

# 赛米控专刊

SEMI NEWS

第四期 ISSUE 4 (2009年8月)

赛米控中国於2009年下半年的  
活动概览:

7月9日  
赛米控风力发电技术研讨会 (北京)

9月11日  
第三届电力电子创新技术及解决方案  
研讨会(太阳能光伏发电) (常州)

10月21-23日  
北京国际风能大会暨展览会 (北京)  
(展台号1B09)

11月6-8日  
第十五届中国电动车辆学术年会 (上海)

## SKiiP® 4 —— 市场上输出电流最大的智能功率模块

SKiiP® 4, 新一代智能功率模块(IPM), 相比采用焊接工艺的模块, 其使用寿命更长, 工作温度更高。SKiiP® 4是目前市场上输出电流最大的智能功率模块, 比之前的SKiiP® 3, 其输出功率提高了33%。SKiiP® 4 IPM主要用于风能和太阳能应用、电力牵引、电梯系统以及大功率的工业驱动。

## 赛米控技术研讨会在中国三地圆满结束

2009年3月，赛米控分别在深圳、上海和北京举办了技术研讨会。在深圳和上海两地的研讨会主题为“应用在电动汽车、风力发电机、电焊机和变频器上的功率模块”；而在北京一站的主题则为“紧凑及高可靠性电动汽车和混合动力汽车电机驱动器的设计”。每站研讨会均吸引了百多位来自有关行业的用户参与。

在研讨会上，赛米控大中华区总经理任力新先生首先向听众发布了赛米控的新闻，并分析了当前的风电行业和电动汽车行业的市场态势及发展前景。赛米控十分看好电动汽车和混合动力汽车行业，并推出针对电动汽车的产品，如SKAI® 2 IGBT逆变器及专为电动汽车和混合动力汽车而设计的SKIM® IGBT模块等。此外，赛米控一直关注风电行业，其采用专利压接技术的SKiP®智能功率模块已被

成熟应用在风力发电市场上。以“可再生能源中的电力电子器件应用”为题的报告为会议中的听众引起莫大的探讨兴趣。

另一极受听众关注的会议专题是“使用简易PCB来设计最经济的逆变焊机”，在报告当中，赛米控大中华区技术总监Norbert Pluschke先生解释了“变频器应用中的过载”、“变频器和UPS应用中如何避免设计缺陷以及分析失效功率模块”、“使用不同封装技术的功率模块来设计中压变频器”等方案。

而在“新的IGBT芯片技术为变频器应用提供更高的过载能力”一题中，赛米控详细解释及分析了第4代沟槽IGBT芯片的特性及为变频器应用所带来的优点。

其他研讨专题包括“具有可靠性的弹簧连接技术在电力电子的应用”、“功率器件的散热器设计”、“低杂散电感的直流母排设计”、“IGBT的并联使用”、“IGBT驱动器设计”、“如何避免设计缺陷”以及“如何分析失效的模块”等等。

此外，在7月9日，赛米控于北京举行了一主题为“风力发电应用中的大功率变流系统”的技术研讨会。当中针对“风力发电拓扑结构”、“模块化的风力发电变流器设计”及“风力发电变流器应用中的电力电子器件”的题目作深入讲解。并首次在会中加插小组讨论环节，利用产品样本，以互动的方式去作实例应用的讨论。

透过每年一度的技术研讨会，赛米控将最新的技术和产品跟用户分享，并进行直接的沟通，因此，每年的研讨会均获好评。







100%无焊接IGBT半桥  
芯片安装采用烧结工艺，可承受更高的  
运行温度，使用寿命更长  
适用于400kW-1.8MW的应用

## SKiiP® 4智能功率模块 的功率密度提高了33%

SKiiP® 4，新一代智能IGBT功率模块，相比采用焊接工艺的模块，使用寿命更长，可用于温度更高的应用中。该SKiiP®功率模块是目前市场上最强大的智能功率模块，比SKiiP® 3的功率密度大33%。该IPM主要用于风能和太阳能应用、牵引应用、电梯系统以及大功率的工业驱动器中。

在相同的条件和模块尺寸下，SKiiP® 4所提供的功率密度比该系列模块的当前版本SKiiP® 3多33%。这意味着，我们可以借助SKiiP® 4开发更强大、结构更紧凑的变频器，从而降低成本。功率的增加依赖于使用了创新压接系统、改进的散热器以及IGBT4、CAL4芯片技术。此外，该模块首次使用6个并联的半桥，而非目前所普遍采用的4个半桥。

SKiiP® 4模块中，半导体芯片不是焊接到陶瓷基板上，而是采用烧结技术连接，这意味

着在不牺牲可靠性的情况下可以工作在更高温度下，某些情况下甚至使可靠性得到增强。烧结接合处是一个薄银层，热阻比焊接键合的低。由于银的熔点高，可防止过早产生材料疲劳。

与SKiiP® 3一样，SKiiP® 4 IPM集成了散热器、功率模块、驱动器和保护传感器等。这里，基于压力系统的安装和连接技术发挥了至关重要的作用。客户也可以选择IPM运行在实际工作条件下的独特老化实验。通过这些实验，可以识别早期产生的硅失效并将有缺陷的芯片清除。实验中，模块是被暴露在最大可能结温下。

无焊接压接系统和集成的叠层母线确保均匀的电流分布。每个IGBT和二极管芯片单独连接到主端子上，使模块内阻抗很低。这些芯片不是焊接到陶瓷基板上，而是通过烧结过程连接。由于这些模块没有底板，DCB和

散热器之间的无焊接连接是准柔韧的，这就是为什么热循环能力没有上限。可提供阻断电压为1200V和1700V的SKiiP® 4，采用双管拓扑结构，每个IPM有3、4或6个并联的半桥。

用于开关信号的数字信号传输是确保极高可靠性和开关信号抗干扰的关键。除各种技术优势外，它可以确保高度的信号完整性以及抗干扰性。信号的传输对温度的变化不敏感。开关和传感器信号传输信道具有电气隔离，这意味着用户无需提供额外的隔离。为了更加完美，新SKiiP® 4 IPM还有一个多级输出级，以减少过电压，输出级中还包括其他各种保护功能。最后，在用户侧还提供优化评估的诊断通道。

