基础导论

制药实验室可持续性实践



参与编写

my green lab.

目录

摘要 3

制药行业可持续发展现状 4

- 行业驱动因素 5
- 实验室运营现实 6
- 温室气体排放类型 7

可持续行动的核心障碍 9

从障碍到协同：三赢 10

安捷伦 — 您的可持续发展合作伙伴 12

实验室可持续转型的五项原则 13

安捷伦可持续发展解决方案生态系统 17

- 数字实验室管理服务：CrossLab Connect 18
- 实验室现代化解决方案 20
  - 气相色谱：8850 GC 20
  - 现代液相色谱方法和技术 23
  - 用于质谱分析的真空干泵 25
  - 分子光谱 26
  - 产品透明度 28

循环解决方案 29

- CrossLab 服务合约 29
- 换购和回购计划 29
- 认证翻新仪器计划 30
- 部件回收与再利用 30

教育工具、资源和框架 31

- 设备节能提示标签 31
- 可持续运营窍门与技巧 31
- My Green Lab 认证计划 32
- 安捷伦社区 32

持续改进的实用路线图 33

附录 34

- 碳排放影响对应表 35

摘要

在整个制药行业，可持续发展已经从一种愿景迅速转变为行业普遍预期。现有数据显示，医疗保健行业是全球温室气体 (GHG) 排放的重要贡献者，其中大部分碳足迹来自上游供应链中的制药研发和实验室运营[1]。随着环境、社会和治理 (ESG) 承诺不断深化，监管和投资者期望日益提高，可持续发展对于制药企业而言已不再是可选项，而是业务、监管和运营层面的必然要求。

因此，制药企业面临越来越大的压力，需要在不动摇其成功根基的前提下，拿出切实的可持续发展进展。这些根基包括科学生产力和效率、法规合规性以及已验证工作流程的完整性。

几乎所有大型企业都制定了可持续发展目标[2]。然而，尽管目标雄心勃勃，实际进展却往往受到多重障碍的制约，包括对净零排放进展和减排情况缺乏能见度、监管和运营层面的限制、各利益相关方诉求不一致，以及投资回报率 (ROI) 的不确定性。**因此，核心挑战并不在于缺乏意愿，而在于战略与执行之间存在落差**。关键在于，企业高层的可持续发展目标必须转化为实验室层面可执行、可衡量的具体行动，并且要在提升而非干扰绩效的前提下完成。

令人鼓舞的是，可持续发展、卓越运营和科学生产力之间的关系正在从相互竞争走向相互协同。那些能够减少浪费、降低能耗和节约资源的措施，往往同时也能简化工作流程、优化仪器和资源利用率并降低成本。反过来，一个更高效、管理更完善的实验室能够减少返工和人工操作，让科研人员把更多时间用于产出高质量、可重现的数据。

然而，要把这些机会真正落地，需要科学专业知识和实际支持的恰当结合。作为制药实验室的端到端合作伙伴，安捷伦为受监管环境提供互联互通、数据驱动的解决方案、服务和生命周期支持生态系统。这套整体解决方案以洞察力和经验为支撑，帮助实验室将可持续发展目标转化为清晰、有针对性的行动，并使其无缝融入并优化现有工作流程。

本基础导论为持续、可衡量的进展提供了一条切实可行的路线图，帮助企业在减少环境影响的同时提升效率和科学生产力，并且能够拿出清晰可量化的 ROI。



制药行业可持续发展现状

行业驱动因素

医疗行业的碳足迹不容忽视。2019 年的一项研究发现，医疗行业的气候足迹约占全球 GHG 排放总量的 4.4%。其中，71% 的排放来自医疗供应链，包括制药研发和实验室运营[1]。

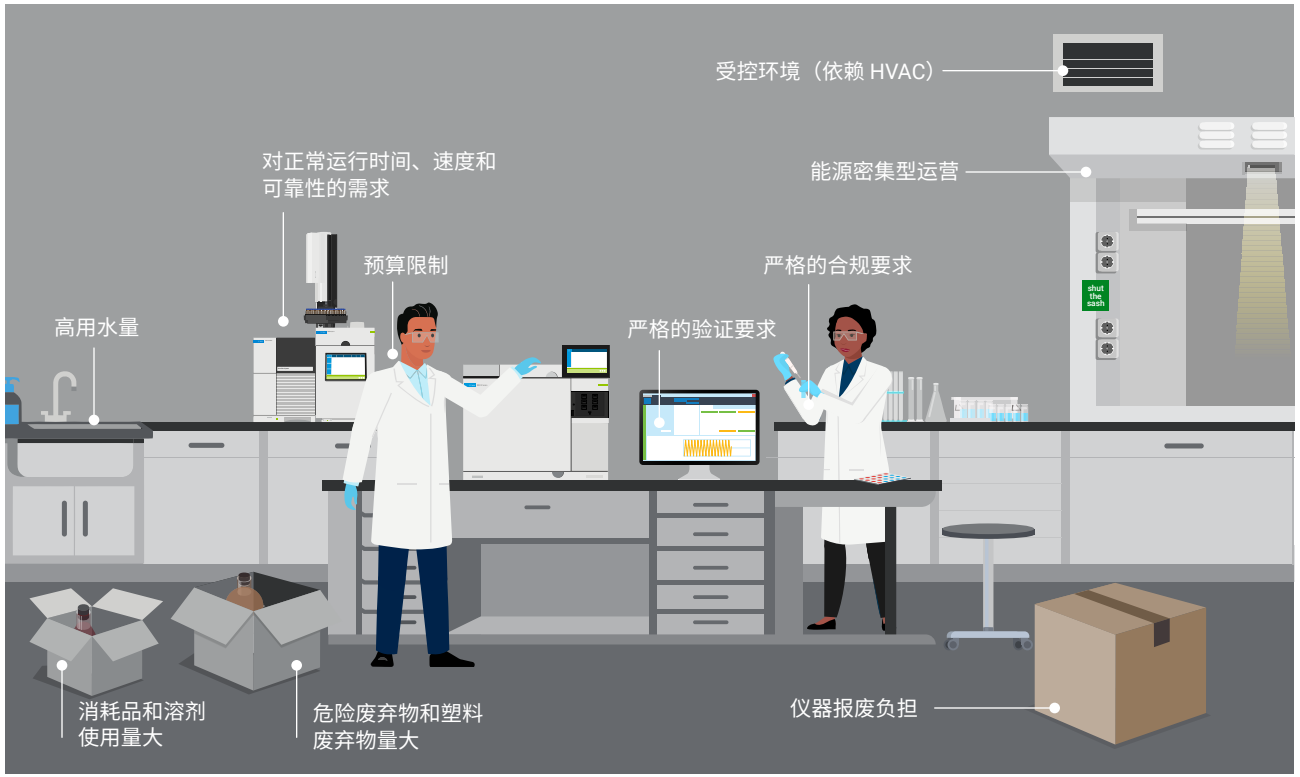
在这一背景下，制药实验室所处的运营环境日益复杂且压力重重，来自多个方向的可持续发展期望持续上升。企业领导层正在将宏大的 ESG 承诺嵌入公司战略，而不断更新演进的监管和报告要求也在推动更高的透明度和问责制[3]。与此同时，投资者和社会越来越期待企业拿出可验证的可持续发展绩效，对企业如何管理环境影响的审视也日益严格。这些力量共同将可持续发展推向了制药实验室当前运营和未来发展的核心位置。



