

业主管理数据中心全生命周期的基本原则

第 195 号白皮书

版本 0

作者 Patrick Donovan

摘要

正如好的基因不一定能保障人的健康幸福，仅有优秀的设计也不足以确保数据中心建造良好以及在整个生命周期内维持高效、可靠。在数据中心全生命周期的各阶段内，必须采取适当的保护并落实具体措施，以不断满足业务对设施的需求。本白皮书描述了数据中心全生命周期的五个阶段，确定了关键任务和误区，以及为设施业主和管理人员提供了实用性建议。

简介

无论数据中心业主要求其设施的生命周期有多长，他们都期望物理基础设施系统能够长期符合设施设计的性能规范，即便业务和 IT 需求发生变更时也是如此。管理人员对数据中心生命周期各阶段及其相互联系的了解可确保实现这一目标。从全局了解——例如各阶段的状况、关键任务管理、存在的误区、某一阶段影响下一个阶段的方式等，均能帮助组织实现数据中心成本、部署速度、可用性以及效率目标。本白皮书旨在为数据中心业主和管理人员讲解此认知。

图 1 显示了组成数据中心全生命周期的五个基本阶段：规划、设计、建造、运行和评估。生命周期的这一观点既适用于新建数据中心也适用于改造和整合的项目。应当注意的是，项目的生命周期在全生命周期中仅表现在规划、设计和建造阶段。

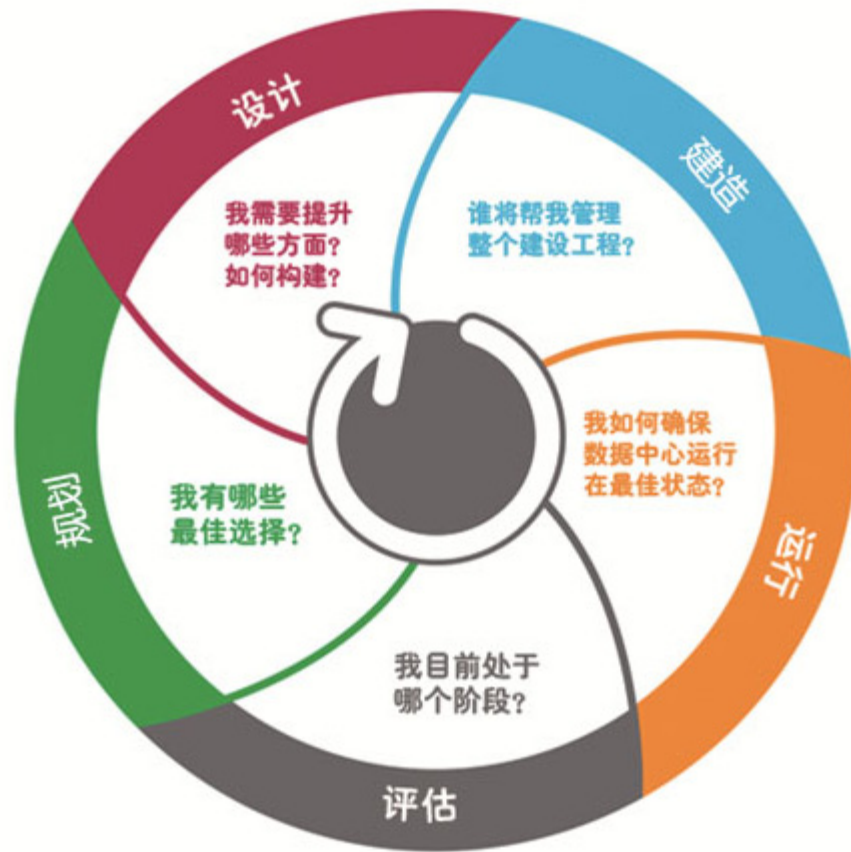


图 1
数据中心全生命周期包含 5 个不同阶段

规划阶段

规划¹阶段，通常也称为“计划”，是整个数据中心（或项目）生命周期的第一阶段。尽管此阶段在所有阶段中应耗时最短、成本最低，但其对数据中心的成本和性能造成的影响可能最大。若组织有序、管理有方，数据中心项目的进展将更顺利、更迅速，同时可减少后期设计和建造阶段的突发状况，而这些状况往往会导致代价高昂的延期、大量反复设计甚至返工。如处理得当，早期规划阶段只需几周即可完成。如管理不善，此阶段则可能会持续数月，并对后续几个阶段的工期造成负面影响。

¹本白皮书仅介绍系统规划。系统规划是指电源、制冷、机柜和其他支持基础设施系统。与 IT 设备相关的规划在此暂不作讨论。

在此阶段内，通常由业主的设施和 IT 部门、执行主管、首席财务官以及公司内的不动产小组召开一系列会议，确定希望建设的项目内容。**此规划阶段应确定待建造的物理系统的关键项目参数（系统概念）、选址以及对应的项目流程。**

理想的项目流程²

项目的成功执行在很大程度上取决于从开发到实现、从概念到试运行的管控过程。众多数据中心的主要常见问题在于浪费时间和成本，或由于过程中的瑕疵——责任转移中断、职责不明确、决策不合理以及其它沟通或执行过程中的失误等造成缺陷。这不一定是由于项目过程中各方（终端用户、硬件供应商、设计工程师）的工作存在不足，而是缺乏整体性共享过程造成的，而这一过程正是应将各方整合为一支团队，明确职责和协调沟通。