# 用于大功率工业应用的IPM

最大电流可达3600 A

赛米控产品经理 • Ralf Herrmann

近年来，业界对于高可靠、结构紧凑、功能强大且物美价廉的功率模块的呼声变得越来越响亮。诸如风力和太阳能电站、无轨电车、有轨电车、地铁以及其他大功率工业驱动器需要具有最大可靠性的功率模块。随着SKiiP® 4 IPM的推出，赛米控对这一呼吁做出了响应。赛米控已建立的系统组件良好匹配的概念也是该解决方案所具有的特点：散热器、电力电子器件、栅极驱动器和保护机制。SKiiP® 4是该领域一贯发展和改进的结果，结合了多年的实践经验和最先进封装技术的使用，以及可靠的数字信号传输技术。

新的IPM针对额定电流为3600A、最高Udc为1,700V的应用进行了优化。此外，它是第一款具有在一个散热器上并联有6个半桥特点模块。因此，载流能力提高了50%，从而可以设计结构更为紧凑、功能更为强大的解决方案，如用于开关柜中。因而该新模块可在不降低可靠性的情况下，满足不断增长的更高功率密度设计的需求。在这方面，热循环能力和负载循环能力是关键。在牵引领域，例如，电车在夜间温度降至零度以下，而在启动时温度可高达100°C。此处所采用的最佳装配和连接技术，不再需要底板，因而保证了这种能力，即使在极端恶劣的外部环境条件。通过改用烧结技术将功率部分的最终焊层去除掉，实现了最大的负载循环能力。

得益于IGBT4和CAL4技术，SKiiP® 4 IPM提供大功率密度，使其成为一种强大且紧凑的模块——事实上，它是目前市场上最强大的IPM。

|                | Udc   | Ic nom | Irms 1 [A] | Irms 2 [A] |
|----------------|-------|--------|------------|------------|
| SKiiP1814GB12E | 1200V | 1800A  | 1315       | 825        |
| SKiiP2414GB12E | 1200V | 2400A  | 1750       | 1100       |
| SKiiP3614GB12E | 1200V | 3600A  | 2625       | 1650       |
| SKiiP1814GB17E | 1700V | 1800A  | 1315       | 825        |
| SKiiP2414GB17E | 1700V | 2400A  | 1750       | 1100       |
| SKiiP3614GB17E | 1700V | 3600A  | 2625       | 1650       |

表 1. SKiiP® 4的特点: I<sub>rms1</sub>: 输出电流有效值; I<sub>rms2</sub>: 150%过载持续60s时的输出电流有效值, 输出频率为2 - 50Hz



## 功率部分

新的IPM系列以无底板SKiiP®技术为特色，芯片连被压到DCB板上，DCB板被压到散热器上。无焊接压力系统和集成叠层母线确保均衡的电流分布。每个IGBT和二极管芯片分别连接到主端子。这样可使内部负载电阻和损耗保持最低。新的叠层母线在功率模块中同时履行几个职能。一方面，它将DCB（直接铜键合）压在散热器上，由此在整个DCB表面上分布了大量的接触，确保了与散热器的均匀接触。另一方面，这些触点直接作为电流媒介。层状结构使得触点和硅片之间的连接的电感和电阻小。这在并联的IGBT之间可提供良好的动态电流分布。

这种压力系统在模块内被动热聚集方面所提供的优势是不言而喻的；事实上，与传统的带基板功率模块相比，此设计的热循环能力强5倍。导致这一结果的原因是功率模块包含不同的材料，如铜、陶瓷（如氧化铝）和硅，每种材料的热膨胀系数不同。在被动温度变化的情况下，不同的材料内均有不同程度的膨胀。这会在诸如连接陶瓷基板和底板的焊接层上产生疲劳现象。其结果是，热阻大大增加，最终导致模块故障。

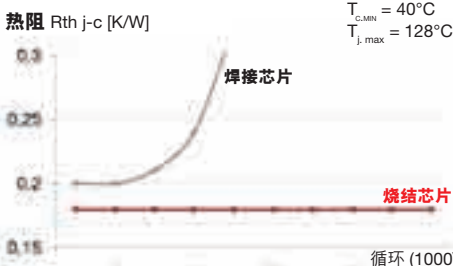


图 1. 采用覆盖键的烧结芯片连接相比，焊接芯片连接的退化

## 100%无焊接

过去，焊锡是将半导体芯片附着和互连到基板的首选材料。然而，焊锡合金因其熔点只有220°C，在实现更高芯片工作温度方面有局限。在SKiiP® 4模块，硅芯片和DCB基板之间的焊接层完全被烧结层所取代。有了这一连接技术，芯片首次被放置在银涂层上，并在其上施加压力，以在DCB和芯片之间建立一个永久的连接。这一薄银层的的热阻比焊接连接小且熔点较高，达960°C，这就是为什么可以避免过早材料疲劳的原因。银连接是坚固的，熔化温度比焊接连接高6倍（图2）。与采用焊接芯片的模块相比，SKiiP® 4具有更高的负载循环能力。

## 牢固的烧结点：

熔点温度比运行温度高6倍

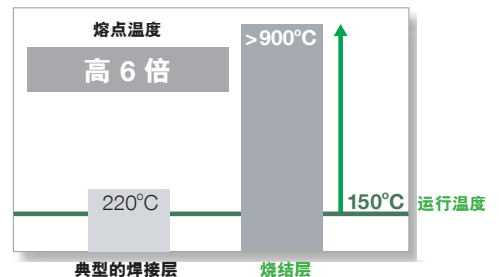


图 2. 采用烧结芯片的模块，其熔化温度比工作温度高6倍。

优化组装和连接技术还需要正确选择IGBT和二极管。为了能够提供最高结温  $T_{jmax} = 175^{\circ}C$ ，赛米控的SKiiP® 4模块在1200V和1700V两个模块版本中使用了英飞凌的IGBT4技术。所用的二极管是由赛米控开发的CAL4续流二极管，同样允许175°C的最高结温。



