

数据中心物理基础设施 中的标准化和模块化

第 116 号白皮书

版本 1

作者 Suzanne Niles

> 摘要

如果数据中心物理基础设施 (DCPI) 的设计策略中不采用模块化和标准化设计，会使各方面的成本增加：这包括无效的支出、本可避免的停机时间以及丢失商机。标准化以及与之关系紧密的模块化，为 DCPI 带来了广泛的好处，它不仅简化了从初始规划到日常操作的每一个流程，还显著改进了 DCPI 业务价值的所有三个主要组成部分 – 可用性、灵活性和总拥有成本。

目录

[点击内容即可跳转至具体章节](#)

| | |
|-------------------|----|
| 简介 | 2 |
| 标准化与独特性 | 3 |
| 标准化 DCPI 的基本特征 | 4 |
| 标准化如何提高 DCPI 业务价值 | 8 |
| 结论 | 15 |
| 资源 | 16 |

简介

标准化遍及现代生活的每个角落，以至于我们几乎注意不到它的存在。从驾驶汽车到更换电池，标准化无不隐藏在幕后，使一切事情变得更加便利、更可预测、更为经济、更易于理解以及更加安全。当我们购买灯泡时，我们知道它会与灯座完全匹配。现在当我们坐火车旅行时，可以毫无阻碍地通过州边界，曾几何时，为了适应其他州的轨道，还必须将火车架起，以更换为不同型号的车轮。标准化是一个强大的概念，它已经成为了管理过程中必不可少的一部分。

尽管标准化在简化业务流程方面硕果累累，但数据中心物理基础设施 (DCPI) 却忽略了这一点。虽然该行业长期以来都保持着一种混乱状态，但与其他行业不同，该行业中缺乏足够大的动力来扭转这种局面——既不存在像“公众对旅行中需要更换火车车轮”这样的强烈不满，也没有类似 1904 年的巴尔的摩大火中，仅仅由于其他城市的救火设备无法与巴尔的摩的消防栓配套而使整个城市烧为平地所带给世人的震惊。

在现今全球数千个数据中心的 DCPI 所具有的复杂程度和不一致性面前，其他所有成熟行业的系统分析家们都会目瞪口呆。由于缺乏公众监督的动力或行业内广泛的变革兴趣，该行业的用户只能依靠自己的努力——凭借自己的经验和商业判断力来推动行业朝着更稳定和更高效的标准化方向发展。本白皮书的目的正是阐明确实存在这样一个推动因素：DCPI 用户完全有权利不承担那些因不必要的停机带来的巨额商业成本、损失的商机以及由于人为错误、缺乏灵活性和数据中心过度规划所造成的额外开支。不过，在标准化初期是可以为错误和浪费付出一定代价的。

最近几十年来，在其他行业中标准化原有的观念已上升到一个新的高度，成为了一种富有创造性并具突出战略意义的企业哲学。我们可以将标准化应用于数据中心物理基础设施 (DCPI) 的设计、部署和运营当中，从而取得类似的成功。¹

除一些重大改进（如批量生产和可兼容的连接）之外，几乎在 DCPI 产品与流程的每个方面都存在着实现标准化的可能性。如同本白皮书中所述，我们可以从 DCPI 设备自身的设计入手，仅这一点就会带来了广泛且显著的好处。然后，用户可以以此为基础，将标准化应用于其数据中心的流程，并在所有数据中心之间采用相同的 DCPI 配置和流程（适用于包含多个数据中心的 IT 运营中心），从而推动标准化观念朝更广阔的方向发展。从日常运营到底线收入的各个方面，用户都可以获得大量直接的长期利益。

本白皮书大纲

标准化历来取得的经济上的成功记录数不胜数，此处无需再赘述。不过，标准化在 DCPI 中的使用还需要认真对待，因为它对 IT 前景所起的关键作用尚未获得广泛理解。以下列出了本白皮书的几个主要部分是如何来论述作为 DCPI 新的商业策略的标准化的：

- **标准化与独特性：**

标准化与独特性在商业环境和现实生活中都有着其恰当的位置，但任何类型的基础设施无疑都应当采用标准化，而非独特性。DCPI 中一个相反的趋势是倾向于采用一次性的独特的工程设计，因而产生了难以设计、部署、维护和管理的系统。

> DCPI: 数据中心基础设施

数据中心基础设施 (DCPI) 是安置所有 IT 和通讯网络的基础。

DCPI 包括：

- 电源
- 制冷
- 机柜和基础设施
- 布线
- 安保和消防
- 管理系统
- 服务

了解更多关于 DCPI 请浏览第 117 号白皮书，《数据中心物理基础设施：优化业务价值》。

资源链接
第 117 号白皮书
数据中心物理基础设施：
优化业务价值

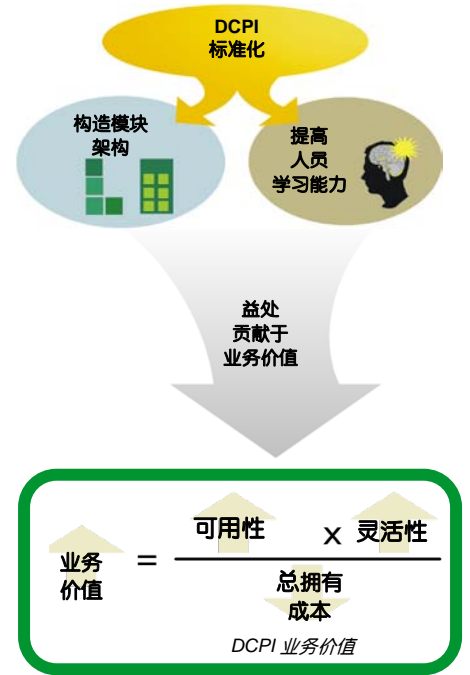
¹ 标准化与“标准” 本白皮书重在论述标准化在产品或流程的设计与交付中的使用，以期为用户创造新的利益或更多的利益。“标准”是另一种类型的标准化，指的是由诸如 ISO 和 IEEE 等团体编订的行业技术规范 and 法规，对工业和商业具有重要意义，但不属于本白皮书的讨论范畴。

