

# 陕西省太阳能光伏产业

---

## 专利导航报告

陕西省知识产权局

陕西省知识产权局

知识产权出版社有限责任公司

二〇二三年三月

陕西省知识产权局

# 目 录

陕西省太阳能光伏产业专利导航图谱 .....	I
1. 陕西省太阳能光伏产业各地市专利分布图 .....	I
2. 全球太阳能光伏产业全景图谱 .....	II
3. 中国太阳能光伏产业全景图谱 .....	III
4. 陕西省太阳能光伏产业全景图谱 .....	IV
5. 陕西省太阳能光伏产业链图谱 .....	V
报告摘要 .....	I
第一章 太阳能光伏产业发展现状 .....	1
1.1 太阳能光伏产业简介 .....	1
1.1.1 太阳能光伏产业链 .....	2
1.1.2 太阳能光伏产业应用趋势 .....	9
1.2 全球太阳能光伏产业发展现状 .....	10
1.2.1 全球太阳能光伏产业政策 .....	10
1.2.2 全球太阳能光伏产业发展趋势及规模 .....	13
1.2.3 全球太阳能光伏产业重点企业 .....	17
1.3 中国太阳能光伏产业产业现状 .....	20
1.3.1 中国太阳能光伏产业政策 .....	20
1.3.2 中国太阳能光伏产业发展趋势及规模 .....	23
1.3.3 中国太阳能光伏产业重点企业 .....	28
1.4 陕西省太阳能光伏产业现状 .....	31
1.4.1 陕西省太阳能光伏产业基础 .....	31
1.4.2 陕西省太阳能光伏产业政策 .....	32
1.4.3 陕西省太阳能光伏产业规模 .....	33
1.4.4 陕西省太阳能光伏产业重点企业 .....	34
1.4.5 陕西省太阳能光伏产业存在的问题 .....	36
1.4.6 陕西省太阳能光伏产业发展需求 .....	37
第二章 太阳能光伏产业发展方向导航 .....	39
2.1 太阳能光伏产业创新发展与专利布局关系分析 .....	39
2.1.1 产业发展与专利布局关联度分析 .....	39
2.1.2 专利在太阳能光伏产业竞争中发挥的控制力和影响力 .....	52

---

2.2 专利布局揭示太阳能光伏产业发展方向 .....	54
2.2.1 太阳能光伏产业专利态势分析 .....	54
2.2.2 太阳能光伏产业发展方向 .....	67
2.3 小结 .....	88
第三章 陕西省太阳能光伏产业发展定位分析 .....	91
3.1 产业结构布局定位分析 .....	91
3.2 企业创新资源定位分析 .....	93
3.3 人才战略资源定位分析 .....	103
3.4 协同创新模式定位分析 .....	106
3.5 专利运营模式定位分析 .....	114
3.6 技术创新能力定位分析 .....	119
3.7 区域创新能力分析 .....	122
3.8 小结 .....	127
第四章 陕西省太阳能光伏产业发展路径与模式 .....	131
4.1 产业布局结构优化路径 .....	131
4.2 技术创新引进提升路径 .....	133
4.3 企业整合培育引进路径 .....	136
4.4 创新人才引进培养路径 .....	141
4.5 专利协同运用和市场运营路径 .....	143
附录 1 数据说明 .....	148

## 图表目录

图表 1	全国光伏发电量在各类型中的占比	2
图表 2	太阳能光伏产业链构成	2
图表 3	单晶硅片和多晶硅片的制备过程	3
图表 4	光伏组件主要结构	5
图表 5	光伏背板种类划分	6
图表 6	全球光伏发电新增装机量变化趋势	14
图表 7	全球主要国家光伏装机量趋势	15
图表 8	全球历年多晶硅产量（万吨）	16
图表 9	2020 年全球逆变器市场份额	16
图表 10	全球太阳能光伏产业企业链	17
图表 11	中国太阳能光伏产业重点政策	22
图表 12	历年中国光伏新增装机规模及预测（单位：GW）	24
图表 13	2016-2020 年中国不同类型硅片市场占比	24
图表 14	各种电池技术市场占比及趋势	25
图表 15	不同封装材料的市场占比变化趋势	25
图表 16	不同背板材料市场占比变化趋势	26
图表 17	2016-2021 年中国光伏电池产量变化趋势（单位：万千瓦）	26
图表 18	不同类型逆变器市场占比变化趋势	27
图表 19	不同类型光伏应用市场变化趋势	27
图表 20	中国太阳能光伏产业企业链	28
图表 21	国外太阳能光伏产业专利技术发展生命周期图	39
图表 22	国外光伏产业重点技术分支专利申请趋势图	42
图表 23	中国太阳能光伏产业专利技术发展生命周期图	43
图表 24	中国光伏产业重点技术分支专利申请趋势图	44
图表 25	太阳能光伏产业市场变化图（2007-2019）	45
图表 26	太阳能光伏产业分支技术全球占比变化（2007-2019）	46
图表 27	中国太阳能光伏产业专利占比变化（2016-2020）	46
图表 28	全球太阳能光伏产业及各领域主要申请人	47
图表 29	2021 年全球太阳能光伏企业 10 强	48
图表 30	2011-2021 全球光伏产业专利拥有量 TOP10	49
图表 31	全球及主要国家太阳能光伏产业专利申请趋势	50
图表 32	全球太阳能光伏产业专利区域分布情况分析	52
图表 33	中国太阳能光伏产业专利申请地域分布情况分析	52
图表 34	主要国家光伏产业专利技术分布	53
图表 35	主要国家光伏产业细分领域专利技术分布	54
图表 36	全球太阳能光伏产业专利申请趋势	55
图表 37	全球主要国家专利申请分布	56
图表 38	全球光伏产业主要龙头企业专利申请态势	57
图表 39	全球光伏产业各技术领域主要龙头企业专利申请态势	59
图表 40	中国太阳能光伏产业专利申请趋势	61
图表 41	中国太阳能光伏产业专利申请法律状态分析	64

图表 42	中国光伏产业主要龙头企业专利申请态势 .....	65
图表 43	中国光伏产业各技术领域主要龙头企业专利申请态势 .....	66
图表 44	全球光伏产业结构调整方向 .....	68
图表 45	全球主要国家太阳能光伏产业结构调整方向 .....	69
图表 46	全球主要龙头企业太阳能光伏产业结构调整方向 .....	71
图表 47	太阳能光伏产业专利申请重点及热点方向 .....	73
图表 48	单晶硅技术路线图 .....	76
图表 49	太阳能光伏产业龙头企业研发热点方向 .....	77
图表 50	太阳能光伏产业专利协同创新重点及热点方向 .....	81
图表 51	太阳能光伏产业新进入者热点方向分析 .....	83
图表 52	太阳能光伏产业专利运营活跃度分析 .....	86
图表 53	陕西省太阳能光伏产业结构定位 .....	91
图表 54	陕西省太阳能光伏产业细分领域结构定位 .....	92
图表 55	陕西省太阳能光伏产业企业创新能力专利定位分析 .....	94
图表 56	陕西省太阳能光伏产业企业创新能力专利排名分析 .....	95
图表 57	陕西省太阳能光伏产业细分领域企业创新能力专利排名分析 .....	96
图表 58	陕西省太阳能光伏产业企业申请人分析 .....	97
图表 59	陕西省太阳能光伏产业上游领域企业申请人分析 .....	99
图表 60	陕西省太阳能光伏产业中游领域企业申请人分析 .....	100
图表 61	陕西省太阳能光伏产业下游领域企业申请人分析 .....	101
图表 62	陕西省太阳能光伏产业光伏应用领域企业申请人分析 .....	102
图表 63	陕西省太阳能光伏产业发明人储备定位分析 .....	104
图表 64	陕西省太阳能光伏产业细分领域发明人储备定位分析 .....	105
图表 65	陕西省太阳能光伏产业合作申请定位分析 .....	107
图表 66	陕西省太阳能光伏产业上游细分领域合作申请定位分析 .....	108
图表 67	陕西省太阳能光伏产业中游细分领域合作申请定位分析 .....	109
图表 68	陕西省太阳能光伏产业下游细分领域合作申请定位分析 .....	110
图表 69	陕西省太阳能光伏产业光伏应用细分领域合作申请定位分析 .....	111
图表 70	陕西省太阳能光伏产业代表性合作申请人定位分析 .....	112
图表 71	陕西省太阳能光伏产业专利运营定位分析 .....	114
图表 72	陕西省太阳能光伏产业上游领域专利运营定位分析 .....	115
图表 73	陕西省太阳能光伏产业中游领域专利运营定位分析 .....	116
图表 74	陕西省太阳能光伏产业下游领域专利运营定位分析 .....	117
图表 75	陕西省太阳能光伏产业光伏应用领域专利运营定位分析 .....	118
图表 76	陕西省太阳能光伏产业不同类型申请人专利运营定位分析 .....	119
图表 77	陕西省太阳能光伏产业专利产出分析 .....	120
图表 78	陕西省太阳能光伏产业细分领域专利产出分析 .....	121
图表 79	陕西省各辖市太阳能光伏产业专利产出分析 .....	122
图表 80	陕西省各辖市太阳能光伏产业结构分析 .....	123
图表 81	陕西省各辖市太阳能光伏产业主要技术领域结构分析 .....	124
图表 82	陕西省各辖市申请人类型分析 .....	126
图表 83	陕西省各辖市专利运营分析 .....	127
图表 84	陕西省太阳能光伏产业结构对比 .....	131

---

图表 85	陕西省太阳能光伏产业各技术领域产业环境分析 .....	131
图表 86	陕西省太阳能光伏产业细分领域产业环境分析 .....	134
图表 87	陕西省太阳能光伏产业技术创新提升路径 .....	135
图表 88	陕西省太阳能光伏产业各技术领域重点培育企业清单 .....	136
图表 89	陕西省太阳能光伏龙头企业产业结构分析 .....	138
图表 90	陕西省太阳能光伏产业企业引进/合作名单 .....	140
图表 91	陕西省太阳能光伏产业优质发明人培育名单 .....	142
图表 92	陕西省太阳能光伏产业优质发明人引进/合作名单 .....	143
图表 93	陕西省太阳能光伏产业可考虑的协同创新合作名单（省内） .....	144
图表 94	陕西省太阳能光伏产业可考虑的协同创新合作名单（省外） .....	145
图表 95	太阳能光伏产业技术分解 .....	148

陕西省知识产权局

---

陕西省知识产权局

---

## 报告摘要

---

太阳能光伏产业是半导体技术与新能源需求相结合而衍生的产业。大力发展太阳能光伏产业，对调整能源结构、推进能源生产和消费革命、促进生态文明建设具有重要意义。随着光伏经济性的提升，以光伏为代表的清洁能源发展已成为全球共识。世界各国非常重视太阳能的使用和光伏产业的发展，推出多种政策进行积极引导和产业布局。

### 第一章 太阳能光伏产业发展现状

#### 1.全球太阳能光伏产业发展现状

全球太阳能光伏产业经历了三次产业转移：第一次转移：从美国向欧洲转移。80年代初美国光伏市场占全球市场百分之85%以上，但里根总统上台后，大部分光伏政策被废止，导致光伏产业链向政府补贴更慷慨的德国、日本转移。第二次转移：从欧洲向中国转移。2009年金融危机解除后，光伏行业从欧洲向中国转移。第三次转移：2018年以来，全球光伏需求逐步向印度、拉美等新兴市场转移。

目前中国、美国、日本、印度、欧洲是全球光伏的主要市场，占比约90%。2020年，全球光伏市场累计装机量超过10GW的国家达到14个，累计超过40GW装机量的国家有5个，包括中国、美国、日本、德国和印度。

#### 2.中国太阳能光伏产业发展现状

我国相继出台了一系列政策推动光伏产业的发展，包括《关于完善太阳能光伏发电上网电价政策的通知》、《新能源产业振兴和发展规划》、《关于促进光伏产业健康发展的若干意见》、《能源发展战略行动计划（2014-2020年）》等，在产业政策引导和市场需求驱动的双重作用下，中国光伏产业实现了快速发展，已成为我国可参与国际竞争并取得领先优势的产业。

目前，中国在光伏制造、光伏发电装机量、光伏发电量三大方面均位居“世界第一”。2020年，中国光伏产业新增装机48.2GW，同比增加60.1%，户用光伏装机超10GW。

### 3.陕西省太阳能光伏产业发展现状

陕西省具备发展太阳能光伏产业的优越条件，主要体现在：光能资源优势、矿产资源优势、装备制造优势、人才优势、龙头企业优势等方面。

《关于大力推进太阳能发电产业加快发展的通知》、《省级示范推进分布式光伏发电补助资金管理办法》、《陕西省扶贫办关于开展光伏扶贫工程试点工作的通知》、《陕西省整县（市、区）推进屋顶分布式光伏发电试点工作方案》等一系列政策的出台，促进了陕西省太阳能光伏产业的快速发展。

“十三五”时期，陕西省太阳能光伏产业在国家及地方政策的支持下迅速发展，增长速度超过国家平均水平。2020 年全省光伏发电装机容量达到 1089 万千瓦，位居全国第 12 位；规上工业光伏发电量为 67.34 亿千瓦时，位居全国第 8 位。

2021 年前三季度，陕西省太阳能光伏发电累计装机达 1183.5 万千瓦，其中集中式光伏发电累计装机 1045 万千瓦，分布式光伏发电累计装机 138.5 万千瓦。

## 第二章 太阳能光伏产业发展方向导航

### 1.产业发展与专利布局关联度分析

从技术发展和专利布局关联度来看，整个光伏产业国内外的技术发展现状与其在国内外的专利布局的动态变化大致是一致的。

从产品供需和专利布局关联度来看，全球光伏产业的中下游相关专利占比表现为持续上升，与全球光伏产业的市场需求变动相一致。中国光伏产业新增装机、累计装机、多晶硅产量、光伏组件产量近年来位居全球首位，而近五年中国在光伏产业及各技术领域专利占比也处于全球首位，与市场情况一致。

从企业地位和专利布局关联度来看，2021 年全球营收前十的企业中虽然其专利布局量不是全球前十，有一定差异，但是它们有的近 10 年专利布局实力增长明显，有的拥有光伏产业某个重点技术分支的最新技术，虽然专利总量优势不明显，但是技术创新实力和带来的经济效益良好。

从产业转移和专利布局关联度来看，光伏产业专利申请趋势和产业转移基本是一致的。

中国、美国、日本等是全球光伏的主要市场，也是专利申请大国，日本、美国非常注重在中国的专利布局，抢占中国市场，但中国本土专利占比仍然高达 94.5%，中国本土企业对中国市场的控制力和影响力较强。从光伏产业各细分领

---

域来看，中国在上游、中游、下游和光伏应用领域专利布局量始终居于首位，其次是日本和美国，中国专利控制力较强。

## 2.全球及中国光伏产业专利态势分析

截止 2021 年 11 月底，全球太阳能光伏产业专利申请总量为 530905 件，其中，上游 142165 件、中游 221260 件、下游 142361 件、光伏应用 111560 件。从申请趋势来看，全球太阳能光伏产业专利申请总体呈上升趋势，从 2007 年开始，年专利申请量首次突破一万件，此后保持迅猛增长趋势，是光伏产业高速发展阶段。

中国、日本、美国、韩国、世界知识产权组织在全球光伏产业及四个技术领域专利申请量均依次排名前五，中国申请总量最多，专利申请侧重于中游和下游，日本则侧重于上游和中游，其他国家或地区专利申请主要集中在中游。

从四个技术领域 TOP10 申请人专利申请态势来看，日本申请人占据了较为重要的位置，企业实力雄厚，其中，夏普、三洋电机、三菱电机、佳能等企业发展较为全面，在三个以上领域榜上有名。日本企业 1993 年以后开始发力，保持了较为旺盛的技术研发热情，在 2012 年以后放缓了专利申请速度。中国和韩国企业起步相对较晚，专利申请主要集中在近二十年，中国企业在下游领域实力比较突出，而韩国企业在光伏应用领域相对实力较强。

中国太阳能光伏产业专利申请总量为 275361 件，其中，上游 56768 件、中游 92770 件、下游 99957 件、光伏应用 56319 件，中游和下游申请量最多。中国太阳能光伏产业专利申请总体呈上升趋势，2009 年以后专利申请开始提速，2013 年经过短暂调整，2014 年继续高速攀升，2018 年达申请高峰 34070 件，2019 年再次下滑，2020 年再创新高，总体来说呈上升趋势。

专利申请、授权和有效方面，中国在上游领域专利申请质量最高，光伏应用领域申请质量及稳定度最低。

中国在上游、下游领域，高校院所申请人占据重要地位，而中游、光伏应用领域全部是企业申请人。上游专利布局较早，其他领域专利申请集中在 2010 年以后。此外，四个细分领域基本都是中国申请人，除光伏应用有日本、韩国申请人各 1 家，且排名比较靠后。可以看出，中国龙头企业在光伏产业各技术领域研发实力雄厚，牢牢抓住了中国光伏市场。

---

### 3.太阳能光伏产业结构调整方向

全球光伏产业呈高速发展态势，产业结构调整方向倾向于中游和下游领域，是未来专利增长的主要技术领域。

中国、日本、美国、韩国、德国五国在上游均处于快速缩减状态，除德国产业调整方向主要是中游外，其它四国产业调整方向均是中游和下游领域。

各龙头企业在上游均呈缩减趋势；夏普和 LG 电子产业调整方向为中游和下游；三洋电机产业调整方向为中游；东丽产业调整方向为中游和光伏应用；国家电网产业调整方向为下游。

### 4.太阳能光伏产业技术研发热点分析

在光伏产业，国外专利申请的重点方向是中游，专利申请 128491 件；中国重点方向是中游和下游，中游专利申请 92770 件，下游 99959 件；从细分领域来看，国外研发重点方向是硅系材料、光伏电池、控制器和 LED 应用，中国研发重点方向是硅系材料、光伏电池、控制器、支架和 LED 应用。

国外在各技术分支基本均呈下降趋势，除钙钛矿太阳能电池，是国外新兴研发热点方向。中国在各技术分支基本呈上升趋势，其中，下游和光伏应用是技术研发热点；在细分领域，中国研发热点是多元化合物、PET 基膜、氟膜、光伏玻璃、钙钛矿太阳能电池、支架、光伏建筑一体化、信号灯、显示屏等方向。

光伏产业五家龙头企业专利布局均有所侧重，夏普、三洋电机、LG 电子专利布局重点在中游，东丽专利布局重点在上游，国家电网专利布局重点在下游。2016 年后夏普在各技术领域专利布局较少，三洋电机在各技术领域均无专利申请，国家电网在四个技术领域 2016 年后的专利申请占比均高于其他企业。

国外协同创新的重点领域在上游和中游，以及细分领域的硅系材料、光伏电池、控制器、LED 应用；中国协同创新的重点领域在中游和下游，以及细分领域的硅系材料、光伏电池、控制器、LED 应用。

国外协同创新的热点方向是下游领域，以及细分领域的多元化合物、光伏玻璃、钙钛矿太阳能电池、控制器、支架、光伏建筑一体化、显示屏等分支；中国近五年协同创新占比普遍较高，相对来说，协同创新的热点是中游、下游及光伏应用领域，以及细分领域的银浆、多晶硅、背板、光伏电池、钙钛矿太阳能电池、支架、控制器、光伏建筑一体化、显示屏等分支。

---

新进入者专利申请的重点热点方向是中游、下游及光伏应用领域，以及细分领域的硅系材料、背板、光伏电池、控制器、光伏建筑一体化、LED 应用等分支。

国外来华专利运营的热点方向是中游领域，以及细分领域的硅系材料、多元化合物、光伏玻璃、光伏电池、LED 应用等分支；中国本土专利运营的热点方向是上游和中游领域，以及细分领域的硅系材料、银浆、EVA 胶膜、背板、光伏建筑一体化等分支。

### 第三章 陕西省太阳能光伏产业发展定位

陕西省专利申请量 8101 件，占全国申请总量的 2.9%。陕西省专利布局的重点领域在（下游）光伏发电系统领域，产业占比 37.7%，细分领域的硅系材料、光伏电池、控制器、LED 应用等分支，也是陕西省专利布局的重点，但聚合物隔膜、光伏玻璃、背板、蓄电池、EVA 胶膜等分支是陕西省的薄弱环节。

陕西省企业专利申请量共计 5023 件，占陕西省专利总量的 62%。陕西省企业申请占比略低于全国平均水平，在二级细分领域，陕西省在银浆、光伏玻璃、逆变器、控制器、光伏建筑一体化等技术分支，企业创新实力相对较强；在聚合物隔膜、EVA 胶膜、背板、蓄电池等领域，企业实力相对较弱。从全国竞争态势来看，陕西省在光伏产业及四个技术领域企业申请量排名全国第 11 位左右，排名居前的是江苏省、浙江省、广东省、北京市等省市，陕西省与领先省份相比企业实力相差悬殊。

在光伏产业及细分领域中，全球 TOP5 企业日本企业居多，在 EVA 胶膜、背板、逆变器、控制器、支架、光伏建筑一体化等分支，有中国企业位列全球前五。中国 TOP5 企业中陕西省企业较少，只有彩虹集团有限公司、陕西拓日新能源科技有限公司、特变电工西安电气科技有限公司、西安隆基绿能建筑科技有限公司 4 家企业分别在银浆、光伏玻璃、逆变器、光伏建筑一体化分支位列中国前五，可见，陕西省龙头企业的技术创新实力仍需进一步提升。

陕西省太阳能光伏产业发明人数量 9775 人，排名全国第 9 位。陕西省人才储备量位于全国中上游，在上游及其细分领域，人才储备量相对比较充足，而在中游、下游及光伏应用领域，人才储备量稍显薄弱，与全国光伏产业人才储备高量的省份，如江苏省、广东省、浙江省相比还存在一定的差距。

陕西省在上游、中游领域专利协同申请数量均排名全国第 7 位，协同创新活跃度较高；在下游领域排名第 12 位，在光伏应用领域排名第 20 位，协同创新活跃度偏低。从专利合作申请人类型来看，陕西省协同创新以工矿企业为主。其他省市中，江苏省在上游、中游领域及二级细分领域硅系材料、银浆、EVA 胶膜、背板、光伏电池、支架等分支协同创新数量排名全国第一，北京市在下游、光伏应用领域及二级细分领域多元化合物、聚合物隔膜、逆变器、蓄电池、控制器、光伏建筑一体化、LED 应用等分支协同创新数量排名第一。

陕西省太阳能光伏产业具备一定的专利运营基础，其中，在上游领域及二级细分领域的硅系材料、多元化合物、银浆、背板分支，专利运营比较活跃，在全国排名前十位，但陕西省和国内其他运营热点省市相比，仍有进一步提升的空间。

陕西省专利产出量在全国排名处于中上游，其中在多元化合物、银浆、逆变器、控制器等分支排名全国前十，在其他分支排名略微偏后，但基本在 13 名以内。

陕西省各辖市光伏产业专利申请均主要集中在中、下游领域，两个领域产业占比之和基本超过 50%，其中，渭南市、榆林市、商洛市、延安市中下游产业占比超过 80%。西安市、咸阳市、宝鸡市在光伏产业四个技术领域发展相对比较均衡，每个领域产业占比均超过 10%，且这三个城市在上游产业占比均超过 20%，另外，咸阳市中上游产业占比之和高达 78.9%。

从申请人类型来看，渭南市、咸阳市、铜川市、西安市专利申请以企业申请为主，企业专利占比超过 60%，企业创新实力较强，安康市、汉中市、榆林市高校专利占比均超过 30%，高校院所对这三个城市光伏产业的发展起了较为重要的作用。

西安市光伏产业专利运营次数最多，专利运营 858 次，其次是咸阳市 61 次，其余城市专利运营次数均少于 10 次。陕西省各辖市专利运营以专利转移为主，其中，西安市和咸阳市专利运营类型比较丰富。

## **第四章 陕西省太阳能光伏产业发展路径与模式**

### **1. 产业布局结构优化路径**

在产业结构调整过程中，政府和企业应各司其职，积极促进当地产业结构的优化。

---

**政府方面**，一是加强顶层设计，构建光伏产业发展路线图，制定具有前瞻性的产业规划，提高资源统筹性，明确区域优势领域和技术，避免产业发展同质化；二是制定完善光伏产业发展配套政策，加大对光伏技术开发投入、税收优惠、人才引进与培养等方面的优惠政策和补助，建立太阳能光伏产业发展专项资金；三是建立全产业链的监测体系，主动预测风险，引导相关企业抱团发展，加快产业链整合与调整；四是建立光伏市场的准入准则，以环境标准、技术水平和研发能力等指标来强化对光伏产业发展的引导，提升资源的配置效率。

**企业方面**，一是建议陕西省企业依据自身在产业链中的位置以及企业战略规划，合理进行专利布局；二是鼓励龙头或技术优势企业通过自主研发或技术合作，实现核心技术突破，带动完善上下游产业链；三是龙头企业可以实施兼并收购，对光伏产业进行调整和重组，提升陕西省太阳能光伏产业的竞争力。

## 2.技术创新引进提升路径

在多元化合物、银浆、单晶硅、光伏玻璃、显示屏等领先技术领域，一方面，鼓励当地龙头企业开展自主研发和创新，尽快达到行业领先水平；另一方面，合理引导企业完善知识产权管理机制建设，积极开展海外布局。

在硅系材料、光伏电池、氟膜、控制器、光伏建筑一体化等重点技术领域，一是加强对同类竞争者的了解，寻求技术创新方向的突破，实现技术的赶超；二是加强产学研合作，通过协同创新提升技术研发水平。

在聚合物隔膜、PET基膜、EVA胶膜、背板、蓄电池等薄弱技术领域，一方面，从制度层面引导企业加强知识产权管理，提高知识产权运用和保护意识；另一方面，企业要不断完善人才引进、人才利用和人才开发工作，做好技术创新团队的培养和管理；同时，陕西省也可以通过建立知识产权大数据平台，为企业的技术创新或专利布局提供导向。

## 3.企业整合培育引进路径

**一是强化企业环境建设。**政府部门应牢固树立企业创新主体地位，制定鼓励企业创新的具体政策，如对企业研发费用实行税收抵扣，按企业销售额的一定比例提取技术与开发基金，并在征所得税前予以扣除，对企业设备实行更为完善的加速折旧的制度，实施企业延期缴纳税款、研发追加投资可退税、科研人员税收优惠政策等。

---

二是**构建企业核心竞争力**。引导企业构建完善的内部知识产权管理体系，提高专利保护意识，鼓励企业建立符合自身发展需求的专利战略，发展企业特色避免同质竞争，促进面广量大的中小企业“专精特新”发展。

三是**分层差异化培育**。针对**龙头企业**，鼓励龙头企业通过兼并、重组、收购、控股等方式，组建大型企业集团；鼓励龙头企业延伸产业链，实现产品多样化发展，引进先进智能的生产设备，打造智能工厂；鼓励龙头企业积极开展海外布局，扩大企业海外经营市场；引导龙头企业向优势产区集中，提升龙头企业典型示范效应，辐射带动中小企业关联发展，培育壮大区域特色产业，增强区域经济发展实力。

针对**跟随企业**和**新进入企业**，以企业需求为导向，对接相关领域技术优势型高校、科研院所开展技术合作，将高校院所的科研优势转化为企业生产力，助力企业规模扩张；在人才引进方面，针对跟随企业和新进入企业进行定向引进和推荐；拓宽企业融资渠道，通过专利质押、天使投资等方式获得发展资金；加强企业专利保护意识，设置知识产权专员管理企业相关事务，聘请专业的知识产权服务机构开展专利申请、布局和保护工作。

#### 4.创新人才引进培养路径

从人才培养和外部人才引进两个方面引导企业和高校做好智力资源汇聚工作，同时加快专利高端服务人才引进，为陕西省太阳能光伏产业发展提供充足的人才储备。

一是**健全完善科学的人才培养机制，营造良好的人才培养环境**。建立多层次人才培养体系，创新人才培养模式，鼓励高校院所和企业联合培养，基于产业和企业实际需求定向委培，营造良好的人才培养环境，在住房、家属调动、子女入学等方面给予优惠。

二是**制定精准的人才引进策略，创新人才引进路径**。重点针对产业中专利实力较弱的领域，制定精准的人才引进策略；拓宽人才引进渠道，通过政策激励等方式，从企业、猎头公司、人才中介、需求单位、平台等多方面进行努力，加快人快引进；加速建成以资源共享为核心的光伏产业人才信息数据库；建立公平公正的人才选拔机制，创造良好的就业环境，建立梯度增长的资助激励机制，吸引有技术、有资金、有项目的优秀创新人才来陕西工作。

---

## 5. 专利协同运用和市场运营路径

在专利协同创新方面，高校在人才以及基础性、关键性技术研发方面具有大量资源，应通过创新平台、政府引导、自主搭桥等多种方式，加强企业与高校院所的合作创新，提高高校院所对光伏产业发展的贡献度。列举了中国高等院校与科研机构及陕西省科研院校供参考。

在专利市场运营方面，一是**培育专业化的专利运营机构**。以股权投资或公私合营等方式，支持建立或引进培育一批专业化的专利运营机构。二是**探索专利运营新模式**。以区域专利资源为基础，以专利运营机构为主体，探索形成政府引导、行业协同、企业参与的多形式的专利运营模式。三是**拓宽企业融资渠道**。考虑设立光伏产业中小企业发展专项扶持基金，完善产业风险投资机制，通过贷款贴息、科技保险、创新券等方式，鼓励银行贷款向中小光伏企业倾斜。

陕西省知识产权

---

陕西省知识产权局

# 第一章 太阳能光伏产业发展现状

## 1.1 太阳能光伏产业简介

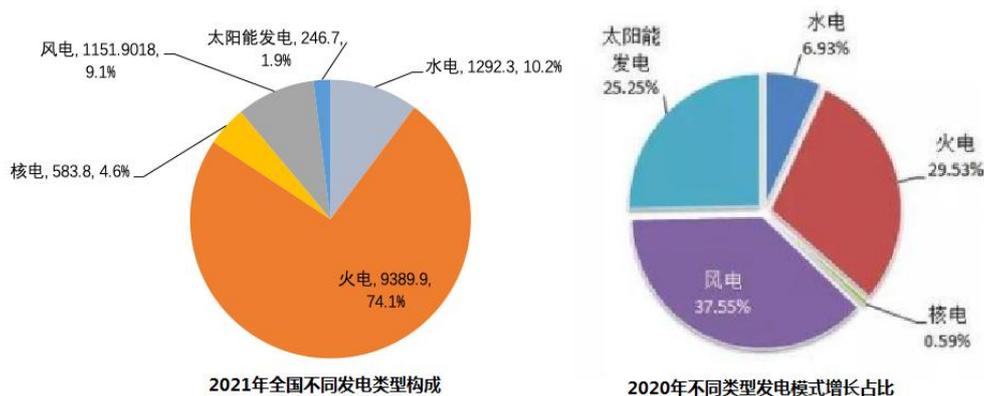
光伏（Photovoltaic）是太阳能光伏发电系统（Solar power system）的简称，是一种利用太阳电池半导体材料的光伏效应，将太阳光辐射能直接转换为电能的一种新型发电系统。光伏产业是指通过各种技术和工艺环节生产出太阳能电池，并将太阳能电池经过串并联后进行封装保护形成大面积的太阳能电池组件，再配合功率控制器等，形成光伏发电装置的产业链。

光伏产业的能源是太阳能，来自于太阳。就能量形式来说，从上游的产生到下游的利用，完全不产生任何的污染，是当今重要的清洁可再生能源之一。

1973 年和 1979 年人类社会共经历过两次大的能源危机，这两次危机都和石油等化石燃料的供应短缺有很大的关系。传统的化石燃料属于不可再生资源，储量毕竟有限，已经不能满足日益快速的世界经济发展。随着化石燃料的消耗殆尽，能源短缺的现实已经非常严酷，同时以汽油等化石燃料燃烧为供能方式的交通工具所产生的排放物污染，也成为了人类社会的一大挑战。环保以及可再生成为能源产业发展的主流方向。

2005 年，我国颁布《可再生能源法》，其规定清洁能源是指风能、太阳能、水能、核能（核能虽然不排放污染物，但燃料不可再生）、生物质能、地热能、海洋能（潮汐能）等非化石能源。同时，国家将可再生能源的开发利用列为能源发展的优先领域，通过制定可再生能源开发利用总量目标和采取相应措施，推动可再生能源市场的建立和发展。国家鼓励各种所有制经济主体参与可再生能源的开发利用，依法保护可再生能源开发利用者的合法权益。

在各种可再生清洁能源中，核能、水能、风能和太阳能的发电量最大。由于我国幅员辽阔，日照时间相对较长，因而太阳能发电最具潜力。随着一系列鼓励政策的出台，光伏发电装机增长迅速。统计数据显示，2020 年，新增发电装机以新能源为增量主体。并网风电、太阳能发电新增装机合计 11987 万千瓦，超过上年新增装机总规模，占 2020 年新增发电装机总容量的 62.8%，连续四年成为新增发电装机的主力。



图表 1 全国光伏发电量在各类型中的占比

国家高度重视光伏等清洁能源的发展。2021年3月13日，国家发改委发布的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》提出，加快发展非化石能源，坚持集中式和分布式并举，大力提升风电、光伏发电规模，加快发展东中部分布式能源，有序发展海上风电，加快西南水电基地建设，安全稳妥推动沿海核电建设，建设一批多能互补的清洁能源基地，非化石能源占能源消费总量比重提高到20%左右。这一要求是针对国家碳达峰和碳中和“3060”计划的重要部署。

### 1.1.1 太阳能光伏产业链



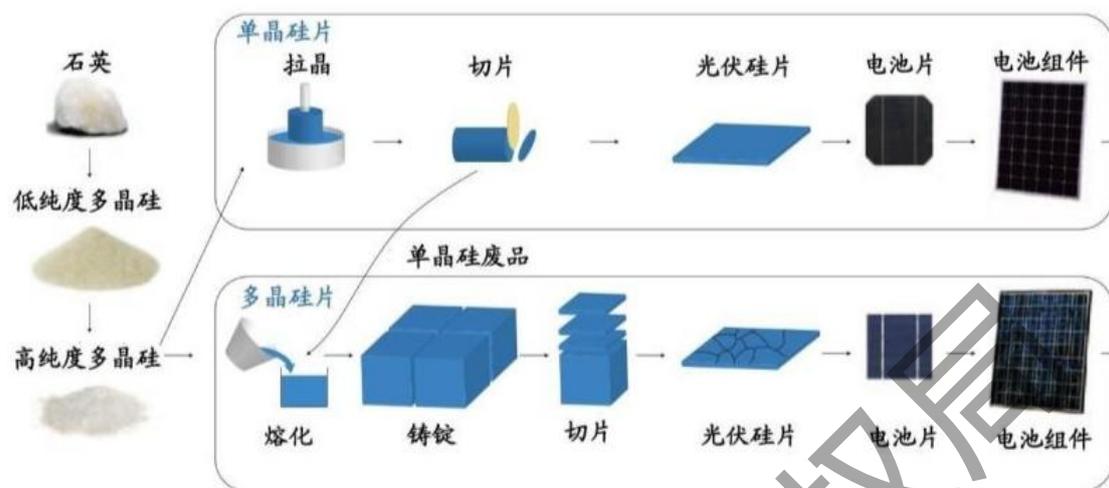
图表 2 太阳能光伏产业链构成

太阳能光伏产业链上游为晶硅等原材料制备，中游是光伏电池制备，下游是光伏发电系统。从产业结构来看，光伏市场呈倒金字塔型，涉及的企业数量依次大幅增加。从利润结构来看，上游的硅料生产获利最高，下游应用端的收益也非常稳定，中间端电池片和电池组件的附加值较低。

#### (1) 上游：光伏材料制备

①单/多晶硅：光伏产业链上游包括单/多晶硅的冶炼、铸锭/拉棒、切片等环节，在太阳能电池产品中最常用的元素就是硅，因为硅具有储量大、稳定性高、

提纯技术成熟的优点。目前市场上最常见的材料就是单晶硅和多晶硅，其中，单晶硅成本高一些，但转换率更好，多晶硅反之。



图表3 单晶硅片和多晶硅片的制备过程

当前多晶硅生产的工艺主要有改良西门子法（Siemens）、硅烷流化床法（FBR），产品形态分别对应棒状硅和颗粒硅。改良西门子法为目前的主流方法，2019年在我国占97%的市场份额。目前改良西门子法多晶硅生产的能耗、物耗和成本虽处在下降通道中，但下降幅度变小。根据 ITRPV 的预计，因硅烷流化床法在成本控制上的潜力，未来将逐步取代改良西门子法的份额。目前硅烷流化床法在生产稳定性、一致性、规模化及产品质量上尚存在一定问题，仅有少数企业如 REC、保利协鑫建立硅烷流化床法生产线实现量产。

②硅片：硅片是产业链上游的末端，是光伏产品的起点。光伏硅片目前有单晶与多晶两种产品形态，但两者存在代差。硅片生产工艺主要分为长晶和切割两个过程。切割是指将硅棒、硅锭切割成片，制成硅片。2014年之前一般都是使用纱线切割。2014年金刚线切割技术开始应用，切割效率大幅提升，切片速度更快，出片率更高，单片损耗更低。然而，由于多晶硅锭硬质点较多，应用金刚线切割技术带来的切割成本下降幅度远没有单晶硅大，从此单晶在切片领域占据优势，单晶硅片与多晶成本差距开始逐渐缩小。

除了单晶硅与多晶硅的路线之争外，硅片制造还专注于降低生产成本。薄片化和大尺寸是硅片制造趋势。大尺寸硅片具有更高的转换效率，有效降低终端产品的非硅成本，目前产业已全面推进大尺寸并形成182mm、210mm。据 PV Infolink 预计到2025年210以上尺寸占比将提升至70%，市场将全面采用182及以上硅

片。硅片厚度下降是另一个长期趋势，这不仅有效减少耗硅量，提高出片数，进而实现降本，也为下游的电池组设计带来更多产品设计路线。目前单晶硅片量产厚度在 170~180 $\mu\text{m}$ ，较行业早期进步明显，一些采用前沿技术的企业已经能够实现 140 $\mu\text{m}$  单晶硅片的生产，未来降本空间可观。

**③光伏银浆：**银浆应用于光伏电池正面电极和背面电极，其中，应用于电池正面电极的，即与电池 N 型区接触的电极，被称之为正银，应用于电池负极的，即与 P 型区接触的电极，被称之为背银，两者合称为光伏银浆。光伏银浆是光伏电池的核心辅料之一，以单晶电池和多晶电池来看，光伏银浆的成本占比在 10%-11%，而新一代 HIT 电池，光伏银浆成本占比达到 24%，光伏银浆的重要性逐步提升。

光伏银浆的生产壁垒主要包括：高分子焊接技术与超细银粉的制备，是国内光伏银浆厂商产品较杜邦、贺利氏等海外巨头存在较大差距的核心关键，也是导致前期国内光伏银浆主要依靠海外进口的原因之一。

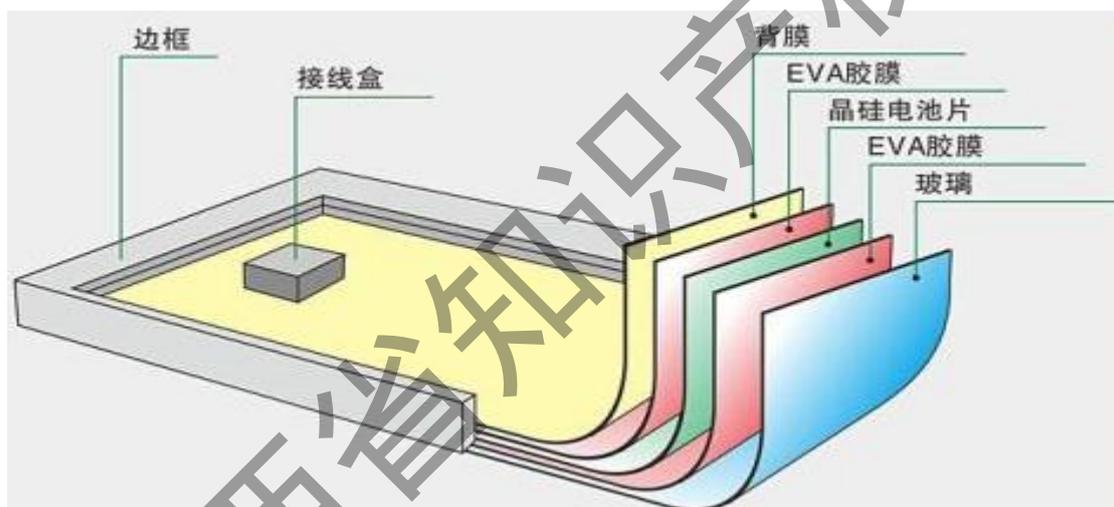
高温银浆是当前市场的主流产品，占光伏银浆供应总量的 98%以上。高温银浆是通过烧结工艺（500 $^{\circ}\text{C}$ 及以上）将银粉、玻璃氧化物、其它溶剂按照一定比例混合而成，而低温银浆是在 250 $^{\circ}\text{C}$ 的条件下采用银粉、树脂和其它溶剂按照一定比例混合而成。

**④PET 基膜：**光伏背板用 PET 基膜主要起机械支撑作用，PET 基膜的制造属于资金、技术密集型行业，技术壁垒较高，产品配方的掌握，尤其是对原材料聚酯切片改性及添加剂配方等的掌握，需要长时间的经验积累。因此，在较长一段时期内光伏背板用 PET 基膜大型生产企业主要集中在美国、日本、韩国等国家，如日本的东丽株式会社、杜邦帝人、三菱聚酯公司、东洋纺织株式会社，韩国的 SKC 株式会社等，这些企业占据了国际市场的大部分份额。随着技术水平的不断提高，国内绝缘材料生产企业在光伏背板用 PET 基膜领域已取得突破。目前已实现产业化生产并供应光伏背板用 PET 基膜的企业主要有东材科技、杜邦鸿基、佛山多能、南洋科技、裕兴科技、双星和康得新等。另外，台塑集团南亚塑胶有限公司、韩国 SKC 株式会社、日本三菱聚酯公司、仪化东丽聚酯薄膜有限公司等也在中国大陆投建了生产线。由于国产化 PET 基膜具有明显的价格

优势，国产光伏背板用 PET 基膜已基本替代进口产品<sup>1</sup>。

⑤**氟膜**：光伏背板氟膜层，主要是保护 PET 支撑层不受紫外、风沙侵蚀，弱化 PET 降解速度，以保证晶硅组件的高效运行。氟膜生产原料为氟树脂，全球氟树脂生产厂家主要集中于美国、日本、英国、法国、韩国等工业发达国家。由于氟材料制膜技术的门槛较高，早期用于生产光伏背板的氟膜被以美国杜邦公司和法国阿科玛公司为主导的国外少数公司所垄断，导致氟膜价格较高。中国的氟树脂工业起步于 20 世纪 60 年代初期，由于多种因素制约，生产规模和工艺技术整体水平较低，目前的状况是，生产能力较小、品种牌号不多、高端品种仍要依赖进口。随着中国光伏产业的发展，国内目前已有山东东岳和上海三爱富等公司能批量生产和供应氟树脂。

## (2) 中游：太阳能电池/组件



图表 4 光伏组件主要结构

光伏组件的工艺就是把光伏玻璃、串联的电池片等用 EVA 胶膜粘在一起，形成一个叠层，接着用层压机把这个叠层压成一个整体，然后用硅胶或者胶带把这个叠层装进一个铝制边框，再安装一个接线盒，待硅胶固化后，经过检测、清洁等环节，就做成了一个光伏组件。

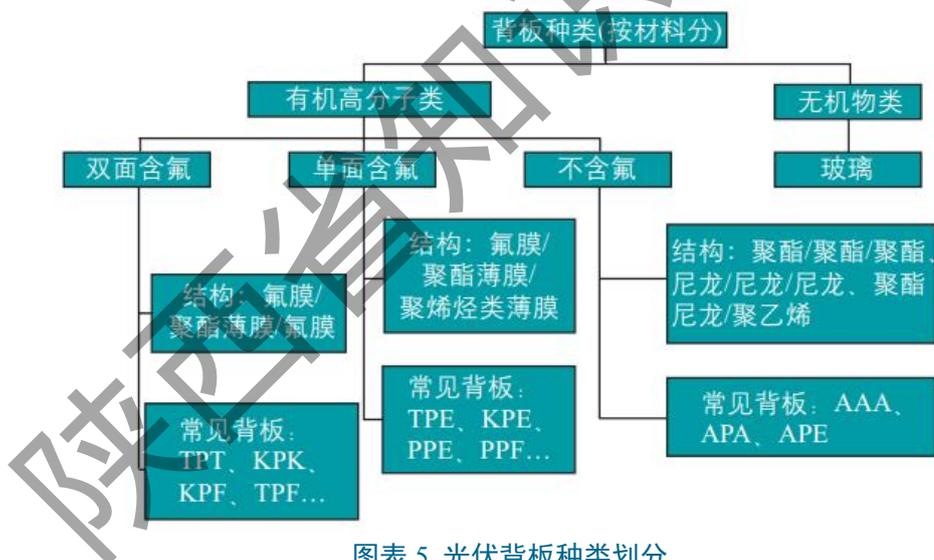
①**光伏玻璃**：目前光伏玻璃有三种主要产品形态：超白压花玻璃、超白加工浮法玻璃，以及透明导电氧化物镀膜(TCO)玻璃。

光伏玻璃的发展主要受上下游驱动，目前的主要趋势是增大与减薄。尺寸增大主要是受上游影响。由于硅片尺寸的逐渐增长，作为封装面板的玻璃板也必须

1.资料来源：2020 年中国光伏技术发展报告-晶体硅太阳能电池研究进展

同步增大，方能满足上游需求。减薄则一是降本需求，二也与光伏组件设计有关。目前，部分双面组件采取的是正反面均用玻璃封装的双玻璃路线，正反两面均使用 2.5/2.0mm 厚度玻璃，而非传统的 3.2mm。这既是为了设备整体减重，也是出于成本考虑。考虑到双面组件渗透率的持续增长，未来光伏玻璃减薄也将持续。

②**背板**：光伏组件背板可分成有机高分子类和无机物类，按照材料分，如图表 8 所示。目前主流背板都有 2 个共同点：一是具有含氟膜；二是含有 PET 核心层。随着光伏行业对光伏组件户外性能的理解逐渐加深，以及环保意识的增强，许多公司已经开始开发非氟背板，甚至是无 PET 的背板，如意大利的康维明公司的 PPE 背板即为典型的无氟背板，荷兰皇家帝斯曼公司推出的 APO 系列无氟背板，德国材料公司 Bischof+Klein 也推出了聚烯烃体系的无氟背板，后两家公司甚至连核心层也不使用 PET，而是改用聚丙烯材料。国内的浙江中聚材料公司采用 3 层共挤型背板，3 层全是 PO(Polyolefin)膜，这种膜的特点是具有比 3 层含氟复合膜更好的环保特性，在国内市场受到推崇。印度的 Shingi 太阳能公司开发了全部使用改性聚烯烃的背板，简称 PPP。



图表 5 光伏背板种类划分

③**EVA 胶膜**：目前市场上有三种主流胶膜，分别为透明 EVA（聚乙烯-聚醋酸乙烯酯共聚物的简称）胶膜、白色 EVA 胶膜以及 POE（聚烯烃）胶膜。

封装胶膜的发展，同样受下游光伏组件设计影响。虽然两种 EVA 胶膜仍是主流，合计市占率也接近 80%，但其性能逐渐落后于下游需求，无法很好地解决 PID 问题，因此不适合应用在双面组件上，正在出让市场份额。反观 POE 胶膜，其阻隔性能更加优良，特别适合应用于水汽敏感的技术路线，而水汽正是导致

PID 效应的元凶之一。因此，随着下游需求的变化，POE 胶膜被视为是 EVA 材料的升级替代品，其渗透率快速提升，在 2020 年市占率已经达到了 25.5%，且未来有望进一步提升。

**④电池组件：**从太阳能光伏电池的发展历程来看，产业界通常将光伏电池分为三代。第一代太阳能电池即当前主流的硅基太阳电池，主要包括单晶硅太阳能电池和多晶硅太阳能电池，这类电池发展较为成熟，已在商业和民用领域得到广泛应用，占据全球光伏市场的 90%，但却面临能量转化效率（PCE）提升的瓶颈及生产成本高的问题；第二代太阳能电池主要是无机化合物薄膜太阳能电池，主要包括非晶硅（a-Si）、铜铟镓硒（CIGS）、碲化镉（CdTe）和砷化镓（GaAs）等，这类电池具有较高的理论转化效率，但生产成本较高，难以民用化，通常只用于航空航天、军事等领域；第三代太阳能电池也被称为新型太阳能电池，主要包括无机、有机薄膜太阳能电池，染料敏化、量子点敏化太阳能电池和钙钛矿太阳能电池，这类电池发展时间较短，但拥有较高的理论转化效率且成本相对较低，具有极大的发展潜力<sup>2</sup>。

#### **a)硅基太阳能电池：**

单晶硅太阳能电池转换效率最高，技术也最为成熟。在实验室里最高的转换效率为 24.7%，规模生产时的效率为 15%。在大规模应用和工业生产中仍占据主导地位，但由于单晶硅成本价格高，大幅度降低其成本很困难，为了节省硅材料，发展了多晶硅薄膜和非晶硅薄膜做为单晶硅太阳能电池的替代产品。

多晶硅薄膜太阳能电池与单晶硅比较，成本低廉，而效率高于非晶硅薄膜电池，其实验室最高转换效率为 18%，工业规模生产的转换效率为 10%。因此，多晶硅薄膜电池不久将会在太阳能电地市场上占据主导地位。

#### **b)多元化合物薄膜太阳能电池：**

**非晶硅**（a-Si 太阳能电池或 a-Si:H）已经在消费产品使用超过了 30 年的，如计算器等。与单晶硅相比，非晶硅具有较高的吸收率但糟糕的输运性质。虽然非晶硅太阳能电池的效率已经达到 16%，但受制于其材料引发的光电效率衰退效应，稳定性不高，直接影响了它的实际应用。如果能进一步解决稳定性问题及提高转换率问题，那么，非晶硅大阳能电池无疑是太阳能电池的主要发展产品之一。

2.资料来源：新型太阳能电池的研究进展及发展趋势

**碲化镉 (CdTe)** 多晶薄膜电池的效率较非晶硅薄膜太阳能电池效率高，成本较单晶硅电池低，并且也易于大规模生产，但由于镉有剧毒，会对环境造成严重的污染，因此，并不是晶体硅太阳能电池最理想的替代产品。当前，全球碲化镉薄膜电池实验室效率纪录达到 22.1%，组件实验室效率达 19.5% 左右，产线平均效率在 18%。碲化镉太阳能电池的主要生产商是美国的 First Solar 公司。

**砷化镓 (GaAs)** III-V 化合物电池的转换效率可达 28%，GaAs 化合物材料具有十分理想的光学带隙以及较高的吸收效率，抗辐照能力强，对热不敏感，适合于制造高效单结电池。但是 GaAs 材料的价格不菲，因而在很大程度上限制了用 GaAs 电池的普及。

**铜铟镓锡(CIGS)薄膜太阳能电池**：当前，全球 CIGS 薄膜太阳能电池实验室效率纪录达到 23.35%，2020 年我国 CIGS 小电池片实验室最高转换效率为 23.2%，量产的玻璃基 CIGS 组件（面积为  $1200 \times 600 \text{mm}^2$ ）最高转换效率约 17.6%，未来，在大面积均匀镀膜、快速工艺流程、更高效镀膜设备的开发和国产化、组件效率的提升、生产良率的提高、规模经济效益的发挥等因素带动下，CIGS 薄膜电池生产成本有望进一步下降。代表性的公司有美国的 Global Solar Energy，日本的 Honda Soltec 和昭和石油 Showa Shell 等等。

### c) 新型太阳能电池

**染料敏化太阳能电池 (DSSCs)**：具有工艺简单、成本低廉等优点，其用作染料敏化剂的染料可以从各种自然资源中提取，原料成本低且对环境无污染，符合当前环境友好型器件的要求。由于 DSSCs 对环境污染物不敏感，对加工环境温度也没有特殊要求，因此很适合在柔性基板上连续地卷对卷印刷生产。此外，DSSCs 能有效地利用漫反射，即使在较黑暗的环境中也能工作得很好，在黎明和黄昏或阴天也能保证较高的工作效率，这使得 DSSCs 成为室内应用的极佳选择，例如安装在窗户和天窗上来满足室内供电。目前 DSSCs 设备的最高效率超过 13%，是当今较受关注的一类太阳能电池。

**钙钛矿太阳能电池 (PSCs)**：是当今光伏研究领域最为热门的话题之一，自 2009 年被提出以来得到迅速发展。目前 PSCs 实验室规模的 PCE 已达 23.3%，开路电压最高可达 1.78V，其性能已能与商业化的多晶硅太阳能电池相媲美，且成本远低于传统的硅基太阳能电池，具有极其广阔的发展前景。

### (3) 下游：光伏发电系统

①**发电站**：是光伏产业链的最末端。在这一环节，光伏设备最终与电网相连并输送电力，是光伏发电实际应用的场景。与传统发电站类似，光伏电站也分为集中式和分布式两种。市占率方面，截至 2020 年底，我国大型地面电站占比为 67.8%，占据绝对主流，分布式电站占比则为 32.2%。

集中式光伏电站的主要特点在于运维更为经济，受益于规模效应，发电成本比较低，且发电量大，更能满足电网的接入要求。我国目前就是集中式电站占主流，多分布于西部光能富集地区。不过集中式光伏电站的缺点也比较大，我国光能富集区并非高负荷地区，这导致了一定的供需错配，使得电能无法就地消纳，存在一定的弃光弃电现象。同时由于光伏天然存在发电波动比较大的问题，导致集中式光伏电站对电网负荷比较大，光电上网一直比较麻烦。

分布式光伏电站则主要是指利用小型空地，或建筑物表面，如厂房、公共建筑屋顶等表面建设的小型发电站，在人口比较稀疏的发达国家占据主流。所以 BIPV 光伏建筑一体化是未来发展方向。

②**逆变器**：是光伏发电系统的核心，其主要功能为将太阳电池组件产生的直流电转化为交流电，并入电网或供负载使用。按功率大小主要分为集中式、集散式、组串式和微型逆变器。

集中式逆变器体积大、功率高，通常功率在 500kW 以上，可同时转换大量光伏电池板产生的直流电汇流，只适用于大型地面光伏电站的电流转换。集散式逆变器功率通常在 100kW 以上，技术特点介于集中式和组串式之间，保留了组串式逆变器以多块光伏组件为单位进行电流调节输出、提升能量效率的优势，和集中式逆变器电流量大、适用于大型光伏电站的优势。组串式逆变器体积小，功率较低，通常在 300kW 以下，可调节多块光伏组件的电流输出，适用于户用、分布式系统等。微型逆变器主要面向小型分布式和户用光伏，微型逆变器往往集成于光伏组件中，功率通常在 1kW 以下，可以实现组件级优化。

## 1.1.2 太阳能光伏产业应用趋势

太阳能光伏产业是基于半导体技术和新能源需求而兴起的朝阳产业，是未来全球先进产业竞争的制高点，目前，我国正在积极推动智能光伏的发展、应用。

基于光资源的广泛分布和光伏发电的应用灵活性特点,近年来我国光伏发电在应用场景上与不同行业相结合的跨界融合趋势愈发凸显,水光互补、农光互补、渔光互补等应用模式不断推广。预计 2020 年及未来,随着光伏发电在各领域应用的逐步深入,光伏应用进一步多样化。

