

05: 资源开发



© 绿色和平/潘剑雄

5.1 广东风资源评估

委托报告条款中同意，本次研究是通过对已有的数据进行分析，阐明广东省风力资源的大小。在此之前，有一次全国性的风资源评估。这个报告则考查了由多种渠道获得的数据，包括覆盖广东的全球性数据，以及对广东有针对性的评估结果。总体来说，这些数据表明广东的陆上风速比较一般，不过某些区域的风资源依然是很有潜力的。另一方面，广东海上风资

源的开发前景是非常可观的。

可以看到，虽然结论都大致相符，各研究预测出的风速却不径相同。此外，气象站的历史观测数据，虽然是目前所能获得的最好的长期数据，但由于其数据采集方法并不是专为风能而设计的，其结果明显不甚理想。这一点对所有国家的气象服务来说都是一样的，同其它常用的测风速法相比，风能所要求的测量方法大大不同。

下面给出不同数据来源的简介和比较。

5.1.1 NREL东南亚评估

美国国家可再生能源实验室(NREL)在其2002年承担的一项研究中，估计了中国东南部的风力资源^[26]。

这项研究认为，广东东部沿海地区最有开发前景的是汕头东南的半岛、惠来东面的沿海区域和陆上散布的各种各样山脊地带。

作为研究的一部分，NREL得到了中国水电水利规划设计总院(CHPGI)为其测量计划而记录的数据。CHPGI测量计划的覆盖点包括广东的海湾石和湛江，以及福建西南临近广东的长江澳。CHPGI提供的数据文本可以在NREL的网站上找到。GH使用这些数据来推导它们所在时间段内湛江和长江澳的平均风速(分析未很好地覆盖海湾石地区)。

5.1.2 斯坦福大学

2005年，斯坦福大学发布了一项研究结果^[15]，这项研究试图将全球风能储量进行量化。研究使用了美国国家气候数据中心(NCDC)和预报系统实验室(FSL)，1998年到2002年间的风速和温度

数据，制作了一张全球离地面80米高空的风速图。

GH从斯坦福大学得到了广东地区距地面80米高空的风速数据。斯坦福大学的结果主要是以城区的观测结果为依据的，因此结果偏低。

5.1.3 再分析数据

本研究使用NCEP/NCAR的再分析数据^[27]，来对目标区域的长期平均风速进行估计。结果以分辨率为 1.8° (纬度) \times 2.5° (经度)的网格数据表示。这些结果的精确程度取决于当地的气象测量数据以及模式本身固有的准确性。列出这些结果，以便和其它数据进行比较。

5.1.4 地球观测所数据

本研究得到了地球观测到的广东海上风能数据^[28]。测量员使用了遥感数据来得出可供使用的气象数据。卫星上的高度计和散射计数据根据海洋表面波浪的大小，推断海上风速。两种方法的测量仪器均可定位。

利用卫星数据来测量风能的一个主要障碍在于卫星图无法提供精确的近海岸观测数据，这是因为日益引起人们关注的浅滩现

象。由于很多风电场建设在近岸海域(距岸20公里以内)，这会是一个关键的限制因素。这两种方式得到的风速测量数据的期望精度是 $\pm 10\%$ 。

5.1.5 中山大学(SYSU)风资源研究中心

风力资源研究中心(RCWR)采用了美国宾夕法尼亚州州立大学和美国国家大气研究中心(NCAR)研制开发的中尺度大气数值模式MM5。输入该模式的数据有：全球地形数据，NCEP再分析数据，气象数据(地面观测数据和探空观测数据)以及站点观测数据(包括风电场，海洋站和气象站)。

广州中山大学风资源研究中心为本报告提供了离地面70米高，分辨率为 9km^2 的风资源数据。其自估数据误差范围是 $\pm 15\%$ 。

5.1.6 广东气象局

广东气象局的气象站遍布全省，其中很多已经运行了相当长的时间(建成了15年以上)，它们只提供气象概要数据，而不是精确的风力资源评估。这些气象站主要位于或者接近城区。气象局研究员解释道，使用这些数据做风资源评估，可能会低估广东的风能潜力。