● **标准化 DCPI 的基本特征:**

标准化 DCPI 引入了两个简单却很强大的基本特征：*模块化的构造模块架构*和*增强的人类学习能力*。其内在价值很直观——大多数成年人都能记住无限多种搭建儿童积木的方式，而且没有人会质疑学习所带来的好处。这两个特征对 DCPI 的共同影响极其深远。它们所带来的大量好处遍及整个基础设施，几乎触及基础设施的所有方面。

● **标准化如何提高 DCPI 业务价值:**

毋庸置疑，模块化标准化为 DCPI 业务价值——即支出的每一美元所获得的回报——做出了全方位、逐点的贡献。模块化结构和提高的人类学习能力所带来的好处以多种方式推动着 DCPI 业务价值的所有三个主要组成部分：可用性、灵活性和总拥有成本 (TCO)。（有关此 DCPI 业务价值等式以及如何采用该等式来衡量 DCPI 业务价值的详细信息，请参阅第 117 号白皮书《数据中心物理基础设施：优化业务价值》。）



标准化与独特性

标准化与独特性是一对相反的概念。要区分这二者所起的至关重要的作用并不困难，但却非常罕见，每天都会发生很多足以说明它们在产品或流程的有效交付中所处位置的实例。

独特性不适合基础设施

独特性可以是一件妙不可言的事物。一栋引人注目的建筑、妈妈做的桃子派、一首钢琴奏鸣曲以及形形色色的艺术——在以感官质量或其他有趣特征衡量的体验中，没有人会希冀标准化的存在。某些事物本就应当是独一无二的，它们因为独特所以更加出色。

基础设施则不然。基础设施有为我们实际所感兴趣的部分提供支持的基础系统所构成。在以上每个示例中，都存在被视为“基础设施”的元素：建筑物的建筑材料、烹饪的量匙、钢琴的键、绘制油画的画布等。基础设施的作用是功能性的，并且应当是可靠的——它要能工作。

使基础设施有效、可靠、可预测并无忧的一个经过时间考验的特征，即独特性的对立面：**标准化**。因为有了标准化，我们日常事务的基础设施已成为了现代生活的一部分，而且是如此的平常，以至于我们很少关注它。人们会希望数据中心基础设施也能同样如此，但迄今为止在这方面几乎没有有什么进展。出现近 40 年之后，IT 物理基础设施从多方面而言仍停留在手工行业阶段：将来自不同供应商的类型迥异的组件进行定制设计，组合成一个对数据中心而言独特的大型基础设施系统。

独特的 DCPI 意味着独特的问题

对整个 DCPI 进行一次性的工程设计将产生一个独一无二的系统，随之而来的是需要独特诊断和修理程序的独特问题，这不仅仅需要耗费大量金钱与时间，而且对于将来会发生的独特问题或组织内其他数据中心所发生的问题毫无借鉴作用。标准化的出现，不但抛开了一次性工程设计的诉求，还免除了处理基础设施中发生的独特问题的费用，从而可以将更多的资源用于开发基础设施所支持的 IT 层的数据处理功能，而这才是数据中心的实际任务。

DCPI 标准化的目标在于避免一次性独特工程设计的低效及容易出错的复杂性，透明地管理 IT 物理基础设施的日常业务，并建立起任何基础设施所期望的高品质：就是这么好用！

资源链接
第 117 号白皮书
数据中心物理基础设施：
优化业务价值

使用标准化构造模块的可配置解决方案

简单地定制连接与组件以使之运转（鲁伯·哥德堡效应），除了增加复杂性，并提高发生人为错误的几率，毫无实际价值可言。不过，能否对 DCPI 的大小或功能进行配置（及重新配置）以适应迅速变化的商业需求对于 DCPI 的效率与价值至关重要。

当关键的 IT 需求很灵活时如何发挥标准化的优势？如本白皮书下文所述，在一个多变的环境中利用标准化优势的关键在于模块化，即可根据用户需求进行配置的预先设计的标准化构造模块（见图 1）。将标准化组件迅速组装成一个易于理解的合理配置以应对变化的功能及财务需求，是 DCPI 标准化最主要的优势之一，即所谓的灵活性。

图 1

独特的工程设计与标准化构造模块



独特的一次性工程设计
好的艺术品，但不适合基础设施



标准化模块组件
可更改、缩放、重复并易于理解的集成系统

更进一步：标准化数据中心

如本白皮书通篇所述，DCPI 基于标准化的模块化元素进行配置的这种设计方式为数据中心的部署和运营提供了显著的好处。对于包含多个数据中心的较大的 IT 运营中心而言，可以在所有的安装中部署同样的或类似的 DCPI（即不仅在数据中心内部，同时还在多个数据中心之间实现标准化），从而进一步扩大标准化所带来的好处。如果不同数据中心尽可能多地采用同样的配置，譬如，从相同的地板规划到相同的断路器标签，那么，可以充分挖掘标准化在设计、安装、运营、维护、避免出错以及成本方面蕴藏的巨大潜力。若在多个数据中心中部署标准化 DCPI，则本白皮书中所述的大多数好处都将显著扩大。

标准化 DCPI 的基本特征

标准化给 DCPI 的各个方面都带来了好处：其占据物理空间的方式、其功能以及随时间的发展——从初始设计与安装到每个更新周期的重新配置。这些好处虽然呈现出各种形式，并遍布于 DCPI 结构和流程中的许多地方，但几乎所有好处都能以某种方式追溯至标准化 DCPI 的两个强大的基础属性：**模块化构件结构和提高的人类学习能力**（见图 2）。正是这两个特征产生了遍及整个基础设施的好处，从而为 DCPI 的几乎每个方面带来了累积的正面影响。

