

打破能耗曲线 永远在路上

打造净零未来的
关键构建模块



[ericsson.com/
breaking-the-energy-curve](https://ericsson.com/breaking-the-energy-curve)

前言



Fredrik Jejdling
执行副总裁兼商用网络业务
负责人

社会各界必须携手并肩共同应对全球气候和能源挑战。净零计划(Net Zero)是气候行动的“北极星”，而移动网络将是业界应对上述挑战的关键。打破移动网络的能耗曲线有助于减少耗能、降低成本和环境影响。

爱立信设定了到2040年实现整个价值链零排放的目标。2030年要实现的一个重大里程碑目标是将使用中的供应链和产品组合的排放量减少50%，同时爱立信自身的活动实现零排放。

上一份报告聚焦如何在从4G网络向5G网络迁移的过程中实现节能，之后我们一直在积极学习和探索。

我们提供解决方案增强网络的可持续性，助力网络提高能效并整合可再生能源，同时通过创新持续提高网络性能，加快在各地全面建设5G的步伐。

在实践中，我们的目标是在2021至2025年间将典型新站点的能耗减少约40%。再加上移动网络向使用可再生能源迁移，每站点的二氧化碳排放量可减少约70%。

爱立信在规划、部署和运营网络方面经验丰富且高瞻远瞩，以性能为先，可帮助客户节省能源和成本。

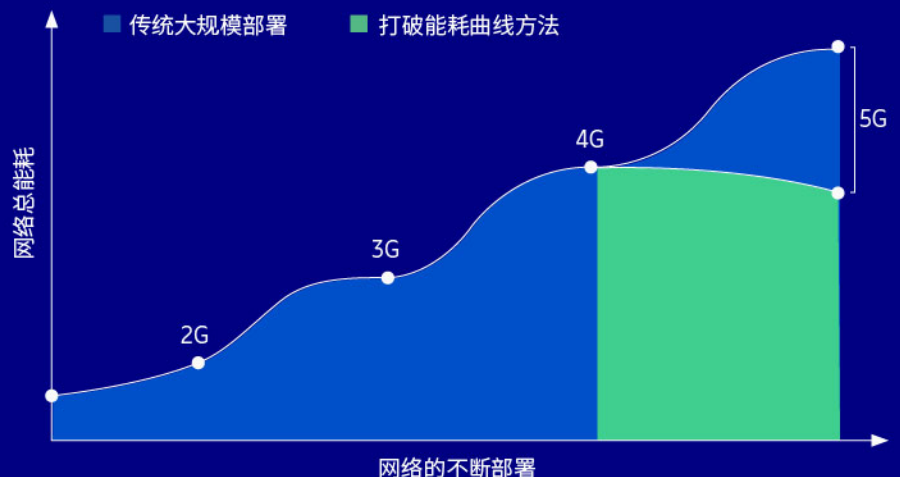
5G时代已经到来，5G连接不断扩展，节能和面向未来的产品组合的优势愈发明显，但仅靠它本身还不足以大大降低整个移动网络的能耗。

我们不能继续采取“一如既往”的做法，要实施更广泛的网络变革和现代化，而不是零零碎碎的置换。我们应利用最新的技术，充分发挥节能功能的效用，并认真思考能源问题。

简言之，我们需要换一种思路。

爱立信在规划、部署和运营网络方面经验丰富且高瞻远瞩，以性能为先，可帮助客户节省能源和成本。我们从全局出发统观网络演进、扩展和运营，不断改进我们的方法，打破移动网络能耗的上升轨迹。

图1:打破移动网络的能耗曲线



赋能净零

信息通信技术 (ICT) 行业在赋能投资者和监管机构目前要求的关键和指数级气候行动方面发挥着决定性作用, 并有望将全球工业总排放量减少15%。来自消费者、客户和更广泛的供应链的压力日益增加, 催生了这些需求。

为了满足这些需求并与《巴黎协定》设定的“全球温度上升幅度限制在1.5°C以内”目标保持一致, 企业需要采用全价值链方法, 根据净零时间表设定气候目标, 承诺到2030年将总排放量减半, 到2050年达到净零排放状态。

为了达到净零目标, 需要减少能耗并打破能耗曲线。



净零

净零描述的是这样一种状态, 即排放了多少温室气体, 就要从大气中吸收相同量的温室气体。作为ICT气候行动的“北极星”, 国际电信联盟 (ITU) 净零标准为ICT企业制定净零目标和战略提供了路径, 并为ICT行业提供了实现这些目标所需的行动。

ITU净零标准既整合了ITU制定的ICT行业脱碳路线, 又符合爱立信打破能耗曲线的蓝图, ICT企业遵循这些标准, 可通过以下方式实现重要的2030年中期目标:

- 减少和避免排放, 例如通过减少能耗
- 转换到100%可再生能源
- 根据ITU标准, 通过永久性碳移除消除少量残余的化石燃料排放

要到2050年实现净零, 除了提高能效外, 还需要采取其他行动, 包括减少产品开发环节的隐含碳、使用回收材料、增加资源循环和减少软件的碳排放量, 以及制定供应链目标和建立合作关系, 量化对其他领域的商业影响。单靠提高能效无法实现净零目标。

