

国 际 电 信 联 盟

ITU-R

国际电联无线电通信部门

ITU-R SM.1603-1 建议书

(09/2012)

**作为一种国家频谱管理方法
的频谱再利用**

**SM系列
频谱管理**



国际电信联盟

前言

无线电通信部门的作用是确保所有无线电通信业务，包括卫星业务，合理、公平、有效和经济地使用无线电频谱，并开展没有频率范围限制的研究，在此基础上通过建议书。

无线电通信部门制定规章制度和政策的职能由世界和区域无线电通信大会以及无线电通信全会完成，并得到各研究组的支持。

知识产权（IPR）政策

ITU-R的知识产权政策在ITU-R第1号决议附件1引用的“ITU-T/ITU-R/ISO/IEC共同专利政策”中做了说明。专利持有者提交专利和许可声明的表格可从<http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>获得，该网址也提供了“ITU-T/ITU-R/ISO/IEC共同专利政策实施指南”以及ITU-R专利信息数据库。

ITU-R 建议书系列

（可同时在以下网址获得：<http://www.itu.int/publ/R-REC/en>）

系列	标题
BO	卫星传输
BR	用于制作、存档和播放的记录；用于电视的胶片
BS	广播业务（声音）
BT	广播业务（电视）
F	固定业务
M	移动、无线电测定、业余无线电以及相关卫星业务
P	无线电波传播
RA	射电天文
RS	遥感系统
S	卫星固定业务
SA	空间应用和气象
SF	卫星固定和固定业务系统之间频率共用和协调
SM	频谱管理
SNG	卫星新闻采集
TF	时间信号和标准频率发射
V	词汇和相关课题

注：本ITU-R建议书英文版已按ITU-R第1号决议规定的程序批准。

电子出版物
2013年，日内瓦

© 国际电联 2013

版权所有。未经国际电联书面许可，不得以任何手段翻印本出版物的任何部分。

ITU-R SM.1603-1 建议书

作为一种国家频率管理方法的频谱再利用*

(ITU-R第216/1号课题)

(2003-2012年)

范围

本建议书为频谱再利用问题提供了指导原则。

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) 各主管部门需提供可用频谱，以满足新的无线电应用以及现有应用的日益增加的使用需求；
- b) 随着频谱使用的增多，主管部门将越来越难以找到合适的频谱用于无线电应用；
- c) 向一些新应用提供可用频谱，可能需要在其它频段的重新部署，或向新技术（如减少带宽或模数转换）的迁移；
- d) 缺少用户记录将使免证频段的再利用复杂化；
- e) 主管部门在频谱再利用技术方面的经验，将提供有关这一做法的信息；
- f) 频谱管理和由此而来的频谱再利用是国家的责任，有必要通过核对主管部门的频谱再利用技术经验提供指导原则，

建议

1 以下频谱再利用的定义被公认为：

“频谱调配（频谱重新分配）是行政、经济和技术手段的结合，旨在将现有频率分配中的用户或设备完全或部分地从特定频段中调离。然后，频段即可被划分给同一或不同业务。这些措施可以在短期、中期或长期内执行。”

2 附件1可被用来为国家有关再利用问题的想法提供指导。

* 亦称为“重新部署”。

附件1

再利用问题

1 引言

无线电频谱是一种可重新利用的有限资源，通过有助于通信和经济发展的媒介使每个主管部门受益。为使主管部门的受益最大化，需要对无线电频谱进行高效实用的管理。而这种管理的一个组成部分是在其需求出现前进行无线电业务发展规划；这可能包括扩大现有业务的覆盖范围，提高现有业务的性能并推出新业务。这类频谱规划被认为与国家频谱战略制定相关，而这一战略一般有望覆盖5至10年的时段。ITU-R SM.2015号报告“确定国家长期频谱使用战略的方法”详细介绍了规划程序、情景评估和目前频谱使用向长期目标过渡的适用程序。

现有业务的提高和新业务的推出，可能需要将现有无线电频谱的用户迁移至更现代化的技术或新的频段。这种现有频谱用户的迁移，又称频谱再利用，需要进行规划。频谱再利用应与协助落实再利用而确定的机制一道被纳入主管部门的国家频谱战略，并应与共用、取消限制等所有其它备选方案一道得到平等审议，而不应作为最后不得已的解决办法。

频谱再利用并不一定是一项简单的任务，主管部门可能面临导致情况复杂化、延迟甚至打乱工作步骤的一系列困难。鼓励主管部门在利用频谱检测数据补充其它数据的同时，考虑再利用问题。体验到的难度和可供使用的可选落实方案，可能会对主管部门的频谱再利用的方式产生影响。以下案文研究了频谱再利用的程序和与其使用相关的诸多因素。

2 频谱再利用的要求

所有主管部门都有推出新无线电业务的计划，而对于某些主管部门而言，这可能涉及将现有无线电频谱用户迁移至新技术或新频段的工作。迁移现有频谱用户的要求可能出于多种原因，例如：

