另一个 BS。

这一解决方案有如下优点：

- 对某个位置，安装数量有限的链路；
- 跳的长度短；
- 由于使用的频率高，天线比较小；
- 减少了沿链路链的容量的极度集中；和
- 在改变/增加所需要的传送容量和将来补充基站方面有灵活性。

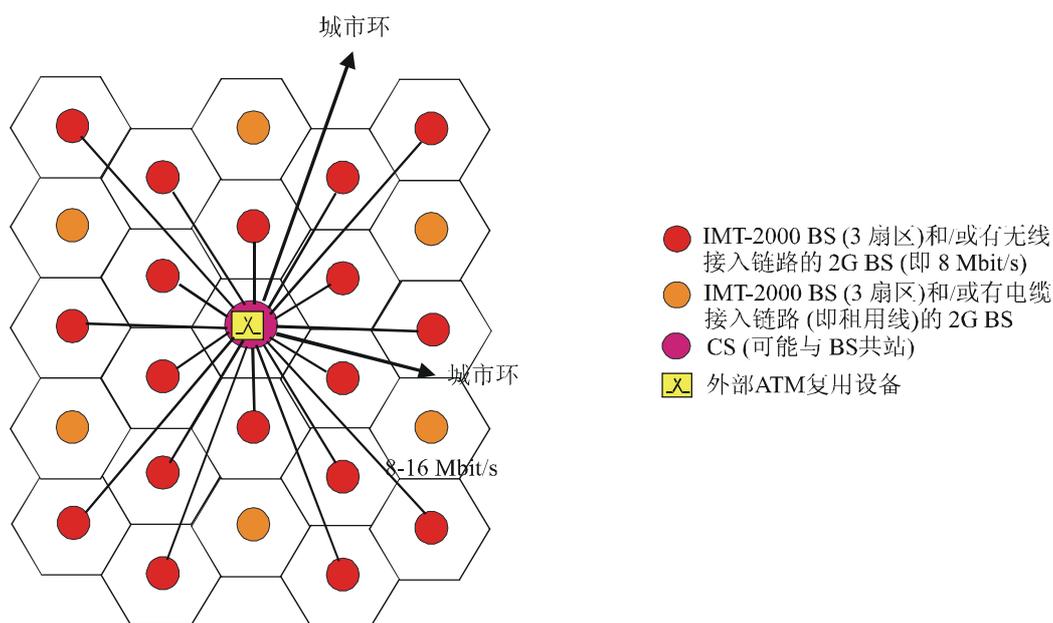
在附件 2 中能够找到估计图 4 中所描述的子网的频谱需求的一个例子。

如情况容许，构建从 CS (ATM 交换) 到尽可能多的周围基站的链路的直接接入法有下面的优点：

- 在基站上不必要拆分净负荷或者不必要与另一无线接入系统互连；和
- 若 CS 有一高铁塔，可能很容易得到往许多基站方向的视距传播条件。

图 5 说明了一个从 CS 站到许多基站部署直接接入链路的例子。

图 5
用于许多 BS 接入的直达链路结构的例子



2060-05

在这一以 P-P 固定链路为基础的结构中，每一 CS 配备了许多定向天线，每一天线指向特定的 BS 方向上。而且许多 BS 也配备了指向 CS 的定向天线。

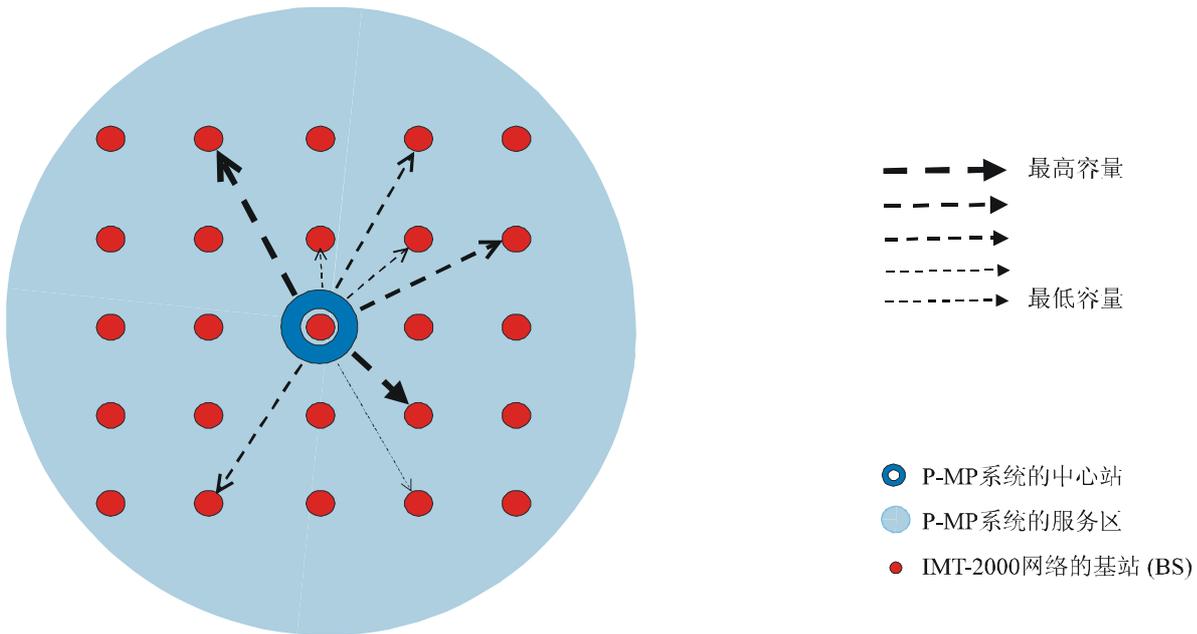
在到基站 (BS) 的接入链路的两种部署方案中，即图 4 和图 5 中，应该审慎地考虑各站之间的视距传播条件。附件 1 的附录 1 介绍了从 CS 到周围的 BS 和 BS 之间存在 LoS 条件概率的调查结果的例子。

1.2 P-MP 应用

在 IMT-2000 内蜂窝高度密集的地区中，使用 P-MP 固定业务应用可能是适应将蜂窝基站 (BS) 与交换中进行互连的容量要求的一个解决方案。P-MP 应用可以有为大量蜂窝服务的能力，特别是若 P-MP 系统是使用分扇区的天线进行工作时更是如此。