1995年，气象局得到政府资助开始了一项官方测量计划，对广东省风资源进行评估，在沿海一线安装了100多个测风点。这些测风杆配置了先进的设备，用以测量三个不同高度点(分别为距地面10米，20米和70米高度)的风力条件。GH并没有能够获得这部分数据，但很明显这是一项很重要的研究举措，会得到非常有价值的

5.1.7 UNEP-NREL

联合国环境规划署(UNEP)与美国国家可更新能源实验室(NREL)合作，正在共同开发制作一张中国东部和南部选定区域1公里分辨率的风力资源图，这张图将是太阳能和风能资源评估项目(SWERA)的一部分。报告还没有出版，但是GH有机会考查了其原始的风速数据，并被授权使用这些数据。

NREL以一公里的分辨率模拟了风力资源，输入的数据包括地面观察，探空气象测量，以及卫星和轮船记录。

这些数据中广东陆地部分的风速和广州中山大学风资源研究中心提供的数值基本在同样范围，只有某些地点稍高一些，其

图5.1 已转化为距地70米高空的所有风速数据

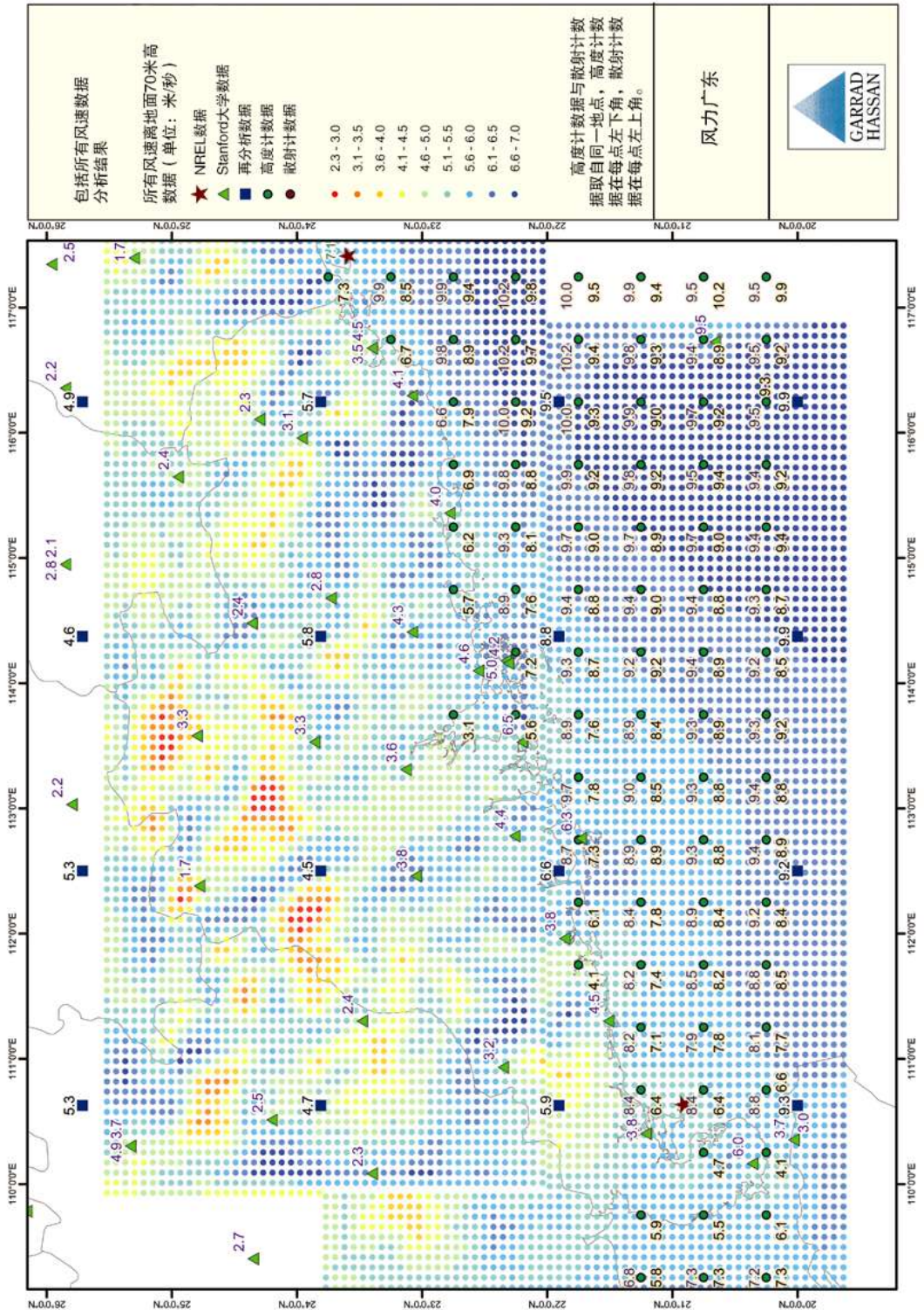
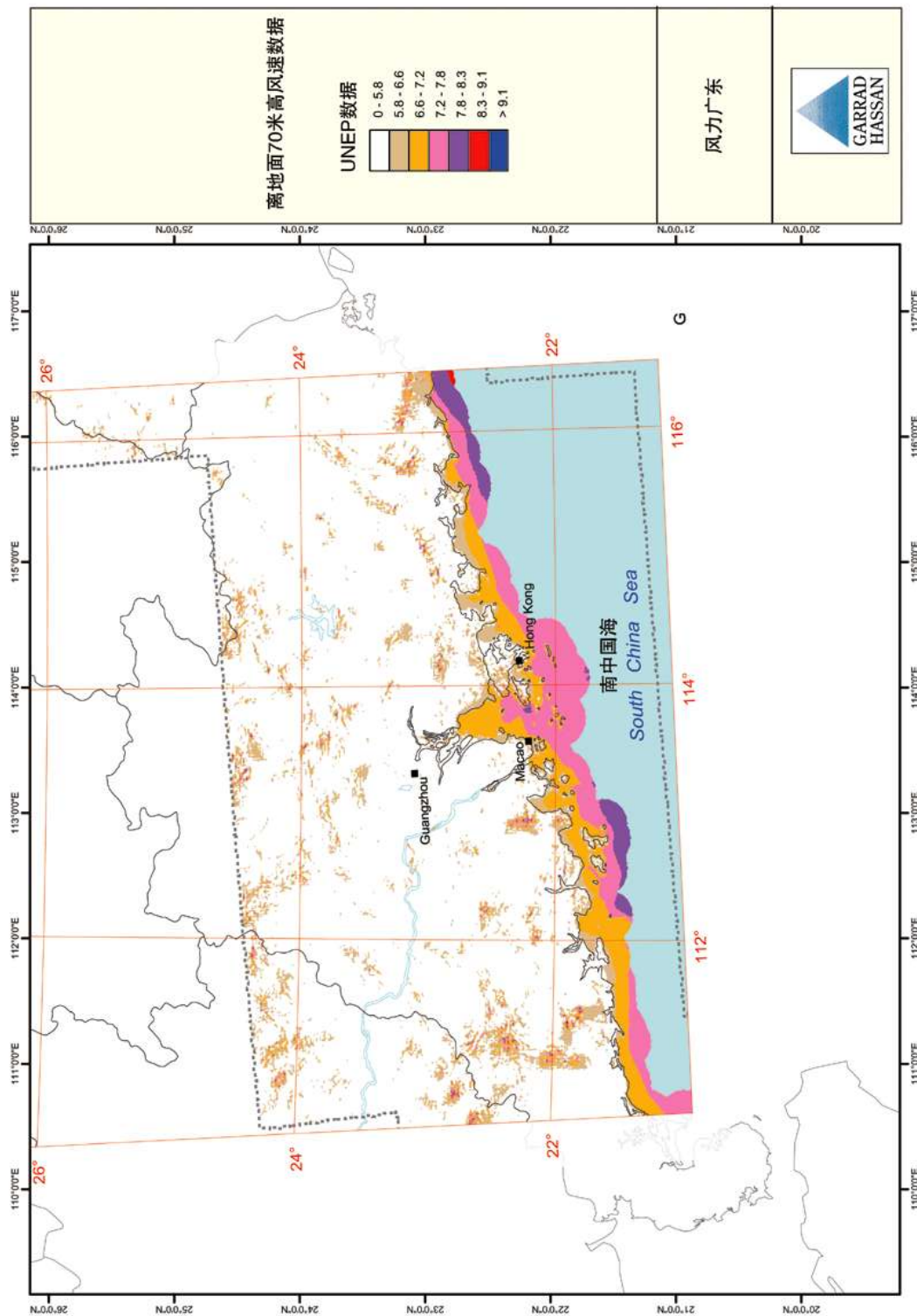