- a) 划分的频谱可能已使用了相当长时间，并且目前已不再符合用户的要求或现代系统的性能；
- b) 对于某种新的无线电业务需要在特定频率范围内划分频率，而且这些频率已被占用，新业务不能与其共用；
- c) 世界无线电通信大会做出决定，将现已占用的频段划分给一项不同的区域或全球业务。

如果如上b)案例所述，频谱划分未能得到有效利用，可能有必要为提高频谱效率进行频段重新设计，这可能包括以下选项：

- 提高频谱共用水平；
- 通过减少信道带宽增加信道数量；

- 改用可提高共用的更有效的调制技术；
- 缩短频率复用距离。

即使频率的任何变化都可能局限在同一频段，上述所有选项都可能提出启动频谱再利用程序的要求，以改变现有用户的在用设备和/或其频率指配。在某些情况下，共同主要划分业务之间的频谱共用标准已得到详细说明，但是国家可能要求将这些频段指配给某一项无线电业务，并要求对同一频段的其它无线电业务进行再利用。

如果主管部门能将现有用户迁移至未占用频谱，那么这项频谱再利用工作或许不难。然而，无线电用户对改变再用设备类型或频谱划分的抵触，会限制主管部门赋予新用户和业务的频谱灵活性。此外，某些国家日趋严重的频谱拥塞，可能增加确定和使用备选频段耗费的时间和困难程度。延迟新业务的推出是人们所不愿看到的，因为它们使建议的解决方案未加实施就已过时，当一项建议的改变影响一个或多个频段时，一项业务¹的延迟可能会对多个其它频段和业务产生影响。

研究表明，这些延迟会给国家的经济造成巨大损失。未能落实的解决方案可能长期阻碍频谱使用并削弱无线电通信的发展。因此，一旦主管部门决定采用频谱再利用方案，应避免在此过程中的一切不必要延迟。

主管部门需要采用频谱再利用的程度，取决于主管部门内部的频谱需求规模和频谱拥塞程度。其大量频谱需求引起频谱拥塞和几乎没有频谱可用的主管部门，对于有效的频谱再利用政策的需求是显而易见的。然而，有必要确定适用的频谱再利用机制。这样做的好处甚至可以惠及无频谱拥塞的国家，因为为推出新业务提供频谱，例如为在全球发展的移动业务提供频谱，是所有主管部门都面临的问题。

3 频谱再利用

频谱再利用是国家的频谱管理工具，因此从理论上讲，对任何频段和系统都可进行某种形式的频谱再利用。而在现实当中，频谱再利用受到更多制约，因为它只适用于主管部门可以改变频段使用的情况，而且它也可能受到国际协议和共用标准的局限。

主管部门应在技术、经济和社会方面从频谱再利用的过程中受益。

例如，新近对腾出频段的使用可提高频谱利用率，提供提高生活质量的服务，并生成增加就业的新商机。

¹ 是否出现延迟取决于主管部门说服用户接受变革的难度。对主管部门面临困难的估计应基于他们同时使公共和私营、大型和小型用户在必要时释放频谱的能力。

与在免证频段进行频谱再利用相关的问题较持证使用更为复杂，因为对业务用户没有记录。第3.2.2款介绍了这些问题的影响。

3.1 时间表

主管部门就频谱再利用采取的措施，取决于满足频谱需求的时间安排。对某些业务而言，频谱使用的变化可能与国际划分相关。在这种情况下，对推出具体业务的规划期可能需要10至20年的时间，还需要进行包括对可能的技术开发进行相当详细市场预测的长期规划，以证明划分程序的合理性。

就移动数据等其频谱使用变化取决于终端业务变化的业务而言，市场需求和技术可用性的快速变化，可能会更迅速地生成频谱接入需求。这些业务可能需要通过更灵活的系统，在国内指定用于具体业务的频谱，并通常具有规划周期较短（如五年以下）的特点，即须在短得多的时段内提供频谱。

应合理地提前发出修改建议的通知，使现有或新的用户有时间规划和落实各项由此产生的修改。频谱管理者应在这一程序的规划中安排提前通知时段。

在任何情况下，都应尽早做出再利用的决定，为现有业务和系统的迁移留出最充裕的时间。虽然并不总可能，但最好能尽早做出频谱再利用决定，因为它为现有和新的用户制定落实计划和较大系统获得必要的财务支持提供了明确依据。为避免频谱长期闲置，最好确定灵活的过渡期，在新业务提出需要时，仅从频谱中迁走现有用户。然而这一做法可能需要就频段指配结构的技术决定寻求折中，或许不能达到频谱的最有效利用。

3.2 自愿和规定的频谱再利用

可以多种不同方式进行频谱再利用，但基本型的仅有两个：自愿的频谱再利用和规定的频谱再利用。

3.2.1 频谱自愿调配

目前的频谱再利用方法可导致的情况是，现有用户在批准使用的频带内自愿决定采用新技术，或者将频率退给频谱管理者进行重新指配。如果用户认为，使用该频谱得到的好处少于继续使用的成本，这种情况有可能发生。这一方法可能不适用于需要快速回收成本的情况，应为这可能需要时间。通常，自愿频谱再利用会在许可证费用多次增加或许可证费的增加恰逢现有设备需要维护或替换，或出现较现有设备提供更好服务的新技术时，例如对于出租车司机而言，蜂窝电话可比移动无线电可提供更大的覆盖范围。

