

十年，这套康复设备从中国走向世界

■本报记者 沈春蕾

“2018 年，我们就希望将这套设备引入北美，但中国科研团队坚持要将其自主研发的技术成果先在国内转化。”北美卒中康复学会会长、加拿大哥伦比亚大学医学院教授杨光口中的设备是指中国科学院苏州生物医学工程技术研究所（以下简称苏州医工所）研究员郭立泉团队研发的康迈德远程康复训练与评估系统。

不久前，杨光终于达成所愿。在苏州举行的“北美卒中康复学会引进康迈德远程康复训练与评估系统签约仪式暨中外专家交流会”上，17 位国内外专家见证了我国自主研发的康复设备走向世界。

“我们从 2013 年开始研发面向卒中患者的远程康复训练与智能评估系统，2018 年与西安力邦医疗产业集团开展产学研合作，2022 年 6 月拿下国内首个远程康复医疗器械注册证。”郭立泉向《中国科学报》介绍，“如今与北美卒中康复学会签约，标志着中国自主研发的康复医疗设备赢得全球发达地区医疗界的认可。”

为什么国外专家急于引进这套设备？它有哪些技术上的创新和突破，又能解决临床上的哪些痛点？

实现“零距离”居家康复训练

《柳叶刀－神经病学》揭示，脑卒中因高发病率、高死亡率、高致残率，目前已成为全球人类第二大死亡原因和第三大致残原因。

世界卫生组织统计显示，2019 年全球新增 1220 万例脑卒中突发病例，脑卒中患者总数达到 8574 万例。另有统计数据显示，全世界每年超过 5000 万人患有脑外伤。预计到 2030 年，脑外伤引起的神经损伤将是神经疾病致残的最主要原因。约 70%~85% 的脑卒中患者及脑外伤患者存在肢体运动功能障碍，严重影响其生活自理能力和生活质量，给社会和家庭带来沉重的经济负担和精神压力。

对于经过急性期抢救的患者而言，及时有效的康复训练可以帮助患者恢复部分运动功能，提高生活自理能力。郭立泉告诉记者，康复是一个细分、刚需、广阔的医疗服务市场，但目前临床康复存在两大痛点问题——卒中患者出院后仍然需要坚持康复训练，然而患者对医嘱的依从性只有约 31%，导致较高的致残率；康复评定是评定患者康复病情、制定和优化康复治疗方案的重要依据，但目前临床上常采用的量表评定法存在耗时长、主观性强、分级粗大以及“天花板效应”等缺陷。



脑卒中患者通过远程康复训练与评估系统进行康复。
受访者供图

针对上述市场需求及临床康复的痛点问题，郭立泉团队从 2013 年开始研发具有自主知识产权的远程康复训练与评估系统。“与国内同类技术和产品相比，我们研发的产品在精细化评估、个体化运动处方、远程康复云平台方面，具有核心竞争力和领先的技术优势。”郭立泉说。

康迈德远程康复训练与评估系统包括高精度可穿戴运动传感设备、康复训练与智能评估软件、远程康复云平台及移动端 App。

郭立泉介绍：“我们瞄准的不只是做康复训练的产品，而且是基于可穿戴技术、云平台技术和人工智能技术，构建完整的‘医院－社区－家庭’三级康复医疗服务体系，从而实现‘零距离’的居家康复训练及准确、客观的康复评定。”

产学研合作让技术变产品

2018 年，一篇来自苏州医工所的科研进展论文引起了西安力邦医疗产业集团(以下简称西安力邦)创始人杨丰收的关注。“苏州医工所的这套系统不是单纯着眼于康复训练和评估，而是能实现远程管理，这正是我们需要的产品。”

“技术研发我们可以做，但从技术到产品，再到申报医疗器械注册证及量产销售，还需要

公司实体来实现。”郭立泉告诉《中国科学报》，“科研团队并不擅长做市场营销，跟企业合作、发挥各自优势才是让技术变成产品的一条好出路。”

从 2018 年开始，苏州医工所和西安力邦携手推动建立产学研合作体系，并由西安力邦成立苏州康迈德医疗科技有限公司，进行工程化设计、建立质量体系和生产线、开展临床试验、准备医疗器械注册等方面工作。2022 年下半年，在取得医疗器械注册证后，苏州康迈德医疗科技有限公司总经理屈长平团队开始进行标准化小批量生产和市场推广。

屈长平告诉《中国科学报》，截至目前，康迈德远程康复训练与评估系统已在复旦大学附属华山医院、苏州大学附属第一医院、空军军医大学唐都医院、西安高新医院、陕西省康复医院等三甲医院开展临床应用。预计到 2024 年底，这套远程康复训练与评估系统将推广至 200 家医院。

