

全球自动驾驶汽车技术专利市场研究

苑朋彬, 佟贺丰, 赵蕴华

(中国科学技术信息研究所, 北京 100038)

摘要: 自动驾驶汽车技术是集环境感知、全球定位、自动控制、人工智能等关键技术于一体的综合性技术, 其技术发展旨在通过汽车的自动驾驶, 解放人力。通过对德温特专利数据进行挖掘统计, 本文从专利时间、专利空间、专利内容这三大角度全面揭示了全球自动驾驶汽车技术发展概况。研究发现当前自动驾驶技术处于快速发展期, 各国都在积极地出台相关法律政策, 采取专利策略抢占国内和国际市场。中美两国是自动驾驶技术研究大国, 专利防御意识较强, 技术研发已经形成自己独特的优势; 在自动驾驶控制、导航技术分支方面, 美国研究实力强于中国。

关键词: 自动驾驶汽车技术; 无人驾驶技术; 专利分析; 研究热点

中图分类号: U471.1 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2018.09.011

自动驾驶汽车 (Self-driving Car), 又称无人驾驶汽车 (Driverless Car)、电脑驾驶汽车或轮式移动机器人^[1], 是指在不需要测试驾驶员执行物理性驾驶操作的情况下, 能够对车辆行驶任务进行指导与决策, 并代替测试驾驶员操控行为使车辆完成安全行驶^[2]。狭义上的自动驾驶汽车亦指处于L3 (有条件自动化)~L5 (完全自动化) 技术等级范围的汽车^[3]。自动驾驶汽车技术 (以下简称自动驾驶技术), 主要包括环境感知技术、全球定位技术、自动控制技术、人工智能等关键技术^[4]。近两年人工智能技术如数据挖掘、计算机视觉、自然语言处理、机器学习等技术的快速发展, 解决了自动驾驶中诸多关键性问题, 为目前自动驾驶技术由L3阶段迈向未来的L5阶段奠定了技术基础。

全球发展背景下, 以美国、日本、欧洲为代表的发达国家纷纷加快推动自动驾驶相关法案的制定, 并出台相关示范运行、道路测试管理办法, 旨在为自动驾驶技术的发展奠定良好的市场环境。如美国众议院于2017年7月26日通过一部自动驾驶法案 (Self Drive Act)^[5]; 日本政府于2018年

3月30日的“未来投资会议”上提出《自动驾驶相关制度整備大纲》, 并发出指示称“希望启动具体的法制建设, 积极主导制定国际规则”^[6]; 英国政府计划在2021年全面允许自动驾驶汽车合法上路^[7]; 中国政府在《新一代人工智能发展规划中》, 将轨道交通自动驾驶等智能技术作为新一代人工智能关键共性技术, 予以大力支持和发展的^[8]。

从技术角度出发, 尽管当前部分自动驾驶汽车产品已经达到L3 (有条件自动化)、L4 (高度自动化) 的技术水平, 但由于某些特定关键技术发展的不充分性, 导致自动驾驶技术要实现L5阶段的完全无人驾驶目标仍需要很长的时间。专利作为技术知识的载体, 是集经济、法律、技术为一体的信息体, 90%以上的技术信息都可以从专利信息反映出来。对专利信息进行挖掘研究, 不仅能够准确揭示各国家 (地区)、组织机构、技术研发的侧重点, 而且能为技术发展提供数据支持和决策参考。目前关于揭示自动驾驶技术发展全貌的定量性研究较少, 因此本文采用专利分析方法研究了自动驾驶

第一作者简介: 苑朋彬 (1990—), 男, 研究实习员, 主要研究方向为技术竞争情报。

项目来源: 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金“重点科技领域深度分析与研究” (ZD2017-01)。

收稿日期: 2018-08-20

技术的全球市场态势。

1 数据来源及方法

研究数据选取科睿唯安公司的德温特数据库；检索时间为2018年7月；检索方式利用“关键词”+“IPC分类号”进行组合检索；检索范围为1963年至今与自动驾驶技术相关的所有专利数据；检索初步结果为相关专利共计22 184条，经查重、清洗得到最终有效专利22 177条。