为避免出现这些问题，应采用正式的标准化文件记录过程。第 140 号白皮书《[数据中心项目：标准化过程](#)》，提供了此流程的详细定义和说明。无论使用何种特殊方法，该流程必须以有效、可靠、可理解的方式开展项目，并采取保护措施避免出现责任转移中断、职责不明确及信息丢失等问题。该流程应详细清晰地确定关键利益相关者以及执行各项决策和里程碑审批的人员。其应包括项目变更和缺陷等意外事件的管理策略。该流程应具备模块化和可自定义特性，以便适应不同类型和规模的项目。

符合上述一般要求的标准化流程具有以下特征：

- 流程中包括完成项目所需的各项活动。
- 各步骤均明确定义输入和输出。
- 各项生成的输出可作为下一步的输入，或项目的最终输出。对于项目进程或最终结果无用的输出，不浪费任何精力。
- 流程各步骤均明确分配所有权责任，以避免因各步骤所有权未分配或模糊不清而导致“失职”。
- 各步骤间不存在“裂缝”或盲区——每一步与前后步骤通过输入和输出连接。一旦某一步骤收到所有输入，即可完成其任务并使其他依赖输出的步骤可利用此输出。
- 项目期间存在特殊的待启用“非同步”功能，以便系统地应对意外变更或缺陷纠正。
- 各步骤均可删除，以便根据即将进行的项目适当设置流程。
- 所有利益相关者（客户及提供项目服务的各方）均可访问基于网络的跟踪和状态系统，获取共享文件、数据和报告。

系统概念

规划阶段的主要输出应为待建造系统的高层次描述（系统概念），包括经验证的用户偏好和限制，以及项目必须遵守的任何标准、规范、资源分配、期限和流程要求。该验证和商定的信息集（设计要求）会成为设计阶段的输入。第 142 号白皮书《[数据中心项目：系统规划](#)》，定义并描述了一种规划顺序，并为设计阶段适当地制定出该输入集。规划顺序是构思、活动和将最初的项目理念转化为一系列要求和文件的逻辑流程，而该系列要求和文件应该能控制构建数据中心的性能和成本。在上述施耐德电气的标准化项目执行过程中，系统规划在规划阶段中分为四项任务依次进行，如图 2 所示。

项目规划对大部分组织而言都是一项挑战。在组织内不同业务利益相关者之间，规划的沟通通常较为困难。决策者可能会提出技术说明中详述的建议，但仍缺乏做出优秀业务决策所需要的信息。从表面上看，当数据中心进入建造/建设阶段时，规划中提前发生的较小变化可导致下游产生重大成本后果。规划和批准过程会占用项目很大一部分工期，通常会在后期规划过程中出现意外或变更，造成规划返工，导致项目竣工严重推迟。

²本节大部分内容摘自第 140 号白皮书《[数据中心项目：标准化过程](#)》。

>施耐德电气是如何利用项目流程的

第 140 号白皮书中所述的流程由施耐德电气确定为数据中心物理基础设施项目的最佳实践蓝图。

当客户作为物理基础设施的产品和服务供应商，当其项目涉及该流程时，施耐德电气自身在内部也实施与此类似的流程。施耐德电气的内部流程包括与供应商相关的其他活动——风险评估、订单执行和发票开具等——但也包括了本白皮书中所述的各个客户端步骤，以确保无论谁是“所有者”，均能将其纳入考虑范围并执行。

部分流程要素或整个流程由施耐德电气提供，以服务于希望转移部分或全部责任的客户。无论实际由谁执行哪一步骤（客户、施耐德电气、第三方供应商），施耐德电气内部执行的流程始终包括所有权跟踪和各步骤执行，以确保完成所有任务。

> 常见规划误区

1. 重资本支出 (CAPEX) 轻总拥有成本 (TCO) —系统设计选择将同时影响资本和运营成本支出，因此应同时兼顾。

2. 建造成本估算不足—常见原因为进度跟不上和反复设计。与设计团队密切合作并考虑承包商因素，确保进行精确的成本估算；应考虑 TCO 而不只是 CAPEX。

3. 设计标准不恰当—对导致浪费和重复设计的设计选择所用成本/时间的影响不了解

4. 确定设计标准前进行选址—设计要求将会决定场地的选择

5. 确定设计标准前进行布局规划—功率密度规格将决定布局规格

6. 设计陷入死胡同—应使用灵活的模块化设计应对未来的不确定性

7. 错误理解电源使用效率 (PUE) —导致不必要的 CAPEX 支出

8. 错误理解能源 & 环境设计先锋设计标准 (LEED) —会干扰预算和日程

9. 设计过于复杂—导致费用浪费和可靠性降低

如需更多信息，请参阅第 145 号白皮书 [《数据中心规划中存在的九大误区》](#)。

我们在众多数据中心项目中的丰富经验证明，如果采取以下措施，可避免这些问题……

- 根据正确的顺序为决策者提供正确的信息
- 尤其关注确保对关键项目参数的共同理解和最终共识：关键性、容量、成长计划、能效、密度和预算
- 在规划阶段最终确认和商定设计要求前，避免进行详细的设计工作

第 142 号白皮书 [《数据中心项目：系统规划》](#) 详细说明了达成该目标的方式。

为确保设计阶段中所用上述设计要求数据集的有效性和实用性——进行详细的设计工作以创建可建造的设计——设计工程师（或咨询工程公司）必须参与前期规划阶段。可从技术上提前验证设计的假设和选择，从而减少或避免会导致浪费时间、精力和成本的返工和大量的反复设计。施工顾问在该阶段也会起到帮助作用，通过审核架构要求背景下的关键项目参数，帮助确保更精确的项目成本预估和进一步验证这些提前作出的项目选择。

