



驾驭 n 次方

光网络英豪的故事

NOKIA

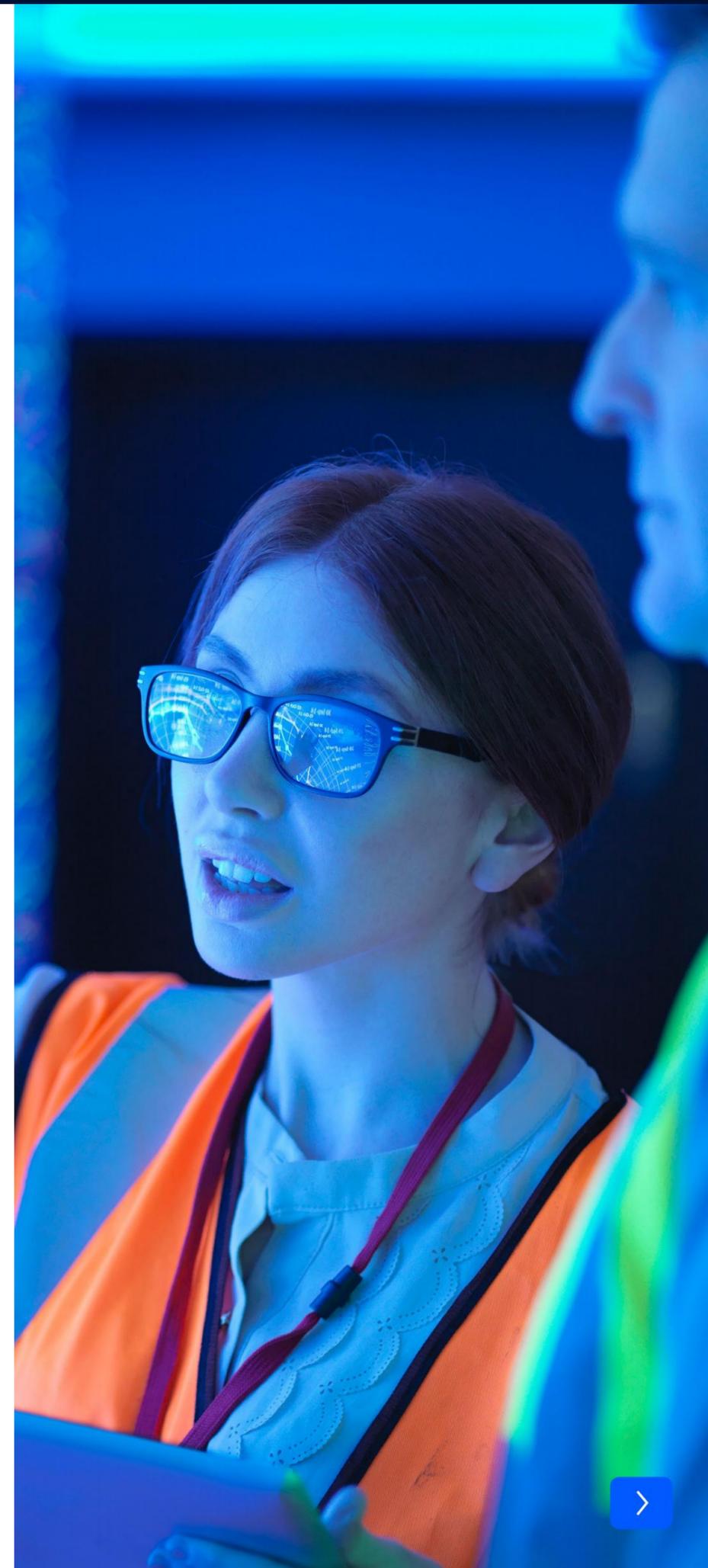
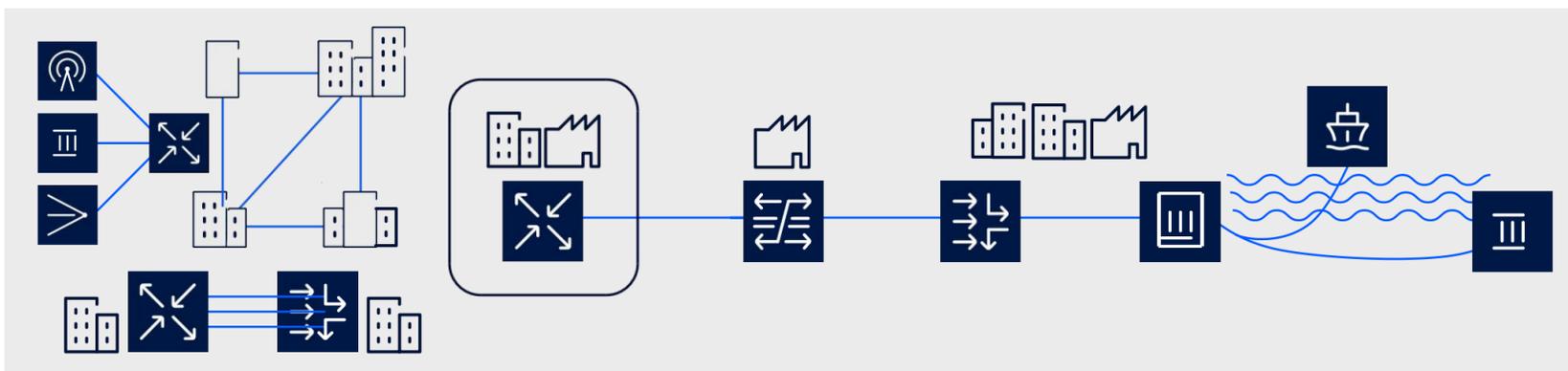
光网络英豪

