网络演进：未来蓝图

2022年1月

目录

前言：为数字未来建设移动网络 03

网络演进：未来视角 05

驾驭网络演进：关键考虑因素 06

以史为鉴 07

网络演进的黄金比例 08

层面1：基础 10
为未来奠定基础

层面2：探索 11
探索和研发战略技术领域

层面3：研究 12
推动合作研究，引导长期技术发展

结语 14

为数字未来建设移动网络

我们预计，移动网络将发展成为一种新的移动数字基础设施，用来满足消费者、企业和社会的需求。移动网络将提供无限、稳健而可信的连接，满足各类对象的需求，且不受时间、地点的约束。

对我们来说，未来网络的实现不仅关乎技术，还会促成一个全新的全球移动格局（landscape），而网络将成为那个先进数字社会的支柱，满足未来行业的需求。

然而，这些发展不是从天而降的，也不是自发完成的。新的移动基础设施的实现，需要在商业和技术方法上进行重大变革。它将涉及建立和发展跨行业的合作生态系统，而运营商有能力且必将在其中发挥重要作用。因此，运营商必须立即行动，才能帮助促成这一新局面，保持与这一势头的长期相关，从而带来收入。

这些新的生态系统必须使各类复杂技术无缝地协同工作，并扩大规模，为全社会构建和增长新的价值流。同样重要的是，它们的运行和管理应具有可靠性、安全性和高能效。

短期选择会产生长期影响。为此，本报告概述了未来10年全球网络的发展趋势，并为运营商提供了所需的战略考虑因素，以便在短期、中期和长期内有效行动，促成这种新的移动网络格局。

“从更加宏观的角度看，网络将为社会提供无限的连接，满足日益增长的对移动性的需求，且不分服务对象，也不受时间和地点的约束。”

网络演进：未来视角

到2030年，移动网络将采用进化演进的、可信的移动数字基础设施，取代今天的大部分传统IT基础设施（它们从未考虑过移动性）。新的移动网络将由人工智能赋能，并得到定制优化，以可持续、节能的方式提供端到端的网络服务。

对企业而言，移动网络将成为基于开放行业标准、面向全球扩展的可靠创新平台。这将有助于在移动市场上创造新的产品和服务，从而重新定义业务增长的可能性。

信息通信技术行业有可能促成能源、工业和运输等领域15%的全球温室气体减排目标。

从更加宏观的角度看，网络将为社会提供无限的连接，满足日益增长的对移动性的需求，且不分服务对象，也不受时间和地点的约束。从数万亿个微型零能耗传感器，到多感官沉浸式通信（包括听觉、视觉、触觉、味觉和嗅觉）设备，它们将对网络提出截然不同的性能要求，并且要按时按需为客户提供服务，无论服务规模大小。

进化的网络也将在应对我们的世界所面临的可持续性挑战方面发挥关键作用。网络覆盖范围的扩展和流量的增长，不能以高耗能作为代价。大幅降低能耗仍然是一个关键问题。作为数字社会支柱的网络将推动各个行业的工业减排。根据《指数路线图》，信息通信技术行业的全球碳足迹仅为1.4%，但有可能促成能源、工业和运输等领域15%的全球温室气体减排目标。[1]

实现这一愿景，需要的不仅仅是技术上的转变。首先，这将需要电信行业内部从文化上认识到，未来的电信行业将大大超过现在的范畴，同时要在流程和技能上为这种转变做好准备。其次，它还需要电信行业内外的研究和创新的大力支持。因此，跨行业的合作和共同创造将是关键所在。

纵观全球，各行各业以及众多企业将在未来几年寻找数字解决方案，以提高竞争力、推出新服务并创造收入增长。商业创新将需要加速的自动化和提高的敏捷性，在产品和服务方面提供更多智能，同时降低成本和能源消耗。这个机会不容错过。为了保持业务相关，并实现这一愿景，运营商必须从现在就开始考虑自己的行动方法。

[1] 参考 https://exponentialroadmap.org/ and https://www.weforum.org/agenda/2019/01/why-digitalization-is-the-key-to-exponential-climate-action/

“行业和市场的转变应当逐步进行，在避免过度炒作的同时，应当展开大规模的合作。”

驾驭网络演进：关键考虑因素

随着网络的不断演进，一个先进的数字市场将会出现，为消费者、企业和社会带来新的可能性。网络功能将以全球、区域和本地的范围提供，并区分公共网络和专用网络。这将使运营商能够提供独特、定制和分级的端到端网络服务，如行业特定解决方案所需的服务。

驾驭这个市场很不容易，无法通过尽力而为（best effort）水平的连接实现，而是要依靠基于服务水平协议（SLA）的移动网络，以及大规模的行业合作才能实现。尽管技术进步将为运营商提供更大更好的商业机会，但这些进步的复杂性只会在这一新兴领域中不断增加，需要运营商做好战略规划和战略合作。

