

## ITU-R M.2078 报告

## 为 IMT-2000 和 IMT-Advanced 的未来发展估计的频谱带宽需求

(2006 年)

## 1 引言

为了达到与 IMT-2000 和 IMT-Advanced 的未来发展有关的目标，需要由 WARC-92 和 WRC-2000 为 IMT-2000 确定的频谱带宽更多的额外的频谱带宽。

ITU-R M.1645 建议书描述了有关 IMT-2000 和 IMT-Advanced 的未来发展的特殊期望：

IMT-2000 移动无线电通信技术先进的架构及其引入，ITU 已在统一及整合的策略和途径方面达成共识，已经并将继续成为在全世界成功的一个先决条件。

ITU 关于 IMT-2000 的发展和引入的一项重要的战略决定就是确认和应用借助于《无线电规则》的脚注基于全球确定协调的频带的原则。

2003 年无线电通信全会采纳了有关 “IMT-2000 和超 IMT-2000 系统未来发展的框架和总体目标” 的 ITU-R M.1645 建议书。对无线通信需求增长给予的特殊考虑，会导致更高的数据速率以满足用户需求。

本报告提供了对依照第 228 号决议（WRC-03 修订版）由 ITU-R 定义的 IMT-2000 和对 IMT-Advanced 的未来发展的频谱需求估算方面技术研究的结果。本报告使用了由 ITU-R M.2072 报告中提供的源自 ITU 之外组织的 2010 年的市场数据。频谱需求的估计采用了 ITU-R M.1768 建议书中规定的频谱计算方法计算的。在为 IMT-2000 和 IMT-Advanced 的未来发展的频谱计算中，引入了包括综合的业务、多样补充系统和无线电接入技术组（RATG）的新的概念。这些是在为 IMT-2000 的附加频谱计算的 ITU-R M.1390 建议书中所没有用到的。

对 2020 年的 RATG1 和 RATG2 二者估计的总的频谱带宽需求本报告的计算为 1 280 MHz（包括已经使用或已经计划使用于 RATG1 的频谱）。该计算表明从 1 280 MHz 至 1 720 MHz（包括已经使用或已经计划使用于 RATG1 的频谱）的估计的频谱带宽需求正如 ITU-R M.2072 报告中的数据所代表的较低和较高的市场设置。应该注意对于某些可能只需要较小或不需要额外频谱的国家这一较低数字（1 280 MHz）还是比其预计需要量要高。此外，会有一些国家的需求高于该较高值（1 720 MHz）。

## 1.1 与业务有关的元素

用户期待的是有关业务和应用的品种能不断的增加。特别是用户会希望一个动态的、新的应用、性能和无处不在的服务持续涌现以及有大量的采用单一订制和单一身份（号码或地址）的设备可供使用。根据多变的个人需求提供用户订制和普遍存在的业务的多用途的通信系统将要求具有为同时满足多种需求的技术的灵活性。

多媒体业务量的增长远比话音迅速，并将日益在业务流量中占主导地位。这将产生从以电路交换为主到基于分组的传输的相应改变。这一改变将为用户提供更有效的接收多媒体业务，包括电子邮件、文件传输、消息和分配业务的能力。这些业务可以是对称的也可以是不对称的，以及实时的或非实时的。这些业务会占用很高的带宽，导致将来有更高的数据速率需求。

电信业务集成方面已开始着手的如数字广播和商用无线业务。这些趋于综合和集成的特点是：

- 互通性（通道的提供，包括网络和终端的智能化）；
- 内容（信息，包括推拉业务）；
- 商务（办理）。

这些趋势可被认为是信息技术（IT）、电信以及内容的综合和集成。它将导致新的动态传递并向端用户和服务提供商二者提供有着巨大利益的电信增值业务的一个新的范例，例如那些随地点而定的业务。

IT、媒体和电信的集成在今日的数字世界中仅仅是开始（例如 HTML、XML 和 IP）。同样，移动 TV 也是刚开始并且引起消费者兴趣的甚至只是瞬间的、潮流的而不是其适当的模式。

随着高速移动数据的引入，市场将重新定义为一种新的点对点联系（文本、语音、图像、视频）和个人授权的趋势给予希望。正如“个人互联网和便携式互联网元年”，2004 年可看做为移动世界的一个转折点。（见：国际电联互联网报告 2004：便携式互联网和国际电联互联网报告 2005：事物的互联网。）

此外，“始终接通”的通信使网络和互连设备无论用户处于何处都将提供相关的内容和信息。尽管移动数据应用已为许多移动电话用户带来了可装入衣袋的类似于互联网的业务，未来的系统将不仅包含个人应用（例如蜂窝电话），但同样对看来已经不太有生气的目标还会进行深入服务。

## 1.2 技术因素

无线通信包括了已经存在的为满足不同的市场部分和用户环境的特殊需求的各式各样的技术、业务和应用。不同的系统可以具有很宽泛的特点：

- 提供的内容和业务；
- 工作频带；
- 规范系统的标准；
- 支持的数据速率；

- 双向和单向传输机制；
- 移动性的程度；
- 规章制度的要求；以及
- 成本。

第二代系统主要设计用于如语音的应用。IMT-2000 和 IMT-Advanced 将越来越为不同的无线电接入技术的结合而设计以使不同的业务需求和无线电环境以一种最佳的方式达到互补。这将能为不同的业务和应用提供一个公共而灵活的业务平台。

接入一种业务或一种应用可以用一个系统来完成或也可以同时用多个系统来实现（例如采用 IMT-2000 的一条数字广播信道和一条反向信道）。

未来运营者会发展一种具备不同时期和面向市场以及规章制度考虑的混合的技术，使蜂窝、无线 LAN、数字广播、卫星和其他接入系统融为一体。这将要求这些系统无缝互通以使用户根据特定的终端能力、位置和用户特性通过各种传输机制接收多种内容。

不同的无线电接入系统将通过灵活的核心网络连接。这样，对一个用户来说就可通过多种不同的接入系统连接到他希望的网络和业务上。这些不同的接入系统之间的互通按照水平和垂直交换以及将是一个关键要求的达成包括移动性、安全和 QoS 管理的业务协议的无缝服务措施。

这样的信息对于先进的无线通信应用的频率需求的估算是一个重要的先决条件。不管用何种方法，到此为止进行着的大多数市场研究还是趋于集中在由移动和其他先进的无线业务服务的整个通信市场。

## 2 范围

本报告：

- a) 仅涉及与 IMT 有关的未来移动通信 RATG，重点是 WRC-07 议程项目 1.4 提出频谱需求；而 ITU-R M.1645 建议书则提供了 2010 年往后未来移动通信 RATG 的更大范围的框架；
- b) 描述了对 2010 年往后整个移动通信市场的未来应用/业务的业务量需求预测，这些应用/业务是由 IMT-2000 和 IMT-Advanced 未来发展的能力来支持的；
- c) 充分考虑了 ITU-R M.2072 报告对业务需求估算所做出的业务和市场预测的结果；
- d) 确定了 RATG 中的分配比，以便分辨出与 IMT 有关的业务需求，同时顾及了 ITU-R M.2072 报告；
- e) 确定了那些 WRC-07 议程项目 1.4 的范围内能适合于 IMT-2000 和 IMT-Advanced 未来发展的 RATG 特性；
- f) 参考了 ITU-R M.1768 建议书中规定的方法；

- g) 描述了与市场/业务和无线电方面二者都有关的参数及其数值, 分别由 ITU-R M.2072 报告和 ITU-R M.2074 报告提供一部分;
- h) 提供了加之输入参数值的频谱计算的数字计算结果;
- i) 确定由 IMT 之前的系统、IMT-2000、IMT-2000 和 IMT-Advanced 的未来发展提供支持的应用/业务的频谱需求量;
- j) 本报告不涉及对应低电信密度大覆盖区这种情况的特殊频谱需求, 且因此不包括这种情况的相关参数。

### 3 有关的 ITU-R 建议书和报告

#### 建议书:

ITU-R M.687	国际移动通信 2000 (IMT-2000)
ITU-R M.819	用于发展中国家的国际移动通信 2000 (IMT-2000)
ITU-R M.1034	对国际移动通信 2000 (IMT-2000) 无线电接口的要求
ITU-R M.1457	国际移动通信 2000 (IMT-2000) 无线电接口的详细技术要求
ITU-R M.1645	IMT-2000 和超 IMT-2000 系统未来发展的框架和总体目标
ITU-R M.1768	IMT-2000 和超 IMT-2000 系统的地面部分未来发展的频谱需求的计算方法
ITU-T Q.1702	超 IMT-2000 系统的网络特性的长期构想

#### 报告:

ITU-R M.2072	世界移动通信市场预测
ITU-R M.2074	IMT-2000 和超 IMT-2000 系统地面部分的无线电特性

### 4 未来移动通信的市场趋势

ITU-R M.1645 建议书着眼于 IMT-2000 和超 IMT-2000 系统未来发展的框架。

目前的移动通信系统一直在通过不断地增加额外的系统能力和对系统能力的增强而发展, 而且用户一定注意到通过 IMT-2000 的未来发展, 系统能力有着重大的提高。IMT-Advanced 将对现有的、增强的和最新开发的 IMT-2000 单元、游牧无线接入系统和其他高度普及和无缝互通的无线系统的功能融合来实现。

ITU-R M.1645 建议书确定的国际间商议的频带将特别鼓励采用 IMT-Advanced 系统。公共全球频谱应将确保全球漫游和设备成本降低至规模经济作为首选目标。

为了达到上述要求，ITU-R 研究并批准了 IMT-2000 和 IMT-Advanced 未来发展方面的 ITU-R 229/8 号研究课题。该研究课题的做出决定部分的一个要素就是需要符合正在进行的加强 IMT-2000 的要求的技术和操作特性（例如对已确定频带的利用）。

## 5 对应无线电接入技术组（RATG）的频谱估算的方法

### 5.1 RATG 的定义

ITU-R M.1645 建议书考虑了用户倾向以及业务和应用的趋势后确定了应关注的三种能力：

- a) IMT-2000 的能力，
- b) 新的移动接入的能力，以及
- c) 游牧/本地无线接入的能力，如该建议书的图 2 所示。

能力范围 b) 和 c) 被认为是由 IMT-Advanced 系统提供的新的能力。

该建议书还着眼于一种传送业务流量时以融合的和采用多种传递机制的业务。在这些传递机制中，有些系统如 IMT-2000 已具有其无线电接口的详细技术要求，而一些新的系统还没有它们的无线电接口的详细技术要求。

已经确定了 IMT-2000 和 IMT-Advanced 未来发展的频谱计算方法应在处理突显技术和充分定性系统二者上具有灵活性。ITU-R M.1768 建议书确立的这一方法的方针应技术中立和普通。因此，为了着手这两种类型的系统 ITU-R M.2074 报告引入了无线电接入技术组（RATG）的概念：其中之一已有详细的规范而另一个还没有。所以，RATG 可定义如下：

**无线电接入技术组（RATG）：**一个如 ITU-R M.1645 建议书的图 2 所确定的能最好地提供特定范围能力的参考系统模型。

换句话说，RATG 在确定频谱需求时可以是一个具有最低系统技术要求的一般的参考模型。在标准的最终阶段会对 RATG 更详细地规定为一个全球核心规范（GCS）。

频谱需求估算需要考虑相关的技术。基本分组是议程项目 1.4、第 228 号决议（WRC-03 修订版）和 ITU-R M.1645 建议书。

RAT 组如下：

- 组 1：IMT 之前的系统、IMT-2000 及其增强版。
  - 这一个组包含蜂窝移动系统、IMT-2000 系统以及它们的加强型。
- 组 2：如 ITU-R M.1645 建议书的图 2 所描述的 IMT-Advanced（例如，新的无线接入和新的游牧/本地无线接入），但不包括已在其他 RAT 组中描述的系统。
- 组 3：现有的无线电 LAN 以及它们的加强型。
- 组 4：数字移动广播系统以及它们的加强型。

— 这一个组包含的系统针对的是向移动和手持终端进行广播。

各个组存在的理由如下：

组 1：该 RAT 组出现的需要直接来自于议程项目 1.4 和 ITU-R M.1645 建议书。包括对 IMT-2000 及其未来对某个 RAT 组的增强的建议是符合 M.1645 展望的“IMT-2000 将会有有一个稳定而持续的演进以支持新的应用、产品和业务”，这一点也由正在进行的标准化活动证实。

IMT 之前的系统包括在 RAT 组 1 中有下述几个原因：

- IMT 之前的系统包含了 IMT-2000 业务的一个子集且因此相应的业务量可以合计在 IMT-2000 的业务量中。
- IMT-2000 之前的技术用的大多数频带也是给 IMT-2000 用的，且那些频带在频谱估算中将考虑进去。
- IMT 之前的系统的存在可从技术上考虑对 RAT 组 1 的无线电参数的适当调整，例如频谱效率，所以各无线电参数的数值是代表组中所有 RAT 的。
- 市场数据的时间段是在 2015 年后，那时 IMT 之前的系统的重要性在一些国家或区域可能已降低了。当然，不同的国家和地区在许可证、市场发展、向 IMT-2000 的迁移等方面会存在差异。对这些问题的说明不属于 WRC-07 议程项目 1.4 的范围。

组 2：该 RAT 组出现的需要直接来自于议程项目 1.4 和 ITU-R M.1645 建议书。IMT-Advanced 会包括新的移动接入和新的游牧/本地区域接入能力。将单独一个 RAT 组作为组 1 的动机是预期 IMT-Advanced 系统与 IMT-2000 比在 RAT 特性和能力方面以及它的未来发展有着重要的差别。

组 3：对 RAT 组的考虑的需要源自于 ITU-R M.1645 建议书。已确定 IMT-2000 和 IMT-Advanced 与 RLAN 有关联。可以认为现有的 RLAN 将共同分担相应总业务量的一部分。WRC-03 为 RLAN 使用所确定的全球公共频谱，允许了相当多的这些网络的能力。

组 4：对 RAT 组的考虑的需要不仅来自 ITU-R M.1645 建议书，还来自于基于如 IP 数据广播这样的在即将到来的几年内预期显现的技术的新移动广播业务的实际情况。这些业务将提供覆盖部分整个移动市场的点对多点业务。

## 5.2 对应 RATG 的确定频谱需求的方法

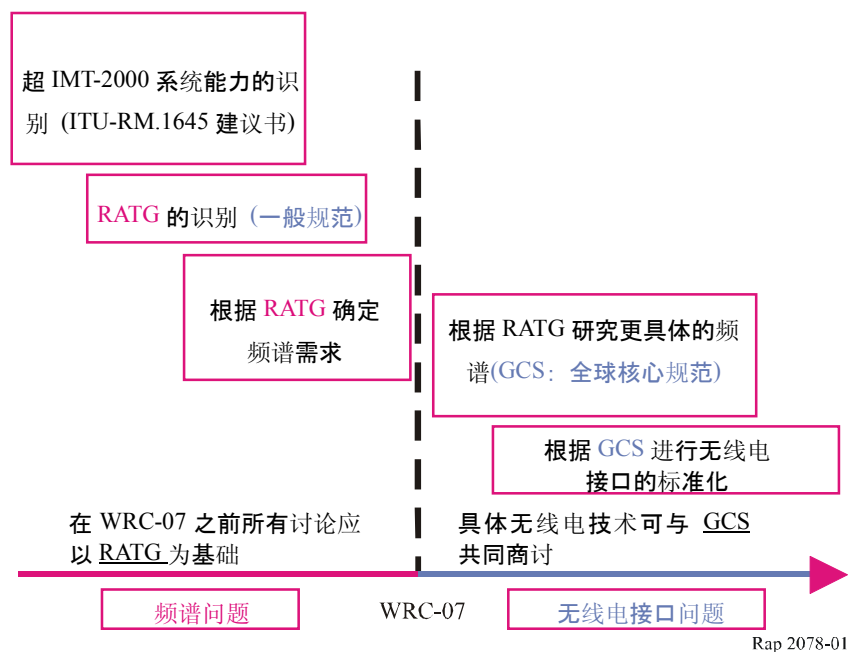
随着 RATG 概念的引入，频谱需求方面和无线电接口方面，可以定期分别讨论。通常都知道对于一个特定的系统所需的频谱量是基于描述系统的若干系统参数而不是全部系统参数。由于 RATG 具有虽则技术中立但对于确定频谱需求是不可缺少的若干系统参数，有可能在对 RATG 考虑频谱需求时不需要确定整个一系列系统参数（包括取决于技术的参数）。这一点对于频谱需求的考虑是十分有益和实用的，因为这样就有一些时间用于确定频谱并且在系统展开之前就可以较好地完成频谱确定。

相反的，从无线电接口的观点，由于最新技术会带来频谱效率的改善，因此在研发无线电接口标准时采用最新技术更好。早期频谱确定的矛盾和最新技术的采纳可以通过引入 RATG 的概念来解决，也就是我们可以首先通过采用普通和技术中立的 RATG 来讨论频谱需求，然后我们可制定像一份 GCS 那样的 RATG 详细的技术要求以及按照 GCS 讨论无线电接口技术，如图 1 所示。

因此，在 WRC-07 之前频谱需求的确定是基于 RATG 而不是某些系统。

图 1

IMT-2000 和 IMT-Advanced 未来发展的两个步骤



## 6 用于全球公共市场的时间移位法

本报告中对三个不同的预测年份，即 2010 年、2015 年和 2020 年的 RAT 组 1 和 RAT 组 2 计算了频谱需求。该频谱需求的计算采用了 ITU-R M.1768 建议书中提出的用一组输入参数值的方法，该组参数在第 7 节中给出。

该频谱计算是基于 ITU-R M.2072 报告中提出的代表 2010 年、2015 年和 2020 年的未来移动市场特性的“全球公共市场”的。ITU-R M.2072 报告确定了在频谱计算时所需的不同输入参数的唯一数值的市场参数的范围。市场发展存在着地区差别，即在世界的某些部分市场发展的特定水平可能早于或晚于（平均）“全球公共市场”。

为了表现市场发展的差异和不同国家中 RAT 组配置的情形特点，时间移位法被用于频谱需求的计算。在这一方法中，对应 2010 年、2015 年和 2020 年的市场参数值的唯一设置源自于 ITU-R M.2072 报告。由于市场发展中的地区差别，这组参数可说明在不同的时间段和不同的国家它是正确的。

采用对应 2010 年、2015 年和 2020 年的唯一市场预测设置，可计算出默认情形的频谱需求，被称为“中期”情形。从这三个市场预测/频谱需求可以推导出另外的两个不同的情形，即“早期”和“后期”。这另外的两种情形反映了时间移位市场在不同密度的居住区内的利用情况。这另外的情形“早期”和“后期”，与“中期”情形一起描画出系统发展速度的不同和不同地区的市场发展的情况。

该方法和所有情形预测了在不同的时间范围预测的市场在不同密度的居住区将以类似的情形逐步渗透。为支持“渗透”，移动市场尽早确定 IMT-Advanced 的频谱可带来额外的收益。即使这一确定发生在 WRC-07，可用频谱利用的时间范围在不同的主管部门之间会有不同，例如根据选择不同的时间情形。

图 2 表示出概念层次上的时间移位法。有些国家，希望尽早实施未来移动系统，那么其系统配置就如蓝（最高）线所描画的。这种配置和市场设置即指“早期”市场情形。而另一些国家的配置和市场设置属于“中期”情形的以浅蓝（中间）线示之。这对于频谱需求计算是一种默认设置。而那些市场发展和/或系统配置假设发展较慢的则如紫（底部）线所示，被称之为“后期”情形。这样确定的频谱划分可能会与市场预测的不同。这一差别假设主要显现在了 2010 年和 2015 年的年份指数间的差别上了。因此“2010 年”和“2020 年”之间频谱需求的趋势用虚线来表示。

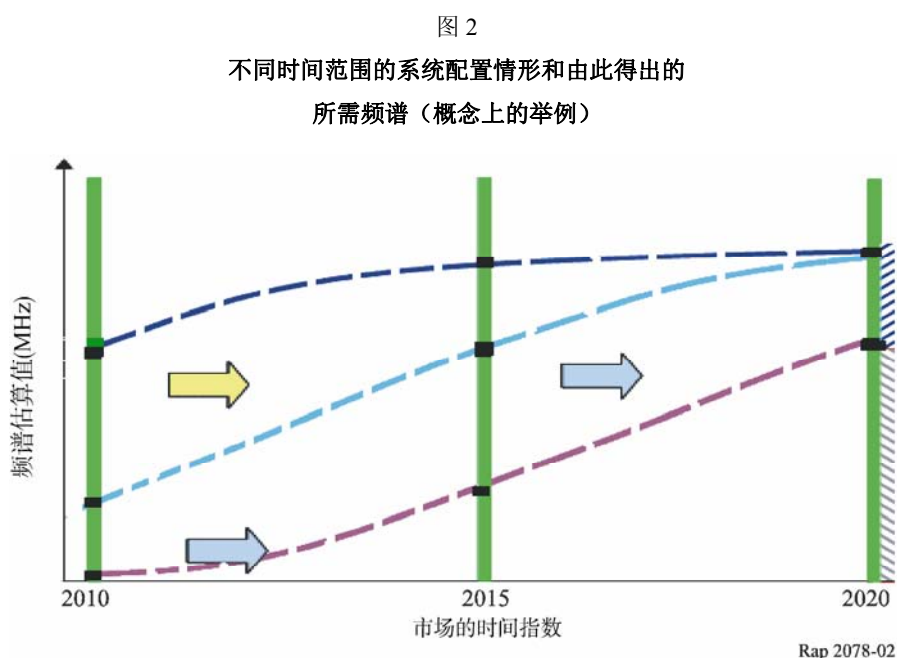


图 2 给出了具有不同转移时间例如相差 5 年的三个国家的组在不同的时间点的三个例子。假设这三个组有着相同的系统配置情形，不管起始时间，可以看到它们的曲线形状。



## 7 用于频谱计算的元素

### 7.1 估算中的业务元素

#### 7.1.1 业务分类

业务分类（SC）被定义为业务类型和流量等级的结合如表 1 所示。

表 1  
业务分类

业务类型 \ 流量等级	会 话	码 流	互 动	背 景
超高速多媒体	SC 1	SC 6	SC 11	SC 16
高速多媒体	SC 2	SC 7	SC 12	SC 17
中速多媒体	SC 3	SC 8	SC 13	SC 18
低速率数据和低速多媒体	SC 4	SC 9	SC 14	SC 19
甚低速率数据 <sup>(1)</sup>	SC 5	SC 10	SC 15	SC 20

<sup>(1)</sup> 它包括语音和 SMS。

#### 7.1.2 业务环境

对以下电信密度和业务应用模式的结合定义的业务环境示于表 2。

表 2  
业务环境的确定

业务应用模式 \ 电信密度	密 集 城 区	郊 区	农 村
住宅	SE 1	SE 4	SE6
办公室	SE 2	SE 5	
公共区域	SE 3		

#### 7.1.3 业务分类参数

以从市场研究或其他来源获得的参数给出业务分类的特性。以下参数出自于 ITU-R M.2072 报告：

- 1 用户密度（用户/km<sup>2</sup>）。
- 2 每用户会晤到达速率（会晤/（s\*用户））。
- 3 平均业务比特速率（bit/s）。
- 4 平均会晤时长（s/会晤）。
- 5 移动性比率。

前四个参数是对不同的业务分类要求的描画，而移动性参数是用于流量分配的。终端的移动性与应用的使用情形是密切相关的。在 ITU-R M.2072 报告的市场研究中，移动性等级分类如下：

- 1) 固定 (0 km/h)
- 2) 低速 (> 0 km/h 和 < 4 km/h)
- 3) 高速 (> 4 km/h 和 < 100 km/h)
- 4) 超高速 (>100 km/h 和 < 250 km/h)

该分类的范围界限应与蜂窝无线网络的典型特性有关。本方法中对移动性等级的应用，由市场研究而得到的移动性等级重新解释如下：

- 1) 固定/步行 (0 – 4 km/h)
- 2) 低速 (> 4 km/h 和 < 50 km/h)
- 3) 高速 (> 50 km/h)

从市场研究获得的“高速”移动性等级的流量在本方法中分为“低速”和“高速”移动性等级。这一分法需要考虑所涉及的业务环境导致在不同的业务环境  $m$  中不同分量  $J_m$  的特性。流量在移动性等级上的映射在表 3 和表 4 给出。

表 3  
移动性等级的映射

市场研究中的移动性	方法中的移动性
固定	固定/步行
低速	
高速	低 (分量 $J_m$ )
	(分量 $1 - J_m$ )
超高速	高

表 4  
不同的业务环境中移动性等级映射的  $J$  值

业务环境 $m$	$J_m$ -值
1	1
2	1
3	1
4	1
5	0.5
6	0

由市场研究得出的业务类别参数数值在第 7.2 节中给出。除了与业务类别有关的市场参数，该方法的容量计算算法所需的参数从 ITU-R M.2072 报告中无法得到。对于电路交换和分组交换业务类别需要不同的参数。相关业务类别按电路交换处理的参数值列于表 5。

电信流量模型中采用的服务质量对频谱需求有着显而易见的影响。当前选用的数值必须反映所预期的性能。

表 5

业务类别参数：2010 年、2015 年和 2020 年公共电路交换流量的流量等级

参数	流量等级	
	会 话	码 流
	SC1 – SC5	SC6 – SC10
阻塞率	0.01	0.01

表 6 至表 8，表 9 至表 11 和表 12 至表 14 分别对应 2010 年、2015 年和 2020 年给出了分组交换所要求的参数值。这些数值仅对应服从由 ITU-R M.1768 建议书规定的分组交换容量计算的类别，即对应业务类别 11-20。

表 6

2010 年的每业务类别的平均 IP 分组的大小（单位：字节）

业务类型 \ 流量等级	会 话	码 流	互 动	背 景
超高速多媒体	按电路交换处理	按电路交换处理	1 114.00	853.83
高速多媒体	按电路交换处理	按电路交换处理	1 345.78	1 111.54
中速多媒体	按电路交换处理	按电路交换处理	790.59	1 114.00
低速率数据和低速多媒体	按电路交换处理	按电路交换处理	92.86	207.00
甚低速率数据	按电路交换处理	按电路交换处理	44.76	207.00

表 7

2010 年的每业务类别的 IP 分组秒的大小 (单位: 字节<sup>2</sup>)

流量等级 业务类型	会 话	码 流	互 动	背 景
超高速多媒体	按电路交换处理	按电路交换处理	1 549 475.00	1 132 635.50
高速多媒体	按电路交换处理	按电路交换处理	1 988 453.75	1 545 450.23
中速多媒体	按电路交换处理	按电路交换处理	1 019 787.76	1 549 475.00
低速率数据和低速多媒体	按电路交换处理	按电路交换处理	17 884.41	182 513.50
甚低速率数据	按电路交换处理	按电路交换处理	6 381.06	182 513.50

表 8

2010 年的每业务类别的平均时延要求 (单位: s)

流量等级 业务类型	会 话	码 流	互 动	背 景
超高速多媒体	按电路交换处理	按电路交换处理	0.2971	0.0648
高速多媒体	按电路交换处理	按电路交换处理	0.0867	0.2131
中速多媒体	按电路交换处理	按电路交换处理	0.9333	8.9120
低速率数据和低速多媒体	按电路交换处理	按电路交换处理	2.7813	4.9444
甚低速率数据	按电路交换处理	按电路交换处理	0.4224	44.5000

表 9

2015 年的每业务类别的平均 IP 分组的大小 (单位: 字节)

流量等级 业务类型	会 话	码 流	互 动	背 景
超高速多媒体	按电路交换处理	按电路交换处理	3 271.62	3 054.00
高速多媒体	按电路交换处理	按电路交换处理	772.75	3 372.92
中速多媒体	按电路交换处理	按电路交换处理	1 787.18	3 424.00
低速率数据和低速多媒体	按电路交换处理	按电路交换处理	103.86	235.50
甚低速率数据	按电路交换处理	按电路交换处理	45.74	235.50

表 10

2015 年的每业务类别的 IP 分组秒的大小 (单位: 字节<sup>2</sup>)

流量等级 业务类型	会 话	码 流	互 动	背 景
超高速多媒体	按电路交换处理	按电路交换处理	27 378 193.49	20 332 660.50
高速多媒体	按电路交换处理	按电路交换处理	5 942 936.47	28 236 339.72
中速多媒体	按电路交换处理	按电路交换处理	14 849 326.83	28 667 000.00
低速率数据和低速多媒体	按电路交换处理	按电路交换处理	154 415.82	1 827 768.50
甚低速率数据	按电路交换处理	按电路交换处理	20 157.67	1 827 768.50

表 11

2015 年的每业务类别的平均时延要求 (单位: s)

业务类型 \ 流量等级	会 话	码 流	互 动	背 景
超高速多媒体	按电路交换处理	按电路交换处理	0.1490	0.0648
高速多媒体	按电路交换处理	按电路交换处理	0.1019	0.4968
中速多媒体	按电路交换处理	按电路交换处理	0.7461	13.6960
低速率数据和低速多媒体	按电路交换处理	按电路交换处理	4.9444	4.9444
甚低速率数据	按电路交换处理	按电路交换处理	0.4224	44.5000

表 12

2020 年的每业务类别的平均 IP 分组的大小 (单位: 字节)

业务类型 \ 流量等级	会 话	码 流	互 动	背 景
超高速多媒体	按电路交换处理	按电路交换处理	3 292.23	3 054.00
高速多媒体	按电路交换处理	按电路交换处理	1 847.82	3 307.86
中速多媒体	按电路交换处理	按电路交换处理	1 021.60	1 369.33
低速率数据和低速多媒体	按电路交换处理	按电路交换处理	102.56	235.50
甚低速率数据	按电路交换处理	按电路交换处理	47.61	235.50

表 13

2020 年的每业务类别的 IP 分组秒的大小 (单位: 字节<sup>2</sup>)

流量等级 业务类型	会 话	码 流	互 动	背 景
超高速多媒体	按电路交换处理	按电路交换处理	27 552 481.16	20 332 660.50
高速多媒体	按电路交换处理	按电路交换处理	15 349 865.20	27 691 445.33
中速多媒体	按电路交换处理	按电路交换处理	6 592 429.07	11 523 733.33
低速率数据和低速多媒体	按电路交换处理	按电路交换处理	138 595.74	1 827 768.50
甚低速率数据	按电路交换处理	按电路交换处理	36 019.39	1 827 768.50

表 14

2020 年的每业务类别的平均时延要求 (单位: s)

