

# 技术热点、前沿识别支持的 2035 技术清单调整方法 ——以机器人技术为例

林亨<sup>1</sup>, 周源<sup>2</sup>, 刘宇飞<sup>3</sup>

(1. 华中科技大学国家数控系统工程技术研究中心, 武汉 430074; 2. 清华大学公共管理学院, 北京 100084;  
3. 华中科技大学生命科学与技术学院, 武汉 430074)

**摘要:** 本文针对技术预见中关注度较高的技术热点、前沿识别和趋势分析问题, 综合以往研究提出的成体系的和较为完善的分析方法, 并以机器人技术为例, 分析了机器人领域的技术热点和技术前沿以及发展趋势, 为中国工程科技 2035 发展战略研究中技术清单的提出与技术产业布局提供了重要的数据支持。

**关键词:** 技术预见; 技术热点; 技术前沿; 专利分析; 机器人技术

**中图分类号:** TP3 **文献标识码:** A

## Technology Hot Spots and Frontier Identification Support to 2035: The Technology List Adjustment Method, Using Robot Technology as an Example

Lin Heng<sup>1</sup>, Zhou Yuan<sup>2</sup>, Liu Yufei<sup>3</sup>

(1. National Numerical Control Systems Engineering Research Center, Wuhan 430074, China; 2. School of Public Policy and Management, Tsinghua University, Beijing 100084, China; 3. College of Life Science & Technology, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

**Abstract:** This paper focuses on technology hot spots, frontier identification, and trend analysis of high-tech foresight, and puts forward a more complete analysis method based on previous studies. In this paper, we take robot technology as an example in order to identify hot spots and frontiers in technology, along with their development trends. These findings have great significance for the proposal of a technology list and for the allocation of the technology industry in the Research on China's Engineering Science and Technology Development Strategy 2035.

**Keywords:** technology foresight; technology hot spots; frontier of technology; patent analysis; robot technology

### 一、前言

2015 年, 国家自然科学基金委员会与中国工程

院联合开展的“中国工程科技 2035 发展战略研究”项目启动会在中国工程院召开, 拟开展自上而下的系统性研究, 广泛吸纳科技界、产业界、经济界和

收稿日期: 2016-12-12; 修回日期: 2016-12-26

通讯作者: 周源, 清华大学公共管理学院, 副教授, 主要研究方向为科学技术战略管理; E-mail: zhou\_yuan@mail.tsinghua.edu.cn

资助项目: 中国工程院咨询项目“中国工程科技 2035 发展战略研究”(2015-ZD-14); 中国工程科技知识中心建设项目(CKCEST-2015-4-2); 国家自然科学基金项目(91646102, L16240452, L1524015, 71203117); 教育部人文社会科学项目(16JDGC011); 清华大学绿色经济与可持续发展研究中心研究子项目(20153000181)

本刊网址: www.enginsci.cn

相关管理部门的集体智慧,凝聚我国产业升级和经济社会发展的战略需求,扫描重大共性技术和关键科学问题,提出推动与支持我国工程科技发展的政策工具及管理措施 [1]。技术预见作为世界各国普遍采用的一种技术发展战略评估方法,对我国工程科技 2035 发展战略研究中技术清单的提出与技术产业布局有着十分重要的影响。

技术预见是一种系统的评估方法,其评估对象是对产业竞争力、社会发展水平和民众生活质量提高产生强烈影响的科学技术 [2]。它旨在更准确地分析科技未来的发展趋势,为区域及产业内的科技发展制定更合理的战略规划,将国家、社会及经济等方面的发展和科学技术的发展更紧密地结合起来,优化资源配置,赢得科技竞争优势 [3,4]。在整个评估过程中,对热点技术、前沿技术的识别和对技术发展趋势的预测,是技术预见最为关心的问题,引起了国内外学者的广泛关注 [5]。

本文以机器人技术为研究对象,分析总结技术热点、前沿识别及趋势分析的一般流程与基本思想,分析的思想与流程对技术预见中相关问题的发展有较强的促进作用和借鉴意义,分析的结果为专家提出 2035 技术清单和规划产业战略布局提供了有力的支持。

## 二、研究现状

当前技术预见中的技术热点、前沿识别与趋势分析主要针对专利数据,通过引证分析或聚类分析等方法,运用一些指标来判定众多技术点中哪些是热点和前沿技术,并对这些技术进行趋势分析。如侯剑华等 [6] 利用关键词与被引量关系分析风力涡轮机技术中的热点,栾春娟 [7] 基于高频次提取与专利数量统计分析波音公司技术分布,黄鲁成等 [8] 用 CiteSpace 软件实现专利引用聚类并根据关键词的出现频率、Burst 值等指标分析家用空调发展的技术热点与前沿。常见的技术热点、前沿识别与趋势分析的指标如下 [9]。

