

基于企业视角的日本机器人产业特点研究

梁琴琴, 郑彦宁, 郑佳

(中国科学技术信息研究所, 北京 100038)

摘要:以欧盟委员会发布的《2020 欧盟产业研发投入记分牌》中的日本机器人企业为研究对象,从产品分布、产业链构成、技术创新投入三个维度进行分析,总结出日本机器人产业的三个特点:一是各个环节、各类产品发展均衡;二是具有完善的产业链生态系统和扎实的产业基础配套;三是企业高度重视技术创新投入,研发强度大于日本企业平均水平。在此基础上对我国机器人产业的发展提出了相关建议。

关键词:日本; 机器人; 企业; 研发投入

中图分类号: TP24 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2021.03.003

日本被誉为“工业机器人王国”,机器人产业对日本经济社会发展影响深远,对促进国民经济增长、缓解老龄化带来的一系列社会问题起到重要作用。2015年1月日本政府公布《机器人新战略》,高度重视“机器人革命”对振兴日本经济的作用^[1]。企业作为重要的技术创新主体和技术应用推动力量,是活跃在日本机器人产业最前沿的重要力量。自1968年川崎重工研制成功日本首台工业机器人“Unimate”后,依托本国完整的制造业产业链和雄厚的制造工业基础,同时在汽车工业和电子电器产业的带动下,工业机器人产业在日本得以迅速发展,产生了大批实力雄厚的工业机器人企业,如位列工业机器人“四大家族”之中的发那科和安川电机,以及日本老牌工业企业川崎重工、松下、日立等^[2]。如今人工智能技术蓬勃发展,加之机器人的应用领域不断向家用、医疗、教育等领域拓展,日本也在积极探索多用途机器人的研发,软银、索尼、富士通等巨头企业纷纷开发出服务机器人产品,服

务机器人企业群体也已经初具规模^[3]。

国内学者对日本机器人产业已有诸多研究,主要集中在三个方面。一是对日本机器人政策的解读,如卢月品^[4]、吴为^[5]、王喜文^[6]、甄子健等^[7]围绕《机器人新战略》进行了出台背景、主要内容、实现途径等方面的解读;二是从事实型数据出发对日本机器人产业进行宏观分析,如周立秋等^[8]分析了包括日本在内的全球工业机器人专利情况,汪新华等^[9]通过专利数据分析了中日两国机器人领域的发展现状;三是对日本机器人产业新技术、新动态、新产品的具体分析,如陈骞^[10]介绍了美国、日本机器人技术和产品的最新进展,刘思玮^[11]比较了日、德工业机器人领域的技术和产品。通过梳理当前对日本机器人产业的研究成果,发现较少有学者从企业角度分析产业构成和特点。本研究就从企业出发对日本机器人产业进行全景画像,以此总结日本机器人产业的构成和特点,为我国机器人产业的发展提供参考。

第一作者简介: 梁琴琴(1982—),女,博士,副研究员,主要研究方向为先进制造领域前沿技术监测与分析、专利分析。

项目来源: 国家重点研发计划课题“全球创新主体创新感知系统”(2019YFA0707203);上海科技计划项目“全球前沿技术发展趋势研究”(20692112800)。

收稿日期: 2021-01-16

1 数据来源与企业选取

本研究的数据来源和企业选取均来自欧盟委员会历年推出的《欧盟产业研发投入记分牌》报告。其中企业选取自2020年12月发布的《2020欧盟产业研发投入记分牌》报告，以及随报告同步发布的《2019—2020年度全球研发投入前2500企业名单》(R&D Ranking of the World Top 2500 Companies)^[12]。欧盟从2004年开始每年推出年度《欧盟产业研发

投入记分牌》，以美国和日本企业为标杆，定量分析欧盟各国企业研发投入情况，比较分析欧盟与非欧盟国家企业研发投入的差异^[13]。2020年榜单的2500家企业中，有308家日本企业，其中产品和业务涉及机器人的企业有48家（见表1）。这48家企业是日本机器人产业中2019—2020年度研发投入较多的企业，很大程度上代表了日本机器人产业的发展。本研究就选取该48家企业作为研究对象。

