



# 超越数据中心 推动 IT 可持续发展

利用混合云打造低碳经济

# 关于 作者



---

## *Sreejit Roy*

IBM Consulting 云应用服务  
全球应用现代化和开发负责人  
[linkedin.com/in/sreejit-roy](https://www.linkedin.com/in/sreejit-roy)  
[sreejit.roy@in.ibm.com](mailto:sreejit.roy@in.ibm.com)

Sreejit 在制造、业务咨询和 IT 服务领域拥有超过 25 年的职业经验，在管理全球顶级公司的业务需求和转型支持领域拥有丰富的经验。他目前在 IBM Consulting 负责领导全球应用构建、迁移和现代化实践。

---

## *Diptiman Dasgupta*

IBM 副董事  
兼首席 IT 架构师  
[linkedin.com/in/diptimandasgupta](https://www.linkedin.com/in/diptimandasgupta)  
[ddasgupta@in.ibm.com](mailto:ddasgupta@in.ibm.com)

Diptiman (DD) 在 IT 咨询和研究领域拥有超过 23 年的职业经验，包括一些重要架构和复杂系统的实施经验。DD 是一位在区块链、量子计算、负责任计算和绿色 IT 等新兴技术领域拥有经验丰富的技术专家，他目前在 IBM Consulting 担任首席架构师。DD 拥有多项专利，并在著名期刊上发表了多项关于新兴技术的文章。

---

## *Charbak Roy*

IBM 云解决方案架构师  
[linkedin.com/in/charbak-roy-83b0901a9](https://www.linkedin.com/in/charbak-roy-83b0901a9)  
[charbak.roy@in.ibm.com](mailto:charbak.roy@in.ibm.com)

Charbak 目前在 IBM Consulting 担任高级解决方案架构师，拥有 16 年的 IT 行业经验。他是一位专业的 Google 云架构师、AWS 解决方案架构师和 Red Hat 认证的 OpenShift 管理员。他在全球可持续发展实践业务部门担任绿色 IT 空间首席架构师。

---

## *Nalini Manuru Dixit*

IBM 云咨询转型顾问  
[linkedin.com/in/nalini-manuru](https://www.linkedin.com/in/nalini-manuru)  
[nalini\\_manuru@in.ibm.com](mailto:nalini_manuru@in.ibm.com)

Nalini 负责利用以客户为中心的创新性战略帮助客户重新定义用户体验并增强业务影响力。她致力于通过数字和新兴技术、混合云以及一切数据相关工具来解决客户的业务问题。她领导过各种数字创新和转型项目，包括混合云转型、企业移动性、互联设备、智能资产管理、数字孪生、净零建筑、智慧建筑/城市、HSE 和可持续性。



负责任计算和绿色 IT 是帮助组织实现可持续发展目标的重要工具，而混合云则是关键助推器。

## 摘要

### ■ 负责任计算和绿色 IT 方兴未艾，引领物理数据中心转型。

在过去三年中，数据中心的全球电力容量增长了 43%。<sup>1</sup> “绿色 IT”（或称作环境可持续性计算）的重要性日益突显。通过开展详尽的碳核算，组织可以更加合理地确定如何在 IT 运营各个层面大幅减少碳排放。

### ■ 可持续性软件编码成为关键因素。

在促进负责任计算和绿色 IT 方面，软件开发人员可以发挥关键作用。应当鼓励开发人员采用可持续性的理念来践行绿色编码和设计 — 使用适当的语言处理适当的负载，从而减少算力需求并最终降低能耗。切换编程语言可以将应用能耗降低多达 50%。<sup>2</sup>

### ■ 混合云是绿色 IT 助推器。

混合云是负责任计算和绿色 IT 的关键推手。通过立足整个云资产增强可见性、深化整合以及增强功能，混合云可以助力组织加速推进净零碳排放战略。利用容器平台取代传统方式部署的虚拟机 (VM) 环境来运行负载，组织可以将每年的基础设施成本降低 75%，这在一定程度上得益于能源效率的提升。<sup>3</sup>

# 混合云助力改善性能；负责任计算和绿色 IT 助力改善地球环境

优化、效率和转型是当今企业领导者的生存之道。这三大法宝不仅有利于企业发展,而且还有助于改善环境。事实上,越来越多的企业高管已经开始将可持续发展列为核心企业战略。调研数据清晰反映了这一趋势,86%的企业已经制定了可持续发展战略,超过一半的企业将可持续发展列为未来三年的核心战略之一。<sup>4</sup>

随着全球范围内的组织纷纷着手制定和实施可持续发展战略,数字技术将成为助力组织实现“减排与增效兼顾,环境和经济效益双赢”的关键抓手。对于以数字技术为抓手的组织来说,绿色 IT 正日益成为极具吸引力的着力点。

