

欧盟开发太阳能路面的实践

王晓松¹, 单子津²

(1. 中国科学技术部, 北京 100862;
2. 中国国际核聚变能源计划执行中心, 北京 100862)

摘 要: 欧盟从开发利用清洁能源和降低温室气体排放等角度出发, 积极推动太阳能路面的技术研发和实际应用。目前, 全球第一条太阳能自行车道和太阳能公路都在欧盟成员国内建成开通, 为其他国家和地区开展类似实践提供了重要的参考。本文在分析欧盟率先开发太阳能路面的基础上, 对当前全球相关研发进展做了总体剖析, 提出了我国开展有关研发的若干建议。

关键词: 欧盟; 太阳能; 太阳能路面

中图分类号: TK519 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2017.04.011

目前, 全球公路里程数已接近 6 500 万公里^[1], 约相当于赤道长度的 1 500 倍, 而道路交通是大气污染的一个主要来源, 在全球温室气体排放中占第二位。太阳能的开发在近年来取得重大进展, 以铺设光伏电池为主要手段的清洁能源开发在很多国家和地区得到大力推广。2015 年, 光伏发电已经占到全球发电总量的 1%^[2], 中国、欧盟和美国成为光伏装置量领先的国家和地区。为此, 包括欧盟在内的一些国家和地区, 从改造公路、降低温室气体排放和开发利用清洁能源等角度出发, 积极研发太阳能路面。在这一进程中, 欧盟率先实现从理念到实践的突破, 陆续在全球建设并投入使用了第一条太阳能自行车道和第一条太阳能公路。

1 建设太阳能路面构想的提出

利用在路面铺设光伏太阳能发电板来发电的设想很早就被提出过, 美国 2006 年成立的太阳能公路公司 (Solar Roadways)^[3] 就是这方面的先行者。该公司的创始人设想, 如果在全美 25 万公里公路上实现太阳能路面的铺设, 将会使美国现有电力供

应能力提高近一倍。该公司得到了美国政府的财政支持, 先后获得共计 85 万美元的资助, 鼓励其开发太阳能路面的设计架构以及在一些大型停车场路面开展试验^[4]。欧盟也是太阳能路面的主要倡议者, 并且为其研发提供了大力的支持。欧盟第七研发框架计划 (FP7) 积极支持由荷兰等国牵头的“太阳能道路” (Solaroad) 研发项目, 鼓励研发人员将太阳能路面的理念转化为现实。

根据美国和欧盟的研发设想, 太阳能路面一般由三层组成: 最上层为半透明的保护层, 在保护太阳能面板内部元件的同时也可以让太阳光透过; 中间层为太阳能电池, 用来产生电力; 底层用来隔绝土壤的湿气, 避免其影响到内部线路。同时, 考虑到车辆对路面的要求, 太阳能路面尤其是太阳能公路, 既需要一定的坚固性, 又要有一定的摩擦阻力以保证汽车在上面快速行驶而不打滑。在雨天等情况下, 太阳能路面可通过特殊的构造让路面的积水迅速排走, 而不影响汽车和行人的出行。一些设计还考虑安装发光二极管, 可在阴天或夜晚亮起道路标志, 作为交通标志和警告信息。在气候较为寒冷的地区, 太阳能路面也可“嵌入”加热器, 避免冬

第一作者简介: 王晓松 (1975—), 男, 科技哲学博士, 主要研究方向为科技创新发展战略与政策、国际科技合作及科技与社会的重大问题。
收稿日期: 2017-04-03

季出现积雪或结冰等现象。

从理论上讲, 太阳能路面的发电效果较为诱人。最早提出太阳能路面设想的美国太阳能道路公司网站给出的一个测算结果显示, 如果将美国全部公路都“翻新”为太阳能路面, 所产出的电量将是全美能源需求的三倍之多。但同时, 太阳能路面的建设成本十分惊人。该公司开发的每块太阳能路面面板造价高达 6 900 美元^[3], 翻新美国全部公路的成本需要数万亿美元。

2 欧盟在开发建设太阳能路面上的主要实践

欧盟作为减排和清洁交通的主要倡导者, 长期以来都对开发太阳能路面给予高度重视, 在实践方面更是率先实现了全球首条太阳能自行车道和太阳能公路的突破。

2.1 荷兰建成首条太阳能自行车道

2009 年, 得到欧盟第七研发框架计划支持的荷兰应用技术研究所 (TNO) 获得荷兰北方省政府的大力资助, 牵头成立了名为“太阳能道路”的联合研发项目, 致力于推动太阳能路面从理念到实践的转换。经过近 6 年的研发, 2014 年底, 该项目在荷兰首都阿姆斯特丹附近的一个小镇建成并开通了全球首条太阳能自行车路面^[5]。

