

# 人形机器人 技术专利分析报告



**学术支持**

中国机器人产业联盟

传播内容认知全国重点实验室研究员 张冬明

2023年11月

## 目 录

第一部分 研究概述.....	1
1.1 研究背景及目标.....	1
1.2 分析边界.....	1
1.2.1 技术范围.....	1
1.2.2 核心权利人及相关产品.....	4
1.2.3 专利数据.....	5
1.2.4 其他说明.....	5
第二部分 人形机器人产业与技术概况.....	7
2.1 人形机器人产业概况.....	7
2.1.1 产业发展情况.....	7
2.1.2 政策环境.....	8
2.2 人形机器人技术发展情况.....	13
2.3 商业化应用难点.....	14
第三部分 专利分析.....	15
3.1 地域布局分析.....	15
3.1.1 专利申请趋势.....	15
3.1.2 技术生命周期.....	17
3.1.3 专利申请集中度.....	18
3.1.4 各类专利法律状态及发明授权趋势.....	21

3.1.5 各国申请人技术输出.....	23
3.2 技术布局分析.....	26
3.2.1 技术构成分析.....	26
3.2.2 技术功效矩阵.....	32
3.2.3 专利申请趋势.....	34
3.2.4 各国申请人技术布局情况.....	42
3.3 专利申请人分析.....	43
3.3.1 申请人类型分析.....	43
3.3.2 主要申请人排名.....	50
3.3.3 主要申请人专利活跃度.....	54
3.3.4 主要申请人技术分布.....	56
3.3.5 主要申请人重点专利布局情况.....	57
3.4 重点产品专利布局分析.....	61
3.4.1 优必选科技-Walker X.....	61
3.4.2 波士顿动力-Atlas.....	70
3.4.3 Agility Robotics-Digit.....	78
3.4.4 特斯拉-Optimus.....	84
3.4.5 小米-CyberOne.....	90
3.4.6 技术优势技术分布对比.....	99
第四部分 结论和建议.....	101

4.1 技术当前发展阶段及趋势.....	101
4.1.1 技术开始进入稳定发展阶段.....	101
4.1.2 本体结构、智能感知、运动控制属于技术布局热点.....	101
4.2 地域分布情况.....	102
4.2.1 中国、欧美市场竞争激烈，日本市场垄断严重.....	102
4.2.2 日本是过往主要技术输出国，中国当前创新活跃度高.....	103
4.2.3 各国技术布局各有侧重，中国申请人布局较为单一.....	103
4.3 主要申请人情况.....	104
4.3.1 主要申请人产品布局情况.....	104
4.3.2 老牌申请人活跃度不减.....	104
4.3.3 新兴申请人引领行业发展.....	105
4.3.4 产学研协同促进发展.....	105
4.4 人形机器人标准发展建议.....	106

## 第一部分 研究概述

### 1.1 研究背景及目标

人形机器人又称仿人机器人，灵感来源于人类的身体，集仿生学原理和机器电控原理于一体，涉及机器人本体结构、核心零部件、智能感知、驱动控制、支撑环境等主要模块。相比其他机器人，人形机器人高度更高、双足行走，需要保持相对平衡并适应不同行走环境，关节更多且受力复杂，对减速器负载和电机响应速度要求更高。

专利的布局与申请，其实质为竞争性资产的储备。竞争性资产储备的关键在于，综合技术、产品、市场和企业战略等多维度进行分析，依据分析结果对知识产权布局方案进行考量，从而提升知识产权资产的商业价值，积累更为丰富、立体化的竞争性资产，以便后续能够以知识产权为工具，通过更加多样化的手段提升行业竞争主体的商业竞争力。

基于行业发展需要，本研究报告主要包括以下内容：通过采集相关专利数据，并按技术分解表标引分类，形成各维度的专利地图，结合市场调研、技术调研、专利分析综合分析行业态势，给出人形机器人领域发展建议。

### 1.2 分析边界

#### 1.2.1 技术范围

本研究报告所述“人形机器人”，即在外形上拥有类似人类的肢体结构（如具有双足、双臂）、体型高度，并可以在生活、工作场景内如人类一般完成外界感知、自主运动、行为交互等一系列任务的机器人。因此，从机器人体型结构上，本研究排除明显小于人类体型、结构明显简化的小型人形机器人。研究聚焦于人形机器人

结构构成（例如肢体结构以及相关零部件等）及其功能实现（例如肢体动作控制、移动定位、操作系统环境等），其他可用但非专用在人形机器人上的通用技术（例如通用人机交互技术、基础 AI 技术等），不纳入本项目分析范畴。

通过前期技术、市场调研，了解到人形机器人相关技术构成及其主要关注的功效，对本研究的技术主题进行进一步细分如技术分解表所示：

技术主题	一级分支	二级分支	三级分支
人形机器人	A 本体结构	A1 头部	A11 头部
			A12 面部
			A13 眼睛
		A2 肩颈	A21 颈部
			A22 肩部
		A3 手臂	A31 手掌
			A32 手腕
			A33 手臂
		A4 下肢	A41 腿部
			A42 足部
			A43 髌胯
		A5 胸腹	A51 腰部
			A52 胸部
		A6 关节	

技术主题	一级分支	二级分支	三级分支
		A7 其他结构	A71 皮肤
			A72 肌肉
			A73 整体外形
	B 核心零部件 (伺服驱动器)	B1 减速器	
		B2 电机	
		B3 编码器	
	C 智能感知	C1 机器视觉	
		C2 触觉感知	
		C3 语音语义	
		C4 定位导航	C41 建图
			C42 定位
			C43 自主避障
			C44 路径规划
	D 驱动控制	D1 能源系统	D11 电池组
			D12 充电
		D2 动力系统	D21 电动驱动
D22 液压驱动			
D23 气动			

技术主题	一级分支	二级分支	三级分支	
		D3 运动控制	D31 手臂运动控制	
			D32 步态控制	
			D33 全身协同	
	E 支撑环境	E1 操作系统		
		E2 系统集成		E21 集成要求
				E22 数据交换
		E3 开发平台		E31 算法开发与验证
				E32 可视化仿真
				E33 应用功能开发

技术功效主要涉及：稳定可靠、生动自然、准确精确、结构简化、易操控、降低成本、提高效率、智能化、适应性好、降低能耗、外观设计佳等方面。

### 1.2.2 核心权利人及相关产品

人形机器人的未来在于商业化应用，根据在最后检索时间 2023 年 5 月 31 日前已推出双足人形机器人产品，并持续致力于推动人形机器人产品的商业化落地，且产品在国内外具有较大影响的标准，选取国内的优必选科技、小米以及国外的波士顿动力、Agility、特斯拉作为重点关注的分析对象。

重点关注	优必选科技(Walker)、波士顿动力(Atlas)、Agility(Digit)、特斯拉 (Optimus)、小米 (CyberOne)
------	-----------------------------------------------------------------------

其他公司/机构	达闼、追觅、戴森、本田（ASIMO）、英国 Engineered Arts（AMECA）、丰田（THR-3）、DLR、IIT、Aldebaran、日本早稻田大学（WAROT）、韩国 KAIST（HUBO）、哈尔滨工业大学、国防科技大学（先行者）、北京理工大学（汇童）、浙江大学（悟、空）、美国西北太平洋国家实验室（Manny）、日本工业技术研究院（HRP）、北京钢铁侠科技有限公司、乐聚（深圳）机器人技术有限公司、清华大学、之江实验室等、索尼公司、精工爱普生株式会社、NNT 都科摩股份有限公司、三星电子、夏普株式会社、软银等
---------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### 1.2.3 专利数据

专利检索地区：全球；

专利类型：发明、实用新型专利，涉及到产品结构、感知、控制、系统及相关方法，以及人形机器人产品的外观设计专利，不关注图形人机交互界面外观设计专利；

时间范围：不限（鉴于专利公开制度，专利申请可在最长 18 个月内保密，因此近 18 个月来已公开的专利数据并不能反映实际的专利申请量）；

专利检索要素表（专利数据库：incoPat，最后检索时间/数据更新时间：2023 年 5 月 31 日，检索式及检索结果详见《专利数据表》）。

### 1.2.4 其他说明

#### (1) 专利标引

专利筛查：对于通过专利检索要素引入的杂质（关联度低、无关专利），通过

人工逐篇阅读标引，剔除干扰专利；

专利分类：基于前述技术分解表，标引技术主题标签和技术效果标签；

专利分级：基于专利保护度（权利要求数量、地域布局数量、专利维持年限）、技术核心度（专利被引次数、衍生专利数量）等指标划分专利等级。

## **(2) 数据清洗**

申请人标准化：以当前专利权人为基准（而非专利的初始申请人），同一申请人在不同国家/地区/时间使用的名称相统一，强关联的母公司、子公司、集团公司的名称相统一；

法律状态标准化：“有效”指维持有效的专利，含部分失效/维持有效的专利，此外还包括仍在有效期内的 PCT 专利申请；“审中”指已公开和正在实质审查中的发明专利；“失效”指已过有效期的专利，以及驳回、撤回、放弃专利权等状态的失效专利，此外还包括已过有效期的 PCT 专利申请。

## **(3) 数据统计**

本报告专利数据共 15820 件。

专利统计计量单位包括：“条”，即未合并的所有专利条目，包括同一专利的多个公开文本；“件”，即以专利申请号为依据去重，保留同一件专利申请的最后公开文本，如无特别说明，本报告所有专利数据统计单位均为“件”；“项”/“族”，即以简单同族专利 ID 为依据去重，保留技术方案相同的多件专利中最早申请的优先权文本。

## 第二部分 人形机器人产业与技术概况

### 2.1 人形机器人产业概况

#### 2.1.1 产业发展情况

人形机器人的灵感来源于人类的身体，来自人类的感知和运动技能，以及人类在环境中使用工具的能力，<sup>①</sup>集仿生学原理和机器电控原理于一体，通过模仿人体结构、运动特性等，设计出具有优越性能的机电结构。<sup>②</sup>

人形机器人产业链结构如下所示：



① 《Humanoid Robotics: A Reference》，第 50 页。

② 《中金·联合研究 | 产业龙头纷至沓来，人形机器人大幕拉开》。

人形机器人产业链主要分为上中下游三部分。具体来看，上游为人形机器人本体结构、伺服驱动器、智能感知、驱动控制、支撑环境五个模块的供应商；中游则是人形机器人产品集成商；下游为人形机器人可能的应用场景，如商业服务、科学研究、科学展示等。

人形机器人从 1969 年发展至今，产业发生了如下变化：一是主导国家从日本变为美国、中国。早期，人形机器人由本田等日本企业主导，现今包括波士顿动力、Agility Robotics、特斯拉、优必选科技、小米等全球范围内的企业均已推出人形机器人产品，并且在持续迭代研发；二是研发目的从科学展示与教育培训变为多场景作业，企业积极探索人形机器人商业化落地。

## 2.1.2 政策环境

当前新一轮科技革命和产业变革加速演进，新一代信息技术、生物技术、新能源、新材料等与人形机器人深度融合，人形机器人产业迎来升级换代。作为机器人“皇冠上的明珠”，人形机器人产业发展对促进经济高质量发展、创造美好生活具有重大意义。国家发改委、工信部等多个部门于 2018 年至 2023 年期间，发布多个人形机器人相关的政策性文件，推动人形机器人产业向高端化、智能化方向发展。

### (1) 国家层面

---

国家发展和改革委员会	《增强制造业核心竞争力三年行动计划（2018~2020 年）》（2018 年）	将智能机器人作为重点领域发展，组织实施关键技术产业化专项。将基础性、关联性、开放性的机器人操作系统等共性技术作为机器人产业化的关键一环。应加快智能服务机器人推广应用。聚焦市场潜力大、产业基础好、外溢效应明显的智能服务机器人领域，推动特种服务机器人关键技术研发和产业化示范，加快公共服
------------	-----------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

---

---

务机器人、个人服务机器人推广应用。对机器人的安全性、易用性和环境适应性提出要求。

---

国家发展和改革委员会	《产业结构调整指导目录（2019年本）》（2019年）	为加快国内产业结构调整，将各项目划分为鼓励类、限制类、淘汰类型，针对各类型采取不同规划方案，用以适应当前新形势、新任务、新要求，将特种服务机器人、公共服务机器人、个人服务机器人归入鼓励类；将高精密减速器、高性能伺服电机和驱动器、全自主编程等高性能控制器、传感器等归入机器人关键零部件；还列出智能机器人操作系统、智能机器人云服务平台、智能人机交互系统、智能机器人。
------------	-----------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

---

工业和信息化部等 15 部门	《“十四五”机器人产业发展规划》（2021 年）	2025 年的具体目标：一批机器人核心技术和高端产品取得突破，整机综合指标达到国际先进水平，关键零部件性能和可靠性达到国际同类产品水平。机器人产业营业收入年均增速超过 20%。形成一批具有国际竞争力的领军企业及一大批创新能力强、成长性好的专精特新“小巨人”企业，建成 3-5 个有国际影响力的产业集群。加强核心技术攻关，突破机器人系统开发、操作系统等共性技术，研发仿生感知与认知、生机电融合等前沿技术。“十四五”期间工作重点部分提到：重点补齐专用材料、核心元器件、加工工艺等短板，提升机器人关键零部件的功能、性能和可靠性，开发机器人控制软件、核心算法等，提高机器人控制系统的功能和智能化水平。落实措施中涉及财税金融对试点城
----------------	--------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

---

---

市机器人企业的支持，优化首台（套）重大技术装备保险补偿机制试点等内容。

---

科学技术部等六部门 《关于加快场景创新以人工智能高水平应用促进经济高质量发展的指导意见》（2022年）

以促进人工智能与实体经济深度融合为主线，以推动场景资源开放、提升场景创新能力为方向，强化主体培育、加大应用示范、创新体制机制、完善场景生态，加速人工智能技术攻关、产品开发和产业培育，探索人工智能发展新模式新路径，以人工智能高水平应用促进经济高质量发展。还指出制造领域优先探索工业大脑、机器人协助制造、机器视觉工业检测，政策红利催生，人形机器人相关技术产业化落地进程值得关注。

---

工业和信息化部等十七部门 《“机器人+”应用行动实施方案》（2023年）

到2025年，服务机器人行业应用深度和广度显著提升，机器人促进经济社会高质量发展的能力明显增强。聚焦10大应用重点领域，突破100种以上机器人创新应用技术及解决方案，推广200个以上具有较高技术水平、创新应用模式和显著应用成效的机器人典型应用场景，打造一批“机器人+”应用标杆企业，建设一批应用体验中心和试验验证中心。推动各行业、各地方结合行业发展阶段和区域发展特色，开展“机器人+”应用创新实践。搭建国际国内交流平台，形成全面推进机器人应用的浓厚氛围。

---

工业和信息化部 部长金壮龙相关发言（2023年）

国务院新闻办公室举行“权威部门话开局”系列主题新闻发布会，工业和信息化部部长金壮

龙介绍“加快推进新型工业化做强做优做大实体经济”有关情况。金壮龙表示，将前瞻布局未来产业，研究制定未来产业发展行动计划，加快布局人形机器人、元宇宙、量子科技等前沿领域。

## (2) 地方层面

深圳市工业和信息化局、深圳市发展和改革委员会、深圳市科技创新委员会

《深圳市培育发展智能机器人产业集群行动计划（2022—2025年）》（2022年）

加强机器人产业标准体系建设，支持机器人骨干企业参与国际、国家和行业标准制定。支持企业围绕智能机器人关键核心技术开展高价值专利培育，健全智能机器人产业知识产权保护机制。在服务与特种机器人领域聚焦传感器、芯片、执行器等开展技术攻关。加强人工智能技术与机器人的深度融合，前瞻布局类脑智能、人一机一环境三元融合、多形态自重构、高效仿生驱动、机器人全域感知与数字孪生等前沿技术。攻关智能服务与特种机器人环境感知、三维成像定位、精准安全操控等关键技术，推进智能服务与特种机器人等机器人及平台软件的开发，提升机器人智能化水平。

深圳市科技创新委、市发展改革委、市工业和信息化局

《深圳市加快推进人工智能高质量发展高水平应用行动方案（2023—2024年）》（2023年）

加强科技研发攻关。聚焦通用大模型、智能算力芯片、智能传感器、智能机器人、智能网联汽车等领域，实施人工智能科技重大专项扶持计划，重点支持打造基于国内外芯片和算法的开源通用大模型。支持重点企业持续研发和迭代商用通用大模型。开展通用型具身智能机器

---

人的研发和应用。实施核心技术攻关载体扶持计划，支持科研机构与企业共建5家以上人工智能联合实验室，加快组建广东省人形机器人制造业创新中心，支持创新产品研发，并强调发挥粤港澳大湾区制造业优势，开展人形机器人规模化应用。

---

北京市人民政府办公厅	《北京市机器人产业创新发展行动方案（2023—2025年）》（2023年）	对标国际领先人形机器人产品，支持企业和高校院所开展人形机器人整机产品、关键零部件攻关和工程化，加快建设北京市人形机器人产业创新中心，争创国家制造业创新中心。以人形机器人小批量生产和应用为目标，打造通用智能底层软件及接口、通用硬件开发配套设施等基础条件，集中突破人形机器人通用原型机和通用人工智能大模型等关键技术，大力推动开源控制系统、开源芯片、开源仿真软件等研制和应用。到2025年建成人形机器人通用行为控制大模型开发平台、共性技术服务平台，形成较为完善的超算环境及软件生态，完成百台（套）级人形机器人原型机的小批量制造并在3-4个典型场景开展示范应用。
------------	---------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

---

上海市人民政府	《上海市促进智能终端产业高质量发展行动方案（2022-2025年）》（2022年）	培育百亿级智能机器人产业。推广智能机器人和数字孪生技术在终端研发、制造、集成等环节的应用。瞄准智能云端系统、芯片、智能传感器等领域，抢占智能机器人产业高地。聚焦清洁、医疗、配送、生活等重点方向，加速服务机器人规模化应用，培育系统集成商，推广
---------	-------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

---

---

“服务租赁+系统集成”商业模式。举办服务机器人创新发展大会等活动，建设上海市智能机器人展示中心。

---

上海市人民政府办公厅 《上海市推动制造业高质量发展三年行动计划（2023-2025年）》（2023年）

瞄准人工智能技术前沿，构建通用大模型，面向垂直领域发展产业生态，建设国际算法创新基地，加快人形机器人创新发展。推动传统制造业企业加快机器人应用、设备联网和生产环节数字化连接，实现40万家中小企业上云上平台。

---

## 2.2 人形机器人技术发展情况

第一个阶段是1969-1995年，此时机器人运动是一个缓慢静态行走的过程，以早稻田大学的人形机器人WABOT为代表；

第二个阶段是1996-2015年，此时是连续动态行走，这时候更多考虑到了机器人的质心惯量以及质心的加速度等因素，代表是日本本田的人形机器人ASIMO；

第三个阶段是2016年至2020年，追求的是高动态的运动性能，以波士顿动力的Atlas机器人做出的令人惊叹的运动动作为标志；

第四个阶段是2021年至今，随着相关技术的发展与成熟，人形机器人开始进入商业化落地的初级阶段，以亚马逊的Digit<sup>①</sup>和优必选科技Walker为代表，未来可能还会包括特斯拉的Optimus。

---

① Digit 官网：<https://agilityrobotics.com/robots>

## 2.3 商业化应用难点

目前人形机器人产品商业化发展受制于以下几个方面：

(1) 伺服驱动器是人形机器人实现运动的核心部件，但技术应用门槛高，只有同时具备体积小、重量轻、大扭矩、高精度等性能，才能保证人形机器人在不断变化的环境中安全、顺畅地工作；

(2) 人形机器人产品技术难度大且集合度高，人形机器人是机械设计、运动控制、人工智能等领域高精尖技术的综合体现，人形机器人是将前沿科技与工程技术、核心算法等高度集合的产品，而当前市面上的企业缺少将大量高难度技术规模化的能力，无法形成有效的人形机器人集合系统；

(3) 人形机器人难以与多个应用场景共振，无法适应多场景的不同需求。人形机器人想要在各领域中落地都需投入大量研发时间和成本，企业研发出的人形机器人无法与多个场景匹配；

(4) 人形机器人的生产成本低，人形机器人需要多个部件、高性能硬件等做支撑，如相较于工业机器人只需要使用六到七个关节，人形机器人需使用几十个关节以满足人形机器人灵活行走的要求，因此人形机器人生产成本高昂。

## 第三部分 专利分析

### 3.1 地域布局分析

#### 3.1.1 专利申请趋势



人形机器人全球专利申请可划分为四个发展阶段：

技术萌芽阶段（2000 年以前）：人形机器人技术早在 2000 年前就有相关专利申请，该阶段专利申请量较少，以日本专利为主。

缓慢发展阶段（2000 年-2014 年）：专利年申请量较少，呈现缓慢增长的趋势。前期以日本专利为主，其次是美国、韩国以及欧洲专利（以德国专利为主，其次是

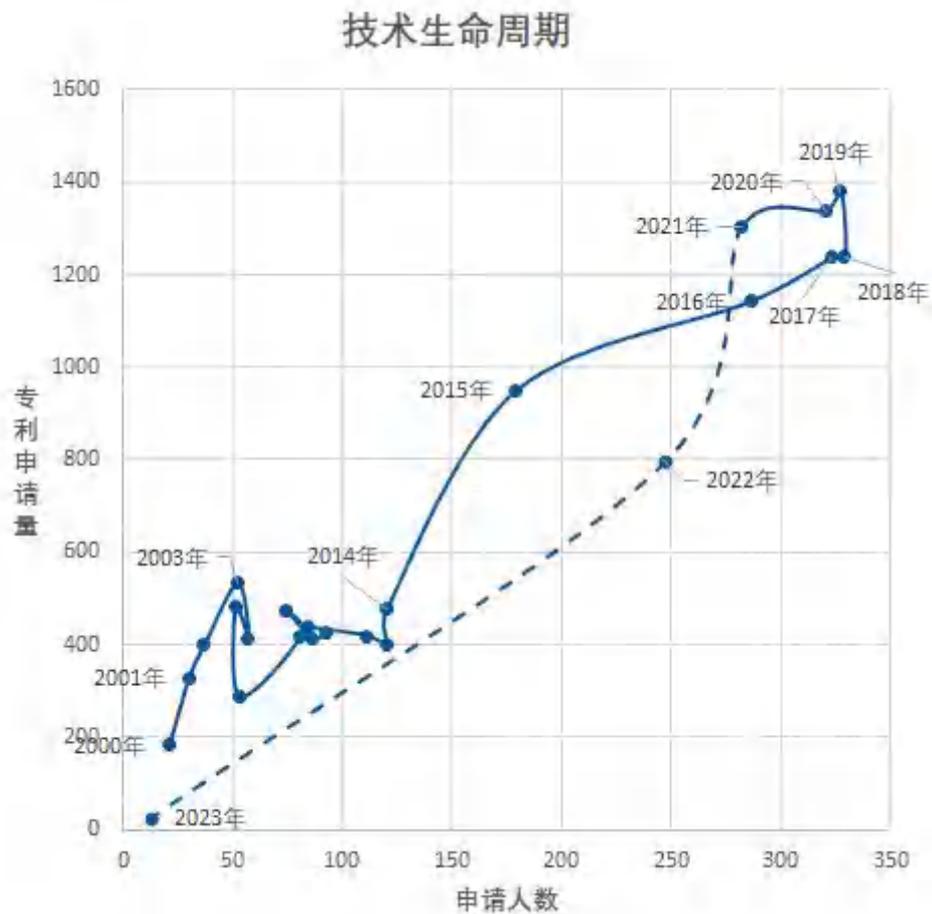
欧专局 EP 发明专利和欧盟 EU 外观设计专利)。该阶段后期,各国专利申请布局态势发生变化:早期主导申请的日本专利大幅下降进入平缓发展阶段,韩国、欧洲专利进入专利申请下行通道,美国专利申请量波动,而中国作为新的布局者入场,专利申请呈现缓慢增长趋势,从 2012 年开始,中国的专利申请量超过日本成为第一。各国专利申请增减相消,因此全球专利申请量呈现平稳发展趋势。

快速发展阶段(2015 年-2017 年):专利年申请量相比之前有明显增长,主要原因在于中国众多新申请人涌入该技术领域,使得中国的专利申请量呈爆发式增长,并与其他国家的申请量之间快速拉开差距。同步呈现增长的还有美国专利、欧洲专利和 PCT 申请(Patent Cooperation Treaty, 专利合作条约)。其中,美国的专利申请量于 2017 年正式超过日本,并稳定保持在仅次于中国的第二位。日本专利仍延续上一阶段的平稳发展态势,韩国专利申请量较少。

稳定发展阶段(2018 年以来):人形机器人相关技术年均申请量维持高位增长,2019 年达到峰值,2020 年开始趋于稳定。在此期间仍以中国专利为主、美国专利位居第二。中国、日本、欧洲、韩国专利申请分别在各自申请区间内维持平稳状态,美国、PCT 申请保持持续增长。另由于发明专利公开有 18 个月的滞后期,因此 2021 年、2022 年的实际申请量可能多于上图已公开的专利数。

经过上述阶段的发展,各专利局人形机器人专利累计受理量以中国最多,其次分别为日本、美国、欧洲,中国因累计受理案件量最多成为主要竞争市场。

### 3.1.2 技术生命周期



在 2014 年以前的技术萌芽阶段（2000 年以前，图中因数据过于集中而未示出）和缓慢发展阶段（2000 年-2014 年），专利申请人及专利申请量较少，主要是部分日本企业较早进入该赛道，例如：丰田、本田等，在此阶段专利集中度较高，但随着申请人数的增加而降低，各年人均专利申请量从 2003 年前后的峰值 11 件左右下降到 2014 年前后的 4 件左右。

从 2015 年开始的快速发展阶段（2015 年-2017 年），众多新专利申请人涌入该赛道，尤其是来自中国的申请人，例如优必选科技、达闼、清华大学、北京理工大学等；随之而来的是专利申请量的快速增加，2015 年人均申请人达 5.3 件，2016

年和 2017 年因申请人数持续增加而稀释至 4 件左右。

在 2018 年以来稳定发展阶段竞争逐渐白热化，专利申请量进一步增长并维持在高位，而申请人数出现下降。在该阶段，专利申请人的平均年申请量稳定在 4 件左右。

此外，受专利公开滞后因素影响，从 2021 年开始专利申请量和申请人数看似下降，但实际申请人数和申请量可能多于上图已公开数据，结合近几年发展趋势，预计未来几年人形机器人技术领域的发展速度放缓，申请人持续减少但专利申请量仍将保持在高位，人均专利申请量提升，说明头部竞争者的专利垄断地位加强，即预示着该技术将逐渐进入成熟期。

