

延长数据中心的寿命

Ian Seaton

全球技术经理

iseaton@chatsworth.com

2013年8月发布



CHATSWORTH
PRODUCTS

+86-21-6880-0266

techsupport@chatsworth.com

www.chatsworth.com.cn

延长数据中心的寿命

世界上有**30% 至 50%** 数据中心将在未来一年内用尽功率和/或冷却资源，如果您正管理的数据中心是其中之一，您该怎么办？¹² 建一个新的数据中心？根据 **Uptime Institute** 最新的数据中心调查，总结如下图 1 所示，价格可能超出今年的预算。³ 建新数据中心可能无法避免要花费 **\$500 万至 \$2500 万美元** 甚至更多的费用，但推迟这笔开支则很有可能，而且这种推迟可能不会造成现金流和资本管理的严重影响。只是为了满足交付时间，以促成新设施的建立，争取时间也是必要的。幸运的是，在数据中心实施有效的气流防护装置架构，往往可以给现有数据中心增加足够的使用寿命，来争取额外的时间以明智地促成新空间的建立，而且，在某些情况下，甚至无需进行新的建设。

每个数据中心 **MW** 的施工成本（以美元计）

每个 MW 500 万美元或以下 **46%**



每个 MW 500 万至 1000 万美元 **25%**



每个 MW 1000 万至 1500 万美元 **14%**



每个 MW 1500 万至 2000 万美元 **7%**



每个 MW 2000 万至 2500 万美元 **2%**



每个 MW 2500 万美元以上 **5%**



来源: Uptime Institute

图表 1: 来自 Uptime Institute 数据中心调查的数据中心建设成本

根据 **Uptime Institute** 最新的调查结果，在审计的 **45** 个数据中心中，数据中心所需的冷却能力是实际IT 负载的 **3.9** 倍。⁴ 尽管气流管理改善得以减少浪费的冷送风，根据 **Uptime Institute** 的研究剩余冷却能力相比 **10** 年前增加了 **2.6** 倍⁵。这些数值描述的能力和所需需求之间的差异，被 **Uptime Institute** 定义为冷却能力系数 (CCF)，当 CCF 为 1 时，该数值包括了 **10%** 的制冷量对机房环境，机房泄漏和灯光的制冷量。此外，尽管有过剩的冷却能力，但仍存在热点。对于本研究案例的代表性设施，一定有机会延长数据中心的寿命。

规划延长冷却能力和功率似乎将尽的数据中心寿命，不仅仅意味着消除热点，重获能力，提供静态环境。毕竟，当数据中心经理预测触及能力墙时，他们设想了一些支持企业关键任务活动的继续增长因素。这种增长是增加的流量、增量应用和技术更新的结合。但是，所有这些增长刺激并不一定要直接转化为IT功率和冷却负载中的线性增长。例如，有这样一个故事，某国IT机构建立了一个超高效的新数据中心，该数据中心建立的理念是最终让所有不同的、分散的国家机构和部门数据中心形成一个整合的数据中心。他们根据所有独立数据中心的累积增长历史趋势，建造了该拥有10至15年寿命的数据中心。除了新整合数据中心最先进的节能机械工厂外，他们还有提高IT效率的计划。IT效率计划的两大重点是开始虚拟化程序，以提高服务器利用水平，以及启用位于新整合空间中所有服务器的能源管理功能。让一些不同的国家机构相信这一计划举措的能效花了几年的时间，但最终他们让IT管理理念得到了所有人的触动和支持。让他们吃惊的是，当所有的事尘埃落定，数据中心还不到三分之一满，利用了一半左右安装的机械基础设施，并导致完成机械和电气建设的计划取消。最后，这里有竞争因素 - 虚拟化和利用率改进（更少机器做此工作）所平衡的交易和应用增长。