图 6 给出了这样的 P-MP 网络的结构。根据每一 BS 单独的要求，为了供 P-MP 系统的许多 CS 使用，可以提供不同的传送容量。

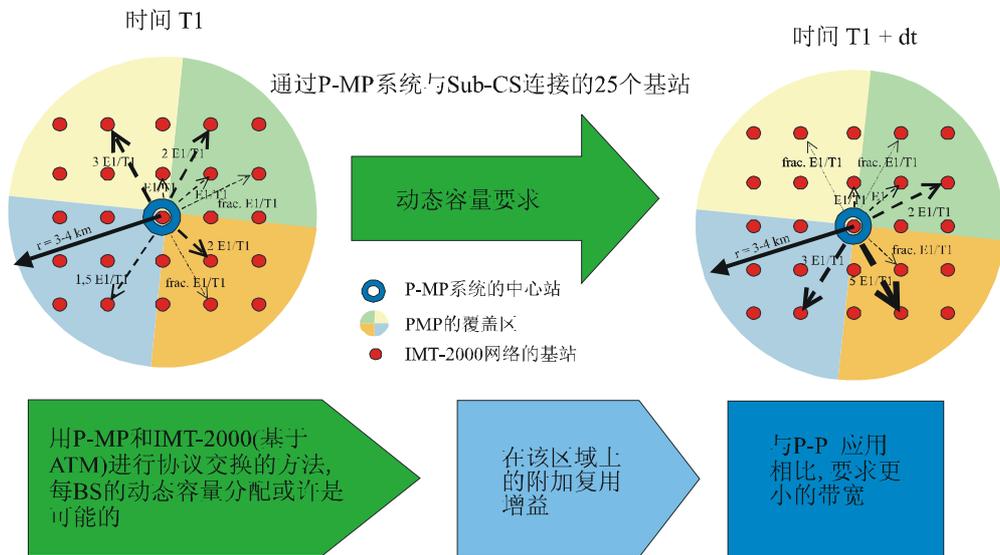
图 6
固定业务 P-MP 的网络结构的例子



2060-06

而且，在 P-MP 系统内能够实施动态容量分配，从而可以提高这一系统的效率。P-MP 系统的动态性能应该自适应于所服务的 BS 的当时业务量需求。反应时间一般小于 1 s。图 7 表示了动态容量分配的原理。

图 7
固定业务 P-MP 系统的动态容量分配



2060-07

采用下列措施，P-MP 系统可能效率更高：

- ATM 粒度的增益；
- FDCA（快速动态容量分配）和

- ATM 复用。

此外，P-MP 系统有将视觉的影响减至最小的优点。

1.3 P-MP/P-P 组合解决方案

考虑部署了 P-MP 的网络的局限性后，应用 P-P 链路有下面几个理由：

- BS 到 P-MP 系统的中心站无视距传播的条件；
- 在某些与 P-MP 系统相连接的基站上，C/I 条件比较差；
- 有恒定的大容量要求的单个基站；和
- 将 P-MP 中心站与 SAP 连接起来的主干链路。

通过 P-MP 实现 ATM 汇聚的方法一般更适合于在大的枢纽站使用，因为那里被连接的 BS 很多。并且频谱效率是一个必不可少的要求（因为它决定了运营商的频率指配要求）。

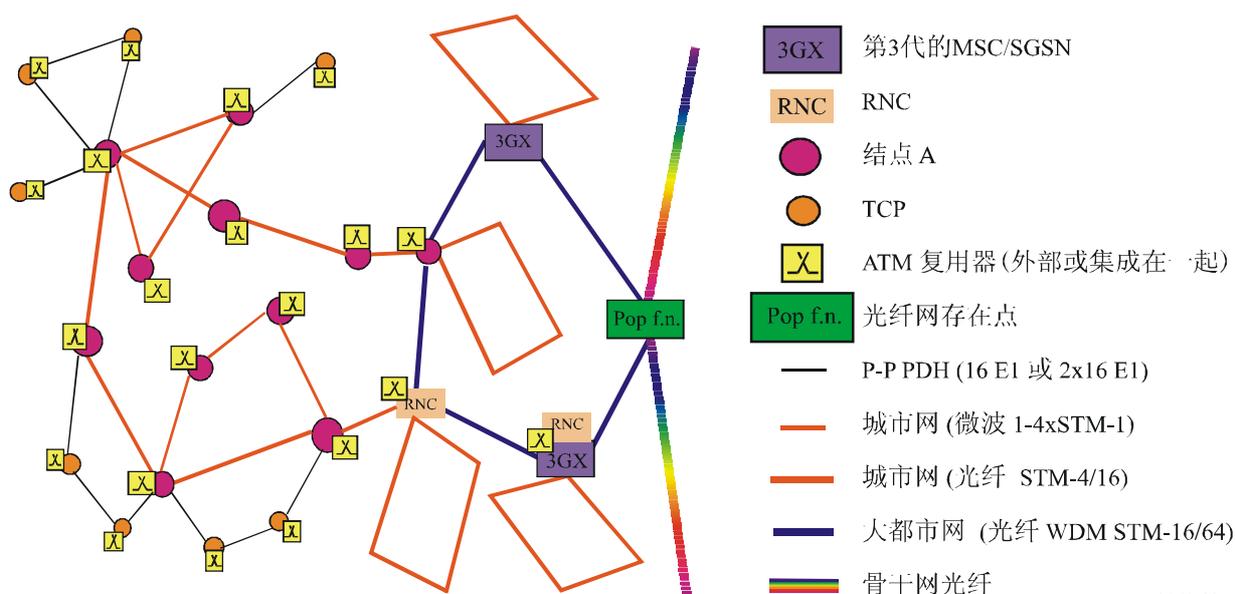
2 在 CS 和核心网之间的传送网结构

在 IMT-2000 以内，在 CS 和 SAP 以上的传送网具有组织和控制在 SAP 方向上并进而对核心网（MSC）集中信息的任务，见本报告正文中的图 1。图 8 给出了这一部分网络的一个可能的结构。

某些数量的 CS 可以通过环状结构连接到下一个 SAP 的地点。在等级 No.3 的结构内，至少在网络使用的第一年中，可以预料会有相当数量的 P-P SDH 链路。而且，只有少数 SAP 位可能被使用，因为在集中点上，ATM 复用/交换功能早已应用了业务集中。在 SAP 上的业务集中是可以忽略的。在 SAP 以上，也可能使用 P-P SDH 链路，但是从一开始，可能首选光纤连接。

图 8

用于 IMT-2000 的较高层次的传送网的可能结构



附件 1 的附录 1

在子网结构中的结点站之间的 LoS 概率仿真

在附件 1 的第 1 节中，图 4 和图 5 分别表示两种使用 P-P 链路的典型结构，即：

- 子星状和链状结构（图 4）和，
- 直接接入结构（图 5）。

图 9 显示出从 CS 站到周围 5 km 以内的基站符合 LoS 条件的平均概率约为 92%。这表示在天线高度大于 40 m 的情况下，从 CS 到大量基站可以建设直接接入链路。

表 9
在 CS 和 BS 之间 LoS 概率的例子

CS (天线高度)	在 5 km 内的 BS 数	在 5 km 内到 BS 的 LoS 概率 (%)
No. 1 (82 m)	52	96.2
No. 2 (98 m)	71	83.1
No. 3 (71 m)	63	90.5
No. 4 (99 m)	60	93.3
No. 5 (49 m)	38	97.4
No. 6 (54 m)	24	95.8
No. 7 (43 m)	26	100
No. 8 (43 m)	31	87.1
No. 9 (96 m)	31	93.6
平均 (70 m)	44.5	92