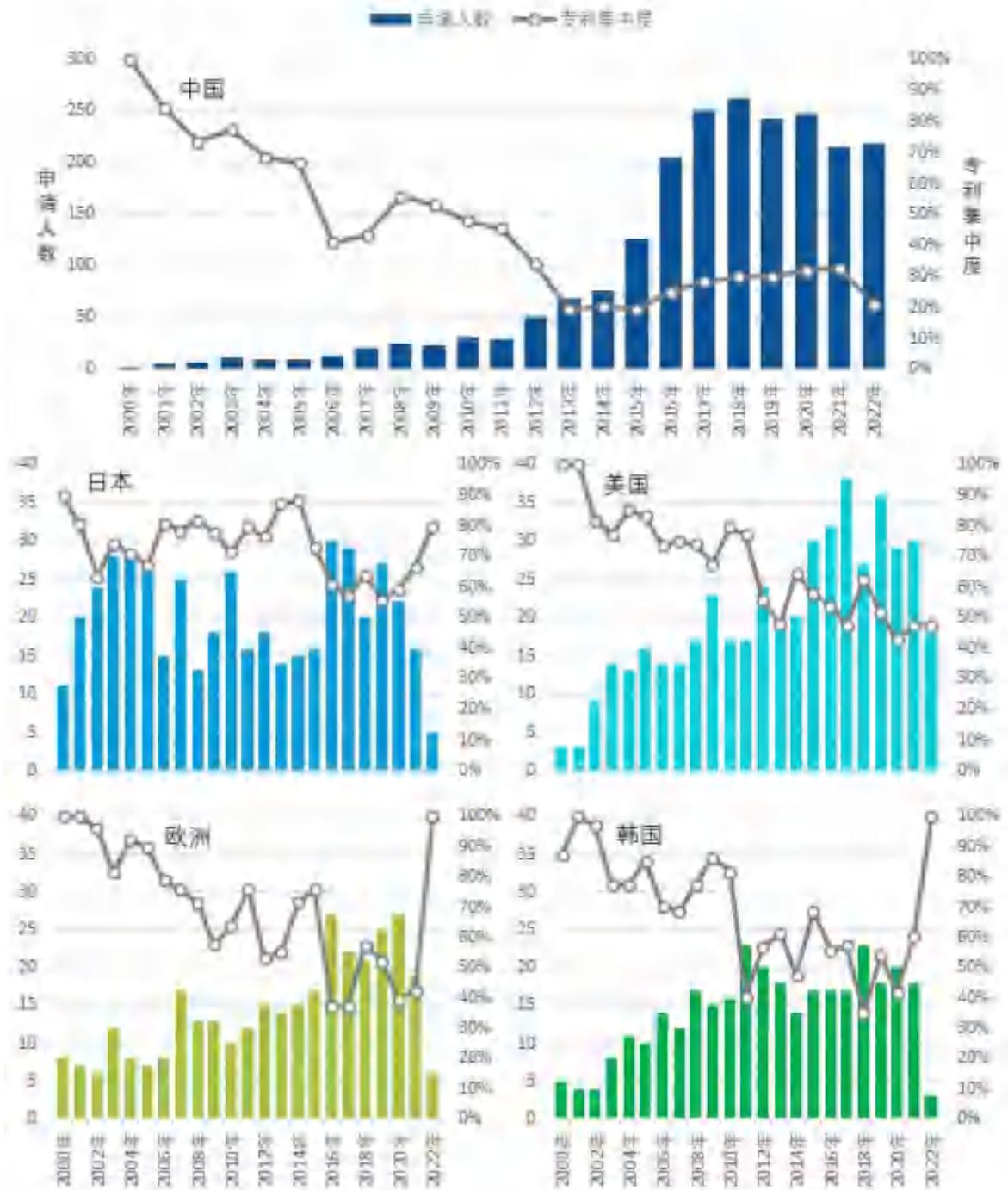
### 3.1.3 专利申请集中度



由图可知，在人形机器人技术领域，中国专利中的申请人数最多，其次是美国，

日本、欧洲、韩国专利申请人数较少。但从人均申请量来看，日本人均申请量远超其他地区专利申请人，中国人均申请量最少。

各地区专利申请人数及集中度趋势（前3申请人专利数占比）



如图所示的是各地区专利申请人数变化趋势，以及各年排名前三申请人专利数对于该地区当年专利申请总数的占比情况。

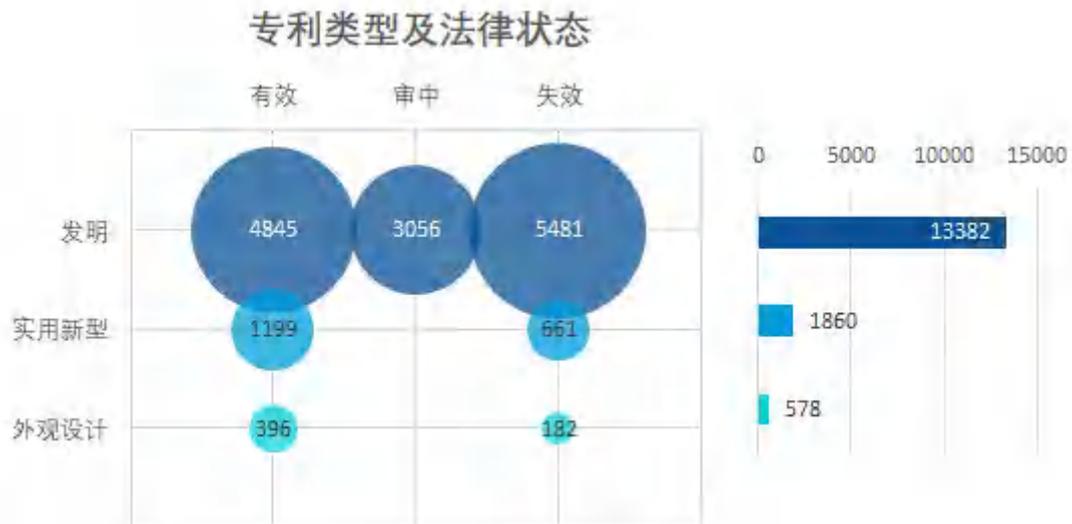
在人形机器人技术领域，中国的专利集中度自 2000 年来整体呈下降趋势，并在 2014 年后在 20%-30% 间波动。目前中国的专利集中度较低，虽然近年前三申请人占比有小幅回升，考虑到中国的申请人数量多，可以推知，中国在该领域的竞争非常激烈，暂未出现垄断态势。

日本的专利集中度在 80% 左右波动，因此，目前日本的专利集中度较高。考虑到日本的申请人数量不多，且波动量并不大，可以推知，日本在该领域的竞争并不激烈，但在其国内已形成垄断的态势。

美国的专利集中度呈波动下降的趋势，并在 2014 年后在 50% 上下浮动，因此，目前美国的专利集中度处在中国和日本之间。考虑到美国的专利申请人总量不多，可以推知，美国的专利申请人在该技术领域的竞争压力处在中国和日本之间。

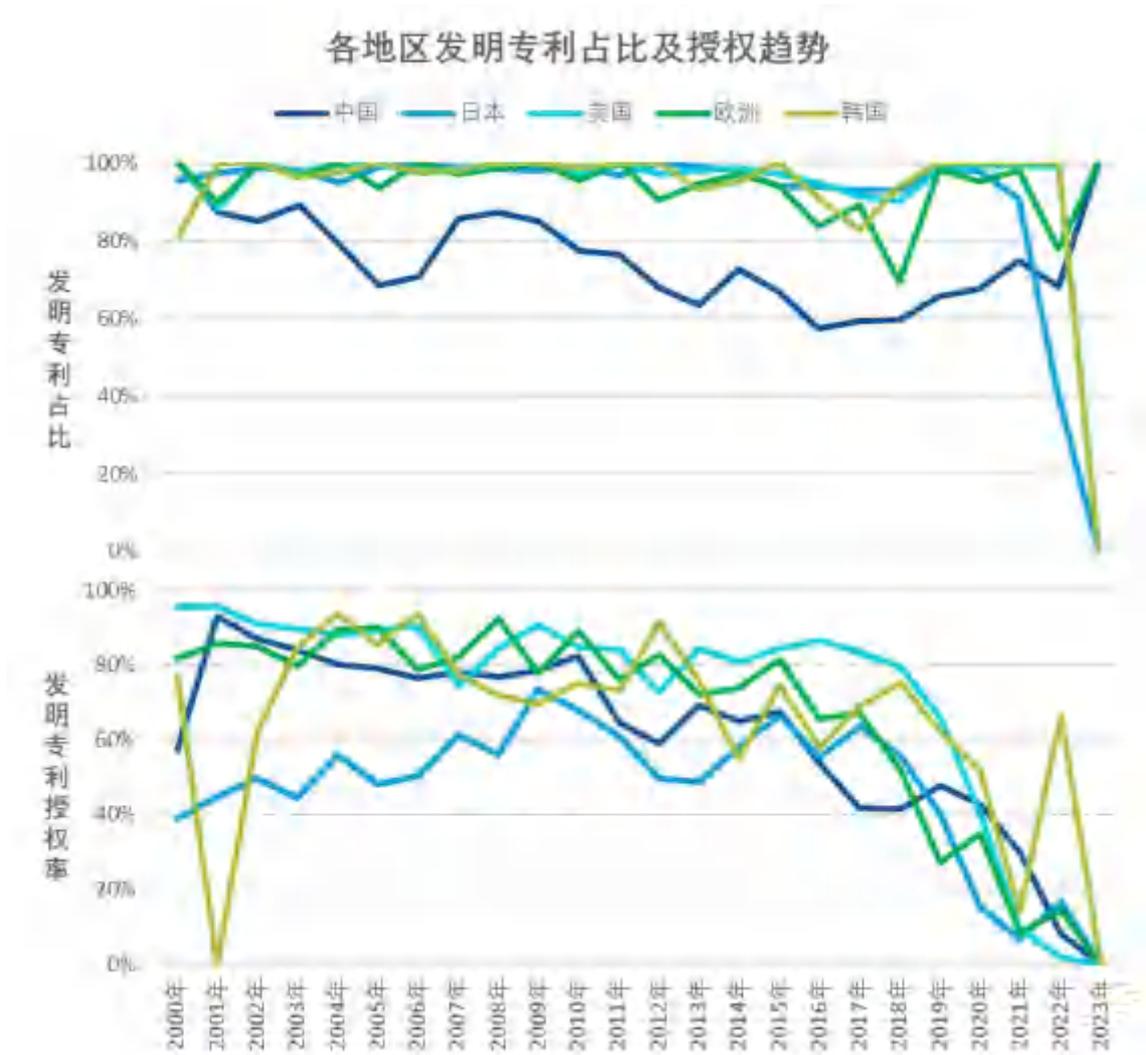
欧洲、韩国的专利集中度也呈波动下降的趋势，也在 2014 年后在 50% 上下浮动。因此，目前欧洲、韩国的专利集中度与美国相仿，考虑到欧洲、韩国的专利申请人数量较小，可以推知，欧洲、韩国的专利申请人在该技术领域的竞争并不激烈，且垄断态势尚不明显。

### 3.1.4 各类专利法律状态及发明授权趋势



从专利类型上看，人形机器人技术领域的发明专利申请量远超实用新型和外观设计，可见该领域的技术仍处于发展阶段，各申请人专利申请的重点停留在核心技术方面，如系统、方法、核心结构等。

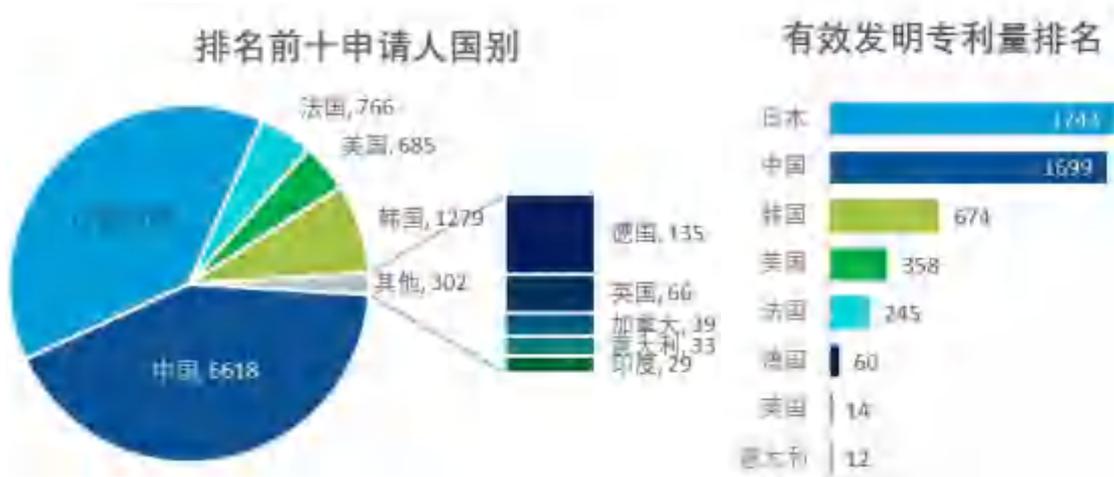
从法律状态上看，该技术领域失效的专利的数量多，可见该技术领域的发展历史较为久远，早期申请人在该技术领域积累起了一定的技术成果；有效专利数量和审中专利数量之和超过失效的专利数量，可见该技术领域在近年来的发展势头相比于早期更加强劲，该技术领域仍处于发展阶段。



自 2000 年来，中国的发明专利占比整体呈现波动下降的趋势，并在 2014 年后大致在 60%-70% 之间浮动；美国、日本和韩国的发明专利占比波动不大，且维持在 90%-100% 之间浮动；欧洲的发明专利占比常年维持在 80%-100% 之间浮动。由此可知，与美国、日本等发达国家相比，中国的发明专利占比并不具有优势。此外，美国和欧洲的发明专利授权率要高于中国和日本。

在 2010 年后，随着专利申请人的大量涌入，专利申请量激增，导致中国的发明专利授权率大幅度下降，并在之后保持在 50% 以下，在 2018 年最低时甚至只有 20% 左右的授权率（考虑到 2018 年后的部分发明专利可能仍在审查阶段，2018 年后申请的发明专利的授权率实际上会更高）。

### 3.1.5 各国申请人技术输出



根据专利申请人国别信息（左图），可以发现人形机器人专利申请主要来自中国（含港澳台，下同）、日本、韩国、法国和美国申请人，其中中国、日本专利申请人总专利数均超过 6000 件，但有效专利分别占比 47%和 30%（图中未示出，下同）；韩国申请人专利数超过 1000 件，有效专利占比 53%；法国和美国申请人专利数在 700 件左右，有效专利分别占比 37%和 54%；排名前十的其他国别申请人中，除德国超过 100 件、英国超过 60 件，其他均少于 50 件。

结合发明专利拥有量，能够有效体现国家在特定技术领域的创新能力，通过该指标可以更加准确评价国家在全球相关产业竞争格局中的位置和水平。从不同国家的有效发明专利数量看（右图），日本所拥有的数量位居全球第一，中国仅次于日本，位居全球第二。

各国申请人专利申请趋势



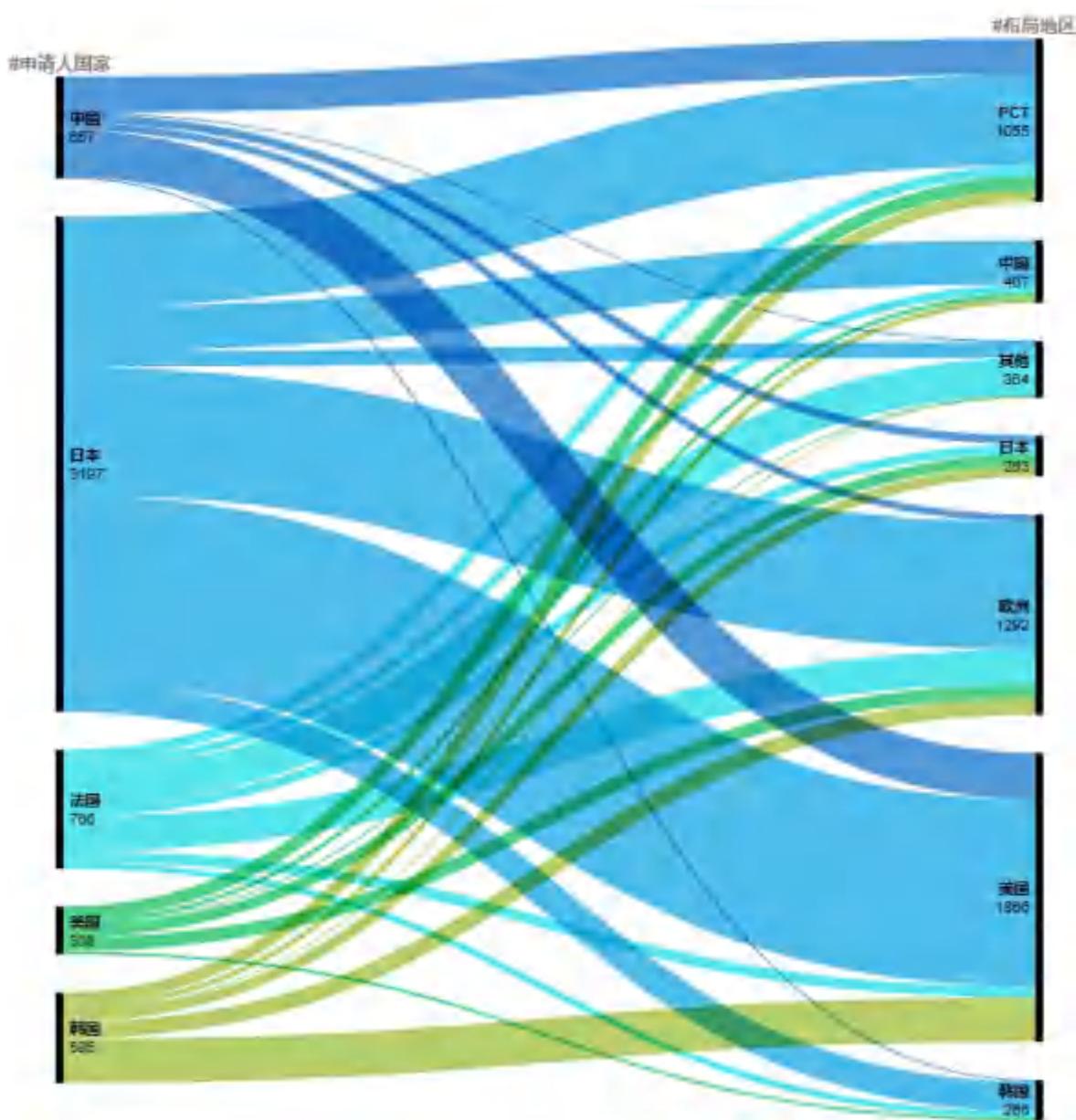
各国家申请人专利申请趋势如图所示，从申请时间分布来看，早期专利申请主要来自日本申请人，其在 2000 年至 2008 年保持绝对优势（主要来自本田和索尼，其次为丰田），但是自 2003 年迅速达到峰值后呈现波动下降趋势。

随着韩国、中国申请人的追赶，2009 年来呈现日本、韩国、中国申请人三足鼎立态势，但是三者走势仍存在区别，日本专利申请量平缓发展（主要来自精工爱普生、本田、丰田，而索尼专利申请量已显著降低），韩国专利申请经过 2009 年至 2011 年的峰值期后进入下行阶段（主要来自三星，此外还有部分来自韩国科学院和现代汽车），中国专利申请则呈现阶段性增长（主要来自清华大学、浙江大学，此外还有部分来自上海大学、北京理工大学等高等院校和科研机构）。

2014 年以来，中国专利申请增速显著（主要来自优必选、达闼、清华大学、北京理工大学、浙江大学、之江实验室、乐聚、小米等企业、高等院校和科研机构），超过日本成为主导；迫于竞争氛围，日本专利申请重现增长态势（主要来自精工爱普生、索尼、丰田、本田和夏普），韩国（主要来自三星、韩国科学技术院）、美国（主要来自波士顿动力）专利申请也缓慢增长；此外，法国申请人在 2015 年集

中申请了一批专利(主要来自软银机器人欧洲公司和奥德巴朗,且两者为合作关系)。

总体而言,预计中国、日本申请人未来在人形机器人专利布局上将呈现动力强劲态势,属于主要的技术来源。



由图所示的是各国/地区申请人向其他地区专利的专利情况流转情况(不含本

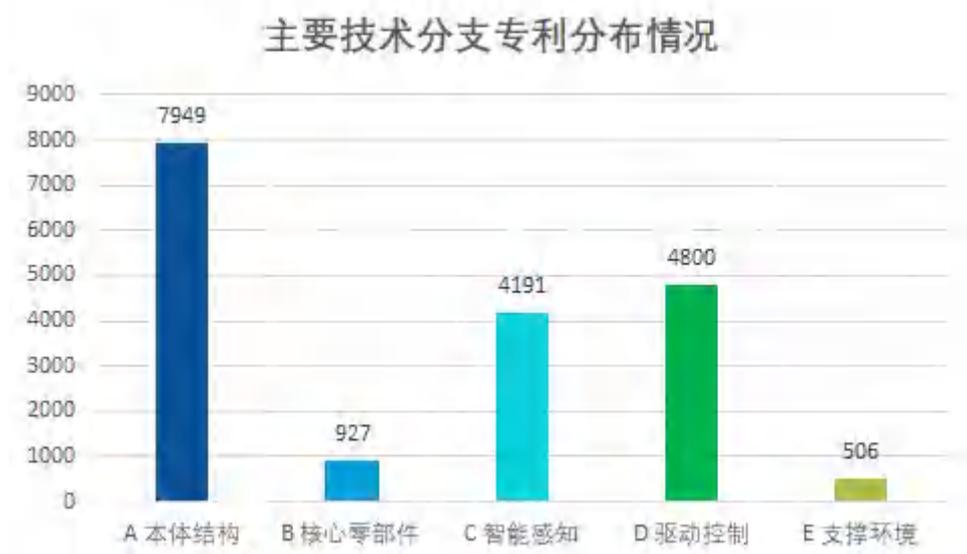
国申请)，日本申请人向别国输出的专利数量最多，可见日本申请人相比于其他地域的申请人更加重视海外市场的布局，其向外申请的专利主要流向美国、欧洲、中国和韩国等地。除日本外，中国、法国、美国、韩国等地向别国输出的专利数量较多。

此外，接收外国专利较多的地域主要有美国、欧洲等地。由此可知，在人形机器人技术领域，美国和欧洲的市场开放程度较高。

## 3.2 技术布局分析

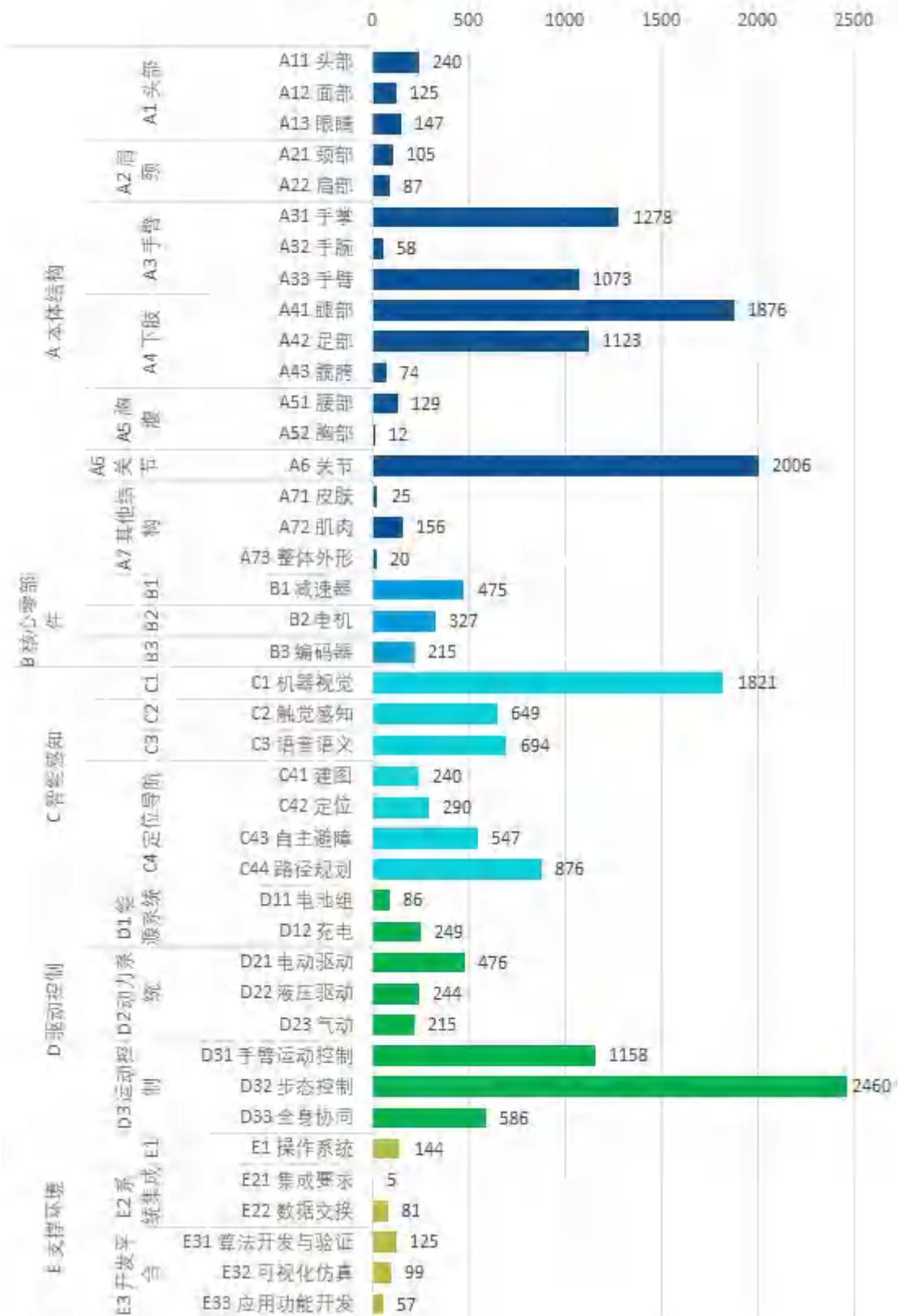
### 3.2.1 技术构成分析

#### (1) 技术布局概况



由图可知，在人形机器人技术领域，目前已积累的技术主要集中在本体结构部分，智能感知和驱动控制的申请量紧随其后，核心零部件以及支撑环境技术分支的申请量较少。从各个技术分支的申请量上看，目前人形机器人的技术热点在结构、感知和控制系统中。

### 各技术分支专利分布情况



如图所示的是各技术分支专利分布情况，在人形机器人技术领域，专利申请主要集中在 A 本体结构、C 智能感知、D 驱动控制上，B 核心零部件、E 支撑环境技术分支的申请量较少。具体而言：

在 A 本体结构方面，主要布局在 A31 手掌、A33 手臂、A41 腿部、A42 足部以及 A6 关节；

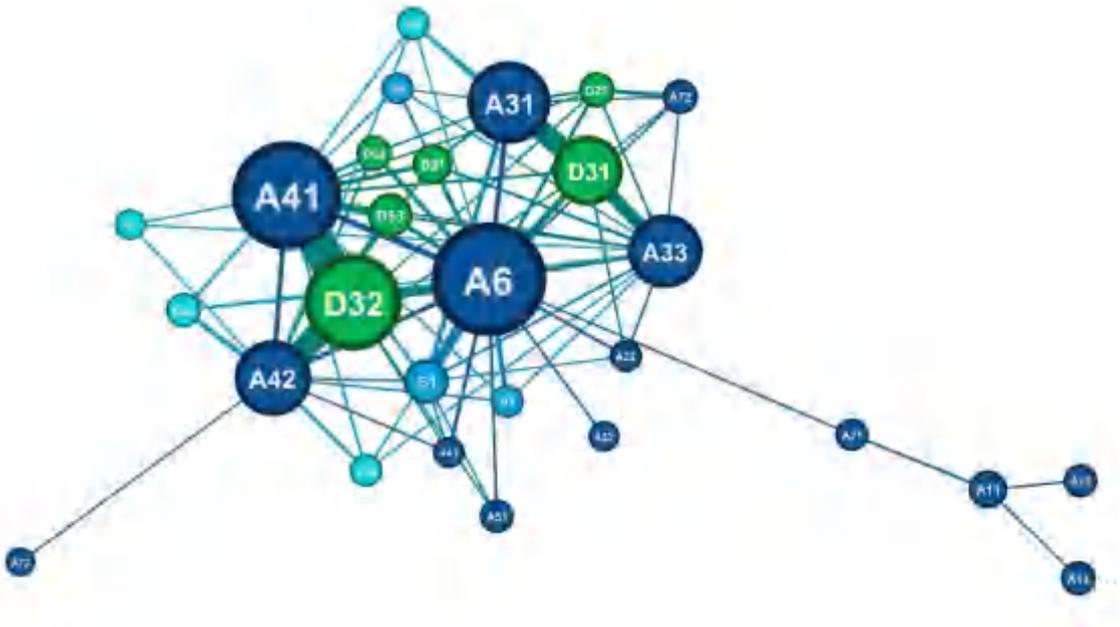
在 B 核心零部件方面，专利数量整体较少，其中 B1 减速器方面专利稍多；

在 C 智能感知方面，专利主要布局在 C1 机器视觉，其次是 C44 路径规划；

在 D 驱动控制方面，专利主要布局在 D32 步态控制以及 D31 手臂运动控制方面；

在 E 支撑环境方面，专利数量整体较少。

## (2) A 本体结构相关专利技术构成



在 A 本体结构相关专利中，A6 关节技术是其中的核心技术，与多个其他技术分支具有关联，尤其是 A41 腿部、A42 足部、A31 手掌和 A33 手臂；A11 头部、A12

面部、A13 眼睛、A21 颈部技术与其他技术主题之间存在一定独立性。

在涉及其他技术主题的主要分支中，D32 步态控制与 A41 腿部、A42 足部关联度高；D31 手臂运动控制与 A31 手掌和 A33 手臂关联度高；B1 减速器、B3 编码器均与 A6 关节技术具有一定关联；D21 电动驱动与 A41 腿部、A6 关节技术关联度高，D22 液压驱动与 A41 腿部技术关联度高，D23 气动与 A72 肌肉、A6 关节技术关联度高。

