

人物访谈：最接近阳光的国土

——澳大利亚太阳能热发电产业人士访谈

戴洋 董章杭 编译

(本刊编辑部，北京 100081)

摘要 太阳能热发电是光伏发电技术以外的另一有着很大发展潜力的太阳能发电技术。它将太阳能聚集起来产生高温热能，加热工作介质来驱动发电机发电。澳大利亚在太阳能热发电方面有着得天独厚的优势，技术水平也在国际领先。2006年9月份的Nature杂志上专门采访了两位澳大利亚太阳能热发电技术的产业人士。本文将访谈内容进行全文介绍。

一、引言

太阳光无处不在，不停地在为地球提供人类文明每时每刻都需要的能量。在澳大利亚，每平方米土地能得到比其它大陆更多的太阳辐射。如何利用太阳辐射？太阳能光伏发电是一种使用方法，另一种途径则是利用它的热能。（链接 1）。第一次石油危机之后，欧美一些发达国家开始关注具有更高能源利用效率的太阳能热发电技术，并相继建立起不同型式的示范装置。根据太阳能聚光跟踪理论和实现方法的不同，已经出现了塔式定日镜（链接 2）、槽式线聚焦和碟式点聚焦三种不同技术路线的太阳能热发电系统。实现太阳能光热转换的聚光接收器能否做到高效率、低成本，是太阳能热发电能否实现商业化的关键。

我们采访了两位太阳能热利用技术的推崇者，他们来自两种截然不同的太阳能热系统，而这两种系统都常常被人们当作太阳能塔混为一谈。

新能源公司 EnviroMission 本部位于墨尔本，罗杰·戴维是公司的执行主席和首席执行官；另一位是韦斯·斯坦，来自澳大利亚国家科学和工业研究组织的能量技术分部，该组织位于纽卡斯尔。

二、访谈实录

问：贵公司太阳能热系统是如何工作的？

我们可以将太阳气运用到很多用途，而不仅仅是发电。

——韦斯·斯坦



我们的系统，一年 365 天、一周 7 天、一天 24 小时，时刻都运转。

——罗杰·戴维

罗杰·戴维：在我们的太阳能塔里，太阳辐射被用来加热从一个大型温室中捕获的空气。该温室的屋顶倾斜着建在中心上，中心处有若干涡轮和一个非常高的塔，这个塔发挥了烟囱的作用。热空气膨胀、上升、逸出塔外，推动塔基处的涡轮，从而产生能量。

韦斯·斯坦：我们有 200 个小镜子，白天这些镜子能够追踪太阳，把光线聚焦到塔身的一个点上。这样可以产生足够高的温度，从而能发生化学重整反应。甲烷和水蒸气进入，加以能量和催化剂，结果就能产生一种合成气体（一氧化碳和氢气），我们称之为太阳气。一公斤太阳气比一公斤甲烷多 26% 的能量，这就是因为通过化学反应把太阳的能量加了进去。所以我们这种装置能改变气体的能量值，并且为其它能量产品如液体燃料提供了物质前提和基础。我们可将这个过程与碳的封存联系起来，这样化石燃料成分中的二氧化碳就可以被埋藏了。

问：贵公司的太阳塔有多大？

罗杰·戴维：最初的设计是建成 1 千米的高塔，直径达 7 千米。但后来我们开发了新的技术，使得塔身变小，但能量却更强劲。我们将在 Tapio 站建一个 50MW 的示范工厂，具体位置在新南威尔士的 Mildura 东北部 22 公里处。这不是必须的最佳尺寸，但对建设第一个范例而言却是最优的尺寸，通过首个范例可以展示我们技术的强大与可靠。该前期工程和设想目前正在进行中，因此现在就透露具体高度和尺寸还为时过早（图 1）。

韦斯·斯坦：镜子上面的塔反应堆 15 米高，镜子的顶端大约离地 3 米。地上的总面积大约是 40m×40m，但这是因为我们站点的限制，因为它不必代表最优的模块尺寸。所以我不打算在具体尺寸上花太多力气。它可以产生 250 千瓦的电力。不过，这只是供研究用的尺寸。我们设计这个塔只是作为一个单独的模块。模块可以复制，来组装建成任何期望的容量。

问：贵公司的系统如何适合于现有能源

基础设施?

