



2020

先进制造与新材料动态监测快报

第 16 期

总第 350 期

重点推荐

美参议院听证会听取《中美角逐第四次工业革命》报告

英推进数字制造技术及社会影响研究

美 NSF 材料创新平台加速新合成生物材料开发

加拿大下一代制造联盟强化制造业供应链

目 录

专 题

美参议院听证会听取《中美角逐第四次工业革命》报告1

项目资助

英推进数字制造技术及社会影响研究3

美 NSF 材料创新平台加速新合成生物材料开发4

英日两国加强先进功能材料研发合作4

加拿大下一代制造联盟强化制造业供应链5

英国 3000 万英镑推动 5G 商业应用6

研究进展

美学者利用纤维素纳米晶体改善碳纳米管均匀分布7

NIST 开发出纳米级 LED 亮度是传统 LED 的 1000 倍8

日本学者开发出新型三维纳米碳材料合成方法8

透明导电涂层降低智能窗户成本9

美参议院听证会听取《中美角逐第四次工业革命》报告

7月30日，美国参议院商业、科学和运输委员会举行听证会，邀请华盛顿布鲁金斯学会中国战略计划主任杜如松（Rush Doshi）做了题为《中美角逐第四次工业革命》（*The United States, China, and the Contest for the Fourth Industrial Revolution*）的报告。报告分析了中国的竞争优势及其对美国制造业回流以及技术竞争的挑战，从信息收集、政府协调、移民与基础科学、公司和财务激励制度改革以及利益相关者间的协调等角度提出了如下政策建议。

（1）为经济战略收集信息

美国国会应考虑建立一个实体机构，以审核美国供应链，并制定行业供应链的严格报告要求。中国已表明愿意利用其在现代供应链中的地位作为对其他国家的工具，如果美国对全球供应链的了解不如中国，将无法抵抗或帮助盟国抵抗中国。美国需要有关行业内和行业间供应链的可靠信息。

美国人口普查局应重新启动并扩大其当前的工业报告计划：这些每年产生的报告产生了有关美国工业的丰富而详细的信息，并培育了对每个产业都有深刻、系统化知识的个人和团队。这些信息对于制定和实施战略以提高美国的韧性与竞争力、再分配、供应链安全、扭转去工业化趋势，以及与中国竞争至关重要。

美国政府应对关键行业的公司进行供应链压力测试。在面对外国经济胁迫，自然灾害或其他供应链冲击时的韧性进行测试。正如美国和欧盟在金融危机后要求对银行进行压力测试一样，供应链压力测试将涉及确定供应链中的特定节点在遭受供应冲击后可以运行多长时间以及恢复所需的时间。

（2）协调经济政策和战略

美国国会应考虑强制执行关于竞争力和韧性的四年期国家战略。该文件及其起草过程可能有助于引起对美国经济和技术领导层的持续关注，使各机构保持一致，并迫使美国人对国内外趋势进行战略思考。美国国会应考虑各种模型，这些模型可以整合美国政府的各种经济机构，并确保采取协调一致的方法来提高竞争力和韧性。Ganesh Sitaram 建议，这可能涉及重组和精简美国经济机构，以更好地实施产业政策或提高国家竞争力和韧性的国家战略，同时具有强有力保障措施。

（3）促进高技术移民及研发活动

美国国会应促进高技能移民到美国。美国的开放性是巨大的制度性优势，长期以来一直使美国能够吸引最优秀的外国人来增强其科学和技术能力。需要进行改革确保美国拥有世界上最好的高科技人才。根据乔治敦大学安全与新兴技术中心的报

告，美国国会应做到：提高 H1-B 签证的上限；自动授予绿卡（免于绿卡上限）给研究生学位（特别是 STEM）；学习加拿大专门为国际学生准备的毕业后工作签证；为希望毕业后创业的研究生创建签证计划；除其他政策外，将实习培训计划编入法规等¹。

