

陕西省数控机床产业

专利导航报告

陕西省知识产权局
中汽知识产权投资运营中心
二〇二二年四月

目录

图说陕西省数控机床	1
一、 陕西省数控机床产业创新地图	1
二、 全球数控机床产业链全景图谱	2
三、 中国数控机床产业链全景图谱	4
四、 陕西省数控机床产业链全景图谱	5
五、 服务区域产业-数控机床产业链图谱	6
六、 陕西省数控机床产业空间地图	7
数说陕西省数控机床	8
一、 全球数控机床产业竞争激烈，中国的创新发展趋势领先	8
二、 中国数控机床产业创新要素主要分布在长三角以及粤、鲁等省	8
三、 创新企业是陕西省数控机床产业发展的重要引擎	8
四、 陕西省数控机床产业技术创新总体处于国内中上游水平	9
五、 人才驱动陕西数控机床产业创新发展	9
六、 陕西省在数控系统和功能部件分支领域中具有相对优势	9
七、 陕西数控机床产业产学研协作空间大，专利运营还不够活跃	9
八、 陕西省数控机床产业投资热度有所下滑	10
九、 陕西省数控机床产业专利质量仍有提升空间	10
第一章 引言	11
1.1 项目背景	11
1.1.1 研究目的	11
1.1.2 研究内容	11
1.1.3 工作思路	12
1.1.4 实施方法	12
1.2 产业范畴与产业链分类	13
1.2.1 数控机床产业范畴	13
1.2.2 数控机床产业分类	13
1.3 数据资源说明	14
1.3.1 全球科技竞合知识图谱数据库	14
1.3.2 全球产业科技情报分析系统（PatNavi）	14
1.4 统计口径约定	15

1.5 重要术语释义	15
1.5.1 专利	15
1.5.2 企业	15
1.5.3 人才	15
1.5.4 投资	16
1.5.5 指标	16
第二章 数控机床产业发展现状	17
2.1 全球产业发展现状	17
2.1.1 全球数控机床产业发展概况	17
2.1.2 主要国家数控机床产业发展概况	20
2.1.3 全球政策环境	23
2.1.4 全球产业热点技术发展状况	26
2.2 中国产业发展现状	29
2.2.1 中国数控机床产业发展概况	29
2.2.2 中国政策环境	33
2.2.3 “卡脖子”关键技术分析	38
2.3 陕西产业发展现状	40
2.3.1 陕西数控机床产业发展概况	40
2.3.2 陕西省政策环境	42
第三章 数控机床产业创新发展态势及方向	44
3.1 全球数控机床产业创新发展态势	44
3.1.1 全球专利布局	44
3.1.2 全球创新企业	46
3.1.3 全球创新人才	48
3.1.4 从全球产业链结构看技术发展方向	49
3.2 中国数控机床产业创新发展态势	54
3.2.1 中国专利布局	54
3.2.2 中国创新企业	56
3.2.3 中国创新人才	60
3.2.4 从中国产业链结构看技术发展方向	62
3.3 从关键核心技术看产业技术创新方向	70
3.3.1 多轴联动技术	70
3.3.2 数控技术	80

3.4	从龙头企业看技术创新方向	86
3.4.1	山崎马扎克	87
3.4.2	德马吉森精机	93
3.4.3	发那科	98
3.4.4	秦川机床	102
3.4.5	海天精工	113
3.4.6	创世纪	121
3.4.7	龙头企业比较分析	128
3.5	从资本布局看产业发展方向	136
3.6	小结	139
第四章 陕西省数控机床产业创新发展定位与洞察		141
4.1	陕西省数控机床产业创新发展定位	141
4.1.1	陕西省专利布局	141
4.1.2	陕西省创新企业	144
4.1.3	陕西省创新人才	156
4.1.4	陕西省产业链布局分析	158
4.1.5	陕西省研究团队	166
4.1.6	陕西省技术资本	169
4.2	陕西省数控机床产业技术运营及合作分析	172
4.2.1	陕西省技术转移情况分析	172
4.2.2	陕西省专利许可情况分析	177
4.2.3	陕西省专利质押情况分析	181
4.2.4	陕西省技术合作情况分析	184
4.3	陕西省数控机床产业专利保护情况分析	188
4.3.1	陕西省专利无效情况分析	188
4.3.2	陕西省专利诉讼情况分析	190
4.4	专利质量洞察	195
4.5	海外专利布局洞察	197
4.6	小结	200
4.6.1	陕西省产业创新态势小结	200
4.6.2	产业链优势环节分析	201
4.6.3	产业链潜力环节分析	203
4.6.4	产业链薄弱环节分析	204

第五章 陕西省数控机床产业升级路径建议	205
5.1 产业强链补链延链路径建议	205
5.2 企业培育引进路径建议	205
5.3 人才培养引进路径建议	207
5.4 知识产权培育路径建议	210
5.5 技术资本运作路径建议	215
第六章 附录	217
6.1 全球数控机床产业图谱头部企业清单	217
6.2 中国数控机床产业图谱头部企业清单	218
6.3 陕西省数控机床产业图谱头部企业清单	222
6.4 陕西省数控机床产业上市潜力企业清单	225
6.5 中国数控机床产业研究团队清单	229
6.6 中国数控机床产业创新人才清单	234
6.7 陕西省数控机床产业创新人才清单	239
6.8 中国数控机床产业头部资本清单	243

陕西省知识产权局

图说陕西省数控机床

一、陕西省数控机床产业创新地图



二、全球数控机床产业链全景图谱





全球数控机床产业全景图谱

sixlens

企业数量 人才数量 发明专利数量

数控机床



三、中国数控机床产业链全景图谱



四、陕西省数控机床产业链全景图谱



五、服务区域产业-数控机床产业链图谱

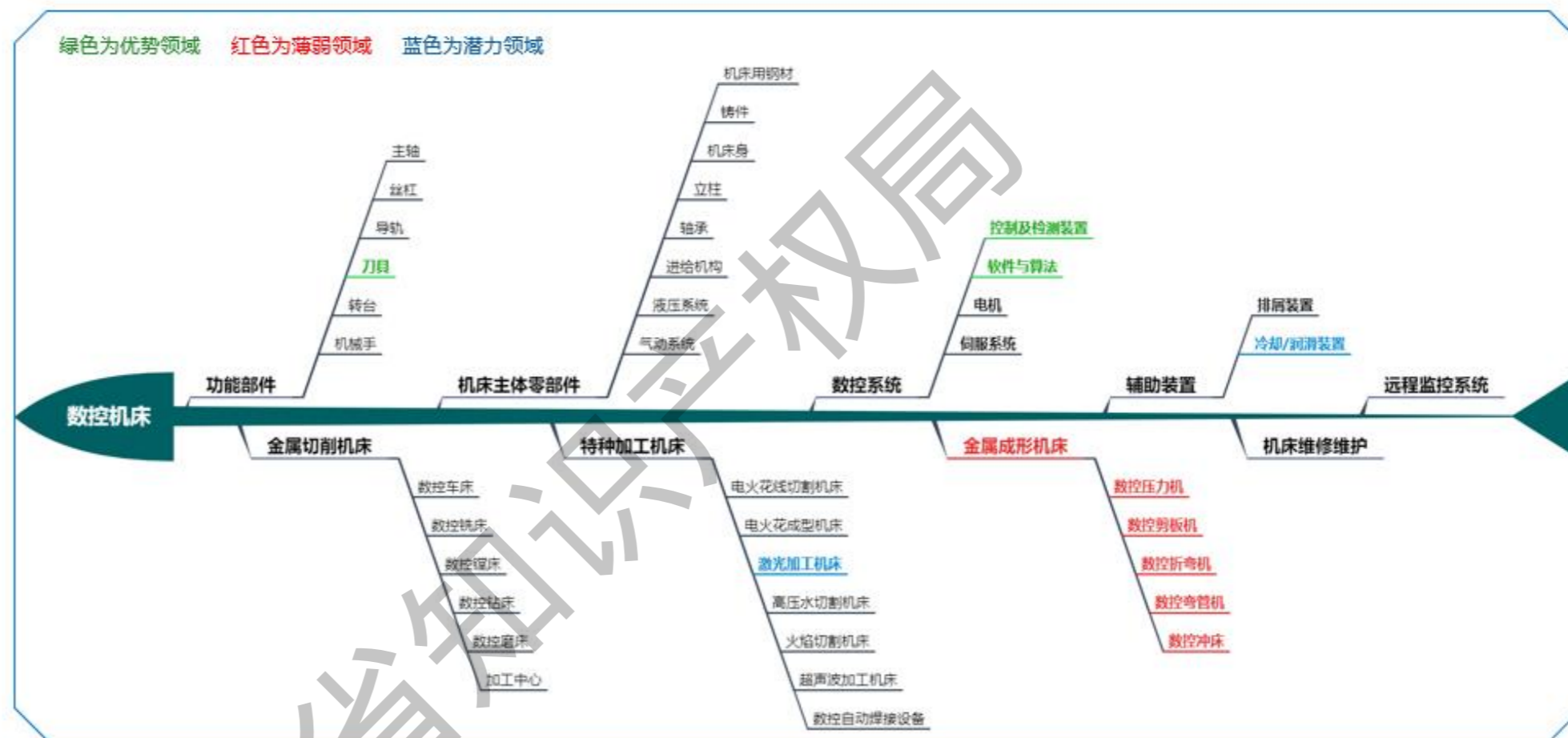
服务区域产业-数控机床产业链图谱

强链

序号	企业简称	城市	发明公开量
1	航发动力	西安	93
2	扩力机电	西安	57
3	重型机械研究院	西安	52
4	海力特精密机械	宝鸡	13
5	汉江工具	汉中	19

序号	发明人	所属企业	专利公开量
1	介艳良	西安扩力机电科技有限公司	43
2	吴小刚	陕西海力特精密机械有限公司	13
3	侯鹏	西安众智惠泽光电科技有限公司	12
4	尚立库	西安合升动力科技有限公司	11
5	苏振华	中国重型机械研究院股份公司	11

序号	投资机构	所在城市	投资事件数量
1	中科创星	西安市	10
2	西部材料	西安市	7
3	深创投	深圳市	6
4	关天西威投资	西安市	6
5	中航飞机	西安市	6



序号	潜力企业名称	指数标签	相关专利公开量
1	陕西法士特齿轮有限责任公司	AA	1174
2	西安航天源动力工程有限公司	AA	197
3	飞秒光电科技(西安)有限公司	AA	292

序号	潜力企业名称	指数标签	相关专利公开量
4	渭南高新区木王科技有限公司	AA	182
5	西部宝德科技股份有限公司	AA	77
6	宝钛集团有限公司	AA	81

序号	企业简称	国别	发明公开量
1	天津天锻	中国	51
2	江苏扬力	中国	38
3	扬州恒德工业	中国	26
4	亚威股份	中国	16
5	天水锻压机床	中国	10

序号	发明人	所属企业	发明公开量
1	卞正文	扬州恒德工业	12
2	潘志华	江苏扬力	19
3	邱玉良	荣成华东锻压机床	16
4	平伟	天水锻压机床	8
5	施宝西	天津天锻	7

序号	投资机构	所在城市	投资事件数量
1	海通创新	上海市	4
2	盘古创富	北京市	3
3	凯鼎投资	佛山市	3
4	西高投	西安	3
5	兴边富民	北京	3

六、陕西省数控机床产业空间地图

陕西省数控机床细分产业的各市发明专利申请公开量

产业名称	西安市	宝鸡市	咸阳市	汉中市	渭南市	榆林市	安康市	商洛市	铜川市	延安市
机床主体零部件	301	24	9	13	10	2	0	0	0	0
功能部件	490	81	15	30	1	4	1	0	0	1
数控系统	798	46	19	25	3	2	1	1	0	0
辅助装置	170	22	4	6	3	2	0	0	0	0
金属切削机床	289	26	12	21	2	3	0	0	0	0
金属成形机床	87	6	5	4	0	0	0	0	0	0
特种加工机床	527	45	20	13	4	3	2	1	0	2
远程监控系统	152	3	2	1	0	0	0	1	0	0
数控机床维修维护	10	1	0	2	0	0	1	0	0	0

陕西省数控机床细分产业的各市有发明专利申请的企业数量

产业名称	西安市	宝鸡市	咸阳市	汉中市	渭南市	榆林市	安康市	商洛市	铜川市	延安市
机床主体零部件	72	14	6	3	5	1	0	0	0	0
功能部件	96	22	6	9	0	1	0	0	0	0
数控系统	103	12	8	7	0	0	0	1	0	0
辅助装置	61	11	2	1	1	0	0	0	0	0
金属切削机床	69	11	8	8	2	1	0	0	0	0
金属成形机床	28	6	2	1	0	0	0	0	0	0
特种加工机床	105	26	9	3	2	0	1	0	0	0
远程监控系统	28	1	1	0	0	0	0	1	0	0
数控机床维修维护	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0

陕西省数控机床细分产业的各市有发明专利申请的工程师数量

产业名称	西安市	宝鸡市	咸阳市	汉中市	渭南市	榆林市	安康市	商洛市	铜川市	延安市
机床主体零部件	1108	87	34	43	22	2	0	0	0	0
功能部件	1277	185	51	96	1	8	1	0	0	6
数控系统	1977	114	55	106	5	3	1	1	0	0
辅助装置	442	60	6	29	7	4	0	0	0	0
金属切削机床	865	85	43	82	6	5	0	0	0	0
金属成形机床	314	30	10	31	0	0	0	0	0	0
特种加工机床	1473	174	58	52	8	2	6	4	0	1
远程监控系统	469	9	6	3	0	0	0	1	0	0
数控机床维修维护	46	1	0	16	0	0	1	0	0	0

数说陕西省数控机床

一、全球数控机床产业竞争激烈，中国的创新发展趋势领先

数控机床产业是现代装备制造产业的基础，全球数控机床产业竞争激烈。从企业规模来看，全球数控机床产业有发明专利申请活动的创新企业达 6.3 万家，近五年全球创新企业数量复合增速为 7.8%。其中，中国拥有相关创新企业 26827 家，近五年复合增速达 23.6%，在全球排名第一；其次是美国 7972 家、日本 7446 家、欧洲 5317 家、韩国 3340 家。从创新人才来看，全球数控机床产业创新人才共 57.0 万人，近五年复合增速为 6.4%；其中，中国创新人才 17.9 万人，人才规模全球排名第一，近五年复合增速 22.1%；其次是日本 77503 人、美国 64749 人、欧洲 42417 人、韩国 23460 人。从技术创新来看，全球数控机床产业发明专利申请公开量超过 48.3 万件，近五年复合增速为 7.2%；其中，中国发明专利申请公开量 11.0 万件，近五年复合增速达 11.8%；其次是日本 88234 件、美国 48689 件、韩国 20959 件、欧洲 20153 件。

二、中国数控机床产业创新要素主要分布在长三角以及粤、鲁等省

中国数控机床产业创新企业、发明公开专利、创新人才聚集效应明显。江苏省数控机床产业创新企业数量、发明专利申请公开量、创新人才数量均排名全国第一。中国数控机床产业创新企业数量排名前五位的省市分别为江苏省（6658 家）、浙江省（3756 家）、广东省（3557 家）、安徽省（1980 家）、山东省（1422 家）。中国数控机床产业公开发明专利主要分布在江苏省（21977 件）、广东省（11549 件）、浙江省（11098 件）、安徽省（6869 件）、山东省（5250 件）。中国从事数控机床产业创新人才主要分布在江苏省（29075 人）、广东省（18181 人）、浙江省（15439 人）、山东省（11960 人）、北京市（10079 人）。

三、创新企业是陕西省数控机床产业发展的重要引擎

陕西省数控机床产业有发明专利申请活动的创新企业共计 410 家，创新企业数量在全国排名第 17 位，近五年复合增速为 18.5%。陕西省数控机床产业中，有高新技术企业 310 家，全国排名第 18 位；上市公司 15 家，全国排名第 14 位；创新龙头企业 4 家，全国排名第 4 位；初创企业 51 家，全国排名第 12 位；隐形

冠军 32 家，全国排名第 18 位；近三年新进入企业 66 家，全国排名第 17 位；专精特新小巨人企业 26 家，全国排名第 18 位；瞪羚企业 26 家，全国排名第 13 位。

四、陕西省数控机床产业技术创新总体处于国内中上游水平

陕西省数控机床产业技术创新总体处于国内中上游水平，累计发明专利申请公开量 2880 件，全国排名第 11 位，占全国数控机床产业发明专利公开总量（110011 件）的 2.6%；近五年复合增速为 11.4%。在专利资产方面，陕西省数控机床产业中，发明授权专利量共计 1184 件，全国排名第 10 位；有效发明专利量共计 893 件，全国排名第 10 位。

五、人才驱动陕西数控机床产业创新发展

陕西省数控机床产业具有一定规模的人才队伍，产业中创新人才共 6916 人，全国排名第 10 位，近五年复合增速为 20.9%。并且拥有国家高层次人才 624 人，全国排名第 8 位；技术高管 502 人，全国排名第 18 位；科技企业家 308 人，全国排名第 18 位。

六、陕西省在数控系统和功能部件分支领域中具有相对优势

从陕西数控机床产业的各产业分支布局情况看，陕西省的创新要素主要分布在数控系统中的控制及检测装置领域、软件与算法领域以及功能部件中的刀具领域。控制及检测装置领域发明专利公开量 513 件，在同领域全国排名第 10；刀具领域发明专利公开量 360 件，同领域全国排名第 12，软件与算法领域发明专利公开量 313 件，同领域全国排名第 8。

七、陕西数控机床产业产学研协作空间大，专利运营还不够活跃

陕西省数控机床产业领域的产学研协同创新空间大。涉及的产学研合作申请专利共有 74 件，占全国数控机床产业产学研合作专利量的 3.4%，排名全国第 8 位。陕西省产学研合作专利主要分布在功能部件（29 件）、数控系统（20 件）、辅助装置（13 件）、特种加工机床（12 件）等领域。半数的产学研合作专利是与西安交通大学合作申请的，其次为西北工业大学。

陕西省数控机床产业专利运营还不够活跃，且内循环特征明显。陕西省数控

机床产业涉及对外转让的专利共 257 件，仅占全国数控机床产业涉及转让的专利总量的 1.6%；对外转让的专利中，涉及的主要细分领域包括特种加工机床、功能部件、数控系统；陕西省对外转让专利的受让人主要集中在陕西省内。陕西省数控机床产业对外许可的专利共有 45 件，仅占全国数控机床产业涉及许可的专利总量的 2.8%，对外许可专利的被许可人也主要在陕西省内；对外许可的专利主要涉及功能部件、数控系统、机床主体零部件领域。陕西省数控机床产业涉及质押的专利共 62 件，全国排名第 12 位，占全国数控机床产业质押专利总量的 2.8%；质押专利主要分布在功能部件、金属切削机床领域。

八、陕西省数控机床产业投资热度有所下滑

陕西省数控机床产业投资事件数量共 228 件，全国排名第 12 位。2016 年投资事件数量达到最高峰（26 件）后，近五年的投资热度有所下滑。受资本市场关注的企业共有 99 家，未来具有良好上市潜力的企业共有 44 家。陕西省数控机床产业投资事件占比相对较多的领域为特种加工机床、机床主体零部件领域。

九、陕西省数控机床产业专利质量仍有提升空间

陕西省数控机床产业的高被引专利 24 件，全国排名第 10 位；高被引专利主要集中在数控系统、功能部件、特种加工机床领域。陕西省数控机床产业维持 10 年以上的专利共有 69 件，全国排名第 13 位；且维持 10 年以上的专利集中在数控系统、特种加工机床、机床主体零部件、功能部件领域。高被引专利和维持 10 年以上专利的绝对数量还偏少。

第一章 引言

1.1 项目背景

1.1.1 研究目的

数控机床是装备制造业的“工作母机”，机床行业技术水平和产品质量是衡量一个国家装备制造业发展水平的重要标志。2021年8月国资委会议中指出，我国要针对工业母机、高端芯片、新材料、新能源汽车等加强关键核心技术攻关。将工业母机排在首位，体现了其重要地位。陕西省作为传统的装备制造业大省，在数控机床领域具有良好的技术基础和产业基础，并涌现出了以秦川机床集团为代表的一批优秀企业。近年来，更是大力推进数控机床产业的创新发展，在2021年发布的《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》和《陕西省人民政府办公厅关于进一步提升产业链发展水平的实施意见》中都明确将数控机床作为陕西省标志性重点产业链。

为加快建立以产业数据、知识产权数据为基础的数控机床产业专利导航决策机制，促进产业链、创新链“两链”融合。在此背景下，基于全球科技竞合知识图谱数据库（Global Technology Competition and Cooperation knowledge graph database，简称T2CKG）、全球产业科技情报分析系统（PatNavi）等知识产权新基础设施，开展了“陕西省数控机床产业专利导航分析项目”，全景绘制产业链企业地图、创新人才地图和投资机构地图，分析存在制约发展的瓶颈问题和制度障碍，为陕西省在全球范围内配置创新资源、加快产业创新发展提供决策支撑。

1.1.2 研究内容

1、深入开展数控机床行业研究，明确全球数控机床产业宏观发展环境和全球数控机床产业创新发展方向。

2、深入分析陕西省数控机床产业相关企业、人才、专利、资本、政策等全景要素，定位陕西省数控机床产业发展现状。

3、依据数控机床产业全球发展方向和陕西发展现状，分析当前制约产业发

展的问题和制度障碍，以及面临的机遇和挑战，探索问题背后的深层次原因，为陕西省数控机床产业发展提供解决路径。

1.1.3 工作思路

实施本项目，立足于两个视角，一是“全球视野”，从全球数控机床产业发展趋势和创新网络中看陕西，分析陕西省的专利实力、创新能力、要素集聚和辐射带动能力。二是“融合匹配”，采取结构化的方式，沿着数控机床产业链，从专利层、企业层、人才层、产学研层和资本层，构建产业图谱，分析产业链的优势环节、不足之处以及潜力领域，在对比比较过程中，定位制约陕西省的数控机床产业发展的瓶颈问题和深层次原因，进而有针对性的提出相关政策建议。

1.1.4 实施方法

基于国家知识产权大数据产业应用研究基地全球科技竞合知识图谱数据库（T2CKG）、全球产业科技情报分析系统（PatNavi），利用专利与技术、经济、市场深度关联及在感知其发展变化中的前瞻性与科学性，以专利数据为信息获取主体，通过关联整合工商、投融资等数据资源，充分挖掘专利数据价值以及专利背后的企业和工程师信息，准确把握知识产权在陕西省的数控机床产业创新发展中的引领支撑作用，厘清知识产权资源与创新资源、产业资源、经济资源的匹配关系，促进创新链、产业链、资金链、政策链的深度融合。

1、产业发展环境的 PEST 模型：从政策环境（P）、经济环境（E）、社会环境（S）、技术环境（T）等全面剖析产业发展宏观现状。

2、产业创新发展方向的 TLNG 模型：从产业创新趋势（Trend）、产业全景地图（Landscape）、产业竞合网络（Competition and Cooperation Net）、行业龙头动向（Giants trend）四个方面，动静结合，点线面体全方位洞察数控机床产业创新发展方向。

3、城市产业链结构化剖析的 PEPTC 五要素模型：沿着产业链，从专利活动（patent）、创新企业（enterprise）、发明人才（people）、顶级研究团队（Research Team）和技术资本（Tech Capital）五个要素，降维分析陕西省的数控机床产业链优劣势、问题瓶颈等，进而针对性提出升级路径建议。

1.2 产业范畴与产业链分类

1.2.1 数控机床产业范畴

数控机床产业整体产业链上中下游清晰，包括上游基础材料和零部件生产商、中游机床本体制造商和下游的维护服务以及终端用户。

上游基础材料和零部件生产商主要为机床制造商提供结构件（铸铁、钢件等）、数控系统、驱动系统、传动系统（导轨、丝杠、主轴等）、刀库等组，中游是机床本体制造商，负责向终端用户提供满足其要求的各种机床或成套的集成产品；机床产业下游用途广泛，应用在汽车、军工、航天航空、船舶、石化、工程机械、消费电子等各类领域。

1.2.2 数控机床产业分类

在国务院有关部门、陕西省、中国机床工具工业协会有关文件精神界定范围的基础上，综合梳理数控机床产业整体的上、中、下游分支，考虑陕西省数控机床产业的总体要求和目标，本报告的数控机床产业包含零部件及原材料、数控机床制造、机床维护及服务三个层面的内容，并延伸划分出数控系统、金属切削机床等 9 个产业链三级，以及液压系统、刀具、数控车床、激光加工机床等 38 个产业链四级。

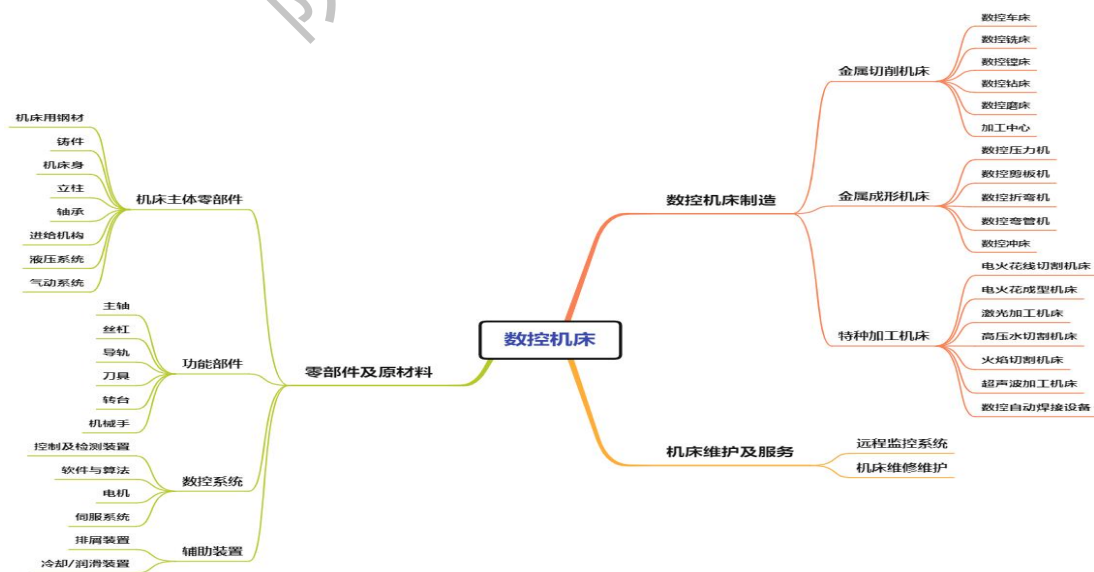


图 1. 数控机床产业链分类

1.3 数据资源说明

1.3.1 全球科技竞合知识图谱数据库

全球科技竞合知识图谱数据库（Global Technology Competition and Cooperation knowledge graph database，简称 T2C）。

T2C 全球科技竞合知识图谱数据库是六棱镜科技集团自主研发的新一代知识产权信息化基础设施。该数据库采取图结构从语义角度表达知识产权数据逻辑，用“节点-关系-节点”模型描述全球科技竞争与合作。其中，节点主要包括地区（全球主要国家、城市等）、机构（企业、大专院校、科研单位等专利申请人权利人、投资机构、代理机构等）、人才（全球发明工程师、设计人、代理人等、董监高、核心技术人员、投资人等）、专利（全球 1.4 亿条专利数据）四种类型，关系类型包括股权关系、投资并购关系、技术关系（合作/许可/转让/诉讼/引用参考等）、人才关系（师生关系/合作关系/流动关系等）、供应链关系等 30 余种，总共具有 1000 多个数据字段，数据容量达 200T。

T2C 数据库相对于传统专利数据库、工商数据库等最大的区别在于彻底打通底层数据孤岛，实现数据多维关联，形成超复杂网络关系，由此可以方便快捷实现各个维度的调取查询与数据统计。

本报告相关的产业分类数据、产业图谱数据、技术路线图数据等均通过调取 T2C 数据库所生成。

1.3.2 全球产业科技情报分析系统（PatNavi）

本项目分析过程中使用了全球产业科技情报分析系统（PatNavi）。

系统介绍：全球产业科技情报分析系统（PatNavi）以全球 1.4 亿件专利数据为索引核心，融会贯通知识产权、工商注册、投融资、科学论文、技术标准等多源数据，通过先进人工智能技术挖掘专利背后的人、企业与资本等社会网络关系，形成多维立体式智能标签、硬科技评级与风险监测模型、资本（C）人才（P）技术（T）关联图谱等三大技术体系，动态生成专利全生命周期信息卡、科技企业全景画像卡和工程师人才身份卡，面向技术投资、精准并购、科技招商、人才

引进等场景提供高效便捷的情报查询，全景洞悉全球前沿技术产业投资态势，实时追踪顶级团队创新创业项目，穿透式洞察企业硬科技投资价值。

1.4 统计口径约定

本报告的统计对象为数控机床产业全球知识产权资源，本报告中的所有数据均为数控机床产业知识产权资源统计数据。

发明专利公开量 指公开的发明专利申请数量。

专利有效量 指处于专利权维持状态的案卷数量，包括发明、实用新型和外观。与申请量和授权量不同，有效量是存量数据而非流量数据。

发明专利有效量 报告期末处于发明专利权维持状态的案卷数量。与申请量和授权量不同，有效量是存量数据而非流量数据。

1.5 重要术语释义

1.5.1 专利

高被引专利 指中国发明专利在特定技术领域内，按照被引次数排序取前 1% 且专利权处于有效的发明专利。

1.5.2 企业

创新企业 指有发明专利申请活动的企业。

创新龙头企业 指领域内发明专利申请量进入全国排名前 100 的企业。

上市公司 包括在 A 股、科创板和新三板上市的企业。

初创企业 指融资成功且拥有专利申请的创业企业。

隐形冠军 是指在某个细分行业或市场占据领先地位，拥有核心竞争力和明确战略，其产品、服务难以被超越和模仿的企业。

1.5.3 人才

创新人才 又称创新工程师，是指有发明专利申请的发明人。

国家高层次人才 是指院士、长江学者、万人计划、创新人才推进计划、博士后创新人才支持计划、千人计划等高端人才。

技术高管 指在企业中担任董事、监事、高管，同时拥有专利申请的发明创造工程师。

科技企业家 是有专利申请的企业法定代表人。

1.5.4 投资

技术投资事件 是指有专利的被投企业的投资事件。

1.5.5 指标

发明专利活跃度 该指数旨在量化某技术领域在最近些年的创新活跃程度，具体计算方法为改领域近三年的发明专利申请公开量占该领域累计发明专利申请公开总量的比重。

硬科技投资指数 该指数旨在帮助投资者快速识别企业研发创新能力与专利投资价值。该指标体系基于专利信号理论构建，共涵盖创新力(Innovation index)、竞争力(Competitiveness index)、进化力(Evolutionary index)、影响力(Effect index) 4个主题、16个维度 100余个定量定性指标。硬科技投资指数基于中国知识产权产业金融大数据计算而得，按照得分值区间给出企业从 AAA 到 CCC 的硬科技投资价值评级结果。评级结果具体依次分为 AAA、AA、A、BBB、BB、B、CCC 共 7 个等级。其中，AAA、AA 级表示行业领导者，A 级表示企业硬科技投资价值表现优秀，BBB 级表示企业硬科技投资价值表现较为优秀，B、CCC 级表示企业硬科技投资价值低于行业平均水平。

第二章 数控机床产业发展现状

2.1 全球产业发展现状

2.1.1 全球数控机床产业发展概况

智能制造背景下，全球对于数控机床的需求逐年增长，产业规模不断扩大；全球数控机床主要生产国为日本、中国、德国和美国。

机床是现代制造业发展的基础，随着汽车、航天航空、消费电子、工程机械、精密模具等主要下游应用的发展，对机床的效率和精度都提出了更高的要求。数控机床是机床技术研究发展的核心。数控机床是一种装有程序控制系统的自动化机床，是一种柔性的、高效能的自动化机床，可以有效解决复杂、精密、小批量、多品种的零件加工问题。

放眼全球，现代意义的机床制造业已有约 250 年历史。1775 年，世界第一台真正意义上的镗床诞生，并用于生产蒸汽气缸。蒸汽机也作为核心动力源，助力机床的生产制造。1797 年，世界机床之父—英国工程师 Henry Maudsley 制成了第一台螺纹切削车床，配备丝杆、光杆、刀架和导轨，可车削不同螺距的螺纹，具备划时代的意义。1952 年，全球首台数控机床诞生于美国，并于 1958 年下线全球首台数控加工中心。德国和日本紧随美国，青出于蓝而胜于蓝。1956 年德国凭借强大的机械制造能力和机电技术研制出本土第一台数控机床，1958 年日本牧野（MAKINO）研制出本土第一台数控铣床，1966 年研发出日本第一台数控加工中心。

计算机技术演化下，全球数控系统经历了数控（NC）和计算机数控（CNC）时代。目前行业所指的“数控”均为计算机数控。

NC 阶段（1952-1970 年）：1952 年于美国诞生的全球首台数控机床为三坐标数控铣床，数控装置采用电子管元件；1958 年美国的全球首台加工中心数控装置采用晶体管及印刷电路板，数控装置进入第二代际；1965 年第三代集成电路数控装置出现，机床功率消耗大幅下降，可靠性进一步提升。

CNC 阶段（1970 年-至今）：1970 年通用小型计算机批量生产，被移植控制

机床的数控系统，1974 年微处理器应用于机床，这是第五代数控装置，至此根本解决了售价昂贵，应用不便问题。1990 年后出现 PC-Based 智能数控系统，机床制造商可以在开放系统平台上增加硬件及软件构成控制系统，智能和网络化水平大幅提升。

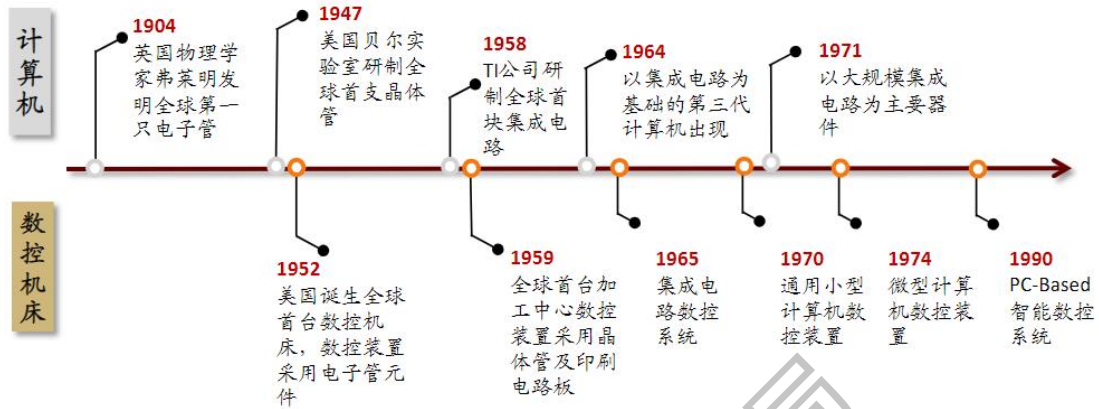


图 2. 计算机和控制技术推动数控机床质变

资料来源：中国知网，中金公司研究部

智能制造背景下，数控机床正快速增长。工业智能化是工业发展的重要方向，各国均在着力推进智能制造发展。中国推出《中国制造 2025》，将数控机床和基础制造装备列为“加快突破的战略必争领域”，其中提出要加强前瞻部署和关键技术突破，积极谋划抢占未来科技和产业竞争制造点，提高国际分工层次和话语权。德国政府提出“工业 4.0”战略，并在 2013 年的汉诺威工业博览会上正式推出，其目的是为了提高德国工业的竞争力，在新一轮工业革命中占领先机。在美国，“工业 4.0”的概念更多的被“工业互联网”所取代，尽管称呼不同，但这两个概念的基本理念一致，就是将虚拟网络与实体连接，形成更具有效率的生产系统；2013 年 1 月，美国总统执行办公室、国家科学技术委员会和高端制造业国家项目办公室联合发布了《国家制造业创新网络初步设计》，投资 10 亿美元组建美国制造业创新网络(NNMI)，集中力量推动数字化制造、新能源以及新材料应用等先进制造业的创新发展，打造一批具有先进制造业能力的创新集群。

得益于制造业的快速发展，全球对于数控机床的需求逐年增长，产业规模不断扩大。2019 年全球数控机床产业规模约为 1492 亿美元，同比增长 3.9%。全球数控机床主要生产国为中国、日本、德国和美国。2019 年全球数控机床产业规

模中日本占比 32.1% 位居首位，中国以 31.5% 位居第二，位居第三的是占比 17.2% 的德国，位居第四的是占比 6.3% 的美国。



图3. 2017-2019 全球数控机床产业规模 (亿美元, %)

资料来源：前瞻产业研究院，国海证券研究所

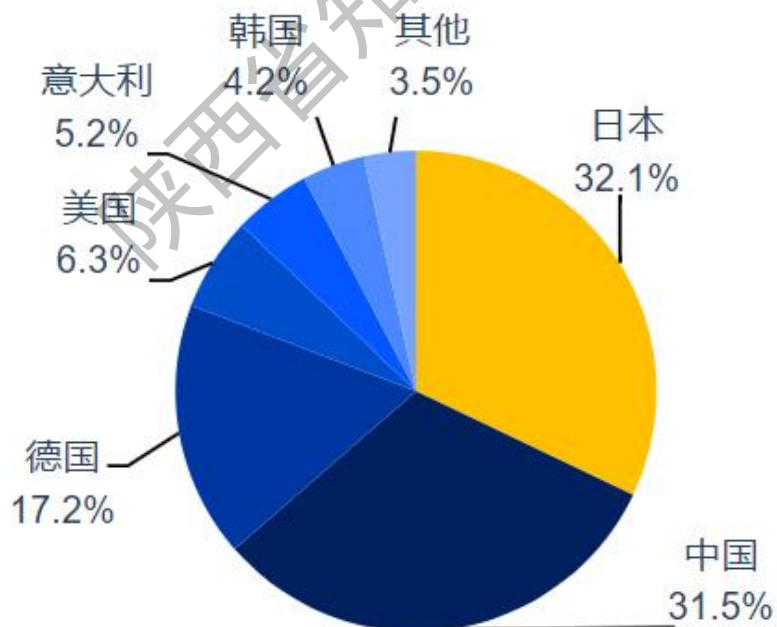


图4. 2019 年全球数控机床产业规模分布 (%)

资料来源：前瞻产业研究院，国海证券研究所

2.1.2 主要国家数控机床产业发展概况

德国数控机床产业链综合实力雄厚，上游部件及下游产业链相辅相成。

德国数控机床产业链实力雄厚。1956年德国凭借强大的机械制造能力和机电技术研制出本土第一台数控机床。德国机床制造商协会（VDM）统计，2019年德国机床行业产值170.4亿欧元，其中切削机床/成形机床/零配件/安装、维修包养各为96.0/30.4/28.8/15.2亿欧元。按产值测算，2019年德国数控机床产值103亿欧元，产值数控化率81.3%，分类来看，切削机床数控化率91%，成形机床52%，遥遥领先于中国。

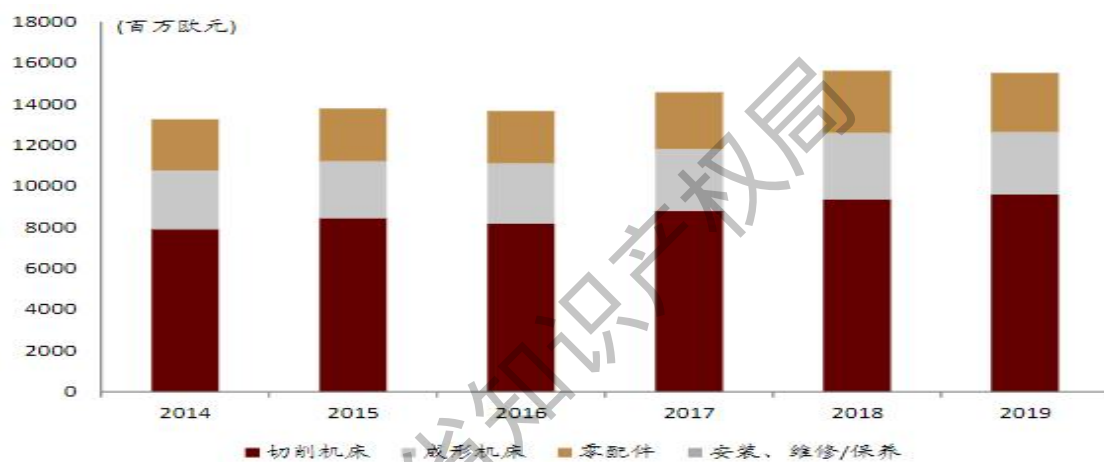


图5. 2014-2019年德国机床产值

资料来源：VDW, VDMA, German Statistical Office, 中金公司研究部

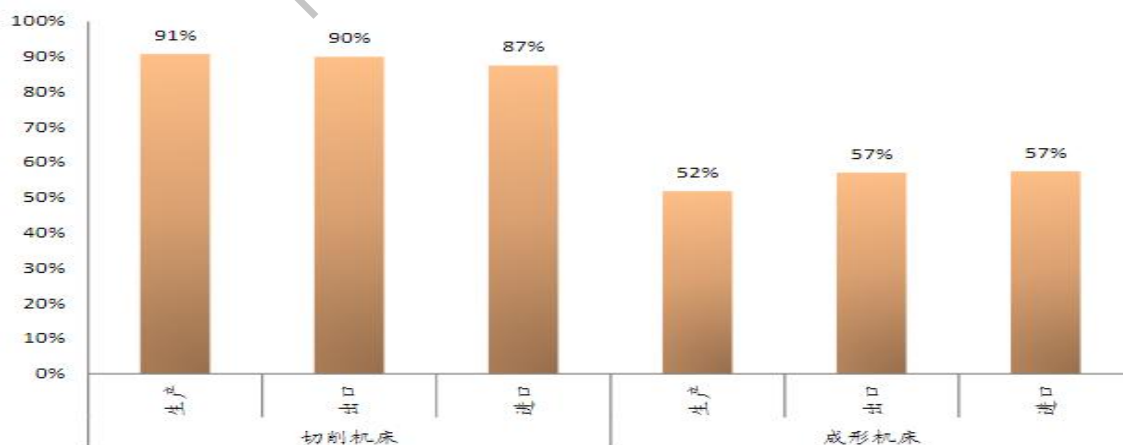


图6. 2019年德国各类型机床数控化率（按产值）

资料来源：公司官网，中金公司研究部

德国高度重视机床理论研究，技术基础最为扎实。机床行业被列为德国工业 5 大分支之一，尽管数控技术发展晚于美国（1956 年研制第一台数控机床，美国是 1952 年），但非常注重先进工艺基础研究，实现赶超。德国政府坚持自主化道路，支持建设了全球第一个机床实验室，数控机床发展四大关键在于加工工艺、机床设计、数控系统、先进刀具，德国均具备重大学术创新。基础科研与应用技术科研并重下，德国把传统制造优势与电子技术融合，发展各类数控机床，抢夺世界市场。先进工艺积累下，德国诞生了亚琛工业大学机床研究所（全球数控机床研发实力最强单位之一），德马吉（全球精密机床领军企业）、通快（全球激光加工第一）、舒勒 Schuler（全球金属成形机床领导者）、埃马格 Emag（全球倒立式车床龙头）等著名企业。

德国数控机床产业链综合实力雄厚，上游部件及下游产业链相辅相成。在数控系统方面，德国有西门子、海德汉等专业化厂商提供，零部件有博世力士乐，主轴、两轴摆头有 Kessler。在下游应用方面，汽车作为机床最大的下游，德国品牌议价能力在全球执牛耳，机床与汽车行业相辅相成。在汽车领域，机械加工零部件对批量生产、快节奏交付、产品稳定性有较高要求，进入门槛高。德马吉与宝马等企业开展定制化合作研发，基于用户工艺需求量身定做机床，一旦得到较好反馈逐步推向市场。MAG 重视交钥匙工程，为汽车终端用户提供零部件加工整体解决方案。

日本高度重视数控机床的开发。2019 年日本机床产值高于德国。

日本高度重视数控机床的开发。1958 年日本牧野（MAKINO）研制出本土第一台数控铣床，1966 年研发出日本第一台数控加工中心。从技术引进到自主提升，20 世纪 70 年代日本数控机床已经在全球崭露头角，1982 年日本取代美国，夺取了全球数控机床冠军的位置。

根据日本机床制造商协会统计，2019 年日本机床产值 1.07 万亿日元，数控机床产值 0.96 万亿日元，数控化率接近 90%，高于德国。按产值测算，2019 年日本车床/磨床/齿轮加工/特种加工数控化率分别为 89%/77%/82%/70%。

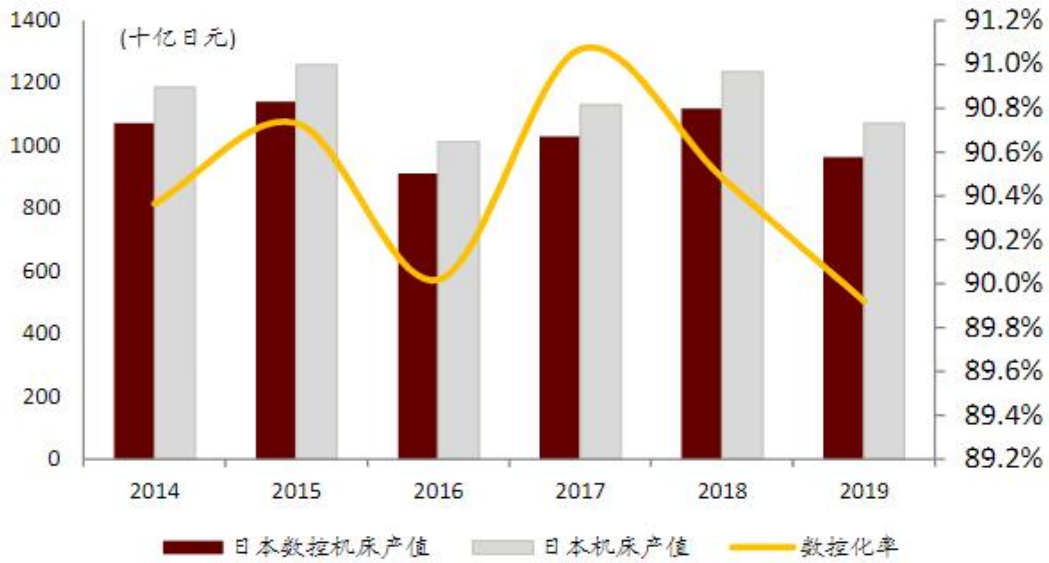


图 7. 2014-2019 年日本机床产值

资料来源：METI，中金公司研究部

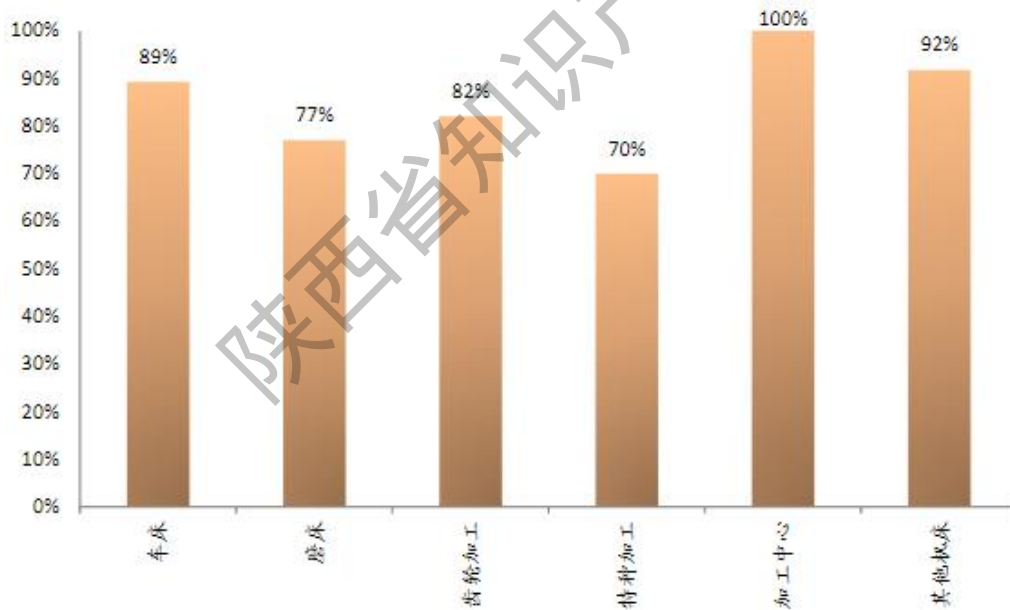


图 8. 2019 年日本各类型机床数控化率（按金额）

资料来源：METI，中金公司研究部

日本是全球机床数控化率较高的国家。目前，日本已诞生出山崎马扎克、天田、大隈、森精机（后与德马吉合并为德马吉森精机）、牧野、小松、三菱重工等世界机床翘楚。

美国十分重视机床工业，但是美国偏重基础科研而忽视应用技术，导致数控机床实力落后于日本和德国。

美国十分重视机床工业。美国数控机床的主机设计、制造及数控系统基础扎实，且一贯重视科研和创新，故其高性能数控机床技术在世界也一直领先。但是美国偏重基础科研而忽视应用技术，导致数控机床实力落后于日本和德国。

二战以后，美国军用需求催生机床的数控时代。1948年美国空军提出直升机旋翼桨叶加工需求，精密度和复杂度高。在美国军方研发经费支持下，G&L公司与麻省理工合作四年，于1952年试制成功全球首台数控机床，并于1958年下线全球首台数控加工中心。由于美国政府数控机床研发围绕军方需求，忽略了民用市场的引导，制造企业大量进口德国和日本的产品，并导致了20世纪80年代美国在全球数控机床地位发生“动摇”。在20世纪80年代中期，美国经济衰退，机床工业一度陷入颓势，被日本、德国先后赶超，但很快由政府采取措施扭转了局面。从90年代起，美国政府纠正了过去偏向，数控机床从技术转向实用，产量又逐渐回升。美国在数控机床设计、制造和基础科研方面具有较强的竞争力，并掌握了高端机床加工过程的仿真建模。

2.1.3 全球政策环境

美国等世界主要发达国家纷纷实施以重振制造业为核心的“再工业化”战略，瞄准高端制造领域，谋求打造新的竞争优势，数控机床行业顺势迎来巨大发展。

2008年金融危机冲击下的全球制造业持续走弱，为避免形势继续恶化，各国纷纷发布提振计划，开始“再工业化”之路。美国、欧盟等主要发达国家率先瞄准高端装备制造领域。高端装备制造成为全球经济竞争的焦点，同时也为数控机床行业发展营造了有利环境。

美国

美国政府重视顶层设计，发布了一系列的制造业发展计划。2011年，美国政府发布《确保美国先进制造的领先地位》，提出重点发展新一代机器人、创新型节能制造工艺等；2012~2014年，相继出台《国家先进制造战略规划》、《制造业促进法案》、《先进制造伙伴计划》、《振兴美国制造与创新法案》等，重点支持模块化、智能化、增材制造、绿色可持续制造等国防高端制造装备发展。2012

年，美政府启动“国家制造创新网络”计划，拟投资 10 亿美元，并吸引高于 10 亿美元的社会资金，组建超过 15 家制造创新机构，对促进国防高端制造技术与装备创新发展具有重要意义。

欧盟

2009 年欧盟开启“未来工厂”计划，该计划是欧盟在智能制造领域投资最大的一个独立计划，连续在两个“框架计划”中获得支持，汇集了英、德、法、意、西、瑞典等国的上千家知名工业企业、研究机构和协会。对于世界范围内“智能制造”的发展有着不小的影响力。2014 年，欧盟又开启了“地平线 2020 年”计划，为欧盟制造业创新提供资助。

欧盟其他国家中，德国、法国、意大利在 2017 年 3 月于柏林举行的“G20 数字化制造”会议期间，就推进工业数字化的三方合作达成一致。随即在 6 月三国共同发布了《共同行动计划-制造业数字化三方合作的路线图》，旨在推动欧洲制造业数字化转型。

日本

历史上，日本对制造业发展非常重视，曾提出为期 10 年的“智能制造国际合作计划”。在数控机床领域，日本政府曾连续制定发布了“机振法”、“机电法”、“机信法”三大法令，对加速机床工业发展起到了重大的作用。

如今，日本借助第四次工业革命浪潮，制订了相关的政策，再一次推动日本进行制造业的改造升级。2015 年 6 月，日本推出《日本复兴战略 2015》，首次将“第四次工业革命”视为引起经济社会根本性变革的推手。同年，日本政府还发布了《机器人新战略》，推动制造业领域广泛使用机器人，提升制造业效率。日本还通过顶层框架体系建设，提出了工业价值链计划(IVI, Industrial Value Chain Initiative)，为解决不同制造业企业之间的“互联制造”的问题。此外，日本还从规制体制、提高信息化程度、培育创新型和技能型人才等多方面建立与制造业配套的政策体系。

发展中国家

以中国为代表的发展中国家正在加快谋划和布局，积极参与全球产业再分工，承接产业及资本转移，拓展国际市场空间。中国在《中国制造 2025》中将数控

机床和基础制造装备列为“加快突破的战略必争领域”。此外，像印度、马来西亚、菲律宾、印度尼西亚等国家正在并将持续承接大量的外包型制造与服务，也为发展中国家的制造业升级带来了机遇。



图 9. 全球制造业提振计划

数控机床作为装备制造业的“工作母机”，是一个国家的机床行业技术水平和产品质量，是衡量其装备制造业发展水平的重要标志，对于高端装备制造业具有“锚定”作用。因此，数控机床必将成为各国高端装备制造业战略实施的重要竞争领域。

后疫情时代，新兴产业的政策推动下，新一代信息技术与制造业融合，将促进数控机床行业向智能化方向发展，收获技术红利。

全球新冠疫情爆发再次冲击了全球制造业，但此次制造业的提振将依靠新兴技术带来的革命。在新一代信息技术与制造业的融合促动下，数控机床行业也向着智能化方向发展。

例如美国一直致力于通过先进的技术整合制造业，以提升“美国制造”的竞争力。美国于2013年就已发布《工业互联网战略》，其核心是实现智能机器、高级分析和人的有机融合，推动智能制造成为美国制造业的发展重点和未来方向。科技进步也成为了影响美国数控机床产业的主要因素。也因此，美国在数控机床主机设计、制造和数控系统等领域获得了扎实的基础，使其在新一轮制造业革命中占据了先机。

除美国以外，2014年5月，韩国出版了《物联网基本规划》，提出培育智能设备产业，建立智能工厂。日本在2015年发布《新机器人战略》，加强机器人在制造业领域的应用。2017年7月，德国联邦交通和数字基础设施部发布了《德国5G战略》，其中落实战略的领域就包括制造业，并将加速制造业数字化转型作为主要任务。中国也在《促进新一代人工智能产业发展三年行动计划（2018-2020年）》中提到了要提升高档数控机床与工业机器人的自检测等方面的智能化水平。

全球各国正在加大智能制造相关创新力度，推动5G、人工智能、物联网、云计算、大数据等新兴技术取得突破。可见，加快推进新技术向机床产业融合是趋势所向。

表1. 主要国家新兴技术相关政策列举

国别	颁布时间	政策名称	政策目标
美国	2013年	《工业互联网战略》	智能机器、智能制造。
德国	2017年	《德国5G战略》	带领制造业数字化转型。
日本	2015年	《新机器人战略》	利用机器人提升制造业生产效率。
韩国	2014年	《物联网基本规划》	培育智能设备产业、智能工厂。
中国	2017年	《促进新一代人工智能产业发展三年行动计划（2018-2020年）》	提升高档数控机床与工业机器人智能化水平及自检测等能力。

2.1.4 全球产业热点技术发展状况

数控系统是数控机床的大脑与核心；数控系统正向着“高速、高精、复合、智能”发展。

数控系统是数控机床的大脑与核心。数控系统并非单一的操作系统，对于一个全闭环的数控系统，它有三个核心部分：控制系统、驱动系统和检测系统。控制系统包括操作软件和系统硬件（PLC等），是一个具有输入输出功能的专用计算机系统，用于给驱动系统发布指令。检测系统主要是一些传感器，可以检测机床部件的运动位置和速度，高端数控机床可通过检测系统反馈的信息来修正指令。驱动系统主要是由伺服电机、主轴电机等构成的伺服系统，根据控制系统和检测系统的信息来执行和修正调节，驱动机床部件按照需要运动。数字控制可以简化传动结构，软件补偿可以提高加工精度，因此数控机床相对于传统机床在加工效率和精度上都有极大的提升，而数控系统是控制机床工作的“大脑”，类似

于手机中的操作系统和作系统和 CPU 的作用。我国高端制造行业需要高速、高精、多轴联动的高档数控机床，而数控系统是决定机床性能、可靠性、成本的核心因素。从价值量来看数控机床的结构件、数控系统、传动系统是核心零部件。从多家公司披露的成本数据来看，数控系统占成本比重为 24%~37%，仅次于结构件，并且比较接近。

高档数控系统是重要的战略资源。数控系统根据其电机类型、加工方式、开放程度、配套平台等可以分为经济型、标准型和高档型。高档数控系统可以实现全闭环控制、5 轴以上联动功能，其加工进度和开放性都明显更具优势，也是重要的战略资源。目前各个发达国家严格管控甚至禁止对外销售高档数控系统，或者对高档数控系统的部分功能进行限制。举例来讲，日本发那科的五轴联动数控系统并未对国内企业开放；美国机床会对用户进行定时核查，掌握设备使用情况；日本机床设备在移动位置后，其数控系统可能会自动锁死；德国数控机床必须上网注册后才能使用。

闭环控制系统是一种中高端机床数控机床采用的数控系统。因为机床在工作过程中会产生振动等原因，刀具走位和程序值会有细微偏差，因此需要一个反馈回路来形成一个全闭环的控制回路。在完整的全闭环控制回路中，检测装置会反馈实时的数据给控制系统和驱动系统，控制系统通过对比反馈的数据信息和程序值可以得到修正信息，从而可以使得驱动系统不断修正执行操作，从而实现精准的加工，这也是业内公认保证机床精度的方式。

数控系统正向着“高速、高精、复合、智能”发展。为满足数控机床加工需要，数控系统在提高精度和速度的基础上，还在融合现代信息技术，更加智能化和开源化。现在的高档数控系统已经实现智能化和网络化，可实现远程机床诊断、远程监视等功能，还能将数控系统功能进行重新组合、修改、添加或删减。

伺服电机是数控机床的关键核心部件之一；伺服电机行业市场需求稳步增长。

伺服电机是数控机床的关键核心部件之一。受益于广泛的应用范围，伺服电机行业市场需求稳步增长。据前瞻测算，2010 年全球伺服电机年需求量达 2375 万台，2019 年全球伺服电机年需求量为 3573 万台左右，同比增长 4.89%，2020 年全球伺服系统行业市场需求量预估约 3783 万台。

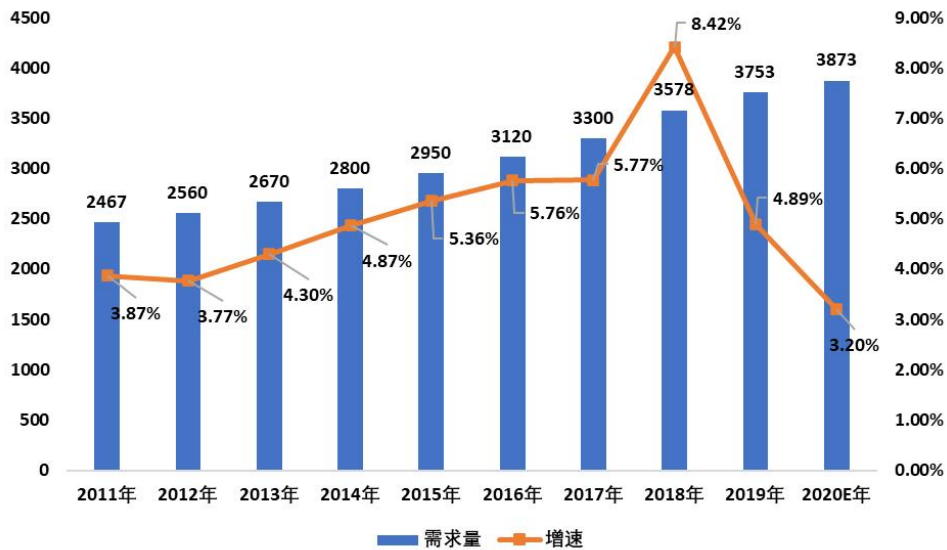


图 10. 2011-2020 年全球伺服电机行业市场需求量 (单位: 万台, %)

数据来源: MIR 前瞻产业研究院

主轴电机和给进电机是数控机床驱动系统的核心。主轴电机主要负责主轴的转动,以旋转运动为主,主要控制速度。给进电机用于控制零部件的移动,以直线运动为主,需要控制速度和位移量,对扭矩和精度的要求也比较高。主轴驱动电机常见的有交流伺服电机和交流变频电机。给进驱动电机中低端的一般是步进电机,中高端的是交流伺服电机。目前直流电机有发展的趋势,但是由于价格高,技术复杂,还没有普及。伺服电机在主轴驱动和给进系统中具有重要的地位。

国际上排名靠前的伺服电机企业包括松下(日本)、安川(日本)、三菱(日本)、台达(我国台湾)、西门子(德国)、KEB(德国)、东元(我国台湾)、博世力士乐(德国)。目前欧美系厂商的顶尖企业数量高于国内厂商的顶尖企业数量。目前我国大规模量产的伺服电机是中低端产品,高端产品要么缺乏技术水平,要么还不能量产,所以还不能做到国产化替代。中国大陆的品牌主要有华中数控、广州数控、埃斯顿、汇川技术等。机床使用的伺服电机一般属于中型功率的伺服电机,国外龙头企业为安川和三菱等。

目前,伺服电机市场竞争激烈,品牌众多,性能各异。相比欧系品牌,安川、三菱、松下等日系品牌性能虽低,但可靠性和稳定性强,性价比更高;西门子、伦茨、博世力士乐等欧系品牌的过载能力、动态响应、驱动器开放性好,但价格昂贵;台系品牌使用简单,性能接近日系,但价格相比日系品牌要低廉很多,在中低端发展较快。近年来,国产伺服电机品牌在技术方面也有了较大的突破。汇

川技术在国内厂商中处于领先地位，整体技术水平接近安川，自主研发的 23 位编码器已达到了国际水平，其产品进口替代的步伐正逐步加快。华中数控、埃斯顿等主要研发的是车床伺服系统，水平达到了国际中端水平。

伺服电机应用广泛，其中应用最多的领域是机床(尤其是数控机床)。未来，随着数控机床的发展，伺服电机行业也将有所发展。伺服电机行业发展前景较好，2026 年伺服电机行业规模有望达 225 亿元。发展工业自动化是迅速促进大中型企业持续发展的有效手段之一，伺服电机作为工业自动化的明珠，不仅具有投资少、见效快、节能的优点，更是体现一个国家工业技术水平发展的重要指标之一。无论是从客观需求，还是从其巨大作用来看，伺服电机行业都将拥有较为广阔的发展前景，其市场规模将持续扩大。

2.2 中国产业发展现状

2.2.1 中国数控机床产业发展概况

我国机床行业起步虽晚但发展迅速，在技术方面实现较大突破，市场潜力大；但国内数控机床企业还主要定位于中低端市场，高端数控机床国产化率还不足。

2015 年 5 月，国务院印发《中国制造 2025》，针对“高档数控机床”明确提出，开发一批精密、高速、高效、柔性数控机床与基础制造装备及集成制造系统；加快高档数控机床、增材制造等前沿技术和装备的研发；以提升可靠性、精度保持性为重点，开发高档数控系统、伺服电机、轴承、光栅等主要功能部件及关键应用软件，加快实现产业化；加强用户工艺验证能力建设。

中国机床发展史如下：

建国初期：计划经济体制下，高精密国产化战役告捷。建国初期工业基础薄弱，在前苏联援助下，一机部二局（我国第二机器工业管理局）构建扶持“十八罗汉”。齐齐哈尔机床、沈阳机床、大连机床等 18 家分布全国的重点国企，4 个工具厂构建最初的机床工业体系。通过仿制前苏联图纸及生产经验，一五期间我国累计生产机床 10.4 万台。

1970-2000 年：数控时代，差距正式拉开。在全球数控技术绝对封锁下，1968 年我国第一台数控机床 X53K1 由北京第一机床和清华大学合作研发成功，数控

装置采用直线插补电子管系统（第一代数控技术）。此时，我国数控起步已晚于美国 16 年，晚于德国 12 年，晚于日本 10 年。从“六五”开始，我国数控系统发展艰难起步。从“六五”（1981-1985）时期技术引进、“七五”（1986-1990）时期消化吸收，到“八五”（1991-1995）时期集中攻关。

2000-2011 年：十年一梦，入世红利下粗放发展的狂欢。2001 年我国加入 WTO，机床迎来黄金十年发展机遇。2000-2011 年我国机床总产值从 21 亿美元提升至 283 亿美元，暴增 13 倍以上。“十八罗汉”中沈机、大连机床、济南第二机床厂等走向新一轮发展道路。2012 年，美国 Gartner 公布世界机床行业排行榜，沈阳机床凭借 27.83 亿美元销售收入，11.5 万台机床销量，在全球排名第一。

2012 年至今：老树新芽，民营企业逐步崛起。2012 年后全球经济放缓，我国机床呈现缩量下跌。十年轮回，当市场重回存量调整阶段，我国机床企业经营结构性问题再次显现。昔日“十八罗汉”命运不一，除济南第二机床未改制、未破产外，多数黯然收场。数控机床领域，民营企业成为主力军。数控机床呈现专业化分工的特点，目前中国已出现包括海天精工、创世纪、秦川机床、国盛智科、科德数控、浙海德曼在内的十余家主机厂上市公司，各家机床厂产品各有侧重，形成分散的竞争格局。

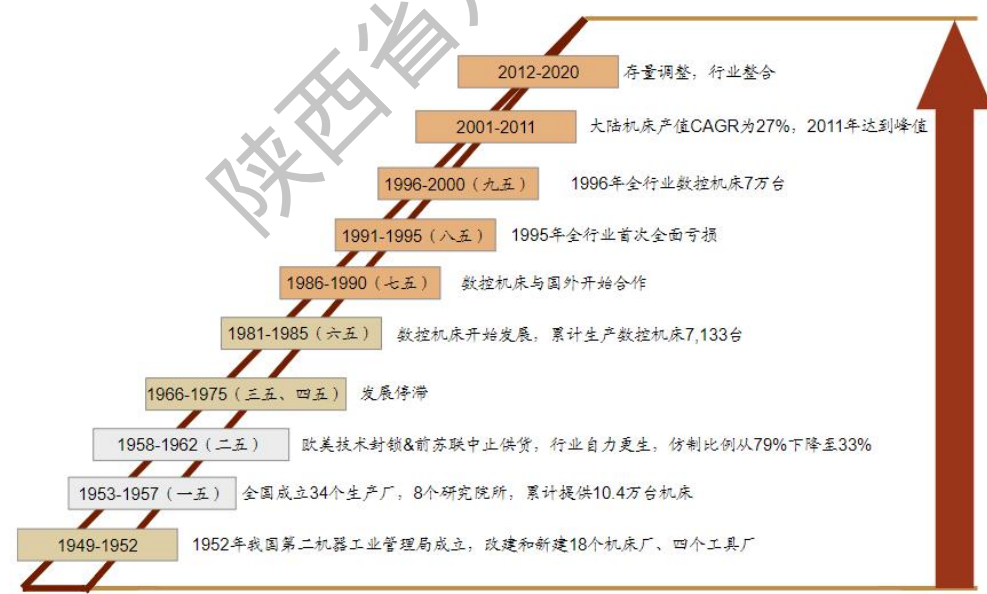


图 11. 我国机床发展历史

资料来源：中国知网，中金公司研究部

我国机床行业起步虽晚但发展迅速，在技术和市场规模方面均实现较大突破。

根据中商情报网数据，2020 年受疫情影响，中国数控机床产业规模达 2473 亿元。预测 2021 年中国数控机床产业规模将达 3576 亿元，同比增长 44.61%。



图 12. 中国数控机床产业规模及年增长情况

目前我国已发展成为世界最大的机床产销国，但同时也是贸易弱国。据 Gardner 统计，我国机床贸易平衡连续多年位居末位，是贸易逆差最大的国家。此外，我国数控机床企业主要定位于中低端市场，高端数控机床国产化率不足。此外，西方国家还通过“瓦森纳协定”对我国进口和引进高端机床及技术进行管制，我国在高端机床领域亟需实现自主可控。



图 13. 2014-2019 年我国数控机床进出口数量（万台）

资料来源：智研咨询，国海证券研究所

2019 年，我国数控机床共出口 4.46 万台，同比减少 31.7%，出口金额同比

小幅增长 1.29%至 67.1 亿元，出口机床均价为 15.1 万元/台；数控机床进口数量为 1.03 万台，同比减少 28.4%，进口金额 200 亿元，同比减少 10.6%，进口机床均价为 194 万元/台，约为出口机床均价的 13 倍。我国目前虽然已经实现了数控机床的出口，且数量超过进口量，但机床行业实际上大而不强，价格高昂、技术门槛高的高端数控机床仍未摆脱进口依赖的现状。

从制造企业的区域分布上看，我国数控机床行业制造企业主要分布在山东、浙江、江苏、陕西以及广东等省份，其中山东的制造企业密度最高。从分布情况可以看出我国数控机床行业发展与地方工业发展水平是高度相关的。

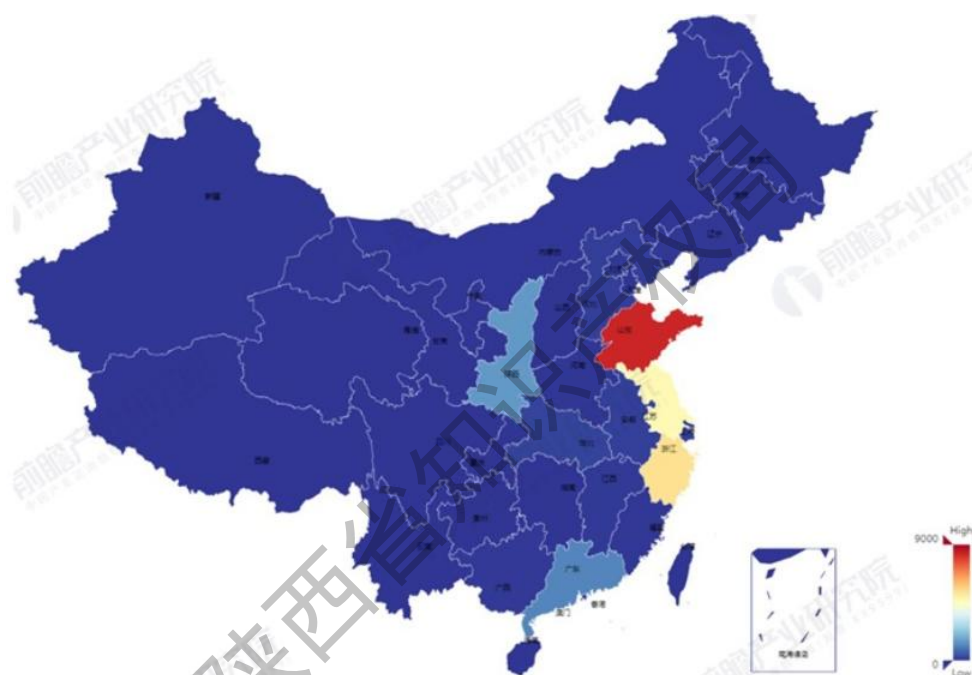


图 14. 我国数控机床行业制造企业地区分布图

资料来源：前瞻产业研究院

行业竞争格局上，目前我国数控机床行业呈现跨国公司、外资企业、国有企业和民营企业相互竞争的局面，整体格局分成三个层次。德国、日本、美国等先进国家的数控机床企业起步较早，在技术水平、品牌价值等方面仍居明显优势地位，位于第一梯队；我国近数十年来产生了一批发展迅速的优秀企业，如秦川机床、海天精工等，在自身优势产品领域内和领先企业乃至国际先进企业进行竞争，位于第二梯队；第三梯队是数量众多的低端数控机床生产企业，竞争激烈。

并且当前我国正处于由制造大国向制造强国转型的重要阶段，在新一轮的产业升级中，高端制造业会逐步取代简单制造业。随着中国制造业加速转型，精密

模具、航空航天、轨道交通、3D 打印、新能源汽车等新兴产业迅速崛起，其生产制造过程高度依赖数控机床等智能制造装备，这将成为数控机床行业新的增长点。预计到“十四五”末期，我国数控机床市场规模将达到 5148 亿元。未来我国数控机床的发展也将呈现以下趋势和特点：高档数控机床需求旺盛，成套设备越加普遍，国产品牌持续崛起，向智能化、网络化、柔性化深入发展等。综合来看，我国数控机床市场空间较大，发展潜力可观。



图 15. 我国数控机床行业发展趋势

2.2.2 中国政策环境

在数控机床普及阶段，我国国民经济计划及行业相关政策起到了积极推动作用，为数控机床国产化奠定了基础条件。

自“十五”计划以来，国务院、国家标准委、工信部等多部门都陆续印发了支持、规范数控机床行业的发展政策，内容涉及行业升级指南和数控机床设备规范等。“十五”计划(2001-2005 年)时期，我国将数控机床的发展放到了重要位置。经历了“十一五”、“十二五”后，数控机床得到快速普及，数控机床进入数字化、智能化研究阶段，高端数控机床与基础制造技术得以发展。

伴随着制造业转型升级，数控机床设备进一步得到了规范。2015 年工信部和国家标准委联合发布了《国家智能制造标准体系建设指南（2015 年版）》，明确了数控机床及设备标准，主要用于规范数字程序控制进行运动轨迹和逻辑控制的机床及设备，解决其过程、集成与协同以及在智能制造应用中的标准化问题。

表2. 数控机床普及阶段的相关政策

颁布时间	印发部门	政策名称	涉及内容
2001. 3	全国人大	《中华人民共和国国民经济和社会发展第十个五年规划纲要》	把 发展数控机床 、仪器仪表和基础零部件放到 重要位置 。
2006. 2	国务院	《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006-2020年)》	“ 高档数控机床与基础制造技术 ”作为 重大专项之一 ,到2020年基本实现 高档数控机床、工作母机、重大成套技术装备、关键材料与关键零部件的自主设计制造 。
2006. 2	国务院	《国务院关于加快振兴装备制造业的若干意见》	“ 发展大型、精密、高速数控装备和数控系统及功能部件 ,改变大型、高精度数控机床大部分依靠进口的现状,满足机械、航空航天等工业发展的需要”。
2006. 3	全国人大	《中华人民共和国国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》	在 高档数控机床与基础制造装备、高效清洁发电与输变电等领域 研制一批对国家经济安全、技术进步、产业升级有重大影响和带动作用的 重大技术装备 ,引导形成一批集研发设计制造于一体、竞争力强的企业。
2011. 3	全国人大	《中华人民共和国国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》	发展 智能控制系统、高档数控机床、高速列车及城市轨道交通装备 等。
2011. 12	工信部	《工业转型升级投资指南》	将 高速、高精度、节能型数控金属成形机床以及全数字化、开放式、高精度数控系统 列入“十二五”期间工业投资的重点和方向。
2015. 5	国务院	《中国制造2025》	开发一批 精密、高速、高效、柔性数控机床与基础制造装备及集成制造系统 。 加快高档数控机床、增材制造等前沿技术和装备的研发 。以提升可靠性、精度保持性为重点, 开发高档数控系统、伺服电机、轴承、光栅等 主要功能部件及关键应用软件,加快实现产业化。
2015. 10	中央委员会	《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十三个五年规划的建议》	促进新一代信息通信技术、 高档数控机床和机器人、航空航天装备、海洋工程装备及高技术船舶、先进轨道交通装备、节能与新能源汽车、电力装备、农机装备、新材料、生物医药及高性能医疗器械 等产业发展壮大。
2015. 12	工信部、国家标准委	《国家智能制造标准体系建设指南(2015年版)》	明确了 数控机床及设备标准 ,主要用于规范 数字程序控制进行运动轨迹和逻辑控制的机床及设备 ,解决其过程、集成与协同以及在智能制造应用中的标准化问题。