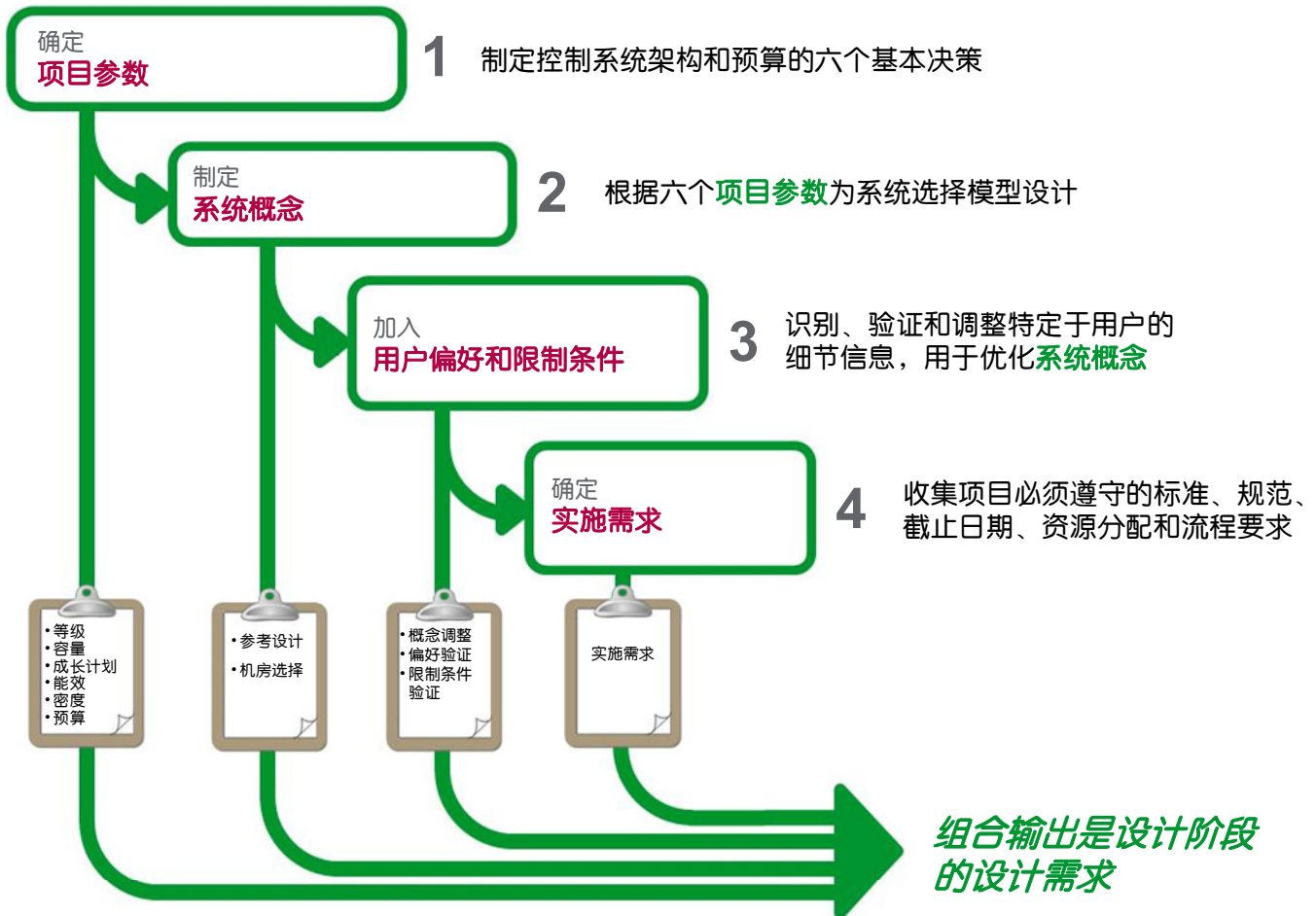
尤其是，如果工程公司尚未参与该项目，应将参考设计用作系统概念的模型，在规划阶段前期帮助进行快速的对比和权衡。部分供应商提供的数据中心参考设计是经验证和记录的高级别规划，用于指导物理基础设施系统设计、配置和布置的方式，以及描述各具体组件的用途。预先设计及基于以往经验（即验证可行）的参考设计是形成系统概念的一种有效可靠的方式，包含利益相关者商定的关键项目参数。具体信息，请参见第 147 号白皮书 [《使用参考设计的优势》](#)。

选址

只有在确定和商定系统概念后，项目组才能开始选址。过早选址的问题在于所选地址最终可能不符合最终设计的数据中心设计要求。当评估现有或新地址时，应考虑有效性的所有风险及其财务利益。各场地均存在与地理位置（如龙卷风、飓风和地震等），当地状况（人才、市政基础设施和税收）以及楼宇自身（如楼宇老化、运行负载类型）相关的风险。关键财务因素包括能源成本、税收优惠/激励政策和劳动力成本。如需了解关于选择数据中心选址的更多信息，请参阅第 81 号白皮书 [《数据中心设施选址》](#)。