图5.2 70米高测量数据



差别在0.5米/秒和1米/秒之间。但对于广东海上部分，NREL的风速值比中山大学提供的风速值高1到2米/秒。

5.1.8 数据比较

为了进行不同来源数据集的比较，所有的风速值以离地面70米高为标准，高度不同的数据已经转化为70米高的数据。因为这个高度是该地区将来安装风机的典型高度。图5.1在一张地图中

显示了在GIS中被测量的已经转化为距地70米高的数据信息。由于UNEP数据在本报告出版之际刚刚完成，因此没有足够的时间用GIS格式来进行完全的处理。图5.2是测量结果经过地理对照处理的70米高彩色地图。

表5.1给出了不同数据集间的比较结果，包括陆上和海上的数据。

从表5.1可以很容易看出，

用于研究的数据有显著的差别，这使得有效可靠的结论很难得到。不过，来自UNEP的最新数据使用了大范围的数字输入并且分辨率比较高。这些数据令人振奋，因为其表达的数值比前面的测量高，特别是关于海上的数值。

表5.1 风资源数据比较

数据比较 (1)	评论
陆上	
SYSU-斯坦福大学	SYSU的数据数值明显高于斯坦福大学的数据。只有两个地点小于斯坦福大学的数据。差值范围为-0.4到+3.2米/秒
SYSU-再分析数据2	五分之二广东陆上再分析数据高于SYSU的数据，其余的则低于。差值范围为-1.5到+0.9米/秒
SYSU-UNEP	两组数据值基本上在同一结果范围内，UNEP数据在某些位置较高。差值范围为-0.5到-1米/秒
海上	
SYSU-分析数据2	再分析数据2明显高于SYSU的数据。差值范围为-3.4到+3.0米/秒 散射计的数据高于SYSU的数据。差值范围为-4.0到-1.4米/秒
SYSU-散射计数据	高度计的数据高于SYSU的数据(离海岸越远，差距越大)。
SYSU-高度计数据	低于SYSU的数据(在高度计数据精确度减小的区域)。差值范围为-3.1到+2.0米/秒
SYSU-UNEP	UNEP数据明显高于SYSU的数据。一些靠近海岸的高度计数据

(1) 由离得最近的第一组数据减去第二组数据所得



© 绿色和平/潘文雄

5.2 开发模式

风电场开发者们通常都希望摆脱诸多的约束，例如环境保护区、陡峭的斜坡、城市发展用地等等。本次研究找到了现有的有关海上陆地技术及环境制约的电子数据，并且运用地理信息系统(GIS)检验可能的发展模式。

这些数据的准确性和质量各异，只不过粗略地反映了可能对开发产生影响的因素，但对于本报告目的已经足够。在进行选址之前，风电开发者一般会专门对当地情况自行实施更详细的调查。

