

用于衡量数据中心环境可持续性 指标的指南

第 67 号白皮书

版本 1

作者：Paul Lin 和 Robert Bunger

摘要

如今许多公司开始将可持续发展报告作为财务报告的补充。他们以此表明自身对环境、社会和治理（ESG）计划的承诺。数据中心行业具有能量密度高、增长快、耗电量大和用水量多等特点，需要专门的指标来衡量其可持续发展水平。标准化这些指标将有助于该行业采用新技术、改进比较的基准并推进可持续发展。本文将可持续性指标分为了五个类别，其中包含 23 个关键指标，适用于处于可持续发展道路的初级、高级和引领行业阶段的数据中心运营商。我们还确立了 17 个最重要的可持续发展框架协议和标准，以指导数据中心运营商设定目标、报告和认证。

评价此白皮书 ★★★★★

简介

随着世界变得更加自动化和数字化，数据中心行业正在经历飞速发展以支持这种转型。因此，数据中心行业的能源消耗和整体环境的可持续发展已经成为焦点问题。如今数据中心运营商纷纷对可持续发展做出承诺，作为其环境、社会和治理（ESG）计划的一部分。除社会和环境责任之外，企业发布可持续发展进度报告还有其他几个重要驱动因素。第 64 号白皮书，[《为何数据中心必须重视环境可持续性：四大关键驱动因素》](#)，探讨了这些驱动因素。

报告可持续发展，采用标准的测量指标非常重要。如果没有标准指标，数据中心所有者和运营商将面临以下挑战：

- **比较的基准**——当企业根据不同的指标计算和报告可持续发展的影响时，很难对绩效进行比较。如果可以选择的话，当其他条件相同时，客户会选择更加环保的替代方案。此外，在企业内部，如果没有适当的参考基准指标，就很难知道哪些方面需要改进、哪些事情需要优先考虑，以及如何展示每年所取得的进步。
- **协同**——设计团队、采购团队、设施运营和可持续发展团队之间的组织性“孤岛”，使得设定目标和战略以及推动行动变得非常困难。

选择标准化指标来报告可持续发展是解决上述问题的关键。在[绿色网格](#)（TGG）于 2007 年¹提出电源利用效率（PUE）之前，该行业没有任何标准化的指标来测量整个数据中心的能源效率，使得参考基准和协同成为数据中心行业的难题。虽然指标可能并不完美，但如果它是一个标准化的指标并有简单易懂的定义和应用，它是非常实用的，并有助于推动行业向前发展。

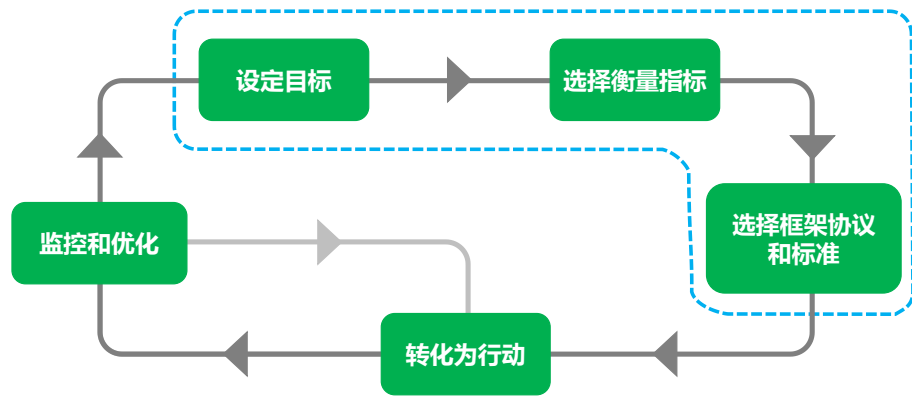
PUE 指标已被广泛采用，并推动了整个数据中心行业设施效率的提高。Uptime Institute 在 2020 年对 IT 和数据中心经理进行的一项全球调查显示，自 2007 年以来，大型数据中心的年均 PUE 从 2.5 优化到 1.59。此外，据报道，谷歌、Facebook、百度等互联网巨头的数据中心 PUE 甚至低至 1.1。

本文提出了一系列可用于报告环境可持续发展的标准化指标。**图 1**显示了一个典型的优化过程。在本文中，我们将重点探讨蓝色虚线内的步骤。我们为数据中心运营商推荐了五类指标，可帮助他们根据自身数据中心的特性设定环境可持续发展目标。我们还提供了一份简单易懂的标准化指标的列表，其中包含每个类别的定义和应用，以评估进展情况。最后，我们还列出了一份适用于可持续发展框架协议和标准的清单，用于指导设定目标、报告和认证。

请注意，企业的可持续发展涉及三个方面：环境、社会和治理（ESG）。本文仅讨论环境可持续性，并将随着框架协议和指标的变化进行不断更新。

¹ [几年前](#)，The Green Grid 已将 PUE 的所有权、开发、标准化和传播权交给 ISO/IEC JTC1 SC39 WG1。

图 1
优化数据中心可持续发展的步骤



用于设定目标的五个指标类别

环境可持续发展是为了子孙后代保护大气、水和土地等自然资源。无论进程处在初级阶段还是已经初见成效，绝大多数数据中心运营商都已制定了可持续发展举措。世界可持续发展工商理事会（WBCSD）将迈向净零排放的旅程分为三个阶段（如图 2 所示）。虽然这三个阶段专门用于开展净零碳排放之旅，但这种方法也可用于评估数据中心运营商的整体可持续发展水平。我们将根据数据中心所有者所处的阶段推荐特定的指标。

图 2
净零碳排放可持续发展之旅的三个阶段



来源：[SOS 1.5 迈向韧性、净零碳之路](#)