(1) 专利数量。即相同技术点的专利总数量,反映了相应技术产业的发明活动的丰富程度。专利数量越大,说明相应技术产业的发明活动越丰富 [10]。

(2) 技术成熟度系数  $\alpha$ 。 $\alpha = a/(a+b)$ , 其中  $a$

表示当年发明专利申请量,  $b$  表示当年实用新型专利申请量。实用新型专利申请量比例的增多,表示技术趋于成熟 [11]。

(3) 技术衰老系数  $\beta$ 。 $\beta = (a+b)/(a+b+c)$ , 其中  $a$  表示当年发明专利申请量,  $b$  表示当年实用新型专利申请量,  $c$  表示当年外观设计专利或商标申请量。外观设计专利申请量比例的增多,表示技术发展趋于停滞 [11]。

(4) 发明专利率。发明专利率 = 技术发明专利总数量 / 该技术发明专利总数量,用于衡量技术发展水平。该指标与技术成熟度系数的差异在于不用考虑时间变化,对整体发展水平进行评价 [12]。

(5) 技术增长率。技术增长率 = 该技术当年发明专利数量 / 该技术追溯 5 年的发明专利数量。技术增长率可以用来衡量技术活动发展的变化状况,反映技术创新随时间的变化是迅速还是迟缓 [13]。

(6) 美国授权量。优先权国家个数是美国的专利总量,由于在美国申请专利的程序复杂,费用较高,只有较高水平且能够产生与其经济成本相匹配的技术成果才会在美国申请专利,故该指标反映了该技术的技术含量的高低 [14]。

(7) 当前影响指数 (CII)。CII = 某技术过去 5 年内的专利被当年专利引用的比率 / 所有专利被引用的比率。该指标反映了该技术的影响力与领先程度 [15]。

(8) 技术影响力指标 (TII)。TII = (某技术当年被引次数前 10 % 的专利件数 / 该技术当年专利数量) / (该技术被引次数前 10 % 专利件数 / 该技术所有专利数量),比当前影响指数更能体现技术的领先程度。指标越大,说明该技术的领先程度越高 [16]。

(9) 技术力量 (TS)。技术力量 = 当前影响指数  $\times$  专利数量。指标越高,说明该技术的技术力量越强 [17]。

(10) 技术独立性。技术独立性 = 技术专利自引次数 / 技术点专利总被引次数,反映了该技术对其他技术点依赖程度及其自主研发水平。技术独立性指标越高,说明该技术对其他技术的依赖性越低,自主研发水平越高 [18]。

(11) 前向引文量。即专利的被引次数,衡量该技术对后来技术发展的影响程度。指标越高,说明该技术越重要 [19]。

(12) 科学关联度。即专利引用科学文献的平

均数量，反映该技术与科学研究的关联程度。指标越大，说明技术创新与科学研究关联越紧密 [20]。

(13) **Burst 值**。Burst 值是将一个关键词在某一个时间段出现的频次除以上个时间段出现的频次，取这些比例中最大的值当作这一关键词代表的研究方向的 Burst 值。如关键词 Pressure 在 2001 年前出现的次数为  $N_1$ ，2001—2005 年出现的次数为  $N_2$ ，2005—2010 年出现的次数为  $N_3$ ，则： $Burst = \text{Max}((N_2/N_1), (N_3/N_2))$ ；Burst 值反映了某一研究方向的专利突然增多的程度，Burst 值越大，说明两时间段内该方向的专利数量比例越大，反映了该方向专利研究的热度。

除了使用指标体系评价技术发展外，现有技术预见研究通常采用德尔菲法，在本次技术预见 2035 备选技术清单的第 1 轮制定过程中采用的便是德尔菲法。但是单纯使用专家知识进行决策存在明显的问题，如果技术专家知识有限，容易在一开始便形成错误观点、预期或假设等偏差，结果可能使预见分析难以收敛，最终导致无法有效支持决策。所以，在专家分析与预见时，给专家提供可靠的诸如技术发展指标的数据支持是十分必要的。

上述指标往往针对单一问题，如专利数量对技术发明活动的丰富程度及增长率对技术发展速度都有一定的描述能力。某一方面的特征，使得以往的研究缺乏对诸多方面特征综合性的、系统性的分析。所以，本研究综合常用的反映技术发展水平的多项指标，形成表征技术发展水平的指标体系，综合多方面的因素来识别技术热点与技术前沿，并对热点、前沿技术的发展趋势作进一步的分析，将技术发展地现状更加全面的展现在专家面前，使专家在进行技术与预见时有更详细的参考，作出更准确的判断。

