



陕西省输变电装备产业 专利导航报告

陕西省知识产权局

陕西省知识产权局

国家专利导航项目（企业）研究和推广中心

2022年4月

陕西省知识产权局

专利导航陕西省输变电装备产业创新发展图谱

发展方向	<p>1876项 4339A</p> <p>原材料</p> <p>技术成熟 长期受国外制约</p> <p>JFE SUMITOMO posco mitsubishi JX NIPPON STEEL</p>	<p>1891项 796A</p> <p>输电</p> <p>直流占优 交直流输电并行发展</p> <p>国家电网公司 STATE GRID HITACHI Inspire the Next SUMITOMO LS 전선 한국전력공사</p>	<p>8002项 16754A</p> <p>变电核心设备</p> <p>竞争激烈 始终为产业发展重点</p> <p>国家电网公司 STATE GRID TOSHIBA SIEMENS HITACHI Inspire the Next mitsubishi ABB</p>	<p>3062项 7394A</p> <p>变电辅助设备</p> <p>运营热点 仍有技术上升空间</p> <p>国家电网公司 STATE GRID TOSHIBA mitsubishi ABB SIEMENS 中国南方电网</p>	<p>4955项 1465A</p> <p>电力物联网综合自动化设备</p> <p>潜力领域 创新主体加速涌入</p> <p>国家电网公司 STATE GRID NARI 南瑞集团 中国南方电网 ABB SIEMENS GE</p>
发展现状	<p>Sirui 西安交通大学 XD 中国西电集团有限公司 CHINA XD GROUP CO., LTD. 陕西科技大学</p>	<p>CEEC 中国电力工程集团西北电力设计院有限公司 航空工业汉中群峰机械制造有限公司 创源电力 西安交通大学</p>	<p>XD 中国西电集团有限公司 CHINA XD GROUP CO., LTD. 西安交通大学 巨容电气 陕西宝光真空电器股份有限公司</p>	<p>XD 中国西电集团有限公司 CHINA XD GROUP CO., LTD. 西安交通大学 西安脚电 CEEC 中国电力工程集团西北电力设计院有限公司</p>	<p>西安交通大学 西瑞 西安理工大学 国家电网公司 STATE GRID XD 中国西电集团有限公司 CHINA XD GROUP CO., LTD.</p>

补齐关键材料短板 弥补核心设备缺口 强化智能化布局

钢材

头部企业：日立、日本制铁、韩国POSCO、日本神户制钢所、德国蒂森克虏伯等
创新企业：日铁不锈钢、德国安赛乐米塔尔、美国CRS、世亚BESTEEL、韩国现代制铁、日本精工爱普生等

铜材

头部企业：日立、三菱、西门子、日本制铁、东芝、JX金属、古河电工、日本攀谷等
创新企业：韩国丰山股份、日本山阳特殊制钢、福达合金材料、洛铜、金田铜业、博威新材料、芜湖航天特种电炉厂等

绝缘材料

头部企业：瑞士ABB、日立、美国GE、法国阿瓦玛、日本东丽、国家电网、南方电网等
创新企业：美国霍尼韦尔、日本JNC、美国卡吉尔、瑞安复合材料、聚芳新材料、晨宝新材料、建滔绝缘材料等

院所

国外：日本自动网络技术研究所、加利福尼亚大学、日本物质·材料研究机构等
国内：中国科学院宁波材料技术与工程研究所等
省内：西北有色金属研究院西安九洲生物材料、中国大唐集团科学技术研究院有限公司西北电力试验研究院、西北技术研究所、西安热工研究所等

高校

国外：美国加利福尼亚大学等
国内：安徽工业大学、齐鲁工业大学、上海电力大学、东北电力大学等
省内：西安石油大学、西安工程大学、陕西科技大学镐京学院、西安理工大学、西安科技大学、西安电子科技大学、西安工业大学、西北工业大学等

补短板

补结构

补材料

补技术

发挥原创引领重大作用 融入国内大循环

电容器

头部企业：日立、东芝、松下、日本日新电机、日本TNK、国家电网、天威等
创新企业：德国伊基基电容器、日本太阳诱电无锡市电力设备、麦特电子、铜峰电子、华威新能源等

互感器

头部企业：三菱、西门子、瑞士ABB、日本日新电机、日本碍子、韩国电力社、国家电网、大连北方互感器集团等
创新企业：日本SHT、高技术、东亚电气、欧美达、广东四会互感器厂、中开明泰等

控制（调度）

头部企业：西门子、GE、日本丰田、美国施耐德、皇家飞利浦、国家电网、南瑞等
创新企业：法国电力、法国ZODIAC航空电器、波普、日本矢崎总业、格力电器、南坤自动化等

核心人才

国外：美国思科-保罗·西罗尼、美国柏干德-凯·谢尔比、亚马逊-P-G·罗斯等
国内：国家电网-宋晓林、上海大一互电力电器-马传超、国家电网-周峰、国家电网-廖春梅等
省内：中国西电-王飞、陕西西电电力工程-王刚、陕西中捷电力工程-白德、西安奕兴电气-郭冰、西安双英-王海滨、陕西省地方电力(集团)-耿水明等

科研骨干

国外：日本自动网络技术研究所-村田康基、泽野统一等
国内：东北大学-刘海滨、中南大学-罗中华、华中科技大学-莫莉等
省内：陕西师范大学-周晓阳、西安建筑科技大学-周秀英、西安热工研究院-李志鹏、西北工业大学-郑广成、长安大学-朱家伟等

《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》
《关于进一步提升产业创新发展水平的实施意见》
《陕西省“十四五”知识产权发展规划》等

陕西省知识产权局

目录

1	产业发展现状.....	1
1.1	产业整体发展现状.....	1
1.1.1	产业简介.....	1
1.1.2	产业现状.....	3
1.1.3	产业链介绍.....	18
1.1.4	企业链介绍.....	24
1.1.5	技术链介绍.....	31
1.2	陕西产业发展现状.....	35
1.2.1	产业发展基础.....	36
1.2.2	产业发展规划.....	38
1.2.3	产业主体构成.....	40
1.3	小结.....	52
2	产业发展方向.....	56
2.1	产业专利态势.....	56
2.1.1	申请趋势：全球产业景气度高，我国发展按下加速键.....	56
2.1.2	国家势力：中日和德美处于领先地位，我国尚未走出去... ..	59
2.1.3	创新主体.....	62
2.2	产业发展方向.....	75
2.2.1	产业链发展方向.....	76

2.2.2	创新链发展方向.....	85
2.3	小结.....	96
3	陕西产业定位.....	100
3.1	陕西产业专利态势.....	100
3.1.1	国内分布:陕西处在国内第二梯队前列,未来发展态势长期看好.....	100
3.1.2	申请趋势:陕西积极围绕产业链部署创新链,但发明占比偏低.....	103
3.1.3	区域布局:西安强省会优势突出,专利占比超九成.....	104
3.1.4	创新主体:陕西产业化程度高,高校创新支撑作用明显.....	107
3.1.5	头部企业:链主西电创新积淀雄厚,西电电气借力资本研发能力突出.....	109
3.2	陕西产业发展定位.....	116
3.2.1	产业结构定位.....	116
3.2.2	企业实力定位.....	125
3.2.3	人才实力定位.....	129
3.2.4	协同创新定位.....	137
3.2.5	专利运营定位.....	141
3.3	小结.....	146
4	陕西产业发展路径.....	149
4.1	优化产业结构,推动产业链式发展.....	149
4.2	锻造优势长板,提升产业链竞争力.....	153

4.2.1	做强链主企业	153
4.2.2	做大优质企业	162
4.3	攻克关键技术，抢占产业链制高点.....	167
4.3.1	换流阀	168
4.3.2	气体绝缘全封闭组合电器 GIS.....	176
4.4	补齐弱项短板，实施产业链式招引.....	185
4.4.1	可对接省外头部企业清单	185
4.4.2	可引进省外创新企业清单	188
4.4.3	可合作省内外科研机构清单	190
4.4.4	可关注省内外核心人才清单	192
4.5	强化科技赋能，促进产业链开放合作.....	194
4.5.1	发挥秦创原最强大脑作用	194
4.5.2	积极融入国内大循环格局	197
附录 1	可对接省外的头部企业清单.....	201
附录 2	可引进省外的创新企业清单.....	206
附录 3	可合作省内外科研机构清单.....	215
附录 4	可关注省内外核心人才清单.....	219
附录 5	可激活省内“沉睡企业”清单	229

陕西省知识产权局

1 产业发展现状

本章通过开展产业与技术调研，从产业政策及环境和产业链、企业链、技术链构成等方面展开分析，旨在了解全球、中国输变电装备产业发展现状，明晰产业发展的新格局和新变化。

1.1 产业整体发展现状

1.1.1 产业简介

一个国家的经济发展速度与电网的发展密切相关，随着我国经济的不断发展，对电力的需求也越来越高。电力从生产到最终运用，需要经过发电、输电、配电以及用电四个过程。电力装备是实现能源安全稳定供给和国民经济持续健康发展的基础，包括发电设备、输变电设备、配电设备等。而输变电装备制造业是电力装备行业的核心，同时属于“中国制造 2025”战略中提到的十大重点领域中的电力装备。

输变电装备是电力系统中用于输送分配电能及相应的控制、测量、保护电力系统所用电力设备和器材的总称，指的是从发电厂或发电中心向消费电能地区输送电路过程中，通过变换电压、接收和分配电能、控制电力的流向和调整电压的电力设施，它通过变电器将各级电压的电网联系起来，是电力传输网络中重要的功能节点。

输变电设备包括一次设备和二次设备：

一次设备是供电系统的主体，是用电负荷的载体，高电压或大电流是一次设备的主要特点，包括开关、变压器、电抗器、断路器、互感器、绝缘子、避雷器、直流输电换流阀及电线电缆等，是电力输送的硬件设备；二次设备是指对一次设备的工作进行控制、保护、监察和测量的设备，如测量仪表、继电器、操作开关、按钮、自动控制设备、计算机、信号设备、控制电缆以及提供这些设备能源的一

陕西省输变电装备产业专利导航

些供电装置（如蓄电池、硅整流器等）。

二次设备承担电力设备控制及电网自动控制、保护和调度功能，通过自动化技术实现人与一次系统的联系监视、控制，使一次系统能安全经济地运行，是电力控制和电力输送的软件设备，分为继电保护、安全自动控制、系统通讯、调度自动化、DCS 自动控制系统等。硬件方面主要是继电保护：继电保护装置是当电力系统中的电力元件（如发电机、线路等）或电力系统本身发生了故障危及电力系统安全运行时，能够向运行值班人员及时发出警告信号，或者直接向所控制的断路器发出跳闸命令以终止这些事件发展的一种自动化措施的设备。继电保护是一个专业技术性非常强的领域。

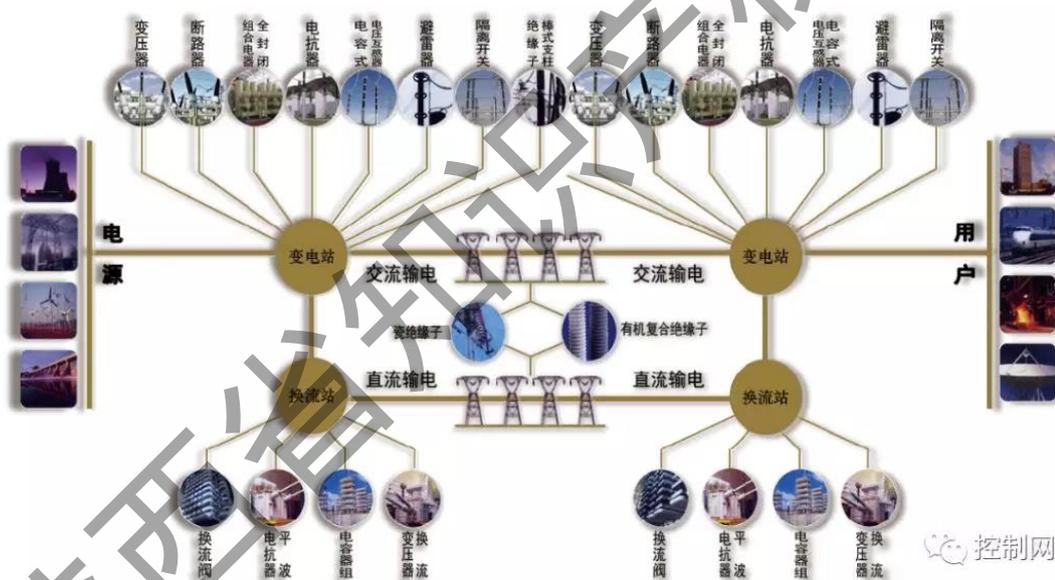


图 1 - 1 输变电装备产品系列示意图

其中，变压器是电力系统中重要的输配电设备，可以将一种电压的电能转换为另一种电压的电能。变压器一般分成电力变压器、电抗器、换流变压器、平波电抗器和工业变压器。穿墙套管是变压器的重要组成部分之一，其作用是把变压器的高低电压绕组的引线引到油箱外部，不仅起着引线对地的绝缘作用，而且还起着固定引线的作用。运行中的变压器要长期承受工作电压、负荷电流以及在故障中出现的短时过电压、大电流的作用，特高压套管结构复杂，必须具有良好的热稳定

陕西省输变电装备产业专利导航

性、能承受短路时的瞬间过热、具有极高的电气绝缘可靠性、高机械性能和可靠的密封性。

电抗器用于线路里的限流或限压，补偿高压输电线的容性电流或电压，从而起到稳定电网的作用。换流变压器和平波电抗器用于远距离直流输电线路两端的换流站，与换流器连接将交流电能和直流电能互相转换。直流输电工程的换流站实现了直流输电工程中直流和交流能量的相互转换；换流阀是换流站中的核心设备，其主要功能是进行交直流转换。目前绝大多数直流输电工程采用晶闸管阀技术，但采用 IGBT 功率模块的柔性直流输电工程正处于快速发展当中。

电力电容器在交流电力系统中广泛用于无功补偿、谐波滤波和串联补偿，在直流输电换流站中大量用于滤波和补偿。电容式电压互感器在电力系统中用于电压测量、电能计量、继电保护和自动控制方面。绝缘子、避雷器：绝缘子主要用于高压输配电线路和各种电器设备之中，起绝缘、机械联结和支持作用。避雷器是输配电系统中主要的过电压保护设备，对输配电系统的绝缘水平和安全起决定性作用。

GIS 组合电器是气体绝缘全封闭组合电器的英文简称。GIS 由断路器、隔离开关、接地开关、互感器、避雷器、母线、连接件和出线终端等组成，这些设备或部件全部封闭在金属接地的外壳中，在其内部充有一定压力的 SF₆ 绝缘气体，故也称 SF₆ 全封闭组合电器。GIS 的优点在于结构紧凑、占地面积小、可靠性高、配置灵活、安装方便、安全性强、环境适应能力强，维护工作量很小，其主要部件的维修间隔不小于 20 年。

1.1.2 产业现状

1.1.2.1 全球产业概况

国外输变电产业发展较早，尤其是其中的特高压交流输电技术的研究可以追溯到 60 年代后半期，当时西方工业国家的电力工业处于快速发展时期，美国、

陕西省输变电装备产业专利导航

前苏联、意大利、加拿大、德国、日本、瑞典等国家根据本国的经济增长和电力需求预测制定了发展特高压的计划。其中美国、前苏联、日本、意大利还建设了特高压试验站和试验线段，专门研究特高压输变电技术及输变电设备。

美国：1967年，美国通用电气公司（GE）与电力研究协会（EPRI）开始执行特高压研究计划，并在匹兹菲尔德市建立了特高压实验中心。1974年将单相试验设备扩建为1000-15000kV三相系统，1975年开始利用三相系统验证以前单相试验的各项结果，并进一步研究三相线路的有关问题。1969年美国电力公司（AEP）与瑞典通用电气公司（ASEA）拟订了为期10年的特高压研究计划，后延长到1983年。美国邦维尔电力局（BPA）有2处特高压试验站：（1）里昂地区雨雾气象条件变化广泛，建有1200kV 2.2km三相电气试验线段，1977年5月开始充电使用；（2）俄勒冈州莫洛附近建有2km机械性能试验线段，可进行杆塔结构荷载、导线运动、线路金具等问题的研究。

日本：日本1973年开始研究特高压输电，是世界上第2个建成特高压线路的国家。日本东京电力公司决定在已有500kV网架之上发展1000kV输电网架，目的是把福岛、柏崎的大型核电厂6~8GW的电能，用中等距离的输电线穿过人口稠密地带，输送到负荷中心。日本从1992年以来，共建有1000kV同杆并架线路427km，1996年投入使用了新榛名特高压设备实物验证站，做了多项试验，设备通过了9a的1000kV带电运行考核，初步验证了特高压技术的可行性。日本根据本国的国情，采用气体绝缘设备、高性能C型避雷器、高速接地开关、装设合闸和分闸电阻等多种措施，有效解决了过电压和潜供电流的问题。由于电力需求增长减缓和核电建设计划推迟，日本特高压线路建成后一直按500kV降压运行，1000kV升压计划也大幅推迟。

意大利：20世纪70年代，意大利和法国受西欧国际发供电联合会的委托进行欧洲大陆选用交流800kV和1050kV输电方案的论证工作，之后意大利特高压交流输电项目在国家主持下进行了基础技术研究，设备制造等一系列的工作，并于1995年10月建成了1050kV试验工程，至1997年12月，在系统额定电压(标

陕西省输变电装备产业专利导航

称电压)1050kV 电压下进行了 2 年多时间,取得了一定的运行经验。该试验工程位于意大利 Suvereto1000kV 试验站内,包括两部分:(1)1050/400kV 变电站;(2)2.8km1050kV 输电线路。

中国特高压技术研究起步于 1986 年,中国电力科学研究院、武汉高压研究所、电力建设研究所和有关高等院校开展了特高压输电的基础研究,利用各自特高压试验设备进行了特高压外绝缘放电特性,特高压输电对环境的影响研究,架空线下地面电场的测试研究,工频过电压、操作过电压的试验研究等。近年来,随着特高压试验示范工程的前期研究和开工建设,国家电网公司组织实施了近百项关键技术课题研究,涵盖了换流技术、设备技术、试验技术、运行技术、电磁环境、建设工期等多个方面,在特高压输电的关键技术领域取得了一系列重要成果:确定了特高压电网的电压标准,明确了特高压电磁环境指标的限值,确定了过电压和绝缘配合方案,确定了特高压直流工程标准输电容量,论证了特高压输电的经济性,在绝缘配合、高海拔研究、防雷研究等领域已经达到国际先进水平。

在工程建设方面,目前,中国国家电网已累计建成“三交四直”特高压工程(包括:1.晋东南-南阳-荆门 1000 千伏特高压交流试验示范工程;2.淮南-浙北-上海 1000 千伏特高压交流工程;3.浙北-福州 1000 千伏特高压交流工程;4.向家坝-上海±800 千伏特高压直流工程;5.锦屏-苏南±800 千伏特高压直流工程;6.哈密南-郑州±800 千伏特高压直流工程;7.溪洛渡左岸-浙江金华±800 千伏特高压直流工程),在建“四交三直”特高压工程,在运在建特高压输电线路长度超过 2.2 万公里,变电(换流)容量超过 2.3 亿千伏安(千瓦),累计送电超过 3300 亿千瓦时。依托大电网发展新能源,国家电网新能源并网装机已突破 1.3 亿千瓦,成为世界风电并网规模最大、太阳能发电增长最快的电网。根据我国能源资源禀赋和“西电东送、北电南供”的电力流向,国家电网发展呈现东北、西北、西南为送端,华北、华中、华东为受端的基本格局。近十年我国特高压产业高速发展,自 2010 年第一个特高压直流工程向家坝-上海±800kV 输电项目投运来,十年间我国已经建成了世界最大的特高压工程网络。

陕西省输变电装备产业专利导航

1.1.2.2 海外市场环境

随着全球经济的发展迅速对电力的需求也日趋上升，作为电力系统和相关工业生产中的主要设备，输变电产品也得到了长足的发展。为适应和满足市场需求，我国许多制造厂家不断地改进产品结构，提高产品性能，从国外引进先进的生产技术和装备，在新工艺新材料的探索方面做了不懈的努力，以此来不断提高产品的质量和可靠性，已经获得了长足的进步。另一方面，在全球化竞争中，虽然我国在小容量方面已经拥有相当的实力，并在国际市场中占有重要的地位，但是在高容量、超高容量输变电设备方面，我国的技术实力还非常薄弱，这就造成了欧美发达国家高容量、超高容量产品市场我国无法进入的情况，这将阻碍我国输变电设备行业今后的发展，需要引起高度的关注。

（一）进出口贸易顺差持续加大

据中国海关总署公布的数据显示，2019年中国输变电装备进出口总额为1299.24亿元，同比小幅下降0.3%。其中进口金额为454.77亿元，同比下降7.0%；出口金额为844.47亿元，同比上升3.7%；实现贸易顺差389.71亿元，同比增长19.9%。由于近年来国际贸易环境恶化，对输变电装备进出口产生了一定的影响，同时我国电网建设技术不断提高，相应的输变电装备的研发生产能力不断增强，产品的品质和技术附加值不断提高，在国际市场上的竞争力有所增强，因此我国输变电装备的进口需求有所减少，出口规模不断扩大，从而贸易顺差也在扩大。

2020年，受新冠疫情在全球大范围爆发的影响，全球贸易环境愈发严峻，2020年1-2月，中国输变电装备进出口总额为155.51亿元，实现贸易顺差34.10亿元。

陕西省输变电装备产业专利导航

表 1-1 2017-2020 中国输变电装备进出口状况表（单位：亿元，%）

年份	进口金额（亿元）	出口金额（亿元）	进出口总额（亿元）	贸易顺差（亿元）
2017	468.46	731.98	1200.44	263.52
2018	489.16	814.21	1303.37	325.04
2019	454.77	844.47	1299.24	389.71
2020.1-2	60.71	94.80	155.51	34.10

资料来源：中国海关总署

（二）国内特高压和智慧电网高速发展，输配电设备进口将继续减少

2017-2020年，中国输变电装备行业进口金额呈先上升后下降趋势。2018年，中国输变电装备行业进口金额为489.16亿元，同比增加4.4%。2019年，输变电装备进口金额有所下降，实现454.77亿元的进口额，较2018年下降7.0%。2020年1-2月，中国输变电装备进口金额为60.71亿元。



图 1-2 2017-2020 年中国输变电装备行业进口金额同比增速（单位：亿元，%）

如下图所示，从进口产品结构来看，2019年，中国输变电装备行业进口产品按金额排序，排名前三的依次是税则号前八位编码为85389000、40169310、85043190的三大类产品，这三大类产品的进口金额分别为27.34亿元、5.10亿元、4.04亿元，三者占比依次是60.11%、11.43%和8.89%。在进口输变电装备中，成套设备的占比较高，零部件的进口相对较少，我国输变电产品的进口主要以成

陕西省输变电装备产业专利导航

套设备和技术含量较高的零部件为主。

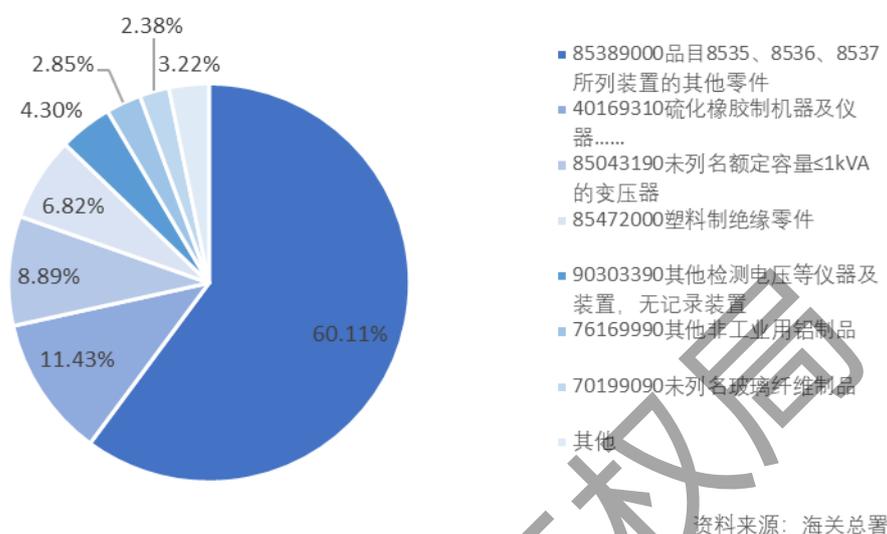


图 1-3 2019 年中国输变电装备行业进口产品结构（单位：亿元，%）

近年来我国持续建设电网行业，全面构建特高压电路和智能电网系统，我国自主输变电装备研发生产能力大幅提升，与此同时国家放开外资和外企入华的政策后，众多跨国公司相继进入我国，使得国内输变电装备市场竞争愈发激烈，从而导致输配电设备的进口市场进一步缩小。

（三）一带一路和“非洲策略”推进输配电设备的出口

2017-2020 年，中国输变电装备行业出口金额呈持续增长趋势，但增幅有所减小，2018 年，全球贸易局势紧张，中美贸易战打响，2018 年中国输变电装备出口额为 814.21 亿元，增速为 11.2%；到 2019 年，中国输变电装备出口额金额为 844.47 亿元，同比增长 3.7%，增速有所下滑。2020 年受新冠疫情的影响，中国输变电装备出口受到影响，2020 年 1-2 月，中国输变电装备出口金额为 94.80 亿元。

陕西省输变电装备产业专利导航

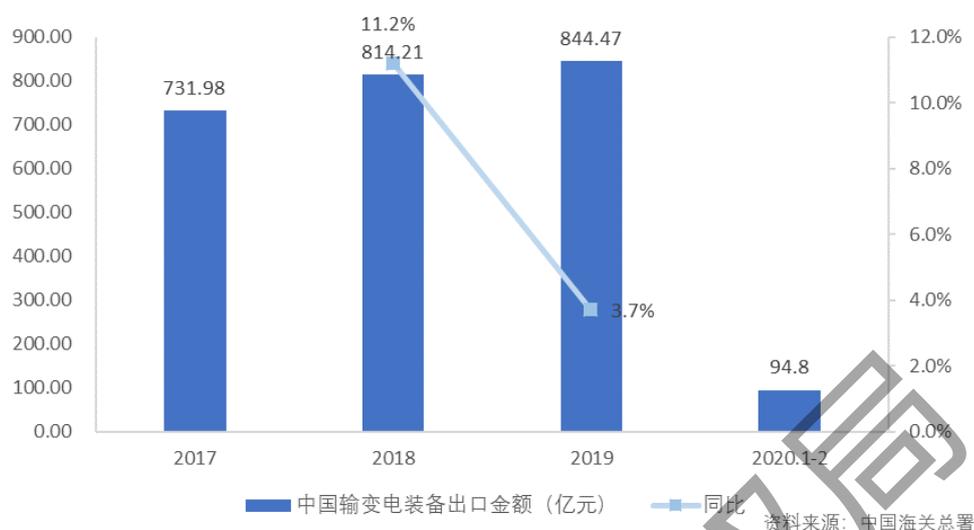


图 1 - 4 2017-2020 年 2 月中国输变电装备行业出口金额及同比增速（单位：亿元，%）

如下图所示，从出口产品结构来看，2019 年，中国输变电装备行业出口产品按金额排序，排名前三的依次是税则号前八位编码为 85389000、76169990、68109990 的三大类产品，这三大类产品的出口金额分别为 25.91 亿元、17.35 亿元、14.79 亿元，三者占比依次是 30.68%、20.54%和 17.51%。从出口产品构成来看，我国输变电装备行业主要出口产品以零部件为主，成套设备占比较少。

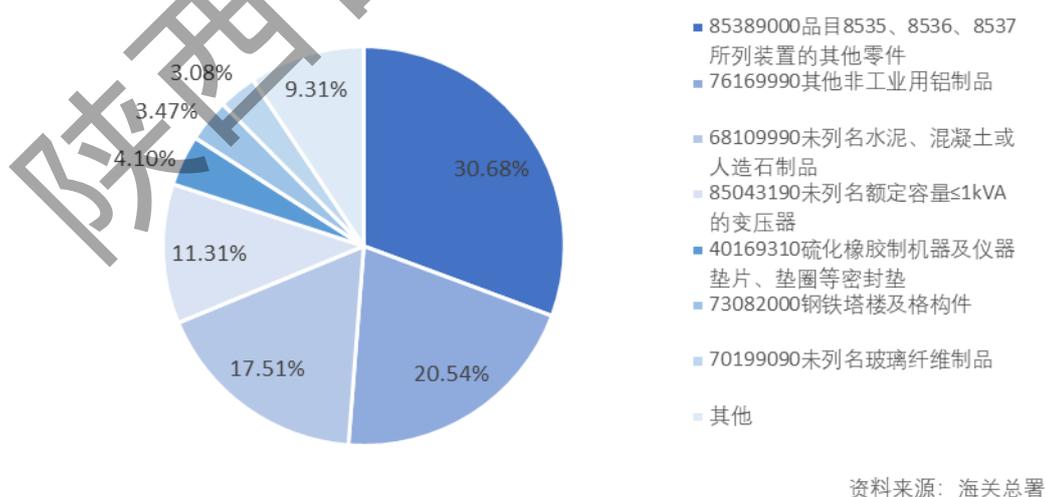


图 1 - 5 2019 年中国输变电装备行业出口产品结构

陕西省输变电装备产业专利导航

近年来我国积极推动“一带一路”和非洲等第三世界国家的建设，加速境外电力成套工程项目承包。中国海关统计，2019年我国与“一带一路”沿线64个国家的机电产品贸易总额超过5600亿美元，同比增长8.1%，创历史新高。2019年，中国机电商会受理申报境外电力成套工程项目金额排名前五的国家分别为伊拉克(83.5亿美元，占比11.6%)、越南(71.17亿美元，9.9%)、巴基斯坦(47.1亿美元，6.6%)、赞比亚(40.1亿美元，5.6%)、土耳其(39.2亿美元，5.4%)，项目金额总和超过35亿美元的市场有7个，超过10亿美元的市场共22个。伊拉克、赞比亚、巴基斯坦、莫桑比克、智利等市场均有单体超过20亿美元的大型项目。基于国家政治、行业标准、法律规定等问题，企业进入发达国家市场仍存在难度。

从国际竞争来看，我国输变电设备制造业面临着产品低端、创新能力薄弱、对外技术依赖严重等市场竞争力不足的问题，大而不强的现象突出，同时面临发达国家“高端制造业回流”和发展中国家“中低端制造业分流”的双重挤压。

1.1.2.3 中国产业政策

从政策层面看，“新基建”背景下，特高压规划与投资推进超预期，“十四五规划”也明确加大在高新技术输电配电设备上的创新。

(一) 国家层面

2015年5月，国务院印发了《中国制造2025》的通知，通知中提到要大力推进智能电网用输变电及用户端设备发展；要强化工业基础能力，统筹推进核心基础零部件（元器件）、先进基础工艺、关键基础材料和产业技术基础（以下统称“四基”）发展，加强“四基”创新能力建设，推动整机企业和“四基”企业协同发展。到2020年，40%的核心基础零部件、关键基础材料实现自主保障，受制于人的局面逐步缓解，航天装备、通信装备、发电与输变电设备、工程机械、轨道交通装备、家用电器等产业急需的核心基础零部件（元器件）和关键基础材料的先进制造工艺得到推广应用。到2025年，70%的核心基础零部件、关键基础材料实现自主保障，80种标志性先进工艺得到推广应用，部分达到国际领先

陕西省输变电装备产业专利导航

水平，建成较为完善的产业技术基础服务体系，逐步形成整机牵引和基础支撑协调互动的产业创新发展格局。

2018年9月，国家能源局印发《关于加快推进一批输变电重点工程规划建设工作的通知》，提出加快推进白鹤滩至江苏、白鹤滩至浙江特高压直流等9项重点输变电工程建设。我国特高压建设进度于2017年放缓，此次能源局提出加快输变电工程项目，保障了2018-2019年特高压项目的核准数量。预计2018年第四季度将有4个特高压项目被核准，预计到2019年全年将有5个特高压项目被核准。2018年10月，全国电力设备状态维修与在线监测标准化技术委员会文件发布了“关于征求《输变电设备大数据质量评价导则》等3项”中电联标准意见的函。

为贯彻落实《国务院关于实施〈国家中长期科学和技术发展纲要（2006—2020年）〉若干配套政策的通知》、《国务院关于加快振兴装备制造业的若干意见》和《国家发展改革委办公厅关于规范国民经济重点领域装备技术政策编制工作意见的通知》文件精神，发改委能源局委托中国电力工程顾问集团公司会同中国机械工业联合会负责编制《电力工业输变电领域装备技术政策》。该政策的主要编制原则就是针对国内设备制造水平和我国输变电发展要求来实现国务院的国产化目标。

2021年3月12日，《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年（2021—2025年）规划和2035年远景目标纲要》正式对外公布。文中明确，“十四五”时期，将推进一系列重大工程建设。文中提出，深入实施智能制造和绿色制造工程，发展服务型制造新模式，推动制造业高端化智能化绿色化。培育先进制造业集群，推动集成电路、航空航天、船舶与海洋工程装备、机器人、先进轨道交通装备、先进电力装备、工程机械、高端数控机床、医药及医疗设备等产业创新发展。改造提升传统产业，推动石化、钢铁、有色、建材等原材料产业布局优化和结构调整，扩大轻工、纺织等优质产品供给，加快化工、造纸等重点行业企业改造升级，完善绿色制造体系。深入实施增强制造业核心竞争力和技术改造

陕西省输变电装备产业专利导航

专项，鼓励企业应用先进适用技术、加强设备更新和新产品规模化应用。建设智能制造示范工厂，完善智能制造标准体系。深入实施质量提升行动，推动制造业产品“增品种、提品质、创品牌”。文中还提出，提高特高压输电通道利用率。加快电网基础设施智能化改造和智能微电网建设，提高电力系统互补互济和智能调节能力，加强源网荷储衔接，提升清洁能源消纳和存储能力，提升向边远地区输配电能力，推进煤电灵活性改造，加快抽水蓄能电站建设和新型储能技术规模化应用。

中国输变电设备产业的政策呈现了国家鼓励输变电设备产业发展，重点扶持超高压、特高压领域，加强输变电设备产业技术研发与关键装备的发展，鼓励对外承包工程建设的特点。

（二）地方层面

江苏省“十四五”新型基础设施建设规划发布：将提升智能变电站覆盖率

江苏省人民政府于2021年8月10日发布了《江苏省“十四五”新型基础设施建设规划》，文件提出在智慧能源领域，建设以“坚强智能电网”为核心的新一代电力系统，以南京、苏州、无锡、常州、盐城为试点，打造城市能源互联网先行实践样板。

加强综合能源网络建设。加快构建以智能电网为基础，热力管网、天然气管网、交通网络等多种类型网络互联互通，多种能源形态协同转化、集中式与分布式能源协调运行的综合能源网络，积极发展新能源微电网、分布式能源微电网。协同国家电网在江苏率先打造能源互联网企业，加快建设以新能源为主体的新型电力系统，推动形成以电为中心的能源互联网产业链，助力碳达峰、碳中和目标实现。鼓励各设区市因地制宜开展能源互联网试点示范城市建设，支持建设国家级能源互联网产业集聚区。建设能源大数据平台、能源互联网协调控制系统平台、成品油智慧监测云平台。

加快新能源基础设施建设。提升智能变电站覆盖率，推进智能电厂等能源生

陕西省输变电装备产业专利导航

产设施、智能用能终端等能源消费设施建设。加快充换电设施建设，推动高速公路服务区、公共停车场、居民小区、城市商场充电设施全覆盖，在具备条件的物流园、产业园、农贸批发市场、城市闲置土地等建设集中式充电站和快速换电站，形成车桩相随、适度超前、快充为主、慢充为辅的高速公路和城乡公共充电网络，全省中心城区、城市副中心等公用充电设施服务半径小于 1 公里。加强氢能网络布局，支持南京、苏州、无锡、南通、盐城等城市加大投入，发展城市供氢管网、加氢站网络。

广东制造业“十四五”规划出炉：发展智能电网和先进储能

2021 年 8 月 9 日，广东正式印发《广东省制造业高质量发展“十四五”规划》（下称《规划》），明确了广东省“十四五”时期推动制造业高质量发展的定位目标和重点方向。

根据规划目标，到 2025 年，广东制造强省建设将迈上重要台阶，制造业整体实力达到世界先进水平，培育形成若干世界级先进制造业集群，成为全球制造业高质量发展典范。到 2035 年，广东制造业综合实力达到世界制造强国领先水平，成为全球制造业核心区和主阵地。

《规划》提出，依托广州、深圳、珠海、佛山、东莞、惠州等市，发展智能电网和先进储能。依托广州、深圳、珠海、东莞，重点发展电力专用芯片、智能传感、通信与物联、智能终端、电力大数据、智能输变配工程集成等产业。依托惠州重点发展多能互补能源系统监测、控制和保护装备的研发、制造。依托深圳、佛山、惠州、东莞等市重点发展化学储能技术，以及锂离子动力电池梯次利用、飞轮储能及混合储能技术等，推动新型充换电技术和装备的研发。

浙江省电力发展“十四五”规划征求意见：在杭州、宁波打造坚强局部电网 建设高度感知、双向互动电网

2021 年 6 月 10 日《浙江省电力发展“十四五”规划（征求意见稿）》发布，其中指出：在杭州、宁波打造坚强局部电网，持续提升中心城市配电网安全可

陕西省输变电装备产业专利导航

靠水平，满足杭州亚运、火车西站等重大活动、重大项目保电需求。围绕共同富裕示范区建设，推进农村电网巩固提升工程，加速城镇电网提档升级改造，有效解决电网“卡脖子”问题。到 2025 年，综合供电可靠率 99.977%，综合电压合格率 99.992%，农网户均配变容量 5.6 千伏安，智能电表实现 100%覆盖。

构建坚强的电力互联网“入口”，实现新型电力系统的广泛互联；建设高度感知、双向互动电网，促进储能、充换电设施、氢能、新型电力电子等技术支撑新能源的友好接入，实现新型电力系统的灵活柔性；建设新一代电力调控系统，推进各电压等级电网协调发展，实现新型电力系统安全可控。

按照顶层设计、分类实施、分步推广原则，在全省开展源网荷储一体化和多能互补工程示范，创建 100 个左右县（市、区）级、开发区（园区）、城区（社区）源网荷储一体化试点，风光储一体化、风光水（储）一体化、风光火（储）一体化试点。与送端省区合作存量“风光水火储一体化”提升工程，增量“风光水火储一体化”共建工程，新增跨省输浙直流可再生能源电量比例 50%以上，灵绍直流可再生能源电量比例 30%以上。

天津印发科技创新“十四五”规划 研究智能配电网高效运行、智能微电网高效集成

2021 年 8 月 12 日，天津市人民政府办公厅发布《天津市科技创新“十四五”规划》，指出围绕实现碳达峰碳中和目标，加快建设清洁、低碳、安全、高效的新能源技术体系，加强光伏、风电等技术研发与规模化应用，大力发展氢能，突破储能、智能电网等关键技术，提升传统能源清洁利用、清洁能源消纳及存储能力，探索核能技术研发与应用，强化关键核心技术创新与创新平台支撑能力。

研究分布式和集中式可再生能源发电及并网主动支撑、智能配电网高效运行、智能微电网高效集成、多元用户供需互动、能源互联网数字化支撑等技术和装备。

1.1.2.4 国内产业现状

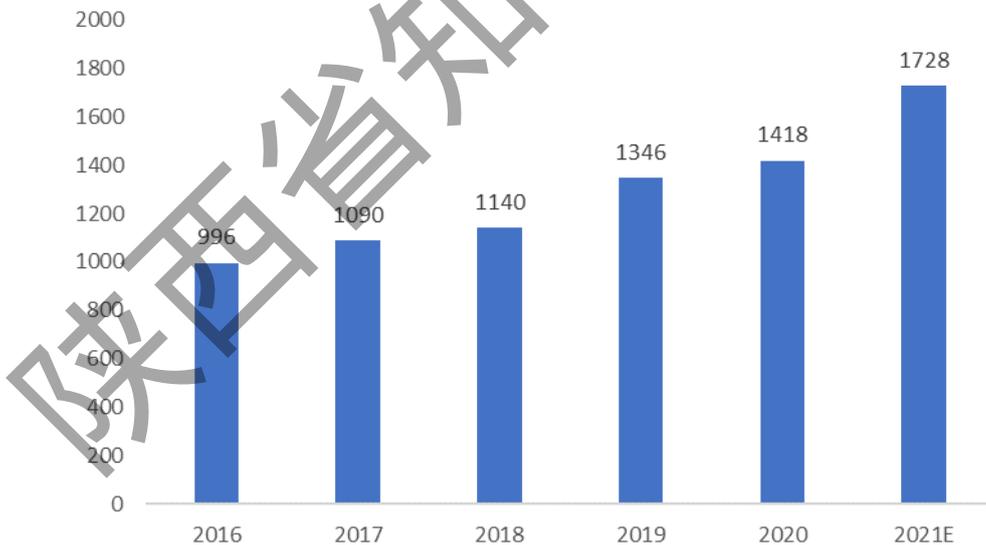
经过改革开放 40 多年的发展，特别是近 10 年，我国输变电装备制造已形成

陕西省输变电装备产业专利导航

门类齐全、具有相当规模和一定水平的产业体系，是国民经济发展不可或缺的重要支柱产业，为国民经济快速发展和国家重大工程建设提供了保障和装备支撑，对相关产业具有较强的辐射和带动作用。

1998-2008 年是我国输变电设备制造业突飞猛进发展的 10 年。从 1998 年开始，我国认识到输变电制造业对我国经济发展的重要性，在政策上予以了大力支持，并明确重大工程一定要结合设备国产化的目标。这其中标志性的项目是三峡输变电工程、750 千伏输变电工程、特高压输电工程等，这些工程都力主推动我国输变电制造业发展，提高我国输变电制造业水平。目前我国 1000kV 交流和 $\pm 800\text{kV}$ 直流特高压设备已实现自主研发和成套设备国产化，技术水平和能力在部分领域达到国际领先水平。

特高压项目的造价很高，同时还可以拉动装备制造、技术服务、建设安装等多领域的业绩增长。数据显示，我国特高压设备市场规模由 2016 年 996 亿元增至 2019 年 1346 亿元，



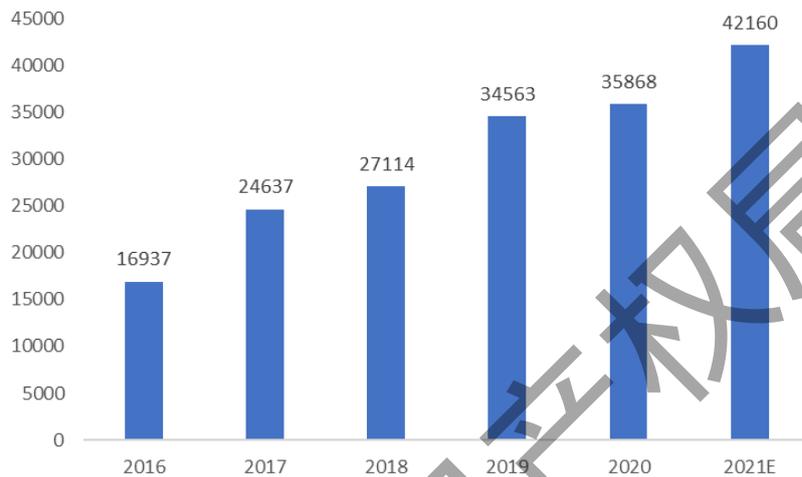
数据来源：中商产业研究院整理

图 1 - 6 2016-2021 年中国特高压设备市场规模预测趋势图（单位：亿元）

受益于基建刺激叠加环保需求，特高压工程建设加速，特高压工程累计线路

陕西省输变电装备产业专利导航

长度从 2016 年的 16937 公里快速提升至 2020 年的 35868 公里，年复合增长率达到 20.63%。特高压建设在经历 2019 年的投资节奏放缓之后，2020 年中国经济由于受到疫情及经济压力影响，中国政府将会加大对特高压投资，特高压投资将大规模全面重启，再次迎来新一轮建设高潮。



数据来源：国家电网、中商产业研究院整理

图 1-7 2016-2021 年中国特高压工程线路长度预测趋势图

据国家电网数据统计，2016-2020 年国家电网特高压跨区跨省输送电量逐渐增长，增长幅度有所加大，2020 年国家电网特高压跨区跨省输送电量达 20764.13 亿千瓦时，预计 2021 年国家电网特高压跨区跨省输送电量达 24415.41 亿千瓦时。

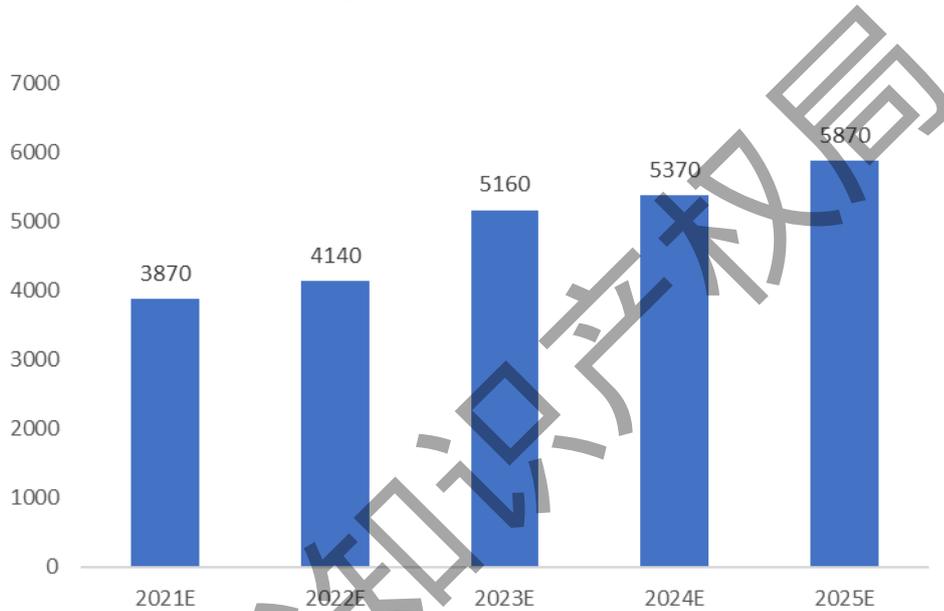


数据来源：国家电网、中商产业研究院整理

陕西省输变电装备产业专利导航

图 1-8 2016-2021 年中国特高压累计输送电量预测趋势图（单位：亿千瓦时）

根据赛迪数据显示，2020 年我国特高压产业及其产业链上下游相关配套环节所带动的总投资规模超 3000 亿元，其中特高压产业投资规模近 1000 亿元，带动社会投资超 2000 亿元。到 2022 年，中国特高压产业及其产业链上下游相关配套环节所带动的总投资规模将达到 4140 亿元；到 2025 年，特高压产业与其带动产业整体投资规模将达 5870 亿元。



数据来源：赛迪研究院

图 1-9 2021-2025 年中国特高压投资总规模预测趋势图（单位：亿元）

2020 年国家电网印发的《国网 2020 年重点工作任务》中明确规划 2020 年核准 7 条（5 交 2 直）、最低开工 3 条特高压线路。从全年来看，特高压建设项目投资规模约 1811 亿元，可有效带动社会投资约 3600 亿元，整体规模约 5411 亿元。国家电力行业投资重心从电源建设逐步向电网建设方面发展，未来电网投资稳定在较高水平代表市场对于输配电设备需求旺盛。

随着西电东送、南北互供、跨区域联网、南水北调、智能电网等重大工程的陆续开工建设，及国家对电力行业能源结构调整，在水电、风电、核电和太阳能发电等清洁能源领域的建设投资大幅度增加，输配电设备产业在发展中迎来发展

陕西省输变电装备产业专利导航

机遇。同时，新型城镇化建设、轨道交通投资、大量新能源并网带来了输配电设备市场新的增长点，给输配电设备制造企业带来商机。

1.1.3 产业链介绍

自 2001 年起我国电力工业进入历史上最快的发展时期，与电力建设密切相关的输配电行业也取得了两位数的快速增长。有色金属是电力工业的重要原料，以历年来我国铜消耗结构为例，电力工业所占比重超过 50% 铜消耗总量，有色金属的发展有力地支持输配电行业，输配电行业的快速发展促进了有色金属的需求供给。输配电及控制设备主要应用于国家电网及省市电网公司、发电企业、汽车制造、冶金化工、轨道交通等领域，以上行业的发展直接决定输配电及控制设备制造业的发展。下游客户一般在每年一季度制定当年的投资计划，随后陆续组织实施，行业企业经营存在季节性特征。

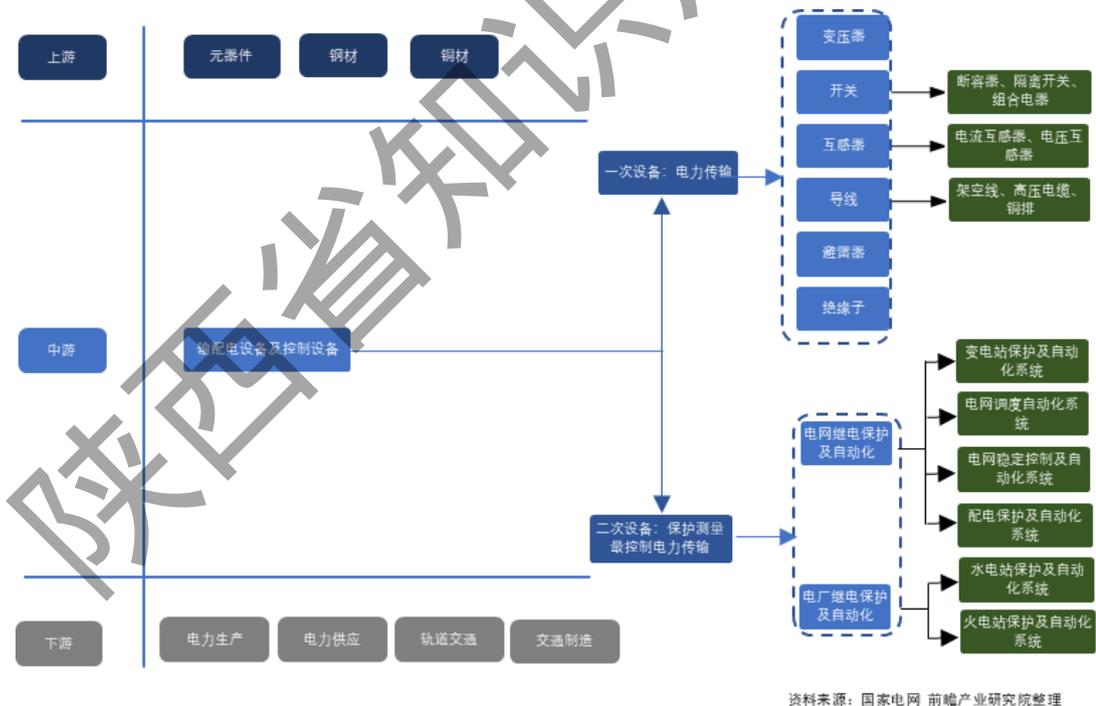


图 1 - 10 输配电设备行业产业链

整体来看，输变电装备产业链可分为上、中、下游，即上游的原材料，中游的核心产品以及下游的成套设备应用。

陕西省输变电装备产业专利导航

1.1.3.1 上游原材料

输变电装备生产所需主要原材料包括钢材、有色金属、合金件、电线电缆、绝缘材料等。

输变电装备产业的原材料中，用量最大的当属钢材。钢材在电力一次设备总成本中占比为 50%~80%，在电力二次设备总成本中占比为 15%~40%。近年来，我国钢铁行业的发展处于微利时代，一直是“高产量、高成本、低效益”的运行格局，且钢材价格也处于低位，对输变电装备产业提供了较好的成本优势。

有色金属也是电力设备中主要的原材料之一，其用量仅次于钢材，通常情况下，铜在电力设备总成本中占比为 5%~30%，在电线电缆等特殊产品中铜材更是占到产品总成本的 70%~80%。总体看，有色金属行业发展平稳，价格震荡下降，对输配电及控制设备制造行业的发展有积极作用。

输变电领域用绝缘材料种类很多，可以分为气态、液态、固态材质。常用的气体绝缘材料有空气、氮气、六氟化硫等。液体绝缘材料主要有矿物绝缘油、合成绝缘油(硅油、十二烷基苯、聚异丁烯、异丙基联苯、二芳基乙烷等)两类。固体绝缘材料可分有机、无机和复合固体绝缘材料。有机固体绝缘材料包括绝缘漆、绝缘胶、绝缘纸、绝缘纤维制品、塑料、橡胶、漆布漆管及绝缘浸渍纤维制品、电工用薄膜、复合制品和粘带、电工用层压制品等。无机固体绝缘材料主要有云母、玻璃、陶瓷及其制品。相比之下，固体绝缘材料品种多样，也最为重要。不同的电工设备对绝缘材料性能的要求各有侧重。高压电工装置如高压电机、高压电缆等用的绝缘材料要求有高的击穿强度和低的介质损耗。低压电器则以机械强度、断裂伸长率、耐热等级等作为主要要求。

从整个绝缘材料行业来看，美国、德国、瑞士等发达国家发展较早，绝缘材料产品的技术处于世界领先水平，截至目前，世界上绝缘材料行业大型企业也主要集中在美国、瑞士、德国、奥地利、日本、英国等国家，占据了国际市场绝大部分份额。我国绝缘材料行业起步相对较晚，经过 50 多年的发展，已初步形成一个产品比较齐全，配套比较完备，具有相当生产规模和科研实力的工业体系。

陕西省输变电装备产业专利导航

特别是进入 21 世纪以来，随着国民经济的快速增长，发电、输变电和电机行业迅猛发展，推动我国的绝缘材料行业的强劲发展。截至目前，全国绝缘材料生产企业和科研单位超过 800 家。同时，随着国内绝缘材料生产企业技术水平的不断提高，部分产品已经达到较高水平，在国际市场上具有较强的竞争能力。

绝缘材料的研制和开发的水平是影响制约电工技术发展的关键之一。从今后趋势来看，要求发展耐高压、耐热绝缘、耐冲击、环保绝缘、复合绝缘、耐腐蚀、耐水、耐油、耐深冷、耐辐照及阻燃材料，研发环保节能材料。重点是发展用于高压大容量发电机的环氧云母绝缘体系，如 FR5, 金云母等；中小型电机用的 F、H 级绝缘系列，如不饱和聚酯树脂玻璃毡板等；高压输变电设备用的六氟化硫气态介质；取代氯化联苯的新型无毒合成介质；高性能绝缘油；合成纸复合绝缘；阻燃性橡塑材料和表面防护材料等，同时要积极推动传统电工设备绝缘材料的更新换代。

1.1.3.2 中游核心产品

输变电装备中游产品主要涉及输变电设备及其控制设备，即一次设备和二次设备。一次设备包括变压器、开关设备、换流阀、电抗器、电力电容器、断路器、电压互感器、电流互感器、母线等；二次设备包括电气仪表、继电器、自动控制设备、信号电缆和控制电缆等。

近年来，国民经济稳步发展，下游生产、生活用电规模不断扩大，有效的拉动了输配电行业的发展。我国电网建设及运营主要有国家电网与南方电网把控，其中南方电网主要负责广东等五省区；国家电网经营覆盖全国 26 省市，国家电网供电市场份额约 70% 左右。国网占据主导地位，其设备采购状况代表着行业的发展情况。国家电网输变电项目 2020 年上半年变电设备（含电缆）招标结果公示，招标金额与集中度双提升。

陕西省输变电装备产业专利导航

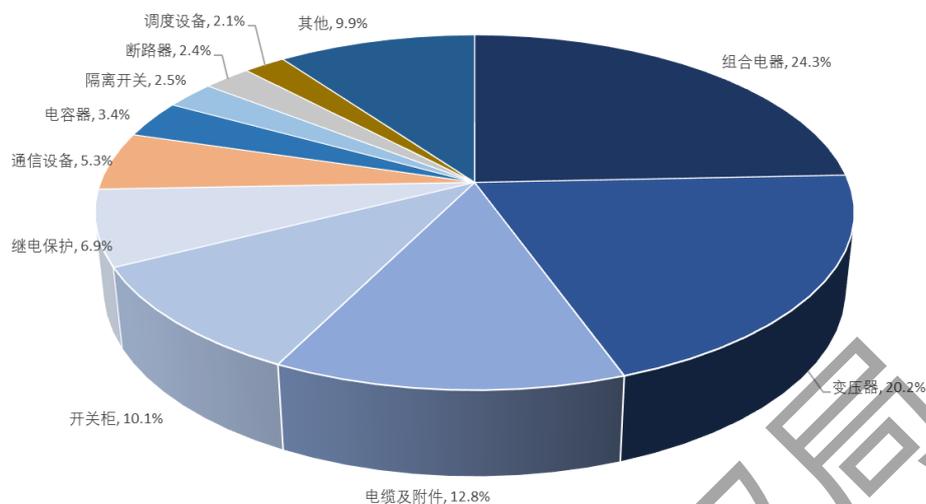


图 1-11 2020 年上半年国家电网输变电设备中标结构（按金额）

组合电器设备是将变电站中除变压器以外的一次设备，通过优化设计，将各零部件有机组合而成，因此产品体积较小，维护方便。近年来成为主要采购的输配电设备之一。

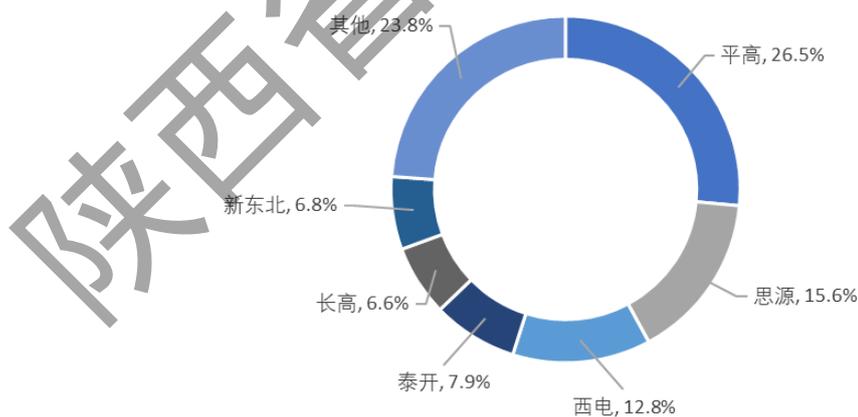
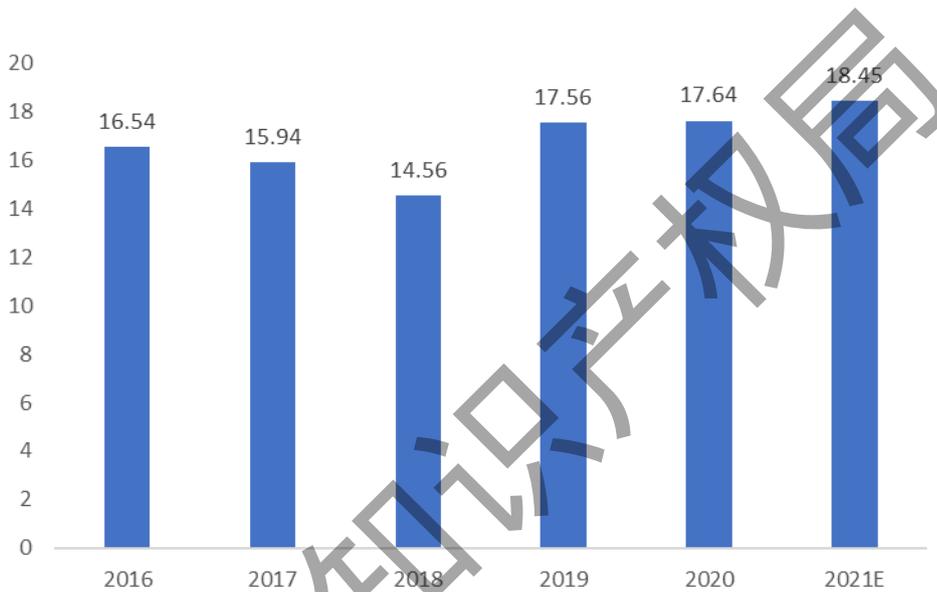


图 1-12 2020 年上半年国网输变电组合电器设备中标情况

变压器是输配电的基础设备，变压器是利用电磁感应的原理来改变交流电压

陕西省输变电装备产业专利导航

的装置，主要功能有电压变换、电流变换、阻抗变换、隔离、稳压等。数据显示，2016-2019 年我国变压器产量由 16.54 亿千伏安增至 17.56 亿千伏安，年均复合增长率为 2.0%。中商产业研究院预测，2021 年我国变压器产量可达 18.45 亿千伏安。我国特高压交流变压器及换流变压器市场竞争格局中，特变电工市场份额占比最大。交流变压器市场中，中国西电及保变电气市场占比均为 30%。换流变压器市场中，中国西电、保变电气、山东电力设备市场占比均为 20%。



数据来源：中商产业研究院整理

图 1-13 2016-2021 年中国变压器产量预测趋势图（单位：亿千伏安）

换流阀是直流输电工程的核心设备，通过依次将三相交流电压连接到直流端得到期望的直流电压和实现对功率的控制，其价值约占换流站成套设备总价的 22-25%。我国特高压换流阀市场较为集中，国电南瑞市场份额占半，许继电气、中国西电占比分别为 30%、15%。

GIS 是气体绝缘全封闭组合电器的英文简称，主要用做将变电站除变压器外的一次设备组合成一个整体的高压配电装置。GIS 不仅在高压、超高压领域被广泛应用，而且在特高压领域也被使用。GIS 已经较早的实现了完全国产化，市场参与者超过 20 家企业，但主要份额集中在平高电气、中国西电、平高东芝及山

陕西省输变电装备产业专利导航

电日立。

国家电网公司研究编制了《2020 年特高压和跨省 500 千伏及以上交直流项目前期工作计划》，明确了加速“5 交 5 直”特高压工程相关工作。据国网消息，2020 年特高压建设项目的投资规模达到 1811 亿元，预计未来两年我国输配电设备需求接近 500 亿元。从 2019 年国网招标市场的中标结果来看，行业中的前 10 家企业占据市场 81% 的份额，一次设备的产值远远高于二次设备（但毛利率较低），约占变电设备总额的 80% 以上。换流变压器和换流阀占据最大采购金额。

1.1.3.3 下游成套设备应用

输变电装备产业的下游行业主要是发电企业、电网企业、轨道交通和工矿企业等。下游行业的投资、发展、价格水平以及运营状况，直接决定了输配电装备产业的投资、发展以及运营状况。

电力行业是国民经济众多垄断行业中较早实施改革的行业之一。近几年我国电力行业保持着较快的发展速度，也取得了很大的成绩，发电机容量和发电量居世界首位。2015-2020 年，全国发电量不断攀升。根据中国电力企业联合会统计数据显示，2020 年全国全口径发电量为 7.62 万亿千瓦时，同比增长 4.05%。“十三五”时期，全国全口径发电量年均增长 5.8%。

伴随着电力发展步伐不断加快，我国电网也得到迅速发展。电网系统运行电压等级不断提高，网络规模也不断扩大。全国已经形成了东北电网、华北电网、华中电网、华东电网、西北电网和南方电网 6 个跨省的大型区域电网，并基本形成了完整的长距离输电电网网架。

随着智能电网计划的推进，电力自动化产品需求开始爆发。电力自动化包括发电自动化及电网自动化。其中，电网自动化市场份额占比较大，包括配电自动化、变电自动化、调度自动化。数据显示，2012 年我国电力自动化市场规模为 521.5 亿元，到 2019 年，市场规模超千亿元。随着智能电网计划进一步推进，预计 2021 年电力自动化市场规模有望达到 1244.6 亿元。