爱立信的研究表明, 移动网络约占全球碳排放量的0.2%, 约占全球用电量的0.6%。对移动网络的需求将持续增长, 如不采取行动, 能耗和相关排放也将随之增加。然而, 能耗增加与其说是由于签约数增加和流量增长, 不如说是因为部署了新频段和网络设备, 具体表现为支持多代移动网络的人口覆盖范围不断扩大。这是一个重要领域, 业界可在该领域大有作为。

倡导可再生能源

为了达到净零目标, 需要减少能耗并打破能耗曲线。爱立信的研究表明, 能耗占运营商运营支出 (opex) 的20-40%, 如果整个ICT行业转向可再生能源来满足其所有电力需求, 那么碳足迹可减少80%。

爱立信的研究表明, 移动网络约占全球碳排放量的0.2%, 约占全球用电量的0.6%。

0.2%

随着移动网络处理的数据与日俱增, 现在在独一无二的机会可应对排放挑战。虽然爱立信一直致力于改善网络的能耗表现, 以达到净零排放, 但运营商也需要转向可再生能源——现在就要开始行动。全球各地的运营商纷纷表示, 能耗和可持续发展标准对采购决策非常重要。减少能源需求 (也就是减少能耗) 将鼓励可再生能源生产, 这也是简化向可再生能源迁移的重要一步。

爱立信打破能耗曲线的方法始终在演进

虽然从全球角度来看,移动网络对用电量 and 碳排放的影响较小,但能耗和成本以及碳足迹理所当然地成为了我们行业面临的最大的挑战,究其原因,主要是因为网络容量需要继续扩展,以满足指数级的流量增长。

每个运营商都有自己的网络演进目标。然而,电信行业已经无法继续沿用十年前的方法。爱立信发现,在全球范围内,运营商在是否启用节能软件解决方案这一问题上犹豫不决,可能是因为他们认为这样做比较复杂,也可能是顾虑对传统网络性能指标的潜在影响。然而,要“打破能耗曲线”,我们必须搞清如何规划、部署和运行移动网络。

自本报告上一版发布以来,5G已部署在全球200多个现网中。随着我们向2025年迈进,爱立信认为,5G将继续扩大规模,同时网络总能耗也会不断降低。我们将我们的方法简化为3个核心要素:

可持续的网络演进

许多运营商目前已在运行5G网络,并进入了扩展阶段,我们的洞察可对他们有所帮助,同时,我们将不断提升产品的能耗表现。

网络规划和运营需要不断发展,以满足以尽可能低的能耗实现业务目标和可持续发展目标的需求。运营商应采用涵盖了所有方面(包括对组织目标和网络现状的评估)的整体性视角的工作流程,并据此制定网络演进计划,为实现预期结果奠定基础。

扩展和现代化

实施可持续的网络演进计划,逐步扩展5G,同时以此为契机,对现有网络进行现代化升级改造,从而降低能耗和碳排放。

图2:爱立信的打破能耗曲线方法



使用新的5G解决方案扩展站点通常涉及部署新的频段,这需要添加更多设备。为了避免增加能耗,需要对现有设备进行现代化升级改造。这是改变移动网络能耗轨迹的关键。综合考虑投资和运营成本,我们最新一代多频段和大规模多输入多输出(MIMO)无线基站和基带可帮助运营商降低能耗,大大降低其未来的能源成本和总体拥有成本。

智能化运营

由于流量每天都在变化,运营商有必要使用节能应用来调整移动网络的容量以满足用户需求,并支持以最低能耗提供最佳用户体验。

这可以通过一系列工具和能力来实现,包括最新的人工智能和机器学习(AI/ML),以及有助于减少技术复杂性的自动化解决方案。爱立信已经做好了充分的准备,能够通过零接触解决方案和预测性能耗管理解决方案支持运营商将耗能和碳排放保持在最低水平。

爱立信建议精确地规划、构建和运营移动网络。遵循这三个步骤,便有望打破移动网络的能耗曲线。

可持续的网络演进

对企业目标和网络现状采用整体性视角，据此实施网络规划和运营，助力企业实现业务和可持续发展目标。

为了运行可持续网络同时满足业务和运营目标，需要从整体角度出发考虑网络演进规划。

事实上，企业内的组织通常有不同的指导目标，因此需要一个整体视角的工作流程。运营商可能遇到冲突的传统领域包括网络KPI（图3中蓝色框）、用户体验（紫色框）、资本支出和运营支出（黄色框）以及能源成本（绿色框）等目标。

