

集装箱式数据中心 电源和制冷模块

第 163 号白皮书

版本 1

作者 Dennis Bouley 和 Wendy Torell

> 摘要

相比传统数据中心供电和制冷基础设施而言，标准化、预组装和集成化的数据中心电源和制冷基础设施模块可以加快至少 60% 的部署速度，并且节约 13% 以上的初期投入成本。基础设施模块，即数据中心业内称之为集装箱式电源和制冷模块，实现了数据中心设计师从定制化“工程项目”的思维模式转换到标准化“现场集成”的思维模式。本白皮书将比较两种模式下的成本，分析它们各自的优缺点，并且验证哪些环境最适于采用基础设施模块。

目录

[点击内容即可跳转至具体章节](#)

简介	2
标准化与定制化的 初期投资比较	2
基础设施模块运营 成本节约分析	6
基础设施模块的其它优点	7
基础设施模块的不足之处	8
基础设施模块的类型	11
基础设施模块的应用	13
结论	14
资源	15

简介

当数据中心各利益相关方面临部署新数据中心电源和制冷基础设施（比如，冷水机、泵、CRAC、CRAH、UPS、PDU、开关柜、变压器等）的挑战时，通常会思考如下问题：改建建筑内的现有房间（如果可行）和新建一个房间来安装电源和制冷设备哪个更好？又或者采购基础设施模块来提供电源和制冷是否更具成本优势和技术可行性？

基础设施模块是一种预先设计、组装和集成，且事先测试过的数据中心物理基础设施系统（即，电源和制冷系统），它们作为标准化“即插即用式”模块被运输到数据中心现场。而数据中心传统的物理基础设施只能是一次性设计并且所有组装、安装和集成都在施工现场完成。基础设施模块的优点包括节约成本、节约时间、简化规划、提高可靠性、增进灵活性、高效以及增强供应商责任感。

如图 1 和图 6 所示，相比传统方式部署相同的基础设施，部署基础设施模块可加快部署速度 60%，且降低初期投资成本 13% 以上。考虑到传统数据中心容量选型过大并且需在初期部署与之相关的电源和制冷系统及控制，那么成本节省将更为可观，达 30% 以上。

12.2 米 x 2.4 米（40 英尺 x 8 英尺）的标准 ISO 集装箱是最常见的基础设施模块。然而，基础设施模块也可建在底座上或以多种模块化的形式交付使用。因此，本白皮书使用广义的术语“基础设施模块”而不仅是狭义的“集装箱”来描述模块化解决方案。本白皮书将为数据中心专业人员提供数据中心电源和制冷模块所需的相关信息。

