



西昌学院“质量工程”资助出版系列专著

凉山州可再生能源 建筑应用

LIANGSHANZHOU KEZAISHENG NENGYUAN
JIANZHU YINGYONG

熊梅 游潘丽 姚小波 编著



四川大学出版社



西昌学院“质量工程”资助出版系列专著

凉山州可再生能源 建筑应用

LIANGSHANZHOU KEZAISHENG NENGYUAN
JIANZHU YINGYONG

熊 梅 游潘丽 姚小波 编著



四川大学出版社

责任编辑:韩 果
责任校对:李思莹
封面设计:墨创文化
责任印制:王 炜

图书在版编目(CIP)数据

凉山州可再生能源建筑应用 / 熊梅, 游潘丽, 姚小波编著. —成都: 四川大学出版社, 2013. 10
(西昌学院“质量工程”资助出版系列专著)
ISBN 978-7-5614-7223-1

I. ①凉… II. ①熊… ②游… ③姚… III. ①再生能源-应用-建筑工程-研究-凉山彝族自治州
IV. ①TU18

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 252459 号

书名 凉山州可再生能源建筑应用

编 著 熊 梅 游潘丽 姚小波
出 版 四川大学出版社
地 址 成都市一环路南一段 24 号 (610065)
发 行 四川大学出版社
书 号 ISBN 978-7-5614-7223-1
印 刷 郫县犀浦印刷厂
成品尺寸 170 mm×240 mm
印 张 12.25
字 数 253 千字
版 次 2013 年 12 月第 1 版
印 次 2013 年 12 月第 1 次印刷
定 价 26.00 元

◆读者邮购本书,请与本社发行科联系。
电话:(028)85408408/(028)85401670/
(028)85408023 邮政编码:610065

◆本社图书如有印装质量问题,请
寄回出版社调换。

◆网址:<http://www.scup.cn>

版权所有◆侵权必究

前 言

随着经济社会的发展，人们对能源的需求量持续加大，非再生能源的开发利用成本急剧增加，而储量则不断减少，供需矛盾日益突出，能源危机不可避免。促进可再生能源的开发利用，增加能源供应，改善能源结构，保障能源安全，保护环境，实现经济社会的可持续发展，成为当代中国甚至整个世界的当务之急。

《凉山州可再生能源建筑应用》是介绍可再生能源在凉山建筑实践应用的一本专著。书中对可再生能源开发利用的重要性、凉山州开发可再生能源的基本条件以及可再生能源在建筑应用示范工程的实施、建筑应用技术方案、建筑应用示范实施、配套能力建设等方面进行了比较详细的分析和论证，同时还详细介绍了凉山州可再生能源在建筑上的应用实例以及实施后的效益分析等。

《凉山州可再生能源建筑应用》一书在写作上结构合理，层次分明，针对性强，既适合从事可再生能源研究，建筑节能环保技术研究和可再生能源建筑设计、实施与维护的专业技术人员借鉴，也可作为政府建设主管部门进行相关政策研究，制定规划的参考，还可作为高等院校相关专业教师、学生的参考书或教材。

本书由西昌学院熊梅、游潘丽、姚小波合著。其中，熊梅编写第5章、第7章、第8章，游潘丽编写第3章、第4章，姚小波编写第1章、第2章、第6章。

由于作者水平有限，书中存在不少疏漏和错误之处，敬请读者批评指正。

编著者

2013年9月

目 录

第 1 章 开发利用可再生能源的重要意义	(1)
1.1 当今世界面临严重的能源危机	(1)
1.2 人类文明的四次浪潮与国际可再生能源大会	(6)
1.3 中国可再生能源现状及利用	(8)
1.4 可再生能源的市场发展	(11)
1.5 中国可再生能源技术发展	(13)
1.6 中国新能源和可再生能源的开发利用	(17)
第 2 章 凉山彝族自治州开发可再生能源的基本条件	(33)
2.1 凉山彝族自治州基本状况	(33)
2.2 凉山州可再生能源概况	(36)
第 3 章 凉山州可再生能源建筑应用示范工程的实施	(46)
3.1 对建设生态文明重要性的认识	(46)
3.2 发展可再生能源是推进生态文明建设的关键路径	(47)
3.3 发展可再生能源推进生态文明建设的战略重点	(48)
3.4 可再生能源建筑应用示范工程	(50)
3.5 太阳能光热建筑应用	(50)
3.6 技术研发创新	(56)
第 4 章 凉山州可再生能源建筑应用技术方案	(59)
4.1 太阳能光热建筑应用技术方案	(59)
4.2 浅层地能建筑应用技术方案	(70)
4.3 太阳能光热与浅层地能结合系统建筑应用技术方案	(72)
4.4 风能的应用	(73)
4.5 生物能的应用	(74)
4.6 建筑设计节能措施	(75)
4.7 园林景区亮化解决方案	(85)
4.8 城市亮化解决方案	(86)