我们甄别了 23 个适用于数据中心的可持续性指标，涵盖五个指标类别。这些类别是解决环境可持续发展问题的整体方法。下文中对每个类别进行了说明：

- 能源**——据估计，数据中心的能源消耗占全球能源使用量的 1-2%，是数据中心消耗最多的资源。数据中心的持续快速增长和未来预期的增长使能源消耗和效率成为数据中心可持续发展之旅的重要关注点。除了通过提高运营效率减少消耗之外，使用可再生能源也有助于减少用电过程中所产生的温室气体（GHG）排放。报告能源消耗、能源效率和可再生能源使用情况对于数据中心运营商来说非常重要，可展示其在减少碳足迹方面所取得的进展。

- **温室气体 (GHG) 排放**——CO₂ 和其他气体 (如 CH₄、PFC、HFC) 被归类为温室气体²。这些温室气体排放也被称为“碳排放”，是导致气候变化的主要因素，也是当今社会面临的最紧迫问题之一。根据[温室气体协议](#)和 [ISO 14064](#)，温室气体排放分为三类：Scope 1、Scope 2 和 Scope 3，在[附录](#)中有详细说明。报告温室气体排放可展示数据中心运营商在控制气候变化方面所做出的努力。
- **水**——冷却塔和其他蒸发制冷技术因其高效率和超强制冷能力而成为数据中心主流的散热解决方案。然而，这些制冷技术的散热机理是依靠水的蒸发，这会消耗大量的水。[Uptime Institute 的研究](#)表明，一个采用传统制冷方法的 1MW 数据中心每年的用水量约为 2.5 万吨。此外，传统发电方式需要消耗大量的水，远远超过数据中心的制冷用水。联合国的一份[世界水资源开发报告](#)显示，发电的用水量是现场制冷用水量的 4 倍。这引起缺水地区当地政府的关注。使用再生水或循环水代替淡水 (可饮用水) 有助于减轻当地的水资源压力。作为其整体可持续发展目标的一部分，报告用水量对于数据中心运营商来说变得越来越重要。
- **废弃物**——数据中心在建设和运营期间会产生大量废弃物。最大限度减少供应链产生的废弃物，并通过再利用和回收来减少进入垃圾填埋场的废弃物，是推进环境可持续性的关键战略。循环经济设计方法和流程促进了该领域的改进。有关循环经济的更多详情，请参阅[附录](#)。报告废弃物的产生量和转移 (避免填埋) 情况变得日益重要，并可能在不久的将来变得很平常。
- **土地和生物多样性**——数据中心对所在地区的土地有直接影响，对其供应链所在的土地有间接影响。与商业办公楼的总面积相比，数据中心的占地面积相对较小。然而，对于建设了专门的太阳能/风能发电场的数据中心，它们对土地和生物多样性可能产生巨大影响。评估土地和生物多样性影响在采矿等行业较为常见，但对数据中心行业来说却是一种新事物。有关这些主题的更多信息，请参阅[附录](#)。

越来越多的数据中心运营商正在基于这五个指标类别设定目标，并发表对环境可持续发展的承诺。例如：

- “我们致力于在 2030 年实现整个价值链的净零排放。” —— Facebook
- “到 2030 年实现 7 x 24 全天候的零碳能源” “到 2030 年，我们的目标是成为第一家实现零碳运营的大型公司。” “我们的全球数据中心将实现废弃物零填埋。” —— 谷歌
- “到 2030 年，微软将实现负碳排放，到 2050 年，微软将完全抵消自 1975 年公司成立以来直接排放或因电力消耗而排放的所有碳。” “到 2030 年，我们的直接运营将实现收集的用水量大于使用的用水量。” “到 2030 年，微软直接运营、产品和包装部门将实现零废弃物。” “到 2025 年，我们将保护更多的土地，而不仅限于公司所使用的土地，从而控制公司直接运营对生态系统的影响。” —— 微软

²CO₂——二氧化碳、CH₄——甲烷、PFC——全氟化碳、HFC——氢氟碳化物

- “任何希望成为 Apple 供应商的公司都必须承诺，在 10 年内 ‘使他们与 Apple 相关生产变得 100%可再生’ ”。—— Apple

表 1 总结了与可持续发展旅程的三个阶段相对应的五个指标类别。

表 1

初级阶段、高级阶段和引领行业阶段所推荐指标类别的建议。

初级阶段	高级阶段	引领行业阶段
<ul style="list-style-type: none"> • 能源 • 温室气体排放 • 水 	<ul style="list-style-type: none"> • 能源 • 温室气体排放 • 水 • 废弃物 	<ul style="list-style-type: none"> • 能源 • 温室气体排放 • 水 • 废弃物 • 土地和生物多样性

作为一个行业，在环境可持续发展方面取得进展意味着采用标准化的测量指标，并在整个市场和数据中心行业宣传和传播这些指标，并定期（如每半年、每年）公开报告。

可持续发展报告 推荐指标

本节详细介绍了每个类别中的具体指标，以及它们如何与各个发展阶段相对应。我们根据以下八个原则选择并推荐了这些指标：

- 与数据中心相关而且重要
- 直接或间接反映对环境的影响
- 便于实施（比如：数据可获得、计算）
- 便于企业内部沟通
- 便于不同组织之间进行比较
- 切实可行（可以轻松转化为改进行动）
- 适用于所有地理区域（比如：地区、国家等）
- 标准化的而且可量化的

基于这些原则，我们为数据中心运营商甄别了 23 个关键指标，可以从整体方面来报告环境可持续发展状况（如表 2 所示）。数据中心运营商应利用这些指标设定目标并报告进度（如年度改进）。

这些指标应在报告期内（十二个月），基于多个数据点收集、衡量或计算。以下小节描述了表 2 中针对初级和高级阶段数据中心运营商列出的每个指标的定义和应用。附录解释说明了引领行业阶段的附加指标。

