

国 际 电 信 联 盟

**ITU-R**

国际电联无线电通信部门

**ITU-R M.2083-0 建议书**  
(09/2015)

**IMT愿景 – 2020年及之后**  
**IMT未来发展的框架**  
**和总体目标**

**M 系列**  
**移动、无线电测定、业余**  
**和相关卫星业务**



国际电信联盟

## 前言

无线电通信部门的职责是确保卫星业务等所有无线电通信业务合理、平等、有效、经济地使用无线电频谱，不受频率范围限制地开展研究并在此基础上通过建议书。

无线电通信部门的规则和政策职能由世界或区域无线电通信大会以及无线电通信全会在研究组的支持下履行。

## 知识产权政策 (IPR)

ITU-R的IPR政策述于ITU-R第1号决议的附件1中所参引的《ITU-T/ITU-R/ISO/IEC的通用专利政策》。专利持有人用于提交专利声明和许可声明的表格可从<http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>获得，在此处也可获取《ITU-T/ITU-R/ISO/IEC的通用专利政策实施指南》和ITU-R专利信息数据库。

### ITU-R 系列建议书

(也可在线查询 <http://www.itu.int/publ/R-REC/en>)

系列	标题
<b>BO</b>	卫星传送
<b>BR</b>	用于制作、存档和播出的录制；电视电影
<b>BS</b>	广播业务（声音）
<b>BT</b>	广播业务（电视）
<b>F</b>	固定业务
<b>M</b>	<b>移动、无线电定位、业余和相关卫星业务</b>
<b>P</b>	无线电波传播
<b>RA</b>	射电天文
<b>RS</b>	遥感系统
<b>S</b>	卫星固定业务
<b>SA</b>	空间应用和气象
<b>SF</b>	卫星固定业务和固定业务系统间的频率共用和协调
<b>SM</b>	频谱管理
<b>SNG</b>	卫星新闻采集
<b>TF</b>	时间信号和频率标准发射
<b>V</b>	词汇和相关问题

**说明：** 该ITU-R建议书的英文版本根据ITU-R第1号决议详述的程序予以批准。

电子出版  
2016年，日内瓦

© 国际电联 2016

版权所有。未经国际电联书面许可，不得以任何手段复制本出版物的任何部分。

## ITU-R M.2083-0 建议书

**IMT愿景 – “2020年及之后IMT未来发展的框架  
和总体目标”**

(2015年)

**范围**

本建议书探讨了未来IMT为更好满足发达国家和发展中国家建设网络社会的需要而发挥的重要作用，并以此为据，界定了2020年及之后国际移动通信（IMT）的未来发展框架和总体目标。此建议书详尽描述了2020年及之后IMT未来发展的框架，其中包括与设想用途情形相关的内容广泛的各种能力。此外，本建议书还探讨了2020年及之后IMT未来发展的目标，包括在现有基础上进一步增强IMT，以及IMT-2020的发展。应当注意的是，本建议书的编制以建议书ITU-R M.1645为依据，关注了迄今为止IMT的发展状况。

**关键词**

IMT、IMT-2020

**缩略语/术语表**

ICT	信息和通信技术
IMT	国际移动通信
IoT	物联网
M2M	机器对机器
MIMO	多入多出
QoE	体验质量
QoS	服务质量
RAT	无线接入技术
RLAN	无线局域网

**相关ITU建议书、报告**

ITU-R M.1645建议书 – IMT-2000未来发展的框架和总体目标以及IMT-2000后续系统

ITU-R M.2012建议书 – 高级国际移动通信（IMT-Advanced）地面无线电接口的详细规范

ITU-R M.2320号报告 – IMT地面系统的未来技术趋势

ITU-R M.2370号报告 – 2020至2030年IMT业务量预测

ITU-R M.2376号报告 – 6 GHz以上频段内IMT的技术可行性

ITU-R M.2134号报告 – 与IMT-Advanced无线电接口的技术性能相关的要求

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) ITU助力标准制定以及帮助协调使用IMT，从而在全球范围内提供电信服务；
- b) 技术进步以及相应的用户需求不断推动创新，缩短了先进的通信应用从研发生产到销售的周期；
- c) ITU-R 229/5问题书探讨了IMT地面系统进一步发展的的问题，该问题书项下的有关研究在ITU-R内得到了进一步探讨；
- d) ITU-R M.1645建议书界定了IMT-2000以及除IMT-2000以外各系统的未来发展框架和总体目标；
- e) 对于全球运营和规模经济而言(此二者是移动通信系统取得成功的关键要求)，最好从技术、运营和频谱相关的方面考虑，以便为未来IMT的发展创建一个协同的时间框架；
- f) 无线通信应用有望开辟新的市场领域，以促进数字经济的发展（如智能电网、电子医疗、智能运输系统和交通管理等），当今的IMT应用领域将无法为其要求；
- g) 智能手机、平板电脑和用户开发的创新移动应用的快速普及，致使移动数据流量不断跃升；
- h) 由于物联网（IoT）应用的不断兴起，对网络进行访问的设备数量有望增加；
- i) 由于波长变短，波束成形技术、大规模多入多出技术（MIMO）等技术更易于以更高的频率进行使用；
- j) 连续宽带将提高数据传输效率，降低硬件实现的复杂度；
- k) 小区变小（如减少了数十米），从而在致密区域提供更大的域通信能力；
- l) IMT和其他无线电系统相互配合，

意识到

- a) 由于IMT-Advanced系统能快速增加数据流通量，一些国家的政府在其全球部署前就已对该系统进行了部署；
- b) 除研发支持IMT-2020新功能的新无线电接口外，IMT-2000和IMT-Advanced系统也会进一步增强，

注意到

根据ITU宪章第44条，各成员国应尽快采用最新技术成果，

建议

本附件应用作2020年及之后国际移动通信（IMT）的未来发展框架和总体目标。



## 附件

## 目录

页码

1	引言 .....	3
2	趋势观察 .....	4
2.1	用户和应用趋势 .....	4
2.2	IMT流量的增长 .....	5
2.3	技术趋势 .....	6
2.4	6-100GHz之间的IMT技术可行性研究 .....	8
2.5	频谱影响 .....	9
3	IMT的演进 .....	10
3.1	IMT的发展方式 .....	10
3.2	2020年及之后IMT的作用 .....	10
4	2020年及之后的IMT使用情境 .....	11
5	IMT2020的特性 .....	12
6	框架和目标 .....	17
6.1	关系 .....	17
6.2	时间线 .....	17
6.3	需进一步研究的重点领域 .....	19