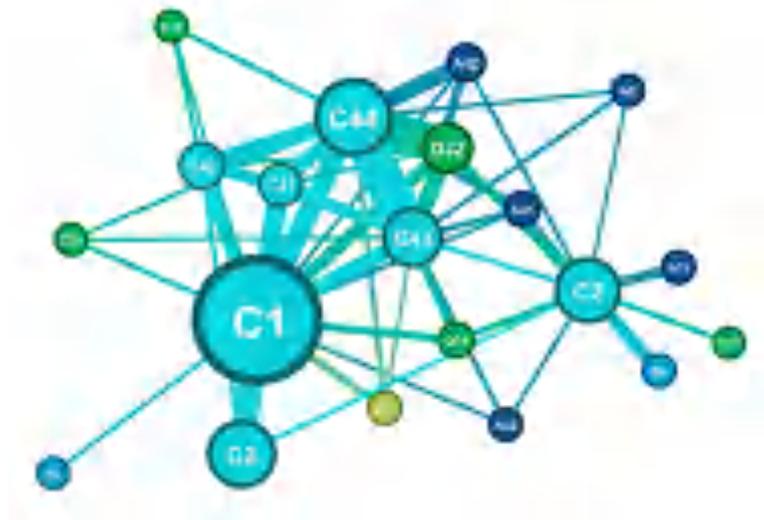
### (3) B 核心零部件相关专利技术构成



在 B 核心零部件方面，B1 减速器、B2 电机、B3 编码器均与 A6 关节技术关联度高。

此外，B1 减速器还与 A41 腿部、A31 手掌具有一定关联；B2 电机还与 D21 电动驱动、C2 触觉感知关联度较高；B3 编码器与 A33 手臂、A42 足部、D32 步态控制存在一定关联。

#### (4) C 智能感知相关专利技术构成



在 C 智能感知方面，C1 机器视觉与 C41 建图、C42 定位、C43 自主避障、C44 路径规划关联度较高，C41 建图、C42 定位、C43 自主避障、C44 路径规划之间关联度高。

此外，C1 机器视觉与 C3 语音语义存在一定关联；C2 触觉感知与 A31 手掌、B2 电机、D21 电动驱动、D32 步态控制存在一定关联；C44 路径规划还与 D41 自主避障、12 充电存在一定关联。



### 3.2.2 技术功效矩阵



从技术功效矩阵来看，人型机器人领域的应用研究较为关注稳定可靠、生动自然、准确精确、提高效率、智能化等功能的实现。其中：

A 基础结构主要关注稳定可靠、生动自然、精确准确、结构简化等方面的效果，各技术效果近五年内专利申请量占比均低于 50%；

B 核心零部件方面，重点关注的技术效果为准确精确、稳定可靠、结构简化，各技术效果近五年内专利申请量占比均低于 50%；

C 智能感知方面，重点关注的技术效果为准确精确、稳定可靠，此外还包括智能化、生动自然和提高效率，其中提高效率近 5 年新申请量为 53%；

D 驱动控制方面，重点关注的技术效果为稳定可靠、生动自然、准确精确，各技术效果近五年内专利申请量占比均低于 50%；

E 支撑环境方面，重点关注的技术效果为稳定可靠、准确精确、提高效率、智能化等方面，近五年新增申请量均在 50%以上。

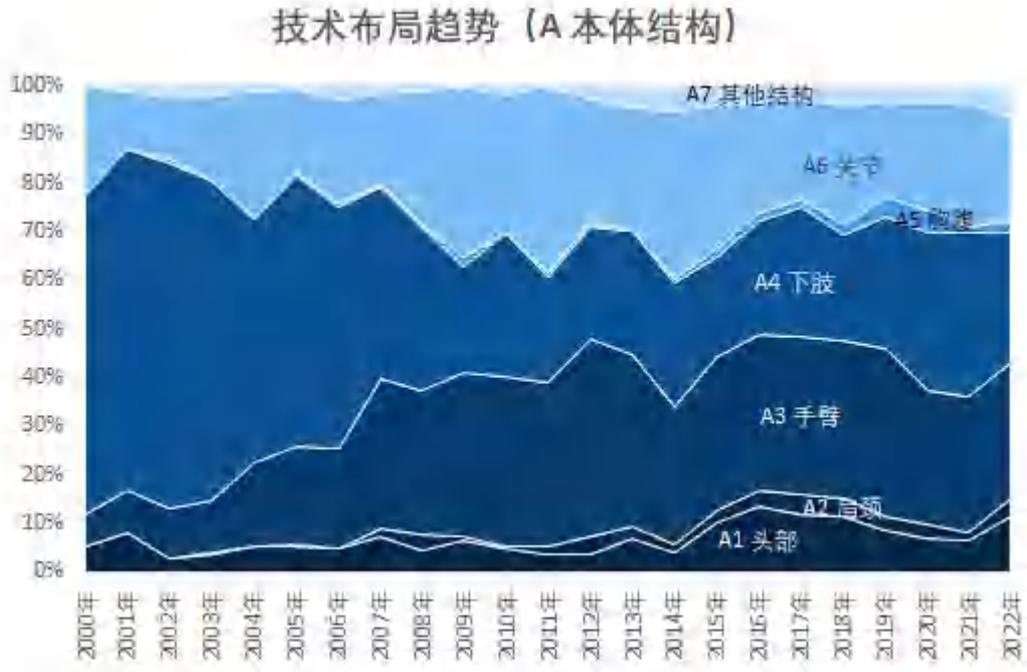
### 3.2.3 专利申请趋势

#### (1) 主要技术分支趋势



由图可知，在 2000 年后，随着人形机器人技术的发展，重点技术分支的申请量呈逐步上升的趋势。其中，A 本体结构部分的申请量上升得最多，C 智能感知和 D 驱动控制次之，B 核心零部件近年来申请量有所降低，E 支撑环境相关申请量的增长幅度较低。

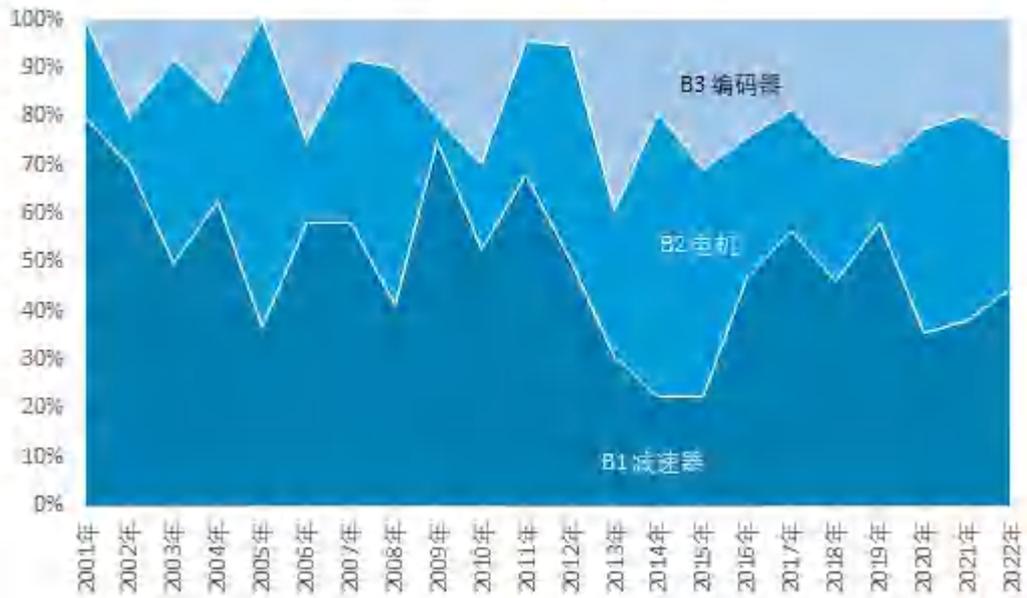
## (2) 各技术分支趋势



由 A 本体结构技术分支的发展历程可知，早期的申请人主要申请 A4 下肢结构的相关专利，在 2007 年后，A4 下肢的申请量逐渐下滑，A3 手臂、A6 关节的申请量迅速增加。此外，A1 头部技术分支的申请量占比略有增加。

从目前的发展情况看，未来几年，在人形机器人 A 本体结构技术分支，A3 手臂技术分支的申请量占比有进一步增加的趋势，有可能成为技术热点。

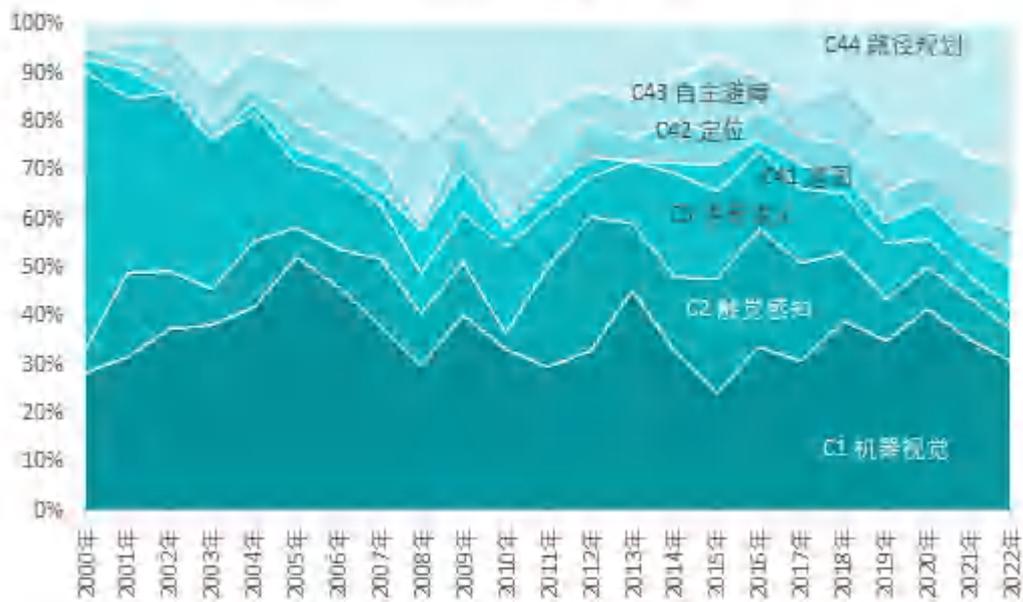
技术布局趋势 (B 核心零部件)



由 B 核心零部件技术分支的发展历程可知，早期至 2012 年间专利申请主要集中在 B1 减速器方面，B2 电机和 B3 编码器方面专利占比较少；2013 年至 2015 年间，B2 电机相关专利在占比突增，随后又呈现回落；近年来三者专利占比仍以 B1 减速器为主导，而 B3 编码器呈现增加趋势。

从目前情况来看，未来几年，在人形机器人的 B 核心零部件技术分支中，B3 编码器技术分支的申请量占比有进一步增加的趋势，有可能成为技术热点。

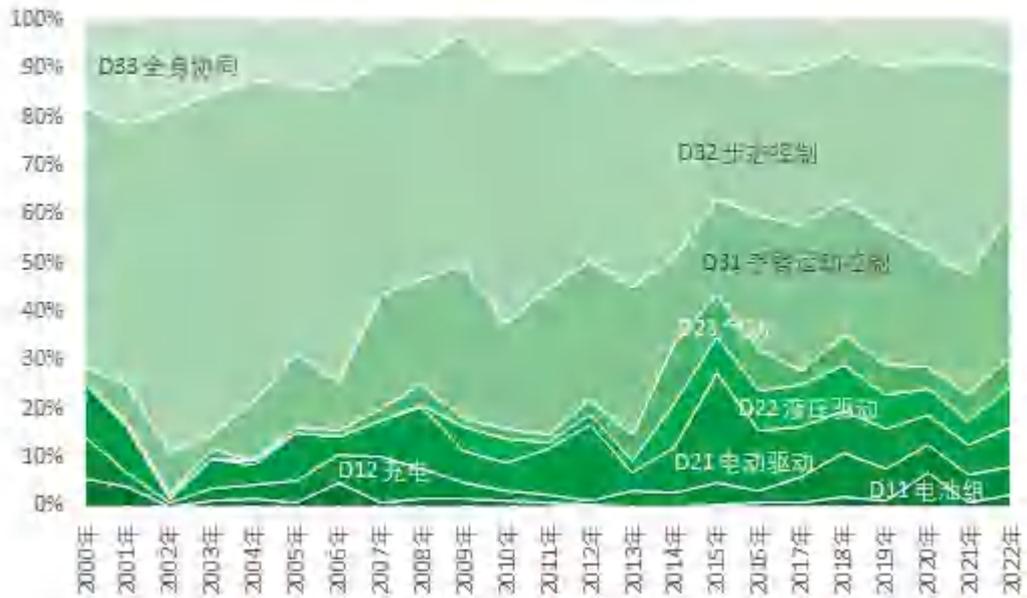
技术布局趋势 (C智能感知)



由 C 智能感知技术分支的发展历程可知，早期的申请人主要申请 C3 语音语义和 C1 机器视觉这两个技术分支的相关专利，随着技术的发展，C3 语音语义技术分支的申请量占比逐渐减少，C1 机器视觉技术分支的申请量占比稳定保持在 30%左右；C44 路径规划技术分支的申请量占比逐渐增多，且维持较为稳定的增长趋势。在发展过程中，C2 触觉感知也有过一段时间的研发热潮，但在 2019 年后，该研发热潮正逐步消散。

从目前的发展情况看，未来几年，在人形机器人的 C 智能感知技术分支中，C1 机器视觉仍将作为智能感知技术方面的重点，而 C44 路径规划技术分支的申请量占比有进一步增加的趋势，有可能成为未来的技术热点。

技术布局趋势 (D 驱动控制)



由 D 驱动控制技术分支的发展历程可知，早期的申请人主要申请 D32 步态控制技术分支的相关专利，随着技术的发展，D32 步态控制专利申请占比逐步降低，而 D31 手臂运动控制技术分支的申请量占比呈现增加趋势；D33 全身协同方面专利申请量占比呈现缓慢降低趋势；D21 电动驱动专利占比波动增加至 2015 年左右，随后进入下行通道；其他技术分支如 D23 气动驱动、D22 液压驱动、D12 充电、D11 电池组等占比较少，呈现一定程度的波动。

从目前的发展情况看，未来几年，在人形机器人的 D 驱动控制技术分支中，D31 手臂运动控制技术分支的申请量占比有进一步增加的趋势，有可能成为技术热点。

技术布局趋势（E支撑环境）

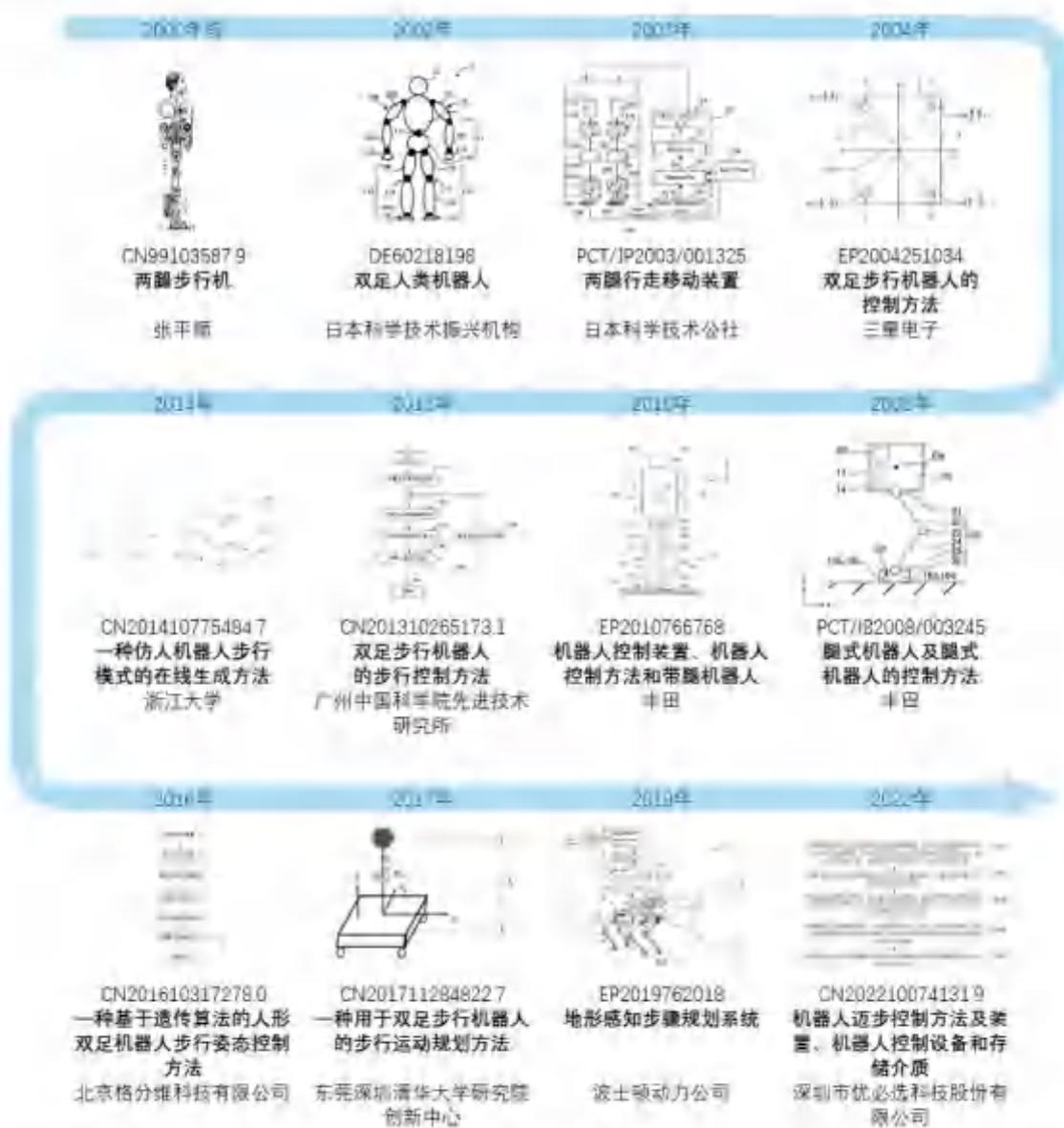


纵观 E 支撑环境技术分支的发展历程可知，早期的申请人主要申请 E33 应用功能开发和 E32 可视化仿真技术分支的相关专利，随着技术的发展，E33 应用功能开发技术分支的申请量占比逐年下滑，E32 可视化仿真技术分支的申请量占比先下降后上升，E31 算法开发与验证和 E22 机器人间数据交换技术分支的申请量占比先上升后减少，E1 操作系统的申请量占比于 2014 和 2015 年爆发式增长，并稳定在 25% 左右。

从目前的发展情况看，未来几年，在人形机器人的 E 支撑环境技术分支中，E32 可视化仿真、E31 算法开发与验证以及 E1 操作系统技术分支的申请量占比有进一步增加的趋势，有可能成为技术热点。

### （3）双足运动控制技术演进路线

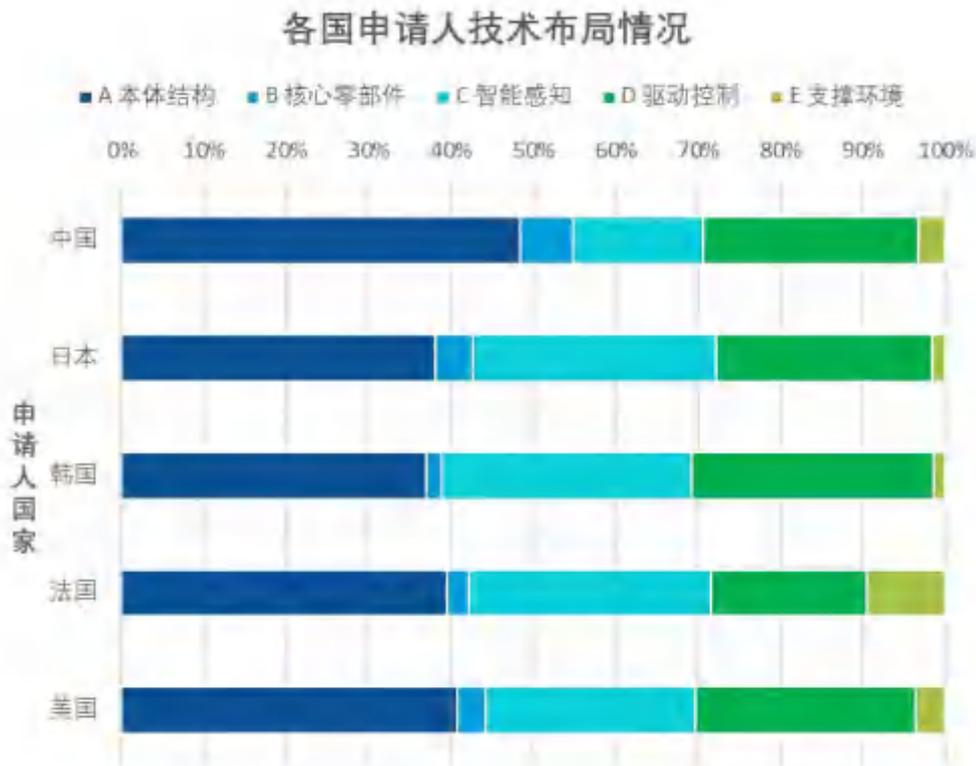
双足运动控制是人形机器人控制的重点技术，也是实现仿人化的难点所在，以下是双足控制技术的技术路线演进图与技术演进的分析。



2000年以前的专利主要通过控制行走的速度控制机器人的步态。在2000年至2002年之间，相关专利主要通过控制机器人腿部动作的同时，配合机器人其他部位进行运动的三维补偿，以保持机器人步态平衡。在2003年，相关专利通过检测机器人的步态数据，并通过设置补偿器，或结合检测到的环境信息，修正步态数

据，以确保机器人行走时的步态稳定性。2004 年的相关专利主要通过机器人脚底的传感器感应到的平面，控制机器人脚底的法线矢量与重力矢量之间的角度关系，调整机器人的步态。在 2005 年至 2008 年间，相关专利主要通过机器人的足底、关节等处设置传感器，利用传感器获得的数据，对机器人的步态进行实时修正。在 2009 年至 2010 年间，部分专利通过测量机器人周围的环境信息，测算机器人的姿态数据，并根据测算出的姿态数据控制机器人的步态和动作。在 2011 年至 2019 年间，各大学和研究所引领双足机器人的步态控制方法，其中，在 2013 年，部分专利通过减小双足机器人步行过程中所需的最小地面摩擦系数，从而提高双足机器人在低摩擦系数地面的步行能力，即提高双足机器人在比较滑的地面上的行走能力；在 2014 年后，专利通过提高机器人步行过程中的精度，以提高机器人步行的稳定性。

### 3.2.4 各国申请人技术布局情况



由图可知，各国申请人（本国国籍）技术布局侧重有所不同，其中：

中国申请人重点布局了 A 本体结构，占比接近 50%，此外，相对于其他申请人，在 B 核心零部件方面布局占比同样较高；

日本申请人重点布局了 A 本体结构和 C 智能感知，在 E 支撑环境方面布局专利较少；

韩国申请人重点布局了 A 本体结构、C 智能感知和 D 驱动控制，在 B 核心零部件和 E 支撑环境方面布局专利较少；

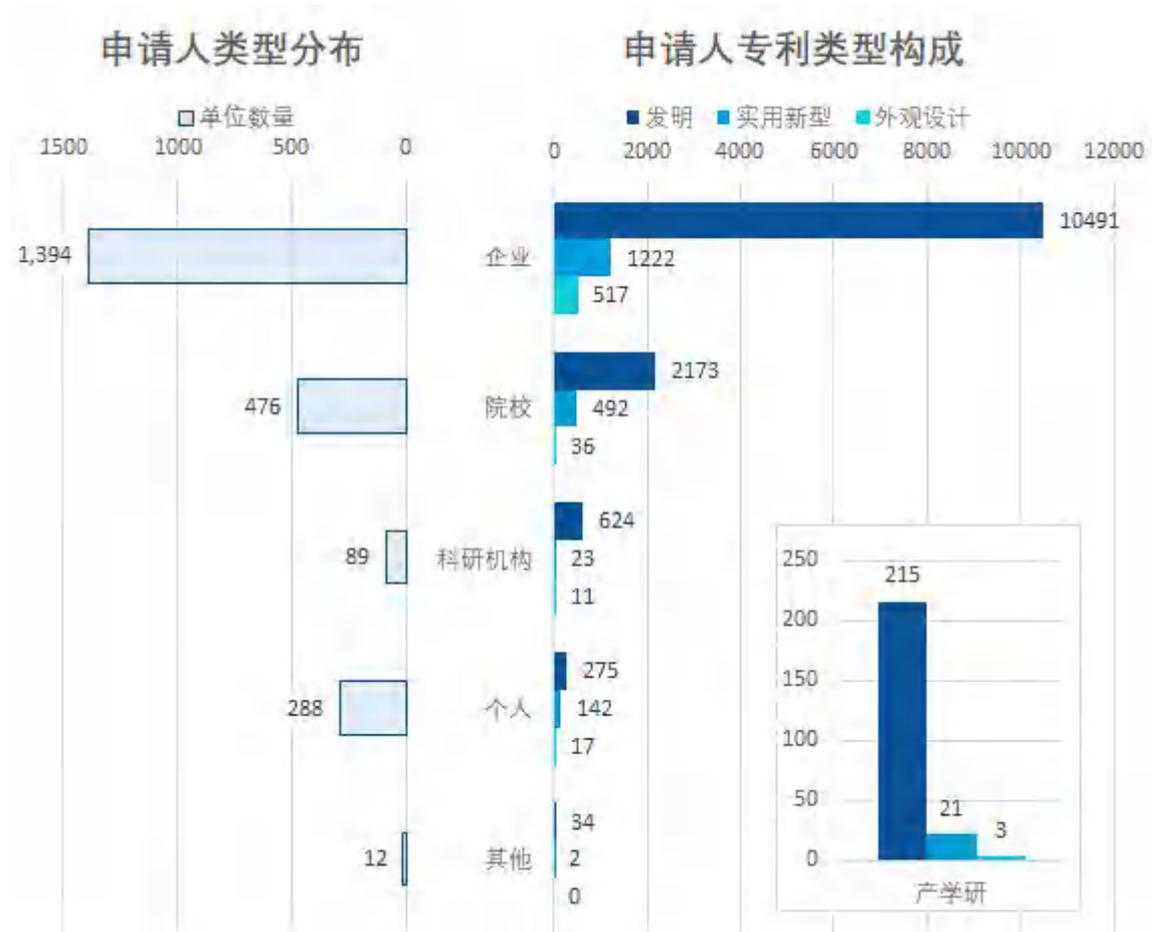
法国申请人重点布局了 A 本体结构和 C 智能感知，并且在 E 支撑环境方面布局占比相对于其他申请人而言较高，在 D 驱动控制方面布局占比较少；

美国申请人重点布局了 A 本体结构、C 智能感知和 D 驱动控制。

### 3.3 专利申请人分析

#### 3.3.1 申请人类型分析

##### (1) 类型构成概况



各类型申请人的申请专利类型均以发明专利为主。企业类申请人专利申请量最多。院校和科研机构申请总量相较于企业有不小的差距。

由此可知，人形机器人相关技术发展与市场的结合较为紧密，并未停留在科学研究阶段，已向市场应用阶段发展。

此外，在人形机器人技术领域，还有一部分为以企业为技术需求方，以院校和

/或科研机构为技术供给方的产学研成果，且以发明专利申请为主。

## (2) 地域分布情况



中国的申请人中，企业的申请量占比最高，但院校的申请量与企业的申请量之间的差距并不大，由此可知，中国的企业和院校在人形机器人技术领域，都具有较高的研发水平；

日本的申请人中，企业的申请量占据绝对的数量优势，院校、科研机构、个人

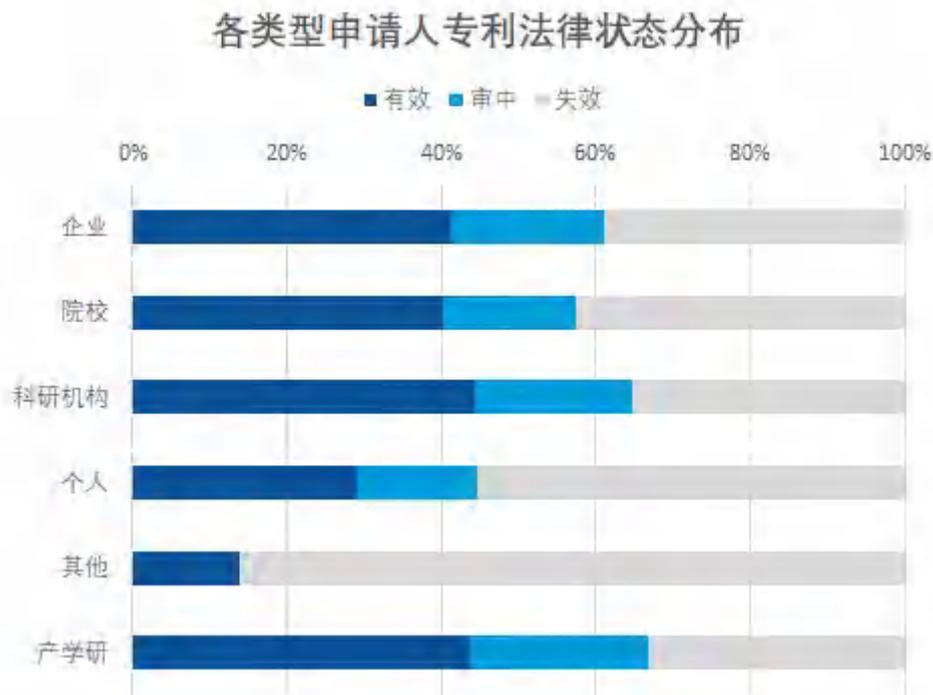
等其他类型的申请人有所参与，但专利申请量极少；

韩国的申请人中，企业的申请量占据较为明显的数量优势，科研机构数量次之，可知韩国的科研机构在人形机器人技术领域相比于院校和个人，具有更好的科研能力；

美国的申请人中，企业的申请量最多，院校、个人以及科研机构的数量较少。

需要说明的是，从上述图表中可知，中国地区和日本地区的产学研申请人数量相近，而日本的产学研申请人专利数量超过 200 件，中国的产学研申请人专利数量仅有 130 件左右，即在人形机器人技术领域，中国的产学研成果的专利转化率相比于日本，还有一定差距。