事实上,由于融合了可持续性与数字化,绿色 IT (在 IT 运营中使用低碳环保工具和实践)正快速成为企业社会责任的新典范。

一个例证:42%的首席信息官(CIO)认为,在未来三年中,可持续发展将成为技术在组织内部发挥最重要影响力的领域。<sup>5</sup>

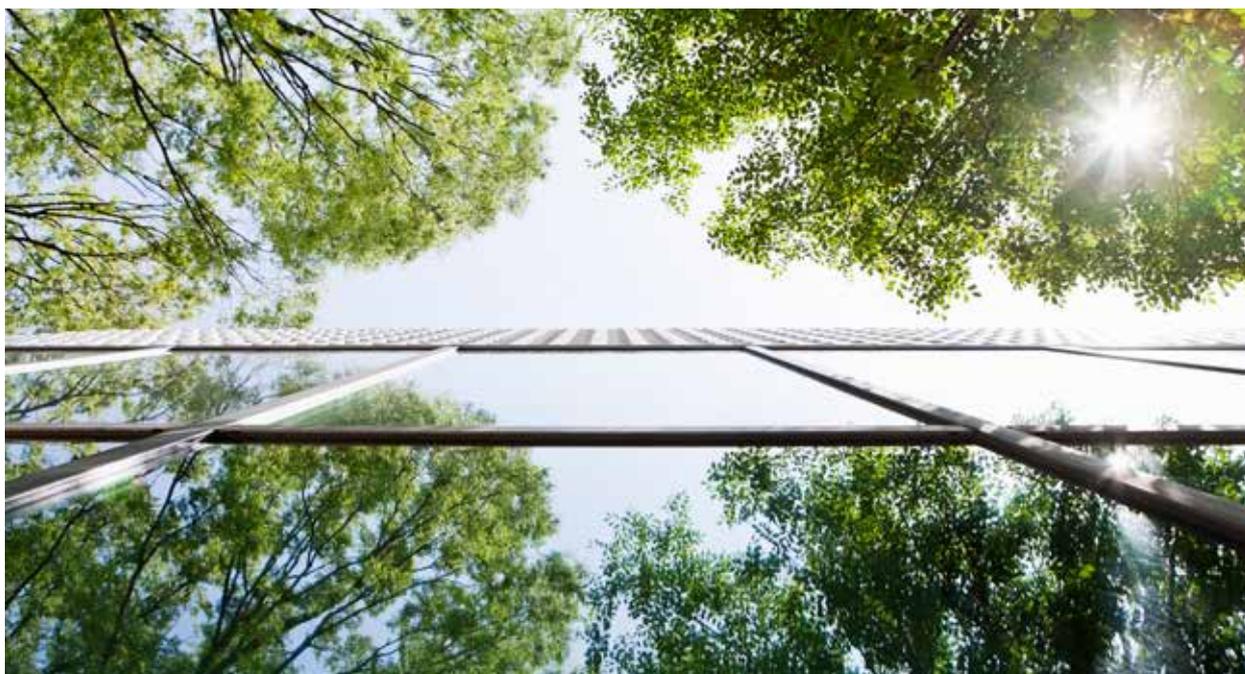
随着技术成为可持续发展的催化剂,CIO 将成为企业可持续发展计划取得成功的关键人物。《华尔街日报》在今年初的报道中指出,“CIO 已经成为企业可持续发展计划的核心人物,一方面要领导将高能耗的计算机处理应用迁移至云端,另一方面还要大力推行能源优化和减排技术。”<sup>6</sup>

云是一项最重要的因素，因为 97% 的企业已经在其运营中试行、实施或集成了云。<sup>7</sup> 具体来说，当今组织实施的绝大多数可持续发展计划均依托于混合云。有数据表明，70% 的可持续发展领导者都在使用混合云来推动其可持续发展目标。<sup>8</sup>

显然，越来越多的企业开始利用云（尤其是混合云）来推动转型和可持续发展计划。然而，我们不能忽视云本身对环境产生的影响：云端软件在计算机和移动设备上运行，但其实际托管于远程数据中心的硬件之上。软件本身并没有任何能耗，但其所依赖的硬件（包括处理器、内存、存储和网络）无疑会产生能耗。

混合云将为“绿化”IT 开辟新机遇。混合云让 CIO 能够专注于提高整个云资产和 IT 运营的可持续性，而不是只关注各个服务器或数据中心的能源效率与排放。随着目光转向降低整个组织的碳足迹，CIO 们可以利用混合云来支持数据、负载和应用，从而助力降低整个组织的能耗。

但是，部署混合云来推动经济效益和生态效益共赢并不像“一键启用”那么简单，绝非朝夕之间即可见效，而是需要深入理解 IT 对环境的影响、绿色 IT 计划面临的基本挑战以及组织可以利用哪些重要抓手来提高其 IT 的可持续性——这不仅要从小范围数据中心内部入手，更应扩展至整个 IT 运营。



# 理解 IT 碳足迹

混合云将为“绿化”  
IT 开辟新机遇。

为了打造绿色 IT 运营，企业领导者首先需要了解其碳足迹的来源。企业通常有四大相互关联的碳排放来源：数据中心、大数据与分析、安全与加密以及互联网使用（参见第 5 页的图 1）。

根据国际能源署 (IEA) 的数据，全球数据中心的年耗电量达到 200 至 250 万亿瓦时 (TWh)。这大约占全球电力需求的 1% 以及全球碳排放量的 0.3%。<sup>9</sup> 未来，对数据中心和网络服务的需求只会有增无减，耗电量和碳排放量仍将继续增长。据估计，2018 年至 2021 年间，全球数据中心运营商的电力容量需求增长了 43%，而在 2021 年至 2027 年间，这一需求将继续增长超过 30%。<sup>10</sup> 因此，企业的一项关键举措就是要从数据中心层面提高效率、降低能耗以及减少碳排放。

企业不仅迫切需要利用数据驱动型分析来协助其做出决策，而且还要保障本地和云端算力的可访问性，这将大幅增加对数据中心容量以及相关电力的需求。此外，随着数据进入到越来越多的业务流程和决策中，对安全性的需求也会相应增长。这都需要更多的算力，而加密机制、应用安全性、区块链和 CPU 密集型算法也会增加软件的能源需求，从而进一步增加碳足迹。

