

## 可再生能源产业发展的就业效应

林 宝\*

**内容提要** 全球可再生能源产业的快速发展带来了大量新增就业，本文回顾了目前可再生能源就业效应研究的主要成果。可再生能源就业效应一般区分为直接效应、间接效应和引致性效应，以单位投资、容量或产出带来的人年数来衡量。现有研究主要采用经验因子法和投入产出法。研究显示，可再生能源行业的就业人数快速增长，且潜力巨大。几种主要可再生能源技术如风电、光伏发电、生物质发电等方面研究较多，不同研究所得到的就业效应因时间、项目规模和区域不同有所差异。可再生能源技术的就业效应高于煤电、天然气发电等传统能源部门。但总体上，现有研究仍然存在数据来源有限、研究方法偏简、研究范围较窄、研究结论可靠性有待提高等一系列问题，未来需要在数据收集、研究深度和广度等方面进一步加强。

**关键词** 可再生能源 就业效应 风能 太阳能 生物质能

随着化石能源逐渐消耗及全球气候变化日益引人关注，开发和利用可再生能源成为世界各国能源转型和实现可持续发展的重要选择。在政策支持和技术进步的双重推动下，近年来可再生能源产业迅猛发展，已经成为全球最富活力的产业之一。一些主要的可再生能源如生物质能、太阳能、风能等利用技术日趋进步，利用规模不断扩大，正在发电、供热和制冷、交通燃料等领域逐渐替代传统的化石能源（REN21，2011）。2012年，已有138个国家和地区制订了可再生能源发展目标，全球可再生能源新增投资达2440亿美元，发电装机（不含水电）总容量达到480吉瓦（REN21，2013）。

可再生能源产业快速发展不仅增加了能源供应，推动了经济增长，同时也带来了就业增长。随着投资规模和产业规模不断扩大，可再生能源产业正在快速增长，并且随着时间推移还在加速，可再生能源产业正在成为新增就业的重要来源（UNEP/ILO/

\* 林宝，中国社会科学院人口与劳动经济研究所，电子邮箱：linbao@cass.org.cn。

IOE/ITUC, 2008)。近年来,在与可再生能源相关的研究文献和发展报告中,对可再生能源产业发展就业效应的关注日渐增多,但估计方法、口径和结果各异。为了更好地理解可再生能源的就业效应,本文对该领域的研究成果进行简要的总结和评述。

## 一 可再生能源就业效应:概念及研究方法

### (一) 可再生能源就业效应的内涵

可再生能源是指来自于自然资源如阳光、风、雨、潮汐和地热等可以自然再生的能源,一般包括风能、太阳能、水能、生物质能、地热能、海洋能等非化石能源。在一些场合,可再生能源有时候不包括水电,或者是仅考虑小水电(10兆瓦,5兆瓦或2兆瓦以下)。可再生能源产业发展的就业效应主要是指可再生能源产业发展过程中投资或规模变化所引起的就业数量变动。就业效应作为宏观经济效应的一部分,通常包括直接(direct)效应、间接(indirect)效应和引致性(induced)效应。在不同的研究中,对这些效应的表述略有差异,但内涵基本一致。

对可再生能源就业各种效应的定义通常有两种做法:一种是从总体上定义宏观经济效应,将就业作为其中一个重要效应加以突出;另一种是直接定义可再生能源的各种就业效应。美国环保署(EPA, 2010)对就业的直接效应、间接效应和引致性效应进行了界定。直接效应是指发生在现场的或是与直接后果相关的销售量、收入或就业岗位变化。这里,可以将就业的直接效应理解为发生在行业内的就业岗位增减变化,如对装备制造企业组装风机岗位的影响。间接效应则是指引起上下游部门销售量、收入或就业岗位的变化,如引起了生产风机材料供应商的就业岗位增减。引致性效应则是指由于家庭、企业和政府消费方式改变而引起的销售量、收入或就业影响,也就是把从直接效应和间接效应中所获得的收入用于再消费对国民经济中其他行业所产生的影响。Wei et al. (2010)则直接定义了可再生能源的各种就业效应。直接就业是指在可再生能源技术设备零部件或电厂的设计、制造、运输、建设安装、项目管理、运行维护过程中创造的就业岗位。间接效应是指来自上下游厂商的“厂商效应”。如制造和安装风机是直接就业,冶炼制造风机所需的钢材则是间接就业。引致性就业是指受直接或间接影响的就业者的经济活动或消费对整个国民经济的消费引致性效应。IRENA (2011)也是直接定义了直接就业、间接就业和引致性就业,基本内涵与前两者基本一致,表述上略有差异:直接就业是与一个部门的核心活动相关的就业,包括原料供应、制造、项目开发(场地准备和安装)、运营和维护等;间接就业包括所有涉及可再生能

源技术生产、运营和维护的产业投入部门的就业；引致性就业是指可再生能源产业产生的财富在经济中消费，从而激发其他产业需求所导致的就业。

## （二）可再生能源就业效应的研究方法

### 1. 测量指标

按照就业效应的定义，测量就业效应实际上是要测算某一项经济活动（如投资、产出）或政策所引起的就业量的变化。由于不同就业岗位性质有差异，就业时间长短不一，因此有必要对一个工作机会或就业进行标准化处理，使不同的工作岗位创造的就业量可以按照同一个标准来衡量，从而使彼此之间具有可比性，可以进行加总和比较。在就业研究中，最常用的标准化方法是不同时间长短的就业折算为工作年（job-year）、人年（person-year）来计算，也可称为一个全时工作当量（full-time equivalent, FTE）。在可再生能源就业研究中，上述三种标准单位均有使用，但基本内涵一致。其基本方法是确定一个标准的年工作时间（通常是小时数或天数）为一个人年（工作年、FTE），然后将某工作岗位的年实际工作时间与标准时间进行比较，确定该工作岗位的实际工作量，如某设备需1个技术人员维修1个月，则就业量为1/12人年。将某项活动涉及的所有工作岗位的就业量进行加总，就是该活动所创造的就业量。这样，就可以对不同工种、不同技术、不同时间长短的就业进行比较和计算，如2个人工作6个月是一个人年，一个人工作12个月也是1个人年，一个人连续工作20年则是20个人年。在可再生能源就业的研究中，由于可再生能源存在风能、太阳能和生物质能等多种能源资源，发电、供热和生产燃料等多种利用技术以及生产、安装和运营等多个环节，为了便于比较，也需要对就业量进行标准化。

产业发展的就业效应更侧重于考察产业内投资或是产出的变化对就业量的影响。标准化只是解决对就业量的测量，分析就业效应则需要考察单位（或边际）投资或产出对应的就业量。在可再生能源就业效应研究中，一般采用三类指标进行测量：一是投资的就业效应系数，如每万元投资创造的就业机会，每百万美元创造的就业机会等。Weisbrod et al.（1995）的研究发现，在爱荷华州每投资100万美元于风电，可创造2.5个工作年的就业机会；REPP（2001）的研究发现，每投资100万美元于风电或光伏发电，可创造5.7个工作年的就业机会，而煤电为3.9个。REPP（2005）的研究发现，投资10亿美元于风电发电机部件可创造3000个FTE工作。二是产出的就业效应系数，如每吉瓦时创造的就业机会。Wei et al.（2010）的研究就是从这个角度总结了15项可再生能源和能源效率研究的就业效应。三是生产能力的就业效应系数，如每单位装机容量创造的就业机会。如在一些研究中，使用每兆瓦装机容量所创造的就业机

会来进行测量。Kammen (2007) 从这个角度总结了 13 项相关研究中的可再生能源就业效应。由于装机规模等生产能力与投资及产出之间都有较为稳定的数量关系, 根据单位造价和容量因子等可折算为投资的就业效应系数和产出的就业效应系数, 因此三类指标之间存在较为密切的联系。总体上看, 由于可再生能源是一个快速发展的行业, 单位造价可能因技术进步和规模效应等因素的影响出现较快的下降, 因而某一装机容量对应的投资也会发生较大变化, 而一旦装机容量确定, 发电量则相对稳定。因此, 除非是为了考察投资的影响, 否则如果单纯从就业效应的角度考虑, 采用产出或生产能力的就业效应系数作为测量指标可能更为准确和有参考价值。

