

# 钻研二十载，他们给“深海牧场”装“围栏”

■本报记者 陈彬

直到今天，大连理工大学教授赵云鹏都很佩服导师当年的眼光。

作为大连理工大学建校后的首批本科生，赵云鹏的导师李玉成在母校工作了一辈子。2002年，将赵云鹏招收为硕士研究生时，年届七旬的李玉成已是国内知名的海岸与海洋工程领域专家，但他分配给赵云鹏的任务却是研究网箱养鱼。“确切地说，是研究如何让那些在深海养鱼的网箱更牢固。”赵云鹏说。

目前，赵云鹏所在实验室的研究范围既包括港口码头、核电站、人工岛建设，也包括新型海洋平台结构等。但他始终没有放弃导师给定的方向，对着一个漂浮在海上的“大箱子”研究了20多年。

## “有意思”的项目

在我国，使用网箱进行海洋水产养殖的历史并不长。虽然上世纪八九十年代，国内沿海地区已经出现了大量养鱼户，但当时的水产养殖几乎都集中在海岸边以及潮间带地区。“渔民们挖一个池塘就开始养鱼，这样的情况在当时的沿海地区比比皆是。”赵云鹏说。

这样做的好处显而易见——成本低廉、技术难度低，但问题也很明显。

“海岸边以及潮间带地区养殖会产生大量尾水，引发富营养化问题，加之当年海岸线往往有一些排污口，这些都会对海产品品质造成影响。”赵云鹏说，特别是在南方某些省份，往往是鱼排下面养殖鱼虾、贝类，上面住人，生活垃圾则被直接丢到海中……

其实，那个时候，国外水产养殖已经开始向深远海区域发展。“深海养殖优势明显——无须占用浅海资源，且海产品品质可以得到保证，但劣势是相关设施需要抵抗更强的风浪，造价会大大提升。”赵云鹏说。事实上，当时国内几乎没有符合相关技术要求的网箱。

赵云鹏告诉《中国科学报》，与传统海上平台不同，深海养殖网箱整体尺寸巨大，而网衣却很细小，风浪作用下，网箱很容易因大幅度变形和位移而损坏。如果网箱设计不当，遇到台风、巨浪时就可能发生倾覆或网衣破损，给网箱里的海产品造成不可估量的损失。

为此，当时辽宁省还特意设置了一个科技



赵云鹏（右2）在指导学生做网箱测试实验。受访者供图

“过去20年，我国深远海养殖已取得了令人瞩目的成绩，但面对广袤的‘深海牧场’，我们还有太多潜力没有挖掘出来。”

项目。项目虽然很小，但李玉成觉得很有意思。“更重要的是，他敏锐地发现了深海养殖背后巨大的发展前景，以及相关设施缺乏带来的深远影响。”赵云鹏说。

从上世纪90年代开始，李玉成便将柔性网箱结构的水动力特性研究作为新的研究方向。“如何让深海养殖网箱更坚固”成为了师徒二人共同思考的问题。

## “有价值”的研究

自从开启这一领域的研究，遇到评职称、申请项目时，赵云鹏往往会比其他同事多一道“程序”——向评审专家解释自己到底在做什么，这项研究有什么价值。

“毕竟网箱结构的研究比较小众，外人很少了解它的价值和技术难度。”赵云鹏说。这项研究确实“很有价值”。

某年，一场台风掠过辽宁省，当地某家海产品养殖企业的网箱由于不适应海况，被台风

掀起的浪浪打坏，漂到其他养殖场并造成一定损失，引发了两家企业的纠纷。最终，这家养殖场被判赔偿对方数千万元。

“这样的例子在当时并不罕见。”赵云鹏说。在国际上，挪威的深海养殖及网箱设计水平比较领先。因此，国内企业往往进口挪威的养殖网箱，但挪威当地的海况与我国有巨大差别——前者以洋流为主，风浪较小，海水深但没有台风；后者则恰恰相反，海浪较大，海水浅但台风频繁，这导致挪威的网箱往往“水土不服”。

赵云鹏团队最初工作的一个重要内容，就是对这些网箱重新进行优化，设计更适应国内海况的养殖网箱。经过多年努力，他们设计及参与设计的深海网箱，几乎遍布我国深海的各个养殖场。

