

## 13: 结论及分析



**经** 验证明，风能是很容易实现本土化的技术，任何工业化国家都可以利用风能来为其供应能源，同时创造产业。广东省乃至中国的潜力都非常大——有足够的空间开发大型风力发电场；有强大的工业基础设施支持风机的设计和制造；有足够的力量来采取举措，通过技术市场支持来推动工业的发展。

如果中国开发风电的力度象开发其他能源一样大，中国将成为世界上最大的风电市场。实现这一步，不管对中国还是世界的风电事业的发展，都是意义重大的。

中国作为卓越的工程制造中心，将会大大受益于环保的可持续发展技术；从长远来说，更有望成为世界级的出口商。这也是中国对世界气候做出的贡献。同时，这还将大大改善工业中心的本土环境，例如珠江三角洲和香港特别行政区的环境。这将带来更多的外资投入，包括通过二氧化碳减排额的交易。

这种良好愿景已引起了中国本地知名企业的极大兴趣，例如国电集团、中国船舶重工集团公司、金风集团。还有一些海外资本，例如LM glasfiber和GE。从其



© 绿色和平/胡威

从市场的经验来看，要靠相对较低的装机量来实现这样的制造水平是相当困难的。目前，中国仅有不到800MW的装机量。很明显，投资者们希望看到的是更宏伟的图景。

中国风电市场的巨大潜力到底能被开发多少，这很大程度上取决于国家及地方政府。政府已有相关措施在进行中，最引人注目的便是最近出台的《可再生能源法》。该法对于下一步风电产业将发生什么至关重要。这一部分将就中国市场的持续增长提供一些观察和分析。

## 13.1 政策

### 目标

制定大胆的目标是成功发展风电的第一步，这一点已经得到证实。不过，没有政策支持，目标会成为空谈，对工业投资者来说，目标是政府承诺的一个重要指针，他们在制定投资目标和发展计划的时候将会列入考虑中；对政府而言，目标是相关部门需要风能的象征，意味着政府在行政和财政上，要为实现其目标提供的支持力度。

如果目标制定得太低，发展地方制造业的和降低价格的目标就得不到实质性的支持，从而抑制发展。具讽刺意味的是，保守的目标使得工业发展得不到足够的动力，反而得不到实现。如果目标定得太高，或者目标得不到确实的政策支持，达不到目标则会导致工业失去信心。

所以，设立一个可行目标，充满信心地通过相应的政策，来推动合适的项目，支持工业发展。

对广东来说，到2020年实现20GW的目标是需要决心的。不过，只要有好的支持条件，是完全有可能的。定期监督风电事业的发展情况至关重要。



© 绿色和平/胡威



© 绿色和平/程山雄

## 市场支持机制

这个部分分析的市场支持机制包括来自海外市场的和来自中国的。风电的财政激励政策有多种模式，而现在一个普遍的趋势是基于市场的对所产电量的鼓励电价。表13.1比较了中国和国外市场的价格。乍一看来，中国的风电价格跟丹麦持平，高于美国，只低于德国和西班牙。然而，这个分析只是停留在表面上，以下的观察对于解析区别是至关重要的：

- 可能存在一些“隐藏”成本或收益，例如税收减免等会影响比较结果的因素。
- 当风电工业获得足够经验，市场容量增加后，价格将趋向于下

降。在德国和丹麦，当风电装机更低时，价格更高。不过，指望通过与成熟市场价格相同的电价来建立市场，是不切实际的。

• 德国和丹麦的装机发电率明显要低于美国的大平原地区。这一点，与美国的大型风电场规模一起，说明了为什么美国的价格相对来说比较低。

中国今日在风电发展上的成就有目共睹，尤其考虑到是中国风机制造能力还相对较小，并且它的市场在世界范围内都不能算成熟，装机发电率在中国的不同地区也会很不同。综合考虑到这些因素，目前中国的风电价格是过低的，这对一个正在增长的市场来说并不适合。

要在中国建立世界级的风电工业，需要仔细考量相关的支持机制和价格。复杂的机制，其价格能有效地体现产量、位置和/或时间的不同；简单而透明的机制，明白地列出优势，以此来确保新市场的融资。这些观点有待讨论，但是任何一个有效的支持体制所必备的品质就是：(1)稳定性和(2)合理的价格。

## 政府承诺

德国和西班牙是世界上两个最大的风电市场，同时具备成功的制造业，他们都推行补贴上网风电电价，以支持风电的发展。这无疑是他们成功的一个要素。同时，他们的另一个共同点是其政府对发展可再生能源的决心。这种决心反过来带给整个工业莫大的信心，也是风电工业健康发展的基本需求。虽说这两国应用了补贴上网电价，不过这并不意味着上网电价是成功的先决条件。任何体制，只要有连续性、能供给与长期信心和合理回报，一样是会有成效的。