表 2
用于报告环境可持续发展绩效的 23 个关键指标

指标类别	关键指标	单位	建议		
			初级阶段 (11)	高级阶段 (18)	引领行业阶段 (23)
能源 (5)	• 总能耗	千瓦时	✓	✓	✓
	• 电源利用效率 (PUE)	比率	✓	✓	✓
	• 可再生能源消耗总量	千瓦时	✓	✓	✓
	• 可再生能源系数 (REF)	比率		✓	✓
	• 能源再利用系数 (ERF)	比率			✓
温室气体排放 (9)	• 温室气体排放: (Scope 1)	mtCO ₂ e	✓	✓	✓
	• 基于地点的温室气体排放: (Scope 2)	mtCO ₂ e	✓	✓	✓
	• 基于市场的温室气体排放: (Scope 2)	mtCO ₂ e	✓	✓	✓
	• 温室气体排放: (Scope 3)	mtCO ₂ e			✓
	• 基于地点的碳排放强度 (Scope 1+ Scope 2)	mtCO ₂ e/kWh	✓	✓	✓
	• 基于市场的碳排放强度 (Scope 1+ Scope 2)	mtCO ₂ e/kWh	✓	✓	✓
	• 碳利用效率 (CUE)	mtCO ₂ e/kWh	✓	✓	✓
	• 碳抵消总量	mtCO ₂ e		✓	✓
	• 实时供需匹配	待定			✓
水 (4)	• 现场总用水量	m ³	✓	✓	✓
	• 能源用水总量	m ³		✓	✓
	• 水利用效率 (WUE)	m ³ /kWh	✓	✓	✓
	• 供应链总用水量	m ³			✓
废弃物 (4)	• 产生的废弃物总量	吨		✓	✓
	• 填埋的废弃物	吨		✓	✓
	• 回收的废弃物	吨		✓	✓
	• 废弃物回收比率	比率		✓	✓
土地和生物多样性 (1)	• 平均物种丰度 (MSA)	MSA/km ²			✓

mtCO₂e是指公吨二氧化碳当量。

关于报告指标优先级的建议

表 2 根据可持续发展旅程的三个阶段详细介绍了 23 个指标及其使用建议。但是，无论您处于哪个阶段，所有数据中心都应至少报告 11 个基本指标（初级阶段栏所示）。对于处于高级和引领行业阶段的数据中心运营商，该表显示的指标项更加全面，这有助于更好地跟踪和改进目标，推动采用更领先的计划。

能源

总能耗

定义——运行数据中心所消耗的能源总量。这个概念通常涵盖从公共电网获取的电能，但也包括现场通过发电机、太阳能或风能所生产的能源。以天然气、蒸汽或冷冻水等形式提供的能源也应计算在内。

应用——在许多情况下，数据中心碳排放的很大一部分来自能源消耗。了解总能耗对于跟踪效率改进和减少供给侧的碳比例非常有必要。

电源利用效率 (PUE)

定义——数据中心的总负载除以 IT 负载。PUE 是 [ISO / IEC 30134-2](#)³定义的一个指标，是由绿色网格 (TGG) 在 2007 年提出来的。它衡量的是数据中心设施的效率，并且是多数数据中心运营商普遍了解和使用的一个指标。有关 PUE 指标的定义和计算的更多信息，请参阅 TGG 第 49 号白皮书，[《PUE™：对指标的全面考察》](#)，和施耐德电气第 158 号白皮书：[《数据中心效率 \(PUE\) 计算指南》](#)。

应用——PUE 是一个可在设计阶段和运行期间提高设施效率的有效指标。PUE 是基于 IT 负载的指标，允许对不同规模的数据中心进行比较。PUE 因设计和气候所需韧性的不同而有所不同。虽然 PUE 不是一个完美的指标，但它简单易用，帮助数据中心运营商能够最大限度减少设施的能源消耗。

可再生能源消耗总量

定义——数据中心设施所拥有、控制或购买的可再生能源总量。包括太阳能、风能、地热能、生物能、水力等可再生能源⁴。数据中心运营商获取可再生能源的途径有两种，包括现场生产（自供应）的可再生能源和购买的可再生能源。可以通过在公开市场上单独购买可再生能源信用额度 (REC)⁵或签订长期购电协议 (PPA) 来购买可再生能源。

应用——企业可以通过使用可再生能源来减少 Scope 2 的碳排放。用来自具有低碳或零碳排放的可再生能源替代化石燃料能源，是实现能源消耗碳中和战略的关键组成部分。该指标允许数据中心运营商制定减少 Scope 2 碳排放的计划，这也是企业报告可再生能源使用情况所必需的。

可再生能源系数 (REF)

定义——根据 [ISO/IEC 30134-3](#)⁶，其定义是数据中心所拥有和控制的可再生能源除以数据中心的总能耗。

应用——这是一个标准化的指标，允许对不同规模的数据中心进行比较。此外，利用这一指标，运营商能在数据中心负载变化时跟踪其可再生能源消耗。REF = 1.0 表明数据中心使用的所有电力都是可再生能源。

³信息技术——数据中心——关键绩效指标——第 2 部分：电源利用效率 (PUE)

⁴根据 [ISO/IEC 13273-2](#) 能源效率和可再生能源 – 通用国际术语 – 第 2 部分：可再生能源是“不会因取用而耗竭的能源，因为它自然补充的速度比取用的速度快”。由于当地环境特点或其他原因，将能源归类为可再生能源的标准可能因地区而异。

⁵它也被称为能源属性证书 (EAC)，在美国称为可再生能源证书 (REC)，在欧洲称为绿电来源保证证书 (GOs)。

⁶信息技术——数据中心——关键绩效指标——第 3 部分：可再生能源系数 (REF)

能源再利用系数 (ERF)

定义——再利用的能源与数据中心总能耗的比率。该指标正在制定过程中，其依据是 [ISO/IEC 30134-6](#) 标准。该值的范围为 0 到 1.0，0 表示没有使用任何可再利用的能源，1.0 表示进入数据中心的所有能源都是再利用/输出的能源。数据中心的一个典型应用场景是将废热输送到附近区域的供热系统。[Facebook 位于丹麦欧登塞的数据中心](#)就是一个很好的例子。