有许多原因可推动主管部门做出实施自愿频谱再利用的决定，包括检测频段使用统计数据，例如一些国家或区域的频谱用户数量减少，或该频段用户频频更换。用户数量的此类变化可能说明，现有业务不再适用，或该业务的运行出现问题。鉴于频谱用户可能出于多种原因退出某一频段，而某些频段可能仅有有限数量的用户（或因为运行带宽大或各用户可使用频段内的多个频率指配），单一用户脱离一个频段的决定可能为主管部门考虑未来使用创造机会。如果一个频段在主管部门未采取任何行动的情况下被腾空，好的频谱管理做法应意味着自动重新考虑该频段的使用。

当这一频谱再利用方法被用作既定的管理政策的一部分时，可能有必要将它与许可证费用等计费机制挂钩。为提供最大限度的灵活性，计费机制也需要具有灵活性。因此，这一频谱再利用方法可能适用于诸如频谱定价等计费机制，其中的许可证费用可与覆盖区域、共用程度、带宽、运行时间等广泛因素挂钩。

3.2.2 规定的频谱再利用

规定的频谱再利用是与频谱再利用的管理政策紧密相关的方法。这一方法包括终止许可或拒绝更新许可证的行政管理。主管部门提前通知/公布频段规划，对于确保受影响各方具有最充裕的备选方案规划时间至关重要。

3.2.2.1 当前许可证到期时的频谱再利用

这种方法似乎是目前实现频谱再利用的最常见的方式。

主管部门在实施这项政策时面临的困难，取决于许可证的期限和主管部门希望收回频段的速度。如果许可证的期限较短（如一或两年），或主管部门较早得知它需要这一频段，收回频谱可能不是问题。然而，如果主管部门希望快速回收频谱，它可能面临基于许可证期限和条件的补偿要求，如果：

- 现有许可证期限较长（如10-15年）；或者
- 持证方以虽然许可证期限短但能自动更新的条件购买了无线电设备。

3.2.2.2 设备生命周期结束时的频谱再利用

此方式要求主管部门在他们建议的频段回收日期的足够时间之前，公布其再利用频谱的意向。然而，设备的生命周期因业务的差异而不同，对于军事设备等某些系统而言，更新技术被用来进一步延长设备的寿命。如果设备的运行寿命与主管部门设定的频谱回收期限相比不可接受，可能需要主管部门与用户就设备达成固定寿命协议，或强制规定截止日期；从而可能引起赔偿要求。

3.2.2.3 免证频段中的频谱再利用

根据定义，免证频段既没有用户的记录，也没有其业务申请。不可能为通知再利用的频段而联系所有用户，从而妨碍了现有用户腾出该频段的工作。

在研究免证频段的新指配或划分时，如果这些频段随后将成为再利用计划的议题，应考虑到分配免证服务的传统做法。

3.3 实施成本

再利用会对主管部门和频谱现有用户的预算造成影响。如果将现有用户迁出某一频段的时限太长，主管部门可能会损失许可证费收入。频谱再利用实施费用最初是由现有用户承担的，因为他们既需要购买新设备，也需要支付新的许可证费。用户承担的费用数额将取决于所用的设备、分期付款时限和及现有设备的复用率。通过三个典型事例可以说明费用涉及的范围，以及当费用可能涉及规定的再利用计划时，它们同样适用于自愿再利用：

3.3.1 向所用设备调协范围内频段的迁移

这一备选方案假设，所有与频谱再利用进程相关的设备都可进行再调协。此时的成本可能仅与设备的再调协和测试相关。如果新频段的运行费用较低（如许可证费用较低），可通过降低操作费用补偿再次调协费用。这一方法甚为简单，适用于长期实施。

3.3.2 向所用设备调协范围以外其它频段的迁移

此可选方案可能在技术和经济上更加难以实施。某些业务，例如采用具体物理频率的科学业务，可能无法向其它频段迁移。而其它业务可能需要全面改变无线电基础设施，这项工作可能十分昂贵。但不应认为，这些费用总是很高。如果再利用是向已经可用的新技术过渡（如出租汽车公司从双向无线电过渡到蜂窝电话），最终用户的费用可能很低，但条件是他们有时间分期偿还其原有设备的成本。此外，增加的灵活性和性能可能在短期内减轻成本压力。根据运营商基础设施的水平，迁移至较高频段可能需要较长的过渡期，因为基础设施的重新设计缩短了传播路径，如重新设计基础设施和购置新的发射站点和设备；这不一定适合于快速改变电信环境的总体愿望。