陕西省输变电装备产业专利导航

“十四五”期间，光伏、海上风电等清洁能源发电项目建设加快推进，新型基础设施建设前景广阔，国家加快构建以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局，支持“两新一重”建设，以超特高压智能电网为代表的智慧能源基础设施和以城际高速铁路和城际轨道交通为代表的智能交通基础设施项目建设给电工装备产业发展带来重大机遇。随着“一带一路”倡议推进，能源互联互通已成为国际能源合作的重要内容，沿线国家电力投资需求旺盛，市场潜力巨大。

未来随着一系列国家战略的推进，我国将不断增大对电源和电网的建设投入，电力装备的市场需求仍有较大的提升空间，并为我国电力装备制造、销售发展提供新的发展机遇。同时输变电装备产业链下游的需求带动着中游产品的配套生产，而输变电装备产业的生产又带动着钢铁、有色金属、绝缘化工等产业的发展。

1.1.4 企业链介绍

目前，我国输变电装备制造行业内企业数量众多，但行业市场集中度较低，产品进入市场的门槛也相对较低，尤其在中低端产品市场，因此企业之间竞争异常激烈。近年来，随着国家电网和南方电网普遍采用集中招标方式，使得竞争更加激烈，并且外资大型跨国集团也加大中国市场拓展力度，导致了行业竞争格局更趋于复杂化。

从市场格局来看，国内输变电装备行业市场正处于“战国时代”，大型企业竞相跑马圈地，而小企业则互相倾轧，生存状况不佳。从整体上看，中国输变电装备行业竞争激烈，外资跨国公司抢占了部分市场份额，国内输变电装备企业数量也在快速增长，中低端变压器市场竞争激烈。呈现金字塔型结构，随着电压等级增加，技术壁垒就越强，生产厂家越少，垄断程度越高。

中国输变电装备企业可以分为四大阵营：ABB、AREVA、西门子、东芝等几大跨国集团公司以技术和管理优势形成了第一阵营，市场份额有缩减的趋向；保变、特变、西电等国内大型企业通过提升产品的技术水平和等级，占有 30%-40%

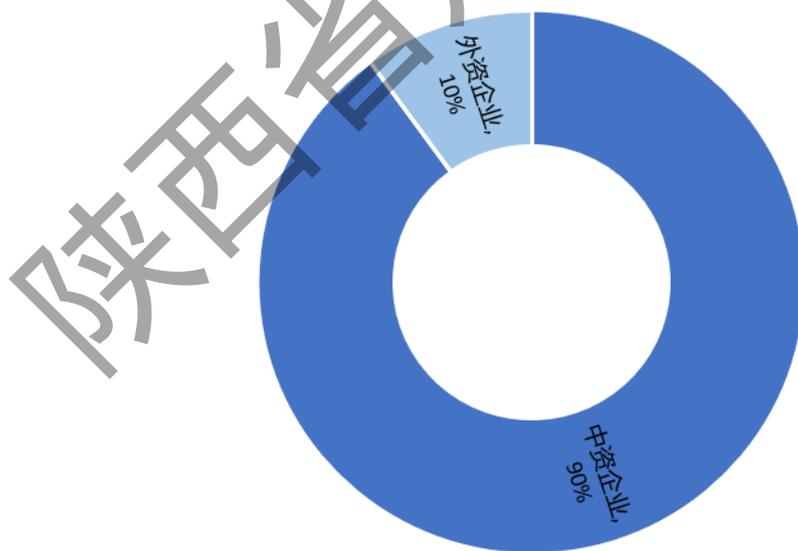
陕西省输变电装备产业专利导航

的市场份额，形成第二阵营；以江苏华鹏、青岛青波、顺特电气、山东达驰、杭州钱江等为代表的制造企业形成了第三阵营；不少民营企业由于经营机制灵活，没有非生产性的负担，也形成了一定的市场份额，形成第四阵营。



图 1 - 14 中国输变电装备企业竞争层次

总体上说，外资在中国电网企业的输变电设备市场上所占的比重已低于 10%。具体分析我国电网的输变电设备市场，中资企业所占的市场份额已超过 9 成。在这个市场涌现出了一批主导国内市场的强势品牌。



资料来源：前瞻产业研究院整理

图 1 - 15 中国输变电装备企业竞争格局（单位：%）

陕西省输变电装备产业专利导航

我国输变电装备行业企业数量众多，其中 A 股上市企业近百家，主要分布在江苏、浙江、上海等华东地区。

表 1-2 全国输变电装备上市企业分布

省市	输变电装备上市企业
江苏	国电南瑞、国轩高科、电科院、雅百特、中利科技、中超控股、远程电缆、风范股份、全信股份、宝胜股份、金智科技、东北电气、通光电缆、新宏泰、国电南自、和顺电气
浙江	正泰电器、万马股份、盈峰环境、露笑科技、杭电股份、理工环科、盛洋科技、金利华电、东方电缆、温州宏丰、三变科技
上海	科大智能、智信电气、新时达、思源电气、良信电器、广电电气、海得控制、摩恩电气
山东	特锐德、汉缆股份、恒顺众昇、齐星铁塔、华明装备、积成电子、东方电子
北京	双杰电气、四方股份、合康变频、合纵科技、安控科技、北京科锐
广东	长园集团、深圳惠程、蓝海华腾、南洋股份、智光电气、高澜股份
福建	麦迪电气、红相电力、太阳电缆、中能电气
河南	平高电气、森源电气、许继电气、通达股份
湖南	金杯电工、长高集团、华自科技
吉林	诺德股份、永大集团、金冠电气
四川	中光防雷、旭光股份、明星电缆
天津	百利电气、凯发电气、经纬电材
陕西	中国西电、宝光股份、启源装备
湖北	宏发股份、中元股份
甘肃	长城电工
黑龙江	九州电气
广西	银河生物
贵州	天成股份
河北	保变电气
江西	泰豪科技
辽宁	大连电瓷
青海	智慧能源
新疆	特变电工
安徽	中电鑫龙

资料来源：前瞻产业研究院整理

输变电装备公司主要集中在华东地区，其次是华南、华中地区。输变电装备制造属于资金密集型、技术密集型、劳动密集型产业，资本需求相对较高，因此劳动力充足、经济发达的华东地区成为输变电装备行业的重心所在。而未来数年，随着东部地区产业转移，以及“一带一路”战略的深入推进，输变电装备行业将向中西部地区发展。

陕西省输变电装备产业专利导航

1.1.4.1 输变电装备外资跨国企业

(一) 通用电气公司

通用电气公司 (General Electric Company, 简称 GE), 是全球知名多元技术服务公司, 其业务横跨航空发动机、发电设备、电视媒体、医疗器材、金融、运输、能源等领域。其业务遍及 100 多个国家, 拥有员工超过 300000 人。通用电气能源集团总部设在美国佐治亚州亚特兰大市。GE 能源集团在发电、石油天然气、输配电、分布式电力和能源租赁各行业提供设备、服务和管理解决方案, 是世界领先的发电设备和能源输送技术供应商。GE 能源集团在中国拥有九十多年的经营历史, 为中国客户提供蒸汽轮机、燃气轮机、风力发电机、水力发电机组和压缩机以及完整的工程解决方案, 帮助中国客户提供能源生产和传输设施的可靠性和可获性。

(二) 西门子

西门子作为全球电气的最大巨头, 业务遍及世界上多个国家, 涉及电力、自动化以及数字化等领域。目前西门子业务主要分为八大板块: 油气、风电及可再生能源、能源管理、建筑科技、交通物流、数字工厂、过程控制和驱动、健康医疗。涉及输变电产业的, 主要是西门子的能源管理, 主要为电力传输和分配提供一系列产品、软件、系统解决方案以及服务, 从而打造形成智能电网基础设施。这一领域客户主要包括电力供应商、网络运营商、工业企业、基础设施开发商以及建筑施工企业。1984 年, 西门子为中国建设了第一条高压直流输电线路, 将电力从葛洲坝运输到千里之外的上海。

(三) ABB

ABB 是由两家拥有 100 多年历史的国际性企业——瑞典的阿西亚公司 (ASEA) 和瑞士的布朗勃法瑞公司 (BBC Brown Boveri) 在 1988 年合并而成。ABB 全球业务划分为四大事业部, 包括电网、电气、机器人和工控四大块。电网事业部提供全球领先的电力和自动化产品、系统、服务和解决方案, 覆盖电力价值链

陕西省输变电装备产业专利导航

的发电、输电和配电领域，令电网更强大、更智能、更绿色。主要系统包括：(1) 通信系统(2)高电压产品及系统(3)高压直流 HVDC(4)变电站自动化保护与控制(5)变压器产品(6)大功率电力半导体产品包括门极可关断晶闸管(GTOs)，绝缘栅双极晶体管(IGBTs)，集成门极换流晶闸管(IGCTs)，晶闸管及二极管等。

ABB 拥有广泛的产品线，包括全系列电力变压器和配电变压器，高、中、低压开关柜产品，交流和直流输配电系统，电力自动化系统，各种测量设备和传感器，实时控制和优化系统，机器人软硬件和仿真系统，高效节能的电机和传动系统，电力质量、转换和同步系统，保护电力系统安全的熔断和开关设备。这些产品已广泛应用于工业、商业、电力和公共事业中。

ABB 的电气技术覆盖从变电站到末端用电的整个电气链条，包括中低压产品和系统具体有：电动汽车基础设施、光伏逆变器、模块化变电站、配电自动化、终端配电保护、开关插座、开关设备、配电柜、配电箱、电气安装、测量和传感以及控制等产品。

(四) 阿海珐输配电

AREVA (阿海珐) 集团是一家法国核工业公司，作为全球 500 强企业，AREVA 在核能源建设领域全球首屈一指。2001 年，AREVA 集团出手挽救深陷破产危机的法国阿尔斯通(ALSTOM)以 9.2 亿欧元收购了阿尔斯通的全部输配电业务，成立了 AREVA T&D (输变电公司)。AREVA 输配电有限公司是全球主要输配电公司之一。它为电力输配的各个环节设计、制造并提供全套的输配电设备、系统和服务，安全高效地把电力从电厂输配给大型最终用户。

1.1.4.2 输变电装备国内大型企业

(一) 特变电工

特变电工是国内变压器行业的龙头企业，公司拥有 70 余年变压器与 60 余年电线电缆制造历史。公司围绕“一特四大”(一特：特高压，四大：大型水电、大型火电、大型核电、大型可再生能源发电基地) 国家能源战略，公司先后承担

陕西省输变电装备产业专利导航

了代表世界绿色、节能、环保、智能化，世界上首条商业运行的 1000kV “晋东南—南阳—荆门”特高压交流工程、代表当今世界高压直流输电技术的最高水平的向家坝-上海±800kV 特高压直流工程、世界装机容量最大的台山 2×175 万千瓦核电、安徽平圩电厂百万千瓦大型火电、三峡百万千瓦大型水电等一系列代表世界节能输电技术领域创新领跑工程的中国首台套、世界首台套输变电产品的自主研制。围绕“疆电外送”战略，承担了昌吉-古泉±1100kV 特高压直流工程以及新疆 750kV 超高压联网工程 and 新疆-西北一、二通道工程建设任务。公司是目前中国和世界同行中承担输变电领域国家重大项目、重点工程最多的企业之一，市场份额处于行业领先水平。

（二）国电南瑞

国电南瑞科技股份有限公司于 2001 年成立，2003 年公司登陆上交所，成为国家电网公司系统内的首家上市公司，经过多轮资产注入和整合，南瑞集团在 2017 年将 11 家电力业务子公司注入国电南瑞，初步实现了集团核心业务资产整体上市。国电南瑞目前拥有 40 余条产品线，产品和服务覆盖全国各地及 100 多个国家和地区，是能源电力、工业控制和电力智能化领域的绝对领军企业。公司产品线涵盖发、输、变、配、用、调度等各领域，从电力生产、传输到分配全过程，业务涉及风电、光伏等新能源发电；特高压、超高压、高压到中低压的发电站并网和分布式电源接入；特大型交直流一体化输电网；微型配电网的采集监测、调度控制、继电保护等全系列电力二次技术、产品和服务，公司具备了全面支撑智能电网建设、参与国际市场竞争和引领电力自动化技术发展方向的能力作为国家电网系统内的重要公司，南瑞集团承担了国内一大批重大工程建设，特高压工程方面，全面参与了锦屏-苏南、淮南-南京-上海、锡盟-泰州、扎鲁特-青州等特高压工程的建设；输送电工程方面，参与了三峡工程、南水北调、川藏联网等国家重大工程，并承担了舟山五端柔性直流输电工程、厦门柔性直流输电工程、苏州国际能源变革发展典范城市智能电网工程示范项目、江苏电网大规模源网荷友好互动系统项目；公司的岸电系统在江苏、浙江、湖北长江及京杭大运河流域广泛应用；电网自动化方面，公司已投产运行了 1000 多个智能变电站、配电自动

陕西省输变电装备产业专利导航

化、光伏电站等试点示范工程；此外，公司积极扩大市场影响力，参与建设了全国首座智能全感知变电站物联网示范工程并承担了京沪、京港澳等城际电动汽车快充互连网络的建设；承担北京、上海、广州、南京等 30 多个城市轨道交通自动化系统项目建设。

(三)许继集团

许继集团专注于电力、自动化和智能制造，主要涉及特高压输电、智能电网、新能源发电、电动汽车充换电、轨道交通及工业智能化等五大业务。其主要产品包括变压器、GIS、互感器、智能电网解决方案等，是高压直流输电领域及二次设备龙头企业。依托国家特高压技术发展和自主创新，国家电网许继集团先后在特高压直流输电控制保护系统、换流阀设备、直流场设备以及特高压交流系统控制保护、电力电子技术等方面取得了一系列具有自主知识产权的研究成果，其中有 10 项技术居于世界领先水平，实现了由技术落后到“世界引领”的跨越。

(四)平高电气

平高电气，国家电网控股企业，是全国高压开关行业首家通过中科院、科技部“双高”认证的高新技术企业，主要从事研制和生产高压、超高压、特高压开关及电站成套设备研发、制造。公司产品定位于高端、多层次高压开关，覆盖输变电、输配电所有电压等级。

(五)西电集团

西电集团，是我国唯一一家以完整输配电产业为主业的中央企业，成立于 1959 年 7 月，是以我国“一五”期间 156 项重点建设工程的 4 个项目为基础形成的，集科研、开发、制造、贸易、金融为一体的大型企业集团。中国西电集团目前已经成为我国最具规模、成套能力最强的中压、高压、超高压、特高压交直流输配电设备和其他电工产品的研发制造、实验检测和服务基地。

陕西省输变电装备产业专利导航

1.1.5 技术链介绍

产业链中的每个环节乃至每个环节上的不同产品都要运用到不同技术，一般地，某种产品的生产往往是多种技术组合的结果，物化于不同产品中的技术依据产品的上下游关系链接成链。

1.1.5.1 技术发展趋势

1.1.5.1.1 核心产品发展趋势

断路器、变压器、避雷器、高压开关等零件作为输变电整套设备的重要零部件产品，在国家持续、稳定的电力需求和智能电网建设的促进及智能输变电装备需求增加的影响下，总体向高可靠、高电压、环保、智能化、集中化和功能一体化的方向发展。

（一）高可靠、少（免）维护趋势

用户不断追求产品的可靠性，乃至产品的少（免）维护性能，最大限度提高系统和产品的运行质量和供电质量，达到节省成本、提高经济效益的目的，高可靠性、少（免）维护型产品的技术需求必将快速增长。因此输配电设备行业将加大对少（免）维护产品的研究与开发，要在机械可靠性、延长电寿命、提高环境适应性能、户外有机绝缘材料应用研究、金属防腐技术研究、电场和绝缘结构的精确设计、限制开关动作产生的过电压、提高装备用电子装置的抗扰能力和稳定性等方面开展工作。

（二）高电压、大容量趋势

高电压输电具有输电容量大、送电距离长、线路损耗低、工程投资省、走廊利用率高和联网能力强等特点。以交流输电为例，根据《国家电网公司 2006 年社会责任报告》，1000kV 特高压交流输电较 500kV 超高压交流输电技术，自然输电功率提升 3-4 倍，使用相同铝材线路损耗降低 75%，单位容量走廊宽度减少 50%，经济输送距离提升 3 倍，单位容量造价降低 27%。

陕西省输变电装备产业专利导航

随着输电电压等级的提高和容量的不断增加，用户对输电装备的电压等级、容量要求越来越高，研发和制造高电压、大容量的输电装备已成为一种明显的趋势。

（三）环境适应、协调和保护趋势

环境保护已成为广泛关注的问题，特别是随着《京都议定书》正式生效，各国政府和用户对输配电装备提出更高的环保要求。产品不仅要可靠运行，还要同四周环境配合，协调一致，同时要尽量减少或不对环境产生影响，包括空气污染、电磁污染、噪音污染和其它环境影响等。

（四）智能化趋势

智能电网已成为世界电网发展的新趋势。国家电网公司从保障我国能源安全、优化能源结构、促进节能减排、发展低碳经济、提高服务水平的要求出发，确定了建设坚强智能电网的发展目标，即建设以特高压电网为骨干网架，各级电网协调发展，具有信息化、数字化、自动化、互动化特征的统一坚强智能电网。国家电网公司提出智能电网建设按照“规划试点”“全面建设”“引领提升”三步走的工作进度安排。2020年，坚强智能电网将全面建成，使电网的资源配置能力、安全水平、运行效率，以及电网与电源、用电客户之间的互动性显著提高。智能电网的发展，这就要求输配电设备向智能化方向发展。

（五）小型化、紧凑型趋势

随着对经济性能的追求及资源稀缺等因素影响，输配电设备将向小型化和紧凑型方向发展。输配电设备行业可通过优化设计、选择小型化元件和元件多功能复合集成、新技术如光电传感器等应用，使产品结构紧凑，实现小型化，从而达到减少体积及占地面积、低能耗和低耗材等目的。

（六）统一技术平台和整体解决方案趋势

随着各种输配电设备及相关技术发展一定程度和用户需求多样化及追求投资经济性方面要求的提高，为了降低产品设计、生产和售后服务等成本，提高

陕西省输变电装备产业专利导航

应对反应速度和服务质量，通过整合产品技术类型，采用模块化、组装化和系统设计开发，通过统一的技术平台形成产品的标准化、系列化，提高产品的成套性等，为用户提供整体的解决方案必然是今后发展趋势。

1.1.5.1.2 成套设备发展趋势

为了提高供电质量，国内的电网结构在不断的调整，在特高压电网建设加快发展的背景下，输变电作为电力传输的重要一环，在电网结构调整的过程中，行业的发展迎来了更为广阔的发展机遇。在经过短期的规划和项目建设推进发展过程中，长期输变电装备将持续在高压、特高压整套装备，装备智能化配套的产品领域和远程输变电、新能源适应输变电的业务领域发展。从重点发展业务的细分板块看，智能化输变电成套装备和特高压输变电成套装备的发展将成为重点业务板块的发展目标。

（一）智能输变电成套设备趋势

对于整个电网而言，输变电设备所发挥的作用至关重要，如果产生故障，其后果非常严重，不仅会造成人员伤亡，也会给国家和民众带来巨大的经济损失，而且造成不良社会影响。输变电线路暴露外界环境中，会使得绝缘体的污秽度增加而产生污闪故障，应用智能化技术可以有效解决因监管不足而产生的一系列风险。并能够依靠智能输变电成套设备对输变电设备的运行状态进行监督，诊断设备故障并采取相应的技术控制措施。

因此，随着国家各行业智能化发展的推进，输变电设备采用智能化技术，解决设备在运行中存在的故障问题，通过降低故障发生率，提高设备的运行质量和运行效率的应用将更加的广泛，也将成为未来 5-10 年我国智能输变电成套设备行业发展的主要趋势。

（二）特高压输变电成套设备趋势

在成套设备方面，特高压输变电主要有需求大幅增加和出口快速发展两个主要趋势。

陕西省输变电装备产业专利导航

1. 特高压输变电成套设备需求大幅增加。电力是我国经济发展的主要动力，未来，受经济发展需求及能源结构调整的拉动，电力发展过程中对特高压输变电的需求将不断增加。在特高压输变电建设需求提升的促进下，输变电设备及零部件配套生产面临着未来电力加速增长带来的巨大需求。其中以特高压成套设备需求的大幅增加为主要趋势。

2. 特高压输变电成套设备出口快速发展。经过一段时间的发展，国内特高压建设为电工装备制造业的发展提供了较大的机遇，大范围的特高压电网将在未来 5-10 年建设及改造完成，并逐渐向城乡地区发展，在特高压电网铺设发展建设的过程中，我国特高压输变电成套设备作为重要的设备需求，已经掌握了该成套设备制造的核心技术。大幅提升了我国在国际输变电领域的影响力和话语权，随着我国输变电技术水平的提高和成本的降低，加之“一带一路”对外发展战略政策的影响，特高压输变电成套设备出口将占据越来越大的比例，经济效益将越来越好。

1.1.5.2 关键技术分解

在了解输变电装备产业的产业链、企业链及技术链基础上，结合输变电技术的发展趋势和陕西输变电产业核心业务为高压、超高压及特高压交直流输配电设备的产业实际，本项目围绕产业链上、中游，将输变电装备产业的关键技术分为原材料、输电、变电核心设备、输变电配套设备和电力系统综合自动化设备 5 大二级技术分支；进一步地，通过产业和技术的深入调研，确定各三级分支的技术分解，得到技术分解表如下：

陕西省输变电装备产业专利导航

表 1-3 输变电装备产业技术分解表

一级分支		二级分支	三级分支	四级分支	
输变电装备	上游	原材料	钢材	硅钢	
				不锈钢	
			铜材		
			绝缘材料	绝缘气体	
				绝缘油	
				绝缘纸	
	中游	输电	电力电缆		
			架线金具		
		变电核心设备	交流变压器		
			电抗器		
			电容器		
			换流变压器		
			换流阀		
			开关设备	气体绝缘金属封闭开关设备 (GIS)	
				隔离、接地开关	
				断路器	
			输变电配套设备	绝缘部件	套管
					绝缘子
		继电器			
		熔断器			
		互感器		电压互感器	
				电流互感器	
		避雷器		ZnO	
		电力系统综合自动化设备		控制 (调度)	
	保护				
	下游	电网应用			

1.2 陕西产业发展现状

本章通过开展产业与技术调研，了解陕西输变电装备产业发展现状，明晰产业发展的优势和劣势。

陕西省输变电装备产业专利导航

1.2.1 产业发展基础

陕西省作为国家早期的重要工业基地之一，其装备制造业发展历史悠久。陕西省位于国家中部区域，接壤多个内陆省市，并拥有“两环三纵六幅射七横”的高速网络，交通便利。同时，陕西是教育大省、科技大省，集中了大量的优质教育科研资源。政府大力推进陕西创新发展，为装备业的创新改革提供了强有力的政策支持。

（一）装备制造重点行业，竞争力整体提升，借力创新稳健发展。

陕西是我国重要的装备制造业基地，装备制造业也是省内的优势产业。经过“一五”、“二五”、“三线建设”时期和改革开放 40 多年的发展，装备制造业取得了令人瞩目的成绩，特别是进入“十一五”以来，国家大力振兴装备制造业，在这一战略部署下，陕西装备制造业得到迅猛发展。其中航空航天、输配电、数控机床、石油冶金煤炭重型装备、新能源及环保设备等产业及主要产品，在国内具有一定优势。西电集团、西飞公司、秦川机床工具集团、陕鼓集团等一批大型企业集团迅速发展壮大，全省装备制造业呈现出产业集中度提高、龙头企业带动辐射作用增强、产业集群加快形成、园区建设加速推进、产业配套能力逐步提高、整体竞争力不断提升的良好态势，装备制造业在全省工业经济中的支撑作用凸显。

在输变电装备行业，陕西省的高压输变电装备制造起步较早、总体布局完整，已成为中国最具规模、成套能力最强的高压、超高压、特高压交直流输变电装备和其他电工产品生产制造基地，在全国处于龙头领先地位。高压、超（特）高压输变电设备是陕西省开拓国际国内市场的拳头产品。西电集团已经发展成为我国最具规模、成套能力最强的高压、超高压、特高压交直流输配电设备和其他电工产品的研发、制造、检测和服务基地，是我国高压电器、电容器、绝缘子避雷器等技术产品标准的主导者，主持并参与制定了国际和国家标准 450 余项。特变电工西安电气科技公司光伏逆变器累计运行业绩突破 25GW，位居全球第五，TSVG 产品累计全球应用业绩超过 6Gvar，位居中国前三位，自主研发的世界首台电能路由器主要性能指标居于国际领先水平。陕西合容电气凭借雄厚的技术实力，

陕西省输变电装备产业专利导航

已成为国家电网、南方电网公司和铁路、冶炼、煤炭、石油等行业的重点供应商，综合实力跻身行业前列，其中电容器行业排名第二，电抗器排名第三。

（二）装备制造资源丰富，科研力量雄厚，产业优势显著。

陕西省是科教大省、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；高端能源化工、装备制造、航空航天等产业实力雄厚，电子信息、汽车制造、新材料等产业发展势头迅猛。

据悉，陕西现有各类科研机构 1340 家，国家级园区平台 324 家，国际创新合作平台 71 个，两院院士 69 人。综合科技创新水平指数由 2014 年的 60.73% 增长到 2019 年的 67.04%，位居全国第 9。全社会研发经费投入 2014 年为 366.77 亿元，2018 年增长至 532.42 亿元，研发经费投入强度达 2.18%，位列全国第 7。SCI 收录科技论文数由 11392 篇增加到 17004 篇，位居全国第 6。万人发明专利拥有量由 2014 年的 4.77 件增长到 2018 年的 10.3 件，位居全国第 7。2015 年至 2018 年共 139 项科技成果获得国家科学技术奖，保持全国前列。2019 年陕西 28 项科技成果获国家科学技术奖励，占 2019 年度三大奖（自然科学奖、技术发明奖、科学技术进步奖）授奖总数的 9.46%。28 项获奖成果中，通用项目 20 项（主持完成 10 项，参与完成 10 项），主持完成的通用项目较上年度增加 2 项，居全国第 6 位；获得表彰的 8 项专用项目占专用项目授奖总数的 14.04%。全省 20 个获奖通用项目中西安独占 19 项，获奖数量位居全国前列，另有 1 个专用项目获国家科技进步一等奖。2020 年，陕西省高校共 146 项成果（专用项目 11 项）获得 2020 年度陕西省科学技术奖励，占获奖项目总数的 56.2%。获奖项目涵盖电子信息、装备制造、航空航天、先进材料、医学诊疗、能源化工、轨道交通等领域。

2019 年，陕西百项科技成果转化行动启动，主要目标是围绕省内战略支柱产业需求，建立陕西百项科技成果转化项目培育库，征集遴选培育 100 项优质科技成果，形成一批具有示范带动效应和核心竞争力的高科技企业。

陕西省输变电装备产业专利导航

(三) 输变电装备产业集中，龙头企业重点发展，辐射带动周围企业。

陕西输变电设备制造业承担了全国高压输变电设备约 1/3 的制造任务。输变电设备产业集群以西电公司为龙头，逐步向西安高新区、经开区和咸阳辅业制造园发展。以西电为例，西电集团是以我国“一五”期间 156 个重点项目中的 4 个为基础组建的国有大型企业集团，承担着促进我国输变配电装备技术进步和为国家重点工程提供关键设备的任务，先后为我国多个交直流输电工程及“三峡工程”“西电东送”等国家重点工程项目提供了成套输变配电设备和服务，为特高压输电这张“中国制造”名片打上了自己的烙印。西电集团始终放眼国际输变配电技术发展最前沿，积极开展自主创新，在重大成套装备、产业链上游关键部件、核心材料等方面取得了重大突破；承担了我国变压器、开关、电容器、避雷器、换流阀等大批关键重要一次设备首台套的研制任务，成功研发的重大交直流输变配电设备，广泛应用于我国超特高压电网及大型水电、火电、核电工程。

近年来，陕西省电力装备制造业快速发展，初步形成了高压输变电、中低压输配电、光伏装备、风电装备、核电装备等较为完整的产业体系，电力装备制造业已经成为陕西装备制造业第二大产业。日前，陕西发布《关于进一步提升产业链发展水平的实施意见》中，提出要着力打造一批具有较强国际竞争力的“链主”企业和隐形冠军企业，“输变电装备产业链”恰是重点产业链之一。

1.2.2 产业发展规划

2021 年 2 月 10 日，省政府印发《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》(陕发【2021】3 号)。文中明确，围绕能源化工、装备制造、新材料、生物医药、现代农业等省内主导产业以及集成电路、新能源汽车、输变电、数控机床、煤化工等标志性产业链，编制“卡脖子”关键核心技术清单，组织实施重点产业链创新工程，统筹省内外高校、科研院所和企业研发资源，建立创新联盟和创新联合体，落实“军令状”制度，探索攻关任务“揭榜挂帅”等机制，试点领衔专家制、科研经费包干制，扩大后补助支持范围，促

陕西省输变电装备产业专利导航

进基础研究、应用研究与产业化高效对接融通，建设一批新技术应用场景和中试基地示范项目，集中攻克一批关键核心技术，引领我省产业发展加速向中高端迈进。

在此基础上，2021年7月6日，省政府办公厅印发《关于进一步提升产业链发展水平的实施意见》，为推动经济高质量发展迈出更大步伐，让工业成为稳增长和高质量发展的主动力，陕西省将提升“十四五”期间产业链发展水平，力争到2025年，全省重点产业链总产值年均增速明显高于规上制造业平均水平。着力打造一批具有较强国际竞争力的“链主”企业和隐形冠军企业，培育形成一批世界一流、全国领先、陕西特色的产业集群。

明确重点产业链。根据陕西省产业实际，将围绕六大支柱十四个重点产业领域，考虑产业规模、现有优势、发展潜力等因素，筛选出数控机床、光子、航空、重卡、生物医药、钛及钛合金、新型显示、集成电路、太阳能光伏、输变电装备、乳制品、民用无人机等23条重点产业链。

支持“链主”企业做强做大。每条产业链梳理1至3家“链主”企业，鼓励“链主”企业联合上下游企业组建创新联合体，带动上下游中小企业创新发展；在陕西省重点产业领域实行“揭榜挂帅”，鼓励企业、高校、科研院所开展联合攻关。

提升产业链竞争力。支持高校、院所围绕产业链需求，向企业提供技术服务、转让科技成果；支持一批补短板、“卡脖子”关键核心技术项目产业化，形成一批国产替代产品，不断提升产业链竞争力。聚焦产业链短板弱项，紧盯目标企业，开展定向招商、填空招商和点对点招商；鼓励陕西省产业链企业通过投资（参股）、并购、重组、外包服务的方式获得先进适用技术。

加大重大项目支持力度。支持一批制造业单项冠军、专精特新“小巨人”企业和“专精特新”中小企业加快发展，不断提升产业链企业专业化能力；鼓励供应链企业为产业链上下游企业提供质量管理、追溯服务、金融服务、研发设计、采购分销等拓展服务。

陕西省输变电装备产业专利导航

在陕西省知识产权局 2021 年 9 月 2 日印发的《陕西省“十四五”知识产权发展规划》中再次明确，依托秦创原创新驱动平台，重点围绕全省航空航天、能源化工、装备制造、电子信息、新材料、生物医药、现代农业等主导产业，集成电路、新能源汽车、输变电、数控机床、煤化工、无人机、工业机器人、3D 打印等标志性产业链，大力培育高价值发明专利，加强关键领域自主知识产权创造和储备。

1.2.3 产业主体构成

陕西省输变电装备产业基础雄厚，目前聚集了陕钢、陕西有色、西电集团、宝光股份、陕西正泰、西安 ABB 电力电容等一批国内外知名的企业与科研机构。

表 1-4 陕西省输变电装备重点企业分布

产业链	产品	省内重点企业
原材料	钢材、不锈钢	陕钢
	有色金属	陕西有色、陕铜、陕西秦岭铜厂
	绝缘材料	西电西瓷、西电西材、陕西泰普瑞
	合金件	西安福来电工合金、陕西精密合金、宝鸡保德利
	电力电缆	正泰电缆、西电光电缆、西部电缆股份、陕西电力电缆、吉锐电气电缆
输变电设备	变压器	西电西变、西变中特、汉中变压器
	开关设备	陕西正泰、宝光股份、西电宝鸡电气、施耐德宝光、西安特变、施耐德电气、西开有限、陕西金鑫电器
	换流阀	西电电力系统
	电抗器	西电西变、中扬电气、西电西容、合容电气
	电力电容器	西电西容、合容电气、ABB 电力电容器、陕西正泰电容器、陕西正泰智能电气
	电力系统综合自动化装备	西电自动化
	真空灭弧室	宝光股份
	电压、电流互感器	西开有限、西电西容
	套管、绝缘子	西电套管、西电西磁、西安神电（泾阳）电器
	避雷器	西电避雷器、西电西磁、陕西泰开
	断路器、继电器、接触器、熔断器	宝光股份、西电宝鸡电气、陕西平高、陕西泰开、库柏西安熔断器
	仪器仪表	航天亮丽、银河电力、宏远电子

陕西省输变电装备产业专利导航

下面选取其中典型代表作详细介绍：

1.2.3.1 学研代表

1.2.3.1.1 陕西省输变电设备状态监测工程技术研究中心

陕西省输变电设备状态监测工程研究中心，以西安工程大学和西安金源电气股份有限公司为依托单位，结合了校内电气工程领域的科研开发力量及金源公司多年在在线监测产品研究与应用的经验，建立了适用于智能电网输变电设备状态监测技术的研究平台。工程中心研究人员自 2005 年开始在线监测相关技术的研究，在该领域取得了大量的研究成果，为在线监测技术的提升及其产业化起到了很好的推动作用。

陕西省输变电设备状态监测工程技术研究中心分为输电线路状态监测技术研究室、变电设备状态监测研究室、输变电状态评价中心、电磁兼容技术与新型传感器研究室。开发的主要内容体现在智能电网输变电在线监测技术，将涵盖了变电站和线路运行的主要方面，包括：1) 输电线路故障机理分析、输电铁塔结构健康监测、碳纤维复合芯导线结构损伤识别、基于无人机的输电线路故障识别技术、输电线路状态评估技术；2) 变压器、断路器、电容性设备等设备故障机理、变电设备在线监测装置、巡检机器人等；3) 基于大数据分析的输变电设备故障诊断技术、输变电设备状态检修平台、输变电设备运行维护策略等；4) 智能配电自动化设备。

陕西省输变电装备产业专利导航

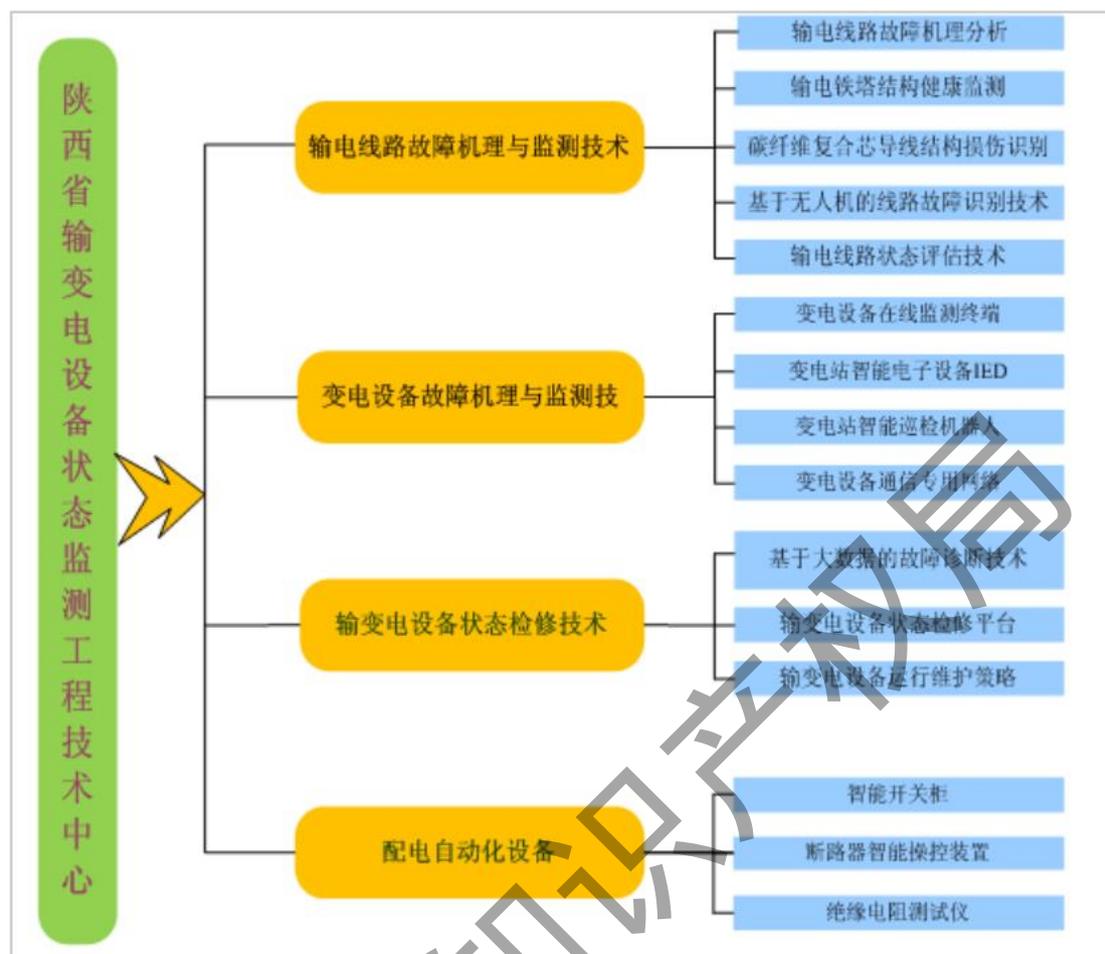


图 1 - 16 陕西省输变电设备状态监测工程技术研究中心

该中心出版了《输电线路在线监测与故障诊断》、《变电设备在线监测与故障诊断》《智能变电站原理与应用》、《电力系统大气结冰》译著等 4 部著作和《电气测试技术》1 部教材；在“Sensors”、“IEEE Sensors Journal”、“IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement”、“电力系统自动化”、“高电压技术”、“电力自动化设备”、CMD2008、IWAIS2009 等国内知名期刊和会议发表论文 160 余篇，被 SCI/EI 检索论文 70 余篇；获得国家发明专利授权 32 项，实用新型专利授权 78 项。

1.2.3.1.2 西北工业大学

西北工业大学坐落于陕西西安，隶属于工业和信息化部，是一所以发展航空、航天、航海等领域人才培养和科学研究为特色的多科性、研究型、开放式大学，

陕西省输变电装备产业专利导航

是国家“一流大学”建设高校。

西北工业大学自动化学院的渊源可以追溯至上世纪 50 年代。学院设有自动化、电气工程及其自动化、交通设备与控制工程 3 个本科专业；拥有控制科学与工程、电气工程、交通运输工程 3 个一级学科和 12 个二级学科，其中 1 个国家二级重点学科和 1 个国家二级重点（培育）学科，5 个省部级二级重点学科；拥有 3 个博士后流动站，电子信息类 1 个工程专业学位类别。

自动化学院现有教职工 178 人，其中教授 46 人，副教授 74 人，教师博士化率 95%，全院具有一年以上海外留学经历的青年教师比例达 80%。俄罗斯宇航科学院外籍院士 1 人，俄罗斯宇航科学院院士 1 人，中国工程院院士（双聘）3 人，国家杰出青年科学基金获得者 2 人，国家优秀青年科学基金 2 人，教育部新（跨）世纪优秀人才 7 人，中国科协青年人才托举工程 2 人，国防科技创新团队 1 个，陕西省重点科技创新团队 1 个，陕西省教学名师 2 人，陕西省领军人才 2 人，陕西省杰青 1 人，陕西省青年拔尖人才 1 人，陕西省青年科技奖 5 人。

近年来自动化学院获国家教学成果奖 2 项，陕西省教学成果奖 9 项；获全国百篇优秀博士论文 1 篇、全国优秀博士论文（提名）2 篇。“十二五”以来，学院承担了国家级项目 304 项，其中千万级项目 3 项、重大专项及重点型号 45 项、国家自然科学基金 127 项（重大项目 2 项，重点项目 8 项，优青 2 项），科研经费总计 6.8 亿元；获得国家及省部级奖励 28 项，其中，国家一等奖 13 项，省部级特、一等奖 15 项；现有国家级科研平台 2 个，省部级科研平台 10 个；国家级国际科技合作基地 1 个，省级国际科技合作基地 2 个。发表高水平学术论文 3600 余篇，其中，SCI 720 余篇；ESI 高被引论文 83 篇，热点论文 31 篇；授权发明专利 407 项，为祖国的各行各业做出了重要贡献。

1.2.3.1.3 西安交通大学

西安交通大学是国家教育部直属的具有理工特色的综合性研究型大学，师资队伍中有两院院士 44 名，建有国家西部能源研究院、中国西部质量科学与技术

陕西省输变电装备产业专利导航

研究院。据 ESI 公布的数据，截至 2021 年 5 月，学校 16 个学科进入世界学术机构前 1%，4 个学科进入前 1‰，工程学进入前 1‰。

西安交通大学电气工程学院是我国高等教育创办最早的电工学科,学院师资力量雄厚、实验设备先进。学院目前主体学科为电气工程国家一级重点学科,并涵盖控制科学与工程、仪器科学与技术两个一级学科。拥有电力设备电气绝缘国家重点实验室、国家工科基础课程电工电子教学基地、特种电气技术教育部重点实验室(B类)、智能电器教育部工程研究中心、国家能源局先进电网与装备可靠性及寿命评估技术重点实验室、陕西省智能电器及 CAD 工程研究中心、陕西省智能电网重点实验室、陕西省高压放电与等离子体工程技术研究中心、陕西省高电压大电流测试技术及装备工程实验室、平高集团-西安交通大学电力装备技术研究院、西电-交大电气技术研究院、大全集团-西安交通大学先进电气技术研究院等。学院现有教职工 203 人,其中院士 2 名、国家级教学名师 2 名、“国家百千万工程人才”3 名、“国家杰出青年科学基金”获得者 4 名、陕西省教学名师 3 名、教育部新世纪人才 23 名;教授 55 名,研究员 2 名、副教授 57 人、高级工程师 16 名;另有双聘院士 3 名、海外兼职教授 6 名。拥有国家自然科学基金委创新研究群体 1 个、国家级优秀教学团队 1 个、教育部创新团队 1 个、陕西省创新团队 1 个、陕西省优秀教学团队 1 个。

学院拥有国家级电工电子教学示范中心,国家精品资源共享课程 3 门、国家级精品课程 5 门,获国家级教学成果奖 8 项、“十二五”规划教材 8 部;陕西省精品课程 3 门、陕西省教学成果奖 30 项、省部级优秀教材 11 部。学院还是教育部全国高校电气工程及其自动化专业教学指导分委员会副主任单位,也是电气工程领域工程硕士教育协作组的组长单位。

学院以国家重大需求及国际学科前沿为导向,保持了电机与电器、高电压与绝缘技术、电力系统及其自动化 3 个国家重点二级学科的优势地位,并拥有电力电子与电力传动、电工理论与新技术 2 个优势学科博士点。在此基础上凝练出了智能电气器件及系统、电磁环境科学与技术、电力经济技术与运行管理、风力发

陕西省输变电装备产业专利导航

电及分布式电源和脉冲功率与放电等离子体技术等五个学科方向,不仅服务于电力设备制造、特高压和智能电网的建设,而且向国防、空间、深海、生物、医学等国家重点领域延伸。制订的 33 个特高压技术规范和均压降噪技术等已应用于超特高压交直流试验示范工程;提出分频输电的全新并网方式;率先提出并研究智能化电器,并开展了电气设备环境友好的前瞻性研究。2001 年至今,共获国家科技进步奖 9 项,国家技术发明奖 1 项,省部级奖 35 项。近 5 年承担国家及企业研发课题近千项,发表 SCI 论文 515 篇, EI 论文 830 篇,出版专著及教材 55 部,授权发明专利 169 项。

1.2.3.2 典型企业

1.2.3.2.1 中国西电集团

中国西电集团有限公司成立于 1959 年 7 月,隶属中国电气装备集团有限公司,由国务院国有资产监督管理委员会实际控制,持股 100%,为国内的电力、交通、冶金、化工、煤炭、石油等行业提供了大量的重大技术装备。主要从事中压、高压、超高压、特高压交直流输配电设备和其他电工产品的研发制造、实验检测和服务,共拥有职工总数 12220 人,研发人员 800 余人,高级职称专业技术人员 800 余人,享受国务院政府特殊津贴专家 30 余人,本科及以上学历人才占比高达 39%。

从我国第一条 330 千伏、550 千伏、750 千伏、1000 千伏超(特)高压交流输电线路,到第一条舟山直流输电工程以及“三峡工程”、“西电东送”、±800 千伏直流输电工程等国家重点工程,“西电制造”无处不在,参与了新中国成立以来国内输变电领域几乎所有的重大工程项目。

1985 年,中国西电的子公司西开电气在人民大会堂与日本三菱电机签署合作生产协议,在国内高压开关产业率先开展技术引进吸收再消化,引进 SF6GIS/GCB 技术,随后按照引进吸收和零部件国产化进度,又陆续实施了第二期、第三期合作,使西开电气率先成为国内 SF6GIS/GCB 的骨干企业,技术水平

陕西省输变电装备产业专利导航

和市场占有率居行业首位。1999年，为了配合三峡工程顺利实施，中国西电与550千伏GIS技术先进的ABB公司签署技术转让协议，并在三峡左岸电站分包、三峡右岸电站总包、三峡地下电站独立实施的过程中，全面消化吸收了550千伏GIS设计、生产、试验及现场安装技术，为后续独立开展超特高压产品研发奠定了坚实基础，对提高我国超高压、大容量输变电设备技术水平具有重要意义。

中国西电主动走出去，与国际输变电技术领先国家的先进企业开展了48项技术合作；随后，抓住三峡等国家重点工程的市场机遇，与ABB、西门子等企业进一步开展了技术合作。通过技术引进和消化吸收，以及在此基础上进行大量技术创新研究，全面实现了产品技术和制造技术的更新换代，550千伏六氟化硫断路器、气体绝缘金属封闭开关设备和大容量变压器成为主导产品，通过进口产品的国产化，完全具备了自主研制750千伏断路器和变压器的能力，形成了一批国际先进的科技成果，为中国超特高压装备研制技术的腾飞提供了理论依据和实践经验。

中国西电很早就成立了西电研究院、西安高压电器研究院有限责任公司等科研机构。2016年8月，西电研究院改组成功，注册资金5亿元。西电研究院是中国西电的科技创新中心、战略支持中心、新兴产业孵化中心和高层次人才聚集培育中心，主要围绕集团战略发展目标、市场需求、国家重大战略，开展系统集成技术研究和基础性、前瞻性、共性技术研究。西安高压电器研究院有限责任公司（简称西高院）。目前，西高院建成了世界上唯一完整的特高压成套设备试验、检测平台。西高院主要从事输配电产品试验检测与试验技术研究工作，承担着高压电器、绝缘子、避雷器、电力电容器行业的管理与服务及国家标准与行业标准的制修订工作。此外，中国西电的子公司西电电力系统是我国主要的高压直流输电、柔性直流输电系统研究，及核心装备研发、制造和试验检测基地，是国家能源局授牌的“国家能源电力电子与装备研发中心”，是陕西省和西安市的“分布式微电网工程技术研究中心”。

资源丰富的科研院所，让中国西电在科研领域如虎添翼。科研团队后完成了

陕西省输变电装备产业专利导航

$\pm 200\text{kV}$ 、 $\pm 400\text{kV}$ 、 $\pm 600\text{kV}$ 和 $\pm 800\text{kV}$ 套管的创新开发，达到国际同类产品先进水平。同时，已完成 $\pm 1100\text{kV}$ 干式穿墙套管的研制，达到国际领先水平； $\pm 1100\text{kV}$ 干式换流变套管正在研制中。目前， $\pm 200\text{kV}$ 、 $\pm 400\text{kV}$ 阀侧套管已分别在锦苏工程及浙溪工程挂网运行。特高压直流套管作为高端换流变压器关键组件的成功研制，攻克我国超高压、特高压装备的瓶颈问题，提升民族输变电装备行业的核心竞争力。

中国西电子公司西开电气承担着促进我国输配电装备技术进步和为国家重点工程项目提供关键设备的重任。在国内重大电网建设中西电参与了很多工程，发挥了重要作用。截至目前，中国西电已经形成了输配电及控制设备方面的完整产业链。

围绕特高压交直流技术，中国西电先后开展了 750 千伏输配电成套装备技术研发，牵头和参与承担了 16 项交直流特高压工程技术设备研究的攻关，成功开发出超特高压交流 750 千伏和 1100 千伏、直流 ± 800 千伏和 ± 1100 千伏特高压交直流输变电设备技术，具有完全自主知识产权，技术水平达到国际领先或国际先进，并成功应用于晋东南至荆门 1000 千伏特高压交流示范工程、淮东至重庆 ± 1100 千伏特高压直流输电工程等 25 条交直流特高压输电线路，实现了由技术追赶到领先的跨越。

通过特高压等众多核心与关键技术的创新，中国西电已经发展成为我国最具规模的高压交直流输电成套装备的科研、开发、生产、试验、贸易为一体的重要基地。自主研发了具有国际领先水平的世界首台 1100 千伏气体绝缘金属封闭开关设备、 ± 1100 千伏直流换流阀和阀控测设备，实现了从技术追赶到世界领先的跨越。

1.2.3.2.2 宝光股份

陕西宝光真空电器股份有限公司（以下简称“宝光股份”）由西电集团间接控股，注册资本 3.3 亿元，于 2002 年 1 月在上海证券交易所上市。主要产品包

陕西省输变电装备产业专利导航

括真空灭弧室、固封极柱、电真空陶瓷、太阳能集热管、高压电器配件、以操纵机构为核心的电气配套产品等七大类八百多个品种。宝光股份生产的真空灭弧室品质卓越，曾荣获第五届亚太博览会金奖、莫斯科国际名优产品金奖、国家科技进步奖一等奖 1 项、二等奖 1 项，国家机械工业科技奖二等奖 1 项，获得省优、部优产品称号 70 多项。远销阿联酋、印度、泰国、马来西亚、意大利、土耳其、俄罗斯、韩国、美国等 40 多个国家及地区。

宝光股份与国内外知名的西安高压电器研究所、西安交通大学、中国电力科学研究院等机构建立了长期、良好的合作关系，并与国际知名企业进行技术交流，联合开发领导市场潮流的重点产品，如高电压、大电流、长寿命、高海拔、专业化的真空灭弧室，奉献于国内外顾客。新技术、新工艺、新材料的应用，促进了宝光股份的技术进步，产品技术水平一直处于中国电力装备制造行业的领先地位。

陕西副省长郭永红在宝鸡调研输变电装备产业链发展工作时，先后来到施耐德（陕西）宝光电器有限公司和陕西宝光集团有限公司。她指出，宝鸡市工业基础雄厚，配套能力较强，发展输变电产业具有良好的延链补链基础。要认真落实省委、省政府决策部署，深入研究分析输变电产业链现状和发展趋势，打通产业链的堵点、断点、难点，加快构建链式产业生态体系。她强调，省工业和信息化厅作为“链长”制工作牵头单位，要会同宝鸡市持续做好现有重点企业的服务保障，全力支持以施耐德（宝光）和陕西宝光集团为代表的产业链重点企业做大做强。同时要发挥骨干企业带动引领作用，围绕产业链发展和配套需求，实施精准招商、科学招商、定向招商，吸引更多产业链条上的好企业、大项目落户宝鸡，打造新发展阶段高质量发展引擎。

1.2.3.2.3 陕钢集团

陕西钢铁集团有限公司是陕西省委、省政府为振兴陕西钢铁产业而组建的大型钢铁企业集团，2011 年 12 月重组加入陕煤集团，具备千万吨级粗钢综合生产能力，行业竞争力排名 A 级（特强），2019 年粗钢产量位居全国第 16 位，是中国西部最大的精品建材生产基地，入选国企改革“双百行动”。

陕西省输变电装备产业专利导航

陕钢集团形成以西安集团本部为战略经营决策中心,以陕西龙门钢铁有限责任公司和陕钢集团汉中钢铁有限责任公司两大钢铁主业为支撑,以陕西龙门钢铁(集团)有限责任公司非钢产业为多元协同,以陕钢集团韩城钢铁有限责任公司金融贸易为新增增长极,以陕钢集团产业创新研究院有限公司为新产品研发、销售及产业链发展专业化平台的战略格局,构建了集钢铁冶炼、钢材加工、矿山开发、金融贸易、科技创新、现代物流、资源综合利用环保产业、信息化产业等为一体的产业集群。主要产品有“禹龙”牌系列棒材、线材、抗震高强度钢筋和热轧带钢、六角钢、弹簧钢、锚杆钢、钢结构、钢丝钢绞线、PC 钢筋盘条等,广泛应用于国家及省级重点项目工程,先后荣获“陕西省著名商标”“陕西省名牌产品”“国家冶金产品实物质量金杯奖”“全国免检产品”“全国十大卓越建筑用钢生产企业品牌”“全国螺纹钢 A 级生产企业”等荣誉。其中龙钢集团已经形成了年产 700 万吨钢的综合生产能力,并淘汰了全部落后产能;汉钢公司通过实施汉中钢铁产业整合技术改造灾后重建项目,形成了 300 万吨综合产能,使陕钢集团的整体产能达到了 1000 万吨。

通过系统完善、对标挖潜、科技创新,形成以抗震钢筋、优质棒材、优质高线等精品建筑钢材为主导的产品结构,将陕钢集团发展为整体技术装备先进、主业突出、产业链相对完善的多元化产业集群,发展成为西部具有一定影响力和竞争力的大型钢铁企业。

1.2.3.2.4 陕西有色

陕西有色金属控股集团有限责任公司(以下简称陕西有色集团)其前身是中国有色金属工业西安公司。2000 年 10 月,随着国家有色金属工业的属地化管理,陕西省人民政府在下放的中央企、事业单位基础上组建了由省政府批准的授权投资机构和国有独资的有限责任公司--陕西有色金属集团有限公司。2003 年,省政府将陕西有色金属集团有限公司作为全省国有资产管理体制改革试点企业,进一步规范完善管理体制和运行机制,于 2004 年 2 月 28 日,重新组建了陕西有色金属控股集团有限责任公司。

陕西省输变电装备产业专利导航

陕西有色集团已成为以国有资产运营及产权管理和有色金属资源开发为一体的大型企业集团，具有自主开发国内外有色金属资源的实力。目前，陕西有色集团拥有权属单位 32 家。集团所属企业及控股公司中，金堆城钼业集团有限公司钼生产加工能力位居世界第三、亚洲第一，金钼股份是国内首家钼行业 A 股上市公司，“JDC”钼精矿及其工业氧化钼，远销世界 40 多个国家和地区；宝钛集团有限公司是我国最大的稀有金属材料加工和科研基地，主导产品钛材在国内市场占有率达 80% 以上，其控股的宝钛股份是陕西有色金属工业和中国钛工业第一个上市企业；陕西天宏硅材料有限公司承建的多晶硅项目建成投产后，将填补我国微电子级多晶硅材料规模化生产的空白，对我国电子材料产业的发展具有划时代意义；铝、铅、锌、金、银、钒等产品在国内也占有重要位置。

集团公司位列 2018 年中国企业 500 强第 134 位，位列 2018 年中国制造业企业 500 强第 49 位，居全国有色行业第 6 位，综合实力和竞争力显著提升，稀有金属产业优势地位进一步巩固，已成为陕西经济增长速度较快、盈利能力较强、具有陕西经济特色、参与国际竞争的大型企业集团。先后获得“陕西著名国企”、陕西省先进集体、全国创建“四好班子”先进集体以及全国五一劳动奖状等荣誉称号。

1.2.3.2.5 陕西正泰

正泰集团，始创于 1984 年，是全球知名的智慧能源解决方案提供商。集团积极布局智能电气、绿色能源、工控与自动化、智能家居等产业板块，形成了集“发电、储电、输电、变电、配电、售电、用电”为一体的全产业链优势。业务遍及 140 多个国家和地区，全球员工超 3 万名，年营业收入达 893 亿元，连续 20 年上榜中国企业 500 强。旗下上市公司正泰电器为中国第一家以低压电器为主营业务的 A 股上市公司，位列亚洲上市公司 50 强。

陕西正泰电缆有限公司为浙江正泰电缆有限公司控股的子公司，位于陕西省咸阳市，主要生产装备专用电缆、低烟低卤和低烟无卤、耐火、阻燃系列电力电缆、计算机电缆，预分支电缆、特种电缆及电缆附件等多个系列产品，规格达 2

陕西省输变电装备产业专利导航

万多种。

陕西正泰智能电气有限公司于 2015 年 10 月 16 日成立。公司经营范围包括：中低压电力成套开关设备、变压器、箱变、隔离开关、中压开关、避雷器、互感器、绝缘子、配电自动化设备、铜排、母线槽和终端配电箱的制造、加工、销售、技术开发与服务及成果转让；从事商品和技术的进出口业务（国家限制和禁止的及危险化学品除外）等。

陕西正泰电容器技术有限公司主要经营：高低压电力电容器、电抗器、高低压无功补偿装置及其配套设备、配电开关及控制设备、电能质量治理装置的研发、生产、销售、安装和维修业务；输变电设备的销售、安装、维修业务；电工领域的技术开发、技术转让、技术咨询、技术服务。

1.2.3.2.6 西安 ABB 电力电容器

ABB 集团（阿西布朗勃法瑞）于 1988 年由瑞典 ASEA 公司和瑞士 BBC Brown Boveri 公司合并而成，是一个业务遍及全球的电气工程集团，ABB 是电力和自动化技术领域的全球领先公司。ABB 发明、制造了众多产品和技术，其中包括全球第一套三相输电系统、世界上第一台自冷式变压器、高压直流输电技术和第一台电动工业机器人，并率先将它们投入商业应用。ABB 拥有广泛的产品线，包括全系列电力变压器和配电变压器，高、中、低压开关柜产品，交流和直流输配电系统，电力自动化系统，各种测量设备和传感器，实时控制和优化系统，机器人软硬件和仿真系统，高效节能的电机和传动系统，电力质量、转换和同步系统，保护电力系统安全的熔断和开关设备。这些产品已广泛应用于工业、商业、电力和公共事业中。

西安 ABB 电力电容器有限公司，2000 年 12 月 05 日成立，经营范围包括许可经营项目：开发、设计、制造、检测、试验、组装、销售（含进出口）、租赁、维修单相、三相、特种高压并联电容器、串联电容器、交直流滤波电容器单元、模块及其相关的成套设备、部件、辅件及材料、检测仪器、低压无功补偿的元器

陕西省输变电装备产业专利导航

件和成套设备、谐波治理的相关产品等。

1.3 小结

本章在深入研究国内外和陕西产业发展态势的基础上,通过综合分析陕西输变电装备产业内外部条件,从而得出产业发展的优、劣势。

(一) 产业优势

经过调研分析可以看出,陕西省输变电装备产业具备良好的产业发展环境:

1. 政策环境

陕西省大力培育发展电力装备产业,2021年印发《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“建设智慧能源系统,优化电力生产和输送通道布局,提升新能源消纳和存储能力,提升向边远地区输配电能力”,统筹推进基础设施建设。未来在电力系统发电端、需求端对输变电装备的需求将继续增长,断路器、变压器、避雷器、特高压直流套管、高压开关、电力电容器电工合金等零件作为输变电整套设备的重要零部件产品,将总体向网络化、智能化、可视化和功能一体化的方向发展。

2021年,陕西印发《关于进一步提升产业链发展水平的实施意见》,将提升“十四五”期间产业链发展水平,明确23条重点产业链,推动实施“链长制”。根据陕西省产业实际,将围绕六大支柱十四个重点产业领域,考虑产业规模、现有优势、发展潜力等因素,筛选出数控机床、光子、航空、重卡、生物医药、钛及钛合金、新型显示、集成电路、太阳能光伏、输变电装备、乳制品、民用无人机等23条重点产业链。以发展理念引领输变电装备高质量发展,加快电力强省建设,以绿色化、成套化、智能化发展为主攻方向,统筹推进产业基础能力高级化和产业链水平现代化。

不仅如此,陕西在支持企业技术改造、促进企业发展壮大、支持产业集群发展、加大招商引资力度都提出了资金支持方案。在科技企业培育方面构建了梯度

陕西省输变电装备产业专利导航

培育机制，针对不同发展阶段的企业进行资金奖励与补贴；支持建设新型研发机构，对高校院所和企业联合建立的新型研发机构依据成果就地转化提供奖励；支持建设专业化众创空间和科技企业孵化器，依据众创载体孵化国家高新技术企业数、入孵企业知识产权产出等情况给予运营补贴；支持建设成果转化平台，支持科技型企业与高校院所共建市级重点实验室等创新平台，支持高校院所、龙头企业和区县、开发区融合发展，布局一批重大科技成果转化项目；支持建设人才创业金融扶持基金，设计陕西省人才发展基金，全方位支撑人才企业成长，推动实现“人才链+资金链+产业链”深度融合，探索高层次人才创业限额免抵押、免担保的人才信用贷款；支持建设柔性引才平台，促进校地人才双向流动，实施“高校院所人才服务企业工程”，每年组织高校院所科技人员深入企业开展技术指导、项目合作和协同攻关。

2.经济环境

“十二五”以来，陕西省紧紧抓住西部大开发战略和关天经济区建设等重大历史机遇，依托科技、人才和产业优势，全面提升战略性新兴产业发展水平。产业规模不断壮大，“十二五”末战略性新兴产业增加值占 GDP 比重达到 10%，年度固定资产投资规模超过 2200 亿元，成为陕西经济发展的重要支撑。

“十三五”期间，全省风电装机规模年均增长 28.1%。不仅“追风”，陕西也在加速“逐日”。截至 2020 年底，陕西可再生能源电力装机规模较“十二五”末增长 3.2 倍，其中光伏发电装机规模达 1089 万千瓦，风、光合计占全省可再生能源电力装机规模的 80% 以上。截止到 2021 年上半年，陕西新能源发电项目完成投资约为 2020 年同期的 3.6 倍。当前，随着万亿级风电、光伏市场被打开，氢能、地热能、储能产业加速发展，陕西新能源产业布局速度明显加快。大量新能源的发展带来输变电装备市场新的增长点，给输变电装备制造企业带来新的商机和环境。

3.创新环境

陕西人力资源和创新要素充裕，拥有西安交通大学、西北工业大学等 84 所

陕西省输变电装备产业专利导航

高校，国家级科技企业孵化器、众创空间 276 个，国家级高新技术企业 3673 家，省部级以上重点实验室、工程技术研究中心 340 家，各类科研机构 460 多个。充分发挥省内 100 多所高校、1500 多家科研院所的科研优势，推动各创新要素有机结合。

陕西省出台的《关于创新驱动引领高质量发展的若干政策措施》中，推出《38 条科技创新政策措施》，重点强调实施创新驱动发展战略，聚焦重点问题提出改革举措。据最新数据，全省综合科技创新水平指数 68.39%，排名全国第 9 位，其中科技活动产出指数 75.97%，排名全国第 4 位。同时，全社会研发经费投入 584.58 亿元，投入强度 2.27%，创十年来新高，排名全国第 7 位；科技进步贡献率达到 59.2%。技术合同交易额突破 1500 亿元，位居全国前列；全省拥有两院院士 66 人；国家级高新区 7 家，省级高新区 17 家；省级以上工程技术中心 180 家，重点实验室 172 家。陕西省连续四年因“实施创新驱动发展战略、推进自主创新和发展高新技术产业成效明显”受到国务院表彰激励。

（二）存在问题

陕西省输变电装备产业目前存在以下几点问题：

1. 省内产业缺口大，质量相对较低

产业上游，陕西省的输变电装备产业相关企业相对短缺，一些产业甚至处于空白状态，原材料的供给缺口大，企业的自主研发能力弱，生产工艺、设备相对落后，优质材料还需要从省外或国外其他区域引进。