## 栅极驱动器概念

如果没有数字技术，今天的世界是无法想象的。在电力电子系统中，数字技术也被证明越来越受欢迎，并在越来越多的应用中发现用武之地。到目前为止，信号通过边沿触发信号传输方式来传输，即信号通过一个串联谐振电路发送至二次侧，信号由一个边沿存储器检测。与此相反，在数字化传输中，采用一个由0和1组成的永久性数据流。从电子角度来看，这意味着信号是清晰的。与模拟技术不同，数字化传输实现了高度的信号完整性。温度依赖性、参数的波动或电路缺乏长期稳定性，所有这些模拟系统的典型特征都可以排除。对于IGBT控制来说，数字传输技术的进一步优势是：无干扰、与温度无关以及对任何类型信号的强大传输能力，包括缓慢的传感器信号。

集成的栅极驱动器是新IPM系列的另一个关键因素所在。PCB板接收控制器整定的输入信号并通过完全隔离传输方式将其传送至高压侧，这种情况下控制IGBT。信号以差分形式传输，这意味着信号进行了比较，并从一个当中减去另一个。得到的结果是不同的信号。通常情况下，两个脉冲变压器的输出可能会含有相同的干扰信号。通过将两个不同的输出电压相减，可以消除干扰信号。

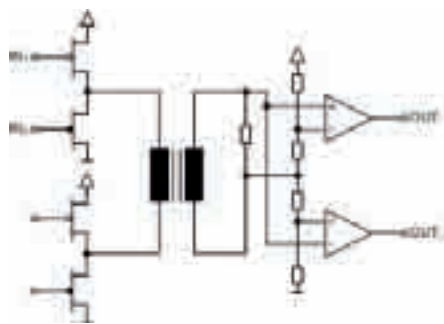


图 3. 说明数字信号传输原理的电路图

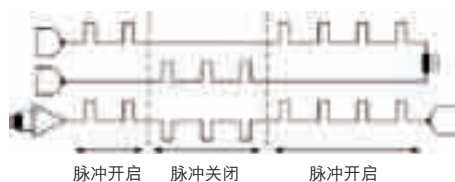


图 4. 原边脉冲产生及相应的副边信号产生

脉冲由内部数字逻辑 (FPGA) 产生，有着确定的长度和形状，并被差分地评估。原边的一个强大的桥式电路产生电压信号，该信号经由变压器以电隔离信号传输方式传送到副边。在副边，信号由一个差分比较器接收，并传递至副边的FPGA用于进一步的信号处理。

栅极驱动器的主要功能是将多个开关信号转换为一个强大的开关信号。在短路、其他过载以及正常运行条件下，IGBT必须被安全地开关。因此，为实现最优开关而受控的IGBT开启和关闭，以及减少开关损耗是至关重要的。

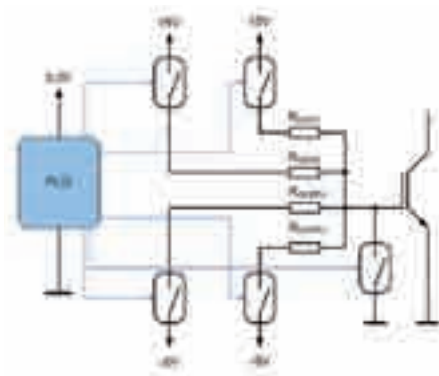


图 5. SKiiP® 4模块具有用于实现最优IGBT控制的两级软关断特征。在电压状态方面，栅极全都被“拉”到规定的电位。

每个SKiiP® 4 IPM有两个独立的驱动器板。驱动器板包括一个驱动器核和一个触点板。采用两个独立的驱动器板确保了最佳的热分布和变异性(图6)。内部保护功能，如欠压监控(原边和副边)、短脉冲抑制和短路监测，被包含在内，以及其他模拟信号的监测和输出，如电流、温度甚至直流环节电压。因此，该系统既能保护自己，而且还在同一时间向用户传递重要的应用参数。此外，也提供了一条具有CAN-Open特性的诊断通道，用于确保最优评估。

## 用于更高的可靠性可选老化测试，

为了能够为客户提供具有最高可靠性的IPM，除了每个系统在离开生产地之前必须经过的标准功能测试之外，还提供一个可选的老化测试。该测试会持续60到90分钟，在逆变器最糟的真实条件下测试基本功能和应力。测试的目的是，例如，检测每个独立IGBT单元统计意义上的过早故障并将这些从模块中去除。2008年，售出的SKiiP® 3模块中约有80%进行了这一测试。客户可能会选择在1象限或4象限间运行；此项测试适合风冷或水冷系统。

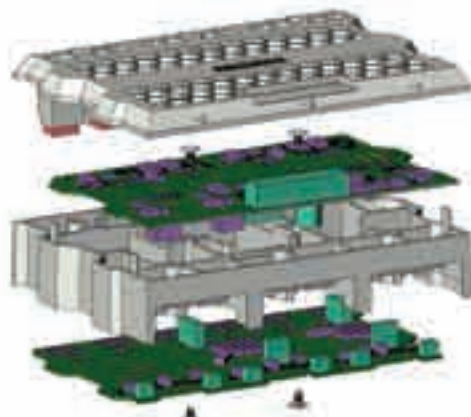
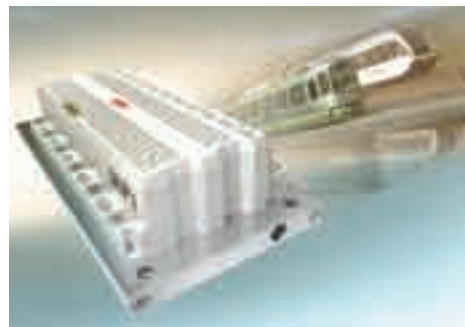


图 6. SKiiP® 4驱动器板

## 结论

即使在极端应用条件下，SKiiP® 4电力电子模块也满足最高的一体化，可靠性和电流密度的要求。这是因为无焊接压接技术被用于功率部分，再加上栅极驱动器采用了可靠的数字信号传输。SKiiP® IPM主要用在如下行业领域的标准工业级大功率逆变器中：风能和太阳能、牵引(无轨电车、有轨电车和地铁)、电梯以及工业驱动器。