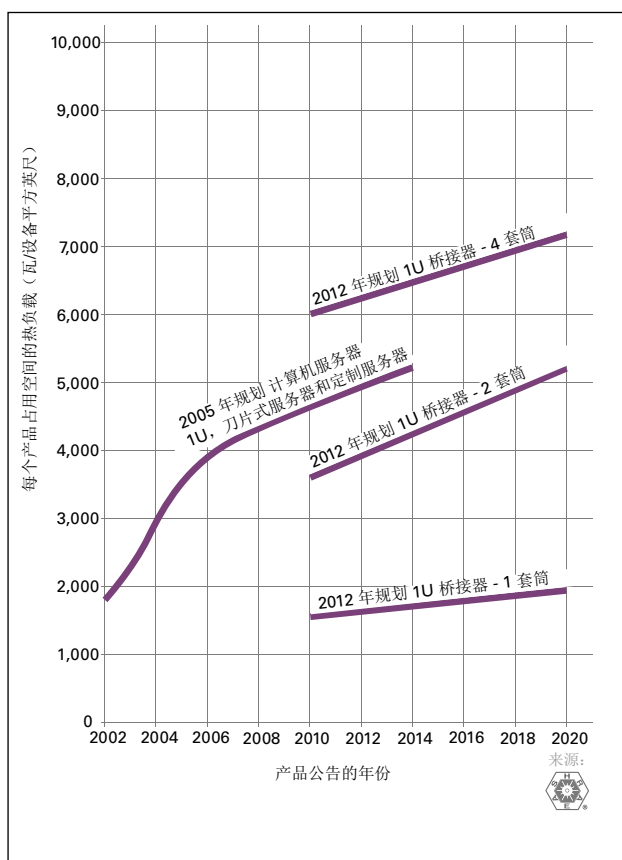


图2: 1U 服务器功耗趋势

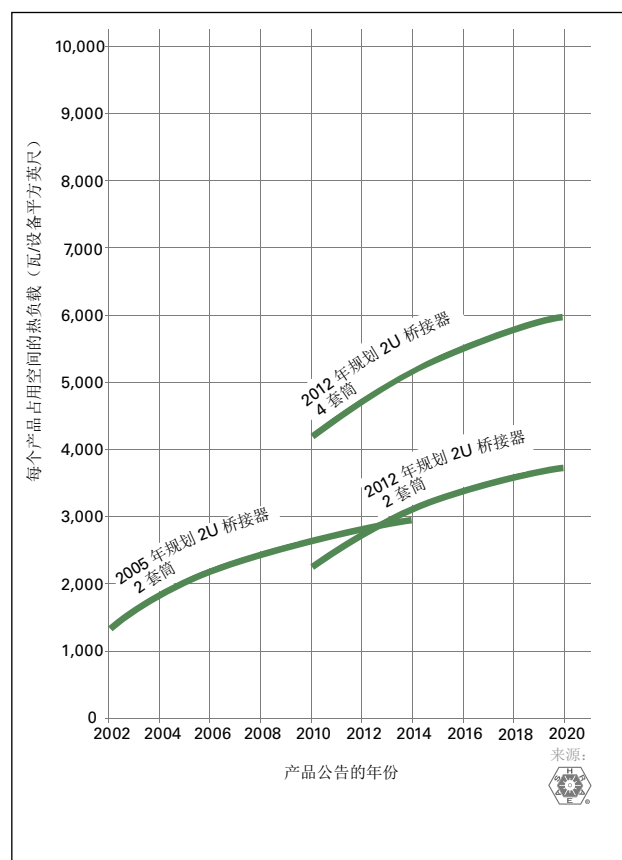


图3: 2U 服务器功耗趋势

这些竞争动机之间不可预知的关系使得预测需求曲线变得非常冒险——如果不是被绝对的不确定性困扰的话。然而，只要确定目标，我们将使用ASHRAE功率趋势手册（第2章和第3章）的服务器密度估计增长曲线。