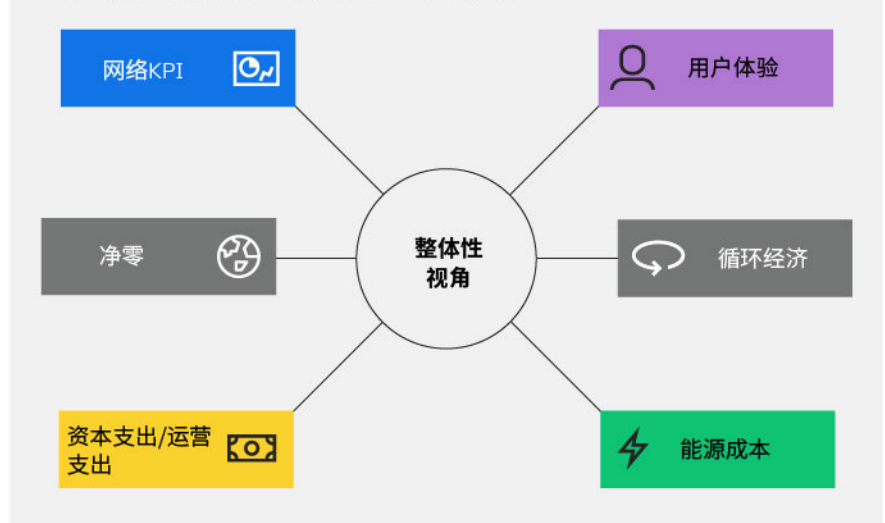
在大多数情况下，运营部门衡量传统的网络KPI并将其用作奖励指标。如今，强大的无线网络基于数据传输，在本质上与支持2G和3G网络上的电路交换语音的网络截然不同。我们认为，将对网络性能的关注扩展到用户体验及其与能耗的关系，将带来优化RAN能效的新机会。

爱立信提供咨询服务，帮助客户部署和优化能效功能，同时实现节能并平衡对网络KPI和用户体验的潜在影响。

网络演进的整体性解决方案

网络有许多指标，可通过这些指标观察到某些特征的微小偏差，这些偏差从终端用户的角度看则极不明显。如果仅依据传统的网络性能指标对网络工程师进行测评，则会从内部妨碍激活可降低能耗的功能。运营商需要一种方法来决定如何以最佳方式运行网络，同时指导未来的投资，从而随着时间的推移降低总体拥有成本（TCO）。

图3：实现业务和可持续发展目标的整体性方法



随着越来越多的运营商致力于实现净零目标，并专注于管理能源成本，复杂性也相应地增加了。通常，运营商还希望增强循环经济，例如延长硬件使用寿命。因此，需要与预先设定的企业目标相一致的证据（proof point）和计划。

除了传统的“电信价值”（如性能或覆盖范围），环境可持续性也是消费者考虑的一个要素。

为了实现可持续发展目标，上述传统领域也要采用新的整体性视角，以打造从企业整体角度而言最高效的解决方案。这要求将组织目标放在一起进行评估，从业务和环境两个角度挖掘全部潜力。

我们建议网络规划涵盖核心网、传输网和无线接入网设备以及站点设备（包括电力系统和能源）的所有方面。可持续的网络演进还要考虑利用可再生能源（如风能和太阳能），以及用于储能的高容量电池。

以RAN能效为第一要务

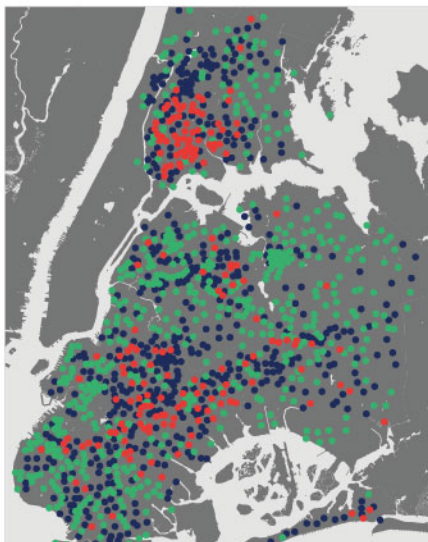
RAN的本质是提供全国覆盖和服务容量。由于单个无线基站提供的覆盖范围和容量有限，运营商需要部署成千上万个无线站点才能实现全国覆盖，通常是核心网节点数量的10000倍以上。因此，RAN及其有源和无源设备占运营商网络能耗的75%以上。运营商将继续以RAN能效为第一要务，因为这是既控制能耗又提供卓越的用户体验的唯一方法。

通过能量计量可发现节点层面所有RAN硬件的实际能耗，并为未来的行动创建良好的基准。

图4:网络情况

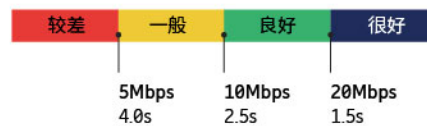
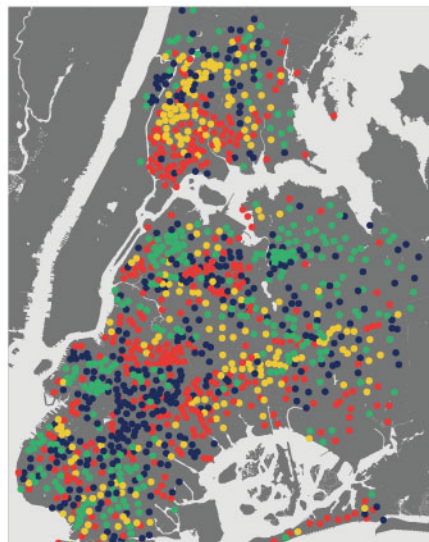
流量段(总数据量的%)