陆上的技术约束包括公路、铁路、机场、市区、河流以及坡度大于17度的斜坡。海上的技术约束包括海深、离岸里程、管道线、油气钻井、航线、遗址和其它障碍物。

环境制约包括列入国际、国家协定和计划的保护区，例如湿地公约(拉姆萨尔公约)和世界遗产协定^[29]所指定的保护区。

在以上限制区周围划定非开发区，是欧洲部署风电开发的经验。上述约束条件是决定哪些地方可开发，哪些地方不可开发的主要因素。



© 绿色和平/潘旭雄

5.3 开发潜力-20GW

以上所述的研究表明了广东地区风力资源的特点，以及约束条件如何影响该省开发风电的模式。

和世界上其它已形成的风电市场相比，广东的资源—如前面数据所述—是足够开发的。虽然风速并不特别高，但是其风力资源和德国的在一个水平线上，而德国是世界上最大的风电市场。另外，本报告分析的数据可能只描绘了一个保守的局面。更进一步的研究，特别是对海岸的研究，也许能发现更多的资源。

本报告的第四部分曾建议，20GW对广东省来说应该是一个合理的目标。为了证明广东的风力资源足够支撑这个目标，设立一

个风速的下限有助于分析。在距地面70米，高于6m/s的风速是可以开发的。当然，经济上的潜力由政策支持下形成的价格所决定。距地面70米风速6米/秒的这样一个下限，是和德国的情况相匹配的。

中山大学提供的风速信息推导出了一张基于地理信息系统的风速图。如果选定风速下限为6米/秒，运用地理信息系统(GIS)就可以找出广东省境内适应风电发展的区域。通过假设在风机安装处的土地或者海面上的密度，就可以看出，取6米/秒及以上的风速，20GW是可行的。

假设20个陆上风电场的风密度是12.5MW/km²，20个海上风电场的风密度是8MW/km²，图5.3和5.4表示假定的20GW所需要的配

置——分别把SYSU的测量结果和风电场建设限制考虑在内。这些数字表明，陆地上可达15GW，而海上可达5GW。陆地上更多，由于其成本相对较低。而对于广泛的海上装机，则需要更多的经验积累。这些地图只是表明了可能的开发规模，并没有暗示在这些图示的位置应该建风电场。