### 三、研究方法

为了使分析的结果能够对 2035 技术预见备选技术清单中重要的技术提供支持与参考，并给予专家一定的启发从而更好地补充、调整备选技术清单，本研究采用了自主构建叙词表，统计关键词频等一系列专利分析方法对机器人传感器技术进行热点与前沿分析。在分析时，用专利数量、CII、TII、美国授权量、TS 等指标来反映机器人

技术的研究热度，用技术增长率、技术成熟度系数、发明专利数量等指标来反映这一技术的技术前沿性。研究的过程大致分为以下三步：数据获取，技术主题划分，技术热点、前沿识别与趋势分析。研究过程见图 1。

#### (一) 数据来源

本文的研究数据来源于汤森路透公司的 TI (Thomson Innovation) 数据库。TI 数据库收录了 DWPI (Derwent World Patents Index) 数据库全部专利以及来自全球 90 多个国家和地区的 8 000 万篇专利信息，包含 PDF 全文原始数据和题录信息、法律状态信息等深加工的数据，同时还收录了 IN-PADOC (International Patent Documentation Center) 法律状态信息。使用 TI 数据库中的数据作为数据来源，能够保证数据的充分性与可靠性。

本研究根据“机器人”这一主题，制定了包含 336 条德温特手工代码、185 条专利分类号、53 个关键词，并排除 19 条德温特手工代码、95 条专利分类号的检索式。在 TI 数据库的检索框中输入检索式，选择所有年份，即可获得 TI 数据库中包含“机器人”主题的专利。合计检索到 128 279 条专利信息，检索日期为 2016 年 3 月 15 日。

#### (二) 技术主题划分方法

在专利分析中，往往采用专利分类号的方式划分专利的技术主题。但专利分类号的划分标准与待研究问题的划分标准之间容易出现偏差，如“机器人关节”的相关专利很难与机器人领域的某一具体技术联系在一起。故本研究采用自主构建叙词表的方式划分机器人领域的技术主题。根据 2015 年中国科学院 *Journal Citation Reports (JCR)* 分区手册，选取了机器人领域相关主题的唯一在 A 区的期刊

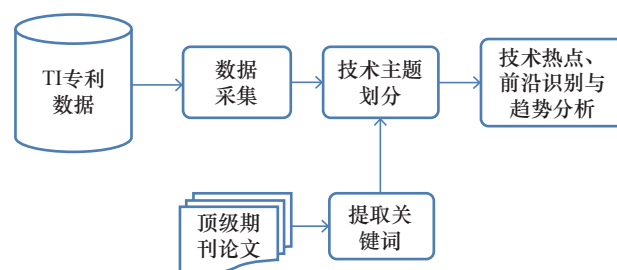


图 1 研究过程流程图

*The International Journal of Robotics Research*, 遍历该期刊所有论文关键词, 根据词频高低与技术宽泛程度人工挑选了包含 118 个关键词的技术主题叙词表。

在人工挑选的技术主题叙词表的基础上, 遍历所有专利信息, 如果在专利的德温特摘要中出现了叙词表中的词, 则认为这条专利讲述的内容和这个词相关, 主要内容为描述这个词对应的技术点, 那么在这个技术点对应的专利下面加一, 同时记录下该词所在专利的公开时间、优先权国家和专利优先权人等信息, 供下一步分析使用。

### (三) 热点、前沿识别及趋势分析

#### 1. 整体概况

通过在 128 279 条专利信息中查找是否包含关键词, 找到 33 220 条包含叙词表中关键词的专利信息, 之后的分析均是基于这 33 220 条专利信息。图 2 所示的是相关专利数量随时间变化的情况, 可以看出, 1985 年开始出现少量专利, 随着时间的增加, 专利数量逐步增多, 在 1993 年前发展平缓, 1993 年到 2009 年稳步上升, 2009 到 2013 年增长较快, 2013 年专利数量达到顶峰, 之后开始下降。由于专利有 3 年的公示期, 所以 2013 年之后的专利数量是否下降仍有待进一步考察。总的来说, 机器人领域的专利数量总体处于上升趋势。

#### 2. 热点识别

了解机器人领域的技术热点, 有助于明确机器人技术中受关注的技术领域, 把握机器人技术发展现状, 从而更好地进行技术研发布局。

机器人技术领域的专利数量、美国授权量、CII、TS、TII、前向引文量、科学关联度指标反映了这一领域的技术的成熟度以及研究的热度。对所有技术点的各项指标按专利数量排序并取前 20 得到表 1。

