

# 确定数据中心和网络机房基础设施的总拥有成本

## 第 6 号白皮书

版本 4

作者 Neil Rasmussen

### > 摘要

本文举例说明了一个优化的计算数据中心和网络机房物理基础设施总拥有成本(TCO)的方法,并将这些成本与 IT 基础设施相联系。而且量化了影响 TCO 的各种因素。研究数据显示,最大的成本影响因素是由于超大规模设计基础设施导致的不必要的、未完全利用的

### 目录

[点击内容即可跳转至具体章节](#)

简介	2
用“有用功的概念”研究 TCO 成本	2
典型 TCO 成本示例	3
研究结果	3
控制 TCO 成本的机遇	4
正确设计规模的实际效益	5
结论	6
资源	7

## 简介

投资回报 (ROI) 分析及其他商业决策流程都要求预测并测量网络机房物理基础设施和数据中心的总拥有成本。此外, 了解 TCO 成本的影响因素可更好地把握控制成本。当许多用户认识到物理基础设施的 TCO 成本可能与其支持的信息技术 (IT) 设备相当、甚至更高时, 他们都会感到惊讶。

本文将介绍一种确定数据中心和网络机房物理基础设施 TCO 成本的方法。在这里, 物理基础设施是指为 IT 设备供电、进行制冷和物理环境保护所需的所有设施和设备, 但不包括 IT 设备本身。

数据中心物理基础设施 TCO 成本测量还没有公认的方法。简单地总结各项资本开支和运营开支的方法虽然可以了解总体资金支出, 但是不能说明设备的利用率状况。

以下是两个数据中心的示例: 容量都是 100kW, 建筑结构相同; 在一个案例中, 数据中心 100% 的空间和电源容量都得到了充分利用; 而在另一个示例中, 数据中心只有一个机柜的容量为 2kW IT 设备。尽管在生命周期过程中运行这两个系统的资金成本大体相当, 但是有价值的投资回报却完全不同。在得到充分利用的示例中, 数据中心 TCO 成本被分摊到了提供实用服务的大量 IT 设备上。而在利用率低的示例中, 数据中心物理基础设施的整个开支都必须由少数机柜承担。当从有用功的角度测量数据中心或网络机房基础物理设施 TCO 成本时, 直接取决于所支持的 IT 设备的多少, 支持的 IT 设备少则利用率低, 利用率低则导致成本高。

本文将证明, 从有用功的角度看 TCO 成本时, 数据中心和网络机房物理基础设施 TCO 成本最大的影响因素就是未充分使用的、利用率低下的基础设施的开销成本。一般数据中心运营商或规程制定人员在物理基础设施方面所能达到的最高投资回报就是适度地进行规划。本文量化了适度规划战略所带来的实际的和可行的经济回报。

## 用“有用功的概念”研究 TCO 成本

大多数量化 TCO 成本的工作都只不过计算了每个数据中心的 TCO、数据中心单位面积 (平方英尺或平方米) 的 TCO 或者数据中心每千瓦的 TCO。当考虑到有用功时, 这些方法就不适用了, 不能帮助 IT 人员确定项目的投资回报。他们根本不能帮助人们确定在现有数据中心或网络机房环境中部署新的 IT 设备时的 TCO 成本。

IT 人员通常都了解的一种物理基础设施计算单位是机柜本身。从设施角度看, 机柜的功率、制冷和面积都要求合理地进行标准化。从 IT 角度看, 人们对安装在机柜中的 IT 设备及其功能非常了解。由此导致了以“机柜”或“机柜单元”表示基础设施的概念, 现在这种概念正在得到广泛采纳。<sup>1</sup>

在此, “机柜”指开放式框架机柜或机柜式机柜, 也指大型计算机主机和大型磁盘系统的专用机柜。

调查显示, 典型数据中心只利用 30% 的容量。尽管有些数据中心利用了 90% 或者更多的容量, 但是同样有些数据中心只利用了 10% 的容量。而且, 在数据中心生命周期过程中, 数据中心利用率会遵照相对一致的模式发生变化。利用率比例及其随时间的变化是 TCO 模型中的一个重要因素。本文采用了图 1 中的典型模型。有关这个主题详细讨论, 请参见第 37 号白皮书《避免数据中心和网络机房基础设施因过度规划造成的资金浪费》。



