



任务1分析与推广

S
T
V
P

瑞典光伏发电应用国家调查报告

2024





什么是IEA PVPS TCP ?

国际能源署 (IEA)，成立于1974年，是经济合作与发展组织 (OECD) 框架内的独立机构。技术合作计划 (TCP) 的创建基于这样一种信念：能源安全与可持续性的未来始于全球合作。该计划汇集了来自政府、学术界和产业的6000名专家，致力于推进共同研究和具体能源技术的应用。

国际能源署光伏发电系统计划 (iea pvps) 是国际能源署内的一个合作计划，成立于1993年。该计划的任务是“增强国际合作，促进光伏太阳能作为可持续能源系统转型基石的作用。”为实现这一目标，该计划参与者已在光伏发电系统应用领域开展了多种联合研究项目。该总体计划由一个执行委员会领导，该委员会由每个国家或组织成员派出的代表组成，负责指定不同的“任务”，这些任务可以是研究项目或活动领域。

国际能源署光伏计划 (PVPS) 的28个参与国家是澳大利亚、奥地利、比利时、加拿大、中国、丹麦、芬兰、法国、德国、印度、以色列、意大利、日本、韩国、立陶宛、马来西亚、摩洛哥、荷兰、挪威、葡萄牙、南非、西班牙、瑞典、瑞士、泰国、土耳其、联合王国和美国。欧洲委员会、欧洲太阳能发电协会以及新加坡太阳能研究所也是成员国。

访问我们：www.iea-pvps.org

什么是IEA PVPS任务1？

国际能源署光伏发电系统计划任务1的目标是促进和便利光伏发电系统在技术、经济、环境和社会方面的信息交流与传播。任务1活动支持更广泛的光伏计划目标：为降低光伏发电应用成本做出贡献，提高人们对光伏发电系统潜力和价值的认识，促进技术和非技术障碍的消除，以及加强技术合作。任务1的一个重要成果是年度《光伏应用趋势》报告。同时，每个任务1参与者每年都会编制国家调查报告。本文件是2024年的国家调查报告。本文件中的信息将用作年度《光伏应用趋势》报告的输入。

作者

- 主内容：约翰·林达尔和古斯塔夫·奥格伦
- 数据：瑞典能源署、贝克雷尔瑞典、斯韦登能源、瑞典电力网
- 分析：约翰·林达尔和古斯塔夫·奥格伦

免责声明

国际能源署 (IEA) 支持下的IEAPVPS TCP在功能和法律上是自主的。IEA PVPS TCP的观点、发现和出版物不一定代表IEA秘书处或其个别成员国观点或政策

版权声明

此内容可自由使用、复制和重新分发，但需注明恰当的出处 (请参考“建议引用格式”)。例外情况是，某些受许可保护的图片可能不允许复制，具体请参考各个图片说明。

建议引用

瑞典光伏发电应用2024年国家调查报告 林达尔 J., 奥格伦 G. (2025) IEA PVPS任务1。
https://ieapvps.org/national_survey/nsr-sweden-2024/

封面图片

瑞典东北部垂直双面光伏电站。照片：Sunna Group

国际能源署光伏系统计划

瑞典光伏发电应用2024年国家调查报告

IEA光伏计划任务1战略光伏分析及推广

2025年10月



作者们

主要作者

约翰·林达尔，贝克雷尔瑞典，瑞典 古斯塔夫·奥格伦，贝克雷尔瑞典，瑞典



目录

1	安装数据.....	5
1.1	光伏应用.....	5 年度安装光伏容量.....
1.2	.....	5 总安装的光伏装机容量.....
1.3	.....	8 瑞典的光伏地理分布..... 11 光伏在更广泛的瑞典电力系统中的地位..... 12 光伏发展的关键推动因素.....
1.4	.....
1.5	.....
1.6	.....
2	光伏电力竞争力.....	16
2.1	模块价格.....	16 系统价格.....
2.2	.....	17 光伏系统安装成本明细.....
2.3	.....	21 财务参数和具体融资计划.....
2.4	.....	23 具体投资计划..... 24 商业光伏 / PPA / C PPA..... 25 其他国家信息.....
2.5	.....	电力现货价格.....
2.6	.....	26
2.7	.....
2.8	.....
3	政策框架.....	28
3.1	国家光伏目标.....	29 光伏安装的直接支持政策.....
3.2	.....	29 自用措施.....
3.3	.....	37 招标、拍卖及类似方案..... 40 其他大型光伏措施，包括浮置式或农业光伏..... 40 社会政策.....
3.4	.....	41 应用于光伏的追溯性措施.....
3.5	.....	41 间接政策问题..... 41 支持措施的融资和成本..... 43 电网接入政策.....
3.6	.....	44
3.7	.....
3.8	.....
3.9	.....
3.10	.....
4	行业.....	47
4.1	原料、锭和硅片的生产行业（晶体硅行业）.....	47 太阳能电池和组件的生产行业..... 47 其他组件的制造商和供应商.....
4.2	.....	49
4.3	.....



5	PV 在经济中.....	50
	5.1 劳动力放置	50
	5.2 商业价值.....	50
6	电力利益相关者的兴趣	51
	6.1 电力系统结构.....	51
	6.2 电力公用事业企业的兴趣.....	51
	6.3 来自市镇和地方政府的兴趣	51
7	重点和前景.....	53
	7.1 重点	53
	7.2 前景.....	53
8	附录A—数据来源及其局限性.....	55
9	参考文献.....	58



1 安装数据

光伏发电系统市场被定义为所有全国安装（地面）且光伏容量达到40瓦或以上的光伏应用市场。光伏系统由组件、逆变器、电池以及用于组件、逆变器和电池的所有安装和控制部件组成。本报告不考虑小型移动设备等应用。

根据本报告的要求，如果在2024年1月1日至2024年12月31日期间安装并接入电网的太阳能光伏组件，则该太阳能光伏安装项目被纳入2024年的统计数据，尽管其可能是在稍晚的日期完成调试。

1.1 光伏应用

瑞典并网光伏系统的安装可以算起始于2006年，当年安装了约300千瓦。在那之前，每年仅安装少数并网系统，瑞典光伏市场主要由规模虽小但稳定的离网领域构成，主要服务于度假别墅、航海应用和房车，这个国内离网市场多年来一直保持相对稳定。

然而，自2007年以来，并网装机容量已超过离网装机容量。并网市场主要由房主、公司、市政部门、农民和其他实体安装的分布式屋顶系统构成。由于缺乏上网电价，瑞典的分布式市场从一开始就由自发自用商业模式驱动。为了支持这一商业模式，资本补贴和一项为过剩电力增值的上网电价溢价机制至关重要。然而，截至2023年，补贴几乎完全分配给分布式光伏市场细分领域，主要惠及私人安装。

另一方面，集中式光伏行业在全球范围内相对较小。然而，近年来在集中式光伏园区市场细分领域内，兴趣和活动显著增加。尽管光伏园区的装机容量增加仍然有限，但这种趋势预计将持续下去，导致未来几年集中式光伏园区的数量和规模都将增长。

1.2 年安装光伏容量

根据官方数据，2024年瑞典有41,395套新的光伏系口并网，新增口装机容量口847.5口MW。口比2023年口口的1,586.0口MW下降了47%。然而，2024年仍然是迄今口止装机容量第二高的年份，比2022年高出6%（796.7口MW）。

住宅市口在口年度急口下滑。2024年共安装了36,517套低于20口kW的新系口——比2023年减少了62%——在2024年口年口口容量口献了389.3口MW，而2023年口1,053.6口MW。

中端市口，包括功率在20口kW和1,000口kW之口的系口，在2024年也口口了下滑。口共安装了329.0口MW——比前一年减少了21%——但仍然比2022年增加了51%。该类别的平均系统功率达到了新的纪录，口67.9口kW。

相比之下，超口1口MW的大型系口仍在增口。2024年新增了129.2口MW，比2023年增口了11%（2023年口116.5口MW）。



对于图1和表1，下列定义适用：

集中式：仅注入电力且不与用户关联的任何光伏安装（无自用）。

去中心化：任何嵌入客户场所的PV安装（自用）。

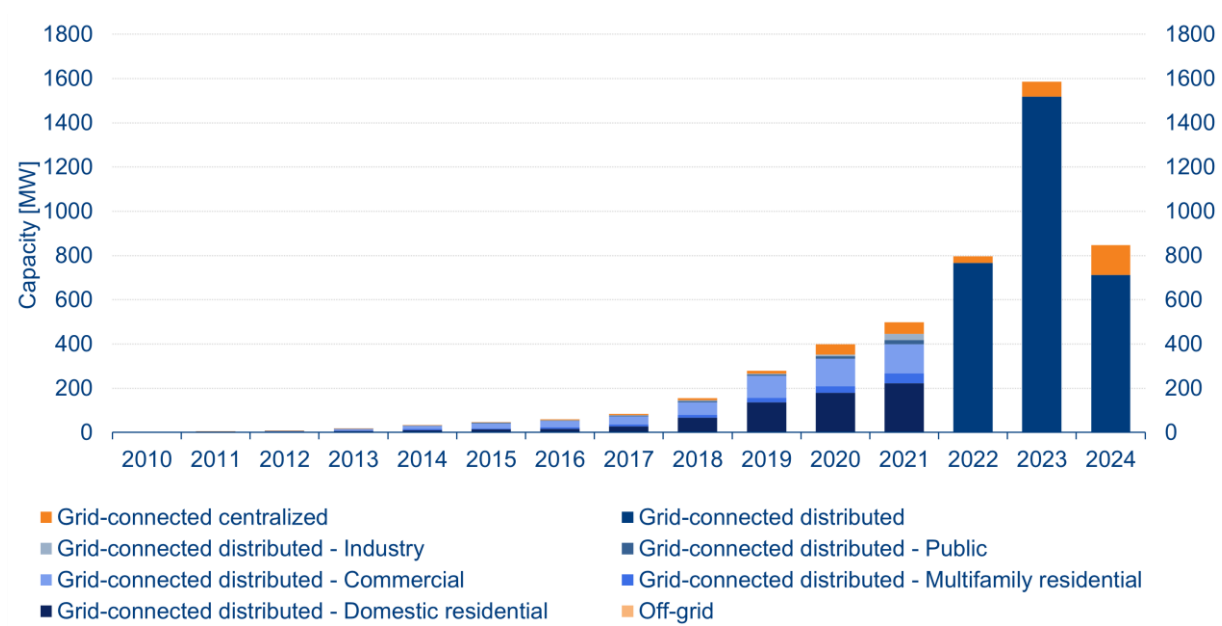


图1. 瑞典的年度安装光伏容量。

表1：2024年度光伏装机容量

		2024年安装的PV容量 [兆瓦]	AC或DC
	去中心化	711.3	AC
	集中式	136.2	AC
	离网	1.2 (±0.1兆瓦)	直流电
	总	848.7	AC

目前瑞典尚无关于电池储能系统（BESS）的官方统计数据。然而，瑞典太阳能协会已根据瑞典输电系统运营商（TSO）瑞典电力网、瑞典税务机构以及电网运营商的数据进行了估算。根据这些估算，2024年安装的电池容量在650至800 MW之间——比以往任何年份都要高出数倍[1]。在接入瑞典电网的电池容量很可能已超1 GW。

请注意，上述插图指的是系统的并网（AC）容量，不应与所安装太阳能电池板的直流总容量混淆。



如前一节所述，瑞典拥有一个规模虽小但稳定离网光伏市场。2017年至2019年期间，离网应用的销售量平均每年约2兆瓦。2020年，该市场略有下降至1.6兆瓦，之后在2021年反弹至1.9兆瓦。通过销售统计数据收集离网装机容量数据未被包含在2022年和2023年的国家调查报告中。然而，本报告为此做出了收集此类数据的努力。尽管一些参与离网系统销售和安装的公司提供了信息，但与往年相比，愿意分享数据的公司更少。基于可用信息，结合2020年和2021年的统计数据假设及数据向上修正，作者估计2024年用于各种离网应用的光伏销售量约为1.1–1.3兆瓦。这包括固定式离网系统和移动式光伏解决方案，例如露营地和船上的安装。

值得注意的是，随着资本补贴计划（参见之前的瑞典国家调查报告）的终止以及电力证书制度的逐步淘汰（参见第3.2.1节），复制过去基于这两个补贴计划数据库的市场细分——即瑞典装机容量的市场细分——已不再可行。因此，如今瑞典光伏市场的市场细分更加困难，并且自2022年起，该细分基于报告作者的假设进行估计。这一转变在表现逐年装机容量的数据中得到了明显体现，如图1所示。

表2：数据收集过程。

<p>如果数据以AC报告，请提及估算直流安装的转换系数。</p>	<p>报告的数据是交流的，数据不是在本报告中重建为直流电。研究已经表明瑞典光伏公园2019年和2020年委托的配置包含常规模块，以及固定的南倾角有一个平均的直流/交流比率1.2 [2]。对于住宅领域，成本分解研究背景数据瑞典单户BAPV系统2020年安装的房屋[3]显示平均直流/交流比率为1.04。类似的成本分解为本报告对C&I进行的初步研究分段揭示的平均DC/AC比率1.12.</p>
<p>是官方机构进行的收集过程吗 私营公司/协会？</p>	<p>公共机构，瑞典能源署（并网数据） 公司，瑞典贝克勒尔（离网数据） 2022年之前和2024年)</p>
<p>链接到官方统计数据</p>	<p>瑞典能源署——统计数据</p>
<p>本报告所使用的不同数据来源均在附录A——数据中进行了描述和讨论来源及其局限性</p>	



1.3 总光伏装机功率

截至2024年底，瑞典电网运营商称，总并网容量为4 808.4兆瓦。在这些容量中，估计约有368.1兆瓦是集中式光伏，4 440.3兆瓦是分布式光伏。此外，估计在1992年至2024年间，瑞典共售出约26兆瓦的离网光伏应用，其中假设仍有22.3兆瓦在运行。

通过将离网和并网光伏容量相加，预计到2024年底，瑞典将建成总容量为4830.7兆瓦的光伏发电系统，具体如图2所示，并汇总于表3。2024年，光伏总装机容量增长了21%，延续了总体向上的趋势，但增速低于前五年，在前五年中，市场总容量分别增长了66%（2023年）、49%（2022年）、45%（2021年）、57%（2020年）、66%（2019年）和59%（2018年）。

就像图1一样，取消资本补贴以及电力证书制度计划的逐步淘汰（参见之前的瑞典国家调查报告）不允许为2022-2024年提供与图2中前几年相同的市场分割。

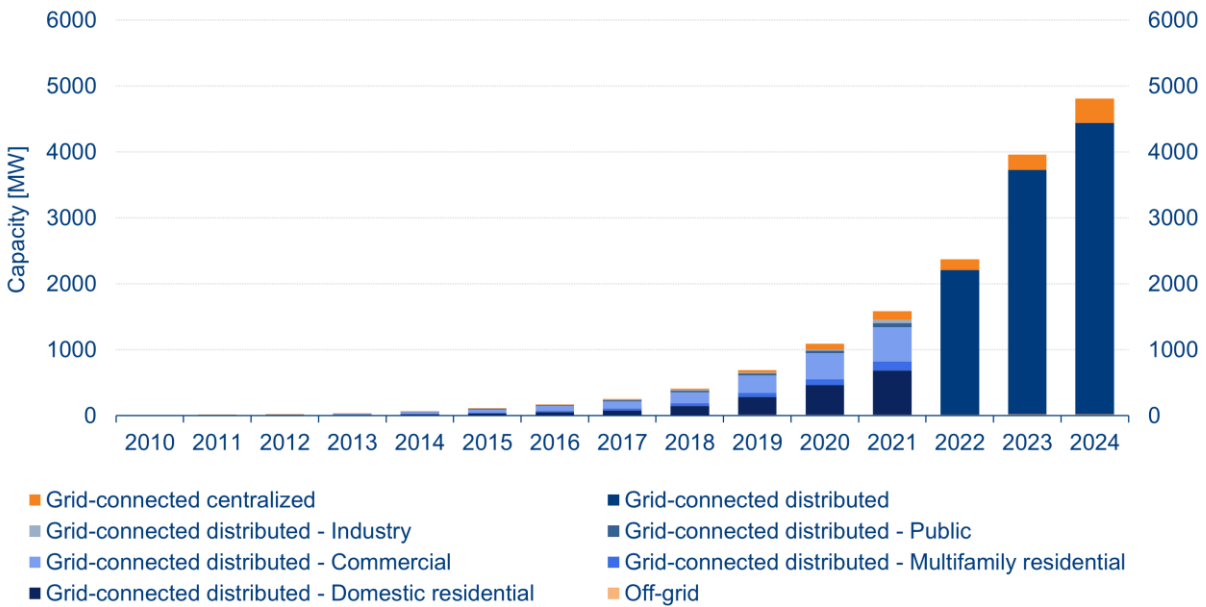


图2. 瑞典总安装光伏容量。



表3：3个子市场的累计安装光伏功率。

年	离网式[兆瓦]	并网 分布式 [MW]	并网 集中化 [MW]	总[MW]
1992	0.80	0.01	0.00	0.81
1993	1.03	0.02	0.00	1.05
1994	1.31	0.02	0.00	1.33
1995	1.59	0.03	0.00	1.62
1996	1.82	0.03	0.00	1.85
1997	2.03	0.09	0.00	2.12
1998	2.26	0.11	0.00	2.37
1999	2.46	0.12	0.00	2.58
2000	2.68	0.12	0.00	2.80
2001	2.88	0.15	0.00	3.03
2002	3.14	0.16	0.00	3.30
2003	3.39	0.19	0.00	3.58
2004	3.67	0.19	0.00	3.86
2005	3.98	0.25	0.00	4.23
2006	4.30	0.56	0.00	4.86
2007	4.57	1.68	0.00	6.25
2008	4.83	3.08	0.00	7.91
2009	4.97	3.54	0.06	8.57
2010	5.34	5.12	0.25	10.71
2011	5.78	8.47	0.28	14.53
2012	6.38	14.92	0.89	22.19
2013	7.31	32.14	1.37	40.82
2014	8.20	63.81	2.95	74.95
2015	9.16	109.19	4.30	122.64
2016	10.43	165.17	7.12	182.73
2017	12.27	244.19	11.64	268.10
2018	14.09	390.15	20.90	425.14
2019	15.82	655.86	35.07	706.75
2020	17.20	1 007.82	81.58	1 106.60
2021	18.89	1 453.33	133.84	1 606.06
2022	20.13	2 211.44	163.44	2 395.01
2023	21.39	3 728.94	231.94	3 982.27
2024	22.30	4 440.28	368.14	4 830.72