近年来全国及各省政府发布多项政策，加速数控机床高端化、自主可控进程。

我国数控机床行业已进入标准化、国产化、智能化、产业集聚发展的重要阶段。根据质检局、工信部、标准委三部委 2016 年联合发布的《装备制造业标准化和质量提升规划》，针对高档数控机床配套基础零部件(元器件)标准缺失的局面，组织攻关，重点研制关键基础零部件(元器件)标准。国家发改委在 2019 年发布的《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中将“高端数控机床及配套数控系统，五轴及以上联动数控机床，数控系统，高精密、高性能的切削刀具，量具量仪和磨料磨具”内的产品列为鼓励发展项目。诸如上述国家层面的多项产业政策密集落地，将推动数控机床产业创新发展。

表3. 国家层面数控机床政策

颁布时间	印发部门	政策名称	涉及内容
2016. 8	质检局、工信部、标准委	《装备制造业标准化和质量提升规划》	针对高档数控机床、电子专用设备、航空航天装备、海洋工程装备、先进轨道交通装备、节能与新能源汽车等高端装备制造业配套基础零部件(元器件)标准缺失的局面，组织攻关，重点研制高速高精度轴承和齿轮、高压液压件、高强度紧固件、高应力高可靠生弹簧等关键基础零部件(元器件)标准。
2016. 11	国务院	《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》	加快高档数控机床与智能加工中心研发与产业化，突破多轴、多通道、高精度高档数控系统、伺服电机等主要功能部件及关键应用软件，开发和推广应用精密、高速、高效、柔性并具有网络通信等功能的高档数控机床、基础制造装备及集成制造系统。
2016. 12	工信部	《智能制造发展规划（2016-2020年）》	创新产学研用合作模式，研发高档数控机床与工业机器人、增材制造装备、智能传感与控制装备、智能检测与装配装备、智能物流与仓储装备五类关键技术装备。
2017. 4	科技部	《“十三五”先进制造技术领域科技创新专项规划》	“重点研究新一代智能机床的技术特征、总体结构、核心模块和关键技术”、“研制出具有国际一流技术水平的新一代智能数控系统和智能机床，并在重点领域开展应用示范。”。
2017. 12	工信部	《促进新一代人工智能产业发展三年行动计划（2018-2020年）》的通知	提升高档数控机床与工业机器人的自检测、自校正、自适应、自组织能力和智能化水平。

颁布时间	印发部门	政策名称	涉及内容
2019.10	发改委	《产业结构调整指导目录（2019年本）》	将“ 高端数控机床及配套数控系统 ，五轴及以上联动数控机床，数控系统，高精密、高性能的切削刀具，量具量仪和磨料磨具”内的产品列为鼓励发展项目。
2019.10	工信部	《制造业设计能力提升专项行动计划（2019-2022年）》	在高档数控机床和机器人领域 ，重点突破系统开发平台和伺服机构设计，多功能工业机器人、服务机器人、特种机器人设计等。
2021.3	国务院	《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》	将进一步推动制造业优化升级，培育先进制造业集群，推动集成电路、航空航天、工程机械、 高端数控机床等产业创新发展 ；同时提出发展壮大新兴产业，构建产业体系新支柱，聚焦新一代信息技术、高端装备、新能源汽车、航空航天等战略性新兴产业、加快关键核心技术创新应用，增强要素保障能力，培育壮大产业发展新动能

“十四五”开局之年，数控机床行业迎来政策窗口期。各地方政府依托当地区域优势，从攻克核心零部件和关键技术、提升关键行业数控化率、打造数控机床产业集群等方面进行政策布局。

表4. 我国各省市出台的地方性数控机床行业政策

省市	颁布时间	政策名称	涉及内容
北京市	2017.12	《北京市加快科技创新发展智能装备产业的指导意见》	聚焦重点领域， 发展高档数控机床与机器人 、增材制造、智能传感与控制、智能检测与装配、智能物流与仓储等智能制造关键技术装备，推动系统集成和行业解决方案的产业化应用。
	2021.3	《北京市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》	实施基础软件提升工程，大力发展具有软硬件综合设计开发能力的产品解决方案提供商，发展智能仪控系统、三维打印设备、模拟仿真系统、工业机器人、 数控机床 和智能制造信息应用系统，塑造软件牵引的高精尖产品创新集群。
浙江省	2020.8	《浙江省实施制造业产业基础再造和产业链提升工程行动方案（2020-2025年）》	聚焦工业机器人、 数控机床等重点领域 ，突破关键核心部件和系统等的断链断供技术，打造国内知名的智能装备产业高地。

省市	颁布时间	政策名称	涉及内容
	2021. 2	《浙江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》	推动企业“上云用数赋智”，推广共享制造、未来工厂、虚拟产业园等智能制造新模式。
江苏省	2018. 12	《关于进一步加快智能制造发展的意见》	全面突破设计、工艺、试验、检测等一批关键共性环节，提升高精度 复合型数控机床 、工业机器人、智能传感与控制装备、智能检测与装配装备、物流成套设备增材制造装备等高端智能装备自主研发水平。
	2021. 3	《江苏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》	全面提升产业链供应链竞争力，实施“531”产业链递进培育工程，着力培育 50 条 重点产业链(包括高档数控机床) ，做强 30 条优势产业链(高档数控机床)。
辽宁省	2017. 6	《辽宁省工业发展“十三五”规划》	发挥辽宁在 中高端数控机床 、柔性制造系统、自动化成套装备等方面的优势， 加快高档数控系统及成套技术 的工业化和产业化研究，掌握高档数控系统关键和共性技术， 提高高档数控技术的自主创新和系统集成能力 。重点针对航空航天装备、汽车、电子信息设备等重点产业发展的需要， 加快高档数控机床 、铝/镁合金高温合金等难加工材料用多轴联动龙门数控铣床、五轴联动卧式车铣复合加工中心、立卧转换加工中心等关键产品和高精度双摆角铣头、电主轴等核心部件的研发和产业化。
	2021. 4	《辽宁省国民经济和社会发展第十四个五年规划》	重点发展面向航空航天装备、汽车、电子信息等产业发展需要的高速、精密、智能、复合、 多轴联动数控机床 及集成制造系统。开发高档数控系统、伺服电机等核心功能部件及应用软件。到 2025 年，数控机床行业营业收入争取达到 200 亿元，本地配套率达 55%。
广东省	2021. 4	《广东省制造业数字化转型实施方案(2021-2025 年)》	支持广州、深圳、佛山、东莞、中山 打造高端数控精密加工装备 和激光装备产业基地， 加快高档数控系统 研发应用，推动安全可控计算机辅助设计与高端数控机床的适配应用，建立基于数字技术的装备运行状态监控体系。
	2021. 6	《广东省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》	加快建设珠江西岸先进装备制造产业带， 重点发展高端数控机床 、航空装备、卫星及应用、轨道交通装备、海洋工程装备等产业，着力突破机床整机及高速高精、多轴联动等产业发展瓶颈和短板。

省市	颁布时间	政策名称	涉及内容
湖北省	2021.1	《湖北省智能制造装备“十三五”发展规划》	针对航空航天装备、汽车、电子信息等重点产业发展的需要，开发高档数控机床、先进成形装备及成组工艺生产线，加强示范应用。开发精密、高速、高效、 柔性数控机床 与基础制造装备及集成制造系统。 发展大型数控机床 和高参数立式、卧式加工中心。
	2021.4	《湖北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》	做强做优高端装备产业，研发推广 精密数控机床 、工业机器人、增材制造等智能制造装备，大力发展高技术船舶及海洋工程装备、轨道交通装备、能源装备，促进装备产业优化升级。
黑龙江	2019.6	《“数字龙江”发展规划（2019-2025年）》	面向航空航天、船舶及海洋工程、轨道交通等行业，积极开发高速、高精度、高可靠性功能部件和数字化、网络化、 智能化数控系统装置 及伺服驱动装置， 提升高性能数控机床关键零部件 和控制系统的配套水平，打造全国领先的 数控重型机床产业集群 。
	2021.3	《黑龙江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》	打造先进制造业集群，要求2025年建成全国领先的重型装备、 数控机床 、机器人、海洋工程、航空装备、航天材料及装备研发制造基地。

2.2.3 “卡脖子”关键技术分析

外资企业占据我国数控系统主要市场；我国已经突破中档数控系统，需要攻坚高档数控系统。

我国数控系统甚至整个机床产业的起步阶段都是以政府为主导。1949年我国机床工业在政府领导下开始建设，1958年我国出现了第一台数控机床。1981年北京集装研究所开始引进发那科数控技术，随后我国又引进GE、西门子等数控系统。目前民营企业中华中数控、广州数控、科德数控、苏州新代等企业在中高端数控领域已经取得实质性突破。

外资企业占据我国数控系统主要市场。根据立鼎研究院统计数据，2019年发那科占有我国数控系统市场份额39.3%，广州数控占11.4%，苏州新代占5.8%，华中数控占1.4%，国外品牌占据60%以上市场份额。从数控系统的先进等级上看，经济型数控系统技术难度较低，国内技术比较成熟，市场份额基本被国内品

牌占有；标准型和高档型数控系统技术难度大，功能、性能和可靠性要求较高，目前国内多数企业不具备制造能力，全球和国内主要市场被日本发那科、日本三菱、德国西门子、德国海德汉等龙头占据。国内高档型数控系统对技术要求高，附加值高，市场主要被西门子和海德汉占有的份额比较高。中档型数控系统对稳定性要求高，日本发那科更有优势。

中档数控系统已经突破，高档数控系统需要攻坚。国内低档数控系统基本被国内企业占据，国外品牌在我国高档和中档数控系统的市场占有率高达 70%，高档数控系统占有率在 90%以上，我国在中低档数控系统已经占有较大的市场地位，但是高端市场差距很大。根据 2018 年前瞻研究院数据，华中数控在中高档数控系统具有一定优势，公司在我国中档数控系统的占有率约为 30%，高档数控系统市占率也是国内最高。北京凯迪恩和大连大森在我国中档数控系统市占率分别为 22%和 14%。

高端数控系统的国产化替代仍然需要时间。目前国内已经出现少数可以制造高端数控系统的企业，但是数控系统是需要不断迭代优化才能真正大量使用，国内企业起步较晚，系统的稳定性还需要时间来检验。其次，由于外资企业进入数控系统领域较早，应用更广泛，所以大量用户已经习惯于使用国际品牌，对国际品牌认可度更高。数控机床制造商考虑到自己用户的使用习惯和品牌调性，会更愿意采用国际品牌的数控系统。另外，外资企业数控系统在高端领域产品线布局相对国内企业更完善，其产品的精度和可靠性优于国内产品，整体实力也更强。国内企业或科研机构需要推动高端数控系统国产化技术攻关，努力实现国产化替代。

液压系统是机床必不可少的部分；国内液压件中低端产能过剩，高端产品依赖进口。

液压系统是机床必不可少的部分。机床中常见的液压机构包括油缸，液压泵，液压阀等，液压系统主要用于给机床油液提供压力，以及给机床夹具（例如卡盘）等提供足够的压力。由于机床在运行中会有齿轮等机械机构运转，因此需要液压系统提供润滑油进行防护。同时机床在工作时产生的热量还需要液压系统冷却。而机床夹具的稳定性需要足够的压力才能保证，液压系统在实用性和经济性上都高于电机系统，也是机床辅助动力系统的重要组成部分。

国内液压件中低端产能过剩，高端产品依赖进口。数据显示，我国液压件出口额逐年增长，进口额逐年下降，取得了显而易见的成果。但是我国企业进入行业相对比较晚，技术积累比较弱，多数在国际上只能处于中下游位置，产品寿命和性能相对于国际龙头也有差距。中低端市场参与者大量涌入导致市场中中低端产能过剩，而高端市场需求难以满足。目前高端市场国外占有率超过 60%，主要企业包括博世力士乐、川崎重工、派克、伊顿等。

铸件质量“卡”住了国产液压系统的“脖子”。液压系统生产产业链包括铸件生产、机械加工和装配测试，其中铸件生产是决定液压件质量的最重要环节，其工艺质量取决于原材料、工艺和精密加工，三者缺一不可，而我国在这三方面都不占优势。目前国产钢材杂质多、容易产生缝隙，质量低于日本钢材，因此日本钢材往往是高端液压件首选材料，最基础的铸件材料目前是行业的短板。



图 16. 中国液压件进出口情况（亿美元）

数据来源：头豹研究院 信达证券研发中心

2.3 陕西产业发展现状

2.3.1 陕西数控机床产业发展概况

陕西作为国内机床产业大省，产业基础底蕴扎实，拥有秦川机床等行业内龙头企业。

陕西是国内的装备制造业大省，也是机床产业大省，机床产业历来是陕西省

支柱产业之一。陕西数控机床工具行业始于“三线”建设时期，技术积淀厚重，历经 40 年的跌宕起伏已形成规模，在宝鸡和汉中地区形成以秦川机床、宝鸡机床和汉川机床为龙头企业的机床工具产业带。2008 年，原秦川机床集团有限公司、汉江工具有限公司、汉江机床有限公司合并组建了陕西秦川机床工具集团有限公司，并参股了宝鸡机床集团，着力打造整机、关键功能部件及工具业三大体系。目前秦川机床集团已成为国内机床行业年营业收入排名前三的龙头企业。并且陕西还拥有西安交通大学、西北工业大学、国家快速制造中心等高端装备制造技术科研机构，基础技术底蕴扎实。

在产品结构方面，主要以航空、车辆、风电、轨道交通等行业的机床设备需要为方向。秦川机床主力产品为各种齿轮磨床，宝鸡机床重点发展数控车床，汉江机床侧重数控螺纹磨床和丝杠等功能部件，汉江工具重点发展各种精密工具。主要产品在国内市场具有较高的占有率，在精密、特种、磨削机床制造及精密复杂刀具制造方面掌握着国内领先技术，在齿轮磨床、螺纹磨床、精密车床、复合加工中心、电加工机床、滚动功能部件等产品方面，具有较强的研发水平和生产能力。根据陕西省《统计年鉴》数据显示，2020 年陕西省数控机床整机产量已超过 1.1 万台。

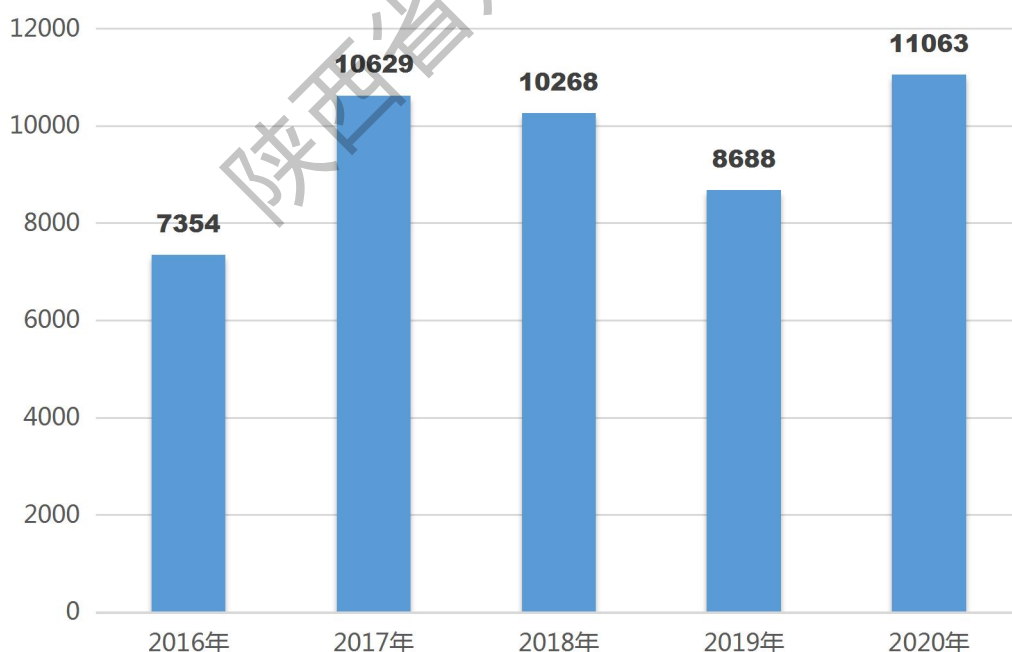


图 17. 近五年陕西省数控机床整机产品产量（台）

2.3.2 陕西省政策环境

陕西省多措并举推动数控机床行业快速发展,措施涵盖产业升级、加大投资、促进科技成果转化、城市群规划等方面。

陕西省政府从制造业改造升级、工业投资、提升产业链发展水平等多方面入手推动数控机床行业发展。早在 2016 年,陕西省发布《陕西省人民政府关于深化制造业与互联网融合发展的实施意见》,加速推进制造业提质增效和转型升级,将培育服务型制造模式作为主要任务,任务开展对象包括数控机床等制造企业。在工业投资方面,在 2017 年发布的《陕西省人民政府关于扩大对外开放积极利用外资的实施意见》中提到,要进一步放宽外资准入门槛,引导外资投向高档数控机床在内的多个重点产业领域。在《2019 年工业稳增长促投资推动高质量发展的若干措施》中再次提出加大工业投资力度,着力培育发展新动能,其中包括做大做强高档数控机床。

进入 2021 年陕西省更是加大了推进数控机床产业创新发展的力度。2021 年 3 月,在发布的《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》中指出,要围绕数控机床等标志性产业链,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。2021 年 6 月,在《陕西省人民政府办公厅关于进一步提升产业链发展水平的实施意见》中再次明确数控机床为其重点产业链,并推动实施“链长制”。并且在 2021 年 9 月,新近发布了《陕西省数控机床产业链三年行动计划(2021—2024 年)》,建立数控机床产业链“头羊计划”培育企业库,为产业升级、创新攻关提出了扎实的举措。

表5. 陕西省数控机床行业政策

颁布时间	政策名称	涉及内容
2013. 4	《陕西省人民政府关于贯彻落实国务院工业转型升级规划的实施意见》	抓好“高档数控机床与基础制造装备”、大飞机等国家重大科技专项,组织开展省级重大科技成果产业化项目,突破和掌握一批关键核心技术,研制一批重大装备和关键产品,支持和促进重大技术成果工程化、产业化。

颁布时间	政策名称	涉及内容
2014. 6	《陕西省人民政府办公厅关于印发加强科技成果转化中试环节工作方案的通知》	重大科技成果中试专项和省级科技成果中试基地的重点支持领域为：先进装备制造产业—— 重点支持数控机床 、输变电装备、工程机械、石油钻采装备、专用设备等领域科技成果转化。
2015. 3	《陕西省 2015 年国民经济和社会发展规划》	构建以 3D 打印、 数控机床 为重点的国家级智能制造示范基地，抓好科技重大专项和“水煮煤”等中试基地建设。
2016. 11	《陕西省人民政府办公厅关于印发发挥品牌引领作用推动供需结构升级实施方案的通知》	支持航空航天、新能源汽车、电力装备、 数控机床 与机器人、轨道交通装备等高端装备制造骨干企业瞄准国际标杆企业，创新产品设计，优化工艺流程，研发质量好、附加值高的新产品，引领和促进制造业升级。
2017. 1	《陕西省人民政府关于扩大对外开放积极利用外资的实施意见》	制造业领域重点鼓励发展高端能源化工、装备制造、电子信息、新能源汽车及零部件、 高档数控机床 与工业机器人、轨道交通装备、现代农业机械、生物技术及新医药等产业；服务业领域重点鼓励发展现代金融、电子商务、现代物流、文化旅游、健康养老等产业；农业领域重点鼓励发展绿色农业、智慧农业等。
2018. 12	《陕西省〈关中平原城市群发展规划〉实施方案》	实施大型精密高速数控机床 、先进轨道交通装备、高温合金材料等重大产业化工程，加快 20 个产业链协作配套。
2019. 7	《2019 年工业稳增长促投资推动高质量发展的若干措施》	做大做强输变电、 高档数控机床 、轨道交通等产业，加快发展工业机器人产业；抓好新一代信息技术产业重大项目建设；加快以高端金属材料为代表的新材料产业基地建设；积极构建创新药物、现代中药等生物技术产业链条。
2021. 3	《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》	围绕数控机床等标志性产业链，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。
2021. 6	《陕西省人民政府办公厅关于进一步提升产业链发展水平的实施意见》	明确重点产业链。筛选出数控机床等 23 条重点产业链。推动实施“链长制”。数控机床、光子、航空等 11 条标志性重点产业链由省级领导担任“链长”。
2021. 9	《陕西省数控机床产业链三年行动计划（2021—2024 年）》	建立数控机床产业链“头羊计划”培育企业库，实施“结对攻关计划”。

第三章 数控机床产业创新发展态势及方向

3.1 全球数控机床产业创新发展态势

3.1.1 全球专利布局

全球数控机床发明专利申请公开量达 48.3 万件，近五年复合增速为 7.2%，2020 年同比增速 1.3%。

截至目前，全球数控机床产业中共有发明专利申请公开量 483403 件，且发明专利公开量近年来呈平稳增长态势，近五年全球发明专利申请公开量的复合增速为 7.2%。2020 年较上一年度同比小幅增长 1.3%。

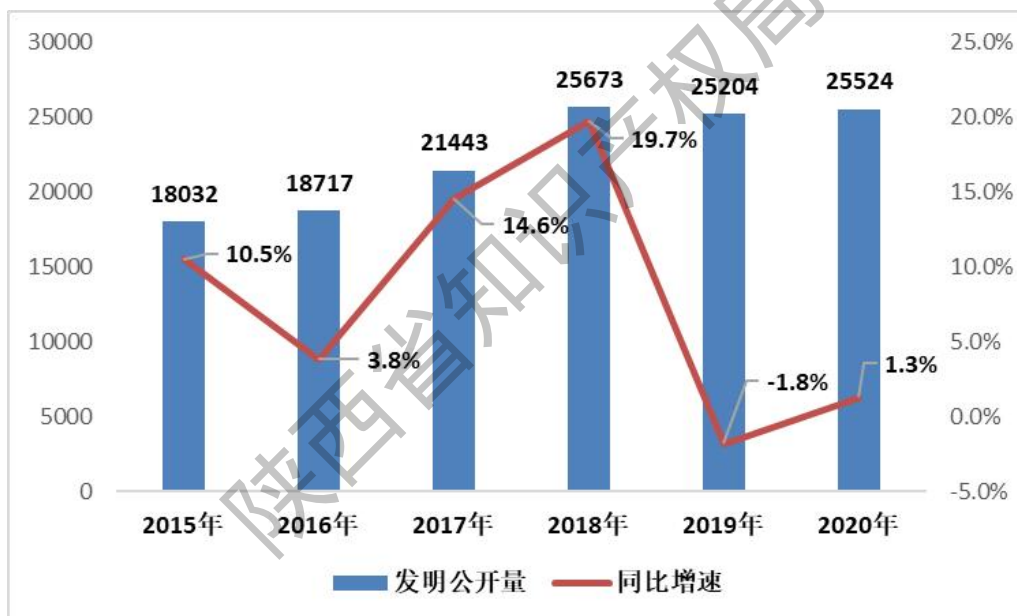


图 18. 全球数控机床发明专利申请公开量增长情况

全球数控机床产业发明专利申请公开量主要分布在中国、日本、美国、韩国以及欧洲地区。中国发明专利申请公开量 110011 件，在全球排名第一。

从全球数控机床产业发明专利申请公开量的地区分布来看，中国以 110011 件发明专利在全球排名第一，随后是日本 88234 件、美国 48689 件、韩国 20959 件、欧洲 20153 件。

从发明专利申请公开量增速来看，中国近五年复合增速为 11.8%，欧洲近五年复合增速 5.3%，美国近五年复合增速为 4.6%，韩国近五年复合增速为 1.8%，

日本近五年复合增速为 1.3%。

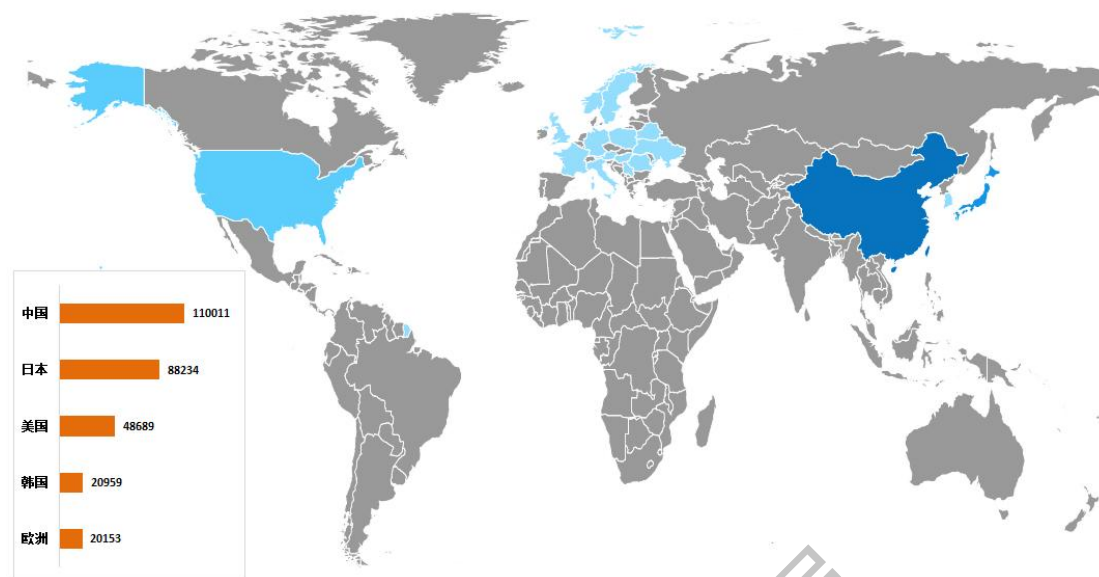


图 19. 全球数控机床产业发明专利申请公开量分布地图

全球数控机床产业有效发明专利主要分布在中国、美国、日本、欧洲地区以及韩国。中国有效发明专利量 31454 件，在全球排名第一。

截至目前，全球数控机床产业有效发明专利量共 165676 件。从全球有效发明专利的主要国家地区分布来看，中国 31454 件、美国 29130 件、日本 25153 件、欧洲 11206 件、韩国 9639 件。

此外，全球数控机床产业中，企业拥有的发明专利申请公开量达 312970 件，占全球数控机床产业发明专利公开总量的 64.8%。从企业发明专利的国家地区分布来看，中国 79081 件、日本 64153 件、美国 27881 件、欧洲 16718 件、韩国 12678 件。

表6. 全球数控机床产业发明专利分布情况

地区	发明专利申请公开量			有效发明专利量
	累计总量	2020 年同比增速	近 5 年复合增速	截至目前数量
中国	110011	3.6%	11.8%	31454
日本	88234	-0.3%	1.8%	25153
美国	48689	-4.1%	4.6%	29130
韩国	20959	-3.8%	1.3%	9639
欧洲	20153	-0.5%	5.3%	11206

3.1.2 全球创新企业

全球数控机床创新企业规模达 6.3 万家，近五年复合增速为 7.8%，2020 年同比增速 7.8%。

截至目前，全球数控机床产业有发明专利申请活动的创新企业达 6.3 万家，近五年全球数控机床产业创新企业数量平稳增长，复合增速为 7.8%。其中，2017 年与 2018 年同比增长相对较快，达到 9.5%。2020 年同比增速有所放缓，同比增速为 7.8%。

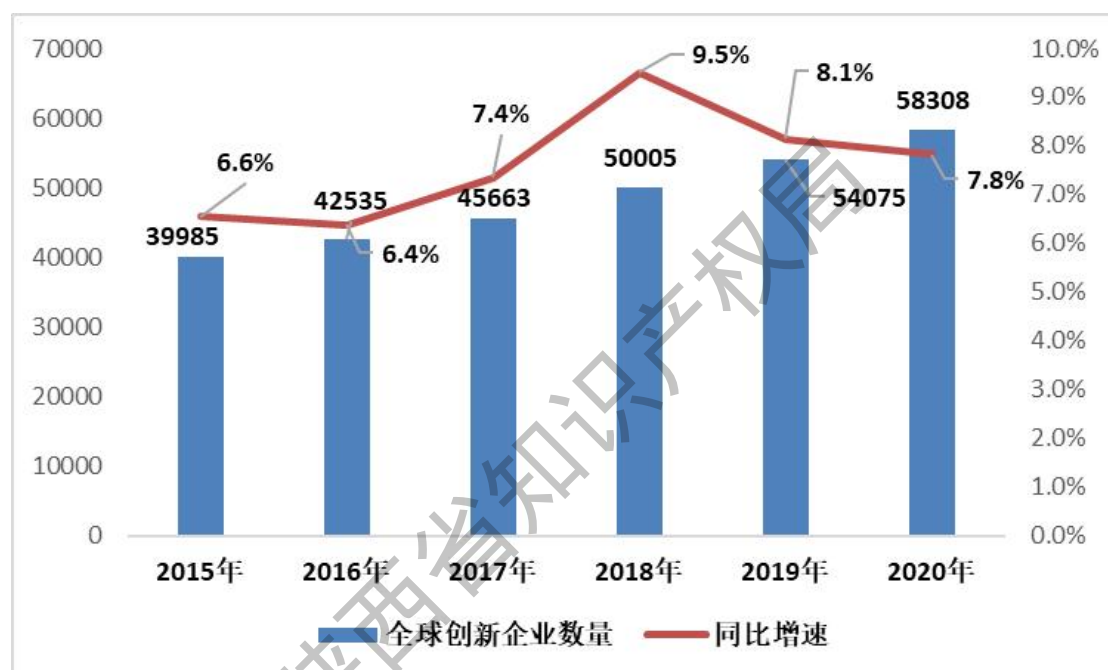


图 20. 全球数控机床创新企业累计数量增长情况

全球数控机床产业创新企业主要分布在中国、美国、日本、欧洲地区以及韩国。中国拥有相关创新企业数量 26827 家，在全球排名第一。

从全球数控机床产业创新企业分布来看，中国 26827 家、美国 7972 家、日本 7446 家、欧洲 5317 家、韩国 3340 家。其中，中国拥有相关创新企业 26827 家，企业数量在全球排名第一。

从创新企业数量增速来看，中国近五年复合增速为 23.6%、韩国近五年复合增速为 6.2%，美国近五年复合增速为 3.3%，欧洲近五年复合增速为 3.3%，日本近五年复合增速为 1.3%。

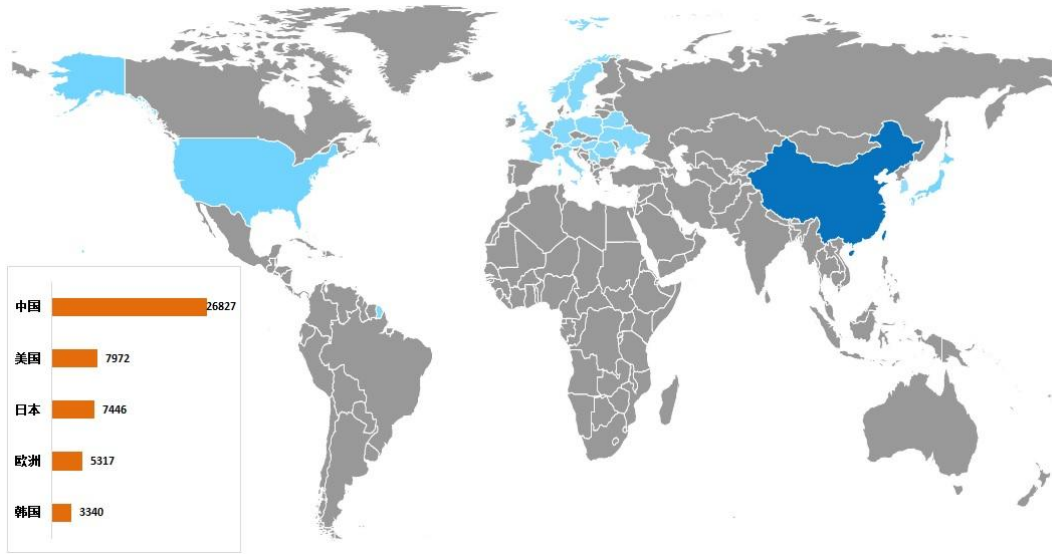


图 21. 全球数控机床产业创新企业分布地图

按发明专利公开量来看，全球数控机床产业企业中，日本发那科公司拥有发明专利公开专利 7372 件，排名全球首位，排名第二和第三位的分别是日本三菱电机公司（6511 件）和三菱材料公司（3723 件）。全球数控机床产业发明专利公开量排名前 15 位的企业中，日本企业占据 10 席，可见日本企业在数控机床产业创新中的优势地位。美国企业和德国企业各有 2 家。

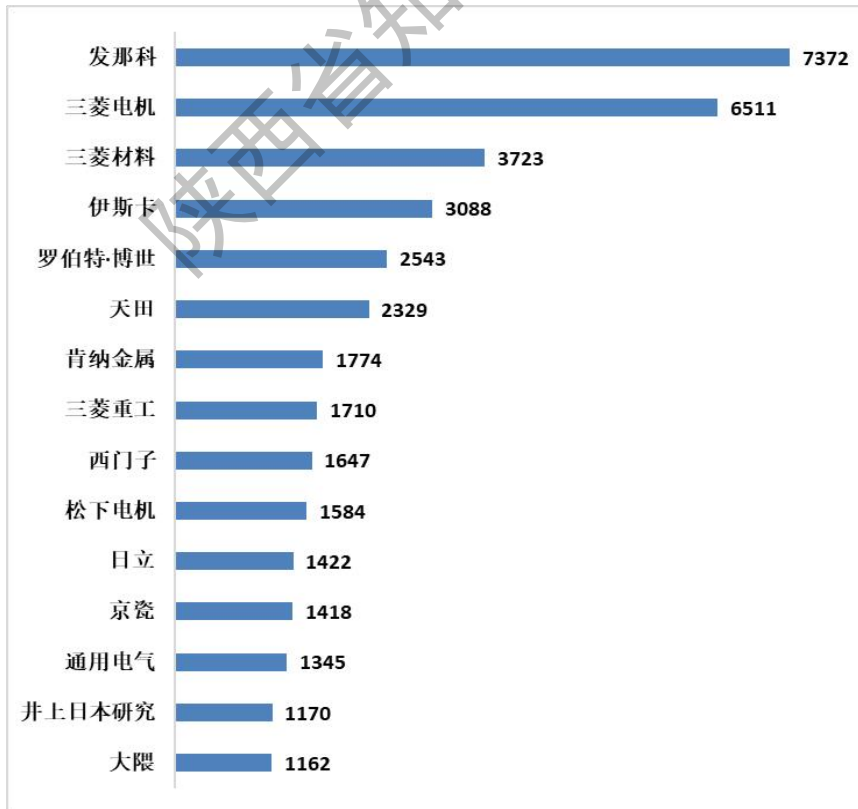


图 22. 全球数控机床产业发明专利公开量排名

3.1.3 全球创新人才

全球数控机床产业创新人才共 57.0 万人，近五年复合增速为 6.4%，2020 年同比增长 6.8%。

截至目前，全球数控机床产业创新人才共 57.0 万人，近五年全球数控机床产业创新人才数量稳步增长，近五年复合增速为 6.4%，近五年的同比增速均较平稳，其中 2019 年同比增速（7.2%）最高，2020 年同比增长 6.8%。

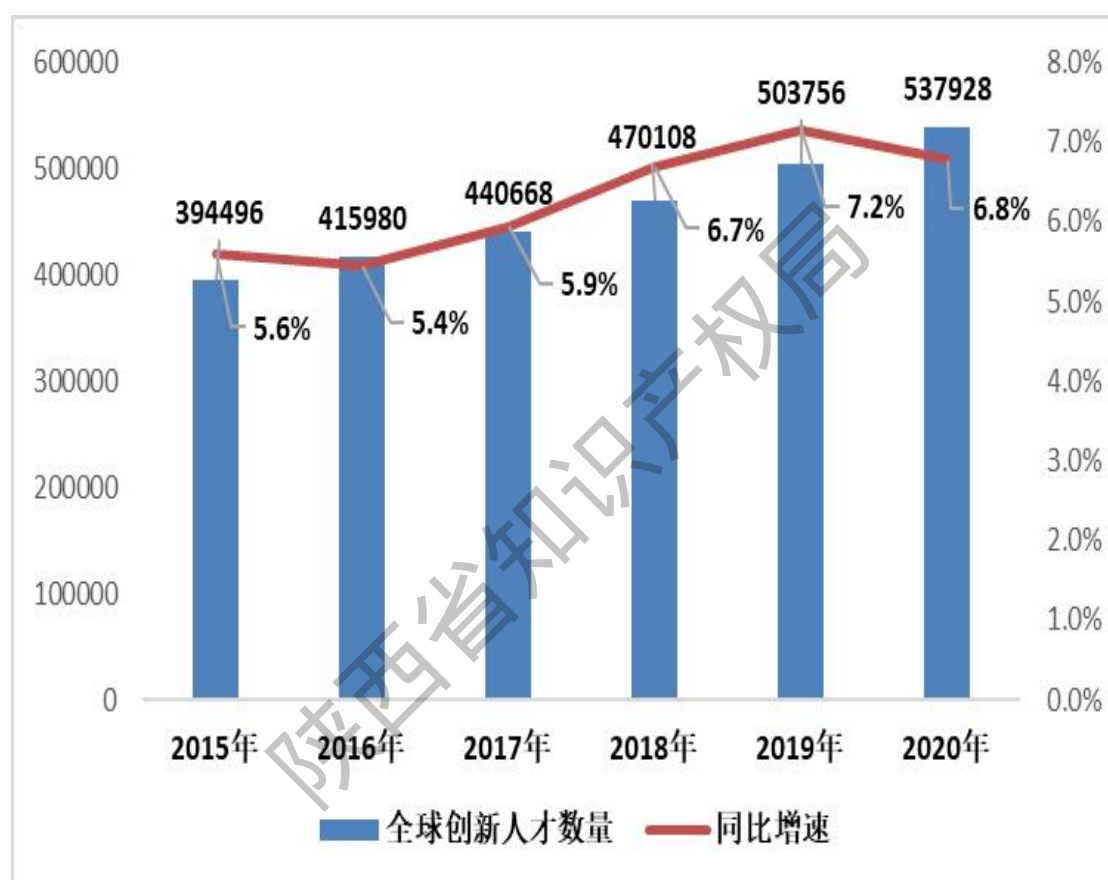


图 23. 全球创新人才累计数量增长情况

全球数控机床产业创新人才主要集中在中、日、美、欧、韩五个国家或地区。其中，中国数控机床产业创新人才共有 179291 人，全球排名第一。

从全球各国产业创新人才分布来看，中国 179291 人、日本 77503 人、美国 64749 人、欧洲 42417 人、韩国 23460 人，从创新人才数量增速来看，中国近五年复合增速 22.1%，韩国近五年复合增速 6.8%，欧洲近五年复合增速 3.8%，美国近五年复合增速 3.7%，日本近五年复合增速 1.6%。

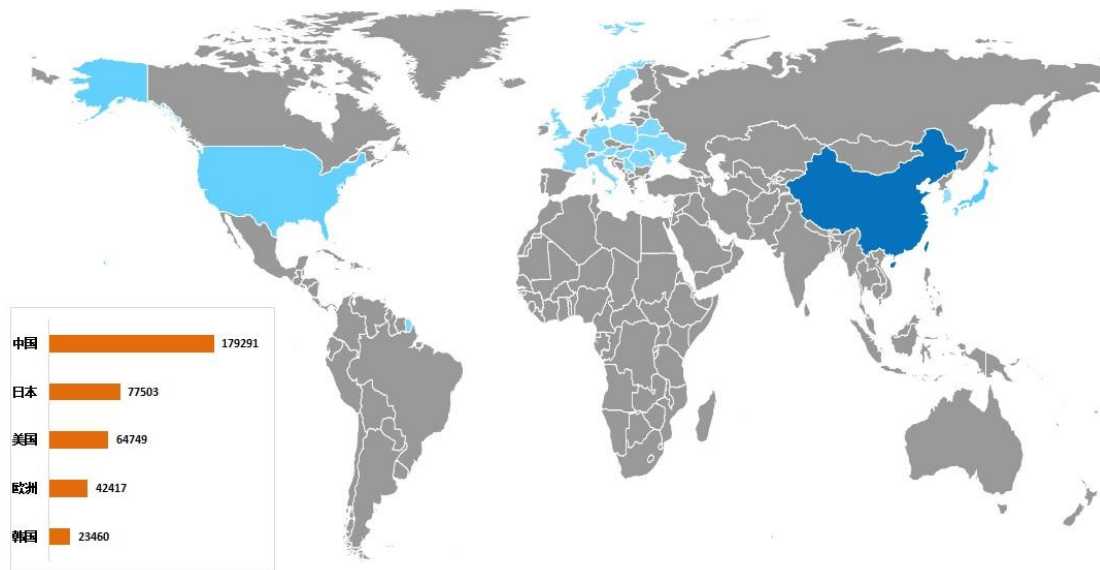


图 24. 全球创新人才数量分布地图

3.1.4 从全球产业链结构看技术发展方向

在全球范围内，功能部件中的刀具、数控系统中的控制及检测装置、软件与算法、特种加工机床中的激光加工机床领域是专利布局的重点领域；辅助装置中的冷却/润滑装置、特种加工机床中的激光加工机床、金属成形机床中的数控折弯机、金属切削机床中的加工中心领域的创新热度较高

在全球数控机床产业的上中下游细分产业¹领域中，功能部件（150442 件）、数控系统（109387 件）、特种加工机床（101524 件）领域的发明公开量均超过了 10 万件，是全球数控机床产业中发明专利数量分布较多的专利布局重点领域。从专利增长态势来看，全球数控机床产业各分支领域的发明公开量近年来整体增长平缓，远程监控系统和机床维修维护领域的发明公开量增长相对较快，近五年的复合增速在 16% 以上。

从近三年发明专利的活跃度来看，在辅助装置领域中发明专利活跃度较高，该领域超过四分之一的发明专利是在近三年内公开的。金属成形机床、特种加工机床、远程监控系统领域的发明专利活跃度也都超过了 20%。

从有发明专利的创新企业和创新工程师的分布来看，全球数控机床产业中，在功能部件（2.2 万家，15.9 万人）、数控系统（1.9 万家，15.8 万人）、特种加工机床（1.5 万家，13.7 万人）、机床主体零部件（1.5 万家，10.5 万人）领域的企业和人才聚集较多，创新企业数量均超过了 1 万家，汇集的创新工程师人数均超

过了 10 万人。

表 7. 全球数控机床产业在三级细分产业的创新资源分布情况

产业链 三级	发明专利			创新企业		创新工程师	
	数量	活跃度	近五年复合增速	数量	近五年复合增速	数量	近五年复合增速
机床主体 零部件	75734	10.4%	2.3%	14851	5.7%	104577	5.1%
功能部件	150442	14.5%	2.2%	21634	6.8%	159236	5.7%
数控系统	109387	12.5%	8.2%	18719	5.4%	158190	5.4%
辅助装置	31808	25.1%	13.9%	8262	14.7%	43033	11.9%
金属切削 机床	33293	18.4%	9.9%	8463	10.2%	50420	9.0%
金属成形 机床	12200	20.7%	11.0%	4275	12.3%	20956	10.5%
特种加工 机床	101524	20.5%	9.7%	15202	10.7%	136841	8.8%
远程监控 系统	11075	21.9%	16.7%	2679	9.4%	20571	9.4%
数控机床 维修维护	6249	14.7%	17.1%	1878	6.7%	8417	6.4%

从更深入的四级产业分支来看，全球在功能部件中的刀具领域的发明专利公开量、创新企业数量和创新工程师人数都是最多的，累计公开的发明专利超过了 11 万件，集聚的创新企业超 1.5 万家，集聚的创新人才也超过了 11 万人。此外，数控系统中的控制及检测装置、软件与算法领域中的发明专利公开量也都超过了 5 万件，创新企业数量都在 1 万家左右，创新工程师人数都超过了 7 万人。在激光加工机床领域，聚集的发明专利数量和创新工程师数量也较多，发明专利公开量近 4.6 万件，聚集人才达 5.8 万人。

从专利活跃度来看，在冷却/润滑装置、机床用钢材、激光加工机床、数控折弯机、加工中心领域的近三年发明专利活跃度都接近或超过 25% 左右，创新热度较高。

从增长态势来看，各个产业分支的发明专利公开量近五年复合增速、创新企业数量近五年复合增速和创新工程师人数近五年复合增速都在 20% 以下，整体增长平缓。

表 8. 全球数控机床产业在四级细分产业的创新资源分布情况

产业链 四级	发明公开专利			创新企业		创新工程师	
	数量	活跃度	近五年 复合增速	数量	近五年 复合增速	数量	近五年 复合增速
机床用 钢材	3160	25.5%	8.8%	820	14.9%	10054	18.9%
铸件	1500	17.4%	5.9%	632	12.2%	2689	10.1%
机床身	5481	11.5%	3.7%	1760	5.9%	7484	5.2%
立柱	1464	7.7%	-2.4%	541	3.6%	1879	3.7%
轴承	9503	11.5%	2.1%	1622	4.0%	11941	4.0%
进给 机构	28402	5.8%	-1.0%	5674	2.2%	36958	2.2%
液压 系统	21593	12.0%	3.8%	5117	6.8%	29739	5.8%
气动 系统	6284	12.9%	-1.1%	1935	8.4%	8651	7.2%
主轴	9525	13.8%	6.8%	2075	5.7%	12555	5.7%
丝杠	1828	9.6%	-1.9%	647	4.6%	2532	5.2%
导轨	12483	20.6%	2.7%	4004	11.6%	19655	9.8%
刀具	116946	13.3%	0.9%	15156	5.1%	114329	4.8%
转台	3398	23.2%	9.0%	1416	12.7%	5854	11.9%
机械手	7546	22.7%	11.3%	2230	13.1%	12721	10.2%
控制及 检测 装置	50046	17.2%	8.0%	9217	8.0%	73473	7.3%
软件与 算法	55204	8.0%	11.2%	10447	3.0%	84773	3.9%
电机	3171	13.5%	6.6%	879	6.1%	4663	6.1%
伺服 系统	4757	18.4%	0.4%	1581	10.0%	8055	9.6%
排屑 装置	8504	19.4%	11.2%	2500	11.7%	10470	9.0%
冷却/ 润滑 装置	23697	27.1%	14.7%	6562	15.8%	34053	13.1%

产业链四级	发明专利公开专利			创新企业		创新工程师	
	数量	活跃度	近五年复合增速	数量	近五年复合增速	数量	近五年复合增速
数控车床	8442	14.5%	13.4%	2125	9.4%	11367	8.5%
数控铣床	4620	23.7%	9.1%	1618	11.7%	8990	12.5%
数控镗床	1690	7.2%	0.0%	587	4.4%	2791	4.6%
数控钻床	4827	22.4%	14.2%	1827	12.9%	7863	11.1%
数控磨床	8177	14.8%	5.8%	2494	7.7%	13639	7.5%
加工中心	4231	24.6%	6.0%	1387	14.4%	6373	12.6%
数控压力机	3905	23.4%	12.4%	1628	13.1%	7573	12.9%
数控剪板机	1468	13.3%	11.6%	504	6.9%	2210	5.7%
数控折弯机	2095	25.0%	12.2%	793	16.2%	3393	13.5%
数控弯管机	1247	15.7%	19.1%	393	8.2%	1733	7.4%
数控冲床	3181	21.4%	7.7%	1251	13.3%	5593	10.6%
电火花线切割机床	18014	10.2%	-1.7%	2000	5.4%	16796	4.6%
电火花成型机床	11517	9.4%	-2.0%	1507	3.9%	13486	4.4%
激光加工机床	45855	25.3%	11.7%	5670	11.0%	58085	9.8%
高压水切割机床	3406	18.6%	2.7%	896	7.2%	5282	7.6%
火焰切割机床	2516	8.3%	2.7%	679	6.3%	3946	6.1%
超声波加工机床	11573	23.9%	12.5%	2708	11.5%	19672	10.9%
数控自动焊接设备	18160	19.5%	12.3%	5351	13.0%	34390	10.1%

全球数控机床产业中各产业分支的主要代表企业见下表所示。

表 9. 全球数控机床产业各产业分支主要代表企业

细分产业名称	全球企业		
机床用钢材	浦项制铁	神户制钢	杰富意钢铁
铸件	德国 SMS	斗山机床	贝卡尔特
机床身	森精机制作所	德国特劳伯	德国通快
立柱	斗山机床	三菱重工	博世
轴承	舍弗勒集团	捷太格特	斯凯孚公司
进给机构	达谊恒株式会社	日本大隈	迪思科
液压系统	博世	日本制铁	小松制作所
气动系统	日东工器	阿特拉斯·科普柯公司	希尔蒂
主轴	瑞士 Fischer	德国凯斯勒	捷太格特
丝杠	THK 公司	德国 Rexroth	日本精工
导轨	德国 EMAG	THK 公司	安德烈·斯蒂尔公司
刀具	京瓷	瑞典山特维克	伊斯卡有限公司
转台	兄弟工业株式会社	斯凯孚公司	舍弗勒集团
机械手	发那科	西门子	三菱电机
控制及检测装置	发那科	德国海德汉	西门子
软件与算法	德国通快	欧姆龙	博世
电机	安川电机	村田机械	日本精工
伺服系统	发那科	日本会田	日本大隈
排屑装置	瑞典山特维克	德马吉森精机	伊斯卡有限公司
冷却/润滑装置	迪思科	捷太格特	美国肯纳
数控车床	日本西铁城	日本津上	山崎马扎克
数控铣床	日本牧野	美国哈斯	德马吉森精机
数控镗床	德国通快	本田技研	山科精器
数控钻床	发那科	德马吉森精机	兄弟工业株式会社
数控磨床	德国 SMS	意大利库米里	三菱重工
加工中心	山崎马扎克	德马吉森精机	德国哈默
数控压力机	德国 SMS	日本会田	小松制作所
数控剪板机	日本阿玛达	瑞士百超	加拿大爱克
数控折弯机	德国通快	日本天田	瑞士百超
数控弯管机	日本天田	意大利库米里	神户制钢
数控冲床	日本村田	德国通快	日本天田
电火花线切割机床	日本沙迪克	洛迦诺电子工业公司	西部电机株式会社
电火花成型机床	日本沙迪克	三菱电机	通用电气

细分产业名称	全球企业		
激光加工机床	迪思科	浜松光子	德国通快
高压水切割机床	海别得公司	迪思科	蒂森克虏伯集团
火焰切割机床	塔赛托株式会社	德国梅塞尔	格里希姆有限公司
超声波加工机床	海尔曼超声波	申克超声波	必能信超声公司
数控自动焊接设备	神户制钢	伊利诺斯工具公司	现代重工
远程监控系统	荏原制作所	博世	日本大隈
数控机床维修维护	通用电气	德国哈默	美国哈斯

3.2 中国数控机床产业创新发展态势

3.2.1 中国专利布局

中国数控机床产业发明专利申请公开量达 110011 件，全球排名第一，近五年复合增速为 11.8%。

截至目前，中国数控机床产业累计发明专利申请公开量共有 110011 件，占全球数控机床产业发明专利申请公开总量（48.3 万件）的 22.8%。近五年复合增速为 11.8%，高于全球发明专利公开平均增速（7.2%）4.6 个百分点。



图 25. 中国数控机床产业的发明专利申请公开量增长趋势

截至目前，从发明专利公开量的国内分布来看，中国数控机床产业发明专利主要分布在江苏省（21977 件）、广东省（11549 件）、浙江省（11098 件）、安徽省（6869 件）、山东省（5250 件）。陕西省的数控机床发明专利申请公开量为 2880 件，全国排名第 11 位。

从近年来的增长趋势来看，江西省的发明专利申请公开量的近 5 年复合增速达 40.5%，在全国 31 省市排名第一位；陕西省的发明专利申请公开量的近 5 年复合增速达 11.4%，在全国 31 省市排名第 19 位。

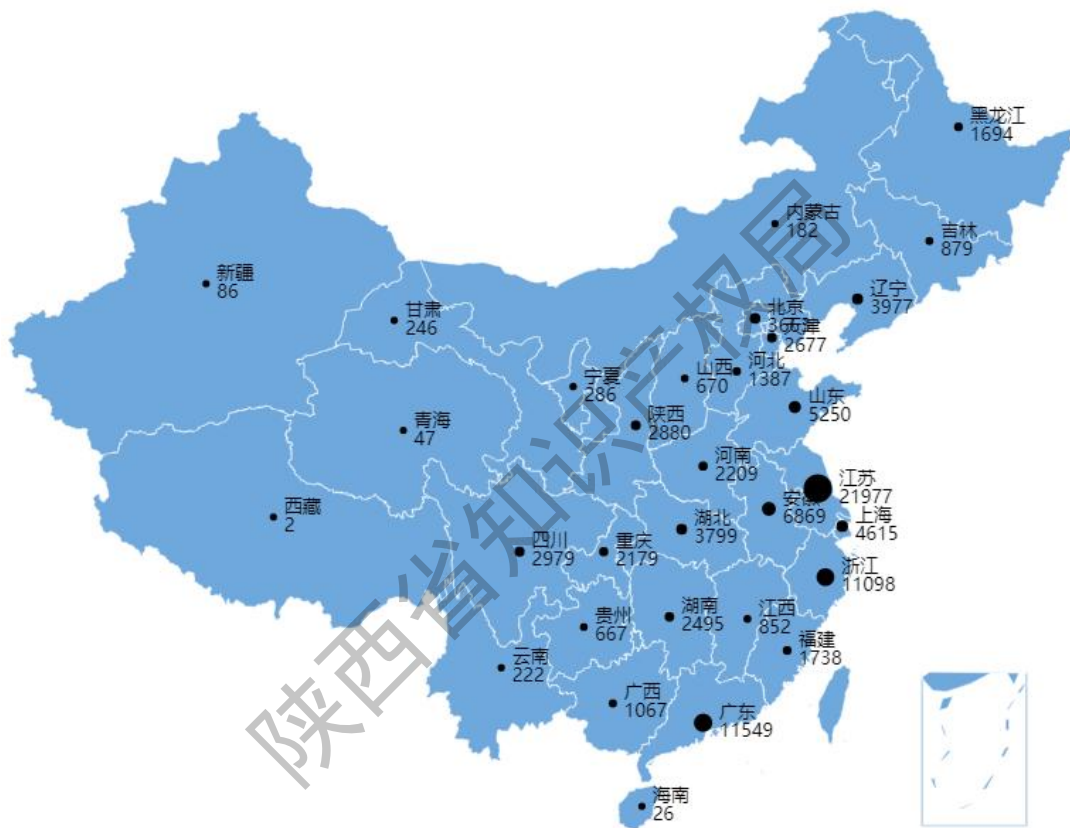


图 26. 中国数控机床产业发明专利的各省市分布情况

中国数控机床产业的发明授权专利、有效发明专利、高被引专利、产学研合作专利的数量排名靠前的省市主要是江苏省、广东省、浙江省等；中国数控机床产业的公开发明专利中，71.9%为企业所拥有。

中国数控机床产业中发明授权专利共有 39081 件。发明授权专利量排名全国前五的省份为江苏省（5429 件）、浙江省（3836 件）、广东省（3429 件）、北京市（1913 件）、上海市（1843 件）。陕西省发明授权专利数量为 1184 件，排名全国第 10 位。

中国数控机床产业中有效发明专利共有 31454 件。有效发明专利量排名全国前五的省份为江苏省（4842 件）、广东省（3065 件）、浙江省（3036 件）、北京市（1518 件）、安徽省（1504 件）。陕西省有效发明专利数量为 893 件，排名全国第 10 位。

中国数控机床产业中高被引专利共有 777 件。高被引专利量排名全国前五的省份为江苏省（103 件）、广东省（71 件）、上海市（66 件）、北京市（64 件）、浙江省（62 件）。陕西省高被引专利数量为 24 件，排名全国第 10 位。

中国数控机床产业中产学研合作专利共有 2155 件，产学研合作专利量排名全国前五的省份为江苏省（357 件）、北京市（242 件）、广东省（228 件）、上海市（201 件）、浙江省（164 件）。陕西省产学研合作专利量为 74 件，排名全国第 8 位。

中国数控机床产业中获奖专利共有 155 件，获奖专利量排名全国前五的省份为广东省（22 件）、江苏省（18 件）、天津市（15 件）、辽宁省（13 件）、湖北省（10 件）。陕西省数控机床产业仅有 1 件获奖专利，排名全国第 22 位。

此外，中国数控机床产业中，企业拥有的发明专利申请公开量达 79081 件，占中国数控机床产业发明专利申请公开总量（110011 件）的 71.9%。企业发明专利公开量排名全国前五的省份为江苏省（17454 件）、广东省（8943 件）、浙江省（7495 件）、安徽省（5304 件）、山东省（3279 件）。陕西省数控机床产业企业拥有发明专利申请公开量为 1520 件，排名全国第 14 位。

3.2.2 中国创新企业

中国数控机床产业创新企业共 26827 家，全球排名第一，近五年复合增速达 23.6%。

截至目前，中国数控机床产业有发明专利申请活动的创新企业共计 26827 家，全球排名第一，近五年复合增速达 23.6%，高于全球创新企业数量的平均增速（7.8%）15.8 个百分点。其中，2015 年同比增速最快，同比增长 30.7%，2020 年同比增速（18.3%）有小幅下降。

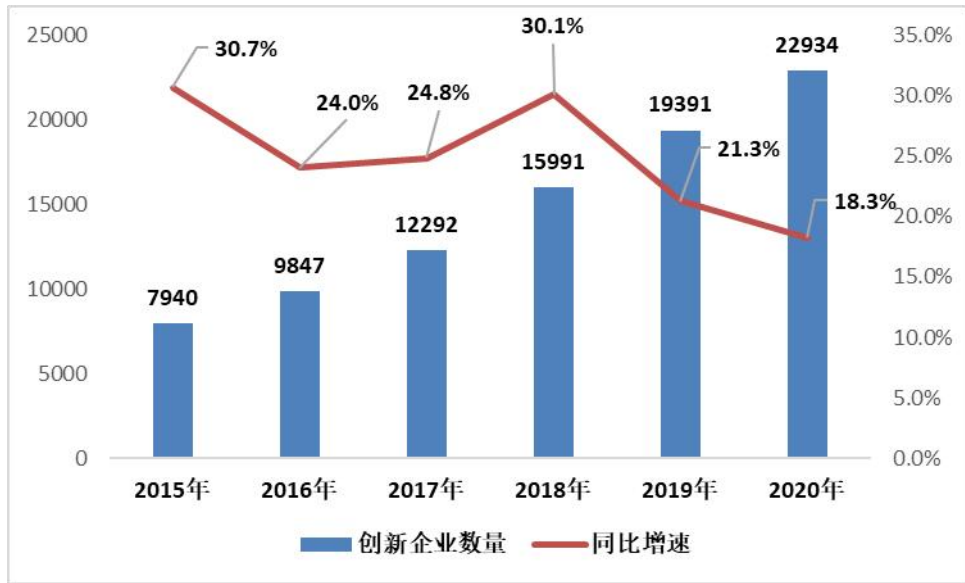


图 27. 中国数控机床创新企业数量增长情况

中国数控机床产业创新企业排名前五位的省市分别为江苏省、浙江省、广东省、安徽省、山东省。

截至目前，从 31 省市分布来看，中国数控机床产业创新企业数量排名前五位的省市分别为江苏省（6658 家）、浙江省（3756 家）、广东省（3557 家）、安徽省（1980 家）、山东省（1422 家）。陕西省的数控机床创新企业数量为 410 家，全国排名第 17 位。



图 28. 中国数控机床创新企业数量分布情况

中国数控机床产业科技中小型企业、国家高新技术企业的占比均具备优势。大族激光科技产业集团股份有限公司拥有发明专利公开数量最多，排名国内第一位。

全国数控机床产业中，国家高新技术企业数量达 26074 家，占全国数控机床产业创新企业总数（26827 家）的 97.2%；科技中小型企业共 22892 家，占全国数控机床产业创新企业总数的 85.3%；上市公司共有 846 家，占全国数控机床产业创新企业总数的 3.2%。

此外，全国数控机床产业中初创企业^[1]数量为 1925 家，隐形冠军^[2]企业数量达 1392 家，独角兽企业 6 家，近三年注册企业数量为 6708 家，专精特新企业数量为 4475 家，专精特新小巨人企业数量为 1110 家，瞪羚企业数量为 1250 家。

按照发明专利公开量来看，全国数控机床产业企业中，大族激光科技产业集团股份有限公司拥有发明专利公开 568 件，排名第一位；排名第二和第三位的是成都飞机工业(集团)有限责任公司（220 件）和天津市天锻压力机有限公司（209 件）。

表10. 全国数控机床产业发明专利公开量排名TOP10

企业名称	发明专利公开量
大族激光科技产业集团股份有限公司	568
成都飞机工业(集团)有限责任公司	220
天津市天锻压力机有限公司	209
中国航发沈阳黎明航空发动机有限责任公司	202
沈阳飞机工业(集团)有限公司	201
株洲钻石切削刀具股份有限公司	198
广州市昊志机电股份有限公司	161
广东普拉迪科技股份有限公司	118
哈尔滨汽轮机厂有限责任公司	115
科德数控股份有限公司	107

[1] 初创企业，是指融资成功且拥有专利申请的创业企业。

[2] 隐形冠军，是指在某个细分行业或市场占据领先地位，拥有核心竞争力和明确战略，其产品、服务难以被超越和模仿的企业。

从发明专利公开量排名全国三甲的企业在数控机床产业中的细分产业布局来看，控制及检测装置、软件与算法、伺服系统、导轨领域是3家创新龙头企业大族激光科技产业集团股份有限公司、成都飞机工业(集团)有限责任公司、天津市天锻压力机有限公司共有的发明专利布局领域。大族激光科技产业集团股份有限公司的发明专利重点布局在激光加工机床(483件)、控制及检测装置(53件)、软件与算法(40件)领域；成都飞机工业(集团)有限责任公司的发明专利重点布局在控制及检测装置(69件)、刀具(41件)领域；天津市天锻压力机有限公司的发明专利重点布局在液压系统(205件)、控制及检测装置(73件)、数控压力机(71件)领域。

表11. 全国创新龙头企业数控机床产业专利布局比较

产业名称	大族激光科技产业集团股份有限公司	成都飞机工业(集团)有限责任公司	天津市天锻压力机有限公司
伺服系统	3	5	12
刀具	3	41	0
导轨	5	4	11
机床身	1	0	3
激光加工机床	483	4	0
控制及检测装置	53	69	73
冷却/润滑装置	4	8	0
排屑装置	5	1	0
气动系统	1	7	0
软件与算法	40	23	12
数控磨床	1	0	0
数控铣床	2	23	0
数控折弯机	1	7	0
数控自动焊接设备	14	4	0
丝杠	2	3	0
铸件	1	0	0
伺服系统	3	5	12
数控压力机	0	1	71
液压系统	0	3	205
转台	0	1	1
超声波加工机床	0	16	0
电火花成型机床	0	2	0
电火花线切割机床	0	1	0

产业名称	大族激光科技产业集团股份有限公司	成都飞机工业(集团)有限责任公司	天津市天锻压力机有限公司
高压水切割机床	0	2	0
进给机构	0	1	0
数控车床	0	1	0
数控镗床	0	9	0
数控弯管机	0	2	0
数控钻床	0	5	0
轴承	0	1	0
主轴	0	1	0

3.2.3 中国创新人才

中国数控机床产业创新人才共 17.9 万人，全球排名第一，近五年复合增速达 22.1%。

截至目前，中国数控机床产业创新人才共 17.9 万人，全球排名第一。近五年中国数控机床产业创新人才数量快速增长，复合增速达 22.1%，高于全球数控机床产业发明专利公开平均增速（6.4%）15.7 个百分点；从每年的同比增速来看，其中，2015 年同比增速最快，同比增长均为 27.5%，2020 年同比增速（19.0%）有小幅下降。



图 29. 中国数控机床产业创新人才数量增长情况

中国数控机床产业创新人才主要分布江苏省、广东省、浙江省、山东省等省市，江苏省排名全国第一位。

截至目前，从中国创新人才分布来看，中国从事数控机床产业创新人才主要分布在江苏省(29075 人)、广东省(18181 人)、浙江省(15439 人)、山东省(11960 人)、北京市(10079 人)。其中，江苏省的数控机床创新人才数量在全国排名第一。此外，陕西省的数控机床创新人才数量为 6916 人，全国排名第 10 位。



图 30. 中国数控机床产业创新人才分布

中国数控机床产业的高层次人才主要集中于江苏省、北京市、浙江省、上海市和湖北省；中国数控机床产业的技术高管、科技企业家主要集中于江苏省、广东省、浙江省、山东省和安徽省。

在国家高层次人才方面，中国数控机床产业共有国家高层次人才^[3]10532 人；国家高层次人才主要集中于江苏省（1302 人）、北京市（944 人）、浙江省（793 人）、上海市（715 人）、湖北省（680 人），其中，江苏省在全国 31 省市中排名第一；此外，陕西省国家高层次人才 624 人，在全国 31 省市中排名第 8 位。

在技术高管方面，中国数控机床产业共有技术高管^[4]45340 人；技术高管主

[3] 国家高层次人才，是指院士、长江学者、万人计划、创新人才推进计划、博士后创新人才支持计划、千人计划等高端人才。

[4] 技术高管，指在企业中担任董事、监事、高管，同时拥有专利申请的发明创造工程师。

要集中于江苏省（10730 人）、广东省（7638 人）、浙江省（5686 人）、山东省（2929 人）、安徽省（2504 人），其中，广东省在全国 31 省市中排名第一；此外，陕西省技术高管 502 人，在全国 31 省市中排名第 18 位。

在科技企业家方面，中国数控机床产业共有科技企业家^[5]30541 人；科技企业家同样也主要集中于江苏省（7560 人）、广东省（5231 人）、浙江省（4009 人）、山东省（1808 人）、安徽省（1678 人），其中，江苏省在全国 31 省市中排名第一；此外，陕西省科技企业家 308 人，在全国 31 省市中排名第 18 位。

按创新人才所拥有的发明专利公开数量来看，大族激光科技产业集团股份有限公司的发明人高云峰拥有发明专利公开 566 件，为全国数控机床产业拥有发明专利公开数量最多的发明人。

表12. 发明人所拥有的发明专利公开数量排名

发明人	所属申请人	发明公开量
高云峰	大族激光科技产业集团股份有限公司	566
汤秀清	广州市昊志机电股份有限公司	156
陈焱	大族激光科技产业集团股份有限公司	123
贾振元	大连理工大学	112
陈根余	大族激光科技产业集团股份有限公司	104
王社权	株洲钻石切削刀具股份有限公司	96
江爱胜	株洲钻石切削刀具股份有限公司	96
刘敏	株洲钻石切削刀具股份有限公司	94
赵升吨	西安交通大学	88
刘献礼	哈尔滨理工大学	86

3.2.4 从中国产业链结构看技术发展方向

在国内，刀具、控制及检测装置、激光加工机床、冷却/润滑装置领域是专利布局的重点领域；排屑装置、冷却/润滑装置、软件与算法、机械手、激光加工机床是近年来发明专利活跃度较高的专利布局热点领域

从数控机床产业中国专利的布局规模来看，国内 31 省市的发明专利公开量

[5] 科技企业家，是指有专利申请的企业法定代表人。

达 98267 件，国外来华发明专利公开量为 11047 件，国外来华发明专利公开量占全部在华数控机床产业发明专利公开总量（110011 件）的 10.04%。近五年，国内 31 省市的发明公开量复合增速为 12.3%，比国外来华发明公开量复合增速（5.7%）高出 6.6 个百分点。

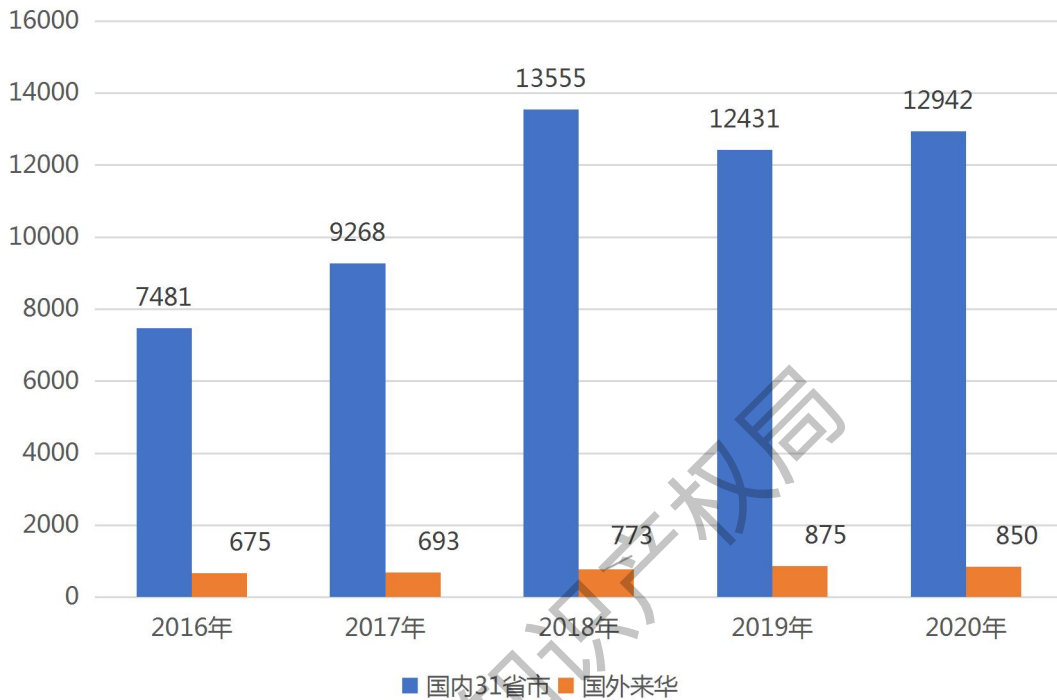


图 31. 数控机床产业国内与国外来华专利趋势图

在国内数控机床产业的细分领域专利布局中，总体来看，发明专利主要集中在功能部件（24451 件）、特种加工机床（23678 件）、数控系统（17779 件）领域中，发明公开量均超过了 1.7 万件。从创新企业分布来看，国内在功能部件（8119 家）、特种加工机床（7861 家）、数控系统（5797 家）、机床主体零部件（5230 家）、辅助装置（4968 家）领域的创新企业数量聚集较多，均超过或接近 5000 家。从创新工程师的分布情况来看，特种加工机床（5.2 万人）、数控系统（4.5 万人）、功能部件（4.4 万人）领域也是国内数控机床产业中创新人才聚集的主要领域，创新工程师人数都超过了 4 万人。

从近年的增长态势来看，国内在辅助装置以及数控机床维修维护领域的发明公开量近五年复合增速、创新企业近五年复合增速和创新工程师近五年复合增速都较快，均接近或超过了 30%。

表13. 数控机床产业链的国内创新资源分布情况

产业链三级	发明公开量	发明公开量近五年复合增速	创新企业数量	创兴企业近五年复合增速	创新工程师数量	创新工程师近五年复合增速
机床主体零部件	12663	5.4%	5230	19.4%	31777	19.3%
功能部件	24451	4.6%	8119	22.0%	44180	20.1%
数控系统	17779	10.3%	5797	21.0%	44718	20.4%
辅助装置	10809	26.1%	4968	37.1%	20048	35.0%
金属切削机床	12168	11.6%	4772	22.1%	25849	20.2%
金属成形机床	5325	11.1%	2687	25.2%	12103	23.0%
特种加工机床	23678	16.9%	7861	25.5%	51964	24.5%
远程监控系统	2758	16.6%	1045	31.3%	8135	25.3%
数控机床维修维护	682	66.6%	391	55.3%	1524	50.7%

从更深入的细分领域来看，在功能部件的刀具（13264件）和导轨（5265件）领域中、数控系统的控制及检测装置（11125件）和软件与算法（5302件）领域中、特种加工机床的激光加工机床（9222件）和数控自动焊接设备（7103件）领域中、辅助装置的冷却/润滑装置（8697件）领域中、机床主体零部件的液压系统（5500件）领域中，国内的公开发明专利分布较多，均超过了5000件。尤其是刀具和控制及检测装置领域，累计发明公开量超过了1万件。且相应的，在这些专利分布的重点细分领域中，创新企业和创新人才也分布较多。

表14. 数控机床产业链四级分支的国内创新资源分布情况

产业四级	发明公开量	近五年复合增速	创新企业量	近五年复合增速	创新工程师量	近五年复合增速
机床用钢材	1802	10.4%	637	22.5%	8415	25.9%
铸件	661	6.1%	417	23.5%	1677	18.7%
机床身	940	7.5%	556	19.2%	2182	16.9%
立柱	220	-1.9%	136	12.6%	543	12.4%
轴承	660	25.9%	321	20.2%	1763	18.9%
进给机构	1347	-0.5%	613	14.0%	3444	13.5%
液压系统	5500	4.5%	2295	18.5%	11733	17.4%
气动系统	1727	0.8%	955	21.3%	3617	22.4%

产业四级	发明专利量	近五年复合增速	创新企业量	近五年复合增速	创新工程师量	近五年复合增速
主轴	1858	14.0%	701	19.3%	4072	17.9%
丝杠	351	0.7%	197	16.1%	907	13.6%
导轨	5265	2.0%	2416	22.5%	11061	18.3%
刀具	13264	2.6%	4328	19.5%	23986	19.6%
转台	1511	13.7%	883	27.2%	3642	23.1%
机械手	2672	9.3%	1250	30.4%	6077	26.9%
控制及检测装置	11125	7.8%	3943	19.9%	27214	18.6%
软件与算法	5302	18.3%	1698	24.0%	17584	24.2%
电机	588	10.8%	298	22.5%	1632	17.3%
伺服系统	1823	2.3%	871	22.2%	4619	18.6%
排屑装置	2308	22.9%	1241	40.1%	4143	37.1%
冷却/润滑装置	8697	27.2%	4158	36.6%	16905	34.8%
数控车床	2687	15.2%	1253	20.4%	6117	20.2%
数控铣床	2316	10.9%	1052	19.6%	6084	19.9%
数控镗床	321	5.3%	212	14.0%	1015	15.0%
数控钻床	2023	23.5%	1112	30.3%	4329	24.6%
数控磨床	2536	5.4%	1143	19.4%	6229	18.7%
加工中心	2038	7.0%	886	27.8%	3941	22.5%
数控压力机	2158	13.0%	1164	23.0%	5352	22.5%
数控剪板机	303	18.1%	176	26.6%	636	25.6%
数控折弯机	1057	10.3%	567	29.0%	2329	24.1%
数控弯管机	330	18.1%	180	22.1%	773	21.3%
数控冲床	1502	9.5%	811	26.5%	3208	24.2%
电火花线切割机床	1965	-3.4%	641	17.6%	3888	19.4%
电火花成型机床	1384	4.0%	341	16.7%	3324	16.5%
激光加工机床	9222	27.4%	2506	30.3%	17812	27.0%
高压水切割机床	622	18.2%	285	29.8%	1539	31.2%
火焰切割机床	577	7.1%	328	16.6%	1795	18.2%
超声波加工机床	3580	13.8%	1384	26.6%	9462	24.3%
数控自动焊接设备	7103	16.2%	3522	25.5%	18820	25.8%