表1 《2020 欧盟产业研发投入记分牌》中的日本机器人企业

企业	企业 中文名称	2019 研发投入 全球排名	企业	企业 中文名称	2019 研发投入 全球排名
TOYOTA MOTOR	丰田	12	IHI	石川岛	451
HONDA MOTOR	本田	17	TEIJIN	帝人精机	493
PANASONIC	松下	39	ROHM	罗姆	504
DENSO	电装	42	KDDI	KDDI 电信	660
SONY	索尼	43	SMC	SMC	726
CANON	佳能	63	NTN	东洋精工	773
HITACHI	日立	65	YASKAWA ELECTRIC	安川电机	799
NTT	日本电信	86	KEYENCE	基恩士	911
MITSUBISHI ELECTRIC	三菱电机	93	TOPCON	拓普康	927
SOFTBANK	软银	119	NSK	日本精工	1 013
TOSHIBA	东芝	124	SHOWA	昭和精机	1 209
MITSUBISHI HEAVY	三菱重工	128	MAKITA	牧田	1 286
FUJITSU	富士通	167	MEIDENSHA	明电舍	1 311
NEC	日本电气	182	NABTESCO	纳博特斯克	1 363
MURATA MANUFACTURING	村田制作所	199	FUJI	富士	1 493
YAMAHA MOTOR	雅马哈	201	HIROSE ELECTRIC	广濑电机	1 675
SHARP	夏普	203	AMADA	天田	1 804
KOMATSU	小松制作所	257	NACHI FUJIKOSHI	那智不二越	1 878
KUBOTA	久保田	305	THK	THK	2 056
NIKON	尼康	317	TPR	TPR	2 060
KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES	川崎重工	333	NISSIN KOGYO	日信工业	2 175
FANUC	发那科	340	DAIHEN	DAIHEN	2 178
SEIKO EPSON	精工爱普生	361	A&D	A&D	2 251
OMRON	欧姆龙	388	NICHICON	尼吉康	2 426

2 结果与讨论

下面对 48 家日本机器人企业进行产品分布、产业链构成、技术创新投入三个方面的深入分析, 以此窥探日本机器人产业特点。

2.1 产品分布分析

通过梳理各企业的机器人技术和产品, 总结了该 48 家企业的产品类型分布情况, 见图 1。在研发投入最多的 48 家机器人企业中有服务机器人企业 20 家, 工业机器人企业 17 家, 机器人零部件企业 16 家, 其中丰田、本田、日立和松下同时开发工业机器人和服务机器人产品, 日本精工作为零部件厂家又在研发服务机器人产品。产品类别分析表明日本机器人产业结构发展较为均衡, 无论机器人产品开发还是零部件的配套都有一定数量的头部企业参与其中, 且企业数量相近。还值得注意的是, 在分析的样本企业中, 服务机器人企业数量已超过工业机器人, 而工业机器人是日本机器人领域的传统优势所在。也可以看出, 日本在巩固自身优势的

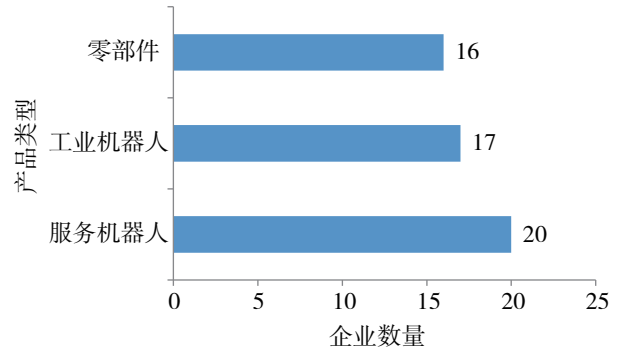


图 1 48 家企业的机器人产品类型分布

同时也在不断探索开发应用于更多领域的机器人产品。

表 2 详细列出了 17 家工业机器人企业的名称及产品情况。可以看出, 除专注工业机器人产品研发的发那科、安川电机、那智不二越等工业机器人厂商外, 还有综合型工业巨头川崎重工、三菱电机、日立等, 以及从其他行业跨界而来的东芝、雅马哈、欧姆龙、精工爱普生等。产品类型也覆