另一方面，按照基于图 4 的 BS 接入结构，已经进行了关于 BS 站之间 LoS 概率的另一次调查研究。在表 10 中，作为一个例子给出了调查结果。由表 10 可以看出，即使低天线高度（20-40 m）情况下，仍可以得到高的 LoS 概率。

表 10
在 BS 站之间 LoS 概率的例子

	天线高度 (m)	取样的基站数	到最近的 5 个站的平均 LoS 概率 (%)	离最近的 5 个站的平均距离 (m)
低天线组	20-40	35	94	1 294
中天线组	40-60	52	95	1 067
高天线组	高于 60	13	97	944

附 件 2

估计在市区中的 IMT-2000 网络的 FS 频谱要求的例子

1 符号和缩写词表

符号	单位	描述
A_M	km^2	每一微蜂窝的面积
B_A	Mbit/s/km^2	每一单位面积和每一运营商的比特率
B_{AN}	Mbit/s/km^2	N_0 个运营商每一单位面积的比特率
β_B	Mbit/s	每一蜂窝地点理论上所需要的毛比特率
B_B	Mbit/s	毛比特率减小到标准的 PDH 系列
B_Q	kbit/h/km^2	提供的下行链路的比特总量
B_S	Mbit/s	每一蜂窝地点的比特率
B_T	MHz	所要求的频谱的总带宽
B_U	MHz	单位带宽
C_M	---	每一微蜂窝的载波数
D	km	跳的长度
D_S	Mbit/s	每一扇区的数据速率
N_C	---	在结点上所需要的射频波道的总数
N_0	---	运营商的总数
O_A	---	ATM 开销
O_H	---	软切换的开销
O_S	---	信令的开销
O_T	---	累计的开销
R_M	M	微蜂窝的半径
S_M	---	每一微蜂窝的扇区数

2 引言

本附件提供了关于形成在蜂窝站（BS）和次中心站之间互连的 IMT-2000 传输网络的 FS 频谱要求估计的某些指导方针。

它描述了计算用于设计一个蜂窝群所使用的蜂窝半径的输入数据集、某些假设和程序。为了估计所需要的频谱，特别是在 38 GHz 中的频谱需求，根据 § 6 中的这些估计，选择不同的传输网布局。其结果也可能可应用于其它频带，例如 27 GHz、32 GHz。主要焦点专门针对市区和微蜂窝。

每一传输网例子的布局提供下面的资料：

- 在蜂窝群内互连的状况；
- 频率规划的建议；和
- 主要特点。

考虑了可以买到的传输设备的技术性能并且为了验证，作了干扰电平的计算。最后，所有版本都作了带宽要求和可以应用的带宽方面的比较。最差的情况和最好的情况的比值大致在因子 2 到 3 之间。

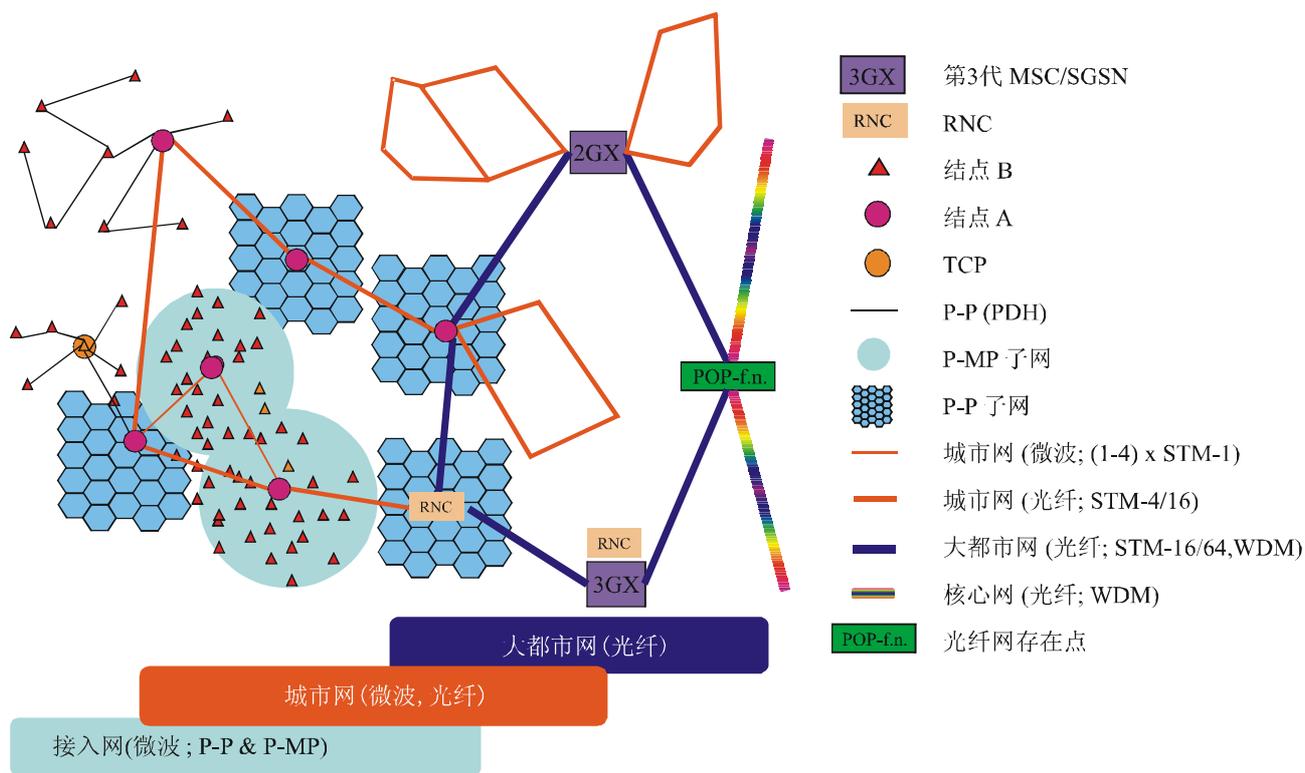
3 IMT-2000 网概貌

IMT-2000 传送网体现了移动网使用者和核心网之间互连的情况。这一移动通信的基础设施需要由传送网来支持，它们组织在 BS 上所集中的移动通信用户之间的信息传送并且它们还组织与固定网的互连。

图 9 给出了 IMT-2000 网络的概貌。在无线接入网和传送网之间的互连以及传送网内它本身的接口规定了有关将所有等级上的网络层互连起来所使用的容量和传送媒质的要求。

图 9

IMT-2000 网络概貌



2060-09

4 微蜂窝半径的估计

首先估计一个蜂窝的大小。表 11 列出了 2005 年在 CEPT (欧洲邮电管理委员会) 内对所提供的下行链路总比特量 (kbit/h/km²) 的一个估算的例子。

表 11
2005 年下行链路提供的总比特量 (OBQ) (kbit/h/km²)