尽管有人已经预测了在这一领域将会出现的机会，但许多运营商仍在等待需求增加和来自市场的证据，然后才采取行动。正如我们在4G的市场增长中看到的那样，从长远来看，不抓住行业机会可能代价高昂。虽然4G带来了移动签约和数据消费的大幅增长，但多年来，每用户平均收入一直在下降。[2]这主要是由于谷歌和脸书等OTT公司的出现，他们很快成为了新服务的创新者，而运营商则失去了此前乐观的前景，成为了看门人，阻碍了消费者访问他们喜欢的新服务。前车之鉴应当重视。事实证明，运营商不应该害怕针对新兴趋势采取行动或调整商业模式。何况如今的市场上出现了更多的新玩家。

行业和市场的转变应当逐步进行，在避免过度炒作的同时，应当展开大规模的合作。

电信与IT的融合

全球范围内的电信服务收入继续呈现低增长趋势，从2017年到2021年的复合年均增长率为0.3%（尽管在未来几年内可能会略有增长）。[3]因此，越来越多的运营商正在与媒体、科技和IT公司合作，以创造新的价值流，采用新的技术，并变得足够灵活，用创新超越竞争对手。鉴于IT的速度和灵活性，以及电信行业的稳健性质，这种势头只会随着移动网络的多样化而加快发展。

大规模合作

接口开放和网络开放使运营商能够实现跨行业合作。与行业巨头（hyperscalers）合作是一种不断升温的机会，可以让运营商的业务灵活而低成本地扩展。然而，运营商也必须在机会和风险之间找到正确的平衡，例如，避免出现锁定协议或既成标准。

运营商的关键考虑因素

- 未来将发生明显的权力平衡的转变，权利将从单独的商业实体转向合作生态系统。运营商应该从他们目前的合作关系中汲取经验，并确定他们在多大程度上愿意在自动化、人工智能乃至可持续性等领域开展合作。
- 运营商应该争取在这些新的生态系统中发挥关键作用。识别新的机会、探索新的商业模式并与合适的合作伙伴建立关系。以此为契机，从消费者市场的尽力而为的连接服务转变为基于服务水平协议的企业产品服务。
- 运营商必须适应新的业务和运营，从而逐渐获取新的价值。
- 网络演进不仅仅是技术进步。安全、编排和自动化等能力很重要，但转变商业思维（包括建立一支具备面向未来的技能和工作方式的员工队伍）也很重要。

[2] 爱立信对无线运营商性能基准（Wireless Operator Performance Benchmarking）的策略分析数据的分析，2021年第二季度。

[3] 同上。

以史为鉴

在2G移动电话时代，移动行业被视为创新的重要驱动者，是将用户从家庭局限中解放出来的新型移动通信的促成者。随着3G的到来，“运营商是创新者”这个积极观念仍在持续。爱立信与运营商一起为移动数据打开了大门，由此推出了第一款现代智能手机，并随之带来了丰富的应用和媒体生态系统。但进入4G时代，情况发生了变化。

随着4G的诞生，我们为包括移动电子商务、手机应用、云服务以及呈爆发式增长的社交和流媒体服务在内的现代移动经济奠定了基础。这些新服务使智能手机变得更具吸引力，推动了它们的普及。谷歌、脸书和Netflix等公司很快就看到了移动数据的机会，他们的新OTT服务使他们能够将4G数据支持的内容变现，使他们成为世界上价值最高的一批公司。但他们也利用数据带来的机遇挑战了运营商的传统业务核心，也就是语音和消息通信服务。2013年，语音和消息通信服务占运营商收入的70%以上，如今只剩不到30%。[4]即使数据使用量的快速增长也无法弥补OTT通信服务带来的竞争压力。防御性运营商战略侧重于保护传统收入，这限制了与OTT服务的竞争，并限制了消费者对数据的使用。这只会让运营商在消费者眼中更不受欢迎，而试图通过提供无限制的数据服务来安抚消费者也无济于事。

移动技术可能已经彻底改变了我们的生活和经营方式，但市场和商业格局变得愈加复杂，增长速度也比预期要快得多。由于保守的业务战略，很少有运营商能够成功跟上步伐，而且许多运营商无法快速调整网络和业务能力以适应市场的变化。

避免重蹈覆辙

就像十年前一样，消费者、企业和社会将继续寻找最能满足他们需求的数字解决方案。这是一个不容错过的机会。运营商应该准备好满足这些需求，共同创建支持这些需求的网络解决方案。要做到这一点，运营商必须寻求战略合作伙伴，帮助他们应对日益复杂的变化，并在新兴移动网络中发挥战略作用。在这个进程中，爱立信已经领先了一步。请让我们展示一下我们的做法。

[4] 爱立信对无线运营商性能基准（Wireless Operator Performance Benchmarking）的策略分析数据的分析，2021年第二季度。

