

## ITU-R F.2047 报告

## 固定业务中的技术发展和应用的趋势

(ITU-R 221/9 号研究课题)

(2004 年)

## 1 引言

本报告对固定业务 (FS) 的未来发展提供指导, 它反映了近来固定无线系统的技术发展和应用的趋势, 包括固定无线接入 (FWA) 的应用和为提高频谱利用效率的频率共用研究。

## 2 范围

本报告论述有关 FS 未来发展方面的下列问题:

- FS 技术趋势综述;
- 在电信网中发挥 FS 系统的作用;
- 某些国家中的 FS 频带的应用趋势;
- 与其它业务的频率共用研究;
- 未来 FS 可能的应用。

本报告的范围覆盖了通常的微波接力系统、FWA 系统、回程通信用的固定无线链路、利用高空平台站 (HAPS) 的系统和以 FS 方式工作时的游牧无线接入 (NWA) 系统, 包括地面无线系统的技术上汇合趋势的考虑。

## 3 缩写词和首字母缩略语

BS	广播业务
BSS	广播卫星业务
BWA	宽带无线接入
DVB	数字电视广播
EESS	地球探测卫星业务
FDD	频分复用
FS	固定业务
FSS	卫星固定业务
FWA	固定无线接入
HAPS	高空平台站
HDFS	固定业务中的高密度应用
IMT-2000	国际移动通信-2000
ISM	工业、科学和医学

ISP	互联网服务提供商
ISS	星际业务
LMCS	本地多点通信系统
LMDS	本地多点分配系统
MDS	多点分配系统
MP-MP	多点对多点
MS	移动业务
MWA	移动无线接入
MWS	多媒体无线系统
NWA	游牧无线接入
PDA	个人数字助手
P-MP	点对多点
P-P	点对点
QoS	服务质量
RF	射频
RL	无线电定位
RLAN	无线局域网
RN	无线电导航
RRS	微波接力系统
SDH	同步数字系列
SDR	软件无线电
SONET	光同步网
STM-1	同步传送模块 1
TDD	时分复用

## 4 FS 的发展

### 4.1 FS 技术趋势综述

就 FS 的演进而论，值得紧密关注的问题如下：

- 服务和技术成果的汇合，例如多媒体无线系统（MWS 的概念）；
- 游牧、固定和移动应用的汇合，包括免许可证的应用；
- 高密度固定业务（HDFS）用于网络基础设施支持和端用户接入。值得注意的是 WRC-2000 指定了下列频带作为 HDFS 的可用频带：
  - 32、38、42、52、56、和 65 GHz；
- 可能朝更灵活的规章制度发展的趋势；

- 在设计和开发频率改变更快捷、更灵活和自主系统方面取得了相当快速的进展，这样能够以有助于更快和更便宜的部署实践方式得到更高的频谱效率；
- 用户对服务质量（QoS）有更高的要求，特别是今后 15 年左右，将在全世界范围内扩建支持互联网爆炸性增长的基础设施；
- 认识到各国不同发展状态和 FS 频谱需求的可能增长；
- 对现在用于 FS 的频带的使用情况进行重新审查的可能性；
- 改善与传统的 FS 及免许可证的 FS 和 MS 应用之间频率共用的可能性。

数字电信业务（数据、话音、声音、图像和电视）的汇合正导致 FS 的技术趋势不仅快速，而且也非常不可预测，特别是在超过五年的时间期限内更难预测。

FS 的作用正在发生变化。过去，FS 用作各种各样的中继和传送应用，范围从很低容量的应用（低于一次群速率）到很高容量的应用，典型的是系统比特率高于 STM-1 的量级，需要 1:n 的分集保护。例如，在这些很高容量的应用中，电信运营商可能会消耗大部分所给的频带。在接入网中，为了保险，将 FS 用作电缆网的一个附属网。但是，最近几年来，已经用光纤传输系统大规模地替代这些很大容量的微波接力系统的应用，并且在可以预见的将来，这一趋势将继续下去。

另一方面，近来，FS 已经在要许可证和免许可证频谱中的接入网中已经正在确立它的较强的地位。这部分是由于需求的增加和设备的经济性。而这本身又是由于 FWA 系统在媒质接入控制层和物理层上有了统一标准的缘故。将来，可以预料，在与低、中和高容量中继和传送应用互补的接入网中，FS 将起更大的作用。这些新的中继应用一般将不需要 1:n 的分集保护，并且在全世界崎岖不平的边远的地形困难的区域内，它将弥补光纤传输系统的不足。

设备通过软件控制提高了灵活性，这将使得能够改变 FS 中的业务流量不对称性（主要在接入网中）的要求。

而且，在某些情况下，FS 和 MS 系统之间的分界线正变得很难确定。因为下一代 P-MP 固定系统提出了非视距、高性能和宽频带的挑战以及在接入网中新的网格式结构，在实施用于 IMT-2000 和超 IMT-2000 系统的传送网过程中，FS 可能会起主要的作用。这一作用可能不仅包括提供业务，而且也包括提供基础设施支持网，这一问题将在下一节中研究。

为了进一步提高频谱效率和业务灵活性，先进的 FWA（包括 HDFS/BWA）系统似乎越来越广泛地利用各种各样的技术，它们可能包括不同的双工技术及其混合体和动态分配比特率、调制和天线射束宽度/方向性图等技术。这样的系统可能将有功能上的可变的或灵活的信道化的能力；这一优越性便于按需要传输对称的或不对称的业务，这是无线业务增长的一个重要因素。