实验室运营现实

实验室是资源密集型环境，能耗可能高达办公楼的 10 倍，用水量可达 4 倍[4]，意味着实验室蕴含着巨大的改进潜力。

尤其是制药行业实验室，需开展高通量、高能耗的工作流程，对仪器的持续运行和可靠性要求极高。同时，这些实验室高度依赖消耗品和化学溶剂。严格的验证和合规性要求意味着药物研发全生命周期的各项流程都必须受到严密控制。



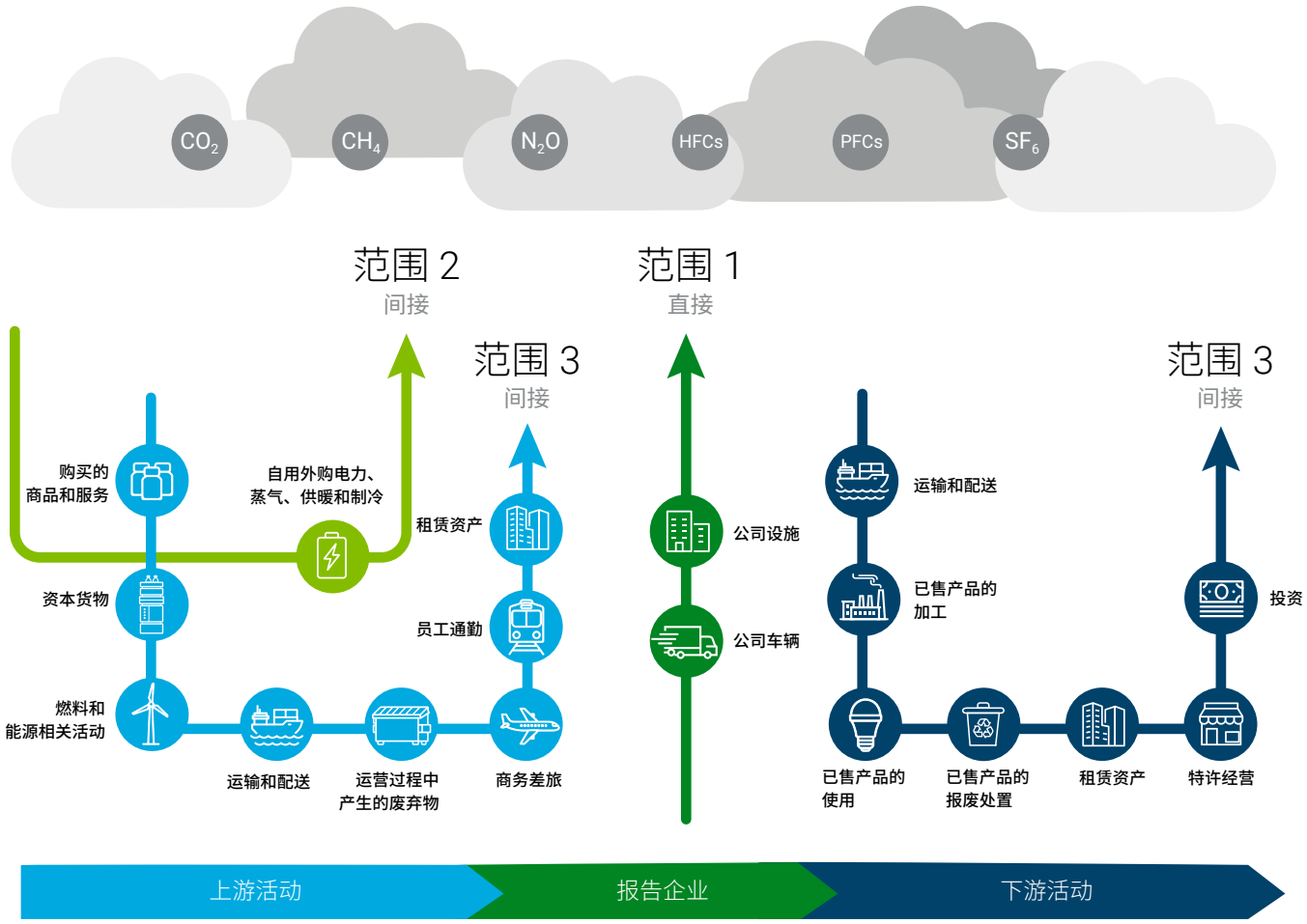
温室气体排放类型

温室气体 (GHG) 排放通常分为范围 1（直接排放）、范围 2（外购能源排放）和范围 3（上下游价值链排放）。对制药企业而言，范围 3 排放占环境影响的比重最大（超过 80%）[5]，远远超过范围 1 和范围 2 排放的总和。

范围 3 排放主要来自上游价值链，例如实验室设备、消耗品和试剂的采购，以及其报废处置。因此，实验室采购什么、使用什么、处置什么，是环境影响的最主要来源，同时也是改进工作最具潜力、最有必要发力的环节[6]。正因如此，许多制药企业都在寻找能够提供前沿技术和端到端专业能力的供应商，以支持其减少范围 3 排放。事实上，约 85% 的实验室希望分析仪器制造商通过创新产品方案来支持减排[7]。

范围 1 和范围 2 排放同样是制药实验室整体环境影响的一部分。在这两个范围内，实验室可以通过提高能源效率、优化仪器使用和减少资源消耗，来采取直接、快速的行动。关键在于，推动范围 1 和范围 2 减排也会降低对材料的需求并提升运营效率，从而有助于逐步带动范围 3 排放的减少。





范围 1 至范围 3 排放

范围 1

直接从企业拥有或控制的排放源释放的排放。

范围 2

企业所消耗的外购能源在生产过程中**间接**产生的排放。

范围 3

企业上下游价值链中**间接**产生的排放。

可持续行动的核心障碍

目前，约 97% 的大型制药企业表示已推出一定程度的可持续发展计划[2]，但许多企业仍然难以将这些高层战略转化为实验室层面具体、可操作的步骤。以下梳理了几个相互关联的障碍，这些障碍可能导致许多企业不知从何入手，最终使可持续发展进展停滞不前。