产业中游，高压输变电装备关键核心技术完全自主可控。高压输变电装备总体技术能力达到国际先进水平，部分领域达到国际领先水平，但产品制造工艺、质量一致性、智能化水平等方面与国际先进水平相比有待提升。

产业链下游，发电设备产业与输变电装备产业发展失衡，输配电建设严重滞后于电源建设，城乡配电网建设滞后于主网建设，负荷中心受端电网建设滞后于送端电网建设。

陕西省输变电装备产业专利导航

2.资金链存在短缺，创新改革转化滞后

陕西省投融资体制的改革落后于市场经济的发展，大多数民营中小科技企业创业缺乏必要的基础投入，难以得到金融支持；科研院所林立，大专院校众多，高校研发成果位居全国前列，重大科研成果层出不穷，但巨大的科技资源没有转变为这里的经济优势。校地壁垒仍在，高端人才力量没有完全发挥出来。高新企业规模较小，转化能力不足。急需吸引社会资金参与，推广应用创新技术，提高企业生产技术和效益，创新发展。

3.产业链关联不够，地域局限性明显

陕西省输变电装备产业链上中下游关联度低，产业缺乏“根植性”。目前，上、中、下游企业虽有一定的分工，但缺少联系与协作机制，企业之间在业务上的关联度低，在促进大企业与小企业互动良性发展上推进乏力。产业链上某个环节的企业实力过强，造成了一定的垄断优势，而配套中小企业专业化生产优势不明显，很难真正实现产业链的良性运行，难以形成本地根植性强的产业集聚效应。

另外，目前省内输变电装备的知名科研和企业主要集中在西安、宝鸡等前沿城市，产业地域性过于集中受限，难以扩展整体产业的发展。近年来，产业链安全成为全球主要国家关注的焦点。党中央多次强调并明确提出要“提升产业基础能力和产业链水平”。对于陕西来说，自主、完整并富有韧性和弹性的产业链、供应链是经济高质量增长的重要保障。

2 产业发展方向

习近平总书记指出，要围绕产业链部署创新链、围绕创新链布局产业链，推动经济高质量发展迈出更大步伐。本章以全景模式分析全球和我国输变电装备产业的专利态势，从而归纳、梳理出产业链及创新链的未来发展方向。

2.1 产业专利态势

2.1.1 从申请趋势来看，全球产业景气度高，我国发展按下加速键

全球输变电装备领域近年来飞速发展，相关技术专利申请整体稳步上升。截至检索日，全球输变电装备领域专利共申请 398662 件，按扩展同族取一后，共有 134443 项专利代表。其中，授权 90110 项，有效 37949 项。发明专利共申请 90906 项，占比 67.62%，含授权 31524 项，授权率达 34.68%。本报告将以 134443 项专利为基础，分析输变电产业技术的发展情况。

输变电装备作为输电网构成的核心基础，全球范围内相关专利申请在 19 世纪末就已经出现，之后申请数量缓慢上升。以中国为例，从 1970 年开始，以大、中城市为中心的配电网逐步通过 220kV 线路相互连接，以 220kV 线路为主网架、以省域为主要覆盖范围的局部电网开始形成。电网的形成推动了输变电行业的发展，进而使得更多企业将目光聚焦在了输变电行业专利的研发与布局上，输变电装备产业专利全球整体申请趋势进入平稳增长期。2005 年起，全球输变电装备产业相关专利数量激增，在 15 年间新增 60568 项，产业进入快速发展期。

在华布局方面，截至检索日，全球申请人在华布局专利总量共 66454 项。1984 年 4 月 28 日，国家计委、中国人民建设银行总行下达了高压输电设备紧急基建措施方案，要求提供年建 2 条 50 万伏线路，4-5 个变电站的成套技术装备等相应配套的建设项目，项目共在 1984-1986 年三年间完成投资 9324.32 万元。此次紧急基建措施改造工厂使得输变电产品品种、质量、水平上有了很大的提高。政策

陕西省输变电装备产业专利导航

的下达使得各企业意识到中国输变电行业的巨大潜力与市场，各企业开始着手在华布局专利，专利布局量缓慢提升。2005 年国家电网开始推行集约化管理，在系统内全面推行集中规模招标，建立了公司和网省公司两级集中规模招标工作体系，打破了原有地方市场垄断和区域保护，改变了市场垄断和区域保护的现象，大大提高了输变电装备相关企业在华专利布局的积极性，使得 2005 年至 2020 年短短 15 年间，各国输变电装备领域申请人在华专利布局量快速增加。

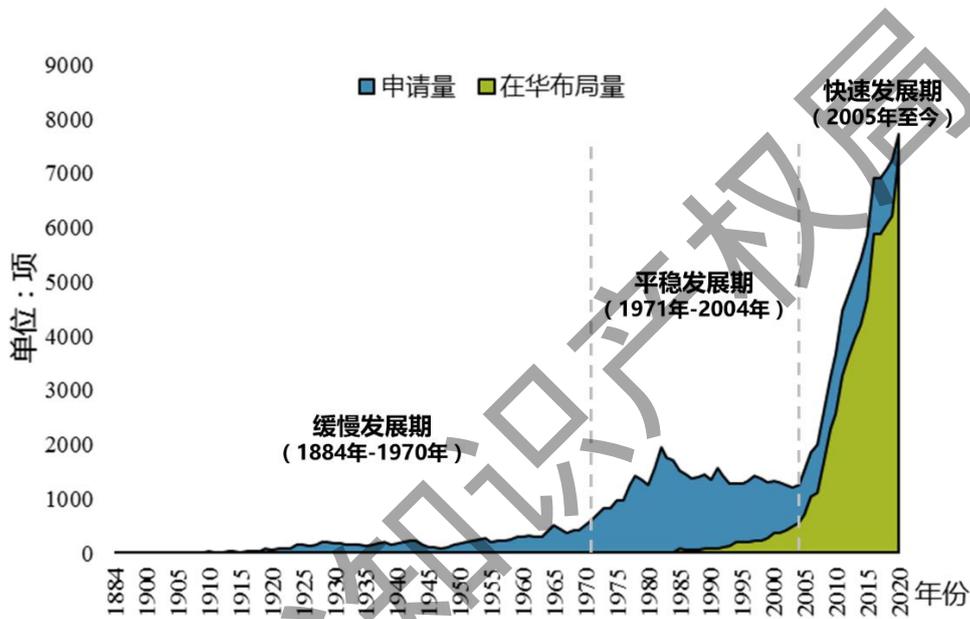


图 2-1 输变电装备产业专利全球整体申请趋势

本文依据输变电装备的种类及用途，将输变电装备分为变电核心设备、输变电配套设备、原材料、电力系统综合自动化设备和输电五个二级技术分支。通过二级技术分支专利申请量及其变化趋势可以看出，原材料的专利申请量自 2010 年以来经历了快速增长，在 2018 年达到历史峰值 810 项。伴随输变电设备所需配套技术的迅猛发展，2015 年后变电核心设备、输变电配套设备和电力系统自动化设备的专利申请量激增，以电力系统自动化设备为例，1892-2015 年的年平均专利申请量仅为 202 项，而 2015-2020 年的年平均专利申请量为 415 项。输电技术起步较晚但技术不断突破，相关专利申请量自 2010 年以来在震荡中快速增长，在 2013 年首次达到峰值（139 项），2015 年再次达到峰值（139 项）。

陕西省输变电装备产业专利导航

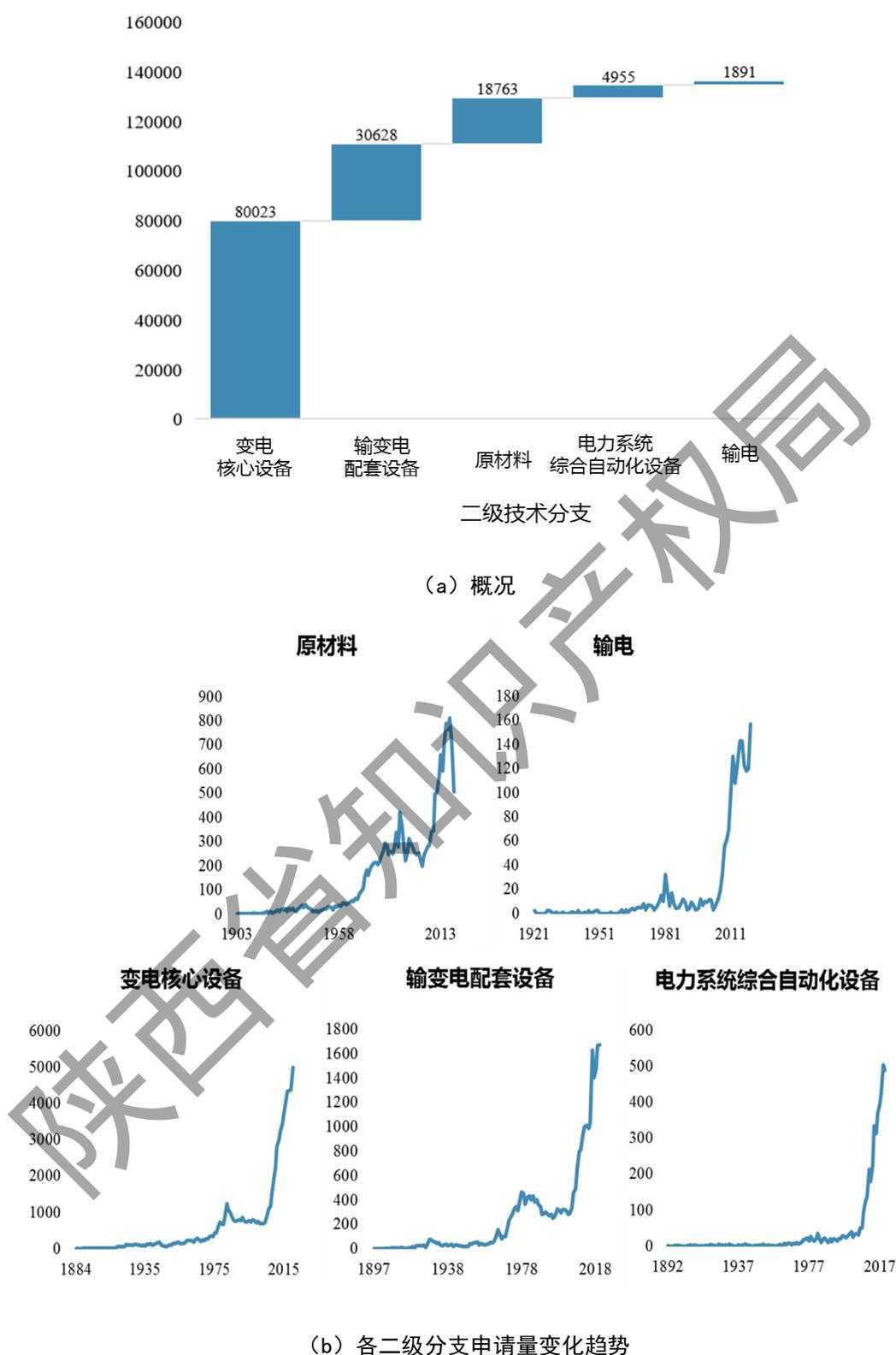


图 2-2 输变电装备产业各二级分支全球专利申请量及态势

结合政府的“五年计划”政策与输变电装备产业各二级分支全球专利申请量

陕西省输变电装备产业专利导航

及态势进行分析,可以看出“八五”计划(1991-1995年)至“十五”计划(2001-2005年)时期,国家提倡加强重要原材料等基础工业和基础设施的建设,在此期间我国输变电产业的原材料方向专利申请量激增。从“十一五”规划开始,国家要求加强电网建设,突破超高压输变电设备等关键技术,变电核心设备相关技术迅猛发展,并通过5年时间的积淀,从2015年开始专利申请量突飞猛进。“十二五”至“十三五”期间,国家规划中明确要求加快现代电网体系建设,与此对应的电力系统综合自动化设备相关专利申请量激增。在接下来的“十四五”规划时期,根据《“十四五”规划和2035年远景目标纲要》,将加快电网基础设施智能化的改造和建设智能微电网,可以预见,输变电装备产业相关专利量还将进一步增加。

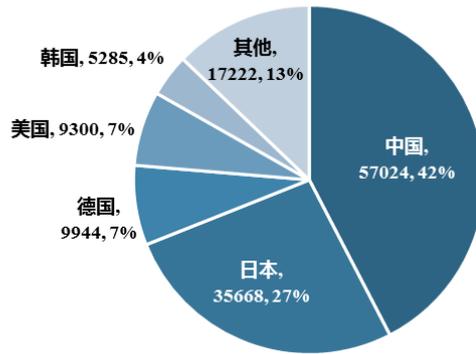


图 2-3 自“八五”计划以来政府对于电线电缆政策和输变电产业的规划目标

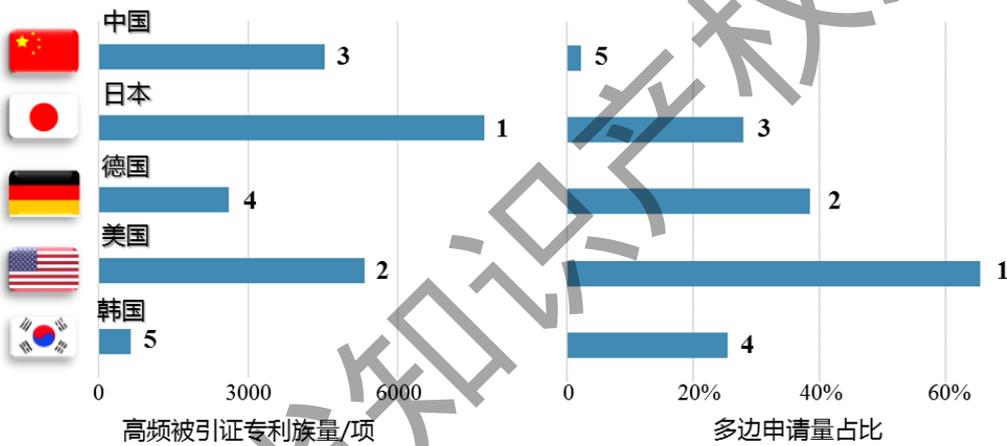
2.1.2 从国家势力来看, 中日和德美处于领先地位, 我国尚未走出去

对输变电装备相关专利的优先权国家进行分析后发现, 专利数量排名前 5 的国家依次为中国、日本、德国、美国和韩国, 合计占全球相关专利的八成以上。其中, 中国和日本专利的合计数量约占总数量的七成。

陕西省输变电装备产业专利导航



(a) 技术来源地占比



(b) 主要来源国多指标维度排名

图 2-4 输变电装备领域全球专利申请来源地分析

对输变电相关专利的高频被引证专利族数量和多边申请量占比进行分析后发现，尽管中国相关专利总量位居全球首位，但高频被引证专利族量仅为世界第三、多边申请量占比仅居于第五。上述数据说明中国输变电装备相关专利目前存在“量多而质不精”的问题，这也是造成中国输变电装备相关专利难以在海外进行专利布局的原因之一。

事实上，就专利布局形式而言，美国、德国、日本、韩国这些发达国家有着明确的全球化专利布局，而中国申请人基本在本国布局，专利海外布局意识较差。数据显示，在中国申请的 57024 项专利中，仅有 13 项专利的扩展同族被引用专

陕西省输变电装备产业专利导航

利总数超过 100 次，一定程度上反映出我国在输变电装备领域的技术话语权尚且不强，专利成果难以在国外大规模布局。相比之下，日本和美国是海外专利布局最多的国家，其申请人除在本国布局外，在全球主要发达国家均进行了大量的专利布局，积极抢占海外市场。

随着国内电力投资增速放缓，国内市场终将趋于饱和，“走出国门去”成为了电力装备企业重要的战略目标。习近平总书记于 2015 年 9 月 26 日在纽约联合国总部出席联合国发展峰会时发表《谋共同发展做合作共赢伙伴》的重要讲话，提出中国倡议探讨构建全球能源互联网，推动以清洁和绿色的方式满足全球的电力需求，为电力行业更加积极主动参加“一带一路”倡议及加强与世界各国的能源电力合作指出了一条新的道路。中国装备走出国门不仅能转移消化国内富余优质产能，能让中国企业到海外市场接受严苛检验，促进中国制造升级换代，还能将“中国标准”带向全世界，提高中国的技术话语权，让中国从“标准执行国”转变成为“标准制定国”。



图 2 - 5 输变电装备领域主要国家专利流向

对输变电装备领域各二级分支的主要申请来源国进行分析后发现，除原材料外，中国在其余四个二级技术分支的专利申请量均居世界首位，说明中国申请人

陕西省输变电装备产业专利导航

对输变电行业的专利研发高度重视。原材料一直是我国工业发展受制于其他国家的关键因素，就输变电行业来说，制作套管芯体作用的绝缘纸、环氧树脂、铝箔等配套材料的研发能力依然不足。需要注意的是，尽管我国在变电核心设备等二级技术分支专利申请量位居世界第一，但特高压直流套管、出线装置、有载调压开关、IGBT 功率模块等关键组部件产品仍主要依赖进口，中国输变电行业的技术研发工作任重而道远。

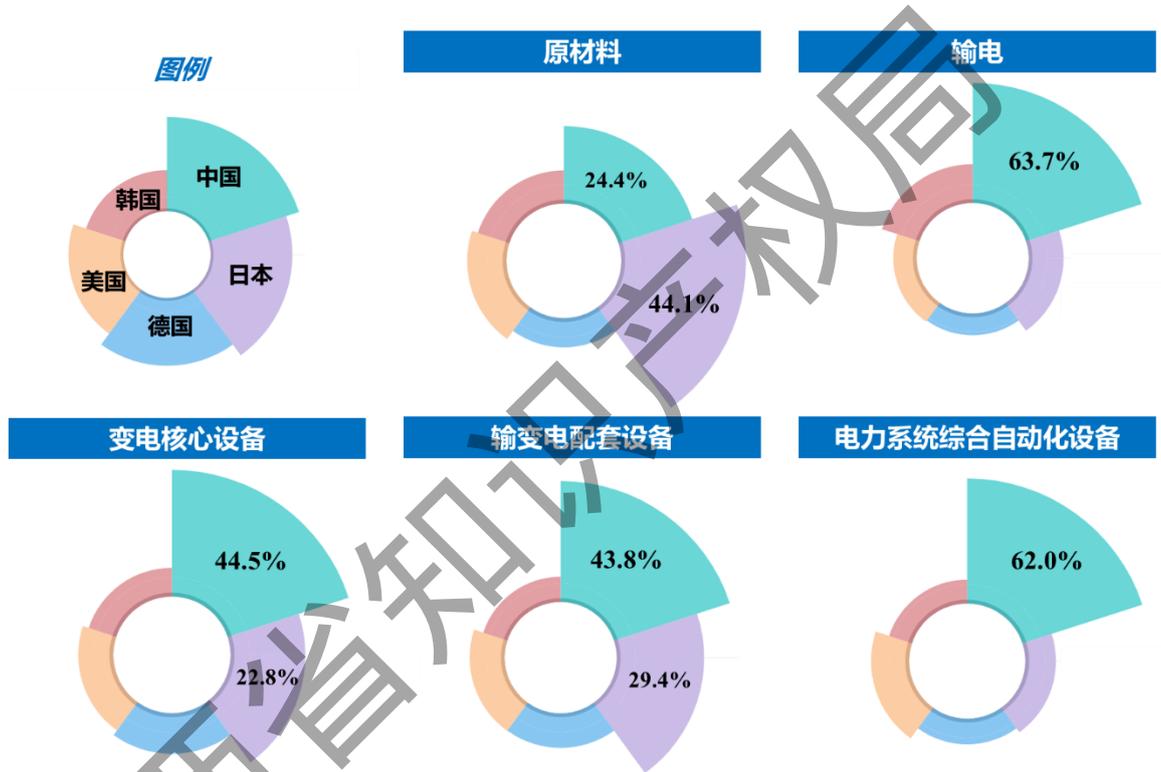


图 2-6 输变电装备领域各二级分支的主要申请来源国比较

2.1.3 从创新主体来看，巨头企业创新活跃，我国高校表现亮眼

2.1.3.1 创新企业

企业是产业发展的重要推动力。当前，全球输变电产业发展形势火爆，创新和应用成果此起彼伏。为此，本小节以专利信息为入口，通过指标筛选并辅以背景调研，找出全球输变电装备产业的支柱企业、实力企业 and 新进企业。

陕西省输变电装备产业专利导航

2.1.3.1.1 支柱企业

支柱企业是指对行业内其他企业具有很深的影响、号召力和一定的示范引导作用的企业。通过对全球范围内输变电装备企业的专利申请量、同族被引用专利数进行统计分析，锁定产业的支柱企业。目前输变电装备产业排名前 15 的支柱企业分布在中国（1 家）、日本（9 家）、美国（1 家）、德国（1 家）、韩国（1 家）、瑞士（1 家）、法国（1 家）。输变电产业的专业性特点决定了电力装备制造企业具有市场集中度高，不同领域差异化、专业化竞争的特征，巨头企业充分利用专利布局抢占技术制高点，控制着核心技术和产品市场，专利实力与企业的市场竞争地位相一致。

表 2 - 1 输变电装备产业支柱企业 TOP15

申请人	申请总量/项	PCT 申请量/项
中国-国家电网	7135	158
日本-东芝	4872	118
德国-西门子	4148	1069
日本-三菱	4057	539
日本-日立	3003	235
瑞士-ABB	2932	1020
日本-JFE	1797	312
日本-制铁	1574	282
美国-GE	1390	222
日本-松下	1290	108
日本-富士电机	1025	61
日本-住友	847	127
韩国-POSCO	728	204
日本-丰田	677	70
法国-施耐德	670	64

日本老牌军工企业实力强劲。在日本，依据企业在机电行业的产业分布和企业规模，可将企业分为“综合机电企业”、“重电企业”、“大型重电企业”三类。综合机电企业主要是指包括松下电器、索尼、夏普、NEC、富士通等在内的大型机电企业，重电企业主要是指富士电机、明电舍等企业，而大型重电企业通常仅

陕西省输变电装备产业专利导航

指日立、东芝、三菱集团这三家企业。有趣的是，这三家日本的大型重电企业都具有浓厚的军工背景。日立公司是日本军工界的巨头，事业涉及有能源系统、铁路等交通系统，运用大数据进行创新的信息系统，以及通过健康管理、诊断、医疗技术等提供医疗保健等领域。三菱集团产业主要集中在钢铁、电气、汽车领域，旗下的三菱重工是日本最大的军工企业，日本当今最先进的军工产品几乎全部出自三菱重工之手。东芝主要经营数码产品、电子设备等业务，是世界上芯片制造商中的重要成员，也是日本自卫队国产防空导弹的主要供应商。

欧美“混血”企业表现亮眼。以美国通用电气公司为例，作为世界第 27 大企业，在 2021 年位居胡润世界 500 强第 130 位，其经营产业包括电子工业、能源、运输工业、航空航天、医疗与金融服务等，业务遍及世界 100 多个国家。与其他公司经营战略不同的是，通用电气公司采用不断并购的方式来进行商业版图的扩充。在其创立后的 80 多年中，以各种方式吞并了国内外许多企业，攫取了许多企业的股份，1939 年国内所辖工厂只有三十几家，1947 年就增加到 125 家，到 1976 年底，它在 24 个国家共拥有 113 家制造厂，成为了一个庞大的跨国公司。通用电气公司并购案例中最典型的就是对法国阿尔斯通公司的并购：2014 年 4 月通用公司和阿尔斯通达成协议，以 123.5 亿欧元的价格收购其发电和电网业务。由于公司战略的不同，通用公司自身对与研发新技术的积极性不如其它企业，更多是采用并购其他公司的研发部门的方式来提高自身的研发水平。

“00 后”国网后来者居上。中国国家电网有限公司成立于 2002 年 12 月 29 日，是关系国家能源安全和国民经济命脉的特大型国有重点骨干企业，目前输变电装备产业的相关专利申请量已经位列世界之首。其经营范围包括电力购销，投资、建设、经营相关的跨区域输变电和联网工程，从事与电力供应有关的科学研究、技术开发、电力生产调度信息通信、咨询服务等业务。国际上，国家电网受到各国的推崇，在“一带一路”沿线国家电力市场中，先后承揽建设埃塞俄比亚、波兰、缅甸、老挝等国家级重点电网项目，海外工程总承包合同额累计超过 400 亿美元，带动发展中国装备出口到 80 多个国家和地区，包括德国、波兰等欧盟高端市场。

陕西省输变电装备产业专利导航

2.1.3.1.2 实力企业

实力企业是指具备较强的市场竞争力，整体技术水平处于行业内领先地位，对区域内企业具有一定的影响、号召力的企业。通过对全球范围内各输变电装备产业企业的综合发明专利占比及有效专利占比进行统计分析，锁定产业的实力企业。如下表所示，中国南方电网专利申请量最高，其次是日本日新电机、日本明电舍和中国西电。从技术活跃度角度来看，有 13 家企业申请发明专利占比超 50%，反映出输变电装备产业正处于蓬勃发展阶段且仍有极大的发展潜力。进一步对 15 家企业的背景进行调研分析发现，日本、韩国、法国等国家的输变电装备企业成立较早，依托雄厚的实力积淀，其发明专利占比普遍超过国内企业。

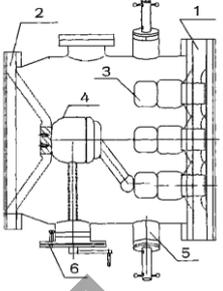
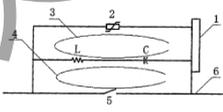
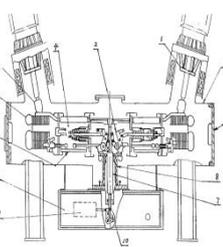
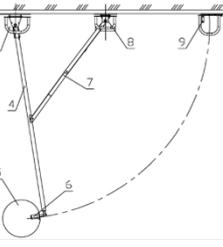
表 2-2 输变电装备产业实力企业 TOP15

申请人	申请量/项	发明专利占比
中国-南方电网	1817	59.2%
日本-日新电机	1618	59.7%
日本-明电舍	896	72.4%
中国-西电	896	26.7%
韩国-POSCO	728	98.9%
韩国-LS 产电	655	75.6%
日本-JX 金属	532	99.8%
中国-南瑞	518	78.8%
日本-碍子	477	77.4%
日本-古河电工	465	97.6%
中国-天威	372	30.9%
中国-许继	369	69.9%
日本-村田制作所	342	84.5%
中国-宝武钢铁	333	95.8%
法国-阿尔斯通	293	100.0%

值得注意的是，15 家企业中仅中国西电的发明专利占比不足三成。在西电申请的 896 项专利中，实用新型专利共计 656 项，占专利总量的 73.2%，这可能与其产品和技术布局规划有关。下面列出了西电 4 件具有代表性的实用新型专利：

陕西省输变电装备产业专利导航

表 2-3 中国西电核心实用新型专利解析表

公开(公告)号	专利名称	技术要点	附图
CN201548578U	GIS 产品试验对接用三相转换开关	一种 GIS 产品试验对接用三相转换开关, 包括动侧、静侧, 所述动侧与高压测试装置连接, 并通过导体把高压引到一个高压触头部分; 所述静侧与 GIS 产品连接。	
CN201229893Y	一种高压直流输电用转换开关电路结构	本实用新型公开了一种高压直流输电用转换开关电路结构。采用无源辅助回路, 通过开断装置的电弧电压激起振荡电流, 使流过开断装置的电流过零, 实现直流电流的转换, 属于一种无源型直流转换开关电路。相较于有源型直流转换开关电路, 具有组成设备少、结构简单、运行更加可靠等优点。	
CN2224460Y	罐式六氟化硫断路器	本实用新型是一种罐式 SF ₆ 断路器, 为户外三极高压电器设备, 是输变电线路中电力系统的控制和保护电器。本实用新型灭弧室喷嘴设计有效地利用了 SF ₆ 气吹时紊流效应, 加强了弧隙中冷态 SF ₆ 与炽热弧柱间的热量、动量与能量的交换, 改善了熄弧性能。	
CN202352576U	一种 ±400kV 直流阀厅接地开关	本实用新型提供一种 ±400kV 直流阀厅接地开关, 包括侧装于阀厅墙壁上的支座和传动基座。本实用新型接地开关结构简单紧凑、操作方便、长期使用可靠性高、综合性能更优良。	

陕西省输变电装备产业专利导航

2.1.3.1.3 新进企业

国家自“八五”计划以来，对输变电行业进行了大量规划与政策扶持，从2009年的《装备制造业调整振兴规划》到2018年度《关于加快推进一批输变电重点工程规划建设工作的通知》再到2020年中共中央政治局常委会会议中提出加快推进输变电设备发展，在政策的不断激励下，输变电装备领域的新生企业如雨后春笋一般破土而出。

新进企业是指拥有自主知识产权的核心技术、知名品牌，进入行业晚但在市场竞争中具有优势和持续发展能力的企业。通过对国内各企业近五年的发明占比、有效占比进行筛选分析，锁定产业的新进企业。进一步地，通过对新进企业的背景进行分析调研，可以发现这些新进企业背后大多有强大的研发资金或强大的科研团队支持。例如，日照钢铁控股集团有限公司由河北京华创新集团、山东莱钢集团和香港誉进发展有限公司三家公司共同出资建立；清华四川能源互联网研究院背后依托清华大学，接收清华大学的优秀人才。各大优秀科研院校与资本雄厚企业对于输变电产业的进军也从侧面反映出输变电行业的巨大发展潜力。

表 2-4 输变电装备产业新进企业 TOP10

申请人	申请量	最早申请年
河南平高通用电气有限公司	26	2016
默鹏电气有限公司	22	2017
清华四川能源互联网研究院	13	2017
中天钢铁集团有限公司	12	2017
南京海兴电网技术有限公司	12	2017
武汉船用电力推进装置研究所	11	2016
无锡市电力滤波有限公司	11	2017
日照钢铁控股集团有限公司	10	2016
江苏邦泰电气有限公司	10	2015
昆山国力源通新能源科技有限公司	10	2016

2.1.3.2 科研机构

数据显示，全球范围内输变电装备产业专利申请量排名前15的科研机构中，

陕西省输变电装备产业专利导航

有 9 家科研机构的申请量超 100 项，且有 13 家是来自中国的科研机构，占比高达 86.67%。

表 2 - 5 输变电装备产业科研机构专利量排名 TOP15

申请人	国别	1原材料	2输电	3变电核心设备	4输变电配套设备	5电力系统综合自动化设备	申请量
西安交通大学	中国	14	2	220	48	60	331
华北电力大学	中国	6	1	213	15	84	302
自动网络技术研究所	日本	28	0	170	2	9	209
清华大学	中国	6	2	101	55	42	193
华中科技大学	中国	1	0	109	25	53	183
中南大学	中国	144	0	9	1	0	153
浙江大学	中国	5	1	84	6	19	105
中国科学院电工研究所	中国	1	0	92	4	7	104
沈阳工业大学	中国	4	0	97	1	2	104
东北大学	中国	89	0	8	1	0	98
天津大学	中国	4	0	32	6	62	98
上海交通大学	中国	6	0	69	11	15	96
韩国电气研究院	韩国	3	1	80	10	2	95
东南大学	中国	1	0	74	7	15	93
华南理工大学	中国	15	0	50	11	14	88

从表中可以看出，各科研机构对输变电装备的研究侧重有所不同，输变电核心设备是大多数科研机构研究的重点方向，以西安交通大学为代表的 11 家科研机构主要对该方向进行了研究，中南大学和东北大学则着重对输变电设备的原材料进行研究。下面以中国西安交通大学和韩国电气研究院为例进行具体分析。

2.1.3.2.1 西安交通大学

西安交通大学是教育部直属、首批进入国家“211”和“985”工程建设学校。是“七五”“八五”重点建设单位。2017 年入选国家“双一流”建设名单 A 类建设高校，8 个学科入选一流建设学科。据 ESI 公布的数据，截至 2021 年 5 月，学校 16 个学科进入世界学术机构前 1%，4 个学科进入前 1%，工程学进入前万分之一。西交大拥有本科专业 90 个、硕士学位授权一级学科 41 个、硕士专业学位授权点 27 个、博士学位授权一级学科 32 个、博士专业学位授权点 6 个，博士后流动站 30 个，国家一级重点学科 8 个，国家重点实验室 5 个、国家工程（技术）研究中心 7 个、国家工程实验室 3 个、国家国际科技合作基地 5 个、2011

陕西省输变电装备产业专利导航

协同创新中心 1 个、省部级重点科研基地 148 个。建有国家西部能源研究院、中国西部质量科学与技术研究院。西安交通大学各科研部门获得的多项科研成果，极大地推动了我国输变电产业的发展。

2020 年，西安交通大学电气学院李军浩教授当选 2020 年英国工程与技术学会会士 (IET Fellow)。他提出了对气体绝缘组合电器设备采用振荡型冲击电压进行现场试验的方法，该方法应用于 2014 年浙南特高压站。项目成果随后应用于青藏及青新联网工程等多项国家重大工程，取得了良好的现场实用效果。在局部放电检测方面，提出了基于光纤-特高频传感器一体化的 GIS 复合式局部放电检测技术，解决了光纤检测局部放电时传感器安全植入设备内部的关键问题。关于 GIS 光电复合检测的论文获得 CIGRE 2017 CANADA 国际研讨会仅有的三篇最佳论文之一。应《高电压技术》期刊邀请撰写关于局部放电检测的综述文章《电气设备局部放电检测技术述评》。截至检索日，该论文在知网他引 361 次。

在产学研方面，西安交通大学积极与国家电网进行合作研究，建立国家电网有限公司—西安交通大学先进电力能源科学技术研究院，共联合申请相关专利 21 项。例如，西安交通大学联合国家电网申请了名为“一种多电平逆变拓扑电路”的发明专利（授权号：CN111541390B），本发明公开了一种多电平逆变拓扑电路，采用 H 桥拓扑电路与 K 型逆变器拓扑电路连接，形成模块化多电平逆变拓扑电路，采用 H 桥拓扑电路为辅，K 型逆变器拓扑电路为主连接而成，以 H 桥拓扑电路与 K 型逆变器拓扑电路分别为子模块连接，同时能够通过 H 桥拓扑电路与 K 型逆变器拓扑电路开关配合，实现多电平输出，无需额外的升压电路，输出电压可达 3 倍率，并且有可进行级联以对输出电压和功率进行扩展，K 型逆变器拓扑电路中只使用了 2 个电源及 3 个开关电容，并为电容器分别提供了互不干扰的充电环路。该专利简化了电路的连接结构，减少了产生 15 级输出电压所需的活跃开关数量，降低了开关损耗。

陕西省输变电装备产业专利导航



联合申请相关专利21项

图 2 - 7 西安交大联合申请举例

2.1.3.2.2 韩国电气研究院

自 1976 年成立以来，韩国电气研究院（KERI）一直在进行电力和电力设施领域的研发和测试工作，在韩国的科学技术进步和工业发展中发挥着核心作用。韩国电气研究院拥有大量优秀科研人才，为韩国输变电行业产出了丰富的专利成果。例如 Cho Jeon-wook 发明了超导电力电缆，该电缆具有良好的磁屏蔽功能磁场。随着传输容量的增加，超导电力电缆的传输效率最高可达到传统铜质电缆的 5 倍，有效降低了电力传输成本。

从专利申请来看，韩国电气研究院累计独立申请专利 89 项，此外还积极与 JIN KWANG ELECTRIC MACHINERY 等公司合作进行专利研发，发明了气体绝缘开关设备用三相绝缘垫片等一系列专利。



韩国电气研究院 PESCO
韩国电气研究院 日进电气有限公司 SEMYUNG ELECTRIC MACHINERY 帝龙电气株式会社 株式会社WISE EUM SOON CHEON 엄순천
韩国电气研究院 SCENTEC
韩国电气研究院 KIM JIN CHEOL 김진철 TACTICO LTD
韩国电气研究院 JIN KWANG ELECTRIC MACHINERY & CONTROL SYST CORP
韩国电气研究院 LS ELECTRIC CO LTD 엘에스일렉트릭주

图 2 - 8 韩国电气研究院联合申请举例

陕西省输变电装备产业专利导航

2.1.3.3 创新人才

2.1.3.3.1 对口人才

对口人才是指行业内专门从事技术研发、攻关，拥有国际领先成果，为产业发展作出创新贡献的人。通过筛选当前申请人类型为企业的专利，并对这些专利的第一发明人进行统计，对其专利申请量及有效发明量进行排序，并充分考虑前述支柱企业的发明人，锁定产业的对口人才。

表 2 - 6 输变电装备产业对口人才 TOP20

申请人	第一发明人	申请量
中国-上海乐研电气有限公司	金海勇	74
日本-田村制作所	鈴木 浩太郎	72
中国-鞍钢	高振宇	56
日本-制铁	牛神 義行	53
日本-JX 金属	波多野 隆紹	46
日本-三菱	牧 一誠	42
日本-JFE	渡辺 誠	42
日本-三菱	田中 芳幸	38
韩国-POSCO	배병근	37
中国-国家电网	陆佳政	35
日本-住友	稻葉 和宏	35
日本-住友	山本 伸一郎	35
中国-国家电网	曾惠敏	34
韩国-POSCO	김재훈	34
日本-制铁	黒崎 洋介	33
瑞士-ABB	GENTSCH, DIETMAR	33
中国-国家电网	林富洪	29
日本-三菱	社藤 康弘	29
日本-三菱	黛 良享	29
日本-JFE	高島 稔	29

从表中可以看出，这些人才主要分布在日本（12 人）、中国（5 人）等输变电领域强国中。从所属企业看，这些顶级人才主要就职于国家电网、日本三菱、

陕西省输变电装备产业专利导航

日本住友、韩国 POSCO、瑞士 ABB 等输变电领域龙头企业中。

我国在输变电产业的互感器、避雷器、真空断路器、套管、绝缘件等领域积攒了一大批行业顶尖人才。例如，在输变电设备防灾减灾方向专利申请量排名靠前的陆佳政，目前担任输变电设备防灾减灾国家重点实验室主任、长沙理工大学电气与信息工程学院院长。他围绕电网安全生产，主持承担了大量电网防灾减灾攻关课题，承担国家科技支撑计划项目 1 项，国家 863 计划项目 1 项，国网公司重点项目 15 项，湖南省电力公司科研课题 30 多项。获国家科技进步一等奖、省部级科技进步奖 12 项；发表国内外学术论文 100 多篇，其中 SCI 收录 20 篇，EI 收录 38 篇；申请专利 151 项，授权专利 91 项（含授权国家发明专利 55 项）；主持科技推广产值超过 20 亿元，创造直接经济效益 50 多亿元，对电网防灾减灾事业做出了巨大贡献。

日本作为输变电产业的领头国家，其发展历史可以追溯到 1965 年。经过长达半个世纪的人才培养与积淀，如今日本的大型重电企业拥有大量输变电行业的顶尖人才。以牧一诚为例，他作为三菱集团的科研中坚力量，主要进行的是输变电原材料方向的研究，发明了电子电气设备用铜合金、电子电气设备用铜合金薄板、电子电气设备用导电元件及端子；连接用端子及其制造方法；超导稳定化材料等。共以第一发明人的身份申请了 42 项专利。

2.1.3.3.2 创业人才

创业人才是指拥有行业内领先技术成果，有创业经验且有较强的经营管理能力的人。筛选当前专利权人类型为企业的专利，通过统计专利的第一发明人，与公司的法人进行匹配，锁定产业的创业人才。

表 2-7 输变电装备产业创业人才 TOP20

申请人	第一发明人	申请量
大连北方互感器集团有限公司	李涛昌	127
江苏神马电力股份有限公司	马斌	73
常州市英中电气有限公司	俞英忠	48
铜陵三佳变压器科技股份有限公司	李新满	40

陕西省输变电装备产业专利导航

申请人	第一发明人	申请量
广东四会互感器厂有限公司	张树华	35
西安神电电器有限公司	叶德平	33
上海鹰峰电子科技股份有限公司	洪英杰	28
南京智达电气有限公司	虞育号	26
安徽瀚宇电气有限公司	宋仁祥	25
扬州市鑫源电气股份有限公司	张炳生	24
江苏雷特电机股份有限公司	葛绍志	24
安徽航睿电子科技有限公司	袁静	24
无锡市联达电器有限公司	郭耀文	23
湖北网安科技有限公司	贺晓红	23
江苏智达高压电气有限公司	虞育号	22
大连华夏泰克电气集团有限公司	滕元强	22
北京微能汇通电力技术有限公司	黎明	22
江苏靖江互感器股份有限公司	熊江咏	21
江苏尔悦电力设备有限公司	陈春生	21
包头市威丰稀土电磁材料股份有限公司	刘鹏程	21

科研技术人员是公司发展的基石,我国部分专利申请人通过注册公司的方式来实现自身专利成果的价值最大化。

大连北方互感器集团的董事长李涛昌,作为输变电领域的优秀科研人员,他带领团队在套管、绝缘件、互感器、避雷器以及真空断路器的领域不断探索创新,以第一发明人的身份共申请 127 项专利。研发出 330kV 级及以下各种互感器,12-72.5kV 真空断路器、真空隔离负荷开关、带预付费功能的计量箱、计量车、隔离车及 PT 车,0.22-220kV 复合绝缘无间隙金属氧化物避雷器等系列产品,产品广泛应用于发电厂、输配电工程、石油化工、钢铁、铁路、地铁、机场及电力机车等领域,销量占全国市场的 20%左右。

江苏神马电力股份有限公司的董事长马斌,除去董事长身份外更是一名优秀的科研人员。自 1996 年企业创立以来,马斌率领团队通过新材料、新技术的应用,从“点滴不漏”的橡胶密封件,到彻底解决传统电力外绝缘问题的变电站复合绝缘子、线路复合绝缘子、输电线路复合横担塔等系列输电、变电及配电外绝缘新品,研发了多项全球领先的电力产品。特别是输变电橡胶密封件填补了国内

陕西省输变电装备产业专利导航

空白，有效解决了我国输变电设备渗漏油的“老大难”问题；输变电空心复合绝缘子则填补了国际技术空白，破解了电力设备外绝缘污闪跳电、爆炸伤害以及极端自然灾害引发的恶性事故等问题，累计为全球电网用户节约超过 400 亿的事故与维护成本，得到全球众多国家主管电力部门及全球的电网公司高度认可，为全球电网做出巨大贡献。十几年来马斌带领企业攻坚克难，以新材料、新工艺研发出的全系列外绝缘新品，先后获得 300 多项专利，两度获得国家科技进步特等奖，更是于 2019 年 7 月拿到行业内国际标准制定的主导权。

2.1.3.3.3 科研骨干

科研骨干是指高校、研究所等科研机构内部担任科研活动的核心力量，拥有领先创新成果且创新活跃的人。筛选当前专利权人类型为高校或研究院所的专利，通过统计专利的第一发明人，对其专利申请量及发明申请量进行排序，并充分考虑前述科研机构的创新活跃人才，锁定产业的科研骨干。

表 2 - 8 输变电装备产业科研骨干 TOP20

申请人	第一发明人	申请量
中南大学	罗丰华	109
华北电力大学	赵成勇	53
广东石油化工学院	翟明岳	45
浙江大学	徐政	31
华北电力大学	许建中	29
西安交通大学	宋国兵	23
天津大学	李斌	21
日本-自动网络技术研究所	吉川 浩平	21
清华大学	何金良	21
湖南大学	罗安	21
西安交通大学	刘志远	19
中国科学院电工研究所	张国强	19
西安交通大学	王建华	18
沈阳工业大学	刘晓明	18
华中科技大学	袁召	17
华北电力大学	尹忠东	17
日本-自动网络技术研究所	高田 崇志	16
清华大学	董新洲	16

陕西省输变电装备产业专利导航

申请人	第一发明人	申请量
东南大学	陈武	16
上海交通大学	蔡旭	15

从表中可以看出，目前产业的科研骨干主要来自于国内的高等院校。其中，中南大学的罗丰华是申请量最高的国内科研骨干，现为中南大学粉末冶金研究院教授、博士生导师，先后参加铁道部“九五”重点攻关项目“高速列车牵引异步电动机研究”和国家重点基础研究发展项目“新型稀土难熔金属热电子发射材料基础研究”等项目。主要研究方向为金属材料、粉末冶金材料与工艺方向。

截至检索日，作为中国大陆首位获得 IEEE 技术领域至高荣誉奖的学者，何金良作为第一发明人共申请 21 项专利。何金良于 1994 年 3 月在清华大学获工学博士学位，主研方向是电能传输技术、雷电防护技术、传感网络及大数据、纳米电介质材料及系统。现任清华大学电机系高电压与绝缘技术研究所所长，清华大学电力系统安全与仿真国家重点实验室交直流输变电技术与电磁环境分室主任，是教育部长江学者特聘教授。2021 年 4 月 23 日，入选中国工程院 2021 年院士增选有效候选人名单，6 月 2 日进入第二轮评审候选人名单。

西安交通大学的宋国兵，截至检索日作为第一发明人共申请 23 项专利。他自 2014 年 1 月起在西安交通大学电气工程学院电力工程系任教授，从事新能源电力系统继电保护、交直流电网继电保护、输电线路自适应重合闸和配电网自动化方向的研究。先后主持国家自然科学基金面上项目、教育部博士点基金项目、国家科技部 973 计划项目课题等纵向项目和北京京能公司项目、国家电网公司总部科技项目等横向科研项目。

2.2 产业发展方向

以专利控制力为依据，预测产业链和创新链的发展方向。

陕西省输变电装备产业专利导航

2.2.1 产业链发展方向

2.2.1.1 产业结构调整方向

2.2.1.1.1 从全球产业结构调整方向看，变电核心设备始终为产业发展重点，电力系统综合自动化设备受关注程度逐步提升

截至检索日，全球输变电装备产业原材料、输电、变电核心设备、输变电配套设备、电力系统综合自动化设备专利申请量分别为 18763 项、1891 项、80023 项、30628 项、4955 项。其中变电核心装备所涵盖的交流变压器、电抗器、电容器、换流变压器、换流阀以及开关设备，作为输变电成套装备的关键零部件，相关专利申请占比高达 58.7%。由表可见，以三年为一个统计周期，2000 年至今变电核心设备专利申请占当年申请总量比重始终不低于 50%，2018 年至 2020 年期间的申请占比高达 61.3%，与 2000 年至 2002 年期间相比上涨 7%。可以看出，伴随全球经济的迅速发展对电力需求的日趋上升，同时出于经济与科技竞争的考虑，国内外申请人在变电核心设备相关技术创新方面持续加大研发力度，目前变电核心设备仍然作为全球输变电装备产业发展的重点。

表 2-9 输变电装备领域全球专利产业环节布局变化趋势

二级技术分支	原材料	输电	变电核心设备	输变电配套设备	电力系统综合自动化设备
2000-2002	18.3%	0.8%	54.3%	24.1%	2.5%
2003-2005	17.4%	0.5%	56.9%	22.7%	2.4%
2006-2008	13.8%	1.6%	57.3%	24.3%	3.0%
2009-2011	11.7%	2.0%	60.2%	22.0%	4.1%
2012-2014	11.7%	2.3%	62.1%	19.2%	4.7%
2015-2017	11.3%	2.0%	60.9%	20.4%	5.4%
2018-2020	9.0%	1.8%	61.3%	21.6%	6.3%

电力系统综合自动化设备主要包括以调度为重点的控制方式和继电保护，反映了输变电装备产业的智能化发展新趋势。随着近些年来智能电网的发展，输变

陕西省输变电装备产业专利导航

电装备智能化发展趋势愈加明显，特别是“碳达峰、碳中和”目标提出后，加快构建以新能源为主体的新型电力系统成为首要任务，其中“数字化、网络化、智能化”的新型电力装备是重要组成和支撑。结合专利申请量占比变化趋势来看，电力系统综合自动化设备的占比已经逐步增长至 6.3%，是 2000 年初的 2 倍有余，进一步印证了全球申请人对智能化的关注程度正在逐步提升，智能化是全球输变电装备产业发展的重要趋势之一。

2.2.1.1.2 从主要发达国家产业结构调整方向看，变电核心装备稳中有升，电力系统综合自动化设备具备较大潜力

主要发达国家产业发展往往处于全球领先梯队，对分析产业结构当前及未来的调整方向具有较强的参考意义。下表结合前述国家势力分布分析结论，选取了在输变电装备产业中主要的发达国家—日本、德国、美国作为分析对象，并分别对它们的专利申请量占比变化情况进行统计。

从三国专利产业环节布局变化趋势来看，近年来上游的原材料整体上有所下降，在中游领域，除输变电配套设备略有降低外，输电、变电核心设备、电力系统综合自动化设备的申请量占比均呈现上升趋势。

表 2-10 输变电装备领域日德美三国专利产业环节布局变化趋势

二级技术分支	国家	2000-2002	2003-2005	2006-2008	2009-2011	2012-2014	2015-2017	2018-2020	总体趋势
原材料		23.3%	30.8%	26.8%	28.0%	31.5%	30.9%	24.7%	
		13.5%	11.5%	7.4%	9.5%	9.1%	6.9%	8.5%	
		18.3%	10.5%	12.8%	14.1%	11.5%	11.1%	5.6%	
输电		0.2%	0.1%	0.3%	0.4%	0.3%	0.5%	0.0%	
		0.0%	0.0%	0.6%	0.5%	0.5%	0.8%	0.4%	
		0.3%	0.3%	0.2%	0.6%	1.2%	0.7%	0.3%	
变电核心设备		54.2%	50.4%	54.4%	56.8%	55.6%	58.4%	62.0%	
		61.3%	63.9%	64.9%	60.8%	59.1%	59.2%	61.8%	
		43.3%	58.0%	50.9%	52.2%	57.3%	57.8%	56.8%	
输变电配套设备		20.8%	18.0%	17.4%	13.2%	11.6%	9.6%	11.2%	
		22.6%	23.4%	26.5%	24.9%	24.4%	26.1%	22.4%	
		33.1%	23.8%	28.9%	21.8%	18.2%	20.9%	20.7%	
电力系统综合自动化设备		1.6%	0.8%	1.2%	1.7%	1.0%	0.6%	2.1%	
		2.7%	1.1%	0.6%	4.4%	6.9%	6.9%	7.0%	
		5.0%	7.5%	7.2%	11.2%	11.8%	9.5%	16.7%	

陕西省输变电装备产业专利导航

与全球产业结构相似，日德美三国均将变电核心装备作为最主要的专利申请方向，在该技术领域的专利申请量占比最高，在总体趋势上三国均表现出上升趋势。可以看到，美国对电力系统综合自动化设备的重视度较高，2018年至2020年期间相关专利申请占比已经达到16.7%，与2000年至2002年占比相比增长2.3倍，此外，德国、日本也表现出了增长趋势。这体现出日德美三国均十分重视变电核心装备相关技术研发，专利申请量占比稳中有升，另外在电力系统综合自动化设备上均表现出较高的重视度，该技术分支具备较大的增长潜力。

2.2.1.1.3 从龙头企业产业结构调整方向看，迎合输变电装备成套化和智能化趋势，不断突破核心产品技术

本节选取在主要创新主体的企业排名中靠前的三家企业——中国国家电网、瑞士ABB、德国西门子，通过追踪上述龙头企业的研发热点来获悉输变电装备领域较为头部前端的历史专利热点变化。

下面将以三年为一个统计周期，在每周期内选择各技术分支专利的统计数量与该组18个三级技术分支专利数量总和的比值进行比较，通过对该比值的可视化描述，发现企业技术热点随时间变化的比重变化情况，以发现在不同时间阶段输变电装备领域技术研发热点的变化趋势。

（一）中国国家电网：从配套设备逐渐向成套设备延伸

由国家电网各三级分支同一时间段所占比例变化趋势可见，国网最初的技术创新集中在输变电配套设备，2000年至2002年间该技术分支的专利申请合计占比达到87.5%；2003年左右，国网开始将研发重心向变电核心设备和电力系统综合自动化设备等相关技术转移，加快完善输变电装备产业专利布局；2012年至2014年期间，国网不仅在上游的原材料上提交了8项专利申请，而且在中游的输电、变电核心设备、输变电配套设备以及电力系统综合自动化设备上申请专利近2000项；2015年5月8日，国务院发布《中国制造2025》，明确指出要提升输变电成套装备技术水平，到2015年后，国网已经基本形成了以变电核心设备

陕西省输变电装备产业专利导航

为主，输变电配套设备、电力系统综合自动化设备等全技术领域“齐头并进”的专利申请格局，实现了从配套设备向成套设备的延伸。

表 2 - 11 国家电网各三级分支同一时间段所占比例统计

二级分支	三级分支	2000-2002	2003-2005	2006-2008	2009-2011	2012-2014	2015-2017	2018-2020
原材料	钢材	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	0.4%	0.6%
	铜材	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	0.1%	0.3%	0.2%
	绝缘材料	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%	0.2%	0.2%	0.3%
输电	电力电缆	0.0%	0.0%	0.0%	1.0%	0.9%	0.2%	0.3%
	架线金具	0.0%	0.0%	7.7%	3.0%	2.5%	3.0%	1.9%
变电核心设备	交流变压器	0.0%	15.0%	9.3%	5.8%	8.2%	11.8%	11.8%
	电抗器	12.5%	5.0%	7.7%	11.8%	9.7%	7.1%	6.3%
	电容器	0.0%	0.0%	0.4%	0.5%	1.0%	0.9%	0.9%
	换流变压器	0.0%	0.0%	3.5%	1.7%	1.0%	1.7%	3.1%
	换流阀	0.0%	5.0%	0.8%	1.5%	2.7%	2.9%	2.7%
	开关设备	25.0%	25.0%	36.3%	41.6%	39.3%	39.6%	37.6%
输变电配套设备	绝缘部件	12.5%	0.0%	8.5%	5.3%	3.2%	2.7%	3.0%
	继电器	0.0%	5.0%	1.2%	2.9%	3.3%	1.8%	2.7%
	熔断器	0.0%	0.0%	0.4%	0.4%	1.3%	0.9%	0.8%
	互感器	12.5%	10.0%	13.9%	11.1%	7.1%	6.4%	5.3%
	避雷器	37.5%	35.0%	6.6%	5.8%	7.9%	9.1%	8.4%
电力系统综合自动化设备	控制（调度）	0.0%	0.0%	1.2%	4.1%	5.3%	7.1%	8.3%
	保护	0.0%	0.0%	2.7%	2.8%	5.9%	3.9%	6.1%

（二）瑞士 ABB：智能化拉动产品结构不断优化

ABB 是由两家拥有 100 多年历史的国际性企业——瑞典的阿西亚公司 (ASEA)和瑞士的布朗勃法瑞公司(BBC Brown Boveri)在 1988 年合并而成。作为输变电装备产业的老牌企业，ABB 拥有深厚的技术积淀，相关专利申请量及被引量全球领先。结合专利申请各三级分支同一时间段占比变化情况来看，近年来

陕西省输变电装备产业专利导航

ABB 智能化改造加速，产业结构得到优化。2000 年初，输变电配套设备、电力系统综合自动化设备相关专利申请仅涉及部分三级技术分支，发展至 2014 年左右，ABB 在上述技术领域的专利申请已涵盖全部技术分支，三级分支的占比构成逐步均衡化。具体到三级分支来看，ABB 在电力系统综合自动化设备的继电保护、输变电配套设备的绝缘部件等技术方向上申请量逐步提升，足以反映目前 ABB 正积极打造智能化设备研发优势。

表 2 - 12 瑞士 ABB 各三级分支同一时间段所占比例统计

二级分支	三级分支	2000-2002	2003-2005	2006-2008	2009-2011	2012-2014	2015-2017	2018-2020
原材料	钢材							
	铜材				0.5%		0.4%	
	绝缘材料	0.9%	0.8%	3.9%	3.4%	6.2%	4.7%	5.7%
输电	电力电缆	0.9%	0.8%	1.7%	0.2%	1.1%	0.8%	0.0%
	架线金具		0.8%					
变电核心设备	交流变压器	2.6%	2.3%	7.9%	3.9%	6.5%	4.3%	4.5%
	电抗器	6.1%	2.3%	7.4%	3.1%	3.0%	1.6%	4.5%
	电容器	8.8%	1.5%	1.3%	1.0%	1.6%	2.8%	1.9%
	换流变压器	7.0%	2.3%	1.7%	1.7%	2.7%	2.4%	3.2%
	换流阀	14.9%	3.0%	9.6%	4.6%	9.9%	7.1%	7.6%
	开关设备	35.1%	60.9%	42.4%	56.9%	49.5%	53.8%	50.3%
输变电配套设备	绝缘部件		2.3%	11.8%	1.9%	2.4%	2.4%	6.4%
	继电器	0.9%	1.5%		2.2%	1.1%	1.2%	0.6%
	熔断器	1.8%	0.8%		0.7%	1.1%	1.2%	0.6%
	互感器	7.9%	9.0%	1.3%	6.8%	4.3%	4.7%	1.9%
	避雷器	9.6%	12.0%	8.3%	6.3%	4.6%	4.7%	7.0%
电力系统综合自动化设备	控制（调度）	3.5%		2.2%	1.2%	1.6%	2.8%	1.9%
	保护			0.4%	5.6%	4.6%	5.1%	3.8%

（三）德国西门子：致力锻造主营产品性能

西门子在输变电装备领域的专利技术分布基本保持稳定，不断巩固既有技术优势，特别是在变电核心设备技术方向上，西门子的专利申请合计占比始终不低于 60%，表现出西门子希望通过持续地布局专利来稳固在行业内的领先地位。在该技术领域的开关设备技术上，西门子在 2000 年至 2002 年期间的申请占比高达

陕西省输变电装备产业专利导航

63.7%，虽然发展至 2020 年左右占比略有降低，但是与此同时，换流阀、电抗器、电容器等占比取得较大提升。综上所述，西门子在变电核心设备领域持续开展技术研发，拓展创新方向及路径，着力锻造主营产品性能。

表 2 - 13 德国西门子各三级分支同一时间段所占比例统计

二级分支	三级分支	2000-2002	2003-2005	2006-2008	2009-2011	2012-2014	2015-2017	2018-2020
原材料	钢材	○ 0.0%	○ 0.9%	● 0.6%	○ 0.0%	● 0.6%	○ 0.0%	○ 0.0%
	铜材	● 2.2%	○ 0.0%	● 1.2%	○ 0.0%	○ 0.3%	○ 0.0%	● 0.8%
	绝缘材料	● 1.1%	○ 4.4%	○ 0.0%	○ 3.6%	● 3.2%	○ 2.3%	○ 0.4%
输电	电力电缆	○ 0.0%	○ 0.0%	○ 0.0%	○ 0.0%	● 0.3%	○ 0.3%	● 0.4%
	架线金具	○ 0.0%	○ 0.0%	● 0.6%	○ 0.0%	○ 0.0%	○ 0.5%	○ 0.0%
变电核心设备	交流变压器	○ 1.1%	○ 1.8%	○ 1.8%	○ 4.6%	● 5.2%	○ 5.4%	● 2.8%
	电抗器	○ 1.1%	○ 0.9%	● 3.0%	○ 4.1%	● 4.4%	○ 3.1%	● 5.6%
	电容器	○ 0.0%	○ 3.5%	● 1.8%	○ 3.6%	● 2.9%	○ 2.3%	● 2.0%
	换流变压器	● 6.6%	○ 2.6%	○ 1.2%	○ 3.6%	○ 1.5%	○ 3.6%	● 3.6%
	换流阀	○ 1.1%	○ 9.6%	● 11.4%	○ 10.2%	● 8.7%	○ 8.8%	● 7.6%
	开关设备	● 63.7%	○ 61.4%	● 58.1%	○ 45.7%	○ 46.4%	○ 50.8%	● 58.6%
输变电配套设备	绝缘部件	○ 0.0%	○ 1.8%	● 3.6%	○ 4.1%	● 1.5%	○ 1.5%	○ 0.4%
	继电器	● 1.1%	○ 0.9%	○ 0.0%	○ 0.0%	● 1.2%	○ 0.0%	○ 0.0%
	熔断器	○ 0.0%	○ 0.0%	● 1.8%	○ 1.0%	○ 0.0%	○ 0.3%	● 0.4%
	互感器	● 8.8%	○ 7.0%	○ 5.4%	○ 8.1%	○ 5.5%	○ 3.9%	● 7.6%
	避雷器	● 9.9%	○ 4.4%	○ 7.8%	○ 6.1%	● 12.2%	○ 13.9%	○ 6.8%
电力系统综合自动化设备	控制（调度）	● 2.2%	○ 0.0%	○ 1.2%	○ 3.6%	● 4.1%	○ 1.3%	○ 0.8%
	保护	● 1.1%	○ 0.9%	○ 0.6%	○ 2.0%	● 2.0%	○ 2.1%	● 2.0%

2.2.1.2 关键产品突破方向

各四级分支为输变电设备产业中主要的重难点、卡脖子技术，为了更好地展现出输变电设备产业或相关产品增长或变迁的潜力和预期，我们对 2015 年至 2020 年各四级分支的专利申请复合年增长率进行了统计，由图可见，GIS、隔离、接地开关、断路器、真空灭弧室等开关设备关键部件以及套管、电压互感器、ZnO 的申请量在不断增长，而包括硅钢、绝缘油、电流互感器等在内的四级分支

陕西省输变电装备产业专利导航

申请量则有所下降,其中不锈钢等原材料下降得最为明显。这表明以真空灭弧室、GIS 为代表的开关设备正在取得相对较大的技术进步,电压互感器、ZnO、套管等技术方向也正在受到创新主体的广泛关注,属于技术研发的上升期。

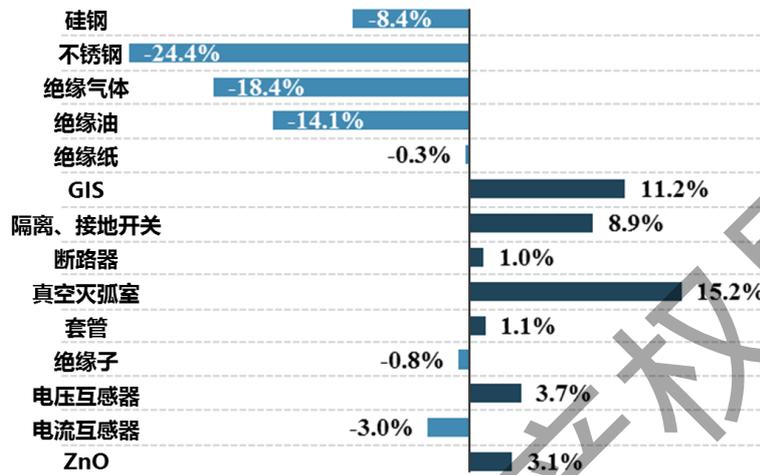


图 2-9 各四级分支 2015-2020 年专利申请复合年增长率

2.2.1.2.1 绝缘材料：环境适应的绝缘气体、绝缘纸研发热度不断提升

随着输变电装备产业的发展以及世界科学技术的飞跃发展,多种绝缘材料被研发并付诸应用,绝缘油、绝缘纸、绝缘气体作为较为常见的几种绝缘材料,已经成为近年来的研究重点。从绝缘材料技术的热点迁移情况来看,大约从 2006 年起,随着绝缘材料技术研发热点逐步向绝缘气体、绝缘纸转移,绝缘油的专利申请量占比开始整体呈现下降趋势;绝缘纸的起始申请量占比最高,2001 年一度高达 86%,整体看来绝缘纸的研发热度始终较高,2000 年至今的年申请量占比基本均在 50%左右;绝缘气体的起始申请量最低,但是随着环保型绝缘气体等新兴需求的增长,其相关专利量申请占比稳步提升,2010 年后年申请量占比基本均在 20%左右。值得注意的是,绝缘气体的申请量占比从 2015 年开始超过绝缘油占比,近几年来上升势头明显,表现出绝缘气体作为输变电装备产业重要的绝缘材料仍具有较大的技术上升及专利申请量增长空间。