应用——该指标的用途是推动数据中心运营商和市政部门寻找重新利用废热的方法。

温室气体排放

温室气体排放 (Scope 1)

定义——数据中心组织控制或拥有的能源所产生的直接排放。来源包括备用发电机组的燃料燃烧、中压开关设备中的六氟化硫 (SF6) 气体泄漏和制冷系统散发的氢氟烃 (HFC)、材料运输和员工使用企业所拥有或控制的移动性内燃机，如卡车、汽车等等。

应用——报告和跟踪 Scope 1 温室气体排放有助于数据中心改进运营，以减少这种影响。在基础设施的设计阶段，应考虑 Scope 1 排放，并应采用可减少或消除此来源的解决方案。例如，当今一个热门话题就是采用其他形式的储能系统取代备用发电机组。

基于地点和市场的温室气体排放 (Scope 2)

定义——基于地点的温室气体排放反映了数据中心所在地点、特定地理区域和特定时间段内电网的平均排放强度。基于市场的温室气体排放考虑的是数据中心从特定来源（例如可再生能源）采购电力的合同条款。这两个指标衡量的是并非由数据中心机构控制或拥有的能源产生的间接碳排放或组织活动（如电网或组织所购买的蒸汽或冷冻水）。[温室气体协议 Scope 2 指南](#)提供了这两种用于核算 Scope 2 排放的方法。

应用——这两个指标用于衡量数据中心机构控制或拥有的电力、蒸汽、热力和制冷（购买或通过合并获得）（如适用）产生的间接排放。基于地点的指标可用于描述电网的温室气体排放强度，并评估与当地电网资源和排放相关的风险/机会。基于市场的指标描述了组织采购行为并评估了合同电力采购的风险/机会。这种双重指标可以评估各种减排方案，以降低 Scope 2 碳排放，并为利益相关者或投资者提供透明度。

温室气体排放 (Scope 3)

定义——其他间接的温室气体排放，如价值链（隐含碳）、商务差旅和废弃物处理产生的排放。完整定义见[附录](#)。

应用——计算和报告 Scope 3 是一个引领行业的指标。更多信息参见[附录](#)。

基于地点和市场的碳排放强度 (Scope 1+ Scope 2)

定义——碳强度是 Scope 1 和 Scope 2 的碳排放量之和除以能源消耗总量。尽管 Scope 1 和 Scope 2 的碳强度可以单独计算，但由于数据中心的 Scope 1 排放量远小于 Scope 2，因此它们通常合并为一个指标：Scope 1 和 Scope 2 碳强度。

应用——此指标是一个比率，允许跨数据中心甚至跨行业进行比较。它可用于选址、规划、设计以及运营阶段，以衡量持续改进计划的有效性。

碳利用效率 (CUE)

定义——数据中心年度二氧化碳排放量与 IT 设备能源需求之间的比率。该指标类似于 Scope 1 和 Scope 2 的碳强度，但除以的是 IT 负载，与 PUE 相似。它最初由绿色网格 (TGG) 提出，目前是 [ISO/IEC 30134-8](#) 的一个标准。该标准描述了三类度量：初级、中级和高级。

应用——与碳强度类似，该指标允许比较不同的数据中心和行业的碳排放。它可用于选址、规划、设计以及运营阶段，以衡量持续改进计划的有效性。

碳抵消总量

定义——通过购买数据中心组织运营之外的碳抵消所抵消或减少的碳排放总量。碳抵消也称为核实的减排量 (VERs) 或碳信用额。其方法论是付款给他人让其不进行碳排放，购买用于抵消数据中心的碳排放配额。它们得到政府、独立第三方机构和非政府机构 (NGOs) 的认可，被认为是实现组织碳中和的一种经济高效、可靠的方式。例如，微软在 2012 年承诺未来将实现碳中和。为支持此目标的实现，该公司根据其碳排放量向各个业务团队收取内部费用。然后将这些费用用于购买碳抵消以及实施其他解决方案，支持世界各地的项目，包括森林保护、植树造林、节能烹饪、风能开发等。

应用——该指标可用于量化所购买的碳抵消，以解决未能减少或避免的 Scope 1 和 Scope 3 的碳排放。它提供报告透明度和可见性，帮助了解真实的碳减排工作与所购买的碳抵消。其他优点包括针对减碳提供经济奖励，或作为帮助稳定碳市场的政策工具。有关碳补偿的更多信息，请参阅白皮书，[《助力企业迈向碳中和：碳补偿的作用》](#)。

实时供需匹配

定义——该指标衡量可再生能源发电与数据中心内能源消耗的匹配程度。微软、谷歌等互联网巨头目前在试点这一概念。

应用——允许更深入查看可再生能源生产如何实时匹配能源消耗。目标是每小时都能实现可再生能源生产和消费的 100% 匹配。

水

现场总用水量

定义——数据中心运营所需的现场总用水量。该用水量是涵盖用水、蒸发和排放的净值。它包括淡水和再生水的使用。再生水可用于数据中心冷却塔，以节省宝贵的淡水/饮用水。例如，[Loudoun Water](#) 在 2010 年建造了第一个管道分配系统，为数据中心行业提供再生水。

应用——此指标用于报告数据中心的直接用水量，类似于 Scope 1 温室气体排放。在设计阶段预测用水量可改进制冷技术，从而减少现场用水量。例如，[Vantage](#) 的数据中心采用了风冷式冷水机组代替传统的水冷式冷水机组，可减少现场用水量。跟踪运营期间的用水情况有助于发现泄漏等问题，并推动持续改进。