设计阶段

数据中心生命周期的下一阶段工作内容是将规划阶段的输出（图 2）转化为详细的、特定场地的

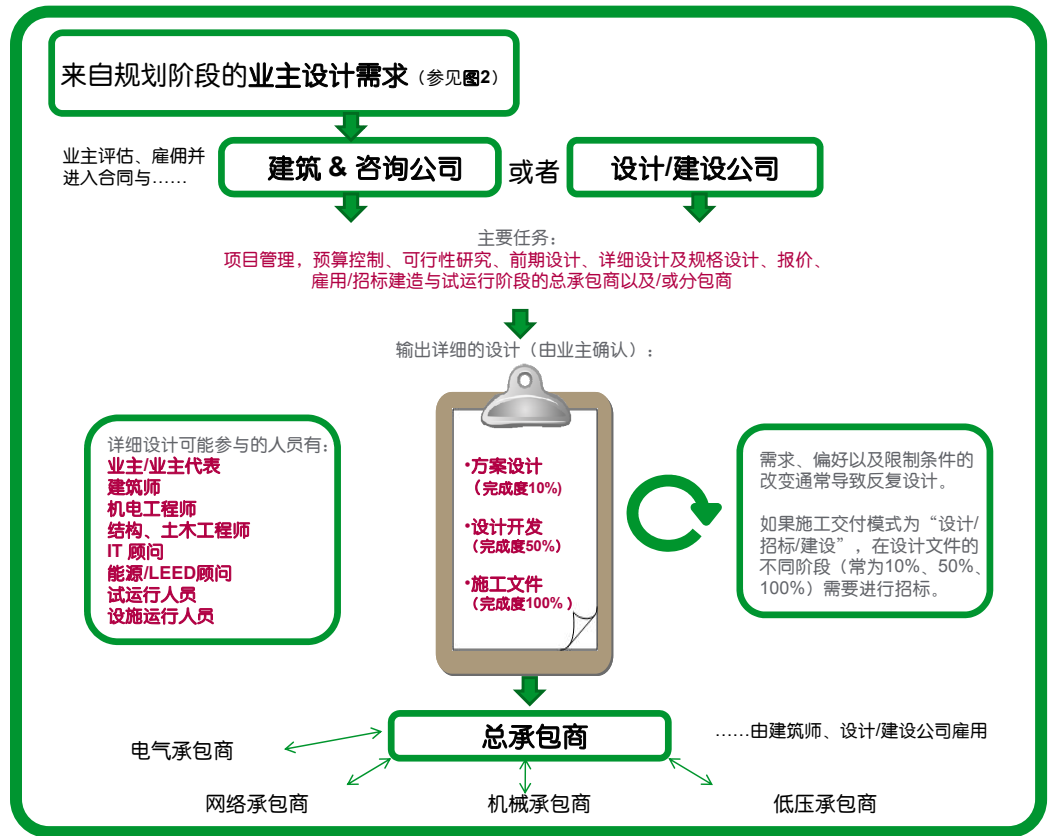


原理图和可建造的施工文件（图纸和规格）所需进行的详细设计工作。可通过咨询公司工程师对这些文件盖章审批，由业主确认，并最终用于获得当地主管部门（AHJ）的许可。此外，在该阶段内，应评估和选择施工承包商。在管理得当的“设计/建设”模式（见边栏）中，该阶段须耗时约 4-6 周。在管理得当的“设计/招标/建设”模式中，由于招标过程需要一定的时间且图纸定稿前无法开工，因此该阶段将耗时约 8-10 周。此阶段内具体发生的情况、发生时间、持续时间、以及涉及人员根据多重因素的差异有所不同，这些因素包括所使用的施工交付方法类型（见边栏）、项目规模/范围以及数据中心项目组的特定需求、偏好、知识和技能。图 3 高度概述了新数据中心项目在设计阶段通常会出现的情况。

业主或其代表通常雇用建筑师，再由建筑师雇用咨询工程（CE）公司（如果人员或调员尚未到位），开始将业主概要性的要求细化为详细的设计文件。或者，由“设计/建设”公司提供架构、机电（MEP）工程、结构和公司所涉及范围内的其他相关服务。这些一体化公司中有部分专门负责数据中心项目，可能也会提供试运行、设施运行、能源管理甚至施工管理服务。应注意建筑设计、咨询工程和设计/建设公司在其业务范围、能力和经验方面各有不同。在某些情况下，这些公司会将任务书中（SOW，待完成任务）的部分内容分包给其他公司，这些公司可能具备 SOW 所有者（即公司）所不具备的专业知识或能力。

图 3

该图显示了设计阶段和最终向建设阶段过渡期间典型的高级别概览。箭头表示从作为高级设计参数的起始点，直到详细的经盖章、批准的施工文件供总承包商和分包商使用的信息流。



> 施工交付模式

在数据中心行业，两种模式类型最为常见：

“设计/招标/建设”模式

在该传统模式中，业主在设计开发过程中招标，选择符合要求的出价最低的投标人，然后进行施工。

优势：

可降低成本（如果能适当地控制设计变更指令）

对于指定设计，通常由更多供应商提出更多选择

劣势：

投标过程会延长项目进度的时间

“设计/建设”模式

业主或建筑师雇用同时负责设计和施工的团队，根据所能提供的优势和成本进行选择。可保障成本，且承包商通常不允许提出变更指令。

优势：

可避免投标过程所需的时间以及与设计文件开发同时开始施工，从而缩短进度。

业主更可能获得其指定的精确的设备、系统和设计。

可使承包商于早期参与到设计中，降低风险和反复设计的次数。

设计师和承包商之间可实现紧密合作。

劣势：

成本可能并非最低

此外，应注意本白皮书提供了设计和施工阶段的一般典型说明。该过程存在多种不同的变化形式。例如，较大的终端用户可能有专门的不动产或设施/施工服务团队来管理建筑师、咨询公司和总承包商。部分公司可能会选择雇用施工经理专门执行该功能。其他情况下，施工经理还可作为建造者，与数据中心业主合作雇用和管理设计和施工组织（分包商）。

如图 3 所示，在“设计/招标/建设”施工交付（见侧边栏）模式中，在各设计文件完成度时通过招标过程选择施工总承包商和分包商。尽管该过程通常由建筑师或设计公司控制和管理，但业主应参与并最终批准公司和承包商的选择。