图 2
模块化结构和增强的人类学习是标准化DCPI的两个基本特征



模块化：分割与标准化

在 DCPI 中，标准化是以模块化为基础的。模块化即将完整的产品或流程分成具备类似大小或功能的小块，即模块，然后根据需要对这些模块进行组装，以产生原始产品/流程的各种变体。以我们很熟悉的手电筒电池为例：可以将不同数量的电池（模块）进行组合，从而获得不同功率的电源。在 IT 设备中，刀片式服务器和 RAID 阵列也是模块化的典型例子——将多个设备组合在一起获得不同数量的服务器或不同大小的存储容量。模块无需完全相同：以 Lego™ 积木为例，这些模块在某些方面相同，某些方面却不同，譬如，其颜色、大小和形状各不相同，但连接方式和尺寸均采用标准形式，以便可以将积木（模块）组装成一个集成系统。不同的模块化系统可以根据所需的功能划分目标，将不同数量的相同模块或不同模块（表示不同的标准化级别）并入其模块中。

手电筒电池、刀片式服务器以及 RAID 阵列都是非常基础的模块化示例，构成整个系统的各个单元中很少或几乎没有变体。对于集成了多种功能的复杂系统，如 DCPI，需要制造商进行仔细的工程设计，以按照在标准化级别与用户灵活性之间取得最佳平衡的方式进行模块化。DCPI 中存在各种级别的有效模块化设计的可能性。下面列举了一些示例：

- **可互换的 UPS 电源和电池模块。**在电源、冗余模块和运行时间方面均实现了可扩展性，而且能够进行在线更换，从而在不需要停止运行系统的条件下进行维修。
- **标准化的模块化布线。**将房间布线细分为行级模块或机架级模块。避免了混乱并易于出错的布线状态，并简化和加速了断开-重新排列-重新连接-重新连接的流程。模块化配电系统的方式很多，可以采用为整行负载供电的机架大小的设备，也可以采用服务于单个机架的电源插板。
- **机架级导气装置。**将房间气流细分为各机架局部控制，以便对高温区域进行精确制冷。
- **高密度组件。**将机架、配电系统和制冷系统集成成为一个独立的封闭“房间”，以隔离和冷却发热量密集的 IT 设备。（此时，“模块”指集成的整个组件。）

采用标准化结构和连接方式的模块化组件使一切变得更容易、更迅速，且成本更低。从供应商的制造与库存，到设计与工程规划过程，再到客户现场的安装与运营，无不如此。模块化设计是 DCPI 业务价值一个极其重要的组成部分（**灵活性**，即响应商机变化及意外商机的能力）的产生来源，同时也是其他两个组成部分（**可用性和总拥有成本**）的主要推动因素。

- 模块化系统是**可扩展的**。模块化 DCPI 可以根据当前的 IT 需求进行部署，并且能在以后添加更多组件。这种“系统规模优化”能力显著降低了总拥有成本。
- 模块化系统是**可变更的**。模块化设计在重新配置 DCPI 以满足不断变化的 IT 需求方面提供了极大的灵活性。
- 模块化系统是**可移动的**。在安装、升级、重新配置或移动模块化系统时，独立组件、标准接口以及易于理解的结构既节省了时间又节约了金钱。
- 模块化组件是**可更换的**。发生故障的模块可以很容易被换下，以便进行升级或修理，而且通常无需停止系统运行。

模块化组件的可移动和可更换特性使得很多工作可以在工厂进行，既包括交货之前（如配电设备的预先布线），也包括交货之后（如电源模块的修理）。从统计学角度上分析，同样的工作，在工厂内完成要比在现场操作的故障率低得多，例如，与在现场修复的 UPS 电源模块相比，在工厂修复的模块在引起断电、发生新的故障或无法恢复到满负荷工作状态方面的概率要低 500-2000 倍。可以进厂修理给可靠性带来了极大的好处。²

² 资料来源于 MTechnology, Inc. 所做的可靠性研究。

> 模块化和“组件数量”

模块化在该行业中是一个新兴的强大概念。除非被纳入权威的可靠性分析中，否则模块化给用户带来的极大优势仍面临误解以及可能迟迟不获得认同的危险境地。

在某些情况中，模块化系统会增加内部组件的数量，例如，若将大容量 UPS 模块化为一组小型电源模块，则某些电气组件和连接器的数量会增加。要取得有效的分析结果，模块系统的可靠性分析必须充分考虑组件设计、功能和相关性，而不仅仅是组件的简单叠加。此外，仅仅基于组件数量的可靠性分析是不完整的，甚至可能是错误的，因为它漏掉了模块化结构的一个新的也是最重要的可靠性优势：

- 可插拔的模块可以取下以**进厂维修**，从而通过在工厂中检测出缺陷并完善设计来持续改进质量（此流程在系统分析中被称为“可靠性提高”）。
- 模块的生产数量比大型的非模块化系统的生产数量多得多，从而进一步提高了质量，这是**批量生产**的固有优势。
- 一般而言，尺寸较小的模块（相比与非模块化设计而言）在制造过程中所需的人的工作量也较少。
- 模块化设计融合了**容错**所具有的可观的可靠性优势 - 冗余模块同时运行，因而单个模块出现故障不会影响整个系统的性能。

对于包括多个数据中心的大型 IT 运营中心而言，模块化结构便于各个数据中心尽可能保持一致（见上文的**更进一步：标准化数据中心**）。可以对主要 DCPI 设计方案的所选用元素进行修改、补充或删减，以在不影响其他设计部分的情况下调整各数据中心之间的规模或功能差距，从而使各数据中心共用基础设施的程度达到最高。

人类学习：理解的力量

模块化提高了设备的效率。易于理解性则提高了人的效率。标准化的本质便是简化流程，因此，标准化系统在各个层面上使人类的学习更加方便。丰富的知识与理解能力的提高不仅可以使人们提高工作效率并减少犯错次数，还可以促使人们互相学习并积极参与问题的解决过程。在标准化环境中，事物不仅更易于理解，而且可预测性和可重复性也更强，因而发生问题的概率更低，并且当发生问题时更容易识别。