流量等级 业务类型	会 话	码 流	互 动	背 景
超高速多媒体	按电路交换处理	按电路交换处理	0.1490	0.0648
高速多媒体	按电路交换处理	按电路交换处理	0.1019	0.4968
中速多媒体	按电路交换处理	按电路交换处理	1.5280	2.9670
低速率数据和低速多媒体	按电路交换处理	按电路交换处理	2.7813	4.9444
甚低速率数据	按电路交换处理	按电路交换处理	0.4224	44.5000

#### 7.1.4 无线电环境参数

表 15a) 和 15b) 分别给出了无穿透损耗和有穿透损耗时的每种无线电环境的小区/扇区的大小。计算中密集城区、郊区和农村的穿透损耗分别使用 18、15、12 dB。表 16 给出了每种业务环境中无线电环境的人口覆盖百分数。分别给出了三个不同预测年份的人口覆盖百分数的数值。

表 15  
对每种无线电环境假设的小区大小 (km<sup>2</sup>)

## a) 无穿透损耗

无线电环境	电信密度		
	密集城区	郊区	农村
宏小区	0.65	0.65	0.65
微小区	0.10	0.10	0.10
微微小区	0.0016	0.0016	0.0016
热点	0.00065	0.00065	0.00065

## b) 有穿透损耗

无线电环境	电信密度		
	密集城区	郊区	农村
宏小区	0.10	0.15	0.22
微小区	0.07	0.10	0.15
微微小区	0.0016	0.0016	0.0016
热点	0.00065	0.00065	0.00065

表 16  
2010 年、2015 年和 2020 年每种业务环境中无线电环境的人口覆盖百分数 (%)

业务环境	2010 年的无线电环境			
	宏小区	微小区	微微小区	热点
1	100	90	0	80
2	100	90	20	80
3	100	95	20	10
4	100	15	0	80
5	100	40	35	20
6	100	0	10	50
业务环境	2015 年的无线电环境			
	宏小区	微小区	微微小区	热点
1	100	90	10	80
2	100	90	20	80
3	100	95	30	25
4	100	35	0	80
5	100	50	35	20
6	100	0	10	50



表 16 (续)

业务环境	2020 年的无线电环境			
	宏小区	微小区	微微小区	热点
1	100	90	20	80
2	100	90	20	80
3	100	95	40	40
4	100	35	0	80
5	100	50	35	20
6	100	0	10	50

无线电环境的特性由业务环境和无线电配置方案之间的关系决定，例如考虑在农村业务环境难以实施微蜂窝配置，这是因为无法实现屋顶下设施的方法。

## 7.2 市场纵览和总流量的预测

应该承认不同的国家会有不同的市场环境。

由于不同国家的人口统计学的不同和市场成熟的不同而存在着差异。不同国家人口统计学的差异通过考虑用户密度值来计算。市场成熟的差异通过考虑时间移位法来计算。

对各业务类别 (SC) 和对各业务环境 (SE) 确定的以下参数的特定数值基于 ITU-R M.2072 报告。

- a) 用户数 (市场大小) (用户/km<sup>2</sup>)
- b) 每用户每次会晤的尝试数 (1/用户/s)
- c) 平均业务比特速率 (bit/s)
- d) 平均会晤时长 (s)
- e) 移动性比率 (固定/低速/高速/超高速)

这些参数是从来自 27 个团体对业务和市场的调查表的反馈中得出的，可参考 ITU-R M.2072 报告的附件 2。ITU-R M.2072 报告对今后的 2010 年、2015 年和 2020 年分别建议了参数的范围。包括这些参数范围的这些参数的详细信息可参考 ITU-R M.2072 报告的第 8 节“用于频谱计算的与市场有关的参数”和附件 4。进一步的信息，如得到这些数值的方法，也可参考 ITU-R M.2072 报告<sup>1</sup>。

<sup>1</sup> 如果任何参与的业务具有比平均值高得多的业务比率的话，ITU-R M.2072 研究报告中源自于对各业务类别的业务特性采用的平均处理会导致频谱需求的低估。这将仅对最高业务类别中的电路交换业务比较重要。

在 ITU-R M.2072 报告给定的范围中选择的唯一值对于参数 a) 至 d)，以百分数的数值 (0-100) 来确定。在 ITU-R M.2072 报告规定的范围中百分数 0 代表最小值而 ITU-R M.2072 报告规定的范围中百分数 100 代表最大值。对于移动性比率的三种情形考虑为：最低 (1)、中间 (2) 和最高移动性情形 (3)。

分别用表格给出对较低的用户密度和较高的用户密度的描述。参数设置的数值选择遵循在所有业务类别中对参数 Q: 每用户会晤到达速率, R: 平均业务比特速率,  $\mu$ : 平均会晤时长, 采用相同的百分数这一基本方法, 以保护均衡和不同的业务类别以及由 ITU-R M.2072 报告按时间所预见的趋势。

市场参数百分数和选择的移动性情形示于表 17a 和表 17b。注意在 ITU-R M.2072 报告中没有范围的 SC 不受采用不同的参数设置值的影响。这些在下面的表格中以注解“(M.2072 中无范围)”表示。表 17 中市场参数的准确值由附件 1 给出。

表 17a

较低用户密度在 2010 年、2015 年、2020 年的市场特性

SC	U (%)	Q (%)	R (%)	M (%)	移动性比率
1	5	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
2	5	30	30	30	2
3	5	30	30	30	2
4	5	30	30	30	2
5	5	30	30	30	2
6	5	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
7	5	30	30	30	2
8	5	30	30	30	2
9	5	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
10	5	30	30	30	2
11	5	30	30	30	1
12	5	30	30	30	2
13	5	30	30	30	2
14	5	30	30	30	2
15	5	30	30	30	2
16	5	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
17	5	30	30	30	2
18	5	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
19	5	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
20	5	30	30	30	2

表 17b

较高用户密度在 2010 年、2015 年、2020 年的市场特性

SC	$U$ (%)	$Q$ (%)	$R$ (%)	$\mu$ (%)	移动性比率
1	25	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
2	25	30	30	30	2
3	25	30	30	30	2
4	25	30	30	30	2
5	25	30	30	30	2
6	25	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
7	25	30	30	30	2
8	25	30	30	30	2
9	25	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
10	25	30	30	30	2
11	25	30	30	30	1
12	25	30	30	30	2
13	25	30	30	30	2
14	25	30	30	30	2
15	25	30	30	30	2
16	25	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
17	25	30	30	30	2
18	25	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
19	25	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
20	25	30	30	30	2

### 7.3 频谱估算需要的 RATG 技术要求

#### 7.3.1 用于频谱计算方法的无线电参数

表 18 至表 21 分别介绍了 RAT 组 1、2、3 和 4 的输入参数。

表 18

RATG 1 的无线电参数

参 数	宏 小 区	微 小 区	微微小区	热 点
应用数据速率 (Mbit/s)	20	40	40	—
支持的移动性等级	固定/步行、 低速、高速	固定/步行、 低速	固定/步行	—
操作者之间的保护频带 (MHz)	0			—
每种无线电环境每个操作者的最低配置 (MHz)	40	40	40	—
支持多点传送	是			—
重叠网络配置的数量	1			

表 19  
RATG 2 的无线电参数

参 数	宏 小 区	微 小 区	微 微 小 区	热 点
应用数据速率 (Mbit/s)	50	100	1 000	1 000
支持的移动性等级	固定/步行、 低速、高速	固定/步行、 低速	固定/ 步行	固定/ 步行
操作者之间的保护频带 (MHz)	0			
支持多点传送	是			
每种无线电环境每个操作者的最低配置 (MHz)	20	20	120	120
重叠网络配置的数量	1			

表 20  
RATG 3 的无线电参数

参 数	宏 小 区	微 小 区	微 微 小 区	热 点
应用数据速率 (Mbit/s)	—	—	50	100
支持的移动性等级	—	—	固定/步行	固定/步行
支持多点传送 (是=1, 否=0)	是			

注 1 — 以上数值已超出 ITU-R M.2074 报告的范围。

表 21  
RATG 4 的无线电参数

参 数	宏 小 区
应用数据速率 (Mbit/s)	2
支持的移动性等级	固定/步行、低速、高速

### 7.3.2 频谱效率矩阵

在频谱需求计算中所用的频谱效率的区域范围变换为以 Hz 为单位的对应频谱需求的 bit/s/小区的容量需求。区域频谱效率因子应在低于 IP 层和/或 L2 以上测量。该频谱效率包括所有 RAT 专用开销、重发工作量、时序安排等。尽管对于个别电信密度这一频谱效率可能相同，但对不同的电信密度频谱效率可能还是变化的。

RAT 组 1 的频谱效率值在表 22 中给出。这些已被建议的数字是基于针对 IMT-2000 技术的长期演进的。假设了该 RAT 组 2 的频谱效率值是依据于预测年份的。这些对应 2010 年、2015 年和 2020 年的 RAT 组 2 的数值分别列于表 23a 至表 23e。

表 22a

## 2010 年的 RAT 组 1 的区域频谱效率 (bit/s/Hz)

单点传送区域频谱效率  
(bit/s/Hz/小区)

电信密度	无线电环境			
	宏小区	微小区	微微小区	热点
密集城区	1	2	2	—
郊区	1	2	2	—
农村	1	2	2	—

多点传送区域频谱效率  
(bit/s/Hz/小区)

电信密度	无线电环境			
	宏小区	微小区	微微小区	热点
密集城区	0.5	1	1	—
郊区	0.5	1	1	—
农村	0.5	1	1	—

表 22b

## 2015 年的 RAT 组 1 的区域频谱效率 (bit/s/Hz)

单点传送区域频谱效率  
(bit/s/Hz/小区)

电信密度	无线电环境			
	宏小区	微小区	微微小区	热点
密集城区	1.5	3	3	—
郊区	1.5	3	3	—
农村	1.5	3	3	—

多点传送区域频谱效率  
(bit/s/Hz/小区)

电信密度	无线电环境			
	宏小区	微小区	微微小区	热点
密集城区	0.75	1.5	1.5	—
郊区	0.75	1.5	1.5	—
农村	0.75	1.5	1.5	—

表 22c

## 2020 年的 RAT 组 1 的区域频谱效率 (bit/s/Hz)

单点传送区域频谱效率  
(bit/s/Hz/小区)

电信密度	无线电环境			
	宏小区	微小区	微微小区	热点
密集城区	2	4	4	—
郊区	2	4	4	—
农村	2	4	4	—

多点传送区域频谱效率  
(bit/s/Hz/小区)

电信密度	无线电环境			
	宏小区	微小区	微微小区	热点
密集城区	1	2	2	—
郊区	1	2	2	—
农村	1	2	2	—

表 23a 基于对 2006 年已知的无线技术的模拟结果并预期可执行到 2010 年。表 23e 是源自于理论限值（香农定理）在实际中允许的一个估计极限。表 23b 至表 23d 代表的是表 23a 和表 23e 所给值内可能的演进路径。

表 23a

## 2010 年的 RAT 组 2 的区域频谱效率

单点传送区域频谱效率  
(bit/s/Hz/小区)

电信密度	无线电环境			
	宏小区	微小区	微微小区	热点
密集城区	2	2.5	3	5
郊区	2	2.5	3	5
农村	2	2.5	3	5

多点传送区域频谱效率  
(bit/s/Hz/小区)

电信密度	无线电环境			
	宏小区	微小区	微微小区	热点
密集城区	1	1.2	1.5	2.5
郊区	1	1.2	1.5	2.5
农村	1	1.2	1.5	2.5

表 23b

## 2015 年的 RATG 2 的区域频谱效率（第 1 组）

单点传送区域频谱效率  
(bit/s/Hz/小区)

电信密度	无线电环境			
	宏小区	微小区	微微小区	热点
密集城区	4.25	5.5	7	8.25
郊区	4.25	5.5	7	8.25
农村	4.25	5.5	7	8.25

多点传送区域频谱效率  
(bit/s/Hz/小区)

电信密度	无线电环境			
	宏小区	微小区	微微小区	热点
密集城区	2.125	2.75	3.5	4.125
郊区	2.125	2.75	3.5	4.125
农村	2.125	2.75	3.5	4.125

表 23c

## 2015 年的 RATG 2 的区域频谱效率（第 2 组）

单点传送区域频谱效率  
(bit/s/Hz/小区)

电信密度	无线电环境			
	宏小区	微小区	微微小区	热点
密集城区	4	5.25	6.5	7.5
郊区	4	5.25	6.5	7.5
农村	4	5.25	6.5	7.5

多点传送区域频谱效率  
(bit/s/Hz/小区)

电信密度	无线电环境			
	宏小区	微小区	微微小区	热点
密集城区	2.0	2.625	3.25	3.75
郊区	2.0	2.625	3.25	3.75
农村	2.0	2.625	3.25	3.75

表 23d

## 2020 年的 RATG 2 的区域频谱效率 (第 1 组)

单点传送区域频谱效率  
(bit/s/Hz/小区)

电信密度	无线电环境			
	宏小区	微小区	微微小区	热点
密集城区	4.5	6	7.5	9
郊区	4.5	6	7.5	9
农村	4.5	6	7.5	9

多点传送区域频谱效率  
(bit/s/Hz/小区)

电信密度	无线电环境			
	宏小区	微小区	微微小区	热点
密集城区	2.25	3	3.75	4.5
郊区	2.25	3	3.75	4.5
农村	2.25	3	3.75	4.5

表 23e

## 2020 年 RATG 2 的区域频谱效率 (第 2 组)

单点传送区域频谱效率  
(bit/s/Hz/小区)

电信密度	无线电环境			
	宏小区	微小区	微微小区	热点
密集城区	6	8	10	10
郊区	6	8	10	10
农村	6	8	10	10

多点传送区域频谱效率  
(bit/s/Hz/小区)

电信密度	无线电环境			
	宏小区	微小区	微微小区	热点
密集城区	3	4	5	5
郊区	3	4	5	5
农村	3	4	5	5

## 7.4 可用 RAT 组中的分配比

RAT 组的分配比取决于各无线电环境和业务环境中的可用 RAT。相对于总业务量的确定于一个特定无线电环境的，RAT 组的分配如 ITU-R M.1768 建议书所规定的。这是包含在可用 RAT 组的分配比中的。由于发展的市场对 RATG 成员的引入，业务量分配的变化有望朝着更现代的 RATG 来进行，因此该分配比分别按照 2010 年、2015 年和 2020 年三个年份给出。这些对应 2010 年、2015 年和 2020 年的数值在表 24a 至表 24c 给出。

表 24a  
2010 年可用的 RAT 组中的分配比

可用的 RAT 组	分配比 (%)		
	RATG 1	RATG 2	RATG 3
1	100	–	–
2		100	
3	–	–	100
1, 2	100	0	–
1, 3	30	–	70
2, 3	–	0	100
1, 2, 3	30	0	70

表 24b  
2015 年可用的 RAT 组中的分配比

可用的 RAT 组	分配比 (%)		
	RATG 1	RATG 2	RATG 3
1	100	–	–
2		100	
3	–	–	100
1, 2	50	50	–
1, 3	20	–	80
2, 3	–	30	70
1, 2, 3	20	20	60

表 24c  
2020 年可用的 RAT 组中的分配比

可用的 RAT 组	分配比 (%)		
	RATG 1	RATG 2	RATG 3
1	100	–	–
2		100	
3	–	–	100
1, 2	10	90	–
1, 3	10	–	90
2, 3	–	50	50
1, 2, 3	10	45	45



## 8 与 IMT 有关 RAT 组的频谱需求

对 2010 年、2015 年和 2020 年的 RAT 组 1（即 IMT 之前的系统、IMT-2000 及其增强版）和 RAT 组 2（即 IMT-Advanced）的频谱需求进行了计算。该频谱需求是采用了第 7 节中给出的输入参数的数值以第 6 节的时间移位法计算的。这些来自第 7 节的输入参数值是用在对默认“中期”情形计算的频谱需求的。而对“后期”和“早期”情形的结果从“中期情形”的结果经移位得出。

表 25 给出了市场配置平均水平的频谱需求。正如所料想的市场配置中存在着区域差别，也就是世界上的有些部分市场配置的特定水平可能会较早或较晚达到（平均）“全球公共市场”的水平。这就像“时间移位法”所描述的（见第 6 节）。

表 25  
对 RATG 1 和 RATG 2 二者预计的频谱需求 (MHz)

市场设置	RATG 1 的频谱需求			RATG 2 的频谱需求			总的频谱需求		
	2010 年	2015 年	2020 年	2010 年	2015 年	2020 年	2010 年	2015 年	2020 年
较高市场设置	840	880	880	0	420	840	840	1 300	1 720
较低市场设置	760	800	800	0	500	480	760	1 300	1 280

表 26 a) 和表 26 b) 描述了时间移位法的中期情形。

表 26  
预测的频谱需求的范围 (以 MHz 为单位)

a) 较低用户密度市场配置

	1 个网络 (见注 3)	2 个网络 (见注 1)	3 个网络 (见注 1)	4 个网络 (见注 1)	5 个网络 (见注 1)
RATG 1 (见注 2)	800	880	840	1 120	1 000
RATG 2	480	560	720	800	1 000
RATG 1 + RATG 2	1 280	1 440	1 560	1 920	2 000

b) 较高用户密度市场配置

	1 个网络 (见注 3)	2 个网络 (见注 1)	3 个网络 (见注 1)	4 个网络 (见注 1)	5 个网络 (见注 1)
RATG 1 (见注 2)	880	880	960	1 120	1 200
RATG 2	840	880	1 020	1 120	1 300
RATG 1 + RATG 2	1 720	1 760	1 980	2 240	2 500

注 1 — 当一个国家中出现一个以上网络时,为了解决总体的频谱,总的频谱需求会更高(对于 RATG1 是 40 MHz 的整数倍)。

注 2 — 对 2010 年的 RATG1 的频谱估算在考虑当前网络配置时会看似较高。然而,全部的估算是在采用由 ITU-R M.1768 建议书确定的方法和 IMT-2000 技术演进中对 RATG1 的技术特性的预测而最终完成的。此外统计的市场数据还不足以预测出 RATG1 准确的需求。

注 3 — 值得注意的是 ITU-R M.1768 建议书和 ITU-R M.2074 报告中与术语‘网络’相关的术语是指‘重叠网络配置的数量’。

## 9 结论

本报告提出了 2010 年、2015 年和 2020 年的 RAT 组 1 (即 IMT 之前的系统、IMT-2000 及其增强版) 和 RAT 组 2 (即 IMT-Advanced) 的频谱需求计算的结果。

本报告采用了 ITU-R M.1768 建议书中提出的频谱计算方法并确定了频谱计算所需的所有输入参数的数值。已对两个 RAT 组计算了 2010 年、2015 年和 2020 年的频谱需求。

在本报告中对 RATG 1 和 RATG 2 二者到 2020 年预计总的频谱带宽需求算出为 1 280 MHz (包括已经使用或计划被使用于 RATG 1 的频谱<sup>2</sup>)。该计算揭示了频谱带宽需求的范围从 1 280 MHz 至 1 720 MHz (包括已经使用或计划被使用于 RATG 1 的频谱),它代表的是 ITU-R M.2072 报告中数据所揭示的较低和较高市场设置。值得注意的是该较低的数字 (1 280 MHz) 对于某些国家的需求还是高了。此外有些国家的需求还会高于较高值 (1 720 MHz)。

这些配置的情形反映出在世界的不同部分其市场发展的数量和 RAT 的配置状况是不同的。

该结果表明除了在 WARC-92 和 WRC-2000 为 IMT-2000 确定的频谱,还需要额外的频谱。

<sup>2</sup> RAT 组 1: IMT 之前的系统、IMT-2000 及其增强型。

• 该组涵盖了按照频率划分表的脚注 5.317A、5.384A 和 5.388 的蜂窝移动系统、IMT-2000 系统及其增强型。

## 10 参考文献

- [1] 不可思议的移动未来 2010-2020 年。UMTS 论坛, [www.umtsforum.org](http://www.umtsforum.org)
- [2] 欧洲未来移动通信市场和业务的需求 (FMS)。  
<http://fms.irc.es/documents/FMS%20FINAL%20REPORT.pdf>
- [3] IMT-2000 和超 IMT-2000 (IMT-Advanced) 系统频谱需求预测的发展。UMTS 论坛报告#40,  
[www.umtsforum.org](http://www.umtsforum.org)

## 附件

- 附件 1 频谱预算的市场参数值
- 附件 2 从无线电角度对 IMT-Advanced 的频谱需求预算的基本考虑以及对方法简化的进一步阐明
- 附件 3 对游牧应用的频谱预算
- 附件 4 频谱预算的敏感度分析

## 附件 1

## 频谱预算的市场参数值

表 27a

2010 年的市场特征（较高用户密度的情况）

SC	$U$ (%)	$Q$ (%)	$R$ (%)	$\mu$ (%)	移动性比率
1	25	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
2	25	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
3	25	30	30	30	2
4	25	30	30	30	2
5	25	30	30	30	2
6	25	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
7	25	30	30	30	2
8	25	30	30	30	2
9	25	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
10	25	30	30	30	2
11	25	30	30	30	1
12	25	30	30	30	2
13	25	30	30	30	2
14	25	30	30	30	2
15	25	30	30	30	2
16	25	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
17	25	30	30	30	2
18	25	30	30	30	2
19	25	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
20	25	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)

表 27b

2010 年的单点传送下行链路（较高用户密度的情况）的市场特征（共 3 部分，第 1 部分）

SC	SE	用户密度 (用户/km <sup>2</sup> )	每用户会晤到 达速率 (会晤/h/用户)	平均业务 比特率 (kbit/s)	平均会晤 时长 (s)	移动性比率			
						固定	低速	高速	超高速
1	1	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	2	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	3	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	5	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	6	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	2	45.0	2.99E-01	20 000.0	53.0	100.0	0.0	0.0	0.0
2	3	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	5	7.0	2.99E-01	20 000.0	51.0	100.0	0.0	0.0	0.0
2	6	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	1	6107.8	2.44E-01	496.2	113.5	69.0	21.0	10.0	0.0
3	2	15 380.3	3.10E-01	374.9	110.2	69.0	26.0	5.0	0.0
3	3	7 812.0	1.64E-01	447.1	71.7	47.0	43.0	10.0	0.0
3	4	1 387.5	3.74E-01	290.2	109.2	65.5	22.0	12.5	0.0
3	5	2 758.8	4.24E-01	275.2	85.7	49.0	16.0	30.0	5.0
3	6	200.3	9.97E-02	282.4	79.4	46.0	11.5	35.0	7.5
4	1	3 475.3	2.86E-01	88.0	249.4	73.8	11.9	9.5	4.8
4	2	3 512.8	2.86E-01	88.0	249.4	73.1	16.5	5.7	4.7
4	3	4 599.8	2.86E-01	88.0	268.3	50.0	32.4	13.0	4.6
4	4	8.8	2.86E-01	88.0	249.4	69.0	14.3	11.9	4.8
4	5	22.3	2.76E-01	88.0	276.0	53.8	8.5	33.2	4.5
4	6	8.8	2.82E-01	88.0	259.9	50.5	7.8	34.5	7.3
5	1	15 616.9	6.48E-01	15.3	221.7	62.6	22.4	9.3	5.6
5	2	34 488.8	8.26E-01	15.3	232.7	62.0	25.5	6.9	5.6
5	3	22 271.6	7.81E-01	15.3	217.1	37.7	42.5	14.2	5.7
5	4	2 240.7	1.38E+00	14.6	208.9	59.0	23.6	11.8	5.7
5	5	4 902.9	1.69E+00	11.8	227.1	34.1	23.4	36.6	5.9
5	6	414.2	1.35E+00	15.3	207.5	36.1	18.3	36.1	9.6
6	1	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	2	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	3	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	5	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	6	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	1	11.0	3.00E-03	11 230.4	45.0	55.0	25.0	20.0	0.0
7	2	122.8	2.84E-01	10 657.1	219.9	65.3	20.5	7.3	6.8
7	3	195.3	8.52E-02	10 427.3	190.5	31.7	42.1	18.8	7.4
7	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	5	30.8	3.06E-01	8 844.2	239.7	48.0	13.2	32.4	6.4
7	6	1.5	6.75E-02	9 679.1	197.7	27.9	11.4	45.3	15.4

表 27b

2010 年的单点传送下行链路（较高用户密度的情况）的市场特征（共 3 部分，第 2 部分）

SC	SE	用户密度 (用户/km <sup>2</sup> )	每用户会晤到 达速率 (会晤/h/用户)	平均业务 比特率 (kbit/s)	平均会晤 时长 (s)	移动性比率			
						固定	低速	高速	超高速
8	1	3 759.8	1.16E-01	801.9	713.3	72.5	17.5	10.0	0.0
8	2	17 338.8	1.19E-01	849.6	1 050.5	64.4	20.0	8.4	7.1
8	3	5 980.3	2.52E-01	868.8	384.2	46.1	36.9	9.2	7.8
8	4	1 131.8	1.41E-01	767.6	449.6	67.5	20.0	12.5	0.0
8	5	2 205.5	3.22E-01	868.8	386.3	46.3	18.1	27.8	7.9
8	6	228.0	1.98E-01	832.2	970.1	39.0	16.5	36.7	7.8
9	1	300.0	1.99E-01	144.0	5.0	90.0	10.0	0.0	0.0
9	2	400.0	2.99E-01	144.0	19.0	90.0	10.0	0.0	0.0
9	3	50.0	1.00E-01	144.0	19.0	80.0	10.0	10.0	0.0
9	4	50.0	1.99E-01	144.0	5.0	90.0	10.0	0.0	0.0
9	5	100.0	2.99E-01	144.0	19.0	70.0	10.0	20.0	0.0
9	6	10.0	1.00E-01	144.0	5.0	80.0	10.0	10.0	0.0
10	1	200.0	1.99E-01	16.0	1.0	80.0	20.0	0.0	0.0
10	2	300.0	2.99E-01	16.0	1.0	80.0	20.0	0.0	0.0
10	3	50.0	1.00E-01	16.0	1.0	70.0	20.0	10.0	0.0
10	4	50.0	1.99E-01	16.0	1.0	80.0	20.0	0.0	0.0
10	5	50.0	2.99E-01	16.0	1.0	60.0	20.0	20.0	0.0
10	6	10.0	1.00E-01	16.0	1.0	65.0	20.0	10.0	5.0
11	1	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	2	20.0	1.99E-01	500 000.0	32.0	100.0	0.0	0.0	0.0
11	3	6 771.8	3.00E-01	30 000.0	2.4	10.0	70.0	20.0	0.0
11	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	5	2 511.8	4.39E-01	171 000.0	15.2	100.0	0.0	0.0	0.0
11	6	188.0	3.00E-01	30 000.0	2.4	5.0	10.0	70.0	15.0
12	1	527.3	5.76E-01	10 256.8	92.9	67.5	22.5	10.0	0.0
12	2	1 462.0	5.95E-01	9 779.8	95.6	67.5	27.5	5.0	0.0
12	3	10 978.8	2.33E-01	10 532.6	31.1	46.2	44.2	9.5	0.0
12	4	139.5	6.00E-01	9 767.9	95.9	62.5	25.0	12.5	0.0
12	5	4 061.3	2.31E-01	9 820.1	30.8	42.5	20.0	32.5	5.0
12	6	306.0	2.32E-01	9 972.0	30.8	40.5	15.0	37.0	7.5
13	1	33 827.5	2.24E+00	1 371.9	23.6	66.1	23.4	10.4	0.0
13	2	110 602.3	2.19E+00	1 371.9	32.0	67.0	27.9	5.1	0.0
13	3	66 561.0	2.12E+00	1 371.9	36.2	36.7	45.2	18.1	0.0
13	4	9 558.8	2.30E+00	850.9	22.9	62.5	25.0	12.5	0.0
13	5	24 125.8	2.31E+00	859.6	22.9	40.0	20.0	35.0	5.0
13	6	1 903.5	2.30E+00	884.1	23.5	36.0	15.0	40.0	9.0
14	1	5 763.5	1.07E-01	125.1	21.7	67.2	22.4	10.0	0.5
14	2	5 763.5	1.13E-01	126.5	21.7	67.2	27.4	5.0	0.5
14	3	9 235.3	1.33E-01	177.4	544.0	25.4	63.7	10.4	0.5
14	4	58.3	1.42E-01	48.8	42.4	61.3	22.1	12.3	4.4
14	5	1 622.8	1.38E-01	177.9	1 051.0	35.0	60.0	5.0	0.0
14	6	129.5	1.40E-01	177.5	1 005.4	32.7	59.8	5.0	2.5

表 27b

2010 年的单点传送下行链路（较高用户密度的情况）的市场特征（共 3 部分，第 3 部分）

SC	SE	用户密度 (用户/km <sup>2</sup> )	每用户会晤到 达速率 (会晤/h/用户)	平均业务 比特率 (kbit/s)	平均会晤 时长 (s)	移动性比率			
						固定	低速	高速	超高速
15	1	12 294.5	1.20E+00	8.3	8.5	67.2	22.4	10.0	0.5
15	2	38 327.0	1.55E+00	7.6	10.0	67.5	27.5	5.0	0.0
15	3	22 530.3	1.08E+00	32.8	9.0	33.5	38.9	26.6	1.0
15	4	3 155.0	1.27E+00	7.6	8.5	62.5	25.0	12.5	0.0
15	5	8 279.3	1.55E+00	39.4	9.2	44.3	13.4	37.8	4.5
15	6	624.0	1.27E+00	61.3	9.2	34.5	14.5	40.5	10.5
16	1	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	2	50.0	1.99E-01	20 000.0	54.0	80.0	20.0	0.0	0.0
16	3	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	5	10.0	1.99E-01	20 000.0	54.0	80.0	20.0	0.0	0.0
16	6	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	1	1 953.5	0.00E+00	5 521.6	86.4	55.0	25.0	20.0	0.0
17	2	6 950.5	1.99E-01	6 530.6	120.0	67.5	27.5	5.0	0.0
17	3	4 201.0	0.00E+00	5 594.0	86.7	10.0	70.0	20.0	0.0
17	4	574.8	0.00E+00	5 512.7	86.4	45.0	30.0	25.0	0.0
17	5	1 537.5	1.99E-01	6 513.5	120.0	45.0	20.0	30.0	5.0
17	6	115.3	0.00E+00	5 539.2	86.4	5.0	10.0	70.0	15.0
18	1	1 468.8	7.45E-01	701.8	11.6	67.5	22.5	10.0	0.0
18	2	8 490.0	6.77E-01	716.5	16.7	67.5	27.5	5.0	0.0
18	3	20.0	1.00E-01	990.0	6.0	60.0	20.0	20.0	0.0
18	4	380.8	7.45E-01	1 009.0	10.7	62.5	25.0	12.5	0.0
18	5	70.0	9.96E-01	653.0	36.0	60.0	20.0	20.0	0.0
18	6	68.8	7.45E-01	1 009.0	10.7	32.5	15.0	42.5	10.0
19	1	500.0	1.00E-01	144.0	5.0	80.0	20.0	0.0	0.0
19	2	1 000.0	2.99E-01	144.0	5.0	80.0	20.0	0.0	0.0
19	3	50.0	1.00E-01	144.0	5.0	60.0	20.0	15.0	5.0
19	4	50.0	1.00E-01	144.0	5.0	80.0	20.0	0.0	0.0
19	5	50.0	1.00E-01	144.0	5.0	60.0	20.0	20.0	0.0
19	6	10.0	1.00E-01	144.0	5.0	60.0	20.0	15.0	5.0
20	1	1 000.0	1.00E-01	16.0	6.0	80.0	20.0	0.0	0.0
20	2	1 000.0	2.99E-01	16.0	10.0	80.0	20.0	0.0	0.0
20	3	100.0	1.00E-01	16.0	6.0	60.0	20.0	20.0	0.0
20	4	100.0	1.00E-01	16.0	6.0	80.0	20.0	0.0	0.0
20	5	50.0	2.99E-01	16.0	10.0	60.0	20.0	20.0	0.0
20	6	10.0	1.00E-01	16.0	6.0	60.0	20.0	15.0	5.0