## 2. 研究方法

研究可再生能源产业发展就业效应的方法概括起来有两类: 一类是基于一些经验参数对就业进行推算; 另一类则是基于可再生能源行业与其他经济部门之间的联系进行测算。EPA (2010) 在总结包含就业效应在内的清洁能源宏观经济效应评估方法时, 将这两类方法分别称为基础方法 (basic approaches) 和复杂方法 (sophisticated approaches)。

基础方法主要有经验因子法和估算模型。经验因子法主要应用在数据缺失、时间较紧时, 一般是利用其他更为精确的同类研究结果, 来分析要研究的经济活动或政策。在使用时, 一般应该注意计算该经验因子时的经济条件与使用该因子时条件的变化。估算模型一般是一些模型结构相对简单, 需求数据较少, 利用 EXCEL 等电子表格可直接实现的简单模型。基础方法可以提供简单、快速和低成本的分析, 对数据完备性和准确性的要求低于复杂方法, 提供的是一种近似结果, 准确性也略差。复杂方法主要有投入产出模型、计量模型、可计算一般均衡 (Computable General Equilibrium, CGE) 模型和混合模型。与基础方法相比, 这类方法的结果更为可靠、可信、详细, 往往可以测算长期的影响, 但其不够直观, 需要更为详尽的数据, 费时更多, 可能影响结果的假设条件众多。EPA (2010) 关于两类方法的详细总结见表 1。

上述基础方法和复杂方法已经被应用于可再生能源就业效应的研究之中。Wei et al. (2010) 总结现有的可再生能源就业效应研究, 发现主要使用了两类方法: (1) 投入产出模型, 这是一种“自上而下” (top-down) 的方法。该方法反映了可再生能源发展对整个经济的就业效应, 包括直接效应、间接效应和引致性效应, 因而也包括对其他部门的替代效应, 即可再生能源就业增长引起的其他行业就业的减少, 但使用该模型收集数据较为困难, 而且数据和模型往往也会存在时滞。(2) 基于电子表格的分析模型 (spreadsheet-based analytical models), 这是一种“自下而上” (bottom-up) 的方

法。大多数的这类模型只计算直接效应，但也有少量的可计算间接效应，尽管其通常不能反映可再生能源产业发展引起的化石能源部门就业的损失，但是更加易于理解和建模。这一模型中还可以引入敏感性分析，并且数据收集可以比投入产出模型更加频繁。与 EPA（2010）的分类相对应，前者属于复杂方法，后者属于基础方法。在具体研究中，最终选择何种方法，取决于许多不同的因素，包括时间限制、成本、数据、整体可行性等。Wei et al.（2010）总结的 2001 – 2009 年期间 13 项可再生能源就业效应研究成果中，只有 3 项采用投入产出模型，其他均采用基于电子表格的分析模型。

表 1 清洁能源宏观经济效应分析的基础方法和复杂方法比较

方法类型	工具举例	优点	缺点	使用条件
基础方法： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 经验因子法</li> <li>• 估算模型</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 经验因子</li> <li>• JEDI 模型</li> <li>• RMI 模型</li> <li>• REPP 劳动力计算器</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 透明</li> <li>• 需要较少的数据、时间、技术和人员投入</li> <li>• 便宜,通常免费</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 假设条件过简</li> <li>• 近似结果</li> <li>• 不够灵活</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 时间和条件有限</li> <li>• 高层、初步分析</li> <li>• 快速取得结果</li> <li>• 筛选政策选择供进一步分析</li> </ul>
复杂方法： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 投入产出模型</li> <li>• 计量模型</li> <li>• CGE 模型</li> <li>• 混合模型</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IMPLAN</li> <li>• RIMS II</li> <li>• RAND</li> <li>• BEAR</li> <li>• REMI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 更可靠</li> <li>• 更可信</li> <li>• 结果更详细</li> <li>• 可测算长期影响</li> <li>• 可说明经济内部的交互影响</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 不够透明</li> <li>• 需要更多时间、人力、技术、资料等投入</li> <li>• 软件较贵</li> <li>• 需要更具体的假设,可能影响结果</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 政策选择已经确定</li> <li>• 要求结果更为准确</li> <li>• 有充分的数据、时间和财务资源</li> </ul>

资料来源：EPA（2010）。

## 二 可再生能源行业就业规模及潜力

### （一）可再生能源行业的就业规模

由于可再生能源是一个新兴产业，大规模发展的时间较短、发展速度较快、各地区发展程度不一，准确估计其就业规模的难度较大，因此关于全球可再生能源就业总规模的研究结果并不多，而且不同研究结果之间存在较大差异。

本世纪初，国际能源署（IEA，2002）在一份报告中援引了加拿大可再生能源协会的估计结果：全球范围内，可再生能源发展创造了超过 1400 万个就业岗位。该报告没有说明估计的方法和口径，但是考虑到当时的可再生能源发展状况，这一估计应该包

含了可再生能源发展的全部就业效应，即包含直接效应、间接效应和引致性效应。参考后来的一些研究成果，即便包含了引致性效应，该估计结果也可能是偏高的。

来自联合国环境规划署等机构（UNEP/ILO/IOE/ITUC，2008）的研究显示：据不完全统计，2006年全球从事可再生能源相关工作的就业人数超过230万。其中，有30万人从事风电行业的工作；17万人在太阳能光伏发电行业就业；60万人开展太阳能热利用相关工作，其中绝大部分在中国；约120万人则在生物质能利用领域工作，主要集中在巴西、美国、德国和中国。该研究对各国就业效应的估计存在口径不一的问题，一些地区的数据主要是指可再生能源发展的直接就业人数，如西班牙；另一些地区则包含了间接效应，如美国、德国；还有一些则未说明到底是仅含直接效应还是也包括间接效应，如中国。此外，作为一种重要的可再生能源技术，水电的就业效应在这里并没有纳入考虑。

21世纪可再生能源政策平台（Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, REN21）发布的年度可再生能源发展报告，自2011年以来每年均关注可再生能源行业的就业情况。据其估计，2010年，全球可再生能源行业的就业人数快速增加，已经超过350万人：其中63万人在风电行业，35万人在太阳能光伏行业，150万人在生物燃料行业，30万人在太阳能热水器行业（REN21，2011）。2011年，全球可再生能源行业的就业规模达到了500万人。其中，中国超过160万人，欧盟超过110万人，巴西接近90万人，美国约40~50万人，印度35万人（REN21，2012）。2012年，全球可再生能源行业的就业人数约575万人（见表2）。其中，中国约175万人，欧盟约118万人，巴西约83万人，美国约61万人，印度约39万人（REN21，2013）。

REN21的可再生能源行业就业规模估计与（UNEP/ILO/IOE/ITUC，2008）的估计在统计口径上存在一些差异，这里既包含了直接效应，也包含了间接效应。另外，这里包含了小水电，但是各国关于小水电的定义却并不一致。即便是REN21的几个年度报告之间，在统计口径和数据上也存在不断调整的过程。如在2011年的报告中，估计全球从事与太阳能热水器相关工作的就业人数仅为30万人，2012年和2013年的报告中就业人数已经调整到约90万人，统计口径也调整为包括太阳能供热和制冷。与此同时，关于一些地区的就业数据估算也并不完整，如中国。在中国，除太阳能热发电处于刚刚起步阶段，就业人数不多外，小水电和地热均有大量从业人员，但上述报告中并没有获得这些领域的的数据。

表 2 2012 年全球及主要地区可再生能源行业就业人数估计

单位：千人

技术	全球	中国	欧盟	巴西	美国	印度
生物质发电和供热	753	266	274		152	58
生物液体燃料	1379	24	109	804	217	35
生物质燃气	266	90	71			85
地热	180		51		35	
小水电	109		24		8	12
太阳能光伏	1360	300	312		90	112
太阳能热发电	53		36		17	
太阳能供热/制冷	892	800	32		12	41
风电	753	267	270	29	81	48
合计	5745	1747	1179	833	612	391

资料来源：REN21（2013）。

总体上，关于全球可再生能源就业规模的估计在准确性和可信度上仍然需要提高，但是，可以基本判断的是，随着近年来可再生能源产业发展规模的扩大，行业就业人数也在随之增加，正在成为新增就业的重要来源。

## （二）可再生能源行业的就业潜力

可再生能源作为一个新兴行业，其就业增长潜力非常巨大。未来可再生能源行业的就业增长潜力主要体现在以下几个方面：一是产业规模的扩大，将产生新的劳动力需求；二是新技术的研发和引进，将带动相关劳动力需求的增长；三是可再生能源行业对整个国民经济影响的深度和广度进一步扩展，将带动相关行业劳动力需求的大量增加。

