

2021 年 可再生能源 发电成本



本执行摘要源自：

国际可再生能源署 (2022), *2021 年可再生能源发电成本* ,
国际可再生能源署, 阿布扎比 (Abu Dhabi)

本报告翻译自英文原文 “Renewable Power Generation Cost in 2021 ISBN:
978-92-9260-452-3” (2022)。

如果译文与英文原文有出入，以英文原文为准。

免责声明

本出版物及其中的材料均按“原样”提供。国际可再生能源署已采取一切合理的预防措施，核实本出版物中材料的可靠性。然而，国际可再生能源署或其任何官员、代理人、数据或其他第三方内容提供者均不提供任何形式的明示或暗示保证，对使用本出版物或其中材料所带来的任何后果不承担任何责任或义务。

本出版物包含的信息不一定代表国际可再生能源署所有成员的观点。提及具体公司或某些项目或产品，并不意味着国际可再生能源署认可或推荐这些项目或产品，也不代表其优于未提及的其他类似性质的项目或产品。本出版物中采用的名称和介绍材料并不意味着国际可再生能源署对任何区域、国家、领土、城市或地区或其当局的法律地位或对边界或界线的划定表示任何意见。

执行摘要

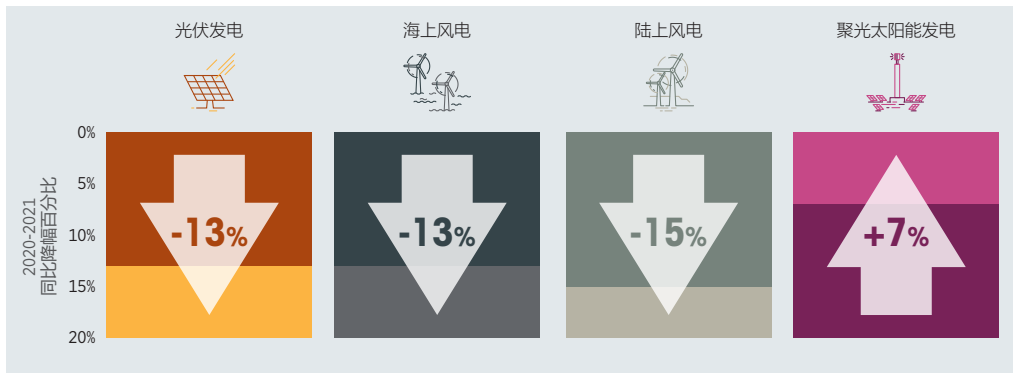
2021 年，可再生能源的竞争力继续提高。根据国际可再生能源署可再生能源成本数据库的数据，以及对电力行业近期趋势的分析证实，可再生能源在实现可负担和技术上可行的净零未来的进程中发挥着非常重要的作用。

2021 年，新投产的太阳能光伏发电 (PV)、陆上和海上风力发电项目的全球加权平均电力成本继续下降。尽管 2021 年的商品和可再生设备价格有所上涨，但考虑到这些成本增长在项目总装机成本中有明显滞后。同时，2021 年性能的显著改善提高了容量系数，特别是陆上风电。

2021 年新投产的并网规模太阳能光伏项目的全球加权平均平准化度电力成本 (LCOE) 从 0.055 美元 / 千瓦时降至 0.048 美元 / 千瓦时，同比下降了 13%。2021 年，只有一家聚光太阳能 (CSP) 发电厂投入使用，但是 2020 年有两家。这说明部署水平仍然有限，而且每年的成本变化仍不稳定。我们应该注意到，新建 CSP 发电厂的平均电力成本比 2020 年提高了大约 7%。

2021 年新增陆上风电项目的全球加权平均 LCOE 同比下降了 15%，从 2020 年的 0.039 美元 / 千瓦时降至 0.033 美元 / 千瓦时。中国在 2021 年的新增陆上风电产能方面再次拔得头筹，并且风力涡轮机价格下降，与其他地区的趋势相反。在中国以外的其他地区，新建陆上风电项目的电力成本同比下降了 12%，达到 0.037 美元 / 千瓦时。2021 年海上风电市场出现了前所未有的扩张（增加 21 吉瓦）。由于中国增加了新的产能，全球加权平均电力成本同比下降了 13%，从 0.086 美元 / 千瓦时降至 0.075 美元 / 千瓦时。