就这一点来说，考虑 SDR 是很有吸引力的。

一般来说，把 SDR 表征为一种无线电技术。在 SDR 中，工作参数、特别是与频谱有关的参数能够通过软件来改变，不必更换硬件的部件。SDR 的定义和它的相关技术正在 ITU-R 中进行研究。应该指出的是，现在的某些无线电设备利用了可编程的存储器模块作为固件或硬件的元件。在这一意义上，在现有的网络中，早已存在某种形式的 SDR。

在某些领域，在无线电系统的某些部件中，自 20 世纪 90 年代初以来，已经应用了 SDR 技术，并且可以预料将来会更多地使用 SDR。SDR 对制造多模、多频带和多功能无线器件的问题能够提供满意的解决方案。利用软件的可编程能力，高速数字信号处理实现了许多以前在硬件中实现的功能，并且在一个频率范围内，能够使无线电有发送和接收的能力。

SDR 对 FS 无线电设备的影响之一是生产厂家可以开发公共的硬件平台，在这一平台上实现各种不同的 SDR 功能，并且单个硬件可以经济地适用于许多运营商的不同规范。这样一个性能可能还会影响设备授权、型号核准的标准或一致性的申报。

传统上，生产厂家有批准它们的无线设备达到一套特定的技术参数的责任。有了 SDR，这一职责可能必须与运营商共同分担。事实上，运营商必须意识到，在整个工作频率范围内和调制方案方面可能存在的技术方面的和频率共用方面的限制。SDR 可以在全球或地区的基础上提供协调整个频带内的发射标准的调节手段。

就 FS 的部署配置来看，对 P-P 的方案，在不远的将来，将存在相连接的环以及一般的级联（“长链”或无线中继），而多点方案将包含 MP-MP（网格型）结构以及 P-MP 和各种混合的 FS 配置。与一般的 P-P 系统相比较，无线侧的集中性是在多点系统应用中的一个相当重要的特征。某些多点系统早已部署在基础设施支持网中。作为对快速增长的蜂窝移动/游牧市场的网络基础设施支持，将需要部署多得多的 FS 系统，即这些系统不是接入，而是一般的基础设施用途。

应该指出的是，即使在相当普通的部署结构类型中所使用的 P-P 系统在系统设计和在频谱使用上将得益于这些技术进步，包括使用以频块为基础的频率配置方案，而不是一般的信道化配置方案，并且在大的接入系统的多点设计中，这将受到技术演进的影响。

## 4.2 在电信网中发挥 FS 系统的作用

在电信基础网络中，FS 系统已经起着并将继续起着长途或局间链路的作用。然而，对无线接入系统日益增长的需求和光纤系统的发展已经使 FS 系统的发展发生了变化。ITU-R 对电信网的接入部分所用系统的关注正在日益增加。

ITU-R 最近的工作中反映了上述发展，可以汇总如下：

- 在术语方面，已经在 ITU-R F.592 建议书中定义了新的术语“固定无线系统”，替代传统的“微波接力系统”；
- 在 WRC 为 HDFS 确定的频带中或在用于 FWA 的其它频带中，已经采纳了许多新的或经修改的关于射频频道配置的建议书（见 ITU-R F.1098、ITU-R F.1496、ITU-R F.1497、ITU-R F.1488、ITU-R F.748、ITU-R F.749、ITU-R F.1520、ITU-R F.1567 和 ITU-R F.1568 建议书）；

- 有关如 HAPS 这样的也可以在接入网中加以利用的新的传送技术的研究已经继续取得进展（见 ITU-R F.1500、ITU-R F.1501、ITU-R F.1569、ITU-R F.1607、ITU-R F.1608 和 ITU-R F.1609 建议书）；
- 关于 FS 系统和其它业务之间频率共用的研究工作已经完成（见 ITU-R F.1489、ITU-R F.1509、ITU-R F.1570、ITU-R F.1612 和 ITU-R F.1670 建议书）。

#### 4.2.1 传送网或中继网

传统的传送网或中继网在 15 GHz 以下频率范围内的频带中工作。随着业务量需求的增加，现在，许多服务提供商正在部署光纤网，而不是建设新的、很高容量的微波接力网（例如高于 SDH STM-1）或增加现有的很高容量的微波接力网。在某些主管部门中，可能预测已经用于很高容量传送应用的频带将来在这类应用中用得会更多。在大多数主管部门中，现有的中继网可能会仍然使用，但是预料不会显著增加，然而，可以预料，特别在农村地区，由于互联网接入引起的业务量需求会增加。

在许多情况下，用于低、中和高容量 P-P 微波接力系统的频带将继续需要满足相互竞争公用和专用电信网数量的不断增加。中小容量的短途 P-P 链路在给数量日益增加的机构和公司提供链路方面起着重要的作用，这些链路是运行用的网，不是公共网络基础设施的一部分。而且，预计用于短途（几跳或单跳）的应用以及用于移动和 FWA 回程网的低、中或高容量系统的使用会日益增加。

更多正在出现的应用是光纤网的备份，它将需要很高容量的固定无线系统（FWS）。关于这种应用，有效的频谱利用将要求预先准备好新的和灵活的射频信道化的配置方案。然而，在准备这样的信道化配置方案的过程中，将有必要考虑与这些频带中的其它主要用途业务继续共存的问题。

