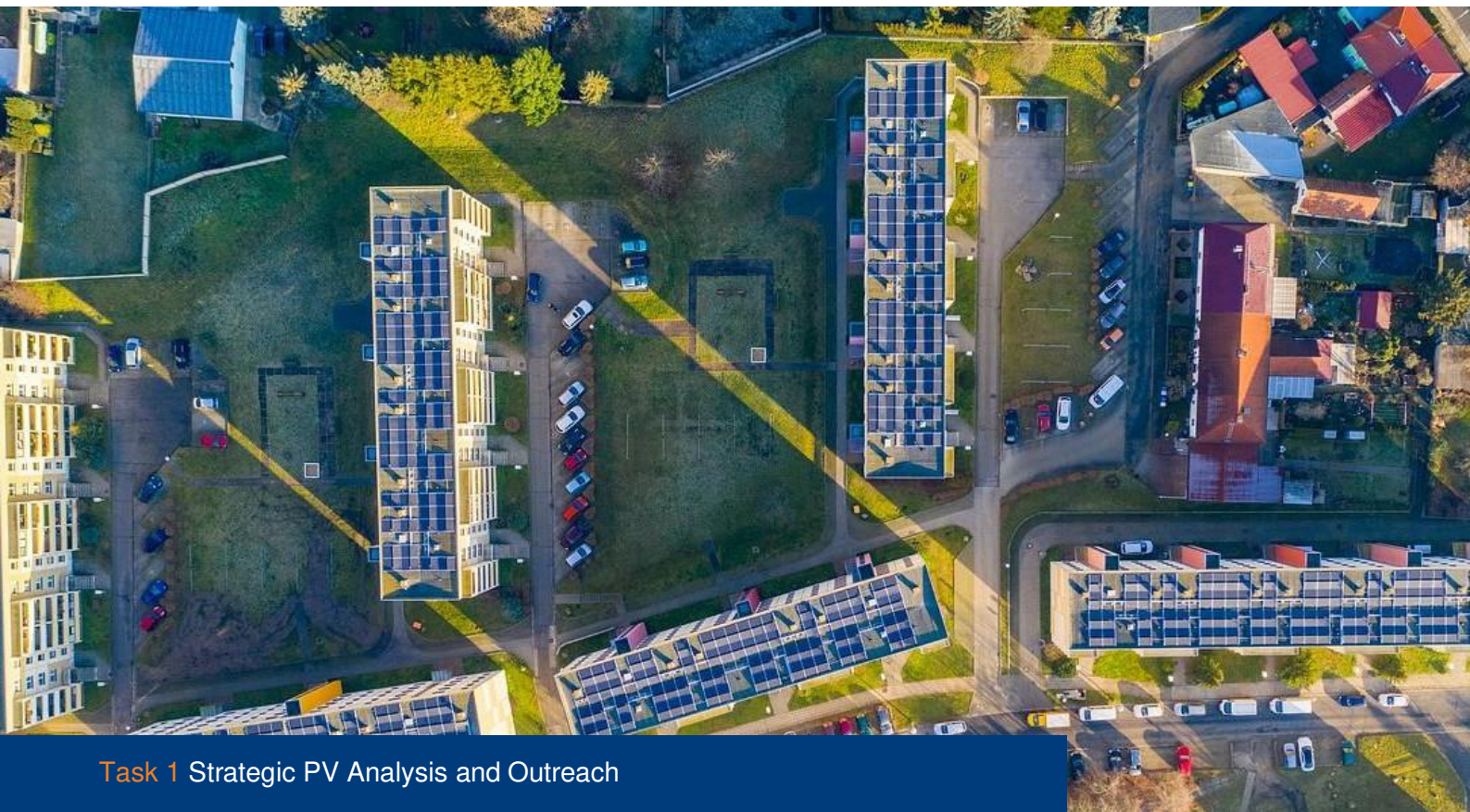




Task 1 Strategic PV Analysis and Outreach

S
A
V
E

世界光伏市场概览 2020



什么是 IEA PVPS TCP?

国际能源署 (IEA)，成立于 1974 年，是一个在经济合作与发展组织 (OECD) 框架之内的自治机构。技术合作计划 (TCP) 的创建基于一个信念，即在未来的能源安全和可持续发展始于全球合作。该计划是由 6000 名高级在政府，学术界和产业界的专家组成，致力于推进共同研究，和特定能源的应用技术。

IEA 光伏电力系统计划 (IEA PVPS) 是 IEA 内的 TCP 之一，成立于 1993 年。该计划的任务是“加强国际合作，以促进光伏太阳能在太阳能发电中的基石作用。向可持续能源系统过渡。”为了实现这一目标，该计划的参与者采取了多项光伏电力系统应用的联合研究项目。该总体方案由执行委员会领导，委员会由每个国家的代表或组织构成，指定可能是研究项目或活动的“任务”。

国际能源署 (IEA) PVPS 的成员国家包括澳大利亚，奥地利，比利时，加拿大，智利，中国，丹麦，芬兰，法国，德国，以色列，意大利，日本，韩国，马来西亚，墨西哥，摩洛哥，的荷兰，挪威，葡萄牙，南非洲，西班牙，瑞典，瑞士，泰国，土耳其和美国。欧盟委员会，欧洲太阳能，智能电力联盟 (SEPA)，太阳能产业协会和铜联盟为赞助成员。

请访问我们: www.iea-pvps.org

什么是 IEA PVPS 任务 1?

IEA 光伏电源系统项目任务 1 的目标是促进和协助光伏电力系统在技术，经济，环境和社会方面信息的交流和传播。任务 1 的活动支持的更广泛的光伏发电系统的目标：致力于低成本的光伏电力应用，提高 PV 电力系统潜力和价值的认知度，以消除技术和非技术壁垒，加强技术合作。

国际能源机构光伏发电系统计划

IEA PVPS
任务 1
策略性 PV 分析和延伸

报告 IEA- PVPS T1-37: 2020
2020 年 4 月

书号 978-3-906042-94-7

目录

执行摘要	6
1. 2019世界光伏市场概览	8
2. The Top 10 Markets in 2019世界十大市场.....	10
3. AC或 DC数字及市场细分	11
4. 世界累积光伏装机容量.....	12
5. 区域累积光伏装机容量.....	13
6. 来自光伏的电力生产.....	14
7. 政策和市场趋势	15
7.1 竞争性投标和商业光伏.....	15
7.2 生产/消费者政策.....	15
7.3 对现有设施的惩罚和追溯措施.....	16
8. 更加广泛的能源转型中的光伏.....	17
8.1 光伏和其它可再生能源的进化.....	17
8.2 光伏发张对二氧化碳排放的影响.....	18
8.3 光伏孕育着清洁运输的发展.....	18



