

# 数据中心项目： 系统规划

## 第 142 号白皮书

版本 2

作者：Neil Rasmussen

### 摘要

数据中心物理基础设施项目的规划并不一定是耗时或困难的任務。经验证明，如果问题能由正确的人员按照正确的顺序解决，模糊的要求就可以快速转化成详细的设计。本白皮书概述了一些可行的步骤，通过这些步骤可以简化和缩短规划过程，并提高规划的质量来削减成本。

## 简介

对许多 IT 部门来说，用于新建或升级数据中心项目的规划仍是一项重大挑战。组织内各个业务相关方之间经常缺乏关于规划的沟通。决策者收到的建议书可能包含枯燥的技术细节，却似乎仍然缺少他们作出良好业务决策所需要的信息。规划中看似微小的预先更改可能会给数据中心进入施工/建设阶段后的后续工作带来重大成本影响。规划和审批流程可能占用项目大量时间，而且规划流程后期经常发生意外或更改，导致规划返工，进而导致项目完成时间严重推迟。

我们在许多数据中心项目上的经验表明，如果能按正确的顺序向正确的决策者提供正确的信息，其中许多问题都是可以避免的。

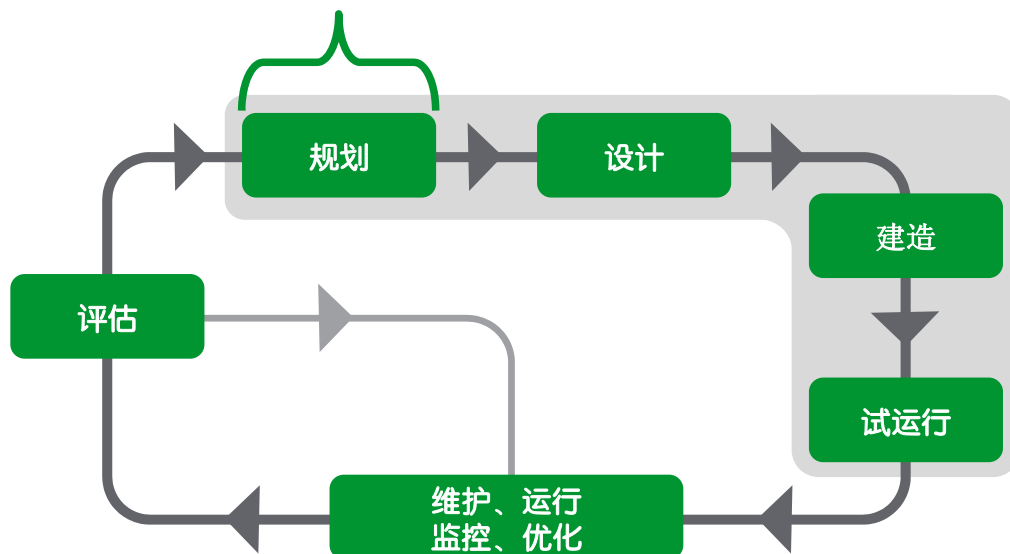
本白皮书介绍了规划数据中心项目的方法，可帮助提高质量和加快完成的速度。这一结构化规划方法描述了所采取步骤的顺序以及通过每一步所作出的关键决策。通过按该流程操作并向所有相关方公开该流程，项目经理可以提高流程的透明度，让相关方相信其时间得到了更高效的利用，并改善他们对项目的支持。**图 1** 显示了规划在数据中心生命周期中的阶段。“规划”阶段设计按系统规划顺序可以细分为四项主要任务。本白皮书所述的规划顺序是指为数据中心的**物理基础设施**（包括 IT 系统的供电、制冷，维护结构以及保护）的详细工程设计制定设计要求。此规划顺序与 IT 规划是分开的，并且假设 IT 规划流程同步进行或已执行。

### 规划阶段的任务

- ✓ 1 确定关键项目参数
- ✓ 2 制定系统概念
- ✓ 3 加入用户的偏好和限制条件
- ✓ 4 确定实施需求

图 1

数据中心生命周期中的“规划”阶段，显示了四项关键的规划任务



**图 1** 中用灰色显示的生命周期阶段代表整个数据中心项目。生命周期的**规划**部分为以后的各项工作奠定了基础。规划阶段应该用时最少且成本最低，但对数据中心性能和成本的影响最大。规划阶段负责制定将要创建的物理系统以及将要创建它的项目流程。有关项目流程的更多信息，请参阅第 140 号白皮书 [《数据中心项目：标准化过程》](#)。有关数据中心生命周期的更多信息，请参阅第 195 号白皮书 [《数据中心生命周期管理》](#)。