2012 年对联合的 1U 服务器和 2U 服务器进行低线和高线平均密度增长曲线估计，结果复合年均增长率为 8.1%。相似的普通 7U、9U 和 10U 刀片式服务器产生 6.1% 的 CAGR。由于从“披萨盒服务器”到刀片式服务器通常不会达到 1:1 的功率密度转化，此分析中我们将使用更高的 8.1% 密度 CAGR。此外，ASHRAE 功率趋势曲线通常不是直线型坡度，因此 CAGR 可能无法准确地代表数据中心行业的总趋势。但是，由于所有数据中心会在指定产品发布日期的不同点进入这些趋势线，且很多场地实际可能在当前趋势分析日期前的一个密度点，因此，CAGR 方法的合理性似乎与任何其他方法相当，且明显比图表的定量更简单。

在对数据中心通过有效的气流管理后可能会延长的寿命长短进行估计前，我们可能也会在定义“有效的气流管理”方面进行尝试。总体而言，有效的气流管理是指最小的服务器入口温度变化。更具体地说，图 1 显示精心设计且正确安装的高效热通道气流防护装置的温度数据集合（防护装置配置为：在防护装置通道外 0.007” H2O (1.74 Pa) 柱压力下，防护装置内部 -0.004” H2O (-0.996 Pa) 的柱压力下，泄漏率为 1.7%（来自数据中心测试实验室的测试中收集的数据）。为了给这些测试条件增加一些具体环境，CPI 标准防护装置系统泄漏率在 0.15 ” H2O (37.36 Pa) 时额定为小于 5%，如有竞争性防护装置系统可用，则在 0.001 ” H2O (0.249 Pa) 时额定为小于 3%。让这两个规格彼此正常化，CPI 防护装置在 0.001” H2O (0.249 Pa) 时泄漏率将为 0.7%，而竞争性机柜在 0.15” H2O (37.36 Pa) 时泄漏率将大于 21%。

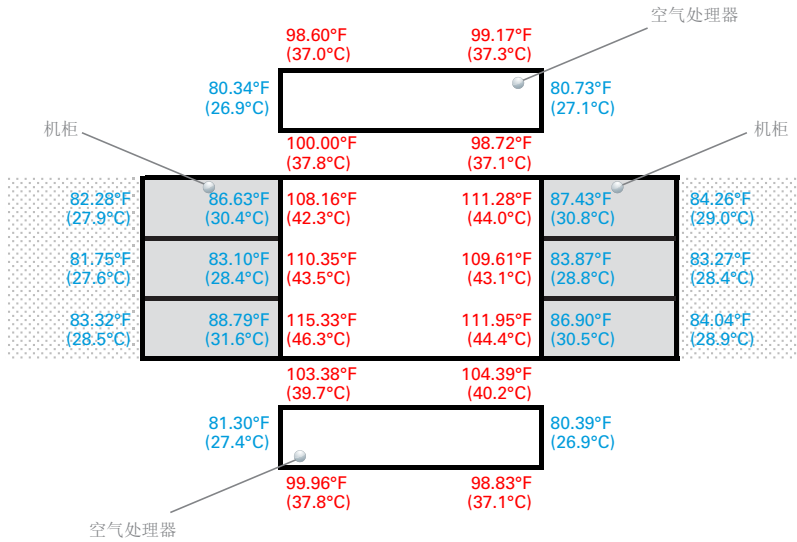


图 1: 1.7% 防护装置泄漏率时的温度变化 (高效)

图 1 顶部和底部的矩形是 10 吨的空气处理器 – 蓝色数字表示测试期间的平均供应温度，红色数字表示平均返回吸入温度。在阴影区域，蓝色数字表示穿过网孔地板的平均温度。两排长方形表示安排在热通道防护装置中的六个机柜。蓝色数字表示在机柜底部、中间和顶部测得的服务器平均进气温度，相关的红色数字表示服务器排气温度，也在三个不同的垂直点测得。此测试报告的关键信息是，采用认真完成的防护装置，从地板下支架到服务器机柜的整个垂直面，总变化小于 1°F (0.6°C)。这些温度变化和供应总量：返回 ΔP (0.011” H2O (2.73 Pa)) 意味着供给空气量不需要设定为高于服务器需求，且供应温度仅需比所需最高服务器入口温度低 1°F (0.6°C)。这两种结果转化为显著的能源节约和数据中心寿命的延长，而无需增加额外的功率或冷却能力。

