

# 让太阳能 的光芒照亮全世界

——访中国可再生能源学会副理事长孟宪淦先生



孟宪淦：

中国可再生能源学会副理事长，高级工程师。从1974年起从事太阳能利用工作至今。1977~1979年在北京市新技术研究所从事太阳能科研工作并参与筹建北京市太阳能研究所。1979~1982年在北京市太阳能研究所从事科研工作。

1982年以后在中国太阳能学会、中国可再生能源学会任办公室主任、副秘书长、秘书长、副理事长等职。35年来，经历了我国发展可再生能源的全过程。

● **编辑：**孟先生，请您介绍一下太阳能利用在我国可再生能源战略中的定位。

● **孟：**可再生能源的核心就是太阳能。地球上除了地热、核能以外，其它所有的能源都来自于太阳，都与太阳有关。所以在过去，比如20世纪70年代以前或更早的时候，我们把太阳能看成是广义的，就是指与太阳有关的所有能源。比如煤炭、石油，都是古时的植物、动物演变而来的。而植物就是通过光合作用固碳的。但是现在，国际上把太阳能划归为可再生能源的一种。我国的《可再生能源法》把可再生能源分为6种，即水能、太阳能、风能、生物能、海洋能、地热能。这就是狭义的太阳能。实际上除了地热能（地热能是在地球形成时就具有的）外，其它5种都来自于太阳。现在所指的太阳能，主要是指直接利用的太阳能。

现在的太阳能利用，主要涉及3个方面：一是太阳能的热利用，即光热转换；一个是光伏发电，即光电转换；再一个是光化学，即光和化学能的转换。在形成的相关产业中，规模比较大的就是太阳能的热利用和光伏发电。光化学目前还处在研究、示范阶段。什么叫光化学，比如绿色植物的光合作用就是光化学。绿色植物光合作用的效率一般只有0.5%，如果将光合作用的效率提高1倍，那么就相当于粮食产量提高了1倍。所以从长远来看，光化学的前景是非常好的。

● **编辑：**请您谈谈目前太阳能热利用的产业化状况。

● **孟：**太阳能热利用目前产业化最好的就是太阳能热水器。太阳能热水器是具有中国特色的一种新能源产品。目前中国的太阳能热水器累计安装已达1.25亿 $m^2$ 。2008年中国太阳能热水器的产量已达到3100万 $m^2$ ，占到全世界产量的80%左右。目前，中国的太阳能热水器的生产规模和应用规模都是世界第一。太阳能热水器对节能、降耗、减排，效果都非常明显。比如1 $m^2$ 的太阳能热水器，1年可以替代150kg的标准煤，相当于替代电能417kWh。1.25亿 $m^2$ 的太阳能，就相当于1875万t标准煤，替代电能521.25亿kWh。太阳能热水器的效果过去被人们忽视了，人们没有充分认识到太阳能热水器对节能、降耗、减排的重要作用。生活热水的能耗今后会越来越大。建筑能耗在中国约占总能耗的30%，而在欧洲要占到40%。在建筑能耗中，有15%是生活热水。所以，如果中国1年的能耗有20多亿t，那么30%的15%，这个数字是很可观的。可

见,用太阳能热水器解决生活热水,其贡献是非常大的。而且随着今后的城镇化建设规模的扩大,能耗将进一步增加,因而太阳能热水器是一个非常具有前景的应用项目。再者,我们的国民经济要转型,重工业的能耗比例要逐渐下降,而交通、建筑的能耗会增加。很多发达国家的工业增长很快,但能耗并没有增加,这是因为能源的利用率提高了,节能效果较好的缘故。我国最终也要走这条路,所以太阳能热水器应该大力宣传和发展的。

更重要的是,中国的太阳能热水器一开始就是从市场需求出发的。在20世纪六七十年代,北京的一个县城,几十万人只有1个公共浴室。在城里也没有热水供应,更别说在农村,因为那时能源很紧张,煤炭、电力都是按计划供应的。就在那种情况下,太阳能热水器出现了。它一出现就受到了城乡居民的欢迎,因而直接走进了市场。这是它的第一个特点。另一个特点是,它完全是由我们的科技成果转化而来的,而且没有向国家要钱。比如北京市太阳能研究所就是最早研究太阳能热水器的单位,全玻璃真空集热管是清华大学的科技成果。第3个特点是,太阳能热水器完全是中国的专利技术,并没有向外国引进。由此可见,太阳能热水器目前虽不被人所关注,但做得很成熟,很适合中国的国情。在中国的高新技术中,很少有完全立足于中国自己做出来的。虽然太阳能热水器的技术门槛不高,但是它做成了很大的事情。现在太阳能热水器的一些关键部件,如真空集热管每年能出口上千万美元。这在中国输出的技术里是为数不多的。