网络演进的黄金比例

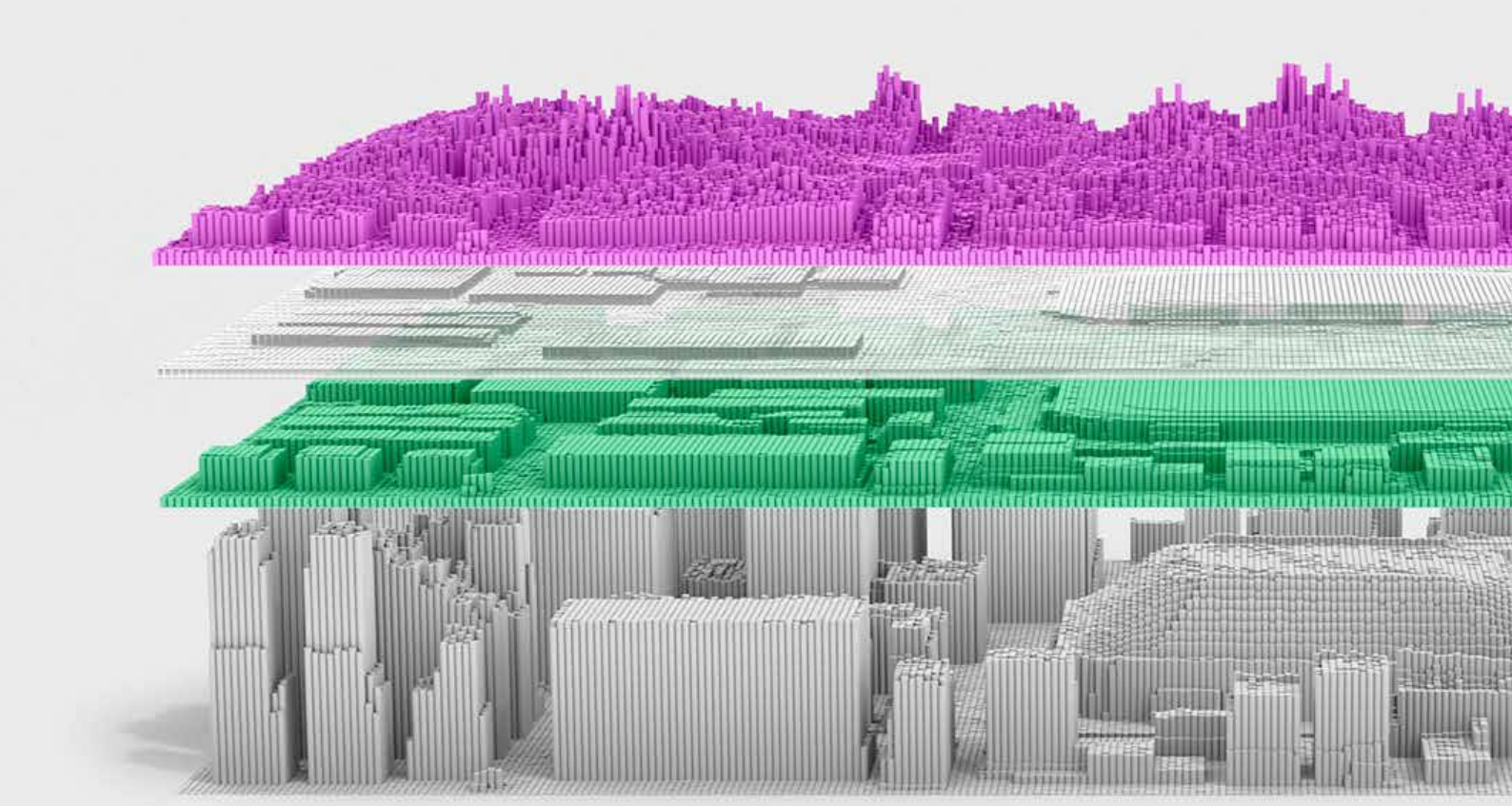
对我们来说，最终目标是从商业角度实现性能、效率和成本的平衡。这就是我们所说的网络演进的黄金比例。这种方法将使运营商能够分步执行他们的战略，并在有需要的时候逐步增加能力，而不会使当今的业务和基础设施处于风险之中。

在满足消费者和企业不断变化的需求的同时，部署正确的计划绝非易事，而且这种规模的转变也很难在10年内就能按照计划实施完成。环境将不可避免地发生变化，在这一过程中需要处理的机会和威胁也将发生变化。