从国外来华发明专利公开量与国内发明专利公开量在细分领域的对比来看，国外来华的发明专利也是在功能部件（3967件）、特种加工机床（3360件）、数控系统（2146件）领域中分布较多。而从近五年发明专利增长情况来看，国外来华在远程监控系统领域的发明专利近五年复合增速明显超过了国内。从发明专利活跃度来看，国内技术较为活跃的是数控机床维修维护和辅助装置这两个细分领域，领域的发明专利活跃度在47%以上。国外来华专利则在远程监控系统和数控系统这两个细分领域中的专利活跃度较高。

表 15. 国内与国外来华在三级产业的专利布局对比情况

产业链三级	国内			国外来华		
	发明专利公开量	专利活跃度	近五年复合增速	发明专利公开量	专利活跃度	近五年复合增速
机床主体零部件	12663	34.0%	5.4%	943	18.6%	2.1%
功能部件	24451	36.4%	4.6%	3967	20.0%	2.1%
数控系统	17779	37.6%	10.3%	2146	29.5%	10.9%
辅助装置	10809	47.7%	26.1%	855	23.6%	5.1%
金属切削机床	12168	36.9%	11.6%	289	27.3%	9.2%
金属成形机床	5325	39.2%	11.1%	58	24.1%	0.0%
特种加工机床	23678	42.1%	16.9%	3360	22.3%	6.3%
远程监控系统	2758	42.7%	16.6%	173	34.1%	47.6%
数控机床维修维护	682	55.0%	66.6%	32	21.9%	32.0%

从更深入的细分产业领域对比国内专利和国外来华专利的情况，国外来华的发明专利在功能部件的刀具（3510件）、特种加工机床中的激光加工机床（2179件）、数控系统的控制及检测装置（1598件）领域中明显分布较多。而从近五年发明专利增长情况来看，国外来华在数控系统的软件与算法以及功能部件的机械手领域的发明专利近五年复合增速明显超过了国内。从专利活跃度来看，国内在辅助装置中的排屑装置和冷却/润滑装置这两个细分领域、软件与算法领域、机械手领域，以及特种加工机床中的激光加工机床、高压水切割机床、超声波加工机床领域，近三年发明专利活跃度较高，都在47%以上。国外来华专利则明显在软件与算法、机械手、主轴、控制与检测装置这些细分领域中的近三年发明专利活跃度较高。

表 16. 国内与国外来华在四级产业的专利布局对比情况

产业 三级	产业四级	国内			国外来华		
		发明 公开量	专利 活跃度	近五年 复合增速	发明 公开量	专利 活跃度	近五年 复合增速
机床 主体 零件	机床用钢材	1802	38.3%	10.4%	167	20.4%	21.7%
	铸件	661	34.5%	6.1%	12	0.0%	-100.0%
	机床身	940	35.7%	7.5%	42	19.0%	-19.7%
	立柱	220	27.3%	-1.9%	6	33.3%	—
	轴承	660	36.8%	25.9%	253	20.6%	18.9%
	进给机构	1347	28.0%	-0.5%	163	23.9%	5.9%
	液压系统	5500	33.3%	4.5%	241	14.1%	-10.9%
	气动系统	1727	34.5%	0.8%	68	10.3%	-27.5%
功能 部件	主轴	1858	36.7%	14.0%	160	28.1%	13.7%
	丝杠	351	28.5%	0.7%	10	20.0%	-100.0%
	导轨	5265	36.1%	2.0%	148	14.9%	-9.7%
	刀具	13264	35.0%	2.6%	3510	19.3%	1.3%
	转台	1511	39.4%	13.7%	55	29.1%	8.4%
	机械手	2672	42.7%	9.3%	99	35.4%	27.2%
数控 系统	控制及检测装置	11125	35.5%	7.8%	1598	27.9%	8.4%
	软件与算法	5302	42.2%	18.3%	512	38.1%	25.3%
	电机	588	35.5%	10.8%	96	19.8%	-7.8%
	伺服系统	1823	34.8%	2.3%	100	22.0%	-2.6%
辅助 装置	排屑装置	2308	47.6%	22.9%	189	12.2%	-3.0%
	冷却/润滑装置	8697	47.6%	27.2%	677	26.7%	6.0%
金属 切削 机床	数控车床	2687	36.6%	15.2%	52	21.2%	0.0%
	数控铣床	2316	35.9%	10.9%	30	30.0%	-100.0%
	数控镗床	321	25.9%	5.3%	6	0.0%	-100.0%
	数控钻床	2023	40.8%	23.5%	29	24.1%	-19.7%
	数控磨床	2536	33.4%	5.4%	47	25.5%	—
	加工中心	2038	39.5%	7.0%	72	16.7%	-12.9%
金属 成形 机床	数控压力机	2158	39.0%	13.0%	33	18.2%	—
	数控剪板机	303	39.6%	18.1%	1	0.0%	—
	数控折弯机	1057	41.2%	10.3%	9	33.3%	—
	数控弯管机	330	39.7%	18.1%	1	0.0%	—
	数控冲床	1502	38.3%	9.5%	11	36.4%	-12.9%
特种 加工 机床	电火花 线切割机床	1965	30.5%	-3.4%	455	18.7%	-4.1%
	电火花成型机床	1384	33.2%	4.0%	358	13.4%	-10.2%
	激光加工机床	9222	46.1%	27.4%	2179	24.5%	11.8%
	高压水切割机床	622	45.8%	18.2%	11	18.2%	—
	火焰切割机床	577	30.3%	7.1%	18	5.6%	-100.0%

产业 三级	产业四级	国内			国外来华		
		发明 公开量	专利 活跃度	近五年 复合增速	发明 公开量	专利 活跃度	近五年 复合增速
	超声波加工机床	3580	43.0%	13.8%	288	26.7%	5.3%
	数控自动 焊接设备	7103	41.7%	16.2%	147	17.7%	-6.5%

中国数控机床产业中各产业分支的主要代表企业见下表所示。

表 17. 中国数控机床产业各产业分支主要代表企业

细分产业名称	中国企业		
机床用钢材	宝山钢铁股份有限公司	鞍钢股份有限公司	南京钢铁股份有限公司
铸件	芜湖久弘重工股份有限公司	宁夏共享集团股份有限公司	沈阳铸造研究所有限公司
机床身	重庆宏钢数控机床有限公司	大连机床(数控)股份有限公司	浙江海德曼智能装备股份有限公司
立柱	湘潭三峰数控机床有限公司	宁波海天精工股份有限公司	北京博鲁斯潘精密机床有限公司
轴承	国机精工股份有限公司	浙江五洲新春集团股份有限公司	天马轴承集团股份有限公司
进给机构	天润工业技术股份有限公司	天水星火机床有限责任公司	山东威达重工股份有限公司
液压系统	天津市天锻压力机有限公司	合肥海德数控液压设备有限公司	江苏恒立液压股份有限公司
气动系统	湖南汉星机械制造有限公司	深圳市爱贝科精密工业股份有限公司	沃得精机(中国)有限公司
主轴	广州市昊志机电股份有限公司	深圳市爱贝科精密工业股份有限公司	无锡机床股份有限公司
丝杠	无锡京华重工装备制造有限公司	威海华东数控股份有限公司	三一重型机器有限公司
导轨	广东普拉迪科技股份有限公司	宁夏共享机床辅机有限公司	武汉重型机床集团有限公司
刀具	恒锋工具股份有限公司	株洲华锐精密工具股份有限公司	深圳市金洲精工科技股份有限公司
转台	广州市昊志机电股份有限公司	科德数控股份有限公司	宁波海天精工股份有限公司
机械手	江苏捷帝机器人股份有限公司	浙江屹立机器人科技有限公司	沈阳新松机器人自动化股份有限公司
控制及检测装置	深圳市雷赛智能控制股份有限公司	武汉华中数控股份有限公司	沈阳中科数控技术股份有限公司
软件与算法	南京埃斯顿自动化	上海柏楚电子科技	江苏南高智能装备

细分产业名称	中国企业		
	股份有限公司	股份有限公司	创新中心有限公司
电机	哈尔滨电气动力装备有限公司	江苏大中电机股份有限公司	上海电气集团上海电机厂有限公司
伺服系统	济南二机床集团有限公司	齐重数控装备股份有限公司	上海发那科机器人有限公司
排屑装置	科德数控股份有限公司	杭州吉宝传动设备有限公司	苏州阿诺精密切削技术有限公司
冷却/润滑装置	广州市昊志机电股份有限公司	株洲钻石切削刀具股份有限公司	东莞安默琳机械制造有限公司
数控车床	秦川机床工具集团股份有限公司	沈阳机床股份有限公司	浙江海德曼智能装备股份有限公司
数控铣床	北京北一机床有限责任公司	秦川机床工具集团股份有限公司	齐齐哈尔二机床(集团)有限责任公司
数控镗床	齐齐哈尔二机床(集团)有限责任公司	成都飞机工业(集团)有限责任公司	云南丽江建福机床集团有限公司
数控钻床	浙江意控机床有限公司	杭州贝克机械有限公司	宁波恒峰数控机床有限公司
数控磨床	威海华东数控股份有限公司	上海机床厂有限公司	湖南宇晶机器股份有限公司
加工中心	科德数控股份有限公司	广东创世纪智能装备集团股份有限公司	宁波海天精工股份有限公司
数控压力机	济南二机床集团有限公司	天津市天锻压力机有限公司	天水锻压机床(集团)有限公司
数控剪板机	江苏亚威机床股份有限公司	江苏金方圆数控机床有限公司	南通东海机床制造集团有限公司
数控折弯机	扬州恒德工业科技有限公司	江苏亚威机床股份有限公司	江苏扬力数控机床有限公司
数控弯管机	和和机械(张家港)有限公司	安徽德系重工科技有限公司	江苏合泰机械科技有限公司
数控冲床	江苏扬力数控机床有限公司	济南二机床集团有限公司	江苏亚威机床股份有限公司
电火花线切割机床	苏州市宝玛数控设备有限公司	自贡市嘉特数控机械制造有限公司	苏州三光科技股份有限公司
电火花成型机床	山东豪迈机械科技股份有限公司	苏州电加工机床研究所有限公司	群基精密工业(苏州)有限公司
激光加工机床	大族激光科技产业集团股份有限公司	昆山思拓机器有限公司	广东宏石激光技术股份有限公司
高压水切割机床	无锡永昌水刀科技有限公司	安徽傲宇数控科技有限公司	南京大地水刀股份有限公司
火焰切割机床	无锡华联精工机械有限公司	天津越华机械制造有限公司	宁波金凤焊割机械制造有限公司
超声波加工机床	上海骄成机电设备有	山东华云机电科技	汇专科技集团股份

细分产业名称	中国企业		
	限公司	有限公司	有限公司
数控自动焊接设备	柳州振业焊接机电设备制造有限公司	建科机械(天津)股份有限公司	昆山华恒焊接股份有限公司
远程监控系统	青岛盛鑫琴院机电科技有限公司	沈阳中科数控技术股份有限公司	上海拓璞数控科技股份有限公司
数控机床维修维护	成都亨通兆业精密机械有限公司	东阳故宏机械科技有限公司	镇江市富德数控机床科技有限公司

3.3 从关键核心技术看产业技术创新方向

智能制造背景下，全球对于数控机床尤其是中高档数控机床的需求逐年增长。多轴联动技术、数控技术是决定中高档数控机床性能、可靠性的关键因素。

多轴联动技术可以提高空间自由曲面的加工精度、质量和效率。现代数控机床正向高速化、高精度化、高智能化、高柔性化、高自动化和高可靠性方向发展，而多轴联动技术正体现了这一点。

数控技术是数控机床的大脑与核心。我国高端制造行业需要高速、高精、多轴联动的高档数控机床，而数控技术是决定机床性能、可靠性、成本的核心因素。数控技术正向“高速、高精、复合、智能”发展。

3.3.1 多轴联动技术

(1) 多轴联动技术的发展现状

多轴联动按照联动轴数可以分为：两轴联动、两轴半联动、三轴联动、四轴联动、五轴联动。

工业上需要加工复杂的曲面，舰艇、飞机、火箭、卫星、飞船中许多关键零件的材料、结构、加工工艺都有一定的特殊性和加工难度，用传统加工方法无法达到要求，必须采用多轴联动、高速、高精度的数控机床才能满足加工要求。

多轴联动是在一台机床的多个坐标轴上同时运动，刀具或工件可在数控系统控制下同时协调运动，从而完成复杂形状零件的加工。

多轴联动按照联动轴数可以分为：两轴联动、两轴半联动、三轴联动、四轴联动、五轴联动。

两轴联动：数控机床能同时控制两个坐标轴联动，适于数控车床加工旋转曲

面或数控铣床铣削平面轮廓。

两轴半联动：在两轴的基础上增加了 Z 轴的移动，当机床坐标系的 X、Y 轴固定时，Z 轴可以作周期性进给。两轴半联动加工可以实现分层加工。

三轴联动：数控机床能同时控制三个坐标轴的联动，用于一般曲面的加工，一般的型腔模具均可以用三轴加工完成。

四轴联动：除了同时控制 X、Y、Z 三个直线坐标轴联动之外，还有工作台或者刀具的运动。

五轴联动：除了同时控制 X、Y、Z 三个直角坐标联动以外，还同时控制围绕这些直线坐标旋转的 A、B、C 坐标轴中的两个坐标，即同时控制五个坐标轴联动，而且可以在计算机数控（CNC）系统控制下同时协调运动进行加工。

多轴联动以五轴联动数控机床优势明显；五轴数控机床可以分为三类：工作台倾斜型、主轴倾斜型和工作台/主轴倾斜型；五轴联动数控机床具有适用范围广、加工质量精、工作效率高的优点。

以五轴联动加工中心为代表的高档数控机床作为难度最大、应用范围最广的数控机床技术，在加工方面有着不可替代的优点，符合未来机床的发展趋势，被认为是航空航天、船舶、精密仪器、发电等行业加工关键部件的最重要加工工具。五轴联动数控机床是一种科技含量高、精密度高、主要用于加工复杂曲面的机床。五轴联动数控机床在飞机典型结构件、航天复杂与精密结构件、飞航导弹发动机零部件等领域实现批量示范应用，为大飞机、新型战机、探月工程等国家重大专项和重点工程提供了关键制造装备。

从结构上看，五轴数控机床大致可以分为三类：工作台倾斜型、主轴倾斜型和工作台/主轴倾斜型，适应不同的加工需求。

工作台倾斜型。在高档数控系统和伺服系统支持下，A 轴和 C 轴与 XYZ 三直线轴实现联动，可以加工出复杂的空间曲面。这种设置方式的优点是主轴的结构比较简单，刚性非常好，制造成本比较低。但一般工作台不能设计太大，承重也较小。



图 32. 工作台倾斜型五轴数控机床

主轴倾斜型。主轴前端是一个回转头，能自行环绕 Z 轴 360 度，成为 C 轴，回转头上还有带可环绕 X 轴旋转的 A 轴，一般可达 ± 90 度以上，实现上述同样的功能。优点是主轴加工非常灵活，工作台可以设计的非常大，客机庞大的机身、巨大的发动机壳都可以用它加工。这种结构非常受模具高精度曲面加工的欢迎，这是工作台回转式加工中心难以做到的。这类主轴的回转结构比较复杂，制造成本也较高。



图 33. 主轴倾斜型五轴数控机床

工作台/主轴倾斜型。一个旋转轴在主轴头的刀具侧，另一个在工作台侧。旋转轴结构布置有最大的灵活性，可以是在 A.B.C 轴中任意两个组合大多数是 B 轴与工作台绕 C 轴组合。这种结构设置方式简单、灵活，同时具备主轴倾斜型

与工作台倾斜型机床的部分优点。



图 34. 工作台/主轴倾斜型五轴数控机床

与普通的三轴联动数控机床相比，五轴联动数控机床优势非常明显。五轴联动数控机床具有适用范围广、加工质量精、工作效率高的优点：

(1) 更广的适用范围：五轴机床能够加工一般三轴联动机床不能加工或者无法一次装夹加工完成的连续光滑的自由曲面。例如航空发动机转子、大型发电机转子、大型船舶螺旋桨等。由于五轴联动数控机床在加工过程中刀具相对于工件的角度可以随时调整，避免了刀具的加工干涉，可以完成三轴联动机床不能完成的许多复杂的加工。

(2) 更精的加工质量：五轴机床可以提高自由空间曲面的加工精度、加工效率和加工质量。相对于三轴数控机床加工一般的型腔复杂的工件，五轴数控机床可以在一次装夹中完成加工，并且由于五轴数控机床加工时可以随时调整位姿角，五轴数控机床可以以更好的角度加工工件，避免了多次装夹，大大提高了加工效率、加工质量和加工精度。

(3) 更高的工作效率：五轴机床的工作效率显著提升。在传统三轴数控机床加工过程中，大量的时间被消耗在搬运工件、上下料、安装调整等时间上。五轴数控机床可以完成数台三轴数控机床才能完成的加工任务，大大节省了占地空间和工件在不同加工单元之间运转的时间和花费，工作效率显著提升，相当于普通三轴数控机床的 2~3 倍。

五轴联动数控机床的发展趋势主要有高速、高精度、智能化、复合化等；五轴联动数控机床仍面临着许多难以解决的问题。

当前欧美和日本的五轴联动数控机床代表了全球界的最高水平，技术重点可以归纳为：高速、高精度、智能化、复合化，这也代表了行业研究重点和技术发展趋势。

高速化：数控机床传动部件逐步采用直驱技术实现更高的加工效率。包括主轴采用电主轴直驱，进给采用直线电机驱动，回转工作台采用力矩电机直驱，五轴联动的摆角万能头采用力矩电机直驱等。直线电机的优点是直线驱动、无传动链、无磨损、无反向间隙，所以能达到最佳的定位精度。它具有较高的动态性、可靠性高、免维护等特点。经过十几年的发展，直线电机驱动技术已经成熟很多，刚开发出来时易受干扰和发热量大的问题得到解决；在高速移动中快速停止的定位技术，也有部分机床厂家采用阻尼技术给予解决。

复合化：即在一台机床上从毛坯直接加工成工件成品，送入组装、总装进行装配，实现没有在制品、没有半成品、没有成品库的真正精益生产。据有关资料显示，1台五轴联动加工中心或多工序复合加工中心比三联动加工中心能提高生产效率1倍以上。它将会给今后的生产带来革命性的巨变，工厂的生产模式、生产组织、生产管理将发生变化，预示着一个完全加工时代即将到来。复合加工技术的发展需要从三个方面一起推进：一是复合加工机床设计制造技术的优化和改进；二是相应的高性能数控系统的发展；三是应用技术水平的提高。智能化和网络化：机床所用的数控系统不但有自动编程、前馈控制、模糊控制、自学习控制、工艺参数自动生成、三维刀具补偿、运动参数动态补偿等智能化功能，并有故障诊断专家系统，使自诊断和故障监控功能更趋于完善。伺服驱动系统智能化，能自动感知负载变化，自动优化调整参数。

网络化：主要是指数控系统与外部的其他控制系统或上位机进行网络连接和网络控制。数控系统首先面向企业内部局域网，然后再经因特网向企业外部传输，这就是所谓的 Internet/Intranet。网络能为制造提供完整的生产数据信息，可以通过网络将加工程序传给远方的机床进行加工，也可远程诊断并发出指令调整。网络使各地分散数控机床联系在一起，互相协调，统一优化调整，使产品加工不局限于一个工厂内而实现社会化生产。在多品种小批量生产中，1台数控机床用于切削的时间只占机动时间的 25%~35%，联成网络后，可以提高到 60%~65%。

五轴联动数控机床仍然局限于少数资金雄厚的部门,面临着许多难以解决的问题:

表 18. 五轴联动数控机床技术难题

难点	难点解释
对控制器、伺服系统要求非常严格	五个坐标轴运动的合成, 旋转坐标的加入, 不但加重了插补运算的负担, 而且旋转坐标的微小误差就会大幅度降低加工精度。因此要求控制器有更高的运算精度。它的运动特性要求伺服驱动系统有很好的动态特性和较大的调速范围。
编程抽象操作困难	五轴数控机床结构形式多样, 同一段 NC 代码可以在不同的三轴数控机床上获得同样的加工效果, 但某一种五轴机床的 NC 代码却不能适用于所有类型的五轴机床。数控编程除了直线运动之外, 还要协调旋转运动的相关计算, 处理的信息量很大, 数控编程极其抽象。 五轴数控加工的操作和编程技能密切相关, 只有反复实践, 编程及操作人员才能掌握必备的知识和技能。经验丰富的编程、操作人员的缺乏, 是五轴数控技术普及的一大阻力。国内许多厂家从国外购买了五轴数控机床, 由于技术培训和售后服务不到位, 固有功能很难实现, 机床利用率很低。
后置处理器	利用常用后置处理器生成器, 只需输入机床的基本参数, 就能够产生三轴数控机床的后置处理器。而五轴联动数控机床机床还有两个旋转坐标, 刀具位置从工件坐标系向机床坐标系转换, 中间要经过几次坐标变换, 目前只有一些经过改良的后置处理器专用后置处理器还有待进一步开发。
对 CAD/CAM 系统的要求	用户必须借助于成熟的 CAD/CAM 系统, 必须要有经验丰富的编程人员来对 CAD/CAM 系统进行操作。
刀具半径补偿	五轴联动程序中, 目前流行的 CNC 系统均无法完成刀具半径补偿, 因为 ISO 文件中没有提供足够的对刀具位置进行重新计算。用户在进行数控加工时需要频繁换刀或调整刀具的确切尺寸, 按照正常的处理程序, 刀具轨迹应送回 CAM 系统重新进行计算。从而导致整个加工过程效率十分低下。
投资巨大	五轴联动数控机床价格比三轴联动机床高出 50% 至数倍, 除了机床本身的投资之外, 还必须对 CAD/CAM 系统软件和后置处理器进行升级, 使之适应五轴加工的要求; 必须对校验程序进行升级。

来源: 金属加工在线, 国金证券研究所整理

(2) 多轴联动技术的专利布局情况

全球多轴联动领域领先的国家或地区主要有中国、日本、美国、韩国、欧洲等; 我国多轴联动技术发明专利公开趋势与全球多轴联动发明专利公开趋势一致, 我国多轴联动近 5 年复合增速略高于全球多轴联动近 5 年复合增速。

截至目前, 多轴联动技术领域的全球发明专利公开量约 5239 件, 中国发明

专利公开量约 3672 件。从公开趋势看，我国多轴联动技术在 2014 年至 2020 年，发明专利公开量增长较为平稳，这与全球多轴联动发明专利公开趋势一致。我国多轴联动近 5 年复合增速为 16.9%，略高于全球多轴联动近 5 年复合增速(14.2%)。

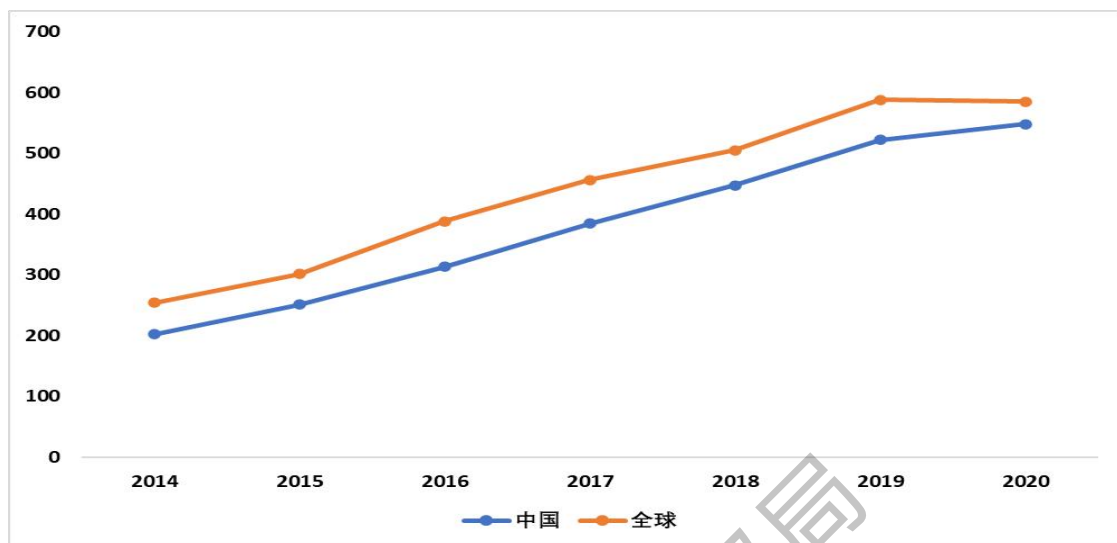


图 35. 多轴联动技术发明专利公开量趋势

从国内 31 省市和海外来华发明专利布局对比情况看，海外公司在中国布局多轴联动的专利一直较少，2016 年至 2019 年海外公司在中国布局多轴联动的专利稍多些，但我国多轴联动技术方面的发明专利量远远多于外国在中国布局多轴联动的专利量，这也说明我国一直非常重视多轴联动技术的研发。

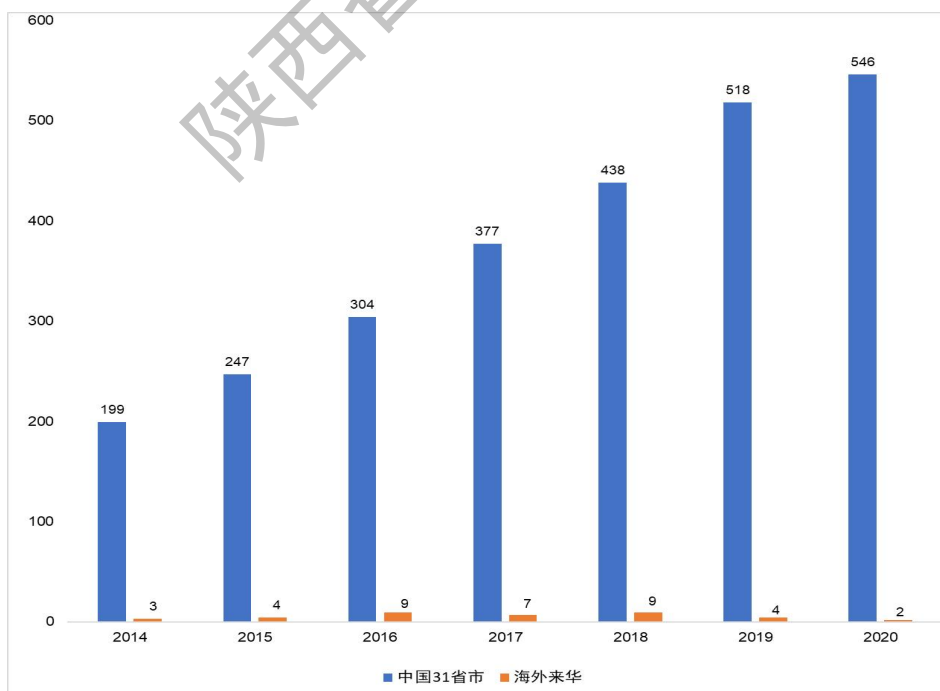


图 36. 国内 31 省市与海外来华在中国的发明专利布局对比情况（多轴联动）

从技术领域看，国内 31 省市的多轴联动产业发明专利技术主要涉及机床的零件、部件或附件，用于磨削或抛光的机床、装置或工艺，钎焊或脱焊、焊接、用钎焊或焊接方法包覆或镀敷、局部加热切割如火焰切割、用激光束加工，组合加工、万能机床，车削、镗削，铣削等技术；其中，机床的零件、部件或附件占国内 31 省市发明专利总公开量的 28.8%。

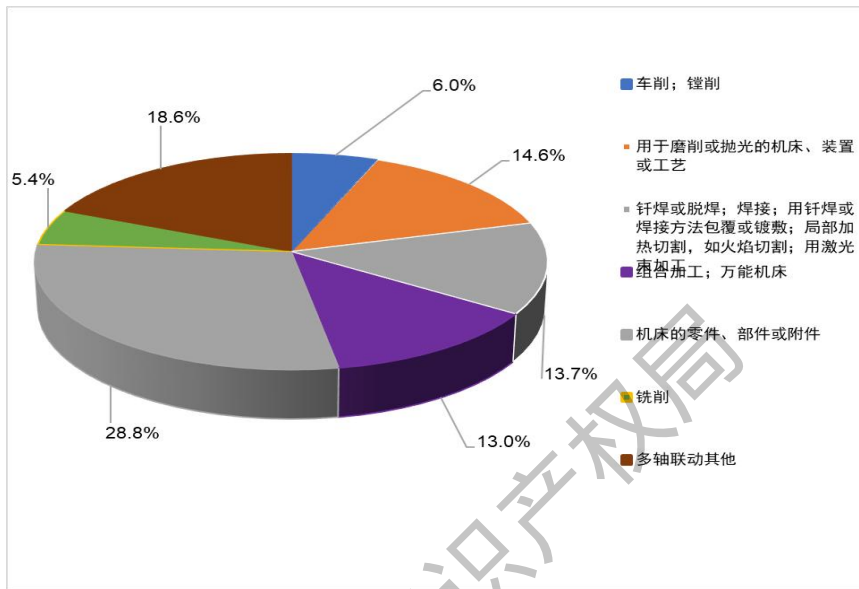


图 37. 国内 31 省市的多轴联动技术相关发明专利的技术领域分布

注释：“多轴联动其他”是指除机床的零件、部件或附件，用于磨削或抛光的机床、装置或工艺，钎焊或脱焊、焊接、用钎焊或焊接方法包覆或镀敷、局部加热切割如火焰切割、用激光束加工，组合加工、万能机床，车削、镗削，铣削之外的多轴联动技术。

全球多轴联动技术的发明专利申请主要分布在中国、日本、美国、韩国、欧洲等国家，其中，中国居首，日本次之，美国第三。

从申请人地域分布来看，全球多轴联动技术的发明专利申请主要分布在中国、日本、美国、韩国、欧洲等国家。其中，中国居首，中国发明专利公开 3672 件，约占全球发明专利公开量的 70.1%，代表企业有科德数控、广东普拉迪、成都飞机工业、芜湖洪金机床、北京博鲁斯潘精密机床、南京建克机械、无锡大龙马数控机床制造、佛山市普拉迪数控等。日本次之，发明专利公开 313 件，约占全球发明专利公开量的 6.0%，代表企业有发那科、三菱、日立、松下、东芝、大隈等。美国再次之，发明专利公开 261 件，约占全球发明专利公开量的 5.0%，代表企业有通用电气公司、布林克曼产品公司、伊雷克托科学工业、波音公司、尹格索碾磨机公司、格里森刀具股份有限公司、西屋电气公司、赫克公司等。

韩国排名全球第四，发明专利公开 145 件，约占全球发明专利公开量的 2.8%，代表企业有斗山机械工具公司、韩国机械、昌原国立大学产业学院合作社、现代公司、大邱机械研究所、大宇重工、华川机床等。欧洲排名全球第五，发明专利公开 142 件，约占全球发明专利公开量的 2.7%，代表企业有劳斯莱斯、雷诺自动化、莫林斯机械、尤诺瓦公司、西门子公司、库卡工业等。

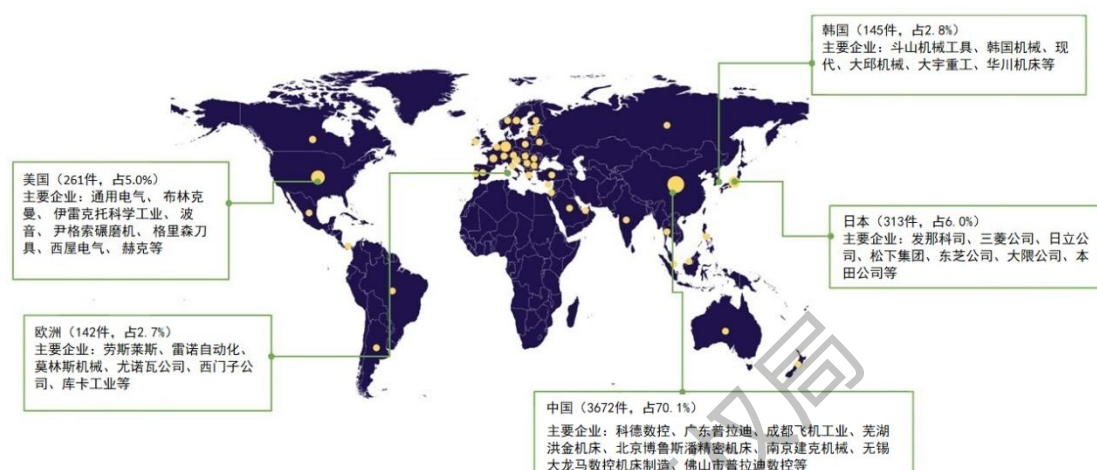


图 38. 多轴联动领域发明专利公开量的全球分布

陕西省多轴联动技术领域的发明专利公开量共 111 件；陕西省多轴联动近 5 年复合增速为 32.0%，明显高于中国多轴联动近 5 年复合增速（16.9%）。

截至目前，陕西省多轴联动技术领域的发明专利公开量共 111 件，占中国多轴联动技术领域发明专利公开量（3672 件）的 3.02%。从公开趋势看，陕西省多轴联动技术发明专利公开量在 2016 年后增长较快，近 5 年复合增速高达 32.0%，明显高于全国多轴联动技术发明公开量近 5 年复合增速（16.9%）。

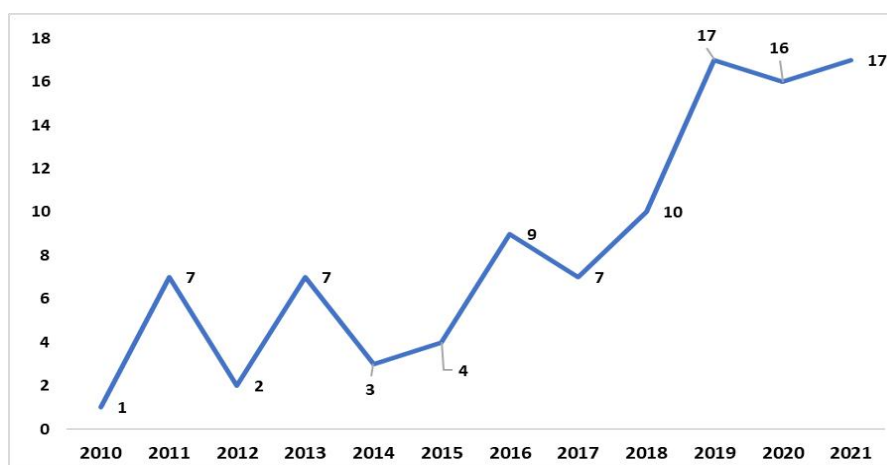


图 39. 陕西省多轴联动技术发明专利公开量趋势

从申请人来看，陕西省多轴联动技术领域的发明专利公开量排名前五位的申请人是西安交通大学（23 件）、西北工业大学（12 件）、西安理工大学（9 件）、中国科学院西安光学精密机械研究所（7 件）、中国航发动机股份有限公司（4 件）。陕西省多轴联动技术领域的发明专利公开量排名前五位的申请人以高校研究所为主。

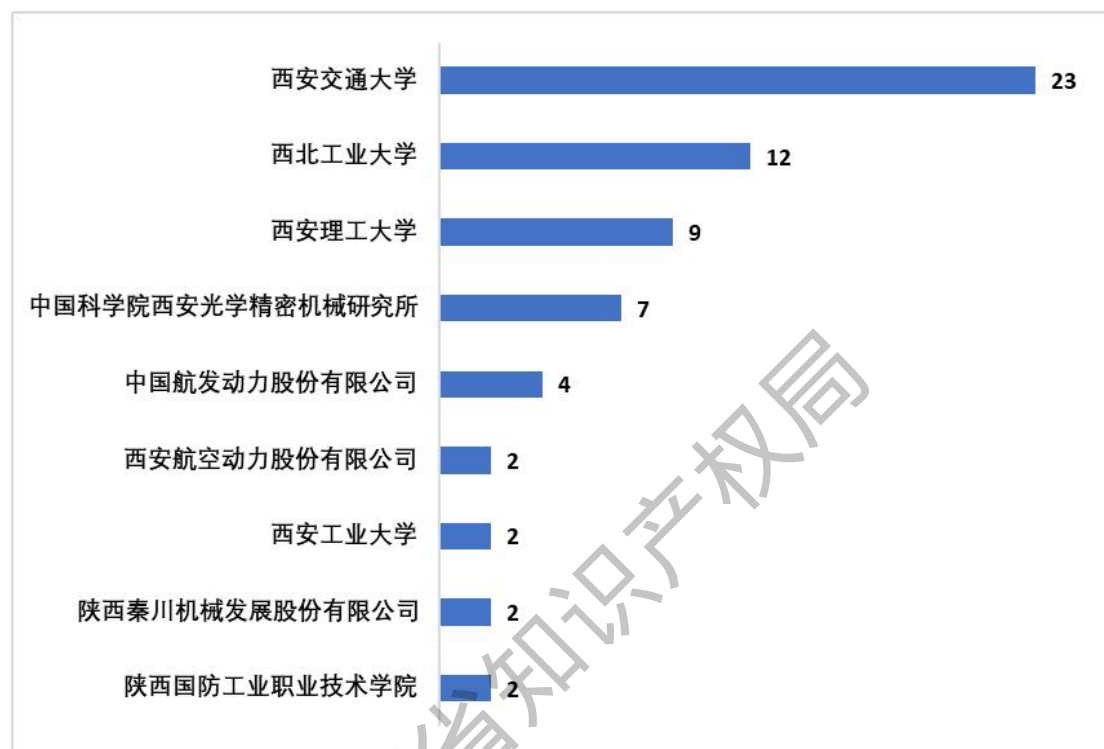


图 40. 陕西省多轴联动技术发明专利公开量排名靠前的申请人

(3) 多轴联动的关键技术解读

多轴联动的关键技术主要涉及以下几个方面：采用基于矩形阵列同步摆动机构的多轴联动加工机床或五轴联动卧式斜齿非圆齿轮滚齿加工机床，提高多轴联动数控机床的加工效率；通过对五轴联动加工机床轨迹误差的实时监测或匹配各单轴参数，提高多轴联动数控机床的加工精度；通过自动润滑系统或上料卸料机构的设置，提高多轴联动数控机床的自动化程度；通过在五轴联动作用下驱动刀具运行“S”试件轨迹或基于联动轨迹误差建模的轮廓误差补偿方法，提高多轴联动数控机床的误差检测的准确性等。

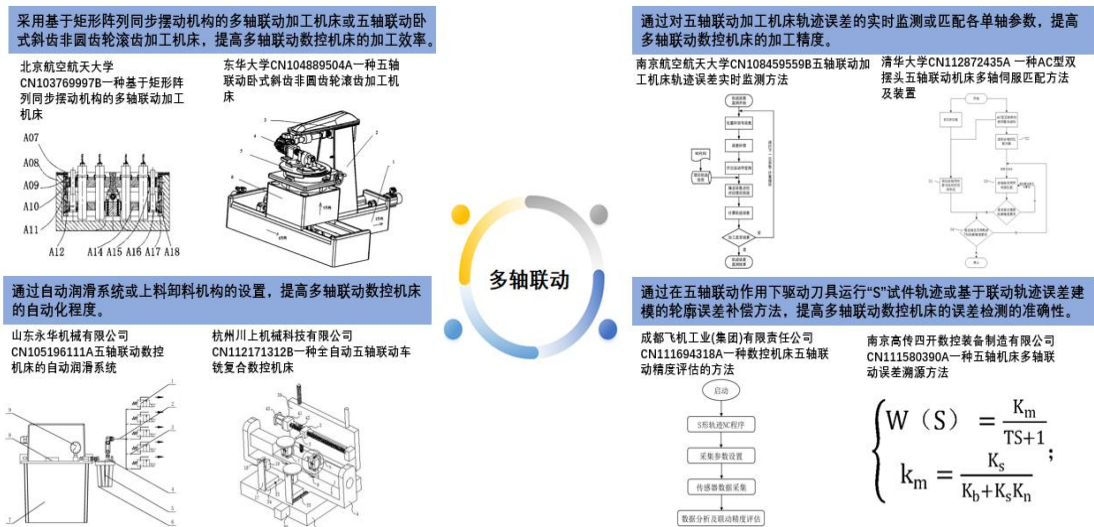


图 41. 多轴联动的关键技术解读

3.3.2 数控技术

(1) 数控技术的发展现状

数控技术是一个软硬件集合体, 主要涉及控制装置、检测装置、软件与算法; 数控技术的发展趋势是“高速、高精、复合、智能”。

数控技术是一个软硬件集合体, 主要涉及控制装置、检测装置、软件与算法。

数控技术发展主要经历了 4 个阶段:

第一阶段: 起阶段

先后经历电子管、晶体管、小集成电路、大规模集成电路、小型计算机、微处理器等。

第二阶段: 发展应用阶段

数控系统微处理器运算速度快速提高, 功能不断完善、可靠性进一步提高。

第三阶段: 产业化成熟阶段

柔性单元、柔性系统、自动化工厂开始应用。

第四阶段: 更高水平发展

模块化、智能化、系统化、集成化; 高速、高效、高精、高可靠性。



图 42. 数控技术的主要发展阶段

资料来源：华安证券研究所

高档数控技术是重要的战略资源。数控技术根据其加工方式、开放程度、配套平台等可以分为经济型、标准型和高档型。高档数控技术可以实现全闭环控制、5 轴以上联动功能，其加工进度和开放性都明显更具优势，也是重要的战略资源。

项目	经济型/低档型	标准型/中档型	高档型
加工	能加工形状较简单的直线斜线	4 轴以下（含 4 轴）联动	5 轴及以上的插补联动功能
精度	0.02mm 以上	0.01-0.005mm	高静态精度（最小分辨率为 1nm），还要求高动态精度（随动误差 0.01mm 以内）
开发程度	通常不具有用户可编程的 PLC 功能	支持用户开发 PLC 功能	完备的 PLC 控制功能
配套平台	主要适配于经济型数控车床和铣床	主要与车削中心、全功能车床、铣削中心、立/卧式加工中心配套	高档数控系统主要与五轴及以上高档数控机床、多通道、重型数控机床及高速高精、超精密机床配套，可以满足航空航天、军工、通信、汽车、船舶等高精度复杂零件的加工
其他	无		具有多通道（两个及以上）数控设备控制能力，具有双驱控制、高速度等性能

图 43. 数控技术的级别与对应标准

资料来源：华中数控招股书，信达证券研发中心

数控技术正向着“高速、高精、复合、智能”发展。为满足数控机床加工需要，数控技术在提高精度和速度的基础上，还在融合现代信息技术，更加智能化

和开源化。现在的高档数控技术已经实现智能化和网络化,可实现远程机床诊断、远程监视等功能,还能将数控系统功能进行重新组合、修改、添加或删除。

(2) 数控技术的专利布局情况

全球数控技术领域领先的国家或地区主要有中国、日本、美国、韩国、欧洲等;我国数控技术发明专利公开趋势与全球数控技术发明专利公开趋势一致,我国数控技术近5年复合增速略高于全球数控技术近5年复合增速。

截至目前,数控技术领域的全球发明专利公开量约102804件,中国发明专利公开量约17983件。从公开趋势看,我国数控技术在2014年至2018年发明专利公开量增长较快,近三年发明专利公开量增长较为平稳。我国数控技术近5年复合增速为11.3%,略高于全球数控技术近5年复合增速(10.0%)。

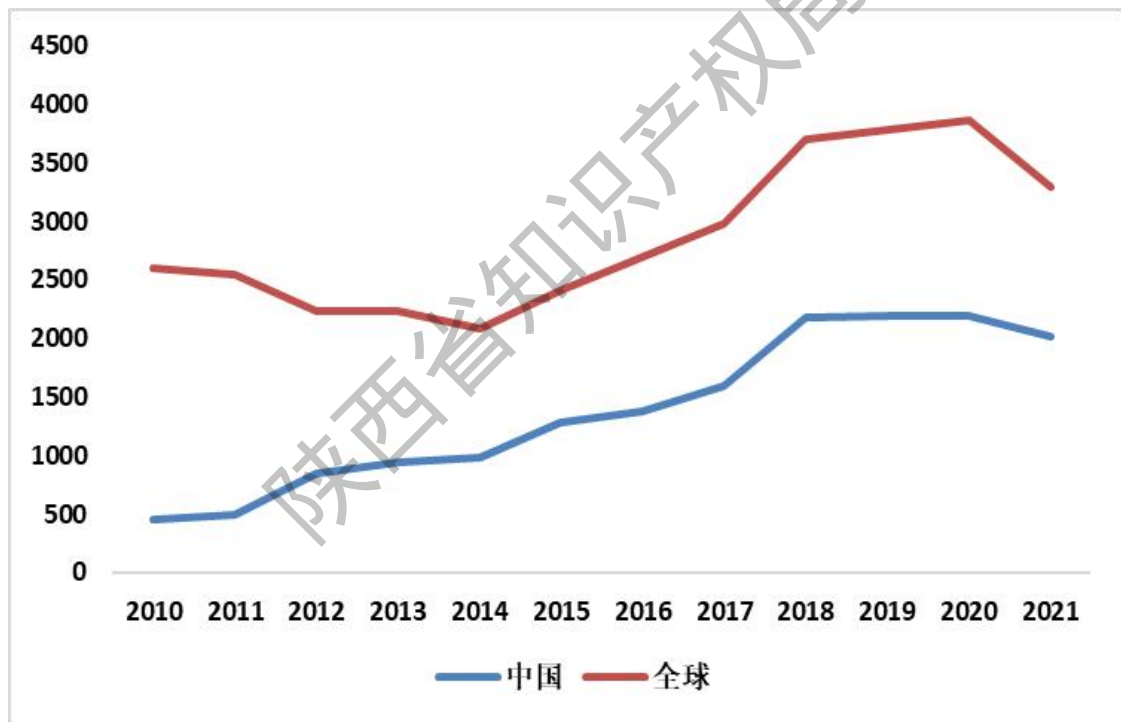


图 44. 数控技术发明专利公开量趋势

从国内 31 省市和海外来华发明专利布局对比情况看,海外公司在中国布局数控技术的专利一直较少,2018 年至 2020 年海外公司在中国布局数控技术的专利稍多些,但我国数控技术方面的发明专利量远远多于外国在中国布局数控技术的专利量,这也说明我国一直非常重视数控技术的研发。

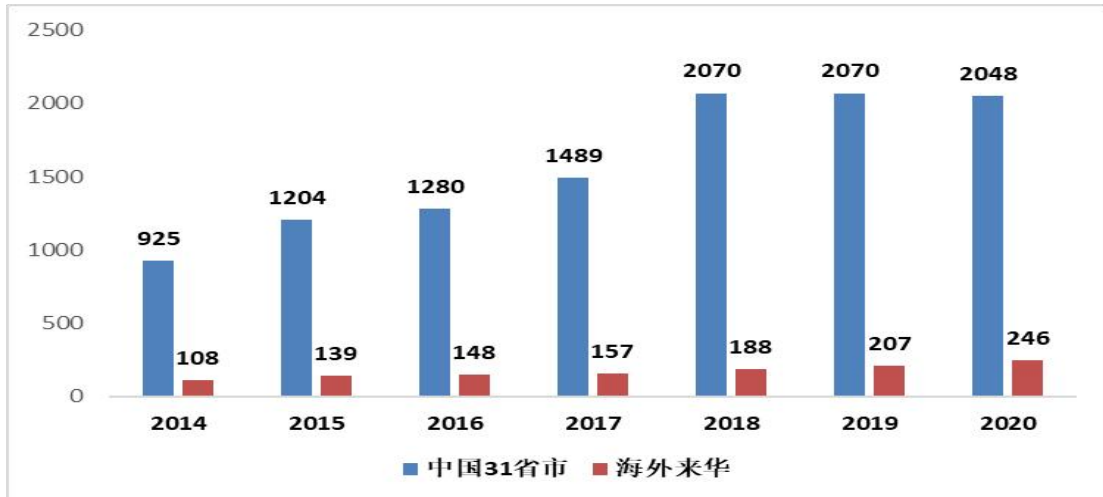


图 45. 国内 31 省市与海外来华在中国的发明专利布局对比情况（数控技术）

从技术领域看，国内 31 省市的数控技术产业发明专利技术主要涉及控制装置、软件与算法、检测装置等技术；其中，控制装置占国内 31 省市发明专利总公开量的 28.7%。

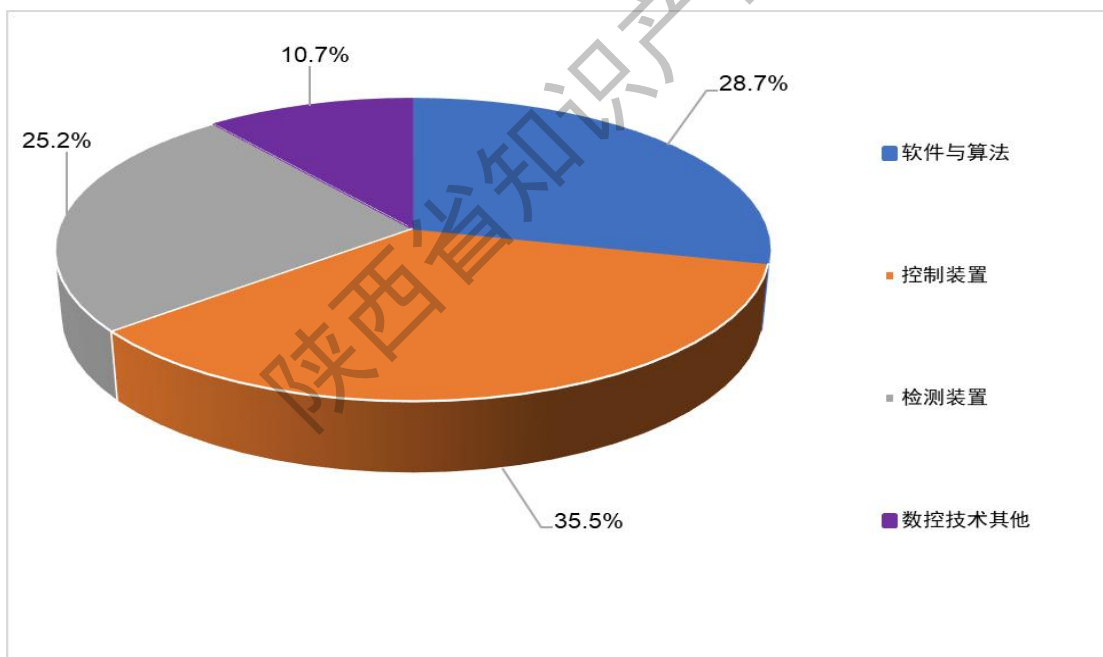


图 46. 国内 31 省市的数控技术相关发明专利的技术领域分布

注释：“数控技术其他”是指除控制装置、软件与算法、检测装置之外的数控技术。

全球数控技术的发明专利申请主要分布在中国、日本、美国、韩国、欧洲等国家，其中，中国居首，日本次之，美国第三。

从申请人地域分布来看，全球数控技术的发明专利申请主要分布在中国、日

本、美国、韩国、欧洲等国家。其中，中国居首，发明专利公开 17983 件，约占全球发明专利公开量的 17.5%，代表企业有天津市天锻压力机、大族激光科技、西安扩力机电、武汉华中数控、上海维宏智能、沈阳高精数控等。日本次之，发明专利公开 12894 件，约占全球发明专利公开量的 12.5%，代表企业有发那科、三菱、日立、天田、松下、大隈、山崎马扎克、安川电机等。美国再次之，发明专利公开 7607 件，约占全球发明专利公开量的 7.4%，代表企业有通用电气、伊利诺斯工具制品、波音公司、哈里伯顿公司、西屋电气公司、施耐德公司、林肯电气、福特汽车、休斯航空等。韩国排名全球第四，发明专利公开 3335 件，约占全球发明专利公开量的 3.2%，代表企业有斗山公司、三星重工、现代重工、大宇造船、浦项制铁、华川机床、大宇重工等。欧洲排名全球第五，发明专利公开 2985 件，约占全球发明专利公开量的 2.9%，代表企业有西门子、博世、戴姆勒公司、大众公司、飞利浦、曼内斯曼公司、赛峰集团、山特维克公司、梅塞尔集团等。

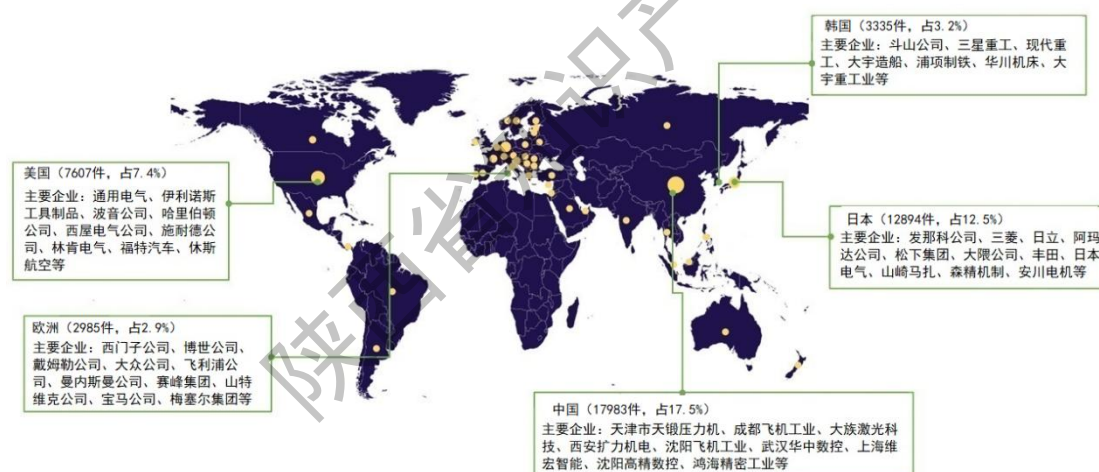


图 47. 数控技术领域发明专利公开量的全球分布

陕西省数控技术领域的发明专利公开量共 826 件；陕西省数控技术近 5 年复合增速为 17.2%，明显高于中国数控技术近 5 年复合增速（11.3%）。

截至目前，陕西省数控技术领域的发明专利公开量共 826 件，占中国数控技术领域发明专利公开量（17983 件）的 4.59%。从公开趋势看，陕西省数控技术发明专利公开量在 2017 年至 2019 年增长较快，2020 年。陕西省数控技术近 5 年复合增速为 17.2%，明显高于中国数控技术近 5 年复合增速（11.3%）。

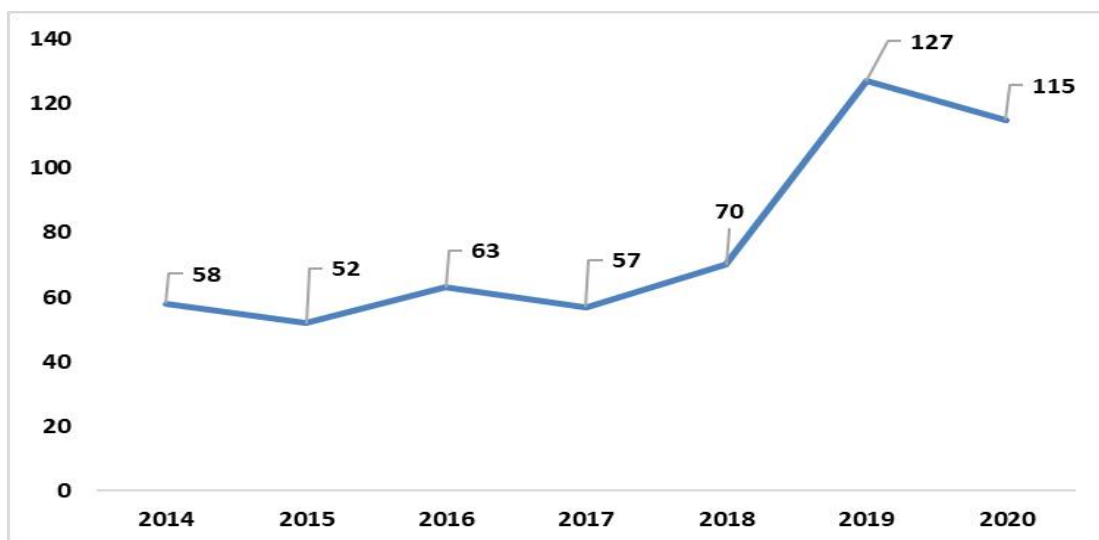


图 48. 陕西省数控技术发明专利公开量趋势

从申请人来看，陕西省数控技术领域的发明专利公开量排名前五位的申请人是西安交通大学（175 件）、西北工业大学（149 件）、西安扩力机电科技有限公司（50 件）、西安理工大学（29 件）、中国航发动力股份有限公司（16 件）。陕西省数控技术领域的发明专利公开量排名前五位的申请人以高校为主。

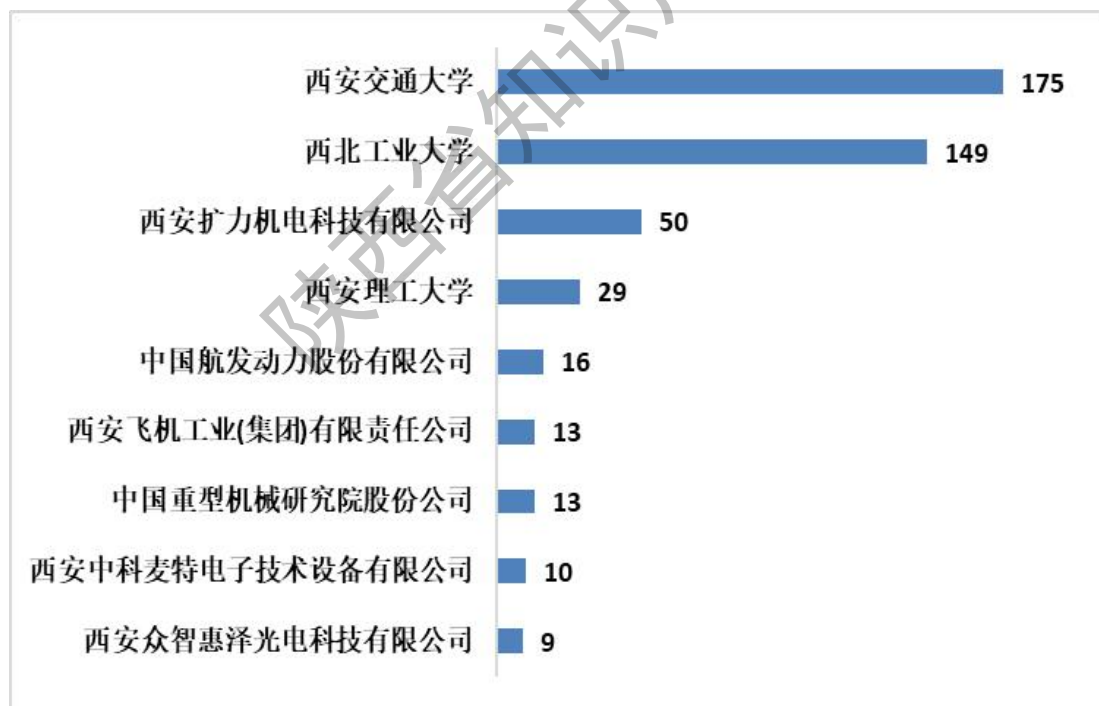


图 49. 陕西省数控技术发明专利公开量排名靠前的申请人

(3) 数控技术的关键技术解读

数控技术的关键技术主要涉及以下几个方面：采用数据控制方法或数控模型

的速度控制方法，可以提高机床的加工效率；通过数控加工中心的传感器数据或可收纳的延伸机构的设置，提高数控机床的检测精度；通过算法修正顶刀刀位或调整磨削过程中砂轮姿态，提高刀具或钻头的耐用度；通过重型机床模块化设计方法或节能降耗型龙门机床操作系统，降低机床的制造或维护成本等。



图 50. 数控技术的关键技术解读

3.4 从龙头企业看技术创新方向

龙头企业对数控机床产业具有很深的影响，在整个行业中起到示范、引领作用。根据赛迪顾问发布的《2019 年数控机床产业数据》，2019 年全球 TOP10 数控机床企业排名，按企业营收规模划分，山崎马扎克以 52.8 亿美元（353.4 亿人民币）排名第一，行业地位显而易见。而排名第三的德马吉森精机是德国的德马吉公司与日本的森精机公司的合资公司，是优势资源整合的典型代表，且德马吉森精机的机床在中国和全球均具有较高的知名度。此外，发那科是世界上最大的专业数控系统生产厂家，占据了全球 70% 的市场份额，其拥有的数控机床领域发明专利申请量也远远超过其他龙头企业，排名全球首位。国内企业中，创世纪、秦川机床、海天精工均为上市公司，2020 年机床类产品营收分列国内前三名。综上，通过对山崎马扎克、德马吉森精机、发那科、创世纪、秦川机床、海天精工这 6 家国内外龙头企业进行分析，来挖掘产业的技术创新方向。

3.4.1 山崎马扎克

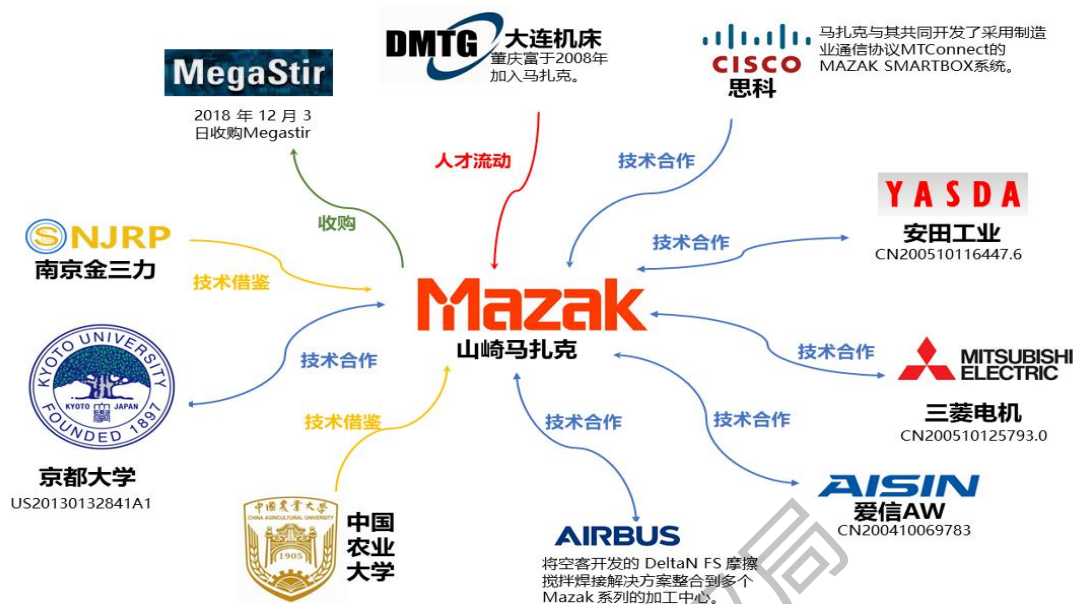


图 51. 山崎马扎克竞合网络

山崎马扎克营收规模排名世界第一，在全世界 28 个国家设立了 86 处技术中心、技术服务中心及 10 个生产基地，其中包括 2 个中国工厂。

日本山崎马扎克株式会社成立于 1919 年，是一家具有百年发展历史的全球知名机床生产制造商，可提供包括复合加工、五轴加工、铣削、车削、数控系统及自动化的全面解决方案。2019 年山崎马扎克以 52.8 亿美元（353.4 亿人民币）营业收入在全球数控机床制造企业中排名第一，力压通快、德马吉森精机、马格、天田等德美日知名厂商。

表19. 2019年全球重点数控机床制造商

排名	企业名称	国家和地区	营收（亿美元）
1	山崎马扎克	日本	52.8
2	通快	德国	42.4
3	德马吉森精机	德国	38.2
4	马格	美国	32.6
5	天田	日本	31.1
6	大隈	日本	19.4
7	牧野	日本	18.8

排名	企业名称	国家和地区	营收（亿美元）
8	格劳博集团	德国	16.8
9	哈斯	美国	14.8
10	埃马克	德国	8.7

山崎马扎克在全球设立了 86 处服务基地以提供迅速的售前、售后服务，其中包括 36 处技术中心和 48 处技术服务中心。在欧美及亚洲地区建立了 10 个生产基地，其中在中国分别与 2000 年和 2013 年建立了宁夏小巨人机床有限公司和山崎马扎克机床(辽宁)有限公两个中国生产基地。

时间节点	重要事件
1919年	山崎定吉创办山崎铁工所（山崎马扎克前身），主要从事榻榻米机械的制造
1927年	开始车床、铣床等机床制造。经过数年技术攻关，先后完成机床商品化1号机，机电一体化轧辊车床等产品
1959年	开始生产高速精密机床(LB、LD系列)
1961年	产品远销海外市场，逐步在国外建立分公司和工厂
1963年	发表MAZAK品牌，且开始量产马扎克车床
1968年	在纽约成立山崎机械公司(美国公司)，数控车床第1号机MITC1000M完成
70年代	美国公司YMC大圣卢辛辛那提工厂完成，比利时成立山崎马扎克欧洲公司
80年代初	山崎马扎克英国公司、墨西哥公司、德国公司相继成立
80年代末	先后研制出世界第一台对话型数控装置、复合加工机铣削中心、多面5轴加工机等设备
90年代末	开始建设智能化工厂，在机床上融合信息技术、互联网技术等
1998年	上海技术中心成立，即现在的山崎马扎克科技(上海)有限公司
2000年	中国宁夏小巨人机床有限公司智能工厂建成
2005年	新一代数控装置MAZATROL MATRIX完成，在INTEGREX 200-IV搭载了智能功能，随时可以扩展到全部机型
2013年	山崎马扎克机床(辽宁)有限公司工厂竣工
2019年	以52.8亿美元的营收高居全球机床厂商榜首

图 52. 山崎马扎克发展历程

山崎马扎克在数控机床产业领域共拥有发明专利申请 575 件，主要分布在控制及检测装置（199 件）和激光加工机床（108 件）等领域。

山崎马扎克在全球共拥有数控机床产业发明专利申请 575 件，从专利布局领域分布来看，专利量在百件以上的细分领域有两个，分别是控制及检测装置（199 件）和激光加工机床（108 件），在刀具、加工中心、软件与算法、数据车床、主轴等领域均有专利 30 件以上。

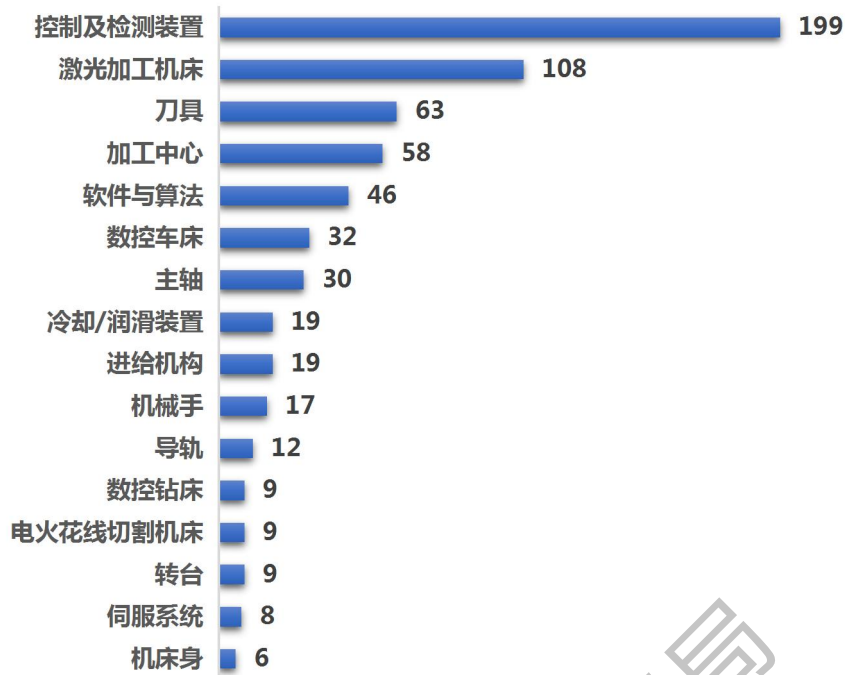


图 53. 山崎马扎克数控机床产业细分领域专利分布

山崎马扎克的专利布局主要集中在日本本土，排在之后的区域依次为欧洲（97 件）、中国（59 件）、德国（59 件）。

从专利布局区域来看，山崎马扎克在日本布局的专利最多，共有 294 件，占专利申请公开总量的 51.1%，其次为欧洲地区，共有 97 件，占比 16.9%。在中国和德国布局的专利均为 59 件，均占比 10.3%。

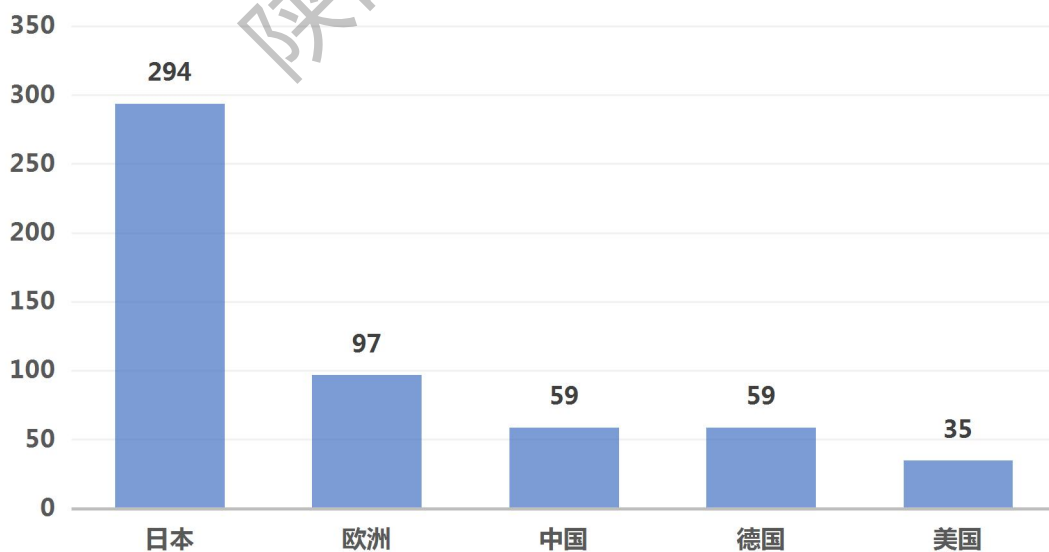


图 54. 山崎马扎克数控机床产业全球专利布局情况

山崎马扎克历年的专利申请量经历了两次高点，分别是 1992 年的 44 件和 2005 年的 46 件，且申请趋势呈短期快速上升、长期缓慢下跌的特点。

从专利申请趋势来看，山崎马扎克的专利申请公开量处于大周期波动。1985-1992 年之间，山崎马扎克的专利申请公开量快速上升，期间复合增速为 32.9%，1992 年专利公开量达 44 件，首次达到高峰。但随后几年里专利申请公开量迅速下滑，至 2000 年，专利申请公开量止跌。2000-2005 年期间，山崎马扎克专利申请公开量进入第二次爬坡阶段，期间复合增速为 63.0%，2005 年专利公开量达 46 件，达到第二次高点后，专利申请公开量以每年 25.5% 的速度再次下滑，直至 2018 年触底回升。从历年申请趋势来看，山崎马扎克专利申请趋势呈短期快速上升，长期缓慢下跌的特点。

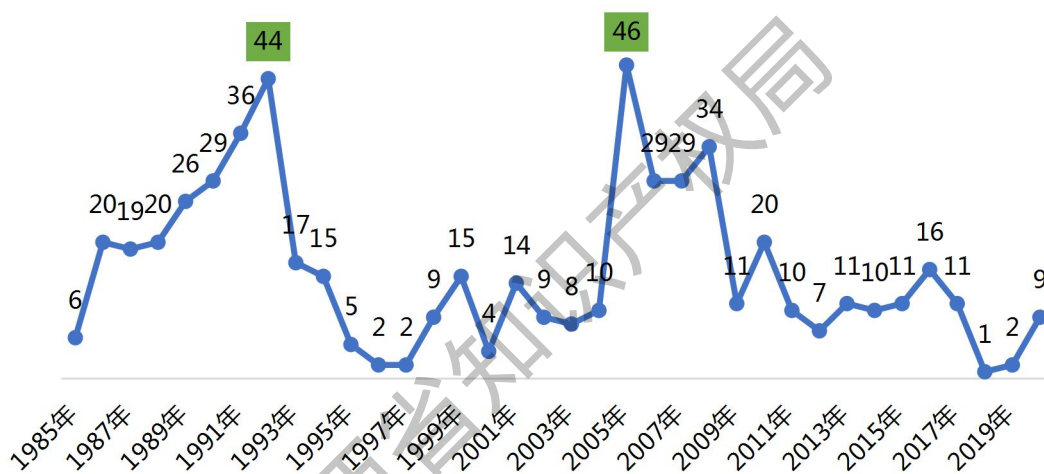


图 55. 山崎马扎克数控机床产业专利申请趋势

基于山崎马扎克机床全零件精度、速度、稳定性等多方面的技术优势，赋予机器人人工智能技术，逐渐建立起了智能工厂技术体系。

经过上百年技术积累及不断的技术创新，马扎克在机床制造领域中形成了 SMOOTH、SPS、DONEINONE、MAZA-Care、AI 等创新技术及理念。

从智能化工厂进程来看，早在 2005 年，马扎克已在第六代数控系统上实现了真正的智能化。马扎克借助第六代数控 MAZATROL MATRIX，为其机床配备了针对加工热变位、切削振动、机床干涉、主轴监测、维护保养、车削工作台、动态平衡性及语音导航等多项智能化技术。马扎克还通过远程诊断系统 MAZA-CARE 提供主动式的智能服务，主动发现机床问题，实现 24H 远程服务，以保障机器的生产。

表20. 山崎马扎克创新理念及技术

技术类型	技术特点	示意图
SMOOTH 技术	<p>全新的软硬件配置，实现优秀的高速度、高精度、高品质加工；</p> <p>流畅宜人的操作体验与进程管理以及更加丰富的智能化功能；</p> <p>应对物联网时代的智能化平台，轻松实现智能化工厂。</p>	 <p>MAZATROL SMOOTHHC 触屏操作的高速高精度 4轴联动CNC装置</p> <p>MAZATROL SMOOTHG 触屏操作的高速高精度 4轴联动CNC装置</p> <p>MAZATROL SMOOTHX 触屏操作的高速高精度 5轴联动CNC装置</p>
SPS 技术	<p>智能工厂管理系统，应用于产品设计、制造以及管理等全生命周期中，使得工艺、程序、计划等生产准备提前展开。</p>	 <p>事務所 工場</p> <p>SMOOTH CAM RS</p> <p>SMOOTH TOOL MANAGEMENT</p> <p>SMOOTH SCHEDULER</p> <p>SMOOTH MONITOR</p> <p>SMOOTH PMC</p>
DONE IN ONE	<p>包含了所有的加工流程——从放入原材料到最终的加工——只在—台机床上进行</p>	 <p>DONE IN ONE Production</p> <p>Previous Production Process</p> <p>ONE Number of Operations 3</p> <p>ONE Number of Machines 4</p> <p>ONE Number of Programs 3</p>
MAZA-CARE	<p>智能化 24 小时服务，远程诊断，保障机器生产。</p>	

随着应用 SMOOTH 技术的第七代数控系统 MAZATROL SmoothX 和 MAZATROL SmoothG 的问世，马扎克机床的智能化、自动化水平进一步提高，朝着“智能化工厂”目标迈进。