第 5 章 凉山州实施可再生能源建筑应用示范	(93)
5.1 凉山州可再生能源建筑应用规划	(93)
5.2 可再生能源建筑应用示范项目	(99)
5.3 可再生能源建筑应用资金筹措	(105)
第 6 章 凉山州可再生能源建筑应用配套能力建设	(111)
6.1 值得借鉴的经验	(111)
6.2 机构设置	(113)
6.3 政策制定	(113)
6.4 项目管理	(114)
6.5 技术标准	(115)
6.6 产业发展	(116)
6.7 机制创新	(117)
第 7 章 凉山州可再生能源建筑应用实施的效益分析	(119)
7.1 经济效益分析	(119)
7.2 环境效益分析	(120)
7.3 社会效益分析	(121)
第 8 章 凉山州可再生能源建筑应用实例	
——A 地产有限公司××资源综合利用项目住宅小区节能评估报告	
.....	(128)
8.1 编制依据及原则	(129)
8.2 项目概况	(133)
8.3 项目用能概况	(142)
8.4 能源供应情况分析评估	(144)
8.5 项目建设方案节能评估	(146)
8.6 项目能源消耗及能效水平评估	(154)
8.7 节能措施评估	(156)
8.8 存在的问题及建议	(164)
8.9 结论	(168)
参考文献	(169)
附件 1: 关于印发可再生能源建筑应用城市示范实施方案的通知	(175)
附件 2: 关于印发加快推进农村地区可再生能源建筑应用的实施方案的通知	
.....	(179)
附件 3: 关于进一步推进可再生能源建筑应用的通知	(183)
附件 4: 关于发布国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》的公告	
.....	(187)



第 1 章 开发利用可再生能源的重要意义

可再生能源又称再生能源 (Renewable Energy Resources), 是可以再生的水能、太阳能、生物能、风能、地热能和海洋能等资源的统称。可再生能源在自然界中可以循环再生, 具有自我恢复特性, 并可持续利用。

随着经济社会的发展, 人们对能源的需求量持续加大, 非再生能源的开发利用成本急剧增加, 且储量不断减少, 供需矛盾日益突出, 能源危机不可避免。促进可再生能源的开发利用, 增加能源供应, 改善能源结构, 保障能源安全, 保护环境, 实现经济社会的可持续发展, 成为当代中国甚至整个世界的头等大事。

随着我国可再生能源产业的快速发展, 原有的鼓励可再生能源利用的技术创新与产业发展的一些法律规定和政策已难以适应当前可再生能源发展的实际需要, 国家电网等基础设施和现有管理体系与可再生能源发电后电力入网、远距离输送等调度和管理不适应的问题也日益突出。我们意识到发展可再生能源具有十分重要的现实意义, 当然更需要我们采取保护资源的实际行动。

1.1 当今世界面临严重的能源危机

能源危机一般指煤炭、石油、电力或其他自然资源短缺, 能源供应不能满足经济社会发展的需要, 从而造成价格上涨, 经济衰退。从消费者的角度来看, 能源危机主要表现为汽车或其他生产、交通工具所使用的石油产品价格上涨、供不应求, 既增加了使用成本, 同时也削弱了消费者的购买力。在世界范围内, 能源危机主要是石油供求严重失衡, 价格暴涨, 影响和波及世界各地的经济发展, 给世界经济发展带来极大风险的情况。

1.1.1 能源危机迫在眉睫

世界经济的现代化, 得益于化石能源, 如石油、天然气、煤炭与核裂变能的广泛投入应用。从某种意义上说, 世界经济是建筑在化石能源基础之上的一种经济。然而, 如果没有新的大规模化石能源被发现, 这一经济的资源载体将可能在 21 世纪中叶迅速地接近枯竭。按综合估算的石油储量, 可支配的化石能源的极



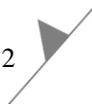
限大约为 1 180~1 510 亿吨，石油储量大约可以支撑到 2050 年；天然气储备估计在 131 800~152 900 兆立方米，年开采量维持在 2 300 兆立方米，将在 57~65 年内枯竭；煤的储量约为 5 600 亿吨，可以供应 169 年；铀的年开采量为每年 6 万吨，根据 1993 年世界能源委员会的估计，可维持到 21 世纪 30 年代中期；核聚变到 2050 年还没有实现的希望。