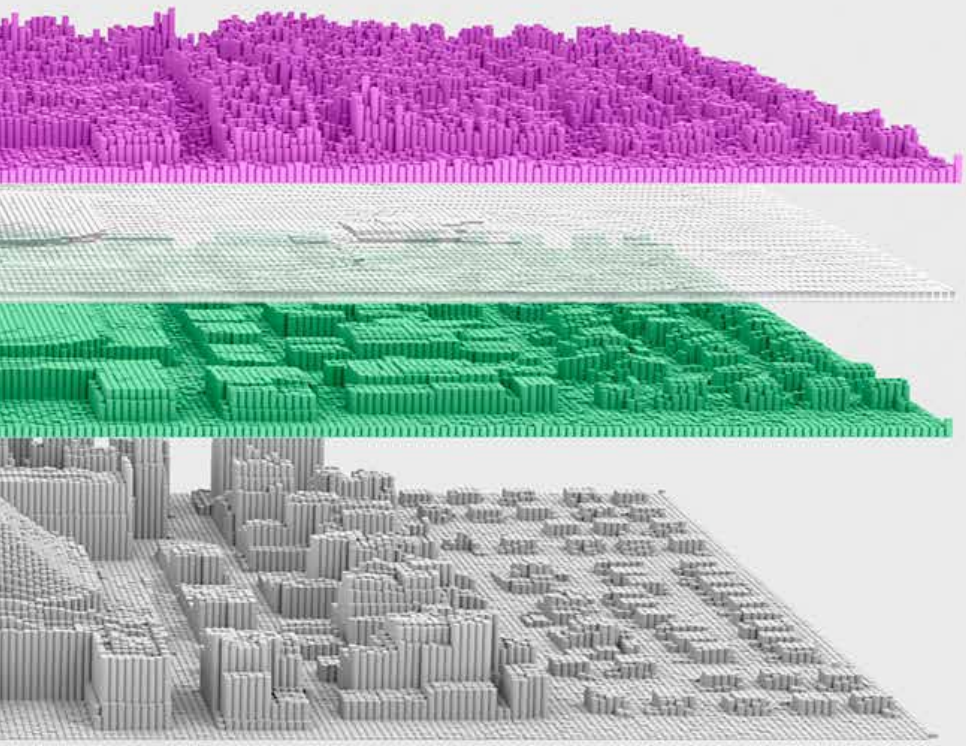
这就是为什么我们不为长期的网络演进提出一个僵化的路线图，因为它一定会过时的。我们的做法，是把这个复杂的演进过程分解成3个不同但平行的层面（horizon）：基础（Foundation）、探索（Exploration）和研究（Research）。由于每个层面都包含各自的问题和考虑因素，这种方法使我们能够有效地应对短期和长期趋势，同时稳步地引导运营商朝着这样一个愿景迈进，即运营商的进化的网络将在新的移动环境中发挥关键作用。

这3个层面从技术、商业和更广泛的生态系统的角度给出了考虑因素。尽管这些考虑因素并不限于任何特定的层面，但它们确实因所处层面不同而有着不同的体现。例如，“基础”涵盖特定的解决方案和短期的实施方案，这将带来长期价值。“探索”涉及对与该行业相关的技术和商业领域的评估。“研究”涉及更广泛的长期网络演进的合作和研究形式。随着技术、生态系统和市场需求的成熟，这三个层面都将出现定制和灵活的解决方案。

以下几页将解释这些层面。每一篇文章后面都会附有一个例子，说明这个层面在实践中是如何表现的，本文以人工智能为例。人工智能在基础层作为一种解决方案，在探索层作为一种战略技术领域，而在研究层作为一个研究领域。



