

借助 OptiMOS™ 6 100 V 功率 MOSFET 技术，让您的设计实现更高水平的效率

英飞凌新设计概念的关键特性、优势和应用示例

作者：

功率分立器件产品管理高级专家 Francesca Pastorelli 及
高级应用工程师 Simone Mazzer，均就职于 [英飞凌科技股份有限公司](#)

高开关频率应用游戏规则颠覆者的介绍

高效率、高功率密度和更佳的热性能是电源管理的关键趋势。英飞凌一直致力于推出高度创新型功率 MOSFET 技术，新技术旨在能够满足所有应用的需求。

最近，英飞凌公司推出了最新的 [OptiMOS™ 6 100 V 功率 MOSFET 技术](#)，该技术与 [OptiMOS™ 3](#) 和 [OptiMOS™ 5](#) 一起构成了工业功率 MOSFET 产品系列。此外，若应用关键要求涉及易用性和广泛可用性，那么 [StrongIRFET™ 功率 MOSFET 系列](#) 便是该产品系列的良好补充（图 1）。

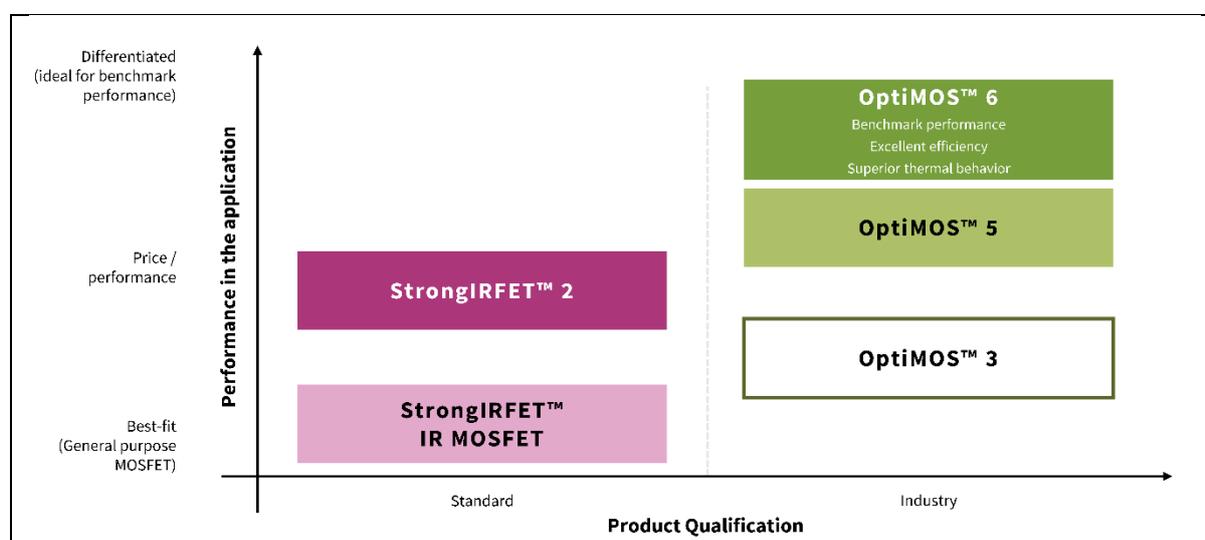


图 1. 英飞凌 StrongIRFET™ 和 OptiMOS™ 功率 MOSFET 20-300 V 技术

OptiMOS™ 6 100 V 功率 MOSFET 技术采用新颖的单元设计，利用全三维电荷补偿原理，在降低导通电阻方面取得了显著进步。全新的单元结构还带有完全重新设计的栅极沟槽，这显著降低了栅漏电荷 Q_{gd} 和总栅电荷 Q_g 。

最后，金属栅技术的引入为 MOSFET 换向提供了几点优势，如具有良好的抗复导通性能。

与成熟的 OptiMOS™ 5 相比，英飞凌领先的薄晶圆技术具有显著的性能优势(图 2)：

- $R_{DS(on)}$ 降低了 18%，
- 品质因数 (FOM) $Q_g \times R_{DS(on)}$ 改善了约 30%，
- FOM $Q_{gd} \times R_{DS(on)}$ 改善了 42%，
- 更宽的安全工作区 (SOA)