美国国会应将研发支出增加四倍以跟上中国步伐。联邦研发支出已经下降了数十年。美国联邦政府在研发方面的支出占 GDP 的比例仅为 0.61%，是 70 年来最低的水平之一，低于其他十个科学强国。而中国研发经费快速增加，并且在未来几年中可能会超过 GDP 的 2.5%。

（4）通过改革刺激长期规划和竞争

美国国会应考虑采取反垄断措施以增强美国在关键行业的抵御能力：真正的抵御力要求确保美国在任何给定行业中都拥有多个竞争对手，尤其是对美国健康与安全至关重要的竞争对手。在创新前沿，公司经常押注未来技术的进步，其中一些被证明是有先见之明的，而另一些则被证明是错误的。如果在一个特定行业中只剩下一个冠军企业，那么错误的赌注对整个美国来说都是毁灭性的。美国国会应考虑通过改革以减少金融机构和税收政策的短视行为，减少美国公司的短期主义，并鼓励着眼于长期的决策。

（5）国际合作

美国国会应该鼓励美国与其主要盟友和合作伙伴之间加强基础科学研究合作。基础科学研究已经是一项日益国际化的工作，中美之间的科学合作也日益普遍。美国和中国目前在研发上的支出大致相当，日本、德国、韩国、印度、法国和英国的总支出分别超过了美国和中国。美国国会应放宽与盟国和伙伴合作障碍（如签证政策），同时鼓励基础科学研究组织更多地与盟国和伙伴合作国会还应该支持为制定标准而采取协调一致的努力。尽管许多标准制定机构由公司而非国家组成，但中国自上而下的标准制定工作需要得到美国政府重视。未来在关键行业（包括电信和物联网）中，标准的重要性将尤其重要。

黄 健 编译自[2020-07-31]

The United States, China, and the contest for the Fourth Industrial Revolution

<https://www.commerce.senate.gov/services/files/6880BBA6-2AF0-4A43-8D32-6774E069B53E>

¹ Remco Zwetsloot et al. Keeping Top AI Talent in the United States: Findings and Policy Options for International Graduate Student Retention (Washington, DC: Center for Security and Emerging Technology, 2019), <https://cset.georgetown.edu/wp-content/uploads/Keeping-Top-AI-Talent-in-the-United-States.pdf>, 29-35.

英推进数字制造技术及社会影响研究

英国工程与自然科学研究理事会（EPSRC）拟出资 2000 万英镑，用于资助数字制造领域在技术及社会方面的研究。该资助是工业战略挑战基金中“让制造更智能”（Manufacturing Made Smarter）挑战的一部分，重点关注以下四个主题。

（1）智能互连工厂

该主题主要是利用先进技术来优化当前及未来工厂的设计与运行。其中，在制造工艺及运行方面关注：利用机器人技术或增材制造来加速工艺进程；动态、实时的生产计划与调度；设施及流程的数字孪生，以优化未来设计或优化当前状态；实时/过程中的质量监控与过程优化；数字追踪系统等。

（2）互连、通用的供应链

该主题主要是利用先进技术来优化当前及未来供应链的设计和执行。其中，在供应链设计方面关注：以透明、协作和信任为准则，开展端到端供应链可见性和有效风险管理；库存优化；可持续供应链以提高灵活性；通过物流和基础设施来优化仓库；围绕来源、可追溯性、验证和质量管理，关注对共享数据的信心；影响供应链配置的新业务模型，如分布式制造或制造即服务等。在供应链执行方面关注：需求管理、感知和塑造；主动使用需求数据来优化供应链绩效；通过分析和人工智能改进决策；生产计划或方案建模；追溯技术、可追溯性和出处等。

（3）适应性强、灵活的制造操作与技能

本主题关注：支持定制——使过程适应小批量生产，可快速配置的过程，减少设计和生产时间；灵活/分布式制造，使用灵活的供应和技能网络来有效管理波动/中断；使用来自人员和工业系统的数据，模拟并理解实际工作，将试验结果有效传输到工作场所；安全性与人机交互：人体工程学、传感、大数据和社会心理影响等。