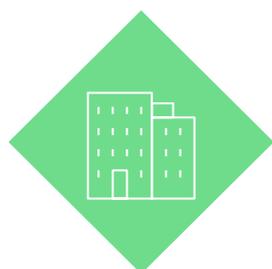
此外，随着新冠疫情 (COVID-19) 的反复持续，居家生活和办公已成为常态，流媒体娱乐、视频会议、在线游戏和社交网络呈加速发展之势。其结果是，2020 年全球互联网流量大幅增长超过 40%。而在新冠疫情之前，全球对数字服务的需求就已经增长明显：自 2010 年以来，全球互联网用户数量翻了一番，全球互联网流量增长了 15 倍。<sup>11</sup> 随着互联网流量的不断增长，比如说，受物联网增长的驱动，IT 排放量也将继续增长。

图 1

## 碳与计算

科技一方面会产生信息、效率和生产力。  
但另一方面也会产生碳排放。

# 四大碳排放来源



### 数据中心

全球数据中心年耗电量为 200 至 250 万亿瓦时。\*



### 大数据分析

数据需求增长导致服务器需求增长，从而导致电力需求增长。



### 安全

为软件添加安全特性会增加其能源需求。



### 互联网使用

自 2010 年以来，全球互联网用户数量翻了一番，全球互联网流量增长了 15 倍。\*

\*信息来源: Kamiya, George. "Data Centres and Data Transmission Networks." 国际能源协会。2021 年 11 月。  
<https://www.iea.org/reports/data-centres-and-data-transmission-networks>

# 绿色 IT 挑战

IT 组织需要利用适当的工具来准确测量其碳排放量。

在未来十年中，为了兼顾社会责任与经济增长，政府和行业需要共同大力推动全社会提高能源效率、鼓励采购可再生能源以及促进绿色 IT 研究、设计与开发。

但发展绿色 IT 绝非易事。为了做到运筹帷幄，IT 领导者需要应对三大挑战：

## 1. 复杂的碳核算

为了减少数据中心、应用和基础设施的碳足迹，IT 组织需要利用适当的工具来准确测量其碳排放量。目前此类工具及其功能还较为有限，但相关工具的开发正在持续推进中，未来必定将在 IT 绿化的进程中发挥重要作用。

随着云计算的兴起，碳核算变得更加复杂。在银行和金融等行业中，出于对信息安全、客户数据机密性以及跨境数据共享法规的担忧，大多数组织仍然是通过私有数据中心来运行大量负载。对于这些私有数据中心，碳核算是一项内部职责。

在许多行业中，大多数组织都已经将至少一部分负载迁移至公有云，在这种情况下，碳核算通常由超大规模云服务商 (hyperscaler) 在外部完成。但是，如今的组织平均使用超过 8 个云服务。而到 2023 年，这个数字将增加到 10 以上。大多数组织的资产都广泛分布在多个本地部署系统、私有数据中心和公有云中。<sup>12</sup>

组织不仅要对整个资产进行碳核算，而且还要设法整合分散的数据来创建统一运营视图。

## 2. 不明确的对标指标

除了清晰准确地核算碳足迹之外，组织还需要建立对标指标，也就是通过内部和外部关键绩效指标 (KPI) 来掌握其绩效和进展情况。这就需要为测量和数据收集工作建立明确且合理的绩效指标和标准。

绿色 IT 仍处于早期阶段，因此几乎尚未建立有效的对标标准或指标。由于缺乏此类标准，组织需要自行确定其 KPI 和绩效衡量方式。要推动绿色 IT 战略取得进展，建立对标指标和标准是一项重要驱动力。

## 3. 含义不明的分析

通过轻松、经济且准确地测量和评估 IT 资产的碳足迹，组织将能够更加清晰地掌控其当前状况和未来发展方向。为了取得切实进展，组织仍然需要将含义不明的分析转化为果断的行动力。为此，组织需要依靠外部解决方案和专业知识来协助解释碳核算数据，并确定具体的行动计划、目标领域和时间表。例如，为了减少整个解决方案体系的碳排放，组织需要选择合适的架构、现代化改造方案和迁移路径。



要推动绿色 IT 战略取得进展，建立对标指标和标准是一项重要驱动力。

# 超越数据中心

富有远见的 IT 领导者应当将目光投向数据中心之外, 开始聚焦于运营和平台。

尽管面临诸多挑战, 但当今的 IT 领导者可以推动组织采取一些切实行动, 一方面积极探索混合云的未来, 另一方面实现更加可持续的发展。其行动基础是基于三个维度的绿色 IT 方法 (参见第 9 页的图 2)。

第一个维度是数据中心。数据中心对组织的 IT 碳足迹负有相当大的责任, 因此许多组织已经开始着手改善数据中心的可持续性。数据中心是否具有绿色属性及其绿化水平取决于许多变量, 包括电力容量利用率、物理空间利用率、云计算部署创新、供暖通风与空气调节 (HVAC) 效率、余热利用、可再生能源的使用甚至其所处的地理位置。

为了减少碳足迹, 组织已经开始在这些领域付诸行动, 致力于让资源密集型的数据中心变得更加低碳环保。例如, 早在 2010 年, IBM 就为瑞士联邦理工学院建造了一台热水冷却超级计算机; 这台名为 Aquasar 的超级计算机由特殊的水冷服务器组成, 其能耗要比同类风冷服务器低 40%。<sup>13</sup>

随着数据中心优化成为可持续发展企业的战略举措, 富有远见的 IT 领导者应当将目光从数据中心延伸至绿色 IT 的另外两个维度, 也就是运营和平台, 利用其中蕴含的潜在机遇助力组织大幅减排增效。