SMOOTH 技术通过对话式编程和便捷的参数微调功能，向客户提供如摩擦搅拌焊、增材制造、高精度和高效率齿轮加工等先进的加工技术；对机器在温度变化和重复使用过程中所出现的状态变化进行检测和补偿，保证了高精度加工；新增了 3D 刀具模型管理功能、增加了刀具 ID 种类，提高刀具的适用性，从而达到多机型通用，操作界面也焕然一新，不断地推进和完善刀具管理和可视化进程。

近几年，山崎马扎克仍不断对外发布新产品，全方位呈现了前瞻性的制造技术。2019-2020 年在中国国际机床展览会上先后发布能够自主抑制主轴振动的 Smooth 人工智能主轴、融合了全工序齿轮加工 AG 技术的复合加工机，以及丰富的面向规模化定制的自动化产品等。2020 年，新冠疫情没能阻挡马扎克的技术创新脚步，并先后发布了两个系列的多款新机型，包括 QTE 系列和 VCE 系列的新产品，从新产品上看到了更多的创新技术。

iSMART Factory 是山崎马扎克多年来技术成果的重要应用，不仅代表了马扎克全方位的制造愿景，且有助于提升制造业数字化水平

2014 年 11 月 20 日，在日本名古屋山崎马扎克总部宣布了具有前瞻性的 iSMART Factory 新概念。iSMART Factory 使用先进的制造单元和系统，采用全数字集成，实现过程控制方面的自由流数据共享监控和操作。在 iSMART Factory，MTConnect®开放通信协议与过程支持软件一起工作，并提供连接性以及监控并从所有不同生产车间获取数据的能力机器、单元、设备和进程。通过个人电脑和便携式电子设备，如智能手机和平板电脑，实时监测制造数据，提升整体生产力、效率和对客户/市场的响应能力。

iSMART Factory 还为制造业提供了工业互联网平台解决方案，包括直接连接到制造设备的硬件、软件机器监控解决方案。它被设计用于监控你的车间中的每一台机器，数控机床，非数控机床，制造中心和手工加工，所有这些都捆绑在一个生产过程制造执行系统中。机器监控提供即时、自动和定时主动电子邮件和文本警报，最大限度地减少停机时间，识别和消除不必要的可选停机，有助于恢复损失的生产时间。



图 56. 山崎马扎克 iSMART Factory™ 解决方案概览

3.4.2 德马吉森精机

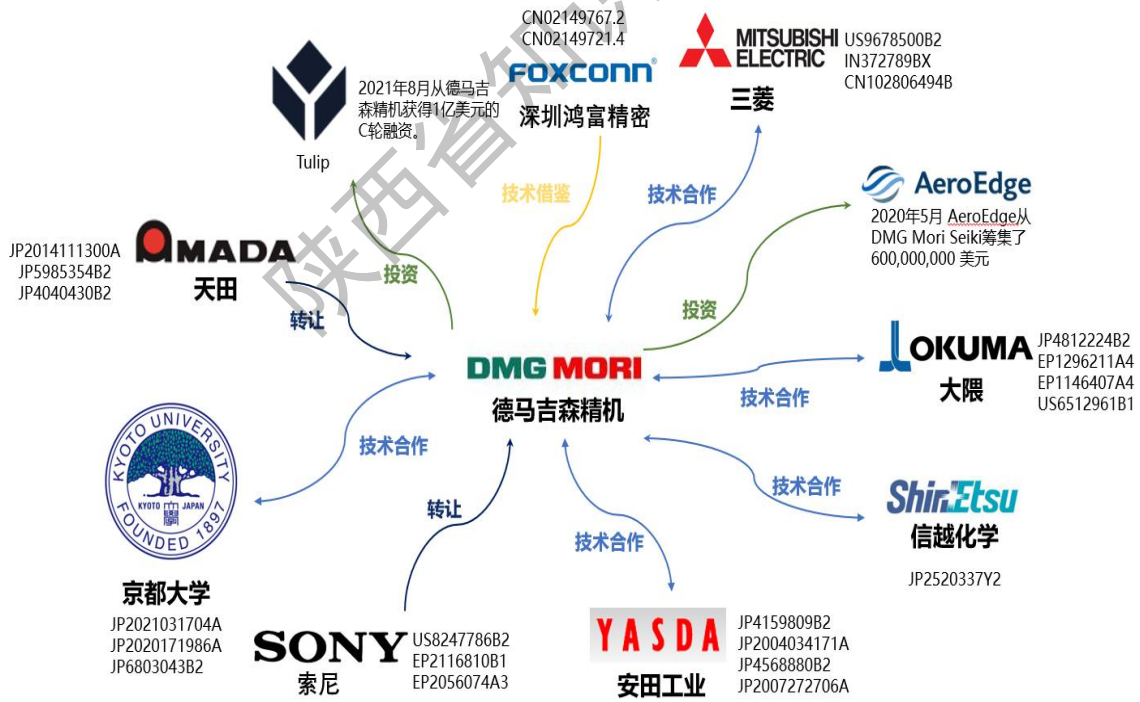


图 57. 德马吉森精机竞合网络

德马吉森精机始于两家世界知名机床品牌的全球战略合作,进而带来了高端技术的整合、销售与服务网络的强化和更高的收益及效率等。

2009年,德马吉(DMG,1870年创立于德国)和森精机(MORI SEIKI,1948年创立于日本)两家世界知名机床品牌开始全球战略合作。2010年,德马吉森精机在IMTS和JIMTOF上进行第一次联合展览,2013年联盟统一正式更名为DMG MORI SEIKI,并在中国国际机床展览会(CIMT)上首次以联合品牌(DMG MORI)首秀中国。目前德马吉森精机的营收已超38亿美元,位列全球第三,已成为真正的世界级机床制造商。

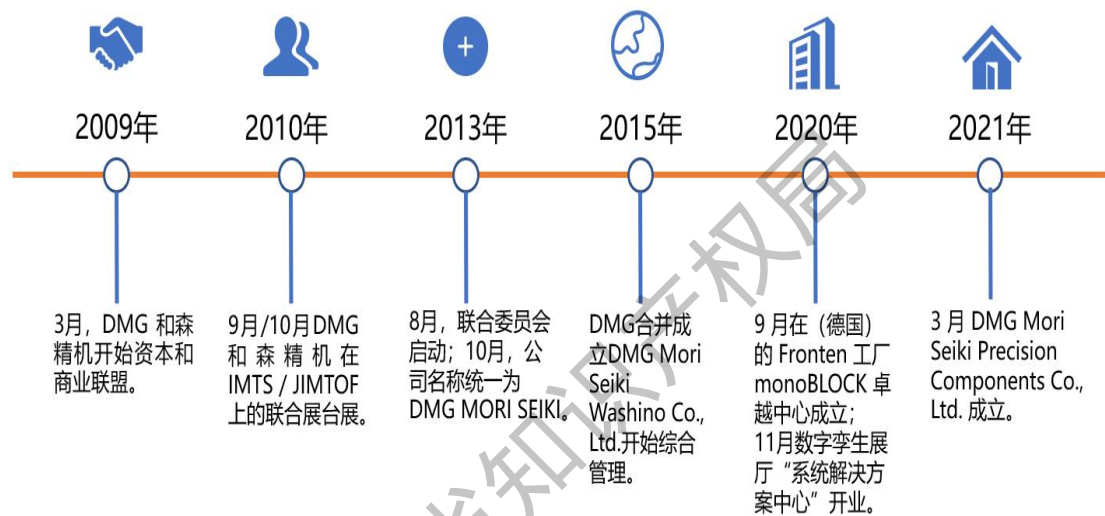


图 58. 德马吉森精机重要历史事件

目前德马吉森精机在全球79个国家设立了157个销售和服务网点和14家生产工厂,母公司及子公司达到了129家,以及8家对外投资的公司。机床产品覆盖了车削、铣削、超声加工、激光加工、增材制造等多个领域。

德马吉森精机在数控机床产业共拥有专利申请856件,其中发明专利申请共841件,占比98.2%,控制及检测装置领域是重点专利布局领域,共270件,占比31.5%。

德马吉森精机在全球共拥有数控机床产业发明专利公开841件,从专利布局领域分布来看,控制及检测装置是专利布局重点领域,共270件,占比31.5%。专利量在50件以上的细分领域还包括主轴(96件)、软件与算法(84件)、冷却/润滑装置(74件)、刀具(74件)、机床身(55件)。

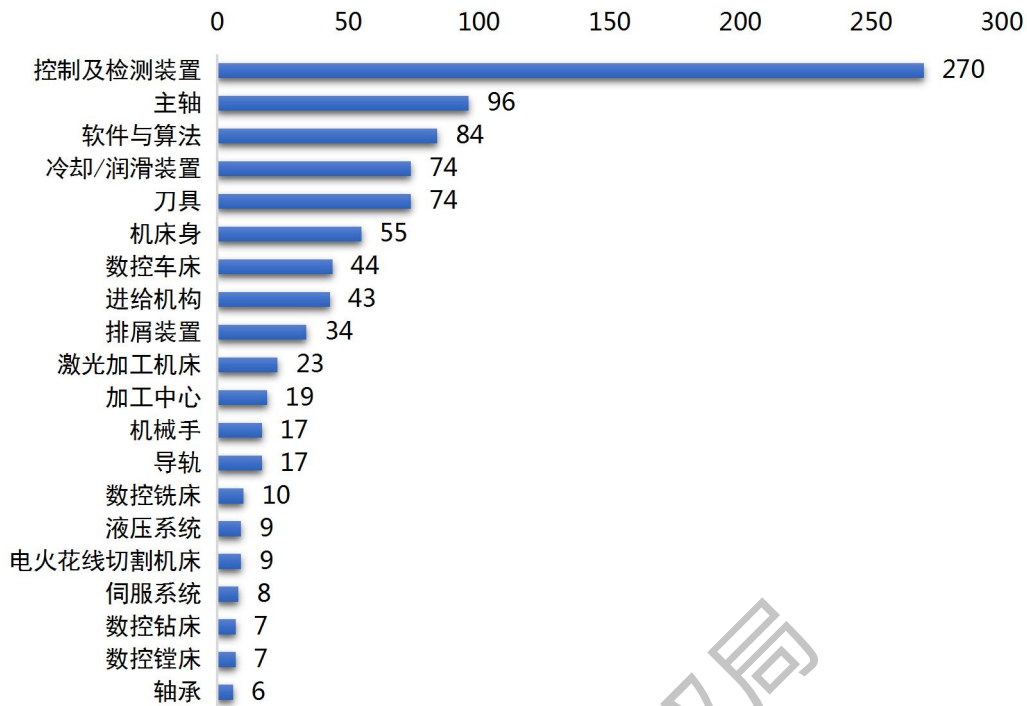


图 59. 德马吉森精机数控机床产业细分领域专利分布

德马吉森精机的专利布局主要集中在日本本土，共 291 件专利，排在其后的地区依次为德国（155 件）、欧洲（124 件）和美国（111 件），中国排第五，共 64 件。

从专利布局区域来看，德马吉森精机在日本布局的专利最多，共有 291 件，占专利申请公开总量的 34.0%，其次为德国专利，共有 155 件，占比 18.1%。欧洲专利共 124 件，占比 14.5%，排名全球第三。在中国布局的专利共 64 件，占比 7.5%，排名全球第五。

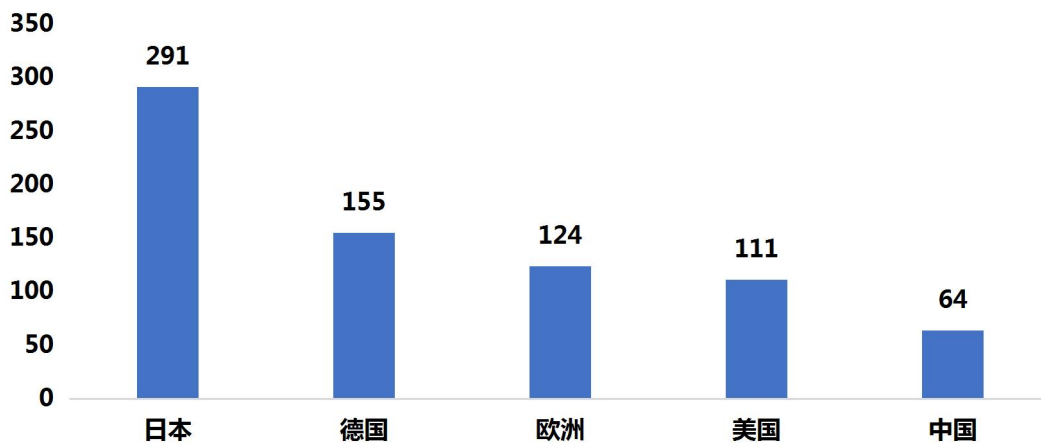


图 60. 德马吉森精机数控机床产业全球专利布局情况

德马吉森精机的专利申请公开量经历了低位和高位两大波动阶段，并历经两次高点，分别为2004年的50件和2016年的59件。

从专利申请趋势来看，德马吉森精机的专利申请公开量经历了低位波动和高位波动两大阶段。1966-1996年之间，德马吉森精机每年的专利申请公开量较低，期间公开量最高的年份为1978年的16件。1997年至今，德马吉森精机的专利申请公开量处于波段上升阶段，其中1997-2004年为第一增长期，期间复合增速达35.4%，2004年专利公开创历史新高，共50件；2007-2016年为第二增长期，期间复合增速达23.2%，2016年突破前次高点，达到59件，近三年专利公开量均不低于30件，相较前次回落，专利申请公开量下降有限。

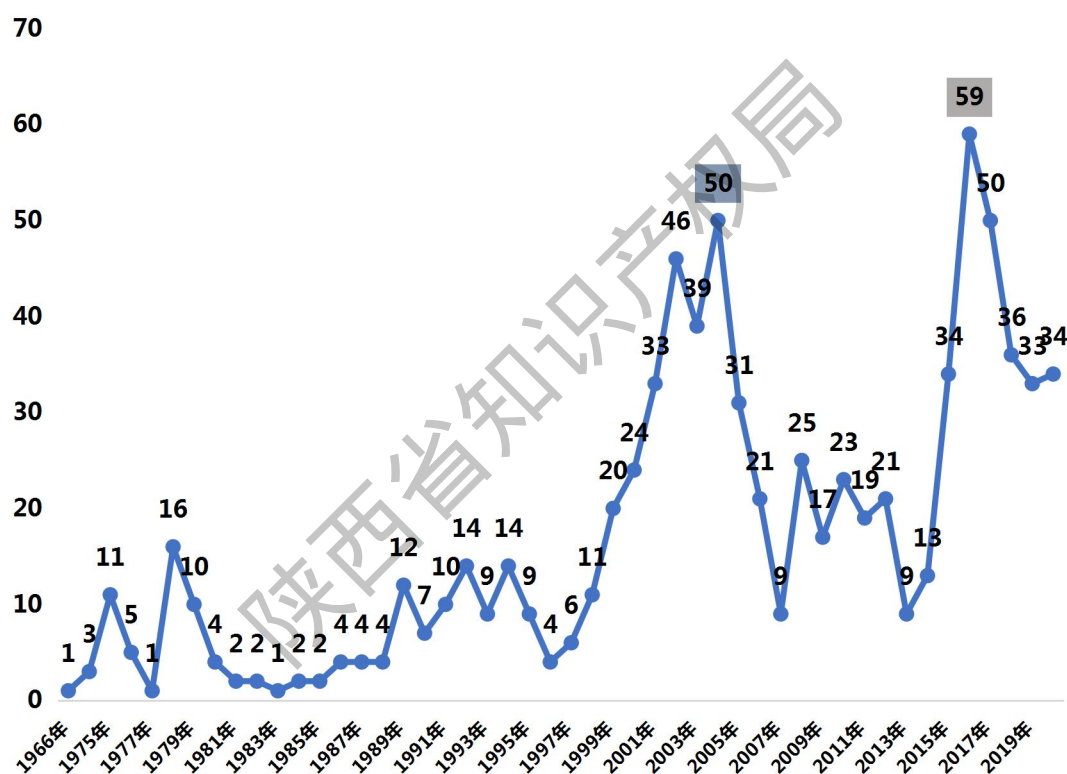


图 61. 德马吉森精机数控机床产业专利申请趋势

德马吉森精机将自动化、五轴、多任务、数字化作为公司的重要技术创新战略。

德马吉森精机将自动化、五轴化、多任务、数字化作为公司的重要技术创新战略。2019年11月，德马吉森精机与尼康开展全面业务合作，通过应用该公司拥有的测量和照相机技术，使机床的高精度化成为可能。

2019年德马吉森精机还新成立了一家专门进行技术研发的公司，以关键技术、新机种开发、现有机种改良为运营目标。在关键技术方面，主要推进自动化，

特别是切削处理、过程监控、机载测量、运行状况监测、维持长期运行精度等技术的开发。在新机种开发方面，公司正在推进加强复合加工机床、五轴加工机床和 AM 机床等领域的新技术。这一年，德马吉森精机还开发了可稳定加工大型零件的车削中心 NLX6000|1000、全轴安装有刻度反馈、高刚性和冷却功能实现高定位精度的立式加工中心 DMP70，以及 AM 机器 LASERTEC 12 SLM。此外，随着 AM 的发展，通过利用备受关注的 Tobology 优化技术，可保持切削能力不变的情况下提高刚性和减轻重量的机床。

此外，德马吉森精机正着眼于“技术循环”的开发，提出可大大减轻客户复杂、费力和费时的设置等工作负担的解决方案。“技术循环”是一种将机身、工具和机器人等外围设备、应用程序和软件以及 CELOS 等 HMI(Human Machine UI)集成在一起的解决方案。通过使用它，可以轻松快速地高精度加工以前使用特殊机器、特殊程序和复杂工具加工过的高级产品。

德马吉森精机全力打造全球金属加工数字化生态体系——从 CELOS 机床，到 CELOS 生产，最终实现数字化工厂。

2013 年 9 月，在德国汉诺威展馆举办的全球机床第一盛宴——EMO (欧洲机床展览会)上，DMG MORI 首次对外隆重推出了 CELOS 系统。

CELOS 系统简化并加速了从理念到成品的过程。CELOS 应用程序可使用户实现对订单、工艺流程数据和机床数据的一体化数字管理、记录存档和可视化处理。此外，CELOS 还与生产排程系统 (PPS)和企业资源计划系统 (ERP)兼容，可与计算机辅助设计 (CAD)/计算机数控系统 (CAM) 的应用联网，且具有很高的扩展性，以面对未来技术的不断迭代。

2018 年，德马吉森精机向全球展示了其数字化转型的成果，即，从 CELOS 机床，进而是 CELOS 生产，最终实现数字化工厂。德马吉森精机采取了诸如将构成自动化系统的每个设备模块化、统一标准等措施，并开发了无需编程的 lopot 系统“MATRIS”，可以缩短引入和布局更改时的前置时间很短的时间。在软件方面，将通过开发是系统 CELOS 通过应用程序提高客户的便利性，从而推动智能工厂。

3.4.3 发那科

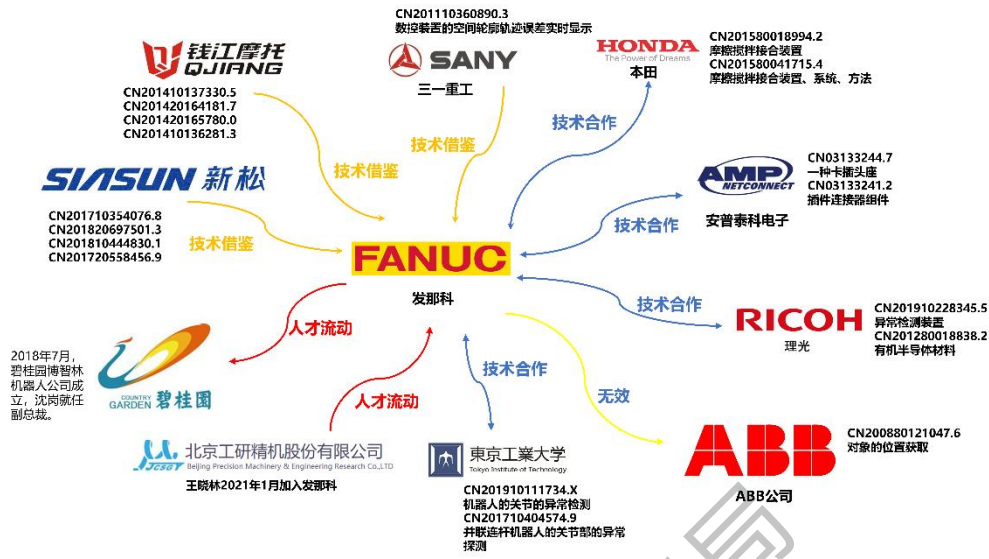


图 62. 发那科竞合网络

发那科是世界上最大的专业数控系统生产厂家, 占据了全球 70% 以上的市场份额, 但其数控机床的收入一直呈现着周期性的波动。

发那科 (FANUC) 是日本一家专门研究数控系统的公司, 成立于 1956 年, 目前是世界上最大的专业数控系统生产厂家, 占据了全球 70% 以上的市场份额。发那科的前身是日本富士通公司 (Fujitsu Limited) 在二十世纪五十年代成立的专门负责自动化业务的部门“富士通数控”, 该部门由毕业于东京大学精密工学科的稻叶清右卫门负责领导。1972 年, 该部门从富士通独立出来成为富士通的子公司富士通发那科公司, 后于 1982 年更名为发那科株式会社。



图 63. 发那科历史重要事件

发那科主营业务分为工厂自动化 (FA)、机器人 (Robot)、数控机床 (Robomachine) 和服务 (Service) 四大板块。工厂自动化业务包括 CNC 数控系统、

伺服电机和激光器；机器人业务包括不同功能和规格的工业机器人，例如弧焊机器人、喷涂机器人、协作机器人等；数控机床业务包括小型加工中心、注塑机、电火花切割机、超精密加工机床等；服务板块主要是产品的售后服务和维修业务。



图 64. 发那科主要业务板块和产品图示

2021 财年发那科营业收入约 52 亿美元，其中机器人业务占总收入比重最高，占比约 38%，其次是工厂自动化业务，占比达 27%。而发那科数控机床的收入随着公司整体收入呈现周期性的波动，2021 年发那科数控机床的业务收入恢复增长趋势。

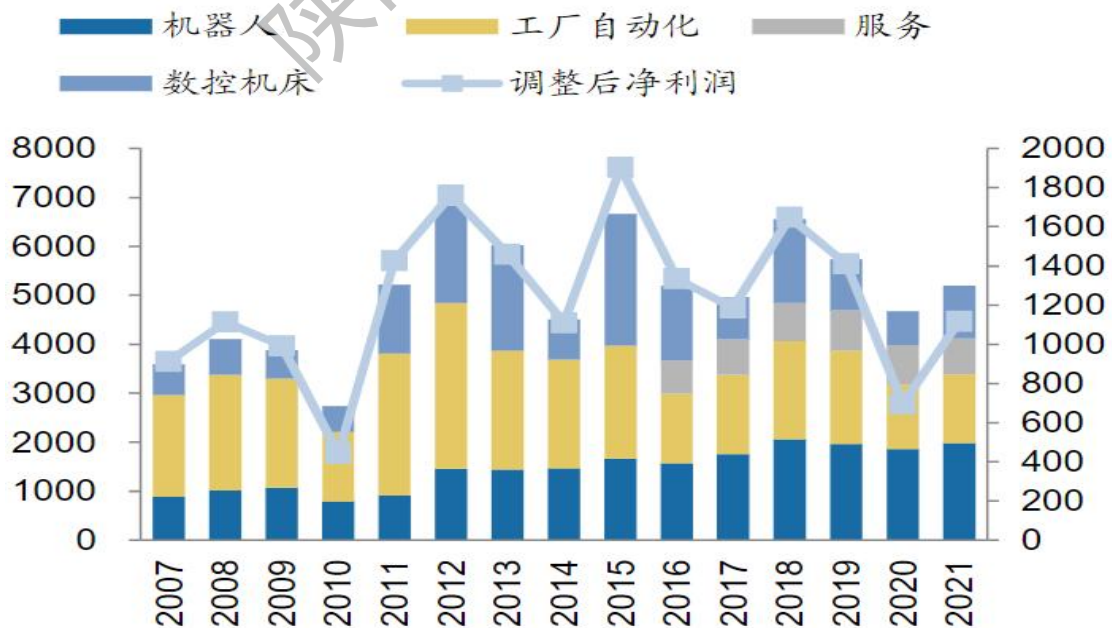


图 65. 发那科近年收入及净利润情况

发那科在数控机床产业共拥有专利申请 7785 件，其中发明专利申请共 7736 件，占比 99.4%，实用新型 49 件。

发那科在全球共拥有数控机床产业发明公开专利 7372 件，从专利布局领域分布来看，近一半专利都属于控制及检测装置（3714 件）领域，体现了其世界最大数控系统生产商的地位。专利公开量排在前五的领域还包括电火花线切割机床（1956 件）、激光加工机床（684 件）、电火花成型机床（622 件）、软件与算法（392 件）。

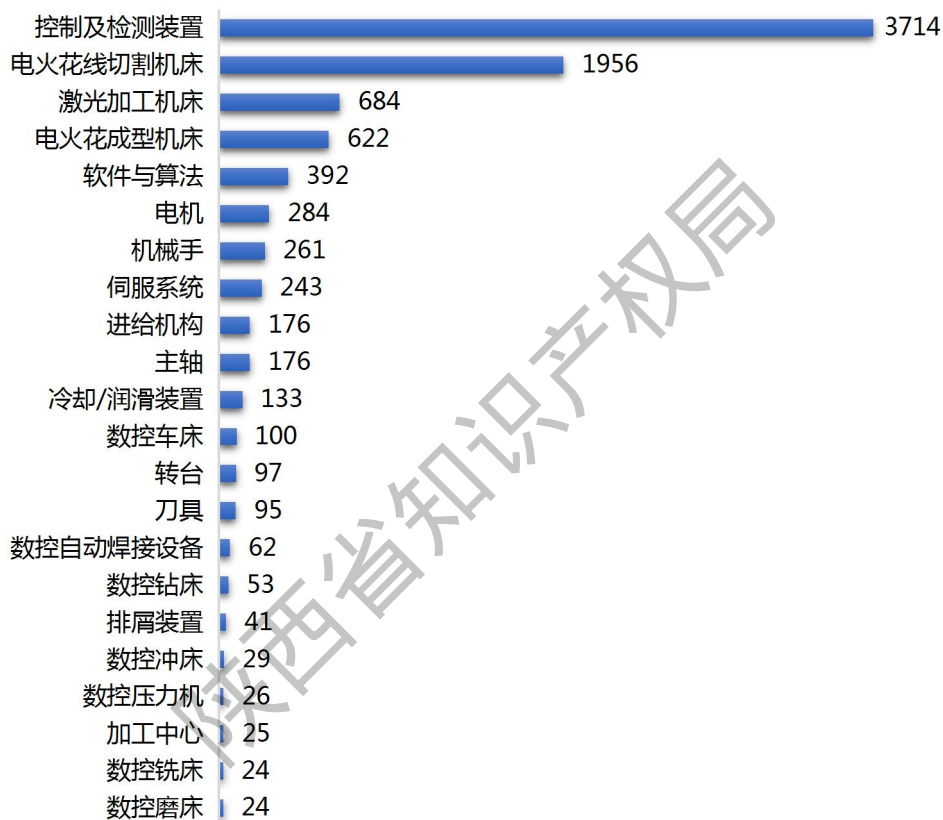


图 66. 发那科数控机床产业细分领域专利分布

发那科的专利布局主要集中在日本本土，共 2417 件，排在其后的地区依次为美国（1263 件）、欧洲（1219 件）和中国（1071 件）。

从专利布局区域来看，发那科在日本布局的专利最多共有 2417 件，占专利申请公开总量的 31.0%，其次为美国，共有 1263 件，占比 16.2%。欧洲专利共 1219 件，占比 15.7%，排名全球第三。在中国布局的专利共 1071 件，占比 13.8%，排名全球第四。

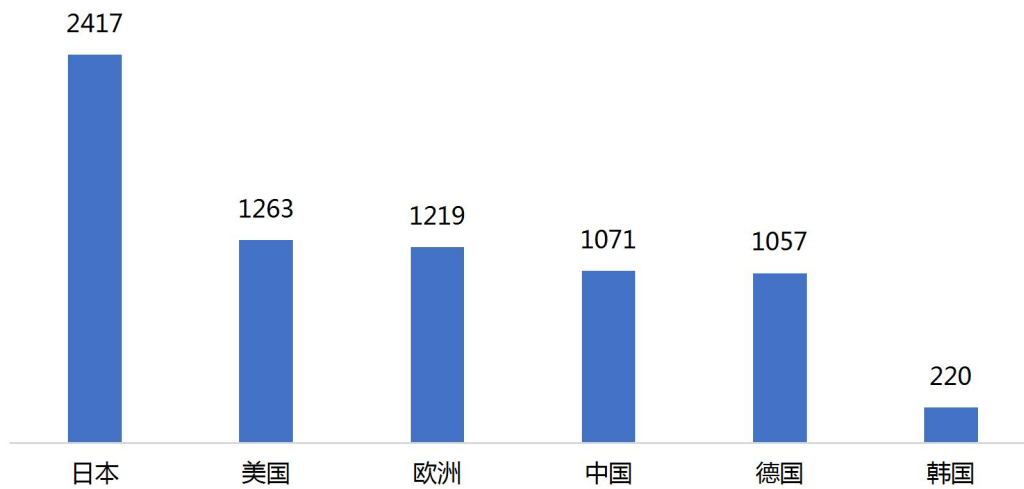


图 67. 发那科数控机床产业全球专利布局情况

发那科的专利申请公开量整体呈上升趋势，2020 年达到了 572 件，创历史新高，近十年复合增速达到了 24.3%。

从专利申请趋势来看，发那科的专利申请公开量整体呈波段上升趋势。经过前期技术的不断积累，1985 年发那科的专利公开量首次达到高点，共 254 件，但随后在 1986-2000 年之间，专利申请公开量呈下滑趋势。2001 年至 2010 年，经过十年的战略调整期，发那科的专利申请公开量进入快速上升期。至 2020 年，专利申请公开量达到了 572 件，同比增长 23.5%，近十年专利申请公开量复合增速达到了 24.3%。

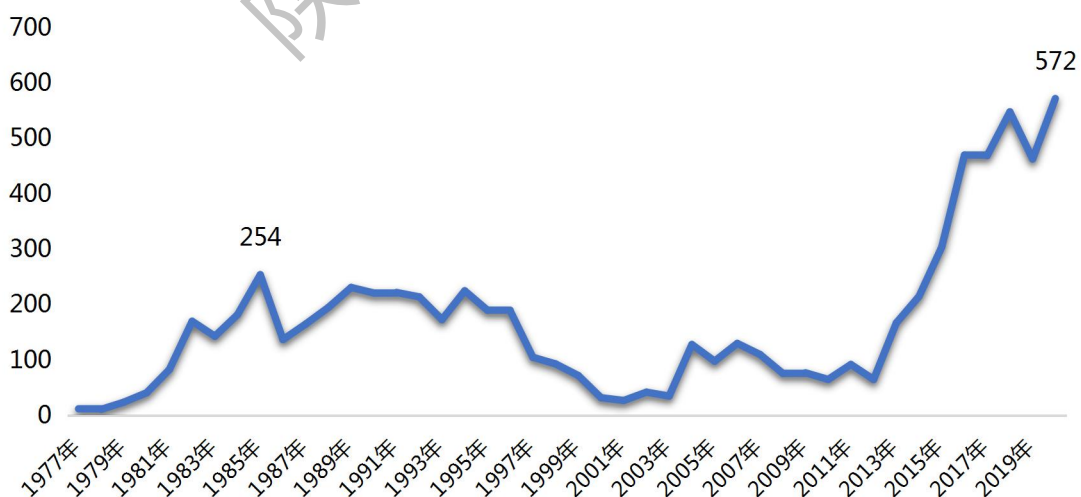


图 68. 发那科数控机床产业专利申请趋势

发那科技术演进伴随着跟全球巨头公司的合作, 技术上的优势使其牢牢掌握着合作中的控制权。

身为前富士通自动化部门的发那科, 其本身技术实力不容小觑, 在数控和工业机器人领域均取得了多项开创性的成果: 例如日本第一台私人部门的数控机床 FANUC NC (1956 年)、日本第一款可连续切削机床和电液脉冲马达 (1959) 等。

1974 年开始, 发那科就已通过数控系统应用到机器人制造, 从而提升了发那科的工业机器人精度, 为其日后成为全球最大工业机器人制造商奠定基础。直至 1976 年, 伴随着发那科上市, 由发那科数控系统制造机器人也开始量产并装运。

1986 年, 发那科的国际化战略再下一城, 与此前未能成功进入数控系统的工业企业巨头——通用电气公司 (GE) 结盟, 二者共同创建了 GE Fanuc 自动化公司, 主要从事数控装置的生产。合作后, 通用电气将其在美国弗吉尼亚州的工厂的生产装备移至新公司。直至合作中止, 发那科仍旧保留住了原合资公司的全球 CNC 业务和技术, 牢牢掌握着主动权。而在中国, 早在 1992 年就选择了中国最强的机床研究所: 北京机床所, 进行低端数控系统的合作。2003 年则继续合资成立北京发那科机数控工程公司。

随着工业物联网热潮的兴起, 2015 年 FANUC 与思科公司合作, 在美国建立了第一个机器人云端远程服务系统。2016 年初, FANUC 和思科宣布将一起打造一座用于监控机器人异常状态的物联网系统, 而底特律的通用汽车正是这个系统的试点工厂。几个月后, “零停机解决方案” ZDT (ZeroDown Time) 诞生了, 并赢得了 GM 的创新供应商大奖。

3.4.4 秦川机床

主机仍旧占据秦川机床技术创新主导地位, 围绕“5221”战略, 形成了整机-零部件-制造服务业的完整的产业形态。

秦川机床集团有限公司 (以下简称秦川机床), 1965 年从上海内迁至陕西宝鸡, 是我国精密机床制造行业的龙头企业, 规模位列前三。目前, 公司旗下拥有权属企业秦川机床本部、宝鸡机床、汉江机床、汉江工具、沃克齿轮等多家子公司, 综合竞争实力优势显著。

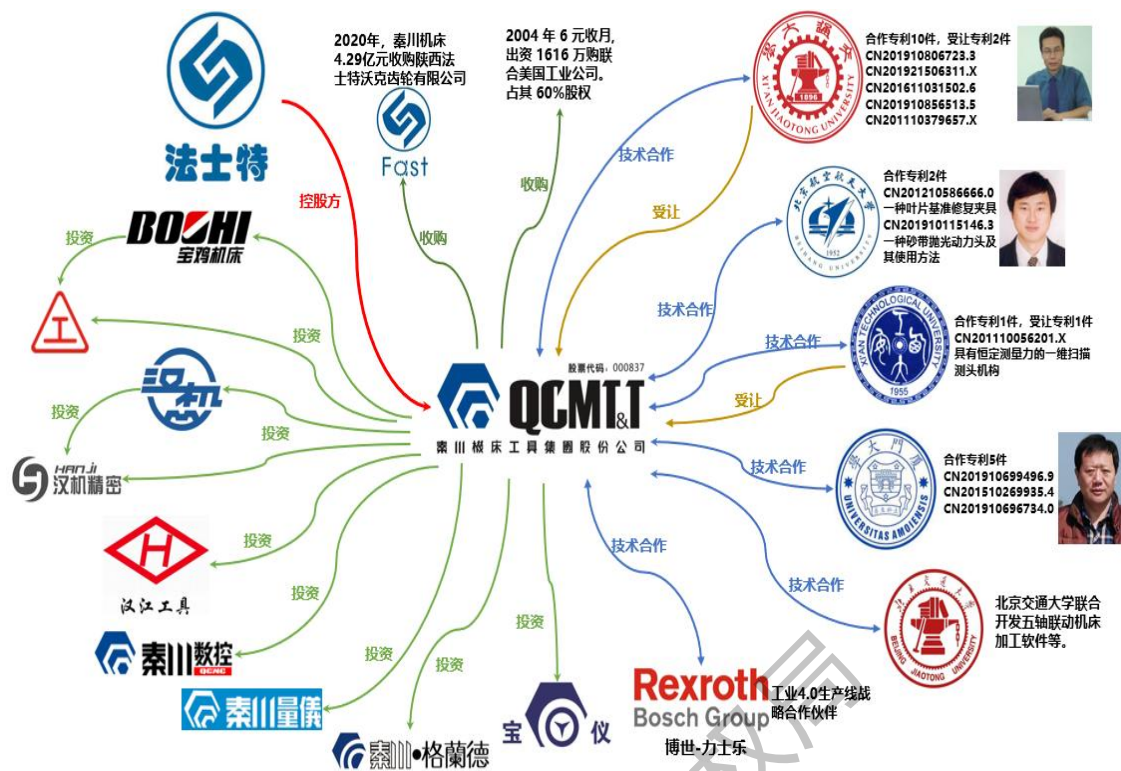


图 69. 秦川机床竞合网络

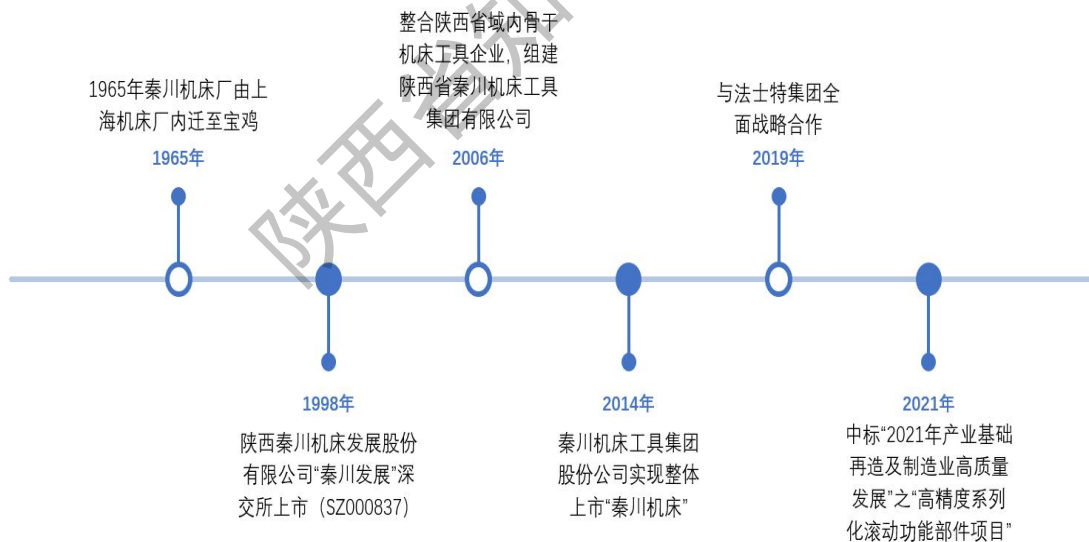


图 70. 秦川机床发展历程

秦川机床布局有三大层次的产业，包括机床主机、高端制造及核心零部件、智能制造和核心数控技术。2020 年公司提出以“5221”为战略引领，确定集团的战略发展路径。即，销售收入结构为“5221”，其中机床主机占 50%，高端制造占 20%，核心零件占 20%，智能制造及核心数控技术占 10%。

★ 产业布局

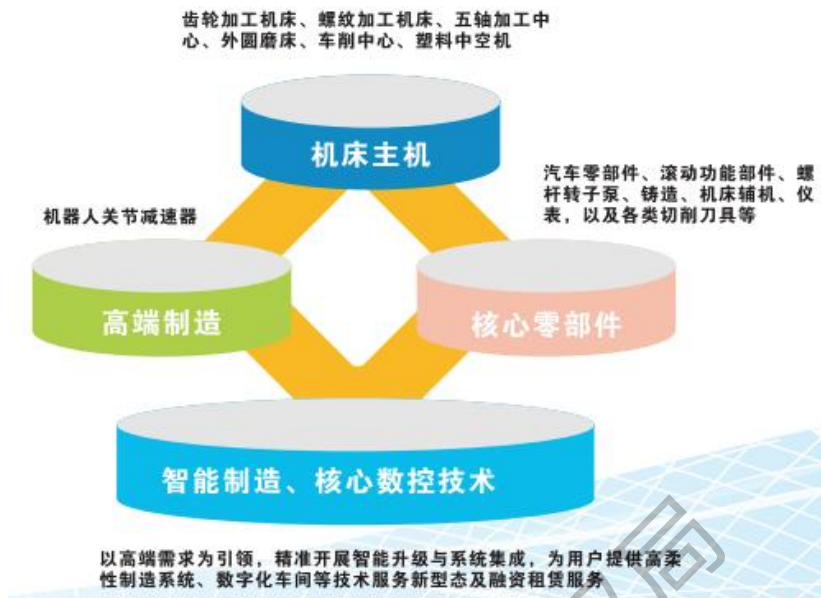


图 71. 秦川机械产业布局情况

秦川机床在数控机床领域共拥有专利申请 82 件，其中发明专利申请共 25 件，占比 30.5%，涉及齿轮滚刀领域的专利最多，共 24 件。

秦川机床在数控机床领域共拥有专利申请 82 件，均为中国专利，其中包括 25 件发明专利申请，占专利公开总量的 30.5%；57 件实用新型专利，占专利公开总量 69.5%。

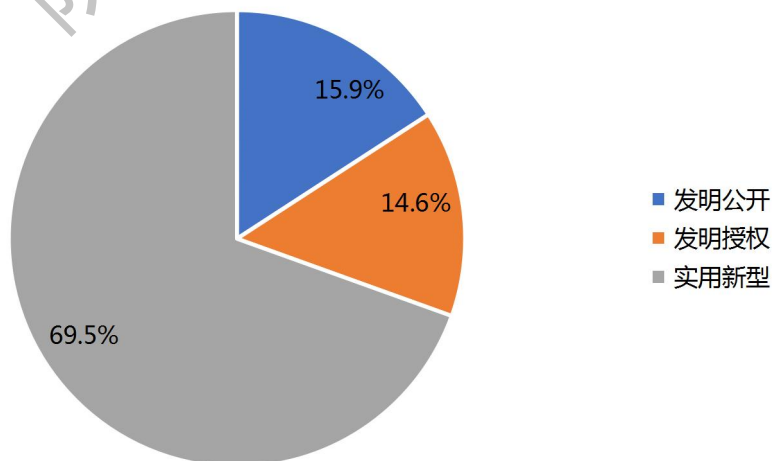


图 72. 秦川机床专利申请类型分布

秦川机床拥有的专利申请中在四级细分领域下涉及刀具领域的专利最多，共涉及 27 件，在数控磨床领域的专利 12 件，在 5 件以上的领域还包括控制及检测装置（10 件）、液压系统（7 件）、导轨（6 件）。

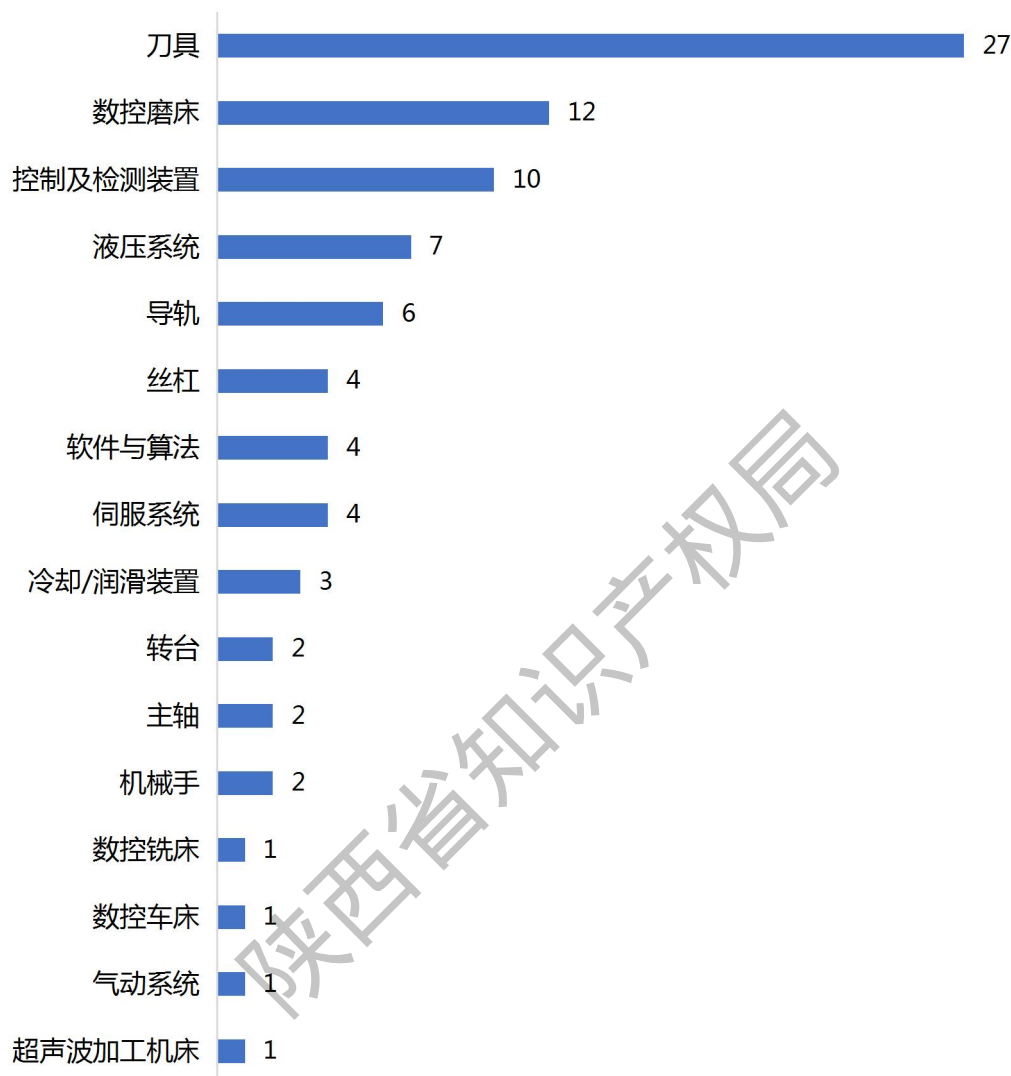


图 73. 秦川机床专利申请主要涉及的领域分布

截至 2021 年 11 月，秦川机床共拥有有效专利 43 件，占其专利公开总量的 52.4%。有效专利中，实用新型专利 31 件，占有效专利总量的 72.1%，有效发明 12 件。

秦川机床共有失效专利 35 件，从失效原因来看，未缴年费而失效的专利最多，共 21 件，占专利公开总量的 25.6%，其次为因撤回而失效的专利，共 8 件，占专利公开总量的 9.8%。

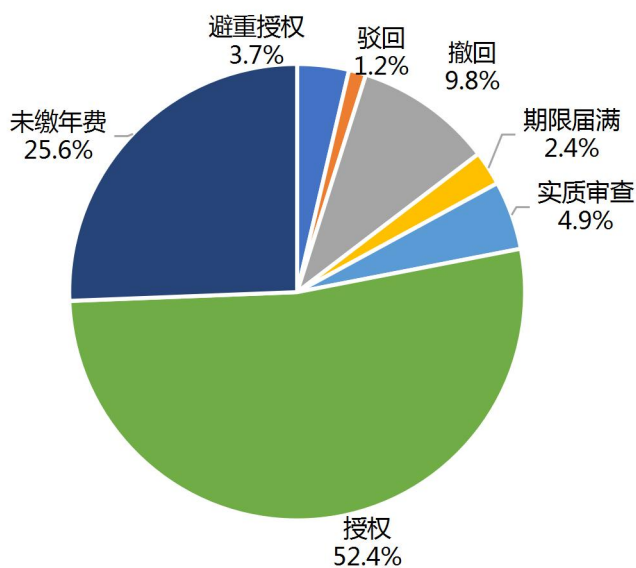


图 74. 秦川机床专利申请法律状态分布情况

秦川机床的专利申请公开量总体上处于低位波动状态,近十年专利申请公开量复合增速仅为 4.1%,近三年上升态势良好,有望突破瓶颈。

从专利公开趋势来看,2008 年以来,秦川机床的专利公开量一直处于低位波动状态,近十年专利申请公开量复合增速为 4.1%,十年间仅小幅增长,历年公开量最高为 9 件。其中,近三年专利申请公开量稳步提升,未出现波动,复合增速为 65.1%。截至 2021 年 11 月,当年已新增专利申请公开量 9 件,上升态势良好,有望创出新高。

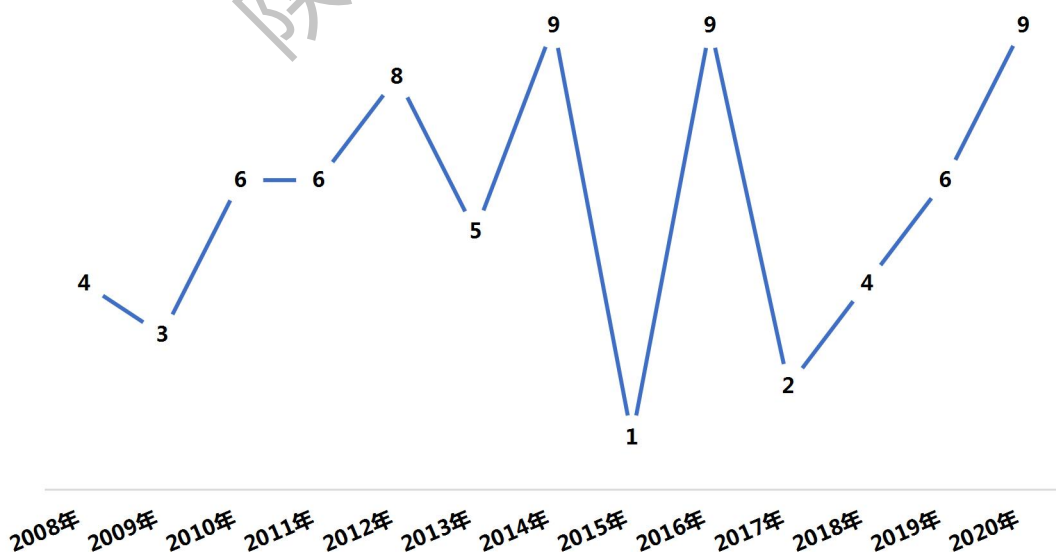


图 75. 秦川机床专利公开量变化趋势

秦川机床坚持主机带动，打造核心零件强力支撑，突破智能制造及数控关键技术的创新战略。

从研发战略来看，在主机方面，磨齿机一直是秦川机床的核心产品，早期重点开发的数控、高效、大规格 YK 系列磨齿机在精度、效率、规格上已取得了较大的提升，填补了国内外空白。

2007 年，秦川机床的 YK7332A 数控成形砂轮磨齿机填补了 $\Phi 320$ 以下高精度高效率数控成形砂轮磨齿机产品国内空白。而 YK7220 数控蜗杆砂轮磨齿机，则在国内外首创开发了小模数直接开齿磨削齿轮技术，填补了国内外空白，达到国际先进水平。但 2014 年以前，磨齿机整体市场需求低迷，过去几年里，秦川机床主要对 YK 系列的产品进行了整体改造提升。例如，2009 年对 YK73 系列产品磨削效率、测量效率等方面进行攻关整改。随后几年里，YK 系列（ $\Phi 800$ - $\Phi 2000$ ）大规格高效数控磨齿机问世。随着的不断改造升级，2013 年的新一代大规格复合型磨齿机 YK72150，工件磨削精度已经可以保持在 4 级以上。

2014 年前后，随着汽车等行业的转型升级，秦川机床作出积极调整，其中就包括针对轿车自动变速箱的产品结构调整及新技术研发。其中以 YKZ7230、YKS7225、YK7240 等为代表的新产品技术指标接轨国外同类产品。其中，YKS7225 数控蜗杆砂轮磨齿机推出双工件主轴设计、全闭环数控修整装置自动借压力角等创新技术点，磨削精度和生产效率大大提高。YKS7225 数控蜗杆砂轮磨齿机采用十三轴五联动控制，具有砂轮不停机自动对刀、自动上下料等功能，磨削精度达到国标 3 级（批量 4 级）；智能制齿独立岛，可根据客户要求重构为不同模式的高效齿轮加工单元。

另外，YKZ7230 蜗杆砂轮磨齿机采用连续展成磨削原理，适合于大批量齿轮的高效高精度磨削加工。磨削精度达到国标 3 级（批量 4 级），磨齿效率预期达国际同类产品的 80% 以上。

截至 2020 年，秦川机床集团本部在汽车自动变速器齿轮（箱）数字化加工领域的多款产品已填补国内空白。秦川机床的 1 米和 4 米两种规格的大型数控成形磨齿机，机床磨削精度分别达到 GB/T10095-2008 2 级和 3 级，不仅填补了国内空白还提升了我国新能源汽车变速箱制造水平。



图 76. 秦川机床磨齿机技术创新成就

核心零部件方面，秦川机床重点布局机器人减速器、滚珠丝杠、直线导轨、精密齿轮（箱）、液压元件及系统等基于复杂型面加工装备技术溢出的关键功能部件。

近两年，秦川机床在机器人关节减速器方面取得了重大成就。秦川机床目前拥有 BX-E、BX-C、DX-F 三系列机器人减速器，产品性能指标（传动精度、回差等）已达到国际顶尖水平。

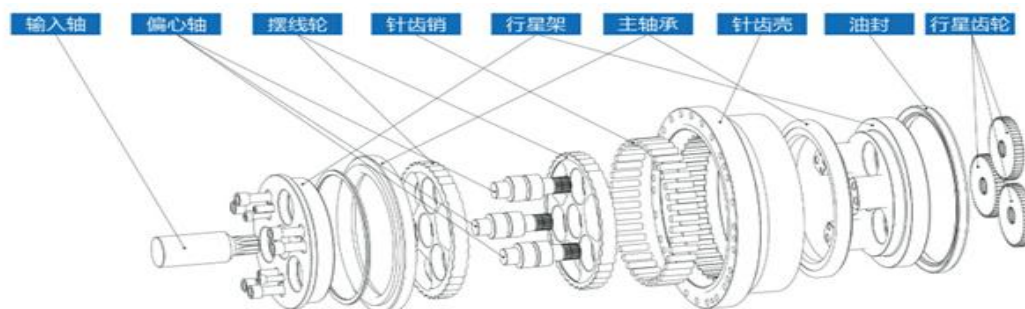


图 77. 秦川机床机器人减速器构成

其中 BX-E 系列的减速器的扭矩可以达到 412~4410Nm 的区间，减速比为 121。BX-C 系列的减速器的扭矩可以达到 98~4900Nm，减速比为 36.75。针对现有的减速器均采用一输入一输出的方式，只能满足特定速度的输入输出，使得减速器的使用受到限制的问题，秦川机床还研制了一种多功能行星减速器，能够输出多输入输出的模式。通过在内齿壳、行星架及中心轴上分别设置固定件，使得减速器实现了多点输入和输出的方式，使得减速器能够实现多种输出速度，扩大了减速器的使用范围。

表21. 减速器相关专利信息

专利申请号:	CN201720576594. X
专利名称	一种多功能行星减速器
申请日期	2017-05-23
技术效果	通过在多个固定件，使得减速器实现了多点输入和输出的方式，使得减速器能够实现多种输出速度，扩大了减速器的使用范围，并且制造难度较低，可以显著降低制造成本。
技术图解	<p>The technical drawing is a cross-sectional view of a planetary gearbox. It shows a central input shaft (1) with a planetary gear set (2, 3, 4, 5, 6) housed within an inner gear shell (12). A planetary carrier (7) is shown with two alternative configurations, 7(a) and 7(b). The gearbox is supported by two fixed components: the '第一固定件' (First fixed part) at the top and the '第二固定件' (Second fixed part) at the bottom. Various other parts are labeled with numbers 1 through 12. Section lines 1-1 and 3-1 are indicated on the drawing.</p>

在智能制造及数控关键技术方面，秦川机床早已建立了数字化车间和系统集成，设立机床再制造及工厂服务，这些已有良好的基础。例如公司采用模块化桁架式柔性生产线电气控制系统，多组桁架系统安装于横梁上，用于对相对应位置的终端设备进行生产操作；每组桁架系统的电机上均安装有电机驱动模块；电机驱动模块用于驱动电机运动，带动每组桁架系统移动，完成送料；每组桁架系统

的操作机构上均安装有操作模块，用于驱动操作机构对终端装备进行上下料。可满足对多品种的加工工艺和小批量产能需求，且效率高。

表22. 模块化桁架式柔性生产线电气控制系统专利信息

专利申请号:	CN201910291858.0
专利名称	一种模块化桁架式柔性生产线电气控制系统
申请日期	2019-04-12
技术效果	针对多品种的加工工艺和小批量产能需求，采用了模块化控制的电气系统，控制桁架系统进行 X 轴方向和 Y 轴方向进行运料、上料和卸料的动作，并且配合终端设备，能够将人工的劳动通过装置系统进行自动化的控制、完成，代替人工劳动力，大大提高了工作效率。
技术图解	

数控系统是打造工业化数字化基础。秦川机床依托秦川数控、宝鸡机床研发了多个数控系统。QCNC6803 数控内孔曲线磨床专用数控系统、QCNC6832 数控系统、QCNC6850 数控系统均实现了良好运用。以 QCNC6850 数控系统为例，该系统已广泛用于各种机床：VMC80W 五轴联动铣车复合加工中心、QMK002 五轴联动弧齿锥齿轮铣齿机、QMK009 五轴联动弧齿锥齿轮磨齿机等。可容纳最大 32 个轴、最多 8 个轴组；速度环采样周期为 100us，速度环带宽 260Hz。QCNC6850 数控可以方便地连接到市场上的主要网络，如以太网 Ethernet TCP/IP、FIPWAY 等。这使系统很容易集成到全球自动化加工中，实现数字工厂。

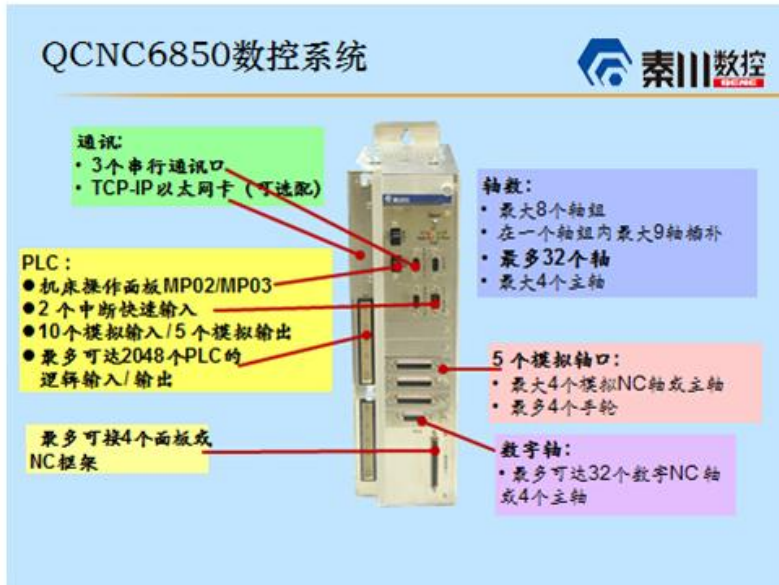


图 78. QCNC6850 数控系统功能及技术特点

从机床到控制网络平台，是数控系统庞杂的控制电路实现了各种控制信号的输入输出，从而实现了从低到高的信息交换、监控。再通过智能化终端，利用工业以太网技术将所有数控化、智能化设备通过交换机与上位机进行数据交换，达到对所有设备的数据备份、状态、停机率统计、故障诊断、故障排除等在线时时判断解决，形成完整的设备资料档案。例如，在专利申请号为 CN201610093858.6 的发明专利中，数控系统对伺服驱动控制的接口电路主要通过各控制信号的总线输入，轴地址信号相应控制的方式实现了速度控制信号的高精度转换。如此保证控制地准确性。

表23. 数控系统相关专利信息

专利申请号:	CN201610093858. 6
专利名称	数控系统对伺服驱动控制的接口电路
申请日期	2016-02-19
技术效果	各控制信号的总线输入，轴地址信号相应控制的方式实现了速度控制信号的高精度转换。
技术图解	

子公司秦川宝仪在关键技术攻关方面：抗震压力表高压膜盒工艺技术攻关，形成了行业领先的高压膜盒压制的核心工艺参数；密度控制器低阻值接点组技术攻关，突破了困扰已久的产品产能制约。

汉江工具开发了车齿刀设计软件和砂轮修形软件，对车齿刀加工中的基准加工技术、刃口钝化技术和检测技术进行深入研究，形成了企业自有的车齿刀具设计软件和检测技术；在硬质合金刀具的齿形磨削和基准加工方面，通过磨料和磨削工艺的改进，刀具的基准精度有了长足进步，通过齿轮测量仪超细规格测针的开发，解决了小模数齿轮刀具齿形检测的难题；开发出了复杂刀具的高精度检测方法，提高了复杂型线刀具的检测精度和制造精度。

截至 2014 年，秦川机床的数控高速车轴（车桥）磨床、数控双砂轮架车轴专用磨床，成功替代进口；汉江机床研制的系列数控螺杆磨床、数控螺杆铣床实现替代进口；秦川机床在数控硅片多线切割机床领域，打破了国外技术垄断，促进我国光伏装备的自主化发展。宝鸡机床开发的车铣中心、铣车复合中心、横管降膜热压式蒸馏水机等技术水平达国际先进。

2015 年期间，公司研制成功一批填补国内外空白的高新技术产品，其中：秦川机床研发的 QJK006 整体叶盘复合铣床，通过一次装夹，可实现盘铣、插铣和侧铣的复合加工工艺，是实现新一代航空发动机整体叶盘高效低成本制造的一种新方案；QYF007 针齿壳磨床，该机床是高精度关节减速器的关键加工设备，采用新型床身布局，精准修形保证零件的高轮廓度要求，此机床研制成功将填补国内空白，满足国家机器人产业发展需求和市场需求，解决国内现有机床效率低下且精度不容易保证的问题。秦川格兰德针对轴承、新能源、高速铁路、汽车、军工、机床工具等行业相继开发的数控轴承滚道磨床、数控高速外圆磨床，成功替代进口；汉江机床成功研制大型空心滚珠丝杠副、SK6520 数控蜗杆铣床、HJY055A 丝杠动态测量仪等，标志着公司在大型空心滚珠丝杠副的研发能力上有了进一步的提升；汉江工具研制出高精度新型车齿刀、螺旋渐开线花键拉刀、谐波插齿刀等新型刀具，替代进口，市场潜力巨大。宝鸡机床开发的数控车床、桁架机器人、卧式车床等技术水平达国内领先；秦川机床的弱刚度复合材料超声切削关键技术与装备项目，被列入国家 863 计划；完成了人字齿铣齿机、气动阀自动装配检测生产线、BX20E 减速器轴承滚道制造加工、MS500 激光切割钻孔

机床、转向杆齿条拉刀、高精度新型车齿刀等功能部件项目的研究。

3.4.5 海天精工

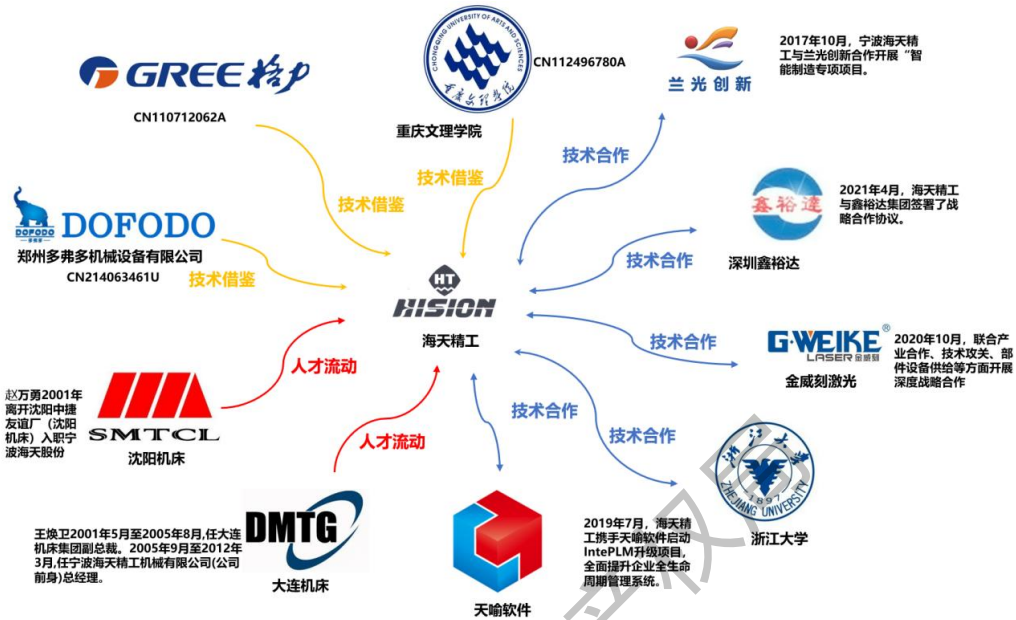


图 79. 海天精工竞合网络

海天精工一直致力于高端数控机床领域的业务开展，近年来营收增长较快，行业内排名前五。

海天精工前身为宁波大港天新机械有限公司，由海天股份和雷尔有限共同出资组建，后于 2002 年 8 月正式更名为精工机械。目前公司已是宁波一家专业制造数控机床的国家高新技术企业，也是国家重大技术装备企业，由海天股份控股，于 2016 年在上海证券交易所上市。

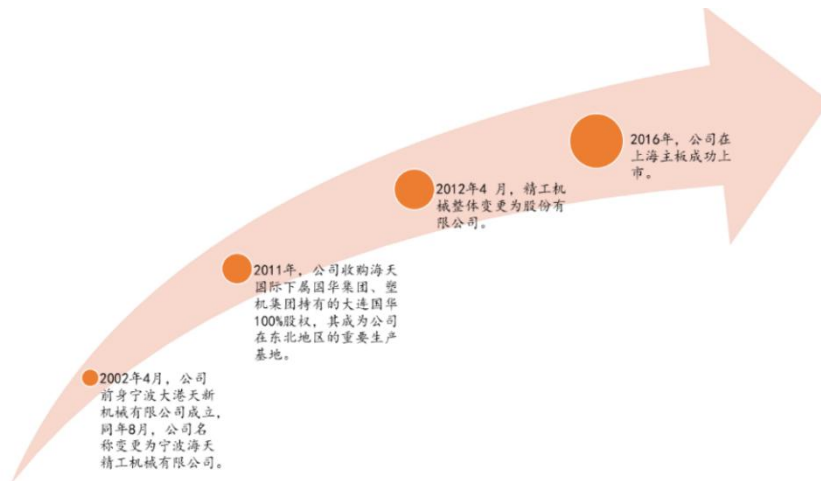


图 80. 海天精工历史沿革

海天精工一直致力于高端数控机床的研发、生产和销售，数控龙门加工中心是其主要领域，并带动了数控卧式加工中心、数控卧式车床、数控立式加工中心、数控立式车床等多种产品的业务发展，涉及航空航天、高铁、汽车零部件、模具等多个领域。

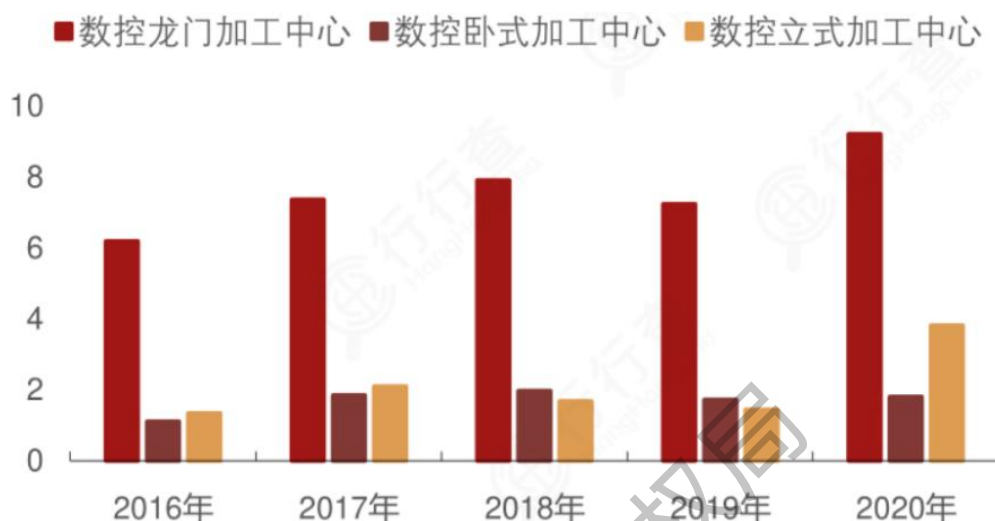


图 81. 海天精工各类机床营收占比情况

海天精工定位于高端数控机床，因此，其竞争对手主要来自台湾、韩国、日本的成熟机床厂家，并用定制化设计、规模化生产、全方位服务逐步实现进口替代并占有优势的行业地位。根据 2020 年年报显示，海天精工营收排名行业第五位，且保持较高的增速，2020 年营收同比增长 40.1%。

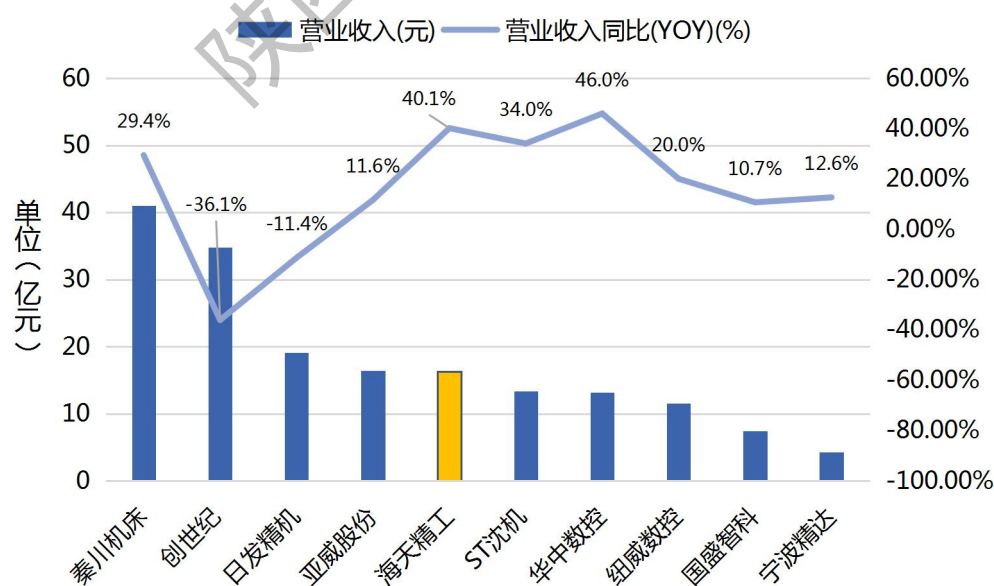


图 82. 海天精工 2020 年营收排名

海天精工在数控机床领域共拥有专利申请 299 件，其中发明专利申请共 89 件，占比 29.8%，涉及加工中心领域的专利最多，共 72 件。

海天精工共拥有专利申请 299 件，均为中国专利，其中包括 89 件发明专利申请，占专利公开总量的 29.8%；210 件实用新型专利，占专利公开总量 70.2%。

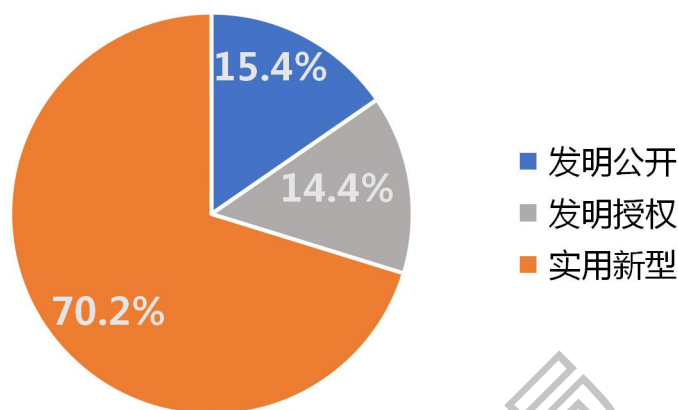


图 83. 海天精工专利申请类型分布

海天精工拥有的专利申请中涉及加工中心领域的专利最多，共涉及 72 件，在刀具领域的专利 69 件，在 20 件以上的领域还包适导轨（47 件）、冷却/润滑装置（30 件）、主轴（24 件）、液压系统（20 件）、转台（20 件）。

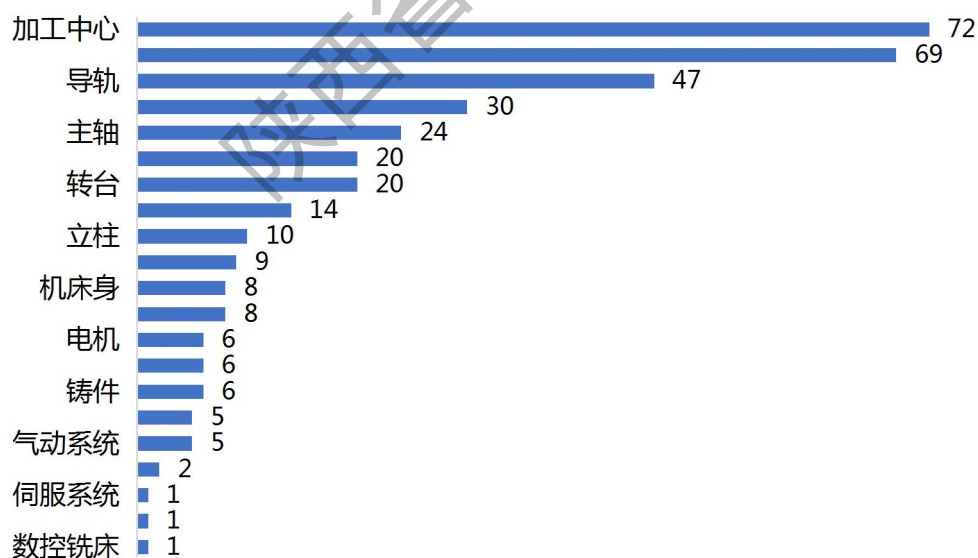


图 84. 海天精工专利申请主要涉及的领域分布

截至 2021 年 11 月，海天精工共拥有有效专利 133 件，占其专利公开总量的 44.5%。有效专利中，实用新型专利 91 件，占有效专利总量的 68.4%，有效发明

42 件。

海天精工共有失效专利 134 件，从失效原因来看，因放弃而失效的专利最多，共 93 件，占专利公开总量的 31.1%，其次为因避重授权而失效的专利，共 21 件，占专利公开总量的 7.0%。

