Life Is On Schneider Electric

确定数据中心IT区域部署架构的规格

第 260 号白皮书

版本 0

作者：Robert Bunger 和 Patrick Donovan

摘要

对 IT 进行高效、快速大规模部署的渴望已经改变在白区部署和管理物理基础设施的方式。涌现出一些主流趋势包括整机柜部署、硬地板 IT 大厅和气流遏制等等。使用标准化机架模块（或区域模块）设计和部署 IT 推动了此类趋势的发展。在本白皮书中，我们将解释如何确定用于 IT 区域部署的物理基础设施规格，并描述基于可用供电、物理空间和目标平均机架功率密度的最佳配置。

简介

自 2010 年起，大型和超大型数据中心的增长已然改变设计和运行 IT 空间的方式。过去，基于未知或快速变化的 IT 需求配置配电、制冷和空间部署导致数据中心存在搁浅容量，使用效率低下。譬如，在托管数据中心的竞争性市场，在未了解客户机柜功率密度变化的情况下建造一个 1.2 MW 的数据中心，可能会使您无法预测现金流的变化，并且令配电和制冷都得不到有效的利用。

在中小型数据中心内部署的机架或 IT 机柜，通常是设计人员用来估算设施需求的标准计算增量单位。了解平均和峰值机架密度以及机架数量，不仅能够有效确定设施规模，还可以确定分支电路的额定值和每个机架所需的风量。机架标准也创建了一个用于 IT 部署和运行白区的简单框架或建制单位。可以控制电气故障并追踪到具体的故障机架。了解机架位置及其内所含物理 IT 设备和虚拟机并理解其配电和制冷资源的依赖关系，便能更有效地执行 IT 移动、添加和更改操作。

对于大型数据中心，需要满足更快速和更大增量规模的 IT 部署需求。这就催生了在区域层面部署基础设施的需求。不过，部署机架群并在白区内支持更庞大的基础设施并没有类似的行业标准和“黑盒子”方法。许多数据中心操作人员虽然已自行制定了内部标准，但并未包括冷热通道配置，且目前 IT 行业尚未采用通用架构。

在我们的第 160 白皮书*《模块化数据中心架构的规格》*中，概述了数据中心模块或递增部署的规格。

数据中心设施包括：

IT机房，IT机房包括：

IT区域，IT区域包括：

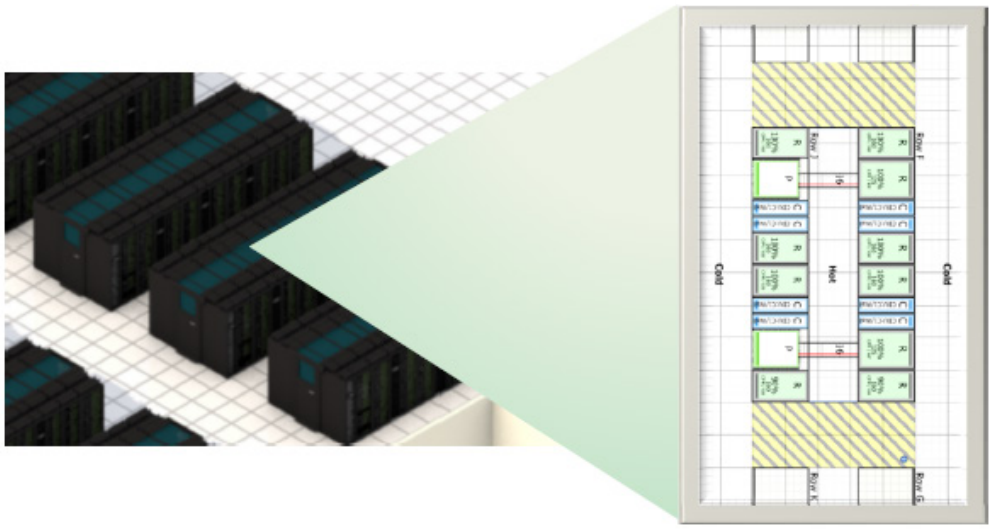
IT机架，IT机架包括：

IT 设备

在本文中，IT区域定义为在一行或两行（通常更为常见）内的一组IT机架，它们会共用一些常见的基础设施元素，如PDU、网络路由器、气流遏制系统、空气处理机、安全设施等。有时候，“IT区域”一词也用来指我们在本白皮书中提到的IT机房，但在本白皮书中，并未采用这种含义。