2012 年 6 月 13 日，石油巨头英国石油公司（BP）宣布，2011 年全球石油和天然气储量增加了 8.3%，主要是因为能源勘探活动增加和创纪录的原油价格使得一些边缘项目也有了商业可行性。不过，英国石油公司表示，由于政治原因石油供不应求的问题仍将持续。英国石油公司在其对全球石油和天然气储量做的年度统计报告中表示，截至 2011 年年底，全球石油储量共为大约 1.653 万亿桶。在 2011 年的《世界能源统计年鉴》（ Statistical Review of World Energy）报告中，英国石油公司报告的 2010 年年底世界石油储量为 1.526 万亿桶。英国石油公司首席执行官鲍勃·杜德利在发布报告时表示“一个永久性的问题是：我们是否有足够的能源来满足我们的需求。从这一次统计调查的结果看，答案是肯定的。以当前的能源消耗速度计算，当前的世界石油储量将能够满足当前产需量 54 年。石油企业现在寻找新的勘探和生产机会已经比十年前容易得多，这部分是因为新技术的出现使得一些以往不能实现的项目也出现了可行性。”英国石油公司表示：油价的高涨刺激了石油勘探活动，这带来了许多新的发现。2011 年布伦特原油均价较 2010 年上涨了 40%，并在历史上首次超过了每桶 100 美元的水平。

虽然随着新技术的采用，全球的石油和天然气储量在增加，但是化石能源的不可再生性和能源消耗的加速，能源短缺和价格猛涨，必将导致世界经济危机和冲突的加剧，最终葬送现代市场经济。事实上，20 世纪末以来，中东及海湾地区、非洲地区的战争都是由化石能源的重新配置与分配而引发的。这种军事冲突，今后还将更猛烈、更频繁。在我国国内，也可能出现由于能源基地工人下岗、环境污染而引发的许多新的矛盾和冲突。总之，能源危机迟早会爆发，它的爆发将具有爆炸性。

1.1.2 能源危机与能源战争

众所周知，自从三次科技革命以来，能源成为经济的命脉，而地球上的能源是有限的，于是在各个大国之间引发了一些与石油有关或纯粹是为了石油的战争。对世界资源与能源控制权的争夺，导致了两次世界大战的爆发。“一战”使各国人民遭受空前灾难，交战双方动员兵力共 7 340 余万人，直接参战部队 2 900 多万人，死于战场的约 1 000 万人，受伤的约 2 000 万人，受战祸波及的人口在 13 亿以上，约占当时世界总人口的 75%，战争造成的经济损失达 2 700 亿美



元。“二战”先后有60多个国家和地区参战，波及20亿人口（占当时世界总人口的80%），战火燃及欧洲、亚洲、非洲、大洋洲和太平洋、印度洋、大西洋、北冰洋，作战区域面积2200万平方公里。交战双方动员兵力达1.1亿人，因战争死亡的军人和平民超过5500万人，直接军费开支总计约1.3万亿美元，占交战国国民总收入的60%~70%，参战国物资总损失价值达4万亿美元。“二战”后美苏两个超级大国为了争夺资源与能源展开了40多年的冷战。中东石油火药桶、北非的颜色革命、南海争端，刀光剑影，能源博弈愈演愈烈。

中东作为世界上最大的产油区，每一次的中东战争都导致了石油危机。

第一次石油危机：1973—1974年的第一次石油危机产生于第四次中东战争。为打击以色列与西方国家，阿拉伯国家使出狠招：提高石油价格，减少生产，并实施对西方国家的禁运，使油价从3.01美元每桶增加到11.651美元每桶。阿拉伯国家100亿美元的巨额收益，伴随着的是西方国家（包括日本）经济的衰退。保守估计，此次石油危机至少使全球经济倒退两年。

第二次石油危机：1979—1980年的第二次石油危机则是由两伊战争引起的。两大产油国的战争造成国际油价飙升，再次使西方国家遭受打击。以美国为例，GDP增长率由1978年的5.6%下降到1980年的3.2%，直至1981年0.2%的负增长。这里值得一提的是日本。日本从第一次石油危机中吸取经验，进行了大规模的产业调整，增加了节能设备的利用，提升了核电发电量，在第二次石油危机中GDP仍保持了3.35%的增长率，并一举取代美国成为世界上最大的债权国。

1990年的海湾战争是一场彻彻底底的石油战争。当时美国总统老布什曾表示：如果世界上最大的石油储备权落到萨达姆手中，那么美国人的就业机会、生活方式都会遭受毁灭性的灾难。于是美国联合西方国家发动海湾战争，期间油价曾飙升至40美元/桶。

之后的伊拉克战争名为反恐战争实为石油战争。美国经济当时已经放缓，急需大宗商品来刺激。战争不仅造成恐怖组织的大量泛滥，也直接导致了2008年的经济危机，是一场全球的噩梦。

