



减少计算的碳足迹

世界各地的 IT 组织都在寻找能够减少温室气体排放量的解决方案

随着政府和行业努力限制温室气体的排放量，各种环境标准、组织和法规也越来越多，以积极应对人类活动对环境的影响。在许多国家/地区，企业只有遵守环保指令才能避免罚款。许多企业还将为全球可持续发展作出贡献视为一种竞争优势。他们的客户更喜欢与那些积极采取行动，力求最大程度减少温室气体排放量的组织开展业务。

数据中心能耗

大多数数据中心的单位占地面积能耗量是典型商用办公楼的 10-50 倍¹，因此，对于许多企业来说，采用节能型 IT 解决方案是减少碳足迹的重要步骤。

节能型数据中心的设计旨在从各个方面减少碳足迹，包括 IT 硬件、供暖、通风和空调设备、物理布局和构造等。减少耗电量的最佳做法包括：

- 选择需要较少物理系统的服务器硬件；
- 使用节能型系统；
- 由于技术进步通常会减少单位工作量的能耗，所以，应确保系统保持最新状态；
- 采用合适的系统架构，确保每个系统都能实现较高的计算和资源利用率及较高的计算和存储密度，以避免服务器耗用过多资源；
- 采用合适的软件，确保软件能够充分利用系统资源且仅在必要时才利用虚拟化技术使用目标资源

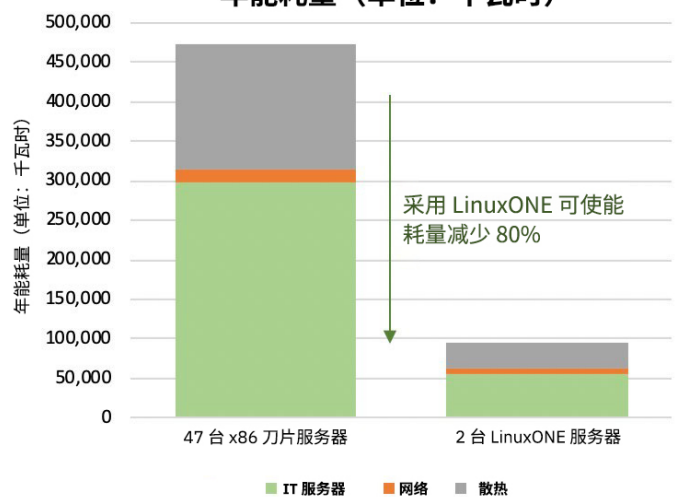
- 实施能够促进资源共享（云计算）并减少数据和计算移动（边缘计算）的计算模型
- 采用数据中心平面图，减少用于散热的能耗（冷热流分离和能源再利用）

能耗指令

为了遵守荷兰最高法院的决定——即在 2020 年底之前使温室气体排放量较 1990 年减少 25%²，荷兰的一个地方政府组织用 IBM LinuxONE™ 环境替代了原有的 x86 服务器 IT 基础架构的一部分。

通过将 Linux 应用程序从 47 台 x86 刀片式服务器迁移到 LinuxONE 上的 11 台 IFL 设备上，该组织的能耗量预计将减少 80%，从而在五年内减排 946 公吨二氧化碳³。

荷兰地方政府机构的年能耗量（单位：千瓦时）



¹ 美国能源部，<https://www.energy.gov/eere/buildings/data-centers-and-servers>

² 荷兰最高法院的决定，<https://uitspraken.rechtspraak.nl/inziendocument?id=ECLI:NL:HR:2019:2006>

³ 节能量是根据 IBM IT 经济学团队为荷兰的一家政府机构进行的碳足迹评估得出的，该机构原来有四个刀片式服务器中心，共有 47 台刀片式服务器，每台功率为 8.5 千瓦（根据供应商公布的功率数据表，刀片式服务器的功率为 4.5 千瓦，机箱的功率为 4 千瓦），每年的服务器能耗量约为 297,840 千瓦时。改用两台 LinuxONE Rockhopper I 服务器后（每台服务器包含 6 台 IFL 设备，功率为 3.1 千瓦），每年的总能耗量约为 54,312 千瓦时。根据供应商公布的网络交换机的功率数据表，刀片式服务器的网络能耗为 2 千瓦（每个刀片式服务器中心有 2 台服务器，共 8 台），LinuxONE 服务器的能耗为 1 千瓦（每台服务器配备两台交换机），所以，刀片式服务器中心的能耗量约为 17,520 千瓦时，LinuxONE 服务器的能耗量约为 8,760 千瓦时。散热能耗量是根据服务器架构的效率因数得出的估算值，与网络和服务器的能耗成正比。在此次评估中，刀片式服务器中心和 LinuxONE 服务器均使用数据中心电源效率因数 1.5 作为计算散热量的因数，因此，刀片式服务器中心的能耗量约为 157,680 千瓦时，LinuxONE 服务器的能耗量约为 31,536 千瓦时。欧洲环境署根据荷兰的二氧化碳排放强度计算得出，1 千瓦时对应的二氧化碳排放量为 505.2 克，本次评估采用了这个结论，具体数据参见 <https://www.eea.europa.eu>。由于客户端环境不同，所以，IBM IT 经济学评估的结果也不相同。