● 25% 高 ● 50% 中 ● 25% 低



用户体验

● 较差 ● 一般 ● 良好 ● 很好



“一键”吞吐量
内容到达时间
(Time-to-content, TTC)

运营商可以根据给定网络中站点的流量情况优化站点构建和节能策略。

我们长期以来一直使用能耗表现来衡量能效。我们探索“期望表现”和“能耗”之间的关系,可以发现集群或站点层面存在的偏差。当在集群中执行不同的活动时,我们会观察到能耗表现是如何随时间变化的。

站点流量和用户体验

每个站点在网络集群中都有特殊的角色。为了更好地了解网络以及每个站点与整体网络性能之间的关系,建议在负载最高的时段观察网络状态,以确保发现潜在的容量瓶颈。如果目前没有内部流程来观察网络情况,爱立信建议观察以下两个方面:每站点的流量和每站点的用户体验。这两项指标可共同帮助运营商发现有价值的洞察。通过使用易于理解的视图,运营商可定义网络部署和运营策略,例如建议如何更精确地应用节能软件功能。

由多个物理站点组成的任何网络都遵循一个类似的每站点流量负载分布。爱立信建议将站点(或扇区)分为三个流量段:

- 红色流量段囊括负载最高的站点,占网络总流量的25%
- 蓝色流量段囊括了提供占总流量50%的站点(红色和蓝色一起表示了提供了75%网络数据流量的站点)
- 剩余25%的网络数据流量由绿色流量段表示,这些站点负载较低

探索网络现状

网络中不同节点在不同时间的流量负载是不一样的。通过对无线基站和部署的频段进行适当的规模测算(dimensioning),并使用软件根据流量调整功耗,可以实现节能。本研究的一个重要发现是确定“最有价值的站点”(图4,左图,红色和蓝色流量段),并确保使用高效的网络设备运行这些站点。

运营商还需要了解终端用户对网络性能的体验如何。从用户的角度来看,最重要的是要有可靠的最低性能。爱立信的研究表明,当网络大部分承载时,观察下行链路(DL)速度可反映用户体验。这些观察结果可以称为“内容到达时间”(Time-to-content, TTC),因为它代表了用户达到其目标内容所需的时间。爱立信已经开发了特定的观测计数器,以便于数据提取。当站点报告DL速度低于最常见应用下载的预定义阈值时,我们会对站点(或扇区)进行分级以确定改进区域。这样有助于了解当前网络的总体状态,并指导运营部门降低能耗。

通过流量分类(图4,左图),我们可以找到流量较少的站点(绿色站点)。通常,50-70%的站点属于绿色流量段。如果将这些站点与用户体验观察结果相关联(图4,右图),我们可以看到这些站点在繁忙时段表现出色,表明这些站点在已激活频段和已部署无线单元方面存在部署过度。这展示了如何识别可应用扩展节能设置的站点,例如将硬件的某些部件置于睡眠模式或关闭无线基站。

有了可持续网络演进计划,可利用网络观测结果保证流量性能,并定义针对不同网络集群和站点的不同节能运营策略。

总而言之,升级网络演进计划是打破能耗曲线方法的基础。

扩展和现代化

在扩展5G时,对现有网络实施有效的现代化升级改造对于减少移动网络的总能耗至关重要。

为了在扩展5G时降低能耗,对现有设备进行现代化改造至关重要。多频段技术允许将多个无线单元的功能组合成现有频段的单个物理单元。通过将更多组件集成到同一无线单元中,可提高能效、减少设备尺寸和重量。

随着新一代多频段无线基站的出现,我们可以增加频段,同时减少无线单元的数量和能耗。由于站点租赁合同通常根据站点规格(单元数、体积和重量)制定,因此构建更紧凑和更节能的站点可显著降低总体拥有成本(TCO)。然而,目前的挑战是,运营商控制TCO的预算不尽相同。因此,我们建议运营商将其公司所有成本纳入其中,包括能源成本和站点租金的运营支出,并将其与站点现有基础设施的现代化相搭配。

通过现代化改造增加更多频谱

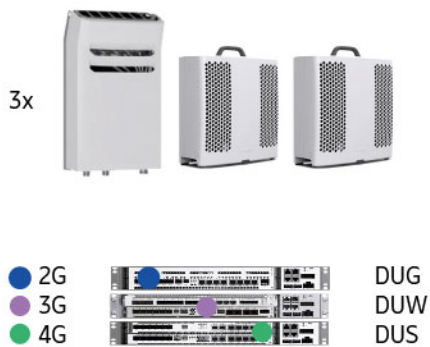
现代化改造既有助于增加频谱和容量,也能够减少能耗。爱立信“硅芯科技”的进步使爱立信能够将多个频段组合成一个射频拉远单元(remote radio unit)。在本示例中, Radio 6626使一个无线单元能够取代6个单频段无线基站。