21世纪发生的伊拉克战争、利比亚战争、叙利亚和伊朗危机就其实质都是石油战争、能源战争。

总的来说，每次石油危机都具有共同的特征，那就是都对处于上升循环末期，即将盛极而衰的全球经济造成严重冲击，使市场陷入供需失调的危机中。

石油的特殊性，使得石油还可以作为武器。2006年的俄乌油气之争就是个最好的例子。2006年乌克兰发动颜色革命，妄图从独联体内分离出去，在俄罗斯看来这是不可原谅的，便停止了对乌克兰的天然气供应，使得乌克兰的冬天极不好过，这同时也影响到了欧洲，欧盟就对俄罗斯的油气依赖会否变为政治风险进行了多场辩论。这场不见血的战争让“某些政治家感到脊背上冷汗直流”，让



西方感到了—个“油气沙皇”的崛起。

利用再生能源产生电力的方式，由于成本昂贵与过度分散不便使用。目前，仅有不足化石原料产生电力的10%用于现代人类生产与生活中。在今后的半个世纪内能否全面地取代化石能源还是一个未知数。最理想的估算，也只能取代约50%的常规能源。如要达到100%的取代，还需长期和艰苦地努力研发。这就更决定了应对能源危机的极度急迫性。

1.1.3 我国的能源危机

能源危机是如今大多数的国家都要面临的问题之一。我国作为目前世界上最大的发展中国家，对能源的需求量一直都排在世界的前列。所以，能源危机对于我国的影响也是十分巨大的。我国虽然有着多种多样的能源资源，且由于我国的国土面积较大，每种能源资源的储量绝对值都十分丰富，但是，由于我国的很多产业都还处于需要大力发展的阶段，对每种能源的需求量都是十分巨大的，再加上我国的人口众多，各种能源人均占有量就很少了。所以，我国也应警惕出现能源危机。

由于我国目前的很多技术都还在研究中，所以对于很多能源还没有办法达到百分之百地有效利用。以化石能源为例，单是煤炭的开采就不是一件简单的事情。在煤炭开采的过程中，由于某些设备在技术上的不足，很容易产生危险，这就使得煤炭的开采成本较高，所以煤炭的价格也一直较高。还有石油和天然气，由于是液体和气体，在开采时就会有泄露的危险，运输更是需要特殊的运输车，因为它们都是十分易燃的物质，一旦发生泄漏就会引发极大的危险。所以，除了开采成本，石油和天然气的运输成本也是很高的。此外，国际局势的风云变幻，受战争威胁、运输通道限制和某些大国的阻挠，海外石油的供应链并不稳定。我国的能源政策存在的很多不完善之处，也加剧了我国的能源危机。这一系列的原因都导致了化石能源在我国的价格居高不下，供应严重不足，这也是目前我国能源的局面。

为了应对能源危机，首先需要政府积极地调整和完善能源政策，其次需要依靠我国科学家加快替代能源的研究和开发，最后也需要政府积极开展能源外交，鼓励中石油、中石化、中海油三家国有石油巨头积极开发海外市场。

1.1.4 克服能源危机的出路与可替代能源

部分学者认为，造成世界能源危机的主要原因之一是石油价格过于便宜，以至于世界对其产生了过度依赖而迅速消耗殆尽。他们主张减少对化石燃料的依赖，增加研究经费用于对能源/燃料替代用品的研究。目前主要的替代能源有燃料电池、甲醇、生物能、太阳能、潮汐能和风能等，但是只有水力发电和核电有

明显的功效。

大力发展可再生能源，用可再生能源和原料逐步取代生化资源，进行一场新的工业革命，这不仅是出于生存的原因，与之相连的是世界经济可获得持续发展。在这种世界经济中，高新技术和生态可以承载的区域性经济形式将得以发展。

以太阳能利用为主的可再生能源潜力极大。天文物理学家的计算表明，太阳系还能存在 45 亿年，每年太阳提供的能量是世界人口商品消费量的 1.5 万倍。在德国，光伏电力的应用可以提供每平方米每年平均日照量为 1 100 千瓦时，电力的总需求量约为 5 000 千瓦时，光伏技术的年平均功率约为太阳辐射量的 10%，依靠光伏设备生产 5 000 千瓦时的电力，需要 5 000 平方米的光伏转化模板面积。明智的做法是将光伏设备安装在建筑物的表面。在中欧和北欧等缺少阳光的地区，已经出现了一些完全依赖阳光供暖的建筑物（应用比较理想的光与热交换系统）。

生物质燃料能源。全球农用面积约为 3.704 亿公顷，约有 38 亿公顷的土地为森林覆盖，荒漠地区的面积约为 36 亿公顷，光合作用的年产量（包括自然生长的植物和粮食生产）目前大约是 2 200 亿吨，这相当于每年 80 亿吨生化资料所提供的能量。