标准化与定制化的初期投资比较

部署基础设施模块比使用相同物理基础设施组件的传统部署方式更为快捷和节约成本，其中原因有很多。图 1 是对在相同的设计和部署框架下的两种方式初始投入成本逐一比较。

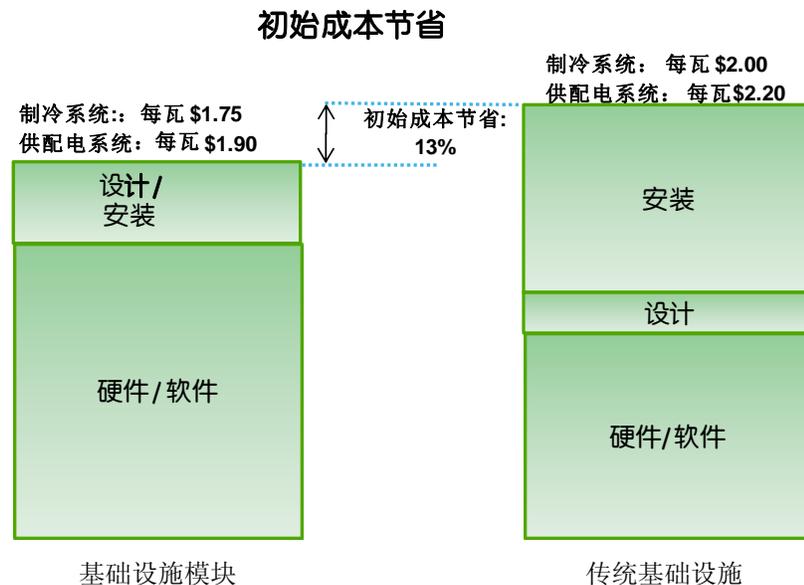


图 1

传统方式和基础设施模块初始投资比较

在本次分析中，反映的是行业价格成本，信息来自设计/施工公司和组件制造商的实际项目，同时也考虑了行业平均值和经验数据。本分析基于以下假设条件：

- 500 kW 电源和制冷容量
- 带节能冷却模式的风冷冷水机组
- 美国密苏里州圣路易斯的劳动力成本以及工业园区的场地状况

- 不涉及建筑楼体成本节约
- 不含 IT 机房基础设施（配风装置、配电单元、机柜）
- 基础设施模块和传统方式拥有同等物理基础设施组件以确保公平比较材料成本

由于模块化的供配电系统和制冷系统是以标准化方式建设和安装数据中心物理基础设施，因此可以大幅地节省成本（初始投入成本对应为每瓦\$3.65 和每瓦\$4.20）。在数据中心所需容量的供配电系统和制冷系统的生产、交付和安装过程中采用的标准化元件能够实现良好的规模经济效益。相反，传统方式则需根据必须在现场完成的大部分工作专门定制。不同供应商提供的不同元件在经过定制后集成到一个项目中。正如我们在图 1 中看到的，尽管模块化方案中的材料成本或“系统”成本相对较高，但是初始成本的净节约值仍然达到了 13%，因为它在设计和安装上成本节省非常显著。

我们将在下面的章节介绍图 1 中每项成本以说明为什么基础设施模块的成本更低。

硬件/软件成本

“硬件/软件”成本包括机械制冷间和电气间内的物理基础设施硬件（开关柜、UPS、配电柜、热交换器、风冷冷水机、泵、过滤器、照明、安保和消防）以及管理和控制系统。对于模块化设施来说，这些系统的成本要高出约 40%，因为需要购置额外材料（比如集装箱外壳的成本）以及将硬件，软件和控制装置预组装/集成到一起所产生的成本。

设计成本

基础设施模块首先由研发人员设计，经过测试，最后投入生产。一旦投入生产，设计就已“敲定”并将按照这个设计交付产品给最终用户。而在传统方式下，设计将有多方参与。电气承包商、机械承包商、设计师、最终用户、厂务部门、IT 部门和公司高管需要不断开会讨论。设计思路被反复推敲和重新设计，可能还会遇到公司审批流程，而决策往往需要层层批复。

“设计”成本包括两方面的成本：设备选型&布局以及场地规划和施工。如果采用基础设施模块，设备选型和布局在工厂就已经完成（计入系统成本），场地规划和施工也比传统方式减少了 80% 的工作量，因为场地规划和施工会更加简单，只需要四个人员的参与——结构设计师、土建设计师、电气设计师和建筑师。而在采用传统数据中心建设方式时，场地规划和施工可能会占到项目总成本的 5%。

安装成本

“安装”成本包括在现场进行的组装、集成和试运行所涉及的所有工作。特别是：

系统项目管理 – 由于项目的复杂性降低并且由单一供应商提供全部物理基础设施，模块化设施的项目监督成本明显减少（约 60%）。

场地准备和场地项目管理 – 这项支出包括为水管和电线挖掘的地沟，场地平整和敷设水泥垫层，以及其它一般性现场支出。不论采用哪种方式，这类支出都存在，因此成本基本上是一样的。

电源和制冷系统安装 – 硬件安装包括设备的拆装、盘点、整理和组装相关费用，以及设备之间的互联和系统开机启动相关支出。对于基础设施模块来说，许多此类工作都可以免除（仅需将模块放到水泥地板上，然后把模块接入已有的建筑开关柜，为制冷设备接上水管，然后启动系统），因此可以节省 50% 以上的安装成本。此外，由于现场施工相比工厂组装的成本更高且耗时也更多，基础设施模块还可相应节省更多的成本。比如，一个工厂生产线上的工人将一组预设计标准线缆接入模块的成本就低于现场由电气工程师和电工按照“定制”设计进行专门施工。

还有一项相关的费用节省（未在图 1 中反映）是运输成本。相比运送传统现场安装系统的单件零件和设备来说，预组装模块的运送成本要低得多。由于运送更加简单且更易整理，运送中遭受损失的风险相对较低，因此减少了可能增加的损失成本以及不可预期的时间延误。

管理/控制系统的安装和调试 – 在传统数据中心内，管理软件和控制系统的安装和调试是一项大的支出（每瓦\$0.30 或更高），并且还需支付费用以将管理系统仪表盘/界面集成到供电和制冷基础设施中，并且调试控制系统使其达到预期性能（如设定制冷系统以优化节能模式的工作时数和能耗）。但鉴于系统控制的复杂性，对于大多数定制数据中心来说，这是一个永远无法实现的终极目标。而对于模块化设施来说，这部分支出已经包含在工厂成本中，软件和控制系统的调试和优化在工厂内已经完成标准化设置，几乎不需要任何现场作业，并且数据中心的工作性能也得到改进。

