

# 风力发电

## Making Wind

Rainer Weiss 赛米控应用经理， Ralf Herrmann 赛米控产品经理

采用电力电子技术的风力发电机组在世界各地越来越普及。赛米控为客户提供结合有电力电子技术的专用解决方案和技术支持。

风力发电正在世界各地稳步被采用，特别是在亚洲和美国，海上风力发电正扮演着越来越重要的角色。但是，如果发电系统没有适当匹配的组件，完美的位置和高风速是有好处的。SKiiP®智能功率模块为风力发电机组而进行了优化。更重要的是，赛米控在这一领域中的宽广专业知识可确保为客户带来广泛的设计支持。一种集成的方法和具有灵活性的思维方式 – 正是这些独一无二的能力使这家全球供应商得以应付风力发电应用中向全功率转换系统转移的不断增长的需求。对于组件和应用来说就是：更大的电流，并联运行以及更加有效的冷却。

全球已装机的具有电子控制系统的风力发电机组中大约有 80%采用用逆变器控制转子电流的双馈异步电机。这种电机的主要优点是，它只被设计为风力发电单元额定输出功率的约 20%，因为 80%的功率在定子绕组中产生，定子直接连接到电网。然而，唯一的缺陷是滑环接触和间接控制（系统）维护费用高。在电网受到干扰时，需要非常大的转子电流在困难的环境下持电网稳定。

可再生能源不仅被用于对常规能源方式的补充，事实上正在取代常规能源，一个主要原因是技术的进步。特别是在对能源需求很多的国家，近年来出现了 35 km<sup>2</sup> 大的风力发电场。为了保证电网的稳定性，在电网电压骤降的情况下对于无功电源和电网稳定性的要求也变得越来越严格。基于这个原因，当安装新的风力发电机组时，正越来越多地使用带有全功率转换器的同步或异步发电机，因为它们在电网停电时可以支撑电网。该转换器直接可控，提供与 50 或 60Hz 电网频率最佳的同步，既可以补偿谐波无功功率，又可以产生无功补偿。此外，同步发电机可配有许多极 (>50)，使驱动器部分的齿轮显得多余。过去，这些齿轮是最常见的故障原因。

各种系统所用的逆变器中，考虑到经济因素以及为了实现最佳的效率，经常使用额定电压为 690 V 的逆变器。在通常情况下会一个由阻断电压为 1700V 的 IGBT 组成的功率转换器、用于与 20kV 电网进行功率调整的变压器。很少使用更为昂贵的 3.3 kV 模块，因为系统需要变压器，从而使得整个解决方案过于昂贵。

### 更大功率，更多的电力电子

风力发电机正被设计为覆盖越来越大的功率范围，虽然对于输出功率来说位置是最重要的因素。陆上风力发电机中，3MW 发电机组已被证明是最经济的，与此同时输出功率为 5MW 或更高的海上风电场则是更好的解决方案。如果两种类型的风力发电机组 - 双馈异步电机和带有全功率转换器的同步/异步发电机 - 都能够提供相同的输出，全功率转换器的功率必须高出 5 倍。而这又意味着需要 5 倍的电力电子器件。但是，必须考虑到双馈异步电机的输出频率低，通常只需要增大到 3 – 3.5 倍。

然而，电力电子技术不仅越来越普及，事实上，它们需要满足的要求也正不断地改变。由于双馈异步电机中半导体在低温时加热不同，必须采取保护机制才能够处理之。组件必须满足的新且不断变化的要求的进一步原因是极端气候条件。例如，海上风力发电机受高湿度的影响，而位于得克萨斯州的风力发电机组则暴露在高温下。因此，使用的冷却系统必须采用不同的设计。因此，基于丰富的经验为各个应用开发冷却解决方案是重要的。

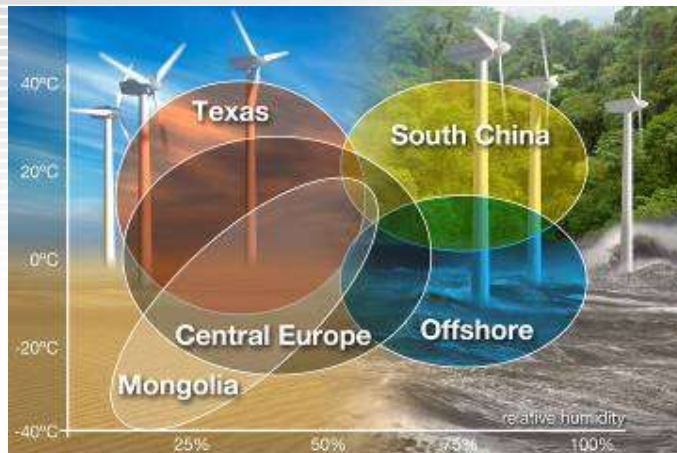


图 1: 取决于风力发电机组的预定位置存在不同的气候条件。例如, 中国和蒙古的极端气候条件在温度和相对湿度方面是有些矛盾的, 这就是为什么这里使用的电力电子系统都必须经过调整, 以满足这些非常要求。

### 解决常见问题的正确知识

逆变器效率在 98-99%之间。一个 6MW 的全功率转换器将因此损失约 100kW。在冷却方面, 这些紧凑型系统产生的热量被证明是电子元件的主要问题。如果冷却剂太冷, 这将导致凝结, 以至于在散热器上形成冷却剂凝结。这是必须加以考虑的, 特别是在高湿度地区。