从表 1 中可以看出, 机器人专利中关键词“运动控制”出现的频次最高, 相关专利数理较多, 其各项指标均较高, 可以认为相关研究领域已经有了一定的技术成熟度。紧随其后的热点词是“移动机器人”, 代表最近研究火热的移动机器人技术;“遥控”的专利数量居第 3 位, 它所代表的是远程控制技术。“移动机器人”和“遥控”这两个领域的专利数量也比较多, 他们各自领域的技术也趋于成熟。还有一些其他的关键词频次较高的技术领域, 如“柔性臂”和“位置控制”等, 他们所包含的专利数量也较多, 但技术影响力指标却较低, 各自领域的技术成熟度还有待进一步的提高。

#### 3. 前沿识别

了解机器人领域的技术前沿, 有助于明确机器人技术发展的新兴领域和前沿态势, 把握机器人技术研发动向, 从而更好地进行技术研发布局。

机器人技术领域的专利变化率、技术生长率、技术成熟度系数、发明专利率等指标反映了这一领域的技术的发展状态, 从而可以得知该技术领域的前沿与发展趋势。对所有技术点的各项指标按 Burst 值排序取前 20 得到表 2。其中为了减少公示期专利没有被统计的干扰, 技术生长率等指标均按 2013 年计算。

从表 2 中可以看出, 机器人专利中“自主机器人”的 Burst 值、发明专利率、专利增长率均较高,

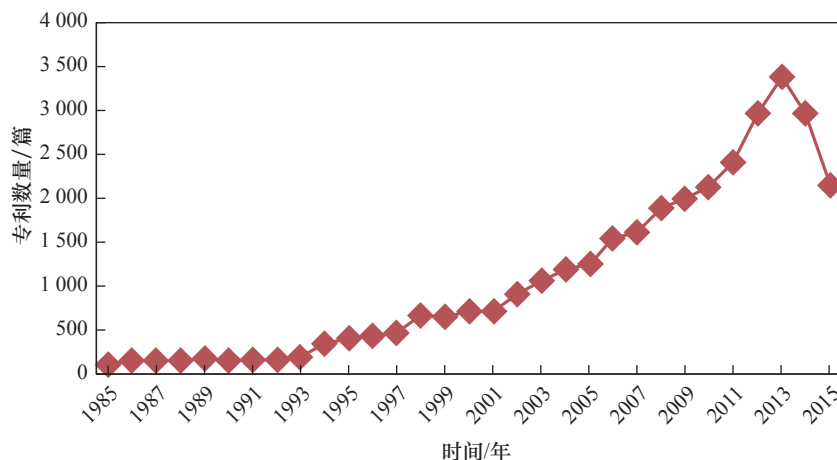


图 2 机器人领域相关专利的时间分布

表 1 热点技术前 20 项技术各指标

技术点	专利数量 / 篇	美国授权量 / 篇	CII	TS	TII	前向引文量 / 篇	科学关联度
运动控制 (motion control)	4 315	1 051	1.973	8 512.942	0.004	22 138	1.644
移动机器人 (mobile robot)	3 511	452	2.808	9 859.703	0.003	21 933	1.857
遥控 (remote control)	2 917	365	1.884	5 495.639	0.003	14 860	1.155
机械臂 (robot hand)	2 214	80	0.320	708.314	0.002	8 172	0.209
激光扫描仪 (laser scanner)	2 013	325	0.338	679.788	0.002	9 725	0.551
柔性臂 (flexible arm)	1 333	332	0.213	284.307	0.001	7 052	0.157
电机控制 (motor control)	1 056	147	0.711	750.758	0.001	4 295	0.452
位置控制 (position control)	1 036	86	0.196	202.548	0.001	5 325	0.261
行走机器人 (walking robot)	918	21	1.138	1 044.236	0.001	2 686	0.365
类人机器人 (humanoid robot)	900	87	0.604	543.873	0.001	2 799	1.049
用户界面 (user interface)	806	473	0.196	157.581	0.001	10 880	4.362
水下机器人 (underwater robot)	756	15	1.226	927.143	0.001	1 086	0.278
力传感器 (force sensor)	755	103	0.498	375.734	0.001	3 386	0.706
服务机器人 (service robot)	644	52	2.577	1 659.701	0.001	1 497	0.475
攀爬机器人 (climbing robot)	612	10	1.831	1 120.378	0.001	772	0.248
并联机器人 (parallel robot)	427	11	0.906	387.056	0.000	1 157	0.330
神经网络 (neural network)	414	151	0.249	103.016	0.000	4 350	2.222
人工肌肉 (artificial muscle)	408	64	0.231	94.271	0.000	2 139	0.814
机器人操作臂 (robot manipulator)	368	68	0.000	0.000	0.000	2 710	0.717
超声 (ultrasound)	362	189	0.018	6.434	0.000	4 713	2.367