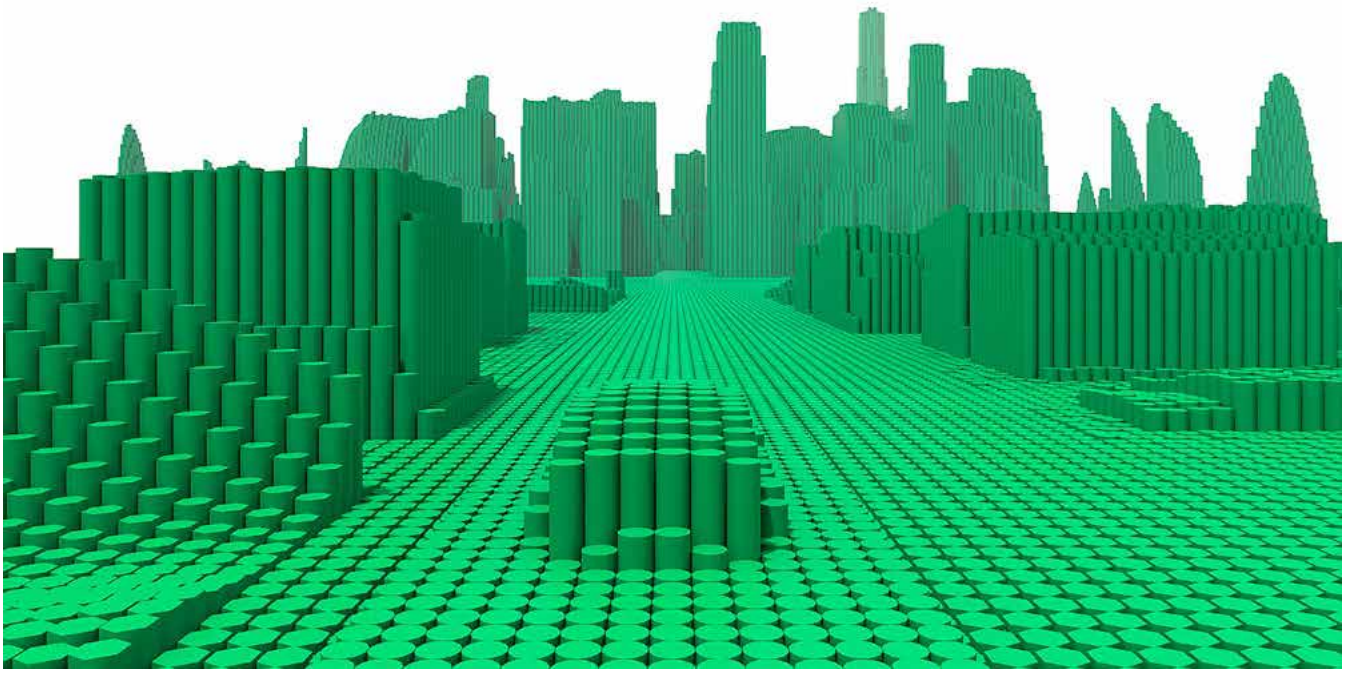
“这种方法将使运营商能够分步执行他们的战略，并在有需要的时候逐步增加能力，而不会使当今的业务和基础设施处于风险之中”



研究
加强产业与学术界的联系，推动内外部合作研究，指导、激励和策划长期技术发展

探索
不断探索战略技术领域，同时实现标准化和互操作性

基础
为解决短期问题提供解决方案，同时为未来奠定基础



层面1：基础

明天的商业潜力取决于今天所做的一切。这一层面涵盖了运营商的短期目标，同时打下了一个能够带来长期价值的基础。

基础层面的重点是支持运营商提高效率，降低成本基础，并采取初步行动来抓住今天5G带来的早期商业机会。在早期阶段做出的决定是至关重要的，这就是为什么这种方法提供了适应不同运营商策略所需的灵活性，同时还为他们奠定了坚实的基础，进而扩展业务。

高效益地推动网络现代化

为了在短期和长期抓住5G机会，运营商必须在提高成本效益的同时，在网络现代化方面采取行动。基础层旨在提供一条智能路径，在尊重现有投资和部署资产的同时，实现整个技术栈的转型。其目标是使运营商能够建立一个面向未来的基础，例如确保4G到5G的平稳过渡，评估当前和未来的基础设施和频谱需求，以更低的每比特成本和能耗高效扩展5G网络。

扩展新商业机会

运营商将在与IT公司的竞争和合作中得到潜在增长，这取决于他们用何种方式以及与谁共同推出新的服务创新。运营商需要不断尝试建立新的合作伙伴关系，以确保在市场中占据稳固和可持续的地位。然而，新用例的市场普及速度以及由此产生的容量需求仍然不确定。所以关键点在于确保经济高效地扩大覆盖范围、扩充容量和逐步推出网络新功能。这将使运营商不断抓住新出现的商业和消费者机会，而且几乎不涉及任何风险。

管理日益增加的复杂性

在动态的全球移动基础设施中，互动、关系、技术和服务将不断变化。需要运营商迅速适应并做出反应。基础层面能够帮助运营商驾驭这些复杂的系统和面向生态系统的市场。毕竟，这不仅关乎网络演进，也关乎商业演进。为此，运营商首先可以考虑转型为支持自动化和高级编排的完全云原生和开放的平台。运营商的组织、文化、技能和流程——如实践持续集成和持续交付（CI/CD）——也应继续发展，以支持更广泛的业务前景。

人工智能在层面1的实践：
在这个阶段，人工智能的重点是实施特定的解决方案，通过提高性能和效率创造商业价值。在这里，人工智能将是一个强大的工具，可以充分利用现有的基础设施，确保运营商能够降低成本，提高客户体验。

层面2：探索

尽管未来为创新提供了巨大的机会，但我们需要探索将现有网络提升到那些创新水平的基本点。探索层面涉及的课题，比今天的方案更深远，探索新兴技术、运营、商业和生态系统相关的可能性，不能停留在概念炒作层面上。

探索层面对技术领域采取了更广泛的方法，并放入合适的标准模块，使网络演进迈向下一阶段。这样做防止了被行业炒作带偏的可能性，并确保做出的决策不会与已经付出的投入相矛盾，同时为长期愿景提供支撑。