# 感受PCIM中国展览会的盛况

赛米控商业贸易(珠海)公司 • 朱丹

六月二日至四日，PCIM展会在上海光大会展中心盛大开幕。在领导的支持下，今年我终于有幸去到申城参加这次盛会。

进入展厅，第一时间我的眼球就被我们公司独特的展台设计、鲜明经典的红白配深深吸引，个性的高椅，素雅的马蹄莲隐隐的诉说着莱茵风情。PCIM，全称为国际功率电子、智能运动、电能品质研讨会和展览会，其发源地是德国纽伦堡。随着中国市场的扩大，在2002年，PCIM进入了中国，成为了一项国际性的展览活动，为来自电力电子产品及其驱动技术和变电质量应用界的广大专业人士提供了一个良好的交流平台，使他们有机会领略电力电子产品和系统领域的最新研发成果。作为行业的顶级峰会，PCIM也成为赛米控公司每年必选的展会。

这次展会由任总亲自率队坐阵，来自两岸三地的团队精英均汇集于此，为的就是给来观展的客户专业周到的服务。同事之间彼此交流后，我便逐一欣赏此次的展品。经典产品，如SEMIPACK®、SEMITRANS®、

SEMITOP®、SEMiX®、MiniSKiiP®等当然是依旧璀璨夺目。更令人眼前一亮的是我们公司展出了用于电动及混合动力汽车的SKAI® 2 IGBT逆变器和适合大功率工业驱动如风力发电、太阳能发电、电力牵引、电梯系统等应用的SKiiP® 4智能功率模块及基于SKiiP®设计成的Stack子系统，吸引了无数观展人员的驻足观看。

功率模块的集成化迎合了市场的需求。传统的模块只是功率器件本身，客户还需人力物力财力去设计母排，散热器，选择电容，整流器件，逆变器件及驱动等等。在如此繁杂的信息下，如何构筑完美的系统是研发人员难以权衡把握的。我们公司提供的Stack系统，将整流逆变驱动，散热，电容和母排完美地集成于一体，给“模块”一词注入了新的元素和理念。客户只需要“拿来主义”，便可将国家大力支持的节能产业付诸实践。

随着观展人员的逐渐增多，每个同事都面带笑容，用专业的技术背景和通俗的语言忙着介绍，回答问题。这是与客户交流的很好时

机，在短时间内，我们会接收到很多市场反馈信息，对于我们今后的工作和发展方向也有一定的指导意义。

在公司的主展台，一个小小的“招贤纳士”的牌子也吸引了很多观众。参加此次展会的观众大部分是本行业的专业技术人员。吸收更多的精英加入我们的团队，也是公司战略发展的需要。作为赛米控的一员，内心深处潜藏着荣耀和自豪感。

在举办展会的同时，来自全球各地的行业专家也济济一堂，举行研讨会，争相发表各项新技术，新成果。我们公司的技术总监Norbert Pluschke先生发表了题为《新型IGBT功率电源模块在双馈感应电机(DFIG)中的应用》的演讲，其内容之新颖独特，技术之实用宽泛，演讲之潇洒风采博得了全场观众的热烈掌声。

展会之行，收获颇丰，不易言表，万语千言汇成一句话：祝愿公司明天更美好！



前所未有的过载能力  
峰值电流高达900A

## SKAI®——用于电动和混合动力汽车的IGBT逆变器

在2009年6月2日至4日举行的PCIM中国展会上，赛米控展出了新一代SKAI®的首个代表产品。该产品被设计用于驱动功率高达150 kW的多用途车辆或乘用车。新逆变器在典型的车辆加速周期(<1min)内提供了前所未有的过载能力。正如上一代产品，该逆变器也是基于压力和弹簧接触技术，该技术特别适用于汽车应用。此外，采用烧结技术连接半导体芯片将热循环能力提高了5倍，与此同时，也提高了最高结温。得益于这些技术的使用，逆变器具有较高的过载能力，使得峰值电流最高达900A成为可能。除了驱动器、传感器和保护功能，新SKAI®还包括一个集成的完全可编程信号处理器。集成的EMI滤波器确保无干扰运行。

第二代SKAI®的原型是一个针对汽车应用(交流异步或同步电机)进行优化了的三相逆变器。得益于采用了压接和烧结技术，热和负载循环能力方面的高要求得到了满足。功率部分连接中焊接的消除使得热膨胀系数不同的材料结合在一起，而不引起材料疲劳。半导体芯片和覆铜陶瓷基板间的烧结连接允许更高的硅片温度，结果是其与采用焊接连接的功率模块相比，热循环能力提高了5倍。所使用的铸铝壳体提供IP67保护(带有更多外部措施的IP6K9K)，结合集成的EMI滤波器，干扰辐射小。有效的水冷可以带来高功率密度，减轻重量。

集成电子组件基于已有高度可靠的电路设计，这些设计被用于大量的赛米控产品中。直流环节电容器采用铝箔技术。

600V和1200V IGBT的样机可提供。最大直流母线电压分别为450V和900V，低杂散电感设计使得芯片电压利用率提高。

半导体DC和AC侧的连接采用螺栓连接或电缆接头。铜电缆截面不能超过70 mm<sup>2</sup>。



# 大功率光伏并网发电中的功率半导体模块

赛米控商业贸易(珠海)有限公司北京分公司 • 孙允帅

随着传统能源的逐渐枯竭和全球气候变化给人类带来的威胁越来越大, 新能源的开发利用也在全世界范围内逐渐升温, 继最近几年风电产业蓬勃发展之后, 人们又一次把注意力集中到最理想的可再生能源—太阳能身上。

太阳能发电无污染, 无噪音, 不受地域限制, 无枯竭之忧, 可建在偏远山区和高原地带, 也可建在人口密集的社区和公共场所, 与自然和谐相处, 可说是最理想的清洁能源, 所以太阳能发电技术从诞生以来就受到科研工作者的关注, 然而受到光伏发电效率和发电成本的制约, 光伏发电长期以来在市场上都处于曲高和寡的尴尬境地。不过这种局面可能会在未来两到三年内打破, 随着光伏发电效率的提升, 尤其是光伏发电单价的急剧下降, 太阳能发电有望迅速进入产业化发展阶段。

光伏发电系统可分为独立光伏系统和并网光伏系统两种, 并网光伏发电系统(如图1)因需与电网相接, 需要更为复杂的控制策略和安全保护方法, 难度较大, 对并网逆变器的要求较高, 尤其是在大功率运行时, 对逆变器设计的性能和可靠性都提出了更高的技术要求。