通过这个合适的解决方案，您可以使用防护装置系统来获得优异的性能、较低的泄漏率和良好的压力，而且，这值得付出额外的努力。

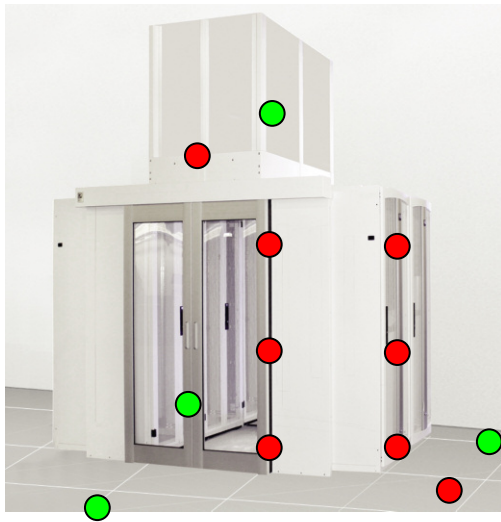


图 2: 热通道防护装置测试安装的代表性照片

图 2 提供了上述讨论中的参考点。这是图 1 中所描述的测试防护装置安装的代表性照片。在测试现场，有六个机柜和空气处理器位于推拉门对面每个防护装置排尾。红点表示一组温度传感器的大致位置，绿点表示压力传感器的大致位置。每个机柜前后垂直排列的三个红点捕捉进气和排气温度。此外，地板砖传感器和返程空气通风系统传感器置于机柜（冷通道）前面和空气处理器上面，以捕捉泄漏情况，从而根据其计算泄漏率。压力在室内、地板下、防护装置通道和返程空气通风系统中测得。

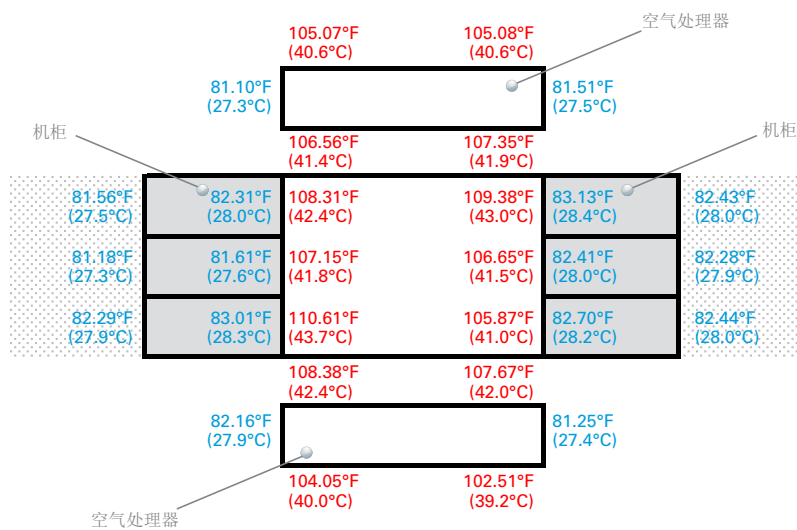


图 3: 9.4% 防护装置泄漏率时的温度变化 (次优)

相比之下，在图 3 中所显示的仅 9.4% 防护装置泄漏率的情况下，服务器平均进气温度高于供给温度 7-8°F (3.9-4.4°C)。这个较宽的温度变化范围有两种结果，都不是很好。首先，温度可能超过最大要求。其次，由于高温，不管是较高的风量（更多风扇能源）、较低的温度（更多冷却设备能源）还是两者皆有，都将需要对不足的最佳防护装置进行补偿。