表 2 17 家工业机器人企业产品介绍

企业名称	企业中文名称	工业机器人产品分布
TOYOTA MOTOR	丰田	机械臂、机器人本体
HONDA MOTOR	本田	机械臂
PANASONIC	松下	机械臂、系统集成
DENSO	电装	机械臂、机器人本体、控制器
HITACHI	日立	机械臂
MITSUBISHI ELECTRIC	三菱电机	机器人本体
TOSHIBA	东芝	机器人本体
YAMAHA MOTOR	雅马哈	机器人本体
KOMATSU	小松制作所	机器人本体
KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES	川崎重工	机器人本体、系统集成
FANUC	发那科	机器人本体、控制器、驱动器、伺服电机、系统集成
SEIKO EPSON	精工爱普生	机器人本体
OMRON	欧姆龙	机器人本体
IHI	石川岛	机器人本体
YASKAWA ELECTRIC	安川电机	机器人本体、伺服电机、驱动器
NACHI FUJIKOSHI	那智不二越	机器人本体、系统集成
DAIHEN	DAIHEN	机器人本体、焊接机器人集成

盖了工业机器人核心部件、本体制造、系统集成的全产业链。

表 3 详细列出了 20 家服务机器人企业的名称及产品情况。可以看出，服务机器人企业构成主要包括三种类型。一是基于自身战略规划从陌生领域进入服务机器人领域，如汽车厂商丰田 2005 年发布了“伙伴机器人”技术理念，基于这一理念开展机器人技术研发，并先后发布了多款服务机器人产品，最典型的是 2017 年底推出的第三代人形机器人 T-HR3。同样情况的还有本田公司和索尼公司，本田 2003 年成立本田研究所用以开展人工智能、机器人等汽车技术以外的领域，索尼 2016 年公布“人工智能 × 机器人”战略，逐渐开始其在机器人（以及人工智能）领域的组合拳布局。二是对于自身主营业务的拓展，如主营家用电器和电子产品

的松下公司开发了扫地机器人，电子产品商家夏普开发了移动型机器人电话，相机制造商佳能和尼康开发了机器人图像处理系统，测量仪器厂商拓普康开发了测量机器人和放样机器人，农业机械厂商久保田开发了农业机器人。三是基于自身技术优势结合应用需求开发机器人产品，如富士通和 KDDI 电信都开发了通信机器人。此外，从表 3 中还可以看出，日本服务机器人产业的主要产品类型有仿生机器人、护理机器人、娱乐机器人和扫地机器人。

表 4 列出了 16 家机器人零部件企业的名称及产品情况。产品几乎涵盖了机器人本体所需的主要和关键部件，如纳博特斯克和帝人精机的减速机、THK 株式会社和日本精工直线导轨和精密滚珠螺母、SMC 株式会社的气动元件、基恩士的传感器等。

表 3 20 家服务机器人企业产品介绍

企业名称	企业中文名称	服务机器人产品分布
TOYOTA MOTOR	丰田	仿生机器人、生活辅助机器人、通信机器人
HONDA MOTOR	本田	仿生机器人
PANASONIC	松下	扫地机器人
SONY	索尼	仿生机器人、娱乐机器人、手术机器人、教育机器人
CANON	佳能	机器人图像处理系统
HITACHI	日立	仿生机器人
NTT	日本电信	护理机器人
SOFTBANK	软银	仿生机器人
mitsubishi heavy	三菱重工	消防机器人
FUJITSU	富士通	仿生机器人、通信机器人
NEC	日本电气	仿生机器人、生活辅助机器人
MURATA MANUFACTURING	村田制作所	护理机器人、娱乐机器人
SHARP	夏普	移动型机器人电话
KUBOTA	久保田	农业机器人
NIKON	尼康	机器人摄像系统
KDDI	KDDI 电信	远端操控机器人
TOPCON	拓普康	测量机器人、放样机器人
MAKITA	牧田	扫地机器人
FUJI	富士	护理机器人、打印机器人
NSK	日本精工	导盲机器人

