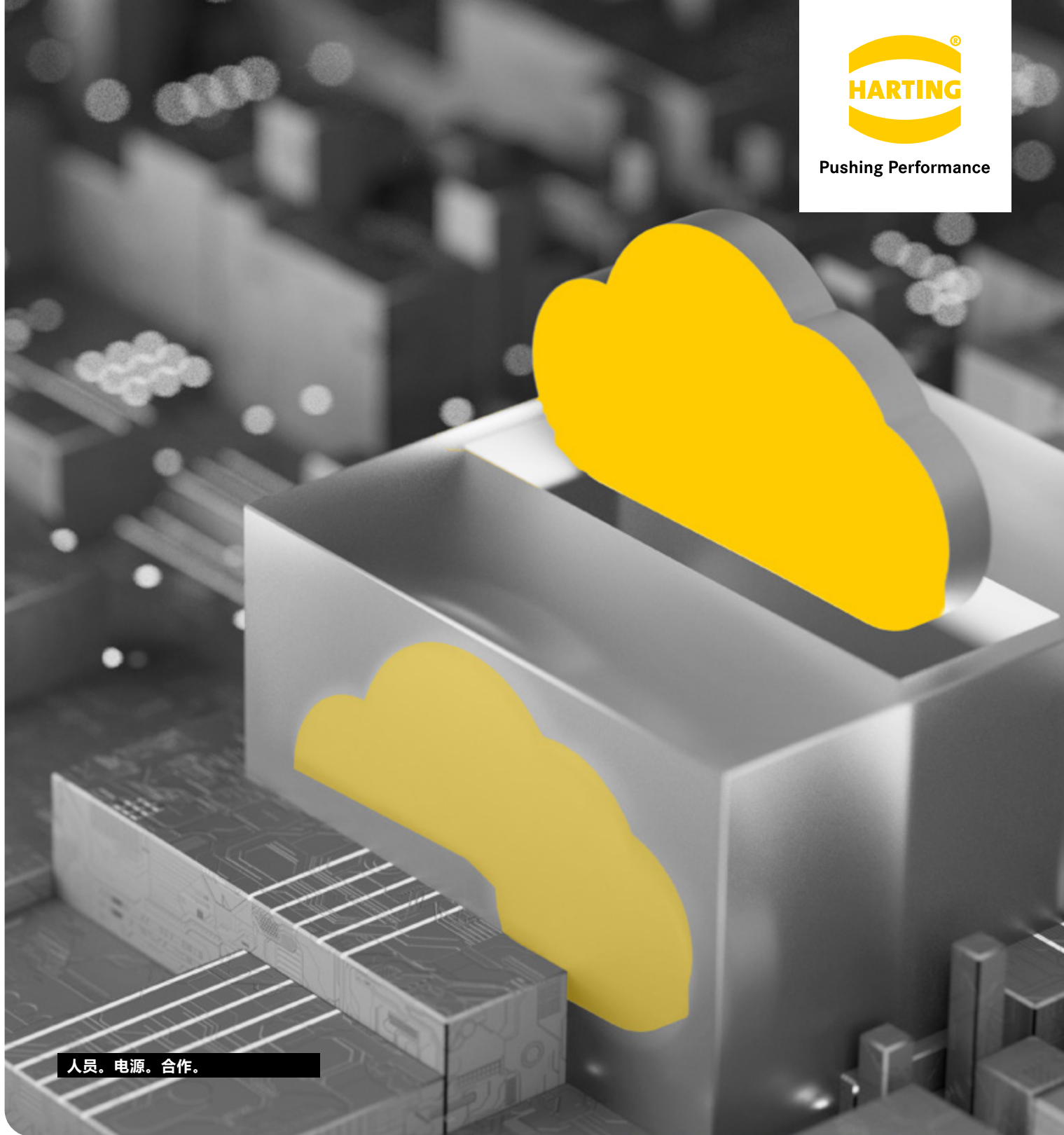




Pushing Performance



人员。电源。合作。

通过选择合适的连接器将能效提高高达 50%

了解 HARTING 连接器如何通过最大限度地减少连接中的功率损耗来提高您的电源使用效率 (PUE)