图5左侧的传统站点有9个使用3个频段的无线基站。将这3个基带相结合,该站点支持2G、3G和4G。该配置被两个Radio 6626和一个多制式Baseband 6631所取代。现代化改造后站点的容量将提高60%,能耗降低50%,无线基站的重量减半,体积减少三分之一,同时增加一个额外的FDD频段。它还将在现有频段上支持5G,同时消除3G。

从4G迁移到5G,RAN设备处理要求会显著增加。能效是我们的第一要务——随着容量需求的增加,它将指导新组件、产品和功能的开发。例如,专门构建的“爱立信”硅芯科技“处理硬件旨在满足这些性能需求。它在打造高性能和轻量化产品方面发挥着关键作用,从2016年到2022年,使产品能效提高了10倍。

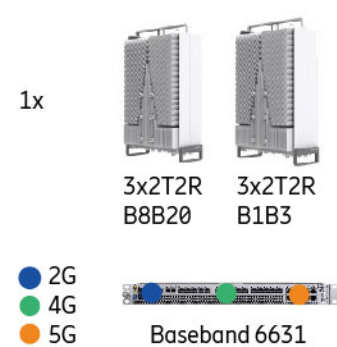
图5:站点扩展和现代化改造-添加FDD频谱

从传统站点
单频段2T2R FDD无线基站



容量	1
能耗(kWh)	100%
频谱[MHz]	900、1800、2100

到下一代站点
多频段Radio 6626 FDD



容量	1.6倍
能耗(kWh)	50%
频谱[MHz]	800、900、1800、2100

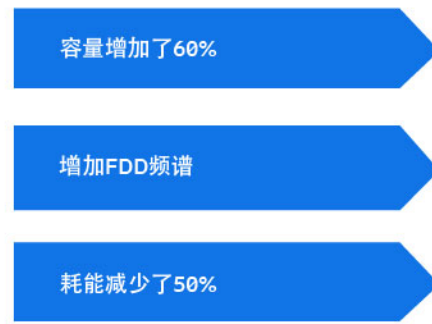
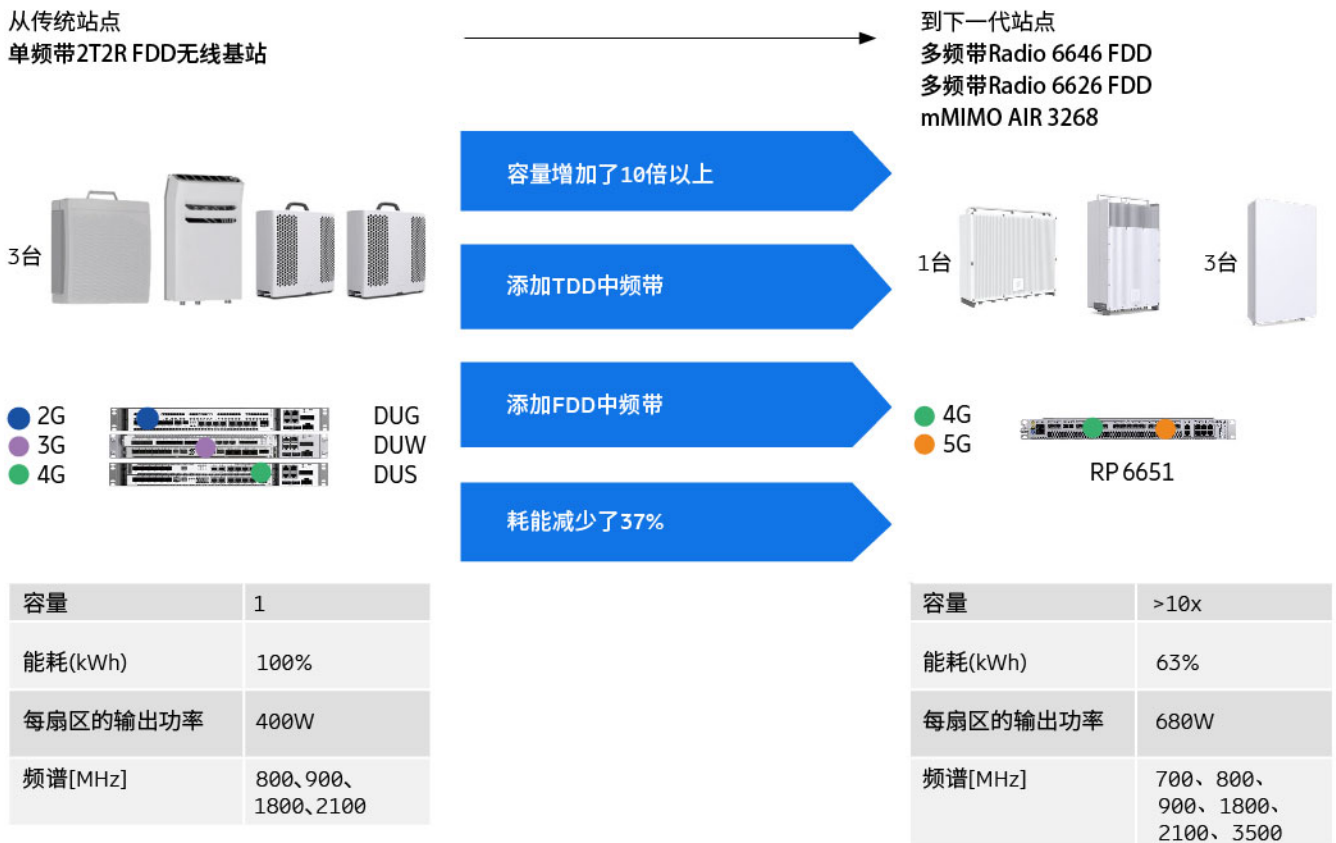


