

先进制造与新材料 动态监测快报

2021年 第14期

总第372期

重点推荐

美 DARPA 启动稀土生物开采研究

美 NIST 资助生物制药技术创新

中国首次超越德国成为全球机械出口冠军

热导率最低的新型无机材料

世界最薄技术装置仅两个原子厚

目 录

项目资助

美 DARPA 启动稀土生物开采研究	1
美 NIST 资助生物制药技术创新	1
美 DOE 利用高性能计算解决材料制造挑战	2
澳大利亚现代制造业倡议启动航天和医疗行业资助	4
美 NSF PREM 扩大资助尖端材料研究	5
美 CESMII 启动第三批项目征集	6

行业观察

中国首次超越德国成为全球机械出口冠军	7
日本将内存芯片产业视为国家战略	8

研究进展

热导率最低的新型无机材料	8
世界最薄技术装置仅两个原子厚	9
3D 打印相变复合材料可调节室内温度	10

美 DARPA 启动稀土生物开采研究

7月13日，美国国防部先进研究计划局（DARPA）启动“环境微生物作为生物工程资源”（Environmental Microbes as a BioEngineering Resource, EMBER）研究项目，旨在利用微生物和生物分子工程相关技术，开发一种可扩展、基于生物的稀土资源分离与提纯方法，以有效利用美国国内未开发的稀土资源，填补国防部供应链的关键缺口。

该项目为期四年，将分为三个阶段进行，第一阶段将开发适用于稀土分离的微生物和生物分子，由于稀土之间的化学相似性，这是一项具有挑战性的任务；第二阶段将提高从原材料中分离稀土元素的效率和规模；第三阶段将进行稀土元素生物开采中试规模的示范。

该项目主要涉及以下两个技术领域：

（1）用于稀土元素的生物工程

建立一个生物体和/或生物分子的工程平台，使稀土元素能在特定条件下与这些生物体或生物分子相结合。

（2）稀土元素的生物开采

开发和测试生物开采工作流程，实现从稀土母矿中提纯单种稀土元素的目标。

王 轩 编译自[2021-07-13]

Developing Cohesive, Domestic Rare Earth Element (REE) Technologies

<https://www.darpa.mil/news-events/2021-07-13>

美 NIST 资助生物制药技术创新

7月14日，美国国家标准与技术研究院（NIST）宣布将向“制造业美国”生物制药制造业创新研究所（National Institute for Innovation in Manufacturing Biopharmaceuticals, NIIMBL）资助两笔共计 1.53 亿美元。

其中，第一笔款项 7000 万美元，将在未来五年拨付，需匹配同等额度的非联邦资助。主要用于开发灵活、敏捷且具有成本效益的制造工艺，可快速实现规模化，并减少对外国供应链的依赖，从而持续推动美国国内生物制药制造业的创新。

另一笔款项为 8300 万美元，将在未来三年从“美国救援计划”（American Rescue Plan）中拨付，支持相关研发工作，以预防、准备和应对冠状病毒爆发。研究所将致力于延长 mRNA 疫苗保存期，降低冷藏要求条件，提高用于测试和筛选新变体的抗原的快速生产能力，并开发检测假冒疫苗的新技术。

Secretary Raimondo Announces \$153 Million to Promote Innovation in Biopharmaceutical Manufacturing

<https://www.commerce.gov/news/press-releases/2021/07/secretary-raimondo-announces-153-million-promote-innovation>

美 DOE 利用高性能计算解决材料制造挑战

7月12日,美国能源部(DOE)宣布向高性能计算(high performance computing, HPC)项目拨款370万美元,用于解决在制造业和材料开发中面临的关键挑战。作为“用于能源创新的高性能计算”(High Performance Computing for Energy Innovation, HPC4EI)项目的一部分,此轮13个选定的团队将与国家实验室开展合作,通过先进的建模、模拟和数据分析,以提高制造效率,并探索新的能源材料。