# 13: 结论及分析

表13.1 部分市场的风电补贴电价

国家	总装机容量(GW)	风电装机容量(GW)	所占比例 (%)	评价
中国	440	0.7	0.16	广东的上网电价是0.528元/千瓦时(\$0.065/kWh)。特许权项目电价是0.426–0.519元/千瓦时。协商的购电协议价格(PPA)是0.46–1.2元/千瓦时。
丹麦	13.6	3.1	23	实际上是上网电价。“绿电证书”被推迟实施。2004年政府文件规定，在新体制下，市场价格加补贴不能超过丹麦马克DKK0.36/kWh(人民币0.48元/kWh) <sup>(3)</sup> 。海上风电场现公开招标。第一个Horns Rev海上风电场，其DKK0.518/kWh(人民币0.68元/kWh)的价格被获准延期12年。
西班牙	70.5	8.3	12	新上网电价：在调节或市场价的利润大约为0.058–0.066欧元/kWh(人民币0.57–0.65元/kWh) <sup>(4)</sup> 。在调解电价下，利润随着时间下降。参考的价格与价格组可能会发生变化。过去的上网电价：现有的项目继续延用过去的电价结构至2007年。现在的利润大约是0.05–0.06欧元/kWh(人民币0.49–0.59元/kWh)。
德国	115	16.6	14	新的电价体系决定于实际的能源产出——自行对冲。上网电价实施20年。目前的价格，对于陆上风电是0.055–0.087欧元/kWh(人民币0.54–0.85元/kWh)——取决于“产出参考”(高端价格持续5–10年)。海上是0.0619–0.0910欧元/kWh(人民币0.61–0.89元/kWh)——高端价格对于2011之前投产的，并会持续12–20年。
美国	885	6.7	0.76	生产税信用(PTC)的现行价格是\$0.019/kWh，这个价格会保持十年，并每年就通货膨胀进行调整。在资源好的地区，大型陆上风电场的典型投标价格(>40%的净装机发电率)为\$0.025–0.030/kWh。加上PTC，总价值为\$0.044–0.049/kWh(人民币0.035–0.39元/kWh)。

(3)1丹麦马克 = 1.32元人民币 (4)1欧元 = 9.81元人民币



## 13.2 研发

政府的五年计划规定的研发措施，对科技项目的建立非常可效。此报告中的分析已表明四方面的研发尤其重要：风能源的评估、大型风机的制造，海上项目的设计、示范和测试。这些方面将在以下部分一一谈及。

研发程序与市场推广同步进行，有利于确保长时间范围内风电成本的削减以及本地工业走在科技进步的前沿。大学和工业之间的协作，使研究保持其相关性，同时也鼓励学生参与到风电事业中。

### 资源评估

以省份为单位的高质量风资源评估，有利于在合适的地方吸引到开发者。这样做提升了当地

的经济发展水平，宣传中国的风能潜力，帮助政府根据当地电厂发电量来考虑财政支持，也帮助投资者判断项目的回报率。

在广东，有几个在进行中的此类项目引人注目。无论是数字处理，或是奇迹测量，在短期内，这些项目应该可以为我们提供对全省的评估。

省范围内的能源评估，还应伴随着某些具体点的风资源测量，以便为项目的产出提供更精确的描述。在这一阶段，投资于将实际风速与风速预测更好结合的研发将是非常有意义的。

### MW级风机制造

2004年，在全世界范围内，平均单机装机容量为1.2MW<sup>[21]</sup>。并且平均规模还在不停增长，欧

洲市场上3.5MW的风机已经投入使用。然而，在全世界范围来看，1.2MW的风机依然还是占很大的市场。

中国面临的一个难题是其风场环境和风速的多样性。平庸的内陆风速要求有更大型的风机，就像德国，2004年陆上装机单机容量平均为1.7MW。其它地区则有着更高的平均风速，一些海岸地区还要求风机能够抵御台风影响——目前还尚无这样的设计。

革新材料的运用——以碳纤维和稀土磁铁为例，将有可能得到更普遍的运用。风机建造的主要材料——钢材、复合材料和混凝土——都可以在中国很容易的得到。风机制造自身的技术发展也势必会带动高度成熟的控制系统的发展。

# 13: 结论及分析



© 绿色和平/胡威

## 海上风机

海上风机的设计可以从陆上风机的各个部件分离出去发展。从中长期来看，风机要被植入越来越复杂的离岸环境或越来越深的水域，这会是个技术挑战。传统的土木工程和海洋工业已经积累了解决这些难题的经验，中国的海上风电业应尽早地参与，来共同寻找解决方案。

相对于陆上风机，海上风机应用为突破性技术提供了更广阔的空间，同时也为国际市场上新生力军的出现提供了良好的机遇。然而，一个健康的陆上风电行业应被视为更加复杂而昂贵的海上风电行业的前提。

## 示范和测试

简单地说，成功的研发项目

的重要组成部分包括：精确的模型、对行为成本的有效预测、模型定型和调整的测试。这个工业将围绕着对风机的真正了解来发展——这个目标的实现只能通过具体的示范和定型。

## 13.3 工业

政府对于中国风能发展的首要目标便是本地风机制造企业相关的风电场配套服务。70%本地化率体现了政府对实现这一目标的诚意。显然，设立前进的要求是有利于市场的，类似由决心发展为成功工业的例子在别处亦能看到。

70%本土化的目标尽管可以实现，但这对任何一个市场都是个很大的挑战，有必要辅之以技术转移协议。制造商需要看得长远，在设备上做实质性的投资。投资决策的关键考虑因素包括中国风电市场的规模和稳定性、研发支持力度以及对设备建设实际支持。也就是说，国内风机工业的建设不可能脱离风电市场发展而单独实现。

## 13.4 香港

香港和广东在能源供给方面相互依存，并在能源设备方面分享投资。而这种共通性也不可避免地适用于来自彼此发电厂的污染。因此，把两地未来能源供给联合起来考虑是很有必要的。对风电工业来说，这意味着以下几个方面：

- 互通风电，以实现于两地在一天中某一时间或季节性不同气候所造成差别的互补；
- 在海上风电场选址方面的协作，风电厂选址可能涉及两个不同的管辖权；或某一方有兴趣在另一方管辖权开发项目；
- 两地风能所产的“绿电证书”的自由交易，以获取财政补贴；
- 工业和学术合作

## 13.5 能源供应

在中国，风电可以提供了大规模的无污染能源，并有在很短的时间内生产所需电量的能力，堪称经典的“双赢”格局。