关键技术领域

例如，网络中的人工智能需要处理日益增加的复杂性，确保网络效率，并提供卓越的用户体验。此外，现阶段的人工智能为先进的5G和物联网用例提供了新的商业模式。

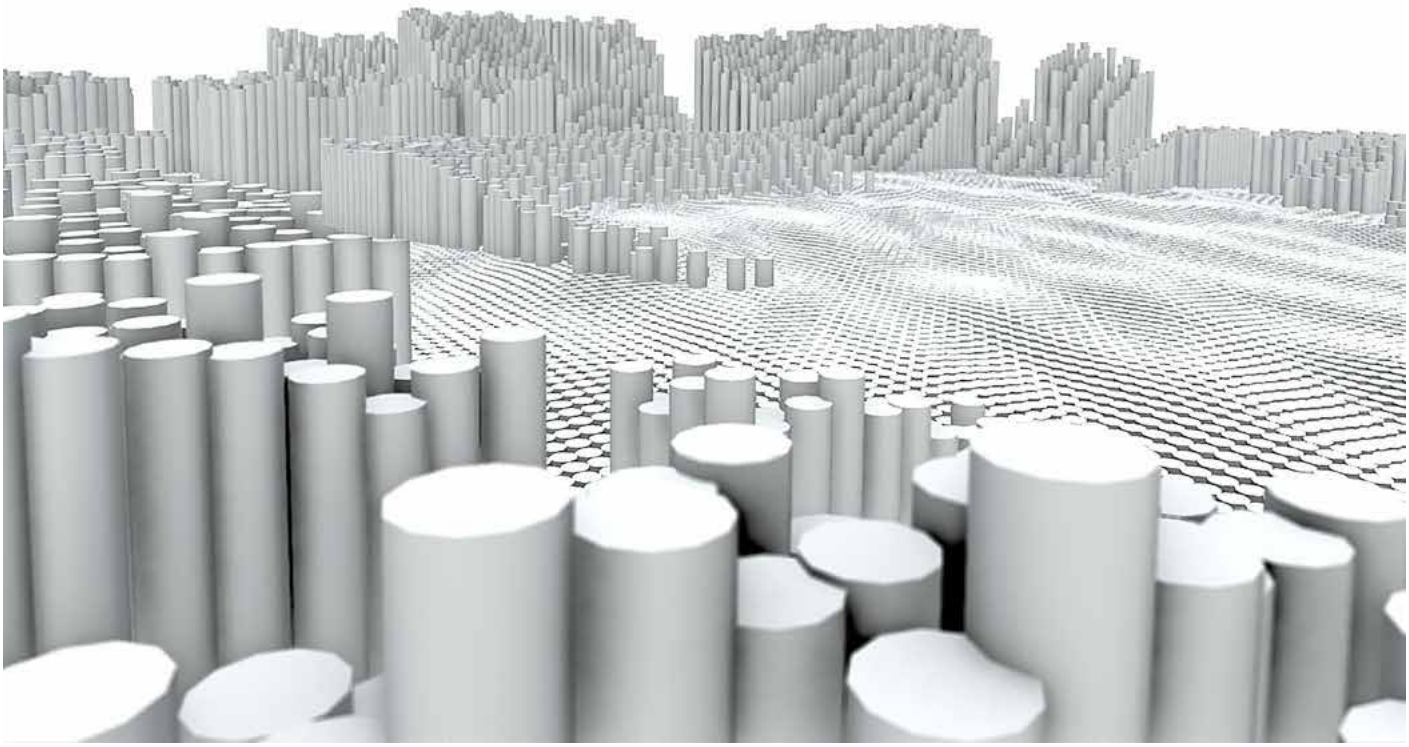
开放和创新是移动行业成功的基石。现在的基于3GPP的数字基础设施将是各国加快数字化的基础。数字基础设施的扩展将使其成为一个真正开放的创新平台。

此外，这一数字基础设施可以作为一种强大而可扩展的工具，加速赋能行业和社会达成能源和可持续性目标。这是探索层面的另一个关键发展领域。

随着企业继续使用5G进行数字化转型，运营商需要确定自身的定位，通过分阶段引入“边缘”技术来占领这个新兴市场。网络边缘提供大规模计算能力将改变企业部署和使用IT基础设施的方式。

构建耐用的5G系统是关键型数字基础设施的根基。它可以满足不断发展的工业和社会需求。这种需求增长是当今正在进行的数字化转型的一部分。随着电信网络发展成为工业和社会的主要和关键基础设施，那么势必会产生新的需求和功能。耐用的5G平台可以满足此类任务关键型和业务关键型用例的要求。耐用的5G系统服务不中断，始终按预期运行，始终无损地从来源提供信息。关键技术能力包括可靠性、可用性、耐用性、安全性和隐私性。这些基础能力是当今电信网络中固有的能力，并通过新技术和能力加以扩展，确保未来能够支撑新用例。