另一家欧洲金融机构正在考虑将现有的 IBMZ® 应用程序之中的一部分迁移到 x86 服务器上，并决定首先对其预期能耗进行评估。

碳足迹分析表明，如果该机构将应用程序从目前使用的 IBM z14® 环境迁移到 x86 环境，能耗量可能增至当前能耗量的三倍（76%）⁴。反之，碳足迹分析表明，如果该机构将应用程序从 z14 迁移到全新的 IBM z15™ 服务器上部署，能耗量则会减少 14%⁴。

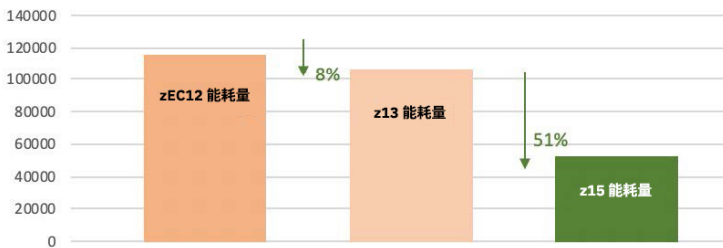
该欧洲金融机构的年能耗（千瓦时）减少量

与 x86 相比，z14 的年能耗（千瓦时）减少量	与 x86 相比，z15 的年能耗（千瓦时）减少量	与 z14 相比，z15 的年能耗（千瓦时）减少量
76%	79%	14%

对于从早期的 IBM Z 技术过渡到 z15 的公司来说，能耗量大幅下降，这主要得益于连续数代的硬件和软件技术效率提升。

我们在 IBM IT 经济学评估中使用来自客户端环境的数据计算出了五年成本模型的能源成本。在从 IBM zEnterprise® EC12 (zEC12) 升级为 IBM z13® 的模型中，能源成本降低了 8%⁵，在从 z13 升级为 z15 的模型中，能源成本降低了 51%⁶。此外，客户还可以选择为新版 z15 配备智能配电单元 (iPDU)，该装置可降低散热器冷却系统的能耗量⁷。

zEC12、z13 和 z15 在五年成本模型中的能耗量



⁴ 节能量是根据 IBM IT 经济学团队为一家欧洲金融机构进行的碳足迹评估得出的，在评估过程中，该团队将这家机构在 6 台 z14 服务器上运行工作负载的能耗与在 30 台 x86 刀片式服务器上运行同等工作负载的能耗进行了对比。根据 IBM 公布的功率表（总计 54 千瓦），上述 z14 服务器的估算年能耗量为 470,412 千瓦时。根据供应商公布的功率表（总计 170 千瓦），上述规模的刀片式服务器中心的年能耗量约为 1,487,448 千瓦时。散热能耗量是根据服务器架构效率因数得出的估算值，与服务器的能耗成正比。根据客户端分布式服务器数据中心的能源利用效率 (PUE)，评估人员以 2 作为因数估算刀片式服务器中心的散热能耗量。根据 IBM 托管的 IBM Z 数据中心的能源利用效率，评估人员以 1.5 作为冷却因数估算 IBM Z 的冷却能耗量。由于客户端环境不同，所以，IBM IT 经济学评估的结果也不相同。

⁵ IBM IT 经济学模型用于计算 z15 硬件和软件升级成本。该成本模型比较了五年期间的总运营成本，其中包括硬件、软件、人员、网络、占地面积和能源成本。在将 zEC12 升级为 z15 的方案中，我们假设工作负载在五年期间没有增长。该成本模型分析了 z/OS 工作负载的样本。在将 zEC12 升级为 z15 的方案中，该模型为 zEC12 环境采用了在 z/OS v2 上运行的 CICS v5.1、Db2 v11 和 COBOL v5.1，为 z15 环境采用了在 z/OS v2.3 上运行的 CICS v5.4、Db2 v12 和 COBOL v6.2。根据 IBM IT 经济学研究实验室的调查结果，将 zEC12 升级为 z15 的方案可使 MIPS 的使用率显著降低，降幅高达 33.5%。对于将 zEC12 升级为 z15 的方案，我们对双框架 zEC12 系统的配置（包含 6,000 台 MIPS 通用处理器和 3 台 zIIP 处理器）和单框架 z15 的配置（包含 3,987 台 MIPS 通用处理器，数量减少了 33.5%）。在接受对比的环境中，人工成本保持不变。年运营成本是根据五年模型成本的平均值得出的，其中包括硬件维护、软件、人员、能源、网络和占地面积成本。数据中心成本包括能源、网络和占地面积成本。如需有关例模型的其他信息，请通过 IT_Economics@us.ibm.com 与 IBM IT 经济学团队联系。