产业规模扩大是可再生能源保持就业增长潜力的根本源泉。从趋势上看，可再生能源发展前景被普遍看好，未来产业规模有望继续保持较快增长。这一方面是因为可再生能源的多重效益逐渐为各国政府和公众所认识，得到了各国政府和国际组织的大力推动；另一方面则是因为可再生能源技术的成本逐渐下降，经济性日益增强。各国政府之所以支持可再生能源的发展，主要有三个理由：一是增加能源的安全性；二是促进经济发展，特别是农业和农村、创新和高科技制造等相关部门的发展；三是保护气候和环境免受化石能源消耗的影响（IEA，2011）。随着可再生能源开发利用规模的日益扩大和技术进一步发展，可再生能源的开发利用成本呈下降趋势。以太阳能光伏发电技术为例，过去几十年其成本一直保持下降趋势，装机容量每增加一倍，其成本

可下降约 19.3%，而且这种下降趋势还在继续，并有望在 2013 年达到在电力市场中具有竞争力 (OECD/IEA, 2011)。基于不同产业发展情景，一些机构对可再生能源的就业潜力也有一些不同的估计结果。

在风能发展就业潜力方面，欧洲风能协会 (European Wind Energy Association, EWEA) 多次估计了欧洲的就业潜力。2009 年的预测显示，按照 2020 年风电装机容量 180 吉瓦和 2030 年容量达到 300 吉瓦测算，2020 年欧盟 27 国风能行业的就业规模将达到近 33 万人，2030 年则接近 38 万人，其中海上风电的就业潜力将逐步显现，2030 年将达到 21.5 万人，超过陆上风电的就业人数 (EWEA, 2009)；2012 年再次上调了预测结果，预计 2020 年和 2030 年欧盟风电装机容量分别可达 230 吉瓦和 400 吉瓦，2020 年欧盟风能行业就业潜力将达 52 万人，其中直接就业 28.9 万人；2030 年将达 79 万人，其中直接就业 44.1 万人 (EWEA, 2012)。

绿色和平组织 (Greenpeace) 和全球风能理事会 (Global Wind Energy Council, GWEC) 2006 年分别预测了在低、中、高风电装机规模情景下的全球风能行业就业潜力 (见表 3)。低方案 (基准方案) 情景是基于国际能源署 2004 年的国际能源展望报告预测结果；中方案则考虑了世界各国对风电发展的支持措施，并假定各国关于可再生能源或风电的发展目标可以实现；高方案则假定所有对可再生能源有利的政策选择都被选用。在低方案下 2030 年的就业人数约为 48.2 万人年，2050 年约为 65.4 万人年；中方案下 2030 年为 114.1 万人年，2050 年为 138.6 万人年；高方案下 2030 年和 2050 年则分别为 214.4 万人年和 279.6 万人年 (Greenpeace & GWEC, 2006)。

表 3 绿色和平组织和全球风能理事会预测的全球风能行业的就业潜力

		2020	2030	2040	2050
低方案	累计装机容量(吉瓦)	230.7	363.8	482.8	577.3
	年新增装机容量(吉瓦)	15.5	24.8	27.4	34.3
	就业潜力(万人年)	32.3	48.2	53.2	65.4
中方案	累计装机容量(吉瓦)	560.4	1128.7	1399.1	1556.9
	年新增装机容量(吉瓦)	77.4	58.3	97.7	71.0
	就业潜力(万人年)	131.1	114.1	166.4	138.6
高方案	累计装机容量(吉瓦)	1072.9	2106.7	2616.2	3010.3
	年新增装机容量(吉瓦)	186.8	117.0	142.3	156.4
	就业潜力(万人年)	290.0	214.4	250.7	279.6

资料来源：Greenpeace & GWEC (2006)。



在太阳能发展就业潜力方面，对太阳能光伏发电行业就业潜力的研究居多，对太阳能热利用行业就业潜力的研究则很少见。欧洲光伏产业协会（European Photovoltaic Industry Association, EPIA）和绿色和平组织对全球光伏产业的就业潜力进行了多次预测。2007 年报告中，根据不同的光伏产业发展情景，分三个方案预测了全球光伏产业的就业潜力。低方案（基准方案）是基于国际能源署 2006 年世界能源展望报告关于光伏发电装机容量的预测结果，假设光伏发电市场增长率在 2007 - 2010 年期间为 13%，2011 - 2020 年间为 13%，2021 - 2030 年间为 10%；中方案设想光伏产业发展获得的政治承诺较小、支持较少，假设光伏发电市场增长率在 2007 - 2010 年期间为 30%，2011 - 2020 年间为 21%，2021 - 2030 年间为 12%；高方案下设想光伏产业发展获得连续的、必要的政治支持，市场扶持措施使光伏发电实现规模经济和价格快速下降，假定市场增长率在 2007 - 2010 年期间为 40%，2011 - 2020 年间为 23%，2021 - 2030 年间为 15%。到 2030 年光伏产业就业人数大约在 28.7 万（低方案）、300 万（中方案）和 630 万（高方案）（EPIA/ Greenpeace, 2007）。2011 年的报告中调整了预测情景（表 4）。低方案（基准情景）是基于国际能源署 2009 年世界能源展望报告的相关预测结果，中方案（加速情景）是指延续目前的政策支持情况，高方案（范式转变情景）则是指需要采取一系列的政策措施进一步加大对光伏产业发展的支持力度。三个方案下的 2030 年就业潜力分别为 50.9 万、263.0 万和 354.7 万，2050 年的就业潜力分别为 69.3 万、431.5 万和 534.6 万（EPIA/ Greenpeace, 2011）。

表 4 欧洲光伏产业协会和绿色和平组织预测的全球光伏发电行业的就业潜力

		2020	2030	2040	2050
基准情景	累计装机容量(吉瓦)	76.9	155.8	268.9	377.3
	年新增装机容量(吉瓦)	5.9	18.7	19.9	20.1
	就业潜力(万人年)	18.7	50.9	47.6	69.3
加速情景	累计装机容量(吉瓦)	345.2	1081.1	2013.4	2988.1
	年新增装机容量(吉瓦)	59.0	96.2	162.3	174.8
	就业潜力(万人年)	169.1	263.0	402.7	431.5
范式转变情景	累计装机容量(吉瓦)	737.2	1844.9	3522.9	4669.1
	年新增装机容量(吉瓦)	135.4	136.8	250.0	250.0
	就业潜力(万人年)	378.2	354.7	556.4	534.6

资料来源：EPIA/Greenpeace（2011）。

在生物质能发展就业潜力方面,联合国环境规划署等机构(UNEP/ILO/IOE/ITUC, 2008)在分析了大量的研究报告后,预测到2030年,与生物质能相关的农业和其他产业可容纳1200万人就业。

从现有研究来看,未来随着可再生能源技术成本进一步下降和经济性的进一步改善,可再生能源行业的规模将持续扩大,就业潜力也将随之增大,这是毫无疑问的。但是,也必须看到,不同装机规模情景下的可再生能源就业敏感性较高,说明就业潜力到底多大还存在着较大的不确定性。

### 三 几种主要可再生能源技术的就业效应

在各种可再生能源技术中,风能、太阳能和生物质能利用是当前发展较快,就业规模较大的领域,也是可再生能源就业研究关注程度较高的几种技术。

#### (一) 风能发展的就业效应

风电是近年来发展最快的可再生能源技术之一。2012年全球风电累计装机容量达到了282578兆瓦,是1996年装机容量的40多倍,是2005年装机容量的4倍多。与累计装机容量相对应,每年新增的风电装机容量也呈快速增长态势。1996年新增容量为1280兆瓦,到2000年则达到了3760兆瓦,2005年增加到11531兆瓦,2010年达到了39059兆瓦,2012年则为44759兆瓦(GWEC, 2013)。2010年以前基本保持每5年翻3倍的增速,2010年后增速有所下降。

风电发展规模不断扩大,也带动行业就业人数的不断增加。根据联合国环境规划署等机构(UNEP/ILO/IOE/ITUC, 2008)的估计,2006年全球风电行业就业人数约为30万人。根据世界风能协会的估计,截止到2009年,全世界有55万人直接或间接从事与风能相关的行业(世界风能协会, 2010)。而根据REN21(2013)的估计,2012年全球风电行业就业人数已经达到了75.3万人,其中中国26.7万人,欧盟27万人,美国8.1万人,印度4.8万人。