罗杰·戴维：它就象一个普通的电力车间，很容易满足正常的电力生产需要。

韦斯·斯坦：气体可以被用于汽轮机来发电，我们也可以将其转化为液体运输燃料。我们正在研究利用现有的天然气管道来运输太阳气。沙漠地区是很多天然气管道的发端，我们的一个想法就是将太阳重整反应放在沙漠地区进行，将太阳气放进管道里并向下游传输。这样我们就能集气体的方便与太阳的能量两所长。

太阳气可以制造液态传输燃料，还可以制造化肥。在澳大利亚，交通和农业是除了发电厂外最大的温室气体排放者，因此，这也给我们提供了一个机会，使我们目标不仅局限于发电。

问：贵公司打算如何来改进你们的技术？

罗杰·戴维：在屋顶收集器下，我们现在可以制造大量的热。它捕获并保持更多的热量—有点象双层玻璃窗。我们现在还有一种在盐水池里储存热量的方法。这样，在太



图 1: EnviroMission 公司太阳能塔建筑效果

阳辐射少的天气里，我们可以运用储存的热量来产生我们需要的温度。这就意味着我们有一个能一年 365 天、一周 7 天、一天 24 小时时刻都在运转的系统。

韦斯·斯坦：我们相信，提高重整反应的效率，以及通过大规模生产来降低镜子区域的成本，都可以使我们的生产成本下降。我们正在两块领域开展研究。一个是将反应温室从 800℃左右降到 550℃左右。这将大幅下降镜域的首要成本，因为温度降低意味着需要的镜子将少得多。我们正在使用一种新颖的隔膜排列方式，它可以使反应在温度低得多的情况下进行。目前我们正处在专利利用时期，所以对此我暂时也只能讲这么多。

第二个就是使用二氧化碳而不是水汽来作为反应的重整代理。我们将使用废气。在澳洲，煤层甲烷是迅速增长的资源，煤层的甲烷释放常伴有相当数量的二氧化碳。一般，在气体进入下游管道之前，二氧化碳是被分离出来的，因此我们就可以运用这些被废弃的气体。但是我们需要开发新的催化剂来完成这个反应。

问：这需要耗资多少？

罗杰·戴维：最初的 200 兆瓦的发电厂的设想，将花费约 8 亿澳元(约 6.1 亿美元)。后来的 50 兆瓦的发电厂，由于建筑规模的缩小，花销自然就降下来了，当然，最终的花费还有待前期工程和设计完成后才可尘埃落定。我们正致力于利用新技术，来进行

产量最适宜的最优尺寸电力车间的设计。所以我只是大概猜想。

韦斯·斯坦：太阳能塔建设已经花费我们 150 万欧元。不过我们估计，如果按照涡轮在过去的 15—20 年里的发展情况来看，我们未来要为这个同样的系统再投入 30 万欧元左右。

问：相对太阳能行业的其他竞争对手而言，贵公司的优势在哪些地方？

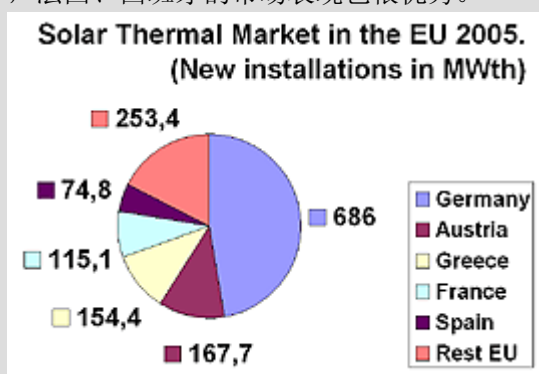
罗杰·戴维：我们的产量能稳定满足需求，就象燃煤发电厂一样。

韦斯·斯坦：我们的优势在于，太阳气的用途得到了广泛应用，不局限于发电；未来成本可能很低，并且它有效克服了太阳能

链接 1：2005 年欧盟太阳能热发电市场概况

在各种新能源中，太阳能发电的成本较高，但它在资源潜力和持久适用性方面更具优势。有关专家预测，到本世纪后期，太阳能发电将在世界电能结构中占据 80% 的位置。

2005 年，欧盟太阳能热市场的接收器面积已超过 200 万平方米（相当于 1450MWth 电容），增幅达到 22.8%。这个增长主要是由于德国、奥地利、希腊等三个国家的优异表现，此外，法国、西班牙的市场表现也很优秀。