研究方法采用计量学方法、数据挖掘方法；研究工具采用Python、Excel等数据处理分析工具对专利申请公开时间、公开国家、公开机构、技术分类号等字段进行提取和统计；研究角度从专利时间分布、专利空间分布、专利内容分布这三大方面全面揭示了全球自动驾驶技术的发展趋势、技术公开国家、技术来源国家、技术研发机构、技术研究方

向、研究热点等情况，期望为自动驾驶技术的发展提供数据支持和决策参考。

2 自动驾驶技术专利市场分布研究

2.1 专利时间分布

自动驾驶技术概念早在20世纪20年代就已经被提出，而真正意义上的第一辆自动驾驶汽车是在1977年由日本筑波工程研究实验室研发的^[9]，此后自动驾驶技术在不同阶段的关键事件推动下，经历了阶梯式的快速发展。从全球自动驾驶技术专利公开申请来看（如图1所示），自动驾驶技术相关专利出现在20世纪70年代，专利公开数量整体处于上升阶段。由于专利申请到专利公布具有18个月及以上的延迟，并且2018年数据仅统计到7月份，所以2018年的数据仅供参考。

通过对专利申请趋势进行整体判断，大致可

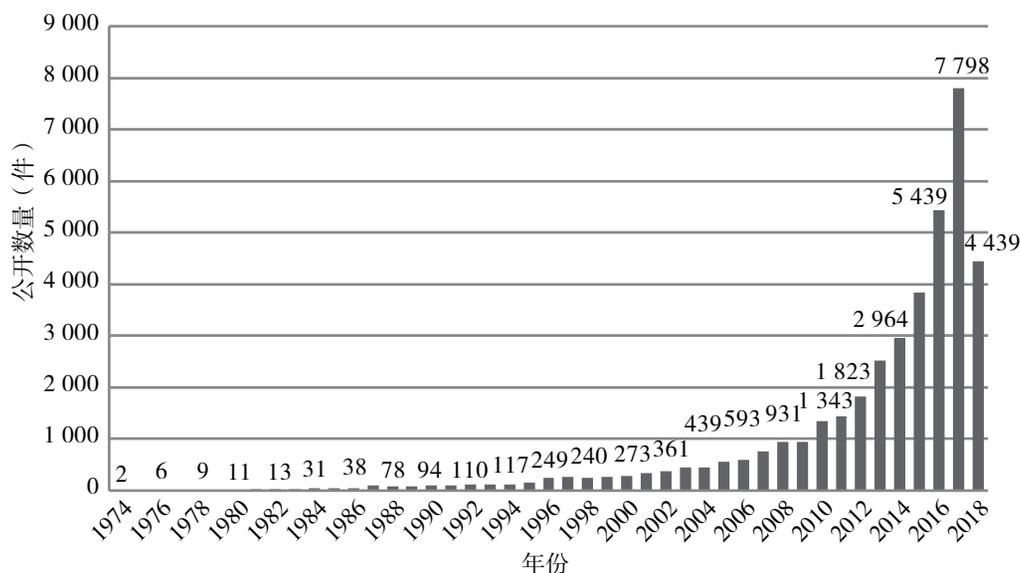


图1 全球自动驾驶技术专利申请公开趋势

以将自动驾驶技术发展划分为三个重要的时期：萌芽期（1974—1991年），此阶段自动驾驶技术研发处于摸索阶段，专利公开数量保持在100条以下。美国国防高级研究计划局（DARPA）于1984年发起的自主地面车辆（ALV）计划，以及美国卡耐基·梅隆大学于1986年研制的NavLab系列智能车辆都是此时期的代表；缓慢增长期（1991—2009年），此阶段的自动驾驶技术研发处于缓慢发展阶段，专利公开数量保持在100~1000条。1998年意大利帕尔玛大学VisLab实验

室ARGO项目的完成使高速自动驾驶得以实现，2004年之后举办的3届美国国防高级研究计划局无人驾驶挑战赛使当代无人驾驶方案雏形建立；快速增长期（2009—2018年），自动驾驶技术研发进入快速增长阶段，专利公开数量保持在1000条以上。2009年建立的Google X实验室开启了自动驾驶的新时代。2013年多家传统汽车制造企业的加入进一步掀起自动驾驶技术研发的热潮。2014年谷歌无人驾驶车正式发布，2016年全球正式进入自动驾驶元年，自动驾驶产业链日趋完善，