Key features	Benefits	Value for the customer
<ul style="list-style-type: none"> > 18% lower $R_{DS(on)}$ and wider SOA compared to previous generation 	<ul style="list-style-type: none"> > Low conduction losses > Low switching losses > Fast turn on and off > Less paralleling required > RoHS conform, lead free 	High power density
<ul style="list-style-type: none"> > Significantly improved FOMs compared to OptiMOS™ 5: <ul style="list-style-type: none"> > FOM $Q_g \times R_{DS(on)}$ = -30% > FOM $Q_{gd} \times R_{DS(on)}$ = -40% 		High efficiency
<ul style="list-style-type: none"> > Lower Q_{rr} with improved softness compared to previous generation 		High system reliability
<ul style="list-style-type: none"> > Optimized for high switching frequency applications 		
<ul style="list-style-type: none"> > MSL 1 classified according to J-STD-020 		

图 2. OptiMOS™ 6 100 V 功率 MOSFET 技术的主要特性和优势

OptiMOS™ 6 技术进行了重大改进，降低了导通损耗和开关损耗，可实现更快地导通和关断，产品无铅且符合 RoHS 标准。

这项新技术在所有 FOM 中都表现出了良好的平衡性，这为高频 [开关电源 \(SMPS\)](#) 的工作以及太阳能系统带来了显著的优势，因为损耗与电荷(开关)和导通电阻(导通)有关。

得益于出色的 (BiC) $R_{DS(on)}$ OptiMOS™ 6 100 V 还可用于 [电池供电应用 \(BPA\)](#) 中的低压 [电机驱动](#)，如 [飞行器](#)、[电动自行车](#)和 [电动工具](#)，以及 [电池管理系统 \(BMS\)](#) 中的断开开关（图 3）。

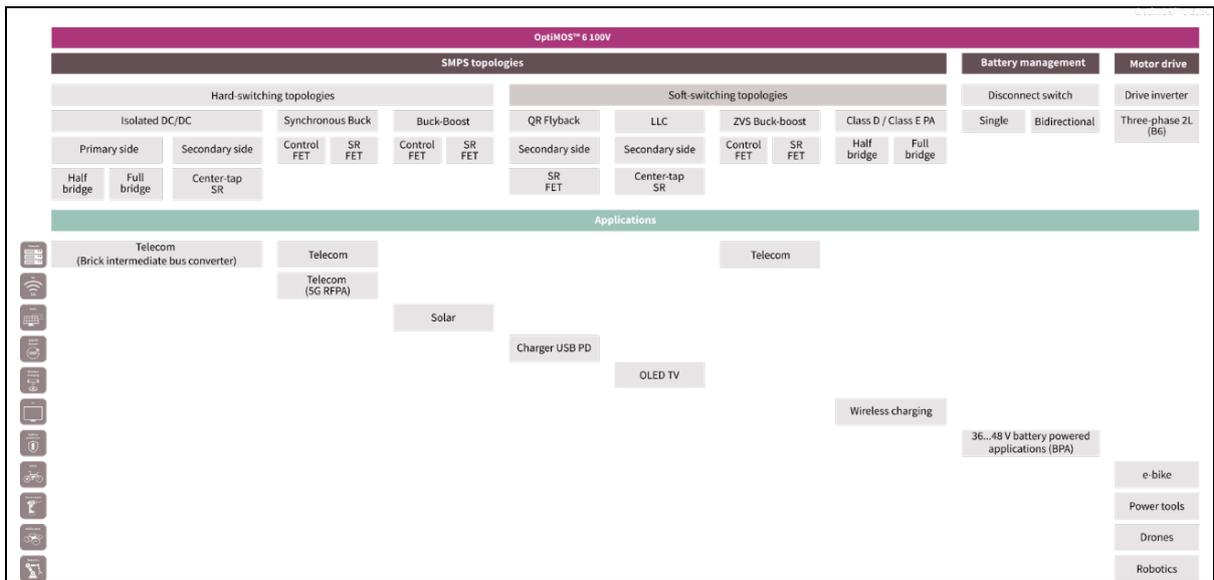


图 3. OptiMOS™ 6 100 V 目标应用

OptiMOS™ 6 与 OptiMOS™ 5 的对比：技术比较

导通电阻

$R_{DS(on)}$ 是 MOSFET 的关键参数之一，代表漏极和源极之间的导通电阻。 $R_{DS(on)}$ 值越低产生的导通损耗就越低，还能减少甚至消除对器件并联的需求。这节省了成本和 PCB 空间，从而增加了功率密度。