## 1 引言

最近几十年的社会技术变革很大程度上是由移动通信技术的革新推动的，为发达国家和发展中国家的经济社会发展做出了巨大的贡献。在全社会，移动通信技术已与人们的日常生活紧密结合。社会技术趋势和移动通信系统的革新有望始终保持密切联系，为2020年及之后的社会发展奠定基石。

然而，可以预见的是，未来会涌现诸多新要求：增加流量、研发更多能够满足各类服务要求的设备、提高用户体验质量（QoE）、进一步削减成本以及降低设备价格等，该等要求需要更多创新方法才能予以满足。

本建议书旨在通过论述潜在用户和应用趋势、流量增长、技术趋势和频谱作用，并通过为2020年及之后的IMT框架及能力设计指南，从而确立2020年及之后的IMT发展愿景。

## 2 趋势观察

### 2.1 用户和应用趋势

移动设备在人们日常生活中发挥的作用多种多样，并且仍在不断改进。未来的IMT系统应支持不断涌现的新使用案例，包括各类需要极高数据通信率的应用、大量连接的设备及超低延迟的高可靠性应用。更多关于用户和应用趋势的内容详见第2.1.1节至第2.1.8节。

#### 2.1.1 支持延迟极低、可靠性高且以人为中心的通信

人们希望体验瞬间连接，即应用需展现“瞬间”性能，而无需等待时间：点击后立即反应。瞬间性能将是云服务、虚拟现实和增强现实应用获得成功的关键因素。因此，支持该性能的低延迟和高可靠性通信能够有力推动未来在医疗、安全、办公、娱乐及其他领域的新应用的发展

#### 2.1.2 支持延迟极低、可靠性高且以机器为中心的通信

当今通信系统的可靠性和延迟性是为方便人类用户而设计的。对于未来的无线系统而言，新应用将基于机器对机器（M2M）实时通信进行设计。低延迟性和高可靠性能够提高生活品质，例如：无人驾驶汽车、增强型云服务、实时交通管理优化、紧急情况和灾难响应、智能电网、电子医疗或高效工业通讯。

#### 2.1.3 支持高用户密度

用户将有望在并发用户数庞大的情况下（比如在单位面积内通信密度高、拥有手机和机器/设备数量大的人群中）获得令人满意的最终用户体验。例如，视听内容有望同时覆盖购物商场、体育场、露天庆典或其他吸引多人的公共事件内的整个小区或资讯娱乐应用。这包括，方便用户在意外塞车或在公共运输系统行驶时对手机的使用，以及方便警署、消防队和救护车队的专业人员利用拥挤环境中的公共通信网络和以机器为中心的设备。

#### 2.1.4 保持高移动性下的高质量

在2020年之后，一个互联互通的社会需要保证移动中的最终用户和静止的最终用户（如在家或在办公室）获得类似的用户体验。为了给高移动性用户和通信机器设备提供“最佳体验”，我们需要强有力的、可靠的互联互通解决方法，并且需要有能力强有效保持高移动性下的服务质量。

各类汽车或一些国家正在着力部署的高速铁路可作为移动平台，对于安装于此类移动平台内的用户设备而言，保持高移动性下的高质量将促进有关应用在该等用户设备上的成功登陆。通过IMT、无线局域网（RLAN）或使用适当回传之移动平台的其他网络，可提供移动平台的互联互通。

#### 2.1.5 增强多媒体服务

除了用于娱乐以外，移动高清多媒体可能会越来越多地用于其他诸多领域，如医疗、安保和安全等。

用户设备将获得更强的媒介消费能力，比如超高清显示、多视角高清显示、移动3D投影、沉浸式视频会议、增强现实和混合现实显示和交互界面等。这将需要极大提高数据速率。媒体传输将为个人用户和群体用户二者服务。

### 2.1.6 物联网

在未来，所有可能受益于互联互通的对象均通过有线或无线互联网技术连接。因此，未来连接设备的数量会快速增长，并且有望超过人类用户设备的数量。

该等连接的“物体”可为智能手机、传感器、执行器、照/摄相机以及车辆等，从低复杂度设备到高复杂度和高级设备不等。大量连接设备有望使用IMT系统。

因此，各连接实体需拥有确保稳定连接所必需的各等级能耗、传输功率、延迟要求、成本和诸多其他指标。

此外，随着越来越多的物体实现连接，使用物体连接能力的各类服务将开始出现。智能能源分配网系统、农业、医疗、车对车和车对路基础设施通信通常被视为物联网（IoT）进一步发展的潜在领域。

### 2.1.7 应用聚合

新应用越来越多地通过IMT进行提供，包括电子政务、公共保护和救灾通信、教育、线性<sup>1</sup>和点播的视听内容以及电子医疗。该应用聚合务必考虑到与该等应用有关的各项要求。

### 2.1.8 超精准定位应用

随着定位的准确度不断提高，用于提供完善的急救服务，以及提供精确无人驾驶汽车或无人机陆基导航服务的定位服务应用或能得到更加广泛的应用。

## 2.2 IMT流量的增长

推动IMT流量需求增长的驱动力有很多，其中重要一项是对性能强、需要高比特率和需使用宽带的各类设备的采用。类似的驱动力在IMT-2000向高级国际移动通信（IMT-Advanced）过渡期间促进了流量的增加。

预期流量增加的主要驱动力包括，不断增多的视频使用、设备扩散和应用使用。这还将随着时间的流逝不断发展，该发展情况会依各国不同的社会经济情况而出现差异。该等驱动力和影响流量增长的其他趋势详见ITU-R M.2370报告。该报告从其收录的多份资料出发，对2020年之后全球IMT流量的发展进行评估。其评估预测，2020年到2030年间，全球IMT流量的增幅区间为10-100倍。

---

<sup>1</sup> 线性视听服务系指“传统”的广播或电视服务呈现方式。听众和观众“收听/看”已安排好的一系列内容，包括电视播放的新闻、综艺节目、电视剧或电影或收音机播放的各类音频内容。该等节目序列由内容提供者创建，听众或观众无法变更。线性服务并不局限于某一特定的分配技术。例如，互联网直播同样被视为线性服务。