为什么这些医院愿意采用该系统？屈长平表示，该系统分为医院版和家庭版，患者在住院期间使用医院版进行康复训练，出院后使用家庭版继续进行康复训练，以保持康复的标准化和延续性。该系统不仅设置了个性化处方情景互动训练，还通过采集患者的训练数据进行准确评定和康复效果预测。患者在医院或居家

卖叶子也致富：“摇钱树”结出科技“摇钱果”

■本报记者 李晨 通讯员 方彦衡

暑散风爽，入秋以来，山林沃野一派繁忙之景。在江苏盐城大丰林场南场 3 排路北 0 号地块，一排排青钱柳树迎风挺立，生机勃勃。

昔日的不毛盐碱地，如今在南京林业大学森林培育学博士岳喜良等专家的改造下，已成为一片郁郁葱葱的“致富林”。

而远在江西省玉山县锦溪村的村民陈来国一家，则靠卖叶子走上了致富路。

围绕“小叶子”做“大文章”

青钱柳是我国特有的单科属植物，是集药用、保健、材用和观赏等多功能于一身的珍贵树种，因其果似铜钱和叶具甜味又名“摇钱树”和“甜茶树”。青钱柳自然分布区主要集中在我国亚热带中西部高海拔山区，长期以来受制于自身生物学特性，导致花期不遇、种子深休眠、无性繁殖等问题。“‘摇钱树’结不了‘摇钱果’”，成为困扰林农的难题。

岳喜良是土生土长的乡里娃，自幼在山野间成长劳作，深切体会到林农与山林之间的情感联结。从读大学开始，岳喜良就选择了森林培育专业，师从青钱柳国家创新联盟理事长、南京林业大学教授方佐。

“林区百姓拥有‘绿水青山’的生态宝藏，但很多宝藏不能转化成‘金山银山’，这还是要从森林资源的高效利用上上下功夫。”方佐鼓励岳喜良研究老百姓最需要的技术，把科研成果用到林农最需要的地方。

在导师的指引下，经过长时间的调查研究，岳喜良发现青钱柳具有良好的食用和药用价值，其高附加值产品开发及产业化前景广阔。而野生青钱柳品种的叶片的有效成分含量较低，又面临扦插后难生根、下游产业链条延伸不足等问题。想让更多林农靠“摇钱树”捧牢“金饭碗”，亟须发挥科技作用。岳喜良琢磨着围绕青钱柳这片“小叶子”做点“大文章”。

在得知他的想法后，学院领导非常支持，组建了一个具有森林培育、农林经营、中药生产与加工等不同学科背景、本硕博贯通的科创团队。

“这是我们加强有组织科研的一次有益尝试。”南京林业大学林草学院、水土保持学院党委书记唐萍这样解读“小叶子”的含义——既是围绕青钱柳叶开展科技攻关和社会服务，

同时也希望团队成员发扬求真奉献的科学精神，甘做造林兴林和助力中国式现代化建设根深叶茂的一片“小叶子”。

培育好良种 增厚家底子

想要产业现代化，良种是基础。在方升佐的带领下，“小叶子”团队在青钱柳分布区收集了 36 个种源、240 多个家系的种质资源，建成了国内最大、最全的青钱柳种质资源保存库和全国唯一的青钱柳全基因组数据库。

为了改良叶片有效成分含量低的问题，团队利用分子标记育种技术，通过 SSR 分子标记检测与叶片高产相关的基因筛选，基于其遗传标记的特性将有效位点植入叶片中，培育高生物量 + 高产量的“双高”良种。

经过多年试验研究，团队选育出材叶两用的良种——青钱柳“沐川”种源。改良后每株青钱柳鲜叶产量由原来的 2 千克提升到 6 千克；每千克叶活性物质含量由 18 克增加到 60 克，叶亩产有效成分含量提高 10 倍，为加速青钱柳叶用林的定向营造提供了丰产、优质和稳定的种源及家系。

据悉，新创制的 5 个高产和优质叶用青钱柳良种南青 1 号、南青 2 号、南青 3 号、南青 4 号和南青 5 号正在审定。

破解扩繁难 蹚出新路子

由于青钱柳是扦插难生根树种，传统生根率约 12%，约 100 株苗中仅有 12 株能成活，而且生根周期较长，扦插育苗技术未能成熟应用于生产实践。为此，团队筛选了 300 多种配方，经过 1800 多次田间观测、7300 多次理化分析，调配了以咪唑乙酰胺和独角金内酯为主要原料的生根活化剂。

“我们通过打破激素平衡来刺激根尖细胞的短期快速分裂。”团队成员、南京林业大学林草学院、水土保持学院的老师孙昕说，经过实验对比发现，使用活化剂后的苗木，其生根率可由 12% 提高至 92%；生根时间也由原来的 90 天缩短到 30 天。