执行摘要

经过一年的市场稳定，市场数据的初步报告显示，全球年度光伏市场的水平略高于 2018 年和 2017 年。去年，全球至少安装及委托安装了 114.9GW 的光伏系统。截至 2019 年底，光伏累计总装机容量至少达到了 627GW。虽然这些数据将在未来几个月内得到确认，但已经可以看出一些重要的趋势：

- 中国光伏市场连续第二年收缩，从 2017 年的 53.0GW，到 2018 年的 43.4GW，到 2019 年的 30.1GW。然而，在总容量方面，中国仍然处于领先地位，累计装机容量为 204.7GW，几乎占全球光伏装机容量的三分之一。
- 在中国以外，全球光伏市场从 2018 年的 58.8GW 增长至 2019 年的至少 84.9GW，同比增长 44%。
- 欧盟的装机容量接近 16GW，欧洲其他国家大约增加了 5GW。2019 年最大的欧洲市场是西班牙（4.4GW），其次是德国（3.9GW）、乌克兰（3.5GW）、荷兰（2.4GW）和法国（0.9GW）。
- 美国市场增长至 13.3GW，大型地面电站约占新增装置的 60%。
- 印度略有下降，年市场容量达到 9.9GW，其中 2019 年的分布式和离网装机容量约为 1.1GW。
- 日本排名第五，估计年装机容量为 7GW。
- 其他一些主要市场在 2019 年做出了重大贡献，如越南（4.8GW）、澳大利亚（接近 3.7GW）、韩国（3.1GW）、巴西（2.0GW）、阿拉伯联合酋长国（2.0GW）、埃及（1.7GW）、台湾（1.4GW）、以色列（1.1GW）、墨西哥（1.0GW），衰退中的土耳其市场（0.9GW）紧随其后。
- 在前 10 个国家中，目前有 6 个亚太国家（中国、印度、日本、越南、澳大利亚和韩国）、3 个欧洲国家（西班牙、德国和乌克兰）和 1 个美洲国家（美国）。
- 2019 年进入全球前十大市场的门槛约为 3.1GW，是有史以来的最高水平，是 2018 年达到这一标准的两倍。
- 前 10 个国家占全球年度光伏市场的 72%，这一数字的下降表明光伏市场的集中度较低。
- 洪都拉斯、以色列、德国、智利、澳大利亚、希腊、日本、意大利、印度、比利时、荷兰和土耳其现在有足够的光伏发电能力，理论上可以用光伏发电生产其年电力需求的 5% 以上。光伏发电约占全球电力需求的 3%，占欧盟的 5%。

光伏发电对能源结构脱碳的贡献正在取得进展，光伏发电可替代高达 7.2 亿吨二氧化碳当

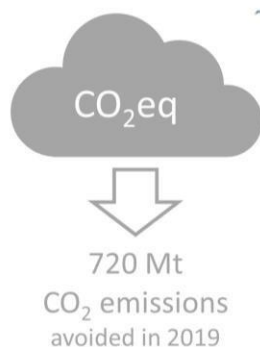
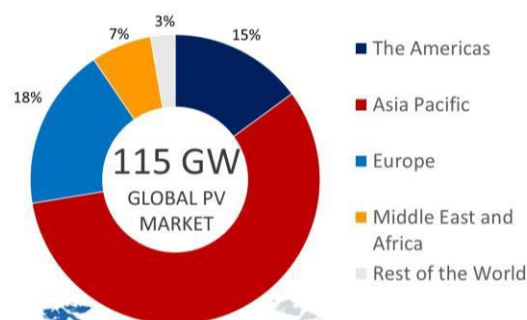


量。与没有光伏发电的世界相比，到 2019 年底，光伏发电可减少全球二氧化碳排放 1.7%或 2.2%的能源相关排放和 5.3%的电力相关排放。在完全脱碳和光伏发电部署方面还有很多工作要做，至少应增加一个数量级，以应对在法国巴黎举行的第 21 次气候变化会议期间确定的目标。



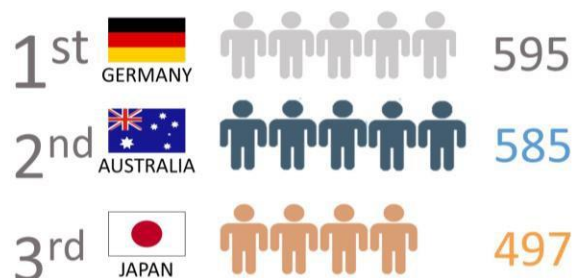
A Snapshot of Global PV Markets - 2020

TOP PV MARKETS 2019

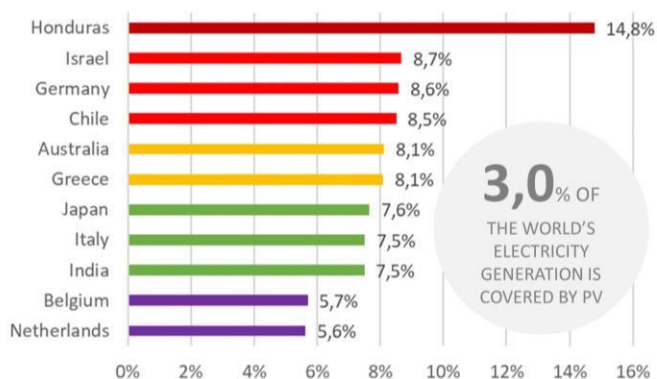


- 627 GW** were installed all over the world by the end of 2019
- China is the world's **#1** PV market
- 18** countries installed at least **1 GW** of PV in 2019
- 9** countries have installed at least **10 GW** of cumulative capacity at the end of 2019