另一项挑战是巨大电流换向时产生的过压。由于为 500A 或者更高电流而设计的模块的已经向一个相对大的空间扩展, 它们的杂散电感是不容忽视的。为了对付这两个问题, 不仅需要是一个智能的、考虑周全的冷却概念, 还需要最佳的直流环节设计。需要能够帮助充分利用风力发电的专业知识、经验和经过优化的专用模块, 以确保只需付出最少的努力来满足风力发电机组运营者的需求。

截止 2009 年底, 全球安装的风力发电机组总输出功率为 122GW, 其中 57GW 采用了赛米控开发的方案。但是, 作为电力电子市场领导者多年以来所建立的丰富风力发电经验并没有止步于单纯提供 IPM 模块供应上。事实上, 赛米控还积极参与新风力发电机组的设计, 此时公司的经验和协同效应显得非常有用。提供系统保护领域的咨询服务, 如过流或过压保护, 也是赛米控服务组合的重要组成部分。赛米控公司还生产逆变器子系统, 这就是为什么风力发电机组模块的开发者在个别元件尺寸领域具有相当的专业知识。这个专业知识对逆变器制造商来说是重要的, 因为有助于他们适当地配置直流母线电路, 以确保不仅符合应用规范, 而且也实现使用寿命的延长。



图 2: 海上风力发电所产生的 1.471 MW 电能中有 88% (据 2008) 使用的是 SKiiP®模块。  
(来源: <http://www.renewableenergyworld.com>)

## 设计和封装技术的改进

不同的位置意味着不同的要求和问题。这一点赛米控是非常了解的，并已将其作为 IPM 改进中需要考虑的因素。SKiiP®系列目前已经是第四代产品了。紧凑型设计中最高可靠性和使用寿命长是风力发电机的首要任务，特别是因为系统维护费用昂贵且复杂，会导致经济损失，因为停机时无法产生电能从而没有收益。WPU 20 年的最短使用寿命归结于 SKiiP®模块及其可靠的高品质封装技术。这是一个重要的优点，特别是考虑到海上风电场增加这一趋势。

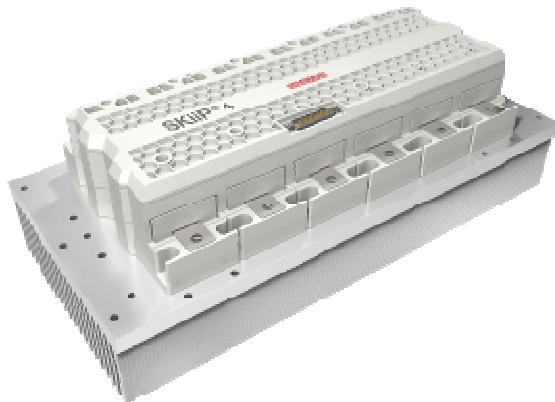


图 3: SKiiP®4, 所有紧凑型设计中可靠性最高, 使用寿命延长

得益于绝缘基板 (DCB) 上优化的芯片分布、低电感模块设计以及对称的电流分布, SKiiP®模块的功率密度约为竞争对手产品的 20 倍。所有 SKiiP®模块都以一个单元的形式提供, 包括散热器, 电力电子和栅极驱动器。有两个标准散热器可供客户选择, 或者选择一个定制开发的散热器方案。

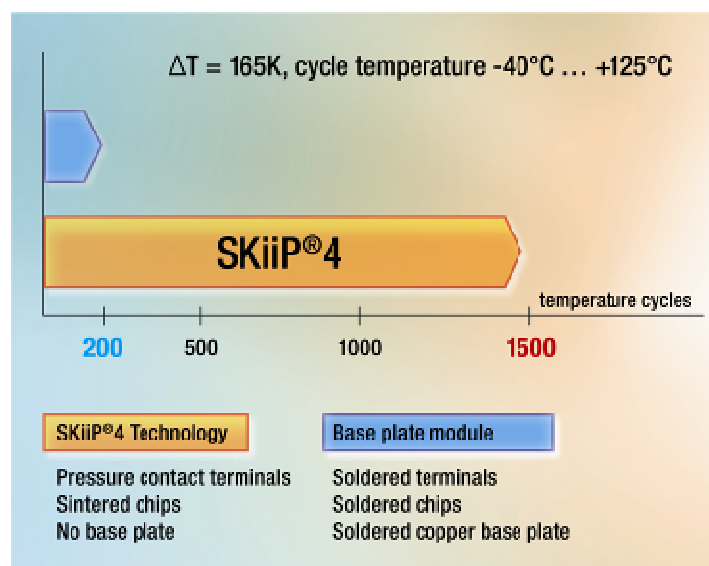


图 4: 与标准带基板铅焊模块相比, SKiiP®4 IPM 拥有 7.5 倍的温度循环能力。

## 增长和全功率转换器是主要趋势

采用电力电子技术的风力发电机在世界各地越来越普及。例如, 中国和美国大量依靠风力发电以满足日益增长的能源需求。在提供有吸引力的能源补贴计划的国家中, 可以看出风力发电机组数量明显增加。

另一个明显的趋势是摆脱双馈异步电机，转向全功率转换器，因为后者更容易让运营者的要求得到满足，电网质量得到提高。

赛米控充分认识到这些挑战和需求，在风电行业拥有多年的经验。电力电子市场的领导者赛米控生产用于风力发电领域的电力电子产品，设计和制造自己的产品，并为客户提供开发支持。20年来，赛米控因其与领先的风力发电机制造商合作促进了所有重要的协同作用。赛米控在风力发电领域发挥了关键作用，将来也将继续如此。

无论是风力发电机组数量的增长以及转向全尺寸转换器趋势使得对电力电子产品需求增加。凭借其创新的产品，赛米控认为自己已准备好应对由此而产生的新挑战，在风力发电技术中的制定新标准。