人工智能在层面2的实践：
在这里，我们将人工智能视为一个技术领域，而不是一个特定的解决方案。例如，我们需要可信的人工智能和可解释性，来扩大人工智能的使用范围，并管理复杂的网络运行和扩展的用例。还可以探索持续运行优化、自动冲突解决和预测控制等功能。我们将从这些战略领域中选择出相应技术来创建新功能，并将其应用到长期解决方案中。



层面3：研究

这一层面提供长远的方向指引，帮助将网络转变为先进数字社会公认的、安全的、节能的支柱。运营商将与工业界和学术界一道，推动一个无限连接的世界的发展，在这个世界中，无限连接将改善生活、重新定义商业并开创一个可持续发展的未来。

未来世界一定会出现新的通信形式。现实世界将与可编程的数字孪生融合在一起。我们将能够沉浸在人类感官体验中，这种体验虽然是远程数字传输的，但那种体验就像发生在我们身边一样。

智能机器将在现实世界和数字世界中进行合作和互动，而网络将提供智能和完全同步（通过无限的连接实现），还有网络计算结构、可靠的系统和认知网络。

提供无限的性能

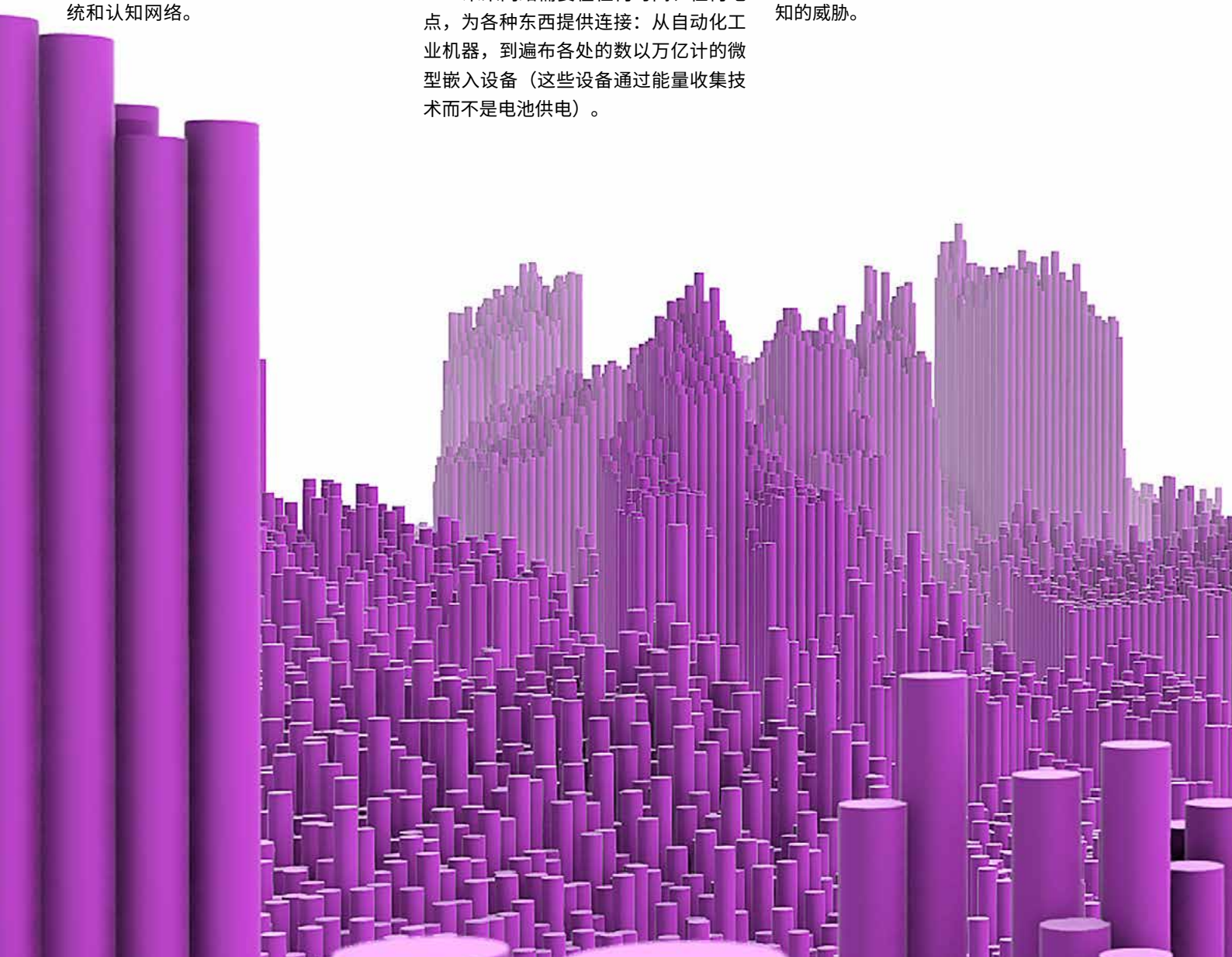
从2030年的角度来看，网络需要为每个人提供无限的连接。具体而言，运营商需要满足消费者和企业对沉浸式扩展现实（XR）通信的需求，同时也努力弥合数字鸿沟。随着网络的演进，未来网络应当满足“为所有人提供连接”这个期望。