图 1
标准 IT 机柜和可扩展的 IT 区域示例

Life Is On Schneider Electric



在对机柜群和通常可用配电和制冷资源进行检验时，可以发现到最佳的部署规模和基础架构。在本白皮书中，我们将解释如何确定用于 IT 区域部署的物理基础设施规格，并描述基于可用供电、物理空间和目标平均机架功率密度的最佳配置。

区域部署的优势与建制

如同小型数据中心以机架为单位进行部署和运行一样，大型数据中心倾向于每次采用机柜群或可能是一整个房间的规模部署 IT。显然，这是因为这些部署规模与其业务需要的 IT 容量相匹配。将共享共同资源（例如 PDU、气流遏制系统、网络交换机）的机架部署在一起，便被认为是区域部署。IT 区域部署也可以作为业务应用的合理分组或指定服务于特定的客户或业务线。IT 区域部署成为介于房间级和单个机架之间的实用建制单位。了解某既定区域部署的共享资源和依赖关系，有助于进行容量管理，并计划实施添加、移动和更改操作。并且，区域部署会比单个机柜更容易实现在机房内部署不同的基础设施技术、架构和运行流程。

通过区域部署对白区进行部署和建制，并由专用 PDU 和配电供电，更容易能够在同一个 IT 大厅或机房内采用不同的配电和制冷架构，以满足特定的业务需求。取决于业务的关键程度，可以按每个区域分别采取不同的电气冗余。需要双路馈电的极关键应用可以分在一组，与不关键的负载分开。根据不同的关键程度，采用不同的区域管理实践（应急操作流程、流程方法等）。而相比单个机架或单个服务器层面，清晰描述区域层面更简单、也更明确，因此有助于避免混淆和出错风险。尝试在单个机架层面采取不同措施相对比较复杂，并会增加更多的配电基础设施费用。

在区域层面进行建制和分组也更容易采用不同的用于支持 IT 的技术。例如，使用基于区域部署的架构，您可以同时为开放计算项目（OCP）服务器机架（480/277V）以及位于同一机房或大厅内的传统服务器机架（208/120V）供电。再举一例，譬如当需要添加一个可能需要行级冷却机的高密度区域部署，或需要一个后背板热交换器，而该热交换器可能是机房其它区域内并不需要或使用的。或者，未来的服务器设备可能需要液冷，因此可以在已经采用风冷架构的机房内添加一个设计用于液冷的区域部署。特别是在“边成长边投资”形式能够发挥极大价值的不确定部署环境中，这种灵活性使基于区域部署的建制颇为受益。

正如规范化并限制服务器和机架配置数量的建制，以加快并简化采购、部署和运营过程一样，IT 区域部署的设计也应有此相同的限制。每次从零开始的设计或支持多种区域部署规模和配置，都一定会拖慢其实施的进度并增加维护的复杂程度。应尽量确保区域部

署设计的规模和整体架构规范化。标准化的设计能够帮助集成商提前准备好产品，将区域部署作为标准配置加入到库存中，以进一步缩短交货时间。

为进一步加快 IT 部署，确保整机架在搬运过程中更轻松，推荐使用独立的区域部署框架。将区域部署框架当作是气流遏制系统和各类支持设备（包括网络、配电，甚至在某些情况下还包括风管和水管）的安装点（而非机柜本身）。它们都可以按需进行部署。在不需要对建筑施工的情况下，可以对区域部署开展工作，不再需要高架地板或在天花板中进行安装的需求。**图 2** 是独立区域部署框架系统示例。

图 2
数据中心区域部署框架系统示例

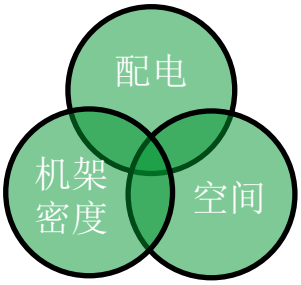
设计一个基于区域部署的架构并进行标准化和部署，会面临“区域应该设计成多大？”、“功率容量是多少？”、“机架排多长？”等等诸如此类的问题。这些问题的解答我们将在下一章节中详细介绍。