资源链接

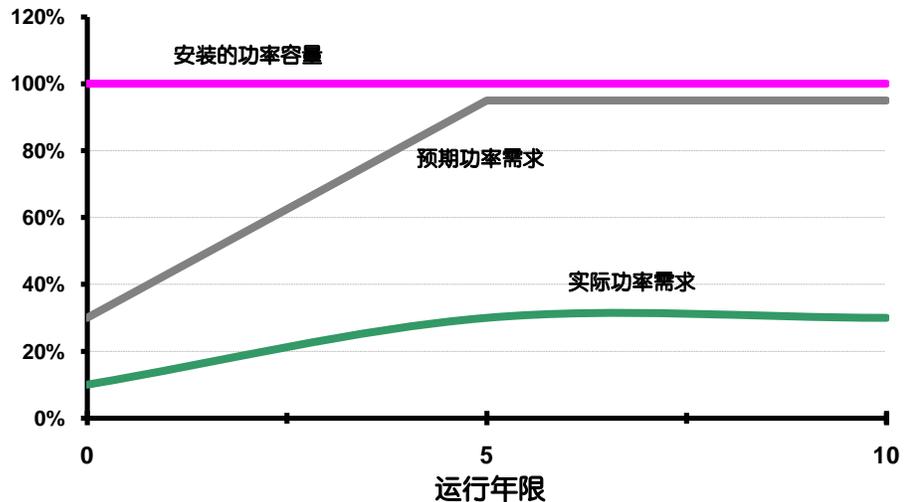
第 37 号白皮书

避免数据中心和网络机房基础设施因过度规划造成的资金浪费

<sup>1</sup> Snevely, R., Enterprise Data Center Design and Methodology, Palo Alto: Prentice Hall PTR, 2002 年, 第 35 页

图 1

整个生命周期中数据中心  
供电基础设施的利用率



以机柜为单位表示总拥有成本时，就是在已利用的机柜之间分配数据中心或网络机房总成本。这样，由于不存在未分配的开销成本，所以数据中心物理基础设施相关的成本就能精确地、直接地与 IT 基础设施联系起来。

## 典型 TCO 成本 示例

要确定 TCO 成本并以机柜为单位表示 TCO 成本，这需要大量数据，包括：物理数据中心或网络机房基础设施各种元部件的成本、工程设计、安装及运行成本，以及每机柜平方英尺数、每机柜功率瓦数、利用率和利用计划、预期生命周期、冗余方案等与设计相关的参数。

对于以下部分中介绍的数据，我们利用施耐德电气旗下 APC 的 TCO 计算工具计算了 TCO 成本；该软件由施耐德电气数据中心研究中心开发，(<http://www.apcc.com/tools/isx/tco>)。TCO 计算工具设计使用平均设备资本成本、安装成本、工程设计成本和运营成本。显示的结果反应了基于行业和场地的平均值。我们假定的利用率数据显示在图 1 中。要确定典型数据中心的 TCO 数据，我们将典型数据中心定义为具有下列特点的数据中心：

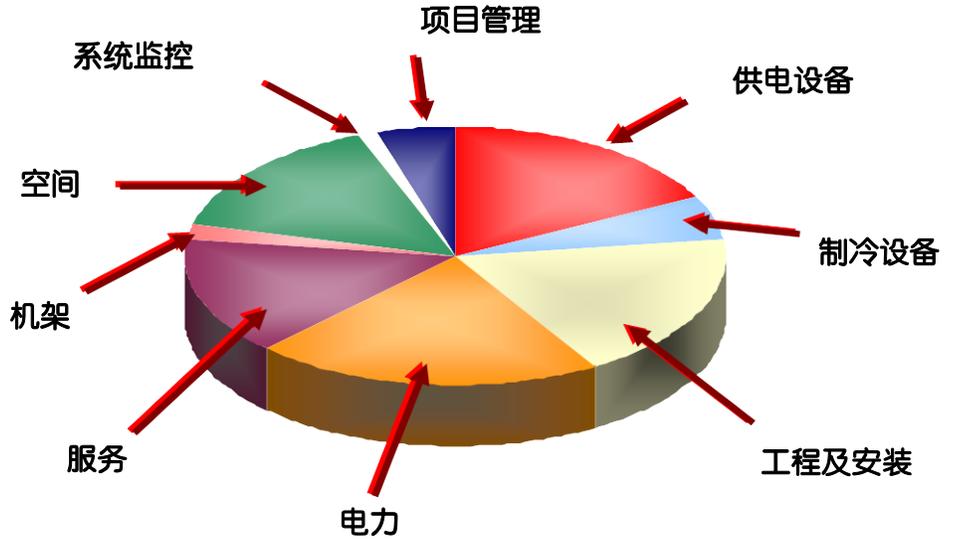
额定功率：100 kW  
功率密度：500W/平方米  
生命周期：10 年  
平均机柜功率：1500W  
冗余：2N