缺乏能见度

数据获取渠道有限、缺少基准参照，难以衡量影响或跟踪进展。



ROI 不确定性

商业价值不明确或未量化，导致可持续发展举措难以论证、排定优先级或实现规模化。



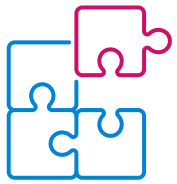
利益相关方诉求不一致

从管理层到采购再到实验室科研人员，不同团队优先事项各异，阻碍了协同行动和决策。



变革受限

严格的合规性和验证要求使既有受监管工作流程的调整变得复杂，并可能引入风险。



组织脱节

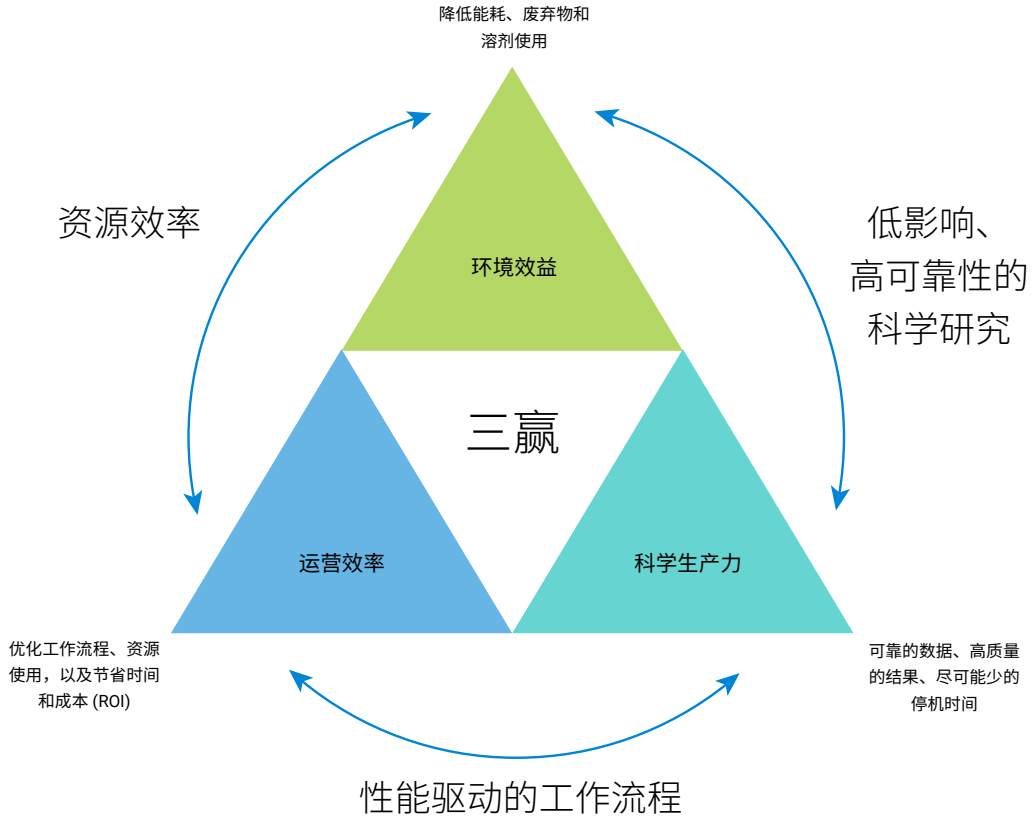
高层可持续发展目标没有清晰转化为实验室层面的可操作步骤。

因此，核心挑战不在于缺乏目标，而在于如何弥合战略与执行之间的落差。关键在于，解决制药实验室的可持续发展问题需要务实、数据驱动的方法，既要契合实验室运营的现实，又要支持有依据的决策，并产出清晰、可衡量的成果。

从障碍到协同：三赢

在制药实验室推进可持续发展，不必以牺牲绩效为代价。如果实施得当，许多减少环境影响的措施，例如降低能耗、减少化学溶剂和水资源消耗、减少废物，长期来看也会为制药企业带来可量化的商业优势。

这一理念可以理解为“三赢”，即环境效益、运营效率和科学生产力三者协同一致，而非彼此竞争。



重要的是，围绕这三个目标形成共识，有助于弥合制药企业内部不同利益相关方的优先事项差异：



可持续发展负责人需要清晰可信的数据、可供审计的指标，以及各项举措与商业价值之间的直接关联。用可衡量的资源消耗减少和总体使用维护成本数据来支撑，有助于论证投资合理性并扩大项目规模。



采购经理关注成本、风险和供应商表现。当可持续发展举措能够带来切实的节约和生命周期价值时，它们就能成为供应商评估和长期采购决策中的关键标准。



实验室运营经理优先关注通量、效率和正常运行时间。可持续发展改进可以在融入现有工作流程的同时提升绩效。



实验室科研人员需要数据质量、重现性和工作流程的简便性。能够减少变异和低效的方法有助于提高工作效率和产出质量，同时尽可能减少不必要的资源消耗。

要持续、规模化地实现三赢，需要一种协调统一的方法，在复杂的实验室环境和多元的利益相关方需求中都能取得成果。这就需要一位合作伙伴，将科学、运营和可持续发展专业能力与覆盖全价值链的整体化、数据驱动解决方案结合起来。这样的合作伙伴可以与企业携手，将可持续发展无缝嵌入现有工作流程，并确保长期获得切实价值。



安捷伦 — 您的可持续发展合作伙伴

在安捷伦，我们相信可持续发展应当助力进步，而不是以牺牲绩效为代价。可持续行动对环境的未来至关重要，但它不应带来干扰或不必要的复杂性。我们认为实验室有一条更好的前进路径：可持续性、效率和生产力并非取舍关系，而是相互成就。

作为您在科学领域的合作伙伴，安捷伦以整体化、结果导向的方式推进可持续发展。我们将科学专业知识与数据驱动洞察、现代仪器、数字服务和循环解决方案相结合，帮助实验室把可持续发展融入日常工作，从而取得可见、可累积且有意义的长期成果。

实验室可持续转型的五项原则

为应对各类行动障碍，安捷伦制定了建设更可持续实验室的五项原则。这些原则共同构成一套结构化方法，既能推动切实的环境效益，也能赋能运营绩效和科学成果。



实验室可持续转型的五项原则

评估 | **确定优先级** | 整合 | 现代化 | 循环



企业如何知道自己是否取得进展？

1. **评估**：构建数据基础

从可持续发展负责人到实验室分析人员，整个组织都需要数据驱动的洞察，才能充分认识可持续实验室实践的完整影响[4]。全面了解实验室资源使用情况，包括能耗和仪器利用率，有助于建立基线，跟踪后续进展，发现减少浪费的机会，理顺低效环节，并在 ROI 清晰的前提下做出有依据的改进。



如果工作流程受到严格监管，该如何调整？

2. **确定优先级**：从高影响、低干扰的变革开始

制药企业的成功取决于工作流程的合规性、速度和完整性以及产品质量，管理者需要确信可持续发展举措不会引入风险。将可持续发展引入实验室，应从可衡量影响且不干扰已验证工作流程的行动入手，例如合理调整仪器规模，以及在条件允许时使用关机、待机或休眠模式。

实验室可持续转型的五项原则

评估 | 确定优先级 | **整合** | **现代化** | 循环



如何让可持续发展在不同团队和优先事项之间保持一致？

3. **整合**：将可持续发展嵌入实验室运营

与其把可持续发展当作一项独立举措，不如将其融入日常决策，这样才能确保它服务于整个组织的绩效、质量和成本目标，并形成一套共享框架，让不同团队的优先事项保持一致。这意味着要把可持续实践嵌入定义实验室运行方式的各个流程中，从日常工作流程和采购决策到方法开发和生命周期规划。这样一来，可持续发展就不是附加项，而是工作方式的自然组成部分。



实验室如何取得更大、更长期的成果？

4. **现代化**：升级方法和技术以获得长期收益

安捷伦提倡在设备性能尚可的前提下延长资产寿命，但当低效带来的损失超过更换成本时，设备和方法的现代化升级可以为实验室和环境带来明确、可衡量的收益。

通过转向更高效的方法、现代技术和更环保的化学溶剂，实验室可以减少能耗、资源消耗和废弃物，同时保持甚至提升性能。不断演进的监管指南也愈发支持这类转型，包括 USP <621> 和欧洲药典，这些指南允许在无需全面重新验证的情况下进行方法优化和现代化。

虽然升级可能需要前期投入，但从长期来看，它们能够通过降低运营成本、改善健康与安全、提高通量、提升效率和可靠性以及降低总体使用维护成本，带来可观回报。

实验室可持续转型的五项原则

评估 | 确定优先级 | 整合 | 现代化 | **循环**



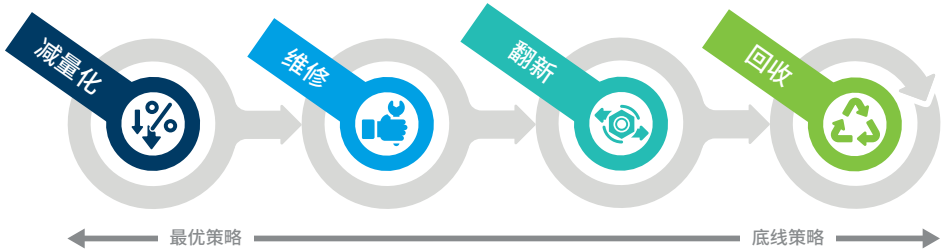
如何在日常运营之外进一步减少环境影响?