业务	CBD/市区 (大楼内)	郊区 (大楼内或街上)	家庭 (大楼内)	市区 (行人)	市区 (车载)	乡村 (室内和 室外)
高速互动 MM	3.78×10^8	4.73×10^5	5.37×10^3	8.69×10^6	2.17×10^6	1.66×10^4
高速 MM	2.76×10^8	5.24×10^6	2.77×10^5	7.86×10^7	1.35×10^5	1.72×10^3
中速 MM	2.21×10^7	2.62×10^5	1.38×10^4	6.42×10^6	1.10×10^4	8.62×10^1
交换的数据	9.58×10^7	2.99×10^5	9.22×10^3	4.76×10^6	3.66×10^5	5.61×10^3
简单消息	2.76×10^6	5.53×10^4	2.92×10^3	8.29×10^5	1.42×10^3	1.82×10^1
语言	3.52×10^8	1.29×10^6	5.98×10^4	8.20×10^7	3.56×10^6	3.46×10^4
总计	1.13×10^9	7.62×10^6	3.68×10^5	1.81×10^8	6.24×10^6	5.86×10^4

将表中“总计”那一行的结果进行比较以后可以看出，为了进一步估计 FS 系统的传送容量，只有两类业务是值得关注的：

- 中心商业区 (CBD)，它总共需要 1.13×10^9 kbit/h/km²；和
- 市区 (行人)，总共需要 1.81×10^8 kbit/h/km²。

所有其它种类的业务远低于上面提到的两类业务的总量，所以，对估计所需要的传送容量而言，可以将它们忽略。不考虑 OBQ 上行链路的总量，因为数值比较低。另一方面，一般固定无线链路在正反两个方向上的负荷是平衡的。

在 CBD 环境中的总 OBQ 比市区 (步行) 环境中的总 OBQ 要高 10 倍，但是，因为它将主要是由微微蜂窝提供服务的，所以，在估计微微蜂窝的半径时，对它不考虑。

表 12
进一步计算的假设条件

科目	符号	数值	单位	注
总的下行 OBQ	B_Q	1.81×10^8	kbit/h/km ²	从表 11
运营商的总数	N_O	4	---	受演进情况而变
每一微蜂窝的载波数	C_M	2	---	假设的
每一微蜂窝的扇区数	S_M	2	---	假设的
每一扇区的数据速率	D_S	0.9	Mbit/s	假设的

表 13
考虑表 11 的值后导出微蜂窝的半径

科目	符号	计算	结果	单位
每一微蜂窝站的比特率 (净)	B_S	$C_M \times S_M \times D_S$	3.6	Mbit/s 每蜂窝站
每一单位面积内 N_O 个运营商的比特率	B_{AN}	$B_Q/3600$	52	Mbit/s/km ²
每一运营商和每一单位面积的比特率	B_A	B_{AN}/N_O	13	Mbit/s/km ²
每一微蜂窝的半径	A_M	B_S/B_A	0.277	km ²
微蜂窝半径 (取整)	R_M	$620 \times A_M^{1/2}$	330	M

5 群的模型

5.1 概述

考虑到：

- 在第 1 次运算中，只使用微蜂窝；
- 为了将蜂窝站与一个结点互相连接起来，使用 FS P-P 链路。为了确定 P-P 链路上的传送容量，要计入附加开销，例如按照表 14 中列出的附加开销；
- 注意力主要集中在市区 — 若 FS P-P 链路所需要的频谱的结果与可以使用的频谱相一致，则对郊区 and 乡村地区，将不存在频谱短缺的问题。

图 10
微蜂窝的尺寸

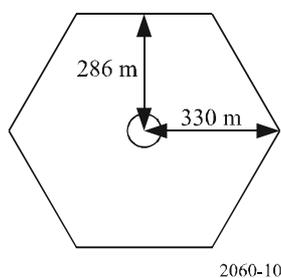


表 14

确定每一微蜂窝站所需要的固定无线链路的传送容量

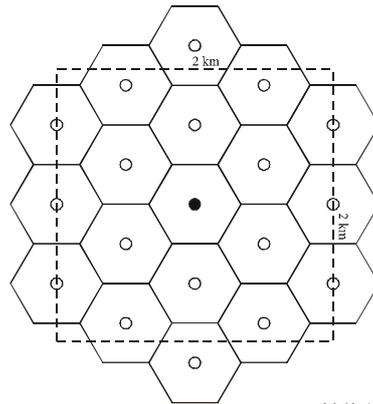
科目	符号	计算	数值	单位
每一蜂窝站的比特率（净）	B_S	$C_M \times S_M \times d_S$	3.6	Mbit/s 每蜂窝站
信令开销	O_S		1.15	---
软交换开销	O_H		1.40	---
ATM 开销，范围从 20%到 70%，取决于业务	O_A		1.45	---
累计开销	O_T	$O_S \times O_H \times O_A$	2.33	---
所需要的传输容量（每一微蜂窝站的毛比特率）	β_B	$O_T \times B_S$	8.4	Mbit/s 每蜂窝站
自适应的毛比特率减小到标准的 PDH 系列	B_B		8	Mbit/s 每蜂窝站

5.2 群的设计

在这一建议书的上下文中，蜂窝群由许多大小相等的微蜂窝所构成（如图 10 所示），并且将它们安排得能够覆盖一个正方形的地区（图 11）。用 P-P 链路将所有相关的基站与一个次中心站连接起来。

图 11

在以一个次中心站为中心的 2×2 km 区域内的微蜂窝群的布局



2060-11

表 15 规定了正在调查研究中的传输网的要求。

表 15

传输计算所要考虑的参数

参数	传输网
微蜂窝半径 (m)	330
每一微蜂窝的载波数	2
每一微蜂窝的扇区数	2
群的尺寸	2 × 2 km
微蜂窝数/群 (近似)	14
每一群的 FS 链路数	13
布局细节	§ 6.3
结果综述	§ 6.4

6 传输网的布局

6.1 概述

通过将许多微蜂窝与一个群结点互连的方法来对不同结构的传输网布局做出评估。根据干扰计算结果，估计所需要的总频谱量。为了仿真几种结构，已经使用了实际设备（无线设备和天线）的特性。

6.2 仿真工作中的某些定义

6.2.1 单位带宽 B_U

为了对每条链路所需要的毛比特率（或传送容量）决定的所占用的频谱量有一个衡量的方法引进了单位带宽指示符 B_U 。这一值是根据 4 电平调制方式（4-FSK 或 4-QAM）来确定的，并且在特殊情况下，它也代表了相关的频率配置方案的波道带宽。若使用不同的传送容量，则将 B_U 设置于最小的值。

表 16
 传送容量与单位带宽的关系 (Bu)