选择公司或承包商时，业主必须清楚地了解其身份以及其如何符合业主需求及偏好。作为业主，选择或批准公司或承包商时应考虑下列问题：

- 合作伙伴和以往客户如何评价他们？
- 是否需要本地现场支持或是否可选择位于距现场较远的公司？
- 他们是否了解本地规范要求和其他法规？
- 其在设计/建设数据中心方面有多少经验？是否处理过同等复杂的项目？
- 可提供何种服务以及是否可满足项目要求？
- 尽管公司可提供多种不同的服务，但其对于能力方面的指定服务所需的内容是否一定是最佳（充分）方案？
- 内部可用的技能/资源是否可管理项目或公司是否必须提供该服务（或是否应雇用职能独立的施工经理）？
- 他们是否善于听取意见？是否愿意按照您的需求和偏好进行设计？或是否倾向于只使用他们偏向的或之前完成过的设计？（重新使用成熟的设计可能有一定优势，但前提是该设计满足您验证的需求。）

项目参与者	物理基础设施系统规划/设计阶段的主要角色
业主（或业主代表）	定义设计的关键项目参数并达成一致：关键性、容量、成长计划、密度、能效和预算。该工作应与机电工程师、试运行人员、设施操作员、IT 部门/顾问和建筑师共同完成；选择建筑/咨询公司或设计/建筑公司；审查和批准进行中的设计开发和承包商投标过程；确保关键项目参数与详细设计一致；与建筑师或设计/建筑公司合作进行现场勘测和安全许可及证书的调查。
建筑师	管理和设计设施的物理结构；有时须雇用和管理机电工程师；在建筑师管理机电设计的情况下，部分建筑师可能需要雇用工程师；结合电气和机械设计，创建并管理结构设计；部分建筑师同样会处理总承包商的雇用和管理。
咨询公司（机电工程师）	管理和创建电气、机械和 IT 系统的详细设计文件；负责确保设计与构建符合业主的预算和关键项目参数；有时咨询公司会雇用和管理总承包商，而非建筑师；咨询公司的业务范围差异很大，部分会提供试运行、项目/施工管理服务。
IT 部门或顾问	IT 部门和/或顾问应参与到项目中，确定具体的 IT 需求（服务交付类型/服务等级协议（SLA）、服务器硬件、网络和存储带宽/硬件、软件/应用程序的要求等）。这些要求也反过来确定了物理基础设施需求。在物理基础设施规划和设计过程中，应确保电源、制冷和空间资源以满足 IT 需求。
能源/LEED 顾问	他们是测量、监测、报告能耗信息和/或提供建议的专家顾问。部分人员对于如何获得设施 LEED（能源&环境设计先锋）认证进行了管理和建议。在规划和设计阶段，这些顾问能在数据中心建成前帮助确保设计细节反映业主对于能源效率和环境影响的要求。在某些情况下，建筑师或设计/建筑公司也具备此专业技术。
试运行人员	他们一般独立工作或受雇于咨询（或设计建造）公司，测试并确保安装的系统及其通信按照预期表现和运行。在规划和设计阶段，试运行人员制订一项按照时间顺序以次序为基准的详细方案，以测试所有关键基础设施系统。理想情况下，应在咨询公司设计师的监督下确立。在早期阶段相互合作有助于确保更顺畅、更快地过渡到可靠运行的数据中心。
设施操作员	在早期阶段中负责日常操作和维护的人员；其专业实践经验能帮助对设计选择进行验证和建议。从长期来看，他们的参与能确保数据中心更高效和可靠地进行优化。通过早期介入，工作人员可以更有效地制订运营和维护（O&M）方案文件，开发/实施必要的操作人员培训计划。
总承包商	与建筑师或设计/建造公司进行直接接触，执行全部或部分建设工作。然而在项目批准建设前，也可咨询承包商帮助对建筑和机电设计选择在成本、时间、许可和其它监管或法律要求方面进行验证、评论或建议。通常在设计阶段结束时对其授予施工项目。
分包商	与总承包商进行直接联系，为指定项目进行具体部分的工作。典型的分包商包括电气、机械、网络和低压专业人员。承包商（经业主批准）一般在设计阶段后期或构建阶段早期选择分包商。其专业知识在确定和解决设计或建设相关的问题上十分有用。
设备供应商	设计、制造、测试、交付并通常安装/配置和维护设备。在早期阶段中，设备供应商创建包含产品规范的文件以参加项目竞标；经业主批准，设计阶段结束和建造阶段开始时开始选择供应商。在项目早期阶段，供应商可帮助提供设计建议，培训操作人员，并帮助确保满足交货期限。

遗憾的是，随着需求、偏好、限制条件的变化或意外情况出现，通常需要进行多次反复设计。如果前期规划阶段按照上述指示经过适当管理，可尽量减少昂贵耗时的反复过程。使该过程发挥

作用的关键在于有正确的人员在适当的时间内参与，并专注于份内工作。通过规划和设计阶段，详细设计阶段必须有正确的人员来确保满足所有利益相关者的期望、协议和要求。表 1 列出了这些人员，并描述了他们在该过程中的主要角色。

确保“在合适的时间，由正确的人员参与，并专注于正确的事情”的一项重要工具，是业主与建筑师或设计/建筑公司（和/或施工经理）之间订立的合同。该合同确定并记录了关键利益相关者的阶段性角色和职责，确定了赔偿和保险要求，说明了工程成本、纷争解决方法、变更指令过程和限制以及终止理由和过程等内容。合同范围应包括设计及建造阶段。有效的合同可陈述适当的关系，促进各方之间的信任与合作。有效的合同将在整个项目过程中激励各方共同合作，最终促进并保护业主的最佳利益。各方应在开始详细的设计工作前制定并签订该合同。

这些人员和措施能否参与到指定项目中取决于项目的规模和范围。一般而言，项目越大越复杂，参与的人员数量也越多。例如，仅为尚有大量空间未投入使用的现有数据中心提高供电和制冷能力，可能不需要建筑师或 LEED 顾问。