5. **循环**：将循环理念融入实验室生命周期

通过维修和维护等循环原则，可以延长仪器使用寿命，减少废弃物并降低对全新原始材料的需求。企业也越来越希望与能够为新购仪器提供使用寿命保证的供应商合作，从而对长期性能和可持续发展成果更有信心。延长材料循环使用周期，不仅能降低制造和供应链相关的排放，还能通过保持正常运行时间和减少中断来提升运营效率，同时通过避免更换成本来降低总体使用维护成本。

当实验室需要更换仪器时，将退役仪器交由供应商进行翻新，可以赋予其第二次生命，既有助于减少废物，也能为其他实验室提供高性价比的解决方案。对退役仪器进行零部件拆解和回收是最后的手段，用于回收有价值的部件和材料以供再利用，目的是避免填埋并减少对全新原材料的需求。

通过与支持循环理念并提供数据驱动洞察的合作伙伴协作，企业可以更轻松地将这些决策纳入采购和资产管理。



什么是**循环**?

循环是指通过实际举措尽可能延长产品、组件和材料使用周期，并取得可衡量成果。这一原则将传统的线性模式转变为循环模式，让有价值的材料远离焚烧或填埋。其实现方式包括遵循废弃物层级中优先推荐的方法，如再利用、维修、翻新和回收，这些方法都有助于减少废弃物，并在产品全生命周期内尽可能提升资源价值。

安捷伦可持续发展解决方案生态系统

安捷伦通过一套全面、整体的解决方案生态，帮助企业加快实验室可持续转型。该生态涵盖数字实验室管理与洞察、方法和技术现代化、循环方案以及实用指导。



数字实验室管理服务：CrossLab Connect

Agilent **CrossLab Connect** 数字实验室管理服务提供一整套实验室运营与分析功能，旨在提升实验室绩效并改善 ROI，同时支持合规性。CrossLab Connect 拥有覆盖全实验室的综合控制面板，集成了从库存管理到资产生命周期分析的 AI 驱动数字功能，让您对所有仪器拥有完整能见度，从而提升效率、生产力和可持续性。这些数字实验室管理服务由专属的安捷伦客户成功经理提供支持，可帮助指导数据解读和决策，以尽可能提升价值。



基线测量

建立基线对于量化环境影响和跟踪进展至关重要。CrossLab Connect 提供实验室运营的集中式实时视图，将来自仪器、服务记录和工作流程的数据整合到一个控制面板中。借助这种能见度，实验室可以为能耗和资源使用、仪器利用率和停机时间以及成本建立基线指标，从而为后续工作流程优化和投资决策提供依据。

能耗和消耗品用量追踪

CrossLab Connect 可以直接呈现电力、溶剂、气体和消耗品的使用情况，帮助实验室识别高消耗仪器或流程，减少过度使用或不必要的运行，并设定资源消耗削减目标。找出这些资源消耗中的低效环节，可以显著节约成本并提高运营效率。

仪器组绩效

监测仪器健康状况和利用率，可以同时提升性能和资源效率。CrossLab Connect 支持对整个仪器组的运行状况、利用率、正常运行时间和维修历史进行实时查看与分析，为有依据的决策提供支持。该平台的 Smart Alerts 功能还能即时提示维护需求或性能问题，并支持快速创建新的服务请求，帮助减少返工并避免停机。

仪器规模优化

拥有所需数量和类型的仪器，对工作流程效率和可持续性至关重要。CrossLab Connect 通过分析仪器组构成和使用模式，识别利用率不足和过度利用的资产。借助这些洞察，实验室可以更有信心地淘汰不必要的仪器，避免过度采购，并更高效地重新分配工作负载，从而降低能耗和整体环境足迹。当发现能耗高或维护成本高的老旧系统时，数据驱动的洞察也有助于确定与可持续发展和业务目标相符的最优处置方案。

实践表现

以下示例来自 CrossLab Connect 的实际应用。



通过资产优化节约能源

一家大型生物制药实验室使用 CrossLab Connect 发现并替换了低能效仪器，显著降低了环境足迹。每台升级后的资产每年节约 7.3 MWh 电能，相当于 60 至 70 户家庭的用电量，直接减少了范围 2 排放。智能维护洞察还确保了仪器的良好性能和利用率，尽可能减少停机时间，实现更稳定、高效的实验室运营。



减少消耗品浪费和闲置时间

一家全球合同检测实验室利用 CrossLab Connect 发现了氩气使用中的低效环节，识别出 ICP-MS 仪器在闲置状态下仍在消耗气体。通过缩短闲置时间，该实验室将氩气消耗降低了 10%，每年节省 675 万升气体，整个实验室节省约 72000 美元。这不仅降低了与消耗品相关的范围 3 排放，还通过让仪器使用与需求相匹配提升了运营效率，确保资源、成本和绩效得到更优的统筹。



优化工作流程和空间效率

一家制药实验室解决了因仪器布局不合理导致的低效问题。该工作流程中的关键系统此前物理位置分散，导致闲置时间增加、能耗上升和生产力下降。借助 CrossLab Connect 的洞察，该实验室重新配置了空间并合理调整了占地规模，打造了更精简的工作流程。结果，生产力得到提升，电力消耗降低，现有资产利用更加高效，充分展示了更好的运营设计如何同时提升可持续性和科学产出。

实验室现代化解决方案

以下示例展示了设备如何支持可持续发展和运营改进。

气相色谱：8850 GC

气相色谱 (GC) 在许多工作流程中发挥着关键作用，但运行中可能需要大量资源，这给配备 GC 仪器的实验室实现可持续运营带来了挑战。**Agilent 8850 GC** 在设计时充分考虑了这些挑战，帮助用户在提升生产力的同时显著降低环境影响[8]。

减少能耗

8850 GC 的功耗比传统 GC 低 45%[8]，其设计在提升可持续性和性能方面发挥着关键作用：

- **紧凑柱温箱设计：**采用更小的柱温箱容积以降低能耗，同时实现更快的温度循环和更短的分析时间
- **Agilent GC Assist：**提供内置系统智能，可追踪能耗，并集成系统健康监测、消耗品寿命追踪和引导式维护程序，尽可能减少停机、返工和不必要的资源消耗
- **休眠模式：**在闲置期间降低功耗，并在需要时恢复运行状态



节省氦气

氦气是一种有限且不可再生的资源，其供应链能耗极高。全球氦气短缺已导致供应减少和成本上升。8850 GC 提供了多种方式来减少氦气消耗，同时支持切换使用替代载气，从而降低对氦气的依赖：

- **内置智能功能：**
  追踪气体使用情况并建立基线，以支持数据驱动的决策，逐步降低气体消耗
- **集成检漏和系统诊断：**
  监测系统完整性，快速识别并处理泄漏，帮助减少浪费和排放，同时保持高质量分析性能
- **载气节省模式：**
  在进样间隔的闲置期间，通过降低分流流速自动减少气体消耗，在不影响系统就绪状态或性能的前提下尽可能减少不必要的用气
- **安捷伦氦气节省模块：**
  在闲置时间自动切换至氮气载气，同时在待机模式下保持惰性流路和稳定的柱温箱温度。这样既能维持系统就绪状态，又能避免不必要的气体消耗
- **安捷伦氢气传感器模块：**
  持续检测柱温箱中的游离氢气，识别泄漏并快速响应，为切换至氢气载气提供安心保障