“目前，我们已经参与了30多个大型深远海网箱养殖工程的设计。这些网箱在经过水动力分析和安全评估技术试验后，已经成功应用到我国四大海区。”赵云鹏告诉《中国科学

报》。此外，他们还通过技术服务、技术开发、项目合作等方式，深度参与十余项国内各类“首创”深远海养殖工程。

然而，这并不是赵云鹏团队工作的全部。

## “有前景”的事业

事情还要从万里之外的挪威说起。

相比我国，挪威海域面积较小，适合深海养殖的海域就显得更加“金贵”，其相对较深的水深，决定了该国更偏向于发展大型网箱养殖，有些养殖网箱的体积甚至与一个海上钻井平台相当。慢慢地，这样的养殖模式被我国深海养殖企业所借鉴，大型网箱开始在我国出现。

这一趋势引发了赵云鹏团队的关注。“对这种大型网箱的结构性能，我们做了很多基础性研究，发现在特定的海水流速下，此类网箱有可能会倾斜。”赵云鹏说，网箱一旦倾斜，就很可能造成网箱内鱼类的外逃。

该结论很快便得到了印证——挪威当地的确出现了此类情况，而外逃的网箱鱼类由于接受过基因改良，对当地的生态环境构成了一定威胁。

事实上，类似事件当时在我国也有发生，有些网箱由于设计的缘故直接沉入了海底。最终，赵云鹏团队发现此类问题产生的根源，在于我国还没有一套针对深海养殖网箱的工程设计标准。

2021年底，国家市场监督管理总局、国家标准化管理委员会正式发布由赵云鹏牵头起草的我国首部深水网箱结构设计国家标准《海水重力式网箱设计技术规范》。

“这个标准得到很多关注和应用，目前国内几乎所有的大型深海网箱都经过了该标准的设计指导和检测。”赵云鹏对《中国科学报》说。

当时，我国深远海养殖水体已接近4400万立方米，产量达40万吨。目前，相关市场规模早已超过400亿元，预计到2028年，这一数字将上升到772亿元。

“正如导师当年所期待的，过去20年，我国深远海养殖已取得了令人瞩目的成绩，但面对广袤的‘深海牧场’，我们还有太多潜力没有挖掘出来。作为科技人员，我们的任务就是设计出更多适合于我国的养殖网箱，这方面还有太多的工作要做。”赵云鹏说。

# “小话筒”里的中国智造

■本报记者 杨晨

在我国会议系统研发领域，有一支特殊的国家队。国内第一台电子票箱、第一台表决器、第一台会议报道机……均出自这个团队。

从1977年起，该团队不断推陈出新，自主研发的一代又一代电子选举与表决系统成功应用于历届全国两会及全国人大常委会会议，保障选举结果统计万无一失。

服务国家重大需求的同时，该团队也积极拥抱市场，于2001年6月由中国科学院成都计算机应用研究所整体改制为现代科技型企业，完成了“华丽转身”，并于2017年7月成为院内转制科研单位中第一家整体上市企业，即如今的中科院成都信息技术股份有限公司（以下简称中科信息）。

2021年上半年，他们又接到一项重要任务：实现人民大会堂内部音频设备国产化替代。简而言之，大到覆盖每一席位的同声传译系统，小到每张桌上摆放的麦克风，都得是中国制造。

当时，专业音频设备行业头部企业呈现寡头垄断格局。尤其在数字会议系统领域，少有国产音频产品。对于相关功能设计有经验的，并且充分了解党政会议的要求。”罗嘉礼说，当下党政机关和企事业单位对会议信息安全和电子产品“信创”特性的高要求，让他深知会议音频系

统国产化替代的重要性。

经过大半年的技术攻关和产品测试，50余款国产化音频产品陆续问世，团队也成立了名为“中科国声”的高端会议系统品牌。

“整套设备主要包括数字会议系统和模拟麦克风系列，一个基于模拟电路工作，一个基于数字信息传输技术而运行。数字会议系统又包括手持手数字会议讨论系统和同声传译系统。”罗嘉礼介绍。如今，相关音频设备系统已成功入驻人民大会堂，其中同声传译系统安装规模近4000席，是迄今为止全球应用规模最大的同声传译系统。

小话筒里有大学问

与日常接触的音频设备相比，这套会议音频系统在功能和性能方面有独特的讲究。“科研院所用的声音测量设备，要求高精度、高指标。但在这套系统研发过程中，我们并不片面追求指标。”罗嘉礼解释，会议性麦克风更看重其指向性、灵敏度、信噪比和最大声压级，以及各参数相互协调，以呈现出更好的音质和音色。数字会议讨论系统则强调功能性、应用性和通信稳定性。

