

# 超高压射流清洗设备智能搭载系统关键技术专利分析

## 引言

海水内存在大量微生物,船舶由于长期与海水接触,即使船舶在航行过程中,水流速度相对较大,但是不可避免的是这些微生物会附着在船体上,附着物的不断积累和侵蚀,最终会造成船舶污损,带来一系列危害,如改变基底材料腐蚀程度、缩短船舶运营寿,增大表面粗糙度、增加船舶航行阻力、影响设备的正常运行,严重的会危害主机安全,阻塞管道,影响设备正常运行。因此,对于船体进行维护是目前国内外船舶行业亟待解决的问题。

国内外对船体表面清洗作业主要有两种方式,第一种是采用超高压水射流技术进行船体表面清理作业,另外一种是采用传统打磨喷砂方式进行表面清理作业,无论是哪种作业方式其运动载体都必须采用爬壁机器人,其中非常关键就是爬壁机器人的负载能力、转弯能力、大曲率自适应能力等。目前,韩国、日本、美国等国家都在高速发展超高压射流清洗设备搭载系统,其中便包括爬壁机器人。本文针对此背景对相关的超高压射流清洗设备搭载系统,特别是爬壁机器人技术专利进行分析。

本文针对超高压射流清洗设备智能搭载系统宏观层面和微观层面的专利分析,对爬壁机器人的国内外技术发展趋势,不同申请人进行分析,揭示们目前超高压射流清洗设备智能搭载系统的现状与前景,为相关研究单位提供重要的技术支持。

## 1 数据来源与方法

### 1.1 数据来源

采用的专利文献数据主要来自 Patsnap 专利数据库,并综合利用部分其他专利数据库,通过初步检索、扩展检索和补充检索,以保证数据检索的全面性,数据检索截止时间为 2019 年 3 月。其中 2016-2018 的专利申请量要低于实际申请数量,这是由于发明专利存在延迟公开的属性,部分申请日在检索终止日之前 18 个月内的发明申请因未公开而未被检索到,实用新型专利在授权后才能被公布。

### 1.2 检索方法

由于主要分析船舶的超高压射流清洗设备智能搭载系统的专利信息,因此重点检索关键词“船”;因为重点分析机器人作为智能搭载系统的应用,所以将“机器人”作为重点检索关键词;由于此种清洗设备的主要功能是清洗和除锈,因此将“清洗”、“除锈”都作为主题关键词进行检索,由于爬壁机器人的爬壁又被称为磁吸,为了降低漏检率,故将爬壁和磁吸都作为主题词进行检索。因为需进行

国内外专利信息分析，所以同时也进行了相关主题词的英文检索。为了提高所获专利信息的查全率和准确率，使用 IPC 分类号进行检索，通过对相关文献的查阅以及阅读初步检索到得的数十篇文献，最终采用此检索式进行检索：(船 or ship or boat or vessel or hull) and (((磁吸 or 爬壁 or "Magnetic absorbing" or " permanent magnetic suck" or " magnetic absorbing disc" or " wall-climbing") or ((清洗 or 除锈 or clean\* or " rust removal" and derust\* ) and (机器人 or Robot))))

通过上述方法共检索到相关度较高的 1020 篇国内专利文献、1415 篇国外专利文献，国内专利的申报主体以高校、船舶及其配套企业为主。国外专利的申报主体以企业为主，主要集中在韩国、日本、美国等国家。

## 2 超高压射流清洗设备智能搭载系统专利概况

现有的专利文献中对爬壁机器人进行了多样性的设计，例如专利公开号为 CN201633804U 的中国专利文献所公开的“一种船舶壁面除锈爬壁机器人”，该发明的爬壁机器人是采用超高压水射流方式进行除锈，永磁吸附单元在履带行走机构上，其负载能力在 140kg 左右，但是采用履带式运动结构，运动阻力大，转弯非常不灵活；专利公开号为 CN 101863294 的中国专利文献所公开的“用于干、湿环境的磁隙式爬壁机器人”，工作介质采用超高压纯水射流的方式进行除锈，采用气动马达驱动，但是位置控制精度较低，负载能力也在 140kg 左右；专利公开号为 CN103171640A 的中国专利文献所公开的“一种基于永磁吸附结构的爬壁机器人”，基于永磁吸附结构的爬壁机器人，包括机器人本体结构和可抗磁场干扰的控制系统，能实现在化工容器、大型船舶船体等钢制壁面上稳定性走和有效检测，具有结构紧凑、重量轻。

通过专利技术描述可知，现有的爬壁机器人虽然实现了搭载质量大、负载能力强等优点，但其作业范围仅适用于壁面近似竖直、平坦的广阔船壁两侧，对于船头、船尾、船舶腹底等大曲面非结构化壁面上存在吸附、清洗能力较弱的问题，国内外爬壁机器人专利技术的演化趋于高负载、高机动性、高自适应性、高效环保作业等方向发展，能够在复杂不规则的船体壁面吸附和智能作业。

## 3 超高压射流清洗设备智能搭载系统总体状况分析

### 3.1 全球专利技术发展动向

#### 3.1.1 全球申请趋势

为了研究超高压射流清洗设备智能搭载系统的技术发展阶段，我们将超高压射流清洗设备智能搭载系统的相关专利进行全球专利检索，对所采集的全球相关专利申请数据按照时序分析法进行统计，技术领域内的申请趋势是以时间为横轴、申请量为纵轴，分析随时间发展该领域内的专利技术申请趋势。