#### 4.2.2 FS 在 IMT-2000 基础设施网中的应用

在 WRC-2000 确定了为 IMT-2000 补充的移动业务频带以后，全球性的扩建 IMT-2000 就开始了，它正在提出了对用于网络基础设施的 FS 频谱的需求。光纤系统将提供某些网络基础设施，并且对这一应用中部署将来的 FWS 的趋势需要审慎地进行评估。

研究结果已经表明，在 2010 年前，到单独的基站（除室内环境外）的接入链路所需要的传输容量将比 IMT-2000 系统前增加几倍或更多。而且，根据 ITU-R 的最新研究成果，在约 2010 到 2015 年以前，在移动环境中，可能的新的无线接口的指标将高达 50 到 100 Mbit/s（见 ITU-R M.1645 建议书）。这样一个趋势可能导致对 FS 在将 IMT-2000 网络的各不同层互连起来方面的应用有进一步的需求。

在许多主管部门中，中小容量的微波设备支持 IMT-2000 以前的蜂窝系统的回程应用。3G 网络的部署早已开始，并且预计要利用 4-57 GHz 之间的频带。此外，移动业务运营商正在考虑将 P-MP 系统用于回程的用途。将来，对新的固定无线基础设施可能会有重大的需求，以便以快捷的方式支持部署新的移动基站。

#### 4.2.3 FWA 系统使用频带的考虑

FWA 系统和技术包括：

- P-P、P-MP、MP-MP;
- FDD 和 TDD;
- 使用大射频带宽的应用：
  - 在 20 GHz 以上频带中工作；
  - 带宽：每射频载波或射频频块 50-100 MHz，每个系统几百 MHz。  
例如：在市中心地区提供 BWA 和在 22-28 GHz、38 GHz 和 42 GHz 附近工作的 LMCS/LMDS 或其它系统；
- 使用中等射频带宽的应用：
  - 在 1 GHz 和 20 GHz 之间的频带中工作；
  - 带宽：每射频载波或每射频频块 6 到 50 MHz，每系统几十到几百 MHz。  
例如：在郊区或乡村地区提供最后一千米的无线接入和在 2 和 11 GHz 之间频带中工作的多点通信系统或其它系统；
- 使用现在分配给 FS 的频带中的小射频带宽的应用：
  - 在 1 GHz 以下频带中工作<sup>1</sup>；
  - 带宽：每载波或每射频块在 8 MHz 以下，每系统几十 MHz。  
例如：在乡村和边远地区提供宽频带互联网连接的 P-MP 和网格无线接入系统（这些系统使用 1 GHz 以下的频谱更方便一些）。

ITU-R F. 1401 建议书考虑了可能用于 FWA 的频带和已有的频率共用研究的情况或研究成果。这些频带的范围为：

- 450 MHz、800-900 MHz、1.8/1.9 GHz、3.5 GHz、24/29 GHz、32 GHz、38 GHz 和 40 GHz。

在许多 F 系列建议书中提到的用于 FWA 的频带的总带宽可以汇总如下：

- 400 MHz-3 GHz 之间的频带有 623.5 MHz, (24.0%)
- 3-11 GHz 之间的频带有 700 MHz, (8.7%)
- 11-30 GHz 之间的频带有 5250 MHz, (27.6%)
- 30-70 GHz 之间的频带有 10.82 GHz, (27.0%)

应该指出的是在各主管部门内，上面的带宽并不是总是可以应用的，并且预料，在世界范围内，将继续关注 FWA 系统。所以，应该注意下列课题：

- 在现在分配给 FS 的 1 GHz 以下的频带中，可能支持乡村或边远地区的 FWA 系统的频谱方面要考虑的问题；
- 重新审查在 3 GHz 和 11 GHz 之间的 FS 频带内（如 P-P 微波中继/FWA）的应用情况；
- 关于在 57 GHz 和 100 GHz 之间的范围内 FS（包括 FWA 系统）的使用方面的技术上的考虑；
- 将光自由空间传输用于 FS 的用途。

---

<sup>1</sup> 某些主管部使用 1.6 GHz 以下的频带来给乡村地区提供宽频带连接。

#### 4.2.4 正在发展的应用

许多新的应用，如 HDFS、NWA 系统和无线局域网（RLAN）在今后几年内将会增长。

正如早先所提到的那样，由于固定应用和移动应用的汇合，在两类应用之间加以区分正变得更困难了。游牧式应用可能在固定和移动业务两种频带中工作。事实上，大多数分配给固定业务的频带也分配给了移动业务。因而，对主管部门来说，这便于实施限制，因为可以在国内、双边或多边的基础上采取行动。

在某些情况下，单个终端有可能能够按环境的要求将它自己重新配置为作为固定站或移动站进行工作，而且网络将能够识别出和适应这样的终端自适应性能。例如，为 FS 设计的设备技术上可以用于提供移动业务的 BWA 要求。

另一个对将来可能看到的电信类型有影响的课题是话音应用和数据应用的结合。例如，诸如无线 PDA 那样的产品，即不仅包含数据通信（例如电子邮件、网站浏览），而且也包含话音通信的产品正开始在市场上出现。随着朝可能包含 IP 电话的基于包和基于 IP 的无线应用方向演进，在市场上将可以得到更多的这些类型的产品。

