

doi:10.3772/j.issn.2095-915x.2015.04.013

湖北省工业光纤激光器产业化 专利发展战略研究

王伟¹, 宋艳秋², 吕文林¹, 姜付平¹, 蒋珞晨¹, 洪文峰¹

(1. 湖北省科技信息研究院 武汉 430071; 2. 华中师范大学信息管理学院 武汉 430079)

摘要: 工业光纤激光器具有寿命长, 模式好, 体积小等一系列其他激光器无法比拟的优点, 已成为当今世界光电子领域中最炙手可热的研究课题。本文通过对该领域专利信息的数据挖掘和统计分类, 从不同层面和角度详细阐述了国内外工业光纤激光器和核心部件的技术发展现状和特征, 并结合湖北省的科技优势和产业基础, 针对性地提出了适用于本地区工业光纤激光器产业化创新研究的总体发展思路、发展方向、发展战略和保障措施, 为政府相关部门、企业和研发机构的创新决策管理提供了重要的信息保障和服务支撑。

关键词: 光纤激光器, 知识产权, 专利分析

中图分类号: TN248

Patent Development Strategy Research of Industrial Fiber Laser Industrialization in Hubei Province

WANG Wei¹, SONG Yanqiu², LV Wenlin¹, JIANG Fuping¹, JIANG Luo Chen¹, HONG Wenfeng¹

((1.Hubei Academy of Scientific and technical information, Wuhan 430071;

2. School of Information Management, Central China Normal University, Wuhan 430079)

Abstract: Industrial fiber lasers have lots of advantages compared with other lasers, including long life, good mode, and small size. It has become the hottest research topics in current optoelectronics area. Through

作者简介: 王伟 (1962-), 本科, 副研究员, 研究方向: 情报检索、情报研究、知识产权研究, E-mail: 804578711@qq.com; 宋艳秋 (1989-), 硕士研究生, 研究方向: 用户行为分析、个性化服务; 吕文林 (1987-), 硕士研究生, 工程师, 研究方向: 情报检索、知识产权法律; 姜付平 (1984-), 本科, 工程师, 研究方向: 情报检索; 蒋珞晨 (1982-), 本科, 工程师, 研究方向: 情报检索; 洪文峰 (1987-), 硕士研究生, 工程师, 研究方向: 竞争情报、情报检索。

data mining and statistical classification of patent information, this paper multi-levelly elaborated on current development situation of important technology and core components in the field of industrial fiber laser in China and abroad. Furthermore, combined with technological advantages and industrial base in Hubei province, we put forward the development thoughts, strategy and counter-measures of intellectual property of fiber laser industrialization in this region, which will provide important information assurance and service support in decision-making of innovation for relevant government departments, enterprises and research institutions.

Keyword: Fiber lasers, intellectual property, patent analysis

工业光纤激光器是功率大于 1kw 定位于机械加工、汽车制造、航空航天和军事设备等行业的高强度光源,具有有寿命长,模式好,体积小,免冷却等一系列其他激光器无法比拟的优点^[1],受到世界各国的高度重视和大力研发,成为竞争的重点领域。

从结构方面来说,与其他激光器一样,工业高功率光纤激光器也由泵浦源、增益介质和光学谐振腔构成^[2]。光纤激光器的整机设计和制作所涉及的知识、技术、经验较多,是工业光纤激光器技术的核心;半导体激光器作为光纤激光器的泵浦源,其效率、尺寸和寿命会直接影响到整个激光器的输出情况;特种光纤作为新型增益介质可满足大功率高光束质量与高亮度的需求,属于工业光纤激光器的核心部件;光纤光栅在工业激光器的作用是反射纤芯的信号构成谐振腔,产生激光振荡^[3];在高功率条件下使用的泵浦耦合器件,可提高耦合效率,对光纤激光器的性能和水平具有重要作用。同时,围绕工业光纤激光器的研发和应用,我们通过行业专家座谈、相关检索文献的分析解读,以及前期针对地方特色开展的激光产业专题情报研究,确定了这次工业光纤激光器的主要研究对象主要从光纤激光器整机、特种光纤、泵浦耦合技术、光纤光栅以及半导体激光器入手,利用专利分析方法分析工业光纤激光器的发展现状。