陕西省输变电装备产业专利导航

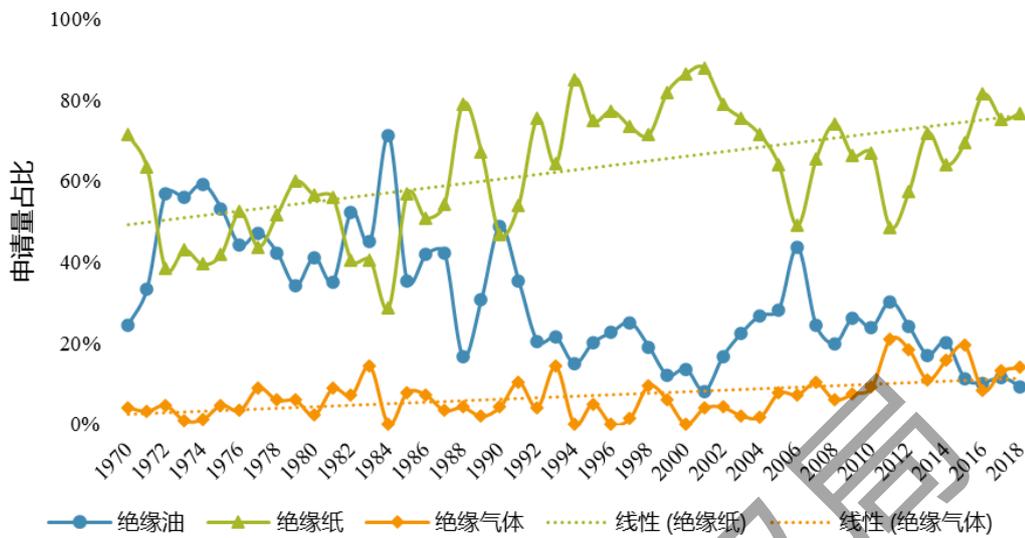


图 2 - 10 输变电装备产业绝缘材料技术热点迁移

2.2.1.2.2 绝缘部件：国产化加速催生套管步入高增长通道

绝缘部件是输变电配套设备的重要组成部分，瑞士 ABB、日本东芝、中国国网、西电等企业均在套管、绝缘子等绝缘部件上拥有强劲的技术实力。从绝缘部件的技术热点迁移情况来看，套管技术从 1992 年左右开始受到广泛关注，申请人投入了大量的技术研发力量，例如国网平高集团在 2011 年申请了题为“一种特高压直流穿墙套管及其屏蔽结构”的专利（专利号为 CN102570361A），该发明避免了绝缘棒与屏蔽筒的连接结构影响穿墙套筒内电场分布的问题。到 2020 年，套管专利申请量占比已经接近 50%，可以预见其技术发展趋势仍将持续上升。

陕西省输变电装备产业专利导航

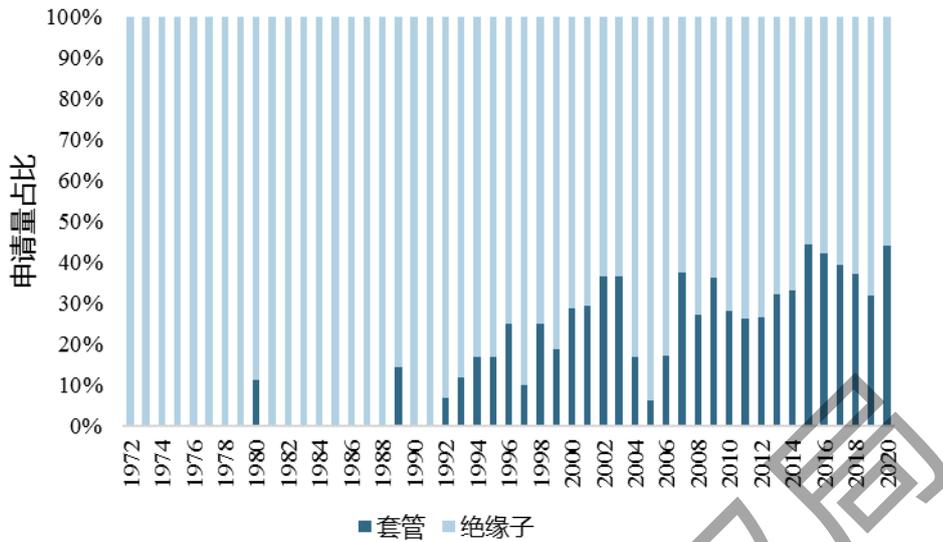


图 2 - 11 输变电装备产业绝缘部件技术热点迁移

2.2.1.2.3 开关设备：小型化、紧凑型 GIS 迎来热捧上升期

GIS 由断路器、隔离开关、接地开关、互感器、避雷器、母线、连接件和出线终端等组成，由于结构紧凑、占地面积小、可靠性高、配置灵活等优点广受用户好评。可以看到，随着开关设备市场需求逐步扩大，该技术领域正吸引着越来越多的创新主体加速涌入。具体来看，2000 年初，隔离、接地开关、断路器、真空电弧室技术迅速发展，这个时期俨然成为申请人涌入的黄金期；其后，随着对经济性能的追求及资源稀缺等因素影响，大约在 2010 年之后上述三个技术方向热度降低，GIS 的申请人数量占比开始持续提升，可见输变电装备开关设备正持续向小型化和紧凑型方向发展。

陕西省输变电装备产业专利导航

表 2 - 14 输变电装备产业开关设备申请人进入热点迁移

申请年	申请人数量 (单位: 人)				
	GIS	隔离、接地开关	断路器	真空电弧室	开关设备
2001	24.1%	55.1%	43.0%	12.7%	158
2002	25.5%	61.1%	36.3%	10.2%	157
2003	23.1%	62.8%	32.1%	9.6%	156
2004	25.5%	56.5%	29.2%	14.3%	161
2005	21.7%	58.7%	36.0%	10.6%	189
2006	27.8%	56.4%	36.1%	10.6%	227
2007	26.2%	53.2%	34.2%	10.1%	237
2008	24.1%	60.0%	37.6%	10.0%	290
2009	24.9%	62.1%	33.1%	7.1%	354
2010	23.5%	59.2%	35.9%	8.6%	429
2011	26.5%	55.6%	34.8%	9.8%	491
2012	28.4%	59.3%	32.7%	8.3%	545
2013	23.0%	62.2%	33.8%	12.5%	527
2014	19.3%	63.0%	29.8%	10.5%	600
2015	27.1%	60.9%	28.6%	8.2%	716
2016	29.0%	55.7%	32.6%	8.2%	817
2017	31.2%	56.1%	30.0%	8.4%	831
2018	29.8%	56.1%	28.9%	7.9%	937
2019	32.6%	51.8%	30.0%	9.0%	1046
2020	34.3%	51.8%	25.5%	9.0%	1284

2.2.2 创新链发展方向

2.2.2.1 技术发展热点方向

2.2.2.1.1 从各二级分支的技术生命周期来看，上游原材料技术步入成熟期，中游相关设备技术呈现高成长性

(一) 原材料由技术成长期逐渐步入成熟期，龙头企业垄断态势逐渐凸显

从技术生命周期图来看，原材料相关申请量自 2006 年起迅速增长，大量申请人开始进入该领域，一直到 2019 年左右申请量达到峰值，在这个阶段技术呈现快速增长的趋势。到 2019 年以后，申请量出现缓慢下降的趋势，申请人数量

陕西省输变电装备产业专利导航

也同步下降，相关技术进入成熟期，创新呈现向龙头企业聚集的趋势。

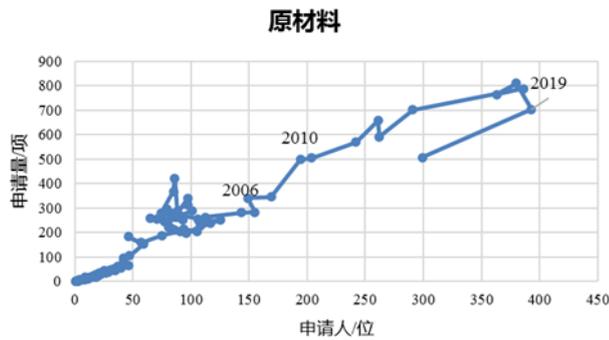


图 2 - 12 原材料专利技术生命周期图

（二）输电技术仍处于技术成长期，中国特高压输电技术全球领先

长时间以来西方国家经济较发达，对电力生产传输技术的升级换代需求较大，技术发展随之取得较快发展，2009 年中国建成特高压输电工程，电力技术实现重大进步，大幅提升了中国在国际电工领域的影响力和话语权。从技术生命周期图来看，在 2000 年前，日、美等发达国家企业为输电技术主要专利申请人，自 2000 年后中国申请人开始频频发力，尤其到 2011 年左右，输电申请人数量开始快速增长，以国家电网为代表的国内申请人逐步占据主导地位，目前中国已经成为全球最主要的输电技术申请人。

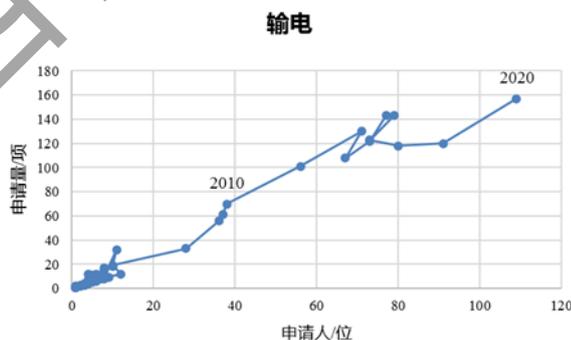


图 2 - 13 输电专利技术生命周期图

（三）变电核心设备发展迅速、输变电配套设备创新主体大量涌入、电力系统综合自动化设备专利持续积累，均处于快速成长期

陕西省输变电装备产业专利导航

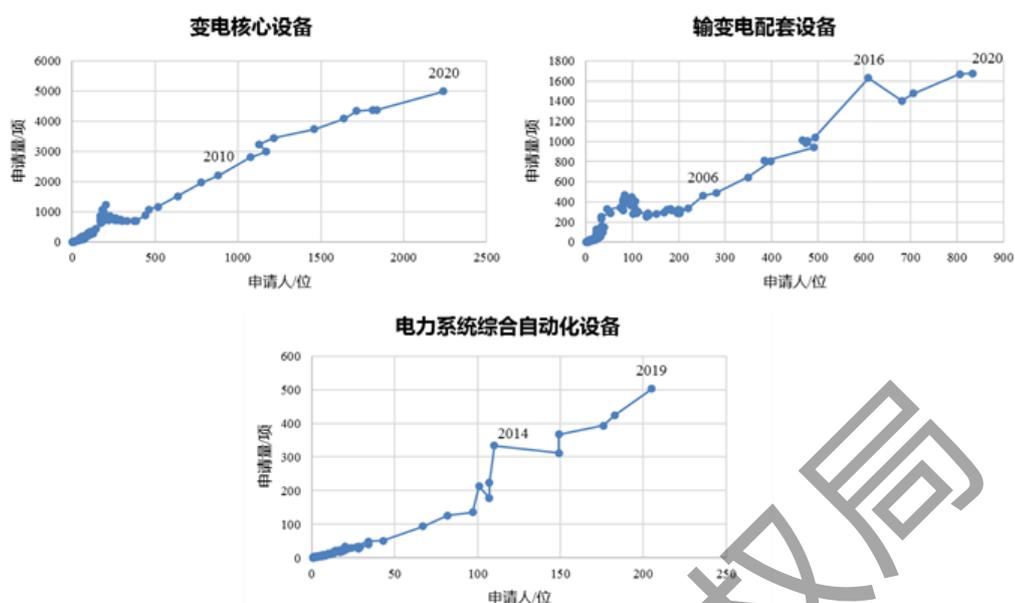


图 2 - 14 处于成长期二级分支生命周期图

可以看到，变电核心设备的申请人数量及申请量持续增多，2020 年申请量已经增长至 4984 项，申请人数量首次达到 2000 余位，变电核心设备的发展进程迅速；输变电配套设备相关专利申请申请人于 2016 年达到 609 位，与上一年相比增长 23.3%，创新主体加速涌入；电力系统综合自动化设备的专利年申请量稳步增长，2009 年首次突破百项，2019 年达到 500 余项，研发热度稳中有升，产业相关专利实现迅速积累。

陕西省输变电装备产业专利导航

2.2.2.1.2 从专利申请趋势看，开关设备、电抗器等一次设备和二次设备是当前研发热点

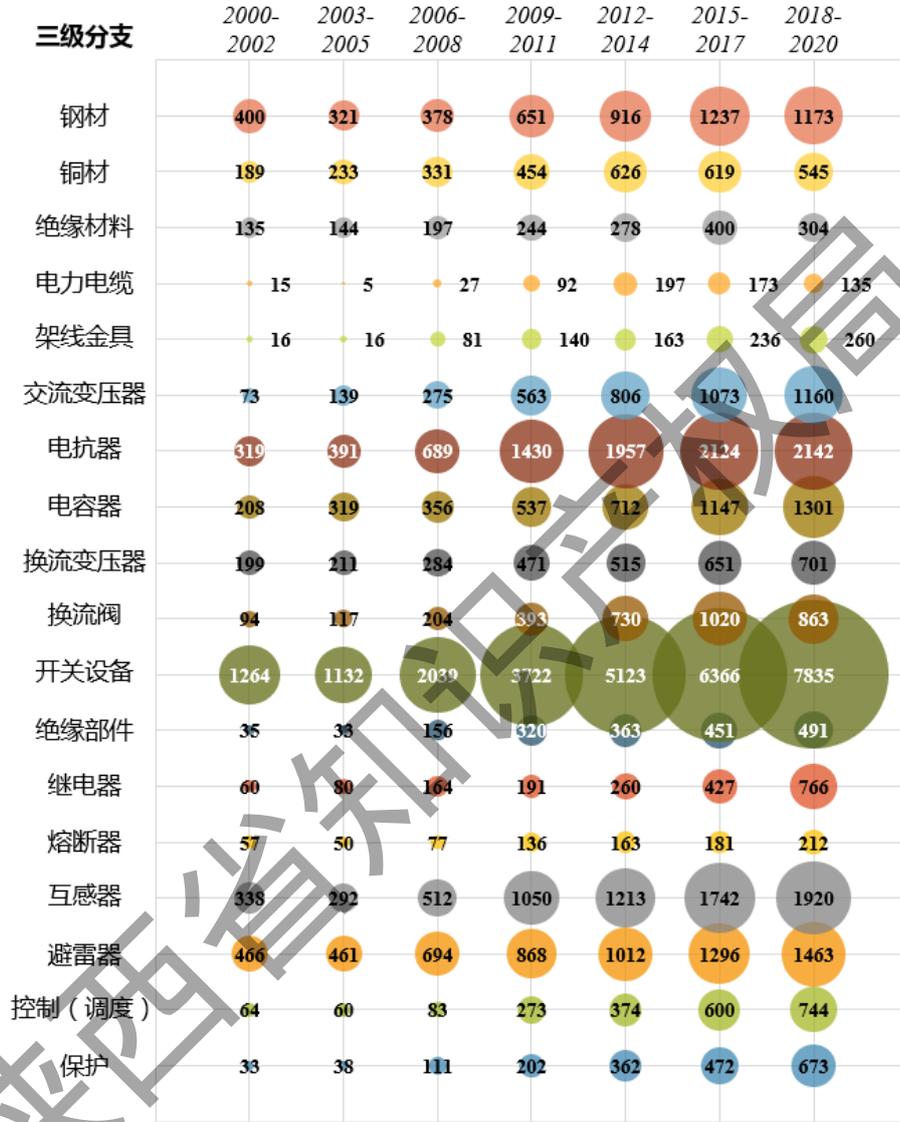


图 2 - 15 输变电装备产业各三级分支专利申请趋势

从全球各三级分支专利申请趋势上看，开关设备、电抗器、互感器是目前申请量最大的三个三级分支，2018 年至 2020 年的申请量分别为 7835 项、2142 项、1920 项。近 20 年来上述各分支申请量整体上均呈现持续上升趋势，与 2000 年至 2002 年期间相比，分别增长 5.2 倍、5.7 倍、4.7 倍，此外，保护、控制两个分支增长势头明显，分别增长 19.4 倍、10.6 倍。由上述申请变化趋势可见，开

陕西省输变电装备产业专利导航

关设备、电抗器、互感器、控制、保护等为目前的热点研发方向。

2.2.2.1.3 从不同输电方式对比来看，直流输电技术为长期攻克方向，交流和直流两种输电技术并行是现阶段趋势

输电方式主要有交流输电和直流输电两种，交流变压器是交流输电工程的核心设备，换流变压器和换流阀是直流输电工程的核心设备。以交流变压器、换流变压器及换流阀三个三级分支作为切入点，从近 20 年的专利申请趋势可见，换流变压器、换流阀合计申请量整体呈上升趋势，这与直流输电在大功率超高压远距离输电、电缆输电以及非同期联网等方面的优势有关。从直流占比变化情况来看，其占比始终不低于 50%，可见直流输电技术仍然为长期攻克的技术方向。另外，交流变压器 2001 年申请占比仅为 19%，发展至 2020 年占比已经增长至 45%，且近四年专利占比持续上升，这也表现出交流和直流两种输电技术并行已经成为现阶段趋势。

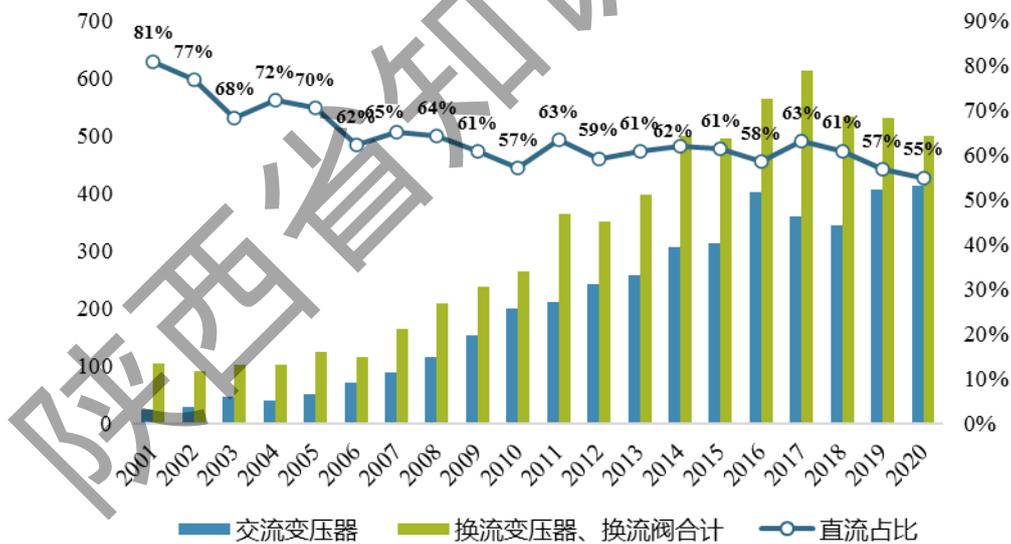


图 2-16 近 20 年交/直流输电专利申请趋势

陕西省输变电装备产业专利导航

2.2.2.1.4 从核心技术分布来看，原材料及控制、换流阀、换流变压器已形成可借鉴技术成果，输电设备及绝缘部件、互感器、电抗器、熔断器、交流变压器、电容器、开关设备、保护技术仍有上升空间

在大量的专利文献中，可以通过一些有效的分析指标筛选，来获得在某一技术方向上拥有较为关键乃至核心技术重点专利。通过关注这些重点专利文献，统计分析其中记载的该技术方向上的核心技术或者基础技术分布情况，能够为技术发展热点方向研判提供有益参考。下图显示出输变电装备产业各三级技术分支申请量和重点专利¹申请量占比的分布。

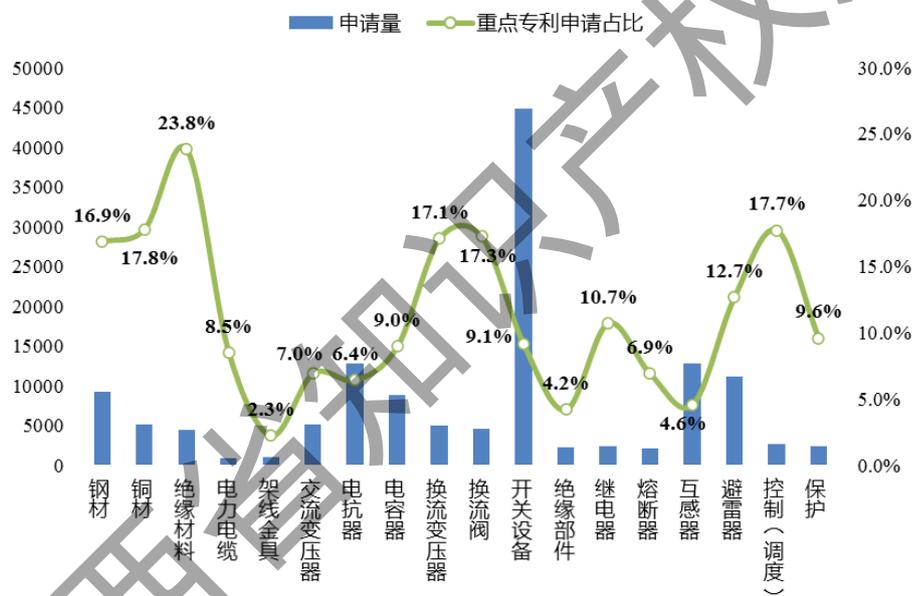


图 2-17 各三级技术分支重点专利占比

由图可见，绝缘材料的重点专利在所有三级技术分支中为最高占比，为23.8%，其次是铜材、控制、换流阀、换流变压器、钢材的重点专利占比分别为17.8%、17.7%、17.3%、17.1%、16.9%，均高于15%，是值得关注的技术领域。另外，架线金具、绝缘部件、互感器、电抗器、熔断器、交流变压器、电力电缆、电容器、开关设备、保护的重点专利占比较少，均不足10%，值得注意的是，开

¹ 此处重点专利指 PatSnap 同族成员数量>3，且同族被引用专利总数>5 的专利项

陕西省输变电装备产业专利导航

关设备的专利申请量最高，达 4 万余项，但是重点专利占比仅为 9.1%，可见开关设备相关专利申请中核心技术相对不足，仍具有较大的技术发展潜力。综合来看，上述关键技术环节还有待进一步突破，在当前仍有较大的技术发展空间，是技术研发的热点方向。

2.2.2.2 市场竞争重点方向

2.2.2.2.1 从协同创新来看，保护、控制（调度）、架线金具、交流变压器、绝缘部件等产业链中游技术合作频发

（一）协同创新成为技术研发新趋势

专利的协同创新是指两个或两个以上申请人共同合作，完成一项专利技术的研发创新并申请专利。从协同创新量的整体变化情况来看，2001 年至今输变电领域专利联合申请量逐年提升，尤其是 2013 年以后，协同创新占比始终不低于 15%，与 2000 年初相比连续八年保持较高的占比，表现出近年来在输变电领域协同创新已经成为重要的技术研发新趋势。

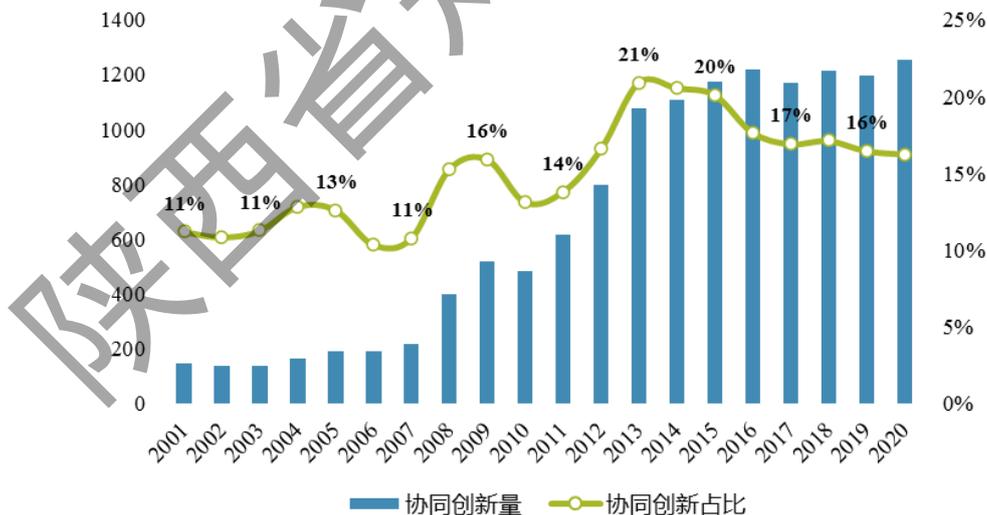


图 2-18 近 20 年协同创新发展趋势

（二）保护、控制（调度）、架线金具、交流变压器、绝缘部件等是目前协同创新热点

陕西省输变电装备产业专利导航

协同创新的背后，是不同主体之间的合作，是携手突破技术难题的表现。由图可见，保护、控制（调度）、架线金具、交流变压器、绝缘部件是协同创新占比最高的五个分支，均不低于 20%。可见上述分支逐渐受到各类研究主体的重视，通过联合攻关向该技术方向持续投入，并通过联合申请形式对技术加以保护。

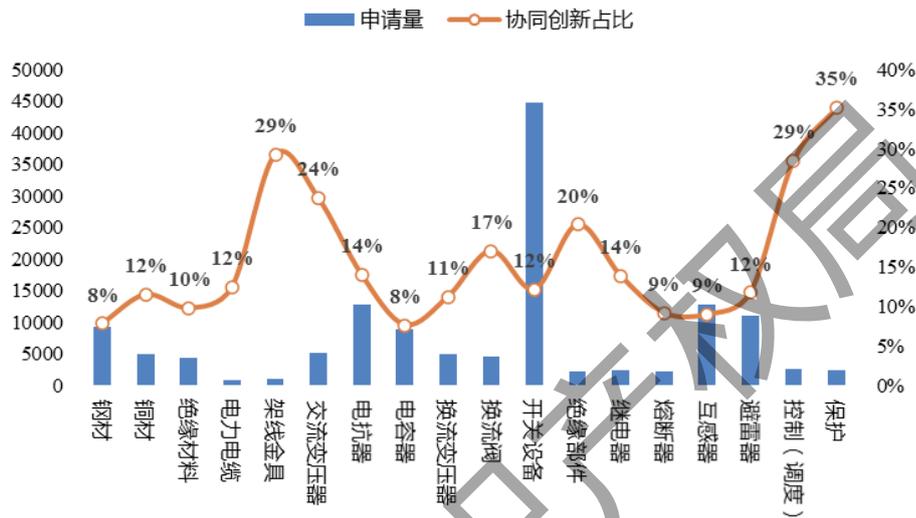


图 2-19 三级分支协同创新热点方向

2.2.2.2.2 从新进入者集聚来看，大量创新主体加入架线金具、继电器、绝缘部件、控制（调度）、交流变压器、开关设备等市场竞争浪潮

产业发展全过程都伴随着创新主体的不断加入和退出，尤其是在产业发展的成长期，不断有新企业加入到竞争中来，因此从产业新进入者的数量分布中，可以看出产业竞争的重点和热点方向。从各三级分支近五年新进入者²占比来看，包括架线金具、继电器、绝缘部件、控制（调度）、交流变压器、开关设备在内的几个三级分支占比较高，新进入者占比均在 35% 以上，最高的达到 44.2%。结合近五年申请量占比来看，控制（调度）、继电器、保护等分支占比较高，可见中游的电力系统综合自动化设备、输配电配套设备等技术是申请人较为青睐的专利申请方向。究其原因，可能与输变电装备智能化、成套化趋势的影响有关，创

² 近五年新进入者指首次专利申请时间为 2016 年至 2021 年检索日

陕西省输变电装备产业专利导航

新主体积极把握市场动向，紧跟市场潮流，通过持续布局专利获得收益最大化。

表 2 - 15 各三级分支近五年新进入/申请热点方向

三级分支	申请人/位	近五年新进入者占比	申请量/项	近五年申请占比
钢材	1662	29.6%	9208	23.7%
铜材	1260	34.6%	5079	20.0%
绝缘材料	1709	16.6%	4481	12.4%
电力电缆	360	33.3%	833	29.2%
架线金具	459	44.2%	1061	42.0%
交流变压器	1530	37.8%	5149	39.5%
电抗器	3742	27.7%	12821	29.1%
电容器	2972	30.3%	8857	24.5%
换流变压器	2020	25.0%	5006	24.6%
换流阀	1488	30.8%	4573	37.1%
开关设备	8051	36.7%	44793	28.6%
绝缘部件	901	38.6%	2239	38.2%
继电器	767	38.9%	2432	47.3%
熔断器	651	26.6%	2152	16.3%
互感器	3034	30.6%	12748	26.2%
避雷器	3175	28.2%	11085	22.6%
控制 (调度)	1160	38.4%	2592	48.8%
保护	611	30.8%	2363	45.5%

2.2.2.2.3 从专利运用热点来看，绝缘部件、避雷器等通过专利价值转化获取最佳收益

专利运营是指专利权人对专利权的资本管理与运作，主要包括诉讼、许可、质押、转让等方式。专利运营的活跃程度从一个侧面反映了创新主体或技术方向的创新生命力，还能体现该创新主体的综合技术实力。从各三级分支的专利运营占比来看，绝缘部件发生专利运用事件的频率较高，其在许可、诉讼、无效方面的占比均为最高，转让、质押占比分别为 11.3%、0.5%。同时，从表中所示色阶来看，避雷器在五种专利运用事件中的表现均较为活跃，通过多种形式对专利进行运营并完成专利成果的转移转化。可见，绝缘部件、避雷器等已经成为输变电产业专利运用的热点方向。

陕西省输变电装备产业专利导航

表 2 - 16 各三级分支专利运用热点方向

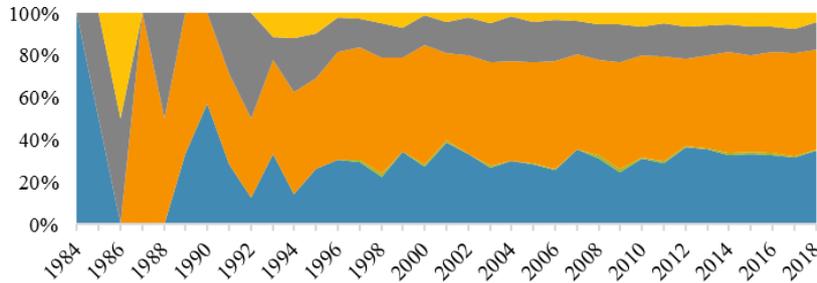
三级分支	诉讼	许可	质押	转让	无效	专利运用事件合计占比
钢材	0.1%	0.3%	0.8%	11.4%	0.0%	12.6%
铜材	0.1%	0.2%	0.8%	16.2%	0.0%	17.4%
绝缘材料	0.1%	0.2%	0.8%	8.1%	0.1%	9.3%
电力电缆	0.1%	0.5%	1.9%	7.7%	0.0%	10.2%
架线金具	0.0%	0.2%	0.5%	6.7%	0.0%	7.4%
交流变压器	0.1%	0.6%	0.6%	10.2%	0.2%	11.7%
电抗器	0.1%	0.6%	0.7%	7.9%	0.0%	9.2%
电容器	0.1%	0.4%	1.0%	6.7%	0.0%	8.2%
换流变压器	0.1%	0.5%	1.2%	10.6%	0.1%	12.4%
换流阀	0.1%	0.6%	1.1%	11.7%	0.0%	13.4%
开关设备	0.0%	0.4%	0.6%	9.2%	0.0%	10.2%
绝缘部件	0.2%	1.1%	0.5%	11.3%	0.2%	13.3%
继电器	0.1%	0.5%	0.5%	11.5%	0.0%	12.6%
熔断器	0.1%	0.1%	0.8%	7.6%	0.1%	8.7%
互感器	0.1%	0.7%	0.4%	6.1%	0.1%	7.4%
避雷器	0.1%	0.6%	0.9%	9.1%	0.1%	10.8%
控制 (调度)	0.1%	0.2%	0.9%	9.9%	0.0%	11.1%
保护	0.0%	0.5%	0.6%	12.1%	0.0%	13.2%

2.2.2.2.4 从 PCT 专利国内外流向来看，原材料长期受到国外制约、变电核心设备国内外竞争焦灼，钢材、开关设备热度更盛

PCT (《专利合作条约》) 是有关专利的国际条约，根据 PCT 提交一件国际专利申请，申请人可以同时在全世界大多数国家寻求对其发明的保护。近年来国内申请人 PCT 申请量快速增长，截至检索日输变电装备产业国内申请人 PCT 专利申请量已达 954 项。

陕西省输变电装备产业专利导航

国外“走进来”



国内“走出去”

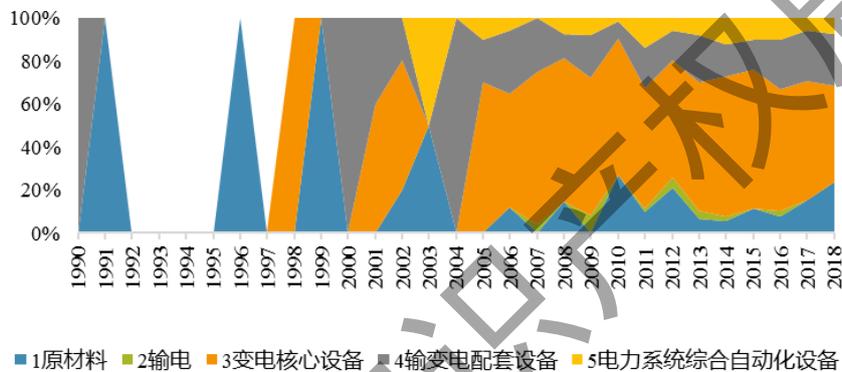


图 2 - 20 国外在华与国内 PCT 专利各二级分支申请量占比比较

通过将国外 PCT 在华布局专利量与国内 PCT 申请量各二级分支占比进行对比可以发现，国外“走进来”的开端是原材料，根据市场需求转变等多重因素逐步向变电核心设备调整，自 1993 年左右开始，全面发展各技术分支，形成了较为完善的市场布局，其中变电核心设备、原材料的研发及专利布局力度相对较大。相比而言，国内“走出去”进程起步略晚于国外，大约在 2000 年后开始形成较为稳定的对外专利布局，变电核心设备是国内“走出去”相对成功的技术分支，其次是输变电配套设备、原材料。综合上述分析可见，在国内国际双循环的新发展格局下，输变电装备领域主要呈现为“原材料被国外垄断、变电核心设备国内外竞争焦灼”的发展态势。

陕西省输变电装备产业专利导航

表 2 - 17 2014-2018 年部分三级分支国内外占比比较

所属二级分支	三级分支	国外	国内
原材料	11钢材	20.0%	8.7%
	12铜材	8.8%	3.6%
	13绝缘材料	4.9%	1.0%
变电核心设备	31交流变压器	3.2%	4.6%
	32电抗器	9.1%	6.3%
	33电容器	4.3%	3.9%
	34换流变压器	5.6%	4.3%
	35换流阀	6.3%	14.0%
	36开关设备	20.7%	26.7%

结合上述分析，下面对原材料、变电核心设备两个分支下属三级技术进行聚焦。由上表可见，在原材料领域中，钢材是国外“走进来”及国内“走出去”的重点技术分支，2014-2018 年五年间国外 PCT 在华布局专利量占比 20.0%，国内 PCT 申请占比达到 8.7%。在变电核心设备领域，国内外占比均高于 20%，其中国内 PCT 申请占比更是高达 26.7%，这也体现出在国内外申请人通过 PCT 专利对外布局进程中，近年来钢材、开关设备热度较高。

2.3 小结

本章以专利数据为基础，分析了全球和我国输变电装备产业的专利态势，并在深入挖掘以上信息的基础上，分别对产业链和创新链的技术发展方向进行了预判，具体结论如下：

一、全球产业态势：全球产业景气度高，中日和德美处于领先地位

1. 从申请趋势来看，全球产业景气度高，我国发展按下加速键。

输变电装备作为输电网构成的核心基础，截至检索日，共申请专利 398662 件，合计 134443 项专利代表。全球范围内相关专利申请在 19 世纪末就已经出现，之后申请数量缓慢上升。2005 年起，全球输变电装备产业相关专利数量激增，

陕西省输变电装备产业专利导航

在 15 年间新增 60568 项, 输变电装备产业专利全球整体的申请进入快速发展期。在华布局方面, 截至检索日, 全球申请人在华布局专利总量共 66454 项。我国从“八五”计划开始, 随着国家不同时期的政策要求, 相关原材料、变电核心设备、电力系统综合自动化技术迅猛发展, 在接下来的“十四五”规划时期, 根据要求将加快电网基础设施智能化的改造和建设智能微电网, 可以预见, 输变电装备产业相关专利量还将进一步增加。

2. 从国家势力来看, 中日和德美处于领先地位, 我国尚未走出去。

经统计, 专利数量排名前 5 的国家依次为中国、日本、德国、美国和韩国, 合计占全球相关专利的八成以上。就专利布局形式而言, 美国、德国、日本、韩国这些发达国家有着明确的全球化专利布局, 积极抢占海外市场。相比之下, 中国申请人基本在本国布局, 在全球输变电装备领域的技术话语权尚且不强。具体到三级分支来看, 原材料一直是我国工业发展受制于其他国家的因素, 就输变电行业来说, 制作套管芯体作用的绝缘纸、环氧树脂、铝箔等配套材料的研发能力依然不足。同时, 尽管我国在变电核心设备等二级技术分支专利申请量位居世界第一, 但特高压直流套管、IGBT 功率模块等关键组部件产品仍主要依赖进口, 中国输变电行业的技术研发工作任重而道远。

3. 从创新主体来看, 巨头企业创新活跃, 我国高校表现亮眼。

当前, 全球输变电产业发展形势火爆, 创新和应用成果此起彼伏。企业申请人方面, 巨头企业充分利用专利布局抢占技术制高点, 控制着核心技术和产品市场, 专利实力与企业的市场竞争地位相一致; 各大优秀科研院校与资本雄厚企业也纷纷进军输变电行业, 从侧面反映出输变电行业的巨大发展潜力。科研申请人方面, 全球范围内专利申请量排名前 15 的科研机构中, 有 13 家来自中国, 占比高达 86.67%, 以西安交通大学为代表, 极大地推动了我国输变电产业的发展。发明人才方面, 技术领先人才主要就职于国家电网、日本三菱、日本住友、韩国 POSCO、瑞士 ABB 等输变电领域龙头企业中, 科研骨干主要来自于国内的高校, 特别地, 部分专利申请人通过注册公司的方式来实现自身专利成果的价值最大化。

陕西省输变电装备产业专利导航

二、技术发展方向：突破关键材料技术封锁，扩大核心设备技术优势，加速智能化技术新布局。

（一）产业链发展方向

1.从产业结构调整方向来看，变电核心设备仍然是产业发展重点，电力系统综合自动化设备乘智能化、碳中和之风腾飞。

变电核心装备所涵盖的交流变压器、电抗器、电容器、换流变压器、换流阀以及开关设备，作为输变电成套装备的关键零部件，截至检索日，全球相关专利申请占比高达 58.7%。以三年为一个统计周期可以看出，2000 年至今变电核心设备专利申请占当年申请总量比重始终不低于 50%，2018 年至 2020 年期间的申请占比高达 61.3%，与 2000 年至 2002 年期间相比上涨 7%。随着近些年来智能电网的发展，特别是“碳达峰、碳中和”目标提出后，输变电装备智能化发展趋势愈加明显，结合专利申请量占比变化趋势来看，电力系统综合自动化设备的占比已经逐步增长至 6.3%，是 2000 年初的 2 倍有余，进一步印证了全球申请人对智能化的关注程度正在逐步提升。

2.从关键产品突破方向来看，环境适应的绝缘材料研发热度不断提升，国产化加速催生套管步入高速增长通道，小型化、紧凑型 GIS 迎来热捧上升期。

绝缘油、绝缘纸、绝缘气体是较为常见的几种绝缘材料，其中，绝缘纸的研发热度始终较高，2001 年申请量占比一度高达 86%；随着环保型绝缘气体等新兴需求的增长，绝缘气体相关专利量申请占比稳步提升，2010 年后年申请量占比基本均在 20%左右，并在 2015 年开始超过绝缘油。绝缘部件是输变电配套设备的重要组成，瑞士 ABB、日本东芝等在该领域拥有强劲的技术实力，从技术热点迁移情况来看，套管技术从 1992 年左右开始受到广泛关注，到 2020 年申请量占比已经接近 50%，可以预见未来仍将持续上升。GIS 由于结构紧凑、占地面积小、可靠性高、配置灵活等优点广受用户好评，在 2010 年之后，GIS 的申请人数量占比开始持续提升，正吸引着越来越多的创新主体加速涌入。

陕西省输变电装备产业专利导航

(二) 创新链发展方向

1.从技术发展热点方向来看，上游原材料技术步入成熟期，开关设备、电抗器等一次设备和二次设备是当前研发热点，直流输电技术为长期攻克方向。

上游原材料领域自 2019 年以后，申请量出现缓慢下降的趋势，申请人数量也同步下降，相关技术进入成熟期，创新呈现向龙头企业聚集的趋势。中游开关设备、电抗器、互感器是目前申请量最大的三个三级分支，且近 20 年来申请量整体上均呈现持续上升趋势。交流变压器、换流变压器和换流阀分别作为交、直流输电工程的核心设备，从近 20 年的专利申请趋势可见，换流变压器、换流阀合计申请量整体呈上升趋势，占比始终不低于 50%，仍然为长期攻克的技术方向。值得注意的是，开关设备的重点专利占比仅为 9.1%，可见相关专利申请中核心技术相对不足，仍具有较大的技术发展潜力。

2.从市场竞争重点方向来看，原材料长期受到国外制约，变电核心设备国内外竞争焦灼，输电、输变电配套设备及电力系统综合自动化设备资本活跃。

在国内国际双循环的新发展格局下，通过将国外 PCT 在华布局专利量与国内 PCT 申请量各二级分支占比进行对比可以发现，国外“走进来”的开端是原材料，其中变电核心设备、原材料的研发及专利布局力度相对较大。相比而言，国内“走出去”进程起步略晚于国外，大约在 2000 年后开始形成较为稳定的对外专利布局，变电核心设备是国内“走出去”相对成功的技术分支。除此之外，在输变电装备智能化、成套化趋势的影响下，架线金具、绝缘部件、控制（调度）等领域成为协同创新和专利运用的热点，不断吸引大量创新主体加入市场竞争浪潮，例如架线金具近五年新进入者占比高达 44.2%。

3 陕西产业定位

本章立足陕西省输变电装备产业发展现状, 将其与对标省份乃至全国的产业发展趋势作对比, 以定位陕西省输变电装备产业在全球、全国所处的地位和水平, 进而明确陕西省输变电装备产业发展定位, 掌握陕西省产业发展中存在的产业结构、技术布局等方面的优势和差距。

3.1 陕西产业专利态势

3.1.1 从国内分布来看, 陕西处在国内第二梯队前列, 未来发展态势长期看好

从中美贸易战到美国打压华为而引发的芯片之痛, 以及由此引发的核心科技短板的大讨论, 这样的氛围体现在我国科技创新的紧迫性的共识上, 科技创新能力的高低逐步成为区域和城市竞争的一个决定性因素。

从专利数据来看, 截至检索日, 我国 31 个省区市均有输变电装备相关专利申请。对各省份的专利申请数量进行横向比较, 大致可以分为三个梯队。江苏、浙江、北京、广东位于第一梯队, 专利申请超出 5000 项; 上海、山东、河南、陕西等 12 个省份位于第二梯队, 专利申请超出 1000 项; 其余的云南、广西、江西、重庆等省份位于第四梯队。可以看出, 陕西省的输变电装备专利申请量虽然与第一梯队存在一定差距, 但在第二梯队排名靠前, 超出辽宁、安徽、湖北、河北等其余第二梯队省份。

表 3-1 我国各省市输变电装备专利申请量统计

	省份	专利申请量/项
第一梯队 (>5000)	江苏	8147
	浙江	5832
	北京	5584
	广东	5556
第二梯队 (1000-5000)	上海	3154

陕西省输变电装备产业专利导航

	省份	专利申请量/项	
	山东	3109	
	河南	3021	
	陕西	2624	
	辽宁	2538	
	安徽	2370	
	湖北	1927	
	河北	1636	
	湖南	1564	
	四川	1522	
	福建	1437	
	天津	1218	
	第三梯队 (<1000)	云南	665
		广西	572
江西		566	
重庆		467	
贵州		462	
黑龙江		435	
山西		319	
内蒙古		317	
新疆		298	
吉林		281	
甘肃		260	
宁夏		202	
青海		70	
海南	40		
西藏	8		

其中,专利申请量排名前十的省份主要集中在东南沿海地区,以江苏、浙江、上海为代表的长三角地区,以北京、辽宁、天津为代表的环渤海地区,相关产业创新能力不断增强,在打造世界级产业集群方面具备一定的发展基础。与此同时,头部企业有力带动了区域产业创新实力的提升,如江苏省的南瑞集团、山东省的山东电工电气集团、河南省的许继集团和平高集团、陕西省的西电集团等。值得肯定的是,陕西是唯一进入前十的西部省份,在输变电装备产业空间布局战略地位上具有重大意义。

陕西省输变电装备产业专利导航

具体到二级分支可以发现，由于我国各省份的资源禀赋、经济结构和发展速度不同，目前在输变电装备产业上也呈现出了不同的产业特色。江苏、浙江、北京、广东全面领跑；辽宁、安徽、湖南立足丰富的矿产资源和老工业基础，在上游原材料领域积累一定优势；山东近年来大力发展大数据智能产业，在电力系统综合自动化设备领域跻身前列。

表 3 - 2 专利申请量 TOP15 省份二级分支分布

	1原材料	2输电	3变电核心设备	4输变电配套设备	5电力系统综合自动化设备
江苏	715	327	4826	6141	412
浙江	324	95	4033	4529	113
北京	331	154	3482	4446	629
广东	208	67	3680	4320	423
上海	263	40	1907	2265	86
山东	187	64	2022	2423	192
河南	123	82	2012	2287	126
陕西	153	26	1722	1955	127
辽宁	389	24	1366	1803	47
安徽	434	50	1376	1915	69
湖北	303	42	999	1442	117
河北	122	28	936	1119	60
湖南	236	9	994	1264	40
四川	139	62	920	1189	85
福建	55	12	945	1048	51
天津	81	10	791	968	99
云南	55	19	387	550	97
广西	29	3	362	411	21
江西	74	13	274	365	11
重庆	46	11	286	369	34
贵州	11	8	272	325	40
黑龙江	45	5	283	352	22
山西	44	4	197	264	21
内蒙古	118	8	144	287	20
新疆	14	10	201	236	14
吉林	11	15	184	233	25
甘肃	23	6	175	215	13
宁夏	9	3	141	162	15
青海	11	3	36	60	10
海南	0	0	25	29	4
西藏	0	0	4	5	2

总的来看，随着输变电装备技术的国产化进程加速，各省份间产业发展差距

陕西省输变电装备产业专利导航

进一步彰显，第一梯队省份大力布局中游核心产品，推动产业总量扩张、产业集群和产业结构优化升级，第二梯队省份积极发挥资源优势 and 运用政策支持，突破地域限制，获得了良好的发展。在此基础上，作为中西部省份产业技术突破的标杆，陕西输变电装备产业未来发展态势长期看好。

3.1.2 从申请趋势来看，陕西积极围绕产业链部署创新链，但发明占比偏低

截至检索日，陕西省输变电装备产业共检索得 2624 项专利，含授权 2084 项、授权率 79.4%，有效 1302 项、有效率 49.6%。其中发明共计 1064 项，占比 40.5%，低于全球 67.6%及国内 41.9%，含授权 524 项，授权率达 49.2%；有效发明专利 412 项，有效率 38.7%。从近二十年专利申请趋势来看，陕西输变电装备专利申请量自 2005 年后进入快速增长期，同期中国西电成为中国电气百强之首，此后基本保持增长趋势，专利申请量于 2020 年达到历史峰值，为 304 项。

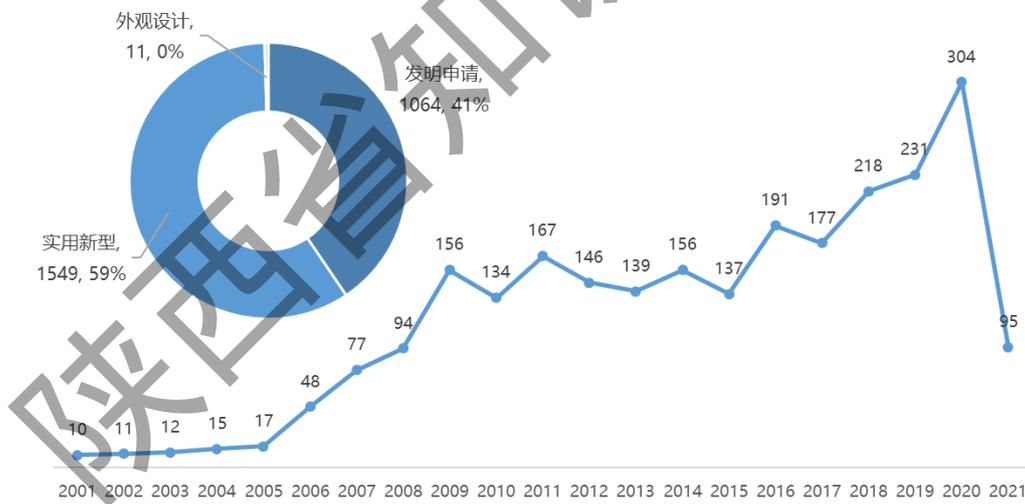


图 3 - 1 陕西省 2001 年以来专利申请趋势与专利类型占比

随着产业链安全成为全球关注的焦点，陕西省输变电装备产业呈现出重点领域发展壮大、产业链条不断延伸的特点。通过分阶段统计陕西省输变电装备产业近二十年技术分支专利申请占比可以看出，变电核心设备领域专利申请量一直占据着约 60%的比例，为陕西省输变电装备领域最重要的组成部分，而输变电配套

陕西省输变电装备产业专利导航

设备领域的专利占比逐渐向上游原材料领域转移。

表 3-3 陕西省 2001 年以来输变电装备技术领域热点变化

年份	1原材料	2输电	3变电核心设备	4输变电配套设备	5电力系统综合自动化设备
2001-2005	6.1%	0.0%	59.1%	31.8%	3.0%
2006-2010	1.5%	1.5%	60.5%	32.0%	4.5%
2011-2015	4.6%	0.5%	66.4%	23.0%	5.5%
2016-2020	7.8%	1.2%	64.2%	21.8%	5.0%

在专利创新保护的同时，陕西省申请人也逐步重视海外市场开拓。截至检索日，陕西省通过 PCT 途径累计申请专利 22 项，占比不足 1%，尚未进行大规模的海外布局，存在一定劣势。其中，西安交通大学和中国西电通过 PCT 途径申请的专利最多。



图 3-2 陕西省 PCT 途径专利申请人

3.1.3 从区域布局来看，西安强省会优势突出，专利占比超九成

目前，陕西省输变电装备产业聚集化发展趋势日趋明显，行业内龙头企业带动作用进一步发挥，中小企业协作配套能力增强，产业链不断延伸，产业集群发展及产品配套水平不断提高，西安经济技术开发区、西安阎良国家航空产业基地、西安国家民用航天产业基地、宝鸡蔡家坡经济开发区等国家级新型工业化产业示

陕西省输变电装备产业专利导航

范基地建设成效显著。

从专利数据来看，陕西输变电装备专利分布在省内的 9 个城市中，商洛市尚无相关专利申请。其中，西安以 2378 项专利远超其他城市，占陕西全省专利总量的 90.6%。排名第二和第三的宝鸡、咸阳分别占全省输变电装备专利总量的 3.6% 和 2.1%，其余城市专利申请量不足 50 件。西安作为我国国防工业的重要基地，具有得天独厚的地理优势、环境优势、资源优势和产业优势，是我国军民融合产业发展的重要板块之一。据统计，西安本地军工单位约 110 家，涵盖核能、航空、航天、光电、化工等多个领域，国防科技工业研发和生产能力居全国前列，在西安输变电装备产业的发展中起到了非常重要的作用。



图 3 - 3 陕西省各城市专利量分布

2019 年 3 月，《西安市装备制造业产业发展规划（2019—2021 年）》印发，

陕西省输变电装备产业专利导航

要求“以绿色化、成套化、智能化发展为主攻方向，形成高新区、经开区、西咸新区、航天基地为依托的‘三区一基地’电力装备发展中心。围绕产业链、创新链做好招商引资工作，培育千亿级电力装备产业集群，支持电力装备企业从产品制造商转变为制造服务商，成为具备系统解决方案能力的世界级电力装备提供商，努力将我市打造成全国乃至全球一流的电力装备产业研发生产基地。到 2021 年，产值力争 1000 亿元。”特别地，总部位于西安的中国西电集团是我国唯一一家以完整输变配电产业为主业的中央企业，其自主研发的全系列特高压产品代表了世界最高水平，是我国重大装备制造的领军企业，在中国参与国际输变电市场竞争中发挥着重要作用。

宝鸡作为国家“一五”和“三线”建设时期重点布局建设的老工业城市，工业基础雄厚，配套能力较强，发展输变电产业具有良好的延链补链基础。在 2020 年 3 月印发的《宝鸡市老工业城市产业转型示范区建设重点工作任务分工方案》中提出，宝鸡高新技术产业开发区重点任务之一就是要“重塑支柱产业竞争优势。发展灭弧室、真空断路器、铁道电器成套设备、中压开关成套设备、绝缘类配件等主打产品，打造‘控制设备—电线电缆—互感器—变压器—控制系统’生产链，加快中低压输变电产业向智能化、环保型发展，形成高压输变电装备、中低压配电和电力电子三大主导业务为主的产业集群。”

表 3-4 陕西省各市二级分支专利申请量统计

	1原材料	2输电	3变电核心设备	4输变配电配套设备	5电力系统综合自动化设备
西安市	144	20	1561	604	117
宝鸡市	4	0	75	16	1
咸阳市	3	3	29	24	1
渭南市	0	0	25	9	1
汉中市	0	2	15	7	4
榆林市	1	0	8	6	1
安康市	0	1	3	1	1
铜川市	1	0	2	2	0
延安市	0	0	4	0	1

细分产业领域来看，西安在各个二级分支均稳坐省内龙头地位，特别是在原材料和电力系统综合自动化设备领域，相比于其他城市专利申请量只有个位数，

陕西省输变电装备产业专利导航

西安的强省会表现十分突出。

总体而言，陕西省输变电装备产业以西安市为牵引，宝鸡市和咸阳市在产业链各环节基本都有涉及、产业结构完整，渭南市、汉中市、榆林市等在具体产业领域均有分布，具备相当实力，符合陕西省“十四五”规划中关于构建区域协同创新体系的任务安排，即“统筹全省创新资源布局，建设以国家（西部）科技创新中心为引领，以西安、宝鸡、汉中等创新型城市为支撑，以重点科技创新城（园区）为主要载体的区域协同创新体系，巩固提升创新型省份建设”。

3.1.4 从创新主体来看，陕西产业化程度高，高校创新支撑作用明显

陕西省输变电装备相关专利的申请人整体呈现出“以企业主体为主，头部企业专利申请集中度高”的特点，从 TOP10 申请人来看，以西电、合容、国家电网、斯瑞等重点企业为主，是陕西省输变电装备产业发展的标杆力量，同时，西安交通大学、西安理工大学、西安工程大学等高校也表现出不俗的科研实力。

企业申请人中，西电的专利申请量最高，855 项，占全省申请总量的 32.6%，有效占比 58.9%，高于全省平均水平。西电作为我国唯一一家以完整输变配产业为主业的中央企业，研发实力和创新水平不言而喻，陕西省“十四五”规划中也明确指出要支持西电集团输配电产业园等做大做强。除了“链主企业”中国西电集团外，陕西省还有许多输变电领域的优质企业。如陕西斯瑞新材料股份有限公司，主要产品为高强高导铜基合金、中高压电接触材料等，专利涉及原材料、变电核心设备和输变电配套设备领域，是陕西省输变电领域技术实力突出、专利运营活跃的优质企业；坐落于西安经济技术开发区的合容电气集团有限公司目前已经成为中国输变电行业民营企业的领跑者，下辖合容电气股份有限公司、西安合容电力设备有限公司等六家子公司，技术实力突出、专利运营活跃。主要产品覆盖电容器、电抗器、开关等多个领域，成功建设了“张北-雄安 1000kV 特高压交流输电工程”、“雅中-江西±800kV 直流输电工程”、“准东-华东 1100KV 特高压直流皖南换流站配套输变电工程”等多项国家级工程，拥有深厚的技术实力基

陕西省输变电装备产业专利导航

础。

高校申请人中，西安交通大学的专利申请量最高，328 项。西安交通大学电气工程学院是我国高等教育创办最早的电工学科，已成为我国电气工程领域人才培养和研究创新的重要基地之一，学院以国家重大需求及国际学科前沿为导向，保持了电机与电器、高电压与绝缘技术、电力系统及其自动化 3 个国家重点二级学科的优势地位，在此基础上凝练出了电工材料与电气绝缘，先进电力设备，脉冲大电流放电等离子及应用，先进电力系统，电磁环境、效应及安全等五个学科方向，不仅服务于电力设备制造、特高压和智能电网的建设，而且向国防、空间、深海等国家重点领域延伸。其次是西安理工大学和西安工程大学，分别申请专利 29 项和 20 项。西安理工大学电气工程学院立足西北，面向全国开展电气工程领域的科学研究，特别在电力电子与特种电源装备、分布式发电与智慧能源、电力系统运行与控制、轨道交通电气控制等方面的研究取得了丰硕成果。西安工程大学机电工程学院是西安工程大学最早成立的院系之一，有机械工程、机械设计制造及其自动化、机械电子工程、工业工程、过程装备与控制工程、智能制造工程等 6 个本科专业，其中机械工程专业为陕西省“一流专业”建设点、陕西省特色专业及国家级“卓越”工程师培养试点专业。

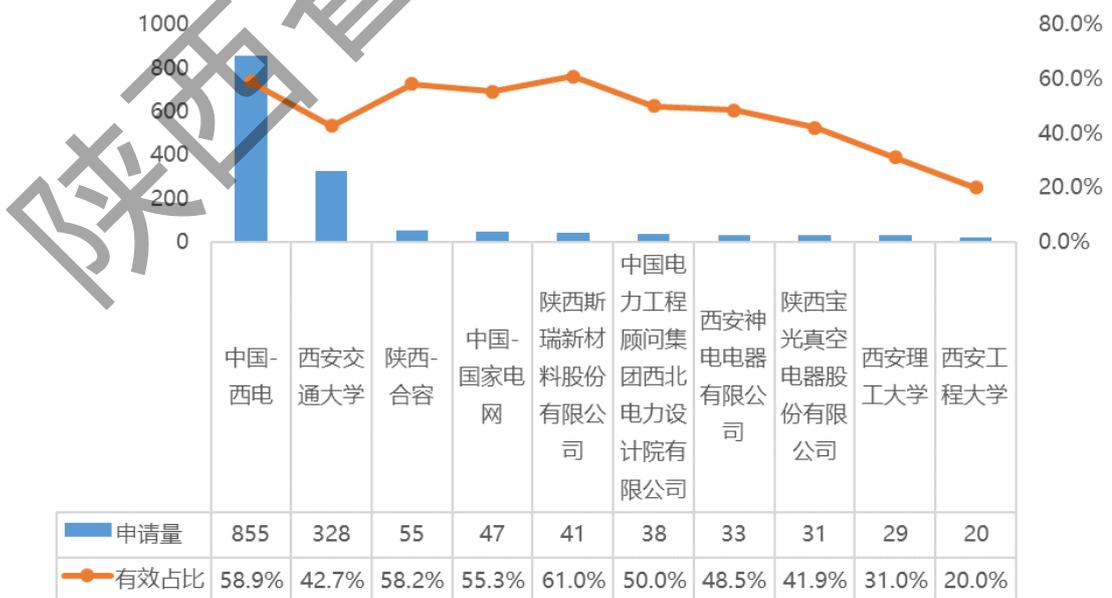


图 3 - 4 陕西 TOP10 创新主体分布

陕西省输变电装备产业专利导航

3.1.5 从头部企业来看，链主西电创新积淀雄厚，西电电气借力资本研发能力突出

3.1.5.1 西电专利申请态势

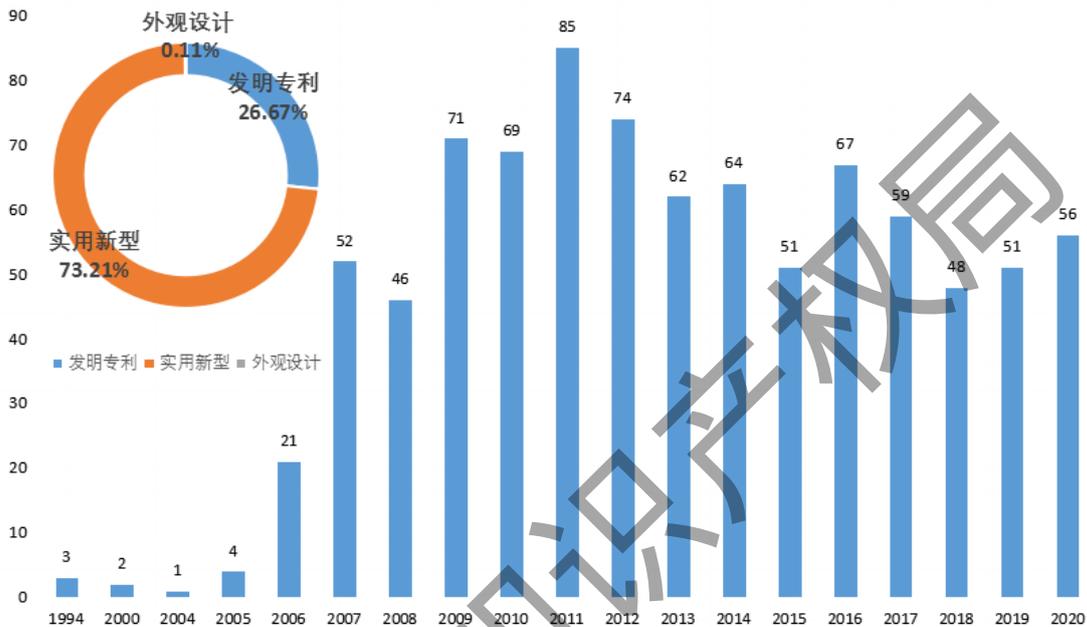


图 3-5 西电集团专利申请总体发展趋势

截至检索日，西电集团公开持有专利申请共 896 项，占陕西省专利申请总量的三成以上。其中，发明专利 239 项、占比 26.67%，实用新型 656 项、占比 73.21%，外观专利 1 项、占比 0.11%。公司成立于 1959 年，自 1994 年开始有专利申请记录，2011 年申请专利量达到历史峰值，为 85 项。尽管西电集团在 1994 年就已经开始在输变电产业进行专利申请，但在此后的 12 年间，西电集团的输变电产业专利申请量仍处在较低状态。2006 年西电集团提出知识产权统一管理、知识产权战略管理思路，着手组织制定知识产权系列管理制度。2007 年西电集团成立了知识产权管理委员会和办公室，其下属各单位均成立了对应的知识产权管理办公室，建立起两级知识产权管理体系，实现了知识产权的纵向管理。伴随知识产权管理体系的建成与不断完善，西电集团输变电相关产业相关专利申请量逐步增加，2009 年首次达到峰值 71 项。2010 年，西电集团在已有知识产权战略

陕西省输变电装备产业专利导航

管理思路的基础上，提出“激励创造、合理运用、充分保护、有效管控、世界一流”的知识产权战略发展方针，开始进行知识产权的战略布局，建立了内部知识产权管理信息系统平台，提高了知识产权管理效率。伴随 2010 年西电集团知识产权战略的进一步加深，集团旗下科研人员研发热情高涨，西电集团输变电相关产业的专利申请量于 2011 年达到顶峰 85 项，此后西电集团输变电产业相关专利申请形式趋于平稳，年专利申请量维持在 60 件左右。