通过选择合适的连接器将能效提高高达 50%



Pushing Performance

目录

1. 简介	3
2. 超大规模数据中心.....	4
3. 电源非常关键.....	5
4. 连接器对电源使用效率的影响 (PUE).....	6
5. 节能分析	7
6. 总体拥有成本 (TCO = CAPEX + OPEX)	9
7. 结论.....	10

通过选择合适的连接器将能效提高高达 50%



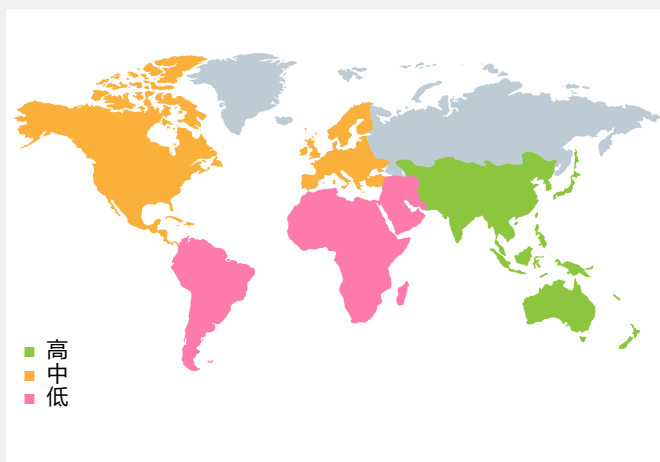
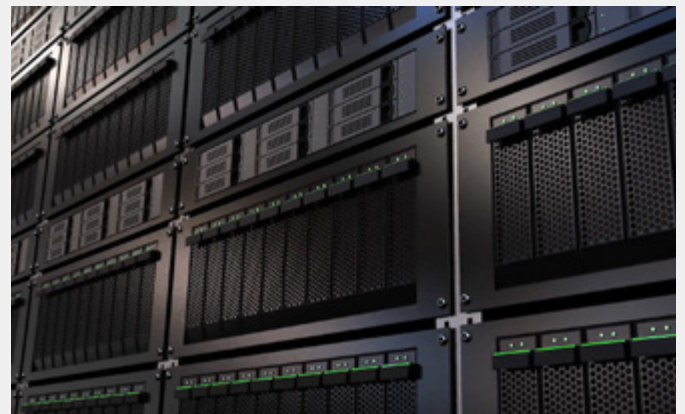
Pushing Performance

1. 简介

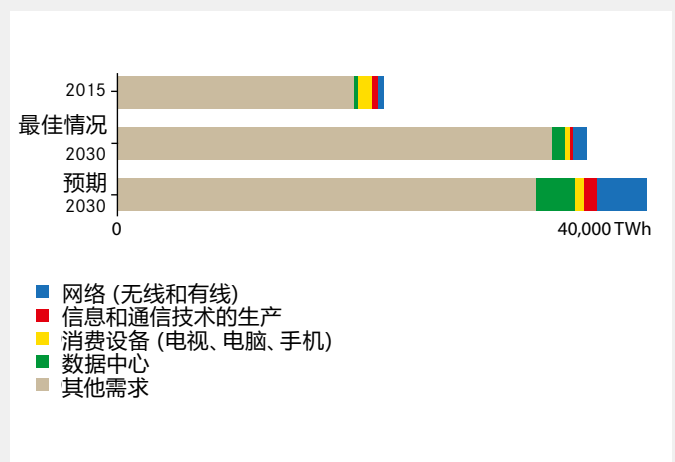
多年以来，全球数据中心市场都在经历爆炸式增长。个人和企业对远程计算、电话/计算机应用程序和物联网的依赖正以惊人的速度增加。过去几年随着数据中心使用量的增长，支持数据中心所需的能源量也在不断增加，并在全球电力需求中占据很大份额。

与此同时，脱碳和能源的未来也成为每个人都在关心的话题——这不仅是在政治层面，而且在数据中心运营商、制造商和供应商之间也是如此。风能和太阳能等可再生能源的可持续利用只是实现未来气候目标的一个举措。另一项举措是，提高我们当前消费的能源效率。

以下章节将向您展示 HARTING 连接器如何通过最大限度地减少连接中的功率损耗来提高您的电源使用效率 (PUE)。我们的分析表明，HARTING 连接器能够比其他连接器节省 50% 的能源并优化总体拥有成本 (TCO)。