表 27c

2010 年的单点传送上行链路（较高用户密度的情况）的市场特征（共 3 部分，第 1 部分）

SC	SE	用户密度 (用户/km <sup>2</sup> )	每用户会晤到 达速率 (会晤/h/用户)	平均业务 比特率 (kbit/s)	平均会晤 时长 (s)	移动性比率			
						固定	低速	高速	超高速
1	1	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	2	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	3	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	5	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	6	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1	50.0	1.00E-01	20 000.0	1 793.0	100.0	0.0	0.0	0.0
2	2	55.0	2.81E-01	20 000.0	64.0	100.0	0.0	0.0	0.0
2	3	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	4	20.0	1.00E-01	20 000.0	1 793.0	100.0	0.0	0.0	0.0
2	5	10.0	2.99E-01	20 000.0	9.0	100.0	0.0	0.0	0.0
2	6	1.0	1.00E-01	20 000.0	1 793.0	100.0	0.0	0.0	0.0
3	1	6 392.8	2.44E-01	486.6	125.4	69.0	21.0	10.0	0.0
3	2	15 717.8	3.10E-01	318.5	113.7	69.5	25.5	5.0	0.0
3	3	7 857.0	1.64E-01	373.3	91.3	46.5	43.5	10.0	0.0
3	4	1 462.5	3.70E-01	275.2	118.3	66.0	21.5	12.5	0.0
3	5	2 800.0	4.17E-01	275.2	99.7	49.0	16.0	30.0	5.0
3	6	202.5	9.82E-02	275.2	87.8	46.0	11.5	35.0	7.5
4	1	3 475.3	2.86E-01	88.0	787.0	73.8	11.9	9.5	4.8
4	2	3 512.8	2.86E-01	88.0	787.0	73.1	16.5	5.7	4.7
4	3	4 599.8	2.86E-01	518.1	805.9	50.0	32.4	13.0	4.6
4	4	8.8	2.86E-01	88.0	787.0	69.0	14.3	11.9	4.8
4	5	22.3	2.76E-01	634.2	813.6	53.8	8.5	33.2	4.5
4	6	8.8	2.82E-01	368.7	797.5	50.5	7.8	34.5	7.3
5	1	15 616.9	6.48E-01	15.3	221.7	62.6	22.4	9.3	5.6
5	2	34 488.8	8.26E-01	15.3	232.7	62.0	25.5	6.9	5.6
5	3	22 271.6	7.81E-01	15.3	217.1	37.7	42.5	14.2	5.7
5	4	2 240.7	1.38E+00	14.6	208.9	59.0	23.6	11.8	5.7
5	5	4 902.9	1.69E+00	11.8	227.1	34.1	23.4	36.6	5.9
5	6	414.2	1.35E+00	15.3	207.5	36.1	18.3	36.1	9.6
6	1	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	2	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	3	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	5	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	6	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	1	11.0	3.00E-03	10 400.0	45.0	55.0	25.0	20.0	0.0
7	2	122.8	2.84E-01	10 400.0	203.1	65.3	20.5	7.3	6.8
7	3	195.3	8.52E-02	10 337.1	190.5	31.7	42.1	18.8	7.4
7	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	5	30.8	3.06E-01	9 737.2	222.9	48.0	13.2	32.4	6.4
7	6	1.5	6.75E-02	10 093.1	197.7	27.9	11.4	45.3	15.4



表 27c

2010 年的单点传送上行链路（较高用户密度的情况）的市场特征（共 3 部分，第 2 部分）

SC	SE	用户密度 (用户/km <sup>2</sup> )	每用户会晤到 达速率 (会晤/h/用户)	平均业务 比特率 (kbit/s)	平均会晤 时长 (s)	移动性比率			
						固定	低速	高速	超高速
8	1	3 986.8	2.28E-01	512.4	351.1	72.5	17.5	10.0	0.0
8	2	12 084.8	4.06E-01	523.8	358.0	72.1	22.4	5.0	0.5
8	3	7 964.0	2.64E-01	539.4	355.3	49.8	39.8	10.0	0.5
8	4	943.3	2.67E-01	511.8	358.0	67.5	20.0	12.5	0.0
8	5	2 525.8	3.36E-01	512.7	357.4	50.0	15.0	30.0	5.0
8	6	191.8	2.67E-01	513.6	356.5	42.5	10.0	40.0	7.5
9	1	300.0	1.99E-01	144.0	7.0	90.0	10.0	0.0	0.0
9	2	400.0	2.99E-01	144.0	29.0	90.0	10.0	0.0	0.0
9	3	50.0	1.00E-01	144.0	29.0	80.0	10.0	10.0	0.0
9	4	50.0	1.99E-01	144.0	7.0	90.0	10.0	0.0	0.0
9	5	100.0	2.99E-01	144.0	29.0	70.0	10.0	20.0	0.0
9	6	10.0	1.00E-01	144.0	7.0	80.0	10.0	10.0	0.0
10	1	1 275.0	3.19E-01	8.2	1081.4	67.5	22.5	10.0	0.0
10	2	4 275.0	4.04E-01	8.2	1081.4	67.5	27.5	5.0	0.0
10	3	2 467.5	2.35E-01	8.2	1081.4	40.0	45.0	15.0	0.0
10	4	375.0	3.19E-01	8.2	1081.4	62.5	25.0	12.5	0.0
10	5	937.5	4.04E-01	8.2	1081.4	35.0	20.0	40.0	5.0
10	6	75.0	2.35E-01	8.2	1081.4	35.0	15.0	40.0	10.0
11	1	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	2	20.0	1.99E-01	500 000.0	4.0	100.0	0.0	0.0	0.0
11	3	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	5	5.0	1.99E-01	500 000.0	4.0	100.0	0.0	0.0	0.0
11	6	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	1	232.8	4.85E-01	13 414.2	71.8	68.5	22.0	9.0	0.5
12	2	402.3	5.58E-01	10 313.9	85.6	67.5	27.5	5.0	0.0
12	3	216.8	5.00E-01	15 103.3	66.1	52.2	38.3	8.5	1.0
12	4	51.3	5.91E-01	10 231.3	86.2	62.7	24.9	12.4	0.0
12	5	75.5	5.86E-01	10 487.5	85.0	43.5	20.0	31.5	5.0
12	6	7.3	5.68E-01	11 668.4	79.0	43.0	15.5	34.5	7.0
13	1	22 643.0	1.20E-01	1 114.4	19.7	66.1	22.4	9.4	2.1
13	2	74 695.0	2.03E-01	1 089.5	17.6	67.0	27.4	5.1	0.5
13	3	45 117.5	1.23E-01	1 136.6	21.8	35.8	42.8	17.9	3.5
13	4	6 162.0	1.19E-01	1 080.8	16.2	62.2	24.9	12.4	0.5
13	5	16 115.8	2.04E-01	1 086.8	16.9	39.8	19.9	34.8	5.5
13	6	1 224.3	1.20E-01	1 011.9	18.2	35.5	15.0	40.0	9.5
14	1	7 073.3	1.55E+00	60.0	1.3	67.2	22.4	10.0	0.5
14	2	5 763.5	1.13E-01	60.0	20.3	67.2	27.4	5.0	0.5
14	3	9 235.3	1.33E-01	92.9	542.6	25.4	63.7	10.4	0.5
14	4	545.8	5.39E+00	63.5	0.6	61.0	24.4	12.2	2.4
14	5	1 622.8	1.38E-01	91.8	1049.6	35.0	60.0	5.0	0.0
14	6	208.3	2.25E+00	92.1	20.9	32.7	59.8	5.0	2.5

表 27c

2010 年的单点传送上行链路（较高用户密度的情况） 的市场特征（共 3 部分，第 3 部分）

SC	SE	用户密度 (用户/km <sup>2</sup> )	每用户会晤到 达速率 (会晤/h/用户)	平均业务 比特率 (kbit/s)	平均会晤 时长 (s)	移动性比率			
						固定	低速	高速	超高速
15	1	31 044.5	4.55E+00	6.2	9.4	67.5	22.5	10.0	0.0
15	2	105 827.0	4.91E+00	6.2	11.5	67.5	27.5	5.0	0.0
15	3	62 533.8	4.79E+00	6.9	7.9	34.8	44.8	19.9	0.5
15	4	8 780.0	4.63E+00	6.2	9.4	62.5	25.0	12.5	0.0
15	5	23 095.5	5.30E+00	6.2	9.4	45.0	15.0	35.0	5.0
15	6	1 735.0	5.01E+00	6.2	9.4	35.0	15.0	40.0	10.0
16	1	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	2	50.0	1.99E-01	20 000.0	6.0	80.0	20.0	0.0	0.0
16	3	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	5	10.0	1.99E-01	20 000.0	6.0	80.0	20.0	0.0	0.0
16	6	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	1	285.5	0.00E+00	5 671.5	85.8	55.0	25.0	20.0	0.0
17	2	945.3	1.99E-01	6 745.7	95.1	67.5	27.5	5.0	0.0
17	3	598.0	0.00E+00	6 230.1	87.6	11.0	69.0	20.0	0.0
17	4	74.5	0.00E+00	5 598.0	86.4	45.0	30.0	25.0	0.0
17	5	203.0	1.99E-01	6 607.1	95.1	45.0	20.0	30.0	5.0
17	6	15.3	0.00E+00	5 806.8	87.0	5.5	10.0	69.5	15.0
18	1	600.0	1.00E-01	574.0	8.0	80.0	20.0	0.0	0.0
18	2	1 300.0	9.96E-01	595.0	16.0	80.0	20.0	0.0	0.0
18	3	20.0	1.00E-01	990.0	2.0	60.0	20.0	20.0	0.0
18	4	100.0	1.00E-01	1 030.0	7.0	80.0	20.0	0.0	0.0
18	5	70.0	9.96E-01	653.0	15.0	60.0	20.0	20.0	0.0
18	6	10.0	1.00E-01	1 030.0	7.0	60.0	20.0	15.0	5.0
19	1	500.0	1.00E-01	144.0	5.0	80.0	20.0	0.0	0.0
19	2	1 000.0	2.99E-01	144.0	5.0	80.0	20.0	0.0	0.0
19	3	50.0	1.00E-01	144.0	5.0	60.0	20.0	15.0	5.0
19	4	50.0	1.00E-01	144.0	5.0	80.0	20.0	0.0	0.0
19	5	50.0	1.00E-01	144.0	5.0	60.0	20.0	20.0	0.0
19	6	10.0	1.00E-01	144.0	5.0	60.0	20.0	15.0	5.0
20	1	1 000.0	1.00E-01	16.0	6.0	80.0	20.0	0.0	0.0
20	2	1 000.0	2.99E-01	16.0	10.0	80.0	20.0	0.0	0.0
20	3	1 209.0	3.70E-01	13.2	2.5	35.0	45.0	20.0	0.0
20	4	100.0	1.00E-01	16.0	6.0	80.0	20.0	0.0	0.0
20	5	457.5	5.09E-01	13.2	3.7	35.0	20.0	40.0	5.0
20	6	39.0	3.70E-01	13.2	2.5	32.5	15.0	42.5	10.0

表 27d

2010 年的多点传送下行链路（较高用户密度的情况）的市场特征

SC	SE	用户密度 (用户/km <sup>2</sup> )	每用户会晤到 达速率 (会晤/h/用户)	平均业务 比特率 (kbit/s)	平均会晤 时长 (s)	移动性比率			
						固定	低速	高速	超高速
2	1	50.0	0.1	20 000.0	3 585.4	100	0	0	0
2	2	10.0	0.4	20 000.0	1 344.5	100	0	0	0
2	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0
2	4	20.0	0.1	20 000.0	3 585.4	100	0	0	0
2	5	3.0	0.4	20 000.0	597.6	100	0	0	0
2	6	1.0	0.1	20 000.0	3 585.4	100	0	0	0
3	1	380.0	0.4	1 424.2	273.6	83	17	0	0
3	2	450.0	0.6	922.7	384.1	84	16	0	0
3	3	60.0	0.4	1 192.0	149.4	82	18	0	0
3	4	100.0	1.3	731.7	248.5	86	14	0	0
3	5	55.0	1.4	623.4	336.1	87	13	0	0
3	6	2.8	0.8	679.9	223.3	87	13	0	0

表 28a

2015 年的市场特征（较高用户密度的情况）

SC	$U$ (%)	$Q$ (%)	$R$ (%)	$\mu$ (%)	移动性比率
1	25	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
2	25	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
3	25	30	30	30	2
4	25	30	30	30	2
5	25	30	30	30	2
6	25	30	30	30	1
7	25	30	30	30	2
8	25	30	30	30	2
9	25	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
10	25	30	30	30	2
11	25	30	30	30	1
12	25	30	30	30	2
13	25	30	30	30	2
14	25	30	30	30	2
15	25	30	30	30	2
16	25	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
17	25	30	30	30	2
18	25	30	30	30	2
19	25	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
20	25	30	30	30	2

表 28b

2015 年的单点传送下行链路（较高用户密度的情况）的市场特征（共 3 部分，第 1 部分）

SC	SE	用户密度 (用户/km <sup>2</sup> )	每用户会晤到 达速率 (会晤/h/用户)	平均业务 比特率 (kbit/s)	平均会晤 时长 (s)	移动性比率			
						固定	低速	高速	超高速
1	1	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	2	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	3	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	5	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	6	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	2	46.0	5.98E-01	20 000.0	106.0	100.0	0.0	0.0	0.0
2	3	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	5	7.0	5.98E-01	20 000.0	102.0	100.0	0.0	0.0	0.0
2	6	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	1	11 981.0	2.54E-01	505.3	162.5	69.0	21.0	10.0	0.0
3	2	24 526.8	4.02E-01	379.1	147.3	69.0	26.0	5.0	0.0
3	3	16 618.5	2.15E-01	467.4	107.1	47.0	43.0	10.0	0.0
3	4	1771.5	5.60E-01	290.2	156.1	65.5	22.0	12.5	0.0
3	5	3 764.0	6.27E-01	275.2	126.6	49.0	16.0	30.0	5.0
3	6	275.3	1.65E-01	282.4	121.2	46.0	11.5	35.0	7.5
4	1	9 879.5	5.81E-01	88.0	428.5	73.8	11.9	9.5	4.8
4	2	9 917.8	5.81E-01	88.0	428.5	73.1	16.5	5.7	4.7
4	3	13 139.3	6.03E-01	99.2	449.5	50.0	32.4	13.0	4.6
4	4	10.3	6.43E-01	88.0	428.5	69.0	14.3	11.9	4.8
4	5	26.5	6.09E-01	96.4	443.2	53.8	8.5	33.2	4.5
4	6	11.0	6.29E-01	91.5	434.8	50.5	7.8	34.5	7.3
5	1	31 362.5	7.97E-01	15.3	231.5	62.6	22.4	9.3	5.6
5	2	63 240.3	9.93E-01	15.3	231.0	62.0	25.5	6.9	5.6
5	3	42 105.5	9.15E-01	15.3	252.1	37.7	42.5	14.2	5.7
5	4	4 062.0	1.56E+00	15.3	205.9	59.0	23.6	11.8	5.7
5	5	8 689.0	2.02E+00	11.8	255.1	34.1	23.4	36.6	5.9
5	6	781.5	1.54E+00	15.3	205.2	36.1	18.3	36.1	9.6
6	1	111.0	2.00E-02	321 000.0	150.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	2	111.0	2.00E-02	321 000.0	150.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	3	148.0	2.20E-02	321 000.0	150.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	5	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	6	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	1	2 229.0	2.10E-02	2 009.6	1 054.8	55.0	25.0	20.0	0.0
7	2	9 524.8	3.16E-01	7 400.0	1 092.6	65.3	20.5	7.3	6.8
7	3	439.0	9.45E-02	10 571.5	309.9	31.7	42.1	18.8	7.4
7	4	611.3	2.25E-02	2 000.0	1 080.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	5	37.3	5.42E-01	9 570.7	368.4	48.0	13.2	32.4	6.4
7	6	124.8	2.40E-02	2 200.2	1 014.9	27.9	11.4	45.3	15.4

表 28b

2015 年的单点传送下行链路（较高用户密度的情况）的市场特征（共 3 部分，第 2 部分）

SC	SE	用户密度 (用户/km <sup>2</sup> )	每用户会晤到 达速率 (会晤/h/用户)	平均业务 比特率 (kbit/s)	平均会晤 时长 (s)	移动性比率			
						固定	低速	高速	超高速
8	1	6 857.8	1.60E-01	700.8	413.9	72.5	17.5	10.0	0.0
8	2	13 632.5	5.83E-01	868.8	413.9	64.4	20.0	8.4	7.1
8	3	9 314.0	4.61E-01	868.8	412.4	46.1	36.9	9.2	7.8
8	4	1 142.5	2.52E-01	700.8	413.9	67.5	20.0	12.5	0.0
8	5	3 053.5	6.02E-01	868.8	413.6	46.3	18.1	27.8	7.9
8	6	230.8	4.63E-01	868.8	413.6	39.0	16.5	36.7	7.8
9	1	306.0	3.98E-01	144.0	10.0	90.0	10.0	0.0	0.0
9	2	408.0	5.98E-01	144.0	38.0	90.0	10.0	0.0	0.0
9	3	51.0	1.99E-01	144.0	38.0	80.0	10.0	10.0	0.0
9	4	51.0	3.98E-01	144.0	10.0	90.0	10.0	0.0	0.0
9	5	102.0	5.98E-01	144.0	38.0	70.0	10.0	20.0	0.0
9	6	10.0	1.99E-01	144.0	10.0	80.0	10.0	10.0	0.0
10	1	204.0	3.98E-01	16.0	2.0	80.0	20.0	0.0	0.0
10	2	306.0	5.98E-01	16.0	2.0	80.0	20.0	0.0	0.0
10	3	51.0	1.99E-01	16.0	2.0	70.0	20.0	10.0	0.0
10	4	51.0	3.98E-01	16.0	2.0	80.0	20.0	0.0	0.0
10	5	51.0	5.98E-01	16.0	2.0	60.0	20.0	20.0	0.0
10	6	10.0	1.99E-01	16.0	2.0	65.0	20.0	10.0	5.0
11	1	27.8	2.40E-02	321 000.0	18.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	2	42.8	1.75E-01	321 000.0	61.5	100.0	0.0	0.0	0.0
11	3	14 092.8	2.99E-01	36 825.4	3.3	10.0	70.0	20.0	0.0
11	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	5	5 209.5	5.79E-01	175 503.1	27.2	100.0	0.0	0.0	0.0
11	6	390.5	3.00E-01	36 433.0	3.3	5.0	10.0	70.0	15.0
12	1	13 253.5	9.39E-01	9 869.7	19.2	67.5	22.5	10.0	0.0
12	2	41 696.3	2.13E-01	9 450.9	73.1	67.5	27.5	5.0	0.0
12	3	32 679.0	2.02E-01	10 141.0	70.1	46.2	44.2	9.5	0.0
12	4	3 899.0	9.51E-01	9 425.3	18.5	62.5	25.0	12.5	0.0
12	5	11 992.0	2.01E-01	9 465.8	70.1	42.5	20.0	32.5	5.0
12	6	985.3	7.82E-01	9 599.7	19.2	40.5	15.0	37.0	7.5
13	1	29 994.5	2.65E+00	1 372.5	62.3	66.1	23.4	10.4	0.0
13	2	85 808.5	3.24E+00	1 372.5	53.9	67.0	27.9	5.1	0.0
13	3	56 159.5	2.89E+00	1 372.5	64.4	36.7	45.2	18.1	0.0
13	4	6 601.8	3.45E+00	870.3	44.8	62.5	25.0	12.5	0.0
13	5	17 283.8	3.72E+00	888.5	44.8	40.0	20.0	35.0	5.0
13	6	1 312.5	3.44E+00	936.2	46.0	36.0	15.0	40.0	9.0
14	1	12 245.5	1.60E-01	125.8	23.8	67.2	22.4	10.0	0.5
14	2	12 245.5	1.74E-01	126.5	23.8	67.2	27.4	5.0	0.5
14	3	19 735.8	2.07E-01	176.5	352.9	25.4	63.7	10.4	0.5
14	4	63.0	2.68E-01	48.8	51.4	61.3	22.1	12.3	4.4
14	5	2 293.8	2.10E-01	177.2	1 021.6	35.0	60.0	5.0	0.0
14	6	180.8	2.15E-01	178.1	938.2	32.7	59.8	5.0	2.5

表 28b

2015 年的单点传送下行链路（较高用户密度的情况）的市场特征（共 3 部分，第 3 部分）

SC	SE	用户密度 (用户/km <sup>2</sup> )	每用户会晤到 达速率 (会晤/h/用户)	平均业务 比特率 (kbit/s)	平均会晤 时长 (s)	移动性比率			
						固定	低速	高速	超高速
15	1	13 082.0	1.60E+00	9.7	14.9	67.2	22.4	10.0	0.5
15	2	40 999.5	2.29E+00	8.3	17.2	67.5	27.5	5.0	0.0
15	3	24 818.8	1.35E+00	35.2	16.6	33.5	38.9	26.6	1.0
15	4	3 376.0	1.74E+00	7.6	14.2	62.5	25.0	12.5	0.0
15	5	9 081.0	2.29E+00	54.7	15.6	44.3	13.4	37.8	4.5
15	6	684.5	1.72E+00	85.3	15.6	34.5	14.5	40.5	10.5
16	1	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	2	51.0	3.98E-01	20 000.0	108.0	80.0	20.0	0.0	0.0
16	3	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	5	10.0	3.98E-01	20 000.0	108.0	80.0	20.0	0.0	0.0
16	6	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	1	1 771.5	6.49E-01	8 136.4	86.4	55.0	25.0	20.0	0.0
17	2	6 184.3	9.49E-01	9 623.9	153.9	67.5	27.5	5.0	0.0
17	3	3 778.0	6.58E-01	8 426.8	87.3	10.0	70.0	20.0	0.0
17	4	510.3	6.72E-01	8 061.6	86.4	45.0	30.0	25.0	0.0
17	5	1 362.5	9.53E-01	9 553.9	153.9	45.0	20.0	30.0	5.0
17	6	102.8	6.69E-01	8 178.7	86.7	5.0	10.0	70.0	15.0
18	1	2 496.5	8.14E-01	1 001.8	17.6	67.5	22.5	10.0	0.0
18	2	10 152.3	1.07E+00	1 016.5	27.8	67.5	27.5	5.0	0.0
18	3	20.0	1.99E-01	990.0	11.0	60.0	20.0	20.0	0.0
18	4	687.8	8.14E-01	1 321.0	16.1	62.5	25.0	12.5	0.0
18	5	71.0	1.99E+00	653.0	72.0	60.0	20.0	20.0	0.0
18	6	129.8	8.14E-01	1 321.0	16.1	32.5	15.0	42.5	10.0
19	1	510.0	1.99E-01	144.0	10.0	80.0	20.0	0.0	0.0
19	2	1 020.0	5.98E-01	144.0	10.0	80.0	20.0	0.0	0.0
19	3	51.0	1.99E-01	144.0	10.0	60.0	20.0	15.0	5.0
19	4	51.0	1.99E-01	144.0	10.0	80.0	20.0	0.0	0.0
19	5	51.0	1.99E-01	144.0	10.0	60.0	20.0	20.0	0.0
19	6	10.0	1.99E-01	144.0	10.0	60.0	20.0	15.0	5.0
20	1	1 020.0	1.99E-01	16.0	12.0	80.0	20.0	0.0	0.0
20	2	1 020.0	5.98E-01	16.0	20.0	80.0	20.0	0.0	0.0
20	3	102.0	1.99E-01	16.0	12.0	60.0	20.0	20.0	0.0
20	4	102.0	1.99E-01	16.0	12.0	80.0	20.0	0.0	0.0
20	5	51.0	5.98E-01	16.0	20.0	60.0	20.0	20.0	0.0
20	6	10.0	1.99E-01	16.0	12.0	60.0	20.0	15.0	5.0

表 28c

2015 年的单点传送上行链路（较高用户密度的情况）的市场特征（共 3 部分，第 1 部分）

SC	SE	用户密度 (用户/km <sup>2</sup> )	每用户会晤到 达速率 (会晤/h/用户)	平均业务 比特率 (kbit/s)	平均会晤 时长 (s)	移动性比率			
						固定	低速	高速	超高速
1	1	0	0.00E+00	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	2	0	0.00E+00	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	3	0	0.00E+00	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	4	0	0.00E+00	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	5	0	0.00E+00	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	6	0	0.00E+00	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1	51	1.99E-01	20 000	3 586	100.0	0.0	0.0	0.0
2	2	56	5.61E-01	20 000	129	100.0	0.0	0.0	0.0
2	3	0	0.00E+00	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	4	20	1.99E-01	20 000	3 586	100.0	0.0	0.0	0.0
2	5	10	5.98E-01	20 000	17	100.0	0.0	0.0	0.0
2	6	1	1.99E-01	20 000	3 586	100.0	0.0	0.0	0.0
3	1	12 272	2.54E-01	495.7	187	69.0	21.0	10.0	0.0
3	2	24 871	4.01E-01	322.7	150.6	69.5	25.5	5.0	0.0
3	3	16 664.25	2.15E-01	393.6	130.4	46.5	43.5	10.0	0.0
3	4	1 848	5.50E-01	275.2	173.6	66.0	21.5	12.5	0.0
3	5	3 806	6.14E-01	275.2	138.3	49.0	16.0	30.0	5.0
3	6	277.5	1.62E-01	275.2	128.4	46.0	11.5	35.0	7.5
4	1	9 879.5	5.81E-01	88	1 504.3	73.8	11.9	9.5	4.8
4	2	9 917.75	5.81E-01	88	1 504.3	73.1	16.5	5.7	4.7
4	3	13 139.25	6.03E-01	992.1	1 525.3	50.0	32.4	13.0	4.6
4	4	10.25	6.43E-01	88	1 504.3	69.0	14.3	11.9	4.8
4	5	26.5	6.09E-01	782.7	1519	53.8	8.5	33.2	4.5
4	6	11	6.29E-01	417.9	1 510.6	50.5	7.8	34.5	7.3
5	1	31 362.5	7.97E-01	15.3	231.5	62.6	22.4	9.3	5.6
5	2	63 240.25	9.93E-01	15.3	231	62.0	25.5	6.9	5.6
5	3	42 105.5	9.15E-01	15.3	252.1	37.7	42.5	14.2	5.7
5	4	4 062	1.56E+00	15.3	205.9	59.0	23.6	11.8	5.7
5	5	8 689	2.02E+00	11.8	255.1	34.1	23.4	36.6	5.9
5	6	781.5	1.54E+00	15.3	205.2	36.1	18.3	36.1	9.6
6	1	111	2.00E-02	302 293.9	150	0.0	0.0	0.0	0.0
6	2	111	2.00E-02	302 293.9	150	0.0	0.0	0.0	0.0
6	3	148	2.20E-02	302 293.9	150	0.0	0.0	0.0	0.0
6	4	0	0.00E+00	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	5	0	0.00E+00	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	6	0	0.00E+00	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	1	191.5	6.00E-03	10 400	45	55.0	25.0	20.0	0.0
7	2	335	4.14E-01	10 400	388.2	65.3	20.5	7.3	6.8
7	3	439	9.45E-02	10 438.5	309.9	31.7	42.1	18.8	7.4
7	4	0	0.00E+00	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	5	37.25	5.42E-01	10 529.4	334.8	48.0	13.2	32.4	6.4
7	6	2.5	1.06E-01	10 457.1	302.1	27.9	11.4	45.3	15.4