测试证明，在标准的范围内改变这些参数不会对本文得出的结果或结论产生实质性影响。

## 研究结果

在整个数据中心生命周期中，数据中心机柜的总拥有成本大约为 120,000 美元。在多数情况下，这个成本相当于机柜在数据中心生命周期内包含的 IT 设备成本。120,000 美元的 TCO 成本中大约有一半是投资成本，一半是运营成本。通过分析 TCO 成本的组成，可以掌握、控制或降低各方面成本。

**图 2**  
成本类别明细



## 控制 TCO 成本的机遇

控制生命周期总拥有成本的各种策略是很明确的，包括：提高效率、改进规划、适度规划系统规模、价格协商等。使用 TCO 计算工具可以分析各种方案对 TCO 的影响，以便确定调查和投资效果最为显著领域。**表 1** 总结了为典型 2N 数据中心或网络机房每机柜节约的 TCO 成本各种方案：

**表 1**  
数据中心物理基础设施 TCO 缩减方案

方案	每机柜节约的 TCO 成本	节约的 TCO 成本比率
购买工作效率高 2% 的供电设备	\$1,472	1.1%
电费每千瓦时降低 1 美分	\$3,100	2.4%
取消高架地板	\$4,200	3.3%
使制冷性能系数提高 100%	\$5,500	4.3%
免费获得空间	\$12,000	9.4%
以市场价格的 50% 购买主要设备	\$15,700	12.3%
根据将来的实际要求适度规划系统规模	\$76,400	60.1%

上表中列出的成本节约是每机柜节约成本，因此乘以机柜数量便能够确定任何规模的数据中心或网络机房的成本节约。值得注意的是与传统典型设计相比，上述每项都是可以产生较大的节约，但是获得不菲收益的可行性却是不确定的。

在上表的几个方案中，正确设计系统规模的效益潜力是最大的。过度规划的影响在之前图 1 中介绍和总结过的。适度规划所带来的巨大节约是因为：首先，无需部署不需要的数据中心或网络机房基础设施；其次，直到需要的时候才建设数据中心或网络机房基础设施。