自动驾驶汽车走向市场化。

2.2 专利空间分布

2.2.1 技术公开国家 / 组织

图 2 显示了全球自动驾驶技术公开专利申请排名前 10 的国家或组织分布。可以明显看出, 全球自动驾驶技术专利公开国(组织)之间存在明显的

数量差距, 中国凭借 14 407 件公开专利申请排名第 1, 专利总公开数量大约是美国的 2 倍。总排名前 5 的其他国家(组织)分别为美国、日本、世界知识产权组织(WIPO)、欧洲专利局。从各国通过世界知识产权组织申请的 2677 件公开专利来看, 各国也比较注重《专利合作协定》PCT 国际专利的

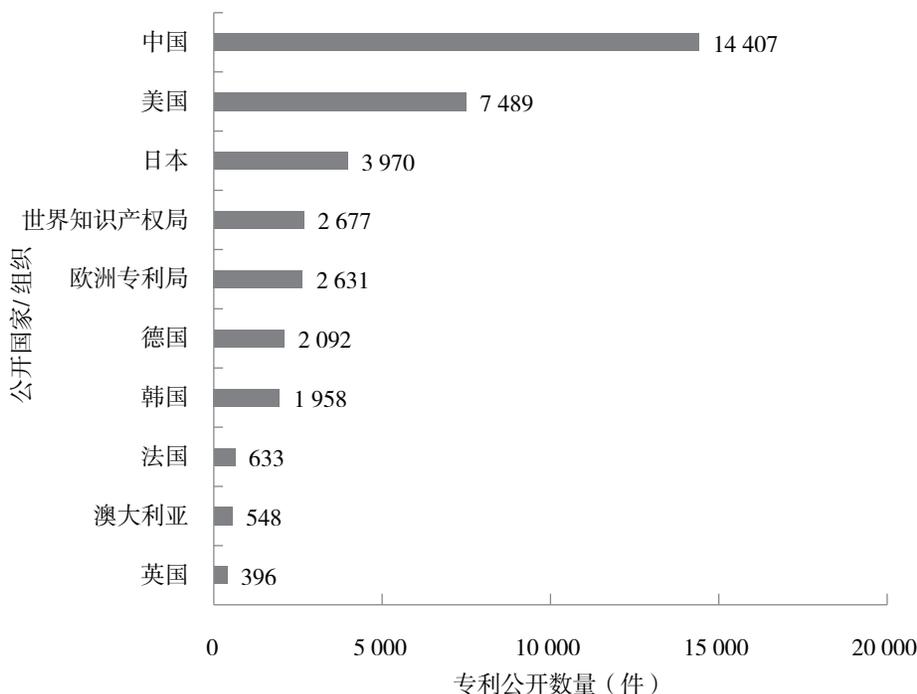


图 2 全球自动驾驶技术公开专利申请排名前 10 的国家 / 组织

申请, 申请总量位居专利公开排名第 4。

中国是自动驾驶技术专利申请大国, 分别于 2017 年、2018 年出台《北京市自动驾驶车辆道路测试管理实施细则(试行)》《智能网联汽车道路测试管理规范(试行)》等相关政策, 对自动驾驶道路测试等方面提出相关指导建议; 美国自 2010 年以来, 在各州进行积极立法, 并在联邦层面出台支持自动驾驶技术的战略性文件, 目前美国十几个州已经开放公共道路测试, 并出台《联邦自动驾驶汽车政策》《自动驾驶法案》等相关政策文件; 日本分别于 2017 年、2018 年发布《无人驾驶车辆公路测试标准》《自动驾驶系统公共道路验证试验方针》, 允许在高速公路、一般公路上进行大规模测试; 德国在 2017 年通过修改道路交通法规, 允许在公共道路上对自动驾驶汽车进行测试; 韩国早在 2015 年就计划为自动驾驶汽车划定试运行特别区域, 与此相关修订后的道路交通法规也已经