以模拟麦克风为例，团队对标国际上领先品牌同类产品，达到了相关声学性能指标。同时，遵循木桶原理，研发人员从各个维度对设备进行提升，包括音头和声腔的设计、模拟电路的优化等。小话筒里亦有大学问。

这个过程中，人工智能（AI）在提高研发效率和精准度上发挥了重要作用。

音头是麦克风“顶端”的拾音模组，只有拇指大小，也是将声音信号转化为电信号的关键部位。而其振膜的厚度、尺寸和形状都需基于一定指标进行设计，甚至基材都有不同的配比方案。“它们之间如何‘协调’，又怎样与相邻的场效应管、电路板‘打配合’，都可以利用算法进行不断重组和匹配，以达到所需性能值，实现理想的灵敏度。”罗嘉礼介绍。

对音头的“打磨”不止于此。有的使用者希望声音能够完全还原，有的则要求麦克风能对人声有所修饰、润色。研发人员会根据不同需求，基于声学原理和经验，进行叠加设计和多维度的匹配，做出成百上千件样品，进行测试和调整。

音头做好后，紧接着又要和麦克风声腔结构进行“磨合”。罗嘉礼解释，正对着麦克风说话时，最理想的情况就是其直接拾取人声，而



“中科国声”相关音频设备系统入驻人民大会堂。



中科信息供图

不捕捉侧面、背面的杂音，保证声音的准确和干净。“这就需要声腔结构进行不同设计，并基于AI声学大数据模型，与已模拟出的音头特性进行匹配，进行特定仿真。”

研究人员在麦克风声腔产品的机械加工过程中，也运用AI机械视觉技术进行批量检测，对不合格产品予以剔除，提升成本效益。

声音传输的稳定和可靠更是研发工作的重中之重。团队为数字会议讨论系统上了“双保险”：首创双核心双通道设计架构会议，如果一条链路中某个环节或整条链路出现故障，并不会对整体系统传输产生丝毫影响。

“我们着重解决了语音转化成数字信号后，在一定传输距离内不丢真、不失真的问题。”罗嘉礼介绍。为此，团队攻克了包括音频数据高速传输的同步机制、音频编解码的混音技术等难点。

## 巧思不只在技术创新上

目前，该会议音频系统性能参数达到了国际一流水平，部分产品甚至超过进口品牌水平。更为重要的是，它拥有纯正的“中国血统”，做到了真正的安全、可靠。例如，音响扩声系列中的十单元无源音柱，从材料到元器件、喇叭单元到音箱箱体、设计到制造均实现了国产化自主创新。

据悉，这套会议音频系统系列产品已保

障了党的二十大及2024年全国两会、中非合作论坛北京峰会等党和国家重大会议的顺利召开，成功应用于人民大会堂、北京会议中心、福州海峡国际会展中心等会议中心。在服务党和国家重大需求的同时，相关团队也积极寻求更大市场，将业务拓展到“北上广深”等全国20个省份，拥有上千家行业客户。

“我们既要尽全力完成国家交付的任务，也要树立产品化的理念，为市场化做成熟的产品。”采访中，罗嘉礼强调了“两条腿走路”的必要性。

这就要求研发团队不仅要在技术上精益求精、循序渐进提升，更要从使用者角度出发，在产品体验感上锦上添花。比如，整体的造型风格、涂层和杆体的质感等都融入设计者的巧思。

充分考虑使用者的需求，更是研发团队基于40多年会议保障经验总结出来的一条重要准则。在一款会议桌面式麦克风的设计过程中，和会议方经过沟通，研发人员得知有的发言人在日常会议期间会在桌边放置钟表，以更好地把控时间。

“其他同类型产品，外观上大多是两支‘麦克风+支架’的造型。”罗嘉礼告诉记者，当团队了解到对方这一使用习惯后，便设计了一款双腔结构，以及V字形底座，形成辅助计时凹槽，实现隐藏放置计时器，为参会者或发言人提供方便。

他说，“创新”不只是宏大的发明创造，偶尔也藏在一些微小的改进创意之中。

## 视点

近年来，我国每年新增的专利授权量都稳居全球前列。然而，科技成果“躺在架子上”的现象依然存在，部分高价值专利未能充分释放其市场潜力。

在2024浦江创新论坛上，《科技成果转化评估规范》发布。面对创新成果转化率亟待提升的现实，《科技成果转化评估规范》作为国家层面首个科技成果转化评估的统一标准，为推动科技成果从实验室走向市场提供了科学依据和实践工具。