截至2024年底，根据瑞典统计局（SCB，即Statistiska Centralbyrån）代表瑞典能源署（Energimyndigheten）向所有瑞典区域电网运营商（DSOs）发送的调研，瑞典共有293 019个并网光伏系统。离网系统的数量尚不清楚。大部分并网光伏系统，即264 779个，是功率低于20 kW的小型系统。有28 110个系统的功率在20 kW至1000 kW之间，而130个系统的功率超过1 MW，根据官方统计数据（汇总于表4）。

然而，官方统计将所有连接到电网的一个连接点之后的一切计为一个系统。瑞典建设的一些集中式光伏电站具有多个连接点连接到低压配电网。这些光伏电站在统计中被划分为多个系统，并且尺寸通常在1兆瓦以下。因此，如果将每个光伏电站视为一个系统，瑞典1兆瓦以上的光伏系统实际数量将超过130个。

表4：其他光伏市场信息。

		2024	
光伏系统数量 在瑞典运营	并网光伏	低于 20 kW	264 779
		20千瓦 – 1000千瓦	28 110
		超过1000千瓦	130
		总	293 019
	离网光伏	未知	
该年度退役光伏系统 [兆瓦]		285千瓦的离网系统预计已停运	
年度重新装机光伏系统 [MW]		未知	

关于瑞典安装的太阳能光伏系统数量，有关并网系统的统计数据可提供2016年至2024年的数据。每年末的系统数量以及相应的平均系统规模见表5。

截至2024年底，瑞典平均光伏系统规模约为16.4千瓦，表明市场仍由小型、分布式安装主导。这一趋势凸显了住宅和小型商业系统在瑞典光伏扩张中的强劲存在。



表 5：瑞典每年年底并网光伏系统的数量和平均规模。

年	系统数量	每个系统的平均大小 对于总数 系统在结尾处 每年的[kW]	每个系统的平均大小 针对年度市场 [kW]
2016	10 006	13.99	-
2017	15 273	15.12	17.25
2018	25 486	16.13	17.64
2019	43 343	15.94	15.67
2020	65 797	16.56	17.75
2021	92 360	17.09	18.40
2022	147 690	16.08	14.40
2023	251 624	15.74	15.26
2024	293 019	16.41	20.47

近年来，从年度安装的平均光伏系统规模可观察到几个明显趋势。2022年和2023年，瑞典的平均系统规模显著下降。这一下降与俄罗斯入侵乌克兰引发的能源危机同步发生，该危机导致欧洲电力价格急剧上涨。对自发自用的兴趣激增推动了住宅及小型商业光伏细分市场的快速增长，因为这类系统比大型项目规划和安装速度更快。

同时，一些集中式光伏电站的开发者报告了这些年份中建设进度和并网的延迟，这进一步导致了平均系统规模的暂时下降。市场参与者的数据和反馈表明，2022-2023年是住宅光伏部署的异常强劲年份，而不是集中式光伏的疲软年份。

然而，在2024年，私人个人安装新光伏系统的兴趣似乎显著下降。这一发展可能由于市场饱和、与2022年的峰值相比较低的电价以及针对住宅市场的多种补贴计划退出所致。

展望未来，预计未来几年平均系统规模将增长，这得益于推迟的大型项目投产以及住宅市场逐步正常化。这些动态共同表明，瑞典光伏市场正迈向更均衡的阶段，分布式和集中式板块将更均衡地贡献未来产能增长。

1.4 瑞典光伏的地理分布

来自瑞典电网运营商关于安装式光伏发电量的统计数据具有到市镇级别的地理分辨率。在瑞典的市镇，光伏发电的扩张速度各异。截至2024年底，就总安装光伏容量而言，哥德堡、乌普萨拉和马尔默位列前三，分别为164.5、92.3和87.8兆瓦。



人均光伏装机功率排名前三的市镇是博尔霍姆、古尔斯庞和索尔韦斯堡，分别为1 884瓦/人（总计20.1兆瓦）、1 858瓦/人（总计9.4兆瓦）和1 776瓦/人（总计31.0兆瓦）。图3显示了瑞典21个郡和290个市镇的人均装机容量。

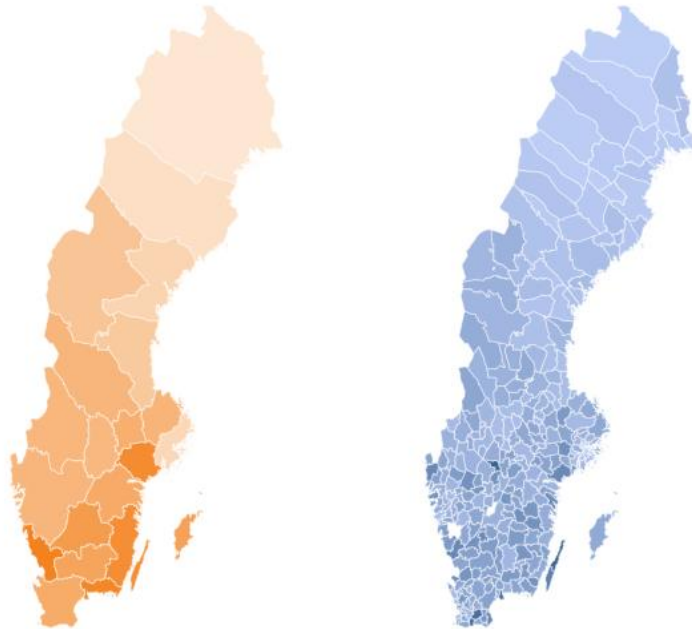


图 3. 2024 年每县每市人均安装光伏容量。

瑞典电力市场于2011年11月1日根据瑞典TSO瑞典电网公司的决定，划分为四个南北交易区域。原因是瑞典北部电力发电过剩，因为那里有许多风能和大部分水能，而瑞典南部的需求大于发电量。这导致了输电瓶颈，而交易区域的边界已划定在国家电网拥堵的地方。从这个角度来看，大部分光伏容量在瑞典南部安装，尤其是在人口更密集的市镇，这是积极的。

1.5 在更广泛的瑞典电力系统中

近年来，瑞典电力系统的重大变化包括风电扩张、两座核反应堆的关闭（2020年12月林哈尔斯2号和2020年12月林哈尔斯1号）以及2020年最后一座燃煤电厂的关闭。

2024年，瑞典的电力消耗（不含损失）记录为自瑞典能源署和SCB的时间序列开始于1990年以来第二低值，仅次于2023年。此外，总发电量增加，导致该年度出现盈余。瑞典进口了56 TWh电力（含过境损失），并出口了约38.9 TWh电力（同样含过境损失）。这表明与2023年相比，进口量减少了约23%，出口量增加了约9%。因此，瑞典维持了33.3 TWh的净电力出口。挪威是瑞典电力进口的主要来源，而主要出口市场是丹麦、芬兰和挪威。全年总发电量约为169.6 TWh，而电力消耗达到136.6 TWh。这反映了与2023年相比，发电量增加了约4%，消费量增加了约1%。



在图4中，展示了2024年瑞典的发电情况。图4和图5以及表6中使用的发电数据均从瑞典TSO瑞典电力网[4]获得，但关于瑞典热电联产电厂所使用的燃料以及本报告估计的太阳能自消耗数据，则补充了Swe denenergy[5]的相关信息。

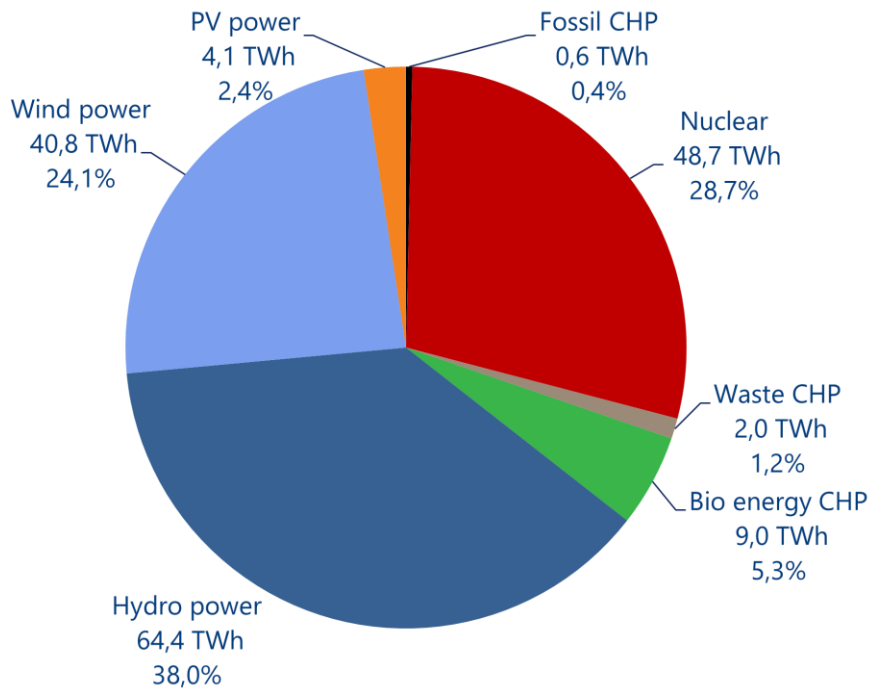


图4. 2024年瑞典总发电量。

表6：光伏发电与更广泛的国家能源市场

	数据	年
总发电装机容量 [吉瓦]	51 595	2024
总可再生能源发电装机容量 (包括水力发电) [GW]	38 090	2024
总电力需求 [TWh]	136.6	2024
新安装发电容量 [GW]	1 385	2024
新增可再生能源发电能力 (包括水力发电) [GW]	1 449	2024
估计总光伏发电量 (包括自消耗的 PV 电量) [GWh]	4 087	2024
总光伏发电量占总电量的百分比消耗	2.4	2024
光伏安装的平均发电量 (千瓦时/千瓦峰值)	850	2024

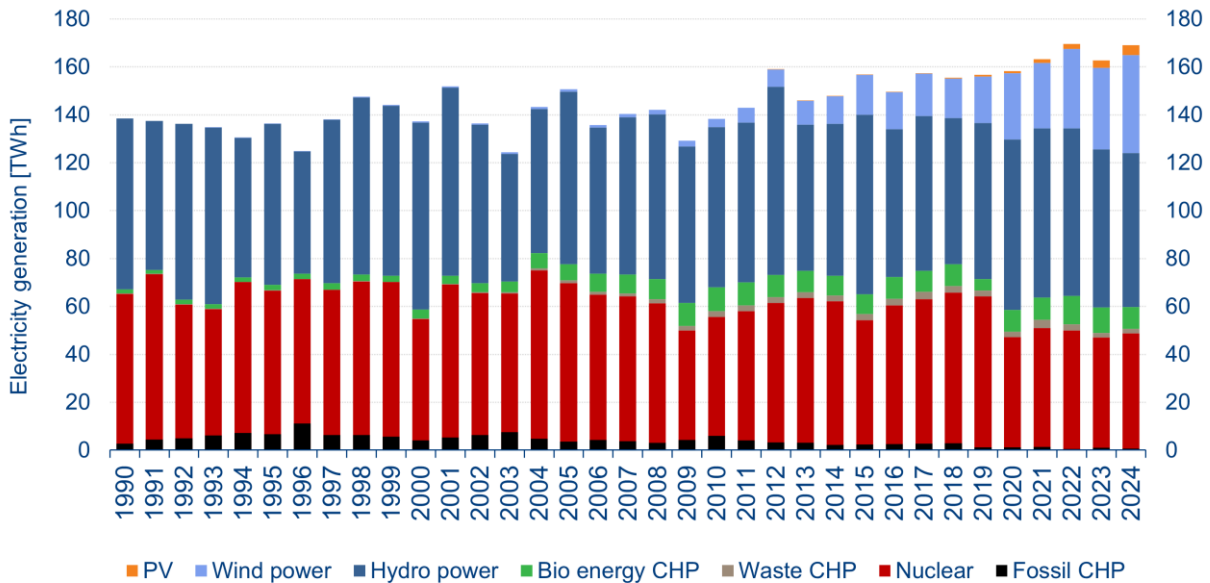


图 5. 1990 年至 2024 年间瑞典的总年发电量。

如图5所示，瑞典的电力历史上主要来自低碳能源。再加上相对较低的电价（见2.8节）和适中的太阳辐照水平，这解释了为什么瑞典的光伏部署开始得比许多其他欧洲国家晚，以及为什么太阳能至今仍代表国家能源结构中相对较小的份额。

1.6 光伏发展的关键推动因素

表7总结了瑞典关键分布式能源技术的装机容量和总量，包括储能系统（BESS）、家用热泵和电动汽车。虽然目前BESS没有官方统计数据，但瑞典太阳能协会的估计显示，其每年新增容量为650–800兆瓦，总装机容量已超过1吉瓦。热泵和电动汽车的数据基于国家行业协会，显示所有细分领域均呈现强劲增长，反映了瑞典在能源系统电气化和去中心化方面的进展。



表7：关键使能因素的信息。

	描述	年度 体积	总 体积	源
去中心化 BESS		650-800兆瓦	1GW	目前没有官方统计数据在瑞典的BESS上。然而，瑞典太阳能协会有产生估计[1]。
居住热泵 [#]		150 493	1 848 609	https://skvp.se/nyheter-o-statistik/statistik/热泵供暖ingen
电池电动汽车 [#]		66 162	356 359	https://powercircle.org/elbilsstatistik/
插电式混合动力车辆 [#]		31 821	303 130	
电动公交车和卡车 [#]	包括 轻型卡车	7 429	28 516	
其他 [#]	EV- 摩托车	284	3 006	

1.6.1 关于光伏的舆论

瑞典公众对光伏技术的态度普遍持积极正面。SOM研究所最近进行的一项每两年一次的调查[6]，其中受访者被随机选出并被询问他们在未来5-10年内最倾向于投资的能源领域，发现66%的参与者支持增加对光伏技术的投资。这使得光伏技术位居最受欢迎的发电技术之首，同时在受访人群中是最不令人反感的能源形式。

光伏的高接受度与瑞典的光伏市场主要由分布式、自发自用型安装构成这一事实密切相关。尽管一些光伏电站的开发面临地方反对，但这并未显著减缓部署。这种反对通常源于两大主要关切：(1) 希望保持乡村景观的居民提出的“邻避效应”（NIMBY）抵制，以及(2) 关于保护农业用地以维持粮食生产自主性的国家考量。

地方政府和电网运营商最初未准备好应对农民对租赁土地建设光伏电站的兴趣激增，导致许可流程冗长，尤其是在农业土地上。尽管如此，许多光伏电站已成功选址在价值较低的土地上，包括高速公路附近的工业区、旧垃圾填埋场以及机场附近的草地。这些项目通常遇到很少的反对，并且常常受到当地社区的欢迎，他们将重新利用这些土地用于可再生能源视为一种积极的贡献[7]。

瑞典的另一种常见做法是以购买电力公司（通过PPAs）的名字来命名光伏电站。这突出了光伏电站与企业可持续发展倡议之间的紧密联系，以及此类项目带来的正面公关价值——进一步说明了太阳能光伏在瑞典的高社会接受度。



2 光伏发电的竞争力

2.1 模块价格

瑞典的组件价格与全球组件市场密切相关。2008年至2013年期间，瑞典光伏组件价格大幅下降。这既得益于国内市场的增长，使零售商能够进口更大批量，也得益于大规模生产和科技进步驱动的全球价格下降。这些进步还减少了每kWp光伏容量的材料和能源需求。然而，2013年至2016年期间，价格下降更为平缓。组件价格的这种稳定性主要归因于欧洲委员会在2013年对中国光伏组件和电池征收进口关税[8]。这些措施包括设立最低进口价格（MIP），这意味着硅组件的欧洲联盟进口价格不能低于0.56 €/Wp，大约相当于5.2 SEK/Wp。

在这些关税被取消后，许多瑞典零售商将瑞典安装公司的模块价格降低了20-30%。因此，2018年终端消费者的平均典型模块价格下降了14%，接着2019年下降了4%，然后在2020年再下降了7%（见表8）。

自2021年起，价格调查显示出价格的显著上涨，这是自数据收集开始以来的首次此类上涨。这些价格上涨在各种来源中均有观察到，主要归因于供应链限制，如国际能源署（IEA）光伏（PVPS）任务1全球趋势报告[9]所述。在整个2022年，多晶硅、硅片和电池板的价格始终居高不下，或在全年大部分时间里继续上涨。在年底的最后几周有所回落，受生产扩张以及全球和中国的春节等因素影响。

2023年全年价格持续下降，尤其是在下半年。经过数年间材料和运输成本的压力，模组价格暴跌。这一现象并非瑞典独有，而是一种对全球光伏系统竞争力有显著贡献的趋势，尽管电力价格在2022年的历史峰值后有所下降。与早期发展类似，瑞典光伏市场的定价与全球趋势紧密相连。这种急剧的成本下降归因于多个因素，主要是制造业的产能过剩，因为全球模组制造产能的增加（主要在中国）并没有带来部署量的同等大幅增长【10】。