应当看到，迁移至较低频段也可能需要较长的过渡期，因为较大的传播范围可能需要国际协调。

3.3.3 向更高频谱效率的过渡

这一选项几乎肯定需要购置某些新的设备（如从12.5 kHz频段向6.25 kHz频段设备的过渡）。但这一选项不可能要求改变发射/接收基础设施（如天线和线杆），因此这笔费用也是有限的。如果在较低频段运行的费用较低（如许可证费较低），那么降低的运行费用可以补偿新设备的费用。

主管部门可从用户数量、采用具体设备规范集的设备数量、不同厂商新设备的可用性等方面审视目前的市场情况，然后就包括费用影响的现实时间安排做出决定，同时批准削减信道带宽。与旧有的模拟12.5 kHz信道相比，增强型数字无线电数据速率支持需要增加信道带宽，甚至需要信道整合。这些数字无线电虽然使用较多带宽，但其每个通信路径的频谱效率更高。数字无线电能够比模拟无线电提供的单一语音业务提供更多数据和多媒体业务。

3.4 再利用的区域协调

某些频段的再利用可能需要区域协调。GE06协议的实施涉及从模拟地面广播向数字广播的切换。为将数字红利用于移动业务，模拟切换需要区域协调，因为模拟地面广播的发射功率较高。

3.5 再利用的全球/区域协调

某些频段的再利用可能需要区域协调，以实现规模效益。人们从最近在不同频段为IMT进行的再利用案例中体会到这一点。IMT网络的部署费用高昂。设备可用性、传播、带宽和大型市场的协调，是业务提供商考虑的关键因素，因而也是频谱再利用必须考虑的因素。

4 频谱再利用和频谱定价之间的关系

从以上案文可以看出，再利用对现有频谱用户的影响可能不同，既有影响微小，即同频段中的微小频率调整，也有影响重大，如新的传输基础设施。承受重大系统变革负担的老牌运营商，会在某些情况下根据某些管理政策寻求一定形式的补偿。因此，主管部门如果要求快速落实频谱再利用的话，尤其应该掌握一系列频谱管理工具或机制。鼓励频谱用户腾出频段的两种机制是：频谱定价和某种形式的补偿。

4.1 频谱定价

如前所述，频谱定价可用于鼓励频谱用户自动撤出某一频段。在频谱再利用过程中利用频谱定价加快过渡进程，可能需要三至五年的时间才能实现，在很多情况下，这种时间框架对于主管部门是可以接受的。频谱定价的好处在于具有充分的灵活性，并适用于不同情况，因为它使定价结构得以建立，向频谱用户提供更换设备或频段的财务鼓励。此外，频谱定价还能够逐步适用于逐区域的频谱再利用推广工作。频谱定价的这一方面尤其有助于解决本地频谱拥塞地区或推出新业务或新运营条件（如减少带宽、降低功率）时出现的情况。

但由于用户没有为支付许可证做好准备，频谱定价可能带来非法频谱使用上升的不良后果，并需要向频谱检测和频谱强化活动提供更多资源。

4.2 补偿

无线电频谱是属于国家的资产，不属于频谱用户群体的个人。补偿支付不应成为事实上的政策，但如果需要提供的話，主管部门就应具备符合国家立法和世贸组织（WTO）等国际机构要求的适用补偿政策和竞争限制。

确定某些形式的补偿是否合理、某项补偿的适当标准以及补偿提供方法，都可能是一项艰巨的任务，它取决于：

- 主管部门在发布许可证时赋予的频谱权利；
- 主管部门保留的频谱权利；
- 实现频谱再利用的时间表；
- 建议的补偿方法。

值得注意的是，补偿不一定仅以直接的财务支付形式提供；例如，它能够以许可证援助（试用许可证）或设备补贴的形式出现。

以下几小段审议了所有补偿的可能来源（见有关频谱权利问题讨论的ITU-R SM.2012号报告）。

4.2.1 新参与者补偿现有频谱用户

保加利亚、芬兰、法国、以色列、意大利、约旦、英国和美国等国家采用了这一方法，并将它视为加快频谱再利用进程的必须。基本上，它包括新加入方补偿早期退出频段的现有频谱用户。

此种方法的优势在于主管部门无需为任何补偿出资，如果管理得当，它能够在新的加入方一旦提出要求时加快频谱释放速度。然而，它也有多个潜在的不利条件；新的参与方可能要支付比频谱或设备/基础设施的市值更高或更低的费用，除非通过拍卖机制设立基金或具有某种形式的频谱交易，即频谱用户出售频谱使用权。此外，在没有明确的交易或处理支付机制的情况下，这一过程可能引起透明度问题。为避免这类担忧，主管部门可能需要对这一过程进行严格监测，但这可能需要大量精力的投入。

将这一方式付诸实施的方法多种多样：

- 频谱可能适用于某些形式的频谱交易；
- 设立一项每个现有用户既可以要求索赔或得到既定数额赔偿的基金；
- 现有频谱用户直接从新加入方获得补偿。

主管部门可以立法，允许为老牌公司将其运营从一个或多个频率转至另一或多个频率支付费用，其中包括所有修改、替代、设备再保险、设施、操作手册或拍卖前通知等国家规定生成的费用。