确定区域架构的 3 大主要驱动要素

对区域部署架构进行优化需要检查物理空间、供电、机架功率密度、制冷需求，以及寻找成本和灵活性之间的“最佳平衡点”。网络容量或带宽也是一大考虑要素，但不在我们此次的讨论范畴之内，因为其往往存在最大的灵活性和极大的可变性。

本白皮书确定了用于确定区域部署架构的 3 大主要驱动要素：

1. 区域部署的供电（电源）的选择
2. 区域部署的可用物理空间（即机柜数量）
3. 所需的平均机架功率密度



配电

在典型的传统数据中心内，会向紧靠 IT 机房墙壁摆放或在更大机房中摆放的 PDU 或 RPP 供应大容量电力。当将机柜摆放在 IT 空间内并最终插上配电线或电缆，便确定了这些 PDU 的配电区域（由既定配电线覆盖的地板面积）。有时，它是基于预先确定的规划或只是从最近的 PDU 供电。当在数据中心摆满了 IT 机柜，且断路器柜体空间或变压器负载达到上限后，通常会从物理位置上并不靠近新机柜的 PDU 处“借用”断路器容量。这就增加了操作的复杂程度，并提高了维护或非计划停机期间发生人为错误的风险。通过母线槽的末端配电能够在某种程度上缓解这种操作风险，并且电源区则由母线槽的物理位置决定。

区域部署会有专用的电源。如同机架一般都会有来自上游 PDU 的专用 A 和 B 电源供电一样，区域部署同样也有专用电源。用于区域部署的可用电源由电压和分支配电电流确定。**表 1** 显示了全球常用的分支配电电流。

表 1
用于常用电压和断路器规格的可用电源

电压	断路器规格（安培）	可用电源 (kW)*
400/230 (IEC)	400	275
	250	170
480/277 (ANSI)	400	260
	250	165
208/120 (ANSI)	400	150
	250	70

为简化说明，我们对可用电源数量做了四舍五入。 在这一例子中，根据美国国家电气规范（NEC），将 480V 和 208V（ANSI 电压）降压到 80%。
**400A 以上电流可用（例如：600A、800A），并可适用于高平均机架功率密度的独特要求。

为简化说明，列出区域部署的两个基本类型——低功率类型和高功率类型，如**表 2** 所示，且列有电压和断路器规格。

表 2
典型数据中心电压和断路器规格的 2 个区域部署类型——低功率区域部署和高功率区域部署

	可用功率 (kW)	电压	断路器规格（安培）
低功率区域部署	~ 150*	400	250
		480	250
		208	400
高功率区域部署	~ 250	400	400
		480	400

*在这一简化模型中，70kW 的可用功率虽然可以忽略不计，但可以在小型数据中心中采用。

以这种方式缩窄选择范围有助于简化和说明，否则设计选择菜单会非常复杂。少量选择方案的标准化可以加快设计和部署速度，同时减少失误，简化操作。

确定区域部署规模的另一个电气考量要素是可用断路器位置的数量。这对于低密度区域部署而言，可能是一个制约要素，因为对于给定的馈电线，机架数量会更多。

对于数据中心内的典型 IT 设备，我们假设提供给区域部署的所有供电都转化为热能。其必须通过风冷、水冷或制冷剂进行散热。**表 3** 显示了两种区域部署规模所需的风量和水量。这些数字能够加快在设计设施制冷系统时确定规模的速度，并有助于在分阶段扩展 IT 机房时提高规划的准确性。

Life Is On Schneider Electric

类型	150kW	250kW
风量*	8,500 - 11,400 l/s	14,000 - 19,000 l/s
	18,000 - 24,000 CFM	30,000 - 40,000 CFM
水量**	7 L/s	11.7 L/s
	111 GPM	185 GPM