能源用水总量

定义——产生数据中心消耗的能源所需的总用水量。通常，它指的是电网的电力生产。

应用——与 Scope 2 温室气体排放类似，该指标可用于说明数据中心间接使用的水。数据中心运营商可以将该指标作为一种优化与能源消耗相关的用水量的方法（比如：电网公司的选择）。有时，需要在能源用水、现场用水和能源消耗之间进行权衡。例如，数据中心蒸发制冷系统的用水可节省能源消耗，从而节省发电厂的用水量。了解现场的用水量和能源可以提供一个整体视角，以最大限度减少总用水量。

用水效率 (WUE)

定义——数据中心用水量与 IT 设备能耗总和的比率。该指标由绿色网格 (TGG) 提出，目前已成为 [ISO/IEC 30134-9](#) 的一个标准，WUE 测量分为三类，涵盖饮用水和非饮用水的使用以及再利用。

应用——WUE 能够对不同规模的数据中心进行比较，应在规划和设计阶段予以考虑，并在运营期间用于跟踪用水量的持续减少。

供应链总用水量

这是一个正在开发的概念，类似于 Scope 3 排放。该指标将用于跟踪价值链中消耗的水，该价值链为数据中心提供材料、设备和服务。

废弃物

产生的废弃物总量

定义——数据中心产生废弃物的总重量。计算应从建设阶段开始，一直持续到数据中心的生命周期结束。废弃物总量可以按阶段分类，比如在施工期间，也可以按正常运营期间的时段分类。与碳排放类似，废弃物可以作为直接废弃物来计算，也可以作为数据中心供应链中产生的废弃物来计算。

应用——此指标可用于量化机构产生的废弃物对环境的影响，目标是最大限度地减少产生的总废弃量。直接废弃物应该是报告的重点，随着整个行业报告质量的改进，可以增加间接废弃物，以跟踪供应链的废弃物总量。

填埋的废弃物

定义——运到垃圾填埋场处理的废弃物的总重量。

应用——该指标用于跟踪进入填埋场的废弃物的量并帮助建立减少废弃物的计划。

回收的废弃物

定义——通过循环利用的方式（包括但不限于再利用、重新加工和回收），避免进入垃圾填埋场处理的废弃物的总重量。将报废后的关键基础设施设备，可以重新调整用途或重新加工，以便重复使用，从而避免进入垃圾填埋场。无法发挥应有作用的设备可以进行回收利用。例如，当 UPS 的电池组使用寿命终结之后，可以进行回收。如果是阀控密封铅酸蓄电池，该领域具有极高的材料可回收率（99%+），在地方、州、国家和国际层面都有严格的回收流程。在过去几年中，在 UPS 中使用锂离子电池技术是一个不断增长的趋势，尽管锂电池回收措施仍然需要发展，但预计在不久的将来，会能够回收更多的锂、钴和镍，从而降低对开采矿物的需求。有关循环经济的更多信息，请参阅附录。

应用——此指标用于跟踪废弃物回收并帮助创建计划，以提高回收量。

废弃物避免填埋的比率

定义——回收的废弃物重量除以数据中心机构产生的总废弃物重量。

应用——此指标提供了一个可以跨数据中心进行比较的比率。这有助于参考基准和创建有意义的改进计划，达到 100% 的比率。在减少废弃物产生和实现零废弃物目标时，这种循环经济实践被认为是更有影响力的杠杆之一。有关循环经济的更多信息，请参阅附录。

土地和生物多样性

关于土地和生物多样性的可持续发展指标是数据中心的一个新兴领域，因此我们将其置于引领行业类别。如需更多信息，请参阅附录。

平均物种丰度 (MSA)

[CDC Biodiversité](#)⁷ (法国) 提出了该指标，作为一个生物多样性足迹衡量方法，其目标是建立全球生物多样性评分 (GBS)⁸。该指标专门衡量数据中心对生物多样性的影响。目前尚未成为标准。

⁷ CDC Biodiversité 是 Caisse des Dépôts (CDC, 法国最大的公共金融机构) 的直属机构。

⁸ <https://www.asnbank.nl/web/file?uuid=b71cf717-b0a6-47b0-8b96-47b6aefd2a07&owner=6916ad14-918d-4ea8-80ac-f71f0ff1928e&contentid=2412>

选择正确的框架协议和标准作为指导

框架协议和标准可帮助机构衡量和报告可持续发展。框架协议提供一般性指导原则，通常是非强制性的，而标准可以被地方行政部门采用并成为强制性规定。

可持续发展框架协议的当前状况是复杂且令人困惑的。我们为全球数据中心确定了 17 个与可持续发展政策相关的框架协议和标准（如表 3 所示）。数据中心运营商可以利用这些框架协议和标准作为指导，来制作标准化的环境可持续发展报告。

表 3

17 个与数据中心可持续发展相关的框架协议和标准

应用	框架协议和标准	范围	属性
目标设定 (4)	<ul style="list-style-type: none"> 联合国可持续发展目标 (SDG) 基于科学的目标倡议 (SBTi) RE100 CE100 	<ul style="list-style-type: none"> 领导者设定可持续发展目标 企业排放 电源足迹 循环经济 	<ul style="list-style-type: none"> 行动呼吁 倡议 倡议 行动计划
报告 (9)	<ul style="list-style-type: none"> 可持续发展会计准则委员会 (SASB) 碳披露项目 (CDP) 全球报告倡议 (GRI) 道琼斯可持续发展指数 (DJSI) 全球房地产可持续发展基准 (GRESB) 气候相关财务信息披露特别工作组 (TCFD) 温室气体核算体系与报告标准 ISO/IEC 30134: 信息技术——数据中心——关键绩效指标 ISO 14604: 温室气体排放清单和验证 	<ul style="list-style-type: none"> 企业 ESG 指标 企业温室气体排放、水 气候变化、ESG 指标 企业 ESG 指标 房地产 ESG 基准 企业气候相关财务 企业排放 数据中心运营资源效率 企业排放和治理 	<ul style="list-style-type: none"> 标准 框架协议 框架协议 基准 基准 框架协议 标准 标准 标准
认证 (4)	<ul style="list-style-type: none"> 能源与环境设计先锋 (LEED) 能源之星 ISO 50001: 体系 建筑研究院环境评估方法 (BREEAM) 	<ul style="list-style-type: none"> 企业楼宇能源消耗 楼宇和工厂的能源消耗 企业能源消耗 建立环境资产 	<ul style="list-style-type: none"> 评分系统 框架协议 标准 标准