项目主题	主要研究内容
1 制造误差条件下,改进薄膜冷却,以提高喷气发动机生命周期能效	雷神技术研究中心和阿贡实验室将开发一种基于物理的机器学习技术,使得薄膜冷却效果对制造误差的敏感性降低,并使设计从业人员了解掌握制造不确定性对燃气涡轮发动机生命周期能效的影响。
2 基于高性能计算和机器学习的电致变色染料建模,用于电致变色设备的高性能和低成本制造	智能窗户开发商 Polyceed 和橡树岭实验室将利用基于高性能计算和机器学习的建模技术,开发用于智能玻璃的新型电致变色染料,使其具有改进的卷对卷可制造性和低成本优势。
3 基于模型驱动模拟机器学习方法的下一代无纺布制造	3M 与阿贡实验室合作,将综合使用基于高性能计算的计算流体动力学模拟和机器学习,最大限度地减少熔喷纤维制造过程的能耗。该工艺广泛用于 3M 产品,包括过滤器、织物和绝缘材料等。
4 用于硫储热快速设计优化的高保真和高性能计算模拟	元素 16 技术公司和国家可再生能源实验室将改进该公司的熔融硫储热产品设计,并通过实验数据验证高保真高性能计算模型。
5 利用高性能计算通过材料和工艺设计重塑绿色消费品格局	宝洁公司和桑迪亚实验室将创建纤维制造模型的生态系统,以实现无溶剂清洁剂的无缺陷生产,与传统方法相比,可以缩短生产时间并减少废弃物。
6 模拟感应弯管中的动态应力-应变-温度曲线,提高生	电力研究所和阿贡实验室合作,对用于能源领域的镍基合金感应弯管进行建模与仿真。

	产率并避免能源密集型应用中的开裂	
7	壳侧气膜模块建模, 优化逆流并改进气体渗透选择性	气体企业 Generon IGS 和橡树岭实验室将对壳侧进料气体分离模块中的流动模式进行建模, 以最大限度地提高逆流流动模式, 有望使得 CO ₂ 去除过程中, 甲烷的损失量降低 50%。
8	通过多尺度微结构模拟及工艺优化, 提高增材制造部件的性能	通用汽车和橡树岭实验室将通过材料、形状和工艺优化, 利用增材制造开发高性能轻量级发动机活塞。
9	用于难熔材料增材制造的集成工艺和材料建模	联邦先进制造中心和橡树岭实验室拟通过增材制造中的定向能量沉积技术, 将难熔金属用于制造大型燃气轮机部件。
10	利用 CFD (计算流体力学) 模拟气体雾化, 以优化金属粉末的生产工艺参数	普莱克斯表面技术公司和艾姆斯实验室将通过紧密耦合气体雾化, 提高用于增材制造的金属粉末的质量与产量。
11	金属基复合材料的 ICME 建模框架, 专注于超高温基体材料和碳化钨增强颗粒	雷神技术研究中心和阿贡实验室将设计并制造超高温金属基复合材料, 在 1010°C~1232°C (1850F~2250F) 工作温度下获得所期望的微观结构、强度、断裂韧性、抗蠕变性和抗氧化性, 从而实现航空航天应用中成本效益性能改进。
12	在 ICME 指导下开发分级 ODS 高熵合金	先进制造公司和国家能源技术实验室拟开发并制造具有成本效益的、氧化物弥散强化、富含 NiCrFeCo 的高熵合金, 这些合金在极端环境下优于 Ni 基高温合金 (如 IN740)。
13	MW (兆瓦) 级 CO ₂ 电解槽的传输分析与优化	化学技术企业 Opus 12 和劳伦斯利弗莫尔实验室将深入了解电解槽内的热量分布, 优化流场设计, 以实现高效散热, 从而最大限度地降低冷却成本。

王 轩 编译自[2021-07-12]

Department of Energy Awards \$3.7 Million for High Performance Computing Research at National Laboratories

<https://www.energy.gov/eere/articles/department-energy-awards-37-million-high-performance-computing-research-national>

澳现代制造业倡议启动航天和医疗行业资助

澳大利亚政府正通过总投资 13 亿澳元的现代制造业倡议 (Modern Manufacturing Initiative, MMI) 支持澳大利亚现代制造业战略 (Modern Manufacturing Strategy) 设定的航空航天、医疗、关键矿产、食品饮料、清洁能源以及国防等六大关键行业发展壮大，抓住机遇向全球供应链扩张。7 月，航天和医疗行业资助项目已经获批。