传送容量 (Mbit/s)	B _u (MHz)
4 × 2 或 8	7
2 × 8	14
16 × 2 或 34	28

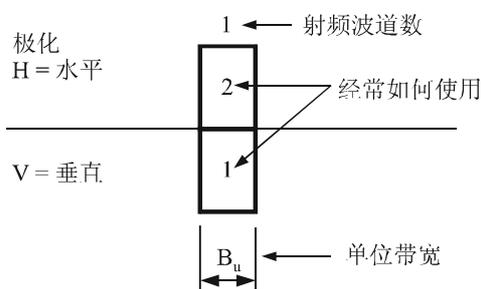
6.2.2 所需要频谱的带宽

所需要的频谱的总带宽取决于互相连接的网络布局。对一个蜂窝群（和一个运营商）的实施方案来说，它被定义为：

$$B_T = N_C \times B_U$$

式中：N_C 表示在 SUB-CS 上，包含“保护”波道在内的连续的射频波道数量（若必须满足预先确定的 C/I 值）。所以，对每一种传送网的布局，仅仅必须估计 N_C。相邻的具有不同布局蜂窝群对正在研究的蜂窝群的影响不大。

图 12
 频率配置 (例)



6.2.3 频带

如果有可用频带，根据跳的长度 d 选择指配的频带。

表 17
 频带宽度与跳的长度 d 的关系

跳的长度 d (km)	频带 (GHz)
小于 0.7	52 或 56 或 58
小于 5	38

6.2.4 接收机输入端的电平

在任何情况下，接收机输入端的电平应该是 -40 dBm，容差在 ±1 dB 之内。所以：

— 对应的发射机的输出功率必须作相应调整；和/或

— 必须适当地选择天线。

6.2.5 C/I 的要求

根据干扰计算的结果和 $C/I \geq 55$ dB 的要求，选择射频波道。

6.2.6 极化

根据跳的长度（或者为了改善去耦），使用水平或垂直极化。

6.3 传输网的布局

对于一个大小为 2×2 km 的蜂窝群，不同布局方式的传送网进行了评估。对下面的每一种结构，研究了两种方案：

- 方案 x.1 — 所有的链路在相同的频带中工作（例如 38 GHz）；
- 方案 x.2 — 长度 $d < 0.7$ km 的所有链路的工作频率都从大于 38 GHz 的一个频带（例如 58 GHz）中选取；

其中 x 是根据小节 6.3.1 到 6.3.3 给这些结构取的序号（例如，对结构 1， $x=1$ ）。

6.3.1 结构 1

对于这一种结构，SUB-CS 放在靠近蜂窝群的中心，并且每一 BS 都用单独的 P-P 链路连接起来（见图 13）。

主要特性如下：

- 跳的最小长度约为 0.6 km；
- 跳的最大长度约为 1.2 km；和
- 每一 FS 链路的容量为 8 Mbit/s ($B_U = 7$ MHz)。

图 13

用于结构 1 的互连布局

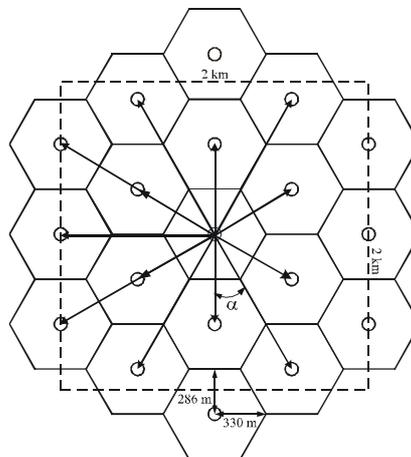
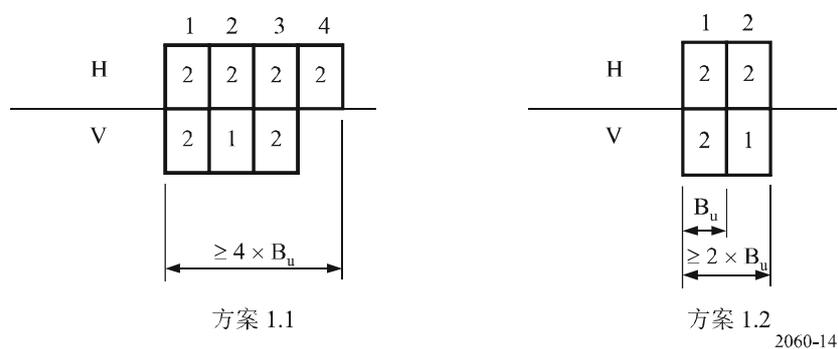


表 18
结构 1 的主要特性

方案	频带 (GHz)	链路数	所需的 RF 波道数	跳的长度 d (km)
1.1	38	13	$N_C \geq 4$	> 0.6
1.2	38	7	$N_C \geq 2$	> 1
	58	6	$N_C \geq 2$	< 0.7

图 14

结构 1 用的 38 GHz 频率配置



6.3.2 结构 2

在这种情况下，到结点最多串联连接三个蜂窝小区。所有链路的跳长度都是相同的，约为 0.6 km 的量级。因为只有比较少的连接通往 SUB-CS，在相邻连接之间的夹角多数大于结构 1 中的夹角。

图 15

用于结构 2 的互连布局

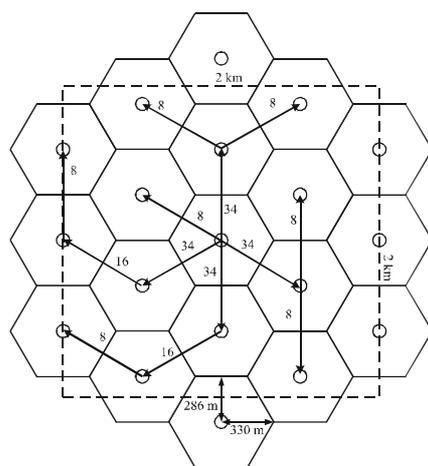
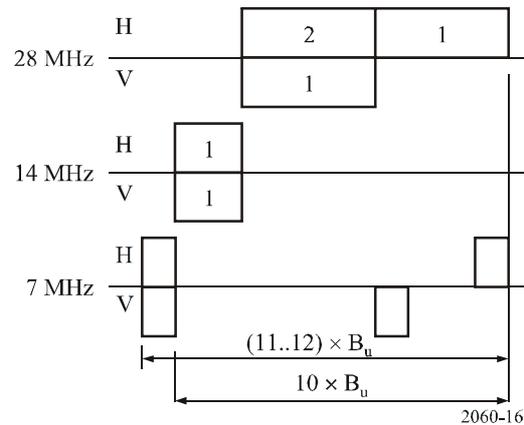


表 19
结构 2 的主要特性

传送容量 Mbit/s	频带 (GHz)	调制	波道间隔 (MHz)	链路数
8	38	4 FSK, 4-QAM	7	7
16	38	4 FSK, 4-QAM	14	2
34	38	4 FSK, 4-QAM	28	4

图 16

结构 2 的 38 GHz 频率配置



若所有的链路都在 38 GHz 频带中工作，所需要的带宽是 $(11 \cdots 12) \times B_U$ （方案 2.1）；若所有的 8 Mbit/s 链路都在 58 GHz 频带中工作，所需要的带宽是 $10 \times B_U$ （方案 2.2）。