表8. 典型模块价格的历史发展。价格由瑞典安装商和零售商报告。这些价格是最终客户的售价，不是零售商的进口价格，也不含增值税。

年	最低价格 of a 标准模块 晶体硅 [sek/w _p]	最高价格 标准模块 晶体硅 [SEK/Wp]	一个典型价格 标准模块 晶体硅 [sek/w _p]
2004	-	-	70
2005	-	-	70
2006	-	-	65
2007	-	-	63
2008	-	-	61
2009	-	-	50
2010	20	68	27
2011	12	50	19
2012	9.5	40	14
2013	6.0	16	8.9
2014	6.0	12	8.2
2015	5.1	10	7.6
2016	4.5	9.3	7.1
2017	4.0	6.6	5.3
2018	3.2	6.6	4.5
2019	2.9	5.4	4.3
2020	2.5	6.6	4.0
2021	3.5	7.0	4.6
2022	2.6	7.8	5.6
2023	1.7	5.6	3.1
2024	1.2	5.5	2.5

2.2 系统价格

2024年交钥匙光伏系统（不含增值税）的平均典型价格——由瑞典安装公司报告——如表9所示。与光伏组件一样，自2010年以来，瑞典光伏系统价格已大幅下跌，尤其是在2013年前，如图6和表10所示。这一下降主要由两个因素解释。首先，全球光伏组件和系统平衡（BoS）组件的价格都有所下降。其次，瑞典市场的扩张为安装公司提供了更稳定的需求和优化其流程的机会，从而降低了人工和间接成本。因此，公司得以成长，并在市场营销和安装方面变得更加高效。



表9：不同典型光伏系统的交钥匙光伏系统价格。

分类/尺寸	典型应用和简要详情	当前平均价格 [SEK/W]
离网 2千瓦	一个独立的太阳能光伏系统是一个安装的系统给一个设备或一个不为接入公共电网。价格为一个小型离网季节性使用（夏季）的农舍系统与主电网连接。	25.0
住宅BAPV 5-10千瓦	并网式、屋顶式、分布式光伏系统安装用于发电并网家庭。通常住宅楼的屋顶安装系统独立住房。	14.7
住宅BIPV 5-10千瓦	并网、建筑一体化、分布式光伏系统安装用于发电并网家庭。通常，在别墅和独栋房屋上。	未知
小型商业 BAPV 10-100 kW	并网式、屋顶式、分布式光伏系统安装用于发电并网商业建筑，如公共建筑、多户住宅房屋、农业谷仓、杂货店等	12.0
小型商业 BIPV 10-100 kW	并网、建筑一体化、分布式光伏系统安装用于发电并网商业建筑，如公共建筑、多户住宅房屋、农业谷仓、杂货店等	未知
大型商业 BAPV 100-250 kW	并网式、屋顶式、分布式光伏系统安装用于发电并入电网商业建筑，如公共建筑、多户住宅房屋，农业谷仓，杂货店等。	9.4
大型商业 BIPV 100-250 kW	并网、建筑一体化、分布式光伏系统安装用于发电并网商业建筑，如公共建筑、多户住宅房屋、农业谷仓、杂货店等	未知
工业BAPV >250 kW	并网式、屋顶式、分布式光伏系统安装在电网的工业发电建筑、仓库等。	7.8
小型集中式光伏 1-20兆瓦	并网式、地面安装、集中式光伏系统那些作为中央发电站而工作。所产生的电力在这种设施中不绑定特定客户和目的是发电出售。	7.0
大型集中式光伏 >20 MW	并网式、地面安装、集中式光伏系统那些作为中央发电站而工作。所产生的电力在这种设施中不绑定特定客户和目的是发电出售。	未知

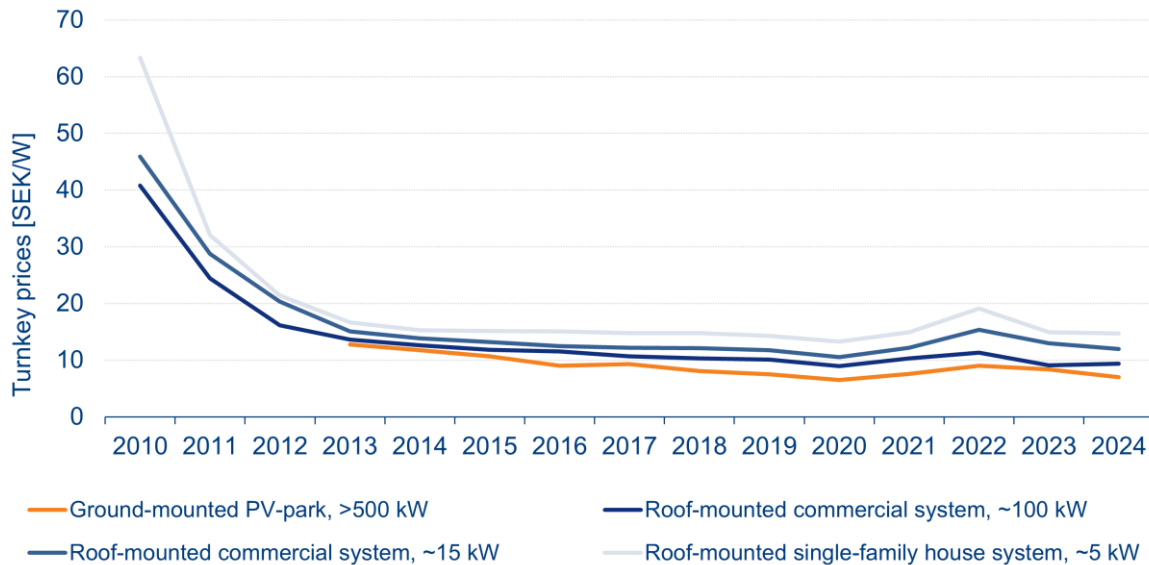


图6. 由瑞典安装公司报告的交钥匙光伏系统平均典型价格的历史发展 (不含增值税)。

自2013年以来，价格持续下降，尽管速度有所放缓，除了2021年和2022年。那些年的暂时上涨可以归因于由COVID-19大流行引起的干扰以及随后的供应链限制。

瑞典光伏市场正在持续成熟，加之竞争加剧和组件价格下降，自那以来一直对系统价格产生了新一轮的下行压力。随着供应链环境恢复正常和硬件供应改善，系统价格在2023年显著下降，并在2024年持续走低。根据2023年和2024年调查的销售统计数据，价格现已恢复至干扰前的水平。从数字上看，调查结果显示，2024年小型住宅系统继续经历相对较低的价格，从2023年的14.9瑞典克朗/瓦降至14.7瑞典克朗/瓦，下降了1.3%。小型商业系统降幅更为明显，从13.0瑞典克朗/瓦降至12.1瑞典克朗/瓦（下降7%）。大型商业系统略有上升，从9.1瑞典克朗/瓦升至9.4瑞典克朗/瓦，而地面集中式光伏电站则从8.4瑞典克朗/瓦降至7.1瑞典克朗/瓦，对应下降了16%。

总体而言，这些数据表明，瑞典光伏市场住宅系统价格已回升至2021年相似的水平，而集中式和商业系统则继续因项目规模和类型而波动。2024年地面电站价格大幅下降反映了组件供应改善、系统平衡成本降低以及供应链限制缓解，这些因素在2021年至2023年期间推高了价格。

然而，应注意的是，这些报告的价格并未根据瑞典2022-2023年的高通胀进行调整，如图8所示。在考虑通货膨胀和购买力后，瑞典光伏系统的相对成本因此降至迄今为止的最低水平。

收集价格统计的方法在8.1.5节中进行了描述。与早期销售数据收集相比，安装和销售公司发现越来越难以提供2021-2024年的年度价格总趋势。这是由于近年来硬件价格波动性更大，以及客户供应的多样化增加，包括更广泛的系统尺寸、技术和选项。



此外，还应注意的是，调查中使用的市场分段规模可能已不再完全反映当前的瑞典光伏市场。如今，住宅系统通常大于5 kW [11]，商业系统往往超过15 kW并接近100 kW，而地面安装的公园常常超过500 kW。虽然价格以瑞典克朗/瓦为单位进行了标准化报告，但系统规模对光伏经济性的影响仍然显著 [11]。然而，为了保持跨年份的一致性和可比性，光伏系统价格调查中仍保留了原始的规模范围。

因此，本报告中提供的平均值应被视为指示趋势，而不是精确的、经过统计验证的数字。

表10：不同应用的系统价格国家趋势。

年	住宅 BAPV 并网， 屋顶安装的， 分布式光伏 系统 5-10千瓦 (历史数据 瑞典 ~5kW) [sek/w _p]	小型商业 BAPV 并网， 屋顶安装的， 分布式光伏 系统 10-100 kW (历史数据 瑞典 ~15kW) [sek/w _p]	大型商业 BAPV 并网， 屋顶安装的， 分布式光伏 系统 100-250 kW (历史数据 瑞典 ~100kW) [sek/w _p]	集中式光伏 并网， 地面安装式， 集中式光伏 系统 10-50兆瓦 (历史数据 瑞典 >0.5MW) [sek/w _p]
2008		96.00	67.00	
2009		76.00	47.00	
2010	63.33	45.89	40.79	
2011	32.07	28.77	24.44	
2012	21.43	20.29	16.13	
2013	16.68	15.09	13.62	12.73
2014	15.28	13.81	12.63	11.77
2015	15.13	13.20	11.82	10.69
2016	15.07	12.48	11.56	9.03
2017	14.81	12.22	10.70	9.30
2018	14.76	12.09	10.31	8.18
2019	14.40	11.74	10.28	7.50
2020	13.27	10.50	8.92	6.50
2021	14.91	12.21	10.34	7.60
2022	19.12	15.34	11.32	9.01
2023	14.88	13.04	9.11	8.38
2024	14.70	12.07	9.40	7.05



2.3 光伏安装成本分解

除了根据销售统计数据得出的光伏系统价格外，瑞典参与IEA PVPS计划框架内已定期开展成本分解研究。2020年进行了一项关于并网、屋顶安装的住宅光伏系统的研究[2]；然而，由于这项调查现在已经五年了，它不再被视为当前成本结构的代表性。对这项分析感兴趣的读者可参考2020-2023年的瑞典国家调查报告（NSRs）。

针对2024年，对瑞典的商业和工业（C&I）光伏系统进行了深入的技术经济研究，作为一篇毕业论文[12]。该研究基于向相关安装公司分发的调查问卷，分析了当年安装的系统的成本结构。收到了九家利益相关者的回应，提供了27个C&I光伏系统的详细经济数据。除了成本分解外，该研究还包括平准化度电成本（LCOE）计算、方位角和倾角分析以及典型的直流/交流比率。希望了解更多这些分析详情的读者可参考毕业论文[12]。

图7和表11展示了27个C&I光伏系统的平均成本结构（单位：SEK/kW）。需要注意的是，系统规模从略低于50 kW到超过500 kW不等，规模经济性在一定程度上解释了表11中某些成本类别最低价和最高价之间的大幅差异。由于受访者认为利润率信息具有商业敏感性，因此本次调查未收集每个系统的利润率，该信息也未包含在图7中。因此，本报告的作者假设了15%的利润率，以便在表11中推导出最终的平均价格给终端客户。

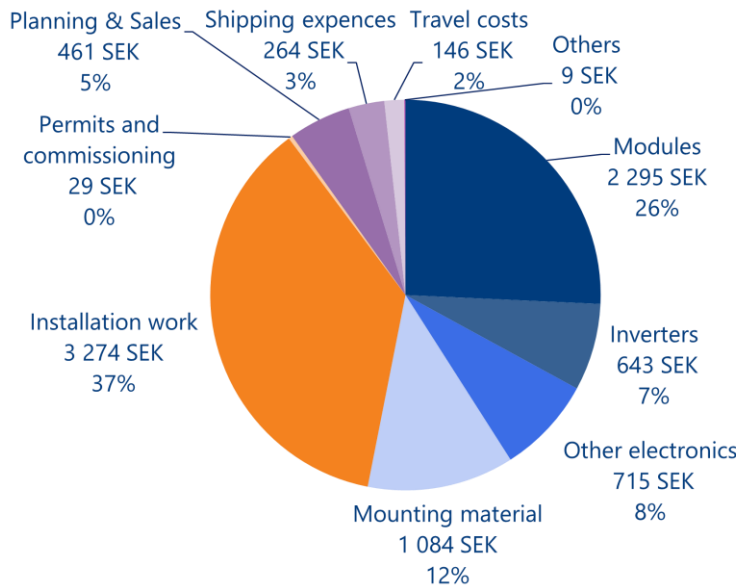


图7. 2024年C&I光伏系统的平均成本结构，单位：SEK/kW。



表11：2024年50–500千瓦组网屋顶分布式工商业系统的成本分解。

成本类别	平均 [瑞典克朗/千瓦]	低 [SEK/kW]	高[SEK/kW]
硬件			
模块	2 295	1 424	3 186
逆变器+电源 优化器	643	353	904
安装材料	1 084	723	2 062
其他电子产品 (电缆等)	715	236	1 253
小计硬件	4 737		
软成本			
计划与销售	461	146	1 363
安装工作	3 274	1 580	6 387
运输和旅行 支出 客户	410	86	1 096
许可证和 调试	29	0	68
其他	9	0	68
小计 软成本	4 182		
项目利润	15%	未知	未知
总计 (不包括 VAT)	10 257		



2.4 金融参数和特定的融资计划

像许多其他欧洲经济体一样，瑞典在2022年和2023年经历了经济不稳定时期，其特点是能源价格高企和通货膨胀率高。为此，瑞典中央银行（瑞典银行）将政策利率（*styrräntan*）从2022年初的0.0%上调至4.0%，如图8所示。加息的目标是在合理的时间内使通货膨胀率回归2%的目标水平。在这一货币政策紧缩时期之后，瑞典中央银行在2024年大部分时间里维持了较高的政策利率，然后在年底开始逐步下调——这一趋势延续到了2025年。这些政策利率的调整直接影响了市场利率，导致瑞典在2024年的资本成本相对较高。

在图8和表10中，已使用2024年住宅安装的、初始固定期限长达3个月（浮动）的家庭贷款的平均名义抵押率。

除了住房抵押贷款，一些商业银行还推出了专门针对拥有独栋房屋的个人业主的“太阳能贷款”。据作者所知，瑞典首笔明确用于光伏装置的贷款是由Sparbanken Syd于2019年推出的[13]。自那以后，其他人也效仿，除了Sparbanken Syd之外，瑞典大型银行还包括Swedbank、SEB、Nordea和Länsförsäkring ar，截至2025年中，它们分别提供的贷款利率为5.64%、3.97%、4.95%、4.14%和4.40%。

对于瑞典的商业安装，据报一个现实的额定贷款利率为STIBOR利率加450个基点（bps）。

然而需要注意的是，由于在2022—2024年期间费率发生了重大变化，读者应将表12中的贷款利率视为估计值，并注意它们在整个2024年并未保持稳定。

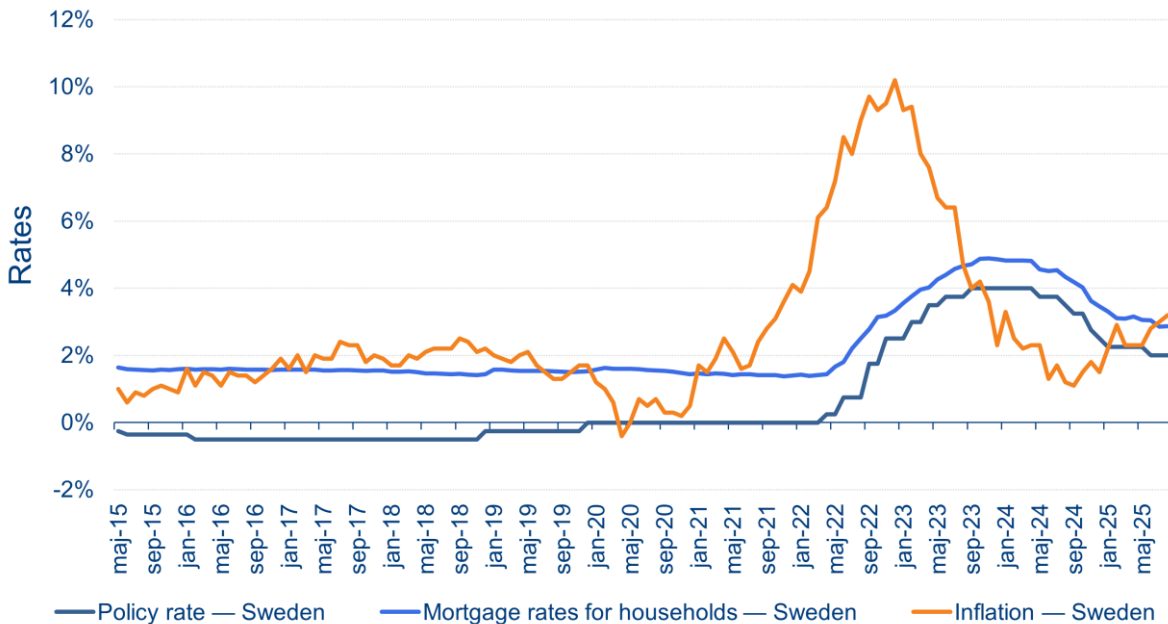


图8. 瑞典历史上的政策利率、家庭住房抵押贷款利率和通货膨胀水平。



表12：2024年光伏融资信息。

不同市场细分	贷款利率 [%]
贷款平均利率-住宅系统[14]	4.4 %
贷款平均利率——商业系统 [15]	7.0 %
资本成本平均数——工业和地面安装系统[15]	7.0 %

2.5 具体投资计划

早在2009年，瑞典首个光伏合作社，Solel i Sala & Heby ekonomisk förening便成立了，与当地电力公司签订FiT协议，并最终建成六个系统，总装机容量为599 kWp。其他值得注意的早期合作社还包括Sol el i Bergslagen（四个系统，166 kWp）和Zolcell 1:1（两个系统，27 kWp）。