表 4 16 家机器人零部件企业产品介绍

企业名称	企业中文名称	机器人零部件产品分布
TEIJIN	帝人精机	减速机
ROHM	罗姆	驱动器、传感器
SMC	SMC	气动元件
NTN	东洋精工	轴承
KEYENCE	基恩士	传感器
SHOWA	昭和精机	电机
MEIDENSHA	明电舍	变频器、电容器
NABTESCO	纳博特斯克	减速机
HIROSE ELECTRIC	广濑电机	连接器
AMADA	天田	钣金加工机械
THK	THK	直线导轨、精密滚珠螺母
TPR	TPR	活塞环
NISSIN KOGYO	日信工业	钣金加工机械
A&D	A&D	传感器
NICHICON	尼吉康	电容器
NSK	日本精工	轴承、直线导轨

2.2 产业链构成分析

从产业链角度看日本研发投入最多的 48 家机器人企业, 发现这些企业覆盖了机器人全产业链的各个环节。生产工业机器人和机器人零部件的 33 家企业已经构成了包含工业机器人产业链上中下游和基础配套产业的完整生态系统, 各环节具体企业信息见表 5。可以看出, 日本研发投入大的机器人相关企业主要处于附加值高的产业链上游和中游, 下游企业较少, 且下游企业并不是

只进行系统集成, 而是上游和中游企业的业务延伸, 如业务覆盖全产业链的工业机器人巨头发那科, 以及业务处于产业链中下游位置的松下、川崎重工、那智不二越和 DAIHEN。此外值得注意的是, 基础配套企业数量也较多, 且都是在基础制造领域深耕多年, 研发投入大的企业, 如成立于 1952 年的传感器厂商 A&D 株式会社在 2019 年的研发强度为 10.2%, 超过了工业机器人巨头发那科 (10.1%), 成立于 1937 年的连接器厂家广濑

表 5 33 家日本工业机器人和零部件企业在工业机器人产业链中的位置分布

上游	中游	下游	基础配套
发那科、安川电机、电装、纳博特斯克、帝人精机、A&D、基恩士、罗姆	丰田、电装、日立、三菱电机、东芝、雅马哈、小松制作所、川崎重工、发那科、精工爱普生、欧姆龙、石川岛、安川电机、松下、那智不二越、DAIHEN	发那科、松下、川崎重工、那智不二越、DAIHEN	明电舍、东洋精工、日信工业、昭和精机、天田、尼吉康、TPR、广濑电机、SMC、THK、日本精工

电机 2019 年的研发强度也达到 6.2%。

2.3 技术创新投入分析

企业对技术创新的投入力度可以间接反应其所处产业的技术创新活跃程度，为此本研究分析了部分日本机器人企业的技术创新投入情况。由于研发投入最多的 48 家日本机器人企业并不都将机器人作为唯一业务或主营业务，其总体研发投入并不能直接反映其在机器人业务上的研发投入，因此为了研究的准确性，我们选取了 48 家企业中将机器人作为唯一业务或主营业务的 5 家企业进行研发投入的具体分析，这 5 家企业为发那科、安川电机、纳博特斯克、DAIHEN 和那智不二越。选择研发投入和研发强度两个指标进行分析，其中研发强度为当年的研发投入与销售收入的比值。数据均来源于欧盟委员会历年发布的《欧盟产业研发投入记分牌》。