在频谱拍卖前，主管部门应提前得知与这一重新安置或为满足未来许可证持有方的需要所需的修改相关的预计边际成本。主管部门的程序应包括所有老牌运营商和新持证方就重新安置或修改成本估值产生的分歧的解决程序。

4.2.2 再利用基金

一些国家采用了利用再利用基金补偿需退回频谱的频谱用户的概念。此方法带来了多种可能性，可在较等待许可证到期更短的时段内实施再利用。再利用基金带来了一系列需要仔细研究的问题，其中的一大关切是，这项基金的存在本身就会使人认为，任何无线电频谱用户只要需要改变其运行的某些方面，就应得到补偿。因此有必要明确所有补偿支付条件，并确定可用于确定补偿标准的透明的机制。

再利用基金可从不同来源获得资金，例如：

- 新加入方可向基金集体付费。
- 所有许可证持有方都可以部分许可证费用的形式支付。
- 频谱定价费可以转入再利用基金。
- 许可证或频段的拍卖费可被转入再利用基金。

虽然再利用基金可为加速频谱再利用进程提供便利手段，但它并不是包治百病的灵丹。在少数它情况下，再利用基金可能不足以支付再利用费用。该基金需要得到管理，而且人们可能对其透明度表示关切，这即可能增加精力的投入，也会使成本上升。此外，基金的存在、其规模、支付补偿的频率以及支付水平，都可能使频谱用户认为补偿支付是有保障的，从而扭曲了频谱的市场价值，并形成一种实际上延长而非缩短再利用进程的谈判。

此外，某些国家存在的不使用无线电频谱或相关频段的个人或公司应补偿他人的概念，也会引起政治或司法问题。

5 结论

频谱再利用是一件频谱管理工具，可用于满足新的市场需求，提高频谱效率或应对国际频率划分的变化。在许多情况下，随着现有用户根据新技术和不断变化的运营要求改变其无线电运行，频谱再利用成为一个自然进程。与频谱再利用相关的主要问题出现在没有足够时间改变频谱使用方式的时候，而且有必要利用支撑机制加速再利用进程。但是，这类支撑机制的使用，可能会使新的或现有用户因为由此产生的开销和不便而提出反对意见；这可能需要与再利用工作相同甚至更多的管理精力投入。

尽管频谱规划和频谱需求检测不能解决所有再利用问题，将这些程序纳入国家频谱战略的制定工作，可能是限制与频谱再利用落实工作相关问题的较简便的方法。

例如，频率使用规划和设备特性等技术问题是主管部门和用户必须考虑的问题，因为有了它们才能在适当的时间范围内有效和成功地进行频谱再利用。

对欧洲邮电主管部门大会（CEPT）所属电子通信委员会（ECC）和常设咨询委员会III（PCC III）报告的引证：美洲间电信委员会（CITEL）的无线电通信部门，可从区域角度提供有关这些问题的进一步信息，其中包括从其他国家学到的经验。

附录1、2和3提供了主管部门经验案例。

附件1

附录1

根据法国经验提供的频谱再利用过程案例

本附录以法国经验为依据。然而，确定的一般原则很可能适用于其他国家。

再利用是一件频谱管理工具，使人们能够遵守为新参与方确定的频率提供时间表。

1 驱动做出再利用频谱决定的利益

团体整体上必须从无线电频带的再利用中得到足够的利益，以便体现授权的价值。在经济学术语上，这些利益是通过最大化团体盈余来反映的。换一句话说，根据Pareto最优准则，必须达到一个平衡点，以至于频谱的其他使用不能提高团体的盈余。

寻找这个平衡点时，比较不同参与者的参数选择（效用）是有益的。他们的效用功能以私人价值和团体的社会价值形式来表示。私人价值相当于他们可以从频带使用中得到的益处，而社会价值相当于业务总体上对社会的重要性。私人价值的计算是相当简单的，而对社会价值的量化比较复杂。可能需要使用“机遇”这个概念，用于评估业务的社会价值，换一句话说，可以通过计算来了解当缺乏业务时将会给团体带来哪些费用。

至于频谱再利用过程，就私人价值和社会价值而言，对要求放弃频带之代理和新入之代理的效用进行比较是必要的。

令 $U_{outgoer}$ 和 $U_{incomer}$ 分别表示放弃频谱的运营商和取代它的运营商的效用（包括私人价值和社会价值）。令 $C_{removal}$ 表示放弃者的频谱再利用费用：

如果 $U_{incomer} > U_{outgoer} + C_{removal}$ ，那么放弃的社会价值和经济价值都是最优的；

如果 $U_{incomer} < U_{outgoer}$ ，那么放弃的社会价值不是最优的而经济价值是最优的；以及

如果 $U_{outgoer} < U_{incomer} < U_{outgoer} + C_{removal}$ ，那么需要做出选择。

2 再利用的成本费用

假定由于频谱再利用的结果，责成频带用户放弃原有的频带，而在不同的频带上继续其活动，或使用非无线电方案，若这对他来说是可能的话。对该用户而言，放弃原有频带可以减少额外的费用，这些额外的费用在没有原有频带的情况下是不会发生的。这带来的结果是，该额外费用将被认为是“再利用费用”。前面讨论的放弃费用 C_{removal} 是再利用费用的一部分。