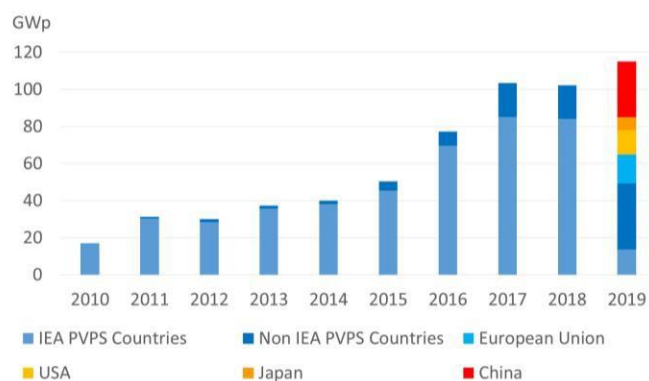
SOLAR PV PER CAPITA 2019 Watt/capita



COUNTRIES WITH HIGHEST PV PENETRATION



EVOLUTION OF ANNUAL PV INSTALLATIONS





1. 2019 世界光伏市场概览

多年来，国际能源机构 PVPS 一直以根据官方政府机构和可靠的行业来源提供的信息来编制关于全球光伏发展的公正报告而著称。第九版“全球光伏市场概览”旨在提供有关光伏市场在 2019 年发展情况的初步信息。第 26 版 PVPS 完整的“光伏应用趋势”报告将于 2020 年第 4 季度发布。

2019 年，光伏市场连续第三次突破 100GW 的门槛，市场同比增长 12%。这种增长是在稳定一年之后出现的，其原因是各大洲的市场大幅增长，而全球效应部分被全球光伏装机市场领头羊中国的放缓所掩盖。事实上，多年来，中国市场的发展水平在很大程度上推动了全球光伏市场的发展。中国 2019 年装机容量约为 30.1GW，而 2018 年为 43.3GW，2017 年为 53.0GW，全球光伏市场从 2018 年的 102.2GW 和 2017 年的 103.4GW 增至 114.9GW。

在中国之后，欧盟在 2019 年的年装机容量约为 16.0GW，排名第二。美国紧随其后，市场新增装机 13.3GW，印度当年市场小幅萎缩至 9.9GW。日本则以 7GW 的估计值位居前五，与 2018 年相比，这一水平较为稳定。

前五名与 2018 年相似，但地位有所改变。在这些国家之后，2019 年发生了一些变化：越南首次安装了 4.8GW，随后西班牙市场繁荣，达到 4.4GW；澳大利亚预计安装了 3.7GW，而乌克兰紧随其后，达到 3.5GW。更深入地观察欧盟国家，德国经历了另一个增长年，安装了约 3.9GW，荷兰继续大规模安装，在这一年中投入使用了 2.4GW。

尽管中国市场的放缓，亚洲继续主导全球光伏市场。一些已经建立的主要亚洲市场，如韩国、台湾或马来西亚，在 2019 年出现增长，而中国和印度则出现收缩。泰国、新加坡、印度尼西亚和菲律宾等其他市场多年来发展缓慢或时断时续。越南现在已经跻身于顶级市场之列，但不确定这样的安装水平是否会持续下去。2019 年，亚洲市场约占全球光伏市场的 57%，与往年相比大幅下降。

在美洲，市场略有增长，主要是通过美国市场，美国市场在 2019 年经历了加速增长（13.3GW）；巴西是美洲第二大市场，2019 年装机容量约为 2.0GW；再其次是墨西哥，2019 年装机容量约为 1.0GW；智利装机 700MW，增长相对稳定；阿根廷装机 500MW 左右，创历史新高；加拿大市场相当低迷，2019 年装机容量约为 200MW。2019 年，美洲地区约占全球光伏市场的 16%。

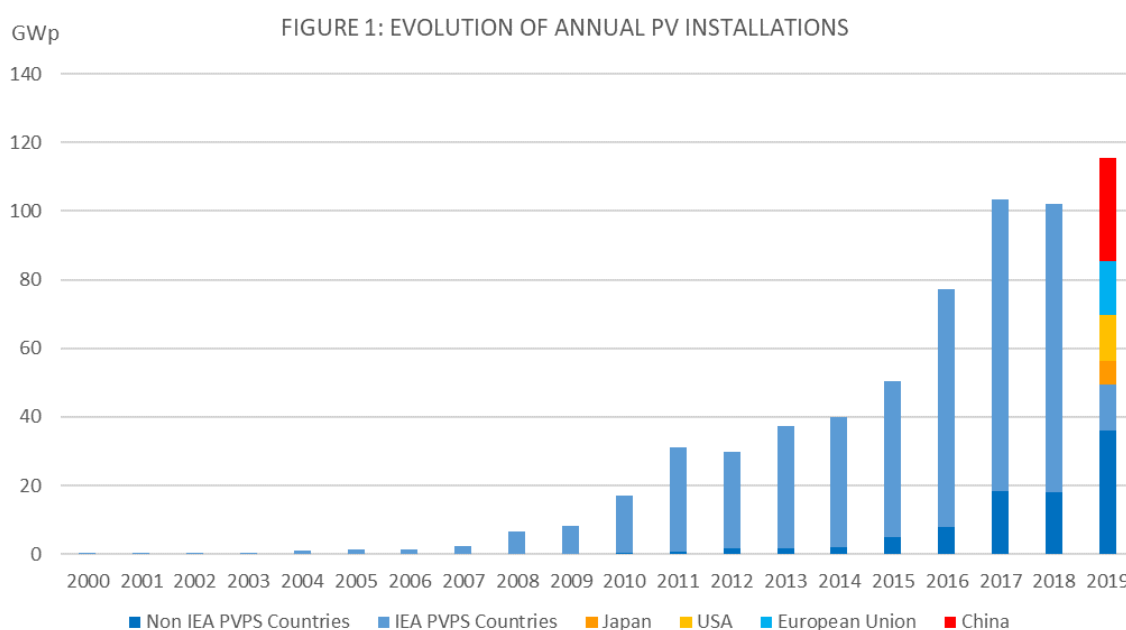
在欧盟，西班牙在经历了多年的市场停滞，凭借着 4.4GW 的投标而繁荣起来；德国以 3.9GW 位居第二，连续第三年大幅增长。荷兰拥有 2.4GW，这是荷兰第二次经历了重大的市场发展，其次是法国，仍低于 GW 大关的 0.9GW。意大利的装机量约为 0.6GW，比利时的装机量为 544MW。接下来排名是瑞士（352MW）、瑞典（287MW）、奥地利（224MW）、葡萄牙（150MW）、丹麦（104MW）、芬兰（77MW）和挪威（20MW）。



欧洲其他国家，特别是欧洲大陆东部，也经历了有趣的发展：乌克兰 3.5GW，波兰（约 800MW），匈牙利（约 900MW）。与前几年（233MW）相比，英国保持在非常低的水平，而希腊多年来首次取得进展（约 250MW）。2019 年，整个欧洲在全球光伏市场的份额略高于 18%。