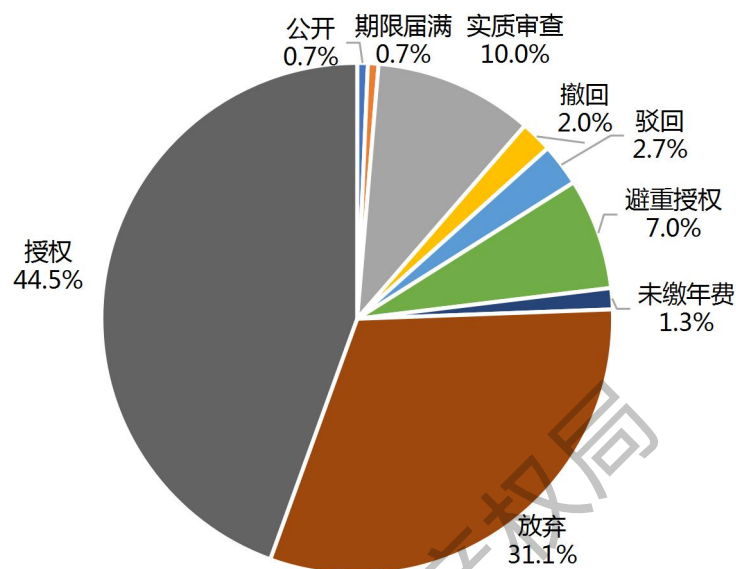


图 85. 海天精工专利申请法律状态分布情况

海天精工的专利申请公开量经历了“过山车”式的增长，快速上升期年复合增速达 60.6%和快速下滑期年复合增速-16.7%。

从专利申请趋势来看，海天精工的专利申请量经历了两个阶段。第一阶段为 2008-2015 年期间，海天精工的专利公开量逐年上升，期间复合增速达到了 60.6%，并于 2015 年创下历史新高，达到 55 件。第二阶段为 2015 年至今，专利公开量快速下滑，近五年平均复合增速为-16.7%，2021 年专利申请公开量下降到 22 件。

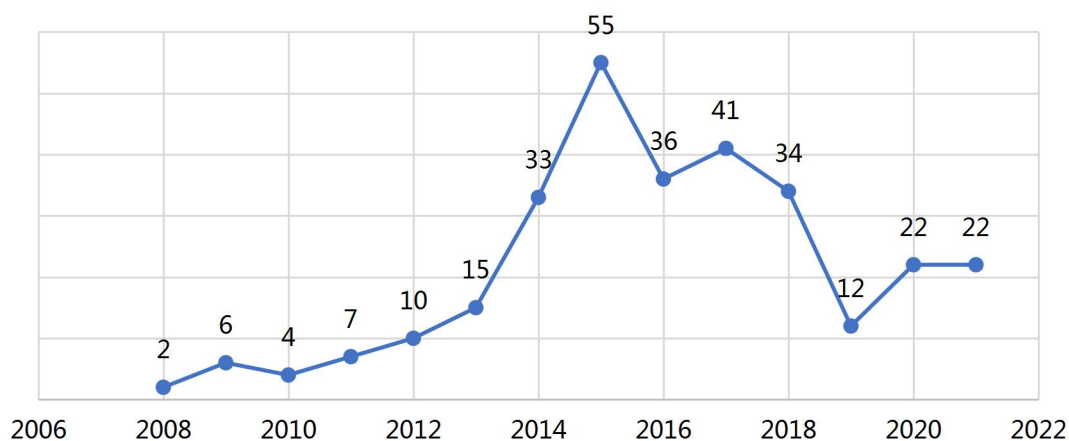


图 86. 海天精工专利申请趋势

研发战略方面，海天精工在各领域针对性加强产品的研发，巩固自身技术优势的同时通过购买世界顶级精密加工设备等方式提升制造技术及精密加工能力。

2017年海天精工进一步优化了产品系列，以模块化、标准化、系列化为重心。公司对现有针对模具市场的高速龙门加工中心持续改进设计，针对航空航天和高铁行业的专业化的高速五轴联动机床的改进设计，研发数控高速卧式加工中心，提高机床快速进给速度，并可连线成FMS柔性加工单元。研发适合盘类车削加工的多轴可连线数控车床。同时研发适合于批量生产的模具加工机床的高速电主轴、数控车床的动力刀塔、数控卧式加工中心的力矩电机驱动转台、FMS柔性加工单元的输送小车等功能部件。



FMS自动化生产线	
中小型	单机直线托盘库FPC单元
中大型	线性单层或多层与多台机FPM系统
专业型	大型定制柔性多托盘MLS系统



图 87. FMS 生产线

2018年，海天精工贴合市场进行了产品规划调整，加大针对行业应用的研发投入。公司提出深化开拓汽车零部件（含新能源汽车）、高速机车等下游市场以及海外客户，拓展新的收入增长点。公司进一步围绕汽车工业（含新能源汽车）、通用航空、铁路机车、模具等重点行业研发更加贴合市场需求的产品，强化产品在高速、高精、柔性、智能等方面的性能。新产品的研发运用核心的功能部件关

键技术，突显技术创新能力，争取突破核心功能部件过度依赖进口的瓶颈。



图 88. 海天精工行业应用

2019 年，海天精工进一步围绕着汽车零部件、航天航空、模具三大行业，向着高速、高精、柔性智能三个方向研发更加适应市场的产品。产品研发更突出创新和核心技术的掌握，包括核心的功能部件和核心软件。并着力在小型机器的性价比、规模化上实现突破。制造过程的信息化和标准化。2019 年继续推进制造过程信息化和标准化的生产模式，以此来提高生产效率，降低制造成本，提高市场的快速反应能力。

2020 年，海天精工针对新能源汽车、5G 通讯等行业研发性价比更高的产品，实现产品的差异化、自动化和智能化。针对航空航天等优势行业，巩固公司产品的优势地位，并进一步提升产品性能和应用适应能力，提升市场的占有率。坚持模块化策略，进一步拓展传统优势产品模块，使产品更全面的适应不同客户的需求，提升竞争壁垒。围绕高速、五轴机床的研发，进一步研发相应的功能部件，提高核心功能部件的自主化程度。并继续推进制造过程信息化和标准化的生产模式。

2021 年，公司丰富批量化小型机床的品种，完成实现批量化生产的研发架

构调整；巩固龙门加工中心的产品优势，提升产品性能和应用适应能力，提升市场的占有率；重点围绕航空航天、新能源汽车等应用进行高速电主轴、附件头等功能部件的研发，提高核心功能部件的自主化程度。

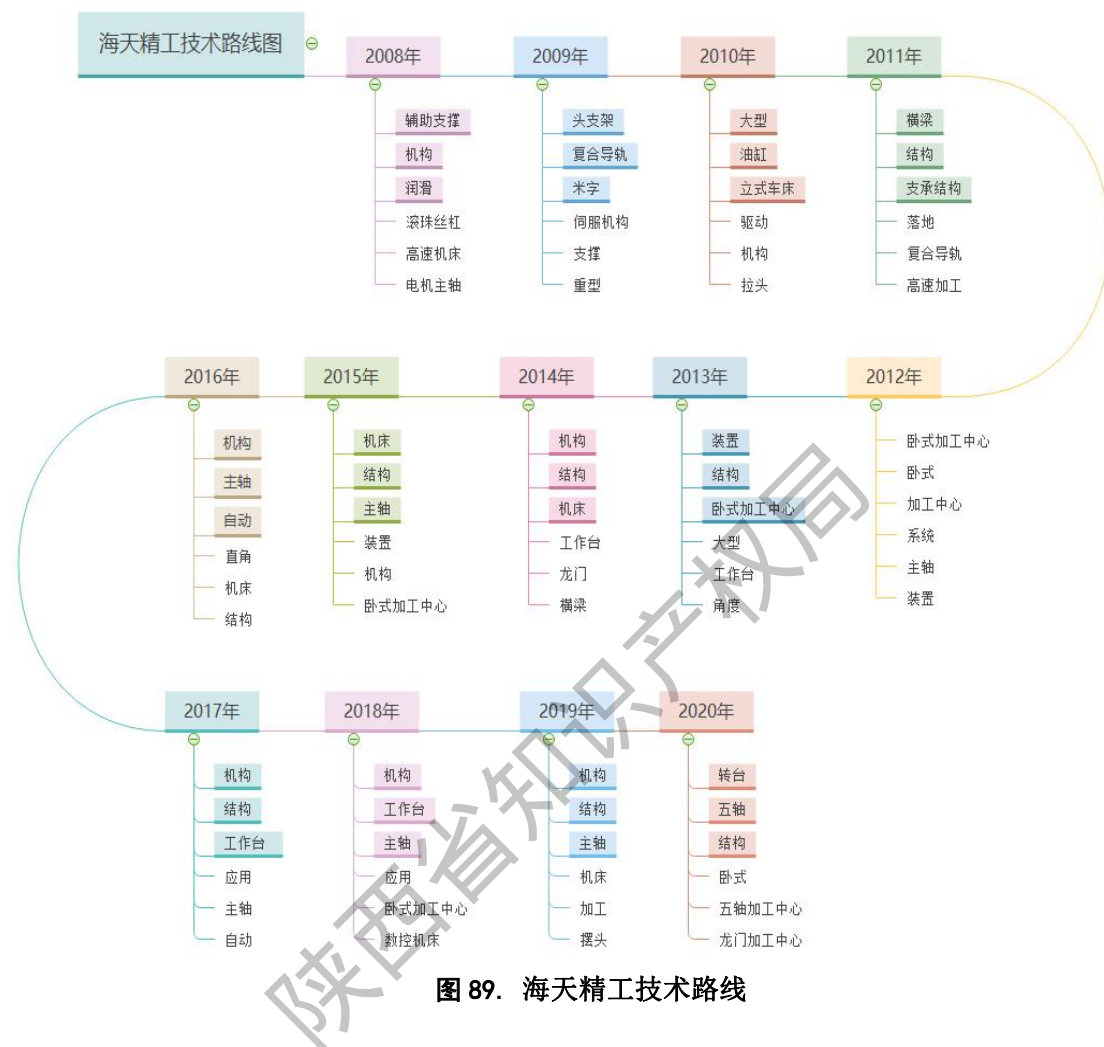


图 89. 海天精工技术路线

海天精工针对汽车行业进行了数控机床共性和关键技术的创新，以 CFV 系列为代表的产品具备环保、高效、高精度等特点。

随着汽车行业市场竞争的进一步加剧，对汽车及零部件加工设备也有了更高的要求。海天精工加强了针对汽车行业的数控机床共性和关键技术的创新，如高速度化技术、智能化技术、复合化技术和环保技术等。创新技术的应用使汽车及零部件加工更加高效、高精度、高可靠性。目前汽车行业相关的产品包括立式加工中心 CFV 系列、卧式加工中心 HPCII 系列、HTCII 系列等。

以 CFV 系列为例，其有 CFV600/900/1100 三种型号，对应三种加工行程。CFV 系列机床为 A 字形单立柱固定，工作台移动结构，基础部件高刚性，移动部件轻量化，赋予环保、节能等特性。

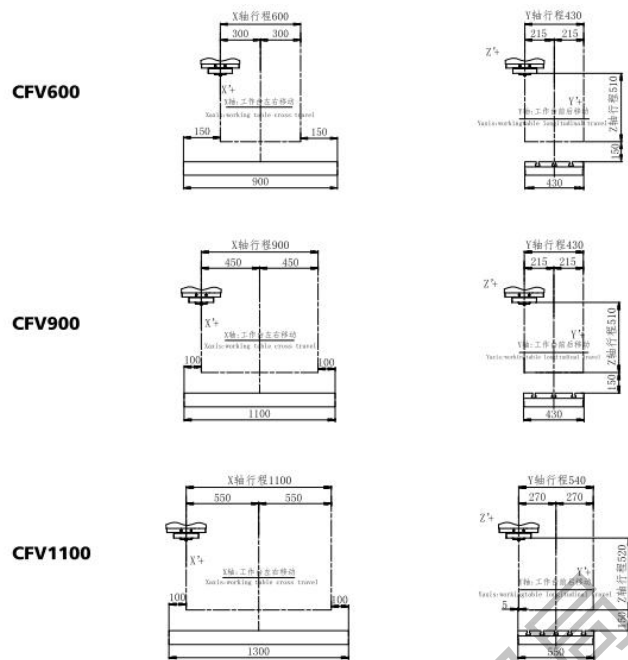


图 90. CFV 系列产品加工范围

海天精工通过对机床液压动力单元进行改进，控制了液压油的发热量，因此更节能更环保。例如，在专利号为 CN201510945902.7 的专利中，公开了一种节能型机床液压动力单元，其油箱部分的作用是为蓄能器间断补充压力及回油收集，阀组部分的作用是向机床功能单元间断提供液压能，实现液压功能；由于电机泵组间断动作，动作时间短且可控，电机泵组无需持续运行并保压，从而可有效减少因电机泵组连续运转造成的振动，同时大幅减少液压油的温升，间断动作的电机泵组对油箱容积的要求小，用油量小，占用空间小，节能环保。

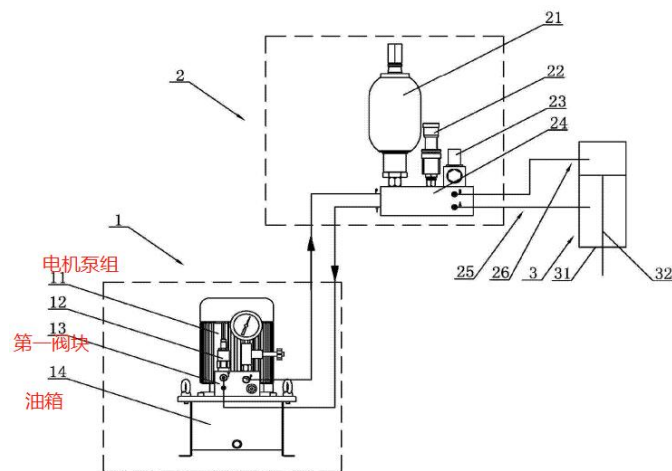


图 91. 一种节能型机床液压动力单元

3.4.6 创世纪

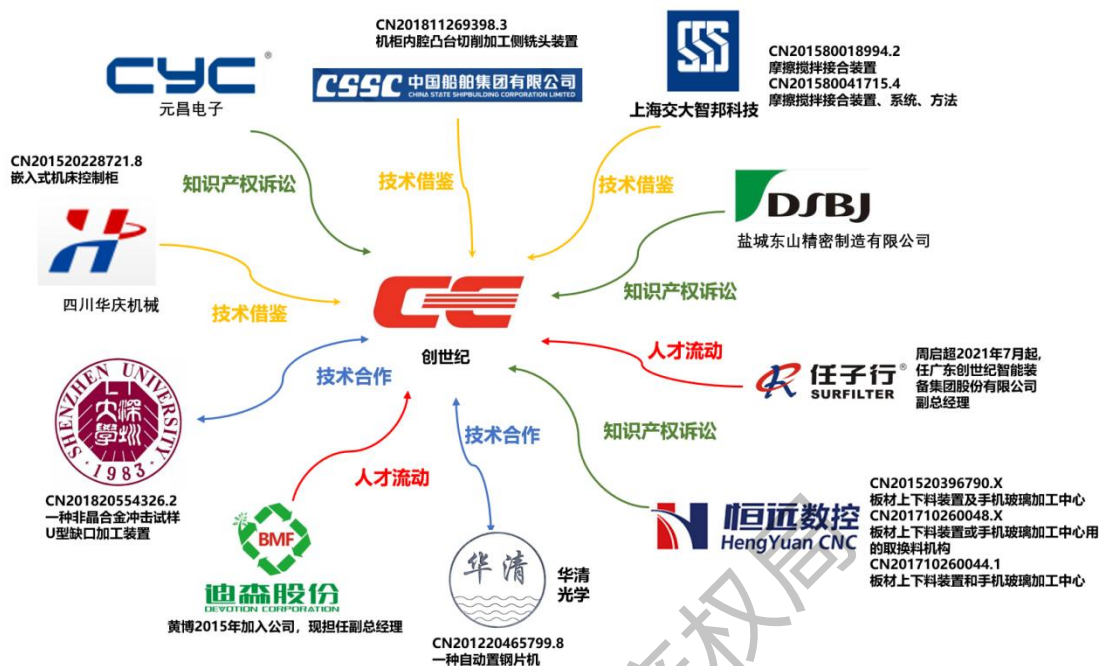


图 92. 创世纪竞合网络图

创世纪通过收购方式进入机床行业，目前高端智能装备已成核心业务，2020年机床业务营收及机床销量在国内机床厂商中均排名第一。

广东创世纪智能装备集团股份有限公司（以下简称“创世纪”）注册地位于广东省东莞市，公司以高端智能装备业务为核心主业，集高端智能装备的研发、生产、销售、服务于一体，定位为“行业领先的高端智能装备整体解决方案服务商”。

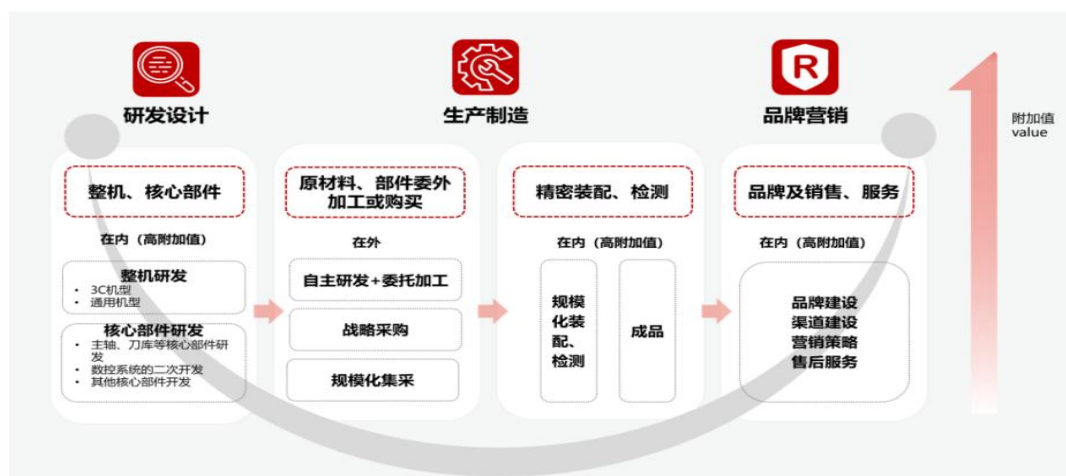


图 93. 公司业务模式

公司前身是广东劲胜智能集团股份有限公司（简称“劲胜精密”），是领先的电子产品精密结构件制造商，为手机、平台电脑、智能穿戴设备等提供精密结构件。劲胜精密于 2015 年收购深圳创世纪（主要从事数控机床业务），从而进入机床行业。2020 年公司正式更名为广东创世纪智能装备集团股份有限公司，主营高端智能装备业务，并剥离了原有的电子产品精密结构件业务。



图 94. 创世纪发展历史

目前，创世纪的数控机床产品品种齐全，包括钻攻机、立式加工中心、卧式加工中心、龙门加工中心、数控车床、雕铣机、玻璃精雕机、高光机、激光切割机等系列精密加工设备，广泛应用于 3C 消费电子领域、5G 产业链、机械制造、医疗器械、新能源汽车、汽车零部件、工程机械等领域的核心部件加工。

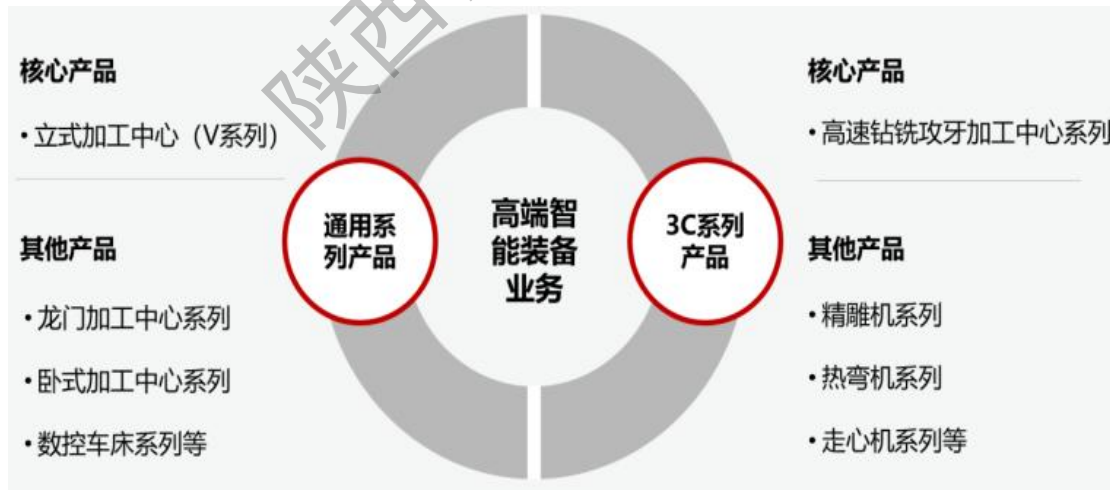


图 95. 创世纪产品系列图示

在国内市场，从产品营收来看，2020 年中国主要机床上市公司中，创世纪以 30.93 亿元营收位居第一，远超其他机床厂商。从机床销量上看，创世纪以 1.57 万台的销量位居第一。

公司	机床类产品营收 (亿元)	机床类产品毛利率	机床产量 (台)	机床销量 (台)	主要产品类型
创世纪	30.93	29.95%	20787	15657	高速钻铣攻牙加工中心、立式加工中心等
秦川机床	17.03	12.95%	10648	10586	车床、磨床等
海天精工	15.95	24.16%	2757	2529	加工中心、车床等
亚威股份	10.70	30.30%	3601	3531	成形机床
纽威数控	11.57	24.90%	2061	2091	加工中心、车床等
沈阳机床	8.03	-8.95%	7300	7000	车床、加工中心等
国盛智科	7.19	32.88%	1037	1330	加工中心、车床等
日发精机	5.93	31.47%	904	909	加工中心、车床等
浙海德曼	4.09	35.26%	3531	3500	车床等
宇晶股份	3.60	24.99%	1929	2105	磨床等
宇环数控	2.66	47.76%	901	927	磨床等
华东数控	2.02	15.95%	1239	1344	磨床、加工中心等
华辰装备	1.91	44.52%	55	39	磨床
科德数控	1.71	42.43%	101	95	加工中心、磨床等

图 96. 2020 年中国主要机床制造商比较

创世纪在数控机床领域共拥有专利申请 295 件，包括发明专利申请 63 件，其中发明授权 9 件，实用新型 232 件。

创世纪在数控机床领域共拥有专利申请 295 件，其中包括 63 件发明专利申请，占专利公开总量的 21.4%，232 件实用新型专利，占专利公开总量 78.6%，发明专利申请中发明授权 9 件。

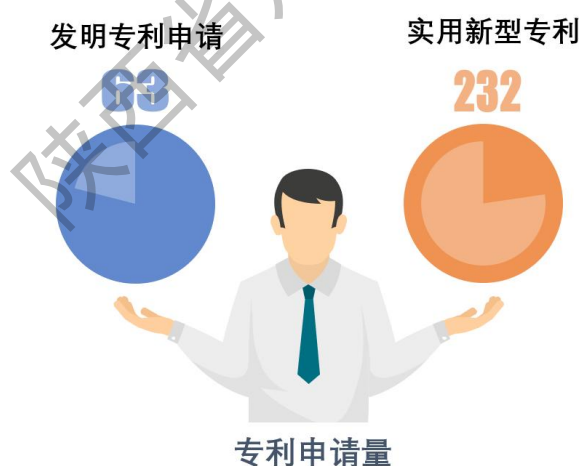


图 97. 创世纪数控机床领域专利类型分布

创世纪拥有的专利申请中主要涉及刀具领域的专利最多，共涉及 54 件，其次为加工中心相关领域的专利，共 35 件，专利量在 10 件以上的领域还包括主轴（31 件）、导轨（29 件）、冷却/润滑装置（23 件）、控制及检测装置（20 件）、气动系统（13 件）、机械手（11 件）领域。

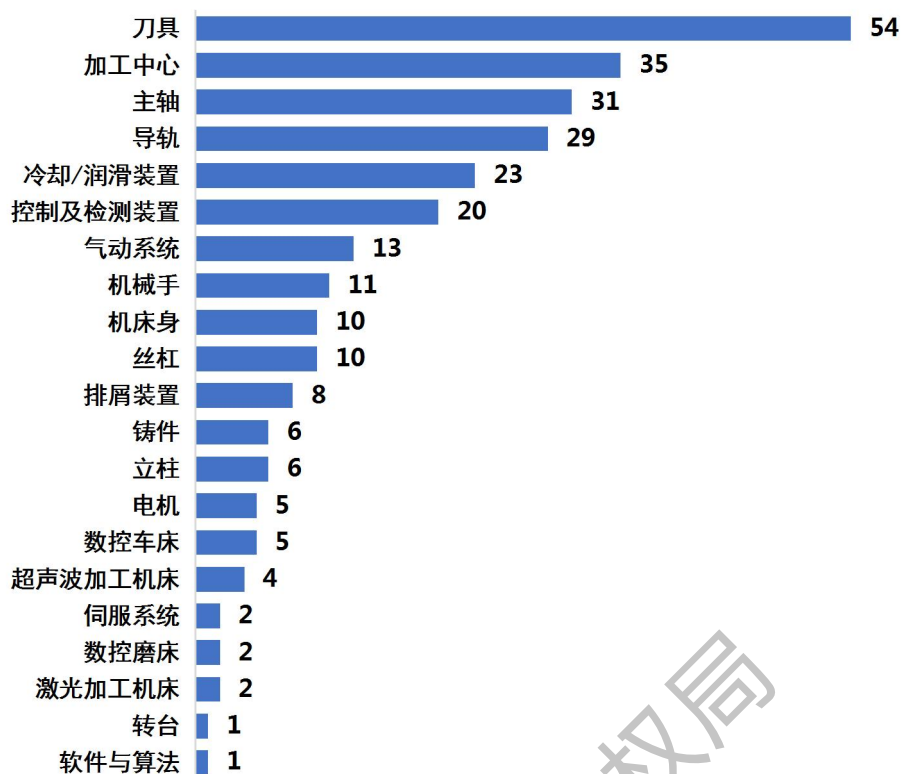


图 98. 创世纪专利申请细分领域分布情况

截至 2021 年 11 月，创世纪共拥有有效专利 209 件，占其专利公开总量（295 件）的 70.8%。有效专利中，实用新型专利 200 件，占有效专利总量的 95.7%，有效发明 9 件。

创世纪共有失效专利 61 件，从失效原因来看，未缴年费而失效的专利最多，共 29 件，占专利公开总量的 9.8%，其次为因驳回而失效的专利，共 21 件，占专利公开总量的 7.1%。

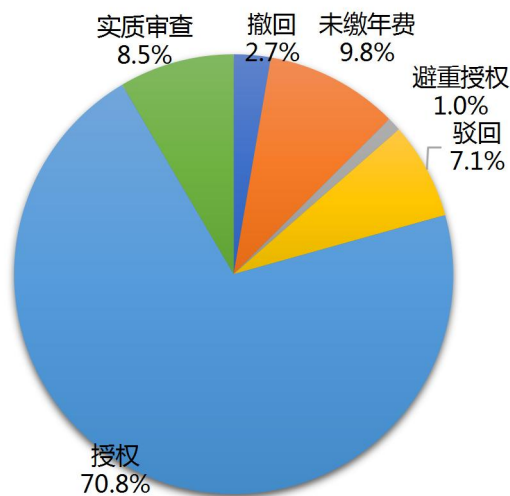


图 99. 创世纪专利申请法律状态分布

创世纪的专利公开量总体呈正态分布 2012-2018 年期间复合增速达 57.7%，2018 年专利公开量达到最高，共 123 件，但近两年专利公开量呈现断崖式下降。

从专利公开趋势来看，至 2012 年起，创世纪的专利公开量总体上呈正态分布。2012-2018 年期间专利公开量呈上升趋势，2018 年专利公开量上涨至 123 件，为历年来最高，期间年平均复合增速达 57.7%；其中 2018 年同比增长近 3.6 倍。但近两年，随着公司重组以及进入核心业务转变的窗口期，创世纪专利公开量呈现断崖式下降，2019 年同比下降 70.7%，2020 年专利公开量仅为 2 件。

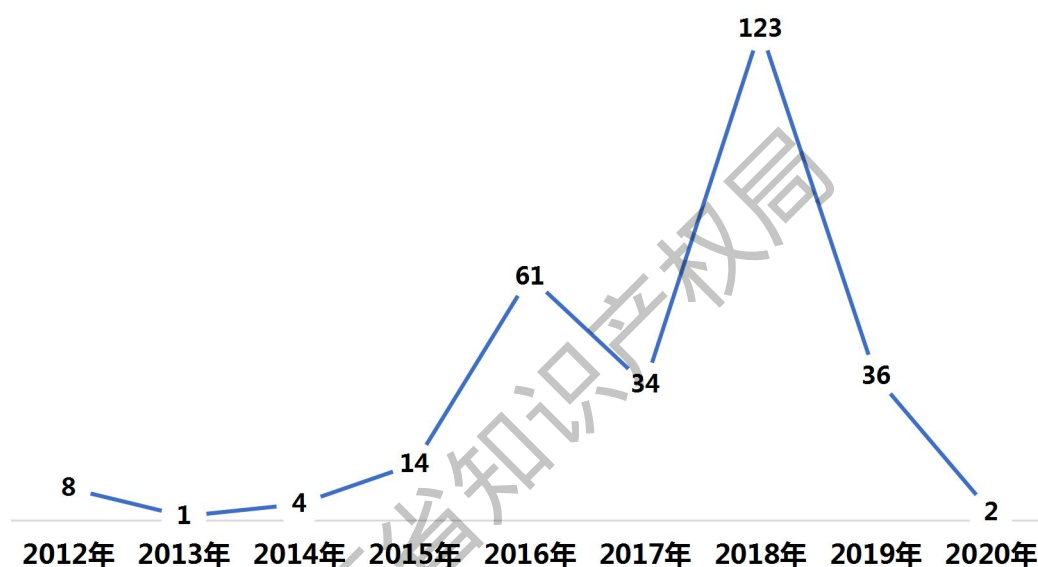


图 100. 创世纪数控机床产业专利公开趋势

公司研发活动围绕“整机+”展开，即以整机研发为基础，积极布局关键部件研发、数控系统的二次开发、“机床云”平台开发等。

在整机研发方面，创世纪在用户需求不断提高的驱动下，持续推动整机加工精度、加工速度、加工效率、稳定性的代际提升。按照“生产一代、试制一代、研发一代、预研一代”的整机研发战略，目前公司已完成“第六代”钻攻机的整机研发及批量生产。在钻攻机整机技术研发的基础上，结合通用机床客户的加工特点，公司开发出新一代立式加工中心明星产品 T-V856S，获得市场的高度肯定。除此之外，公司在龙门加工中心、卧式加工中心、数控车床等整机研发方面也取得积极成果。



图 101. 创世纪立式加工中心 T-V856S

在关键部件研发方面，公司在主轴、刀库、B/C 轴转台、直角铣头、数控系统等核心部件技术研发方面取得积极成果，目前已获得主轴相关专利 26 项，并实现 50%的自主化率；获得刀库相关专利 24 项，并实现 90%的自主化率。

在数控系统的二次开发方面，基于海量机床应用数据和对客户个性化需求的深入分析，创世纪在数控系统源代码的基础上，积极开展基于客户真实需求的数控系统二次开发，并经过多次版本升级迭代，目前已实现 5 大模块、30 多个界面的开发，能够为客户在参数调整、简易编程、刀具使用、权限管理等方面提供更方便、快捷的加工体验。公司还联合华中数控共同开发精雕机数控系统（TaiKan818D），目前已经在部分精雕机上实现应用。

在“机床云”平台的研发方面，创世纪致力于“一体化的高端智能装备整体解决方案”能力建设，构建了创世纪“机床云”平台，通过机床设备联网、数据传输、数据计算分析，帮助下游客户实现以“云平台”为依托的数字化生产过程管控，通过电脑、手机等终端设备，实现程序管理、设备状态监控、设备运维、自动化生产、成本绩效管理等功能，从而提高生产过程的智能化水平。目前，创世纪“机床云”已在第六代钻攻机产品中应用推广。

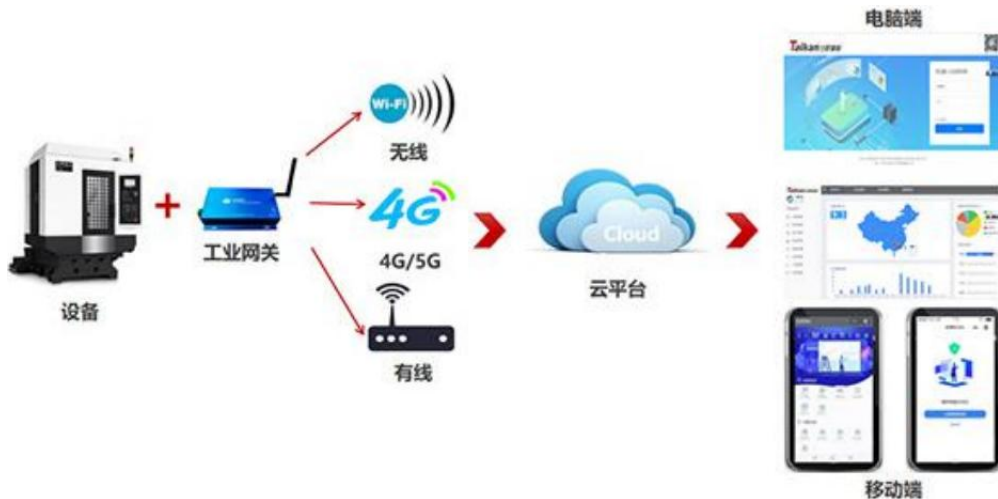


图 102. 创世纪“机床云”平台示意图

在具体研发方向上，公司围绕高精度、高速度、高效率、高稳定性数控机床产品，持续开展技术攻关与研发。

公司对产品在高精度、高速度、高效率、高稳定性方面一直具有较高的要求，相关的技术攻关与研发也是围绕上述几方面展开。

在高精度方面，公司围绕误差控制，从几何误差、运动误差、热误差等方面持续提升精度，特别是在热误差控制方面，通过实验和验证对比分析，以及利用云技术、大数据技术掌握不同结构件随时间、温度、环境变化的规律，不断优化机床结构设计，一方面采取“堵”——抑制热延伸结构，选择不同材料和采用润滑技术、中空冷却技术等减少发热和快速传导热量，另一方面采取“补”——利用云技术、大数据技术、数字控制技术等进行热位移补偿。公司在 H 系列立式加工中心产品中成功解决了热位移技术难题。

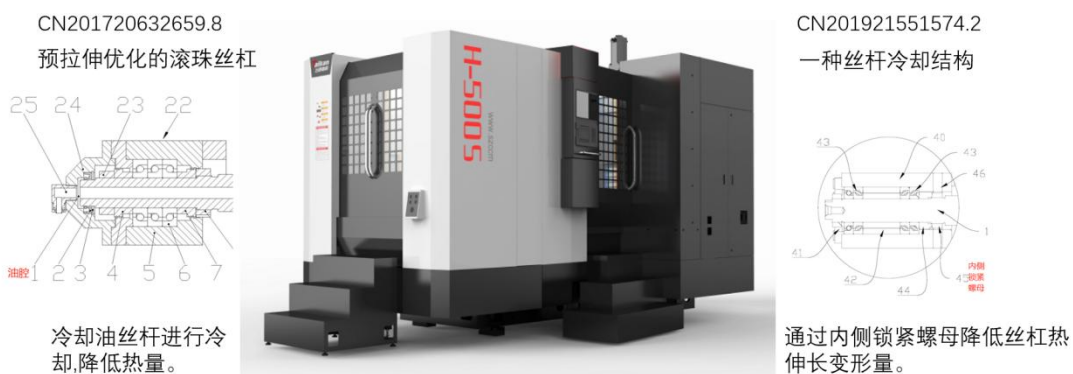


图 103. 热位移相关专利技术

在高速度方面，公司强化在高速进给系统方面的研发。一方面，加强高速直线电机驱动技术的研究应用，取代传统伺服电机和滚珠丝杠驱动，简化传动系统，缩短传动链，实现高动态性能；同时开发了多款直线电机高速机床，显著提高快移速度、切削速度，动静性能更稳定；另一方面，强化加工运行速度的研究，通过分析加工工艺、加工材料、加工刀具、加工程序，确定最佳加工参数，进而匹配机床最佳运行参数，如主轴转速、进给速度等。

在高效率方面，创世纪致力于不断提升产品加工效率。例如：最新研发的800系列四头精雕机（四轴），配置机械手自动上下料，操作简单，高效便捷；公司研发的双交换工作台卧式加工中心，可实现不停机加工操作，极大提高效率。此外，随着自动化技术的不断成熟，创世纪还成立了自动化部，整合机器人技术、自动化技术、智能技术和高效加工技术，加大智能化生产线的研究和应用，目前多个项目已经落地实施。

在高稳定性方面，一直以来，创世纪通过工程验证、应用技术验证和用整机环境模拟分析，利用大数据、仿真模拟技术等进行分析验证，切实发现影响机床稳定性、可靠性的薄弱环节和因素，进而改善提高。如在稳定性测试方面，持续开展机床抗扰度测试、机床加工振动测试、机床各部件的刚度和固有频率测试、主轴轴心轨迹和阶次测试、机床部件的盐雾和浸泡试验、机床与电子部件的电磁兼容性测试、铸件的拉力测试、机床结构有限元分析等，不断提高机床稳定性。

3.4.7 龙头企业比较分析

企业营收规模上，国内外企业仍有不小的差距，核心产品系列数量不足成为主要原因之一。

目前，国外数控机床龙头企业营收规模均可达百亿人民币以上，我国机床市场虽有近2000亿人民币的庞大规模，但秦川机床、海天精工、创世纪的机床业务营收尚未超过50亿。

国内龙头企业产品品类布局与全球龙头企业存在差距，导致收入占比较大的核心产品系列数量不足。根据各公司官网，创世纪、海天精工、秦川机床等我国数控机床龙头在机床领域的产品布局已经较为全面，除了立加、卧加、龙门等通用产品，还布局了雕铣机、数控车床、走心机、玻璃精雕机、激光切割机、五轴

加工中心等产品。但产品品类、细分品类与全球数控机床龙头仍有很大差距，主要体现在：一是山崎马扎克、德马吉森精机、发那科等全球龙头均有数控系统、应用软件等机床产品，且已经将品类拓展到工业机器人等领域。二是以卧式加工中心为例，山崎马扎克拥有 u Series、FF、HCN、HCN-Q、MEGA、ORBITEC、UN 等 7 个系列产品，海天精工仅有 H、HUP 等 2 个系列产品，创世纪仅有 T-H11、H-500S、H-63S 等 3 款产品。

表24. 国内外数控机床龙头企业营收规模、核心产品比较

企业名称	国家	营收规模	核心产品
山崎马扎克	日本	52.8 亿美元	CNC 车床、复合车铣加工中心、立式加工中心、卧式加工中心、CNC 激光系统、FMS 柔性生产系统、CAD/CAM 系统、CNC 装置
德马吉森精机	德国	38.2 亿美元	数控车削中心、铣削加工中心，先进加工技术（ULTRASONIC / LASERTEC）以及软件解决方案和自动化系统
发那科	日本	47 亿美元	小型加工中心、电动 注塑机、电火花线切割机、超精密加工机床
秦川机床	中国	17.03 亿人民币	磨齿机
海天精工	中国	15.95 亿人民币	数控龙门加工中心
创世纪	中国	30.93 亿人民币	高速钻铣攻牙加工中心

国外龙头企业专利保护程度较高，以发明专利申请为主，且产业链布局较为全面，国内企业专利数量上存在劣势且均缺少海外专利，在产业链方面仍待补足，其中国内龙头企业均将刀具作为重点领域布局。

从专利布局来看，绝对数量上，国内龙头企业处于劣势，在国内企业中，又以秦川机床的专利数量最少。从技术保护角度来讲，发明专利的保护程度更高。山崎马扎克、德马吉森精机、发那科专利布局以发明专利为主，而创世纪、海天精工、秦川机床为代表的国内企业发明专利申请占比不到两成，且均缺少海外布局专利。

表25. 国内外龙头企业数控机床产业中公开专利情况比较

企业名称	专利公开量	发明公开量	实用新型公开量	发明公开量占比
创世纪	295	47	232	15.9%
海天精工	299	46	210	15.4%
秦川机床	82	13	57	15.9%
山崎马扎克	575	575	0	100.0%

企业名称	专利公开量	发明公开量	实用新型公开量	发明公开量占比
德马吉森精机	856	841	15	98.2%
发那科	7785	7736	49	99.4%

从三家国内龙头企业的有效发明专利资产情况来看，尽管创世纪在数控机床领域中申请的发明专利较多，但其目前的有效发明专利仅占其发明公开量的19.1%，大部分发明申请未获得授权。在有效发明专利资产数量上海天精工明显优于创世纪和秦川机床。秦川机床尽管发明公开的绝对数量较少，仅有13件，但基本都获得了授权，且目前的有效发明专利数量占其发明公开量的92.3%，有效发明专利资产数量超过了创世纪。

表26. 国内龙头企业数控机床产业中有效发明专利资产情况比较

企业名称	发明公开量	发明授权量	有效发明量	有效发明占发明公开量的比重
创世纪	47	9	9	19.1%
海天精工	46	43	42	91.3%
秦川机床	13	12	12	92.3%

从产业链布局来看，山崎马扎克、德马吉森精机、发那科产业链覆盖全面，除了各自有重点布局的细分领域以外，还涉及专利布局的细分领域接近30个。而国内龙头企业中，创世纪、海天精工、秦川机床涉及专利布局的细分产业在20个左右。

表27. 国内外龙头企业数控机床产业专利布局比较

产业领域	山崎马扎克	德马吉森精机	发那科	创世纪	海天精工	秦川机床
控制及检测装置	199	270	3714	20	9	10
激光加工机床	108	23	684	2	0	0
刀具	63	74	95	54	69	27
加工中心	58	19	25	35	72	0
软件与算法	46	84	392	1	1	4
数控车床	32	44	100	5	14	1
主轴	30	96	176	31	24	2

产业领域	山崎马扎克	德马吉森精机	发那科	创世纪	海天精工	秦川机床
冷却/润滑装置	19	74	133	23	30	3
进给机构	19	43	176	0	0	0
机械手	17	17	261	11	5	2
导轨	12	17	8	29	47	6
电火花线切割机床	9	9	1956	0	0	0
数控钻床	9	7	53	0	0	0
转台	9	3	97	1	20	2
伺服系统	8	8	243	2	1	4
机床身	6	55	12	10	8	0
排屑装置	5	34	41	8	6	0
电火花成型机床	5	2	622	0	0	0
数控铣床	4	10	24	0	1	1
立柱	3	0	0	6	10	0
数控镗床	2	7	13	0	2	0
轴承	2	6	11	0	0	0
液压系统	1	9	0	0	20	7
丝杠	1	5	0	10	8	4
电机	1	5	284	5	6	0
数控磨床	1	3	24	2	0	12
数控压力机	1	1	26	0	0	0
数控冲床	1	0	29	0	0	0
高压水切割机床	1	0	0	0	0	0
超声波加工机床	0	1	0	4	0	1
铸件	0	1	0	6	6	0
数控剪板机	0	1	13	0	0	0
气动系统	0	0	0	13	5	1
数控自动焊接设备	0	0	62	0	0	0
机床用钢材	0	0	0	0	0	0
数控折弯机	0	0	0	0	0	0
数控弯管机	0	0	0	0	0	0
火焰切割机床	0	0	0	0	0	0

从专利量和近三年专利活跃度综合来看活跃的细分领域数量，近三年活跃的细分领域数量最多公司是发那科，共有 14 个，占其涉及细分领域总数的 51.9%；海天精工、创世纪、德马吉森精机拥有活跃的细分领域数量在 5~6 个之间，分别占各自涉及细分领域总数的 28.6%、23.8%、20.7%，秦川机床和山崎马扎克均有 3 个，分别占 18.8%、10.3%。

国内代表企业中，创世纪优势环节包括控制及检测装置、导轨、冷却/润滑装置、加工中心、刀具；海天精工优势环节包括冷却/润滑装置、主轴、加工中心、刀具、转台、液压系统；秦川机床优势环节包括数控磨床、控制及检测装置、刀具。刀具是国内龙头企业共同的专利布局重点领域。

上述优势细分领域中，从近三年专利活跃度来看，创世纪共有 4 个细分领域的活跃度超过了 20%，海天精工和秦川机床均有 2 个细分领域的活跃度超过了 20%。高活跃度的优势领域预示着企业核心产品的技术布局。例如创世纪和海天精工核心产品均涉及加工中心，两者在加工中心领域的活跃度及专利量均较高。

表28. 国内代表企业细分领域比较

产业名称	创世纪		海天精工		秦川机床	
	专利量	专利活跃度	专利量	专利活跃度	专利量	专利活跃度
转台	1	-	20	30.0%	2	-
软件与算法	1	-	1	0.0%	4	25.0%
伺服系统	2	50.0%	1	-	4	-
数控磨床	2	100.0%	-	-	12	25.0%
激光加工机床	2	-	-	-	-	-
超声波加工机床	4	-	-	-	1	-
电机	5	-	6	16.7%	-	-
数控车床	5	-	14	21.4%	1	-
铸件	6	-	6	33.3%	-	-
立柱	6	33.3%	10	-	-	-
排屑装置	8	50.0%	6	16.7%	-	-
机床身	10	-	8	12.5%	-	-
丝杠	10	20.0%	8	25.0%	4	-
机械手	11	36.4%	5	-	2	100.0%
气动系统	13	-	5	20.0%	1	-

产业名称	创世纪		海天精工		秦川机床	
	专利量	专利活跃度	专利量	专利活跃度	专利量	专利活跃度
控制及检测装置	20	25.0%	9	11.1%	10	10.0%
冷却/润滑装置	23	21.7%	30	16.7%	3	33.3%
导轨	29	13.8%	47	8.5%	6	-
主轴	31	9.7%	24	16.7%	2	50.0%
加工中心	35	37.1%	72	33.3%	-	-
刀具	54	20.4%	69	11.6%	27	29.6%
机床用钢材	-	-	-	-	-	-
轴承	-	-	-	-	-	-
进给机构	-	-	-	-	-	-
液压系统	-	-	20	15.0%	7	57.1%
数控铣床	-	-	1	-	1	100.0%

国外代表企业中，从专利量和近三年专利活跃度综合来看，山崎马扎克优势环节包括软件与算法、冷却/润滑装置、主轴；德马吉森精机优势环节包括软件与算法、激光加工机床、排屑装置、控制及检测装置、冷却/润滑装置以及刀具；发那科优势环节包括转台、软件与算法、伺服系统、激光加工机床、电机、排屑装置、机械手等。软件与算法和冷却/润滑装置是国外龙头企业共同的专利布局重点领域。

上述优势细分领域中，从近三年专利活跃度来看，发那科共有 5 个细分领域的活跃度超过了 20%，相比较而言，德马吉森精机和细分领域的活跃度均在 20% 以下。

表29. 国外代表企业细分领域比较

产业名称	山崎马扎克		德马吉森精机		发那科	
	专利量	专利活跃度	专利量	专利活跃度	专利量	专利活跃度
转台	9	-	3	-	97	20.6%
软件与算法	46	6.5%	84	16.7%	392	13.5%
伺服系统	8	-	8	-	243	12.3%
数控磨床	1	-	3	-	24	-
激光加工机床	108	2.8%	23	17.4%	684	23.2%
超声波加工机床	-	-	1	100.0%	-	-

产业名称	山崎马扎克		德马吉森精机		发那科	
	专利量	专利活跃度	专利量	专利活跃度	专利量	专利活跃度
电机	1	-	5	-	284	19.4%
数控车床	32	-	44	2.3%	100	3.0%
铸件	-	-	1	-	-	-
立柱	3	-	-	-	-	-
排屑装置	5	-	34	11.8%	41	17.1%
机床身	6	-	55	5.5%	12	8.3%
丝杠	1	-	5	40.0%	-	-
机械手	17	-	17	47.1%	261	10.3%
气动系统	-	-	-	-	-	-
控制及检测装置	199	3.0%	270	14.1%	3714	16.2%
冷却/润滑装置	19	10.5%	74	16.2%	133	25.6%
导轨	12	-	17	-	8	12.5%
主轴	30	6.7%	96	4.2%	176	20.5%
加工中心	58	1.7%	19	-	25	-
刀具	63	4.8%	74	18.9%	95	5.3%
机床用钢材	-	-	-	-	-	-
轴承	2	-	6	-	11	9.1%
进给机构	19	-	43	4.7%	176	19.9%
液压系统	1	-	9	-	-	-
数控铣床	4	-	10	-	24	4.2%
数控镗床	2	-	7	-	13	-
数控钻床	9	-	7	-	53	11.3%
数控压力机	1	-	1	-	26	26.9%
数控剪板机	-	-	1	-	13	-
数控折弯机	-	-	-	-	-	-
数控弯管机	-	-	-	-	-	-
数控冲床	1	-	-	-	29	13.8%
电火花线切割机床	9	-	9	11.1%	1956	8.7%
电火花成型机床	5	-	2	-	622	8.2%
高压水切割机床	1	-	-	-	-	-
火焰切割机床	-	-	-	-	-	-
数控自动焊接设备	-	-	-	-	62	-

国外企业已提前布局智能制造、数字工厂，国内企业核心技术不断成熟，关键技术方面有望突破国外的技术封锁

从技术研发来看，以山崎马扎克、德马吉森精机、发那科为代表的龙头企业纷纷将智能制造、数字工厂纳入重要战略发展，自动化、五轴化、多任务、数字化是未来的技术发展方向。以海天精工、秦川机床、创世纪为代表的国内企业以大力拓展行业应用为目标，将智能制造的关键技术、关键核心部件作为研发战略，精度、速度、效率及稳定性成为重要技术评价指标。

关键核心技术方面，国外龙头企业均具有五轴数控系统及五轴联动数控机床，且技术成熟。但西方发达国家一直把五轴数控系统及五轴联动数控机床作为战略物资实行出口许可证制度，对包括中国在内的诸多国家实行了严格的技术封锁，目前我国高档数控机床国产化仍然不高，卡脖子问题仍然没有有效的解决。海天精工、秦川机床、创世纪是国内目前少数具备五轴联动高端数控机床的企业，有助于突破技术的封锁。

表30. 国内龙头企业五轴联动高端数控机床代表产品

<p>创世纪</p>	<p>台群桥式五轴龙门加工中心 G-BU 系列</p>	
<p>海天精工</p>	<p>动柱式高速龙门加工中心 (KMU 系列)</p>	
<p>秦川机床</p>	<p>HMC1200/5S 五轴卧式加工中心机床</p>	

3.5 从资本布局看产业发展方向

我国数控机床产业在 2015-2018 年投资热度较高，2018 年达到历年最高峰。

我国数控机床产业发展至今，全国发生的股权投资事件数量共计 8733 件。从 2015 年开始在该产业的投资热度迅猛增长，2018 年的股权投资事件数量达到历年最高峰为 935 件，2019 年以后的投资热度有所下滑。2010-2020 年股权投资事件的年复合增速为 4.2%。

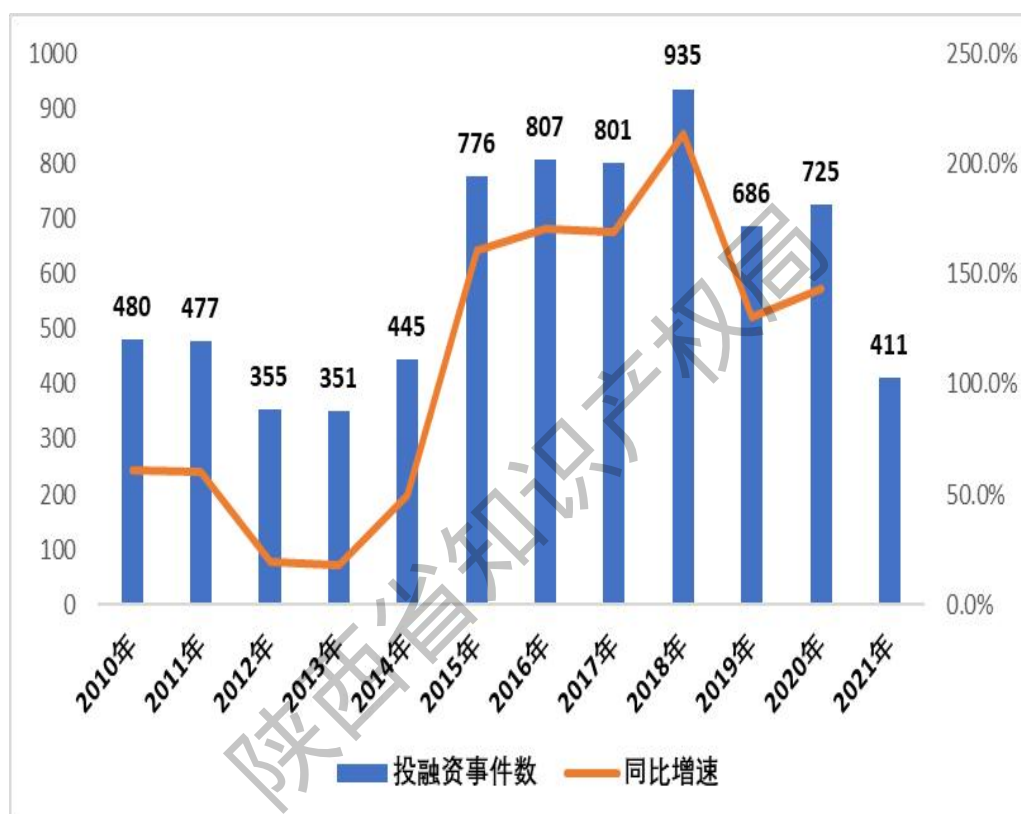


图 104. 全国数控机床产业股权投资事件数量

我国数控机床产业发生的股权投资事件数量排名前五的省份是广东省、江苏省、浙江省、上海市、北京市。

从全国各省份来看，我国数控机床产业发生的股权投资事件数量排名前五的省份是广东省（1535 件）、江苏省（1447 件）、浙江省（829 件）、上海市（593 件）、北京市（518 件）；其中，广东省排名第一。另外，陕西省的股权投资事件数量为 228 件，排名全国第 12 位。



图 105. 全国数控机床产业股权投资事件分布

中国数控机床产业受资本市场青睐与支持，产业投资热度较高，聚焦于特种加工机床、功能部件领域；中国数控机床产业投融资事件的交易轮次多数分布在非控制权收购。

从数控机床产业三级技术分支来看，中国数控机床产业投资事件占比相对较多的领域为特种加工机床（21.1%）、功能部件（19.6%）和数控系统（15.2%），此外，中国数控机床产业数控机床维修维护、远程监控系统、金属成形机床领域的投资事件占比较低，投资热度不高。

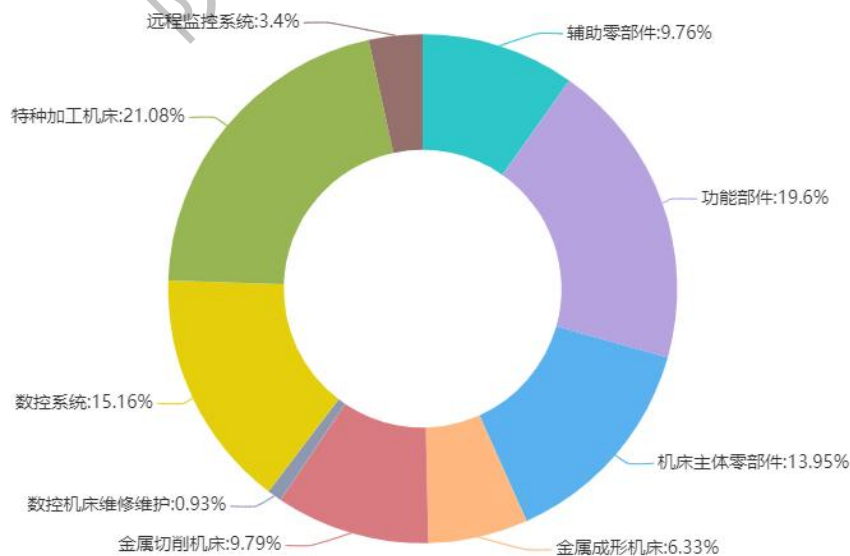


图 106. 中国数控机床产业不同领域内投资分布

中国数控机床产业有多家企业受到资本市场的高度关注, 珠海冠宇电池股份有限公司受到资本市场关注度最高; 投资中国数控机床产业最多的投资机构为西安中科创星科技孵化器有限公司。

中国数控机床产业共有 3712 家企业受到资本市场的关注, 其中, 珠海冠宇电池股份有限公司受到资本市场关注度最高, 接受投资事件达到 22 件。另外, 阿里巴巴集团控股有限公司接受投资事件 19 件, 广东新宝电器股份有限公司接受投资事件 17 件, 易事特集团股份有限公司接受投资事件 14 件, 银隆新能源股份有限公司接受投资事件 14 件, 宁德时代新能源科技股份有限公司接受投资事件 14 件, 江苏爱康科技股份有限公司接受投资事件 14 件, 同样受到较高的资本市场关注。

表31. 中国数控机床产业受资本市场关注度高企业

企业名称	接受投资事件的数量
珠海冠宇电池股份有限公司	22
阿里巴巴集团控股有限公司	19
广东新宝电器股份有限公司	17
易事特集团股份有限公司	14
银隆新能源股份有限公司	14
宁德时代新能源科技股份有限公司	14
江苏爱康科技股份有限公司	14
新疆金风科技股份有限公司	13
蓝箭航天空间科技股份有限公司	13
易生科技(北京)有限公司	12
永和流体智控股份有限公司	12
苏州安洁科技股份有限公司	12
武汉华中数控股份有限公司	12
西安三角防务股份有限公司	12

企业名称	接受投资事件的数量
深圳华大基因股份有限公司	12
深圳市佳士科技股份有限公司	12
科大讯飞股份有限公司	12
广东顺威精密塑料股份有限公司	12

从投资机构来看，投资中国数控机床产业较多的投资机构为深圳市创新投资集团有限公司（110 件）、深圳市达晨财智创业投资管理有限公司（49 件）、中科招商投资管理集团股份有限公司（39 件）、江苏毅达股权投资基金管理有限公司（38 件）、深圳同创伟业资产管理股份有限公司（31 件）。

表32. 中国数控机床产业投资事件数量排名靠前的投资机构及被投资企业

投资机构	投资事件数量	被投资企业
深圳市创新投资集团有限公司	110	长源东谷、柔宇科技、杰普特
深圳市达晨财智创业投资管理有限公司	49	芯通科技、三合通发、铭普光磁
中科招商投资管理集团股份有限公司	39	银隆新能源、友田机电、万鼎硅钢
江苏毅达股权投资基金管理有限公司	38	伟泰科技、京创先进、哈尔滨奥瑞德
深圳同创伟业资产管理股份有限公司	31	伟泰科技、爱创科技、腾盛工业
昆吾九鼎投资管理有限公司	30	焊研威达、旭阳雷迪、世通重工
北京天星资本股份有限公司	29	沧海核装、中际联合、智房科技
中国风险投资有限公司	27	明日宇航、捷通铁路、凯龙高科
深圳市松禾资本管理有限公司	27	柔宇科技、赢合科技、哈尔滨奥瑞德
海通开元投资有限公司	27	新强联、优创股份、泰瑞机器

3.6 小结

从全球数控机床产业创新发展态势来看，创新要素集聚效应明显，发明专利、创新企业和创新人才主要分布在中国、日本、美国、韩国以及欧洲，中国在专利数量、创新企业规模、创新人才规模均处于领先地位，且近年来中国发明公开量

也增长最快。

我国数控机床产业创新要素主要集聚在长三角的江苏、浙江、安徽以及广东、山东。江苏省数控机床产业发明专利申请公开量、创新企业数量、创新人才数量均排名全国第一。陕西省发明专利、创新企业和创新人才整体数量规模在国内处于中游水平。

在数控机床产业的上中下游细分产业领域来看，功能部件中的刀具、数控系统中的控制及检测装置、软件与算法、特种加工机床中的激光加工机床是发明专利布局的重点领域，也是创新企业和创新人才总体分布的重点领域。从近三年发明专利的活跃度来看，辅助装置中的冷却/润滑装置、特种加工机床中的激光加工机床、金属成形机床中的数控折弯机、金属切削机床中的加工中心为近年专利布局的热点领域。

通过对多轴联动技术和数控技术这两项关键核心技术在发展沿革、竞争格局、中外专利分布等方面的分析，可以看出，我国整体数控机床产业虽然相较美、日、欧发达国家起步较晚，但是近年来发展迅速，在关键核心技术的专利创新上已实现了反超，尽管在高端数控机床产品上还依赖进口较多，但已经具备了一定的技术储备，未来发展可期。并且陕西省在这两项关键技术上也并不落后，具备一定的发明专利储备，且近年来的发明专利量增速都高于国内整体水平。

通过国内外行业龙头企业在技术发展路线、专利领域布局、主要核心产品等方面的比较分析，可以看出，国内龙头企业与全球龙头企业在产品品类布局、专利绝对数量、专利在产业分支中布局范围、发明专利占比、全球专利布局程度等方面均存在较大差距。且陕西本省龙头企业秦川机床与国内的广东创世纪和浙江海天精工两家龙头企业相比，在发明专利布局绝对数量、专利分支布局范围上也有较大差距，在有效发明资产数量方面更是还不到海天精工的三分之一，还需进一步创新研发，加强产业领域中的发明专利布局。

第四章 陕西省数控机床产业创新发展定位与洞察

4.1 陕西省数控机床产业创新发展定位

4.1.1 陕西省专利布局

陕西省数控机床产业发明专利申请公开量共 2880 件，近五年复合增速为 11.4%，在全国排名第 11 位。

截至目前，陕西省数控机床产业累计发明专利申请公开量为 2880 件，占全国数控机床产业发明专利申请公开量（110011 件）的比重为 2.6%，在全国排名第 11 位。陕西省数控机床产业发明专利申请公开量近五年复合增速为 11.4%，低于全国发明专利公开平均增速（11.8%）0.4 个百分点；其中，2018 年同比增速最高，同比增长 40.4%，2020 年发明专利申请公开量同比下降明显，同比下降 10.2%。



图 107. 陕西省数控机床产业的发明专利申请公开量增长趋势

与国内重点省市相比，陕西省数控机床产业发明专利申请公开 2880 件，与江苏省（21977 件）、广东省（11549 件）、浙江省（11098 件）、山东省（5250 件）数控机床产业发明专利申请公开数量差距较大。

表33. 中国数控机床产业发明专利申请公开分布情况国内重点省市对标比较

省份	发明专利申请公开数量	全国排名	2020年同比增速	近5年复合增速
陕西省	2880	11	-10.2%	11.4%
广东省	11549	2	1.4%	24.7%
江苏省	21977	1	-8.9%	2.3%
山东省	5250	5	13.7%	12.2%
浙江省	11098	3	30.9%	23.9%

从陕西省各城市来看，陕西省从事数控机床产业发明专利申请公开主要分布在西安市（2408件）和宝鸡市（244件），分别占陕西省数控机床产业发明专利申请公开总量的83.6%和8.5%。

从陕西省内各市发明专利申请公开数量增速来看，2020年同比增速最高的是咸阳市（100.0%），其次为渭南市（50.0%）；近五年复合增速最高的是咸阳市（32.0%），高于陕西省的复合增速20.6个百分点，其次为渭南市（24.6%）。

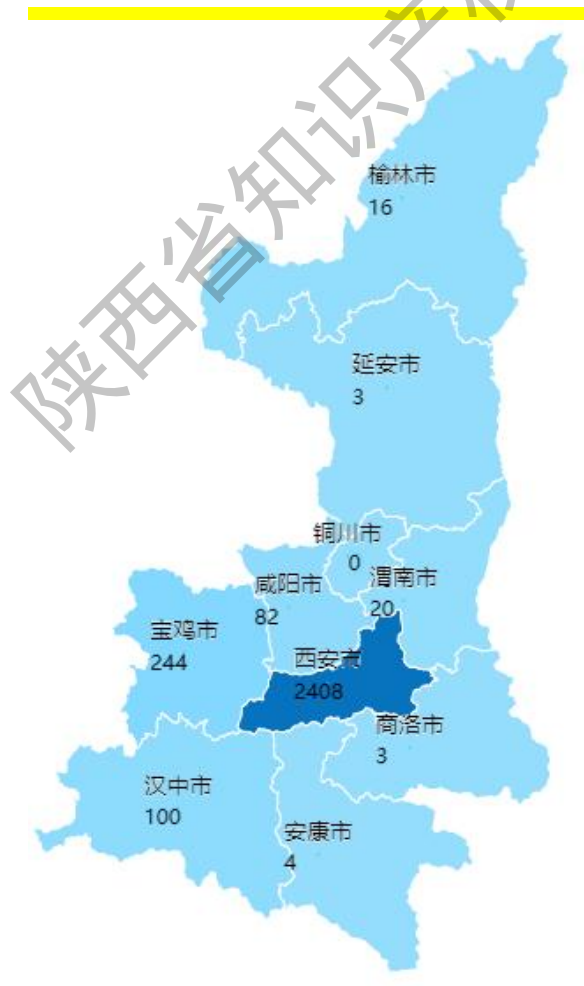


图 108. 陕西省数控机床产业各市发明专利申请公开分布情况

陕西省数控机床产业的有效发明专利量全国排名第 10 位，有效实用新型专利量全国排名第 17 位，发明授权专利量全国排名第 10 位，实用新型公开量全国排名第 18 位。

从发明授权专利量来看，陕西省数控机床产业发明授权专利量共计 1184 件，占全国数控机床产业发明授权总量（39081 件）的比重为 3.0%，在全国 31 省市中排名第 10 位。

从有效发明专利量来看，陕西省数控机床产业有效发明专利量共计 893 件，占全国数控机床产业有效发明总量（31454 件）的比重为 2.8%，在全国 31 省市中排名第 10 位。

从实用新型公开量来看，陕西省数控机床产业实用新型公开量共计 2640 件，占全国数控机床产业实用新型公开总量（185440 件）的比重为 1.4%，在全国 31 省市中排名第 18 位。

从有效实用新型专利量来看，陕西省数控机床产业有效实用新型专利量共计 1643 件，占全国数控机床产业有效实用新型总量（119671 件）的比重为 1.4%，在全国 31 省市中排名第 17 位。

陕西省数控机床产业的高被引专利全国排名第 10 位；产学研合作专利量全国排名第 8 位；获奖专利数量全国排名第 22 位。

从高被引专利量来看，陕西省数控机床产业高被引专利数量为 24 件，占全国数控机床产业高被引专利数量（777 件）的 3.1%。在全国 31 省市中排名第 10 位。

从产学研合作来看，陕西省数控机床产业的产学研合作专利数量为 74 件，占全国产学研合作专利数量（2155 件）的 3.4%，在全国 31 省市中排名第 8 位。

从获奖专利来看，陕西省数控机床产业中的获奖专利仅有 1 件，占全国获奖专利数量（155 件）的 0.6%，在全国 31 省市中排名第 22 位。

表34. 中国数控机床产业专利分布情况国内重点省市对标比较

专利指标	数量/排名	陕西省	广东省	江苏省	山东省	浙江省
发明授权专利	数量	1184	3429	5429	1819	3836
	全国排名	10	3	1	6	2
有效发明专利	数量	893	3065	4842	1497	3036
	全国排名	10	2	1	6	3

专利指标	数量/排名	陕西省	广东省	江苏省	山东省	浙江省
高被引专利	数量	24	71	103	37	62
	全国排名	10	2	1	8	5
产学研合作专利	数量	74	228	357	109	164
	全国排名	8	3	1	7	5
获奖专利	数量	1	22	18	5	2
	全国排名	22	1	2	11	18

4.1.2 陕西省创新企业

陕西省数控机床产业创新企业共计 410 家，全国排名第 17 位；陕西省数控机床产业创新企业主要分布在西安市和宝鸡市；西安市近五年复合增速排名陕西省第一，渭南市 2020 年创新企业数量同比增速排名陕西省第一。

截至目前，陕西省数控机床产业有发明专利申请活动的创新企业共计 410 家，占全国数控机床产业创新企业总量（26827 家）的比重为 1.5%，创新企业数量在全国排名第 17 位。陕西省的相关创新企业数量的近五年复合增速为 18.5%，低于全国增速（23.6%）5.1 个百分点。陕西省从事数控机床产业的创新企业 2020 年同比增速 19.3%，较前一年同比增速有所下降。



图 109. 陕西省数控机床产业创新企业数量增长情况

与国内重点省市相比，陕西省数控机床产业创新企业 410 家，与江苏省（6658 家）、广东省（3557 家）、浙江省（3756 家）、山东省（1422 家）的创新企业数量还存在较大差距，仅为排名第一的江苏省创新企业数量的约 1/16。

表35. 中国数控机床产业创新企业情况国内重点省市对标比较

省份	截至目前有发明专利申请的企业				截至目前有有效发明的企业	
	数量	全国排名	2020 同比增速	近5年 复合增速	数量	全国排名
陕西省	410	17	19.3%	18.5%	153	16
广东省	3557	3	21.8%	34.1%	1335	3
江苏省	6658	1	15.7%	21.5%	2256	1
山东省	1422	5	18.2%	18.7%	666	5
浙江省	3756	2	25.2%	28.5%	1567	2

从各市来看,陕西省数控机床产业有发明专利申请活动的创新企业主要分布在西安市和宝鸡市,分别有 294 家和 64 家,分别占陕西省数控机床产业创新企业总数的 71.7%和 15.6%。优秀企业包括中国航发动力股份有限公司、西安扩力机电科技有限公司、中国重型机械研究院股份公司、西安飞机工业(集团)有限责任公司、中铁宝桥集团有限公司、西安中科微精光子制造科技有限公司等。

陕西省数控机床产业中,创新企业拥有的发明专利公开量共有 1520 件,在全国排名第 14 位。

陕西省数控机床产业中,企业拥有的发明专利申请公开量为 1520 件,占全国数控机床产业企业拥有发明专利申请公开量(79081 件)的比重为 1.9%,占陕西省数控机床产业发明专利申请公开总量(2880 件)的比重为 52.8%,在全国 31 省市中排名第 14 位。陕西省数控机床产业企业发明专利公开量的近五年复合增速为 9.3%,低于全国增速(10.2%) 0.9 个百分点。

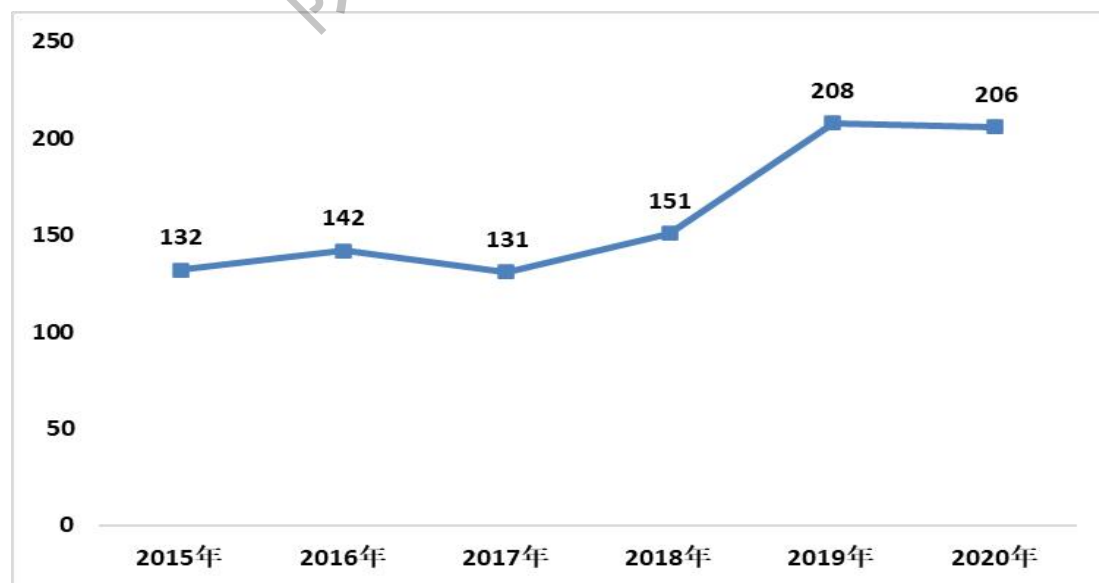


图 110. 陕西省数控机床产业企业拥有的发明专利公开量增长情况

陕西省数控机床产业企业拥有的发明专利授权量为 443 件，占全国数控机床产业企业拥有发明专利授权量（27518 件）的比重为 1.6%，占陕西省数控机床产业发明专利授权总量（1184 件）的比重为 37.4%。

截至目前，陕西省数控机床产业企业拥有有效发明专利量为 420 件，占全国数控机床产业企业拥有有效发明专利量（24064 件）的比重为 1.7%，占陕西省数控机床产业有效发明专利总量（893 件）的比重为 47.0%。

陕西省数控机床产业中，共有创新龙头企业 4 家，国家高新技术企业 310 家，专精特新小巨人企业 26 家。

截至目前，陕西省数控机床产业中的创新龙头企业数量为 4 家，上市公司数量为 15 家，国家高新技术企业数量为 310 家，科技型中小企业数量为 316 家，初创企业数量为 51 家，隐形冠军数量为 32 家，近三年注册企业数量为 66 家，专精特新企业数量为 44 家，专精特新小巨人企业数量为 26 家，瞪羚企业数量为 26 家。创新龙头企业数量排名全国第 4 位。

表36. 中国数控机床产业企业分布情况国内重点省市对标比较

企业指标	数量/排名	陕西省	广东省	江苏省	山东省	浙江省
科技中小企业	数量	316	4108	6773	2020	1030
	全国排名	15	2	1	3	5
上市公司	数量	15	137	152	53	136
	全国排名	14	2	1	4	3
初创企业	数量	51	340	358	92	194
	全国排名	12	2	1	6	3
创新龙头企业	数量	4	11	14	4	2
	全国排名	4	2	1	4	11
隐形冠军	数量	32	117	134	130	172
	全国排名	18	4	2	3	1
国家高新技术企业	数量	310	4633	5469	1618	2992
	全国排名	18	2	1	4	3
近三年注册企业	数量	66	988	1703	369	998
	全国排名	17	3	1	5	2
专精特新企业	数量	44	222	379	723	119
	全国排名	21	7	3	1	16
专精特新小巨人	数量	26	93	81	91	124
	全国排名	18	2	4	3	1

企业指标	数量/排名	陕西省	广东省	江苏省	山东省	浙江省
瞪羚企业	数量	26	123	139	74	86
	全国排名	13	3	2	6	5

表37. 陕西省数控机床产业中创新龙头企业清单

企业名称	成立日期	地市	企业标签	产业领域	专利数量
中国航发动力股份有限公司	1993/12/23	西安	世界 500 强企业系, 中央企业系, 国家高新技术企业, 标准制定单位, 国家级研发平台, 国家知识产权示范企业	激光加工机床、电火花成型机床、刀具	112
中国重型机械研究院股份公司	1985/5/22	西安	世界 500 强企业系, 中央企业系, 标准制定单位, 国家高新技术企业, 中国专利奖, 国家级研发平台, 国家科技奖, 国家知识产权优势企业, 国家重点研发计划	液压系统、控制及检测装置	101
西安飞机工业(集团)有限责任公司	1996/8/22	西安	世界 500 强企业系, 中央企业系, 国家重点研发计划, 标准制定单位, 中国专利奖, 国家科技奖, 国家级研发平台	控制及检测装置、激光加工机床、刀具	59
西安扩力机电科技有限公司	2010/5/26	西安	被技术借鉴, 有专利	控制及检测装置、刀具	87

表38. 陕西省数控机床产业中专精特新小巨人企业清单

企业名称	成立日期	地市	企业标签	产业领域	专利数量
中航电测仪器股份有限公司	2002/12/25	汉中	世界 500 强企业系, 中央企业系, 隐形冠军, 国家高新技术企业, 国家科技奖	控制及检测装置	1
陕西渭河工模具有限公司	2014/7/9	宝鸡	国家高新技术企业, 国家级研发平台, 隐形冠军	刀具	2
宝鸡赛威重型机床制造有限公司	2009/8/31	宝鸡	国家高新技术企业, 隐形冠军, 科技型中小企业, 专精特新企业	数控铣床	2