从专利法律状态来看，在西电集团公开的 896 项输变电相关专利中，有效专利 533 项，占比 59.49%，处于实质审查状态的专利 51 项，占比 5.69%，失效专利共 312 项，占比 34.82%，有效专利与在审专利总量占比仅占不到七成，创新储备仍需加强。

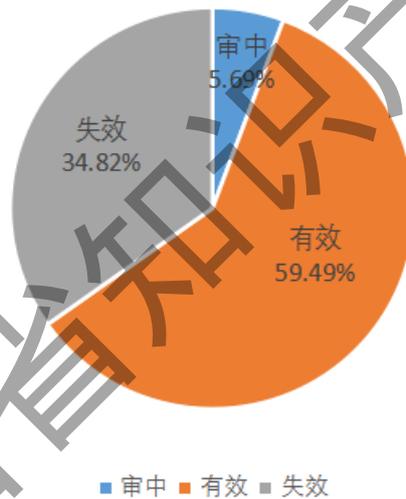


图 3 - 6 西电集团专利法律状态分布

3.1.5.2 西电各子公司专利分布

西电集团目前拥有全资和控股子公司（单位）60 余家，其中包括 2 家上市公司（名称：中国西电，股票代码：601179；宝光股份，股票代码：600379），4 个国家级企业技术中心和工程实验室，4 个国家级质量检测中心，4 家海外合资合作公司，40 余个驻外营销服务机构。主要子公司有西安西电变压器有限责任公司、西安西电开关电气有限公司、西安西变中特电气有限公司等 10 家，

陕西省输变电装备产业专利导航

集团专利总申请量的 81.7%。其中，中国西电电气股份有限公司独立申请专利多达 535 项，占其集团专利申请总量的 59.7%。

表 3 - 5 西电集团下属子公司二级分支专利申请量统计表

	1原材料	2输电	3变电核心设备	4输变电配套设备	5电力系统综合自动化设备	专利总数 (项)
中国西电电气股份有限公司	11	0	548	204	7	733
西安高压电器研究院有限责任公司	0	0	54	8	0	62
西安高压电器研究院常州有限责任公司	0	0	5	1	0	6
西安西电高压开关操动机构有限责任公司	0	0	6	0	0	6
西安西电高压开关有限责任公司	0	0	33	7	0	38
西安西电电力系统有限公司	0	0	16	0	2	18
西安西电开关电气有限公司	0	0	41	1	0	41
天水西电长城合金有限公司	0	0	1	0	0	1
西电宝鸡电气有限公司	0	0	10	1	0	11
西安西变组件有限公司	0	0	0	1	0	1
西安西电变压器有限责任公司	4	0	37	7	0	44
常州西电变压器有限责任公司	0	0	6	2	0	8
西安西电避雷器有限责任公司	0	0	0	18	0	18
上海西电高压开关有限公司	0	0	23	1	0	24
西安西电光电电缆有限责任公司	5	0	0	0	0	5
西安西电高压套管有限公司	8	0	7	10	0	16
西电济南变压器股份有限公司	1	0	2	1	0	4
济南西电特种变压器有限公司	0	0	5	0	0	5
辽宁兴启电工材料有限责任公司	0	0	3	0	0	3
西安西变中特电气有限公司	0	0	1	0	0	1
西安西电电力电容器有限责任公司	0	0	9	0	0	9
西安瑞怡科技有限公司	0	0	4	0	0	4
广州西电高压电气制造有限公司	0	0	2	0	0	2

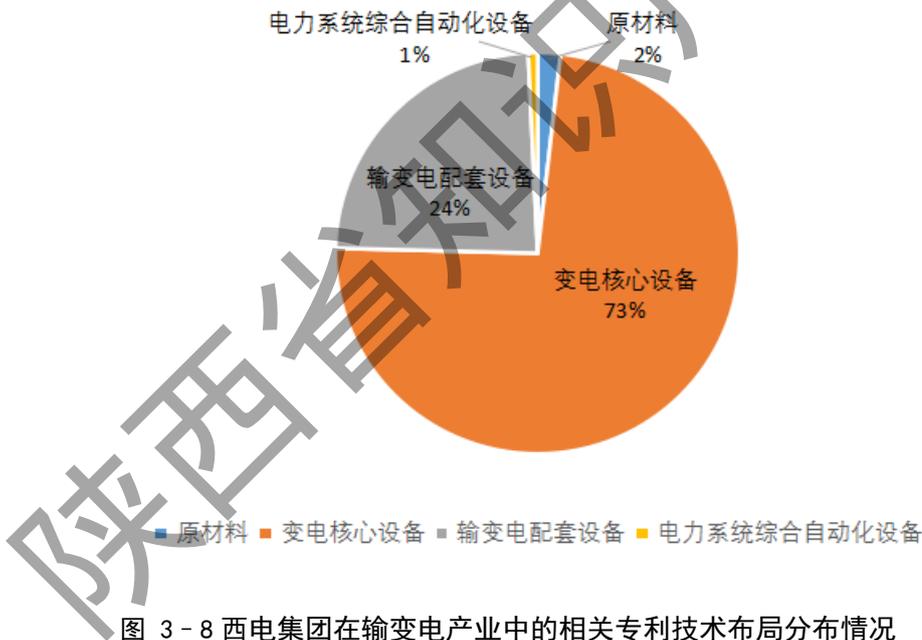
中国西电电气股份有限公司是中国西电集团公司联合陕西省投资集团公司、中国信达资产管理公司和中国华融资产管理公司于 2008 年 4 月以发起设立方式设立的股份有限公司，注册资本 512588.235 万人民币，于 2010 年 1 月 28 日在上海证券交易所上市，总股本 435700 万股，总市值 258.86 亿元。公司主要股东有西电集团、GE SMALLWORLD (SINGAPORE) PTE LTD 等公司，实际控制人为国务院国有资产监督管理委员会 (持有中国西电电气股份有限公司股份比例：45.85%)。西电电气是我国最具规模的高压、超高压及特高压输配电成套设备研究开发、生产制造和试验检测的重要基地，是目前中国高压、超高压及特高压交直流成套输配电设备生产制造企业中产品电压等级最高、产品品种最多、工程成套能力最强的企业，也是中国国内唯一一家具有输配电一次设备成套生产制造能力的企业。西电电气的主营业务为输配电及控制设备研发、设计、制造、销售、检测、相关成套设备、技术研究、服务与工程承包，核心业务为高压、超高压及特高压交直流输配电设备制造、研发和检测。主导产品是 110kV 及以上电压等级的高压开关 (GIS、GCB、隔离开关、接地开关)、变压器 (电力变压器、换流变压器)、电抗器 (平波电抗器、并联电抗器)、电力电容器、互感器 (CVT、CT、PT)、绝缘子 (电站电瓷产品、复合材料绝缘子产品)、套管、氧化锌避雷

陕西省输变电装备产业专利导航

器、直流输电换流阀等。

西电电气在中国国内首先进行了交流 1100kV 和直流±800kV 特高压产品的研发和技术储备,为国家百万伏示范线路“晋东南-南阳-荆门示范工程”提供了 1000kV GIS、电抗器、电容式电压互感器、避雷器、接地开关、绝缘子等产品,为“云南-广州”±800kV 特高压直流输电工程提供了变压器、换流阀、电容器、避雷器等产品。在国际市场上,西电电气的产品和技术已出口 40 多个国家和地区,并成功地进入了德国、美国、新加坡、香港等发达国家和地区市场。可以预见,未来一段时间内西电集团内输变电相关产业专利的主要研发工作仍将由西电电气承担。

3.1.5.3 西电技术布局情况



从技术聚焦程度来看,西电集团在输变电产业领域各技术分支的专利布局比较全面。从输变电产业相关专利技术比例分布情况可以看出,除了技术已经较为成熟的输电技术方向外,西电集团在其它技术分支均有所涉猎研究。变电核心设备方向一直是西电集团看重的技术研究方向,无论输变电产业如何发展,变电核心设备都是输变电产业的核心,也是输变电产业发展的重中之重。电力系统综合

陕西省输变电装备产业专利导航

自动化设备方向尽管目前专利量较少，但其作为新兴的研究技术方向，西电集团对该方向进行了大量研究，随着配套技术的日趋完善，该方向仍有极强的研究价值，未来可持续关注。

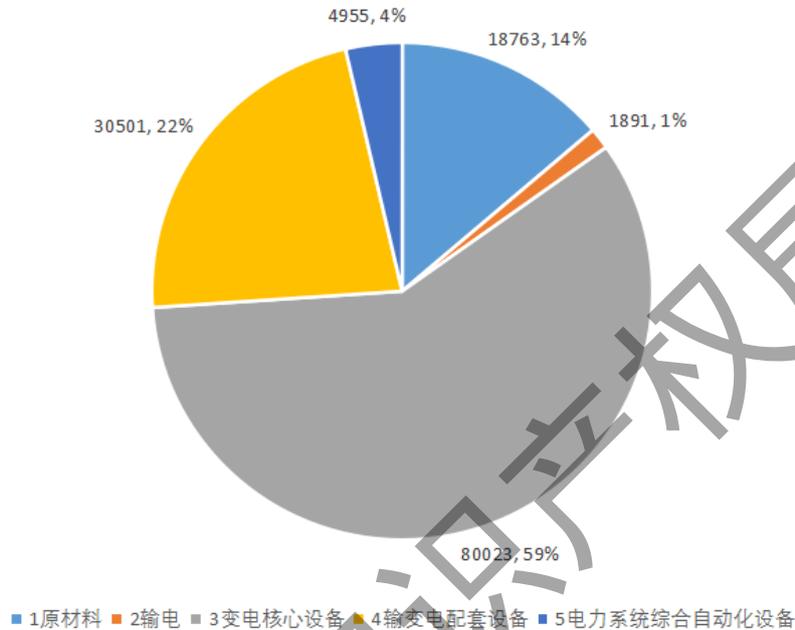


图 3 - 9 全球输变电产业相关专利技术分布情况

通过对全球输变电产业专利技术分布和西电集团在产业中相关专利技术布局分布情况进行对比分析，可以看出电力系统综合自动化设备是目前技术研究和专利申请的热点方向，全球已有 1524 家公司（科研机构）在该方向上取得专利研究成果。以中国国家电网（864 项）、西门子公司（88 项）为代表的百余家研究机构（企业）在该领域上已取得超过 50 项专利。西电集团作为国内输变电领域的龙头企业，在该技术分支领域的专利成果仅有 7 项，在未来需要将研究重点向电力系统综合自动化设备领域偏移。

3.1.5.4 西电对外合作情况

当前，“走出国门去”成为了电力装备企业重要的战略目标，从中国西电在输变电产业相关专利申请的目标国分布情况来看，中国是西电集团的“主战场”，

陕西省输变电装备产业专利导航

仅有少数几项专利在印度、马来西亚等国家进行布局。究其原因，一方面，西电集团海外专利布局尚处于起步阶段，从 2012 年起才逐步进行海外的专利布局。另一方面，西电集团同族被引用专利数在 10 次以上的专利仅占总量的 3.55%，专利价值较难支撑其在海外市场进行有效的专利布局。

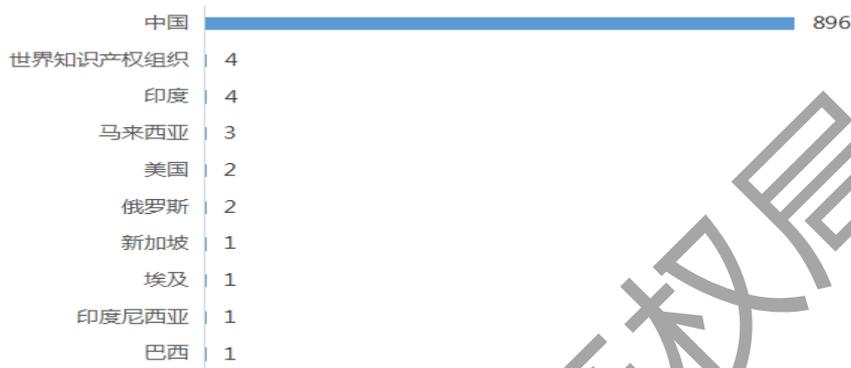


图 3 - 10 输变电产业相关专利目标国分布情况

再从西电集团的合作申请情况来看，截至检索日，西电集团累计联合申请专利 28 项，仅占其总申请量的 3.1%。其中，西电集团自身或与内部子公司联合申请专利的占比高达 96.9%，反映出西电集团作为国内输变电产业的领军企业，自身已经拥有较为成熟的产品研发机制与专利体系。除此之外，西电集团还与国家电网系统的数家公司在变电核心设备领域开展了多次技术合作研发。值得注意的是，西电集团目前在新兴的电力系统综合自动化设备方向尚未有对外合作，未来可以考虑与东北电力大学等已经拥有相关成果的科研院所（机构）共同对该领域进行探索。

表 3 - 6 西电集团对外合作专利申请总量及二级分支申请量统计表

	1原材料	2输电	3变电核心设备	4输变电配套设备	5电力系统综合自动化设备	总量/项
国家电网公司	0	0	5	6	0	10
中国长江三峡集团有限公司	0	0	4	0	0	4
中国电力科学研究院有限公司	0	0	3	0	0	3
广东电网有限责任公司广州供电局	0	0	2	0	0	2
北京机械工业自动化研究所有限公司	0	0	2	0	0	2
中国电力科学研究院有限公司武汉分院	1	0	1	1	0	1
西安交通大学	0	0	1	0	0	1
北京联智华清科技有限公司	0	0	1	0	0	1
烟台路辰世友数控机械有限公司	0	0	1	0	0	1
三峡机电工程技术有限公司	0	0	1	0	0	1
江苏省电力公司	0	0	1	0	0	1
国网湖北省电力有限公司	0	0	0	1	0	1

陕西省输变电装备产业专利导航

3.2 陕西产业发展定位

3.2.1 产业结构定位

产业结构是产业发展在宏观层面的反映，合理的产业结构对产业发展具有重要作用。本节基于专利视角，从陕西省的专利申请量和申请人数量入手，分析陕西省输变电装备产业中存在的产业结构方面的优势和差距。

3.2.1.1 按专利申请量

3.2.1.1.1 与全球主要国家/地区比较

本小节分析全球主要国家/地区、国内及陕西省各级产业环节的专利申请量配置情况。

将陕西省的二级分支结构与全球主要国家进行比较，如图所示，陕西省输变电装备产业原材料方面的专利申请占比为 6%，远低于日本、韩国、美国等发达国家，且还低于我国总体水平，说明原材料方面是陕西省的薄弱环节，有待进一步调整提高。在输电方面，陕西省总体水平略低于韩国和国内水平，但与全球水平持平，具备一定的竞争力。输变电核心设备、输变电配套设备以及电力系统综合自动化设备在输变电装备领域占据了重要的地位，陕西省在这三个方面均占据了一定优势，输变电核心设备占比 64%，仅次于德国的 69%，输变电配套设备占比 25%，与日本持平，而在电力系统综合自动化设备方面占比 5%，略微落后于美国的 5%。综合来看，陕西省在变电核心设备、输变电配套装备和电力系统自动化设备方面均具备较好的竞争力，主要劣势在于原材料。

陕西省输变电装备产业专利导航

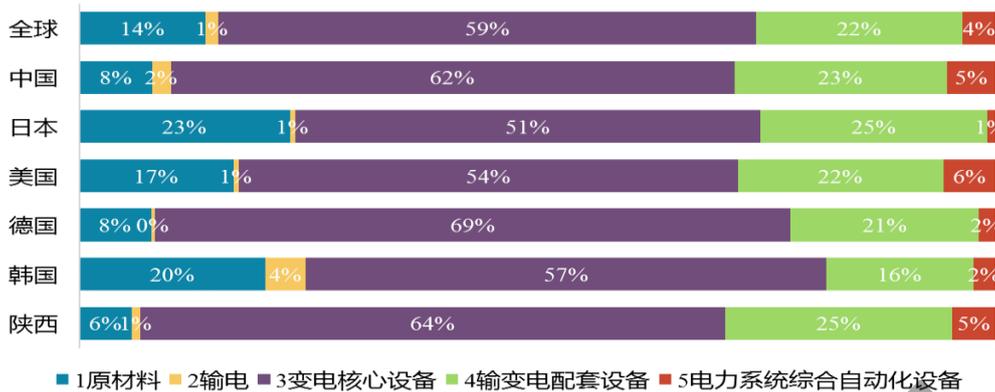


图 3-11 陕西省输变电装备专利申请量二级分支结构定位

具体到三级分支，原材料作为陕西省的弱势领域，具体体现在钢材和绝缘材料方面，钢材和绝缘材料方面的占比均不足 1.5%，远落后于其他主要国家，在这两方面较为突出的是韩国和美国。陕西省在变电核心设备、输变电配套装备和电力系统自动化设备方面均具备较好的竞争力，具体而言，主要体现在交流变压器、绝缘部件、避雷器和保护层面，而在电容器和换流阀方面与德国和美国差距较大。相比之下，开关设备是全球各主要国家关注的重点，占比均超 20%，其中德国更是达到 41.8%，陕西省以 37.1% 仅次于德国，具备一定优势。

表 3-7 陕西省输变电装备专利申请三级分支结构定位

分支	地区	全球	中国	日本	美国	德国	韩国	陕西
11	钢材	6.7%	4.8%	10.1%	6.8%	2.1%	15.7%	1.3%
12	铜材	3.7%	1.8%	8.8%	2.4%	1.5%	1.5%	3.1%
13	绝缘材料	3.3%	1.2%	3.9%	7.5%	4.2%	2.9%	1.1%
21	电力电缆	0.6%	0.9%	0.3%	0.3%	0.2%	0.9%	0.3%
22	架线金具	0.8%	1.2%	0.2%	0.3%	0.1%	3.5%	0.7%
31	交流变压器	3.7%	5.4%	2.3%	2.4%	1.3%	6.8%	6.7%
32	电抗器	9.3%	10.8%	9.2%	7.9%	5.0%	3.8%	8.7%
33	电容器	6.4%	5.5%	2.9%	11.1%	15.7%	4.9%	5.4%
34	换流变压器	3.6%	2.5%	4.5%	6.3%	3.5%	3.3%	2.9%
35	换流阀	3.3%	3.7%	2.1%	6.1%	2.1%	3.1%	3.8%
36	开关设备	32.6%	34.0%	30.0%	20.9%	41.8%	35.0%	37.1%
41	绝缘部件	1.6%	2.8%	0.6%	0.7%	0.6%	2.3%	3.3%
42	继电器	1.8%	2.6%	1.0%	2.3%	0.4%	1.5%	1.7%
43	熔断器	1.6%	0.9%	2.4%	3.3%	0.9%	2.8%	1.4%
44	互感器	9.3%	10.0%	9.6%	5.6%	11.9%	4.8%	6.4%
45	避雷器	8.1%	6.7%	11.2%	10.5%	6.6%	4.8%	11.5%
51	控制（调度）	1.9%	2.4%	0.4%	3.5%	1.3%	1.3%	1.6%
52	保护	1.7%	2.8%	0.5%	2.1%	0.6%	1.1%	3.0%

3.2.1.1.2 与国内主要省份比较

从 3.1.1 节的分析结论可知，陕西省按照全国省份申请量排名来说位于榜单

陕西省输变电装备产业专利导航

的二梯队，以 2624 项位列第 8 位。在二级分支上与位列第一梯队的江苏、浙江和广东进行对标，如图所示，陕西在原材料方面占比与浙江相当，占比均达到 6%，仅次于江苏省。在输电方面，江苏省以 4% 占比优于其他省份，陕西与广东则均以 1% 的占比居后。而变电核心设备方面，浙江、广东和陕西的占比较为接近，相比之下江苏的占比略微有所不及。而输变电配套设备方面，四个省份占比相当，均在 23% 上下。在电力系统综合自动化设备方面，陕西与江苏的占比相同，广东以 8% 的占比优于其他省份。总体而言，陕西省在二级分支结构方面与位列第一梯队的省份结构相当。

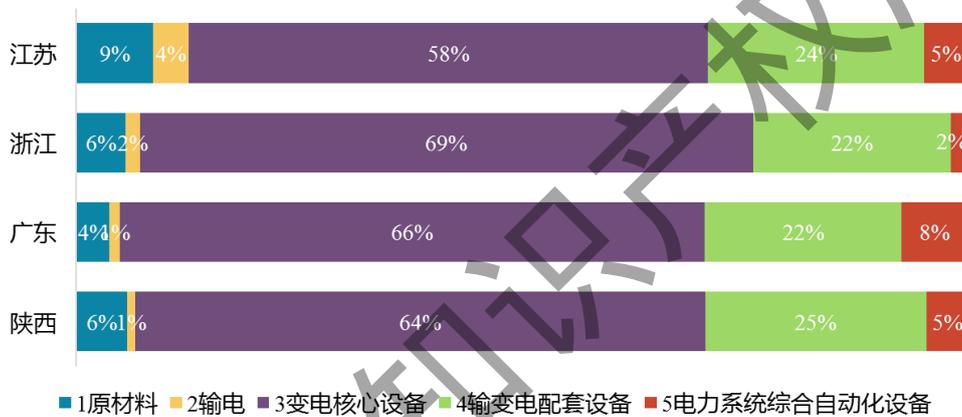


图 3-12 主要省份输变电装备专利申请二级分支结构定位

进而从三级分支看，陕西省的大多数三级分支在主要省份中均处于居中位置，如绝缘部件的申请量占比优于浙江省和广东省、但稍逊于江苏省，保护的申请量占比仅次于广东省等。值得注意的是，陕西省在钢材方面劣势明显，申请量占比仅为 1.3%，而其他省份的申请量占比均超过 1.6%，其中江苏更是以 4.7% 的申请量占比占据绝对优势。相比之下，陕西省在铜材、交流变压器和避雷器方面则展现出较优的表现，申请量占比均高于其他省份，其中避雷器的占比更是达到 11.5%，比位列第二的广东省的占比高了 3.5%。而在其他省份中，江苏省在钢材、电力电缆、架线金具和互感器方面实力强劲，浙江则在开关设备以 47.1% 的申请量占比独占鳌头，广东省侧重于电容器、换流变压器、换流阀、控制和保护的研究发展。

陕西省输变电装备产业专利导航

表 3-8 主要省份输变电装备专利申请三级分支结构定位

分支 \ 地区	江苏	浙江	广东	陕西
11 钢材	4.7%	1.9%	1.7%	1.3%
12 铜材	2.2%	2.4%	0.8%	3.1%
13 绝缘材料	1.7%	1.2%	1.2%	1.1%
21 电力电缆	2.3%	0.8%	0.4%	0.3%
22 架线金具	1.6%	0.8%	0.8%	0.7%
31 交流变压器	5.3%	2.1%	4.9%	6.7%
32 电抗器	11.7%	8.6%	12.0%	8.7%
33 电容器	5.5%	7.6%	11.7%	5.4%
34 换流变压器	1.8%	1.1%	4.3%	2.9%
35 换流阀	3.7%	2.4%	5.0%	3.8%
36 开关设备	30.6%	47.1%	28.1%	37.1%
41 绝缘部件	3.4%	1.3%	2.5%	3.3%
42 继电器	1.5%	3.2%	2.7%	1.7%
43 熔断器	0.5%	1.2%	0.7%	1.4%
44 互感器	13.7%	10.4%	7.9%	6.4%
45 避雷器	4.9%	6.0%	8.0%	1.5%
51 控制 (调度)	2.1%	1.2%	3.4%	1.6%
52 保护	2.8%	0.7%	4.0%	3.0%

进一步从四个省份的城市申请量看，如图 3-13 所示，陕西省的西安市“一枝独秀”，申请量占陕西省总申请量的 91%，其余城市如宝鸡市、咸阳市和渭南市申请量均不足 100 项，被西安市远远甩在身后。浙江省与陕西省的分布情况存在相似性，温州市的申请量占浙江省申请总量的 42%，达到 2425 项，而申请量排名第二和第三的杭州市和宁波市，其申请量均不足 1000 项。相比之下，广东省的广州市和深圳市齐头并进，申请量相对较为接近，另有东莞市和珠海市紧随。江苏省则是形成了以南京市为发展龙头，苏州市、常州市和无锡市并行发展的格局。早在 2011 年，江苏省就成立了江苏省输变电装备产业技术创新战略联盟，旨在通过资源整合、产学研合作、技术创新，实现江苏输变电装备产业链配套，共同推动产业技术创新和发展，可能因此江苏省内各城市之间通力合作，又互相竞争，形成了良好的发展格局。

陕西省输变电装备产业专利导航

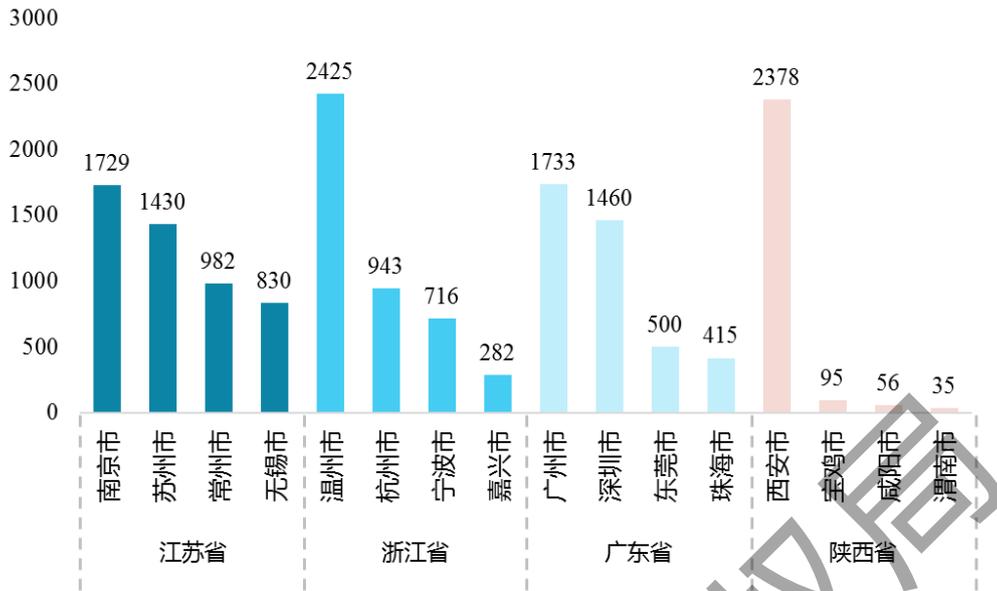


图 3-13 主要省份部分城市输变电装备专利申请排名

3.2.1.2 按申请人数量

3.2.1.2.1 与全球主要国家/地区比较

本小节分析全球主要国家/地区、国内及陕西省各级产业环节的申请人数量配置情况。

从二级分支看，如图 3-14 所示，陕西省在原材料方面的申请人数量占比仅为全球占比的二分之一，远不及日本、美国、德国等工业大国，由此可以看出，原材料方面技术门槛较高，限制了陕西以及国内创新主体的进入，导致陕西以及国内在原材料方面的申请人占比以及申请量占比均低于全球水平。在输变电核心设备方面，陕西以 55%的申请人产出了 64%的专利，说明陕西在输变电核心设备方面申请人相对集中，产业化程度较高。相比之下，陕西在输变电配套设备方面参与申请的创新主体占比远高于其他国家，达到 30%，相应的专利产出仅 25%，而日本、美国、德国等国的专利申请量占比均大于相应的专利申请人数量占比，显然陕西在这一方面人均专利量并不高，这一定程度上说明陕西在输变电配套设备方面正在持续投入研究，试图突破技术壁垒实现规模化。而在输电和电力系统自动化设备方面，陕西与全球保持了相似的水平。

陕西省输变电装备产业专利导航

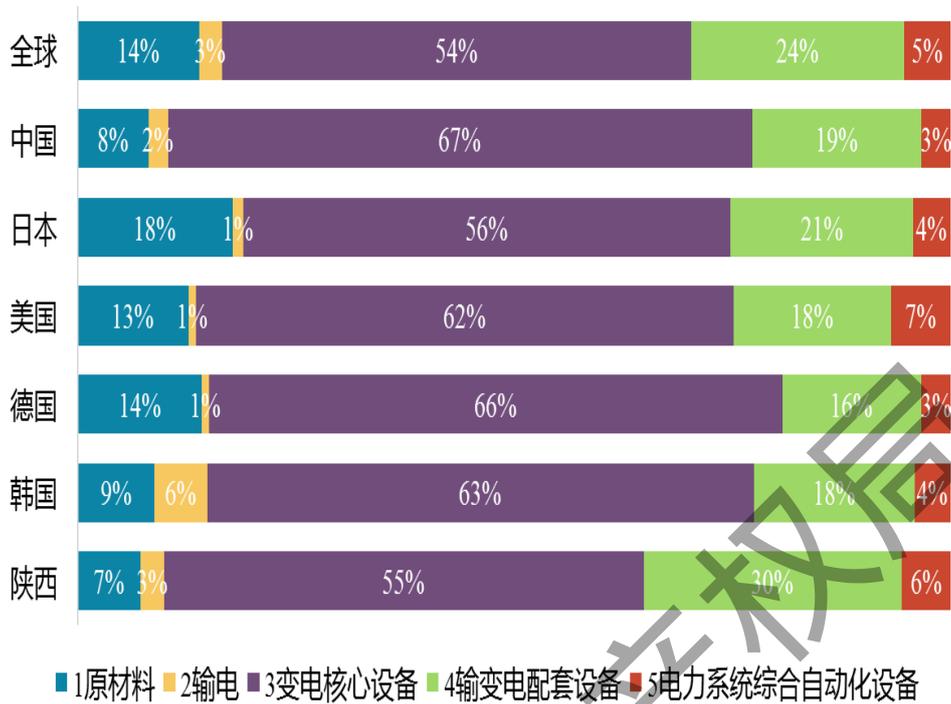


图 3 - 14 陕西省输变电装备专利申请人数量二级分支结构定位

进一步地从三级分支看陕西省的结构定位，如表所示，图中百分比数字代表了申请人数量占比，图标则代表了人均申请量（申请量/申请个人数量）。从图中可知，陕西省钢材方面的申请人数量占比以 3% 与韩国比肩，然而不同的是，韩国以 3% 的申请量数量占比产出了 15.7% 的专利，而陕西则以 3% 的申请人数量仅产出了 1.3% 的专利数量，可见陕西在钢材方面弱势明显。相类似的还包括换流阀、继电器和熔断器方面，均是投入了较大人力然而专利产出量较其他国家水平来说并不理想，亟需提升研发效率。相比之下，陕西在铜材、交流变压器、开关设备和绝缘部件方面表现良好，投入产出比相比其他国家而言具备一定优势。其中开关设备是各个国家关注的重点，申请量占比均超 20%，但从人均申请量上可以看出，日本和德国在这一方面更具备优势。

陕西省输变电装备产业专利导航

表 3-9 陕西省输变电装备专利申请人数量三级分支结构定位

分支 \ 地区	全球	中国	日本	美国	德国	韩国	陕西
11钢材	5%	5%	4%	5%	5%	3%	3%
12铜材	4%	3%	9%	3%	4%	2%	2%
13绝缘材料	5%	2%	9%	8%	9%	6%	1%
21电力电缆	1%	1%	1%	0%	1%	1%	1%
22架线金具	1%	1%	1%	1%	0%	7%	1%
31交流变压器	4%	5%	5%	3%	2%	10%	5%
32电抗器	11%	12%	10%	9%	7%	7%	12%
33电容器	8%	8%	7%	10%	13%	5%	7%
34换流变压器	6%	4%	10%	9%	8%	5%	3%
35换流阀	4%	4%	5%	7%	3%	3%	6%
36开关设备	23%	26%	9%	13%	23%	21%	25%
41绝缘部件	3%	3%	1%	1%	1%	5%	3%
42继电器	2%	2%	3%	3%	1%	2%	4%
43熔断器	2%	2%	3%	2%	2%	3%	3%
44互感器	9%	9%	8%	6%	9%	7%	6%
45避雷器	9%	9%	13%	11%	8%	8%	12%
51控制（调度）	3%	2%	3%	6%	3%	3%	2%
52保护	2%	2%	2%	2%	1%	2%	3%

3.2.1.2.2 与国内主要省份比较

将陕西省与江苏、浙江和广东在申请人数量上进行对标，如图 3-15 所示，陕西在变电核心设备方面具备优势，以 55% 的专利申请人数量申请了 64% 的专利，人均申请量较高，说明陕西在这一方面正在往规模化、产业化发展。相比之下，陕西在输变电配套设备方面存在一定的上升空间，人均申请量较其他省份而言偏低。值得注意的是，虽然陕西在原材料方面的人均申请量较其他省份而言具备一定的优势，然而江苏在原材料方面拥有 14% 的创新主体，说明江苏可能正在试图突破原材料方面的技术壁垒，提升本省输变电装备产业上游的供应链水平，实现全产业链发展。广东则是在电力系统综合自动化设备方面加大投入，试图有所突破。

陕西省输变电装备产业专利导航

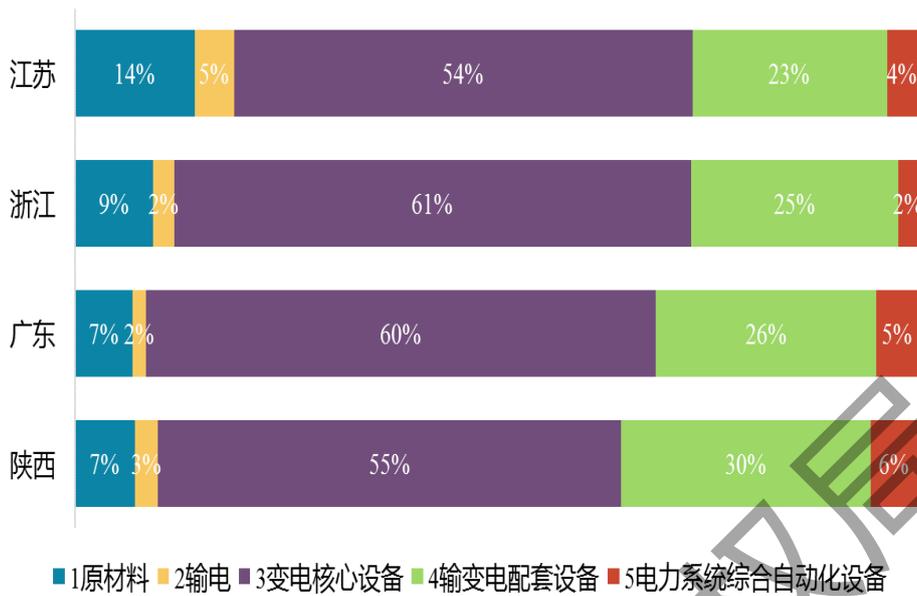


图 3-15 主要省份输变电装备专利申请人数量二级分支结构定位

进一步从三级分支看，如表所示，图中百分比数字代表了申请人数量占比，图标则代表了人均申请量（申请量/申请个人数量）。陕西在变电核心设备方面的优势具体体现在换流变压器和开关设备方面，在人均申请量方面优于其他省份，然而在电抗器和换流阀方面劣势也较为明显，参与申请的创新主体数量占比均高于其他省份，然而在申请量上并不占据优势。陕西省在输变电配套设备方面的劣势则主要集中在继电器和熔断器方面，人均申请量位列四省份最末，相比而言，在避雷器方面申请人数量和申请量占比均高于其他三个省份，具备一定的优势。在原材料方面，如上述分析的，陕西省较其他省份具备领先优势，具体而言主要在于铜材，而钢材方面依然存在劣势。而在其他省份中，江苏省在电力电缆、互感器方面和保护方面实力突出，浙江则在继电器方面具备雄厚的基础，广东省在换流变压器和控制方面的产业基础夯实。

陕西省输变电装备产业专利导航

表 3 - 10 主要省份输变电装备专利申请人数量三级分支结构定位

分支 \ 地区	江苏	浙江	广东	陕西
11钢材	6% ●	3% ●	2% ●	3% ●
12铜材	4% ○	4% ●	2% ○	2% ●
13绝缘材料	3% ●	2% ●	2% ○	1% ●
21电力电缆	3% ●	1% ●	1% ●	1% ○
22架线金具	2% ●	1% ●	1% ●	1% ○
31交流变压器	5% ●	3% ●	3% ●	5% ●
32电抗器	11% ●	9% ●	11% ●	12% ●
33电容器	8% ●	8% ●	14% ●	7% ●
34换流变压器	3% ○	2% ○	6% ●	3% ●
35换流阀	3% ●	3% ●	6% ●	6% ●
36开关设备	25% ●	38% ●	21% ●	25% ●
41绝缘部件	4% ●	3% ○	2% ●	3% ●
42继电器	2% ●	3% ●	3% ●	4% ●
43熔断器	1% ●	2% ○	1% ○	3% ●
44互感器	9% ●	10% ●	9% ●	6% ●
45避雷器	7% ●	8% ●	10% ●	12% ●
51控制 (调度)	2% ●	1% ●	2% ●	2% ●
52保护	2% ●	1% ●	3% ●	3% ●

进一步从四个省份城市的申请人数量和人均申请量（申请量/申请人数量）看，如图 3 - 16 所示，陕西省的西安市依然是“一枝独秀”，但与申请量相当的温州市相比，西安的申请人数量仅为温州市的六成，人均申请量达到 5.6 项，说明西安市的输变电装备产业较为集中，头部企业集中效应明显。相比而言，温州市则以规模中等的民营企业为主，尚未形成“月朗星稀”的行业竞争格局。广东省的广州市和深圳市虽然在申请量上齐头并进，然而深圳市的人均申请量不及广州的二分之一，可见在产业格局上，广州更加成熟。在江苏省内，南京市在人均申请量上依然保持了头部地位，常州市以人均申请量 4.1 项仅次于南京市，苏州和无锡的人均申请量在十六个城市中也处于中等的位置，可见江苏省内发展格局良好。

陕西省输变电装备产业专利导航

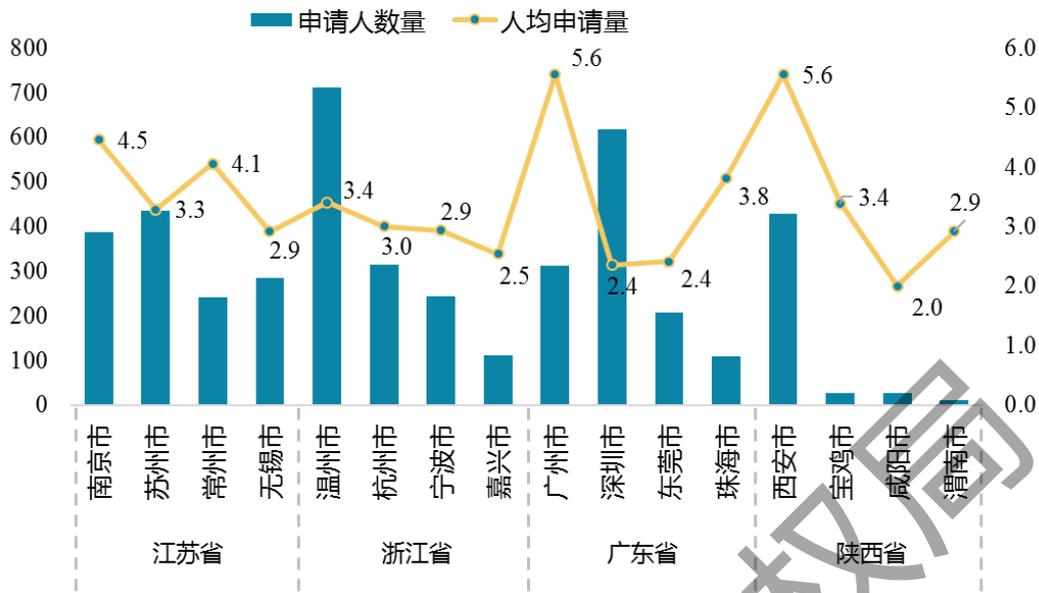


图 3-16 主要省份部分城市输变电装备专利申请人数量排名

3.2.2 企业实力定位

企业实力是企业技术和各种实践活动领域中不断提供具有经济价值、社会价值、生态价值的新思想、新理论、新方法和新发明的实力。本节将对陕西省企业进行创新实力定位，旨在掌握陕西省输变电装备企业发展已有的优势和存在的不足，从而能够提出更有针对性的企业培育建议。

经统计，如图 3-17 所示，陕西省共有 382 家企业参与了输变电装备领域的专利申请，企业数量在全国省级行政区中位列第十位，与排名前三的江苏、广东和浙江差距较大，仅为江苏省的 20%，企业集聚力还有待提高。从近五年新增的企业数量来看，陕西省新增 190 家，占比为 49.7%，在企业数量排名前十的省级行政区中排名第八，仅优于上海和北京，与广东省相差近 10 个百分点、850 家企业，说明近年来陕西省创新型企业培育明显不足。相比之下，江苏、广东和浙江近 5 年来新进创新主体超 900 家，是输变电装备创新型企业培育发展较好的省级行政区。

陕西省输变电装备产业专利导航

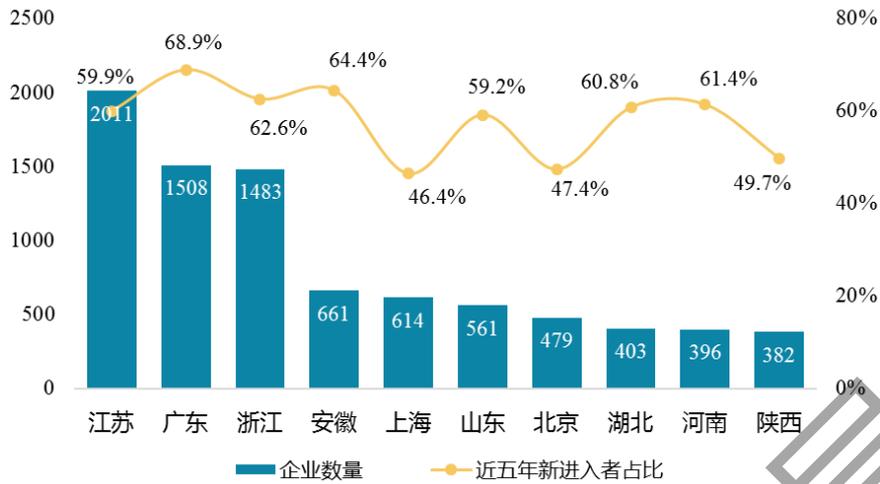


图 3-17 省级行政区输变电装备企业数量分布

从企业的专利申请量看，如图 3-18 所示，陕西省企业在输变电装备产业申请的专利量为 1964 项，在全国省级行政区中排名第十位，与排名在前的江苏、浙江、广东和北京相差较大，仅为江苏省的 27.8%，参与申请的创新主体较少是造成陕西省企业专利申请量排名靠后的主要原因。在企业所持专利占比方面，图中展示的十个省级行政区均超过 75%，说明输变电装备产业发展已较为成熟，陕西省以 74.8% 位列第十，说明陕西还有相当一部分高校、科研机构 and 自然人参与到了输变电装备产业的创新研发中，充分利用这部分技术成果，或可提升陕西技术水平。



图 3-18 省级行政区输变电装备企业所持专利量分布

陕西省输变电装备产业专利导航

从企业的申请量区间分布来看，如表所示，陕西省专利申请量超过 50 项的企业仅 2 家，在上述 11 个省级行政区中排名靠后，企业数量不及江苏省的二分之一，创新龙头企业尚显不足。而申请量在 20~49 项的企业仅 6 家，在十一个省级行政区中排名依然靠后，且远落后于排名第一的江苏省。申请量在 10~19 项的企业仅 5 家，尚不及河南、湖北等省份，在十几个省级行政区中排名最末。由此可见，陕西省的中型企业数量偏少，壮大中型企业数量有助于提升陕西省输变电装备产业实力。

表 3 - 11 省级行政区输变电装备企业专利数量区间分布

省份 \ 专利量	1~4项	5~9项	10~19项	20~49项	> 50项	总计
江苏	1679	206	85	34	7	2011
浙江	1218	159	80	33	3	1483
广东	1323	119	52	12	2	1508
安徽	564	61	22	12	2	661
上海	510	51	29	18	6	614
山东	482	48	13	13	5	561
北京	614	41	17	14	3	479
湖北	352	30	13	6	2	403
河南	343	33	11	5	4	396
辽宁	266	25	24	13	6	334
陕西	331	38	5	6	2	382

通过上述分析可知陕西省整体实力略显不足，在创新型企业培育、创新成果产业化以及龙头企业引领方面还有待提高。下面通过陕西省与江苏、广东和浙江在输变电装备各三级技术分支的分布对比，进一步分析陕西省企业在输变电装备各领域的实力，把握陕西省企业的优势与劣势。

从三级技术分支的企业专利申请量占比分布来看，陕西省在铜材、交流变压器、熔断器和避雷器方面的申请量在四省份中发展较好，申请量占比排名第一，企业具备较强的创新实力。而在钢材、绝缘材料、控制（调度）方面的申请量占比则略显不足，相关企业的创新实力有待进一步加强。具体来说，在钢材方面，陕西省的申请量占比仅为 0.6%，与江苏省相差 4.2 个百分点；在绝缘材料方面，陕西省以 0.7% 的申请量占比排名最末；控制（调度）方面，陕西省的申请量占

陕西省输变电装备产业专利导航

比仅为 0.2%，不及广东省的 6%。

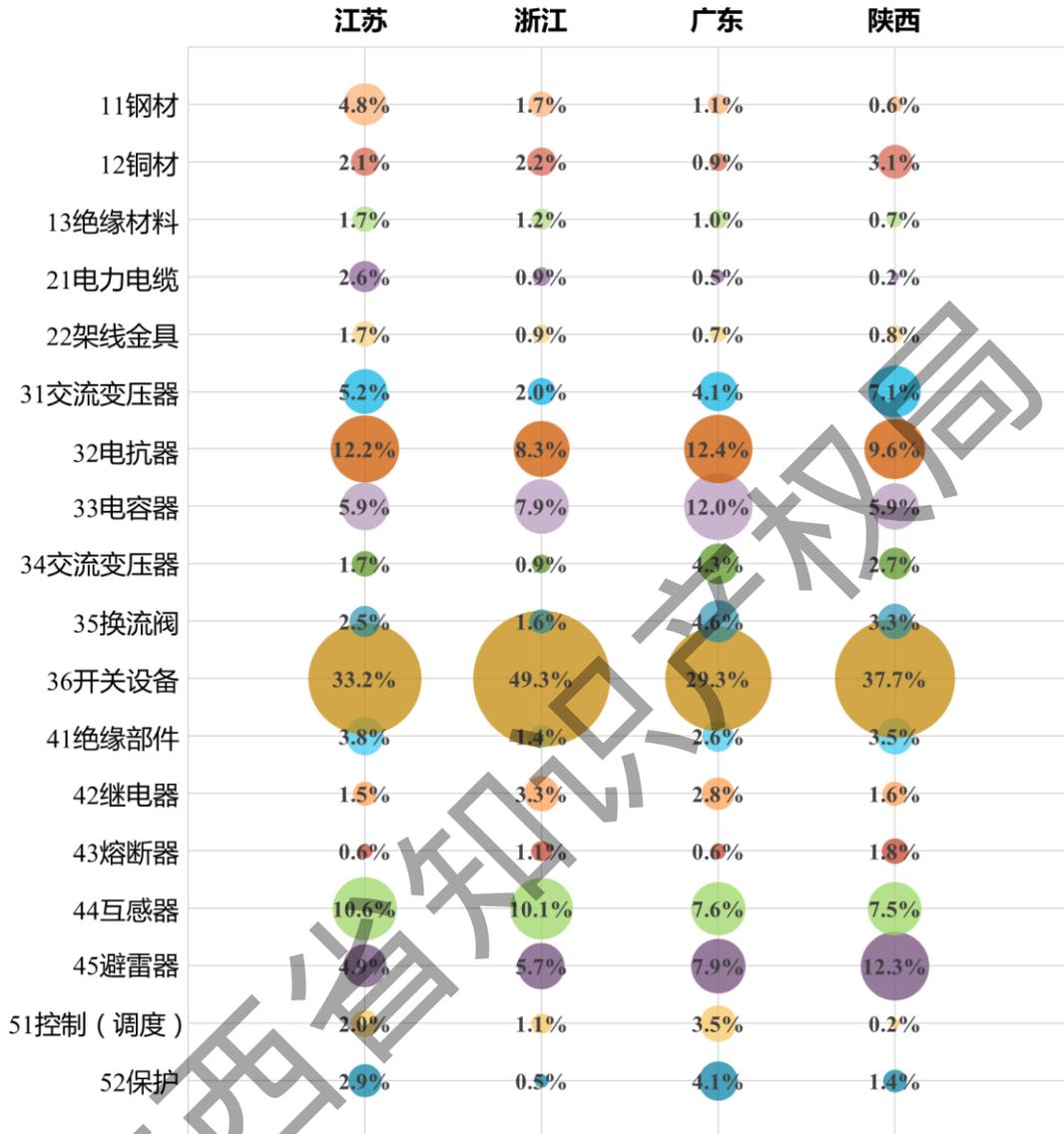


图 3-19 主要省份输变电装备企业专利申请占比三级技术分支分布

从三级技术分支的企业数量占比分布来看，陕西省的电抗器、继电器、熔断器、避雷器和保护的企业集聚程度高，结合申请量占比来看，熔断器和避雷器的企业数量占比排名与申请量占比排名保持一致，说明避雷器是陕西省企业创新的优势领域；电抗器和继电器的申请量占比则相比而言处于劣势，相关企业创新活力还有待激发。另外，从上述分析可知，陕西省在铜材和交流变压器方面在申请量占比上具备优势，然而在企业数量分布上排名靠后，可见陕西省在铜材和交流

陕西省输变电装备产业专利导航

变压器方面人均申请量较大，呈现龙头企业引领产业发展的态势。钢材在专利申请量占比和企业数量占比上均落后于江苏、浙江和广东三省，属于企业创新主体缺失、技术薄弱的短板领域。



图 3-20 主要省份输变电装备企业数量占比三级分支分布

3.2.3 人才实力定位

人才是重要的创新资源，产业发展必然需要创新型人才的进入和推动。在输变电装备产业发展中，要加大人才培养力度，迅速形成人才集聚效应，从而为创新发展提供智力资源支撑。本节将从产业人才和科研骨干两方面对陕西省人才进

陕西省输变电装备产业专利导航

行创新实力定位，从而能够提出更有针对性的人才培养建议。

（一）产业人才

产业人才是指行业内曾经从事知名企业核心技术研发，拥有行业领先技术成果，为产业发展做出了创新贡献的人。截至检索日，如图 3-21 所示，陕西省输变电装备产业发明人共计 1000 余名，在全国省级行政区中排名第九，与位列第一梯队的江苏、广东、北京和浙江等省市差距较大，产业人才实力较为薄弱。但发明人人均发明量较高，在发明人数量排名前十的省级行政区中位列第一，说明陕西产业人才的创新活力较好。

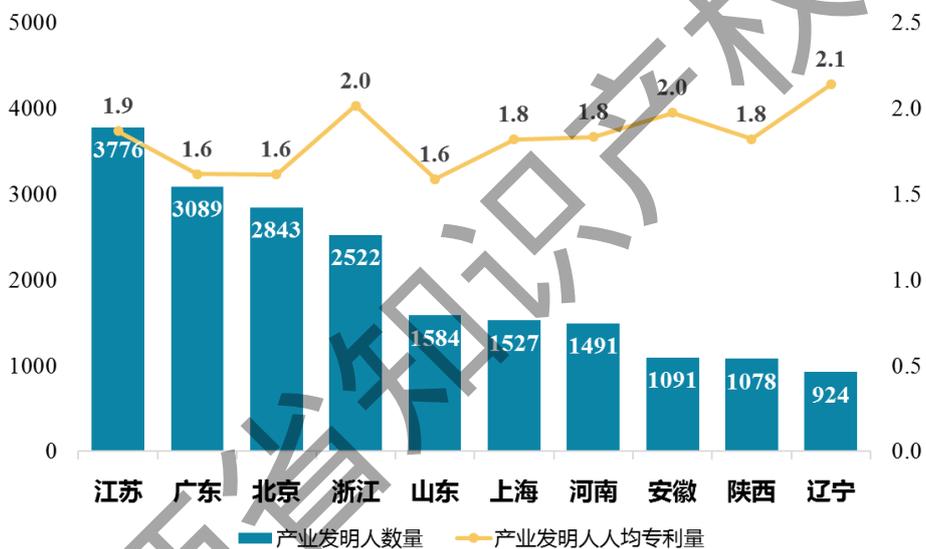


图 3-21 省级行政区输变电装备产业发明人数量分布

从产业发明人专利申请量区间分布来看，如表所示，陕西省尚未有专利申请量超过 50 项的产业发明人，较实力强劲的江苏、上海和辽宁而言实力偏弱，缺乏产业的技术领头人。而申请量在 20~49 项的产业发明人仅 2 位，实力仅优于山东和河南两省。且申请量在 10~19 项的产业发明人仅 9 位，在十个省级行政区中排名最末，与浙江及江苏等省实力相差较大。由此可见，陕西省中间层的产业发明人数量较少，实力有待进一步提高。

陕西省输变电装备产业专利导航

表 3 - 12 省级行政区输变电装备产业发明人专利申请数量区间分布

省份 \ 专利量	1~4项	5~9项	10~19项	20~49项	> 50项	总计
江苏	3529	188	44	14	1	3776
广东	2962	106	17	4	0	3089
北京	2722	94	23	4	0	2843
浙江	2330	132	58	2	0	2522
山东	1521	47	15	1	0	1584
上海	1438	68	17	3	1	1527
河南	1385	87	18	1	0	1491
安徽	1014	54	18	5	0	1091
陕西	1007	60	9	2	0	1078
辽宁	858	44	16	4	2	924

进一步的在三级分支的产业发明人数量占比上，如图 3-22 所示，可见陕西省的产业人才主要集中在开关设备和电抗器等技术领域，占比超过 10%，说明陕西省在这两个领域内人才储备较为丰富。与江苏、浙江和广东相比，陕西在交流变压器、绝缘部件、熔断器、避雷器等方面的存在领先优势，产业发明人数量占位列四省份第一，人才数量上占比上的优势使得陕西相应领域的发展向好向快。相比而言，陕西省在绝缘材料、电力电缆、电容器、继电器、控制（调度）方面的产业人才数量占比处于弱势，尤其在绝缘材料、电容器和控制（调度）方面与其他省份相比差距较大，是陕西省未来引进与培育人才的重点方向。

陕西省输变电装备产业专利导航

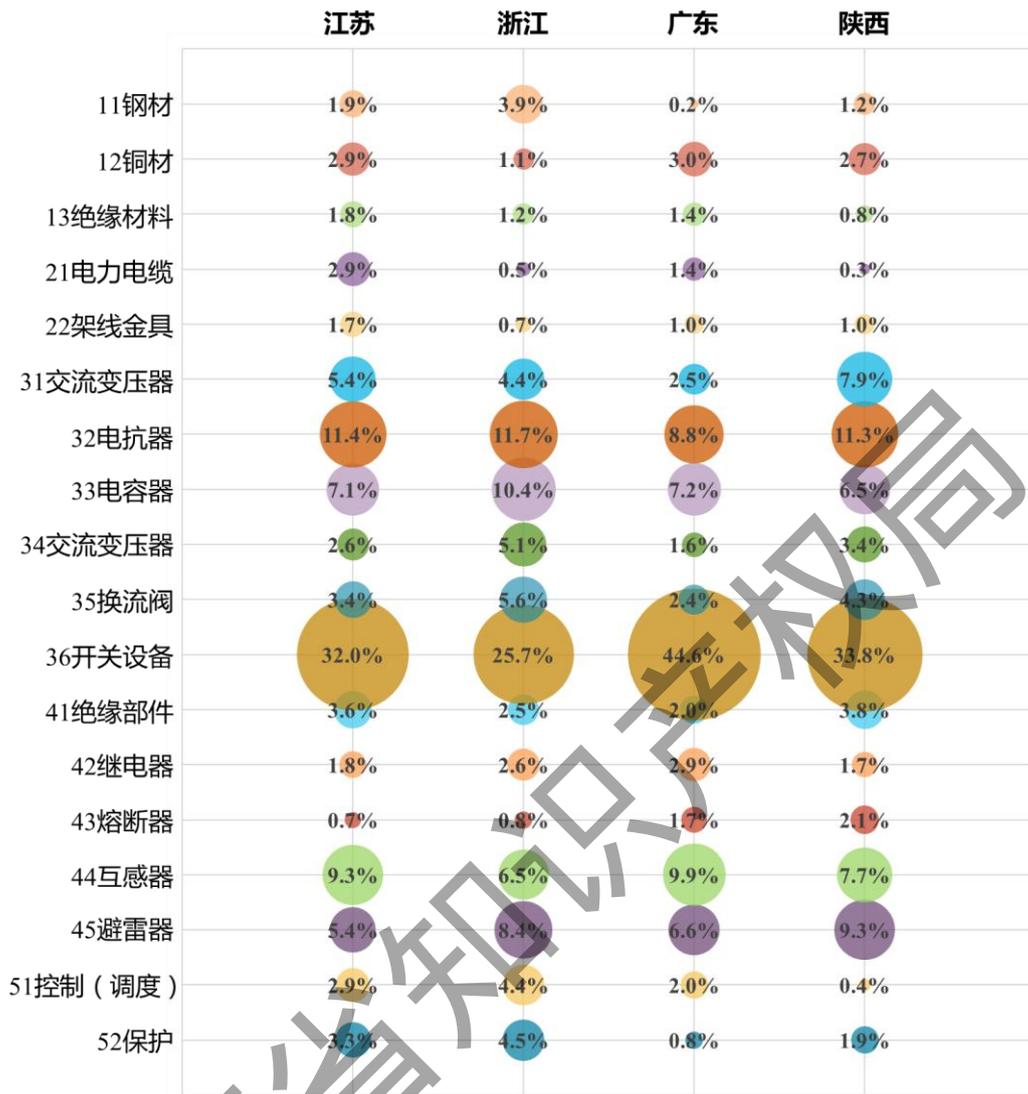


图 3-22 主要省份输变电装备各三级分支产业发明人数量占比分布

从产业人才创新实力来看，陕西省在铜材、交流变压器、换流阀、绝缘部件、熔断器和避雷器方面具备引领产业创新发展的高精尖人才。如，在避雷器方面，中国西电的何计谋申请量排名全国第一，代表了国内避雷器创新技术的顶尖水平；交流变压器方面，中国西电的宓传龙、谢庆峰的申请量并列全国第九，是国内交流变压器技术研发的引领者。而在钢材方面，陕西省缺少产业创新研发的领军人才，该领域西安电力机械厂的程必国以及中钢集团西安重机有限公司的石毅的申请量排名在 100 名外，急需引进培育产业技术研发的领头人。

陕西省输变电装备产业专利导航

表 3 - 13 陕西省输变电装备产业各三级分支企业领军人才实力

三级分支	发明人	所属公司	申请量	全国排名
11 钢材	程必国	西安电力机械厂	2	143
	石毅	中钢集团西安重机有限公司	2	143
12 铜材	张石松	陕西斯瑞新材料股份有限公司	6	2
	王聪利	陕西斯瑞新材料股份有限公司	6	2
	刘凯	陕西斯瑞新材料股份有限公司	5	9
	王小军	陕西斯瑞新材料股份有限公司	5	9
13 绝缘材料	侯建峰	中国-西电	4	13
	蔡水利	中国-西电	2	27
21 电力电缆	辛永刚	陕西永诺电力科技有限公司	1	70
	赵启年	西部电缆陕西有限公司	1	70
22 架线金具	王唯	西安创源电力金具有限公司	2	36
	刘学斌	汉中群峰机械制造有限公司	2	36
31 交流变压器	宓传龙	中国-西电	8	9
	谢庆峰	中国-西电	8	9
	侯建峰	中国-西电	6	16
32 电抗器	刘全峰	陕西-合容	15	9
	封怀荣	西安神工机电设备有限公司	5	94
33 电容器	郭银杏	中国-西电	5	59
	贾申龙	陕西-合容	4	84
34 换流变压器	李红桥	中国-西电	3	25
	帅远明	中国-西电	3	25
	宓传龙	中国-西电	3	25
35 换流阀	苟锐锋	中国-西电	10	2
	刘顺超	西安班特利奥能源科技有限公司	3	25
36 开关设备	古王荣	中国-西电	14	36
	司小伟	中国-西电	11	68
41 绝缘部件	侯建峰	中国-西电	7	9
	叶霖	西安神电高压电器有限公司	6	11
42 继电器	王学鹏	西安亚能电气有限责任公司	8	18
	卢煌	陕西宝光精密陶瓷有限公司	6	26
43 熔断器	居华	陕西振力电力科技有限公司	5	4
	曾立新	西安斯泰德熔断器有限公司	3	9
44 互感器	杨雯	中国-西电	12	28
	杨育京	中国-西电	10	36
45 避雷器	何计谋	中国-西电	34	1
	叶德平	西安神电电器有限公司	29	2

陕西省输变电装备产业专利导航

三级分支	发明人	所属公司	申请量	全国排名
	曹小锋	陕西世翔电子科技有限公司	9	16
51 控制（调度）	耿永明	陕西省地方电力(集团)有限公司	1	94
52 保护	索南加乐	西安西瑞控制技术股份有限公司	4	28
	穆明建	西安爱邦电气有限公司	2	61

（二）科研骨干

科研骨干力量是指高校、科研院所等科研组织内部担任科研活动的核心力量，拥有领先创新成果且创新活动活跃的人才。经统计，如图 3-23 所示，陕西省输变电装备科研院所发明人共计 200 余名，仅次于北京和江苏，在省级行政区中位居第三，科研人才储备较为雄厚。同时发明人人均专利申请量与北京一致排名第一，人才技术创新活跃度高。

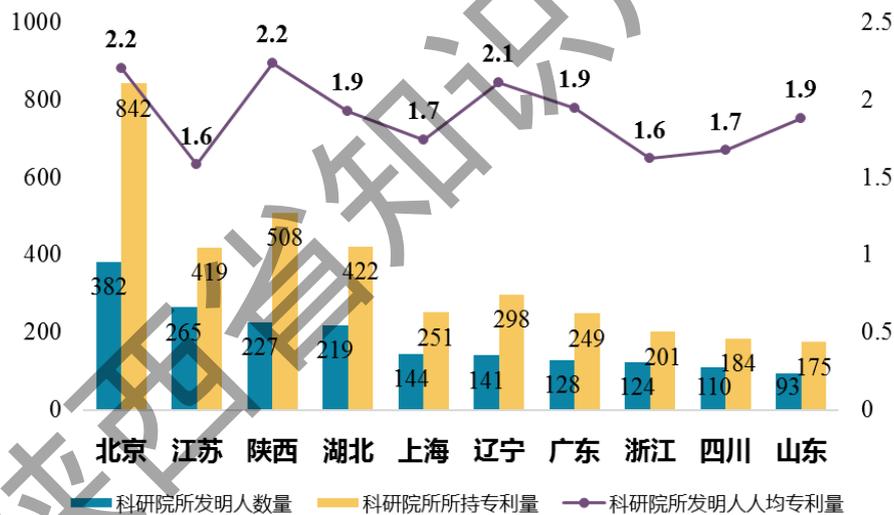


图 3-23 省级行政区输变电装备高校科研院所发明人分布

从高校科研院所发明人专利申请量区间分布来看，如表 3-14 所示，陕西省高校科研院所发明人申请量在 20~49 项的产业发明人有 1 位，实力与广东和浙江持平。且申请量在 10~19 项的高校科研院所发明人达到 7 位，在十个省级行政区中排名第二，实力仅次于北京。申请量在 5~9 项的发明人为 17 位，在十个省级行政区中也是名列前茅。由此可见，陕西省中间层的高校科研院发明人数量充足，