这些框架协议可以根据其功能或目的分为以下三类：

- **目标设定：** 这些框架协议可用于设定可信的、基于科学和可行的可持续发展目标。目标可以是内部的，也可以是对外披露的。例如，联合国可持续发展目标 (SDG) 框架协议包含 17 个具体目标，呼吁所有国家采取行动，在促进经济繁荣的同时保护地球。它能帮助组织设定内部目标。
- **报告：** 与财务报告类似，数据中心运营商可以以这些框架协议为指导，提供定性和定量的非财务信息，以评估其可持续发展绩效。例如，碳披露项目 (CDP) 是一个广泛应用的框架协议，可帮助大公司将环境信息和业务影响整合到财务报告中。
- **认证：** 这些框架协议为企业提供了一种方法，可以通过达到最低要求或分数来证明其在可持续发展方面的进步。例如，LEED 是一个著名的楼宇评级系统，用于评估环境绩效并鼓励可持续的设计。

指标与框架协议和标准的对应关系

如果没有本文提供的指南，数据中心运营商可能很难为其组织选择合适的行动指导方针，因为没有哪个框架协议或标准会涵盖所有的指标。本节通过将指标对应到最相关的框架协议和标准，降低了许多可用框架协议的复杂性。对于某些数据中心来说，即使是这个简短的列表也相当复杂。在这些情况下，我们建议聘请可持续发展领域经验丰富的第三方顾问服务，最好有数据中心经验。根据施耐德电气数十年的顾问经验，我们提供了一个矩阵来表明指标、框架协议和标准之间的关系，如表 4 所示。

表 4

23 个关键指标、框架协议和标准之间的对应关系。

指标类别	关键指标	推荐 框架协议/标准
能源 (5)	<ul style="list-style-type: none"> 总能耗 电源利用效率 (PUE) 可再生能源消耗总量 可再生能源系数 (REF) 能源再利用系数 (ERF) 	<ul style="list-style-type: none"> SASB ISO/IEC 30134-2 RE100 ISO/IEC 30134-3 ISO/IEC 30134-6
温室气体排放 (9)	<ul style="list-style-type: none"> 温室气体排放: (Scope 1) 基于地点的温室气体排放: (Scope 2) 基于市场的温室气体排放: (Scope 2) 温室气体排放: (Scope 3) 基于地点的碳排放强度 (Scope 1+ Scope 2) 基于市场的碳排放强度 (Scope 1+ Scope 2) 碳利用效率 (CUE) 碳抵消总量 实时供需匹配 	<ul style="list-style-type: none"> GHG 协议或 ISO 14064 GHG 协议或 ISO 14064 GHG 协议或 ISO 14064 GHG 协议或 ISO 14064 GHG 协议或 ISO 14064 GHG 协议或 ISO 14064 GHG 协议或 ISO 14064 ISO/IEC 30134-8 N/A, 参见讨论此主题的白皮书。 无可用框架协议或标准
水 (4)	<ul style="list-style-type: none"> 现场总用水量 能源用水总量 水利用效率 (WUE) 供应链总用水量 	<ul style="list-style-type: none"> ISO/IEC 30134-9 无可用框架协议或标准 ISO/IEC 30134-9 无可用框架协议或标准
废弃物 (4)	<ul style="list-style-type: none"> 产生的废弃物总量 填埋的废弃物 回收的废弃物 废弃物回收的比率 	<ul style="list-style-type: none"> GRI 300: 环境——306 GRI 300: 环境——306 GRI 300: 环境——306 GRI 300: 环境——306
土地和生物多样性 (1)	<ul style="list-style-type: none"> 平均物种丰度 (MSA) 	<ul style="list-style-type: none"> N/A, 参见讨论此主题的白皮书。

结论

在公司设定目标或将 ESG 融入其业务战略和运营之前，必须决定如何测量和报告可持续发展指标。确定数据中心应跟踪哪些环境可持续发展指标，是企业面临的最重要问题之一。来自投资者、监管机构、股东、客户和员工的压力越来越大，促使企业必须提高其透明度，更清晰地汇报其数据中心运营的环境影响。在内部，指标驱动的透明度可为企业增值，通过跟踪和报告可持续发展指标来推动改进，而在外部，可通过报告可持续发展指标增加面向利益相关者的透明度。

并非所有数据中心企业都处于同一个可持续发展阶段，我们划分了三个报告阶段：初级、高级和引领行业阶段，其中涉及 23 个指标。初级水平是报告基本的能源、水以及温室气体排放。初级阶段包含每个数据中心公司均必须满足的核心指标。高级阶段在初级阶段的指标（能源、水和温室气体）之外增加了更详细的指标，同时增加了废弃物类别指标。引领阶段在现有类别基础之上增加了更多细节，并加入了土地和生物多样性类别。我们建议公司在每个阶段广泛使用这些指标，以尽可能清楚地表明其环境可持续发展绩效，并与行业保持一致。

关于作者

Paul Lin 是施耐德电气科研中心的技术总监。Paul 致力于数据中心设计和运营方面的研究，并且通过向客户提供风险评估和设计实践方面的咨询，来优化数据中心环境的可用性和效率。在加入施耐德电气前，Paul 曾在 LG 电子公司担任研发项目经理并工作多年。他现在被授予“数据中心认证专家”认证，拥有作为数据中心专业人员所需要的国际认可的专业知识和技术。他还具有职业注册公用设备工程师资质。他拥有吉林大学机械工程硕士学位。