表 28c

2015 年的单点传送上行链路（较高用户密度的情况）的市场特征（共 3 部分，第 2 部分）

SC	SE	用户密度 (用户/km <sup>2</sup> )	每用户会晤到 达速率 (会晤/h/用户)	平均业务 比特率 (kbit/s)	平均会晤 时长 (s)	移动性比率			
						固定	低速	高速	超高速
8	1	13 073.5	2.51E-01	750.9	335.2	72.5	17.5	10.0	0.0
8	2	29 299	6.57E-01	780	365.5	72.1	22.4	5.0	0.5
8	3	22 739.75	3.96E-01	801.3	363.7	49.8	39.8	10.0	0.5
8	4	1 879.75	3.51E-01	749.7	365.8	67.5	20.0	12.5	0.0
8	5	5 030.75	4.91E-01	750	365.2	50.0	15.0	30.0	5.0
8	6	380.25	3.52E-01	750.9	364.6	42.5	10.0	40.0	7.5
9	1	306	3.98E-01	144	14	90.0	10.0	0.0	0.0
9	2	408	5.98E-01	144	57	90.0	10.0	0.0	0.0
9	3	51	1.99E-01	144	57	80.0	10.0	10.0	0.0
9	4	51	3.98E-01	144	14	90.0	10.0	0.0	0.0
9	5	102	5.98E-01	144	57	70.0	10.0	20.0	0.0
9	6	10	1.99E-01	144	14	80.0	10.0	10.0	0.0
10	1	2103	5.79E-01	8.3	1 082.8	67.5	22.5	10.0	0.0
10	2	7 249.5	7.19E-01	8.3	1 082.8	67.5	27.5	5.0	0.0
10	3	4 250.25	4.39E-01	8.3	1 082.8	40.0	45.0	15.0	0.0
10	4	623.25	5.79E-01	8.3	1 082.8	62.5	25.0	12.5	0.0
10	5	1 598.25	7.19E-01	8.3	1 082.8	35.0	20.0	40.0	5.0
10	6	124.5	4.39E-01	8.3	1 082.8	35.0	15.0	40.0	10.0
11	1	27.75	2.40E-02	304 587.8	18	0.0	0.0	0.0	0.0
11	2	42.75	1.75E-01	304 587.8	22.9	100.0	0.0	0.0	0.0
11	3	37	3.00E-02	304 587.8	18	0.0	0.0	0.0	0.0
11	4	0	0.00E+00	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	5	5	3.98E-01	500 000	7	100.0	0.0	0.0	0.0
11	6	0	0.00E+00	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	1	11 217.5	1.54E-01	10 435.7	25	68.5	22.0	9.0	0.5
12	2	39 423.25	1.50E-01	8 246.3	23.8	67.5	27.5	5.0	0.0
12	3	23 809.25	1.56E-01	11 734.9	25.9	52.2	38.3	8.5	1.0
12	4	3 288.25	1.51E-01	8 176.6	23.8	62.7	24.9	12.4	0.0
12	5	8707	1.51E-01	8 344.5	23.8	43.5	20.0	31.5	5.0
12	6	654.75	1.52E-01	9 145.3	24.4	43.0	15.5	34.5	7.0
13	1	20 780.75	2.12E-01	1 149.5	35.2	66.1	22.4	9.4	2.1
13	2	48 677.25	3.85E-01	1 180.1	26.1	67.0	27.4	5.1	0.5
13	3	34 998	2.29E-01	1 181.9	37.3	35.8	42.8	17.9	3.5
13	4	3 380.5	2.37E-01	1 229.3	21.9	62.2	24.9	12.4	0.5
13	5	8 693.75	4.10E-01	1 227.8	22.6	39.8	19.9	34.8	5.5
13	6	668.25	2.41E-01	1 135.5	25.9	35.5	15.0	40.0	9.5
14	1	13 650	1.02E+00	60	3.6	67.2	22.4	10.0	0.5
14	2	12 245.5	1.74E-01	60	22.4	67.2	27.4	5.0	0.5
14	3	19 735.75	2.07E-01	94.3	351.5	25.4	63.7	10.4	0.5
14	4	578.25	6.91E+00	68.4	1.5	61.0	24.4	12.2	2.4
14	5	2 293.75	2.10E-01	92.1	1 020.2	35.0	60.0	5.0	0.0
14	6	265	2.46E+00	93	23.9	32.7	59.8	5.0	2.5



表 28c

2015 年的单点传送上行链路（较高用户密度的情况）的市场特征（共 3 部分，第 3 部分）

SC	SE	用户密度 (用户/km <sup>2</sup> )	每用户会晤到 达速率 (会晤/h/用户)	平均业务 比特率 (kbit/s)	平均会晤 时长 (s)	移动性比率			
						固定	低速	高速	超高速
15	1	32 207	8.69E+00	7.6	17.8	67.5	22.5	10.0	0.0
15	2	109 849.5	9.40E+00	6.9	22.3	67.5	27.5	5.0	0.0
15	3	65 052.75	8.76E+00	8.3	15.1	34.8	44.8	19.9	0.5
15	4	9 113.5	8.84E+00	6.9	17.8	62.5	25.0	12.5	0.0
15	5	23 982.5	9.78E+00	7.6	17.8	45.0	15.0	35.0	5.0
15	6	1802	9.22E+00	7.6	17.8	35.0	15.0	40.0	10.0
16	1	0	0.00E+00	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	2	51	3.98E-01	20 000	12	80.0	20.0	0.0	0.0
16	3	0	0.00E+00	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	4	0	0.00E+00	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	5	10	3.98E-01	20 000	12	80.0	20.0	0.0	0.0
16	6	0	0.00E+00	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	1	298.25	5.06E-01	9 044.5	85.8	55.0	25.0	20.0	0.0
17	2	880.75	9.02E-01	10 442.9	105.9	67.5	27.5	5.0	0.0
17	3	596	5.50E-01	11 004.2	93.9	11.0	69.0	20.0	0.0
17	4	68.25	6.35E-01	8 482.3	87.3	45.0	30.0	25.0	0.0
17	5	184	9.31E-01	9 920.7	104.4	45.0	20.0	30.0	5.0
17	6	14.25	6.17E-01	9 351.5	89.7	5.5	10.0	69.5	15.0
18	1	612	1.99E-01	574	17	80.0	20.0	0.0	0.0
18	2	1 326	1.99E+00	595	32	80.0	20.0	0.0	0.0
18	3	20	1.99E-01	990	5	60.0	20.0	20.0	0.0
18	4	102	1.99E-01	1 030	15	80.0	20.0	0.0	0.0
18	5	71	1.99E+00	653	31	60.0	20.0	20.0	0.0
18	6	10	1.99E-01	1 030	15	60.0	20.0	15.0	5.0
19	1	510	1.99E-01	144	10	80.0	20.0	0.0	0.0
19	2	1 020	5.98E-01	144	10	80.0	20.0	0.0	0.0
19	3	51	1.99E-01	144	10	60.0	20.0	15.0	5.0
19	4	51	1.99E-01	144	10	80.0	20.0	0.0	0.0
19	5	51	1.99E-01	144	10	60.0	20.0	20.0	0.0
19	6	10	1.99E-01	144	10	60.0	20.0	15.0	5.0
20	1	1 020	1.99E-01	16	12	80.0	20.0	0.0	0.0
20	2	1 020	5.98E-01	16	20	80.0	20.0	0.0	0.0
20	3	1 210.5	4.39E-01	13.2	4.3	35.0	45.0	20.0	0.0
20	4	102	1.99E-01	16	12	80.0	20.0	0.0	0.0
20	5	458.25	7.19E-01	13.2	6.7	35.0	20.0	40.0	5.0
20	6	39	4.39E-01	13.2	4.3	32.5	15.0	42.5	10.0

表 28d

2015 年的多点传送下行链路（较高用户密度的情况）的市场特征

SC	SE	用户密度 (用户/km <sup>2</sup> )	每用户会晤到 达速率 (会晤/h/用户)	平均业务 比特率 (kbit/s)	平均会晤 时长 (s)	移动性比率			
						固定	低速	高速	超高速
2	1	51.0	0.2	20 000.0	7 172.1	100.0	0.0	0.0	0.0
2	2	10.2	0.8	20 000.0	2 689.6	100.0	0.0	0.0	0.0
2	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	4	20.4	0.2	20 000.0	7 172.1	100.0	0.0	0.0	0.0
2	5	3.1	0.8	20 000.0	1 195.4	100.0	0.0	0.0	0.0
2	6	1.0	0.2	20 000.0	7 172.1	100.0	0.0	0.0	0.0
3	1	387.6	0.8	1 424.2	547.3	83.0	17.0	0.0	0.0
3	2	459.0	1.2	922.7	768.4	84.0	16.0	0.0	0.0
3	3	61.2	0.8	1 192.0	298.8	82.0	18.0	0.0	0.0
3	4	102.0	2.6	731.7	497.0	86.0	14.0	0.0	0.0
3	5	56.1	2.8	623.4	672.4	87.0	13.0	0.0	0.0
3	6	2.7	1.6	679.9	446.7	87.0	13.0	0.0	0.0

表 29a

2020 年的市场特征（较高用户密度的情况）

SC	<i>U</i> (%)	<i>Q</i> (%)	<i>R</i> (%)	$\mu$ (%)	移动性比率
1	25	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
2	25	30	30	30	2
3	25	30	30	30	2
4	25	30	30	30	2
5	25	30	30	30	2
6	25	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
7	25	30	30	30	2
8	25	30	30	30	2
9	25	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
10	25	30	30	30	2
11	25	30	30	30	1
12	25	30	30	30	2
13	25	30	30	30	2
14	25	30	30	30	2
15	25	30	30	30	2
16	25	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
17	25	30	30	30	2
18	25	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
19	25	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
20	25	30	30	30	2

表 29b

2020 年的多点传送下行链路（较高用户密度的情况）的市场特征（共 3 部分，第 1 部分）

SC	SE	用户密度 (用户/km <sup>2</sup> )	每用户会晤到 达速率 (会晤/h/用户)	平均业务 比特率 (kbit/s)	平均会晤 时长 (s)	移动性比率			
						固定	低速	高速	超高速
1	1	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	2	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	3	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	5	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	6	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1	4 730.0	1.44E-01	11 240.0	360.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	2	17 062.5	7.07E-01	11 240.0	513.3	100.0	0.0	0.0	0.0
2	3	10 216.8	1.44E-01	11 240.0	360.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	4	1 419.0	1.44E-01	11 240.0	360.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	5	3 789.3	7.07E-01	11 240.0	508.4	100.0	0.0	0.0	0.0
2	6	283.8	1.44E-01	11 240.0	360.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	1	18 096.0	3.84E-01	506.0	231.3	69.0	21.0	10.0	0.0
3	2	35 528.0	6.30E-01	379.8	214.8	69.0	26.0	5.0	0.0
3	3	26 291.5	3.01E-01	470.9	146.9	47.0	43.0	10.0	0.0
3	4	2 338.5	8.88E-01	290.2	229.2	65.5	22.0	12.5	0.0
3	5	5266.3	1.04E+00	275.2	172.2	49.0	16.0	30.0	5.0
3	6	387.8	2.99E-01	282.4	161.1	46.0	11.5	35.0	7.5
4	1	13 089.8	9.95E-01	88.0	810.7	73.8	11.9	9.5	4.8
4	2	13 128.0	9.95E-01	88.0	810.7	73.1	16.5	5.7	4.7
4	3	17 421.0	1.02E+00	123.0	833.8	49.8	32.3	13.4	4.6
4	4	14.3	1.21E+00	88.0	810.7	69.0	14.3	11.9	4.8
4	5	33.8	1.13E+00	105.0	819.8	54.3	9.5	31.7	4.5
4	6	14.5	1.18E+00	95.3	814.2	50.7	8.2	33.8	7.2
5	1	37 575.8	9.25E-01	16.0	229.0	62.6	22.4	9.3	5.6
5	2	68 203.0	1.33E+00	16.0	227.2	62.0	25.5	6.9	5.6
5	3	45 589.3	1.00E+00	15.3	252.1	37.7	42.5	14.2	5.7
5	4	4 373.8	1.70E+00	15.3	204.3	59.0	23.6	11.8	5.7
5	5	8 709.5	2.34E+00	11.8	255.1	34.1	23.4	36.6	5.9
5	6	842.8	1.68E+00	15.3	203.6	36.1	18.3	36.1	9.6
6	1	1 743.0	2.50E-02	321 000.0	150.0	55.0	25.0	20.0	0.0
6	2	1 743.0	2.50E-02	321 000.0	150.0	55.0	35.0	10.0	0.0
6	3	2 324.0	3.00E-02	321 000.0	150.0	10.0	70.0	20.0	0.0
6	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	5	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	6	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	1	5 080.5	0.00E+00	3 075.0	892.8	55.0	25.0	20.0	0.0
7	2	13 683.0	3.10E-02	8 075.5	1 136.3	72.1	22.4	5.0	0.5
7	3	2 971.8	0.00E+00	10 963.1	480.0	32.0	42.5	18.0	7.5
7	4	917.0	0.00E+00	3 000.0	1 080.0	45.0	30.0	25.0	0.0
7	5	44.3	5.92E-01	9 992.8	533.6	48.5	13.7	30.9	6.9
7	6	187.0	0.00E+00	3 409.7	988.2	5.5	10.0	69.5	15.0

表 29b

2020 年的多点传送下行链路（较高用户密度的情况）的市场特征（共 3 部分，第 2 部分）

SC	SE	用户密度 (用户/km <sup>2</sup> )	每用户会晤到 达速率 (会晤/h/用户)	平均业务 比特率 (kbit/s)	平均会晤 时长 (s)	移动性比率			
						固定	低速	高速	超高速
8	1	15 782.5	1.74E-01	700.8	123.0	72.5	17.5	10.0	0.0
8	2	15 861.0	9.32E-01	868.8	486.2	63.9	19.8	8.8	7.5
8	3	21 320.3	7.93E-01	868.8	486.2	46.1	36.9	9.2	7.8
8	4	21.0	4.11E-01	384.0	158.0	67.5	20.0	12.5	0.0
8	5	68.5	1.03E+00	868.8	493.1	46.3	18.1	27.8	7.9
8	6	9.0	7.39E-01	868.8	493.1	38.5	17.6	36.2	7.7
9	1	309.0	8.23E-01	144.0	20.0	90.0	10.0	0.0	0.0
9	2	412.0	1.23E+00	144.0	79.0	90.0	10.0	0.0	0.0
9	3	52.0	4.11E-01	144.0	79.0	80.0	10.0	10.0	0.0
9	4	52.0	8.23E-01	144.0	20.0	90.0	10.0	0.0	0.0
9	5	103.0	1.23E+00	144.0	79.0	70.0	10.0	20.0	0.0
9	6	10.0	4.11E-01	144.0	20.0	80.0	10.0	10.0	0.0
10	1	206.0	8.23E-01	16.0	4.0	80.0	20.0	0.0	0.0
10	2	309.0	1.23E+00	16.0	4.0	80.0	20.0	0.0	0.0
10	3	52.0	4.11E-01	16.0	4.0	70.0	20.0	10.0	0.0
10	4	52.0	8.23E-01	16.0	4.0	80.0	20.0	0.0	0.0
10	5	52.0	1.23E+00	16.0	4.0	60.0	20.0	20.0	0.0
10	6	10.0	4.11E-01	16.0	4.0	65.0	20.0	10.0	5.0
11	1	27.8	3.00E-02	321 000.0	18.0	55.0	25.0	20.0	0.0
11	2	43.5	3.17E-01	321 000.0	81.9	100.0	0.0	0.0	0.0
11	3	18 793.8	2.99E-01	90 141.2	6.0	10.0	70.0	20.0	0.0
11	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	5	6950.8	8.76E-01	212 984.6	53.9	100.0	0.0	0.0	0.0
11	6	521.0	3.00E-01	89 978.0	6.0	5.0	10.0	70.0	15.0
12	1	35 244.0	2.84E+00	11 059.6	33.1	67.5	22.5	10.0	0.0
12	2	120 974.5	2.57E+00	10 725.9	75.5	67.5	27.5	5.0	0.0
12	3	82 235.8	2.28E+00	11 344.8	75.2	46.0	44.0	10.0	0.0
12	4	10 549.5	2.85E+00	9 835.8	21.2	62.5	25.0	12.5	0.0
12	5	30 422.0	2.31E+00	9 858.5	21.2	42.5	20.0	32.5	5.0
12	6	2 373.3	2.56E+00	9 953.7	21.2	40.5	15.0	37.0	7.5
13	1	14 325.3	2.43E-01	1 360.5	149.3	65.1	23.3	11.6	0.0
13	2	14 293.5	5.03E-01	1 360.8	148.6	64.7	29.9	5.4	0.0
13	3	17 566.0	3.29E-01	1 359.6	156.3	36.5	45.7	17.8	0.0
13	4	75.5	9.70E-01	1 358.1	176.6	62.5	25.0	12.5	0.0
13	5	110.8	1.76E+00	1 358.1	175.2	40.0	20.0	35.0	5.0
13	6	24.5	1.14E+00	1 249.6	177.9	36.0	15.0	40.0	9.0
14	1	15 514.5	2.40E-01	120.2	30.6	67.2	22.4	10.0	0.5
14	2	15 514.5	2.54E-01	121.6	30.3	67.2	27.4	5.0	0.5
14	3	26 031.8	3.12E-01	177.0	314.1	26.0	62.5	11.0	0.5
14	4	67.3	5.28E-01	48.8	66.9	61.3	22.1	12.3	4.4
14	5	2 977.3	2.97E-01	177.8	981.0	35.0	60.0	5.0	0.0
14	6	233.3	3.23E-01	177.6	852.6	32.7	59.8	5.0	2.5

表 29b

2020 年的多点传送下行链路（较高用户密度的情况）的市场特征（共 3 部分，第 3 部分）

SC	SE	用户密度 (用户/km <sup>2</sup> )	每用户会晤到 达速率 (会晤/h/用户)	平均业务 比特率 (kbit/s)	平均会晤 时长 (s)	移动性比率			
						固定	低速	高速	超高速
15	1	13 139.8	2.06E+00	11.5	30.0	66.5	22.2	9.9	1.5
15	2	41 089.8	3.15E+00	7.9	33.2	67.2	27.4	5.0	0.5
15	3	25 608.0	1.23E+00	20.1	35.9	33.3	38.2	26.5	2.0
15	4	3 382.0	2.47E+00	7.0	27.2	62.5	25.0	12.5	0.0
15	5	9 313.8	3.14E+00	30.1	29.3	44.0	12.5	39.5	4.0
15	6	702.8	2.47E+00	36.5	30.7	34.5	14.0	41.0	10.5
16	1	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	2	52.0	8.23E-01	20 000.0	222.0	80.0	20.0	0.0	0.0
16	3	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	5	10.0	8.23E-01	20 000.0	222.0	80.0	20.0	0.0	0.0
16	6	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	1	4493.3	7.13E-01	10 056.5	32.7	55.0	25.0	20.0	0.0
17	2	16 242.8	1.01E+00	9 931.2	179.5	67.5	27.5	5.0	0.0
17	3	2 969.5	8.24E-01	10 911.4	90.6	10.5	69.5	20.0	0.0
17	4	1 309.8	7.28E-01	9 481.7	32.1	45.0	30.0	25.0	0.0
17	5	1 044.0	1.43E+00	9 733.7	224.9	45.0	20.0	30.0	5.0
17	6	262.5	7.27E-01	9 816.7	32.7	5.0	10.0	70.0	15.0
18	1	618.0	4.11E-01	574.0	82.0	67.5	22.5	10.0	0.0
18	2	1 339.0	4.11E+00	595.0	153.0	67.5	27.5	5.0	0.0
18	3	21.0	4.11E-01	990.0	23.0	60.0	20.0	20.0	0.0
18	4	103.0	4.11E-01	1 030.0	72.0	62.5	25.0	12.5	0.0
18	5	72.0	4.11E+00	653.0	148.0	60.0	20.0	20.0	0.0
18	6	10.0	4.11E-01	1 030.0	72.0	32.5	15.0	42.5	10.0
19	1	515.0	4.11E-01	144.0	21.0	80.0	20.0	0.0	0.0
19	2	1 030.0	1.23E+00	144.0	21.0	80.0	20.0	0.0	0.0
19	3	52.0	4.11E-01	144.0	21.0	60.0	20.0	15.0	5.0
19	4	52.0	4.11E-01	144.0	21.0	80.0	20.0	0.0	0.0
19	5	52.0	4.11E-01	144.0	21.0	60.0	20.0	20.0	0.0
19	6	10.0	4.11E-01	144.0	21.0	60.0	20.0	15.0	5.0
20	1	1 030.0	4.11E-01	16.0	25.0	80.0	20.0	0.0	0.0
20	2	1 030.0	1.23E+00	16.0	41.0	80.0	20.0	0.0	0.0
20	3	103.0	4.11E-01	16.0	25.0	60.0	20.0	20.0	0.0
20	4	103.0	4.11E-01	16.0	25.0	80.0	20.0	0.0	0.0
20	5	52.0	1.23E+00	16.0	41.0	60.0	20.0	20.0	0.0
20	6	10.0	4.11E-01	16.0	25.0	60.0	20.0	15.0	5.0

表 29c

2020 年的多点传送上行链路（较高用户密度的情况）的市场特征（共 3 部分，第 1 部分）

SC	SE	用户密度 (用户/km <sup>2</sup> )	每用户会晤到 达速率 (会晤/h/用户)	平均业务 比特率 (kbit/s)	平均会晤 时长 (s)	移动性比率			
						固定	低速	高速	超高速
1	1	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	2	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	3	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	5	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	6	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1	4 730.0	1.44E-01	11 240.0	360.0	100.0	0.0	0.0	0.0
2	2	17 062.5	7.07E-01	11 240.0	513.3	100.0	0.0	0.0	0.0
2	3	10 216.8	1.44E-01	11 240.0	360.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	4	1 419.0	1.44E-01	11 240.0	360.0	100.0	0.0	0.0	0.0
2	5	3 789.3	7.07E-01	11 240.0	508.4	100.0	0.0	0.0	0.0
2	6	283.8	1.44E-01	11 240.0	360.0	100.0	0.0	0.0	0.0
3	1	18 096.0	3.84E-01	506.0	231.3	69.0	21.0	10.0	0.0
3	2	35 528.0	6.30E-01	379.8	214.8	69.5	25.5	5.0	0.0
3	3	26 291.5	3.01E-01	470.9	146.9	46.5	43.5	10.0	0.0
3	4	2 338.5	8.88E-01	290.2	229.2	66.0	21.5	12.5	0.0
3	5	5 266.3	1.04E+00	275.2	172.2	49.0	16.0	30.0	5.0
3	6	387.8	2.99E-01	282.4	161.1	46.0	11.5	35.0	7.5
4	1	13 089.8	9.95E-01	88.0	810.7	73.8	11.9	9.5	4.8
4	2	13 128.0	9.95E-01	88.0	810.7	73.1	16.5	5.7	4.7
4	3	17 421.0	1.02E+00	123.0	833.8	49.8	32.3	13.4	4.6
4	4	14.3	1.21E+00	88.0	810.7	69.0	14.3	11.9	4.8
4	5	33.8	1.13E+00	105.0	819.8	54.3	9.5	31.7	4.5
4	6	14.5	1.18E+00	95.3	814.2	50.7	8.2	33.8	7.2
5	1	37 575.8	9.25E-01	16.0	229.0	62.6	22.4	9.3	5.6
5	2	68 203.0	1.33E+00	16.0	227.2	62.0	25.5	6.9	5.6
5	3	45 589.3	1.00E+00	15.3	252.1	37.7	42.5	14.2	5.7
5	4	4 373.8	1.70E+00	15.3	204.3	59.0	23.6	11.8	5.7
5	5	8 709.5	2.34E+00	11.8	255.1	34.1	23.4	36.6	5.9
5	6	842.8	1.68E+00	15.3	203.6	36.1	18.3	36.1	9.6
6	1	1 743.0	2.50E-02	321 000.0	150.0	55.0	25.0	20.0	0.0
6	2	1 743.0	2.50E-02	321 000.0	150.0	55.0	35.0	10.0	0.0
6	3	2 324.0	3.00E-02	321 000.0	150.0	10.0	70.0	20.0	0.0
6	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	5	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	6	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	1	5 080.5	0.00E+00	3 075.0	892.8	55.0	25.0	20.0	0.0
7	2	13 683.0	3.10E-02	8 075.5	1 136.3	65.9	20.7	7.4	6.0
7	3	2 971.8	0.00E+00	10 963.1	480.0	32.0	42.5	18.0	7.5
7	4	917.0	0.00E+00	3 000.0	1 080.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	5	44.3	5.92E-01	9 992.8	533.6	48.5	13.7	30.9	6.9
7	6	187.0	0.00E+00	3 409.7	988.2	28.5	12.0	44.0	15.5

表 29c

2020 年的多点传送上行链路（较高用户密度的情况）的市场特征（共 3 部分，第 2 部分）

SC	SE	用户密度 (用户/km <sup>2</sup> )	每用户会晤到 达速率 (会晤/h/用户)	平均业务 比特率 (kbit/s)	平均会晤 时长 (s)	移动性比率			
						固定	低速	高速	超高速
8	1	15 782.5	1.74E-01	700.8	123.0	72.5	17.5	10.0	0.0
8	2	15 861.0	9.32E-01	868.8	486.2	70.0	21.7	6.3	1.9
8	3	21 320.3	7.93E-01	868.8	486.2	48.3	38.6	9.7	3.4
8	4	21.0	4.11E-01	384.0	158.0	67.5	20.0	12.5	0.0
8	5	68.5	1.03E+00	868.8	493.1	50.0	15.0	30.0	5.0
8	6	9.0	7.39E-01	868.8	493.1	42.5	10.0	40.0	7.5
9	1	309.0	8.23E-01	144.0	20.0	90.0	10.0	0.0	0.0
9	2	412.0	1.23E+00	144.0	79.0	90.0	10.0	0.0	0.0
9	3	52.0	4.11E-01	144.0	79.0	80.0	10.0	10.0	0.0
9	4	52.0	8.23E-01	144.0	20.0	90.0	10.0	0.0	0.0
9	5	103.0	1.23E+00	144.0	79.0	70.0	10.0	20.0	0.0
9	6	10.0	4.11E-01	144.0	20.0	80.0	10.0	10.0	0.0
10	1	206.0	8.23E-01	16.0	4.0	67.5	22.5	10.0	0.0
10	2	309.0	1.23E+00	16.0	4.0	67.5	27.5	5.0	0.0
10	3	52.0	4.11E-01	16.0	4.0	40.0	45.0	15.0	0.0
10	4	52.0	8.23E-01	16.0	4.0	62.5	25.0	12.5	0.0
10	5	52.0	1.23E+00	16.0	4.0	35.0	20.0	40.0	5.0
10	6	10.0	4.11E-01	16.0	4.0	35.0	15.0	40.0	10.0
11	1	27.8	3.00E-02	321 000.0	18.0	55.0	25.0	20.0	0.0
11	2	43.5	3.17E-01	321 000.0	81.9	100.0	0.0	0.0	0.0
11	3	18 793.8	2.99E-01	90 141.2	6.0	10.0	70.0	20.0	0.0
11	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	5	6 950.8	8.76E-01	212 984.6	53.9	100.0	0.0	0.0	0.0
11	6	521.0	3.00E-01	89 978.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	1	35 244.0	2.84E+00	11 059.6	33.1	68.3	22.1	9.0	0.5
12	2	120 974.5	2.57E+00	10 725.9	75.5	67.5	27.5	5.0	0.0
12	3	82 235.8	2.28E+00	11 344.8	75.2	50.0	40.5	9.0	0.5
12	4	10 549.5	2.85E+00	9 835.8	21.2	62.5	25.0	12.5	0.0
12	5	30 422.0	2.31E+00	9 858.5	21.2	43.0	20.0	32.0	5.0
12	6	2 373.3	2.56E+00	9 953.7	21.2	41.8	15.4	35.3	7.5
13	1	14 325.3	2.43E-01	1 360.5	149.3	68.5	21.2	7.9	2.4
13	2	14 293.5	5.03E-01	1 360.8	148.6	67.4	25.8	5.1	1.7
13	3	17 566.0	3.29E-01	1 359.6	156.3	38.6	39.7	17.4	4.3
13	4	75.5	9.70E-01	1 358.1	176.6	61.9	24.8	12.4	1.0
13	5	110.8	1.76E+00	1 358.1	175.2	39.8	19.9	34.8	5.5
13	6	24.5	1.14E+00	1 249.6	177.9	35.3	14.9	39.8	10.0
14	1	15 514.5	2.40E-01	120.2	30.6	67.2	22.4	10.0	0.5
14	2	15 514.5	2.54E-01	121.6	30.3	67.2	27.4	5.0	0.5
14	3	26 031.8	3.12E-01	177.0	314.1	26.0	62.5	11.0	0.5
14	4	67.3	5.28E-01	48.8	66.9	60.7	23.8	12.1	3.4
14	5	2 977.3	2.97E-01	177.8	981.0	35.0	60.0	5.0	0.0
14	6	233.3	3.23E-01	177.6	852.6	32.7	59.8	5.0	2.5

表 29c

2020 年的单点传送上行链路（较高用户密度的情况）的市场特征（共 3 部分，第 3 部分）

SC	SE	用户密度 (用户/km <sup>2</sup> )	每用户会晤到 达速率 (会晤/h/用户)	平均业务 比特率 (kbit/s)	平均会晤 时长 (s)	移动性比率			
						固定	低速	高速	超高速
15	1	13 139.8	2.06E+00	11.5	30.0	67.5	22.5	10.0	0.0
15	2	41 089.8	3.15E+00	7.9	33.2	67.5	27.5	5.0	0.0
15	3	25 608.0	1.23E+00	20.1	35.9	35.0	45.0	19.5	0.5
15	4	3 382.0	2.47E+00	7.0	27.2	62.5	25.0	12.5	0.0
15	5	9 313.8	3.14E+00	30.1	29.3	45.0	15.0	35.0	5.0
15	6	702.8	2.47E+00	36.5	30.7	35.0	15.0	40.0	10.0
16	1	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	2	52.0	8.23E-01	20 000.0	222.0	80.0	20.0	0.0	0.0
16	3	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	5	10.0	8.23E-01	20 000.0	222.0	80.0	20.0	0.0	0.0
16	6	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	1	4 493.3	7.13E-01	10 056.5	32.7	56.6	24.2	19.2	0.0
17	2	16 242.8	1.01E+00	9 931.2	179.5	67.5	27.5	5.0	0.0
17	3	2 969.5	8.24E-01	10 911.4	90.6	13.9	66.2	19.4	0.5
17	4	1 309.8	7.28E-01	9 481.7	32.1	45.3	29.9	24.9	0.0
17	5	1 044.0	1.43E+00	9 733.7	224.9	45.0	20.0	30.0	5.0
17	6	262.5	7.27E-01	9 816.7	32.7	7.0	10.0	68.0	15.0
18	1	618.0	4.11E-01	574.0	82.0	80.0	20.0	0.0	0.0
18	2	1 339.0	4.11E+00	595.0	153.0	80.0	20.0	0.0	0.0
18	3	21.0	4.11E-01	990.0	23.0	60.0	20.0	20.0	0.0
18	4	103.0	4.11E-01	1 030.0	72.0	80.0	20.0	0.0	0.0
18	5	72.0	4.11E+00	653.0	148.0	60.0	20.0	20.0	0.0
18	6	10.0	4.11E-01	1 030.0	72.0	60.0	20.0	15.0	5.0
19	1	515.0	4.11E-01	144.0	21.0	80.0	20.0	0.0	0.0
19	2	1 030.0	1.23E+00	144.0	21.0	80.0	20.0	0.0	0.0
19	3	52.0	4.11E-01	144.0	21.0	60.0	20.0	15.0	5.0
19	4	52.0	4.11E-01	144.0	21.0	80.0	20.0	0.0	0.0
19	5	52.0	4.11E-01	144.0	21.0	60.0	20.0	20.0	0.0
19	6	10.0	4.11E-01	144.0	21.0	60.0	20.0	15.0	5.0
20	1	1 030.0	4.11E-01	16.0	25.0	80.0	20.0	0.0	0.0
20	2	1 030.0	1.23E+00	16.0	41.0	80.0	20.0	0.0	0.0
20	3	103.0	4.11E-01	16.0	25.0	35.0	45.0	20.0	0.0
20	4	103.0	4.11E-01	16.0	25.0	80.0	20.0	0.0	0.0
20	5	52.0	1.23E+00	16.0	41.0	35.0	20.0	40.0	5.0
20	6	10.0	4.11E-01	16.0	25.0	32.5	15.0	42.5	10.0