[SRC01] 按地区划分的超大规模数据中心增长率 (截至 2024 年)



[SRC02] 全球电力需求增长率 (截至 2030 年)

HARTING Electric Stiftung & Co. KG

Wilhelm-Harting-Straße 1, 32339 Espelkamp, 德国

www.HARTING.com; Andras.Meszaros@HARTING.com

通过选择合适的连接器将能效提高高达 50%



Pushing Performance

2. 超大规模数据中心

数据中心是指将集中 IT 设备来存储和管理数据作为核心功能的建筑物。为了确保所有这些设备正常运行，它们还需要大量的电力和冷却基础设施。

尽管许多组织都拥有自己的数据中心（例如银行、医院或政府大楼），但当前的趋势却是将云需求外包给超大规模数据中心。

得益于能够为客户提供优化的能源效率和增强的功能等优势，超大规模数据中心正在迅速增长。

Synergy Group 在 2018 年认证的超大规模数据中心设施数量为 430 个，在 2020 年则为 600 个 [SRC04]。2020 年，Amazon、Microsoft 和 Google 合计占到所有超大规模数据中心的一半以上。阿里巴巴和 Facebook 在这个领域也非常活跃。



HARTING Electric Stiftung & Co. KG

Wilhelm-Harting-Straße 1, 32339 Espelkamp, 德国

www.HARTING.com; Andras.Meszaros@HARTING.com

通过选择合适的连接器将能效提高高达 50%



Pushing Performance

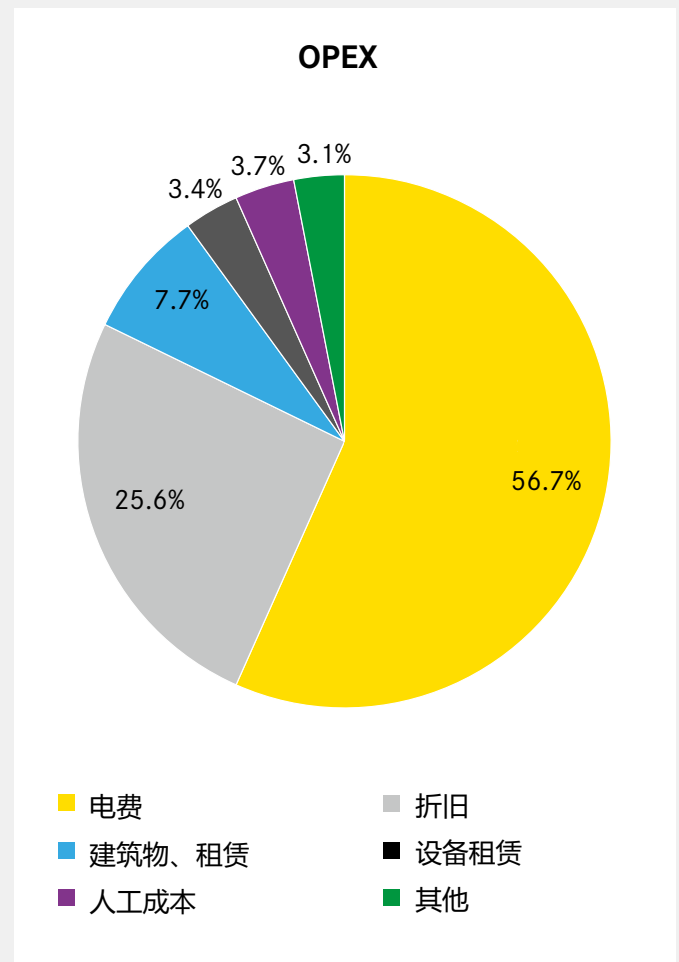
3. 电源非常关键

不可否认，运营数据中心面临着诸多挑战。众所周知，在制造业中，任何停机时间都可能造成重大利润损失。对于数据中心所有者或运营商来说，这样的场景是一个更大的噩梦。

如果您最喜欢的社交媒体或日常办公应用程序突然停止运行，很容易想象成本会受到何种影响。数据中心停电可能由于各种原因而发生，例如恶劣的天气条件、网络故障、人为错误、软件问题，也可能是由于发电机、UPS 或 PDU 故障在数据中心内部造成的电力基础设施问题。可以理解的是，对于超大规模运营商来说，这种风险应该降低至零。