图 2

## 如何实现更清洁、更绿色的 IT

通过以绿色 IT 的三个主要领域为抓手（突破口），组织可以实现更加可持续的发展。

	领域	潜在抓手（突破口）
	数据中心	<ul style="list-style-type: none"><li>- 优化制冷设备和供暖通风与空气调节 (HVAC) 系统的性能</li><li>- 使用建筑控制系统自动管理资源消耗</li></ul>
	IT 运营	<ul style="list-style-type: none"><li>- 优化资源利用率</li><li>- 通过 IT 负载调度充分利用电网中高比例可再生能源</li><li>- 利用云规模经济减少能源足迹</li></ul>
	IT 平台	<ul style="list-style-type: none"><li>- 将应用迁移到公有云</li><li>- 使用可持续设计原则和负责任编码构建应用</li><li>- 积极推动大型机现代化转型，以更少的资源优化事务处理</li><li>- 利用具有超大规模服务的混合云平台来实现更高效的计量和整改</li></ul>

## IT 运营： 充分释放效率

要打造健康、快乐、高效的员工团队，企业不仅要关注员工的身体健康，还要关注其心理健康。IT 组织也是一样。为了实现可持续发展，IT 组织不仅要增强其物理设施，更要改善其内部运营。

在改善组织健康状况方面，IT 领导者能够把握的一个重要机遇就是积极推行软件定义数据中心的理念。

IT 组织不仅要增强其物理设施，更要改善其内部运营。

软件定义数据中心就像是市场化的商品市场，让应用、虚拟机 (VM) 和容器等实体能够自组织，做出关于投放、选型和供应的决策，帮助确保负载能够获得高效运行所需的资源。在此模型中，供应链中的每一个实体都是买家和卖家，每一种资源 (计算、内存、网络) 都有定价。随着资源利用率的增长，成本也会上升。

这种市场化方法可允许数据中心自动搜寻其所需资源的最优整体价格，并自行根据这些定价来采购负载。通过这种方式，数据中心可以根据整个生态系统的实时需求做出本地资源决策。

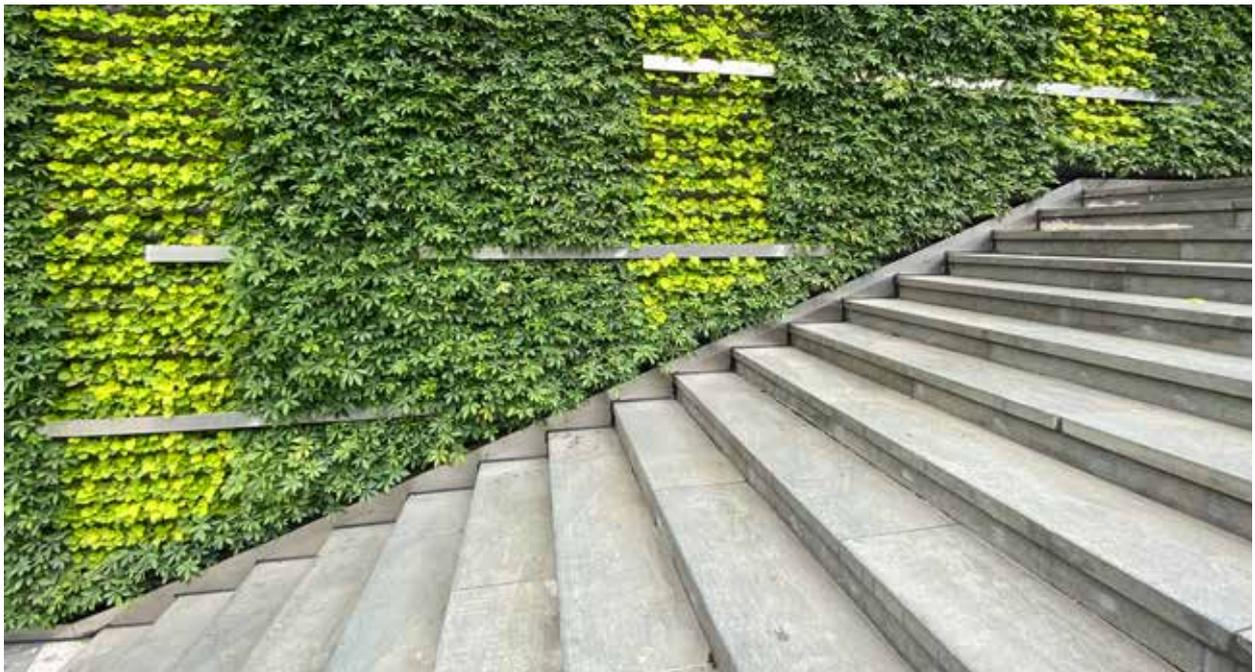
在本地资源决策流程中，数据中心可以做出许多大幅改善能源效率的决策，其中之一就是提高服务器利用率。这是因为，根据自然资源保护委员会 (NRDC) 的数据，服务器平均仅占数据中心总体容量的 12% 至 18%，但其能耗达到最大功率的 30% 至 60%。此外，空闲的“僵尸”服务器继续保持 24/7 全天候运行，不但未提供任何价值，而且还要占用能源。<sup>14</sup>

服务器利用率较低的一个原因是性能：过去，数据中心需要将服务器负载控制在较低水平，从而保持良好的性能并避免中断。但如今，服务器利用率的提升已经不再需要以牺牲性能或业务连续性作为代价。全新的数据中心管理方法 (例如，使用分布式控制系统实现高级数据中心监控) 可允许服务器更加高效地运行，而不会产生业务中断或影响应用性能。