我们的服务提供商、超大规模互联网（Webscale）及网络运营商客户向我们表示，光网络对于其实现“在降低总拥有成本（TCO）的同时扩大网络规模”的战略目标至关重要。光网络为定义全球人们日常生活的各类业务奠定了坚实基础，提供了实现“永远在线”服务所必需的强大冗余性与网络弹性。

诺基亚光网络能够轻松驾驭网络的指数级潜力，从而变革我们所有人的生活与工作方式。它们可无缝扩展容量，支持广泛的现有及新兴协议，并提供有保障的服务等级性能与安全性。在许多场景中，客户依赖光传送网（OTN）技术，在共享的统一基础设施上承载时分复用（TDM）与分组业务，同时确保不同用户间的流量隔离。这些能力助力服务提供商满足当前业务需求，并为未来新型服务做好网络准备。

我们听到了诸多关于光网络如何以更经济高效且可持续的方式，交付高性能新业务并提升客户体验的案例。我们希望通过缔造这些故事的英雄——即我们的服务提供商客户——的视角，为您讲述其中部分精彩实践。

影响光网络演进的行业趋势



变革型网络

交付终极客户体验

光网络转型通过利用高容量和高速度提供云连接、虚拟专用网络 (VPN) 和内容分发网络 (CDN) 等高级服务，帮助服务提供商创造变现机会。我们的许多客户正在探索创新方式，通过支持全新工作和娱乐模式的高价值服务来创造新收入，并充分发挥其光网络的最大效能。

对于德国电信 (Deutsche Telekom) 而言，提供终极客户体验意味着利用创新的产品和技术，提供最佳的固定和移动网络覆盖、带宽及稳定性。德国电信光传输核心副总裁 Erik Weiß 博士表示：“我们正在转型光网络，旨在为客户提供高度差异化的服务体验质量，更敏捷地响应其新业务需求，同时降低我们的网络总拥有成本 (TCO)。”