仅受可用冷却能力限制

延长寿命年数	负载 kW	CCF	气流需求 CFM (CMH)	供应气流 CFM (CMH)	机架密度 (kW)	机架数量
	1000	3.9	172700 (293419.1)	673530 (1144334.6)	5	200
1	1081	1	186689 (317186.1)	673530 (1144334.6)	5.4	200
2	1169	1	201810 (342878.2)	673530 (1144334.6)	5.8	200
3	1263	1	218157 (370651.3)	673530 (1144334.6)	6.3	200
4	1366	1	235828 (400674)	673530 (1144334.6)	6.8	200
5	1476	1	254930 (433128.6)	673530 (1144334.6)	7.4	200
6	1596	1	275579 (468212.1)	673530 (1144334.6)	8.0	200
7	1725	1	297901 (506137.2)	673530 (1144334.6)	8.6	200
8	1865	1	322031 (547134.4)	673530 (1144334.6)	9.3	200
9	2016	1	348116 (591452.2)	673530 (1144334.6)	10.1	200
10	2179	1	376313 (639359.9)	673530 (1144334.6)	10.9	200
11	2355	1	406794 (691148)	673530 (1144334.6)	11.8	200
12	2546	1	439745 (747131)	673530 (1144334.6)	12.7	200
13	2753	1	475364 (807648.6)	673530 (1144334.6)	13.8	200
14	2975	1	513869 (873068.2)	673530 (1144334.6)	14.9	200
15	3217	1	555492 (943786.7)	673530 (1144334.6)	16.1	200
16	3477	1	600487 (1020233.4)	673530 (1144334.6)	17.4	200
17	3759	1	649126 (1102872.3)	673530 (1144334.6)	18.8	200

表 1: 使用有效的防护装置 (冷却能力有限) 可增加数据中心寿命
(无防护装置, CCF 为 3.9; 有高效防护装置, CCF 为 1.0)

那么, 作出额外的努力, 以创建高效的防护装置解决方案有何影响? 高效防护装置的影响可以通过将 CCF 从平均 3.9 降至 1 看到, 从而在不扩展机械性能的情况下, 给数据中心潜在增加多年的寿命。对于 1MW IT 负载, 如表 1 中所示, 在冷却受到限制但功率未受到限制的地方, 这种非常高效的防护装置可以给数据中心增加 17 年的寿命。

仅受可用冷却能力限制

延长寿命年数	负载 kW	CCF	气流需求 CFM (CMH)	供应气流 CFM (CMH)	机架密度 (kW)	机架数量
	1000	2.6	172700 (293419.1)	449020 (762889.8)	5	200
1	1081	1	186689 (317186.1)	449020 (762889.8)	5.4	200
2	1169	1	201810 (342878.2)	449020 (762889.8)	5.8	200
3	1263	1	218157 (370651.3)	449020 (762889.8)	6.3	200
4	1366	1	235828 (400674)	449020 (762889.8)	6.8	200
5	1476	1	254930 (433128.6)	449020 (762889.8)	7.4	200
6	1596	1	275579 (468212.1)	449020 (762889.8)	8.0	200
7	1725	1	297901 (506137.2)	449020 (762889.8)	8.6	200
8	1865	1	322031 (547134.4)	449020 (762889.8)	9.3	200
9	2016	1	348116 (591452.2)	449020 (762889.8)	10.1	200
10	2179	1	376313 (639359.9)	449020 (762889.8)	10.9	200
11	2355	1	406794 (691148)	449020 (762889.8)	11.8	200
12	2546	1	439745 (747131)	449020 (762889.8)	12.7	200

表 2: 使用有效的防护装置可增加数据中心寿命 (2.6 CCF)
(无防护装置, CCF 为 2.6; 有高效防护装置, CCF 为 1.0)