荷兰的太阳能自行车路面全长约 100 米, 采用的是模块化设计, 在路面中铺设的每块水泥板里嵌入了晶体硅太阳能电池板。这种 2.5 米 × 3.5 米的预制板, 有一个约 1 厘米厚的半透明钢化玻璃顶层, 下面装有晶体硅太阳能电池。该路面每平方米每年约能产生 50 千瓦时的电能, 平均每 70 平方米的路面就可以满足一户荷兰家庭的用电需求。而试运行 6 个月的结果显示, 该路面实际产生的电量为 3 000 千瓦时, 已经相当于欧盟 1.5 个家庭的平均用电量。不过其成本依然较高, 项目总花费约 350 万欧元, 投资回收期将超过 15 年^[5]。尽管如此, 考虑到未来化石能源逐渐退出以及新能源生产的前景, 荷兰等国对于未来进一步发展太阳能路面的计划还是持十分积极的态度。2017 年 4 月, 参与建设该太阳能自行车道的其中一家荷兰企业与我国上海一家企业达成合作协议, 将联手在全球推广该技术。

2.2 法国建成首条太阳能公路

作为一项尝试性的示范工程, 太阳能自行车道

初步验证了太阳能路面的可行性, 同时也增强了欧盟一些成员国加速开发建设太阳能公路的步伐。同荷兰政府相类似, 法国政府对于未来开发太阳能公路也持积极态度。一方面, 法国政府对于太阳能公路的开发设计给予财力上的支持, 专门出资 500 万欧元资助相关研发; 另一方面, 在政策规划上为太阳能公路发展创造广阔的空间, 在 2016 年提出五年内完成 1 000 公里太阳能公路建设的计划^[6]。法国研究机构的研发也得到了欧盟研发计划的鼎力支持。参与太阳能公路研发的法国太阳能国立研究所 (INES) 是法国和全欧洲重要的太阳能专业研发机构, 承担了大量欧盟资助的研发项目。

2016 年底, 在各方协力下, 世界第一条太阳能公路正式在法国诺曼底地区开通^[7]。该公路全长 1 公里, 铺设了 2 800 平方米的太阳能面板。路面在混合聚酯层保护下承受车辆的碾压, 保护层下则安装太阳能转化电池。法国的太阳能公路的承载力以及抗磨性更高, 日均可满足 2 000 辆机动车通过。与荷兰太阳能自行车道相比, 该公路产生的电能除接入电网, 供附近小镇公共照明外, 重点是用来满足周边道路信号灯等交通设施使用, 将来还会为建在附近的电动车充电站提供电力供应。由于公路的实际使用率只有 10%, 所以太阳能公路在绝大多数时间里都可以利用太阳光发电。根据研发人员的构想, 20 平方米的太阳能公路路面所产生的电能将可以满足法国一户家庭的用电需求^[8]。

2.3 欧盟率先建成太阳能路面的原因分析

无论是荷兰的太阳能自行车道还是法国的太阳能公路, 背后都凸显了欧盟加速能源转型和推动绿色交通的新需求, 体现了欧盟支持创新的战略取向。

首先, 开发利用太阳能是减排压力下的一个重大战略选择。根据全球一致达成的最新的应对气变与减排协议——《巴黎协定》, 欧洲需要在 2030 年前使包括太阳能在内的可再生能源占比提高至 27%^[9]。而在前期除积极鼓励个人安装太阳能屋顶设施等方式之外, 欧盟迫切需要寻求新的太阳能开发途径。面向占地较大、覆盖全面的道路设施来进行太阳能开发, 显然是一个不错的选择。因此, 欧盟加大力度开发太阳能路面, 也是其加速能源转型、开辟新的太阳能利用方式的一

个有益尝试。

其次,太阳能路面也是其绿色交通发展的一个新探索。欧盟历来重视交通在温室气体排放方面的重大影响,呼吁成员国积极发展低碳的电动汽车并配套改造交通基础设施。太阳能路面的开发,正是顺应这一趋势的最好形式。法国开通的首条太阳能公路就是最好的证明。按照法国政府的测算,其计划建成的1 000公里太阳能公路,将解决8%的人口用电问题^[6],同时也为其未来在公路两侧建设更多的汽车充电站提供了便利的能源供给渠道,有利于电动汽车的大规模发展。

再次,积极开发和建设太阳能路面也是欧盟及其成员国在鼓励创新、依靠创新方面的典型做法。欧盟向来把创新看作发展的基础,2008年国际金融危机以来更是加大了推动以创新为核心的智能化、可持续、包容型发展战略的力度。在一些国家还在实验室里谈论太阳能路面的时候,欧盟率先发力,将其从理念落到实处,确实反映了鼓励创新不遗余力的力度和依靠创新实现发展的勇气。

3 未来太阳能路面发展的可能方向及对我国的启示

虽然欧盟在太阳能路面建设上显现出一定的雄心,但从短期看,其发展前景仍有很大的制约因素。首先是成本巨大。根据美国太阳能公路公司的设想,为将美国全国的现有公路改造为太阳能路面,需要筹资近330万亿美元,而这相当于现在美国发行的国债总量的16倍^[10]。其次,从目前的经济性来看,已经建成的太阳能路面发电成本同其他地面或屋顶太阳能发电装置相比,仍有十几倍的差距,短期内很难产生经济效益。