企业名称	成立日期	地市	企业标签	产业领域	专利数量
汉江工具有限责任公司	1980/7/12	汉中	国家高新技术企业, 隐形冠军, 标准制定单位, 国家科技重大专项	刀具, 控制及检测装置, 数控车床, 数控磨床	20
西安欧中材料科技有限公司	2013/12/20	西安	标准制定单位, 科技型中小企业, 国家高新技术企业, 隐形冠军, 中国 500 强企业系	机床用钢材, 铸件, 超声波加工机床	4
麦克传感器股份有限公司	1993/3/18	宝鸡	隐形冠军, 国家高新技术企业, 专精特新企业	控制及检测装置, 数控自动焊接设备	2
西安华欧精密机械有限责任公司	2001/1/18	西安	科技型中小企业, 国家高新技术企业, 中国专利奖, 隐形冠军	丝杠	2
西部宝德科技股份有限公司	2003/6/2	西安	专精特新企业, 隐形冠军, 标准制定单位, 国家科技奖, 国家级研发平台	数控自动焊接设备	1
陕西中航气弹簧有限责任公司	2001/8/30	西安	科技型中小企业, 隐形冠军, 国家高新技术企业	气动系统	1
陕西雷帕得悬架系统有限公司	2018/3/30	宝鸡	科技型中小企业, 隐形冠军, 国家高新技术企业	数控钻床	1
西安重装澄合煤矿机械有限公司	2010/4/15	渭南	世界 500 强企业系, 国家高新技术企业, 隐形冠军	液压系统	2
宝鸡市赛孚石油机械有限公司	2004/3/31	宝鸡	隐形冠军, 科技型中小企业, 国家高新技术企业	刀具	2
西安兴航航空科技股份有限公司	2011/9/9	西安	科技型中小企业, 国家高新技术企业, 隐形冠军, 专精特新企业	气动系统, 主轴, 导轨, 刀具, 冷却/润滑装置	17
西安合力汽车配件有限公司	2004/3/29	西安	隐形冠军, 国家高新技术企业, 科技型中小企业, 专精特新企业	气动系统, 机械手	1
陕西华秦新能源科技有限责任公司	2010/4/26	西安	国家高新技术企业, 科技型中小企业, 隐形冠军	控制及检测装置, 火焰切割机床	6

企业名称	成立日期	地市	企业标签	产业领域	专利数量
渭南高新区木王科技有限公司	2010/7/9	渭南	科技型中小企业, 隐形冠军, 专精特新企业, 国家高新技术企业	气动系统	1
咸阳蓝博机械有限公司	2004/1/16	咸阳	专精特新企业, 国家高新技术企业, 科技型中小企业, 隐形冠军	导轨	2
西安航天源动力工程有限公司	1997/1/1	西安	世界 500 强企业系, 国家高新技术企业, 专精特新企业, 隐形冠军	控制及检测装置	1
陕西拓日新能源科技有限公司	2009/4/23	渭南	专精特新企业, 国家高新技术企业, 隐形冠军, 标准制定单位	冷却/润滑装置	1
飞秒光电科技(西安)有限公司	2001/7/4	西安	隐形冠军, 专精特新企业, 国家高新技术企业	控制及检测装置	3
西安赛特思迈钛业有限公司	2012/7/9	西安	标准制定单位, 隐形冠军, 国家级研发平台, 国家高新技术企业, 科技型中小企业, 专精特新企业	导轨	1
陕西汉江机床有限公司	1998/2/24	汉中	国家高新技术企业, 隐形冠军, 标准制定单位, 世界 500 强企业系, 有产学研合作	丝杠, 导轨, 刀具, 控制及检测装置, 软件与算法, 数控磨床	18
陕西天元智能再制造股份有限公司	2011/7/1	西安	国家高新技术企业, 科技型中小企业, 标准制定单位, 隐形冠军	机床身, 液压系统, 气动系统, 导轨, 冷却/润滑装置, 超声波加工机床	13
西安远飞航空技术发展有限公司	2006/8/14	西安	科技型中小企业, 国家高新技术企业, 隐形冠军	激光加工机床	2
陕西群力电工有限责任公司	1980/7/15	宝鸡	国家高新技术企业, 专精特新企业, 隐形冠军, 世界 500 强企业系	刀具, 电火花成型机床	2
陕西北方风力机电有限责任公司	2008/11/26	宝鸡	科技型中小企业, 国家高新技术企业, 隐形冠军	电机	1

表39. 陕西省数控机床产业中近三年注册的主要企业

企业名称	成立日期	地市	企业标签	产业领域	专利数量
博瓦(西安)机床有限公司	2018/9/28	西安	有专利	控制及检测装置, 数控磨床	4
西安炫焯智能科技有限公司	2019/2/21	西安	有专利	液压系统	1
西安华川机械设备有限责任公司	2019/3/1	西安	有专利	导轨, 冷却/润滑装置	1
宝鸡钜同熙机械设备有限公司	2019/5/23	宝鸡	有技术高管 有专利	刀具	1
西安创达精密机械有限公司	2018/5/3	西安	有专利	排屑装置, 加工中心	1
西安德宝隆机电科技有限公司	2019/9/30	西安	有技术高管 有专利	导轨, 刀具, 排屑装置, 冷却/润滑装置, 数控铣床	7
陕西丝路机器人智能制造研究院有限公司	2018/5/15	宝鸡	国家高新技术企业, 科技型中小企业, 有高价值专利	控制及检测装置, 数控自动焊接设备	6
陕西金兆航空科技有限公司	2018/2/2	西安	有高价值专利, 有产学研合作, 国家高新技术企业, 科技型中小企业	冷却/润滑装置, 数控铣床	6
陕西格乐普新机械有限公司	2018/9/11	咸阳	有专利	控制及检测装置	1
西安恒拓机械科技有限公司	2020/7/21	西安	有技术高管 有专利	数控冲床, 数控自动焊接设备	6
陕西科尔智控科技有限公司	2018/11/29	西安	被技术借鉴 有专利	控制及检测装置, 数控自动焊接设备	1
西安汇龙中鼎机械设备有限公司	2019/8/21	西安	有技术高管 有专利	冷却/润滑装置	2
陕西凌特智能科技有限公司	2018/1/31	咸阳	科技型中小企业, 有技术高管 有专利	机械手, 数控磨床	3
西安智衍数字科技有限公司	2019/9/27	西安	有专利 科技型中小企业	控制及检测装置, 冷却/润滑装置	1
西安亚鸿机械设备有限公司	2019/7/15	西安	有技术高管 有专利	液压系统	1
西安斯瑞先进铜合金科技有限公司	2018/7/18	西安	有技术高管, 有海外布局 有高价值专利	电机	1
陕西中科智能科技有限公司	2019/7/4	西咸新区	有专利	主轴, 刀具, 伺服系统, 冷却/润滑装置	7

企业名称	成立日期	地市	企业标签	产业领域	专利数量
陕西恒誉矿山机械制造有限公司	2018/5/6	西安	有专利	排屑装置	1
宝鸡市精锐达锻造有限公司	2018/4/19	宝鸡	有技术高管 有专利	液压系统	5
西安西材三川智能制造有限公司	2020/1/2	西安	有高价值专利 科技型中小企业	数控车床, 数控压力机, 数控自动焊接设备	4
西安超克能超声技术研究院有限公司	2018/10/18	西安	有专利转让, 科技型中小企业, 国家高新技术企业	刀具, 超声波加工机床	1
西安米拓检测技术有限公司	2018/3/13	西安	被技术借鉴, 有技术高管, 有专利	导轨	1
陕西沃坤机电科技有限公司	2020/6/2	渭南	有技术高管 有专利	电火花线切割机床	1
西安拓科宇自动化科技有限公司	2018/11/29	西安	有专利转让 有专利	激光加工机床	1
西安百润重工科技有限公司	2018/5/21	西安	有技术高管 有专利 科技型中小企业	液压系统	1
西安秦诚博瑞机械设备有限公司	2019/4/25	西安	有专利	刀具, 冷却/润滑装置, 超声波加工机床	2
陕西施毛力机电设备制造有限公司	2018/5/31	咸阳	国家高新技术企业, 有专利	导轨, 冷却/润滑装置	1
宝鸡九海数控设备有限公司	2019/6/12	宝鸡	有专利	导轨, 冷却/润滑装置	2
陕西西部数控科技有限公司	2020/8/4	西咸新区	有专利	主轴	3
陕西阿诺精密切削技术有限公司	2019/12/9	西安	上市公司系 有专利	进给机构, 刀具	1

从陕西省数控机床产业创新龙头企业来看, 控制及检测装置领域是创新龙头企业共有的发明专利重点布局领域; 中国航发动力股份有限公司拥有的有效发明专利数量最多。

在陕西省数控机床产业企业中, 发明专利公开量排名前 10 位的企业如下表所示。其中排名首位的是中国航发动力股份有限公司, 其公开的数控机床领域的发明专利共有 93 件, 并且就专利质量来看, 中国航发动力股份有限公司拥有的授权发明专利和有效发明专利数量也最多, 均为 58 件。

中国重型机械研究院股份公司和西安飞机工业(集团)有限责任公司两家央企背景的大型机械制造企业分别以 52 件和 45 件发明专利公开量,排在陕西省数控机床产业创新企业的第三和第四位。

排名第二位的西安扩力机电科技有限公司尽管申请了较多的发明专利,但目前均为失效状态,没有有效发明专利,且失效原因均为主动撤回。同样的情况也出现在排名第 7~第 9 位的西安志越机电科技有限公司、陕西启源科技发展有限责任公司、西安众智惠泽光电科技有限公司这三家企业身上,它们均无具体的研发产品,但申请了较多的发明专利,又无一授权,没有有效发明专利,且失效原因均为主动撤回。

从陕西省数控机床产业发明专利公开量排名前 10 位的企业可以看出,其中并没有传统意义上的专门的机床设备生产制造企业。这与陕西作为装备制造业强省集聚了多家央企、国企背景的机械制造相关企业的情况有关。中国航发动力股份有限公司、中国重型机械研究院股份公司、中铁宝桥集团有限公司、西安飞机工业(集团)有限责任公司这样的大型装备制造业企业尽管不是专门的机床生产制造商,但其在机械制造领域的技术积累雄厚,因此在数控机床产业中也有相当数量的专利布局。这在一定程度上也反映出,陕西本地的机床设备生产制造企业还需要加强在其所在领域的发明专利申请布局的力度。

表40. 陕西省数控机床产业发明专利公开量排名TOP10

企业名称	发明专利公开量	发明授权量	有效发明量	失效发明量
中国航发动力股份有限公司	93	58	58	15
西安扩力机电科技有限公司	57	0	0	57
中国重型机械研究院股份公司	52	25	23	13
西安飞机工业(集团)有限责任公司	45	11	11	21
中铁宝桥集团有限公司	39	11	11	6
西安中科微精光子制造科技有限公司	34	10	10	2
西安志越机电科技有限公司	33	0	0	33
陕西启源科技发展有限责任公司	32	0	0	32
西安众智惠泽光电科技有限公司	28	0	0	28
西安精雕软件科技有限公司	14	5	5	2

中国航发动力股份有限公司是上交所 A 股上市企业,是主要从事各类飞行

器动力装置、航空发动机、燃汽轮机等部件设备的研制、生产、销售、服务的大型国有企业。中国重型机械研究院有限公司由中国重型机械研究院改制而成，前身为西安重型机械研究所，是我国重型机械行业综合性装备技术研发、工程设计与成套的科技创新型企业。西安飞机工业(集团)有限责任公司是科研、生产一体化的特大型航空工业企业，是我国大中型军民用飞机的研制生产基地，现已形成集飞机、汽车、建材、电子、进出口贸易等为一体的高科技产业集团。

从这三家创新龙头企业在数控机床产业中的产业链布局来看，控制及检测装置、刀具、软件与算法领域是三家企业共有的发明专利申请布局领域。中国航发动力股份有限公司的发明专利申请重点布局在激光加工机床（12件）、电火花成型机床（12件）、刀具（11件）领域。中国重型机械研究院股份公司的发明专利申请重点布局在液压系统（23件）、控制及检测装置（13件）领域。西安飞机工业(集团)有限责任公司的发明专利申请重点布局在控制及检测装置（10件）、激光加工机床（6件）、刀具（6件）领域。

表41. 陕西省创新龙头企业数控机床产业专利布局比较

产业名称	中国航发动力股份有限公司	中国重型机械研究院股份公司	西安飞机工业(集团)有限责任公司
控制及检测装置	9	13	10
刀具	11	3	6
软件与算法	7	2	4
激光加工机床	12	0	6
电火花成型机床	12	0	1
数控磨床	8	0	0
电火花线切割机床	7	0	0
冷却/润滑装置	6	1	1
数控铣床	5	0	5
数控自动焊接设备	4	0	0
超声波加工机床	4	0	1
数控车床	3	0	0
气动系统	2	0	1
高压水切割机床	1	0	0
轴承	1	0	0
液压系统	1	23	1
数控压力机	0	4	0
进给机构	0	4	0
导轨	0	3	3
机床身	0	1	0

产业名称	中国航发动力股份有限公司	中国重型机械研究院股份公司	西安飞机工业(集团)有限责任公司
主轴	0	1	0
伺服系统	0	1	0
排屑装置	0	0	1

陕西省数控机床产业中具有上市潜力的企业共有 44 家，多数位于西安市。

具有上市潜力的企业的分析借助硬科技指数^[6]评级，当硬科技指数评级在 AA 以上时，可评价为具有较好的上市潜力。截至目前，在数控机床产业中，陕西省硬科技指数评级在 AA 以上的未上市企业共有 44 家，且硬科技指数评级均为 AA，其中西安市 33 家、宝鸡市 7 家、咸阳市 2 家，渭南市和延安市各 1 家。主要上市潜力企业见下表所示。

表42. 陕西省上市潜力企业摘录

企业名称	城市	硬科技评价指数	专利数量	企业标签
华天科技(西安)有限公司	西安	AA	318	上市公司系, 被技术借鉴, 有海外布局, 有高价值专利, 有专利许可, 中国专利奖, 国家高新技术企业
宝钛集团有限公司	宝鸡	AA	81	国家级研发平台, 中国专利奖, 国家高新技术企业, 标准制定单位, 技术创新示范企业, 被技术借鉴, 有高价值专利, 有产学研合作
渭南高新区木王科技有限公司	渭南	AA	182	科技型中小企业, 有专利质押, 产业资本, 被技术借鉴, 有高价值专利, 有专利许可, 头部资本, 隐形冠军, 专精特新企业, 国家高新技术企业, 上市公司系
西安西工大超晶科技发展有	西安	AA	129	专精特新企业, 中国专利奖, 国家知识产权优势企业, 有专利质押, 被技术借鉴, 有高

[6] 硬科技投资指数，该指数旨在帮助投资者快速识别企业研发创新能力与专利投资价值。该指标体系由中汽知识产权投资运营中心（北京）有限公司基于专利信号理论构建，共涵盖创新力（Innovation index）、竞争力（Competitiveness index）、进化力（Evolutionary index）、影响力（Effect index）4 个主题、16 个维度 100 余个定量定性指标。硬科技投资指数基于中国知识产权产业金融大数据计算而得，按照得分值区间给出企业从 AAA 到 CCC 的硬科技投资价值评级结果。评级结果具体依次分为 AAA、AA、A、BBB、BB、B、CCC 共 7 个等级。其中，AAA、AA 级表示行业领导者，A 级、BBB 级表示企业硬科技投资价值表现优秀，BB 级表示处于行业平均水平，B、CCC 级表示企业硬科技投资价值低于行业平均水平。

企业名称	城市	硬科技评价指数	专利数量	企业标签
限责任公司				价值专利, 头部资本, 有产学研合作, 国家高新技术企业
西安必盛激光科技有限公司	西安	AA	75	有专利质押, 产业资本, , 有高价值专利, 头部资本, 有专利许可, 上市公司系, 科技型中小企业, 国家高新技术企业
西安航空制动科技有限公司	西安	AA	576	国家科技奖, 国家高新技术企业, 产业资本, 被技术借鉴, 有高价值专利, 有专利许可, 世界 500 强企业系, 中央企业系
西安航天远征流体控制股份有限公司	西安	AA	243	世界 500 强企业系, 中央企业系, 中国 500 强民营企业系, 上市公司系, 被技术借鉴, 有海外布局, 有高价值专利, 有产学研合作, 专精特新企业, 国家高新技术企业
西安航天源动力工程有限公司	西安	AA	197	世界 500 强企业系, 中央企业系, 中国 500 强企业系, 上市公司系, 国家高新技术企业, 专精特新企业, 隐形冠军, 被技术借鉴, 有高价值专利, 有专利许可, 头部资本
陕西柴油机重工有限公司	咸阳	AA	240	产业资本, 被技术借鉴, 有高价值专利, 有产学研合作, 标准制定单位, 国家高新技术企业, 中国 500 强企业系, 上市公司系
陕西斯瑞新材料股份有限公司	西安	AA	245	有专利质押, 有海外布局, 有高价值专利, 有专利许可, 头部资本, 有产学研合作, 国家高新技术企业, 国家科技奖, 隐形冠军, 中国专利奖, 专精特新企业, 标准制定单位
陕西重型汽车有限公司	西安	AA	1508	国家高新技术企业, 国家科技奖, 标准制定单位, 国家知识产权优势企业, 上市公司系, 世界 500 强企业系, 专利巨头, 有海外布局, 有高价值专利, 有专利许可
陕西天元智能再制造股份有限公司	西安	AA	159	有专利质押, 有高价值专利, 头部资本, 国家高新技术企业, 科技型中小企业, 标准制定单位, 隐形冠军, 上市公司系
陕西法士特齿轮有限责任公司	西安	AA	1174	有高价值专利, 有专利许可, 有产学研合作, 国家科技奖, 技术创新示范企业, 国家知识产权优势企业, 国家级研发平台, 国家高新技术企业, 标准制定单位, 中国专利奖
陕西海力特精密机械有限公司	宝鸡	AA	131	有专利质押, 有专利转让, 有高价值专利, 科技型中小企业, 专精特新企业
飞秒光电科技(西安)有限公司	西安	AA	292	有高价值专利, 有专利许可, 隐形冠军, 专精特新企业, 国家高新技术企业

4.1.3 陕西省创新人才

陕西省数控机床产业创新人才共 6916 人，在全国排名第 10 位。

陕西省从事数控机床产业创新人才共 6916 人，占全国数控机床产业创新人才总量（17.9 万人）的比重为 3.9%，创新人才数量在全国排名第 10 位。陕西省从事数控机床产业的创新人才近五年复合增速为 20.9%，低于全国增速（22.1%）1.2 个百分点。陕西省从事数控机床产业的创新人才 2020 年同比增速 18.0%，较前一年同比增速有所下降。



图 111. 陕西省数控机床产业创新人才数量增长情况

与国内重点省市相比，陕西省数控机床产业创新人才 6916 人，尽管排名全国前十位，但与江苏省（29075 人）、广东省（18181 人）、浙江省（15439 人）、山东省（11960 人）数控机床产业创新人才数量差距还很大，这也说明陕西省数控机床产业还需要加强人才队伍建设，积极培养和引进数控机床产业人才。

表 43. 中国数控机床产业创新人才分布情况国内重点省市对标比较

省份	创新人才数量	全国排名	2020 年同比增速	近 5 年复合增速
陕西省	6916	10	18.0%	20.9%
广东省	18181	2	21.8%	31.2%
江苏省	29075	1	17.5%	20.5%
山东省	11960	4	21.6%	21.8%
浙江省	15439	3	23.1%	25.5%

从陕西省各城市来看，陕西省从事数控机床产业创新人才主要分布在西安市（5685人）和宝鸡市（590人），分别占陕西省数控机床产业创新人才总量的82.2%和8.5%。

陕西省从事数控机床产业创新人才中，发明专利申请量较多的工程师包括西安众智惠泽光电科技有限公司的侯鹏、西安扩力机电科技有限公司的介艳良、陕西启源科技发展有限责任公司的张淑芬等。（陕西省数控机床产业创新人才清单参见附录7）

陕西省国家高层次人才全国排名第8位，陕西省技术高管全国排名第18位，陕西省科技企业家全国排名第18位。

在国家高层次人才方面，陕西省数控机床产业共有国家高层次人才624人，占全国数控机床产业国家高层次人才（10532人）的比重为5.9%，在全国31省市中排名第8位。

在技术高管方面，陕西省数控机床产业共有技术高管502人，占全国数控机床产业技术高管总人数（45340人）的比重为1.1%，在全国31省市中排名第18位。

在科技企业家方面，陕西省数控机床产业共有科技企业家308人，占全国数控机床产业科技企业家总人数（30541人）的比重为1.0%，在全国31省市中排名第18位。

表44. 中国数控机床产业特色人才分布情况国内重点省市对标比较

人才指标	数量/排名	陕西省	广东省	江苏省	山东省	浙江省
高层次人才	数量	624	654	1302	579	793
	全国排名	8	7	1	9	3
技术高管	数量	502	7638	10730	2929	5686
	全国排名	18	2	1	4	3
科技企业家	数量	308	5231	7560	1808	4009
	全国排名	18	2	1	4	3

4.1.4 陕西省产业链布局分析

陕西省数控机床产业创新要素主要分布在控制及检测装置、刀具、软件与算法、激光加工机床等领域中，刀具、机械手、冷却/润滑装置、电火花成型机床、激光加工机床是近年的创新热点领域

陕西省数控机床产业链覆盖较全，创新资源配置总体在国内省市中位居中上游水平。在陕西省数控机床产业的三级细分产业中，发明专利、创新企业和创新人才都主要分布在数控系统、功能部件、特种加工机床三个领域中，累计发明专利数量均超过 600 件，创新企业数量都超过了 130 家，创新人才人数都超过了 1600 人。

从专利活跃度来看，陕西省在辅助装置、特种加工机床、功能部件领域中的近三年发明专利活跃度较高，都在 40%以上。

从增长态势来看，陕西省在辅助装置领域的发明专利公开量近五年复合增速、创新企业近五年复合增速和创新工程师近五年复合增速最快，增速都在 30%左右。

从陕西省各细分领域各自在全国的排名情况来看，发明数量方面，远程监控系统、数控系统、特种加工机床领域的发明专利公开量均在全国前十名中。企业方面，各领域的创新企业数量基本都排在国内中游，远程监控系统领域创新企业数量排在国内第十位。创新工程师方面在国内的排名要高于创新企业的水平，其中，远程监控系统、数控机床维修维护、金属切削机床、金属成形机床、数控系统领域的创新工程师数量都排在国内前十名中，具有相当的人才资源优势。

表45. 陕西省数控机床产业的创新要素分布情况

产业链三级	发明专利				创新企业			创新工程师		
	数量	活跃度	国内排名	近五年复合增速	数量	国内排名	近五年复合增速	数量	国内排名	近五年复合增速
机床主体零部件	359	34.3%	12	1.6%	101	15	18.1%	1296	11	19.4%
功能部件	623	40.1%	12	8.6%	133	16	15.8%	1624	11	18.8%
数控系统	895	35.2%	10	11.1%	131	12	16.5%	2262	9	17.8%

产业链 三级	发明专利				创新企业			创新工程师		
	数量	活跃度	国内 排名	近五年 复合 增速	数量	国内 排名	近五年 复合 增速	数量	国内 排名	近五年 复合 增速
辅助 装置	207	52.7%	16	32.0%	76	14	26.8%	548	13	29.5%
金属切 削机床	353	37.1%	11	6.1%	99	15	19.0%	1086	8	21.5%
金属成 形机床	102	31.4%	13	0.0%	37	16	18.0%	385	10	24.3%
特种加 工机床	617	43.6%	10	18.6%	146	15	20.2%	1778	11	24.1%
远程监 控系统	159	36.5%	7	20.1%	31	10	32.0%	488	7	23.5%
数控机 床维修 维护	14	42.9%	12	24.6%	7	13	43.1%	64	7	47.6%

从更深入的四级产业分支来看，陕西省在控制及检测装置领域中的发明专利公开量、创新工程师人数和创新企业数量都是最多的，且排名也均在全国的第十名左右，属于优势领域。此外，刀具领域中的发明专利公开量、创新工程师人数和创新企业数量也较多；在软件与算法、激光加工机床这两个领域，聚集的发明专利数量和创新工程师数量都较多，但创新企业数量相对略少。此外，液压系统、冷却/润滑装置、数控自动焊接设备领域集聚了超过 50 家的创新企业和近 500 人的创新工程师。

从专利活跃度来看，陕西省在冷却/润滑装置、刀具、激光加工机床、机械手、电火花成型机床领域的近三年发明专利活跃度都在 50%左右，创新热度高。

从增长态势来看，陕西省在冷却/润滑装置领域和数控车床领域的发明公开量近五年复合增速、创新企业近五年复合增速和创新工程师近五年复合增速较快，增速基本在 25%以上。

从陕西省各四级产业分支各自在全国的排名情况来看，主轴、控制及检测装置、软件与算法、数控铣床、数控钻床、电火花线切割机床、电火花成型机床、超声波加工机床领域的发明专利、创新企业和创新工程师三个指标，在具有一定数量的基础上，在国内省份的排名中均在前十名左右。陕西省数控机床产业的创

新人才优势也体现在各个产业分支中，38个四级产业分支中，21个分支的创新工程师数量排进国内的前十位。

表46. 陕西省数控机床产业四级细分产业的创新要素分布情况

产业链四级	发明专利公开				创新企业			创新工程师		
	数量	活跃度	国内排名	近五年增速	数量	国内排名	近五年增速	数量	国内排名	近五年增速
机床用钢材	59	44.1%	12	-1.9%	27	12	19.1%	369	11	32.3%
铸件	18	33.3%	10	—	9	11	14.9%	108	6	14.6%
机床身	21	61.9%	12	—	13	13	43.1%	80	9	23.6%
立柱	4	100.0%	15	—	1	17	—	10	14	—
轴承	12	41.7%	14	—	5	15	38.0%	45	12	40.0%
进给机构	38	36.8%	13	10.8%	8	16	21.7%	139	11	15.5%
液压系统	174	25.3%	10	-15.9%	51	14	14.9%	498	7	12.8%
气动系统	36	33.3%	12	5.9%	18	13	14.9%	122	10	18.5%
主轴	63	27.0%	9	14.9%	17	11	24.6%	193	7	13.5%
丝杠	8	0.0%	13	—	4	13	0.0%	31	9	5.6%
导轨	135	28.1%	12	-1.7%	42	14	13.1%	428	9	14.1%
刀具	360	46.7%	12	12.9%	87	14	19.3%	958	11	22.8%
转台	28	39.3%	15	24.6%	12	16	22.4%	106	13	12.5%
机械手	43	51.2%	16	8.4%	14	17	21.1%	117	17	25.0%
控制及检测装置	513	36.3%	10	16.2%	95	12	16.8%	1245	9	17.6%
软件与算法	313	40.3%	8	19.0%	47	11	19.8%	1093	6	22.0%
电机	22	18.2%	8	0.0%	6	12	5.9%	74	8	5.8%
伺服系统	93	17.2%	7	-35.6%	13	13	14.9%	202	10	9.0%
排屑装置	36	55.6%	16	—	13	15	—	82	16	49.4%
冷却/润滑装置	174	52.9%	15	29.9%	65	14	24.1%	477	13	28.1%

产业链四级	发明专利公开				创新企业			创新工程师		
	数量	活跃度	国内排名	近五年增速	数量	国内排名	近五年增速	数量	国内排名	近五年增速
数控车床	68	42.6%	13	26.6%	29	15	32.0%	212	12	34.7%
数控铣床	126	32.5%	7	-12.9%	28	11	13.2%	449	3	21.6%
数控镗床	10	30.0%	12	—	8	9	32.0%	45	8	28.2%
数控钻床	52	40.4%	10	38.0%	23	12	27.2%	134	9	17.8%
数控磨床	51	35.3%	16	0.0%	27	14	17.8%	192	13	19.1%
加工中心	31	45.2%	14	18.5%	7	18	28.5%	56	16	12.9%
数控压力机	33	36.4%	17	—	17	17	16.7%	161	12	20.1%
数控剪板机	2	50.0%	18	—	2	13	—	9	15	—
数控折弯机	17	23.5%	10	14.9%	3	19	8.4%	60	10	7.5%
数控弯管机	9	22.2%	10	—	2	13	0.0%	23	10	12.1%
数控冲床	23	26.1%	14	-19.7%	7	18	14.9%	43	17	27.5%
电火花线切割机床	58	29.3%	9	-5.6%	17	12	21.1%	158	9	18.1%
电火花成型机床	47	51.1%	10	3.7%	13	6	34.1%	169	8	26.4%
激光加工机床	243	52.3%	9	47.6%	31	17	17.8%	585	9	26.2%
高压水切割机床	20	50.0%	10	-12.9%	16	6	28.5%	108	5	45.6%
火焰切割机床	19	10.5%	12	—	8	15	9.9%	27	16	19.7%
超声波加工机床	112	38.4%	10	1.9%	40	10	23.3%	431	9	21.6%

产业链四级	发明专利公开				创新企业			创新工程师		
	数量	活跃度	国内排名	近五年增速	数量	国内排名	近五年增速	数量	国内排名	近五年增速
数控自动焊接设备	133	37.6%	16	10.8%	60	16	18.9%	469	13	20.3%

此外，从陕西省的企业拥有的发明专利公开量的产业分支分布来看，企业发明专利主要分布在控制及检测装置、刀具、液压系统、冷却/润滑装置、激光加工机床领域，这些领域的发明专利公开量均接近或超过了100件。这与陕西省产业整体的发明专利布局重点也基本一致。

表 47. 陕西省数控机床产业企业在细分产业的发明专利分布情况

产业链四级	企业发明专利公开量		企业发明授权量		企业有效发明专利量	
	数量	国内排名	数量	国内排名	数量	国内排名
机床用钢材	42	13	23	13	21	13
铸件	12	12	6	9	6	8
机床身	14	14	5	9	3	13
立柱	1	17	0	16	0	16
轴承	7	15	0	21	1	18
进给机构	11	17	3	16	3	15
液压系统	105	12	33	12	31	10
气动系统	22	13	4	14	4	13
主轴	30	11	6	13	6	10
丝杠	5	14	1	10	1	9
导轨	66	13	20	12	20	11
刀具	192	14	48	14	49	11
转台	14	16	4	15	3	15
机械手	17	17	4	16	4	17
控制及检测装置	266	9	51	12	53	11
软件与算法	86	11	36	11	36	11

产业链四级	企业发明专利公开量		企业发明专利授权量		企业有效发明专利量	
	数量	国内排名	数量	国内排名	数量	国内排名
电机	11	9	1	19	1	19
伺服系统	14	13	5	12	4	12
排屑装置	16	17	7	11	7	11
冷却/润滑装置	98	14	26	13	26	12
数控车床	44	13	14	10	13	11
数控铣床	58	10	24	9	25	9
数控镗床	9	12	4	11	3	11
数控钻床	32	12	4	18	4	17
数控磨床	36	15	9	16	8	16
加工中心	19	15	1	22	1	22
数控压力机	24	16	13	12	10	12
数控剪板机	2	14	1	11	0	18
数控折弯机	3	20	2	16	2	17
数控弯管机	2	14	1	13	1	13
数控冲床	17	13	0	22	0	22
电火花线切割机床	38	7	10	10	10	9
电火花成型机床	26	6	11	7	10	7
激光加工机床	97	11	32	10	33	10
高压水切割机床	17	9	7	9	4	11
火焰切割机床	18	11	6	9	6	8
超声波加工机床	68	7	30	7	25	8
数控自动焊接设备	89	16	24	17	15	22

从陕西省数控机床产业的近三年新注册企业情况来看，陕西省近三年新注册企业数量与江苏、广东等领先省份相比差距明显。在各产业分支分布上，陕西与国内整体和各主要省份的近三年新注册企业均主要分布在冷却润滑装置、刀具、控制及检测装置领域，这也是在陕西省整体重点和热点专利布局分支领域的范围内。相比之下，国内领先省份的近三年新注册企业在代表先进制造技术的激光加

工机床和高端加工中心这两个领域中的分布比例明显高于陕西。

表 48. 数控机床产业近三年新注册企业在细分产业中的分布情况

产业名称	陕西省	江苏省	浙江省	广东省	山东省	国内整体
机床用钢材	0	5	2	0	2	21
铸件	0	18	6	5	4	56
机床身	1	42	20	19	7	158
立柱	0	6	5	6	1	34
轴承	0	6	5	0	1	23
进给机构	1	19	20	12	8	99
液压系统	6	90	44	34	26	374
气动系统	0	45	27	32	12	178
主轴	3	38	26	28	12	172
丝杠	0	6	7	7	4	39
导轨	7	159	65	84	39	580
刀具	10	246	151	125	57	969
转台	0	43	35	33	4	186
机械手	2	70	56	56	15	317
控制及检测装置	9	165	75	92	31	619
软件与算法	3	41	16	23	6	127
电机	1	13	9	8	2	52
伺服系统	1	50	19	25	5	141
排屑装置	5	197	135	93	36	781
冷却/润滑装置	18	450	280	198	79	1681
数控车床	1	79	72	43	15	351
数控铣床	3	57	41	25	20	221
数控镗床	0	6	6	1	1	21
数控钻床	3	77	42	49	18	300
数控磨床	4	39	36	35	14	196
加工中心	1	95	34	40	20	293
数控压力机	2	37	37	21	8	167
数控剪板机	0	6	4	4	1	29
数控折弯机	0	38	13	24	10	127
数控弯管机	0	11	4	1	0	21
数控冲床	1	30	25	23	9	147
电火花线切割机床	2	33	16	11	10	131
电火花成型机床	0	15	4	7	2	47
激光加工机床	4	255	91	164	66	884
高压水切割机床	0	10	7	9	1	44
火焰切割机床	0	13	7	0	4	50
超声波加工机床	2	56	17	29	3	184
数控自动焊接设备	9	152	100	104	41	663

陕西省数控机床产业中各产业分支的主要代表企业见下表所示。

表 49. 陕西数控机床产业各产业分支主要代表企业

细分产业名称	陕西省企业		
机床用钢材	西安锐鑫机床附件有限公司	西安市蓝箭机械附件有限公司	西安汇丰精密合金制造有限公司
铸件	秦川机床集团有限公司	西安欧中材料科技有限公司	陕西华夏粉末冶金有限责任公司

细分产业名称	陕西省企业		
机床身	秦川机床工具集团股份有限公司	宝鸡忠诚精密数控设备有限责任公司	陕西秦川格兰德机床有限公司
立柱	宝鸡骉西磨棱机制造有限公司	西安帕吉特精密机械有限公司	宝鸡忠诚机床股份有限公司
轴承	汉中汉江机械有限责任公司	陕西英纳动力科技有限公司	西安顶尖机电设备有限公司
进给机构	汉江工具有限责任公司	汉中汉江机械有限责任公司	西安斯米特传动科技有限公司
液压系统	陕西海晟机械有限公司	西安麦特沃金液控技术有限公司	中国重型机械研究院股份公司
气动系统	秦川集团(西安)技术研究院有限公司	西安志越机电科技有限公司	西安贝吉姆机床股份有限公司
主轴	陕西海力特精密机械有限公司	西安合升动力科技有限公司	陕西天寰机械制造有限公司
丝杠	陕西汉江机床有限公司	西安锐鑫机床附件有限公司	西安方元明科技股份有限公司
导轨	西安奥雄传动设备有限公司	咸阳丰宁机械有限公司	西安力卡特精密机电有限公司
刀具	汉江工具有限责任公司	陕西关中工具制造有限公司	陕西法士特沃克齿轮有限公司
转台	西安秦飞机电设备有限公司	陕西法士特齿轮有限责任公司	秦川机床工具集团股份有限公司
机械手	西安伊德机械制造有限公司	陕西久捷机器人有限公司	瑞基机器人有限公司
控制及检测装置	西安秦川数控系统工程有限公司	陕西德佳数控设备有限公司	秦川机床集团宝鸡仪表有限公司
软件与算法	西安秦川数控系统工程有限公司	宝鸡机床集团有限公司	宝鸡宇喆工业科技有限公司
电机	陕西通达智能电机有限公司	西安昊普瑞电气自动化有限公司	陕西西玛金都机电有限责任公司
伺服系统	西安方元明科技股份有限公司	陕西海晟机械有限公司	陕西欣鸿然自动化设备有限公司
排屑装置	宝鸡忠诚机床股份有限公司	西安精雕软件科技有限公司	陕西金石机械制造有限公司
冷却/润滑装置	西安正朗机电科技有限公司	西安曼海特工业技术有限公司	西安兰鑫工业自动化工程有限公司
数控车床	秦川机床工具集团股份有限公司	宝鸡忠诚机床股份有限公司	陕西海力特精密机械有限公司
数控铣床	宝鸡机床集团有限公司	宝鸡忠诚精密数控设备有限责任公司	西安锦朋机电技术有限公司
数控镗床	陕西天寰机械制造有限公司	西安秦飞机电设备有限公司	陕西德瑞机械制造有限公司

细分产业名称	陕西省企业		
数控钻床	西安巨浪精密机械有限公司	陕西金石机械制造有限公司	西安现代深孔技术有限公司
数控磨床	陕西汉江机床有限公司	陕西秦川格兰德机床有限公司	汉中汉江机械有限责任公司
加工中心	秦川机床工具集团股份有限公司	西安金石数控科技有限公司	陕西德瑞机械制造有限公司
数控压力机	西安航天动力机械有限公司	西安三角防务股份有限公司	陕西宏远航空锻造有限责任公司
数控剪板机	西安秦飞机电设备有限公司	西安全联机床成套设备有限公司	陕西省中优剪板机有限公司
数控折弯机	西安秦飞机电设备有限公司	西安欧姆科创机械设备有限公司	陕西华龙冲剪机床制造有限公司
数控弯管机	陕西智汇诚信息技术有限公司	西安众智惠泽光电科技有限公司	西安向阳航天材料股份有限公司
数控冲床	西安欧姆科创机械设备有限公司	陕西华龙冲剪机床制造有限公司	西安麦特沃金液控技术有限公司
电火花线切割机床	西乡西玛机床有限责任公司	西安顶尖机电设备有限公司	西安全联机床成套设备有限公司
电火花成型机床	西乡西玛机床有限责任公司	中国航发动力股份有限公司	西安西航集团莱特航空制造技术有限公司
激光加工机床	西安弘泰威尔智能科技有限公司	西安中科中美激光科技有限公司	西安中科微精光子制造科技有限公司
高压水切割机床	大博优水刀有限公司	西安远诚机电科技有限公司	西安蓝想新材料科技有限公司
火焰切割机床	西安弘泰威尔智能科技有限公司	陕西西岳数控技术有限公司	西安珀尔电子科技有限公司
超声波加工机床	陕西华威科技股份有限公司	陕西超克能机电科技发展有限公司	陕西启源科技发展有限公司
数控自动焊接设备	中铁宝桥集团有限公司	西安致开工业自动化工程有限公司	中车西安车辆有限公司
远程监控系统	西安扩力机电科技有限公司	西安广融电气有限公司	西安众智惠泽光电科技有限公司
数控机床维修维护	中国航发西安动力控制科技有限公司	西安力卡特精密机电有限公司	西安神盾机械设备有限公司

4.1.5 陕西省研究团队

陕西省数控机床产业高校院所的发明专利申请公开量为 1160 件，占陕西省产业发明公开总量的 42.3%，主要分布在西安市的高校中。

陕西省从事数控机床产业的高校以及科研院所发明专利申请公开量为 1160

件，占全国数控机床产业高校院所发明公开量（18425 件）的比重为 6.3%，占陕西省数控机床产业发明专利公开总量（2880 件）的 42.3%。陕西省数控机床产业高校院所发明公开量近五年复合增速为 12.9%，高于陕西省数控机床产业企业发明公开量的增速（9.3%）。陕西省数控机床产业中的高校院所发明公开量在全国排名第六位，前五名分别是江苏省（2674 件）、北京市（1680 件）、浙江省（1358 件）、上海市（1252 件）、广东省（1223 件）。



图 112. 陕西省数控机床产业高校院所发明专利公开量增长情况

在陕西省数控机床产业高校院所发明专利量排名中，西安交通大学以 418 件公开发明专利独占鳌头，分列二、三位的分别是西北工业大学（259 件）、西安理工大学（91 件）。

表 50. 陕西省数控机床产业高校院所发明专利公开量排名

申请人	申请人城市	发明专利公开量
西安交通大学	西安市	418
西北工业大学	西安市	259
西安理工大学	西安市	91
中国科学院西安光学精密机械研究所	西安市	54
陕西科技大学	西安市	35
西安航空职业技术学院	西安市	31

其中，西安交通大学机械工程学院原副院长赵升吨教授团队的在数控机床领域中的发明专利申请量最多，达 88 件。赵升吨教授团队主持了 7 项国家自然科学基金项目、两项国家 863 项目，2009 年以来参与了国家十六个重大专项之一《高档数控机床及基础制造装备》中的 7 项课题，承担了 2016 年的国家《智能制造专项》课题和 2017 年的国家重点研发计划重点专项课题。



图 113. 赵升吨教授全景画像

表51. 赵升吨教授团队的数控机床的典型专利

所属技术领域	申请号	专利名称	简要说明
数控系统	CN201310224285.2	一种对轮式柔性旋压的交流伺服直驱结构	本发明可以实现对轮旋压过程中，内旋轮的横向同步进给，外旋轮的横向同步进给，各旋轮的纵向异步进给，能够完成复杂的工件加工，采用伺服电机驱动丝杠、电动缸驱动方式可以实时控制加工位置，操作方便、适用范围大，克服了对轮旋压位置调整不变的缺陷。

所属技术领域	申请号	专利名称	简要说明
数控系统	CN201310754022.2	制动节能助力型闭式多点伺服压力机的驱动与传动系统	本发明可显著提高闭式多点压力机的节能化、伺服化和精密化，进而提高闭式多点压力机的承载能力和工作效率。
金属切削机床	CN201410283082.5	一种具有可交换双工作台与端面铣削结构的龙门床身滚齿机	本发明采用双工作台加工，能显著减少加工循环中上下料时间，提高加工效率；铣削部件能多功能使用，使机床具有滚齿和铣削、钻孔等复合功能，提高了机床的利用率和经济效益。
金属切削机床	CN201410284051.1	一种龙门双滚刀对称式数控滚齿机	本发明提高滚齿机加工时机床的动静刚度，改善机床加工过程中的工件轴的受力状况并提高滚齿加工效率。
金属成形机床	CN201711395901.5	载货汽车纵梁的对称式双辊夹持柔性弯曲成形装置及工艺	本发明能成形任意角度翼面的直截面纵梁，使板料变形更均匀，减少板料的褶皱，适用于多规格纵梁成形，调节方式快捷，柔性化程度高，自动化程度高，能满足需求多变的市场要求。
机床主体零部件	CN201811157250.0	一种曲柄压力机液压式曲柄偏心量调节装置	本发明通过液压阀换向，控制进入密闭容腔 A 或 B 的油液量，柱塞会推动偏心环发生位移，实现曲柄结构偏心量的实时调节，省时省力。
机床主体零部件	CN201910661626.X	一种用于对轮主动强力旋压设备的外旋进给装置	本发明解决现有芯模旋压设备芯模成本高、通用性差和制造周期长的问题，突破目前现有对轮旋压技术中外旋轮进给机构刚度差的问题，同时实现外旋轮主动旋转与工件旋转复合的加载方式以提高筒体加工质量。

4.1.6 陕西省技术资本

陕西省数控机床产业发生的股权投资事件数量共 228 件，全国排名第 12 位，近五年的投资热度有所下滑。

陕西省数控机床产业发展至今，股权投资事件数量共 228 件，全国排名第 12 位。从 2014 年开始在该产业的投资热度不断递增，其中，2016 年股权投资事件数量达到最高峰，为 26 件。近五年的热度有所下滑，2010-2020 年股权投资事件的年复合增速为 1.7%，低于全国平均增速（4.2%）。



图 114. 陕西省数控机床产业投资事件数量的发展趋势

陕西省数控机床产业资本市场投资主要集中在特种加工机床及机床主体零部件领域。

从数控机床产业分支来看，陕西省数控机床产业投资事件占比相对较多的领域为特种加工机床（16.88%）和机床主体零部件（16.56%）。在数控机床维修维护、远程监控系统、金属成形机床领域的投资事件投资热度低，与全国数控机床产业资本市场关注点相同。

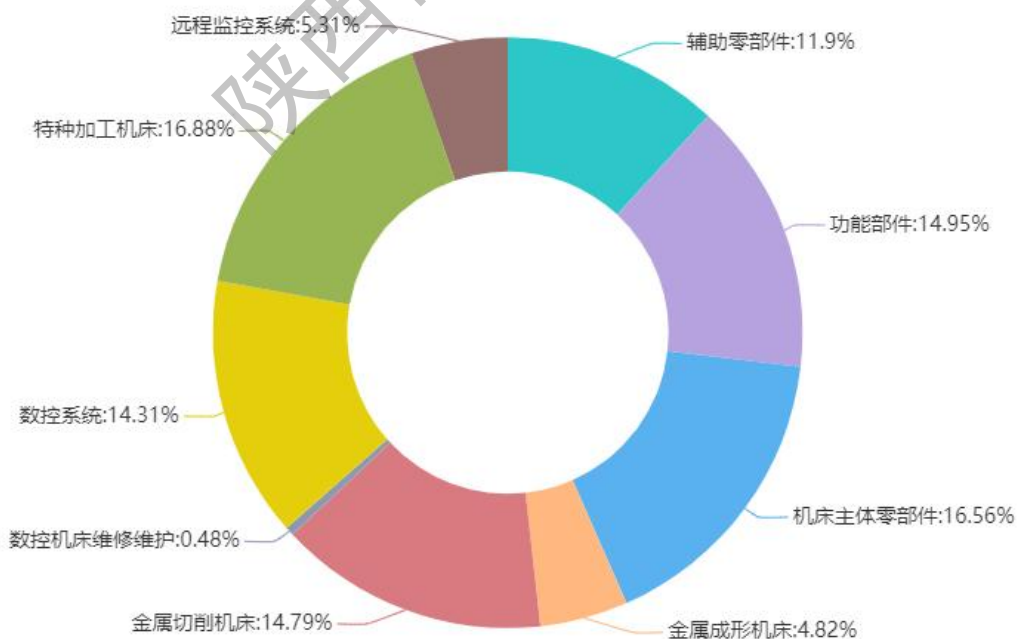


图 115. 陕西省数控机床产业不同领域内投资分布

陕西省数控机床产业有多家企业受到资本市场的高度关注,西安三角防务股份有限公司受到资本市场关注度最高;投资陕西省数控机床产业最多的投资机构为西安中科创星科技孵化器有限公司。

陕西省数控机床产业共有 99 家企业受到资本市场的关注,其中,西安三角防务股份有限公司受到资本市场关注度最高,接受投资事件达到 12 件。另外,陕西宝光真空电器股份有限公司接受投资事件 11 件,西部超导材料科技股份有限公司接受投资事件 9 件,西安华晶电子技术股份有限公司接受投资事件 8 件,西安炬光科技股份有限公司接受投资事件 8 件,同样受到较高的资本市场关注。

表52. 陕西省数控机床产业受资本市场关注度高企业

企业名称	接受投资事件的数量
西安三角防务股份有限公司	12
陕西宝光真空电器股份有限公司	11
西部超导材料科技股份有限公司	9
西安华晶电子技术股份有限公司	8
西安炬光科技股份有限公司	8
西安驰达飞机零部件制造股份有限公司	6
西安中科华芯测控有限公司	5
西安知象光电科技有限公司	5
西安中科微精光子制造科技有限公司	5
西部新锆核材料科技有限公司	5
西部钛业有限责任公司	5
中节能环保装备股份有限公司	5
西安必盛激光科技有限公司	5
中国航发动力股份有限公司	5
西安陕鼓动力股份有限公司	5

从投资机构来看,投资陕西省数控机床产业的以本地投资机构为主,投资较多的机构有西安中科创星科技孵化器有限公司(10 件)、西部金属材料股份有

限公司（7 件）、西安关天西咸投资管理有限公司（6 件）、中航西安飞机工业集团股份有限公司（6 件）、深圳市创新投资集团有限公司（6 件）。

表53. 陕西省数控机床产业投资事件数量排名靠前的投资机构及被投资企业

投资机构	投资事件数量	被投资企业
西安中科创星科技孵化器有限公司	10	西安必盛激光科技、西安中科华芯测控、西安中科光电精密工程
西部金属材料股份有限公司	7	西部钛业、西部新锆核材料、西安优耐特容器制造
西安关天西咸投资管理有限公司	6	西安必盛激光科技、西安中科微光子制造、西安斯诺机械智能科技
中航西安飞机工业集团股份有限公司	6	陕西飞机工业、中航西飞汉中航空零组件制造、西安航空制动科技
深圳市创新投资集团有限公司	6	西安欧中材料科技、西部金属材料、西部超导材料科技
海通创新私募基金管理有限公司	4	西部超导材料科技、西安西工大超晶科技、陕西诺贝特自动化科技
西安工业投资集团有限公司	4	西部新锆核材料科技、西部超导材料科技、西安天力金属复合材料

4.2 陕西省数控机床产业技术运营及合作分析

4.2.1 陕西省技术转移情况分析

全国数控机床产业涉及转让的专利共 15985 件，陕西省数控机床产业涉及转让的专利共 314 件，占全国 2.0%，全国排名 18 位，涉及转让的专利主要分布在特种加工机床、功能部件、数控系统等领域。

截至 2021 年 11 月，全国数控机床产业涉及转让的专利共 15985 件，数控机床产业涉及转让的专利数量排名前五的省市依次为江苏省（3679 件）、广东省（3635 件）、浙江省（3529 件）、山东省（1350 件）、安徽省（1282 件）。其中，陕西省数控机床产业涉及转让的专利共 314 件，排名第 18 位，占全国 2.0%。

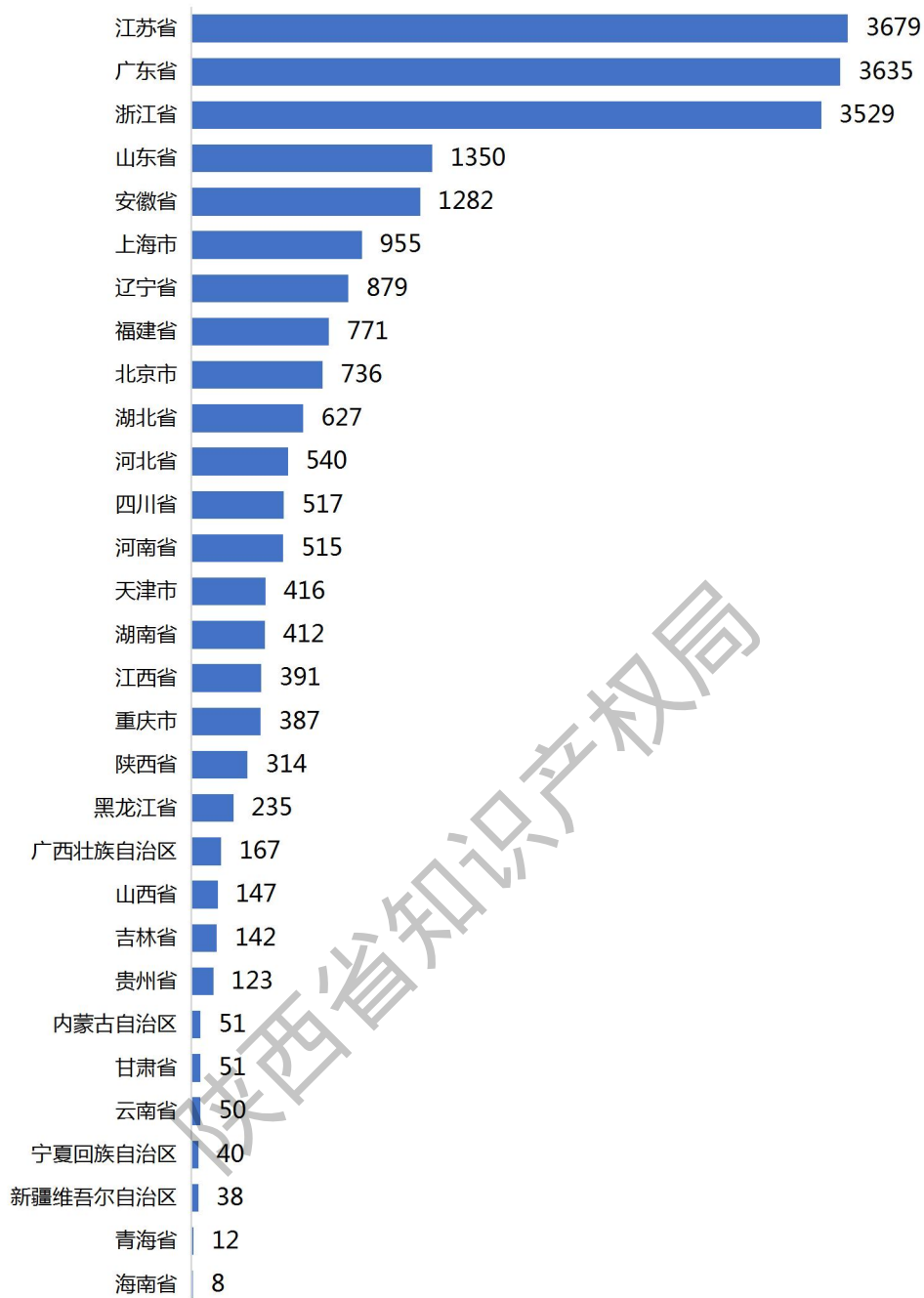


图 116. 全国数控机床产业涉及转让的专利数量省市分布

从产业分布来看，全国数控机床产业涉及转让的专利主要分布在功能部件（4614 件）、特种加工机床（3442 件）、数控系统（2270 件）、金属切削机床（2265 件）、机床主体零部件（2047 件）、辅助装置（1913 件）领域。陕西省数控机床产业涉及转让的专利主要分布在特种加工机床（88 件）、功能部件（81 件）、数控系统（56 件），与全国数控机床产业分布基本一致。

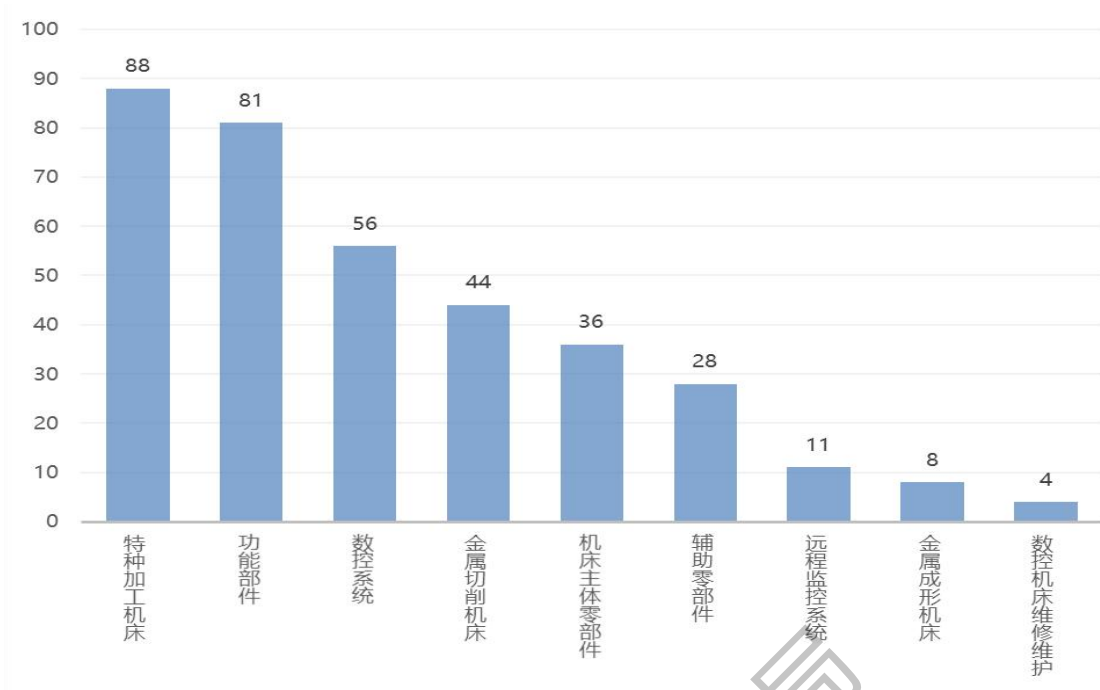


图 117. 陕西省数控机床产业涉及转让的专利细分领域分布

陕西省对外转让的专利共 257 件，涉及的细分领域主要包括特种加工机床、功能部件、数控系统，受让人主要分布在陕西省内，受让专利最多的专利权人为西安中科微精光子制造科技有限公司，涉及专利 14 件。

陕西省数控机床产业涉及对外转让的专利共 257 件，占陕西省数控机床产业涉及转让的专利总量的 81.8%，占全国数控机床产业涉及转让的专利总量的 1.6%。对外转让的专利中，涉及的细分领域包括特种加工机床（80 件）、功能部件（70 件）、数控系统（54 件）等。

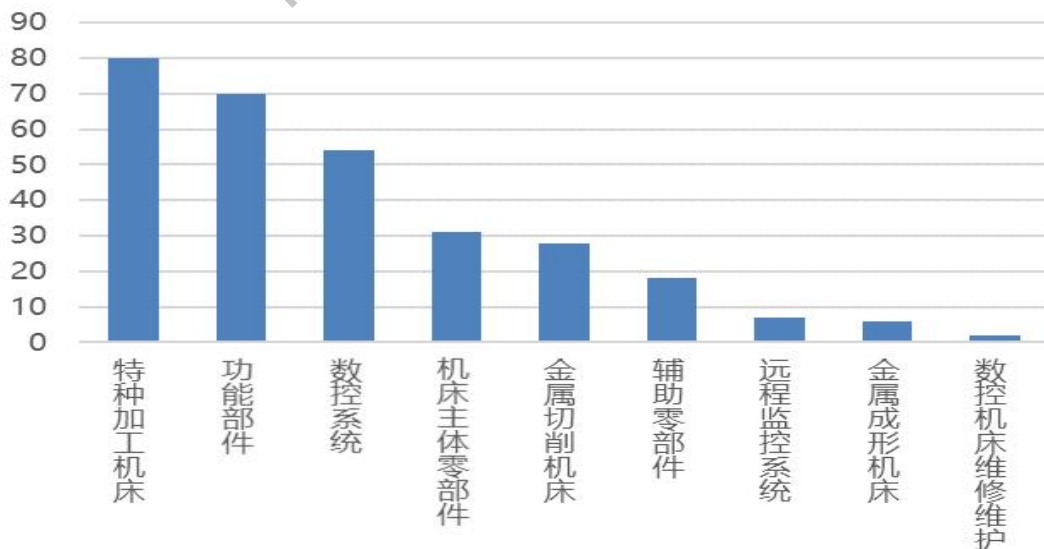


图 118. 陕西省对外转让的专利细分领域分布

陕西省对外转让专利的受让人主要集中在陕西省内，共涉及 170 件专利，占陕西省对外转让专利总量的 66.1%。陕西省以外的受让人主要来自江苏省（26 件）、广东省（15 件）、北京市（14 件）。

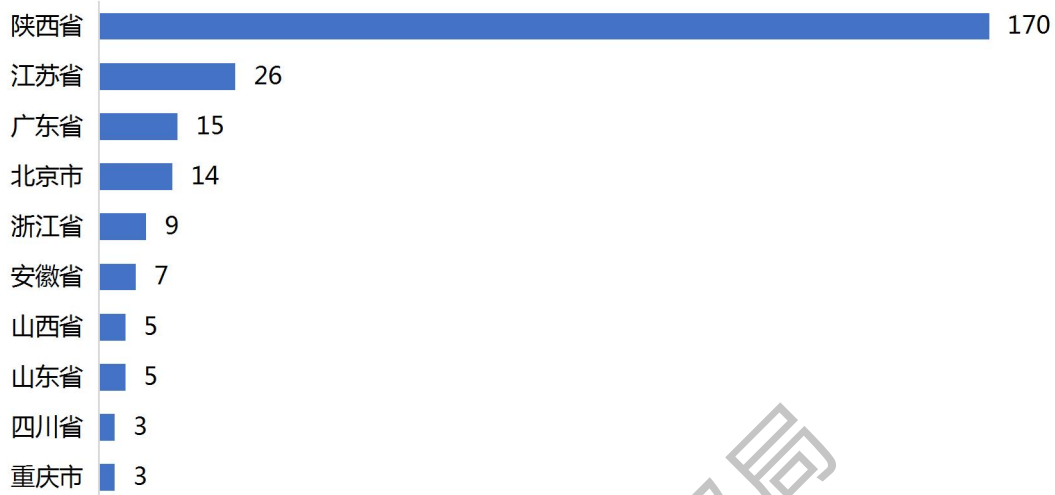


图 119. 受让专利数量排名前十的省市

受让专利最多的专利权人为西安中科微精光子制造科技有限公司，共受让 14 件专利，受让的专利均来自中国科学院西安光学精密机械研究所，专利涉及的产业主要为特种加工机床领域。其次为中航西安飞机工业集团股份有限公司，共受让 11 件专利，受让的专利均来自中航飞机股份有限公司西安飞机分公司，专利涉及的产业主要为功能部件、数控系统、金属切削机床领域。



图 120. 受让专利数量排名前十的受让人

陕西省受让的专利共 232 件，涉及的细分领域主要包括特种加工机床、功能部件等，让与人主要分布在陕西省内，转让专利最多的让与人为中国科学院西安光学精密机械研究所，涉及专利 16 件。

陕西省数控机床产业受让专利 232 件，占陕西省数控机床产业涉及专利总量的 73.2%，占全国数控机床产业涉及转让的专利总量的 1.4%。受让的专利中，涉及的细分领域包括特种加工机床（63 件）、功能部件（61 件）、数控系统（39 件）、金属切削机床（34 件）等。

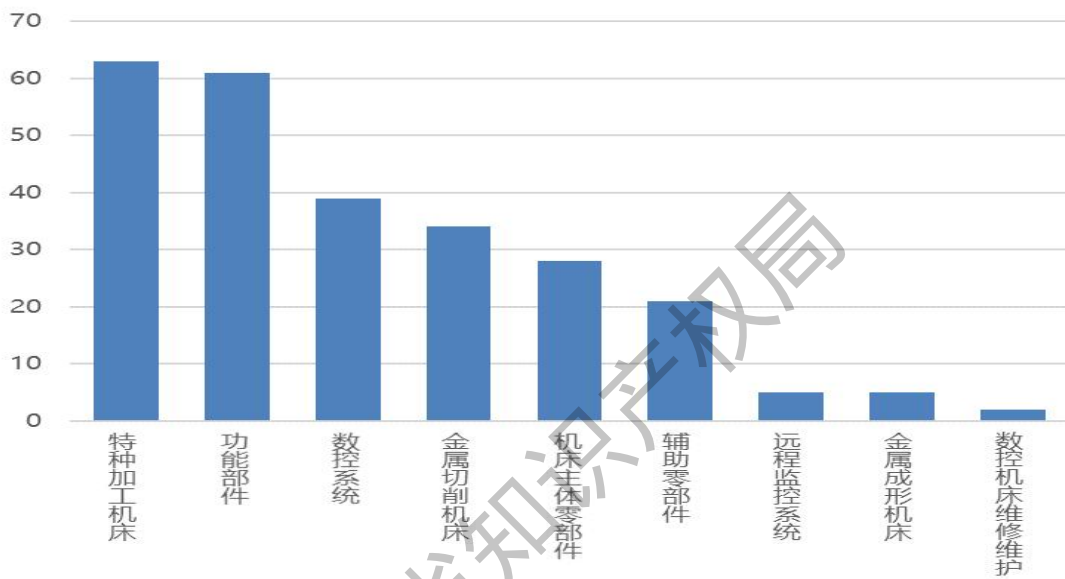


图 121. 陕西省数控机床产业受让的专利细分领域分布

向陕西省数控机床产业转让专利的让与人主要来自陕西省内，共涉及 170 件专利，占陕西省受让专利总量的 73.3%。陕西省以外的让与人包括广东省（13 件）、湖北省（8 件）、安徽省（7 件）等。

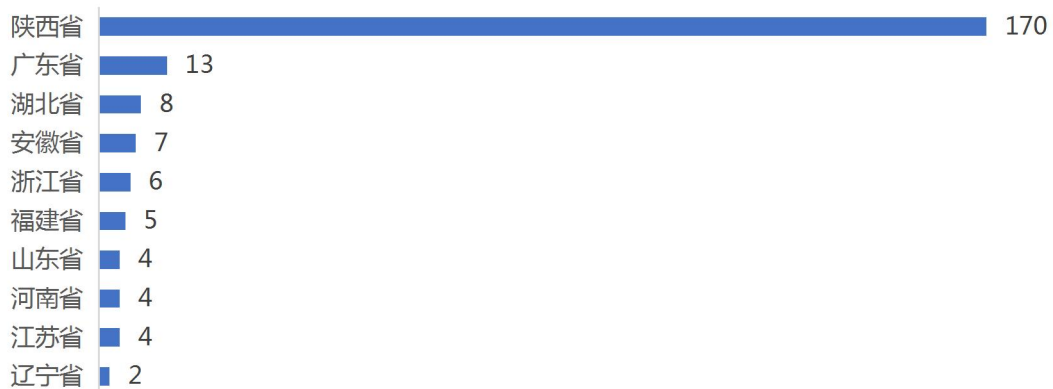


图 122. 向陕西省数控机床产业转让专利数量排名前十的城市分布

转让专利最多的专利权人为中国科学院西安光学精密机械研究所，共向陕西省转让 16 件专利，受让人为西安交通大学（2 件）和西安中科微精光子制造科技有限公司（14 件），专利涉及的产业主要为特种加工机床领域。其次为西安交通大学，共对外转让 15 件专利，受让人主要为梅雪松（6 件）和西安万威机械制造股份有限公司（4 件），专利涉及的产业主要为数控系统领域。

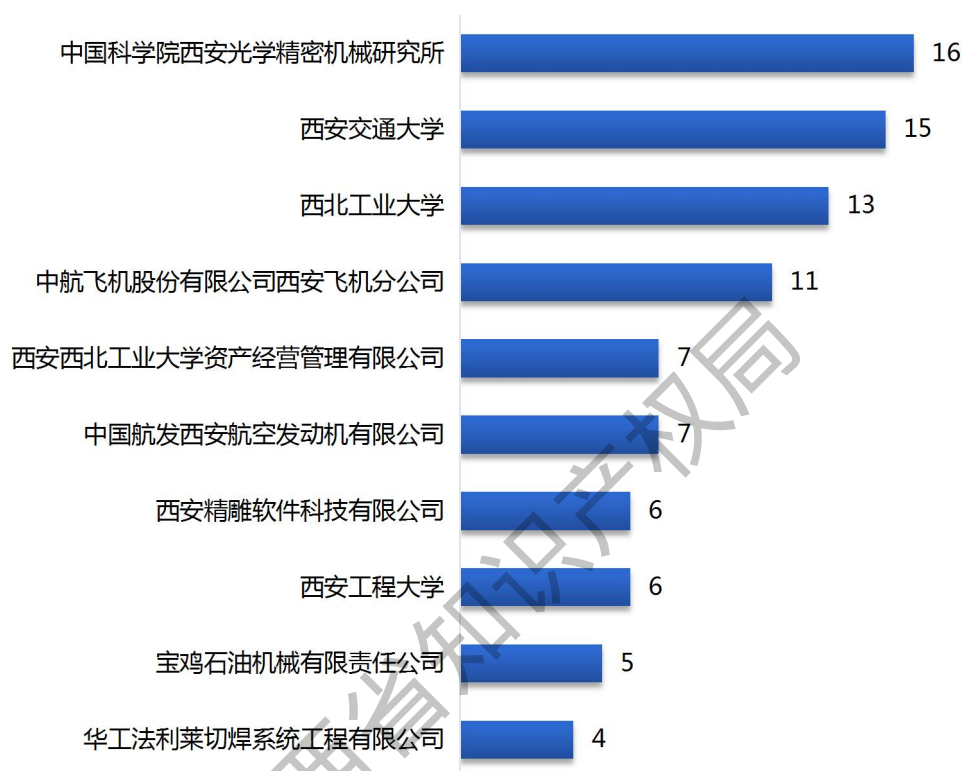


图 123. 向陕西省转让专利数量排名前十的出让人

4.2.2 陕西省专利许可情况分析

全国数控机床产业涉及许可的专利共 1619 件，江苏省涉及许可的专利数量（502 件）排名全国第一，陕西省（52 件）排名第 10 位，主要涉及功能部件、数控系统、特种加工机床等领域。

截至 2021 年 11 月，全国数控机床产业涉及许可的专利共 1619 件，数控机床产业涉及许可的专利数量排名前五的省市依次为江苏省（502 件）、浙江省（310 件）、广东省（211 件）、山东省（109 件）、安徽省（89 件）。其中，陕西省数控机床产业涉及许可的专利共 52 件，占全国 3.2%，全国排名第 10 位。

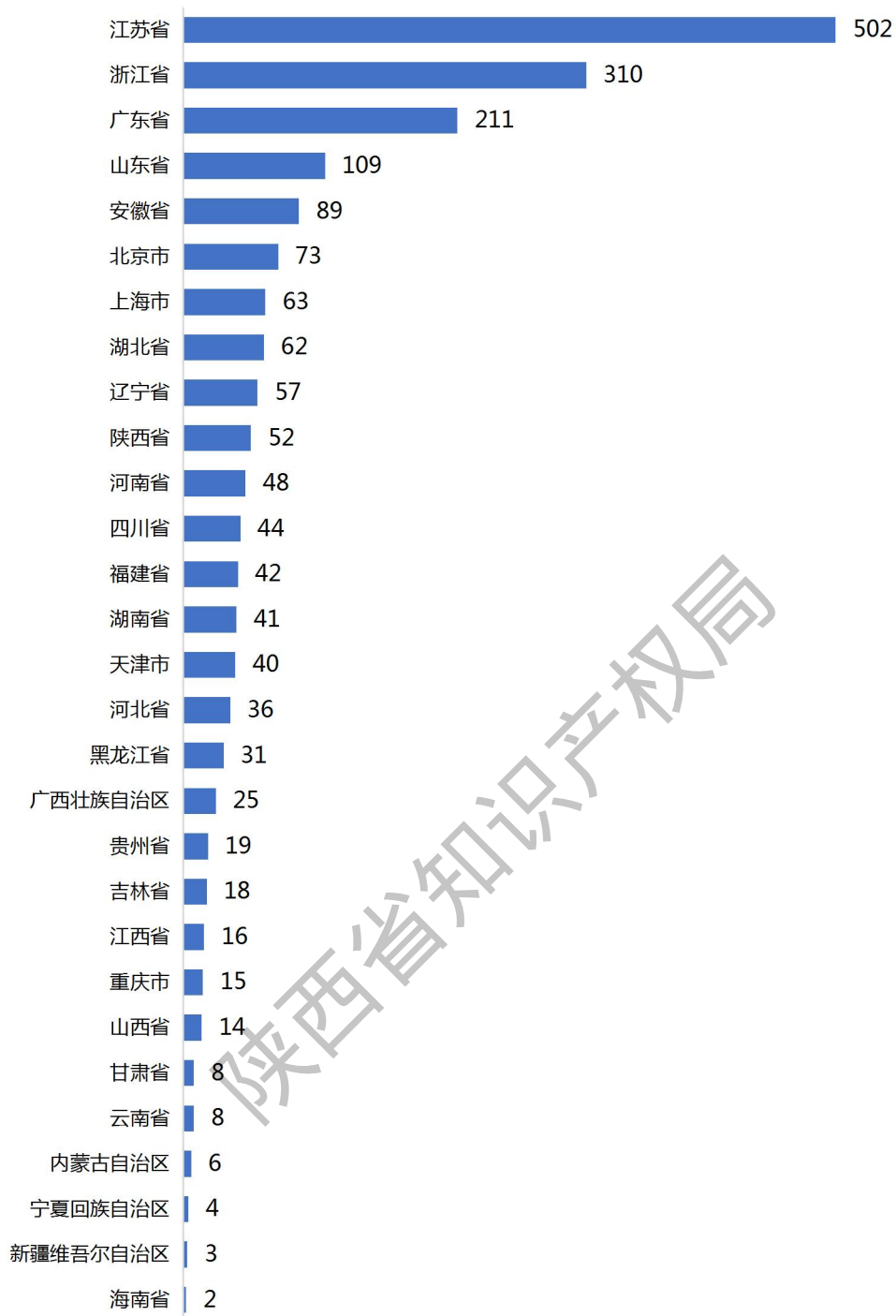


图 124. 全国数控机床产业涉及许可的专利量省市排名

从细分产业分布来看，全国数控机床产业涉及许可的专利主要分布在功能部件（472 件）、数控系统（336 件）、特种加工机床（331 件）等领域。陕西省数控机床产业涉及许可的专利主要分布在功能部件（16 件）、数控系统（14 件）、特种加工机床（10 件）等。

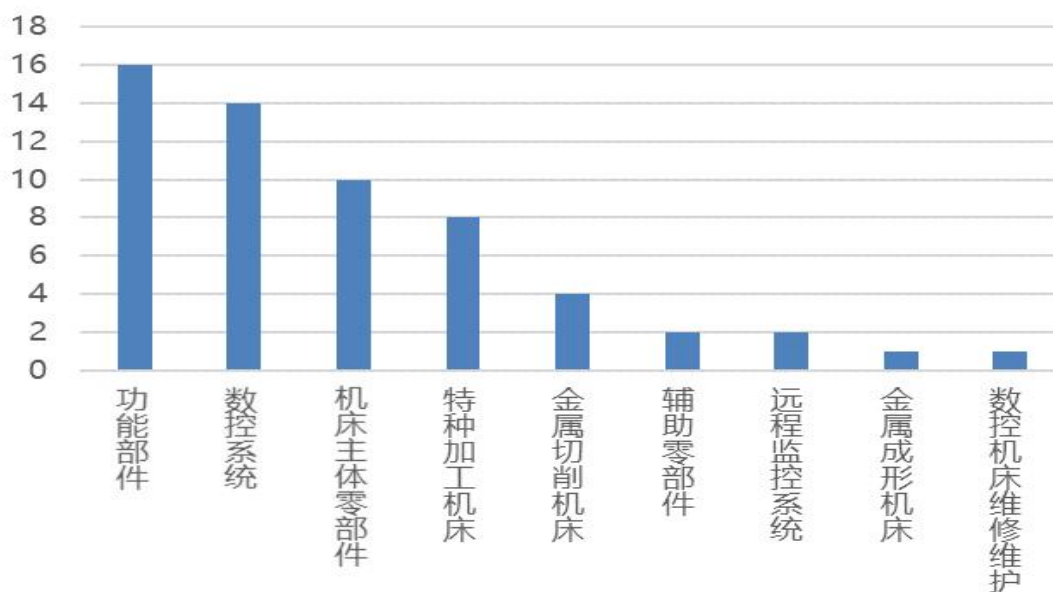


图 125. 陕西省数控机床产业涉及许可的专利细分领域分布

陕西省数控机床产业涉及对外许可的专利共 45 件，主要涉及功能部件、数控系统等领域，被许可最多的为西安英威腾合升动力科技有限公司，共有 7 件。

陕西省数控机床产业对外许可的专利共有 45 件，占陕西省数控机床产业涉及许可的专利总量（52 件）的 86.5%，占全国数控机床产业涉及许可的专利总量（1619 件）的 2.8%。对外许可的专利主要涉及功能部件（15 件）、数控系统（13 件）、机床主体零部件（9 件）等领域。