在中东，以色列增加了 1.1GW 的装机容量，这是多年来的最高水平。在阿拉伯联合酋长国，约有 2GW 的项目上线（有些项目在 2018 年安装，但在 2019 年投产），主要是由于前几年的招标。在约旦，有几个正在进行的项目于 2019 年上线，总装机量为 600MW。土耳其的装机容量为 0.9GW，连续第二年大幅下降。

在非洲，南非装机容量为 1GW；埃及在 2019 年至少装机容量为 1.7GW，摩洛哥市场发展水平较低，该国在 2019 年底的光伏装机容量达到 200MW。2019 年，非洲和中东约占全球光伏发电装机的 8%。



总体而言，全球光伏市场已连续第三年突破 100GW 大关。尽管中国的市场增长较低，但由于中国以外市场的增长，全球其他市场有所增长，同比增长超过 44%，较往年的 17% 大幅增长。

2019 年，至少有 18 个国家的光伏年装机容量超过了 GW 标准，比 2018 年增加了 8 个。目前，9 个国家的总累计容量超过 10GW，5 个国家超过 40GW，仅中国就达到 204.7GW。欧盟（作为欧盟 28 国）过去多年一直领先，但在 2015 年失去了领先地位，目前排名第二（131GW），美国第三（75.9GW），日本第四（63GW）。



2. 2019 全球十大市场

在重大进展中，2019 年的 10 大光伏市场装机量最低门槛均突破 3GW，而 2018 年为 1.5GW。

光伏市场的动态依然清晰可见，随着今年新的国家进入前 10 强（越南和乌克兰），过去的市场领导者也在巩固自己的地位，欧盟（EU）飙升至第二位，领先于美国和印度。

前几年装机容量较大的几个老牌光伏国家，如法国、荷兰和土耳其，已脱榜年度装机容量前十名。这些国家虽然保持了一定市场发展，但不足以在 2019 年跻身前十。

由于过去的装机容量水平，累计装机容量前 10 名显示出更多的惯性：意大利或英国长期以来一直处于前 10 名，深厚的积累和惯性仍使它们能够保持在总装机容量前 10 名。

如下一节所述，一些国家报告的光伏发电装机容量已 AC 交流侧转换为 DC 直流侧，以便于比较。这可能导致与西班牙、日本或印度等几个国家的官方光伏数据不符。

TABLE 1: TOP 10 COUNTRIES FOR INSTALLATIONS AND TOTAL INSTALLED CAPACITY IN 2019

FOR ANNUAL INSTALLED CAPACITY				FOR CUMULATIVE			
1		China	30,1 GW	1		China	204,7 GW
(2)		European Union	16,0 GW	(2)		European Union	131,7 GW
2		United States	13,3 GW	2		United States	75,9 GW
3		India	9,9 GW	3		Japan	63 GW
4		Japan	7,0 GW	4		Germany (EU)	49,2 GW
5		Vietnam	4,8 GW	5		India	42,8 GW
6		Spain (EU)	4,4 GW	6		Italy (EU)	20,8 GW
7		Germany (EU)	3,9 GW	7		Australia	14,6 GW
8		Australia	3,7 GW	8		UK (EU in 2019)	13,3 GW
9		Ukraine	3,5 GW	9		Korea	11,2 GW
10		Korea	3,1 GW	10		France (EU)	9,9 GW

Source: IEA PVPS

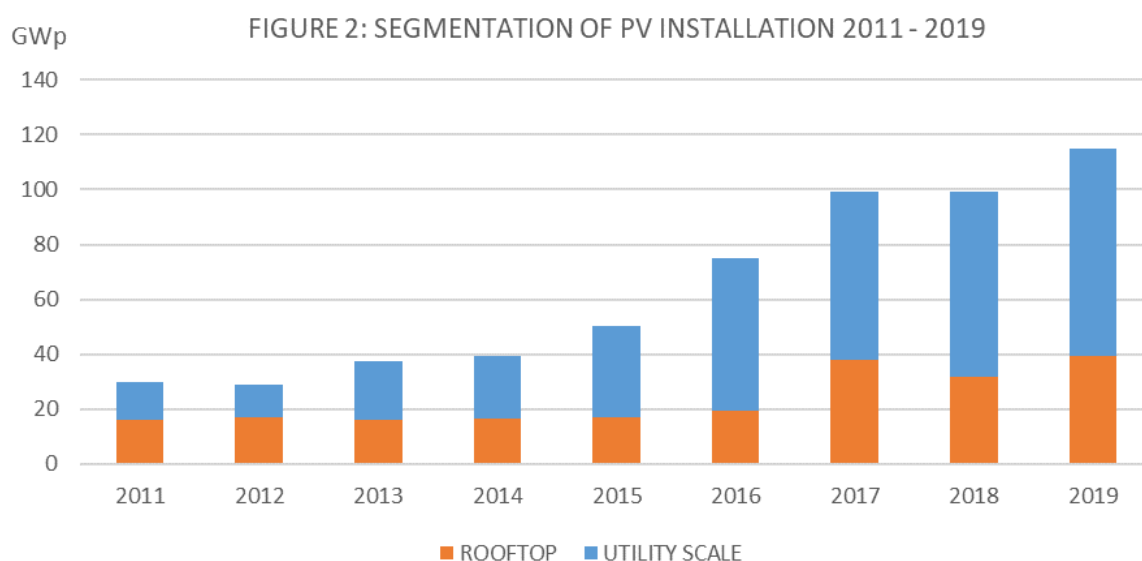
*欧盟在 2019 年对 28 个欧洲国家进行了分组，其中西班牙、德国、意大利和英国进入前 10 名。英国在 2020 年退出欧盟，但这里报道的 2019 年数字仍在统计之中。英国在这两个排名中都没有改变立场。



3. 市场细分

IEA PVPS 会根据各国所报告的数据统计所有光伏安装量，包括并网和离网。按照惯例，报告中的数字是指安装的光伏系统的标称功率，用 **W**（或 **W_p**）表示。现在有些国家所报告的数字则采用得是光伏逆变器端的输出功率或电网连接处功率水平。

DC 与 AC 侧输出之间的差异可以从 5%（转换损耗等）到 60% 不等。例如，德国的一些电网法规将过去几年安装的家用户光伏系统的输出功率限制在峰值功率的 70% 以下。2019 年建成的大多数大型地面电站将光伏逆变器容配比设定在 1.1-1.6 之间。对一些国家来说，本报告中的都转化成 DC 侧输出数据，以保持整个报告数据的一致性与可比性。