### (1) 光伏+建筑

随着近零能耗等更高节能水平绿色建筑逐步应用和普及,以高效、智能化的光伏发电系统作为建筑能源形式的“光电建筑”,将成为越来越多光伏企业差异化发展的契机。

光伏建筑一体化(BIPV)是一种将太阳能发电(光伏)产品集成到建筑上的技术,不同于光伏系统附着在建筑上(BAPV)的形式,是光伏与建筑的深度融合。相对于传统 BAPV 光伏电站应用形式的单一,BIPV 的应用形式更加多样化、智能化和美观化。BIPV 的主要线路是晶硅和薄膜。薄膜组件转化效率较低,但户外性能明显优于当前的晶硅技术,在 BIPV 应用中能够发挥优势。相比于 BAPV,BIPV 在经济性、建筑外观、设计寿命、屋面受力、防水可靠性、施工难度和速度、屋面运营维护等领域具备优势。未来屋顶光伏的市场将难以想象得巨大,而基于 BIPV 的光伏屋顶和光伏幕墙技术,很有可能成为未来光伏发展的爆点。

### (2) 光伏+LED 照明

太阳能光伏已经广泛应用于各个领域,并且太阳能发电与新型材料和新技术的结合正在逐渐成熟。LED 照明技术是科学技术发展产生的一种新技术,其应用的是将电能转化为光能的原理,并发挥照明作用。通过将太阳能光伏和 LED 技术相结合,可以将 LED 技术应用于光伏提供的电能,然后转换为必要的光能,从而有效地节约了能源。两者的有效组合和功能的基础是它们既是直流电又是低电压。

## 1.2 全球太阳能光伏产业发展现状

### 1.2.1 全球太阳能光伏产业政策

由于太阳能获取方便,且在同一地区年强度变化不大,能量密度较稳定,同时完全不产生污染,因而是最容易获取和利用的可再生能源之一。全世界各个国

家都非常重视太阳能的使用和光伏产业的发展，推出多种政策进行积极引导和产业布局。随着光伏经济性的提升，以光伏为代表的清洁能源发展已成为全球共识。2020年以来，全球各大主要经济主体及地区，以逐渐形成“绿色发展”为核心的发展理念，“碳中和”计划成为全球热词，以光伏为代表的清洁能源发展开始加速。

### (1) 美国

美国早在1974年开始就在对光伏产业进行长远部署，先后出台了《太阳能研发法令》、《太阳能光伏研发示范法令》、《能源税法》、《税收改革法》、《能源政策法令》、《2009经济刺激法案》等一系列的刺激政策。这些政策主要从收税、研发补贴、采购价格补贴、生产成本压缩等方面支持光伏技术和产业的发展。

2010年美国发布千万太阳能屋顶计划，计划在2012到2021年的十年时间，在千万个屋顶上安装总装机容量达到35GW的太阳能光伏系统，每年投专项资金(2012投入2.5亿美元，2013-2020每年投入不少于2.5亿美元)用于补贴在建筑上安装太阳能系统，补贴方式为太阳能系统投资成本的50%。

2020年美国能源部发布财政资助计划，将投资1.255亿美元用于推进太阳能技术研发，以期降低太阳能发电成本。在此基础上，资助计划还将重点关注太阳能和储能技术的结合、电网安全保护、太阳能微电网、农业光伏等多个领域，致力于解决当前美国光伏行业面临的新兴挑战。

2021年4月22日40国领导人气候峰会上，拜登承诺到2030年，使得全国的温室气体排放水平比2005年减少50-52%<sup>3</sup>。

2021年9月8日美国能源部发布了有关太阳能的研究报告，研究报告概述了太阳能如何帮助美国电网脱碳，并帮助实现政府关于到2035年电力部门净零排放的目标。研究显示到2035年，太阳能有潜力供应美国40%的电力，提供近150万个就业岗位，且不会造成电费上涨。该报告呼吁大幅增加光伏发电装机量，根据美国能源部的愿景蓝图，美国光伏发电量需要从2020年的76GW(约全国供电量3%)上升至2035年的1600GW，并在2050年达到3000GW。

为在2035年前实现100%无碳污染的电力，拜登政府将对用于清洁能源生产和储存的投资和发电进行税收抵免，取消化石燃料行业的特殊外国税收抵免，建

3.资料来源：光伏行业2021年中期投资策略：零碳大时代、光伏创未来

立能源效率和清洁电力标准（EECES），减少电力污染，进行政府采购推动整个市场清洁能源部署，呼吁国会投资于清洁能源技术研发和已有的成功项目，并建立 270 亿美元孵化器推动私人投资关注清洁能源。

## （2）欧洲

为了应对全球能源危机，欧洲各国也很早就开始了针对光伏产业的刺激计划。2013 年法国生态、可持续发展和能源部对采用欧洲电池板的商业光伏电站提供 10% 的额外补贴。2019 年 1 月法国生态转型部公布了一份未来 10 年能源发展规划草案，到 2028 年底，法国可再生能源发电装机容量将较当前水平翻四番，新增装机主要来自风电和光伏发电，其中，光伏装机预计达 35.6-44.5GW。

2018 年底欧盟委员会制定“欧盟 2050 战略性长期愿景”，基于 2020 年可再生能源发电占比 20% 的规划上，力图在 2050 年实现净碳排放量为零、能耗水平达到 2005 年的一半、电力在终端能源需求中的占比增加一倍的目标。其中，欧盟将 2030 年的可再生能源目标定为占比达到 32%，2050 年可再生能源发电达到 100%。

1998 年 10 月德国政府提出了十万屋顶计划。德国政府规定，太阳能电站在公共电网中每发 1KW 时电，由政府补贴 0.574 欧分（相当于人民币 5.74 元），而居民屋顶发电将比太阳能电站发电的价格还要高。德国电价是 0.1 欧元/度，而电力公司回购太阳能发电的价格是 0.5 欧元/度，差价调动了居民的积极性。和 1990 年前德国率先在世界上推出屋顶计划的响应者寥寥相比，到 2004 年，德国共安装了 10 万个太阳能屋顶。

国家政策引导甚至强制规定，是太阳能能够在德国等国家大规模应用的关键。德国政府除了提供 10 年无息信贷，还提供 37.5% 的补贴。此外，还制定了相关的政策保障输电商对屋顶太阳能发电电量的优先购买并保证太阳能发电电价高于常规能源发电的电价。一系列的优惠政策为 10 万屋顶计划在德国的推广起到了保驾护航的作用。

作为首批促进光伏产业发展的欧洲国家，德国用政策推动了光伏产业整体成本的下降，促成了德国光伏产业在全球市场中的飞速发展。到今天为止，在全球范围内安装的大量光伏项目中，有 1/3 在德国。

2021 年 1~6 月德国光伏新增装机容量为 275 万千瓦，较去年同期增加 16.53%。

截至 6 月底，德国光伏累计装机规模已超 5530 万千瓦。德国联邦网络管理局还同时宣布，将下调光伏补贴，根据最新政策，德国分布式光伏电力上网电价下调至每千瓦时 0.0736 欧元-0.056 欧元的区间，较此前下滑 1.4%。这都有赖于多年政策的引导，使得整个产业链的生产成本被控制在一个相对较低的位置。

### (3) 日本

日本对于光伏产业的扶持主要体现在上网电价补贴和设备投资补贴上。日本在实行高额上网电价补贴的基础上，设立了较高的市场认证壁垒，使得光伏产业平稳有序地发展。最重要的两个认证分别是日本太阳能发电普及扩大中心的 J-PEC 和日本电气安全环境测试实验室颁发的 JET。这两个认证都需要对光伏设备及其组件产品的可靠性、安全性进行相关测试，只有通过这两个认证才能获得补贴，这样就将价格低廉但无品质保证的企业拒之门外。

### (4) 印度

2014 年通过太阳能振兴计划，到 2022 年，印度要实现可再生能源发电总量 175GW，其中太阳能装机容量 100GW 电价方面，太阳能电价将从预计 2020 年的 4.2 卢比/度下调至 2025 年的 3.59 卢比/度。补贴方面，将提高 30%，但主要针对居民、政府机构、医院及教育机构，不适合工厂及商户，同时针对离网项目也将提供相应的补贴。

2019 年发布屋顶太阳能光伏项目激励计划，在中央财政援助 CFA 下设立多达 4000 兆瓦的住宅屋顶太阳能并网项目，其中供电公司及其各地办事处将成为实施该计划的重要节点。对于容量高达 3kW 的屋顶太阳能光伏系统，将提供高达 40% 的 CFA 补贴。将根据电力分配公司在最初布置的 18000 兆瓦并网屋顶太阳能光伏项目上的成就提供激励措施，将为每个兆瓦容量的太阳能屋顶提供奖励。

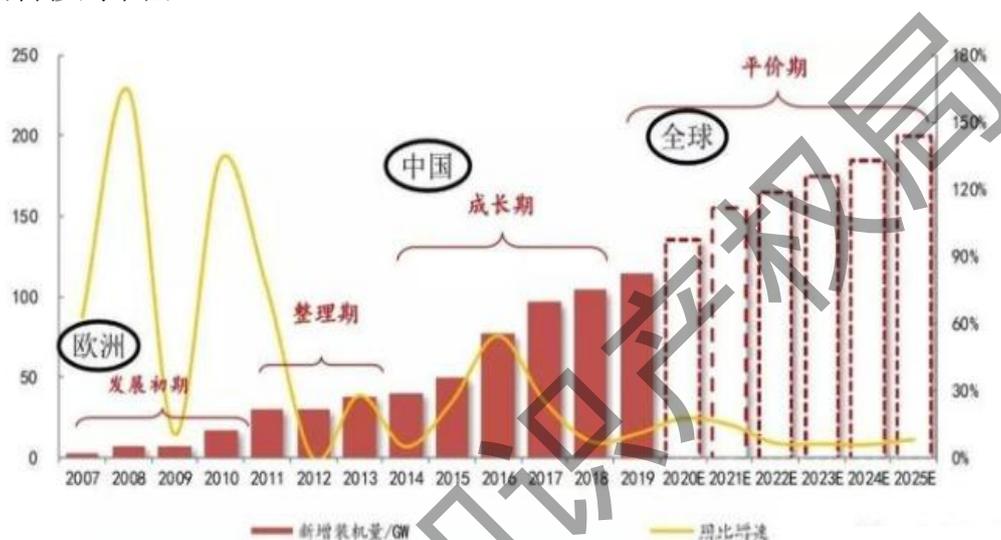
## 1.2.2 全球太阳能光伏产业发展趋势及规模

全球太阳能光伏产业经历了三次产业转移：

**第一次转移：**从美国向欧洲转移。依靠美国政府的大力扶持，80 年代初美国光伏市场占全球市场百分之 85% 以上，但里根总统上台，大部分光伏政策被废止，导致光伏产业链向政府补贴更慷慨的德国、日本、西班牙转移，由于德国、西班牙先后对光伏行业进行补贴，欧洲率先打开光伏装机市场，这一时期全球光

伏装机需求主要集中在德国和西班牙。

**第二次转移：**从欧洲向中国转移。2009年，金融危机解除后，光伏行业恢复，由于中国光伏企业的崛起，光伏产能逐渐向中国转移，之后，为针对中国光伏产业，美国和欧盟先后实施双反政策。2013年后为打破欧美双反政策给中国光伏产业带来的困境，我国出台了一系列扶持政策，推动了我国光伏产业的快速发展，光伏产业需求向中国转移趋势明显，产能转移叠加需求转移，光伏产业链开始转移到中国。



图表 6 全球光伏发电新增装机量变化趋势

**第三次转移：**2018年以来，全球光伏需求逐步向印度、拉美等新兴市场转移。目前中国、美国、日本、印度、欧洲是全球光伏的主要市场，占比约90%。中国是全球第一市场，市场占比约为46%，其次为美国、日本、欧洲、印度，占比分别为20%、11%、7%、6%。2018年以来，中国光伏终端装机需求增长乏力，印度、拉美等新兴市场国家接棒，在新增装机需求全球份额中的比例开始逐步提升。可以预见，未来印度、拉美等新兴市场国家将逐渐引领全球市场增长。

全球光伏产业发展可分为四个阶段：

**发展初期：**2004-2010年：新增装机量年复合增速达81.0%，主要发展地在欧洲各国。光伏发电大规模产业化兴起于2004年欧洲，以德国为首的欧洲各国推出政府补贴政策，推动光伏产业大规模商业化发展。

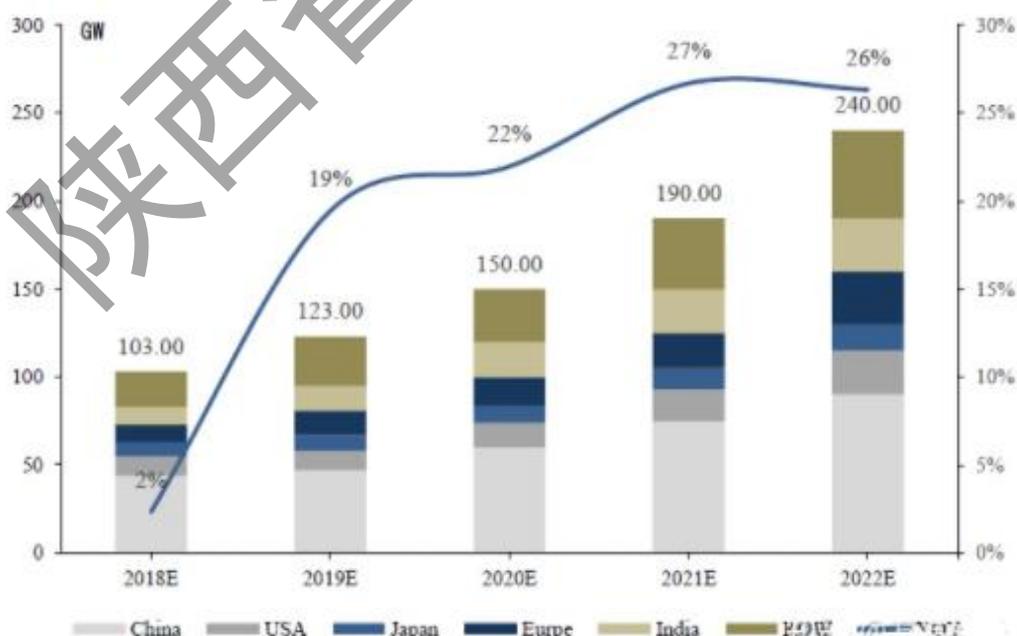
**整理期：**2011-2013年：新增装机量年复合增速达12.8%。欧债危机导致欧洲各国政府开始大幅降低光伏补贴，光伏投资收益率下行导致下游需求减少，早期行业上游快速扩张进一步加剧供需失衡。与此同时，美国、欧洲在2011、2012

年相继对中国光伏产业发起“双反”调查，致使光伏行业整体打击惨重，2012 年全球光伏新增装机量首次下滑。

**成长期：2014-2018 年：**新增装机量年复合增速达 22.1%，主要发展地在中国。2012 年，中国为应对美、欧“双反”调查、加大光伏应用补贴力度，发布《太阳能发电发展十二五规划》，并于 2013 年 7 月正式发布《国务院关于促进光伏产业健康发展的若干意见》，明确电价补贴标准和补贴年限。至此，中国接替主导光伏产业发展的接力棒，开启光伏产业的第二轮快速成长期。

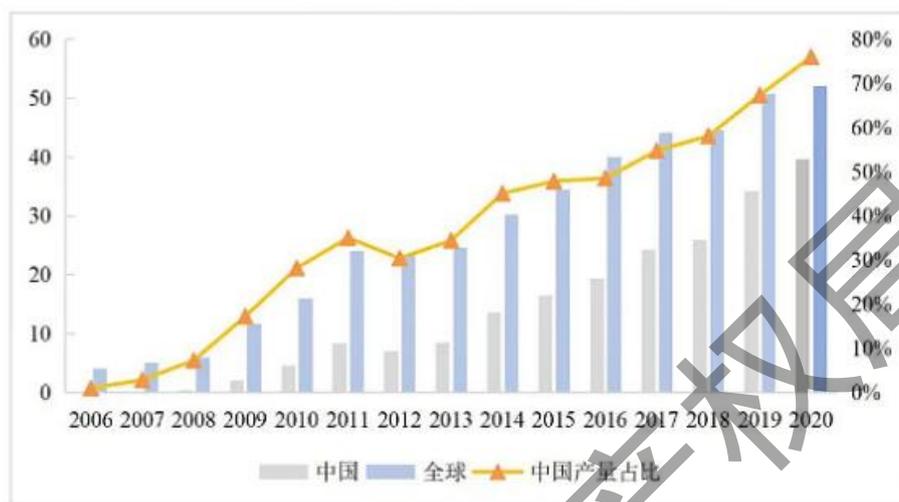
**平价期：2019-2025 年：**主要发展地在全球。伴随光伏工艺技术的不断进步和成本改善，光伏发电在很多国家已成为清洁、低碳、同时具备价格优势的能源形式，光伏开始进入全面平价期，全球光伏市场有望将开启新一轮稳健增长。

从上述分布趋势可以看出，全球市场从 2014 年开始强劲增长，新增装机容量预计将超过 50GW，同比增长 16.3%，累计光伏容量超过 230GW。这主要是由于传统市场如日本、美国、欧洲的新增装机容量将分别达到 9GW、8GW 和 7.5GW，依然保持了 2014 年之前的增长趋势。另一方面，新兴市场不断涌现，光伏应用在东南亚、拉丁美洲诸国的发展迅猛，印度、泰国、智利、墨西哥等国装机规模快速提升，如印度在 2015 年达到 2.5GW。我国光伏新增装机量达到 16.5GW，继续位居全球首位，累计装机超过 43GW，超越德国成为全球光伏累计装机量最大的国家。



图表 7 全球主要国家光伏装机量趋势

2020年，全球光伏市场累计装机量超过10GW的国家达到14个，累计超过40GW装机量的国家有5个，包括中国、美国、日本、德国和印度。光伏发电装机量的快速增长主要是因为规模化导致制造成本快速下降以及全球各国对于低碳绿色能源的重视程度。



图表 8 全球历年多晶硅产量（万吨）

其中，在晶硅领域，从全球范围看，目前多晶硅产业正在持续向国内转移，且疫情加速了这一过程。2020年，全球多晶硅产能为60.8万吨，同比降低9.9%；产量52.1万吨，同比增加2.6%。同期，我国多晶硅产能45.7万吨，同比下降1.9%，产量约39.6万吨，同比增加15.8%。国内多晶硅产能、产量的增长均大幅领先全球，占比分别为75%、76%。



图表 9 2020 年全球逆变器市场份额

2020 年全球逆变器市场份额前十的企业中，中国企业占了 5 个，华为和阳光电源占据前 2 位，市场份额分别为 23%、19%，几乎占据全球逆变器市场的半壁江山，另外，锦浪科技（5%）、上能电气（4%）、固德威（4%）均位列全球逆变器 TOP10。

### 1.2.3 全球太阳能光伏产业重点企业



图表 10 全球太阳能光伏产业企业链

**多晶硅:** 光伏产业链的壁垒最高的环节是高纯多晶硅原料生产，它占电池总成本的 70%。目前，高纯度硅料的供应商主要来自美国、德国和日本的公司。全球多晶硅基本由欧洲、美国和日本的七大供应商垄断，具体包括美国的黑姆洛克公司（Hemlock）、挪威的 REC、日本的三菱高纯硅株式会社（Tokuyama）以及德国瓦克化学电子公司（Wacker）。Hemlock 是一家致力于为电子和太阳能行业

提供高纯度多晶硅的可靠供应商，Hemlock 的工艺从天然高纯度石英岩开始，它被加工成硅基化学品三氯氢硅，Hemlock 使用化学气相沉积反应器技术工艺，将三氯氢硅转化为纯度高达 99.999999999% 的高纯度多晶硅。REC 专注于高纯硅材料领域，业务包括太阳能级多晶硅、电子级多晶硅和硅烷气体等。REC 是硅烷流化床生产工艺的代表，其每年多晶硅产量中，约 80% 为流化床工艺生产，10% 为西门子法生产，还有部分电子级多晶硅产品。

**硅片：**目前硅片产能主要集中在国内，龙头企业均为中国企业，中国光伏硅片产量占全球的 97%，国外生产硅片的主要企业有 Nexolon、SUMCO。Nexolon 是韩国最大的硅片供应商，SUMCO 是全球硅片龙头企业，提供高纯度硅晶圆。

**银浆：**光伏银浆生产技术壁垒较高，早期杜邦、贺利氏等海外巨头公司凭借技术和资金实力，率先抢占了全球高温银浆市场的绝大多数份额，但近年来已出现了明显的国产替代趋势。其中杜邦是全球领先的光伏材料制造商，杜邦的光伏金属化浆料产品直接促进了 P-BSF 电池、P-PERC 电池、N 型电池、薄膜电池等光伏技术的产业化，提升了光伏电池的转换效率、降低了光伏电池的生产成本。贺利氏在全球金属化浆料领域处于领先地位，已经开发可常温储存的低温固化银浆，为匹配低温烧结的 N 型 TOPCon 背面浆料，贺利氏还开发了正面硼扩硅片接触浆料。

**氟膜：**在氟膜的原材料方面，氟膜生产原料为氟树脂，全球氟树脂生产厂家主要集中于美国、日本、英国、法国、韩国等工业发达国家。在氟膜生产供应方面，全球光伏背板用氟膜的供应商中，国外的公司主要有美国杜邦(PVF 膜)、法国阿科玛 ARKEMA(PVDF 膜)、日本电气化学(PVDF 膜)、韩国 SKC 化学(PVDF 膜)，由于氟材料制膜技术的门槛较高，早期用于生产光伏背板的氟膜被以美国杜邦公司和法国阿科玛公司为主导的国外少数公司所垄断，导致氟膜价格较高。其中，美国杜邦公司将以 PVF 树脂生产的 Tedlar 牌氟膜主要用于 TPT/TPE 等结构的背板中。法国阿科玛公司将以 PVDF 树脂生产的 Kynar 牌氟膜主要用于 KPK/KPF 等结构的背板中。PVF 氟膜因价格较高，其市场占有率在逐年缩小。

**电池片：**国际电池片生产厂家主要有隆基、LG、韩华、天合光能。韩华 Q.ANTUM 太阳能电池是韩华 Q CELLS 的太阳能电池技术平台。该技术基于对太阳能进行背钝化处理 (PERC)，提高太阳能电池的效率，还将韩华 Q CELLS

的多种技术相结合，提供诸多额外的特性。目前 LG 是国际上 IBC 电池技术领先的量产企业。

**光伏玻璃：**随着国内厂商不断进行技术引进和研发，逐渐打破国外企业在光伏玻璃行业的垄断，目前国际上生产光伏玻璃的主要厂家有信义光能、福莱特、AGC solar、PPG。超白光伏玻璃是太阳能电池重要组件之一，目前美国 PPG 掌握世界上最成熟的超白玻璃的生产技术。AGC solar 是国际上主流的光伏玻璃生产商，AGC 生产的用于太阳能光热发电镜的超白玻璃，其太阳能透过率高、耐候性好、抗风化能力强，易加工成平滑的光学镜面。

**背板：**按照材料，光伏组件背板可分成有机高分子类和无机物类。有机高分子类包括双面含氟、单面含氟和不含氟 3 类，无机物类主要为玻璃。提供含氟背板有中国的赛伍公司和晶茂公司。提供非氟背板的公司有：意大利的 Coveme 公司、德国的 Feron 公司、荷兰的 DSM 公司、中国浙江的中聚公司。Coveme 是全球高性能背板制造和研发的领导者，开发并制造用于保护太阳能电池板的多层聚合物层压板，这些层压板以公司的 dyMat® 品牌来销售。该系列背板能提供电气绝缘，保护太阳能电池免受湿气和其他大气因素的影响。去年，DSM 正式推出“通用型”耐候背板 D15：该产品凭借优异的性价比，为各种类型的太阳能组件提供出色的性能保护，填补了光伏市场的空白。作为共挤背板技术的领导者，DSM 旨在进一步布局光伏背板市场，逐步建立其在行业的重要地位。

**组件：**目前国际生产组件的厂家主要有隆基股份、通威股份、First solar、韩华、SunPower。其中 First Solar 是全球最大的薄膜太阳能组件生产商，First Solar 生产的 FS Series 2 PV 组件代表着最先进的太阳能组件技术，并且正在迅速降低着太阳能发电的成本。今年，SunPower 旗下子公司宣布了其最新的 Maxeon Air™ 技术平台。该公司表示，Maxeon Air™ 技术可以生产出无边框、轻、薄的太阳能电池板，转换效率和性能评级都能与标准的太阳能电池板相媲美。

**光伏支架：**根据麦肯兹公布的 2020 年全球光伏跟踪支架市场及企业排行情况显示排名前四的公司分别为 NEXTracker、Array Technologies、PV Hardware、中信博。NEXTracker 的跟踪系统在很多方面都针对双面技术进行了优化，产品性能表现突出，且能够确保当前最大的组件尺寸也能在跟踪器上保持稳定性。Array Technologies 是大型单轴跟踪器供应商，Array 拥有单轴跟踪系统专利，产

品主要使用单轴跟踪系统，使用一个电机通过铰接传动系统连接来驱动多排旋转，相较竞争对手多产生电力且电机成本更低。

**逆变器：**根据 IHS Markit 的市场统计，2020 年度全球逆变器出货量排名前的企业分别为华为、阳光电源、SMA、Power Electronics。SMA 是逆变器的发明者，目前 SMA 的产品链及其完善，涵盖了市场上所需的所有应用类型，不但有公用事业级的集中式逆变器，也有商用和户用的组串式逆变器。Power Electronics 主要做离网储能逆变器。

**电站：**目前全球领先的光伏电站运营商有 Adani Green Energy、First solar、SB Energy。其中 Adani Green Energy 是全球最大的太阳能公司，运营、在建和签约的太阳能园区容量超过 12GWp。SB Energy 是一家日本能源发电服务商，运营着日本迄今为止最大的太阳能配储能项目。

### 1.3 中国太阳能光伏产业产业现状

#### 1.3.1 中国太阳能光伏产业政策

我国太阳能光伏产业的大规模发展始于 2001 年。当时国外对于光伏产业的刺激政策频发，导致市场景气度较高、产品需求量大，我国在这种背景下融入光伏产业的全球生产链中，主要为国外提供上游产品，作为全球光伏产业的“代工厂”。

随着国内光伏产业的崛起以及我国自身能源和环境问题的加剧，国家开始将光伏产业纳入重点发展的产业。2006 年 2 月，国务院发布了《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006-2020 年）》将太阳能发电作为我国科学和技术发展的优先主题。

除了在基础研究上的重视，我国在光伏设备装机上，也给了大量的政策支持。2009 年 7 月，财政部、科技部和国家能源局联合发布《关于实施金太阳示范工程的通知》，同时发布了《金太阳示范工程财政补贴资助资金管理暂行办法》，明确了补助标准：并网光伏发电项目原则上按照光伏发电系统及其配套输配电输配工程总投资的 50%给予补贴，偏远无电地区独立光伏发电项目为 70%。光伏发电关键技术产业化和产业基础能力建设项目给予适当贴息或者补贴。

2010年《国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》明确将太阳能光伏发电纳入七大重点产业的新能源产业。2011年7月国家发改委下发《关于完善太阳能光伏发电上网电价政策的通知》，标志着我国光伏发电固定上网电价的出台，也预示着国内光伏发电市场由起步阶段走向规模化发展的新阶段。

2011年底，欧美等国发起反倾销、反补贴调查，为抵御“双反”影响，国家出台了若干政策解决审批难、补贴难等难题。

2012年国家发布《新能源产业振兴和发展规划》，规划要求在2020年我国光伏发电累计装机容量目标由1.6GW增加到20GW，是原先规划的12.5倍。

2013年国务院出台《关于促进光伏产业健康发展的若干意见》，明确提出对分布式光伏发电实行按照电量补贴的政策。在国际能源结构向可再生能源转移以及能源消耗和环境保护问题愈发受人关注的背景下，我国陆续推出了《能源发展战略行动计划（2014-2020年）》、《关于建立可再生能源开发利用目标引导制度的指导意见》等产业政策，推动了光伏发电产业的快速发展。

在补贴政策上，2020年发布《关于2020年风电、光伏发电项目建设有关事项的通知》，这一通知延续了10年前对于光伏设备装机的补贴政策。该通知还要求积极推进风电、光伏平价上网项目建设，合理确定需国家财政补贴项目竞争配置规模等。

2021年国务院发布《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》，其中特别指出要加快构建现代能源体系，推进能源革命，建设清洁低碳、安全高效的能源体系，提高能源供给保障能力。加快发展非化石能源，坚持集中式和分布式并举，大力提升风电、光伏发电规模，加快发展东中部分布式能源，有序发展海上风电，加快西南水电基地建设，安全稳妥推动沿海核电建设，建设一批多能互补的清洁能源基地，非化石能源占能源消费总量比重提高到20%左右。“十四五”规划纲要为光伏产业未来的发展定下了基调。“十四五”规划进一步指出要坚决遏制高耗能、高排放项目盲目发展，推动绿色转型实现积极发展。壮大节能环保、清洁生产、清洁能源、生态环境、基础设施绿色升级、绿色服务等产业，推广合同能源管理、合同节水管理、环境污染第三方治理等服务模式，可见进一步推进光伏产业的发展符合国家绿色可持续发展的宏观目标。

图表 11 中国太阳能光伏产业重点政策

时间	发布部门	政策	主要内容
2005		《中华人民共和国可再生能源法》	促进可再生能源的开发利用，改善能源结构
2006.02	国务院	《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006-2020年）》	将太阳能发电作为我国科学和技术发展的优先主题
2010.01	国务院	《关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》	将太阳能光伏产业列入我国未来发展的战略性新兴产业重要领域
2013.07	国务院	《国务院关于促进光伏产业健康发展的若干意见》	要求充分认识促进光伏产业健康发展的重要性，认识光伏产业是我国具有国际竞争优势的战略性新兴产业
2014.06	国务院	《关于印发能源发展战略行动计划（2014-2020年）的通知》	要求加快发展太阳能发电，包括有序推进光伏基地建设，同步做好就地消纳利用和集中送出通道建设
2014.09	国家能源局	《关于进一步落实分布式光伏发电有关政策的通知》	破解分布式光伏发电应用的关键制约，大力推进光伏发电多元化发展，加快扩大光伏发电市场规模
2016.03	国家发展改革委、国务院扶贫办、国家能源局	《关于实施光伏发电扶贫工作的意见》	将光伏作为扶贫的重要手段在全国范围内开展
2019.01	国家发展改革委、国家能源局	《关于积极推进风电、光伏发电无补贴平价上网有关工作的通知》	开展平价上网项目和低价上网试点项目建设、保障优先发电和全额保障性收购、扎实推进本地消纳平价上网项目和低价上网项目建设
2020.01	财政部、发展改革委、国家能源局	《关于促进非水可再生能源发电健康发展的若干意见》	明确了可再生能源电价附加补助资金结算规则
2020.06	国家能源局	《2020年能源工作指导意见》	指出要推动能源绿色低碳转型，光伏发电保持合理规模和发展节奏
2021.03	国家发展改革委、国家能源局	《关于推进电力源网荷储一体化和多能互补发展的指导意见》	统筹各类电源规划、设计、建设、运营，优先发展新能源，积极实施存量“风光水火储一体化”提升，推进多能互补，提升可再生能源消纳水平。
2021.03	工信部	《光伏制造行业规范条件》	对于可再生能源企业，通过九大措施加大金融支持力度，促进风电和光伏发电服务的项目。
2021.04	国家能源局	《2021年能源工作指导意见》	风电、光伏发电量占全社会用电量的比重达到 11%左右。

### 1.3.2 中国太阳能光伏产业发展趋势及规模

我国太阳能光伏产业发展可以分为以下几个阶段：

2012-2013 年：欧美对我国光伏行业实行“双反”，海外需求大幅下降，我国为了扩大内需，扶持行业，开始出台光伏电价补贴政策，对分布式电站的补贴由事前投资转为度电补贴，对集中式电站实行三类资源区上网电价。

2014-2017 年：受到补贴影响，国内新增装机快速提升，2014-2016 年达到 12GW、15GW 和 31GW，2017 年政策从补贴、装机规模等方面均利好分布式电站，推动其同比增长 3.7 倍，17 年分布式装机量接近 20GW,促使同年国内新增装机量达到 53GW,创下了历史最高数据。同时，国内培育了一批优质的光伏公司，中国的光伏产业链竞争力得到了大幅提升。

2018-2019 年：随着装机规模的超预期增长，财政补贴缺口越来越大，2018 年国家发布“531 新政”，限制光伏规模并降低补贴，光伏发展进入低谷，同年光伏新增装机增速首次下滑，且对产业链各环节价格形成负面反馈，国内各环节价格基本腰斩，行业经历大范围洗牌。

2020-2021 年：随着装机成本大幅下降，海外多个国家需求出现爆发式增长，多国步入 GW 级时代，我国太阳能光伏产业链充分受益，2020 年 9 月，随着“碳达峰、碳中和”目标的提升，国家对新能源的重视再次上升到一个新的高度，其中，光伏发电就是最重要的一个领域。

同时，在“十四五”规划的要求和环保政策的刺激下，我国将极大提升对太阳能的需求，光伏需求也会受此因素拉动，扩张前景可观。据 CPIA 预测，到 2025 年，中国光伏装机量有望突破 100GW。更重要的是，“碳中和”和“碳达峰”的要求使得光伏市场与传统能源市场的距离被拉开，来自其他同类产业领域的竞争在减少，需求呈现很强的独立性。

2020 年，中国光伏产业新增装机 48.2GW，创历史第二高，同比增加 60.1%。2020 年受疫情影响，上半年电站装机规模较少，全年装机主要集中在下半年，尤其是 12 月，在抢装推动下，单月新增光伏装机规模达到 29.5GW，创历史新高。2020 年户用光伏装机超 10GW，占到了全年光伏新增装机约 20%。12 月 12 日，习近平主席在气候雄心峰会上宣布，到 2030 年，中国非化石能源占一次能源消费比重将达到 25%左右。为达到此目标，在“十四五”期间，我国光伏年均

新增光伏装机或将在 70-90GW 之间。



图表 12 历年中国光伏新增装机规模及预测 (单位: GW)

从具体细分领域来看,在硅片领域,随着硅料生产工艺、拉棒工艺以及最后的切割工艺持续进步,单晶硅生产成本迅速下降,同时以 PERC 电池为代表的新一代电池技术,对单晶硅片的利用率更高,这进一步拉开了本就存在差距的光电转换效率。在成本和转换效率的此消彼长之下,单晶硅迅速崛起。截至 2020 年底,单晶硅片的市占率已经从 2016 年的 20%,提升至超过 90%,已实现了对多晶硅片的全面替代。



图表 13 2016-2020 年中国不同类型硅片市场占比

在电池片领域,2020 年,新建量产产线仍以 PERC 电池产线为主。随着 PERC 电池片新产能持续释放,PERC 电池片市场占比进一步提升至 86.4%。随着国内户用项目的产品需求开始转向高效产品,原本对常规多晶产品需求较高的印度、巴西等海外市场也因疫情导致需求量减弱,2020 年常规电池片(BSF 电池)市场占比下降至 8.8%,较 2019 年下降 22.7 个百分点。N 型电池(主要包括异质结

电池和 TOPCon 电池)相对成本较高,量产规模仍较少,目前市场占比约为 3.5%,较 2019 年小幅提升。



图 14 各种电池技术市场占比及趋势

在 EVA 胶膜领域,2020 年,组件封装材料仍以透明 EVA 胶膜为主,约占 56.7%的市场份额,较 2019 年下降 12.9%,主要是双玻组件市场占比的提升和 EVA 粒子涨价导致,其下降部分由共挤型 POE 胶膜和 POE 胶膜替代。2020 年 POE 胶膜和共挤型 POE 胶膜合计市场占比提升至 25.5%,随着未来双玻组件市场占比的提升,其市场占比将进一步增大。而由于成本原因及原材料市场供需不平衡,短期内 POE 市场占比或将下降。随着未来供需关系的改善以及异质结组件封装需求的扩大,POE 胶膜市场占比将进一步提升。



图 15 不同封装材料的市場占比变化趋势

在背板领域,2020 年,随着双面组件市場份额的增长,透明有机材质与玻璃材质背板市場份额呈现不同程度增长,分别同比增加 1.5%和 14.2%,未来呈继续增长的态势。K 型结构背板市場与 T 型结构背板市場占有率均有所下降,未

来呈继续下降的态势。其中 K 型结构背板市场占比约为 45.8%，同比下降 13.7%；T 型结构背板市场占比约为 10.8%，同比下降 3.2%。

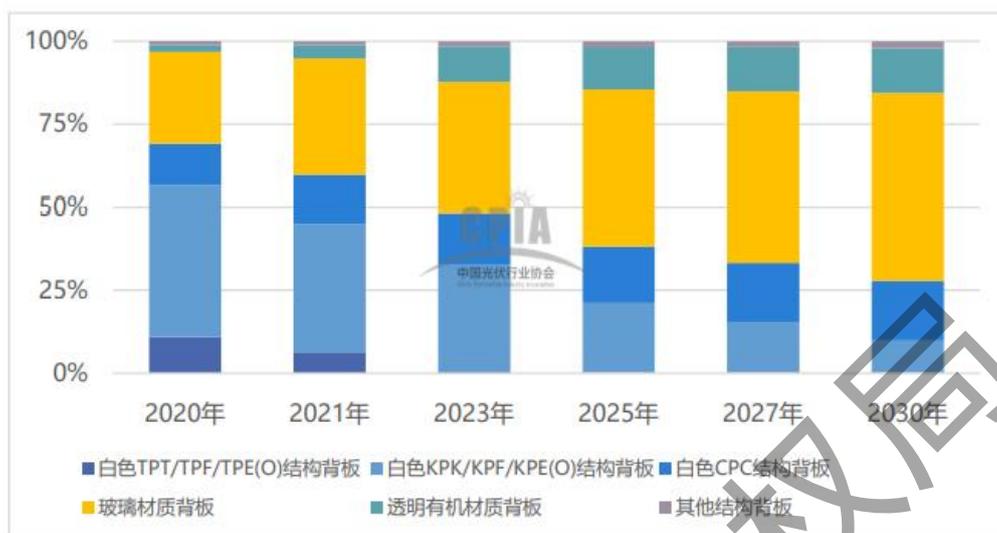


图 16 不同背板材料市场占比变化趋势

数据显示，我国光伏电池产量由 2016 年 7681.0 万千瓦增至 2020 年 15728.6 万千瓦，2021 年 1-9 月我国光伏电池产量达 16532.7 万千瓦，同比增长 51.8%。

2020 年，在我国太阳能电池的生产地区中，电池产量最多的地区是华东地，占全国产量的 73.2%，其次分别为西南地区（9.42%）、胡安娜地区（8.92%）、华北地区（3.37%）、华中地区（2.63%）及西北地区（2.46%）。在各省市中，江苏省产量最多，是第二名产量的近两倍，达 5383.4 万千瓦，其次分别为浙江产量 2860.6 万千瓦、安徽产量 2060.7 万千瓦、四川产量 1450.1 万千瓦及江西产量 940.9 万千瓦。

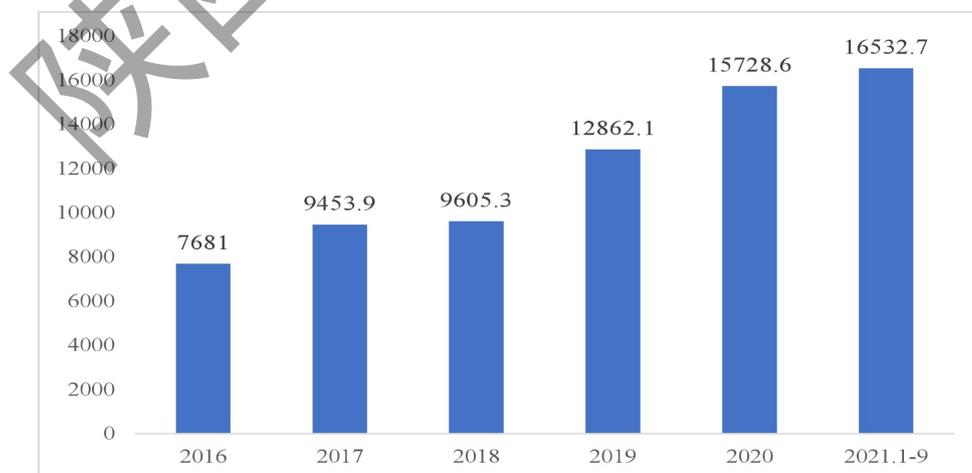


图 17 2016-2021 年中国光伏电池产量变化趋势 (单位: 万千瓦)

2020年，我国光伏逆变器市场仍然以集中式逆变器和组串式逆变器为主，集散式逆变器占比较小。其中，组串式逆变器依然占据主要地位，占比为66.5%，集中式逆变器占比为28.5%，集散式逆变器的市场占有率约为5%。



图18 不同类型逆变器市场占比变化趋势

2020年，大型地面电站占比为67.8%，分布式电站占比为32.2%，其中户用光伏可以占到分布式市场的65.2%左右。随着2020年公布的竞价项目和平价项目以及特高压外送项目的逐步并网，预计2021年大型地面电站的装机量占比将进一步上升。“十四五”初期，光伏发电将全面进入平价时代，叠加“碳中和”目标的推动以及大基地的开发模式，集中式光伏电站有可能迎来新一轮发展热潮。另外，随着光伏在建筑、交通等领域的融合发展，叠加户用的应用规模，分布式项目仍将保持一定的市场份额。



图19 不同类型光伏应用市场变化趋势

## 1.3.3 中国太阳能光伏产业重点企业



图表 20 中国太阳能光伏产业企业链

**多晶硅:** 2020 年进入全球 TOP10 多晶硅制造商的中国公司有通威股份、保利协鑫、大全新能源、东方希望，可以预测中国将占据全球 90% 的多晶硅生产。其中保利协鑫作为中国多晶硅制造龙头企业，多年来坚持市场化和专业化，从技术最密集的多晶硅环节切入，逐步向下游硅锭、硅片环节延伸，完善产品结构，公司拥有 GCL 法超大规模多晶硅生产工艺、硅烷流化床技术，自主研发的湿法黑硅技术引领市场高效、平价化发展方向。通威股份利用三年时间投资产品线技术升级，仅通过冷氢化将四氯化硅转化成三氯氢硅这一项技术，即可节约 60% 的成本，同时包括三废工序在内的资源综合利用等方面取得较大进步，生产成本仍显著低于行业内其它领先企业。

**硅片:** 中国主要硅片制造公司有隆基股份、中环股份、晶科科技、晶澳科技，其中隆基和中环产能规模大幅领先于其他厂商。中环股份在光伏硅片行业的布局早，技术积累深厚，目前已经拥有国内领先的单晶生长技术，可以有效降低晶体内在缺陷，保障硅棒品质，提升电池转换效率。公司硅棒产品包括传统的 P 型单

晶、N型单晶、CFZ单晶等，产品全面，技术领先。大尺寸为公司主要的技术转型方向，降本增效成果明显。公司在行业主动推进了G12（210mm）尺寸硅片，该型号硅片面积较传统M2硅片增加80.5%，可以有效降低电池组件成本。G12尺寸组件比M2功率高出200W，叠加高效电池，功率可突破610W。隆基股份从传统单晶、PERC单晶、P型双面技术……到如今在行业树立的M6、M10硅片新标准，隆基每一次创新都从产业价值最大化出发，加速推动光伏行业的度电成本优化。

**银浆：**我国光伏银浆起步较晚，近年来，以晶莹新材、帝科股份、匡宇科技、聚合股份为代表的国内浆料企业通过持续研发，实现了国产浆料质量和性能的快速提升，目前，光伏浆料正面银浆国产化水平已突破50%。其中帝科股份主要产品是晶硅太阳能电池正面银浆，同时积极研发和推广太阳能叠瓦组件导电胶、半导体及显示照明领域的封装和装联材料等多类别产品，主要是LED用固晶导电胶和半导体芯片粘接导电胶，经过多年积累，公司产品性能好，稳定性优，已达到世界领先水平，成为正面银浆市场主要供应企业之一。

**氟膜：**中国的氟树脂工业起步于20世纪60年代初期，由于多种因素制约，生产规模和工艺技术整体水平较低，目前的状况是，生产能力较小、品种牌号不多、高端品种仍要依赖进口。随着中国光伏产业的发展，国内生产氟膜的主要公司有福膜新材料、中天科技、回天新材料、紫微新材料。其中杭州福膜新材料国内是量产光伏背板用PVDF薄膜的行业领导者，打造了纳米加工技术平台和“配、挤、涂、贴”膜加工平台，技术手段领先。回天新材料凭借多年的胶粘剂行业经验，运用多种先进工艺和材料研发出性能优异的国产氟膜，还实现了氟膜全产业链的国产化。

**电池片：**中国电池片产能排名前五的厂商分别为隆基股份、通威股份、爱旭科技、晶澳科技、晶科科技，与硅片制造相比，电池片的产能相对分散。其中爱旭科技持续专注在太阳能电池研发、制造领域，为客户提供高转化效率、高可靠性、低使用成本的光伏电池，通过技术创新持续引领太阳能行业的技术变革，目前爱旭科技拥有业内领先的PERC电池制造技术和生产供应能力。与爱旭科技不同，通威股份积极研发异质结电池的大规模量产。

**光伏玻璃：**光伏玻璃作为重资产行业，先入者有优势，目前我国光伏玻璃行

业呈现双寡头格局，信义光能和福莱特在光伏玻璃市场总占比超过 60%，此外中国生产光伏玻璃的主要公司还有彩虹新建材、中建材。信义光能主要产品涵盖光伏玻璃、背板玻璃，从晶硅太阳能到薄膜太阳能电池技术，信义光能提供了从太阳能光伏玻璃到薄膜导电玻璃完整的产品解决方案。福莱特是第一家打破国际巨头对光伏玻璃和市场垄断的企业，公司在光伏玻璃的配方、生产工艺和自爆率控制等关键技术方面处于行业领先水平。目前市场上仅福莱特和信义光能拥有生产大尺寸玻璃的能力。

**背板：**光伏背板国产化率超过 90%，中国生产光伏背板的主要企业有赛伍技术、中来股份、明冠新材、乐凯胶片。其中赛伍技术是全球光伏背板标杆性企业，专注于以粘合剂为核心的薄膜高分子材料技术平台，拥有材料及工艺数据库，可迅速开发出不同特性的产品。公司目前已经形成光伏与非光伏两个业务板块，而太阳能背板是公司最主要的产品，也是公司最大的利润来源。在技术分析评价方面，赛伍技术通过多年的高分子材料研究，能够对技术性能、功能、影响等作出快速、准确的分析评价。在技术创新能力方面，赛伍技术创新开发出的 KPF 型背板优化升级了传统技术与材料，满足背板抗紫外线、阻水等高性能要求的同时大幅降低产品价格，成为了全球销量最大的单一背板品种之一。

**电池组件：**目前中国光伏组件产能较大的公司有隆基股份、晶科、晶澳、天合光能。其中隆基组件是光伏组件产能第一，今年又发布了基于 N 型 TOPCon 结构的隆基 HPC 电池技术的 Hi-MON 组件，有望引领行业在组件效率与发电量上的突破。天合光能的至尊系列组件融合了无损切割、高密度封装、MBB 等多项前瞻性技术，在高功率、高效率和高可靠性方面明显领先于同类产品。

**光伏支架：**国内生产光伏支架的企业有：中信博、爱康金属、清源科技。其中中信博是集太阳能光伏支架的研发、制造、销售、技术服务于一体的高新技术企业，是光伏支架系统解决方案提供商，公司主要产品是太阳能光伏支架，分为固定支架和跟踪支架，主要适用于集中式、分布式电站。基于公司在光伏支架系统解决的技术能力，又延伸开发出适用于屋顶电站领域的 BIPV 产品。其中跟踪支架在技术门槛、发电效率上明显高于固定支架，是公司的核心产品，主要分为平单轴跟踪支架、斜单轴跟踪支架等产品。

**逆变器：**我国的逆变器制造龙头企业是阳光电源和华为，市场份额合计超过

50%。阳光电源是全球光伏逆变器出货量最大的公司，2020 年阳光电源推出了新版 SG3125HV 集中式逆变器，可以降低电站 LCOE（Levelized Cost of Energy，平准化度电成本）3%左右，而且更好的支持光储融合和提升电网支持度。

**电站：**目前国内光伏电站运营公司有保利协鑫、正泰电器、爱康科技、特变电工等。其中保利协鑫是全球一流的电站方案解决专家及光伏电站开发运营商，在全球范围拥有多家大型光伏电站，具备丰富的光伏电站开发、建设及运营管理经验。正泰电器是分布式户用光伏龙头，公司的储能 EMS 电能管理系统、居民网荷互动智能断路器等技术处于国内领先地位。

## 1.4 陕西省太阳能光伏产业现状

### 1.4.1 陕西省太阳能光伏产业基础

陕西省位于中国西北部，全省纵跨黄河、长江两大流域，自古以来就是中国重要的对外开放门户，是“一带一路”重要的节点，自然资源丰富，矿产多，储量大。陕西省是科教大省，也是中国重要的国防科技工业基地，科教资源富集，创新综合实力雄厚，陕西高校和科研机构众多，创新人才济济，有一批国家级高新区、开发区、示范区和大学科技园区。陕西省具备发展太阳能光伏产业的优越条件，主要体现在以下几个方面：

(1) 光能资源优势。光伏发电除技术方面要求外，主要取决于太阳的光照时间，总体来看，西部地区海拔高，太阳光照时间长，更适合发展光伏产业。陕西地处西北地区东部，是中国太阳辐射能量比较高的地区之一，晴天多、阴雨天少，光照时间较长、太阳辐射强度较高，年平均日照时数大约为 1270h-2900h，年平均太阳总辐射量是 4410MJ/m<sup>2</sup>-5300MJ/m<sup>2</sup>，高值区主要分布在陕北长城沿线地带及渭北东部地区，发展光伏产业具有比较优势。

(2) 矿产资源优势。陕西省是中国的矿产资源大省，已查明的矿产资源储量达 93 种，约占全国总量的三分之一。陕北蕴藏优质盐、煤、石油、天然气等矿产；关中有煤、钼、金、非金属建材、地热等矿产；陕南有贵金属、有色金属、黑色金属及各类非金属矿产。太阳能光伏产业发展所需的相关金属、化工等原料都能在陕西省找到相应的配给，其中，在硅矿资源方面，陕西省商洛、汉中、安

康的硅矿储量超过 3 亿吨。

(3) 装备制造优势。陕西省是我国装备制造、化工、冶金等领域的重要产业基地，在专用电子设备制造领域具有技术优势。西安理工大学在上个世纪 60 年代就已经制造出我国首台单晶硅拉制炉，而陕西电子信息集团西北机器有限公司作为我国最早的半导体设备专业厂，因其拥有多年微电子工艺设备和半导体材料加工设备的研制经验，近年来也加大了光伏相关设备的开发生产力度。

(4) 人才优势。陕西省历史文化悠久，大学和科研院所众多，拥有西安交通大学、西北工业大学等高等院校，科教文化实力强，其中，西安交通大学、西安电子科技大学、西安理工大学等高校设有光伏产业相关的学科和专业，培养了大量光伏产业应用型专业人才。

(5) 龙头企业优势。陕西隆基绿能科技股份有限公司是全国单晶硅生产龙头企业，主营业务为单晶硅片及光伏组件，经过 20 年的发展，当前已成为全球最大的单晶硅片制造商，单晶组件出货量连续多年位居全球第一，单晶 PERC 电池和组件转换效率连续多次刷新世界记录，为陕西省太阳能光伏产业未来的发展提供了强大动能。

#### 1.4.2 陕西省太阳能光伏产业政策

陕西省对光伏产业发展非常重视。2013 年 4 月，陕西省人民政府办公厅发布了《关于印发省太阳能光伏发电项目建设用地管理办法（试行）的通知》，详细介绍了陕西省对光伏用地执行的政策，更多的是针对大型地面电站。

2013 年 7 月，陕西省发改委发布《关于大力推进太阳能发电产业加快发展的通知》，积极推进光伏发电集中式和分布式并举开发的新格局，重点拓展分布式光伏发电应用，大力推进太阳能发电产业由陕北向关中、陕南地区全面展开，力争到 2015 年总装机容量达到 350 万千瓦。同年 9 月，陕西省发改委又发布了《关于加快推进光伏发电项目建设工作的通知》，进一步简化和规范光伏发电项目管理。

2014 年，陕西省人民政府出台了《关于示范推进分布式光伏发电的实施意见》，其示范目标为“从 2014 年起连续 3 年，按照每年 100 兆瓦左右的规模布局。以创建国家新能源示范城市为契机，建设 6 个分布式光伏发电示范区，50 个光

光伏发电应用示范镇、文化旅游名镇（街区）及示范村。力争探索出适应全省地域特征、资源条件、可复制、能推广的分布式光伏发电新模式。”

在补贴和扶贫方面，2015年陕西省财政厅出台了《省级示范推进分布式光伏发电补助资金管理办法》、《陕西省扶贫办关于开展光伏扶贫工程试点工作的通知》，通过政策扶持，促进了光伏产业快速发展。

2021年1月，《陕西省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》获批，其中提出“大力发展风电和光伏，有序开发建设水电和生物质能，扩大地热能综合利用，提高清洁能源占比，在发展壮大战略性新兴产业部分提出“抓住碳达峰、碳中和等政策机遇，依托省内骨干龙头企业，推动智能光伏产业发展，加强高效单晶棒材、单晶硅片、高效单晶光伏电池与组件产品的研发与生产，引进培育逆变器、光伏玻璃等配套产业，形成以光伏制造业创新中心为核心的产学研协同创新体系。”

2021年9月，根据《国家能源局综合司关于报送整县（市、区）屋顶分布式光伏开发试点方案的通知》有关要求，为加快推进陕西省屋顶分布式光伏发展，结合陕西省实际，陕西省发改委制定了《陕西省整县（市、区）推进屋顶分布式光伏发电试点工作方案》。其中提出“试点期内，屋顶分布式光伏发电装机规模新增400万千瓦左右，全省累计到达500万千瓦以上，形成可复制、可推广的屋顶分布式整县（市、区）推进“陕西模式”。”

### 1.4.3 陕西省太阳能光伏产业规模

“十三五”时期，陕西省在国家政策的支持下光伏产业迅速发展，增长速度超过国家平均水平。2016年全省光伏发电装机容量为334万千瓦，2020年达到1089万千瓦，年均增长55.6%，高于全国12.6个百分点。2016年全省规上工业光伏发电量10.8亿千瓦时，2020年达到67.34亿千瓦时，年均增长30.3%，高于全国8.2个百分点。

从装机容量看，2016年陕西省的装机容量在全国各省位居第11位，占全国装机容量的4.3%。2020年陕西省装机容量在全国排第12位，占全国装机容量的4.7%。四年间比重提升0.4个百分点，但位次下降1位。

从发电量和发电结构看，2016年陕西省规上工业光伏发电量和发电占比在

全国均排第 9 位。经过近几年的发展，陕西省太阳能光伏发电量及发电占比在全国的排名均有所上升。2020 年陕西的规上工业光伏发电量为 67.34 亿千瓦时，位居全国第 8 位；占规上工业总发电量的比重为 2.9%，在全国排第 7 位。随着光伏产业的发展，陕西光伏发电占比已超越煤炭大省内蒙古，同时也拉大了与山西的差距。2016 年陕西落后内蒙古 0.8 个百分点，比山西高 0.3 个百分点；2020 年陕西超越了内蒙古，并高于内蒙古 0.3 个百分点，高于山西 0.6 个百分点<sup>4</sup>。