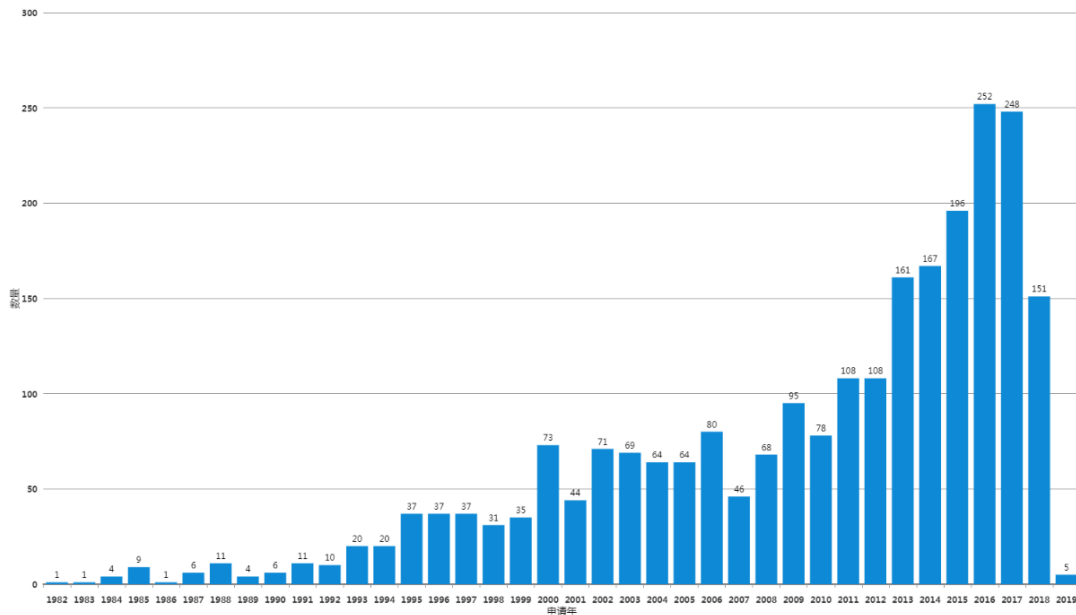


图 1 全球专利申请量逐年分布趋势

截至 2019 年 3 月，涉及超高压射流清洗设备智能搭载系统的专利共计 2435 件。

图 1 给出了超高压射流清洗设备智能搭载系统领域全球专利申请量的逐年分布趋势。从整个申请趋势来看，超高压射流清洗设备智能搭载系统专利技术的萌芽始于 1982 年，开始出现零星的专利申请；在 1995 年之前都处于萌芽阶段，经过数十年的技术积累，在 1995 年后进入慢速生长期；2000 年以后增长速度开始加快，截至 2017 年底，近十年内超高压射流清洗设备智能搭载系统专利申请量逐年上升并保持较高的增长率。

技术生命周期用来描述一项技术从基础科学或应用科学衍生发展而来，将之应用于产品开发与设计上，到产品导入市场后，直至产品退出整个市场的一段时间。一般讲技术生命周期分为四个阶段：导入期、成长期、成熟期和衰退期。超高压射流清洗设备智能搭载系统领域的专利技术经历了萌芽期和生长期，还未步入高速发展期，从技术生命周期来看，该领域的技术研发还处于成长期阶段。

超高压射流清洗设备智能搭载系统，能够实现大曲率部位、复杂形状表面吸附和智能作业，在各项指标中都远远领先于现有的普通爬壁机器人，在下一个十年，超高压射流清洗设备智能搭载系统将迎来整个技术领域的高速发展期。

### 3.1.2 全球申请国家与目标国分布

2000 年前后，爬壁机器人的相关专利开始迅猛增长，其中以欧美等老牌水液压发达国家最为明显，典型的企业代表有美国的 FLOW 公司和 CHUKAR 公司、德国的 KAMAT 公司和 HAMMELMANN 公司、法国的 CYBERNETIX 公司，典型的研究所有美国加利福尼亚州理工学院喷气推进实验室，卡耐基梅隆大学机器人研究所，西班牙的卡塔赫纳科技大学等。

美国 FLOW 公司 2002 年研制的 Hy-dro-Cat 超高压射流船舶除锈成套设备，超高压水射流工作压力为 2758bar，爬壁机器人采用真空吸附，真空泵组通过爬壁机器人拖带的真空管可以完全将废水、锈渣及废料集中收集、连续排放。

随后德国、瑞典等国家也开始爬壁机器人的研制开发，使得爬壁机器人的应用不断增加，其专利申请量也在不断增加。以下对超高压射流清洗设备智能搭载系统的专利技术来源国与目标国分别进行统计分析。