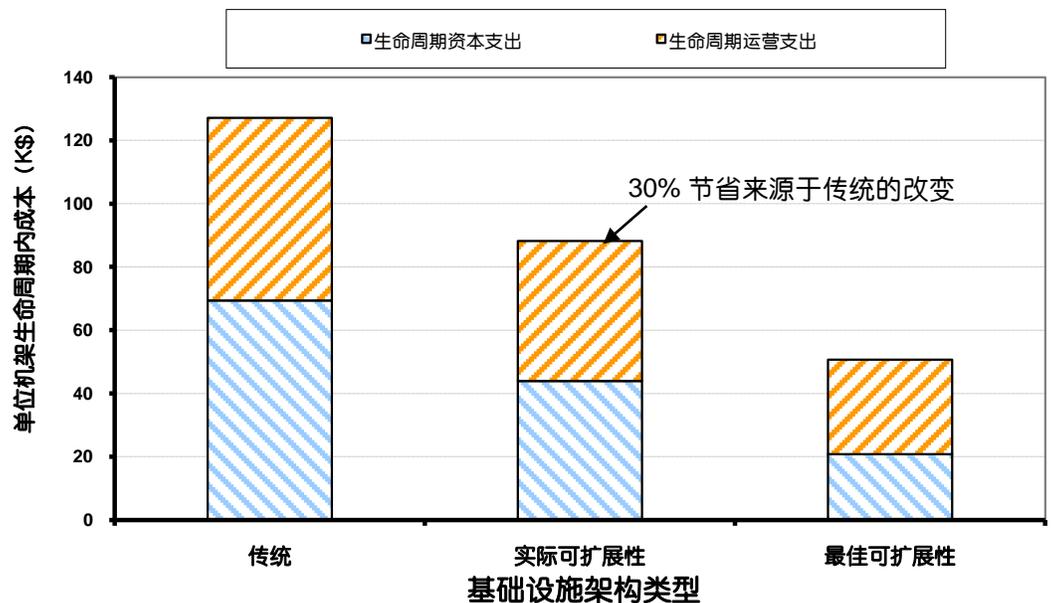
## 正确设计规模的 实际效益

前一节介绍的可以避免过度规划的部署战略，有可能将基础设施成本降低 60%。理想的数据中心或网络机房体系结构需要适度规划规模，并且只有在有实际要求时才支出基础设施成本。要获得理论上可以实现的成本节约，理想数据中心或网络机房体系结构只拥有当时所需的功率和制冷基础设施；只占用当时需要的空间，只有确实使用的资本基础设施容量才产生服务成本。它必须有极佳的可扩展性。但要实现这种理想的体系结构，就必须考虑一种可扩展的、模块化的数据中心和网络机房部署方法。

利用今天现有的技术，不间断电源（UPS）、配电和空调等数据中心和网络机房的许多组件都能够采用模块化和可扩展的方法部署。这种可扩展体系结构的一个示例就是施耐德电气旗下 APC 公司开发的英飞 InfrastruXure™ 系统。部署这种组件以不断满足实际的要求，不仅可以节约设备本身的成本，而且还可以节约服务成本和电力成本。数据中心总成本的许多构成要素都很难随时间调整，通常在前期就已经确定，如：系统空间改进、系统开关装置以及工程设计成本。如果模块化、可扩展技术应用到了这个范围（目前是可行的），TCO 计算工具估计，通过适度规划，理论上可实现的 50% 的成本节约。图 3 显示了结果。

图 3

三类典型数据中心和网络机房基础设施的单位机柜生命周期成本



因为没有实际的可扩展技术允许以模块化扩展方式部署防火设施、高架地板、设施空间或开关装置等数据中心组件，所以图 3 中“实际可扩展性”的示例节约的成本没有达到“最佳可扩展性”水平。而且，UPS 等某些组件不能以最低标准部署，精确地满足负载要求，而必须结合安全系数，分步骤部署。尽管如此，大大节约 TCO 成本是切实可行的。

图 3“实际可扩展”示例中节约的 65% 是降低的资本开支，35% 是降低的运营开支。利用可扩展的方法，每年的现金流都会降低，第一年节约的最多。采用传统方法，第一年通常要花掉超过 90% 的资本；然而，这一时期设施利用率可能是最低的，而且有关将来的要求还很难确定。这可能使得投资很难基于投资回报进行调整。

特定情况下节约的成本根据特定项目的设想和限制会有所变化；要进行更加精确的估算，需要结合特定场所的具体情况和特定的 TCO 计算工具。

## 结论

根据每个机柜计算数据中心和网络机房物理基础设施的 TCO，成本可使 TCO 测量标准化，提供一个参数规格，能够用来对比数据中心/网络机房不同的设计方法。

介绍了 TCO 计算工具的使用和方法。采用这个工具，可以评估成本控制策略，并且能够估算特定安装设备的 TCO 成本。

高可用性数据中心的每机柜生命周期 TCO 成本大约为 120,000 美元。超大规模设计基础设施是造成这个成本的主要因素，采用模块化、可扩展数据中心基础设施，实施实用的设计技术平均可节约 30% 的成本。



### 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 19 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。



点击图标打开相应  
参考资源链接



避免数据中心和网络机房基础设施  
因过度规划造成的资金浪费  
第 37 号白皮书



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



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