氢能是利用自然界大量存在的水，由电解水产生氢或由太阳能光催化水分解氢，再利用氢作为燃料。

小水电与潮汐发电也可提供可观的电力。

风力发电。丹麦是风力发电大国，2012 年 3 月，丹麦国会多票通过了 2012—2020 年最新的能源政策协定。该协定确定的目标有：到 2020 年，可再生能源在能源系统中占比将达 35%，而风电在丹麦电力消耗中占比将达 50%。丹麦政府的目标是在 2035 年实现电力及供热领域不使用化石能源，到 2050 年构建零化石燃料的能源系统。

能量守恒定律告诉我们，能量既不会产生，也不会消失，它只会从一种形式转换成另一种形式。

植物吸收太阳的能量成长起来，动物吃掉植物补充能量，同时动物的排泄物也是植物的肥料；植物吸收二氧化碳，释放氧气；动物吸收氧气，释放二氧化碳。所以植物和动物是互相依存的关系，二者相互依靠才能生存。因为有太阳的能量，才会有植物和动物，地球上所有的能源都来自于太阳。

总之，可再生能源的利用潜力很大，完全可满足人类社会可持续发展的能源需求。

对我国而言，国家应出台一系列的法律法规，对可再生能源产业给予扶持，同时号召企业参与到相关产品的研发和生产中，借助市场经济的力量来帮助新能



源产业做大做强。专业从事融新型能源及相关产业研发、生产、销售、服务为一体的新能源企业应积极响应国家号召，在党和国家能源发展战略和科技发展方针的指导下，不断深化企业内部体制改革，调整产业发展方向和布局，拓展研究领域，加强科技产业转化工作，积极利用可再生能源，确保经济社会持续健康发展。

1.2 人类文明的四次浪潮与国际可再生能源大会

1.2.1 人类文明的四次浪潮

第一次浪潮：工业革命，传统工场手工业向机器大工业过渡，促进了世界各国之间的商品交流，也促使人类开始对土地资源、矿产资源、水资源等进行开发利用。

第二次浪潮：新能源（电力、石油）、新交通工具和新通讯的发明与使用。电力、内燃机的发明与应用使得人们开始大量地开采和提炼石油。1870年，全世界只生产了大约80万吨石油，到1900年已猛增到2000万吨。

第三次浪潮：涉及信息技术、新能源、新材料、生物、空间和海洋技术等诸多领域，是信息控制技术革命。此次革命将人类文明推向空前的发展境界。但与此同时，人类生存环境也面临着前所未有的危机。

第四次浪潮：低碳化浪潮。低碳化是一项系统工程，其新体系要求在七个方面实现低碳化，即能源、交通、建筑、农业、工业、服务、消费的低碳化。目前，世界各国建筑能耗中排放的二氧化碳约占全球排放总量的30%~40%。

能源危机：自19世纪50年代第二次工业革命以来，人类对煤炭、石油的利用一直呈现出飞速增长的趋势，石油、煤炭、天然气的储量及消耗正在成反比增长，近几年中最热门的一个词语就是“油荒”。英国石油公司2009年指出，据探明储量，天然气还能使用60年，煤炭还能使用122年。

环境生态危机：水源污染、森林大量砍伐、珊瑚礁毁灭、海洋垃圾、沙漠化。厄尔尼诺海流、超级飓风、干旱、冰灾和特大地震灾害频发。在我国，2008年5月，发生汶川特大地震灾害；2009年8月，台湾地区发生特大台风；2009年1月，南方九省的大暴风雪，持续时间长，造成交通受阻，输电线路等设施破坏严重，损失巨大；2010年8月，甘肃舟曲发生特大泥石流。在国外，也发生了大量灾害事件，如海地强震、冰岛火山喷发、巴基斯坦洪水肆虐、日本等国遭遇罕见高温、俄罗斯大火等等。自然灾害，已成为人类共同的挑战。

气候危机：冰川消融、海平面上升、马尔代夫“迁国”，生态难民不幸产生。美国加利福尼亚州的海平面在过去100年间上升了20厘米，致使26万居民

和3 000多公里道路成为“水灾危险区”，全球海平面上升将导致太平洋 43 个岛国被淹没。

1.2.2 国际可再生能源大会

全球能源供应日趋紧张，环境问题日益严重，而可再生能源具有清洁和可再生的特点，符合人类可持续发展的要求，所以越来越受到世界各国的广泛关注。国际可再生能源大会已举办五届，分别是 2004 年的德国波恩国际可再生能源大会，2005 年的中国北京国际可再生能源大会（BIREC），2008 年的美国华盛顿国际可再生能源大会（WIREC），以及 2010 年的印度新德里国际可再生能源大会（DIREC）和 2013 年在阿联酋首都阿布扎比举行的第五届国际可再生能源大会（ADIREC）。第五届会议在“阿布扎比可持续发展周”内举行。在此期间，阿布扎比还举办了国际可再生能源署（IRENA）第三次全体大会、第六届世界未来能源峰会（WFES）及第一届国际水资源峰会。可再生能源大会是全球性、历史性的盛会，是在全球石油价格持续走高、能源和环境问题日益突出的背景下召开的，受到了国际社会的高度关注。