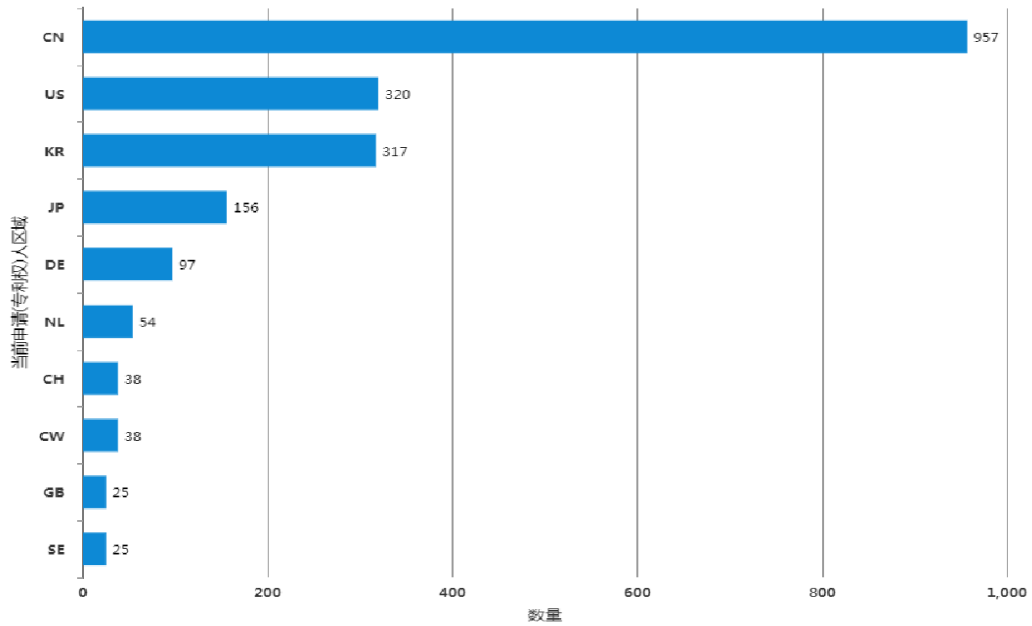


图 2 (a) 专利技术来源国分布

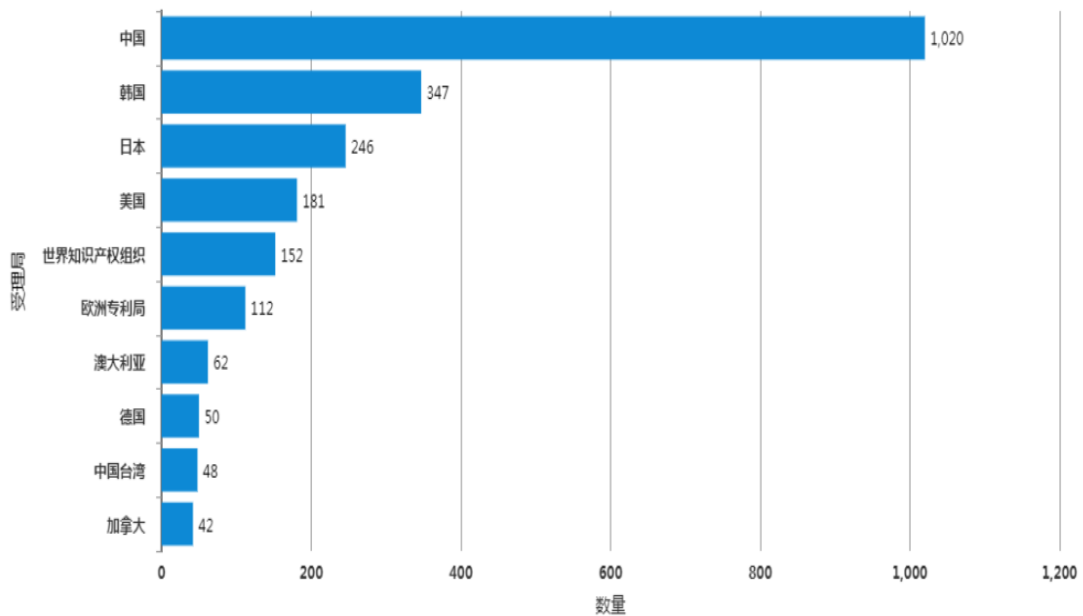


图 2 (b) 专利技术目标国分布

图 2 超高压射流清洗设备智能搭载系统全球专利技术来源国与目标国分布

图 2 中分别给出了超高压射流清洗设备智能搭载系统全球专利技术来源国与目标国的分布情况。根据专利来源国数据显示，专利申请第一梯队的中国为全球超高压射流清洗设备智能搭载系统专利技术的主要贡献国，占据专利申请量的 39.35%，遥遥领先于其他国家和地区，中国由于近年来的环境压力、政府干预及政策引导等因素，大力发展“绿色船舶”，促进了超高压射流清洗设备智能搭载

系统领域的技术发展,故近几年相关领域内的专利申请量剧增;第二梯队为美国、韩国、日本、德国等国家,分布占据 13.16%、13.03%、6.41%、3.99%,具有航运市场需求的地区,第二梯队的国家在该领域具有雄厚的技术储备,专利申请量稳中有进。

根据专利目标国数据显示,专利申请第一梯队的中国为专利布局的最大目标地区,来华专利申请量占到本国申请量的 41.94%,说明全球在超高压射流清洗设备智能搭载系统领域的专利布局目标都重点围绕中国,这是由于中国是造船以及航运大国,超高压射流清洗设备智能搭载系统在中国拥有广阔的应用前景,同时我国在超高压射流清洗设备智能搭载系统的设计以及制造方面还处于起步阶段,在该领域还存在较多的技术空白点。

### 3.1.3 全球专利申请人分布

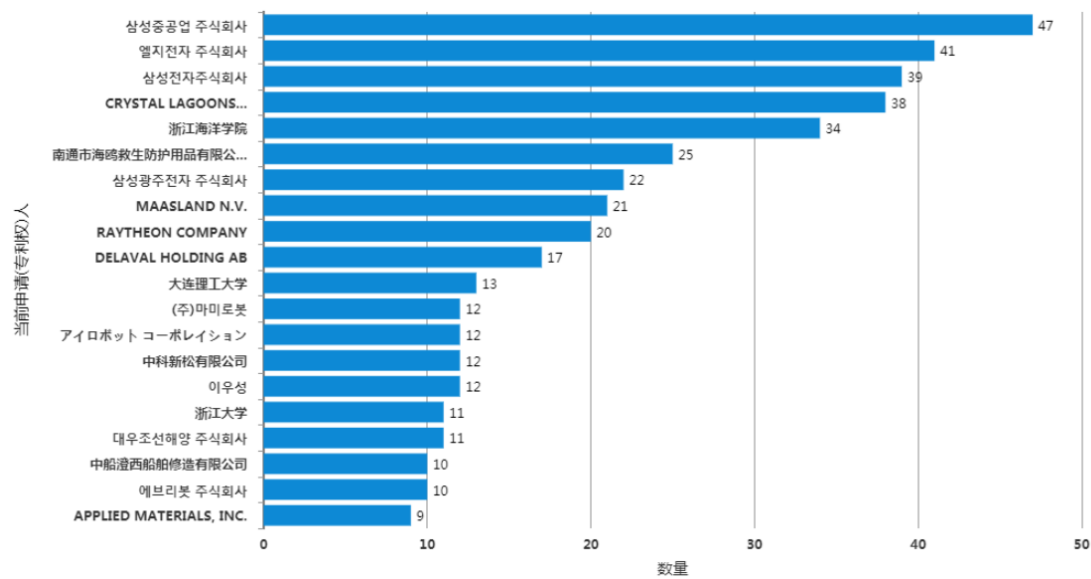


图 3 超高压射流清洗设备智能搭载系统全球专利申请人分布

图 3 给出了超高压射流清洗设备智能搭载系统领域全球专利申请排名前二十名的重要申请人情况。由图中数据可知,全球重要申请人中三星重工业株式会社及其子公司在全球在超高压射流清洗设备智能搭载系统领域专利申请量排名第一,其次是中国的浙江海洋学院和南通市海鸥救生防护用品有限公司、美国的 DELAVAL (利拉伐控股有限公司)。全球前二十名重要申请人中有三所中国高校,分别是浙江海洋学院、大连理工大学、浙江大学。