在数据的采集过程中,本文借助专利分类法

和 CNIPR 专利数据库系统,以及“关键词(或主题词)+分类号”的检索策略,在反复试检、降噪去杂的过程中共获取工业光纤激光器整机以及含特种光纤、泵浦耦合、多模光纤光栅、半导体泵浦激光器等重要部件的相关专利 759 件,通过对其时空特征、研究热点、重点机构、同族专利等进行多维度的聚类和分析研究,明确了本领域专利技术的发展态势,为掌握该行业技术发展趋势和能力水平,制定相应的专利竞争战略提供了可靠的情报信息。

1 湖北省及国内外工业光纤激光器专利技术发展现状

湖北是国内著名的激光发源地,境内激光企业和研发机构众多,产业基础雄厚,逐步形成了以激光应用、激光加工系统、激光器和激光配件为主的工业激光应用产业链,较好地满足了国内的产品市场需求和行业发展需要。

在光纤激光器领域,湖北省涌现出了武汉锐科激光、华中科技大学、烽火通信、长飞公司、华工激光、武汉安扬激光等一批具有自主知识产权和核心竞争力的激光企业和研究机构,研制出万瓦连续光纤激光器、光纤激光加工设备以及特种光纤等一批具有较高技术水准,甚至是代表当今世界先进水平的光纤激光器产品。但从整个行业发展进程来看,湖北省仍然存在企业规模较小、

核心技术偏弱、产品竞争力不强、市场扩张偏慢等问题。

通过对产业技术创新特点的分析,湖北省光纤激光器领域与国外发达地区的水平差距较大,不仅技术研发重点上存在差异,而且还存在外围技术创新较多,基础和核心专利少,多数关键技术和器件很大程度依赖进口的现象。另外,从专利技术保护和风险管控的角度来看,国外光纤激光器企业通常针对重点技术进行多地区的同族专利申请,而湖北省相关单位则缺乏专利战略规划,申请国外专利和同族专利数量少,既降低了保护和获益能力,又增大了运营风险。

本文利用专利分析方法,对所获取的有关工业光纤激光器整机以及特种光纤、泵浦耦合、多模光纤光栅、半导体泵浦激光器等重要部件的759件专利数据进行梳理和挖掘,将专利IPC分类号进行聚类来识别重点技术领域、从专利的地域覆盖情况确定核心专利,考察专利申请人专利申请数量的排名情况来挖掘重点研发机构,综合了解五大领域的专利研究现状。

1.1 光纤激光器整机

当前,工业光纤激光器高功率输出和控制以及大中功率光纤激光器加工应用是技术研发的重点。根据国内外专利检索的结果,工业光纤激光器(系统)专利共有381件,其中中国专利286件,国外专利经同族归并后为95件。这些专利主要分布在纤维激光器(H01S3/067)研究与激光器加工应用(B23K26/38、B23K26/00)研究两个领域,分别有173件专利和31件专利,表明这两个领域是企业技术研发的重点,取得的成果最多。

一般说来,一件专利的经济价值越高,那么专利申请人为了利益最大化,通常会在多个国家进行专利申请,以扩大其专利保护的地域范围,同时也是公司进行专利布局的前兆。通过对工业光纤激光器整机专利的统计,按照专利覆盖地域

范围的大小对其重要程度进行排名,靠前的分别是EP20080104923、FR20090055949、US20040582408、FR20080056140,其中EP20080104923(人眼安全的激光焊接方法)、FR20090055949(镜头边缘至少5mm的带硫化锌镜片的激光聚焦头以及激光切割单元)覆盖了7个国家与地区,是覆盖范围最广的两件专利。