除了避免资源浪费之外，其带来的收益也非常可观。NRDC 指出，技术上可行的改进只需实现一半（包括提高服务器利用率），美国的数据中心就可以将其电力消耗减少多达 40%。<sup>15</sup> 提高服务器利用率可以为环境和企业带来广泛的效益，包括降低能耗、减少碳足迹以及降低运营成本。

打造绿色 IT 运营的另一个机遇是根据数据中心电网的构成，在地理空间上调度负载。作为处理大规模负载的重要抓手，智能控制器可以帮助企业高效管理负载，即根据多个数据中心使用绿电的时间段，在这些数据中心之间调度负载。此类控制器可以识别特定数据中心使用清洁能源的时间段，并仅在此时间段才在该数据中心内运行负载。

技术上可行的改进只需实现一半，包括提高服务器利用率，美国的数据中心就可以将其电力消耗减少多达 40%。



---

## 观点

### 欧洲银行： 制定绿色 IT 路线图

长期以来，英国一家领先私有银行的 CIO 一直渴望采用一种“颠覆性”技术，帮助该组织制定可持续和弹性 IT 的路线图。但问题是，该银行这些年来始终都无法计算其私有数据中心的温室气体排放量，因此也就无法采取适当的措施来减少碳足迹。

为了应对这一挑战，该银行采取的方法是计算其众多私有数据中心的碳足迹并制定优化 IT 资源利用率的路线图。同时，该银行还积极推进迁移和现代化转型，藉此减少碳排放并降低运营成本。

该银行从一个小型数据集着手进行了概念验证 (PoC)。截至目前，这项概念验证已经取得了鼓舞人心的结果，并在构建解决方案路线图的过程中引发了热烈的架构讨论。其结果表明，该银行存在大量利用不足的 IT 资源和高性能服务器，这两个方面均蕴含着从战术和战略层面实现优化的重大机遇。因此，该银行现在希望将该解决方案扩展至多个数据中心及其更广大的 IT 资产，包括跨多个业务领域的多样化基础设施和平台。他们相信，这有助于在碳足迹测量和优化方面实现更广阔的效益，同时降低其总体运营成本。

最近的一个项目表明，空闲的高性能 VM 消耗了大量能源，而业务功能和相关负载产生的动态能耗却非常少。通过识别这些热点并调整其 VM 大小，该银行成功创建一个证据点来减少其整体 IT 资产的碳排放，通过减少计算资源来降低运营成本，并降低其在数据中心层面的能源支出。

## 平台:从一开始就融入可持续性

绿色 IT 始于设施, 延续于运营, 并在平台层面发扬光大。

事实上, 平台层面为优化应用和基础设施提供了许多有力抓手, 可有效降低计算、存储和网络资源消耗。这些抓手包括应用迁移与现代化、z/OS 现代化、数据现代化、服务器整合和云原生构建。

以促进可持续发展的方式拉动这些抓手需要同时从战术和转型层面发力。

一项行之有效的战术举措是减少空闲的云资源, 这类资源会产生不必要的成本和碳排放, 从而造成经济浪费并影响环境。常见的未使用资源包括:

- 未使用的活动云资源 — 例如, 在负载完成时保持 VM 会话打开, 而未及时终止;
- 过度供应的资源 — 例如, 为特定负载供应超过其需求的虚拟机;
- 非最优的架构或工作流程 — 例如, 直接将应用迁移至云而未针对云进行优化, 或者使用未与数据处理和分析负载实现应有隔离的存储与计算基础设施。

通过解决 VM 资源闲置和过度供应的问题, 组织可以有效降低成本和碳足迹。

转型战略可以为战术举措提供有力的补充。例如, 将“绿色思维方式”应用于 IT 架构和设计就尤其富有成效。具体来说, 绿色思维方式鼓励 IT 架构师从一开始就构建融入可持续性的解决方案。非最优架构会导致云资源利用效率较低。当然, 专为云量身定制的应用仍然会出现架构问题, 但此类问题在非云应用中最为常见 — 例如, 直接将应用整体迁移至公有云, 而几乎未针对云进行任何优化。

当架构进入编码阶段时, 另一个机遇随即出现, 那就是绿色编码或负责任编码, 即运用可优化速度和稳定性的编码实践来提高应用效率。绿色编码的核心是代码效率 — 即依据阻力最小路径原则来编写算法和软件。凭借高效的算法和高速的运行时执行, 软件可以增加效益、降低风险并减少资源消耗。

此外, 使用 Rust 编程语言可以将应用的能耗降低多达 50%。<sup>16</sup> 同样, 与 Python 相比, 用 C 语言编写函数可以将能源效率提高 75 倍。<sup>17</sup> 与传统方式相比, 对字符串字面量进行初始化的优化实践可以将能耗降低近 92%。<sup>18</sup>

# 利用混合云实现绿色 IT 的承诺

借助混合云，组织可以实现透明和整合，并创建能力，这些都是推动企业可持续发展不可或缺的要素。

十年前，可持续发展在很大程度上只是核心业务的外围事务 — 只有在简单、便捷或与品牌形成互补的情况下，领导者才有可能实施可持续发展计划。如今，可持续发展已经成为企业的必选项 — 为了满足董事会、投资者、员工、消费者和政府的要求，各种规模和类型企业的高管都别无选择，只能接受可持续发展战略。

富有远见的 IT 高管已经开始重视并推动可持续发展战略。但在许多情况下，他们在开展这项工作的过程中并未利用数字技术。要成功减少碳足迹并最终实现碳中和，企业不能再固守一隅，仅仅以设施、管理和运营为有限阵地来推行可持续发展战略。为了与数字化转型形成协同，他们还需要将 IT 也纳入到可持续发展的目标中。<sup>19</sup>