合作模式此后已经发展并被公用事业公司采用用于大型项目。私人个人或公司购买与发电或补偿相对应的股份，合作社将其应用于电费或以货币形式支付。例如，瓦斯特拉斯外1 MWp太阳能跟踪公园（Måla renergi和KP）、诺布勒花园600 kWp屋顶系统以及卡尔马尔机场附近的后续750 kWp分阶段光伏公园（卡尔马尔能源），以及奥罗伦斯克劳德的530 kWp填埋光伏公园靠近赫尔辛堡。卡尔斯克鲁纳太阳公园（Affärsverken）和厄斯特松德太阳公园（耶姆特克罗夫特）进一步说明了这种模式，2019年至2020年间完成了众筹阶段。特拉纳斯能源和C4能源分别在外特拉纳斯和克里斯蒂安斯塔德 operate 光伏合作社，公园容量为1.2 MWp和4 MWp。其他例子突出了瑞典不断扩展的能源社区景观：HSB索德曼兰正在斯特兰格纳斯附近开发一个20 MW太阳能公园，允许成员购买固定、低于市场的电力；西蒙里斯村庄通过光伏、风能和储能实现了100%可再生能源；斯德哥尔摩的哈马尔比水城能源社区于2023年启动，包括多个住房合作社，旨在服务超过20,000居民。

虚拟共享是瑞典一个相对较新的概念，因为该国在执行欧盟关于能源社区和监管框架的指令方面有所滞后。然而，一个例子是东格但岛的奥斯特兰经济协会，截至2025年初，该协会经营着一个1.7MW的光伏公园，在其成员之间实践虚拟能源共享。

表13. 瑞典现有投资方案概要。

投资计划	瑞典引进
第三方所有权（无投资）	是
租赁	是
租赁	是
通过公用事业融资	是
对光伏电站的投资以免费电力为代价	是
众筹（投资光伏电站）	是
社区太阳能	是
国际组织融资	不



2.6 商户PV/PPA/CPPA

瑞典的光伏市场主要分布，且在很大程度上由自我消耗商业模式驱动。然而，该模式仅允许用于小于 500 kW 的系统以及现场消耗（参见第 3.3 节）。自资本补贴计划终止（参见先前的国家调查报告或 [16]）以及 2021 年可再生能源证书计划下新系统的暂停（参见第 3.2.3 节）以来，500 kWp 以上的屋顶系统和大型的光伏电站已无补贴发展。虽然存在替代安排，但电力购买协议（PPA）已成为这些大型安装的主导商业模式。

在瑞典，PPAs 通常以“即产即购”合同的形式进行结构化，购电方按发电量即时购买电力，通常在财务上设计为差价合约（CFDs）。尽管涌现出更多动态和创新的价格机制，但固定价格合同仍然是常见的，通常期限为十年。通常会包含原产地保证（见第 3.2.4 节），这为签订 PPA 提供了关键激励，通过确保合同期内可再生能源的可用性和价格，从而促进签订 PPA。企业重视这些保证，用于可持续发展报告，并展示在绿色转型中的积极参与。

如 1.6.1 节所述，电力购买方通常是积极参与项目的商业行为体。

2.7 补充国家信息

瑞典是一个位于北欧的国家。其陆地面积为 407 272 平方公里 [17]。瑞典是欧洲第五大国。截至 2024 年底，瑞典人口为 10 587 710 人，人口密度相当低，约为每平方公里 25.8 人，但在该国南部地区密度要高得多 [18]。约 88% 的人口居住在城市地区 [19]。

2024 年典型终端消费者电价见表 14，而瑞典家庭电价的发展情况（与其他北欧国家进行比较）见图 9。



表14：国家信息2024。

零售电价 家庭[SEK/W]	1.9–3.1 瑞典克朗/千瓦时 (包含电网费用和税收)
零售电价 商业公司 [SEK/W]	1.1–2.6 瑞典克朗/千瓦时 (包含电网费用和税款)
零售电价 工业企业[SEK/W]	0.8–2.2瑞典克朗/千瓦时 (包含电网费用和税收)
电力自由化 部门	瑞典目前是自由化程度最高、排名最靠前的国家之一 世界电力系统由于其 (1) 高运行 可靠性——2023年的交付安全性为99.988%[20]，(2) 高电气化水平——总人口的100%拥有 获得电力，和 (3) 低温室气体排放—— 2024年基于化石燃料的国内电力发电 达到~0.6太瓦时，或瑞典总电量的0.4% 169.6太瓦时 (见1.5节)。

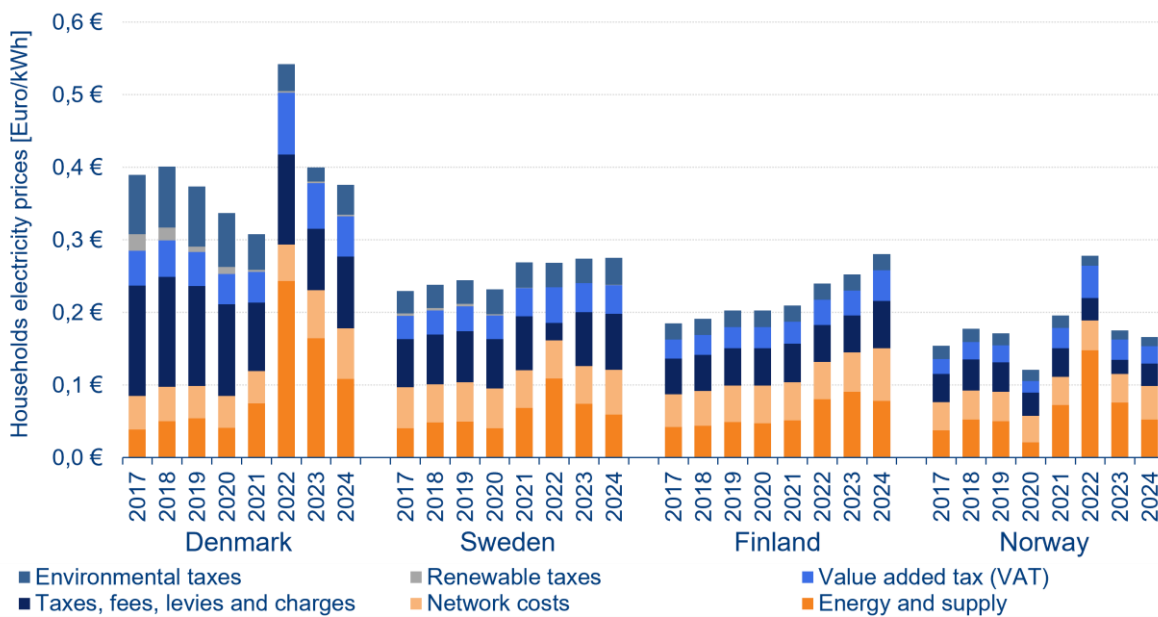


图9. 北欧国家家庭电力价格构成
2017–2024年，年用电量从5000 kWh至14 999 kWh[54]。

2.8 电力现货价格

自2011年11月1日引入电力竞价区以来，瑞典南部与北部的现货价差一直在增加。自2011年以来，四座核反应堆已关闭，包括林哈尔斯2号（净容量852兆瓦，关闭于2019年）和林哈尔斯1号（净容量881兆瓦，关闭于2020年）。这些关闭既导致了瑞典南部供应短缺的增加，也导致了国内输电能力的限制。

近年来，瑞典南部与邻国的互联容量不断增加——例如，2015年连接立陶宛的700兆瓦北巴尔干海底光缆



600兆瓦斯韦波兰联网高压直流电缆连接波兰（2000年）——增强了从瑞典南部向欧洲大陆出口电力的能力。这反过来又使瑞典南部电力价格对欧洲市场发展更为敏感。因此，瑞典北部和南部之间的现货价格差异趋于增加，反映了欧洲大陆电力价格对南部地区的影响力日益增强。

德国的Dunkelflaute等极端天气事件——即在高需求期间持续的低风能和太阳能发电——进一步加剧了欧洲的价格波动，间接影响了瑞典电力市场。Flowbase等模型已被引入，以更好地预测和管理此类事件造成的短期失衡，突显了跨境流动和存储在稳定价格方面日益重要的作用。

随着2023年现货价格的下降，2024年电力价格持续走低，所有地区的平均年价格下降了23-38%。然而，这些价格仍然高于前几年，除了2022年和2023年。同样，负价格的 occurrences 变得更加频繁，从2023年的4-5%小时增加到2024年瑞典价格地区的7-9%小时。年内记录的最低小时现货价格为除卢勒埃（SE1）以外的所有地区为-0.69 SEK/kWh，卢勒埃（SE1）的最低价格为-0.57 SEK/kWh。

2024年，瑞典的电力价格出现了比平时更大的波动，年初和年末价格较高，中间较低。瑞典四个投标区域——吕勒埃（SE1）、松德瓦勒（SE2）、斯德哥尔摩（SE3）和马耳摩（SE4）——的平均次日现货价格在0.28至0.57 SEK/kWh之间。全年近50%的时间里，所有区域的价格都相同，略低于2023年相应的61%，表明瑞典的统一价格已变得不那么常见。平均而言，南部地区的电力价格比中瑞典高0.16 SEK/kWh，比北瑞典高0.29 SEK/kWh。

2024年记录的最高日前现货电价为SE4地区的8.16 SEK/kWh，显著高于2023年的最高价格，该价格为瑞典南部和中部地区的3.76 SEK/kWh。尽管2024年的年平均价格低于2023年，但这种情况仍然发生了。



3 政策框架

本章描述了旨在直接或间接推动光伏发展的支持政策。直接支持政策通过激励、简化或定义适当政策对光伏发展产生直接影响。间接支持政策通过改变监管环境来推动光伏发展。表15和图10总结了多年来瑞典的政策发展情况。

表15：光伏支持措施的总结

分类	住宅			商业 + 工业			集中式		
	遗产	On-去	新	遗产	On-去	新	遗产	On-去	新
上网电价	-	-	-	-	-	-	-	-	-
并网优质电价	是	是	-	(是) ¹	(是) ¹	-	-	-	-
资本补贴	是	是	-	是	-	-	是	-	-
绿色证书	是	-	-	是	-	-	是	-	-
可再生能源投资组合标准	-	-	-	-	-	-	-	-	-
所得税减免	是 ²	是 ²	-	(是) ²	(是) ²	-	-	-	-
自发自用	是	是	-	是	是	-	-	-	-
净计量	是 ³	-	-	-	-	-	-	-	-
网络计费	是 ³	-	-	-	-	-	-	-	-
集体自我-消耗	是	是	-	是	是	-	是	是	-
可持续建筑需求	是	是	-	是	是	-	-	-	-
BIPV激励	-	-	-	-	-	-	-	-	-
商家 PV 促进	-	-	-	-	-	-	是	是	-
产地证明	是	-	-	是	是	-	是	是	-

¹ 只有功率小于69千瓦的小型商业系统可以从瑞典的上网电价补贴系统中受益。

² 瑞典的上网电价补贴以所得税减免的形式进行补偿。这是一个与上述相同的系统。

³ 历史上，一些地方分布式能源公司为居民客户提供净计量或净结算方案

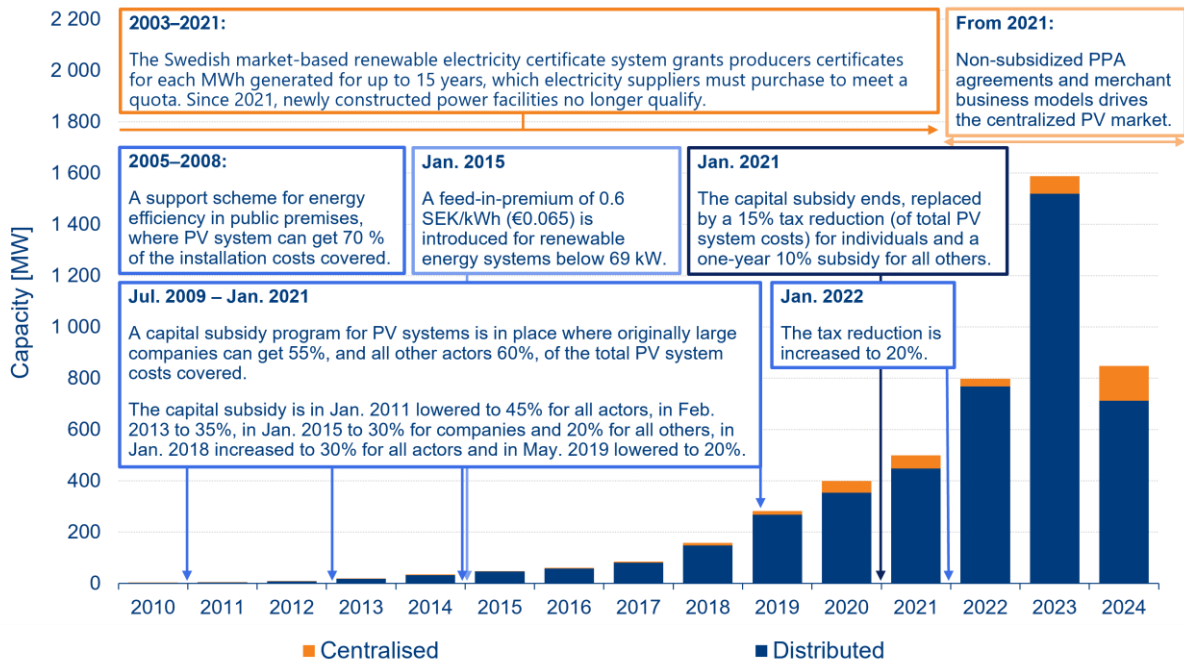


图 10. 2010年至2024年瑞典的年度光伏装机容量，分为分布式光伏系统和集中式光伏公园，以及关于影响部署趋势的关键政策变化和市场驱动因素的总结。

3.1 国家光伏目标

瑞典没有关于光伏安装的官方目标。

3.2 光伏安装的直接支持政策

3.2.1 绿色技术应用税减

3.2.1.1 引言和法律背景

绿色技术的减税计划于1月1日获得法律效力st 2021年并替换了三个现有支持系统，即光伏安装的直接资本补贴（2009:689）[21] 用于私人用户、自发电储存补贴（2016:899）[22] 以及私人安装的电动汽车充电桩补贴绿色演绎（2017:1318）[23]。它通常被称为。

3.2.1.2 行政和机制

支持系统由安装人员或供应商管理和维护，最终由瑞典税务局（Skatteverket）管理。它设计得类似于ROT税额扣除（参见第3.8.3节）。这意味着，系统所有者不再像替代的资本补贴计划那样申请经济支持并处理流程，而是税额扣除直接在发票上降低房屋所有者的价格，安装人员或供应商将扣除的金额报告给税务当局。

3.2.1.三 维推理等级和资格

该系统为私房业主提供三种节能措施硬件和安装成本的百分比税收减免。光伏安装可享受20%的减免，而电动汽车电池和充电桩则获得50%的税收减免。



这种扣除由个人进行，每年每人限用一次。最高年度接受金额为50,000瑞典克朗。如果一次性安装所有三种措施（这既有成本优势又有安装优势），有可能达到最高金额。由于光伏（PV）的扣除等级最低，因此光伏安装可能会适用常规的ROT税扣除，而充电桩和电池安装则被纳入绿色扣除。

为方便两家公司及瑞典税务机关的管理，已批准将总投资成本的97%作为绿色税前扣除额的可扣除成本[24]。逻辑上，只有当系统所有者缴纳了足够的税款时，才能提供此类支持。

3.2.1.4 市场接受度与趋势

表16证实了瑞典国内并网光伏市场的强劲增长，与表3中显示的趋势一致。2023年，小型系统（≤20千瓦）的安装量（主要集中在居住领域）显著增加。税收抵免计划的数据也表明，同年住宅电池安装量显著增长。由于税收抵免的资格要求电池必须连接到光伏系统或其他可再生能源，这些系统可以确信地归类为住宅太阳能电池。BESS的日益普及促进了住宅光伏市场的扩张，因为税收激励、波动的电价以及基于聚合商的电网服务使电池成为光伏系统的合理补充。

在绿色税收抵免的前两年，大部分资金用于电动汽车充电桩。然而，2024年，充电桩的抵免数量减少了5%，价值减少了12%。对于光伏系统，2024年使用抵免的房主数量在之前一年增长了106%之后减少了61%，可抵免资金总额在2023年增长了155%之后下降了75%。相比之下，BESS（电池储能系统）的抵免使用继续增长——2023年至2024年间用户数量增长了30%，资金增长了40%——此前已分别经历了199%（2022–2023年）和559%（2021–2022年）的激增，尽管基数较低。

表16. 绿色技术的税收减免统计[25].