国外工业光纤激光器整机专利数量排名靠前的机构申请人分别是美国IPG公司(19件)、IMRA公司(5件)、SDL公司(3件)、日本TOSHIBA CORP公司(3件);国内在该领域的重点研发机构为北京交通大学(26件)、山东海富光子科技股份有限公司(18件)、北京工业大学(15件)、苏州图森激光有限公司(15件)等。湖北的专利成果数量为11件,仅居国内中游水平,排在北京(58件)、广东(50件)、江苏(43件)、上海(27件)、山东(19件)、陕西(17件)之后,位居第七名,其重点研究机构是武汉安扬激光技术有限责任公司、华中科技大学和武汉锐科光纤激光器技术有限公司。

1.2 特种光纤

光纤的应用目前主要分为两种,一种用于通信领域,另一种是在激光器内部作为增益介质产生激光的关键部件,由于用于激光器中的光纤需要承受比通信领域光纤更大的功率输出,因此也称其为特种光纤。

特种光纤研究主要包括多层或包芯光纤制备、光纤材料的结构和形状研究、大模场光纤研究、光子晶体光纤研究四个方面。目前检索到有关工业光纤激光器用的特种光纤专利共有247件,其中中国专利有191件,国外专利共有56件。研究内容主要包括带有包层包括多层或包芯光纤制备(126件)、光纤材料的结构和形状研究(14件)两个方面。

在该领域值得关注的重点专利

有 US20050573401、WO2003EP05784、WO2011CA50015、US20080669664、WO2005US00833、US19970799311、JP20070298472、US20050750967、US201113990921 等，其中 US20050573401、WO2003EP05784 这两件专利所覆盖的保护国家最多共有 6 个，主要是美国、日本、中国、欧洲等主要经济体，属于最有价值的专利。

国外特种光纤的重点研究机构为三菱电线公司、康宁公司，分别拥有 20 件和 5 件专利；国内主要研发机构为浙江工业大学（21 件）、中科院上海光机所（18 件）、北京交通大学（10 件）、天津理工大学（7 件）等，它们在该领域获得的专利成果相对较多。湖北的烽火通信科技股份有限公司持有 6 件特种光纤专利，位居该排行榜的第 6 位，其后依次为华中科技大学、武汉理工大学、长飞光纤光缆公司等。

1.3 泵浦耦合技术

泵浦耦合技术指的是要把半导体泵浦激光器的泵浦光功率耦合入双包层光纤内包层，以获得高的泵浦功率，但由于半导体激光器其光场分布通常与光纤的模式不匹配，因而在耦合过程中会造成较大的损耗，导致耦合效率低下，使泵浦过程变得困难，目前，解决这一问题的两种技术方向分为端面泵浦以及侧面泵浦，而且侧向泵浦耦合是主流发展趋势^[4]。

从国内外检索专利中共得到 30 件侧面泵浦耦合专利，另有 2 件端面泵浦耦合专利，这也表明目前研究的重要方向是侧面泵浦耦合。侧面泵浦耦合技术的研发重点是利用相干光的激光器以及半导体激光器的激励方法（12 件）、光波导耦合的耦合装置（3 件），需要关注的重点专利是 US19950568859、US20090357540，其中 US19950568859 覆盖国家与地区达到 5 个，是泵浦耦合技术领域覆盖范围最广和最有价值的专利。

国外重点进行侧面泵浦耦合技术研究的机构是 NPP 公司、BAE 公司、ITRI 研究所、laser power 公司等，只是它们的专利成果数量比较平均，没有特别突出的机构；国内开展侧面泵浦耦合技术研究的主要机构是中科院半导体研究所（3 件）、清华大学（3 件）、中科院上海光机所（2 件）、北京交通大学（2 件）、南京邮电大学（2 件）等。湖北的安扬激光公司以及武汉锐科公司（通过转让获得）针对侧面泵浦耦合也开展研发创新工作，并取得了相应的专利技术成果。