实践表现

以下示例展示了 8850 GC 如何实现可观的资源节约效果。



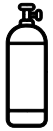
快速色谱分析实现节能

在此**应用**中，使用 8850 GC 后，每个样品的能耗降低至原来的三分之一，分析速度提升三倍，效率提高三倍，同时年度功耗显著降低。该方法分别使用氦气、氮气和氢气作为载气。



利用气体切换装置实现效率提升

本**应用简报**介绍了 8850 GC 与氦气节省模块在高通量载气评估中，将氦气和氢气使用效率提升 10–14 倍。该方法不会对色谱性能、精密度或线性造成影响。



通过减少气体消耗节约成本

如需确定在采用和不采用氮气待机模式的情况下，通过载气节省功能可以节省多少成本，可使用此**在线计算器**。

实验室现代化解决方案

现代液相色谱方法和技术

安捷伦通过先进的液相色谱 (LC) 平台、色谱柱技术和方法指导，为实验室提供现代化解决方案，在降低能耗和溶剂用量的同时提升性能和生产力。

过渡到 UHPLC

对于液相色谱系统而言，大部分环境影响并非来自产品制造过程，而是来自日常使用。在 **Agilent Infinity III 液相色谱系列**的终身碳足迹中，85%–94% 的影响来自实验室使用阶段，其中电力占 71%[9]。因此，降低日常运行中的能耗和溶剂用量，对降低整体影响至关重要。

以 Infinity III 液相色谱系列为代表的超高效液相色谱 (UHPLC) 系统的技术进步，为实现这些减排提供了直接路径。UHPLC 方法在更低的流速下运行，同时通过缩短运行时间实现更高通量，从而降低每个样品的溶剂消耗和能耗。使用内径更小的色谱柱、更短的柱长和更小的粒径，也可以提高通量，进而节省溶剂和能源，且不影响分析性能。

安捷伦通过 Infinity III 液相色谱系列的先进系统功能支持这些改进，包括：

- **Agilent InfinityLab Assist**：创建自动化的准备、待机、吹扫和关机液相色谱工作流程，减少不必要的溶剂消耗，每台仪器每年可节省多达 125.5 小时的分析人员时间[10]
- **Agilent InfinityLab 液位感应**：监测流动相液位，尽可能减少过量配制，防止泵和色谱柱损坏，每年可节省 1500 美元[10]
- **Agilent InfinityLab 样品 ID 读取器**：在工作流程中直接自动识别样品信息，防止因识别错误而导致重复分析。这可减少不必要的溶剂使用、能耗和样品浪费，每年最多可节省 135 小时[10]



USP <621> 方法现代化

在受监管环境中，安捷伦通过与更新后的 **USP <621>** 指南保持一致，支持方法现代化，使实验室能够在无需全面重新开发方法的情况下，将传统方法过渡到更高效的条件。这为提高效率提供了一条切实可行的路径，同时保持方法完整性，让企业能够在保持高质量性能的同时降低资源消耗和运营成本。



实践表现

以下示例展示了现代液相色谱解决方案如何实现显著节省。

通过方法现代化提升通量并减少资源使用

本**白皮书**为实施更新版 USP <621> 方法允许调整提供了指导。其中强调，通过将传统 HPLC 方法转移至 UHPLC 条件，分析时间和流动相消耗可分别减少 87% 和 82%。在一个示例中，使用 Agilent 1290 Infinity III 液相色谱仪和亚 2 µm 色谱柱成功对苯磺酸氨氯地平的 USP 含量测定方法实现了现代化，在保持方法等效性的同时显著提升了通量并减少了资源消耗。

利用先进色谱柱和 UHPLC 条件缩短分析时间并减少溶剂用量

在本**应用简报**中，将对乙酰氨基酚杂质分析方法转移至 UHPLC 条件后，在符合 USP <621> 指南的同时实现了显著效率提升。更新后的方法比较了 4.6 × 250 mm, 5 µm 色谱柱与内径更小、长度更短的色谱柱（**Agilent InfinityLab Poroshell 120** EC-C18, 2.1 × 150 mm, 2.7 µm），后者使每次进样的分析时间缩短了 67.6%，溶剂消耗减少了 87.4%。本简报还表明，从旧款 Agilent 1100 系列液相色谱仪升级至 Agilent 1260 Infinity III Prime 液相色谱仪可实现快速 ROI，不到 2000 次进样即可实现效率提升和运营成本降低的收益。

实验室现代化解决方案

用于质谱分析的真空干泵

传统油封真空泵能耗高、产热量大，还需要持续操作和处置泵油。安捷伦通过为高端质谱仪器提供无油的**安捷伦涡旋式干泵**作为全集成选项或升级套件，支持质谱实验室现代化。干泵通过降低能耗、消除废油和简化维护来减少环境影响，同时产生的热量也更少。更低的产热量还可以降低空调系统需求，从而提高整体能源效率。用户还能获得额外益处，包括噪音降低，以及省去与油盘管理、换油、废弃物处置和油烟产生相关的低效环节。



实践表现

利用干泵降低功耗和散热

本**宣传单页**展示了与油泵相比，干泵方案如何显著降低功耗。具体而言，用于 LC/MS 的 Agilent IDP-45 涡旋式干泵年耗电为 4818 kWh，低于油泵。

实验室现代化解决方案

分子光谱

安捷伦提供用于原辅料鉴定和成品检测的拉曼光谱解决方案，以及用于 API 和生物分子定量、寡核苷酸热解链分析等工作的 UV-Vis 技术。这些解决方案在能源、溶剂、成本和时间方面均可实现显著节省。拉曼光谱对样品无破坏性，且完全不依赖泵、加热或冷却系统、溶剂或其他消耗品，因此能够降低能源需求并减少废弃物产生。UV-Vis 系统也支持高效、高通量的工作流程，每个样品的溶剂和能源消耗更低。

零废弃物原辅料鉴定

Agilent Vaya 拉曼原辅料鉴别验证系统是一款用户友好的手持式光谱仪，利用空间位移拉曼光谱技术，可穿透透明和不透明容器，快速、安全地验证原辅料身份。Vaya 仅在开机状态消耗电能，工作流程中不使用水或消耗品。由于无需打开容器或取样，Vaya 减少了样品材料浪费，节省了时间，并避免了污染风险。这种安全的检测方式消除了操作人员暴露风险和对 PPE 防护的需求，通过减少废弃物和危险材料处理，支持绿色化学原则。