(1) 航天

四家公司将分享近 1400 万澳元资助，包括：EffusionTech 公司将获得 120 万澳元资助，为不断增长的商业发射市场开发和制造高性能、低成本、耐用的液体燃料火箭发动机；Titomic 公司将获得 230 万澳元资助，利用绿色钛工艺生产制造航天器和卫星部件；Q-CTRL 公司将获得 450 万澳元资助，扩大用于空间遥感的有效载荷制造；Romar 工程公司将获得 580 万澳元资助，为未来太空任务制造和部署空间流体和运动控制产品。

(2) 医疗

五家公司将分享近 3600 万澳元资助，以帮助澳大利亚对抗 COVID-19 大流行，并减少对海外重要药物供应商的依赖。其中 Avicena Systems 公司将获得 300 万澳元资助以扩大其 COVID-19 筛查系统的制造规模，该筛查系统每天可对 9 万多人进行快速检测，可部署在边境检查站和机场，在采集样本后 35 分钟内提供检测结果。

其余受资助的项目包括：南澳大利亚努美德制药公司将获得 2000 万澳元资助，建设总投资 8500 万美元的最先进处方药和非处方药生产设施；Cyclowest 公司将获得 250 万澳元建设回旋加速器生产放射性治疗药物，帮助临床医生诊断包括癌症在内的疾病；昆士兰 VAXAs 公司将获得 440 万澳元来扩大其世界领先的疫苗接种装置的生产，该疫苗可类似创可贴一样直接接种在皮肤上；新南威尔士州 GBS 公司将获得 630 万澳元资助，建设新的医疗器械制造工厂以实现诊断测试技术的商业化。

黄 健 编译自①[2021-07-06]②[2021-07-08]

① *Launching Australian space manufacturers to new local and global heights*

<https://www.minister.industry.gov.au/ministers/porter/media-releases/launching-australian-space-manufacturers-new-local-and-global-heights>

② *Supporting Australia's innovative medical manufacturers*

<https://www.minister.industry.gov.au/ministers/porter/media-releases/supporting-australias-innovative-medical-manufacturers>

美 NSF PREM 扩大资助尖端材料研究

7月12日，美国国家科学基金会(NSF)通过“材料研究和教育合作伙伴关系”(Partnerships for Research and Education in Materials, PREM)资助美国各地的八个合作研究团队，支持尖端材料领域研究、教育和职业的多样性发展。每个为期六年的项目获得资助近400万美元，NSF的总投资超过3000万美元，将支持少数族裔服务机构与NSF大型研究机构之间的材料研究合作伙伴关系。

表 2021年资助的八个合作研究团队的材料研究方向

项目名称	合作机构	研究方向
卓越愿景项目：将纳瓦霍(Navajo)传统和理解与STEM研究与教育相结合	纳瓦霍技术大学、哈佛大学NSF材料研究科学与工程中心	为美国原住民学生建立从K-12到研究生阶段的STEM途径。
促进下一代纳米纤维系统发展和学生成功	德克萨斯大学里奥格兰德河谷分校、明尼苏达大学	开发具有极大增强功能的下一代纳米纤维系统，并探索新的应用，特别是在能源相关领域。
先进界面材料	克拉克亚特兰大大学、斯佩尔曼学院	重点研究用于下一代电子、磁电和光电设备的新型氧化物界面材料的设计、合成和表征。
NSF PREM 西南太平洋地区合作项目：金属有机复合生物材料的机器学习设计、合成和应用	新墨西哥高地大学、加州大学NSF生物聚合物/自动化细胞基础设施/流动和集成化学材料创新平台	重点关注机器学习、材料合成、高通量自动化学/生物合成和有机-无机材料应用。
复合纳米级系统	北卡罗来纳中央大学、宾夕法尼亚州立大学	研究侧重于整合不同尺寸的纳米结构或不同类别材料的复合材料系统，以探索新现象并设计新功能。
智能材料组装中心	得克萨斯州立大学、材料动力学和控制中心	将在可重构软材料和纳米结构控制领域进行研究，以开发用于生物医学、能源、电子和环境应用的先进材料。
通过包容性研究和教育促进设备创新	波多黎各大学、宾夕法尼亚大学NSF材料研究与科学与工程中心	重点研究过渡金属和碳基材料的电荷动力学，以及用于传感的表面功能化纳米材料。
量子技术的材料、工艺和应用创新	佛罗里达国际大学、宾夕法尼亚州立大学二维晶体联盟	量子科学领域具有变革性的二维材料新基础研究和实践。

冯瑞华 编译自[2021-07-12]