由于国内市场高达 25.6% 的增长，2005 年德国再度占据了欧盟太阳能热市场的半壁江山，接收器的装机面积达 98 万平方米（相当于 686MWth 电容）。奥地利市场的增幅也差不多，新装机面积近 24 万平方米（相当于 168MWth 电容），比 2004 年增长了 25.1%。

目前，欧洲太阳能热发电市场规模比较分散，绝大多数是些中小型企业，大型企业为数较少。然而，还是可以看到一种清晰的发展趋势：大型企业正在逐渐占据越来越多的地盘，他们中的大多数正在或者即将启动重要的扩张计划。另一个趋势则是制造业正在想方设法通过改进工艺和技术使得安装工作更加便捷。对太阳能热工业来说，降低安装成本是目前亟待解决的主要问题。

传输和储存的难题。

问：太阳能热已经问世很久了，为何它还没能流行起来？

罗杰·戴维：我认为它已经流行起来了，这就是我们在这儿讨论的原因。

韦斯·斯坦：一个难点在于人们经常有这种观点，他们以为塔必须建得很大才能降低成本。建设一个比较小尺寸的系统，让持有上述观点的人相信并倾心于它，然后说，我现在需要建设 10 万个这样的系统，这样更经济。这样的说服力似乎并不强。尽管模式和计算都已表明这样做经济效益更好，但我想从小尺度到大尺度的跳跃，可能让观众比较难于一下子接受。

问：在全世界范围，对太阳能热研究的投资还是相当低的。您认为这是为什么？

罗杰·戴维：将太阳能塔作为一个例子。以前人们的设想都是必须得尽量建大，这样才能有足够的产电能力来满足资金投入。但是后期我们新增的技术，使得产电能力已远超出一个小型电力工厂了。

韦斯·斯坦：这是在于投资者们，对他们来说，一口吃下一个大胖子比吃下一个小块头要困难得多。光电非常吸引人，他们不移动，安静地呆在屋顶没有任何噪音，并且可以根据建筑物形状制造得很美观。目前他们还比较贵，但是他们是“小块头”。对投资者来说，他们更愿意这种方式，而不是那种一次性的、巨大的、太阳能热电站。现在

的状态只是初始阶段，展望未来，太阳能热技术必将在全球蓬勃发展。

问：是什么阻碍了一些有实力的大公司对太阳能热进行大规模的投资？

罗杰·戴维：因为这些实力大公司在其他方面也要进行投资。

韦斯·斯坦：完全是因为其花费太大。随着发展，技术投资必将会下降的。

问：未来 20 年或者 50 年内，太阳能热将提供澳大利亚多少的电力供应？

罗杰·戴维：我们计划到 2020 年装机容量达到约 2100 兆瓦。到 2030 年超过 6500 兆瓦，按目前的家庭用电量水平，这差不多能满足 1000 万个家庭的电力需求。

韦斯·斯坦：依我来看，到 2050 年，太阳能绝对可以提供澳大利亚至少 25% 的发电量。

问：是否贵公司的技术只适合于那些有着大而空旷的沙漠的国家？

罗杰·戴维：不。我们的太阳能塔是根据温差来工作的。所以，我们只要制造一个与周围环境有较大温差的环境就可以了。可是，大而空旷的沙漠地区却因其固有的供应缺陷，而无法满足我们的要求。

韦斯·斯坦：显然是如此。技术上讲，在太阳能相对较低的地区也可以实施，但投资无疑就要提高了。我不鼓吹太阳能是解决澳大利亚能源需求的唯一道路。理论上讲，这可能是，但实际上我认为这不太可能发生。