《可持续发展可再生能源北京宣言》重申了各国将履行曾在世界峰会、世界可持续发展峰会、联合国 2005 年千年回顾峰会上所做出的承诺，大幅度地提高可再生能源的比例；强调开发利用可再生能源，具有实现能源多样性、增加能源供应、提高能源安全、保护生态环境、增加就业、消除贫困和减缓气候变化等多种作用和效益；指出了世界可再生能源发展的不平衡性，认为主要的先进技术和利用量都相对集中在发达国家，大多数发展中国家还没有从世界可再生能源的发展中受益，强调要加强可再生能源的国际合作，发达国家要在资金和技术方面支持发展中国家，特别是要进行技术转移，支持发展中国家建立可再生能源产业体系，促进世界可持续能源系统的建立；强调了政策支持在促进可再生能源发展中的重要作用，资金渠道在促进可再生能源发展中的重要性。

加强可再生能源开发利用，是应对日益严重的能源和环境问题的必由之路，也是人类社会实现可持续发展的必由之路；加快可再生能源开发利用，必须加强国际合作。

随着越来越多的国家采取鼓励可再生能源的政策和措施，可再生能源的生产规模和使用范围正在不断扩大。《世界能源展望 2012》预计：到 2015 年，可再生能源将成为全球第二大电力来源，其发电量相当于燃煤发电量的一半；到 2035 年，其发电量将接近燃煤发电量。生物质发电与生物燃料消费将增长 4 倍，而且不会与人争粮，尽管仍需小心应对它对土地利用的影响。在 2035 年前的新增发电装机容量中，约三分之一用于替代退役电厂。一半的新增发电装机容量来自可再生能源。



2012年世界绝大多数国家制定了促进可持续能源发展的相关政策，欧盟已建立了到2020年实现可持续能源占有所有能源20%的目标，而中国也确立了到2020年使可再生能源占总能源的比重达到15%的目标。2007年，全球并网太阳能发电能力增加了52%，风能发电能力增加了28%。全球大约有5000万个家庭使用安放在屋顶的太阳能热水器获取热水，250万个家庭使用太阳能照明，2500万个家庭利用沼气做饭和照明。

可再生能源比重的提升传递着“绿色经济”正在兴起的信息，2012年《京都议定书》规定的温室气体减排机制将进一步促进绿色经济的全面发展。

1.3 中国可再生能源现状及利用

1.3.1 中国可再生能源的现状

可再生能源是可以永续利用的能源资源，如水能、风能、太阳能、生物质能和海洋能等，不存在资源枯竭的问题。中国除了水能的可开发装机容量和年发电量均居世界首位之外，太阳能、风能和生物质能等各种可再生能源资源也都非常丰富。中国太阳能较丰富的区域占国土面积的2/3以上，年辐射量超过6000焦每平方米，每年地表吸收的太阳能大约相当于1.7万亿吨标准煤的能量；风能资源量约为32亿千瓦，初步估算可开发利用的风能资源约10亿千瓦。按德国、西班牙、丹麦等风电发展迅速的国家的经验进行类比分析，中国可供开发的风能资源量可能超过30亿千瓦；海洋能资源技术上可利用的资源量估计约为4亿~5亿千瓦；地热资源的远景储量为1353亿吨标准煤，探明储量为31.6亿吨标准煤；现有生物质能源包括秸秆、薪柴、有机垃圾和工业有机废物等，资源总量达7亿吨标准煤，通过品种改良和扩大种植面积，生物能的资源量可以在此水平上再翻一番。总之，中国可再生能源资源丰富，具有大规模开发的资源条件和技术潜力，可以为未来社会和经济提供足够的能源，开发利用可再生能源大有可为。

国家能源局局长吴新雄2013年4月表示，中国政府高度重视新能源和可再生能源的发展，截至2012年年底，中国新能源和新能源发电量占比已超过20%。

中国国家能源局的数据显示，截至2012年年底，中国水电装机2.5亿千瓦，年发电量超过8000亿千瓦时；风电装机超过6000万千瓦，年发电量近1000亿千瓦时；核电装机1257万千瓦，年发电量980亿千瓦时；太阳能发电装机700万千瓦。