*假设 IT 设备的温差为 11℃（20℉）至 15℃（26℉）
** 假设温差为 5.6℃（10℉），100%显冷和无乙二醇

表 3
低功率区域部署和高功率区域部署所需风量和水量

空间要求

区域部署的占地空间是其总宽度乘以总长度。区域部署的宽度是 IT 机架深度和满足当地规范的可接受通道宽度之和。其长度虽然理论上可以短至一个机柜的长度，长至整个机房的长度，但会有明显的上下限规定。机架行布置太长可能会违反当地管理部门关于疏散出口的要求，机柜行太短也会使空间利用率降低。**图 3** 简单描述了 2 x 20 机架到 2 x 2 机架的区域部署的空间利用效率。

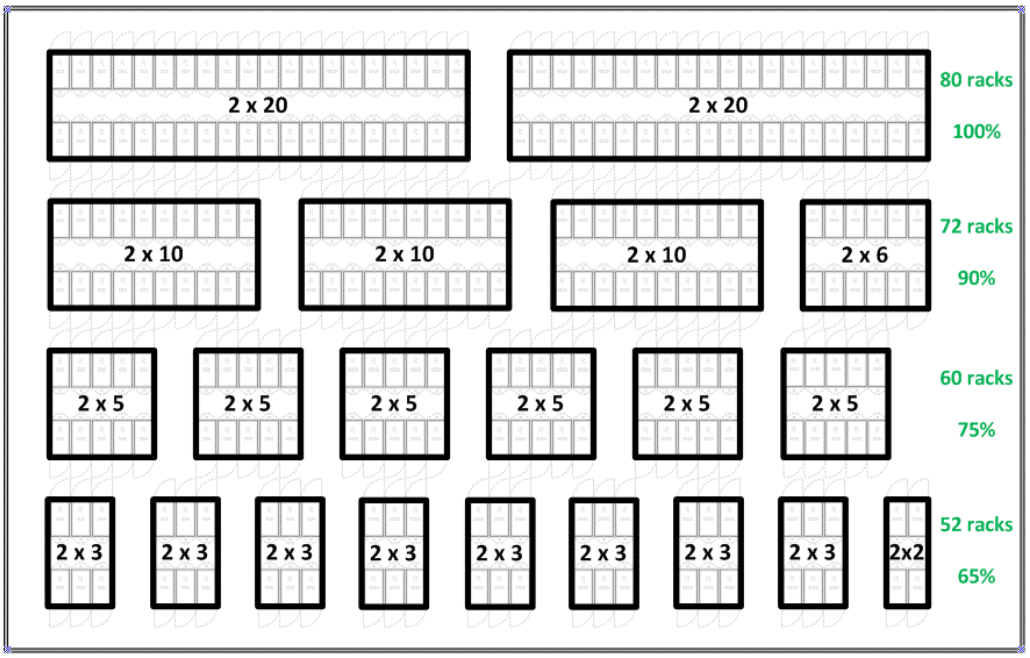


图 3
区域部署的规模越大，给定空间放置的机架就越多（百分比代表机架数量除以分母 80 个机架计算而得）

典型的最大连续机架行长度在 20 个到 25 个机架之间。虽然机架行再长也是可行的，但通常只能在超大型数据中心中设计和使用。

为充分利用空间，将区域部署的长度设计成适用于机房的实践方案，并平衡配电需求和机架功率密度。例如，大型托管服务提供商可能选择 250kW 的 40 个机架区域部署（2 x 20），因为它能达到每个机架平均 6kW 的机架功率密度，符合他们的业务需求。

所需的模块化程度（即“块”或部署尺寸）也是确定区域部署规模的一个考虑要素。例如，如果业务情况不确定，可能会部署一个 150kW 的小型区域，以尽量减少资金投入，降低商业风险。

其他注意事项

在 IT 大厅中部署区域部署并不像由零开始放置模块一样简单。当在数据中心设计 IT 空间时，机房形状、承重墙、制冷架构和风管、已有的消防设施、人员进出、安全要求等都是很重要的考虑要素。例如，使用基于行级的 CRAC、模块化 PDU 或基于区域部署的 UPS 都将显著影响区域部署的规模，必须对其充分考虑。