表 2 前沿技术前 20 项技术各指标

技术点	2013 年 增长率	2013 年 成熟度系数	2013 年 专利增长率	发明 专利率	Burst 值
自主机器人 (autonomous robot)	0.007	-1.333	1.150	0.968	6
灵巧机械手 (dexterous hand)	0.026	-0.600	1.333	0.852	6
气动系统 (pneumatic system)	0.000	0.000	1.667	0.805	6
转矩控制 (torque control)	0.002	0.800	0.529	0.938	6
机器人传感 (robot sensing)	-0.014	0.000	0.000	0.667	5.5
双足机器人 (biped robot)	-0.002	1.100	1.000	0.838	5
测距仪 (range finder)	-0.005	3.800	0.963	0.891	5
传感器融合 (sensor fusion)	-0.009	0.000	1.500	0.786	5
视觉光度法 (visual odometry)	0.000	0.000	0.500	1.000	5
轮式机器人 (wheeled robot)	-0.003	-0.600	0.800	0.917	5
微创手术 (minimally invasive surgery)	0.013	0.100	1.100	0.939	4.5
自适应控制 (adaptive control)	0.011	0.000	1.400	0.961	4
数据融合 (data fusion)	0.035	-0.667	3.250	0.881	4
编队控制 (formation control)	0.022	-1.400	1.000	0.844	4
图像配准 (image registration)	0.000	0.000	0.200	0.971	4
阻抗控制 (impedance control)	0.000	0.000	0.833	1.000	4
惯性测量单元 (inertial measurement unit)	0.032	0.000	1.889	0.950	4
惯性导航 (inertial navigation)	0.019	-1.467	1.000	0.874	4
线性规划 (linear programming)	0.029	0.000	3.000	1.000	4
可重构机器人 (reconfigurable robot)	0.133	-0.6	0.571	0.769	4

研究关注度增加较快,其各项指标均反映出该技术仍处在发展阶段,可以认为相关研究领域是较前沿的领域。紧随其后的热点词是“灵巧机械手”与“气动系统”,这两个领域的Burst值也较高,各项指标均反映出这些技术仍处在发展阶段,他们各自领域的技术也是较前沿的领域。还有一些Burst值较高的技术领域,如“测距仪”“双足机器人”等,虽然他们Burst值较高,但技术增长率、专利增长率都不高;技术成熟度系数高,说明这些技术曾经是前沿技术,如今发展已经趋于成熟,不再是前沿技术。

#### 4. 高频次技术领域趋势分析

为了分析高频次关键词对应的技术领域随着时间变化的关系,我们选取了5个频次较高的关键词,根据专利数量随时间变化和技术增长率随时间变化

的关系分别绘制了图3和图4。

由图3、图4可以看出,“运动控制”“移动机器人”和“遥控”技术领域专利数量随时间变化的趋势大致和机器人领域总的专利数量的变化趋势一致,可以认为这些技术领域是机器人领域中较基础的领域,发展趋势反映了机器人技术整体的发展情况。“机械臂”和“激光扫描仪”技术从1985年开始有专利产生,总的来说发展平缓。这些结论与“1.整体概况”中的结论相一致,进一步证明了这些结论的合理性。