⁶ IBM IT 经济学模型用于计算 z15 硬件和软件升级成本。该成本模型比较了五年期间的总运营成本，其中包括硬件、软件、人员、网络、占地面积和能源成本。在将 z13 升级为 z15 的方案中，我们假设工作负载在五年期间的年同比增长率为 5%。该成本模型分析了 z/OS 工作负载的样本。在将 z13 升级为 z15 的方案中，该模型为 z13 环境采用了在 z/OS v2.2 上运行的 CICS v5.3、Db2 v12 和 COBOL v6，为 z15 环境采用了在 z/OS v2.3 上运行的 CICS v5.4、Db2 v12 和 COBOL v6.2。根据 IBM IT 经济学研究实验室的调查结果，将 z13 升级为 z15 的方案可使 MIPS 的使用率降低 5.8%。对于将 z13 升级为 z15 的方案，我们对双框架 z13 系统的初始配置（包含 10,000 台 MIPS 通用处理器和 3 台 zIIP 处理器）和单框架 z15 的配置（包含 9,420 台 MIPS 通用处理器和 3 台 zIIP 处理器，数量减少了 5.8%）。在接受对比的环境中，人工成本保持不变。年运营成本是根据过去五年模型成本的平均值得出的，其中包括硬件维护、软件、人员、能源、网络和占地面积成本。数据中心成本包括能源、网络和占地面积成本。如需有关例模型的其他信息，请通过 IT_Economics@us.ibm.com 与 IBM IT 经济学团队联系。

⁷ 平均而言，从早期的 IBM Z 系统切换到 IBM z15 系统的客户在五年内可节省超过 10,000 美元的数据中心能源成本。能耗量可能因配置、工作负载等因素不同而有所不同，能源成本节约的计算依据为全国平均用电成本。个别结果可能会有所不同。

⁸ 节能量是根据 IBM IT 经济学团队为亚太地区的一家保险公司进行的工作负载整合评估结果得出的，该团队对这家保险公司在 55 台 x86 服务器（3,264 x86 核）上运行 Linux 工作负载的能耗与在一套 LinuxONE Emperor II 系统（含 170 台 IFL 设备）上运行同等工作负载的能耗进行了对比。分析人员估算了总拥有成本（例如，硬件、软件、人工、占地面积和能源成本），最后得出结论：LinuxONE 系统的总功率 38.3 千瓦，而 x86 环境的总功率为 101.6 千瓦。千瓦数是使用 IBM 和供应商公布的服务器功率表计算得出的，然后乘以根据客户数据中心的能源利用效率 (PUE) 数值 (2) 确定的网络和散热能耗因数 2 估算出客户用 LinuxONE 系统替代 x86 服务器实现的节能节约量 (LinuxONE: 335,000 千瓦时，x86: 5,540,000 千瓦时)。在此次评估中，55 台 x86 服务器的占地面积为 42.57 平方米，而 LinuxONE 服务器的占地面积约为 6.11 平方米。由于客户端环境不同，计算结果可能会有所不同。

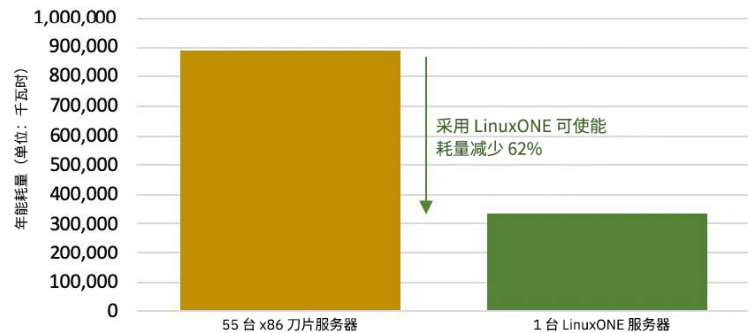
其他地区也在致力于降低数据中心成本和碳排放量。当时，亚太地区一家大型保险公司的 IT 部门正在迅速壮大。随着原有的 x86 数据中心不断扩展，不仅物理空间费用和硬件成本不断增加，电费账单金额越来越高，而且，IT 员工也越来越难以应对服务器管理的复杂性。

因此，这家公司开始对其运营情况进行评估，想要找到更有效的扩展方式，以满足新工作负载的要求。我们通过分析发现，这家公司可以把在 55 台 x86 服务器上运行的工作负载整合到一个 IBM LinuxONE 系统内，从而显著减少能耗和占地面积。这样做可使占地面积减少 86%，年能耗量减少 62%⁸。因此，这家公司就可以通过加强工作负载整合、减少数据中心的占地面积和减轻员工的管理负担来应对快速增长带来的挑战。