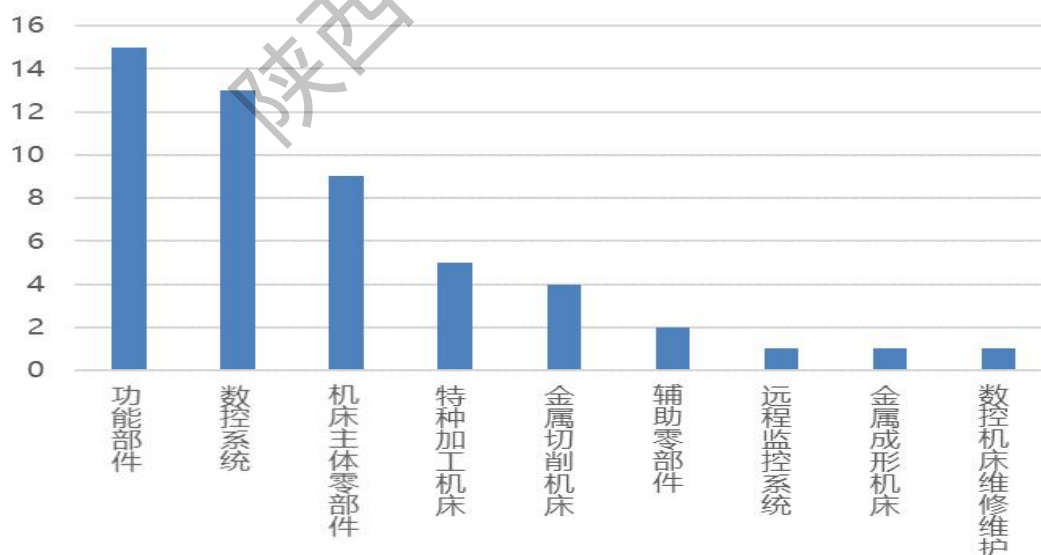


图 126. 陕西省数控机床产业对外许可的专利细分领域分布情况

陕西省数控机床产业实施专利许可的被许可人主要在陕西省内，共有 25 件，

陕西省外的被许可人主要来自浙江省（4件）和江苏省（4件）的等省市。其中西安英威腾合升动力科技有限公司被许可的专利最多，共有7件，其次为陕西法士特沃克齿轮有限公司、中科微精(北京)光子科技有限公司，均被许可了3件专利。



图 127. 陕西省数控机床产业对外实施许可的专利数量排名前十的被许可人

陕西省数控机床产业涉及被许可的专利共 32 件，主要分布在功能部件、机床主体零部件等领域，实施专利许可的专利权人主要来自陕西省，其中西安合升动力科技有限公司（7 件）对外实施许可的专利最多。

陕西省数控机床产业涉及被许可的专利共 32 件，占陕西数控机床产业涉及被许可的专利总量（52 件）的 61.5%。陕西省数控机床产业涉及被许可的专利主要分布在功能部件（12 件）、机床主体零部件（12 件）领域。

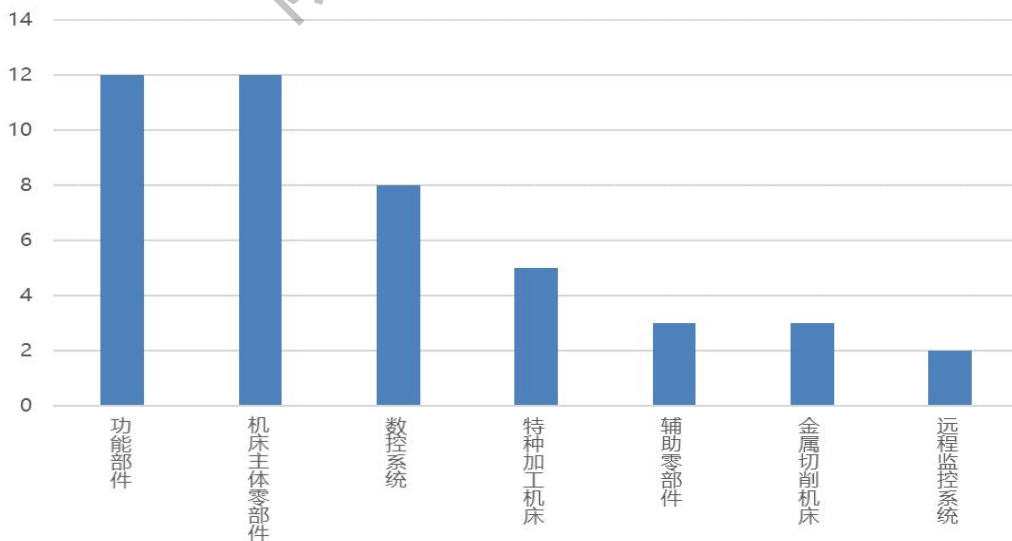


图 128. 陕西省数控机床产业被许可的专利细分领域分布

陕西省数控机床产业涉及被许可的专利主要来自陕西省，共有 25 件，其次来自江苏省，共有 3 件专利。实施许可的专利权人有西安合升动力科技有限公司（7 件）、陕西法士特齿轮有限责任公司（4 件）等。

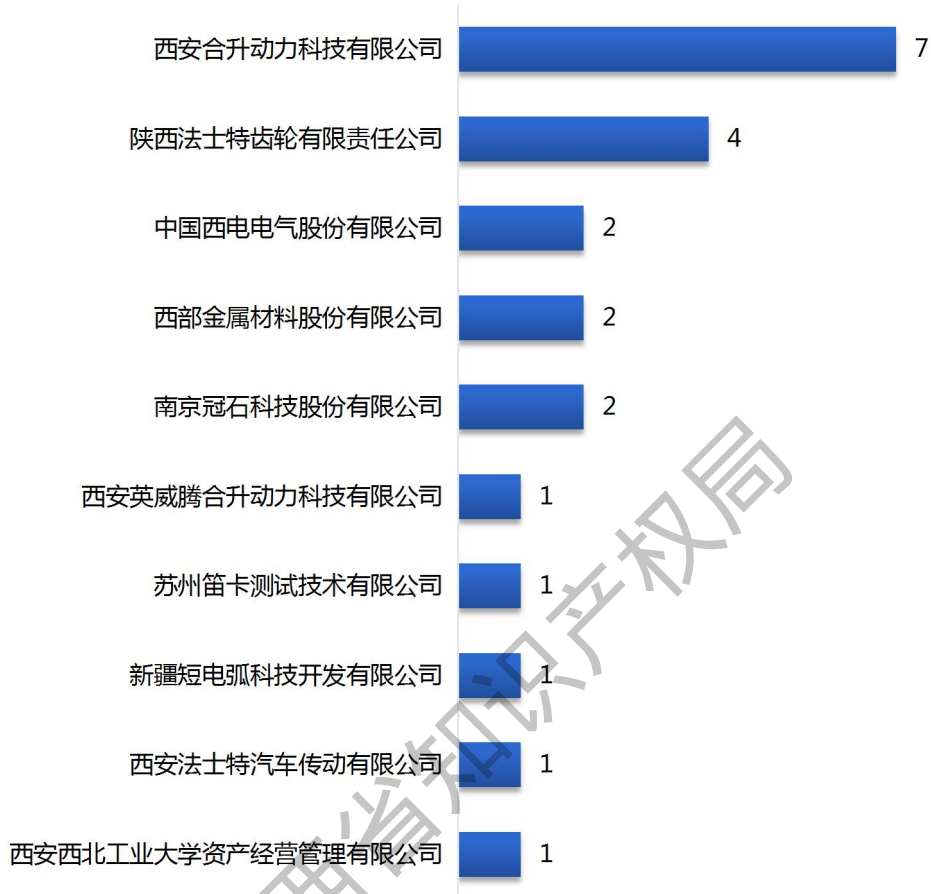


图 129. 对陕西省数控机床产业实施专利许可的主要专利权人

4.2.3 陕西省专利质押情况分析

全国数控机床产业涉及质押的专利共 2257 件，国内省市中，涉及质押的专利量最多的为浙江省（426 件），陕西省（62 件）排名全国十二位，主要涉及功能部件、金属切削机床等细分领域。

截至 2021 年 11 月，全国数控机床产业涉及专利质押的次数为 2907 次，涉及专利共 2257 件。数控机床产业涉及质押的专利数量排名前五的省市分别为：浙江省（426 件）、广东省（330 件）、江苏省（295 件）、山东省（258 件）、安徽省（188 件），其中陕西省（62 件）排名全国十二位。

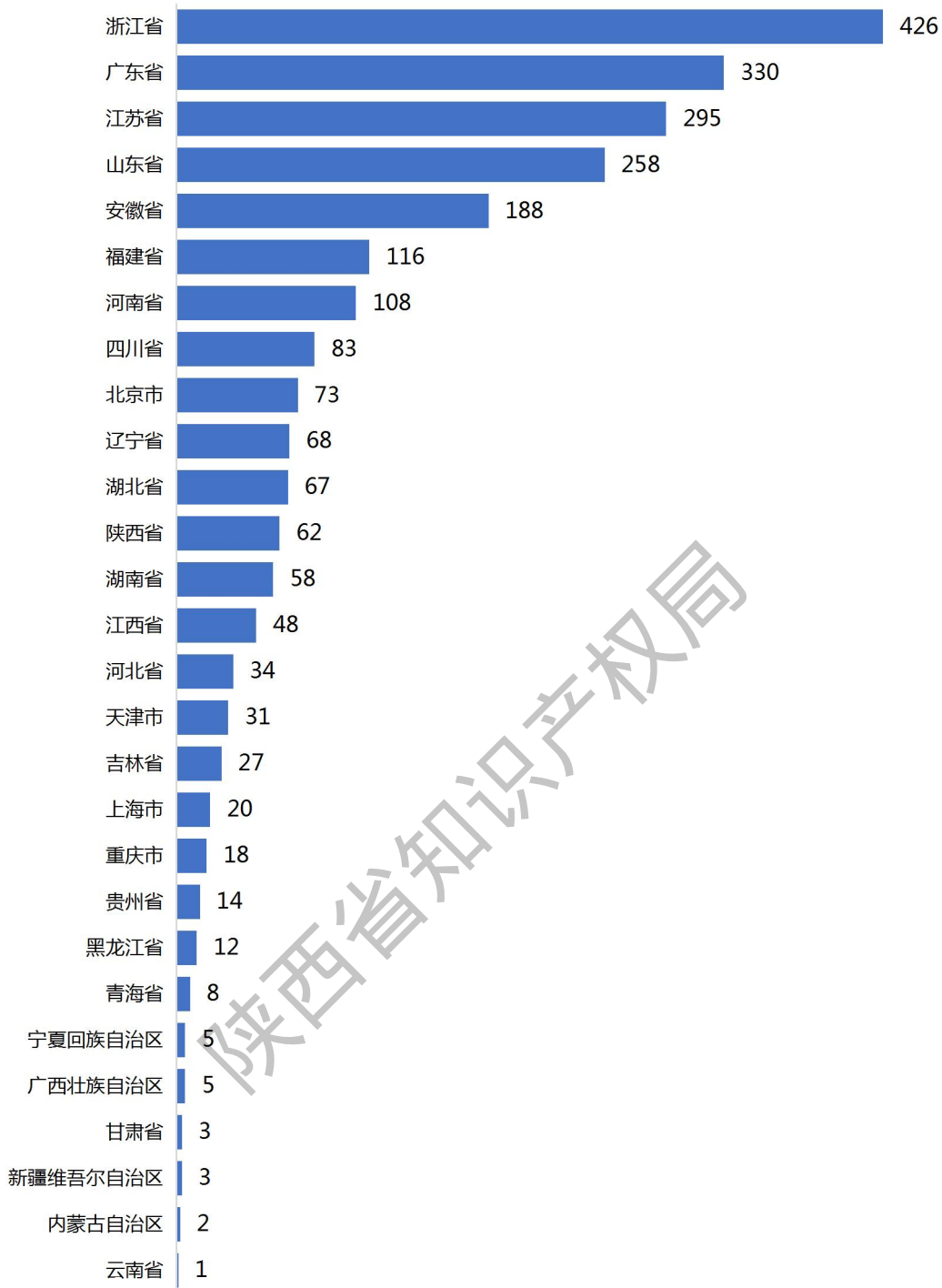


图 130. 全国数控机床产业涉及质押的专利量排名前十的省市

从细分领域分布来看，全国数控机床产业涉及质押的专利主要涉及功能部件（740 件）、特种加工机床（408 件）、金属切削机床（380 件）等细分领域。

陕西省数控机床产业涉及质押的专利主要涉及功能部件（20 件）、金属切削机床（12 件）等领域。

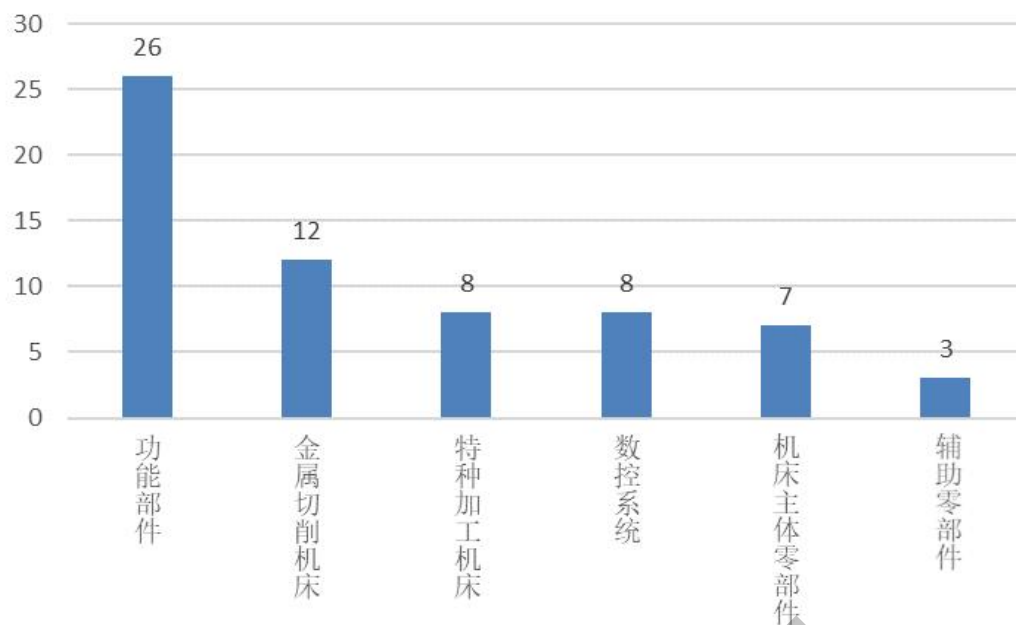


图 131. 陕西省数控机床产业涉及质押的专利细分领域分布

从陕西省涉及质押的专利权人来看，质押专利最多的专利权人为陕西海力特精密机械有限公司，共质押 11 件专利，涉及金属切削机床、功能部件、数控系统等领域；其次为西安万威机械制造有限公司，共质押 7 件专利，主要涉及功能部件领域。

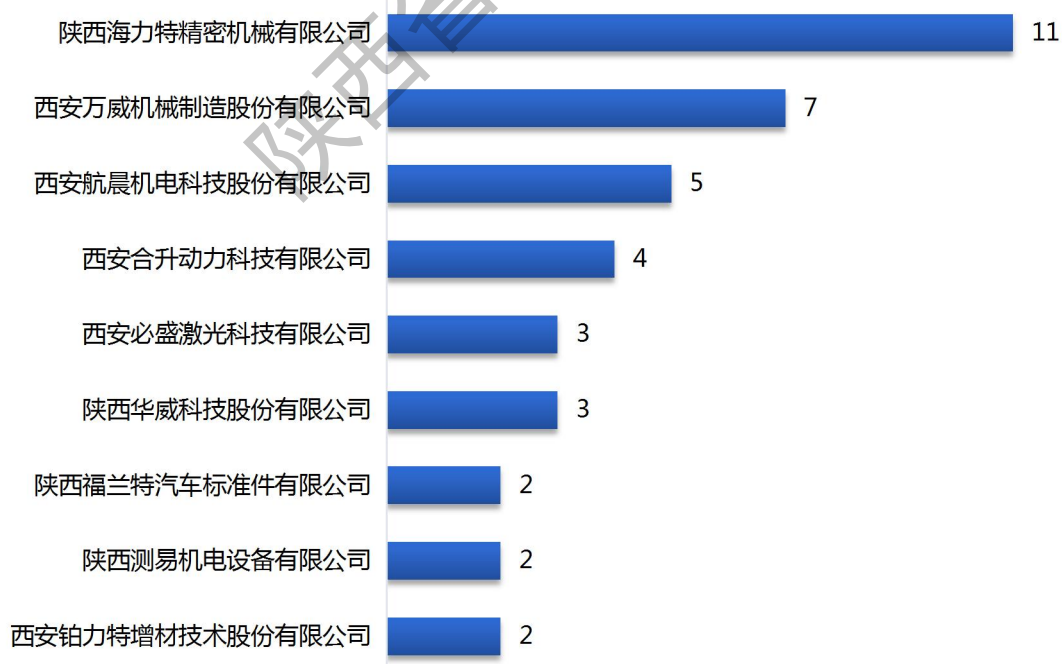


图 132. 陕西省数控机床产业进行专利质押的主要出质人

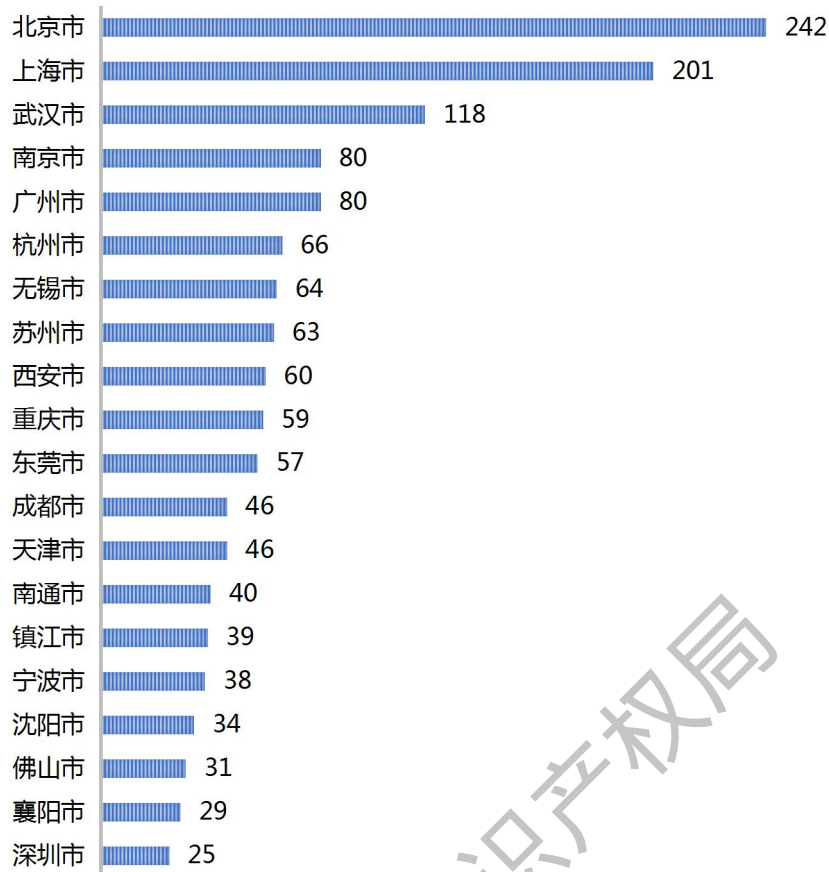


图 134. 全国数控机床产业产学研合作专利量城市排名 TOP20

从产业分布来看，陕西省数控机床产业产学研合作专利量在 10 件以上的细分领域包括功能部件（29 件）、数控系统（20 件）、辅助装置（13 件）、特种加工机床（12 件）。

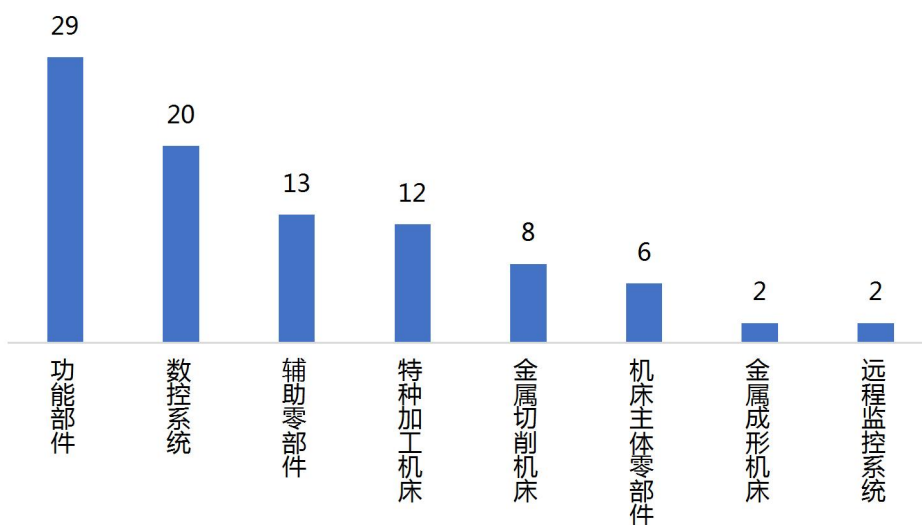


图 135. 陕西省数控机床产业产学研合作专利细分领域分布

陕西省数控机床产业产学研合作专利主要以高校和企业合作申请为主,其中与西安交通大学合作申请的专利量占比超5成。

陕西省数控机床产业产学研合作专利主要以高校和企业合作申请为主。产学研合作专利量排名第一的申请人为西安交通大学,合作申请的专利共有40件,占陕西省数控机床产业产学研合作专利总量的54.1%,其中与西安增材制造国家研究院有限公司合作申请的专利共有15件,与陕西瑞特快速制造工程研究有限公司合作申请的专利共有7件。产学研合作专利量排名第二的高校为西北工业大学,共有5件,合作申请的企业包括西安飞机工业(集团)有限责任公司、西安三航动力科技有限公司等5家企业。

表54. 西安交通大学产学研合作专利

申请号	专利名称	涉及细分领域	申请人
CN2009100233 91.8	高速加工中心速度优化与平滑运动控制方法	数控系统	西安交通大学,苏州江南电梯(集团)有限公司
CN2010101020 65.9	一种闭式静压导轨	功能部件	西安交通大学,陕西瑞特快速制造工程研究有限公司
CN2010101020 87.5	无轴高精度静压数控回转工作台	功能部件	陕西瑞特快速制造工程研究有限公司,西安交通大学
CN2010102447 11.5	一种机床主轴集成监测环装置	远程监控系统	西安交通大学,沈机集团昆明机床股份有限公司
CN2010106161 50.7	一种机床床身结构优化设计方法	数控系统	西安交通大学,陕西瑞特快速制造工程研究有限公司
CN2011100022 95.2	一种机床整机动态性能优化设计方法	数控系统	西安交通大学,陕西瑞特快速制造工程研究有限公司
CN2011100023 09.0	一种机床主轴的流固热耦合数值仿真方法	数控系统	西安交通大学,陕西瑞特快速制造工程研究有限公司
CN2011100701 74.1	一种精密加工机床用转台结构	功能部件	西安交通大学,北京微纳精密机械有限公司
CN2011100701 81.1	一种精密加工机床用T型直线电机双驱结构	数控系统	西安交通大学,北京微纳精密机械有限公司
CN2011101660 55.6	基于液压系统调控的非均匀分布预紧力可控高速主轴及其控制方法	机床主体零部件,功能部件	西安交通大学,沈机集团昆明机床股份有限公司
CN2011103432 96.3	一种主轴径向回转精度在线监测装置	数控系统,远程监控系统	西安交通大学,沈机集团昆明机床股份有限公司
CN2012100471 87.1	一种频响特性快速获取的铣刀等效模型建立方法	功能部件	西安交通大学,陕西瑞特快速制造工程研究有限公司
CN2012101181 65.X	一种精密卧式加工中心主轴热误差补偿方法	功能部件,数控系统,金属切削机床	西安交通大学,沈机集团昆明机床股份有限公司
CN2013101876 59.8	一种公共供油轨道的高精度静压回转工作台	功能部件	西安交通大学,陕西瑞特快速制造工程研究有限公司
CN2015108881 53.9	一种薄型高精度静压回转工作台结构	功能部件	西安交通大学,江苏亿创智能装备研究院有限公司
CN2015108881 54.3	一种动横梁龙门结构以及应用此结构的机床	功能部件	西安交通大学,江苏亿创智能装备研究院有限公司
CN2015210034	薄型高精度静压回转工作	功能部件	西安交通大学,江苏亿创智

申请号	专利名称	涉及细分领域	申请人
00.4	台结构		能装备研究院有限公司
CN2015210050 22.3	动横梁龙门结构以及应用此结构的机床	功能部件	西安交通大学, 江苏亿创智能装备研究院有限公司
CN2016101123 62.9	用于超精密铣磨机床的口型精密气体静压导轨组件	功能部件	西安交通大学, 北京微纳精密机械有限公司
CN2017106863 10.7	一种金属结构件熔丝增材装置及其熔丝制造工艺	金属切削机床, 特种加工机床	西安增材制造国家研究院有限公司, 西安交通大学
CN2017106863 20.0	一种激光?CMT 焊接铝合金增材制造方法和成形系统	特种加工机床	西安增材制造国家研究院有限公司, 西安交通大学
CN2017210040 78.6	一种金属结构件熔丝增材装置	金属切削机床, 特种加工机床	西安增材制造国家研究院有限公司, 西安交通大学
CN2017210045 90.0	一种激光?CMT 焊接铝合金增材制造成形系统	特种加工机床	西安增材制造国家研究院有限公司, 西安交通大学
CN2018101303 61.6	一种提高丝材电弧增材制造铝铜合金强度的方法	数控系统	西安增材制造国家研究院有限公司, 西安交通大学
CN2018101303 80.9	一种锤击强化电弧增材制造铝镁合金结构件的方法	数控系统	西安增材制造国家研究院有限公司, 西安交通大学
CN2018102366 24.1	一种核燃料棒包壳高压充氦与激光焊接成套焊接设备	特种加工机床	西安交通大学, 江苏北人智能制造科技股份有限公司
CN2018114971 47.0	一种具有自冷却润滑结构的旋风铣刀	功能部件, 辅助装置	西安交通大学, 西安增材制造国家研究院有限公司
CN2018114971 85.6	一种具有自冷却润滑结构的整体式铣刀	功能部件, 辅助装置	西安交通大学, 西安增材制造国家研究院有限公司
CN2018114971 91.1	一种具有自润滑冷却结构的丝锥	功能部件	西安交通大学, 西安增材制造国家研究院有限公司
CN2018114971 93.0	一种具有自冷却润滑结构的齿轮铣刀	功能部件, 辅助装置	西安交通大学, 西安增材制造国家研究院有限公司
CN2018114972 06.4	一种具有自冷却润滑结构的方肩铣刀	功能部件, 辅助装置	西安交通大学, 西安增材制造国家研究院有限公司
CN2018114972 08.3	一种具有自冷却润滑结构的铣磨一体式刀具	功能部件, 辅助装置	西安交通大学, 西安增材制造国家研究院有限公司
CN2018114972 09.8	一种具有自冷却润滑结构的面铣刀	功能部件, 辅助装置	西安交通大学, 西安增材制造国家研究院有限公司
CN2018114981 28.X	一种具有自冷却润滑结构的切削刀具	功能部件, 辅助装置	西安交通大学, 西安增材制造国家研究院有限公司
CN2019103890 15.4	面向闭环频响一致的多轴机床伺服参数快速调整方法	数控系统	西安交通大学, 成都飞机工业(集团)有限责任公司
CN2019108067 23.3	一种自由曲面双刀加工的后置处理方法	数控系统	西安交通大学, 秦川机床工具集团股份公司
CN2019110865 60.2	一种超快激光水下加工微米复合结构铜箔集流体的方法	特种加工机床	西安交通大学, 上海工程技术大学, 英诺激光科技股份有限公司, 江苏微纳激光应用技术研究院有限公司
CN2020105507 22.X	一种基于电解质等离子加工的流道抛光装置及抛光方法	辅助装置	西安增材制造国家研究院有限公司, 西安交通大学
CN86207936	一种机控成型砂轮修整装置	数控系统, 金属切削机床	西安交通大学, 天津工业泵厂
CN94116385.7	加工活塞用数控刀架的控制方法及数控刀架	数控系统, 金属切削机床	西安百科实业公司, 西安交通大学

陕西省产学研合作申请以西安交通大学为主导，占比超 5 成。但陕西省数控机床企业与陕西省其他高校的联合创新不足，还需进一步促进相关企业与西北工业大学、陕西理工学院、西安工业大学等本地高校院所的合作，以更充分的调动高校院所所在功能部件、数控系统、特种加工机床等基础技术领域的优质研究资源。

4.3 陕西省数控机床产业专利保护情况分析

4.3.1 陕西省专利无效情况分析

在数控机床产业领域，全国涉及的无效宣告案件有 226 起，共涉及 197 件专利；陕西省无效专利共有 3 件。

在数控机床产业领域，全国涉及的无效宣告案件共 226 起，涉及专利共有 197 件，其中发明专利 34 件，实用新型专利 163 件。其中，陕西省无效专利共有 3 件，排名全国第 12 位。按照无效案件涉及专利数量排名前五名的省份分别为广东省（45 件）、浙江省（26 件）、江苏省（26 件）、山东省（23 件）、四川省（19 件）。

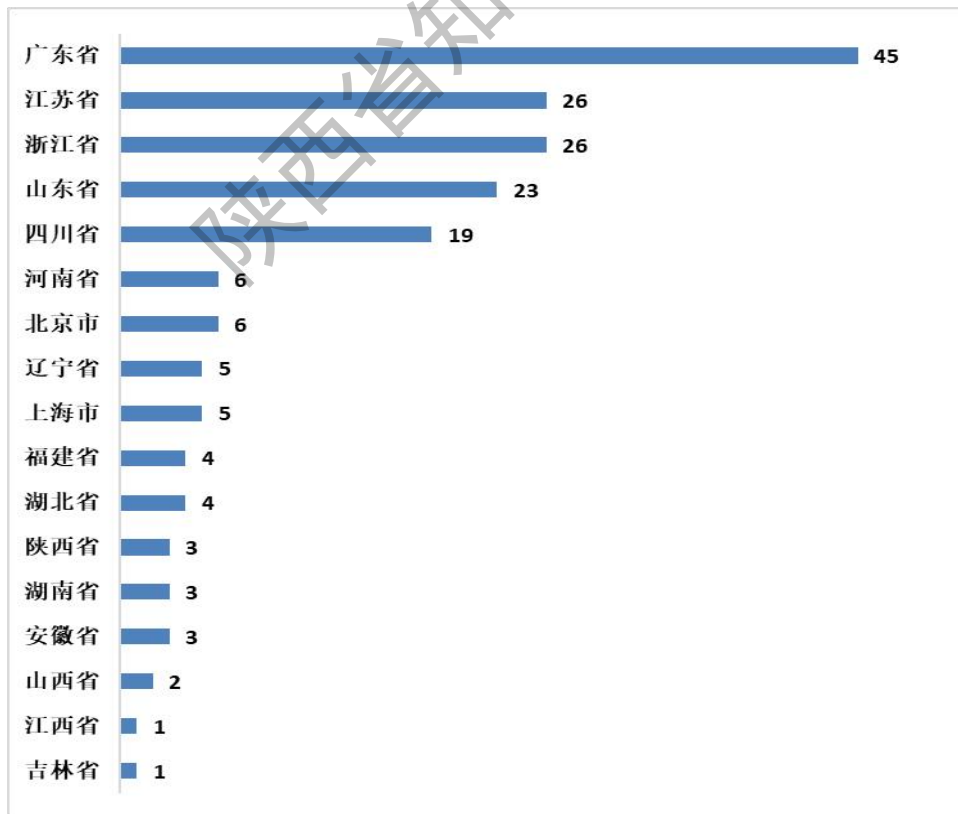


图 136. 全国各省市无效专利件数排名情况

中国数控机床产业专利无效案件中，企业主体对外发起的专利无效案件共涉及专利 143 件。在发起专利无效的企业中，专利无效案件涉及专利数量排名前三位的企业分别为：伊斯卡有限公司（16 件）、山东威达机械股份有限公司（4 件）、成都与俱科技有限公司（4 件）。其中，伊斯卡有限公司是专利无效案件涉及专利数较多的企业，涉及专利 16 件，被告涉及成都邦普切削刀具股份有限公司（10 件）、成都锋宜精密工具制造有限公司（2 件）、山东光岳转向节有限责任公司（1 件）、炎陵欧科亿数控精密刀具有限公司（1 件）、株洲索尔切削工具有限公司（1 件）、主上工业股份有限公司（1 件）。中国数控机床产业发起专利无效的企业见下表所示。

表55. 中国数控机床产业发起专利无效的企业

无效请求企业	发起专利无效涉及专利量
伊斯卡有限公司	16
山东威达机械股份有限公司	4
成都与俱科技有限公司	4
上海恒力锻压机床有限公司	3
深圳市创世纪机械有限公司	3
东莞市掬运五金科技有限公司	3
济南晟锐超声科技有限公司	3

中国数控机床产业涉及专利无效的案件中，以企业主体作为被告的专利无效案件共涉及专利 141 件。在专利被无效的企业中，专利被无效案件涉及专利数量排名前三位的企业分别为：成都邦普切削刀具股份有限公司（10 件）、广东博克斯智能机床科技有限公司（4 件）、成都格奇智能科技有限公司（4 件）。其中，成都邦普切削刀具股份有限公司被诉的 10 件专利，原告均为伊斯卡有限公司。中国数控机床产业涉及专利无效的被诉企业见下表所示。

表56. 中国数控机床产业涉及专利无效的被诉企业

被无效企业	专利被无效涉及专利量
成都邦普切削刀具股份有限公司	10
广东博克斯智能机床科技有限公司	4

被无效企业	专利被无效涉及专利量
成都格奇智能科技有限公司	4
东莞市智翎实业有限公司	3
浙江司贝宁精工科技有限公司	3
苏州恒远精密数控设备有限公司	3
浙江三鸥机械股份有限公司	3

陕西省数控机床产业的专利无效案件均分布在西安市，涉及特种加工机床、金属成形机床领域

陕西省数控机床产业的专利无效案件均分布在西安市，涉及特种加工机床（2件）、金属成形机床（1件）领域。

表57. 陕西省数控机床产业的专利无效案件清单

所属技术领域	申请号	专利名称	请求人	专利权人	请求决定
特种加工机床	CN2012206342 88.4	一种旋转机床用 超声波钻铣具	西安帕沃辐 电气工程有 限公司	陕西航空电气 有限责任公司	全部 无效
特种加工机床	CN2014205427 57.9	一种超声波加工 中心	余江涛	西安超克能超 声技术研究院 有限公司	部分 无效
金属成形机床	CN2016102930 85.6	一种树脂基复合 材料飞机零件拉 形模具的制造方 法	西安欧华航 空科技有限 公司	沈阳中航迈瑞 特工业有限公 司	有效

4.3.2 陕西省专利诉讼情况分析

在数控机床产业中，全国涉诉专利共 130 件，其中陕西省涉及 1 件。

近些年，随着知识产权保护意识加强，数控机床产业技术竞争较为激烈，截至目前，全国涉诉专利共 130 件，其中发明专利 45 件，实用新型专利 85 件。其中，陕西省涉诉专利共有 1 件，为发明专利；在全国省市中，广东省（40 件）、山东省（22 件）、浙江省（18 件）、江苏省（17 件）在数控机床领域中的涉诉专利件较多。

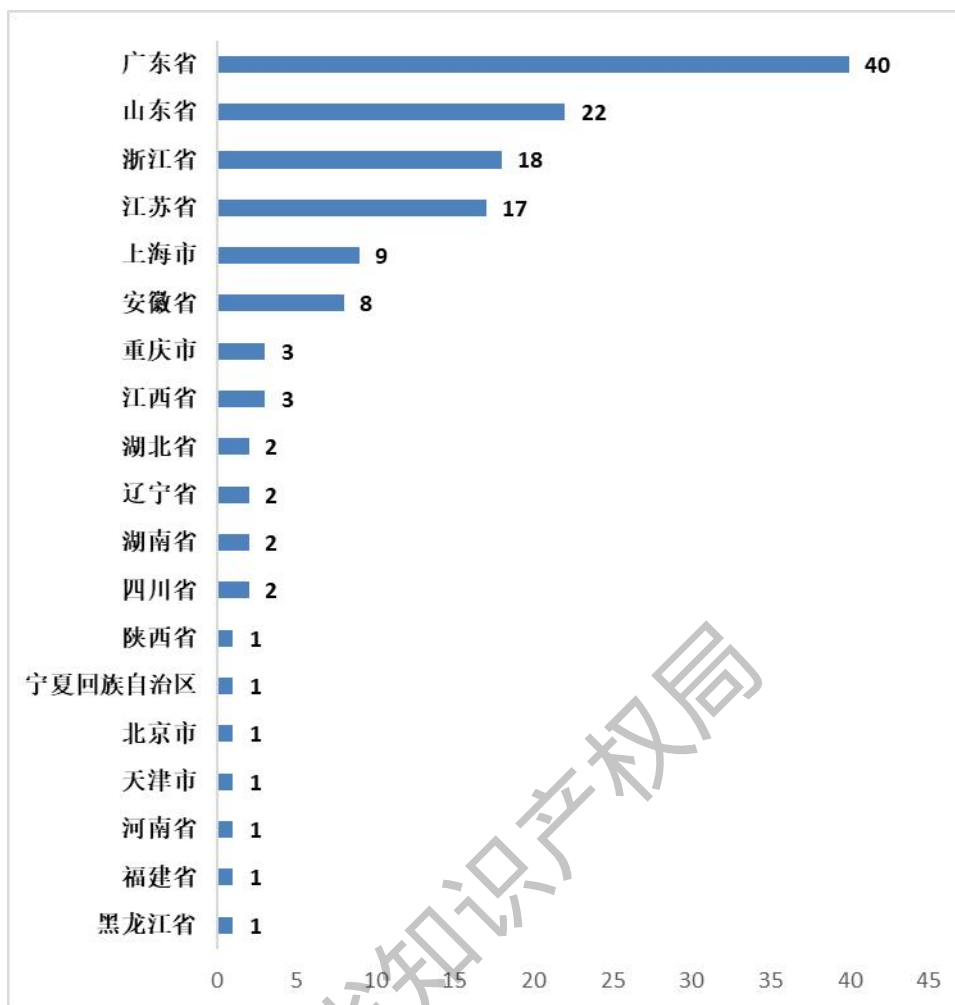


图 137. 全国各省市涉诉专利件数排名情况

中国数控机床产业专利诉讼案件中，企业主体对外发起的专利诉讼案件共涉及专利 101 件。对外发起诉讼案件中涉及专利数量排名前 6 位的企业分别为：武汉合团结激光科技有限公司（6 件）、东莞市珍世好电子科技有限公司（6 件）、安徽艾克森机械设备有限公司（5 件）、深圳市创世纪机械有限公司（5 件）、深圳市速锋科技股份有限公司（5 件）、广东高航知识产权运营有限公司（4 件）。其中，武汉合团结激光科技有限公司是专利诉讼案件涉及专利数较多的企业，涉及专利 6 件，被告涉及上海普睿玛智能科技有限公司（6 件）、罗敬文（6 件）、张熹微（6 件）；东莞市珍世好电子科技有限公司是专利诉讼案件涉及专利数较多的企业，涉及专利 6 件，被告均为东莞市益博智能科技有限公司（3 件）、深圳市中海通机器人有限公司（2 件）、东莞市蓝柯自动化科技有限公司（2 件）。中国数控机床产业发起专利诉讼的企业见下表所示。

表58. 中国数控机床产业发起专利诉讼的企业

原告企业	诉讼案件涉及专利数量
武汉合团结激光科技有限公司	6
东莞市珍世好电子科技有限公司	6
安徽艾克森机械设备有限公司	5
深圳市创世纪机械有限公司	5
深圳市速锋科技股份有限公司	5
广东高航知识产权运营有限公司	4
浜松光子学株式会社	3
上海睿醇贸易有限公司	3
广州市昊志机电股份有限公司	3
江门市凯立信电气科技有限公司	3

中国数控机床产业涉及专利诉讼的案件中，以企业主体作为被告的专利诉讼案件共涉及专利 101 件。被诉案件涉及专利数量排名前六位的企业分别为：上海普睿玛智能科技有限公司（6 件）、苏州恒远精密数控设备有限公司（5 件）、广州百盛电子科技有限公司（5 件）、广州市昊志机电股份有限公司（5 件）、盐城东山精密制造有限公司（4 件）、淄博秦汉新技术开发有限公司（4 件）。其中，上海普睿玛智能科技有限公司是被诉案件涉及专利数较多的企业，涉及专利 6 件，原告均为武汉合团结激光科技有限公司。中国数控机床产业涉及专利诉讼的被诉企业见下表所示。

表59. 中国数控机床产业涉及专利诉讼的被诉企业

被告企业	被诉案件涉及专利数量
上海普睿玛智能科技有限公司	6
苏州恒远精密数控设备有限公司	5
广州百盛电子科技有限公司	5
广州市昊志机电股份有限公司	5
盐城东山精密制造有限公司	4
淄博秦汉新技术开发有限公司	4

被告企业	被诉案件涉及专利数量
深圳市中海通机器人有限公司	3
淄博洪申机械设备有限公司	3
江门市贝尔斯顿电器有限公司	3
东莞市益博智能科技有限公司	3
深圳市速锋科技股份有限公司	3
济南晟锐超声科技有限公司	3
苏州德龙激光股份有限公司	3
济南山科数控设备有限公司	3
淄博耐威机械设备有限公司	3

陕西省数控机床产业的专利诉讼案件分布在西安市, 涉及金属成形机床领域

陕西省数控机床产业的专利诉讼案件只有 1 件, 涉及申请号为 CN201610293085.6、专利名称为“一种树脂基复合材料飞机零件拉形模具的制造方法”; 专利诉讼案件的所属技术分支领域为金属成形机床。

表60. 陕西省数控机床产业的专利诉讼案件清单

所属技术领域	申请号	专利名称	原告上诉人	被告被上诉人	案由
金属成形机床	CN201610293085.6	一种树脂基复合材料飞机零件拉形模具的制造方法	沈阳中航迈瑞特工业有限公司	孙凌逸、西安欧华航空科技有限公司、西安瑞森新材料科技有限公司	专利权权属、侵权纠纷

西安欧华航空科技有限公司、西安瑞森新材料科技有限公司与沈阳中航迈瑞特工业有限公司纠纷案例分析

原告沈阳中航迈瑞特工业有限公司（简称“沈阳中航迈瑞特”）与被告孙凌逸、西安瑞森新材料科技有限公司（简称“西安瑞森新材料”）、西安欧华航空科技有限公司（简称“西安欧华航空”）侵害发明专利权纠纷一案，辽宁省沈阳市中级人民法院于 2019 年 11 月 12 日立案。原告沈阳中航迈瑞特认为三被告在未经原告许可的情况下采用专利号为 ZL201610293085.6、专利名称为“一种树脂基复合材料飞机零件拉形模具的制造方法”的专利（简称“涉案专利”）的相关

制造方法生产侵权产品数额巨大，给原告造成了巨大经济损失。原告沈阳中航迈瑞特请求判令：1.三被告立即停止使用原告的专利（专利号：ZL201610293085.6）制作方法，并立即停止宣传、销售、许诺销售以该方法制造、生产的侵权产品，销毁库存侵权产品，销毁用于生产侵权产品的模具和设备；2.孙凌逸向原告支付侵权损害赔偿金 200 万元，西安瑞森新材料科技有限公司、西安欧华航空科技有限公司承担连带赔偿责任；3.诉讼费由三被告承担。本案三被告对本案管辖权提出异议，认为由被告住所地人民法院管辖，本案应移送至陕西省西安市中级人民法院审理。辽宁省沈阳市中级人民法院经审查，依照最高人民法院《关于审理专利纠纷案件适用法律问题的若干规定》第二条、第五条、《中华人民共和国民事诉讼法》第十八条第三项、第一百二十七条第一款之规定，于 2020 年 1 月 9 日裁定如下：孙凌逸、西安瑞森新材料科技有限公司、西安欧华航空科技有限公司对本案管辖权提出的异议成立，本案移送陕西省西安市中级人民法院处理。

上诉人沈阳中航迈瑞特因与被上诉人孙凌逸、西安瑞森新材料、西安欧华航空侵害发明专利权纠纷一案，不服辽宁省沈阳市中级人民法院于 2020 年 1 月 9 日作出的（2019）辽 01 民初 1178-2 号民事裁定，向中华人民共和国最高人民法院提起上诉。沈阳中航迈瑞特上诉请求：撤销原审裁定，裁定本案由原审法院审理。中华人民共和国最高人民法院经审查认为，沈阳中航迈瑞特工业有限公司的上诉请求不能成立，本院予以驳回；原审裁定适用法律正确，裁判结果正确。依照《中华人民共和国民事诉讼法》第一百七十条第一款第一项、第一百七十一条规定，于 2020 年 6 月 12 日裁定如下：驳回上诉，维持原裁定。本裁定为终审裁定。

西安欧华航空科技有限公司针对涉案专利于 2020 年 12 月 01 日向国家知识产权局提出了无效宣告请求，并提交了 8 份证据，请求宣告涉案专利的权利要求全部无效。国家知识产权局于 2020 年 12 月 16 日受理了上述无效宣告请求并将无效宣告请求书及证据副本转给了专利权人沈阳中航迈瑞特工业有限公司，要求其在指定期限内答复，同时成立合议组对本案进行审查。专利权人沈阳中航迈瑞特工业有限公司针对上述无效宣告请求于 2021 年 01 月 25 日提交了意见陈述书和 7 份附件。2021 年 6 月 29 日国家知识产权局作出审理决定：维持 CN201610293085.6 号发明专利权有效。



图 138. 西安欧华航空、西安瑞森新材料与沈阳中航迈瑞特纠纷诉讼时间图

4.4 专利质量洞察

全国数控机床产业维持 10 年以上的专利共 4158 件，国内省市中，江苏省共拥有 431 件，排名第一，陕西省以 69 件专利位列第十三位，维持 10 年以上的专利主要涉及功能部件、数控系统、机床主体零部件、特种加工机床。

截至 2021 年 11 月，全国数控机床产业维持 10 年以上的专利共有 4158 件。从地域分布来看，维持 10 年以上的专利中，申请人来自国内的共 2345 件，占比 56.4%，国外来华布局的专利共 1813 件，占比 43.6%。国内省市中，数量排名第一的为江苏省，共有 431 件，其次为广东省，共有 224 件，上海市排名第三，共有 216 件。陕西省位列第 13 位，共有 69 件。



图 139. 全国维持十年以上的专利省市分布

陕西省数控机床维持 10 年以上的专利主要集中在西安市，共拥有 55 件，占陕西省的 79.7%，占全国 1.3%，在全国地级以上城市中排名第 10 位。

从产业分布来看，陕西省数控机床产业维持 10 年以上的专利主要分布在数控系统（23 件）和特种加工机床（15 件）等领域。数量在 10 件以上的细分领域还包括机床主体零部件（12 件）、功能部件（11 件）。

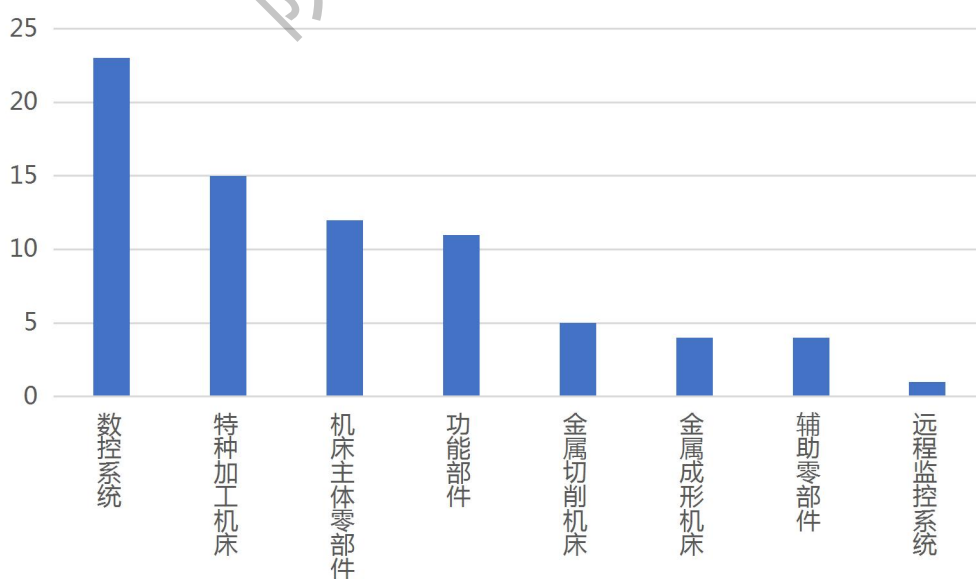


图 140. 全国数控机床产业维持 10 年以上的专利细分领域分布

陕西省的专利权人中，拥有数控机床产业维持 10 年以上专利最多是西安交通大学，共有 13 件，占比 18.8%。排在其后的为西北工业大学，共有 10 件。排在第三名的为中国航发西安航空发动机有限公司，共有 4 件维持 10 年以上的专利。

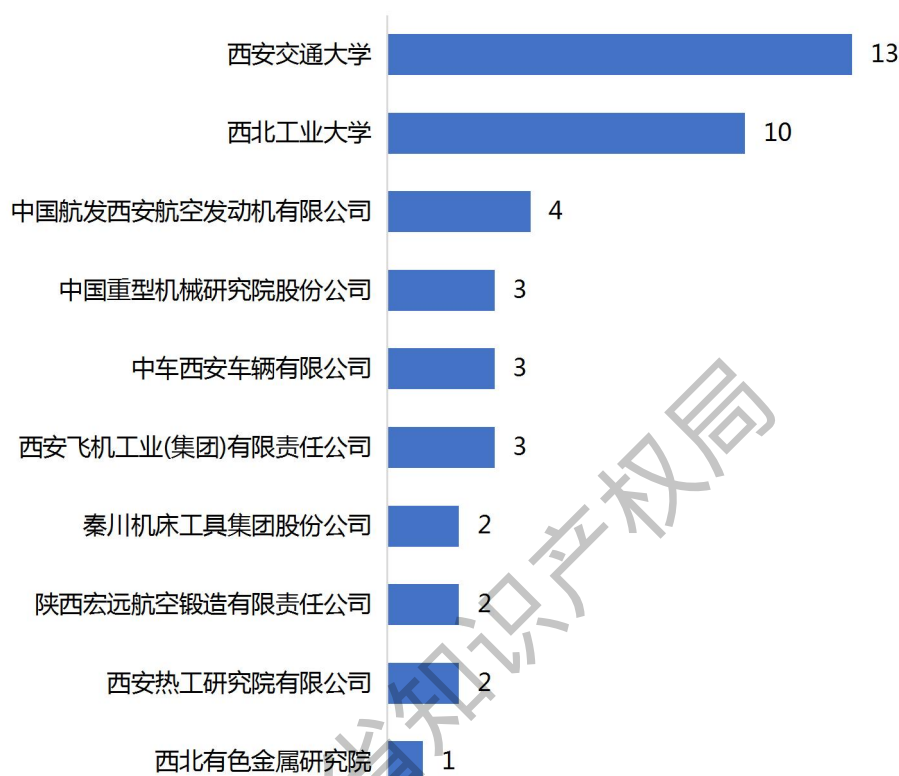


图 141. 陕西省数控机床产业拥有维持十年以上的专利量排名 TOP10 专利权人

4.5 海外专利布局洞察

陕西省数控机床产业海外专利的布局数量为 31 件，排名全国第 11 位；陕西省的海外专利主要分布在世界知识产权组织和美国；主要涉及机床主体零部件、特种加工机床、数控系统、功能部件等领域。

在数控机床产业中，我国企业积极布局海外专利。全国海外专利布局的数量共有 1934 件。陕西省海外专利的布局数量为 31 件，排名全国第 11 位；排在前几位的省市分别是广东省（474 件）、江苏省（397 件）、浙江省（186 件）、上海市（164 件）、山东省（149 件）。



图 142. 我国各省份海外专利布局数量排名

从年度趋势来看，陕西省申请人在数控机床产业中海外专利申请数量一直偏少，近四年来呈现快速增长趋势，在 2020 年申请量达到高峰。

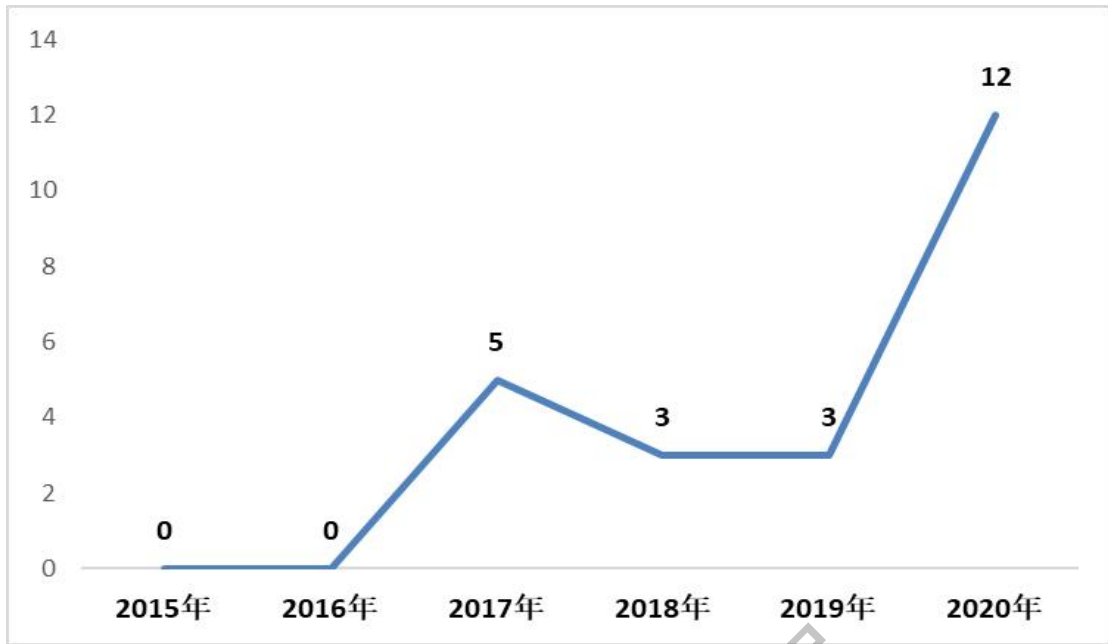


图 143. 陕西省申请人数控机床产业海外专利申请数量年度趋势

从数控机床产业的海外专利受理局分布来看，陕西省的海外专利受理局主要分布在世界知识产权组织（14 件）、美国（9 件）、欧洲（2 件）、日本（2 件）。

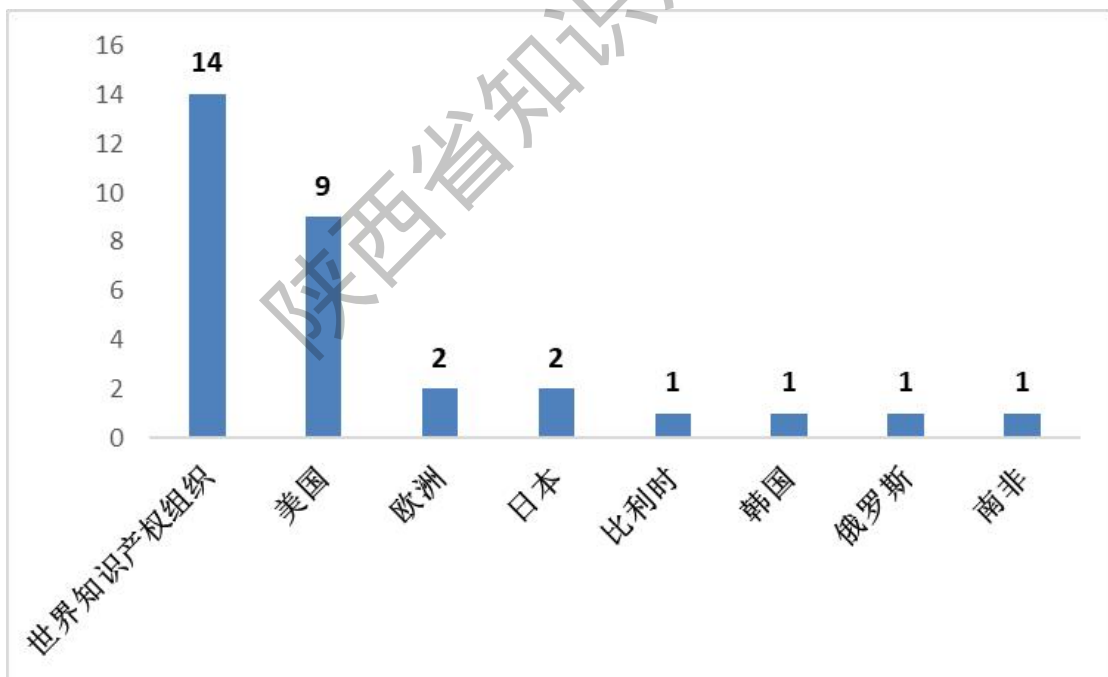


图 144. 陕西省控机床产业海外专利的主要受理局分布情况

从数控机床产业的各细分领域来看，陕西省的海外专利主要分布在机床主体零部件（9 件）、特种加工机床（9 件）、数控系统（8 件）、功能部件（7 件）等领域。

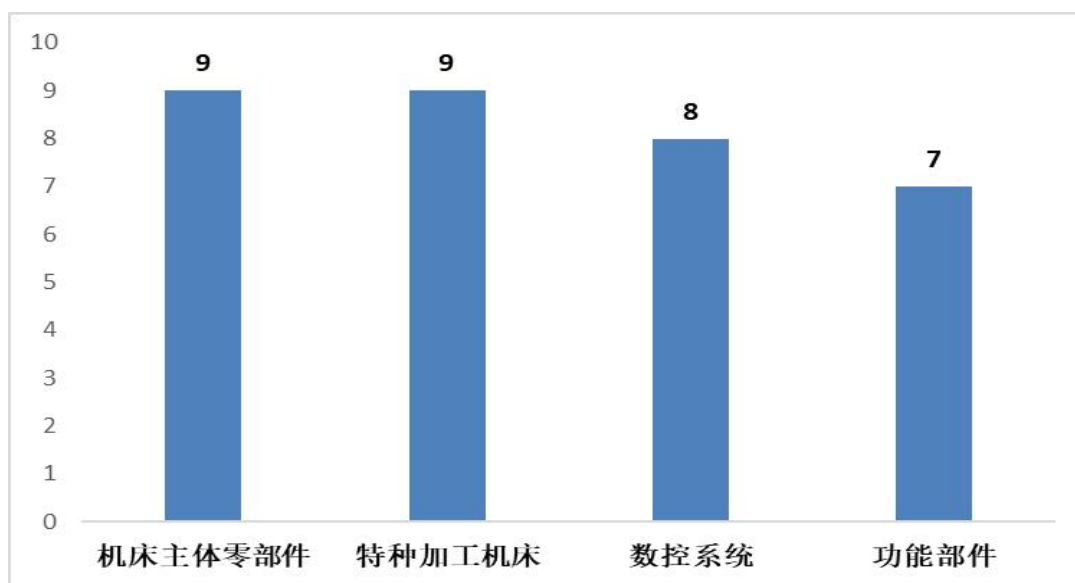


图 145. 陕西省控机床产业海外专利的细分领域分布

与国内重点省份相比，陕西省的海外专利申请数量整体还较少，但 2020 年增长较为明显，有待进一步加强海外专利布局。

表61. 主要省市数控机床产业各细分产业的海外专利布局情况（单位：件）

细分产业	陕西省	广东省	江苏省	山东省	浙江省
机床主体零部件	9	34	66	9	13
功能部件	7	172	127	87	99
数控系统	8	79	67	20	11
辅助装置	0	21	24	16	14
金属切削机床	0	21	23	8	12
金属成形机床	0	22	29	1	5
特种加工机床	9	141	85	19	34
远程监控系统	0	11	16	8	3
数控机床维修维护	0	4	0	1	2

4.6 小结

4.6.1 陕西省产业创新态势小结

从数控机床产业中创新要素的分布情况来看，陕西省数控机床产业中创新资源的整体规模在国内处于中游水平，但与江苏、广东、浙江、山东这些国内领先

省份相比，在发明专利、创新企业、创新人才的绝对数量上还存在明显差距。

从陕西省数控机床产业的产业分支领域来看，创新要素主要分布在控制及检测装置、刀具、软件与算法、激光加工机床等领域中；冷却/润滑装置、刀具、激光加工机床、机械手、电火花成型机床等领域是近年的创新热点，与国内整体的创新热点方向基本一致。

从产业的资本布局情况看，陕西省数控机床产业累计共发生投资事件 228 起，全国排名第 12 位，受资本市场关注的企业共有 99 家，近五年的投资热度有所下滑。但仍具备一定的投资潜力，共有 44 家企业具有看好的上市潜力。

陕西省数控机床产业涉及转让的专利共 314 件，涉及许可的专利共有 52 件，涉及质押的专利共 62 件，且涉及转让、许可、质押的专利数量占全国的比重都在 3.5% 以下。总体专利运营活跃度不高，且技术转移内循环特征明显，专利转让及许可都主要发生在陕西省内。

陕西省数控机床产业专利质量仍有较大提升空间。陕西省数控机床产业中，共有高被引专利 24 件，占全国产业高被引专利总量的 3.1%，排名第 10 位；共有维持 10 年以上的专利 69 件，占全国产业维持 10 年以上专利总量的 1.7%，全国排名第 13 位；共有海外布局专利 31 件，占全国产业海外布局专利总量的 1.6%，全国排名第 11 位。能反映专利质量的这三类型专利的绝对数量都偏少，还需进一步挖掘和专利质量，积极培育高价值专利。

4.6.2 产业链优势环节分析

陕西省在数控机床产业的各细分产业分支中，尚无在国内具有突出优势的领域，控制及检测装置、软件与算法、刀具相对在省内具有一定的创新发展优势

综合各产业分支中发明专利、创新企业、创新人才的布局数量及其各自在全国省市中的排名来看，陕西省在各分支中均属于国内中上游水平，尚无明显突出的优势领域。创新要素主要分布在数控系统中的控制及检测装置、软件与算法领域以及功能部件中的刀具领域，三个领域中，各自的发明专利公开量均超过了 300 件，创新工程师数量都在 1000 人左右，控制及检测装置领域和刀具领域的创新企业都有近百家，这三个领域相对在省内具有一定的创新发展优势。

产业名称	陕西省		国内		国外	
	发明公开	活跃度	发明公开	活跃度	发明公开	活跃度
机床用钢材	59	44.1%	1802	38.3%	1186	6.8%
铸件	18	33.3%	661	34.5%	827	4.0%
机床身	21	61.9%	940	35.7%	4498	6.4%
立柱	4	0.0%	220	27.3%	1238	4.0%
轴承	12	41.7%	660	36.8%	8586	9.3%
进给机构	38	36.8%	1347	28.0%	26872	4.5%
液压系统	174	25.3%	5500	33.3%	15842	4.6%
气动系统	36	33.3%	1727	34.5%	4473	4.5%
主轴	63	27.0%	1858	36.7%	7461	7.7%
丝杠	8	0.0%	351	28.5%	1466	5.0%
导轨	135	28.1%	5265	36.1%	7022	9.3%
刀具	360	46.7%	13264	35.0%	99927	10.1%
转台	28	39.3%	1511	39.4%	1822	9.8%
机械手	43	51.2%	2672	42.7%	4766	11.1%
控制及检测装置	513	36.3%	11125	35.5%	37267	11.2%
软件与算法	313	40.3%	5302	42.2%	49349	4.0%
电机	22	18.2%	588	35.5%	2484	8.0%
伺服系统	93	17.2%	1823	34.8%	2824	7.5%
排屑装置	36	55.6%	2308	47.6%	5997	8.7%
冷却/润滑装置	174	52.9%	8697	47.6%	14278	14.6%
数控车床	68	42.6%	2687	36.6%	5696	4.1%
数控铣床	126	32.5%	2316	35.9%	2262	11.0%
数控镗床	10	30.0%	321	25.9%	1362	2.8%
数控钻床	52	40.4%	2023	40.8%	2769	9.0%
数控磨床	51	35.3%	2536	33.4%	5587	6.2%
加工中心	31	45.2%	2038	39.5%	2111	10.5%
数控压力机	33	36.4%	2158	39.0%	1711	3.8%
数控剪板机	2	50.0%	303	39.6%	1163	6.4%
数控折弯机	17	23.5%	1057	41.2%	1027	8.3%
数控弯管机	9	22.2%	330	39.7%	916	7.1%
数控冲床	23	26.1%	1502	38.3%	1665	6.2%
电火花线切割机床	58	29.3%	1965	30.5%	15569	7.4%
电火花成型机床	47	51.1%	1384	33.2%	9738	5.9%
激光加工机床	243	52.3%	9222	46.1%	34392	19.8%
高压水切割机床	20	50.0%	622	45.8%	2771	12.4%
火焰切割机床	19	10.5%	577	30.3%	1921	1.7%
超声波加工机床	112	38.4%	3580	43.0%	7693	14.9%
数控自动焊接设备	133	37.6%	7103	41.7%	10901	5.0%

图 146. 数控机床产业在细分产业领域的国内外专利布局及活跃度对比

此外，从陕西省、国内、国外在数控机床产业的四级产业分支的发明专利布局 and 发明专利活跃度的横向对比来看，陕西省与国内整体在产业中的发明专利布局结构大致相同，国外除了在刀具领域布局专利最多之外，在软件与算法领域以及进给机构领域的发明专利布局比重明显高于陕西和国内。而陕西省的专利布局情况，是在控制及检测装置、软件与算法、刀具领域布局的专利占比明显较多。

数控机床向着网络化、智能化的方向发展，陕西省在控制及检测装置、软件与算法这些相关领域的专利布局优势正符合技术发展的趋势。同时，在高端器件装备的加工制造中，对加工刀具的要求极高，目前高端精密刀具方面我国国产化率也还偏低。为了在高端数控系统技术领域取得技术突破，在高端刀具领域打破国外市场垄断，需巩固加强在控制及检测装置、软件与算法、刀具等领域的创新研发。

表 62. 陕西省在数控机床产业链的相对优势领域创新要素分布

产业领域	发明专利公开			创新企业			创新工程师		
	数量	国内排名	近五年复合增速	数量	国内排名	近五年复合增速	数量	国内排名	近五年复合增速
刀具	360	12	12.9%	87	14	19.3%	958	11	22.8%
控制及检测装置	513	10	16.2%	95	12	16.8%	1245	9	17.6%
软件与算法	313	8	19.0%	47	11	19.8%	1093	6	22.0%

4.6.3 产业链潜力环节分析

陕西省数控机床产业链中，潜力较大的产业领域主要为激光加工机床、冷却/润滑装置领域

综合分析陕西省数控机床产业各细分产业环节在创新企业规模、发明专利公开量和创新工程师数量及其各自在近年来的增长趋势，可以看出，较为有潜力的产业主要为特种加工机床中的激光加工机床领域和辅助装置中的冷却/润滑装置领域，以上细分产业在有一定资源基础的同时总体保持了较为突出的发展势头，未来潜力可期。

激光加工机床领域、冷却/润滑装置领域的发明专利公开量的近五年复合增速分别达到 47.6%和 29.9%，远高于数控机床产业陕西省整体发明专利公开量的近五年复合增速（11.4%）。这两个领域的发明专利活跃度也都超过了 52%，也是近年来的创新热点领域。两个领域的创新工程师数量都在 500 人左右，且人才数量的近五年复合增速都在 25%以上，也均明显高于数控机床产业陕西省整体创新人才的近五年复合增速（20.9%）。

表 63. 陕西省在数控机床产业链的潜力产业增速情况

产业领域	发明专利公开				创新企业			创新工程师		
	数量	活跃度	国内排名	近五年增速	数量	国内排名	近五年增速	数量	国内排名	近五年增速
冷却/润滑装置	174	52.9%	15	29.9%	65	14	24.1%	477	13	28.1%
激光加工机床	243	52.3%	9	47.6%	31	17	17.8%	585	9	26.2%

4.6.4 产业链薄弱环节分析

陕西省数控机床产业中,较为薄弱的产业环节主要为金属成形机床及其下属的各个子领域

在陕西省数控机床产业的细分产业分支中,综合发明专利公开、发明工程师和创新企业的绝对数量与增速及其各自在全国省市中的排名来看,金属成形机床领域及其下属的各个子领域属于陕西省相对薄弱的产业领域。

作为按照基本加工方式划分的三大类数控机床之一,陕西省金属成形机床领域中的累计公开发明数量仅为 102 件,与另外两大类机床—金属切削机床和特种加工机床的公开发明数量相比差距还很大,且金属成形机床领域整体的发明专利活跃度在各三级产业分支中为最低,近五年来发明专利增长速度为 0。

金属成形机床下属的数控压力机、数控剪板机、数控折弯机、数控弯管机、数控冲床这些细分领域的情况类似,发明专利、创新企业、创新人才的绝对数量偏少,增长较慢,在同产业领域的国内排名也低于陕西省的整体排名水平,领域整体技术创新的后劲不足。

总体来看,作为数控机床的基本三大类型之一,陕西省在金属成形机床领域的技术还有待进一步挖掘。

表 64. 陕西省在数控机床产业链的薄弱领域创新要素分布

产业领域	发明专利公开				创新企业			创新工程师		
	数量	活跃度	国内排名	近五年增速	数量	国内排名	近五年增速	数量	国内排名	近五年增速
金属成形机床	102	31.4%	13	0.0%	37	16	18.0%	385	10	24.3%
数控压力机	33	36.4%	17	—	17	17	16.7%	161	12	20.1%
数控剪板机	2	50.0%	18	—	2	13	—	9	15	—
数控折弯机	17	23.5%	10	14.9%	3	19	8.4%	60	10	7.5%
数控弯管机	9	22.2%	10	—	2	13	0.0%	23	10	12.1%
数控冲床	23	26.1%	14	-19.7%	7	18	14.9%	43	17	27.5%

第五章 陕西省数控机床产业升级路径建议

5.1 产业强链补链延链路径建议

针对产业优势环节，实施强链固链工程，抢占技术高地；针对薄弱环节，实施补链延链工程；实行揭榜挂帅，补齐短板，实现产业链供应链自主安全可控

通过陕西、国内、国外在产业分支领域的发明专利布局和专利活跃度的横向对比，可以看出，陕西在产业中的发明专利布局情况与国内整体情况基本一致，国外除了在刀具领域布局专利最多之外，在软件与算法以及进给机构领域的专利布局比重明显高于陕西和国内。而陕西省的专利布局情况，是在控制及检测装置、软件与算法、刀具领域布局的专利占比明显较高。

在高端数控机床中，数控系统是控制机床高速高精度工作的指挥官，而芯片、控制器、软件、算法就是指挥官的大脑。国外在软件与算法领域中更多的发明专利布局储备，也与当前主流工业控制芯片、智能控制算法、工业设计及控制软件仍被国外掌控的现实吻合。进给传动系统是机床部件运动的载体，直接影响加工精度，目前我国机床企业的高端高精度传动机构及零部件仍然依赖外采。在航空航天、军工、汽车发动机等高端器件、装备的加工制造中，对加工工具的要求极高，目前在高端刀具方面我国也是严重依赖进口。

数控机床向网络化、智能化的方向发展，陕西省在控制及检测装置、软件与算法等相关领域的专利布局优势正符合数控机床发展的趋势。为了在高端数控系统技术领域取得技术突破，在高端刀具、传动部件领域打破国外市场垄断，陕西省还需巩固自身在控制及检测装置、软件与算法、刀具等领域已积累的创新资源，实施强链工程，抢占全球技术高地和话语权。并且加强在进给系统、主轴、丝杠、伺服系统这些关键部件的研发投入，弥补与国外高端产品的差距，助力核心器件的国产化，力争实现产业链供应链的自主可控。此外，扩展产业布局，将产业链向布局相对较薄弱的金属成形机床领域中延伸，延展产业链链条，扩大产业规模，实现数控机床领域的全产业覆盖。

关键技术可面向全国征集揭榜单位，发榜企业和揭榜单位达成合作意向后组建创新联合体，共同开展技术研发攻关工作。发榜企业承诺意向采购，在研发成

功后将揭榜单位新研发的技术产品纳入供应链，推动陕西省构建自主可控的产业全生态。

5.2 企业培育引进路径建议

利用本土装备制造业强企优势，带动产业链集群协同发展

通过投资基金、合作园区、创新平台、示范项目等方式，支持存量生态链企业在陕西省稳定发展，吸引一批优质增量生态链企业在陕西省范围内布局，依托新成立的数控机床产业创新联盟形成产业生态集群。以市场为导向，充分利用陕西省数控机床产业在控制及检测装置、软件与算法、刀具等领域的技术优势，将秦川机床集团等龙头企业作为领头羊，依托产业生态和良好的营商环境，吸引国内外新的优质企业落户陕西、投资陕西，形成产业集群，互相借力，带动上下游产业链集群协同发展。

在陕西的中国航发动力股份有限公司、中国重型机械研究院股份公司、中铁宝桥集团有限公司、西安飞机工业(集团)有限责任公司、中铁一局集团有限公司、陕西飞机工业有限责任公司、中国航发西安航空发动机有限公司、中车西安车辆有限公司等大型的央企、国企，在数控机床产业中也均有相当数量的专利布局。尤其是中国航发动力股份有限公司和中国重型机械研究院股份公司，在数控机床领域的公开专利数量都超过了100件。这些大型制造企业，尽管严格意义上属于机床设备的终端用户，并不是真正的机床生产制造者，但其在机械制造领域的技术和人才积累储备雄厚，一些大型集团企业还下设有专门的研究院所进行技术革新研发。可充分利用陕西作为装备制造业强省的国有龙头企业资源聚集优势，积极促进大型制造业企业与本土机床设备、部件生产制造企业的技术转让、技术许可和合作研发，从而助力机床行业内中小企业的创新发展，也利于大型企业优质专利技术的成果转化应用。

重点扶持上市潜力企业，推动企业上市，促进培育行业龙头企业

实施数控机床企业上市培育专项行动，抓住国家开通科创板并新近成立专门聚焦服务创新型中小企业的北京证券交易所的政策机遇，鼓励陕西省数控机床领域企业利用资本市场上市融资和再融资，通过科创产业大数据分析监测，发现一批、培育一批、推荐一批科技型优质企业，支持推动创新潜力大、拥有自主知识

产权、具有一定规模的专精特新企业、隐形冠军企业通过创业板、中小板、科创板、“新三板”挂牌上市，解决融资难问题。

上市潜力企业是在特定环节具有较强创新实力和发展潜力的企业，例如陕西海力特精密机械有限公司、飞秒光电科技(西安)有限公司、华天科技(西安)有限公司等，可以进行重点扶持和培育，支持它们加大研发力度，在专业领域做大做强，形成新的龙头企业。

结合企业技术优势，从政策、税收、知识产权等方面扶持培育有潜力的中小企业

利用产业基金和市场化投资机构在数控机床产业发展过程的资本补充作用，大力促进中小微企业发展壮大。设立数控机床产业发展基金，探索基于企业知识产权价值发现的投贷联动模式，引导社会资本向陕西省数控机床产业的创业项目延伸。实施小微企业创新创业培育行动、民营及中小企业家培育工程、骨干企业培育工程，发挥国家中小企业发展基金的投资引导作用。且在投资资助对象的选择上，提高技术门槛，重点支持高端数控技术、高端精密等高新技术的研发，避免盲目投资。