### 3.1.4 全球专利申请技术分布

专利技术分布主要分析某一细分领域内的专利分布情况,而 IPC 分类是目前唯一国际通用的专利文献分类和检索工具,是根据专利申请设计的技术方案所属领域来确定的,因此这些分类号可以用于比较粗略的确定专利技术分布的内容。在超高压射流清洗设备智能搭载系统领域的专利申请主要集中分布于 B63 船舶或其他水上船只、与船有关的设备, B62 无轨陆用车辆, B25 机械手, H01 基本电气元件等大类。

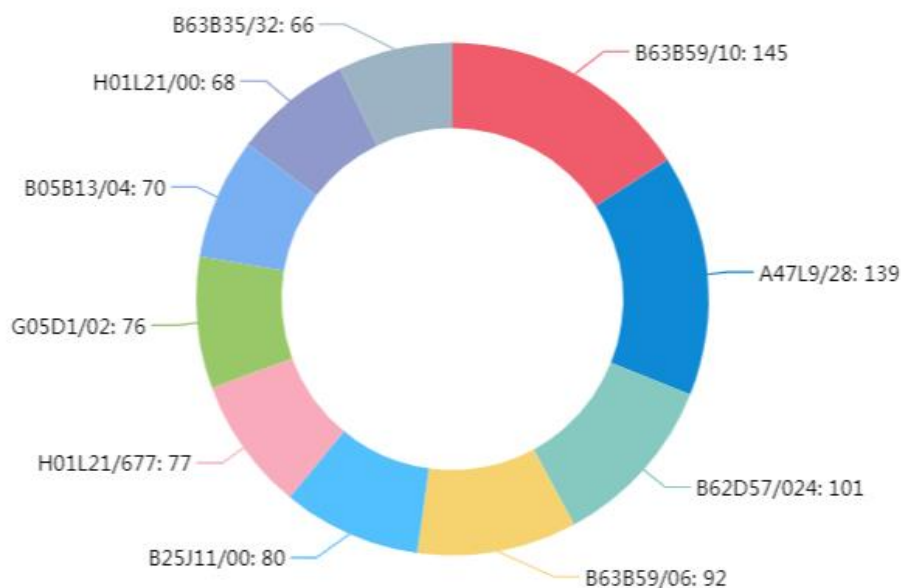


图 4 超高压射流清洗设备智能搭载系统领域主要 IPC 分类号申请占比

将全球专利申请的主分类号统计至小组并排序,由图 4 可知排名前十位的有: B63B59/10: 船只专用的船体防护装置,船只专用的清洗装置; B62D57/024: 车身与车架之间的连接; B25J11/00: 机械手,装有操纵装置的容器,不包含在其他组的机械手; H01L21/677: 半导体器件,其他类目中不包括的电固体器件,专门适用于制造或处理半导体或固体器件或其部件的方法或设备; G05D1/02: 非电变量的控制或调节系统,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; B05B13/04: 一般喷射或雾化,对表面涂覆液体或其他流体的一般方法。

可见,从分类号代表的技术分布来看,以关注机械手、半导体器件、非电变量控制或调解系统是主要的专利技术申请重点。

## 3.2 中国专利技术发展动向

### 3.2.1 中国专利申请趋势

相对于国外,我国的超高压射流清洗设备智能搭载系统应用及研发起步较晚,在技术研发程度和应用范围等方面尚有差距。国内关于工业用爬壁机器人的研究主要是各种小型、微型爬壁机器人的应用研究,关于大型爬壁机器人的研究尚处于起步发展阶段,但近年来随着经济实力的提升和能源政策的支持,我国在该领域技术发展迅速。以下针对我国超高压射流清洗设备智能搭载系统方面的专利申请进行分析。

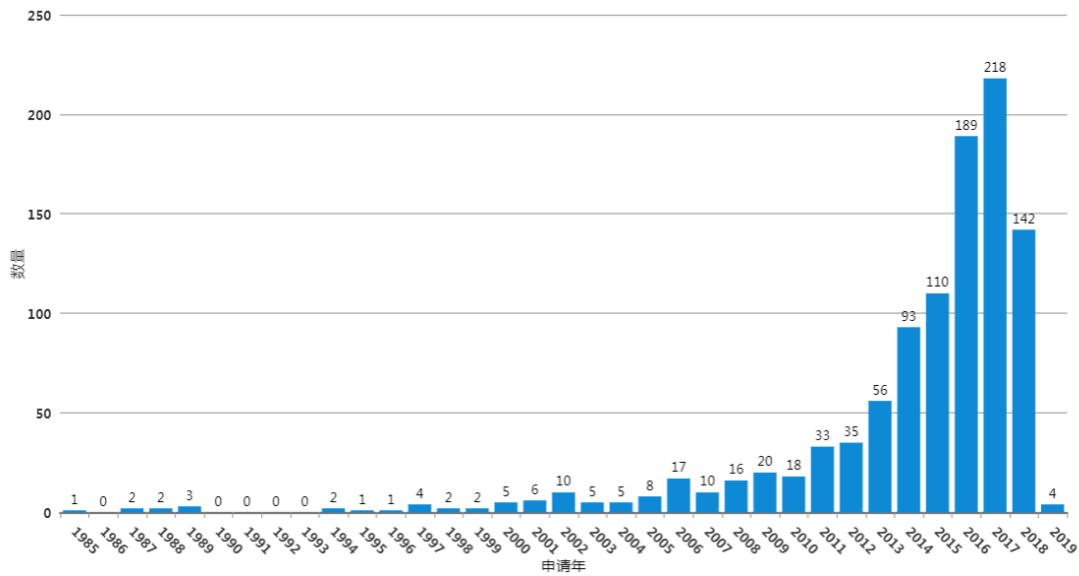


图 5 超高压射流清洗设备智能搭载系统领域中国专利申请量逐年分布趋势

截至 2019 年 3 月，涉及超高压射流清洗设备智能搭载系统领域的中国专利申请共计 1020 件。图 5 中给出了超高压射流清洗设备智能搭载系统领域中国专利申请量逐年分布趋势图。首件涉及超高压射流清洗设备智能搭载系统领域的专利申请出现于 1985 年，并且在此后一直到 2001 年间仅有零星的申请量，处于起步摸索阶段；2001-2013 年间，随着中国的经济发展以及与国外交流的日渐频繁，特别是全球航运市场遭遇大起大落的波峰和波谷阶段都处于这个时期，中国在本领域的专利申请量进入了缓慢的增长期；自 2014 年开始，中国专利的年申请量得到稳定提升并基本保持较高的增长速度，在 2017 年申请量达到峰值，并且可以预计本领域中国专利申请量在这两年乃至今后一段时间内仍将快速增长。