据国家能源局最新统计，2021 年前三季度，陕西省太阳能光伏发电累计装机达 1183.5 万千瓦，其中集中式光伏发电累计装机 1045 万千瓦，分布式光伏发电累计装机 138.5 万千瓦。

#### 1.4.4 陕西省太阳能光伏产业重点企业

##### (1) 隆基绿能科技股份有限公司

隆基绿能科技股份有限公司集团总部位于陕西西安，多年来，隆基股份以突破性的单晶技术引领光伏行业在产品转型和度电成本优化等领域不断企及新高度，如今，隆基股份每年为全球供应超过 30GW 的高效太阳能硅片和组件产品，约占全球 1/4 的市场需求。隆基股份被业内认可为最有价值的太阳能公司，也是目前全球市值最大的太阳能公司。

2020 年，隆基股份硅片产能达 85GW，组件产能达 50GW，单晶硅片和组件出货量双双位列全球第一，硅片出货量 58.15GW，组件出货量 24.53GW。

隆基股份硅片事业部独具前瞻性视野，致力于向世界提供更可靠、更高效的单晶产品，携手国际数十家著名光伏研究室以及国内多家科研机构和院校，投入大量资金铸造强大的单晶研发平台，汇聚全球 548 名技术研发人才的智慧，制定核心技术专利 568 项，奠定隆基单晶产品在行业的技术领先地位；并率先同其他单晶制造商提出“统一单晶硅片尺寸”的理念，有力推动行业标准化发展，推动单晶硅片“薄片化”发展，推动 N 型高效单晶硅产品的市场份额提升。拥有世界领先的金刚线切割工艺，2015 年在行业内率先实现金刚线切片全产能切换，持之以恒的加强精益化质量管理体系的建立，确保每一片单晶硅片都具备优良的品质标准，满足客户要求。

4.资料来源：加快陕西光伏产业发展的思考

具体业务结构方面，2015 年以前，单晶硅片产品是公司营收的主要来源，占比超过 80%；此后隆基股份逐渐向光伏产业链下游发力，电池组件业务营收开始提升，并在 2016 年正式超过硅片业务，成为了公司又一核心增长点。2020 年，“太阳能组件及电池”与“硅片及硅棒”分别贡献了公司营收的 66.4%和 28.4%。

### （2）西安黄河光伏科技股份有限公司

西安黄河光伏科技股份有限公司成立于 2009 年，注册资金 4.4 亿元，是由陕西电子信息集团有限公司、陕西黄河集团有限公司、西安投资控股有限公司共同出资打造的国有高新技术企业，专业从事太阳能电池、组件及光伏发电系统研发、制造与销售。

公司持续引进世界先进的自动化生产设备，积极整合世界一流的制造工艺和管理体系，成立了由多名行业专家组成的企业管理和技术研发团队，建立了陕西省太阳能光伏工程研究中心等研发平台，所生产的太阳能电池、组件产品先后取得了 TUV、UL、CQC、COC、CEC、JET、PVCYCLE、“领跑者”等多项国际国内权威认证，远销欧洲、亚洲、澳洲、南美洲、非洲众多国家和地区，深受客户欢迎。公司先后在陕北榆林、延安等地开发建设了多个大型地面光伏电站，装机容量总计超过 300MW；进行分布式光伏市场开发，实施了一大批屋顶光伏发电示范项目、光伏扶贫工程和户用光伏发电项目；开发“光伏+建筑”、“光伏+储能”、“光伏+农业”、“光伏+风能”等综合应用市场，成为了我国西部地区卓越的光伏产品制造商和发电系统集成商。

### （3）陕西光伏产业有限公司

陕西光伏产业有限公司是经省国资委批准，由陕西延长石油（集团）有限责任公司和陕西电子信息集团有限公司共同出资组建的高新技术企业。公司位于西安高新技术产业开发区内，主要从事太阳能光伏系统集成、产业链核心产品研发与生产、光伏检测运营服务三大业务。现拥有四家全资子公司（陕西光伏太阳能发电有限公司、陕西定边太阳能发电有限公司、延安新电能源开发有限责任公司、陕西翱腾光伏发电有限公司），两家参股公司（西安烽火光伏科技股份有限公司和陕西长岭光伏电气有限公司）。

“十二五”期间，公司抓住光伏产业快速发展的历史机遇，大力投资布局光伏产业中下游，实现了综合实力的稳步提升。截止“十二五”末，公司已运营光

光伏电站规模达到 100MW，年发电量 1 亿度，具有 300MW 规模的晶硅切片及逆变器等产品的生产制造能力。先后通过了 ISO9001 质量管理体系认证，获得了“国家高新技术企业”认定，拥有电力行业（新能源发电）乙级工程设计资质和承装（修、试）电力设施许可证，具有太阳能光伏发电设计和施工资质。

陕西光伏产业有限公司成立以来，先后在陕北靖边投资建成了陕西省第一个 20MW 大型光伏并网电站，开发建设了陕西天宏硅材料公司 BIPV 项目、成阳彩虹 BAPV 项目及延长石油南泥湾采油厂太阳能路灯照明系统等项目。

### 1.4.5 陕西省太阳能光伏产业存在的问题

陕西省太阳能光伏产业尽管具有区位、产业、人才优势，但仍然存在可利用地域空间不足、产业链不完备、光伏发电占比仍然不高等问题。

#### （1）可利用地域空间有所限制

光伏电站需要布局在光照时间长、土地面积广阔的地区。陕西土地总面积为 20.56 万平方公里，与西部地区的甘肃、青海、内蒙古、新疆等地具有较大差距。除此之外，陕西版图特点是东西短、南北长，光伏电站最佳布置区域位于陕北。因此，受可布局的光伏发电区域限制，陕西光伏发电装机规模发展会在一定程度受到制约。

#### （2）产业链仍需完善

尽管陕西有隆基股份等单晶硅龙头企业，但与之配套的相关企业较少，或者配套企业规模较小。从配套产业来看，陕西太阳能光伏产业链相对较长，许多细分产业都有涉及，但从配套规模来看，尽管光伏玻璃、焊带、逆变器等细分产业都有相关企业涉足，但企业规模尚小，无法满足需求，一些附件产品均从省外采购，陕西相关光伏企业未形成市场竞争力。

#### （3）光伏发电占比仍有上升空间

陕西发电结构一直以火电为主，其他能源发电量占比较低，实现碳达峰碳中和任务较重。2020 年陕西火力发电量占比为 88.2%，水力发电量占比为 5.3%，风力发电量占比为 3.6%，光伏发电量占比仅为 3%。光伏发电量占比在各发电品种中最低，同时比青海的 14% 低 11 个百分点。陕西发电结构需进一步优化，为碳达峰碳中和打好基础。

### 1.4.6 陕西省太阳能光伏产业发展需求

专利导航是产业决策的新方法，是运用专利制度的信息功能和专利分析技术系统导引产业发展的有效工具。开展专利导航可以发挥专利信息分析对产业运行决策的引导作用，发挥专利制度对产业创新资源的配置作用，提高产业创新效率和水平，防范和规避产业知识产权风险，强化产业竞争力的专利支撑，提升产业创新驱动发展能力。可以通过专利导航来分析摸清陕西省太阳能光伏产业技术创新优劣势，面临的专利风险，了解国内外技术发展趋势，借助分析结果促进陕西省太阳能光伏产业的跨越式发展。

光伏产业是基于半导体技术和新能源需求而兴起的朝阳产业，是未来全球先进产业竞争的制高点。通过对全球及中国太阳能光伏领域的专利数据采集与分析，对产业结构、技术研发重点及热点进行产业发展方向导航，对陕西省太阳能光伏产业的创新环境、产业结构、技术创新能力、企业创新实力、创新人才储备、专利运营实力等进行准确定位，为陕西省太阳能光伏产业提出产业布局结构优化、企业整合培育引进、技术创新引进提升、专利协同运用和市场运营等进行发展路径建议。

本项目对于陕西省有关部门而言，了解该技术领域的宏观发展态势，有助于及时调整政策的把控方向，以及未来发展战略的制定。对于企业而言，充分了解该领域内的关键技术以及未来技术的发展方向，有助于及时调整自身的研发及投产方向，同时针对该领域申请人的进一步分析也可以为企业寻求合作伙伴或发现潜在竞争对手等提供参考与建议。

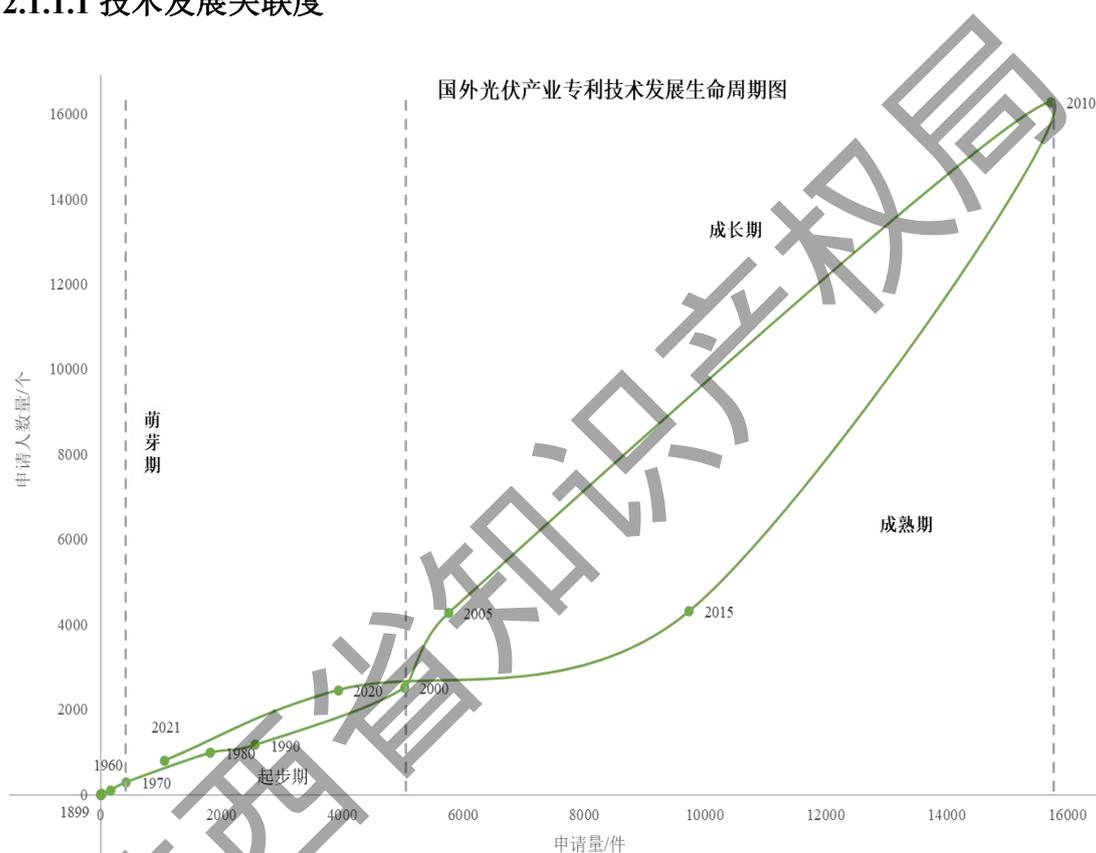
陕西省知识产权局

## 第二章 太阳能光伏产业发展方向导航

### 2.1 太阳能光伏产业创新发展与专利布局关系分析

#### 2.1.1 产业发展与专利布局关联度分析

##### 2.1.1.1 技术发展关联度



图表 21 国外太阳能光伏产业专利技术发展生命周期图

**萌芽期：**从国外太阳能光伏产业的专利技术发展生命周期图来看，在光伏产业领域，最早的专利申请始于1899年，而早在1883年第一块太阳能电池就由Charles Fritts制备成功，专利的布局略滞后于技术。在1960年以前国外的光伏产业尚处于萌芽期，技术研发刚刚起步，专利产出少，在该领域进行研发并进行专利布局的申请人也很少。

1941年Russell Ohl制作了第一块硅太阳能电池，这种电池是自然分凝形成的PN结，效率不到1%。1952年，美国联碳公司开发出将硅烷分解沉积在固定

床上硅颗粒表面的技术，这也是流化床技术最早的雏形。1954年美国贝尔实验室首次制备出效率为6%的单晶硅太阳能电池。1955年，德国西门子开发出以氢气还原高纯度三氯氢硅，在加热到1100℃左右的硅芯（也称“硅棒”）上沉积多晶硅的生产工艺。1957年，这种多晶硅生产工艺开始应用于工业化生产，被外界称为“西门子法”。同样的，西部电工(WesternElectric)也在1955年开始出售硅光伏技术商业专利。1957年霍夫曼电子的单晶硅电池效率达到8%，1959年霍夫曼电子实现可商业化单晶硅电池效率达到10%。

对比硅系材料和硅基太阳能电池在这一阶段的申请趋势来看，这一阶段的专利产出很少，虽然自1950年之后专利申请进入常态化，年年都有专利申请，但专利申请量很少，不足20件。

**起步期：1960-2000年期间，光伏产业的发展进入起步期，介入该领域的申请人缓慢增加，专利申请量也出现了增长，但增长幅度较小。这一阶段，太阳能电池的研发与应用多头并进，双面太阳能电池技术发展迅速，非晶硅电池，单晶硅电池、染料敏化纳米晶体太阳能电池的研发多头并进。**

1960年太阳能电池首次实现并网运行，针对太阳能电池的研发产出开始增加。1961年，杜邦公司申请了使用三氯氢硅为原料在流化床内生产颗粒硅的专利，流化床法正式面世。1973年美国特拉华大学建成世界第一个光伏住宅。1976年，RCA(美国无线电公司)实验室创建首个非晶硅光伏电池，该电池具有1.1%的光电转换效率。1984年面积为929cm<sup>2</sup>的商品化非晶硅太阳能电池组件问世，同年，Georgetown University(乔治敦大学)跨文化中心建成3万平方英尺的光伏建筑一体化[BIPV]屋顶。1985年澳大利亚新南威尔士大学 MartinGreen 研制单晶硅的太阳能电池效率达到20%。

1961年双面太阳能电池技术首先由Mori提出，并申请了专利，为了实现背面发电，Mori在电池背面、正面均设置了发射极层，实际相当于发射极环绕技术(EWT)。1974年WalterFuhs提出非晶硅与晶硅结合的HJT结构，并于1983年研制出HJT电池，但转换效率仅12.3%。1990年日本三洋公司成功研发异质结电池并注册HIT商标。1991年日本三洋首次在硅异质结结构的太阳能电池中应用本征非晶硅薄膜，实现了异质结界面钝化作用，其转换效率高达18.1%，同年，日本三洋公司首次在美国专利US5213628A中提出将晶体硅/薄膜硅堆叠形

成异质结电池。1998年，日本三洋公司将异质结太阳能电池用作双面太阳能电池并申请了专利（JPH11307795A），异质结双面电池自此开始崭露头角。1996年，ORTABASI公司提出将电池背侧电极设置为栅线结构，替代传统的背侧整面电极，因此太阳光可从背侧栅线的缝隙进入，从而实现双面电池（US5990413A）。1999年，UNISEARCH LTD提出了一种双面电池结构（WO0001019A），背侧具有局域接触的重掺杂区，可以认为是一种萌芽形态的钝化发射极背侧局域接触（PERC）双面太阳能电池。该电池结构已经非常接近现在的PERC双面电池，其背侧局域接触是通过激光烧结形成的，和现在的PERC双面电池制造技术完全相同。2000年日本日立公司提出将背接触电池（IBC）用作双面太阳能电池（JP2002026345A）。

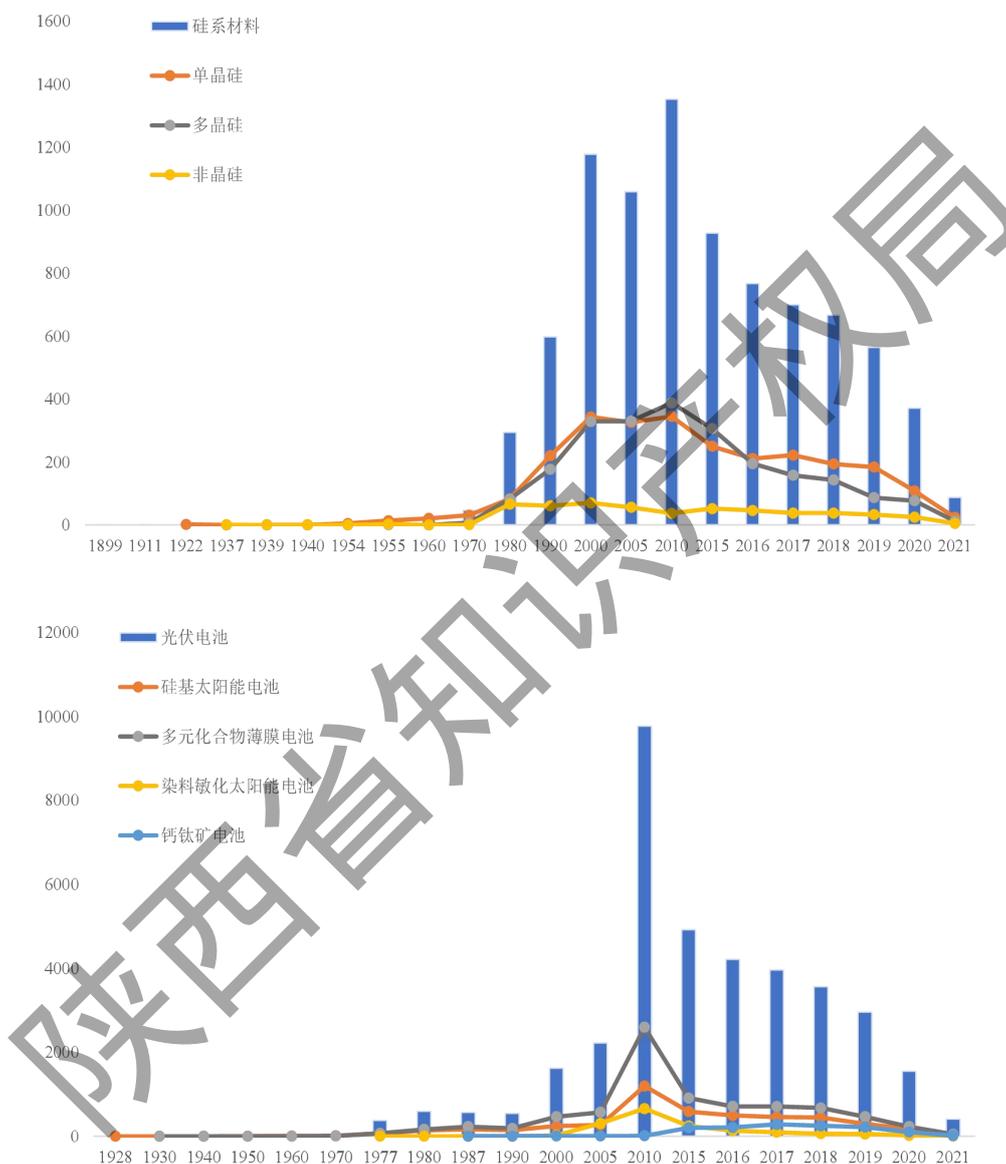
1991年瑞士Gratzel教授于《Nature》上发表了关于染料敏化纳米晶体太阳能电池（DSSC）的光电转化率 $>7\%$ ，开辟了太阳能电池发展史上一个崭新的时代，至1997年，该电池的光电转换效率达到了 $10\%-11\%$ 。

对比单晶硅、多晶硅和非晶硅材料分支的专利申请趋势来看，这一阶段三个技术分支的专利申请上升趋势明显，硅基电池和染料敏化电池的专利申请也呈现缓慢增长趋势，与技术发展的趋势相一致。

**成长期：2001-2010年这10年，国外的光伏产业进入成长期，不管是介入的申请人还是专利申请的数量都急剧上升。这一阶段双面太阳能电池的发展进入了新阶段，染料敏化纳米晶太阳能电池以及钙钛矿电池技术成果丰富。**

2003年MIDWEST RES INST提出一种双面太阳能电池（WO2004084282A1），分别在一块衬底的正反两面各做一个独立的电池结构。2005年Chris M提出一种巧妙的圆柱状双面电池结构（US2006283498A），发射极呈环形包裹基极，可以在任意方向上接收太阳光，其工作原理类似于发射极环绕电池（EWT）。2004年，染料敏化纳米晶太阳能电池开发商Peccell公司宣布其已开发出电压高达4V(与锂离子电池电压相当)的染料敏化纳米晶太阳能电池。2009年宫坂力研发团队首次将钙钛矿材料应用于染料敏化太阳能电池，取得了 $3.8\%$ 的光电转化效率，有效面积仅为 $0.24\text{cm}^2$ 。这是钙钛矿材料在光伏领域应用的雏形。

从重点技术分支的申请趋势来看，这一阶段单晶硅材料、多晶硅材料等硅系材料，硅基太阳能电池、薄膜电池以及染料敏化电池的专利产出增长明显，尤其是近 5 年，增长幅度明显，甚至在 2010 年，单晶硅材料、多晶硅材料等硅系材料，硅基太阳能电池、薄膜电池以及染料敏化电池都达到了专利申请高峰。



图表 22 国外光伏产业重点技术分支专利申请趋势图

**成熟期：**2011 年之后，国外的光伏产业进入一个成熟期，双面太阳能电池领域的技术日渐成熟，但是钙钛矿电池技术开始发力，专利产出增加，就光伏产业整体而言，介入的申请人数量和专利申请数都开始下滑。

2012年，韩国（Nam-Gyu Park 团队）、瑞士（Michael Grätzel 团队）、英国（Henry Snaith 团队）的研发团队在短短一年内将钙钛矿电池的光电转化效率由3.8%提高到10%以上。2014年，Michael Grätzel 课题组再次刷新染料敏化太阳能电池效率，最终达到13%。2017年，韩国现代重工绿色能源公司提出一种金属环绕型（MWT）的钝化发射极背侧局域接触（PERC）双面电池（KR20190056550A），将金属环绕技术和背侧局域接触技术融合在一起。

从重点分支的专利申请趋势来看，在2010年之后，国外在硅系材料以及光伏电池两大分支的专利申请都呈现逐年下滑趋势，但是相比之下，钙钛矿电池的专利产出开始缓慢增长，且现阶段钙钛矿电池还保持着较高的申请量。与钙钛矿电池的技术发展趋势相一致。

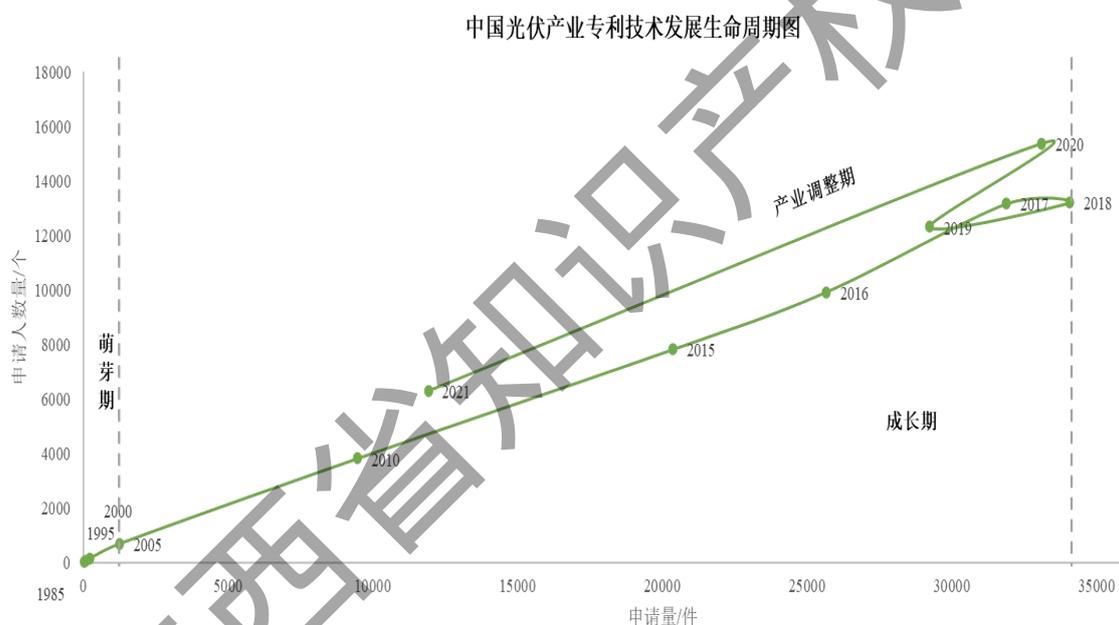
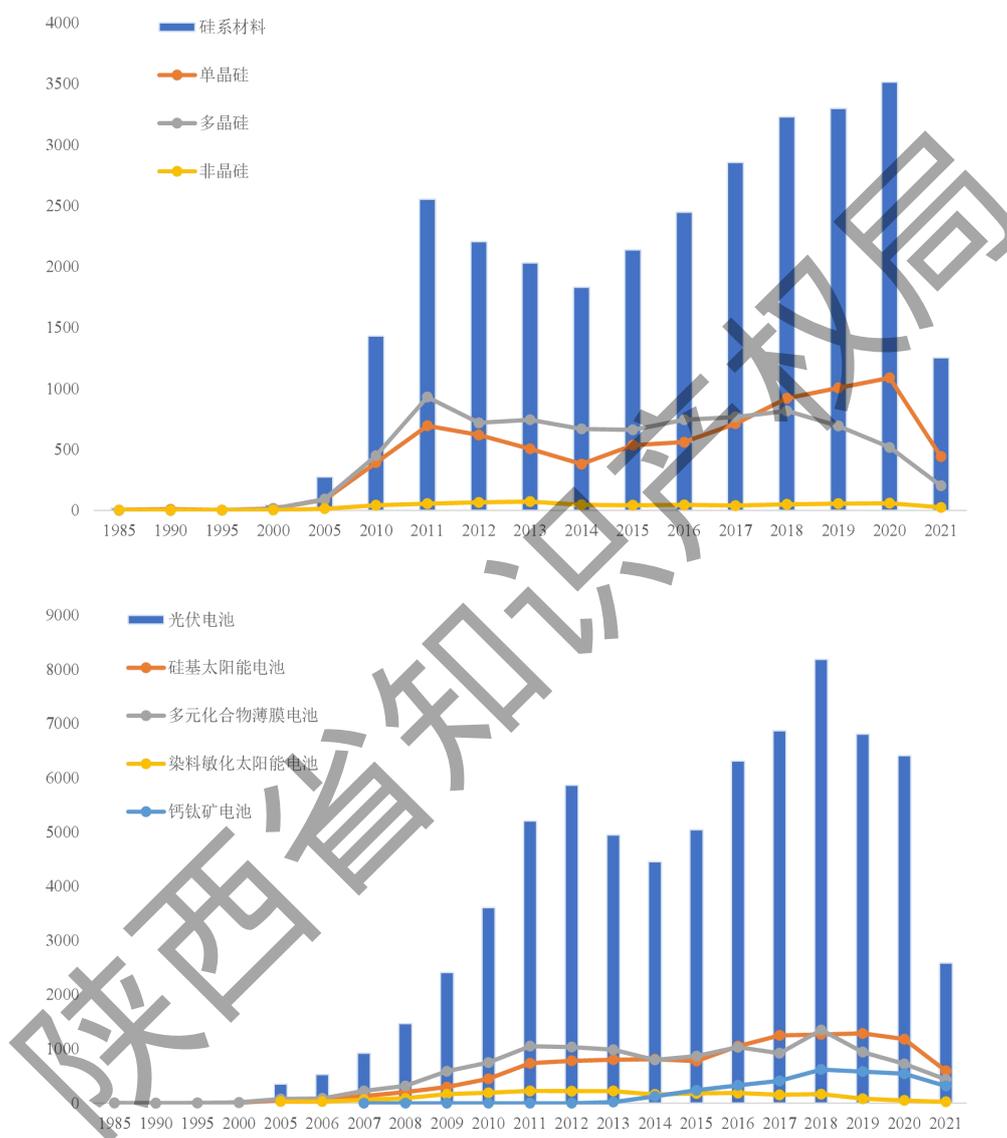


图23 中国太阳能光伏产业专利技术发展生命周期图

从国内光伏产业的技术发展生命周期图来看，国内在光伏领域的专利申请始于1985年，在2005年之前处于萌芽期，专利产出较少；2005-2018年进入成长期，申请人和专利申请量的增幅明显；在2018年之后则进入一个产业调整期。

结合技术的发展现状来看，在成长期国内在双面太阳能电池和钙钛矿电池方面都实现了技术的奋起直追。2010年，中科院微电子所提出将金属环绕型(MWT)背接触电池用作双面太阳能电池（CN102244136A）。2017年2月，杭州纤纳光电又以15.2%的转换效率，首次打破此前长期由日本保持的钙钛矿小组件的世界效率纪录，此后，又以16%和17.4%的转换效率实现了一年三破世界纪录的佳绩。

2018年江苏日托光伏公司提出一种金属环绕型（MWT）的异质结（HIT）双面电池（CN209199951U），将金属环绕技术和异质结技术融合。2021年4月2日，无锡极电光能科技有限公司对外宣布在大面积钙钛矿组件效率上取得了突破性进展，在63.98cm<sup>2</sup>的钙钛矿光伏组件上实现20.5%的光电转换效率。



图表 24 中国光伏产业重点技术分支专利申请趋势图

对比国内各重点分支的专利申请趋势来看，2005年之后，不管是硅系材料还是光伏电池，这两个分支下的各重点技术的专利申请都呈现出逐年增长的态势，在2011年达到一个专利申请的小高峰，之后专利技术布局有所调整，专利申请出现下滑。但是在2015年之后，钙钛矿电池、硅基电池和多元化合物薄膜电池的专利产出又再次进入了增长期，尤其是钙钛矿电池领域，专利产出明显，带动

了整个光伏电池领域的专利技术发展。这也与国内光伏电池的技术发展趋势相一致。

综合来看，整个光伏产业国内外的技术发展现状与其在国内外的专利布局的动态变化大致是一致的。

### 2.1.1.2 产品供需关联度



图表 25 太阳能光伏产业市场变化图（2007-2019）<sup>5</sup>

光伏产业发展初期由于技术限制，投入成本高且光电转换效率低，导致度电成本过高，发展受限。近 10 年，随着改良西门子法的不断进步、大尺寸硅片的发展、电池技术的更新以及切割工艺的进步，光伏产品生产成本不断下降、光电转换效率大幅提升，在二者共同作用下度电成本显著下降，光伏正在迈入“平价时代”，光伏产品的需求量也在与日俱增。2007-2019 年期间，全球光伏新增装机容量保持了 13 年的连续正增长，至 2019 年全球的光伏新增装机容量已达到 121GW。

5.数据来源：前瞻产业研究院

图表 26 太阳能光伏产业分支技术全球占比变化（2007-2019）

时间	光伏产业	(上游)光伏材料制备	(中游)光伏电池及组件	(下游)光伏发电系统	光伏应用
		占产业比重	占产业比重	占产业比重	占产业比重
2007	10141	31.4%	48.8%	15.5%	21.3%
2008	13716	26.0%	54.5%	17.7%	21.2%
2009	19458	21.4%	58.9%	19.5%	21.3%
2010	25193	20.6%	59.2%	20.8%	20.7%
2011	30122	21.9%	57.6%	21.4%	20.0%
2012	31219	20.6%	56.0%	22.8%	20.3%
2013	27742	22.4%	50.9%	24.3%	20.5%
2014	26683	21.6%	45.8%	29.1%	20.4%
2015	30114	19.7%	40.7%	33.6%	22.4%
2016	34491	19.1%	38.1%	36.6%	21.9%
2017	40110	17.4%	34.9%	38.8%	24.7%
2018	42084	18.2%	36.9%	38.4%	22.1%
2019	36353	20.6%	35.4%	37.8%	20.2%

从 2007-2019 年全球光伏产业的上游、中游和下游以及应用领域的产业比重来看，上游光伏材料的制备相关的专利占比出现逐年下降的趋势；中游光伏电池及组件产品在 2010 年以前占比保持上升，在 2011-2019 年又呈现下降趋势；下游光伏发电系统以及光伏应用的占比都呈现上升的趋势，光伏应用的占比保持着小范围的波动。综合来看，光伏产业的中下游相关专利占比表现为持续上升，与全球光伏产业的市场需求变动相一致。

进一步分析国内市场情况发现，从国内市场来看，2020 年我国光伏新增装机 48.2GW，连续 8 年位居全球首位；累计装机量达 253GW，连续 6 年位居全球首位；多晶硅产量 39.2 万吨，连续 10 年位居全球首位；光伏组件产量 124.6GW，连续 14 年位居全球首位。

图表 27 中国太阳能光伏产业专利占比变化（2016-2020）

时间	中国光伏产业占全球比重	(上游)光伏材料制备占全球比重	(中游)光伏电池及组件中国占全球比重	(下游)光伏发电系统中国占全球比重	光伏应用中国占全球比重
2016	74.4%	70.4%	62.4%	79.4%	75.7%
2017	79.5%	74.8%	67.1%	84.6%	80.8%
2018	81.0%	77.8%	72.0%	83.8%	82.1%
2019	80.4%	79.3%	71.5%	82.9%	80.2%
2020	89.4%	87.4%	82.6%	92.1%	90.6%

分析近 5 年中国在光伏产业的全球专利占比情况来看，不管是产业总量，还是上、中、下游以及光伏应用分支，中国的专利占比连续五年超过全球的一半，处于首位，与市场情况一致。

### 2.1.1.3 企业地位关联度

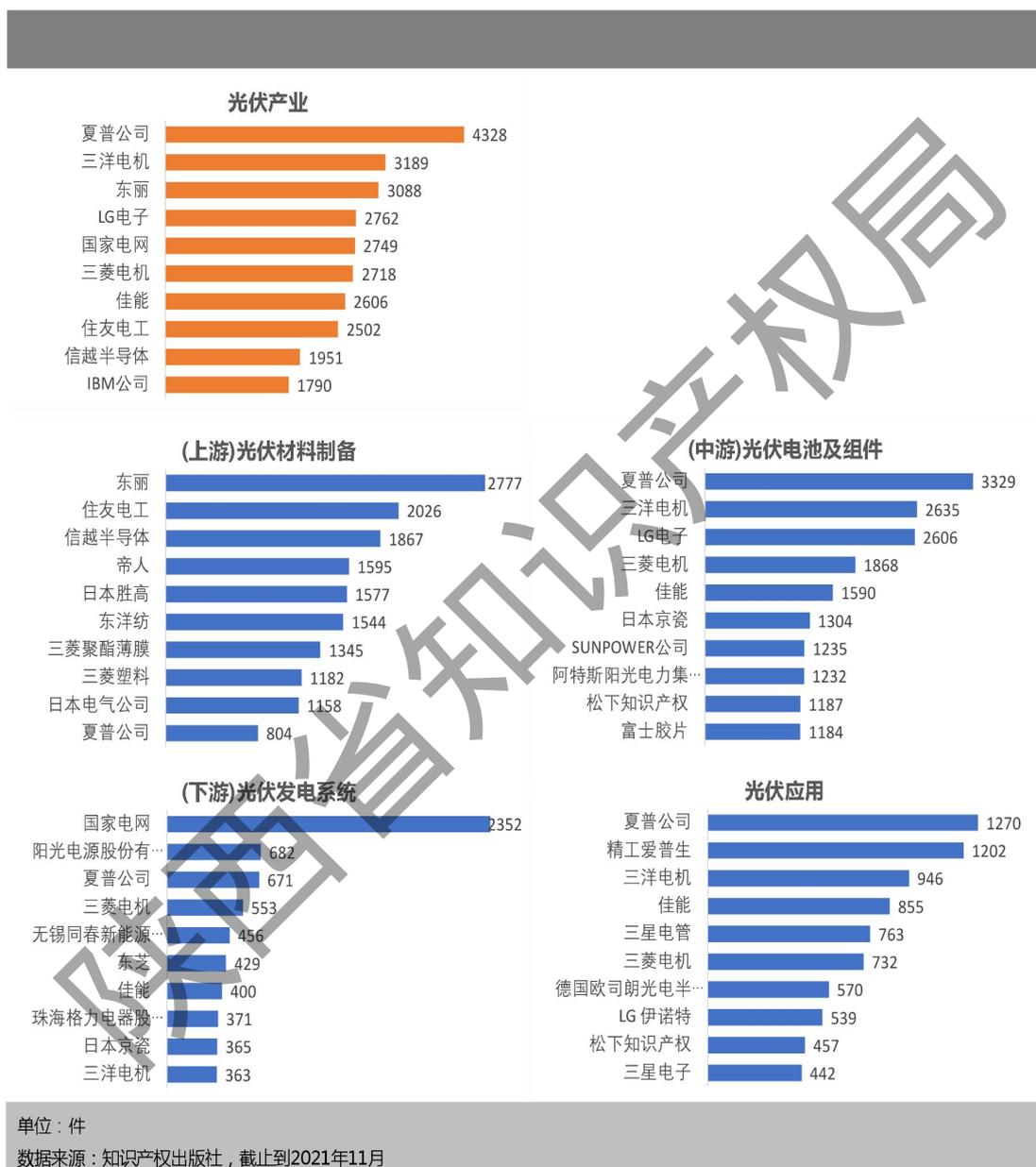


图 28 全球太阳能光伏产业及各领域主要申请人

从整个光伏产业的全球申请人排名情况来看，日本企业占据了优势地位，代表企业包括夏普、三洋电机、东丽、三菱电机、佳能、信越半导体、日本京瓷等。其中，夏普公司在（中游）光伏电池及组件以及光伏应用分支的专利持有量排名

全球第一，优势明显，东丽则在上游的光伏材料制备方面专利储备量靠前，中国的国家电网、阳光电源股份有限公司在（下游）光伏发电系统具有较强的技术竞争力，同时中国企业阿特斯阳光电力集团股份有限公司在（中游）光伏电池及组件领域跻身全球前十。

图表 29 2021 年全球太阳能光伏企业 10 强

2021 全球太阳能光伏企业 10 强		
序号	公司名称	营业收入美元（百万）
1	隆基绿能科技股份有限公司	8365
2	协鑫（集团）控股有限公司	5523
3	晶科能源有限公司	5380
4	天合光能股份有限公司	4455
5	晶澳太阳能科技股份有限公司	3961
6	阿斯特阳光电力科技有限公司	3476
7	通威股份有限公司	3448
8	Hanwha Q CELLS	3218
9	FIRST SOLAR, INC.	2711
10	天津中环半导体股份有限公司	2660
数据来源：360 光伏网		

进一步从全球光伏领域的营收数据来看，2021 年全球营收排名前十的企业中，中国企业有 8 家，且隆基绿能科技和协鑫集团 2021 年在光伏领域的营收位居全球第一、第二位，这和全球的专利布局数据并不相同，推测原因，一方面是因为新冠疫情对全球的经济影响，中国因为率先控制疫情，经济环境恢复良好，所以在 2021 年的营收上较其他企业占据优势。

为进一步了解专利布局情况和企业营收数据发生误差的原因，进一步对近 10 年光伏领域的全球申请人进行了排名。从专利数据来看，近 10 年在光伏领域的申请量排名前十的企业中，中国企业有 5 家，占比达到一半，其中国家电网的专利申请量全球第一。另外 5 家中国企业中，苏州阿斯特阳光电力科技有限公司是阿斯特阳光电力集团的独资子公司，浙江晶科能源有限公司是晶科能源的独资子公司。由此可见，近 10 年国内的企业在光伏领域的专利储备量增长明显，在全球的专利布局实力也增长明显。

图表 30 2011-2021 全球光伏产业专利拥有量 TOP10

2011-2021 全球光伏产业专利拥有量 TOP10		
序号	公司名称	专利申请量 (件)
1	国家电网	2749
2	LG 电子	2140
3	松下知识产权	1410
4	阿斯特阳光电力集团股份有限公司	1392
5	夏普公司	1368
6	苏州阿斯特阳光电力科技有限公司	1298
7	SAMSUNG SDI	1151
8	浙江晶科能源有限公司	1146
9	晶科能源有限公司	1103
10	SUNPOWER 公司	1083

另一方面，虽然隆基股份和协鑫控股在 2021 年的营收分别居榜单第一位和第二位，但是隆基股份的专利保护缺乏系统的规划布局，专利申请较零散，且大多数都是有关机械设备改进的实用新型专利，涉及核心技术和产品的发明专利很少，隆基股份主要是利用成本优势和规模优势，业务量大幅领先于同行；协鑫集团拥有强大的产业和资源整合能力，通过并购重组和不断地资本运作，疯狂抢占市场份额，使其营业收入仅低于隆基股份。相比之下，晶科能源走的是技术沉淀路线，晶科能源凭借着领先的产业链布局、不断迭代的技术突破及优质的品牌效应，晶科能源夯实了行业竞争内龙头地位，不仅在 2021 年的营收情况位列前茅，近 10 年的专利布局也全球领先，整体综合实力较强。

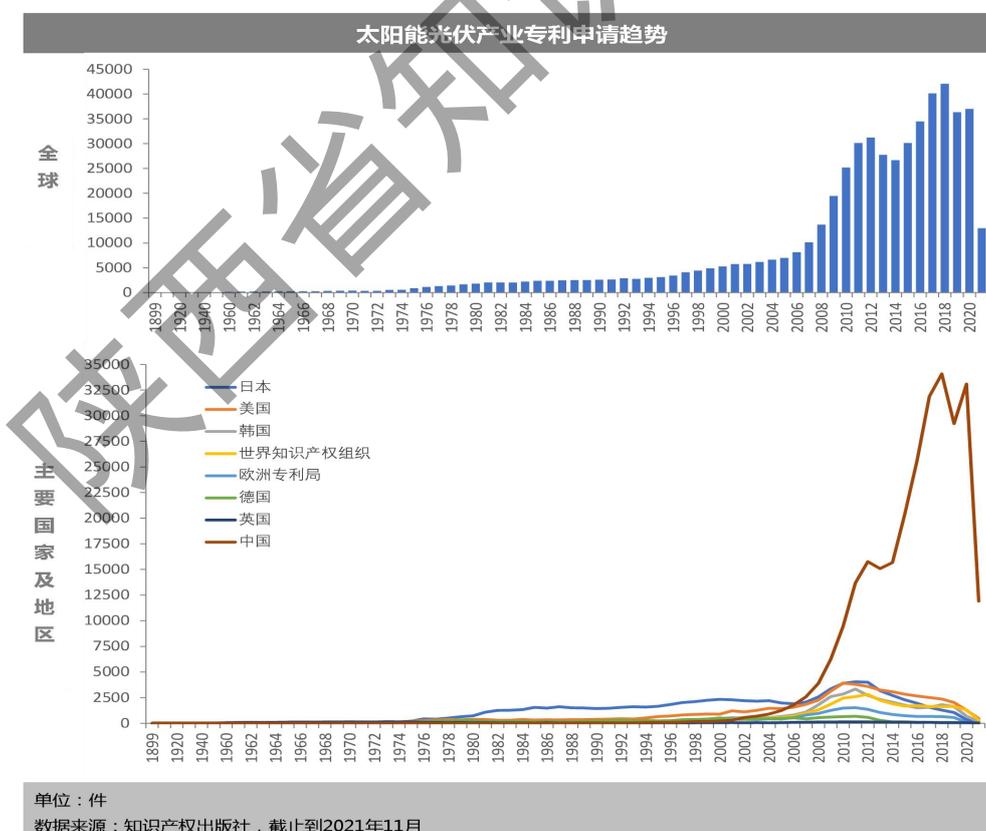
天合光能拥有近千项光伏专利，凭借“210 大尺寸电池”组件技术和产品优势，使得公司光伏产品取得较高的市场占有率。与天合光能经营模式相似的晶澳科技也具有完整的技术研发体系，在硅片、电池及组件三个技术层次上持续开展光伏技术创新和新产品开发及现有产品工艺改进，也拥有近千项光伏专利。从营收数据来看，天合光能和晶澳科技的实力可谓是旗鼓相当。阿特斯阳光电力对知识产权的尊重和对技术创新的坚持，是阿特斯能够在激烈的国际竞争中位居全球光伏行业企业前列的“法宝”之一。但是相比较夏普、三洋电机等国际大牌企业而言，国内的光伏相关的企业因为成立时间较晚，在专利的积累方面，还存在较大差距。

通威股份以硅料为基础，向电池片、组件和光伏发电业务一体化延伸，虽然专利拥有量不高，但也维持了较强的市场竞争力。尽管中环股份专利拥有量少，但公司半导体光伏 210 产品产能加速提升，利用 210 产品差异化及成本优势，持续巩固了产业竞争力。

Hanwha Q CELLS 是太阳能下游领域的专业生产商，电池及组件的出货量较大，市场占有率较高，这种优势一定程度上弥补了专利布局这块短板。First Solar 公司是世界领先的太阳能光伏模块制造商之一，虽然专利量不高，但拥有这全球最先进的薄膜太阳能光伏技术，公司的产品销售对象主要针对推广光伏项目或集成光伏系统的公司以及公共机构，营业额较高。

综上所述，2021 年全球营收前十的企业中虽然其专利布局量不是全球前十，有一定差异，但是它们有的近 10 年专利布局实力增长明显，有的拥有光伏产业某个重点技术分支的最新技术，虽然专利总量优势不明显，但是技术创新实力和带来的经济效益良好。

#### 2.1.1.4 产业转移关联度



图表 31 全球及主要国家太阳能光伏产业专利申请趋势

全球太阳能光伏产业拥有近 200 年的历史,从 1839 年发现光伏现象,到 1954 年贝尔实验室研发出第一个现代太阳能硅电池,到 1970s 石油危机爆发,美国、日本等率先提出阳光法案,光伏产业至此迎来第一个黄金时代。

在太阳能光伏电池发展史中,共经历了三次产业转移:**第一次转移:**80 年代初美国光伏市场占全球市场百分之 85%以上,但之后里根上台,大部分光伏政策被废止,导致光伏产业链向政府补贴更慷慨的德国、日本、西班牙转移。**第二次转移:**2009 年,金融危机解除后,光伏行业恢复,由于中国光伏企业的崛起,光伏产能逐渐向中国转移。**第三次转移:**2018 年以来,全球光伏需求逐步向印度、拉美等新兴市场转移。

太阳能光伏产业的专利产出量伴随着产业发展机遇及产业转移起起伏伏,从上图全球、主要国家及地区专利申请趋势可以看出,美国专利申请起步最早,1974 年以前,各主要国家光伏产业均处于萌芽阶段,年专利申请量不超过 200 件。1974 年以后,日本专利申请量开始赶超,得益于 70 年代日本新阳光计划,日本光伏产业和企业顺势进入快速发展阶段,成为全球光伏产业主要的技术产出国和市场布局国。2000 年以后,日本专利申请量开始缓慢回落,而美国、韩国、世界知识产权组织、欧洲专利局专利申请量开始提速,直至 2007 年日本申请趋势开始反转上升,而主要国外发达国家和地区也开始大幅提升。

中国专利申请起步较晚,从 2000 年开始缓慢增长,尤其是 2009 年后申请量开始突飞猛进,远超其他国家和地区,成为全球光伏产业主要的技术产出国。2012 年为针对中国光伏产业,美国和欧盟先后实施双反政策,中国专利申请量也因此首次出现下滑。2013 年后为打破欧美双反政策给中国光伏产业带来的困境,我国出台了一系列扶持政策,推动了我国光伏产业的快速发展,专利申请量也再次爆发式增长。随着装机规模的超预期增长,2018 年国家发布“531 新政”,限制光伏规模并降低补贴,光伏发展进入低谷,2019 年中国专利申请量再次出现下滑。

综合来看,光伏产业专利申请趋势和产业转移基本是一致的。

## 2.1.2 专利在太阳能光伏产业竞争中发挥的控制力和影响力

### 2.1.2.1 市场控制

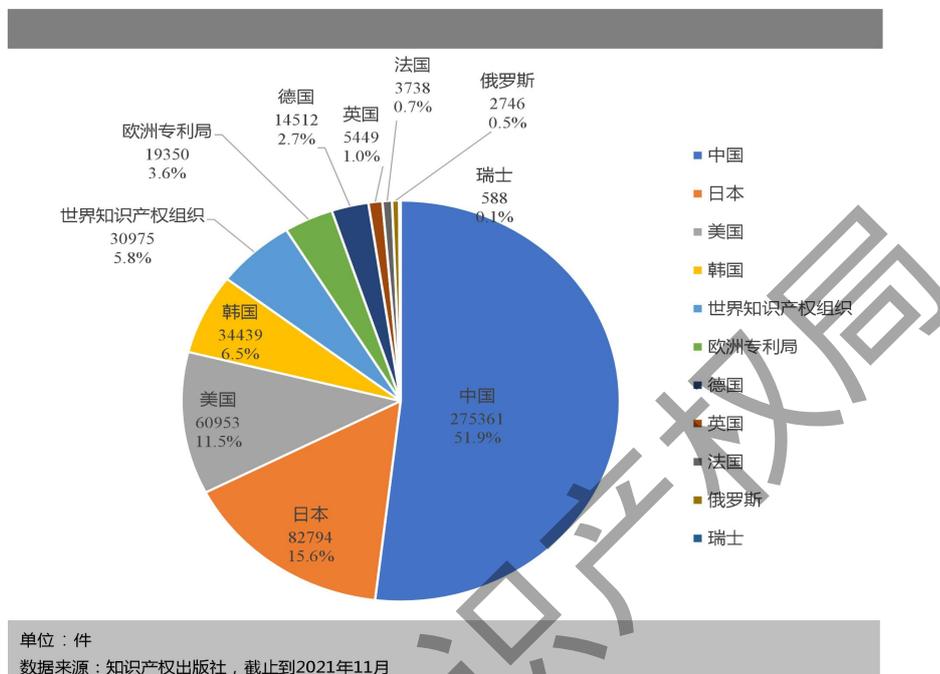


图 32 全球太阳能光伏产业专利区域分布情况分析

从 1.2.2 全球太阳能光伏产业发展趋势调研可知，目前中国、美国、日本等是全球光伏的主要市场，结合全球太阳能光伏产业的专利受理国分布情况来看，中国受理专利 275361 件，占全球申请总量的 51.9%，超过一半，其次是日本，受理专利 82794 件，占比 15.6%，美国排名第三，专利申请 60953 件，占比 11.5%，与全球光伏的市场分布情况相一致。

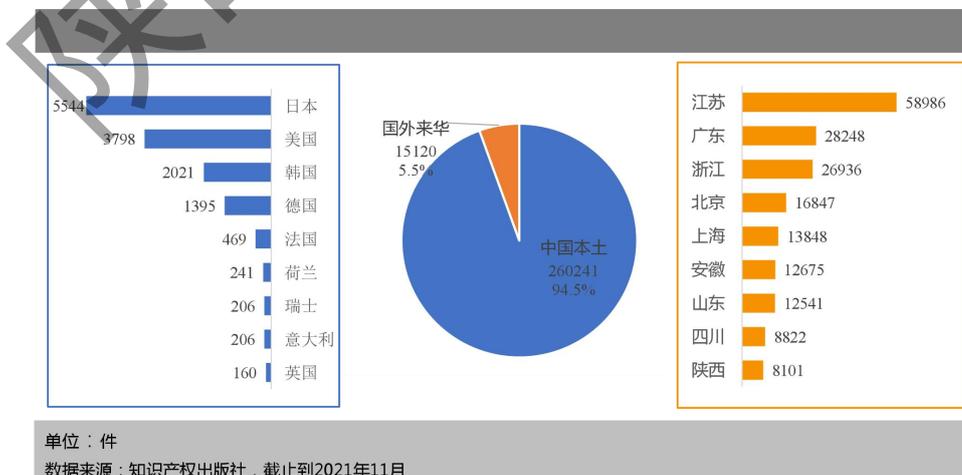


图 33 中国太阳能光伏产业专利申请地域分布情况分析

中国是太阳能光伏产业的重点关注市场，也是专利布局大国。进一步对各主要国家在中国市场的专利布局进行分析，日本和美国排名前二，专利申请量分别为 5544 件、3798 件，日本和美国不仅在全球太阳能光伏市场占据重要地位，且日本和美国也非常注重在中国的专利布局。此外，在中国专利申请量超过 1000 件的国家还有韩国和德国，专利申请量分别为 2021 件、1395 件，排名第三、第四位。

尽管中国市场吸引了众多国家前来专利布局，但中国本土仍然是专利申请的主体，国外来华专利申请占比为 5.5%，而中国本土专利占比 94.5%，中国本土企业对中国的控制力和影响力较强。

### 2.1.2.2 技术控制

从专利技术分布情况来看，中国在上游光伏材料、中游光伏电池及组件、下游光伏发电系统和光伏应用方面的专利布局数量始终居于首位，尤其是在下游的光伏发电系统和光伏应用方面，专利占比超过一半，专利控制力强，其次是日本和美国。

图表 34 主要国家光伏产业专利技术分布

国别	(上游)光伏材料制备	(中游)光伏电池及组件	(下游)光伏发电系统	光伏应用
中国	39.9%	41.9%	70.2%	50.5%
日本	24.8%	16.5%	7.3%	16.5%
美国	13.3%	14.3%	7.2%	11.6%
韩国	6.9%	8.8%	5.3%	6.1%
WIPO	5.2%	8.4%	4.1%	6.1%
EPO	3.7%	5.1%	1.9%	3.4%
德国	3.0%	3.2%	2.1%	2.9%

详细分析各主要国家在太阳能光伏产业链上、中、下游及光伏应用分支下具体技术分支的专利占比数据发现，中国除了在上游材料的聚合物隔膜分支的专利控制力较日本弱以外，在其他光伏分支的专利布局量都处于第一位，专利控制力

较强。

图表 35 主要国家光伏产业细分领域专利技术分布

	(上游)光伏材料制备				(中游)光伏电池及组件			
国别	硅系材料	多元化合物	银浆	聚合物隔膜	光伏玻璃	EVA 胶膜	背板	光伏电池
中国	47.7%	32.3%	46.6%	28.0%	56.3%	43.3%	50.4%	39.2%
日本	20.6%	21.4%	22.2%	39.7%	8.2%	25.9%	12.7%	18.8%
美国	13.9%	18.2%	9.6%	8.2%	10.1%	11.3%	17.7%	14.1%
韩国	6.3%	6.3%	8.6%	8.3%	5.4%	6.6%	5.7%	9.4%
WIPO	4.8%	5.7%	6.7%	4.9%	7.4%	5.1%	8.3%	8.6%
EPO	2.6%	5.0%	3.7%	4.6%	4.3%	3.6%	3.9%	5.0%
德国	2.2%	4.7%	1.5%	3.2%	5.2%	1.5%	0.4%	3.1%
	(下游)光伏发电系统				光伏应用			
国别	逆变器	蓄电池	控制器	支架	光伏建筑一体化	LED 应用		
中国	77.7%	49.0%	69.0%	79.3%	59.7%	47.5%		
日本	5.6%	21.1%	8.1%	3.0%	13.0%	17.7%		
美国	5.7%	12.2%	7.9%	5.7%	7.8%	12.8%		
韩国	4.0%	3.3%	5.8%	5.1%	3.4%	7.0%		
WIPO	3.2%	4.6%	3.6%	2.7%	3.9%	6.8%		
EPO	2.2%	3.0%	1.9%	1.4%	2.5%	3.7%		
德国	0.9%	4.0%	1.7%	1.7%	5.6%	2.0%		