风电产业链主要包括零部件制造、风机制造、风力发电三大部分。其中零部件制造、风机制造、风电场开发、安装运营维护、输配电、咨询和工程、研究开发、融资等众多环节均可创造直接就业机会,并且这些环节通过与其他产业部门的联系还可以创造间接就业机会,并进一步通过消费行为对整个国民经济产生引致性效应。根据EWEA对欧盟风能行业的调查,风机制造和零部件制造是风电发展创造就业的主要来源(见图1)。两项直接就业人数合计占2007年欧盟风能就业人数的59%,风场开发

和输配电等约占 25%，安装和运营维护等约占 11%（EWEA，2009）。在此之前，REPP（2006）对美国内华达州实施可再生能源配额制的研究也发现，2003 - 2013 年风电制造环节的就业机会约占全部就业机会的 66%。

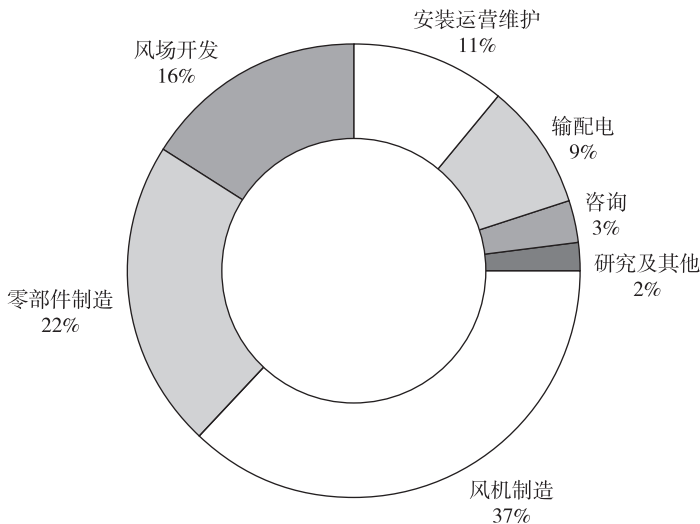


图 1 欧洲 2007 年风电行业直接就业在不同环节的构成

资料来源：EWEA（2009）。

风电发展的就业效应主要考察其就业效应系数。Kammen et al.（2004）总结了 REPP（2001）和欧洲风能协会两项关于风电发展就业效应的研究，发现在运营维护环节，二者的就业效应相等，均为 0.27 人年/兆瓦，但是在建设、安装和制造环节，二者相差悬殊。按照整个生命周期计算，前者为 0.43 人年/兆瓦，后者为 2.51 人年/兆瓦。按照发电量计算，则二者的直接就业效应系数分别为 0.08 人年/吉瓦时和 0.31 人年/吉瓦时。Wei et al.（2010）总结了 2001 - 2008 年间另外 5 项关于风电就业效应的研究，同样发现不同研究中风电的就业效应存在一定的差异，其直接就业效应系数在 0.1 ~ 0.26 人年/吉瓦时之间，平均为 0.17 人年/吉瓦时。其中，建设、安装和制造就业效应系数在 0.03 ~ 0.14 人年/吉瓦时之间，平均为 0.09 人年/吉瓦时；运营和维护效应系数在 0.05 ~ 0.13 人年/吉瓦时之间，平均为 0.08 人年/吉瓦时。在其后的就业效应预测中，Wei et al.（2010）就采用了 0.17 人年/吉瓦时作为风电直接就业效应的经验因子。Shirley & Kammen（2012）则分析了四个装机规模在 10 ~ 30 兆瓦之间的风电场的实际就业情况，发现直接就业效应系数在 0.07 ~ 0.25 人年/吉瓦时之间，平均为 0.16 人年/吉瓦时（见表 5）。

表5 不同研究项目测算的风电直接就业效应系数

序号	项目	按照整个运行期计算的就业效应系数				
		CIM (人年/MW <sub>a</sub> )	O & M (人年/MW <sub>a</sub> )	CIM (人年/GWh)	O & M (人年/GWh)	合计 (人年/GWh)
1	K1	0.43	0.27	0.05	0.03	0.08
2	K2	2.51	0.27	0.29	0.03	0.31
3	W1	1.15	1.14	0.13	0.13	0.26
4	W2	0.43	0.41	0.05	0.05	0.10
5	W3	1.25	0.50	0.14	0.06	0.20
6	W4	0.85	0.57	0.10	0.07	0.16
7	W5	0.29	0.83	0.03	0.09	0.13
8	S1	—	—	—	—	0.07
9	S2	—	—	—	—	0.18
10	S3	—	—	—	—	0.14
11	S4	—	—	—	—	0.25

注：CIM是指建设、安装和制造环节，O & M是指运营和维护环节，MW<sub>a</sub>是指考虑容量因子后的平均容量，GWh为吉瓦时。

资料来源：K1和K2来自Kammen et al. (2004)；W1-W5来自Wei et al. (2010)；S1-S4来自Shirley & Kammen (2012)。

风电发展的间接就业效应一般通过间接效应乘数与直接就业效应之间的关系来估算：间接效应系数等于直接效应系数乘以间接效应乘数。间接效应乘数的大小受产业结构、进出口状况和劳动生产率等因素的影响，不仅存在地区差异，也存在随时间的变化。根据EWEA (2012)给出的欧洲风能行业的直接就业和间接就业数据可计算出，2007-2010年间的间接效应乘数在0.68~0.78之间。在预测时，2010年采用的间接效应乘数为0.75，2020年和2030年则均采用了0.8。根据世界自然基金会(WWF, 2009)总结的欧洲各国风能行业的直接就业和间接就业数据可计算出，德国2007年的间接效应乘数为1.22，西班牙2007年的间接效应乘数为0.84，意大利2008年的间接效应乘数为2.39。Wei et al. (2010)采用了0.9的间接效应乘数来设计美国风电就业效应的测算模型。

## (二) 太阳能发展的就业效应

太阳能的主要利用技术有太阳能光伏发电、热发电和太阳能供热等多种，现有研究对太阳能光伏发电和热发电的关注较多，对太阳能供热等其他利用技术的就业效应

关注较少。

### 1. 太阳能光伏发电

光伏发电也是近年来快速发展的可再生能源技术之一。截至 2012 年底，全球太阳能光伏发电的累计装机容量超过 100 吉瓦，较上年增长超过 40%，年发电量可达到 110000 吉瓦时，新增装机容量连续两年超过 30 吉瓦。从地区看，欧洲仍然是最大的光伏应用市场，全球累计装机容量中欧洲所占比重约为 70%，2012 年新增装机容量中欧洲所占比重也超过了 50%（EPIA，2013）。

随着光伏发电规模的快速扩大，行业就业人数也随之增加。根据 UNEP/ILO/IOE/ITUC（2008）的估计，2006 年全球光伏发电的就业人数约为 17 万人，而根据 REN21（2013）的估计，2012 年全球光伏发电行业就业人数约为 136 万人，其中中国 30 万人，欧盟约 31 万人，印度 11 万人，美国 9 万人。

光伏发电的整个产业链涉及原材料供应、电池生产、电池组件生产、系统集成、运输安装、运行维护等多个环节，每个环节均能创造出一定数量的就业机会。REPP（2001）曾测算了美国每兆瓦光伏装机所需的劳动力需求。测算表明，电池组件生产、系统集成和安装是整个产业链中劳动力需求最大的环节，分别占全部劳动力需求的 30%、17% 和 15%（见图 2）。REPP（2006）对美国内华达州实施可再生能源配额制的研究发现，2003 - 2013 年光伏发电设备制造环节的就业机会约占全部就业机会的 72%。