2021 NSF PREM grants to broaden participation in cutting-edge materials research

https://www.nsf.gov/news/news_summ.jsp?cntn_id=303046&org=NSF&from=news

美 CESMII 启动第三批项目征集

“制造业美国”清洁能源智能制造创新研究所(CESMII)启动第三批项目征集,将在劳动力开发、使能技术研发、智能制造创新平台能力开发和智能制造创新项目等四个重点领域投资 240 万美元,项目承担方匹配相应数额资助,使得总资助额达到 480 万美元。

重点领域 1: 使能技术研发

集成了智能制造构建基块技术的智能制造解决方案:项目提案应集中展示集成解决方案(包括所有构建基块——传感、控制、分析、建模),通过对流程制造以及离散制造的工艺优化来提升能源效率及生产率。

开发和演示智能制造解决方案,以提高能源生产率:项目提案将聚焦于多步骤生产流程中使用智能制造技术以提高能源效率和生产率,通过利用构建基块技术和信息流演示多步前馈控制和优化。

经济高效的无线通信(如 5G)传感和传感器集成解决方案:5G 通信等新兴技术为大部分中小型制造商提供了低成本传感和连接机会,项目提案应侧重于在不同用例场景中开发和演示基于 5G 的传感/连接解决方案。

重点领域 2: 劳动力开发

包括智能制造技能课程设计、基于 VR/数字孪生的学习系统、用于智能制造教育的移动应用程序开发等。

重点领域 3: 智能制造平台能力

定义和开发知识图谱和语义互操作性:项目将聚焦于对现有和新兴的知识图谱和行业规范的评估,以及将此类行业规范映射或应用于智能制造项目。

平台间通信:项目将在智能制造平台间开发中间层,该层不需要更改现有智能制造平台应用程序编程接口,促进智能制造平台之间的安全、按需数据交换。

为目标设备、工艺创建配置文件:项目将通用制造设备和工艺创建一流的信息模型,这些设备和工艺在多个行业垂直领域具有广泛的适用性。

针对目标设备、流程的预测模型:项目将开发针对目标设备、流程的通用预测模型(但直接适用于不太常见的用途),为智能制造提供商用解决方案。

重点领域 4: 智能制造创新项目

提高生产过程的能源效率和能源生产率。项目提案应侧重于可提高能源效率及生产率的具体制造业用例,并清楚地阐明提升能源指标所需的不同技术。

提高生产过程的性能和生产率。提案应侧重于特定的制造业用例,以提高工艺过程的性能、成本、质量、产量并减少废物排放。

改进过程监测和设备性能预测。提案应侧重于提升总体设备效率的制造业用例,并清楚地阐明提升设备性能所需的不同技术。

黄健 编译自[2021-06-15]

CESMII Announces NEW Request for Proposals

<https://www.cesmii.org/request-for-proposals-rfp3/>

行业观察

中国首次超越德国成为全球机械出口冠军

德国机械设备制造业联合会（VDMA）研究显示，2020年，中国首次超越德国，成为全球机械设备出口冠军。

数据表明，2020年由于疫情，全球机械贸易总额约为1.05万亿欧元，比2019年减少了近10%。其中，中国和德国的机械设备出口额分别约为1650亿欧元（占全球市场份额的15.8%）和1620亿欧元（占15.5%）。这是在机械设备制造领域，中国出口额首次超越德国。相比之下，2019年，德国出口额领先中国约1.4个百分点。与中国相比，其他主要机械出口国在全球机械贸易中的份额呈下降趋势，不过排名并未发生变化。如美国继续位居第三（占9.1%），其后是日本（不到8.6%）和意大利（占6.7%）。

研究指出，除了非洲和亚洲的新兴市场国家，中国机械产品的出口也流向其他国家。例如，中国现在也是德国最大的外国供应国。而且，中国在许多领域都取得了重大进展，成为德国的“强大竞争对手”。不过，中国在一些领域仍落后于德国等国际竞争对手。例如工业机器人的使用，中国每1万名员工平均仅使用187台工业机器人，而美国和德国分别为228台和346台，韩国（868台）和新加坡（918台）则更是遥遥领先。再如，“工业4.0”仍然是欧洲，尤其是德国机械制造商的一大优势。同时，随着欧盟经济的复苏，德国的机械出口在今年将会有所增长，并助力其“重回榜首”。

王轩 综合、编译自[2021-07-07]