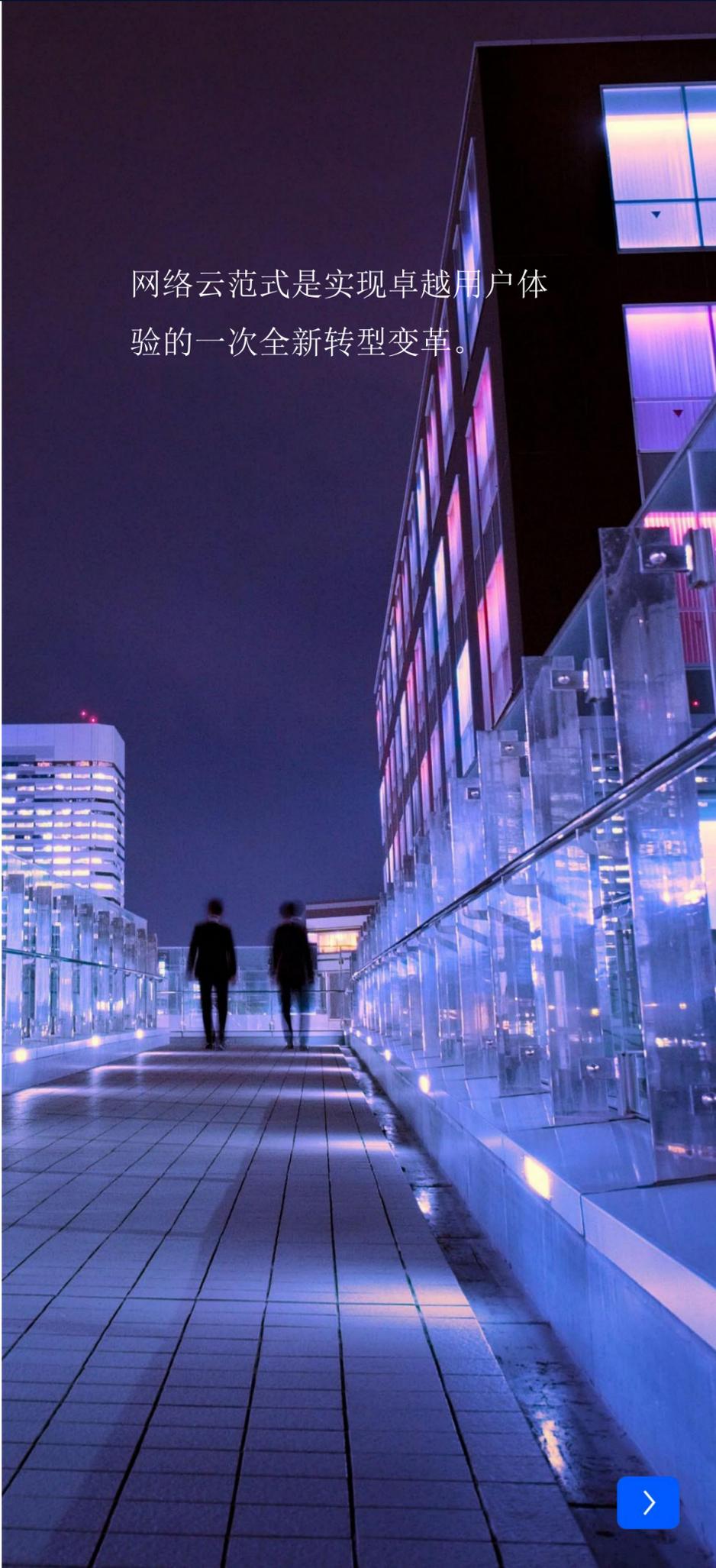
诺基亚助力德国电信构建了波分复用 (WDM) 核心网及端到端的光传送网 (OTN)，涵盖城域和接入部分，从而简化了网络扩展和自动化流程。通过在德国境内的区域分发站点部署 OTN 交换技术，该公司能够高效地聚合和整理进出长途网络的流量。此外，通过部署诺基亚的相干光技术——包括支持 600 Gb/s 容量的第五代光子服务引擎 (PSE-V) 线卡、1830 光子服务交换机 (PSS) 以及 WaveSuite 软件平台，德国电信得以满足住宅和工业领域日益增长的带宽需求。

瑞士电信 (Swisscom) 正面临着由远程办公与学习应用、视频流媒体、游戏及云计算使用量激增而引发的带宽需求飙升。

该公司认为，网络现代化是扩展网络以应对这些需求的关键。瑞士电信首席信息官兼首席技术官 Christoph Aeschlimann 表示：“瑞士电信已制定其网络扩展战略……旨在为新时代装备网络。”他强调瑞士电信“致力于打造一个高容量、全自动化的瑞士全国光骨干网”的承诺。

诺基亚协助瑞士电信利用 1830 系列 WDM/OTN 平台实现了光网络现代化。这包括在客户侧提供 OTN (光传送网) 接入，以及在城域和核心网提供 WDM/OTN (波分复用/光传送网) 接入和汇聚，以提升容量和带宽效率。瑞士电信还希望实现网络和服务管理流程的自动化，重点在于跨不同网络组件的编排控制，以降低运营工作量和成本。