图 1. 光伏并网发电系统示意图

大功率光伏并网发电系统的基本配置由太阳能电池阵列, 并网逆变器, 平波电抗器组成, 本文仅就并网逆变器中的功率模块的应用展开论述。三相并网逆变器的主回路原理图如图2

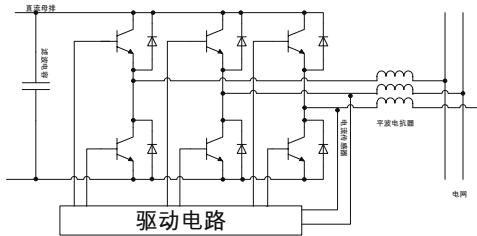


图 2. 三相并网主回路原理图

功率半导体模块作为并网逆变器中最关键的开关器件, 其性能和可靠性直接影响到整个光伏并网系统的运行情况。赛米控作为国际功率半导体行业的领先厂商, 其独特的模块封装技术可以在为功率模块提高低热阻的同时, 进一步提高其使用寿命, 尤其是其大功率IPM模块SKiiP®模块已经在全世界风力发电市场占据了47%市场份额(BTM Consult Aps, 03/2008)。随着大功率光伏并网发电的崛起, SKiiP®的封装优势也渐渐在光伏应用中得以进一步体现。

图3为SKiiP®的功能示意图, 它采用3in1结构(即驱动板, IGBT模块, 散热器一体), 驱动板至IGBT之间采用赛米控的弹簧连接技术, 模块内部通过压接技术取消了陶瓷基板与散热片之间的铜底板, SKiiP® 4中还在IGBT芯片至陶瓷基板之间使用新的烧结技术以消除传统焊锡层的热疲劳问题, 这几种封装工艺的结合可大大提高模块在高负载循环次数下的满功率输出能力和可靠性。

弹簧连接技术可以实现驱动板与IGBT之间的无焊接装配, 除降低了生产成本以外, 还消除了焊接部分在苛刻工作环境中的老化风险, 另外弹簧本身采用特殊的合金制成, 即使在强的冲击和振荡环境中也能保持其弹性强度, 更得益于其优良的表面处理工艺, 该

弹簧即使在腐蚀性较强的工业环境中也无腐蚀之忧。由于弹簧连接技术具有传统焊接无法比拟的优势, 从其诞生之日起, 就受到了市场的关注, 截止至2007年9月, 已经有3亿根来自赛米控的该种弹簧投入使用, 同时这项技术也吸引了越来越多的功率半导体供应商, 通过订立技术许可协议, 赛米控已将该技术授权给多家国际知名的功率半导体供应商, 以共同推进该项技术的进一步应用。

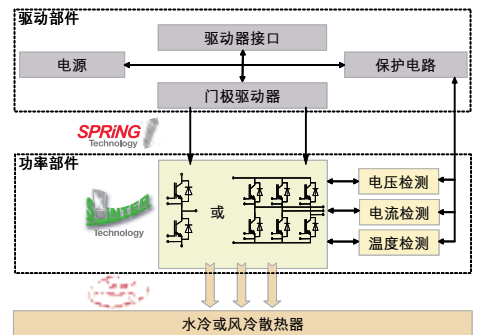


图 3. SKiiP® 功能示意图

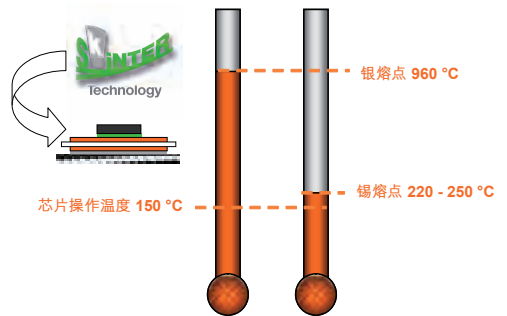


图 4. 采用烧结技术, 熔点温度比运行温度高6倍。

传统工艺的模块封装技术都是采用锡来把IGBT芯片焊接到陶瓷基板上, 然而随着IGBT芯片和二极管芯片节温的升高, 熔点仅为232°C的锡材料已经无法满足最大节温为175°C半导体芯片的要求。当IGBT芯片满负荷工作时, 焊锡层将不可避免的出现疲劳, 进而导致热阻增大, 并且随着功率循环次数的增加, 这种疲劳现象会越来越严重,



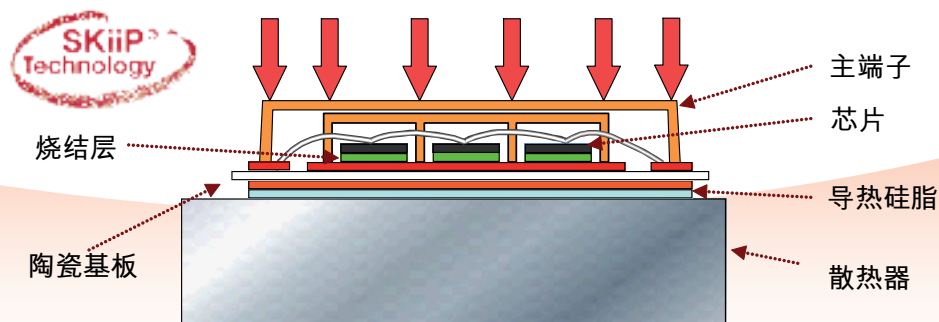


图 5. 无底板的 SKiiP® 技术

最终导致芯片因过热而失效。赛米控采用冷烧结技术使用银来代替芯片至陶瓷基板之间的锡层，175°C的芯片最高节温对于熔点高达960°C的银几乎没有任何影响，这使得功率半导体芯片可以长时间的满负荷运行而不必担心因为热阻的增大而烧毁，如图4所示。

赛米控于1992年推出了第一款智能功率模块—SKiiP® (SEMIKRON Intelligent Integrated Power Module)，并以该模块来命名其新发明的封装技术，即SKiiP®技术，该技术去掉了模块中陶瓷基板至散热器之间的铜底板，通过压接工艺直接将陶瓷基板压接到散热器上(如图5所示)，之所以要引入这项技术，主要原因在于铜底板与陶瓷基板之间有一个很大面积的焊接层，同时铜底板与陶瓷基板的热膨胀系数相差很大(铜的热膨胀系数大概是Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>陶瓷基板的两倍，AlN陶瓷基板的3倍)，铜底板与陶瓷基板之间巨大的热膨胀系数的差异及大面积的焊接，使得这个焊接层承受非常大的机械应力，极易产生疲劳而导致模块失效。而结合压接技术直接取消这层铜底板是目前解决这个问题的最好的方法。