### (3) 法律状态



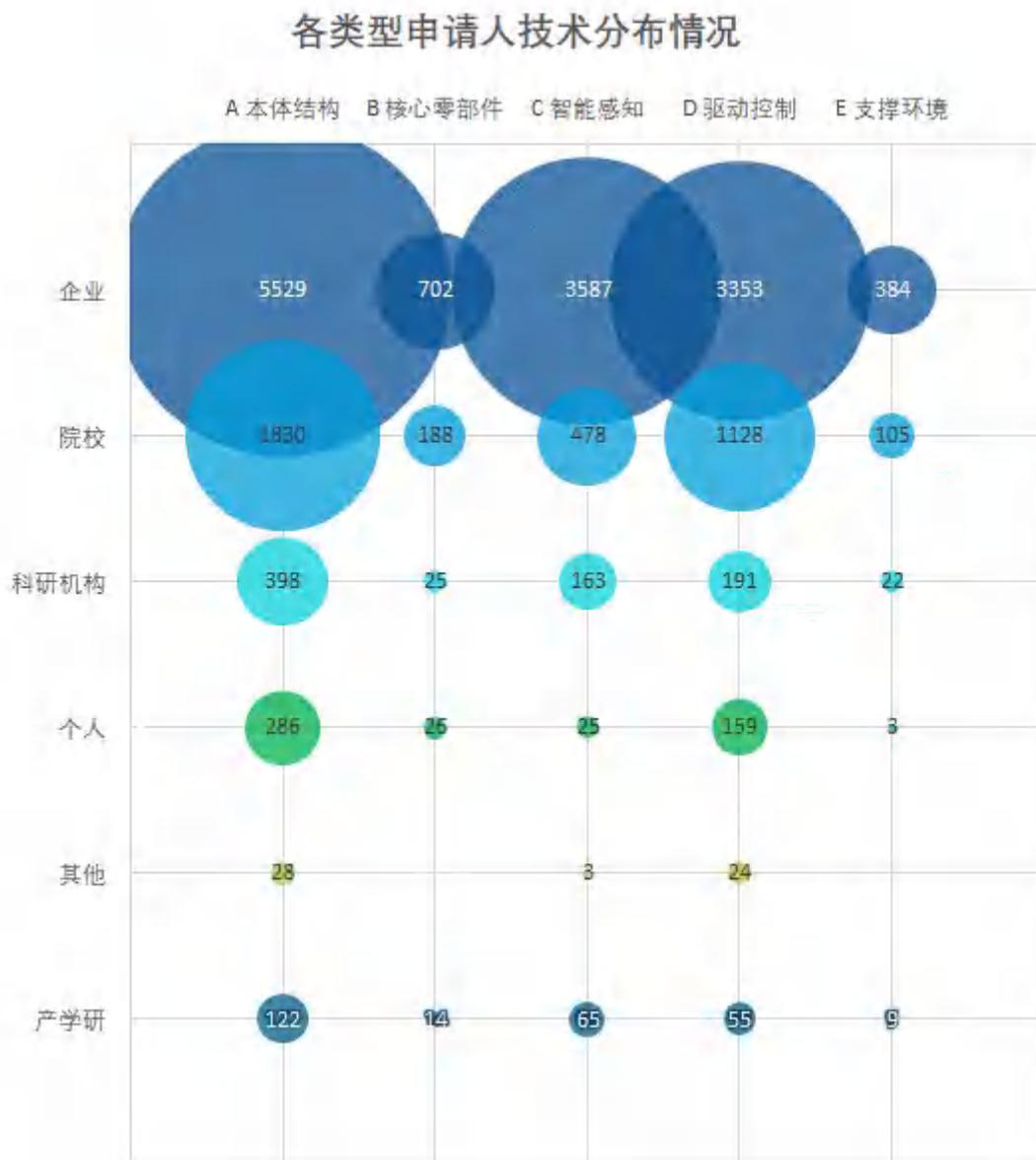
由图可知，企业、院校以及科研机构的专利法律状态分布大致相同，在有效专利占比方面，科研机构具有微弱的优势。

而在个人和其他类型申请人申请的人形机器人相关专利方面，失效的比例超过

50%，可知个人和其他类型申请人的研发能力，与企业、院校和科研机构的研发能力之间具有较为明显的差距。

此外，产学研成果的有效专利和审中专利占比较多，失效专利占比最少。

#### (4) 技术分布及布局趋势



由图可知，在各个重点技术分支中，企业类申请人的申请量均最多，其次就是院校类申请人。

在技术布局侧重方面，A 本体结构是各类申请人均重点关注的技术分支，其次是 C 智能感知和 D 驱动控制，在 B 核心零部件和 E 支撑环境方面专利布局较少。

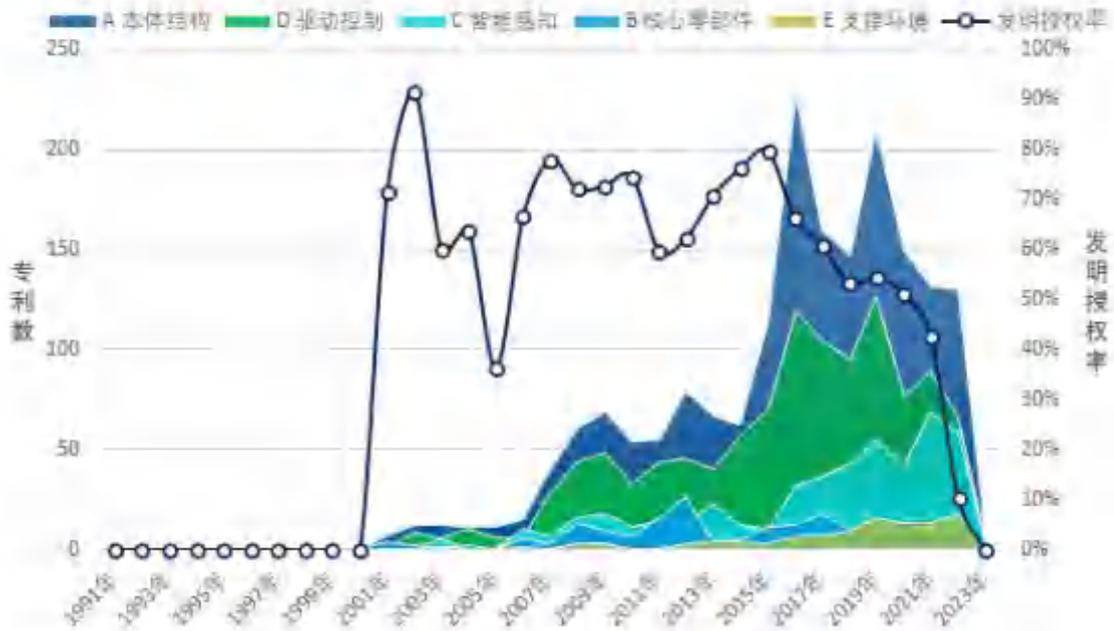
院校类申请人相对于其他申请人更侧重于 D 驱动控制和 B 核心零部件方面的布局；产学研合作则侧重于 C 智能感知方面的布局。



由图可知，2001 年至 2006 年企业类申请人以 A 本体结构、D 驱动控制和 B 核心零部件为主，2007 年至 2014 年，企业类申请人在上述各技术分支的专利申请有所下滑，但其发明专利的授权率稳定在 70% 附近。而 2014 年后，随着企业类申请人专利申请总量的增加，企业类申请人的发明授权率逐渐下降，跌落至 50% 左右。

从 2017 年以来的专利年申请量变化趋势看，企业类申请人近 5 年来加大了对 C 智能感知、D 驱动控制技术分支的专利申请力度，A 本体结构的专利年申请量有所下降。

院校专利申请人专利申请/授权趋势

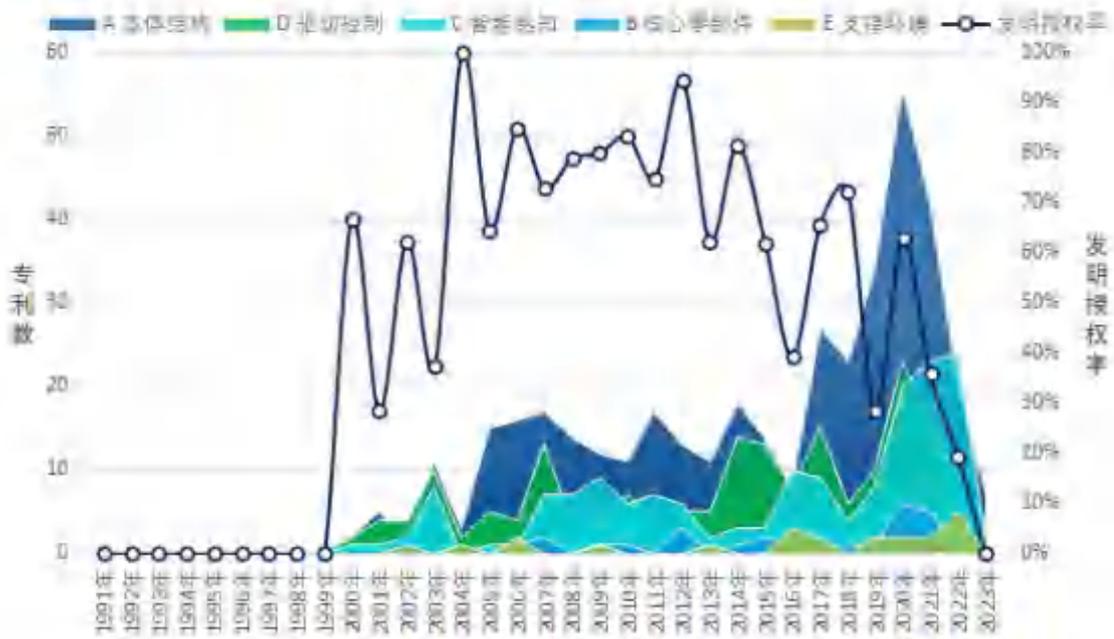


由图可知，2014年前，院校类申请人的专利已申请量较少，其发明专利的授权率较高，并在70%附近波动。而2014年后，随着院校类申请人专利申请总量的增加，院校类申请人的发明授权率下降至50%左右。

从上述数据可以看出，企业类申请人和院校类申请人产出高质量专利的能力较为稳定，但在近年增加申请量后，发明专利的授权率均有一定程度的下降。

从2017年以来的专利年申请量变化趋势看，院校类申请人近5年来加大了对C智能感知以及E支撑环境技术分支的专利申请力度，A本体结构、D驱动控制和B核心零部件的专利年申请量呈现波动下降的趋势。

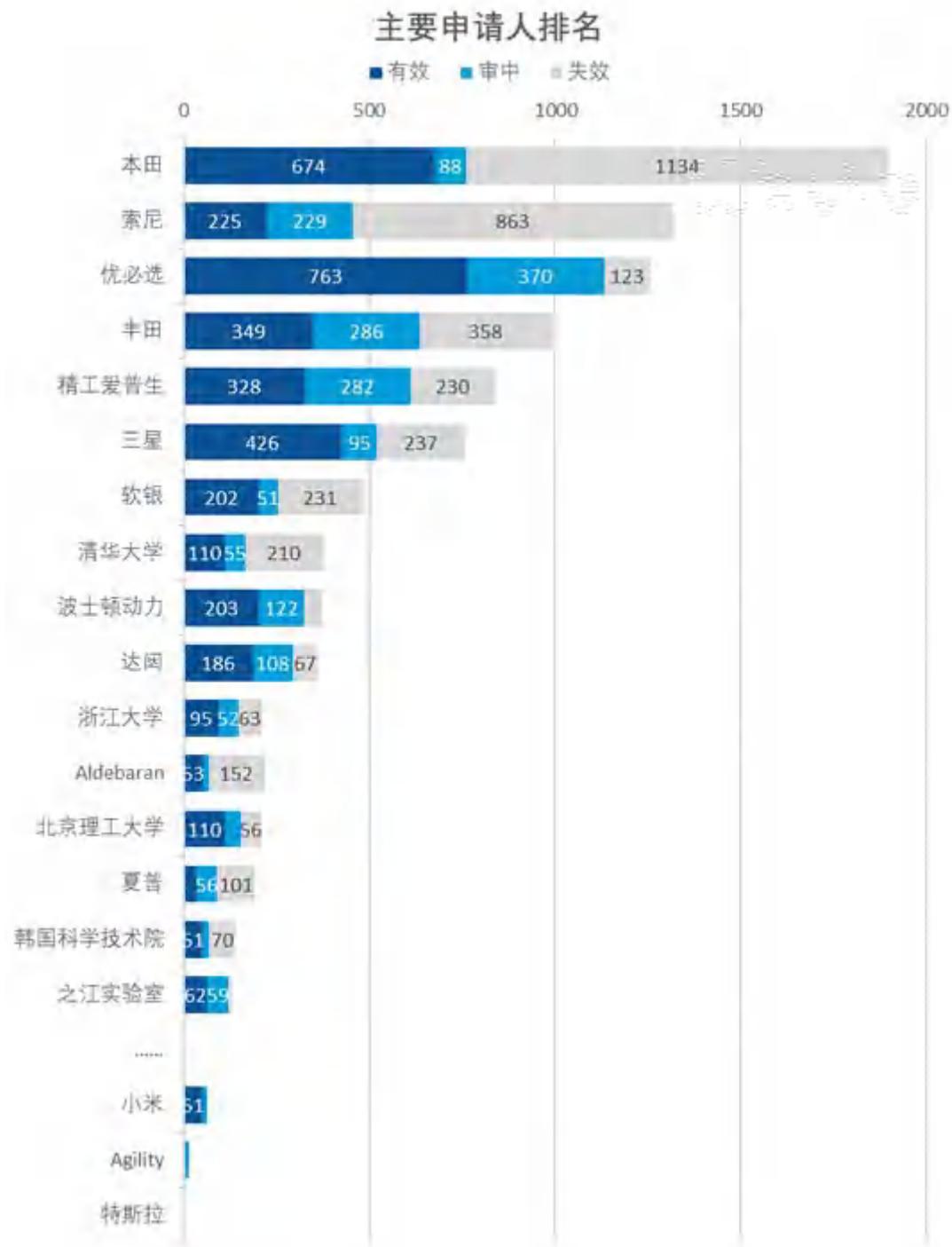
科研机构专利申请人专利申请/授权趋势



由图可知，2014年以前，科研机构类申请人的申请量较低，其发明专利授权率在80%左右波动。而在2014年后，随着总申请量的增加，科研机构类申请人的发明专利授权率波动较大，在2018年超过70%，在2019年降至不足30%。由此可见，科研机构类申请人在人形机器人领域产出高质量专利的能力并不稳定。

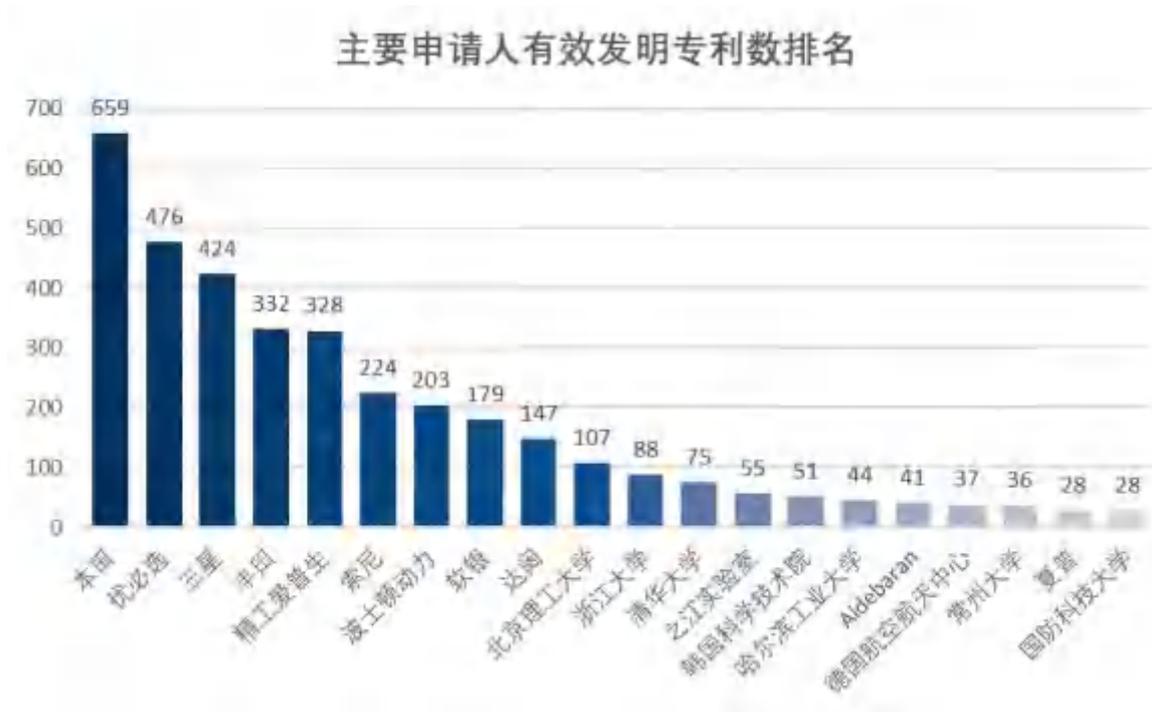
从2017年以来的专利年申请量变化趋势看，企业类申请人近5年来对A本体结构、B核心零部件、C智能感知、D驱动控制以及E支撑环境技术分支的申请力度均有所增加，并在2020年左右达到申请总量的顶峰，其中D驱动控制方面持续增长的趋势尤为明显。

### 3.3.2 主要申请人排名



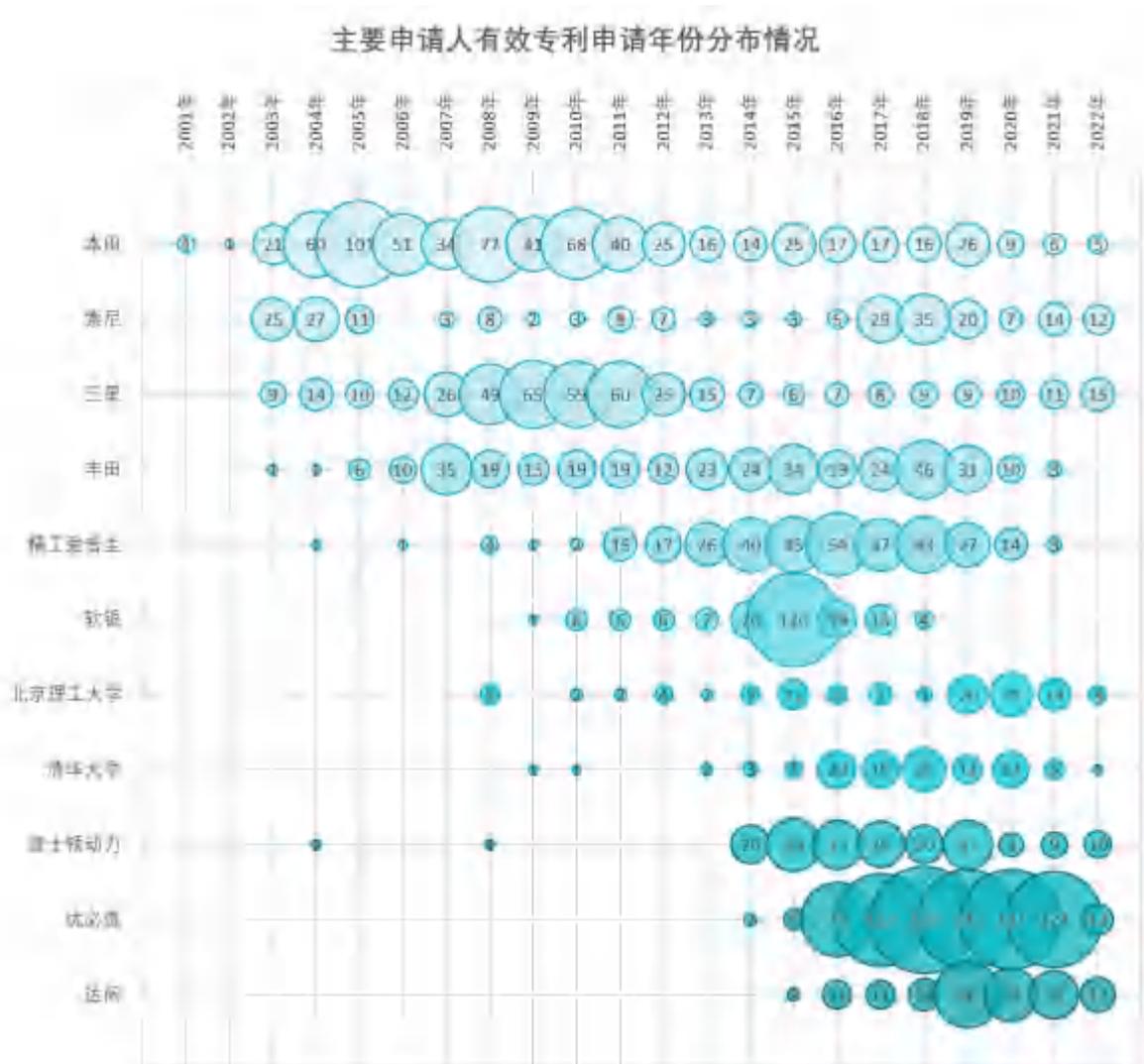
由图可知（图中显示申请人专利总数 $\geq 100$ 件，此外还包括重点关注申请人的

数据），在人形机器人技术领域，本田、索尼、优必选科技三家在专利申请总量上位居前三名，但本田和索尼的失效专利量较多，优必选科技在有效专利量和审中专利量方面均为该技术领域的第一名。



而进一步结合专利类型和法律状态，在人形机器人技术领域，本田、优必选、三星有效发明专利持有量在 400 件以上，位居前三名，属于本领域申请人第一梯队，有效发明专利在 300 件以上的丰田和精工爱普生则属于第二梯队，可见排名靠前的申请人主要为实力较强的老牌日韩企业，优必选科技则作为中国人形机器人代表企业跻身其中。在排名靠前的其他申请人中，则以高等院校和科研机构为主。

此外，与上文的主要申请人有效专利总量比较可得，各申请人的有效专利均以发明专利居多。



此外，对于各申请人有效专利，选择有效专利数排名靠前的 11 家申请人，专利的申请年份分布情况如图所示（发明专利一般为 20 年，实用新型专利一般为 10 年，外观设计专利按不同地区规定包括 10 年、15 年或 25 年；此外，虽然近年有效专利数量显示较少，但预期未来随着专利逐步授权而增加）。

可以发现，在专利有效期内，早年有效专利主要集中在本田（日）、索尼（日）、三星（韩）等申请人名下。其中，本田在 2005 年达到峰值，随后各年专利申请持续但是有效专利数呈现减少态势；索尼专利申请则主要集中在 2003 年-2005 年以及 2017 年来，其他年份有效专利数较少；三星专利申请主要集中在 2007 年-2012

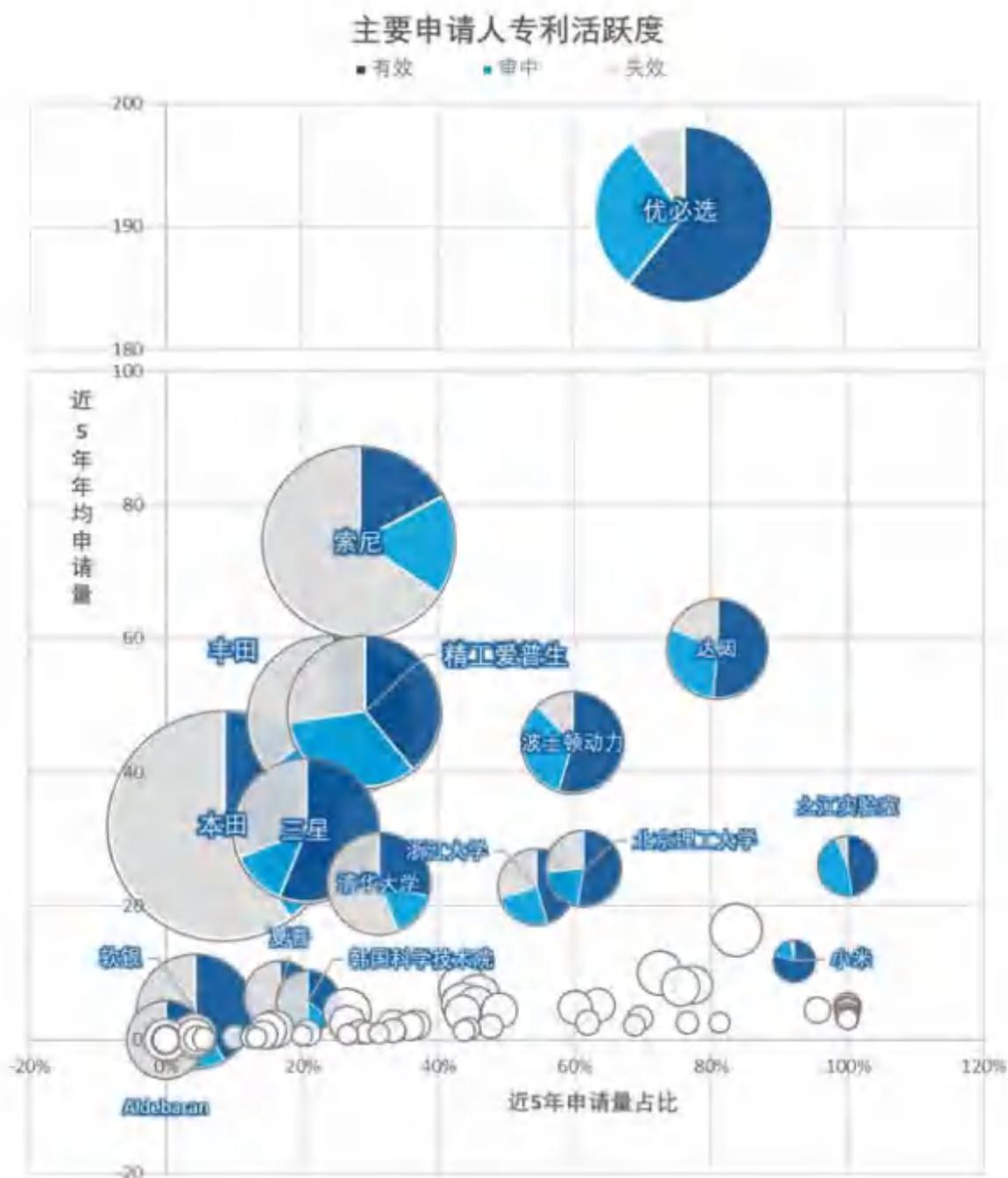
年间，其他年份有效专利数较少，但是近年来呈现缓慢增长态势。

中期有效专利主要集中在丰田（日）、精工爱普生（日）、软银（法）。其中，丰田有效专利申请时间主要开始于2007年，并逐年缓慢增长，至2018年达到峰值；精工爱普生有效专利申请时间主要开始于2011年，于2016年达到峰值后呈现逐年下降趋势；软银有效专利主要分布在2014年-2017年间，尤其是集中在2015年，但是近年来已不再出现新的有效专利。