针对这一需求，诺基亚采用了 WaveSuite 网络自动化应用组合，协助进行网络开通、服务启用以及基于数据分析的运营优化。此外，诺基亚 WavePrime 服务 (包括“数字孪生即服务”) 帮助瑞士电信利用物理网络的云端托管数字映射，优化了网络性能、可靠性和资源利用率。



网络云范式是实现卓越用户体验的一次全新转型变革。

可扩展网络

构建网络以满足容量需求

服务提供商需要扩展其光网络，以满足消费者和企业对高速、大容量通信服务日益增长的需求。为了跟上视频流媒体、云计算和物联网 (IoT) 服务普及的步伐，光网络必须具备以更高效的方式处理更大数据量的能力。

通过扩展网络，服务提供商能够确保拥有足够的容量和能力来支持新应用和新收入来源，同时交付可靠、高质量的服务。

几乎没有哪家提供商比印度最大的通信服务提供商——Reliance Jio 更深知这一点。Jio 为快速增长的用户群提供移动、光纤宽带及企业服务。该公司正在部署诺基亚的光传输解决方案，以提升其全国范围内的网络容量和可靠性。这些新解决方案使 Jio 能够向服务不足的地区提供创新的高容量服务，并提供全国长途 (NLD) 服务。Reliance Jio 总裁 Jyotindra Thacker 表示：“诺基亚的下一代 DWDM 产品组合提供了轻松扩展的能力，随着 Jio 继续扩展网络，将数字服务覆盖到印度的欠发达地区……”

Reliance Jio 已在从城域接入到核心网的多个网络层级中部署了诺基亚 1830 PSS 和 1830 光子服务互联 (PSI) 产品系列。该部署利用创新的 PSE 芯片组优化容量与传输距离，并结合了大容量分组光传送网 (P-OTN) 交换机。此外，它还采用通用多协议标签交换 (GMPLS) 智能技术来支持容量管理和网络恢复。Reliance Jio 的部署确保了公司能够满足客户不断变化的需求，并始终处于行业前沿。

意大利领先的电信公司之一 WINDTRE 也致力于扩展其光骨干网，以便为全国客户提供高容量、可靠的传输服务。该公司部署了一种具有成本效益的 DWDM 解决方案，该方案由诺基亚第五代 PSE-V 芯片组驱动，支持在纯光子基础设施上实现高达 600G 的可编程线路速率。

该解决方案使 WINDTRE 能够优化功耗并减少网络占地空间。WINDTRE 首席技术官 Benoit Hanssen 表示：“基于行业领先相干技术的诺基亚解决方案，将帮助我们以最高效的方式为消费者和企业客户提供下一代宽带服务……”

该解决方案还具备波分路由器配置中的冗余节点、网状网络结构以及基于通用多协议标签交换 (GMPLS) 的恢复能力。这些功能使新基础设施能够根据需要即时重路由流量，从而提供高可靠性和服务稳健性。

更高容量的路由器接口推动了对更快波长传输的需求。目前，400GE（400吉比特以太网）已成为主流标准，但2023年及以后，800GE将迎来新一轮的增长浪潮。

高性能与高能效



-69%
降低功耗

0.56 W/G

0.17 W/G

9.6Tb Gen 1

24Tb Gen 4

连接型网络

更优的光学技术助力数据中心互联（DCI）的演进

全球数据中心市场正经历巨大变革。该行业持续增长，越来越多的工作负载、应用程序和数据正迁移至云端并变得更加分布式。企业及其依赖的超大规模运营商（webscale operators）意识到，为了支持这一重大转型，对巨大规模和容量的需求日益迫切。

光网络能够通过提供可靠、大容量且低延迟的通信链路，有效支持数据中心互联（DCI）。此外，光传送网（OTN）还提供先进的网络管理和控制功能，从而实现更佳的监控能力和更高的可靠性。

通过利用光技术的优势，服务提供商能够满足日益增长的数据中心连接需求，并提升其网络的性能与可靠性。

在北欧，GlobalConnect 正利用诺基亚（Nokia）的新型光技术，将所有主要城市、大型数据中心和全球网络枢纽连接起来。这项稳健且现代化的技术使该公司能够提供高达以往 100 倍的容量，将客户网速提升至 400 Gb/s，并将交付时间从数月缩短至几天。