分析了发那科、安川电机、纳博特斯克、DAIHEN 和那智不二越 5 家企业 2014—2019 年的研发投入情况，结果见图 2。可以看出，工业机器人巨头发那科历年的研发投入遥遥领先于其他企业，同属工业机器人“四大家族”的安川电机研发投入仅次于发那科，机器人减速机厂家纳博特斯克处于第 3 位，DAIHEN 和那智不二越的历年研发投入接近，低于上述 3 家企业。这一现象表明，机器人产业的上游环节技术含量最高，相应研发投入较中下游大，同时产业附加值也最高。从历年变化趋势来看，发那科和安川电机在 2014—2018 年期间研发投入都是逐年增加的，但 2019 年都有所下降，剩余 3 家企业 2014—2019 年期间一直保持缓慢上升的态势。发那科和安川电机 2019 年研发投入下降主要是由 2019 年机器人订单减少、收入下滑导致的。

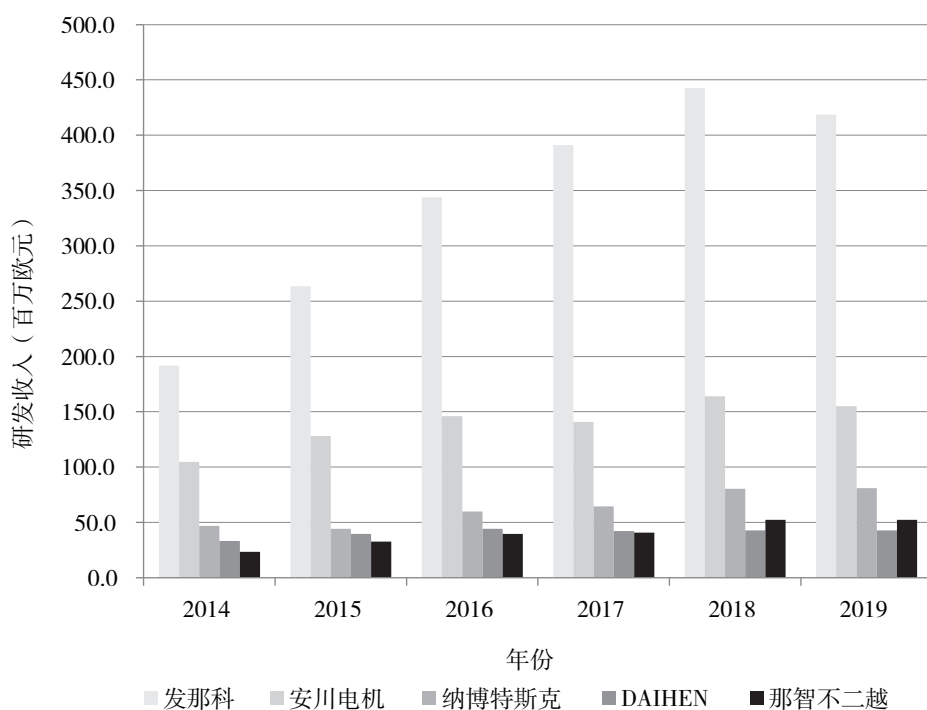


图 2 5 家企业 2014—2019 年研发投入变化

图 3 为发那科、安川电机、纳博特斯克、DAIHEN 和那智不二越 5 家企业 2014—2019 年的研发强度变化情况。发那科的研发强度上升速度最快，从 2014 年的 3.9% 上升至 2019 年的 10.1%。安川电机和纳博特斯克的研究强度 6 年来波动不

大，安川电机一直保持在 4.0% 上下，纳博特斯克保持在 3.0% 上下。那智不二越的研发强度一直在缓慢上升，从 2014 年的 1.6% 爬升至 2019 年的 2.6%。DAIHEN 公司的研发强度则在逐年缓慢下降，2014 年时为 4.0%，2019 年降至 3.6%。