近期有效专利排名靠前的申请人中开始出现中国、美国申请人，例如开展人形机器人技术研发的院校：北京理工大学（中）和清华大学（中），以及人形机器人领域优势企业：波士顿动力（美）、优必选（中）和达闼（中）。其中，北京理工大学有效专利的申请时间开始较早，但是主要集中在2019年来；清华大学有效专利申请时间集中在2016年后，但是近期呈现不稳定的波动态势；波士顿动力有效专利集中在2014年后，且2019年前趋势较为平稳，2020年来有效量降低；优必选有效专利申请年份主要开始于2016年，且在2018年达到峰值，近年来有效量维持在100件以上；达闼有效专利申请年份主要开始于2016年，且集中在2019年后。

总体而言，基于因专利通过审查授权而使有效专利数增长的预期，未来优必选、达闼、索尼、三星、波士顿动力、北京理工大学的有效专利数预期将维持较为积极的增长态势，而软银有效专利可能不再增长，其他申请人有效专利增长趋势不显著。

### 3.3.3 主要申请人专利活跃度



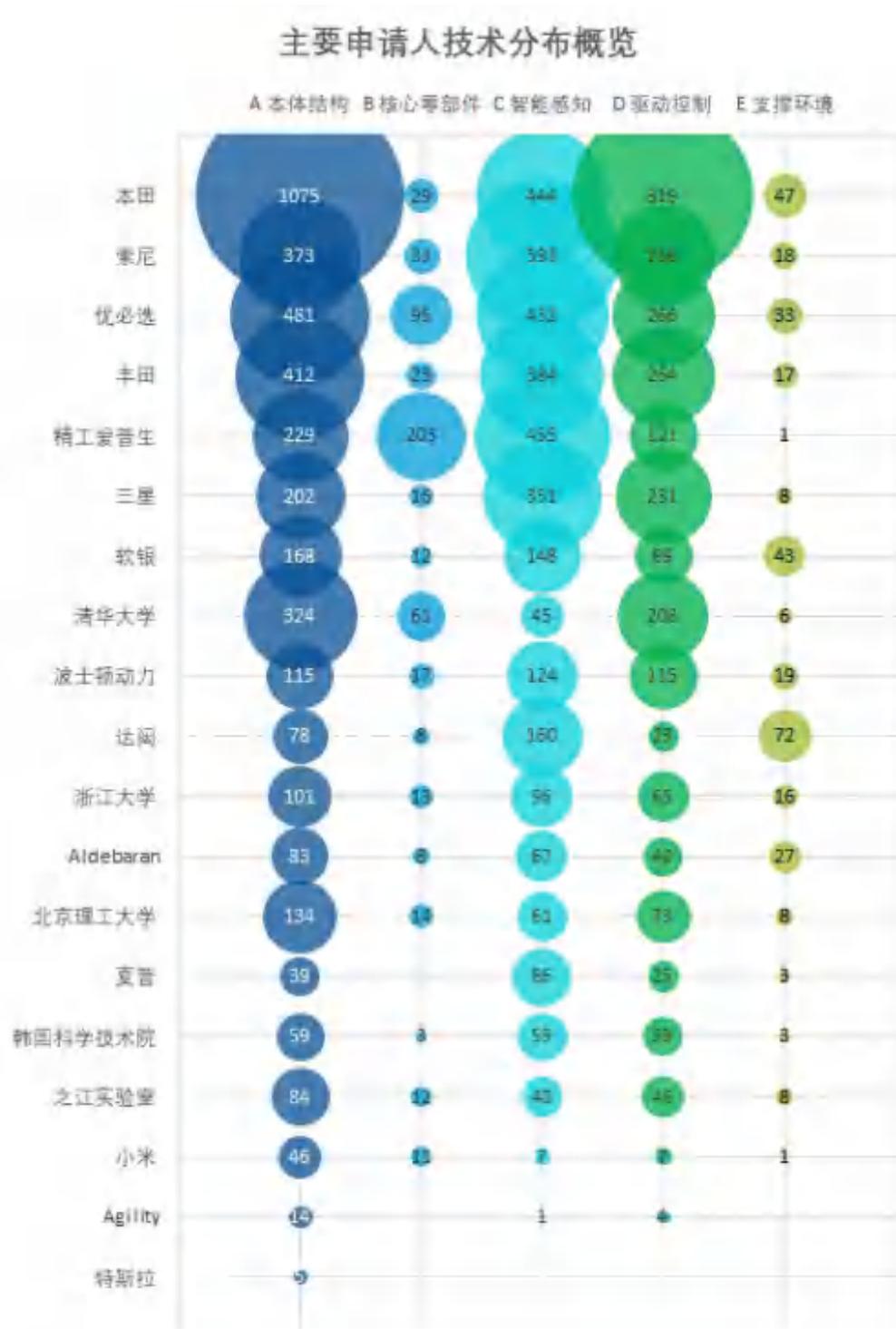
如图所示的各申请人气泡（数量较多的气泡中填充饼图，其他则未填充）大小为其历年来专利申请总量，其中根据专利法律状态划分为有效、审中、失效三个类

别；各气泡的横坐标值为其近五年（即 2018 年来）专利申请量占其专利申请总量之比；各气泡的纵坐标值为其近五年专利申请量除以五获得的数值。

可见，在人形机器人技术领域，本田、优必选科技、丰田、三星、精工爱普生、索尼等企业的专利申请总量较多。其中，优必选科技近 5 年的年均申请量最多，且近五年申请量占比将近 80%。而本田、丰田、三星、精工爱普生专利申请总量虽大，但是近五年的专利申请量占比均在 40% 以下。

可以发现中国申请人近 5 年年均申请量及占比远高于其他国家，这与该产业近年来在国家政策支持下快速发展有密切关系。另外，其他国家申请人在人形机器人领域专利布局时间较早、近年专利申请数量有所减少，也导致其他国家申请人近几年专利申请量不如中国申请人。

### 3.3.4 主要申请人技术分布



由图所示，可将各申请人分成以下几种类型：

以本田、软银、清华大学、浙江大学为代表的一类申请人，以本体结构技术分支的专利为主；

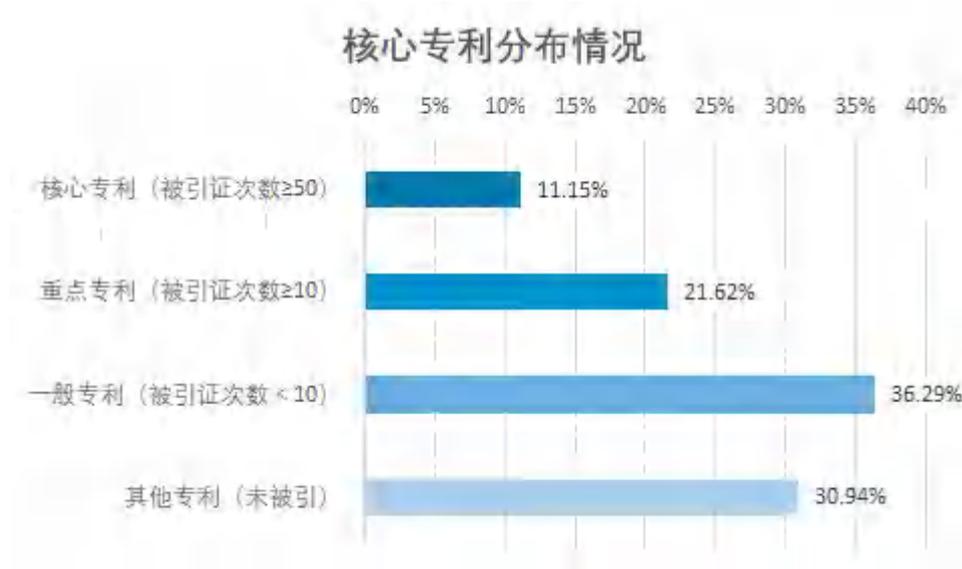
以索尼、精工爱普生、三星、达闼为代表的一类申请人，以智能感知技术分支的专利为主；

以优必选科技、丰田、波士顿动力为代表的一类申请人，本体结构和智能感知技术分支的专利并重；

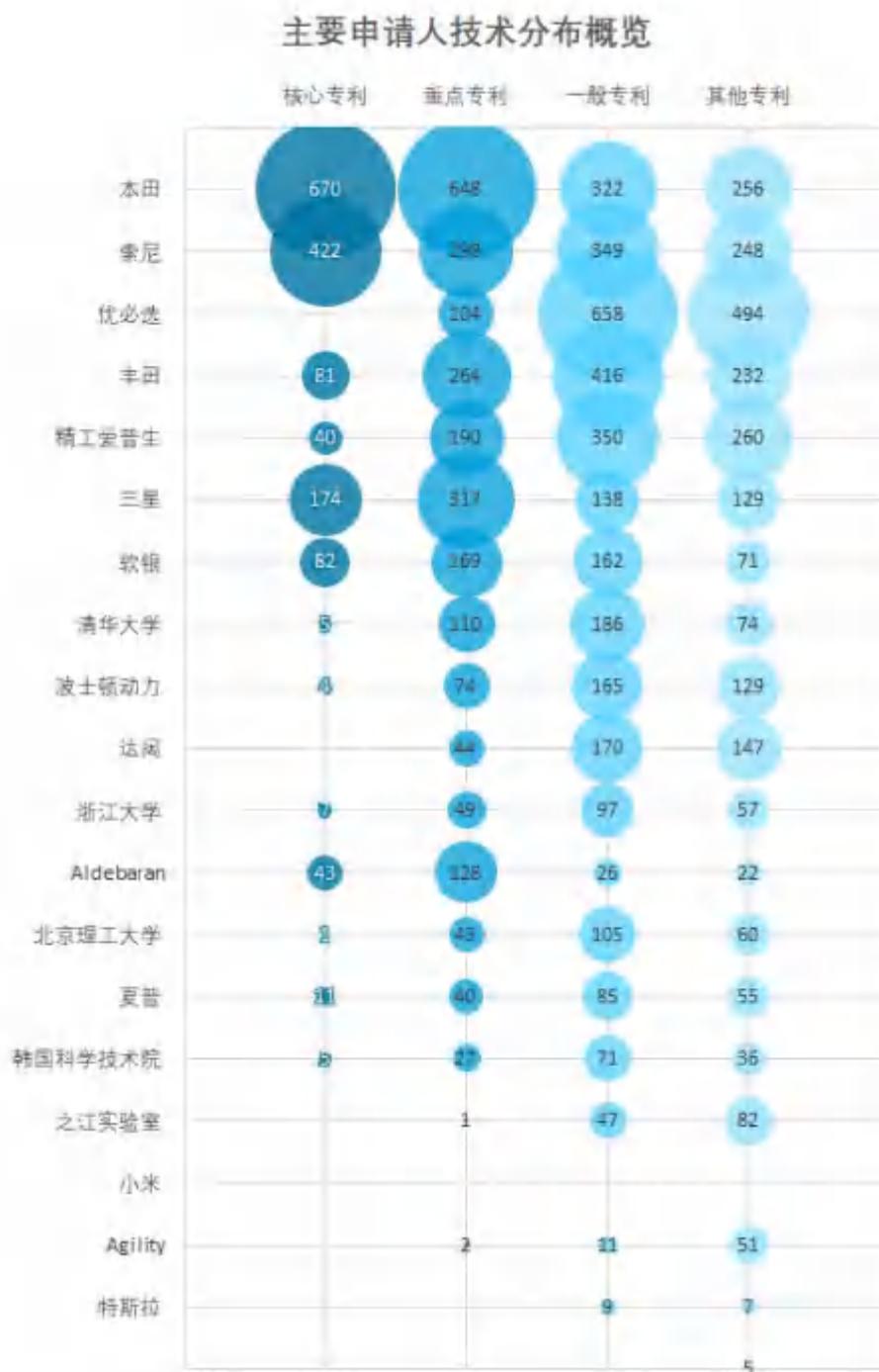
此外，对于专利申请量较低的核心零部件、支撑环境技术分支，精工爱普生、优必选科技、清华大学在核心零部件方面布局较多专利，达闼、本田、软银在支撑环境方面布局较多专利。

整体而言，本田、索尼、优必选科技、丰田为技术布局覆盖度较为全面的申请人。

### 3.3.5 主要申请人重点专利布局情况

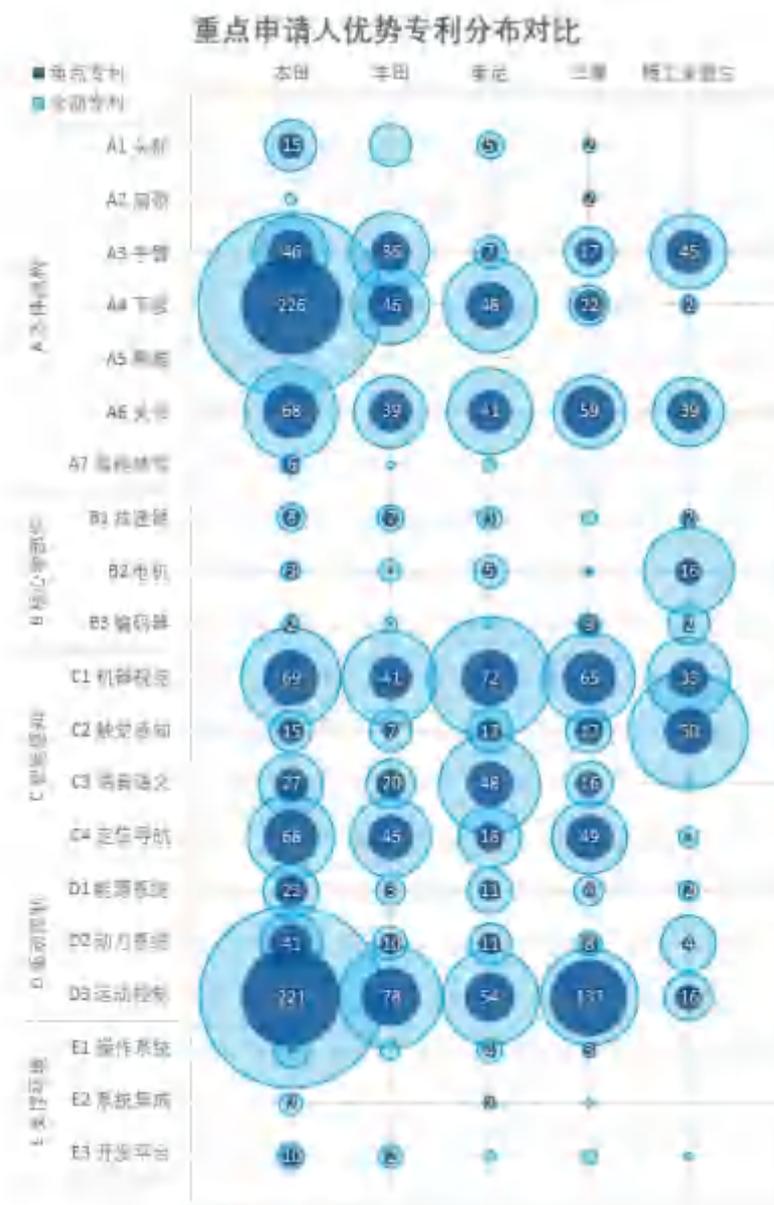


根据专利被引证次数划分本领域核心、重点以及一般专利，统计结果显示，核心专利占比 11.15%、重点专利占比 21.62%、一般专利占比 36.29%、其他专利占比 30.94%。



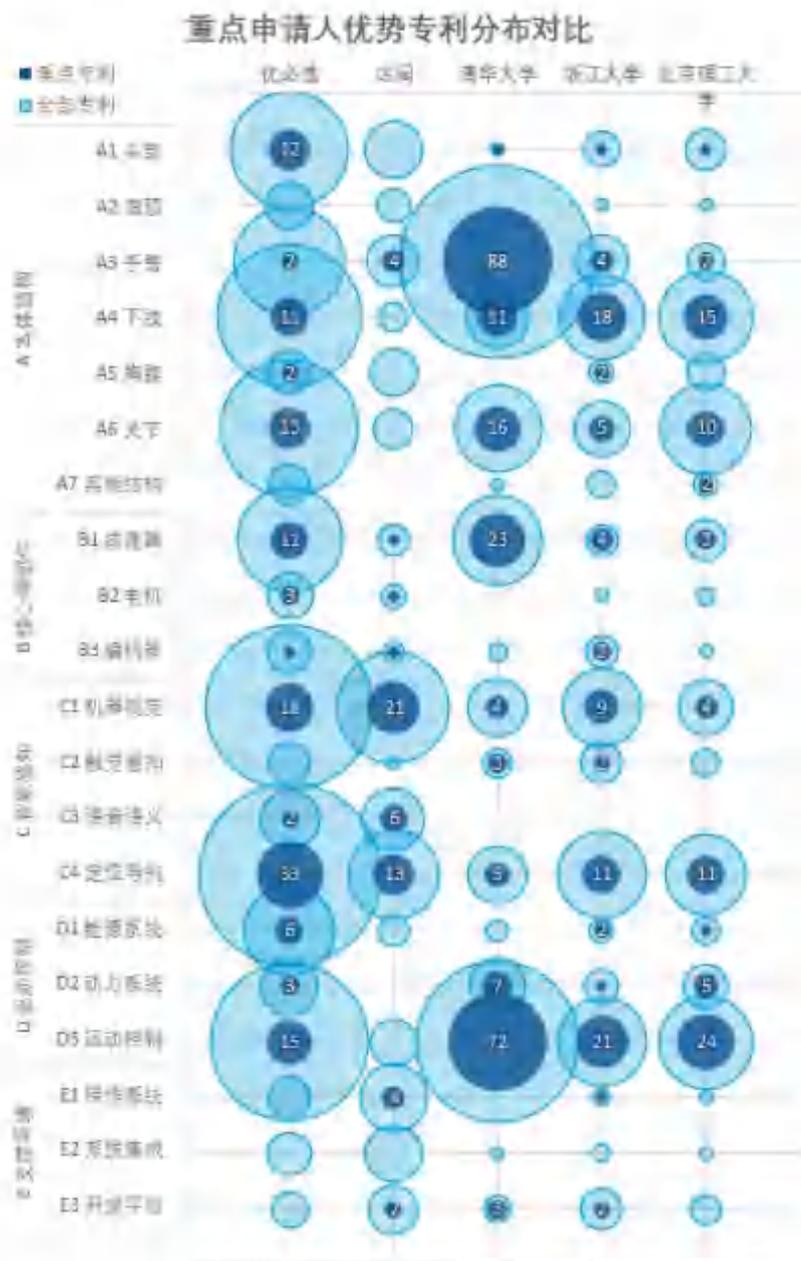
从核心专利分布来看，本田、索尼、三星等申请人重点专利以上的专利数占其自身专利总量的一半以上，掌握着本领域核心技术，对于技术发展具有较大的话语权；其次是软银、丰田、Aldebaran、精工爱普生等申请人。

国内申请人中，清华大学、浙江大学、北京理工大学等院校具备本领域核心专利和重点专利，优必选科技、达闼等企业具备较多本领域重点专利。



国外申请人中，从技术分布来看，本田、丰田、索尼、三星技术布局较为相似，

均注重 A4 下肢、A6 关节、C1 机器视觉、D3 运动控制方面的专利布局，而精工爱普生则更为侧重 A3 手臂、B2 电机、C2 触觉感知等方面的专利布局。在重点专利积累方面，本田在 A4 下肢、D3 运动控制相关技术方面重点专利数量最多，具有显著优势。此外，丰田在 D3 运动控制、索尼在 C1 机器视觉、三星在 D3 运动控制等方面具备技术优势。



国内申请人中，优必选科技布局领域较为全面，且在 C4 定位导航、C1 机器视觉、D3 运动控制方面具备较多重点专利；达闼布局的重点专利主要集中在 C1 机器视觉，在该领域的重点专利数量略高于优必选科技；清华大学专利申请集中在 A3 手臂、D3 运动控制，且重点专利数量优势显著，此外还在 B1 减速器、A6 关节方面具备一定优势；浙江大学和北京理工在多个技术分支也拥有一定数量的重点专利。

### 3.4 重点产品专利布局分析

根据当前人形机器人面世产品落地应用情况，针对当前热点人形机器人产品及其公司专利布局情况进行分析。

#### 3.4.1 优必选科技-Walker X



Walker X: Walker X 在 2021 年世界人工智能大会发布，身高 130cm、体重 63kg，是优必选科技自主研发的最新一代大型仿人服务机器人。Walker X 具备由

41 个高性能伺服关节构成的灵巧四肢以及多目立体视觉、全向听觉等感知系统。其中，通过步态规划与控制技术升级，更快更稳行走，行走速度最快可达 3km/h，还可以在 20 度斜坡行走，实现“坡度实时自适应”。Walker X 针对多项技术进行了升级。例如，采用 U-SLAM 视觉导航技术，实现自主规划路径；基于深度学习的物体检测与识别算法、人脸识别等，可以在复杂环境中识别人脸、手势、物体；升级手眼协调等 AI 和机器人集成技术，可提供更加精准灵活的服务。

### (1) 专利申请概况



如图所示，优必选科技在人形机器人领域以发明专利申请为主，占比超过七成，实用新型和外观设计为辅。

优必选科技的申请阶段可以分为起步阶段（2013 年至 2015 年）和快速发展阶段（2016 年至今）。优必选科技成立于 2012 年，在起步阶段，优必选科技的专利申请量较少；在 2016 年后，优必选科技的专利申请量与其人形机器人产品关联紧

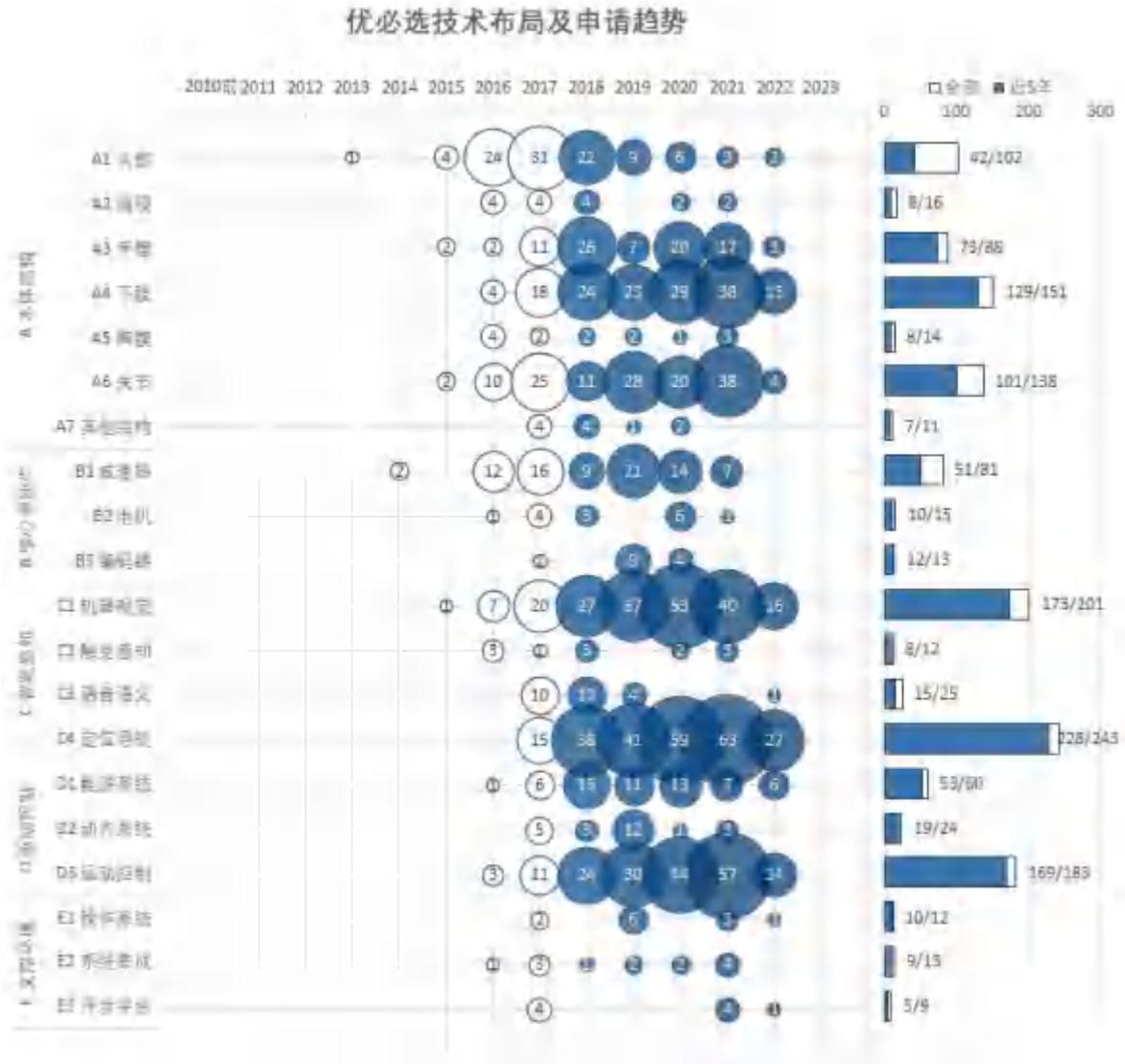
密，呈现爆发式增长，并在 2017 年后稳定在每年 200 件左右，在 2020 年和 2021 年的年申请量接近 250 件。在此期间，优必选科技 2016 年推出 Alpha，2019 年推出 Walker，2021 年推出 Walker X。

另由于发明专利公开有 18 个月的滞后期，因此 2021 年、2022 年的实际申请量可能多于上图。



由图可知，优必选科技申请的人形机器人相关专利主要布局在中国本土，海外布局主要集中在美国、日本以及欧洲等地，且失效专利量少。

## (2) 技术布局情况

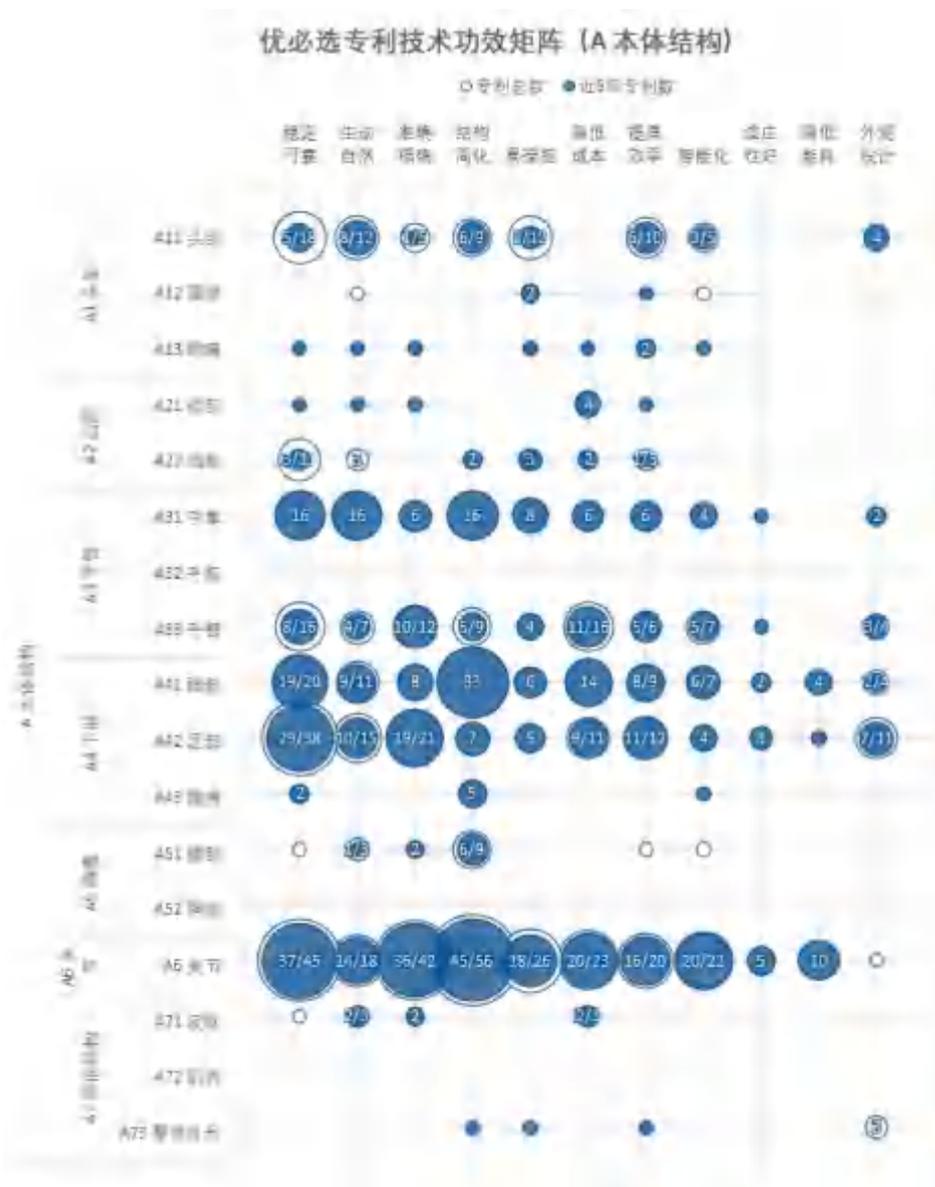


由图可知，优必选科技在 2013 年开始申请人形机器人技术领域相关的专利，其前期主要在 A1 头部、A6 关节、B1 减速器、C1 机器视觉等技术分支进行专利布局。在 2018 年后，优必选科技在 A3 手臂、A4 下肢、A6 关节和 C1 机器视觉技术分支保持专利年申请量，逐步减少对 A1 头部、B4 伺服驱动器技术分支的专利申请量，并在 C4 定位导航和 D3 运动控制技术分支加大了专利申请的力度。