Robert Bunger 是施耐德电气首席技术办公室的项目总监。在施耐德电气供职的二十多年间，Robert 担任过客户服务、技术销售、产品管理、业务开发和行业联盟领域的各种管理职位。在 APC/施耐德电气工作期间，他曾在美国、欧洲以及中国生活和工作过。加入 APC 之前，他是美国海军潜艇部队的一名特派军官。Robert 在美国海军学院获计算机学学士学位，在伦斯勒理工学院获电子工程硕士学位。

评价此白皮书





 [《为何数据中心必须重视环境可持续性：四大关键驱动因素》](#)
第 64 号白皮书


 [《数据中心效率 \(PUE\) 计算指南》](#)
第 158 号白皮书

 [《PUE™：对指标的全面考察》](#)
TGG 第 49 号白皮书

 [《助力企业实现碳中和：碳抵消的作用》](#)
白皮书

 [《采购专业建议：购买能源的 5 大诀窍》](#)
白皮书

 [浏览所有白皮书](#)
whitepapers.apc.com

 [浏览所有 TradeOff Tools™ 权衡工具](#)
tools.apc.com

联系我们

关于本白皮书内容的反馈和建议请联系：

能源管理研究中心
dcsc@schneider-electric.com

如果您是我们的客户并对数据中心项目有任何疑问：

请与您的施耐德电气销售代表联系，或登录：
www.apc.com/support/contact/index.cfm

附录

本附录进一步解释了正文中提到的术语和概念。

温室气体排放

温室气体 (GHG) 是指“任何一种能吸收红外辐射, 将热量保留在大气中并导致温室效应的各种气态化合物”⁹。根据《[气候变化框架公约](#)》和《[京都议定书](#)》, 主要的温室气体有六种: 二氧化碳 (CO₂)、甲烷 (CH₄)、全氟化碳 (PFC)、氢氟烃 (HFC)、一氧化二氮 (N₂O)、六氟化硫 (SF₆)。

根据《[温室气体协议](#)》和《[ISO 14064](#)》, 温室气体排放分为 Scope 1, Scope 2 和 Scope 3 三个类别 (如图 A1 所示)。

- **Scope 1——直接温室气体排放:** 组织运营控制范围内的所有直接排放。
- **Scope 2——与能源使用相关的间接温室气体排放:** 由购买电力、热力、蒸汽或制冷产生的间接排放。
- **Scope 3——其他间接温室气体排放:** 商务差旅、废弃物处理和价值链等产生的所有其他间接排放。

Scope 1 的排放最容易计算, 而 Scope 3 的数据较难获得。Scope 2 的碳排放通常是由提供能源的市政公司产生。根据 Carbon Intelligence 的研究, 企业超过 80% 的排放属于 Scope 3。但对于能源密集型的数据中心, 在数据中心的整个生命周期内, Scope 3 排放所占的比例接近 50%。由于 Scope 3 的数据仍在开发中, 我们已将其确定为引领行业阶段指标。

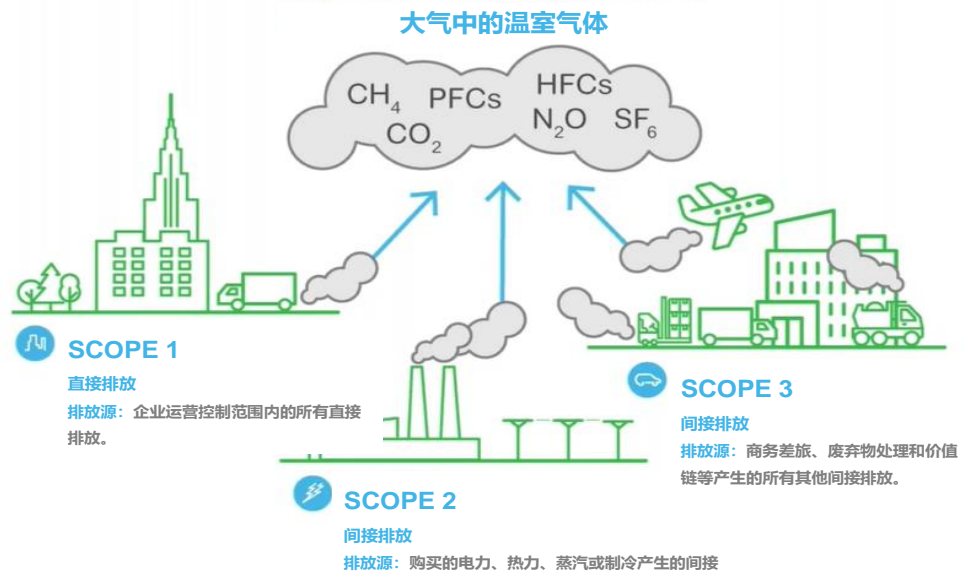


图 A1
组织的 3 类温室气体排放

⁹ <https://www.merriam-webster.com/dictionary/greenhouse%20gas>

基于以上分类，数据中心的温室气体排放不仅来自其自身运营和电力消耗，还来自数据中心采购的商品。温室气体排放（Scope 3）可能包括商务差旅、废弃物处理和数据中心价值链等产生的间接排放。例如，排放可能包括数据中心建设（购买的商品和服务）；员工通勤（汽车、公共汽车等）；商务差旅（飞机、火车、租车、酒店等）。