但不可否认的是,随着全球大力推进减排和能源转型,太阳能路面的开发在未来依然有着广阔的前景。除欧盟外,美国作为最早倡议太阳能路面的国家之一,近来也在推动太阳能公路建设上显露出加速的迹象,提出在今后的公路改造中考虑铺设太阳能面板的规划。因此,太阳能公路作为一个科技创新的新方向,有望在不远的将来对道路建设和新能源生产带来颠覆性的影响。

近年来,我国在太阳能开发利用方面走在了世界的前列,但和欧美相比,在一些前沿性探索等方

面仍有一定的差距。从欧美开发太阳能路面的举措来看,我国也宜加速在相关方面的研发和产业化布局。一是围绕太阳能路面建设,对道路用太阳能面板材料等技术加大研发力度,为今后开展太阳能路面建设实践提供理论储备。二是借鉴欧美将道路改造同清洁能源开发相结合的思路,在现有交通基础设施建设和更新过程中,充分考虑清洁能源开发的同步发展,进一步挖掘我国清洁能源开发潜力,提升我国未来交通基础设施的科技化含量。三是积极开展太阳能路面开发等方面的国际研发和产业技术合作,为提升我国太阳能产业研发水平和拓宽国际市场开辟新的合作领域。■

参考文献:

- [1] CIA. World factbook[EB/OL]. (2013-12-30)[2017-01-20]. <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/xx.html>.
- [2] BP. Statistical Review of World Energy[R]. London, 2016.
- [3] Solar Roadways. About us[EB/OL]. (2016-01-10)[2017-01-20]. <http://www.solarroadways.com/>.
- [4] David Biello. Driving on glass? Inventor hopes to lay down solar roads[EB/OL]. (2009-10-06)[2017-01-20]. <https://www.scientificamerican.com/article/driving-on-glass-solar-roads/>.
- [5] Fiona Macdonald: The solar road in the Netherlands is working even better than expected [EB/OL]. (2015-05-11)[2017-01-20]. <http://www.sciencealert.com/solar-roads-in-the-netherlands-are-working-even-better-than-expected>.
- [6] Federico Guerrini. France wants to install 1000 km of solar roadways over the next five years[EB/OL]. (2016-02-07)[2017-01-20]. <https://www.forbes.com/sites/federicoguerrini/2016/02/07/france-wants-to-install-1000-km-of-solar-roadways-over-the-next-five-years/#6f8f8e7a2ccc>.
- [7] Daniella Silva. World's first solar Road opens in normandy france[EB/OL]. (2016-12-22)[2017-01-20]. <http://www.nbcnews.com/science/science-news/world-s-first-solar-road-opens-normandy-france-n699351>.
- [8] Joshua Ostroff. France's "Wattway" Solar road set to power millions of homes[EB/OL]. (2016-11-02)[2017-01-20]. <http://www.huffingtonpost.ca/2016/02/11/france-solar>

- road-wattway_n_9190024.html. France: It's ridiculously expensive[EB/OL]. (2016-12-23)[2017-01-20]. <https://arstechnica.com/cars/2016/12/worlds-first-solar-road-opens-in-france/>.
- [9] European Commission. The Promotion of the Use of Energy from Renewable Sources[R]. Brussels, 2017.
- [10] Sebastian Anthony. World's first solar road opens in

The Practice of Solar Road Development in EU

WANG Xiao-song¹, SHAN Zi-jin²

(1. Ministry of Science and Technology of China, Beijing 100862;

2. China International Nuclear Fusion Energy Program Execution Center, Beijing 100862)

Abstract: The EU is actively promoting the research and construction of solar road to push forward the development and utilizing of clean energy, as well as the reduction of greenhouse gas emissions. Recently, the world's first solar bike lane and solar road have been built separately in Netherlands and France, which both are EU Member-states. Based on the analysis of the EU's practice on development of solar roads, this paper makes an overall analysis of the global related research and development, and puts forward some suggestions to China.

Key words: EU; solar energy; solar energy roads

(上接第34页)

- workshop/080313/03shiroyama_02.pdf. 2015, 371 (12) : 120-130 [J/OL]. [2017-01-05]. http://www.sangiin.go.jp/japanese/annai/chousa/rippou_chousa/backnumber/2015pdf/20151201120.pdf.
- [6] 竹岡まりこ. 科学技術政策の新たな推進体制—第4期科学技術基本計画期間を振り返って [J]. 立法と調査,

A Brief Analysis on Making Process of Japan's "Science and Technology Basic Plan"

WANG Ling

(Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038)

Abstract: "Science and Technology Basic Plan" is general principle of Japan's science and technology planning system, and it is also the fundamental policy for Japanese government to implement the strategy of "invigorating country through science and technology". By reviewing and analyzing the making process of the "Science and Technology Basic Plan", the paper explores the evolution of Japan's science and technology policies and summarizes the methodology of making science and technology plans from the governmental level, and provides references to scientific and technological planning in China.

Key words: Japan; science and technology basic plan; plan making; science and technology policy