图5.3 基于中山大学提供的数据的风电场方案模拟结果

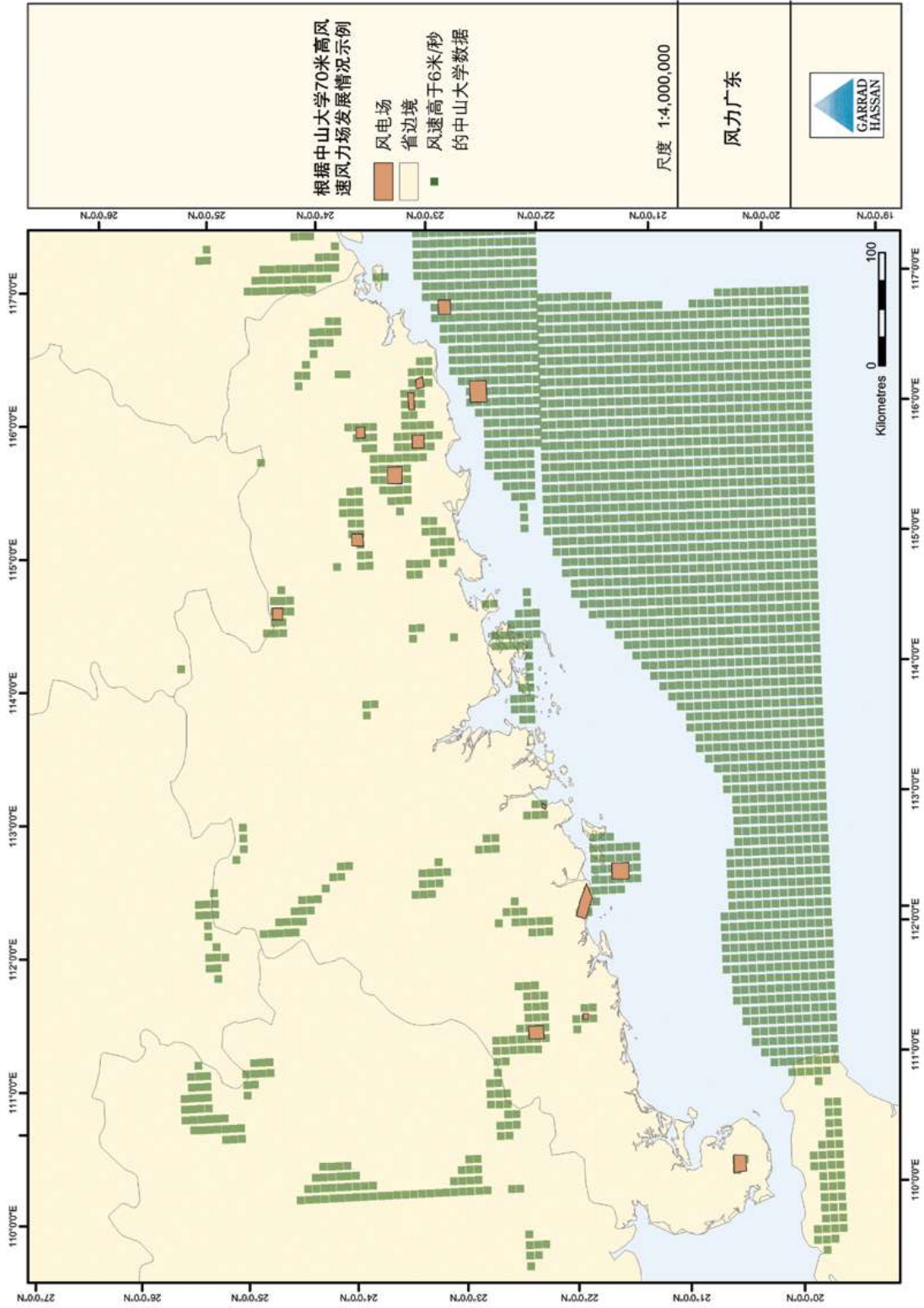
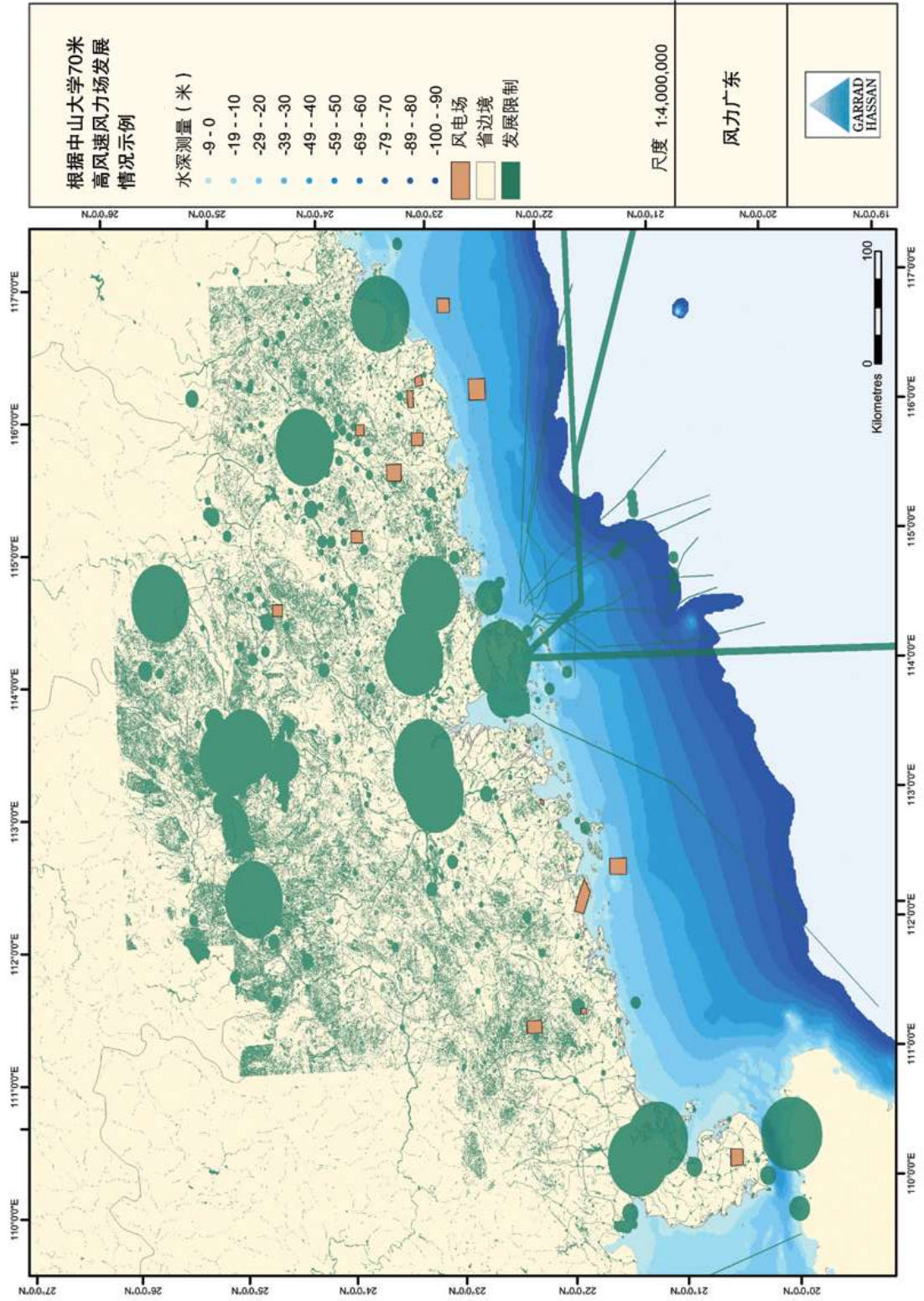