将采用 [SuperSO8 封装](#) 的最佳产品 ([ISC022N10NM6](#)) 与 OptiMOS™ 5 ([BSC027N10NS5](#)) 进行比较, 结果表明 OptiMOS™ 6 100 V 技术使 $R_{DS(on)}$ 降低了近 20%。OptiMOS™ 6 针对导通电阻进行了改进, 因此可在相同 $R_{DS(on)}$ 条件下采用更小的封装 ([PQFN 3.3 x3.3](#)), 从而获得更高的功率密度。

栅极电荷

栅极电荷是需要提供给栅极以导通 (驱动) MOSFET 的电荷量。较小的 Q_g 值表示低驱动损耗和较高的开关速度。创新的栅极沟槽设计显著降低了栅源和栅漏的电容, 使 Q_g 降低了 35%, Q_{gd} 降低了 45%。这体现在栅极品质因数上, FOM_g 和 FOM_{gd} 。这些 FOM 通常用 $m\Omega \times nC$ 表示, 代表了一种技术的导通和开关性能。与上一代 OptiMOS™ 5 100 V MOSFET 相比, 全新 OptiMOS™ 6 100 V 技术分别提高了 30% 和 43% (见图 4)。

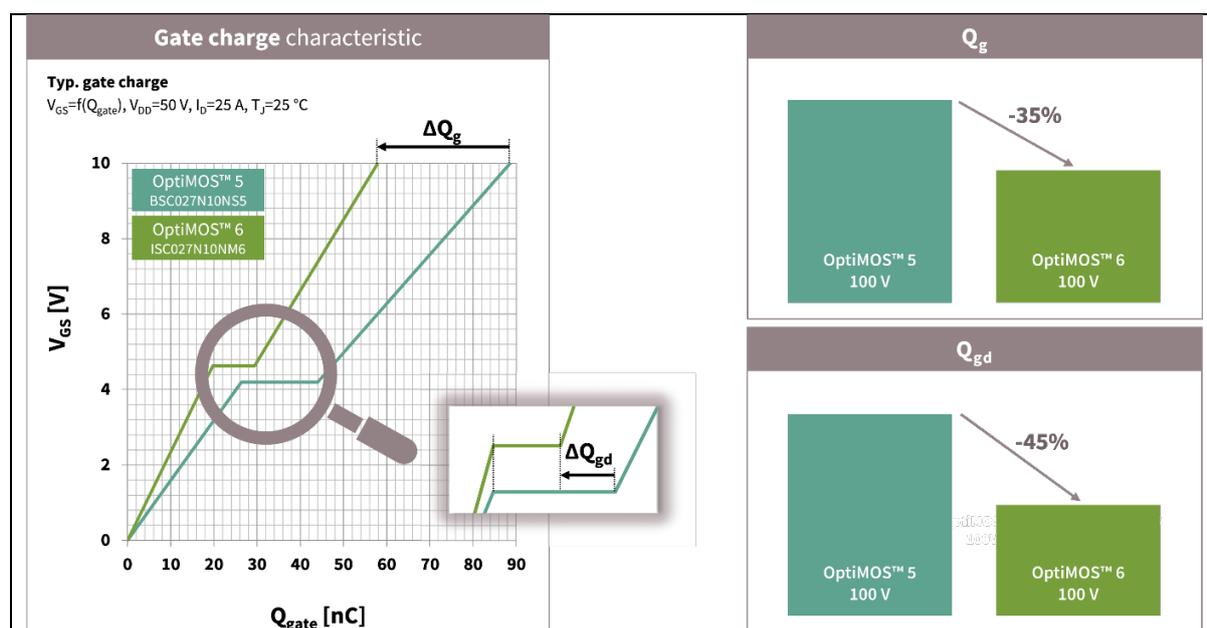


图 4. OptiMOS™ 6 与 OptiMOS™ 5 的对比, 栅极电荷特性比较

安全工作区 (SOA)