表 29d

2020 年的多点传送下行链路（较高用户密度的情况）的市场特征

SC	SE	用户密度 (用户/km <sup>2</sup> )	每用户会晤到 达速率 (会晤/h/用户)	平均业务 比特率 (kbit/s)	平均会晤 时长 (s)	移动性比率			
						固定	低速	高速	超高速
2	1	51.5	0.4	20 000.0	14 812.0	100.0	0.0	0.0	0.0
2	2	10.3	1.7	20 000.0	5 554.5	100.0	0.0	0.0	0.0
2	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	4	20.6	0.4	20 000.0	14 812.0	100.0	0.0	0.0	0.0
2	5	3.1	1.7	20 000.0	2 468.7	100.0	0.0	0.0	0.0
2	6	1.0	0.4	20 000.0	14 812.0	100.0	0.0	0.0	0.0
3	1	391.4	1.7	1 424.2	1 130.4	83.0	17.0	0.0	0.0
3	2	463.5	2.5	922.7	1 587.0	84.0	16.0	0.0	0.0
3	3	61.8	1.7	1 192.0	617.2	82.0	18.0	0.0	0.0
3	4	103.0	5.4	731.7	1 026.4	86.0	14.0	0.0	0.0
3	5	56.7	5.8	623.4	1 388.6	87.0	13.0	0.0	0.0
3	6	2.7	3.3	679.9	922.5	87.0	13.0	0.0	0.0

表 30a

2010 年的市场特征（较低用户密度的情况）

SC	U (%)	Q (%)	R (%)	$\mu$ (%)	移动性比率
1	5	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
2	5	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
3	5	30	30	30	2
4	5	30	30	30	2
5	5	30	30	30	2
6	5	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
7	5	30	30	30	2
8	5	30	30	30	2
9	5	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
10	5	30	30	30	2
11	5	30	30	30	1
12	5	30	30	30	2
13	5	30	30	30	2
14	5	30	30	30	2
15	5	30	30	30	2
16	5	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
17	5	30	30	30	2
18	5	30	30	30	2
19	5	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
20	5	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)

表 30b

2010 年的单点传送下行链路（较低用户密度的情况）的市场特征（共 3 部分，第 1 部分）

SC	SE	用户密度 (用户/km <sup>2</sup> )	每用户会晤到 达速率 (会晤/h/用户)	平均业务 比特率 (kbit/s)	平均会晤 时长 (s)	移动性比率			
						固定	低速	高速	超高速
1	1	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	2	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	3	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	5	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	6	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	55.0	25.0	20.0	0.0
2	2	45.0	2.99E-01	20 000.0	53.0	77.5	17.5	5.0	0.0
2	3	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	10.0	70.0	20.0	0.0
2	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	45.0	30.0	25.0	0.0
2	5	7.0	2.99E-01	20 000.0	51.0	55.0	10.0	30.0	5.0
2	6	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	5.0	10.0	70.0	15.0
3	1	3 637.6	2.44E-01	496.2	113.5	69.0	21.0	10.0	0.0
3	2	6 716.1	3.10E-01	374.9	110.2	69.0	26.0	5.0	0.0
3	3	1 674.4	1.64E-01	447.1	71.7	47.0	43.0	10.0	0.0
3	4	757.5	3.74E-01	290.2	109.2	65.5	22.0	12.5	0.0
3	5	827.8	4.24E-01	275.2	85.7	49.0	16.0	30.0	5.0
3	6	53.7	9.97E-02	282.4	79.4	46.0	11.5	35.0	7.5
4	1	735.1	2.86E-01	88.0	249.4	73.8	11.9	9.5	4.8
4	2	782.6	2.86E-01	88.0	249.4	73.1	16.5	5.7	4.7
4	3	936.0	2.86E-01	88.0	268.3	49.3	32.3	13.8	4.6
4	4	5.8	2.86E-01	88.0	249.4	69.0	14.3	11.9	4.8
4	5	20.5	2.76E-01	88.0	276.0	54.8	9.5	30.7	5.0
4	6	5.8	2.82E-01	88.0	259.9	50.7	8.2	33.8	7.2
5	1	15 616.9	6.48E-01	15.3	221.7	62.6	22.4	9.3	5.6
5	2	34 488.8	8.26E-01	15.3	232.7	62.0	25.5	6.9	5.6
5	3	22 271.6	7.81E-01	15.3	217.1	37.7	42.5	14.2	5.7
5	4	2 240.7	1.38E+00	14.6	208.9	59.0	23.6	11.8	5.7
5	5	4 902.9	1.69E+00	11.8	227.1	34.1	23.4	36.6	5.9
5	6	414.2	1.35E+00	15.3	207.5	36.1	18.3	36.1	9.6
6	1	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	55.0	25.0	20.0	0.0
6	2	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	55.0	35.0	10.0	0.0
6	3	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	10.0	70.0	20.0	0.0
6	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	5	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	6	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	1	2.2	3.00E-03	11 230.4	45.0	55.0	25.0	20.0	0.0
7	2	102.2	2.84E-01	10 657.1	219.9	70.0	21.7	5.8	2.4
7	3	39.1	8.52E-02	10 427.3	190.5	33.3	42.3	17.9	6.5
7	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	45.0	30.0	25.0	0.0
7	5	30.2	3.06E-01	8 844.2	239.7	48.5	14.1	30.1	7.3
7	6	0.3	6.75E-02	9 679.1	197.7	6.5	10.0	68.5	15.0

表 30b

2010 年的单点传送下行链路（较低用户密度的情况）的市场特征（共 3 部分，第 2 部分）

SC	SE	用户密度 (用户/km <sup>2</sup> )	每用户会晤到 达速率 (会晤/h/用户)	平均业务 比特率 (kbit/s)	平均会晤 时长 (s)	移动性比率			
						固定	低速	高速	超高速
8	1	792.0	1.16E-01	801.9	713.3	72.5	17.5	10.0	0.0
8	2	3 547.8	1.19E-01	849.6	1 050.5	63.9	19.8	8.8	7.5
8	3	1 204.1	2.52E-01	868.8	384.2	46.1	36.9	9.2	7.8
8	4	242.4	1.41E-01	767.6	449.6	90.0	10.0	0.0	0.0
8	5	481.1	3.22E-01	868.8	386.3	47.6	16.7	28.6	7.1
8	6	49.6	1.98E-01	832.2	970.1	39.7	15.4	37.4	7.5
9	1	300.0	1.99E-01	144.0	5.0	90.0	10.0	0.0	0.0
9	2	400.0	2.99E-01	144.0	19.0	90.0	10.0	0.0	0.0
9	3	50.0	1.00E-01	144.0	19.0	80.0	10.0	10.0	0.0
9	4	50.0	1.99E-01	144.0	5.0	90.0	10.0	0.0	0.0
9	5	100.0	2.99E-01	144.0	19.0	70.0	10.0	20.0	0.0
9	6	10.0	1.00E-01	144.0	5.0	80.0	10.0	10.0	0.0
10	1	200.0	1.99E-01	16.0	1.0	80.0	20.0	0.0	0.0
10	2	300.0	2.99E-01	16.0	1.0	80.0	20.0	0.0	0.0
10	3	50.0	1.00E-01	16.0	1.0	70.0	20.0	10.0	0.0
10	4	50.0	1.99E-01	16.0	1.0	80.0	20.0	0.0	0.0
10	5	50.0	2.99E-01	16.0	1.0	60.0	20.0	20.0	0.0
10	6	10.0	1.00E-01	16.0	1.0	65.0	20.0	10.0	5.0
11	1	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	2	20.0	1.99E-01	500 000.0	32.0	100.0	0.0	0.0	0.0
11	3	1 354.4	3.00E-01	30 000.0	2.4	10.0	70.0	20.0	0.0
11	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	5	506.4	4.39E-01	171 000.0	15.2	100.0	0.0	0.0	0.0
11	6	37.6	3.00E-01	30 000.0	2.4	5.0	10.0	70.0	15.0
12	1	265.5	5.76E-01	10 256.8	92.9	67.5	22.5	10.0	0.0
12	2	532.4	5.95E-01	9 779.8	95.6	67.5	27.5	5.0	0.0
12	3	2 203.8	2.33E-01	10 532.6	31.1	46.2	44.2	9.5	0.0
12	4	67.9	6.00E-01	9 767.9	95.9	62.5	25.0	12.5	0.0
12	5	852.3	2.31E-01	9 820.1	30.8	42.5	20.0	32.5	5.0
12	6	65.2	2.32E-01	9 972.0	30.8	40.5	15.0	37.0	7.5
13	1	8 365.5	2.24E+00	1 371.9	23.6	66.1	23.4	10.4	0.0
13	2	23 720.5	2.19E+00	1 371.9	32.0	67.0	27.9	5.1	0.0
13	3	13 392.2	2.12E+00	1 371.9	36.2	36.7	45.2	18.1	0.0
13	4	2 071.8	2.30E+00	850.9	22.9	62.5	25.0	12.5	0.0
13	5	4 905.2	2.31E+00	859.6	22.9	40.0	20.0	35.0	5.0
13	6	400.7	2.30E+00	884.1	23.5	36.0	15.0	40.0	9.0
14	1	3 552.7	1.07E-01	125.1	21.7	67.2	22.4	10.0	0.5
14	2	3 552.7	1.13E-01	126.5	21.7	67.2	27.4	5.0	0.5
14	3	2 007.1	1.33E-01	177.4	544.0	25.4	63.7	10.4	0.5
14	4	20.5	1.42E-01	48.8	42.4	61.3	22.1	12.3	4.4
14	5	404.6	1.38E-01	177.9	1 051.0	35.0	60.0	5.0	0.0
14	6	37.9	1.40E-01	177.5	1 005.4	32.7	59.8	5.0	2.5

表 30b

2010 年的单点传送下行链路（较低用户密度的情况）的市场特征（共 3 部分，第 3 部分）

SC	SE	用户密度 (用户/km <sup>2</sup> )	每用户会晤到 达速率 (会晤/h/用户)	平均业务 比特率 (kbit/s)	平均会晤 时长 (s)	移动性比率			
						固定	低速	高速	超高速
15	1	4 858.9	1.20E+00	8.3	8.5	67.2	22.4	10.0	0.5
15	2	10 065.4	1.55E+00	7.6	10.0	67.5	27.5	5.0	0.0
15	3	4 666.1	1.08E+00	32.8	9.0	33.5	38.9	26.6	1.0
15	4	791.0	1.27E+00	7.6	8.5	62.5	25.0	12.5	0.0
15	5	1 735.9	1.55E+00	39.4	9.2	44.3	13.4	37.8	4.5
15	6	132.8	1.27E+00	61.3	9.2	34.5	14.5	40.5	10.5
16	1	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	2	50.0	1.99E-01	20 000.0	54.0	80.0	20.0	0.0	0.0
16	3	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	5	10.0	1.99E-01	20 000.0	54.0	80.0	20.0	0.0	0.0
16	6	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	1	390.7	0.00E+00	5 521.6	86.4	55.0	25.0	20.0	0.0
17	2	1 430.1	1.99E-01	6 530.6	120.0	67.5	27.5	5.0	0.0
17	3	840.2	0.00E+00	5 594.0	86.7	10.0	70.0	20.0	0.0
17	4	115.0	0.00E+00	5 512.7	86.4	45.0	30.0	25.0	0.0
17	5	315.5	1.99E-01	6 513.5	120.0	45.0	20.0	30.0	5.0
17	6	23.1	0.00E+00	5 539.2	86.4	5.0	10.0	70.0	15.0
18	1	773.8	7.45E-01	701.8	11.6	67.5	22.5	10.0	0.0
18	2	2 738.0	6.77E-01	716.5	16.7	67.5	27.5	5.0	0.0
18	3	20.0	1.00E-01	990.0	6.0	60.0	20.0	20.0	0.0
18	4	156.2	7.45E-01	1 009.0	10.7	62.5	25.0	12.5	0.0
18	5	70.0	9.96E-01	653.0	36.0	60.0	20.0	20.0	0.0
18	6	21.8	7.45E-01	1 009.0	10.7	32.5	15.0	42.5	10.0
19	1	500.0	1.00E-01	144.0	5.0	80.0	20.0	0.0	0.0
19	2	1 000.0	2.99E-01	144.0	5.0	80.0	20.0	0.0	0.0
19	3	50.0	1.00E-01	144.0	5.0	60.0	20.0	15.0	5.0
19	4	50.0	1.00E-01	144.0	5.0	80.0	20.0	0.0	0.0
19	5	50.0	1.00E-01	144.0	5.0	60.0	20.0	20.0	0.0
19	6	10.0	1.00E-01	144.0	5.0	60.0	20.0	15.0	5.0
20	1	1 000.0	1.00E-01	16.0	6.0	80.0	20.0	0.0	0.0
20	2	1 000.0	2.99E-01	16.0	10.0	80.0	20.0	0.0	0.0
20	3	100.0	1.00E-01	16.0	6.0	60.0	20.0	20.0	0.0
20	4	100.0	1.00E-01	16.0	6.0	80.0	20.0	0.0	0.0
20	5	50.0	2.99E-01	16.0	10.0	60.0	20.0	20.0	0.0
20	6	10.0	1.00E-01	16.0	6.0	60.0	20.0	15.0	5.0

表 30c

2010 年的单点传送上行链路（较低用户密度的情况）的市场特征（共 3 部分，第 1 部分）

SC	SE	用户密度 (用户/km <sup>2</sup> )	每用户会晤到 达速率 (会晤/h/用户)	平均业务 比特率 (kbit/s)	平均会晤 时长 (s)	移动性比率			
						固定	低速	高速	超高速
1	1	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	2	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	3	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	5	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	6	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1	50.0	1.00E-01	20 000.0	1 793.0	100.0	0.0	0.0	0.0
2	2	55.0	2.81E-01	20 000.0	64.0	100.0	0.0	0.0	0.0
2	3	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	4	20.0	1.00E-01	20 000.0	1 793.0	100.0	0.0	0.0	0.0
2	5	10.0	2.99E-01	20 000.0	9.0	100.0	0.0	0.0	0.0
2	6	1.0	1.00E-01	20 000.0	1 793.0	100.0	0.0	0.0	0.0
3	1	3 998.6	2.44E-01	486.6	125.4	69.0	21.0	10.0	0.0
3	2	7 143.6	3.10E-01	318.5	113.7	69.5	25.5	5.0	0.0
3	3	1 731.4	1.64E-01	373.3	91.3	46.5	43.5	10.0	0.0
3	4	852.5	3.70E-01	275.2	118.3	66.0	21.5	12.5	0.0
3	5	880.0	4.17E-01	275.2	99.7	49.0	16.0	30.0	5.0
3	6	56.5	9.82E-02	275.2	87.8	46.0	11.5	35.0	7.5
4	1	735.1	2.86E-01	88.0	787.0	73.8	11.9	9.5	4.8
4	2	782.6	2.86E-01	88.0	787.0	73.1	16.5	5.7	4.7
4	3	936.0	2.86E-01	518.1	805.9	50.0	32.4	13.0	4.6
4	4	5.8	2.86E-01	88.0	787.0	69.0	14.3	11.9	4.8
4	5	20.5	2.76E-01	634.2	813.6	53.8	8.5	33.2	4.5
4	6	5.8	2.82E-01	368.7	797.5	50.5	7.8	34.5	7.3
5	1	15 616.9	6.48E-01	15.3	221.7	62.6	22.4	9.3	5.6
5	2	34 488.8	8.26E-01	15.3	232.7	62.0	25.5	6.9	5.6
5	3	22 271.6	7.81E-01	15.3	217.1	37.7	42.5	14.2	5.7
5	4	2 240.7	1.38E+00	14.6	208.9	59.0	23.6	11.8	5.7
5	5	4 902.9	1.69E+00	11.8	227.1	34.1	23.4	36.6	5.9
5	6	414.2	1.35E+00	15.3	207.5	36.1	18.3	36.1	9.6
6	1	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	2	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	3	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	5	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	6	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	1	2.2	3.00E-03	10 400.0	45.0	55.0	25.0	20.0	0.0
7	2	102.2	2.84E-01	10 400.0	203.1	65.3	20.5	7.3	6.8
7	3	39.1	8.52E-02	10 337.1	190.5	31.7	42.1	18.8	7.4
7	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	5	30.2	3.06E-01	9 737.2	222.9	48.0	13.2	32.4	6.4
7	6	0.3	6.75E-02	10 093.1	197.7	27.9	11.4	45.3	15.4

表 30c

2010 年的单点传送上行链路（较低用户密度的情况）的市场特征（共 3 部分，第 2 部分）

SC	SE	用户密度 (用户/km <sup>2</sup> )	每用户会晤到 达速率 (会晤/h/用户)	平均业务 比特率 (kbit/s)	平均会晤 时长 (s)	移动性比率			
						固定	低速	高速	超高速
8	1	837.4	2.28E-01	512.4	351.1	72.5	17.5	10.0	0.0
8	2	2 497.0	4.06E-01	523.8	358.0	72.1	22.4	5.0	0.5
8	3	1 600.8	2.64E-01	539.4	355.3	49.8	39.8	10.0	0.5
8	4	204.7	2.67E-01	511.8	358.0	67.5	20.0	12.5	0.0
8	5	545.2	3.36E-01	512.7	357.4	50.0	15.0	30.0	5.0
8	6	42.4	2.67E-01	513.6	356.5	42.5	10.0	40.0	7.5
9	1	300.0	1.99E-01	144.0	7.0	90.0	10.0	0.0	0.0
9	2	400.0	2.99E-01	144.0	29.0	90.0	10.0	0.0	0.0
9	3	50.0	1.00E-01	144.0	29.0	80.0	10.0	10.0	0.0
9	4	50.0	1.99E-01	144.0	7.0	90.0	10.0	0.0	0.0
9	5	100.0	2.99E-01	144.0	29.0	70.0	10.0	20.0	0.0
9	6	10.0	1.00E-01	144.0	7.0	80.0	10.0	10.0	0.0
10	1	415.0	3.19E-01	8.2	1 081.4	67.5	22.5	10.0	0.0
10	2	1 095.0	4.04E-01	8.2	1 081.4	67.5	27.5	5.0	0.0
10	3	533.5	2.35E-01	8.2	1 081.4	40.0	45.0	15.0	0.0
10	4	115.0	3.19E-01	8.2	1 081.4	62.5	25.0	12.5	0.0
10	5	227.5	4.04E-01	8.2	1 081.4	35.0	20.0	40.0	5.0
10	6	23.0	2.35E-01	8.2	1 081.4	35.0	15.0	40.0	10.0
11	1	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	2	20.0	1.99E-01	500 000.0	4.0	100.0	0.0	0.0	0.0
11	3	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	5	5.0	1.99E-01	500 000.0	4.0	100.0	0.0	0.0	0.0
11	6	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	1	206.6	4.85E-01	13 414.2	71.8	68.5	22.0	9.0	0.5
12	2	320.5	5.58E-01	10 313.9	85.6	67.5	27.5	5.0	0.0
12	3	51.4	5.00E-01	15 103.3	66.1	52.2	38.3	8.5	1.0
12	4	50.3	5.91E-01	10 231.3	86.2	62.7	24.9	12.4	0.0
12	5	55.1	5.86E-01	10 487.5	85.0	43.5	20.0	31.5	5.0
12	6	5.5	5.68E-01	11 668.4	79.0	43.0	15.5	34.5	7.0
13	1	6 128.6	1.20E-01	1 114.4	19.7	66.1	22.4	9.4	2.1
13	2	16 539.0	2.03E-01	1 089.5	17.6	67.0	27.4	5.1	0.5
13	3	9 103.5	1.23E-01	1 136.6	21.8	35.8	42.8	17.9	3.5
13	4	1 392.4	1.19E-01	1 080.8	16.2	62.2	24.9	12.4	0.5
13	5	3 303.2	2.04E-01	1 086.8	16.9	39.8	19.9	34.8	5.5
13	6	264.9	1.20E-01	1 011.9	18.2	35.5	15.0	40.0	9.5
14	1	3 814.7	1.55E+00	60.0	1.3	67.2	22.4	10.0	0.5
14	2	3 552.7	1.13E-01	60.0	20.3	67.2	27.4	5.0	0.5
14	3	2 007.1	1.33E-01	92.9	542.6	25.4	63.7	10.4	0.5
14	4	269.2	5.39E+00	63.5	0.6	61.0	24.4	12.2	2.4
14	5	404.6	1.38E-01	91.8	1 049.6	35.0	60.0	5.0	0.0
14	6	53.7	2.25E+00	92.1	20.9	32.7	59.8	5.0	2.5

表 30c

2010 年的单点传送上行链路（较低用户密度的情况）的市场特征（共 3 部分，第 3 部分）

SC	SE	用户密度 (用户/km <sup>2</sup> )	每用户会晤到 达速率 (会晤/h/用户)	平均业务 比特率 (kbit/s)	平均会晤 时长 (s)	移动性比率			
						固定	低速	高速	超高速
15	1	8 608.9	4.55E+00	6.2	9.4	67.5	22.5	10.0	0.0
15	2	23 565.4	4.91E+00	6.2	11.5	67.5	27.5	5.0	0.0
15	3	12 666.8	4.79E+00	6.9	7.9	34.8	44.8	19.9	0.5
15	4	1 916.0	4.63E+00	6.2	9.4	62.5	25.0	12.5	0.0
15	5	4 699.1	5.30E+00	6.2	9.4	45.0	15.0	35.0	5.0
15	6	355.0	5.01E+00	6.2	9.4	35.0	15.0	40.0	10.0
16	1	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	2	50.0	1.99E-01	20 000.0	6.0	80.0	20.0	0.0	0.0
16	3	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	5	10.0	1.99E-01	20 000.0	6.0	80.0	20.0	0.0	0.0
16	6	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	1	57.1	0.00E+00	5 671.5	85.8	55.0	25.0	20.0	0.0
17	2	229.1	1.99E-01	6 745.7	95.1	67.5	27.5	5.0	0.0
17	3	119.6	0.00E+00	6 230.1	87.6	11.0	69.0	20.0	0.0
17	4	14.9	0.00E+00	5 598.0	86.4	45.0	30.0	25.0	0.0
17	5	48.6	1.99E-01	6 607.1	95.1	45.0	20.0	30.0	5.0
17	6	3.1	0.00E+00	5 806.8	87.0	5.5	10.0	69.5	15.0
18	1	600.0	1.00E-01	574.0	8.0	80.0	20.0	0.0	0.0
18	2	1 300.0	9.96E-01	595.0	16.0	80.0	20.0	0.0	0.0
18	3	20.0	1.00E-01	990.0	2.0	60.0	20.0	20.0	0.0
18	4	100.0	1.00E-01	1 030.0	7.0	80.0	20.0	0.0	0.0
18	5	70.0	9.96E-01	653.0	15.0	60.0	20.0	20.0	0.0
18	6	10.0	1.00E-01	1 030.0	7.0	60.0	20.0	15.0	5.0
19	1	500.0	1.00E-01	144.0	5.0	80.0	20.0	0.0	0.0
19	2	1 000.0	2.99E-01	144.0	5.0	80.0	20.0	0.0	0.0
19	3	50.0	1.00E-01	144.0	5.0	60.0	20.0	15.0	5.0
19	4	50.0	1.00E-01	144.0	5.0	80.0	20.0	0.0	0.0
19	5	50.0	1.00E-01	144.0	5.0	60.0	20.0	20.0	0.0
19	6	10.0	1.00E-01	144.0	5.0	60.0	20.0	15.0	5.0
20	1	1 000.0	1.00E-01	16.0	6.0	80.0	20.0	0.0	0.0
20	2	1 000.0	2.99E-01	16.0	10.0	80.0	20.0	0.0	0.0
20	3	321.8	3.70E-01	13.2	2.5	35.0	45.0	20.0	0.0
20	4	100.0	1.00E-01	16.0	6.0	80.0	20.0	0.0	0.0
20	5	131.5	5.09E-01	13.2	3.7	35.0	20.0	40.0	5.0
20	6	15.8	3.70E-01	13.2	2.5	32.5	15.0	42.5	10.0

表 30d

2010 年的多点传送下行链路（较低用户密度的情况）的市场特征

SC	SE	用户密度 (用户/km <sup>2</sup> )	每用户会晤到 达速率 (会晤/h/用户)	平均业务 比特率 (kbit/s)	平均会晤 时长 (s)	移动性比率			
						固定	低速	高速	超高速
2	1	50.0	0.1	20 000.0	3 585.4	100	0	0	0
2	2	10.0	0.4	20 000.0	1 344.5	100	0	0	0
2	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0
2	4	20.0	0.1	20 000.0	3 585.4	100	0	0	0
2	5	3.0	0.4	20 000.0	597.6	100	0	0	0
2	6	1.0	0.1	20 000.0	3 585.4	100	0	0	0
3	1	380.0	0.4	1 424.2	273.6	83	17	0	0
3	2	450.0	0.6	922.7	384.1	84	16	0	0
3	3	60.0	0.4	1 192.0	149.4	82	18	0	0
3	4	100.0	1.3	731.7	248.5	86	14	0	0
3	5	55.0	1.4	623.4	336.1	87	13	0	0
3	6	2.8	0.8	679.9	223.3	87	13	0	0

表 31a

2015 年的市场特征（较低用户密度的情况）

SC	$U$ (%)	$Q$ (%)	$R$ (%)	$\mu$ (%)	移动性比率
1	5	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
2	5	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
3	5	30	30	30	2
4	5	30	30	30	2
5	5	30	30	30	2
6	5	30	30	30	1
7	5	30	30	30	2
8	5	30	30	30	2
9	5	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
10	5	30	30	30	2
11	5	30	30	30	1
12	5	30	30	30	2
13	5	30	30	30	2
14	5	30	30	30	2
15	5	30	30	30	2
16	5	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
17	5	30	30	30	2
18	5	30	30	30	2
19	5	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
20	5	30	30	30	2



表 31b

2015 年的单点传送下行链路（较低用户密度的情况）的市场特征（共 3 部分，第 1 部分）

SC	SE	用户密度 (用户/km <sup>2</sup> )	每用户会晤到 达速率 (会晤/h/用户)	平均业务 比特率 (kbit/s)	平均会晤 时长 (s)	移动性比率			
						固定	低速	高速	超高速
1	1	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	2	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	3	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	5	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	6	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	2	46.0	5.98E-01	20 000.0	106.0	100.0	0.0	0.0	0.0
2	3	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	5	7.0	5.98E-01	20 000.0	102.0	100.0	0.0	0.0	0.0
2	6	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	1	4 860.2	2.54E-01	505.3	162.5	69.0	21.0	10.0	0.0
3	2	8 618.2	4.02E-01	379.1	147.3	69.0	26.0	5.0	0.0
3	3	3 438.1	2.15E-01	467.4	107.1	47.0	43.0	10.0	0.0
3	4	843.9	5.60E-01	290.2	156.1	65.5	22.0	12.5	0.0
3	5	1 034.4	6.27E-01	275.2	126.6	49.0	16.0	30.0	5.0
3	6	68.7	1.65E-01	282.4	121.2	46.0	11.5	35.0	7.5
4	1	2 016.7	5.81E-01	88.0	428.5	73.8	11.9	9.5	4.8
4	2	2 065.2	5.81E-01	88.0	428.5	73.1	16.5	5.7	4.7
4	3	2 643.9	6.03E-01	99.2	449.5	49.8	32.3	13.4	4.6
4	4	7.7	6.43E-01	88.0	428.5	69.0	14.3	11.9	4.8
4	5	21.3	6.09E-01	96.4	443.2	54.3	9.5	31.7	4.5
4	6	8.6	6.29E-01	91.5	434.8	50.7	8.2	33.8	7.2
5	1	7 904.5	7.97E-01	15.3	231.5	62.6	22.4	9.3	5.6
5	2	14 280.1	9.93E-01	15.3	231.0	62.0	25.5	6.9	5.6
5	3	8 829.1	9.15E-01	15.3	252.1	37.7	42.5	14.2	5.7
5	4	1 057.2	1.56E+00	15.3	205.9	59.0	23.6	11.8	5.7
5	5	1 843.4	2.02E+00	11.8	255.1	34.1	23.4	36.6	5.9
5	6	172.3	1.54E+00	15.3	205.2	36.1	18.3	36.1	9.6
6	1	111.0	2.00E-02	321 000.0	150.0	55.0	25.0	20.0	0.0
6	2	111.0	2.00E-02	321 000.0	150.0	55.0	35.0	10.0	0.0
6	3	148.0	2.20E-02	321 000.0	150.0	10.0	70.0	20.0	0.0
6	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	5	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	6	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	1	445.8	2.10E-02	2 009.6	1 054.8	55.0	25.0	20.0	0.0
7	2	2 068.2	3.16E-01	7 400.0	1 092.6	72.1	22.4	5.0	0.5
7	3	87.8	9.45E-02	10 571.5	309.9	32.0	42.5	18.0	7.5
7	4	122.3	2.25E-02	2 000.0	1 080.0	45.0	30.0	25.0	0.0
7	5	32.3	5.42E-01	9 570.7	368.4	48.5	13.7	30.9	6.9
7	6	25.0	2.40E-02	2 200.2	1 014.9	5.5	10.0	69.5	15.0