正式实施; 法国于 2014 年制定了无人驾驶技术发展路线, 并于 2016 年年底完成道路联网, 正式批准外国汽车制造商进行测试; 英国也积极出台《联网和自动驾驶汽车网络安全关键原则》, 护航自动驾驶汽车网络安全。

2.2.2 技术来源国家 / 组织

技术来源国家(组织)反映的是技术优先权国家(组织)和技术公开国家(组织)之间的分布关系, 通过观察优先权国家(组织)在公开国家(组织)的专利申请情况, 可以清楚地了解各国家(组织)在全球范围内的专利布局策略, 从而为各国制定技术发展规划提供决策参考。图 3 显示了全球自动驾驶技术优先权国家(组织)的专利布局情况, 横坐标代表技术优先权国家(组织), 纵坐标代表技术公开国家(组织), 气泡面积大小代表专利数量的多少。

总体分析, 各优先权国家(组织)在本土公开

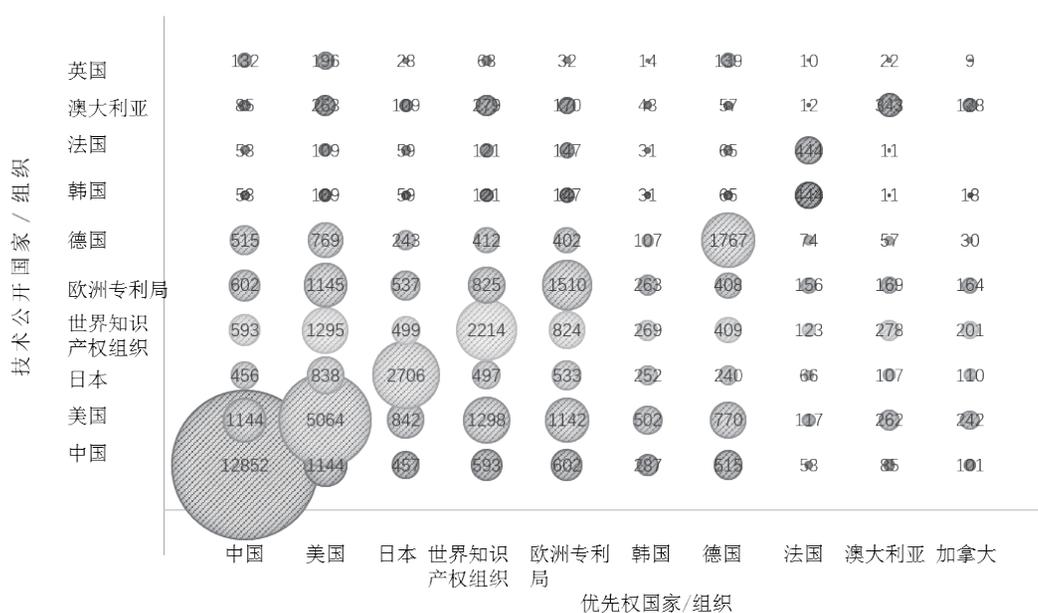


图3 全球自动驾驶技术优先权国家/组织专利布局

数量最多,从侧面反映出各国家(组织)对国内(区域内)市场的保护政策较强。值得注意的是,美国除了积极地在国内进行专利布局,还在中国、日本、德国、欧洲专利局等进行大量的专利布局,尤其注重在世界知识产权组织进行国际专利 PCT 的申请,这在一定程度上反映出美国的专利竞争意识,对国际市场占有欲高,企图霸占自动驾驶技术国际市场;相比之下,中国在其他国家(组织)中的专利申请数量较少,除在美国申请的 1 144 条专利外,其他国家(组织)专利申请量均在 602 条以下,专利竞争意识有待加强;另外日本、德国、澳大利亚、加拿大等非常重视美国、世界知识产权组织、欧洲专利局的专利申请,反映出上述国家对美国市场、欧洲市场和国际市场的关注;与上述国家不同的是,韩国更加注重美国市场的专利保护,而本土专利布局较少,从侧面反映出该国企图霸占美国专利市场的野心。综上可见各国(组织)都在积极地采取专利策略部署国内和国际市场,以中美两国为代表,中国的专利防守策略与美国的专利进攻策略形成了鲜明的对比。