事物越易于理解、可预测性越强，便越容易解释、编制文档、操作、查明问题并修复。这些效应往往互为基础，从而使员工可以：

- **避免出错。**标准化对于人类学习最突出的贡献莫过于减少了数据中心中的人为错误。研究表明，有 50-60% 的数据中心停机是由人为错误引起的，³ 而且减少人为错误体现了用户的一个最大的权利 — 提高可用性。减少人为错误是标准化最大的好处，从标准化组装流程到标准化系统的故障诊断，错误都越来越少。标准化系统使文档编制和培训都更加简单、有效，从而使员工更熟练、更不容易出错。标准化组件、接口和连接方式使正确操作更易达到，从而提供了进一步的保护。如果文档本身也采用标准化的形式，那么，可以从既定存储位置、以既定格式更方便地获得信息，因而进一步保证了避免出错。
- **预见问题。**对工作原理的了解，再加上此类事物的标准化程序（如设备监控和预测性维护程序），形成了一个足以应对那些“意外”事故的强大防御手段。
- **共享知识。**结构和功能的“更有意义”通过鼓励信息共享推动了人的学习进程 — 人们在理解事物时，很可能会进行交流、共同分析和解决问题并相互学习。这种浓厚的学习与观察氛围渗透到了 DCPI 中需要执行或了解的方方面面。
- **提高效率。**由于这些学习效果相互影响并互相推动，效率得到了全面提高。员工的知识越全面，在 DCPI 相关问题上所花费时间的利用率就越高。因为设备和程序更容易理解，在培训与受训方面花费的时间也缩短了。而且，人为错误的减少不但减少了在纠正人为引发问题上所需的时间，而且也减少了答复与此类问题有关的电话的帮助热线时间。节约的所有这些时间可以将人力资源释放出来，以用在改进数据中心功能方面，即改进 DCPI 为其提供供电、冷却和保护 IT 设备，而不是管理 DCPI 层本身。

³ 资料来源于 The Uptime Institute 所做的研究、7x24 Exchange 以及主要的财务公司使用大型数据中心所做的保密分析。

> 批量生产与可互换部件：回顾过去

组件的标准化给产品的生产、交付和维修带来了巨大的经济效益。其中最突出的便是批量生产产品的能力。其实该观念早在 1100 年就已初具雏形，当时，意大利的 Venice Arsenal 采用组装生产线和批量生产部件几乎每天造一只船。到了工业时代，因 Henry Ford 著名的装配生产流水线和面向任务的工人，该观念再次进入人们的视野。

Henry Ford 的装配生产线证明了，复杂产品采用批量生产之后，在生产量、成本的节约、产品的质量以及交货速度等各方面都取得了飞跃性的进步。不过，我们注意到，在过去一个世纪中，批量生产还存在着另一个重要的目的：除了便于产品的组装之外，另一个用途是生产可互换部件——尤其是火器部件。

1801 年，Eli Whitney 向华盛顿官员展示了一项震惊四座的技能，他从其新的步枪工厂拿来的 10 堆扳机部件中随便挑选，便组装出了 10 个扳机。标准化的可互换部件不仅使得在战场上修理步枪成为可能，还萌生了一个重要的新功能：现场维修。^{*} 技术人员在车间里每次为单个物品的生产与维修精心打造定制部件的情况迅速被工厂的批量生产和现场部件更换所取代。因此，质量迅速提高，成本急剧下降，交货时间大幅缩短，维修程序简洁畅通。

^{*} 在 DCPI 中，采用可互换部件进行现场维修的体现形式为可插拔模块。

> 批量生产的优势

- 成本更低
- 质量更高
- 更易于维修
- 产量更大
- 交货速度更快

部件和流程的标准化使批量生产成为可能

在用户看到产品之前即可减少的一种人为错误是人为引起的制造缺陷。标准化模块设计使批量生产的可能性达到最大，标准化装配的可重复特性以及识别并排除制造过程中缺陷的能力的提高，使得制造过程中的人为错误大为减少。

标准化如何提高 DCPI 业务价值

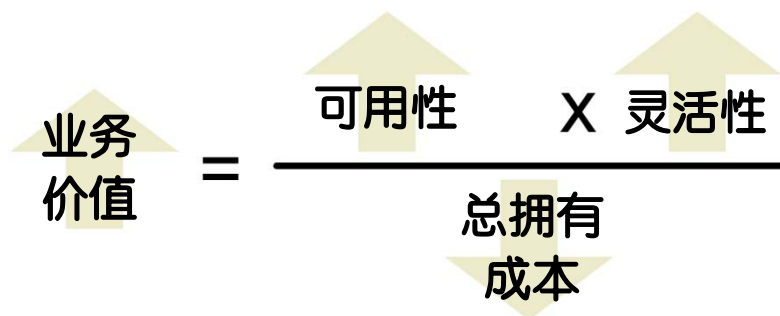
如上一部分所述，标准化 DCPI 的两个强大的基本特征——模块化结构和提高的人类学习能力——带来了大量直接而普遍的好处。本部分将更为详细地阐述标准化，并从一个不同的角度，即基本原则的角度，逐点证明标准化对于企业的价值。模块化和提高的人类学习能力为 DCPI 业务价值的三个关键组成部分都带来了好处。

DCPI 业务价值等式

如何才能提高数据中心物理基础设施的业务价值？由于 DCPI 的主要功能是确保 IT 设备的持续运行，因此，DCPI 业务价值的第一个组成部分便是可用性。能否快速响应变化的 IT 需求对于能否成功也很关键，所以第二个重要组成部分是灵活性。在使用寿命期间购买和运行 DCPI 的总成本——总拥有成本或 TCO——是业务价值的第三个主要组成部分（见图 3）。（有关 DCPI 业务价值的详细信息，请参阅第 117 号白皮书《数据中心物理基础设施：优化业务价值》。）