实践表现

在产品全生命周期实现可持续收益

本**白皮书**概述了 Vaya 如何节省时间和减少材料浪费。与传统拉曼相比，Vaya 可将操作工时减少 50%。



实验室现代化解决方案

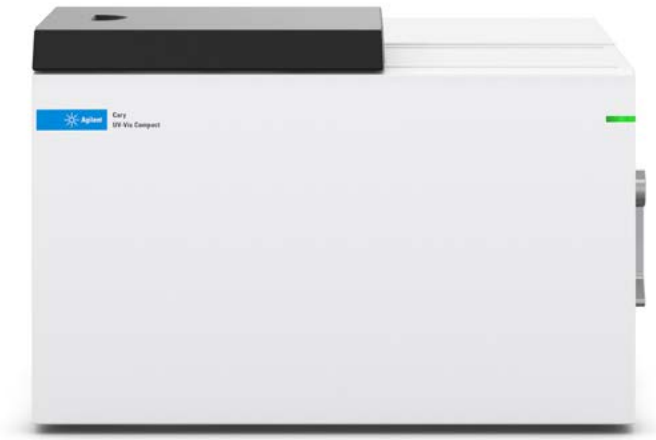
分子光谱

快速、无溶剂的成品检测

Agilent TRS 拉曼定量药物分析系统可对片剂和胶囊进行快速、无损的整体分析，适用于含量测定和含量均一度等批次放行检测。在这些工作流程中应用 TRS 后，与传统的参考方法相比，无需再进行样品前处理，省去了相关溶剂和消耗品需求，也无需再处置废液。作为一种互补分析技术，TRS 可以在减少环境影响的同时，显著提升实验室生产力和效率。

用于药物分析的高效 UV-Vis 工作流程

Agilent Cary 3500 紫外-可见分光光度计支持多种（生物）制药工作流程，包括 API 和生物分子定量，以及寡核苷酸热解链等温控研究。集成的风冷帕尔贴系统无需水浴、循环水机及配套管路，简化了设置，减少了用水量、维护工作以及泄漏或污染风险。此外，脉冲氙灯仅在测量期间工作，无需预热时间，与传统灯系统相比，能耗通常可降低 80% 以上。



实践表现

利用无需前处理的拉曼光谱工作流程节省时间和溶剂

本**宣传单页**提供了计算指南，帮助评估 TRS 通过省去样品前处理、清洁和处置所节约的时间、溶剂和成本。

实践表现

减少温控工作流程中的水和能源消耗

本**应用简报**概述了 Cary 3500 UV-Vis 如何通过精确的温度控制实现高效、无水的热实验，在简化工作流程的同时减少资源消耗和实验室安全隐患。

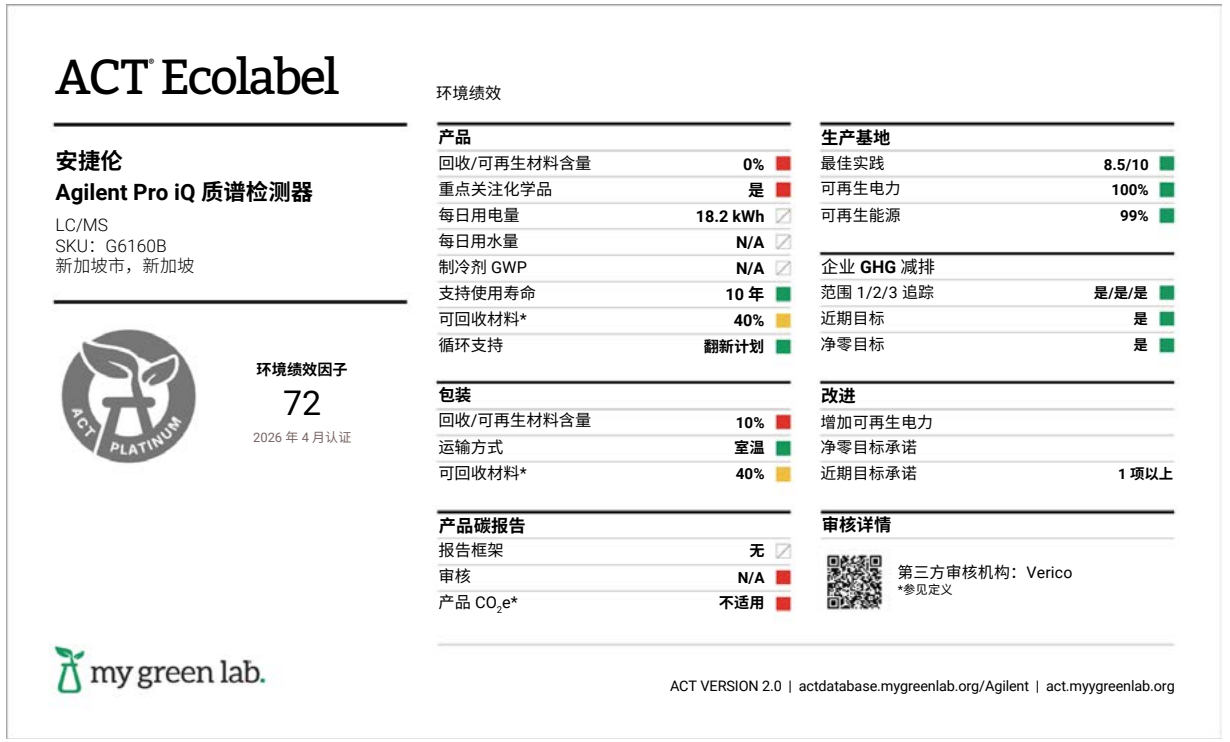
实验室现代化解决方案

产品透明度

为助力实验室实现可持续发展目标，安捷伦成为 My Green Lab® 的首个**变革级**赞助商。My Green Lab 是一家致力于在科学领域建立可持续发展文化的国际非营利组织。我们的合作包括为众多安捷伦产品取得 My Green Lab ACT® Ecolabel 认证。

My Green Lab ACT Ecolabel 是首个专为实验室设备、化学品/试剂、PPE、试剂盒和消耗品设计的以可持续发展为核心的生态标签。ACT Ecolabel 提供经第三方验证的透明数据，帮助科研人员和采购团队做出更可持续的选择。ACT Ecolabel 采用基于科学的 100 分加权评分，提供以下关键信息：

- 设备能耗
- 产品和包装材料
- 化学危害
- 支持循环的报废处置方案
- 制造工厂的可持续发展表现，包括可再生能源投入
- 企业减少 GHG 排放的承诺



MY GREEN LAB® 为 My Green Lab, Corp. 持有并管理的注册商标。更多详情请访问 **https://act.mygreenlab.org/**。
ACT® 为 My Green Lab Inc. 持有并管理的注册商标。更多详情请访问 **https://act.mygreenlab.org/**。

循环解决方案

安捷伦通过提供多项服务、计划和举措，支持实验室实现**循环**运营，帮助企业延长仪器寿命、减少废弃物并尽可能提升资源价值。**安捷伦保值承诺**保证新仪器购买后至少有 10 年的使用寿命。通过定期维护、翻新计划和负责任的报废管理方案，安捷伦帮助实验室将循环理念融入仪器生命周期。

CrossLab 服务合约

安捷伦通过提供定期服务、预防性维护和专业维修，帮助实验室延长仪器的运行寿命。**Agilent CrossLab 服务合约**适用于安捷伦及部分非安捷伦仪器，可帮助实验室缩短停机时间，尽可能减少高成本的临时维修，并延长仪器寿命。

当实验室需要技术帮助时，Agilent CrossLab 虚拟技术支持可快速对接安捷伦技术专家，借助先进的虚拟工具，帮助远程快速解决故障排除、维护或应用问题。这种虚拟支持不仅有助于缩短停机时间并节省维修成本，还可以避免不必要的差旅或仪器运输，从而减少实验室的环境影响。

换购和回购计划

当实验室准备淘汰仪器时，安捷伦提供了比产品焚烧或填埋更优的替代方案，减轻实验室的设备报废负担，践行循环经济理念。**安捷伦换购和回购计划**涵盖拆卸、运输、包装及清关全部环节，均无需支付任何费用，并提供现金或抵扣额度用于购置新仪器。这项全球性计划已在 20 多个国家/地区推出，旨在帮助您的实验室实现可持续发展目标，并提高实验室效率。对于目前未纳入该计划的产品或地区，可选择**产品回收计划**。