链接 2: 太阳能热风发电技术简介

太阳能热风发电(又称“太阳能烟囱”)技术是实现大规模开发和利用太阳能的一种新的途径。它利用太阳能加热空气,空气流动产生风,风能产生电能。用人工的方法利用太阳能产生风能也可发电,这种发电方法正被研究中。建造太阳能热风发电厂是解决能源需求的最好途径之一。

太阳能热风发电构想是由德国斯图加特大学 J. Schlaich 教授于 1978 年提出的。电厂有 3 个基本组成部分:具有透明顶棚(如玻璃)的集热器、太阳能烟囱和透平发电机组(见图 1)。太阳光以辐射形式加热集热器下面的地面,使之温度升高。环境空气进入集热器后,受地面和阳光加热,密度减小并沿集热器顶进入太阳能烟囱,在太阳能烟囱内由于“烟囱作用”形成上升气流。当集热器面积足够大时,烟囱内的上升气流就可驱动安装在太阳能烟囱内的风力透平发电机组发电。同时,环境空气不断进入集热器,形成持续的气流流动。

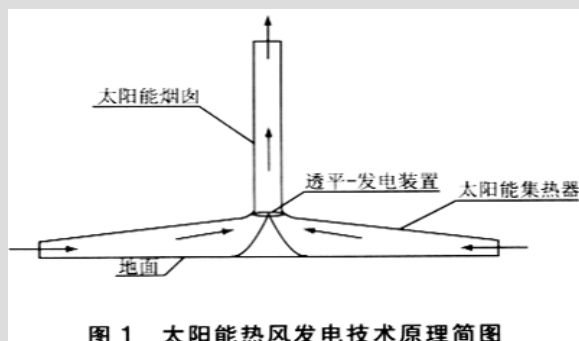


图 1 太阳能热风发电技术原理简图

太阳能热风发电技术具有一系列优点:(1)太阳能几乎是取之不尽,用之不竭的清洁能源,太阳能热风发电对环境无污染;(2)太阳能热风电厂通过设置蓄热系统,可实现全天候运行;(3)太阳能热风电厂设备简单,透平发电机组是唯一的运动部件,维护费用低;(4)不需冷却水、不产生二氧化碳气体,对缓解全球变暖有积极作用。其缺点主要在于其发电效率较低,但可通过建造大功率的太阳能热风电厂来弥补。

我国太阳能资源非常丰富,理论储量达每年 17000 亿 t 标准煤,资源开发利用的潜力很广阔,与同纬度的其他国家相比,与美国相近,比欧洲、日本优越得多,非常适合建造大型太阳能热风电厂。

第 21 届欧洲光伏太阳能大会及 2006 长城世界可再生能源论坛介绍 以及对气象部门的启示

戴洋¹ 罗勇^{2,3} 张德⁴ 崔巧娟²

(1 中国气象局培训中心, 北京, 100081 2 中国气象局
国家气候中心风能太阳能资源评估中心 3 中国气象局国家
气候中心气候研究开放实验室 4 兰州大学大气科学学院)

摘 要 今年 9 月份、10 月份, 第 21 届欧洲光伏太阳能大会及展览会 (EU PVSEC)、长城世界可再生能源论坛 (GWREF) 先后召开, 这两次国际会议规模都比较大, 在清洁能源研发和应用领域, 都具有较强的国际影响力。新能源的发展日益受到重视, 气象部门在新能源的资源评估、选址、监测、预测、后期保障等领域都大有可为。本刊搜集、翻译、整理了两次会议的有关情况, 介绍给广大气象工作者, 期待能为读者带来一些启示。

一、第 21 届欧洲光伏太阳能大会及展览会 (EU PVSEC)

(一) 会议概况

2006 年 9 月 4 日—8 日, 第 21 届欧洲光伏太阳能大会及展览会 (**European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition**) 在德国科技之城—德雷斯顿召开。欧洲光伏太阳能大会始办于 1978 年, 是世界上最具有影响力的光伏工业大会, 由联合国科教文组织、欧盟委员会、联邦环境署等机构共同资助。