## 系统规划流程

系统规划流程是将初始项目构想转化为一套完整要求和文档（用于控制所建数据中心的性能和成本）的构想、活动和数据逻辑流程。在实施施耐德电气的标准化项目流程时，系统规划是通过按顺序执行项目规划阶段的四项任务来实现的，如图 1 所示。

这四项任务中描述的流程包含一些关键构想，我们认为这些构想是数据中心规划中的最佳有效做法，并且构成本白皮书所述方法的基础。这些关键构想是：

**系统概念与详细设计分离：**我们发现，在生成详细技术规范、进行详细设计或讨论众多用户偏好或要求之前，确定系统概念可带来非常高的效率。如果性能或成本方面在开始详细设计后发生问题，可能使基本系统概念发生变化，导致大量返工和工期延误。**在设计流程的早期阶段，需要特别关注以下问题：确保就数据中心最重要的功能及其成本达成共识，避免在处理详细设计和规格方面投入时间和精力。**确定系统概念时，需要高层决策者决定宏观目标，并就项目所涉及数据中心的性能、成本、规模、位置和时间安排进行早期权衡。如果相关方在详细设计开始之前不了解基本设计的特征或成本，流程后期可能会出现問題，而这种方法就是尝试避免此类经常遇到的问题。

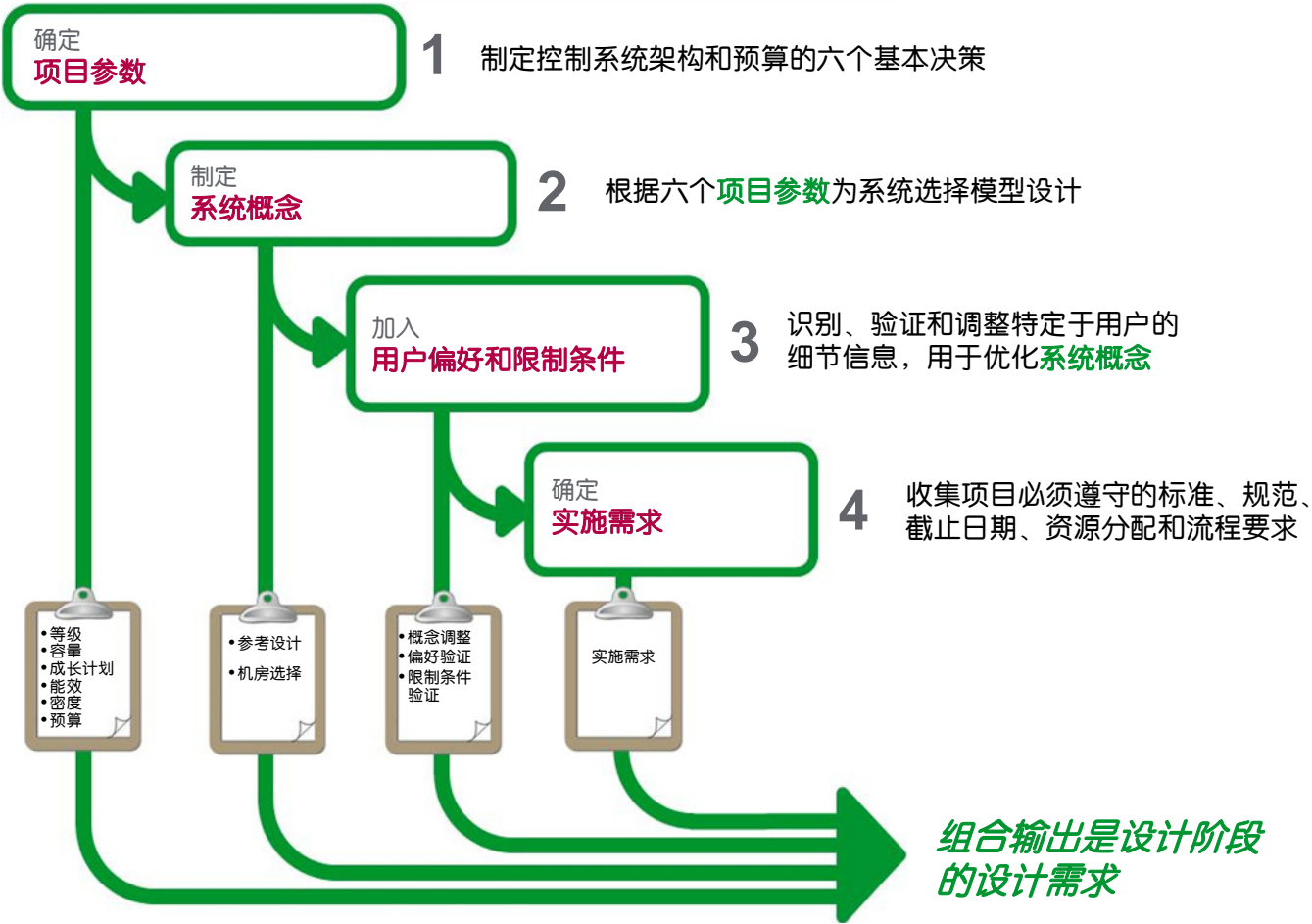
**关键项目参数与用户偏好和限制条件区分：**我们发现有一些宏观的关键项目参数是必需的并且足以支持系统概念的选择。我们发现其中一些关键参数包括功率密度和成长计划等在以前都是未进行明确定义而且量化方法模糊。**早期规划应将重点放在就这些参数达成共识，并推迟处理用户偏好和大部分限制条件，以便高效地对系统概念作出决策。**这可以确保高层决策者专注于作出最重要的决策，而不是陷入细节讨论中。