尤其是在电信部门，大多数情况下，转换中的设备的转售价值是不可知的。这些网络的投资通常就是所谓的用户“滞留费用”。这意味着，如果活动结束，用户不能补偿其投资。剩余价值的计算使得确定设备不能转售时的理论价值变得可能。区分剩余账面价值和剩余经济价值是有用的。由于这个原因，展望并提出了两种用于计算再利用费用的方法：

- 使用剩余账面价值计算；
- 使用剩余经济价值计算。

3 使用剩余账面价值计算再利用的成本费用

当放弃者持有正常账户时，尤其适合采用账面价值方法。此外，在商业活动的情况下，这种方法考虑了放弃者已经享受的、有关其设备折旧的税收优势。

3.1 评估用户放弃频带的成本费用

3.1.1 转向频谱的其他部分或退出频谱

首先必须确定的是，如果放弃用户继续从事其活动，是否需要责成他使用无线电频率。如果是（例如，对移动业务的运营商而言），放弃用户将移向另一个频带，并需对转向另一部分频谱的这一转变之费用“ C_d ”进行计算。如果不是（例如，对拥有固定无线电链路的实体而言），需要考虑以下两种假定：

- 用户转向一个不同的频带，需要计算 C_d 费用值；
- 用户放弃使用现有的频率，而使用一个可选的、有线系统，需要计算 C_s 费用值，相当于从无线电频谱中退出。

在这两种假定之间的选择只采用了经济准则，结果是采纳两者中费用较低的那种。

令 C_i 为因用户离开频带而发生的费用。如果责成用户占用一个不同的频带，那么 C_i 等于 C_d ；如果用户有可能采用有线方案，那么 C_i 等于 C_d 和 C_s 中的较小者。

3.2 剩余账面价值 V_{cr}

本方法补偿放弃用户设备的使用期限，对用户设备采用剩余账面价值“ V_{cr} ”，设备的剩余账面价值通常定义为：

$$V_{cr} = \text{可用设备的购买价格} - \text{折旧}$$

V_{cr} 表示仍可以进行折旧之设备的价值的一部分。如果在折旧阶段，那么其拥有者不可再用此设备，其后，根据会计学理论，将产生一个等于 V_{cr} 的损失。

3.3 更新成本费用

由于技术的演化和设备的老化，要求频带的占用者更新其设备，甚至是在频带无任何改变的情况下。令 C_r 为设备更新成本费用，更新的设备具有相同的特性并使用相同的频带。在这种情况下， C_r 表示频带占用者将产生的费用，即使在不进行任何频谱再利用时。

3.4 再利用成本费用的计算

假设频带用户的现有设备剩余账面价值为 V_{cr} ，由于再利用，他不得不撤出该频带。放弃频带意味着他不得不支付相当于 C_i 的费用（见§ 3.1），以便继续他的活动。撤出频带的事实可能意味着他不可能使用现有的设备，因此会引起相当于 V_{cr} 的损失（见§ 3.2）。如果他继续使用那个频带，那么他需要支付相当于 C_r 的费用（见§ 3.3）。因此可得出以下关系：

$$\begin{aligned} \text{再利用费用} &= \text{责成用户放弃频带的额外费用} \\ &= C_i + V_{cr} - C_r \end{aligned}$$

注释：

- 如果计算得到的再利用费用是一个负数，那么意味着用户放弃其当前占用的、自身协定的频带是有利的；
- 在每种情况下，计算频带再利用费用时，需要专家评估以建立现有网络和新网络的实际费用。

计算结果对折旧程度和现有网络的体系结构非常敏感。

4 使用剩余经济价值计算再利用的成本费用

经济方法使之变得可能，在其他因素中，抛开以下两方面：

- 设备实际的工作周期可能不同于记账上的工作周期²（由折旧周期决定）的事实；
- 放弃的用户可能不采用折旧机制。

² 记账上的折旧不同于经济上的折旧。已经彻底折旧的设备在替换之前常可以继续再使用几年。在具体的科目上，经济上的折旧是指折旧科目（一年内设备标称价值的损失）与代表折扣率 k 下固定资本补偿的科目（或资本费用）之和。只有那部分资本的补偿，它通过借款（债务）筹措，可以包括在财政费用中，记录在账目中。因此，对应固定使用费用（投资除以账目中所用的设备周期）的记账上的折旧以及下跌的财政费用，表示了相比经济上的折旧在覆盖范围方面的差别。对于后者，补偿适用于在议之投资的总的资本价值，假定那部分资金实际上来自内部。因此它包括财政费用相当的价值以及源自自身资源的投资补偿（股东的补偿等）。