ITU-R M.2370报告还提到了这一时期的流量不对称问题。据人们观察，当前移动宽带的平均流量不对称比率支持下行链路，并会随着视听内容需求量的不断增长而出现上升。

## 2.3 技术趋势

ITU-R M.2320报告透过广阔的视角，对2015至2020年及之后的未来地面IMT系统之技术前景进行展望。报告的内容涉及IMT系统的技术和操作特性信息，其中包括通过技术进步和高效频谱技术实现的IMT演进及其部署实施。ITU-R M.2320报告就下文第2.3.1节到第2.3.8节中阐述的技术问题提供了更加详细的信息。此外，第2.3.9节解释了提高数据速率所需的各项技术。

### 2.3.1 无线电接口增强技术

高级波形、调制和编码，以及多址方案，如经滤波的OFDM（FOFDM）、滤波器组多载波调制（FBMA）、模式分多址（PDMA）、稀疏码多址（SCMA）、交织分多址（IDMA）和稀疏扩频（LDS）可能会提高未来IMT系统的频谱效率。

3D-波束成形（3D-BF）、有源天线系统（AAS）、大规模MIMO和网络MIMO等高级天线技术将提高频谱效率。

此外，TDD-FDD联合作业、双连接和动态TDD能够增强频谱灵活性。

对能进行自干扰抵消的同一频率实现同时传输和接收，能提高频谱效率。

其他诸如弹性回传和动态无线接入配置等技术也可以促进促进无线电接口的增强。

在小基站内，相比于广域的情况，小基站部署的移动性更低，信号干扰比可能更高，因此以更低开销对参考信号结构进行高阶调制和修改会同样会增强性能。

弹性频谱使用、多址无线电接入技术（RATs）联合管理和弹性上行链路/下行链路资源分配，可为未来不断增加的流量需求提供技术解决方案，还可以提高无线电资源的使用效率。

### 2.3.2 网络技术

未来的IMT将需要更多的可配置网络节点，该等网络节点可基于软件定义网络（SDN）构架和网络功能虚拟化（NFV）进行配置，以便对节点功能进行最优处理，并提高网络运行效率。

云RAM（C-RAN）具有集中化和协作式系统运行特点，涵盖基本频带和高层处理资源，形成共享池，可让人们动态按需管理和分配这些资源，同时对射频单元和天线进行分布式部署。

无线接入网络（RAN）构架应支持大量小区间协调方案以供选择。例如，高级自组织网络（SON）技术可作为解决方案示例，用以促进运营商提高多种无线接入技术和多层网络的OPEX效率，同时满足订户不断增长的吞吐量需求。



### 2.3.3 移动宽带情境增强技术

基于中继的多跳网络可极大增强小区边缘用户享有的服务质量（QoS）。小基站部署可降低同一小区内的用户数量，从而提高用户享有的服务质量，用户体验质量亦可得到提升。

基于HTTP的动态自适应流多媒体（DASH）增强有望提高用户体验，并增加现有架构内的视频流媒体内容。

宽带节约和传输效率提升是增强型多媒体广播与群播服务（eMBMS）的发展趋势。单播和多播传输的动态切换有利于此。

目前，IMT系统在核心网络层面对RLAN互通提供支持，包括无缝移动和非无缝移动，并且可以减轻从蜂窝网络进入免执照频段的流量。

场景认知应用可提供更多人性化服务，以确保最终用户能享有高质量体验，并且能随着场景的变化对其进行积极调整。

基于邻近度技术所提供的应用，能显示关于两台设备是否相互邻近的信息，同时该技术能实现设备对设备（D2D）直接通信。包括一键通话通信类型在内的群组通信，是维护公共安全所不可或缺的。

### 2.3.4 大规模机器类型通信增强技术

未来IMT系统有望连接大量具有各类性能和运行要求的M2M设备，低成本、低复杂度的设备类型得到进一步完善，覆盖面进一步扩大。

### 2.3.5 超可靠和低延迟通信增强技术

为实现超低延迟，数据和控制面二者需要大幅增强，并需要技术解决方案来应对无线电接口和网络架构方面的问题。

据人们设想，未来无线系统也将在更大程度上用于机器对机器通信场景，例如在需要高可靠性技术的交通安全、交通效率、智能电网、电子医疗、无线工业自动化、增强现实、远程触觉控制和远方保护等领域进行应用。

### 2.3.6 网络能效提升技术

为了增强能效，能源消耗在协议设计中应予以体现。

网络能效可以通过降低RF发射功率和节约电路功率而实现提高。为增强能效，应充分研究不同用户的流量变化特点，以实现自适应性资源管理。相关例子包括：非连续传输（DTX）、基站和天线静音和多种无线接入技术（RATs）间的流量平衡。

### 2.3.7 终端技术

移动终端作为用于个人办公和娱乐的多功能信息通信技术（ICT）设备，将成为用户友好型的工作和生活伙伴，并且将从主流的手持式智能手机向同样包括穿戴式智能设备在内的新形式演进。

因此，芯片、电池和显示技术应得到进一步完善。

### 2.3.8 隐私和安全增强技术

新无线电技术、新服务和新部署案例将带来诸多安全和隐私威胁，因此未来IMT系统需要提供强有力且安全的解决方案予以应对。

### 2.3.9 数据速率增强技术

为提高数据速率以及增加容量，以下关键技术不可或缺：

频谱：

- 在更高频段中使用大段频谱
- 载波聚合

物理层：

- 通过增强物理层技术（如调制、编码）和空间处理（网络MIMO和大规模MIMO），加之利用其他新创意/备选创意等手段，来增强频谱效率。

网络：

- 网络密致化

## 2.4 6-100GHz之间的IMT技术可行性研究

2020年及之后的IMT发展将带来新的使用案例和应用，并能应对流量的快速增长，届时，理想的信道带宽是相连的，且宽于当前IMT系统中可用的信道带宽。这就需要考虑更高频率范围内的频谱资源。

ITU-R M.2376报告提供了关于频率6-100GHz之间IMT技术可行性的信息。该报告涵盖潜在的新型IMT无线电技术和系统方式，该等方式可在上述频率范围内实施。

该报告展示了不同环境下对该区间内传播进行的数据测量。报告展示的内容有：静止和移动情况下视距和非视距测量结果，以及从室外到室内的测量结果。此外还包括针对不同部署情境的性能仿真结果。