SOA 图表代表当其外壳温度稳定保持在 $T_c = 25\text{ }^\circ\text{C}$ 时, MOSFET 所能承受的电压和电流的绝对最大值。MOSFET 绝不能工作在安全工作区以外。

当引入新的技术时, 预计 SOA 的范围会缩小。在功率限制区域, 电流能力取决于瞬态热阻, 而新技术通常会带来瞬态热阻的增加。尽管如此, 得益于技术改进, 全新 OptiMOS™ 6 100V 在热稳定性限制区域仍然显示出了比 OptiMOS™ 5 更宽的 SOA。在 DC 条件下, 得益于较低的 R_{thJC} , OptiMOS™ 6 在所有区域都显示了更宽的 SOA (见图 5)。

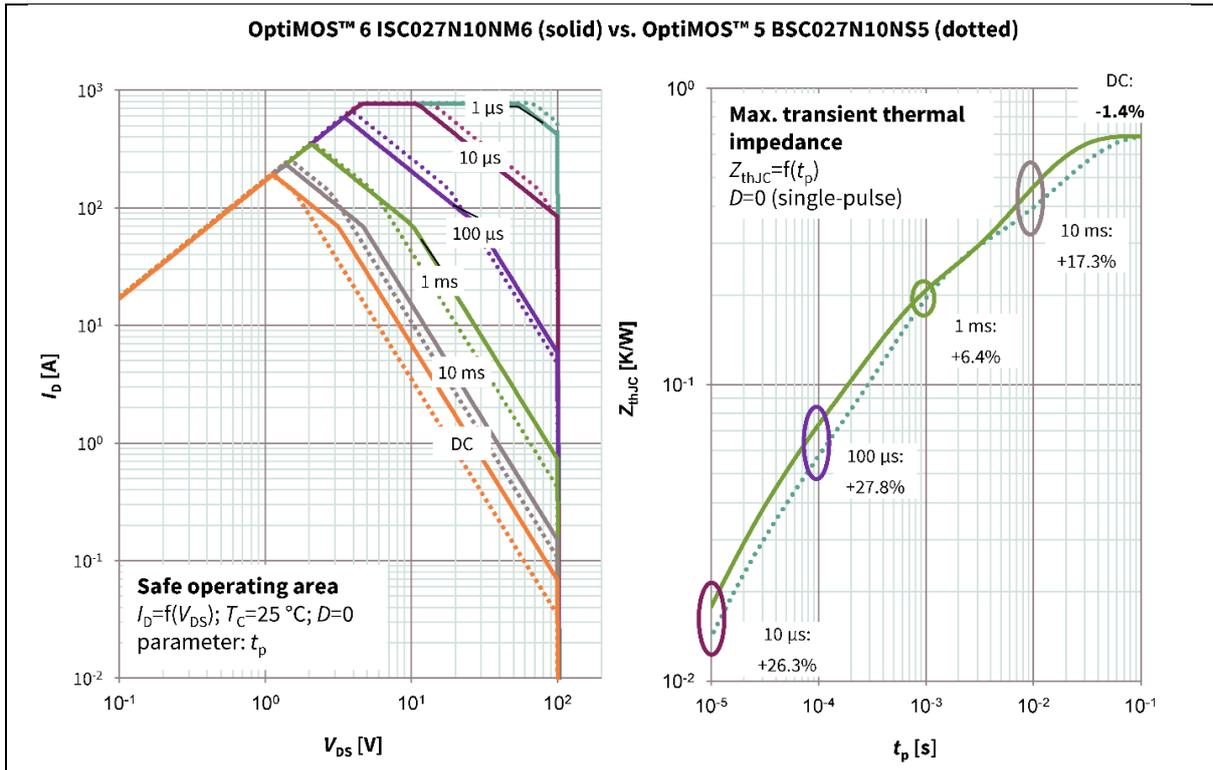


图 5. OptiMOS™ 6 与 OptiMOS™ 5 的对比 - 安全工作区比较

OptiMOS™ 6 100 V 技术如何将您的解决方案提升到新水平

按照市场和趋势，不同的应用有不同的要求。如电信、太阳能和电动工具应用的测量结果所示，OptiMOS™ 6 100 V 技术可以让您的设计实现更高水平的效率和功率密度。表 1 总结了主要趋势，以及 OptiMOS™ 6 如何为这些应用的设计提供优势。