Corona promotes China's rise as an economic power

<https://www.vdma.org/viewer/-/v2article/render/17394340>

日本将内存芯片产业视为国家战略

6月，日本政府表示，振兴半导体产业是一项国家任务，据外媒报道，现在已有迹象表明日本政府已经为此准备好了大量资金。5月底，日本经济产业省（METI）宣布将拨款约190亿日元支持台湾半导体巨头台积电（TSMC）在日本与20家日企合作进行半导体制造技术研究开发，包括政府投资370亿日元支持台积电在日本新设研究中心。

数十年来，日本在半导体领域投资不足，导致该国的半导体高度依赖韩国和中国台湾地区，2021年半导体的全球供应短缺暴露了日本芯片短缺的风险。因此，日本贸易部宣布，促进本土芯片产业是一项国家使命，其重要性不亚于确保食物和能源安全。

据报道，一位日本政府半导体战略高级顾问披露，日本政府2021财年至少需要投入约90亿美元，未来还要投入数万亿美元。不过，分析称日本政府投入的这笔资金与其他国家相比还是相形见绌，并且，当下一个先进晶圆厂的运营成本已超过100亿美元，未来半导体业的投入将会飞速增长。

姜山 编译自[2021-06-23]

Japan Makes Memory-Chip Revival a National Mission

<https://www.bloomberg.com/news/newsletters/2021-06-23/supply-chain-latest-japan-s-chip-revival-becomes-national-mission>

研究进展

热导率最低的新型无机材料

世界上大约70%的能量以废热的形式被浪费。低导热材料是减少和利用这种废热的关键。

英国利物浦大学 Matt Rosseinsky 教授和 Jonathan Alaria 博士率领的研究团队设计并合成出一种新的无机材料，在已有报道中，其热导率最低：室温下为 $0.10(2) \text{ W K}^{-1} \text{ m}^{-1}$ ，仅是空气的四倍。

研究人员通过精准控制，将两种不同排列结构合并在一起形成新型无机材料 $\text{Bi}_4\text{O}_4\text{SeCl}_2$ 。在这两种结构中，原子的排列方式都能减缓在固体结构中的热运动速度。新材料的热导率远低于只有一种排列的母体材料的热导率。如果把钢的热导率当作1，那么钛棒为0.1，水和建筑砖为0.01，该新材料为0.001，空气为0.0005。

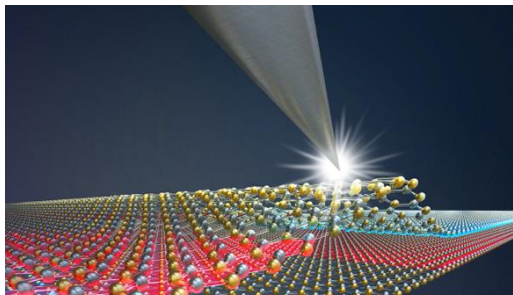
相关研究工作发表在 *Science* (文章标题: Low thermal conductivity in a modular inorganic material with bonding anisotropy and mismatch)。

王 轩 编译自[2021-07-15]

Researchers discover inorganic material with lowest thermal conductivity ever reported

<https://news.liverpool.ac.uk/2021/07/15/researchers-discover-inorganic-material-with-lowest-thermal-conductivity-ever-reported/>

世界最薄技术装置仅两个原子厚



两个原子厚度的薄膜技术装置示意图

以色列特拉维夫大学的研究人员设计出世界上最薄的——只有两个原子厚度的技术装置。该装置通过使用量子力学电子隧道来工作，通过原子级的薄膜可能会促进信息读取过程，远远超过现有其他微型设备。

当前最先进的器件包含大约一百万个原子的微小晶体。研究人员现在第一次能够将晶体器件的厚度减少到只有两个原子，使信息能够以更快的速度移动。研究人员使用的二维材料为一个原子厚的六方氮化硼，在实验中通过人为组装两个这样的层来打破晶体的对称性。然而，在实际情况中，晶体更倾向于将一个层相对于另一个层稍稍滑动，因此每一层的原子中只有一半是完全重叠的，而那些重叠的原子的电荷是相反的。在这种人为的堆叠配置中，各层之间的区别很大。例如，如果在顶层只有硼原子重叠，那么在底层则相反。