	光伏买家数量接收到的系统绿色演绎				内部扣除总额绿色推理系统 [SEK, 千元]				平均数量每项税收抵免绿色购买者 technology [SEK, [数千]			
	太阳能光伏	电动汽车充电桩	BESS	总	太阳能光伏	电动汽车充电桩	BESS	总	太阳能光伏	电动汽车充电桩	BESS	总
2021	22 171	53 958	2 163	72 304 ¹	473 251	577 791	65 890	1 116 933	21.3	10.7	30.5	15.4
2022	59 090	94 857	14 244	143 350 ¹	1 297 491	1 013 881	453 074	2 764 445	22.0	10.7	31.8	19.3
2023	121 934	81 394	42 598	197 960 ¹	3 305 822	820 815	1 439 293	5 565 930	27.1	10.1	33.8	28.1
2024	48 115	77 304	55 385	144 526 ¹	812 663	718 321	2 008 588	3 539 571	16.9	9.3	36.3	24.5

¹ 由于同一买家可以多次使用绿色减免针对多种绿色技术，因此使用绿色减免的买家总数低于每种绿色技术使用绿色减免的买家数量之和。



光伏安装项目历史上一直占扣除资金的最大份额，这反映了它们更高的投资成本和更广泛的采用，但在2024年按年度计算，BESS超过了光伏。对于BESS，税收减免数据很可能涵盖了全国大部分住宅安装。尽管该计划跟踪成本而非技术细节（如容量），但尽管新的光伏系统减少，电池减免持续增加，这表明BESS正越来越多地被添加到现有安装中，而非同时安装。

3.2.1.5 财务影响和总投资PV估算

考虑到2021年绿色减免占住宅光伏系统总投资的14.6%（15%的97%），2022年至2024年为19.4%（20%的97%），可以估算2021年私人住宅光伏领域投资约为32.4亿瑞典克朗，2022年约为66.9亿瑞典克朗，2023年约为170.5亿瑞典克朗，2024年约为41.9亿瑞典克朗。然而需要注意的是，这一估算存在简化。首先，要适用减免，光伏系统所有者必须缴纳足够税款以覆盖全额减免。因此，实际减免金额可能低于这些年总投资的14.6%或19.4%。虽然大多数私人个人可能符合全额减免条件，但可能存在例外。其次，由于该计划设有50 000瑞典克朗的最高减免限额，在安装多种绿色技术时，可能会使用ROT减免（参见第3.8.3节）而非绿色减免，尤其是鉴于光伏的可减免份额低于电动汽车充电器和储能系统。最后，也可能存在特殊情况，即仅光伏安装的总成本就超过了总可减免金额。

3.2.1.6 绿色税抵免预付款规则

瑞典的绿色税收抵免自取代了以往的直接资本补贴以来，普遍受到了光伏安装商和客户的欢迎。然而，瑞典太阳能行业协会发现了一个实际问题：税收抵免仅在最终发票支付后才得到确认，并且与日历年挂钩。在实际操作中，安装商通常作为担保措施要求10-80%的预付款，而最终发票通常仅涵盖工作的最后阶段。

这种结构在所有付款都发生在同一年时不会造成问题，但在预付款在一个年度做出而安装在下一年完成时就会产生复杂情况。在这种情况下，只有最后一年支付的款项才有资格获得扣除。

为解决此问题，财政部于2024年初发布了一份公开征求意见的备忘录，提议修订将预付款纳入合格总额。该修订于2024年11月最终确定，将于2025年1月1日生效，允许在完成年份之前进行的付款资格获得扣除[26]。预计此变更将简化管理，更好地反映行业支付实践。

3.2.1.7 光伏电池绿色税收抵免规则说明

2023年末，一个可能影响瑞典住宅光伏系统和太阳能电池市场的新问题出现了。该问题涉及如果一个电池被用于除提高自产可再生能源自给自足之外的目的，是否仍符合绿色税收抵免资格。诸如分时价差套利（在非高峰时段从电网充电并在高峰时段放电）、削峰以及参与电网和频率支持市场等替代用途，在安装商和消费者中引发了不确定性。

此事在2023年末的一次讨论和瑞典税务管理局2024年初的澄清后引起关注，该局最初表示，符合条件的电池必须



与并网可再生能源发电系统连接，主要用于储存自产电力，供后期家庭消费。

经过进一步的公共和监管辩论，瑞典税务署于2024年末发布了一份更新后的澄清说明。修订后的解释允许对部分用于辅助服务或电力套利用途的电池进行税收抵免，只要它们同时——完全或部分——用于储存自发电。这项调整提供了更大的灵活性，并更好地反映了住宅储能的新兴应用场景。

3.2.1.8 计划调整光伏税收减免

展望未来，瑞典政府计划将光伏安装的税收抵免从20%降至15%，自2025年7月1日起生效。这一调整反映了安装的快速增长，这已减少了对补贴的需求，并旨在促进由电力价格信号引导的市场驱动扩张，支持瑞典的长期能源安全和政策目标[27]。

3.2.2 可再生能源微型生产者税收抵免

2015年1月1日，瑞典所得税法的一项修正案引入了对可再生能源发电的税收抵免（所得税减免）[28]。该抵免 **0.60 瑞典克朗每千瓦时** 对于在相同连接点馈入电网的过剩可再生能源（熔断器 ≤ 100 安培）。获得该权利适用于个人和法人。

要获得税收抵免资格，光伏系统所有者必须满足以下条件：

- 多余的电必须输入到与电力输入相同的连接点
- 被消耗。连接点必须配备100安培的保险丝。
- 生产者必须通知电网业主，连接点产生可再生能源电。

税收抵免金额由该连接点在日历年期间馈入电网的千瓦时数决定。然而，存在限制：

- 信用额度不能超过同一时刻从电网购买的kWh数量。
- 同年的连接点。信用额度每年最高为30,000千瓦时，或相当于SEK • 18,000 ($0.60 \times 30,000$)。

电网所有者负责在连接点测量净流量（供电和消耗）并将此数据提供给瑞典税务机关（Skatteverket）。然后，税收抵免被纳入次年提交的所得税申报表。

这个0.60瑞典克朗/千瓦时的税收抵免作用与一个小型 **上网优质电价** 对于多余的电力，可以补充其他收入来源，例如零售商报酬（见第6.2节）、电网效益补偿（见第3.10.2.2节）以及可再生能源证书收入（见第3.2.3节）或原产地保证（见第3.2.1.8节）。然而，与许多上网电价或补贴不同，这项税收抵免将保持多少年的活动状态没有保证；它取决于政策决定。

因此，2024年秋季，瑞典政府提议自2026年1月1日起废除微型生产者的税收抵免[27]，其理由与第3.2.1节中提出的将绿色技术税收减免从20%降至15%的理由相同。



该提案将对瑞典住宅光伏市场产生负面影响，但可能对住宅BES的部署产生积极影响，因为光伏系统的过剩电量价值将显著下降。

根据瑞典税务机构的数据，2024年共有261,698名可再生能源微型生产商共同获得了9,517,099,510瑞典克朗的额外电力销售收益，这些收益来自他们向电网提供的多余电力[29]。这一计算基于电网运营商向瑞典税务机构报告的1,625,696千瓦时的多余电量。根据表17的数据，2024年平均每个容量小于100安培的微型生产商向电网贡献了6,045千瓦时的电力。读者应注意与去年的报告相比，这些数据存在轻微的变动，该变动会追溯应用于所有年份。这是因为瑞典税务机构会在新数据可用时进行追溯调整。

表17. 关于可再生能源微型生产者税收抵免的统计数据[29]。

年	微数量生产者	已支付资金每年 [SEK]	基础 (过量) 电的) 减税 [千瓦时]	平均电力每个微型生产者 [kWh/微型生产者]
2015	5 051	10 766 633	18 427 927	3 567
2016	7 722	18 643 902	31 724 664	4 043
2017	11 745	29 299 902	49 535 391	4 148
2018	20 415	57 543 195	97 536 068	4 697
2019	36 182	103 079 151	174 739 419	4 750
2020	55 528	182 409 099	308 231 132	5 475
2021	78 600	246 598 541	417 875 239	5 223
2022	126 405	415 690 357	707 083 017	5 433
2023	218 819	731 802 510	1 254 449 149	5 532
2024	261 698	951 709 951	1 625 695 708	6 045
总	-	2 747 543 241	4 685 297 714	-

这些数据涵盖所有小规模可再生能源，而不仅仅是光伏。历史上，功率低于69千瓦的系统——即税收减免的100安培限制——已被分析用于估算光伏在绿色电力证书系统中的份额（参见第3.2.3节）。虽然由于发电和自耗的变化，这只能提供一个粗略的估计，但光伏一直主导着小规模可再生能源系统，可以假设表17中的数据约98%表示光伏。

3.2.3 可再生能源证书制度

可再生能源证书制度基于一个原则，即可再生能源生产者每生产1兆瓦时的可再生能源，都会获得政府颁发的证书。与此同时，电力市场的某些参与者有配额义务，这意味着他们必须购买与其出售或消耗的电力一定比例相对应的证书。这些证书为生产者提供了额外的收入，此外



他们的电力销售收入。最终，这些证书的成本将转嫁给电力消费者，影响他们的电价。

符合证书条件的能源来源包括风力、小水电、部分生物燃料、光伏太阳能、地热能、波浪能和泥炭发电。每个发电设施最多可获得15年的证书，截止日期为2035年。

配额约束的利益相关方是：

1. 电力供应商
2. 每年从装机容量超过50千瓦的发电厂获取超过600兆瓦时的电力消费者
3. 容量
4. 使用进口或北欧电力交易所购买的电力的电力消费者
5. 向无电网特许权（nätkoncession）的电网商业每年供应超过60兆瓦时的电力生产者，如果由同一电网的消费者使用
6. 瑞典能源署注册的用电密集型产业。

该系统于2003年在瑞典启动，旨在提高可再生能源电力使用率。最初的目标是到2016年，相比2002年的水平，将年可再生能源发电量增加17TWh。2012年，瑞典和挪威建立了一个联合证书市场，目标是在2012年至2020年间增加26.4TWh的可再生电力发电量。这个共同市场允许交易瑞典和挪威的证书以完成配额。2015年3月，瑞典和挪威将其共同目标提高到2020年28.4TWh，主要由瑞典消费者资助[30]。此外，2017年，该系统被延长至2030年，增加了18TWh的可再生电力，从2022年到2030年每年逐渐增加2TWh[31]。由于风电的快速扩张，这一目标于2021年3月达成[32]。

为防止证书价格暴跌并对早期投资者产生不利影响，瑞典政府在2020年11月进行了改革。决定自2021年后新建的发电项目不再有资格获得证书，并将该系统的终止时间提前至2035年，从之前的2045年结束日期[33]。这一过渡意味着瑞典的一些光伏系统仍然受益于证书制度，但它正逐渐被逐步淘汰。

2024年，平均价格为6.41瑞典克朗/兆瓦时，低于2023年的平均证书价格9.07瑞典克朗/兆瓦时[34]。在此之前，发生了两次急剧的价格下跌：2021年，平均价格降至18.9瑞典克朗/兆瓦时——较前一年下降69.6瑞典克朗/兆瓦时，较2019年高达120.7瑞典克朗/兆瓦时[35]。2024年配额义务增加到27.3%，扭转了近年来下降的趋势，使其在2023年达到25.1%。此前，2022年短暂上涨至26.2%，中断了从2019年的30.5%到2020年的26.3%、2021年的25.5%以及2023年的25.1%的下降趋势[36]。

直到2005年，电力证书制度中并未包含光伏系统[37][34]。然而，如表18所示，截至2020年，已批准的光伏安装数量稳步增长，证书制度中批准的植物数量大部分为光伏系统。然而，这些光伏系统仅占安装总功率和生成的证书的一小部分。

在规定了2021年后建设的发电项目不再符合证书资格的修订条款后，瑞典议会为证书交易账户的所有者引入了一项每年200瑞典克朗的管理费，自2021年7月1日起生效[38]。这一变化使得参与可再生电力证书制度的较小光伏系统所有者（包括许多别墅所有者）无利可图。为了避免账户费，光伏系统所有者必须在2021年5月31日前关闭他们的电力证书账户，导致



取消其电力证书系统的批准。这解释了2021年底电力证书批准系统显著下降，以及向光伏系统颁发的证书数量减少，如表18所示。从表18可以看出，只有较大的光伏系统继续受益于电力证书制度，因为当67%的光伏系统在2020年至2021年间退出该计划时，平均系统规模增加了两倍以上。

表18. 电量证书系统中的光伏统计数据[39][34][37]。

	数量 已批准的PV 系统中的 证书 系统 每段结束 年	总批准 太阳能 证书 系统 每段结束 年	平均尺寸 对于光伏系统 在 证书 系统 每段结束 年	已发行数量 来自证书 太阳能电池每 年。每 证书 对应 1兆瓦时。	数量 生产 证书 符合度 kWh 每安装 power and year
2006	3	103千瓦	34.3 kW	20兆瓦时	194 kWh/kW
2007	6	184 kW	30.6千瓦	19兆瓦时	103千瓦时/千瓦
2008	16	508千瓦	31.7千瓦	129兆瓦时	254千瓦时/千瓦
2009	27	1059千瓦	39.2千瓦	212兆瓦时	200 kWh/kW
2010	62	3227 kW	52.1千瓦	278兆瓦时	86 kWh/kW
2011	138	4 196千瓦	30.4 kW	556兆瓦时	133 kWh/kW
2012	395	8 104千瓦	20.5千瓦	1029兆瓦时	127 kWh/kW
2013	972	18 419千瓦	19.0千瓦	3070.5兆瓦时	201千瓦时/千瓦
2014	1 866	36 437千瓦	19.5千瓦	10771兆瓦时	296 kWh/kW
2015	3 270	63 934 kW	19.6千瓦	24 544 兆瓦时	384 kWh/kW
2016	5 107	104 070千瓦	20.4千瓦	45 535兆瓦时	438 kWh/kW
2017	7 428	159 050千瓦	21.4千瓦	74 148 MWh	466 kWh/kW
2018	11 282	250 912千瓦	22.2千瓦	120 919 兆瓦时	482 kWh/kW
2019	16 683	380 227 kW	22.8千瓦	181 908兆瓦时	478 kWh/kW
2020	19 903	492 759 千瓦	24.8 kW	290 152兆瓦时	589 kWh/kW
2021	6 615	333 954 千瓦	50.5千瓦	255 206兆瓦时	764 kWh/kW
2022	6 279	338 442 kW	53.9千瓦	248 072 兆瓦时	733 kWh/kW
2023	5 301	321 682 kW	60.6 kW	224 318 兆瓦时	697 kWh/kW
2024	4 913	308 844 千瓦	63.3 kW	180 103 兆瓦时	579 kWh/kW

2024年向光伏系统发放了180 103张证书[34]。这仅占瑞典所有并网光伏系统理论发电量 $4\ 800\ \text{MW} \times 90\ 0\ \text{kWh/kW} \approx 4\ 320\ \text{GWh}$ 的0.4%。读者应注意，上述计算非常简化，特别是由于2024年底的累计并网光伏装机容量全年并未全部投运。2024年仍有308.8 MW的光伏装机容量处于证书系统[37]中，占全部安装的光伏并网容量的6%。

总而言之，当前的可再生能源电力证书制度主要惠及了规模较大的光伏系统以及2021年底前建造的光伏公园。无论是在当前还是历史上，它都没有为瑞典较小的光伏系统提供实质性的支持。

3.2.4 原产地保证

原产地保证 (GOs) 于2010年12月1日在瑞典作为验证电力发电来源的电子证书引入。对于每兆瓦小时 (MWh)



产生的电力，电力生产者可以向瑞典能源署申请获取由该机构根据《原产地保证法》（2010：601）和《原产地保证条例》（2010：853）作为国家发行机构签发的原产地证书（GO），申请GO仍是一个自愿的过程。

-go 可以在自愿市场上进行交易，通常发生在电力生产商、中介和希望记录其销售电力来源的公用事业公司之间。当供应商使用-go来证明其向客户销售的特定数量电力来自特定来源时，相应的-go将被注销（makulerade）。这种注销确保了销售的认证电量与该能源来源产生的电量相匹配，防止重复计算。

一家希望销售，例如太阳能光伏发电的公用事业公司可以通过两种方式做到这一点：通过取消其自身光伏发电颁发的政府授权（GOs），或者通过从独立光伏生产商购买政府授权（GOs），并在将其电力销售给客户时取消它们。

2017年6月1日，瑞典《可再生能源发电证书法》（2010:601）和《可再生能源发电证书条例》（2010:853）的修订授权瑞典能源署可以发行可在欧盟和欧洲经济区成员国之间转让的发电证书[40]。这与EECS（欧洲能源证书系统）标准保持一致，促进了跨境交易可再生能源发电证书，并将瑞典纳入AIB（发行机构协会）网络。

根据斯堪的纳维亚电力中介公司（SKM），北欧电力证书市场上最大的中介公司，太阳能GOs的价格在2023年开始处于历史高位——大约为每兆瓦时8.6欧元——这是继2022年创纪录的高价之后。这些峰值主要是由北欧地区极其薄弱的水文平衡和欧洲天然气危机驱动的。2023年春季，价格趋于正常，至年底稳步下降至每兆瓦时1.25欧元。因此，太阳能GOs曾经相对于基准北欧水电GOs的溢价，在2024年变得微不足道，并以大约每兆瓦时1欧元的价格出售。交易中的太阳能GOs数量仍然相对较小，主要是因为从大型新建公用事业规模光伏电站购买电力的买家通常要求相关的GOs包含在他们电力购买协议（PPAs）中（有关瑞典太阳能GOs发行、转让、注销和交易的历史统计数据，请参见表格19）。

自2021年10月1日起，仅可针对馈入由电网特许经营（nätkoncession）覆盖的电网的电力签发政府优惠（GO）。此前，政府优惠也可针对在缺乏此类特许经营的电网内输送的电力签发——例如，内部本地电网或离网系统。此项监管变更确保了物理电力系统与可再生能源发电的可追溯性之间的一致性。



表19. 原产地太阳能保证统计[41][39]。

年	太阳能光子晶体发布于瑞典	太阳能光子晶体转移在瑞典	太阳能光子晶体导入到瑞典	太阳能光子晶体导出 from 瑞典	太阳能光子晶体在 nullified 瑞典	太阳能光子晶体过期的在瑞典
2011	194	96	-	-	0	0
2012	378	173	-	-	104	90
2013	2 337	1 373	-	-	324	294
2014	7 846	4 563	-	-	1 510	972
2015	18 953	11 301	-	-	5 314	2 830
2016	36 702	22 183	-	-	11 966	9 454
2017	58 806	65 936	1 481 437	69 279	96 442	16 146
2018	111 143	1 306 626	568 832	1 467 852	317 189	29 499
2019	166 670	894 568	1 527 014	526 292	976 716	51 935
2020	272 646	943 181	1 383 593	373 746	927 148	68 924
2021	316 475	518 255	969 157	201 969	952 894	111 143
2022	383 928	967 315	2 376 906	120 393	2 881 142	115 057
2023	404 099	567 518	1 256 963	137 908	972 134	232 123
2024	393 582	606 977	2 371 200	846 020	1 673 911	128 179