试运行 – 试运行包含对数据中心设计/施工结果的所有记录和验证工作。不同数据中心其试运行的具体步骤也各不相同，但是通常都包含工厂目击测试，质量保证与质量控制，启动，功能测试以及系统集成测试。对于模块化设施来讲，工厂目击测试和质量保证这两个步骤一般认为不再需要，因为基础设施模块已经是标准化、预设计、预集成和预测试的完整系统。这可以节省约 25% 的成本。

虽然在图 1 中没有反映，基础设施模块还有一个主要成本优势是可以减少或消除现场的“砖块与灰浆”施工，这类施工不但耗费成本（每平方米\$1,076 - \$1,614 或每平方英尺\$100-\$150），而且还会扰乱设施的正常运行，如图 2 和图 3 所示。

图 2

数据中心传统
改扩建方法



图 3

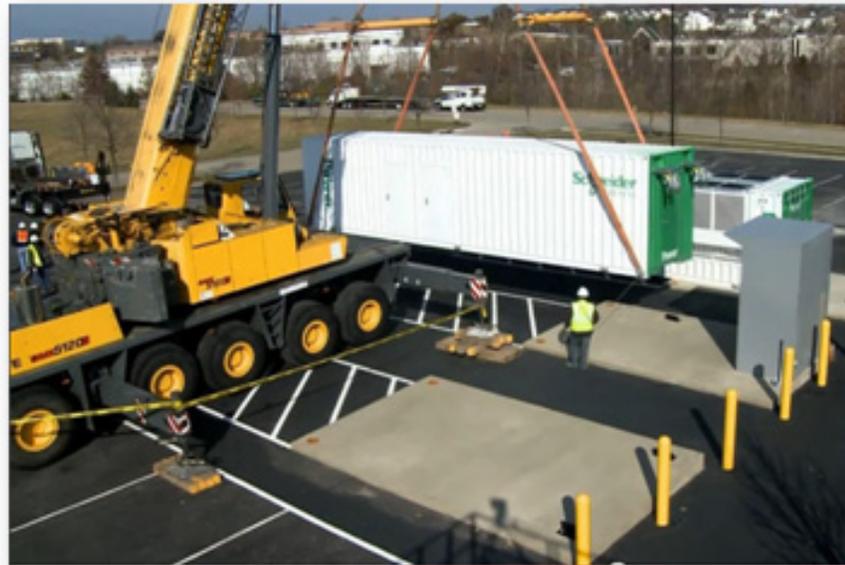
在“砖块与灰浆”架构的数据中心内安装高架地板



由于无需建设楼体外壳且现场安装工作大幅减少，基础设施模块在施工中的侵害性较低，操作也更为简单。图 4 反映的是吊车正在将一个基础设施模块吊装到现场的水泥垫层上。吊装完成后，电源将被接入主开关柜、制冷基础设施模块和 IT 机房，同时冷冻水管将被接入 IT 机房内的空调设备。

图 4

预组装、预设计的数据中心电源模块的安装现场



如果数据中心选用供电和制冷基础设施模块，那么许多传统方式的前期设计和施工管理责任将从数据中心业主/最终用户转移到解决方案供应商，如图 5 所示（注：如果采用传统方式，很可能是由一家设计公司来执行所有这些工作）。制造商将负责设计并向不同的客户“签发并重复”提供同样的数据中心供电和制冷模块。数据中心供电和制冷物理基础设施成为生产供应链上的一个环节而不再是现场定制施工的一部分。这对安装成本有着重要影响。

在传统方式下，业主/最终用户既负责设计解决方案，安装组件，向各种供应商采购设备，或者雇佣和管理承包商来完成这项工作。相反，由于设施供电和制冷模块已在工厂内预先安装，业主

最终用户可以不再处理这些耗费时间的工作（无需逐一查找所需的设备，无需管理送货进度，无需或只需与极少的施工承包商接洽）。

图 5

在传统方式下，数据中心业主需负责规划和制定解决方案或将其外包



基础设施模块运营成本节约分析

以上分析着重于投资成本，考虑到运营成本，我们还可以节省更多。

维护成本

成本节省的机会在于模块化设施的维护成本的降低。虽然现在必须在更为紧凑的空间里实施维护工作，但是最终用户可以通过签订“一站式”集装箱维护服务来节约成本。最终用户无需与多个供应商签署不同的条款，而只需签署一份合同就可以获得一个或两个“大型”基础设施模块的完整维护服务。

在这种情况下，将由一家承包商全面负责基础设施模块的正常运行。这种方法非常简便，因为数据中心业主不再需要自己花费时间去追溯哪个供应商应该负责处理意外事故。在传统数据中心，许多零件和部件（水管、电气装置、电源系统、制冷系统和机架）通常由多家不同的供应商提供维护支持而他们之间相互推诿责任的情况时常发生。