如今，最好的答案是对所谓的数据中心关键基础设施 (CAPEX) 的每一部分进行战略投资和管理，而电源则是管理的关键因素之一。IDC 报告称，全球每台服务器的能耗每年增长约 9% [SRC05]，一方面服务器为了节省安装空间而变得更加紧凑，另一方面它们的性能提升也提高了其能源需求。这种能源消耗的成本可能占数据中心总运营费用 (OPEX) 的超过50%。



(SRC06] 数据中心总运营费用 (OPEX)

通过选择合适的连接器将能效提高高达 50%



Pushing Performance

4. 连接器对电源使用效率 (PUE) 的影响

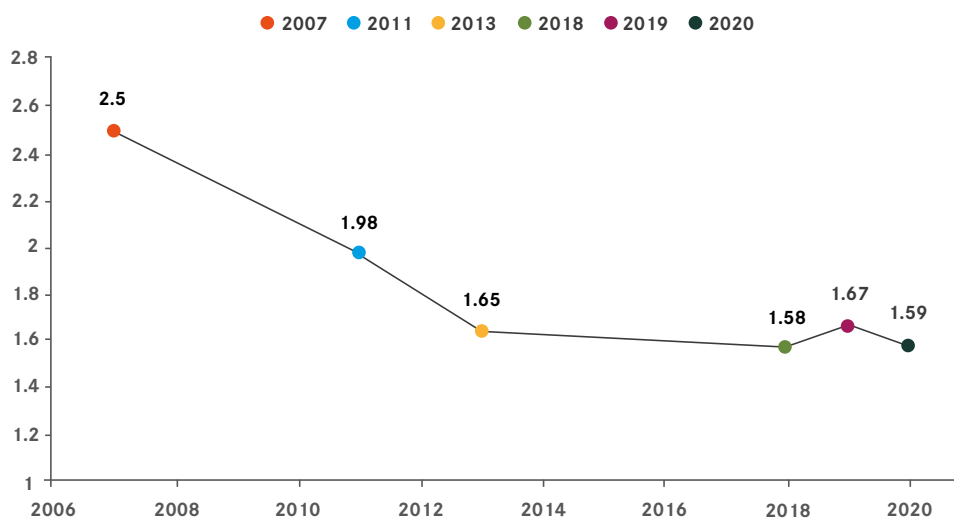
PUE（即电源使用效率）是数据中心管理的重要 KPI。PUE 将整个数据中心的用电量与仅 IT 设备的用电量进行比较。为了提高该指标的有用性，应经常对其进行监控。

$$\text{PUE} = \frac{\text{总设施能源}}{\text{IT 设备能源}}$$

每个数据中心运营商都应该努力通过实施新技术来降低 PUE。但是，由于 PUE 在过去十年中越来越接近 1，因此很难实现效率的大幅提升。为了提高电源效率，运营商应调查研究其子系统组件。

通过使用先进的连接解决方案，即插即用系统不仅可以节省安装时间，而且可以对总体拥有成本（TCO = CAPEX + OPEX）产生积极影响，正如我们将在接下来的章节中所看到的。使用新型创新连接器提高电源效率，进一步降低 PUE 是可能的。

数据中心的能效提升趋于平缓



PUE	效率等级
3.0	非常低效
2.5	低效
2.0	一般
1.5	高效
1.2	非常高效

[SRC07] 2007 年至 2020 年全球 Uptime Institute 调查报告的数据中心 PUE 数据

HARTING Electric Stiftung & Co. KG

Wilhelm-Harting-Straße 1, 32339 Espelkamp, 德国

www.HARTING.com; Andras.Meszaros@HARTING.com

通过选择合适的连接器将能效提高高达 50%



Pushing Performance

5. 节能分析

为了计算在数据中心使用连接器对电力使用的具体影响，HARTING Technology Group 在其位于中国珠海的独立认证的测试实验室中测量了三种不同连接器解决方案的功耗。

以前，所谓的 CEE (IEC 60309) 型插头通常用于连接数据中心的电源。同时，HARTING Technology Group 向其数据中心市场的合作伙伴推出了具有广泛优势的全新连接器概念。测试的连接器之一就是这种新概念，即 HARTING Han-Eco® 连接器。测试的另外两个连接器是来自不同制造商的 CEE 插头。