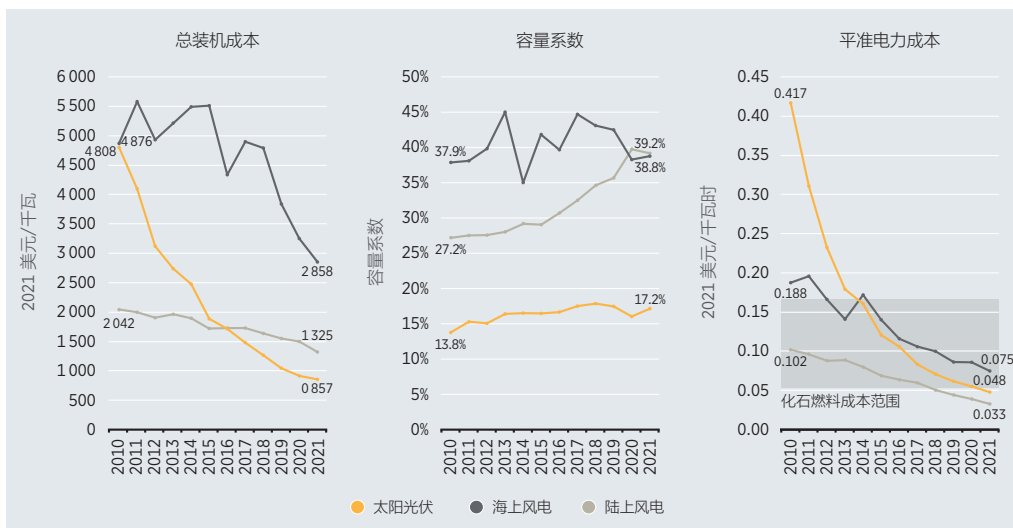
图 S.1 按技术分类的全球加权平准化度电力成本变化，2020-2021 年



然而，成本下降并不是普遍现象；在前 25 大市场中，有三个市场的并网规模太阳能光伏的全国加权平均总装机成本出现同比增长，而在 2021 年，前 25 个市场中有七个市场出现这种情况。

2010 年至 2021 年，可再生能源与现有化石燃料和核能之间的竞争力平衡发生了天翻地覆的变化。在此期间，新投产的并网规模太阳能光伏项目的全球加权平均 LCOE 下降了 88%，其中陆上风电和 CSP 下降了 68%，海上风电下降了 60%（图 S.2）。

图 S.2 全球新投产的公用事业规模太阳能光伏、陆上和海上风电的加权平均总装机成本、容量系数和 LCOE，2010-2021



2021年，新建并网规模太阳能光伏和水电的全球加权平均 LCOE 比最便宜的新建化石燃料发电场低 11%，而陆上风电比其低 39%。在全球范围内，地热和生物能源的平均价格仍比最便宜的化石燃料发电方案要高，但是可以安全供应，因此在非经合组织地区具有很强的竞争力。

商品价格上涨，特别是材料（如钢铁、铜、多晶硅和铝）价格上涨导致组件和风力涡轮机价格从 2020 年第 4 季度左右开始上涨。按照今年年底前的材料价格和其他供应链压力可以预测，太阳能光伏组件价格可能比 2020 年平均高出五分之一。然而，2021 年，新建太阳能光伏和陆上风力发电的全球加权平均成本有所下降。这有很多潜在的原因，包括：

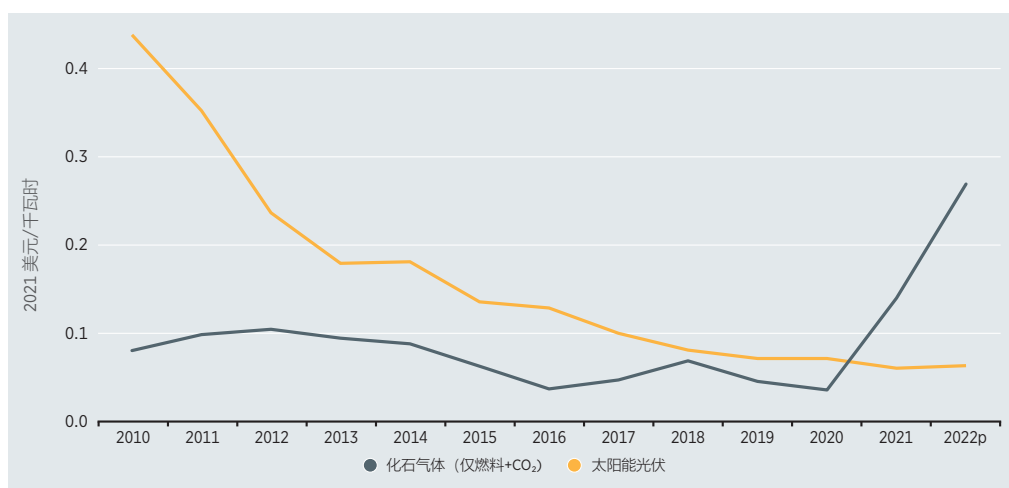
- 2020 年底至 2021 年初，总体设备成本增幅并不大，因为 2021 年投产的许多项目已经下单。
- 大项目购买力更强，交货时间更长，在欧洲以外地区的产能增加中越来越占主导地位。
- 很多项目的应急准备金将吸收部分或全部增加的成本。
- 技术改进（例如：更高效的光伏模块和更大的风力涡轮机）以及制造效率和规模的改进仍在继续。
- 中国仍是新建太阳能和风能项目的主导市场，商品价格和运输成本较低，而且 2021 年，风能项目开发商在制造商那里压低了涡轮机的价格。