4.1 分析网络的价值

一旦进入者认识到使用无线电波提供其业务是有利的，以及当确定进入者的价值比放弃者的价值加上转变的费用还要大时（换句话说： $U_{incomer} > U_{outgoer} + C_{removal}$ ），那么放弃者有5种选择：

- Option 1:* 放弃者停止活动：放弃者提供的业务其社会价值小、技术过时或提供的业务不再是恰当的；在所有的这些情况下，放弃者停止其活动更可取。
- Option 2:* 为单一业务共享频带：现有的运营商使用频率的效率不高或不能保证使用的数量；在这种情况下，如果没有技术阻碍，他可以同意另一个运营商提供相同的业务。
- Option 3:* 在不同业务间共享频带：进入者可能利用主频带，而不要求现有的运营商将其业务移开，后者可以继续使用频谱而不受进入者的干扰。该方案通过共享频带来提供不同的用途。
- Option 4:* 放弃者将其活动转至另一主频带：进入者排他地使用整个频带，现有的运营商必须将其活动转至另一频带。
- Option 5:* 放弃者将其活动转向一个完全不同的平台：进入者希望从整个频带的排他性使用中获益，而现有的运营商必须移开其活动。调查表明，放弃者在其他频带开展活动的费用比在有线（电缆、光纤等）支持下开展相同活动的费用要高。对于一个未改变的业务，放弃者撤出频带并转向一个可选的平台更可取。

每一个这种例子都可以通过对不同的投资选择方案进行经济学分析来解决。

参考在法国已经完成的工作，即当地回路的分类计价和网络费用的计算，通过比较不同的选择方案（也指“配置”）来检查频谱再利用的费用。以运营商为例，假定他撤出了其频带（全部地或部分地）并转向一个不同的频带或一个不同的平台（或仅仅调整了他所用的频带以适应另一个运营商）。运营商的撤出（称为放弃者）不一定是他的损失。移开必定涉及一个对放弃者的奖励，否则，他将不撤出频带或试图拖延撤出。同样地，运营商移开不一定给其机构带来利益。因此，需要通过计算“公平的”补偿来找到一个平衡点。这通过比较以下两种情况来实现：第一种情况是放弃者需要承担移开费用；第二种情况是同一运营商不必移开，如果他移开，只需承担其设备的更新费用。

5 再利用的资金和过程

5.1 再利用的资金

再利用的资金由负责管理频谱的机构（AFNR：Agence Nationale des Fréquences）管理，有一个与AFNR总的预算严格分开的特定预算。可以通过几种方式获得经费，包括从公共实体得到再利用所需的资金。到目前为止，惟一的资金资助来自财政部。

财政部提供资金的最初部分，在每年3百万欧元的基础上，增加一定额外数量的费用，这些费用根据所处理的案例每年逐一确定。从1997年到2001年，来自财政部的费用已累计6千5百万欧元，为的是转向适应GSM 1800、IMT-2000和SRD应用（包括蓝牙）。后期，费用也将来自私人。当用户获得新的频带时，可能要求他们向基金捐款。例如，GSM运营商在2002年将为1.8 GHz频带上的额外频率支付费用，在权威机构批准后，也就是2001年9月，IMT-2000运营商也将支付费用。

从再利用资金中受益的部门和独立的权威机构（或代表此目的的实体）与ANFR签署了再利用协定。

ANFR委员会，代表所有相关的部委和权威机构，批准了这些协定。到2002年6月30日为止，所有签署之协定的累积值已达5千9百万欧元。已经从再利用资金中受益的实体主要是运营商 — 法国电信和国防部。其他显著的受益者是EDF和SNCF。

5.2 再利用的过程

在重新分配频带之前，主管部门中负责指配频率的部门启动了再利用过程。在法国，主管指配频率的机构为“affectataires”。

根据他们的请求，政府委派给ANFR的任务如下：

- 准备评估各种费用因素和再利用原则；
- 提出一个再利用实施进度表；
- 组织对过程的监督；
- 管理再利用资金。

为完成这些任务，ANFR依靠许多委员会，在委员会中寻求一致。

频率规划委员会（CPF）接收、调查和协调来自affectataires的、有关频率的要求。

它有以下任务：

- 起草和更新国家频率分配表，必要的话，协调频带的使用；
- 调查所有具有国家或国际影响的频率使用和分配相关问题；
- 向对CPF负责并作为其上诉机构的频率指配委员会（CAF）发出指示。

其它委员会也参与了合作与前瞻性工作：

- 推进无线电频率频谱预期的分析，着眼于优化公共和私人用户对它的使用；
- 提出有关以下方面的建议：电磁兼容性规则、用于确保无线电系统恰当使用的频谱工程和标准。
- 召集相关部门的代表，以及相关的、其网络向公众和行业开放的运营商的代表。

通常，所有决议都是一致同意才通过。不过，当不是一致同意时，决议由ANFR委员会来决定，ANFR是频率频谱相关事务的最高决策实体。在ANFR委员会某个成员的请求下，首相办公室可以启动一个请求程序。