资源链接
第 117 号白皮书
数据中心物理基础设施：
优化业务价值

图 3
DCPI 业务价值等式



能够提高可用性和灵活性以及降低总拥有成本的事物即 DCPI 业务价值的驱动因素。在神奇的关系网中，标准化所产生的好处可同时驱动所有这三个“性能矢量”。

标准化如何提高可用性

影响可用性（见图 4）的主要因素有：

- **设备的可靠性** — 提高设备的可靠性可以降低停机风险。
- **平均恢复时间 (MTTR)** — 发生故障后恢复得越快，停机时间就越短。
- **人为错误** — 人为错误越少，停机时间越少。

$$\text{业务价值} = \frac{\text{可用性} \times \text{灵活性}}{\text{总拥有成本}}$$

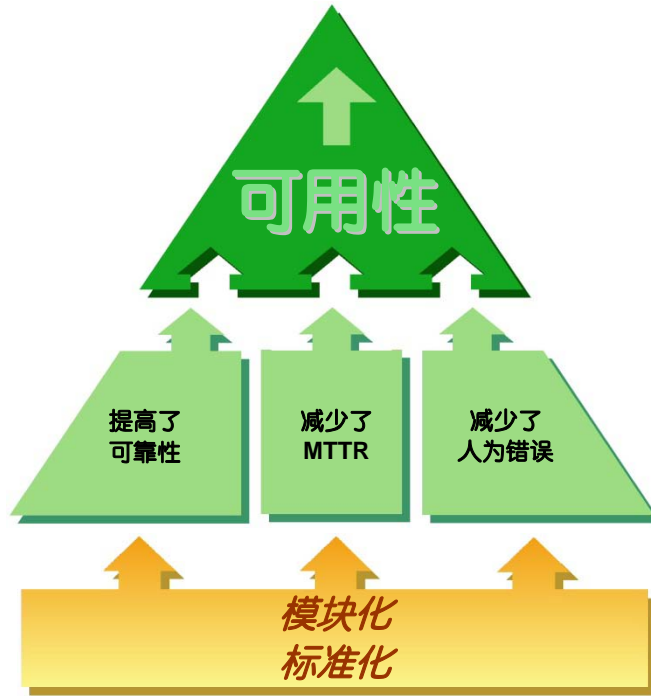


图 4
标准化改进了所有主要的可用性因素



标准化

设备的可靠性。 标准化的模块化组件可以按照比非模块化系统大得多的产量进行批量生产，从而降低了生产缺陷。而且，模块化组件可以返回制造商处进行维修，从而极大地提高了维修质量。（有关这两个优势的详细信息，见上文：**标准化 DCPI 的基本特征。**）此外，采用标准化连接的模块化系统可以按照与现场同样的方式在工厂内进行配置，因而可以在工厂内进行预先测试，以发现缺陷。标准化的模块化组件也使得内部冗余（组件发生故障时无需停机）以及热插拔更换（在拔出发生故障的组件时无需停机）功能更易于实现。采用标准化的设备监控系统后，借助于易于掌握的管理工具，可以更方便地进行前瞻性维护，以便在问题逐步演变为重大损失之前识别问题。此外，还降低了对容易出现人为错误的预防性维护的依赖性。

>新/旧观点

近年来，为简化产品和服务的设计、制造与交付流程，对已存在数十年之久的旧的标准化观念进行革新成为了商业策略的重点。在这方面，西南航空公司简直可以作为在整个公司范围内推行标准化的一个教科书范例。通过对其产品（不对号入座、价格均一）、运营（一切事物均依托于一个 IT 平台）以及设备（只有一种型号的飞机）实行标准化，该公司成为了同行业中起飞最准时、成本最低廉、品质最高（但并非最亲善）的航空公司之一。丰田汽车公司也经常被用作商业分析范例。该公司能持续保持世界一流的汽车质量水平，原因在于积极致力于“精益制造”，即先简化而后标准化制造过程的每个步骤，从而既减少了缺陷，又降低了成本。

具体技术可能因行业而异，但基本原理是相通的：从战略上应用标准化，可以从多个方面为业务价值的提升带来好处。

- 
平均恢复时间 (MTTR)。可以迅速将发生故障的模块化组件拔下，以进行更换，因此，不存在因等待修理而耽搁了系统恢复的情况。标准化令系统更容易理解与操作，加快了问题的诊断速度，并提高了用户自己进行诊断与更正的可能性。
- 
人为错误。迄今为止，在提高可用性的所有途径中，减少人为错误是最行之有效的。随着设备与程序的标准化，功能更加透明，日常操作更加简单并更容易学习，一切事物都按照预计的方式运行 — 所有这些，都降低了发生从输入错命令到拔错插头的任何故障的可能性。

标准化如何提高灵活性

灵活性即迅速、有效地响应商机、需求或变化（指 IT 市场中的“按需”）的能力。DCPI 灵活性以如下三个主要因素为目标：

- 部署速度**。设计与安装新设施、搬迁至新位置或实现重新配置的速度。
- 可扩展的能力**。按照满足现有 IT 需求的标准进行部署，并随着 IT 需求的增长以后可通过添加组件来提高容量的能力。
- 可重新配置的能力**。在不大幅改变或浪费现有设备的条件下，重新配置和重复使用现有设备的能力。