软件/管理升级也可以节省成本。由于不再需要为大量产品分别定制代码，数据中心设施供电和制冷模块可以让用户一次性对标准固件进行整体升级。

能源成本

传统电气和制冷间的能耗比同等的电源和制冷基础设施模块的能耗更多。这主要是因为预设计模块可以更好的集成供电和制冷系统的控制装置（当与制冷系统的控制装置协调运作时，这一优点尤其突出）。

以冷水机的控制为例。冷水机组、冷却塔、水泵和阀门的协同工作进行的调试是一项庞大的工作。节能模式更进一步增加了它的复杂性。事实上，正是因为其复杂性所导致的额外能耗增加，很多时候在设计时会放弃节能冷却模式。

美国采暖、制冷与空调工程师学会（ASHRAE）公布了冷水机组的制冷性能系数（COP）。COP 越高，系统总体性能越好。虽然组成的冷水机组的单个部件可以达到公布的标准，但大多数冷水机组的 COP 却非常低。这个现象在需要集成不同组件的控制装置时尤其明显。定制化设计的低效以及现场控制系统的集成往往意味着节能冷却模式的运行时间明显偏少且总体能耗偏高。

“基础设施模块的 PUE 是可预测的，因为设备采用标准化元器件已预先测试，控制装置已提前完成相互协调工作的调试。”

控制系统的复杂性使得传统数据中心的 PUE 很难被预测。但是基础设施模块的 PUE 是可预测的，因为设备采用标准化元器件已预先测试，控制装置已提前完成相互协调工作的调试。将一个 1MW 的传统数据中心建设在美国密苏里州圣路易斯市内，负载率在 50%，平均功率密度为 6kW 每机架，并配置高架地板、冷水机组、变频器（VFD）、水控装置以及节能冷却模式，它的 PUE 一般为 1.75。可与之相对应的集装箱式数据中心已经过测试和分析，其测得的 PUE 可为 1.4 或更佳，反映在电费上即是集装箱式数据中心可以节约 20% 的电费。

基础设施模块的其它优点

除成本节省这一优势以外，数据中心业主还有其它原因去支持其采购基础设施模块：

可预测的效率 – 基础设施模块根据设计中的实测数据可以让用户将预期效率载入规格书，让制造商公开该预期效率。这种可预测性对于注重能效的公司来说非常具有吸引力。

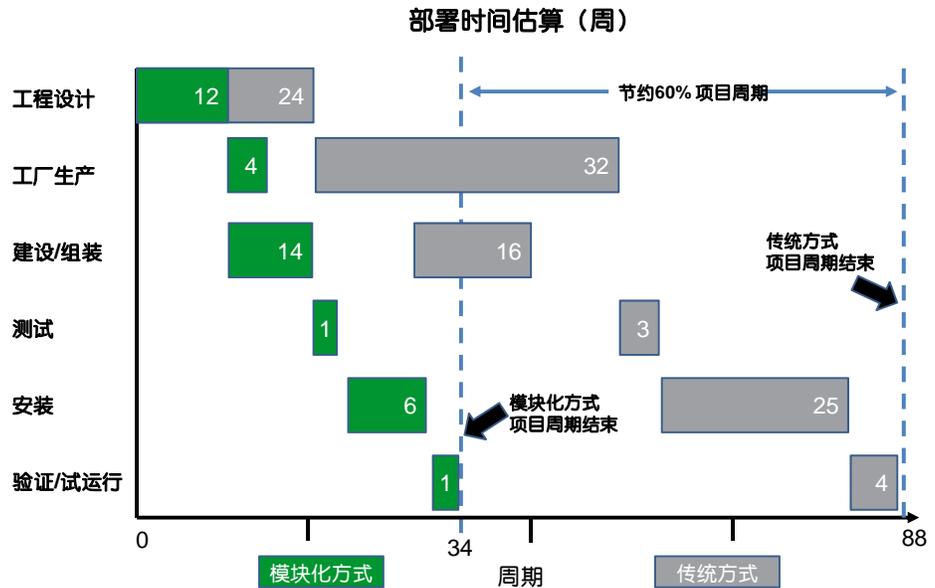
可移动性 – 如果可移动性作为一个考量指标，那么基础设施模块在这方面将有不错表现。假设一家公司需要部署数据中心供电和制冷设备，但是它的场地租期只有 18 个月。如果场地租期到期后不续约，这家公司就需要将他们的物理基础设施（供电和制冷）搬走而不是将它们丢弃在原租赁的场地。