#### 4.2.5 FS 将来的作用和新的应用的综述

- 在接入网中，FS 正在建立新的和更重要的地位。因为通过在媒质接入控制和物理层上的标准化成果，用户设备的价格不断降低，部署更多 FWA 和 BWA 的需求将增长。这给全球性的技术标准化提供了机会。
- 在 15 GHz 以下范围内的某些传统的微波接力用的频带可能考虑要在 FWA/BWA 应用中使用，所以，要注意这些频带中的某些频带可能是与其它主要用途业务相一致的，这些频带将是可能的候选频带。
- 将要求分配给用于 P-P 用途的 FS 的许多频带起满足回程要求的作用，供公用和专用网中的 IMT-2000（和超 IMT-2000）网、FWA/BWA 和低、中、大容量短途中继应用使用。
- 所考虑的课题之一将是在现在分配给 FS 的频带内，开发出可能用来装备工作于 1 GHz 以下的 FWA/BWA 系统的技术，供在费用高昂的服务区，典型地是在全世界的边远或乡村地区中提供宽带电信业务用。

#### 4.3 使用 HAPS 的固定系统

过去的世界无线电通信大会（WRC）根据有关的《无线电规则》（RR）决议的条款确定将以下频带分配给 FS，供使用 HAPS 的系统使用。

- 47.2-47.5 GHz 和 47.9-48.2 GHz（根据第 122 号决议（WRC-03 修订版）），
- 27.5-28.35 GHz 和 31.0-31.3 GHz（对某些主管部门和根据第 145 号决议（WRC-03）和在没有有害干扰、无保护的基础上工作）。

ITU-R 已经完成了有关 HAPS 系统的技术上和操作上的问题以及有关在 HAPS 和其它系统（包括一般的 FS 系统）之间的频率共用和兼容性问题的研究工作。这些研究结果已经形成许多 F 系列建议书（例如，ITU-R F.1500、ITU-R F.1501、ITU-R F.1569 和 ITU-R F.1570 建议书）。

而且，WRC-03 要求 ITU-R 在 WRC-07 以前，对上述决议中所确定的其余课题进行研究。

#### 4.4 在某些国家中 FS 频带用途的趋势

##### 4.4.1 发许可证的方法对 FS 设备设计的影响<sup>2</sup>

频谱许可证是用频带和地理区域来规定使用 RF 频谱的一个承认。给许可证规定了一套使用频谱的技术条件，包括最大发射机功率、运营商之间的协调要求以及如可以应用的话，还要包括业务间的频率共用（例如发射模板）。

另一方面，设备许可证是某些主管部门所使用的手段。它规定了在该许可证下可以传送的业务类型以及条件，包括发射机的站址、功率等。设备发许可证将来将继续下去，因为不是所有的频带或应用都可以适于发频谱许可证的。然而，发设备许可证的规则可能需要重新审查，以便适应新的接口要求，例如以太网可能需要不同的带宽，并且以便考虑新技术或正在开发的技术，例如 SDR 或 TDD P-P 无线电。在 SDR 的情况下，满足共存技术要求的责任可能需要由服务提供商和生产厂家共同分担。

在某些国家中，对公共应用（免许可证）频带的认可日益增加已经为消费者产生了一大批新产品和新应用。随着无线电技术的新进展，开发利用这样的频带的产品的商业兴趣日益增加。

免许可证的频谱用于许多电信应用，包括短距离的数据传输和无线 LAN/WAN 连接。此外，包括 ISP 在内的许多服务提供商已经开始使用 2.4 GHz 附近的频带和在 5 GHz 频带中，给郊区、乡村和边远地区的社区提供高速地面的、固定的无线互联网。在某些国家中，还使用这些免许可证的频带、特别是在 5 GHz 频带中来提供基站之间的通信（回程通信）。比较小的电信服务提供商和专门用户已经选择使用免许可证频带是有许多原因的，有经济上的原因、技术上的原因和后勤上的原因。有几个主管部门也使用更高频率的公共使用频带，如 24 GHz 和 57/59 GHz 频带。

而且，在这些国家中，对更高数据速率的宽频带无线通信的需求正在增长。为了解决这些问题，正在研究下列课题：

- 用要设备许可证的固定业务和其它无线电业务，提供免许可证的附加使用，或者是专用的或者是公用的应用；
- 利用将有助于减轻干扰的技术。

##### 4.4.2 应用的重新审查

由于射频频谱的许多部分非常拥挤，某些主管部门提出了频谱最佳利用的要求，方法是适应基于正在开发或正在实施的新技术的应用。

对某些国家中已经利用的频带的应用情况重新审查是处理对频谱的需求日益增长的一个方法。在这一方法中，国家的管理部门可以根据特定的频带现在的使用情况收回这些特定的频带并重新指配给新的可能的 FS 结构或技术。为了满足所预期的对宽频带和窄频带网络接入增长的要求，正在研究重新利用 2-15 GHz 内的某些微波接力频带的可能性。

---

<sup>2</sup> 频谱利用的发许可证（或免许可证）是国家管理部门的职责。



注 1 — 举例来说，一个主管部门已经报告，为了将 4 和 5 GHz 频带给接入网的地面无线系统、包括超 IMT-2000 的系统使用，在这一国家的网络中，微波接力系统（RRS）使用 4 和 5 GHz 频带的情况将在 2012 年前终止。