优必选科技研发的人形机器人为大型双足人形机器人（对应 A 本体结构），搭

载高性能伺服关节（对应布局 B1 减速器、A6 关节）；具有多维力觉（对应 C2 触觉感知）、多目立体视觉（对应 C1 机器视觉）、全向听觉（对应 C3 语音语义）和惯性、测距等全方位感知系统，包括视觉定位导航（对应 C4 定位导航），以及手眼协调操作技术（对应 D3 运动控制）。从专利布局情况来看，优必选科技对于人形机器人核心技术的专利布局覆盖较为全面，且数量较多。

### (3) 技术功效解读



由图可知，优必选科技在 A 基础结构部分的专利主要集中在 A3 手臂、A4 下肢、

A6 关节技术分支中，聚焦行业对于人形机器人本体结构和外形的提升，相关专利致力于实现稳定可靠（结构以及零件之间的连接稳定可靠，使用寿命长、不易损坏等）、生动自然（外形拟人化）、准确精确（参数准确、力控精确等）、结构简化（降低生产制造成本）等效果。



技术分支 B 核心零部件方面，主要布局在 B1 减速器方面，实现的技术效果包括稳定可靠（减小摩擦、提高使用寿命、避免过载、避免过温损坏）、准确精确（转子回零精确、定位准确、力控精确）、结构简化、降低成本等。

### 优必选专利技术功效矩阵 (C智能感知)



由图可知,优必选科技在C智能感知部分的专利主要集中在C1机器视觉和C44路径规划技术分支中,聚焦于行业以机器视觉技术作为智能感知的核心,实现避障、路径规划、目标识别等精密执行操作,关注高精度识别和准确定位导航等技术问题,相关专利致力于实现准确精确(提高识别精度、提高定位精度、数据采集准确等)、稳定可靠(运算结果和规划建议可靠、受环境干扰小)等技术效果。

### 优必选专利技术功效矩阵 (D 驱动控制)



由图可知,优必选科技在D驱动控制部分的专利主要集中在D32步态控制技术、D31手臂运动控制分支中,聚焦于行业对于人形机器人稳定步行、手指精确抓握等技术问题,相关专利致力于实现稳定可靠(动态稳定性、平衡性好)、生动自然(动作拟人、平滑自然)、准确精确(运动轨迹精确、速度控制精确、角度控制精确)等技术效果。



由图可知，优必选科技在E支撑环境部分的专利主要分布在E1操作系统、E21集成要求、E22机器人间数据交换、E31算法开发与验证以及E33应用功能开发技术分支中，主要用于实现稳定可靠、降低成本、提高效率、智能化以及外观等技术效果。

### 3.4.2 波士顿动力-Atlas



**Atlas:** Atlas 是波士顿动力研发的代表产品，身高 180cm，体重 80kg，具有 28 个关节。Atlas 可以在障碍环境内“跑酷”，做出跳跃、俯冲翻滚、空翻等一系列高难度全身动作。与预先编程的跳舞动作不同，在跑酷中，Atlas 需要感知周围环境，从预设的动作模板（行动库）中作出选择，来应对所遇到的障碍。硬件结构上，Atlas 拥有轻量级结构件皮肤和足部力控传感器，雷达与深度相机形成视觉感知，28 个液压关节驱动完成一系列其敏捷动作，本体搭载 3 台 NUC/工控机负责整体控制系统的运算。软件方面，波士顿动力运用行为库、实时感知和模型预测控制（MPC）技术将相机、雷达等传感器接收的数据进行分析并对决策制定和动作规划提供最有效的支持。

### (1) 专利申请概况



波士顿动力在 2014 年开始申请人形机器人相关的专利，专利申请量波动较大，2019 年申请量达到峰值 68 件。另由于发明专利公开有 18 个月的滞后期，因此 2021 年、2022 年的实际申请量可能多于上图。

由图可知，波士顿动力在人形机器人领域只申请发明专利。

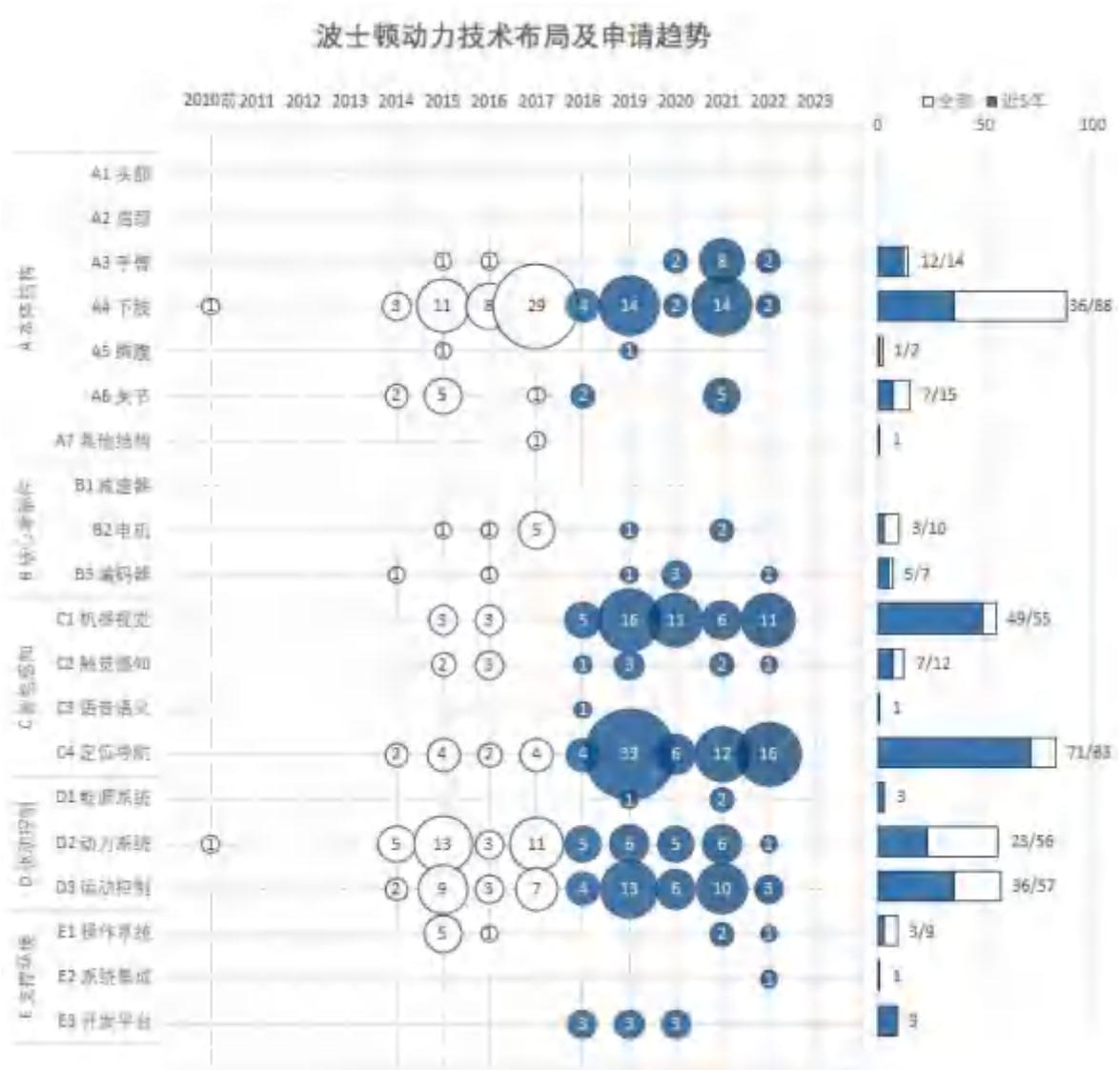
### 波士顿动力专利地域布局与法律状态

■ 失效 ■ 审中 ■ 有效



由图可知，波士顿动力申请的人形机器人相关专利主要布局在美国，其海外布局主要集中在日本和欧洲等地，且失效专利量少。

## (2) 技术布局情况

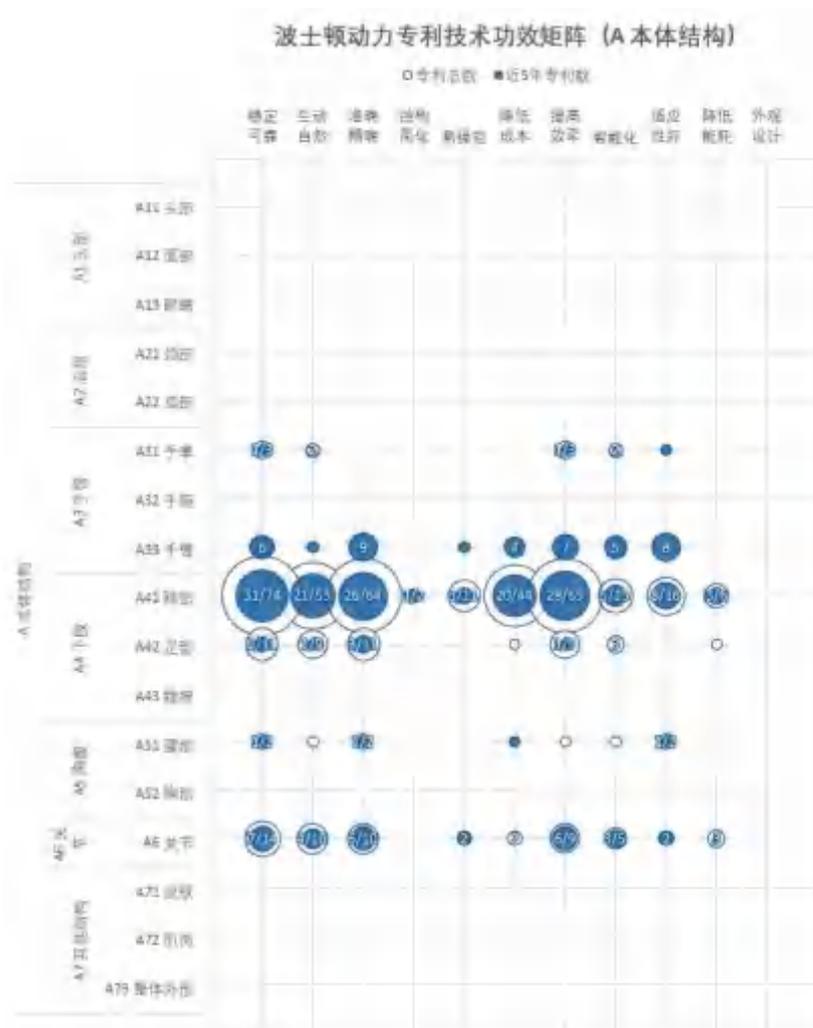


由图可知，波士顿动力在 2010 年前就开始申请人形机器人技术领域相关的专利，并在 2014 年-2017 年间快速发展，其前期主要在 A4 下肢、D2 动力系统、D3 运动控制等技术分支进行专利布局。

在 2018 年后，波士顿动力继续在 A4 下肢和 D3 运动控制技术分支保持专利年申请量，逐步减少对 D2 动力系统技术分支的专利申请量，并在 C1 机器视觉和 C4 定位导航技术分支加大了专利申请的力度。

波士顿动力研发的人形机器人主要卖点在于，利用轻量级结构件皮肤和足部力控传感器（对应 A4 下肢），配合 28 个液压关节（对应 A6 关节），以及 3 台 NUC/工控机（对应 D2 动力系统），利用雷达和深度相机在障碍环境中感知周围环境（对应 C1 机器视觉），进行模型预测控制以及路线规划决策，进行跳跃、俯冲翻滚、空翻等一系列高难度全身动作（对应 D3 运动控制、C4 定位导航）。从专利布局情况来看，波士顿动力对于产品主要特点的专利布局覆盖面较为全面，且数量较多。

### (3) 技术功效解读

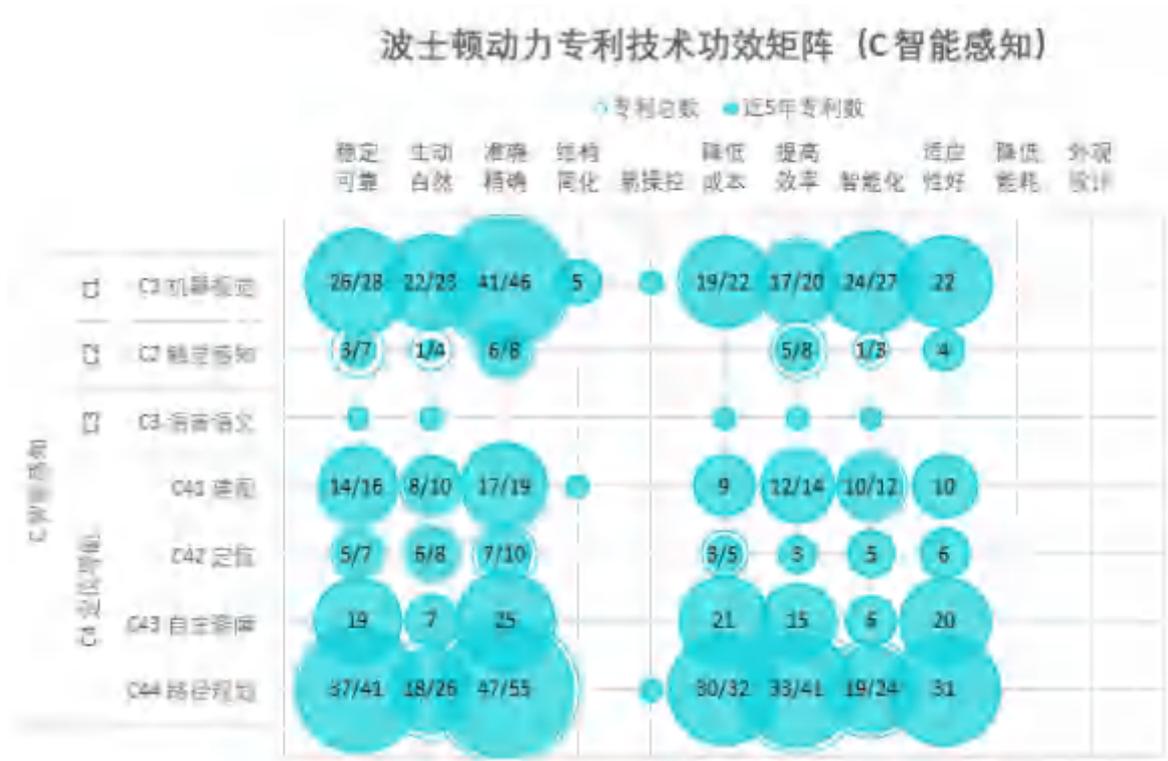


由图可知，波士顿动力在 A 基础结构部分的专利主要集中在 A41 腿部技术分支中，主要用于实现稳定可靠、生动自然、准确精确、降低成本以及提高效率等技术

效果。



在 B 核心零部件方面，波士顿动力主要布局在 B2 电机和 B3 编码器方面，实现稳定可靠、准确精确、降低成本、提高效率、适应性好等技术效果。

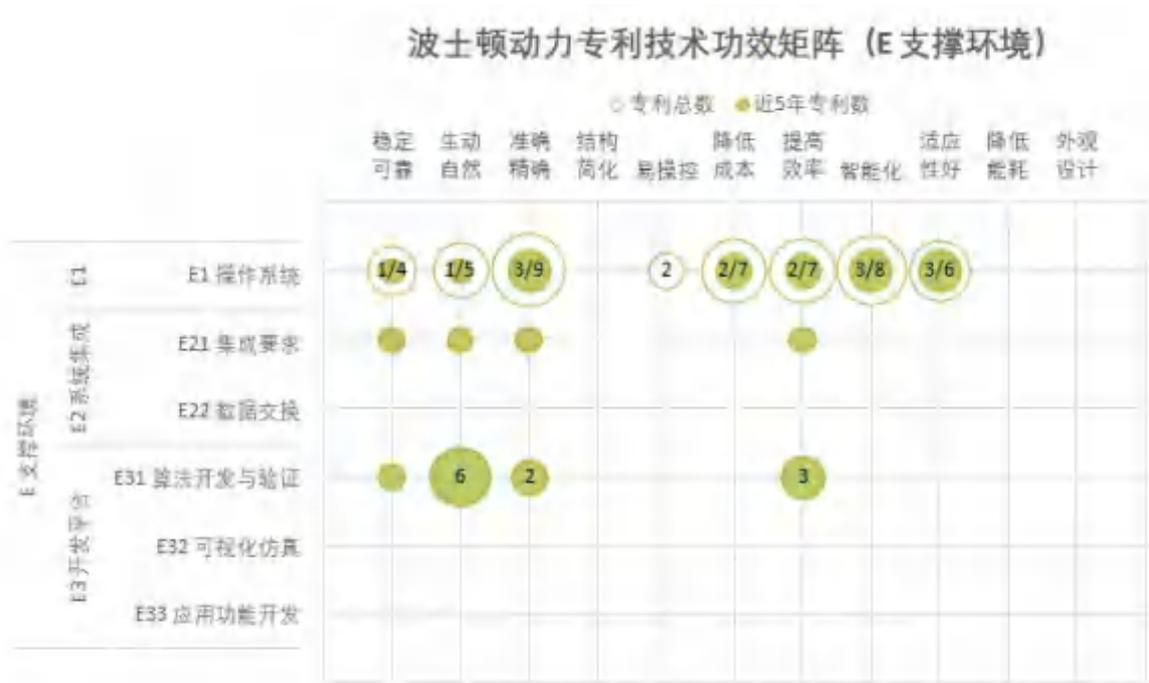


由图可知,波士顿动力在 C 智能感知部分的专利主要集中在 C1 机器视觉和 C44 路径规划技术分支中,主要用于实现稳定可靠、生动自然、准确精确、降低成本、提高效率、智能化以及适应性好等技术效果。

### 波士顿动力专利技术功效矩阵 (D 驱动控制)



由图可知，波士顿动力在 D 驱动控制部分的专利主要集中在 D22 液压驱动和 D32 步态控制技术分支中，主要用于实现稳定可靠、生动自然、准确精确、降低成本、提高效率以及智能化等技术效果。



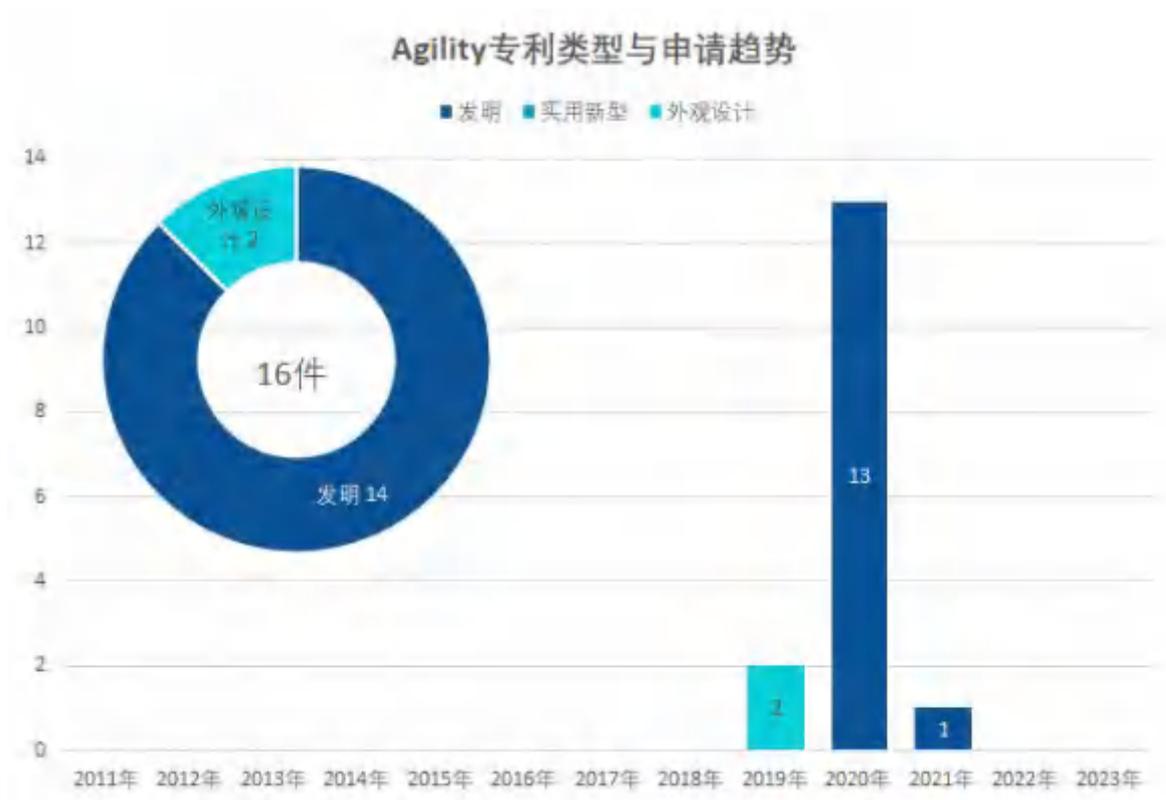
由图可知,波士顿动力在E支撑环境部分的专利主要集中在E1操作系统和E31算法开发与验证技术分支中,主要用于实现稳定可靠、生动自然、准确精确、降低成本、提高效率、智能化以及适应性好等技术效果。

### 3.4.3 Agility Robotics-Digit



**Digit:** Digit 是美国人形机器人企业 Agility Robotics 的代表产品，2022 年 4 月 Agility Robotics 获得亚马逊产业创新基金等机构的投资。Digit 人形机器人身高 175cm，体重小于 65kg，最多可携带 16kg 的东西，当在行走时感知到有人或障碍物时可暂停，能够旋转上半身“凝视”并朝不同方向看，能够在碰撞时使用手臂、手和脚保持平衡，能够拾取和放下不同大小和重量的物体，能够从路缘石上爬下。

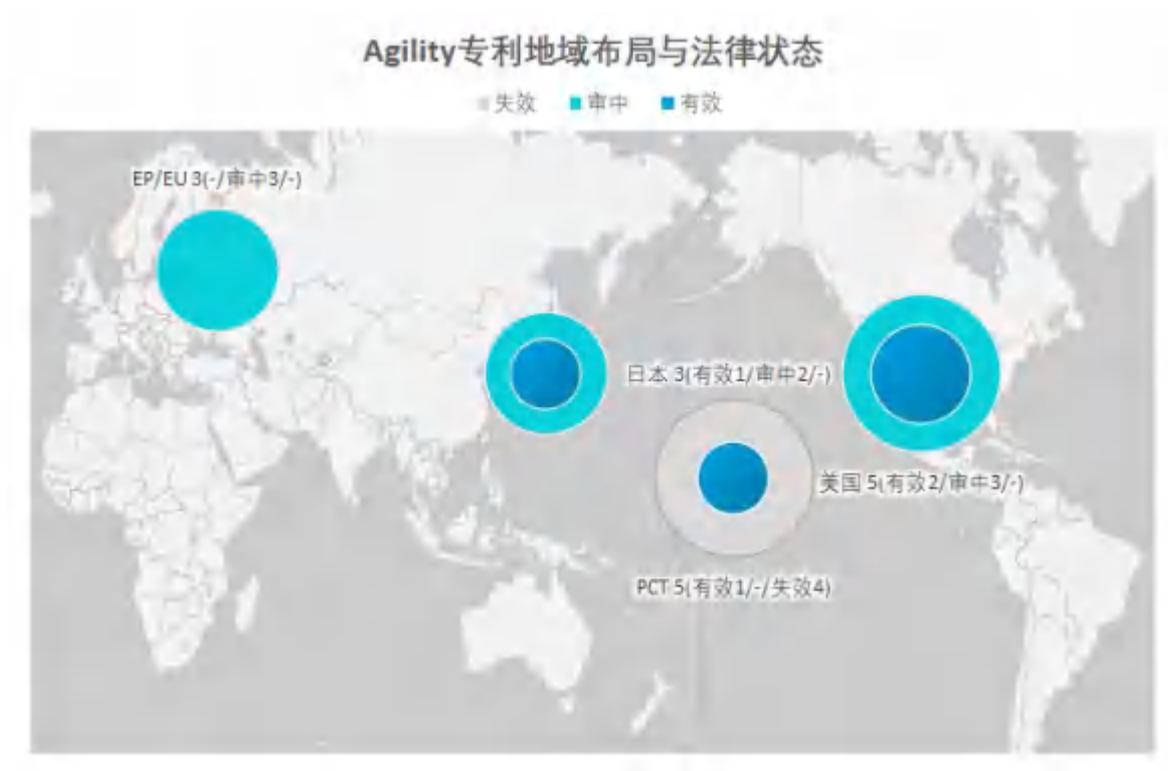
### (1) 专利申请概况



Agility 在 2019 年开始申请人形机器人相关的专利，在 2019 年仅申请 2 件外观专利，2020 年申请了绝大部分的发明专利。另由于发明专利公开有 18 个月的滞后期，因此 2021 年、2022 年的实际申请量可能多于上图。

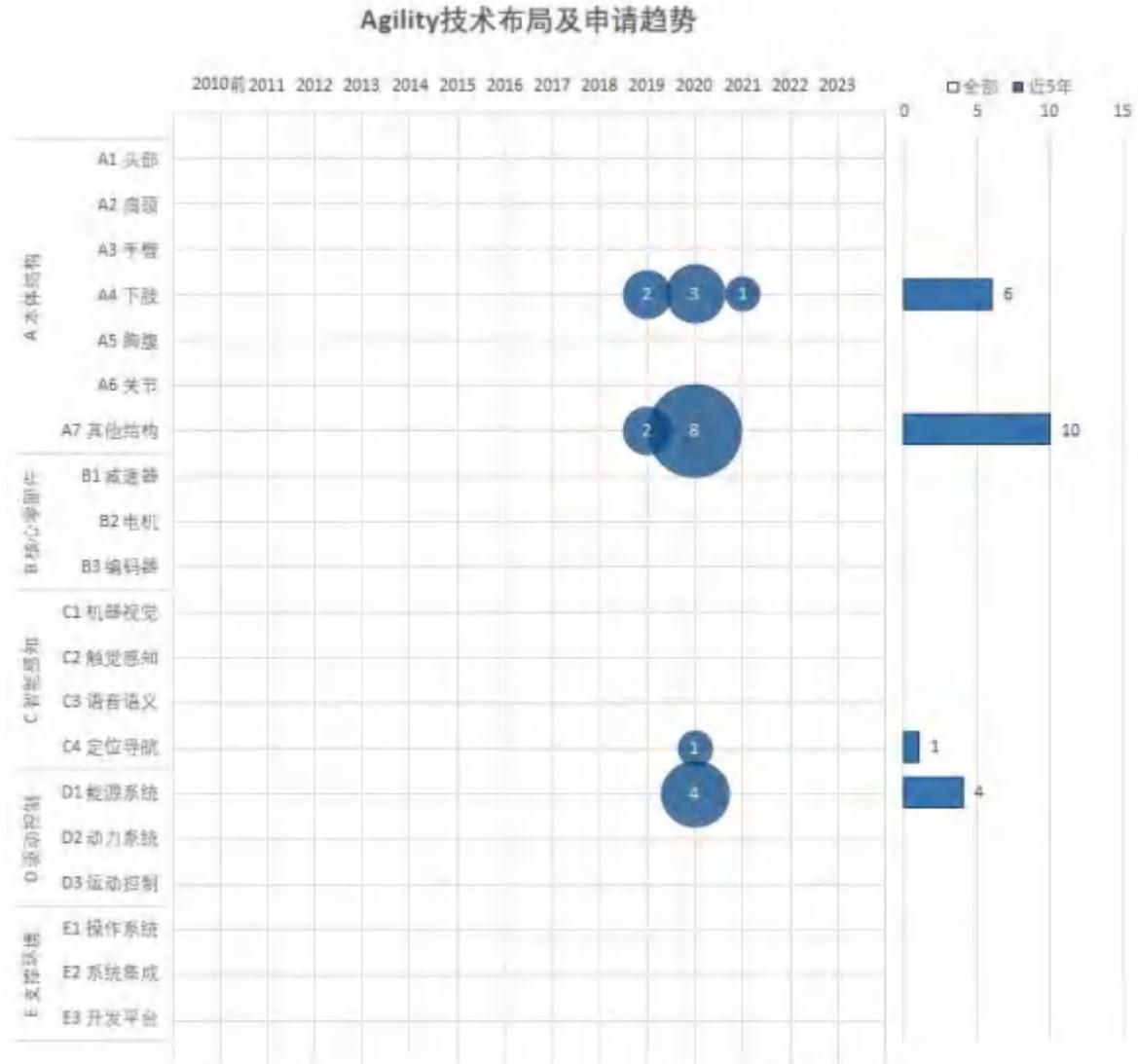
由图可知：Agility 在人形机器人领域的发明专利占比超过 8 成，其余则仅申