未来网络需要在任何时间、任何地点，为各种东西提供连接：从自动化工业机器，到遍布各处的数以万亿计的微型嵌入设备（这些设备通过能量收集技术而不是电池供电）。

未来网络必须具有高度的适应性，以支持快速网络部署和快速新服务推出，确保网络满足多样化和极端性能的要求。

打造可信系统

在未来，各种事物对网络的依赖都会增加，所以网络必须在更高程度上确保系统安全。例如，在网络的开发、部署和运营过程中，需要内置安全自动化和保障能力，帮助运营商快速响应已知和未知的威胁。



“未来的网络不仅用于连接，还将让我们始终保持未来的生活方式”

能够保护隐私的网络在移动基础设施的发展中也至关重要。在未来几年中，它在消费者、行业和社会眼中的重要性只会增加，不会减少。可解释的人工智能将是确保人们对网络保持信心的关键因素。

实施网络计算结构

随着时间的推移，设备、网络边缘和云之间的界限将变得越来越模糊。最终，网络将被视为分布式应用程序（包括网络功能和第三方应用）的单一、统一、集成的执行环境。这一目标的实现需要基于统一的电信IT生态系统。这将需要提高网络和计算的开放，以及生态系统合作伙伴之间的联合，包括网络和云服务提供商、应用程序开发人员和运营商，以及装置和设备供应商。

建立认知网络

到2030年，我们设想运营商将进入认知网络时代。届时，在高级人工智能和基于意图的管理的帮助下，所有操作流程和任务将完全自动执行。它们将学习、推理，按照商业意图行动。如今，它们被视为创造这样一个基础的关键，这个基础将帮助运营商扩展连接服务以外的业务。在不加速成本和能源消耗水平的情况下，认知网络还能帮助实现网络演进，同时利用它们收集的知识，以最少的人为干预解决新的问题。

成为数字优先社会的支柱

未来的网络不仅用于连接，还将让我们始终保持未来的生活方式。这些不断发展的基础设施将为社会提供无限连接，并且随着世界的不断变化，它们将为运营商打开新的机遇之门。

运营商如果要成为高度发达的数字社会的支柱，就需要建立人们对这些系统的信任。当这样做时，设备、服务和生态系统的扩张将推动进一步的增长。

人工智能在层面3的实践：
研究层是一个更加长远的层面，在这一层面，人工智能将用于实现认知网络，它将大数据与独特的网络领域专业知识相结合，在新兴的基于意图的网络运营中提供前所未有的速度、规模和准确性。虽然完全认知网络的愿景是将人类从重复劳动中解放出来，但人类也可以参与进来，扮演监督的角色。

结语

我们对未来网络的预测是它将是一个先进的数字社会的组成部分，由无缝的移动数字基础设施做支撑，以超越当今想象的方式，加速可持续的技术变革和创新。想实现这一愿景，需要电信和IT行业内部进行重大的技术和文化变革。但也需要我们这些企业和我们所处行业之外的人共同创造，包括大规模的探索和创新。

本报告概述的长期前景取决于我们今天做出的决定。构建满足消费者、行业和社会需求的敏捷网络需要大规模协作、新的合作伙伴关系和能够快速响应行业发展的商业模式。网络演进不只关乎未来技术，还关乎在明确的业务目标和支持策略框架内做出日常决策。

2020年的黑天鹅事件突显了数字基础设施的关键地位，它在当代社会几乎每个方面都发挥着重要作用。

通信技术比以往任何时候都更加重要，它能通过提高效率、实现灵活的网络使用和做出更明智决策的能力，为解决社会、环境和经济问题提供解决方案。我们必须推广最新的经验，建立新的生态系统，并为新的连接时代铺平道路。

未来网络的能力将远远超出我们今天可及的范围。我们已经在努力，让这一愿景成为现实，并将继续支持运营商实现愿景：开始他们的网络演进，并建立连接，让无限可能变为现实。

让未来网络的想象照进现实。

如果你认同我们的网络演进愿景，欢迎一起聊聊。

更多信息：
www.ericsson.com/networkevolution

Ericsson.com

由于方法、设计和制造方面的不断进步，本文件的内容可能会在不另行通知的情况下进行修订。爱立信不对因使用本文件而导致的任何错误或损害承担任何责任。

EN/LZT 20/28701-FGB 101 004 Rev. B
© Ericsson AB 2021