表 31b

2015 年的单点传送下行链路（较低用户密度的情况）的市场特征（共 3 部分，第 2 部分）

SC	SE	用户密度 (用户/km <sup>2</sup> )	每用户会晤到 达速率 (会晤/h/用户)	平均业务 比特率 (kbit/s)	平均会晤 时长 (s)	移动性比率			
						固定	低速	高速	超高速
8	1	1 412.4	1.60E-01	700.8	413.9	72.5	17.5	10.0	0.0
8	2	2 808.1	5.83E-01	868.8	413.9	63.9	19.8	8.8	7.5
8	3	1 870.8	4.61E-01	868.8	412.4	46.1	36.9	9.2	7.8
8	4	244.5	2.52E-01	700.8	413.9	67.5	20.0	12.5	0.0
8	5	651.5	6.02E-01	868.8	413.6	46.3	18.1	27.8	7.9
8	6	50.2	4.63E-01	868.8	413.6	38.5	17.6	36.2	7.7
9	1	306.0	3.98E-01	144.0	10.0	90.0	10.0	0.0	0.0
9	2	408.0	5.98E-01	144.0	38.0	90.0	10.0	0.0	0.0
9	3	51.0	1.99E-01	144.0	38.0	80.0	10.0	10.0	0.0
9	4	51.0	3.98E-01	144.0	10.0	90.0	10.0	0.0	0.0
9	5	102.0	5.98E-01	144.0	38.0	70.0	10.0	20.0	0.0
9	6	10.0	1.99E-01	144.0	10.0	80.0	10.0	10.0	0.0
10	1	204.0	3.98E-01	16.0	2.0	80.0	20.0	0.0	0.0
10	2	306.0	5.98E-01	16.0	2.0	80.0	20.0	0.0	0.0
10	3	51.0	1.99E-01	16.0	2.0	70.0	20.0	10.0	0.0
10	4	51.0	3.98E-01	16.0	2.0	80.0	20.0	0.0	0.0
10	5	51.0	5.98E-01	16.0	2.0	60.0	20.0	20.0	0.0
10	6	10.0	1.99E-01	16.0	2.0	65.0	20.0	10.0	5.0
11	1	5.6	2.40E-02	321 000.0	18.0	55.0	25.0	20.0	0.0
11	2	24.6	1.75E-01	321 000.0	61.5	100.0	0.0	0.0	0.0
11	3	2 818.6	2.99E-01	36 825.4	3.3	10.0	70.0	20.0	0.0
11	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	5	1 045.9	5.79E-01	175 503.1	27.2	100.0	0.0	0.0	0.0
11	6	78.1	3.00E-01	36 433.0	3.3	5.0	10.0	70.0	15.0
12	1	2 813.9	9.39E-01	9 869.7	19.2	67.5	22.5	10.0	0.0
12	2	8 584.1	2.13E-01	9 450.9	73.1	67.5	27.5	5.0	0.0
12	3	6 543.8	2.02E-01	10 141.0	70.1	46.0	44.0	10.0	0.0
12	4	820.6	9.51E-01	9 425.3	18.5	62.5	25.0	12.5	0.0
12	5	2 439.2	2.01E-01	9 465.8	70.1	42.5	20.0	32.5	5.0
12	6	201.1	7.82E-01	9 599.7	19.2	40.5	15.0	37.0	7.5
13	1	7 630.9	2.65E+00	1 372.5	62.3	65.1	23.3	11.6	0.0
13	2	18 793.7	3.24E+00	1 372.5	53.9	64.7	29.9	5.4	0.0
13	3	11 313.5	2.89E+00	1 372.5	64.4	36.5	45.7	17.8	0.0
13	4	1 483.6	3.45E+00	870.3	44.8	62.5	25.0	12.5	0.0
13	5	3 538.4	3.72E+00	888.5	44.8	40.0	20.0	35.0	5.0
13	6	282.5	3.44E+00	936.2	46.0	36.0	15.0	40.0	9.0
14	1	4 897.1	1.60E-01	125.8	23.8	67.2	22.4	10.0	0.5
14	2	4 897.1	1.74E-01	126.5	23.8	67.2	27.4	5.0	0.5
14	3	4 110.4	2.07E-01	176.5	352.9	26.0	62.5	11.0	0.5
14	4	25.4	2.68E-01	48.8	51.4	61.3	22.1	12.3	4.4
14	5	540.4	2.10E-01	177.2	1 021.6	35.0	60.0	5.0	0.0
14	6	48.2	2.15E-01	178.1	938.2	32.7	59.8	5.0	2.5

表 31b

2015 年的单点传送下行链路（较低用户密度的情况）的市场特征（共 3 部分，第 3 部分）

SC	SE	用户密度 (用户/km <sup>2</sup> )	每用户会晤到 达速率 (会晤/h/用户)	平均业务 比特率 (kbit/s)	平均会晤 时长 (s)	移动性比率			
						固定	低速	高速	超高速
15	1	5 064.4	1.60E+00	9.7	14.9	66.5	22.2	9.9	1.5
15	2	10 647.9	2.29E+00	8.3	17.2	67.2	27.4	5.0	0.5
15	3	5 127.0	1.35E+00	35.2	16.6	33.3	38.2	26.5	2.0
15	4	838.4	1.74E+00	7.6	14.2	62.5	25.0	12.5	0.0
15	5	1 897.8	2.29E+00	54.7	15.6	44.0	12.5	39.5	4.0
15	6	144.9	1.72E+00	85.3	15.6	34.5	14.0	41.0	10.5
16	1	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	2	51.0	3.98E-01	20 000.0	108.0	80.0	20.0	0.0	0.0
16	3	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	5	10.0	3.98E-01	20 000.0	108.0	80.0	20.0	0.0	0.0
16	6	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	1	354.3	6.49E-01	8 136.4	86.4	55.0	25.0	20.0	0.0
17	2	1 277.7	9.49E-01	9 623.9	153.9	67.5	27.5	5.0	0.0
17	3	755.6	6.58E-01	8 426.8	87.3	10.5	69.5	20.0	0.0
17	4	102.1	6.72E-01	8 061.6	86.4	45.0	30.0	25.0	0.0
17	5	280.5	9.53E-01	9 553.9	153.9	45.0	20.0	30.0	5.0
17	6	20.6	6.69E-01	8 178.7	86.7	5.0	10.0	70.0	15.0
18	1	988.9	8.14E-01	1 001.8	17.6	67.5	22.5	10.0	0.0
18	2	3 091.3	1.07E+00	1 016.5	27.8	67.5	27.5	5.0	0.0
18	3	20.0	1.99E-01	990.0	11.0	60.0	20.0	20.0	0.0
18	4	219.2	8.14E-01	1321.0	16.1	62.5	25.0	12.5	0.0
18	5	71.0	1.99E+00	653.0	72.0	60.0	20.0	20.0	0.0
18	6	34.0	8.14E-01	1 321.0	16.1	32.5	15.0	42.5	10.0
19	1	510.0	1.99E-01	144.0	10.0	80.0	20.0	0.0	0.0
19	2	1 020.0	5.98E-01	144.0	10.0	80.0	20.0	0.0	0.0
19	3	51.0	1.99E-01	144.0	10.0	60.0	20.0	15.0	5.0
19	4	51.0	1.99E-01	144.0	10.0	80.0	20.0	0.0	0.0
19	5	51.0	1.99E-01	144.0	10.0	60.0	20.0	20.0	0.0
19	6	10.0	1.99E-01	144.0	10.0	60.0	20.0	15.0	5.0
20	1	1 020.0	1.99E-01	16.0	12.0	80.0	20.0	0.0	0.0
20	2	1 020.0	5.98E-01	16.0	20.0	80.0	20.0	0.0	0.0
20	3	102.0	1.99E-01	16.0	12.0	60.0	20.0	20.0	0.0
20	4	102.0	1.99E-01	16.0	12.0	80.0	20.0	0.0	0.0
20	5	51.0	5.98E-01	16.0	20.0	60.0	20.0	20.0	0.0
20	6	10.0	1.99E-01	16.0	12.0	60.0	20.0	15.0	5.0

表 31c

2015 年的单点传送上行链路（较低用户密度的情况）的市场特征（共 3 部分，第 1 部分）

SC	SE	用户密度 (用户/km <sup>2</sup> )	每用户会晤到 达速率 (会晤/h/用户)	平均业务 比特率 (kbit/s)	平均会晤 时长 (s)	移动性比率			
						固定	低速	高速	超高速
1	1	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	2	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	3	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	5	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	6	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1	51.0	1.99E-01	20 000.0	3 586.0	100.0	0.0	0.0	0.0
2	2	56.0	5.61E-01	20 000.0	129.0	100.0	0.0	0.0	0.0
2	3	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	4	20.0	1.99E-01	20 000.0	3 586.0	100.0	0.0	0.0	0.0
2	5	10.0	5.98E-01	20 000.0	17.0	100.0	0.0	0.0	0.0
2	6	1.0	1.99E-01	20 000.0	3 586.0	100.0	0.0	0.0	0.0
3	1	5 228.8	2.54E-01	495.7	187.0	69.0	21.0	10.0	0.0
3	2	9 054.2	4.01E-01	322.7	150.6	69.5	25.5	5.0	0.0
3	3	3 496.1	2.15E-01	393.6	130.4	46.5	43.5	10.0	0.0
3	4	940.8	5.50E-01	275.2	173.6	66.0	21.5	12.5	0.0
3	5	1 087.6	6.14E-01	275.2	138.3	49.0	16.0	30.0	5.0
3	6	71.5	1.62E-01	275.2	128.4	46.0	11.5	35.0	7.5
4	1	2 016.7	5.81E-01	88.0	1 504.3	73.8	11.9	9.5	4.8
4	2	2 065.2	5.81E-01	88.0	1 504.3	73.1	16.5	5.7	4.7
4	3	2 643.9	6.03E-01	992.1	1 525.3	49.8	32.3	13.4	4.6
4	4	7.7	6.43E-01	88.0	1 504.3	69.0	14.3	11.9	4.8
4	5	21.3	6.09E-01	782.7	1 519.0	54.3	9.5	31.7	4.5
4	6	8.6	6.29E-01	417.9	1 510.6	50.7	8.2	33.8	7.2
5	1	7 904.5	7.97E-01	15.3	231.5	62.6	22.4	9.3	5.6
5	2	14 280.1	9.93E-01	15.3	231.0	62.0	25.5	6.9	5.6
5	3	8 829.1	9.15E-01	15.3	252.1	37.7	42.5	14.2	5.7
5	4	1 057.2	1.56E+00	15.3	205.9	59.0	23.6	11.8	5.7
5	5	1 843.4	2.02E+00	11.8	255.1	34.1	23.4	36.6	5.9
5	6	172.3	1.54E+00	15.3	205.2	36.1	18.3	36.1	9.6
6	1	111.0	2.00E-02	302 293.9	150.0	55.0	25.0	20.0	0.0
6	2	111.0	2.00E-02	302 293.9	150.0	55.0	35.0	10.0	0.0
6	3	148.0	2.20E-02	302 293.9	150.0	10.0	70.0	20.0	0.0
6	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	5	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	6	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	1	38.3	6.00E-03	10 400.0	45.0	55.0	25.0	20.0	0.0
7	2	195.8	4.14E-01	10 400.0	388.2	65.9	20.7	7.4	6.0
7	3	87.8	9.45E-02	10 438.5	309.9	32.0	42.5	18.0	7.5
7	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	5	32.3	5.42E-01	10 529.4	334.8	48.5	13.7	30.9	6.9
7	6	0.5	1.06E-01	10 457.1	302.1	28.5	12.0	44.0	15.5

表 31c

2015 年的单点传送上行链路（较低用户密度的情况）的市场特征（共 3 部分，第 2 部分）

SC	SE	用户密度 (用户/km <sup>2</sup> )	每用户会晤到 达速率 (会晤/h/用户)	平均业务 比特率 (kbit/s)	平均会晤 时长 (s)	移动性比率			
						固定	低速	高速	超高速
8	1	2 655.5	2.51E-01	750.9	335.2	72.5	17.5	10.0	0.0
8	2	5 941.4	6.57E-01	780.0	365.5	70.0	21.7	6.3	1.9
8	3	4 556.0	3.96E-01	801.3	363.7	48.3	38.6	9.7	3.4
8	4	392.0	3.51E-01	749.7	365.8	67.5	20.0	12.5	0.0
8	5	1 047.0	4.91E-01	750.0	365.2	50.0	15.0	30.0	5.0
8	6	80.1	3.52E-01	750.9	364.6	42.5	10.0	40.0	7.5
9	1	306.0	3.98E-01	144.0	14.0	90.0	10.0	0.0	0.0
9	2	408.0	5.98E-01	144.0	57.0	90.0	10.0	0.0	0.0
9	3	51.0	1.99E-01	144.0	57.0	80.0	10.0	10.0	0.0
9	4	51.0	3.98E-01	144.0	14.0	90.0	10.0	0.0	0.0
9	5	102.0	5.98E-01	144.0	57.0	70.0	10.0	20.0	0.0
9	6	10.0	1.99E-01	144.0	14.0	80.0	10.0	10.0	0.0
10	1	583.8	5.79E-01	8.3	1 082.8	67.5	22.5	10.0	0.0
10	2	1 694.7	7.19E-01	8.3	1 082.8	67.5	27.5	5.0	0.0
10	3	890.9	4.39E-01	8.3	1 082.8	40.0	45.0	15.0	0.0
10	4	165.5	5.79E-01	8.3	1 082.8	62.5	25.0	12.5	0.0
10	5	360.5	7.19E-01	8.3	1 082.8	35.0	20.0	40.0	5.0
10	6	32.9	4.39E-01	8.3	1 082.8	35.0	15.0	40.0	10.0
11	1	5.6	2.40E-02	304 587.8	18.0	55.0	25.0	20.0	0.0
11	2	24.6	1.75E-01	304 587.8	22.9	100.0	0.0	0.0	0.0
11	3	7.4	3.00E-02	304 587.8	18.0	10.0	70.0	20.0	0.0
11	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	5	5.0	3.98E-01	500 000.0	7.0	100.0	0.0	0.0	0.0
11	6	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	1	2 406.7	1.54E-01	10 435.7	25.0	68.3	22.1	9.0	0.5
12	2	8 129.5	1.50E-01	8 246.3	23.8	67.5	27.5	5.0	0.0
12	3	4 769.9	1.56E-01	11 734.9	25.9	50.0	40.5	9.0	0.5
12	4	698.5	1.51E-01	8 176.6	23.8	62.5	25.0	12.5	0.0
12	5	1 782.2	1.51E-01	8 344.5	23.8	43.0	20.0	32.0	5.0
12	6	135.0	1.52E-01	9 145.3	24.4	41.8	15.4	35.3	7.5
13	1	5 788.2	2.12E-01	1 149.5	35.2	68.5	21.2	7.9	2.4
13	2	11 367.5	3.85E-01	1 180.1	26.1	67.4	25.8	5.1	1.7
13	3	7 081.2	2.29E-01	1 181.9	37.3	38.6	39.7	17.4	4.3
13	4	839.3	2.37E-01	1 229.3	21.9	61.9	24.8	12.4	1.0
13	5	1 820.4	4.10E-01	1 227.8	22.6	39.8	19.9	34.8	5.5
13	6	153.7	2.41E-01	1 135.5	25.9	35.3	14.9	39.8	10.0
14	1	5 178.0	1.02E+00	60.0	3.6	67.2	22.4	10.0	0.5
14	2	4 897.1	1.74E-01	60.0	22.4	67.2	27.4	5.0	0.5
14	3	4 110.4	2.07E-01	94.3	351.5	26.0	62.5	11.0	0.5
14	4	278.9	6.91E+00	68.4	1.5	60.7	23.8	12.1	3.4
14	5	540.4	2.10E-01	92.1	1 020.2	35.0	60.0	5.0	0.0
14	6	65.0	2.46E+00	93.0	23.9	32.7	59.8	5.0	2.5

表 31c

2015 年的单点传送上行链路（较低用户密度的情况）的市场特征（共 3 部分，第 3 部分）

SC	SE	用户密度 (用户/km <sup>2</sup> )	每用户会晤到 达速率 (会晤/h/用户)	平均业务 比特率 (kbit/s)	平均会晤 时长 (s)	移动性比率			
						固定	低速	高速	超高速
15	1	8 889.4	8.69E+00	7.6	17.8	67.5	22.5	10.0	0.0
15	2	24 417.9	9.40E+00	6.9	22.3	67.5	27.5	5.0	0.0
15	3	13 173.8	8.76E+00	8.3	15.1	35.0	45.0	19.5	0.5
15	4	1 985.9	8.84E+00	6.9	17.8	62.5	25.0	12.5	0.0
15	5	4 878.1	9.78E+00	7.6	17.8	45.0	15.0	35.0	5.0
15	6	368.4	9.22E+00	7.6	17.8	35.0	15.0	40.0	10.0
16	1	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	2	51.0	3.98E-01	20 000.0	12.0	80.0	20.0	0.0	0.0
16	3	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	5	10.0	3.98E-01	20 000.0	12.0	80.0	20.0	0.0	0.0
16	6	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	1	59.7	5.06E-01	9 044.5	85.8	56.6	24.2	19.2	0.0
17	2	217.0	9.02E-01	10 442.9	105.9	67.5	27.5	5.0	0.0
17	3	119.2	5.50E-01	11 004.2	93.9	13.9	66.2	19.4	0.5
17	4	13.7	6.35E-01	8 482.3	87.3	45.3	29.9	24.9	0.0
17	5	44.8	9.31E-01	9 920.7	104.4	45.0	20.0	30.0	5.0
17	6	2.9	6.17E-01	9 351.5	89.7	7.0	10.0	68.0	15.0
18	1	612.0	1.99E-01	574.0	17.0	80.0	20.0	0.0	0.0
18	2	1 326.0	1.99E+00	595.0	32.0	80.0	20.0	0.0	0.0
18	3	20.0	1.99E-01	990.0	5.0	60.0	20.0	20.0	0.0
18	4	102.0	1.99E-01	1 030.0	15.0	80.0	20.0	0.0	0.0
18	5	71.0	1.99E+00	653.0	31.0	60.0	20.0	20.0	0.0
18	6	10.0	1.99E-01	1 030.0	15.0	60.0	20.0	15.0	5.0
19	1	510.0	1.99E-01	144.0	10.0	80.0	20.0	0.0	0.0
19	2	1 020.0	5.98E-01	144.0	10.0	80.0	20.0	0.0	0.0
19	3	51.0	1.99E-01	144.0	10.0	60.0	20.0	15.0	5.0
19	4	51.0	1.99E-01	144.0	10.0	80.0	20.0	0.0	0.0
19	5	51.0	1.99E-01	144.0	10.0	60.0	20.0	20.0	0.0
19	6	10.0	1.99E-01	144.0	10.0	60.0	20.0	15.0	5.0
20	1	1 020.0	1.99E-01	16.0	12.0	80.0	20.0	0.0	0.0
20	2	1 020.0	5.98E-01	16.0	20.0	80.0	20.0	0.0	0.0
20	3	323.7	4.39E-01	13.2	4.3	35.0	45.0	20.0	0.0
20	4	102.0	1.99E-01	16.0	12.0	80.0	20.0	0.0	0.0
20	5	132.5	7.19E-01	13.2	6.7	35.0	20.0	40.0	5.0
20	6	15.8	4.39E-01	13.2	4.3	32.5	15.0	42.5	10.0

表 31d

2015 年的多点传送下行链路（较低用户密度的情况）的市场特征

SC	SE	用户密度 (用户/km <sup>2</sup> )	每用户会晤到 达速率 (会晤/h/用户)	平均业务 比特率 (kbit/s)	平均会晤 时长 (s)	移动性比率			
						固定	低速	高速	超高速
2	1	51.0	0.2	20 000.0	7 172.1	100.0	0.0	0.0	0.0
2	2	10.2	0.8	20 000.0	2 689.6	100.0	0.0	0.0	0.0
2	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	4	20.4	0.2	20 000.0	7 172.1	100.0	0.0	0.0	0.0
2	5	3.1	0.8	20 000.0	1 195.4	100.0	0.0	0.0	0.0
2	6	1.0	0.2	20 000.0	7 172.1	100.0	0.0	0.0	0.0
3	1	387.6	0.8	1 424.2	547.3	83.0	17.0	0.0	0.0
3	2	459.0	1.2	922.7	768.4	84.0	16.0	0.0	0.0
3	3	61.2	0.8	1 192.0	298.8	82.0	18.0	0.0	0.0
3	4	102.0	2.6	731.7	497.0	86.0	14.0	0.0	0.0
3	5	56.1	2.8	623.4	672.4	87.0	13.0	0.0	0.0
3	6	2.7	1.6	679.9	446.7	87.0	13.0	0.0	0.0

表 32a

2020 年的（较低用户密度的情况）的市场特征

SC	<i>U</i> (%)	<i>Q</i> (%)	<i>R</i> (%)	$\mu$ (%)	移动性比率
1	5	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
2	5	30	30	30	2
3	5	30	30	30	2
4	5	30	30	30	2
5	5	30	30	30	2
6	5	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
7	5	30	30	30	2
8	5	30	30	30	2
9	5	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
10	5	30	30	30	2
11	5	30	30	30	1
12	5	30	30	30	2
13	5	30	30	30	2
14	5	30	30	30	2
15	5	30	30	30	2
16	5	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
17	5	30	30	30	2
18	5	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
19	5	30	30	30	2 (M.2072 中无范围)
20	5	30	30	30	2

表 32b

2020 年的单点传送下行链路（较低用户密度的情况）的市场特征（共 3 部分，第 1 部分）

SC	SE	用户密度 (用户/km <sup>2</sup> )	每用户会晤到 达速率 (会晤/h/用户)	平均业务 比特率 (kbit/s)	平均会晤 时长 (s)	移动性比率			
						固定	低速	高速	超高速
1	1	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	2	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	3	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	5	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	6	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1	946.0	1.44E-01	11 240.0	360.0	55.0	25.0	20.0	0.0
2	2	3 449.3	7.07E-01	11 240.0	513.3	77.5	17.5	5.0	0.0
2	3	2 043.4	1.44E-01	11 240.0	360.0	10.0	70.0	20.0	0.0
2	4	283.8	1.44E-01	11 240.0	360.0	45.0	30.0	25.0	0.0
2	5	763.5	7.07E-01	11 240.0	508.4	55.0	10.0	30.0	5.0
2	6	56.8	1.44E-01	11 240.0	360.0	5.0	10.0	70.0	15.0
3	1	6 108.0	3.84E-01	506.0	231.3	69.0	21.0	10.0	0.0
3	2	10 855.2	6.30E-01	379.8	214.8	69.0	26.0	5.0	0.0
3	3	5 373.5	3.01E-01	470.9	146.9	47.0	43.0	10.0	0.0
3	4	962.1	8.88E-01	290.2	229.2	65.5	22.0	12.5	0.0
3	5	1 337.3	1.04E+00	275.2	172.2	49.0	16.0	30.0	5.0
3	6	91.2	2.99E-01	282.4	161.1	46.0	11.5	35.0	7.5
4	1	2 659.6	9.95E-01	88.0	810.7	73.8	11.9	9.5	4.8
4	2	2 708.0	9.95E-01	88.0	810.7	73.1	16.5	5.7	4.7
4	3	3 501.0	1.02E+00	123.0	833.8	49.3	32.3	13.8	4.6
4	4	12.5	1.21E+00	88.0	810.7	69.0	14.3	11.9	4.8
4	5	23.6	1.13E+00	105.0	819.8	54.8	9.5	30.7	5.0
4	6	13.3	1.18E+00	95.3	814.2	50.7	8.2	33.8	7.2
5	1	9 163.2	9.25E-01	16.0	229.0	62.6	22.4	9.3	5.6
5	2	15 288.6	1.33E+00	16.0	227.2	62.0	25.5	6.9	5.6
5	3	9 529.9	1.00E+00	15.3	252.1	37.7	42.5	14.2	5.7
5	4	1 122.0	1.70E+00	15.3	204.3	59.0	23.6	11.8	5.7
5	5	1 858.7	2.34E+00	11.8	255.1	34.1	23.4	36.6	5.9
5	6	183.8	1.68E+00	15.3	203.6	36.1	18.3	36.1	9.6
6	1	1 743.0	2.50E-02	321 000.0	150.0	55.0	25.0	20.0	0.0
6	2	1 743.0	2.50E-02	321 000.0	150.0	55.0	35.0	10.0	0.0
6	3	2 324.0	3.00E-02	321 000.0	150.0	10.0	70.0	20.0	0.0
6	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	5	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	6	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	1	1 016.1	0.00E+00	3 075.0	892.8	55.0	25.0	20.0	0.0
7	2	2 901.4	3.10E-02	8 075.5	1 136.3	70.0	21.7	5.8	2.4
7	3	594.4	0.00E+00	10 963.1	480.0	33.3	42.3	17.9	6.5
7	4	183.4	0.00E+00	3 000.0	1 080.0	45.0	30.0	25.0	0.0
7	5	33.7	5.92E-01	9 992.8	533.6	48.5	14.1	30.1	7.3
7	6	37.4	0.00E+00	3 409.7	988.2	6.5	10.0	68.5	15.0



表 32b

2020 年的单点传送下行链路（较低用户密度的情况）的市场特征（共 3 部分，第 2 部分）

SC	SE	用户密度 (用户/km <sup>2</sup> )	每用户会晤到 达速率 (会晤/h/用户)	平均业务 比特率 (kbit/s)	平均会晤 时长 (s)	移动性比率			
						固定	低速	高速	超高速
8	1	3 198.1	1.74E-01	700.8	123.0	72.5	17.5	10.0	0.0
8	2	3 254.6	9.32E-01	868.8	486.2	63.9	19.8	8.8	7.5
8	3	4 272.1	7.93E-01	868.8	486.2	46.1	36.9	9.2	7.8
8	4	21.0	4.11E-01	384.0	158.0	90.0	10.0	0.0	0.0
8	5	55.3	1.03E+00	868.8	493.1	47.6	16.7	28.6	7.1
8	6	5.8	7.39E-01	868.8	493.1	39.7	15.4	37.4	7.5
9	1	309.0	8.23E-01	144.0	20.0	90.0	10.0	0.0	0.0
9	2	412.0	1.23E+00	144.0	79.0	90.0	10.0	0.0	0.0
9	3	52.0	4.11E-01	144.0	79.0	80.0	10.0	10.0	0.0
9	4	52.0	8.23E-01	144.0	20.0	90.0	10.0	0.0	0.0
9	5	103.0	1.23E+00	144.0	79.0	70.0	10.0	20.0	0.0
9	6	10.0	4.11E-01	144.0	20.0	80.0	10.0	10.0	0.0
10	1	206.0	8.23E-01	16.0	4.0	80.0	20.0	0.0	0.0
10	2	309.0	1.23E+00	16.0	4.0	80.0	20.0	0.0	0.0
10	3	52.0	4.11E-01	16.0	4.0	70.0	20.0	10.0	0.0
10	4	52.0	8.23E-01	16.0	4.0	80.0	20.0	0.0	0.0
10	5	52.0	1.23E+00	16.0	4.0	60.0	20.0	20.0	0.0
10	6	10.0	4.11E-01	16.0	4.0	65.0	20.0	10.0	5.0
11	1	5.6	3.00E-02	321 000.0	18.0	55.0	25.0	20.0	0.0
11	2	25.5	3.17E-01	321 000.0	81.9	100.0	0.0	0.0	0.0
11	3	3 758.8	2.99E-01	90 141.2	6.0	10.0	70.0	20.0	0.0
11	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	5	1 394.2	8.76E-01	212 984.6	53.9	100.0	0.0	0.0	0.0
11	6	104.2	3.00E-01	89 978.0	6.0	5.0	10.0	70.0	15.0
12	1	7 213.6	2.84E+00	11 059.6	33.1	67.5	22.5	10.0	0.0
12	2	24 442.1	2.57E+00	10 725.9	75.5	67.5	27.5	5.0	0.0
12	3	16 455.2	2.28E+00	11 344.8	75.2	45.0	45.0	10.0	0.0
12	4	2 151.5	2.85E+00	9 835.8	21.2	62.5	25.0	12.5	0.0
12	5	6 126.0	2.31E+00	9 858.5	21.2	42.5	20.0	32.5	5.0
12	6	478.7	2.56E+00	9 953.7	21.2	40.0	15.0	37.5	7.5
13	1	4 513.1	2.43E-01	1 360.5	149.3	69.3	20.7	6.7	3.3
13	2	4 506.7	5.03E-01	1 360.8	148.6	69.1	22.1	5.4	3.4
13	3	3 595.6	3.29E-01	1 359.6	156.3	40.3	38.1	16.5	5.1
13	4	40.7	9.70E-01	1 358.1	176.6	57.5	23.4	11.7	7.5
13	5	104.6	1.76E+00	1 358.1	175.2	38.6	19.8	33.8	7.7
13	6	24.1	1.14E+00	1 249.6	177.9	35.5	15.3	39.4	9.9
14	1	5 574.9	2.40E-01	120.2	30.6	67.2	22.4	10.0	0.5
14	2	5 574.9	2.54E-01	121.6	30.3	67.2	27.4	5.0	0.5
14	3	5 371.2	3.12E-01	177.0	314.1	26.5	61.0	11.5	1.0
14	4	30.3	5.28E-01	48.8	66.9	61.3	22.1	12.3	4.4
14	5	677.9	2.97E-01	177.8	981.0	35.2	59.8	5.0	0.0
14	6	58.7	3.23E-01	177.6	852.6	33.0	58.5	5.5	3.0