（4）社会与文化变革：管理数字技术的颠覆性影响

理事会希望前述项目承担方均涉及到本主题。本主题关注：重新考虑有关工作、角色和组织的设计，以结合新技能和活动（如人工智能或物联网），优化制造业工作的未来；充分了解技术解决方案设计中人的因素，以优化其影响，包括涉及到的安全、网络和道德问题；培养具有更广泛技能的人才，以便在更多样化和更灵活的团队中蓬勃发展；能够胜任在充满各种技术的环境中开展工作；关于数据所有权与使用的道德和隐私考虑；对生产工艺安全及审查的监管程序与方法进行变革等。

万 勇 编译自[2020-07-31]

ISCF Manufacturing Made Smarter Research Centres

<https://epsrc.ukri.org/funding/calls/iscf-manufacturing-made-smarter-research-centres/>

美 NSF 材料创新平台加速新合成生物材料开发

美国国家科学基金会 (NSF) 第二轮材料创新平台 (Materials Innovation Platforms, MIP) 计划确定资助由弗吉尼亚理工大学和乔治亚大学牵头的糖类物质研发, 以及由加州大学圣芭芭拉分校和洛杉矶分校牵头的生物合成聚合物新方法研究。两个创新平台共计投资约 1700 万美元。

MIP 计划是 NSF 材料研究部的中型研究计划, 旨在通过对新材料及现象的快速发现, 显著加速材料研发, MIP 计划将通过建模与仿真, 在材料合成、表征、理论及理论应用间形成迭代“闭环”来开展研究工作。MIP 计划于 2015 年提出, 第一轮项目征集主题是晶体材料研究, 该轮项目形成了“二维晶体联盟”和“界面材料加速实现、分析与发现平台”两个材料创新平台。本次是 MIP 的第二轮资助, 主题是促进材料科学与生物科学融合以开发新型材料, 形成石油基产品替代, 并促进食品与生命科学的发展。

本轮受资助的两个材料创新平台项目分别是:

(1) 人工设计糖类物质的自动化合成 (Glyco MIP)

项目研究团队由弗吉尼亚理工大学、乔治亚大学和其他大学的研究人员组成, 项目旨在使用独特的自动化工具来合成和表征类糖新材料, 以进一步了解糖基生物分子材料, 这类材料具有重要应用价值, 其应用范围包括从药物开发到医学和食品科学等。

(2) 生物聚合物、自动化细胞基础设施、流动和集成化学 (BioPACIFIC MIP)

项目研究团队由加州大学圣芭芭拉分校和洛杉矶分校的研究人员组成。该项目将开发利用生物过程来合成聚合物的新型高通量方法。具有设计特性的生物聚合物性能可能会超越同类产品, 并成为石油基塑料产品的环保替代品。

姜山 编译自[2020-07-29]

New Materials Innovation Platforms will accelerate the discovery and development of new synthetic biomaterials

https://www.nsf.gov/news/special_reports/announcements/072920.jsp

英日两国加强先进功能材料研发合作

作为英国研究与创新署 (UKRI) 的代表, 英国工程与自然科学研究理事会 (EPSRC) 寻求与日本科学促进会 (Japanese Society for Promotion of Science, JSPS) 核心对核心计划 (Core-to-Core programme) 开展合作。JSPS 核心到核心计划目的是在前沿和国际重要的领域中创建世界一流的研究中心, 将世界上其他核心研究机构作为长期的合作伙伴, 针对国际高优先级的问题, 共同推进研究前沿, 并培育下一代具有开创性的年轻研究人员。

JSPS 为日本研究团体提供的资金可用于多边研究项目、研讨会、研究交流和合作，期限为五年，资助结束后，预计研究中心的协作还将继续。此次 EPSRC 公开招标“先进功能材料”领域的应用项目，并资助 200 万英镑，作为英国研究人员与 JSPS 日本研究人员合作的匹配基金。

EPSRC 的定向投资促进了日本和英国研究人员之间日益增长的合作，其中先进功能材料领域的合作特别强大。合作项目建议书必须主要集中在先进功能材料领域，符合 EPSRC 自然科学主题，如功能性氧化物、2D 材料、石墨烯、材料的电子结构、聚合物材料和能源应用材料等，特别鼓励针对“新型功能材料的数字设计、表征和实现”的研究项目。