3.2.5 bipv发展措施

2024年，瑞典没有针对BIPV的具体措施。

3.2.6 商户 pv 发展措施

虚拟PPA在瑞典市场日益普遍，使开发商能够为集中式光伏项目获取稳定的收入流。这些协议可对冲现货价格波动，并依赖于原产地保证（GO）（参见第3.2.1.8节以追踪和验证生产商与购电方之间的光伏电力双边贸易）。

3.3 自发自用措施

瑞典允许自用光伏电力，这是推动市场的首要商业模式。许多公用事业公司为微生产者产生的过剩电力提供一系列协议。

自2014年春季以来，关于微型生产者适用税法规的持续讨论已经展开。因此，在此期间，有多部税务法律进行了几次修订。本节概述了一些对瑞典的自我消费和微型生产者产生影响的特定税法规。



表20：2024年私人光伏系统自耗率规定摘要。

光伏自用率	1	自我消费权	是
	2	自发自用光伏收入	节省电费 账单
	3	为传输费用融资的收费 分布电网 & 可再生能源 征收	None
过剩光伏电力	4	来自超额光伏的收入 电网注入的电能	来自公用事业的各种报价 + 0.6 SEK/kWh + 喂入 网格补偿 所有者
	5	最大时间段 通量补偿	一年
	6	地域补偿 (虚拟 自发自用或计量)	现场仅限
其他特性	7	监管方案持续时间	年度修订
	8	第三方所有权接受	是
	9	网格代码和/或附加 影响收入的税收/费用 生产者消费者的	网格码要求
	10	自我实现促进者法规 消耗 (存储, 需求侧响应...)	绿色减税 技术
	11	光伏系统规模限制	1. Below 100 A and 每年最多 30 MWh 税收抵免。 2. Below 500 kWp for no 自产能源税 消耗的电力。
	12	电力系统局限性	None
	13	附加功能	上网电价 从DSO

3.3.1 一般电力税

在瑞典，对电力的生产和消费都征收税费。这些包括房产税、燃油税、排放税和能源税。

对于电力消耗，主要税种是电力能源税和增值税 (VAT)。截至2024年，居民客户的电力能源税为0.535 SEK/kWh (不含增值税)，较2023年0.490 SEK/kWh的上一税率增长了9.2%。

此外，对能源税征收25%的增值税，导致居民消费者的有效能源税率约为0.669 SEK/kWh。



然而，瑞典北部的一些城镇有较低的能量税率。对于居住在这些电费税率有所降低的城镇的消费者，将适用每千瓦时0.096瑞典克朗的扣除

制造业和农业行业的能源税率设定为欧盟能源税指令规定的最低税率，为每兆瓦时0.50欧元（相当于约每千瓦时0.535瑞典克朗）。

瑞典也对化石燃料征收碳税。截至2024年，碳税税率为每公斤CO₂排放1.45瑞典克朗。

3.3.2 自发自用能源税

在瑞典，所有消耗的电力通常均需缴纳能源税，依据能源

税法（1994:1776）。然而，小规模生产设施的自耗电力有免税规定。对于太阳能光伏发电，免税标准为500千瓦，指的是组件的总额定容量。根据瑞典税务机关（Skatteverket）的规定，在计算光伏系统的总安装峰值容量时，不应考虑逆变器容量或实际条件与标准测试条件之间的差异。

能源税征收于电力消费者，这意味着向电网销售的电力无需缴纳能源税。要使光伏系统自用的电力免税，必须满足三个条件：

1. 电能必须在一个总装机容量小于500千瓦的太阳能光伏系统中生产。
2. 生产者必须将总光伏容量控制在500千瓦以下。
3. 电力不得馈入负有特许经营义务的电网。

如果安装在连接的建筑上，即使光伏板位于不同的屋顶表面并且连接到单独的计量表，光伏系统也被视为一个单元。

控制超过500千瓦的PV系统的用户被视为电力生产者，并对所有使用电力（包括自用）承担能源税。这也适用于拥有多个较小系统但其总容量超过500千瓦的所有者。对于未被归类为生产者的用户，电网运营商负责向Skatteverket收集并报告能源税。

对于500千瓦以下的太阳能光伏系统，业主有资格享受全额免税，实际支付0瑞典克朗/千瓦时。瑞典太阳能协会继续倡导取消自用太阳能发电的能源税，指出其取消将显著提高该国的太阳能产量。

关于上述规则，瑞典在欧盟中拥有最严格的太阳能光伏发电自用能源税收政策[42]。

3.3.3 集体自用、社区光伏和类似措施

在瑞典，若所有公寓共享同一电力订阅，则允许在公寓楼内从光伏（PV）系统中进行集体自消费。这种安排在住房公司和社会团体中很常见。通常，整栋公寓楼与电力公司签订一份电力合同，电费要么包含在租金中，要么由住房公司或社会团体内部进行计量和内部结算。



为电力 grid 立法现代化，2022年1月1日，《IKN条例》的一项例外规定生效[43]。该例外规定允许业主建立低压微电网，以共享和储存可再生能源。根据此项规定，内部低压电网可在特定区域内作为公共电网的补充运行，前提是它们被限制在业主的房产或相邻的房产内。然而，这些标准的实际实施可能存在不同的解释，能源市场监察局（Ei）可能需要提供具有约束力的法律答复以寻求清晰度。

截至2025年1月14日，瑞典政府更新了IKN条例，允许在不需电网特许经营权的情况下，结合各种储能系统安装大规模光伏系统[44]。这些新规允许能源生产设施在特定区域内连接储能单元——即使它们没有共同的连接点——并扩展到不仅仅是电池的储能系统。这一调整增加了大规模光伏和能源系统安装的灵活性。

目前，瑞典尚未建立明确的能源社区实施方案，也没有一个能够促进全社会广泛采用的清晰定义。根据欧洲指令（关于促进可再生能源利用的2018/2001号指令和关于电力内部市场共同规则的2019/944号指令）中的定义，瑞典几乎没有能源社区。2024年，政府委托瑞典能源署调查能源社区的条件以及可能需要的支持措施

3.4 招标、拍卖及类似方案

2024年瑞典没有进行任何国家或地区的招标或拍卖。

3.5 其他的大型发电措施，包括浮式或农业光伏

截至2024年，瑞典不提供针对大型光伏系统（PV系统）的特定国家或地区补贴。该行业先前可用的主要支持机制已到期或不再适用。这些机制包括：

- 1. 直接资本补贴** 该计划每套系统提供高达120万瑞典克朗，于2020年年中到期。它主要为小型安装而设计，对大型光伏电站的应用有限。
- 2. 绿色电力证书制度** (参见第3.2.3节): 该针对可再生能源发电的市场支持计划已于2021年底终止新设施。在此截止日期前获批准的现有设施仍可直至2035年获得证书，但新的项目无法再受益于此计划。
- 3. 原产地保证制度** (参见第3.2.4节): 虽然仍在运行，该系统认证了电力的可再生来源，但并未为新建的公用事业规模光伏安装提供由政府资助的直接财政支持。

因此，自2022年以来，瑞典的公用事业规模光伏行业一直在无补贴的市场条件下发展。尽管没有直接补贴，该行业仍显示出韧性和增长。2024年，约新增了136.2兆瓦的集中式地面安装光伏装机容量，与2023年相比增长了99%（参见1.2节）。这一增长表明，即使没有直接的资金支持，公用事业规模光伏项目在瑞典市场仍然具有竞争力和可行性。



3.5.1 财产税

瑞典的发电设施应缴纳适用于工业的房地产税

属性。虽然光伏电站很少，但在《不动产评估法》中并未明确将其归类为“发电单位”。在实际操作中，瑞典税务局（Skatteverket）将大型光伏电站视为“其他建筑物”，并按工业地产税率征税。目前，工业地产和大多数发电设施的不动产税率是评估财产价值的0.5%。

近期政策提议（2025年）旨在通过提高风力涡轮机的财产税率（目前在某些条件下可能受益于较低税率）将其全面统一为发电单位0.5%来协调税收。然而，截至目前，尚无明确的法律变更将光伏电站明确列为“发电单位”；在财产税方面，其分类仍归为“其他建筑”。

3.6 社会政策

2024年瑞典没有针对光伏的社会政策措施。

3.7 针对光伏的追溯性措施

瑞典迄今为止未对历史光伏补贴采取任何追溯性措施。拟将光伏绿色技术税收减免从20%降至15%的变动已宣布（参见第3.2.1节），但非追溯性，且仅影响符合特定条件的新安装或未来安装。然而，自2026年起取消可再生能源微发电厂（即瑞典并网溢价）的税收抵免（参见第3.2.1.8节）也将影响现有光伏系统并降低其盈利能力。尽管该计划从未有一个正式的终止日期，因此其取消是否可被视为一项追溯性措施存在争议。

3.8 间接政策问题

3.8.1 农村电气化措施

2024年，瑞典没有专门的农村电气化计划或立法。虽然一些倡议支持电网扩张或容量提升，但它们没有被专门设计或提出为农村电气化措施。

3.8.2 支持储能和需求响应措施

在瑞典，电力存储和需求侧灵活性的框架仍在发展中，越来越重视将灵活性整合到国家电力系统中。

根据《电力法》（Ellagen），只要系统可靠性不受损害，配电公司（DSOs）就不得强加不必要的技术或行政要求来阻碍需求灵活性。这与瑞典政府更广泛的目标相一致，即让消费者和第三方更容易为平衡和优化电力系统做出贡献。

为了实现这一点，“聚合者”——一个从多个消费者那里汇集和交易灵活性的服务提供商——的角色于2023年被正式引入瑞典立法。作为补充，政府已责成瑞典TSO（Transmission System Operator，输电系统运营商）斯堪的纳维亚电力网络公司（Svenska kraftnät）开发一个补偿模型，以确保电力供应商在



弹性通过聚合服务被激活。该模型于2024年9月提出，旨在让弹性成为所有参与者的更具吸引力和公平性的商业案例。

在欧洲层面，ACER和欧盟委员会正在制定新的欧盟需求响应网络代码。一旦通过，这些将统一各成员国之间的规则，使灵活性和存储运营商更容易参与整个欧盟的电力市场。

瑞典的TSO，瑞典电力公司，以及能源市场监察局（Ei）也确定了几项到2030年实现更灵活能源系统的里程碑，包括引入15分钟市场间隔、新的费率结构以及更好的灵活性和补偿工具。

在财务支持方面，私人个人可以通过之前在第3.2.1节中描述的绿色技术减税计划，获得BESS硬件和安装成本的50%税额抵扣。

与此同时，政府正在准备容量机制以确保高峰需求时期的电力供应。该机制未来可能为储能系统和可充当容量资源的柔性需求提供新的收入机会。

尽管取得了这些进展，仍存在一些挑战。补偿机制尚未完全实施，由于商业模式有限、技术要求高和价格信号微弱，灵活性带来的大部分潜在价值仍未到达终端用户。对更大规模储能系统的投资支持也仍然有限，这意味着迄今为止的大部分进展依赖于市场创新而不是直接补贴。

3.8.3 旋转税抵扣

瑞典建筑业服务采购私人个体的激励计划ROT是一个税收抵免形式的计划。ROT是翻新和升级现有建筑措施的总称，主要是住宅房产。修缮、维护、改造和扩建被视为ROT工作，因此可以抵扣税收，前提是该项工作与客户拥有的并居住的住宅紧密相关（或如果是第二居所，例如度假屋）。

2024年的ROT税扣减是劳动力成本的30%，并且在2024年初最高为每人每年50,000瑞典克朗，但自2024年1月起增加至75,000瑞典克朗。st 2024年7月。要求房屋使用超过五年，且房主未对同一服务使用绿色税收减免。太阳能电池板的安装和更换可以获得ROT，而太阳能电池板的维修则不能。

根据瑞典税务机构的说法，人工成本估计占总成本的30%，含增值税。因此，2024年整个光伏系统的总扣除率为9%。如果可以证明人工成本比例超过30%，那么总扣除率就会相应提高[45]。

3.8.4 鼓励社会接受光伏系统的支持

瑞典通过国家、地区和私人举措的组合，促进对光伏（PV）系统的社会接受。在国家层面，瑞典能源署为家庭和企业提供免费的、公正的能源咨询服务，提供有关光伏安装和能源效率的指导。该机构还鼓励形成



通过经济协会赋能能源社区，使居民或企业群体能够集体投资并从光伏项目中获益，促进本地参与和共享所有权。

在区域层面，许多市镇采用了“生态市镇”模式，将生态和社会公正价值观融入治理，并支持可再生能源项目，包括光伏系统。一些市镇还制定了地方能源计划，其中包含提高光伏采用率的策略，通常涉及根据当地情况量身定制的社区咨询。

私人及民间社会倡议进一步促进了社会接受度。社区太阳能项目使居民能够投资共享光伏装置，同时接受教育指导以建立信任和意识。此外，行业协会和ngo开展公众意识宣传活动，强调光伏系统的优势并解决常见误解。这些努力共同为瑞典的光伏采用创造了支持性环境，强调了教育、透明度和社区参与。

3.8.5 太阳能系统建设许可的豁免

截至2018年8月1日，建筑物上的光伏和太阳能热系统安装通常无需建筑许可。某些安装仍然需要建筑许可，当适用以下一种情况时[46]：

- 当光伏或太阳能热系统不遵循现有建筑的形状时。
- 当光伏或太阳能热系统安装在从历史、文化、环境或艺术角度来看被分类为有价值的住宅区时。
- 当光伏或太阳能热系统安装在详细发展规划中，市政当局已定义为需要太阳能系统建筑许可的住宅区时。
- 当光伏或太阳能热系统安装在军事方面具有国家利益的区域内。这些区域地图的位置可以找到。 [这里](#)。

在这些情况下，必须向市政府提交一份常规建筑许可证。

3.9 支持措施的融资和成本

在直接资本补贴计划的第一版中拨款了14,253,152瑞典克朗，在第二版中从2009年到2021年底总共拨款了35,454,048,488瑞典克朗。这两个补贴制度由瑞典国家预算资助，并由21个郡政府分配资金。

其次，农业产业计划中针对可再生能源生产的直接资本补贴在2015-2021年间为光伏系统提供了总支持3 3 542 362瑞典克朗。该系统由欧洲农业发展基金 (EJFLU) 资助，这意味着资金来自欧盟。

此外，光伏系统受益于可再生能源证书制度，截至2024年底，历年累计获得1661624张证书（见第3.2.3节）。通过取证书的月平均价格，并将这些价格与每月发放给光伏的证书数量相乘，截至2024年底对光伏的总支持额为73620616瑞典克朗。可再生能源证书制度由电力消费者资助，电力密集型产业除外，其证书成本仅限于制造过程中未使用的电力。



此外，基于对可再生能源微发电生产者税收抵免计划中98%的系统为光伏系统的估算，2015年至2024年间，通过该计划已向小型光伏系统所有者支付了2 692 592 376瑞典克朗（参见第3.2.1.8节表17）。

最后，用于绿色技术税收减免，在2021-2024年间已分配约5,889,227,000瑞典克朗用于光伏系统（见表16）。这两项最后补贴是税收减免，因此不是预算成本，但当然会影响瑞典国家预算。

包括上述所有补贴，到2024年底，瑞典光伏市场总共获得了约12234.4百万瑞典克朗。

将此金额除以总人口意味着总计1,155瑞典克朗/人，或自2005年（瑞典首次对光伏发电提供补贴）起平均每年57.8瑞典克朗/人。

相对于2024年末的装机容量（4 830 720千瓦），光伏专项补贴为每千瓦2 544瑞典克朗。假设系统寿命为25年且平均年发电量为每千瓦850千瓦时，目前安装的光伏系统在其寿命期内预计将产生总共102.65太瓦时。在此基础上，迄今为止支付补贴相当于安装的光伏系统在其寿命期内每千瓦时约0.119瑞典克朗。

3.10 电网接入政策

3.10.1 并网政策

瑞典将光伏系统接入电网的标准程序是在安装前通知电网所有者。随后电网公司会指定系统的技术要求。安装完成后，必须提交最终报告，并对系统进行检查。电表会被更换——免费地——为一个能够测量馈入电网的过剩电量的电表。所有馈电通常按小时进行测量。如果客户想要测量包括自消耗在内的总产量，他们必须承担额外电表的费用。

对于微生产光伏系统，瑞典能源市场监管局（Ei）此前曾要求电网运营商在不收取电网强化费用的情况下接入系统，即使需要升级也是如此。然而，最近的Ei决定已修改了这一做法。在2023年欧盟法院的一项裁决以及欧盟电力条例第18.1条的基础上，Ei于2024年9月澄清，接网费用必须反映实际成本，并应无差别地应用。因此：

电网加固连接费 在需要当地电网的地区 •
为了适应光伏发电，电网运营商现在可以收取反映实际加固成本的接入费。这些费用可能相当高，对独户住宅而言，可能达到数万瑞典克朗。

熔断器升级：如果一个光伏安装需要比现有的大熔断器，那么 •
电网运营商可能会对升级收费。

- **审查权** 光伏系统所有者可以要求审查连接条款，如果费用显得不合理。争议可以升级到Ei。
- **标准化流程**：网格运营商必须遵循标准化程序包括提供申请处理的进度时间表，以建立联系尽可能以可预测和高效的方式处理。



尽管有新的Ei规定，根据作者咨询的大多数DSO，他们计划不会向单个客户收取电网扩容费用。相反，电网加固的成本通常由电网中的所有客户共同筹集，保持一种更公平的成本分摊方式。

对于集中式光伏系统，电网强化仍可能必要，且既昂贵又复杂。来自2019–2020年对瑞典六个光伏电站的研究数据显示，接入成本因电网运营商和项目位置而异，范围从约9,600 €/MWp至56,600 €/MWp，平均为29,600 €/MWp [47]。