图6: 站点扩展和现代化改造——添加5G中频和FDD频谱



近年来,爱立信已采取重大举措,与前几代产品相比,mMIMO无线基站的能效提高了50%,使我们的多频段无线基站的能效提高了20%。同时,在提供相同容量的情况下,我们的基带比同类竞争产品的能效高30-60%。总之,这使我们能够大幅降低每交付GB的耗能。

新的网络性能需求要求提高频谱效率和灵活性。mMIMO技术允许运营商在全国范围内提供强大卓越的5G体验。

爱立信Massive MIMO无线解决方案分为三个部分:

- **容量 (Capacity)** 涵盖容量要求最高的站点,并在所有部署场地提供卓越的性能。
- **覆盖 (Coverage)** 针对站点间距较大的部署,例如在垂直域中用户分布较少的郊区或农村地区。
- **紧凑 (Compact)** 涵盖部署有限制的站点。它优先考虑总体拥有成本(TCO),并确保机械参数符合站点限制,如尺寸和重量。

在扩展5G中频时选择正确的流量段可保证最佳的用户体验和最佳的能耗。

使用软件功能以避免增加更多新硬件也很重要:

- **载波聚合 (Carrier Aggregation)** 借助低频带扩展了中频带覆盖范围。通过将数据迁移到能效更高的5G频带(运营商通常有100 MHz的载波),每传输比特的耗能可减少到原来的十分之一,同时还可以提升用户体验。
- **创新解决方案(如爱立信频谱共享 (Ericsson Spectrum Sharing))** 使用预先部署的硬件,让运营商能够在现有4G频带上部署5G而不损害性能,从一开始就实现全国范围的5G覆盖。

增加中频带mMIMO,对FDD频带进行现代化改造

在中频带添加5G mMIMO不会增加能耗。

图6左侧的传统站点有12个无线基站,支持4个频段,可支持2G、3G和4G。该配置升级为两个多频带和多扇区无线基站,以及3个mMIMO无线基站。

在本示例中,Radio 6626是一款三区双频无线产品,它取代了6个单频无线基站,可提供4G容量。Radio 6646是一款三区三频无线产品,将为4G提供覆盖层,同时添加一个新的FDD 5G频带。最后,AIR 3268是一款超轻量mMIMO无线装置,适用于新的5G TDD频段。现代化改造后的站点将有5台无线基站,容量将提高10倍以上,能耗降低约三分之一。这种前瞻性站点配置将以较高的能效大大提高5G覆盖范围和中频(3.5GHz)性能,并扩展独立部署。

高效的移动网络需要的站点更少,耗能也更少。跨更少站点的自动化、优化网络减少了环境影响并降低了运行成本。

过去,调试、维护和升级站点需要工程师前往站点现场开展工作,交通出行碳足迹影响较大。现在,通过提高虚拟路测、监测、根因分析和远程升级的自动化水平后,大大减少了在现场花费的时间。

智能化运营

利用AI/ML和自动化技术，以最少的耗能最大限度地提高已部署硬件的性能。

运营商部署移动网络，以满足未来三到五年的预期高峰流量需求，每天大部分时间的容量将超过需要的容量。移动网络的流量负载是不断变化的，例如昼夜差异或细微到毫秒级的变化。我们的节能软件解决方案利用这些负载变化，全流量和无流量之间的功耗变化高达97% (图7)。

节能功能和特性适用于所有无线接入技术，并可帮助现有网络大大降低能耗。

我们建议始终激活毫秒级功能。有些特性会关闭大部分组件或设备(如天线分支或小区)，在单个小区级别优化此类特性可最大限度地减少耗能。然而，我们也注意到，由于担心对网络性能指标的潜在影响或有效管理这些解决方案会比较复杂，目前运营商在是否在网络中部署这些解决方案这一问题上犹豫不决。

为了充分利用节能功能，我们必须转变移动网络的运营方式。既想达成节能目标同时又期望优化用户体验，则需要运营商仔细管理网络性能和节能措施。

解决移动网络能效难题的一个关键问题是需要端到端了解整个网络及其单元(包括无源和有源站点基础设施)。无源基础设施是维持无线站点正常运行的支持生态系统，包括电池、供电单元和温控单元。