### 4 项规划任务

图 1 中的四项核心规划任务的每项任务都是收集信息作为依据，进行信息转化或添加细节，然后将其发送至下一任务。**每一步中都会发生重复，但有效流程的目标是尝试最大限度减少返工，尤其是消除导致流程需要倒退两步或更多步的错误。**这一过程可利用图 2 所示的流程进行模拟。正在传输和转化的数据是制定中的系统说明。在图 2 中，数据显示为在各任务（蓝色矩形框）之间传递的剪贴板页面，并且包含一页作为过程中每一后续步骤的额外依据的新数据。每个任务添加更多信息之后，其中所有内容都会变成详细工程设计后续流程的设计要求。实施要求（任务 4）和在前三项任务中确定的结果一起变成完整设计要求，并用作后续设计阶段（本白皮书中不作讨论）中详细设计工程的“规则手册”。

图 2

“系统规划流程”的四项任务



# 任务 1 确定项目参数

此任务从要求改变组织 IT 能力的业务需求总体想法开始。在任务 1 中，需要确定以下项目参数：**关键性、容量、成长计划、能效、密度和预算**。应该参与该阶段的相关方包括财务主管、首席执行官、主要 IT 主管、IT 运营经理以及其他了解核心业务需求和目标的人员。这六个项目参数确立了数据中心项目的宏观目标，这些目标日后将用于为数据中心制定物理基础设施系统概念。

这些关键项目参数的定义如下：

- 1. 关键性**—根据行业标准规范所要实现的系统可用性级别。
- 2. 容量**—数据中心物理基础设施支持的最大 IT 负载（千瓦）
- 3. 成长计划**—过渡至最大功率需求的描述，包含不确定性（请参阅第 143 号白皮书 [《数据中心项目：成长模型》](#)）
- 4. 能效**—数据中心物理基础设施系统的能效目标
- 5. 功率密度**—IT 机柜预期消耗的平均和峰值功率（千瓦/机柜）以及需要的地板空间（请参阅第 155 号白皮书 [《计算数据中心总空间需求和功率密度》](#)）以及有关功率密度不确定性的信息

## 6. 预算—项目计划投入的<sup>1</sup>资本成本

许多失败的规划、废弃的设计和计划延期是由以下情况导致的：

- 相关方未能对流程早期的这些关键参数达成统一理解和共识
- 相关方未完全意识到这些参数之间的权衡
- 相关方在设计开始，详细设计过程中或甚至完成时未完全了解设计是如何根据这些参数进行的，可能是纠正的代价太高