请外观专利，没有申请实用新型专利。



由图可知，Agility 申请的人形机器人专利更注重在海外的布局，其海外的申请量大于美国本土的申请量，且审中专利和失效专利的数量较多。

## (2) 技术布局情况

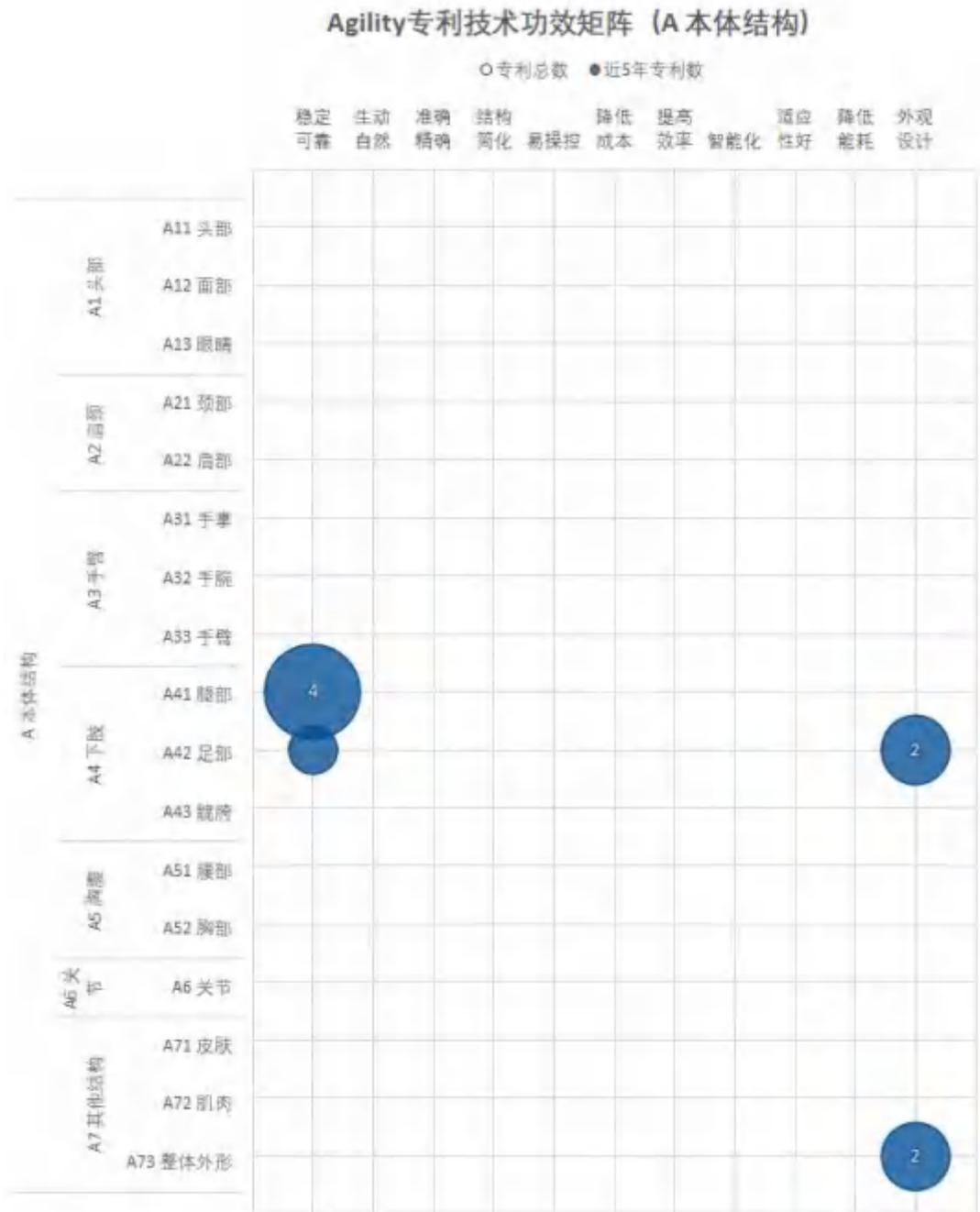


由图可知，Agility 在 2019 年才开始申请人形机器人技术领域相关的专利，主要在 A4 下肢和 A7 其他结构（车载连接组件）技术分支申请专利，在 C4 定位导航、D1 能源系统（充电）也布局有部分专利。

Agility 研发的人形机器人主要卖点在于，可携带 16kg 的东西行走并保持手脚平衡（对应 A4 下肢、A7 其他结构（车载连接组件），但 D3 运动控制方面布局缺失），可以在行走时感知障碍并暂停（对应 C4 定位导航，但 C1 机器视觉方面布

局缺失），能够旋转上半身朝向相应方向（D3 运动控制方面布局缺失）。可以发现，Agility 主要关注 A4 下肢和 A7 其他结构，在产品的多个功能点上存在专利布局缺失的情况。

### (3) 技术功效解读



由图可知，Agility 在 A 基础结构部分的专利主要集中在 A41 腿部、A42 足部和 A73 整体外形技术分支中，主要用于实现稳定可靠以及外观设计等效果。



由图可知，Agility 在 D 驱动控制部分的专利主要集中在 D12 充电技术分支中，主要用于实现稳定可靠和提高效率的技术效果。

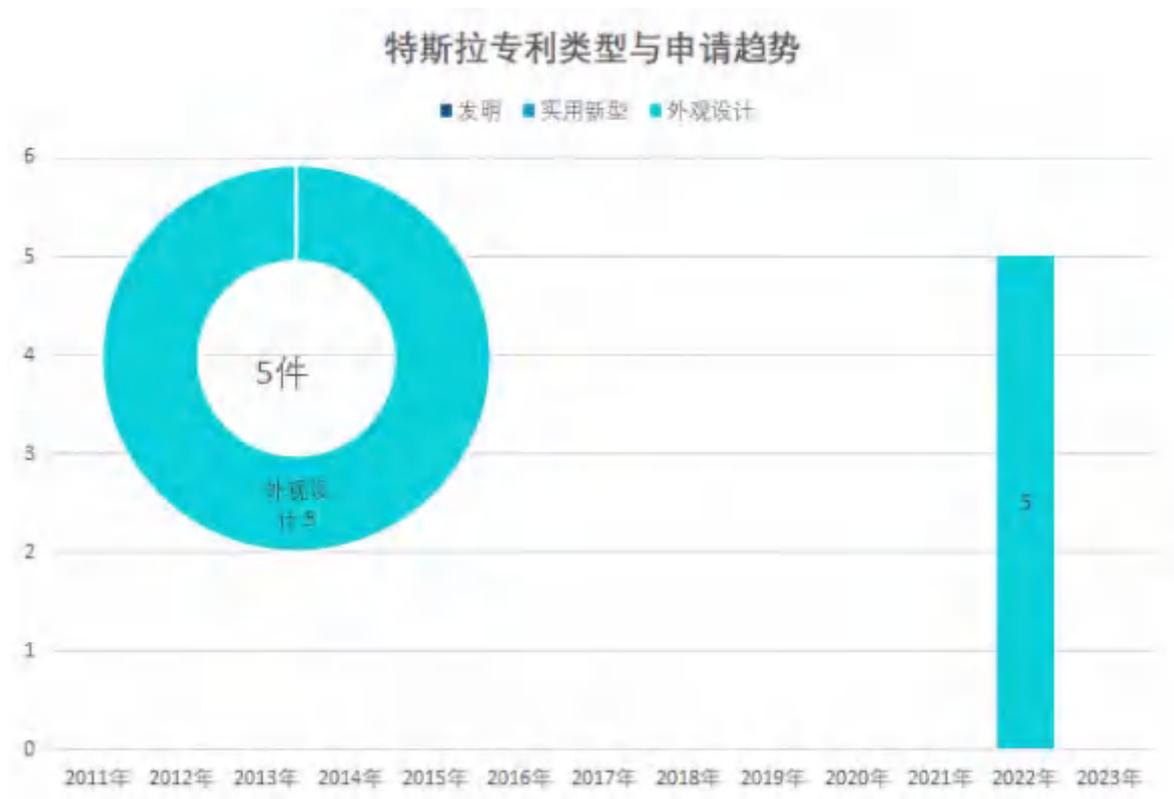
#### 3.4.4 特斯拉-Optimus



**Optimus/擎天柱：**人形机器人 Optimus 于 2022 年特斯拉 AI Day 中亮相，成为第一个完全依靠 AI 算法、自身电池电控和高集成电驱执行器驱动的人形机器人。硬件方面，“擎天柱”身高 172cm，整体重量 73kg；行走功率 500W，坐下功率 100W，整体参数与 2021 年概念机略有出入。电机驱动上，“擎天柱”拥有 2.3KWH、52V 电压的电池组，内置电子电器元件的一体单位；选用 28 个定制关节驱动器，复用汽车动力总成设计经行业深度设计 6 种关节驱动器，包括 3 种不同规格的舵机和 3 种不同规格的直线执行器。“擎天柱”全身约 50 个自由度，机器人单手具有 6 个执行器，11 个自由度，在对生拇指与金属肌腱的配合下，“擎天柱”能够完成对不同重量和大小的物件的抓握，膝关节构造成四连推杆结构。特斯拉采用与 Autopilot 相同的算法框架，通过自动标注（Auto Labeling）、仿真（Simulation）和数据引擎（Data Engine）形成训练数据用以训练“擎天柱”的神经网络。“擎

天柱”的大脑位于躯干，搭载特斯拉自研的 DOJO D1 超级计算机芯片，D1 芯片采用 7 纳米制造工艺，处理能力为每秒 1024 亿次。

### (1) 专利申请概况



由图可知，特斯拉在 2022 年开始在人形机器人领域申请专利，且只申请外观设计专利（共 5 件）。

### 特斯拉专利地域布局与法律状态

■ 失效 ■ 审中 ■ 有效

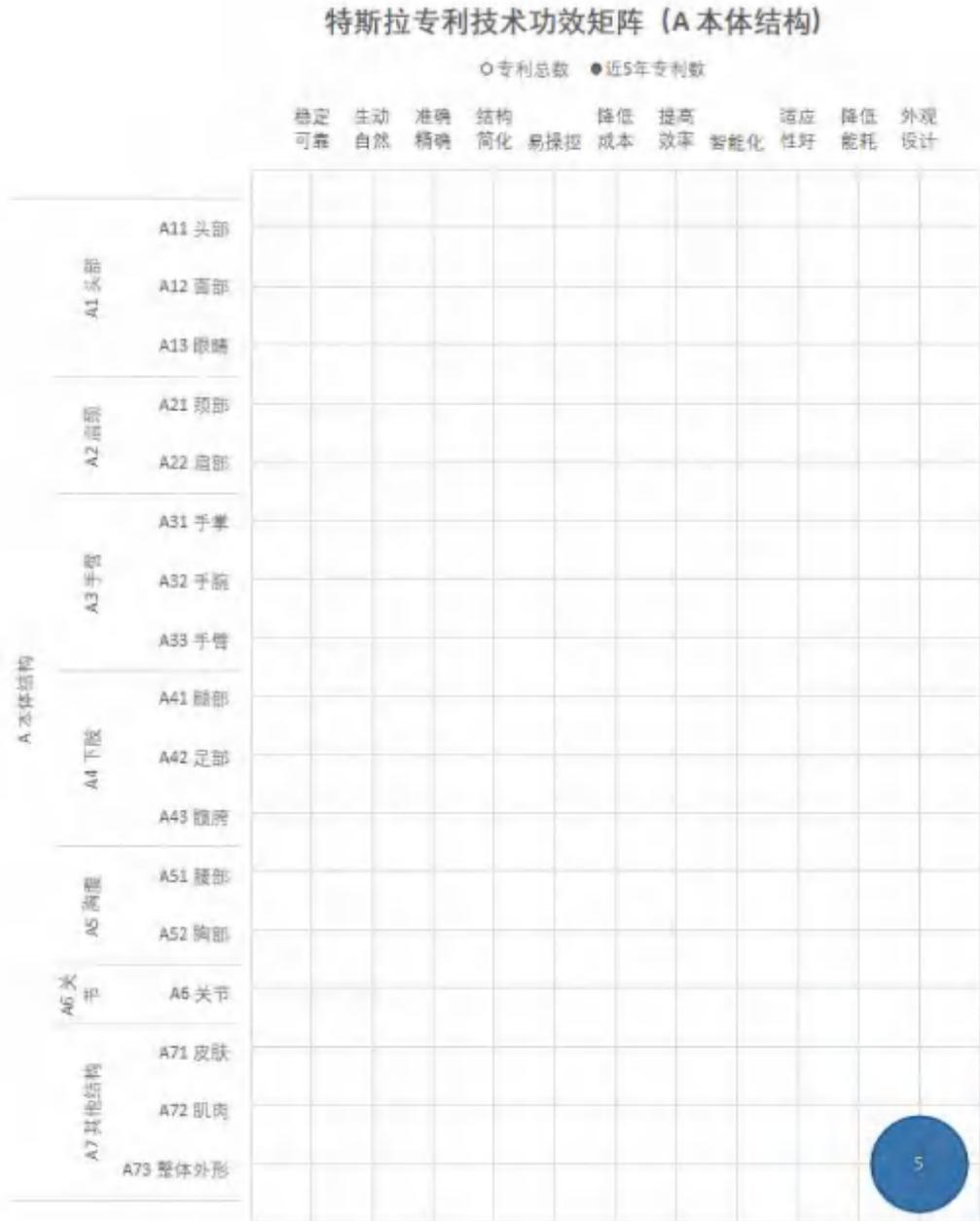


特斯拉的外观专利全部有效，且主要集中在日本（4件）和欧洲（1件）。

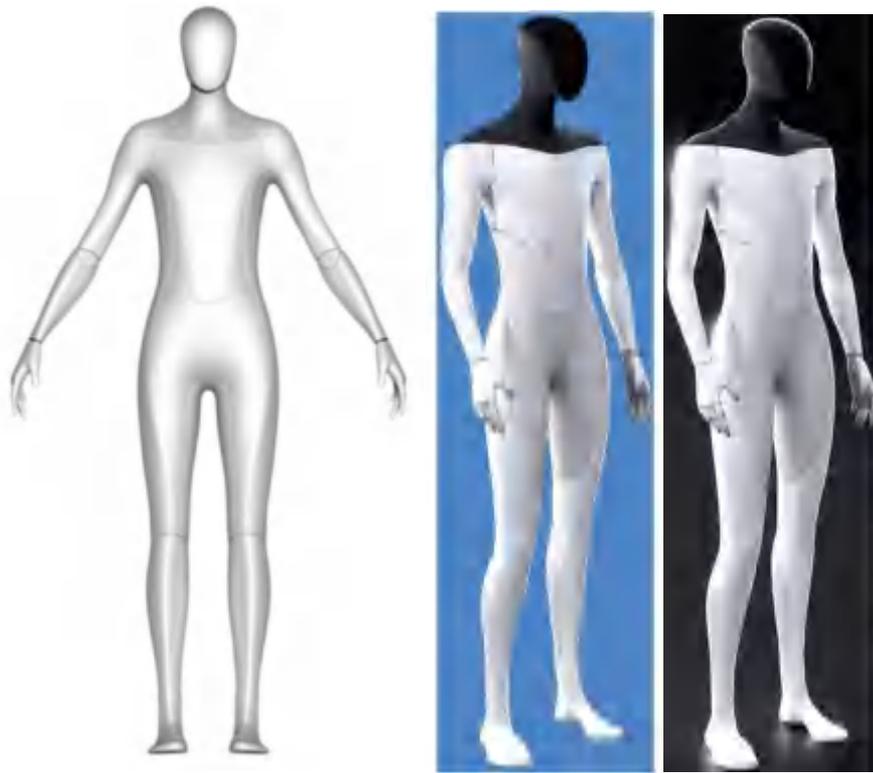


5 件申请于 2022 年的外观设计专利)，考虑到专利自申请日起最晚 18 个月公开的规定，其他已申请的方法类、结构类专利可能尚未公开。

### (3) 技术功效解读



特斯拉在人形机器人技术领域申请的专利均为外观专利，其外观专利如下：

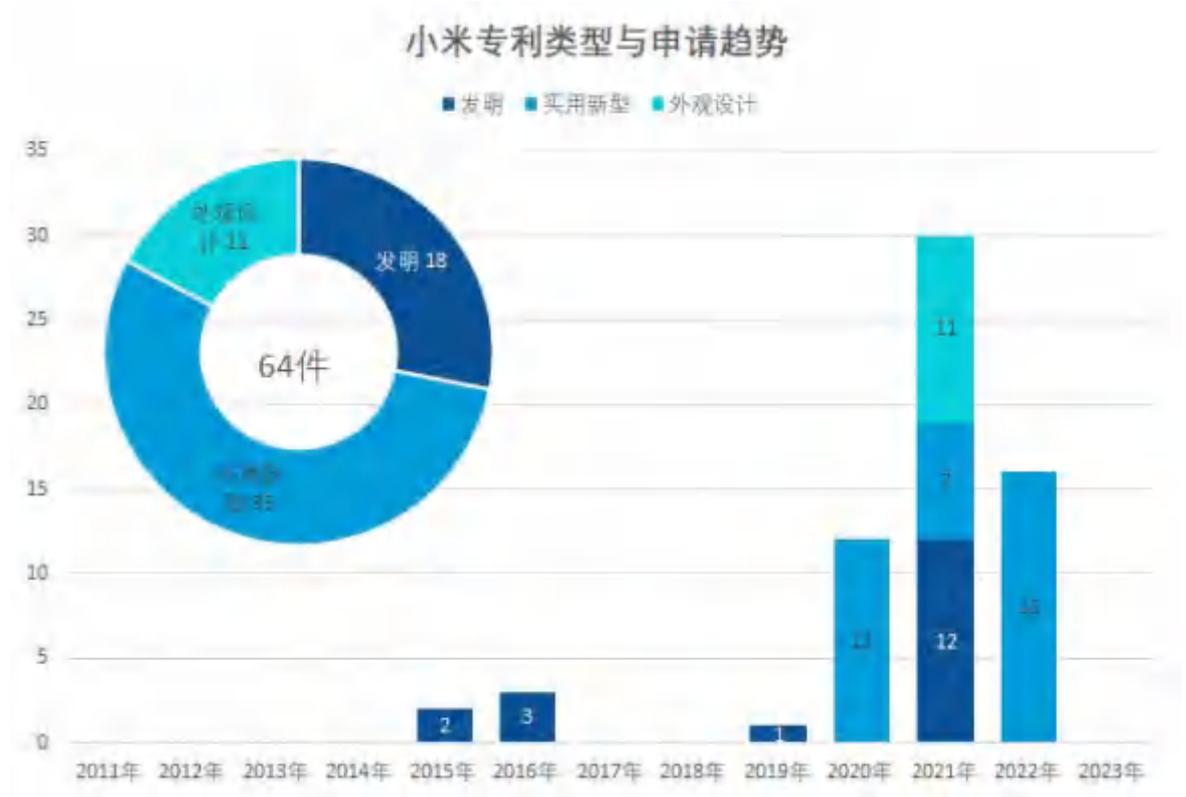


### 3.4.5 小米-CyberOne



**CyberOne:** CyberOne 于 2022 年 8 月小米发布会推出，是一款全尺寸人形仿生机器人，升级后的运动控制算法支配这机器人全身 13 个关节和 21 个自由度，实现双足运动姿态平衡；电机性能增强 10 倍，髋关节主要电机的动力扭矩峰值可达 300Nm，峰值扭矩密度 96Nm/kg。环境感知方面，自研的 Mi-Sense 深度视觉模组+AI 算法帮助 CyberOne 实现对真实世界的三维虚拟重建。情绪感知上，CyberOne 搭载自研 MiAI 环境语义识别引擎和 MiAI 语音情绪识别引擎，能够实现 85 种环境音识别和 6 大类 45 种人类情绪识别。

### (1) 专利申请概况

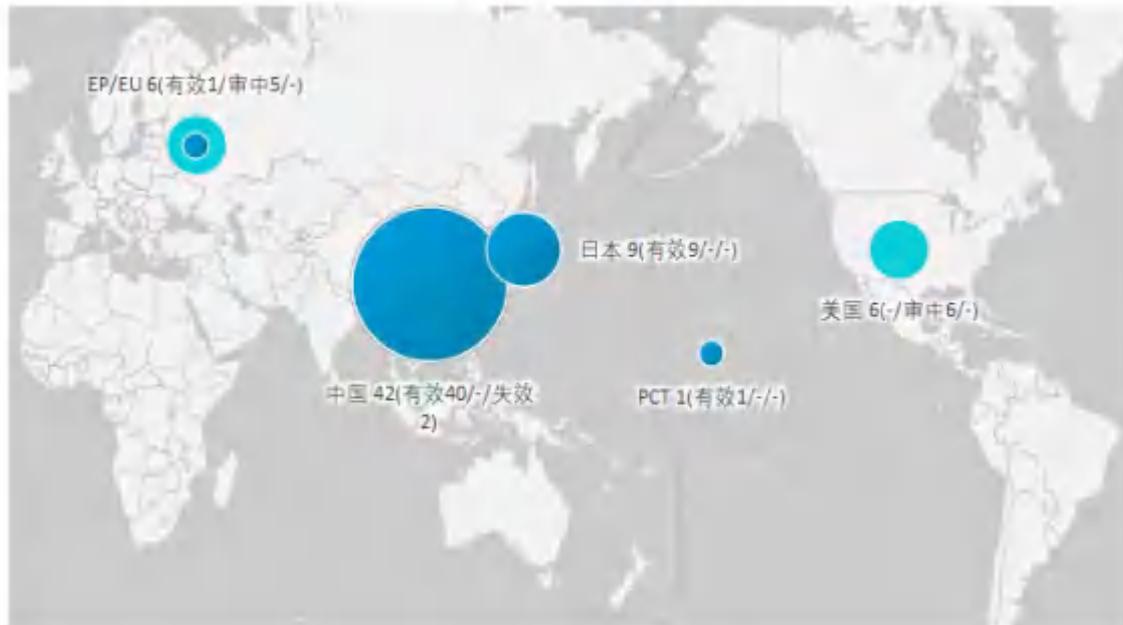


小米从 2015 年开始申请人形机器人领域的专利，2015 年至 2019 年的专利申请量不大，但以发明专利为主；在 2020 年开始，专利申请量爆炸式增长，但以实用新型和外观设计专利为主。另由于发明专利公开有 18 个月的滞后期，因此 2021 年、2022 年的实际申请量可能多于上图。

由图可知，小米在人形机器人领域的实用新型专利占比将近一半，发明专利与外观设计专利的数量接近，可知其以实用新型专利申请为主，发明专利和外观设计专利申请为辅。

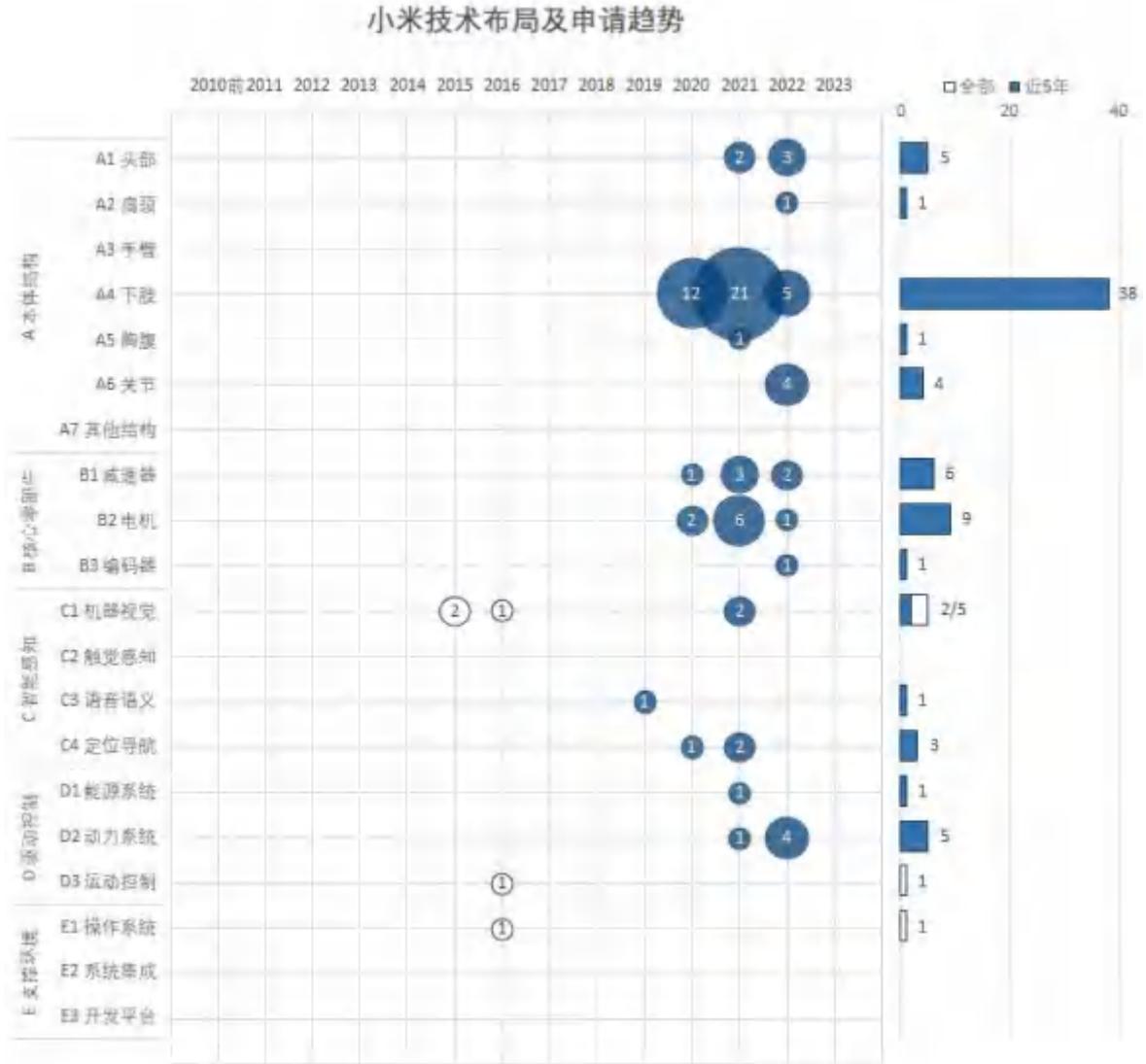
### 小米专利地域布局与法律状态

■ 失效 ■ 审中 ■ 有效



由图可知，小米的人形机器人相关专利主要布局在中国本土，其海外布局则集中在日本、美国和欧洲，且失效专利量较少。

## (2) 技术布局情况



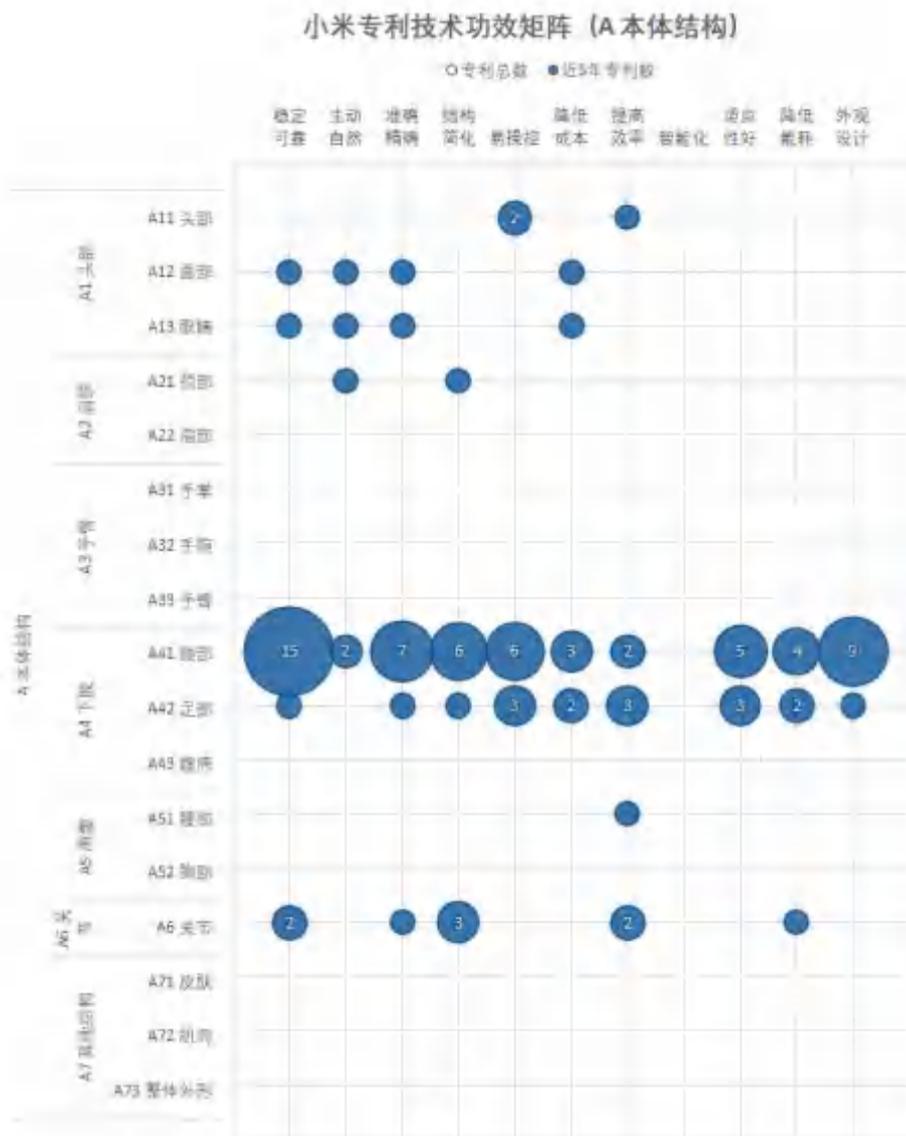
由图可知，小米在 2015 年开始申请人形机器人技术领域相关的专利，其前期主要在 C1 机器视觉、D3 运动控制以及 E1 操作系统技术分支进行专利布局。