下表显示了测试环境下不同电压降的结果：

测试电流为 63 A 的连接器						
供应商	最大电压降 (mV)			平均电压降 (mV)		
	之前	期间	之后	之前	期间	之后
HARTING	22.94	23.86	22.14	22.88	23.74	22.10
CEE 连接器 1 (市场领先产品)	42.13	44.24	42.68	41.96	43.58	42.32
CEE 连接器 2	50.42	50.31	46.20	45.71	46.62	42.85

HARTING 与 CEE 插头相比的优势：

- 尺寸更小, 适合一体化集成安装于PDU本体上
- 模块化: 4种不同尺寸的模块化框架和插芯
- 适用于交流和直流连接
- 高达 1,000 V 的额定电压
- 提供更多种类的端接技术 (螺钉、压接、轴向螺钉、笼式弹片)
- 可直接连接到 PCB 板
- 公头和母头插针的位置在上壳和底座内可互换



HARTING Han-Eco® 连接器 (6 + PE) 与 CEE 插头 (5 + PE) 的比较

HARTING Electric Stiftung & Co. KG

Wilhelm-Harting-Straße 1, 32339 Espelkamp, 德国

www.HARTING.com; Andras.Meszaros@HARTING.com

通过选择合适的连接器将能效提高高达 50%



Pushing Performance

下表显示了以千瓦时为单位计算的一年的相应电阻和功耗。它还显示了与 CEE 连接器相比，使用 HARTING Technology Group 的 Han-Eco® 连接器实现的节能：

HARTING		
① 单相, 63 A	$P_{\text{loss}} = 2 * I^2 * R = 2 * 63 \text{ A}^2 * 0.02374 \text{ V} / 63 \text{ A} = 2.99 \text{ W}$ $W_{\text{loss}} \text{ 每年} = 2.99 \text{ W} * 24 \text{ 小时} * 365 \text{ 天} = 26.20 \text{ kWh/年}$	
② 三相, 63 A	$P_{\text{loss}} = 3 * I^2 * R = 3 * 63 \text{ A}^2 * 0.02374 \text{ V} / 63 \text{ A} = 4.49 \text{ W}$ $W_{\text{loss}} \text{ 每年} = 4.49 \text{ W} * 24 \text{ 小时} * 365 \text{ 天} = 39.30 \text{ kWh/年}$	
CEE 连接器 1 (市场领先产品)		
① 单相, 63 A	$P_{\text{loss}} = 2 * I^2 * R = 2 * 63 \text{ A}^2 * 0.04358 \text{ V} / 63 \text{ A} = 5.49 \text{ W}$ $W_{\text{loss}} \text{ 每年} = 5.49 \text{ W} * 24 \text{ 小时} * 365 \text{ 天} = 48.10 \text{ kWh/年}$	
② 三相, 63 A	$P_{\text{loss}} = 3 * I^2 * R = 3 * 63 \text{ A}^2 * 0.04358 \text{ V} / 63 \text{ A} = 8.24 \text{ W}$ $W_{\text{loss}} \text{ 每年} = 8.24 \text{ W} * 24 \text{ 小时} * 365 \text{ 天} = 72.15 \text{ kWh/年}$	
CEE 连接器 2		
① 单相, 63 A	$P_{\text{loss}} = 2 * I^2 * R = 2 * 63 \text{ A}^2 * 0.04662 \text{ V} / 63 \text{ A} = 5.87 \text{ W}$ $W_{\text{loss}} \text{ 每年} = 5.87 \text{ W} * 24 \text{ 小时} * 365 \text{ 天} = 51.46 \text{ kWh/年}$	
② 三相, 63 A	$P_{\text{loss}} = 3 * I^2 * R = 3 * 63 \text{ A}^2 * 0.04662 \text{ V} / 63 \text{ A} = 8.81 \text{ W}$ $W_{\text{loss}} \text{ 每年} = 8.81 \text{ W} * 24 \text{ 小时} * 365 \text{ 天} = 77.19 \text{ kWh/年}$	

$$R = \frac{\text{电压降}}{I}$$

$$P_{\text{loss}} = I^2 * R$$

单相: 2 个带电插针: L1, N => 三相: 3 个带电插针: L1、L2、L3 (平衡状态)