孙昕介绍，采用新的繁殖技术和方法后，可在降低成本的基础上大幅提高青钱柳的繁殖效率，从而增加产量，满足市场需求，林农也



团队成员查看叶片长势。
韩瑛楠 / 摄

能获得更高的经济效益。

基于一系列难题的攻破，团队开始着手在青钱柳主产区推广种植。

他们首先选择了革命烈士方志敏英勇就义地——红色老区江西省玉山县，助力当地老乡脱贫致富。从 2018 年起，团队在玉山县多个村庄帮扶林农种植青钱柳良种沐川。

以锦溪村为例，5 年多来，团队通过线上线下相结合的方式实操培训林农 2600 人次，不仅帮林农育苗、教林农种苗，还通过直播等新技术带着林农一起卖苗，形成可复制、可推广、可示范的青钱柳种植及销售模式，直接带动 282 户、400 余人返乡就业创业，户均增收 17020 元，总增收 480 万元。截至 2022 年，该村建设 2100 亩青钱柳林地，占当地低产低效林面积的 14.1%。

“我们还在逐步完善青钱柳标准化产业模型，现在青钱柳不仅可以在南方主分布区种植，也在向江苏、安徽等省份推广。”甚至像盐碱地这样特殊的地质条件，未来也是我们发展青钱柳人工林的潜在土地资源，通过发挥植物的固碳效应，助力绿色低碳发展示范区建设。”岳喜良说。

转化价值高 鼓起钱袋子

选育良种、优培扩繁，只是解决了一产的问题，想要实现“一树”激活“一产业”的梦想，还需要化学、中药学等多学科的交叉融合。在南京中医药大学江苏省炮制重点实验室

都可以进行准确、客观、快速的康复评定，并开展个性化的康复训练。

屈长平还算了一笔账，卒中患者的康复普遍需要半年以上，患者每天在家使用远程康复训练与评估系统训练两次，每次半小时，半年的费用大约 6000 元。对于出院患者特别是偏远地区的患者来说，相比定期去医院康复或请康复治疗师上门服务，不仅节约了人力和财力，还有效解决了出院患者的康复问题。

北美医学专家为何迫不及待

“2018 年，通过世界华人医师协会牵线搭桥，我们联系到苏州医工所，希望可以尽早将这套设备引入北美。”杨光告诉《中国科学报》，虽然北美医疗技术在整体上全球领先，但对于卒中出院患者的康复问题，仍然没有好的解决方案。

“作为华人，看到国产康复设备能够引入北美，我很自豪。”这次来到苏州签约，杨光非常激动，“卒中患者的康复训练不是一个简单的游戏，而是在游戏之中让人贴近并感受真实的生活，完成准确的康复评估和个体化的康复训练。”此前，这个领域的研究在全球都处于空白状态，杨光没想到来自中国的设备不仅实现了技术和产品的突破，还有望帮助提升北美地区的康复医疗水平。

杨光表示，国外团队掌握了很多先进技术，但团队往往比较独立。相比之下，国内的研究机制更好，比如苏州医工所这样的科研机构，可以促成多个研究团队开展交叉研究，集中力量办成大事。

作为医生的杨光深知卒中患者的康复需要从多方面开展，肢体和心理的康复都很重要。苏州医工所的这套设备不仅增强了患者对未来康复的信心，也让医生为之振奋。

“远程康复训练与评估系统可以让一名医生同时管理几百甚至几千名患者，提高了康复医生的工作效率。”杨光表示，“在患者康复训练过程中，医生还可以根据其上传的康复数据和评定结果及时调整方案，帮助患者在长期康复训练过程中保持融洽的家庭关系，让曾经无序的自我康复训练变得井然有序。”

来自马来西亚和尼泊尔的医院代表也对苏州医工所的远程康复训练与评估系统很感兴趣，并希望促成进一步合作。

郭立泉告诉记者：“我们将与北美卒中康复学会及世界华人医师协会开展更深入的产学研合作，打造国际级远程康复平台，为全球脑卒中、脑外伤等患者提供优质康复服务。”

视点

企业既是科技创新的主体，也是科技成果转化主体。高校和科研院所将科技成果相关权利以转让、许可或作价投资等方式转移到企业时，并不意味着完成转化工作，只有当科技成果在企业进一步实施商业化、产业化并带来经济社会效益时，才是真正完成了转化。而在这一过程中，往往需要持续的耐心和资本的投入。

近年来研究表明，由于技术的加速迭代、技术创新的日益复杂等因素，在技术供给侧与金融投资机构之间存在较大的“知识鸿沟”或“信息鸿沟”，金融投资机构往往缺乏必要的评价工具来挖掘早期技术的商业化潜力。正是由于这类评价工具的缺乏，金融投资机构无法充分评估科技成果转化项目的技术可行性与财务可行性，普遍存在“不敢投、不敢贷”的现象。