该报告基于MIMO和配有大量天线单元的波束成形提出解决方案，利用频率弥补了不断增加的传播损耗；由于人们能够利用芯片级天线解决方案和模块化自适应性天线阵列，无须为每个天线单元配备ADC/DAC，因而这些解决方案的可行性逐步上升。人们正在调查在该等频率中制造商用发射机和接收机的可行性，例如，商用60GHz千兆无线系统（MGWS）产品已经可用，各类原型活动已经在11、15、28、44、70和80GHz等频率中展开。

该报告通过比较使用相同频谱进行接入和前传/回传，以及使用不同的两个频率进行接入和前传/回传这两种情况，提出了前者的潜在优势。

该报告中记述的理论评价、模拟仿真、各类测量、技术开发和设计原型，均表明使用6-100GHz间的频带对经研究的IMT部署情境而言是可行的，并且可用来考虑2020年及之后的IMT发展前景。

## 2.5 频谱影响

ITU-R M.2290报告对2020年地面IMT的全球频谱预估要求进行研究，并提供了相关研究结果。经估测的总体要求包括IMT业已确定的频谱要求以及其他频谱要求。

应注意到，没有一个单个的频率范围可以满足部署IMT系统所需的所有准则，特别是在地形和人口密度差异很大的国家中；因此，要满足IMT系统的容量和覆盖要求，需要多个频率范围。还应注意到不同国家在市场和移动数据增长的部署和时序等方面的差异性。

对于未来2020年及之后的IMT系统而言，要确保持续增长，理想的信道带宽是相连的，且宽于当前IMT系统可用的信道带宽。因此，应研究支持更宽，且相连的信道带宽的频谱资源在该时期内是否可用。相关研究工作应持续进行，以期提高频谱效率，并研究相连信道带宽是否可用。

此外，如果IMT有其他频谱可用，应妥善处理现有使用该频谱用户或将受到的潜在影响。

### 2.5.1 频谱协同

随着移动服务所需的频谱量不断上升，现有及新分配、认定的频谱实现协同愈发被人们视为利好。频谱协同的优势包括：促进扩大经济规模、实现全球漫游、降低设备设计复杂度、延长电池续航时间、提高频谱效率和潜在地降低跨境干预。通常，一台移动设备含有多条天线和相关射频前端，实现多频段运行，以助力漫游。虽然移动设备可受益于通用芯片组，但由于频率安排存在差异，因此需要不同部件来处理这些差异，这会增加设备设计的复杂度。

因此，IMT频谱协同将让设备具有通用性，这是实现规模经济和优惠的设备价格所不可或缺的。

### 2.5.2 相连和更宽频谱带宽的重要性

由于移动设备（如智能手机、平板电脑和电视等）数量激增，各类高数据流量应用不断涌现，这加快了对无线数据流量的需求。未来IMT系统有望带来大幅改进，以满足该快速增长的流量要求。此外，未来IMT系统将提供每秒千兆比特的用户数据速率服务。当前，各个国家和地区可用的频带和带宽不尽相同，这导致许多与设备复杂度有关的问题，并且可能会引发干扰问题。相连、更宽且协同的频带结合未来的技术发展，能够解决上述问题，并能加快实现未来IMT系统的目标。

特别是，支持第4节所述不同使用情境（如增强型移动宽带、超可靠和低延迟通信以及大规模机器类型通信）的带宽各不相同。由于这些情境所需频率范围为数百 MHz 到至少 1GHz，因此有必要考虑6GHz 以上的宽带相邻频谱。

### 3 IMT的演进

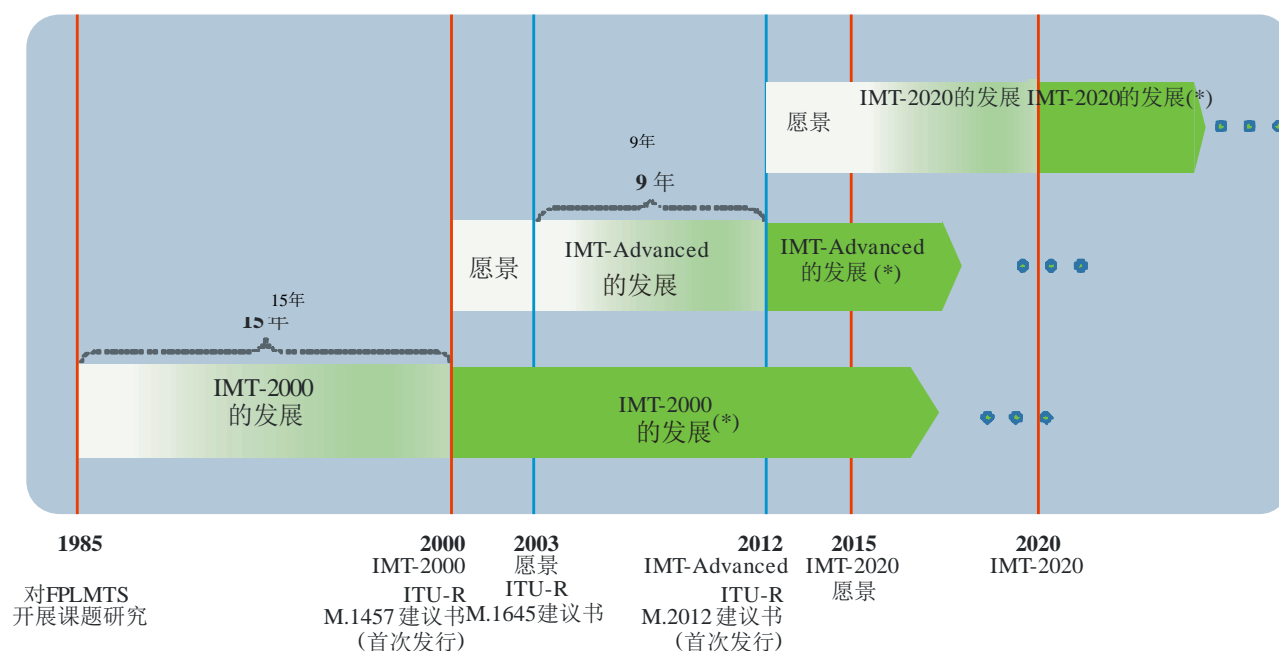
#### 3.1 IMT的发展方式

国际无线电咨询委员会（CCIR）自1985年针对“未来公共陆地移动通信系统（FPLMTS）”开展课题研究（SQ）以来，总共用了15年的时间来确定1992年的无线电频谱以及制定IMT-2000规范（ITU-R M.1457建议书）。此后便开始了对IMT-2000系统的部署工作。