Source: IEA PVPS

初步数据显示，与 2018 年相比，分布式光伏市场的绝对数量略有增长。不过，与集中光伏市场相比，这一比例相对下降。2019 年，由于许多国家招标计划的大力推动，大型地面电站的绝对数量有所增长。

市场也开始多元化，漂浮式光伏电站增加了大型电站应用形式的规模，BIPV 开始作为 BAPV 的补充应用形式在建筑领域被广泛应用。其他新兴市场，如农业光伏，目前还尚不能被预见到规模化应用的趋势。从技术的角度来看，一些进展是值得注意的，例如双面光伏组件的应用。光伏组件作为车辆的集成部件在交通领域的应用显示出光伏组件进一步多样化的潜力，但其目前的市场水平仍然太低，无法在本报告中予以考虑。



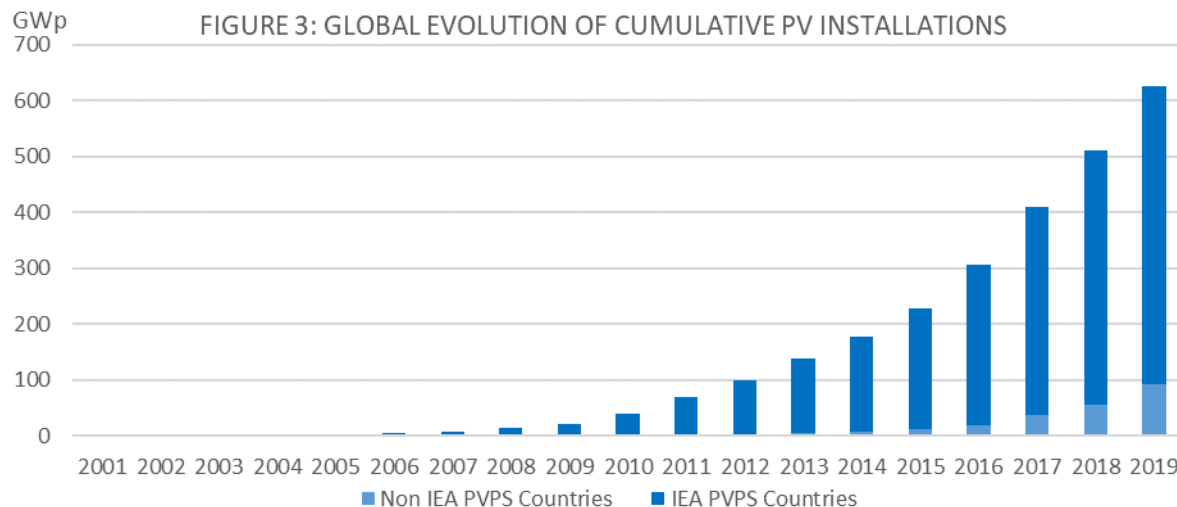
4. 全球累积装机容量

如图 3 所示，截至 2019 年底，全球累计装机容量至少达到 627GW。中国继续以 204.7GW 的累计装机容量领先，其次是欧盟（131.3GW）、美国（75.9GW）、日本（63.0GW）和印度（42.8GW）。在亚太地区，澳大利亚累计装机达到 14.6GW，韩国达到 11.2GW。在欧盟，德国以 49.2GW 领先，其次是意大利（20.8GW）和英国（13.3GW）。所有其他国家都低于 10GW 大关。

截至 2019 年底，IEA PVPS 国家累计光伏装机 534.5GW，大部分为并网光伏装机。IEA PVPS 成员国家覆盖全球 27 个国家，其光伏装机量至少占全球光伏装机的 85%。

除了 IEA PVPS 计划的成员国（地区）之外，到 2019 年底，世界上其他主要市场的累计装机容量至少为 92.1GW：印度至少为 42.8GW，越南为 4.9GW，乌克兰为 4.8GW，台湾为 4.1GW 以上：巴基斯坦、巴西、埃及、阿联酋、约旦和俄罗斯已经安装了若干 GW。世界上所有国家都在不同程度上安装了光伏发电，但大多数国家都是以兆瓦（MW）而非吉瓦（GW）计算安装量。

目前，包括 IEA PVPS 国家和其他国家合计，617.2GW 的装机容量似乎是 2019 年底之前的最低装机容量，具有一定的确定性。其余市场预计将增加 9.8GW 的装机容量，使得全球累计总装机容量达到 627GW 左右。



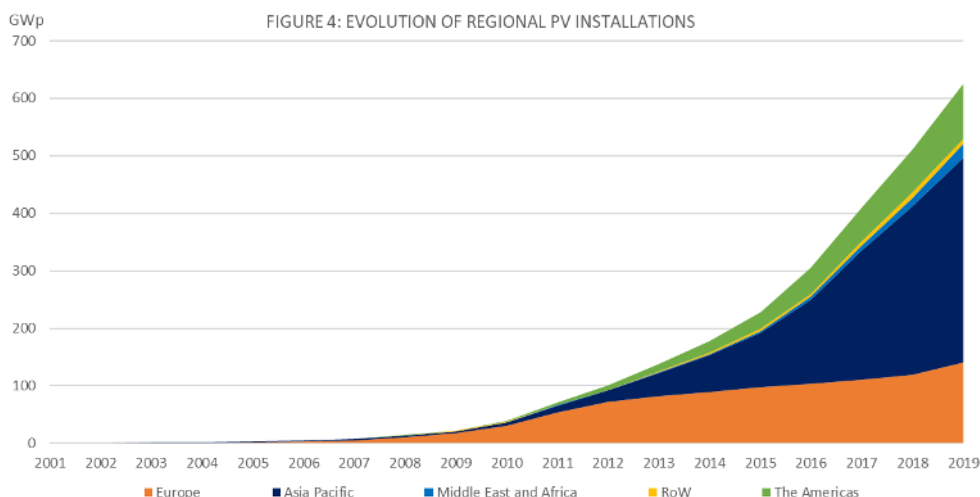
5. 分区域累积光伏装机容量

虽然欧洲在光伏的早期发展中发挥了关键的先锋作用，但亚洲的份额在 2012 年开始迅速增长，此后一直没有停止增长（见图 4）。在中国、印度、日本、韩国等国的推动下，2019 年亚洲的累计装机容量约占全球累计装机容量的 57%，由于中国市场放缓，这一比例大幅下降。随着亚洲市场的快速增长，欧洲的份额逐年下降，然而在 2019 年，欧洲市场再次呈现了显著增长态势。截至 2019 年底，欧洲占全球光伏累计装机容量的 22%，其中欧盟占欧洲市场 93%。美洲占 15%，这要归功于美国和一些拉丁美洲国家，其余 6%来自多边环境协定区域和世界其他地区