2005 年的太阳能大会在巴塞罗那举办。2006 年重回欧洲光伏工业的核心推广国家—德国举办, 并且恰逢德雷斯顿建城 800 周年, 因此具有格外意义, 吸引了全球光伏工业及研究人员的眼光。来自 90 多个国家的科学家、工业代表、政界人士齐聚德雷斯顿, 人数达到了创纪录的 6300 人, 共同探讨太阳能的最新发展。大会和展览会互为补充、相得益彰, 这一点非常突出。这 6300 人中, 大约 2700 名是参加大会的注册人员, 另外参观展览会的大约为 3600 名。而在过去的两年中, 大会的参加人员一共 2000 多人, 参展商仅约 270 人。参与者、

参观者结构组成的变化，反映了欧洲光伏太阳能大会作为研究和工业的连接界面的功能日益增强。

(二)大会积极展望未来太阳能光伏产业发展

全球原油价格猛涨以及商界、政治家和消费者对传统化石燃料存在问题认识的提高，给光电发展带来极大的动力。但目前世界能源需求仅有极小的一小部分(1%)由太阳能提供。根据太阳能协会(BSW)的数据，德国在该领域领先，它占世界太阳能市场的60%，59万人享受太阳能电力，大约5000家企业在该行业出口四分之一的产品，企业用人4.5万。最近德国南部巴伐利亚州投产该国最大一座太阳能电厂，由1400多个移动模块搜集阳光，可以为3500个家庭提供电力。

2005年，全球太阳能装机容量新增约14亿瓦，其中大约600兆瓦是在德国。正因为如此之快的涨幅，太阳能光伏发电每千瓦时的费用比1990年下降了一半多。但是，太阳能发电目前仍然比传统能源发电贵。

据太阳能光伏专家们预计，到2040年，全球25%的电力消耗将由太阳能产电提供。去年，太阳能吸收了德国37亿欧元的投资，它与风电和生物质能发电一样同属发展最快的新能源之一。目前太阳能仅占德国能源需求的不到1%，预计到2020年将超过5%。

欧洲光电工业协会会长 Winfried Hoffmann 博士展望太阳能发电的未来发展时，说道：“未来五到十年的时间里，在南部国家的自由能源市场，太阳能发电将在价格上具有可行性。在北部国家，要达到这个目标，可能要再多十年的时间。”全球电力消耗迅速增长，有专家预测，2040年全球电力消耗量将双倍于今天的17000太瓦。Hoffmann 博士认为，太阳能发电是解决这一庞大需求的重要选择。太阳能是由太阳辐射决定的，这就意味着，太阳能产电量和太阳能耗损大致相当。两个值的曲线图基本相同。他还认为，“由于上午10点到下午5点是用电高峰段，因此，在自由能源市场，这个时段的电力价格比较高，夏季尤其如此。



图1 第21届欧洲光伏太阳能大会及展览会会场略影。

因此，大力发展太阳能发电非常有价值。”

（三）从商业到商业到科学 （Business-to-Business-to-Science），大会成为光电研究和工业应用良好的交流平台

大会上，包括德国、日本、美国等行业发达国家在内的各与会国交流了本国太阳能光伏产业及研究的进展。大会成为研究和工业应用良好的交流平台。

发展中国家的电力消耗在不断攀升。电力是这些国家发展经济时一个非常重要的基础设施。但在农村地区，建设象西方工业化国家那样完善的电力网，无论是从技术上还是从经济上基本都很难实施。据国际能源组织 IEA 统计，2004 年全球电气化水平为 52.4%，在非洲仅为 19%。太阳能的优势在于它可以分散发展。为此，EPIA 还创立了农村电气化联盟，推动发展中国家农村电气化发展。

大会 PV 工业论坛的焦点之一就在于要显著降低太阳能发电的成本。工业代表们认为，要达到这一目标，主要靠光伏产业的规模和效率的增长。

PV 工业论坛的另一个焦点，是光电的发展。论坛认为，这主要取决于中国市场的进入。中国在农村电气化方面进行了大量投资，“十一五”计划中将为此花费约 32 亿欧元的巨额投入。而 2005 年底，中国太阳能发电装机容量仅为约 70 兆瓦。与此形成鲜明对比的是，德国 2005 年底的太阳能发电