6.3.3 结构 3

这种情况是结构 1 的变形。SUB-CS 的位置从蜂窝集的中心移到集的一个边上的蜂窝中。每一蜂窝都用单独的链路进行连接。这一结构在瑞士经常使用。

这种结构的特征如下：

- 总的夹角约为 90° 。
- 两个相邻链路之间夹角平均值 $\alpha \geq 7^\circ$ ；
- 跳的最小长度约为 0.6 km；
- 跳的最大长度约为 2.1 km； 和
- 每一 FS 链路的容量为 8 Mbit/s ($B_U = 7$ MHz)。

图 17
用于结构 3 的互连布局

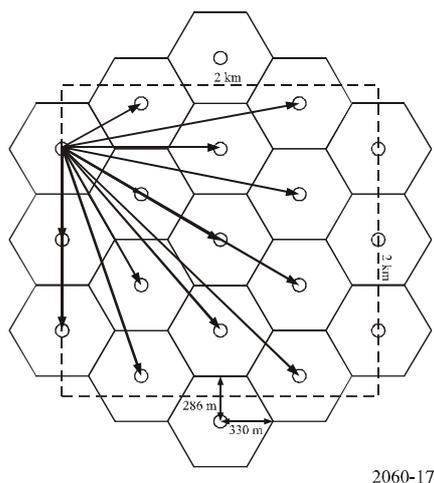


表 20
结构 3 的主要特性

方案	频带 (GHz)	链路数	需要的射频波道数	跳的长度 d (km)
3.1	38	13	$N_C \geq 11..13$	> 0.6
3.2	38	10	$N_C \geq 6$	> 0.7
	58	3	$N_C \geq 2$	< 0.7

方案 3.1 包含某些并行的链路。几乎在所有情况下，方案 3.2 都要避免存在链路平行工作的情况，方法是跳的长度小于 0.7 km 的所有链路都在 58 GHz 频带中工作。

6.4 不同结构的综述

表 21 中将正在研究中的不同结构和不同方案的主要特性和结果进行了比较。

表 21
不同结构的传输网的比较

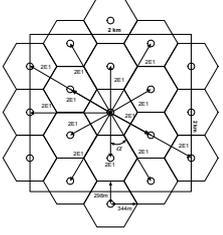
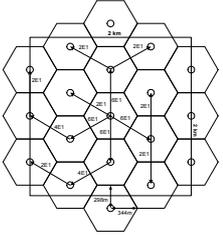
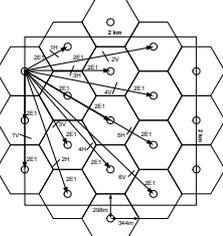
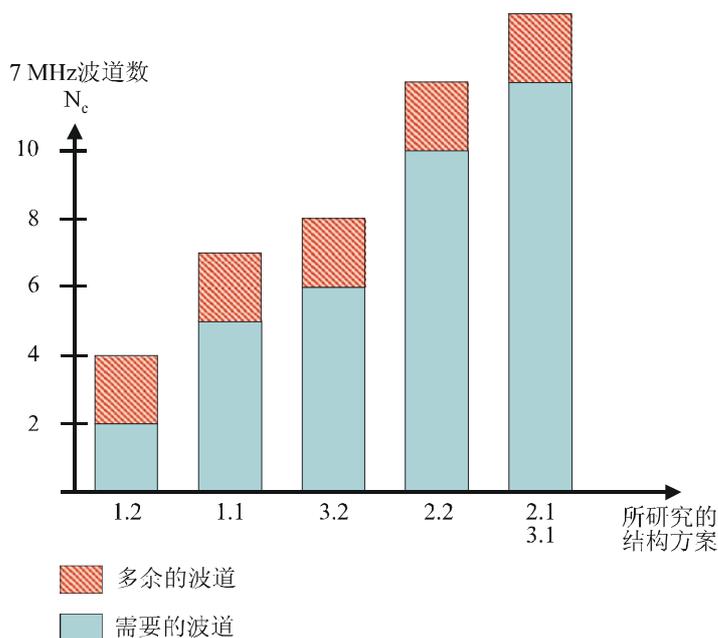
传输网的结构		方案	所需要的总带宽 B_T	到结点的“平 行”链路	不同的传输 容量	对 $d < 1$ km 的 链路 58 GHz
图 13		1.1	$\geq 4 \times B_U$	是	否	否
		1.2	$\geq 2 \times B_U$	否	否	是
图 15		2.1	$\geq (11...12) \times B_U$	否	是	否
		2.2	$\geq 10 \times B_U$	否	是	是
图 17		3.1	$\geq (11...13) \times B_U$	是	否	否
		3.2	$\geq 6 \times B_U$	否	否	是

图 18 对所估计的 FS 频谱要求给出了一个图形表示的概貌。对传输网的每一种结构和方案的 38 GHz 频带中所需要的带宽进行了比较。

作为这一研究的结果，可能估计每一运营商的频谱要求约为 70 MHz（即在 38 GHz 频带内）。给每一频谱需求应该另外加上 2 个 7 MHz 带宽波道的频谱要求。为了减少在相邻的蜂窝群之间的干扰，必须要有这些多余的波道，包含为微微蜂窝互连保留的 7 MHz。

图 18
在 38 GHz 频带中，市区所需要的总带宽



2060-18

附件 3

降雨对 IMT-2000 传送网的影响

本附件提供了有关降雨对 IMT-2000 传送网的影响的研究结果。这一研究的注意力集中在欧洲广泛使用的频带上，即 18 GHz、23 GHz 和 38 GHz 频带上。

这一研究的结果告诉我们，对 IMT-2000 传送网的频带的选择可能会受到在一给定的区域中所遇到的气候条件的严重影响。这是通过根据一个法国的运营商在气候特性差别非常大的地区中的实践经验得到的一个例子来说明的。

1 欧洲的移动传送网

在 2002 年 2 月，发表了有关“2002 年后欧洲的固定业务，现在的使用情况和将来的发展趋势”的 ECC 报告 003。由许多主管部门一起完成的研究结果表明，23 和 38 GHz 频带是欧洲在 FS 基础设施中使用的两个主要频带。表 22 中给出了用这些频带的链路数量，同时还给出了使用 18 和 24.5-26.5 GHz 频带的链路数量。