数据中心项目的利益相关者一般指的是“设计和施工团队”。设计团队通常由建筑师、机电工程师和 IT 人员组成。施工团队主要包括总承包商、分包商和设备供应商。

建设阶段开始前，施工团队会制定项目计划，明确指出关键项目路径、确立试运行计划、预算、计费计划和进度表。施工团队必须与设计团队紧密合作，完成设计和施工文件，以确保这些计划、进度表和预算符合实际。完成这些工作后应由业主进行审核和批准。

建造阶段

详细设计阶段所制定的施工文件（如上所述）用于承包商的招标（如果是“设计/招标/建造”模式）、获取建筑安全许可，并最终作为选址地点实际建造成果的基础。在业主许可的情况下，施工团队由设计/建筑公司、建筑师或总承包商带领，根据项目计划开始施工。团队成员将专注于分派的任务，如土建施工、QA/QC、机械、电气、设备整合等。应定期执行和报告质量确保和审计。每周召开例会，并形成报告作为工作进度呈交业主。业主应重视进度状态、质量指标并及早确定进度风险。

系统施工结束、安装妥当、整合完成后，建造（或施工）阶段为业主和设备操作团队培训提供了良好的机会。此次培训一方面在于施工团队负责制订竣工核查事项表、竣工图、设备手册、操作顺序文件、材料安全数据表（MSDS）和质保文件。该文件结合了设备供应商关于物理基础设施系统的实际操作培训，构成应急操作规程（EOP）及流程方法（MOP）开发的源内容。这些记录是高效设备运行和维护（O&M）计划的关键。

只有满足下列要求时，才视为完成建造阶段：

- QA 确认工程按项目需求完成
- 最终竣工认证由施工团队领导提交至业主
- 试运行测试结果合格（如为项目部分）
- 业主发出正式的项目验收函

业主具有以下重要作用并采取措施以帮助确保建造阶段高效顺利进行：

- 施工开始前审核并批准施工文件
- 协助施工团队准备和完成 AHJ 需要批准的文件
- 审核并决定提议的变更指令是否可接受
- 定期与施工团队见面，审核工程进度与质量
- 确保所有业主提供的设备及时交付和安装
- 完成后立即正式批准施工项目

试运行

试运行 (Cx) 是指记录和验证数据中心设计和建设过程的可靠的科学方法, 其与典型的“启动”服务不同, 对于后者设备供应商只需安装、设置和接通装置, 然后向承包商提供各装置的竣工证明。这种简单方法的问题在于无法检测到可能导致效率降低、生产力损失、安全危险或宕机的系统级问题。数据中心代表多样化、高度集成的生态系统, 其电源和制冷装置、传感器、仪表以及控制软件均由人管理和控制。通过测试和记录整个系统对现实中不同输入和变化的反应, 有效的试运行可对这种复杂性作出解释。通过该方式测试可有效保证建造阶段内的设计及其施工完好无误。对于所有新建数据中心项目, 建议实施试运行阶段。此外, 对于整个系统出现较大变更的改造项目, 尤其是如果控制系统或装置和系统之间的连接出现变化, 建议也进行试运行。由业主选择是否进行试运行。

如前面部分所述, 测试在建造阶段即将结束时进行, 而试运行在此之前开始。试运行人员通常由业主在设计阶段雇用, 与设计和施工团队合作制定试运行计划和进度表。其计划以组件启动数据和数据中心的设计参数为依据 (Tier 等级、密度、平面图等)。同时该信息可帮助试运行人员或试运行团队制定试运行策略和最终测试集成系统。鉴于其工作性质, 试运行人员通常需拥有丰富的专业知识和实践经验, 为设计和施工团队提供宝贵的资源。他们对此复杂系统的编程、网络和特性有详尽的了解, 当条件出现变化时, 其经验十分实用。因此, 试运行人员应提前参与项目过程。而且早期参与能为准确规划提供最简明的过滤信息, 并提高试运行团队确定潜在单点故障的能力。如果项目成本超支, 试运行人员尽早参与还能降低试运行过程受预算削减影响的可能性。

应记录试运行过程中所获得的知识。以下三份文件通常 (且应) 作为此阶段的输出:

1. “竣工”报告——对合格/不合格的内容进行逐条报告
2. 组件错误日志报告——描述故障项和受影响项
3. 趋势报告——性能趋势摘要

业主、设计和施工团队应会见试运行人员审核结果并对任何不合格的测试商定纠正计划。一旦认定试运行结束, 应将试运行报告提交至设施运营团队, 并作为其操作和维护计划的支持文件。如需了解有关试运行过程及其结果的更多信息, 请参阅第 148 号白皮书 [《数据中心项目: 验证/试运行》](#)。如需了解与试运行相关的常见误区, 请参阅第 149 号白皮书 [《数据中心试运行时应避免的十个错误》](#)。

一旦施工完成, 且试运行测试符合项目要求, 设施的管理和操作转交至设施运营团队。承包商应对该团队进行培训, 为其提供安全操作及维护所有设备和系统所需的信息。该信息连同施工“竣工”图和试运行输出文件, 构成制定运行阶段所使用的设施运营政策和程序的依据。

运行阶段

此阶段是数据中心生命周期内耗时最长、成本最高的阶段, 通常可持续 10 年、15 年甚至 20 年。在此阶段内, 物理基础设施执行其使命: 部署 IT 服务器并对其供电、制冷和安全保护, 存储以及装置联网。即使设备老化、维修或最终更换, 或者即使 IT 和业务需求出现波动, 物理基础设施也必须持续运行。运行任务关键型设施, 如数据中心, 通常不同于管理任何其他设施。有些人将其比作“维持飞机飞行”。不允许故障的存在, 尤其是因为业务成功通常与 IT 性能紧密联系 (或 IT 即业务)。当为数据中心组织和管理运行和维护 (O&M) 计划时, 业主和经理必须意识到这一点。