随着中国改革开放的进一步加快，越来越多的中国企业不仅迈开了“走出去”的步伐，而且有意识的在海外进行专利申请，这既能提高自己在国际市场上的竞争能力，同时也是为了更好的保护自己的权益。但相对于中国的经济规模而言，中国企业在国际上申请的专利数量仍然较少。另一方面，只有加强知识产权保护，才能确保企业实现创新收益，进而实现创新要素的合理配置和创新资源的有效利用。要有效利用知识产权数据信息，实时跟踪最前沿的专利技术和对实效专利文献检索分析，对每项专利在企业未来发展起到的作用作出系统地判断，并在海外市场抓紧进行专利布局，才能为以后开拓海外市场创造条件，掌握国际市场竞争的主动权。



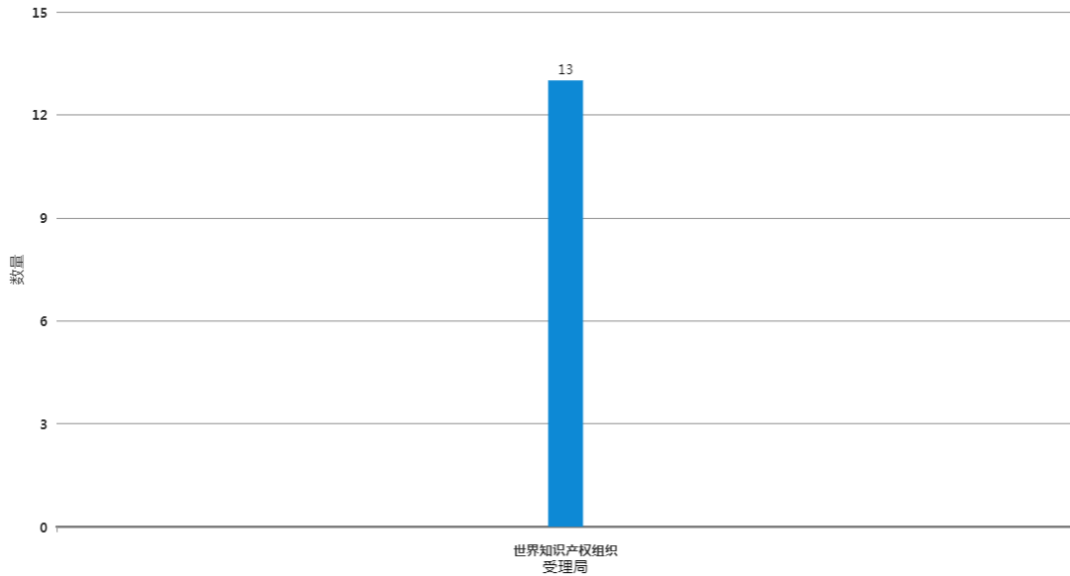


图 6 超高压射流清洗设备智能搭载系统领域中国海外专利申请量

图 6 给出了超高压射流清洗设备智能搭载系统领域中国海外专利申请情况。中国的海外专利申请都处于 PCT 阶段，专利技术并未进入到海外国家进行专利布局。可见我国在超高压射流清洗设备智能搭载系统领域原创申请的海外专利布局量与我国原创申请量相比微不足道，海外布局非常弱，中国企业想要增强国际市场竞争力，必须进一步加强海外专利布局。

### 3.2.2 国外来华专利布局态势

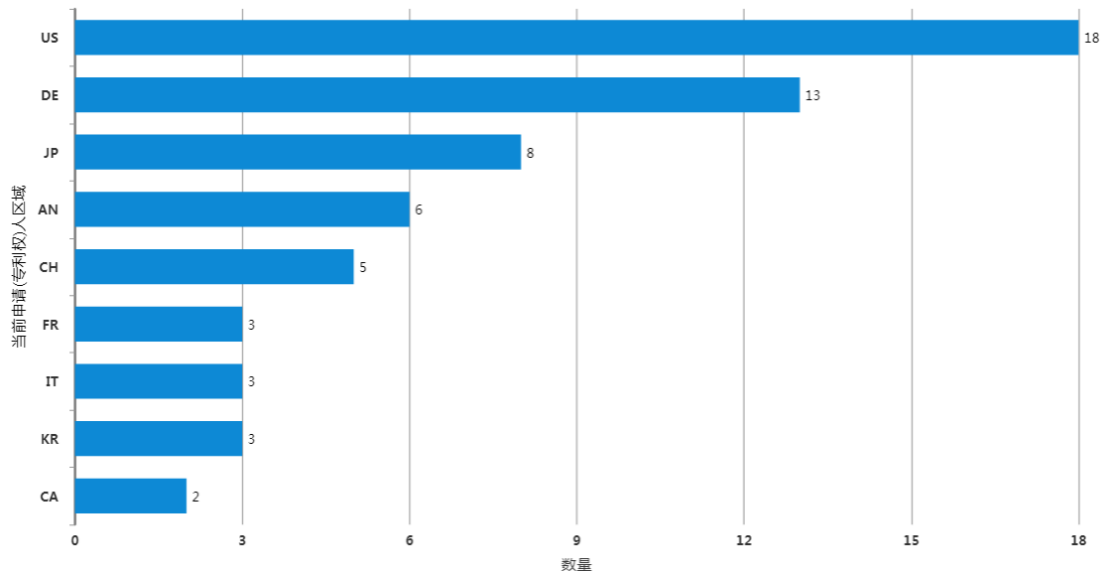


图 7 国外来华申请国家申请量

针对中国专利申请中的国外来华申请的申请人国籍进行了进一步统计，主要有 6 个国家在中国申请超高压射流清洗设备智能搭载系统领域的相关专利，图 7 给出了国外来华申请的主要国家申请量和国家分布情况。图中数据显示，国外来