陕西省输变电装备产业专利导航

人才储备较为雄厚。

表 3 - 14 省级行政区输变电装备产业高校科研院所发明人专利申请数量区间分布

省份 \ 专利量	1~4项	5~9项	10~19项	20~49项	> 50项	总计
北京	352	16	11	2	1	382
江苏	256	5	4	0	0	265
陕西	202	17	7	1	0	227
湖北	198	19	2	0	0	219
上海	135	7	2	0	0	144
辽宁	130	7	4	0	0	141
广东	123	3	1	1	0	128
浙江	125	1	0	1	0	127
四川	103	6	1	0	0	110
山东	86	4	3	0	0	93

从三级分支的高校科研院所发明人数量看，如表所示，可见陕西省的科研骨干人才主要集中在开关设备和避雷器等技术领域，均超过 30 人，开关设备的科研骨干人才更是达到了 61 人，说明陕西省在这两个领域内科研人才储备较为丰富。与江苏、浙江和广东相比，陕西在开关设备、绝缘部件和避雷器等方面的存在领先优势，高校科研院所发明人数量占位列四省份第一，创新科研优势明显。

表 3 - 15 主要省份输变电装备各三级分支高校科研院所发明人数量占比分布

技术分支 \ 省份	江苏	广东	浙江	陕西
11 钢材	15	21	7	10
12 铜材	14	1	7	12
13 绝缘材料	6	7	2	8
21 电力电缆	1	0	0	1
22 架线金具	1	2	2	1
31 交流变压器	27	11	8	24
32 电抗器	38	12	17	17
33 电容器	7	5	2	8
34 换流变压器	15	7	9	14
35 换流阀	71	17	25	26
36 开关设备	30	20	25	61
41 绝缘部件	2	2	1	7
42 继电器	11	1	3	7
43 熔断器	0	0	0	0
44 互感器	15	5	8	6
45 避雷器	16	10	10	34
51 控制（调度）	33	14	9	12
52 保护	14	7	4	15

陕西省输变电装备产业专利导航

从科研骨干的创新实力来看,陕西在输变电装备产业的三级分支内均拥有专利申请量排名进入全国前 100 的发明人,高端科研人才资源储备丰富,特别是开关设备、绝缘部件和保护领域,相关发明人实力位于全国最前列。例如,在开关设备方面,来自西安交通大学的刘志远教授、王建华教授的专利申请量排名包揽国内前二;又如保护领域,西安交通大学的宋国兵教授位列全国第一。

表 3 - 16 陕西省输变电装备产业各三级分支高校科研院所领军人才实力

三级分支	发明人	所属公司	申请量	全国排名
11 钢材	姬帅	西安石油大学	5	10
	易大伟	西安科技大学	3	21
12 铜材	王发展	西安建筑科技大学	4	4
	肖鹏	西安理工大学	3	8
	宋忠孝	西安交通大学	2	13
13 绝缘材料	杨斌	陕西科技大学	4	1
	陆赵情	陕西科技大学	4	1
21 电力电缆	刘英	西安交通大学	1	2
22 架线金具	彭宗仁	西安交通大学	1	11
31 交流变压器	彭宗仁	西安交通大学	4	11
	索南加乐	西安交通大学	2	34
32 电抗器	汲胜昌	西安交通大学	3	18
	索南加乐	西安交通大学	2	31
33 电容器	祝令瑜	西安交通大学	7	1
	胜昌	西安交通大学	3	3
34 换流变压器	彭宗仁	西安交通大学	5	1
	柳轶彬	西安交通大学	3	6
	何文林	西安交通大学	3	6
35 换流阀	刘进军	西安交通大学	5	19
	孟永庆	西安交通大学	2	66
36 开关设备	刘志远	西安交通大学	19	1
	王建华	西安交通大学	18	2
41 绝缘部件	彭宗仁	西安交通大学	9	1
	郭天兴	西安电力电容器研究所	1	10
42 继电器	袁学兵	西北工业大学	1	11
	宋国兵	西安交通大学	1	11
44 互感器	何文林	西安交通大学	6	1
	刘树林	西安科技大学	2	13

陕西省输变电装备产业专利导航

三级分支	发明人	所属公司	申请量	全国排名
45 避雷器	李盛涛	西安交通大学	5	4
	杨兰均	西安交通大学	4	5
	刘轩东	西安交通大学	3	9
51 控制（调度）	龙虹毓	西安交通大学	17	1
	刘洋	西安电子科技大学	2	7
52 保护	宋国兵	西安交通大学	21	1
	索南加乐	西安交通大学	6	14
	段建东	西安理工大学	5	17

3.2.4 协同创新定位

陕西省内输变电装备产业的联合申请共 415 项，剔除自然人联合申请、公司与内部职工以及母子公司间的联合申请情况，剩余不同企业之间、企业与科研组织之间或科研组织之间的联合申请共 170 项，具体数量如图所示。

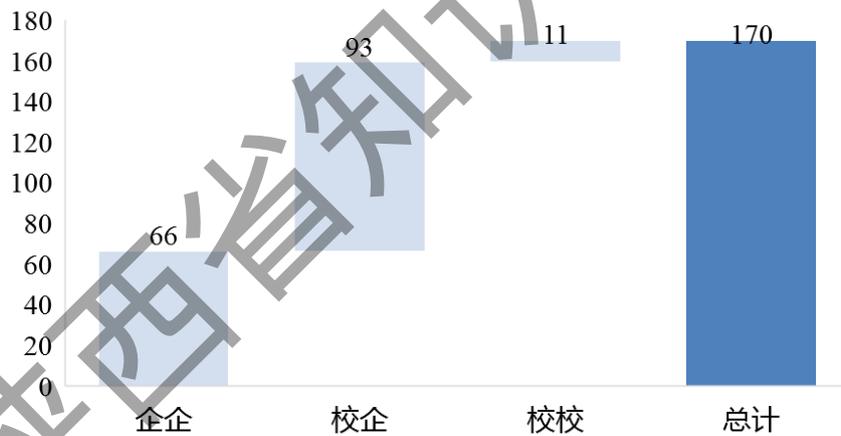


图 3 - 24 陕西省输变电装备产业协同创新类型分布

（一）不同企业之间

截至检索日，陕西省不同企业间共合作申请了 66 项专利，主要集中在中国西电与国家电网之间，以及中国西电和长江三峡集团之间，部分企业之间的联合专利申请情况如表 3 - 17 所示。

陕西省输变电装备产业专利导航

表 3-17 陕西输变电装备产业企业之间联合申请专利情况（部分）

申请人	涉及专利数量
中国西电电气股份有限公司 国家电网公司	9
中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司 国家电网有限公司直流建设分公司 中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司 中国电力工程顾问集团中南电力设计院有限公司 中国能源建设集团陕西省电力设计院有限公司 青海省电力设计院	5
中国西电电气股份有限公司 中国长江三峡集团有限公司	4
中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司 国网青海省电力公司 国网青海省电力公司经济技术研究院	3
中国西电电气股份有限公司 中国电力科学研究院有限公司	3
中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司 国网青海省电力公司	3
西安西电开关电气有限公司 广东电网有限责任公司广州供电局	2
合容电气股份有限公司 国网湖北省电力公司宜昌供电公司	2
国网陕西省电力公司电力科学研究院 国网陕西省电力公司 中国电力科学研究院有限公司 平高集团有限公司 西安西电高压开关有限责任公司	2
西安供电局 国家电网公司	2

从西电的联合申请情况来看，西电与其他企业之间的联合申请共 29 项，合作单位 11 家，具体如图 3-25 所示。其中，与国家电网的联合申请共 10 项，涉及交流变压器、电抗器、开关设备、避雷器以及互感器领域，可见国家电网是西电公司重要的合作伙伴，两家企业之间形成了较好的产业中下游间的协同合作。11 家单位中，约有 9 家单位联合申请了开关设备方面的专利，说明西电在开关设备方面具备一定的技术基础和科研实力。

陕西省输变电装备产业专利导航



图 3-25 中国西电与企业联合申请专利关系图

（二）企业与科研组织之间

截至检索日，陕西省企业与科研组织间共合作申请了 93 项专利，主要是西安交通大学、西安石油大学等西安市本地高校科研院所与区域内外企业之间的合作，主要涉及开关设备（23 项）、保护（17 项）、交流变压器（11 项）和绝缘部件（7 项）等方面，部分企业与科研组织间的联合专利申请情况如表 3-18 所示。

表 3-18 陕西输变电装备产业企业与科研组织之间联合申请专利情况（部分）

申请人	涉及专利数量
西安交通大学 西北电网有限公司	8
西安石油大学 江苏云才材料有限公司	5
西安交通大学 云南电网有限责任公司电力科学研究院	4
西安交通大学 国网河南省电力公司电力科学研究院 国家电网公司	4
国网陕西省电力公司电力科学研究院 西安交通大学	3
西安交通大学 南方电网科学研究院有限责任公司	2
西安交通大学 平高集团有限公司	2
西安交通大学 西安通大思源电器有限公司	2
西安交通大学 国网河南省电力公司电力科学研究院	2
西安交通大学 河北电力装备有限公司	2

其中，西安交通大学参与了 74 项的校企联合申请，从西安交通大学的联合申请情况来看，如图 3-26 所示，与西安交通大学合作的企业涉及 12 个省份，

陕西省输变电装备产业专利导航

共三十余家企业，说明西安交通大学输变电装备领域人才储备雄厚，且具备较好的研发创新能力。从西安交通大学合作的企业来看，陕西省内的企业涉及 13 家，共 31 项专利，其中国家电网下属的西北电网有限公司和国网陕西省电力公司合作申请的专利量最多，均达到了 9 项，其余 11 家企业的合作申请量均在 1~2 项，值得注意的是，西电作为陕西省最大的输变电装备企业，仅与西安交通大学合作申请了 2 项专利，由此可见西电与陕西省内高校之间的联系并不紧密，进一步加强产学研合作或可助力西电的研发升级。

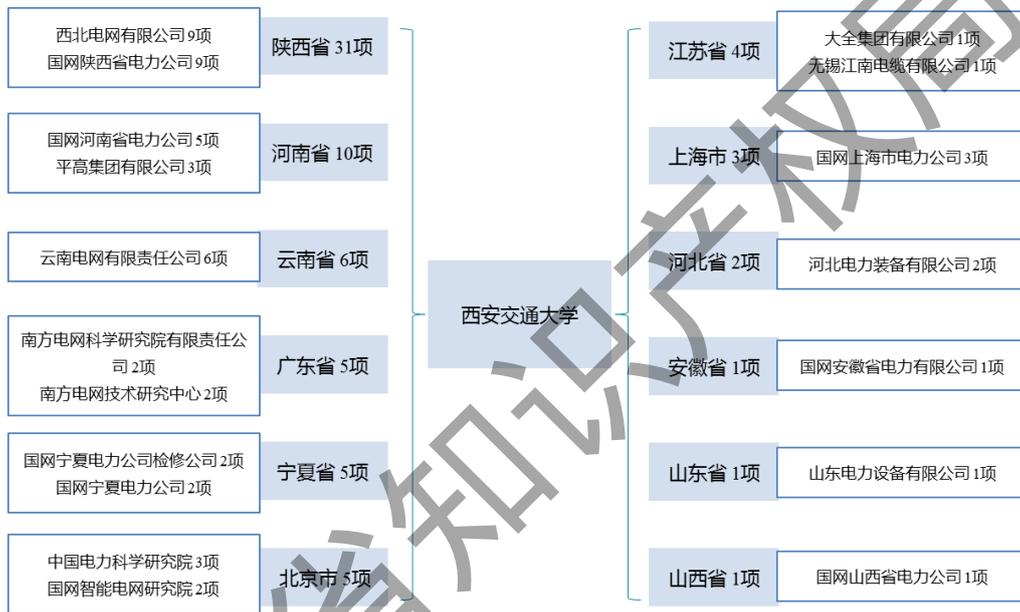


图 3-26 西安交通大学与各省份企业联合申请情况

(三) 不同科研组织之间

截至检索日，陕西省不同科研组织间共合作申请了 11 项专利，主要是区域内外科研组织间的合作研发，其中西安交通大学作为西部强校，在协同创新中发挥了重要作用，参与了其中 10 项的合作申请，与中国电力科学研究院有限公司、湖北大学、华北电力大学等科研机构均保持了良好的合作关系。合作研发的领域主要集中在开关设备，涉及 5 项，另外还涉及钢材、绝缘材料、避雷器和保护等方面。

陕西省输变电装备产业专利导航

表 3 - 19 陕西输变电装备产业科研组织之间联合申请专利情况

申请人	涉及专利数量
西安交通大学 陕西工业技术研究院	5
西安交通大学 广东省材料与加工研究所	2
西北工业大学 空军研究院航空兵研究所	1
西安交通大学 中国电力科学研究院有限公司	1
西安交通大学 湖北大学	1
西安交通大学 华北电力大学	1

总结来看，陕西省依托本地重点高校科研院所，人才资源与创新要素丰富，产学研用协同创新具备相应的基础与潜力。目前，陕西省专利联合申请主要是企业与高校科研院所之间的合作研发，特别是西安交通大学与全国各省的企业开展了密切合作，科研成果直接应用于企业生产经营过程，支撑起输变电装备的技术研发与商业应用，形成了产学研协同创新发展良好局面。当然，还应看到陕西省产业协同创新仍较少，协同发展成效还不足，特别是高校科研院所与当地龙头企业之间的联系较少，产业链中下游企业之间虽有联动，但紧密性不强。未来陕西省应强化企业创新主体地位，引导当地企业整合创新资源，促进各类创新要素向企业集聚，进一步加快构建产学研用深度融合的技术创新体系。

3.2.5 专利运营定位

专利运营是指专利权人对专利权的资本管理与运作，主要包括转让、许可、质押等方式。专利运营的活跃程度从一个侧面反映了创新主体或技术方向的创新生命力，还能体现该创新主体的综合技术实力。经统计，截至检索日，陕西省共有 358 项输变电装备相关专利进行过专利运营，占陕西省输变电装备产业专利申请总量的 13.6%，运营形式包括转让、许可和质押等，具体分布如图 3 -27 所示。其中，在转让方面表现最为活跃，占到全部运营专利数量的 63%；其次是许可，占比 30%，质押最少，占比 7%。

陕西省输变电装备产业专利导航

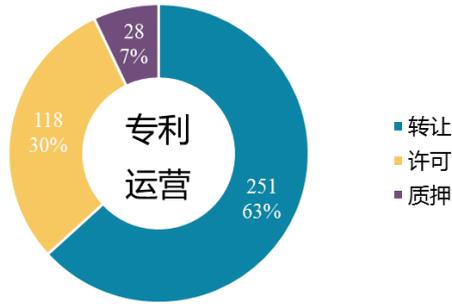


图 3 - 27 陕西省输变电装备产业专利运营类型分布

与全球、国内总体运营情况相比，陕西省在转让、许可以及质押方面的申请量占比均优于全球和国内水平，尤其是许可方面的占比，达到 4.5%，远超全球 0.5% 占比。下面将依次从转让、许可与质押三个方面对陕西省的专利运营进行具体分析。

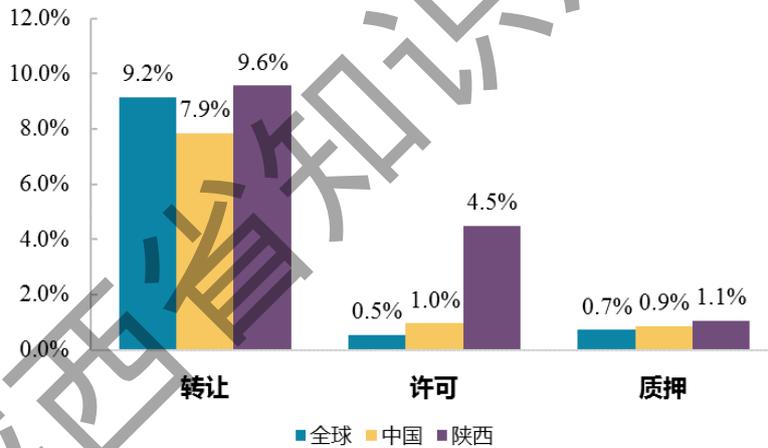


图 3 - 28 陕西省输变电装备产业专利运营情况对比

转让方面，下表显示了陕西输变电装备产业专利转让量排名前六的转让方。可以看出，陕西省专利的转让方主要为高校和企业。中国西电是转让专利数量最多的创新主体，主要受让方是西电下属的子公司，如西安高压电器研究院有限责任公司、西安西电高压套管有限公司以及西安西电高压开关有限责任公司等，另外还包括业务上往来密切的国家电网公司。西安交通大学与企业合作密切，西安交通大学转让的 14 项专利中，涉及企业 13 家，其中西安西瑞控制技术股份有限

陕西省输变电装备产业专利导航

公司受让 4 项。

表 3 - 20 陕西输变电装备产业专利转让量 Top6

转让方	主要受让方	专利数量	总计
中国西电电气股份有限公司	西安高压电器研究院有限责任公司	59	118
	中国西电电气股份有限公司 西安西电高压套管有限公司	7	
	中国西电电气股份有限公司 西安西电高压开关有限责任公司	6	
	中国西电电气股份有限公司 西安西电开关电气有限公司	6	
	中国西电电气股份有限公司 国家电网公司	5	
	中国西电电气股份有限公司 西安西电避雷器有限责任公司	5	
中国西电集团有限公司	中国西电电气股份有限公司	37	43
	中国西电电气股份有限公司 国家电网公司	3	
	中国西电集团有限公司 西电宝鸡电气有限公司	2	
	西安西电光电电缆有限责任公司 中国西电集团有限公司	1	
中国西电电气股份有限公司 西安高压电器研究院有限责任公司	西安高压电器研究院有限责任公司	18	20
	西安高压电器研究院常州有限责任公司	2	
西安交通大学	西安西瑞控制技术股份有限公司	4	14
	西安交通大学 南方电网技术研究中心	2	
陕西合容电力设备有限公司	西安合容电力设备有限公司	11	11
西安高压电器研究院有限责任公司 中国西电电气股份有限公司	西安高压电器研究院有限责任公司	7	7

许可方面,陕西省许可专利的创新主体同样主要为企业和高校,如下表所示,在陕西省许可专利数量排名前六的许可方中,有 7 家企业,1 家高校。西电同样还是许可专利最多的企业,然而被许可方主要为西电下属的子公司,与外部企业

陕西省输变电装备产业专利导航

的技术许可较少。西安交通大学是许可专利最多的高校科研院所，先后将 8 件专利授权郑州国测智能科技有限公司、广西盛隆冶金有限公司、沈阳北恒高速铁路器材有限公司等 7 家企业实施许可。

表 3 - 21 陕西输变电装备产业专利许可量 Top6

许可方	被许可方	专利数量	总计
中国西电电气股份有限公司	西安西电避雷器有限责任公司	15	89
	西安西电电力电容器有限责任公司	14	
	西安西电高压开关有限责任公司	12	
	西安西电高压套管有限公司	11	
	西安西电开关电气有限公司	10	
	西安西电变压器有限责任公司	7	
	常州西电帕威尔电气有限公司	4	
	西安西电高压开关操动机构有限责任公司	3	
	西安西开中低压开关有限责任公司	3	
	西安高压电器研究院有限责任公司	2	
	西安西电高压电瓷有限责任公司	2	
	西安西电电力系统有限公司	2	
	上海西电高压开关有限公司	1	
	西安西电自动化控制系统有限责任公司	1	
	西安西变中特电气有限公司	1	
	广州西电高压电气制造有限公司	1	
西安交通大学	郑州国测智能科技有限公司	2	8
	广西盛隆冶金有限公司	1	
	沈阳北恒高速铁路器材有限公司	1	
	浙江九康电气有限公司	1	
	中航宝胜电气股份有限公司	1	
	杭州金塔电力线路器材有限公司	1	
	上海电气输配电试验中心有限公司	1	
西安西电变压器有限责任公司	常州西电变压器有限责任公司	3	3
西安伯龙高铁电气有限公司	西安伯龙高速智能电器有限公司	3	3
西安维能电气有限公司	福建东方电器有限公司	1	2
	广东广特电气有限公司	1	

陕西省输变电装备产业专利导航

西安爱博电气有限公司	西安华隆电工器材有限公司	2	2
------------	--------------	---	---

质押方面，下表显示了陕西省质押专利数量排名前六的质押方。可以看出，陕西省通过专利质押融资的创新主体均为企业。陕西斯瑞新材料股份有限公司先后将 CN103352137A（用于电力开关弹簧触头的高强高导铜合金及其制备方法）等 5 件专利进行质押，分别向扶风县农村信用合作联社、西安投融资担保有限公司申请贷款融资，是质押专利最多的企业。

表 3 - 22 陕西输变电装备产业专利质押 Top6

质押人	质权人	专利数量	总计
陕西斯瑞新材料股份有限公司	扶风县农村信用合作联社	4	5
	西安投融资担保有限公司	1	
西安前进电器实业有限公司	陕西文化产业融资担保有限公司	2	3
	华夏银行股份有限公司西安分行	1	
西安苏源电器有限公司	西安泰信融资担保有限公司	3	3
德华瑞尔(西安)电气有限公司	西安投融资担保有限公司	1	2
	西安创新融资担保有限公司	1	
德雷希尔(西安)电气有限公司	西安创新融资担保有限公司	1	2
	西安投融资担保有限公司	1	
西安西瑞控制技术股份有限公司	长安银行股份有限公司西安高新科技支行	1	2
	西安创新融资担保有限公司	1	

总结来看，陕西省企业和高校的专利运营活跃度较高，创新成果转化应用较好，特别是专利许可率，优于国内外水平。但就企业层面来看，企业的转让和许可活动多集中在母公司与下属公司，或属于同一母公司的下属公司之间，与外部公司的互动较少。陕西省的运营现状，一方面反映了陕西省高校科研成果产业化、商业化应用具有较大潜力，特别是西安交通大学，与全国多地多家企业进行了合作；另一方面也反映了陕西省企业在专利运营供需挖掘、专利价值评估等方面有所欠缺，一定程度上局限了企业与外部企业的专利运营活跃度。未来陕西省应积极挖掘区域内研发主体的专利运营需求，建立开放、流动、多元的公共服务体系，

陕西省输变电装备产业专利导航

更加有效地激发区域创新活力。

3.3小结

陕西是我国重要的装备制造业基地，近年来，陕西省电力装备制造业快速发展，初步形成了高压输变电、中低压输配电、光伏装备、风电装备、核电装备等较为完整的产业体系，电力装备制造业已经成为陕西装备制造业第二大产业。本章通过结合运用专利数据和市场、政策等产业数据，对陕西省输变电装备产业在全球及全国产业环境中所处位置进行了分析和研判，形成以下结论：

一、陕西产业态势：陕西积极围绕产业链部署创新链，发展态势长期看好

陕西省以 2624 项输变电装备专利申请量处在国内第二梯队前列，从近二十年专利申请趋势来看，2005 年后进入快速增长期，同期中国西电成为中国电气百强之首，此后基本保持增长趋势。这些专利分布在省内除商洛市外的 9 个城市中，其中，西安以 2378 项专利远超其他城市，占陕西全省专利总量的 90.6%；排名第二和第三的宝鸡、咸阳分别占全省输变电装备专利总量的 3.6%和 2.1%，其余城市专利申请量不足 50 件。目前，专利申请人整体呈现出“以企业主体为主，头部企业专利申请集中度高”的特点，企业申请人以西电、合容、国家电网、斯瑞等重点企业为主，是陕西省输变电装备产业发展的标杆力量，头部企业西电公开持有专利申请共 896 项，占陕西省专利申请总量的三成以上；同时，西安交通大学、西安理工大学、西安工程大学等高校也表现出不俗的科研实力。总的来看，陕西作为中西部省份产业技术突破的标杆，输变电装备产业发展不断壮大、产业链条不断延伸，未来发展态势长期看好。

二、陕西产业定位：关键材料短板突出，核心设备存在缺口，智能化布局不足

以专利数据为基础，将陕西省输变电装备产业与全球主要国家及国内主要省份进行比较，得到陕西省输变电装备产业发展存在的优势和不足。

陕西省输变电装备产业专利导航

（一）产业链：上游原材料弱勢明显，中游输变电设备具备一定竞争力。

输变电核心设备、输变电配套设备以及电力系统综合自动化设备在输变电装备领域占据了重要的地位，陕西省在这三个方面均占据了一定优势，输变电核心设备占比 64%，仅次于德国的 69%，输变电配套设备占比 25%，与日本持平，而在电力系统综合自动化设备方面占比 5%，略微落后于美国的 5%。结合申请人数量来看，在输变电核心设备领域，陕西以 55% 的申请人产出了 64% 的专利，体现出在该产业环节申请人相对集中，产业化程度较高；在输变电配套设备领域，陕西参与申请的创新主体占比远高于其他国家，达到 30%，一定程度上反映出在该产业环节正在持续投入研究，试图突破技术壁垒实现规模化；而在输电和电力系统自动化设备方面，陕西与全球保持了相似的水平。

相比之下，陕西省输变电装备产业原材料方面的专利申请占比为 6%，远低于日本、韩国、美国等发达国家，且还低于我国总体水平，说明原材料方面是陕西省的薄弱环节，有待进一步调整提高。同时，陕西省在原材料方面的申请人数量占比仅为全球占比的二分之一，远不及日本、美国、德国等工业大国，由此可以看出，原材料方面技术门槛较高，限制了陕西以及国内创新主体的进入，导致陕西以及国内在原材料方面的申请人占比以及申请量占比均低于全球水平。综合来看，陕西省在变电核心设备、输变电配套装备和电力系统自动化设备方面均具备一定的竞争力，主要劣势在于原材料。

（二）创新链：关键环节创新要素聚集不足，科研储备支撑专利运用活跃。

在企业方面，陕西省共有 382 家企业参与了输变电装备领域的专利申请，企业数量在全国省级行政区中位列第十位，与排名前三的江苏、广东和浙江差距较大，仅为江苏省的 20%，企业集聚力还有待提高，且在原材料、互感器、电容器、控制（调度）等具体技术方向的企业数量排名靠后，属于企业创新主体缺失、技术薄弱的短板领域。在人才方面，陕西省输变电装备产业发明人共计 1000 余名，在全国省级行政区中排名第九，与位列第一梯队的江苏、广东、北京和浙江等省市差距较大，产业人才实力较为薄弱，且在绝缘材料、电力电缆、电容器、继电

陕西省输变电装备产业专利导航

器、控制（调度）等具体技术方向的产业人才数量占比处于弱势，尤其在绝缘材料、电容器和控制（调度）方面与其他省份相比差距较大，是陕西省未来引进人才的重点方向。

值得肯定的是，陕西省依托本地重点高校科研院所，产学研用协同创新具备相应的基础与潜力。目前，陕西省专利联合申请主要是企业与高校科研院所之间的合作研发，特别是西安交通大学与全国各省的企业开展了密切合作，科研成果直接应用于企业生产经营过程，支撑起输变电装备的技术研发与商业应用，形成了产学研协同创新发展良好局面。与此同时，陕西省企业和高校的专利运营活跃度较高，创新成果转化应用较好，特别是专利许可率，优于国内外水平，反映了陕西省高校科研成果产业化、商业化应用具有较大潜力。当然，还应看到陕西省产业协同创新和专利运营数量仍较少，协同运用发展成效还不足，特别是高校科研院所与当地企业之间的联系较少，产业链中下游企业之间虽有联动，但紧密性不强。未来陕西省应强化企业创新主体地位，促进各类创新要素向企业集聚，进一步加快构建产学研用深度融合的技术创新体系。

4 陕西产业发展路径

今年以来，陕西省深入贯彻习近平总书记来陕考察重要讲话精神，通过推行实施“链长制”，不断延链补链强链，推动重点产业发展，加快构建支撑高质量发展的现代产业体系，推动经济高质量发展迈出更大步伐。2021年8月11日，省重点产业链提升工作领导小组召开会议，省长、领导小组组长赵一德主持并讲话。他指出，实施“链长制”是更好服务融入新发展格局的战略举措，是加快产业基础高级化、产业链现代化的重要抓手，是系统重塑陕西产业体系整体竞争力的有效途径。赵一德强调，要在推动链式发展上有新突破，强化规划引领、链主带动、企业配套、平台支撑，努力打造一批具有核心竞争力的产业链和产业集群。要在实施链式创新上有新突破，全面激发企业创新活力，增强协同攻关合力、发挥智库专业能力、提升科技赋能效力，推动重点产业链不断向价值链高端迈进。要在推行链式招商上有新突破，通过专业化手段、市场化方式、规范化操作，实施精准招商、科学招商、定向招商，不断抓龙头、引骨干、聚配套、成链条、强产业。

以此为契机，基于输变电装备产业整体发展方向和陕西省产业发展现状定位的分析结果，推动发挥“链长制”统筹协调产业要素的优势，本章从专利视角出发提出优化产业结构、锻造优势长板、攻克关键技术、补齐弱项短板、强化科技赋能的导航路径，为陕西省输变电装备产业不断延链补链强链，实现链式发展和推行链式招商提供有效支撑。

4.1 优化产业结构，推动产业链式发展

产业链结构是产业发展在宏观层面的反映，合理的产业结构对产业发展具有重要作用。本节将针对陕西省输变电装备产业链布局结构进行优化。

随着国内疫情防控取得重大成果，国内经济运行逐渐向好。当前，我国已转向高质量发展阶段，创新驱动将成为经济发展的主要动力，以国内大循环为主体，

陕西省输变电装备产业专利导航

国际国内双循环相互促进的新发展格局正在加速构建。作为陕西省优势产业，输变电装备迎来新的发展机遇。陕西省政府 2021 年 2 月 10 日印发的《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》中明确指出，要围绕装备制造等省内主导产业以及输变电等标志性产业链，编制“卡脖子”关键核心技术清单，组织实施重点产业链创新工程，统筹省内外高校、科研院所和企业研发资源，建立创新联盟和创新联合体。

在 3.2.1 节我们已经对陕西产业结构进行了定位，由分析可知，在二级分支方面，陕西省具备较好的竞争力的领域在变电核心设备、输变电配套装备和电力系统自动化设备方面，主要劣势领域在于原材料。具体到三级分支，在交流变压器、绝缘部件、避雷器和保护技术上具有较大优势，而在钢材、绝缘材料、换流阀、电容器、控制（调度）方面的占比与其他主要国家/地区相比存在一定差距。为了更有针对性地对陕西输变电装备产业链布局结构进行优化，本节将结合输变电关键产品突破方向，进一步通过四级技术分支展开分析，为本章接下来的技术创新提升、企业人才招引等指明重点技术方向。

具体地，如图 4-1 所示，首先从输变电装备产业链各环节比例分布来看，陕西省在断路器、真空电弧室、套管、绝缘子、ZnO 技术领域的专利申请占比均高于全球和国内水平，属于产业优势领域；GIS、隔离及接地开关、电压互感器略低于全球或国内水平，属于潜力较大的稳步发展领域；而电压互感器、电流互感器则均低于国内水平，与部分发达国家/地区相比也存在一定差距，属于陕西省亟待提升的技术领域。

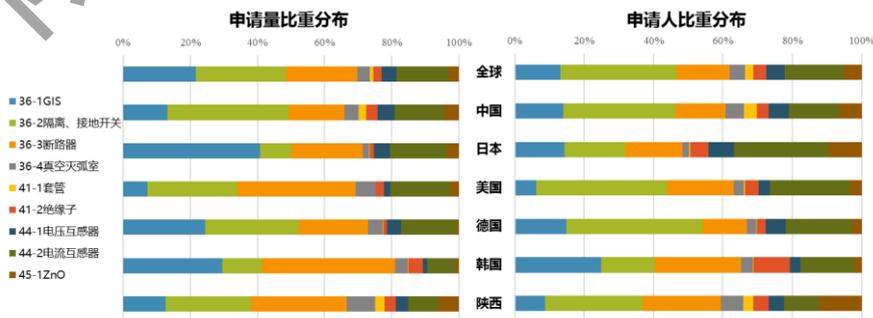


图 4-1 输变电装备各四级分支产业结构比例情况

陕西省输变电装备产业专利导航

另一方面，从输变电装备产业链各环节申请人数量分布来看，陕西省的断路器、真空灭弧室、套管、绝缘子、ZnO 是企业聚集的优势领域，申请人数量占比均高于全球与国内水平，这些技术分支同时也是申请量的优势领域；隔离及接地开关及电压互感器、电流互感器技术方向的申请人数量占比略低于国内及全球水平，与在此技术领域拥有技术优势的德、韩等国相比仍存在一定差距，结合技术专利申请量比重来看，陕西省相关企业创新实力仍有提升空间，处于该技术方向上的发展阶段；GIS、电压互感器、电流互感器的专利申请人数占比均低于国内水平，总体看来本地在上述技术方向上的企业仍缺乏核心竞争力，创新能力和规模均有待提升，属于陕西省输变电装备产业的短板领域。

综合来看，陕西省输变电装备产业整体偏向于中游变电核心设备、输变电配套设备等领域，上游原材料领域与全球主要国家/地区相比仍有差距，具体表现为创新能力和高端人才聚集水平相对不足，技术布局和创新主体实力亟待完善。针对陕西输变电产业发展目前存在的问题，建议陕西省从以下三个方面出发，强化规划引领、链主带动、企业配套、平台支撑，在推动链式发展上实现新突破，努力打造一批具有核心竞争力的产业链和产业集群。

（一）聚焦本地创新资源长短板，做大做强区域创新链条

一方面，充分发挥本地资源优势，做优本地企业培育。陕西省输变电装备产业的变电核心设备、输变电配套装备等领域创新链条已初具规模，拥有一批活跃度较高的创新主体。随着陕西省输变电装备产业聚集化发展趋势日趋明显，行业内链主企业中国西电仍需进一步发挥带动作用，优质中小企业增强协作配套能力。另一方面，灵活补齐本地弱势短板。陕西输变电装备产业在上游原材料上仍存在较大劣势，钢材和绝缘材料方面远落后于其他主要国家/地区，并且在电容器、电压互感器、电流互感器、控制（调度）方面也存在一定差距，创新产出水平不高，企业和人才聚集较弱。建议陕西省抓住本地优势资源，大力推动企业创新、人才创业、政府创优，健全本地企业、人才培养机制，提升本地产业链竞争力。与此同时，在原材料、互感器、电容器、控制（调度）技术方向上大力开展精准

陕西省输变电装备产业专利导航

招商引智工作，补全本地处于劣势的产业链条，积极寻求技术合作，为本地产业发展提供优质的人才和创新力支撑，进一步做大做强区域创新链条。

（二）关注产业链重要技术环节，攻克核心关键技术高地

对于陕西省输变电装备产业关键技术环节，主要通过研发攻坚、专利布局、对外合作等手段推动产业高端化，增强核心竞争力。根据上述将陕西本地产业链结构与全国、全球以及发达国家/地区进行对比可知，美国的换流阀技术处于全球领先状态，国内的广东省在该技术上的研发实力靠前，陕西省仍处于技术赶超阶段；开关设备是国内外均在重点布局的技术领域，国内重点省市申请量占比均处于领先水平，其中，陕西省在 GIS 方面的申请数量及申请人量分布相对而言均处于弱势。因此，建议陕西不断加强上述重点领域的研发创新，同时紧跟产业热点技术发展，集聚全球高端科技创新资源，灵活运用专利布局策略，加快 GIS 成套化发展以及换流阀方面的技术赶超。

（三）统筹资源强化科技赋能，构建产业开放发展新格局

陕西省拥有丰富的输变电装备创新资源储备，具备科研成果转化的良好基础。同时，“秦创原”创新驱动平台所形成的机制，带动陕西全省的科技成果转化水平逐步提升，最强大脑作用成效初显。另外，依托京津冀、长三角、粤港澳等区域发展重大战略，陕西省产业链企业开展跨省域、国际产能合作机遇丰富。因此，建议陕西结合现有资源和优势，合理配置产业链、创新链、资源链，推动科技成果向现实生产力转化，促进各类创新资源与要素向企业聚集，构建协同有序、优势互补、科学高效的创新发展格局。

陕西省输变电装备产业专利导航

4.2 锻造优势长板，提升产业链竞争力

4.2.1 做强链主企业

4.2.1.1 西电企业战略布局

“一带一路”倡议提出八年以来，我国积极与沿线国家在输变电领域进行合作建设，援建各国完成多项重大项目。西电集团作为曾经的国内唯一一家以完整输变电产业为主业的中央企业，已经帮助多个国家在输变电领域建成项目。截至2020年底，西电集团输变电业务已经覆盖全球超80多个国家和地区，拥有4个海外基地，办事机构46家（亚洲23家、非洲11家、欧洲6家、美洲6家），企业海外布局日益完整。

表 4-1 西电集团部分对外援建项目

援建国家	项目名称	项目类型
越南	越南咸强（一期 20MW）风电项目 EPC 合同项目	风电项目
巴基斯坦	默蒂亚里——拉合尔 ± 660 千伏直流输电工程换流变项目	超、特高压直流输电工程项目
巴基斯坦	巴基斯坦 SK 水电站 550kV GIS 和 550kV GIL 两个标段	水电站项目
荷兰	IJmuiden Ver ± 525kV, 2GW 海上柔直技术咨询项目	海上柔直技术咨询项目
印度尼西亚	亚齐省 1X12MW 生物质电厂 EPC 合同项目	生物质电厂项目
柬埔寨	柬埔寨国家光伏园配套基础设施建设项目	配套基础设施建设项目
韩国	韩国济州岛 ± 80kV 60MW 高压直流输电示范工程	直流输电示范工程项目
亚美尼亚	亚美尼亚 Ashnak 变电站改造项目	变电站改造项目
菲律宾	菲律宾国家电网公司 (NGCP) 230kV GIS 变电站 EPC 总承包项目	变电站新建项目
菲律宾	马尼拉至马里劳 230 kV 线路 EPC 总承包项目	滩涂线路项目
刚果（金）	刚果（金）GCK 水泥厂输变电项目	改造、新建变电站项目 新建输电线路项目
埃及	埃及阿斯旺本班太阳能电场联网工程 Benban 500kV GIS 变电站	升级扩建项目
厄瓜多尔	厄瓜多尔 BID3 输变电项目	扩建、新建变电站项目 新建输电线路项目

陕西省输变电装备产业专利导航

援建国家	项目名称	项目类型
马来西亚	东马沙捞越州美里市 Eastwood 132/33kV GIS 变电站 总承包项目	新建变电站项目



图 4-2 西电集团海外业务及海外基地分布

通过西电电气近三年的年报可以看出，西电电气正在依托“一带一路”政策逐步扩展海外市场，国外营收及占比稳步上升。



图 4-3 2018-2020 年西电集团国内、外营收情况及占比

西电集团海外布局不断扩张的同时，国内输变电行业格局也在发生天翻地覆的变化。在输变电行业中，存在电力企业业务领域重叠、设备制造业与输变电行业间存在竞争的问题，重复建设、无效投资等现象频出，现有行业格局已然不适合新时代下的发展需求，尤其是不适合“十四五”规划中将新能源作为新型电力系统主力能源的发展要求。为了改善上述问题，2021年9月，经国务院国有资产监督管理委员会研究并报国务院批准，中国西电集团开始与国家电网公司下属许继集团、平高集团、山东电工电气集团等电力装备制造企业以及南瑞集团旗下的三家制造企业进行重组整合，新重组企业市值超千亿元。其中，许继集团在直

陕西省输变电装备产业专利导航

流输电、智能电网等领域处于国内领先地位，旗下许继电气已经上市；平高集团是国内高压开关的龙头企业，拥有平高电气这一上市平台；山东电工电气集团核心业务包括全系列变压器及零部件、高端铁塔和线缆。本次大规模企业合并重组切实推进落实输变电领域主辅分离改革，塑造电力装备产业良性竞争发展格局，专业化整合央企电力装备业务资产，有利于提升电力装备制造能力，提高企业的综合服务能力，为西电集团带来重大发展机遇。

2021年11月26日上午，总投资100亿元的中国西电集团智慧产业园项目签约落地西安高新区并正式开工。该项目建设周期为3年，将以“绿色产品、绿色技术、共享集约、智慧园区、智能工厂、数字产线”为总体建设思路，采用“产业集群、共享共建”的建设模式，建设涵盖输变电装备上下游全产业链的国际化、高端化、智慧化、绿色化的输变电装备智能制造示范园区，志在打造世界一流的输变电装备制造基地、“双碳”示范基地和智慧综合能源示范基地，这是中国西电集团转型发展的关键举措。

4.2.1.2 专利匹配度分析

西电集团在2020年提出“成为世界一流智慧电气系统解决方案服务商”的战略目标，为进一步助力其抢抓“碳达峰、碳中和”、新型电力系统建设和千亿级新央企的战略机遇，下面我们以西电集团专利数据为基础，对各主营业务的营收及专利匹配度进行探讨分析。

西电集团主营业务分为五类：开关，包括隔离开关、直流场开关以及复合式、组合式开关装备等；变压器，包括发电机变压器、电网用电力变压器、轨道交通牵引变压器等；电力电子及工程贸易，包括超特高压直流输电晶闸管换流阀、柔性直流输电换流阀、控制保护设备、静止无功补偿装置、静止同步无功发生器等；电容器和避雷器，包括滤波电容器及其成套装置、串联电容器、耦合电容器、±1100 kV及以下电压等级电瓷/复合材料绝缘子及套管等；研发检测及二次设备。

陕西省输变电装备产业专利导航



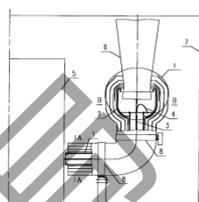
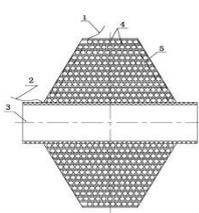
图 4-4 2018-2020 年西电集团变压器业务主营收入及占比

除去 2020 年受疫情影响、变压器业务整体毛利率水平下滑、主营收入及利润明显下降的特殊情况外，西电集团变压器业务平均营收占比稳定在 40% 上下，年利润逐步上升。2019 年西电集团针对变压器业务方向加大了技术创新力度，使业务营收额和利润明显增加。从专利申请的角度看，西电集团近三年变压器方向的专利申请量平均占比为 19.22%。专利申请占比与业务营收占比的巨大差异，一定程度上反映出西电集团在变压器方向拥有较高价值的核心技术专利，已经成功建立起技术壁垒。

表 4-2 西电集团变压器业务部分核心专利

公开 (公告) 号	专利名称	技术要点	附图
CN102543390A	一种特高压换流变压器交流 750kV 端部出线结构	本发明提供了一种特高压换流变压器交流 750kV 端部出线结构，采用均压管结构，均压管外包绝缘皱纸，两层绝缘成型件之间由油道填充，一层一层将均压管围住，在出线靠近夹件侧放置绝缘挡板和夹件屏蔽。通过加强绝缘和屏蔽，使端部出线满足场	

陕西省输变电装备产业专利导航

公开(公告)号	专利名称	技术要点	附图
		强的要求,并保证绝缘强度的可靠性,解决了特高压换流变压器网侧采用 750kV 端部出线的结构问题。	
CN101694807B	一种特高压变压器的高压出线装置	本发明公开了一种特高压变压器的高压出线装置,包括高压引出线,该高压引出线由高压绕组中部引出,从一个向上弯曲的均压管水平端部穿入,弯曲至均压管竖直端部,再通过一个与均压管竖直端部连接的均压球后从高压套管油中部分引出,高压引出线在均压球中设有电位连线与均压球联接。	
CN102376430A	一种电压互感器高压线圈及其制备方法	本发明公开了一种电压互感器高压线圈及其制备方法,包括骨架、导线、薄膜;所述骨架上绕有线圈;相邻导线层之间绕有 2-6 层薄膜;外层导线的缠绕圈数较相邻的内层导线的缠绕圈数递减 1-2 圈。通过对导线排列方式的改进、导线线径的选取、以及对导线和薄膜卷绕时张力的合理控制,有效地防止了线圈鼓包、松动、薄膜和导线发生窜动的现象。	

相比之下,开关业务同样作为西电集团的重要业务,2018至2020年的业务营收占比稳定在30%左右。然而,从专利申请的角度看,近三年西电集团开关方向的专利申请量平均总占比为51.73%,远超其主营收入占比,数值差异较大。近三年西电集团申请的开关方向共80项专利,扩展同族被引用专利总数均在5次以下,核心专利严重不足,专利价值较低。

陕西省输变电装备产业专利导航



图 4-5 2018-2020 年西电集团开关业务主营收入占比

以 GIS 为例，其具有占地面积小、环境零电磁污染、设备检修周期长、运行可靠性强等优点，目前被全球变电站广泛使用。尽管 GIS 作为核心设备，是高压配电装置的重要组成部分，但西电集团近三年对 GIS 方向的研究明显不足。三年内仅申请专利 32 项，而其中实用新型专利高达 30 项，发明专利仅有 2 项，占比不足 7%。说明西电集团对 GIS 的重视程度有待提高，未来可以结合重组企业的优势，对 GIS 进行重点研发，弥补这一技术短板。

4.2.1.3 技术研发建议

通过对国内外 GIS 专利技术的分析，建议西电集团从以下三个方向加快 GIS 的研发创新。

(一) 智能化：GIS 的控制趋向于智能化

从对 GIS 的控制近年来的改进可以看出，国内外创新主体改进方向集中在提高开关设备的可靠性上，通过配置传感器实现智能识别和检测。

陕西省输变电装备产业专利导航

例如，2015年，西门子申请了一种用于识别故障弧光的设备和电气开关装置（公开号：DE102015217633A1），包括用于检测入射光的吸收线传感器，以及分析单元，在存在特征吸收线时产生分析信号。在此有利的是，可非常可靠地识别电气开关装置的故障弧光，不需要记录和分析其它测量参量，识别结果更加准确。

2016年，日本日立公司申请了一个开关设备的工作特性监测装置、具有该开关装置的开关、用于开关的操作特性监测方法（公开号：JP2018032566A），为了准确地检测与开关的操作特性有关的异常的指示问题，其中电流传感器测量开关的闭合命令电流，辅助开关从至少两个或更多个辅助触点输出参考接触器的位置信号，电流传感器和辅助开关将测量信号传给测量单元，诊断单元根据测量信号判断是否发生故障，显示单元在确定故障时显示故障，这种监测能进一步改善开关设备长期使用的可靠性。

2018年，ABB公司申请了一种开关柜监控系统（公开号：EP3671997A1），包括至少一个传感器、处理单元和输出单元，传感器被配置为获取开关设备的温度信息数据，并向处理单元提供温度信息数据，处理单元基于测定的温度信息数据估算待估算位置的温度，输出单元被配置为输出待估算位置的温度信息，以这种方式，可以从在其他位置获取已确定温度的传感器数据来确定可能难以获得温度的位置处的温度，从而减少因为高温导致的开关设备故障。

（二）特高压：GIS的组件趋向于超高压和特高压

从对GIS的组件近年来的改进可以看出，国内外创新主体改进方向集中在对更高电压等级的适用。

例如，2012年，美国通用公司申请了一种用于高压直流电和超高压的插头插座式的纯气体绝缘穿壁套管（公开号：CN104160458B），所述穿壁套管可以将两个可替换模块组装为套件，即插头式模块和插座式模块，插头式模块和插座

陕西省输变电装备产业专利导航

式模块的中心导体通过允许中心导体的热膨胀的接合来连接,是一种可用于高压和超高压交流(AC)或直流(DC)应用的穿壁套管的新的结构。

2016年,国家电网针对于特高压变电站的1000kV等级的GIS设备,提出了一种基于压力和温度的SF₆气体在线状态评估方法(公开号:CN105932590A),通过采集GIS设备内部的压力和温度信号,并根据温度信号和实际压力补偿修正来表征GIS设备内部的气体密度,进而得到压力值,将补偿所得的压力与初始值进行比较来判断GIS气室内部状态。同年,平高集团联合国家电网针对特高压输电工程应用领域共同申请了一种母线组件及使用该母线组件的气体绝缘金属封闭开关设备(公开号:CN105529663A),即母线组件上对应于触指的位置处设有散热结构,利于增加电连接与导电杆触指连接处的散热速度,可适用于母线的电流增大至5000A时的情况。

2018年,许继集团联合国家电网针对高压带电件与绝缘件连接位置处绝缘性较差的问题,提出了一种开关柜(公开号:CN109638701A),在绝缘件和高压带电件的连接位置固定有与绝缘件分离、与高压带电件电性连接的均压环,均压环遮挡在绝缘件、高压带电件以及环保绝缘气体的交汇位置处,利用均压环屏蔽掉高压带电件与绝缘件连接位置处的电场畸变,均匀该处电场,使开关柜整体绝缘性能得到提高。在同一年,西门子针对高压开关设备申请了一种带传感器阵列的高压开关柜及其使用方法(公开号:DE102018216475A1),以阵列形式布置的多个传感器,评估单元以规则和/或不规则的时间间隔读取传感器的测量值,与预定值进行比较,并将测量值上传中央控制室和/或云端。

2019年,平高集团联合国家电网申请了一种GIS设备及其VFTO抑制装置(公开号:CN109672162A),包括沿自身轴向间隔布置的导电杆,导电杆之间并联布置有至少两支以上的分支导体,各分支导体的外周面上套设有磁环串组,磁环串组的两端设有与对应磁环挡止配合以将磁环串组定位的过渡环,磁环串组及过渡环的外侧面上套设有电阻筒,所述过渡环的内环面与分支导体固定且接触

陕西省输变电装备产业专利导航

导通，过渡环的表面与电阻筒固定且接触导通，该装置能够解决现有技术中将导电杆与电阻加工、装配复杂的问题，特别适用于特高压系统。

(三) 环保：GIS 用气体趋向于环保

从对 GIS 用气体近年来的改进可以看出，国内外创新主体改进方向集中在采取不同组分的气体替代 SF₆，并不断改善绝缘性能。

例如，2016 年，ABB 公司申请了用于生成、传输、分配和/或使用电能的装置或这种装置的组件以及用于这种装置或组件的气体密封件（公开号：CN109074901A），绝缘介质包含 a)选自氟酮、氟腈和它们的混合物的至少一种有机氟化合物，和 b)包含选自空气、空气组分、CO₂ 或这些组分的混合物的至少一种组分的载气。

2017 年，西门子公司提出了一种带有含碳绝缘气体组分的气体绝缘电气设备（公开号：DE102017206290A1），包括具有含碳第一绝缘气体组分和氧化剂，氧化剂处于凝聚相并且其表面至少部分地与绝缘气体接触，导致绝缘气体的氧化，并因此避免或至少减少装置内的含碳氧化物的形成。

2018 年，ARKEMA 公司提出了一种三氟乙烯用于绝缘或灭弧的用途（公开号：FR3082993A1），即采用三氟乙烯作为绝缘气体，还可以包括如氮气、甲烷、氧气、氦气、二氧化碳或这些气体混合物的稀释剂，三氟乙烯具有出色的介电强度特性，并且与惰性化合物混合后，即使在相对较低的温度下也能提供有效的电绝缘。同年，ARKEMA 公司还提出了一种 1-氯-2,3,3,3-四氟戊烷在绝缘或消灭电弧中的用途（公开号：FR3079359A1），包括 1-氯-2,3,3,3-四氟丙烯，具有显著的介电强度特性，当与惰性化合物混合时，即使在相对较低的温度下也能提供有效的电隔离。

陕西省输变电装备产业专利导航

4.2.2 做大优质企业

综合考虑企业的专利申请量、近五年专利申请量、有效专利占比与发明专利占比等分析指标，筛选出陕西本地输变电装备产业重点培育企业名单。

表 4-3 陕西省输变电装备产业推荐重点培育企业名单

特点	第一申请人	申请量	有效占比	发明占比
技术实力突出	中国-国家电网	47	58.9%	27.3%
	陕西斯瑞新材料股份有限公司	41	34.0%	55.3%
	中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司	38	63.4%	100.0%
	西安神电电器有限公司	33	65.8%	13.2%
	陕西宝光真空电器股份有限公司	31	12.1%	51.5%
	合容电气股份有限公司	26	61.3%	19.4%
	西安合容电力设备有限公司	23	61.5%	34.6%
	德华瑞尔(西安)电气有限公司	20	65.2%	13.0%
	西安中扬电气股份有限公司	15	65.0%	5.0%
	西安神电高压电器有限公司	13	46.7%	6.7%
专利运营活跃	西安嘉特电气设备有限公司	12	61.5%	15.4%
	西安市西无二电子信息集团有限公司	10	50.0%	25.0%
	陕西斯瑞新材料股份有限公司	41	63.4%	100.0%
	合容电气股份有限公司	26	61.5%	34.6%
	西安合容电力设备有限公司	23	65.2%	13.0%
	德华瑞尔(西安)电气有限公司	20	65.0%	5.0%
	西安西瑞控制技术股份有限公司	8	75.0%	87.5%
技术背景深厚	西安前进电器实业有限公司	5	80.0%	40.0%
	西安许继电力电子技术有限公司	9	66.7%	66.7%
	陕西正泰电容器技术有限公司	6	83.3%	16.7%
	陕西正泰智能电气有限公司	4	75.0%	50.0%
	西安 ABB 电力电容器有限公司	4	50.0%	0.0%
新进入者	施耐德(陕西)宝光电器有限公司	1	100.0%	0.0%
	西安嘉特电气设备有限公司	12	50.0%	25.0%
	西安神电(泾阳)电器有限公司	8	75.0%	25.0%
	陕西高嘉电力科技有限公司	7	71.4%	28.6%
	特变电工西安柔性输配电有限公司	7	57.1%	42.9%
	西安金叶电力科技有限公司	6	66.7%	33.3%

陕西省输变电装备产业专利导航

结合产业方向、结构与企业定位分析，建议陕西省从以下三个方面加强本地企业培育。

（一）着力构建区域协同创新体系，建议促进西安、宝鸡、咸阳等企业产业链环节互补

通过 3.1.3 节对陕西输变电装备专利区域布局的分析可知，省会城市西安以极大优势占据首位，宝鸡、咸阳分别名列第二和第三位，其余城市专利申请相对而言尚有不足。基于上述结论，下表主要对西安、宝鸡、咸阳三个城市的专利产出主体情况进行了聚焦。

表 4-4 西安、宝鸡、咸阳市输变电装备领域主要专利产出主体

城市	申请人	所属行业
西安	中国西电电气股份有限公司	电气机械和器材制造业
	西安高压电器研究院有限责任公司	研究和试验发展
	陕西斯瑞新材料股份有限公司	电气机械和器材制造业
	中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司	专业技术服务业
	西安西电开关电气有限公司	电气机械和器材制造业
	西安神电电器有限公司	电气机械和器材制造业
	西安西电高压开关有限责任公司	电气机械和器材制造业
	西安西电变压器有限责任公司	电气机械和器材制造业
	合容电气股份有限公司	电气机械和器材制造业
	西安合容电力设备有限公司	科技推广和应用服务业
	德华瑞尔(西安)电气有限公司	电气机械和器材制造业
	中国西电集团有限公司	电气机械和器材制造业
	国网陕西省电力公司电力科学研究院	研究和试验发展
	西安中扬电气股份有限公司	电气机械和器材制造业
	西安西电电力系统有限公司	研究和试验发展
	西安西电避雷器有限责任公司	专用设备制造业
	西安神电高压电器有限公司	电气机械和器材制造业
	西安嘉特电气设备有限公司	零售业
	西北电网有限公司	商务服务业
	西安市西无二电子信息集团有限公司	批发业
宝鸡	陕西宝光真空电器股份有限公司	电气机械和器材制造业
	西电宝鸡电气有限公司	电气机械和器材制造业
	陕西宝光精密陶瓷有限公司	化学原料和化学制品制造业
	宝鸡同步电器有限公司	批发业

陕西省输变电装备产业专利导航

城市	申请人	所属行业
	国网陕西省电力公司宝鸡供电公司	电力、热力生产和供应业
咸阳	西安神电(泾阳)电器有限公司	电气机械和器材制造业
	陕西正泰电容器技术有限公司	电气机械和器材制造业
	陕西正泰智能电气有限公司	电气机械和器材制造业
	陕西和硕电气有限公司	批发业

可以看到,西安市作为陕西省省会城市,其专利产出主体所属行业种类丰富,涉及电气机械和器材制造业、研究和试验发展、专用设备制造业、科技推广和应用服务业等,据统计,宝鸡、咸阳在输变电装备领域的主要专利产出主体绝大部分均处于生产制造环节,研究和试验发展行业内创新主体几乎空白。

鉴于此,认为陕西可以通过促进省内城市间处于生产、研发等不同产业链环节企业的交流合作实现产业链环节互补,进而推动区域协同创新体系构建。一方面,进一步发挥西安市具有多行业企业的优势,促进对接西安与宝鸡、咸阳市生产制造企业,加强西安在输变电装备领域生产环节的优势。另一方面,积极引导宝鸡、咸阳等市与西安市研究与试验发展相关企业展开交流,促进合作,弥补其在技术研发环节弱势,完善本市产业链环节构成。下表列出了可供关注的西安市研究与试验发展行业相关企业名单:

表 4-5 西安市研究与试验发展行业相关企业名单(部分)

企业名称	专利申请量	相关经营范围
西安高压电器研究院有限责任公司	61	工程和技术研究和试验发展;智能控制系统集成
国网陕西省电力公司电力科学研究院	15	电力科学研究、试验、电力技术开发、电网规划及研究、电网接入服务、电网建设勘察、可行性分析研究
西安西电电力系统有限公司	13	电力行业高效节能技术研发;工程和技术研究和试验发展;输配电及控制设备制造;工业自动控制系统装置制造;工业控制计算机及系统制造;电力电子元器件制造;电工仪器仪表制造
西安热工研究院有限公司	7	热能动力工程装置、工业过程自动控制系统、化学与材料工程、热工计量测试、环保及节能与节水、新能源发电领域的技术与研究开发
西安华伟光电技术有限公司	7	光机电技术产品、电力电器产品

陕西省输变电装备产业专利导航

企业名称	专利申请量	相关经营范围
西北有色金属研究院	5	金属材料、无机材料、高分子材料和复合材料及其制品、装备
西安创新能源工程有限公司	5	电力、热力能源的技术开发；高低压开关、输变电成套设备、仪器仪表、石油化工机械设备及零部件
特变电工西安电气科技有限公司	4	智能高低压配电柜、预装式变电站成套设备及其它电力电子装置
西安图玛智能科技有限公司	4	智能控制系统集成；配电开关控制设备制造
西安西能电器新技术发展有限公司	3	高低压电器产品、成套电气产品、配电自动化产品、检测试验设备，成套电气工程、机电产品

（二）积极对接省内科研资源，建议关注西安交通大学、西安市电子城避雷器研究所等专利运营活跃主体

在 3.2.2 节我们对陕西企业实力进行了定位，通过分析发现，陕西本地企业专利产出量与其他对标省市相比较少，同时我们也关注到陕西还有相当一部分高校、科研机构 and 自然人参与到了输变电装备产业的创新研发中，加强这部分主体与企业间的合作，充分利用这部分技术成果，有利于畅通本地创新主体间合作通道，提升本地企业进一步做大做优。



图 4-6 西安交通大学专利对外许可

以西安交通大学为例，西安交大的专利转让、许可事件活跃度较高，截至检索日，西安交大发生过专利运营事件的输变电装备产业相关专利共计 17 项，其中 8 项为专利许可，且均作为专利许可方，表现出了较强的专利运营能力。具体到专利运营事件涉及的被许可方来看，郑州、上海、浙江等地企业均有涉及，陕

陕西省输变电装备产业专利导航

西省内企业却鲜有涉及，由此可见，陕西省内企业对西安交大的关注、合作及对接尚有不足，本地科研资源作用尚未得到充分发挥。

表 4-6 陕西省内专利运营活跃企业（部分）

第一申请人	运营专利量
中国西电电气股份有限公司	148
西安高压电器研究院有限责任公司	61
西安合容电力设备有限公司	16
陕西斯瑞新材料股份有限公司	5
西安西瑞控制技术股份有限公司	5
中国西电集团公司	5
西安西电避雷器有限责任公司	4
西安西电变压器有限责任公司	4
西安伯龙高铁电气有限公司	3
西安苏源电器有限公司	3
宝鸡同步电器有限公司	3
德华瑞尔(西安)电气有限公司	3
西安前进电器实业有限公司	3
合容电气股份有限公司	3

进一步地，我们对陕西省内专利运营相对活跃企业进行了统计，如上表所示。建议陕西省由已有专利运营经验的优质企业着手，促进相关企业加强与西安交通大学、西安市电子城避雷器研究所等科研机构的对接，提升企业技术研发、专利运营能力，积极形成有益经验，带动提升省内企业专利运营活力，进一步畅通省内产业链内循环。

（三）不断提升省内优质企业粘性，建议推动正泰、许继、ABB 等在陕“落地生根”

陕西省内聚集了众多优质创新资源，输变电装备领域大企业纷纷在陕投资建厂，例如正泰集团在咸阳市投资设立的正泰电容器技术有限公司、正泰智能电气有限公司，其在陕西已经布局了多项专利，涉及包括变电核心设备、输变电配套设备在内的多个技术领域。这部分企业背靠集团往往拥有较强的研发及生产背景，促进这部分企业在本地“落地”的同时更好“生根”，有利于陕西本地输变电装

陕西省输变电装备产业专利导航

备产业发展。

表 4-7 省外大企业在陕西本地设立分公司专利申请情况

	在陕西本地申请量	专利申请总量	本地申请占比
中国-国家电网	47	7135	0.66%
中国-正泰	10	236	4.24%
中国-许继	9	369	2.44%
瑞士-ABB	4	2932	0.14%
法国-施耐德	1	670	0.15%

上表统计了省外大企业在陕设立分公司及其专利申请情况，由表可见，国内主要包括国家电网、正泰、许继等企业，另外国外的 ABB、施耐德也在陕西本地设立了分公司，并且开始进行专利申请与布局。结合企业申请总量及本地设立企业占其企业总申请量的占比可以看出，上述企业虽然在输变电装备领域技术实力突出，但是在陕投入的研发生产力量明显不足。

建议陕西省积极推动正泰、许继、ABB 等企业在陕“落地生根”，包括但不限于借助投资方组织架构关系拓展企业与企业之间的合作途径、吸引集团有关项目落地陕西、推动企业投入生产基地建设等，以此共同推进输变电装备研发进程，持续提升陕西输变电产业链竞争力。

4.3 攻克关键技术，抢占产业链制高点

掌握核心技术专利，就意味着占据新材料价值链经济效益的制高点。以朗科的发展史为例，朗科公司于 1999 年 11 月向国家知识产权局提交了一件名为“用于数据处理系统的快闪电子式外存储方式及其装置”的专利申请，2002 年 7 月 24 日获得授权（专利号：ZL99117225.6），业内称作“99 专利”。“99 专利”技术审查的闪存盘具有容量大、存取速度快、体积小等优点，成为闪存盘及其他闪存数码产品的核心和基础专利，为后来者设置了技术壁垒。朗科公司凭借“99 专利”，从 2006 年至 2019 年上半年，获取了将近 3 亿元的专利授权许可费。

因此，本节从产业发展方向和陕西技术实力出发，选取换流阀和开关设备的

陕西省输变电装备产业专利导航

GIS，通过对两个“卡脖子”关键核心技术进行详细分析，为企业技术革新和创新提供发展思路，将有助于陕西补齐技术短板，加快输变电装备产业发展。

4.3.1 换流阀

高压直流输电是目前常见的输电方式之一，其中最为关键的设备是换流器。自 20 世纪 20 年代起，高压直流输电技术经历了三次技术革新，其主要推动力来自换流器基本元件的重大变化。第一代直流输电技术采用的换流元件是汞弧阀，其换流器拓扑是 6 脉动 Graetz 桥，主要应用于 20 世纪 70 年代以前。第二代直流输电技术采用的换流元件是晶闸管，其换流器拓扑与第一代直流输电技术相同，主要在 20 世纪 70 年代初至 20 世纪 90 年代得以应用。第三代直流输电技术诞生于 20 世纪 90 年代初，以电压源换流阀为核心，被命名为“电压源换流器型直流输电”(VSC-HVDC)，又称为“轻型直流输电”(HVDC Light)、“新型直流输电”(HVDC Plus)，我国将此技术命名为“柔性直流输电”。