根据中国中长期能源规划，2020年之前，中国基本上可以依赖常规能源满足国民经济发展和人民生活水平提高的能源需要；到2020年，可再生能源的战略地位将日益突出，届时需要可再生能源提供数亿吨乃至十多亿吨标准煤的能源。因此，中国发展可再生能源的战略目的将是最大限度地提高能源供给能力，改善能源

结构，实现能源多样化，切实保障能源供应的安全。要完全实施这一目标，中国将面临严峻的挑战与压力。

中国目前已经建立了世界上最大的可再生能源研发、检测、生产、教育、旅游基地——中国太阳谷，位于山东德州的中国太阳城开发区。中国太阳谷由中国可再生能源学会、中国资源综合利用协会可再生能源专业委员会、中国农村能源行业协会太阳能热利用专业委员会联合命名，以皇明、亿家能等龙头企业为依托，产业规模不断扩大，已经发展是目前世界上最大的太阳能光热研发检测、制造物流及光伏终端研发生产基地，成为世界了解和学习中国太阳能产业的窗口，这也正是第四届太阳城大会在此召开的主要原因。

1.3.2 中国可再生能源利用——以中国太阳谷为例

中国太阳谷，位于山东德州，占地3 000余亩，由皇明太阳能公司和亿家能太阳能公司倾力打造，是对太阳能生产制造、技术研发、人才培养以及相关配套产业支持的统称，是对太阳能产业集群的形象概括，规划建成集产、学、研于一体的世界太阳能“硅谷”。中国太阳谷涵盖了太阳能热水器（家庭热水解决方案）、太阳能热水系统（单位集体热水解决方案）、太阳能与建筑一体化、太阳能高温热发电、太阳能锅炉、太阳能光伏发电、太阳能光电照明、温屏节能玻璃、生态门窗、太阳能空调、海水淡化等众多门类。根据规划，中国太阳谷将被打造成世界级可再生能源的研发检测中心、制造物流中心、科普教育示范中心、观光旅游中心、国际会议中心等“五大中心”。

（1）世界太阳能硅谷。

中国太阳谷是中国最大的太阳能产业聚集地，也是目前世界上最大的太阳能高科技孵化器。太阳谷汇集了全球顶尖太阳能热利用科技，掌控着干涉镀膜、高温热发电、温屏节能玻璃等太阳能热利用、建筑节能的核心技术。在这里，每年有500多项新技术转化成生产力，其中绝大部分是全球领先或独有的技术。例如，皇明运用专利干涉镀膜技术生产出“三高管”、“四高管”、UTLE 极地超寒管，独家掌控高温热发电核心部件——镀膜钢管的生产技术，在世界太阳能热利用方面始终引领着行业发展潮流。

（2）自主知识产权率达95%以上。

中国太阳谷拥有一整套世界太阳能热利用产品工业化生产体系，且自主知识产权率达95%以上。该工业体系是皇明在内无参照、外无引进的条件下，完全通过自主创新建立的，涵盖了从上游产业链控制、核心技术、自动化生产线，到检测技术等，其中包括世界首条真空管自动化流水生产线，全球规模最大、检测项目最多、标准最细的皇明技术检测技术中心（拥有20个实验室，千余项检测项目，350多部企业标准，是国际标准的7倍多）。皇明一年的推广量就达200多万平方



米，相当于欧盟的总和，比北美的两倍还要多。

(3) 率先实现太阳能自动化生产。

在全球太阳能生产工业化、自动化水平还很低的情况下，2008年12月，皇明集团启动了世界首条太阳能热水器自动化生产线。这预示着制约太阳能发展的根本瓶颈被突破，世界首个太阳能自动化样板工厂也随之产生，生产线大规模地“复制、移植”将不再是问题，这必将加快世界太阳能的工业化进程，并将进一步推动全球低碳经济的推广，从而促进节能减排事业的发展，由此带来的经济效益及环境效益将是不可估量的。

在保护环境面前，商业总是充当着叛逆者的角色，但“皇明模式”却开拓了一条“商业与环境的和谐之路”，实现了环境与市场、产业的共赢。皇明用十几年的时间完成了西方国家60~100年才能完成的工业化之路，为全球的能源替代寻求解决方案，成为世界可再生能源可持续发展的标杆。

2006年5月，皇明集团董事长黄鸣应联合国总部特别邀请，作为主讲嘉宾登上联合国讲坛，向世界100多个成员国及几十个国际组织介绍了皇明创造的中国太阳能可持续模式（简称皇明模式）；2008年4月，他再次受联合国特别邀请，出席了在泰国曼谷举行的联合国亚太工商论坛并发表主题演讲，将皇明模式进一步推向世界。2008年9月，黄鸣当选国际太阳能学会（ISES）副主席，在全球范围内推广皇明模式，将改变世界可再生能源主要依靠政府推动的不可持续发展现状。