#### 4.4.3 频率使用趋向标准化的射频接口

新的接口或带宽的要求是全世界标准化的一个机会。例如，全世界以太网接口和 SDH/SONET 的比特率，是相同的。

为了促进在 FS 中的无线电通信系统的发展，全球的标准化是非常希望的。事实上，达到满足的标准化水平的国际趋势将有助于保证有可能获得廉价的设备。

WRC-97 和 WRC-2000 已经认识到这一点，并且在 RR 中，确定了 30 GHz 以上频带中的约 12 GHz 的频谱分配给 HDFS 使用。通过规模经济，用将 HDFS 系统集中在所选择的频带中的方法，达到设备价格方面的潜在利益。在 30 GHz 以上，有一个为 HDFS 系统确定的一个频谱库，它可能足以支持现在 30 GHz 以上的 FWA 系统的要求。在 30 GHz 以下，特别是 2-15 GHz 和 1 GHz 以下的范围内，有必要作进一步进行与 30 GHz 以上频带中的 HDFS 的研究相类似的研究工作。而且，在这些频率较低的频带中，与其它业务（如 FSS、MSS 和 BSS）的频率共用将要求在对 FWA 系统做出决定以前作细致的评估。

#### 4.5 与其它业务频率共用的研究

FS 常常与其它业务、如 FSS 共用频带。考虑到可能要对 FS（包括 FWA）系统用的新频带进行研究（如果 WRC 要求的话），考虑 FS 和其它业务之间的频率共用问题正变得越来越重要了。

过去，关于 FS 和其它业务，特别是 FSS 之间的频率共用问题已经做了许多研究工作。最近，关于接入网中的 FS 系统和其它无线电业务之间的频率共用标准已经很好地完成，其研究成果汇总于表 1。

表 1  
在 FS（包括 FWA）和其它业务之间的频率共用研究成果汇总

其它业务与 FS 共用同一频带	频带 <sup>(1)</sup>	ITU-R 建议书
FSS	3.4-3.8 GHz	SF.1486
	37.5-42.5 GHz	SF.1484, SF.1573
MS	800/900 MHz	F.1402
	1.8/1.9 GHz	F.1402, F.1518
BSS	1.4/1.5 GHz	F.1338
RL	3.4-3.7 GHz	F.1489
ISS	24-27 GHz	F.1249, F.1509
RN	31.8-33.4 GHz	F.1571
EESS	5.25-5.35 GHz	F.1613
BS	174-230, 470-862 MHz	F.1670

<sup>(1)</sup> 在不同的地区中，频带的使用可能不同。

在上列建议书中所开发的方法可能提供可适用于将来其它频带中的频率研究的有用参考资料。

## 4.6 在 FS 中将来可能的应用

### 4.6.1 使用更高的频带

除了 § 4.2 和 4.3 中所讨论的各种各样的应用之外，在专用电信网中，即各种不同规模的 RLAN，包括大楼内部环境中的 RLAN，将可能使用无线传输媒质。这样的应用包括：

- 将在不同大楼中工作的 RLAN 连接起来的链路；
- 将 RLAN 基站（接入点）与本地核心网连接起来的链路。

对于这些应用以及其它应用，也可能利用 70 GHz 以上的频带。关于工作于 57 GHz 以上频带中的 FS 系统特性的研究正在 ITU-R 内部进行。

而且，关于光自由空间传输固定链路的研究也正在关于使用 3 000 GHz 以上频带的 FS 应用这一 ITU-R 新课题下进行，最初集中于研究 375-385 THz（波长 780-800 nm）的范围。