事实上，对于已经建立高效办公室、碳中和车队、无纸化会议和可持续供应链的领导者而言，其下一步行动是打造绿色 IT，典型措施包括资源节约型数据中心、低碳环保型 IT 基础设施和高能效软件代码。

如果绿色 IT 是目的地，那么混合云就是通往目的地的交通工具。借助混合云，组织可以实现对于推动可持续成效所必不可少的可见性、整合和功能。不再仅限于单个云或单个数据中心，而是全面扩展至所有云资产和整个企业（参见第 15 页的图 3）。

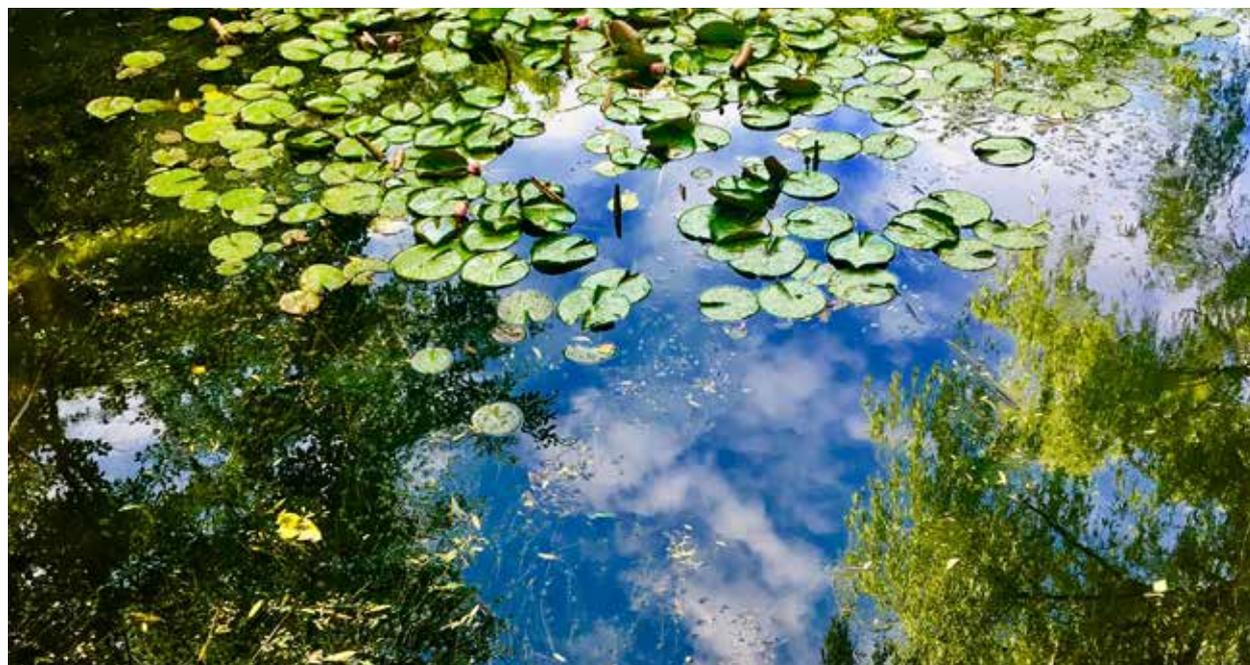


图 3

### 混合云是绿色 IT 的更优选择

混合云比本地部署和云部署方案更具可持续性优势。



凭借高效的算法和高速的运行时执行，软件可以增加效益、降低风险并减少资源消耗。

# 行动指南

对于重视可持续性的组织而言，负责任计算和绿色 IT 不仅极其重要，而且极具可行性。IT 领导者可以开展涵盖 IT 战略、运营和平台的低碳环保活动来实现这些目标。

## 01

### 制定绿色 IT 战略

将可持续性目标纳入到 IT 战略和运营中。

可持续性战略不应只固守一隅，而是应当整合到整个 IT 生态系统中的日常运营中，广泛应用于改善技术方案、流程设计方式以及员工赋能方式。

深入洞悉 IT 对环境的影响。

创建或引入碳核算功能；通过了解碳足迹的大小，您可以采取整体性方法来减少碳足迹。

利用混合云实现可持续性。

利用混合云平台的强大功能来整合、管理和优化整个云资产的可持续性。利用混合云减少碳排放，而不会对业务连续性和应用性能产生影响。

## 02

### 打造绿色 IT 运营

优化利用率并整合现有资源的容量。

近一半的全球 IT 负载 (44%) 是非生产负载，每年为组织产生的总成本达到 145 亿美元。<sup>20</sup> 优化非生产负载可以降低运营成本并减少数据中心的全球碳排放。

更新硬件。

不断更新采用最新芯片和最新技术的硬件，您可以用同等的计算资源运行更多负载，从而降低整体能耗。

动态控制服务器状态。

使用财务运营 (FinOps) 工具或 AI 驱动式代理来识别无关的 VM 和空闲的“僵尸”服务器。部署主机利用率感知 (HUA) 算法来检测负载不足的主机，并将其 VM 置于动态云环境中的其他主机上。基于网络流量动态扩展 VM 或服务，从而进一步降低能耗。

优化负载计划以实现可持续性。

确定您的数据中心接入了哪些使用可再生能源的电网，以及这些电网何时输送的是绿电。使用基于规则的 AI 驱动式系统来制定负载在适当数据中心和适当时间运行负载的计划，从而减少碳排放。

# 行动指南

## 03

### 打造绿色 IT 平台

#### 利用重构将应用迁移至公有云。

直接将未针对云进行优化的负载迁移至公有云，这不仅会增加运营成本，而且还会对可持续性产生不利影响。更加可取的方式应是根据应用的生命周期、更新频率和业务关键性来对应用进行重构，打造更加云原生的负载。