华申请主要来自美国、德国、日本；其次为韩国、荷兰等国。上述国外来华的主要国家布局基本符合相关国家的发展水平，最早开始搭载系统研制的技术强国均对中国市场投以一定的关注。

### 3.2.3 中国主要原创申请区域及申请人分布

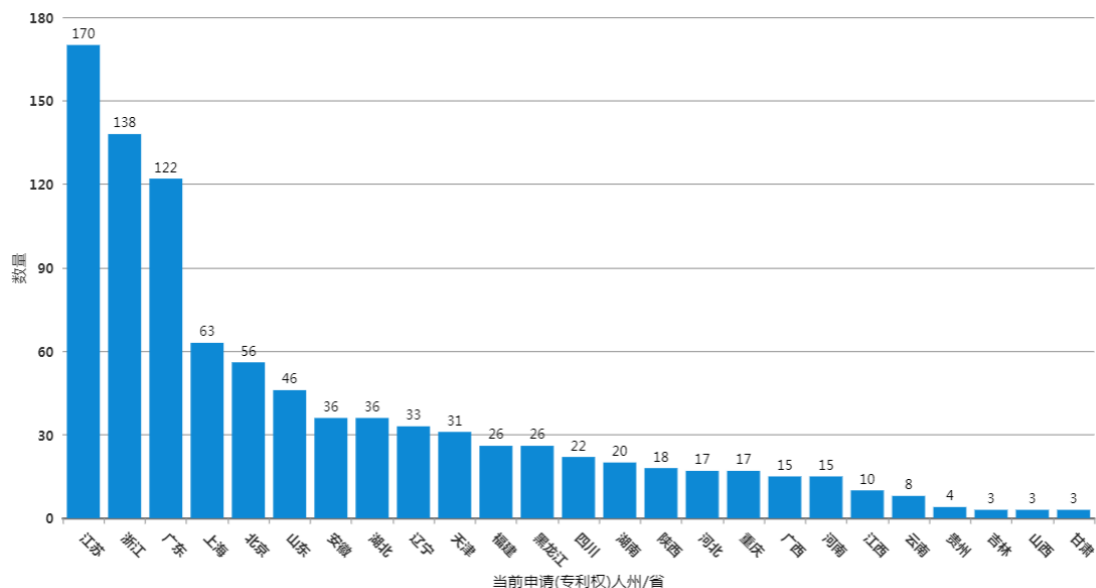


图 8 (a) 国内原创申请省市申请量

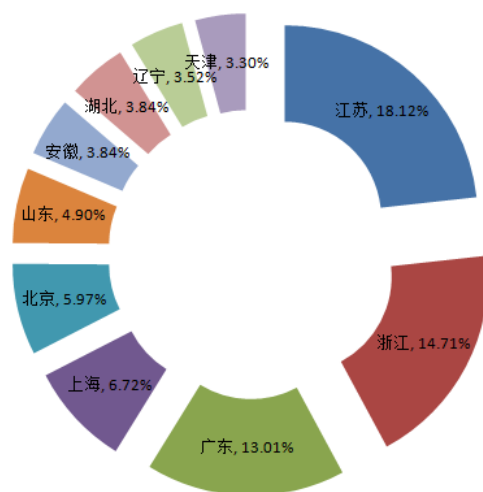


图 8 (b) 国内原创申请省市分布

图 8 超高压射流清洗设备智能搭载系统领域国内原创申请省市分布情况

针对中国专利申请中的国内原创申请的申请人省市进行了进一步统计，大部分省市均匀超高压射流清洗设备智能搭载系统相关专利申请。图 8 中给出了国内原创申请的主要省市申请量和省市分布情况。图中数据显示，国内原创申请主要分布在江苏、浙江、广州分别占总申请量的 18.12%、14.71%、13.01%；其次是上海、北京、山东、安徽等地区。这些省市分别具有内河和沿海的船舶产业、能源和机械的重工业发达强省，以及相关船舶院校和研究机构等不同方向的优势。

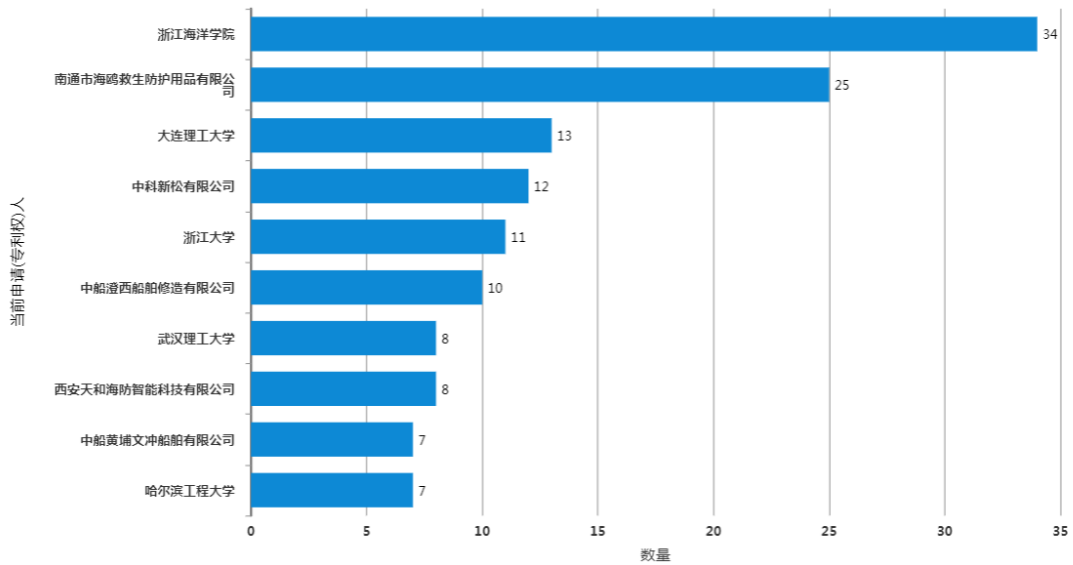


图 9 超高压射流清洗设备智能搭载系统领域国内申请量排名前十的重要申请人

图 9 中给出了超高压射流清洗设备智能搭载系统领域国内申请量排名前十的重要申请人情况。其中排在首位的是浙江海洋学院；排名前十的重要申请人中主要为高校和企业，高校为主要专利申请主体。我国在超高压射流清洗设备智能搭载系统领域的专利技术主要集中在高校，研究中基础研究比重较大，这一方面说明研发具有一定的技术先进性，另一方面也说明其与产业应用还有一定的距离。