为了确定所需要的频谱带宽的量，下面给出的基于 ITU-R M.1390 建议书的方法将是有益的。

#### a) 基本考虑

- 地理上的考虑；
- 业务量的考虑。

#### b) 技术和系统上的考虑

- 业务信道的数目和业务信道的比特率；
- 系统容量。

影响 FS 系统容量（Mbit/MHz）和部署特性的因素有下面几个因素：

- 调制方式（多电平调制：4 电平到 256 电平）；
- 双极化的应用；
- 波形成形方案；
- 增强的天线特性。

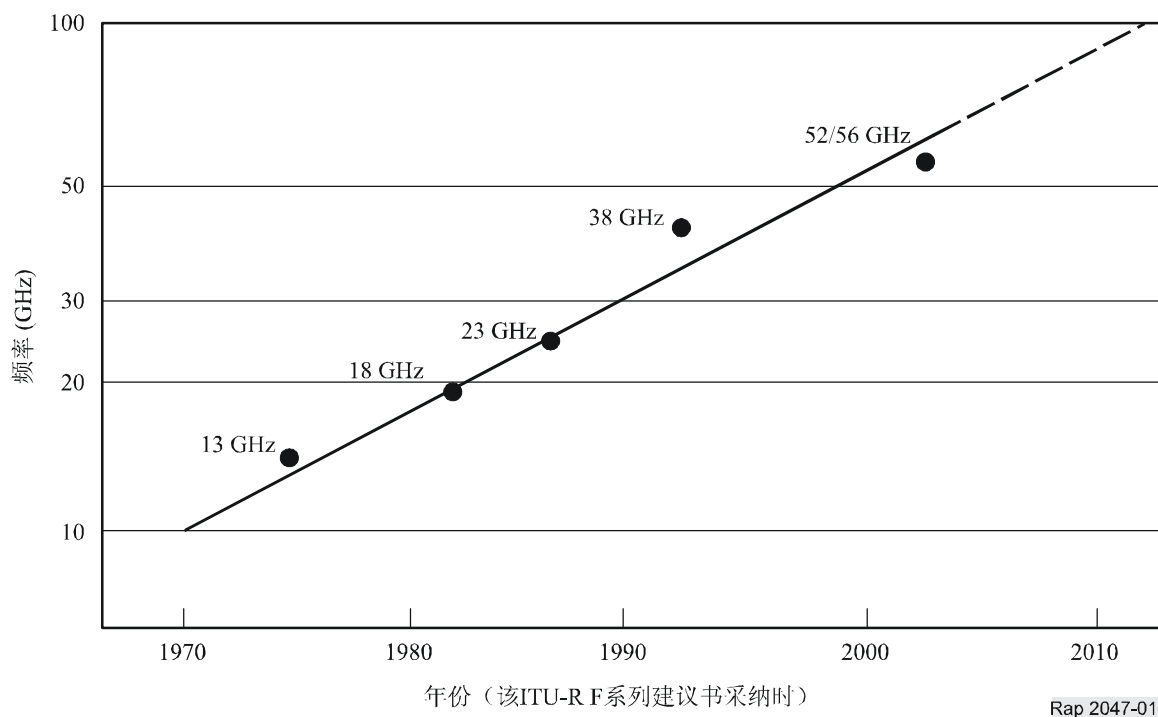
#### c) 频谱结果的考虑

可以用下面的计算过程来算出所需要的总频谱量：

- 决定为有效地传送所提供的业务量而需要的每射频载波的系统容量；
- 计算射频载波的必需带宽；
- 决定在考虑频率重用方案的频带中所容纳的射频载波数。

更高频带的开发利用已经受到无线器件的技术发展水平所限制。图 1 说明了 FS 使用更高的频带的趋势，这一趋势可以在 ITU-R 关于射频频率配置的各 F 系列建议书中看出来。

图 1  
在 FS 中更高频带的利用

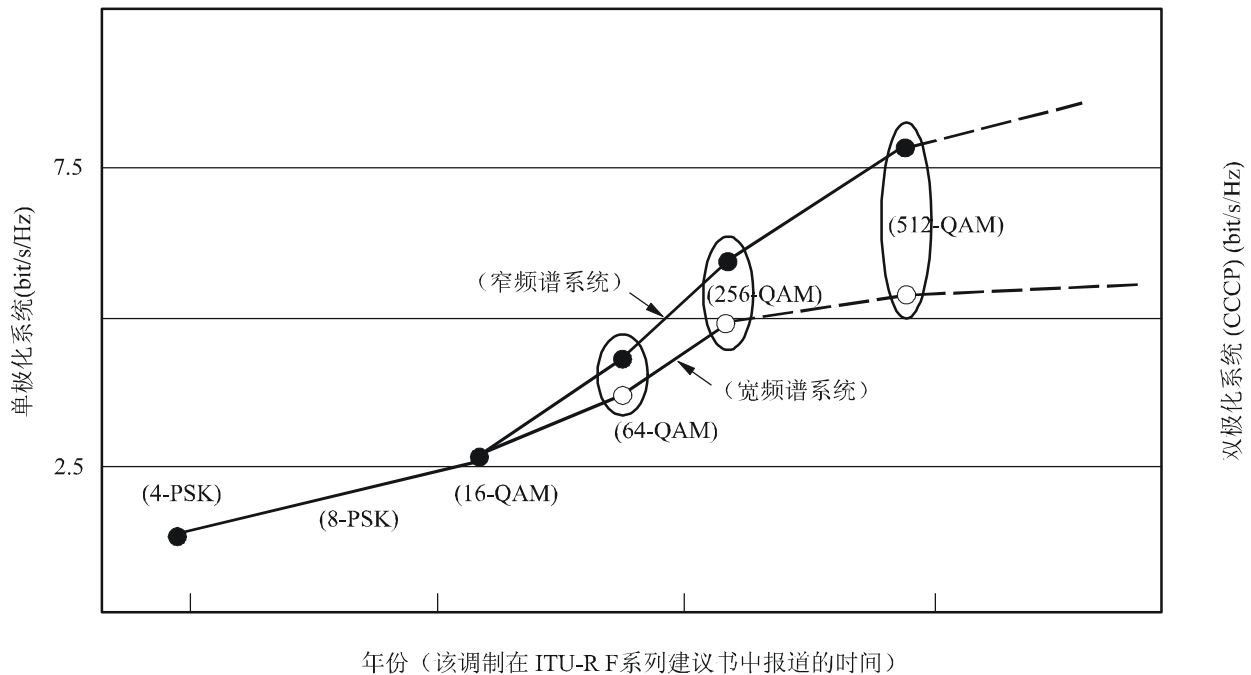


从这一趋势可以预料，在 2010 年的时间范围以前，将需要有关在 57-100 GHz 范围内的特性、频率配置的 ITU-R F 系列建议书。

#### 4.6.2 频率利用效率

固定无线系统 (FWS) 能够利用多状态调制方法来实现高的频谱利用效率。频谱利用效率用 bit/s/Hz 来表示，它不仅与多状态调制有关，而且还与频谱成形和双极化的使用有关。从以前 1980 年代实现大容量数字微波接力系统过程中，FWS 应用表 2 中所表示的这些技术已对有效地利用频谱做出了相当大的贡献，如图 2 所示。图 2 中的横坐标提供了每一种多状态调制方式在 ITU-R F 系列的有关射频波道配置的建议书中或在关于频率共用研究的系统参数的 ITU-R F.758 建议书的表中首次报道时的年份。