对有较好成长潜力的中小企业进行培育，如西安伊德机械制造有限公司、陕西天寰机械制造有限公司、西安峰值动力科技有限公司等，可从政策、税收、知识产权等方面予以支持，加快它们的成长速度。并建议每一个企业集中优势资源，选择一到两个技术点进行研发，在各自的领域实现突破。

5.3 人才培养引进路径建议

实施创新驱动发展战略，根本在于增强自主创新能力，人才是创新的根基，创新驱动实质上是人才驱动。科技创新最重要、最核心、最根本的是人才问题。只有拥有一流的创新人才，才能产生一流的创新成果，才能拥有创新的主导权。在陕西省数控机床产业发展中，要加大人才培养力度，择天下英才而用之，充分发挥高端人才的关键作用，形成人才集聚效应，为陕西省数控机床产业发展提供智力资源制程。一方面，要根据陕西省数控机床产业发展实际，加大从内部培养人才的力度；另一方面，要积极从外部引进高端人才，引领陕西省人才和技术创新发展。

通过奖励、政策留住高层次人才；依托西安市高校科教资源，完善人才培养模式，鼓励企业加强内部人才培养

从本地培养的角度来看，优先支持符合本地产业发展目标的创新人才，支持具有创新实力、拥有核心专利技术的创新人才，鼓励创新人才向关键产业环节集聚。因此，陕西、西安本地的创新人才应作为首要的培养对象。在本地创新人才中，院士、长江学者、万人计划、创新人才推进计划、博士后创新人才支持计划、千人计划等高层次人才，以及在企业中担任董事、监事、高管的同时拥有专利申请的管理团队属于高端人才，是科技创新的 2% 的核心人员，是引领推动产业发展的“关键少数”。

充分调动本地高层次人才在本地工作的热情，让高层次人才愿意留在陕西不断做出新的贡献；可以通过专利奖励等鼓励政策积极引导他们向陕西省产业薄弱环节进行研发，并推进不同领域高层次人才之间的交流与合作。此外，对管理团队进行多加关注，给予适当优惠政策，将这些既懂技术又懂管理的人才携其团队长期留在陕西，减少人才流失率，减轻从外部引进人才的压力。

表65. 数控机床产业陕西省内高层次人才

姓名	所属机构	人才标签	技术领域
吴小刚	陕西海力特精密机械有限公司	国家高新技术企业	数控机床，夹具，机床附件
刘志飞	宝鸡虢西磨棱机制造有限公司	国家高新技术企业，被技术借鉴，标准技术委员会委员	齿轮齿精加工，切齿机附件，机床，机床指示测量装置，金属加工进给机构
康旭光	陕西阿米工业设计有限公司	国家高新技术企业	非旋转刀具刀夹，工件或刀具夹固，金属加工进给机构，车床溜板
郭晓锋	中国重型机械研究院股份公司	国家高新技术企业	锻压机械零件，锻压机，压力机零部件，锤，细粒或塑性压力机，流体致动装置
徐佩	中国航发动力股份有限公司	国家高新技术企业，产业资本，上市公司	放电加工，金属加工附属装置，金属制品专用加工，兼用放电电化加工
王敏	西安炬光科技股份有限公司	国家高新技术企业，产业资本，隐形冠军	工件或刀具夹固

姓名	所属机构	人才标签	技术领域
罗凌	陕西久捷机器人有限公司	国家高新技术企业	制造线路连接器, 装配或拆卸机械, 特种制品制造, 物件或物料搬运
刘录锋	中国重型机械研究院股份公司	国家高新技术企业	机床工件操纵装置, 金属加工进给机构, 工件或刀具夹固, 特殊车床或车削
赵青社	陕西合阳风动工具有限责任公司	国家高新技术企业	多通阀, 锯床附属装置, 机床附件安全设备, 机械流体传动装置组合
李艳磊	西安志越机电科技有限公司	被技术借鉴	工件或刀具夹固, 专用镗或钻床部件

通过优惠的政策引进外部创新性人才、领军人才或与其合作

陕西省既要对本地的创新人才进行培育和扶持, 还要对外地、外省创新人才进行适当引进; 通过优惠的政策引进产业薄弱环节的外部创新性人才、引进具有创新实力、拥有核心专利技术的创新人才或与其合作。

表66. 数控机床产业国内高层次人才

姓名	所属机构	省份	人才标签	技术领域
陈虎	科德数控股份有限公司	辽宁省	国家高新技术企业	数控装置, 车床
陈燧	大族激光科技产业集团股份有限公司	广东省	国家高新技术企业	机床附件安全设备
夏军	深圳市创世纪机械有限公司	广东省	国家高新技术企业	机床, 机床附件安全设备, 抛光机安全装置, 尾座或顶尖, 车床溜板
李海明	济宁科力光电产业有限责任公司	山东省	国家高新技术企业, 产业资本, 隐形冠军	工件或刀具夹固, 机床, 钻头测量校准装置
平伟	天水锻压机床(集团)有限公司	甘肃省	被技术借鉴	图像系统零部件, 水下舰艇, 水下居住作业设备, 浮标, 防气或防水装置
李振光	上海瑞铁数控机床有限公司	上海市	被技术借鉴	沿直线弯曲金属板, 弯曲, 剪床附属装置, 压力机零部件, 刀片平行运动剪床

姓名	所属机构	省份	人才标签	技术领域
霍双宁	上海宁远精密机械股份有限公司	上海市	被技术借鉴	机床附件安全设备, 工件或刀具夹固, 镗或钻或镗钻, 机床, 专用镗或钻床部件
王成勇	东莞安默琳机械制造技术有限公司	广东省	被技术借鉴	机床附件安全设备, 润滑油供给, 润滑组合物特定用途, 润滑装置的检测
陆卓君	东莞市亚肯精密机械有限公司	广东省	被技术借鉴	铣刀, 工件或刀具夹固, 非旋转刀具刀夹, 车床或镗床刀具, 铣床或铣刀零件
盛胜利	南通博特锐精密工具有限公司	江苏省	国家高新技术企业, 被技术借鉴	铣刀, 铰刀, 钻床刀具, 车床或镗床刀具, 工件或刀具夹固, 切削加工机械

5.4 知识产权培育路径建议

加强知识产权保护意识, 鼓励支持发明专利申请

根据前瞻研究院的研究结果显示, 从我国数控机床制造相关企业的省份分布情况来看, 陕西省数控机床制造相关企业数量仅排在山东、浙江、江苏之后, 位居全国第四位。但从数控机床产业发明专利公开数量的省份分布来看, 陕西省数控机床产业累计发明专利公开量在全国排名第 11 位, 而有发明专利申请的创新企业数量排在全国第 17 位。机床制造企业数量排名与创新企业数量、发明数量排名的较大差异, 表明还有相当数量的陕西机床相关生产制造企业发明专利的申请量较少, 还需进一步鼓励企业加强知识产权保护意识, 提高申请专利的积极性。

同时还要进一步提高数控机床领域的专利申请质量。陕西省数控机床产业中累计共有公开发明专利 2880 件、授权发明专利 1184 件、授权的实用新型专利 2640 件。实用新型专利占授权专利总量的 69.0%, 实用新型专利在产业整体以及各产业分支中所占的比重较高, 有效发明专利占比较低。还需进一步鼓励支持发明专利的申请, 并提高发明专利的质量。

表67. 陕西省数控机床产业中实用新型专利在各产业分支中所占比重

产业名称	发明公开数量	发明授权数量	实用新型数量	实用新型占公开专利总量的比重	实用新型占授权专利总量的比重
数控机床	2880	1184	2640	47.8%	69.0%
机床主体零部件	359	164	417	53.7%	71.8%
功能部件	623	237	951	60.4%	80.1%
数控系统	895	438	313	25.9%	41.7%

产业名称	发明专利数量	发明专利授权数量	实用新型数量	实用新型占公开专利总量的比重	实用新型占授权专利总量的比重
辅助装置	207	74	302	59.3%	80.3%
金属切削机床	353	136	339	49.0%	71.4%
金属成形机床	102	49	75	42.4%	60.5%
特种加工机床	617	239	421	40.6%	63.8%
远程监控系统	159	77	42	20.9%	35.3%
数控机床维修维护	14	6	36	72.0%	85.7%

通过智能手段提升专利申请质量，多措并举培育高价值专利

提升专利质量是创新驱动的核心要求，《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》指出，优化专利资助奖励政策和考核评价机制，更好保护和激励高价值专利。高价值专利是产业发展的关键动力，是企业的核心竞争力，从源头提升创新质量，是推动陕西省数控机床产业高质量发展的有效手段。在开展高价值专利培育工作的过程中，建议陕西省重点关注以下方面：

深入实施专利质量提升工程。建立企业、高校院所、知识产权服务机构协同创新、集成创造机制，提高专利质量与效益，推动专利创造由量多向质优转变。落实专利申请前置评审和专利质量管控制度，注重提升专利申请文本质量，例如通过开发基于人工智能和大数据的专利智能预审平台，实现专利智能分类（IPC/CPC），自动识别相似技术，智能判断可专利性，智能审核专利文本质量。加强专利申请过程跟踪，提高专利授权率。

强化高价值专利布局。从产业发展态势和市场需求出发加强专利战略布局，围绕产业链部署创新链，围绕创新链设计专利链，根据陕西省数控机床产业发展技术优势，确立核心技术和关键技术研发策略和路径，实施专利布局。

加强知识产权数据信息分析利用。充分利用知识产权大数据，综合运用产业、企业、人才、技术、金融、资本等多维数据资源，加强重点领域专利信息和市场动态情况的收集、开发与利用，建立产业、行业相关技术发展现状与未来发展趋势、专利数据库共享平台以及专利信息监管体系，为开展专利研究与分析研发创新提供有力支撑。

强化研发过程专利管理。按照专利布局进行针对性的研发，建立研发管理标

准体系，定期对研发过程中新增的专利申请进行分析评判，依据评判结果及时调整研发策略、优化研发路径，在事关数控机床产业发展的关键技术研发上取得突破。

加强高价值专利维权保护。增强应对知识产权法律纠纷能力，做好高价值专利保护和侵权风险防范工作，严格研发成果披露审查机制，加强市场竞争态势和主要竞争对手评议，充分利用知识产权大数据开展专利风险预警分析，确保专利对产品的全面保护。

加强产学研合作，充分利用国内高校院所优质创新资源，并加快推进科研成果产业化，实现产业内循环

党的十九大报告提出，要建立以企业为主体、市场为导向、产学研深度融合的技术创新体系。产学研合作是企业发展的内在需求，是增强企业自主创新能力、提高市场竞争力的重要途径。

高校和科研院所是区域创新发展的原动力。在国内数控机床产业中，发明专利公开量排名前十的申请人中只有 1 家企业，排名前 20 的申请人中也只有 5 家企业，其余均为国内的高校。可见数控机床产业中国内高校的创新优势所在。

表68. 国内数控机床产业发明专利公开量TOP20的申请人

排名	申请人	所在省份	发明公开量
1	大族激光科技产业集团股份有限公司	广东省	568
2	大连理工大学	辽宁省	459
3	华中科技大学	湖北省	443
4	上海交通大学	上海市	433
5	南京航空航天大学	江苏省	429
6	西安交通大学	陕西省	418
7	哈尔滨工业大学	黑龙江省	417
8	哈尔滨理工大学	黑龙江省	346
9	北京工业大学	北京市	276
10	江苏大学	江苏省	270
11	北京航空航天大学	北京市	267
12	清华大学	北京市	262

排名	申请人	所在省份	发明公开量
13	西北工业大学	陕西省	259
14	天津大学	天津市	232
15	吉林大学	吉林省	228
16	成都飞机工业(集团)有限责任公司	四川省	220
17	浙江工业大学	浙江省	211
18	天津市天锻压力机有限公司	天津市	209
19	中国航发沈阳黎明航空发动机有限责任公司	辽宁省	202
20	沈阳飞机工业(集团)有限公司	辽宁省	201

在高校院所资源方面，陕西省数控机床产业中的高校院所发明专利公开量占到陕西省产业发明专利公开总量的 42.3%。并且，陕西省拥有西安交通大学、西北工业大学这样的国内一流工科院校。今年 3 月，西安交通大学还与秦川机床工具集团共同打造陕西高端机床创新研究院，其以齿轮磨床性能提升为小的突破口，主要进行关键技术研发，工程化能力建设等工作，同时还为孵化新型项目公司储备核心技术。

但从目前数控机床产业产学研合作的状况来看，陕西省数控机床产业涉及产学研合作申请的专利共有 74 件，这一数字尽管在全国 31 省市中排名第八，但占陕西省数控机床产业发明专利公开总量（2880 件）的比重仅为 2.6%。建议陕西省进一步促进本土企业与省内外高校、科研院所的联合创新，充分调动高校院所的优质研究资源，以企业为技术需求方、以高校科研院所为技术供给方，加强双方之间的合作。

并且今年还由秦川集团牵头，联合西安交通大学、西安理工大学、中国航发等 19 家等单位共同组建了陕西省高档数控机床共性技术研发平台，可依托技术研发平台，建立科学家、企业家、投资人的信息互动平台和信用机制，提高产业、企业、资本的匹配效率，加强产业科技成果转化运用，加快建立“内循环”生态。

下表为国内数控机床领域的创新活跃科研团队，可在技术成熟的情况下，优先考虑开展产学研合作。

表69. 数控机床产业主要高校院所研究团队

团队带头人	所在机构	研究方向	人才标签
赵升吨	西安交通大学	伺服压力机, 数控滚齿机, 柔性弯曲成形装置, 进给装置	教授, 国家自然科学基金, 发明大咖
贾振元	大连理工大学	光学计量设备, 图像分析, 数据处理特定功能, 程序控制系统, 机床指示测量装置	被技术借鉴, 有海外布局, 发明大咖, 院士, 万人计划, 长江学者, 国家科技重大专项, 国家自然科学基金项目, 国家科技奖
陈吉红	华中科技大学	程序控制系统, 数据处理特定功能, 机床指示测量装置, 数据交换网络	被技术借鉴, 发明大咖, 有获奖专利, 有专利许可, 国家科技奖
刘志峰	北京工业大学	数据处理特定功能, 机械部件测试, 程序控制系统, 计算机辅助设计 CAD	有专利质押, 被技术借鉴, 有海外布局, 发明大咖, 标准技术委员会委员, 国家自然科学基金项目
张卫红	西北工业大学	数据处理特定功能, 计算机辅助设计 CAD, 程序控制系统, 机床指示测量装置	被技术借鉴, 有海外布局, 发明大咖, 国家重点研发计划, 长江学者, 国家自然科学基金项目, 国家科技奖
康仁科	大连理工大学	磨削或抛光, 磨床测量或校准装置, 磨削机床部件, 研磨机床或装置, 工件或刀具夹固	被技术借鉴, 有海外布局, 发明大咖, 国家自然科学基金项目, 国家科技奖
李郝林	上海理工大学	磨床测量或校准装置, 数据处理特定功能, 机床指示测量装置, 工件或刀具夹固	被技术借鉴, 发明大咖, 国家科技重大专项
史耀耀	西北工业大学	特殊工件铣削, 工件或刀具夹固, 磨削或抛光带机床, 金属加工进给机构	被技术借鉴, 有海外布局, 发明大咖, 国家自然科学基金项目
赵波	河南理工大学	磨削或抛光, 声频产生设备, 声频传递设备, 磨削机床部件, 修整或调节研磨面	被技术借鉴, 有海外布局, 发明大咖, 国家自然科学基金项目
黄云	重庆大学	磨削或抛光带机床, 磨削机床部件, 酶学或微生物学, 磨床测量或校准装置	被技术借鉴, 有海外布局, 发明大咖, 国家自然科学基金项目
陈彦宾	哈尔滨工业大学	激光束加工, 焊接或切割, 电弧焊接或切割, 附属设备或工艺, 钎焊制品, 被钎焊材料	被技术借鉴, 国家重点研发计划, 国家自然科学基金项目

团队带头人	所在机构	研究方向	人才标签
刘献礼	哈尔滨理工大学	铣刀, 机床指示测量装置, 工件或刀具夹固, 机床附件安全设备, 车床或镗床刀具	被技术借鉴, 发明大咖, 国家自然科学基金项目

5.5 技术资本运作路径建议

引进行业头部资本机构，助力产业发展

科技创新和资本是推动经济发展、产业变迁的重要力量。科技创新是基础，资本推动是助力器。在经济结构调整、产业转型升级的背景下，金融已成为助力实体经济转型、创新、升级、发展的重要力量。国内外的实践经验表明，资本市场是助推高精尖产业发展的重要平台，资本市场具有资源配置、风险定价和收益共享功能，是现代金融体系的重要组成部分，在培育支持高精尖产业发展方面，具有独特的作用。资本市场能够为高精尖企业筹集大量资金，激活产业发展新动能，促进高精尖产业发展。

国内的深创投、达晨财智、中科招商、毅达资本、同创伟业等资本机构在数控机床产业领域中的投资活动比较活跃。

表70. 投资数控机床产业的主要技术资本

投资机构全称	机构简称	投资事件数量
深圳市创新投资集团有限公司	深创投	110
深圳市达晨财智创业投资管理有限公司	达晨财智	49
中科招商投资管理集团股份有限公司	中科招商	39
江苏毅达股权投资基金管理有限公司	毅达资本	38
深圳同创伟业资产管理股份有限公司	同创伟业	31
昆吾九鼎投资管理有限公司	昆吾九鼎	30
北京天星资本股份有限公司	天星资本	29
中国风险投资有限公司	中国风投投资	27
深圳市松禾资本管理有限公司	松禾资本	27
海通开元投资有限公司	海通开元	27

推动构建多元要素融合的知识产权运营体系，导航区域产业高质量发展

充分发挥陕西省数控机床产业的企业、人才优势，发挥知识产权的市场激励机制和产权安排机制作用，以知识产权为核心价值导向，以数据要素驱动数控机床产业科技成果与知识产权的资本化和产业化，促进产业知识产权运营，加速数控机床产业知识产权要素市场化流转与价值实现，提高要素市场化配置效率，使数控机床产业链与创新链、资本链、服务链四链有机融合，服务带动全国数控机床产业升级发展，有力支撑陕西打造具有国际竞争力的数控机床产业创新体系。

建设知识产权要素齐全，高技术产业创新生态健全，实现“知识产权+产业+资本+机构+人才”一体化的综合运营体系，成为引领区域产业创新发展的重要智库力量，建设形成技术、资本、人才等要素精准对接、智能匹配的知识产权要素市场，活跃陕西知识产权许可、交易、转让的运营业态，加速高校院所科技成果转化，投资孵化一批高价值专利项目，引进一批拥有核心专利技术的高端人才创业项目，涌现出一大批具有核心专利竞争力的科创企业，护航本地科创企业上市发展，导航区域产业高质量发展。

第六章 附录

6.1 全球数控机床产业图谱头部企业清单

细分产业名称	创新企业数	创新人才数	发明专利量	全球企业		
机床用钢材	820	10054	3160	浦项制铁	神户制钢	杰富意钢铁
铸件	632	2689	1500	德国 SMS	斗山机床	贝卡尔特
机床身	1760	7484	5481	森精机制作所	德国特劳伯	德国通快
立柱	541	1879	1464	斗山机床	三菱重工	博世
轴承	1622	11941	9503	舍弗勒集团	捷太格特	斯凯孚公司
进给机构	5674	36958	28402	达谊恒株式会社	日本大隈	迪思科
液压系统	5117	29739	21593	博世	日本制铁	小松制作所
气动系统	1935	8651	6284	日东工器	阿特拉斯·科普柯公司	希尔蒂
主轴	2075	12555	9525	瑞士 Fischer	德国凯斯勒	捷太格特
丝杠	647	2532	1828	THK 公司	德国 Rexroth	日本精工
导轨	4004	19655	12483	德国 EMAG	THK 公司	安德烈·斯蒂尔公司
刀具	15156	114329	116946	京瓷	瑞典山特维克	伊斯卡有限公司
转台	1416	5854	3398	兄弟工业株式会社	斯凯孚公司	舍弗勒集团
机械手	2230	12721	7546	发那科	西门子	三菱电机
控制及检测装置	9217	73473	50046	发那科	德国海德汉	西门子
软件与算法	10447	84773	55204	德国通快	欧姆龙	博世
电机	879	4663	3171	安川电机	村田机械	日本精工
伺服系统	1581	8055	4757	发那科	日本会田	日本大隈
排屑装置	2500	10470	8504	瑞典山特维克	德马吉森精机	伊斯卡有限公司
冷却/润滑装置	6562	34053	23697	迪思科	捷太格特	美国肯纳
数控车床	2125	11367	8442	日本西铁城	日本津上	山崎马扎克
数控铣床	1618	8990	4620	日本牧野	美国哈斯	德马吉森精

细分产业名称	创新企业数	创新人才数	发明专利量	全球企业		
						机
数控镗床	587	2791	1690	德国通快	本田技研	山科精器
数控钻床	1827	7863	4827	发那科	德马吉森精机	兄弟工业株式会社
数控磨床	2494	13639	8177	德国 SMS	意大利库米里	三菱重工
加工中心	1387	6373	4231	山崎马扎克	德马吉森精机	德国哈默
数控压力机	1628	7573	3905	德国 SMS	日本会田	小松制作所
数控剪板机	504	2210	1468	日本阿玛达	瑞士百超	加拿大爱克
数控折弯机	793	3393	2095	德国通快	日本天田	瑞士百超
数控弯管机	393	1733	1247	日本天田	意大利库米里	神户制钢
数控冲床	1251	5593	3181	日本村田	德国通快	日本天田
电火花线切割机床	2000	16796	18014	日本沙迪克	洛迦诺电子工业公司	西部电机株式会社
电火花成型机床	1507	13486	11517	日本沙迪克	三菱电机	通用电气
激光加工机床	5670	58085	45855	迪思科	滨松光子	德国通快
高压水切割机床	896	5282	3406	海别得公司	迪思科	蒂森克虏伯集团
火焰切割机床	679	3946	2516	塔赛托株式会社	德国梅塞尔	格里希姆有限公司
超声波加工机床	2708	19672	11573	海尔曼超声波	申克超声波	必能信超声公司
数控自动焊接设备	5351	34390	18160	神户制钢	伊利诺斯工具公司	现代重工
远程监控系统	2679	20571	11075	荏原制作所	博世	日本大隈
数控机床维修维护	1878	8417	6249	通用电气	德国哈默	美国哈斯

6.2 中国数控机床产业图谱头部企业清单

细分产业名称	创新企业数	创新人才数	发明专利量	中国企业		
机床用钢材	637	8415	1974	宝山钢铁股份有限公司	鞍钢股份有限公司	南京钢铁股份有限公司
铸件	417	1677	673	芜湖久弘重工	宁夏共享集团	沈阳铸造研

细分产业名称	创新企业数	创新人才数	发明专利量	中国企业		
				股份有限公司	股份有限公司	究所有限公司
机床身	556	2182	983	重庆宏钢数控机床有限公司	大连机床(数控)股份有限公司	浙江海德曼智能装备股份有限公司
立柱	136	543	226	湘潭三峰数控机床有限公司	宁波海天精工股份有限公司	北京博鲁斯潘精密机床有限公司
轴承	321	1763	917	国机精工股份有限公司	浙江五洲新春集团股份有限公司	天马轴承集团股份有限公司
进给机构	613	3444	1530	天润工业技术股份有限公司	天水星火机床有限责任公司	山东威达重工股份有限公司
液压系统	2295	11733	5751	天津市天锻压力机有限公司	合肥海德数控液压设备有限公司	江苏恒立液压股份有限公司
气动系统	955	3617	1811	湖南汉星机械制造有限公司	深圳市爱贝科精密工业股份有限公司	沃得精机(中国)有限公司
主轴	701	4072	2064	广州市昊志机电股份有限公司	深圳市爱贝科精密工业股份有限公司	无锡机床股份有限公司
丝杠	197	907	362	无锡京华重工装备制造有限公司	威海华东数控股份有限公司	三一重型机器有限公司
导轨	2416	11061	5461	广东普拉迪科技股份有限公司	宁夏共享机床辅机有限公司	武汉重型机床集团有限公司
刀具	4328	23986	17019	恒锋工具股份有限公司	株洲华锐精密工具股份有限公司	深圳市金洲精工科技股份有限公司
转台	883	3642	1576	广州市昊志机电股份有限公司	科德数控股份有限公司	宁波海天精工股份有限公司
机械手	1250	6077	2780	江苏捷帝机器人股份有限公司	浙江屹立机器人科技有限公司	沈阳新松机器人自动化股份有限公司
控制及检测装置	3943	27214	12779	深圳市雷赛智能控制股份有	武汉华中数控股份有限公司	沈阳中科数控技术股份

细分产业名称	创新企业数	创新人才数	发明专利量	中国企业		
				有限公司		有限公司
软件与算法	1698	17584	5855	南京埃斯顿自动化股份有限公司	上海柏楚电子科技股份有限公司	江苏南高智能装备创新中心有限公司
电机	298	1632	687	哈尔滨电气动力装备有限公司	江苏大中电机股份有限公司	上海电气集团上海电机厂有限公司
伺服系统	871	4619	1933	济南二机床集团有限公司	齐重数控装备股份有限公司	上海发那科机器人有限公司
排屑装置	1241	4143	2507	科德数控股份有限公司	杭州吉宝传动设备有限公司	苏州阿诺精密切削技术有限公司
冷却/润滑装置	4158	16905	9419	广州市昊志机电股份有限公司	株洲钻石切削刀具股份有限公司	东莞安默琳机械制造技术有限公司
数控车床	1253	6117	2746	秦川机床工具集团股份公司	沈阳机床股份有限公司	浙江海德曼智能装备股份有限公司
数控铣床	1052	6084	2358	北京北一机床有限责任公司	秦川机床工具集团股份公司	齐齐哈尔二机床(集团)有限责任公司
数控镗床	212	1015	328	齐齐哈尔二机床(集团)有限责任公司	成都飞机工业(集团)有限责任公司	云南丽江建福机床集团有限公司
数控钻床	1112	4329	2058	浙江意控机床有限公司	杭州贝克机械有限公司	宁波恒峰数控机床有限公司
数控磨床	1143	6229	2590	威海华东数控股份有限公司	上海机床厂有限公司	湖南宇晶机器股份有限公司
加工中心	886	3941	2120	科德数控股份有限公司	广东创世纪智能装备集团股份有限公司	宁波海天精工股份有限公司
数控压力机	1164	5352	2194	济南二机床集团有限公司	天津市天锻压力机有限公司	天水锻压机床(集团)有限公司
数控剪板机	176	636	305	江苏亚威机床股份有限公司	江苏金方圆数控机床有限公司	南通东海机床制造集团

细分产业名称	创新企业数	创新人才数	发明专利量	中国企业		
					司	有限公司
数控折弯机	567	2329	1068	扬州恒德工业科技有限公司	江苏亚威机床股份有限公司	江苏扬力数控机床有限公司
数控弯管机	180	773	331	和和机械(张家港)有限公司	安徽德系重工科技有限公司	江苏合泰机械科技有限公司
数控冲床	811	3208	1516	江苏扬力数控机床有限公司	济南二机床集团有限公司	江苏亚威机床股份有限公司
电火花线切割机床	641	3888	2445	苏州市宝玛数控设备有限公司	自贡市嘉特数控机械制造有限公司	苏州三光科技股份有限公司
电火花成型机床	341	3324	1779	山东豪迈机械科技股份有限公司	苏州电加工机床研究所有限公司	群基精密工业(苏州)有限公司
激光加工机床	2506	17812	11463	大族激光科技产业集团股份有限公司	昆山思拓机器有限公司	广东宏石激光技术股份有限公司
高压水切割机床	285	1539	635	无锡永昌水刀科技有限公司	安徽傲宇数控科技有限公司	南京大地水刀股份有限公司
火焰切割机床	328	1795	595	无锡华联精工机械有限公司	天津越华机械制造有限公司	宁波金凤焊割机械制造有限公司
超声波加工机床	1384	9462	3880	上海骄成机电设备有限公司	山东华云机电科技有限公司	汇专科技集团股份有限公司
数控自动焊接设备	3522	18820	7259	柳州振业焊接机电设备制造有限公司	建科机械(天津)股份有限公司	昆山华恒焊接股份有限公司
远程监控系统	1045	8135	2947	青岛盛鑫琴院机电科技有限公司	沈阳中科数控技术股份有限公司	上海拓璞数控科技股份有限公司
数控机床维修维护	391	1524	719	成都亨通兆业精密机械有限公司	东阳故宏机械科技有限公司	镇江市富德数控机床科技有限公司

6.3 陕西省数控机床产业图谱头部企业清单

细分产业名称	创新企业数	创新人才数	发明专利量	陕西省企业		
机床用钢材	27	369	59	西安锐鑫机床附件有限公司	西安市蓝箭机械附件有限公司	西安汇丰精密合金制造有限公司
铸件	9	108	18	秦川机床集团有限公司	西安欧中材料科技有限公司	陕西华夏粉末冶金有限责任公司
机床身	13	80	21	秦川机床工具集团股份有限公司	宝鸡忠诚精密数控设备有限责任公司	陕西秦川格兰德机床有限公司
立柱	1	10	4	宝鸡虢西磨棱机制造有限公司	西安帕吉特精密机械有限公司	宝鸡忠诚机床股份有限公司
轴承	5	45	12	汉中汉江机械有限责任公司	陕西英纳动力科技有限公司	西安顶尖机电设备有限公司
进给机构	8	139	38	汉江工具有限责任公司	汉中汉江机械有限责任公司	西安斯米特传动科技有限公司
液压系统	51	498	174	陕西海晟机械有限公司	西安麦特沃金液控技术有限公司	中国重型机械研究院股份公司
气动系统	18	122	36	秦川集团(西安)技术研究院有限公司	西安志越机电科技有限公司	西安贝吉姆机床股份有限公司
主轴	17	193	63	陕西海力特精密机械有限公司	西安合升动力科技有限公司	陕西天寰机械制造有限公司
丝杠	4	31	8	陕西汉江机床有限公司	西安锐鑫机床附件有限公司	西安方元明科技股份有限公司
导轨	42	428	135	西安奥雄传动设备有限公司	咸阳丰宁机械有限公司	西安力卡特精密机电有限公司
刀具	87	958	360	汉江工具有限责任公司	陕西关中工具制造有限公司	陕西法士特沃克齿轮有限公司
转台	12	106	28	西安秦飞机电	陕西法士特	秦川机床工

细分产业名称	创新企业数	创新人才数	发明专利量	陕西省企业		
				设备有限公司	齿轮有限责任公司	具集团股份公司
机械手	14	117	43	西安伊德机械制造有限公司	陕西久捷机器人有限公司	瑞基机器人有限公司
控制及检测装置	95	1245	513	西安秦川数控系统工程有限公司	陕西德佳数控设备有限公司	秦川机床集团宝鸡仪表有限公司
软件与算法	47	1093	313	西安秦川数控系统工程有限公司	宝鸡机床集团有限公司	宝鸡宇喆工业科技有限公司
电机	6	74	22	陕西通达智能电机有限公司	西安昊普瑞电气自动化有限公司	陕西西玛金都机电有限责任公司
伺服系统	13	202	93	西安方元明科技股份有限公司	陕西海晟机械有限公司	陕西欣鸿然自动化设备有限公司
排屑装置	13	82	36	宝鸡忠诚机床股份有限公司	西安精雕软件科技有限公司	陕西金石机械制造有限公司
冷却/润滑装置	65	477	174	西安正朗机电科技有限公司	西安曼海特工业技术有限公司	西安兰鑫工业自动化工程有限公司
数控车床	29	212	68	秦川机床工具集团股份公司	宝鸡忠诚机床股份有限公司	陕西海力特精密机械有限公司
数控铣床	28	449	126	宝鸡机床集团有限公司	宝鸡忠诚精密数控设备有限责任公司	西安锦朋机电技术有限公司
数控镗床	8	45	10	陕西天寰机械制造有限公司	西安秦飞机电设备有限公司	陕西德瑞机械制造有限公司
数控钻床	23	134	52	西安巨浪精密机械有限公司	陕西金石机械制造有限公司	西安现代深孔技术有限公司
数控磨床	27	192	51	陕西汉江机床有限公司	陕西秦川格兰德机床有限公司	汉中汉江机械有限责任公司
加工中心	7	56	31	秦川机床工具集团股份公司	西安金石数控科技有限	陕西德瑞机械制造有限

细分产业名称	创新企业数	创新人才数	发明专利量	陕西省企业		
					公司	公司
数控压力机	17	161	33	西安航天动力机械有限公司	西安三角防务股份有限公司	陕西宏远航空锻造有限责任公司
数控剪板机	2	9	2	西安秦飞机电设备有限公司	西安全联机床成套设备有限公司	陕西省中优剪板机有限公司
数控折弯机	3	60	17	西安秦飞机电设备有限公司	西安欧姆科创机械设备有限公司	陕西华龙冲剪机床制造有限公司
数控弯管机	2	23	9	陕西智汇诚信信息技术有限公司	西安众智惠泽光电科技有限公司	西安向阳航天材料股份有限公司
数控冲床	7	43	23	西安欧姆科创机械设备有限公司	陕西华龙冲剪机床制造有限公司	西安麦特沃金液控技术有限公司
电火花线切割机床	17	158	58	西乡西玛机床有限责任公司	西安顶尖机电设备有限公司	西安全联机床成套设备有限公司
电火花成型机床	13	169	47	西乡西玛机床有限责任公司	中国航发动力股份有限公司	西安西航集团莱特航空制造技术有限公司
激光加工机床	31	585	243	西安弘泰威尔智能科技有限公司	西安中科中美激光科技有限公司	西安中科微精光子制造科技有限公司
高压水切割机床	16	108	20	大博优水刀有限公司	西安远诚机电科技有限公司	西安蓝想新材料科技有限公司
火焰切割机床	8	27	19	西安弘泰威尔智能科技有限公司	陕西西岳数控技术有限公司	西安珀尔电子科技有限公司
超声波加工机床	40	431	112	陕西华威科技股份有限公司	陕西超克能机电科技发展有限公司	陕西启源科技发展有限公司
数控自动焊接设备	60	469	133	中铁宝桥集团有限公司	西安致开工业自动化工程有限公司	中车西安车辆有限公司
远程监控系统	31	488	159	西安扩力机电科技有限公司	西安广融电气有限公司	西安众智惠泽光电科技

细分产业名称	创新企业数	创新人才数	发明专利量	陕西省企业		
						有限公司
数控机床 维修维护	7	64	14	中国航发西安动力控制科技有限公司	西安力卡特精密机电有限公司	西安神盾机械设备有限公司

6.4 陕西省数控机床产业上市潜力企业清单

企业名称	城市	硬科技指数	专利数量	企业标签
中交第二公路工程局有限公司	西安市	AA	303	标准制定单位, 国家级研发平台, 国家科技奖, 国家高新技术企业, 世界 500 强企业系, 中央企业系, 中国 500 强企业系, 上市公司系, 被技术借鉴, 有专利转让, 有高价值专利, 有专利许可, 有产学研合作
中国重型机械研究院股份公司	西安市	AA	2415	上市公司系, 世界 500 强企业系, 中央企业系, 有高价值专利, 有专利转让, 有专利许可, 标准制定单位, 国家高新技术企业, 中国专利奖, 国家级研发平台, 国家科技奖, 国家知识产权优势企业, 国家重点研发计划
中国航发西安动力控制科技有限公司	西安市	AA	327	上市公司系, 被技术借鉴, 有专利转让, 有产学研合作, 有高价值专利, 国家高新技术企业, 国家级研发平台, 标准制定单位
中煤科工集团西安研究院有限公司	西安市	AA	936	世界 500 强企业系, 国家科技奖, 国家科技重大专项, 国家自然科学基金项目, 标准制定单位, 中国专利奖, 国家重点研发计划, 国家高新技术企业, 有专利转让, 有高价值专利, 有产学研合作
中铁一局集团有限公司	西安市	AA	1014	被技术借鉴, 有专利转让, 有高价值专利, 有专利许可, 有产学研合作, 世界 500 强企业系, 中央企业系, 国家科技奖, 国家级研发平台, 标准制定单位
中铁二十局集团有限公司	西安市	AA	338	世界 500 强企业系, 中央企业系, 国家高新技术企业, 国家级研发平台, 国家科技奖, 标准制定单位, 被技术借鉴, 有专利转让, 有海外布局, 有高价值专利, 有产学研合作

企业名称	城市	硬科技指数	专利数量	企业标签
中铁第一勘察设计院集团有限公司	西安市	AA	1883	国家高新技术企业, 标准制定单位, 国家级研发平台, 国家科技奖, 被技术借鉴, 有专利转让, 有海外布局, 有高价值专利, 有专利许可, 有产学研合作, 世界 500 强企业系, 中央企业系, 上市公司系
中铁宝桥集团有限公司	宝鸡市	AA	905	国家高新技术企业, 中国专利奖, 国家知识产权优势企业, 标准制定单位, 国家科技奖, 国家级研发平台, 中国 500 强企业系, 有高价值专利, 产学研合作
中车西安车辆有限公司	西安市	AA	521	标准制定单位, 有高价值专利, 中国专利奖, 国家高新技术企业, 中国 500 强企业系, 上市公司系, 被技术借鉴, 有专利转让, 有海外布局
华天科技(西安)有限公司	西安市	AA	318	上市公司系, 被技术借鉴, 有专利转让, 有海外布局, 有高价值专利, 有专利许可, 中国专利奖, 国家高新技术企业
中国西电集团有限公司	西安市	AA	346	国家科技奖, 国家级研发平台, 国家知识产权示范企业, 中国专利奖, 被技术借鉴, 有专利转让, 有高价值专利, 有专利许可
国核宝钛铝业股份公司	宝鸡市	AA	84	标准制定单位, 国家知识产权优势企业, 国家高新技术企业, 被技术借鉴, 有专利转让, 有高价值专利, 有产学研合作, 世界 500 强企业系, 中央企业系
宝钛集团有限公司	宝鸡市	AA	81	国家级研发平台, 中国专利奖, 国家高新技术企业, 标准制定单位, 技术创新示范企业, 被技术借鉴, 有专利转让, 有高价值专利, 有产学研合作
宝鸡中车时代工程机械有限公司	宝鸡市	AA	459	被技术借鉴, 有专利转让, 有高价值专利, 国家高新技术企业, 标准制定单位, 国家级研发平台, 隐形冠军, 专精特新企业, 国家科技奖, 中国专利奖
宝鸡石油机械有限责任公司	宝鸡市	AA	1635	国家高新技术企业, 标准制定单位, 国家科技奖, 中国专利奖, 世界 500 强企业系, 中央企业系, 被技术借鉴, 有专利转让, 有海外布局, 有高价值专利
宝鸡市赛孚石油机械有限公司	宝鸡市	AA	112	被技术借鉴, 有专利转让, 有高价值专利, 隐形冠军, 科技型中小企业, 国家高新技术企业
渭南高新区木王科技有	渭南市	AA	182	科技型中小企业, 有专利质押, 产业资本, 有高价值专利, 有专利许可, 头部资

企业名称	城市	硬科技指数	专利数量	企业标签
限公司				本, 隐形冠军, 专精特新企业, 国家高新技术企业
西安北斗星数码信息股份有限公司	西安市	AA	412	国家高新技术企业, 有专利质押, 被技术借鉴, 有专利转让, 有高价值专利
西安华科光电有限公司	西安市	AA	463	被技术借鉴, 有专利转让, 有海外布局, 有高价值专利, 专精特新企业
西安向阳航天材料股份有限公司	西安市	AA	179	国家高新技术企业, 标准制定单位, 被技术借鉴, 有专利转让, 有海外布局, 有高价值专利, 有专利许可, 有产学研合作, 世界 500 强企业系, 中央企业系
西安西工大超晶科技发展有限公司	西安市	AA	129	专精特新企业, 中国专利奖, 国家知识产权优势企业, 有专利质押, 被技术借鉴, 有专利转让, 有高价值专利, 头部资本, 有产学研合作, 国家高新技术企业
西安赛特思迈钛业有限公司	西安市	AA	78	标准制定单位, 隐形冠军, 国家级研发平台, 国家高新技术企业, 科技型中小企业, 专精特新企业, 有专利质押, 有专利转让, 有高价值专利, 有专利许可, 有产学研合作
西安航天发动机有限公司	西安市	AA	206	国家高新技术企业, 国家重点研发计划, 标准制定单位, 国家科技奖, 世界 500 强企业系, 中央企业系, 有专利转让, 有海外布局, 有高价值专利, 有产学研合作
西安必盛激光科技有限公司	西安市	AA	75	有专利质押, 产业资本, 被技术借鉴, 有高价值专利, 头部资本, 有专利许可, 上市公司系, 科技型中小企业, 国家高新技术企业
西安航空制动科技有限公司	西安市	AA	576	国家科技奖, 国家高新技术企业, 产业资本, 有专利转让, 有高价值专利, 有专利许可, 世界 500 强企业系
西安欧中材料科技有限公司	西安市	AA	133	标准制定单位, 科技型中小企业, 国家高新技术企业, 有专利质押, 有专利转让, 有高价值专利, 隐形冠军, 上市公司系, 中国 500 强企业系
西安航天远征流体控制股份有限公司	西安市	AA	243	世界 500 强企业系, 中央企业系, 中国 500 强民营企业系, 有专利转让, 有海外布局, 有高价值专利, 有产学研合作, 专精特新企业, 国家高新技术企业
西安航天源动力工程有	西安市	AA	197	世界 500 强企业系, 中央企业系, 中国 500 强企业系, 上市公司系, 国家高新技

企业名称	城市	硬科技指数	专利数量	企业标签
限公司				术企业, 专精特新企业, 隐形冠军, 被技术借鉴, 有专利转让, 有高价值专利, 有专利许可, 头部资本
西安中科微精光子制造科技有限公司	西安市	AA	137	上市公司系, 科技型中小企业, 国家高新技术企业, 国家重点研发计划, 有专利质押, 有专利转让, 有海外布局, 有高价值专利, 有专利许可, 有产学研合作
西安发威电子科技有限公司	西安市	AA	467	被技术借鉴, 有专利转让
西安中科光电精密工程有限公司	西安市	AA	103	上市公司系, 科技型中小企业, 国家高新技术企业, 有专利质押, 产业资本, 被技术借鉴, 有专利转让, 有高价值专利
陕西汽车集团股份有限公司	西安市	AA	757	被技术借鉴, 有海外布局, 有高价值专利
陕西化建工程有限责任公司	咸阳市	AA	114	上市公司系, 国家高新技术企业, 被技术借鉴, 有专利转让, 有高价值专利
陕西柴油机重工有限公司	咸阳市	AA	240	产业资本, 被技术借鉴, 有专利转让, 有高价值专利, 有产学研合作, 标准制定单位, 国家高新技术企业, 中国 500 强企业系, 上市公司系
陕西斯瑞新材料股份有限公司	西安市	AA	245	有专利质押, 有专利转让, 有海外布局, 有高价值专利, 有专利许可, 头部资本, 有产学研合作, 国家高新技术企业, 国家科技奖, 隐形冠军, 中国专利奖, 专精特新企业, 标准制定单位, 上市公司系
陕西延长石油(集团)有限责任公司	延安市	AA	515	国家重点研发计划, 国家级研发平台, 国家科技奖, 标准制定单位, 被技术借鉴, 有专利转让, 有海外布局, 有高价值专利, 有产学研合作
陕西重型汽车有限公司	西安市	AA	1508	国家高新技术企业, 国家科技奖, 标准制定单位, 国家知识产权优势企业, 隐形冠军企业系, 上市公司系, 世界 500 强企业系, 有专利转让, 有海外布局, 有高价值专利, 有专利许可
陕西航空电气有限责任公司	西安市	AA	429	标准制定单位, 国家高新技术企业, 国家级研发平台, 中国专利奖, 世界 500 强企业系, 中央企业系, 上市公司系, 有专利转让, 有高价值专利, 产学研合作

企业名称	城市	硬科技指数	专利数量	企业标签
陕西海力特精密机械有限公司	宝鸡市	AA	131	科技型中小企业, 专精特新企业, 有专利质押, 被技术借鉴, 有专利转让, 有高价值专利
陕西天元智能再制造股份有限公司	西安市	AA	159	有专利质押, 产业资本, 被技术借鉴, 有专利转让, 有高价值专利, 头部资本, 国家高新技术企业, 科技型中小企业, 标准制定单位, 隐形冠军, 上市公司系
陕西法士特齿轮有限责任公司	西安市	AA	1174	中国 500 强企业系, 隐形冠军企业系, 上市公司系, 有专利转让, 有海外布局, 有高价值专利, 有专利许可, 有产学研合作, 国家科技奖, 技术创新示范企业, 国家知识产权优势企业, 国家级研发平台, 国家高新技术企业, 标准制定单位, 中国专利奖
陕西法士特汽车传动集团有限责任公司	西安市	AA	267	被技术借鉴, 有专利转让, 有高价值专利, 标准制定单位, 国家高新技术企业, 国家科技奖
陕西恒通智能机器有限公司	西安市	AA	146	标准制定单位, 国家重点研发计划, 国家高新技术企业, 科技型中小企业, 有专利质押, 有专利转让, 有高价值专利, 有专利许可, 有产学研合作
飞秒光电科技(西安)有限公司	西安市	AA	292	有专利转让, 有高价值专利, 有专利许可, 头部资本, 隐形冠军, 专精特新企业, 国家高新技术企业

6.5 中国数控机床产业研究团队清单

产业名称	姓名	所属单位	研究方向	人才标签
数控系统	赵升吨	西安交通大学	伺服压力机, 数控滚齿机, 柔性弯曲成形装置, 进给装置	教授, 国家自然科学基金, 发明大咖
数控系统	贾振元	大连理工大学	光学计量设备, 图像分析, 数据处理特定功能, 程序控制系统, 机床指示测量装置	被技术借鉴, 有海外布局, 发明大咖, 院士, 万人计划, 长江学者, 国家科技重大专项, 国家自然科学基金项目, 国家科技奖
数控系统	陈吉红	华中科技大学	程序控制系统, 数据处理特定功能, 机床指示测量装置, 数据交换网络	被技术借鉴, 发明大咖, 有获奖专利, 有专利许可, 国家科技奖

产业名称	姓名	所属单位	研究方向	人才标签
数控系统	刘志峰	北京工业大学	数据处理特定功能, 机械部件测试, 程序控制系统, 计算机辅助设计 CAD	有专利质押, 被技术借鉴, 有海外布局, 发明大咖, 标准技术委员会委员, 国家自然科学基金项目
数控系统	张卫红	西北工业大学	数据处理特定功能, 计算机辅助设计 CAD, 程序控制系统, 机床指示测量装置	被技术借鉴, 有海外布局, 发明大咖, 国家重点研发计划, 长江学者, 国家自然科学基金项目, 国家科技奖
金属切削机床	康仁科	大连理工大学	磨削或抛光, 磨床测量或校准装置, 磨削机床部件, 研磨机床或装置, 工件或刀具夹固	被技术借鉴, 有海外布局, 发明大咖, 国家自然科学基金项目, 国家科技奖
金属切削机床	李郝林	上海理工大学	磨床测量或校准装置, 数据处理特定功能, 机床指示测量装置, 工件或刀具夹固	被技术借鉴, 发明大咖, 国家科技重大专项
金属切削机床	史耀耀	西北工业大学	特殊工件铣削, 工件或刀具夹固, 磨削或抛光带机床, 金属加工进给机构	被技术借鉴, 有海外布局, 发明大咖, 国家自然科学基金项目
金属切削机床	吴庆堂	长春设备工艺研究所	机床附件安全设备, 镗或钻或镗钻, 专用镗或钻床部件, 光学元件安装	有专利转让
金属切削机床	黄云	重庆大学	磨削或抛光带机床, 磨削机床部件, 酶学或微生物学, 磨床测量或校准装置	被技术借鉴, 有海外布局, 发明大咖, 国家自然科学基金项目
金属切削机床	赵婷婷	山东理工大学	压头压力机, 压力机零部件, 锻压机, 锻压或压制, 流体致动系统, 自动供或卸料称量	被技术借鉴, 有海外布局
金属切削机床	李恒	西北工业大学	强度特性测试, 使用心轴弯管, 成型工具, 数据处理特定功能, 取样及样品制备	被技术借鉴, 有专利许可, 万人计划, 标准技术委员会委员, 国家自然科学基金项目, 国家科技奖
金属切削机床	陈军	上海交通大学	成型工具, 加工金属板管或型材, 非电焊接, 冲压旋压无切削成型, 强度特性测试	被技术借鉴, 有海外布局, 有专利许可, 国家科技重大专项, 国家自然科学基金项目
金属切削机床	徐丰羽	南京邮电大学	沿直线弯曲金属板, 非轮驱动车辆, 成型工具, 测量或检验设备, 金属型材料进给	被技术借鉴, 有海外布局, 发明大咖, 有专利许可, 国家自然科学基金项目
金属切削机床	谈莉斌	安徽工业大学	金属型材料进给, 制造特殊形式链条, 光学计量设备, 回收塑料成分, 成型工具	被技术借鉴, 有专利转让

产业名称	姓名	所属单位	研究方向	人才标签
特种加工机床	赵波	河南理工大学	磨削或抛光, 声频产生设备, 声频传递设备, 磨削机床部件, 修整或调节研磨面	被技术借鉴, 有海外布局, 发明大咖, 国家自然科学基金项目
特种加工机床	陈彦宾	哈尔滨工业大学	激光束加工, 焊接或切割, 电弧焊接或切割, 附属设备或工艺, 钎焊制品, 被钎焊材料	被技术借鉴, 国家重点研发计划, 国家自然科学基金项目
特种加工机床	肖荣诗	北京工业大学	激光束加工, 无机粉末镀覆, 电池电极, 焊接或切割, 二次电池, 纳米结构制造	被技术借鉴, 有海外布局, 标准技术委员会委员, 国家自然科学基金项目, 国家标准起草人
特种加工机床	赵万生	上海交通大学	放电加工, 兼用放电电化加工, 程序控制系统, 组合加工, 光学计量设备	被技术借鉴, 有海外布局, 国家自然科学基金项目
特种加工机床	梅雪松	西安交通大学	激光束加工, 电池电极, 二次电池	有专利转让
辅助装置	于爱兵	宁波大学	车床或镗床刀具, 周边作用黏结砂轮, 气体中分离粒子组合器械, 压电效应电动机	被技术借鉴, 有海外布局, 国家自然科学基金项目
辅助装置	于大国	中北大学	光学计量设备, 镗或钻或镗钻, 身体清洁用具, 钻床刀具, 专用镗或钻床部件	被技术借鉴, 有海外布局, 发明大咖, 国家自然科学基金项目
辅助装置	程耀楠	哈尔滨理工大学	车床或镗床刀具, 铣刀, 数据处理特定功能, 机床附件安全设备, 工件或刀具夹固	被技术借鉴, 国家自然科学基金项目
辅助装置	张彦彬	青岛理工大学	机床附件安全设备, 抛光机安全装置, 水果去壳机械, 外科器械, 筛选固体物料	被技术借鉴, 有海外布局, 发明大咖, 有专利许可, 国家自然科学基金项目
辅助装置	庄蔚敏	吉林大学	成型工具, 预制部件接合, 金属板包覆, 成型复合材料, 铆接, 黑色金属热处理	被技术借鉴, 国家自然科学基金项目
刀具	刘献礼	哈尔滨理工大学	铣刀, 机床指示测量装置, 工件或刀具夹固, 机床附件安全设备, 车床或镗床刀具	被技术借鉴, 发明大咖, 国家自然科学基金项目
刀具	王西彬	北京理工大学	机床指示测量装置, 数据处理特定功能, 刀具工件进给运动, 强度特性测试	被技术借鉴, 有海外布局, 发明大咖, 有获奖专利, 国家自然科学基金项目, 中国专利奖
刀具	刘战强	山东大学	工件或刀具夹固, 铣刀, 陶瓷成型制品及组合物, 机床附件安全设备, 机床指示测量	被技术借鉴, 有海外布局, 发明大咖, 有专利许可, 国家科技重大专项, 国家自然

产业名称	姓名	所属单位	研究方向	人才标签
			装置	科学基金项目
机械手	张帆	上海工程技术大学	程序控制机械手, 机床, 计算机辅助外科学, 接头, 卫星信标定位系统, 外科器械	被技术借鉴
机械手	唐小琦	华中科技大学	数据交换网络, 程序控制系统, 程序控制机械手, 矢量控制电机, 光学计量设备	被技术借鉴, 发明大咖, 有专利许可, 标准技术委员会委员, 国家自然科学基金项目
机械手	武传宇	浙江理工大学	移栽机械, 水果蔬菜采摘, 农作物植物栽培, 程序控制机械手, 夹头	有专利质押, 被技术借鉴, 发明大咖, 有专利许可, 国家自然科学基金项目
进给机构	赵亚平	武汉科技大学	传动机构蜗杆, 蜗轮制造, 用切齿机制造蜗杆, 物品修复或修理	国家自然科学基金项目
进给机构	陈永洪	重庆大学	用切齿机制造蜗杆, 旋转运动齿轮传动装置, 机床指示测量装置, 切齿机附件	被技术借鉴
进给机构	徐文臣	哈尔滨工业大学	冲压旋压无切削成型, 锻压或压制, 成型工具, 锻压机械零件, 加热或冷却装置	被技术借鉴, 国家自然科学基金项目
液压系统	马立峰	太原科技大学	金属轧制, 金属轧机控制设备, 刀片平行运动剪床, 剪床附属装置	被技术借鉴, 有海外布局, 发明大咖, 有获奖专利, 有专利许可, 国家自然科学基金项目, 国家科技奖
液压系统	苑世剑	哈尔滨工业大学	流体压力无切削成型, 成型工具, 强度特性测试, 冲压旋压无切削成型	被技术借鉴, 有海外布局, 发明大咖, 有获奖专利, 有专利许可, 长江学者, 国家自然科学基金项目, 国家科技奖, 中国专利奖
液压系统	张士宏	中国科学院金属研究所	流体压力无切削成型, 成型工具, 冲压旋压无切削成型, 金属挤压成型工具	被技术借鉴, 发明大咖, 国家自然科学基金项目
气动系统	计时鸣	浙江工业大学	磨削机床部件, 抛光机床, 磨料喷射机, 磨料喷射机床, 磨削或抛光	被技术借鉴, 发明大咖, 有获奖专利, 有专利许可, 国家自然科学基金项目, 国家科技奖, 中国专利奖
气动系统	谷东伟	长春工业大学	工件或刀具夹固, 装配或拆卸机械, 金属板包覆, 气体流动清洁	被技术借鉴, 有海外布局

产业名称	姓名	所属单位	研究方向	人才标签
气动系统	路新春	清华大学	半导体制造设备, 研磨机床或装置, 抛光组合物, 磨削机床部件, 磨床测量或校准装置	有专利质押, 被技术借鉴, 有海外布局, 发明大咖, 长江学者, 国家自然科学基金项目, 国家科技奖

陕西省知识产权局

6.6 中国数控机床产业创新人才清单

产业名称	姓名	所属企业	省份	标签	技术领域	专利数量
数控系统	曹 勇	上海诺玛液压系统有限公司	上海市	国家高新技术企业	制造特定金属物品, 磨削机床部件, 金属材料表面化学处理, 磨床	33
	陈 虎	科德数控股份有限公司	辽宁省	国家高新技术企业	车床	18
	陈 燚	大族激光科技产业集团股份有限公司	广东省	国家高新技术企业	机床附件安全设备	17
	夏 军	深圳市创世纪机械有限公司	广东省	国家高新技术企业	机床, 机床附件安全设备, 抛光机安全装置, 尾座或顶尖, 车床溜板	14
	李海明	济宁科力光电产业有限责任公司	山东省	国家高新技术企业, 产业资本, 隐形冠军	工件或刀具夹固, 机床, 钻头测量校准装置	13
金属切削机床	杨 勇	重庆麦斯特精密机械有限公司	重庆市	国家高新技术企业, 隐形冠军	镗或钻或镗钻, 镗孔或钻孔方法, 磨削机床部件, 机械法计量设备	77
	陈 虎	科德数控股份有限公司	辽宁省	国家高新技术企业	车床溜板	48
	高 峰	大连意美机械有限公司	辽宁省	国家高新技术企业	锻压机	39
	许普生	上海大侨誉远精密机械股份有限公司	上海市	国家高新技术企业, 被技术借鉴	机床, 工件或刀具夹固, 主轴箱, 金属加工机床, 金属加工组合机械	33
	全志华	东莞市钰鸿数控有限公司	广东省	国家高新技术企业, 被技术借鉴	机床附件安全设备, 工件或刀具夹固, 机床, 铣床, 放电加工	20
金属成形机床	王 松	黄石华强数控机床有限公司	湖北省	国家高新技术企业	磨削机床部件, 磨床, 抛光机安全装置, 印刷机械, 磨削机床	22

产业名称	姓名	所属企业	省份	标签	技术领域	专利数量
	陈亮	江苏扬力数控机床有限公司	江苏省	国家高新技术企业	火焰切割表面层, 程序控制系统	20
	王勇	马鞍山市中亚机床制造有限公司	安徽省	国家高新技术企业, 产业资本, 隐形冠军	车辆电力制动系统, 车辆内部电源电力牵引, 环形挠性元件传动装置	14
	平伟	天水锻压机床(集团)有限公司	甘肃省	被技术借鉴	图像系统零部件, 水下舰艇, 水下居住作业设备, 浮标, 防气或防水装置	10
	李振光	上海瑞铁数控机床有限公司	上海市	被技术借鉴	沿直线弯曲金属板, 弯曲, 剪床附属装置, 压力机零部件, 刀片平行运动剪床	8
特种加工机床	常勇	广东宏石激光技术股份有限公司	广东省	有专利质押, 产业资本, 上市公司	电弧焊接或切割, 程序控制系统	131
	赵剑	大族激光科技产业集团股份有限公司	广东省	被技术借鉴, 有专利转让	实现协同作业装置, 激光束加工, 读出记录载体装置	113
	周宏建	上海骄成机电设备有限公司	上海市	国家高新技术企业, 被技术借鉴, 发明大咖	非电焊接, 切断装置零件, 分选, 附属设备或工艺, 切割工具, 二次电池	82
	王建刚	武汉华工激光工程有限责任公司	湖北省	国家高新技术企业, 被技术借鉴, 有专利转让	涂布预处理, 工件内表面涂布液体, 电弧焊接或切割, 除植绒涂布	47
	杨旭东	江苏领翰智能激光科技有限公司	江苏省	国家高新技术企业	光学设备测试, 制造特定金属物品, 刀具工件进给运动, 机床指示测量装置	29
辅助装置	夏军	深圳市创世纪机械有限公司	广东省	国家高新技术企业	机床, 机床附件安全设备, 抛光机安全装置, 尾座或顶尖, 车床溜板, 磨削机床	17
	霍双宁	上海宁远精密机械股份有限公司	上海市	被技术借鉴	机床附件安全设备, 工件或刀具夹	16

产业名称	姓名	所属企业	省份	标签	技术领域	专利数量
					固, 镗或钻或镗钻, 机床, 专用镗或钻床部件	
	王成勇	东莞安默琳机械制造技术有限公司	广东省	被技术借鉴	机床附件安全设备, 润滑油供给, 润滑组合物特定用途, 润滑装置的检测	16
	陈国伟	浙江冠利新材料股份有限公司	浙江省	国家高新技术企业	磨削机床, 高分子制品制造, 特殊制品, 预制部件接合, 装配或拆卸机械	14
	陈刚	马鞍山市盟盛机械制造有限公司	安徽省	国家高新技术企业	压力机零部件, 锻压机械零件, 强度特性测试, 阀壳结构, 流体密封性测试	13
刀具	马海善	常州市海力工具有限公司	江苏省	被技术借鉴	计算机辅助设计 CAD, 工件或刀具夹固, 强度特性测试, 图像分析	75
	刘俊超	上海新山田精密刀具有限公司	上海市	国家高新技术企业, 被技术借鉴	车床或镗床刀具, 铣刀, 工件或刀具夹固, 铰刀, 钻床刀具, 磨削机床部件	46
	陈豪	新昌县科宇机械有限公司	浙江省	国家高新技术企业	工件或刀具夹固, 非旋转刀具刀夹, 铣刀	44
	陆卓君	东莞市亚肯精密机械有限公司	广东省	被技术借鉴	铣刀, 工件或刀具夹固, 非旋转刀具刀夹, 车床或镗床刀具, 铣床或铣刀零件	19
	盛胜利	南通博特锐精密工具有限公司	江苏省	国家高新技术企业, 被技术借鉴	铣刀, 铰刀, 钻床刀具, 车床或镗床刀具, 工件或刀具夹固, 切削加工机械	18
机械手	吕立华	东莞辉科机器人自动化股份有限公司	广东省	国家高新技术企业, 被技术借鉴	锻压机械零件, 程序控制机械手, 金属型材料进给, 工作操作装置, 锻压机	11

产业名称	姓名	所属企业	省份	标签	技术领域	专利数量
	袁伟	中山市鸿之远工业机器人有限公司	广东省	国家高新技术企业	夹头, 特殊目的温度计, 取样及样品制备, 机械手配合装置, 机械手	6
	乔相久	东莞市铭铉自动化科技有限公司	广东省	国家高新技术企业	金属型材料进给, 空心产品制造, 程序控制机械手, 推出或脱卸设备	6
	邢宝峰	沈阳众拓机器人设备有限公司	辽宁省	国家高新技术企业	磨削旋转面机床, 强度特性测试, 密封或紧固封口, 磨削机床部件	5
	王智	易拓威(上海)机器人科技有限公司	上海市	国家高新技术企业	装配或拆卸机械, 电性能测试装置, 物件或物料搬运	5
进给机构	徐斌	速技能机械制造(常熟)有限公司	江苏省	国家高新技术企业, 被技术借鉴	光学计量设备, 分选, 工件或刀具夹固, 镗或钻床或镗钻床, 制造链条或链节	8
	刘满	安徽鸿远机电科技有限公司	安徽省	国家高新技术企业, 隐形冠军	特殊车床或车削, 金属加工进给机构, 非旋转刀具刀夹, 车床附件	8
	姜辉	齐重数控装备股份有限公司	黑龙江省	国家高新技术企业, 被技术借鉴	机床, 主轴箱, 工件或刀具夹固, 金属加工机床, 金属加工组合机械	7
	张斌	山东威达重工股份有限公司	山东省	国家高新技术企业, 被技术借鉴	装金属工件装配, 机床附件安全设备, 冲击力测量装置, 铰链零部件	6
	高强	天水星火机床有限责任公司	甘肃省	国家高新技术企业	金属加工附属装置, 放电加工, 切齿机附件	4
液压系统	张志华	南通市腾达锻压机床厂	江苏省	被技术借鉴	机械手配合装置, 外部信号控制发动机, 非轮驱动车辆, 专用紧急保护电路	39
	张云飞	无锡瑞昌精密铸造有限公司	江苏省	国家高新技术企业,	伺服马达系统元件, 流体致动系统安	18

产业名称	姓名	所属企业	省份	标签	技术领域	专利数量
				隐形冠军	全设备, 金属卷绕或开卷, 阀报警装置	
	王鑫	天津市天锻压力机有限公司	天津市	国家高新技术企业, 隐形冠军	载荷吊挂元件, 外框架或支承件, 机械法计量设备, 专用镗或钻床部件	16
	王俊	欧盾科技有限公司	浙江省	国家高新技术企业	机床附件安全设备, 防损坏变质包装件	11
	王磊	辽宁西格马数控机床有限公司	辽宁省	国家高新技术企业	大型容器, 附属设备或工艺, 测量或检验设备, 焊接, 大型容器零件	8
气动系统	陈荣	祥鑫科技股份有限公司	广东省	国家高新技术企业	磨削机床部件, 特殊物包装, 磨削工件或去毛刺, 防损坏变质包装件	7
	叶李生	深圳市创世纪机械有限公司	广东省	国家高新技术企业	机床附件安全设备, 工件或刀具夹固, 加工雕塑品, 金属加工进给机构	6
	王成	强胜精密机械(苏州)有限公司	江苏省	被技术借鉴	工件或刀具夹固, 机械法计量设备, 车辆清洗, 压头压力机, 砂轮固定装置	6
	郑芳杰	上海瑞纽机械股份有限公司	上海市	国家高新技术企业	磨床, 磨削机床驱动, 机械法计量设备, 起重机零部件, 电梯安全装置	4
	张强强	山西东鑫衡隆机械制造有限公司	山西省	国家高新技术企业	制造特定金属物品, 特殊工件铣削	4

6.7 陕西省数控机床产业创新人才清单

产业名称	发明人	所属企业	所在城市	标签	技术领域	专利数量
数控系统	介艳良	西安扩力机电科技有限公司	西安市	被技术借鉴, 发明大咖	程序控制系统, 装载或卸载车辆, 矿井或隧道通风	43
	吴小刚	陕西海力特精密机械有限公司	宝鸡市	国家高新技术企业	沿直线弯曲金属板	13
	刘志飞	宝鸡虢西磨棱机制造有限公司	宝鸡市	国家高新技术企业, 被技术借鉴, 标准技术委员会委员	齿轮齿精加工, 切齿机附件, 机床, 机床指示测量装置, 金属加工进给机构	11
	尚立库	西安合升动力科技有限公司	西安市	国家高新技术企业, 产业资本, 上市公司	冷却或通风装置, 电机机壳, 磁路零部件, 非变容式泵送装置	11
	麻树波	西安中科麦特电子技术设备有限公司	西安市	被技术借鉴, 发明大咖, 有专利许可	印刷电路制造, 钎焊工具, 塑料成型技术	9
金属切削机床	康旭光	陕西阿米工业设计有限公司	西安市	国家高新技术企业	非旋转刀具刀夹, 工件或刀具夹固, 金属加工进给机构, 车床溜板	6
	张建忠	西安国水风电设备股份有限公司	西安市	被技术借鉴	镗或钻或镗钻, 机床附件安全设备	2
	彭小军	西安志越机电科技有限公司	西安市	被技术借鉴	提升装置, 伺服马达系统元件, 提升装置附件, 无随动作用伺服马达	2
	郭晓锋	中国重型机械研究院股份公司	西安市	国家高新技术企业	锻压机械零件, 锻压机, 压力机零部件, 锤, 细粒或塑性压力机, 流体致动装置	4
	曹建良	西安宝钢钢材加工配送有限公司	西安市	被技术借鉴	工件或刀具夹固, 机床附件安全设备, 金属加工进给机构, 铣床, 机床	4

产业名称	发明人	所属企业	所在城市	标签	技术领域	专利数量
金属成形机床	侯 鹏	西安众智惠泽光电科技有限公司	西安市	国家高新技术企业, 隐形冠军, 头部资本	工件或刀具夹固, 切削加工机械, 机床附件安全设备, 工件夹持或定位	18
	李华军	西安向阳航天材料股份有限公司	西安市	被技术借鉴, 国家高新技术企业, 头部资本	刚性管, 不可拆卸管接头, 管子防腐蚀, 支线管路, 金属层状产品	2
	郭崇晓	西安向阳航天材料股份有限公司	西安市	被技术借鉴	刚性管, 不可拆卸管接头, 管口直径加工, 非平面层状产品, 流体压力无切削成型	2
	张燕飞	西安向阳航天材料股份有限公司	西安市	被技术借鉴	刚性管, 不可拆卸管接头, 管口直径加工, 非平面层状产品, 流体压力无切削成型	2
特种加工机床	徐 佩	中国航发动力股份有限公司	西安市	国家高新技术企业, 产业资本, 上市公司	放电加工, 金属加工附属装置, 金属制品专用加工, 兼用放电电化加工	6
	曹巨江	咸阳华清设备科技有限公司	咸阳市	被技术借鉴	特殊工件铣削, 程序控制系统	2
	杨小君	西安中科微精光子制造科技有限公司	西安市	被技术借鉴, 有专利转让	激光器, 激光束加工, 专用光学物镜, 附属设备或工艺, 压实或烧结金属粉末	21
	王 敏	西安炬光科技股份有限公司	西安市	国家高新技术企业, 产业资本, 隐形冠军	工件或刀具夹固	20
	王彦东	陕西华秦新能源科技有限责任公司	西安市	国家高新技术企业	工件或刀具夹固	6

产业名称	发明人	所属企业	所在城市	标签	技术领域	专利数量
	王晓鹏	西安航空制动科技有限公司	西安市	被技术借鉴	高炉, 物品修复或修理, 装配或拆卸机械, 磨床, 装卸散料	7
辅助装置	赵金鹏	西安精雕软件科技有限公司	西安市	产业资本	隧道或地下洞室, 隧道或平硐	5
	张保全	西安精雕软件科技有限公司	西安市	有专利转让	程序控制系统, 计算机 3D 建模, 数据处理特定功能	2
	郝晓燕	西安精雕软件科技有限公司	西安市	国家高新技术企业	机床附件安全设备	2
	张明侠	西安曼海特工业技术有限公司	西安市	国家高新技术企业	金属型材起皱, 轧辊, 振动抑制, 轧机机座, 成型工具, 测量钻孔或井	4
	祁佰忱	西安曼海特工业技术有限公司	西安市	国家高新技术企业, 被技术借鉴	金属型材起皱, 轧机机座, 轧辊, 金属轧机驱动装置, 成型工具, 振动抑制	4
机械手	罗凌	陕西久捷机器人有限公司	西安市	国家高新技术企业	制造线路连接器, 装配或拆卸机械, 特种制品制造, 物件或物料搬运	6
	杨剑乐	陕西中建建乐智能机器人股份有限公司	西安市	国家高新技术企业, 被技术借鉴	空心物品清洁, 机械手配合装置, 机械手, 带车轮机械手, 清洁	2
进给机构	刘录锋	中国重型机械研究院股份公司	西安市	国家高新技术企业	机床工件操纵装置, 金属加工进给机构, 工件或刀具夹固, 特殊车床或车削	8
	雷超	中国重型机械研究院股份公司	西安市	国家高新技术企业	机床工件操纵装置, 特殊车床或车削, 金属加工进给机构, 切削加工机	6

产业名称	发明人	所属企业	所在城市	标签	技术领域	专利数量
					械	
	孙丽丽	中国重型机械研究院股份公司	西安市	国家高新技术企业	机床工件操纵装置, 工件或刀具夹固, 锯床附属装置, 特殊车床或车削	6
液压系统	冯东晓	中国重型机械研究院股份公司	西安市	国家高新技术企业	锻压机, 锻压机械零件, 带蓄能器装置, 流体致动系统, 装配或拆卸机械	10
	黄冰	西安志越机电科技有限公司	西安市	国家高新技术企业, 隐形冠军	电弧焊接或切割	9
	范玉林	中国重型机械研究院股份公司	西安市	国家高新技术企业, 被技术借鉴, 标准技术委员会委员	锻压机械零件, 锻压机, 无随动作用伺服马达, 带蓄能器装置, 压力机零部件	8
气动系统	赵青社	陕西合阳风动工具有限责任公司	渭南市	国家高新技术企业	多通阀, 锯床附属装置, 机床附件安全设备, 机械流体传动装置组合	4
	李艳磊	西安志越机电科技有限公司	西安市	被技术借鉴	工件或刀具夹固, 专用镗或钻床部件	4
	孟志森	陕西合阳风动工具有限责任公司	渭南市	国家高新技术企业	锯床附属装置, 机床附件安全设备, 冲击力测量装置, 机械流体传动装置组合	4

6.8 中国数控机床产业头部资本清单

产业分支	投资机构全称	投资机构简称	所属省市	投资事件次数	被投资企业
功能部件	深圳市创新投资集团有限公司	深创投	广东省	42	辰星(天津)自动化设备有限公司、盛瑞传动股份有限公司、江苏科瑞恩自动化科技有限公司
	中科招商投资管理集团股份有限公司	中科招商	广东省	19	成都数之联科技有限公司、大连新氏传动科技有限公司、大连机床(数控)股份有限公司
	江苏毅达股权投资基金管理有限公司	毅达资本	江苏省	19	苏州飞宇精密科技股份有限公司、宁波伟立机器人科技股份有限公司、华辰精密装备(昆山)股份有限公司
数控系统	深圳市达晨财智创业投资管理有限公司	达晨财智	广东省	19	宇环数控机床股份有限公司、中山迈雷特数控技术有限公司、廊坊智通机器人系统有限公司
	金石投资有限公司	金石投资	北京市	16	兰州兰石重型装备股份有限公司、沈阳新松机器人自动化股份有限公司、内蒙古北方重工业集团有限公司
	中国风险投资有限公司	中国风投投资	北京市	15	北京博鲁斯潘精密机床有限公司、深圳泰德激光科技有限公司、安徽西锐重工科技有限公司
辅助装置	华泰证券股份有限公司	华泰证券	江苏省	10	嘉泰数控科技股份公司、镇江裕久智能装备股份有限公司
	上海涌铨投资管理有限公司	涌铨投资	上海市	9	福立旺精密机电(中国)股份有限公司、重庆秦安机电股份有限公司、浙江春晖智能控制股份有限公司
	上海联和投资有限公司	上海联和投资	上海市	8	上海联擎动力技术有限公司、上海和辉光电股份有限公司
金属切削机床	兴业证券股份有限公司	兴业证券	福建省	9	常熟市金华机械股份有限公司、济南天辰智能装备股份有限公司
	中国东方资产管理股份有限公司	东方资管	北京市	8	内蒙古北方重工业集团有限公司、中国航发南方工业有限公司

产业分支	投资机构全称	投资机构简称	所属省市	投资事件次数	被投企业
	上海弘信股权投资基金管理有限公司	弘信资本	上海市	8	江苏先特智能装备有限公司、广州市昊志机电股份有限公司
机床主体 零部件	山东省高新技术创业投资有限公司	山东高新创投	山东省	14	通裕重工股份有限公司、威海华东数控股份有限公司、山东远大特材科技股份有限公司
	昆吾九鼎投资管理有限公司	九鼎投资	北京市	11	山东汇锋传动股份有限公司、广州市昊志机电股份有限公司、新乡日升数控轴承装备股份有限公司
	中国信达资产管理股份有限公司	中国信达	北京市	14	晋能控股装备制造集团有限公司、大连机床(数控)股份有限公司、北方重工集团有限公司
金属成形 机床	天津创业投资管理有限公司	天创资本	天津市	9	建科机械(天津)股份有限公司、天津七所高科技有限公司
	苏州工业园区元禾原点创业投资管理有限公司	元禾原点	江苏省	5	江苏北人智能制造科技股份有限公司
	南京紫金投资集团有限责任公司	中山证券	广东省	5	上海梅山冶金公司
特种加工 机床	深圳同创伟业资产管理股份有限公司	同创伟业	广东省	17	深圳市利和兴股份有限公司、常州伟泰科技股份有限公司、国机精工股份有限公司
	海通开元投资有限公司	海通开元	上海市	17	泰瑞机器股份有限公司、大连智云自动化装备股份有限公司、洛阳新强联回转支承股份有限公司
	上海尚颀投资管理合伙企业(有限合伙)	尚颀资本	上海市	16	科华控股股份有限公司、上海先惠自动化技术股份有限公司、广州明珞装备股份有限公司
远程监控 系统	天津泰达科技投资股份有限公司	泰达科技	天津市	5	甬矽电子(宁波)股份有限公司、天津精诚机床股份有限公司、辰星(天津)自动化设备有限公司
	武汉华工创业投资有限责任公司	华工创投	湖北省	5	武汉华中数控股份有限公司、艾普工华科技(武汉)有限公司

产业分支	投资机构全称	投资机构简称	所属省市	投资事件次数	被投资企业
	北京百度投资管理有限公司	百度风投	北京市	5	深圳市玄羽科技有限公司
数控机床 维修维护	长沙市科技风险投资管理有限公司	长沙科投	江苏省	1	湖南中大创远数控装备有限公司
	浙江华睿控股有限公司	华睿投资	广东省	1	浙江凯达机床股份有限公司
	宁波君润股权投资管理有限公司	君润资本	浙江省	1	宁波海天精工股份有限公司