（未经确认的设施）。

光伏发电能力越来越能更好地代表财富和人口分布。大部分富裕国家都启动了光伏市场开发，且其中大部分国家在不断扩大其市场规模。市场对电力需求的跟踪更为紧密，在未来几年内，光伏电力将惠及较弱的经济体。



Source: IEA PVPS

退役、技改重建和回收

到目前为止，IEA-PVPS 公布的数据均依据报告国的官方数据中的年装机量和总累计装机容量。一些国家已经通过减少总的累计数量的方法以将光伏发电厂的退役纳入其总的累计容量中。然而，人们认为，许多国家没有恰当地对光伏电站退役情况进行跟踪，包括更为棘手的技改和重建情况。

据推测，如果考虑到真正的市场在 2005 年左右才开始以及最早安装的光伏组件寿命的话，目前真正意义上的退役目前并不多见。更换系统部件，特别是光伏组件和逆变器是日常维护和运营业务的一部分，但一般来说，这不会影响总的累积容量。回收数字可以提供这一领域正在发生的事情的一瞥。然而，回收计划还不常见，数据的可获得性需要提高。

在未来几年，IEA PVPS 将密切关注退役、技改重建和回收的动态演变，预计将对装机容量、技改重建市场预期以及由于光伏系统老化导致的光伏系统性能衰减产生影响。



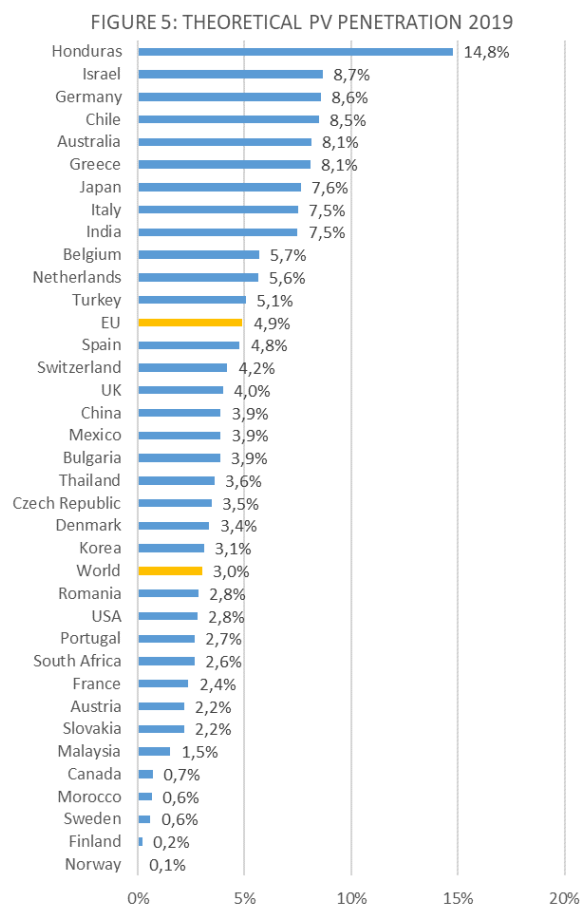
6. 来自光伏的电力生产

光伏发电量对于单个发电厂来说很容易测量，但对于整个国家来说则要复杂得多。此外，一个国家在某个确切日期的光伏系统装机容量基数与光伏发电量之间的关联也很难进行。一个安装在 12 月的系统将只产生其正常年发电量的一小部分；安装在建筑物上的系统可能不会处于最佳方位，或者在白天可能有部分阴影。此外，天气在一年与另一年之间会显示出一些显著的差异。基于这些原因，以下所示的各国光伏发电量估计了光伏发电量可能基于 2019 年底的累计光伏发电量，接近最佳选址、方位和长期平均天气条件。

图 5 显示了根据 2019 年底光伏发电装机容量，光伏发电在理论上如何对相关国家（IEA PVPS 成员国和其他国家）的电力需求做出贡献。由于这些数字是根据 2019 年底的累计总产能估算得出的，因此它们可能与一些国家的官方光伏生产数字略有不同。这些数字应被视为指示性的，它们提供了对不同国家产量的可靠估计，并允许国家之间进行比较，但不能取代官方数据。

在一些国家，光伏发电量对电力需求的贡献率已经超过了 5%，洪都拉斯的贡献率几乎达到了 15%。以色列排名第二，约为 8.7%，德国排名第三，理论渗透率为 8.6%。

总的来说，光伏发电贡献率接近世界电力需求的 3.0%，欧盟接近 5.0%。



Source: IEA PVPS



7. 政策和市场趋势

竞争性招标和光伏电力交易

在世界上有几个电价极具竞争力的地方继续进行招标，在阳光最充足的地方约为 20 美元/MWh 时，在中东甚至更低。价格下降的趋势仍在继续，大多数人认为未来几年价格将继续下降，可能会以更稳定的速度下降。在一些激励措施有限或没有激励措施的地方，**招标者们也正在制定新的光伏招标标准。**

在一些国家，基于成本的招标逐渐演变为多因素招标。引入环境或行业约束是为了有利于当地公司或推动产品的更好的环境足迹。

光伏电力交易方面，自 2019 年开始已经在几个国家出现光伏电力在电力市场上的销售，预计在未来几年将进一步发展。因此，除了招标之外，大型电站应用开始在框架招标和类似政策之外发展，并可能以较低的电价席卷全球电力市场。

消费者政策

认为光伏发电者可以被视为能源生产商和消费者的“生产/消费者”的想法正在迅速发展，一些国家正在相应地调整相关政策。

用于开发小规模光伏建筑系统市场的第一套政策被称为“净电表计量”政策，被很多国家采用。但其含义在不同国家有不同的界定。“净电表计量”的核心内涵是为注入电网的光伏电力提供信贷，这项政策设计曾支持美国、加拿大、丹麦、荷兰、葡萄牙、韩国和比利时的部分市场发展，随后这种政策越来越多地被有利于光伏电力实时消费的自消费政策所取代。自消费模式通常会对进入电网的多余光伏电力赋予上网电价（或除现货价格外的上网溢价）。因此，自消费模式正成为分布式光伏系统推广的主要驱动力。