表 32b

2020 年的单点传送下行链路（较低用户密度的情况）的市场特征（共 3 部分，第 3 部分）

SC	SE	用户密度 (用户/km <sup>2</sup> )	每用户会晤到 达速率 (会晤/h/用户)	平均业务 比特率 (kbit/s)	平均会晤 时长 (s)	移动性比率			
						固定	低速	高速	超高速
15	1	5 100.0	2.06E+00	11.5	30.0	65.9	21.5	9.8	2.9
15	2	10 690.0	3.15E+00	7.9	33.2	66.2	27.0	5.4	1.5
15	3	5 286.4	1.23E+00	20.1	35.9	33.0	39.8	23.8	3.4
15	4	841.2	2.47E+00	7.0	27.2	62.2	24.9	12.4	0.5
15	5	1 945.2	3.14E+00	30.1	29.3	43.5	12.5	40.0	4.0
15	6	148.6	2.47E+00	36.5	30.7	34.5	14.5	40.5	10.5
16	1	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	2	52.0	8.23E-01	20 000.0	222.0	80.0	20.0	0.0	0.0
16	3	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	5	10.0	8.23E-01	20 000.0	222.0	80.0	20.0	0.0	0.0
16	6	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	1	898.7	7.13E-01	10 056.5	32.7	56.0	24.0	20.0	0.0
17	2	3 290.2	1.01E+00	9 931.2	179.5	67.5	27.5	5.0	0.0
17	3	593.9	8.24E-01	10 911.4	90.6	12.0	68.0	19.5	0.5
17	4	262.0	7.28E-01	9 481.7	32.1	45.0	30.0	25.0	0.0
17	5	216.8	1.43E+00	9 733.7	224.9	45.0	20.0	30.0	5.0
17	6	52.5	7.27E-01	9 816.7	32.7	6.0	10.0	69.0	15.0
18	1	618.0	4.11E-01	574.0	82.0	80.0	20.0	0.0	0.0
18	2	1 339.0	4.11E+00	595.0	153.0	80.0	20.0	0.0	0.0
18	3	21.0	4.11E-01	990.0	23.0	60.0	20.0	20.0	0.0
18	4	103.0	4.11E-01	1 030.0	72.0	80.0	20.0	0.0	0.0
18	5	72.0	4.11E+00	653.0	148.0	60.0	20.0	20.0	0.0
18	6	10.0	4.11E-01	1 030.0	72.0	60.0	20.0	15.0	5.0
19	1	515.0	4.11E-01	144.0	21.0	80.0	20.0	0.0	0.0
19	2	1 030.0	1.23E+00	144.0	21.0	80.0	20.0	0.0	0.0
19	3	52.0	4.11E-01	144.0	21.0	60.0	20.0	15.0	5.0
19	4	52.0	4.11E-01	144.0	21.0	80.0	20.0	0.0	0.0
19	5	52.0	4.11E-01	144.0	21.0	60.0	20.0	20.0	0.0
19	6	10.0	4.11E-01	144.0	21.0	60.0	20.0	15.0	5.0
20	1	1 030.0	4.11E-01	16.0	25.0	80.0	20.0	0.0	0.0
20	2	1 030.0	1.23E+00	16.0	41.0	80.0	20.0	0.0	0.0
20	3	103.0	4.11E-01	16.0	25.0	60.0	20.0	20.0	0.0
20	4	103.0	4.11E-01	16.0	25.0	80.0	20.0	0.0	0.0
20	5	52.0	1.23E+00	16.0	41.0	60.0	20.0	20.0	0.0
20	6	10.0	4.11E-01	16.0	25.0	60.0	20.0	15.0	5.0

表 32c

2020 年的单点传送上行链路（较低用户密度的情况）的市场特征（共 3 部分，第 1 部分）

SC	SE	用户密度 (用户/km <sup>2</sup> )	每用户会晤到 达速率 (会晤/h/用户)	平均业务 比特率 (kbit/s)	平均会晤 时长 (s)	移动性比率			
						固定	低速	高速	超高速
1	1	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	2	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	3	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	5	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	6	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1	946.0	1.44E-01	11 240.0	360.0	100.0	0.0	0.0	0.0
2	2	3 449.3	7.07E-01	11 240.0	513.3	100.0	0.0	0.0	0.0
2	3	2 043.4	1.44E-01	11 240.0	360.0	100.0	0.0	0.0	0.0
2	4	283.8	1.44E-01	11 240.0	360.0	100.0	0.0	0.0	0.0
2	5	763.5	7.07E-01	11 240.0	508.4	100.0	0.0	0.0	0.0
2	6	56.8	1.44E-01	11 240.0	360.0	100.0	0.0	0.0	0.0
3	1	6 108.0	3.84E-01	506.0	231.3	69.0	21.0	10.0	0.0
3	2	10 855.2	6.30E-01	379.8	214.8	69.5	25.5	5.0	0.0
3	3	5 373.5	3.01E-01	470.9	146.9	46.5	43.5	10.0	0.0
3	4	962.1	8.88E-01	290.2	229.2	66.0	21.5	12.5	0.0
3	5	1 337.3	1.04E+00	275.2	172.2	49.0	16.0	30.0	5.0
3	6	91.2	2.99E-01	282.4	161.1	46.0	11.5	35.0	7.5
4	1	2 659.6	9.95E-01	88.0	810.7	73.8	11.9	9.5	4.8
4	2	2 708.0	9.95E-01	88.0	810.7	73.1	16.5	5.7	4.7
4	3	3 501.0	1.02E+00	123.0	833.8	49.3	32.3	13.8	4.6
4	4	12.5	1.21E+00	88.0	810.7	69.0	14.3	11.9	4.8
4	5	23.6	1.13E+00	105.0	819.8	54.8	9.5	30.7	5.0
4	6	13.3	1.18E+00	95.3	814.2	50.7	8.2	33.8	7.2
5	1	9 163.2	9.25E-01	16.0	229.0	62.6	22.4	9.3	5.6
5	2	15 288.6	1.33E+00	16.0	227.2	62.0	25.5	6.9	5.6
5	3	9 529.9	1.00E+00	15.3	252.1	37.7	42.5	14.2	5.7
5	4	1 122.0	1.70E+00	15.3	204.3	59.0	23.6	11.8	5.7
5	5	1 858.7	2.34E+00	11.8	255.1	34.1	23.4	36.6	5.9
5	6	183.8	1.68E+00	15.3	203.6	36.1	18.3	36.1	9.6
6	1	1 743.0	2.50E-02	321 000.0	150.0	55.0	25.0	20.0	0.0
6	2	1 743.0	2.50E-02	321 000.0	150.0	55.0	35.0	10.0	0.0
6	3	2 324.0	3.00E-02	321 000.0	150.0	10.0	70.0	20.0	0.0
6	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	5	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	6	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	1	1 016.1	0.00E+00	3 075.0	892.8	55.0	25.0	20.0	0.0
7	2	2 901.4	3.10E-02	8 075.5	1 136.3	72.5	22.5	5.0	0.0
7	3	594.4	0.00E+00	10 963.1	480.0	11.3	68.5	19.7	0.5
7	4	183.4	0.00E+00	3 000.0	1 080.0	45.0	30.0	25.0	0.0
7	5	33.7	5.92E-01	9 992.8	533.6	50.0	15.0	30.0	5.0
7	6	37.4	0.00E+00	3 409.7	988.2	5.0	10.0	70.0	15.0

表 32c

2020 年的单点传送上行链路（较低用户密度的情况）的市场特征（共 3 部分，第 2 部分）

SC	SE	用户密度 (用户/km <sup>2</sup> )	每用户会晤到 达速率 (会晤/h/用户)	平均业务 比特率 (kbit/s)	平均会晤 时长 (s)	移动性比率			
						固定	低速	高速	超高速
8	1	3 198.1	1.74E-01	700.8	123.0	72.5	17.5	10.0	0.0
8	2	3 254.6	9.32E-01	868.8	486.2	63.9	19.8	8.8	7.5
8	3	4 272.1	7.93E-01	868.8	486.2	46.1	36.9	9.2	7.8
8	4	21.0	4.11E-01	384.0	158.0	90.0	10.0	0.0	0.0
8	5	55.3	1.03E+00	868.8	493.1	47.6	16.7	28.6	7.1
8	6	5.8	7.39E-01	868.8	493.1	39.7	15.4	37.4	7.5
9	1	309.0	8.23E-01	144.0	20.0	90.0	10.0	0.0	0.0
9	2	412.0	1.23E+00	144.0	79.0	90.0	10.0	0.0	0.0
9	3	52.0	4.11E-01	144.0	79.0	80.0	10.0	10.0	0.0
9	4	52.0	8.23E-01	144.0	20.0	90.0	10.0	0.0	0.0
9	5	103.0	1.23E+00	144.0	79.0	70.0	10.0	20.0	0.0
9	6	10.0	4.11E-01	144.0	20.0	80.0	10.0	10.0	0.0
10	1	206.0	8.23E-01	16.0	4.0	67.5	22.5	10.0	0.0
10	2	309.0	1.23E+00	16.0	4.0	67.5	27.5	5.0	0.0
10	3	52.0	4.11E-01	16.0	4.0	40.0	45.0	15.0	0.0
10	4	52.0	8.23E-01	16.0	4.0	62.5	25.0	12.5	0.0
10	5	52.0	1.23E+00	16.0	4.0	35.0	20.0	40.0	5.0
10	6	10.0	4.11E-01	16.0	4.0	35.0	15.0	40.0	10.0
11	1	5.6	3.00E-02	321 000.0	18.0	55.0	25.0	20.0	0.0
11	2	25.5	3.17E-01	321 000.0	81.9	100.0	0.0	0.0	0.0
11	3	3 758.8	2.99E-01	90 141.2	6.0	10.0	70.0	20.0	0.0
11	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	5	1 394.2	8.76E-01	212 984.6	53.9	100.0	0.0	0.0	0.0
11	6	104.2	3.00E-01	89 978.0	6.0	100.0	0.0	0.0	0.0
12	1	7 213.6	2.84E+00	11 059.6	33.1	67.7	22.4	9.5	0.5
12	2	24 442.1	2.57E+00	10 725.9	75.5	67.5	27.5	5.0	0.0
12	3	16 455.2	2.28E+00	11 344.8	75.2	49.0	41.5	9.0	0.5
12	4	2 151.5	2.85E+00	9 835.8	21.2	62.5	25.0	12.5	0.0
12	5	6 126.0	2.31E+00	9 858.5	21.2	43.0	20.0	32.0	5.0
12	6	478.7	2.56E+00	9 953.7	21.2	41.3	15.4	35.8	7.5
13	1	4 513.1	2.43E-01	1 360.5	149.3	69.3	20.7	6.7	3.3
13	2	4 506.7	5.03E-01	1 360.8	148.6	69.1	22.1	5.4	3.4
13	3	3 595.6	3.29E-01	1 359.6	156.3	39.8	38.1	17.0	5.1
13	4	40.7	9.70E-01	1 358.1	176.6	57.7	23.5	11.7	7.0
13	5	104.6	1.76E+00	1 358.1	175.2	38.6	19.8	33.8	7.7
13	6	24.1	1.14E+00	1 249.6	177.9	35.1	15.3	39.6	9.9
14	1	5 574.9	2.40E-01	120.2	30.6	67.2	22.4	10.0	0.5
14	2	5 574.9	2.54E-01	121.6	30.3	67.2	27.4	5.0	0.5
14	3	5 371.2	3.12E-01	177.0	314.1	26.5	61.0	11.5	1.0
14	4	30.3	5.28E-01	48.8	66.9	61.3	22.1	12.3	4.4
14	5	677.9	2.97E-01	177.8	981.0	35.2	59.8	5.0	0.0
14	6	58.7	3.23E-01	177.6	852.6	33.0	58.5	5.5	3.0

表 32c

2020 年的单点传送上行链路（较低用户密度的情况）的市场特征（共 3 部分，第 3 部分）

SC	SE	用户密度 (用户/km <sup>2</sup> )	每用户会晤到 达速率 (会晤/h/用户)	平均业务 比特率 (kbit/s)	平均会晤 时长 (s)	移动性比率			
						固定	低速	高速	超高速
15	1	5 100.0	2.06E+00	11.5	30.0	67.2	22.4	10.0	0.5
15	2	10 690.0	3.15E+00	7.9	33.2	67.5	27.5	5.0	0.0
15	3	5 286.4	1.23E+00	20.1	35.9	35.0	45.0	18.5	1.5
15	4	841.2	2.47E+00	7.0	27.2	62.5	25.0	12.5	0.0
15	5	1 945.2	3.14E+00	30.1	29.3	45.0	15.0	35.0	5.0
15	6	148.6	2.47E+00	36.5	30.7	35.0	15.0	40.0	10.0
16	1	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	2	52.0	8.23E-01	20 000.0	222.0	80.0	20.0	0.0	0.0
16	3	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	4	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	5	10.0	8.23E-01	20 000.0	222.0	80.0	20.0	0.0	0.0
16	6	0.0	0.00E+00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	1	898.7	7.13E-01	10 056.5	32.7	59.0	22.0	17.0	2.0
17	2	3 290.2	1.01E+00	9 931.2	179.5	67.2	27.4	5.0	0.5
17	3	593.9	8.24E-01	10 911.4	90.6	20.4	59.7	18.4	1.5
17	4	262.0	7.28E-01	9 481.7	32.1	46.5	29.0	24.0	0.5
17	5	216.8	1.43E+00	9 733.7	224.9	45.0	20.0	30.0	5.0
17	6	52.5	7.27E-01	9 816.7	32.7	11.0	10.5	64.0	14.5
18	1	618.0	4.11E-01	574.0	82.0	80.0	20.0	0.0	0.0
18	2	1 339.0	4.11E+00	595.0	153.0	80.0	20.0	0.0	0.0
18	3	21.0	4.11E-01	990.0	23.0	60.0	20.0	20.0	0.0
18	4	103.0	4.11E-01	1 030.0	72.0	80.0	20.0	0.0	0.0
18	5	72.0	4.11E+00	653.0	148.0	60.0	20.0	20.0	0.0
18	6	10.0	4.11E-01	1 030.0	72.0	60.0	20.0	15.0	5.0
19	1	515.0	4.11E-01	144.0	21.0	80.0	20.0	0.0	0.0
19	2	1 030.0	1.23E+00	144.0	21.0	80.0	20.0	0.0	0.0
19	3	52.0	4.11E-01	144.0	21.0	60.0	20.0	15.0	5.0
19	4	52.0	4.11E-01	144.0	21.0	80.0	20.0	0.0	0.0
19	5	52.0	4.11E-01	144.0	21.0	60.0	20.0	20.0	0.0
19	6	10.0	4.11E-01	144.0	21.0	60.0	20.0	15.0	5.0
20	1	1 030.0	4.11E-01	16.0	25.0	80.0	20.0	0.0	0.0
20	2	1 030.0	1.23E+00	16.0	41.0	80.0	20.0	0.0	0.0
20	3	103.0	4.11E-01	16.0	25.0	35.0	45.0	20.0	0.0
20	4	103.0	4.11E-01	16.0	25.0	80.0	20.0	0.0	0.0
20	5	52.0	1.23E+00	16.0	41.0	35.0	20.0	40.0	5.0
20	6	10.0	4.11E-01	16.0	25.0	32.5	15.0	42.5	10.0

表 32d

2020 年的单点传送下行链路（较低用户密度的情况）的市场特征

SC	SE	用户密度 (用户/km <sup>2</sup> )	每用户会晤到 达速率 (会晤/h/用户)	平均业务 比特率 (kbit/s)	平均会晤 时长 (s)	移动性比率			
						固定	低速	高速	超高速
2	1	51.5	0.4	20 000.0	14 812.0	100.0	0.0	0.0	0.0
2	2	10.3	1.7	20 000.0	5 554.5	100.0	0.0	0.0	0.0
2	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	4	20.6	0.4	20 000.0	14 812.0	100.0	0.0	0.0	0.0
2	5	3.1	1.7	20 000.0	2 468.7	100.0	0.0	0.0	0.0
2	6	1.0	0.4	20 000.0	14 812.0	100.0	0.0	0.0	0.0
3	1	391.4	1.7	1 424.2	1 130.4	83.0	17.0	0.0	0.0
3	2	463.5	2.5	922.7	1 587.0	84.0	16.0	0.0	0.0
3	3	61.8	1.7	1 192.0	617.2	82.0	18.0	0.0	0.0
3	4	103.0	5.4	731.7	1 026.4	86.0	14.0	0.0	0.0
3	5	56.7	5.8	623.4	1 388.6	87.0	13.0	0.0	0.0
3	6	2.7	3.3	679.9	922.5	87.0	13.0	0.0	0.0

## 附件 2

### 从无线电角度和对应简化方法的更进一步阐述的 对 IMT-Advanced 频谱需求估算的基本考虑

#### 1 一个实际的无线网络及其性能的状况

##### 1.1 基本的无线电性能

一个实际的无线网络的基本性能的研究是基于一个无线电接口的独立技术描述和一个以全向天线布展网络的简单化的六边形模型的。

##### 1.1.1 无线电接口性能的一般描述

通信系统信道容量的理论限值已由信息论的观点中的香农信道容量给出了[3]。香农给出了

$$\frac{C_s}{W} = \log_2 \left( 1 + \frac{C}{I+N} \right) \quad (1)$$

以及：

$C_s$ : 香农信道容量

$W$ : 系统载波带宽

$C$ : 载波功率

$I$ : 干扰功率

$N$ : 噪声功率。

公式(1)中的香农限值描述了按照相对于  $CIR = C/(I + N)$  的频谱效率来考虑的链路级别。可达到的 CIR 取决于根据第 1 节中公布的系统级别。按照中心极限定理对于几个独立干扰的情况, 假设干扰信号遵循高斯分布就已十分精确了[3]。对于具有信号幅度受限的实际信号来说可获得的容量小于公式(1)。

此外, 经验说明了对于实际的无线电接口概念的物理层模式的整体提供了一个按照相对于 CIR 的频谱效率来考虑的基本性能, 根据图 3 它可用一个香农性能函数的平移来近似, 它已考虑了对比香农限值实际系统性能的降低。一个实际的无线电接口的最大可用频谱效率  $\epsilon_{max}$  (bit/s/Hz) 取决于可采用的最高的调制阶和编码速率的物理层概念。 $\epsilon_{max}$  相当于与包括对编码、信道估算的开销, 与载波带宽  $W$  有关的协议、信令等的集总吞吐量  $T$  有关的最大数据速率。 $\epsilon_{max}$  将是一个特定无线电接口的一个设计参数。对于  $\epsilon < \epsilon_{max}$  的频谱效率  $\epsilon$  遵循一个相对于 CIR 的香农公式的偏移。在这一方案中假设了一个满负荷系统, 采用了完全可用的吞吐量  $T$ 。

对于实际的无线电接口的频谱效率如下:

$$\begin{aligned} \epsilon = \frac{T}{W} = \log_2 \left( 1 + \frac{CIR}{\Delta CIR} \right) & \quad \text{对于} \quad \epsilon \leq \epsilon_{max} \quad \text{且} \quad CIR \leq CIR' & (2) \\ \epsilon = \frac{T}{W} = \epsilon_{max} = \text{const} & \quad \text{对于} \quad CIR > CIR' \end{aligned}$$

当采用降低量  $\Delta CIR$  时对应香农限值公式(1)中的:

$$\frac{CIR}{\Delta CIR} = \frac{C}{I + N} \quad (3)$$

该公式在 CIR 范围内有效:

$$CIR(\text{dB}) \leq CIR'(\text{dB}) = 10 \cdot \log(2^{\epsilon_{max}} - 1) + \Delta CIR(\text{dB})。 \quad (4)$$

对应香农限值的实际的无线电接口的降低量  $\Delta CIR$  是第二个设计参数。基本上一个一般的无线电接口完全可用公式(2)以这种普通形式和这两个设计参数描述其特性:

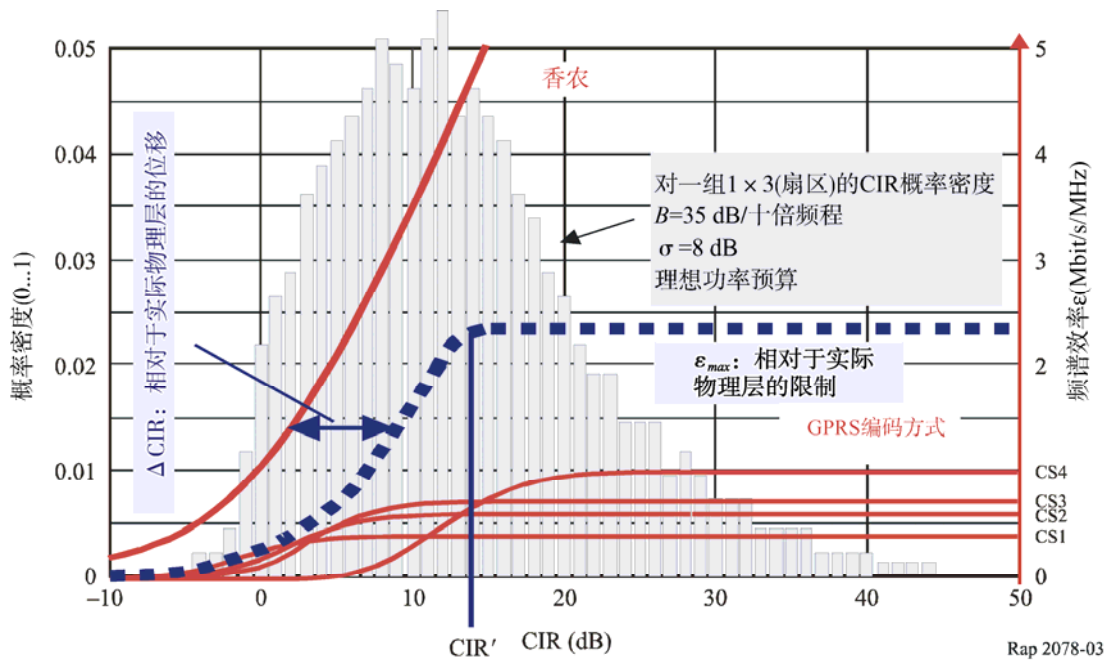
$\epsilon_{max}$ : 最大可用频谱效率 (bit/s/Hz)

$\Delta CIR$ : 与香农公式相关的降低量 (dB)。

对于  $\Delta CIR = 0$  dB, 频谱效率  $\epsilon$  以  $\epsilon \rightarrow C_s/W$  逼近香农容量。

图 3

相当于香农信道容量的对应载/干比的一个适当的无线电接口（例如 GPRS）的一般性能



### 1.1.2 配置情形的描述

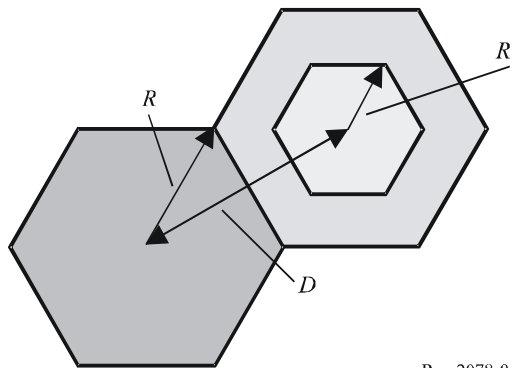
图 4 画出了包括描述设计布局特性参数的一个蜂窝设计布局中的两个相邻的小区。成组大小  $K$ 、小区范围  $R$  和重新使用的距离  $D$  之间的基本关系如下：

$$\frac{D}{R} = \sqrt{3 \cdot K} \quad (5)$$

这是当一个满负荷网络和一个确定的  $CIR_{cov}$  要求例如 95% 的用户感到满意时的结果。如果使用了一个具有较高  $CIR_{cov}$  要求的物理层模式，那么小区的范围将缩小为  $R'$ 。

图 4

每物理层的重新使用的距离  $D$ 、小区范围  $R$  和有效小区范围  $R'$  之间的关系 ( $\epsilon'_{max}$  和  $\Delta CIR$ )





对一个满负荷网络以及恒定调制和编码的普遍存在覆盖的成组大小、所需 C/I 比  $CIR_{cov}$  和适合于蜂窝环境情况的覆盖之间的关系可近似描述为[4]:

$$CIR_{cov}[\text{dB}] \approx 0.5 \cdot \beta \cdot \log(3 \cdot K) - \Gamma \quad (6)$$

而:

- $K$ : 成组大小
- $\beta$ : 每十倍程的传播损耗以及
- $\Gamma$ : 修正因子, 基本取决于
- 要求覆盖的区域 (例如 95 %)
  - 长期衰落的标准偏差  $\sigma$
  - 天线图
  - 切换的算法
  - 所用的减小干扰的方法 (例如功率控制)。

在布展区域内的频率再用是由成组大小  $K$  确定的。 $K$  相应于所需载波频率的数量, 它是保证一个给定的物理设计布局模式的整个区域覆盖的。

表 33 给出了  $\Gamma$  以及依赖于根据公式 (6) 的长期衰落的标准偏差  $\sigma$  的基本值

$$\Gamma(\sigma)(\text{dB}) = \Gamma(\sigma = 6\text{dB}) + 2 \cdot \Delta\sigma(\text{dB}) \quad (7)$$

表 33

对应不同的覆盖要求 cov  
和长期衰落的标准偏差  $\sigma$  的修正因子  $\Gamma$

当 $\sigma = 6 \text{ dB}$	全向小区		
覆盖 cov	90 %	95 %	98 %
$\Gamma$	12 dB	14 dB	16 dB

将进行对以下参数的进一步评估:

- $K = 1$  (对大多数情况)
- $\beta = 40 \text{ dB/十倍频程}$
- $\sigma =$  分别为 6 或 8 dB。

## 1.2 对一种采用不变物理层模式的无线电接口的频谱需求

在采用不变的物理层模式的情况中对质量标准例如 95% 的用户感到满意的所需  $CIR_{cov}$  值可从公式 (6) 和表 33 得出。对应  $W$  的载波带宽和载波间隔由  $W(1+q)$  确定, 其中参数  $q$  代表了与相邻信道间隔有关的所需归一化的保护带。这就引出了所需的整个系统带宽  $B_{所需}$  和基于公式 (1)、(2) 和 (6) 的普遍存在覆盖的成组大小  $K$ :

$$\frac{B_{\text{所需}}}{T \cdot (1+q)} = \frac{K \cdot W}{T} \approx \frac{1}{3} \times 10^{\frac{CIR_{COV'}(\epsilon_{max}, \Delta CIR)_{\text{dB}} + \Gamma}{0.5\beta}} \cdot \frac{1}{\log_2 \left( 1 + \frac{CIR_{COV}}{\Delta CIR} \right)}$$

当  $\epsilon \leq \epsilon_{max}$  且  $CIR \leq CIR'$

$$\frac{B_{\text{所需}}}{T \cdot (1+q)} = \frac{K \cdot W}{T} \approx \frac{1}{3} \times 10^{\frac{CIR'_{COV'}(\epsilon_{max}, \Delta CIR)_{\text{dB}} + \Gamma}{0.5 \cdot \beta}} \cdot \frac{1}{\epsilon_{max}} \tag{8}$$

当  $CIR > CIR'$

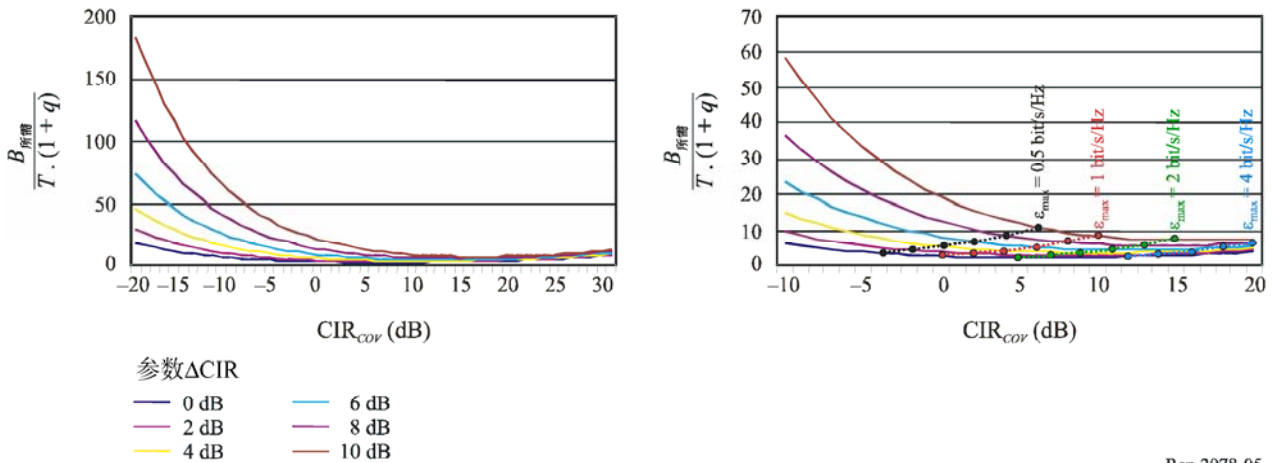
$$K = \frac{B_{\text{所需}}}{W \cdot (1+q)} = \frac{B_{\text{所需}}}{T \cdot (1+q)} \cdot \epsilon_{max}$$

由于无线电系统中物理层模式的 $\epsilon_{max}$ 的限制,所以在  $CIR > CIR'$ 的情况中  $CIR$  的加大并不能改善频谱效率。

图 5 给出了与覆盖要求和传播条件有关的公式 (8) 的赋值情况。在这种情况下对于 10 dB 以上的  $CIR$  值可达到最小频谱需求, 这意味着成组大小  $K > 7$ 。

图 5

所需归一化的系统带宽对应: 覆盖为 95 %、长期衰落的标准偏差为 8 dB、  
 路径损耗斜率为 40 dB、参数 $\Delta CIR$  — 与香农限值相关的降低量和  
 对应物理层模式的最大频谱效率 $\epsilon_{max}$



### 1.3 采用适当的物理层模式对一种无线电接口的频谱需求

在满负荷网络普遍存在覆盖的蜂窝环境和采用了适合于物理层模式的调制和编码的情况，就可依照有关可用 CIR 值使用图 3。根据所需 CIR 值可以计算“有效成组大小” $K'$ 。这些不同的物理层模式对应不同的参数 $\epsilon'_{max}$  (bit/s/Hz)。对具有一个确定的最小  $CIR'_{cov}$  要求和所需 CIR 范围的这些模式中的每一个可用公式 (6) 计算出有效成组大小  $K' \geq K$ 。由此可以推导出在有效小区范围  $R' \leq R$  内的给定再用距离  $D$ ，这样就可按所要求的覆盖性能采用一种确定的物理层 (图 4)：

$$K' \approx \frac{1}{3} \times 10^{\frac{CIR'_{cov}(\epsilon'_{max}, \Delta CIR)_{dB} + \Gamma}{0.5\beta}} \quad \text{和} \quad \frac{D}{R'} = \sqrt{3 \cdot K'} \quad (9)$$

对应  $K'$  采用概率密度作为  $T/W$  期望值的该配置区域内平均归一化的集总吞吐量 (对应区域频谱效率) [4] 对应取决于无线电接口配置情况和成组大小  $K$  的期望值。该平均值是在假设配置区域内用户分布是均匀的条件下算出的。

#### 1.3.1 对应一个采用适当的调制和编码的给定无线电接口的平均集总吞吐量的估算

图 6 至图 7 给出了不同的峰值频谱效率，最大吞吐量  $T_{max}$ 、覆盖区内最大吞吐量可用性的概率以及在所给的典型传播条件和覆盖要求中参数 1 bit/s/Hz 和 4 bit/s/Hz 普遍存在的覆盖所需的总的频谱需求条件时的相对载波带宽  $W$  的归一化的平均吞吐量。该平均值的数学背景可参考[4]。随着相对于香农容量的  $\Delta CIR$  的恶化的增加，该平均吞吐量也显著下降，这导致了频谱需求的增加。对较小的成组大小达到峰值吞吐量的可能性就明显降低。不论如何成组大小  $K = 1$  时，频谱需求是最小的。这也使得平均集总吞吐量、峰值集总吞吐量的可用性和总的频谱需求之间可以换位使用。