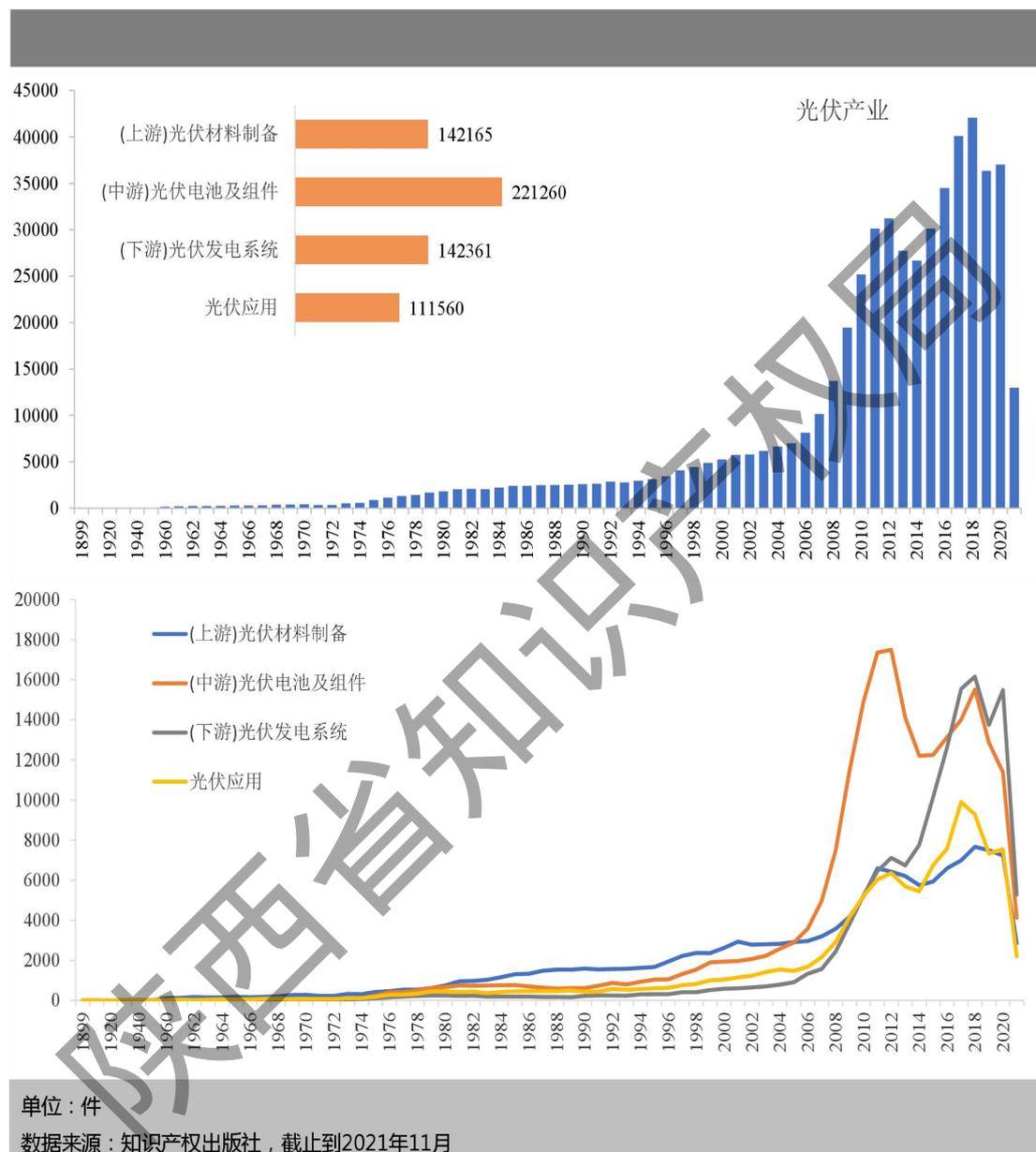
## 2.2 专利布局揭示太阳能光伏产业发展方向

### 2.2.1 太阳能光伏产业专利态势分析

针对全球、中国太阳能光伏产业专利申请态势、主要国家及地区专利申请状况以及各技术领域前十名申请人、中国专利申请量、授权量、有效发明专利数量等展开分析，以了解太阳能光伏产业全球及中国的总体态势。

## 2.2.1.1 全球太阳能光伏产业专利态势

### 2.2.1.1.1 全球专利申请趋势



图表 36 全球太阳能光伏产业专利申请趋势

截止 2021 年 11 月底，全球太阳能光伏产业专利申请总量为 530905 件，其中（上游）光伏材料制备领域专利申请 142165 件，（中游）光伏电池及组件领域专利申请 221260 件，（下游）光伏发电系统领域专利申请 142361 件，光伏应用领域专利申请 111560 件。

从全球太阳能光伏产业专利申请趋势来看，总体处于上升态势。1975 年以前，全球光伏产业处于萌芽阶段，年专利申请量不超过 1000 件；1976 年-1994 年，光伏产业专利申请量缓慢增长，处于发展起步阶段，但年专利申请量仍然较少，不超过 3000 件；1995 年开始，专利申请量稳步上升，直至 2006 年，年专利申请量达 8130 件，该阶段处于发展成长阶段；从 2007 年开始，年专利申请量首次突破一万件，此后保持迅猛增长趋势，是光伏产业高速发展阶段，在此期间，其中 2013 年-2014 年，专利申请量有过短暂回落，但目前仍处于上升趋势。

从各技术领域专利申请趋势来看，在 2005 年以前，（上游）光伏材料制备专利申请量一直处于领先地位。2006 年以后，其他三个领域专利申请量开始迅速攀升，其中，（中游）光伏电池及组件增幅最为明显，2006 年申请量实现反超，但在 2013 年-2014 年，申请量有较大幅度回落；（下游）光伏发电系统专利申请量基本是稳定迅速增长趋势，2018-2019 年，中国限制光伏规模并降低补贴，光伏新增装机出现下滑，由于中国是光伏产业专利申请大国，可以看到（下游）光伏发电系统专利申请量在 2019 年也出现了短暂下滑，2020 年又迅速反转。

### 2.2.1.1.2 主要国家专利申请分布

图表 37 全球主要国家专利申请分布

	光伏产业	光伏产业			光伏应用
		(上游)光伏材料制备	(中游)光伏电池及组件	(下游)光伏发电系统	
中国	275361	56768	92770	99959	56319
日本	82794	35268	36485	10420	18439
美国	60953	18975	31704	10317	12921
韩国	34439	9829	19458	7523	6826
世界知识产权组织	30975	7372	18525	5811	6774
欧洲专利局	19350	5261	11206	2745	3843
德国	14512	4228	7124	3052	3208
英国	5449	1875	1657	874	1598
法国	3738	1057	1472	909	1094
俄罗斯	2746	1257	698	645	405
瑞士	588	275	162	108	133

单位：件  
数据来源：知识产权出版社，截止时间2021年11月

对光伏产业专利申请分布情况进行分析，可以看出，中国、日本、美国、韩国、世界知识产权组织在全球光伏产业及四个技术领域均依次排名前五，其中在光伏产业专利申请量分别为：中国 275361 件、日本 82794 件、美国 60953 件、韩国 34439 件、世界知识产权组织 30975 件。

各国在四个技术领域申请侧重又有所不同，中国申请总量最多，在四个领域专利申请量也遥遥领先，其中，以（中游）光伏电池及组件和（下游）光伏发电系统专利申请为主，申请量分别为中游 92770 件、下游 99959 件；日本则在（上游）光伏材料制备和（中游）光伏电池及组件技术实力较强，申请量分别为上游 35268 件、中游 36485 件，申请数量相当；美国、韩国、世界知识产权组织、欧洲专利局、德国、法国等专利布局主要集中在（中游）光伏电池及组件，申请量远超其他技术分支。

### 2.2.1.1.3 全球主要龙头企业专利申请态势

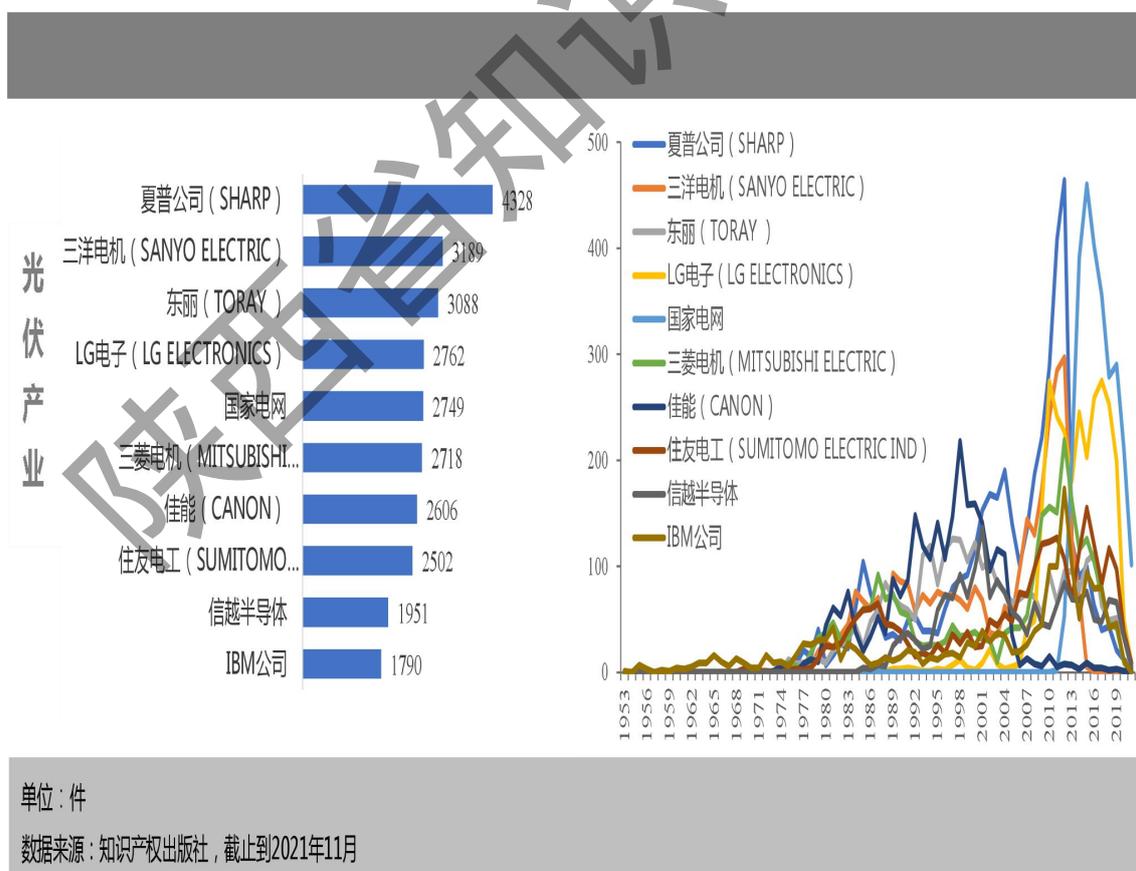


图38 全球光伏产业主要龙头企业专利申请态势

从专利申请人排名来看，全球光伏产业专利申请量 TOP10 企业中，日本企业 7 家，中国、美国、韩国各 1 家，可以看出，日本企业在光伏领域综合实力雄厚。

排名第一的是日本夏普公司，专利申请 4328 件。夏普是日本最早一批参与光伏研发的企业，在单晶硅和非晶硅电池效率方面全球领先。20 世纪 70 年代，借助阳光计划，夏普进入光伏领域，1993 年日本新阳光计划启动，这是 70 年代阳光计划的升级版，使日本光伏产业和企业顺势进入快速发展阶段，夏普公司大胆投资扩产并积极扩张、出击，专利申请量也是位居日本和全球第一，数量遥遥领先。

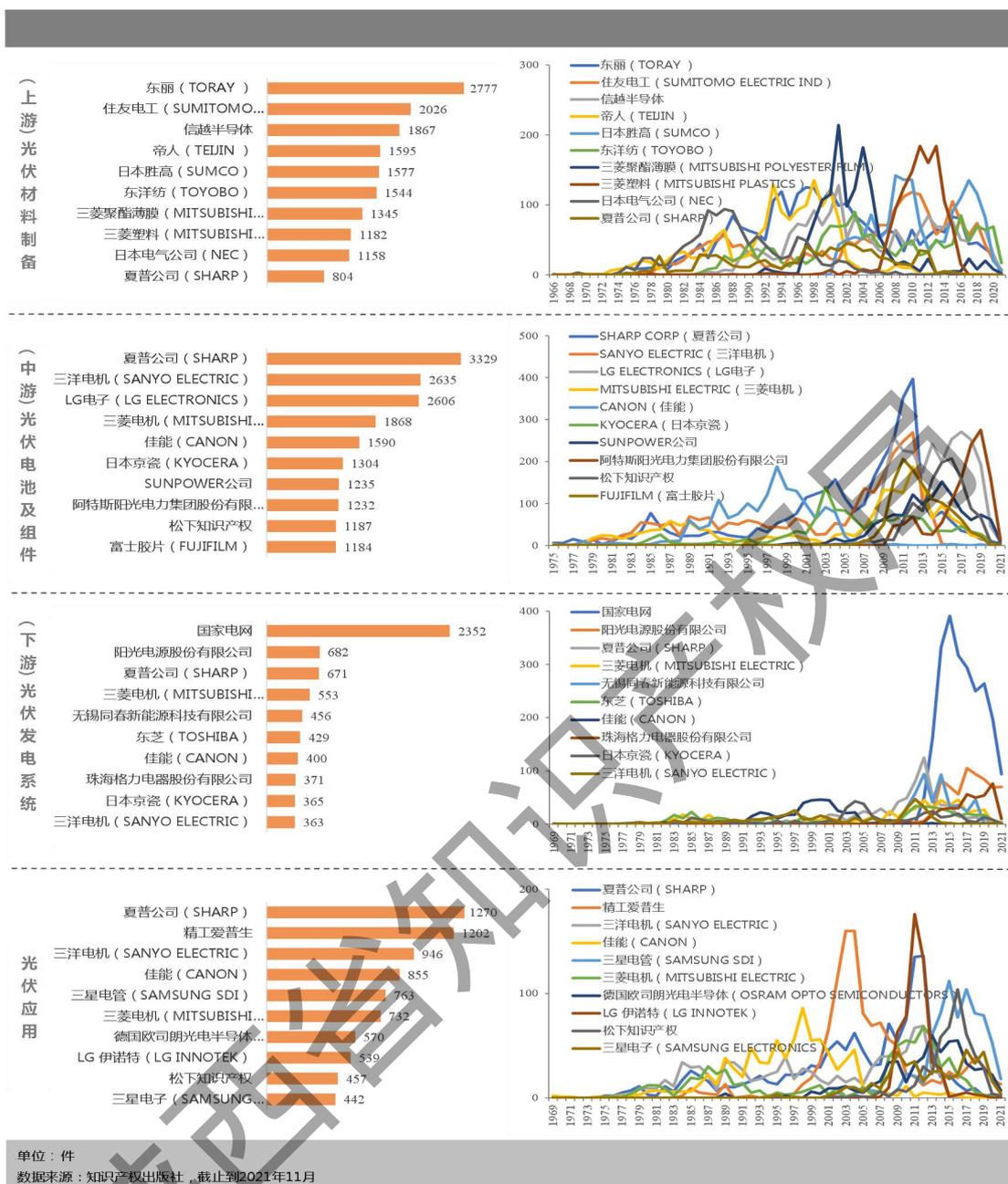
排名第二的是日本三洋电机，专利申请量 3189 件。三洋作为后起之秀，发明的 HIT（晶体硅异质结太阳能电池），以最高效率成为业界技术翘楚。

排名第三的是日本东丽株式会社，专利申请量 3088 件。东丽是光伏产业上游 PET 基膜领域世界龙头企业，PET 基膜的制造属于资金、技术密集型行业，技术壁垒较高，在较长一段时期内 PET 基膜大型生产企业主要集中在美国、日本、韩国等国家，占据了国际市场的大部分份额。

从专利申请趋势来看，日本公司专利申请基本起始于 1970s，其中，夏普、三洋电机、三菱电机在 1993 年以后保持了较为旺盛的研发热情，尤其是 2006 年以后专利申请量保持较高速增长，并在 2012 年达申请高峰，此后专利申请量呈下降趋势，可见，这三家企业技术已趋于成熟并放缓专利申请速度。

韩国 LG 电子排名第四，专利申请量 2762 件，LG 电子专利申请始于 1987 年，但直至 2006 年年专利申请较少，2007 年专利申请量开始突飞猛进，2011 年达申请高峰 241 件，此后波动起伏，但年专利申请量仍然保持在 200 件以上。

中国国家电网专利申请量为 2749 件，排名第五，专利申请起步最晚，2011 年才开始专利布局，但专利申请量几乎呈陡坡上升趋势，在 2016 年达申请量高峰 402 件。



图表 39 全球光伏产业各技术领域主要龙头企业专利申请态势

从各技术领域专利申请人排名来看，日本申请人在全球专利申请 TOP10 榜单中均占据了较为重要的位置，中国企业在下游领域实力比较突出，而韩国企业在光伏应用领域相对实力较强。

在（上游）光伏材料制备领域，全球 TOP10 申请人全部是日本企业；在（中游）光伏电池及组件领域，TOP10 申请人有 7 家日本企业，韩国、中国、美国企业各 1 家；在（下游）光伏发电系统领域，TOP10 申请人有 6 家日本企业，4 家中国企业；在光伏应用领域，TOP10 申请人有 6 家日本企业，韩国企业 3 家，

德国企业 1 家。

具体来看，在上游领域，日本东丽株式会社专利申请量居首，共申请专利 2777 件，其次是日本住友电工（2026 件），排名第三的是日本信越半导体（1867 件），前十申请人还包括帝人、日本胜高、东洋纺等，专利申请量相差不大；

在中游领域，夏普公司以 3329 件申请量居首，三洋电机（2635 件）、LG 电子（2606 件）分别排名第二、第三位，前十申请人还包括日本三菱电机（1868 件）、佳能（1590 件）、京瓷（1304 件），中国阿特斯阳光电力集团股份有限公司专利申请 1232 件，排名第八位；

在下游领域，TOP10 申请人中国企业有 4 家，国家电网（2352 件）排名第一，且数量远超其他企业，阳光电源股份有限公司（682 件）排名第二，无锡同春新能源科技有限公司（456 件）排名第五，以及珠海格力电器股份有限公司（371 件）排名第八。前十申请人还包括日本的夏普公司、三菱电机、东芝、佳能、京瓷和三洋电机，其中夏普和三菱电机排名前五；

在光伏应用领域，排名前五的申请人日本企业有 4 家，分别为夏普公司（1270 件）、精工爱普生（1202 件）、三洋电机（946 件）、佳能（855 件），前十申请人中韩国企业有 3 家，但排名比较靠后，分别为三星电管（763 件）排名第五、LG INNOTEK（539 件）排名第八、三星电子（442 件）排名第十。

需要关注的是，日本夏普在四个领域均排名前十，在中游和光伏应用领域排名第一，在下游领域排名第三，另外，日本的三洋电机、三菱电机、佳能均在三个领域排名前十。可以看出，日本企业在太阳能光伏产业总体实力雄厚，且企业发展较为全面，是我国企业需要重点关注的竞争对手。

对各领域 TOP10 申请人专利申请趋势进行进一步分析，其中，在上游领域，2010 年后专利申请量仍呈上升趋势的包括东洋纺、日本胜高、东丽等；在中游领域，2010 年后专利申请量仍快速攀升的包括 LG 电子、SUNPOWER 公司、松下知识产权、中国阿特斯阳光电力集团股份有限公司等；在下游领域，2010 年后表现最为突出的是国家电网，中国 4 家企业专利申请基本集中在近十年；在光伏应用领域，2010 年后专利申请量仍呈上升趋势的包括松下知识产权、精工爱普生、三星电子、三星电管等。

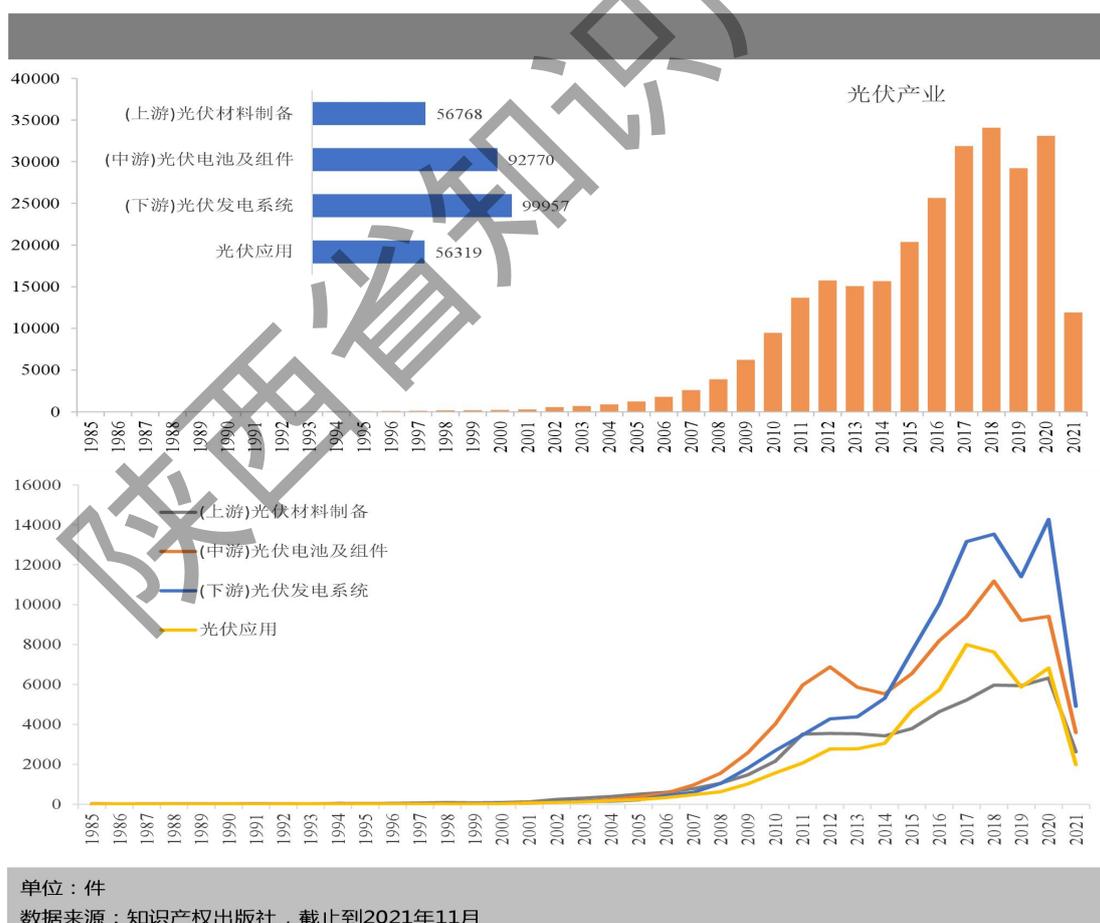
总体来说，日本企业在 1993 年以后开始发力，保持了较为旺盛的技术研发

热情，在 2012 年以后放缓了专利申请速度，其中，夏普、三菱电机、三洋电机、三菱塑料等下降趋势明显；信越半导体、住友电工、日本京瓷等下降缓慢；东洋纺、日本胜高、东丽、精工爱普生等仍然保持上升趋势。

综上所述，从各技术领域 TOP10 申请人专利申请态势来看，日本申请人占据了较为重要的位置，企业实力雄厚，其中，夏普、三洋电机、三菱电机、佳能等企业发展较为全面，在三个以上领域榜上有名。日本企业 1993 年以后开始发力，保持了较为旺盛的技术研发热情，在 2012 年以后放缓了专利申请速度。中国和韩国企业起步相对较晚，专利申请主要集中在近二十年，中国企业在下游领域实力比较突出，而韩国企业在光伏应用领域相对实力较强。

## 2.2.1.2 中国太阳能光伏产业专利态势

### 2.2.1.2.1 中国专利申请趋势



图表 40 中国太阳能光伏产业专利申请趋势

从 1958 年我国研制出首块硅单晶算起，我国在光伏领域已经走过了 60 多年的风雨，历经曲折。截止 2021 年 11 月底，中国太阳能光伏产业专利申请总量为 275361 件，其中（下游）光伏发电系统领域专利申请量最多 99957 件，其次是（中游）光伏电池及组件领域，专利申请 92770 件，（上游）光伏材料制备、光伏应用领域专利申请量分别为 56768 件、56319 件。

从专利申请趋势来看，中国太阳能光伏产业专利申请总体呈上升趋势，具体来看，我国光伏产业发展可以分为以下几个阶段：

#### **萌芽期（1958~2000 年）：**

中国光伏产业起步于上世纪 50 年代，上世纪 60 年代实现了产业化，1971 年首次在东方红二号卫星上，应用了太阳能电池，国家在“六五”、“七五”规划中，就开始建立了一些示范性项目，例如在微波中继站、军事化通讯、部分农村用户供电方面，取得了一些探索和成功。在 20 世纪 90 年代，全国各地开始建成一些光伏发电组件建设厂房，但该阶段我国主要是靠引进国外的技术、设备以及生产线，进行太阳能电池、组件的生产，光伏产业没有形成完整的产业链，市场发展缓慢，2000 年以前年专利申请量不超过 200 件。

#### **发展起步阶段（2001-2008 年）：**

2000 年以后，专利申请量开始逐步上升，2002 年国家计划委员会在西部地区启动了农村地区的能源供应计划，光伏产品的应用开始向农村电气化和工业领域发展，光伏产业逐渐发展起来。2004 年，德国对《可再生能源法》进行修订，完善上网电价补贴政策，欧洲国家相继出台政策大力扶持光伏产业发展，刺激了全球光伏市场需求的爆发式增长，在此背景下，中国利用国外的市场、先进技术、设备、资本等迅速形成规模，专利申请量也开始逐步增加。

#### **爆发增长阶段一（2009-2012 年）：**

2009 年，我国出台了应对金融危机的一揽子经济刺激计划，包括“太阳能屋顶计划”和“金太阳工程”在内的扶持计划，对并网发电项目给予补助，加速了国内应用市场的起动的，于此同时，新能源产业被纳入七大战略性新兴产业，提升了投资者对光伏市场的信心，因此爆发了大规模投资热潮，专利申请量在 2009 年以后开始提速，并在 2012 年达第一个专利申请高峰 15757 件。2011 年末以后，欧债危机爆发，德国等欧洲国家光伏补贴力度下降，光伏市场增速放缓，2012

年专利增幅开始下降。

### **爆发增长阶段二（2013-2018年）：**

2012年，由于欧美对我国光伏行业实行“双反”，海外需求大幅下降，我国光伏企业失去了产业链中的成本优势，大量依赖出口的企业停产倒闭，几乎全行业陷入亏损，产业链各环节企业进入了洗牌阶段，2013年我国太阳能光伏产业专利申请量首次出现下滑。为打破欧美双反政策给中国光伏产业带来的困境，2013年下半年来，我国出台了一系列扶持政策，光伏产业逐渐开始回暖，专利申请量也从2014年开始反转，并从2015年后迅速攀升，在2018年达第二个专利申请高峰34070件。上网电价政策的出台进一步创造了稳定的市场环境，引发光伏装机热潮，2013年开始我国新增光伏装机容量稳居全球第一。

### **结构调整期（2019年以后）：**

随着装机规模的超预期增长，2018年国家发布“531新政”，限制光伏规模并降低补贴，严重影响了光伏电站建设，中国光伏产业进入低谷，2019年中国专利申请量再次出现下滑。2020年随着“碳达峰、碳中和”目标的提升，国家对新能源的重视再次上升到一个新的高度，2020年专利申请量再创新高，专利申请33091件。政策洗礼过后，行业泡沫被戳破，大批落后产能被淘汰，光伏装机需求由政策驱动转向市场驱动，发展过热的光伏产业从高速发展转向高质量发展阶段，朝着更加健康稳定的方向前进。

从各技术领域专利申请趋势来看，基本和中国光伏产业整体态势一致，其中，2006年以前，每年专利申请以（上游）光伏材料制备技术领域居多；2006年以后，（中游）光伏电池及组件专利申请量开始大幅攀升，数量远超其他分支；2015年开始，（下游）光伏发电系统专利申请量实现反超，并保持较高增长速度，在2019年有过短暂下滑。

#### **2.2.1.2.2 中国专利申请、授权和有效量分析**

图表 41 中国太阳能光伏产业专利申请法律状态分析

技术分类	申请			授权				有效				
	专利申 请量	发明申 请量	发明申 请占比	专利授 权量	授权专 利占比	发明授 权量	发明授 权占比	专利有 效量	专利存 活率	发明有 效量	发明有 效占比	
光伏产业	275361	132050	48.0%	188156	68.3%	44968	23.9%	113990	60.6%	33650	29.5%	
光伏产业	(上游)光伏材料制备	56768	36824	64.9%	35666	62.8%	15741	44.1%	24146	67.7%	11755	48.7%
	(中游)光伏电池及组件	92770	50823	54.8%	60758	65.5%	18833	31.0%	38163	62.8%	13595	35.6%
	(下游)光伏发电系统	99959	39557	39.6%	70714	70.7%	10367	14.7%	43323	61.3%	8306	19.2%
	光伏应用	56319	17500	31.1%	42363	75.2%	3573	8.4%	21547	50.9%	2681	12.4%

单位：件  
数据来源：知识产权出版社，截止时间为2021年11月

其次是（中游）光伏电池及组件，发明申请占比 54.8%、发明授权占比 31%、有效发明占比 35.6%；

（下游）光伏发电系统和光伏应用领域，专利授权率达 70%以上，高于中上游，但其他指标不及中上游。光伏应用领域申请质量及稳定度最低，其发明申请、发明授权、有效发明占比分别为 31.1%、8.4%、12.4%，专利存活率为 50.9%。

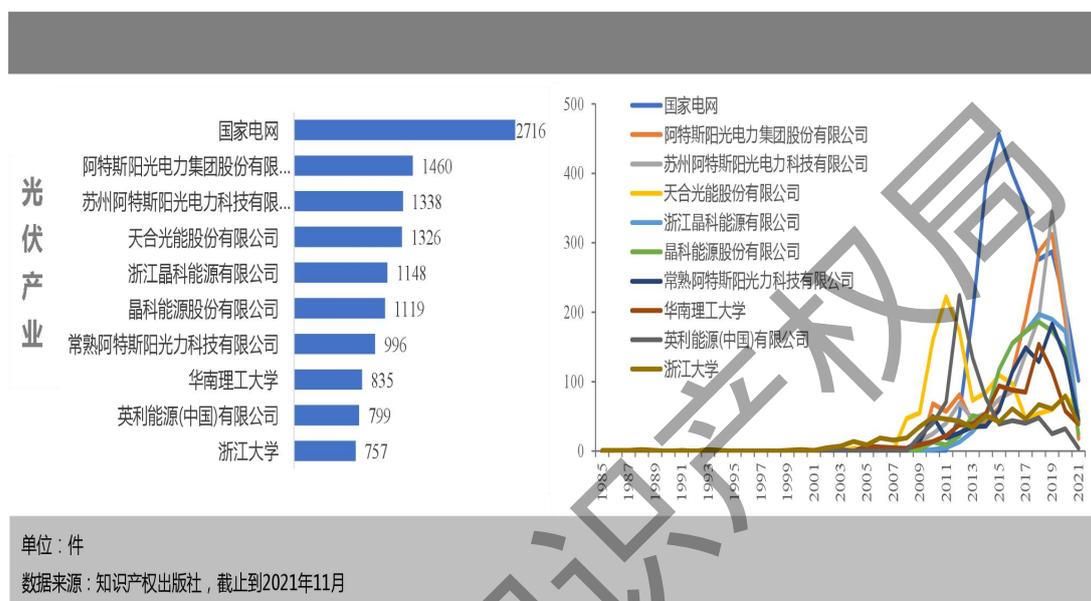
### 2.2.1.2.3 中国主要龙头企业专利申请态势

对中国光伏产业 TOP10 申请人进行分析，前十申请人中企业 8 家，高校 2 家，其中中国本土企业 5 家，中外合资企业 3 家。

排名第一的是国家电网，专利申请 2716 件，数量遥遥领先；其次是阿特斯阳光电力集团股份有限公司（1460 件）、苏州阿特斯阳光电力科技有限公司（1338 件），分别位居第二、第三位，TOP10 申请人中还有常熟阿特斯阳光力科技有限公司（996 件），排名第七位，苏州阿特斯、常熟阿特斯都是阿特斯阳光电力集团股份有限公司的 100%控股子公司，阿特斯是一家加拿大注册的光伏公司，是世界领先的太阳能光伏厂商；天合光能股份有限公司以 1326 件专利排名第四，天合光能创立于 1997 年，是中国最早的光伏系统集成商之一；排名第五的是浙江晶科能源有限公司（1148 件）、排名第六的是晶科能源股份有限公司（1119 件），浙江晶科能源是晶科能源股份有限公司的 100%控股子公司。前十申请人中还有 2 家高校，华南理工大学（835 件）、浙江大学（757 件），分别排名第八、第十

位。

从申请趋势来看，两所高校专利布局较早，企业偏晚，企业专利申请主要集中在近 15 年，其中，天合光能股份有限公司、英利能源(中国)有限公司分别在 2011、2012 年达申请高峰，此后申请量快速回落。其余企业总体呈上升趋势，尤其是国家电网，起步最晚，但一直保持高增长态势。

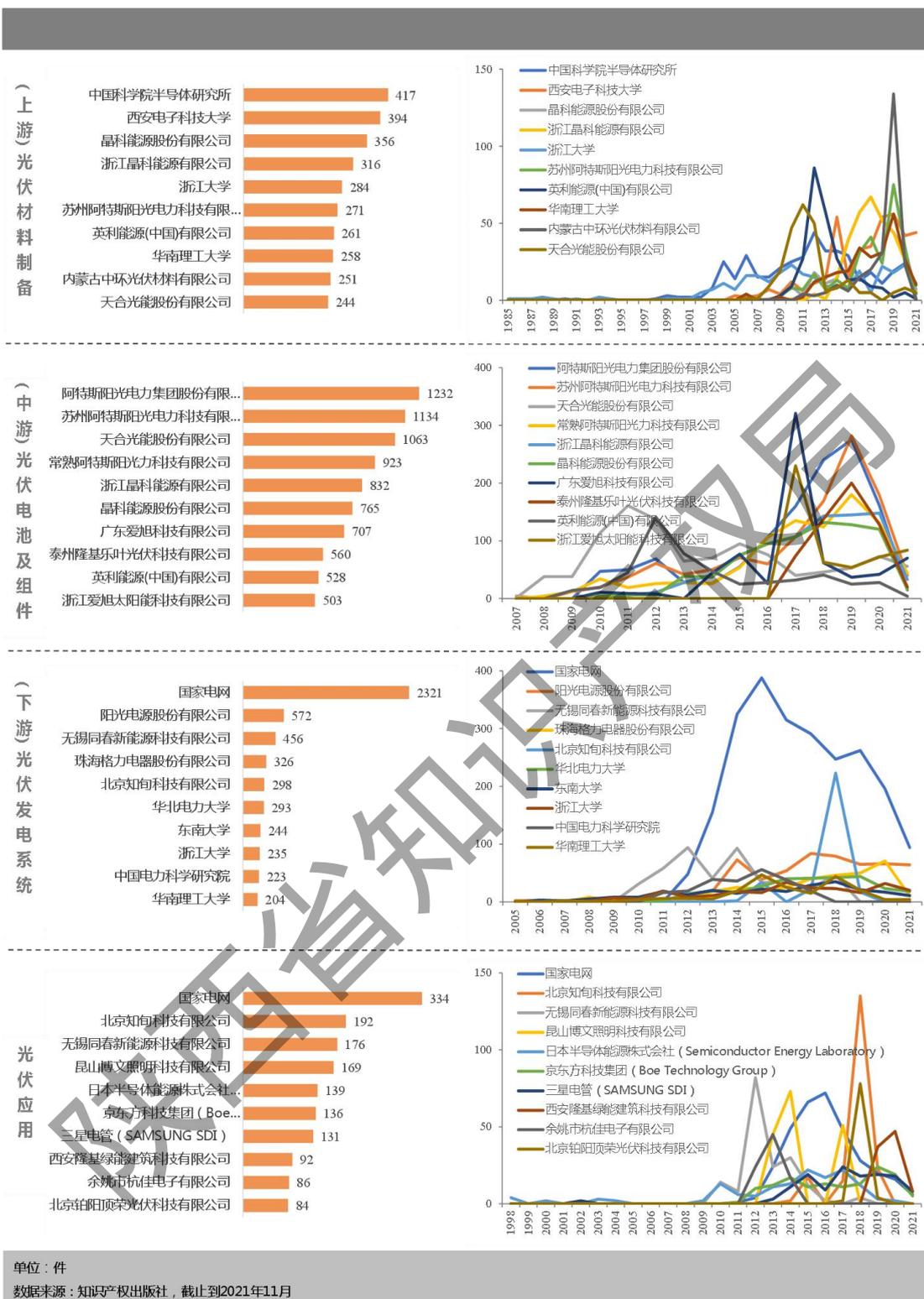


图表 42 中国光伏产业主要龙头企业专利申请态势

对四个技术领域进行具体分析，在上游领域，TOP10 申请人中有 4 家高校院所，6 家企业。排名第一的是中国科学院半导体研究所 417 件，其次是西安电子科技大学 394 件，排名前五的还包括晶科能源股份有限公司 356 件、浙江晶科能源有限公司 316 件，浙江大学 284 件。

在中游领域，TOP10 申请人全部是企业，阿特斯阳光电力集团股份有限公司 1232 件、苏州阿特斯阳光电力科技有限公司 1134 件、常熟阿特斯阳光力科技有限公司 923 件，分别排名第一、第二、第四位，阿特斯集团在中游领域研发实力比较雄厚。前十申请人还包括天合光能、晶科能源、泰州隆基乐叶光伏、广东爱旭科技等。

在下游领域，TOP10 申请人中有 5 家高校院所，5 家企业，不过高校院所排名比较靠后。国家电网在申请人中处于领先地位，在该领域拥有较强的研发实力，共申请专利 2321 件，数量遥遥领先。其次是阳光电源股份有限公司 572 件，排名第三的是无锡同春新能源科技有限公司 456 件。



图表 43 中国光伏产业各技术领域主要龙头企业专利申请态势

在光伏应用领域，TOP10 申请人全部是企业申请人，其中国外企业 2 家，分别是日本半导体能源株式会社（139 件）排名第五、韩国三星电管（131 件）排名第七。前十申请人中，陕西企业西安隆基绿能建筑科技有限公司，以 92 件

专利申请量排名第八位。

对各领域 TOP10 申请人专利申请趋势进行进一步分析，可以看出，上游领域申请人研发较早，中国科学院半导体研究所、浙江大学在 2000 年-2010 年期间就开始大量专利布局。中游、下游及光伏应用领域专利申请偏晚，主要集中在 2010 年以后。

综上所述，中国光伏产业在上游、下游领域，高校院所申请人占据重要地位，而中游、光伏应用领域全部是企业申请人，上游领域专利布局较早，其他领域专利申请集中在 2010 年以后。此外，四个细分领域基本是中国申请人，除光伏应用有日本、韩国申请人各 1 家，且排名比较靠后。可以看出，中国龙头企业在光伏产业各技术领域研发实力雄厚，牢牢抓住了中国光伏市场。

## 2.2.2 太阳能光伏产业发展方向

本节从光伏产业结构调整方向、技术发展重点及热点方向着手分析，以专利控制力为依据，预测光伏产业结构调整方向和技术发展热点方向。

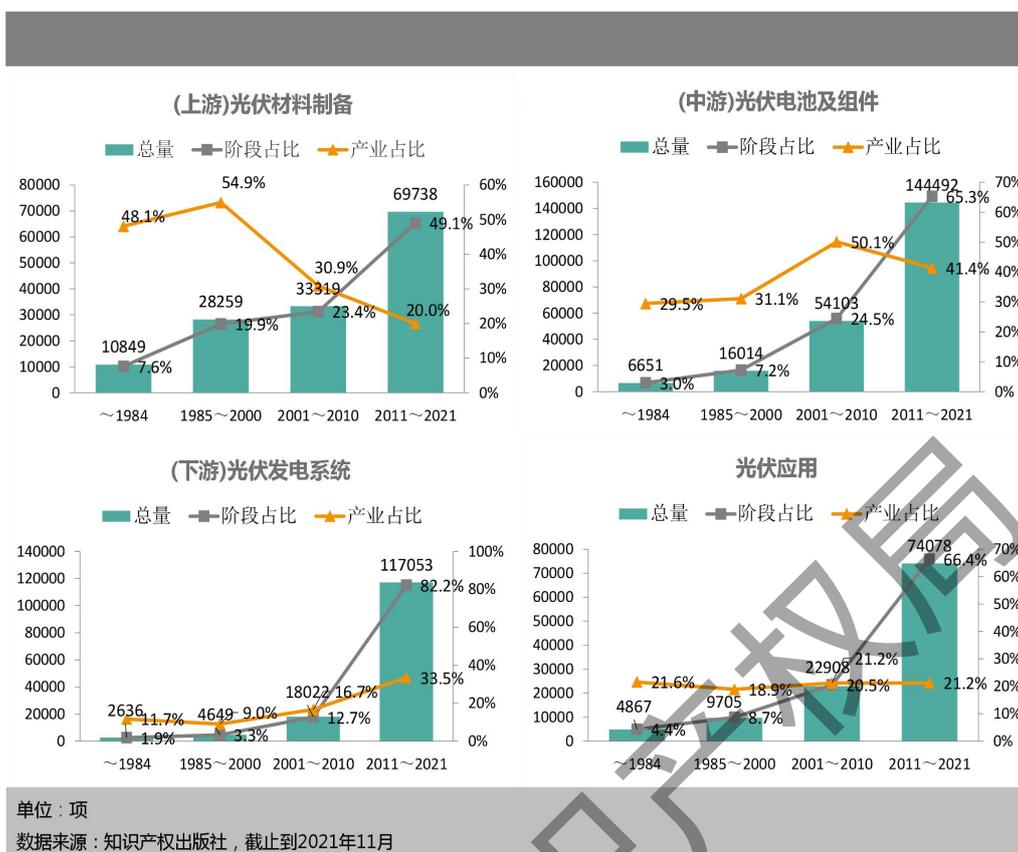
### 2.2.2.1 产业结构调整方向

专利申请数量可以反映产业结构情况，因而从专利申请数量的变化情况也可以看出产业结构调整的方向，当专利申请占比升高时，显示该方向是产业研发主体的关注热点，是产业结构调整的方向。

本节将从全球产业结构调整情况、主要国家产业结构布局、龙头企业专利产出构成三个方面出发，以不同角度分析光伏产业结构调整情况，了解光伏产业的重点领域及未来的发展方向。

#### 2.2.2.1.1 全球产业结构调整方向

为了解光伏产业全球产业结构调整方向，本小节将细分领域的专利分成了四个发展阶段：第一阶段为 1984 年及其以前、第二阶段为 1985-2000 年、第三阶段为 2001-2010 年、第四阶段为 2011 年-2021 年。本小节研究各阶段的专利布局占比变化情况，从而揭示全球光伏产业结构的调整方向。



图表 44 全球光伏产业结构调整方向

在（上游）光伏材料制备领域，第一、第二阶段的产业占比分别为 48.1%、54.9%，专利申请量占全球光伏产业该阶段申请总量的一半左右，第三、第四阶段出现大幅下滑，第四阶段产业占比仅为 20%。

在（中游）光伏电池及组件领域，前三阶段产业占比稳步提升，且保持较高水平，第一阶段产业占比 29.5%、第二阶段 31.1%，第三阶段提升至 50.1%，第四阶段略有下滑，产业占比为 41.4%，在四个领域中申请量最多。

在（下游）光伏发电系统领域，产业占比呈上升趋势，其中，前三阶段产业占比较低，均在 15% 以下，第四阶段产业占比提升至 38.5%，仅次于中游。

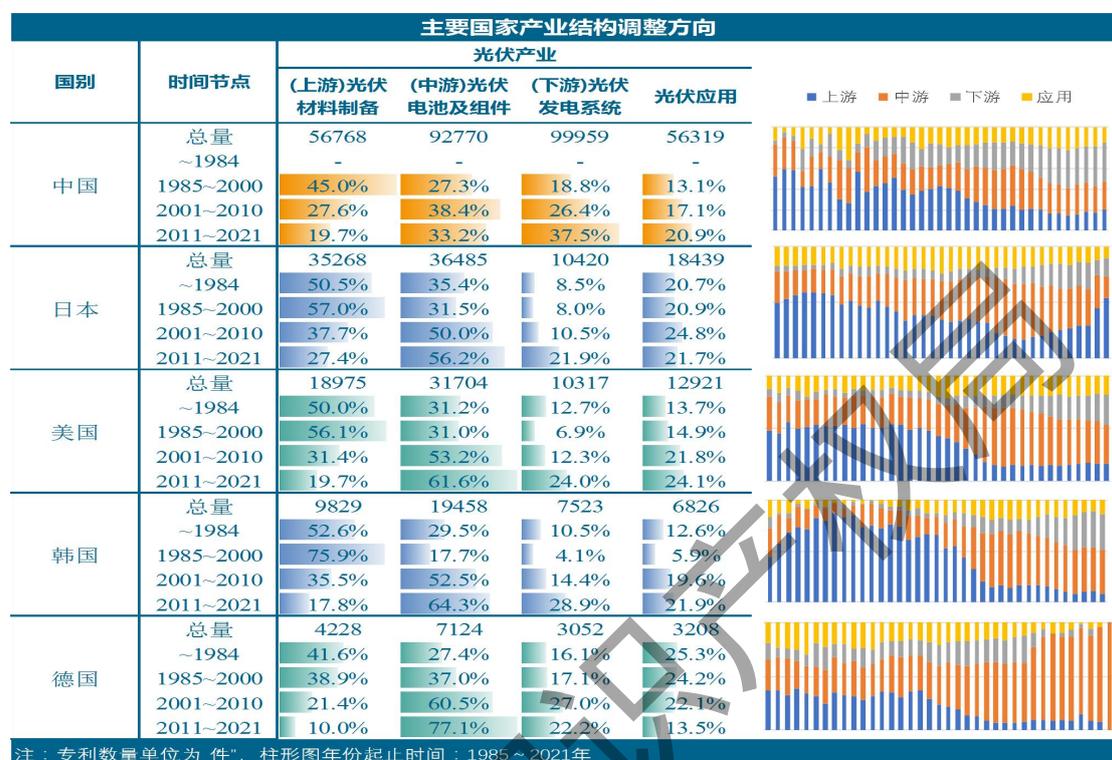
在光伏应用领域，四个阶段产业占比基本保持稳定状态，产业占比在 20% 左右，上下浮动不超过 2%。

从各领域专利申请量阶段变化趋势来看，四个领域均呈上升趋势，其中，第四阶段申请量变化最大，阶段占比基本超过 50%，其中下游领域高达 82.2%。

综合来看，全球光伏产业呈高速发展态势，产业结构调整方向倾向于（中游）光伏电池及组件和（下游）光伏发电系统领域，是未来专利增长的主要技术领域。

## 2.2.2.1.2 主要国家产业结构调整方向

图 45 全球主要国家太阳能光伏产业结构调整方向



目前全球太阳能光伏产业专利申请量排名比较靠前的国家包括：中国、日本、美国、韩国和德国，通过分析上述几个国家在光伏产业各细分领域的专利申请趋势，可以反映各国产业结构的调整方向，从而揭示光伏产业结构发展方向。

**中国：**中国在上游领域处于缩减趋势，2000年以前上游专利申请量产业占比为45%，2001-2010年缩减至27.6%，2011-2021年进一步缩减至19.7%；中游产业占比在2001-2010年期间上浮11.1%，2011-2021年有所回落，但产业占比仍然超过30%；下游和光伏应用领域产业占比均呈上升趋势，下游增幅更为明显，由18.8%、26.4%提升至37.5%。可以看出，中国光伏产业调整方向主要是中游和下游领域。

**日本：**上游和中游是日本的重点专利申请领域，专利申请总量均达到35000件以上。但从产业调整方向来看，上游专利申请占比呈下降趋势，在2000年以前，上游领域产业占比均在50%以上，但2011-2021年已下降至27.4%；而中游领域，四个阶段产业占比均达30%以上，2001-2010年、2011-2021年产业占比分别上升至50%、56.2%；下游领域总体呈上升趋势，且增幅明显，占比从8%上

升至 10.5%、21.9%，增幅达 173.8%；光伏应用领域波动不明显，保持在 20%左右。可以看出，日本光伏产业调整方向主要为中游和下游领域。

**美国：**美国产业调整趋势和日本比较类似，上游产业占比从 56.1%下降至 19.7%；中游产业占比近二十年均保持在 50%以上，2011-2021 年更是高达 61.6%；下游领域总体呈上升趋势，产业占比在 2000 年以后大幅提升，从 6.9%提升至 24%，增幅达 247.8%；光伏应用领域均呈上升趋势，但上升幅度小于下游领域。总体来说，美国光伏产业调整方向为中游和下游领域。

**韩国：**韩国在上游领域，2000 年以前还处于快速扩张阶段，产业占比由 52.6% 上升至 75.9%，2000 年以后快速回落，2011-2021 年产业占比缩减至 17.8%，下降幅度达 76.5%；中游领域也是韩国光伏产业的调整方向，2001-2010 年、2011-2021 年产业占比达到 52.5%、64.3%；下游和光伏应用领域，韩国经历了先降后升，在 2001 年以后产业占比逐步上升，2011-2021 年，下游产业占比达 28.9%，光伏应用占比 21.9%，下游呈扩张趋势。可以看出，韩国光伏产业调整方向为中游和下游领域。

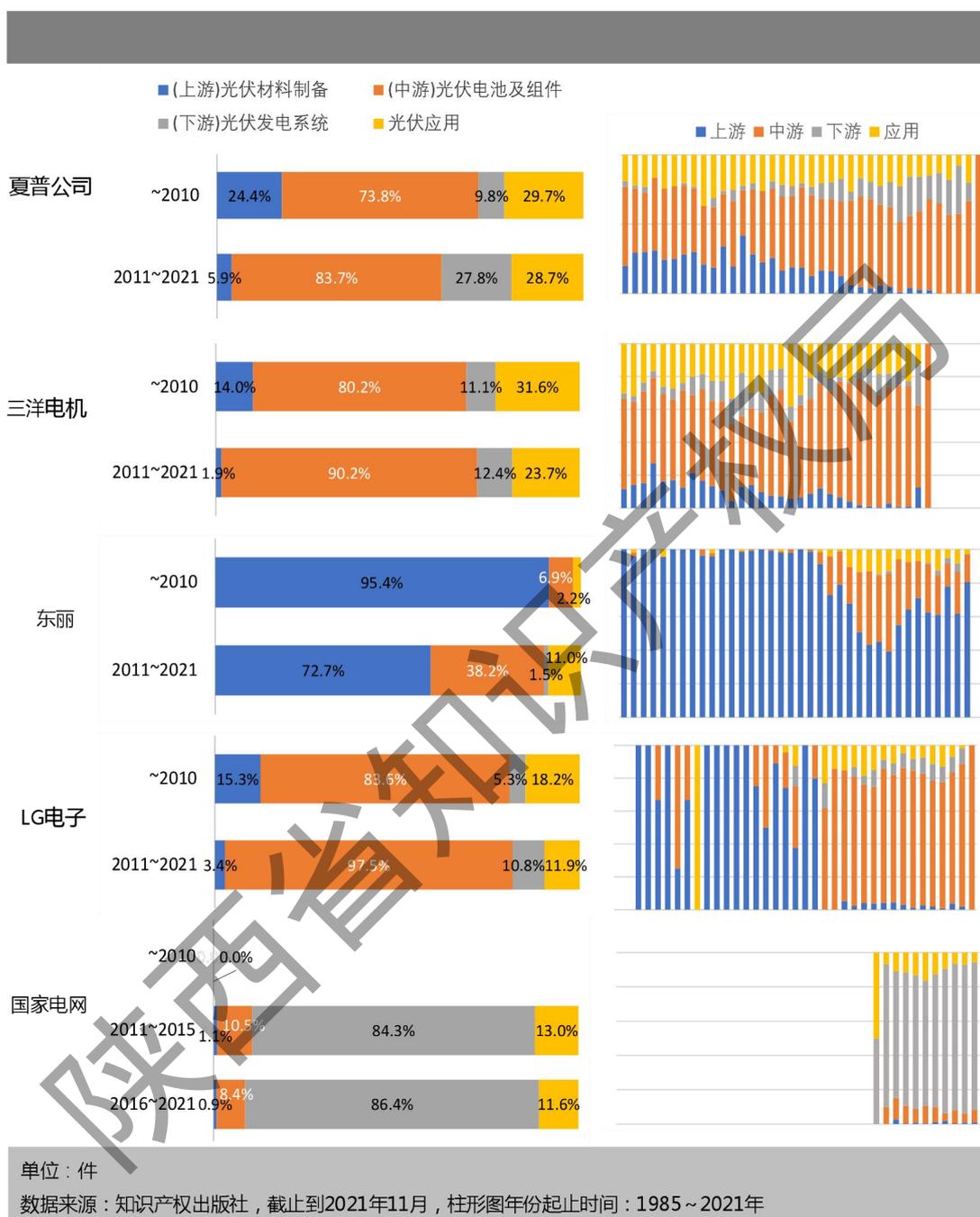
**德国：**德国在上游和光伏应用领域产业占比呈缩减趋势，其中，上游领域下降更为明显，产业占比从 1984 年以前的 41.6%，逐步下降至近十年的 10%，下降幅度达 76%；光伏应用领域 1984 年以前产业占比为 25.3%，2011-2021 年下降至 13.5%；德国在中游领域呈快速扩张趋势，1984 年以前产业占比为 27.4%，此后三个阶段，占比从 37% 上升至 60.5%、77.1%；下游领域在 2001-2010 年产业占比最高 27%，近十年下降至 22.2%。可以看出，德国光伏产业调整方向主要为中游领域。

综上所述，中国、日本、美国、韩国、德国五国在（上游）光伏材料制备领域均处于快速缩减状态，除德国产业调整方向主要是（中游）光伏电池及组件领域外，其它四国产业调整方向均是（中游）光伏电池及组件和（下游）光伏发电系统领域。

### 2.2.2.1.3 龙头企业产业结构调整方向

企业是产业创新的主要力量，而龙头企业在市场竞争中占据重要地位，其研发方向或是产业结构调整方向，很大程度上反映了产业的发展方向和产业结构调

整的方向。本小节通过分析龙头企业专利布局的变化情况，来挖掘太阳能光伏产业结构调整方向。



图表 46 全球主要龙头企业太阳能光伏产业结构调整方向

夏普、三洋电机、东丽、LG 电子、国家电网是全球光伏产业国内外主要龙头企业。夏普公司产业调整方向是中游和下游领域，其中，中游 2010 年以前产业占比为 73.8%，2011-2021 年占比上升至 83.7%，下游从 9.8% 上升至 27.8%；夏普在上游呈快速缩减趋势，从 24.4% 缩减至 5.9%，缩减率达 75.8%；光伏应用

领域近十年略微下降，从 29.7%下降至 28.7%。

三洋电机专利申请重点领域在中游，从其产业调整趋势来看，中游产业占比从 80.2%提升至 90.2%；在上游和光伏应用领域则快速缩减，缩减率分别为 86.4%、25%；下游波动较小，且下游产业占比仍低于光伏应用领域。

东丽专利申请重点领域在上游，但呈下降趋势，2010 年以前产业占比 95.4%，2011-2021 年占比下降至 72.7%；东丽的产业调整方向是中游和光伏应用领域，中游产业占比从 6.9%提升至 38.2%，光伏应用产业占比从 2.2%提升至 11%。

LG 电子产业调整方向是中游和下游，中游和下游增长率分别为 16.6%、103.8%，中游是 LG 重点专利申请领域，2011-2021 年产业占比达 97.5%；LG 在上游和光伏应用领域产业占比迅速缩减，上游缩减率达 77.8%、光伏应用缩减率 34.6%。