2.2.3 技术研发组织机构

表 1 统计了全球自动驾驶技术专利公开排名前 20 的组织机构,从组织机构所属国家角度分析,美国机构 8 家,德国机构 5 家,日本机构 3 家,韩

国机构 2 家,中国、瑞典各 1 家;从组织机构成立时间角度分析,多数企业成立时间较早,其中有 16 家企业成立于 20 世纪初前后,而 21 世纪初前后成立的企业仅 4 家;从组织机构业务类型角度分析,目前无人驾驶技术研发队伍主要分为两大阵营:以福特、丰田等传统造车企业为代表的传统型研发队伍和以谷歌、百度、优步等大型互联网公司为代表的现代型研发队伍。

传统型研发队伍中,以福特全球科技公司(专利量 679 件)、丰田汽车株式会社(专利量 591 件)、通用汽车全球技术运营有限责任公司(专利量 384 件)、戴姆勒股份公司(专利量 336 件)等公司为代表的大型车企,在整车技术等方面占有巨大的资源优势,已经开发出先进的驾驶辅助系统,同时发布了未来技术的详细计划。如福特汽车计划 2021 年组建一支 L5 完全无人驾驶级别的自动驾驶车队^[10]。丰田汽车计划在 2020 年发布能在高速路上自动驾驶的汽车^[11]。戴姆勒计划 2020 年实现大部分奔驰汽车自动驾驶^[12]。现代型研发队伍中,以谷歌公司(专利量 324 件)、百度在线网络技术(北京)有限公司(专利量 186 件)为代表的互联网公司,在人工智能,自动驾驶技术研发方面占有独特的数据算法优势,并且积极地与传统造车企业合作,极大推动了自动驾驶技术的快速发

表 1 全球自动驾驶技术专利公开排名前 20 的组织机构

排名	专利权人	机构名称	专利数量 (件)	国家	成立年份
1	FORD GLOBAL TECHNOLOGIES LLC	福特全球科技公司	679	美国	1903
2	TOYOTA JIDOSHA KK	丰田自动车株式会社	591	日本	1933
3	GM GLOBAL TECHNOLOGY OPERATIONS INC	通用汽车全球技术运营 有限责任公司	384	美国	1908
4	DAIMLER AG	戴姆勒股份公司	336	德国	1890
5	GOOGLE INC	谷歌公司	324	美国	1998
6	HYUNDAI MOTOR CO LTD	现代汽车有限公司	320	韩国	1946
7	BOSCH GMBH ROBERT	罗伯特·博世有限公司	296	德国	1886
8	SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD	三星电子株式会社	270	韩国	1938
9	HITACHI LTD	日立有限公司	254	日本	1910
10	HONDA MOTOR CO LTD	本田技研工业株式会社	208	日本	1948
11	BOEING CO	波音公司	206	美国	1916
12	BAIDU ON-LINE NETWORK TECHNOLOGY CO LTD	百度在线网络技术(北京) 有限公司	186	中国	2000
13	VOLVO CAR CORP	沃尔沃汽车公司	142	瑞典	1972
14	WAYMO LLC	Waymo	138	美国	2016
15	SIEMENS AG	西门子公司	136	德国	1847
16	AUDI AG	奥迪公司	134	德国	1909
17	HONEYWELL INT INC	霍尼韦尔国际	123	美国	1885
18	UBER TECHNOLOGIES INC	优步公司	120	美国	2009
19	CATERPILLAR INC	卡特彼勒公司	115	美国	1925
20	VOLKSWAGEN AG	德国大众	115	德国	1937

展。如谷歌在 2009 年宣布启动无人车项目, 并于 2012 年、2014 年分别发布第二代、第三代无人驾驶汽车, 2015 年公司重组为 Alphabet, 2016 年与菲亚特-克莱斯勒合作, 并成立无人驾驶 Waymo 公司, 2017 年拿到美国交通安全机构认定文件, 开启真人乘车实验^[13]; 百度在 2013 年启动无人车项目, 2014 年与宝马合作, 共同研发无人驾驶技术, 2015 年成立自动驾驶事业部研发 L4 完全自动驾驶技术, 2016 年与长安汽车签署战略合作协议, 2017 年成立智能驾驶事业部, 并开放 APOLLO 软件平台, 帮助汽车行业及自动驾驶领域的合作伙伴