装机容量达到 1508 兆瓦。这些数据清晰地表明了中国在研发、应用方面有着巨大的潜力和市场。

日本是太阳能光伏发电领域的领跑者，长期以来无论在研究、应用方面一直在不断探索。与中国不同的是，日本利用太阳能优先用于覆盖国内需求。除了供应巨大的国内市场外，其它大部分被用于出口。2004 年底，日本光伏发电量约 800 兆瓦，其中出口了大约 450 兆瓦。这些数据证明了研究和开发同步发展的重要性，以及稳定的政策框架条件的重要性。

美国的情况又有所不同。气候变化、能源危机、燃料上涨等综合因素的影响，受到了公众普遍重视。在美国，对可再生能源的吁求来自于联邦政府。

BSW 负责人称，希腊、意大利和西班牙将仿效德国新能源法案，为上国家电网的太阳能发电提供财政上的优惠。

正如大会主席 Jef Poortmans 博士在开幕式上所说，在光电领域，本次大会是世界上最重要的科学、技术、政策策略和经济信息交流平台。欧洲光电工业协会会长 Hoffmann 博士如此描述大会和展览会的定位与重要性：从商业到商业到科学。他认为，没有什么大会以能够象太阳能大会这样，如此好地组织了研究领域、工业领域和政治领域的信息进行各种交流。

（四）大会网址

www.photovoltaic-conference.com

二、长城世界可再生能源论坛 (GWREF)

(一) 论坛介绍及大会概况

化石能源的使用不仅面临枯竭的问题,而且会带来严重的污染,即将或者已经成为人类的噩梦。为实现人类社会与自然的可持续发展,未来将逐步建立以可再生能源为主体的可持续能源体系已成为全世界的共识。2004 年 6 月波恩可再生能源国际会议的成功召开,表明国际社会已经正式开始重视可再生能源,并将其作为国际能源结构的主要发展方向。我国是世界最大的发展中国家,能源形势非常严峻。中国政府高度重视新能源的开发利用。“中华人民共和国可再生能源法”于 2006 年 1 月 1 日生效,正在制定的可再生能源中长期发展战略和规划中也已明确提出,到 2020 年,可再生能源在能源构成的比例要达到 10% 左右。

在这样的大背景下,由中国可再生能源学会 (CRES)、中国资源综合利用协会可再生能源专业委员会 (CREIA)、中国农机工业协会风力机械分会、中国可再生能源学会

风能专业委员会 (CWEA)、国家新能源与能源设备产业基地、中国国际科技会议中心、世界可再生能源理事会 (WCRE)、美国可再生能源理事会 (ACORE)、欧洲可再生能源理事会 (ECRE) 等共同发起,并在众多政府部门、国际组织和世界著名学术机构的支持下,设立了“长城世界可再生能源论坛 (GWREF)”。GWREF 是立足中国的全球性关于可再生能源利用发展的高峰论坛。

2006 年 10 月 24 日—27 日,首届论坛大会在北京召开。这次论坛的主题是:“可再生能源在中国”。参加这届论坛与会展的国际组织包括世界可再生能源理事会、欧盟、联合国开发计划署、联合国教科文组织、国际太阳能学会等。论坛采用主题演讲和分论坛讨论相结合的方式,安排了风能资源评估测量研讨会、保定·中国电谷新能源产业推介会、加拿大风电价格政策研讨会等。包括美国能源基金会主任 Jan Hamrin、2000 年诺贝尔化学奖获得者 Alan J.Heeger、中国可再生能源学会风能专业委员会主任贺德馨在内的 200 多位专家带来了他们在可再生能源



图 2 长城世界可再生能源论坛暨展览会会场略影

方面的最新研究。

在论坛发表的《长城世界可再生能源备忘录中》，组织者呼吁各国加强可再生能源的技术、经验、融资及社会问题等方面的交流与合作。

（二）会议主要内容

这次论坛大会的内容分为两部分：论坛和展览。除了可再生能源发展的机遇与挑战、可再生能源市场与实施等大会主题演讲外，更多是各分会场活动。期间召开了一系列的分会：风电市场与政策、太阳能城市与太阳能建筑一体化、金融融资、水力发电技术、风电一体化、可再生能源融资、生物质能、风力发电技术、太阳能光伏技术、生物质能与发电、水电，氢能和燃料电池、生物燃料与交通运输、太阳能热技术、离网型风电、小型电网和混合型电网、信息交流与能力建设、国际可再生能源实施策略、可再生能源的农业应用与消除贫困等等。