本项目检索到的换流阀的专利共 4573 项，本节对该 4573 项专利申请样本进行统计分析，立足全球换流阀技术的研究现状，从技术壁垒方面着手看各国发展现状，提出技术提升路径，从而为陕西输变电装备产业在相关技术研发层面的提升路径提供参考。

4.3.1.1 专利壁垒分析

目前，换流阀的技术来源国主要包括中国、日本、美国、德国等，如图所示，专利申请量分别占换流阀总申请量的 47%、17%、13%和 5%，合计占全球该领域申请量的 82%。整体来看，中国、日本和美国是主要的技术来源国，国内主要供应商有南京南瑞继保电气有限公司（南瑞继保）、中电普瑞电力工程有限公司（中电普瑞）、西电电气股份有限公司（西电）、许继电气股份有限公司（许继）等，国外供应商主要有 ABB、西门子和 AREVA 等。西电与许继借助国家引进国外 ABB 与西门子换流阀技术的东风，成为国内最早开始晶闸管换流阀生产的国内供应商。而后中电普瑞于 2010 年前后加入，引进了 AREVA 的晶闸管换流

陕西省输变电装备产业专利导航

阀技术。南瑞继保涉足常规直流换流阀是在 2015 年前后，是国内四家主要供应商中起步最晚的一家，也并未专门引进国外厂商技术，基本依靠自主创新。

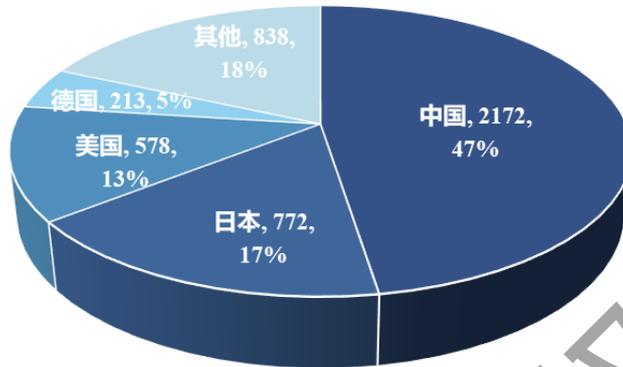


图 4 - 7 换流阀专利来源国/地区分布

从换流阀的市场目标国/地区看，如错误!未找到引用源。所示，中国是最大的市场国，布局有 2688 件专利，其中约有 81% 的专利来自国内申请人，说明国内申请人十分重视国内市场的布局。美国和日本位于第二梯队，分别布局有 1261 件和 1104 件，除此之外，欧洲的部分国家，如德国、英国和法国均受到各国申请人的关注，加拿大、韩国等也是重要的市场目标国。从国内的市场情况看，自从换流阀自主化后，尤其是 2016 年后，国外三家厂商参与的国内工程越来越少，许继、西电、中电普瑞、南瑞继保等厂家占据国内主导地位。

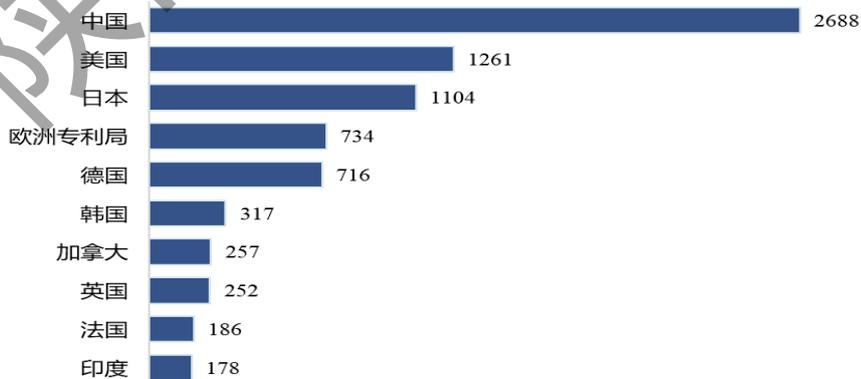


图 4 - 8 换流阀专利市场目标国/地区分布

陕西省输变电装备产业专利导航

4.3.1.2 技术发展路线

柔性直流输电是未来直流输电的发展方向，其中电压源换流阀是柔性直流输电系统中最为关键的核心部位，其最大的特点在于采用了可关断器件(通常为 IGBT)，相当于在电网中接入了电源和阀门，不仅能有效控制系统中的电流，快速切除和隔离故障，还可以更加灵活地响应电网需求。我国在这一领域的研究起步较晚，2006 年之前仅是开展了跟踪性研究。面对技术研究基础薄弱、无可借鉴经验的现状，国家电网公司在 2006 年 5 月组织国内权威专家召开“柔性直流输电系统关键技术研究框架”研讨会，以促进我国电力技术发展和电网升级。经过不懈努力，科研团队于 2010 年研制出我国首个基于 MMC 技术且具有完全自主知识产权的 ± 30 千伏/2 万千瓦柔性直流换流阀，2017 年国家电网公司研制出 ± 500 千伏/300 万千瓦柔性直流换流阀及阀控设备。

目前，国内柔性直流输电用换流阀供应商主要有：南瑞继保、许继、中电普瑞、荣信汇科电气股份有限公司（荣信）、西电、特变电工股份有限公司（特变电工）、北京 ABB 四方电力系统有限公司（ABB 四方）等，其中西电的市场占比约在 4%，技术革新和创新或可助力西电提升市场竞争力。

4.3.1.2.1 电压源换流阀的技术路线以稳压和易操作为主要目的

2013 年，美国通用公司提出了一种电压源转换器（公开号：EP2863534B1），该电压源转换器包括设置有模块的阀，每个模块还包括开关元件和能量存储装置，每个开关元件和能量存储装置可以选择性的提供电压源，控制器被配置为处理交流和直流电需求以及 AC 和 DC 输出电压需求，并控制开关元件的工作状态，从而控制交流和直流电网之间的电力传输，这种方式能稳定能量存储装置的电压，减少电压波动。同年，美国通用公司还申请了另一项电压源型变换器技术（公开号：EP2858231B1），包括一个臂，每个臂包括相元件、辅助子变换器、三次子变换器和控制器，其中所述三次子变换器包括至少一个能量存储器，被配置为能够被控制以充当波形合成器，以修改提供给所述相元件的 DC 侧的第二 DC 电压，控制器被配置为选择性地控制所述三次子变换器以合成至少一个三次电压分量，

陕西省输变电装备产业专利导航

以便传送能量至该三次子变换器或从该三次子变换器传送能量并且从而调节该三次子变换器的能量水平,从而消除了与至少一个能量储存器件的能量水平偏离参考值相关联的问题。

紧接着 2014 年,通用公司有提出一种电压源转换器(公开号:EP2916447B1),其中相位元件包括连接在 H 桥接器中以定义第一和第二对角切换对的串联连接切换元件的两个并联连接集合,串联连接切换元件的每个集合之间的相应结点定义用于到 AC 网络的连接的 AC 端子,该控制器用来选择地合成驱动换向电压来修改 H 桥接器的 DC 侧处的 DC 侧电流,以便使在 H 桥接器的 AC 侧处的 AC 侧电流与 DC 侧电流之间的幅度和方向中的任何差为最小,并且由此执行电流从第一和第二对角切换对中的一个到第一和第二对角切换对的另一个的换向。这不仅防止在 AC 与 DC 侧电感之间形成公共串联电流通路时的大电压瞬变的发生,而且还消除了用来在 H 桥接器的 DC 侧处连接高压换向电容器的需要,因而改进换向操作的可靠性,并且提供 VSC 的成本、大小和重量方面的节省。

而在 2015 年,ABB 公司提供了一种具有改进的操作的电压源换流器(公开号:CN107580751A),该电压源换流器在两个 DC 端子之间具有与波形形成器相位脚并联的导向器阀相位脚,其中该导向器阀相位脚和该波形形成器相位脚包括交替操作的上相位臂和下相位臂,以在该换流器的 AC 端子上形成波形,由此允许多个波形形成器相位臂可以用于其他目的,其中该可用相位臂中的至少一个相位臂被控制成对换流器操作的除了波形形成的其他方面做贡献,实现 DC 电压从 AC 电压中解耦,允许执行无功功率控制。

2016 年,通用申请了一种电压源转换器(公开号:CN109075699A),包括至少一个能量储存装置,被配置为选择性地储存和释放能量;以及至少一个连接在所述 AC 和 DC 端子之间的开关元件,每个开关元件和每个能量储存装置布置在所述电压源转换器中,使得每个开关元件被配置为可切换,以选择性地将每个能量储存装置切换到具有所述或每个 DC 端子的电路中。所述电压源转换器还包括控制器,其被配置为在测试模式以下操作:切换所述或每个开关元件,以控制

陕西省输变电装备产业专利导航

所述或每个能量储存装置切换到具有所述或每个 DC 端子的电路中，从而响应于所述 DC 网络中的故障的存在以及当所述电压源转换器与所述 AC 网络断开时，使用储存在所述或每个能量储存装置中的能量将一个或多个测试电信号注入所述 DC 网络中；以及监控所述 DC 网络对注入的所述或每个测试电信号的测试电响应，以便确定所述 DC 网络中所述故障的至少一个特性和/或位置。

2017 年，ABB 公司申请了一项控制 DC 系统中的电压源变流器（公开号：WO2019024999A1），该电压源变流器包括 DC 侧和 AC 侧，并且相邻的两个电压源变流器的 AC 侧互连。电压源变流器(14)包括：多个变流器阀对，每个变流器阀对被连接到 AC 系统的对应的 AC 相；以及控制单元，控制变流器阀以生成至少一个 AC 波形并减少变流器之间的振荡。同年，美国通用申请了一项电压源转换器（公开号：CN110366811A），包括在使用中可连接到直流网络的第一和第二直流端子之间串联连接的多个转换器分支。每个转换器分支包括第一和第二串联连接点，可操作以提供阶跃可变电压的纵向链节转换器在第一和第二串联连接点之间延伸。每个第一串联连接点经由第一横向支路与对应的第一交流连接端子电连接。每个第二串联连接点经由第二横向支路与对应的第二交流连接端子电连接。所述第一和第二交流连接端子共同限定在使用中可连接到交流网络的相应相的交流连接。每个转换器分支中的至少一个横向支路包括横向电路，横向电路具有在其中的横向链节转换器，横向链节转换器可操作以提供阶跃可变电压，使得需要更少的绝缘间距，并且因此减小电压源转换器的总体积。

2018 年，通用申请了一种电压源转换器（公开号：CN111566923A），一种电压源转换器包括连接在第一 DC 端子与第二 DC 端子之间的多个分支，每个分支包括：用于连接到 AC 网络的至少一个端子；以及可操作地连接到所述或每个端子的第一子转换器，所述第一子转换器被配置成用于呈现给 DC 网络的 DC 电压的波形合成器，其中第一子转换器串联连接在第一 DC 端子与第二 DC 端子之间，并且其中每个分支被配置成可操作地与 DC 网络交换相应 DC 功率并且与 AC 网络交换相应 AC 功率，其中电压源转换器还包括控制器，所述控制器被配置成选择性地操作第一子转换器，以生成包括第一 AC 电压分量的合计的 DC 电

陕西省输变电装备产业专利导航

压以用于呈现给 DC 网络，以便于响应于在分支中的至少一个与 AC 网络之间交换的所述或每个 AC 功率的改变而控制流过第一子转换器的循环电流，所述循环电流包括直流分量和交流分量，其中交流分量被配置使得所述交流分量与由至少一个分支的所述或每个第一子转换器生成的第二 AC 电压分量交互，以便于使由至少一个分支分别与 DC 网络和 AC 网络交换的 DC 功率和 AC 功率平衡。

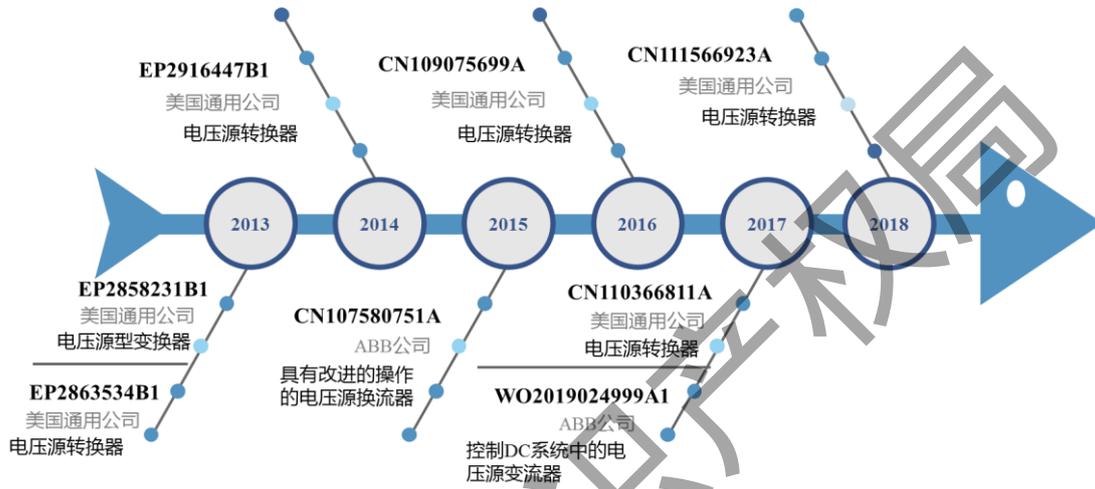


图 4-9 电压源换流阀技术发展路线图

4.3.1.2.2 电压源换流阀的控制以提升可靠性为主要目的

2013 年，国家电网申请了一种 IGBT 串联型电压源换流器开通电流过冲抑制方法（公开号：CN103326551A），在杂散电容 C_g 与半桥结构之间接入阻波器单元，与杂散电容 C_g 组成二阶电路，通过所述二阶电路的阶跃响应，对杂散电容 C_g 引起的电流过冲电流进行有效抑制，为 IGBT 串联型电压源换流器的运行提供了可靠的保障。同年，国家电网申请了一种基于模块化多电平电压源型换流器的损耗确定方法（公开号：CN103715935A），包括确定单相电压源型换流器的电流；确定电压源型换流器的导通损耗；确定电压源型换流器的开关损耗；确定电压源型换流器三相总损耗。本发明提供的方法有效求解出换流器子模块上半桥臂绝缘栅双极型晶体管 IGBT/下半桥臂续流二极管 FWD 或上半桥臂续流二极管 FWD/下半桥臂绝缘栅双极型晶体管 IGBT 的平均电流和有效电流，能反映出子模块中绝缘栅双极型晶体管 IGBT 与续流二极管 FWD 的损耗与柔性直流输电系

陕西省输变电装备产业专利导航

统的调制因数、功率因素、有功传输功率等关系，将复杂问题直观化。

2014 年，南京南瑞继保申请了一种模块化多电平换流器桥臂电流的控制方法（公开号：CN103812377B），对基本控制方法进行改进，通过在上下桥臂控制指令中叠加相反的附加导通个数指令或附加电压指令，实现减小甚至抑制由上层控制器下发的控制指令存在偏置或上下桥臂子模块电压不平衡引起的桥臂电流不对称，实现减小上下桥臂承受应力差别。同年，西电申请了一种用于模块化多电平换流器的子模块均压方法（公开号：CN103929081A），将子模块按电压划分为多个等级，依次进行控制，采用子模块电压分级控制的方法，将各子模块按电压大小分成 m 组，当需要充电或放电时，优先开通电压值最大或最小的组中的子模块，须开通的子模块数不够时，再依次开通较最大值稍小或较最小稍大的组中的子模块进行充放电，将桥臂上各子模块电压控制在一个范围内，相比传统的基于排序算法的均压方法，免去复杂的排序计算的时间，控制周期短，控制过程简单，适应电平数不断增加的模块化多电平换流器的需要。

2015 年，国家电网申请了一种基于正负序电流内环控制的风电换流器控制方法（公开号：CN104734537A），包括：检测电网的电量参数，判断电网发生的不对称故障类型；根据不对称故障类型检测获得发生故障的不平衡电网电量；将发生故障的不平衡电网电量分解为正序分量和负序分量，并将该正负序分量转换到正、负旋转坐标系中；建立正负序电流控制模型，并根据控制模型消除不对称电网故障的二次谐波分量，以及确保输出电量的正弦波形。该方案具有控制性能好、方法先进等优点。

2016 年，国家电网申请了一种三相电压源变流器零序电流计算方法（公开号：CN106169883A），以三相电压源变流器基波角频率、载波角频率、调制度、直流母线电压、直流侧滤波电容、交流侧换流电抗值、交流线路电阻、地电阻以及直流侧中性点接地电阻为参数，利用贝赛尔函数计算三相电压源变流器的零序电流，通过这种方式能够准确地计算出三相电压源变流器的零序电流，为分析三相电压源变流器的稳态运行损耗及故障暂态工况提供了技术基础。

陕西省输变电装备产业专利导航

2017年, ABB公司申请了一种用于使用功率同步控制来控制电压源变流器的方法和控制系统(公开号: CN109802442A), 包括: 基于VSC相位角(θ), 确定VSC电流矢量(i), 该VSC相位角(θ)基于功率控制误差的积分而被确定; 基于用于VSC的有功功率参考, 确定参考电流矢量的有功功率产生电流分量确定参考电流矢量; 基于虚拟阻尼电阻、参考电流矢量和VSC电流矢量, 确定阻尼分量; 基于VSC电压幅度和阻尼分量, 确定电压矢量; 以及基于电压矢量来控制VSC。通过基于有功功率参考来确定有功功率产生电流分量可以为强电网提供强健的闭环系统。同年, 南京南瑞继保申请了一种串联式电压源换流阀组的协调控制方法及装置(公开号: CN107994599A), 包括: 对直流极串联式电压源换流阀组所在端的总直流电压参考值或总有功功率参考值按照串联运行的电压源换流阀组的总个数进行分配; 对于直流电压控制端, 各阀组根据分配的本阀组直流电压参考值进行本阀组直流电压的控制; 对于有功功率控制端, 各阀组根据分配的本阀组有功功率参考值并叠加起阀组均压作用的本阀组有功功率补偿量进行本阀组有功功率的控制, 以实现串联式电压源换流阀组在直流电压控制端或有功功率控制端运行中各阀组的直流电压均衡。

2018年, 中国矿业大学(北京)申请了一种电压源变流器新型死区补偿方法(公开号: CN108880315B), 建立了电压源变流器离散数学模型, 在此基础上提出基于电流观测器的无差拍控制, 然后嵌入重复控制器抑制变流器的死区效应, 克服了传统死区补偿方法存在的补偿精度不高、需要复杂的电流极性检测算法等缺点。同年, ABB公司申请了一项用于使用功率同步控制来控制电压源变流器的方法和控制系统(公开号: CN110212737A), 包括确定有功功率控制误差; 基于总和的积分来确定VSC相位角, 该总和包括缩放的有功功率控制误差和公共耦合电压的缩放的虚部; 基于虚拟阻尼电阻、VSC电流矢量以及用于该VSC电流矢量的参考电流矢量, 来确定阻尼分量; 基于VSC电压幅度和阻尼分量来确定电压矢量; 将电压矢量变换为电流矢量; 将电流矢量的幅度与最大阈值电流值作比较; 以及在电流矢量的幅度大于最大阈值电流值的情况下: 将电流矢量的幅度降低至低于最大阈值电流值的值以获得限制的电流矢量, 将限制的电流矢量变

陕西省输变电装备产业专利导航

换为限制的电压矢量，基于 VSC 相位角和限制的电压矢量来控制 VSC，将公共耦合电压的虚部乘以增益以获得公共耦合电压的缩放的虚部，在电网故障的情况下，可以提供电流限制而不会失去同步性。

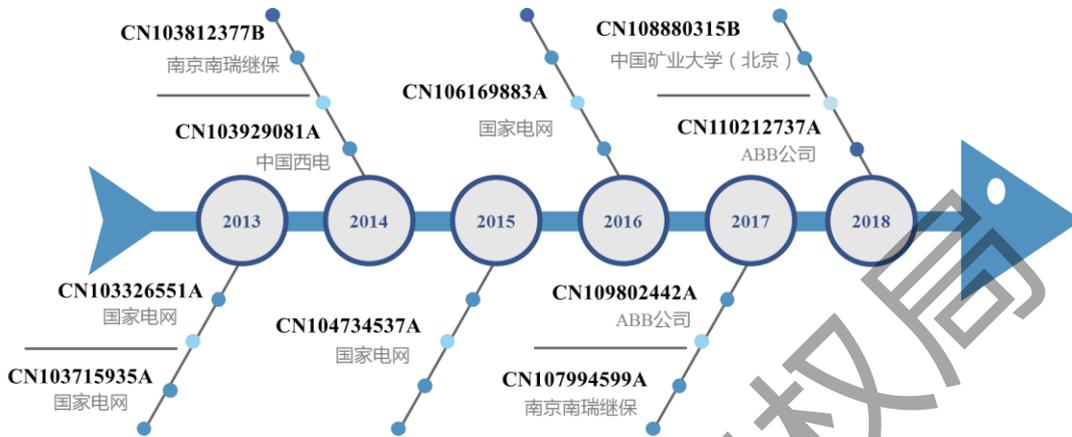


图 4-10 电压源换流阀控制技术发展路线图

4.3.2 气体绝缘全封闭组合电器 GIS

气体绝缘全封闭组合电器 (GAS insulated SWITCHGEAR, 简称 GIS), 是将断路器和其它高压电气元件, 按照所需要的电气主接线安装在充有一定压力的六氟化硫气体金属壳内所组成的一套变电站设备。由于是将断路器、隔离开关、接地开关、互感器、避雷器、母线、连接管和过度元件等电气元件装入密封的金属容器内, 充以绝缘气体, 因此具有占地面积少、可靠性高、安装周期短和维护工作量少等优点, 目前已广泛运用在电力系统和工矿企业的变电站中。GIS 开关经过多年的发展, 技术已经成熟, 逐渐成为高压开关柜市场的主流。

GIS 的发展, 是伴随着 SF₆ 气体的人工合成技术和环氧树脂技术的发展而逐步发展起来的。1900 年法国两位化学家 MOISSAN 和 LEBEAU 首次人工合成 SF₆ 气体; 接着 1936 年卡斯坦与格林利开发出了制造环氧树脂的方法; 1938 年 GE 公司申请 SF₆ 气体用于电力设备的专利; 1955 年美国西屋生产了第一台 SF₆ 断路器; 1968 年瑞士 ABB 第一台 GIS 运行。目前, 国际上 GIS 的主要制造商有 ABB、SIEMENS、GE、日立、三菱、东芝、现代、晓星等。2019 年, ABB、Siemens 和 GE 在全球市场收入份额中排名前三, 占据主导地位。国内 GIS 的发展是伴随

陕西省输变电装备产业专利导航

着改革开放的步伐逐步与国际接轨，1985 年沈高与日立合作；1985 年西高与三菱合作；1999 年平高与东芝合作；2000 年左右伴随着三峡工程，沈高和西高又分别与 ABB 合作，将 ABB 的 GIS 技术引进中国。

本项目检索到的 GIS 的专利共 14023 项，本节对该 14023 项专利申请样本进行统计分析，立足全球 GIS 技术的研究现状，从技术壁垒方面着手看各国发展现状，进而提出技术提升路径，从而为陕西输变电装备产业在相关技术研发层面的提升路径提供参考。

4.3.2.1 专利壁垒分析

目前，GIS 的技术来源国主要包括日本、中国、德国、韩国、法国等，如图 4-11 所示，专利申请量分别占 GIS 总申请量的 47%、28%、10%、6%和 2%，合计占全球该领域申请量的 93%。整体来看，中国和日本是主要的技术来源国，日本的 GIS 企业主要包括日立、三菱、东芝等，国内则包括沈高、西高、河南平高电气、思源电气、泰开高压开关等。

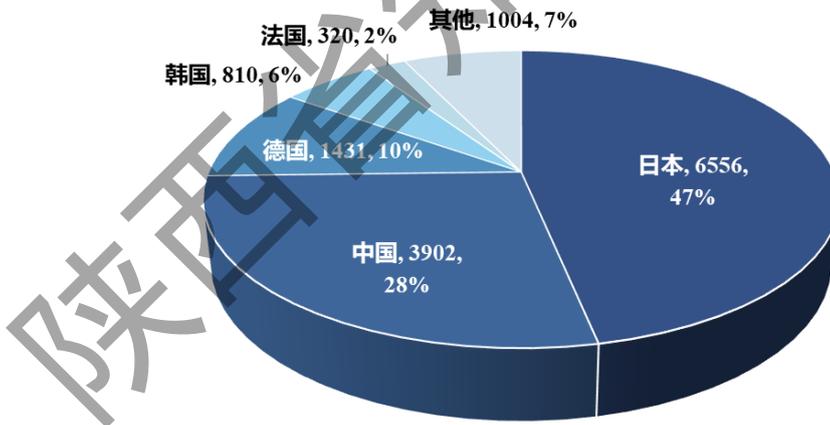


图 4-11 GIS 专利来源国/地区分布

从 GIS 的市场目标国/地区看，如图 4-12 所示，日本是最大的市场国，布局有 7034 件专利。中国位于第二梯队，布局有 4905 项。除此之外，德国、韩国、欧洲部分地区以及美国等位于第三梯队，布局数量均超过 1000 件。目前国内 GIS

陕西省输变电装备产业专利导航

市场的竞争较为激烈，国外知名品牌如 ABB、西门子、东芝等公司通过合资并购等手段，以占领中国市场份额为目的，实行本土化生产，而我国高压开关制造规模以上企业余 300 家。

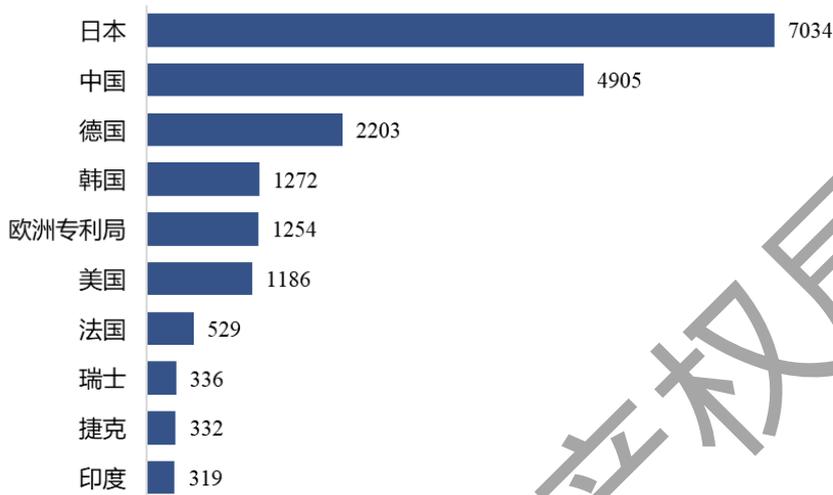


图 4 - 12 GIS 专利市场目标国/地区分布

4.3.2.2 技术发展路线

4.3.2.2.1 GIS 的控制趋向于智能化

2013 年，东芝申请了一种局部放电监视系统以及局部放电监视方法（公开号：CN105190331A），通过在监视局部放电的基础上使数据高效地在网络上流通来减轻网络的负荷。局部放电监视系统具备配置在监视对象的绝缘气体封入容器的电磁波检测传感器、变换装置以及接口装置。接口装置具备：检测部，检测与施加到配置在绝缘气体封入容器内的导体上的电压信号同步的电压信号的过零点来决定电磁波的信号的采样定时；发送部，将通过检测部决定的采样定时向变换装置进行通知；合并部，合并从变换装置接收到的每个变换装置的数字数据；以及发送部，将合并的数字数据向监视装置发送。同年，ABB 申请了一种用于光学检查开关装置中的开关位置的气体绝缘开关装置和摄像机系统（公开号：US20160148762A1），其中开关装置外壳设置有光学窗口，外部摄像机位于外壳

陕西省输变电装备产业专利导航

的支撑元件上，用于拍摄开关或开关的接触位置，显示屏显示外部摄像头拍摄的影像，并且具有可切换的光源，该光源照亮外部摄像机聚焦的拍摄区域以显示开关或开关的接触位置。

2014 年，西电申请了一种 GIS 设备内部视频监测系统及方法（公开号：CN104320614A），包括视频传感器、视频服务器、智能供电系统和视频监测后台系统组成。视频传感器安装在 GIS 壳体上用于对 GIS 内部导体的分合状态进行实时采集，并把监测数据转换为网络数字信号发送到远端视频监测系统进行统一管理。该方案可以实现对 GIS 内部导体的视频的采集，然后把视频信号转变为网络信号发送到视频监测后台系统，实现对 GIS 隔离开关触头、接地开关触头和快速接地开关触头的分合状态的远程监测和集中管理。同样在 2014 年，ALSTOM 公司申请一种开关站的温度测量（公开号：AU2014413585A1），包括：温度传感器，连接至所述温度传感器的天线，天线又与控制模块连接温度传感器适于经由连接至温度传感器的天线发送所述温度测量的表示信号，所述控制模块适于经由连接至所述控制模块的天线接收所述表示信号并且对所述表示信号进行处理以生成消息，以实现温度信号的无线传输。

2015 年，西门子申请了一种用于识别故障弧光的设备和电气开关装置（公开号：DE102015217633A1），包括用于检测入射光的吸收线传感器，以及分析单元，在存在特征吸收线时产生分析信号。在此有利的是，可非常可靠地识别电气开关装置的故障弧光，不需要记录和分析其它测量参量，识别结果更加准确。西门子在 2015 年还提出了一种气体绝缘开关设备的摄像系统（公开号：DE102015218645B3），包括设置在气体绝缘开关装置前板上的两个面板端口，一个中央处理单元，一个照相机，中央处理单元和照相机通信连接。

2016 年，日本日立公司申请了一个开关设备的工作特性监测装置、具有该开关装置的开关、用于开关的操作特性监测方法（公开号：JP2018032566A），为了准确地检测与开关的操作特性有关的异常的指示问题，其中电流传感器测量开关的闭合命令电流，辅助开关从至少两个或更多个辅助触点输出参考接触器的

陕西省输变电装备产业专利导航

位置信号，电流传感器和辅助开关将测量信号传给测量单元，诊断单元根据测量信号判断是否发生故障，显示单元在确定故障时显示故障，这种监测能进一步改善开关设备长期使用的可靠性。

2017年，ABB公司申请了用于开关设备系统的机器人检查的系统和方法(公开号：WO2018222832A1)，开关设备系统具有向相邻的开关设备外壳延伸的电弧管道，机器人则可横穿电弧管内部，在机器人上安装有探头以及传感器组件，控制器可控制机器人在不同开关设备之间行走以检查开关设备。

2018年，ABB公司申请了一种开关柜监控系统(公开号：EP3671997A1)，包括至少一个传感器、处理单元和输出单元，传感器被配置为获取开关设备的温度信息数据，并向处理单元提供温度信息数据，处理单元基于测定的温度信息数据估算待估算位置的温度，输出单元被配置为输出待估算位置的温度信息，以这种方式，可以从在其他位置获取已确定温度的传感器数据来确定可能难以获得温度的位置处的温度，从而减少因为高温导致的开关设备故障。2018年，ABB公司申请了电弧故障检测装置及电气开关装置(公开号：DE102018213231A1)，其具有用于检测至少两个波长范围内的入射光的强度的装置，测量该第一波长范围中和第二波长范围内发射的光的强度，当检测到至少一个初始波长范围内的高强度入射光和至少一个第二波长范围内的低强度入射光时，产生评估信号，判断电弧故障，通过两次判断进一步提高了检测的可靠性。

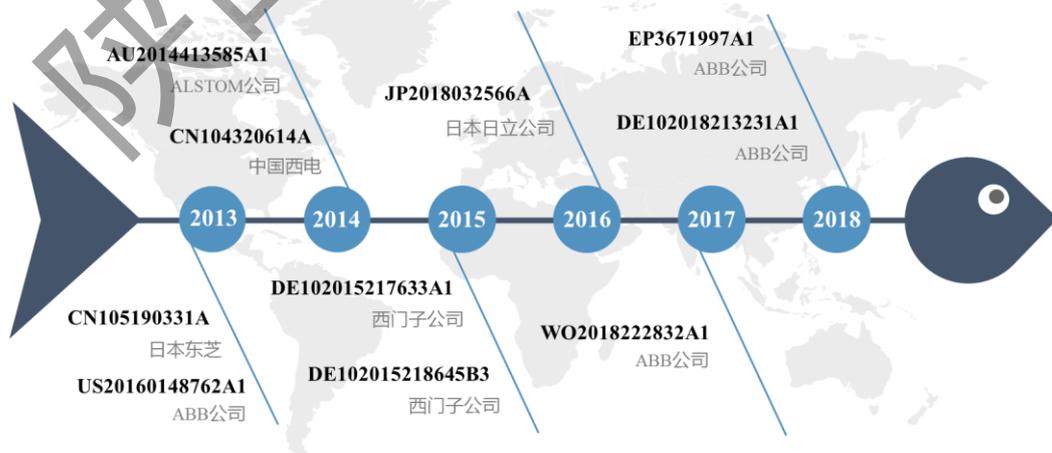


图 4 - 13 GIS 部件和控制技术发展路线

陕西省输变电装备产业专利导航

4.3.2.2.2 GIS 的组件趋向于超高压和特高压

2012 年, 美国通用公司申请了一种用于高压直流电和超高压的插头插座式的纯气体绝缘穿壁套管 (公开号: CN104160458B), 所述穿壁套管可以将两个可替换模块组装为套件, 即插头式模块和插座式模块, 插头式模块和插座式模块的中心导体通过允许中心导体的热膨胀的接合来连接, 是一种可用于高压和超高压交流(AC)或直流(DC)应用的穿壁套管的新的结构。

2013 年, 国家电网申请了一种特高压 GIS 配电装置的布置结构 (公开号: CN103647225B), 将 GIS 主设备和主母线设置于配电装置室的地下部分, 进出线套管设置于配电装置室外, 地下部分的侧壁和底板与土壤直接接触, 使在冬季寒冷期布置结构采用地温供热的方式, 节省了采暖相关设备和电能的投资, 从而在投资较低的前提下, 保证了特高压 GIS 配电装置的正常运行温度。

2015 年, 国家电网针对 1000kV 的特高压, 申请了一种气体绝缘开关装置的新型布置结构 (公开号: CN105048330B), 包括若干完整串, 每一完整串均包括: 六条主母线, 第一主母线、第二主母线和第三主母线分别代表 A、B、C 三相, 第四主母线、第五主母线和第六主母线分别代表 A、B、C 三相; 三条支路, 每一支路均包括三个断路器和六个隔离开关; 每一支路中的三个断路器分别相对于主母线垂向设置, 且三个断路器依次串联连接, 且每一断路器的两端均串联一隔离开关, 分别位于三条支路两端的隔离开关对应连接六条主母线的 A、B、C 三相; 每一支路上的一对相邻且串接在一起的两个隔离开关之间的支路连接出线或者进线, 另一对相邻且串接在一起的两个隔离开关之间的支路相应连接进线或者出线。该方案在进线和出线数量相当的情况下, 能够有效节约占地面积, 提高经济效益。

2016 年, 国家电网针对于特高压变电站的 1000kV 等级的 GIS 设备, 提出了一种基于压力和温度的 SF₆ 气体在线状态评估方法 (公开号: CN105932590A), 通过采集 GIS 设备内部的压力和温度信号, 并根据温度信号和实际压力补偿修正来表征 GIS 设备内部的气体密度, 进而得到压力值, 将补偿所得的压力与初

陕西省输变电装备产业专利导航

始值进行比较来判断 GIS 气室内部状态。同年，平高集团联合国家电网针对特高压输电工程应用领域共同申请了一种母线组件及使用该母线组件的气体绝缘金属封闭开关设备（公开号：CN105529663A），即母线组件上对应于触指的位置处设有散热结构，利于增加电连接与导电杆触指连接处的散热速度，可适用于母线的电流增大至 5000A 时的情况。

2018 年，许继集团联合国家电网针对高压带电件与绝缘件连接位置处绝缘性较差的问题，提出了一种开关柜（公开号：CN109638701A），在绝缘件和高压带电件的连接位置固定有与绝缘件分离、与高压带电件电性连接的均压环，均压环遮挡在绝缘件、高压带电件以及环保绝缘气体的交汇位置处，利用均压环屏蔽掉高压带电件与绝缘件连接位置处的电场畸变，均匀该处电场，使开关柜整体绝缘性能得到提高。在同一年，西门子针对高压开关设备申请了一种带传感器阵列的高压开关柜及其使用方法（公开号：DE102018216475A1），以阵列形式布置的多个传感器，评估单元以规则和/或不规则的时间间隔读取传感器的测量值，与预定值进行比较，并将测量值上传中央控制室和/或云端。

2019 年，平高集团联合国家电网申请了一种 GIS 设备及其 VFTO 抑制装置（公开号：CN109672162A），包括沿自身轴向间隔布置的导电杆，导电杆之间并联布置有至少两支以上的分支导体，各分支导体的外周面上套设有磁环串组，磁环串组的两端设有与对应磁环挡止配合以将磁环串组定位的过渡环，磁环串组及过渡环的外侧面上套设有电阻筒，所述过渡环的内环面与分支导体固定且接触导通，过渡环的表面与电阻筒固定且接触导通，该装置能够解决现有技术中将导电杆与电阻加工、装配复杂的问题，特别适用于特高压系统。

陕西省输变电装备产业专利导航



图 4 - 14 GIS 适用领域发展路线

4.3.2.2.3 GIS 用气体趋向于环保

GIS 在大多数应用中广泛使用的绝缘气体是 SF_6 ，即六氟化硫。 SF_6 具备很好的绝缘性，它的分子极易吸附自由电子而形成质量大的负离子，削弱气体中碰撞电离过程，因此其电气绝缘强度很高，在均匀电场中约为空气绝缘强度的 2.5 倍，且其本身对人体无毒、无害。但它却是一种温室效应气体，其单分子的温室效应是二氧化碳的 2.2 万倍，对其进行有效的减排和管控对全球达成温室气体减排目标有着重要意义。为此，寻求环保无污染的可替代气体成为各创新主体的重要研究方向。

2013 年，ABB 公司提出了一种用于 CO_2 绝缘电气设备的水和污染吸收器，用于产生、传输、分配和/或使用电能（公开号：EP3069421A1），其中绝缘气体采用了 CO_2 ，并在隔离空间中设置了用于减少或消除来自绝缘介质的水和其他污染物的吸附器。同年，ALSTOM 公司提出了一种包含二氧化碳，氧气和硫代异丁腈的气体绝缘介质或高压电气设备（公开号：FR3011138A1），气态混合物包括少量的七氟异丁腈，二氧化碳和氧气。

ABB 公司在 2015 年申请的使用绝缘气体或流体的气体绝缘开关柜及其生产方法（公开号：CN107851977A），绝缘气体具有至多 20% 的含氟酮 $\text{C}_5\text{F}_{10}\text{O}$ 与空

陕西省输变电装备产业专利导航

气或氧气以及二氧化碳的混合物。2015年,美国通用申请了用于填充气体绝缘开关设备的方法和设备包括 $(\text{CF}_3)_2\text{CFCN}$ 和 CO_2 的混合物(公开号:EP3174071A1),隔离气体包括全氟异丁腈($(\text{CF}_3)_2\text{CFCN}$ 和二氧化碳的混合物)。

2016年,ABB公司申请了用于生成、传输、分配和/或使用电能的装置或这种装置的组件以及用于这种装置或组件的气体密封件(公开号:CN109074901A),绝缘介质包含 a)选自氟酮、氟腈和它们的混合物的至少一种有机氟化合物,和 b)包含选自空气、空气组分、 CO_2 或这些组分的混合物的至少一种组分的载气。

2017年,云南电网针对寒冷天气申请了一种用于寒冷地区的六氟化硫-氮气混合气体组配方法(公开号:CN107331442A),通过准确计算能确定不同温度下的配比-饱和蒸气压-临界击穿场强关系图,为后期 SF_6 - N_2 混合气体用于电力设备的绝缘提供最优选的组配方案,以充分发挥 SF_6 - N_2 混合气体的绝缘性能,提高电力设备的可靠性和稳定性。同年,西门子公司提出了一种带有含碳绝缘气体组分的气体绝缘电气设备(公开号:DE102017206290A1),包括具有含碳第一绝缘气体组分和氧化剂,氧化剂处于凝聚相并且其表面至少部分地与绝缘气体接触,导致绝缘气体的氧化,并因此避免或至少减少装置内的含碳氧化物的形成。

2018年,ARKEMA公司提出了一种三氟乙烯用于绝缘或灭弧的用途(公开号:FR3082993A1),即采用三氟乙烯作为绝缘气体,还可以包括如氮气、甲烷、氧气、氦气、二氧化碳或这些气体混合物的稀释剂,三氟乙烯具有出色的介电强度特性,并且与惰性化合物混合后,即使在相对较低的温度下也能提供有效的电绝缘。同年,ARKEMA公司还提出了一种1-氯-2,3,3,3-四氟戊烷在绝缘或消灭电弧中的用途(公开号:FR3079359A1),包括1-氯-2,3,3,3-四氟丙烯,具有显著的介电强度特性,当与惰性化合物混合时,即使在相对较低的温度下也能提供有效的电隔离。

陕西省输变电装备产业专利导航



图 4 - 15 GIS 用气体技术发展路线

4.4 补齐弱项短板，实施产业链式招引

根据“链长制”要求，陕西省输变电装备产业要在推行链式招商上有新突破，按照“缺什么招什么、什么弱补什么”的原则，聚焦产业链短板弱项，通过专业化手段、市场化方式、规范化操作，实施精准招商、科学招商、定向招商。前述 4.1 节中，通过对陕西省输变电装备产业结构进行分析，认为陕西省在以钢材、绝缘材料为主的原材料领域、包括电压互感器、电流互感器在内的互感器领域，以及电容器、控制（调度）技术领域的创新主体集聚仍显缺失。因此，本节将从专利数据出发，深入上述弱项分支，综合考虑多维度分析指标进行筛选，挖掘各领域内企业、科研机构以及高端人才，最终得到下述推荐引进/合作/关注的创新主体清单。

4.4.1 可对接省外头部企业清单

综合考虑企业技术创新实力、跨国影响力、合作可能性等因素，本节主要以申请人的专利申请量、PCT 申请量、专利高频被引³量、联合申请量等作为评估指标，对当前申请人类型为企业的创新主体进行分析筛选，得到可供陕西省关注

³ 专利高频被引指该专利被引次数高于平均值，下同。

陕西省输变电装备产业专利导航

的国内外（陕西除外）头部企业清单，并通过多项分析指标综合评价，最终划定了重点推荐、推荐、关注三个推荐级别，详见附录 1。下图为头部企业的举例。



图 4 - 16 头部企业示例

企业的专利申请量在很大程度上能够反映出其技术创新实力，以日本制铁和日本 JFE 为例：日本制铁现更名为新日本制铁公司，是日本最大的钢铁公司，也是世界大型钢铁公司之一。2011 年初，新日本制铁公司和日本住金强强联合，协同合作，生产粗钢约 5000 万吨，排名世界第二。日本制铁不断调整开发新产品以适应市场的创新发展，钢材和铜材方面的专利申请量高达 1500 多项，实力可见一斑。日本 JFE 公司（日本钢铁工程控股公司）是世界大型钢铁企业集团之一，是日本第二大钢铁集团，2002 年由日本第二大钢铁公司——日本钢管 (NKK) 和日本第三大钢铁公司——川崎制铁合并成立，钢铁年产量高达 2517 万吨，直逼日本最大的钢铁公司新日本制铁。日本 JFE 从 1956 年开始布局钢材方面的专利，截至检索日，全球专利占比达 20% 左右，充分体现出该企业的高产高质。因此重点推荐日本制铁和日本 JFE 作为钢材领域的头部企业。

跨国影响力同样作为头部企业筛选的主要指标之一，主要通过关注企业的 PCT 申请量进行评估。以韩国 POSCO 公司（浦项制铁公司）为例，POSCO 成立于 1968 年，拥有位居世界第一的年产 1600 万吨的光阳钢铁厂和位居世界第二的年产 1200 万吨的浦项制铁所。浦项制铁公司在国内有 13 个子公司，同时覆盖在中国、美国、巴西、加拿大、澳大利亚等 10 个国家和地区设立工厂、公司等。

陕西省输变电装备产业专利导航

专利申请指定多个国家地区，产业实力跨国影响广泛，在钢材方面的 PCT 申请量已达 200 多项，因此推荐 POSCO 为钢材方面的头部企业。

头部企业往往还需要具备强大的核心技术产出能力，技术成果广受行业认可，高频被引用专利量处于领先水平。以日本 JX 金属为例，其在铜材相关技术方面居于国际领先地位，掌握着大量核心技术专利。截至检索日，JX 金属高频被引专利量超过 200 项，成功建立了专利壁垒，因此在铜材方面推荐 JX 金属作为头部企业。

进一步地，专利联合申请量高通常能够反映出企业具备较强的合作意愿，协同研发可能性较高。以中国南方电网为例，南方电网与 2002 年正式成立，负责投资、建设和经营管理广东、广西、云南、贵州和海南五省及港澳地区南方区域电网，经营相关的输配电业务，参与投资、建设和经营相关的跨区域输变电和联网工程；从事电力购销业务，负责电力交易与调度等。业务撒网南方区域，主要涉及原材料、互感器和控制（调度）等技术分支。从成立至今，南方电网就积极与其他申请人共同合作申请多项专利，尤其在控制方面，联合申请占比高达 42%，有效发明占比 25%，因此，可以推荐为控制方面的头部企业，辐射带动陕西省相关企业的发展。

对于国外的企业，专利在华布局也是评估其作为头部企业的一个重要因素。以瑞士 ABB 为例，ABB 集团位列全球 500 强上市企业，是一家百年国际性企业，是电力和自动化技术领域的领导厂商。ABB 与中国的合作开始于 100 多年前的 1907 年，目前在中国已拥有研发、制造、销售和工程服务等全方位的业务活动，如 2000 年成立的西安 ABB 电力电容器有限公司。为拓展在华业务，保障在华产业升级，ABB 积极在华持续注入创新技术发明，在华专利申请占比约 1/4，因此重点推荐 ABB 为对接陕西省的头部企业。

综合以上要素分析给出头部企业重点推荐、推荐、关注的具体对接建议，以国家电网为例，该公司成立于 2002 年，经营区域覆盖各省（自治区、直辖市），涉及包括电工装备制造等多个业务板块。拥有 16 家产业公司、6 家上市公司，

陕西省输变电装备产业专利导航

投资运营多家子公司，遍布九个国家和地区。截至检索日，国家电网已经申请了 1000 多项专利，其中有约 10% 的核心技术为其他申请人认可引用。强大的技术创新实力，充足的资本，广域的产业覆盖度以及高效的专利产出能力等，使得国家电网在国内外都可称得上首屈一指。综合考虑该申请人雄厚的综合实力，重点推荐其作为头部企业。反观日本富士电机，成立于 1923 年，是以大型电气机器为主产品的日本重电机制造商之一，公司产品涉及驱动控制器、自动化及仪器仪表产品、低压/中高压电器产品和中核事业等。目前在互感器领域有突出的研发能力，专利申请可观，但其在该领域的跨国影响力一般，核心技术产出能力也不突出，并且与其他申请人的合作意愿也不高，创新活跃能力也相对泛泛，因此，日本富士电机作为头部企业建议关注即可。

4.4.2 可引进省外创新企业清单

综合考虑企业技术创新实力、创新活跃度、持续产出能力、技术合作基础等因素，本节主要针对近三年仍然活跃在输变电装备产业的申请人进行分析，以申请人的年均申请量、近 5 年申请占比、有效发明专利量等作为评估指标，对当前申请人类型为企业的创新主体进行分析筛选，得到可供陕西省关注的国内外（陕西除外）创新企业清单，并通过多项分析指标综合评价，最终划定了重点推荐、推荐、关注三个推荐级别，详见附录 2。下图为创新企业的举例。



图 4-17 创新企业示例

陕西省输变电装备产业专利导航

企业的年均专利申请量在很大程度上能够反映出其持续创新能力，以天津市百利纽泰克电气科技为例，公司是上市公司天津百利特精电气股份有限公司的控股子公司，多年以来被认定为天津市高新技术企业，拥有干式、油浸式变压器，干式、浇注、油浸式互感器，数字式多功能电力仪表等产品的研制、生产能力。2007 年开始在互感器技术分支进行专利布局，截至检索日，其专利申请总量已超过 30 项，且年均申请量两项左右，因此，考虑到天津市百利纽泰克电气科技在互感器方面的持续创新实力，推荐其为创新企业。

企业的专利有效发明量可以很好地映射其创新能力。以韩国的豊山股份为例，韩国豊山株式会社创立于 1968 年，是韩国最大的铜及铜合金生产企业，同时也是世界著名的铜及铜合金生产企业之一。在韩国丰山有三个大型生产工厂，同时在美国、泰国、日本、中国香港、广东东莞和上海设立了工厂及销售机构，并在台湾、马来西亚等地区设有办事处，以满足全球范围内的各种需求。豊山股份于 2007 年开始在铜材领域布局专利，之后以较低的年产量稳定产出，尽管其专利总产出不高，但有效发明占比高达 90% 以上，充分体现豊山股份一直保持着良好的创新研发能力，另考虑到企业本身的发展实力，而且在华已设多个工厂，因此重点推荐该企业作为陕西省可引进的创新企业。

对于新进企业专利申请量往往有限，可以从近 5 年的创新活跃度侧面反映其创新能力。如河北中开明泰电气设备有限公司，该公司于 2014 年成立，2016 年开始在互感器技术领域布局专利，并且之后的 5 年里每年都有专利申请，近 5 年申请占比达 100%。因此，尽管该申请人进军输变电装备产业领域时间较晚，但其蕴藏持续发展潜力，推荐其作为创新企业。

另外，从技术市场层面，发生过专利转移转化、许可质押活动的企业，也可以作为陕西省可引进的创新企业。如北京四方继保自动化股份有限公司，该企业自有专利申请开始，共转让/质押了 15 项专利，由此说明该申请人的技术共享可能性大。

综合以上要素分析给出创新企业重点推荐、推荐、关注的具体引进建议，以

陕西省输变电装备产业专利导航

中天钢铁集团有限公司为例，公司坐落在长江三角洲地区中心城市之一的常州，是一家涵盖钢铁等多元产业的国家级钢铁联合企业，位居国内企业 500 强。自成立开始，中天钢铁集团就积极引进西门子等国际先进装备，优化产品结构；2009 年集团成为“钢铁研究总院—研究应用基地”，积极推进产学研合作，成功填补国内 700 兆帕高强度带肋钢筋的空白领域。该集团于 2017 年开始布局钢材方面的专利申请，在 4 年内申请 10 项之多，有效发明专利占比将近 60%，尤其近三年来创新活跃度尤甚其前，且其专利联合申请占比高达 50% 以上。进一步地，考虑到该集团的地理位置毗邻陕西省，因此重点推荐中天钢铁集团作为陕西省可引进的创新企业。此外，如珠海银河智能电网有限公司，该公司成立于 2018 年，于 2020 年开始申请专利，并在一年间申请了 3 项专利，其中有效发明专利 1 项，因此，该企业可以作为新势力创新企业供陕西省关注。

4.4.3 可合作省内外科研机构清单

企业创新发展需要引进高新技术，充分调动高校、科研院所、企业等各类创新资源，促进技术成果产业化加快步伐。综合考虑科研机构技术创新实力、合作意愿、在华布局等因素，本节主要以申请人的专利申请量、联合申请量、在华布局量等作为评估指标，对当前申请人类型为科研机构的创新主体进行分析筛选，得到可供陕西省合作的省内外科研机构合作清单，详见附录 3。下图为可合作的科研机构的举例。



图 4 - 18 可合作科研机构企业示例

陕西省输变电装备产业专利导航

专利申请量在很大程度上能够反映出科研机构的技术创新实力。以东北大学为例，东北大学坐落于辽宁省沈阳市，是世界一流大学建设高校，国家首批“211工程”和“985工程”重点建设高校。学校设有100多个研究机构，其中设有多个关于材料方面的研究、创新中心，如东北大学的国家研究中心和先进钢铁材料技术国家工程研究中心协同合作研究钢铁材料方面的高新技术。另外，设有3个一级学科国家重点学科，4个二级学科国家重点学科，1个国家重点（培育）学科，其中，一级国家重点学科涉及到材料和冶金方面。截至检索日，东北大学在钢材方面的专利申请量近100项，体现出强大的科研实力，因此，推荐东北大学作为钢材方面可合作的科研机构。

专利联合申请量高通常能够反映出科研机构具备较强的合作意愿。以清华大学为例，清华大学作为中国最高学府之一享誉全世界，位列国家“双一流”A类、“985工程”、“211工程”，入选“2011计划”、“珠峰计划”、“强基计划”、“111计划”，中国高层次人才培养和科学技术研究的基地，被誉为“红色工程师的摇篮”。清华大学在全国第四轮学科评估中有54个学科参评，评估结果为A类的学科有37个，其中21个学科获得A+评价，A+数量居全国高校之首，包括电气工程、机械工程、材料科学与工程等学科。设立电气工程实验教学中心、机械工程实验教学中心、先进材料实验教学中心等12个国家级实验教学示范中心。从专利布局来看，清华大学在输变电装备产业多个技术分支都有涉猎，且专利联合申请占比将近50%，与众多企业、高校等创新主体均有开展协同创新，体现出其积极的合作意愿，因此重点推荐清华大学。

对于国外的科研机构，专利在华布局量是判断其与国内企业合作可能性的一项重要指标，同样作为可合作科研机构筛选的指标之一。以日本自动网络技术研究所为例，截至检索日，其在中国专利布局占比超过一半，高度重视中国市场。在铜材方面，累计申请28项专利，技术受到行业内普遍认可，如2014年9月申请的关于“连接器用电触点材料及其制造方法”的专利（公开号：US9966163B2），目前已经先后被古河电工、三菱、同和金属、神户制钢、台积电等众多企业引用，因此重点推荐该研究所。

陕西省输变电装备产业专利导航

特别地，若科研机构与陕西本地企业有过合作的先例或者正在合作，那么将优先作为陕西省的可合作科研机构。如合肥工业大学，是国家“世界一流学科建设高校”、国家“211工程”建设高校、国家“985工程优势学科创新平台”建设高校，具有扎实的科研实力。其与陕西斯瑞新材料股份有限公司于2017年联合申请了关于“一种高致密度高均匀性的CuCr合金的批量制造方法”的专利（公开号：CN107502776A），可以作为陕西省重点关注的科研机构。还有华中科技大学，地处湖北，与陕西接壤。学校文化底蕴悠久丰富，是国家首批世界一流大学建设高校（A类），入选“985工程”、“211工程”。其于2010年与西北电网联合申请了“一种基于复合感受量的距离保护整定方法”（公开号：CN101895103A），因此也可以继续引进合作。

综合以上要素分析给出科研机构重点推荐、推荐、关注的具体合作建议，以西安交通大学为例，西安交通大学简称“西安交大”，是国内综合性研究型重点大学，位列世界一流大学建设高校A类、国家“七五”“八五”重点建设高校、国家“211工程”和“985工程”首批重点建设高校，入选国家“珠峰计划”、“强基计划”、“2011计划”、“111计划”、卓越工程师教育培养计划等。学校设有电力设备电气绝缘国家重点实验室、金属材料强度国家重点实验室、机械制造系统工程国家重点实验室等国家重点实验室，建校历史悠久，科研实力雄厚。西交大早在21世纪初就对输变电装备产业积极进行了布局，技术创新实力强大，专利申请量大，并且专利布局广泛，涉及原材料、电容器和控制（调度）多个技术分支。目前，西安交通大学已入驻秦创原，与陕西有色金属集团共建了陕西有色金属集团联合创新中心，通过双方联合攻关进口替代、高端制造的核心技术，实现“强链”“补链”“延链”，打造企业增长极。综上因素考虑，重点推荐西安交通大学作为陕西省内可合作科研机构。

4.4.4 可关注省内外核心人才清单

综合考虑人才技术创新实力、核心技术产出能力、创新支撑能力等因素，本节主要以发明人的专利申请量、专利高频被引量、参与发明占比等作为评估指标，

陕西省输变电装备产业专利导航

对发明人进行分析筛选，得到可供陕西省关注的省内外核心人才清单，并通过多项分析指标综合评价，最终划定了重点推荐、推荐、关注三个推荐级别，详见附录 4。下图为核心人才的举例。

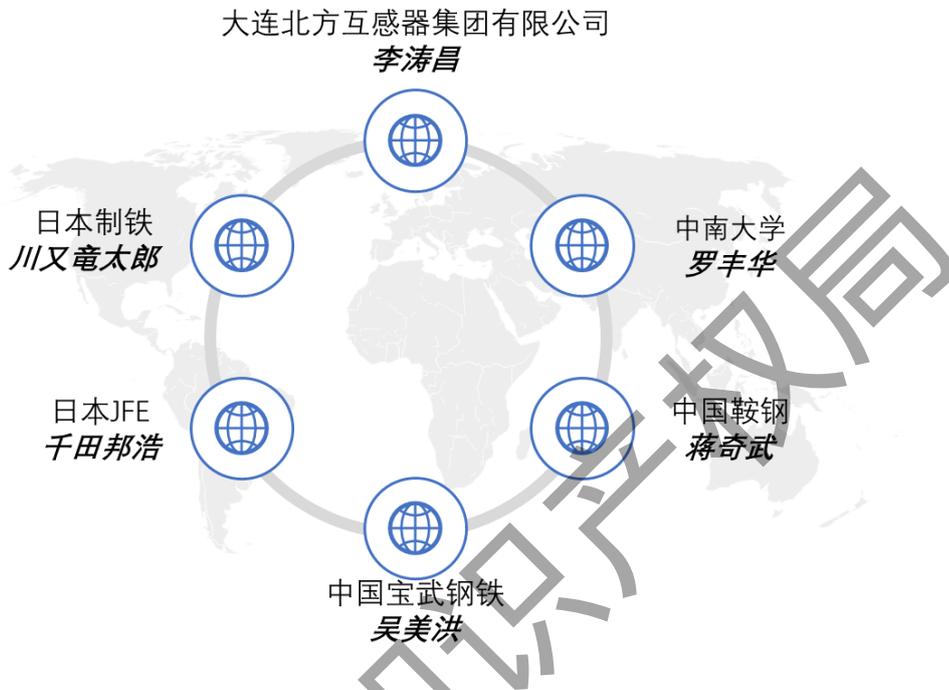


图 4-19 核心人才示例

发明人的专利申请量在很大程度上能够反映出其技术创新实力，截至检索日，中南大学的罗丰华在钢材方面的专利申请量高达 100 多项，说明该发明人在钢材领域具有较强的研发实力。罗丰华自 2004 年 4 月起在中南大学粉末冶金研究院从事教学和科研工作，主持有国家重点基础研究发展项目以及多项省部级项目。曾在长沙长高新材料股份有限公司兼职研究员，以及在广东奔朗新材料股份有限公司任职董事，目前是湖南长高新材料股份有限公司股东之一。因此，重点推荐罗丰华作为钢材领域可关注的核心人才。

高频被引量可以作为衡量发明人核心技术产出的一个指标，如日本制铁的川又竜太郎和日本 JFE 的千田邦浩等在原材料领域参与发明数十项专利，且技术成果广受行业认可，高频被引用专利量处于领先水平，是典型的技术优势型人才。

需要注意的是，一些发明人尽管专利申请量不高，但其在企业申请量中占比

陕西省输变电装备产业专利导航

较高，即这些发明人是所属企业不可缺少的核心人才，对企业发展至关重要，其中一些发明人可能还有创业经验且有较强的经营管理能力，也将作为陕西省的可关注核心人才。以安徽航睿电子科技有限公司的总经理袁静为例，截至检索日，累计参与发明 25 项专利，在企业申请量中占比达到 100%，说明袁静是公司最主要的技术研发力量，因此也作为重点推荐的核心人才。

综合以上要素分析给出核心人才重点推荐、推荐、关注的具体关注建议，以大连北方互感器集团有限公司的李涛昌为例，大连北方互感器集团始建于 1997 年，主要营业互感器，是大连市的“百强企业”、“高新技术企业”，技术实力雄厚，是陕西省推荐对接的头部企业。集团董事长李涛昌作为知名的互感器专家，专利申请占企业总申请量高达 90%，兼具技术研发实力和创新支撑能力，因此重点推荐关注李涛昌及大连北方互感器集团有限公司。

4.5 强化科技赋能，促进产业链开放合作

4.5.1 发挥秦创原最强大脑作用

为了谱写新时代追赶超越的新篇章，陕西启动了“秦创原”创新驱动平台，作为科技强省、追赶超越的重大战略举措。《陕西省“十四五”知识产权发展规划》中明确，要“依托秦创原创新驱动平台，重点围绕全省航空航天、能源化工、装备制造、电子信息、新材料、生物医药、现代农业等主导产业，集成电路、新能源汽车、输变电、数控机床、煤化工、无人机、工业机器人、3D 打印等标志性产业链，大力培育高价值发明专利，加强关键领域自主知识产权创造和储备。政策的支持，能够加快打造具有鲜明特色和竞争力的高水平平台，让创新成为陕西高质量发展的强大引擎。”因此，建议陕西省输变电产业以政策为引领，以人才为基础，以资金为保障，积极融合产学研协同发展，提升科技赋能效力，最大程度发挥秦创原最强大脑作用，推动输变电装备产业链不断向价值链高端迈进。

(一) 重视人才发展，依托高校科研资源推动创新平台建设

陕西省输变电装备产业专利导航

高等教育在培养创新型人才、汇聚高层次人才、建设高水平科研平台、承担高层次科研任务、产出高质量科技创新成果等方面，发挥着无可替代的重要作用。随着区域发展格局的变化，高等教育形成了与之相适应的区域发展布局。京津冀、长三角、粤港澳大湾区经济圈快速发展，形成了人才、资源、科技平台等集聚优势，并催生一批高水平大学，为其经济社会发展注入了强大的创新动力。

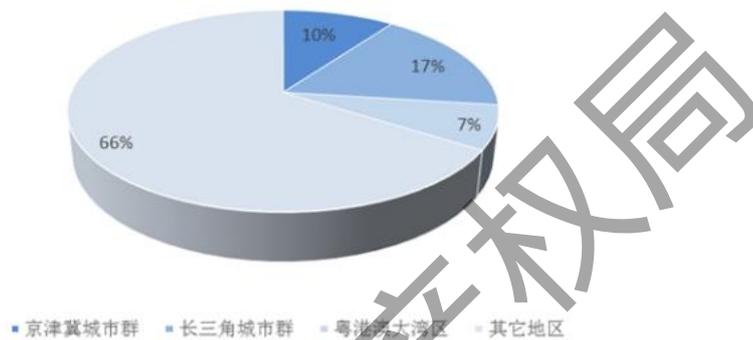


图 4-20 国内高校数量区域占比

以长三角经济圈为例，其拥有全国 17% 的高校，“双一流”建设高校占比高达全国“双一流”建设高校总数量的四分之一。作为长三角经济圈的一份子，陕西拥有 8 所“211 工程”院校和 3 所“985 工程”院校，以及众多的科研院所，其中国家重点实验室 25 家、国家工程技术研究中心 7 家，省级重点实验室 89 家、省级工程技术研究中心 166 家，但科技转化水平仍有提升空间。

秦创原作为陕西省创新驱动发展总平台和创新驱动发展总源头，应积极依托高校和科研院所建设一批具有国际先进水平的国家实验室等科技创新平台。以输变电装备产业发展国内领先的浙江省为例，其持续推进杭州、宁波温州国家自主创新示范区和环杭州湾高新技术产业带建设，着力打造具有全球影响力的“互联网+”科技创新中心和新材料国际创新中心。另外，浙江还制定了新型科研组织“新锐”计划，培育一批在行业细分领域单点突破、具备国际领先水平、“高精尖专特新”的新型科研组织。因此，建议陕西省积极关注人才要素，充分依托西安理工大学、陕西科技大学等科研力量为秦创原创新平台建设蓄力，带动输变电装备产业的发展。