#### 5. 高频次技术领域专利权人分布

为了分析高频次关键词对应的技术领域都掌握在哪些公司手中,我们选取了6个频次较高的关键词进行统计并得到表3。

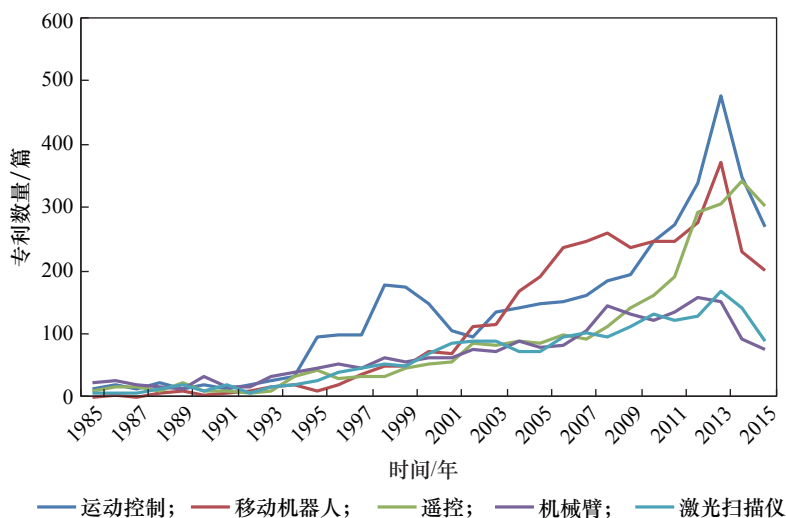


图3 高频次技术领域专利数量随时间变化曲线图

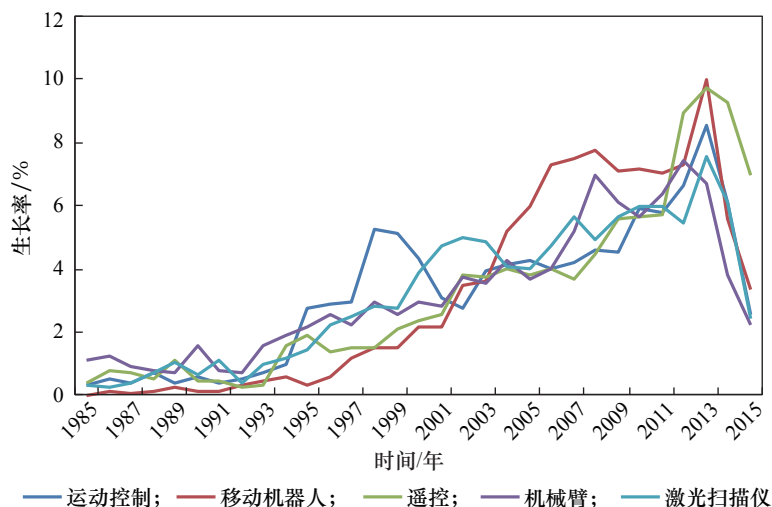


图4 高频次技术领域增长率随时间变化曲线图

表 3 高频次技术领域专利权人分布

技术	公司	专利数量 / 篇
运动控制	安川电机株式会社 (Yaskawa)	78
	索尼公司 (Sony)	48
	三菱电机株式会社 (Mitsubishi)	46
	佳能公司 (Canon)	41
	松下电器 (Panasonic)	39
移动机器人	本田株式会社 (Honda)	162
	丰田汽车公司 (Toyota)	137
	三星集团 (SAMSUNG)	112
	乐金电子 (LG)	81
	索尼公司 (Sony)	77
遥控	三星集团 (SAMSUNG)	44
	乐金电子 (LG)	38
	三菱电机株式会社 (Mitsubishi)	26
	东芝集团 (Toshiba)	22
	日立公司 (Hitachi)	19
机械臂	精工公司 (Seiko)	115
	丰田汽车公司 (Toyota)	108
	发那科株式会社 (Fanuc)	61
	三菱电机株式会社 (Mitsubishi)	48
	川崎重工业株式会社 (Kawasaki)	44
激光扫描仪	佳能公司 (Canon)	130
	京瓷集团 (Kyocera)	41
	理光公司 (Ricoh)	39
	美能达株式会社 (Minolta)	28
	柯尼卡株式会社 (Konica)	25

由表 3 可以看出, 掌握这些基础技术与热点技术的公司大多是日本的公司, 如安川电机株式会社、本田株式会社、佳能公司、丰田汽车公司等。可见日本公司不光掌握了机器人的基础技术, 也对热点技术进行了深入的研究, 是机器人技术方面的专利大国。韩国的公司, 如三星集团、乐金电子等也有较多的专利, 主要集中在“移动机器人”“遥控”技术的研究上。这一结果证明了日本在机器人领域的研发力量占有较大优势, 韩国仅次于日本, 在工业机器人方面也具有较强的实力。

#### 四、机器人领域技术分析为 2035 技术清单的提出提供支持

笔者将机器人领域专利分析的结果交与“中国

工程科技 2035 发展战略研究”技术预见专家组参考, 得到专家们的认可与支持。在技术预见备选技术清单的修改过程中, 将本文的分析结果作为重要的参考依据, 为专家的分析判断提供了数据支持, 这种支持主要体现在以下两个方面。

一方面, 本研究分析的结果对备选技术清单中技术的重要性提供了支持与参考。通过技术热点、前沿识别分析识别出的与专科手术机器人技术高度相关的“微创手术”技术, 与水下自主机器人技术高度相关的“水下机器人”技术, 与机器人自主行为技术高度相关的“自主机器人”和“自适应控制”技术, 与基于生命 / 机电系统融合的新型感知技术“人工肌肉”技术等技术点不仅对原本清单中的备选技术的合理性提供了有力的支持, 而且识别了相关技术点下可能的子技术热点和前沿, 为专家进一步做出技术点下技术发展的描述与技术布局提供了参考。