实践表现

表彰在减少废弃物和循环利用方面表现突出的企业

Boehringer Ingelheim（勃林格殷格翰）最近荣获首届**安捷伦换购影响力奖**，以表彰其通过参与换购和回购计划实现的突出可持续发展影响。这家制药企业在 2025 年的换购活动中，成功转移处置 6600 kg 仪器废弃物，避免其进入填埋场或被焚烧处理，是当年所有安捷伦合作伙伴中资源回收价值最高的企业。

循环解决方案

认证翻新仪器计划

延长仪器使用寿命有助于避免不必要的填埋。**安捷伦认证翻新仪器计划**每年通过翻新和转售，让数千台二手仪器重获新生，使它们的平均使用寿命延长 50%。这些仪器经过专家的全面翻新，必须达到全新仪器的性能规格，确保经久耐用。该计划不仅提供了环境影响更低的采购选择，还让预算有限的实验室也能获得关键技术来支持研究需求。

部件回收与再利用

对于无法翻新的仪器，安捷伦会尽可能多地回收部件，用于维持部件供应，延长早期型号仪器的使用寿命。无法再利用的部件则将回收转化为新产品的原材料。

作为 **How2Recycle** 计划的一部分，安捷伦还通过在部分包装上添加回收标签，为客户提供更清晰的信息，以便正确处置安捷伦产品包装。



教育工具、资源和框架

可持续实验室的实现不仅依靠技术，更需要知识和行为改变。安捷伦通过一系列教育资源、工具、合作和框架为此提供支持，帮助实验室将可持续发展目标转化为有意义的日常行动。无论实验室是刚刚开启可持续发展之路，还是希望做出更有影响力的改变，我们的工具和资源都旨在带来可衡量的收益并支持持续进步。

设备节能提示标签

实验室中持续通电的闲置设备每天大约消耗实验室 20% 的能源[10]。在条件允许的情况下，关闭闲置设备能够大幅降低能耗与成本。为此，安捷伦制作了**设备节能提示标签**，这些标签醒目直观，可贴于实验室仪器上，在不影响仪器性能、使用安全与实验结果的前提下，引导更科学的用能方式。久而久之，这些标签会推动实验室形成更可持续的思维模式，累积成可观的节能效果。



可持续运营窍门与技巧

无论实验室是在寻找简单、低干扰的策略，还是更进一步的可持续升级，安捷伦都能提供针对具体技术的实用指导，帮助打造更可持续的实验室。我们的**窍门与技巧信息图**提供切实可行的见解，帮助减少资源消耗，同时提升运营效率、延长仪器寿命并优化系统性能。

教育工具、资源和框架

My Green Lab 认证计划®

Frost & Sullivan 开展的一项全球实验室可持续发展调查发现，85% 的实验室希望供应商支持其实现可持续发展目标，74% 的实验室表示不会与没有净零承诺的企业开展商业合作[7]。

在安捷伦，可持续发展目标早已与我们的业务紧密交织。我们全力提升所有流程的可持续性，并承诺 **2050 年前实现净零排放**。安捷伦是 **My Green Lab 认证**计划的赞助商之一。该计划被公认为全球实验室可持续发展的金标准，为提高实验室可持续性提供了务实、科学的框架，包括清晰的评估工具、对可持续性声明和举措的第三方验证，以及帮助实验室将可持续发展融入日常实践的指导。

依托此次合作，我们大力支持这一实验室可持续发展框架，并将其应用于自身多项运营中，包括为全球多个客户演示实验室和**翻新中心**取得认证，目标是争取 My Green Lab 认证的最高等级“绿色”级。通过与 My Green Lab 合作，我们将可持续行动融入日常研发和测试，减少科研人员所依赖的安捷伦产品、服务和工作流程对环境的影响。这有助于客户减少自身的范围 3 排放，并在科研领域培育可持续发展文化。

此外，**My Green Lab 大使计划**为科研人员和实验室专业人员提供了免费便捷的途径，帮助大家积累可持续发展知识，并与志同道合的全球社区建立联系，加快迈向零碳未来的进程。

安捷伦社区

向其他实验室专业人员学习，是获取可持续实验室运营可行策略的宝贵途径。安捷伦通过在安捷伦社区内设立**实验室可持续发展交流专区**，为客户之间的此类交流提供支持。在这里大家可以互通经验、分享实践成果，探讨实验室可持续策略落地遇到的各类问题。

此外，**安捷伦社区**论坛还提供大量实用博客和视频，内容涵盖 GC 系统的载气节省模式、检漏仪和早期维护反馈等功能，以及 LC 系统的定期调谐和免放空离子毛细管清洁等功能的配置、使用及故障排查，还有诸多其他相关内容。



MY GREEN LAB CERTIFICATION® 为 My Green Lab, Corp. 持有并管理的注册商标。更多详情请访问 **https://mygreenlab.org/**

持续改进的实用路线图

可持续转型不会一蹴而就，而是通过一系列有针对性、可操作的步骤持续推进实现的。这份路线图概述了企业如何从了解实验室当前影响，逐步走向主动推动持续改进。每个阶段都有安捷伦解决方案提供支持，这些解决方案旨在带来真实、切实的成果。

建立能见度：

清晰了解当前绩效。

- 使用 **CrossLab Connect** 建立消耗和利用率的基线
- 利用 **ACT Ecolabel 认证产品**，提高产品影响透明度，发现持续改进机会

优先落实容易见效的措施：

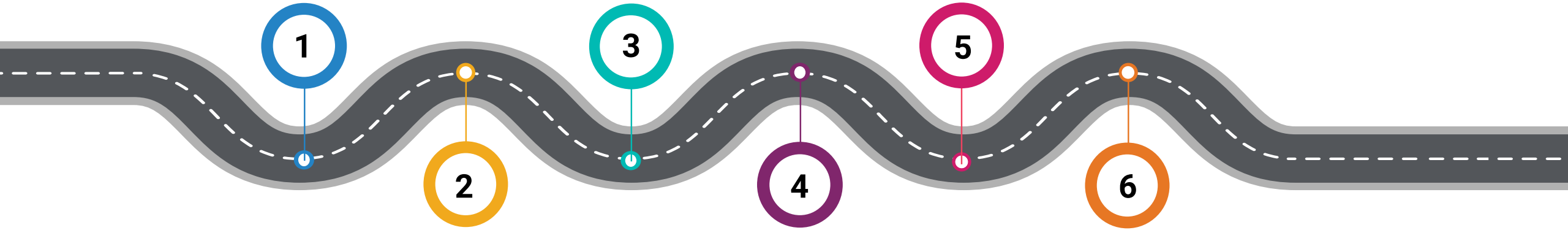
先实施影响大、干扰小的改变。

- 使用**设备节能提示标签**减少闲置能耗
- 参考**窍门与技巧**，实现切实的效率提升
- 参与**实验室可持续发展交流**，向同行学习并分享优秀实践

改善日常运营：

将可持续发展融入实验室运行方式。

- 利用 **CrossLab Connect** 的洞察优化工作流程和资源使用
- 采用 **My Green Lab 认证**这一成熟框架，落实更优的可持续实践，并推动文化转变



通过现代化扩大影响：

在需要时升级方法和技术。

- 使用**符合 USP <621> 的指南**实现 LC 方法的现代化
- 当设备低效带来的损失高于延长设备寿命的成本时，升级到更高效的技术，可选方案包括 **8850 GC**、**Infinity III LC 系列**、**用于质谱分析的真空干泵**，以及分子光谱解决方案（**Vaya**、**TRS** 和 **Cary 3500 UV-Vis**）