Application	Trend	OptiMOS™ 6 value proposition
Telecom	5G requires a reduction of operating and maintenance costs for both macro and small cells	New products with best-in-class figures of merit for high-power, high-switching frequency applications. Improved reliability due to reduced power losses and lower temperature
Solar	Reduce the overall cost of solar installation by using one optimizer or micro-inverter for 2 or 4 photovoltaic modules instead of only one	Best-in-class figures of merit enable high efficiency with the lowest power losses (conduction, switching)
Battery-powered applications (BPA)	Improvement in thermal performance and power density	Best-in-class products with low $R_{DS(on)}$
Battery management systems (BMS)	Replacement of lead-acid batteries Li-ion for higher energy density, lighter weight, and better environmental capabilities	Best-in-class products with low $R_{DS(on)}$ and wide SOA

表 1 应用趋势和将您的设计提升到新水平的 OptiMOS™ 6 解决方案

实际示例中的应用优势

电信基础设施

第一个应用是分布式电源开放标准联盟 (DOSA) 四分之一砖式的 [电信 DC-DC](#) 中间总线转换器 (IBC)。该转换器基于全桥拓扑，采用全桥整流。作为硬开关拓扑，导通损耗和开关损耗都会影响整体系统效率。

最适合这种应用的器件是将最低 $R_{DS(on)}$ 与低电荷需求相结合的器件，而最适合典型 600 W 转换器的是接近 6 m Ω 范围的器件。在本应用中，我们将采用 SuperSO8 封装的全新 OptiMOS™ 6 100V ([ISC060N10NM6](#)， $R_{DS(on),max} = 6 \text{ m}\Omega$) 与上一代 OptiMOS™ 5 MOSFET 的 [BSC050N10NS5](#) 进行了比较。

结果(图 6)显示，尽管受测器件的 $R_{DS(on)}$ 高出了 20%，但与 BSC050N10NS5 ($R_{DS(on),max} = 5 \text{ m}\Omega$) 相比，全新 OptiMOS™ 6 ISC060N10NM6 仍实现了高达 0.4% 的效率提升以及更低的温度。其优势是提高了系统可靠性，降低了系统成本。