大会期间，中国气象局风能太阳能资源评估中心作为主办方之一，联合 UNDP（联合国开发计划署）、GEF（全球环境基金）、NDRC（中国国家发展和改革委员会）、CWEA（中国可再生能源学会风能专业委员会）等单位一起，召集了“风能资源测量与评估/风况特征分析研讨会”边会。

（三）风能资源测量与评估/风况特征分析研讨会情况

参加边会的人员，包括发改委、气象专家、风电场项目专家、风电场投资商、开发商、科研机构等。有 21 场专题报告在边会期间举行，主要围绕 UNDP 风电场项目情况、风能资源评估、风能数据收集和处理、模式应用研究等主题展开。具体有：

- 1、风电前期工作管理及 UNDP 测风评估工作成果概述；
- 2、开发商对风资源和风电场评估的投资要求；
- 3、风能资源评价及其面临的挑战；
- 4、风数据采集和风场风况特征项目的管理和执行；
- 5、对中国风资源评估以及风电场发展的支持；
- 6、风电场风能资源评估与风况特征分析；
- 7、联合国开发计划署风能资源评估项目下的宁夏贺兰山风电场发展状况；
- 8、内蒙古风电场的维护和数据收集及其风电发展状况；
- 9、福建省 UNDP 赠款测风评估子项目执行情况及风电发展介绍；
- 10、江西省电业开发总公司风电前期工作及江西省风电发展状况；
- 11、玉门风电场测风情况介绍；
- 12、KAMM/WasP 数值风图谱-风能策划的强力要素；
- 13、江苏省风能资源高分辨率模拟及调峰能力分析；

- 14、风场原始数据验证与订正；
- 15、高分辨率数值模式在风能资源评估中的应用；
- 16、MM5 模式在风资源普查中的应用试验研究；
- 17、风电场风资源测量计算的精度控制和可能误差；
- 18、基于 GIS 的复杂地形风能资源模拟研究；
- 19、基于 GDI+ 的光滑曲线图层生成算法及其应用；
- 20、风能资源数值模拟系统 WEST 在中国风能数值模拟中的应用；
- 21、新疆阿拉山口风速和风功率密度特征分析。