GlobalConnect 首席执行官 Martin Lippert 表示：“通过扩展和升级网络，我们将能够为客户提供闪电般连接的新机遇。”

诺基亚与 GlobalConnect 最近在一次现网演示中，利用诺基亚 PSE-6s 光器件实现了单波长 1.2 Tb/s 的相干传输纪录。GlobalConnect 市场与运营主管 Martin Højriis Kristensen 指出：“此次试验凸显了 GlobalConnect 致力于在其北欧骨干网提供可扩展、灵活的高带宽服务的承诺。”

欧洲最大的分布式互联网交换中心 NL-ix 已部署了市场领先的诺基亚 WDM/OTN 技术，构建了多太比特（multi-terabit）的光链路，显著提升了其欧洲各接入点（PoP）之间的容量。新网络支持从 1 Gb/s 到 400 Gb/s 的客户服务，为未来增长预留了充足空间。

NL-ix 首席技术官 Jan Paul Dekker 表示：“诺基亚下一代光传输解决方案的模块化特性，使我们能够快速适应并响应市场需求，为客户提供更优质的服务和连接体验。”

越南最大的电信服务提供商 Viettel 最近完成了其首个 DWDM 网络的建设，该网络每波长运行速率为 600G。该网络采用创新的诺基亚 PSE-Vs 光引擎，在 C 波段以每通道 600 Gb/s 的速率传输，连接了 Viettel 的核心站点。这一新的 DCI 解决方案将使 Viettel 能够满足未来 5G 和云计算对稳健、低延迟、大容量网络的需求，并跟上消费者对在线视频和互联网内容日益增长的需求。

物联网（IoT）设备的日益普及以及更复杂的机器学习算法的应用，推高了数据中心对云计算能力的需求。

Omdia 预测，到 2027 年，全球数据中心互联（DCI）市场规模将达到 72 亿美元。



数字化网络

利用云的力量

云服务提供商使企业、超大规模公司及其他服务提供商能够通过使用云服务而非运营自有基础设施来降低成本。为了确保客户能够充分利用云服务的优势，云服务提供商需要通过高速、低延迟的光链路将数据中心连接起来。

对于泛非数字基础设施的领先提供商 Liquid Intelligent Technologies 而言，需求非常明确。集团首席技术官 Shahzad Manzoor Khan 表示：“互联网巨头、成熟的云服务提供商和其他大型组织都需要能够支持高性能、应对需求峰值和冗余，同时实现大规模可用性超大规模数据中心。”