图5.4显示所有约束条件的风电场方案表示模拟结果





© 绿色和平/陈旭雄

5.4 其他考虑因素

台风

广东及香港地区频频发生的台风会对风机的选择有所要求。平均每年，在西北太平洋及南中国海上会形成30个热带气旋，大约它们中的一半最终会达到台风的强度(最高风速超过33米/秒)。

有些离岸工程业已经积累了在台风区运作的经验。在欧洲，海上风电场正在借鉴其他离岸工程行业的技术经验。有理由相信，这些行业应对台风的技术也同样可以被传授给海上风电行业。很明显，中国可以率先在这块有潜力的研究领域有所作为，来发展未来的风机制造技术。

未来土地使用

广东风电的大好前景，应该有足够的空间供其发展。但考虑

到在广东省，大量的土地利用已经被规划，这对于风电的发展无疑会形成一种制约。广东持续快速的经济发展与人口增长势必会继续征用新地，并抬高地租。不过，在其他地方的经验表明，风力发电是可以和很多活动共用一块土地的，比如畜牧或旅游。

此外，政府在规划中保护风能资源丰富的地区，这种政策通常是很有效的。在2001年的《促进我省风电发展的意见》中^[30]，广东省政府就已对风电项目的土地使用给予支持。此外，为贯彻《可再生能源法》，最近颁布了《风电场工程建设用地和环境保护管理暂行办法》^[31]，对风电项目征地的原则和程序提出了规定。

5.5 结论

可以肯定的一点是，目前测量到的高质量的风能数据，将会有利于更准确地分析广东省风能资源储量。现在已有几个计算型或是实验型的重大项目在进行中，这将有助于在短期内达到这个目标。广东省的风速可媲美甚至高于全球最大风电国德国的风速，并且与德国一样，海上风速要明显高于陆上风速。毋庸置疑，广东的风能资源储量是非常庞大的。

越是准确的风能储量估计，就越有助于政府根据收益率来更有效地支持风电发展，从而给政府的政策支持带来更好的经济效率。虽然风电场通常都会建立站点进行观测，区域风能资源图在帮助开发者选址的过程中依然功不可没。对中国这样广袤的国家来说更是极其珍贵。

根据在这一章中的分析，20GW的装机容量一年的发电量大约可以达到350亿千瓦时，换句话说，是2003年广东省电力消耗的17%。