在 2018 年后，小米继续在 C1 机器视觉和 D3 运动控制技术分支申请专利，并在 A4 下肢、B 核心零部件、C4 定位导航以及 D2 动力系统技术分支加大了专利申请的力度。

小米的人形机器人主要功能点在于全身 13 个关节和 21 个自由度（对应 A6 关

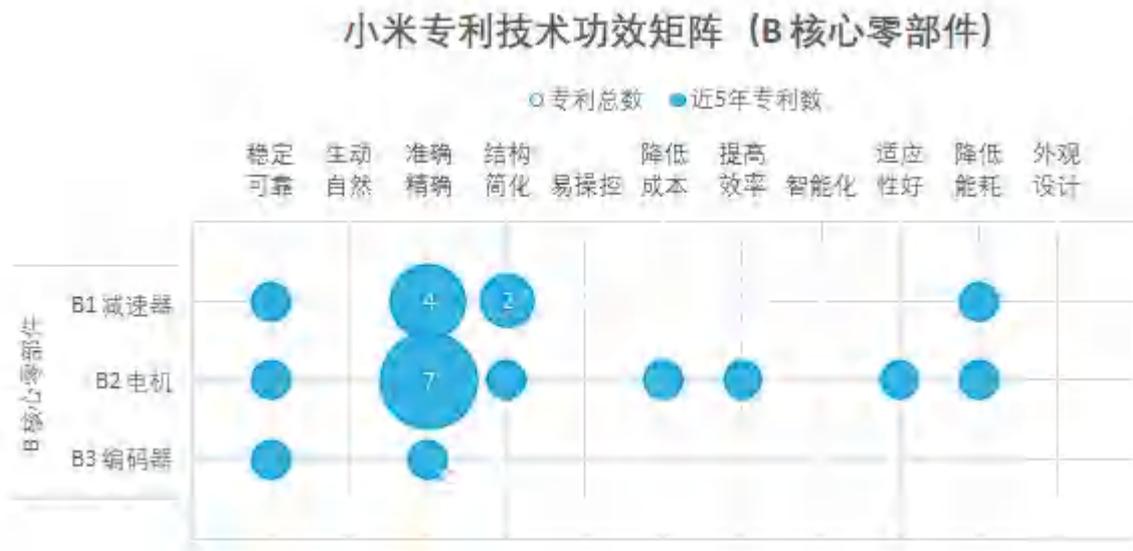
节、A4 下肢) 实现双足运动姿态平衡, 电机性能强、动力扭矩峰值高、密度大(对应 D2 动力系统), 利用深度视觉模组及 AI 算法实现对真实世界的三维虚拟重建(对应 C1 机器视觉), 此外可以识别环境语音和语音情绪(对应 C3 语音语义)。可以发现小米对于产品主要特点的专利布局覆盖面较为全面, 但主要聚焦于 A4 下肢, 其他方面布局数量较少。

### (3) 技术功效解读



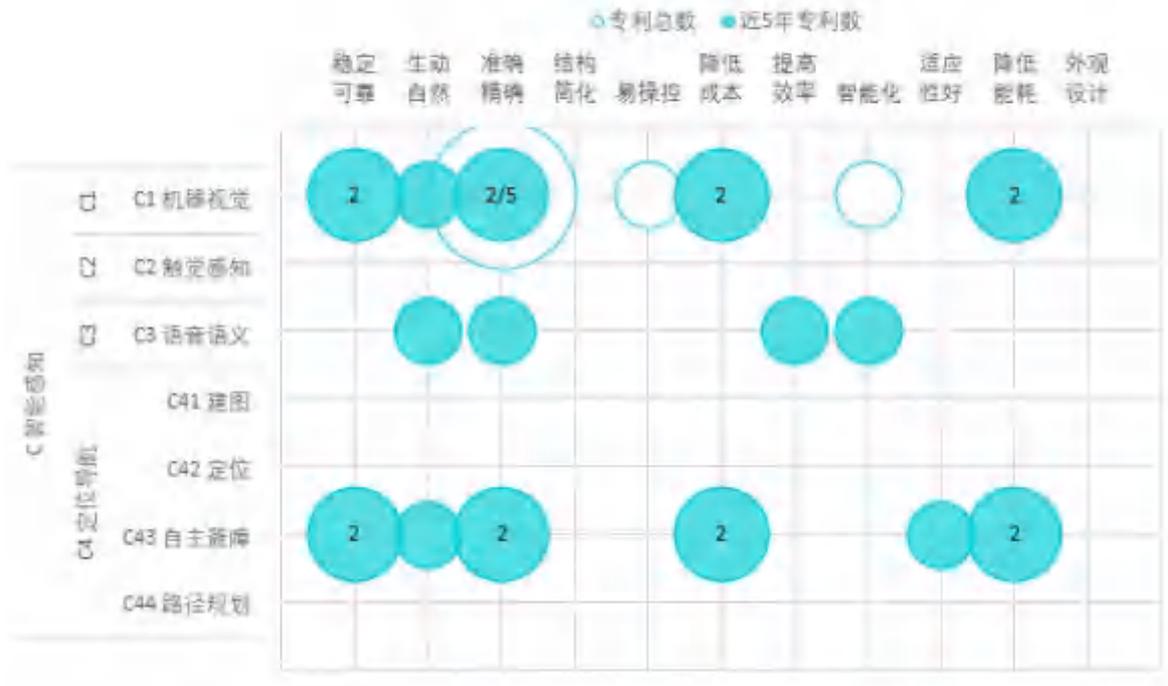
由图可知, 小米在 A 本体结构部分的专利主要集中在 A41 腿部技术分支中, 主

要用于实现稳定可靠、准确精确、结构简化、易操控、适应性好以及外观设计等技术效果。



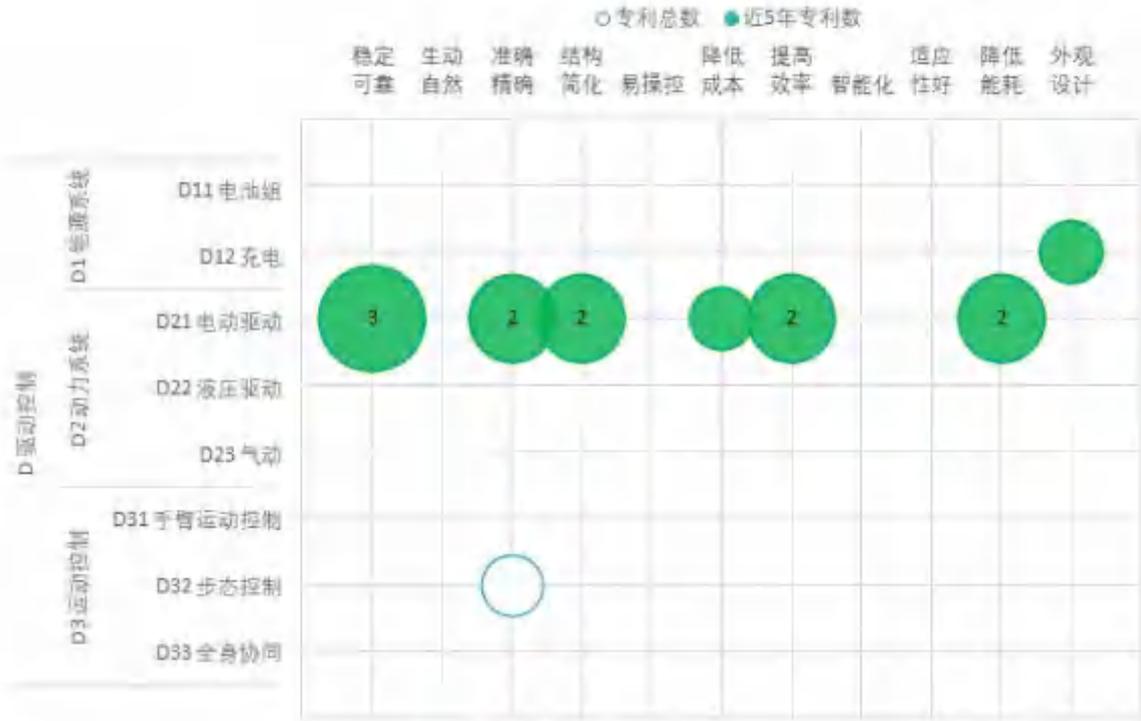
在 B 核心零部件方面，相关专利主要布局在 B2 电机方面，注重准确精确方面的技术效果。

### 小米专利技术功效矩阵 (C 智能感知)



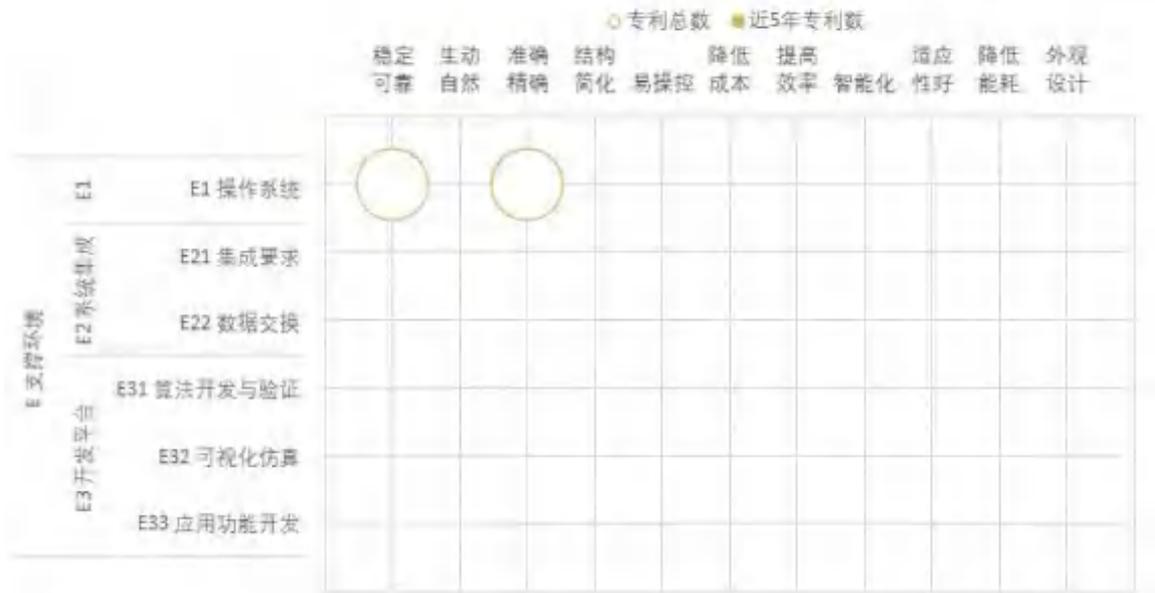
由图可知，小米在 C 智能感知部分的专利主要集中在 C1 机器视觉、C43 自主避障技术分支中，主要用于实现稳定可靠、准确精确、降低成本以及降低能耗等技术效果。

### 小米专利技术功效矩阵 (D 驱动控制)



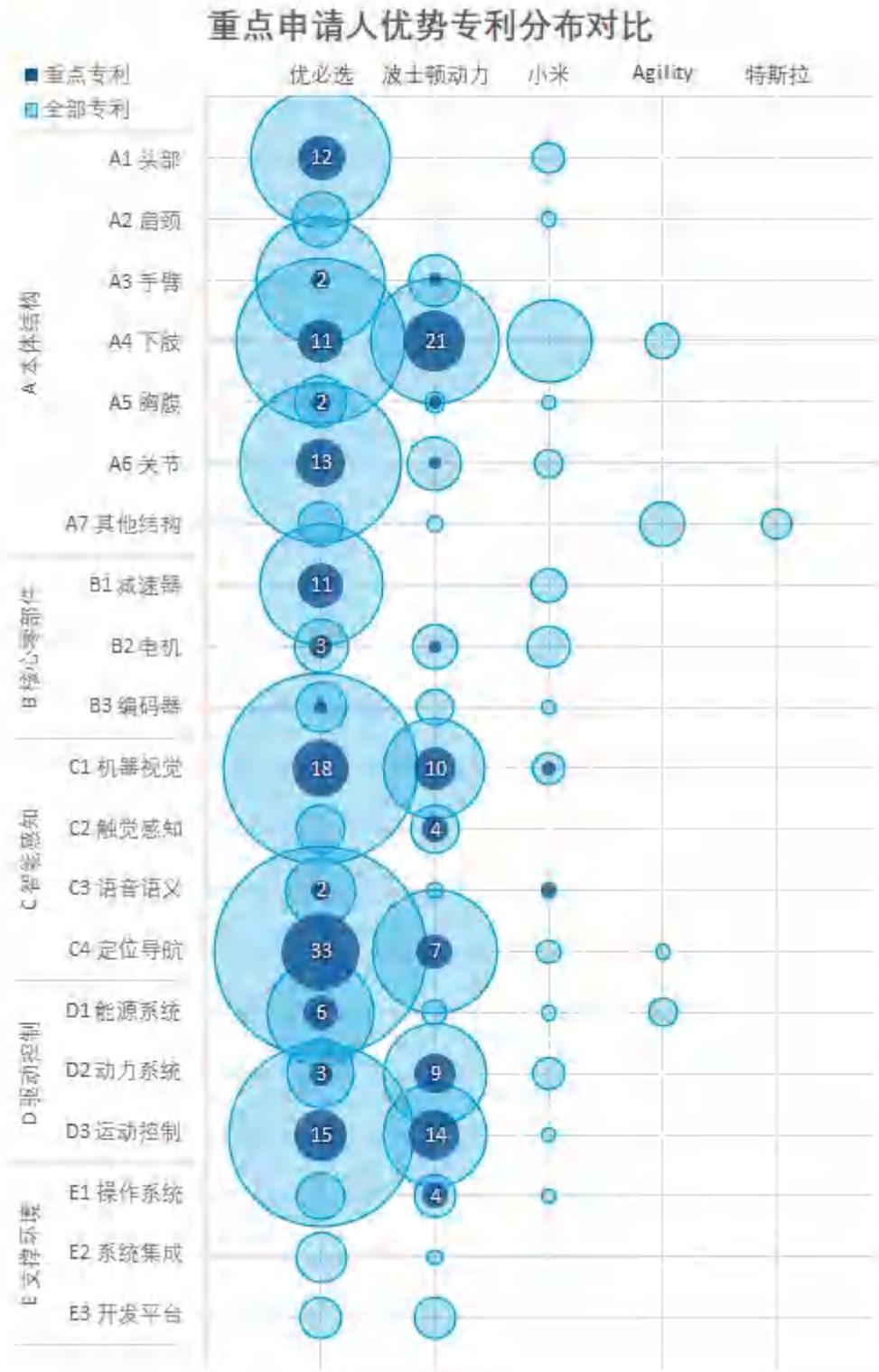
由图可知,小米在D驱动控制部分的专利主要集中在D21 电动驱动技术分支中,主要用于实现稳定可靠、准确精确、结构简化、提高效率以及降低能耗等技术效果。

### 小米专利技术功效矩阵 (E 支撑环境)



由图可知，小米在 E 支撑环境部分的专利主要集中在 E1 操作系统技术分支中，主要用于实现稳定可靠和准确精确的技术效果（各 1 件）。

### 3.4.6 技术优势技术分布对比



根据专利被引证次数，设定被引 10 次及以上的专利为重点专利，该部分专利占全球专利总量的 32%。

优必选科技专利布局覆盖面较为全面，且在 A1 头部、A4 下肢、A6 关节、B1 减速器、C1 机器视觉、C4 定位导航、D3 运动控制这几个技术分支的重点专利量较多，具有较为明显的知识产权资产储备和技术优势。

波士顿动力在 A4 下肢、C1 机器视觉、D2 动力系统和 D3 运动控制这几个技术分支的申请量较多，在行业内具有一定技术优势。

小米在人形机器人技术领域布局的专利总量不多，但涉及面较广，其专利布局的重点围绕在 A4 下肢这一技术分支。此外，小米在 C1 机器视觉和 C3 语音语义这两个技术分支内各拥有一件重点专利。

Agility 布局的专利总量不多，主要布局在 A 本体结构，且没有重点专利。

特斯拉只在 A 本体结构布局了几项外观设计专利，且没有重点专利。

## 第四部分 结论和建议

### 4.1 技术当前发展阶段及趋势

#### 4.1.1 技术开始进入稳定发展阶段

早在 1973 年，日本早稻田大学即推出了初代人形机器人，历经 60 年，人形机器人技术从最早的概念设计逐步发展和完善，当前正进入稳定发展阶段。从专利申请情况来看，中国、日本、韩国专利申请人数量进入平台期，欧美地区申请人数量增长放缓，全球的年申请总量趋于稳定。

#### 4.1.2 本体结构、智能感知、运动控制属于技术布局热点

专利主题方面，当前技术开发成果以结构设备研究为主，控制方法和系统类发明的研究也在稳步增加。其中，A 本体结构、C 智能感知、D 驱动控制等主要技术分支是受到本领域申请人关注较多的技术主题，进一步反映近年来的技术布局趋势。

具体来说，A3 手臂、C44 路径规划、D31 手臂运动控制技术分支申请量在各主要技术主题内占比有进一步增加的趋势，有可能成为技术热点，本领域申请人未来可以利用自身的研发优势，在上述几个热点技术分支中进行研发和布局。其他主要技术分支，如：B3 编码器、E32 可视化仿真技术分支申请量在其技术主题内的占比也有进一步增加的趋势，有可能成为技术热点，建议本领域申请人持续跟进上述几个热点技术分支中的研发和布局情况。

此外，对于当前非热点的技术分支，例如 B 核心零部件（伺服驱动器相关的减速器、电机、编码器），由于在实际应用中机器人厂商主要依赖上游供应商提供而非独立研发，侧重于核心零部件在机器人整机中的适配，因此相关专利布局偏少。鉴于核心零部件是实现人形机器人运动的重要基础组件，为增强整机系统的统一性，

建议本领域申请人重视核心零部件的设计和进步，逐步摆脱对于通用型减速器、电机和编码器的依赖，发展更加适配人形机器人的专用核心零部件，并通过专利布局在未来竞争中建立领先优势。

未来申请人可以结合具体应用场景，积极适配人形机器人服务类型所要求具备的基础能力建设。例如，面向家庭服务的人形机器人，可以更加注重 A 本体结构中的头部、手臂以及 C 智能感知中的视觉、触觉、语音等，以实现自然生动的人机交互体验；而适用于特定功能场景的能力型机器人，则应更加注重更快更强的机动性能，例如更强的运动和控制系统（B 核心零部件、D3 运动控制），更加精确的定位和避障能力（C4 定位导航），以在复杂场景内替代人力。

从专利类型上看，本领域专利申请仍然以发明专利为主。对于产品的外观设计保护占比较少，随着基础技术逐步成熟以及早期专利权的逐步到期，本领域申请人未来将可以充分利用现有技术，将研发精力迁移到强化外观设计方面，例如人形机器人本身形象设计、机器人系统方面的人机交互界面设计等。

## 4.2 地域分布情况

### 4.2.1 中国、欧美市场竞争激烈，日本市场垄断严重

从专利地域分布来看，中国和欧美地区是主要专利布局目标地区，但是中国主要为本国专利申请人布局；而从海外专利分布情况来看，欧美地区集结了全球各地的申请人，是最主要的国际化竞争市场。

从专利申请人集中度来看，随着专利布局主体的增加，各国的专利集中度呈现降低趋势，意味着排名靠前的申请人对于本领域技术垄断力下降，尤其是中国，排名前 3 的申请人专利总量占比在 30% 以下；日本则处于相反的情况，专利申请集中度一直维持在高位波动，对于意图进入日本市场竞争的海外申请人而言，将面临更高的技术壁垒。

#### 4.2.2 日本是过往主要技术输出国，中国当前创新活跃度高

日本向海外布局专利数量最多，因此，日本占据各国海外申请人的主要部分，成为人形机器人技术主要的技术输出国。具体而言，日本专利申请主要集中在 A 本体结构和 C 智能感知，其中，本田在 A4 下肢、A6 关节、D3 运动控制、C1 机器视觉方面具有较多重点专利，丰田在 D3 运动控制方面具有较多重点专利，索尼在 C1 机器视觉、D3 运动控制方面具备较多重点专利。

但结合专利申请趋势，日本申请人活跃度相较于早期大幅下降，虽然本田、丰田、索尼等仍属于专利申请的第一梯队，但以优必选科技、达闼、浙江大学为代表的中国申请人近年来已成为人形机器人领域创新活跃度较高的主体，正在快速获取本领域的话语权。

新进入本领域的申请人应当关注以上日本重点申请人的优势技术领域，一方面避免技术重复研发，另一方面避免产品推广上市时侵犯上述领域的基础专利。

#### 4.2.3 各国技术布局各有侧重，中国申请人布局较为单一

从技术布局来看，各国技术布局各有侧重，但均较为关注 A 本体结构和 C 智能感知，并在其他技术分支也有一定专利布局。

中国专利技术布局聚焦于 A 基础结构，而在 C 智能感知方面相对于国外专利布局占比较少。中国国内的申请人如布局海外市场，可尝试以 A 基础结构方面的专利作为特色切入，并注重规避可能来自 C 智能感知方面的竞争风险。

## 4.3 主要申请人情况

### 4.3.1 主要申请人产品布局情况

当前比较具有影响力的人形机器人产品主要为来自波士顿动力的双足机器人的 Atlas、Agility Robotics 的双足机器人 Digit、优必选科技大型人形机器人 Walker、特斯拉 Optimus 高集成电驱执行器驱动机器人、小米 CyberOne 全尺寸人形仿生机器人。其中：

- 优必选科技、波士顿动力对于产品主要特点的专利布局覆盖面较为全面，且数量较多，主要体现在 A4 下肢、A3 手臂、A6 关节、B1 减速器、C1 机器视觉、C4 定位导航、D2 动力系统、D3 运动控制等方面；
- 小米对于产品主要特点的专利布局覆盖面较为全面，但主要聚焦于 A4 下肢，其他方面布局数量较少；
- Agility 主要关注 A4 下肢和 A7 其他结构，在产品的多个功能点上存在专利布局缺失的情况；
- 特斯拉专利申请时间较晚，目前已公开专利均为外观设计专利，已申请的方法类、结构类专利可能尚未公开，因此后续可以留意其在 D1 能源系统、D2 动力系统、A6 关节、C1 机器视觉等方面的专利布局。

### 4.3.2 老牌申请人活跃度不减

对于本领域发展初期较为重要的申请人，如本田、丰田、索尼、三星、精工爱普生等，近年来专利申请活跃度不减，仍属于专利申请的第一梯队。

考虑到本田、丰田、索尼等老牌申请人的人形机器人整机产品不多，但在人形机器人的各个重点、难点的机器人零部件及控制系统方面仍在持续申请专利，由此

推测，本田、丰田、索尼等老牌申请人正朝人形机器人技术领域中“关键零部件和关键操作系统”的上游供应商方向发展。

### 4.3.3 新兴申请人引领行业发展

近年来新兴的申请人正在快速获取本领域的话语权。优必选科技、达闼、波士顿动力、浙江大学、北京理工大学、之江实验室等申请人五年来积极探索本领域技术前沿，布局了一系列专利。

在人形机器人全领域进行研发投入的企业，具备在多场景应用中落地人形机器人产品的潜力，全栈式技术布局将在人形机器人技术研发和商业化推广应用上起到重要作用。

### 4.3.4 产学研协同促进发展

产学研，即产业、学校（院校）、科研机构等相互配合，发挥各自优势，形成强大的研究、开发、生产一体化的先进系统并在运行过程中体现出综合优势。产学研合作是指企业、院校和科研院所之间的合作，通常指以企业为技术需求方，与以院校和/或科研院所为技术供给方之间的合作，其实质是促进技术创新所需各种生产要素的有效组合。

考虑到现有的由产学研成果转化的专利数量少，企业、院校和科研机构有进一步深化合作、加速发展的空间。

在企业与院校、科研机构协同发展的过程中，企业能够提出当前技术发展前沿的课题，院校和科研机构能够充分发挥自身在学术研究和科技研发方面的技术优势，取长补短。此外，企业还能够为院校和科研机构提供一定的资金支持，避免院校和科研机构因缺乏资金而推迟研发进度等问题，有利于加速技术的迭代和发展。

综上所述，建议企业加强与院校、科研机构的合作，发挥产学研结合的优势，增加在人形机器人技术领域的科研产出，提高产出专利的质量，提升企业在该行业的技术实力和话语权。

## 4.4 人形机器人标准发展建议

当前国内缺乏人形机器人相关标准规范，根据市场调研、产品调研、技术调研结合专利布局趋势，建议如下：

1. 头部、手臂、腿部、腰部、颈部、手掌、足部等本体结构设计，关节自由度低，无法满足人形机器人灵活性要求，减速器、电机、编码器等核心零部件缺少相应规范，分别可开展《人形机器人本体结构要求》《人形机器人核心零部件要求》的标准建设；

2. 机器视觉类、触觉感知类、语音语义类、自主避障与路径规划等定位导航类智能感知相关功能缺少相应规范，可开展《人形机器人智能感知技术要求》《人形机器人自主决策系统技术要求》的标准建设；

3. 电机驱动、液压驱动、气动动力等系统缺少规范，手部、足部、腿部、步态控制等运动控制缺少相应规范，可分别开展《人形机器人动力系统技术要求》《人形机器人运动控制系统技术要求》的标准建设；

4. 人机交互、集群控制等系统集成缺少相应规范，可开展《人形机器人人机交互系统技术要求》《人形机器人数据交换规范》的标准建设；

5. 基于专利申请注重的稳定可靠技术功效，可开展《人形机器人可靠性要求和测试方法》《人形机器人信息安全技术要求》的标准建设。