快速搭建一套属于自己的自动驾驶系统^[14]。综上所述, 从整体专利公开数量排名来看, 传统型企业研发水平完胜现代型研发队伍。

2.3 专利内容分布

2.3.1 技术小类研究方向

由于技术存在交叉性, 因此一件专利拥有一个或多个技术主题分类号。而技术关联分析是寻找在同一事件中出现的不同数据项之间的相关性, 通过对多件专利分类号不同的部、类、组进行统计分析, 可以进一步揭示技术研发之间的关系和研发侧重点。图 4 统计了专利共现阈值大于 100 的技术小类关联情况, 其

表 2 全球自动驾驶技术技术小类接近中心度排名前 10 的技术小类释义表

序号	IPC 小类	接近中心度	释义
1	G05D	51	非电变量的控制或调节系统
2	G08G	52	交通控制系统
3	B60R	55	不包含在其他类目中的车辆、车辆配件或车辆部件
4	B60W	57	不同类型或不同功能的车辆子系统的联合控制; 专门适用于混合动力车辆的控制 系统; 不与某一特定子系统的控制相关联的道路车辆驾驶控制系统
5	G06F	59	电数字数据处理
6	G01C	60	测量距离、水准或者方位; 勘测; 导航; 陀螺仪; 摄影测量学或视频测量学
7	G06K	60	数据识别; 数据表示; 记录载体; 记录载体的处理
8	G01S	63	无线电定向; 无线电导航; 采用无线电波测距或测速; 采用无线电波的反射或 再辐射的定位或存在检测; 采用其他波的类似装置
9	B62D	63	机动车; 挂车
10	B60Q	67	一般车辆照明或信号装置的布置, 及其安装或支承或其电路

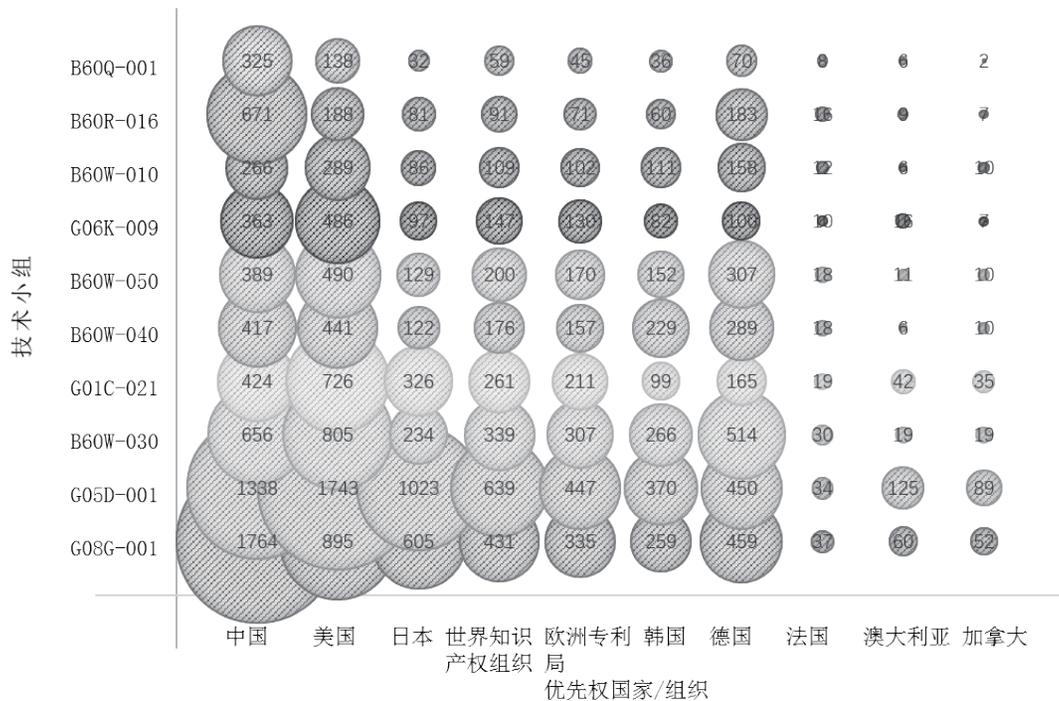


图 5 全球自动驾驶技术专利公开排名前 10 的技术小组分布

表 3 全球自动驾驶技术专利公开排名前 10 的技术小组释义

序号	IPC 小类	专利数量 (件)	释义
1	G08G-001	4 661	道路车辆的交通控制系统
2	G05D-001	4 638	陆地、水上、空中或太空中的运载工具的位置、航道、高度或姿态的控制, 例如自动驾驶仪