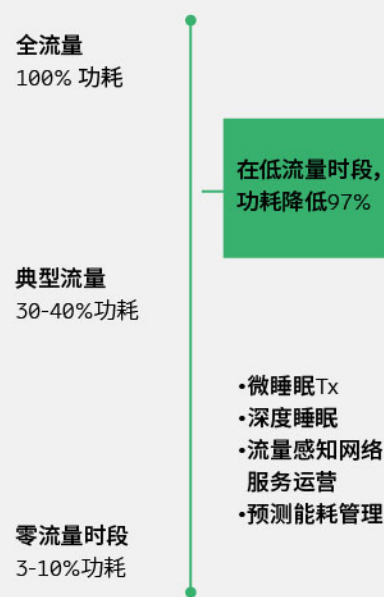
此外，将不同的电源接入无源基础设施也比较复杂，例如，利用柴油发电机或太阳能电池板可以补充电网电力。这些基础设施的耗能行为将根据负载和流量趋势而变化。

要高效地管理移动网络，我们需要考虑不同地区、集群和站点需要独特的节能协议这一事实。这要借助数据、AI和ML简化各种自动化方案，以转变网络运营方式。

我们认为，目前要实现可持续网络的智能运营有3个重要支柱：

- 最大限度地利用数据提升自动化水平
- 全面开展节能行动，同时保持最佳用户体验
- 通过预测、自动化和编排，构建专注于可持续运营的平台

图7:适用于整个产品组合的创新



客户案例 爱立信携手Indosat构建更绿色的网络

挑战

- Indosat 希望在增加数据流量的同时减少排放
- 通过积极推进LTE频谱迁移和进行爱立信无线系统的现代化改造，打造更加可持续的网络

解决方案

- 节能软件功能的部署降低了总体能耗
- 升级了硬件、软件和相关服务，以构建模块化RAN
- 使用爱立信能源基础设施运营(Ericsson Energy Infrastructure Operations, EIO) 高效管理所有能源相关资产

影响

- 该解决方案在雅加达实现了最高的频谱效率，使用比友商数量更少的站点产生更多的流量
- 与旧设备相比，节省约20-30%的能源
- 在部署了EIO解决方案的站点，能源费用进一步减少了3.6%，二氧化碳排放量减少了4%



1. 最大限度地利用数据提升自动化水平

自动化是网络数字化转型的关键一环。活跃的网元已经能够通过管理界面报告功耗和其他性能数据。然而，无源基础设施的能耗优化往往被忽视，因为用于该设备的能源很难测量和控制。

为了最大限度地利用自动化，我们必须捕获数据并对整个站点生态系统进行数字化转型，以实现智能测量和控制。在无源基础设施上部署站点控制器、智能传感器和机箱可远程测量和控制电力系统、冷却系统和可再生能源。综合数据有助于确定站点负载和流量趋势与无源基础设施单元的耗能行为之间的关联，可以定义和部署每个站点的整体节能措施。

2. 全面开展节能行动，同时保持最佳用户体验

将AI和自动化引入移动网络管理领域将利用网络基础设施生成的数据，并实现自主优化。

根据不断变化的流量和使用情况进行网络编排提高能效，同时提供最佳用户体验，这将是关键的平衡点；智能运营将是差异化优势。

预测性RAN能耗优化

根据流量和利用率预测，结合用户体验观察结果，可在无线单元和小区中实施不同的标准集和业务逻辑。协调节能行动必须考虑到采用不同的无线接入技术和频段的各地区的流量情况。这对于以较高的能效提供适当的覆盖范围和容量至关重要。

例如，爱立信预测性小区能耗管理 (Ericsson Predictive Cell Energy Management) 解决方案基于AI/ML和自动化架构减少了站点级能耗。该预测引擎确定哪些RAN小区可以采取节能措施 (如小区锁定、深度睡眠激活或RAN功能配置)，而不会影响网络质量和用户体验。可以针对白天和夜间以及不同的网络集群部署多个标准集和节能阈值。

该解决方案通过定制的节能措施补充了现有的RAN功能，在网络级别额外减少了2-8%的能耗。在拥有3.5亿多签约用户的亚洲一级网络中应用该解决方案，每年可节省1500万美元，整个网络的二氧化碳排放量减少10万吨。另一个例子是爱立信基于AI的MIMO睡眠模式功能。它在手动设置的基础上，为同一功能额外节省约5%的能源。然而，由于许多运营部门不会优先考虑手动微调参数设置，简化激活可增加对MIMO睡眠模式功能的接受度和使用，这是最大的价值来源。

图8: AI/ML解决方案及其在网络中的应用

预测性RAN能耗优化

利用AI/ML提高RAN性能并优化能耗

预测性基础设施能耗优化

利用AI/ML运营每个站点的基础设施

站点能耗剖析

利用AI/ML实现异常检测和预测性操作

电源优化

利用AI/ML优化站点电源和增加投资回报 (ROI)

预测性基础设施能耗优化

实现站点基础设施数字化转型后，我们可利用RAN优化的原则，更高效地管理站点中的许多重要单元。我们可以使用AI/ML运行站点的温控单元，根据温度趋势和耐热因子动态调整冷却设置。我们可以根据流量负载和使用趋势以及RAN能耗优化措施等关闭供电机组。与其他可用能源相比，类似应用可优化柴油发电机的运行时间。