国家电网专利申请起步于 2011 年，将 2011-2021 年分为两个阶段，来了解国家电网产业转移方向，可以看出，国家电网产业占比波动较小，其中，下游领域专利占比最高，2011-2015 年产业占比为 84.3%，2016-2021 年占比略微提升至 86.4%。

综上所述，各龙头企业在（上游）光伏材料制备均呈缩减趋势；夏普和 LG 电子产业调整方向为（中游）光伏电池及组件和（下游）光伏发电系统；三洋电机产业调整方向为（中游）光伏电池及组件；东丽产业调整方向为（中游）光伏电池及组件和光伏应用；国家电网产业调整方向为（下游）光伏发电系统。

#### 2.2.2.2 技术研发热点方向

##### 2.2.2.2.1 专利申请趋势热点方向

专利申请变化趋势不仅可以反映技术调整方向，也可以反映重点及热点技术方向，某技术专利申请量大，说明该技术受研发主体重视，是重点技术，而当某技术专利申请占比升高时，显示该方向是研发主体关注的热点，可能是未来的热点方向。

为了解太阳能光伏产业未来的发展趋势及关注程度，本小节从各技术的专利申请总量及近十年阶段申请量等方面进行综合比较分析。

图表 47 太阳能光伏产业专利申请重点及热点方向

太阳能光伏产业专利申请重点及热点方向								
技术分类		国外申请趋势			中国申请趋势			
		总量	2011-2015%	2016-2020%	总量	2011-2015%	2016-2020%	
(上游)光伏材料制备		85397	15.3%	9.2%	56768	31.4%	49.5%	
(中游)光伏电池及组件		128491	33.2%	15.2%	92770	33.2%	51.1%	
(下游)光伏发电系统		42404	30.9%	26.4%	99959	25.1%	62.4%	
光伏应用		55241	27.0%	13.7%	56319	27.3%	60.5%	
(上游) 光伏材料制备	【1】硅系材料	35592	14.8%	8.6%	32450	33.2%	47.3%	
	【2】多元化合物	22859	12.2%	9.1%	10905	26.9%	49.5%	
	【3】银浆	5128	32.4%	12.8%	4482	34.1%	51.6%	
	【4】聚合物隔膜	22027	15.2%	9.4%	8552	28.6%	56.6%	
	【1】硅系材料	单晶硅	11106	12.8%	8.3%	8975	26.5%	47.8%
		多晶硅	10227	17.4%	6.5%	9181	40.6%	38.6%
		非晶硅	2870	7.5%	6.3%	872	33.1%	29.4%
	【2】多元化合物	砷化镓	5547	3.2%	2.8%	1138	28.9%	46.1%
		碲化镉	822	9.1%	4.7%	475	39.6%	33.3%
		铜铟镓硒	324	51.2%	15.7%	315	38.1%	44.4%
【4】聚合物隔膜	PET 基膜	16998	13.8%	8.4%	4559	28.4%	58.0%	
	氟膜	3692	16.8%	13.5%	4011	28.8%	55.1%	
(中游) 光伏电池及组件	【1】光伏玻璃	2848	31.1%	16.1%	3668	31.7%	48.1%	
	【2】EVA 胶膜	1674	24.7%	7.1%	1279	43.1%	49.0%	
	【3】背板	6859	38.6%	16.2%	6979	37.9%	51.9%	
	【4】光伏电池	112996	33.7%	14.4%	72830	35.0%	47.5%	
	【4】光伏电池	硅太阳能电池	15315	27.4%	12.2%	11870	33.0%	50.9%
		多元化合物薄膜太阳能电池	27337	32.6%	10.2%	12378	38.4%	38.7%
		染料敏化太阳能电池	5777	41.2%	6.3%	2301	44.1%	27.9%
钙钛矿太阳能电池		1641	22.5%	64.8%	3200	12.2%	77.9%	
(下游) 光伏发电	【1】逆变器	4777	35.0%	27.4%	16646	34.9%	54.8%	
	【2】蓄电池	3205	25.8%	14.7%	3085	22.4%	51.3%	
	【3】控制器	14559	28.2%	27.2%	32349	28.4%	58.4%	
	【4】支架	8527	32.0%	35.6%	32608	16.5%	73.3%	
光伏应用	【1】光伏建筑一体化	11029	22.3%	13.3%	16368	21.2%	63.4%	
	【2】LED 应用	44792	28.1%	13.8%	40502	29.6%	59.5%	
	【2】LED 应用	信号灯	3620	11.7%	8.7%	3660	29.0%	58.1%
		显示屏	6018	24.3%	16.5%	8314	26.2%	63.2%
		庭院装饰灯	34	20.6%	20.6%	1031	28.2%	46.8%
背光源		159	30.8%	15.1%	1010	38.5%	49.6%	

注：专利数量单位为“件”

光伏产业，国外重点研发方向是中游领域，专利申请 128491 件；中国的研发重点方向是中游和下游领域，中游 92770 件，下游 99959 件。从近十年两个阶段产业占比变化趋势来看，国外均呈下降趋势，而中国均呈上升趋势，中国产业占比增幅最大的是下游领域，2011-2015 年产业占比为 25.1%，2016-2020 年产业占比提升至 62.4%，增幅达 148.5%，其次是光伏应用领域，增幅达 121.7%。

从光伏产业四个技术领域具体分析，在上游领域，硅系材料是国内外重点研发方向，国外专利申请量 35592 件，中国申请量 32450 件，硅系材料又以单晶硅、多晶硅专利申请为主。从专利申请占比变化趋势来看，国外在各技术分支均呈缩减状态。中国各技术分支基本呈大幅提升状态，其中，增幅最大的是多元化合物和聚合物隔膜，是中国上游领域研发的热点方向。多元化合物产业占比从 26.9% 提升至 49.5%，增幅达 84.2%；聚合物隔膜产业占比从 28.6% 提升至 56.6%，增幅达 97.5%。从三级细分领域来看，多元化合物中，砷化镓和铜铟镓锡产业占比呈上升趋势，聚合物隔膜中 PET 基膜和氟膜均大幅提升，2016-2020 年产业占比分别为 58%、55.1%，增幅超过 90%。

在中游领域，光伏电池是国内外重点研发方向，国外专利申请量 112996 件，中国申请量 72830 件，在三级技术分支中，国外重点研发方向是多元化合物薄膜电池，而中国重点方向是硅基太阳能电池和多元化合物薄膜电池。从专利申请占比变化趋势来看，国外各技术分支基本呈下降趋势，除了钙钛矿太阳能电池，产业占比从 22.5% 上升至 64.8%，是国外专利研发热点方向。中国在中游四个技术分支均呈上升趋势，2016-2020 年产业占比均达到 50% 左右，比较均衡，从增幅程度来看，光伏玻璃增幅最大，增长率达 51.7%，光伏电池增幅也达到 35.6%。在三级小分支中，钙钛矿太阳能电池也是中国专利研发热点方向，产业占比从 12.2% 提升至 77.9%，增幅达 539%。

在下游领域，国外研发重点方向是控制器，专利申请量 14559 件，中国研发重点是控制器和支架，专利申请量分别为 32349 件、32608 件。从产业占比变化情况来看，国外研发热点方向是支架，产业占比从 32% 提升至 35.6%，其余三个分支均处于下降趋势。中国在下游四个分支均处于快速提升状态，但增幅最明显的是支架，产业占比从 16.5% 提升至 73.3%。

在光伏应用领域，国内外研发重点均是 LED 应用，在三级小分支中，显示屏

专利申请量最多。从产业占比变化情况来看，国外均呈缩减状态，中国均呈快速提升状态。其中，光伏建筑一体化产业占比变化最大，从 21.2% 提升至 63.4%，增幅达 198.4%。在 LED 应用三级分支中，信号灯和显示屏增幅最大，2016-2020 年产业占比分别提升至 58.1%、63.2%。

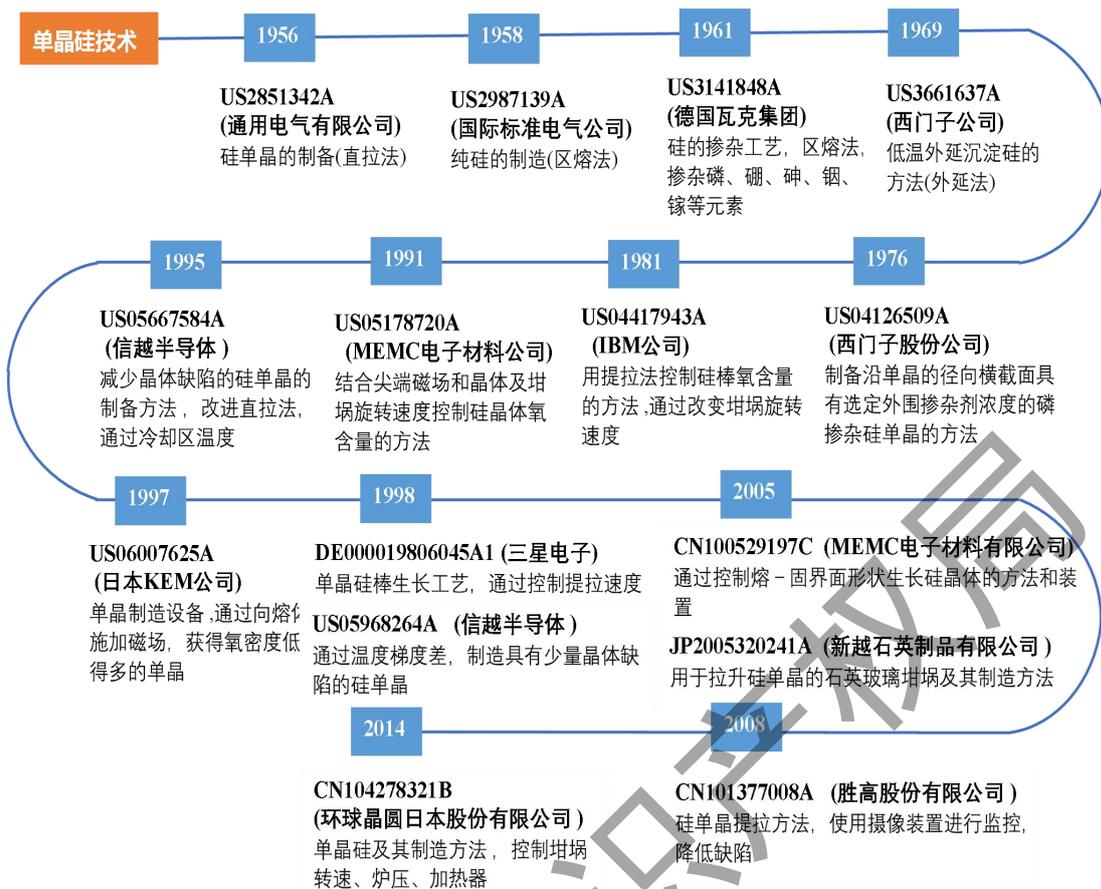
综上所述，太阳能光伏产业国外专利申请的重点方向是（中游）光伏电池及组件，中国重点方向是（中游）光伏电池及组件和（下游）光伏发电系统；从细分领域来看，国外研发重点方向是硅系材料、光伏电池、控制器和 LED 应用，中国研发重点方向是硅系材料、光伏电池、控制器、支架和 LED 应用。

从产业占比变化趋势来看，国外在各技术分支基本均呈下降趋势，除钙钛矿太阳能电池，占比增幅达 187.6%，是国外新兴研发热点方向。中国在各技术分支基本呈上升趋势，其中，太阳能光伏产业四个领域中，（下游）光伏发电系统和光伏应用是研发热点，在各技术小分支中，研发热点是多元化合物、PET 基膜、氟膜、光伏玻璃、钙钛矿太阳能电池、支架、光伏建筑一体化、信号灯、显示屏等方向。

#### 2.2.2.2.2 核心技术演进热点方向

在太阳能光伏电池中，硅基太阳能电池具有可靠性高、寿命长、制造成本低等优势，是当前主流的太阳能光伏电池，市场份额超过 80%，主要包括单晶硅太阳能电池和多晶硅太阳能电池，其中，单晶硅太阳能电池转换效率最高，技术也最为成熟。陕西省在硅基太阳能电池原材料单晶硅领域具有比较优势，拥有隆基绿能科技股份有限公司等全球领先的单晶硅制造商。

本小节将针对太阳能光伏产业细分领域单晶硅技术展开技术路线分析，通过分析整个技术的发展脉络，来了解单晶硅技术演进热点方向。



图表 48 单晶硅技术路线图

### 1970 年以前：单晶硅生产方法

单晶硅按晶体生长方法的不同, 分为直拉法(CZ)、区熔法(FZ)和外延法。直拉法、区熔法生长单晶硅棒材, 外延法生长单晶硅薄膜。区熔单晶硅主要应用于大功率器件, 而直拉单晶硅主要应用于微电子集成电路和太阳能电池。

直拉法最初是由荷兰科学家 Czochralski 发明的, 但直至 20 世纪 50 年代, 才首次使用石英坩埚通过直拉法生长出第一根单晶硅。1956 年, 通用电气有限公司描述了直拉法制备单晶硅的方法, 1958 年, 国际标准电气公司提出了区熔法制备单晶硅, 1969 年, 西门子公司在专利低温外延沉淀硅的方法中提出了外延法制备单晶硅层。

**1971-2000 年：单晶硅缺陷改进, 主要方法包括掺杂其他元素、磁场控制、拉晶速率与旋转速度控制, 界面温度梯度控制等**

单晶硅的生长过程伴随有杂质、位错、空洞、氧含量过高等缺陷, 直接影响了太阳能电池的效率及其组件的内在品质, 且从 20 世纪 60 年代开始晶体尺寸不断增大, 随着硅晶体尺寸越来越大, 整个直拉单晶硅热场尺寸也在不断增大, 熔

体的对流在各种因素的影响下变得越来越复杂，使其制备过程面临巨大挑战，因此，如何控制单晶硅的缺陷一直是单晶硅技术研发的热点。

单晶硅缺陷的改进方法主要包括掺杂其他元素、磁场控制、控制拉晶速率与旋转速度，控制界面温度梯度等。德国瓦克集团和西门子股份公司提出在硅棒或气态悬浮液中添加磷、硼、砷、铟、镓等元素；1981年，IBM公司改进提拉法，在拉出过程中改变坩埚旋转速度，从而控制硅棒的氧浓度分布；1991年，MEMC电子材料公司提出，在硅熔体上加入磁场，通过磁场可以有效控制直拉法单晶生长过程熔体的流动，并进一步影响生长界面形状、温度梯度及微缺陷形成、杂质与氧的含量与分布等，磁场直拉法已被工业界和学术界广泛关注和使用；1995年，信越半导体提出通过适当布置冷却区温度，可以在不影响生产率的情况下减少单晶硅缺陷；1998年，三星电子通过控制硅棒从硅熔体中拉出速度来降低缺陷，信越半导体通过硅单晶生长期间，控制炉温产生温度梯度差来降低缺陷。

**2001年至今：单晶硅缺陷改进，主要通过改进坩埚、提拉辅助系统或装置等**

随着技术的发展，单晶硅缺陷的改进主要通过开发合适的长晶工艺与相应的支撑、提拉等辅助系统。2005年，MEMC电子材料有限公司通过空位/间隙(V/I)边界模拟器来分析控制硅晶体的生长，新越石英制品有限公司则是对石英玻璃坩埚进行改进，从而可以拉起稳定性增强的单晶硅；2008年，胜高股份有限公司在提拉工序中，使用摄像装置测定液面位置和固液界面位置的差值，来控制提拉时硅单晶的直径，得到缺陷少的高质量硅单晶；2014年，环球晶圆日本股份有限公司通过控制坩埚转速、炉压、加热器等提高硅单晶的品质。

### 2.2.2.2.3 龙头企业研发热点方向

本小节选择光伏产业及四个技术分支国内外龙头企业，分析其专利分布情况及2016年-2020年的专利占比，以了解其研发重点热点方向。

图表 49 太阳能光伏产业龙头企业研发热点方向

龙头企业太阳能光伏产业专利布局分析										
技术分类	夏普公司		三洋电机		东丽		LG电子		国家电网	
	总量	2016-2020%								
(上游)光伏材料制备	804	0.2%	351	0.0%	2777	8.5%	167	16.2%	27	51.9%

(中游)光伏电池及组件		3329	4.4%	2635	0.0%	371	20.5%	2606	38.9%	252	50.8%	
(下游)光伏发电系统		671	7.6%	363	0.0%	9	66.7%	265	47.9%	2352	56.2%	
光伏应用		1270	2.7%	946	0.0%	119	20.2%	367	33.5%	334	98.2%	
技术分类		东丽		住友电工		信越半导体		帝人		日本胜高		
		总量	2016-2020%	总量	2016-2020%	总量	2016-2020%	总量	2016-2020%	总量	2016-2020%	
(上游)光伏材料制备	【1】硅系材料	10	0.0%	743	25.2%	1862	14.0%	20	0.0%	1571	29.4%	
	【2】多元化合物	8	0.0%	1286	6.5%	34	0.0%	3	0.0%	4	25.0%	
	【3】银浆	5	0.0%	15	6.7%	10	0.0%	1	0.0%	0	0.0%	
	【4】聚合物隔膜	2754	8.6%	16	0.0%	0	0.0%	1571	0.2%	0	0.0%	
	【1】硅系材料	单晶硅	0	0.0%	259	12.0%	1088	13.7%	0	0.0%	798	31.2%
		多晶硅	2	0.0%	13	0.0%	88	8.0%	0	0.0%	116	5.2%
		非晶硅	8	0.0%	32	0.0%	2	0.0%	3	0.0%	0	0.0%
	【2】多元化合物	砷化镓	0	0.0%	423	9.9%	22	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
		碲化镉	0	0.0%	44	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
		铜铟镓硒	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
【4】聚合物隔膜	PET基膜	2609	8.3%	5	0.0%	0	0.0%	1518	0.1%	0	0.0%	
	氟膜	62	8.1%	11	0.0%	0	0.0%	8	25.0%	0	0.0%	
技术分类		夏普公司		三洋电机		LG电子		三菱电机		佳能		
		总量	2016-2020%	总量	2016-2020%	总量	2016-2020%	总量	2016-2020%	总量	2016-2020%	
(中游)光伏电池及组件	【1】光伏玻璃	15	0.0%	6	0.0%	9	44.4%	11	0.0%	5	0.0%	
	【2】EVA胶膜	19	0.0%	31	0.0%	5	20.0%	5	20.0%	15	0.0%	
	【3】背板	20	10.0%	23	0.0%	71	31.0%	26	11.5%	7	0.0%	
	【4】光伏电池	3317	4.4%	2575	0.0%	2534	38.4%	730	3.3%	484	1.0%	
	【4】光伏电池	硅基太阳能电池	612	1.3%	259	0.0%	410	36.1%	342	4.1%	207	0.0%
		多元化合物薄膜太阳能电池	962	2.9%	411	0.0%	501	30.1%	550	3.3%	365	0.5%
		染料敏化太阳能电池	145	12.4%	3	0.0%	2	0.0%	6	0.0%	3	0.0%
		钙钛矿太阳能电池	20	0.0%	0	0.0%	47	100.0%	0	0.0%	4	75.0%
技术分类		国家电网		阳光电源股份有限公司		夏普公司		三菱电机		无锡同春新能源		
		总量	2016-2020%	总量	2016-2020%	总量	2016-2020%	总量	2016-2020%	总量	2016-2020%	
(下游)光	【1】逆变器	612	51.8%	378	47.4%	74	0.0%	93	10.8%	104	25.0%	
	【2】蓄电池	39	97.4%	8	50.0%	45	0.0%	28	21.4%	4	0.0%	

光伏发电系统	【3】控制器	743	96.5%	247	61.5%	165	0.0%	224	20.1%	281	16.4%	
	【4】支架	238	63.4%	40	87.5%	79	0.0%	37	32.4%	122	52.5%	
技术分类		夏普公司		精工爱普生		三洋电机		佳能		三星电管		
		总量	2016-2020%	总量	2016-2020%	总量	2016-2020%	总量	2016-2020%	总量	2016-2020%	
光伏应用	【1】光伏建筑一体化(BIPV)	67	6.0%	1	0.0%	57	0.0%	122	0.0%	0	0.0%	
	【2】LED应用	1210	2.5%	1201	11.1%	896	0.0%	755	0.3%	763	51.6%	
	【2】LED应用	信号灯	28	7.1%	111	17.1%	19	0.0%	77	0.0%	0	0.0%
		显示屏	123	7.3%	675	8.0%	38	0.0%	57	0.0%	609	64.7%
		庭院装饰灯	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
背光源		10	0.0%	4	0.0%	3	0.0%	2	0.0%	1	0.0%	
注：专利数量单位为“件”												

全球光伏产业的五家龙头企业，在光伏产业四个技术领域都有所侧重地进行了专利布局，夏普、三洋电机、LG 电子专利布局重点在中游领域，专利申请量分别为 3329 件、2635 件、2606 件；东丽专利布局重点主要在上游领域，专利申请 2777 件；国家电网专利布局重点是下游领域，专利申请 2352 件。2016 年后，夏普在各技术领域专利布局较少，占比不超过 8%；三洋电机 2016 年后在各技术领域均无专利申请；东丽虽然在上游领域进行了大量专利申请，但 2016 年后在该领域专利占比仅为 8.5%；国家电网在四个技术领域 2016 年后的专利申请占比均高于其他企业。

从四个技术领域具体来看，在（上游）光伏材料制备领域，东丽、帝人技术研发重点是聚合物隔膜的分支 PET 基膜；住友电工研发重点是多元化合物的分支砷化镓；信越半导体、日本胜高研发重点是硅系材料的分支单晶硅。2016 年后，夏普在聚合物隔膜专利申请占比仅为 8.6%；帝人 2016 年后几乎没有专利申请；住友电工、日本胜高 2016 年后硅系材料专利申请占比超过 25%。

在（中游）光伏电池及组件领域，五家企业专利布局的重点领域均是光伏电池，且在硅基太阳能电池和多元化合物薄膜太阳能电池两个分支均有大量专利申请。2016 年以后，三洋电机、佳能在各分支基本没有专利申请；夏普在染料敏化太阳能电池分支仍投入了大量研发精力，专利产出占比达到 12.4%，LG 电子 2016 年后各分支产业占比高于其他企业。

在（下游）光伏发电系统领域，国家电网、阳光电源股份有限公司专利布局

重点在逆变器和控制器分支，夏普、三菱电机、无锡同春新能源科技有限公司专利布局重点是控制器。2016年后夏普在各分支均无专利申请。

在光伏应用领域，各龙头企业专利布局重点在LED应用，三级分支中，夏普、精工爱普生、三洋电机、三星电管研发重点均在显示屏，而佳能研发重点在信号灯，显示屏也有不少专利申请。2016年后，三洋电机、佳能基本没有专利申请，其余三家企业中，三星电管2016年后在LED应用分支产业占比超过50%，夏普、精工爱普生占比分别为2.5%、11.1%。

综合来看，光伏产业五家龙头企业专利布局均有所侧重，夏普、三洋电机、LG电子专利布局重点在中游，东丽专利布局重点在上游，国家电网专利布局重点在下游。2016年后夏普在各技术领域专利布局较少，三洋电机在各技术领域均无专利申请，国家电网在四个技术领域2016年后的专利申请占比均高于其他企业。

#### 2.2.2.2.4 协同创新热点方向

专利协同创新可以有效集成不同创新主体提供的人才、资本、信息、技术等资源和要素，提高研发效率，当企业内部进行技术攻关时，如果遇到困难，缺少设备或人才时，企业会寻求与其他单位或个人进行合作。本小节将对太阳能光伏产业各技术分支专利协同创新重点及热点方向进行分析。

在光伏产业四个技术领域，国外协同创新的重点领域是（上游）光伏材料制备和（中游）光伏电池及组件，协同申请数量分别为：上游10127件、中游22691件；中国协同创新的重点领域是（中游）光伏电池及组件和（下游）光伏发电系统，协同申请数量分别为：中游8352件、下游7945件。从2016-2020年协同申请数量占协同申请总量的比例来看，国外协同占比普遍较低，最高的是（下游）光伏发电系统，占比达16.5%；中国2016年以后四个领域协同申请占比均较高，其中占比超过50%的领域是中游54.5%、下游55.1%、光伏应用52.4%。可见我国近五年比较重视光伏产业的协同创新，尤其是中游、下游及光伏应用的研发。

图表 50 太阳能光伏产业专利协同创新重点及热点方向

太阳能光伏产业专利协同创新重点及热点方向								
技术分类		主要国外国家协同创新申请趋势			中国协同创新申请趋势			
		协同总量	协同占比	2016-2020%	协同总量	协同占比	2016-2020%	
(上游)光伏材料制备		10127	11.9%	5.6%	3750	6.6%	48.3%	
(中游)光伏电池及组件		22691	17.7%	8.1%	8352	9.0%	54.5%	
(下游)光伏发电系统		6262	14.8%	16.5%	7945	7.9%	55.1%	
光伏应用		8443	15.3%	8.6%	2602	4.6%	52.4%	
(上游)光伏材料制备	【1】硅系材料	4635	13.0%	3.6%	2393	7.4%	46.9%	
	【2】多元化合物	3113	13.6%	7.4%	623	5.7%	49.8%	
	【3】银浆	746	14.5%	7.1%	283	6.3%	53.0%	
	【4】聚合物隔膜	1625	7.4%	7.0%	424	5.0%	49.5%	
	【1】硅系材料	单晶硅	1502	13.5%	2.0%	585	6.5%	38.8%
		多晶硅	1275	12.5%	3.5%	840	9.1%	49.3%
		非晶硅	317	11.0%	5.4%	131	15.0%	19.8%
	【2】多元化合物	砷化镓	340	6.1%	2.1%	47	4.1%	29.8%
		碲化镉	99	12.0%	10.1%	9	1.9%	22.2%
		铜铟镓硒	77	23.8%	7.8%	20	6.3%	30.0%
【4】聚合物隔膜	PET 基膜	1184	7.0%	6.7%	171	3.8%	45.0%	
	氟膜	359	9.7%	8.6%	253	6.3%	52.6%	
(中游)光伏电池及组件	【1】光伏玻璃	527	18.5%	12.7%	265	7.2%	40.4%	
	【2】EVA 胶膜	174	10.4%	5.2%	88	6.9%	45.5%	
	【3】背板	1067	15.6%	9.0%	546	7.8%	58.1%	
	【4】光伏电池	19834	17.6%	7.5%	6550	9.0%	51.7%	
	【4】光伏电池	硅基太阳能电池	2635	17.2%	8.5%	1503	12.7%	66.9%
		多元化合物薄膜太阳能电池	4787	17.5%	5.9%	833	6.7%	40.8%
		染料敏化太阳能电池	1126	19.5%	3.1%	126	5.5%	15.9%
钙钛矿太阳能电池		210	12.8%	63.3%	318	9.9%	79.2%	
(下游)光伏发电系统	【1】逆变器	668	14.0%	13.3%	1693	10.2%	52.5%	
	【2】蓄电池	473	14.8%	8.9%	237	7.7%	39.2%	
	【3】控制器	1887	13.0%	18.2%	2304	7.1%	54.5%	
	【4】支架	1074	12.6%	25.3%	1508	4.6%	62.9%	
光伏应用	【1】光伏建筑一体化(BIPV)	1625	14.7%	9.9%	946	5.8%	55.3%	
	【2】LED 应用	6891	15.4%	8.4%	1679	4.1%	51.3%	
	【2】LED 应用	信号灯	346	9.6%	7.2%	160	4.4%	41.3%
		显示屏	768	12.8%	17.8%	436	5.2%	56.0%
		庭院装饰灯	8	23.5%	12.5%	20	1.9%	20.0%
背光源		24	15.1%	8.3%	118	11.7%	55.9%	

注：专利数量单位为“件”

协同占比=协同总量/专利申请总量，2016/2020%=2016-2020 协同数量/协同总量

在上游各技术分支中，国内外协同申请数量最多的领域均为硅系材料，国外协同创新重点分支包括单晶硅、多晶硅、砷化镓、PET 基膜，中国协同创新重点分支包括多晶硅、砷化镓、氟膜。从协同申请占比来看，国外 2016-2020 年协同占比基本在 10%以内，其中，多元化合物是国外协同创新的热点方向，2016-2020 年协同占比为 7.4%；细分领域中，碲化镉、铜铟镓硒、氟膜是国外协同创新的热点方向，2016-2020 年协同占比分别为 10.1%、7.8%、8.6%。中国 2016-2020 年协同占比普遍较高，也比较均衡，其中，更加注重银浆的协同创新，银浆近五年协同占比为 53%；细分领域中，多晶硅 49.3%、砷化镓 29.8%、铜铟镓锡 30%、氟膜 52.6%是协同创新热点方向。

在中游各技术分支中，国外协同创新的重点是光伏电池，协同申请数量 19834 件，光伏电池又以多元化合物薄膜电池为重点；中国协同创新的重点也是光伏电池，协同申请数量 6550 件，中国在光伏电池细分领域中，协同创新重点是硅基太阳能电池。对中游领域国内外协同创新热点进行分析，国外协同创新的热点是光伏玻璃，2016-2020 年协同占比为 12.7%，其中，钙钛矿太阳能电池近五年协同占比为 63.3%，是国外协同创新的热点方向。中国在中游领域近五年协同创新占比均在 40%以上，其中背板 58.1%、光伏电池 51.7%相对较高，背板和光伏电池是中国协同创新的热点方向。在光伏电池四个小分支中，中国在钙钛矿太阳能电池分支具有较大的协同创新热度。

在下游各技术分支中，控制器是国内外协同创新的重点领域，协同申请数量分别为 1887 件、2304 件。从协同创新热度来看，国外协同创新热点方向是支架、控制器，近五年协同占比分别为 25.3%、18.2%；中国协同创新热点方向是支架，近五年协同占比 62.9%，其次是控制器和逆变器，近五年协同占比分别为 54.5%、52.5%。

在光伏应用领域，国内外协同创新重点均为 LED 应用，但从近五年协同申请占比来看，光伏建筑一体化略高，是国内外协同创新热点方向，国外近五年协同占比为 9.9%，中国近五年协同占比为 55.3%。从 LED 应用的四个小分支来看，显示屏是国外协同创新的重点及热点方向，近五年协同占比为 17.8%；中国协同创新的重点方向是显示屏，近五年协同创新热点是显示屏和背光源，协同占比分别为 56%、55.9%。

综合来看，国外协同创新的重点领域在上游和中游，以及细分领域的硅系材料、光伏电池、控制器、LED 应用；中国协同创新的重点领域在中游和下游，以及细分领域的硅系材料、光伏电池、控制器、LED 应用。

从协同创新占比来看，国外协同创新的热点方向是下游领域，以及细分领域的多元化合物、光伏玻璃、钙钛矿太阳能电池、控制器、支架、光伏建筑一体化、显示屏等分支；中国近五年协同创新占比普遍较高，相对来说，协同创新的热点是中游、下游及光伏应用领域，以及细分领域的银浆、多晶硅、背板、光伏电池、钙钛矿太阳能电池、支架、控制器、光伏建筑一体化、显示屏等分支。

### 2.2.2.2.5 新进入者集中的热点方向

新进入者占比较高或者近年申请量占比较高的方向通常是技术研发的热点方向，本小节对光伏产业及四个技术领域近十年主要新进入者进行分析，以了解光伏产业新进入者专利布局的热点方向。

图表 51 太阳能光伏产业新进入者热点方向分析

太阳能光伏产业新进入者热点方向分析												
技术分类	国家电网		北京铂阳顶荣 光伏		北京知旬科技		泰州隆基乐叶 光伏		浙江爱旭太阳 能			
	总量	2016- 2020%	总 量	2016- 2020%	总 量	2016- 2020%	总 量	2016- 2020%	总 量	2016- 2020%		
(上游)光伏材料制备	27	51.9%	18	100.0%	0	0.0%	20	100.0%	58	77.6%		
(中游)光伏电池及组件	253	51.0%	496	99.4%	342	86.8%	560	96.4%	503	83.3%		
(下游)光伏发电系统	2353	56.2%	177	100.0%	298	87.9%	67	92.5%	29	44.8%		
光伏应用	334	55.1%	84	100.0%	192	90.1%	51	100.0%	24	100.0%		
技术分类	内蒙古中环光 伏材料		上海华力微电 子		青岛高测科技 股份		TCL 华星光电 技术		乐山新天源太 阳能			
	总量	2016- 2020%	总 量	2016- 2020%	总 量	2016- 2020%	总 量	2016- 2020%	总 量	2016- 2020%		
(上 游) 光伏 材料 制备	【1】硅系材料	251	88.8%	151	25.8%	164	94.5%	148	13.5%	135	53.3%	
	【2】多元化合物	0	0.0%	20	70.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
	【3】银浆	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	9	55.6%	
	【4】聚合物隔膜	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	
	【1】 硅系 材料	单晶硅	144	91.7%	1	0.0%	21	95.2%	0	0.0%	27	59.3%
		多晶硅	8	50.0%	89	30.3%	12	100%	138	11.6%	30	100.0%
		非晶硅	0	0.0%	2	0.0%	0	0.0%	12	33.3%	0	0.0%
【2】	砷化镓	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	

	多元化合物	碲化镉	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
		铜铟镓硒	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
	【4】聚合物隔膜	PET 基膜	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
		氟膜	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
技术分类			泰州隆基乐叶光伏科技		北京铂阳顶荣光伏科技		浙江爱旭太阳能科技		北京知旬科技		苏州腾晖光伏技术	
			总量	2016-2020%	总量	2016-2020%	总量	2016-2020%	总量	2016-2020%	总量	2016-2020%
(中游)光伏电池及组件	【1】光伏玻璃		4	100%	15	100.0%	1	100%	4	75.0%	10	100.0%
	【2】EVA 胶膜		3	100%	0	0.0%	2	100%	1	0.0%	0	0.0%
	【3】背板		61	95.1%	20	100.0%	19	84.2%	78	85.9%	46	63.0%
	【4】光伏电池		433	96.3%	358	99.2%	499	83.4%	207	84.1%	282	70.2%
	【4】光伏电池	硅基太阳能电池	192	95.8%	2	100.0%	364	87.1%	1	100.0%	145	84.1%
		多元化合物薄膜太阳能电池	5	100%	174	99.4%	12	83.3%	38	55.3%	29	82.8%
		染料敏化太阳能电池	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
		钙钛矿太阳能电池	0	0.0%	1	100.0%	11	45.5%	0	0.0%	5	100.0%
技术分类			国家电网		中国电力科学研究院		北京知旬科技		中国华能集团清洁能源技术		北京铂阳顶荣光伏科技	
			总量	2016-2020%	总量	2016-2020%	总量	2016-2020%	总量	2016-2020%	总量	2016-2020%
(下游)光伏发电系统	【1】逆变器		612	51.8%	115	51.3%	9	55.6%	29	69.0%	12	100.0%
	【2】蓄电池		39	46.2%	7	42.9%	1	100%	5	40.0%	0	0.0%
	【3】控制器		743	57.2%	96	56.3%	37	94.6%	32	71.9%	26	100.0%
	【4】支架		238	63.4%	3	33.3%	48	89.6%	38	36.8%	35	100.0%
技术分类			国家电网		北京知旬科技		ALEDIA (法国)		京东方科技集团		昆山博文照明科技	
			总量	2016-2020%	总量	2016-2020%	总量	2016-2020%	总量	2016-2020%	总量	2016-2020%
光伏应用	【1】光伏建筑一体化(BIPV)		53	62.3%	175	90.9%	0	0.0%	5	0.0%	0	0.0%
	【2】LED 应用		283	53.7%	24	87.5%	181	61.3%	178	55.6%	169	100.0%
	LED	信号灯	26	38.5%	1	100.0%	6	83.3%	7	28.6%	0	0.0%
		显示屏	69	63.8%	18	94.4%	18	100%	95	100.0%	0	0.0%

应用	庭院装饰灯	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	68	0.0%
	背光源	1	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	7	14.3%	0	0.0%

注：专利数量单位为“件”

从光伏产业近十年主要新进入者专利布局情况来看，国家电网主要技术发展方向是（下游）光伏发电系统，其他四家企业专利申请主要集中在（中游）光伏电池及组件。从近五年专利申请占比情况来看，国家电网、北京铂阳顶荣光伏、泰州隆基乐叶光伏在四个领域比较均衡，而北京知旬科技近五年研发热点是中、下游及光伏应用，浙江爱旭太阳能近五年研发热点是中游及光伏应用领域。

对（上游）光伏材料制备近十年新进入者在各技术分支专利布局情况进行分析，五家企业专利申请的重点及热点方向基本是硅系材料。在三级细分领域，内蒙古中环光伏材料、青岛高测科技 2 家企业专利申请重点及热点方向是单晶硅；上海华力微电子、TCL 华星光电技术、乐山新天源太阳能科技 3 家企业专利申请重点及热点方向是多晶硅。

在（中游）光伏电池及组件领域，五家新进入者专利申请的重点及热点方向基本是背板和光伏电池，其中又以光伏电池专利申请数量最多。在光伏电池三级小分支中，泰州隆基乐叶光伏、浙江爱旭太阳能、苏州腾晖光伏 3 家企业专利申请重点及热点方向是硅基太阳能电池；北京铂阳顶荣光伏、北京知旬科技 2 家企业专利申请重点及热点方向是多元化合物薄膜太阳能电池，另外，北京铂阳顶荣光伏、浙江爱旭太阳能、苏州腾晖光伏在钙钛矿太阳能电池分支也有所涉猎。

在（下游）光伏发电系统领域，国家电网、中国电力科学研究院专利申请的重点方向是逆变器和控制器，而北京知旬科技、中国华能集团清洁能源技术研究院、北京铂阳顶荣光伏专利申请的重点方向是控制器和支架。从近五年专利申请热点方向来看，国家电网专利布局热点是支架，中国电力科学研究院、北京知旬科技、中国华能集团清洁能源技术研究院专利布局热点是控制器，北京铂阳顶荣光伏专利布局热点是控制器和支架。

在光伏应用领域，北京知旬科技专利申请重点方向是光伏建筑一体化，其他四家企业专利申请重点领域是 LED 应用。在三级小分支中，除昆山博文照明科技专利申请重点方向是庭院装饰灯，其余四家企业专利布局重点是显示屏。从近五年新进入者专利申请热点方向来看，国家电网和北京知旬科技研发热点是光伏建筑一体化，而 ALEDIA（法国）、京东方科技集团、昆山博文照明科技研发热点是

LED 应用，在三级小分支中，五家企业研发热点均是显示屏。

综合来看，新进入者专利申请的重点热点方向是中游、下游及光伏应用领域，从细分领域来看，硅系材料、背板、光伏电池、控制器、光伏建筑一体化、LED 应用等分支是专利申请的重点热点方向。

### 2.2.2.2.6 专利运营的热点方向

专利运营主要包括专利转移、实施许可、质押融资等方式，专利运营集中的方向往往是热点技术方向。本小节对光伏产业中国地区专利的运营情况进行分析，了解国内本土和国外来华专利的运营偏重，从运营角度了解光伏产业的热点研发方向。

图表 52 太阳能光伏产业专利运营活跃度分析

太阳能光伏产业专利运营活跃度分析						
技术分类		国外来华		中国本土		
		运营件数	运营占比	运营件数	运营占比	
(上游)光伏材料制备		0	0.0%	5688	10.8%	
(中游)光伏电池及组件		894	10.1%	8644	10.3%	
(下游)光伏发电系统		147	8.8%	8066	8.2%	
光伏应用		111	8.0%	4489	8.2%	
(上游) 光伏材料制备	【1】硅系材料	307	12.4%	3261	10.9%	
	【2】多元化合物	151	16.6%	758	7.6%	
	【3】银浆	9	4.0%	448	10.5%	
	【4】聚合物隔膜	33	7.0%	669	8.3%	
	【1】硅系材料	单晶硅	84	9.7%	977	12.1%
		多晶硅	117	15.4%	968	11.5%
		非晶硅	31	16.0%	55	8.1%
	【2】多元化合物	砷化镓	17	20.5%	76	7.2%
		碲化镉	2	4.9%	37	8.5%
		铜铟镓硒	5	25.0%	55	18.6%
	【4】聚合物隔膜	PET 基膜	19	6.8%	374	8.7%
氟膜		14	7.3%	301	7.9%	
(中 游)光 伏电 池及 组件	【1】光伏玻璃	32	10.8%	347	10.3%	
	【2】EVA 胶膜	0	0.0%	144	11.3%	
	【3】背板	36	8.2%	776	11.9%	
	【4】光伏电池	855	10.1%	6781	10.5%	
	【4】光伏电 池	硅基太阳能电池	117	11.4%	1139	10.5%
		多元化合物薄膜太阳 能电池	129	11.4%	1411	12.5%
		染料敏化太阳能电池	19	6.8%	172	8.5%

		钙钛矿太阳能电池	17	10.1%	174	5.7%	
(下游)光伏发电系统		【1】逆变器	36	11.4%	1493	9.1%	
		【2】蓄电池	23	10.9%	238	8.3%	
		【3】控制器	28	8.2%	2444	7.6%	
		【4】支架	10	10.8%	2376	7.3%	
光伏应用		【1】光伏建筑一体化(BIPV)	9	3.9%	1551	9.6%	
		【2】LED应用	102	8.8%	2984	7.6%	
	【2】LED应用		信号灯	1	4.5%	285	7.8%
			显示屏	83	8.7%	561	7.6%
			庭院装饰灯	0	0.0%	71	6.9%
		背光源	3	10.7%	108	11.0%	

注：专利数量单位为“件”，运营占比=运营量/申请量

对光伏产业四个技术领域专利运营情况进行分析，国外来华专利运营的热点是（中游）光伏电池及组件，运营占比为 10.1%；中国本土专利运营的热点方向是（上游）光伏材料制备和（中游）光伏电池及组件，运营占比分别为：上游 10.8%、中游 10.3%。

对四个领域各技术小分支进行具体分析，在（上游）光伏材料制备领域，国外来华专利运营主要集中在硅系材料和多元化合物，运营占比分别为 12.4%、16.6%；中国本土专利运营热点方向是硅系材料和银浆，运营占比分别为 10.9%、10.5%。从三级细分领域来看，国外来华专利运营热点是多晶硅、非晶硅、砷化镓和铜铟镓锡；中国本土专利运营热点是单晶硅、多晶硅、铜铟镓锡。

在（中游）光伏电池及组件领域，国外来华专利在光伏玻璃和光伏电池分支专利运营占比均超过 10%，是运营的热点方向；中国本土专利在中游四个技术分支运营占比相差不大，运营占比在 11%左右。从三级细分领域来看，硅基太阳能电池、多元化合物薄膜太阳能电池是国外来华专利、中国本土专利运营的热点。

在（下游）光伏发电系统领域，国外来华专利、中国本土专利运营的热点方向均为逆变器，国外来华专利运营占比 11.4%、中国本土专利运营占比 9.1%；其次是蓄电池，国外来华专利运营占比 10.9%、中国本土专利运营占比 8.3%。

在光伏应用领域，国外来华专利运营的热点方向是 LED 应用，运营占比 8.8%，LED 应用细分领域，专利运营的热点是显示屏和背光源，运营占比分别为 8.7%、10.7%；中国本土专利运营的热点是光伏建筑一体化，运营占比 9.6%，LED 应用运营占比也达到 7.6%，在 LED 应用细分领域，中国本土专利运营的热点是背光源，运营占比 11%。

综上所述，国外来华专利运营的热点方向是中游领域，以及二级分支的硅系材料、多元化合物、光伏玻璃、光伏电池、LED 应用等分支；中国本土专利运营的热点方向是上游和中游领域，以及二级分支的硅系材料、银浆、EVA 胶膜、背板、光伏建筑一体化等分支。

## 2.3 小结

### 一、产业发展与专利布局关联度分析

1.从技术发展和专利布局关联度来看，整个光伏产业国内外的技术发展现状与其在国内外的专利布局的动态变化大致是一致的。

2.从产品供需和专利布局关联度来看，全球光伏产业的中下游相关专利占比表现为持续上升，与全球光伏产业的市场需求变动相一致。中国光伏产业新增装机、累计装机、多晶硅产量、光伏组件产量近年来位居全球首位，而近五年中国在光伏产业及各技术领域专利占比也处于全球首位，与市场情况一致。

3.从企业地位和专利布局关联度来看，2021 年全球营收前十的企业中虽然其专利布局量不是全球前十，有一定差异，但是它们有的近 10 年专利布局实力增长明显，有的拥有光伏产业某个重点技术分支的最新技术，虽然专利总量优势不明显，但是技术创新实力和带来的经济效益良好。

4.从产业转移和专利布局关联度来看，光伏产业专利申请趋势和产业转移基本是一致的。

5.中国、美国、日本等是全球光伏的主要市场，也是专利申请大国，日本、美国非常注重在中国的专利布局，抢占中国市场，但中国本土专利占比仍然高达 94.5%，中国本土企业对中国的控制力和影响力较强。从光伏产业各细分领域来看，中国在上游、中游、下游和光伏应用领域专利布局量始终居于首位，其次是日本和美国，中国专利控制力较强。

### 二、全球及中国太阳能光伏产业专利态势分析

1.截止 2021 年 11 月底，全球太阳能光伏产业专利申请总量为 530905 件，其中，上游 142165 件、中游 221260 件、下游 142361 件、光伏应用 111560 件。从申请趋势来看，全球太阳能光伏产业专利申请总体呈上升趋势，从 2007 年开始，年专利申请量首次突破一万件，此后保持迅猛增长趋势，是光伏产业高速发

展阶段。

2.中国、日本、美国、韩国、世界知识产权组织在全球光伏产业及四个技术领域专利申请量均依次排名前五，中国申请总量最多，专利申请侧重于中游和下游，日本则侧重于上游和中游，其他国家或地区专利申请主要集中在中游。

3.从四个技术领域 TOP10 申请人专利申请态势来看，日本申请人占据了较为重要的位置，企业实力雄厚，其中，夏普、三洋电机、三菱电机、佳能等企业发展较为全面，在三个以上领域榜上有名。日本企业 1993 年以后开始发力，保持了较为旺盛的技术研发热情，在 2012 年以后放缓了专利申请速度。中国和韩国企业起步相对较晚，专利申请主要集中在近二十年，中国企业在下游领域实力比较突出，而韩国企业在光伏应用领域相对实力较强。

4.中国太阳能光伏产业专利申请总量为 275361 件，其中，上游 56768 件、中游 92770 件、下游 99957 件、光伏应用 56319 件，中游和下游申请量最多。中国太阳能光伏产业专利申请总体呈上升趋势，2009 年以后专利申请开始提速，2013 年经过短暂调整，2014 年继续高速攀升，2018 年达申请高峰 34070 件，2019 年再次下滑，2020 年再创新高，总体来说呈上升趋势。

5.专利申请、授权和有效方面，中国在上游专利申请质量最高，光伏应用申请质量及稳定度最低。

6.中国在上游、下游领域，高校院所申请人占据重要地位，而中游、光伏应用领域全部是企业申请人。上游专利布局较早，其他领域专利申请集中在 2010 年以后。此外，四个细分领域基本都是中国申请人，除光伏应用有日本、韩国申请人各 1 家，且排名比较靠后。可以看出，中国龙头企业在光伏产业各技术领域研发实力雄厚，牢牢抓住了中国光伏市场。

### 三、太阳能光伏产业结构调整方向

1.全球光伏产业呈高速发展态势，产业结构调整方向倾向于中游和下游领域，是未来专利增长的主要技术领域。

2.中国、日本、美国、韩国、德国五国在上游均处于快速缩减状态，除德国产业调整方向主要是中游外，其它四国产业调整方向均是中游和下游领域。

3.各龙头企业在上游均呈缩减趋势；夏普和 LG 电子产业调整方向为中游和下游；三洋电机产业调整方向为中游；东丽产业调整方向为中游和光伏应用；国

家电网产业调整方向为下游。

#### 四、太阳能光伏产业技术研发热点分析

1. 在光伏产业，国外专利申请的重点方向是中游，专利申请 128491 件；中国重点方向是中游和下游，中游专利申请 92770 件，下游 99959 件；从细分领域来看，国外研发重点方向是硅系材料、光伏电池、控制器和 LED 应用，中国研发重点方向是硅系材料、光伏电池、控制器、支架和 LED 应用。

2. 国外在各技术分支基本均呈下降趋势，除钙钛矿太阳能电池，是国外新兴研发热点方向。中国在各技术分支基本呈上升趋势，其中，下游和光伏应用是技术研发热点；在细分领域，中国研发热点是多元化合物、PET 基膜、氟膜、光伏玻璃、钙钛矿太阳能电池、支架、光伏建筑一体化、信号灯、显示屏等方向。

3. 光伏产业五家龙头企业专利布局均有所侧重，夏普、三洋电机、LG 电子专利布局重点在中游，东丽专利布局重点在上游，国家电网专利布局重点在下游。2016 年后夏普在各技术领域专利布局较少，三洋电机在各技术领域均无专利申请，国家电网在四个技术领域 2016 年后的专利申请占比均高于其他企业。

4. 国外协同创新的重点领域在上游和下游，以及细分领域的硅系材料、光伏电池、控制器、LED 应用；中国协同创新的重点领域在中游和下游，以及细分领域的硅系材料、光伏电池、控制器、LED 应用。

5. 国外协同创新的热点方向是下游领域，以及细分领域的多元化合物、光伏玻璃、钙钛矿太阳能电池、控制器、支架、光伏建筑一体化、显示屏等分支；中国近五年协同创新占比普遍较高，相对来说，协同创新的热点是中游、下游及光伏应用领域，以及细分领域的银浆、多晶硅、背板、光伏电池、钙钛矿太阳能电池、支架、控制器、光伏建筑一体化、显示屏等分支。

6. 新进入者专利申请的重点热点方向是中游、下游及光伏应用领域，以及细分领域的硅系材料、背板、光伏电池、控制器、光伏建筑一体化、LED 应用等分支。

7. 国外来华专利运营的热点方向是中游领域，以及细分领域的硅系材料、多元化合物、光伏玻璃、光伏电池、LED 应用等分支；中国本土专利运营的热点方向是上游和下游领域，以及细分领域的硅系材料、银浆、EVA 胶膜、背板、光伏建筑一体化等分支。

### 第三章 陕西省太阳能光伏产业发展定位分析

明确陕西省太阳能光伏产业发展定位，揭示陕西省太阳能光伏产业发展中存在的结构布局、企业培育、技术发展、人才储备等方面的问题，进一步选择重点省份和陕西省进行专利布局、人才储备、专利运营等对标分析，了解陕西省太阳能光伏产业发展中的不足之处，同时，聚焦陕西省太阳能光伏产业重点企业，和竞争对手进行对标分析，以了解陕西省太阳能光伏产业龙头企业技术创新实力。

#### 3.1 产业结构布局定位分析

本节将陕西省太阳能光伏产业专利布局结构和全球、中国、日本、美国、主要省份、龙头企业进行对比分析，以了解陕西省太阳能光伏产业专利布局结构定位。

图表 53 陕西省太阳能光伏产业结构定位

太阳能光伏产业专利结构对比												
技术领域	指标	全球	中国	日本	美国	陕西省	江苏省	广东省	浙江省	夏普	三洋电机	东丽
光伏产业	申请量	530905	275361	82794	60953	8101	58986	28248	26936	4328	3189	3088
(上游)光伏材料制备	申请量	142165	56768	35268	18975	2025	13013	3998	5206	804	351	2777
	产业占比	26.8%	20.6%	42.6%	31.1%	25.0%	22.1%	14.2%	19.3%	18.6%	11.0%	89.9%
(中游)光伏电池及组件	申请量	221261	92770	36485	31704	2157	25584	7773	9047	3329	2635	371
	产业占比	41.7%	33.7%	44.1%	52.0%	26.6%	43.4%	27.5%	33.6%	76.9%	82.6%	12.0%
(下游)光伏发电系统	申请量	142363	99959	10420	10317	3054	19183	11416	9533	671	363	9
	产业占比	26.8%	36.3%	12.6%	16.9%	37.7%	32.5%	40.4%	35.4%	15.5%	11.4%	0.3%
光伏应用	申请量	111560	56319	18439	12921	1642	8990	8151	6454	1270	946	119
	产业占比	21.0%	20.5%	22.3%	21.2%	20.3%	15.2%	28.9%	24.0%	29.3%	29.7%	3.9%

单位：件  
数据来源：知识产权出版社，截止到2021年11月

截止到 2021 年 11 月，中国光伏产业专利申请量为 275361 件，陕西省专利申请量 8101 件，占全国申请总量的 2.9%。陕西省在光伏产业四个领域中，下游是专利布局的重点领域，专利申请 3054 件，产业占比 37.7%；其次是中游，产业占比 26.6%；上游产业占比 25%；光伏应用产业占比相对偏低，占比为 20.3%。

将陕西省太阳能光伏产业专利布局结构与国外、中国进行对比，可以发现，陕西省和中国整体情况比较类似，中国也是下游产业占比最高，占比为 36.3%，

其次是中游 33.7%；日本专利布局的重点在上游和中游领域，产业占比分别为上游 42.6%、中游 44.1%；而美国专利布局重点是中游，产业占比 52%。

将陕西省与国内光伏产业专利申请大省江苏省、广东省和浙江省进行对比，可以发现，陕西省、广东省、浙江省比较类似，光伏产业专利布局重点领域均是下游领域，广东省下游产业占比 40.4%，浙江省 35.4%，而江苏省光伏产业专利布局倾向于中游，中游产业占比 43.4%；另外，陕西省在上游产业占比 25%，高于其他三个省份，而广东省光伏应用领域产业占比 28.9%，四个省份中最高。

将陕西省与光伏产业主要龙头企业专利布局结构进行对比，可以看出，陕西省在光伏产业四个领域相对比较均衡，而龙头企业比较有鲜明特色，夏普和三洋电子在中游领域产业占比分别达到 76.9%、82.6%，东丽则在上游领域产业占比达 89.9%。