表 22

欧洲 2001 年在各频带中的 FS 链路数量

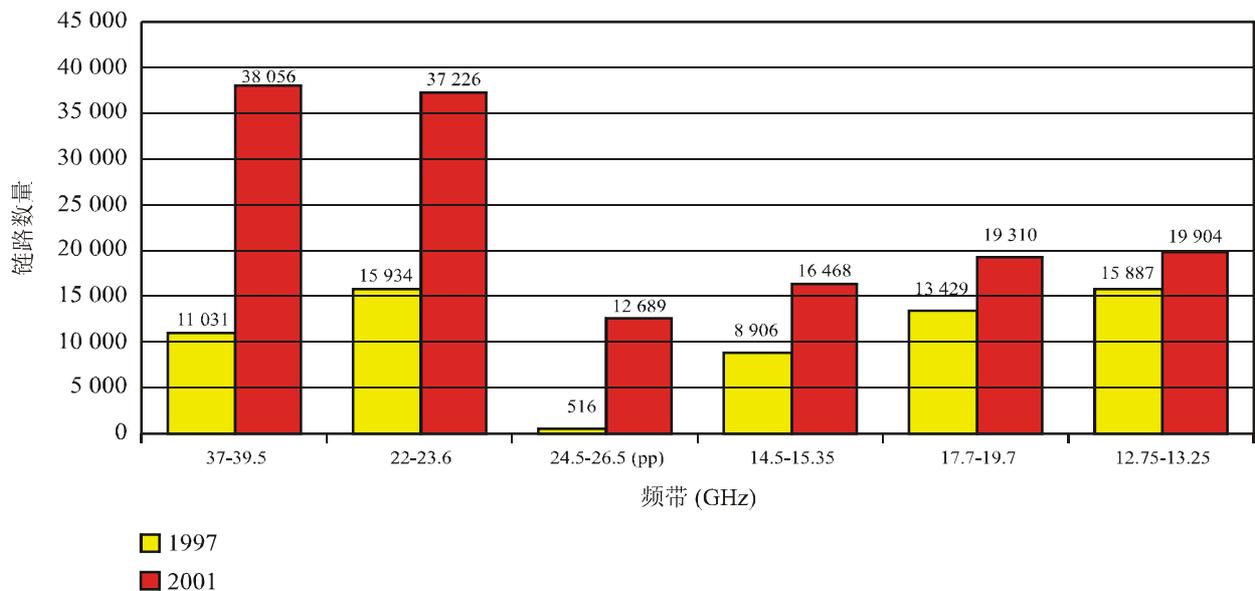
频带 (GHz)	在欧洲内的链路数量
17.7-19.7	19 310
22-23.6	37 226
24.5-26.5 (注)	12 689
37-39.5	38 056

注 — 表 3 中，将这一频带是被称为“27 GHz 频带”的频带之一。

正如由图 19 中的直方图可以看出来的那样，显然，37-39.5 GHz 和 22-23.6 GHz 频带是欧洲基础设施网络中主要使用的两个频带。

图 19

欧洲在 1997 年和 2001 年使用各个频带的比较 (从 ECC 报告 003 中摘录出来)



2060-19

2 降雨对 FS 使用的影响的比较

为了能够将降雨对各个频带中的 FS 的影响进行比较，以链路的长度为变数，已经计算出了在不同的地理上的降雨区中，对 18、23 和 38 GHz 三个频带的可以得到的衰落余量。

2.1 计算降雨衰落余量与跳的长度的关系

计算是根据 ITU-R P.530 和 ITU-R P.676 建议书进行的，可用性的最小值取 99.99%。所考虑的 FS 系统是 P-P 系统，而它们的特性取自 ITU-R F.758 建议书。在某些情况下，已经使用了在某些具有温带或热带气候的国家中现在正在工作的系统的特性。

衰落余量 FM 计算如下：

$$FM = P_r - P_{r,min}$$

或

$$FM = G_e + G_r + P_e - L_T(p) - FL - P_{r,min}$$

其中：

FM : 衰落余量

P_e : 发射端口上的输入功率（发射机功率）（dBm）

$L_T(p)$: 总损耗（ $p\%$ 的降雨、气体、绕射）（dB）

FL : 馈线损耗（在发射端和接收端的总损耗）（dB）

$P_{r,min}$: 接收端的最低电平（通常是指 BER 为 10^{-6} 时的接收电平）（dBm）

G_e : 发射端（发射机）天线增益（dBi）

G_r : 接收端（接收机）天线增益（dBi）。

注 1 — 因为在以后的计算中只考虑 P-PFS 系统，所以， $G_e = G_r = G$ 。

2.2 在气候区 E、M、N、P 和 Q 中的计算结果

在所有情况下，仰角为 0° 和 $P = 0.01\%$ 。

下面根据 § 2.1 中提出的计算方法，在可以应用的跳长度范围内，将 18 GHz 频带、在 Q 区中以及 23 GHz 和 38 GHz 频带在 E 区中的计算结果直接进行比较。

计算时，使用了表 23 中列出的特性：

表 23

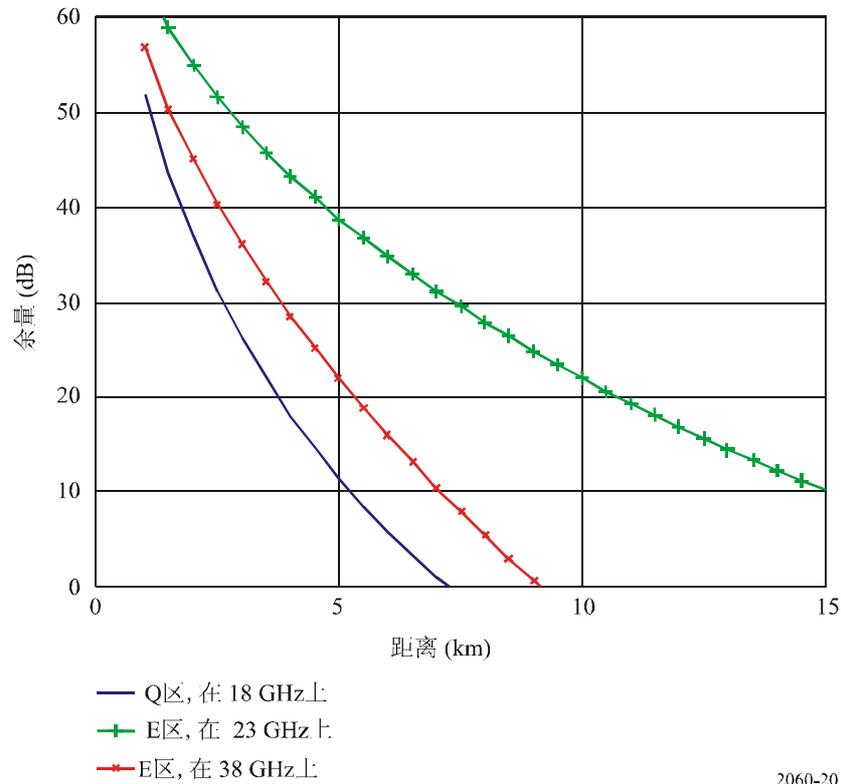
图 20 中列出用于计算的系统特性

频率 (GHz)	18	23	38
FL (dB)	3	4	4
P_e (dBm)	+25	-25	-25
G (dBi)	45	46	46
$P_{r,min}$ (dBm)	-72.4	-78	-78

图 20 表示了这一比较的结果。显然，由 38 GHz 频带在气候区 E 中所提供的跳的长度范围与由 18 GHz 频带在气候区 Q 中所提供的跳长度范围存在非常大的相似性。在这一 Q 气候区中，18 GHz 频带起着相同的作用（即对基础设施网络），而 38 GHz 频带在该气候区中不起这样的作用。