冯瑞华 编译自[2020-08-05]

EPSRC-JSPS Core-to-Core Collaboration in Advanced Functional Materials

<https://epsrc.ukri.org/funding/calls/epsrc-jsps-core-to-core-collaboration-in-advanced-functional-materials/>

加拿大下一代制造联盟强化制造业供应链

7 月底，由行业领导的加拿大先进制造超级集群——加拿大下一代制造联盟（Next Generation Manufacturing Canada, NGen）宣布启动“更智能：战略供应挑战”，投资 3000 万加元以强化加拿大制造业产业链，通过应用先进制造技术来开发和生产关键、可持续和全球领先的制造业产品以抗击 COVID-19 疫情。帮助加拿大公司在其采购和生产系统中建立更大的敏捷性、响应能力和可重构性，从而提高其供应链网络的弹性和可靠性。

“更智能：战略供应挑战”是 NGen 今年的第三项资助计划。NGen 今年第一项计划是快速响应资助计划，该计划已于 3 月中旬启动，专注于生产创新的保健产品以支持一线工人。NGen 在 5 月启动了第二个 COVID-19 资助计划，即“消毒机器人挑战赛”，该计划的重点是改善工作场所中的健康和​​安全。到目前为止，NGen 已在 COVID-19 相关的计划中投入 5500 万加元。

黄健 编译自[2020-07-30]

NGen Launches \$30M Made Smarter Program to Combat Future Pandemics

<https://www.mentorworks.ca/blog/government-funding/ngen-made-smarter-funding-covid19/>

英国 3000 万英镑推动 5G 商业应用

7 月底，英国政府宣布将通过 5G Create 计划²向一揽子项目投资 1640 万英镑，以支持 5G 工具包的开发以及帮助英国中小企业试用开放式 5G 基础设施和网络解决方案。加上私营部门的投资，使得总投资超过 3000 万英镑。

(1) 5G 未来工厂项目

将在制造业中部署 5G 技术开发集成解决方案，使用 5G 来测试用例，例如机器人组装、可重新配置的产品组装线以及分布式和共享 VR/AR 等。合作伙伴包括 BAE 系统公司、先进制造研究中心、数字化弹射中心、UBM 等。资助总额约 952 万英镑。

(2) 5G 音乐节

将展示如何使用利用高带宽和超低延迟 5G 技术的前沿沉浸式平台，观众和艺术家将在各大洲之间无缝连接，从而使得观众从家中就能享受到主要场馆的现场体验。资助总额约为 344 万英镑。

(3) 5G 智能节点

将使用 AI 交通控制系统和 5G 小型蜂窝网络来降低基础设施成本，通过减少交通信号灯的等待时间以减少拥堵和污染。该项目利用开放式架构和新的网络部署方法促进电信创新，并支持互联巴士项目和其他交通公共服务。资助总额约 237 万英镑。

(4) 5G Edge-XR 项目

将开发虚拟现实和增强现实体验，对英国电信体育频道的服务形成补充。例如项目将演示 5G 网络与云图形处理单元的结合使人们能够从各种设备（包括智能手机、平板电脑、AR 和 VR 头戴式耳机和电视）全方位观看沉浸式体育赛事。资助总额约 256 万英镑。

(5) 利物浦 5G Create 项目

将建立一个旨在使当地医疗服务体系、社会护理服务和其他公共机构受益的 5G 网络，并开发商业案例，测试健康和社会护理领域的新应用。资助总额约 715 万英镑。

(6) 5G CAL 项目

将推动 5G 技术在自动化物流中的应用，这将提高运营效率和提高生产率。资助总额约 485 万英镑。

黄 健 编译自[2020-07-30]

Funding boost for UK tech innovators to seize opportunities of 5G technology

[https://www.gov.uk/government/news/funding-boost-for-uk-tech-innovators-to-seize-opportunities-of-](https://www.gov.uk/government/news/funding-boost-for-uk-tech-innovators-to-seize-opportunities-of-5g-technology)