1.4 光纤光栅

单模光纤的芯径比较小，难以和单模光纤及激光二极管以外的光器件耦合，而多模光纤纤芯直径大，一般在 50 ~ 60 μm ，很容易与光源耦合，能够很好地弥补了单模光纤的缺陷。

目前国内外专利中还未检索到直接制备多模光纤光栅的技术发明，与之相关的专利技术主要集中在多模光纤光栅的应用上，重点是利用多模光纤光栅制造传感器及新的解调应用、基于多模光纤光栅技术的色散补偿器和滤波器在短距离通信系统中的应用、光栅在多模光纤中的写入技术、多模聚合物光纤光栅的制作和调谐技术。重点专利是覆盖多个国家与地区的同族专利 US20010968354 和 US20020146132，重点研究机构是美国康宁公司。

国内尚未取得多模光纤光栅的专利技术成果，但可以关注的重点研发机构有南开大学、山东微感光电子有限公司、山东省科学院激光研究所、哈尔滨工程大学、上海大学等。湖北在多模光纤光栅领域的专利技术发明上尚未取得实质性突破，有待相关企业和研发机构填补空白。

1.5 半导体泵浦激光器

泵浦源是光纤激光器重要的组成结构，泵浦效率、泵浦光带宽、泵浦源的寿命、尺寸和价格

等都直接影响最终器件的性能。半导体泵浦激光器研究重点聚焦于提高单个半导体激光器的输出功率,光的强度、颜色、相位、偏振或方向的控制,多模泵浦激光器以及半导体泵浦激光器的封装结构及散热冷却系统的改进和创新等方面。

检索国内外半导体激光器封装技术专利发明有76件,其中国外专利11件,国内专利65件。从半导体激光器封装研究的重点来看,主要是具有脊状或条状结构、槽结构的半导体激光器的封装研究(38件)。半导体激光器封装的重点专利为Nlight公司US20050313068专利,共有9件同族专利。国外的重点研究机构是SDL公司(2件)和TRUMPF LASER公司(2件)等。国内重点机构有中科院半导体研究所(9件)、山东华光光电子公司(8件)、西安炬光科技有限公司(3件)。湖北省开展半导体激光器封装技术研究的重点机构是武汉高晟知光有限公司、武汉锐科激光有限公司、武汉华工正源光子技术有限公司,每家分别申请了1件专利。

半导体激光器芯片技术发明成果共有30件,其中国外专利13件,国内专利17件。半导体激光器芯片的主要研究方向是具有脊状或条状结构的半导体激光器(5件)、电激励的半导体激光器(5件)。重点专利为3M公司申请的US20020177176以及NEC公司的US19990387268。国外的重点研究机构有欧司朗光电半导体公司、PHENITEC半导体公司以及3M公司。国内的研究机构有北京工业大学、华汉晶源、山东华光光电子有限公司。湖北在半导体激光器芯片技术发明上尚留有空白,有待相关企业和研发机构填补。

2 湖北省工业光纤激光器产业化专利发展战略

根据湖北省激光产业的发展现状和国内外工业光纤激光器专利技术态势研究,在技术挖掘和

专家座谈的基础上,本文采用竞争情报分析的理论和方法,对该行业的重点技术领域、重点国家和地区、重点研发机构和团队、重点专利等要素进行了深入的分析研究,并从技术研发目标凝练、重点企业培育,专利的利用、管理和保护等角度,提出了有针对性的湖北省工业光纤激光器专利发展战略,为相关部门的科学管理和决策,为产业的发展壮大提供了坚实的基础和重要保障。