在公共建筑中自消费模式还不普遍，但在荷兰、瑞典、法国、瑞士和德国都有这种应用。在意大利，在特定条件下，允许通过私人输电线路连接到单个终端用户的光伏系统，一些国家正在测试这一概念的可行性。在墨西哥、巴西、法国和澳大利亚，远距离点之间虚拟自消费模式的想法已经得到了检验，在荷兰，在某些情况下，这种想法是可能的。在许多国家，这类政策遇到了许多分销系统运营商的强烈抵制，他们担心自己的未来融资问题。随着分布式发电和自用电所占份额的不断增加，**电网收费问题**是一个需要解决的关键问题。

最近，欧盟提出了**可再生能源社区**的概念。可再生能源社区应允许居民向其邻居出售可再生能源产品。瑞士在 2018 年《新能源法》（只要不使用公共电网）中引入了个人建筑以外的集体自耗，这可能会扩大现有的光伏市场份额，并帮助无力投资光伏发电的消费者降低成本。

分散式或分布式自消费模式正开始发展，其理念是光伏发电生产与消费的脱节。这将允许一个或多个光伏发电厂（甚至是公用事业规模的发电厂）以合理的距离向一个或多个用户供电，从



而最大限度地减少公共电网的使用。这将有助于减轻当地自消费比率的制约，并使屋顶或土地上的可用空间得到更好的利用。在法国、荷兰和澳大利亚这种方式被允许以不同形式采用，主要用于小规模安装。

对现有装机的追溯措施

2019 年，多数光伏市场没有出现突然或未宣布的追溯措施，因此情况较往年有所改善。然而，近年来采取的追溯措施大大降低了投资者对光伏市场的信心，即使在市场条件有利的情况下，也仍然对安装水平产生影响。最显著的影响发生在西班牙；尽管去年取消了声名狼藉的太阳税，但对光伏系统所有者实施的追溯措施仍将有效，这些措施在某些情况下使光伏系统所有者的收入减少了 50%。在意大利，为了减少光伏成本对电力消费者的影响，政府在 2014 年实施了降低上网电价水平的措施，通过增加支付年限来补偿。

其他国家也采取了追溯措施，降低了对现有光伏系统的财政补贴水平或改变了适用条件。保加利亚、罗马尼亚和捷克共和国在过去三年中讨论或实施了此类措施，其结果往往是破坏投资者的信心，并使光伏市场陷入低谷。在比利时，在颁发绿色证书的法律中纳入了追溯措施，这在法律上允许减少颁发证书的年限。比利时一些地区也在以增加电网费用为依据，对现有的散户系统实施或试图实施特定的税收。

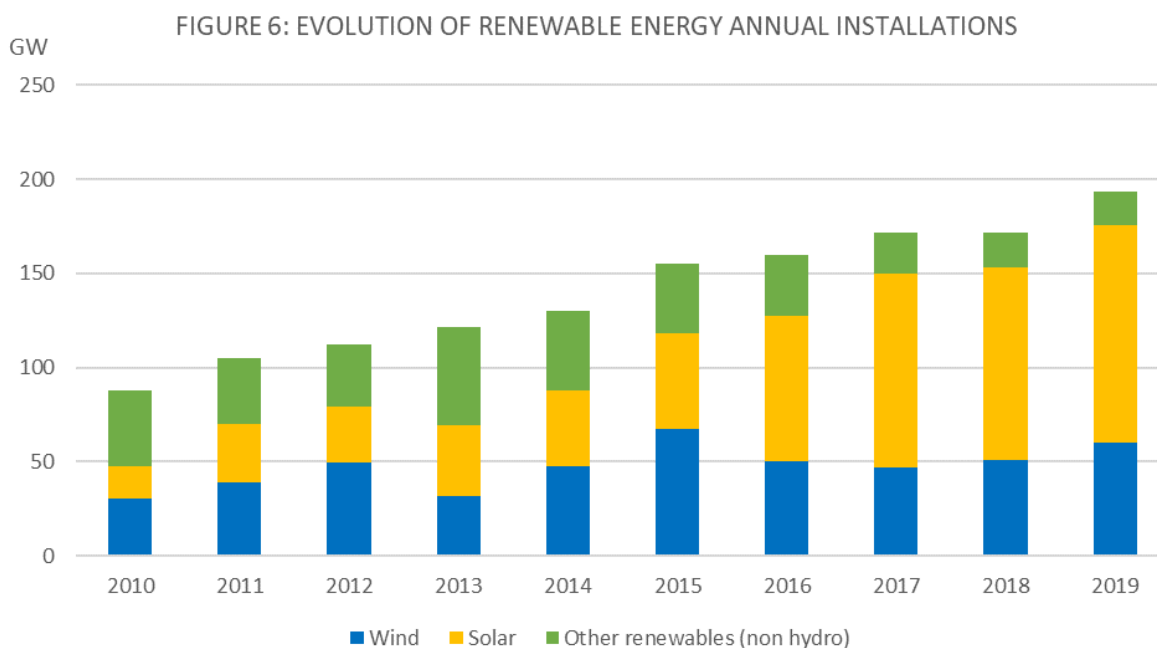
这些措施，尽管有时是合法的，却大大降低了投资者的信心，全部降低了上述光伏市场的拓展。目前，阻碍散户光伏发电发展的最大障碍是，人们担心，已经批准的自用或净计量政策可能会针对现有的光伏系统进行调整、降级或被征税。然而，鉴于光伏技术解决方案的竞争力不断增强，此类措施正迅速从大多数国家决策者的议程上消失。



8. 更加广泛的能源转型中的光伏

8.1 光伏与其它可再生能源的进化

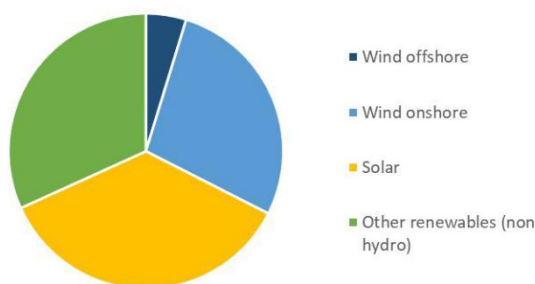
光伏发电将在能源转型中发挥关键作用；从图 6 中可再生能源技术的演变来看，这一趋势已经显而易见。在过去的 15 年里，由于技术的发展和价格的变化，光伏技术显示出了持续的市场增长。近年来，光伏发电已经从主要用于太空或偏远地区电力生产的补充技术，转变为主流能源。