研究结果显示，光伏发电在各种可再生能源技术中就业效应十分突出，其就业效应系数显著高于风电。Ban-Weiss et al.（2010）发现，每兆瓦的光伏发电装机可创造 20 人年的制造就业岗位和 13 人年的安装就业岗位。该研究还以日本和欧洲为例，发现 2002 年日本光伏发电每兆瓦装机的就业效应为 27.2 人年，欧洲为 28 人年。如果设备运行期按照 25 年计算，则 2002 年日本和欧洲光伏产业每兆瓦装机的直接就业效应系数为 1.1 人年/兆瓦和 1.12 人年/兆瓦。如果用发电量来表示就业效应，容量因子按照 20% 计算，则日本和欧洲分别为 0.62 人年/吉瓦时和 0.64 人年/吉瓦时。Wei et al.（2010）总结了三项关于光伏发电就业效应的研究，其中 EPRI/CEC（2001）的研究与另两项研究差异较大。EPRI/CEC（2001）的研究得到的直接就业效应系数为 0.23 人年/吉瓦时，而后两项研究的就业效应系数分别为 1.42 人年/吉瓦时和 0.95 人年/吉瓦时，三项研究的直接就业效应系数平均为 0.87 人年/吉瓦时。在 EPIA 和绿色和平组织 2011 年的一份报告中指出，目前光伏发电产业发展的平均就业效应是 30 人年/兆瓦，折算为整个寿命期（25 年）的效应，则按照装机容量测算的直接就业效应系数为 1.2

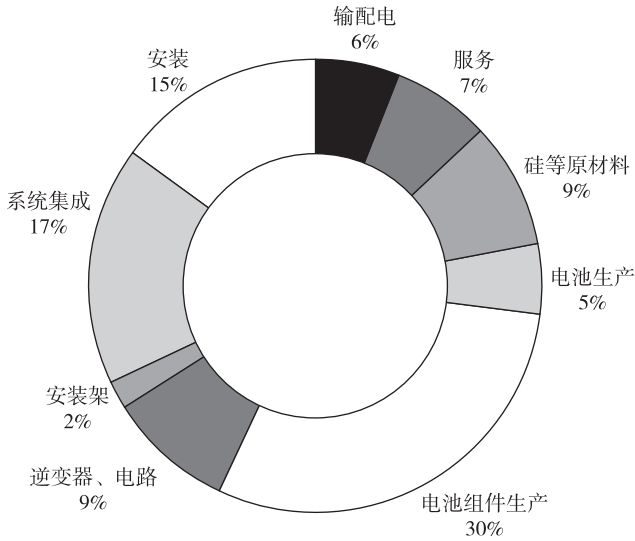


图2 1兆瓦光伏发电装机所需劳动力构成

资料来源：REPP（2001）。

人年/兆瓦，进一步折算成按照发电量测量的效应系数，则为 0.68 人年/吉瓦时（EPIA/Greenpeace, 2011）（见表6）。Shirley & Kammen（2012）分析了一个 65 千瓦光伏项目的就业效应。据测算，其直接就业效应系数高达 16.19 人年/吉瓦时。

表6 不同研究项目测算的太阳能光伏发电直接就业效应系数

序号	项目	按照整个运行期计算的就业效应系数				合计 (人年/GWh)
		CIM (人年/MW <sub>a</sub> )	O & M (人年/MW <sub>a</sub> )	CIM (人年/GWh)	O & M (人年/GWh)	
1	B1	—	—	—	—	0.62
2	B2	—	—	—	—	0.64
3	W1	7.40	5.00	0.84	0.57	1.42
4	W2	6.47	1.85	0.74	0.21	0.95
5	W3	1.43	0.60	0.16	0.07	0.23
6	E	—	—	—	—	0.68
7	S	—	—	—	—	16.19

注：CIM是指建设、安装和制造环节，O & M是指运营和维护环节，MW<sub>a</sub>是指考虑容量因子后的平均容量，GWh为吉瓦时。

资料来源：B1和B2基于Ban-Weiss et al.（2010）的基础数据测算；W1-W3来自Wei et al.（2010）；E基于EPIA/Greenpeace（2011）的基础数据测算；S来自Shirley & Kammen（2012）。

与此同时，光伏发电还可以创造大量的间接就业。Ban-Weiss et al. (2010) 的研究发现，每创造 1 个直接就业，就可再创造 1.8 ~ 2.8 个间接就业岗位，即间接效应乘数在 1.8 ~ 2.8。Wei et al. (2010) 采用了 0.9 的间接效应乘数来设计美国光伏发电就业效应的测算模型。

## 2. 太阳能热发电

在太阳能的几种利用技术中，热发电技术是目前市场规模最小的一种。截至 2012 年，全球太阳能热发电装机仅为 2550 兆瓦，其中有超过 2000 兆瓦是在 2010 年以后新增的。西班牙是太阳能热发电装机规模最大的国家，其运行的装机规模约占世界总量的四分之三，2013 年初开发和建设的装机容量约占世界在建容量的 60% (REN21, 2013)。根据 REN21 的估计，2010 年全球太阳能热发电行业的就业人数约 15000 人；2011 年全球约 4 万人，其中西班牙 2.4 万人，美国 0.9 万人；2012 年全球约 5.3 万人，其中西班牙 3.4 万人，美国 1.7 万人。

研究显示，太阳能热发电的直接就业效应低于太阳能光伏。EPRI/CEC (2001) 的研究发现，太阳能热发电每兆瓦装机容量需要建设安装人员 5.71 人年，运营维护人员 0.22 人年。NREL (2006) 的研究表明，2008 年 100 兆瓦太阳能热发电装机容量需要建设安装 455 人年，运营维护 38 人年。Wei et al. (2010) 比较了这两项研究及另一项研究成果，按照运行寿命 25 年，容量因子 40% 计算，发现太阳能热发电的直接就业效应系数在 0.13 ~ 0.40 人年/吉瓦时之间，平均为 0.23 人年/吉瓦时。其中，建设、安装和制造环节就业效应系数在 0.05 ~ 0.12 人年/吉瓦时之间，运营维护环节就业效应系数在 0.06 ~ 0.29 人年/吉瓦时之间 (见表 7)。

表 7 不同研究项目测算的太阳能热发电直接就业效应系数

序号	项目	按照整个运行期计算的就业效应系数				
		CIM (人年/MW <sub>a</sub> )	O & M (人年/MW <sub>a</sub> )	CIM (人年/GWh)	O & M (人年/GWh)	合计 (人年/GWh)
1	W1	1.03	2.50	0.12	0.29	0.40
2	W2	0.45	0.95	0.05	0.11	0.16
3	W3	0.57	0.55	0.07	0.06	0.13

注：CIM 是指建设、安装和制造环节，O & M 是指运营和维护环节，MW<sub>a</sub> 是指考虑容量因子后的平均容量，GWh 为吉瓦时。

资料来源：Wei et al. (2010)。

太阳能热发电的间接就业效应比较突出。根据 NREL (2006) 的研究成果推算, 建筑安装就业效应的间接效应乘数约为 7.69, 运营维护就业效应的间接效应乘数约为 1.47, 按照运行期 25 年, 容量因子 40% 计算, 太阳能热发电就业效应的间接效应乘数约为 3.5。Wei et al. (2010) 在设计美国太阳能热发电就业效应测算模型时采用的间接效应乘数仍然是 0.9。

### 3. 太阳能热水器

截至 2011 年底, 全球太阳能热水器保有量达到 247 吉瓦, 当年新增 51 吉瓦 (超过 7200 万平方米) (REN21, 2013)。中国是太阳能热水器的主要生产国和应用国, 2011 年太阳能热水器年产量达到 5760 万平方米, 总保有量达到 1.94 亿平方米 (罗振涛, 2011), 二者分别占当年世界产量和保有量的 80% 和 55% 以上。虽然太阳能热水器以户用系统为主, 在运行维护方面需要的劳动力较少, 但是如此巨大规模的安装量, 显然需要大量的制造和安装人员, 对上下游产业的就业拉动也是相当可观, 但是目前关于太阳能热水器的就业效应还没有见到比较深入的公开研究成果。现有的一些估计大多对估算方法语焉不详, 结果准确性也还需更多、更深入的研究来验证。联合国环境规划署等机构 2008 年估计, 2006 年全球约有超过 62.4 万人在太阳能热利用行业就业, 其中 60 万人在中国 (UNEP/ILO/IOE/ITUC, 2008)。REN21 于 2011 年估计, 2010 年全球有 30 万人在从事太阳能热水器相关工作, 其中 25 万人在中国。在其后两年的报告中, REN21 估计在 2011 年、2012 年全球从事太阳能供热或制冷的人数约 90 万人, 其中 80 万人在中国。