#### 优化空闲 VM 容量和其他未使用的云资源。

在基础设施层面建立可观测性以识别整个 IT 资产中的空闲 VM，然后实施基于规则的自动化纠正措施 — 包括移除不再履行业务功能的空闲 VM 和相关资源。同样，通过定期检查资源调整建议来优化 VM 的大小，以减少过度供应造成的浪费。最后，如果仅在特定时间需要 VM，请考虑制定自动启动和停止 VM 实例的计划。

#### 按需创建资源。

尽管云资源具有弹性，但如果您将负载部署到持续运行的固定资源（无论实际用量如何），那么所实现的效率收益都是有限的。识别按需供应和删除资源的机会，例如在云服务中使用 VM 调度或弹性功能。

#### 容器化负载。

利用容器平台取代传统方式部署的虚拟机环境来运行负载，组织可以将每年的基础设施成本降低 75%，这在一定程度上得益于能源效率的提升。<sup>24</sup>当使用容器平台时，您可以在 VM 集群中根据资源需求来高效调度容器。如果资源需求允许，也可以让多个容器共享单个 VM 的资源。

#### 从传统的单体式应用迁移至基于微服务的架构。

选择响应式微服务来处理基于事件和基于操作的调用，从而优化资源利用率；选择事件驱动式微服务来处理异步调用；或者，当某个基于需求执行的单项功能可作为微服务实现时，还可以采用无服务器微服务。

#### 在客户位置就近提供计算资源，降低网络延迟并提升响应速度。

使用内容交付网络确保在全球范围内实现低延迟，并利用缓存确保访问者每次在访问您的网站时不必从其他远程位置获取新内容。引入边缘计算，高效利用公有云上的资源而无需移动数据，并利用函数即服务 (FaaS)（或不同超大规模云服务商提供的事件驱动型托管服务）来降低能耗和运营成本。

#### 采用负责任的编码方法。

利用“代码效率”来改善应用的可靠性、速度和性能。例如，删除不必要的冗余处理代码，并尽可能使用可重用的组件。此外，使用高性能内存和非易失性存储，尽可能提高算法的执行速度或运行时性能。

#### 用更少的资源优化事务处理。

提高数据处理速度的一种常用方式是扩展中央处理器 (CPU) 或优化系统全局区 (SGA) 大小。但是，这有时会增加 CPU 周期时间，从而产生不利影响。而最佳实践则是，先部署最少量的资源，然后按需增加资源。

## 关于专家洞察

专家洞察代表了思想领袖对具有新闻价值的业务和相关技术主题的观点和看法。这些洞察是根据与全球主要的主题专家的对话总结得出。要了解更多信息，请联系 IBM 商业价值研究院: [iibv@us.ibm.com](mailto:iibv@us.ibm.com)

## IBM 商业价值研究院

20 年来，IBM 商业价值研究院一直是 IBM 的思想领导力智囊团。我们提供有研究支持和技术支持的战略洞察，帮助领导者做出更明智的业务决策。

凭借我们在商业、技术和社会交叉领域的独特地位，IBV 每年都会针对成千上万高管、消费者和专家展开调研、访谈和互动，将他们的观点综合成可信赖的、振奋人心和切实可行的洞察。

需要 IBV 最新研究成果，请在 [ibm.com/ibv](http://ibm.com/ibv) 上注册以接收 IBV 的电子邮件通讯。您可以在 Twitter 上关注 @IBMIBV，或通过 [ibm.co/ibv-linkedin](http://ibm.co/ibv-linkedin) 在 LinkedIn 上联系我们。

访问 IBM 商业价值研究院中国网站，免费下载研究报告: <https://www.ibm.com/ibv/cn>

## 选对合作伙伴, 驾驭多变的世界

在 IBM，我们积极与客户协作，运用业务洞察和先进的研究方法与技术，帮助他们在瞬息万变的商业环境中保持独特的竞争优势。

## 相关报告

“任重致远: 可持续发展的实践之道。” IBM 商业价值研究院. 2022 年 5 月. <https://www.ibm.com/downloads/cas/Z5VOKVLP>

“可持续发展: 转型之催化剂。” IBM 商业价值研究院. 2022 年 1 月. <https://www.ibm.com/downloads/cas/2GQB0680>

“Mastering hybrid cloud.” IBM Institute for Business Value. May 2022. <https://ibm.co/mastering-hybrid-cloud>