此任务的重要目标是确保在最重要的决策上花费最少的执行时间。一种有效方法是将其任务分为两步来进行：

首先，必须召集项目主管和每个相关方（例如财务主管、IT 主管、设施主管）举行会议，说明流程，使其就 6 个项目参数达成共识，确认各个团队安排了合适的人员参与流程并让这些人员准备好参加以后的联合会议（商定全部六个关键项目参数）。这样可以让团队的所有成员就规划达成共识并提前考虑这些问题，并确认其需求和担心的问题。

其次，组织相关方的研讨会，集中精力确定六个参数。这预计会成为一个反复修改的过程，也就是选择其中一个参数（例如关键性）可能导致另一个参数（例如成本）不可接受，因而促使更改一个或多个参数。例如，为了满足以后可能扩展 IT 的需要而指定超标的容量（千瓦）可能导致项目超出目标预算，需要通过降低关键性来节约成本。

参与研讨会的相关方可通过邀请资深专家来参加讨论或使用《[数据中心规划工具](#)》（图 3 中的示例）等数学模型，考虑实时对关键项目参数进行权衡。这样可让相关方考虑不同“假设”场景，并了解资本成本、功率选型、效率和容量之间的权衡。相关方通过研讨会就其所负责的特定方面（例如财务）如何影响项目其他方面（例如数据中心的容量）达成共识时，可以使用该规划工具。

举行此类规划会议是为了确定实际的数据中心预算、容量、成长计划、能效、密度和关键性目标。可能无法通过一次行政会议就确定六个参数，因为某些参与者可能需要更多时间来考虑或分析已经确定的权衡过的决策。但是，在很多情况下，可在几天内作出有质量的决定，并且应该成为该步骤的目标。

---

<sup>1</sup>规划的预算是项目预算，不包括运营成本预算。但是，在选择系统概念的过程中，需要根据运营成本进行权衡。

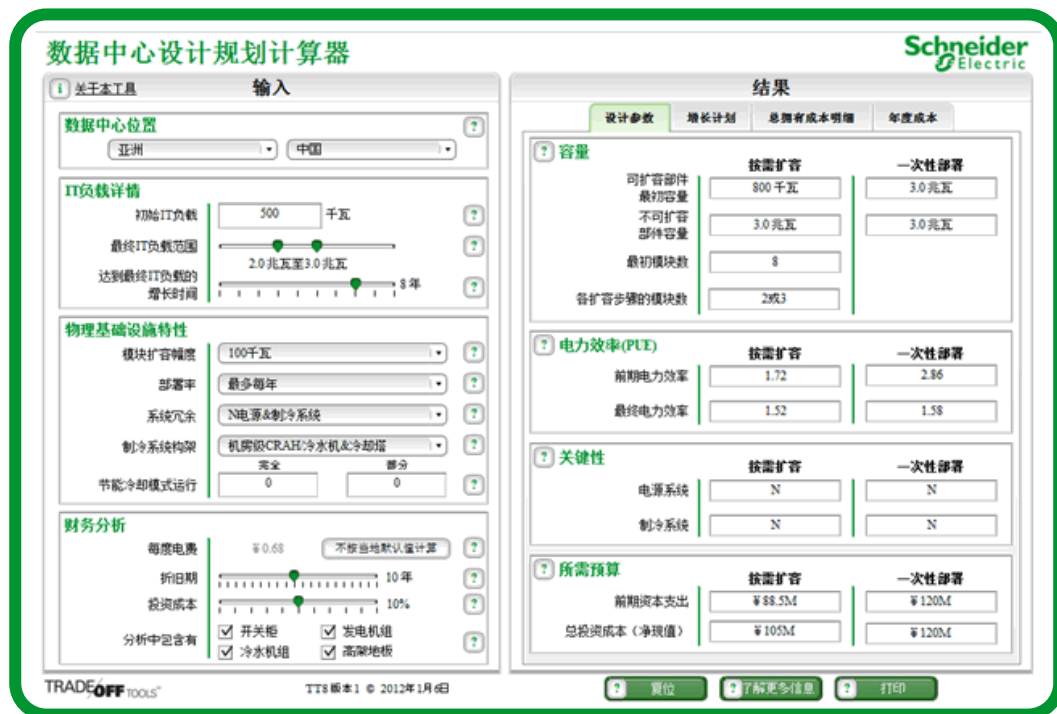
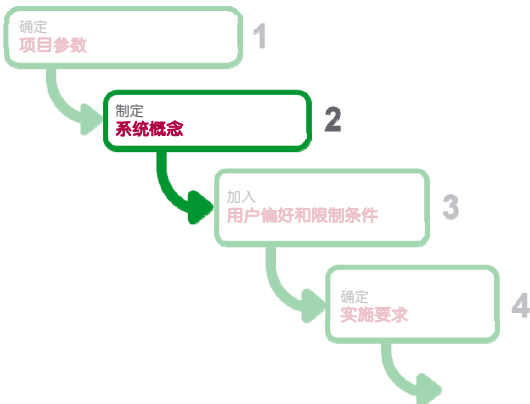