机架功率密度

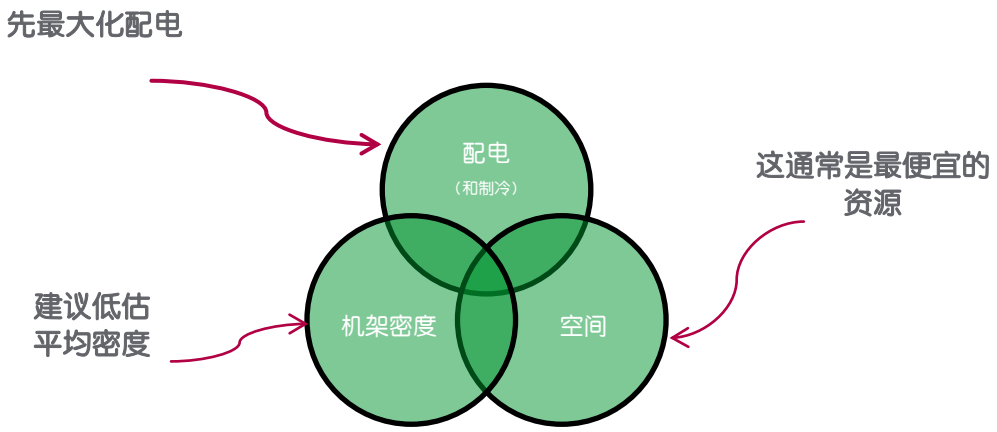
区域部署内的平均机架功率密度是可用功率 kW 除以机架数量计算而得。**表 4** 显示了 3 个功率密度范围对应的区域部署尺寸。

表 4
在给定的额定功率下不同区域部署规模所需的不同平均机架功率密度

	可用功率 (kW)	平均机架功率密度 (kW)	机架数量（区域部署规模）
低功率区域部署	~ 150*	6	24 (2 x 12)
		12	12 (2 x 6)
		20	6 (2 x 3)
高功率区域部署	~ 250	6	40 (2 x 20)
		12	20 (2 x 10)
		20	12 (2 x 6)

值得注意的是，此处是指平均机架功率密度。带有良好设计的气流遏制系统的区域部署可能是很多不同功率密度的组合。只要不超过区域部署的整体功率限值，一台 20kW 机架旁边运行着一台 2kW 机架的情况很容易发生。最大的机架功率密度由其对应的分支电路决定。

主要结论



由于 IT 设备和业务需求日新月异，如何平衡基础设施的容量与空间始终是一大挑战。在第 155 号白皮书*《数据中心空间和功率密度需求的计算》*中，我们对这一问题进行了详细讨论。在大多数情况下，设计师和运行人员都应当去低估预期的机架功率密度。在这种情况下，如果安装的机架以更高功率密度运行时，在将机房的地面空间物尽其用之前，便会用光配电和制冷容量——这两项是相对比较昂贵的资源。换句话说，**采用低于数据中心设计密度的 IT 部署，比采用高于设计密度部署的 IT 部署代价更昂贵。**由于

每单位 IT 空间成本一般小于每单位配电和制冷成本，所以上述结论毋庸置疑。这看似很难完成，因为地板空间是我们“填满”数据中心的唯一视觉表示。

区域部署规格

如上所述，配电、可用空间和平均机架功率密度的选择是确定整体区域部署规模和架构的三大主要驱动要素。然而，为了更全面地确定 IT 区域部署规模以确保设计构思能够详细化，还有其他区域层面的属性有待考虑和解决。采用 IT 区域部署的标准化规格有助于对多个选择方案进行比较和对比，帮助在多个数据中心设计和机房中完成区域部署的标准化。**表 5** 列出了数据中心 IT 区域部署的关键属性。