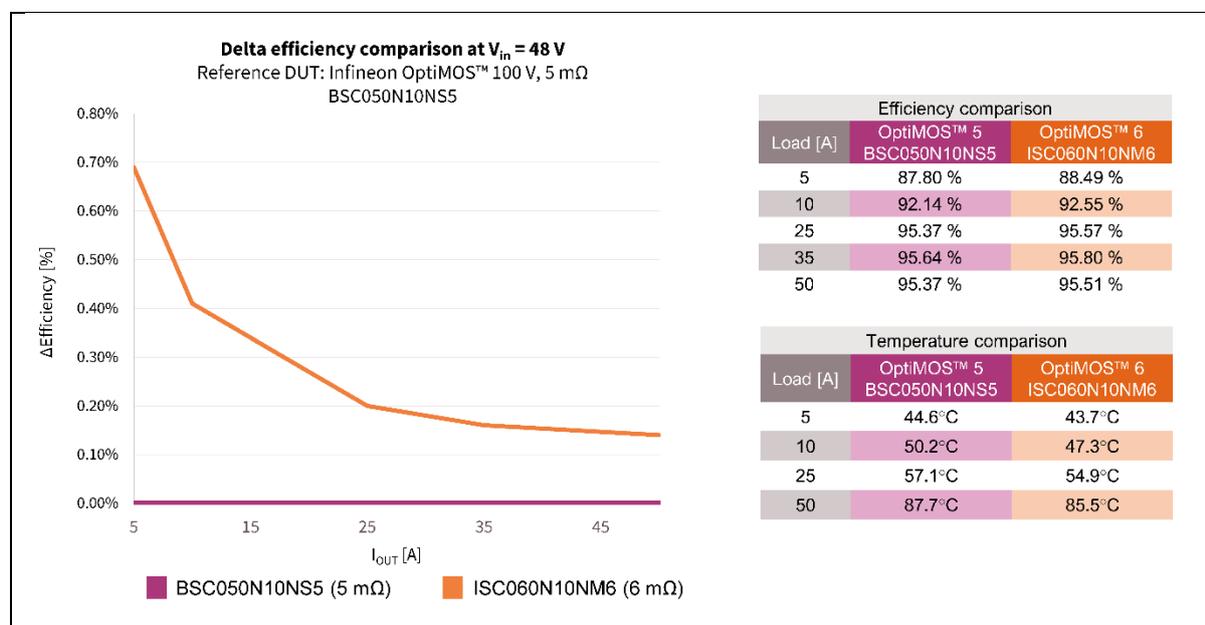


图 6. *ISC060N10NM6* 和 *BSC050N10NS5* 在 600 W 48-12V FB/FB 电信四分之一砖上的效率和温度比较

太阳能系统

开关损耗占 [太阳能优化器](#) 总损耗的很大一部分。因此，需要在 $R_{DS(on)}$ 和电荷之间实现良好的平衡。100 V 功率 MOSFET 是功率优化器(同步降压级)的理想产品，产品采用 SuperSO8 封装，其 $R_{DS(on)}$ 约为 5-6 m Ω 。

我们对 OptiMOS™ 5 (BSC050N10NS5， $R_{DS(on),max} = 5 \text{ m}\Omega$) 和 OptiMOS™ 6 (ISC060N10NM6， $R_{DS(on),max} = 6 \text{ m}\Omega$) 进行了比较 (图 7)。与 OptiMOS™ 5 相比，OptiMOS™ 6 (ISC060N10NM6) 的 $R_{DS(on)}$ 高出约 20%，但通过降低开关损耗实现了更高的效率。此外，得益于优良的开关性能，新产品在满载时的温度比 OptiMOS™ 5 版本降低了约 6° C。

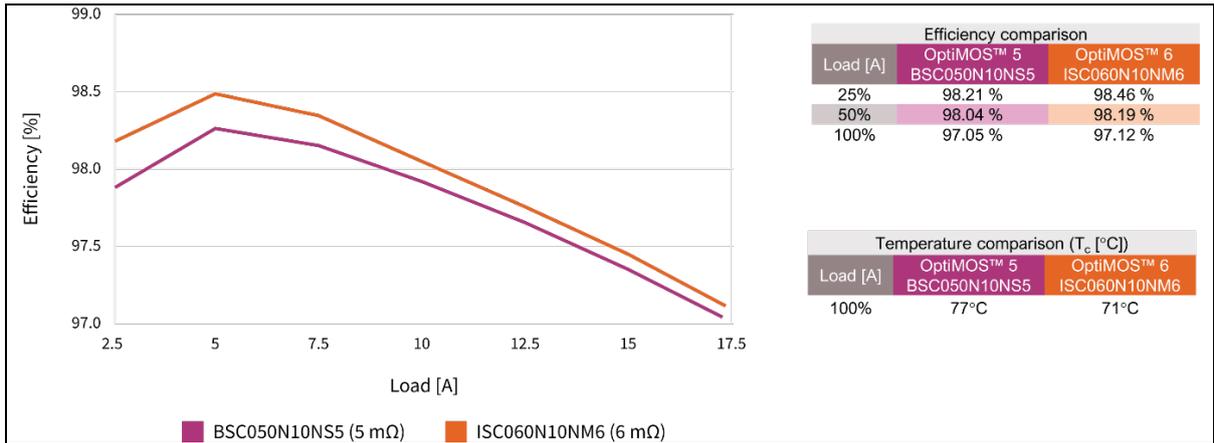


图 7. 用于功率优化器的 OptiMOS™ 5 和 OptiMOS™ 6 在太阳能系统中的比较

电动工具

热性能和功率密度是电机控制应用的关键挑战。R_{DS(on)}更低的一流产品有利于电动工具实现高效率。

在高转矩条件下比较 OptiMOS™ 5 (BSC027N10NS5) 和 OptiMOS™ 6 (ISC022N10NM6) 时，OptiMOS™ 6 的效率提高了约 0.5%，系统功耗降低了 12%（图 8）。这样热设计在得到改善的同时，还具有更长的使用寿命。