● **编辑:**请您谈谈目前国内光伏发电的概况。

● **孟:**光伏发电的主要部件是太阳电池。太阳电池过去在中国生产非常少。比如2002年,1年产量仅6~7MW,连配置一个最小的发电站都不够。到2008年底,中国的太阳电池产量已经到了2500MW,占全世界产量(6850MW)的1/3以上。中国是太阳电池的制造大国,可是太阳电池产业还有很多缺陷。在我国太阳电池和太阳能热水器的经历正好相反,它是由国际市场的拉动才发展起来的。2000年,德国出台了光伏发电的《上网电价法》,使光伏发电得到迅速发展。德国自己的产品供不应求,于是向世界寻找太阳电池。中国企业抓住了这个机遇,因而发展非常快。所以中国的太阳电池产业有两个特点:一是产品基本上都是出口,约占98%。比如2008年生产的太阳电池



孟宪淦先生

2500MW,国内仅消耗40MW。二是硅材料主要靠进口。因为所用硅的纯度要达到99.9999%,我国目前还达不到这种水平,因此不得不用高价从国外购买。国际市场上,1kg多晶硅通常的价格在50~80美元,而我们买到时曾经最高达450美元。这两个因素严重地制约着我国光伏产业的发展。因为价格昂贵,所以国内没有市场。但这个情况从2008年开始有了好转,因为对于多晶硅的提纯、制造工艺我们已经初步掌握。2008年我国硅的产量达5000t左右,约占国内 market 需求的20%。2009年估计要突破1万t,也许能达到1.5万t。硅材料逐渐在国产化,虽然目前的质量还不是很好。据说大约有一多半不合格,但毕竟是制出来了。按照现在我们的生产能力和生产目标,最终规模可能达到年产十几万t,可以满足全世界的需求。目前我国的硅材料的生产已经有点重复建设,产能过剩、过热了。因此2009年8月26日的国务院常务会议上,对多晶硅的过热问题已经提出警示。但是不管怎么样,在多晶硅材料上中国已经走上了自力更生的道路。另外,国内太阳电池的生产,也存在类似问题。原来在制定2020年可再生能源中长期发展规划的时候,定的目标并不太高,到2020年仅1800MW。而仅2008年就生产了2500MW。江苏1个省的生产能力已经达到3000MW。因此全国总的生产能力肯定远远超过目标值。

国内光伏发电市场的开发,首先是价格问题。2008年8月,国家发改委批准了2个光伏上网工程,一个是上海的MW工程,另一个是内蒙古鄂尔多斯200kW的工程。当初核定的电价是4元/kWh。但2009年,敦煌10MW光伏电站的上网电价,采取招标的形式,中标的却是1.09元/kWh。可



见电价从国家层面已被调控，而且下降非常快。这1.09元/kWh是招标电价，但不是合理电价，因为它定得过分低了。现在欧美等发达国家的上网电价一般都在3~4元人民币。这1.09元也是事出有因。2008年全国十几家主要的光伏产业由于对国际市场的担忧，希望启动国内市场，联合发表了洛阳宣言，声明光伏发电可以降到1元/kWh。但现在看来，该电价不太合理。太阳电池的价格在国际市场已经一体化了，过低的上网价格不利于光伏产业的发展，也不利于光伏发电上网。国家对光伏发电的政策是“一事一议”，也就是说一个工程确定一种价格，而不是固定的、统一的上网电价。固定的上网电价还要若干年以后再说。比如风电经过4年、7次特许权招标后，最近才出台了上网电价。它将全国分为4类风能资源区，相应的风电电价水平每kWh分别为0.51元、0.54元、0.58元和0.61元。中国目前光伏发电并网的项目加起来也不过几个MW，市场还很小。要发展到一定规模，总结一些经验后，才能制定出较为合理的上网电价。

● **编辑**：请您给我们介绍一下目前国外光伏发电的情况。

● **孟**：从发展趋势来看，国外很看重光伏发电。首先，光伏发电没有资源性的问题。现在的太阳电池，其主要材料是硅。硅是地球上最丰富的元素，所以发展不会遇到如煤炭、石油等资源枯竭的问题。其次，光伏发电是所有可再生能源中，能源形态的转换最为直接的一种，没有任何机械运动的部件，也不会排放任何有害物质，同时也不消耗任何自然资源，所以它是一种很理想的可再生能源利用技术。另外，很多人过去担心投入和产出的问题，现在已经证实，制造太阳电池的能耗和在太阳电池使用周期内所发出的能量是非常合理的。制造太阳电池的能耗2~5年就可以回收，而太阳电池的寿命是25~30年。光伏发电在可再生能源里具有很大的优势，所以世界很多权威评估机构都认为光伏发电在本世纪中叶以后，可能超过风力发电。目前全世界风力发电的发电量已占到总发电量的1%。经预测光伏发电到2020年能占到1%，而且发展速度非常快，到2040年可能达到20%。各国对光伏发电的优点和前景都看得比较好。随着光伏技术的进步，越来越多的新型太阳电池就会涌现出来，比如薄膜电池。虽然薄膜电池还有很多技术难题需要攻克，比如效率较低、设备投资大，但