$$\text{业务价值} = \frac{\text{可用性} \times \text{灵活性}}{\text{总拥有成本}}$$

标准化的模块化构造模块（即模块化）形式的标准化为业务价值的所有三个组成因素带来了显著的好处，尤其是对灵活性具有最为主要的影响（见图 5）。

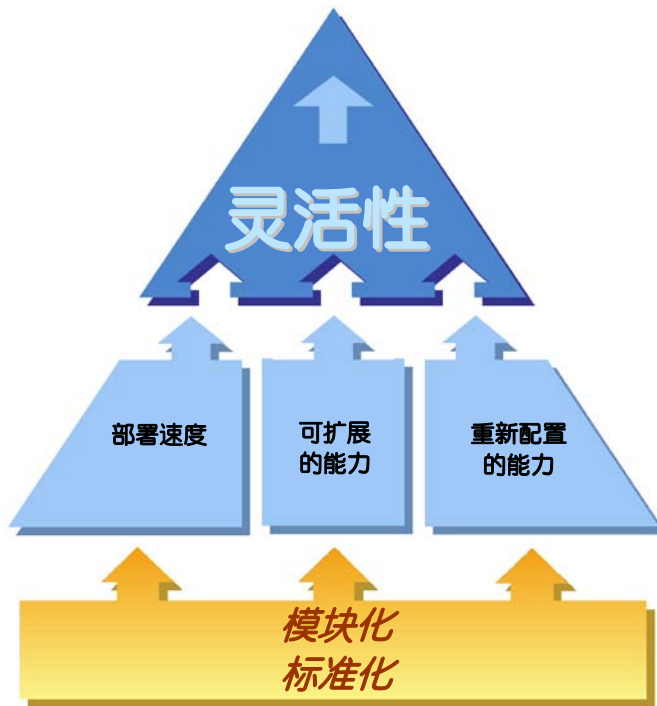


图 5
标准化改进了所有主要的灵活性因素

部署速度。模块化组件加快了规划与设计速度，这是因为可以根据设计目标以合理的方式配置系统结构，包括模块单元的物理排列，以及仅选用满足当前 IT 需求所需的设备数量与类型。在管理层试图调整过度规划到未来 10 年的数据中心设计方案费用的同时，无需等待其结果即可立即开始部署。

由于模块化结构所固有的设计灵活性，即便是特殊的 DCPI 需求，也不会给规划时间拖后腿。由于标准化批量生产的设备可以实现现货供应，因而提高了交货速度。现场配置与连接的速度也更快了，不仅仅因为连接方式都采用标准化形式并进行了简化，还因为由于只使用必需的构造模块，设备的数量减少了。此外，由于标准化模块可以采用与现场一模一样的方式在工厂进行连接并预先测试，系统的调试速度也提高了。与采用静态定制设计方案和一次性工程设计的传统整体式基础设施相比，以上效率的提高使得从概念到调试的时间从几个月缩短至几周，重新配置的时间从几周缩短至几天。

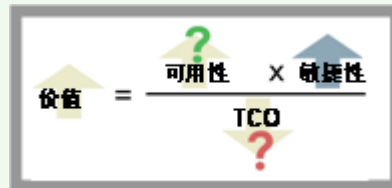
此外，下一个属性——仅根据当前的 IT 需求进行设计，因而只需部署比典型的传统系统设备数量更少的小型基础设施——进一步缩短了各个部署阶段所需的时间。

可扩展的能力。采用模块化构造模块结构，功能可以逐块获得，因而可使从配线柜到大型数据中心的任何大小的 IT 空间的配置达到最佳状态。更为重要的一点是，可以只按照启动时所需的 IT 需求来设计基础设施。而后，随着 IT 需求的增长，可以添加更多的构造模块，而无需重新对整个系统进行工程设计，也无需关闭关键设备。这种“系统规模优化”策略显著降低了数据中心在使用寿命期间的成本。（请参阅第 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》。）

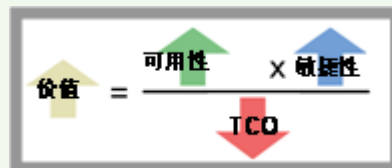
可重新配置的能力。IT 的更新周期通常为两年，因此，重新配置、升级或移动能力在 DCPI 灵活性中占据着重要的地位。模块化组件可以拔下、重新排列并重新连接。除了因商业需要而进行的重新配置之外，IT 设备的功率密度随着其物理尺寸的不断缩小（如刀片式服务器）而稳定增长，因此，也需要定期重新配置机架、供电系统和制冷系统。此外，可热插拔的模块化组件为重新配置不同级别的冗余、不同电压或不同插头类型提供了可能性。不仅是模块化结构简化了断开连接、移动并重新连接这一物理过程，除此之外，制造商对设备模块化的仔细设计也将重新设计的需要降至最低，并最大限度地提高了将现有设备重复用在新配置中的能力。

> 是否需要进行权衡？

问题：模块化结构提高了灵活性，但它是否会损害到可用性或总拥有成本？



解答：不会，可用性和总拥有成本不会因模块化结构而受到损害，事实上，模块化结构对这两个因素均有促进作用。模块化标准化的非凡之处在于，它同时为 DCPI 业务价值的所有三个组成部分带来了益处。



可靠性提高了——可插拔模块减少了 MTTR，易于理解的结构不仅更便于管理，还减少了人为错误。热插拔模块使得无需停机便可进行更换。可以配置多个模块同时运行，以充分利用容错的可靠性优势。模块可以返回制造商处进厂维修，这不但比在现场维修更为可靠，而且有助于工厂的工程师识别缺陷并完善设计（“可靠性提高”）。模块可以进行批量生产，从而减少了缺陷。

总拥有成本降低了——标准化的模块化设备的实际设备成本与传统设备相差无几，但其他成本却得到了显著降低：模块化结构降低了非设备资本成本（规划、设计、安装）；由于避免了初期过度规划，因而总设备成本降低了；根据当前的 IT 需求进行规划大幅减少了数据中心在使用寿命期间的运营成本。

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

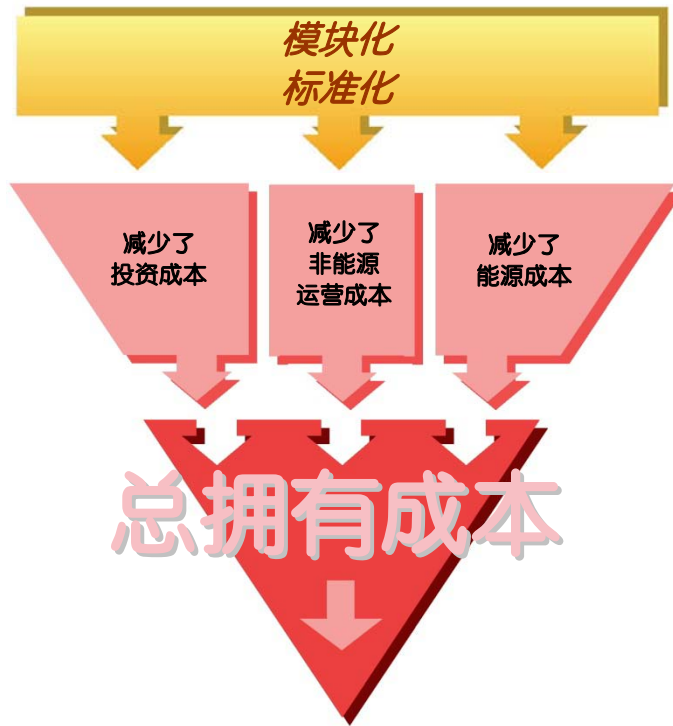
标准化如何降低总拥有成本 (TCO)