2.1 光纤激光器

2.1.1 发展方向

高功率、中红外、高精度光纤激光器的研制。

2.1.2 发展战略

①湖北省在光纤激光器整机领域科技研发已获得相当数量的专利成果,积累了一定的技术优势。未来的专利研发策略将主要以专利开拓型战略为主,围绕光纤激光器发展方向和技术重点,充分发挥我省业已形成的技术优势,加大技术研发和创新,形成一批具有国际先进技术水平 and 很强技术竞争实力的自主知识产权成果,抢占行业技术高地。

②加大对武汉锐科公司的扶持力度,针对万千瓦级高功率光纤激光器的发展目标,巩固其在国内外的行业技术领先优势;积极引导和鼓励华中科技大学、金运激光股份有限公司等研发机构,重点加强中大功率光纤激光器加工技术的研发和应用,形成一批自主知识产权创新成果。

③针对国内外光纤激光器的研发动向,结合自身研发内容和目标,加强相互之间的技术和人才的交流合作和引进,在避免和减少低水平重复研究的同时,进一步凝练自身的发展重点和方向,着力解决制约产业发展中的技术瓶颈和共性难题,提高知识产权的创新能力和效率水平。

④根据美国、日本、韩国、欧盟等国家和地区研发情况和重点专利保护特点,我省相关企业需针对性地做好风险预警和防范工作,同时积极开展国内外专利布局,建立和形成自己的技术壁垒和保护

范围，增强自身智力产品成果的保护和获益能力。

2.2 特种光纤

2.2.1 发展方向

高功率增益光纤制备。

2.2.2 发展战略

①湖北省在特种光纤领域科技研发已获得一定数量的专利成果，在国内处于中游水平。未来的专利研发策略将主要以追随型战略为主，在巩固湖北省增益光纤研发实力居全国中游地位不掉队的前提下，紧密追踪国内外特种光纤的发展方向和重点机构的研发动向，进一步加强专利技术的创新和研发，提升我省在该领域的研发实力和经济地位。

②重点支持烽火通信进行特种光纤的研发创新，围绕大模场光纤、光子晶体光纤等新型光纤材料进行重点研究。同时大力扶持长飞光纤、武汉虹拓、华中科技大学、武汉理工大学，以及武汉睿芯、武汉北方光电等研发机构重点开展高功率增益光纤的研发创新。

③重点加强日本、美国以及国内相关专利技术的分析研究，进一步发挥专利的研发导向性功能，合理配置创新资源，减少研发的重复性和浪费，同时规避已有的专利技术壁垒，避免成果的侵权风险。

2.3 泵浦耦合技术

2.3.1 发展方向

侧面泵浦耦合和混合泵浦的研发。

2.3.2 发展战略

①湖北省在泵浦耦合技术领域科技研发困难较大，专利成果较少，且多为外围创新。未来的专利研发策略将主要以引进型战略为主，基于我省在泵浦耦合技术上研发能力上的不足，需要加强与国内外相关机构的技术合作和人才引进，尽快缩小与国内外先进国家和地区的技术发展差距。

②重点支持武汉锐科公司、武汉安扬公司在

泵浦耦合技术尤其是侧面泵浦耦合技术的创新技术研究，促进湖北省光纤激光器在该领域的技术突破，逐步提高创新能力和水平。

③加强对日本、美国等国家和地区的专利技术监控，以及该领域的专利技术分析研究工作，进一步凝练研发目标和方向，提高研发项目的针对性和有效性，并从申请布局和权利维护等方面加强对研发创新成果和知识产权的管理和保护。

2.4 光纤光栅

2.4.1 发展方向

多模光纤光栅和大模场光纤光栅的制备。

2.4.2 发展战略

①湖北省在光纤光栅领域的专利技术尚未取得实质性突破，未来的专利研发策略将主要以专利引进型战略为主，加强与国内外相关机构的技术合作，引进国内外关于光纤光栅的相关专利，并将其嵌入本单位产业的技术创新、产品创新、组织创新和商业模式创新，尽快缩小与国内外先进国家和地区的技术发展差距。