陕西省输变电装备产业专利导航

（二）保障资金投入，有效融合科技金融协同发展

科技创新发展需要强大的资金投入作为支撑，这需要政府和市场等多方统筹协调，积极引导基金注入。例如，欧盟通过实施“地平线 2020”战略，有效提高了科研经费的 GDP 占比；日本政府也设立了专项调节费，用以支持创新平台基础设施建设；美国硅谷则集聚了 200 多家风险投资公司，为创新平台中的高科技中小企业提供全生命周期金融产品与服务。对于国内，北京中关村率先实施概念验证支持计划，由政府和企业共同出资建立联合基金或项目启动资金池，精准对接基础研究成果、可市场化成果与技术需求主体。

2021 年 5 月出台的《秦创原创新驱动平台建设三年行动计划（2021—2023 年）》提出了关于秦创原基金的目标：到 2023 年，创新生态环境持续优化，建成双创服务平台 30 个以上，创新基金规模超过 100 亿元，实现技术合同成交额突破 300 亿元，专业机构和人才队伍更加完备，形成可复制推广的标志性创新模式。

湖北省毗邻陕西省，近年来积极支持当地创新平台发展，其中武汉市率先在股权激励、知识产权质押贷款、科创企业投贷联动试点等方面探索科技金融改革创新，建立机构设立、经营机制、金融产品、信息平台、直接融资、金融监管“六个专项机制”，为科技型中小企业搭建了全方位信用服务和政银企沟通合作平台，形成科技企业全生命周期金融综合服务“东湖模式”。建议陕西省及西安市可以借鉴湖北在科技金融改革创新方面的经验，着力完善自身的科技金融综合服务体系，积极响应金融资金对输变电装备产业的支持。

（三）统筹企业科研人才共同合作，推动产学研用协同发展

早在 2010 年 12 月，北京市就组建中关村科技创新和产业化促进中心（简称首都创新资源平台）成立，作为进一步完善首都创新资源整合机制的重大举措，通过整合首都高等院校、科研院所、中央企业、高科技企业等创新资源，加快推进中关村示范区建设，增强首都自主创新能力，推动首都经济率先形成创新驱动发展格局。随着经济全球化和知识经济的不断发展，全球范围的科技创新合作已成为世界科技发展的重要推动力。例如，欧盟依托覆盖 27 个欧盟成员国和 22

陕西省输变电装备产业专利导航

个非欧盟国家 600 多个合作组织的技术信息网络，在全球范围内撮合大型企业、中小企业、科研机构、高校和行业协会等技术供需双方开展技术交易与技术合作。

秦创原肩负着陕西省促进科技成果转化、建设共性技术研发平台、实现校地校企合作、创新人才教育培养、推进政产学研深度融合等重大使命，承担着打通科技创新工作“最后一公里”堵点的重要作用。建议陕西省依托丰富的科教资源，借鉴其他创新平台的发展经验，进一步深化产学研用融合新模式，有效支撑陕西省输变电装备产业链的辐射发展。

4.5.2 积极融入国内大循环格局

《关于进一步提升产业链发展水平的实施意见》中指出，要推动产业链开放合作。紧抓共建“一带一路”、新时代推进西部大开发形成新格局、黄河流域生态保护和高质量发展等重大机遇，积极对接“京津冀协同发展”“长三角一体化”“粤港澳大湾区建设”等区域发展重大战略，鼓励产业链企业积极开展跨省域及国际产能合作。支持企业充分利用国内外专业展会平台开展合作交流，在开放合作中不断提升产业链水平。

国内大循环不仅能够发挥驱动力，带动输变电整体产业链协同发展，深化国内大循环更加能够增强自身应对新形势下全球化发展的适应性与灵敏度。对于输变电装备产业链上主体来说，积极融入国内大循环格局大势所趋。

从技术市场生态角度出发，发生过专利转移转化、许可等运营事件的专利成果具有一定价值，通常还可以转化成现实的生产力，增加本地产品的市场份额和产品竞争力。下面我们对专利流入/流出陕西省内的情形进行了聚焦，由陕西省专利转让/许可进出涉及的省市地域分布情况来看，陕西省与京津冀“首都经济圈”的产业链协同联系相对密切，与聚集了沪、苏、浙等省市的长三角城市群的关联密切度次之，以广东省为代表的粤港澳大湾区等与陕西省的协同活跃度不及上述地区。

陕西省输变电装备产业专利导航

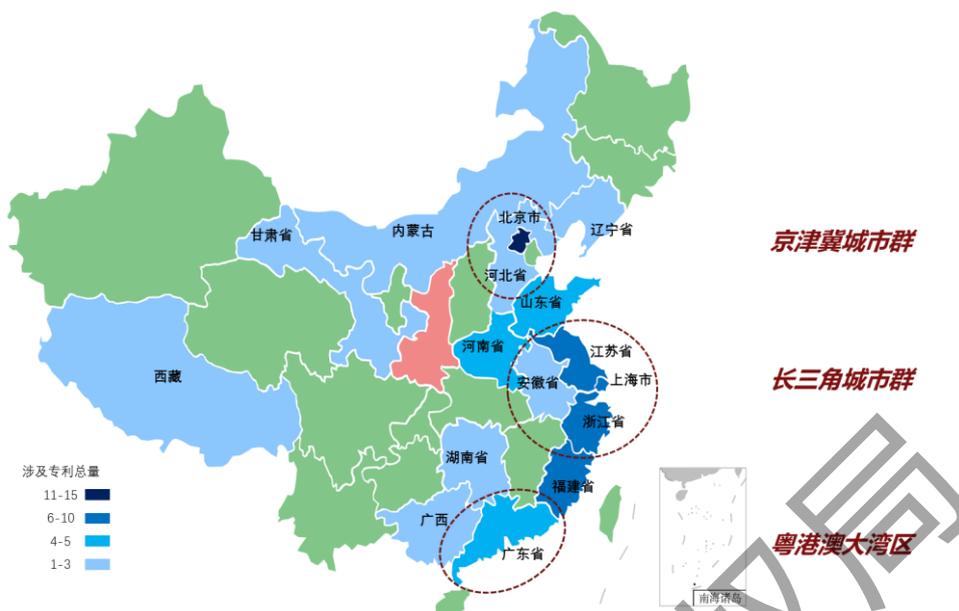


图 4 - 21 陕西省专利转让/许可进出涉及省市地域分布

通过专利运营事件发生专利流入或流出的四类情形，分别为通过专利权利转移或专利许可流出/流入陕西，下表对上述四种情形下涉及到的主要省市专利量分布进行了统计。在通过权利转移流出陕西的情形中，陕西流入北京的专利量最多，其次是江苏、上海、福建等省市，陕西与河南、辽宁等省市的协同活跃度则相对不足。在另外三类情形中，涉及省市的专利量均在 3 件以下，尤其是通过许可流入陕西的专利明显不足。

表 4 - 8 陕西省专利转让/许可进出涉及省市专利量分布

国内省市	涉及专利总量	通过权利转移流出陕西	通过权利转移流入陕西	通过专利许可流出陕西	通过专利许可流入陕西
北京	11	9	2		
江苏	10	7	1	2	
上海	10	5	3	1	1
福建	6	5		1	
浙江	6	4		2	
广东	5	4		1	
河南	5	1	2	2	
山东	4	4			
辽宁	2	1		1	
河北	2	1	1		
甘肃	1	1			
内蒙古	1	1			
湖南	1	1			
安徽	1		1		
西藏	1		1		
广西	1			1	

陕西省输变电装备产业专利导航

由上述分析可见，在输变电装备领域，陕西通过专利运用推动产业发展已具备一定基础，与京津冀城市群、长三角城市群、粤港澳大湾区等地区合作成效初显。但是，通过专利运营流入/流出陕西省内专利量略显不足，“舍”近“求”远，与地缘接近的河南等省市协同相对缺乏，陕西在通过开放合作推动产业链提升方面仍有较大可为空间。



图 4-22 推荐陕西重点关注区域示意图

综上所述，我们认为陕西省输变电装备产业应积极融入国内大循环格局，着力通过开放合作提升产业链水平，与此同时需注意以下几点：

巩固已有基础，积极对接区域发展重大战略。陕西与京津冀、长三角城市群、粤港澳大湾区已有一定的协同基础。基于现有基础，应注重巩固已有优势，加强与“京津冀协同发展”“长三角一体化”“粤港澳大湾区建设”等区域发展重大战略的对接。建议陕西进一步深化与上述区域中北京、江苏、上海、浙江、广东等省市的协同合作关系，通过转让、许可、质押等多种运营方式盘活企业的创新资源，形成区域内外双循环。

陕西省输变电装备产业专利导航

加强地缘合作，重点关注河南等省市合作机遇。河南与陕西地缘相近，输变电装备产业专利申请量相近，产业基础相似度较高。由陕西与河南间发生的专利运营事件来看，两省在转让、许可两种运营方式上虽均有涉及，但数量不高，协同活跃度相比较于与北京、上海等省市而言较低，仍具备一定的提升潜力。特别是结合地缘优势来看，可以预见，随着陕西与河南协同创新的加强，其产业链水平还将取得更大提升。

陕西省知识产权局

附录 1 可对接省外的头部企业清单

附录 1 可对接省外的头部企业清单

国外																
企业名称	地域	原材料						变电核心设备	输变电配套设备		电力系统综合自动化设备	技术实力	跨国影响力	核心技术产出	合作意愿	推荐级别
		钢材		铜材	绝缘材料			电容器	互感器		控制(调度)					
		硅钢	不锈钢	-	绝缘气体	绝缘油	绝缘纸	-	电压互感器	电流互感器	-					
日本-日立	日本		✓	✓		✓		✓		✓		■	■	■	■	重点推荐
日本-三菱	日本			✓		✓		✓		✓	✓	■	■	■	■	重点推荐
瑞士-ABB	瑞典				✓	✓		✓		✓	✓	■	■	■	■	重点推荐
德国-西门子	奥地利			✓	✓	✓		✓		✓	✓	■	■	■	■	重点推荐
美国-GE	美国				✓	✓		✓		✓	✓	■	■	■	■	重点推荐
日本-制铁	日本	✓	✓	✓		✓						■	■	■	■	重点推荐
日本-住友	日本			✓		✓						■	■	■	■	重点推荐
韩国-POSCO	韩国	✓	✓									■	■	■	■	重点推荐
日本-东芝	日本			✓				✓		✓		■	■	■	■	重点推荐
日本-松下	日本			✓				✓		✓		■	■	■	■	重点推荐
日本-JFE	日本	✓	✓									■	■	■	■	重点推荐
日本-神户制钢所	日本	✓	✓	✓								■	■	■	■	重点推荐
日本-古河电工	日本			✓								■	■	■	■	重点推荐
日本-JX金属	日本			✓								■	■	■	■	重点推荐
日本-日新电机	日本							✓	✓	✓		■	■	■	■	重点推荐
科慕埃弗西有限公司	美国				✓							■	■	■	■	重点推荐
德国-博世	德国							✓				■	■	■	■	重点推荐
帝人株式会社	日本					✓						■	■	■	■	重点推荐
法国-施耐德	美国				✓			✓		✓		■	■	■	■	推荐
日本-TDK	日本							✓		✓		■	■	■	■	推荐
同和金属技术有限公司	日本			✓								■	■	■	■	推荐
同和鋳业株式会社	日本			✓								■	■	■	■	推荐
日本-明电舍	日本			✓					✓			■	■	■	■	推荐
日本-碍子	美国			✓						✓		■	■	■	■	推荐

陕西省输变电装备产业专利导航

国外

企业名称	地域	原材料					变电核心设备	输变电配套设备		电力系统综合自动化设备	技术实力	跨国影响力	核心技术产出	合作意愿	推荐级别	
		钢材		铜材	绝缘材料			电容器	互感器							控制(调度)
		硅钢	不锈钢	-	绝缘气体	绝缘油	绝缘纸	-	电压互感器	电流互感器						-
日本-村田制作所	日本						✓				■	■	■	■	推荐	
埃普科斯股份有限公司	德国						✓				■	■	■	■	推荐	
日本-丰田	日本									✓	■	■	■	■	推荐	
阿克马法国公司	法国			✓	✓						■	■	■	■	推荐	
索尔维公司	美国			✓							■	■	■	■	推荐	
出光兴产株式会社	日本				✓						■	■	■	■	推荐	
东丽株式会社	美国					✓					■	■	■	■	推荐	
杜邦蒂人先进纸(日本)有限公司	日本					✓					■	■	■	■	推荐	
INST FOR PULSE PROCESS & TECH OF THE NAS OF	乌克兰						✓				■				关注	
蒂森克虏伯钢铁欧洲股份公司	德国	✓									■	■	■	■	关注	
田中贵金属工业株式会社	日本			✓							■	■	■	■	关注	
日本-藤仓	日本			✓							■	■	■	■	关注	
株式会社SH铜业	日本			✓							■		■	■	关注	
昭和电线电缆株式会社	日本			✓							■	■	■	■	关注	
LG电子株式会社	韩国						✓				■	■	■	■	关注	
日本贵弥功株式会社	日本						✓				■	■	■	■	关注	
凯米特电子公司	美国						✓				■	■	■	■	关注	
尼古康株式会社	日本						✓				■		■	■	关注	
纽茵泰克株式会社	韩国						✓				■	■	■	■	关注	
日本-富士电机	日本								✓		■		■	■	关注	
东金股份有限公司	日本								✓		■		■	■	关注	
日置电机株式会社	日本								✓		■		■	■	关注	
韩国-电力工社	韩国								✓		■			■	关注	
3M创新有限公司	美国				✓						■	■		■	关注	
RAJ PETRO SPECIALITIES PVT LTD	印度				✓						■	■			关注	
日本制纸株式会社	日本					✓					■	■			关注	
施魏策尔工程实验公司	美国									✓	■	■	■	■	关注	
皇家飞利浦电子股份有限公司	荷兰									✓	■	■	■	■	关注	

附录 1 可对接省外的头部企业清单

国内																
企业名称	地域	原材料						变电核心设备	输变电配套设备		电力系统综合自动化设备	技术实力	跨国影响力	核心技术产出	合作意愿	推荐级别
		钢材		铜材	绝缘材料			电容器	互感器		控制(调度)					
		硅钢	不锈钢	-	绝缘气体	绝缘油	绝缘纸	-	电压互感器	电流互感器	-					
中国-国家电网	北京	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	■	■	■	■	重点推荐
中国-南方电网	广东				✓	✓				✓	✓	■	■	■	■	重点推荐
中国-宝武钢铁	上海	✓	✓									■	■	■	■	重点推荐
中国-鞍钢	辽宁	✓	✓									■		■	■	重点推荐
铜陵三佳变压器科技股份有限公司	安徽	✓					✓					■				重点推荐
中国-天威	河北						✓			✓		■		■	■	重点推荐
大连北方互感器集团有限公司	辽宁						✓		✓	✓		■		■	■	重点推荐
安徽赛福电子有限公司	安徽						✓			✓		■				重点推荐
安徽楚江高新电材有限公司	安徽			✓								■				重点推荐
中国-南瑞	江苏								✓		✓	■	■	■	■	推荐
首钢集团有限公司	北京	✓										■	■	■	■	推荐
南京钢铁股份有限公司	江苏	✓	✓									■	■	■	■	推荐
马鞍山钢铁股份有限公司	安徽	✓										■		■		推荐
安徽航睿电子科技有限公司	安徽						✓					■				推荐
上海春黎电子实业有限公司	上海						✓					■				推荐
上海皓月电气股份有限公司	上海						✓					■	■		■	推荐
大连华亿电力电器有限公司	辽宁								✓			■				推荐
浙江天际互感器有限公司	浙江									✓		■	■	■		推荐
中国-河南森源	河南									✓		■				推荐
江苏靖江互感器股份有限公司	江苏									✓		■				推荐
宁波博威合金材料股份有限公司	浙江						✓					■	■	■	■	推荐
芜湖楚江合金铜材有限公司	安徽						✓					■		■		推荐
哈尔滨东大新材料股份有限公司	黑龙江						✓					■		■		推荐
贵研铂业股份有限公司	云南						✓					■		■		推荐
安徽晋源铜业有限公司	安徽						✓					■		■		推荐
绍兴市力博科技有限公司	浙江						✓					■				推荐
中铁建电气化局集团康远新材料有限公司	江苏						✓					■				推荐
中国石油天然气股份有限公司	北京						✓					■			■	推荐

陕西省输变电装备产业专利导航

国内																
企业名称	地域	原材料						变电核心设备	输变电配套设备		电力系统综合自动化设备	技术实力	跨国影响力	核心技术产出	合作意愿	推荐级别
		钢材		铜材	绝缘材料			电容器	互感器		控制(调度)					
		硅钢	不锈钢	-	绝缘气体	绝缘油	绝缘纸	-	电压互感器	电流互感器	-					
安徽嘉旗粮油工程技术有限公司	安徽				✓							▮				推荐
江苏微上新材料科技有限公司	江苏				✓							▮			▮	推荐
杭州特种纸业有限公司	浙江											▮		▮		推荐
南通日芝电力材料有限公司	江苏				✓							▮				推荐
常州市英中电气有限公司	江苏				✓							▮			▮	推荐
苏州巨峰电气绝缘系统股份有限公司	江苏				✓							▮				推荐
江苏智达高压电气有限公司	江苏				✓							▮	▮		▮	推荐
魏德曼电力绝缘科技(嘉兴)有限公司	浙江				✓							▮				推荐
马钢(集团)控股有限公司	安徽	✓										▮			▮	关注
内蒙古包钢钢联股份有限公司	内蒙古	✓	✓									▮			▮	关注
包头钢铁(集团)有限责任公司	内蒙古	✓										▮				关注
本钢板材股份有限公司	辽宁	✓										▮			▮	关注
包头市威丰稀土电磁材料股份有限公司	内蒙古	✓										▮			▮	关注
首钢智新迁安电磁材料有限公司	河北	✓										▮	▮		▮	关注
山西太钢不锈钢股份有限公司	山西	✓										▮			▮	关注
山东钢铁股份有限公司	山东	✓										▮			▮	关注
桂林电力电容器有限责任公司	广西							✓				▮			▮	关注
安徽瀚宇电气有限公司	安徽							✓				▮				关注
佛山市顺德区创格电子实业有限公司	广东							✓				▮			▮	关注
上海思源电力电容器有限公司	上海							✓				▮				关注
四川省科学城久信科技有限公司	四川							✓				▮				关注
大连第二互感器集团有限公司	辽宁								✓			▮				关注
江苏思源赫兹互感器有限公司	江苏								✓			▮			▮	关注
中国-正泰	浙江									✓		▮	▮		▮	关注
天津市泰莱电力设备技术有限公司	天津									✓		▮				关注
山东泰开互感器有限公司	山东									✓		▮				关注
中广电器股份有限公司	辽宁									✓		▮				关注
河北申科电子股份有限公司	河北									✓		▮				关注

附录 1 可对接省外的头部企业清单

国内																
企业名称	地域	原材料					变电核心设备	输变电配套设备		电力系统综合自动化设备	技术实力	跨国影响力	核心技术产出	合作意愿	推荐级别	
		钢材		铜材	绝缘材料			电容器	互感器							控制(调度)
		硅钢	不锈钢	-	绝缘气体	绝缘油	绝缘纸	-	电压互感器	电流互感器						
安徽互感器有限公司	安徽														关注	
中国-许继	河南														关注	
常州欧瑞电气股份有限公司	江苏														关注	
上海大一互电力电器有限公司	上海														关注	
北京微能汇通电力技术有限公司	北京														关注	
深圳供电局有限公司	广东														关注	
安庆潜江电缆有限公司	安徽														关注	
常州恒丰特导股份有限公司	江苏														关注	
广州宇智科技有限公司	广东														关注	
江苏亨通线缆科技有限公司	江苏														关注	
芜湖卓越线束系统有限公司	安徽														关注	
泉州宇极新材料科技有限公司	福建														关注	
苏州正罡互感器有限公司	江苏														关注	
刚和石油(营口)有限公司	辽宁														关注	
广东卓原新材料科技有限公司	陕西														关注	
青岛祥智电子技术有限公司	山东														关注	
武汉泽电新材料有限公司	湖北														关注	
中国石油化工股份有限公司	上海														关注	
滁州市莎朗新材料科技有限公司	安徽														关注	
南京智达电气设备有限公司	江苏														关注	
太仓市变压器有限公司	江苏														关注	
天津森淼鑫合装饰纸有限公司	天津														关注	

附录 2 可引进省外的创新企业清单

国外													技术 实力	创新 能力	推荐级别
企业名称	地域	原材料					变电核心 设备	输变电配套设备		电力系统综合自 动化设备					
		钢材		铜材	绝缘材料			电容器	互感器		控制 (调度)				
		硅钢	不锈钢	-	绝缘气 体	绝缘油	绝缘纸	-	电压互 感器	电流互感 器	-				
日鐵不銹鋼股份有限公司	日本		✓										■	■	重点推荐
豐山股份有限公司	韩国			✓									■	■	重点推荐
塞米克朗电子有限及两合公司	德国						✓						■	■	重点推荐
伊凯基电容器有限公司	德国						✓						■	■	重点推荐
SHT有限公司	日本								✓				■	■	重点推荐
CHE IL ELECTRIC WIREING DEVICES	韩国								✓				■	■	重点推荐
株式会社高本技术	韩国								✓				■	■	重点推荐
法国电力公司	法国									✓			■	■	重点推荐
安赛乐米塔尔公司	德国	✓											■	■	推荐
CRS 控股公司	美国		✓										■	■	推荐
世亚BESTEEL株式会社	韩国		✓										■	■	推荐
现代制铁株式会社	韩国		✓										■	■	推荐
山阳特殊制钢株式会社	日本		✓										■	■	推荐
太阳诱电株式会社	日本						✓						■	■	推荐
福特全球技术公司	美国						✓						■	■	推荐
日本-田村制作所	日本								✓				■	■	推荐
东亚电器工业株式会社	韩国								✓				■	■	推荐
胜美达集团株式会社	日本								✓				■	■	推荐
ZODIAC航空电器	法国									✓			■	■	推荐
波音公司	美国									✓			■	■	推荐

附录 2 可引进省外的创新企业清单

国外														
企业名称	地域	原材料						变电核心设备	输变电配套设备		电力系统综合自动化设备	技术实力	创新能力	推荐级别
		钢材		铜材	绝缘材料			电容器	互感器		控制(调度)			
		硅钢	不锈钢	-	绝缘气体	绝缘油	绝缘纸	-	电压互感器	电流互感器	-			
霍尼韦尔国际公司	美国				✓							■ ■ ■	■ ■ ■	推荐
JNC株式会社	日本					✓						■ ■ ■	■ ■ ■	推荐
精工爱普生株式会社	日本	✓										■ ■ ■	■ ■ ■	关注
尼克桑斯公司	法国			✓								■ ■ ■	■ ■ ■	关注
花王株式会社	日本			✓								■ ■ ■	■ ■ ■	关注
哈米尔顿森德斯特兰德公司	美国							✓				■ ■ ■	■ ■ ■	关注
矢崎総业株式会社	日本										✓	■ ■ ■	■ ■ ■	关注
艾伦伯格及波音斯郡公司	德国										✓	■ ■ ■	■ ■ ■	关注
卡吉尔公司	美国					✓						■ ■ ■	■ ■ ■	关注
浩升科技有限公司	韩国										✓	■ ■ ■	■ ■ ■	关注
KOLONDJOVSKI ZLATKO	卢森堡						✓					■ ■ ■	■ ■ ■	关注

陕西省输变电装备产业专利导航

国内

企业名称	地域	原材料						变电核心设备	输变电配套设备		电力系统综合自动化设备	技术实力	创新能力	推荐级别
		钢材		铜材	绝缘材料			电容器	互感器		控制(调度)			
		硅钢	不锈钢	-	绝缘气体	绝缘油	绝缘纸	-	电压互感器	电流互感器	-			
中天钢铁集团有限公司	江苏	✓	✓									■	■	重点推荐
北京首钢股份有限公司	北京	✓										■	■	重点推荐
上海梅山钢铁股份有限公司	江苏	✓										■	■	重点推荐
宝武集团鄂城钢铁有限公司	湖北	✓										■	■	重点推荐
日照钢铁控股集团有限公司	山东	✓										■	■	重点推荐
武钢集团昆明钢铁股份有限公司	云南	✓										■	■	重点推荐
东莞市大忠电子有限公司	广东	✓				✓						■	■	重点推荐
北京北冶功能材料有限公司	北京	✓				✓						■	■	重点推荐
河钢股份有限公司承德分公司	河北	✓										■	■	重点推荐
莱芜钢铁集团莱钢型钢有限公司	山东	✓										■	■	重点推荐
华能国际电力股份有限公司	北京	✓	✓									■	■	重点推荐
长兴友畅电子有限公司	浙江						✓					■	■	重点推荐
安徽铜峰电子股份有限公司	安徽						✓					■	■	重点推荐
佛山市欣源电子股份有限公司	广东						✓					■	■	重点推荐
铜陵市新洲电子科技有限责任公司	安徽						✓					■	■	重点推荐
浙江七星电子股份有限公司	浙江						✓					■	■	重点推荐
深圳京昊电容器有限公司	广东						✓					■	■	重点推荐
无锡市电力滤波有限公司	江苏						✓					■	■	重点推荐
安徽麦特电子股份有限公司	安徽						✓					■	■	重点推荐
珠海格力电器股份有限公司	广东						✓			✓		■	■	重点推荐
大连第一互感器有限责任公司	辽宁								✓			■	■	重点推荐
广东四会互感器厂有限公司	广东									✓		■	■	重点推荐
河北中开明泰电气设备有限公司	河北									✓		■	■	重点推荐
江阴市星火电子科技有限公司	江苏									✓		■	■	重点推荐

附录 2 可引进省外的创新企业清单

国内													
企业名称	地域	原材料					变电核 心设备	输变电配套设备		电力系统综合 自动化设备	技术 实力	创新 能力	推荐级别
		钢材		铜材	绝缘材料		电容器	互感器		控制 (调度)			
		硅钢	不锈钢	-	绝缘 气体	绝缘油	绝缘纸	-	电压互 感器	电流互 感器			
河南平高通用电气有限公司	河南												重点推荐
信承瑞技术有限公司	江苏			✓									重点推荐
浙江杭机新型合金材料有限公司	浙江			✓									重点推荐
瑞安复合材料(深圳)有限公司	广东												重点推荐
山东聚芳新材料股份有限公司	山东												重点推荐
江苏展宝新材料有限公司	江苏												重点推荐
中互电气(江苏)有限公司	江苏							✓	✓				重点推荐
昆明电力交易中心有限责任公司	云南									✓			重点推荐
新万鑫(福建)精密薄板有限公司	福建	✓											推荐
新疆八一钢铁股份有限公司	新疆	✓											推荐
舞阳钢铁有限责任公司	河南	✓											推荐
天津荣程联合钢铁集团有限公司	天津	✓											推荐
湖南华菱湘潭钢铁有限公司	湖南	✓											推荐
江阴兴澄特种钢铁有限公司	江苏	✓											推荐
邯郸钢铁集团有限责任公司	河北	✓											推荐
江苏沙钢集团有限公司	江苏	✓											推荐
唐山钢铁集团有限公司	河北	✓											推荐
南阳汉冶特钢有限公司	河南	✓											推荐
湖南华菱涟钢特种新材料有限公司	湖南	✓											推荐
邢台钢铁有限责任公司	河北	✓											推荐
张家港宏昌钢板有限公司	江苏	✓											推荐
甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司	甘肃	✓											推荐
铜陵源丰电子有限责任公司	安徽							✓					推荐
无锡宏广电容器有限公司	江苏							✓					推荐

陕西省输变电装备产业专利导航

国内

企业名称	地域	原材料						变电核 心设备	输变电配套设备		电力系统综合 自动化设备	技术 实力	创新 能力	推荐级别
		钢材		铜材	绝缘材料			电容器	互感器		控制 (调度)			
		硅钢	不锈钢	-	绝缘 气体	绝缘油	绝缘纸	-	电压互 感器	电流互 感器	-			
佛山市顺德区巨华电力电容器制造有限公	广东													推荐
四川中星电子有限责任公司	四川													推荐
安徽华威新能源有限公司	安徽													推荐
广东容邦电气有限公司	广东													推荐
南通百正电子新材料股份有限公司	江苏													推荐
宁波市江北九方和荣电气有限公司	浙江													推荐
上海上电电容器有限公司	上海													推荐
宁波海融电器有限公司	浙江													推荐
浙江台州特总电容器有限公司	浙江													推荐
佛山市顺德区宏业电器有限公司	广东													推荐
江苏科兴电器有限公司	江苏													推荐
安徽华能集团电器有限公司	安徽													推荐
天津市百利纽泰克电气科技有限公司	天津													推荐
宿迁市通用机械有限公司	江苏													推荐
重庆华虹仪表有限公司	重庆													推荐
嘉兴威士顿电子科技有限公司	浙江													推荐
湖南大北互互感器有限公司	湖南													推荐
厦门振泰成科技有限公司	福建													推荐
广州金升阳科技有限公司	广东													推荐
北京四方继保自动化股份有限公司	北京													推荐
德力西集团有限公司	浙江													推荐
无锡北科自动化科技有限公司	江苏													推荐
宝鼎科技股份有限公司	浙江													推荐
福达合金材料股份有限公司	浙江													推荐

附录 2 可引进省外的创新企业清单

国内													
企业名称	地域	原材料					变电核 心设备	输变电配套设备		电力系统综合 自动化设备	技术 实力	创新 能力	推荐级别
		钢材		铜材	绝缘材料		电容器	互感器		控制 (调度)			
		硅钢	不锈钢	-	绝缘 气体	绝缘油	绝缘纸	-	电压互 感器	电流互 感器			
中铝洛阳铜加工有限公司	河南			✓							■	■	推荐
宁波金田铜业(集团)股份有限公司	浙江			✓							■	■	推荐
芜湖航天特种电缆厂	安徽			✓							■	■	推荐
烟台民士达特种纸业股份有限公司	山东										■	■	推荐
株洲时代华先材料科技有限公司	湖南										■	■	推荐
浙江全瑞本科技股份有限公司	浙江								✓		■	■	推荐
珠海银河智能电网有限公司	广东								✓		■	■	推荐
贵州乌江水电开发有限责任公司	贵州									✓	■	■	推荐
安徽省禹坤自动化科技有限公司	安徽									✓	■	■	推荐
安阳钢铁股份有限公司	河南	✓									■	■	关注
浙江迪贝电气股份有限公司	浙江	✓									■	■	关注
广东韶钢松山股份有限公司	广东	✓									■	■	关注
江苏新华合金有限公司	江苏		✓								■	■	关注
河北五维航电科技股份有限公司	河北			✓							■	■	关注
惠州濠特金属科技有限公司	广东			✓							■	■	关注
石家庄钢铁有限责任公司	河北			✓							■	■	关注
无锡市法兰锻造有限公司	江苏			✓							■	■	关注
河南黎明重工科技股份有限公司	河南			✓							■	■	关注
江苏兄弟合金有限公司	江苏			✓							■	■	关注
沈阳大陆激光工程技术有限公司	辽宁			✓							■	■	关注
铜陵有色金神耐磨材料有限责任公司	安徽			✓							■	■	关注
仪征亚新科双环活塞环有限公司	江苏			✓							■	■	关注
云南新铜人实业有限公司	云南				✓						■	■	关注
常州易藤电气有限公司	江苏				✓						■	■	关注

陕西省输变电装备产业专利导航

国内

企业名称	地域	原材料						变电核心设备	输变电配套设备		电力系统综合自动化设备	技术实力	创新能力	推荐级别
		钢材		铜材	绝缘材料			电容器	互感器		控制(调度)			
		硅钢	不锈钢	-	绝缘气体	绝缘油	绝缘纸	-	电压互感器	电流互感器	-			
山东铭瑞工贸有限公司	山东			✓								■■■	■■■	关注
安徽瑞之星电缆集团有限公司	安徽			✓								■■■	■■■	关注
成都云鑫有色金属有限公司	四川			✓								■■■	■■■	关注
丰山(连云港)新材料有限公司	江苏			✓								■■■	■■■	关注
杭州铜信科技有限公司	浙江			✓								■■■	■■■	关注
吉安德晋昌光电科技有限公司	江西			✓								■■■	■■■	关注
廉江市西一铜业有限公司	广东			✓								■■■	■■■	关注
南阳裕泰隆粉体材料有限公司	河南			✓								■■■	■■■	关注
宁波博威新材料有限公司	浙江			✓								■■■	■■■	关注
山东华宁电伴热科技有限公司	山东			✓								■■■	■■■	关注
深圳市中金岭南科技有限公司	广东			✓								■■■	■■■	关注
苏州凯洋电工材料有限公司	江苏			✓								■■■	■■■	关注
苏州天兼金属新材料有限公司	江苏			✓								■■■	■■■	关注
温岭市山市金德利电器配件厂	浙江			✓								■■■	■■■	关注
徐州云创餐饮有限公司	江苏			✓								■■■	■■■	关注
镇江百永电气设备有限公司	江苏			✓								■■■	■■■	关注
通城县云水云母科技有限公司	湖北						✓					■■■	■■■	关注
株洲时代新材料科技股份有限公司	湖南						✓					■■■	■■■	关注
沭阳宇涛新型装饰材料有限公司	江苏						✓					■■■	■■■	关注
成都市美康三杉木业有限公司	四川						✓					■■■	■■■	关注
广东比伦生活用纸有限公司	广东						✓					■■■	■■■	关注
建滔(佛冈)绝缘材料有限公司	广东						✓					■■■	■■■	关注
浙江夏王纸业有限公司	浙江						✓					■■■	■■■	关注
柯贝尔电能质量技术(上海)有限公司	上海							✓				■■■	■■■	关注

附录 2 可引进省外的创新企业清单

国内													
企业名称	地域	原材料					变电核 心设备	输变电配套设备		电力系统综合 自动化设备	技术 实力	创新 能力	推荐级别
		钢材		铜材	绝缘材料		电容器	互感器		控制 (调度)			
		硅钢	不锈钢	-	绝缘 气体	绝缘油	绝缘纸	-	电压互 感器	电流互 感器			
无锡鑫聚电子科技有限公司	江苏										■	■	关注
常州联威自动化设备有限公司	江苏										■	■	关注
杭州灵通电子有限公司	浙江										■	■	关注
江苏高能容创电气有限公司	江苏										■	■	关注
江苏图腾电气科技有限公司	江苏										■	■	关注
北京瑞迈三和科技有限公司	北京										■	■	关注
赣州精鑫电力有限公司	江西										■	■	关注
建德海华电气有限公司	浙江										■	■	关注
南京润海多供应链管理有限公司	江苏										■	■	关注
山西图门新能源有限公司	山西										■	■	关注
深圳市峰泳科技有限公司	广东										■	■	关注
深圳市煜盛电子有限公司	广东										■	■	关注
义乌市昕闵日用品有限公司	浙江										■	■	关注
湖南电力电瓷电器有限公司	湖南								✓		■	■	关注
传奇电气(沈阳)有限公司	辽宁								✓		■	■	关注
中国-华电	江苏								✓		■	■	关注
河北申科电力股份有限公司	河北								✓		■	■	关注
康威通信技术股份有限公司	山东								✓		■	■	关注
山东亿玛信诺电气有限公司	山东								✓		■	■	关注
东莞铭普光磁股份有限公司	广东								✓		■	■	关注
杭州仕邦电力科技有限公司	浙江								✓		■	■	关注
上海联影医疗科技股份有限公司	上海								✓		■	■	关注
宁波天灵信息科技有限公司	浙江									✓	■	■	关注
积成电子股份有限公司	山东									✓	■	■	关注

陕西省输变电装备产业专利导航

国内

企业名称	地域	原材料						变电核心设备	输变电配套设备		电力系统综合自动化设备	技术实力	创新能力	推荐级别
		钢材		铜材	绝缘材料			电容器	互感器		控制(调度)			
		硅钢	不锈钢	-	绝缘气体	绝缘油	绝缘纸	-	电压互感器	电流互感器	-			
福建百城新能源科技有限公司	福建									✓		■	■	关注
上海鹄恩信息科技有限公司	上海									✓		■	■	关注
深圳市朝阳辉电气设备有限公司	广东									✓		■	■	关注
汉唐集成股份有限公司	中国台湾										✓	■	■	关注
奇力新电子股份有限公司	中国台湾										✓	■	■	关注
浙达电力科技(杭州)有限公司	浙江									✓		■	■	关注
中国电力工程顾问集团中南电力设计院有	湖北									✓		■	■	关注

附录3 可合作省内外科研机构清单

附录3 可合作省内外科研机构清单

国外

企业名称	地域	原材料						变电核心设备	输变电配套设备		电力系统综合自动化设备	技术实力	在华布局	合作意愿	推荐级别
		钢材		铜材	绝缘材料			电容器	互感器		控制(调度)				
		硅钢	不锈钢	-	绝缘气体	绝缘油	绝缘纸	-	电压互感器	电流互感器	-				
日本-自动网络技术研究所	日本			✓				✓			✓	■■■	■■■	■■■	重点推荐
加利福尼亚大学董事会	美国			✓				✓				■■■	■■■	■■■	推荐
独立行政法人物质·材料研究机构	日本			✓								■■■	■■■	■■■	关注

陕西省输变电装备产业专利导航

国内

企业名称	地域	原材料						变电核心设备	输变电配套设备		电力系统综合自动化设备	技术实力	在华布局	合作意愿	推荐级别
		钢材		铜材	绝缘材料			电容器	互感器		控制(调度)				
		硅钢	不锈钢	-	绝缘气体	绝缘油	绝缘纸	-	电压互感器	电流互感器	-				
哈尔滨理工大学	黑龙江	✓					✓		✓	✓	✓	■	■	■	重点推荐
华中科技大学	湖北	✓					✓		✓	✓	✓	■	■	■	重点推荐
华北电力大学	北京	✓			✓		✓		✓	✓	✓	■	■	■	重点推荐
清华大学	北京	✓					✓		✓	✓	✓	■	■	■	重点推荐
重庆大学	重庆	✓				✓	✓			✓	✓	■	■	■	重点推荐
上海交通大学	上海	✓			✓				✓	✓	✓	■	■	■	重点推荐
浙江大学	浙江	✓		✓					✓	✓	✓	■	■	■	重点推荐
天津大学	天津	✓			✓		✓			✓	✓	■	■	■	重点推荐
燕山大学	河北	✓	✓		✓					✓	✓	■	■	■	重点推荐
山东大学	山东	✓			✓				✓	✓	✓	■	■	■	重点推荐
南京工程学院	江苏	✓	✓		✓					✓	✓	■	■	■	重点推荐
钢铁研究总院	北京	✓	✓		✓						✓	■	■	■	重点推荐
中国科学院金属研究所	辽宁	✓	✓		✓						✓	■	■	■	重点推荐
北京科技大学	北京	✓	✓		✓						✓	■	■	■	重点推荐
河南科技大学	河南	✓	✓		✓						✓	■	■	■	重点推荐
上海大学	上海	✓	✓		✓				✓		✓	■	■	■	重点推荐
江西理工大学	江西	✓			✓		✓				✓	■	■	■	重点推荐
哈尔滨工业大学	黑龙江	✓			✓					✓	✓	■	■	■	重点推荐

附录3 可合作省内外科研机构清单

国内															
企业名称	地域	原材料						变电核心设备	输变电配套设备		电力系统综合自动化设备	技术实力	在华布局	合作意愿	推荐级别
		钢材		铜材	绝缘材料			电容器	互感器		控制(调度)				
		硅钢	不锈钢	-	绝缘气体	绝缘油	绝缘纸	-	电压互感器	电流互感器	-				
四川大学	四川	✓		✓						✓	■	■	■	重点推荐	
合肥工业大学	安徽	✓		✓						✓	■	■	■	重点推荐	
大连理工大学	辽宁	✓	✓							✓	■	■	■	重点推荐	
西安交通大学	陕西	✓					✓			✓	■	■	■	重点推荐	
攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司	四川	✓	✓								■	■	■	推荐	
江苏省沙钢钢铁研究院有限公司	江苏	✓									■	■	■	推荐	
有研工程技术研究院有限公司	北京	✓		✓							■	■	■	推荐	
北京有色金属研究总院	北京	✓		✓							■	■	■	推荐	
东北大学	辽宁	✓	✓								■	■	■	推荐	
福州大学	福建	✓		✓					✓	✓	■	■	■	推荐	
东南大学	江苏								✓	✓	■	■	■	推荐	
河海大学	江苏								✓	✓	■	■	■	推荐	
攀钢集团研究院有限公司	四川	✓									■	■	■	推荐	
内蒙古电力(集团)有限责任公司内蒙古电力科学研究院分公司	内蒙古	✓		✓						✓	■	■	■	推荐	
江南大学	江苏	✓		✓			✓				■	■	■	推荐	
广西大学	广西	✓					✓			✓	■	■	■	推荐	
陕西科技大学	陕西	✓									■	■	■	推荐	
广东省材料与加工研究所	广东	✓	✓								■	■	■	关注	
广东省科学院材料与加工研究所	广东	✓	✓								■	■	■	关注	
中国科学院电工研究所	北京						✓			✓	■	■	■	关注	

陕西省输变电装备产业专利导航

国内

企业名称	地域	原材料						变电核心设备	输变电配套设备		电力系统综合自动化设备	技术实力	在华布局	合作意愿	推荐级别
		钢材		铜材	绝缘材料			电容器	互感器		控制(调度)				
		硅钢	不锈钢	-	绝缘气体	绝缘油	绝缘纸	-	电压互感器	电流互感器	-				
西北核技术研究所	陕西	✓						✓				■	■	■	关注
西安热工研究院有限公司	陕西	✓									✓	■	■	■	关注
中国大唐集团科学技术研究院有限公司西	陕西								✓	✓		■	■	■	关注
安徽工业大学	安徽	✓		✓								■	■	■	关注
齐鲁工业大学	山东	✓					✓					■	■	■	关注
上海电力大学	上海	✓									✓	■	■	■	关注
西安理工大学	陕西	✓						✓				■	■	■	关注
西安科技大学	陕西	✓								✓		■	■	■	关注
西安电子科技大学	陕西							✓			✓	■	■	■	关注
中国科学院宁波材料技术与工程研究所	浙江	✓										■	■	■	关注
西北有色金属研究院西安九洲生物材料有	陕西	✓										■	■	■	关注
西安西雷脉冲功率研究所有限公司	陕西							✓				■	■	■	关注
东北电力大学	吉林										✓	■	■	■	关注
西安石油大学	陕西	✓										■	■	■	关注
西安工程大学	陕西	✓										■	■	■	关注
陕西科技大学镐京学院	陕西							✓				■	■	■	关注
西安工业大学	陕西							✓				■	■	■	关注
西北工业大学	陕西										✓	■	■	■	关注
长安大学	陕西										✓	■	■	■	关注

附录 4 可关注省内外核心人才清单

附录 4 可关注省内外核心人才清单

国外											
申请人	发明人	地域	原材料	变电核心设备	输变电配套设备		电力系统综合自动化设备	技术实力	核心技术产出	在华布局	推荐级别
			-	电容器	互感器		控制(调度)				
			-	-	电压互感器	电流互感器	-				
日本-制铁	川又 竜太郎	日本	✓					■■■	■■■	■■■	重点推荐
韩国-POSCO	김재훈	韩国	✓					■■■	■■■	■■■	重点推荐
日本-JFE	千田 邦浩	日本	✓					■■■	■■■	■■■	重点推荐
韩国-POSCO	한규석	韩国	✓					■■■	■■■	■■■	重点推荐
日本-JX金属	岡藤 康弘	日本	✓					■■■	■■■	■■■	重点推荐
韩国-POSCO	박준수	韩国	✓					■■■	■■■	■■■	重点推荐
日本-神户制钢所	野村 幸矢	日本	✓					■■■	■■■	■■■	重点推荐
韩国-POSCO	권오열	韩国	✓					■■■	■■■	■■■	重点推荐
AMRAD MFG LLC	STOCKMAN, ROBERT M.	美国		✓				■■■	■■■	■■■	重点推荐
德国-西门子	KNAB, WOLFGANG	奥地利				✓		■■■	■■■	■■■	重点推荐
日本-明电舍	竹谷 修	日本				✓		■■■		■■■	重点推荐
日本-日立	萩原 和弘	日本					✓	■■■		■■■	重点推荐
韩国-POSCO	송대현	韩国	✓					■■■	■■■	■■■	推荐
韩国-POSCO	주형돈	韩国	✓					■■■	■■■	■■■	推荐
韩国-POSCO	박종태	韩国	✓					■■■	■■■	■■■	推荐
韩国-POSCO	이세일	韩国	✓					■■■	■■■	■■■	推荐

陕西省输变电装备产业专利导航

国外

申请人	发明人	地域	原材料	变电核心设备	输变电配套设备		电力系统综合自动化设备	技术实力	核心技术产出	在华布局	推荐级别
			-	电容器	互感器		控制(调度)				
			-	-	电压互感器	电流互感器	-				
日本-古河电工	松尾 亮佑	日本	✓					■■■	■■■	■■■	推荐
日本-三菱	伊藤 優樹	日本	✓					■■■	■■■	■■■	推荐
韩国-POSCO	권민석	韩国	✓					■■■	■■■	■■■	推荐
韩国-POSCO	이헌주	韩国	✓					■■■	■■■	■■■	推荐
日本-三菱	松永 裕隆	日本	✓					■■■	■■■	■■■	推荐
日本-村田制作所	OGATA, MAKOTO	日本		✓				■■■		■■■	推荐
日本-丰田	栗原 貴史	日本		✓				■■■		■■■	推荐
德国-西门子	BAEHR, SEBASTIAN	奥地利			✓			■■■		■■■	推荐
德国-西门子	MÜLLER, SEBASTIAN	奥地利				✓		■■■		■■■	推荐
德国-西门子	HOPPE, LARS	奥地利				✓		■■■		■■■	推荐
巴斯威技术有限公司	马克·赫·鲍德温	美国					✓	■■■	■■■	■■■	推荐
PSA汽车公司	KLINGLER MARCO	法国		✓				■■■		■■■	关注
埃普科斯股份有限公司	URBÁN, PÉTER	德国		✓				■■■		■■■	关注
德国-博世	KIENLE, WOLFRAM	德国		✓				■■■		■■■	关注
德国-西门子	ARMSCHAT, CHRISTOPH	奥地利		✓				■■■		■■■	关注
日本-JDK	M. 戈麦斯	日本		✓				■■■		■■■	关注
日本-丰田	KOJIMA, KAZUNARI,	日本		✓				■■■		■■■	关注
日本-丰田	TONOMOTO MASAYA	日本		✓				■■■		■■■	关注
日本贵弥功株式会社	井手上 敬	日本		✓				■■■		■■■	关注
日本-日立	HOUDA, ISAO	日本		✓				■■■		■■■	关注

附录 4 可关注省内外核心人才清单

国外											
申请人	发明人	地域	原材料	变电核心设备	输变电配套设备		电力系统综合自动化设备	技术实力	核心技术产出	在华布局	推荐级别
			-	电容器	互感器		控制(调度)				
			-	-	电压互感器	电流互感器	-				
赛峰集团	SABER, CHRISTELLE	法国		✓				■	■	■	关注
三星电子株式会社	주성용	韩国		✓				■	■	■	关注
肖特(日本)株式会社	小根澤 裕	日本		✓				■	■	■	关注
伊顿智能动力有限公司	FELLERS, CLAY LYNWOOD	美国		✓				■	■	■	关注
日本-日新电机株式会社高本技术	TSUNODA, TAKANORI 류인기	日本 韩国				✓		■	■	■	关注
德国-西门子	PRUCKER, UDO	奥地利				✓		■	■	■	关注
LS ELECTRIC CO LTD	MA, JI-HOON	韩国				✓		■	■	■	关注
爱德万测试股份有限公司	THOMA, ANTON	日本				✓		■	■	■	关注
赫兹曼电力公司	BERTIL MORITZ	瑞典				✓		■	■	■	关注
日本-三菱	미야우치 도시히코	日本				✓		■	■	■	关注
溯高美公司	GAUTARD DOMINIQUE	法国				✓		■	■	■	关注
엘에스일렉트릭주	정한백	韩国				✓		■	■	■	关注
지멘스에너지글로벌게엠베하 운트코카게	크남 볼프강	德国				✓		■	■	■	关注
WBTEC LLC	BOBER, WIESLAW	美国					✓	■	■	■	关注
艾思玛太阳能技术股份公司	BUENEMANN, MATHIAS	印度					✓	■	■	■	关注
豪倍公司	彼得·迈克尔·阿利亚塔	美国					✓	■	■	■	关注
兰吉尔科技有限责任公司	チヤド・ケイ・ウオルタ	美国					✓	■	■	■	关注
日本-自动网络技术研究所	村田 隼基	日本					✓	■	■	■	关注

陕西省输变电装备产业专利导航

国外

申请人	发明人	地域	原材料	变电核心设备	输变电配套设备		电力系统综合自动化设备	技术实力	核心技术产出	在华布局	推荐级别
			-	电容器	互感器		控制(调度)				
			-	-	电压互感器	电流互感器	-				
日本-自动网络技术研究所	澤野 峻一	日本					✓			关注	
思科技术公司	保罗●西罗尼	美国					✓			关注	
相干逻辑公司	K●A●谢尔比	美国					✓			关注	
亚马逊科技公司	P●G●罗斯	美国					✓			关注	

附录 4 可关注省内外核心人才清单

国内											
申请人	发明人	地域	原材料	变电核心设备	输变电配套设备		电力系统综合自动化设备	技术实力	核心技术产出	在华布局	推荐级别
			-	电容器	互感器		控制(调度)				
			-	-	电压互感器	电流互感器	-				
中国-鞍钢	蒋奇武	辽宁	✓					■	■	■	重点推荐
东北大学	刘海涛	辽宁	✓					■	■	■	重点推荐
中国-鞍钢	高振宇	辽宁	✓					■	■	■	重点推荐
中国-宝武钢铁	张峰	上海	✓					■	■	■	重点推荐
中国-宝武钢铁	刘自成	上海	✓					■	■	■	重点推荐
中南大学	罗丰华	湖南	✓					■	■	■	重点推荐
安徽瀚宇电气有限公司	宋仁祥	安徽	✓					■	■	■	重点推荐
安徽航睿电子科技有限公司	袁静	安徽	✓					■	■	■	重点推荐
上海春黎电子实业有限公司	平国辉	上海	✓					■	■	■	重点推荐
四川省科学城久信科技有限公司	欧名杰	四川	✓					■	■	■	重点推荐
大连北方互感器集团有限公司	李涛昌	辽宁			✓	✓		■	■	■	重点推荐
中山市古互科技有限公司	袁子鸿	广东			✓			■	■	■	重点推荐
成都市兴名源电器有限公司	程波	四川			✓			■	■	■	重点推荐
大连北方互感器集团有限公司	王仁焘	辽宁			✓			■	■	■	重点推荐
中广电器股份有限公司	隋广君	辽宁			✓	✓		■	■	■	重点推荐
中山市泰峰电气有限公司	何泽坚	广东			✓	✓		■	■	■	重点推荐
广东四会互感器厂有限公司	张树华	广东			✓	✓		■	■	■	重点推荐
常州欧瑞电气股份有限公司	胡定波	江苏			✓	✓		■	■	■	重点推荐
北京微能汇通电力技术有限公司	黎明	北京				✓		■	■	■	重点推荐
浙江天际互感器有限公司	祝顺峰	浙江				✓		■	■	■	重点推荐
中国-国家电网	王文林	北京					✓	■	■	■	重点推荐
华中科技大学	莫莉	湖北					✓	■	■	■	重点推荐

陕西省输变电装备产业专利导航

国内											
申请人	发明人	地域	原材料	变电核心设备	输变电配套设备		电力系统综合自动化设备	技术实力	核心技术产出	在华布局	推荐级别
			-	电容器	互感器		控制(调度)				
			-	-	电压互感器	电流互感器	-				
华中科技大学	周建中	湖北					✓	▮	▮	▮	重点推荐
南京太司德智能电气有限公司	张海永	江苏					✓	▮	▮	▮	重点推荐
中国-宝武钢铁	石文敏	上海	✓					▮	▮	▮	推荐
北京科技大学	梁永锋	北京	✓					▮	▮	▮	推荐
济南大学	冷金凤	山东	✓					▮	▮	▮	推荐
上海皓月电气股份有限公司	张自魁	上海		✓				▮	▮	▮	推荐
无锡市联达电器有限公司	郭耀文	江苏		✓				▮	▮	▮	推荐
安徽赛福电子有限公司	周峰	安徽		✓				▮	▮	▮	推荐
宁波高云电气有限公司	周陆	浙江		✓				▮	▮	▮	推荐
佛山市欣源电子股份有限公司	谢志懋	广东		✓				▮	▮	▮	推荐
长兴友畅电子有限公司	罗学民	浙江		✓				▮	▮	▮	推荐
池州市容大电气有限公司	郑国祥	安徽		✓				▮	▮	▮	推荐
浙江双峰电气股份有限公司	林宗春	浙江		✓				▮	▮	▮	推荐
佛山市顺德区巨华电力电容器制造有	何锦鹏	广东		✓				▮	▮	▮	推荐
深圳京昊电容器有限公司	贺裕萍	广东		✓				▮	▮	▮	推荐
铜陵市新洲电子科技有限公司	王金兵	安徽		✓				▮	▮	▮	推荐
安徽省宁国市海伟电子有限公司	宋仁祥	安徽		✓				▮	▮	▮	推荐
广东蓝宝石实业有限公司	查先平	广东		✓				▮	▮	▮	推荐
铜陵市新泰电容电器有限责任公司	孔祥新	安徽		✓				▮	▮	▮	推荐
无锡市电力滤波有限公司	孙晓武	江苏		✓				▮	▮	▮	推荐
江苏永佳光电科技有限公司	朱俊	江苏			✓			▮	▮	▮	推荐
安徽互感器有限公司	张孝俊	安徽				✓		▮	▮	▮	推荐

附录 4 可关注省内外核心人才清单

国内											
申请人	发明人	地域	原材料	变电核心设备	输变电配套设备		电力系统综合自动化设备	技术实力	核心技术产出	在华布局	推荐级别
			-	电容器	互感器		控制(调度)				
			-	-	电压互感器	电流互感器	-				
苏州市精益开关有限公司	毕风雷	江苏						■	■	■	推荐
金华市奥凯电器有限公司	李慢来	浙江						■	■	■	推荐
南京正方电气有限公司	吕航	江苏						■	■	■	推荐
天津光信光电科技有限公司	刘勇权	天津						■	■	■	推荐
衡阳华瑞电气有限公司	曾祥顺	湖南						■	■	■	推荐
中国-天威	张伟明	河北						■	■	■	推荐
北京恒源力创电力技术有限公司	马广岩	北京						■	■	■	推荐
江阴市星火电子科技有限公司	徐振德	江苏						■	■	■	推荐
安徽华能集团电器有限公司	陶成法	安徽						■	■	■	推荐
天津市泰莱电力设备技术有限公司	李泽胤	天津						■	■	■	推荐
陕西西特电器有限公司	王胜善	陕西			■	■		■	■	■	推荐
清华大学	吴文传	北京					■	■	■	■	推荐
苏州工业园区科佳自动化有限公司	俞奕	江苏					■	■	■	■	推荐
燕山大学	杨丽君	河北					■	■	■	■	推荐
中国-国家电网	赵家庆	北京					■	■	■	■	推荐
中国-南方电网	王玲	广东					■	■	■	■	推荐
马鞍山佳夫尼电气科技有限公司	孙光明	安徽					■	■	■	■	推荐
深圳供电局有限公司	林志贤	广东					■	■	■	■	推荐
中国-国家电网	王巍	北京					■	■	■	■	推荐
中国-国家电网	朱炳铨	北京					■	■	■	■	推荐
中国-南方电网	赵瑞锋	广东					■	■	■	■	推荐
江苏智达高压电气有限公司	虞育号	江苏	■					■	■	■	关注

陕西省输变电装备产业专利导航

国内											
申请人	发明人	地域	原材料	变电核心设备	输变电配套设备		电力系统综合自动化设备	技术实力	核心技术产出	在华布局	推荐级别
			-	电容器	互感器	控制(调度)					
			-	-	电压互感器	电流互感器					
天津市百利纽泰克电气科技有限公司	孙世元	天津									关注
陕西斯瑞新材料股份有限公司	王聪利	陕西	✓								关注
陕西斯瑞新材料股份有限公司	刘凯	陕西	✓								关注
陕西斯瑞新材料股份有限公司	王小军	陕西	✓								关注
陕西科技大学	杨斌	陕西	✓								关注
陕西斯瑞新材料股份有限公司	王文斌	陕西	✓								关注
陕西斯瑞新材料股份有限公司	李鹏	陕西	✓								关注
西安交通大学	宋忠孝	陕西	✓								关注
西北有色金属研究院西安九洲生物材料有限公司	董龙龙	陕西	✓								关注
南京钢铁股份有限公司	姜在伟	江苏	✓								关注
舞阳钢铁有限责任公司	邓建军	河南	✓								关注
中国-宝武钢铁	杨佳欣	上海	✓								关注
东北大学	沙玉辉	辽宁	✓								关注
攀钢集团研究院有限公司	李正荣	四川	✓								关注
北京工业大学	符寒光	北京	✓								关注
河南科技大学	张毅	河南	✓								关注
中国-宝武钢铁	储双杰	上海	✓								关注
中国-宝武钢铁	高洋	上海	✓								关注
中国-宝武钢铁	吕黎	上海	✓								关注
中天钢铁集团有限公司	豆乃远	江苏	✓								关注
马鞍山钢铁股份有限公司	占云高	安徽	✓								关注

附录 4 可关注省内外核心人才清单

国内											
申请人	发明人	地域	原材料	变电核心设备	输变电配套设备		电力系统综合自动化设备	技术实力	核心技术产出	在华布局	推荐级别
			-	电容器	互感器		控制(调度)				
			-	-	电压互感器	电流互感器	-				
中国-宝武钢铁	骆新根	上海	✓					■■■	■■■	■■■	关注
中国-宝武钢铁	沈侃毅	上海	✓					■■■	■■■	■■■	关注
中国-宝武钢铁	宋畅	上海	✓					■■■	■■■	■■■	关注
中国-宝武钢铁	吴美洪	上海	✓					■■■	■■■	■■■	关注
中国-宝武钢铁	章华兵	上海	✓					■■■	■■■	■■■	关注
西安交通大学	祝令瑜	陕西		✓				■■■	■■■	■■■	关注
中国-西电	郭银杏	陕西		✓				■■■	■■■	■■■	关注
陕西智容电气有限公司	吴助火	陕西		✓				■■■	■■■	■■■	关注
西安伟超电容器有限公司	马超	陕西		✓				■■■	■■■	■■■	关注
西安法拉电气有限公司	张一恺	陕西		✓				■■■	■■■	■■■	关注
陕西恒毅压敏电子科技有限公司	王琰	陕西		✓				■■■	■■■	■■■	关注
陕西欧西克电子有限公司	高维军	陕西		✓				■■■	■■■	■■■	关注
西安电子科技大学	郑峰	陕西		✓				■■■	■■■	■■■	关注
西安华智电力电气有限公司	戴永然	陕西		✓				■■■	■■■	■■■	关注
西安嘉特电气设备有限公司	王泓江	陕西		✓				■■■	■■■	■■■	关注
西北核技术研究所	陈志强	陕西		✓				■■■	■■■	■■■	关注
中国-正泰	王国荣	浙江		✓				■■■	■■■	■■■	关注
中国-正泰	赵卫锋	浙江		✓				■■■	■■■	■■■	关注
中国大唐集团科学技术研究院有限公司	李明纯	陕西			✓			■■■	■■■	■■■	关注
陕西华电榆横煤电有限责任公司榆横发电厂	连杰	陕西			✓			■■■	■■■	■■■	关注
陕西辉耀机电科技有限公司	闫永锋	陕西			✓			■■■	■■■	■■■	关注

陕西省输变电装备产业专利导航

国内											
申请人	发明人	地域	原材料	变电核心设备	输变电配套设备		电力系统综合自动化设备	技术实力	核心技术产出	在华布局	推荐级别
			-	电容器	互感器		控制(调度)				
			-	-	电压互感器	电流互感器	-				
陕西通陆电力工程有限公司	王刚	陕西									关注
陕西中建电力工程有限公司	白德	陕西									关注
西安实兴电气有限公司	韩冰	陕西									关注
中国-国家电网	宋晓林	北京									关注
中国-西电	王飞	陕西									关注
上海大一互电力电器有限公司	马传超	上海									关注
中国-国家电网	周峰	北京									关注
西安双英科技股份有限公司	王海滨	陕西									关注
中国-西电	杨明	陕西									关注
中国-西电	张如	陕西									关注
陕西省地方电力(集团)有限公司	耿永明	陕西					✓				关注
陕西师范大学	周晓阳	陕西					✓				关注
西安建筑科技大学	闫秀英	陕西					✓				关注
西安热工研究院有限公司	李志鹏	陕西					✓				关注
西北工业大学	郑先成	陕西					✓				关注
长安大学	朱家伟	陕西					✓				关注
中国-国家电网	廖春梅	北京					✓				关注

附录5 可激活省内“沉睡企业”清单

附录5 可激活省内“沉睡企业”清单

企业	成立日期	核准日期	营业期限	经营状态	专利申请总量	近6年专利申请占比	专利涉及主要领域
西安华伟光电技术有限公司	2002-10-08	2020-12-09	2002-10-08 至 无固定期限	在业	7	0	互感器
西安智联电气有限公司	2013-12-04	2016-10-24	2013-12-04 至 无固定期限	在业	6	0	隔离、接地开关
陕西振力电力科技有限公司	2007-08-23	2016-08-30	2007-08-23 至 无固定期限	在业	5	0	熔断器
陕西中电电气有限公司	1998-02-18	2017-03-09	1998-02-18 至 无固定期限	在业	5	0	隔离、接地开关
西安爱尔发开关有限公司	2006-12-11	2019-09-30	2006-12-11 至 无固定期限	在业	5	0	断路器
西安供电局	2000-06-12	2016-08-05	2000-06-12 至 无固定期限	开业	4	0	变电核心设备
西安天顺成套电器厂	1995-01-23	2019-04-12	1995-01-23 至 无固定期限	在业	4	0	隔离、接地开关
宝鸡供电局	1981-02-01	2007-05-21	1981-02-01 至 无固定期限	在业	3	0	ZnO
汉中新环干式变压器有限责任公司	2003-06-20	2021-04-15	2003-06-20 至 无固定期限	在业	3	0	电抗器
库柏西安熔断器有限公司	2005-12-29	2021-08-26	2005-12-29 至 2055-12-28	在业	3	0	熔断器
陕西恒成电力技术有限责任公司	1999-08-27	2017-07-10	1999-08-27 至 无固定期限	开业	3	0	断路器
西安爱科赛博电气股份有限公司	1996-01-19	2021-10-28	1996-01-19 至 无固定期限	开业	3	0	变电核心设备
西安伯龙高铁电气有限公司	2008-08-19	2017-12-25	2008-08-19 至 无固定期限	在业	3	0	变电核心设备
西安煤矿机械有限公司	2007-01-17	2021-09-30	2007-01-17 至 无固定期限	在业	3	0	变电核心设备
西安苏源电器有限公司	2006-05-30	2021-08-13	2006-05-30 至 无固定期限	在业	3	0	熔断器
西安西能电器新技术发展有限公司	2007-11-30	2017-01-19	2007-11-30 至 无固定期限	在业	3	0	开关设备
西安中新电力设备制造有限公司	1998-04-21	2016-12-26	1998-04-21 至 2038-04-20	在业	3	0	电流互感器
陕西西高开关有限责任公司	2010-08-16	2020-09-23	2010-08-16 至 无固定期限	在业	6	16.67%	断路器
西安创新能源工程有限公司	2006-03-15	2019-11-19	2006-03-15 至 无固定期限	在业	5	20.00%	电容器
西安神电电器有限公司	2000-12-05	2020-02-26	2000-12-05 至 无固定期限	在业	33	9.09%	避雷器