ITU随后立即开始制定关于IMT-2000及其他系统未来发展框架和总体目标的愿景的建议书（ITU-R M.1645建议书，2003年6月版）。ITU以该建议书为准，于2012年发表了对IMT-Advanced地面无线接口进行规定的ITU-R M.2012建议书。在该愿景建议书制定完成后，ITU用了九年时间开展IMT第二阶段的工作。随后IMT-Advanced系统开始部署。

图1

IMT发展及部署大事年表



(\*)各国的部署时间或不相同

M.2083-01

#### 3.2 2020年及之后IMT的作用

IMT系统可充当人类的通信工具，同时也可促进并协助医学、运输以及教育等其他行业的发展。就第2节所述的关键趋势而言，IMT将持续推动以下诸多方面的发展：

- **连接世界的无线基础设施：** 宽带连接将变得和日常用电一样不可或缺，IMT作为促进移动服务供应和信息交换的关键支柱之一，将持续在这一背景下发挥其重要作用。在未来，私人和专业用户将享有品类众多的应用和服务，包括从资讯娱乐服务到新型工业和专业应用等。
- **新型ICT市场：** 未来IMT系统的发展有望推动ICT综合产业的出现，从而促进全球各国经济发展。可能出现的一些领域包括：大数据积累、聚集和分析；为使用无线网络的企业和社交网络群体提供定制化网络服务。

- **缩小数字鸿沟：**IMT将继续帮助缩小数据鸿沟增大带来的诸多差距。价格实惠、可持续的无线通信系统可帮助实现这一目标，同时还能实现高效节能以及效率最大化。
- **新通信方式：**在IMT的帮助下，用户将通过任何设备随时随地获取各类内容。用户将创建并分享更多内容，而不会受到时间和地域的制约。
- **新教育形式：**IMT通过方便用户访问电子教科书，实现知识的互联网云存储，而使教育方式发生了变革，推动了电子学习、电子健康和电子商务等应用的发展。
- **提高能效：**IMT支持机器对机器通信和智能电网、电信会议、智能物流和运输等解决方案，而促进众多经济领域提高能源使用效率。
- **社会变革：**通过社交网络服务，宽带网络让涉及政治或社会问题的公众舆论更易于快速生成并能够得到快速传播。相互联系的广大公众能够随时随地分享信息，因此舆论一旦形成，其将会成为推动社会变革的关键因素。
- **新艺术和文化：**IMT将支持人们创作艺术品以及参与各类群体演出和活动，如虚拟合唱、快闪族活动、共同创作或歌曲创作。此外，连接虚拟世界的人们能构建新型社区并开创属于自己的文化。

#### 4 2020年及之后的IMT使用情境

2020年及之后的IMT有望扩展并支持多种使用情境和应用，即在当前IMT的基础上不断向外扩展。此外，就2020年及之后的IMT而言，随着使用情境和应用预计变得多样化，更多元化的设备性能也将接踵而至。2020年及之后的使用情境包括：

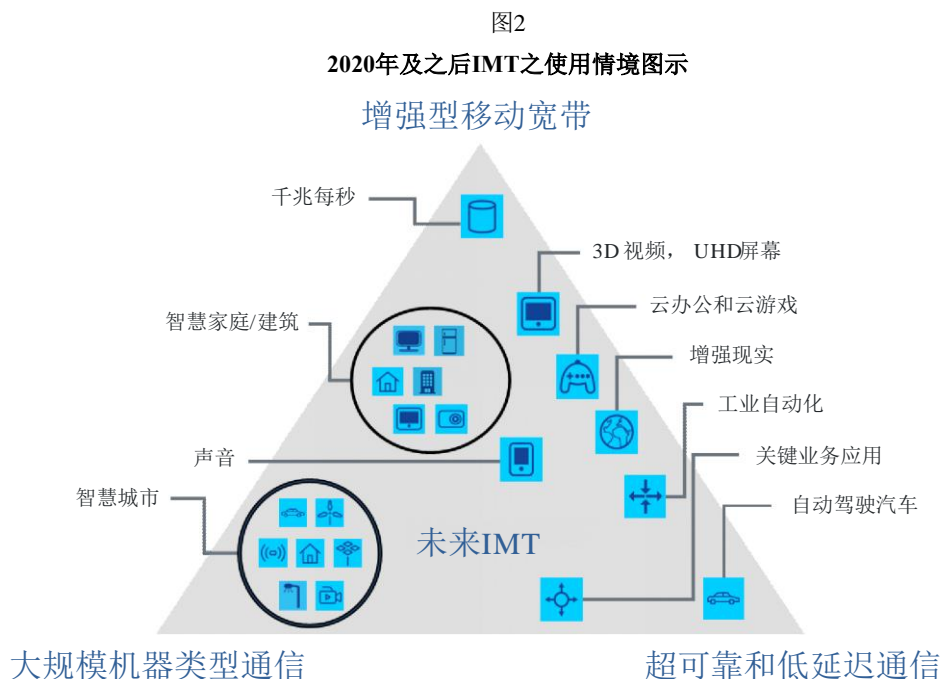
- **增强型移动宽带：**移动宽带处理的是以人为中心的使用案例，涉及用户对多媒体内容、服务和数据的访问。对移动宽带的要求将持续增长，从而增强移动宽带。增强型移动宽带之使用情境将催生新应用领域，并且在现有移动宽带应用的基础上提出新要求：即提高性能、不断致力于实现无缝用户体验。该使用情境涵盖一系列使用案例，包括有着不同要求的广域覆盖和热点。就热点而言，用户密度大的区域需要极高的通信能力，但对移动性的要求低，而且，热点的用户数据速率高于广域覆盖的用户数据速率。就广域覆盖而言，最好要有无缝连接和连接高移动性的介质，用户数据速率也要远高于现有用户数据速率。不过，广域覆盖对数据速率的要求可能低于热点。
- **超可靠和低延迟通信：**该使用案例对吞吐量、延迟时间和可用性等性能的要求十分严格。所应用的领域有：工业制造或生产流程的无线控制、远程手术、智能电网配电自动化以及运输安全等。