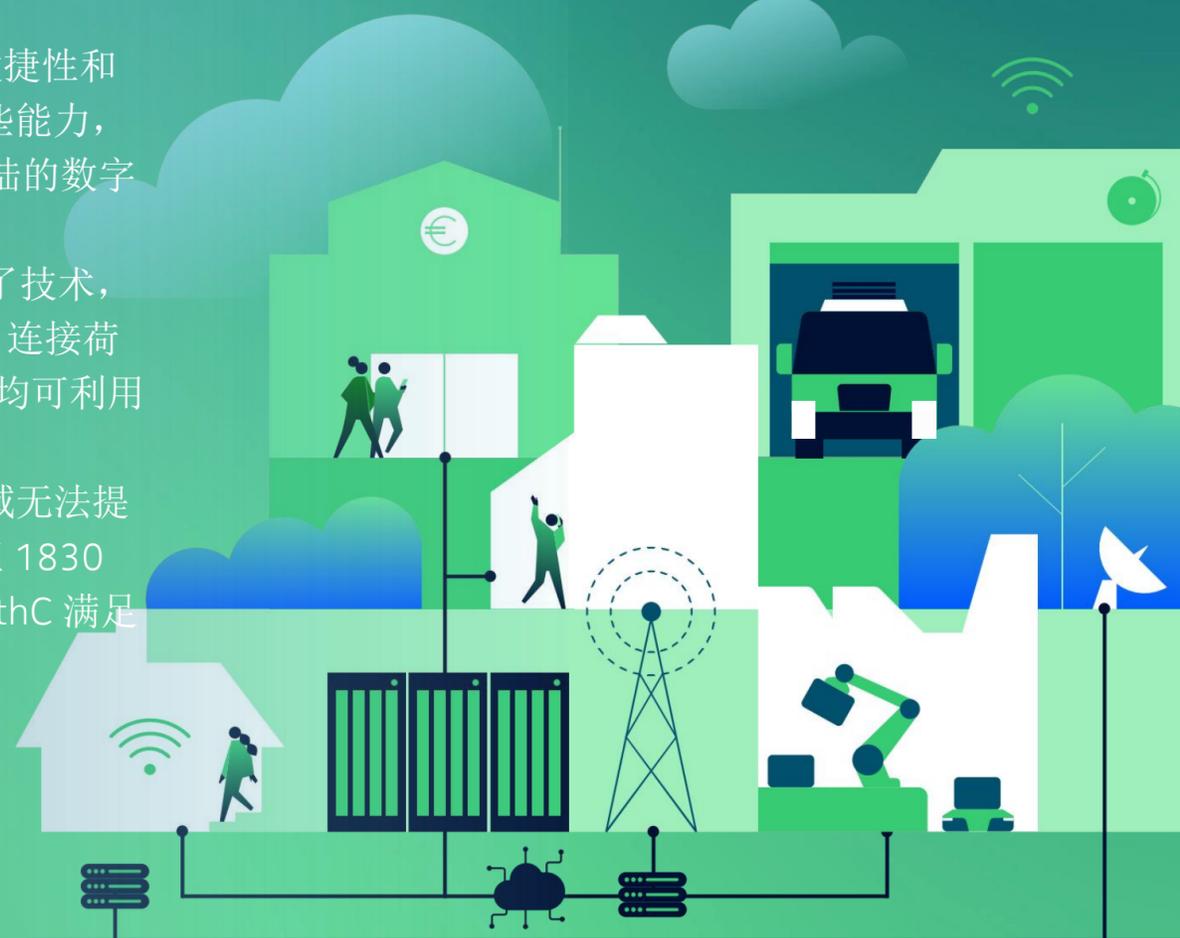
该公司选择部署基于诺基亚 1830 PSS 的下一代光传输技术，为企业、超大规模公司和移动运营商提供巨大的容量。Khan 补充道：“我们的新陆地光纤走廊在距离和容量方面均为非洲首创。”该走廊连接了三个国家的海底登陆站，打造了一条容量高达 12 Tb/s 的数字高速公路。

新的光骨干网采用了无色灵活网格（colorless-flexgrid）ROADM 网络覆盖各站点，提升了敏捷性和灵活性。其 GMPLS 功能通过在需要时自动重新路由到备用路径，减少了网络中断。凭借这些能力，Liquid Intelligent Technologies 能够为非洲企业提供一流的数字基础设施，同时加强整个大陆的数字基建。

面对区域间对可靠高速连接日益增长的需求，荷兰最大的区域数据中心提供商 NorthC 实施了技术，以实现集成的 IP 和光数据中心互连。这涉及通过高速“区域连接环”（Region Connect Ring）连接荷兰的十个区域数据中心，从而创建一个单一的虚拟数据中心。位于任何这些数据中心的客户均可利用高带宽和低延迟来进行数据应用、连接和使用云服务。

NorthC 信息技术高级总监 Mario Hangjas 表示：“区域连接环使客户能够直接访问其所在区域无法提供的网络和云服务。”这一成就得益于将高性能的诺基亚 7750 业务路由器与大容量的诺基亚 1830 PSS 相结合，并由诺基亚网络服务平台（NSP）实现的 SDN 自动化赋能。这种组合帮助 NorthC 满足了带宽、延迟和性能需求，同时将服务交付时间从几天缩短至几小时。

数字化转型需要从物联网（IoT）传感器和设备收集的数据中提取有意义的信息，而这离不开访问这些数据所需的高速、低延迟链路。



创新型网络

光网络处于技术前沿

电信网络由批发运营商拥有和运营，这些运营商已开发出新的商业模式，即“网络即服务”（NaaS）。这些运营商将网络容量出售给其他电信服务提供商，后者再利用这些容量提供 Wi-Fi 和数据中心解决方案等服务。向下一代分组光传送网（P-OTN）解决方案的升级，为通信服务提供商（CSP）通过批发服务交付提供新服务和增加收入创造了重大机遇。