图 3  
数据中心规划工具的屏幕截图

## 任务 2 制定系统概念

该任务获取来自前一任务的基本项目参数（关键性、容量、成长计划、能效、密度和预算），并利用这些参数来选择物理基础设施系统的一般概念。应该参与该阶段的主要相关方包括 IT 运营人员、IT 主管、设施主管、设施工程师和拥有数据中心项目系统规划经验的顾问。此任务的基础是对参考设计的选择；参考设计包含所需的关键性、容量、能效、功率密度和预算，并具备将为成长计划提供支持的可扩展能力。此外，需要在该步骤结束时对数据中心的具体地点（机房、楼宇或场所）做出决策。



与传统的“凭空”设计数据中心方法相比，参考设计可很好地推进设计。参考设计就是模型设计案例，其中包含特定属性（包括关键性特性、功率密度、设备技术、可扩展特性和监控水平）组合。一个高效的参考设计还包括系统级性能规格（例如重量、占地面积等）以及材料和系统构成组件的详细列表。一个给定的参考设计应具有合理的功率容量范围，可即时高效地评估备选设计方案，不需要进行实际规格制定和设计的比较耗时的过程，就能快速高效地作出高质量决策。有关参考设计的更多信息，请参阅第 147 号白皮书 [《数据中心项目：使用参考设计的优势》](#)。

虽然实际上有无数可供选择的参考设计，但利用六个关键项目参数可快速将大部分设计排除，使参考设计选择流程变得非常简单，只需从几种方案中选择即可，而无需经历“凭空”创建设计以满足参数要求的漫长过程。

确定好几个参考设计方案后，即可对那些备选方案进行审阅，了解其他考虑事项，例如物流、供应商信誉、客户推荐等。



在很多情况下，推荐的数据中心地点已知或仅限于几种选择。及早选择参考设计可提供需要的信息，来快速评估设计理念是否适合指定的地点。如果发现有不合理的地方，可立即检查参考设计的选择、场所位置选项和项目参数，并作出权衡，找到满意的组合。在传统的设计过程中，可能一直要到细节设计开始后才会发现不合理的地方，这样就浪费了宝贵的时间，迫使管理层回头重新考虑他们认为已做好的决策。这意味着要返工，而返工最终会导致项目延期并增加成本。如果在进行重要决策时深入考虑以下三种要素，可及早并快速地作出最重要的权衡。1) 六个项目参数，2) 有限的参考设计，3) 厂址选择列表。

如果项目经理能够高效地做好相关准备，可能只需一次高层研讨会即可完成该任务。如果项目较小，任务 1 和 2 通过一次研讨会即可完成。

### 任务 3： 加入用户偏好和 限制条件

用户偏好和限制条件包括六个关键项目参数中不包含的和系统概念或选址选中未说明的**技术要求**。根据之前的任务选择了系统概念后，此任务就是收集并评估用户偏好和限制条件，以确定其是否有效，或者是否应通过某种方式进行调整以降低成本或避免问题。**此处的中心思想是，应对用户偏好和限制条件进行调整，使之符合已经选择的系统概念。**

根据我们的经验，与根据要求收集这些信息并尝试利用这些信息推动整体设计相比，在选择好设计概念后确认并调整用户偏好和限制条件，效率会大大提高。用户偏好和限制条件经常无意中导致数据中心设计偏离标准设计，增加了成本和部署时间，并降低了质量。