为亚太地区的一家保险公司进行的 x86 与 LinuxONE 能耗和占地面积对比

数据中心要求	x86	LinuxONE	节约量
能源	890,016 千瓦时	335,508 千瓦时	62%
占地面积	42.57 米	6.11 米	86%

亚太地区一家保险公司的年能耗量（单位：千瓦时）





将数据和应用程序整合到 IBM Z 或 LinuxONE 这类集中式基础架构有助于构建更具环境可持续性的 IT 环境并减少温室气体排放量。在 IBM Z 和 LinuxONE 上运行工作负载还可以通过减少物理服务器的占用空间来降低服务器管理成本和其他数据中心成本。

联系人：

[Alfredo Micarelli](#)

IBM 欧洲及中东地区管理团队负责人或

[Susan Proietti Conti](#)

如需了解有关 IBM 碳足迹分析评估的信息，请与 IBM 执行项目经理联系。



(C) IBM Corporation 版权所有 2020

IBM Corporation
美国纽约州阿蒙克市
New Orchard 路
02/20

IBM、ibm.com、IBM 徽标、LinuxONE、zEC12、z13、z14、z15 和 zEnterprise 是 IBM 公司的商标或注册商标。

Adobe、Adobe 徽标、PostScript 和 PostScript 徽标是在美国和/或其他国家注册的 Adobe 系统的注册商标或商标。

Cell Broad Engine 是 Sony Computer Entertainment, Inc. 在美国和/或其他国家的商标，并授权使用。

InfiniBand 和 InfiniBand Trade Association 是 InfiniBand Trade Association 的注册商标。

Intel、Intel 徽标、Intel Inside、Intel Inside 徽标、Intel Centrino、Intel Centrino 徽标、Celeron、Intel Xeon、Intel SpeedStep、Itanium 和 Pentium 是 Intel Corporation 或其子公司在美国和其他国家或地区的商标或注册商标。

Java 和所有基于 Java 的商标是 Sun Microsystems, Inc. 在美国和/或其他国家/地区使用的商标。

我们根据 Linux 基金会授予的许可可使用 Linux® 注册商标。Linus Torvalds 是全球范围内该商标的所有人，已将该商标的独家使用权授予 Linux 基金会。

Microsoft、Windows、Windows NT 和 Windows 徽标是 Microsoft Corporation 在美国和/或其他国家/地区的商标。

OpenStack 是 OpenStack LLC 的商标。可访问 [OpenStack 网站](#) 查看 OpenStack 商标政策。

Red Hat®、JBoss®、OpenShift®、Fedora®、Hibernate®、Ansible®、CloudForms®、RHCA®、RHCE®、RHCSA®、Ceph® 和 Gluster® 是 Red Hat Inc. 或其子公司在美国和其他国家/地区的商标或注册商标。

RStudio®、RStudio 徽标和 Shiny® 是 RStudio, Inc. 的注册商标。TEALEAF 是 IBM 旗下公司 Tealeaf 的注册商标。

Unix 是 Open Group 在美国和其他国家/地区的注册商标。Worklight 是 IBM 旗下公司 Worklight 的商标或注册商标。

Zowe™、Zowe™ 徽标和 Open Mainframe Project™ 是 The Linux Foundation 的商标。

IBM IT 经济学团队免责声明

IBM IT 经济学研究旨在说明客户如何估算 IBM 产品和非 IBM 产品的相关成本。研究结果是通过分析总拥有成本得出的估算结果，包括多年间发生的硬件、软件、网络、存储、设施成本和其他成本。大多数成本和性能特点是由您（客户）提供的。

如果成本和性能特点是由供应商提供的，则此类信息的依据是已发布的声明材料或其他公开信息来源，并不代表 IBM 认可此类产品。IBM 尚未对此类产品进行测试，因此无法确认非 IBM 产品的性能、功能或与其相关的任何其它声明的准确性。关于非 IBM 产品功能的问题应向此类产品的供应商提出。

不同客户的实际成本和性能特点有所不同。任何用户将体验到的实际吞吐量或性能将取决于多种考虑因素，例如，用户作业流中的多重编程量、I/O 配置、存储配置和处理的工作负载等。因此，我们无法保证任何用户均可实现本研究所描述的吞吐量或性能提升率。

与 IBM 的未来方向和意图相关的所有声明随时可能变更或撤销，恕不另行通知，而且仅代表 IBM 的发展目标。

IBM “按原样”提供 IBM IT 经济学研究内容，未提供任何形式的保证。如果您选择信任本研究并使用研究结果，您应当自行承担风险，IBM 对此不承担任何责任或义务。