图 20

18 GHz 频带在 Q 区以及 23 和 38 GHz 在 E 区的情况下，可用的跳长度范围的比较



3 在法国海外领地的实际情况

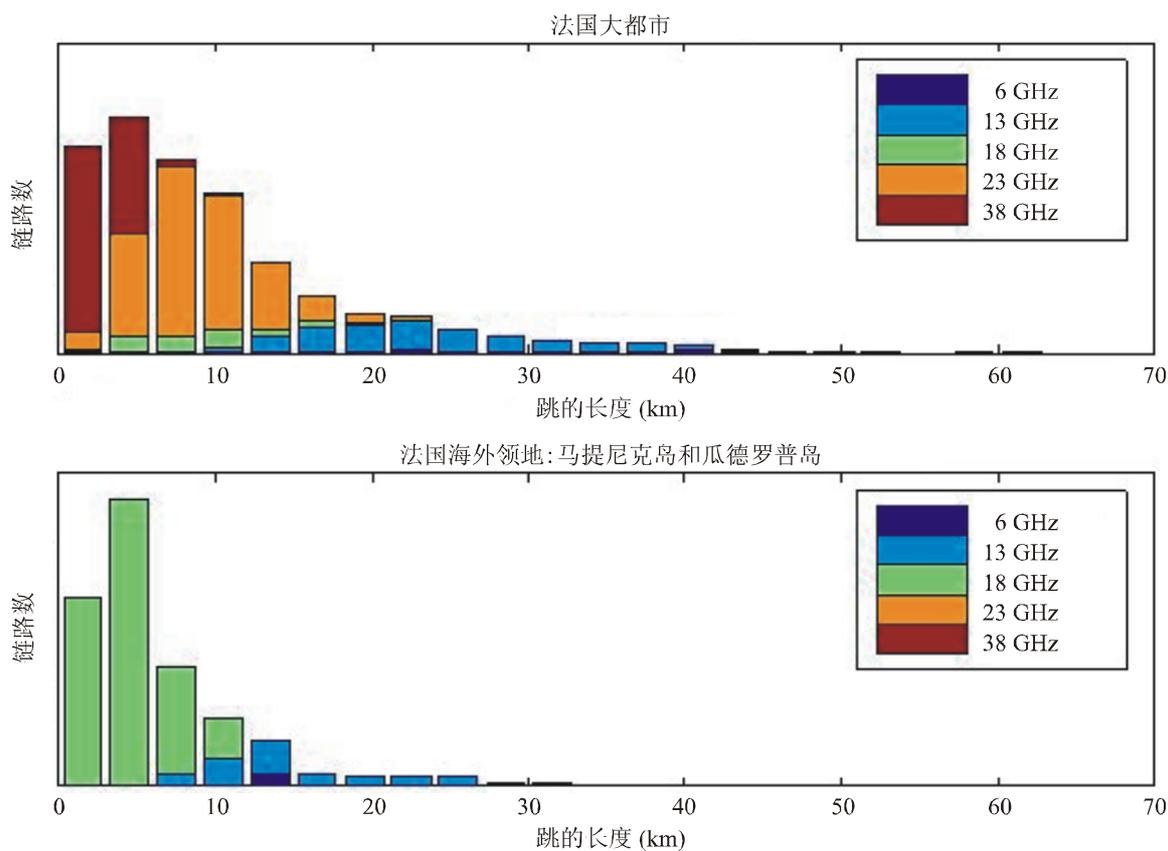
一个法国运营商在加勒比海的法国海外领地瓜德罗普岛和马提尼克岛上由于降雨衰减而没有使用 23 和 38 GHz 频带。支持 IMT-2000 基础设施网的 FS 所用的最高频带是 18 GHz 频带。

图 21 提供了有关法国的大都市和法国的海外领地马提尼克岛和瓜德罗普岛的频带分布与跳的长度关系的一个比较。

注 1 — 为了作参考资料，在下面的直方图中所考虑的链路总数为：海国大都市地区 5 460 条链路，而法国的海外领地 241 条链路。

图 21

法国（包括海外领地）用于移动网基础设施的链路的分布



2060-21

附件 4

某些国家中频率指配的例子

1 挪威的频块指配法

在挪威，在 23、24.5-26.5 GHz 和 38 GHz 频带中，已经划分了频块。因为需求量很大。但发许可证机关的资源有限，所以曾经按照“先来、先用”的原则给各运营商批频块。此外，根据下面的条件，给新运营商发这些频块使用许可证。

- 发许可证没有很严格的技术上的章程。运营商对由它们的系统所产生的干扰负责任。若在两个运营商之间发生纠纷，首先将它的系统投入业务的运营商有优先权。
- 在每年年末，各运营商必须向发证机关提交详尽的已经建立的链路资料。
- 在任何时间，可以对分配给一个运营商所分配频谱的利用情况进行评估。若发证机关认为不存在对整个频块的需求，则可以撤销该频块的许可证，而由单独的许可证来代替。

2 英国逐条链路的频率指配程序

英国无线电通信局（RA）（现在已合并到通信办公室（OF COM））已经开发了固定链路的频率指配系统、它是一个噪声受限的系统，在满足客户需求方面是一个有效的系统。每一固定业务频带由 OF COM 管理，频率指配系统随着有关的频率指配标准变化进行更新（例如，跳的最短长度、经认可的天线的种类等等）。然后，所有指配都根据逐条链路的要求通过指配系统做出指配。

在许可证应用上，客户要提供首选的站址和所需要的链路的技术特性的详细情况，例如设备、极化、可用性。在大多数情况下，除了 57-59 GHz 频带免许可证而 64-66 GHz 频带是以注册手续发许可证外，为了满足客户的要求，在可适用的最高频带中指配频率。

在给链路指配以前，该系统要对下列各方面进行检查，看申请是否合法：

- 站址可以确定或已知，必要性产生新的站址；
- 高/低配置和视距；
- 根据生产厂家的规范，批准所使用的天线；
- 该频带所用设备的核准；和
- 链路长度是合适的。

若申请是合法的，还要完成进一步的技术上的检查，包括下列项目：

- 正确的天线仰角和方位角；和
- 所要求的可用性是否高于 99.99%。

在这一核准过程以后，指配的例行程序要确定链路周围和链路两端之间的地形类型，例如乡村、市区、水面、森林等；并计算第一费涅尔区的余隙、衰落余量，所需要的 EIRP。

下一步指配过程是鉴别在协调区内相同频带中的所有链路。然后，由频率指配工程师从所有可以用的波道中选出一个波道/波道的频率范围。在协调区内，从每一个其它使用者来的干扰信号和对每一个其它使用者的干扰信号都要进行计算，并估计干扰的可能性。然后，指配第一可用的无干扰的波道。在特殊情况下，可以人工跳过该系统。

在与现有的固定（P-P）地面链路和其它业务协调以后，为每一链路指配暂定频率。暂定频率的通告不给予运用固定（P-P）地面链路的权力，但是，它是为了帮助申请人早一点取得设备和配置而提供的。只有当从所有相关的各方都已经认可接受所有的许可条款时，才正式发许可证。