另一方面, 本研究分析的结果启发了专家对备选技术清单进行补充与调整。本研究方法识别出的与空间探索机器人技术高度相关的技术热点“移动机器人”“遥控”“行走机器人”与技术前沿“双足机器人”“适应性控制”等技术点, 充分的说明了空间探索机器人技术发展的必要性与可行性; 识别出的与基于脑科学和脑认知的机器人技术高度相关的技术热点“类人机器人”“神经网络”“传感器融合”等, 对基于脑科学和脑认知的机器人技术的发展前景提供了较好的数据支持。受此启发, 专家在制定第 2 轮清单时将空间探索机器人技术与基于脑科学和脑认知的机器人技术加入到备选技术清单中。表 4 是两轮备选技术清单的详细情况。

#### 五、结语

本研究基于指标体系分析法, 综合运用多重指标, 对机器人技术相关的专利进行统计分析, 识别出机器人技术中的技术热点和技术前沿, 并对热点和前沿技术进行了趋势分析, 形成了技术热点、前沿识别与趋势分析的一般流程, 对相关领域的研究有较好的促进作用。在技术预见备选技术清单的修改过程中, 将本文的分析结果作为重要的参考依据, 结合相关领域专家的经验, 对第 1 轮备选清单作出了调整。本研究提出的分析思想与流程对技术预见

表4 机器人两轮备选技术清单

第1轮备选技术清单	第2轮备选技术清单
人机共融机器人技术	人机共融的工业机器人技术
专科手术机器人技术	专科手术机器人技术
助老助残机器人技术	助老、助残机器人技术
混合型海洋机器人技术	混合型海洋机器人技术
水下自主机器人技术	水下自主机器人技术
极端环境机器人技术	极端环境机器人技术
机器人自主行为技术	机器人自主行为技术
基于生命/机电系统融合的新型感知技术	基于生命/机电系统融合的新型感知技术
面向医疗应用的微纳操作机器人技术	微纳操作机器人技术
面向制造的微纳操作机器人技术	—
下一代工业机器人技术	基于云计算的机器人技术
网络化智能协作式工业机器人系统	基于脑科学和脑认知的机器人技术
面向电力系统的机器人自动化技术	空间探索机器人技术

中的相关问题的发展有较强的促进作用和借鉴意义,分析的结果为专家提出2035技术清单、规划产业战略布局提供了有力的支持。

在对机器人领域专利分析的过程中,得到如下结论。第一,从时间分布来看,机器人技术整体成稳步发展态势。根据专利数量与时间的关系,利用指标体系分析了机器人领域的“运动控制”“移动机器人”等较基础的技术,“自助机器人”“灵巧机械手”等新兴热点技术与“机器人操纵臂”“人工肌肉”等有较大提升空间的技术。第二,从地区分布来说,机器人相关技术主要集中在日本、韩国的一些工业机器人企业手中,其中日本在机器人领域的研发力量占有较大优势,韩国在机器人方面也具有较强的实力。第三,对既是热点又是前沿的技术进行了汇总分类,找出相对成熟的技术“运动控制”与“移动机器人”,新兴的热点技术“自主机器人”与“灵巧机械臂”,及仍有较大潜力的技术“机器人操纵臂”与“人工肌肉”,并就这三类技术对企业布局何种技术研发进行了浅显的分析。

为了更好地识别技术热点与前沿,未来还可以基于Web of Science等论文数据库中的文献数据、网络新闻、技术博客等网络数据与专利数据进行对比分析,得出不同层面技术发展现状的差异与联系,可能会对国家战略制定、企业布局研发更有指导性。

#### 参考文献

[1] 孙粒, 龚旭. 中国工程科技2035发展战略研究正式启动 [J]. 中

国科学基金, 2015 (3): 235.

Sun L, Gong X. China engineering science and technology development strategy of 2035 was officially launched [J]. Science Foundation in China, 2015 (3): 235.

[2] Georgiou L. The UK technology foresight programme [J]. Futures, 1996, 28 (4): 359-377.

[3] Pietrobelli C, Puppato F. Technology foresight and industrial strategy [J]. Technological Forecasting and Social Change, 2015, 110 (3): 117-125.

[4] Quiroga M C, Martin D P. Technology foresight in traditional Bolivian sectors: Innovation traps and temporal unfit between ecosystems and institutions [J]. Technological Forecasting and Social Change, 2016.

[5] Rotolo D, Hicks D, Martin B R. What is an emerging technology? [J]. Research Polic, 2015, 44 (10): 1827-1843.

[6] 侯剑华, 都佳妮. 基于专利计量与信息可视化的技术热点监测分析——以风力涡轮机技术领域为例 [J]. 现代情报, 2015, 35 (2): 67-72.