电流 [A]	类型	供应商	电阻 (mΩ) / 插针	能量损耗/连接器/年 (kWh)	节能 (%) / 与 CEE 连接器 1 相比	节能 (%) / 与 CEE 连接器 2 相比
63	单相	HARTING	0.377	26.20	46%	49%
		CEE 连接器 1 (市场领先产品)	0.692	48.10		
		CEE 连接器 2	0.740	51.46		
	三相	HARTING	0.377	39.30		
		CEE 连接器 1 (市场领先产品)	0.692	72.15		
		CEE 连接器 2	0.740	77.19		

测试数据显示，HARTING 连接器比 CEE 连接器节能 46-49%。这一结果强化了一个事实，即广为人知的 HARTING 解决方案不仅具有运行可靠的优势，而且还能提供大量的能源节约。在下一章中，我们将研究这种节

约对客户有哪些好处。前期采用 HARTING 连接方案，投资成本可能增加一些，但得益于运营成本降低，仅使用几年后就可以收回这部分增加的投资。

HARTING Electric Stiftung & Co. KG

Wilhelm-Harting-Straße 1, 32339 Espelkamp, 德国

www.HARTING.com; Andras.Meszaros@HARTING.com

通过选择合适的连接器将能效提高高达 50%



Pushing Performance

6. 总体拥有成本 (TCO = CAPEX + OPEX)

众所周知，可以通过在数据中心的供电链路中使用更先进的连接来改善PUE。与传统的 CEE 插头解决方案相比，HARTING Han-Eco® 连接器的能源消耗可减少近 50%。为了估算数据中心运营商在一年中的 OPEX 节省，我们可以使用我们的测试数据并将 HARTING 连接

器与“CEE 连接器 2”进行比较。2020 年中国工业用户的平均电价为 0.635 CNY/kWh [SRC08]。计算场景包括一个平均拥有 15,000 个机架的超大规模数据中心示例，并假设每个机架有两个连接器用于配电单元 (rPDU) 连接。

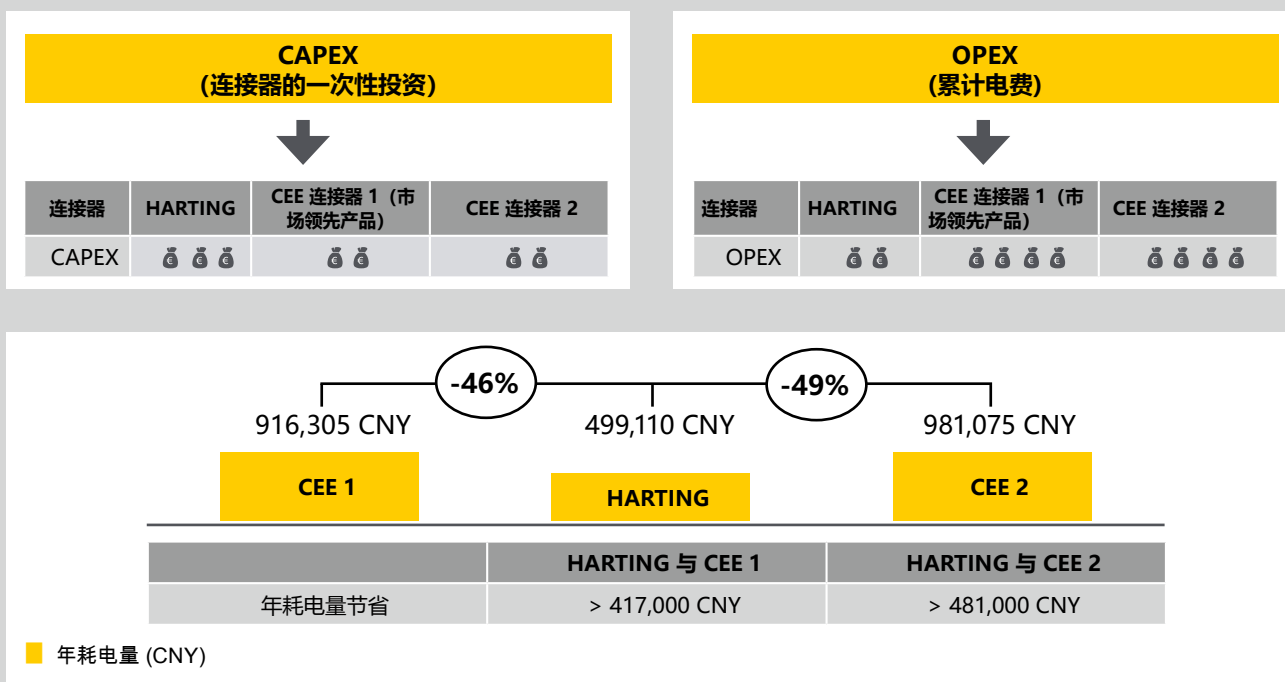
HARTING 连接器: $26.2 \text{ kwh/年} \times 0.635 \text{ CNY} \times 30,000 \text{ 件} = 499,110 \text{ CNY/年}$