经适当设计、实施和支持的 O&M 计划能够尽量降低风险、减少成本、甚至为数据中心所服务的整体业务提供竞争优势。相反地, 组织不当的计划会快速破坏设施的设计意图, 使人员、IT 系统以及业务本身处于可能受到伤害或者破坏的风险中。

“关键任务型思维模式”

高效的 O&M 计划首先应有具备“关键任务型思维模式”的管理和运行团队，集中于风险缓解和掌握设施和 IT 系统的互联性。该理念是形成良好 O&M 计划的基础。表 2 说明了其核心原则及成果。

表 2

关键任务型管理理念说明

“关键任务型思维模式”原则	影响
集中于所有运行和维护活动、工作过程和程序的风险缓解	主动处理对系统可用性和工人/使用者安全的所有潜在威胁
仔细规划和准备可确保执行时有信心和耐心	避免风险成为实际问题；如果确实出现问题，缩短响应时间和减少错误
通过分析和过程驱动方法避免风险和解决问题	帮助识别和缓解复杂环境中的风险；确保运行的可预测性和安全性
全面理解设施系统和组件的功能和相互联系	快速识别和解决潜在威胁或实际问题；避免或减少系统宕机
致力于持续学习和过程改进	提高技能和运行效率从而在不断变化的环境中保持优势

12 个基本要素

表 3 显示了可靠及高效运行数据中心设施的关键因素。业主或设施管理团队应确保提供这些项目，且在其 O&M 计划中得到良好执行和支持。第 196 号白皮书 [《数据中心设施运行的基本要素》](#)，更详细完整地描述了此处所列的各项要素。

设施与 IT 合作

当然，对于业主和管理团队而言，培养其员工的团队合作精神十分有益。合作可帮助使组件、互联系统和各种贸易组成的复杂生态系统变得更简单、更易管理。遗憾的是，在许多组织中，设施和 IT 小组之间通常存在“孤岛思维”。每一小组均倾向于使用各自独立的管理工具以自己的方式进行操作，而忽视了两组之间职能交叉。考虑到 IT 依赖于设施团队的供电、制冷和空间资源，且 IT 实质上是设施团队的客户，因此两个小组相互沟通和合作将非常有帮助。合作将能够……

- 制定更精确的产能计划，进行更高效的日常运行
- 当出现问题时，尽量减少对 SLA 和业务的影响
- 减少因移动、增加和更换设施或 IT 设备造成的破坏

尽管高效执行的现代 DCIM 工具³有助于将设施和 IT 更紧密的结合，但很大程度上仍由业主和管理层负责鼓励和培养这种团队合作。部分组织已通过设立由设施负责人和 IT 负责人同时向同一个人报告的常见汇报结构并获得成功。管理层应该创建和确定团队和个人目标，以鼓励进行更好的团队合作。

³关于如何有效实施 DCIM 工具的实用建议，请参阅第 170 号白皮书 [《避免评估和实施 DCIM 解决方案的常见误区》](#)。

表 3

数据中心 O&M 计划的 12 个基本要素

O&M 计划要素	说明
环境健康与安全	计划应包含伤害和疾病预防、电气安全、危害分析以及危险源的信息交换。
人员管理	人员管理要素包括雇用和发展具有一定能力且具有团队合作精神的员工；在以下学科具备专业知识：电气、机械、控制装置、火灾探测/扑救、质量管理、培训和计算机化维护管理系统（CMMS）；以及发展适当的人员配置模式。
应急准备与响应	计划包括针对高风险场景的应急操作规程（EOP）的制定和实践、定期培训和条件变化时的程序审核、以及紧急情况发生和响应后的故障分析。
维护管理	涉及资产智能结合主动预防及预见性维护计划。该要素的三大关键任务在于资产管理、工单管理和备件管理。
变更管理	数据中心内的变更管理应使用 MOP 或过程方法，以及指定过程中各步骤的详细清单，如预防或纠正维护活动。
文件管理	应采用管理系统使过程自动化，并帮助进行文件处理、储存、检索和归档。
培训	计划应按照具体能力级别将所有运行和维护任务分类组织。应将所有活动对应到各自的级别。培训应能够使新的技术人员具备最低等级的能力，并在完全合格前稳步进步。计划还应通过定期的重新认证确保人员持有证书和保持专业技术。
基础设施管理	使用数据中心基础设施管理（DCIM）软件工具进行设施监控、产能计划&管理，并促进设施/IT 整合和合作。
质量管理	该要素应包括质量确保（过程和程序标准化）、质量控制（核对、检查和审计）以及持续质量改善。
能源管理	计划涉及三大核心任务：绩效基准、效率分析和战略资源。DCIM 用于精确地收集和分析数据以揭示节能机遇。计划应同时管理内部（即能源效率/使用）和外部（采购）能源节约机会。
财务管理	财务管理过程应落实到位，集中于采购、发票匹配和财务申报/分析。
性能监控&审核	该计划定期收集、审核和分析定义明确的、可量化 KPI 以及相关设施 SLA

评估阶段

当原始数据中心项目完成且设施已正常投入运行时，评估阶段随即开展。尽管与运行阶段同时进行，但施耐德电气将监控和正式评估性能的关键任务视为整个生命周期内单独的、不同的阶段。而且在所有阶段中，可以说此阶段最常遭到忽视。如表 3 所示，定期绩效评估是有效的 O&M 计划的重要组成部分。长期了解运营者和物理基础设施系统的执行方式，可获得实用的、可操作的信息，包括：