Hou J H, Du J N. Technology hot monitoring of wind turbine based on patent bibliometrics and information visualization—Taking wind turbine technology as an example [J]. Journal of Modern Information, 2015, 35 (2): 67-72.

[7] 栾春娟. 基于专利计量与可视化手段的技术前沿探测——以波音公司为例 [J]. 情报理论与实践, 2009, 32 (8): 68-71.

Luan C J. Frontier detection based on patent metrology and visualization—Taking Boeing Company as an example [J]. Information Studies: Theory & Application, 2009, 32 (8): 68-71.

[8] 黄鲁成, 王凯, 王亢抗. 基于CiteSpace的家用空调技术热点、前沿识别及趋势分析 [J]. 情报杂志, 2014, 33 (2): 40-43.

Huang L C, Wang K, Wang K K. Technology hot spots and fronts of household air conditioner: Identification and trend analysis based on citespace conditioning systems [J]. Journal of Intelligence, 2014, 33 (2): 40-43.

[9] 刘宇飞, 周源, 廖岭. 大数据分析方法在战略性新兴产业技术预见中的应用 [J]. 中国工程科学, 2016, 18 (4): 121-128.

Liu Y F, Zhou Y, Liao L. Application of big data analysis method in technology foresight for strategic emerging industries [J].



- Strategic Study of CAE, 2016, 18 (4): 121–128.
- [10] Lee S, Yoon B, Park Y. An approach to discovering new technology opportunities: Keyword-based patent map approach [J]. *Technovation*, 2009, 29 (6–7): 481–497.
- [11] 李文静. 长三角地区专利情报对比分析研究[J]. *现代情报*, 2014, 34 (7): 93–99.  
Li W J. Comparative analysis patent information on the of Yangtze River delta [J]. *Journal of Modern Information*, 2014, 34 (7): 93–99.
- [12] 马廷灿, 李桂菊, 姜山, 等. 专利质量评价指标及其在专利计量中的应用[J]. *图书情报工作*, 2012, 56 (24): 89–95.  
Ma T C, Li G J, Jiang S, et al. Patent quality evaluation indicators and their applications in patent ometirics [J]. *Library and Information Service*, 2012, 56 (24): 89–95.
- [13] Huang Z, Chen H, Yan L, et al. Longitudinal nanotechnology development (1991–2002): National science foundation funding and its impact on patents [J]. *Journal of Nanoparticle Research*, 2005, 7 (4): 343–376.
- [14] 张静, 赵蕴华. 以美国授权专利为视角浅析中国大陆创新能力[J]. *全球科技经济瞭望*, 2014, 29 (11): 21–25.  
Zhang J, Zhao Y H. Analysis on innovation capability of Mainland China based on its U.S. granted patents [J]. *Global Science, Technology and Economic Outlook*, 2014, 29 (11): 21–25.
- [15] Yoon B, Park Y. A text-mining-based patent network: Analytical tool for high-technology trend [J]. *The Journal of High Technology Management Research*, 2004, 15 (1): 37–50.
- [16] Karki M M S. Patent citation analysis: A policy analysis tool [J]. *World Patent Information*, 1997, 19 (4): 269–272.
- [17] 杨中楷, 孙玉涛. 基于专利引用的国家技术力量指标比较[J]. *科学学与科学技术管理*, 2005, 26 (10): 11–14.  
Yang Z K, Sun Y T. Comparison between national technology strength indexes based on patent citation [J]. *Science of Science and Management of S. & T.*, 2005, 26 (10): 11–14.
- [18] 孙振嘉, 张向先. 面向技术创新的企业专利水平测度研究[J]. *情报杂志*, 2015 (3): 71–76.  
Sun Z J, Zhang X X. Study on the technical innovation-oriented meas of enterprise's patent level [J]. *Journal of Intelitgenc*, 2015 (3): 71–76.
- [19] Brinn M W, Fleming J M, Hannaka F M, et al. Investigation of forward citation count as a patent analysis method [C] // Jones M H, Towney B E, White K P, et al. *Proceedmgs of the 2003. systems and information engineering design symposium*. New York: IEEE, 2003: 1–6.
- [20] 赵志耘, 雷孝平. 我国生物科技领域技术创新与基础研究关联分析: 从专利引文分析的角度[J]. *情报学报*, 2012, 31 (12): 1283–1289.  
Zhao Z Y, Lei X P. Analysis of scientific linkage between China's technology innovation and basic research in biotechnology industry based on potent citation [J]. *Journal of the China Society for Scientific and Technical Information*, 2012, 31 (12): 1283–1289.