CEE 连接器 2: $51.5 \text{ kwh/年} \times 0.635 \text{ CNY} \times 30,000 \text{ 件} = 981,075 \text{ CNY/年}$

运营商每年的 OPEX 节省为: 481,965 CNY

通过这种方式，TCO 在数据中心的整个生命周期内得到显著优化。

场景: 一个拥有 15,000 个机架的超大规模数据中心, 连接器 (63 A) 数量: 30,000 套



HARTING Electric Stiftung & Co. KG

Wilhelm-Harting-Straße 1, 32339 Espelkamp, 德国

www.HARTING.com; Andras.Meszaros@HARTING.com

通过选择合适的连接器将能效提高高达 50%



Pushing Performance

7. 结论

数据中心使用的能源量每年都在增加。因此，数据中心所有者正在寻求降低能耗、减少环境影响并优化其 TCO。凭借其出色的能源效率，HARTING 连接器能够通过帮助优化数据中心的 PUE 来支持这些目标的实现。我们的测试结果表明，与其他传统连接产品相

比，HARTING Han-Eco® 连接器可减少高达 50% 的能源使用量。

客户利益概览：

- **节能高达 50%** — 进一步优化PUE
- **使用寿命更长** — 凭借其机械坚固性
- **更小的尺寸，从而节省空间** — 凭借更高的插针密度和更小的接口
- **更高的灵活性** — 凭借各种模块化框架和插芯组件



联系人：

Andras Meszaros,
HARTING 全球能源行业经理
Andras.Meszaros@HARTING.com
+49 5772 47 7017

参考文献：

- [SRC01] Mordor Intelligence, "Hyperscale data center growth rate by region (up to 2024)", 2020, <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/hyperscale-datacenter-market>
- [SRC02] Nature.com, "Global electricity demand growth rate (up to 2030)", 2018, <https://www.nature.com/articles/d41586-018-06610-y>
- [SRC03] recap-project.eu, "What Makes A Data Center 'Hyperscale'?" 2018, <https://recap-project.eu/news/hyperscale-data-center/>
- [SRC04] Synergy Research Group, "Microsoft, Amazon and Google Account for Over Half of Today's 600 Hyperscale Data Centers", 2020, <https://www.srgresearch.com/articles/microsoft-amazon-and-google-account-for-over-half-of-todays-600-hyperscale-data-centers>
- [SRC05] datacenterfrontier.com, "Data Centers Feeling the Heat! The History and Future of Data Center Cooling", 2020, <https://datacenterfrontier.com/history-future-data-center-cooling/>
- [SRC06] www.iresearch.cn, "iresearch 2020 data center report", 2020, <http://report.iresearch.cn/report/202012/3699.shtml>
- [SRC07] Uptime Institute, "Data center PUEs flat since 2013", 2020, <https://journal.uptimeinstitute.com/data-center-pues-flat-since-2013/>
- [SRC08] Eurostat, "Electricity prices for non-household consumers", 2021, https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Electricity_price_statistics#Electricity_prices_for_non-household_consumers

HARTING Electric Stiftung & Co. KG

Wilhelm-Harting-Straße 1, 32339 Espelkamp, 德国

www.HARTING.com; Andras.Meszaros@HARTING.com



Pushing Performance

HARTING Electric Stiftung & Co. KG
Wilhelm-Harting-Str. 1, 32339
Espelkamp, 德国
电话: +49 5772 47-0
info@harting.com
www.harting.com