图 2  
在 FS 中频谱利用效率 (bit/s/Hz) 的提高



Rap 2047-02

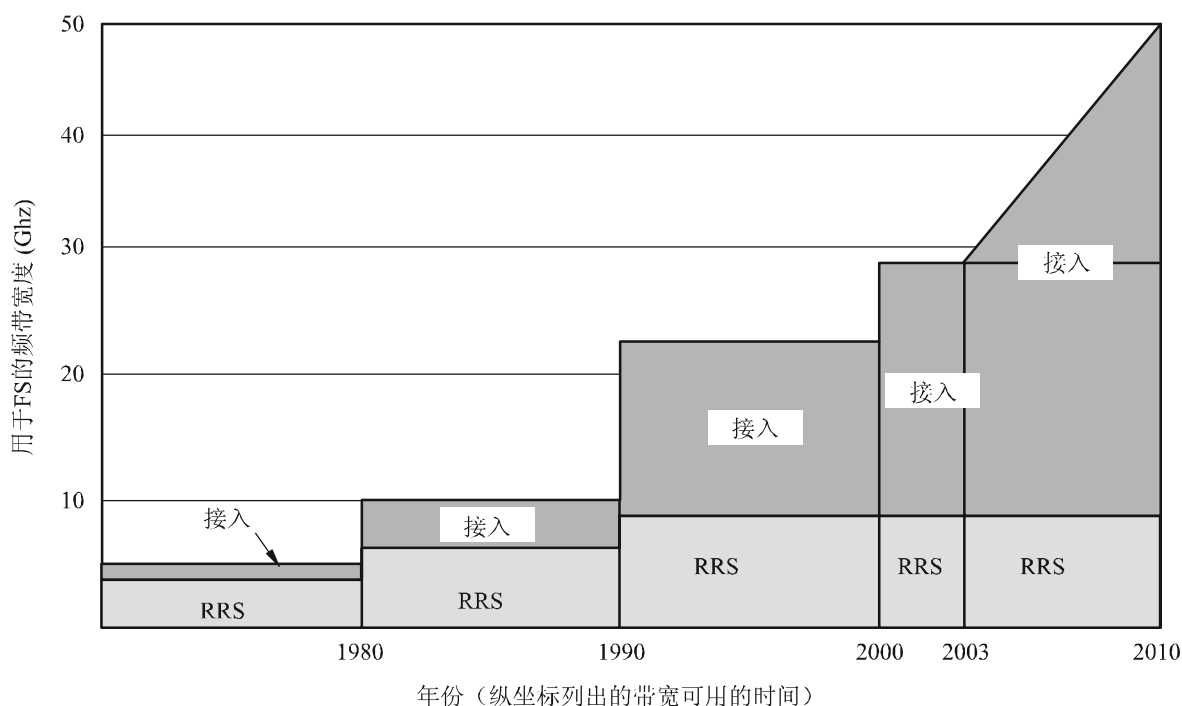
正如图 2 中可以看到的那样，预料利用效率进一步提高将可能相当困难。因为将来 FS 应用集中在 FWA 系统上，特别是以 P-MP 结构工作的 FWA 系统，将需要另一种估计频率利用效率的因子，以表示频谱利用效率与某些地理区域内，它们能够部署得多么密集或者有多少射频信道可以应用的关系。

### 4.6.3 FWS 将来的作用

正如图 4.2 中讨论过的那样，FS 系统在电信网中的作用正在向接入网应用方面转变。图 3 给出了说明这一趋势的定量分析，该图粗略地说明了可以专门用于 RRS 或接入链路 (FWA 或回程链路) 的 FS 带宽。为了把问题简化，在 2003 年以前，一直以下面的方式进行这一分析。

- 当它们报告给 ITU-R 并在各建议书中反映出来时，认为所有的频带都是可以供 FS 使用的；
- 认为 3 GHz 以上和 17 GHz 以下的频带是要供 RRS 供用的；
- 认为 3 GHz 以下和 20 GHz 以上的频带是要供接入链路使用的；
- 认为在 17-20 GHz 之间（更具体地说 17.7-19.7 GHz）频带是以相等比例供 RRS 和接入链路两者使用。

图 3  
FS 应用的发展和将来的趋势



接入：FWA和回程系统以及某些国家中的HAPS系统

Rap 2047-03

在 2003 年以后，做了如下假设：分配给 FS 的 59 GHz (ITU-R F 系列建议书所涉及的最高频率) 和 100 GHz 之间的所有频带将在与其它业务达到某些技术上/操作上的兼容性的条件下成为可用频带。过去 30 年中的这个趋势将可能一直持续到 2010 年。可以预料，有 40-50 GHz 的带宽可以用于 FS 应用，相当于可以得到的最高频率的 50%（见图 1）。这些应用的大多数将是在接入网中使用的应用，然而，仍需要有许多频带用于 RRS（尽管所需要的 RRS 频带数量实际上可能保持稳定）。

## 6 将来的发展 FS 应用的课题

将来课题的重要元素如下：

- 技术的发展和它们对各种不同的 FS 应用的影响；
- 基于业务量对每一应用所需要的带宽做出的估计；
- 对除 HDFS 以外的无线接入系统需求的增加作初步估计，因为 HDFS 可用带宽早已确定了（例如 HAPS、FWA/BWA）；
- 汇总在各种不同频带中的频率共用场景，以详细评估是否能够在全世界范围内提出每一频带中的 FS 利用方案；
- 频率配置问题，包括基于频块的配置方式；
- 全球和地区性的趋势和可能的差别；
- 在 2-100 GHz 频率范围内频谱概况（例如，可用带宽、系统容量要求、波道重用方案、可能存在的与其它业务频率共用）；
- 特别是关于 FS 使用 57-100 GHz 频率范围情况下技术上的考虑；

- 在 400 MHz-2 GHz 频率范围内的频谱专门用于乡村和边远地区的 BWA 的概况（例如，可用带宽、系统容量要求、波道重用方案、可能出现的与其它业务的频率共用）；
- 研究进一步改进频谱效率的方法（例如，用 bit/s/Hz/km<sup>2</sup> 来表示频谱效率）。