[5g-technology](https://www.gov.uk/government/news/funding-boost-for-uk-tech-innovators-to-seize-opportunities-of-5g-technology)

² 该计划是英国政府针对 5G 测试平台及试验的竞争性资助计划。

美学者利用纤维素纳米晶体改善碳纳米管均匀分布

德州农工大学研究人员利用一种名为纤维素纳米晶体的天然植物产品，将碳纳米管均匀地钉扎和涂覆在碳纤维复合材料上。研究人员认为，这种方法比传统方法更快，并且能够进行纳米级碳纤维复合材料设计。

复合材料通常是分层进行构建，例如碳纤维复合材料是由碳纤维和聚合物基质制成。这种分层结构是复合材料的缺陷根源，层结构的任何损坏都会导致破裂。

为了增加强度并赋予碳纤维复合材料其他性能如导电性和导热性，通常需要向其中添加碳纳米管。然而添加过程经常会导致纳米管结块，从而降低整体性能。

为促进碳纳米管均匀分布，科研团队利用了纤维素纳米晶体，这种纤维素纳米晶体很容易从回收的木浆中获取。纤维素纳米晶体分子同时拥有亲水和疏水两种结构片段，这种独特的分子结构为构建纳米级复合材料提供了理想的解决方案。

纤维素纳米晶体的疏水部分与碳纤维结合，将其锚定在聚合物基质上。同时，其亲水部分有助于均匀分散碳纤维，就像亲水的糖分子会均匀地溶解在水中而不是结块沉降一样。

在实验中，研究人员使用市售的碳纤维布，并向其中添加纤维素纳米晶体和碳纳米管的水溶液，然后通过强烈振动将所有材料混合在一起，最后等材料干燥后再将树脂铺展其上，制备出具有碳纳米管涂层的聚合物复合材料。

在使用电子显微镜表征复合材料样品后，研究人员观察到，纤维素纳米晶体附着在碳纳米管的尖端，并使纳米管的排列方向相同。他们还在极端载荷下测量了材料的机械性能，结果显示，纤维素纳米晶体使复合材料的抗弯曲性提高了 33%，层间强度提高了 40%。

相关研究工作发表在 *ACS Applied Nano Materials*（文章标题：Hybrid Cellulose Nanocrystal-Bonded Carbon Nanotubes/Carbon Fiber Polymer Composites for Structural Applications）。

姜山 编译自[2020-8-11]

Nanocrystals from recycled wood waste make carbon-fiber composites tougher

<https://engineering.tamu.edu/news/2020/08/nanocrystals-from-recycled-wood-waste-make-carbon-fiber-composites-tougher.html>

NIST 开发出纳米级 LED 亮度是传统 LED 的 1000 倍

美国国家标准与技术研究院（NIST）的科学家团队开发出一种新的纳米材料发光二极管（LED），该设计能够突破长期以来 LED 光源的效率瓶颈。实验证明，这种新型 LED 可以显著提高亮度和产生激光的能力，与传统的亚微米级微型 LED 设计相比，新设备的亮度提高了 100~1000 倍。

传统 LED 在电流逐渐增加的情况下，效率会逐渐下降，这一现象被称为“效率下降”。出于实际使用考虑，LED 照明行业使用的驱动电流远远高于效率最佳的驱动电流。

NIST 的研发人员采用了新型的材料构型设计克服了 LED 效率下降的问题，不过其最初目标仅是为了实现 LED 的小型化。研究人员采用细长的氧化锌束（研究人员将其称为“鳍”）构建了发光光源，每个“鳍”的长度仅约 $5\ \mu\text{m}$ ，然后将其排列成梳状阵列，这一阵列可延展至 1 cm 长，甚至更大面积。

研究人员在设计出这种鳍状结构 LED 后发现，其发光功率不会随电流增加而下降，反而越来越亮，在紫色和紫外线之间的波长上，面积小于 $1\ \mu\text{m}^2$ 的新型 LED 器件的发光功率最高可达到 20 毫瓦，而普通 LED 的发光功率仅为 22 纳瓦。