(4) 2010年世界太阳城大会。

为了表彰中国在太阳能利用方面的贡献，2007年1月，世界太阳城协会主席致函山东德州市长，将2010年世界太阳城大会的举办城市授予德州。2004年在韩国大邱成功举办了第一届世界太阳城大会，并发表了《大邱宣言》。第二届大会于2006年在英国牛津举行，联合发表了《牛津宣言》。第三届世界太阳城大会于2008年2月在澳大利亚的阿德莱德召开，来自34个国家和地区的800多名代表参加了会议。2010年第四届世界太阳城大会在德州举行。随着成员国的迅速增加，世界太阳城大会已经成为备受全球关注的国际性会议。

第四届会议的主题是“可持续发展的机遇与挑战”。意大利都灵理工大学教授罗伯特·帕加尼，世界太阳城协会副主席、南非专为低收入者设计太阳能建筑的专家迪特·霍尔姆，可持续发展建筑专家哲克分别作主旨演讲。

中国太阳谷是2010年世界太阳城大会的举办地，大会主会场——日月坛“微排”大厦（简称日月坛）是中国太阳谷标志性建筑，由皇明集团投资兴建，是目前世界上最大的太阳能建筑，总建筑面积约75000平方米。2008年9月1日，皇明集团总部搬迁至日月坛。

日月坛集展示、科研、办公、会议、培训、酒店等功能于一体，全球首创性地实现了太阳能热水供应、采暖、制冷、光伏发电等技术建筑的完美结合。建筑



节能 70%以上, 加上 60%采暖、制冷, 节能效率达 88%, 完全符合节能环保、人性化、生态等未来时尚的“绿色五星级”建筑标准, 是太阳能综合利用技术与建筑节能技术结合的典范工程。皇明集团不但完善了太阳能应用的技术标准体系, 而且还自主研发出一批具有自主知识产权的太阳能系列产品, 为太阳能建筑的规模化推广应用提供了强有力的技术支持。

(5) 太阳谷国际低碳科技博览园现在已经建成世界级可再生能源九大中心。

太阳谷国际低碳科技博览园中已建成九个可再生能源利用中心, 分别是低碳科技国际会展中心、可再生能源制造物流中心、可再生能源国际会议交流中心、低碳国际商务中心、可再生能源研发检测中心、低碳人居示范中心、低碳科普展示中心、可再生能源旅游观光中心和可再生能源教育培训中心。

1.4 可再生能源的市场发展

政府政策将决定可再生能源发展的市场。在 2011 年美国国情咨文中, 奥巴马提出了推行“清洁能源标准”(CES) 的设想。该标准规定, 到 2035 年, 美国 80% 的电力消费要来自清洁能源。2011 年 5 月, 美国参议院能源与自然资源委员会发布了《清洁能源白皮书》, 对“清洁能源标准”的设立和实施进行了建设性的讨论。2011 年国际碳交易协会(IETA) 关于“可再生能源证书”(REC) 市场的网络会议, 与各国专家就这一市场的发展、政府政策导向进行了探讨。

过去十年, 美国国会关于“清洁能源标准”以及“可再生电力标准”(RES) 的讨论就一直持续不断。尽管在联邦政府层面尚没有出台正式法案, 但已经有 29 个州以及华盛顿特区和美属波多黎各采取了“可再生能源标准”(RPS), 要求电力企业使用可再生技术的发电量必须要达到一定比例。各州的比例和实现时间不尽相同, 比如, 加州要求到 2020 年实现 33% 的比例, 科罗拉多州要求到 2015 年实现 30% 的比例。

由于 RPS 的购买存在强制性, “可再生能源证书”市场应运而生。REC 一般以 1 000 千瓦时作为单位, 电力企业可以通过持有 REC 来作为 RPS 合规的工具。比如, 到 2020 年, 加州的电力企业需要持有相当于该企业销售电量 33% 的 REC。

值得一提的是, REC 市场的诞生, 也为可再生能源生产企业发展提供了新的契机。一方面, 通过发行 REC, 可再生能源企业可以向电力企业出售“清洁电力”, 而不再局限于普通消费市场; 另一方面, 随着零售市场的发展, 环保意识不断提高, REC 还能够用于满足普通企业、机构以及居民消费者使用“绿色电力”的需求, 即使他们本身的电力提供者使用的是传统能源。

目前, 美国的 REC 市场主要分为强制市场和自愿市场(自愿市场主要是指没有 RPS 限制而主动购买 REC 形成的市场)。根据美国能源部的资料, REC 销售商