将循环理念融入日常运营之外的环节：

尽可能提升资产价值。

- 采用 **CrossLab 服务合约**，延长仪器寿命
- 使用**换购和回购计划**
- 考虑购买**认证翻新仪器**
- 利用 **CrossLab Connect** 支持数据驱动型决策

保持并持续改进：

跟踪进展并持续优化。

- 使用 **CrossLab Connect** 监测绩效
- 使用 **ACT Ecolabel 认证**指导后续采购决策
- 利用 **My Green Lab 资源**，并成为 **My Green Lab 大使**，不断完善实践
- 通过我们的教育资源和**实验室可持续发展交流**社区，建立可持续发展文化

附录

1. *2024 Carbon Impact of Biotech and Pharma Report*. My Green Lab, 2024. **2024 Carbon Impact of Biotech and Pharma Report**
2. *Sustainability Report 2024: a Guide to Growing a Greener Industry.* CPHI, 2024. **Sustainability Report 2024: a Guide to Growing a Greener... | CPHI Online**
3. Ohms, C. and Hess, J. The Regulatory Imperative To Improve Environmental And Sustainability Stewardship In Biopharma. *Pharmaceutical Online*, September 15, 2025. **The Regulatory Imperative To Improve Environmental And Sustainability Stewardship In Biopharma**
4. *Unlock the Business Case for Sustainability: A Guide for Biotech and Pharma Leaders.* My Green Lab, 2025. **Free white paper download | My Green Lab - Education**
5. *2025 Carbon Impact of Biotech and Pharma Report.* My Green Lab, 2025. **Download the 2025 Carbon Impact of Report**
6. My Green Lab. The Beaker Blog: Mass Action: Reducing lab Scope 3 GHG emissions by focusing on high-impact plastic consumables. *My Green Lab*, April 8, 2026. **Mass Action: Reducing lab Scope 3 GHG emissions by focusing on high-impact plastic consumables | My Green Lab - Education**
7. *Reducing the Environmental Footprint of Research*（减少科研对环境的影响），安捷伦科技公司信息图，2023。**Lab-Sustainability-Survey-Infographic.pdf**
8. 于尺方，见世界：*Agilent 8850* 气相色谱系统，安捷伦科技公司产品样本，2025。出版号 5994-7404ZHCN。**于尺方，见世界：Agilent 8850 气相色谱系统**
9. *Agilent Infinity III LC System "Cradle-to-Grave" Product Carbon Footprints*（*Agilent Infinity III* 液相色谱系统终身碳足迹），安捷伦科技公司白皮书，2026。出版号 5994-9372EN
10. My Green Lab. *Resources: Energy.* **Sustainable Energy Solutions for Laboratories**

附录

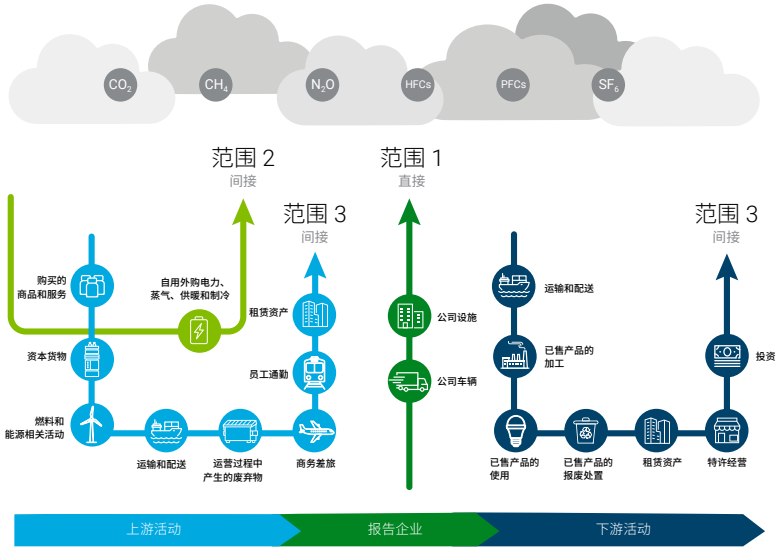
碳排放影响对应表

CrossLab Connect

影响领域	范围 1–3 排放
降低仪器用电量	范围 2
降低 HVAC/制冷需求	范围 2
减少消耗品采购	范围 3，类别 1（购买的商品和服务）
减少废弃物处置	范围 3，类别 5（运营过程中产生的废弃物）

实验室现代化解决方案

影响领域	范围 1–3 排放
降低仪器用电量	范围 2
降低 HVAC/制冷需求	范围 2
减少用水量	范围 3
减少消耗品采购	范围 3，类别 1（购买的商品和服务）
减少废弃物处置	范围 3，类别 5（运营过程中产生的废弃物）



附录

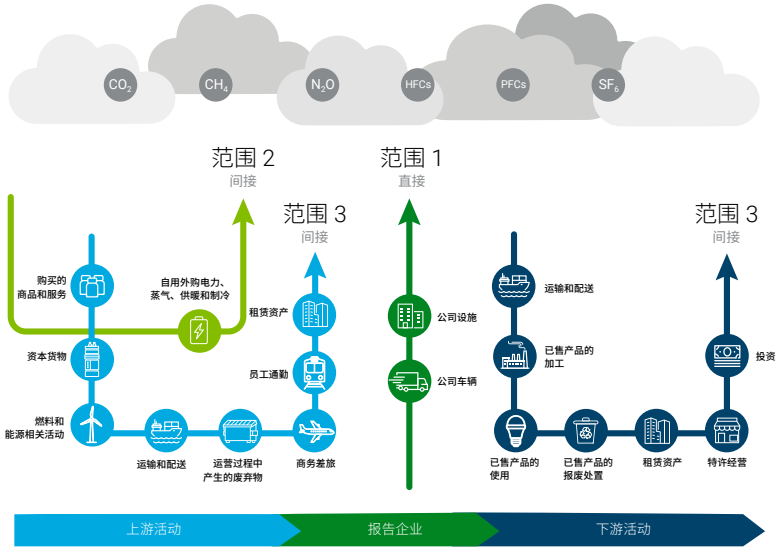
碳排放影响对应表

循环计划

影响领域	范围 1–3 排放
降低仪器用电量	范围 2
降低 HVAC/制冷需求	范围 2
减少消耗品采购	范围 3，类别 1（购买的商品和服务）
减少废弃物处置	范围 3，类别 5（运营过程中产生的废弃物）

可持续发展资源

影响领域	范围 1–3 排放
降低仪器用电量	范围 2
降低 HVAC/制冷需求	范围 2
减少消耗品采购	范围 3，类别 1（购买的商品和服务）
减少废弃物处置	范围 3，类别 5（运营过程中产生的废弃物）





Agilent
Trusted Answers

了解更多信息：
https://www.agilent.com/zh-cn/solutions/biopharma-pharma/sustainability-pharma-labs

如需获取技术问题的答案和安捷伦社区的资源，请访问：
community.agilent.com

安捷伦客户服务中心：
免费专线：
800-820-3278
400-820-3278（手机用户）

联系我们：
LSCA-China_800@agilent.com

在线询价：
www.agilent.com/chem/erfq-cn

DE-016557

本文中的信息、说明和指标如有变更，恕不另行通知。

© 安捷伦科技（中国）有限公司，2026
2026 年 8 月 1 日，中国出版
5994-9388ZHCN