续表

序号	IPC 小类	专利数量 (件)	释义
3	B60W-030	2 318	不与某一特定子系统的控制 (例如, 使用车辆子系统联合控制的系统的控制) 相关联的道路车辆驾驶控制系统的使用
4	G01C-021	1 815	导航; 不包含在 G01C 1/00 至 G01C 19/00 组中的导航仪器
5	B60W-040	1 277	不与某一特定子系统的控制相关联的道路车辆驾驶控制系统的驾驶参数的判断或计算
6	B60W-050	1 221	不与某一特定子系统的控制相关联的道路车辆驾驶控制的控制系统的零部件
7	G06K-009	1 211	用于阅读或识别印刷或书写字符或者用于识别图形, 例如, 指纹的方法或装置
8	B60W-010	1 167	不同类型或不同功能的车辆子系统的联合控制
9	B60R-016	962	专门适用于车辆并且其他类目不包含的电路或流体管路; 专门适用于车辆并且其他类目中不包含的电路或流体管路的元件的布置
10	B60Q-001	728	光学信号或照明装置的布置, 及其安装或支承或其所用电路

其中, 以 G08G-001、G05D-001 等为代表的具体技术研究方向是各国共同关注的研究热点, 专利申请数量均在 4 000 件以上。中国在 G08G-001、B60R-016 技术方向申请专利较多, 已经形成了自己的研发优势; 美国在 G05D-001、B60W-030、G01C-021 技术方向申请专利较多, 在该技术方向的研究实力最强。除上述共同关注的研究热点之外, 日本同样比较注重 G01C-021 技术方向的研究, 韩国比较注重 B60W-040 技术方向的研究, 德国比较注重 B60W-040、B60W-050 技术方向的研究。中美两国作为专利申请的大国, 在各技术研究热点均做出全面的专利布局, 并且已经形成了自己的优势, 在道路车辆的交通控制系统、电路或流体管路等技术方面, 中国实力较强, 但在自动驾驶控制、导航技术方面, 中国的实力低于美国。

3 结论

通过对全球自动驾驶技术领域专利市场进行研究, 发现当前自动驾驶技术专利申请数量逐年上升, 研发热情逐年高涨。但从技术角度出发, 目前从 L3 有条件自动驾驶阶段迈向未来 L5 完全无人驾驶阶段仍需要很长的过程和时间。本文从专利时间分布、专利空间分布、专利内容分布这三大角度出发, 全面揭示了全球自动驾驶技术的发展趋势、技术公开国家、技术来源国家、技术研发机构、技

术研究方向、研究热点等情况, 最终总结出以下 6 点结论, 期望为自动驾驶技术的发展提供决策参考。

(1) 自动驾驶技术经历了 3 个重要的时期: 萌芽期 (1974—1991 年)、缓慢增长期 (1991—2009 年)、快速增长期 (2009—2018 年), 自动驾驶技术发展迅速, 产业链日趋完善, 自动驾驶技术逐步走向市场化。

(2) 中国是自动驾驶技术专利申请大国, 凭借 14 407 条专利领跑全球。在自动驾驶技术发展的巨大利益促使下, 各国都在积极地出台相关法律法规、明确自动驾驶技术的合法地位、探索自动驾驶的准入标准和安全机制, 极大地推动了自动驾驶技术的发展。

(3) 各国 (组织) 都在积极地采取专利策略部署国内和国际市场, 以中美两国为代表, 中国的专利防守策略与美国的专利进攻策略形成了鲜明的对比。相比之下, 韩国更加注重美国市场的专利保护, 本土专利布局较少。