这一规范的发布是科技治理体系的一次完善，也是推动科技创新“落地生根”的一针强心剂。然而，这一规范能否真正撬动我国庞大的创新存量？如何让评估成为连接创新链与产业链的桥梁，让科技成果走得更远、飞得更高？

## 评估规范的意义：从标准化到赋能化

在过去，科技成果价值的评估长期缺乏统一标准，不同机构评估方法和结果的差异往往影响决策效率。而《科技成果转化评估规范》通过明确技术先进性、经济价值、社会效益、环境影响和转化潜力五大维度，为评估提供了统一框架。这种标准化的评估方法，将帮助科研机构和企业更加系统地理解科技成果价值，降低评估工作的随意性和不确定性。

同时，根据《专利转化运用专项行动方案（2023—2025年）》提出的目标，到2025年，推动一批高价值专利实现产业化，全国涉及专利的技术合同成交额达到8000亿元。新发布的评估规范正是这一政策目标的重要支撑工具。通过对科技成果转化潜力的专业评估，可以更好地筛选出高价值专利，优化专利供需对接，助力专利盘活行动高效实施。

此外，规范的发布有利于引领科技管理，推动专业化人才建设。科技成果转化评估是技术经理人的核心能力之一。评估规范明确了评估工作的逻辑体系和操作要点，为技术经理人培养与实践提供了基础依据。这不仅有助于提高技术经理人的专业水平，也为推动科技成果转化提供了更加专业化的人才支持。

## 从规范到实践：评估面临的现实挑战

不过，尽管评估规范的出台为科技成果转化提供了科学工具，但在实施中仍面临多重挑战。

首先是行业适配性不足。科技成果的种类繁多，涉及生物医药、信息技术、新材料等多个领域，不同行业的技术特点、市场需求和政策环境差异显著。规范的通用框架虽具有指导性，但在具体应用中可能难以满足行业化、细分化的需求。

其次是市场环境的动态变化影响。一般而言，科技成果的市场价值受到政策支持、行业趋势和市场需求等多重因素影响。评估框架如果缺乏动态调整能力，可能难以及时反映这些变化，导致评估结果与实际需求脱节。

最后是区域资源分布不均。我国不同地区在评估资源、专业机构和技术经理人队伍建设方面存在显著差异。尤其在中西部地区和部分县城，专业化评估能力不足可能成为评估规范实施的现实瓶颈。

## 让评估成为转化的“加速器”

为了让《科技成果转化评估规范》更好地服务于科技成果转化和国家创新发展战略，我们需要在实施过程中不断优化。具体而言，笔者建议从以下几个方面着手。

首先，构建行业化评估标准。建议在通用框架基础上，制定分行业评估指南。例如，生物医药领域应关注技术成熟度和审批流程，信息技术领域则须突出技术扩展性与场景化应用潜力等。通过行业化评估标准细化，提升评估的专业性和实用性。

其次，建立动态升级评估工具。结合《专利转化运用专项行动方案（2023—2025年）》的要求，引入动态评估机制，例如借鉴美国国家航空航天局的技术成熟度等级（TRLs），对科技成果的价值和潜力进行分阶段动态评估，确保评估结果更具时效性和前瞻性。

再次，强化技术经理人队伍建设。加快建设全国统一的技术经理人认证体系，推动评估人才的专业化和规范化。通过系统化培训和政策引导，吸引更多专业人才加入技术评估和转化服务链条，组建一支高素质的技术经理人队伍。

最后，建议通过区域试点，探索实践路径。结合《专利转化运用专项行动方案（2023—2025年）》的试点区域和重点领域，建议在地方政府的支持下，推动评估规范在中西部地区和新兴产业的落地应用，通过试点积累经验、反馈问题，不断优化评估标准和实施流程。

“评估是创新与转化的起点”，作为创新链与产业链的连接器，有效的科技成果转化评估往往有助于让科技从实验室走向市场的“桥梁”变得更坚固。更值得注意的是，评估不是终点，而是转化的起点；标准不是束缚，而是行动的指南。只有通过科学评估，让技术与需求精准对接，才能让更多科技成果转化成为现实生产力。

此外，笔者认为，评估是一种方法，更是一种责任。它连接了科研与市场、技术与需求。让科技成果“活起来”，不仅需要标准的规范化，更需要在实践中找到破题之道。通过扎根行业实践、拥抱市场变化、培养专业人才、探索创新路径，评估规范才能真正成为高质量发展的助推器。

（作者张丽萍系江南大学副教授，王亚利系江苏省专利信息中心（江苏省维权援助中心）主任）

# 科技成果转化评估规范能否盘活创新存量

张丽萍 王亚利