表 5
IT 区域部署规格表

类型	项目	定义
配电	区域部署功率容量	基于供电电路、配电盘或区域部署的 UPS
	输入电压和电路	208/400/415/480 和区域部署所需供电电路
	机柜的馈电数量和冗余	1N 或 2N
	UPS 位置和类型	UPS 位置：上游、区域部署、机架、无
	变压器	如果基于区域部署的 PDU 变压器存在
	终端配电电压和类型	机架电压
机架/空间需求	机架和机架行的总长度	区域部署中的机柜总数
	机架类型/尺寸	600mm、800mm 等
	内通道宽度	热通道或冷通道宽度
	间距	机架前面和区域部署端部所需的间距
	平均机架功率密度	基于区域部署总功率和机架数量
	峰值机架功率密度	基于机架的最大电路
网络	架构	例如：叶状和脊状
服务支持结构	配电和制冷方法，区域部署中机架的网络	例如连接机柜，独立的区域部署框架，天花板安装，地板下安装等
制冷	架构	风冷；水冷：行级、顶置、后背板；直接膨胀；液冷
	风量/水量	区域部署散热所需的体积流量
	遏制类型	热通道，冷通道，机架，无
环境与安全	物理安全	带锁的门、笼、接近传感器、房间
	监控	通过 IP 网络/BMS 等监控区域部署

建议的实践

表 6 汇总了与数据中心 IT 区域部署相关的建议实践列表

表 6

与数据中心 IT 区域部署相关的建议实践

最佳实践	说明
预先指定和标准化区域部署规格	标准化设计，基于常用电压、断路器规格和空间限制；150 kW 和 250 kW 尺寸区域部署可作为设计的良好起点。
使用气流遏制	分离冷热气流，提高冷却设备的效率，防止热点发生，并提供密度灵活性（即低密度和高密度机柜可以相邻）
首先最大化配电和制冷资源	请记住，空间通常是最便宜的资源。低于设计密度部署的 IT 成本更贵，因为你会先用尽比较昂贵的配电和制冷资源。
预先为机柜安装高容量电路	如果需要增加给定机架的密度，这将有可能造成宕机和需要“热区域工作”；高容量电路可为未来的增长提供了更大的灵活性，且不会显著增加成本。
使用独立的区域部署框架	区域部署框架可提供气流遏制，支持安装服务结构（网络、配电和制冷），更易于添加和拆下机架，避免建造天花板安装支架，推动硬地板的使用。
避免从相邻的区域或 PDU 借用电路	对于具有专用 PDU 和供电的区域部署，不采用有组织性的维护策略，可能会使操作员产生混乱和失误，从而可能导致宕机。

结论

在 IT 空间采用基于区域部署的方法能够为设计、建造、和运行提供益处，特别是对于倾向于一次性部署的整机柜的大型数据中心。通常应考虑可用的电压和断路器规格，最佳的区域部署配置的出现会简化规划和设计工作。标准化区域部署设计并限制配置数量有助于区域层面的部署更加简单快捷。在区域部署层面筹建 IT 机柜更容易基于具体业务需求在一个 IT 机房或大厅内采用不同的配电和制冷冗余和架构。独立的区域部署框架系统可以通过减少施工时间来加快部署速度，并通过部署整机柜来简化维护，因为气流遏制和支持设备可以安装在框架上，而非机架上。采用本白皮书中提供的区域部署规格表可以帮助项目团队对当前和未来的项目进行明确规定和复制设计。

关于作者

Robert Bunger 是施耐德电气位于美国罗得岛州西金斯顿 IT 部门的数据中心行业联盟总监。Robert 在施耐德电气工作了 18 年，担任过客户服务、技术销售、产品管理和业务拓展等多个管理职务。他曾被派往欧洲工作两年，中国北京工作三年，以支持这些地区的数据中心解决方案业务增长。在加入施耐德电气之前（被施耐德电气收购之前的美国 APC 公司），Robert 是一名美国海军，在潜艇部队服役八年。Robert 拥有美国海军学院计算机科学学士学位和伦斯勒理工学院（RPI）电气工程学硕士学位。他不喜欢海滩的漫长漫步或参加晚宴……

Patrick Donovan 是施耐德电气数据中心科研中心的高级研究员。Patrick 在关键配电和制冷系统的开发和技术支持领域拥有超过 22 年的工作经验。并在电源保护、能效以及高可用性解决方案方面获得多项大奖。Patrick 发表了多篇白皮书和行业文章以及多项技术评估报告，他在数据中心物理基础设施技术和市场方面的研究为数据中心设施规划、设计和运营的最佳实践提供了指导和建议。

资源

模块化数据中心架构的规格
第 160 号白皮书

数据中心空间和功率密度需求的计算
第 155 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

© 2017 施耐德电气。版权所有。

Life Is On Schneider Electric