### 3.2.4 中国申请技术分布

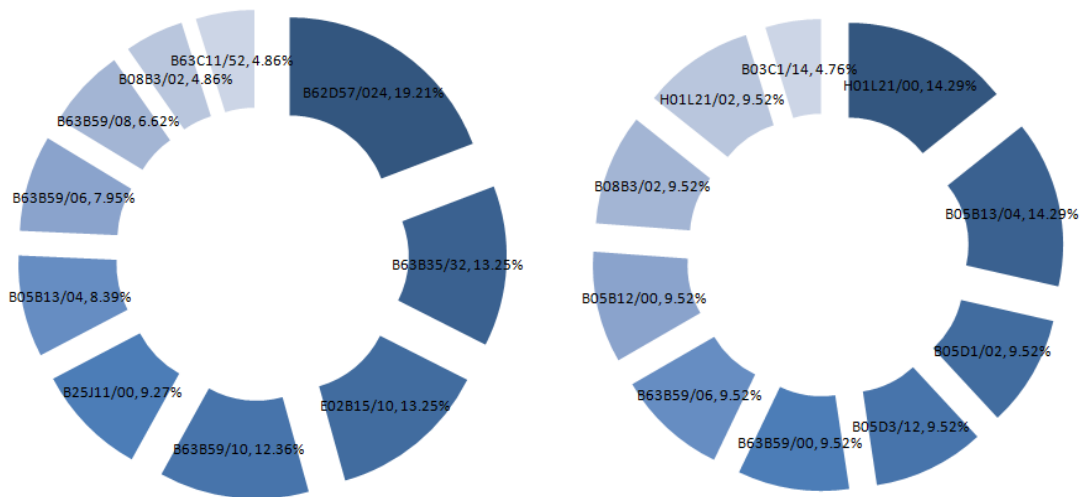


图 10 (a) 中国原创申请技术分布

图 10 (b) 国外来华申请技术分布

图 10 超高压射流清洗设备智能搭载系统领域中国原创和来华专利技术分布

图 10 给出了超高压射流清洗设备智能搭载系统领域中国原创和来华申请的技术分布图，在前十位上有些许差别，两者的技术大类分布基本一致，具体为：中国原创中 B62D57/024（专门适用于在倾斜或铅垂的表面上运动的）、B63B35/32（用于从水面收集污染物质的）、B63B59/10（利用沿表面行驶空中吊运车或类似的装置）、B05B13/04（操作时移动喷头）、B63B59/06（船体清洗装置）处于第

一梯队；国外来华申请中 H01L21/00（专门适用于制造或处理半导体或固体器件或其部件的方法或设备）、B05B13/04（操作时移动喷头）、B05D1/02（用喷射方法）、B63B59/00（专门适用于船只的船体防护装置；船只专用的清洗装置）、B63B59/06（船体清洗装置）处于第一梯队。

### 3.2.5 中国专利申请类型和法律状态

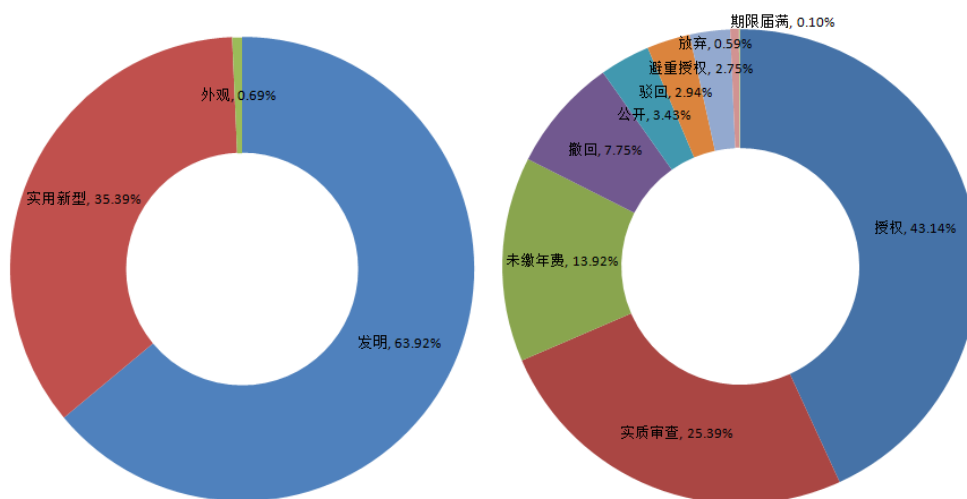


图 11 (a) 中国专利申请类型

图 11 (b) 中国专利法律状态

图 11 超高压射流清洗设备智能搭载系统领域中国专利申请类型和法律状态

图 11 中给出我国超高压射流清洗设备智能搭载系统领域中国专利申请类型和法律状态。通过图中数据可知，中国专利申请类型的分布，其中发明专利占 63.92%，实用新型占 35.39%，外观设计占 0.69%。发明专利的占比高于实用新型专利，反映出我国本领域申请专利具有很高的技术含量，同时反映我国原创申请的发明专利并没有全部申请实用新型，需要合理的进行专利布局。

对我国超高压射流清洗设备智能搭载系统领域现有专利的法律状态进行统计分析，处于授权状态的专利有 440 件，占 43.14%；处于实质审查阶段的专利有 259 件，占 25.39%；处于公开状态的专利 35 件，占 3.43%；有 79 件专利撤回，占 7.75%；有 30 件专利驳回，占 2.94%；有 6 件专利放弃，占 0.59%；期限届满 1 件，占 0.10%。由此统计可以看出，超高压射流清洗设备智能搭载系统领域有效专利占比较多，所以我国在超高压射流清洗设备智能搭载系统领域的专利技术储备日趋完善。