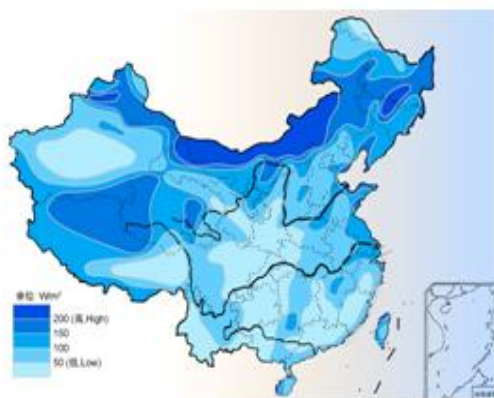
(四) 大会网址

www.gwref.org

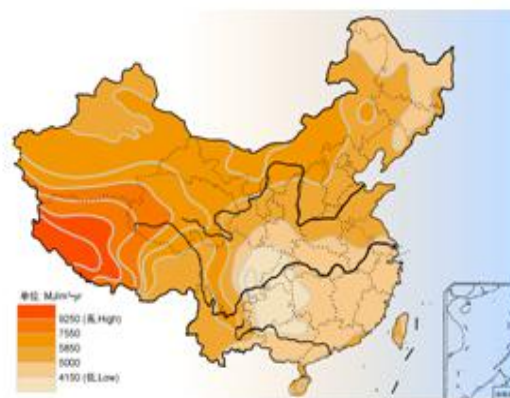
三、会议对气象部门的启示

开发利用气候资源，特别是对风能、太

阳能等可再生清洁能源的开发利用，是可持续发展的能源战略决策之一。中国气象局在上个世纪 90 年代，就根据全国 900 多个气象台站实测资料，首次完整细致地估算出全国离地面 10 米高度上的风能资源储量。前不久进行的第三次全国风能资源评价，利用全国 2300 多个气象台站近 30 年的观测资料，对原有结果进行了重新计算和修正。结果表明我国东南沿海及附近岛屿、内蒙古和甘肃走廊、东北、西北、华北和青藏高原等部分地区风能开发利用价值很大。我国太阳能资源也十分丰富，总储量为 1.47×10^8 亿千瓦时/年，相当于 2.4 万亿吨标煤。丰富区主要集中在西藏、青海、新疆、甘肃、宁夏和内蒙古等西部地区。尤其是青藏高原地区，全年气候干旱，云量稀少，大气透明度高，其总辐射量和日照时数均为全国最高（图 3，注：该图引自中国气象局风能太阳能资源评估中心网页 <http://cwera.cma.gov.cn/>）。



中国大陆地 10 米高度年平均风功率密度分布图(90 年代)



中国太阳能资源分布图 (MJ/m² · year)

图 3 我国风能、太阳能资源分布图 (来源: <http://cwera.cma.gov.cn/>)

国外大部分国家都在风能资源详评的基础上绘制包含电网、地质、环境等信息的风能资源图谱（美国和欧洲国家风能资源图谱的精度达到 1×1 千米），在此基础上制订详细的风电发展规划，并建立相应的风能资源数据库。我国风电产业起步较早，但发展缓慢。其中，风资源评价体系、规划和管理相对滞后。最新的第三次全国风能资源评估也主要是利用气象站资料进行，空间精度不高，分布不尽合理，观测仪器的精度、观测的时间密度、数据质量等都亟待提高。评估手段相对单一，难以做到运用数值模式、GIS、卫星等多种高新技术方法，综合考虑多种因素系统地进行评估。资源评估以及风电场选址评估时，往往偏重于技术角度，忽略了经济因素，使得最终的成本效益不尽如人意。在风能资源评估模式、预测模式发展方面，我国起步较晚，迫切需要加快发展适用于我国地形地貌的高分辨率模式和软件。风能资源测量和评估市场也很不规范，许多风电行业人士希望气象部门能成为政府的权威机构，在该领域进行技术指导和规范化管理。

太阳能资源评估领域的情况也大致如此。

要改善这些问题，迫切需要气象部门加强观测，加强应用研究。将气候资源专业观测网（太阳辐射、风力强度监测网）和长期观测业务与“三站四网”建设更好地结合起来，在重点地区开展专门观测；在全国范围内开展风能、太阳能资源的多层次普查和可

利用资源的评估，在此基础上重新进行气候资源区划；加快模式发展，提高分辨率和模拟水平，尤其是未来要逐步提高模式对发电量的预测能力，保证电网的稳定性；综合观测和模式结果，开展资源精细评估，尽快建立较高精度的资源分布图谱（如水平分辨率 1×1 千米，垂直分辨率10米），整合全国气候资源数据库，为电场选址、设计提供系统化的技术支撑；对于已建成的风电场、太阳能电站，开展气象保障服务，为其运行、调度提供实时气象监测和预报服务；开展台风、沙尘暴、低温和覆冰等灾害性天气对风机等仪器设备的影响研究，制定符合我国气候特点的风电技术标准；开展气候变化对风能、太阳能资源影响等方面的研究，促进气候资源开发利用的可持续发展；等等。

此外，尽快制定有关技术规范和指导意见，规范气候资源开发利用的管理；加强与发改委、财政、电力、规划等部门的合作与联系，争取支持；做到产学研的良好结合，强化服务意识，密切与电力部门、开发商等的沟通，交流经验，及时了解用户需求；积极参加甚至争取主办一些有较大影响力的会议，加强宣传，提高气象部门在气候资源应用方面的影响力；加强人员培训等。

总之，如何更好地服务于新能源发展，在资源开发、利用方面做好研究和服务工作，气象工作者大有可为。