总之，虽然瑞典有关于光伏并网的明确法律框架，但最近的Ei裁决在理论上允许单独收费，但在实践中，大多数DSO仍继续集体资助电网扩建，减轻了单个光伏所有者的负担。

3.10.2 并网政策

3.10.2.1 瑞典可再生电力削减

在瑞典，电网运营商（包括DSO和TSO、Svenska Kraftnät）在必要时，依据法律有权限制或削减可再生能源发电，以确保电网的安全性和稳定性。这适用于大型和小型设施，包括光伏系统，但必须以非歧视性和相称性的方式进行。

对于小规模光伏系统，限电很少发生，因为本地电网约束通常有限。然而，在存在电网拥堵或容量限制的地区，分布式系统运营商可能需要暂时减少发电以维持电网稳定。没有一般规则要求对小规模生产者的限电电力进行补偿，尽管对于大型设施可能存在协议。

对于兆瓦级光伏和其他大型可再生能源发电，消纳更为相关。电网运营商可以根据运营需求减少发电量，通常基于合同安排或电网规范。在这种情况下，受影响的发电企业可能会根据与电力调度机构（DSO）或交易调度机构（TSO）达成的条款获得生产损失补偿。

所有减荷实践均遵循瑞典电网规定和欧盟电力条例。这些规则强调透明度、成本反映性和对所有电网用户平等对待。虽然减荷是维护电网稳定的工具，但瑞典目前选择性地应用它，对住宅或小规模光伏系统的影响最小。

3.10.2.2 网格效益补偿

一个微型生产者有权从分布式系统运营商（DSO）获得补偿，以偿还其输入电网的电力。当电力发电机供给相当于发电厂对降低DSO成本所做贡献的电力时，其有权获得补偿。简而言之，补偿应根据发电厂接入电网时DSO的成本与假设发电厂未接入电网时的等效成本之间的差额进行计算。补偿因不同的DSO和电网而异。

3.10.2.3 聚合电网订阅

自2021年1月1日起，已可订阅汇总电网合同（“summaabonnemang”）用于此前瑞典电网公司（Svenska Kraftnät）曾拒绝增加电网连接容量的连接点。此选项允许客户将多个连接点整合在单一订阅下，促进电力传输。



在这些点之间。这种安排在电网容量有限地区尤其有利，能够更有效地利用现有基础设施，缓解当地电网拥堵。

然而，需要注意的是，聚合订阅的可用性和具体条款可能会因配电系统运营商（DSO）以及连接相关节点的技术可行性而异。因此，相关方应咨询其当地DSO，以了解适用于其情况的特定要求和条件。



4 行业

瑞典的光伏产业主要由中小规模的组件或系统安装商和零售商构成。不幸的是，瑞典上游光伏产业公司越来越少。几个瑞典组件制造商于2010-2012年左右关闭或破产，即ArticSolar、Eco Supplies、Latitude Solar、PV Enterprise和REC Scanmodule。近年来，一些瑞典初创公司、研发公司和BoS产品制造商被迫关闭，例如Optistring Technologies AB（2017年）、Box of Energy AB（2018年）、Sol Voltaics AB（2019年）、Solibro Research AB（2019年）、Solar Wave（2019年）和Solarus Sunpower AB（2020年）。

另一方面，有关于两家初创公司的消息，一家位于瑞典北部的新的模块制造商Nordcell Group AB，计划建立1.2吉瓦的模块制造能力，以及正在开发创新工艺以生产太阳能级多晶硅的Green14。

4.1 原材料的制备、锭和晶圆生产（单晶硅行业）

瑞典在2024年没有生产任何多晶硅原料或硅片。然而，两项举措可能会在未来的几年里改变这一状况。新成立的公司Green14正在开发一种氢等离子体工艺，以生产碳足迹显著降低的太阳能级多晶硅。该公司在斯德哥尔摩的KTH运营一个试验反应堆，并计划到2027年扩大到示范生产。同时，Nordcell集团AB宣布其使命是在瑞典建造一个垂直整合的生产设施，涵盖太阳能电池板制造的所有初级阶段，包括硅、锭和硅片的生产。他们计划在2025年年中开始运营，并为光伏市场的住宅、商业和公用事业部门提供模块，但该项目目前因市场模块价格不可持续地低而被搁置。

4.2 光伏电池和组件的生产

模组制造被定义为生产光伏模组（封装）的行业。一家公司也可能参与多晶硅锭、硅片的生产或电池片加工，除了用边框、接线盒等组装模组。只有当封装发生在该国时，模组制造才可能被计入一个国家。

2011年初，瑞典有五家模块生产商从进口硅片组装模块。在2011年和2012年全球光伏模块价格加速下降的背景下，瑞典模块制造商（以及整个欧洲模块生产产业）面临困境，到2012年底只有瑞典公司中的SweModule AB仍继续营业。2015年SweModule也申请破产，瑞典不再有大规模模块生产。购买生产设备和SweModule品牌的Renewable Sun Energy Sweden AB在2024年的产品开发中，生产了约0.3兆瓦的商业模块。^p

此外，2019年10月，CIGS薄膜设备制造商Midsummer AB在瑞典耶夫拉拉建立了电池和组件生产线，在2024年他们生产了约2MWp的电池和组件。

仲夏还运营一个名为仲夏意大利的意大利子公司，该公司成立于2020年，旨在在那里建立一家工厂。2021年秋季，意大利经济发展部



意大利投资机构Invitalia宣布将为该项目提供约2200万欧元奖金，支持建设一座50MW的工厂。截至2024年底，Midsummer宣布将向意大利巴里运送最后一批瑞典生产的薄膜光伏制造设备，生产计划于2025年11月启动。

2023年7月，欧盟创新基金选择Midsummer获得约3230万欧元资助，在瑞典Flen建立一个新的200兆瓦工厂。生产计划于2026年第一季度开始，在2025年的准备工作（如设备安装、功能测试、工厂认证和员工培训）之后。

总光伏电池和组件制造，以及2024年产能信息，汇总于表21，模块的历史产量汇总于图11。

表21. 2024年光伏电池和组件生产及生产能力信息

单元格/模块制造商	科技	总产量[兆瓦]		最大生产容量[MW/yr]	
		单元格	模块	单元格	模块
基于晶圆的太阳能电池制造商					
SweModule	Mono-Si	-	0.3	-	150
薄膜制造商					
仲夏	BIPV CIGS	2.0	2.0	5	5
用于浓度的细胞					
None	-	-	-	-	-
总计	-	2.0	2.3	5	155

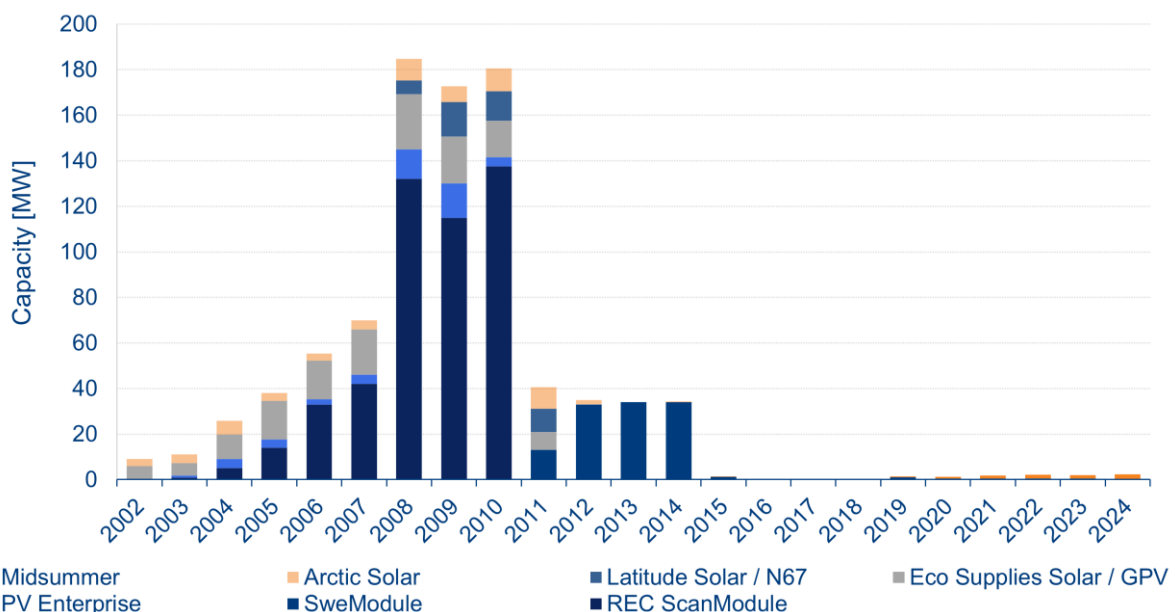


图11. 瑞典历年光伏组件产量。



4.3 其他组件的制造商和供应商

瑞典一直是欧洲电池雄心的一个重要焦点（例如北volt等），因此其国内生态系统既包括电池制造努力，也包括系统集成商/包装组装商。然而，情况在2024-2025年迅速变化：北volt——之前是瑞典的旗舰电池生产商——面临着严重的财务困境和重组，影响了国内电池制造前景。



5 PV 在经济中

本章旨在提供有关光伏对经济益处的信息。

5.1 劳动场所

在2010-2011年瑞典多家光伏组件工厂破产关闭后，光伏组件生产中的全职当量（FTE）岗位急剧下降。相比之下，随着瑞典光伏市场的扩张，光伏系统销售和安装的就业人数有所增长。这一市场增长也吸引了公用事业公司、咨询公司和房地产所有者的更多参与。在许多组织和科研机构中，员工仅部分时间从事光伏相关活动。

之前的瑞典国家调查报告（2010-2021年）收集了光伏市场不同细分领域的就业数据。这些调查记录了随着市场成熟，光伏组件制造业岗位的下降以及安装和销售岗位的增长。它们还显示，机械和BoS制造业、研发、国家及地区机构、大学和基金会的岗位数量相对稳定。咨询公司、房地产所有者、建筑商和其他间接与光伏部署相关的场所的岗位呈现适度增长。

自2021年这些调查停止以来，已无法准确估计直接归属于瑞典光伏市场的就业岗位数量。

5.2 商业价值

表22展示了瑞典光伏市场的总价值粗略估计，该估计基于按市场细分（见1.2节）的装机容量和每个细分市场的典型系统价格（见2.2节）。

表22：2024年光伏业务的粗略估值（不含增值税）。

子市场	容量 安装[MW]	平均价格 [SEKW]	值 [瑞典克朗]
离网	1.2	25.0	30 000 000
并网分布式	711.3	13.0	9 246 900 000
并网集中式	136.2	7.0	953 400 000
瑞典2024年光伏业务价值			10 230 300 000



6 来自电力利益相关者的利息

6.1 电力系统结构

在瑞典，电力通过国家级电网（220 kV和400 kV）从主要发电站输送到区域电网（40–130 kV），再通过当地低压网络（≤40 kV）将电力输送给终端用户，标准墙壁插座电压为230 V。

国家电网是电力系统的骨干，由国家所有并由瑞典TSO瑞典电力公司管理，而区域和地方电网则由各电力公司拥有。能源市场监察局（Ei）是监管电力市场的监管机构。由于电网运营是自然垄断，每个地区都只有一个获授权的网络所有者。

基础电价在北欧电力市场Nord Pool每日确定，电力供应商以此为基础在一个竞争性市场中制定零售价格。瑞典电力市场于1996年实现自由化，使消费者更容易更换供应商。

瑞典有超过150家电网运营商，但市场由瓦尔特夫尔(Vattenfall)、埃オン(E.ON)和埃尔利沃(Ellevio)主导，这三家公司合计服务了约60%的所有客户。零售市场同样集中，瓦尔特夫尔、福特姆(Fortum)和埃オン是最大的电力供应商。

6.2 电力企业兴趣

早在2012年，几家公用事业公司就开始为住宅屋顶销售小型即装式光伏系统，这一做法在2024年仍然普遍。

2011年，一些公用事业机构推出了针对出售多余电力的微型生产者的补偿计划。这一趋势仍在继续，许多公用事业机构提供各种购买多余电力、绿色电力证书和来处保证（GOs）的安排。虽然具体条款各不相同，但大多数计划要求微型生产者在全年保持净消费者身份，并从公用事业机构购买电力。一些公用事业机构也购买GOs和绿色证书，而另一些则不购买。

自2014年以来，一些公用事业公司扩展到集中式光伏电站。那些采取这条路的公司测试了不同的财务安排和商业模式，包括合资光伏电站、电力购买协议（PPA）以及直接向终端消费者提供光伏电力。到2024年，已知已建成超过1MWp光伏电站的公用事业公司包括Affärsverken、Arvika Kraft、Bixia、C4 Energi、E.ON、ETC Ei、Göteborgs Energi、Jämtkraft、Jönköping Energi、Kalmar Energi、Luleå Energi、Mälarenergi、Tekniska Verken、Vallebygdens Energi和Vattenfall。

6.3 来自市镇和地方政府的兴趣

如第一节4段所述，某些瑞典市镇在总安装光伏容量和人均光伏容量方面表现突出。当地光伏的高扩散率通常由同伴效应[48],[49]和积极推广太阳能的地方组织驱动。研究表明，来自不同地方利益相关者的倡议在推动渗透率最高的市镇的光伏部署中起到了关键作用[50]。在许多情况下，市属公用事业公司通过从光伏所有者处购买过剩电力、向



光伏系统，并提供信息（参见第6.2节）。其他地方性倡议包括市政当局或地方参与者组织的研讨会和信息会议。一个显著的例子是瑞典能源署资助的2017年住宅光伏信息宣传活动，其中41%的瑞典市政当局参与，导致采用率实现了可测量的增长[51]。

一些瑞典的市和地方政府已经为光伏设定了雄心勃勃的目标。例子有：

- **奥雷布罗县**：到2030年，光伏电力达150吉瓦时，约占该县电力消耗的4%。
- **乌普萨拉市**：到2020年达到约30MWp，到2030年达到约100MWp。
- **林雪平市**：2025年光伏渗透率达到5%，2040年至少达到20%。
- **赫尔辛堡市**：本地光伏产量到2035年覆盖电力需求的10%。
- **克里斯蒂安斯塔德市**：到2020年市级年产量达到2吉瓦时，到2030年增加到40吉瓦时。

此外，SKL Kommentus Inköpscentral (SKI) 虽然不是市镇，但已启动采购流程，以促进在瑞典各市镇建筑上安装太阳能系统。这一举措旨在简化地方政府采用太阳能的过程，并加快其采用速度。

许多市镇也开发了所谓的“阳光地图”来帮助利益相关者评估其屋顶的太阳能潜力。这些地图通常使用颜色标尺来表示入射的太阳辐射，并通常考虑屋顶倾斜度和附近结构造成的遮挡。

瑞典有15个区域能源机构 (Energikontoren)，负责在地方和区域层面推广能源效率和可再生能源。在瑞典能源署 (Energimyndigheten) 的支持下，它们与市政能源和气候顾问协调国家项目。

其中一项最大的本地光伏项目是Solar Region Skåne，于2007年由马尔默市、斯堪尼亚地区能源署 (Energikontoret Skåne) 和隆德大学合作启动。Solar Region Skåne作为斯堪尼亚地区太阳能活动的一个网络和知识中心。



7 突出重点和前景

7.1 高亮

在2023年创纪录的一年之后——当时新增了16吉瓦的光伏装机容量，创下了历史新高——瑞典太阳能市场在2024年放缓，新增约850兆瓦，累计容量达到48吉瓦。这一下滑反映了高利率、较低电价和普遍经济不确定性综合作用的影响，这降低了家庭和企业的投资意愿。住宅部门仍然占据主导地位，但在经历了数年的快速增长后，显示出饱和的迹象。

硬件价格下跌以及组件和逆变器的持续高供应，有助于保持光伏系统的成本竞争力。到2024年，平均安装价格已稳定在2023年低点附近，得益于强劲的全球供应和物流缓解。储能电池市场进一步扩张，延续了2023年的势头——当时在绿色技术税收抵免（涵盖光伏和电池系统）的推动下，安装量激增。电池越来越多被视为通过最大化自用率参与灵活性服务而获利。

大型电力市场持续成熟，有多项20兆瓦以上的项目正在建设中，并且正在建设规模超过100兆瓦的太阳能光伏电站。然而，开发商仍然面临许可证延误和电网连接瓶颈，尤其是在连接需求高或容量有限地区。尽管存在这些障碍，目前大规模太阳能光伏发电已经很大程度上无需补贴，而是由企业采购协议（PPA）支持。

在政策方面，2024年不确定性增加。政府宣布计划将绿色技术的税前扣除率从20%降至15%（自2025年中期起生效），并取消微型生产者的所得税减免（自2026年起）。

瑞典的太阳能光伏产业仍然专注于下游活动，尽管多晶硅和组件生产方面出现了新的举措，这表明了产业兴趣的重燃。

总而言之，2024年标志着瑞典光伏市场在2023年繁荣后的正常化阶段——其特点是年度部署量略低于1吉瓦，持续多样化，以及为灵活性和共享消费出现新的商业模式，但受到政策不确定性和整体经济形势低迷的影响。

7.2 前景

数个因素持续抑制了2024年光伏市场的私人及商业投资。高利率、电价下降以及整体经济不确定性导致盈利能力降低，且与2023年的纪录增长相比，新安装速度放缓。自2023年年中首次观测到的采购订单和安装需求下降在2024年持续存在，证实了市场整合阶段。尽管如此，硬件价格下降以及光伏组件和逆变器的全球供应充足，帮助维持了光伏的竞争力，缓解了电力收入减少带来的部分负面影响。

从中期来看，市场基本面依然稳固。针对私人个体的绿色技术15%税收减免持续为家庭采用提供基础。然而，近期政府提出的降低税收减免率和自2026年起废除微生产税收抵免的建议给投资者带来了不确定性。与此同时，引入内部低压电网以实现集体自消费，使得共享