借助于赛米控的上述封装技术，SKiiP® IPM模块可以在大功率输出情况下保持优良的热特性和高达5倍于传统模块的负载循环能力(如图6图)，从而成为要求高可靠性的风电变流器和大功率光伏并网逆变器的最佳选择。

2009年5月，赛米控推出了其新一代的SKiiP®智能功率模块SKiiP® 4(如图7)，除延续了之前SKiiP® 2和SKiiP® 3所有的优良特性之外，又集成烧结工艺，并在内部电气结构上做了进一步的改进，其直接结果就是使得SKiiP®模块的内部杂散电感降低至10nH以下，其功率密度提高了33%，输出电流可高达3600A，至此，赛米控SKiiP®智能功率模块可满足输出功率从50KW到1.8MW之间的逆变器的要求，而其统一的封装方式使得用户可以非常容易地实现不同功率逆变器之间的技术迁移。

### 直至失效的循环次数

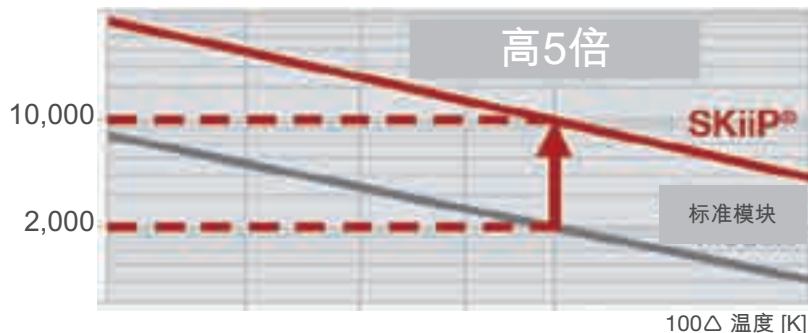


图 6. 相比标准模块，SKiiP® IPM 的负载循环能力高5倍

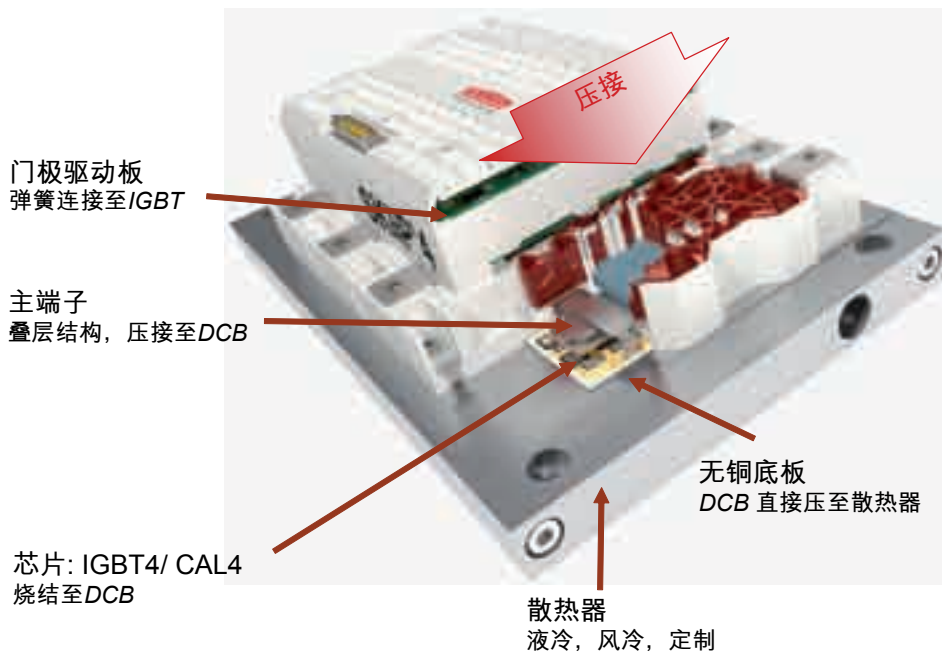
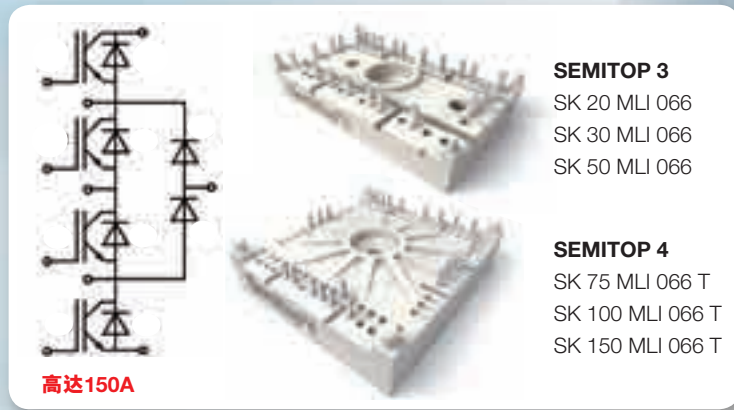


图 7. 新一代智能功率模块 SKiiP® 4

2006年10月，一台装有SKiiP®智能功率模块的100KW光伏并网逆变器在海拔4000多米的西藏某处正式投入使用，至今该SKiiP®模块已经零维护安全运行近3年。作为国内第一座与高压电网并联运行的光伏电站，该项目在中国光伏产业发展史上具有重要的意义，而SKiiP®智能功率模块在该项目上的成功