## 4 结论

### 4.1 全球层面

(1) 超高压射流清洗设备智能搭载系统领域正处于成长期阶段。从整个申请趋势来看，超高压射流清洗设备智能搭载系统专利技术的萌芽始于 1982 年，开始出现零星的专利申请，在 2000 年以后增长速度开始加快，截至 2017 年底，近十年内超高压射流清洗设备智能搭载系统专利申请量逐年上升并保持较高的增长率。

(2) 中国成为全球超高压射流清洗设备智能搭载系统专利技术的主要贡献国，其次是美国、韩国、日本、德国等国家。作为超高压射流清洗设备智能搭载系统专利申请第一梯队的中国，占据专利申请量的 39.35%，遥遥领先于其他国家和地区，中国由于近年来的环境压力、政府干预及政策引导等因素，大力发展“绿色船舶”，促进了超高压射流清洗设备智能搭载系统领域的技术发展，故近几年相关领域内的专利申请量剧增；第二梯队为美国、韩国、日本、德国等国家，分布占据 13.16%、13.03%、6.41%、3.99%，具有航运市场需求的地区，第二梯队的国家在该领域具有雄厚的技术储备，专利申请量稳中有进。根据专利目标国数据显示，专利申请第一梯队的中国为专利布局的最大目标地区，来华专利申请量占到本国申请量的 41.94%，说明全球在超高压射流清洗设备智能搭载系统领域的专利布局目标都重点围绕中国，这是由于中国是造船以及航运大国，超高压射流清洗设备智能搭载系统在中国拥有广阔的应用前景，同时我国在超高压射流清洗设备智能搭载系统的设计以及制造方面还处于起步阶段，在该领域还存在较多的技术空白点。

(3) 在超高压射流清洗设备智能搭载系统领域中，三星重工业株式会社及其子公司重视研发，投资意愿较高。全球重要申请人中三星重工业株式会社及其子公司在全球在专利申请量排名第一，其次是中国的浙江海洋学院和南通海鸥救生防护用品有限公司、美国的 DELAVAL (利拉伐控股有限公司)。全球前二十名重要申请人中有三所中国高校，分别是浙江海洋学院、大连理工大学、浙江大学。说明中国企业在该领域的研发动力不足，研发能力较弱，建议中国相关企业积极引进人才，提高自身的研发能力，加强产学研合作，早日实现超高压射流清洗设备智能搭载系统的产业化。

### 4.2 国内层面

(1) 中国超高压射流清洗设备智能搭载系统专利技术发展呈现三阶段发展态势。第一阶段，萌芽期出现于 1985 年，并且在此后一直到 2001 年间均保持一个少量稳定的申请量，处于起步摸索阶段；第二阶段，在 2001-2013 年间，随着中国的经济发展以及与国外交流的日渐频繁，特别是全球航运市场遭遇大起大落的波峰和波谷阶段都处于这个时期，中国在本领域的专利申请量进入了缓慢的增长期；第三阶段，自 2014 年开始，中国专利的年申请量得到稳定提升并基本保持较高的增长速度，在 2017 年申请量达到峰值，并且可以预计今后较长一段时间内，本领域中国专利申请量仍将快速增长。

(2) 我国在电力式吊舱推进器领域原创申请的海外专利布局量与我国原创申请量相比微不足道,海外布局非常弱。中国的海外专利申请都处于 PCT 阶段,专利技术并未进入到海外国家进行专利布局,中国企业想要增强国际市场竞争力,必须进一步加强海外专利布局。但是国外巨头非常注重对于中国地区的专利布局,国外来华申请主要来自美国、德国、日本;其次为韩国、荷兰等国。上述国外来华的主要国家布局基本符合相关国家的技术发展水平,最早开始搭载系统研制的技术强国均对中国市场投以一定的关注。

(3) 中国超高压射流清洗设备智能搭载系统专利分布不均,主要集中在沿海沿江省市。大部分省市均有超高压射流清洗设备智能搭载系统相关专利申请,国内原创申请主要分布在江苏、浙江、广州分别占总申请量的 18.12%、14.71%、13.01%;其次是上海、北京、山东、安徽等地区,这些省市分别具有内河和沿海的船舶产业、能源和机械的重工业发达强省,以及相关船舶院校和研究机构等不同方向的优势。

(4) 中国超高压射流清洗设备智能搭载系统原创申请主体以高校为主。我国的原创申请主体中高校的占比较重,远大于全球平均水平,其中具有一定的产学研比例,表明我国本领域还处于科研阶段向产业服务的过渡期。

### 4.3 对策建议

(1) 深度挖掘技术领先的竞争对手的技术。研究这些老牌企业的专利的基础上进行替代设计以及突破设计,通过这些专利换取超高压射流清洗设备智能搭载系统领域内主要竞争对手的交叉许可,以期我国企业能在超高压射流清洗设备智能搭载系统领域内站稳脚跟。

(2) 规避与竞争对手专利相关的技术与法律风险。我国企业对老牌的欧美企业在相关领域的核心专利以及基础专利进行进一步研究,在进行专利布局和产品研发的同时进行专利规避设计,从法律角度绕开某些核心专利的保护范围以避免遭到相关专利权人的侵权诉讼。

(3) 加强企业与高校、研究机构的合作。一方面,由于该领域的专利权人主要是高校和研究机构,企业可以结合自身特点与优势,积极引进人才,加强产学研合作,尽早实现超高压射流清洗设备智能搭载系统的市场化产业化,占据具有较大潜力的市场。另一方面,我国高校和科研机构尽可能的联合多个智能搭载系统企业进行联合布局,克服产业专利申请的盲目性和零散性,由“被动的专利申请”转变为“为产业发展需求有目标有规划的进行专利申请”,从而提升整个产业专利群的整体价值,为我国超高压射流清洗设备智能搭载系统产业的长久而持续的发展提供切实有效的专利支撑。