围绕如何构建一套科学有效的评价工具，以通过评价工作为高转化潜力项目融资增信，使金融投资机构“敢于投、敢于贷”，笔者在此提出几点建议。

做好金融投资工具与科技成果评价工具的融合。金融投资机构对于拟投项目的评价评级，重点往往在于财务评估、市场评估，并不擅长技术可行性与潜力的分析评价。当一项技术缺少市场运作数据时，此时技术的价值隐藏在不确定性的“迷雾”之中，财务评估法就无法起到作用。这将技术商业化潜力评价体系等科技成果评价工具引入金融投资工具中，帮助金融投资机构充分发现、认识科技成果转化项目的风险与不确定性，判断其转化潜力，让高度不确定性的项目及及时掉头，将资源集中投向高转化潜力项目。

充分认识初创期中小企业以科技知识产权进行融资的实际难点。科技成果转化可以由存量的成熟企业实施，也可以由新成立的初创企业实施，而后者作为初创期中小企业往往具有较强的融资需求。与大型企业、已成熟商业化运作的项目不同的是，初创期中小企业科技知识产权的价值往往依赖于其商业化的成功。以生物医药领域知识产权为例，如果取得商业化成功，即意味着其研发管线所对应的知识产权“有价值”，但如果遭遇商业化失败，其所对应的知识产权往往就“不值钱”了。考虑到初创期中小企业知识产权并不能有效对冲投资风险，金融投资机构对于初创期中小企业知识产权就不会纯以其技术、法律、专利保护这些维度进行评估，而是需要结合市场、政策、团队等一系列评价维度进行整体考虑。

适当引入大数据平台、人工智能算法等相关工具，但要量力而行。以韩国技术金融公司 KOTEC 为例，该公司承担的技术金融担保业务每年需评价大量技术项目，而在其引入人工智能算法、全球大数据平台后，工作效率得到很大提高，所担保项目的年度平均违约率也有了一定降低。不过，这类工具虽然赋能效果明显，但也存在诸多缺点，例如需要结合不同项目多样性不断进行系统优化、容易存在算法黑箱等。需要说明的是，人工智能建立在机器学习的基础上，KOTEC 基于其十几年的海量评价事例引入大数据、人工智能工具，从而很好地赋能评价工作。如果评价机构没有大量事例实践基础、没有经实践验证较为成熟的评价体系，仅依靠建立一套基于大数据、人工智能的评价系统，其赋能评价工作的效果就不会太理想。

要注重定性评价与定量评价的有效结合。对于定性评价，因为能充分利用行业专业人士的行业背景与专业经验，在实践中可以更好地找出项目风险，所以被很多金融投资机构采用。然而在实践中，投资机构在判断具体项目时，要先去找“能看懂这个领域”的资深专家，有时候可能找不到，有时候找到了却引发一些关于商业机密保护方面的争议。同时，由于定性评价需要较强的主观性并依赖专家的技能与经验，不适用于开展大规模的评级业务。对于定量评价，其强调对于数据的精准采集与评分，有利于开展标准化评价和不同项目之间的比较。但是，过于定量往往会错过一些有用信息。在具体实践中发现，即使我们对于每一个维度都建立详细的评分体系，最后给出一个定量的分值，这个分值也仅仅具有相对意义，很难直接用于是否投资的决策。

立足整个创新生态，以动态发展的思维去理解评价验证工作。企业实施科技成果转化过程不是静态的，而是在整个创新生态中动态发展的，在这个过程中我们可以进行阶段性赋能与阶段性验证。从投资视角来看，如果想获得更加准确的信息，评价验证要与一些支持工作相结合，例如通过给予项目一定的咨询服务、商业指导，甚至先期少量的资金资源投入，观察其在整个生态中的动态发展，再决定下一步是否投入更多支持。就评价而言，评价创新生态中具体某家中小企业的技术，要比孤立地评价一家企业的技术更有实际意义。例如，企业的技术及其产品在相关产业的开放创新生态里占据一定位置，那就相应上调其评分、评级。

引导金融投资机构在科技成果转化周期更早阶段参与进来。近年来，北京、上海、深圳、苏州、杭州等地都在探索通过高校科研院所自筹或公共财政支持等方式建设概念验证平台，搭建跨越科技成果转化鸿沟的“桥梁”。有别于以往中试验证、工程验证平台的是，概念验证平台更加注重与投资界、产业界的联动。在国际上亦是如此，例如美国麻省理工学院德什潘德技术创新中心、加州大学圣迭戈分校冯·李比希创业中心等，在运营概念验证平台时就注重引导投资界、产业界广泛参与到期概念验证项目中，相关方共同探索建立更加有效、可信的评价验证模式机制，从而为概念验证成功项目即高转化潜力项目融资增信。

（作者系上海市科技成果转化研究院副院长）

创新评价工具破解『不敢投、不敢贷』现象

■池长鈞