应用，则是在光伏领域再一次验证了赛米控先进的封装工艺。

随着人们对清洁能源的需求的增大和光伏产业的发展，光伏并网发电市场必将成为SKiiP®智能功率模块在继风力发电之后的又一重要的应用阵地。



**SEMISTOP 3**  
SK 20 MLI 066  
SK 30 MLI 066  
SK 50 MLI 066

**SEMISTOP 4**  
SK 75 MLI 066 T  
SK 100 MLI 066 T  
SK 150 MLI 066 T

高达150A

# 三电平SEMITOP®可实现高效率逆变器设计

赛米控商业贸易(珠海)有限公司 • 刘义享

在传统的两电平逆变器中，功率器件需要承受完全的母线电压，这对于器件本身的耐压等级要求很高，另外逆变器使用时需要效率高，输出波形更完美接近正弦波等。三电平的IGBT模块的问世正好满足了这一需求。

赛米控公司针对逆变器中越来越受欢迎的三电平拓扑结构推出了三电平的IGBT模块SEMITOP®，该模块将IGBT技术与较低开关和导通损耗结合，与两电平逆变器相比，损耗减少了60%。逆变器效率也大大提高。可用于功率等级5-80kVA的逆变器。

## 那么三电平逆变器具体有哪些好处呢？

1. 使用三电平后，由于多了一个中性点和输出电平，所有的半导体器件只承受了一半的阻断电压，这样就不需要使用高压器件了，比如说3300V器件，高压器件效率低，而且需要特别的驱动板。
2. 多电平拓扑结构可以通过异步时钟获得更高的输出频率。
3. 输出波形更接近正弦波，谐波含量低。

4. 输出滤波器可以更小，体积尺寸减小。
5. 降低了由电流纹波而导致的转子损耗。
6. 相比二电平模块换流路径杂散电感更低。
7. 总损耗可以减小60%。
8. 总体成本可以节约25%。

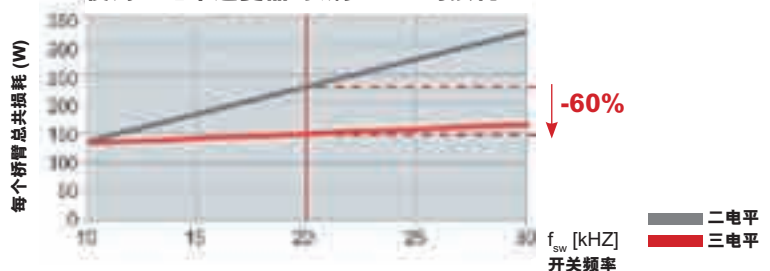
赛米控的三电平SEMITOP®阻断电压600V，额定电流为20-150A。在电源应用中，模块运行时输入功率5-80kVA。

用于三电平逆变器IGBT有两种封装：SEMITOP® 3 (55x31mm<sup>2</sup>)，用于额定电流为20-50A模块；SEMITOP® 4 (60x55mm<sup>2</sup>)，用于额定电流为75-150A模块。

此外，SEMITOP®本身是一款绝缘功率模块，采用了无底板技术，可以被迅速安装到复杂电路中。只需一颗螺丝即可将其固定散热器上，然后自动焊接到PCB上。压接技术和单螺丝安装确保了低热阻，而无机械应力设计确保了高功率循环能力。

目前国内很多UPS，光伏逆变器等著名厂家都有采用赛米控公司的三电平SEMITOP®模块为设计方案，主要是鉴于SEMITOP®在此系统中的稳定运行表现以及所带来的低损耗和成本效益。

使用三电平逆变器可减少60%的损耗





# 电力转换的经典选择

## —— 赛米控的SEMIPACK®系列

赛米控商业贸易(珠海)有限公司 • 朱丹

在电气工程和电力系统中，对市电和强电进行控制和转换的电力电子器件，大家必然联想到晶闸管，二极管。电力电子技术发展迅速，新产品层出不穷，有如百花齐放，赛米控有一款产品却能在市场上久经磨砺，依然绽放如初，其香如故。

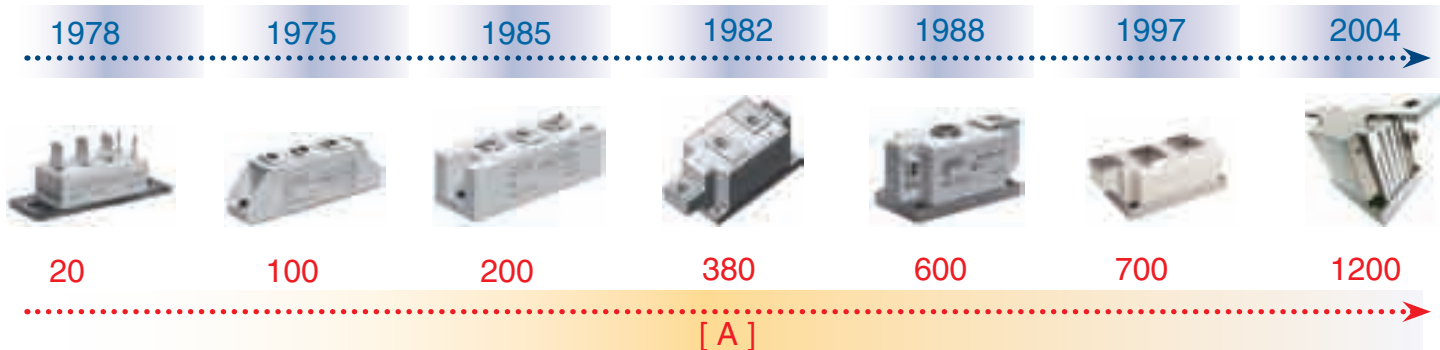
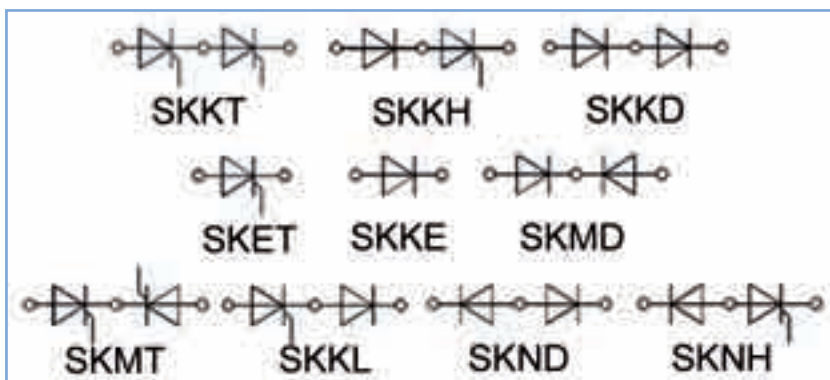
作为行业的开拓者，30多年前赛米控公司发明了世界上第一颗绝缘功率模块，即SEMIPACK® 1。SEMIPACK®系列有7种封装形式，这些封装形式也逐渐称为行业公认的标准封装。SEMIPACK®是一款经典的集成晶闸管/二极管的功率模块系列。电流范围从15安培到1200安，电压范围从400伏到2200伏，广泛用于低频、各等级功率变流的行业。据权威调研机构IMS调查数据显示，赛米控是二极管/晶闸管市场的领导者，并且占有全球30%的市场份额。