(4) 目前无人驾驶技术研发队伍主要分为两大阵营: 以福特、丰田等传统造车企业为代表的传统型研发队伍和以谷歌、百度、优步等大型互联网公司为代表的现代型研发队伍。仅从专利公开排名来看, 传统型企业研发水平完胜现代型研发队伍。

(5) 全球范围内, 自动驾驶技术研究方向主要集中在环境感知、决策控制系统和全球定位系统

这三大方面,这也是自动驾驶技术的三大核心技术。

(6) 从各国研究热点出发,控制系统、导航系统均是各国研究的热点,但在具体的道路车辆的交通控制系统、电路或流体管路等技术分支方面,中国研究实力较强;在自动驾驶控制、导航技术分支方面,美国研究实力强于中国。■

参考文献:

- [1] 章帆,王雪娇.基于专利的无人驾驶汽车技术景观分析[J].科技管理研究,2017,37(5):33-37.
- [2] 北京市交通委员会.北京市关于加快推进自动驾驶车辆道路测试有关工作的指导意见(试行)[EB/OL].[2018-08-01].<http://jtw.beijing.gov.cn/xxgk/tzgg/201712/P020171218378644361265.pdf>.
- [3] 科学网.无人驾驶、自动驾驶与驾驶辅助的区别[EB/OL].(2017-07-10)[2018-08-01].<http://blog.sciencenet.cn/blog-2888249-1065462.html>.
- [4] 王奕康.无人驾驶汽车技术及其发展探究[J].中国新通信,2018(6):171-172.
- [5] 36kr.美国首部“无人驾驶法案”的核心及启示[EB/OL].(2017-09-23)[2018-08-01].<http://36kr.com/p/5094719.html>.
- [6] 央广网.日本制定方针:自动驾驶车事故由车主赔偿[EB/OL].(2018-04-03)[2018-08-01].<http://baijiahao.baidu.com/s?id=1596717553601208584&wfr=spider&for=pc>.
- [7] 奥一网.英国计划2021年商用自动驾驶汽车[EB/OL].(2018-06-07)[2018-08-01].<http://www.oeeee.com/html/201806/07/643685.html>.
- [8] 中华人民共和国中央人民政府.国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知[EB/OL].(2018-07-10)[2018-08-01].http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm.
- [9] 王芳,陈超,黄见曦.无人驾驶汽车研究综述[J].中国水运月刊,2016,16(12):126-128.
- [10] 汽车之家.2021年量产福特公布无人驾驶汽车计划[EB/OL].(2018-08-17)[2018-08-17].<https://www.autohome.com.cn/news/201608/891979.html>.
- [11] 新华网.丰田2020年推出自动驾驶汽车[EB/OL].(2015-10-12)[2018-08-01].http://www.xinhuanet.com/auto/2015-10/12/c_128307581.htm.
- [12] 盖世汽车资讯.奔驰计划2020年之前推出自动驾驶车[EB/OL].(2013-10-19)[2018-08-01].<http://auto.gasgoo.com/News/2013/10/19015529552960262131323.shtml>.
- [13] 廖燕,余业干.百度与谷歌无人驾驶汽车技术专利对比分析[J].北京汽车,2017(6):5-8.
- [14] 何佳,戎辉,王文扬,等.百度谷歌无人驾驶汽车发展综述[J].汽车电器,2017(12):19-21.
- [15] 杨钦哲.无人驾驶技术及其发展[J].中国新通信,2018(6):169-170.

Global Patent Market Research of Self-driving Car Technology

YUAN Peng-bin, TONG He-feng, ZHAO Yun-hua

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

Abstract: Self-driving car technology is a comprehensive technology integrating environmental perception, global positioning, automatic control, artificial intelligence and other key technologies, aiming to liberate human power through autonomous driving. This paper comprehensively reveals the global overview of the development of self-driving car technology from three perspectives of patent time, patent space and patent content through patent data from Derwent. It is found that the current self-driving technology is in a period of rapid development, and countries are actively issuing relevant laws and policies, and adopting patent strategies to deploy domestic and international markets. China and the United States are two major countries in self-driving technology research, with strong awareness of patent defense and their own unique advantages in technology research and development. In the area of autonomous driving control and navigation technology, the United States is stronger than China.

Key words: self-driving car technology; driverless technology; patent analysis; research hotspots