DCPI 业务价值的第三个组成部分即数据中心在使用寿命期间的总拥有成本 (TCO)。TCO (见图 6) 主要由以下成本构成：

- **投资成本。** 从规划与设计阶段直至系统开机并开始工作之时的所有成本。（令人吃惊的是，在过去，投资成本往往是在考虑 DCPI 业务价值时唯一被注意的成本。）
- **非能源运营成本。** 除能源成本之外的运营成本，包括工作人员、培训、维护和修理成本等。
- **能源成本。** 电力费用。

$$\text{业务价值} = \frac{\text{可用性} \times \text{灵活性}}{\text{总拥有成本}}$$

图 6
标准化改进了所有主要的总拥有成本因素



投资成本。 标准化的模块化结构从以下两个方面降低了投资成本：(1) 采用模块化结构后，基础设施的大小紧密配合当前的 IT 需求而规划，而不是根据最大的计划需求来构建初始容量——您只需购买您所需要的；(2) 其简单明了的结构简化了从规划到安装的整个部署过程中的每个步骤。这种简化不仅缩短了每个阶段所需的时间，而且往往减少了寻求外部帮助的需要。例如，机架级的标准化的模块化配电系统即从可扩展性和简单性两方面节约了成本：可以只为安装的机架部署电源和电缆，而无需为整个房间布线，因而减少了工作量。同样，集成了电缆与空气流通装置的标准化的模块化机架设备为基础设施提供了可扩展性，并简化了设计和安装过程，将设计咨询和定制安装服务的需求降低最低。（有关合理化基础设施大小——“系统规模优化”——以大幅降低成本的详细信息，请参阅的第 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

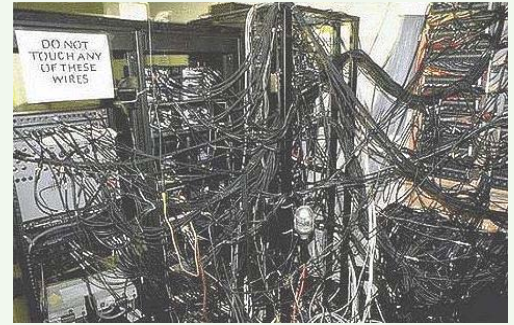
非能源运营成本。设计变得简单、易于学习，意味着培训的效率可以更高，运营/维护程序也可以更高效并减少出错的几率。标准化设备与程序的更易于事情是如何发展到这个地步的理解，也意味着更多的维护工作可以由 IT 人员来完成，而无需供应商提供维护。采用标准化的设备监控系统后，借助于易于掌握的管理工具，可以更方便地进行预测性维护，以便在问题逐步演变为重大损失之前识别问题。标准化的模块化组件可以直接拔下以进厂维修，这比在现场维修更为可靠，成本也更低。由于可用性的整体提高，寻求热线帮助以解决与停机有关的问题的需求也大为减少了（见上文：标准化如何提高可用性）。

能源成本。数据中心在使用寿命期间的电力成本是 TCO 中最大的一项。按照现有的 IT 需求规划基础设施，并根据 IT 需求的增长添加新的组件，这种方式使用户只需为所需的设备提供配电和制冷。在数据中心的使用寿命期间，因此而节约的电力成本非常可观。模块化内部 UPS 设计使得 UPS 的容量与负载需求更为匹配，从而提高了 UPS 的工作效率并减少了实现冗余所需的 UPS 模块的容量。模块化制冷设计，如基于机架的空气分配单元，使气流更准确，从而提高了制冷效率，进而减少了制冷设备所消耗的能源。

有关 TCO 的详细信息，请参阅第 6 号白皮书《确定数据中心和网络机房基础设施的总拥有成本》。

资源链接
第 6 号白皮书
确定数据中心和网络机房
基础设施的总拥有成本

> 事情本不该如此？



DCPI 行业落后于标准化的发展，很大一部分原因是由于 DCPI 的组件（UPS、配电系统、控件、制冷系统）在技术上千差万别，而且一直以来是由不同的供应商制造的。

这样的环境导致了：

- 采购价格偏重于每个组件低廉的报价，而不是是否适合整体使用。
- 更多的注意力放在了单个组件的规格说明和可靠性上，而忽视了综合的系统性能。
- 在咨询了设计 IT 空间的工程师后，基础设施组件采用了一次性工程设计的独特的整体式平台设计。独特性恰恰是标准化的天敌。
- 设备供应的片段性体现在制造商、咨询工程师、所有者与 IT 管理人员之间不一致的设计理念中。

原则：标准化提高了 DCPI 业务价值

如上文所述，标准化或直接或间接地增强了影响可用性、灵活性和总拥有成本的每个主要因素。作为这种相互关联效应的源头，标准化成为了提高 DCPI 业务价值最主要的驱动因素（见图 7）。