批发商业模式能够支持跨越传统服务和新兴领域的确定性端到端服务。这些服务包括移动网络切片和回传、数据中心互联、面向零售通信服务提供商（CSP）或企业客户的批发传输、智能电网以及住宅宽带回传。每项服务对速度、延迟、可用性和安全性都有各自的要求。

通信服务提供商（CSP）需要能够轻松扩展容量，支持广泛的现有及新兴协议，同时在共享网络基础设施上提供有保障的服务级性能和安全。OTN 利用数字封装技术来封装 TDM 和分组业务，提供了一种稳健且高效的传输协议，确保在公共基础设施上不同用户之间实现硬隔离。这项成熟的光传输技术帮助 CSP 以更大的容量和新的服务选项扩展网络，同时确保他们能够满足严格的服务等级协议（SLA）。

诺基亚 OTN 解决方案因其在赋能批发服务交付方面的能力而受到客户赞誉。瑞士电信（Swisscom）光学传输产品经理 Wilfrid Puyo 表示：“诺基亚的 OTN 架构和 WaveSuite 自动化工具帮助我们高效地大规模交付现有的 100 Mb 链路，并很快将其扩展至 400 Gb 链路，以满足我们固定移动融合网络日益增长的流量需求，同时相对轻松地保证客户所需的服务水平。”

西班牙电信（Telefonica Spain）IP 与光网络总监 Juan Jose Marfil Marquez 表示，诺基亚“OTN 和 DWDM 为我们提供了巨大的灵活性，使网络扩容能与最终客户对容量、可靠性和应用的需求同步。这使我们能够快速响应客户的需求。”像瑞士电信和西班牙电信这样的 CSP 清楚地看到了 OTN 网络带来的益处，即以高效且可扩展的方式提供高水平的服务性能和安全。

此外，OTN 还提供了高可靠性。GlobalConnect 光学负责人 Jan Flemming Henriksen 表示：“通过使用 OTN 交换，我们能够为客户提供高容量的 400GE 数据中心互联（DCI）服务，同时通过新的高可用性选项，提高我们未来支持经典低容量服务的能力，从而提升服务可靠性。”



52%

工作负载主要在公共云环境中执行

客户也看重 OTN，因为它支持传统服务与新服务的广泛混合。意大利电信（TIM Italy）IP、传输与 SDN 工程负责人 Alberto Maria Langellotti 表示：“我们看到了使用 OTN 的巨大机遇，因为它提升了我们现有高性能光子网络的价值，使我们能够为批发服务提供商和企业提供支持优质服务的能力，确保客户获得高水平的服务性能和安全，同时提供一种高效且可扩展的方式来支持 TDM 服务的替代。”

高性能网络

关键任务网络的演进

关键任务网络为组织提供了一个优化、弹性、可靠、高度安全且可扩展的基础设施。它们在交通、医疗和智慧城市等垂直行业中发挥着至关重要的作用，因为在这些行业中，网络中断是不可接受的，必须确保持续的通信。

葡萄牙国家能源网（REN）作为该国的输电系统运营商（TSO），希望升级其光传输网络，以提升其关键任务网络基础设施的容量和可靠性。REN 的光传输层通过 1,600 公里的光纤连接了全国 25 多个燃气和电力变电站。此次升级采用了市场领先的诺基亚 DWDM/OTN 技术及维护服务。

REN 信息技术总监 Inês Lucas 表示：“我们与诺基亚和 Axians 合作，升级了 REN 的光传输网络，并在其全生命周期内提供维护支持。”该解决方案带来了网络切片等新功能，可确保在 REN 的大容量长途传输网络上运行的关键任务通信服务获得有保障的容量和低延迟。

同样，诺基亚也为西班牙输电系统运营商西班牙电网公司（REE）提供了 IP/MPLS 和 DWDM 解决方案，以升级其现有网络。REE 利用这个拥有 800 个站点的网络来管控全国的输电网络。诺基亚提供的新型 IP/MPLS 和光传输网络为 REE 及其用户提供了显著更高的带宽，容量高达 100 Gb/s，同时也帮助 REE 提升了运营效率。