到目前为止，所有的再利用案例均使用通常的程序进行处理，在有关的委员会中获得了一致同意，并保证了彻底的透明性。

附件1

附录2

基于阿联酋经验的频谱再利用范例

本附录以阿联酋的频谱再利用经验为依据，可能适用于某些发展中国家。

1 专用移动无线电信道规划的变化

阿联酋电信管理局（TRA）利用透明机制制定频谱监管框架，使所有规定都需经过公共磋商程序。专用移动无线电规则涉及VHF和UHF频段的信道规划，而TRA建议将信道规模从12.5 kHz减至6.25 kHz，以便将可供指配的信道数量增加一倍。根据多数回复方提供的信息，仅有极少厂家生产支持6.25 kHz设备。数字移动无线电在12.5 kHz上运行，利用双隙时分多址（TDMA）提供每通信信道6.25 kHz频谱效率，通过在同一12.5 kHz信道中同时容纳两个独立呼叫，使与模拟系统相比的容量得到倍增。有两个提供6.25 kHz的基于FDMA的系统，但难点在于其中一个是专用标准，而对于另一系统而言，仅有一个厂家生产这种设备。因此，需要根据以下原则就此做出决定：

- 用户受益于利用多个厂家提供的低成本设备。
- 不会因为信道规模而停用某类设备，造成市场干扰。
- 利用频谱定价工具鼓励6.25 kHz的使用。
- 采用同时适用6.25 kHz和12.5 kHz信道的信道规划。

2 为VHF航空移动采用8.33 kHz频率复用

阿联酋TRA与利益攸关方启动了在VHF航空移动频段实施8.33 kHz频率复用的磋商。虽然多数阿联酋飞机都配备了支持这一频率复用的设备，但极少数老飞机不具有适用的无线电。援引此例是要说明此频段的难题不是一个国家所能解决的，需要区域一级的努力。国际民用航空组织（ICAO）欧洲地区于1999年强制执行在FL245以上机载8.33 kHz无线电以减轻VHF的拥塞。欧盟委员会决定对FL195以上的欧洲空域部署VHF 8.33 kHz的工作进行规管。在这些阶段开展的多项研究和落实工作的详情见[EUROCONTROL](#)。目前，这一问题将根据所有参与国的一致意见，在ICAO MID区域一级解决。

3 VHF和UHF频段的数字切换规划

阿联酋TRA在GE06协议达成后启动了数字广播切换规划。其中包括以下内容：

- 对现有地面模拟TV普及率的评估；
- 现有模拟TV广播商的要求；
- 现有运营商向数字广播切换的商业模式；
- 为存有可用于移动业务的数字红利频谱的运营商规划的国家频率层次；
- 利用VHF TV频段III推出数字音频广播（DAB）的决定；
- 将SFN用作基于规划的选择；
- 更多采用节约频谱系统（DVB-T2）的决定；
- 根据可行的频率层次数量选择最可行的商业模式；
- 赋予广播商频谱权的决定；
- 与广播商就利用现有基础设施部署数字传输开展对话；
- 为降低传输费用提倡同址运行多MUX的站址共用；
- 对系统和切换日期进行有助于实现规模效益的区域协调；
- 对较早的模拟切换日期进行区域协调，为较早日期的移动提供数字红利频段。

附件1 附录3

区域频谱再利用进程范例

本附录依据在区域一级为航空移动进行再利用的经验。

空管通信使用117.975-137 MHz之间的航空移动（R）业务。优化频率再用（改善协调并可能将VHF指配限制在较小区域）、利用更多频谱（从118至132 MHz增至117.975-137 MHz）并将无线电频谱划分为较窄带宽，增加了可用VHF指配的数量。此例展示了与区域再利用相关的挑战。

1947年，在118-132 MHz用于航空移动（R）的VHF指配采用200 kHz间隔，仅提供70个信道。1958年，间隔缩小到100 kHz，使信道数量倍增至140个。1959年，航空频段的上限扩展至136 MHz，又提供了40个信道，使总数达到180个。1964年，信道间隔再次对半缩减至50 kHz，使可用信道达到360个。信道间隔又于1972年再次缩小至25 kHz，使可用信道倍增至720个。七年后的1979年，航空频段上限再次扩展至137 MHz，使信道总数达到760个。

1995年提出的建议是将信道间隔减至8.33 kHz，从而产生2 280个信道。随着每次通过缩小信道规模而使信道数量的不断增加，更多数量的无线电需要更换，同时也增加了落实的时间安排。

在与相关利益攸关方磋商后，欧盟委员会于2006年1月决定分两阶段解决权限范围问题。第一阶段亦向195以上空层（FL195）的空域部署8.33 kHz频段间隔为目标，以通过和发布委员会第1265/2007规则（EC）作为结束，并通过此后的修改对FL195以下空层（第二阶段）进行管理。Eurocontrol发布的项目完工报告

（http://www.eurocontrol.int/vhf833/public/standard_page/above_fl195.html），详细介绍了上述FL195阶段的实际落实工作，在多大程度上满足了原规划和设想的要求。报告论述了汲取的经验，对成败予以同等的关注。