图表 54 陕西省太阳能光伏产业细分领域结构定位

太阳能光伏产业主要技术领域专利结构对比													
技术领域	指标	全球	中国	日本	美国	陕西省	江苏省	广东省	浙江省	夏普	三洋电机	东丽	
(上游) 光伏材料制备	硅系材料	申请量	68042	32450	14001	9433	990	7905	1003	3160	402	129	10
		产业占比	47.9%	57.2%	39.7%	49.7%	48.9%	60.7%	25.1%	60.7%	50.0%	36.8%	0.4%
	多元化合物	申请量	33764	10905	7237	6147	686	1622	1319	548	200	106	8
		产业占比	23.7%	19.2%	20.5%	32.4%	33.9%	12.5%	33.0%	10.5%	24.9%	30.2%	0.3%
	银浆	申请量	9610	4482	2133	922	205	1160	616	391	194	115	5
		产业占比	6.8%	7.9%	6.0%	4.9%	10.1%	8.9%	15.4%	7.5%	24.1%	32.8%	0.2%
	聚合物隔膜	申请量	30579	8552	12148	2512	142	2112	1053	1039	6	2	2754
		产业占比	21.5%	15.1%	34.4%	13.2%	7.0%	16.2%	26.3%	20.0%	0.7%	0.6%	99.2%
(中游) 光伏电池及组件	光伏玻璃	申请量	6516	2668	532	660	128	768	299	281	15	6	1
		产业占比	2.9%	2.9%	1.5%	2.1%	5.9%	3.0%	3.8%	3.1%	0.5%	0.2%	0.3%
	EVA胶膜	申请量	2953	1279	765	335	15	561	97	242	19	31	15
		产业占比	1.3%	1.4%	2.1%	1.1%	0.7%	2.2%	1.2%	2.7%	0.6%	1.2%	4.0%
	背板	申请量	13838	6979	1764	2443	99	2900	430	848	20	23	151
		产业占比	6.3%	7.5%	4.8%	7.7%	4.6%	11.3%	5.5%	9.4%	0.6%	0.9%	40.7%
	光伏电池	申请量	185826	72830	34905	26228	1691	18543	6456	6718	3317	2575	354
		产业占比	84.0%	78.5%	95.7%	82.7%	78.4%	72.5%	83.1%	74.3%	99.6%	97.7%	95.4%
(下游) 光伏发电系统	逆变器	申请量	21423	16646	1210	1214	502	3238	2284	1319	74	112	0
		产业占比	15.0%	16.7%	11.6%	11.8%	16.4%	16.9%	20.0%	13.8%	11.0%	30.9%	0.0%
	蓄电池	申请量	6290	3085	1325	769	50	472	510	272	45	80	2
		产业占比	4.4%	3.1%	12.7%	7.5%	1.6%	2.5%	4.5%	2.9%	6.7%	22.0%	22.2%
	控制器	申请量	46908	32349	3801	3695	1115	5521	4005	2840	165	123	2
		产业占比	32.9%	32.4%	36.5%	35.8%	36.5%	28.8%	35.1%	29.8%	24.6%	33.9%	22.2%
	支架	申请量	41135	32608	1233	2344	803	7558	3268	3461	79	22	0
		产业占比	28.9%	32.6%	11.8%	22.7%	26.3%	39.4%	28.6%	36.3%	11.8%	6.1%	0.0%
光伏应用	光伏建筑一体化(BIPV)	申请量	27397	16368	3575	2127	508	2534	1700	1796	67	57	3
		产业占比	24.6%	29.1%	19.4%	16.5%	30.9%	28.2%	20.9%	27.8%	5.3%	6.0%	2.5%
	LED应用	申请量	85294	40502	15100	10894	1146	6524	6530	4715	1210	896	117
		产业占比	76.5%	71.9%	81.9%	84.3%	69.8%	72.6%	80.1%	73.1%	95.3%	94.7%	98.3%

单位：件

数据来源：知识产权出版社，截止到2021年11月

进一步分析光伏产业二级细分领域各主要国家、省份及龙头企业专利布局结构，其中，在（上游）光伏材料制备领域，专利布局的重点基本都在硅系材料，其中，全球、日本、美国硅系材料产业占比接近 50%，中国 57.2%，从省份来看，陕西省硅系材料产业占比 48.9%，江苏省、浙江省达到 60.7%，不同的是，广东省产业布局重点在多元化合物，产业占比 33%，东丽专利布局重点在聚合物隔膜，产业占比 99.2%。

在（中游）光伏电池及组件领域，各主要国家、省份及龙头企业专利布局重点领域均是光伏电池，产业占比均在 70%以上。陕西省在背板、EVA 胶膜技术分支产业占比仅为 4.6%、0.7%，低于主要国家或省份。

在（下游）光伏发电系统领域，各主要国家、省份及龙头企业专利布局重点领域大多是控制器，产业占比在 30%左右，其中，陕西省控制器产业占比 36.5%、广东省 35.1%。不同的是，江苏省和浙江省产业布局重点方向是支架，产业占比分别为 39.4%、36.3%，在主要国家里，日本也是支架产业占比最高达 32.6%。另外，陕西省在蓄电池领域产业占比比较低，产业占比仅为 1.6%。

在光伏应用领域，各主要国家、省份及龙头企业专利布局重点领域全部是 LED 应用，日本、美国、广东省 LED 应用产业占比达 80%以上，夏普、三洋电机、东丽产业占比达 94%以上，其余产业占比也基本在 70%以上。在光伏建筑一体化技术分支，中国及国内四个省份占比相对领先，其中，陕西省最高达 30.9%，但专利申请数量还是远低于其他省份。

总体来说，陕西省专利布局的重点领域在（下游）光伏发电系统领域，产业占比 37.7%，细分领域的硅系材料、光伏玻璃、光伏电池、控制器、LED 应用等分支，也是陕西省专利布局的重点，但聚合物隔膜、背板、EVA 胶膜、蓄电池等分支是陕西省的薄弱环节。

### 3.2 企业创新资源定位分析

将陕西省和国内其他省份进行比较分析，以明确陕西省太阳能光伏产业整体企业创新实力定位，包括陕西省龙头企业的创新实力定位分析。

图表 55 陕西省太阳能光伏产业企业创新能力专利定位分析

太阳能光伏产业陕西省企业创新能力专利定位									
技术领域	中国			陕西省					
	申请总量	企业申请	企业申请占比	申请总量	企业申请	企业申请占比	企业申请全国占比	企业申请全国排名	
光伏产业	275361	197079	71.6%	8101	5023	62.0%	2.5%	12	
(上游)光伏材料制备	56768	43524	76.7%	2025	1096	54.1%	2.5%	11	
(上游)光伏材料制备	硅系材料	32450	27888	85.9%	990	775	78.3%	2.8%	11
	多元化合物	10905	5107	46.8%	686	116	16.9%	2.3%	11
	银浆	4482	3824	85.3%	205	175	85.4%	4.6%	6
	聚合物隔膜	8552	6334	74.1%	142	24	16.9%	0.4%	19
(中游)光伏电池及组件	92770	71221	76.8%	2157	1474	68.3%	2.1%	10	
(中游)光伏电池及组件	光伏玻璃	3668	2909	79.3%	128	110	85.9%	3.8%	7
	EVA胶膜	1279	1137	88.9%	15	12	80.0%	1.1%	13
	背板	6979	6469	92.7%	99	87	87.9%	1.3%	11
	光伏电池	72830	53987	74.1%	1691	1074	63.5%	2.0%	10
(下游)光伏发电系统	99959	69754	69.8%	3054	2039	66.8%	2.9%	11	
(下游)光伏发电系统	逆变器	16646	11926	71.6%	502	360	71.7%	3.0%	8
	蓄电池	3085	2001	64.9%	50	24	48.0%	1.2%	16
	控制器	32349	21121	65.3%	1115	716	64.2%	3.4%	10
	支架	32608	24052	73.8%	803	543	67.6%	2.3%	14
光伏应用	56319	35971	63.9%	1642	1011	61.6%	2.8%	11	
光伏应用	光伏建筑一体化	16368	10582	64.7%	508	321	63.2%	3.0%	10
	LED应用	40502	25724	63.5%	1146	699	61.0%	2.7%	11

单位：件  
数据来源：知识产权出版社，截止到2021年11月

截止 2021 年 11 月，陕西省企业专利申请量共计 5023 件，占陕西省专利总量的 62%，在光伏产业四个领域企业申请量及企业占比分别为：上游 1096 件，占比 54.1%；中游 1474 件，占比 68.3%；下游 2039 件，占比 66.8%；光伏应用 1011 件，占比 61.6%。总体来看，陕西省企业申请占比略低于全国平均水平，中国在光伏产业企业申请占比为 71.6%，在四个领域企业占比分别为：上游 76.7%、中游 76.8%、下游 69.8%、光伏应用 63.9%。

在光伏产业二级细分领域，陕西省在银浆、光伏玻璃、逆变器、控制器、光伏建筑一体化等技术分支，企业申请量全国占比均在 3% 以上，在这些领域陕西

省企业创新实力相对较强；而在聚合物隔膜、EVA 胶膜、背板、蓄电池等领域，陕西省企业申请量全国占比在 1.3%以下，企业实力相对较弱。其中，陕西省在光伏玻璃分支企业占比 85.9%，中国企业占比 79.3%，略高于全国平均水平；陕西省在聚合物隔膜分支企业占比 16.9%，中国企业占比 74.1%，远低于全国平均水平。

图表 56 陕西省太阳能光伏产业企业创新能力专利排名分析

太阳能光伏产业企业创新能力省级排名									
光伏产业		(上游)光伏材料制备		(中游)光伏电池及组件		(下游)光伏发电系统		光伏应用	
省/直辖市	专利产出数量	省/直辖市	专利产出数量	省/直辖市	专利产出数量	省/直辖市	专利产出数量	省/直辖市	专利产出数量
江苏省	49099	江苏省	11339	江苏省	22419	江苏省	15126	江苏省	7011
广东省	20509	浙江省	4169	浙江省	7236	广东省	8599	广东省	5834
浙江省	19170	上海市	2923	广东省	5587	浙江省	6402	浙江省	3861
北京市	11082	广东省	2873	北京市	3703	北京市	5218	北京市	1900
上海市	9693	北京市	1861	安徽省	3336	安徽省	4307	福建省	1798
安徽省	9665	山东省	1702	上海市	3270	山东省	3321	安徽省	1701
山东省	7516	安徽省	1633	河北省	2361	上海市	3203	山东省	1575
四川省	6145	河北省	1465	四川省	1935	天津市	2451	上海市	1330
天津市	5261	四川省	1350	山东省	1768	四川省	2318	四川省	1267
陕西省(12)	5023	陕西省(11)	1096	陕西省(10)	1474	陕西省(11)	2039	陕西省(11)	1011

单位：件  
数据来源：知识产权出版社，截止到2021年11月

从全国竞争态势来看，陕西省在光伏产业企业申请量排名全国第 12 位，在四个技术领域排名分别为：上游、下游、光伏应用排名第 11 位，中游排名第 10 位。排名居首的是江苏省，且江苏省企业专利申请量遥遥领先，浙江省、广东省、北京市是几个技术领域均排名前五。从企业专利申请量来看，陕西省和排名前列的省份相差较大。

图表 57 陕西省太阳能光伏产业细分领域企业创新能力专利排名分析

太阳能光伏产业各技术领域企业创新能力省级排名									
(上游)光伏材料制备		硅系材料		多元化合物		银浆		聚合物隔膜	
省/直辖市	专利产出数量	省/直辖市	专利产出数量	省/直辖市	专利产出数量	省/直辖市	专利产出数量	省/直辖市	专利产出数量
江苏省	11339	江苏省	7310	江苏省	930	江苏省	1047	江苏省	1847
浙江省	4169	浙江省	2673	广东省	680	广东省	527	广东省	883
上海市	2923	上海市	2075	北京市	357	浙江省	341	浙江省	803
广东省	2873	北京市	1251	浙江省	296	安徽省	332	安徽省	544
北京市	1861	山东省	1120	上海市	282	上海市	240	上海市	313
山东省	1702	河北省	1099	山东省	235	陕西省(6)	175	山东省	226
安徽省	1633	江西省	954	四川省	221	湖南省	124	四川省	169
河北省	1465	河南省	853	河北省	201	山东省	117	北京市	161
四川省	1350	四川省	831	福建省	140	四川省	114	福建省	130
陕西省(11)	1096	陕西省(11)	775	陕西省(11)	116	北京市	94	陕西省(19)	24
(中游)光伏电池及组件		光伏玻璃		EVA胶膜		背板		光伏电池	
省/直辖市	专利产出数量	省/直辖市	专利产出数量	省/直辖市	专利产出数量	省/直辖市	专利产出数量	省/直辖市	专利产出数量
江苏省	22419	江苏省	694	江苏省	533	江苏省	2825	江苏省	15836
浙江省	7236	安徽省	300	浙江省	205	浙江省	790	浙江省	5274
广东省	5587	广东省	231	广东省	81	广东省	364	广东省	4525
北京市	3703	浙江省	208	上海市	49	安徽省	279	北京市	2667
安徽省	3336	上海市	160	安徽省	43	河北省	278	上海市	2431
上海市	3270	福建省	116	天津市	31	北京市	273	安徽省	2206
河北省	2361	陕西省(7)	110	江西省	27	上海市	205	河北省	1750
四川省	1935	山东省	105	河北省	27	山东省	151	四川省	1588
山东省	1768	北京市	102	山东省	25	江西省	133	山东省	1268
陕西省(10)	1474	河南省	97	陕西省(13)	12	陕西省(11)	87	陕西省(10)	1074
(下游)光伏发电系统		逆变器		蓄电池		控制器		支架	
省/直辖市	专利产出数量	省/直辖市	专利产出数量	省/直辖市	专利产出数量	省/直辖市	专利产出数量	省/直辖市	专利产出数量
江苏省	15126	江苏省	2470	广东省	369	江苏省	3911	江苏省	6483
广东省	8599	广东省	1886	江苏省	356	广东省	3064	浙江省	2478
浙江省	6402	浙江省	924	浙江省	140	浙江省	1692	广东省	2369
北京市	5218	北京市	882	北京市	134	北京市	1429	安徽省	1497
安徽省	4307	安徽省	840	上海市	103	安徽省	1393	山东省	1222
山东省	3321	上海市	667	安徽省	86	山东省	1177	天津市	1185
上海市	3203	山东省	533	山东省	76	上海市	956	北京市	1074
天津市	2451	陕西省(8)	360	福建省	60	四川省	787	福建省	973
四川省	2318	天津市	335	四川省	58	天津市	764	上海市	951
陕西省(11)	2039	四川省	302	陕西省(16)	24	陕西省(10)	716	陕西省(14)	543
光伏应用		光伏建筑一体化		LED应用					
省/直辖市	专利产出数量	省/直辖市	专利产出数量	省/直辖市	专利产出数量				
江苏省	7011	江苏省	1987	江苏省	5071				
广东省	5834	浙江省	1258	广东省	4670				
浙江省	3861	广东省	1217	浙江省	2635				
北京市	1900	北京市	972	福建省	1482				
福建省	1798	山东省	589	安徽省	1183				
安徽省	1701	上海市	583	山东省	1000				
山东省	1575	安徽省	528	北京市	951				
上海市	1330	四川省	379	四川省	901				
四川省	1267	福建省	330	上海市	774				
陕西省(11)	1011	陕西省(10)	321	陕西省(11)	699				

单位：件

数据来源：知识产权出版社，截止到2021年11月

从光伏产业二级细分领域全国竞争态势来看，陕西省在银浆分支企业申请量全国排名第6位、光伏玻璃排名第7位、逆变器排名第8位、控制器排名第10

位、光伏建筑一体化排名第 10 位，排名相对靠前。陕西省在聚合物隔膜企业申请量全国排名第 19 位、EVA 胶膜排名第 13 位、蓄电池排名第 16 位、支架排名第 14 位，在这些领域陕西省企业创新实力处于中等偏下水平，与领先省份相比企业实力相差悬殊。

图表 58 陕西省太阳能光伏产业企业申请人分析

光伏产业国内外主要企业申请人						
光伏产业	全球前五申请人		中国前五申请人		陕西前五申请人	
排名	申请人	申请量	申请人	申请量	申请人	申请量
1	夏普公司	4328	国家电网	2716	隆基绿能科技股份有限公司	276
2	三洋电机	3189	阿特斯阳光电力集团股份有限公司	1460	国家电投集团西安太阳能电力有限公司	271
3	东丽	3088	苏州阿特斯阳光电力科技有限公司	1338	彩虹集团有限公司	203
4	LG电子	2762	天合光能股份有限公司	1326	西安博昱新能源有限公司	176
5	国家电网	2749	浙江晶科能源有限公司	1148	西安大昱光电科技有限公司	168
<b>(上游)光伏材料制备</b>						
排名	申请人	申请量	申请人	申请量	申请人	申请量
1	东丽	2777	晶科能源股份有限公司	356	隆基绿能科技股份有限公司	177
2	住友电工	2026	浙江晶科能源有限公司	316	西安奕斯伟硅片技术有限公司	161
3	信越半导体	1867	苏州阿特斯阳光电力科技有限公司	271	彩虹集团有限公司	74
4	帝人	1595	英利能源(中国)有限公司	261	陕西天宏硅材料有限责任公司	69
5	日本胜高	1577	内蒙古中环光伏材料有限公司	251	西安创联新能源设备有限公司	56
<b>(中游)光伏电池及组件</b>						
排名	申请人	申请量	申请人	申请量	申请人	申请量
1	夏普公司	3329	阿特斯阳光电力集团股份有限公司	1232	国家电投集团西安太阳能电力有限公司	243
2	三洋电机	2635	苏州阿特斯阳光电力科技有限公司	1134	国家电投集团黄河上游水电开发有限责任公司	215
3	LG电子	2606	天合光能股份有限公司	1063	彩虹集团有限公司	150
4	三菱电机	1868	常熟阿特斯阳光电力科技有限公司	923	隆基绿能科技股份有限公司	91
5	佳能	1590	浙江晶科能源有限公司	832	陕西众森电能科技有限公司	86
<b>(下游)光伏发电系统</b>						
排名	申请人	申请量	申请人	申请量	申请人	申请量
1	国家电网	2352	国家电网	2321	西安博昱新能源有限公司	117
2	阳光电源股份有限公司	682	阳光电源股份有限公司	572	陕西科林能源发展股份有限公司	114
3	夏普公司	671	无锡同春新能源科技有限公司	456	西安大昱光电科技有限公司	102
4	三菱电机	553	珠海格力电器股份有限公司	326	西安热工研究院有限公司	92
5	无锡同春新能源科技有限公司	456	北京知旬科技有限公司	298	澄城县力科钢构有限公司	65
<b>光伏应用</b>						
排名	申请人	申请量	申请人	申请量	申请人	申请量
1	夏普公司	1270	国家电网	334	西安隆基绿能建筑科技有限公司	92
2	精工爱普生	1202	北京知旬科技有限公司	192	西安博昱新能源有限公司	59
3	三洋电机	946	无锡同春新能源科技有限公司	176	西安大昱光电科技有限公司	44
4	佳能	855	昆山博文照明科技有限公司	169	西安孔明智能科技有限公司	30
5	三星电管(SAMSUNG SDI)	763	日本半导体能源株式会社	139	飞秒光电科技(西安)有限公司	24

单位：件  
数据来源：知识产权出版社，截止到2021年11月

对光伏产业及四个技术领域全球、中国、陕西主要企业申请人进行分析，在光伏产业，全球 TOP5 企业排名前三的是日本企业夏普、三洋电机和东丽，韩国 LG 电子排名第四，中国国家电网排名第五。中国 TOP5 企业排名居首的是国家电网，其次是江苏省的 3 家企业，包括阿特斯阳光电力集团股份有限公司、苏州阿特斯阳光电力科技有限公司、天合光能股份有限公司，排名第五的是浙江晶科能

源有限公司，陕西省企业未能位列前五。陕西省 TOP5 企业中，隆基绿能科技股份有限公司（276 件）排名第一；国家电投集团西安太阳能电力有限公司（271 件）排名第二；彩虹集团有限公司（203 件）排名第三；西安博昱新能源有限公司（176 件）排名第四；西安大昱光电科技有限公司（168 件）排名第五。

在四个技术领域全球 TOP5 企业中，日本企业居多，其中，夏普、三洋电机、佳能、三菱电机在多个领域排名前五，在上游领域，前五申请人全部是日本企业，包括东丽、住友电工、信越半导体、帝人、日本胜高，可以看出，日本企业综合实力比较强。四个领域全球 TOP5 企业中，中国共有 3 家企业入围，除国家电网外，还包括阳光电源股份有限公司、无锡同春新能源科技有限公司，在（下游）光伏发电系统领域排名前五，中国企业在下游领域具有竞争优势。

在四个技术领域中国 TOP5 企业中，晶科能源股份有限公司、浙江晶科能源有限公司在上游排名前二；阿特斯集团及旗下子公司包括苏州阿特斯阳光电力科技有限公司、常熟阿特斯阳光力科技有限公司，在中游领域排名前五；国家电网、无锡同春新能源科技有限公司、北京知旬科技有限公司在下游及光伏应用领域排名前五。中国 TOP5 企业中未包含陕西省企业，可见，陕西省龙头企业的技术创新实力仍需进一步提升。

在四个技术领域陕西省 TOP5 企业中，（上游）光伏材料制备领域专利申请量较多的企业包括：隆基绿能科技股份有限公司 177 件、西安奕斯伟硅片技术有限公司 161 件，这两家企业专利申请量遥遥领先。

（中游）光伏电池及组件领域，陕西主要申请人包括：国家电投集团西安太阳能电力有限公司 243 件、国家电投集团黄河上游水电开发有限责任公司 215 件、彩虹集团有限公司 150 件。国家电投集团西安太阳能电力有限公司是国家电投集团黄河上游水电开发有限责任公司的控股公司，彩虹集团有限公司在上游领域也位列前五。排名第四的是隆基绿能科技股份有限公司 91 件，排名第五的是陕西众森电能科技有限公司 86 件。

（下游）光伏发电系统领域，西安博昱新能源有限公司 117 件排名居首；其次是陕西科林能源发展股份有限公司，专利申请 114 件；排名第三的是西安大昱光电科技有限公司，专利申请 102 件。

光伏应用领域，西安博昱新能源有限公司、西安大昱光电科技有限公司分别

排名第二、第三位，排名第一的是西安隆基绿能建筑科技有限公司，专利申请量 92 件。

图表 59 陕西省太阳能光伏产业上游领域企业申请人分析

(上游)光伏材料制备领域国内外主要企业申请人						
硅系材料	全球前五申请人		中国前五申请人		陕西前五申请人	
排名	申请人	申请量	申请人	申请量	申请人	申请量
1	信越半导体	1824	晶科能源股份有限公司	339	西安奕斯伟硅片技术有限公司	161
2	日本胜高	1571	浙江晶科能源有限公司	294	隆基绿能科技股份有限公司	142
3	住友电工	743	内蒙古中环光伏材料有限公司	251	陕西天宏硅材料有限责任公司	65
4	美国太阳能公司(SUNE)	663	英利能源(中国)有限公司	241	西安创联新能源设备有限公司	56
5	IBM	568	阿特斯阳光电力集团股份有限公司	217	西安华晶电子技术	52
多元化合物	全球前五申请人		中国前五申请人		陕西前五申请人	
排名	申请人	申请量	申请人	申请量	申请人	申请量
1	住友电工	1286	住友电工	144	西安智盛锐芯半导体科技有限公司	32
2	日本电气公司	574	中国电子科技集团公司第十三研究所	124	西安赛富乐斯半导体科技有限公司	13
3	日立电线	425	中国电子科技集团公司第五十五研究所	118	西安利科光电科技有限公司	10
4	松下电器产业	327	华灿光电(浙江)有限公司	102	西安科锐盛创新科技有限公司	10
5	丰田合成	289	山东浪潮华光光电子股份有限公司	102	西安明光太阳能有限责任公司	10
银浆	全球前五申请人		中国前五申请人		陕西前五申请人	
排名	申请人	申请量	申请人	申请量	申请人	申请量
1	杜邦公司	442	彩虹集团有限公司	64	彩虹集团有限公司	64
2	夏普公司	194	杜邦公司	51	西安宏星电子浆料科技股份有限公司	27
3	贺利氏贵金属	125	比亚迪	43	西安航思半导体有限公司	17
4	日本电气公司	117	苏州阿特斯阳光电力科技有限公司	42	国家电投集团西安太阳能电力有限公司	13
5	三洋电机	115	苏州晶银新材料股份有限公司	40	陕西众森电能科技有限公司	9
聚合物隔膜	全球前五申请人		中国前五申请人		陕西前五申请人	
排名	申请人	申请量	申请人	申请量	申请人	申请量
1	东丽	2754	东洋纺	62	宝鸡市天瑞汽车内饰件有限公司	2
2	帝人	1571	合肥乐凯科技产业有限公司	57	咸阳新德安新材料科技有限公司	2
3	东洋纺	1527	苏州新区特氟龙塑料制品厂	55	渭南高新区火炬科技发展有限公司	2
4	三菱聚酯薄膜	1345	安徽国风塑业股份有限公司	54	陕西省水务集团水务科技有限公司	2
5	三菱树脂株式会社	1182	宁波长阳科技股份有限公司	43	渭南高新区金石为开咨询有限公司	2

单位：件

数据来源：知识产权出版社，截止到2021年11月

进一步对光伏产业二级细分领域 TOP5 企业申请人进行分析，在（上游）光伏材料制备四个小分支中，全球 TOP5 企业主要是日本企业，另外包含美国企业 2 家，德国企业 1 家，未包含中国企业。

中国 TOP5 企业中，包含陕西省企业 1 家，彩虹集团有限公司以 64 件专利申请量，在银浆分支排名第一。中国 TOP5 企业主要是中国企业，国外企业有 3 家，包括日本住友电工、美国杜邦公司和日本东洋纺，分别在多元化合物、银浆和聚合物隔膜分支排名前列。硅系材料是中国企业重点专利布局领域，重点申请人包括：晶科能源 339 件、浙江晶科能源 294 件、内蒙古中环光伏材料 251 件、英利能源(中国)有限公司 241 件、阿特斯阳光电力集团股份有限公司 217 件。

陕西 TOP5 企业中，硅系材料主要申请人包括：隆基绿能科技股份有限公司

174 件、西安奕斯伟硅片技术有限公司 161 件、陕西天宏硅材料有限责任公司 68 件；多元化合物主要申请人包括：西安智盛锐芯半导体科技有限公司 32 件、西安赛富乐斯半导体科技有限公司 13 件；银浆主要申请人包括：彩虹集团有限公司 64 件、西安宏星电子浆料科技股份有限公司 27 件；聚合物隔膜领域企业申请量较少。

图表 60 陕西省太阳能光伏产业中游领域企业申请人分析

(中游)光伏电池及组件领域国内外主要企业申请人						
光伏玻璃	全球前五申请人		中国前五申请人		陕西前五申请人	
排名	申请人	申请量	申请人	申请量	申请人	申请量
1	旭硝子株式会社	155	台玻福建光伏玻璃有限公司	43	陕西拓日新能源科技有限公司	36
2	法国圣戈班玻璃	96	信义光伏产业(安徽)控股有限公司	43	彩虹集团新能源股份有限公司	30
3	日本电气硝子	96	常州亚玛顿股份有限公司	41	彩虹集团有限公司	16
4	杜邦公司	90	东莞南玻太阳能玻璃有限公司	39	西安中科麦特电子设备有限公司	7
5	美国加迪安工业公司	83	陕西拓日新能源科技有限公司	36	彩虹(延安)新能源有限公司	6
EVA胶膜	全球前五申请人		中国前五申请人		陕西前五申请人	
排名	申请人	申请量	申请人	申请量	申请人	申请量
1	普利司通	119	常州斯威克光伏新材料有限公司	65	西安普瑞新特能源有限公司	3
2	日本合成化工	104	苏州泰科尼光伏材料有限公司	36	西安黄河光伏科技股份有限公司	2
3	常州斯威克光伏新材料有限公司	65	苏州烁尔新材料有限公司	31	碧辟普瑞太阳能有限公司	1
4	日本合成化学	45	阿特斯阳光电力集团股份有限公司	27	赫里欧新能源有限公司	1
5	日本可乐丽	40	广州鹿山新材料股份有限公司	16	陕西正太能源科技有限公司	1
背板	全球前五申请人		中国前五申请人		陕西前五申请人	
排名	申请人	申请量	申请人	申请量	申请人	申请量
1	富士胶片(FUJIFILM)	344	常州回天新材料有限公司	244	国家电投集团西安太阳能电力有限公司	17
2	常州回天新材料有限公司	244	无锡中洁能源技术有限公司	149	西安隆基绿能建筑科技有限公司	14
3	大日本印刷(DNP)	222	常熟阿特斯阳光电力科技有限公司	135	西安黄河光伏科技股份有限公司	11
4	东丽	151	阿特斯阳光电力集团股份有限公司	135	隆基乐叶光伏科技有限公司	11
5	无锡中洁能源技术有限公司	149	天合光能股份有限公司	86	赫里欧新能源有限公司	5
光伏电池	全球前五申请人		中国前五申请人		陕西前五申请人	
排名	申请人	申请量	申请人	申请量	申请人	申请量
1	夏普公司	3317	苏州阿特斯阳光电力科技有限公司	933	国家电投集团西安太阳能电力有限公司	211
2	三洋电机	2575	阿特斯阳光电力集团股份有限公司	821	彩虹集团有限公司	136
3	LG电子	2534	天合光能股份有限公司	766	隆基绿能科技股份有限公司	90
4	三菱电机	1845	广东爱旭科技有限公司	705	陕西众森电能科技有限公司	81
5	佳能	1521	浙江晶科能源有限公司	629	隆基乐叶光伏科技有限公司	58

单位：件

数据来源：知识产权出版社，截止到2021年11月

在（中游）光伏电池及组件四个小分支中，全球 TOP5 企业日本企业占据大多数，中国有 3 家企业，其中，常州斯威克光伏新材料有限公司（65 件）在 EVA 胶膜排名第三、常州回天新材料有限公司（244）和无锡中洁能源技术有限公司（149 件）在背板分支分别排名第二、第五位。

中国 TOP5 企业中，光伏玻璃分支包含 1 家陕西企业，陕西拓日新能源科技有限公司以 36 件专利申请量排名第五，光伏玻璃主要申请人还包括台玻福建光伏玻璃有限公司 43 件、信义光伏产业(安徽)控股有限公司 43 件等。

陕西 TOP5 企业中，光伏玻璃分支陕西拓日新能源科技有限公司居于首位，

另外，彩虹集团有限公司及其控股公司彩虹集团新能源股份有限公司、彩虹(延安)新能源有限公司均位列前五；EVA胶膜分支陕西省企业专利申请量较少，不超过3件；背板分支国家电投集团西安太阳能电力有限公司排名第一，专利申请17件，其次是西安隆基绿能建筑科技有限公司，专利申请14件；光伏电池分支，国家电投集团西安太阳能电力有限公司和西安隆基绿能建筑科技有限公司也名列前茅，分别排名第一、第三位，排名第二的是彩虹集团有限公司，专利申请136件。

图表 61 陕西省太阳能光伏产业下游领域企业申请人分析

(下游)光伏发电系统领域国内外主要企业申请人						
逆变器	全球前五申请人		中国前五申请人		陕西前五申请人	
排名	申请人	申请量	申请人	申请量	申请人	申请量
1	国家电网	612	国家电网	603	特变电工西安电气科技有限公司	73
2	阳光电源股份有限公司	378	阳光电源股份有限公司	303	西安热工研究院有限公司	19
3	德国SMA太阳能技术	197	无锡同春新能源科技有限公司	104	西安艾力特电子实业有限公司	15
4	华为技术	149	特变电工新疆新能源股份有限公司	87	西安大昱光电科技有限公司	14
5	三洋电机	112	特变电工西安电气科技有限公司	73	陕西银河网电科技有限公司	13
蓄电池	全球前五申请人		中国前五申请人		陕西前五申请人	
排名	申请人	申请量	申请人	申请量	申请人	申请量
1	三洋电机	80	国家电网	39	西安旋飞电子科技有限公司	2
2	索尼	73	三洋电机	10	西安中科麦特电子技术设备有限公司	2
3	松下电器产业	55	哈尔滨永祺化工有限公司	10	飞秒光电科技(西安)有限公司	2
4	丰田汽车	52	联合汽车电子有限公司	8	西安大昱光电科技有限公司	2
5	夏普公司	45	索尼	8	陕西天益教育科技有限公司	1
控制器	全球前五申请人		中国前五申请人		陕西前五申请人	
排名	申请人	申请量	申请人	申请量	申请人	申请量
1	国家电网	742	国家电网	722	西安大昱光电科技有限公司	45
2	无锡同春新能源科技有限公司	281	无锡同春新能源科技有限公司	281	陕西科林能源发展股份有限公司	39
3	阳光电源股份有限公司	247	阳光电源股份有限公司	181	西安博昱新能源有限公司	36
4	三菱电机	224	珠海格力电器股份有限公司	147	西安中科麦特电子技术设备有限公司	23
5	丰田汽车	182	浙江比华丽电子科技有限公司	84	西安艾力特电子实业有限公司	22
支架	全球前五申请人		中国前五申请人		陕西前五申请人	
排名	申请人	申请量	申请人	申请量	申请人	申请量
1	国家电网	238	国家电网	237	澄城县力科钢构有限公司	60
2	SUNPOWER公司	139	江苏中信博新能源科技股份有限公司	128	西安大昱光电科技有限公司	27
3	江苏中信博新能源科技股份有限公司	128	无锡同春新能源科技有限公司	122	陕西科林能源发展股份有限公司	21
4	无锡同春新能源科技有限公司	122	浙江正泰新能源开发有限公司	77	西安银河网电智能电气有限公司	19
5	夏普公司	79	阿特斯阳光电力集团股份有限公司	64	陕西光伏产业有限公司	15

单位：件

数据来源：知识产权出版社，截止到2021年11月

在（下游）光伏发电系统四个小分支中，逆变器、控制器、支架全球TOP5企业以中国企业为主，蓄电池全球TOP5企业全部是日本企业，美国、德国企业各1家。中国企业中，国家电网在逆变器、控制器、支架三个分支排名第一；阳光电源股份有限公司在逆变器分支排名第二，在控制器分支排名第三；无锡同春新能源科技有限公司在控制器、支架分支分别排名第二、第四位；华为技术在逆变器分支排名第四。日本企业主要包括三洋电机、夏普公司、索尼、松下电器产

业等。德国 SMA solar technology 公司在逆变器分支排名第三位。

中国 TOP5 企业中，除蓄电池领域包含三洋电机、索尼 2 家日本企业，其余均为中国企业。陕西省特变电工西安电气科技有限公司在逆变器分支排名第五，专利申请 73 件。具体来看，逆变器主要申请人包括：国家电网 603 件、阳光电源股份有限公司 303 件、无锡同春新能源科技有限公司 104 件；蓄电池主要申请人包括：国家电网 39 件、三洋电机 10 件；控制器主要申请人包括：国家电网 722 件、无锡同春新能源科技有限公司 281 件、阳光电源股份有限公司 181 件；支架主要申请人包括：国家电网 237 件、江苏中信博新能源科技股份有限公司 128 件、无锡同春新能源科技有限公司 122 件。

陕西省 TOP5 企业中，在逆变器分支，特变电工西安电气科技有限公司排名第一，专利申请量 73 件，数量遥遥领先，其次是西安热工研究院有限公司，专利申请 19 件，前五申请人中还包括西安艾力特电子实业有限公司和西安大昱光电科技有限公司，这两家公司在多个分支位列前五；支架分支主要申请人还包括澄城县力科钢构有限公司、陕西科林能源发展股份有限公司、陕西光伏产业有限公司等。

图 62 陕西省太阳能光伏产业光伏应用领域企业申请人分析

光伏应用领域国内外主要企业申请人						
光伏建筑一体化	全球前五申请人		中国前五申请人		陕西前五申请人	
	排名	申请人	申请量	申请人	申请量	申请人
	1	积水化学(SEKISUI CHEM)	191	北京知旬科技有限公司	175	西安隆基绿能建筑科技有限公司
	2	北京知旬科技有限公司	175	西安隆基绿能建筑科技有限公司	90	西安大昱光电科技有限公司
	3	佳能	122	浙江正泰新能源开发有限公司	74	西安中易建科技有限公司
	4	日本三洋住宅(MISAWA HOMES)	120	汉能移动能源控股集团有限公司	66	西安孔明智能科技有限公司
	5	美国瑟登帝公司(CERTAINTED)	109	北京铂阳顶荣光伏科技有限公司	62	飞秒光电科技(西安)有限公司
LED应用	全球前五申请人		中国前五申请人		陕西前五申请人	
	排名	申请人	申请量	申请人	申请量	申请人
	1	夏普公司	1210	国家电网	283	西安博昱新能源有限公司
	2	精工爱普生	1201	昆山博文照明科技有限公司	169	西安思瑞安特环保科技有限公司
	3	三洋电机	896	无锡同春新能源科技有限公司	164	西安盛运达电子有限公司
	4	三星电管(SAMSUNG SDI)	763	日本半导体能源株式会社	139	西安孔明智能科技有限公司
	5	佳能	755	京东方科技集团	132	西安大昱光电科技有限公司

单位：件  
数据来源：知识产权出版社，截止到2021年11月

在光伏应用领域光伏建筑一体化分支，全球 TOP5 企业日本企业 3 家，中国、美国各 1 家。日本企业包括积水化学株式会社、佳能、日本三洋住宅，分别排名第一、第三、第四位；中国企业是北京知旬科技有限公司，以 175 件专利申请排名第二；美国瑟登帝公司排名第五。中国 TOP5 企业包含 1 家陕西省企业，西安

隆基绿能建筑科技有限公司以 90 件专利申请排名第二，北京知旬科技排名第一，前五申请人还包括浙江正泰新能源开发有限公司、汉能移动能源控股集团有限公司、北京铂阳顶荣光伏科技有限公司。陕西省 TOP5 企业除西安隆基绿能建筑外，还包括西安大显光电科技有限公司、西安中易建科技有限公司、西安孔明智能科技有限公司、飞秒光电科技(西安)有限公司等，但专利申请量只占西安隆基绿能建筑的 30%不到。

在 LED 应用分支，全球 TOP5 企业有 4 家企业，包括夏普、精工爱普生、三洋电机、佳能，韩国三星电管排名第四。中国 TOP5 企业有 1 家日本企业，未包含陕西省企业，主要申请人包括：国家电网 283 件、昆山博文照明科技有限公司 169 件、无锡同春新能源科技有限公司 164 件等。陕西省 TOP5 企业中，专利申请量最多的是西安博昱新能源有限公司，专利申请 54 件，其次包括西安思瑞安特环保科技有限公司、西安盛运达电子有限公司、西安孔明智能科技有限公司、西安大显光电科技有限公司等，专利申请量 20 件左右。

综上所述，陕西省企业申请占比略低于全国平均水平，在二级细分领域，陕西省在银浆、光伏玻璃、逆变器、控制器、光伏建筑一体化等技术分支，企业创新实力相对较强；

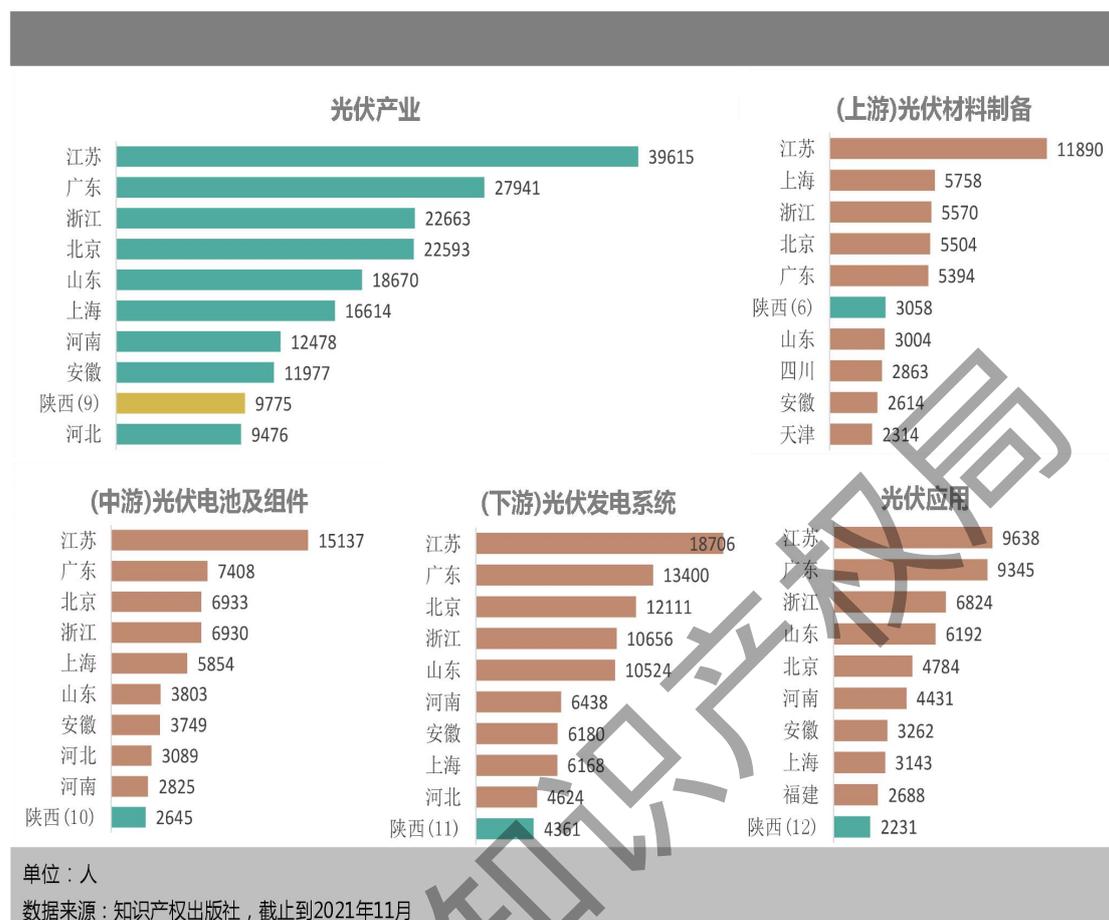
从全国竞争态势来看，陕西省在光伏产业及四个技术领域企业申请量排名全国第 11 位左右，排名居前是江苏省、浙江省、广东省、北京市等省市，且陕西省与领先省份相比企业实力相差悬殊。

在光伏产业及细分领域中，全球 TOP5 企业日本企业居多，在 EVA 胶膜、背板、逆变器、控制器、支架、光伏建筑一体化等分支，有中国企业位列全球前五。中国 TOP5 企业中陕西省企业较少，只有彩虹集团有限公司、陕西拓日新能源科技有限公司、特变电工西安电气科技有限公司、西安隆基绿能建筑科技有限公司 4 家企业分别在银浆、光伏玻璃、逆变器、光伏建筑一体化分支位列中国前五，可见，陕西省龙头企业的技术创新实力仍需进一步提升。

### 3.3 人才战略资源定位分析

专利发明人是技术创新人员的直接体现，本小节主要从专利发明人数量方面，将陕西省太阳能光伏产业与中国主要省份进行对比，进而对陕西省太阳能光伏产

业技术创新人才储备情况进行定位。

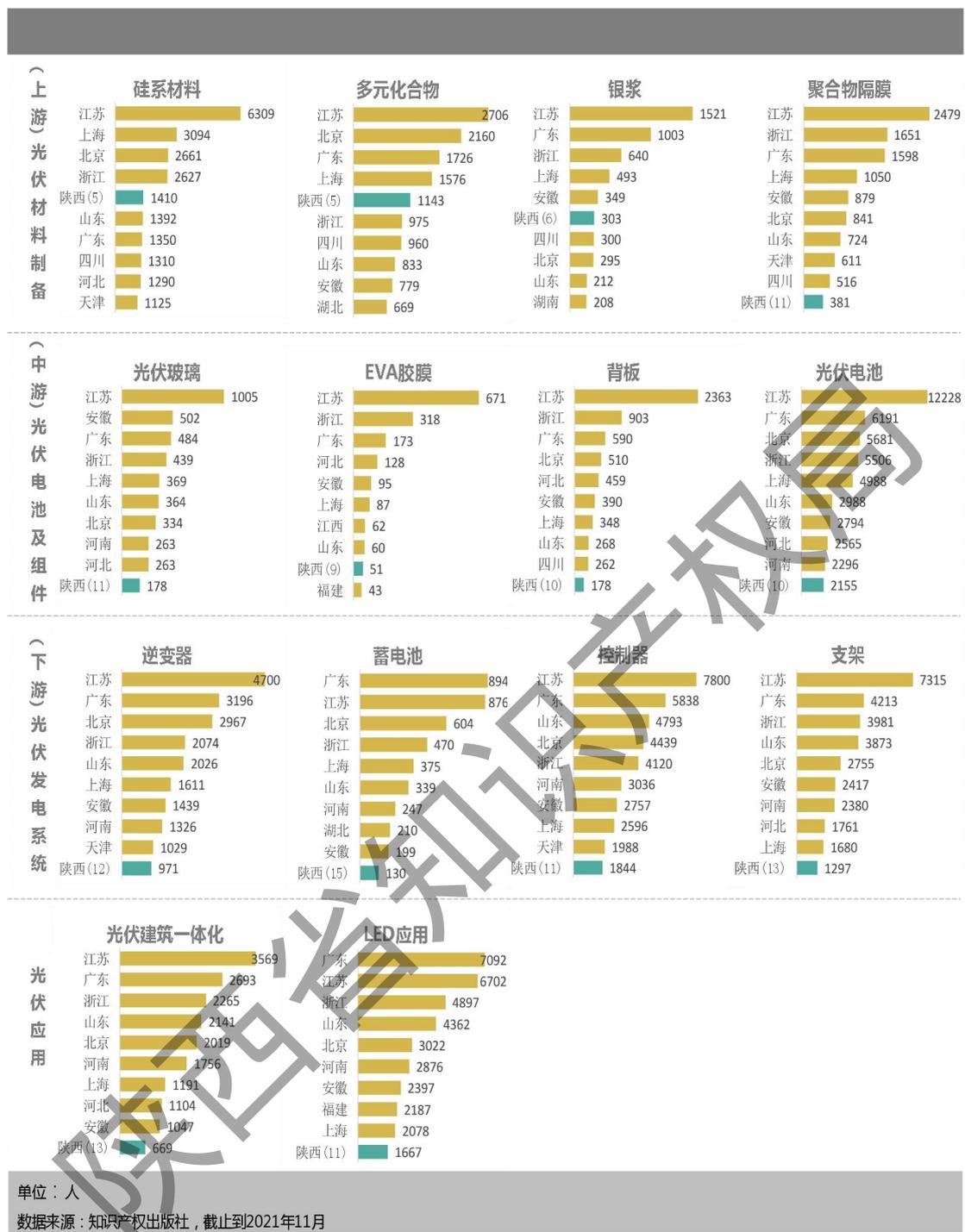


图表 63 陕西省太阳能光伏产业发明人储备定位分析

和全国其他省份相比，陕西省在光伏产业的人才数量全国排名第九位，发明人数量 9775 人，排名第一的是江苏省，发明人数量 39615 人，是陕西省的 4 倍多，人才数量超过 2 万人的省份还包括广东省、浙江省、北京市。

陕西省在（上游）光伏材料制备领域发明人数排名全国第六位，人才储备基础良好，研发实力雄厚；陕西省在（中游）光伏电池及组件领域发明人数 2645 人，排名全国第十位；在（下游）光伏发电系统领域发明人数 4361 人，排名全国第十一位；在光伏应用领域发明人数 2231 人，排名全国第十二位。

整体来看，陕西省在光伏产业及四个技术领域的人才储备量位于全国中上游，在中国中西部地区位列前茅，但与全国光伏产业人才储备高量的省市，如江苏省、广东省、浙江省、北京市相比还存在一定的差距。



图表 64 陕西省太阳能光伏产业细分领域发明人储备定位分析

从光伏产业二级细分领域人才储备情况来看，陕西省在上游分支中，人才储备量相对比较充足，而在中游、下游、光伏应用分支中，人才储备量稍显薄弱。

具体来看，在（上游）光伏材料制备四个分支中，陕西省在硅系材料和多元化合物分支发明人数排名第五位，发明人数分别为硅系材料 1410 人、多元化合物 1143 人；在银浆分支发明人数 303 人，排名第六位；聚合物隔膜分支发明人

数 381 人，排名第十一位。在上游各分支中，发明人数居首的全部是江苏省，排名前五的主要还包括上海、北京、广东省、浙江省。

在（中游）光伏电池及组件四个分支中，陕西省发明人数全国排名在第十位左右，其中，光伏玻璃排名十一，发明人数 178 人；EVA 胶膜排名第九位，发明人数 51 人；背板排名第十位，发明人数 178 人；光伏电池排名第十位，发明人数 2155 人。在中游各分支中，发明人数居首的全部是江苏省，尤其是 EVA 胶膜和背板分支，各省市发明人数相差悬殊，在光伏玻璃分支，排名第二的安徽省。

在（下游）光伏发电系统四个分支中，陕西省发明人排名在十名开外，其中，在逆变器分支发明人数 971 人，排名第十二位；在蓄电池分支发明人数 130 人，排名第十五位；在控制器分支发明人数 1844 人，排名第十一位；在支架分支发明人数 1297 人，排名第十三位。广东省在蓄电池分支排名居首，排名第二的是江苏省，但两省发明人数相差较小，江苏省在其他三个分支均排名第一。

在光伏应用两个分支中，陕西省在光伏建筑一体化分支发明人数 669 人，排名第十三位；在 LED 应用分支发明人数 1667 人，排名第十一位。江苏省、广东省包揽前两名，江苏省在光伏建筑一体化分支发明人数最多，发明人 3569 人，广东省在 LED 应用分支发明人数最多为 7092 人。

综合来看，陕西省人才储备量位于全国中上游，其中，在上游及其细分领域，人才储备量相对比较充足，而在中游、下游及光伏应用领域，人才储备量稍显薄弱，与全国光伏产业人才储备高量的省市，如江苏省、广东省、浙江省、北京市相比还存在一定的差距。

### 3.4 协同创新模式定位分析

协同创新可以实现技术共享，节约研发资源，减少技术溢出，提高技术创新速度。本小节将陕西省在太阳能光伏产业各技术领域专利合作模式进行定位分析，以了解其协同创新能力，并对陕西省太阳能光伏产业的代表性合作企业进行分析。

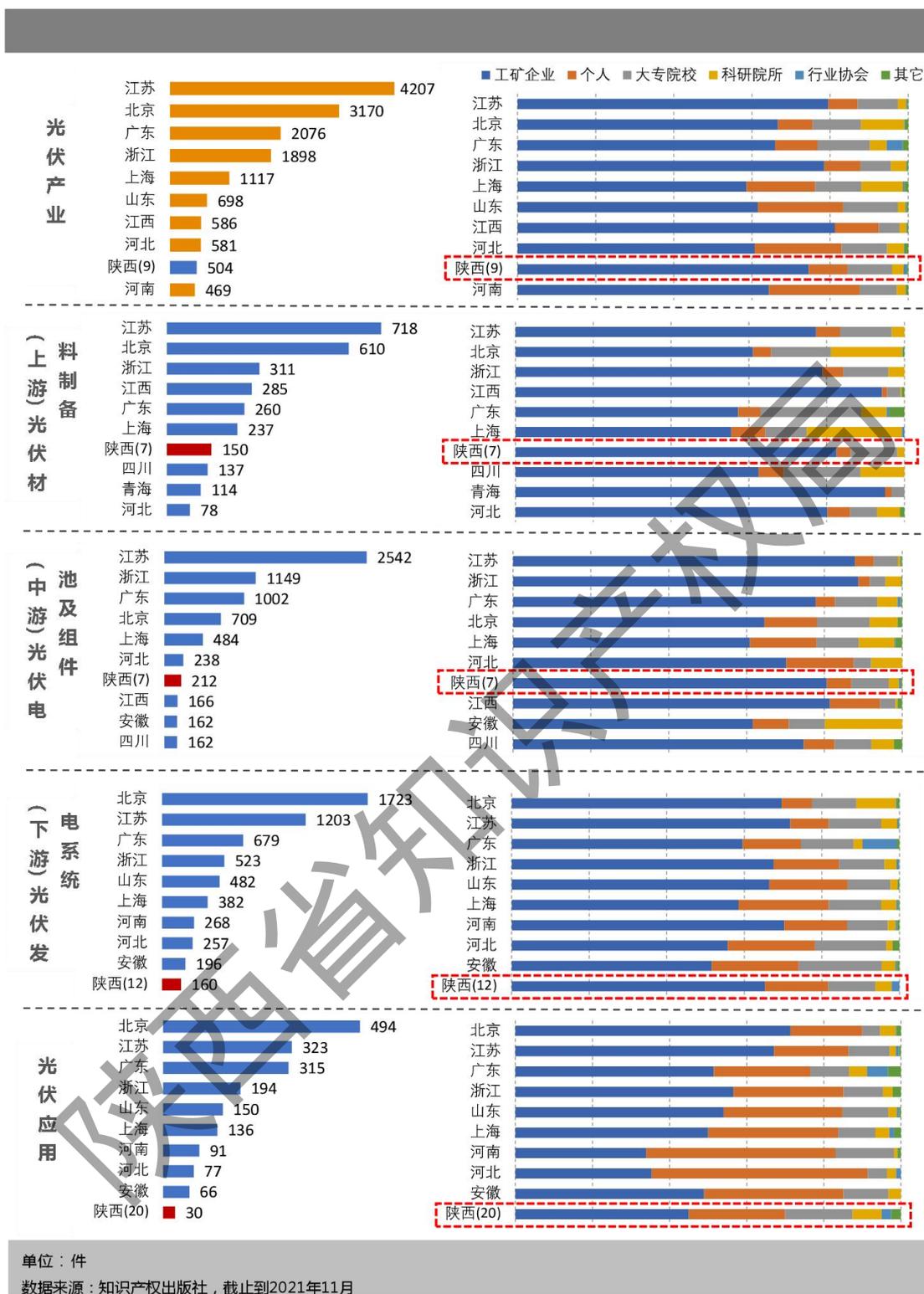


图65 陕西省太阳能光伏产业合作申请定位分析

从上图专利协同申请情况可以看出，陕西省在太阳能光伏产业专利协同申请504件，排名全国第九位。在四个技术领域，陕西省在上游、中游领域专利协同申请数量均排名第七位，协同申请数量分别为150件、212件，协同创新活跃度

较高；在下游领域排名第十二位，在光伏应用领域排名第二十分位，协同申请数量分别为 160 件、30 件，协同创新活跃度偏低，以独立申请为主。其他省份中，江苏省在上游、中游领域专利协同申请量排名居首，而北京市在下游、光伏应用领域专利协同申请量排名居首。

从专利合作申请人类型来看，陕西省在太阳能光伏产业及细分领域专利协同创新均以工矿企业为主，申请量占比基本超过 60%，除光伏应用领域，企业协同申请占比为 45%；其次是大专院校，专利协同申请占比基本超过 10%。

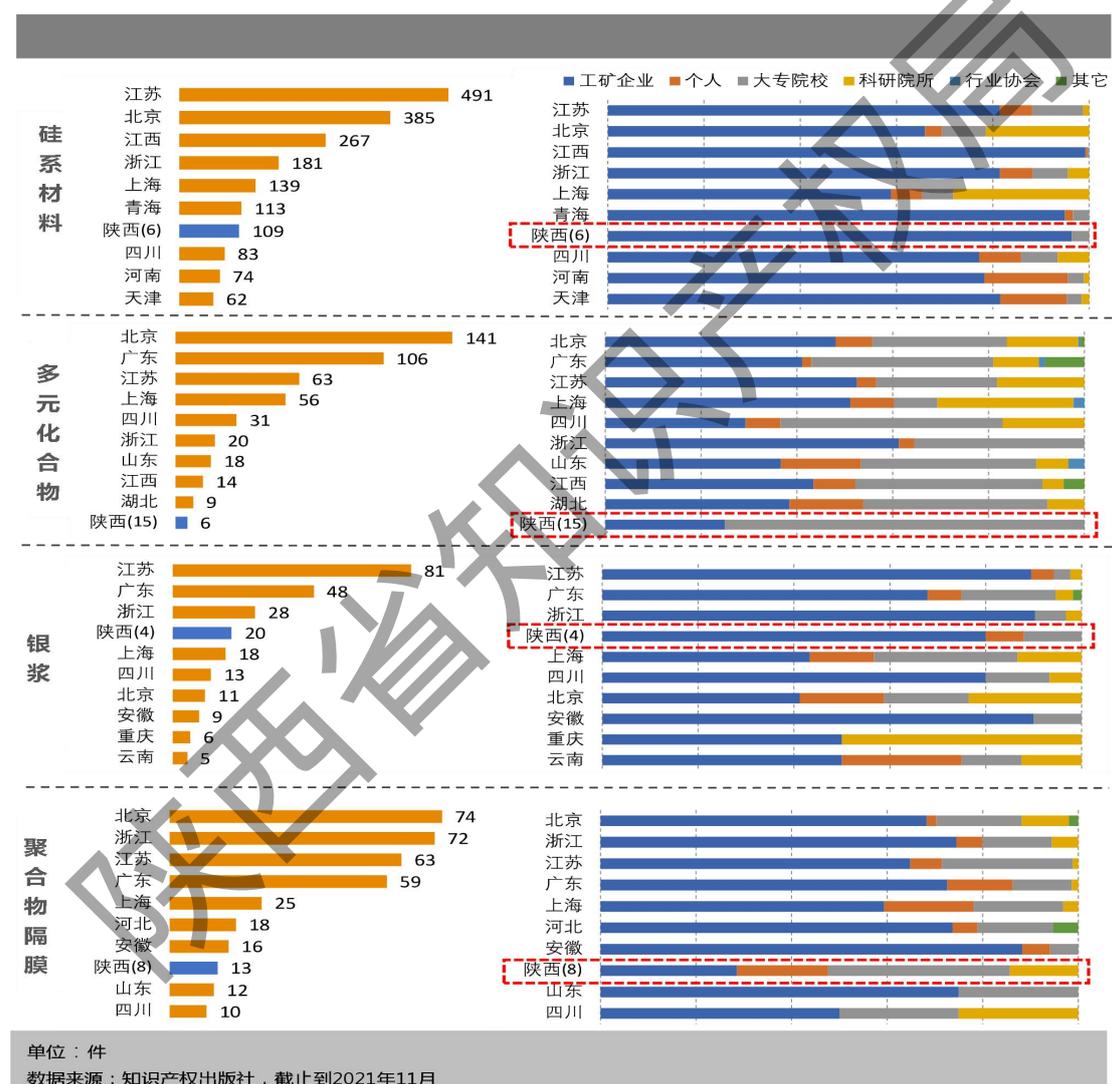


图 66 陕西省太阳能光伏产业上游细分领域合作申请定位分析

进一步对（上游）光伏材料制备四个小分支专利协同申请情况进行分析，可以看出，陕西省在硅系材料、银浆、聚合物隔膜分支协同创新度比较活跃，其中，在硅系材料分支协同申请 109 件，排名全国第六位；在银浆分支协同申请 20 件，