REE 传输基础设施维护总监 Manuel López Cormenzana 表示：“REE 是能源转型的关键参与者……因此，我们需要拥有最好的工具，以最高的质量、安全性和效率履行我们的使命。从这个意义上说，现代化我们的通信网络对于推进流程数字化以及实现输电资产的先进管理至关重要。”

此外，诺基亚还向全球最大的电力公用事业公司——中国国家电网公司（SGCC）提供了骨干 OTN 网络。该网络赋予了国家电网所需的容量、运营效率和智能化水平，以支持中国电网并为其庞大的客户群提供高度可靠的服务。

随着国家电网等电力公用事业公司采用物联网（IoT）来支持智能电网的建设，带宽需求和网络复杂性也随之增加。诺基亚的解决方案（由 Nokia 1830 PSS-x P-OTN 系列组成）正帮助国家电网迅速适应这一新现实，同时提高电网的整体可靠性并显著降低日常运营成本。此次部署是在此前 P-OTN 部署基础上的进一步扩展。

国家电网天津电通公司副总经理张辉建表示：“新的 OTN 网络能够为通信提供更好的技术支持，为电网提供更高水平的安全性和可靠性，提升运营效率，同时改善业务环境，帮助我们为客户提供更优质的服务。”

公用事业是物联网（IoT）的主要采用者，正在实施智能电网解决方案以提高效率。对智能电网（物联网）和劳动力移动性的关注，正在为服务提供商创造新的机遇。



前方的道路

服务提供商和网络运营商必须做好准备，以应对随着更多设备和用户接入网络而日益增长的容量需求。元宇宙的发展和虚拟世界的拓展与连通性直接相关。为了提供统一的体验，这些应用需要极高的峰值数据速度、超低延迟和更高的可靠性。此外，先进机器学习和人工智能算法的使用将需要巨大的计算能力、实时渲染能力以及AI算力。高速光网络在提供数据访问能力以及为消费者和企业提供新服务方面，将发挥重要作用。

为了应对这些新需求，服务提供商需要投资网络基础设施和技术，以可持续的方式提升容量。这可能涉及扩展光纤网络、升级数据中心以及采用 5G 和边缘计算等新技术。网络运营商还必须考虑物联网（IoT）和人工智能等新技术的影响，这些技术将生成更多数据并需要更大的容量。

服务提供商还必须专注于网络优化，以最大化容量。这可能包括实施服务质量（QoS）机制，以优先处理某些类型的流量；或利用传输切片（transport slicing）技术，根据底层服务等级协议（SLA）的要求隔离不同的流量流。服务提供商还可以使用高级分析工具来监控网络性能，并识别可以提升容量的领域。

最后，随着网络规模的扩大，服务提供商必须准备好应对其复杂性。这包括确保拥有管理网络所需的正确技能和专业知识，同时投资自动化工具以简化网络管理流程。服务提供商还需要准备好与关键合作伙伴协作，以确保其网络能够应对新兴技术的需求。

通过在诺基亚光网络上的投资，我们的“网络英雄”们已经走在了一条强有力的道路上，能够随时把握随之而来的新服务机遇。

准备好规划您的航程了吗？

[从这里开始](#)



Nokia OYJ
Karakaari 7
02610 Espoo
Finland

Tel. +358 (0) 10 44 88 000

CID:213186

nokia.com

NOKIA

在诺基亚，我们创造技术，助力世界协同行动。

作为企业级（B2B）技术创新的领导者，我们通过整合移动、固定和云网络领域的成果，率先打造出能够感知、思考和行动的网络。此外，依托屡获殊荣的诺基亚贝尔实验室（Nokia Bell Labs）在知识产权和长期研究方面的投入，我们不断创造价值。

全球的服务提供商、企业和合作伙伴都信赖诺基亚，依靠我们提供安全、可靠且可持续的网络；同时与我们携手，共同开创未来的数字服务与应用。

诺基亚秉持持续发展的政策，并已尽一切合理努力确保本文档内容充分且无重大错误或遗漏。诺基亚不对文档中的任何不准确之处承担责任，并保留在不另行通知的情况下更改、修改、转让或以其他方式修订本出版物的权利。

诺基亚是诺基亚公司的注册商标。文中提及的其他产品和公司名称可能是其各自所有者的商标或商号。

© 2023 诺基亚