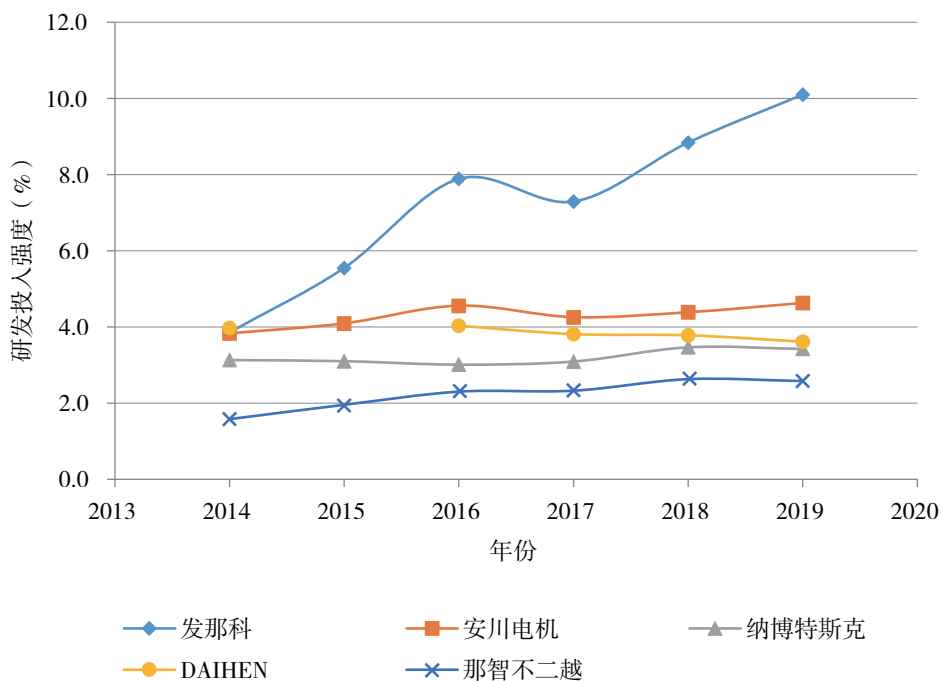


图3 5家企业2014—2019年研发强度变化

3 结论与建议

企业是产业的重要组成部分,也是产业发展过程中最活跃的一支力量,因此企业群体所展现出的行为和现象,能在一定程度上揭示其所处产业的特点。本研究选取日本机器人产业中2019年研发投入较大的48家企业,从产品分布、产业链构成、技术创新投入三个方面进行了深入分析,以此总结了日本机器人产业的特点。

(1) 机器人产业中工业机器人、服务机器人、机器人零部件三类产品均衡发展。在研究的48家企业中,有工业机器人企业17家,服务机器人企业20家,机器人零部件企业16家,企业数量差距不大。其中17家工业机器人企业的产品覆盖了工业机器人核心部件、本体制造、系统集成的全产业链;20家服务机器人企业的产品涉及仿生机器人、护理机器人、娱乐机器人和扫地机器人等主要的服务机器人类别;16家机器人零部件企业的产品从核心零部件减速机到基础零部件轴承,几乎涵盖了机器人本体所需的主要和关键部件。

(2) 具有完善的机器人产业链生态,头部企

业主要位于中上游,基础配套企业形成有力支撑。48家机器人企业覆盖了机器人全产业链的各个环节,且研发投入较多的企业主要处于产业链的上游和中游,处于下游的企业并非只进行系统集成,而是上游和中游企业的业务延伸。48家企业中,机器人基础配套企业占比33.3%,其中大部分都是在基础制造领域深耕多年且研发投入大的企业,这些企业的存在为日本机器人高端硬件积淀了一整套在材料、装备、精密仪器和精密制造方面的能力。

(3) 企业高度重视研发投入,位于高产业附加值的中上游企业尤为明显。通过分析将机器人作为唯一业务或主营业务的5家企业历年的研发投入情况,发现5家企业的研发投入基本都是在逐年上升的,且处于机器人产业链上游的发那科、安川电机和纳博特斯克研发投入大于中下游的DAIHEN和那智不二越。2019年5家企业的平均研发强度为4.87%,大于进入榜单的308家日本企业的平均研发强度(4.7%),也表明日本机器人产业重视技术创新投入。