## 备注和参考资料

- 1 “The Global Data Center Market Size to Reach \$288.30 Billion by 2027.” Arizton. February 2022. <https://www.globenewswire.com/news-release/2022/02/23/2390642/0/en/The-Global-Data-Center-Market-Size-to-Reach-288-30-Billion-by-2027-Arizton.html>
- 2 Miller, Shane, and Carl Lerche. “Sustainability with Rust.” AWS Open Source Blog. February 2022. <https://aws.amazon.com/blogs/opensource/sustainability-with-rust>
- 3 “Virtual machines versus containers.” IBM. February 2021. <https://www.ibm.com/downloads/cas/POANK8YE>
- 4 Balta, Wayne, Manish Chawla, Jacob Dencik, and Spencer Lin. “Sustainability as a transformation catalyst.” IBM Institute for Business Value. January 2022. <https://www.ibm.com/thought-leadership/institute-business-value/report/sustainability-transformation>; “Find your essential.” IBM Institute for Business Value. February 2021. <https://www.ibm.com/thought-leadership/institute-business-value/c-suite-study/ceo>
- 5 “The CIO Revolution.” IBM Institute for Business Value. November 2021. <https://www.ibm.com/thought-leadership/institute-business-value/c-suite-study/cio>
- 6 Bousquette, Isabelle. “Sustainability Efforts Run Through Information Technology.” The Wall Street Journal. January 5, 2022. <https://www.wsj.com/articles/sustainability-efforts-run-through-information-technology-11641384001>
- 7 Payraudeau, Jean-Stéphane, Anthony Marshall, and Jacob Dencik. “Unlock the business value of hybrid cloud:How the Virtual Enterprise drives revenue growth and innovation.” IBM Institute for Business Value. July 2021. <https://www.ibm.com/thought-leadership/institute-business-value/report/hybrid-cloud-business-value>
- 8 Balta, Wayne, Manish Chawla, Jacob Dencik, and Spencer Lin. “Sustainability as a transformation catalyst.” IBM Institute for Business Value. January 2022. <https://www.ibm.com/thought-leadership/institute-business-value/report/sustainability-transformation>
- 9 Kamiya, George. “Data Centres and Data Transmission Networks.” International Energy Association. November 2021. <https://www.iea.org/reports/data-centres-and-data-transmission-networks>
- 10 “The Global Data Center Market Size to Reach \$288.30 Billion by 2027.” Arizton. February 2022. <https://www.globenewswire.com/news-release/2022/02/23/2390642/0/en/The-Global-Data-Center-Market-Size-to-Reach-288-30-Billion-by-2027-Arizton.html>
- 11 Kamiya, George. “Data Centres and Data Transmission Networks.” International Energy Association. November 2021. <https://www.iea.org/reports/data-centres-and-data-transmission-networks>
- 12 Comfort, Jim, Blaine Dolph, Steve Robinson, Lynn Kesterson-Townes, and Anthony Marshall. “The hybrid cloud platform advantage.” IBM Institute for Business Value. June 2020. <https://www.ibm.com/thought-leadership/institute-business-value/report/hybrid-cloud-platform>
- 13 Michel, Bruno. “Energy efficiency and green technology.” IBM. Accessed April 20, 2022. [https://www.zurich.ibm.com/st/energy\\_efficiency/zeroemission.html](https://www.zurich.ibm.com/st/energy_efficiency/zeroemission.html)
- 14 Whitney, Josh, and Pierre Delforge. “Data Center Efficiency Assessment.” Natural Resources Defense Council. August 2014. <https://www.nrdc.org/sites/default/files/data-center-efficiency-assessment-IP.pdf>
- 15 Ibid.

- 16 Miller, Shane, and Carl Lerche. "Sustainability with Rust." AWS Open Source Blog. February 2022. <https://aws.amazon.com/blogs/opensource/sustainability-with-rust>
- 17 Pereira, Rui, Marco Couto, Francisco Ribeiro, et al. "Energy Efficiency across Programming Languages." Proceedings of SLE' 17, October 23-24, 2017. <https://greenlab.di.uminho.pt/wp-content/uploads/2017/09/paperSLE.pdf>
- 18 Rocheteau, Jérôme, Virginie Gaillard, and Lamya Belhaj. "How Green Are Java Best Coding Practices?" Proceedings of the 3rd International Conference on Smart Grids and Green IT Systems. 2014. [https://www.researchgate.net/publication/276411279\\_How\\_Green\\_Are\\_Java\\_Best\\_Coding\\_Practices](https://www.researchgate.net/publication/276411279_How_Green_Are_Java_Best_Coding_Practices)
- 19 Balta, Wayne, Manish Chawla, Jacob Dencik, and Spencer Lin. "Sustainability as a transformation catalyst." IBM Institute for Business Value. January 2022. <https://www.ibm.com/thought-leadership/institute-business-value/report/sustainability-transformation>
- 20 Chapel, Jay. "Cloud Waste To Hit Over \$14 Billion in 2019." DevOps.com. February 2019. <https://devops.com/cloud-waste-to-hit-over-14-billion-in-2019>
- 21 "Virtual machines versus containers." IBM. 2021年2月。 <https://www.ibm.com/downloads/cas/POANK8YE>

© Copyright IBM Corporation 2022

国际商业机器(中国)有限公司  
北京市朝阳区金和东路 20 号院 3 号楼  
正大中心南塔 12 层  
邮编:100020

美国出品 | 2022 年 5 月

IBM、IBM 徽标、IBM.com 和 Watson 是 International Business Machines Corporation 在世界各地司法辖区的注册商标。其他产品和服务名称可能是 IBM 或其他公司的商标。以下 Web 站点上的“Copyright and trademark information”部分中包含了 IBM 商标的最新列表：[ibm.com/legal/copytrade.shtml](http://ibm.com/legal/copytrade.shtml)。

本档为自最初公布日期起的最新版本，IBM 可能随时对其进行更改。IBM 并不一定在开展业务的所有国家或地区提供所有产品或服务。

本档内的信息“按现状”提供，不附有任何种类的（无论是明示的还是默示的）保证，包括不附有关于适销性、适用于某种特定用途的任何保证以及非侵权的任何保证或条件。IBM 产品

根据其提供时所依据的协议条款和条件获得保证。

本报告的目的仅为提供通用指南。它并不旨在代替详尽的研究或专业判断依据。由于使用本出版物对任何企业或个人所造成的损失，IBM 概不负责。

本报告中使用的数据可能源自第三方，IBM 并未对其进行独立核实、验证或审查。此类数据的使用结果均为“按现状”提供，IBM 不作任何明示或默示的声明或保证。

扫码关注 IBM 商业价值研究院



官网



微博



微信公众号



微信小程序