### (三) 生物质能发展的就业效应

生物质能利用技术种类繁多, 但大多数利用技术的就业效应还未见公开研究成果, 只有为数不多的关于生物质发电、生物液体燃料等就业效应的研究。

#### 1. 生物质发电

生物质发电包括多种类型, 主要有生物质直燃发电、垃圾发电、气化发电、热电联产等形式。自 1991 年以来, 全球以生物质能为燃料的电力供应一直稳步增长, 到 2009 年生物质能发电大约 248000 吉瓦时, 约相当于全球发电量的 1.24% (OECD/IEA, 2011)。据估计, 2012 年底, 全球生物质发电累计装机达到了 83 吉瓦, 较 2011 年增长 12%, 全年总发电量为 350000 吉瓦时, 较上年增长 5%。美国是全球生物质发电装机最多的国家, 2012 年累计装机达到 15 吉瓦, 约占全球总量的 18%, 总发电量为 65000 吉瓦时 (REN21, 2013)。

据不完全统计, 2010 年德国生物质发电行业就业人数约 12 万人, 美国约 6.6 万



人，西班牙约 5000 人（REN21，2011）；2012 年全球生物质发电和供热行业就业人数达 75.3 万人，其中欧盟 27.4 万人，中国 26.6 万人，美国 15.2 万人（REN21，2013）。

生物质发电技术与风电及太阳能利用技术相比，除了在建设、安装、制造、运营、维护等环节创造就业机会外，还在燃料供应方面创造一定的就业岗位。生物质发电一般包含四个阶段：一是燃料供应环节，包括燃料作物的种植和管理、收割、处理和储运等；二是电厂设计和开发，包括选择技术供应商、厂址选择和规划、电厂设计、零部件采购；三是建设和安装，包括厂址准备、电厂建设、电厂安装调试、转交等；四是电厂运营，包括燃料采购和签约、电厂维护、健康和安全管理、员工和现场管理等。每个阶段均会创造一定的就业机会。根据测算，电厂建设和安装调试是创造就业的主要环节，约占劳动力需求的 71%（NNFCC，2012）（见图 3）。

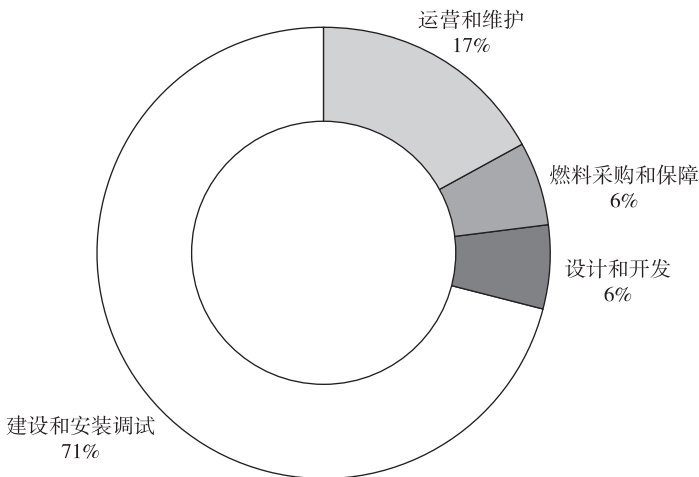


图 3 生物质发电的劳动力需求构成

资料来源：NNFCC（2012）。

多个研究计算了生物质发电的直接就业效应系数（见表 8）。根据 EPRI/CEC（2001）测算，每兆瓦生物质发电装机，在建设安装环节可创造 4.29 个就业岗位，在运营维护环节可创造 1.53 个就业岗位。REPP（2001）测算的直接就业效应系数在 3.8 ~ 21.8 人年之间。Wei et al.（2010）将上述两个研究的直接就业效应系数折算成以发电量表示，分别为 0.22 人年/吉瓦时和 0.19 人年/吉瓦时。来自加拿大的一项研究（CAREC，2004）发现，在加拿大生物质发电建设安装环节的直接就业效应系数为 2 人年/兆瓦，运行维护环节为 0.95 人年/兆瓦，折算为按照电量表示则直接就业效应系数

为 0.14 人年/吉瓦时。NNFCC (2012) 对生物质发电厂商的调查显示, 每兆瓦装机在电厂设计和开发、运营和安装调试阶段创造的就业机会分别是 0.94 人年和 12.32 人年, 在运营和燃料供应环节创造的就业机会分别是 1.01 人年和 0.2 人年, 其中两个环节的就业是阶段性的, 后两个环节的就业是延续整个设备运行期的, 折算为发电量表示的直接就业效应系数则为 0.20 人年/吉瓦时。

表 8 不同研究项目测算的太阳能热发电直接就业效应系数

序号	项目	按照整个运行期计算的就业效应系数				
		CIM (人年/MW <sub>a</sub> )	O & M (人年/MW <sub>a</sub> )	CIM (人年/GWh)	O & M (人年/GWh)	合计 (人年/GWh)
1	W1	0.13	1.80	0.01	0.21	0.22
2	W2	0.25	1.42	0.03	0.16	0.19
3	C	0.06	1.12	0.01	0.13	0.14
4	N	0.39	1.42	0.04	0.16	0.20

注: CIM 是指建设、安装和制造环节, O & M 是指运营和维护环节, MW<sub>a</sub> 是指考虑容量因子后的平均容量, GWh 为吉瓦时。

资料来源: W1-W2 来自 Wei et al. (2010); C 基于 CAREC (2004) 的相关数据测算; N 基于 NNFCC (2012) 的相关数据测算。

关于生物质发电的间接效应乘数的研究比较少见, 根据 UNEP/ILO/IOE/ITUC (2008) 关于美国生物质发电直接就业和间接就业人数可计算出, 2006 年美国生物质发电行业的间接就业乘数约为 1.3 左右。

## 2. 生物液体燃料

生物液体燃料是生物质能利用的一个重要方向。燃料乙醇和生物柴油是当前世界最主要的生物液体燃料。2012 年, 全球燃料乙醇产量约为 831 亿升, 其中美国约 504 亿升; 生物柴油产量约 225 亿升, 其中美国约 36 亿升。生物液体燃料行业创造了所有可再生能源技术中最多的就业机会。REN21 估计, 2012 年全球生物液体燃料行业就业人数约 140 万人, 其中巴西约 80 万人, 美国约 21.7 万人, 欧盟约 10.9 万人, 中国约 2.4 万人 (REN21, 2013)。

生物液体燃料行业的就业岗位主要集中在原料供应、批发销售、交通运输等环节。据 Urbanchuk (2009) 对美国燃料乙醇产业的分析, 原料供应约占所有就业机会的 60%, 批发销售环约占 12%, 交通运输环约占 10%。

生物液体燃料的直接就业效应系数在不同的研究中也变化较大。CEC (2005) 在

一份报告中对生物液体燃料就业效应系数的变化这样总结：在几项研究中，直接和间接效应之和分别为 16000 ~ 26000 FTE/百万吨油当量、4300 ~ 14520 FTE/百万吨油当量和 6300 ~ 10500 FTE/百万吨油当量。一项研究认为间接效应约占就业效应的 18%（来自于农业投入），直接效应约占 54%（来自于种植和储存），另有 28% 来自于生物液体燃料的生产和运输（没有区分直接就业效应和间接就业效应）。在预测欧盟 25 国的生物液体燃料的就业潜力时，该报告选择的直接就业效应系数为 8100 FTE/百万吨油当量。

根据美国 2006 年生物柴油和燃料乙醇行业的直接就业人数和间接就业人数（UNEP/ILO/IOE/ITUC, 2008）可计算出，生物液体燃料行业的间接效应乘数约为 1.29 ~ 1.3 左右。

#### 四 可再生能源与传统能源部门就业效应的比较

利用可再生能源发电或供热等会对传统的能源发电或供热等产生替代作用。以发电为例，这种替代作用表现在两个方面：一是可再生能源发电技术的发展会减少对新增传统能源发电的需求；二是可再生能源发电技术的发展甚至可能直接减少对现有传统能源发电的需求。这种在能源上的替代作用终究也会体现在就业上，即：可再生能源发电部门的就业可能会造成传统能源发电部门新增就业的减少或是现有就业的减少。因此，比较可再生能源技术的就业效应与传统能源部门的就业效应，有助于了解可再生能源产业的发展对未来劳动力市场的影响。