②依托武汉锐科公司、华中科技大学、武汉光电实验室等重点企业和研发机构开展专利运营工作，引导其将专利运用作为高端产业集聚的重要手段，同时通过自创、购买、联合攻关和托管等方式，建立重点领域光纤光栅技术产业专利池，选择最有可能突破的优势技术领域进行重点专利布局，提高技术竞争实力。

③关注国内外相关研发机构与人员的研发动向，将人才引进与培养视为技术发展的战略性资源，通过搭建良好的知识产权创新平台，建立完善的交流合作机制，为省内重点企业和研发机构专利研究提供广阔的发展平台。

④开展美国、日本、韩国、欧盟等国家和地区研发现状和重点专利的研究，避免和减少低水平重复研究，积极建立并形成自己的技术壁垒和保护范围，做好风险预警和防范工作。

2.5 半导体泵浦激光器

2.5.1 发展方向

单条宽发光区长寿命半导体泵浦激光器和低价格、长寿命的多模泵浦激光器的研制以及半导体激光器封装和芯片制备技术。

2.5.2 发展战略

①湖北省在半导体泵浦激光器领域的专利研究已取得一定核心技术突破,但专利总体数量较少。未来的专利研发策略将主要以专利引进型战略为主并辅之以开拓性战略。我省可积极引进国内外半导体激光器的核心专利,并以单条宽发光区长寿命半导体泵浦激光器和多模泵浦激光器、半导体激光器封装和芯片制备技术领域的技术发展方向和重点,建立和形成一批自主知识产权成果,抢占技术和市场先机。

②加大对武汉锐科公司、武汉高晟知光有限公司、武汉华工正源光子有限公司、武汉洛芙科技有限公司、武汉邮电科学院的扶持力度,不断提高其自主创新能力和水平,积极引导和鼓励华中科技大学、武汉国家光电实验室等研发机构,围绕单条宽发光区长寿命半导体泵浦激光器和多模泵浦激光器以及半导体激光器封装和芯片制备技术为发展目标,加大自主创新。

③围绕已有专利进行拓展和深化研究,形成覆盖广泛的专利保护网,最大限度地保护核心技术和维护领先及垄断地位;围绕欧美的基础性关键技术专利,及时开发相应的应用技术并申请专利保护,构筑严密的外围专利网,突破和反制技术先进国家的技术垄断。

3 湖北省工业光纤激光器产业化专利发展战略的保障措施

3.1 加快重大科技经济活动知识产权评议工作机制和模式的建立和完善

充分发挥湖北省知识产权领导小组的功能和作用,围绕《湖北省知识产权战略实施推进计划(2014-2017)》^[5]的落实,在省经济、科技等部门的重大经济和科技活动中逐步建立和完善相关的工作运行管理制度,把产业宏观管理决策中的发展目标凝练、规划制定等与分析评议工作结合起来;同时,依托湖北省现有工业光纤激光器领域的科技优势和产业基础,从市场的角度加大知识产权信息管理、挖掘、利用力度,通过加强和制定相应的知识产权发展战略,逐步建立和完善促进产业知识产权发展的制度环境,为湖北省加快自主创新、加快产业结构调整、加快发展方式转变、实现跨越式发展提供重要支撑和引导服务。

3.2 强化技术与产品的创新,形成自主知识产权

依照“市场导向,凝练重点,集成资源,协同创新”的基本思路,以光纤激光技术应用为先导,以光纤激光器件为核心,以集成装备为主体,加强产业链的知识产权集群化管理以及关联企业的资源整合和协同创新,提升企业的知识产权能力和产业竞争力,促进工业光纤激光器产业链的形成和发展壮大。

围绕工业光纤激光器和核心器件的研发方向和重点,加强创新资源整合和利用,突破一批共性关键技术,形成具有自主知识产权和核心竞争力的技术和产品。进一步发挥科技重大专项的核心支撑和引领作用,制定和实施相应的知识产权发展战略,研制对重点产业发展具有引领作用的战略产品,强化知识产权管理服务体系建设 and 应用能力的提升,促进产业的技术升级和发展壮大。

