

# 大功率半导体的未来——何去何从？

作者：Hubert Kerstin、Bjorn Rentemeister、Thomas Risse，英飞凌科技股份有限公司

**事** 实践证明，功率模块是功率电子系统技术快速发展的主要驱动力，在节能、控制动力、降噪以及减少重量和体积方面表现地尤为明显。功率半导体主要用于控制能源生成与消耗之间的能量流。这需要极精确的技术和极低的损耗。

工业应用的功率电子技术之所以能够不断进步，主要取决于五大因素：高效能、工作温度、小型化、可靠性和降低成本，这五个因素在某种程度上也相互影响。目前呈现的趋势推动了功率半导体在过去三十年的发展，并将在未来继续推动其发展。

从最初的  $30\text{kW}/\text{cm}^2$ ，到如今能够实现  $110\text{kW}/\text{cm}^2$  的功率密度，这一切都要归功于创新的装配和互连技术。现在普遍认为，通过 IGBT 模块的新发展，半导体行业将实现明显更高的功率密度。未来功率增加将需要新的外壳，这一点也是显而易见的。

同时，转换器领域的发展也在继续。并且伴随着芯片技术和外壳设计的发展。与此相关的一些新理念，例如不

同电压级别之间的部件共性理念，要求半导体制造商采用创新的解决方案以满足现代化节能功率电子未来的需求。

大功率 IGBT 模块应用于工业驱动、交通和风力发电机等各种应用。紧凑型设计、能效和可靠性是这些应用的关键因素。有一点是可以预见的，那就是，在更为苛刻的新的应用环境中，对转换器和模块技术的可靠性和弹性将采用不同的、可能更为严格的要求。这就引出了一个问题，即，未来应该如何塑造解决方案以满足不同需求。

## 驱动

除了可再生能源能够发电之外，化石燃料的使用继续在电源供应方面占有巨大份额。预计在 2005 年至 2030 年期间，全球人口数量将增加 17 亿至 82 亿 (1)。毫无疑问，城市化也将成为必然趋势。这样的发展需要对石油和天然气等能源的提取和分布进行大量投资。新的生产技术能够开发出新的资源。这就需要高效率的泵驱动，而 IGBT 模块就是重点。在工业驱动方面，为了提高能效，越来越多的非稳压驱动逐渐被变速驱动取代。

在钢铁、石油和天然气工业或采矿企业等工业应用中，转换器通常需要暴露在极其恶劣的条件下。

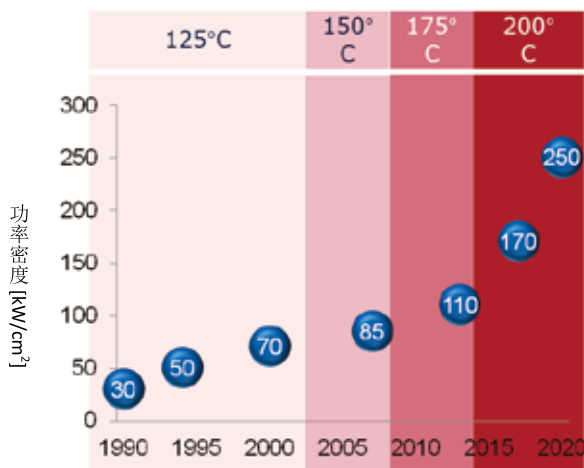


图 1: 三十年的功率密度发展趋势——永无止境

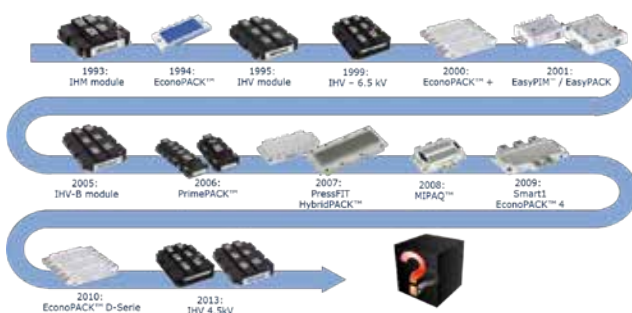


图 2: 英飞凌曾用创新模块在全球范围制定了行业标准

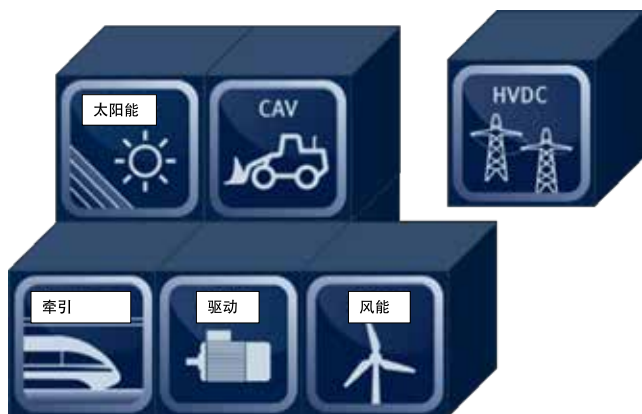


图3：新的模块标准必须考虑应用的多样性和不同的要求

灼热的钢铁、有害的环境、多变的工况和周期性的过载意味着高电气和机械应力，因此需要非常稳定的结构。在新技术和对现有工厂进行的现代化改造方面，中低压应用采用 100 KW 甚至数十兆瓦级的轧机驱动装置。必须实现可靠耐用的功率电子理念才能满足这些要求。