其它财务利益 – 从财务角度来说，基础设施模块应被归入“设备”类别而不是“建筑”类别。这很可能会带来一些税费，保险和财务方面的利益。当然，各地和各区的税法、保险政策和采购/租赁合同各有不同。因此，应事先确认这类财务收益在您的具体状况下是否存在。

缓解不确定性 – 如果未来增长存在高度不确定性，基础设施模块将是一个可行的选项。它的扩展灵活性和按需配置的特点可以帮助将风险降到最低。

加快部署速度 – 传统数据中心从概念设计到试运行再到交付可能需要花费 2 年的时间。而安装启用速度对业务而言往往非常关键。那些期望数据中心能够尽早交付使用的用户公司非常看重时间成本（比如，期望将新产品首家推出市场的公司）。而模块化数据中心从概念设计到试运行只需不到传统数据中心一半的部署时间，如图 6 所示。

图 6
部署时间比较
(模块化 vs. 传统型)



简化培训— 基础设施模块可以极大程度上简化对工作人员的培训，因为模块全部采用标准化设计并使用系统级别的界面进行操作。这样工作人员变动时，对数据中心造成的风险较小。

基础设施模块的不足之处

如果基础设施模块能够具有灵活性、快速部署时间以及成本优势，那么为什么基础设施模块并不是每个数据中心的最佳解决方案呢？基础设施模块面对的部分挑战如下：

基础设施模块和室内数据中心的距离— 如果由室外模块为室内数据中心提供供电和制冷，那么距离将是非常重要的一个影响因素。如果室内数据中心毗邻外墙或屋顶，数据中心与基础设施模块之间的连接费用可控制在最低水平。但是，数据中心位于建筑深处，那么敷设电线和水管的成本（需要穿越许多墙体、地板和/或天花板）将成为非常重要的制约因素。

物理风险— 暴露在室外的基础设施模块将受诸如恶劣天气、蓄意破坏、车祸（如果放在停车场里）以及动物/昆虫骚扰的影响。在选择设施部署基础设施模块前，应对其场地做风险评估。

供电和网络连接— 当基础设施模块被安装后，应额外提供配电（额外断路器/开关柜）以及光纤连接。

尺寸限制因素— 基础设施模块具有庞大的供电和制冷能力，虽然可以移动，但是在重新安置它们时也确实需要面对一些挑战。这些模块非常重，有时因为超重而不能安装在建筑的屋顶上。12.2 米 x 2.4 米（40 英尺 x 8 英尺）的集装箱，它的长、宽和高在数据中心业主要扩展系统时成为一个限制因素，除非业主拥有足够的地面空间可以增加更多的基础设施模块。

人员舒适性— 基础设施模块专为远程操作设计，相比传统的“砖块&灰浆”结构的数据中心来说在人性化方面较为逊色。它的内部空间非常有限（比如维修人员进入维修时可能有所不便），通风也主要针对设备而不是考虑人体的舒适度。

可维修性— 传统数据中心内的维护人员习惯于在受到保护的室内环境中接触设备的正面和背面。但是，一些设施供电和制冷模块，它的检修门位于室外，从这里维修人员可以接触到设备的背面。

当这类门被打开时，物理设施就暴露在各种室外因素下，比如热、潮湿、灰尘、寒冷和其它潜在的不利室外条件。

当地法规的要求 – 由于基础设施模块是一项新技术，当地政府可能还没有制定基础设施模块的限制要求。不同地区的政府可能在对电源、制冷和 IT 模块的类别划定上可能存在不一致。因此，在部署基础设施模块前应事先获得相关主管机构（AHJ）的批准。

运输 – 美国运输安全管理局（TSA）规定了对宽度（11.6 英尺，3.5 米）和长度的限制要求以便卡车和火车负载能够通过弯道、桥下和隧道。在北美以外的地区，道路可能更为狭窄，更加限制了集装箱的灵活性。非标准宽度的基础模块需要获取特殊通行证才可上路，有时还需专门护送，增加了基础设施模块的运输成本。