排名全国第四位；在聚合物隔膜分支协同申请 13 件，排名全国第八位；陕西省在多元化合物分支协同创新活跃度偏低，协同申请 6 件，排名全国第十五位。硅系材料、银浆协同申请数量最多的省份是江苏省，而多元化合物、聚合物隔膜协同申请数量最多的是北京市。

从专利合作申请人类型来看，陕西省在硅系材料、银浆分支均以工矿企业为主，协同占比超过 80%；而多元化合物和聚合物隔膜以高校院所协同申请为主，其中，在多元化合物分支大专院校协同占比为 75%、聚合物隔膜分支大专院校协同占比 38%、科研院所协同占比 14.3%。

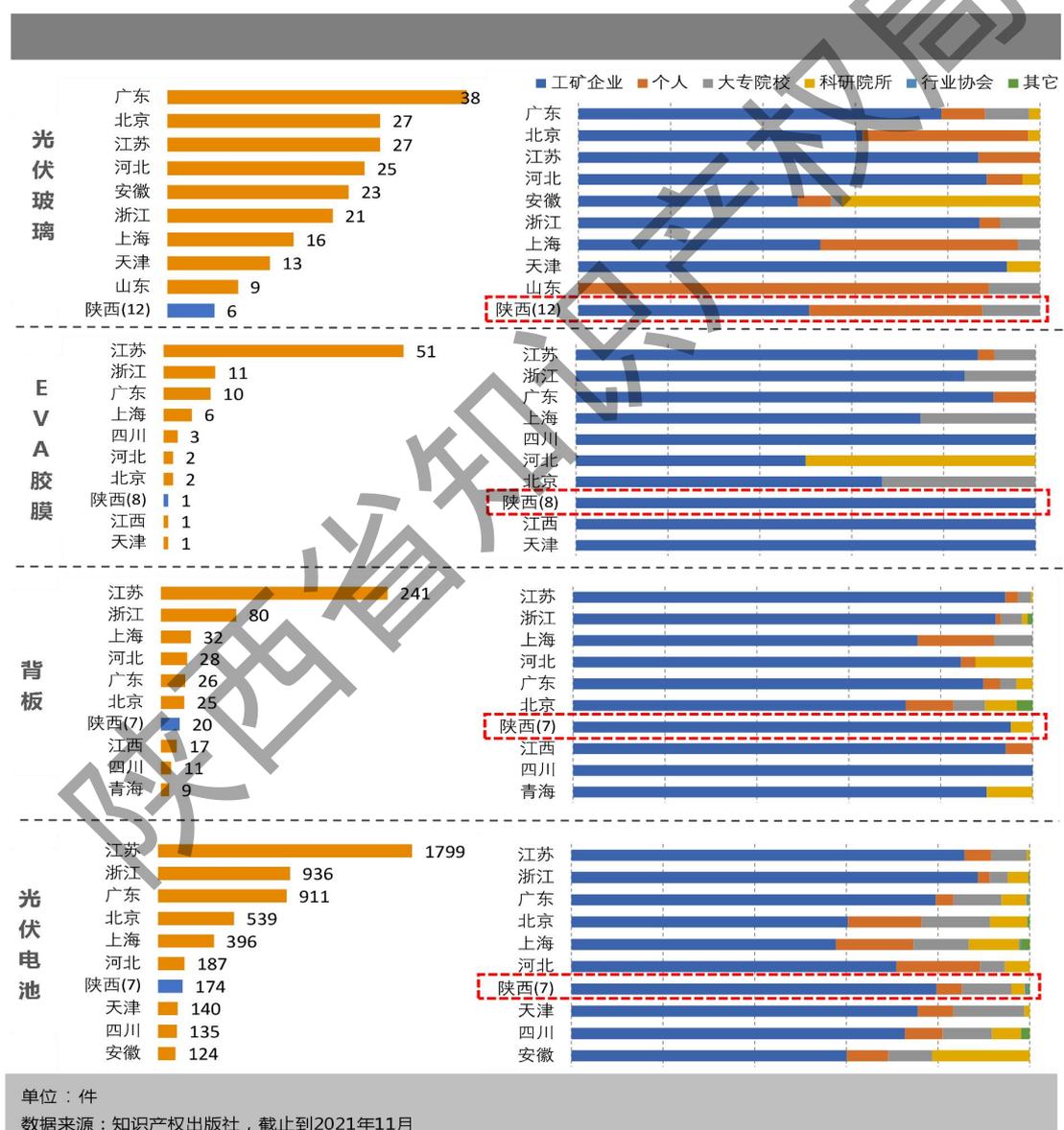


图 67 陕西省太阳能光伏产业中游细分领域合作申请定位分析

在（中游）光伏电池及组件四个小分支中，陕西省在背板、光伏电池分支协

同创新度比较活跃，在光伏玻璃、EVA 胶膜活跃度相对偏低。具体来看，在光伏玻璃分支，协同申请 6 件，排名全国第十二位；在 EVA 胶膜分支协同申请仅 1 件，排名全国第八位；在背板分支协同申请 20 件，排名全国第七位；在光伏电池分支协同申请 174 件，排名全国第七位。光伏玻璃协同申请数量最多的省份是广东省，协同申请 38 件，其他三个小分支均是江苏省排名居首，且协同申请数量遥遥领先。

从专利合作申请人类型来看，陕西省在硅系材料、银浆分支均以工矿企业为主，协同占比超过 80%；而多元化合物和聚合物隔膜以高校院所协同申请为主，其中，在多元化合物分支大专院校协同占比为 75%、聚合物隔膜分支大专院校协同占比 38%、科研院所协同占比 14.3%。

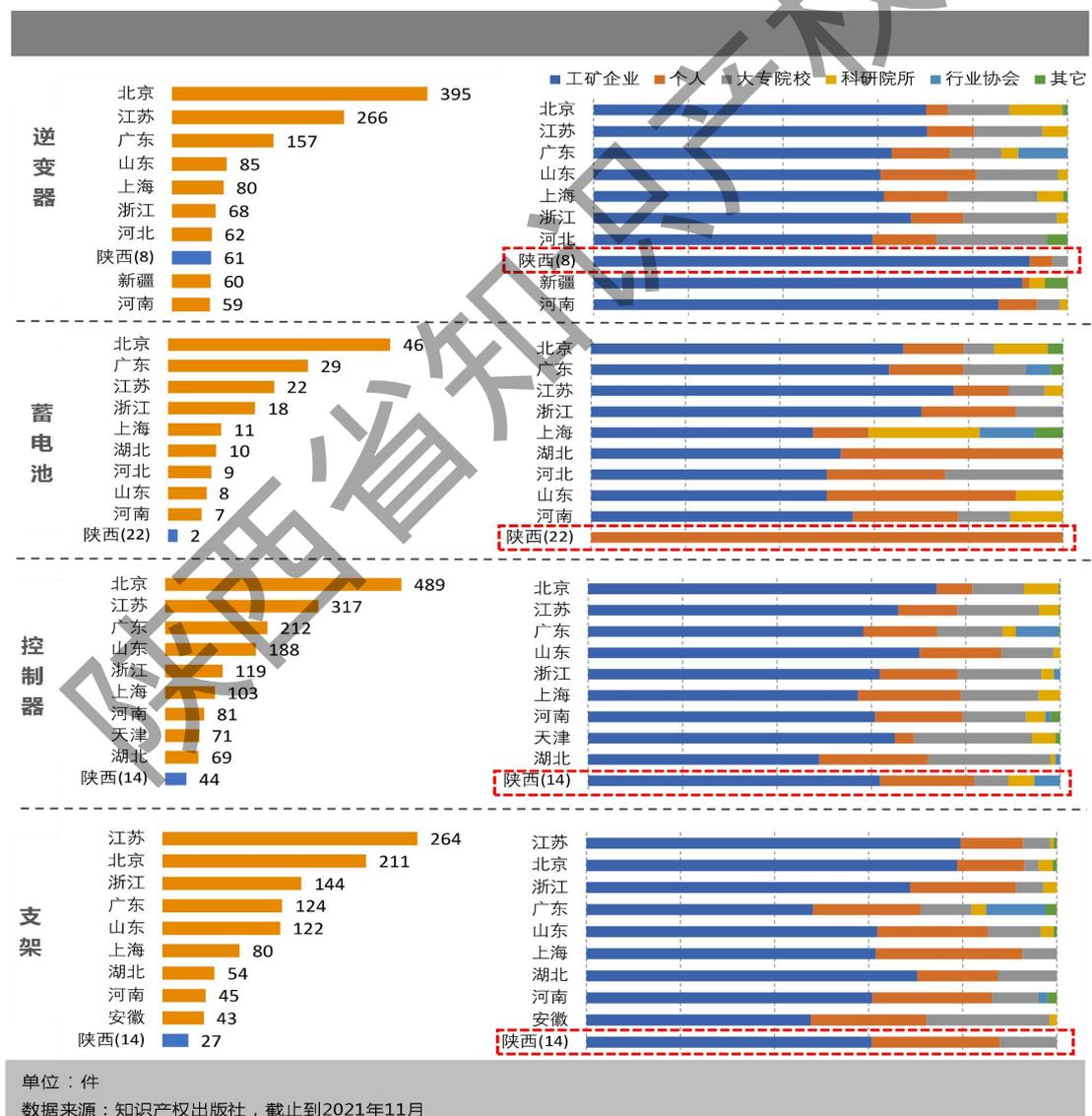
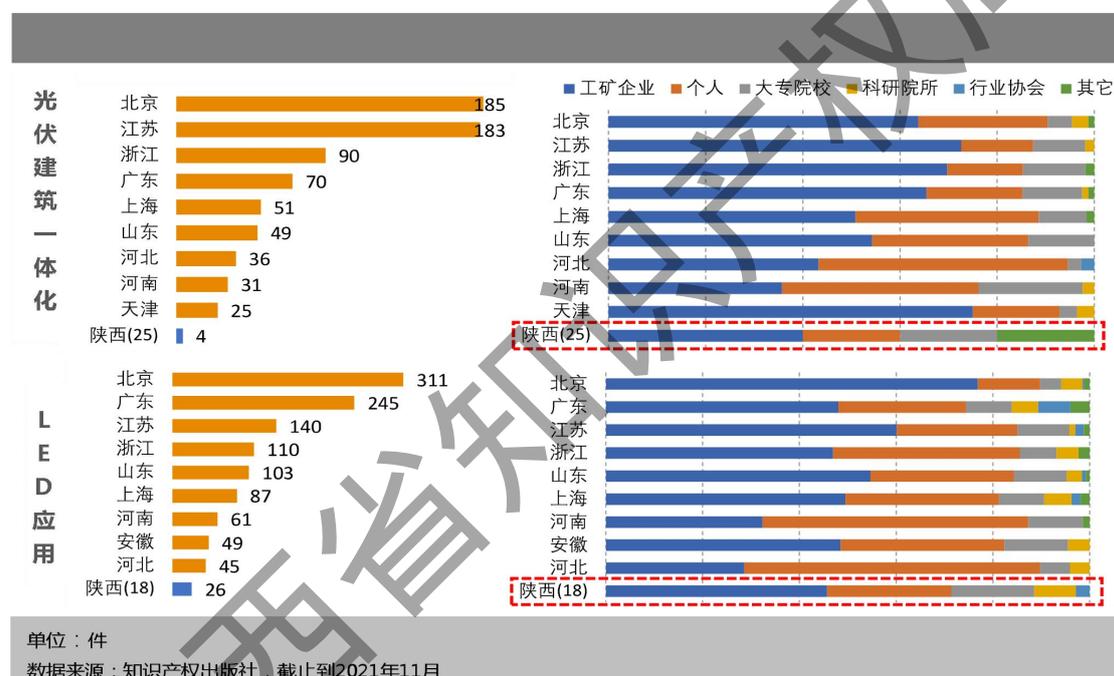


图 68 陕西省太阳能光伏产业下游细分领域合作申请定位分析

在（下游）光伏发电系统四个小分支中，陕西省在逆变器分支协同创新度比较活跃，在蓄电池、控制器、支架分支活跃度偏低。具体来看，在逆变器分支，协同申请 61 件，排名全国第八位；在蓄电池分支协同申请 2 件，排名全国第二十二位；在控制器分支协同申请 44 件，排名全国第十四位；在支架分支协同申请 27 件，排名全国第十四位。在该领域，北京市在逆变器、蓄电池、控制器分支协同申请数量均排名居首，支架协同申请数量是江苏省排名第一。

从专利合作申请人类型来看，陕西省在逆变器、控制器和支架三个分支是以企业协同申请为主，协同占比超过 60%，在逆变器分支达到 92.1%。其他省份也是以企业协同申请为主。



图表 69 陕西省太阳能光伏产业光伏应用细分领域合作申请定位分析

在光伏应用两个小分支中，陕西省协同创新度比较活跃均比较低，在光伏建筑一体化分支，陕西省协同申请 4 件，排名全国第 25 位；在 LED 应用分支协同申请 26 件，排名全国第 18 位。从其他省市排名来看，光伏建筑一体化分支是北京市和江苏省排名前二，协同申请数量分别为 185 件、183 件；LED 应用分支北京市排名第一，协同申请数量 311 件，广东省次之，协同申请数量 245 件。

从专利合作申请人类型来看，各省市基本以企业协同申请为主，其次是个人协同申请，陕西省在光伏建筑一体化分支，企业协同占比 40%，个人协同占比 20%；在 LED 应用分支，企业协同占比 45.7%，个人协同占比 25.7%。

图表 70 陕西省太阳能光伏产业代表性合作申请人定位分析

陕西省太阳能光伏产业代表性合作申请人分析				
技术领域	陕西省代表性申请人	全国排名	陕西排名	主要合作对象
光伏产业	国家电投集团黄河上游水电开发有限责任公司(258)	12	1	青海黄河上游水电开发有限责任公司(258) 国家电投集团西安太阳能电力有限公司(159) 黄河水电光伏产业技术有限公司(82) 黄河水电西宁太阳能电力有限公司(66) 长沙矿冶研究院有限责任公司(11)
	西安交通大学(41)	>50	13	国家电网(12)、西安交通大学苏州研究院(4) 国网陕西省电力公司电力科学研究院(4) 国网河北省电力有限公司电力科学研究院(4) 国网甘肃省电力公司(3)
(上游)光伏材料制备	西安奕斯伟硅片技术有限公司(54)	23	1	西安奕斯伟材料技术有限公司(37) 西安奕斯伟材料科技有限公司(17)
	西安交通大学(9)	>50	13	中国人民解放军空军工程大学(2) 南方电网科学研究院有限责任公司(1) 快速制造国家工程研究中心(1) 宁夏银星能源股份有限公司(1) 西安黄河光伏科技股份有限公司(1)
(中游)光伏电池及组件	国家电投集团西安太阳能电力有限公司(150)	17	1	青海黄河上游水电开发有限责任公司(141) 国家电投集团黄河上游水电开发有限责任公司(141) 黄河水电西宁太阳能电力有限公司(55) 黄河水电光伏产业技术有限公司(10) 西安电子科技大学(8)
	西安电子科技大学(10)	>50	6	国家电投集团西安太阳能电力有限公司(8) 国家电投集团黄河上游水电开发有限责任公司(2) 青海黄河上游水电开发有限责任公司(2)
(下游)光伏发电系统	特变电工西安电气科技有限公司(79)	19	1	特变电工新疆新能源股份有限公司(79) 国网新疆张家口风光储示范电站有限公司(3) 国家电网(3)、广东电网有限责任公司东莞供电局(1)
	西安交通大学(28)	>50	3	国家电网(11)、国网河北省电力有限公司电力科学研究院(4)、国网陕西省电力公司电力科学研究院(4)、国网甘肃省电力公司(3)、陕西榆林能源集团有限公司(2)
光伏应用	国家电投集团西安太阳能电力有限公司(5)	>50	1	国家电投集团黄河上游水电开发有限责任公司(5) 青海黄河上游水电开发有限责任公司(5) 黄河水电西宁太阳能电力有限公司(4) 黄河水电光伏产业技术有限公司(1)
	长安大学(3)	>50	4	宁波公路市政设计有限公司(2)、浙江公路水运工程咨询公司(1)

注：单位为“件”

陕西省在光伏产业及四个技术领域，协同创新申请人排名全国前 50 的有 4 家。其中，国家电投集团西安太阳能电力有限公司，是中游及光伏应用领域代表性合作申请人，在中游领域协同申请专利 150 件，排名全国第 17 位，在光伏应用领域协同申请专利 5 件，排名全国 50 名以外。在两个技术领域，主要合作对象都是：青海黄河上游水电开发有限责任公司、国家电投集团黄河上游水电开发有限责任公司、黄河水电西宁太阳能电力有限公司、黄河水电光伏产业技术有限公司。这 5 家企业，另外 4 家都是国家电投集团黄河上游水电开发有限责任公司的控股公司，合作关系比较密切。

光伏产业代表性企业合作申请人是国家电投集团黄河上游水电开发有限责任公司，协同申请数量 258 件，排名全国第 12 位。上游领域代表性企业合作申请人是西安奕斯伟硅片技术有限公司，协同申请数量 54 件，排名全国第 23 位，合作对象主要包括：西安奕斯伟材料技术有限公司、西安奕斯伟材料科技有限公司。下游领域代表性企业合作申请人是特变电工西安电气科技有限公司，协同申请数量 79 件，排名全国第 19 位，主要合作对象是特变电工新疆新能源股份有限公司。

陕西省代表性高校合作申请人包括：西安交通大学、西安电子科技大学和长安大学，排名均在 50 名以外。其中，西安交通大学在光伏产业协同申请专利 41 件，主要合作对象包括国家电网、西安交通大学苏州研究院、国网陕西省电力公司电力科学研究院等。西安电子科技大学在中游领域协同申请 10 件，主要合作对象是国家电投集团黄河上游水电开发有限责任公司及其 2 家控股公司。

综上所述，陕西省在上游、中游领域专利协同申请数量均排名第七位，协同创新活跃度较高；在下游领域排名第十二位，在光伏应用领域排名第二十分位，协同创新活跃度偏低。从专利合作申请人类型来看，陕西省在光伏产业及细分领域专利协同创新均以工矿企业为主。

其他省市，江苏省在上游、中游领域及二级细分领域硅系材料、银浆、EVA 胶膜、背板、光伏电池、支架等分支协同创新数量排名全国第一，北京市在下游、光伏应用领域及二级细分领域多元化合物、聚合物隔膜、逆变器、蓄电池、控制器、光伏建筑一体化、LED 应用等分支协同创新数量排名全国第一。各省市专利合作均以企业为主。

### 3.5 专利运营模式定位分析

专利运营主要包括专利许可、转让、质押融资等活动，本小节通过将陕西省太阳能光伏产业及其细分领域专利运营情况和其他省市进行对比，进而对陕西省太阳能光伏产业专利运营实力进行定位。

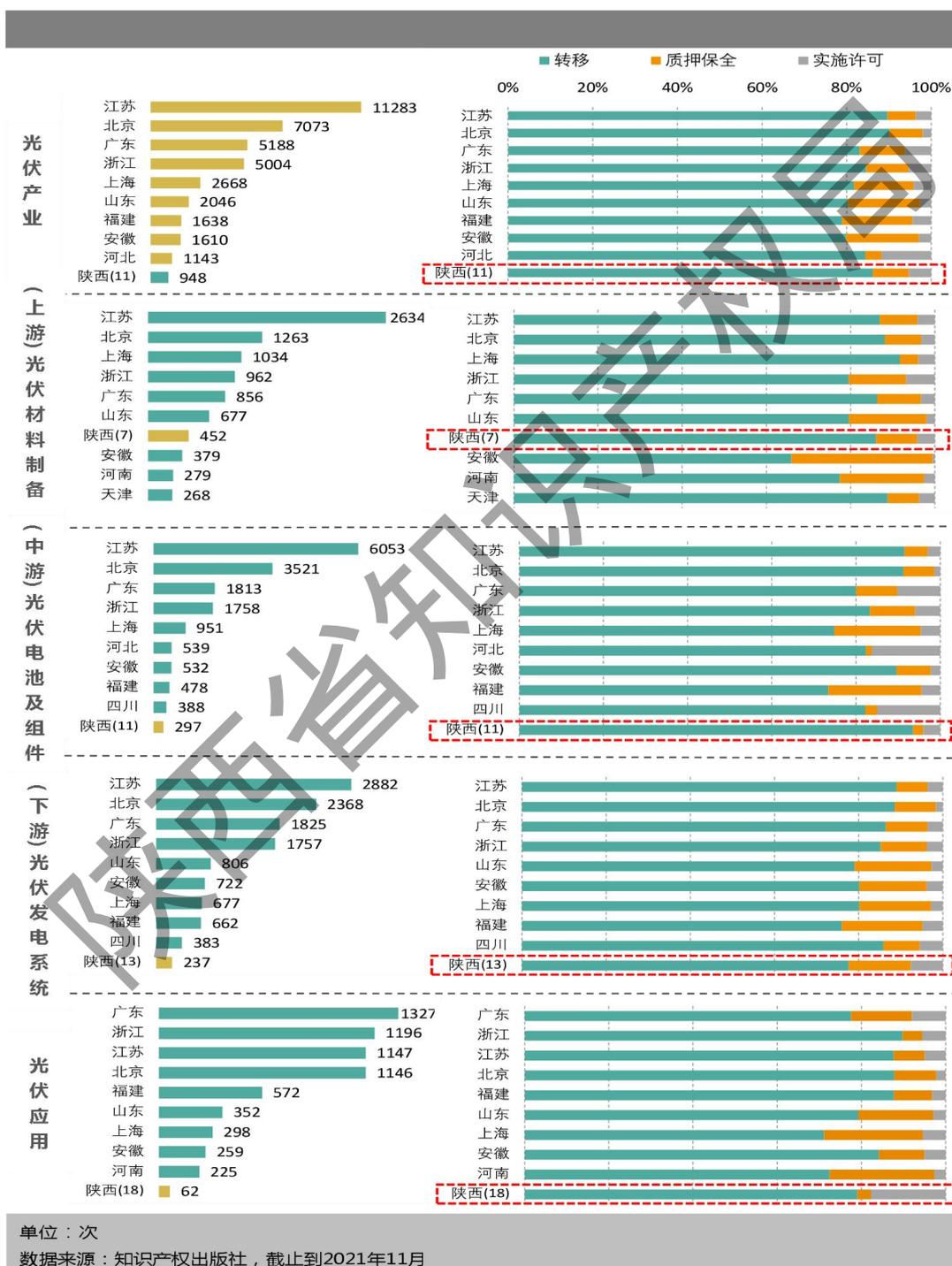


图71 陕西省太阳能光伏产业专利运营定位分析

通过专利运营总体分析可以看出，陕西省太阳能光伏产业专利运营次数 948 次，排名全国第 11 位，在四个技术领域，陕西省在上游领域专利运营比较活跃，专利运营 452 次，排名第 7 位；中游专利运营 297 次，排名第 11 位；下游领域专利运营 237 次，排名第 13 位；光伏应用领域专利运营 62 次，排名第 18 位。

从专利运营类型来看，各省市均以专利转移为主，其次是质押。不同的是陕西省在中游和光伏应用领域，实施许可占比超过质押，但仍以专利转移为主。



图 72 陕西省太阳能光伏产业上游领域专利运营定位分析

对光伏产业二级细分领域专利运营情况进行具体分析，在（上游）光伏材料制备四个技术小分支中，陕西省在硅系材料、多元化合物、银浆三个小分支专利运营排名比较靠前，其中，硅系材料专利运营 317 次，排名第 6 位；多元化合物专利运营 75 次，排名第 5 位；银浆专利运营 47 次，排名第 5 位；陕西省在聚合物隔膜分支专利运营 18 次，排名第 15 位，排名相对比较偏后。从专利运营类型来看，陕西省以专利转移为主。

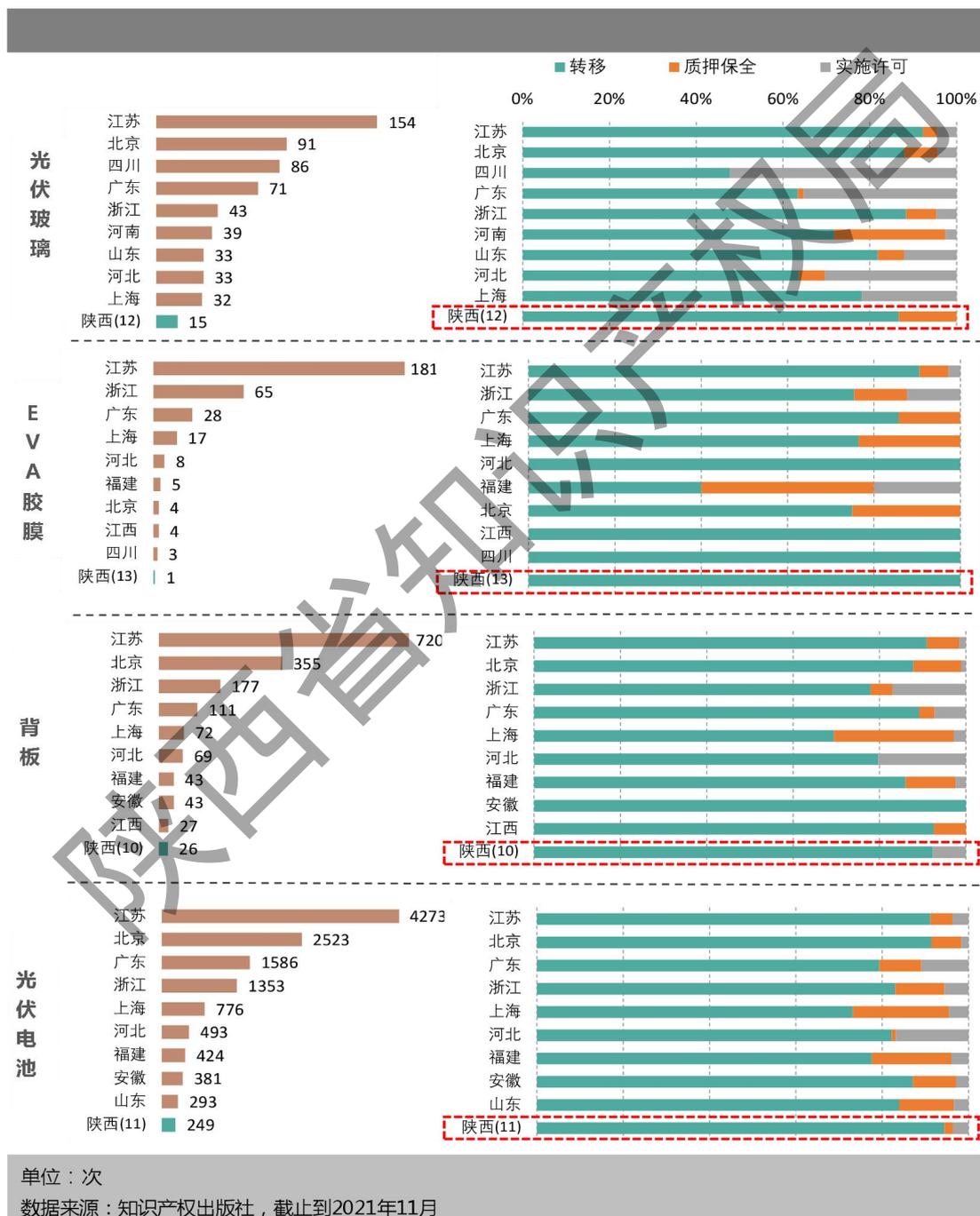


图 73 陕西省太阳能光伏产业中游领域专利运营定位分析

在（中游）光伏电池及组件四个技术小分支中，陕西省在光伏玻璃分支专利运营 15 次，排名第 12 位；EVA 胶膜分支专利运营 1 次，排名第 13 位；背板分支专利运营 26 次，排名第 10 位；光伏电池分支专利运营 249 次，排名第 11 位。从专利运营类型来看，陕西省在中游细分领域也是以专利转移为主。

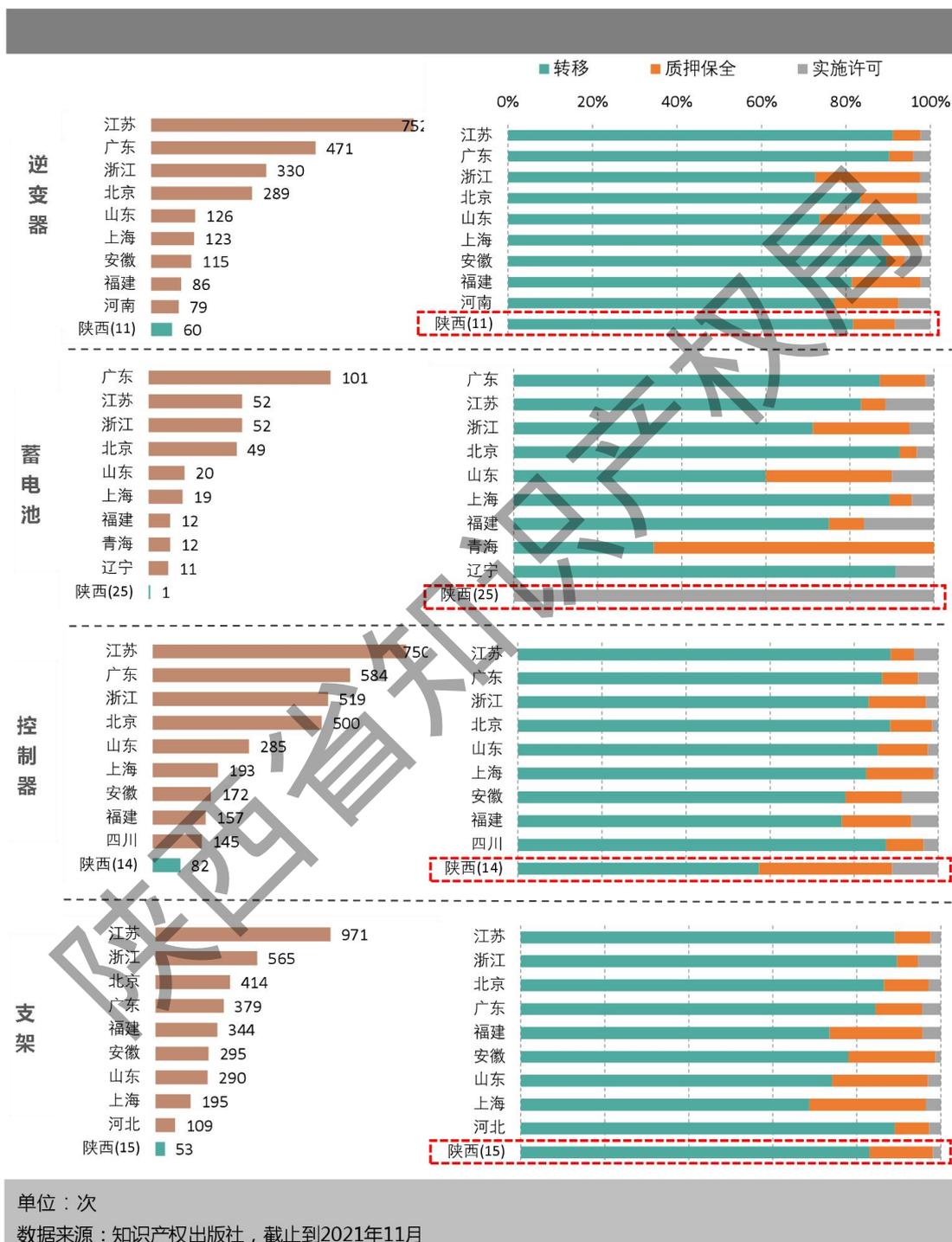
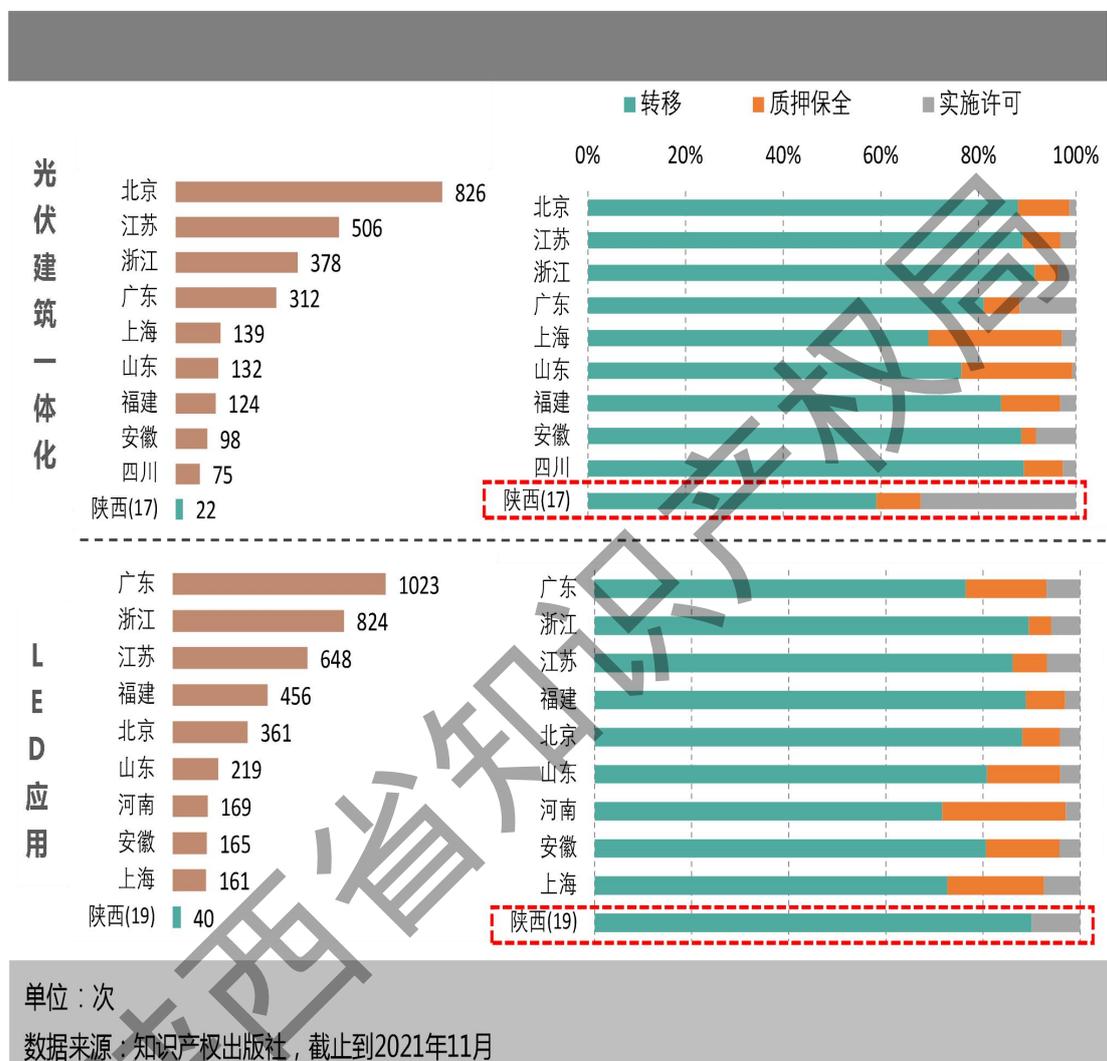


图 74 陕西省太阳能光伏产业下游领域专利运营定位分析

在（下游）光伏发电系统四个技术小分支中，陕西省在逆变器分支专利运营

60次，排名第11位；蓄电池分支专利运营1次，排名第25位；控制器分支专利运营82次，排名第14位；支架分支专利运营53次，排名第15位。从专利运营类型来看，陕西省在逆变器、支架分支专利转移占比均超过80%，控制器分支专利转移占比超过50%，蓄电池分支专利运营仅1次，是专利实施许可。



图表 75 陕西省太阳能光伏产业光伏应用领域专利运营定位分析

在光伏应用两个技术小分支中，陕西省均排名比较偏后，其中，在光伏建筑一体化分支专利运营22次，排名第17位；LED应用分支专利运营40次，排名第19位。从专利运营类型来看，陕西省以专利转移为主。

对陕西省不同类型申请人专利运营情况进行统计，可以看出，在专利转移、质押保全、实施许可三个方面，专利转移发生的次数最多，在光伏产业及四个技术领域运营次数都远高于其他运营方式。从申请人的角度分析，工矿企业的专利

运营最为活跃，其次是大专院校。

图表 76 陕西省太阳能光伏产业不同类型申请人专利运营定位分析

陕西省太阳能光伏产业不同类型申请人专利运营分析				
技术领域	申请人类型	转移	质押保全	实施许可
光伏产业	工矿企业	529	62	26
	大专院校	225	16	9
	个人	70	3	15
	科研院所	4	0	0
	其它	1	0	0
	行业协会	1	0	0
(上游)光伏材料制备	工矿企业	216	31	11
	大专院校	171	13	5
	个人	9	0	3
(中游)光伏电池及组件	工矿企业	233	4	4
	大专院校	29	0	0
	个人	21	3	8
	科研院所	1	0	0
	其它	1	0	0
(下游)光伏发电系统	工矿企业	113	29	9
	个人	35	3	8
	大专院校	38	3	1
光伏应用	工矿企业	25	2	5
	个人	13	0	3
	大专院校	8	0	3
	科研院所	3	0	0
	行业协会	1	0	0

注：单位为“次”

综合来看，陕西省太阳能光伏产业具备一定的专利运营基础，其中，在上游领域及二级细分领域的硅系材料、多元化合物、银浆、背板分支，专利运营比较活跃，在全国排名前十位，但陕西省和国内其他运营热点省市相比，仍有进一步提升的空间。

### 3.6 技术创新能力定位分析

本小节通过统计分析陕西省太阳能光伏产业及细分领域专利产出数量及全国排名，来了解陕西省太阳能光伏产业技术创新实力定位。



图77 陕西省太阳能光伏产业专利产出分析

在光伏产业及四个技术领域，陕西省专利产出量在全国排名处于中上游。其中，在光伏产业，陕西省专利申请量 8101 件，排名全国第 9 位，排名前三的分别是江苏省 58986 件、广东省 28248 件、浙江省 26936 件；在上游领域，陕西省专利申请量 2025 件，排名全国第 8 位，排名居首的是江苏省 13013 件，其次是浙江省 5206 件，江苏省数量是浙江省的两倍多；在中游领域，陕西省专利申请量 2157 件，排名全国第 10 位，排名前两位的也是江苏省、浙江省，且江苏省遥遥领先；在下游领域，陕西省专利申请量 3054 件，排名全国第 10 位，排名前三的是江苏省 19183 件、广东省 11416 件、浙江省 9533 件；在光伏应用领域，陕西省专利申请量 1642 件，排名全国第 11 位，排名前三的也依次为江苏省 3990 件、广东省 8151 件、浙江省 6454 件。

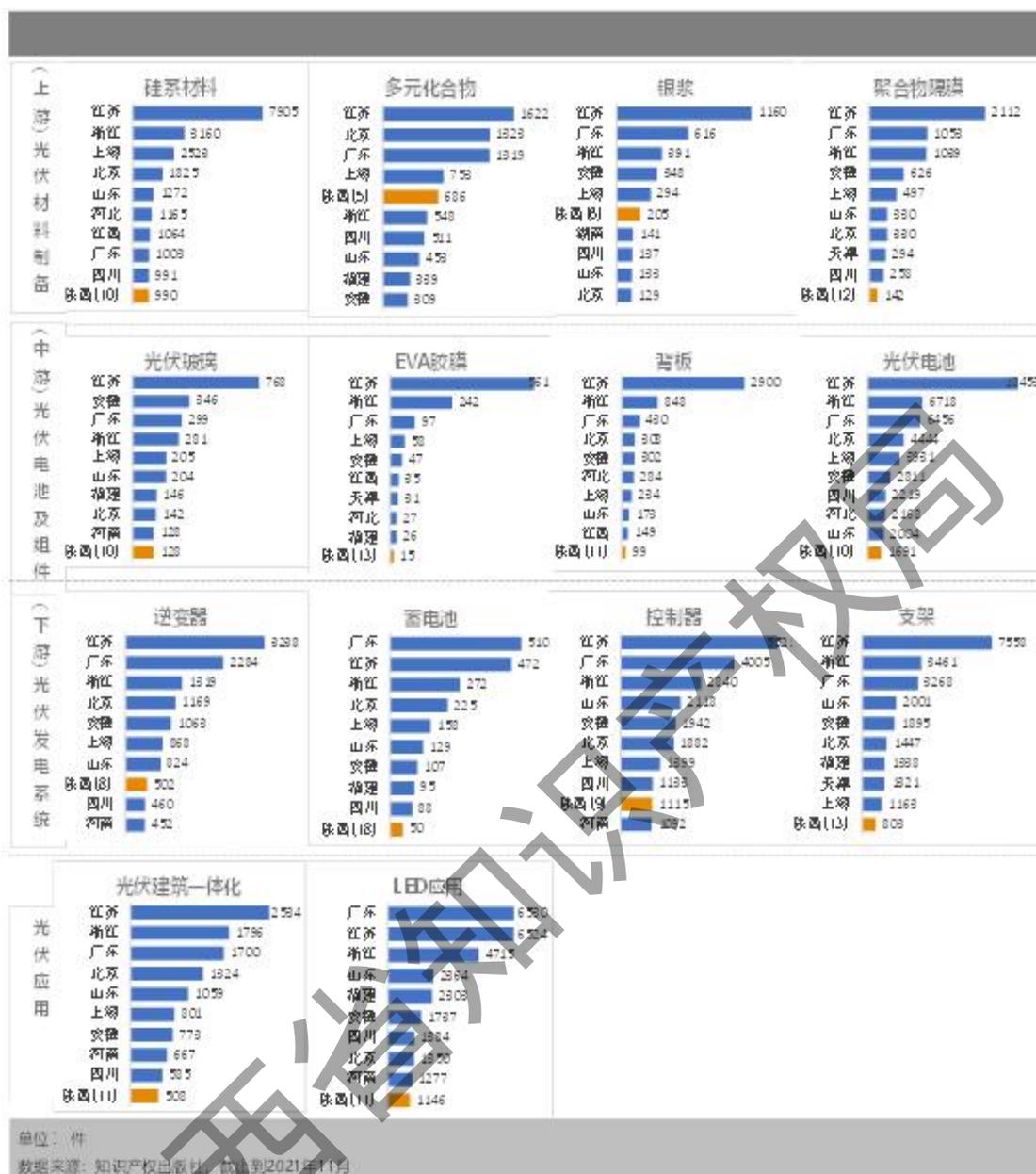


图78 陕西省太阳能光伏产业细分领域专利产出分析

进一步对光伏产业二级细分领域各省市专利申请量进行排名分析，总体来看，陕西省在多元化合物、银浆、逆变器、控制器等分支排名比较靠前，在其他分支排名在全国10名开外，但基本在13名内，处于中上水平。

具体来看，在上游领域，陕西省硅系材料专利申请990件，排名第10位；多元化合物专利申请686件，排名第5位；银浆专利申请205件，排名第6位；聚合物隔膜专利申请142件，排名第12位。

在中游领域，陕西省光伏玻璃专利申请128件，排名第10位；EVA胶膜专利申请15件，排名第13位；背板专利申请99件，排名第11位；光伏电池专利

申请 1691 件，排名第 10 位。

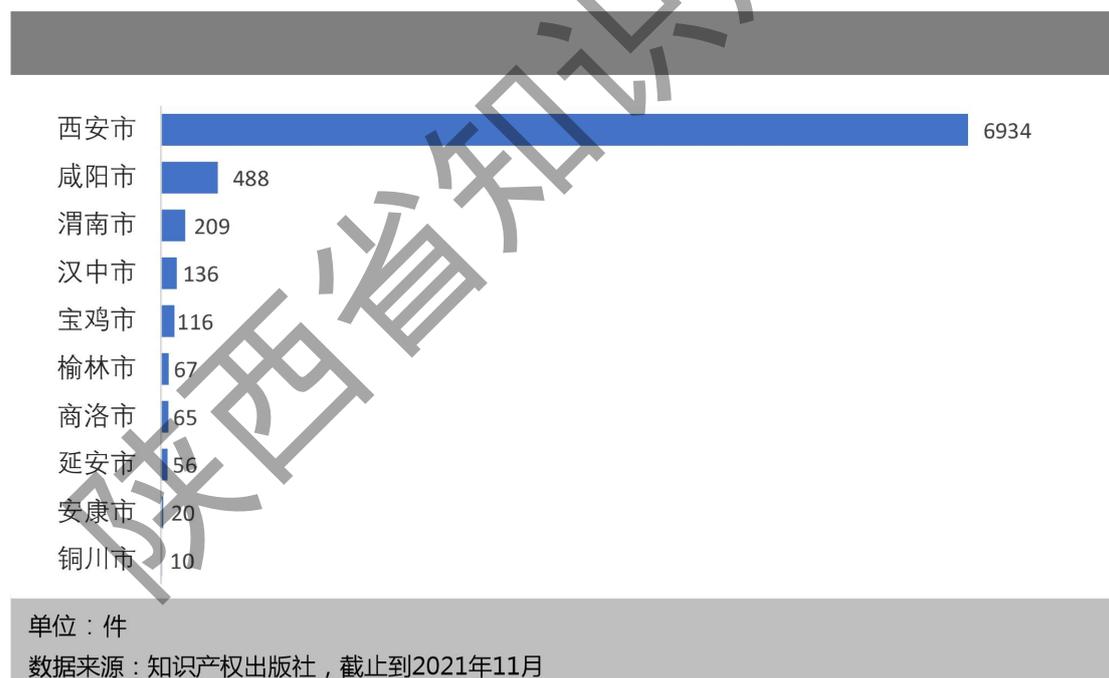
在下游领域，陕西省逆变器专利申请 502 件，排名第 8 位；蓄电池专利申请 50 件，排名第 18 位；控制器专利申请 1115 件，排名第 9 位；支架专利申请 803 件，排名第 13 位。

在光伏应用领域，陕西省光伏建筑一体化专利申请 508 件，排名第 11 位；LED 应用专利申请 1146 件，排名第 11 位。

在各技术分支，排名前五的省份主要有江苏省、广东省、浙江省、安徽省、北京市、上海市等，除广东省在蓄电池、LED 应用分支专利申请量排名第一外，江苏省在其他技术分支均排名居首。

### 3.7 区域创新能力分析

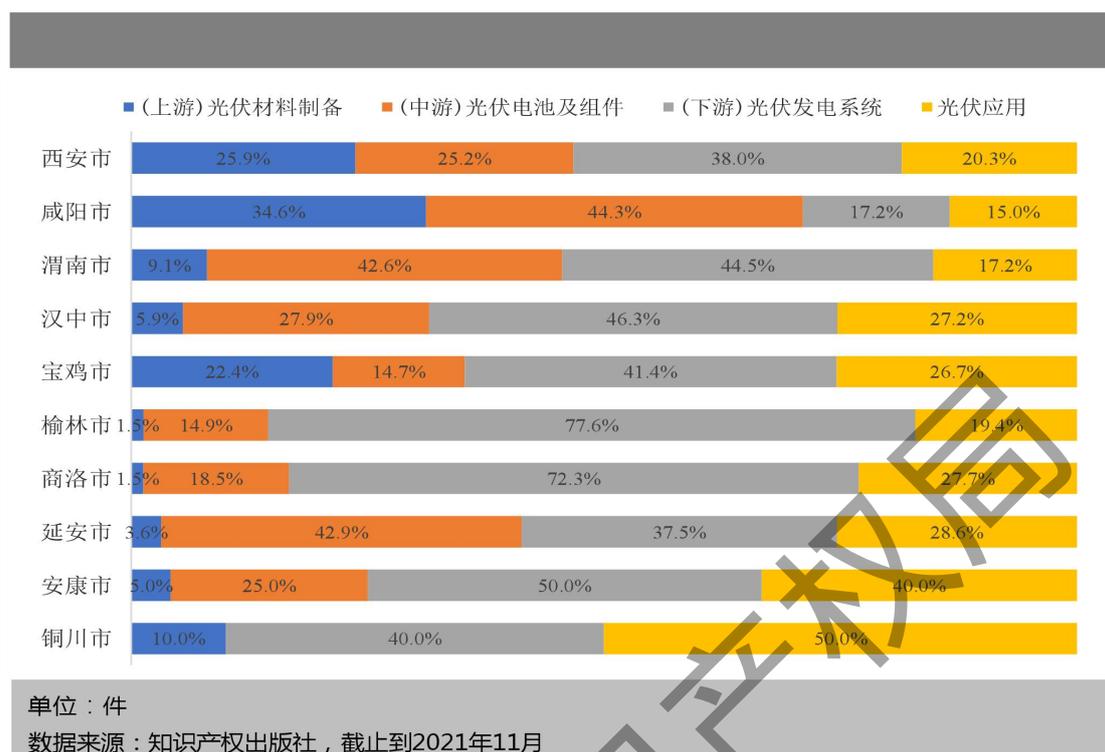
本小节从专利申请量、产业结构、申请人类型等方面，对陕西省各辖市光伏产业专利发展现状进行具体分析，以了解陕西省各区域产业发展优劣势。



图表 79 陕西省各辖市太阳能光伏产业专利产出分析

陕西省辖 10 个设区市，西安市是省会城市，光伏产业专利申请量 6934 件，是陕西省太阳能光伏产业专利申请的主要来源，占陕西省申请总量的 85.6%；其次是咸阳市，专利申请 488 件；排名第三的是渭南市，专利申请 209 件；光伏产业专利申请量超过 100 件的还包括汉中市 136 件、宝鸡市 116 件；光伏产业专利

申请量超过 50 件的还包括榆林市 67 件、商洛市 65 件、延安市 56 件。



图表 80 陕西省各辖市太阳能光伏产业结构分析

对陕西各辖市光伏产业结构进行具体分析，在上游领域，产业占比最高的是咸阳市，占比为 34.6%，其次是西安市，产业占比 25.9%，宝鸡市产业占比 22.4%，其他城市上游产业占比均不超过 10%。

在中游领域，产业占比超过 30%的城市包括咸阳市 44.3%、渭南市 42.6%、延安市 42.9%；西安市、汉中市、安康市中游产业占比超过 20%。

在下游领域，除咸阳市占比为 17.2%，其余城市占比均超过 35%。其中，榆林市 77.6%、商洛市 72.3%，产业占比均超过 70%；其次是安康市 50%、汉中市 46.3%、渭南市 44.5%、宝鸡市 41.4%、铜川市 40%，产业占比均超过 40%；西安市 38%、延安市 37.5%，产业占比均超过 30%。

在光伏应用领域，产业占比最高的是铜川市和安康市，占比超过 40%，但这两个城市专利申请量相对偏低，其余城市中，光伏应用占比超过 20%的城市包括延安市 28.6%、商洛市 27.7%、汉中市 27.2%、宝鸡市 26.7%、西安市 20.3%；其余城市榆林市、渭南市、咸阳市光伏应用占比均超过 15%。

综合来看，陕西省各辖市光伏产业专利申请均主要集中在中、下游领域，两个领域产业占比之和基本超过 50%，其中，渭南市、榆林市、商洛市、延安市中

下游产业占比超过 80%。西安市、咸阳市、宝鸡市在光伏产业四个技术领域发展相对比较均衡，每个领域产业占比均超过 10%，且这三个城市在上游产业占比均超过 20%，另外，咸阳市中上游产业占比之和高达 78.9%。

图表 81 陕西省各辖市太阳能光伏产业主要技术领域结构分析

陕西省各辖市太阳能光伏产业主要技术领域专利结构分析												
技术领域	指标	西安	咸阳	渭南	汉中	宝鸡	榆林	商洛	延安市	安康市	铜川	
光伏产业	申请量	6934	488	209	136	116	67	65	56	20	10	
(上游)光伏材料	申请量	1797	169	19	8	26	1	1	2	1	1	
	产业占比	25.9%	34.6%	9.1%	5.9%	22.4%	1.5%	1.5%	3.6%	5.0%	10.0%	
上游 光伏 材料 制备	硅系材料	申请量	863	85	14	5	21	1	1	0	0	0
		产业占比	48.0%	50.3%	73.7%	62.5%	80.8%	100%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	多元化合物	申请量	678	2	0	3	3	0	0	0	0	0
		产业占比	37.7%	1.2%	0.0%	37.5%	11.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	银浆	申请量	123	78	1	0	0	0	0	2	1	0
		产业占比	6.8%	46.2%	5.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	100%	0.0%
	聚合物隔膜	申请量	129	6	4	0	2	0	0	0	0	1
		产业占比	7.2%	3.6%	21.1%	0.0%	7.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100%
(中游)光伏电池及组件	申请量	1746	216	89	38	17	10	12	24	5	0	
	产业占比	25.2%	44.3%	42.6%	27.9%	14.7%	14.9%	18.5%	42.9%	25.0%	0.0%	
中游 光伏 电池 及 组件	光伏玻璃	申请量	33	49	35	1	0	3	0	7	0	0
		产业占比	1.9%	22.7%	39.3%	2.6%	0.0%	30.0%	0.0%	29.2%	0.0%	0.0%
	EVA 胶膜	申请量	11	1	1	1	0	0	1	0	0	0
		产业占比	0.6%	0.5%	1.1%	2.6%	0.0%	0.0%	8.3%	0.0%	0.0%	0.0%
	背板	申请量	92	4	1	1	0	0	1	0	0	0
		产业占比	5.3%	1.9%	1.1%	2.6%	0.0%	0.0%	8.3%	0.0%	0.0%	0.0%
	光伏电池	申请量	1433	164	20	34	10	5	7	14	4	0
		产业占比	82.1%	75.9%	22.5%	89.5%	58.8%	50.0%	58.3%	58.3%	80.0%	0.0%
(下游)光伏发电系统	申请量	2632	84	93	63	48	52	47	21	10	4	
	产业占比	38.0%	17.2%	44.5%	46.3%	41.4%	77.6%	72.3%	37.5%	50.0%	40.0%	
下游 光伏 发电 系统	逆变器	申请量	454	10	4	12	13	3	0	6	0	0
		产业占比	17.2%	11.9%	4.3%	19.0%	27.1%	5.8%	0.0%	28.6%	0.0%	0.0%
	蓄电池	申请量	46	1	1	0	0	0	0	1	1	0
		产业占比	1.7%	1.2%	1.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	4.8%	10.0%	0.0%
	控制器	申请量	980	39	9	25	14	22	10	10	4	2
		产业占比	37.2%	46.4%	9.7%	39.7%	29.2%	42.3%	21.3%	47.6%	40.0%	50.0%
	支架	申请量	610	39	72	20	14	23	16	7	1	1
		产业占比	23.2%	46.4%	77.4%	31.7%	29.2%	44.2%	34.0%	33.3%	10.0%	25.0%
	光伏应用	申请量	1405	73	36	37	31	13	18	16	8	5