日本机器人产业得益于日本制造业多年积累的技术和工艺基础,产业链各环节布局合理协同发展,同时拥有完善的零部件配套企业,已经构建起

成熟的机器人产业生态系统，支撑日本机器人企业开展技术创新、产品开发和业务扩张。我国从2013年开始就成为全球第一大机器人消费市场，有着强烈的应用需求和广阔的市场空间。我国机器人产业经过多年发展，虽然形成了一定的产业规模，但在附加值高的产业链上游还难以与国外厂商抗衡。对照日本机器人产业的特征，我国需要在三个方面加以追赶。一是平衡机器人产业各个环节、各类产品的发展，实现产业的动态平衡，不要顾此失彼；二是重视机器人产业链生态系统的构建，支持力度向产业链中上游倾斜，着力打造中上游头部企业，同时注重机器人基础配套企业的扶植；三是引导企业重视技术创新投入，对于研发上游产品的企业，在其自身进行研发投入的同时，政府予以一定配比的资金支持。■

参考文献：

- [1] 冯昭奎. 辩证解析机器人对日本经济的影响[J]. 日本学刊, 2016(3): 73-96.
- [2] 戴荣荣. 日本工业机器人产业崛起之路[J]. 机器人产业, 2015(1): 52-57.
- [3] 乌力吉图, 周威. 日本服务机器人：“产学研”协同创新实践模式研究[J]. 科技管理研究, 2018, 38(15): 32-38.
- [4] 卢月品. “机器人新战略”下的日本制造[J]. 装备制造, 2015(7): 66-69.
- [5] 吴为. 工业4.0与中国制造2025从入门到精通[M]. 北京: 清华大学出版社, 2015: 114-118.
- [6] 王喜文. 日本机器人新战略[J]. 中国工业评论, 2015(6): 70-75.
- [7] 甄子健, 刘长进. 日本最新机器人研发计划及其发展战略[J]. 机器人技术与应用, 2016(5): 14-19.
- [8] 周立秋, 李鹏, 李苗苗, 等. 基于专利分析的工业机器人产业竞争态势研究[J]. 科技展望, 2016, 26(36): 240-241.
- [9] 汪新华, 刘娅, 滕立. 基于专利的中日机器人领域发展现状对比分析[J]. 全球科技经济瞭望, 2019, 34(8): 50-59.
- [10] 陈骞. 美国、日本机器人研发新进展[J]. 上海信息化, 2018(2): 79-81.
- [11] 刘思玮. 工业机器人国际产业格局[J]. 互联网经济, 2019(1): 38-43.
- [12] European Commission Joint Research Centre. The 2020 EU industrial R&D investment scoreboard[EB/OL]. [2021-01-04]. <https://iri.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2020-12/EU%20RD%20Scoreboard%202020%20FINAL%20online.pdf>.
- [13] 崔维军, 王进山, 陈凤, 等. 中国与发达国家企业研发投入的国际比较——基于研发投入50强的实证分析[J]. 科学学与科学技术管理, 2015, 36(8): 128-139.

Research on the Characteristics of Japanese Robot Industry from the Perspective of Enterprises

LIANG Qin-qin, ZHENG Yan-ning, ZHENG Jia

(Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038)

Abstract: The research objects of this paper are Japanese robot enterprises in the list of the 2020 EU Industrial R&D Investment Scoreboard, and the analysis dimensions include the product distribution, industrial chain composition and technological innovation investment. Through the analysis, three characteristics of Japanese robot industry are obtained: first, the development of all links and products in the industrial chain is balanced; second, it has perfect industrial chain ecosystem and solid industrial foundation; third, the enterprises attach great importance to technological innovation investment, and their R&D intensities are higher than the average level of Japanese enterprises. On this basis, some suggestions are put forward for the development of Chinese robot industry.

Keywords: Japan; robot; enterprise; R&D investment