表 1 总结了传统数据中心和基础设施模块各项因素之间的差异。（注：用颜色标注的单元格表示该项因素的最佳表现者）。

表 1

传统方式和基础设施模块的对比汇总

因素	传统数据中心	基础设施模块
部署时间	通常需要 12 至 24 个月	可在 8 个月或更少时间完成设计，交付，安装和运行
部署成本	由于需要进行大量现场组装、安装和集成工作，因此前期投资成本较高	成品基础设施模块满足大型数据中心设施所需的供电和制冷容量
法规的限制要求	基础设施部署的各个步骤需要监管部门按特设要求审批通过。该审批过程往往会导致后续施工的延期。最终用户对确定的审批负责。	选择安装基础设施模块的数据中心业主应在安装前与当地相关主管部门确认。申请许可证的程序根据地域的不同可能会有很多不同。
安防	资产被放置在建筑内，远离外部侵入，因此物理安全得到更好保障。	物理基础设施资产被安置在建筑外面，增加了其遭受安全事件和恶劣天气危害的可能性
安装	从物理基础设施的角度来看，改建比新建一个数据中心更为复杂和具有侵害性。基础设施组件需要分别安装，分别启动，然后试运行。	需要能够搬运 20 英尺 X40 英尺的预配基础设施模块专用设备（比如吊车）。需要准备“插接站”以便接入建筑的水管和电线。作为整机启动。
税费	被认为是建筑物的永久组成部分	从报税角度来看，临时构筑物的认定会更具吸引力（参见施耐德电气第 115 号白皮书，《模块化、可移动的数据中心基础设施的财务和税务优势》）
可靠性	不同供应商提供的各种零部件的现场组装使得协调工作量增加，因此产生人为失误的可能性也更大。	因为组件在交货前已经完成预先配线和工厂验收，因此性能更具预测性。小的模块化设计可以降低人为失误风险。如果发生故障，整个数据中心不会宕机。
效率	现有结构往往会限制供配电系统和制冷系统优化所带来的电气效率提升；复杂的定制化控制装置还会造成制冷系统运行不佳，降低效率。	基础设施模块采用标准化和模块化的内部组件，可以按照预期设定 PUE。
碳足迹	所用的施工材料均会产生大量碳排放。砖块、保温层和混凝土都是高碳排放材料。混凝土常用来制作地板、墙体和天花板。	钢材和铝材的碳排放只是混凝土的一半。混凝土仅被用来铺设地面底座。基础设施模块所需的混凝土用量远比同等“建筑外壳”式数据中心的用量要少。
可维护性	传统数据中心拥有更多空间供维修人员进行操作。维修期间不会受到外部恶劣天气条件的影响。	维修需在更为有限的空间内完成。有时，只能从室外进行设备维修，这样暴露在外的设备就容易受户外因素影响（热量、潮湿、寒冷）。

基础设施模块的类型

有些基础设施模块被放置在 12.2 米 x 2.4 米 (40 英尺 x 8 英尺) 的传统货运集装箱内 (图 8a)，有些被放置在经过专门预先设计的“厂房/车间”或者现有建筑附加一个模块 (图 8b)。还有些是安装在货盘上运输的 (图 8c)。模块可以摆在仓库里以免受雨淋。也可借用顶棚，就像车棚用来保护停靠在露天环境里的车辆一样。