应该参与该阶段的关键人员包括 IT 运营人员、网络工程师、设施工程师、负责数据中心日常活动的其他人员和拥有数据中心项目系统规划经验的顾问。

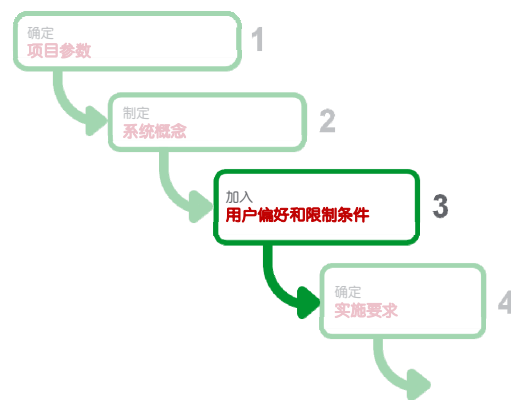
用户偏好和限制条件的定义如下：

- **偏好**是指用户在考虑（或重新考虑）成本和结果后可能会更改或调整的期望。有时，用户偏好会在用户获得新的信息后发生变更。
- **限制条件**是指无法克服障碍或者代价昂贵或会带来不可接受的后果。限制条件是难以或不能更改的预先存在的条件。

偏好是指运营者或组织根据其目标或经验而不是限制条件认为可实现的特性。下面是一些用户偏好的示例：

- 我们喜欢上走线
- 我们想让来访者在参观现场时看到数据中心
- 我们希望监控摄像头能监控数据中心的每一个角落
- 我们从来都不想在 IT 机房启用后进行电气布线或管道布置。
- 我们喜欢宽的 IT 机柜来获得更多布线空间
- 我们想按不同 IT 客户来物理分隔 IT 机柜
- 我们想在墙上装一台显示器，用来显示数据中心的能效状况

限制条件由环境决定，不受数据中心设计者的控制。限制条件包括设施限制、法规限制或不可更改的业务需求。需要由顾问来评估影响设施物理选址的决定是否符合国家和地区规范。

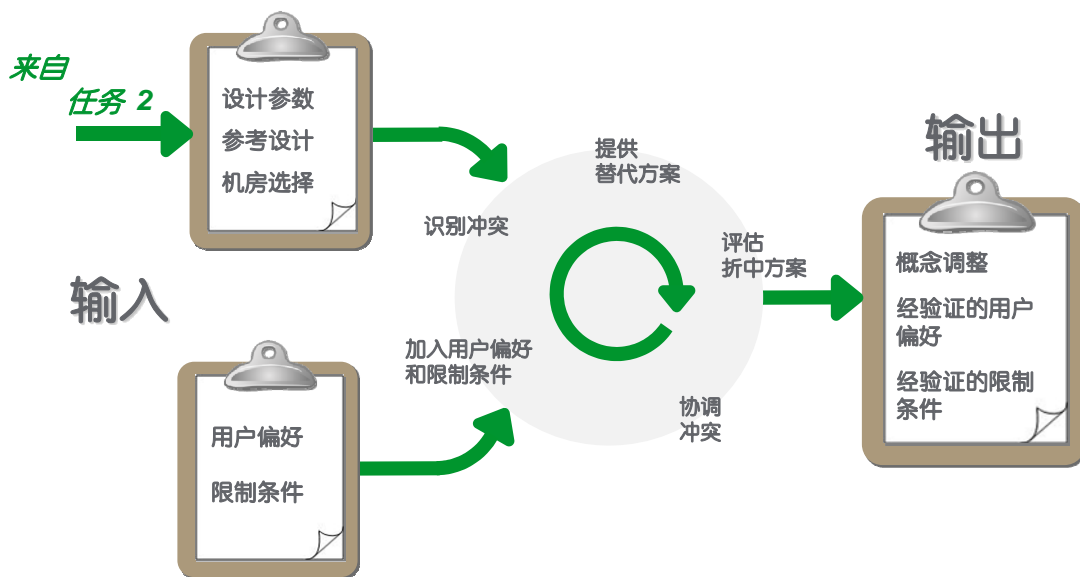


下面是一些限制条件的示例：

- 设施的物理特性（即，天花板高度、地板承重能力、机房几何形状、已有柱子或墙壁、户外设备的屋顶安装要求）
- 需要遵守的法律或规范
- 承诺要达到的标准（如 TIA942）
- 工作规则（例如访问时间、协会规则）
- 运输通道的物理特性（如用于向机房运输设备的电梯的承重能力）