是技术发展非常快，难题会一个一个被克服，薄膜电池可能就像印刷一样一步就出来。到那时，光伏发电的优越性就会更加明显了。

至于关键的价格问题，世界权威评估机构对降价的前景也看好。据预测，到2020年，光伏发电的成本会和常规发电相持平。因为常规发电的电价是要不断上涨的。预测在2020年左右会找到一个交叉点。那时，光伏发电进入了大规模市场运作的阶段，就不再需要补贴了。目前，像德国、美国、日本、欧洲各国，光伏发电通过两种模式进行补贴，一种是上网电价法，一种是财政补贴法。上网电价法是上网电价比常规发电高出的部分由所有的电力用户分担。比如在德国，2006年电力用户每消费的1kWh电中，就有相当于人民币1分3厘用于支持光伏发电。也就是通过所有电力用户的支持来维持光伏发电的发展。但是这种补贴不是永远不变的。比如德国规定，光伏发电的补贴每年是下降的，开始是每年下降5%，然后是6.5%，最近几年为8%~10%。所以上网电价法的目的就是促使采用新技术，促进光伏发电价格下降。日本采取的是财政补贴法。比如每安装1W的太阳电池，大约补贴相当于5元人民币；公共建筑投资光伏发电，则补贴50%的投资。无论是上网电价法还是财政补贴法，都是促使光伏发电向前发展。到了进入市场运作的时候，这两种补贴都无必要了。中国也开始在做这方面的工作。

● **编辑**：目前我国光伏发电存在哪些问题，有什么对策？

● **孟**：现在最大的问题是价格。1年多前，4元/kWh的价格太贵了，对于中国这样一个发展中国家，社会难于承受。如果每kWh降到1元甚至1.4元、1.5元，社会就能够承受了。现在制定的政策是在每消费1kWh电的电价里，已经有2厘钱用来补助可再生能源发电。虽然2厘钱比起德国的1分3厘来还差得很大，但中国发电量基数很大，还是有能力来支持光伏发电的。

第二是上网问题。光伏发电和风力发电一样，不稳定，时断时续，时大时小，这给电网的安全运行提出了一些新的问题。希望电网能够进行智能化改造，能自动地适应可再生能源发电的特性。如果电力部门把这个问题解决好了，并网就不成问题了。光伏发电的很多技术和设备是从国外引进的，因而我们自己还需要创新和提高。

重要的是人们的认识问题。目前，无论是中央政府还是地方政府，或者社会各界，对光伏发电的认识还远远不够。我国常规能源储量很有限，人均占有量非常低，大约只有世界平均水平的40%，而且能源效率很低，浪费严重。唯一的办法就是开源节流。节流就是节约能源、提高能源的利用效率。开源就是开发新能源，开发可再生能源。但是开发可再生能源是一个很长的历史时期，会引起整个能源结构的变化，甚至引起社会的生产方式、生活方式、消费方式的变化。我们必须要先动手，取得经验，不断探索，才能发展。现在正是因为它价格比较高，我们才要更加促进它发展。对于这一点，很多人还看不清楚。因此需要大力宣传，加强对这个新生事物的认识和了解。我们要把发展可再生能源提高到战略高度来认识。尽义务是《可再生能源法》的一个基本原则。国家的责任和全民的义务要结合。国家有责任支持可再生能源的发展，全体公民有义务了解、支持和参与。能源的替代是一个很长的历史过程，需要全社会的支持、理解和参与，才能进行下去，否则我们将会面临非常大的困境。

● **编辑：**请您预测一下光伏发电产业化的前景。

● **孟：**中国的产业化已经是世界最大的规模了。存在的问题是重复建设、产能过剩。多晶硅的产量，很可能在未来几年内就突破5万t、10万t了，按照各个企业做的规划目标，加起来有十几万t。2008年全世界生产了6850MW的太阳电池，10~13t的硅可制造1MW的太阳电池，所以全世界1999年对硅的需求量不过7亿~8亿t，然而我们的生产规模已达到了十几亿t，这肯定是不行的。世界不会让中国垄断。

另一个问题是技术创新和技术进步。我国的太阳电池，包括硅料的生产，很多设备是从国外引进的，但核心技术并没有掌握。光伏产业是一个技术发展很快的产业，如果我们不创新，不掌握新技术，那么就永远受制于人。所以在技术开发的投资方面国家也应该加大力度，促使光伏发电有自己独立的专利技术、创新技术。