图 8a

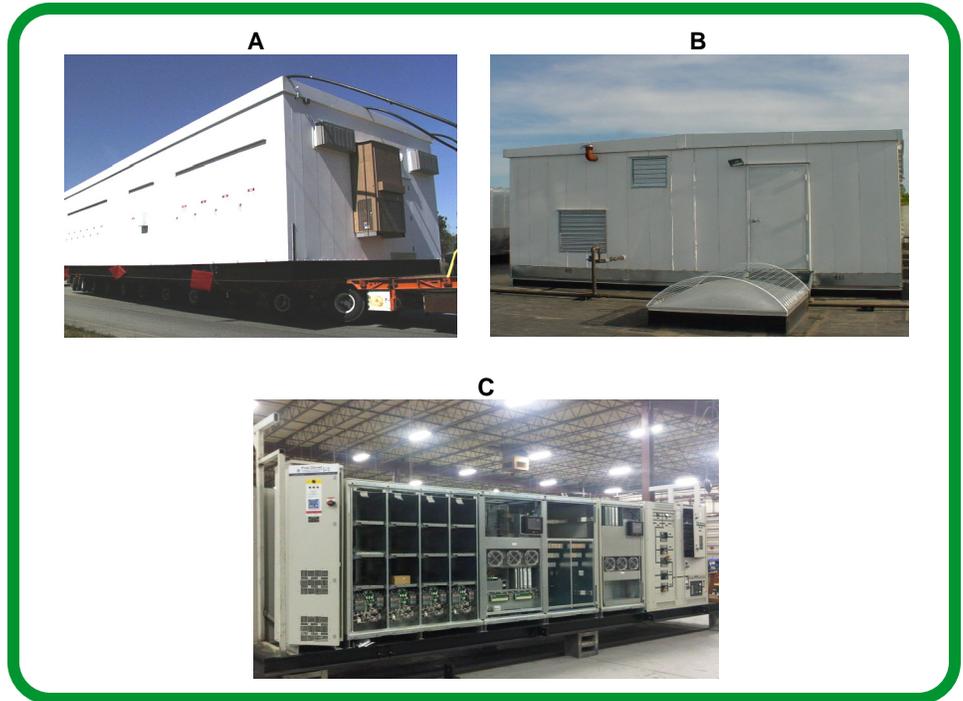
运输途中的基础设施模块外观照片

图 8b

分两部分送至现场带有屋顶的基础设施模块

图 8c

模块化且货盘上安装有 UPS、电池和配电装置

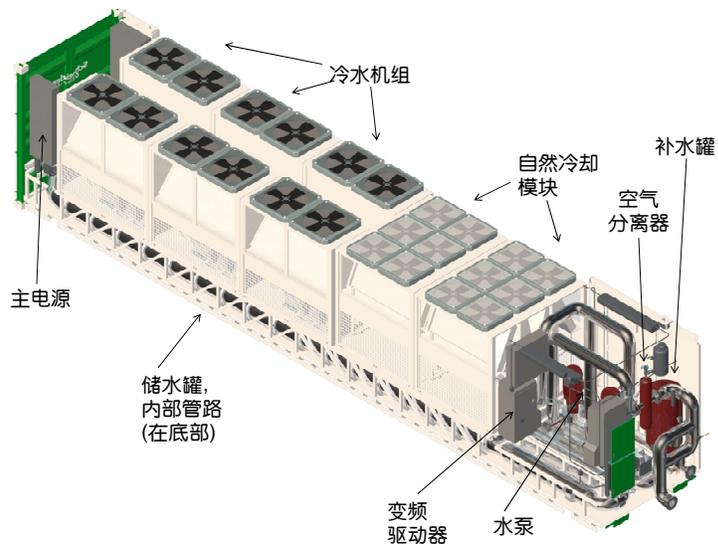


标准 ISO (货柜) 集装箱和底座

基础设施制冷模块 – 包含模块化的风冷冷水机，带 VFD 的水泵、储水罐、监控软件、传感器和安防摄像机，每个集装箱可支持 500 kW 的容量，如图 9 所示。

图 9

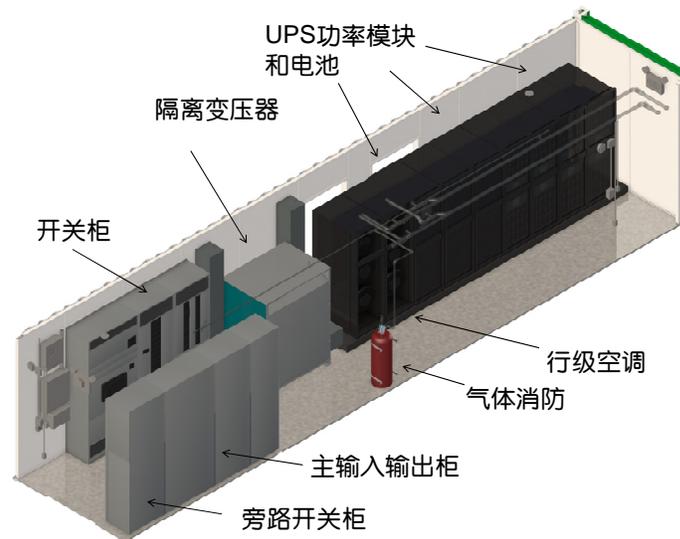
施耐德电气的基础设施制冷模块图例



基础设施电源模块 – 如图 10 所示，包含 UPS 和电池组、一个变压器、开关柜、配电柜、安防装置（门禁系统，摄像机、传感器、监控软件），VESDA 消防设备和报警器，机柜行级制冷装置。该电源模块与市电、负载供电，备用（发电机）电源和数据线相连。

图 10

施耐德电气公司的基础设施电源模块内部图例



采用间接蒸发冷却的制冷模块

ASHRAE 将建议的服务器进风温度范围调整到 27° C (80. 6° F)，是为了让系统有更多时间运行在节能冷却模式下。模块化间接蒸发冷却模块放置在数据中心外，能够自动在两种节能冷却模式下转换：

空气热交换器 – 利用模块内的 EC 风机抽出来自数据中心 IT 设备的热空气。然后热空气将流过间接蒸发冷却器 (IEC) 的内部管道。这时，室外冷空气通过热交换器吸收来自 IT 设备热空气中的热量，但两者不会混合在一起。热空气冷却后，离开 IEC，通过蒸发器盘管后返回到数据中心内。

间接蒸发热交换 – 当环境温度不能完全支持空气热交换时，节能冷却将通过间接蒸发制冷方式进行，以热交换器通道外的水分蒸发来带走来自 IT 设备的热空气的热量。无论采用哪种制冷方式（空气热交换或间接蒸发热交换），该设备都会阻止室外空气与数据中心空气直接接触。