- 当前运行中的基础设施达到设计意图和设施目的的程度
- 支持 IT 的物理基础设施的能源效率
- 物理基础设施的一般健康和当前风险状况

- 当前电源、制冷、空间容量和使用趋势
- 人员的效率和经验水平
- 设施运行&维护计划的成熟度和有效性

设施 KPI 建议……

- 关键负载正常运行时间
- 保持负载冗余
- 支持系统正常运行时间
- 维护完成度
- 人员配置覆盖面
- 安全策略合规性
- 应急准备操练
- 应急响应程序遵守
- 安全政策和规程遵守
- 程序开发、管理和使用
- 质量控制/改进
- 培训遵守性
- 过程改进
- 运行报告
- 适当的事件通知和升级
- 及时、精确的成本报告

定期监控性能、正式审核和处理结果可发现负面趋势和潜在问题。有效地评估数据中心可帮助提高其安全性、有效性和可靠性。

使用关键绩效指标（KPI）（见**边栏**）可最有效完成绩效评估，该指标可用于聚焦和推动计划改进。该方法有几大优势，包括将运行活动与业务目标对应，并正面强化创新和过程改进。

KPI 的结构化和测量及其相关 SLA 是良好的性能监控&审核计划的关键。按照可量化的离散原则，而非根据主观标准，明确定义各项衡量标准。通过设施监控和控制系统，如 DCIM 软件、CMMS 工具、安全日志和其他运行支持系统，得到测量数据，并从这些数据中获得衡量标准。各衡量标准应有确定的成功目标和故障等级，包括认为“可接受”的等级。良好的 KPI 可提供领先的故障指标，使其更易预测和预防。持续收集这些衡量标准，并通过建议的正式季度评审，将这些标准制成月度表。指出并立即处理相对于“可接受”绩效等级的任何偏差。最后，实施计划，培养团队合作而非相互敬畏的氛围。将重点放在提供积极的物质激励，以达到或超越目标，而不是惩罚未能达到目标的人员、部门或供应商。

数据中心业主和管理人员在此阶段起到重要作用。管理人员须优先进行性能监控和审核。必须不断地付出时间、资源和努力以达到成功。而且，管理人员须承诺定期审核结果并认真考虑后果。如果没有这些承诺，评估可能会完全中断或只完成部分工作，从而使努力付诸东流。

外包服务

数据中心全生命周期的各阶段都应有提供建议、管理、启动、设置、培训、评估、测试和运行等方面服务的供应商。“全生命周期服务”**边栏**显示了生命周期阶段内常见的可用服务列表。采购这些服务可提供多种潜在优势，包括：

- 借鉴他人的经验和专业知识
- 释放内部资源，以专注于其他关键任务和职责
- 避免固有的学习曲线和首次完成任务时预期可能出现的错误
- 当内部缺乏资源无法学习所需技能或执行部分功能时，提供备选方式达到目标

业主及其管理团队必须意识和了解所讨论设施的服务可用性：即具体提供的内容、可能达到的服务等级及其成本。按照能力、专业程度、经验、覆盖范围和成本，对比服务提供商和供应商，然后在设施内部当前提供的员工覆盖范围、技能和经验的背景下，评估所有这些信息。对于缺乏所需专业知识和资源的人员，高效使用第三方服务可更简单、更高效地拥有和运行数据中心。

全生命周期服务

- **规划与设计阶段**
项目管理
概念与详细设计
选址服务
建造 vs. 外包确定
- **建造阶段**
建设工程管理
HW/SW 启动/集成
设备配置
试运行
设备运行培训
- **运行阶段**
设施运行管理
第三方供应商管理
能源采购服务
预防性维护
- **评估阶段**
能源评估
设施运行成熟度评估
断路器协调&电弧闪光研究
CFD 气流分析

结论

本白皮书为业主和管理团队提供了在数据中心全生命周期背景下领导和管理关键任务设施项目和运行的基本知识；详细说明并指出了各阶段发生的情况、各阶段之间相互关联的方式、主要负责人员以及需重视和注意的关键部分。这些内容和其他支持性白皮书让人们了解到在其生命周期内可靠、高效地创建和运行设施所需做出的努力和基本要素。



关于作者

Patrick Donovan 是施耐德电气数据中心科研中心的高级战略研究员。Patrick 在关键供电和制冷系统的研发和技术支持领域拥有超过 18 年的工作经验。他先后参与了施耐德电气信息技术事业部多项获奖的电源保护、能效以及高可用性的解决方案的开发。Patrick 曾撰写多部白皮书、行业文章和技术评论，其对数据中心物理基础设施技术和市场的研究，为数据中心设施的规划、设计和运行的最佳实践提供了指导和建议。



-  [数据中心项目：标准化过程](#)
第 140 号白皮书
-  [数据中心项目：系统规划](#)
第 142 号白皮书
-  [数据中心项目：使用参考设计的优势](#)
第 147 号白皮书
-  [数据中心规划中存在的九大误区](#)
第 145 号白皮书
-  [数据中心设施选址](#)
第 81 号白皮书
-  [数据中心项目：验证/试运行](#)
第 148 号白皮书
-  [数据中心试运行时应避免的十个错误](#)
第 149 号白皮书
-  [数据中心设施运行的基本要素](#)
第 196 号白皮书
-  [避免评估和实施DCIM解决方案时的常见误区](#)
第 170 号白皮书

-  [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：

数据中心科研中心提供
dcsc@schneider-electric.com

如果您作为我们的客户需要咨询数据中心项目相关信息：

请与所在地区或行业的施耐德电气销售代表联系，或登录：
www.apc.com/support/contact/index.cfm