● **编辑：**请您介绍一下太阳能光电技术在我国城乡建筑领域的应用情况。

● **孟：**最近出台了两个政策。一个是建设部和财政部出台的太阳光伏建筑的鼓励政策；另一个是科技部、财政部出台的“金太阳”计划。这说明



国家对光伏市场的开发已经迈出了第一步。但是第一个计划还有很多不完善的地方。首先对光伏发电上网的问题没有提出解决办法，也没有对补贴（光伏发电1W补贴20元）的范围、补贴的时限做出规定。“金太阳”工程虽明确了3年发展500MW的光伏发电，但仍没有解决上网的问题。2009年9月初，国家有关部门提出了《可再生能源法》的修正案，已提交全国人大讨论。该提案有一些规定，比如要根据国家发展可再生能源的规划，制定可再生能源发电的总量目标。按照规划，国家要出台保证性的收购政策，比如对于电力部门，每年应有最低收购的限额。也就是说要通过法律形式来保证上网。今后应有法规，促使政府的能源主管部门、电网的监管部门、金融部门等相关部门共同联手来发展可再生能源。要避免脱节现象，如过去公布的计划，建设部和电网公司没有联系，计划发布后，发出的电能没有地方接收。

● **编辑：**为推动太阳能利用在我国的发展，您认为还有哪些因素是不可或缺的？

**孟：**第一就是认识问题。全民、全社会都要对它深入认识。它是一个战略问题，是一个长期的历



略意义和未来。我设想的未来社会，第一，应该是一个资源节约型的社会；第二，应该是一个绿色能源的社会；第三，应该是一个环境友好的社会。

地球的资源（包括能源资源、环境资源等）都是有限的。过去有一个误区，就是提出“向自然索取是我们的任务”。但是向自然过度索取，结果是毁灭了人类自然生存的环境。所以要把向自然无限地索取，变成资源的节约。无论是水资源、矿物资源、环境资源、森林资源，都是地球不可再生的，所以我们要建立一个资源节约型的社会。中国的建设，不能走美国、日本等其他发达国家的路。比如美国，人口占世界的5%，消耗的资源却占世界资源的40%。中国的人口是美国的好几倍，如果像美国那样生活，那样浪费资源、消耗资源，地球的资源早就枯竭了，所以中国的国情注定我们必须建设资源节约型的社会。

中国一定要走绿色能源的道路。中国的能源结构中70%是煤炭，CO<sub>2</sub>的排放量已经是世界第一了，这必然会引起国际上的意见。最近美国的能源部长访华，和温总理谈的就是气候变化问题。气候变化的直接原因就是温室气体的排放。为了减少温室气体的排放量，中国一定要走绿色能源的道路。中国的绿色能源的资源总量非常大。中国的国土面积非常大，只要有沙漠面积的很小一部分发展太阳能电池，其发的电量就能满足全国的需求。中国的太阳能资源、风能资源、生物质能资源，都是可以自给自足的。发展绿色能源应该成为我国的基本国策。

再有，未来社会应该是一个环境友好的社会。中国目前的生存环境在世界上是属于不太好的，全世界污染严重的城市中，排名在前列的很多是中国的城市。为了我们自己的利益也应该建设一个适宜人居环境的环境。这一切都和能源有关。

● **编辑**：在几十年的太阳能研究中，您最大的体会是什么？

● **孟**：对一个新生事物一定要坚持，信心不能动摇。因为新生事物即使是不完善的，只要方向不错，就要坚持走下去。对于可再生能源，在战略方向上，无论是中国还是世界各国，恐怕现在都没有什么异议了，都已经看到了它的美好前景。但是在做起来肯定还有反复、曲折，会遇到很多问题。这个时候不要动摇。因为这是人类可持续发展的一条重要之路。👉

史任务，而且必须现在就动手，要支持和参与。

第二是国家的政策、法规一定要明确，支持的强度、力度要大。可再生能源是一个需要政府引导和政策支持的项目，因为它现在还比较昂贵，所以还不能独立地靠市场来运作。如果没有政策强有力的支持，法律的保障，它是发展不起来的。2020年我国可再生能源中长期发展规划光伏发电的指标太低了，应该修改，以便开发国内市场。

第三是希望政府在科技投入上要加大力度，同时企业要成为科技进步的主体。因为全靠国家支持，根据中国的国情，恐怕比不上美国那样的发达国家的投资力度。企业应把科技进步列为自身的发展重点。企业的竞争就是科技的竞争。企业不仅生产，还要创新，否则技术老旧、落后就要挨打，遭淘汰。

● **编辑**：请您预测一下太阳能产业的未来前景，您理想中的未来社会是一个什么样的社会？

● **孟**：太阳能是人类最可靠的能源，地球已有45亿年的历史，未来太阳能仍然有几十亿年的寿命。用现代技术和现代科技手段来利用太阳能，不过几十年的事情。但国内、国际都十分看重它的战