- **大规模机器类型通信**：该使用案例的特点是，连接设备数量庞大，这些设备通常传输相对少量的非延迟敏感数据。设备成本需要降低，电池续航时间需要大幅延长。

其他使用案例目前虽无法预见，但也会不断出现。对于未来IMT而言，要想适应伴随各类要求而产生的新实用案例，其灵活适应性将不可或缺。

未来IMT系统将包括大量不同特性。不同的国家有着不同的环境及要求，据此，未来的IMT系统应以高度模块化的方式进行设计，这样，各个网络均无需实现其全部特性。

图2部分展示了2020年及以后的IMT拟使用情境。



M.2083-02

## 5 IMT2020之特性

2020年及之后的IMT将展现远强于ITU-R M.1645建议书所描述的特性，这些经增强的特性会被视为未来IMT的新特性。ITU-R将利用术语IMT-2020对这些系统、系统部件和支持这些新系统的有关方面进行说明，因此以下节中将会用到IMT-2020这一术语。

人们在预测IMT-2020之使用情境和应用的同时，还设想了与之紧密相连的各类有关特性。不同的使用情境以及当前和未来趋势将导致大量各类需求的出现。灵活性和多样性是各个设计原则的关键所在，以服务于众多不同的使用案例和情境，以下段落所述IMT-2020之特性将在其中具有不同的相关性和适用性。此外，还需要考虑网络能源消耗和频谱资源制约问题。

以下八项参数被视为IMT-2020的关键特性。

### 峰值数据速率

每名用户/每台设备理想条件下可获取的最大数据速率（单位：Gbit/s）。



## 用户体验数据速率

移动用户/设备在覆盖区域内随处<sup>2</sup>可获取的可用数据速率（单位：Mbit/s或Gbit/s）。

## 延迟时间

无线网络对信源开始传送数据包到目的地接收数据包的经过时间造成的延迟（单位：ms）。

## 移动性

属于不同层和/或无线电接入技术（多层/多种无线接入技术）的经界定QoS和无缝转换能够达到的最快速度（单位：km/h）。

## 连接密度

每单位面积内连接设备和/或可访问设备的总数（单位：每km<sup>2</sup>）。

## 能效

能效包括两个方面：

- 在网络层面上，系指无线接入网络（RAN）之单位能耗的用户传输或接收的信息比特数量（单位：bit/Joule）；
- 在设备层面上，系指通信模块之单位能耗的信息比特数量（单位：bit/Joule）。

## 频谱效率

系指单位频谱资源和每小区<sup>3</sup>的平均数据吞吐量（单位：bit/s/Hz）。

## 区域通信能力

系指服务于每个地理区域的总通信吞吐量（单位：Mbit/s/m<sup>2</sup>）。

IMT-2020将提供与固定网络实现最大匹配的用户体验。这可通过提高峰值和用户体验数据速率、增强频谱效率、缩短延迟时间及增强移动性支持等方式来实现。

除传统的人对人或人对机器通信以外，IMT-2020将在无人干预的情况下大量连接智能家电、机器或其他物体，从而实现物联网。

IMT-2020在提供这些性能的同时无需承担过高能耗负载、过高的设备成本以及过高的部署成本，从而让未来IMT具有可持续性且更加实惠。

图3通过对比IMT-2020和IMT-Advanced，展示了IMT-2020的关键特性。

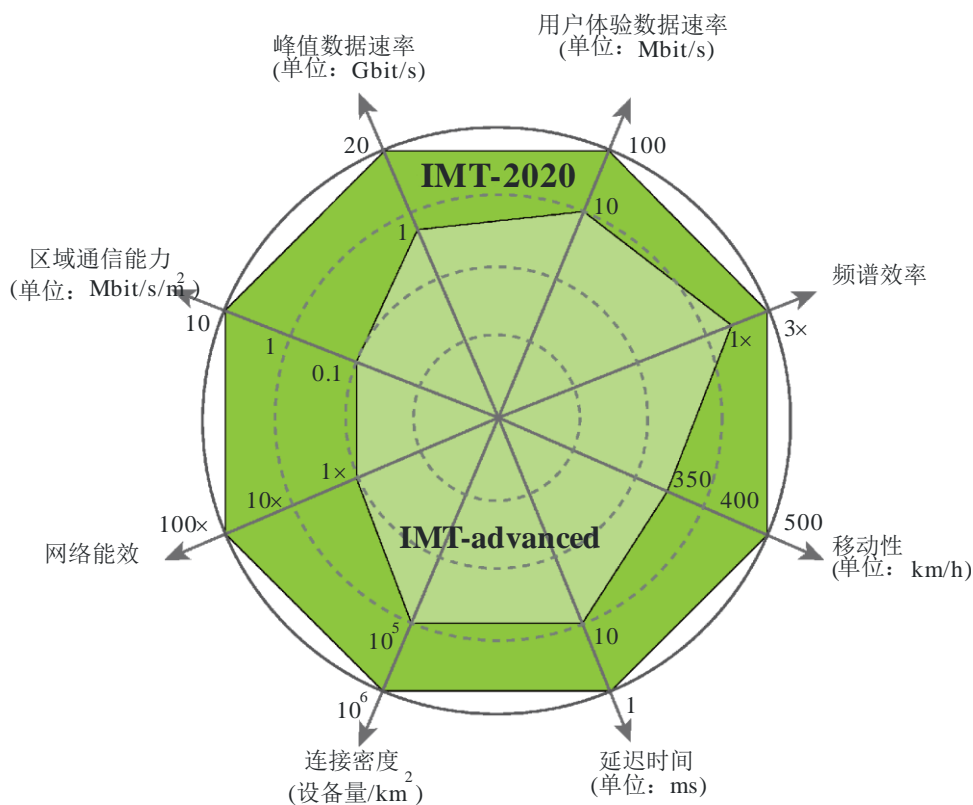
---

<sup>2</sup> “无所不在”一词与所考虑的目标覆盖地区有关，不准备用于整个区域或国家。

<sup>3</sup> 系指一移动终端及位于同区域内与其保持连接的一个或多个无线电设备单元所在的无线电覆盖区域。就单个基站而言，系指该基站或一个子系统（如，扇形天线）的无线电覆盖区域。