站点能耗剖析

利用收集的端到端网络数据，可基于流量负载和基础设施性能创建关联，用于对类似站点的能效进行基准测试并预测异常情况。

爱立信节点/无线基站功率效率图

(Ericsson Node/ Radio Power Efficiency Map) 解决方案测量每个站点的能效，并根据规模测算、硬件、软件和射频对每个站点进行分析，以详细了解能效低下的根本原因。我们的能耗剖析 (Energy Profiling) 使用预测模型，根据站点控制器提供的AC和DC电表数据的趋势分析识别异常情况。

电源优化

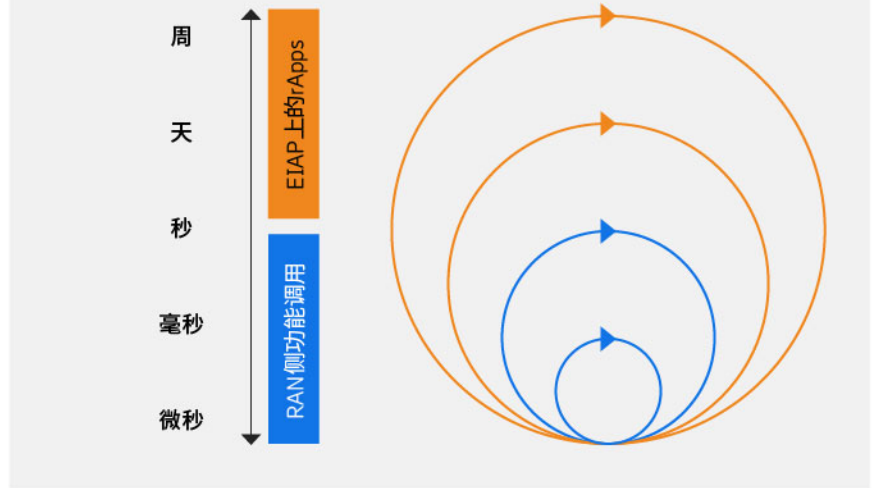
ML算法有助于提高高容量锂电池或可再生能源的利用率，而不是依赖电网或燃料能源。

例如，爱立信基础设施运营电源优化 (Ericsson Infrastructure Operations Power Source Optimization) 解决方案使用AI/ML根据成本、负载和能源可用性趋势 (包括站点电池自主检测) 预测站点的最佳可用能源。这减少了高费率区的电网使用、柴油发电机运行时间，并提高了可再生能源的投资回报率。

3. 借助预见性、自动化和编排能力，构建可持续运营的平台

展望未来，通用服务管理和编排 (Service Management and Orchestration, SMO) 平台与一系列强大的可持续性自动化应用的使用将大大增加。

图9: RAN自动化的控制回路



借助我们的SMO和爱立信智能自动化平台 (Ericsson Intelligent Automation Platform, EIAIP)，我们扩展了rApp-RAN自动化应用，除了开放式RAN (Open RAN) 和云RAN (Cloud RAN) 外，还将对现有的特制4G和5G RAN网络进行自动化。

我们正在加快rApp的研发，以提高网络演进、网络部署、网络优化和网络修复方面的运营效率和网络性能。这些rApp支持认知型、基于AI/ML的强大的自动化应用，可大幅降低能耗和减少碳排放。我们的解决方案涵盖快速和慢速控制回路场景，使用实例包括可作为无线产品、网络服务、rApp或两者的组合。目标是通过在两个控制回路中执行AI来提高效率和性能，我们可使用集中式自动化功能通过预测模型借助rApp实现复杂的决策，并辅以RAN级分布式自动化功能，这些功能可以实时执行 (见图9)。

随着越来越多的数据和测量来自电信网络，AI和自动化将有能力实现高影响力的节能和减排机会。通过分析流量模式、实时需求和网络资源可用性有关的大量数据，可以快速、自动地做出决策，从而使许多用例能够达到所需的效率。使用AI和自动化对应用和业务逻辑进行持续创新，将使未来的网络更具可持续性。

客户案例 爱立信携手德国电信 (DT) 朝着可持续5G迈进

挑战

根据可再生能源的消耗和使用增加情况，确定并验证成本和能效解决方案

解决方案

- 在Dittenheim站点增加一台风力涡轮机，该站点已经部分采用太阳能电池板供电
- 整合燃料电池等其他能源，尽快取代应急用的柴油发电机

影响

- 涡轮机可提供高达5千瓦的额外电力，作为另一种可再生能源
- 初始测试表明，在大风天气，涡轮机可产生比站点运营所消耗的能源更多的可再生能源

关于爱立信

爱立信助力通信运营商捕捉连接的全方位价值。我们的业务组合跨网络、数字服务、管理服务和新兴业务，帮助我们的客户提高效率，实现数字化转型，找到新的收入来源。爱立信持续投资创新，从固定电话到移动宽带，致力服务全球数十亿用户。爱立信在斯德哥尔摩纳斯达克交易所和纽约纳斯达克交易所上市。

更多信息请访问www.ericsson.com