Sources: compilation of IEA PVPS, GWEC, IRENA and estimations for 2019

虽然生物质能发电几乎可以全天和全年生产，风能和太阳能发电在很大程度上却要取决于当地可利用的资源。但是从下图可以看出，2019 年，风光发电量约占新增可再生能源发电总量的 59% 以上。

FIGURE 7: ELECTRICITY PRODUCTION OF THE RENEWABLE ENERGY CAPACITY INSTALLED IN 2019



Sources: IEA PVPS, GWEC and estimations for 2019



8.2 光伏发展对二氧化碳排放的影响

2019 年，全球与能源相关的二氧化碳排放量约为 33 Gt，经过两年的增长和 2018 年的创纪录峰值后趋于平稳。其中一个主要原因是发达经济体电力部门的二氧化碳排放量下降，这要归功于可再生能源（主要是风能和光伏）的进步，此外还有燃料从煤炭转换为天然气和更高的核电产量。2019 年，电力行业的二氧化碳排放总量已接近 13Gt 二氧化碳当量，略低于 2018 年的水平（低于 1.2%）。

光伏发电在减少电力二氧化碳排放方面的作用不断增强。根据 2019 年底全球累计光伏发电量所产生的总发电量计算，每年可减少约 720Mt 二氧化碳排放。这一数额是根据各国不同混合电力所产生的相同电量产生的排放量计算的，并考虑到光伏系统的生命周期排放。这约占电力行业总排放量的 5.5%。

8.3 光伏孕育着清洁运输的发展

除了通过提供化石能源生产的替代品来直接对抗二氧化碳排放的增加之外，光伏技术的应用还可以作为其它有潜力应对气候变化技术的催化剂。事实上，光伏发电现在是一些细分市场中最具竞争力的电力来源。这种廉价电力的供应使绿色燃料突破成为可能。

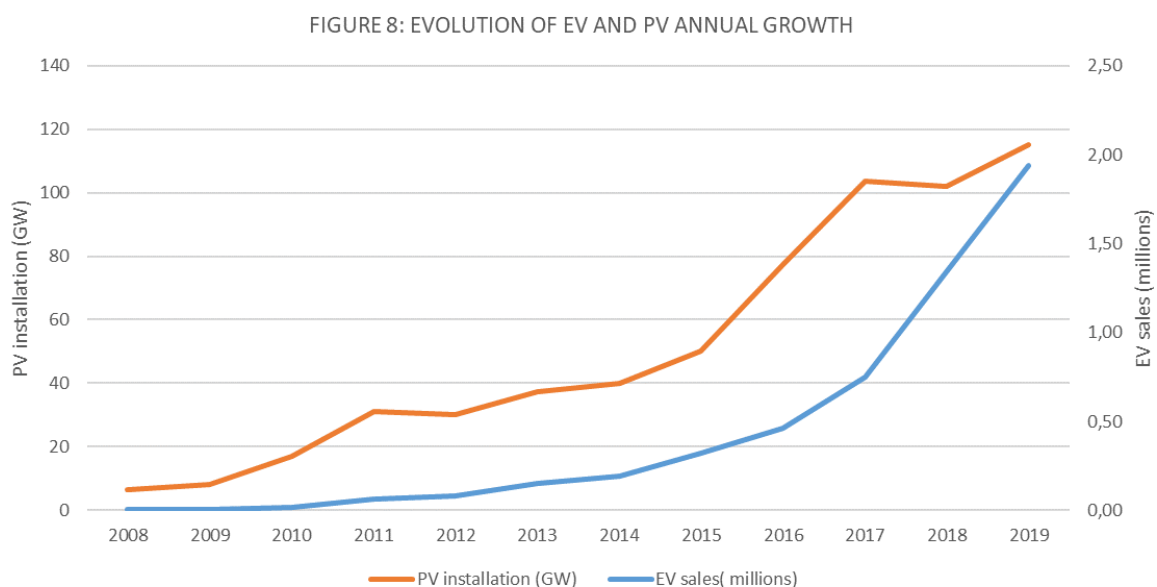
能源转换的一个关键技术，也是季节性储存的关键技术，可能是绿色制氢。经过多年的研究和试验项目，世界各地正在建造第一座商用氢工厂：

- 在比利时，Colruyt 集团开设了第一个公共氢加气站。客户可以购买传统和绿色燃料以及 100% 的绿色氢。
- 海格林普罗旺斯是一个光伏发电和电力制氢项目，位于法国东南部。它的目标是到 2027 年生产 1300GWh 的光伏发电。600GWh 的电力将为电解槽提供动力，以产生氢气。氢气将用作运输燃料或储存在地下。
- 在日本，福岛县已经开始建设一个大规模的氢能系统。10MW 级制氢装置将于 2020 年投产。氢气将为燃料电池汽车提供动力及为工厂运营提供能源。
- 在瑞士，Alpiq 和 H2Energy 宣布建造一台 2MW 的商用电解槽，利用水力发电为燃料电池驱动的电动卡车生产氢气。
- 在德国，已经引进了一些氢动力列车来代替柴油发动机。随着更多氢动力列车将于 2021 年投入使用，向清洁能源的转变仍在继续。政府于 2019 年 11 月发布了国家氢路线图的研究报告。
- 在西班牙，马洛卡已经宣布了一座与氢结合的太阳能光伏发电厂，并将于 2021 年开始运营。



另一个光伏与其他行业产生协同效应的例子是电动汽车 (EV)。

许多国家的运输电气化正在加速；几乎所有国家都在积极参与国际能源机构 PVPS 的计划。光伏发展与电动汽车之间的联系还没有得到充分的理解，但随着自主消费政策的发展，这一联系正在成为现实。在负荷高峰时段为电动汽车充电意味着对电力生产的重新考虑，而虚拟自主消费等概念可以迅速为光伏快速发展提供框架。电动汽车市场的加速发展可以与光伏市场的发展相提并论。仅在 2019 年，电动汽车销量就接近 200 万辆，电动汽车的普及率可能会比光伏最初的突破速度更快。



Source: IEA until 2018 and compilation of official national sources or estimates for 2019



ISBN 978-3-906042-94-7