循环经济

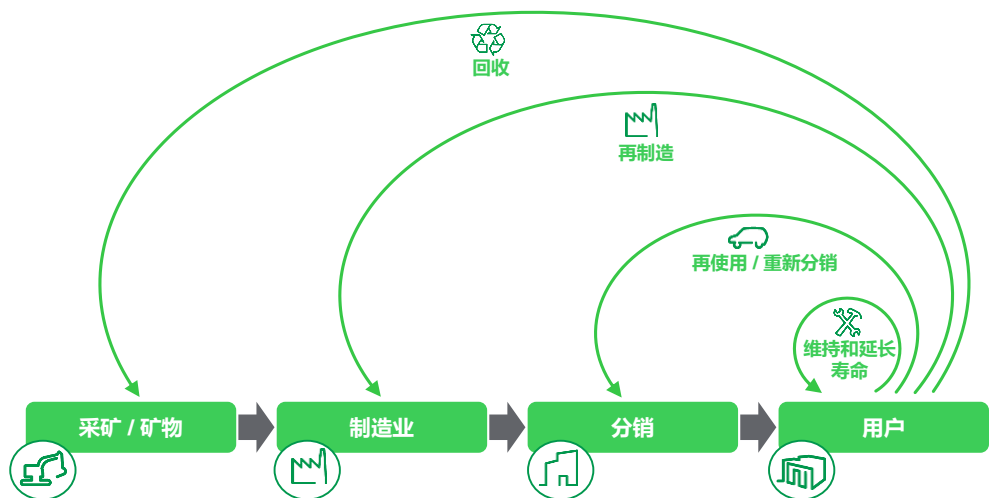
Ellen MacArthur 基金会表示：“循环经济的原理是从设计上减少废弃物和污染、延续产品和材料的使用寿命，并使自然系统保持再生能力。”对于数据中心，循环经济是减少如图 A1 所示 Scope 3 类别中的供应链排放的最有效途径之一。

谈到循环经济，人们往往首先想到回收，并将其视为一种降低供应链排放的有效举措。但还有其他需要考虑的因素：

- 有没有对设备进行维护并延长其使用寿命的计划？它的使用寿命越长，碳足迹就越低。
- 它不能再被维护的时候还能以其他方式重新利用吗？
- 我可以对它进行再加工/再利用/再分配吗？

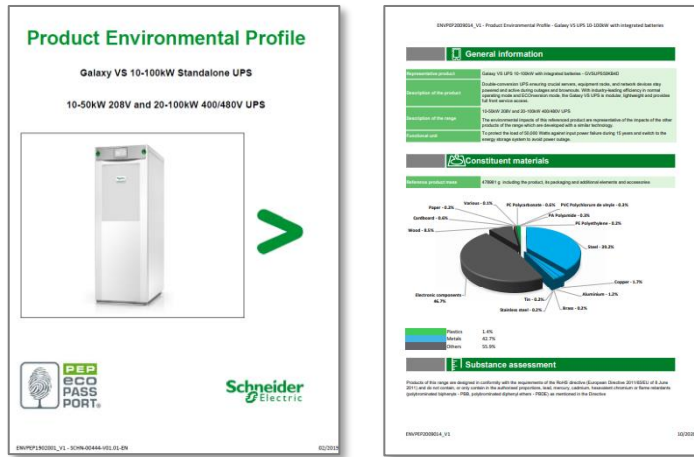
图 A2 展示了循环经济产品设计的 4 个步骤。

图 A2
可帮助减少供应链浪费的
4 个产品设计步骤



了解供应商的循环经济实践对于公司的环境可持续发展计划和确定其 Scope 3 排放非常重要。供应商可通过提供产品环境概况（PEP）、环境产品声明（EPD）和生命周期评估（LCA）文件来增加透明度。图 A3 显示了 PEP 文档的一个示例。这已成为选择供应商的一个越来越重要的考虑因素。

图 A3
产品环境概况文件示例
(所示为施耐德 Galaxy VS UPS)



土地和生物多样性

土地——数据中心直接占用的土地相对较少，但在选址时应谨慎小心，在建设过程中应注意保护土地。利用原有建筑进行重新规划和改造对环境的影响最小。新建项目选址应避免破坏原始森林或土壤人工化。另一个考虑因素是数据中心建造可再生资源太阳能发电场可能产生的间接土地影响。由于功率密度低，太阳能发电场的占地面积可能比数据中心的占地面积大几倍¹⁰。然而，使用可再生能源是最大限度减少数据中心 Scope 2 碳排放的主要方法。在数据中心的生命周期中，实体建筑和供应链的碳排在总碳排放中只占很小一部分。能源消耗（即电力）的碳排放通常是最大的部分¹¹。因此，太阳能发电场节省的温室气体排放通常超过对土地的负面影响。

生物多样性——根据世界自然基金会（WWF）的定义：“生物多样性是您在—一个地区发现的所有不同种类的生命——构成自然世界的各种动物、植物、真菌，还有各种微生物，比如细菌。这些物种和生物体中的每一个都在生态系统中合作共存，就像一张错综复杂的网络，共同保持生态平衡和维持生命。生物多样性带给我们生存所需的一切：食物、干净的水、药物和住所。”¹²GRI 304 标准对生物多样性重要性的另一个描述是“确保动植物物种的生存、遗传多样性和自然生态系统。生物多样性还可以直接提升当地人们的生活，使其成为实现减贫和可持续发展的必要条件。”¹³ 由于生物多样性受到的影响越来越受到政府和非政府机构的关注，我们预计对相关报告的呼声会越来越高。例如，欧盟在 2020 年发布了《2030 年生物多样性战略》，目的是保护自然和扭转生态系统的退化趋势¹⁴。

¹⁰根据施耐德电气的估计，为数据中心提供可再生能源的太阳能发电场使用的土地大约是数据中心占地面积的 10 倍。

¹¹根据施耐德电气的估算，数据中心实体建筑的碳排放量仅占数据中心整个生命周期内总碳排放量的 1%左右，而能源消耗的碳排放量可占到 90%以上。

¹² <https://www.worldwildlife.org/pages/what-is-biodiversity>

¹³ <https://www.globalreporting.org/standards/media/1011/gri-304-biodiversity-2016.pdf>

¹⁴ https://ec.europa.eu/environment/strategy/biodiversity-strategy-2030_en