图3

IMT-2020之关键特性较IMT-Advanced所取得的强化图示



M.2083-03

上图所示各值是IMT-2020的研究和调查目标，在其他ITU-R建议书中可以做进一步研究改进，同时可以依据未来的研究对其进行修改。该等目标的其他说明如下所示：

就IMT-2020而言，其增强型移动宽带的峰值数据速率将达到10Gbit/s。不过，在某些条件和场景下，IMT-2020将支持多达20 Gbit/s的峰值数据速率（如图3所示）。IMT-2020将在各类增强型移动宽带环境内支持不同的用户体验数据速率。就广域覆盖的案例而言，城区和城郊用户有望获得100 Mbit/s的用户体验数据速率。在热点案例中，用户体验数据速率值有望提升（如在室内达到1 Gbit/s）。

为实现增强型移动宽带，IMT-2020的频谱效率将比IMT-Advanced高三倍。可在IMT-Advanced基础上实现的效率增幅在不同情境内存在差异，在部分场景频谱效率增长得更快（例如，据进一步研究所示，部分场景的频谱效率会增长五倍）。以热点为例，IMT-2020还将支持10 Mbit/s/m<sup>2</sup>的区域通信能力。

IMT-2020无线接入网络的能耗不应高于当今部署的IMT网络能耗，同时还应提供各类增强性能。因此，为实现增强型移动宽带，IMT-2020的网络能效的增强幅度至少应等同于从IMT-Advanced到IMT-2020的拟通信能力增幅。

IMT-2020应能够实现1ms的空中下载延迟，支持极低延迟要求的服务。IMT-2020还将实现高达500 km/h的高移动性，同时确保可接受服务。这是专门为高速铁路设计的服务。

最后，IMT-2020将支持高达10<sup>6</sup>/km<sup>2</sup>的连接密度，以适用于大规模机器类型通信场景。

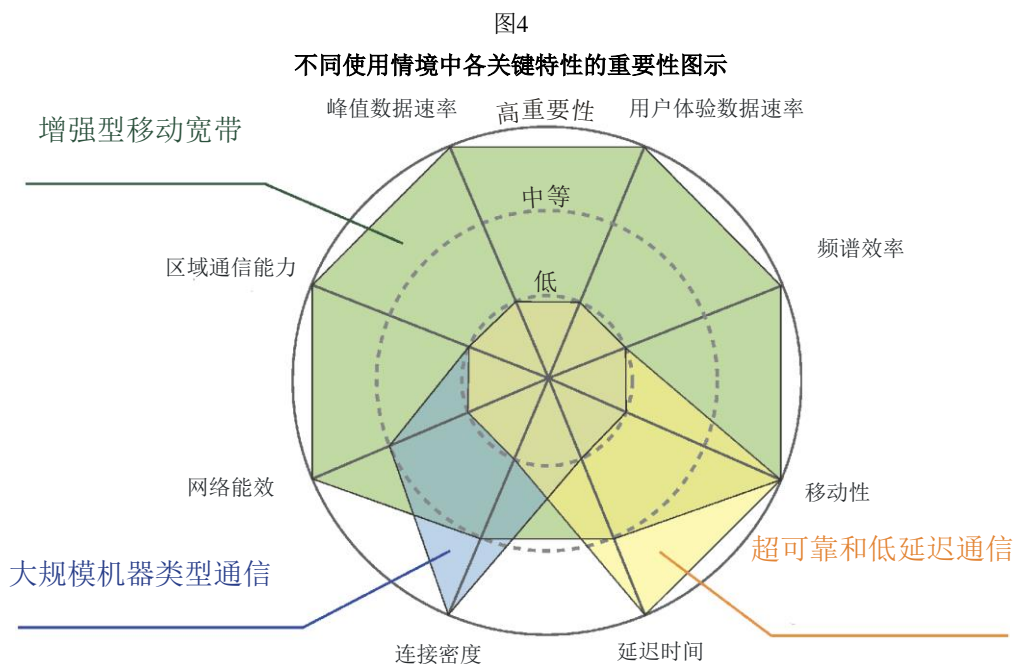
图3所示IMT-Advanced的各项参考值（峰值数据速率、移动性、频谱效率和延迟时间）出自ITU-R M.2134报告。该报告于2008年出版，并用于评价ITU-R M.2012建议书中描述的IMT-Advanced候选无线电接口。

正如上文预期，虽然关键特性在某种程度上对大部分使用案例而言均十分重要，但在不同的使用案例/情境中，某些关键特性的相关性具有显著差异。图4展示了增强型宽带、超可靠和低延迟通信以及大规模机器类型通信这三类使用场景中各关键特性的重要程度。本图通过使用“高”、“中”、“低”三步指示刻度进行说明。

在增强型移动宽带场景中，用户体验数据速率、区域通信能力、峰值数据速率、移动性、能效和频谱效率都具有很高的的重要性，但是移动性和用户体验数据速率并非同时在所有使用案例中同等重要。例如，与广域覆盖案例相比，热点需要的是更高的用户体验数据速率和更低的移动性。

在一些超可靠和低延迟通信情境中，为满足安全苛求应用之要求，低延迟系最为重要的特性。在一些高移动性案例（如运输安全）中同样需要这一特性，但在该等案例中高数据速率等特性的重要性则相对较低。

在大规模机器类型通信情境中，高连接密度是支持网络（该类网络可能仅仅偶尔传输、传输比特率低、移动性低或没有移动性）中的大量设备所不可或缺的。具有较长运行寿命的低价设备对该使用情境而言至关重要。



M.2083-04

IMT-2020同样可能需要其他特性，这些特性可以提高未来IMT在预期使用情境中提供多样化服务时的灵活性、可靠性以及安全性：

### 频谱和宽带灵活性

频谱和宽带灵活性系指系统设计在应对不同场景时的灵活性，特别是在不同频率范围运行的能力，其中包括较当今更高的频率和更宽的信道带宽。

### 可靠性

可靠性系指提供特定具有高可用性的服务的能力。

### 恢复能力

恢复能力系网络在自然或人为干扰（如主电源断电）发生时或发生后仍能够继续正确运行的能力。

### 安全和隐私

安全和隐私涉及多个领域，如：用户数据和信令的加密和完整性保护；保护最终用户隐私，防止其遭受未经授权用户跟踪；保护网络免于遭到黑客攻击、欺诈、拒绝服务、中间人攻击等。