		产业占比	20.3%	15.0%	17.2%	27.2%	26.7%	19.4%	27.7%	28.6%	40.0%	50.0%
光伏应用	光伏建筑一体化	申请量	447	12	14	9	5	5	7	5	4	0
		产业占比	31.8%	16.4%	38.9%	24.3%	16.1%	38.5%	38.9%	31.3%	50.0%	0.0%
	LED应用	申请量	970	61	22	28	26	8	11	11	4	5
		产业占比	69.0%	83.6%	61.1%	75.7%	83.9%	61.5%	61.1%	68.8%	50.0%	100%
单位：件												
数据来源：知识产权出版社，截止到2021年11月												

对陕西省各辖市光伏产业细分领域产业结构进行进一步分析，西安市在光伏产业上游、中游、下游及光伏应用四个技术领域分布相对比较均衡，从细分领域来看，上游领域，西安市专利申请主要是硅系材料和多元化合物，产业占比分别为48%、37.7%，银浆和聚合物隔膜也有一定专利布局，产业占比分别为6.8%、7.2%；中游领域，西安市在光伏电池分支专利申请产业占比最高，达82.1%，其次是背板5.3%；下游领域，西安市在控制器、支架、逆变器的产业占比分别为37.2%、23.2%、17.2%，蓄电池分支专利申请最少，产业占比为1.7%；光伏应用领域，西安市LED应用产业占比为69%，光伏建筑一体化产业占比31.8%。

咸阳市专利申请主要集中在上游和中游领域，从细分领域来看，在上游领域，咸阳市专利申请产业占比较高的是硅系材料和银浆，产业占比分别为50.3%、46.2%，其他两个分支占比不超过4%；在中游领域，咸阳市专利申请重点是光伏电池，产业占比达75.9%，另外，光伏玻璃产业占比达到22.7%。

渭南市专利申请主要领域是中游和下游领域，从细分领域来看，中游领域，渭南市专利申请最多的是光伏玻璃，产业占比39.3%，其次是光伏电池，产业占比22.5%；在下游领域，渭南市专利申请最多的是支架，产业占比达77.4%；其次是控制器9.7%，逆变器和蓄电池专利申请较少；渭南市在上游的硅系材料分支、光伏应用的两个分支光伏建筑一体化、LED应用均有一定专利申请，但数量不超过25件。

汉中市专利申请主要集中在中游、下游和光伏应用，中游领域，汉中市在光伏电池分支专利申请最多，产业占比达89.5%；下游领域，汉中市专利申请重点在控制器和支架，产业占比分别为39.7%、31.7%；光伏应用领域，汉中市LED应用产业占比75.7%、光伏建筑一体化产业占比24.3%。

宝鸡市在光伏产业四个技术领域专利申请占比均超过10%，其中，在上游领域，宝鸡市专利申请主要集中在硅系材料，产业占比为80.8%；中游领域，专利

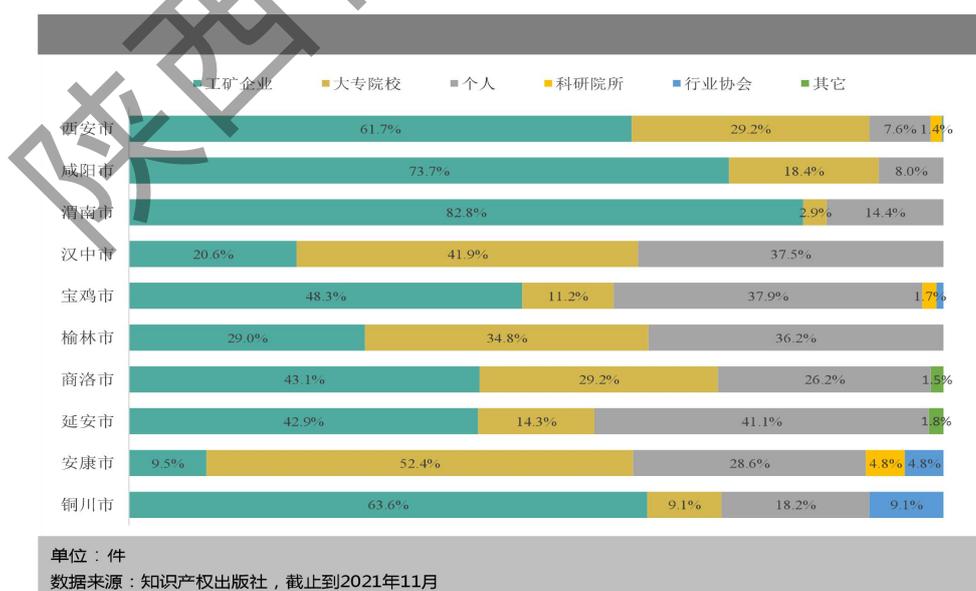
申请主要是光伏电池，产业占比 58.8%；下游领域，宝鸡市在逆变器、控制器、支架三个分支的产业占比分别为 27.1%、29.2%、29.2%；光伏应用领域，宝鸡市专利申请主要是 LED 应用，产业占比达 83.9%。

榆林市和商洛市在下游领域产业占比均超过 70%，从细分领域具体来看，榆林市在下游领域控制器、支架分支产业占比均超过 40%，在逆变器分支产业占比 5.8%；而商洛市支架产业占比最高为 34%、其次是控制器，产业占比 21.3%，逆变器和蓄电池无专利布局。

延安市专利申请主要集中在中游、下游和光伏应用，其中，在中游领域，光伏电池分支产业占比 58.3%、光伏玻璃 29.2%，EVA 胶膜和背板无专利申请；在下游领域，专利申请主要在控制器、支架和逆变器三个技术分支，产业占比分别为 47.6%、33.3%、28.6%；在光伏应用领域，延安市在光伏建筑一体化、LED 应用分支产业占比分别为 31.3%、68.8%。

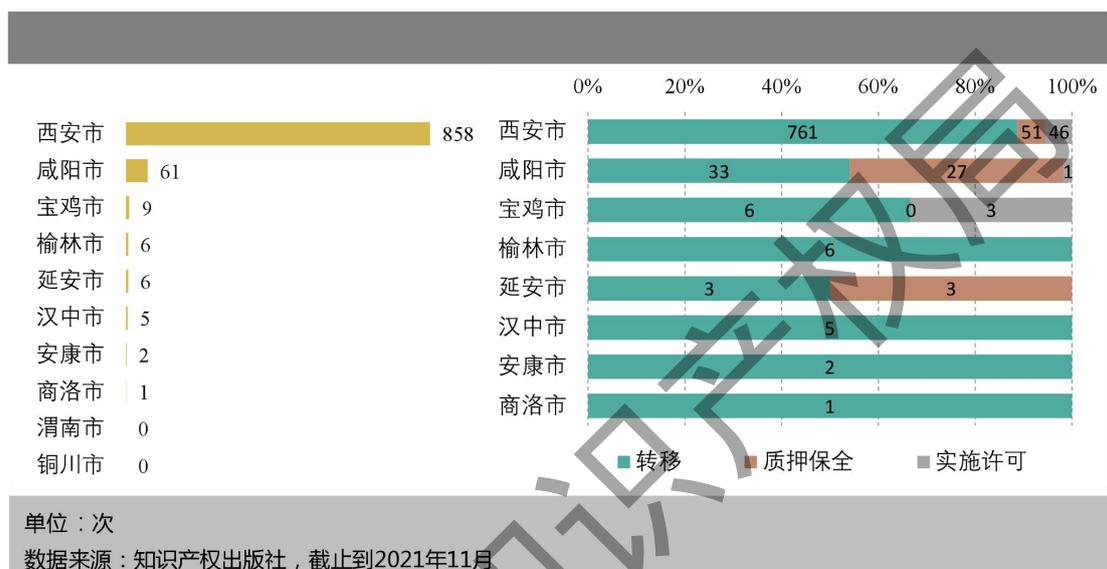
安康市光伏产业专利申请量较少，专利申请主要在中游领域的光伏电池分支，产业占比 80%；下游领域的控制器分支，产业占比 40%；安康市光伏应用产业占比高达 40%，光伏应用两个技术分支专利申请量相同，产业占比均为 50%。

铜川市是陕西省 10 个省辖市中光伏产业专利申请量最低的城市，专利申请主要集中在下游和光伏应用领域，下游领域产业占比 40%、光伏应用领域产业占比 50%；从细分领域来看，铜川市专利申请主要来自下游领域的控制器和支架分支，另外，光伏应用领域，铜川市专利申请全部是 LED 应用。



图表 82 陕西省各辖市申请人类型分析

对陕西省各辖市光伏产业申请人类别进行分析，可以看出，渭南市、咸阳市、铜川市、西安市以企业申请为主，企业专利申请量占比超过 60%，其中，渭南市企业占比 82.8%、咸阳市 73.7%、铜川市 63.6%、西安市 61.7%，企业创新实力较强。从大专院校专利申请占比来看，安康市、汉中市、榆林市高校专利占比均超过 30%，高校专利申请量超过其企业专利申请量，可以看出这三个市高校院所对光伏产业的发展起了较为重要的作用。



图表 83 陕西省各辖市专利运营分析

对陕西省各辖市光伏产业专利运营情况进行分析，西安市专利运营 858 次，咸阳市专利运营 61 次，其余城市专利运营次数均少于 10 次，渭南市和铜川市无专利运营。再对各辖市专利运营类型进行分析，各市均以专利转移为主，其中，西安市和咸阳市专利运营类型比较丰富，还涉及专利质押保全和实施许可，西安市专利转移 761 次、质押 51 次、实施许可 46 次；咸阳市专利转移 33 次、质押 27 次、实施许可 1 次。另外，宝鸡市和延安市除专利转移外，宝鸡市进行实施许可 3 次，延安市进行专利质押 3 次。榆林市、汉中市、安康市、商洛市专利运营次数较少，且运营类型单一。

### 3.8 小结

1. 陕西省专利申请量 8101 件，占全国申请总量的 2.9%。陕西省专利布局的重点领域在（下游）光伏发电系统领域，产业占比 37.7%，细分领域的硅系材料、

光伏电池、控制器、LED 应用等分支，也是陕西省专利布局的重点，但聚合物隔膜、光伏玻璃、背板、蓄电池、EVA 胶膜等分支是陕西省的薄弱环节。

2. 陕西省企业专利申请量共计 5023 件，占陕西省专利总量的 62%。陕西省企业申请占比略低于全国平均水平，在二级细分领域，陕西省在银浆、光伏玻璃、逆变器、控制器、光伏建筑一体化等技术分支，企业创新实力相对较强；在聚合物隔膜、EVA 胶膜、背板、蓄电池等领域，企业实力相对较弱。从全国竞争态势来看，陕西省在太阳能光伏产业及四个技术领域企业申请量排名全国第 11 位左右，排名居前是江苏省、浙江省、广东省、北京市等省市，陕西省与领先省份相比企业实力相差悬殊。

3. 在光伏产业及细分领域中，全球 TOP5 企业日本企业居多，在 EVA 胶膜、背板、逆变器、控制器、支架、光伏建筑一体化等分支，有中国企业位列全球前五。中国 TOP5 企业中陕西省企业较少，只有彩虹集团有限公司、陕西拓日新能源科技有限公司、特变电工西安电气科技有限公司、西安隆基绿能建筑科技有限公司 4 家企业分别在银浆、光伏玻璃、逆变器、光伏建筑一体化分支位列中国前五，可见，陕西省龙头企业的技术创新实力仍需进一步提升。

4. 陕西省太阳能光伏产业发明人数量 9775 人，排名全国第 9 位。陕西省人才储备量位于全国中上游，在上游及其细分领域，人才储备量相对比较充足，而在中游、下游及光伏应用领域，人才储备量稍显薄弱，与全国光伏产业人才储备高量的省市，如江苏省、广东省、浙江省、北京市相比还存在一定的差距。

5. 陕西省在上游、中游领域专利协同申请数量均排名第 7 位，协同创新活跃度较高；在下游领域排名第 12 位，在光伏应用领域排名第 20 位，协同创新活跃度偏低。从专利合作申请人类型来看，陕西省协同创新以工矿企业为主。其他省市，江苏省在上游、中游领域及二级细分领域硅系材料、银浆、EVA 胶膜、背板、光伏电池、支架等分支协同创新数量排名全国第一，北京市在下游、光伏应用领域及二级细分领域多元化合物、聚合物隔膜、逆变器、蓄电池、控制器、光伏建筑一体化、LED 应用等分支协同创新数量排名第一。

6. 陕西省太阳能光伏产业具备一定的专利运营基础，其中，在上游领域及二级细分领域的硅系材料、多元化合物、银浆、背板分支，专利运营比较活跃，在全国排名前十位，但陕西省和国内其他运营热点省市相比，仍有进一步提升的空

间。

7. 陕西省专利产出量在全国排名处于中上游，其中在多元化合物、银浆、逆变器、控制器等分支排名全国前十，在其他分支排名略微偏后，但基本在 13 名以内。

8. 陕西省各辖市光伏产业专利申请均主要集中在中、下游领域，两个领域产业占比之和基本超过 50%，其中，渭南市、榆林市、商洛市、延安市中下游产业占比超过 80%。西安市、咸阳市、宝鸡市在光伏产业四个技术领域发展相对比较均衡，每个领域产业占比均超过 10%，且这三个城市在上游产业占比均超过 20%，另外，咸阳市中上游产业占比之和高达 78.9%。

9. 从申请人类型来看，渭南市、咸阳市、铜川市、西安市专利申请以企业申请为主，企业专利占比超过 60%，企业创新实力较强，安康市、汉中市、榆林市高校专利占比均超过 30%，高校院所对这三个城市光伏产业的发展起了较为重要的作用。

10. 西安市光伏产业专利运营次数最多，专利运营 858 次，其次是咸阳市 61 次，其余城市专利运营次数均少于 10 次。陕西省各辖市专利运营以专利转移为主，其中，西安市和咸阳市专利运营类型比较丰富。

陕西省知识产权局

## 第四章 陕西省太阳能光伏产业发展路径与模式

### 4.1 产业布局结构优化路径

产业结构优化是指通过产业调整，使细分产业之间实现协调发展，最终实现产业结构升级和核心竞争力提高。通过对陕西省太阳能光伏产业四个技术领域的专利分布进行分析，可以使当地政府及创新主体掌握自身产业结构分布情况；通过与国内外产业结构进行对比分析，一方面可以发现当地产业结构是否合理，另一方面可以找到产业结构调整方向。

图表 84 陕西省太阳能光伏产业结构对比

太阳能光伏产业结构对比	
区域	上游：中游：下游：光伏应用
全球	1：1.6：1：0.8
国外	1：1.5：0.5：0.6
中国	1：1.6：1.8：1
陕西省	1：1.1：1.5：0.8

从上图可以发现，陕西省在太阳能光伏产业上游、中游、下游、光伏应用四个技术领域的产业结构为 1：1.1：1.5：0.8，陕西省在下游领域专利储备量相对较高，其次是中游，在光伏应用领域专利储备量较低。

通过与国内外产业结构进行对比分析，可以看出，陕西省和中国产业结构基本一致，陕西省太阳能光伏产业结构基本合理。但从具体数值来看，陕西省在中游领域产业结构对比数值低于全球、国外和中国，在下游数值高于全球及国外，略低于中国平均水平。

图表 85 陕西省太阳能光伏产业各技术领域产业环境分析

技术领域	技术储备		可依托资源	中国市场竞争环境	技术定位
	陕西省	陕西/中国	中国/全球	国外来华/中国	
(上游)光伏材料制备	2025	3.6%	39.9%	7.2%	领先
(中游)光伏电池及组件	2157	2.3%	41.9%	9.6%	薄弱
(下游)光伏发电系统	3054	3.1%	70.2%	1.7%	重点
光伏应用	1642	2.9%	50.5%	2.5%	次重点

从陕西省太阳能光伏产业各技术分支在中国的占比情况来看，陕西省在上游领域占比最高，专利申请 2025 件，占中国上游申请总量的 3.6%；其次是下游领域，专利申请 3054 件，占中国的 3.1%；中游和光伏应用领域占比均低于 3%。

对中国市场竞争环境以及中国在全球的竞争力进行分析，在上游和中游领域，国外来华专利占比分别为 7.2%、9.6%，占比远超其它两个技术领域，可以看出，国外企业倾向于在上游和中游领域来华进行专利布局，对中国本土企业来说，增加了市场竞争程度。进一步对中国光伏产业在全球的地位进行分析，中国在下游和光伏应用领域专利申请占比超过 50%，其中下游领域高达 70.2%，这两个领域中国在全球具有一定优势。

综合来看，陕西省应保持上游和下游领域的技术优势，并进一步加大中游和光伏应用领域的研发和专利布局力度。

产业结构调整，离不开政府和企业的通力合作，光伏产业的特殊之处在于其每一次迅猛发展，都和政府政策的引导密不可分，同时，产业结构的调整又离不开市场或创新主体的自我调节。因此，在产业结构调整过程中，政府和企业应各司其职，积极促进当地产业结构的优化。

**政府方面**，一是加强顶层设计，构建光伏产业发展路线图。以陕西省太阳能光伏产业现状为基础，制定具有前瞻性的产业规划，提高资源统筹性，明确区域优势领域和技术，发挥全省一盘棋的优势，加强企业、地市之间的技术集成利用，避免产业发展同质化，提高各地区核心竞争力，在全省形成富有竞争力的光伏产业链。二是制定完善光伏产业发展配套政策。加大对光伏技术开发投入、税收优惠、人才引进与培养等方面的优惠政策和补助，建立太阳能光伏产业发展专项资金，投入关键技术研发并鼓励成果转化。制定相关技术规范与标准，发挥光伏创新平台或中心在技术研发、转化、应用以及整个陕西省太阳能光伏产业链发展中的作用。三是建立全产业链的监测体系，及时高效的监控产业发展状况，主动预测风险，不断调整和完善产业结构。引导相关企业抱团发展，联合开发新技术，加快产业链整合与调整。四是建立光伏市场的准入准则。以环境标准、技术水平和研发能力等指标来强化对光伏产业发展的引导，提高市场准入门槛，因地制宜促进光伏产业协调发展，较少资源浪费并促进市场的有效竞争，提升资源的配置效率。

**企业方面**，从 3.2 分析可以知，陕西省各技术领域均以企业创新为主，目前

已拥有“隆基绿能科技股份有限公司、彩虹集团有限公司、陕西拓日新能源科技有限公司、西安奕斯伟硅片技术有限公司、国家电投集团黄河上游水电开发有限责任公司、国家电投集团西安太阳能电力有限公司、陕西众森电能科技有限公司、特变电工西安电气科技有限公司、西安博昱新能源有限公司”等一批具有一定市场竞争力和专利布局能力的企业，但是和产业内竞争对手相比，还有一定差距，在各领域中国 TOP5 申请人中，陕西省企业入围的只有两三家。

一是建议陕西省企业应以市场为导向，依据自身在产业链中的位置以及企业战略规划，参考本报告中产业结构优化方向，合理进行专利布局规划。二是鼓励龙头或技术优势企业通过自主研发或技术合作，在关键光伏材料、新型太阳能电池等方面实现核心技术突破，研制具有竞争力的产品，以带动完善上下游产业链，深化产业发展。三是龙头企业可以实施兼并收购，对光伏产业进行调整和重组，使光伏产业各个环节能够协调发展，不再造成产业低水平制品的重复建设，提升陕西省太阳能光伏产业的竞争力。

## 4.2 技术创新引进提升路径

技术创新是推动产业发展的原动力，也是一个地区发展的重要驱动力。陕西省太阳能光伏产业已具备一定规模，从（上游）光伏材料制备、（中游）光伏电池及组件、（下游）光伏发电系统到光伏应用，已基本具备完善的产业链，其中，在上游、下游领域已具备一定优势，专利申请量占中国的 3%以上，但在中游及光伏应用领域技术创新实力还有待进一步提升。另外，陕西省还存在龙头企业带动能力不强的问题，导致其与国内其它强省的较大差距，在各省市企业创新能力排名中，陕西省排名全国第 11 位左右，处于中等水平，在各技术分支中国 TOP5 申请人排名中，陕西省只有少数企业能排名中国前五。

图表 86 陕西省太阳能光伏产业细分领域产业环境分析

技术领域	技术储备		可依托资源	中国市场竞争环境	技术定位		
	陕西省	陕西/中国	中国/全球	国外来华/中国			
(上游)光伏材料制备	2025	3.6%	39.9%	7.2%	领先		
(中游)光伏电池及组件	2157	2.3%	41.9%	9.6%	薄弱		
(下游)光伏发电系统	3054	3.1%	70.2%	1.7%	重点		
光伏应用	1642	2.9%	50.5%	2.5%	次重点		
(上游)光伏材料制备	【1】硅系材料	990	3.1%	47.7%	7.6%	重点	
	【2】多元化合物	686	6.3%	32.3%	8.3%	领先	
	【3】银浆	205	4.6%	46.6%	5.0%	领先	
	【4】聚合物隔膜	142	1.7%	28.0%	5.5%	薄弱	
	【1】硅系材料	单晶硅	397	4.4%	44.7%	9.7%	领先
		多晶硅	207	2.3%	47.3%	8.3%	次重点
		非晶硅	21	2.4%	23.3%	22.2%	次重点
	【2】多元化合物	碲化镓	53	4.7%	17.0%	7.3%	领先
		碲化镉	11	2.3%	36.6%	8.6%	次重点
		铜铟镓硒	2	0.6%	49.3%	6.3%	薄弱
	【4】聚合物隔膜	PET基膜	14	0.3%	21.1%	6.1%	薄弱
		氟膜	128	3.2%	52.1%	4.8%	重点
(中游)光伏电池及组件	【1】光伏玻璃	128	3.5%	56.3%	8.0%	领先	
	【2】EVA胶膜	15	1.2%	43.3%	0.1%	薄弱	
	【3】背板	99	1.4%	50.4%	6.3%	薄弱	
	【4】光伏电池	1691	2.3%	39.2%	11.6%	次重点	
	【4】光伏电池	硅基太阳能电池	320	2.7%	43.7%	8.7%	次重点
		多元化合物薄膜太阳能电池	404	3.3%	31.2%	9.1%	重点
		染料敏化太阳能电池	168	7.3%	28.5%	12.1%	领先
		钙钛矿太阳能电池	188	5.9%	66.1%	5.3%	领先
	(下游)光伏发电系统	【1】逆变器	502	3.0%	77.7%	1.9%	重点
		【2】蓄电池	50	1.6%	49.0%	6.8%	薄弱
【3】控制器		1115	3.4%	69.0%	1.1%	重点	
【4】支架		803	2.5%	79.3%	0.3%	次重点	
光伏应用	【1】光伏建筑一体化(BIPV)	508	3.1%	59.7%	1.4%	重点	
	【2】LED应用	1146	2.8%	47.5%	2.9%	次重点	
	【2】LED应用	信号灯	99	2.7%	50.3%	0.6%	次重点
		显示屏	294	3.5%	58.0%	11.4%	领先
		庭院装饰灯	8	0.8%	96.8%	0.0%	薄弱
		背光源	31	3.1%	86.4%	2.8%	重点

具体来看，陕西省在上游领域技术分支多元化合物、银浆、单晶硅分支，专利申请占全国申请总量的比例分别为 6.3%、4.6%、4.4%；在中游领域技术分支光伏玻璃全国占比为 3.5%，染料敏化太阳能电池、钙钛矿太阳能电池全国占比分别为 7.3%、5.9%；在光伏应用技术分支显示屏全国占比 3.5%，陕西省在这些技术分支专利储备处于领先地位。另外，陕西省在硅系材料、氟膜、多元化合物薄膜电池、逆变器、控制器、光伏建筑一体化等分支，全国占比均超过 3%，也具备一定的技术优势。陕西省在聚合物隔膜、铜铟镓锡、PET 基膜、EVA 胶膜、背板、蓄电池、庭院装饰灯等技术分支，全国占比不超过 2%，技术实力相对薄

弱。

从国内竞争环境来看，在非晶硅、光伏电池、染料敏化太阳能电池、显示屏等技术分支，国外专利布局占比超过 10%，竞争较为激烈。



图表 87 陕西省太阳能光伏产业技术创新提升路径

基于本报告对陕西省太阳能光伏产业的导航分析，结合当地产业现状，针对领先、重点、薄弱技术，采取自主创新、技术借鉴、引进合作等方式，实现技术创新能力提升。

### (1) 领先技术的提升路径

陕西省在多元化合物、银浆、单晶硅、光伏玻璃、显示屏等领先技术领域，一方面需要采取激励政策鼓励龙头企业（如西安奕斯伟硅片、隆基绿能科技、彩虹集团等）开展自主研发和创新，提升企业自主创新能力，尽快达到行业领先水平；另一方面，陕西省合理引导企业完善知识产权管理机制建设，将自身核心技术积极开展海外布局，有效进行专利技术保护，扩大企业海外经营市场，增强核心竞争力。

### (2) 重点技术的赶超路径

陕西省重点发展技术包括硅系材料、光伏电池、氟膜、控制器、光伏建筑一体化等分支，为了实现重点技术的快速赶超，可以从以下几个方面发力：一是加强对同类竞争者的了解，寻求技术创新方向的突破，实现技术的赶超；二是考虑

企业与其他申请人的协同创新，加强产学研合作，通过协同创新提升技术研发水平。

### （3）薄弱技术的加强路径

根据技术储备分析，陕西省在聚合物隔膜、PET 基膜、EVA 胶膜、背板、蓄电池等技术分支，研发实力相对薄弱。建议一方面从制度层面引导企业加强知识产权在技术创新中的应用，提升知识产权管理、运用和保护意识；另一方面，人才资源是企业核心竞争力的关键来源，企业要不断完善人才引进、人才利用和人才开发工作，做好技术创新团队的培养和管理；同时，陕西省也可以通过建立知识产权大数据平台，为企业的技术创新或专利布局提供导向，以提升企业的技术创新能力，提高技术研发成果产出。

## 4.3 企业整合培育引进路径

### （1）企业培育与整合路径

企业是技术创新的主体，是推动地区产业发展的根本动力，陕西省太阳能光伏产业企业专利申请占比达 62%，在产业创新中占据着非常重要的地位。根据企业技术创新情况列出陕西省太阳能光伏产业上游、中游、下游及光伏应用四个技术领域主要龙头企业、跟随企业和新进入企业作为重点培育企业，清单如下表所示：

图表 88 陕西省太阳能光伏产业各技术领域重点培育企业清单

（上游）光伏材料制备	专利数量	企业定位
隆基绿能科技股份有限公司	177	龙头企业
陕西天宏硅材料有限责任公司	66	龙头企业
西安创联新能源设备有限公司	56	跟随企业
西安华晶电子技术	52	跟随企业
国家电投集团西安太阳能电力有限公司	39	跟随企业
国家电投集团黄河上游水电开发有限责任公司	38	跟随企业
西安宏星电子浆料科技股份有限公司	27	跟随企业
西安奕斯伟硅片技术有限公司	161	新进入企业
西安奕斯伟材料技术有限公司	40	新进入企业
西安奕斯伟材料科技有限公司	18	新进入企业
（中游）光伏电池及组件	专利数量	企业定位
国家电投集团西安太阳能电力有限公司	243	龙头企业
国家电投集团黄河上游水电开发有限责任公司	215	龙头企业

彩虹集团有限公司	150	龙头企业
隆基绿能科技股份有限公司	91	龙头企业
陕西众森电能科技有限公司	86	跟随企业
陕西拓日新能源科技有限公司	79	跟随企业
西安大昱光电科技有限公司	59	跟随企业
西安黄河光伏科技股份有限公司	54	跟随企业
彩虹集团新能源股份有限公司	30	跟随企业
隆基乐叶光伏科技有限公司	66	新进入企业
西安隆基绿能建筑科技有限公司	58	新进入企业
西安热工研究院有限公司	33	新进入企业
<b>(下游)光伏发电系统</b>	<b>专利数量</b>	<b>企业定位</b>
西安博昱新能源有限公司	117	龙头企业
陕西科林能源发展股份有限公司	114	龙头企业
西安大昱光电科技有限公司	102	龙头企业
西安热工研究院有限公司	92	跟随企业
特变电工西安电气科技有限公司	80	跟随企业
西安银河网电智能电气有限公司	51	跟随企业
陕西光伏产业有限公司	36	跟随企业
陕西众森电能科技有限公司	12	跟随企业
陕西拓日新能源科技有限公司	12	跟随企业
陕西长岭光伏电气有限公司	10	跟随企业
西安黄河光伏科技股份有限公司	10	跟随企业
国家电投集团西安太阳能电力有限公司	9	跟随企业
澄城县力科钢构有限公司	65	新进入企业
国家电投集团黄河上游水电开发有限责任公司	29	新进入企业
西安隆基绿能建筑科技有限公司	25	新进入企业
<b>光伏应用</b>	<b>专利数量</b>	<b>企业定位</b>
西安隆基绿能建筑科技有限公司	92	龙头企业
西安博昱新能源有限公司	59	龙头企业
西安大昱光电科技有限公司	44	龙头企业
西安孔明智能科技有限公司	30	跟随企业
隆基绿能科技股份有限公司	15	跟随企业
彩虹集团有限公司	13	跟随企业
西安银河网电智能电气有限公司	12	跟随企业
陕西科林能源发展股份有限公司	8	跟随企业
国家电投集团西安太阳能电力有限公司	7	跟随企业
陕西众森电能科技有限公司	6	跟随企业
陕西拓日新能源科技有限公司	6	跟随企业
国家电投集团黄河上游水电开发有限责任公司	10	新进入企业
澄城县力科钢构有限公司	6	新进入企业

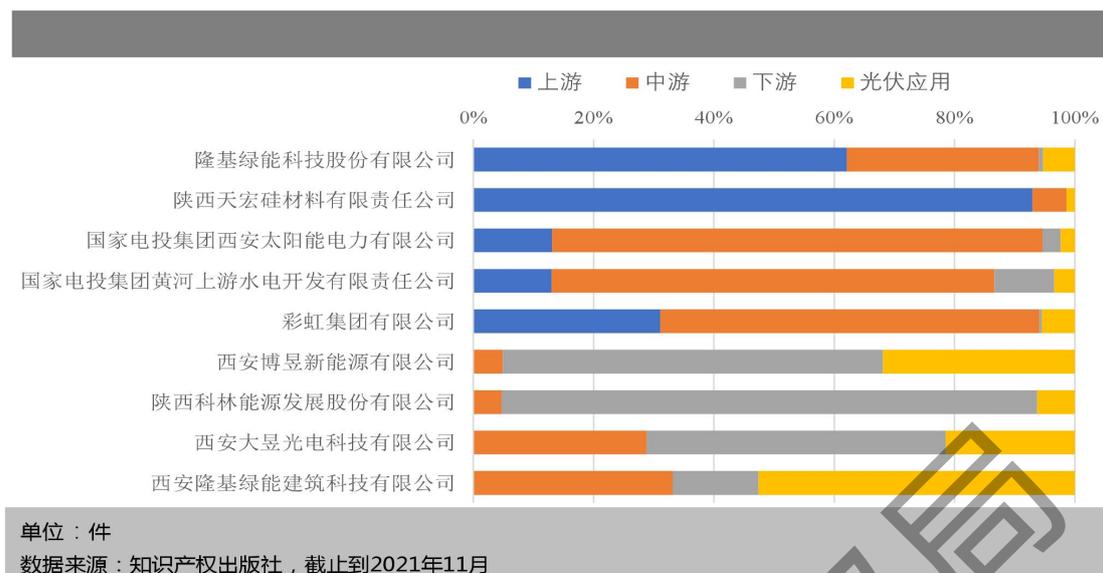


图 89 陕西省太阳能光伏龙头企业产业结构分析

对龙头企业在光伏产业链技术分布情况进行分析，可以看出，隆基绿能科技股份有限公司、国家电投集团西安太阳能电力有限公司、国家电投集团黄河上游水电开发有限责任公司、彩虹集团有限公司四家企业在光伏产业链四个技术领域均有专利布局，但专利申请仍主要集中在中上游，中上游产业占比超过 85%，向下游及光伏应用领域的产业链延伸不够。

其余龙头企业专利布局均涉及光伏产业链三个技术领域，但各有侧重，陕西天宏硅材料有限责任公司上游产业专利占比为 93%，中游及光伏应用产业占比之和不足 10%；西安博昱新能源有限公司、陕西科林能源发展股份有限公司专利申请主要在下游领域，且下游及光伏应用产业占比之和超过 95%；西安大昱光电科技有限公司、西安隆基绿能建筑科技有限公司在中游、下游及光伏应用三个领域均有一定量的专利布局，其中，西安隆基绿能建筑科技有限公司成立于 2019 年，是隆基绿能科技股份有限公司的控股公司，发展非常迅速，尤其是光伏应用领域，专利申请量名列前茅。

从前文 3.2 分析可知，陕西省龙头企业存在综合实力不够强、企业辐射带动能力不足的问题，导致陕西省与国内其它强省的较大差距，在各省市企业创新能力排名中，陕西省排名全国第 11 位左右，处于中等水平，在各技术分支中国 TOP5 申请人排名中，陕西省只有少数龙头企业能排名中国前五。

随着全球经济一体化的进程加速，企业在获得更多发展机遇的同时，也面临

着更为复杂多变的市场环境，技术创新是企业生存和发展的保证，是企业核心竞争力的重要来源，建议从以下途径进一步提升陕西省光伏企业的核心竞争力。

**一是强化企业环境建设。**光伏产业是资本密集和技术密集型产业，政府部门应牢固树立企业创新主体地位，加大光伏产业研发投入，加快企业进入市场的步伐，使之成为陕西省技术创新的主导力量。制定鼓励企业创新的具体政策，如对企业用于技术与开发的费用实行税收抵扣的政策；可按企业销售额的一定比例提取高技术与开发基金，并在征所得税前予以扣除；对企业使用的先进设备，或专供自己研究与开发用的设备、建筑等实行更为完善的加速折旧的制度；运用税收优惠政策减轻企业资金的运转压力，如实施企业延期缴纳税款、研发追加投资可退税、科研人员税收优惠政策等。

**二是构建企业核心竞争力。**引导企业构建完善的内部知识产权管理体系，提高专利保护意识，重视专利保护工作；鼓励企业建立并完善符合自身发展需求的专利战略，增强企业追求长远发展、从技术寻求突破的意识；发展企业特色避免同质竞争，企业技术创新需要更多地考虑自己的能力和资源，在自己拥有一定技术优势的领域经营，技术创新应该具备独特性，令竞争对手难以复制或者复制起来难度很大，这样才能给企业提供持久的竞争优势；促进面广量大的中小企业改造升级，鼓励中小企业专注细分领域做精做强，促进中小企业“专精特新”发展。

**三是分层差异化培育。**针对龙头企业，鼓励龙头企业通过兼并、重组、收购、控股等方式，组建大型企业集团，通过产权交易快速进入新的业务领域，迅速增强和获得核心竞争力；鼓励龙头企业延伸产业链，实现产品多样化发展，引进先进智能的生产设备，打造智能工厂；鼓励龙头企业积极开展海外布局，有效进行专利技术保护，扩大企业海外经营市场，增强核心竞争力；引导龙头企业向优势产区集中，提升龙头企业典型示范效应，辐射带动中小企业关联发展，培育壮大区域特色产业，增强区域经济发展实力。

针对跟随企业和新进入企业，以企业需求为导向，对接相关领域技术优势型高校、科研院所开展技术合作，将高校院所的科研优势转化为企业生产力，助力企业规模扩张；在人才引进方面，针对跟随企业和新进入企业进行定向引进和推荐；拓宽企业融资渠道，通过专利质押、天使投资等方式获得发展资金；加强企业专利保护意识，设置知识产权专员管理企业相关事务，聘请专业的知识产权服

务机构开展专利申请、布局和保护工作。

## (2) 企业引进与合作路径

从前文 3.2 分析可知，陕西企业在上游、下游、光伏应用领域全国排名第 11 位，在中游领域企业全国排名第 10 位，处于中等水平，另外在聚合物隔膜、EVA 胶膜、背板、蓄电池等技术分支，企业全国排名在 13 名开外，实力相对偏弱。

筛选出光伏产业主要技术领域及陕西省薄弱技术分支国内外优势企业作为引进/合作对象，整理如下表所示，为陕西省引进或合作对象选择提供决策参考。

图表 90 陕西省太阳能光伏产业企业引进/合作名单

序号	引进/合作企业名单	国家	主要研究领域
1	阿特斯阳光电力集团股份有限公司	中国	上游、中游
2	苏州阿特斯阳光电力科技有限公司	中国	上游、中游
3	天合光能股份有限公司	中国	上游、中游
4	浙江晶科能源有限公司	中国	上游、中游
5	晶科能源股份有限公司	中国	上游、中游
6	英利能源(中国)有限公司	中国	上游、中游
7	内蒙古中环光伏材料有限公司	中国	上游
8	广东爱旭科技有限公司	中国	中游
9	阳光电源股份有限公司	中国	下游
10	北京铂阳顶荣光伏科技有限公司	中国	中游、下游、光伏应用
11	无锡同春新能源科技有限公司	中国	下游、光伏应用
12	北京知旬科技有限公司	中国	下游、光伏应用
13	昆山博文照明科技有限公司	中国	光伏应用
14	合肥乐凯科技产业有限公司	中国	聚合物隔膜
15	苏州新区特氟龙塑料制品厂	中国	聚合物隔膜
16	苏州斯迪克新材料科技股份有限公司	中国	聚合物隔膜
17	常州回天新材料有限公司	中国	聚合物隔膜、背板
18	常州斯威克光伏新材料有限公司	中国	EVA 胶膜
19	苏州泰科尼光伏材料有限公司	中国	EVA 胶膜
20	苏州烁尔新材料有限公司	中国	EVA 胶膜
21	无锡中洁能源技术有限公司	中国	背板
22	国家电网	中国	蓄电池
23	哈尔滨永淇化工有限公司	中国	蓄电池
24	东丽	日本	聚合物隔膜
25	杜邦	美国	银浆、聚合物隔膜

## 4.4 创新人才引进培养路径

创新型人才是企业发展的核心，创新型人才培养在产业发展壮大过程中具有不可或缺的作用，是实现区域经济发展、科技进步和核心竞争力提升的重要战略举措。陕西省太阳能光伏产业面临着创新人才储备量不够充足的问题，从前文分析可知，陕西省在太阳能光伏产业上游分支中，人才储备量相对比较充足，但在中游、下游、光伏应用分支中，人才储备量稍显薄弱，排名在全国十名开外。

基于陕西省太阳能光伏产业高端人才仍较缺乏的现状，可以从人才培养和外部人才引进两个方面引导企业和高校做好智力资源汇聚工作，同时加快专利高端服务人才引进，为陕西省太阳能光伏产业发展提供充足的人才储备。

### （1）健全完善科学的人才培养机制，营造良好的人才培养环境

建立光伏产业多层次人才培养体系，鼓励陕西省各大高校和职业学院开设光伏专业或成立专业的光伏学院，为企业提供大量的后备人才。通过高等院校和研究所培养具有科研能力和创新能力的高端研发型和管理型人才，作为产业高精尖领域的带头人；利用职业技术学院和专业培训机构培养具有较强动手能力和实践能力的产业技术能手，从而提高整体从业人员的技能水平。

创新人才培养模式，实行产学研相结合，鼓励高校院所和企业联合培养，做到学以致用。陕西省高校、科研院所资源丰富，但高校院所的人才培养和企业实际人才需求之间还存在一定的错位，未来可以考虑构建校企联合培养模式，基于产业和企业实际需求定向委培，使人才尽量贴合企业实际研发需求。

营造良好的人才培养环境，形成既有竞争意识又心情舒畅的工作氛围。对于高精尖人才的培养，应该加大培养的力度，不仅靠待遇留住人才，更要让其产生归属感和使命感，可在住房、家属调动、子女入学等方面给予优惠，解决高端人才可能面临的生活困难，全情投入到技术研发中。

### （2）制定精准的人才引进策略，创新人才引进路径

根据陕西省太阳能光伏产业现状和规划，重点针对产业中专利实力较弱的领域，制定精准的人才引进策略，避免引进人才与产业不相匹配或大量重合，以产业谋划人才链，人才链又带动产业链的方式，推动光伏产业的发展壮大。

拓宽人才引进渠道。加强对企业的激励，促使企业在人才引进过程中发挥应有的主体作用，比如对引进人才成果较突出的企业，政府给予融资担保、贴息贷

款、减免赋税等支持；坚持招商引资与招才引智并举，将人才引进与招商引资工作同谋划、同布局，促进人才与优质项目、产业发展深度融合；借力于猎头公司和人才中介，制定人才需求目标和计划，将其委托于中介机构，在全球范围内寻找，对于引进人才的中介给予物质或者荣誉奖励；组织需求单位，走进各大高校院所，利用各种平台大力招才引智，积极引进技术学科带头人，吸引高端技术人才在陕西省开展产品研发；加速建成以资源共享为核心的光伏产业人才信息数据库，一方面收录本地及国内外现有人才信息，包含高层次人才与一般人才，另一方面，将用人单位需求收录在内，通过大数据的动态对比分析，进行人才流动监控，以及适时匹配推荐人才。

建立公平公正的人才选拔机制，使得高素质人才的优势得到充分发挥；创造良好的就业环境，完善户籍、医疗、住房、教育培训等方面政策，建立梯度增长的资助激励机制，吸引优秀科技人才尤其是有技术、有资金、有项目的优秀创新人才来陕西工作。

筛选陕西省领先或重点技术领域优质发明人作为重点培育人才，并针对陕西省薄弱技术分支，筛选省外优质发明人，作为引进或合作对象，整理如下表所示，为陕西省太阳能光伏产业创新人才培养、引进对象选择提供决策参考。

图表 91 陕西省太阳能光伏产业优质发明人培育名单

序号	发明人	所在单位	研究技术领域
1	时刚	西安创联新能源设备有限公司	单晶硅
2	周锐	隆基绿能科技股份有限公司	单晶硅
3	贺鹏	西安华晶电子技术	多晶硅
4	郝跃	西安电子科技大学	多元化合物、钙钛矿太阳能电池
5	张进成	西安电子科技大学	多元化合物、钙钛矿太阳能电池
6	杨冠军	西安交通大学	钙钛矿太阳能电池、染料敏化太阳能电池
7	李长久	西安交通大学	钙钛矿太阳能电池、染料敏化太阳能电池
8	陈五奎	陕西拓日新能源科技有限公司	光伏玻璃
9	徐琛	隆基绿能科技股份有限公司	(中游)光伏电池及组件
10	屈小勇	国家电投集团西安太阳能电力有限公司	(中游)光伏电池及组件
11	杨向民	陕西科林能源发展股份有限公司	(下游)光伏发电系统
12	刘强	澄城县力科钢构有限公司	支架
13	胡剑峰	西安大昱光电科技有限公司	(下游)光伏发电系统
14	贺迪	西安隆基绿能建筑科技有限公司	光伏建筑一体化
15	张超	西安大昱光电科技有限公司	(下游)光伏发电系统、光伏建筑一体化

图表 92 陕西省太阳能光伏产业优质发明人引进/合作名单

序号	发明人	所在单位	研究技术领域
1	金浩	晶科能源股份有限公司	硅系材料
2	陈伟	晶科能源股份有限公司	硅系材料
3	傅林坚	浙江晶盛机电股份有限公司	硅系材料
4	谭毅	大连理工大学	硅系材料
5	金闯	苏州斯迪克新材料科技股份有限公司	聚合物隔膜
6	陈莉	天津工业大学	聚合物隔膜
7	李胜春	汉能新材料科技有限公司	铜铟镓锡
8	方结彬	广东爱旭科技有限公司	光伏电池及组件
9	陈刚	广东爱旭科技有限公司	光伏电池及组件
10	王永向	成都聚合科技有限公司	光伏电池及组件
11	许涛	阿特斯阳光电力集团股份有限公司	光伏电池及组件
12	吕松	常州斯威克光伏新材料有限公司	EVA 胶膜
13	陈忠斌	苏州泰科尼光伏材料有限公司	EVA 胶膜
14	黄新东	无锡中洁能源技术有限公司	背板
15	林建伟	苏州中来光伏新材股份有限公司	背板
16	胡勇胜	中国科学院物理研究所	蓄电池
17	陈立泉	中国科学院物理研究所	蓄电池
18	刘振亭	哈尔滨永淇化工有限公司	蓄电池
19	熊开富	昆山博文照明科技有限公司	LED 应用
20	缪同春	无锡同春新能源科技有限公司	LED 应用

## 4.5 专利协同运用和市场运营路径

### (1) 专利协同运用提升路径

专利协同运用是引导并支持市场主体利用市场化、集群化、联盟化、协作化等手段吸引并整合专利资源，实现专利的集中管理、集成运用；依托专利资源，优化配置政策资源、技术资源、人力资源、金融资源等，为产业发展提供支撑的一种重要方式。专利协同创新是专利协同运用的前提和必要条件。《中国制造2025》中提出了新型政产学研用协同创新的制造业创新体系，即以企业为主体、政府指导、高校和研究所为支撑、市场需求为导向，深化产学研合作。相较于自

主创新，协同创新更强调技术的转移以及资源的共享。协同创新通过技术交易，或者将技术入股，推动企业与研发单位以技术商业化（“研究成果——中试——产业化”）和技术本地化（“成熟技术——集成、消化——再创新”）两种模式开展合作。

陕西省在上游和中游领域专利协同申请数量排名全国第7位，在下游和光伏应用领域分别排名第12位、第20位。从专利协同创新模式来看，陕西省以企业与企业合作为主，企业和高校院所合作相对偏少，且大部分企业间协同创新是企业集团公司之间的，无关联企业间的协同创新量较少。

鉴于上述情况，建议陕西省太阳能光伏产业应加大与高等院校及科研机构的协同创新力度，对陕西省太阳能光伏产业薄弱环节以及技术研发重点、难点进行协同创新、专利协同布局等。高校在人才以及基础性、关键性技术研发方面具有大量资源，应通过创新平台、政府引导、自主搭桥等多种方式，加强企业与高校院所的合作创新，提高高校院所对光伏产业发展的贡献度，将沉睡的专利发挥作用。

下表从中国高等院校与科研机构及省内科研院校这三个方面着手，列举光伏产业各技术领域排名靠前的申请机构供参考。

图表 93 陕西省太阳能光伏产业可考虑的协同创新合作名单（省内）

序号	陕西省高校院所	重点研究技术领域
1	西安交通大学	硅系材料、多元化合物、银浆、聚合物隔膜、光伏玻璃、光伏电池、逆变器、控制器
2	西安电子科技大学	硅系材料、多元化合物、光伏电池
3	西安科技大学	光伏建筑一体化、LED应用
4	西安理工大学	硅系材料、银浆、聚合物隔膜、背板、逆变器、支架
5	西安工程大学	聚合物隔膜
6	陕西师范大学	光伏玻璃、光伏电池
7	西北工业大学	银浆、背板、光伏电池
8	陕西科技大学	多元化合物、聚合物隔膜、光伏玻璃、逆变器、控制器、LED应用
9	西安建筑科技大学	光伏建筑一体化、支架
10	长安大学	支架、光伏建筑一体化、LED应用

图表 94 陕西省太阳能光伏产业可考虑的协同创新合作名单（省外）

序号	中国高校院所	重点研究技术领域
1	浙江大学	硅系材料
2	清华大学	硅系材料
3	北京有色金属研究总院	硅系材料
4	大连理工大学	硅系材料、光伏建筑一体化
5	华南理工大学	多元化合物、银浆、EVA 胶膜、光伏电池、逆变器、控制器
6	电子科技大学	多元化合物
7	昆明理工大学	银浆
8	昆明贵金属研究所	银浆
9	中南大学	银浆
10	东南大学	银浆、逆变器、蓄电池
11	天津工业大学	聚合物隔膜
12	东华大学	聚合物隔膜
13	浙江大学	聚合物隔膜、光伏电池、蓄电池
14	山东建筑大学	光伏玻璃
15	蚌埠玻璃工业设计研究院	光伏玻璃
16	华东理工大学	EVA 胶膜、背板
17	上海交通大学	EVA 胶膜
18	常州大学	背板
19	苏州大学	光伏电池
20	合肥工业大学	逆变器
21	华北电力大学	逆变器、控制器、支架
22	复旦大学	蓄电池
23	华中科技大学	蓄电池
24	中国科学院物理研究所	蓄电池
25	中国科学院广州能源研究所	蓄电池
26	昆明理工大学	蓄电池、控制器、支架、光伏建筑一体化、LED 应用
27	天津大学	光伏建筑一体化
28	南京林业大学	LED 应用
29	山东科技大学	LED 应用
30	中国科学院半导体研究所	LED 应用

## (2) 专利市场运营提升路径

专利申请是进行技术保护以维持市场优势地位的有效手段,但大量的专利维持带来了高额的维系成本,适度开展专利运营,可有效降低专利管理成本,节约资金,实现专利的经济价值。

根据 3.5 分析可知,陕西省太阳能光伏产业在上游领域及二级细分领域的硅系材料、多元化合物、银浆、背板等分支,专利运营比较活跃,而在其他领域专利运营活跃度相对偏低,与国内其他运营热点省市如江苏省、广东省、浙江省相比,专利运营次数还有较大差距。而且,陕西专利运营以专利转移为主,专利质押、专利许可数量较少,专利资本化运营程度偏低。

为提高陕西省太阳能光伏产业专利市场运营,建议从以下途径着手:

**一是培育专业化的专利运营机构。**以股权投资或公私合营等方式,支持建立或引进培育一批业务基础良好、具有行业影响力、运营模式先进的专业化专利运营机构。依托市场化的知识产权运营机构,促进光伏产业的知识产权许可、转让、融资、产业化、作价入股、专利标准化等知识产权运营服务全面发展。对光伏产业关键技术创新的可行性、知识产权侵权风险、知识产权资产的品质价值等进行评估与论证,为创新主体开展经济科技活动提供知识产权运营保障,加快实现创新成果的价值效益。

**二是探索专利运营新模式。**以区域专利资源为基础,以专利运营机构为主体,探索形成政府引导、行业协同、企业参与的多形式的专利运营模式,充分发挥专利在要素资源配置中的引导作用,形成能够惠及多方的专利运营可持续发展模式。

例如可开展针对重点高校和企业的知识产权挖掘、评估评价、运营转化、维权全链条项目,引导高校和企业推进专利运营。

知识产权运营的核心是有优质的高价值专利组合,陕西省太阳能光伏产业需形成一批规模较大、布局合理、对产业发展和国际竞争力具有支撑作用的高价值专利组合。而高价值专利组合的形成需要针对创新主体尤其是企业、高校和科研单位开展知识产权挖掘、评估评价、运营转化等工作内容,这些工作的开展前期可以依托政府项目,引导企业、高校、科研单位形成创新和运营机制,让高水平知识产权运营服务机构进入到企业、高校、科研单位的高价值专利组合的链条中,提供数据支持、专利挖掘、价值评估评价等高价值专利创造和转移转化前

相关的服务，切实提高知识产权质量和专利产出后转化前的服务，并且在后期提供知识产权跨境交易、高价值专利分级分类运营、商标运营等服务产品，为吸收高校和科研院所转化专利的企业以知识产权维权融资、风险代理等方式来帮助企业提升专利确权和维权能力，降低企业维权成本，缩短维权周期。

**三是拓宽企业融资渠道。**光伏企业具有资金运转周期长、负债率高等特点，因此，融资难始终是制约陕西省光伏企业特别是中小企业发展的痛点之一，可以考虑设立光伏产业中小企业发展专项扶持基金，完善产业风险投资机制，通过贷款贴息、科技保险、创新券等方式，鼓励银行贷款向中小光伏企业倾斜。不断增加新的贷款方式，比如低息贷款、无息贷款、优先贷款及延长贷款周期等方式。对不同企业实施有区分的信贷政策，创新金融产品和服务，采取更加灵活的信贷政策，让资金流向技术先进的企业，促进企业技术创新。

也可通过对太阳能光伏产业内企业的融资需求和自主知识产权状况进行调查、统计和分析，建立太阳能光伏产业专利质押融资项目库，建立专利价值评估机制，筛选优质项目及相关专利和优势企业向银行推介，有针对性地选择一批有潜力的企业进行重点跟踪。

## 附录 1 数据说明

### 1. 检索范围及结果

- 检索数据库：CNIPR 中外专利数据库服务平台
- 检索时间范围：公开公告日截止至 2021 年 11 月 30 日
- 检索地域范围：本篇报告检索的全球专利数据地域涵盖中国、美国、日本、英国、瑞士、德国、韩国、法国、俄罗斯以及世界知识产权组织（WIPO）和欧洲专利局（EPO）九国两组织。

### 2. 技术分解

图表 95 太阳能光伏产业技术分解

一级导航	二级导航	三级导航	四级导航
光伏产业	(上游) 光伏材料制备	硅系材料	单晶硅
			多晶硅
			非晶硅
		多元化合物	砷化镓
			碲化镉
			铜铟镓硒
		银浆	
	聚合物隔膜	PET 基膜	
	(中游) 光伏电池及组件	光伏玻璃	
		EVA 胶膜	
		背板	
		光伏电池	硅基太阳能电池
			多元化合物薄膜太阳能电池
			染料敏化太阳能电池
			钙钛矿太阳能电池
	(下游) 光伏发电系统	逆变器	
		蓄电池	
		控制器	
		支架	
	光伏应用	光伏建筑一体化 (BIPV)	
LED 应用		信号灯	
		显示屏	
		庭院装饰灯	
	背光源		

本项目根据 2020 年中国光伏行业协会发布的《中国光伏产业发展路线图》中光伏产业链构成、结合《陕西省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》中提出的陕西省光伏产业重点发展技术方向，对光伏产业进行技术分解，主要分为光伏产业链上游、中游、下游及应用四个领域，以及在上述四个技术领域又细分若干技术分支，具体如下表所示。

### 3.检索策略

光伏产业表达式的撰写采用“三层面、三阶段”检索策略。

“三层面”是指技术主题层面、技术分支层面和重要竞争对手层面，分别针对三层面构建不同的检索方式，相互补充去重。

“三阶段”包括：初步检索、全面检索和补充检索三个阶段：

初步检索阶段：初步选择关键词和分类号进行检索，对检索到的专利文献关键词和分类号进行统计分析，并抽样对相关专利文献进行人工阅读，提炼关键词。还要进行检索策略的调整、反馈，总结各检索要素在检索策略中所处的位置，在上述工作基础上制定全面检索策略。

全面检索阶段：选定精确关键词、扩展关键词、精确分类号和扩展分类号作为主要检索要素，充分利用截词符和运算符，在数据库进行全面而准确的检索。

补充检索阶段：在前面全面检索的基础上，统计本领域重要国家、重要申请人进行补充追踪检索，保证重要申请人及重要国家检索数据的全面和完整。