关于模块的拓扑结构，赛米控不仅提供标准的用于单相、三相、不可控、半控或全控整流的晶闸管/二极管电路，还有可用于软启动装置、剧院灯光控制系统或温控设备的反并联的晶闸管，同时也满足不同客户的个性化需求。

本着创新+服务的企业文化和经营理念，赛米控公司不是停留在以往的辉煌成果中，而是不断的寻求新的发展空间。比如SEMIPACK®系列中的1号封装形式，从1975年发明到现在已经发展到了第6代，对于电流从20A到118A的应用来说，SEMIPACK® 1沿用了前几代产品的基本设计，但是电流输出能力却提高了10%，同时通过模块内部机械设计的改进，也明显地提高了其可靠性。

服务，这对于跨国公司而言一直是个比较难的课题。为了给中国的客户提供更加直接和快捷的服务，2005年赛米控珠海公司盛大开幕。SEMIPACK®系列成为珠海公司的主打生产产品。先进的生产力，德国的技术支持，本地化的物流加售后服务，优秀的领导，精英的团队，造就了赛米控公司在电力电子行业的一个又一个成功飞跃。从05年到现在，已经有数百万的诞生于珠海工厂的功率模块在全球的各个角落默默工作。赛米控珠海公司已从刚成立时的襁褓婴儿逐渐成长为青春少年。

在全球经济低糜的时刻，如何才能立于东方不败之位呢？这是摆在所有企业面前刻不容缓的问题。在工业领域中，选择高品质，服务好的大品牌就是您最好的选择。SEMIPACK®系列就是赛米控公司针对工频领域应用推荐的经典产品。





# 赛米控与麦格纳电子 成立电动和混合动力汽车合资企业

麦格纳国际公司旗下为汽车市场提供创新电子解决方案的麦格纳电子公司与功率半导体元件和系统的技术领导者赛米控公司宣布成立一家50/50的合资公司，为未来的电动和混合动力汽车应用开发和生产电力电子产品。

“赛米控是一家涉足多个行业的全球性公司，与其成立合资企业，为我们在电力电子领域提供了一个经验丰富且强大的合作伙伴，”麦格纳电子欧洲公司的副总裁 Matthias Arleth 这样说道。“结合麦格纳电子

作为一个全球汽车零部件供应商的经验，我们完全能够预见市场的挑战并超越客户对电力和混合动力汽车部件和系统的需求。”

“麦格纳电子在汽车行业是一家知名且备受尊敬的供应商，有了它，我们就有了一个珍贵的合作伙伴。麦格纳的经验和能力将使我们能够在这一产业领域最大限度地利用我们的知识和创新，”赛米控国际公司的总经理 Peter Frey 说到。“电力电子是一项确保电动和混合动力汽车未来移动性的关键技术，是应对日益增长的排放量和有限自然资源问题的解决方案。”

麦格纳电子是麦格纳国际的全资子公司。麦格纳国际是全球最多元化的汽车零部件供应商。长期以来致力于汽车系统、装配、模块及部件的设计、开发和制造。在北美、欧洲、亚洲、南美洲和非洲地区为轿车及轻卡原始设备制造商提供整车工程研发和总装服务。麦格纳在全球25个国家建立了240家生产基地、86家产品开发和工程中心、拥有约70,000名雇员。

## 关于赛米控:

成立于1951年，总部位于德国的赛米控公司是一家在全球有2500名员工的家族式企业。赛米控遍布全球的35家子公司网络能够为客户提供快速高效的现场服务。一家主要的市场研究机构IMS的调查结果表明，赛米控是二极管/晶闸管市场的领导者，并且占有全球37%的市场份额。

赛米控具有两万一千多种不同的功率半导体器件，产品涵盖了芯片、分离二极管/晶闸管、功率模块(IGBT/MOSFET/二极管/晶闸管)、驱动电路、保护元件以及集成子系统。“SEMİKRON inside”已经是电气传动，风力发电，电动汽车、焊机、电梯、电源、传送带和有轨电车等工业行业的一个品牌。作为电力元器件行业的革新者，

赛米控很多先进的技术已经成为大家所公认的工业标准。方案解决中心的专门知识汇聚成一个统一的知识平台，被用来为特定的应用和客户需求开发和生产子系统。

欲了解更多信息，请访问  
[www.semikron.com](http://www.semikron.com)

## 联络赛米控:

### 赛米控(香港)有限公司

香港上环德辅道中188号金龙中心26楼2601室  
电话: +852.3426.3366 传真: +852.3426.3399

电邮: sales.skxk@semikron.com

### 赛米控商业贸易(珠海)有限公司

珠海市唐家湾软件园路珠海南方软件园西园B2-1层  
电话: +86.756.3396707 传真: +86.756.3396773

邮编: 519080  
电邮: sales.zhuhai@semikron.com

北京分公司: 北京市海淀区北太平庄路18号城建大厦B座1603室 邮编: 100088  
电话: +86.10.8225.5568 传真: +86.10.8225.5836 电邮: sales.beijing@semikron.com

上海分公司: 上海市娄山关路85号东方国际大厦A座1402室 邮编: 200336  
电话: +86.21.6270.6966 传真: +86.21.6270.6200 电邮: sales.shanghai@semikron.com

深圳分公司: 深圳市深南大道6021号喜年中心A座2212-2215室 邮编: 518040  
电话: +86.755.8345.8935 传真: +86.755.8345.8937 电邮: sales.shenzhen@semikron.com

台湾办事处: 108台北市万华区广州街32号8楼  
电话: +886.930.347.711 传真: +886.8282.0403 电邮: davidtj.lee@semikron.com