随着电流的增大，研究人员还发现，这种 LED 最终的发射光谱范围缩小到深紫色的两个波长上，即这种微型 LED 最终发出了激光。这种无需谐振腔就能产生激光的鳍式设计，将对于化学传感、下一代手持式通信设备、高清显示技术和消毒技术具有很高的应用价值。

相关研究工作发表在 *Science Advances*（文章标题：High-brightness lasing at submicrometer enabled by droop-free fin light-emitting diodes (LEDs)）。

姜山 编译自[2020-8-20]

A Light Bright and Tiny: NIST Scientists Build a Better Nanoscale LED

<https://www.nist.gov/news-events/news/2020/08/light-bright-and-tiny-nist-scientists-build-better-nanoscale-led>

日本学者开发出新型三维纳米碳材料合成方法

碳除了富勒烯、碳纳米管和石墨烯等二维形态外，还有着很多周期性的三维纳米碳结构。如何制备出具有精确控制结构的三维纳米碳材料是面临的挑战之一。

日本名古屋大学 Kenichiro Itami 教授率领的研究团队开发出一种合成三维纳米碳的新方法，利用钯催化剂连接多环芳烃，形成八边形结构，从而成功制备得到三维纳米碳分子。

研究显示，在八元环的基础上，该三维纳米碳分子呈现出高度弯曲的形式，而且用当前已有的方法无法合成该分子。利用该方法合成的纳米碳化物，有望在超硬

材料及燃料电池等领域获得广泛应用。

相关研究工作发表在 *Nature Catalysis* (文章标题: Creation of negatively curved polyaromatics enabled by annulative coupling that forms an eight-membered ring)。

王 轩 编译自[2020-07-28]

A new synthesis method for three-dimensional nanocarbons: Connecting carbon by catalysis to create octagonal structures

<http://www.itbm.nagoya-u.ac.jp/en/research/2020/07/post-21.php>

透明导电涂层降低智能窗户成本



利用新型喷涂方法制成的超薄透明涂料玻璃

澳大利亚皇家墨尔本理工大学开发出一种制造隔热导电透明涂层的简单方法，可以大幅消减智能窗户和隔热玻璃的成本。透明导电涂层将玻璃与金属的最佳特性结合在一起，是智能窗户、触摸屏显示器、LED 照明以及太阳能面板等一系列技术的关键元件。

目前，制造透明导电涂层的标准方法基于稀有的元素铟和昂贵的真空沉积法。此次研究人员采用便宜的二氧化锡材料来制造透明导电涂层，并掺杂一种特殊的化学物质组合来提升导电性和透明度。研究人员利用“超声喷雾热解”工艺来获得高品质的涂层，使得这种超薄透明涂层比人类头发丝细 100 倍以上。这种智能窗户既可以节能又可以调光，还可以最大程度地阻挡有害的紫外线和红外线。

该方法简化了智能窗户以及低辐射玻璃的制造，大幅消减节能窗户的成本，并有望成为新建和改建建筑的一个标准部分。该方法也可以经过精确优化，来制造多种不同应用需求的导电透明涂层。到 2022 年，智能玻璃和智能窗户的全球市场规模预计将达到 69 亿美元；而到 2024 年，全球低辐射玻璃市场规模将达到 394 亿美元。纽约帝国大厦安装了智能玻璃窗之后，降低能耗开支 240 万美元，碳排放量减少了 4000 公吨。

相关研究工作发表在 *Advanced Materials Interfaces* (文章标题: Ultrasonic Spray Pyrolysis of Antimony-Doped Tin Oxide Transparent Conductive Coatings)。

冯瑞华 编译自[2020-08-06]

Fabrication advance: spray-on clear coatings for cheaper smart windows

<https://www.rmit.edu.au/news/all-news/2020/aug/smart-windows>

中国科学院武汉文献情报中心 先进制造与新材料情报研究

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