尽管在合适的环境下可以实现最快的投资回报，但只要利用该制冷模块，几乎所有区域都可以获取一定程度的“自然冷却”。施耐德电气的 EcoBreeze™ 即是采用这种制冷方式的制冷模块。每个模块都具有约 50kW 的制冷能力，一个框架内可以配置最多 8 台 50 kW 的模块，如图 11 所示。施耐德电气的第 132 号白皮书《数据中心制冷系统的节能冷却模式》，对这种制冷系统与其它带节能模式的系统进行了详细的比较。

资源链接
第 132 号白皮书
数据中心制冷系统的节能冷却模式

图 11

集装箱式风侧节能冷却
模块图例



基础设施模块 在数据中心 内的应用

以下是基础设施模块的常见应用：

寻求更快更便宜的方法为客户提供“分阶段可重复”的计算机电源和支撑系统的外包服务商 – 基础设施模块可以为外包服务商能够提供可随市场需求扩建或缩减规模的 kW 级模块化的解决方案，实现最佳成本效益。

缺乏电源和制冷容量或空间的数据中心 – 基础设施模块可以快速增加制冷和供配电能力以便能够提供额外的电源和制冷能力便于在现有机架上放置额外服务器，增加单位机柜的功率密度。

时间紧迫的新建项目 – 对于期望尽早交付的用户来说时间成本非常重要。例如希望将新产品首先推向市场的公司。

在租赁场地上运行的数据中心 – 租赁业务可以使得客户不需要浪费资金用于固定资产投资。如果客户不再延续租赁合同，模块化设施可以随客户一起搬走。

IT 部门的工作人员期望能够管理供电和制冷 – 无需依赖物业部门的紧张资源，自己就能够利用基础设施模块控制冷冻水供应。

为现有基础设施的高 PUE 所拖累的数据中心设施 – 由于实际空间的限制条件，这些设施仅仅略有改善。添加基础设施模块帮助其解决自身设计缺陷所带来的问题提供了一种替代选择。

拥有闲置空间 – 比如，一处空仓库可以放置一系列的预装模块。不但可以利用闲置空间还能避免新建一个“砖块和灰浆”建筑物可能引起的工期延误和施工成本。

结论

电源和制冷基础设施模块是数据中心传统“工艺”式设计和建筑方式的一种替代选择。新的经济形势让市场不可能再去承受传统数据中心所带来的大量前期成本投入和施工延期风险。预设计型基础设施模块让规划周期的重点从现场施工转换到对预生产及预测测试的电源和制冷模块的现场集成。这种变化的结果是提供了一种成本更低，交付更快的解决方案。

基础设施模块的理想应用情况如下：

1. 寻求更快更便宜的方法提供“分阶段可重复”式计算机电源和支撑系统的新建数据中心（特别是未来负载增长存在不确定性时）。
2. 拥有闲置空间（如仓库空间）的公司，可以更快部署新数据中心而无需花费砖块和灰浆式的施工成本。
3. 受限于空间、电源和制冷能力的已建数据中心。

基础设施模块可以给电源和制冷能力不足的传统数据中心 IT 机房提供电源和制冷。它们也可以用来为 IT 模块（集装箱化 IT 设备）提供电源和制冷。在处于领先地位的企业中，数据中心将逐渐从砖块灰浆式结构向基础设施模块架构转换。云计算商业模式也将加速基础设施模块在市场上的快速扩展。



关于作者

Dennis Bouley 是施耐德电气数据中心科研中心的高级战略研究员。他获得了罗德岛大学（University of Rhode Island）新闻专业和法语专业双学士学位，并获得了法国巴黎索邦大学（Sorbonne）的年度证书。他曾在全球关注数据中心 IT 和基础设施环境的期刊上发表了多篇文章并为绿色网格组织撰写了多份白皮书。

Wendy Torell 是施耐德电气数据中心科研中心的高级战略研究员。Wendy 通过向客户提供关于可用性科学解决方案和设计实践方面的咨询，来优化数据中心环境的可用性和能效。Wendy 在美国联邦学院（Union College）获得了机械工程学的学士学位，而后在罗德岛大学（University of Rhode Island）获得 MBA 工商管理硕士学位。Wendy Torell 是美国质量协会认证的工程师，



点击图标打开相应
参考资源链接



模块化、可移动的数据中心基础设施的财务和税务优势

第 115 号白皮书



数据中心制冷系统的节能冷却模式

第 132 号白皮书



数据中心项目：成长模型

第 143 号白皮书



浏览所有 白皮书

whitepapers.apc.com



数据中心投资成本计算器

权衡工具 4



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



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