### 运行寿命

运行寿命系指每次蓄能完成后的运行时间。这对需要极长电池续航时间（例如10年以上）的机器类型设备而言尤其重要，受物理和经济因素影响，对这些设备进行常规维护十分困难。

## 6 框架和目标

发展IMT-2020的目的是满足预期的、移动服务用户2020年及未来的需求。第5节中阐述的IMT-2020系统性能目标仅仅是研究和调查的目标，可能在其他ITU建议书中得到进一步完善，并且依照未来研究结果对其予以修改。本小节展示了IMT-2020和现有IMT/其他接入系统之间的关系、时间线和需进一步研究的重点领域，以之作为IMT-2020发展的框架和目标。

### 6.1 关系

#### 6.1.1 现有IMT和IMT-2020之间的关系

为了支持2020年及之后不断涌现的新情境和应用，可以预见的是，IMT-2020的发展将需要提供第5节所述各类增强型性能。这些性能的价值远高于ITU-R M.1645建议书中所做的描述。ITU-R基于这些性能为IMT-2020界定的最低技术要求（以及相应评价标准），有望通过增强现有IMT、结合新技术组件和机能，和/或开发新型无线电接口技术等方式来实现。

此外，IMT-2020将与现有IMT及其增强版互通合作、优势互补。

#### 6.1.2 IMT-2020和其他接入系统之间的关系

用户应能够随时随地访问服务。为实现这一目标，各类接入技术间的互通合作至关重要，这或许包括结合不同的固定、地面和卫星网络。每个组件除应充分发挥其作用外，还应和其他组件进行整合、相互配合，从而提供无处不在的无缝覆盖。

IMT-2020将与RLANs、宽带无线接入、广播网络和其在未来可能出现的增强形式等其他无线电系统互通合作。IMT系统还将与其他无线电系统紧密配合，以便让用户享有优质且性价比高的连接服务。

### 6.2 时间线

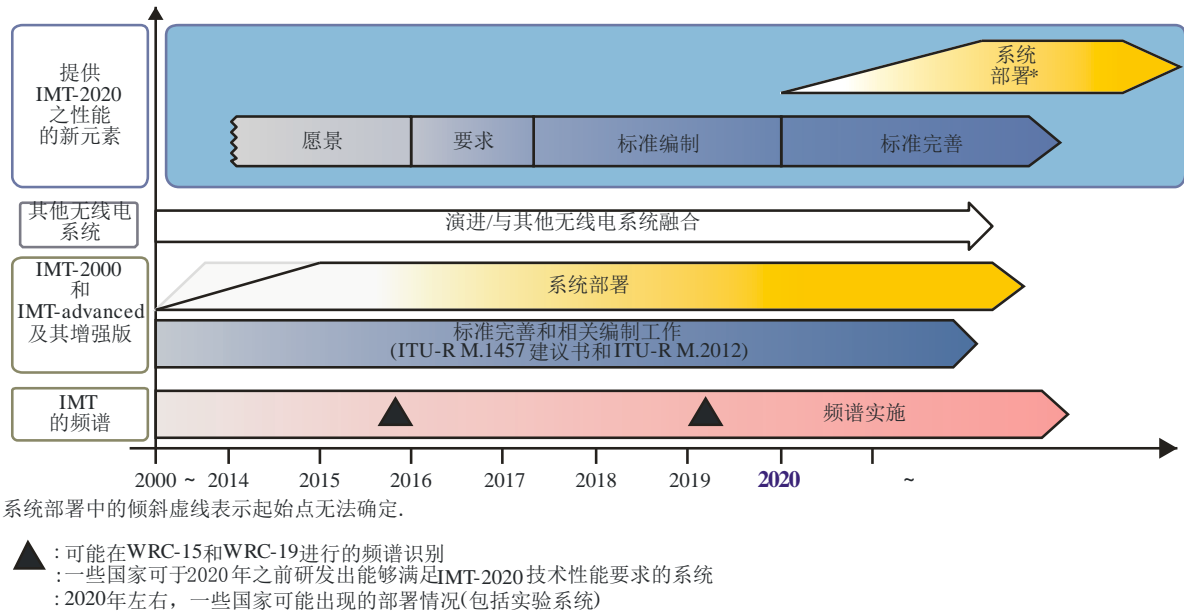
在规划IMT-2020的发展以及未来应如何强化现有IMT的过程中，要考虑与实现该等目标有关的时间线，这取决于以下因素：

- 用户趋势、要求和需要；
- 技术性能和技术开发；
- 标准编制和标准完善；
- 频谱问题；
- 监管考量；
- 系统部署。

所有这些因素都是相互关联的。前五个因素已经并且将持续在ITU内得到解决。系统开发和部署涉及部署新网络这类实践环节，要顾及缩小额外基础设施投资的需要，以及应考虑到用户接受新系统服务前所需的适应期。ITU将在2020年之前完成IMT-2020标准的制定工作，以便支持ITU各成员预计在2020年之后开展的IMT-2020部署工作。

图5展示了与这些因素有关的时间线。在讨论IMT-2020各阶段和时间线时，规定标准完成时间、频谱可用的时间以及部署开始的时间是十分重要的。

图5  
IMT-2020之阶段及拟时间线图示



M.2083-05

### 6.2.1 中期

在中期（2020年左右），据人们设想，在未来IMT-2000和IMT-Advanced将随着各类初始部署性能的不断增强而得到发展，这能够满足用户需要，符合市场要求，同时也是技术研究发现现状所允许的。现有IMT频谱内的流量增长主导着这一阶段，这一时期IMT-2000和IMT-Advanced的发展将因为现有IMT-2000和IMT-Advanced之无线接口规范不断发生渐进式变化而出现差异。

据人们设想，基于用户要求和其他考量，WRC大会识别的频段将在该时间框架内适用于IMT。

### 6.2.2 长期

该“长期”（2020年左右开始）和将要开展的IMT-2020有关，IMT-2020将于2020年左右在一些国家进行部署。人们设想，IMT-2020将添加第5节所述的各类增强型性能，该等性能可能还需要额外频段供其运行。



### 6.3 需进一步研究的重点领域

各大研究论坛和其他希望助力未来IMT-2020发展的外部组织尤应重点关注以下关键领域：

- a) 无线电接口及其互通性；
  - b) 与接入网络有关的问题；
  - c) 与频谱有关的问题；
  - d) 流量特征。
-