然而，数据表明，目前看到的所有材料成本上涨并非都已转嫁到设备价格中，制造商的利润率也受到了压缩。如果材料价格在 2022 年仍保持高位，再结合材料成本上涨与项目成本之间的滞后，2022 年的价格压力将比 2021 年更加明显，而且今年更多市场的总安装成本可能会上升。

但是，这对太阳能光伏和陆上风电的平准化电力成本的影响不大（并网规模太阳能光伏约为 2-4%，陆上风电为 4-9%）。如果恢复到 2017 年更加可持续的利润率，陆上风电的这一数字可能要增加到 8% 至 12%，但尚不清楚所有这些成本增加是否能在 2022 年全部转嫁。更重要的是，虽然 2022 年的极高化石燃料价格可能会持续走高，但是新增可再生能源产能的经济效益已远远超出额外成本。

事实上，2022 年可再生能源的收益程度将是前所未有的。假设 2022 年欧洲化石天然气平均批发价格为 0.109 美元 / 千瓦时，现有化石天然气发电机组的平均发电燃料成本（不包括二氧化碳 [CO₂] 价格）将大约为 0.23 美元 / 千瓦时，比 2020 年高 540%。2022 年，欧盟 (EU) 排放交易制度 (ETS) 的排放价格使燃料成本提高到 0.27 美元 / 千瓦时，相当于比 2020 年高 645% (图 S.3)。以下我们就说明一下 0.27 美元 / 千瓦时这个数有多高；这比 2021 年欧洲的新增太阳能和陆上风力发电装机成本高 4 到 6 倍，超出了 27 个欧盟国家中 13 个国家的家庭在 2020 年为输电、配电、批发电力采购、营销和管理费用而支付的平均零售电价（不包括税费）。

图 S.3 欧洲公用事业规模太阳能光伏发电的加权平均 LCOE 与化石气体燃料和 CO₂ 成本对比，2010-2022 年



注：2022 年的数值是 2022 年的可能结果，不是预测。

各国对可再生能源的投资在 2022 年获得了巨大的红利。在全球范围内，考虑到化石燃料的价格危机，2021 年新增的可再生能源装机容量仅在今年就可以节省 550 亿美元。纵观可再生能源累积存量带来的好处，可以得到一个更鲜明的画面。2022 年 1 月到 5 月，欧洲仅依靠太阳能光伏发电和风力发电就避免了约 500 亿美元的化石燃料（主要是化石燃气）进口费用。2022 年空前的化石燃料价格危机掩盖了一个事实：假如没有可再生能源，消费者、经济和环境的情况会更糟糕。

2022 年化石燃料的边际发电成本非常高，这使 2021 年新增可再生能源项目的回报可能达到数倍于所需年度资本偿还额。如果一家陆上风力发电厂在 2022 年 1 月 1 日或之前并网并能在 2022 年获得化石燃料边际发电成本，则可能获得两倍（墨西哥）至十三倍（巴西）的年度所需资本回报。如果某些国家未优先考虑加快可再生能源发电能力的部署，而是让个人和企业承担大部分责任，可能会使社会在今明两年付出数十亿美元的直接能源成本。而且，这还没有考虑到化石燃料价格危机所带来的宏观经济损失。

表 S.1 按技术分类的全球加权平均总装机成本、容量系数和平准化度电力成本趋势，2010 年和 2021 年

	总装机成本			容量系数			平准化度电力成本		
	(2021 美元/千瓦)			(%)			(2021 美元/千瓦时)		
	2010	2021	百分比变化	2010	2021	百分比变化	2010	2021	百分比变化
生物能源	2 714	2 353	-13%	72	68	-6%	0.078	0.067	-14%
地热	2 714	3 991	47%	87	77	-11%	0.050	0.068	34%
水力发电	1 315	2 135	62%	44	45	2%	0.039	0.048	24%
太阳能光伏	4 808	857	-82%	14	17	25%	0.417	0.048	-88%
CSP	9 422	9 091	-4%	30	80	167%	0.358	0.114	-68%
陆上风电	2 042	1 325	-35%	27	39	44%	0.102	0.033	-68%
海上风电	4 876	2 858	-41%	38	39	3%	0.188	0.075	-60%