延长寿命年数	负载 kW	CCF	气流需求 CFM (CMH)	供应气流 CFM (CMH)	机架密度 (kW)	机架数量
	1000	1.75	172700 (293419.1)	302225 (513483.5)	5	200
1	1081	1	186689 (317186.1)	302225 (513483.5)	5.4	200
2	1169	1	201810 (342878.2)	302225 (513483.5)	5.8	200
3	1263	1	218157 (370651.3)	302225 (513483.5)	6.3	200
4	1366	1	235828 (400674)	302225 (513483.5)	6.8	200
5	1476	1	254930 (433128.6)	302225 (513483.5)	7.4	200
6	1596	1	275579 (468212.1)	302225 (513483.5)	8.0	200
7	1725	1	297901 (506137.2)	302225 (513483.5)	8.6	200

表 3: 使用有效的防护装置可增加数据中心寿命 (1.75 CCF)
(无防护装置, CCF 为 1.75; 有高效防护装置, CCF 为 1.0)

如果过剩的冷却能力仅有 2.6, 如 Uptime Institute 十年前参与数据中心审计所发现的那样, 防护装置将给数据中心延长 12 年的寿命, 如表 2 中所示。如果过剩的能力仅有 1.75, 则在投资额外的机械基础设施前, 防护装置可延长数据中心 7 年的寿命。(表 3)

数据中心可能受到冷却限制但无功率限制，而设施则更有可能受到功率限制。即使是功率受限的数据中心，由于不需要产生超额供给而得到的 CRAH 风扇能源节省，可以恢复可应用至 IT 负载的功率容量。表 4 和表 5 显示，视为受到功率限制的空间（实际 3.9 和 2.6 的过剩冷却能力）在使用防护装置后，可延长 3 年的数据中心寿命。表 6 显示仅在克服 1.75X 冷却能力与防护装置中的实际需求时，可延长 2 年的使用寿命。表 7 显示如何通过从披萨盒服务器迁移至刀片式服务器，以及由此产生的较高 ΔT 's 或 CFM:kW 比率来延长使用寿命。值得重申的是，这些结果不受利用节约自然冷却时间或任何 IT 改进（例如虚拟化，或在可能导致更低负载的服务器上执行功率节省功能）的任何影响。

受制于电源可用性								
延长寿命年数	负载 kW	可用 kW	机械 kW	CCF	气流需求 CFM (CMH)	供应气流 CFM (CMH)	机架密度 (kW)	机架数量
	1350	1000	350	3.9	172700 (293419.1)	673530 (1144334.6)	5	200
1	1350	1081	7.5	1	186689 (317186.1)	186689 (317186.1)	5.4	200
2	1350	1169	9.4	1	201810 (342878.2)	201810 (342878.2)	5.8	200
3	1350	1263	11.9	1	218157 (370651.3)	218157 (370651.3)	6.3	200
	1350	1366	15.0	1	235828 (400674.0)	235828 (400674.0)	6.8	200

表 4: 限制电力可用性可增加数据中心寿命 (3.9 CCF 为基准)

延长寿命年数	负载 kW	可用 kW	机械 kW	CCF	气流需求 CFM (CMH)	供应气流 CFM (CMH)	机架密度 (kW)	机架数量
	1350	1000	350	2.6	172700 (293419.1)	449020 (762889.8)	5	200
1	1350	1081	25.2	1	186689 (317186.1)	186689 (317186.1)	5.4	200
2	1350	1169	31.8	1	201810 (342878.2)	201810 (342878.2)	5.8	200
3	1350	1263	40.1	1	218157 (370651.3)	218157 (370651.3)	6.3	200
	1350	1366	50.7	1	235828 (400674.0)	235828 (400674.0)	6.8	200

表 5: 限制电力可用性可增加数据中心寿命 (2.6 CCF 为基准)