一旦确认了用户偏好和限制条件后，对其进行审阅，确定是否与选择的系统概念一致。如果一致，则通过，并成为设计要求的一部分。如果经过确认的偏好或限制条件与设计概念不一致，则调整偏好或限制条件，或对系统概念附加微小更改要求（即，概念调整）。该流程可能需要一些反复修改的过程，因为不同的偏好或限制条件之间可能存在权衡和相互影响，如图 4 所示。此处的目标是进行概念调整，如非绝对必要，避免回头重新考虑系统概念。我们的经验表明，几乎所有偏好或限制条件都能很好地适应选择的系统概念。

图 4  
加入用户偏好和限制条件的任务细节



确保限制条件确实是限制条件十分重要。以下是两个解决限制条件的方案的例子：

**限制条件：** 现有数据中心不允许关闭（进行升级）。

**可行的方案：** 设立一面临时墙壁，将运行的系统与新设施的工作区隔离开，并引入一条单独的供电线，以便在转换过程中使两系统同时运行。

**限制条件：** 我们不能使用接入吊顶的排风设备，因为天花板内有不具备防火规格的通风管道，火灾探测器不允许在上面接线。

**可行的方案：** 在通风管上喷防火材料。

在大部分情况下，需要进行一些反复修改以确定最终的用户偏好和限制条件。当偏好和限制条件根据系统概念作出调整并概括为概念调整、确认的偏好以及确认的限制条件后，该任务就完成了。如果用户偏好和限制条件与之前的任务同步进行，该流程任务可以更快完成。请注意，很多限制条件在位置选好之前无法确定。这可能需要先执行前置任务“制定系统概念”，然后才能收集限制条件。



## 任务 4： 确定实施需求

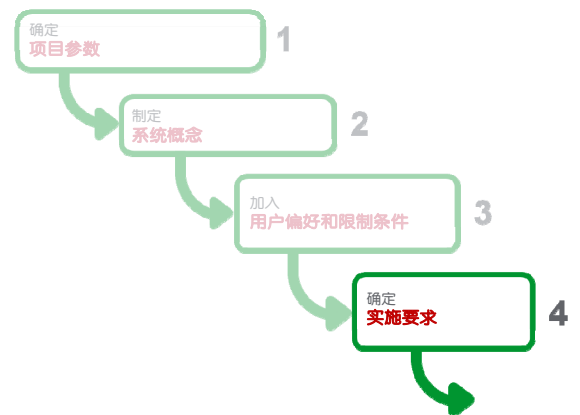
在创建详细系统设计时，除了通过前 3 步任务确定的结果外，还需要遵守一系列规则来确定实施需求。实施需求由以下要素组成：

1. **标准要求**，不随项目改变而变化。标准要求通常以标准规范（数据中心规范的主要组成部分）的形式出现。标准要求的示例包括需要向工程师或安装人员公开说明的特殊法规合规标准、子系统兼容性、安全性或最佳做法<sup>2</sup>。
2. **项目要求**，定义针对用户关于项目执行的细节。其中包括特殊截止日期、人力或设备资源分配或限制、必须使用的供应商或项目必须遵守的特殊程序或其他管理流程。

将实施需求划分为所有系统通用的要求（标准要求）和特定于本用户项目（项目要求），将简化创建和维护详细系统设计的工作，因为可将大部分审阅和决策工作集中到项目特定要求的某一方面。有关进一步的指导，请参阅[《系统规范和项目手册 第 1 章：中小型数据中心》](#)。

实施需求和在前三项任务中确定的依据一起变成完整设计要求，并用作后续设计阶段（本白皮书中不作讨论）中详细设计工程的“规则手册”。在设计阶段的后期，设计要求是通过本白皮书指导系统和项目工程设计部分介绍的规划流程制定的。工程设计规范是在设计步骤后期制定的，包括：