研究人员在实验室中创造的对称性破坏，在天然晶体中是不存在的，它迫使电荷在层间重组，并产生一个垂直于层平面的微小内部电极化。当在相反的方向施加一个外部电场时，该系统就会横向滑动以切换极化方向。即使关闭外部电场，被切换的极化也保持稳定。研究团队认为，层间滑动这种概念是控制先进电子设备的一种原始而有效的方式，并命名为 Slide-Tronics。除了计算机设备外，这项技术还将对探测器、能量储存和转换等方面做出贡献。

相关研究工作发表在 *Science* (文章标题: Interfacial ferroelectricity by van der Waals sliding)。

冯瑞华 编译自[2021-07-04]

The World's Thinnest Technology - Only Two Atoms Thick

<https://english.tau.ac.il/news/worlds-thinnest-tech>

3D 打印相变复合材料可调节室内温度

暖气、风扇、空调系统是住宅和商业机构中最常用的温度调节方法，但这些系统消耗大量能量。利用相变材料（phase-change material, PCM）进行潜热储存的热能储存系统是被动控制建筑物供暖和制冷的理想选择。

美国得克萨斯农工大学的研究人员创造了新型 3D 可打印相变复合材料，可以使用更简单且具有成本效益的制造工艺调节建筑物内部的环境温度。这些复合材料可以添加到建筑材料中，或 3D 打印作为家居装饰品，无缝融入不同的室内环境。

团队首先将光敏液体树脂与相变石蜡粉相结合，创造出一种新的 3D 可打印墨水复合材料，改进了含有 PCM 建筑材料的生产过程，并消除了包括封装在内的几个步骤。树脂/PCM 混合物柔软、糊状且具有延展性，非常适合 3D 打印，但不适用于建筑结构。通过使用光敏树脂，研究人员用紫外线将其固化为可 3D 打印的糊状物，使其适用于实际应用。研究人员通过 3D 打印小型房屋形状模型，并测量将房屋放入烤箱时的温度来测试其相变复合材料的温度调节。分析表明，与传统材料制成的模型相比，用 PCM 基墨水打印的房屋的温度比外部环境低 40%。

研究人员将试验多种不同相变材料，以便这些复合材料可以在更宽的温度范围内运行，并在给定的周期内管理更多的热能。这项研究得到美国国家科学基金会材料研究事业部的资助。

相关研究工作发表在 *Matter* (文章标题: Thermal energy regulation with 3D printed polymer-phase change material composites)。

冯瑞华 编译自[2021-07-09]

New 3D printable phase-changing composites can regulate temperatures inside buildings
<https://today.tamu.edu/2021/07/09/3d-printable-phase-changing-composites-can-regulate-temperatures-inside-buildings/>

跟踪和研究本领域国际重大的科技战略与规划、科技计划与预算、研发热点与应用动态以及重要科研评估等；围绕材料、制造、化工等领域的前沿科技问题及热点方向进行态势调研分析；开展本领域知识资源组织体系研究，构建重要情报资源组织加工服务平台等。我们竭诚为院内外机构提供具有参考价值的情报信息服务。

研 究 内 容		代 表 产 品
战略 规划 研究	开展科技政策与科研管理、发展战略与规划研究等相关服务，为科技决策机构和管理部门提供信息支撑。	宁波新材料科技城产业发展战略规划（中国工程院咨询项目） 中国科学院稀土政策与规划战略研究 国家能源材料发展指南（国家能源局项目） 发达国家/地区重大研究计划调研
领域 态势 分析	开展材料、制造、化工等领域或专题的发展动态调研与跟踪、发展趋势研究和分析，提供情报支撑。	稀土功能材料 微机电系统 微纳制造 高性能碳纤维 高性能钢铁 计算材料与工程 仿生机器人 海洋涂料 二维半导体材料 石墨烯防腐涂料 轴承钢 人机协作机器人等 国际发展态势分析 （与其他工作集结公开出版历年《国际科学技术前沿报告》）
科学 计量 研究	开展材料、制造、化工等领域专利、文献等的计量研究，分析相关行业的现状及发展趋势，为部门决策与企业发展提供参考。	服务机器人专利分析 石墨烯知识产权态势分析 临时键合材料专利分析 超导材料专利分析报告

地 址：湖北省武汉市武昌区小洪山西 25 号（430071）

联系人：黄健 万勇

电 话：027-8719 9180

传 真：027-8719 9202