延长寿命年数	负载 kW	可用 kW	机械 kW	CCF	气流需求 CFM (CMH)	供应气流 CFM (CMH)	机架密度 (kW)	机架数量
	1350	1000	350	1.75	172700 (293419.1)	302225 (513483.5)	5	200
1	1350	1081	82.5	1	186689 (317186.1)	186689 (317186.1)	5.4	200
2	1350	1169	104.2	1	201810 (342878.2)	201810 (342878.2)	5.8	200
	1350	1263	131.6	1	218157 (370651.3)	218157 (370651.3)	6.3	200
	1350	1366	166.3	1	235828 (400674.0)	235828 (400674.0)	6.8	200

表 6: 限制电力可用性可增加数据中心寿命 (1.75 CCF 为基准)

延长寿命年数	负载 kW	可用 kW	机械 kW	CCF	气流需求 CFM (CMH)	供应气流 CFM (CMH)	机架密度 (kW)	机架数量
	1350	1000	350	1.75	172700 (293419.1)	302225 (513483.5)	5	200
1	1350	1081	82	1	186688.7 (317186.1)	186688.7 (317186.1)	5.4	200
2	1350	1168.5	19	1	115320.277 (195930.4)	115320.277 (195930.4)	5.8	200
3	1350	1263.2	25	1	124661.2194 (211800.7)	124661.2194 (211800.7)	6.3	200
	1350	1365.5	31	1	134758.7782 (228956.6)	134758.7782 (228956.6)	6.8	200

表 7: 限制电力可用性可增加数据中心寿命 (1.75 CCF 为基准)

通过有效的防护装置优化气流管理不能保证可延长所有数据中心的寿命，但肯定可以减少任何数据中心空间的总 CFM 交付需求。根据 Uptime Institute 多次的 CCF 机房审计调研和研究，暴露出大部分数据中心有高搁浅机械性能，很明显，许多数据中心肯定可以延长其寿命，以推迟重大资本开支，或争取时间制定 IT 设备计划，例如虚拟化和启用可导致扁平化甚至扭转功率密度增长趋势的服务器能源管理选项。由于对实施防护装置解决方案的投资远远小于增加空气处理器或其他补充冷却设备的替代解决方案，因此，考虑使用防护装置应成为任何数据中心寿命延长调查的一部分。本文提供了热通道防护装置的例子，但使用冷通道防护装置或纳入具有排风管的独立机柜也可能实现类似的结果。CPI 可帮助您找到合适的解决方案，并告诉您如何实现高效的防护装置解决方案。



Ian Seaton
Chatsworth Products 全球技术经理

Ian 在机械和电子机械产品与应用开发方面拥有超过 30 年的经验，其中包括 HVAC 控制器组件、汽车舒适性环境控制和航空环境控制，在过去 13 年中，他带头实施了 Chatsworth Products 的数据中心散热管理计划。他是 BICSI-002-2010 Data Center Design and Implementation Best Practices（数据中心设计与实施的最佳实践）的机架和机柜部分的工作组负责人，并且也为该标准的机械工作组服务。他参与编写了 ASHRAE TC 9.9，出版了大量文章和学术论文，并出席了在全球 12 个不同国家/地区的会议和技术会议。他拥有加州州立理工大学的学士和硕士学位。

参考文献和致谢

- ¹ 2012 数据中心用户群调查
- ² 2012 数据中心普查, *Uptime Institute*
- ³ “年度数据中心行业调查结果” *Matt Stansbury, Uptime Institute/451 Research, 2013 年*
- ⁴ “冷却容量系数 (CCF) 揭示搁浅容量和数据中心成本节约,” *Lars Strong 和 Kenneth Brill, 2013 年 Uptime Technologies, Inc. 白皮书*
- ⁵ “减少房间层浪费的冷送风可制造提高冷却能力和运营成本的机会” *Lars Strong, 2013 年 Uptime Technologies, Inc. 白皮书*
- ⁶ 数据通信设备功耗趋势和冷却应用, 第二版, *ASHRAE, 2012 年*