### 参 考 文 献

ITU-R F.592 建议书:	固定业务所用术语词汇
ITU-R F.748 建议书:	工作于 25、26 和 28 GHz 频带的固定业务系统的射频波道配置
ITU-R F.749 建议书:	工作于 38 GHz 频带的固定业务系统的射频波道配置
ITU-R F.757 建议书:	利用来自移动通信的技术提供电话和数据通信业务的固定无线接入系统的基本系统要求和性能指标
ITU-R F.758 建议书:	制定地面固定业务和其它业务之间的频率共用标准时考虑的问题
ITU-R F.1098 建议书:	在 1 900-2 300 MHz 频带内固定无线系统的射频波道配置
ITU-R F.1249 建议书:	工作于与星际业务共用的 25.25-27.5 GHz 频带中的固定业务发射站的最大等效全向辐射功率
ITU-R F.1338 建议书:	确定在 1452-1492 MHz 频带中在同步卫星轨道的卫星广播业务（声音）中用于空对地传输的特定系统和固定业务之间进行协调的必要性的门限电平
ITU-R F.1399 建议书:	无线接入的术语词汇
ITU-R F.1400 建议书:	利用公共交换电话网的固定无线接入的性能和可用性的要求及其指标
ITU-R F.1401 建议书:	固定无线接入系统的工作频带和确认的方法
ITU-R F.1402 建议书:	使用与移动无线接入系统同一种设备的陆地移动无线接入系统和固定无线接入系统之间的频率共用标准
ITU-R F.1488 建议书:	在 3 400-3 800 MHz 范围内固定无线接入系统的频块的配置
ITU-R F.1489 建议书:	评估共用 3.4-3.7GHz 频带的固定无线接入系统和无线电定位系统之间工作兼容性水平的方法
ITU-R F.1496 建议书:	工作于 51.4-52.6 GHz 频带的固定业务中的微波接入系统的射频波道配置
ITU-R F.1497 建议书:	工作于 55.78-59 GHz 频带的固定业务系统用的射频波道配置

- ITU-R F.1500 建议书: 工作于 47.2-47.5 GHz 和 47.9-48.2 GHz 频带的使用高空平台的固定业务系统的参考特性
- ITU-R F.1501 建议书: 包含高空平台站 (HAPS) 的固定业务 (FS) 系统与其它固定业务系统共用 47.2-47.5 GHz 和 47.9-48.2 GHz 频带的协调距离
- ITU-R F.1509 建议书: 便于在频带 25.25-27.5 GHz 中固定业务中的点对多点系统和星际业务之间实现频率共用的技术上和操作上的要求
- ITU-R F.1518 建议书: 使用同一类型设备的固定无线接入网和移动无线接入网在同一频带中共存时确定频谱要求的方法
- ITU-R F.1520 建议书: 工作于 31.8-33.4 GHz 频带的固定业务系统的射频波道配置
- ITU-R F.1567 建议书: 工作于 406.1 到 450 MHz 频带的数字固定无线接入系统的射频波道配置
- ITU-R F.1568 建议书: 在 10.15-10.3/10.5-10.65 GHz 范围内的固定无线接入系统的射频频块配置
- ITU-R F.1569 建议书: 在 27.5-28.35 GHz 和 31.0-31.3 GHz 频带中使用高空平台站的固定业务的技术和操作特性
- ITU-R F.1570 建议书: 在 31.3-31.8 GHz 频带中使用高空平台站的固定业务中的上行传输对地球探测卫星业务 (无源) 的影响
- ITU-R F.1571 建议书: 在 31.8-33.4 GHz 频带中为减小无线电导航业务中的机载站和固定业务站之间干扰可能性所使用的干扰减轻技术
- ITU-R F.1613 建议书: 为保证保护在频带 5 250-5 350 MHz 中的地球探测卫星业务 (有源) 和空间研究业务 (有源) 中的系统而对区域 3 中固定业务中的固定无线接入 (FWA) 系统提出的操作和使用的要求
- ITU-R F.1670 建议书: 在 VHF 和 UHF 的共用频带中保护固定无线系统免受地面数字电视广播系统的干扰
- ITU-R M.1390 建议书: 计算 IMT-2000 地面频谱要求的方法
- ITU-R SF.1484 建议书: 为了保护固定业务由工作于 37.5-42.5 GHz 频带的固定业务中的非静止卫星在地球表面上所产生的功率通量密度的最大允许值
- ITU-R SF.1486 建议书: 在 3 400-3 700 MHz 频带中在固定业务中的固定无线接入系统和固定卫星业务中的甚小口径终端之间频率共用的方法
- ITU-R SF.1573 建议书: 为了保护固定业务由工作于 37.5-42.5 GHz 频带的固定业务中的对地静止卫星在地球表面上所产生的功率通量密度的最大允许值

- 第 122 号决议 (WRC-03 修订): 由固定业务中的高空平台站 (HAPS) 和其它业务使用 47.2-47.5 GHz 和 47.9-48.2 GHz 频带
- 第 145 号决议 (WRC-03): 固定业务中的高空平台站可能使用 27.5-28.35 GHz 和 31-31.3 GHz 频带
- 第 802 号决议 (WRC-03): 2007 年世界无线电通信大会议程
- 第 803 号决议 (WRC-03): 2010 年世界无线电通信大会预备会议议程
-