3.3 培育高功率光纤激光器产业主体,提高企业自主知识产权的创新能力和保护能力

围绕产业技术发展方向和重点,进一步凝练发展目标和研发重点,着力解决制约湖北省工业光纤激光器产业发展的核心器件和共性关键技术难题,在不同领域和方向上重点培养几家有较强竞争实力和影响力的企业和研究机构,形成一批在行业内具有较大影响力和核心竞争力的自主知识产权,同时要逐步建立和完善专利预警和风险防范机制,为本省的产业市场化和国际化发展奠定基础。

加强资源整合和集成,实施大企业战略,培育和造就一批在该领域内具有很强竞争实力和影响力的龙头骨干企业,形成企业集群发展格局。鼓励湖北相关企业和研发机构以自主知识产权为手段参与国家乃至国际标准的制定,以及示范应用项目的推广,增强核心竞争力和领域话语权。加强公共技术服务平台建设,加大产业重大科技项目和关键技术攻关,形成一批支撑产业发展的自主知识产权成果,切实解决制约产业发展的技术问题和困难。在扶持和鼓励企业上市和融资的同时,引导企业以市场分析和专利分析为依据,制定适合自身发展特点的企业专利发展战略,逐步形成企业自主知识产权的生态优势,增强它们的发展实力和行业影响力。

3.4 加快落实人才强省战略,为产业化发展提供智力支撑

充分发挥湖北科教资源丰富的优势,引导和扶持有关单位加强具有市场导向的重点学科建设,培养一批具备知识产权知识和能力的高素质产业技术人才。同时,建立政府引导、相关部门和社会共同参与的高端创新人才交流、合作和引进机制^[6],引进和汇聚一批国内外学术大师和骨干,构建不同年龄、不同层次的产业创新人才梯队,为产业的技术创新和知识产权建设提供专业技术

人才支撑。

3.5 深化国内外合作,提高湖北工业光纤激光器产业发展水平

加强和深化国内外科技合作和创新,积极探索发展新模式。大力引进国内外先进技术与发展资金,实现高位嫁接和交流,提高湖北工业光纤激光器行业的技术水平;鼓励我省企业和研发机构参与国家标准的制定,鼓励投资企业参与工业光纤激光器产业技术示范应用项目,共同形成行业标准,逐步建立标准化与科技创新和产业发展协同跟进机制^[7];积极参与国际市场竞争,将我省的创新技术成果通过申请专利以及建立海外销售渠道和服务网点等形式,打入世界市场,提高湖北激光产品在国内外市场上的占有份额。

参考文献:

- [1] 申人升,张玉书,杜国同. 光纤激光器研究进展[J]. 半导体光电,2009(1): 1-5.
- [2] 胡贵军,白冰,张亮,张军,潘玉寨,王立军. 高功率光纤激光器研究[J]. 吉林大学学报(信息科学版),2003(4): 338-342.
- [3] 王彦,崔一平. 光纤激光器技术[J]. 电子器件,2004(2): 342-347.
- [4] 阮义,宁提纲,裴丽,胡旭东. 高功率双包层光纤激光器的泵浦技术[J]. 光纤与电缆及其应用技术,2009(1): 22-24+40.
- [5] 湖北省知识产权局. 湖北省知识产权战略实施推进计划(2014-2017)[EB/OL].<http://www.hbipo.gov.cn/show/32120>,2015-06-19/2015-7-6.
- [6] 李德玲. 创新型企业发展战略研究[J]. 中国科技论坛,2007(7): 19-22.
- [7] 中国新兴产业人才国际化发展战略研究课题组. 中国新兴产业人才国际化发展战略研究[J]. 中国科技产业,2014(7): 56-61.