### 牵引

牵引市场很大程度上取决于各个国家和地区以及城市和直辖市的基础设施项目。铁路运输正在经历一场全球范围的复兴。世界各地出现了众多新的运输公司，并成为大型并购的一部分，因为这是管理预期交通量的必由之路。新的建设与扩建项目的数量在持续增长。许多城市建造了以铁路为基础的当地运输系统，即便有些城



图4：定义新的行业标准大功率平台，即为 1200V 至 6.5kV 电压级别的“解决方案”，其中包括 400A 4.5kV 和 275A 6.5kV 电压级别，且其规格为 100mm x 140mm x 40mm

市是第一次搭建铁路。鉴于货运和高速客运服务领域的高经济增长速率，一些新兴经济体实施了宏大的新铁路建设项目 (2)。

可以确定有两项发展是全球牵引市场发展的驱动力：城市化和日益增加的流动性。即使个别项目是提前几年就策划和筹资的，但仍需要使用最新技术。这样能确保满足节省成本，尤其是节省时间的要求。与驱动转换器一样，紧凑设计和减轻重量也是铁轨部件的重要因素。

### 风能

随着可再生能源部分在发电行业继续稳步增长，对功率半导体器件的需求也不断增加。岸上风力发电机是目前可再生能源最经济的来源。复杂的变频器系统是工厂的重要组成部分，因为首先它能够产生与市电兼容的电力。现代的海上风力发电机可以提供高达 7MW 的输出功率。该应用领域不断增加的发动机功率和空间限制要求紧凑且功能强大的转换器理念。在考虑此类项目的成本效益时，低维护和生命周期成本起着重要作用。因此基于转换器理念的平台方法需要考虑各方面的设计效率。

功率电子解决方案必须高度可靠耐用才能满足应用的大量需求，例如在风能领域的应用，以及牵引的驱动系统、中压工业驱动或高压直流输电系统。借助高压直流输电技术，电力可以极高的成本效率进行长距离传输。在这方面，海上风力发电厂与岸上供电电网的连接也是可能实现的。

### “解决方案”

IGBT 技术面临的新挑战主要源于应用的需求不断增加。纵观近年来功率半导体的成功发展，很明显是以芯片技术为基础的。重点主要是没有改变封装技术的最新芯片。新的 IGBT 芯片主要集成到现有封装——这种方法有时候会有局限性。随着系统要求继续增长而新一代的芯片投入使用，有必要根据相应的功能开发新的封装。应对挑战需要的就是“解决方案”。

和以往一样，英飞凌将提供这种解决方案——采用新的大功率 IGBT 模块标准。新标准的大功率平台作为“解决方案”在 2014 年 PCIM 上首次亮相。公司寻求和实施新技术的主要驱动力之一是对客户需求和关联系统方法的基本理解。新的模块平台——“解决方案”实现了满足不同应用和应用场景需求的技术参数，例如高功率密度、高效率、较长的生命周期和耐用性等。英飞凌大功率 IGBT 模块的新外壳标准涵盖了从 1200V 至 6.5kV 的电压级别。新标准外壳的可扩展性将大大简化系统设计。而

且，即使暴露在最恶劣的环境条件中，耐用的结构也能提供长期可靠性。

现代化的转换器理念需要在设计和建造过程中实现高能效和高灵活性。转换器尺寸可在新的可扩展大功率平台的基础上根据驱动各自的功率要求进行优化调整。封装使得以前开发的转换器能够通过添加更多模块轻松地进行扩展。目前常见的电压级别在未来的供应使得不同电压级别可以在转换器原始设计的基础上实现互换。新平台灵活的理念可使并联的相似部件之间进行连接，从而能够实现直流链路终端与电容器之间的简化连接结构。此外，交流终端只可与一个母线并联。这样既缩短了开发时间又降低

了系统成本。新的平台还支持上市时间要求和利用最新技术的竞争力，包括在系统成本和面向未来的设计方面。

[www.infineon.com](http://www.infineon.com)

#### 参考文献

(1) United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2006). World Urbanization Prospects: The 2005 Revision. Working Paper No. ESA/P/WP/200.

(2) Study by VDE “Energieoptimaler Bahnverkehr”