因此，频谱需求的估算需要考虑配置涉及的情况，和与无线电接口的峰值集总吞吐量相关的可达到的平均集总吞吐量的质量标准，以及在配置区域内可支持的峰值集总吞吐量的概率。

图 6

相对于载波带宽的归一化的平均集总吞吐量和最大集总吞吐量以及最大集总吞吐量的概率所用的参数：  
 覆盖为 95%、全向小区、长期衰落的标准偏差为 6 dB、路径损耗斜率为 40 dB、  
 对应参数  $\Delta\text{CIR}$  — 与香农限值相关的降低量的  $\epsilon_{\text{max}} = 1 \text{ bit/s/Hz}$

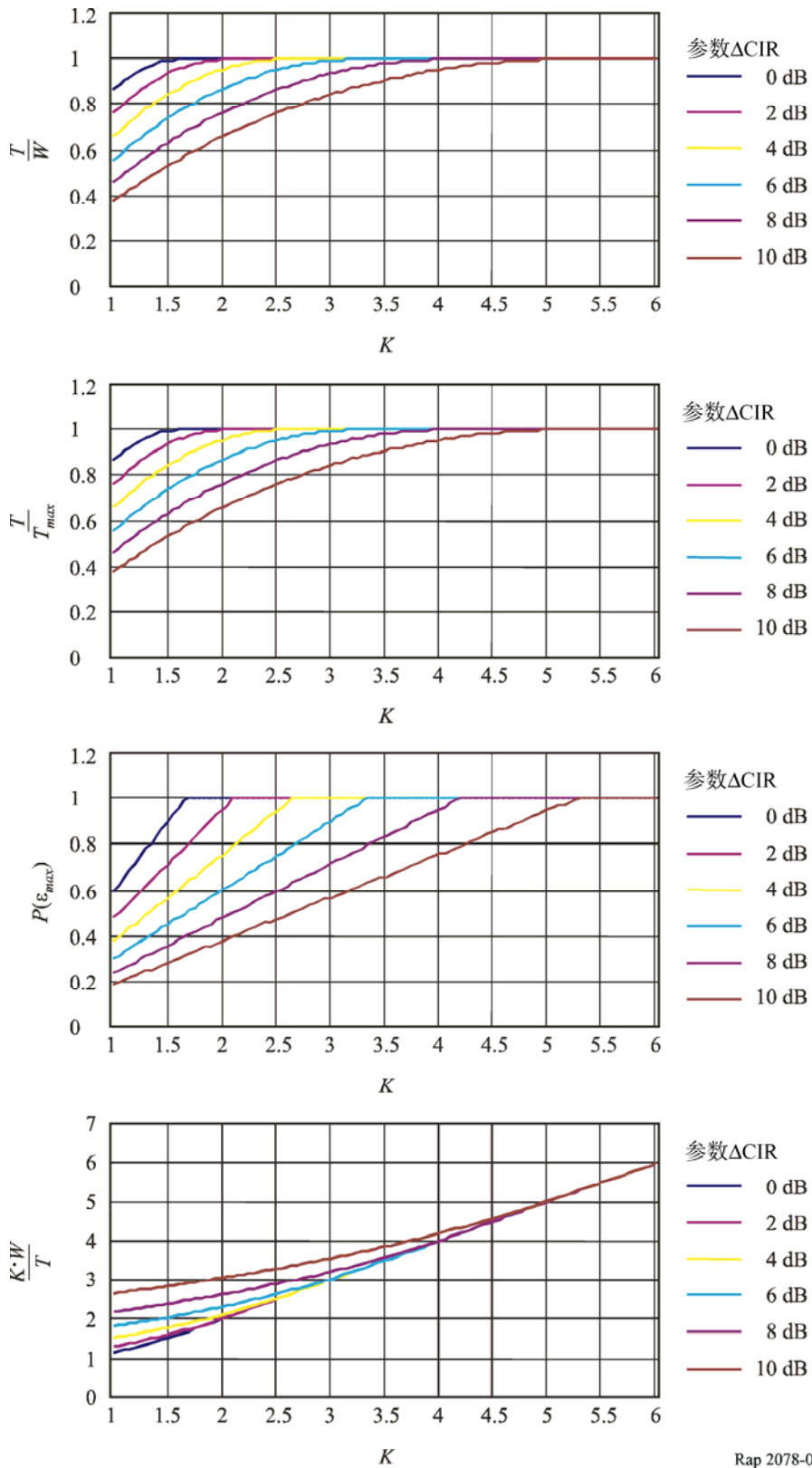
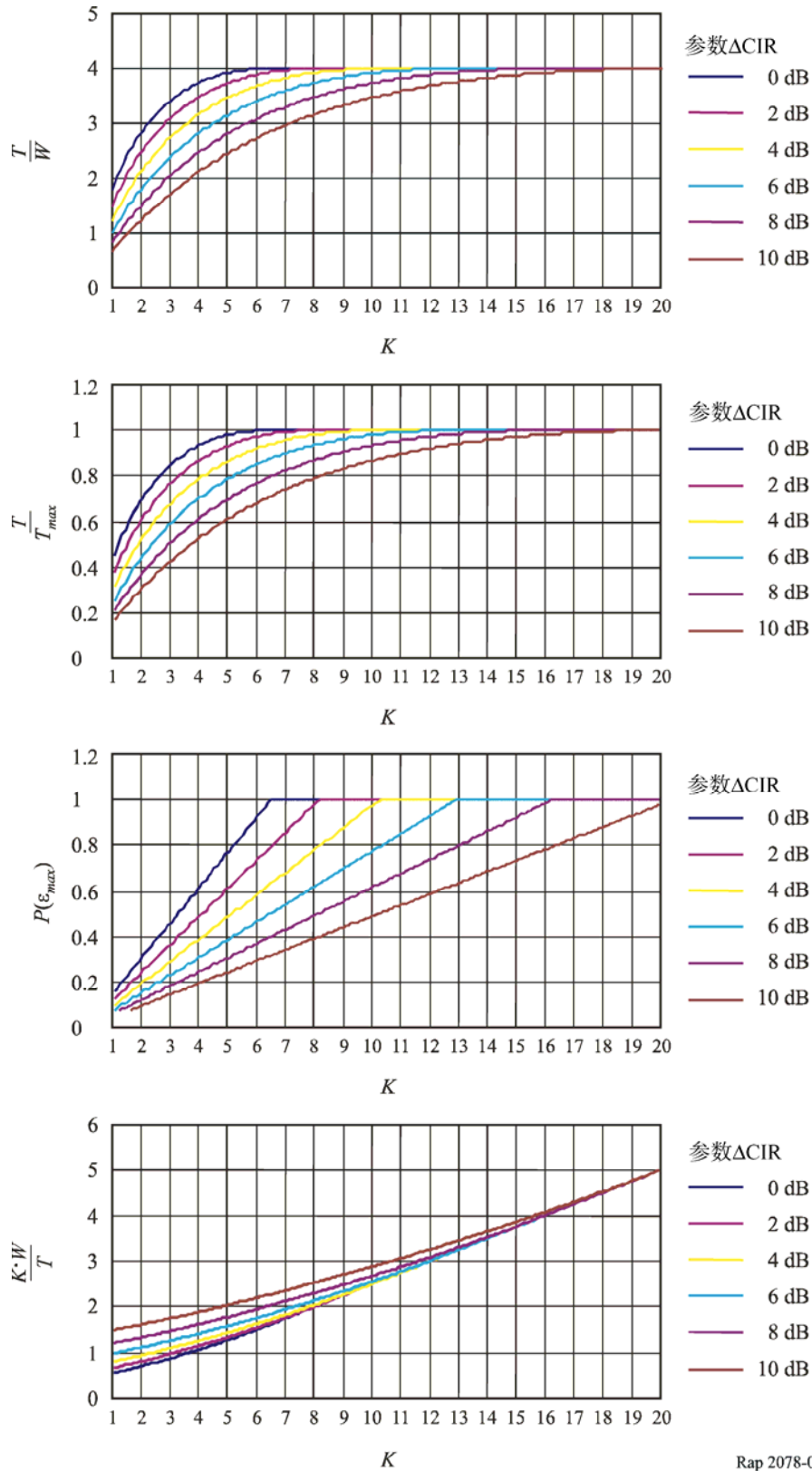


图 7

相对于载波带宽的归一化的平均集总吞吐量和最大集总吞吐量以及最大集总吞吐量的概率所用的参数：  
 覆盖为 95%、全向小区、长期衰落的标准偏差为 6 dB、路径损耗斜率为 40 dB、  
 对应参数  $\Delta\text{CIR}$  — 与香农限值相关的降低量的  $\epsilon_{\text{max}} = 4 \text{ bit/s/Hz}$



1.3.2 对应一个采用适当的调制和编码的，给定无线电接口的距离和小区边缘的集总吞吐量

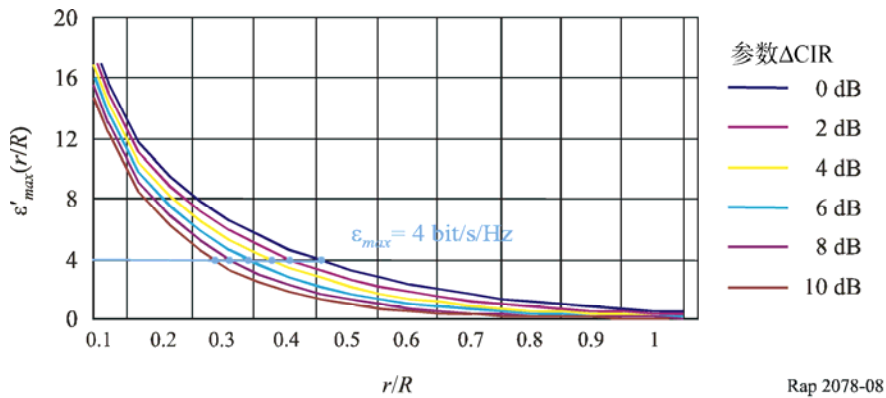
理论上讲可用集总吞吐量取决于可用载/干比并且随着距服务基站的距离  $r$  的增加而减少。在小区边缘的可用集总吞吐量在服务质量 (QoS) 方面从用户的角度是一个重要的要求。相对于距离  $r$  的标称集总吞吐量由[4]给出：

$$\epsilon'_{max}(r) = \frac{T(r)}{W} = \frac{\ln \left( 1 + \frac{\sqrt{3 \cdot K}^{\beta/10}}{10^{\frac{\Delta CIR|_{dB} + \Gamma}{10}}} \cdot \left( \frac{R}{r} \right)^{\beta/10} \right)}{\ln 2} \leq \epsilon_{max} \tag{10}$$

可用集总吞吐量随距离  $r$  的增加而显著减少。因此，直到小区边缘的最低可保证的可用集总吞吐量在确定总的频谱需求的考虑中也是一个重要的质量判据。图 8 给出了相对于距离的可用的集总吞吐量。

图 8

相对于标称化的距离  $r/R$  的标称集总吞吐量所用的参数：成组大小  $K = 1$ 、覆盖为 95%、全向小区、长期衰落的标准偏差为 6 dB 和路径损耗斜率为 40 dB 对应参数  $\Delta CIR$  — 与香农限值相关的降低量，给出最大标称化的集总吞吐量  $\epsilon_{max}$



在小区边缘当  $r = R$  时，集总吞吐量给出如下[4]：

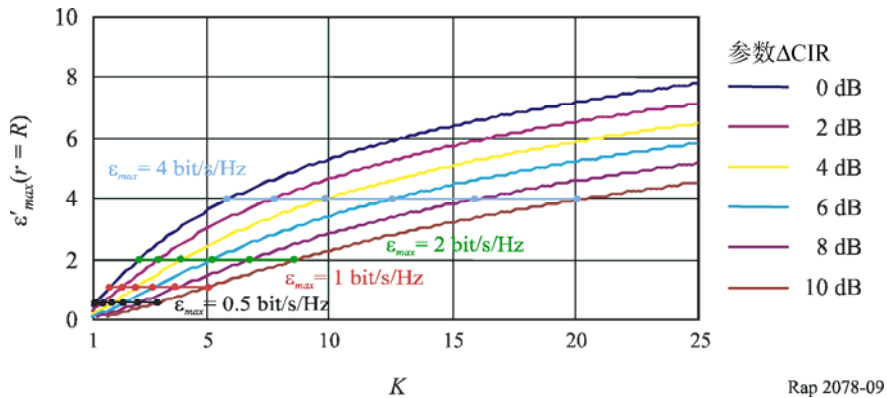
$$\epsilon'_{max}(r = R) = \frac{T(R)}{W} = \frac{\ln \left( 1 + \frac{\sqrt{3 \cdot K}^{\beta/10}}{10^{\frac{\Delta CIR|_{dB} + \Gamma}{10}}} \right)}{\ln 2} \tag{11}$$

它与最高物理层模式无线电接口的峰值集总吞吐量无关。

根据公式 (11) 采用和前面所用的相同的典型参数，得出的小区边缘的集总吞吐量在图 9 中给出。该集总吞吐量随着成组大小的加大而增加，当然这是在付出了增加频谱需求的代价之后（比较图 6 和图 7）。尤其对于较小的成组大小  $\Delta\text{CIR}$  的恶化对频谱效率有着很大的影响。在实际系统中这一作用受限于最大可用物理层模式的  $\epsilon_{\text{max}}$ 。

图 9

小区边缘标称化的集总吞吐量所用的参数：覆盖为 95%、全向小区、长期衰落的标准偏差为 6 dB 和路径损耗斜率为 40 dB 对应参数  $\Delta\text{CIR}$  — 与香农限值相关的降低量，给出最大标称化的集总吞吐量  $\epsilon_{\text{max}}$



### 1.4 不同系统设计的系统参数的举例

下面的例子说明了系统设计在相对于可用频谱的性能方面的基本影响。

下面假设了一个采用适当的调制和编码的系统。传播条件考虑采用 40 dB/十倍频程的路径损耗斜率。信令和编码用的开销占有用数据速率 20% 的量级。系统的峰值有用集总吞吐量应为 100 Mbit/s，两个系统设计具有假设为 1 bit/s/Hz 和 4 bit/s/Hz 的峰值集总频谱效率。频率再用为  $K = 1$ 。这样可得出下述一般参数：

- $T_{\text{max,可用}} = 100 \text{ Mbit/s}$
- 信令开销 20 %
- $T_{\text{max}} = 120 \text{ Mbit/s}$
- $K = 1$
- $\epsilon_{\text{max}} =$  分别为 1 bit/s/Hz 或 4 bit/s/Hz
- 与香农限值相关的降低量  $\Delta\text{CIR} = 4 \text{ dB}$
- 路径损耗斜率为 40 dB/十倍频程。

基于早期情况可达到按照表 34 的下述的系统性能。

表 34  
与一个更为窄带的和一个更为宽带的系统设计的比较

参 数	窄带系统方案	宽带系统方案
$\epsilon_{max}$ (bit/s/Hz)	4	1
$T_{max}$ 可用 (Mbit/s)	100	100
$T_{max}$ (Mbit/s) 包括开销	120	120
$\bar{T}$ 可用 (Mbit/s)	30.9	65
$T$ 小区边缘 (Mbit/s)	4.8	19.2
$W$ (MHz)	30	120
$K W$ (MHz)	30	120
对应 $T_{max}$ 的概率	0.0975	0.377

由于宽带系统的应对同信道的干扰的能力更强，因此它可为用户提供更好的 QoS。所以，在频谱需求和质量之间需要一个总体平衡。一般的假设应该是 IMT-Advanced 应向用户提供一个良好的 QoS。

## 1.5 影响频谱需求估算的因素

本报告说明了总的频谱需求取决于许多参数而且特别是无线电接口的性能和配置概念。在早期的估算，当还没有详细而通常可接受的概念可用于新的无线电接口系统时，根据第 3.1 节的一种对无线电接口的较为通行的描述可用于完成一项独立于技术的频谱估算。在 ITU-R M.1768 建议书的频谱计算方法中以每小区的平均频谱效率来表示无线电接口，它相当于图 6 和图 7 中对应平均吞吐量的总频谱需求的倒数。

### 1.5.1 峰值集总吞吐量

基本的无线电接口的特点取决于载波带宽  $W$ 、编码方式和最高的可用调制阶和物理层模式以及对数据速率安排为较低吞吐量的其他可用的物理层模式的适应性的可能的峰值集总吞吐量。

在载波带宽、编码方式和调制阶之间的结合方面有若干种可能的技术解决方案以提供给定的峰值吞吐量。然而，对于相同的峰值集总吞吐量，一个具有较高阶调制的窄带系统会比一个宽带系统要求一个高得多的信噪比。

由于这些复杂的关系，仅峰值集总吞吐量的定义对采用适当物理层的系统的总频谱需求的估算不够充分。总的频谱需求取决于载波带宽、对应整个区域覆盖的所需载波频率  $K$  的数量、所需的保护带和发展概念及要求的 QoS。因此，QoS 参数的定义如平均小区集总吞吐量和小区边缘的集总吞吐量影响着频谱需求估算。



## 1.5.2 QoS 标准

除峰值集总吞吐量以外，QoS 标准的定义对于频谱需求估算是十分重要的更现实的条件。

无线电接口的特性由下述参数给出：

- 可用集总峰值数据速率或吞吐量  $T_{max}$  是一个设计参数且取决于调制阶和编码方式。
- 在吞吐量适应方面无线电接口的适应性取决于可用调制和编码方式的设置。
- 可用信号/（噪声加干扰）比和吞吐量之间的关系决定无线电接口的性能。
- 可用信号/（噪声加干扰）比取决于传播条件、配置情况和天线概念。

频谱需求估算中其他重要的 QoS 标准是：

- 配置区内的平均小区集总吞吐量，例如对于均匀的用户分布，以及有关配置情形的条件。这决定着系统级别条件下无线电接口的平均频谱效率。
- 保持到小区边缘的可用集总最小吞吐量  $T_{边缘}$ 。
- 用户满意的标准基于：
  - 用户的百分数（例如 95%）；
  - 谁获得这个最小吞吐量（例如峰值吞吐量的 10%）；
  - 规定的会晤时长的百分数的时间区间（例如会晤时间的 95%）。

平均吞吐量  $\bar{T}$  取决于：

- 设计参数  $\epsilon_{max}$  和无线电接口的  $\Delta CIR$ ；
- 按照  $K$  和  $\Gamma$  的配置情形；
- 传播条件  $\beta$  和  $\sigma$  以及最后；
- 天线的构想。

而作为无线电接口的设计参数  $\epsilon_{max}$  的保持到小区边缘的吞吐量  $T_{边缘}$  的差别对平均吞吐量没有影响。

用户满意的标准只能是模拟评估。相对于距离的吞吐量的依赖性应尽可能小，这一点由选择更加宽带的系统来解决。

## 1.6 基本关系概要

本文件中的研究表明了无线电接口的不同参数和配置情况之间的基本关系。本附件中采用的理论背景的更进一步的解释在[4]中。不同参数的基本关系总结如下：

- 无线电接口的可用峰值集总吞吐量由最大物理层模式确定且仅可用于高载/干比。
- 减小成组大小  $K$ ，在给定载波带宽  $W$  时可降低频谱需求  $B_{所需}$ ，当然是以损失平均集总吞吐量为代价。
- 对采用适当调制和编码的系统的频谱需求对给定峰值集总吞吐量归一化的平均小区集总吞吐量在成组大小  $K=1$  时为最小。

- 然而, 在该条件下, 由于同信道干扰的影响, 得到该峰值集总吞吐量的概率较低。
- 在结合调制阶的任何频谱效率 $\epsilon_{max}$ 时, 所要求的峰值集总吞吐量基本都可达到。
- 距基站的距离越远可用集总吞吐量减小就越明显。
- 小区边缘集总吞吐量并不取决于无线电接口的可用峰值吞吐量。它仅取决于可用载/干比和载波带宽。
- 可支持的平均集总流量取决于可用平均小区集总吞吐量。
- 平均集总吞吐量取决于无线电接口的设计(峰值集总吞吐量、对香农限值的降低、物理层模式的适应性)、传播和配置情况且特别在于系统带宽。
- 包括路径损耗系数 $\beta$ 和阴影衰落的标准偏差 $\sigma$ 的传播条件毫无疑问取决于配置情况。
- $\beta$ 值大则可在损失传播距离的情况下降低小区间干扰的影响反之亦然。
- $\beta$ 值小则可改善传播距离和对足够小区大小可测性的网络进行经济的配置。当然, 同信道干扰也增加了。这种情况中毫无疑问是要通过天线的构想和屋顶以下安置接入点以利用配置区域内固有的遮蔽来降低小区间干扰的影响。
- 天线的构想可降低同信道干扰并可以改善覆盖范围。
- 应降低相邻信道的干扰以减小相邻载波之间所需的保护带。
- 当然, 与小区间同信道的干扰相比来自于小区内同信道的干扰所产生的影响最大, 而来自于相邻信道的干扰所产生的影响较低。

## 2 实际的无线网络对 ITU-R M.1768 建议书和本报告的适应性

第2节描述了在干扰受限条件下一个实际无线网络的基本情况并列数了影响频谱需求的因素。ITU-R M.1768 建议书中提出的经一致通过的频谱需求计算方法提供了一种对实际无线网络的简化描述。因为对该方法的要求之一就是“不能比输入数据的不确定更为复杂”, 所以这些简化是必要的。

ITU-R M.1768 建议书的频谱需求计算方法中列于第3节的许多有影响的因素都是该方法输入参数的原型。这些与无线电方面有关的输入参数包括小区面积、应用数据速率、每个操作者每种无线电环境的最低配置以及区域频谱效率。该方法中的这些参数的含义和用法在下面各小节中阐述。此外, 对产生列于第3节的实际无线网络的结果, 应考虑的这些输入参数值是如何得出的做了说明。

## 2.1 小区面积

小区面积参数是用于根据从市场研究得到的流量数字计算不同电信密度不同无线电环境中能提供的流量负荷。小区面积参数的实际值应结合链路预算获得。

小区面积参数值应考虑操作环境（例如在给定配置中的传播条件、接口情况）、QoS 标准（例如像峰值数据速率和小区边缘用户数据速率的目标数据速率）和系统特性（例如天线配置、发射机和接收机性能和取决于数据速率的载波带宽）。小区面积值还应考虑不同的小区类型所支持移动性的要求。例如，对宏小区的定义是支持 ITU-R M.1768 建议书中从固定到高移动性的所有移动性等级，这对宏小区布署时的可用小区大小设定了一个下限。

## 2.2 应用数据速率

本方法中采用应用数据速率参数向 RAT 组和无线电环境分配流量。该应用数据速率对于应用特别是小区的类型代表了主要采用的一个比特速率。该应用数据速率可能比可用的峰值比特速率小且并不是在整个小区内都可用。

本估算方法将流量分配到不同的 RAT 组目前采用的应用数据速率值如下：

- 宏小区情况 50 Mbit/s
- 微小区情况 100 Mbit/s
- 室内情况 1 Gbit/s。

在**宏蜂窝**环境和**微蜂窝**环境中，系统操作在**干扰受限的条件**。这里可用集总吞吐量随传播距离的增加而显著下降（见第 3.3.2 节）。因此，特别是在宏蜂窝环境下，该应用数据速率对应的所期望的平均集总吞吐量比系统峰值集总吞吐量小。图 6 和图 7 给出了宏蜂窝环境频率再用为 1 的配置的平均集总吞吐量是在依赖于峰值频谱效率的峰值集总吞吐量的 50%的量级，相对于香农限值和传播条件的下降。在宏小区中 50 Mbit/s 的应用数据速率相当于 IMT-Advanced 的 100 Mbit/s 的所需峰值集总吞吐量的 50%。由于希望有更高的载/干比，以得到 100 Mbit/s 的较高的应用数据速率，与宏小区比在微蜂窝环境有可能应用更高的物理层模式。

假设在**室内情况**下，系统操作在**噪声受限条件**且超过这一噪声电平。由此，关于室内应用的实际假设条件下所预计的小范围内在整个室内小区，相当于所需的系统峰值集总吞吐量的 1 Gbit/s 的应用数据速率可用的概率较高。

这些对应所需峰值集总吞吐量数值的应用数据速率数值适合不同情况的区域频谱效率值。

ITU-R M.1768 建议书中的应用数据速率通过与 RAT 组的能力要求的业务类别比较决定在给定的无线电环境中给定的 RAT 组是否能支持这项业务类别。ITU-R M.2072 报告中的市场研究仅用一种类型的数据速率参数，即平均业务比特速率来表示业务类别。该业务类别的平均业务比特速率表示了如 ITU-R M.1768 建议书所述由属于相同的业务类别的不同业务的加权平均得到的一个平均数据速率要求。因此，该方法只采用了一种类型的数据速率参数来模拟 RAT 组以减少复杂性。这就需要选择的应用数据速率应足够大以适应出自市场研究的未来系统可支持的这些业务类别。但是，该比特速率并不是在整个小区内都可用。

### 2.3 每种无线电环境每运行者 (= 每网络) 的最小配置

每种无线电环境每运行者的最小配置参数，对一个运行者来说，是在给定的无线电环境中建立一个实际运行的网所需的最小频谱量。每种无线电环境每运行者的最小配置是一个与载波带宽有关的频谱间隔单位。

得出最小配置参数值时，需要保证在给定的无线电环境中，要能支持相应的应用数据速率。另外，最小配置应考虑小区边缘的比特速率，以保证合理的用户满意度，同样也是为了位于小区边缘的使用者。

### 2.4 区域频谱效率

ITU-R M.1768 建议书中的区域频谱效率参数被用于计算 bit/s/Hz/小区的每小区的原始频谱需求，计算时用 bit/s/小区的容量需求除以频谱效率值。ITU-R M.1768 建议书和 ITU-R M.2074 报告中规定频谱效率从所有用户所能达到的平均数据吞吐量算出，也就是在无线电环境范围内是同质分布的，对于分组交换业务在 IP 层而对于电路交换业务在应用层。

该方法中的容量需求代表的是 UL 和 DL 的集总容量需求，且这样相应的频谱效率是与链路方向无关的。该容量需求是小区的平均集总容量需求，它是从代表该小区的平均集总流量的流量数字算出的。因此，频谱效率同样也被表示为描述整个小区情况的一个平均概念的每小区一个的数字。频谱效率值的计算基于以小区带宽归一化的小区内的所有用户的平均集总吞吐量。

频谱效率值应考虑 QoS 标准（足够的用户满意度、数据速率）、操作环境（传播条件、接口情况）和系统特性（天线特性、发射机性能和接收机性能）。

### 2.5 整个小区可达到的比特速率

现实中可用的比特速率在整个小区不会是不变的，这些变化取决于例如由于噪声受限情况的  $S/N$  变化和由于干扰受限情况的  $S/(I + N)$  的影响的距基站的距离。如果要很全面的建模就会需要一个相当复杂的算法，而作为频谱需求的估算方法要求尽量简单，以便这项计算作为该方法所采用的简化手段的一种替代可用标准的软件程序通过一台标准的 PC 就可完成。

为了流量分配目的，假设该方法中使用的应用数据速率在整个小区范围是不变的。该计算方法假设了该应用的数据速率对用户的大多数始终是可用的，这是一种保守的近似。当然，整个小区范围的可用数据速率的可变性，体现在对区域频谱效率的考虑，即平均到整个小区范围的频谱效率。

## 2.6 无线电参数之间的关系

第 4.1 至第 4.4 节的无线电参数作为 ITU-R M.1768 建议书以简化方式对实际网络做出模型的输入参数，这些参数之间是紧密相关的。因此，本报告中使用的这些输入参数的数值来源出自于相同的框架。这些输入参数的数值应考虑操作环境（例如传播条件、干扰情况）、QoS 标准（例如数据速率的要求、用户满意度）和系统特性（天线结构、发射机和接收机的特性）。由于相互间的关系，在引入不同输入参数的数值时考虑相同的情况十分重要。

## 3 结论

本附件 2 用基本关系以及列举了对频谱需求影响的结果，对一个实际无线网络的情形进行了描述。ITU-R M.1768 建议书中通过的频谱计算方法提出了一种表述实际无线网络的简化模型。影响第 3 节中提出的实际无线网络频谱需求的因素在该频谱计算方法的输入参数中受到的重视并按照第 4 节所述引出他们的数值。这些输入参数包括小区面积、应用的数据速率、每种无线电环境每运行者的最小配置以及区域频谱效率。

重要的一点本报告中使用的这些输入参数的数值是源自于在相同的结构中以相同的假设的，这是因为各参数之间是有关联的。

## 4 参考文献

- [1] ITU-R M.1645 建议书 — IMT-2000 和超 IMT-2000 系统未来发展的框架和总目标。
- [2] ITU-R M.1768 建议书 — IMT-2000 和后 IMT-2000 系统地面部分未来发展频谱计算的方法。
- [3] THOMAS, J.B.[1969] 《统计通信理论入门》，John Wiley & Sons, 纽约，美国。
- [4] MOHR, W.[2003] 基于数据速率评估的后 IMT-2000 系统的频谱需求。 *Wiley J. Wireless Comm. 和 Mobile Computing*; **3**, p. 1-19。

## 附 件 3

### 对游牧应用的频谱估算

对需要由 RATG 2 提供的游牧应用的频谱估算问题已有相当多的讨论。有些主管部门相信没必要分别估算该频谱，而另一些主管部门则持该频谱应分别估算的观点，因此主管部门会被通知在可用频带中如何去调整这样的应用。

游牧应用是基于高达 1 Gbit/s 的大数据速率并将由微微小区和热点小区提供的。游牧应用的无线电特性会不同于移动应用，即其载波带宽会较大（例如 100 MHz），另外小区干扰较小等。

该频谱估算手段还无法允许对游牧应用进行单独的频谱估算。没有充分的时间及时完成纳入 CPM-07 报告的这项工作。有一个主管部门已进行了一些游牧频谱估算并声称它超过总频谱估算的 50%。其他有些主管部门支持这一分析的趋势，但也有些主管部门不支持该分析。由于该频谱估算手段不能估算游牧频谱，因此这一游牧频谱的估算会不精确。

## 附件 4

### 频谱估算的敏感性

下面的图 10 说明了频谱估算对参数  $U$ 、 $Q$ 、 $R$  和  $\mu$  的敏感性。这些参数各自从最小（等于零）变化到最大（等于 1）以及一起发生变化。

这些结果表明频谱需求在超过变量数值的约 50%（即中间范围）时迅速上升。

图 10

频谱估算对参数  $U$ 、 $Q$ 、 $R$  和  $\mu$  的敏感性