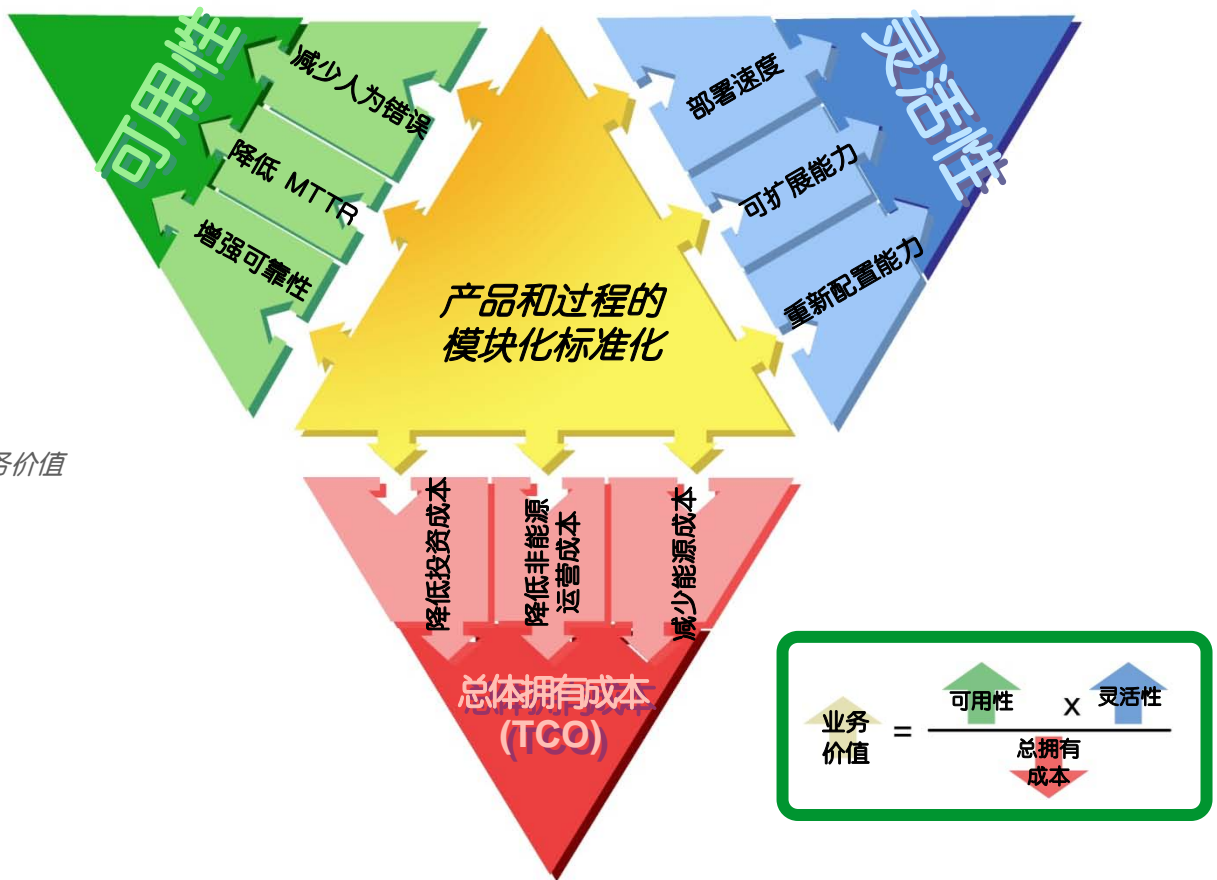


图 7

标准化提高了DCPI业务价值的每一个组成部分

结论

用户一度很难管理数据中心物理基础设施 (DCPI)。虽然行业曾趋向于支持一次性工程设计和定制安装方式,但变革的时候已经来临,DCPI 正逐渐发展成为运行于 IT 运营后台中的一个简洁、高效的支持层,而不是与之竞争资源的并行运行的系统。

200 多年以来,几乎每个行业都将标准化这一商业战略成功地运用于优化产品与流程。同样的原理也可作用于数据中心,以获得易于理解、可预测和高效的 DCPI 结构和功能。根据分析显示,标准化可以改进,在某些方面甚至是显著改进能提高 DCPI 业务价值 — 可用性、灵活性和总拥有成本 — 的每项性能。由于其广泛的效果以及对整个数据中心在使用寿命期间的部署和运营具有全面的影响,标准化 (尤其是模块化 标准化) 在优化 DCPI 投资方面逐渐成为了最关键的环节。

更进一步

如本白皮书所述,DCPI 设备和接口的标准化的模块化为部署 DCPI 的用户提供了广泛且深远的益处,它标志着本行业朝数据中心标准化发展掀开了新的一页。DCPI 用户自身可以进一步挖掘标准化的强大能量:

- 首先,可将标准化原理运用于其数据中心的方法与程序中。维护、管理、编制文档、培训、保存记录、标注 — 每个过程都可以采用标准化技术来提高效率并避免出错。
- 其次,也是更重要的一点,可以在多个数据中心之间部署同样的 NPCI 配置与程序。一种全新的观念是将在一个数据中心中取得的经验融入其他数据中心同样的运营当中。本白皮书中所描述的每项好处都会随着多个数据中心规模的增长而扩大:可预测性和易于理解性会因系统的复制而提高。到 2005 年,这种大范围的标准化在全球只有少数几家公司付诸现实。⁴

一旦标准化的出色作用为人所了解,并取得了第一手的经验,会有更多远见卓识的 IT 管理人员选择应用标准化。



关于作者

Suzanne Niles是施耐德电气数据中心科研中心的高级战略研究员,加入数据中心科研中心之前,Suzanne在卫斯理女子学院 (Wellesley College) 从事数学方面的研究,而后在麻省理工学院 (MIT) 获得计算机科学学士学位,并发表关于手写输入识别的毕业论文。Suzanne拥有超过30年针对不同阶层听众,包括上至软件说明书,摄影图片,下至儿歌的多元化的教学经

⁴ 德勤公司的 Amsterdam Cybercentre 由两个一模一样的数据中心构成,将公司的 109 套分布式 IT 设施并为一体,充分体现了整个公司的标准化文化。通过使用标准化的模块化 DCPI 结构,数据中心的建造在短短 4 个月之内就完成了。



资源

点击图标打开相应
参考资源链接



数据中心物理基础设施：优化业务价值

第 117 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

第 37 号白皮书



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



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

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