现有的研究表明，大多数可再生能源技术比传统能源如煤、天然气等部门的就业效应系数更高。从容量、发电量和投资等多个角度测算的就业效应系数均呈现出类似的结果。

从容量角度测算，每兆瓦可再生能源技术比煤电和天然气发电创造更多的就业机会。UNEP/ILO/IOE/ITUC（2008）报告总结了 2001 - 2004 年间的一些研究结果，发现在寿命期内太阳能光伏发电每兆瓦平均容量可创造 6.96 ~ 11.01 个就业岗位，风电平均每兆瓦容量可创造 0.7 ~ 2.78 个就业岗位，生物质能发电可创造 0.78 ~ 2.84 个就业岗位，而燃煤发电和天然气燃烧发电每兆瓦容量分别只能创造 1.01 个和 0.95 个就业岗位。另一项研究（CCEF, 2012）综合多来源的研究结论也得出了类似的结果，每兆瓦有效容量下，煤电对应的就业是 0.8 人年，天然气发电是 0.35 人年，可再生能源中最低的风电也有 0.85 人年，其他可再生能源技术大多在 6 人以上。

从发电量角度测算的可再生能源技术就业效应系数同样相对更高。美国电力部门针对不同发电技术的一项评估发现,煤电和天然气发电的直接就业效应系数均为0.11人年/吉瓦时,而所有可再生能源发电技术的就业效应均高于煤电和天然气发电的就业效应。其中,生物质发电的就业效应系数是0.22人年/吉瓦时,地热发电的就业效应系数是0.25人年/吉瓦时,太阳能光伏发电的就业效应系数是0.91人年/吉瓦时,风电的就业效应系数是0.17人年/吉瓦时(Engel & Kammen, 2009)。Wei et al. (2010)对不同技术的比较研究中,得出的结果与此也基本类似。CCEF(2012)总结的研究结论中,可再生能源技术中除风电的就业效应略低于煤电就业效应外,其他均显著高于煤电:煤电为0.11人年/吉瓦时,天然气发电为0.04人年/吉瓦时,风电为0.1人年/吉瓦时,太阳能热发电为0.41人年/吉瓦时,光伏发电为0.69~1.31人年/吉瓦时,小水电、地热和生物质发电均超过了0.7人年/吉瓦时。

从投资角度测算,每单位可再生能源技术投资创造的就业机会也多于单位煤电投资所创造的就业机会。REPP(2001)的研究显示,投资100万美元于煤电可创造3.96人年的就业机会,而投资于风电和光伏发电分别可创造5.7人年和5.65人年的就业机会。

## 五 结论及研究展望

基于可再生能源产业发展就业效应的研究结果,可以得出一些基本的结论。首先,快速发展的可再生能源产业就业正在成为全球新增就业的重要来源。风电、太阳能和生物质能等主要可再生能源的市场规模正在快速扩张,带动了相关就业的增长。随着未来可再生能源利用规模的进一步扩大,还将带来巨大的就业潜力。其次,可再生能源比传统能源利用方式如火电、天然气发电的就业效应系数更高。因此,可再生能源技术在替代传统能源技术的同时,还将带来就业的增长。再次,不同的可再生能源技术之间就业效应存在明显的差异,即便是同一可再生能源技术在不同的地区、不同的时间甚至是不同的项目中,就业效应系数也不相同,这主要与项目的规模、产业发展的不同阶段以及各地区不同的产业结构、劳动生产率等一系列因素有关。

从当前研究现状看,也明显存在一些不足:一是可再生能源就业效应的研究方法还相对简单,除少数研究局部地区的成果使用了投入产出法,大多数研究采用经验因子法来测算和预测可再生能源的就业规模和潜力。这种方法的最大局限在于需要由小推大,由局部推导整体,准确性上有所欠缺。二是一些研究的统计口径交

待不清楚，所指就业是直接就业还是包含间接就业未作说明。三是对直接就业关注较多，对间接就业关注较少，对引致性就业几乎没有研究。四是一些关于全球就业状况的数据是对少数主要国家的简单加总，未做进一步推断，因此显然会低估全球就业规模。五是一些重要的可再生能源技术如太阳能热水器、生物液体燃料等，在推广使用规模和就业人数上均处于各类可再生能源技术的领先地位，但遗憾的是相关研究很少，关注度明显不够。六是中国、巴西、印度等新兴国家不仅是当前可再生能源利用规模较大的地区，也是可再生能源发展较快的地区，但是至今没有出现相关的系统研究成果。

可再生能源就业效应研究出现上述不足的原因主要有两个方面。一方面，尽管可再生能源发展迅速，但是总体上其就业人数在全部就业中的比重还较低，所以在一些国家其就业贡献还未得到真正重视，相关研究被忽视；另一方面，由于发展时间短、规模小，在国民经济中的份额较小，研究所需的一些基础数据不易获得，如没有行业就业统计数据，没有将可再生能源作为单独部门的投入产出核算等，致使研究无法深入。

从前景来看，随着可再生能源在国民经济和能源结构中的地位日益重要，规模不断扩大，就业人数持续增长，可再生能源就业效应研究也必将涌现更多的成果。预计未来可再生能源就业研究依然将围绕不同可再生能源技术的就业效应系数、就业规模和潜力等方面展开，但会出现一些新的变化：关注的可再生能源技术将更多，并从发电向供热和其他可再生能源应用领域拓展；对就业效应系数的分析将更为全面，从直接就业效应系数拓展到间接效应系数、引致性效应系数，并对各个环节的就业效应系数进行更细致的分解；对就业规模和潜力的估计将更为科学，包含的技术种类更为丰富、地区更为全面、数据将更多基于各地区的研究成果而非估计数。随着数据基础的改善，各地区有望开发出更多的适合本地区的宏观经济分析模型或是就业效应分析模型，使可再生能源就业效应研究逐步走向模型化。即便是采用经验因子法，也将更加注重不同因子产生的背景和适用的条件，使测算更加科学。

## 参考文献：

罗振涛（2011），《中国太阳能热利用产业发展“十一五”回顾和“十二五”展望》，  
<http://www.gxtyn.cn/index.php?m=content&c=index&a=show&catid=6&id=>

744, 访问日期: 2013年11月12日。

- 世界风能协会 (2010), 《2009年世界风能报告》, [http://www.wwindea.org/home/images/stories/worldwindenergyreport2009\\_cn.pdf](http://www.wwindea.org/home/images/stories/worldwindenergyreport2009_cn.pdf), 访问日期: 2011年6月10日。
- Ban-Weiss, George et al. (2010). Solar Energy Job Creation in California. University of California at Berkeley, cited from Stalix: Solar Energy Job Creation, Accessed November 10, 2013, <http://stalix.com/Solar%20Energy%20Job%20Creation.pdf>.
- California's Clean Energy Future (CCFE) (2012). Preliminary Estimates of Job Creation. Accessed November 12, 2013, <http://www.bioin.or.kr/fileDown.do?seq=16187>.
- Clean Air Renewable Energy Coalition (CAREC) (2004). Canadian Renewable Electricity Development: Employment Impacts. Accessed November 12, 2013, <http://www.cleanairrenewableenergycoalition.com/documents/employment-predictions.pdf>.
- Commission of European Communities (CEC) (2005). Impact Assessment on the Communication on a Biomass Action Plan. Accessed November 12, 2013, [http://ec.europa.eu/smart-regulation/impact/ia\\_carried\\_out/docs/ia\\_2005/sec\\_2005\\_1573\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/smart-regulation/impact/ia_carried_out/docs/ia_2005/sec_2005_1573_en.pdf).
- Electric Power Research Institute (EPRI) and California Energy Commission (CEC) (2001). California Renewable Technology Market and Benefits Assessment. Accessed November 12, 2013, <http://www.epri.com/search/Pages/results.aspx?k=California%20Renewable%20Technology%20Market%20and%20Benefits%20Assessment>.
- Engel, Ditlev & Daniel M. Kammen (2009). Green Jobs and the Clean Energy Economy. Accessed December 2, 2013, [http://rael.berkeley.edu/sites/default/files/old-site-files/TLS%20Four\\_May2209\\_1.pdf](http://rael.berkeley.edu/sites/default/files/old-site-files/TLS%20Four_May2209_1.pdf).
- European Photovoltaic Industry Association (EPIA) (2013). Global Market Outlook: For Photovoltaics 2013 - 2017. Accessed December 2, 2013, <http://www.epia.org/home/>.
- European Photovoltaic Industry Association (EPIA) /Greenpeace (2007). Solar Generation IV. Accessed November 8, 2013, <http://www.greenpeace.org>.
- European Photovoltaic Industry Association (EPIA) /Greenpeace (2011). Solar Generation 6: Solar Photovoltaic Electricity Empowering the World. Accessed November 8, 2013, <http://www.greenpeace.org>.
- European Wind Energy Association (EWEA) (2009). Wind at Work: Wind Energy and Job Creation in the EU. Accessed November 8, 2013, [http://www.ewea.org/fileadmin/ewea\\_documents/documents/publications](http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/publications).