在新住宅区中使用光伏发电，标志着迈向能源社区的重要一步。预计将进一步与欧盟关于共同行动的自产自用者和能源共享规则进行监管协调，这或将解锁新的商业模式。

从长远来看，随着利率正常化和新的监管框架生效，市场预计将复苏。在绿色科技税收抵免的支持下，电池储能对家庭而言越来越有吸引力，能够实现更高的自用率和电网灵活性。在联合光伏电池系统中，关于税收抵免资格的规则将在塑造这一市场细分方面发挥关键作用。

在公用事业规模上，瑞典正见证新一代大型太阳能电站的出现，其中项目规模超过20兆瓦的众多电站正在开发中，部分项目甚至超过100兆瓦。该领域在不依赖直接补贴的情况下正在扩张，主要受到成本下降和长期电力购买协议的推动。然而，电网连接瓶颈和漫长的审批程序仍然是主要障碍。国际开发商将瑞典视为北欧地区一个尚未充分开发但充满潜力的市场，行业参与者正日益组织起来，倡导更高效的审批程序和更清晰的电网接入规则。



8 附录A——数据来源及其局限性

本报告所呈现的统计数据收集过程中使用了多个数据来源，它们各有优缺点。在下一节中，将对此进行讨论，以概述瑞典光伏市场的统计情况。

8.1.1 关于并网光伏容量的电网运营商调查

所有并网光伏装机容量均通过瑞典统计局（SCB，Statistiska Centralbyrån）代表瑞典能源署（Energimyndigheten）向所有瑞典电网运营商发送的调查收集而来。由于光伏系统并网时必须通知电网运营商，因此电网运营商应在其电网区域内注册所有并网光伏系统，并有义务将此信息与瑞典能源署共享。一项最近的研究，其中应用了遥感技术识别航空图像中的光伏系统，表明在瑞典三个低压电网（FLN、KHN和FGA）的DSO注册系统中，有18个并网系统——相当于所有并网光伏系统的平均0.7%——缺失[52]。此外，电网运营商有时会错误注册光伏系统的容量，并且在系统初始并网后其容量增加时并不总是得到通知。同项研究发现，在FLN、KHN和FGA电网中约有85个光伏系统存在容量注册错误。这些误报系统的容量估计高出980 kW，相当于容量的2.7%。这表明，尽管DSO数据总体可靠，但它并不完全完整或准确。

然而，那种向DSO进行调查的方法仅针对2016年及以后年份实施。瑞典截至2015年底的历史安装并网光伏容量（以及离网光伏容量）数据完全基于IEA PVPS任务1中瑞典代表每年收集的销售统计数据。瑞典能源署收集的电网运营商官方统计数据仅包含光伏系统规模（功率）在0-20 kW、20-1000 kW和>1000 kW范围内的分段。

2016年和2017年，由于对电网运营商统计数据质量的担忧，使用了销售统计数据和电网运营商统计数据之间的加权平均值。有关更详细的描述，请参阅瑞典光伏应用国家调查报告2018版[53]。

8.1.2 离网销售额统计

离网光伏系统的数据按定义无法从电网运营商处获得。因此，关于已安装的离网光伏装机容量的信息是基于瑞典在IEA PVPS任务1中通过直接从公司代表处收集多年的累计销售统计数据。假定20年以上的离网系统现已停用，因此已从累计销售统计数据中撤出，以获得瑞典的总离网容量。贡献离网数据的公司列在各自年份的旧瑞典国家调查报告中，用于销售统计数据。离网容量的准确性被认为远低于并网容量。

2022年或2023年未收集离网光伏系统的官方统计数据，因此作者假定这些年的数据与往年一致。在本报告中，已努力收集销售统计数据。虽然参与销售的一些公司



离网系统的安装提供了输入，与历史上相比，较少的受访者愿意分享信息。根据可用数据，结合假设以及从2020年和2021年的统计数据中进行的上溯，作者们为2024年得出了一份估计。

8.1.3 劳动场所

如同离网安装的情况一样，劳动岗位的数据收集基于瑞典代表在IEA PVPS任务1中多年来直接从公司代表处收集的累计销售统计数据。这种方法并未提供劳动岗位数量的精确度量，也无意做到这一点。它更多的是提供市场发展和趋势的代表性图景。如果无法联系到公司代表，则从公司年报和公司信息公开来源的登记册中检索信息。

因此，数据收集仅限于IEA PVPS任务1代表对市场的见解以及发现新市场参与者的能力。

没有针对2022年的劳动力统计数据收集，因此2022年的数值是由报告作者估计的，并且由于第5.1节所述的原因，也无法在2023年和2024年做出估计。

8.1.4 瑞典直接资本补贴数据库

为了获得市场细分，除了第8.1.1节中讨论的向电网运营商发送的关于并网光伏容量的调查之外，还有一个数据来源。在瑞典直接资本补贴数据库（参见旧的瑞典国家调查报告）中，从2009年补贴计划开始至今获得支持的所有光伏系统都被记录下来。通过在这个数据库与瑞典国家商业名录之间进行交叉引用，可以为每个系统所有者分配一个商业领域。通过这样做，数据库可以被划分为集中式、工业、商业或住宅系统。

瑞典直接资本补贴数据库的问题在于，很多系统记录方式不正确，例如功率额定值、批准补贴或组织信息错误。当明显信息记录不正确时，这些系统已被手动移除，用于本报告的分析。

此外，直接的资本补贴现已关闭，该数据库中存在大量缺失数据，尤其是在2021年。因此，分割结果应被视为作者计算出的估计值。由于没有新增系统，因此瑞典直接资本补贴数据库不可能作为2021年后的分割来源使用。

8.1.5 光伏系统价格

当谈到光伏系统价格时，发给瑞典安装商和零售商的年度调查是用于此报告及之前的瑞典国家调查报告的数据来源。这些调查自2010年以来一直以相同的方式进行，收集安装商和零售商公司认为其公司某些标准光伏系统典型的价格统计数据。对于2010-2017年，所报告的价格已根据每家公司在该细分市场中安装的千瓦数进行了加权。对于2018-2024^p数字，所报告的价格没有加权（因为从安装公司收集安装数据的收集在2017年后结束），并且所报告的价格是常规平均值。



8.1.6 西塞罗

Cesar是瑞典的电力证书和原产地保证系统。在Cesar中，根据注册工厂报告的电力生产，发电厂业主会获得相应的电力证书。在Cesar中，账户持有人将他们的电力证书和原产地保证通过电子方式转移给他们同意出售证书的人。此外，电力证书也在Cesar中因完成配额义务而被宣布作废。

瑞典能源署负责管理和开发瑞典的电力证书制度，自2007年1月1日起st，2015年，他们也曾负责过Cesar。

8.1.7 小微企业及绿色技术的税收抵免与扣除

统计门户网站，瑞典税务署（Skatteverket）管理的数据库用于审查可再生能源微型生产者的税收抵免以及绿色技术的税收扣除。它们提供了获得税收抵免的监管实体的数量，以及已支付金额。由于目的是获得税收抵免已发放的总金额以及系统所有者之间的金额，因此数据收集的方法被认为是令人满意的，并且没有重大挑战。

然而，在计算获得税收抵免的系统占比时，进行了某些简化假设。这将在第 3.2.2 节中解释。



9 参考文献

- [1] 瑞典太阳能, “电池的大幅增长。”获取日期: 2025年9月12日。[在线]。可用: <https://svensksolenergi.se/kraftig-okning-av-batterier/> [2] J. Lindahl, D. Lingfors, Å. Elmqvist, 和 I. Mignon, “早期经济分析” *新能源 瑞典集中式光伏公园市场*, “, 第185卷, 第1192–1208页, 2022, doi: 10.1016/j.renene.2021.12.081. [3] A. Oller Westerberg和J. Lindahl, “瑞典住宅系统的成本结构,” 2020. doi: 10.13140/RG.2.2.16091.69923. [4] 瑞典电网, “电力系统数据, 电力统计 — 2024年各国每月统计数据。”访问时间: 2025年10月05日。[在线]。获取方式: <https://www.svk.se/om-kraftsystemet/kraftsystemdata/elstatistik/> [5] 瑞典能源公司, “2024能源年,” 2025. [6] SOM研究所, “SOM研究所 — 1999–2024年瑞典民众对不同能源来源的看法,” 2025.
- 等 [7] A. 雅格勒-瓦尔道, “迈向年度太瓦光伏市场——第50届IEEE 比较各种IEA PVPS国家的社会接受度” *PVSC*, 2023. [8] 欧洲委员会, “欧盟针对中国太阳能电池板倾销和补贴进口采取的措施,” 2015.
- 等 [9] 国际能源署光伏与太阳热能系统计划任务1, “光伏应用趋势—2023,” 2023。[在线]。可从: <http://www.iea-pvps.org/> [10] IEA PVPS任务1, G. 马松, A. 范雷赫姆, M. 德勒皮纳, I. 凯祖卡, 和A. 雅格-瓦尔道, “全球PV市场快照—2025,” 2025。[在线]。可从: http://www.iea-pvps.org/fileadmin/dam/public/report/technical/PVPS_report_-_A_Snapshot_of_Global_PV_-_1992-2014.pdf [11] S. 扎伊纳利, J. 林达尔, J. 林登, 和B. 斯特里德, “单户住宅用PV的LCOE分布” *能源报告 瑞典的住宅*, “, 第10卷, 第1951–1967页, 2023年, doi: 10.1016/j.egy.2023.08.042. [12] S. L. iljerth, “瑞典商业和工业光伏系统的技术经济研究,” 硕士论文, 乌普萨拉大学, 2025年. [13] Sparbanken Syd, “太阳能贷款。”[在线]。获取方式: <https://www.sparbankensyd.se/sv/privat/lana/blancolan/solcellslan> [14] SCB, “按利率绑定期限分配的家庭抵押贷款利率。” [15] Swedish Financial Benchmark Facility, “信息门户—STIBOR统计数据平均值。”访问日期: 2025年10月06日。[在线]。获取方式: <https://swfbf.se/stibor/rates/> [16] H. Rydehell, B. Lantz, I. Mignon, 和 J. Lindahl, “太阳能光伏补贴的影响” *能源经济 随时间推移的投资——瑞典的案例*, 第 133 卷, 第 April 期, 第 107552 页, 2024 年, doi: 10.1016/j.eneco.2024.107552.



[17] SCB, “陆地和水域面积按地区和面积类型截至1月1日的数据。2012-2024年。” 访问日期：2025年10月7日。[在线]。可访问：https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START_MI_MI0802/Areal2012_NN/ [18] SCB, “瑞典人口密度。” 访问日期：2025年10月7日。[在线]。可访问：<https://www.scb.se/hitta-statistik/sverige-i-siffror/manniskorna-i-sverige/befolkningstathet-i-sverige/> [19] SCB, “瑞典主要城市。” 访问日期：2025年10月7日。[在线]。可访问：<https://www.scb.se/hitta-statistik/sverige-i-siffror/miljo/tatorter-i-sverige/> [20] 能源市场监管署, “2023年瑞典电网供应安全性——停电统计与分析”, 2024年。
 瑞典法规汇编—(2009:689) 关于国家援助的条例 [21] 瑞典议会
 光伏板 瑞典, 2009年。
 瑞典法规汇编—法令(2016:899) 关于贡献 [22] 瑞典议会,
 自有发电能源储存 瑞典, 2018年。[在线]可获取：https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/forordning-2016899-om-bidrag-till-lagring-av_sfs-2016-899
 瑞典法规汇编——关于援助的条例(2017:1318) [23] 瑞典议会,
 私人为电动汽车安装充电点 瑞典, 2017年。[24] Skatteverket, “绿色技术税收减免是如何运作的。” 访问日期：2021年9月23日。[在线]。可得：<https://www.skatteverket.se/privat/fastigheterochbostad/gronteknik/safungerarskattreduktionenforgronteknik.4.676f4884175c97df4192870.html> [25] Skatteverket, “统计门户：绿色技术税收减免。” 访问日期：2025年10月13日。[在线]。可得：statistikportalen: Skattereduktioner och stödåtgärder Rot och rut [26] Regeringe, “政府提案2024/25:1 2025年预算提案。” 访问日期：2025年10月15日。[在线]。可得：chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.regeringen.se/contentassets/bfe4593f9b0d462f834bc8bbd052a921/forslag-till-statens-budget-for-2025-finansplan-och-skattefragor-kapitel-112-bilagor-115.pdf [27] Finansdepartementet, “财务部门新闻稿——太阳能电池板税收补贴变更。” 访问日期：2025年10月14日。[在线]。可得：<https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2024/09/forandrade-skattesubventioner-for-solceller/>
 瑞典法规汇编—所得税法(1999:1226) [28] 瑞典议会,
 瑞典, 1999年。[29] Skatteverket, “Statistikportalen：可再能电税减免”。访问时间：2025年10月14日。[在线]。可获取：<https://www6.skatteverket.se/sense/app/372386b5-ada3-4505-87c3-e9c607e3f210/sheet/e4f9aa7e-de62-483a-801f-912761d52dbd/state/analysis>
 瑞典王国政府协议 [30] 瑞典政府和挪威政府
 以及挪威王国政府关于修改电力证书共同市场协议 . 2015.



[31] 基础设施部门, “电子证书系统——瑞典于2021年12月31日确定的停止日期仍保持不变。” [在线]。可用: <https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2021/06/elcertifikatsystemet--det-svenska-stoppladatumet-den-31-december-2021-star-fast/> [32] Energimyndigheten, “Kontrollstation för elcertifikatsystemet 2023.” Accessed: Sep. 13, 2022. [在线]. 获取: https://www.regeringen.se/49ee7d/contentassets/8281cd75aa844bcbaa4cff0c3d4dce78/er-2022_09_arkiv.pdf [33] 瑞典议会, “电子证书 - 停止规则和控制站 2019 目录,” 2021. [34] Statnett, “挪威电子证书和原产地保证注册中心 — 统计电子证书。” [在线]. 获取: <https://necs.statnett.no/Summary> [35] Statnett, “挪威电子证书和原产地保证注册中心 — 平均价格.” 访问日期: 2024年6月22日. [在线]. 获取: <https://necs.statnett.no/AveragePrice> [36] 能源署, “调整2023年电子证书系统配额.” [在线]. 获取: <https://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2022/justering-av-kvoter-i-elcertifikatsystemet-for-2023/> [37] 能源署, “批准的电子证书系统设施.” 访问日期: 2022年6月19日. [在线]. 获取: <http://www.energimyndigheten.se/fornybart/elcertifikatsystemet/marknadsstatistik/> [38] 基础设施部门, “电子证书系统中的新配额和费用.” [在线]. 获取: <https://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2021/nya-kvoter-och-avgifter-inom-elcertifikatsystemet/> [39] 能源署, “Cesar — 瑞典电子证书和原产地保证管理系统.” 访问日期: 2022年6月17日. [在线]. 获取: <https://cesar.energimyndigheten.se/default.aspx> *国家能源署关于原产地保证的法规* [40] 燃料能源署, *e / ,no. june 2017. 瑞典, 2017.* [41] 能源署, “Cesar — 瑞典的电力证书和来源保证账户系统.” 访问日期: 2019年5月24日. [在线]. 可获得: <https://cesar.energimyndigheten.se/default.aspx> [42] 房产所有者协会, “瑞典太阳能税收创纪录 — 欧盟最高征税威胁气候目标,” 2025. [43] 能源市场监管局, “IKN法规中的豁免规定.” 访问日期: 2025年10月14日. [在线]. 可获得: <https://ei.se/bransch/undantag-fran-kravet-pa-natkoncession-ikn/undantagen-i-ikn-forordningen> [44] 瑞典议会, “根据电力法 (1997:857) 关于豁免网络许可要求的法规 (2007:215).” [45] 税务局, “如何运作投资抵免.” [46] 国家建筑管理局, “太阳能集热器和太阳能电池板.” 访问日期: 2019年8月18日. [在线]. 可获得: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/lov-->



建造/申报义务/建筑许可豁免的临时建筑/建筑外观变更/太阳 [47] J. Lindahl, D. Lingfors, Å. Elmqvist, 和 I. Mignon, “早期经济分析
新能源 瑞典集中式光伏公园市场, “, 第 185 卷, 第 1192–1208 页, 2022 年, doi: 10.1016/j.renene.2021.12.081. [48] A. Palm, “住宅太阳能光伏系统采用中的同伴效应——混合方法
能源资源与社会科学 斯堪的纳维亚用户研究, ”, 第26卷, 第1-10页, 2017, doi: 10.1016/j.erss.2017.01.008. [49] J. Lindahl, S. Ekbring, R. Johansson, D. Lingfors, 和 J. Munkhammar, “社会经济和人口因素对家庭太阳能光伏系统部署的影响”
第八届世界会议 “瑞典三个市镇的供热系统”, 在
光伏能量转换, 2022, 第1530-1540页。doi: 10.4229/WCPEC-82022- 5DO.10.5. [50] A. Palm, “瑞典太阳能光伏扩散的本地驱动因素：一个案例
能源资源与社会科学 对早期市场五个市镇的研究, 第14卷, 第1-12页, 2016, doi: 10.1016/j.erss.2015.12.027. [51] A. Palm 和 B. Lantz, “信息传播与住宅太阳能光伏采用
能源政策 比率：瑞典一项信息运动的效果, 第142卷, 第
111540, 2020, doi: 10.1016/j.enpol.2020.111540. [52] J. Lindahl, 《评估量化平滑对电网运营商的经济价值
第42届欧洲光伏太阳能 来自具有不同朝向的太阳能光伏系统的效果, “在”
能源会议和展览会 (EUPVSEC), 2025年。[53] J. Lindahl, C. Stoltz, A. Oller Westerberg, 和 J. Berard, “瑞典光伏应用国家调查报告2018,” Knivsta, 2019年。[54] Eurostat, “能源统计数据 - 天然气和电力价格 (2007年起)。” 访问日期：2025年6月12日。[在线]. 可获得: https://doi.org/10.2908/NRG_PC_204_C