1. 详细组件列表
2. 准确的机柜平面图，包括电源和制冷设备
3. 详细的安装说明
4. 详细的项目进度安排
5. 设计的实际“竣工”特性（能效、密度和可扩展性）



使用参考设计作为确立设计概念的方法（如本白皮书推荐）可大大简化在设计阶段创建的详细系统设计，前提是提供的参考设计随附了足够的详细信息。有效的参考设计已经包括上面所列的大部分内容，因此无需重新创建。参考设计通常包括关于电气、机械和 IT 区域的单线图，提供地板布局、材料清单（BOM）以及预期的系统级性能特征，所有这些通常只需略加调整和最少的额外分析或工程设计即可运用到详细设计中。

<sup>2</sup> 此处假设工程师和建筑师了解并遵循本地强制性法规要求；这些不需要再进行解释。该步骤旨在确定除当地强制性要求以外需要遵循的特殊的自发性、内部或行业标准。

# 结论

尽管对于项目成功与否有着至关重要的作用，但在历史上，系统规划却被视为无组织且困难的，实施起来更像是一门艺术而非科学，并有可能导致失策、假设错误以及沟通不佳，这些都可能对项目的后续阶段造成严重后果。该阶段花费的时间通常比预期或要求的时间要长的多。将系统规划视为由按顺序执行的任务组成的标准化流程可以消除许多困难，这些任务会逐步制定和完善系统概念，确保最终系统满足最初的业务需求。

本白皮书概述了由四项任务组成的数据中心规划流程，其中每项任务可随着从构想到设计要求的进展来完善或转化系统概念。该流程的原则是，确保正确的人按正确的顺序作出正确的决策，从而实现效率最大化。顺序依次为：

- 业务需求**，根据其确定
- 项目参数**，根据其制定
- 系统概念**，补充通过验证的
- 用户偏好和限制条件**，并添加到
- 实施需求**

这些步骤的执行结果变成一系列设计需求，具有正确的细节级别，可让相关方达成共识并提供支持，同时提供必要且充分的指导，确保项目的后续工程设计和建设阶段能实现商定的目标。

规划流程标准化，结合对要求的统一描述可使数据中心规划大部分工作可预测并且可重复执行。通过按照有序流程进行操作，项目管理者可在数据中心项目的早期规划阶段避免疏忽和错误决策，并确保相关方高效利用其时间。

## 关于作者

**Neil Rasmussen** 是施耐德电气旗下 IT 事业部—APC 的高级创新副总裁。他负责为全球最大的用于关键网络设备（电源、制冷和机柜等基础设施）科技方面的研发预算提供决策指导。

Neil 拥有与高密度数据中心电源和制冷基础设施相关的 25 项专利，并且出版了电源和制冷系统方面的 50 多份白皮书，其中大多白皮书均以十几种语言印刷出版。近期出版的白皮书所关注的重点是如何提高能效。他是全球高效数据中心领域闻名遐迩的专家。Neil 目前正投身于推动高效、高密度、可扩展数据中心解决方案专项领域的发展，同时还担任 APC 英飞系统的首席设计师。


1981 年创建 APC 前，Neil 在麻省理工学院获得学士和硕士学位，并完成关于 200MW 电源托克马克聚变反应堆的论文。1979 年至 1981 年，他就职于麻省理工学院林肯实验室，从事飞轮能量储备系统和太阳能电力系统方面的研究。




 [确定 数据中心关键性等级的准则](#)  
第 122 号白皮书

 [数据中心项目：标准化过程](#)  
第 140 号白皮书

 [数据中心项目：成长模型](#)  
第 143 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

 [计算数据中心总空间需求和功率密度](#)  
第 155 号白皮书

 [数据中心项目：制定平面图](#)  
第 144 号白皮书

 [数据中心生命周期管理](#)  
第 195 号白皮书

 [浏览所有白皮书](#)  
[whitepapers.apc.com](http://whitepapers.apc.com)

 [数据中心设计规划计算器](#)  
权衡工具 8

 [浏览所有TradeOff Tools™ 权衡工具](#)  
[tools.apc.com](http://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  
[DCSC@Schneider-Electric.com](mailto: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，或登陆：  
[www.apc.com/support/contact/index.cfm](http://www.apc.com/support/contact/index.cfm)