- European Wind Energy Association (EWEA) (2012) . Green Growth: The Impact of Wind Energy on Jobs and the Economy. Accessed November 8, 2013, <http://www.ewea.org/>.
- Global Wind Energy Council (GWEC) (2013) . Global Wind Report: Annual Market Update 2012. Accessed December 8, 2013, [http://www.gwec.net/wp-content/uploads/2012/06/Annual\\_report\\_2012\\_LowRes.pdf](http://www.gwec.net/wp-content/uploads/2012/06/Annual_report_2012_LowRes.pdf).
- Greenpeace & Global Wind Energy Council (GWEC) (2006) . Global Wind Energy Outlook 2006. Accessed November 8, 2013, <http://www.greenpeace.org/international/Global/international/planet-2/report/>.
- International Energy Agency (IEA) (2002) . Renewable Energy... into the Mainstream. Accessed November 7, 2013, [http://anetce.com/2002\\_iea\\_renewables54.pdf](http://anetce.com/2002_iea_renewables54.pdf).
- International Energy Agency (IEA) (2011) . Renewable Energy: Policy Considerations for Deploying Renewables. Accessed November 7, 2013, [http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Renew\\_Policies.pdf](http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Renew_Policies.pdf).
- International Renewable Energy Agency (IRENA) (2011) . Renewable Energy Jobs: Status, Prospects & Policies. Accessed November 12, 2013, <http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/RenewableEnergyJobs.pdf>.
- Kammen, Daniel (2007) . Green Jobs Created by Global Warming Initiatives. Accessed November 5, 2013, [https://coolcaliforniachallenge.berkeley.edu/sites/default/files/old-site-files/2007/kammen\\_senate\\_epw-9-26.pdf](https://coolcaliforniachallenge.berkeley.edu/sites/default/files/old-site-files/2007/kammen_senate_epw-9-26.pdf).
- Kammen, Daniel, Kamal Kapadia & Matthias Fripp (2004) . Putting Renewables to Work: How Many Jobs Can the Clean Energy Industry Generate? A Report of the Renewable and Appropriate Energy Laboratory, University of California, Berkeley, accessed December 8, 2013, <http://socrates.berkeley.edu/~rael/papers.html#econdev>.
- National Non-Food Crops Centre (NNFCC) (2012) . UK Jobs in the Bioenergy Sectors by 2020. Accessed November 12, 2013, <https://www.gov.uk/.../5131-uk-jobs-in-the-bioenergy-sectors>.
- National Renewable Energy Laboratory (NREL) (2006) . Economic, Energy, and Environmental Benefits of Concentrating Solar Power in California. Accessed November 8, 2013, <http://www.nrel.gov/docs/fy06osti/39291.pdf>.
- OECD/IEA (2011) . Renewable Energy: Markets and Prospects by Technology. Accessed November 2, 2013, [www.iea.org/publications/freepublications/.../Renew\\_Tech.pdf](http://www.iea.org/publications/freepublications/.../Renew_Tech.pdf).

- Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21) (2011) . Renewables 2011 Global Status Report. Accessed June 12, 2013, <http://www.ren21.net>.
- Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21) (2012) . Renewables 2012 Global Status Report. Accessed June 12, 2013, <http://www.ren21.net>.
- Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21) (2013) . Renewables 2013 Global Status Report. Accessed November 12, 2013, <http://www.ren21.net>.
- Renewable Energy Policy Project (REPP) (2001) . The Work That Goes into Renewable Energy. Research Report No. 13, accessed October 4, 2013, [http://www.repp.org/articles/static/1/binaries/LABOR\\_FINAL\\_REV.pdf](http://www.repp.org/articles/static/1/binaries/LABOR_FINAL_REV.pdf).
- Renewable Energy Policy Project (REPP) (2005) . Component Manufacturing: Ohio's Future in the Renewable Energy Industry. Technical Report, accessed October 4, 2013, [http://www.repp.org/articles/static/1/binaries/Ohio\\_Manufacturing\\_Report\\_2.pdf](http://www.repp.org/articles/static/1/binaries/Ohio_Manufacturing_Report_2.pdf).
- Renewable Energy Policy Project (REPP) (2006) . Jobs and Renewable Energy Project. Final Technical Report, accessed October 4, 2013, <http://www.osti.gov/scitech/servlets/purl/899887>.
- Shirley, Rebekah & Daniel Kammen (2012) . Estimating the Potential Impact of Renewable Energy on the Caribbean Job Sector. Accessed November 10, 2013, <http://www.rael.berkeley.edu>.
- UNEP/ILO/IOE/ITUC (2008) . Green Jobs: Towards Decent Work in a Sustainable, Low-Carbon World. Accessed November 3, 2013, [http://www.ilo.org/global/topics/green-jobs/publications/WCMS\\_158727/lang-en/index.htm](http://www.ilo.org/global/topics/green-jobs/publications/WCMS_158727/lang-en/index.htm).
- Urbanchuk, John M. (2009) . Contribution of the Ethanol Industry to the Economy of the United States. Accessed November 12, 2013, [http://www.ethanol.org/pdf/contentmgmt/Contribution\\_of\\_the\\_Ethanol\\_Industry\\_to\\_the\\_Economy\\_of\\_the\\_United\\_States\\_2011-1.pdf](http://www.ethanol.org/pdf/contentmgmt/Contribution_of_the_Ethanol_Industry_to_the_Economy_of_the_United_States_2011-1.pdf).
- US Environmental Protection Agency (EPA) (2010) . Assessing the Multiple Benefits of Clean Energy: A Resource for States. U. S. State and Local Climate and Energy Programs, accessed June 12, 2013, [http://www.epa.gov/statelocalclimate/documents/pdf/epa\\_assessing\\_benefits.pdf](http://www.epa.gov/statelocalclimate/documents/pdf/epa_assessing_benefits.pdf).
- Wei, Max, Shana Patadia & Daniel Kammen (2010) . Putting Renewables and Energy Efficiency to Work: How Many Jobs can the Clean Energy Industry Generate in the US? *Energy Policy*, 38, 919 – 931.



Weisbrod, Glen, Karen Polenske, Teresa Lynch & Xianuan Lin (1995) . The Long-Term Economic Impact of Energy Efficiency and Renewable Energy Programs for Iowa. Accessed November 3, 2013, <http://www.edrgroup.com/library/energy-environment/iowa-energy.html>.

World Wide Fund For Nature (WWF) (2009) . Low Carbon Jobs for Europe: Current Opportunities and Future Prospects. Accessed November 10, 2013, [http://www.oceanrenewable.com/wp.../low\\_carbon\\_jobs\\_final.pdf?](http://www.oceanrenewable.com/wp.../low_carbon_jobs_final.pdf?).

## Employment Effects of Renewable Energy Industry Development

Lin Bao

(Institute of Population and Labor Economics, Chinese Academy of Social Sciences)

**Abstract:** Rapid growth of renewable energy industry has brought lots of new jobs globally. This paper reviews existing studies on employment effects of renewable energy development. The employment in renewable energy industry can generally be divided to direct, indirect and induced one, and it is expressed by person-year based on unit investment, capacity or generation. Two approaches are usually used in the employment effect researches: rule-of-thumb factors and I-O model. These researches show that employment in renewable energy industry grows rapidly and has huge potential. Several technologies such as wind power, solar PV and biomass power are concerned rather more than other technologies, but the results are different because of their different periods, scales and areas. The employment effects of renewable energy technologies are higher than those of traditional energy technologies such as coal power and natural gas power. Generally, several problems still exist in these studies such as data limitation, too simple approaches, narrow study area and bad reliability in results. It is needed to improve in data collection, research depth and scope.

**Keywords:** renewable energy, employment effect, wind energy, solar energy, biomass energy

**JEL Classification:** J21, J44, N70

(责任编辑: 王美艳)