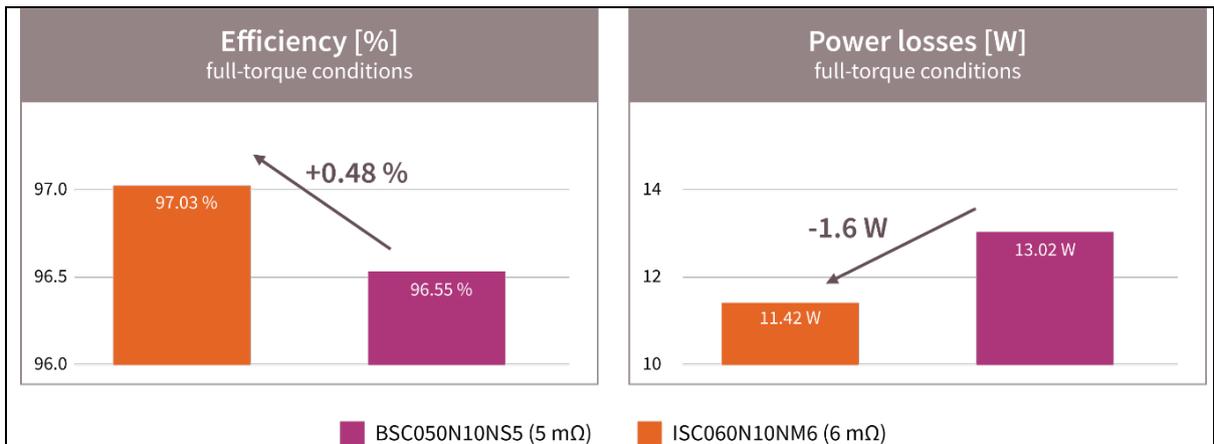


图 8. OptiMOS™ 5 和 OptiMOS™ 6 在电动工具中的比较

OptiMOS™ 6 100 V: 节能解决方案，营造绿色环境

成本并不是变革的唯一驱动力。自 2015 年有关减缓气候变化的《巴黎协定》签署以来，电信行业已被证明是引领碳中和趋势的民营成分之一，该行业逐步致力于实现科学碳目标 (SBT)，这符合将全球变暖幅度限制在工业化前水平以上 1.5° C 的要求。

英飞凌全新 OptiMOS™ 6 100 V 符合提高效率的趋势，可帮助电信行业客户减少排放至净零，让生活变得更加绿色。利用 OptiMOS™ 6 功率 MOSFET 技术，可以在 10 年内减少 100 万欧元的能耗（数据基于电信 IBC 在标称线路电压下的情况，鉴于一个欧洲国家大约有 8000 万人口）。运营一年所节省的电量相当于大约 170 户居民的年用电量。

结论

OptiMOS™ 6 100V 将行业标准提升到了更高水平：更低的导通损耗和更高的功率密度，为满足当代需求的应用提供了最高的性能。

这项新技术可用于众多 SuperSO8 和 PQFN 3.3x3.3 封装产品系列，涵盖了同类最佳产品，以及更多性价比优化的产品。

欲了解更多内容，请访问 [OptiMOS™ 6 网页](#)。此外，我们的 [OptiMOS™ 6 100 V 深度技术解析页面](#) 上还提供了应用和测试结果！

加入我们在 2022 年 5 月 5 日 PSD 主办的网络研讨会，我们的专家会向您介绍全新 OptiMOS™ 6 功率 MOSFET 技术的特性和优势，以及当前的应用用例。即刻保留席位！

+++结束+++