# 西北工业大学卢乾波教授：系统梳理压电驱动器种类，为其应用提供“ 知识地图 ”

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/42334.html

*本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！*

**西北工业大学卢乾波教授：系统梳理压电驱动器种类，为其应用提供“ 知识地图 ”**。 压电驱动器，一个小小的器件，竟是3D打印机、机器人、火箭、卫星等高科技设备不可或缺的成员。

它承担着将电能转化为机械位移或力的精密任务，具备纳米级分辨率，能够在精密制造、位移输出、医疗和微流体控制等应用中快速响应，还有良好的结构伸缩性和出色的负载能力。

在过去的几十年里，压电驱动器的发展一直是学界关注的主题，各种类型的压电驱动器如雨后春笋般涌现。但既有研究缺乏对其材料、工作原理、典型方案和发展趋势的系统研究，科学视角的缺失也导致分类的模糊性或对未来发展趋势的把握不足。

究竟如何厘清这一器件的特性？西北工业大学黄维院士团队卢乾波教授研究团队在中国工程院ENGINEERING Mechanical Engineering期刊（原刊名Frontiers of Mechanical Engineering, 2024年第19卷第1期）发表了题为Review on piezoelectric actuators: materials, classifications, applications, and recent trends（《压电驱动器综述：材料、分类、应用与最新趋势》）的综述文章。文章将压电驱动器分为直接类和间接类，系统地综述了各种主流类型的压电驱动器的材料、工作原理、典型方案、特点和潜在应用，提供了不同压电驱动器之间的详细比较，为深入了解压电驱动器提供了知识地图。目前这篇文章已被引用130次（截至2026年7月27日）。

围绕该研究的核心突破、未来的工业落地前景，以及个人的科研经历，我们近日特别邀请到了论文通讯作者卢乾波教授进行深度访谈。以下为专访内容。

作者介绍

卢乾波，浙江大学工学博士，耶鲁大学联合培养博士，现任西北工业大学长聘教授、博导，国家级青年人才，从事微光学惯性传感器的理性设计和智能柔性传感方面研究。

作者专访

成果聚焦

Q：请您介绍一下这篇综述的核心贡献与创新点。

卢乾波：这篇综述的核心工作，是针对种类繁多的压电驱动器进行系统梳理，构建了一套易于理解和选择的知识体系。

这篇综述的第一个主要贡献是提出了一套新的分类体系。我们将压电驱动器划分为直接型和间接型两大类别，并在此基础上进一步细分为多个子类别。

第二个贡献是建立了从材料特性、压电效应、本构关系，到结构性能特征以及典型应用和发展趋势之间的系统联系，解释不同类型压电驱动器的结构形式，展现其性能表现背后的原因。

第三个贡献是通过大量对比表格，对不同类型压电驱动器在性能参数、结构特点以及工程应用方面进行了横向比较，并进一步给出了面向实际需求的选择建议。

Q：这篇综述系统梳理了从单晶、陶瓷到聚合物等多种压电材料，以及unimorph、bimorph、堆栈式、柔性铰链放大、超声电机、步进驱动器等几乎所有主流构型，覆盖面非常广。您和团队当初是如何确定这个分类体系和覆盖范围的？

卢乾波：第一个问题是压电材料产生的微小应变或变形，如何进一步转化为最终的位移、旋转等宏观驱动行为。第二个问题是在运动转换过程中是否存在相应的放大机制。第三个问题是压电驱动器最终面向什么样的应用需求。

基于这三个问题，我们最终选择以运动转换机理为主线，将材料特性、结构设计和应用需求结合起来进行分析，希望建立一种能够解释压电驱动器如何产生运动、如何放大运动、以及运动用于什么场景的系统框架。

Q：这项研究希望解决什么科学问题？

卢乾波：我们课题组最初希望将其应用于微光机电系统（MOEMS）加速度计中。

在开展相关研究过程中，我们发现此前虽然已经有一些关于压电驱动器的综述工作，但多数研究主要围绕特定材料体系或某一类压电驱动器展开。同时，不同文献在分类方法和划分标准上也存在一定差异，缺少一个从整体角度理解压电驱动器发展脉络的框架。

因此，我们希望从自身研究视角出发，对已有压电驱动器进行系统整理，并提出一种更统一、更便于理解的分类方式。

Q：请您分享一下，为何选择Frontiers of Mechanical Engineering（该刊已于2026年更名为ENGINEERING Mechanical Engineering）来发表这项工作？

卢乾波：我们选择在Frontiers of Mechanical Engineering发表这项工作，主要有几个方面的考虑。

首先，从研究主题的契合度来看，压电驱动器本身是一个典型的交叉领域研究方向，涉及功能材料、机械结构、电学与机械耦合，以及机电耦合动力学和控制等多个方面。这些内容与期刊长期关注的研究方向具有较高的契合性。

其次，我们也关注期刊在国内工程科技领域中的影响力和国际传播能力。Frontiers of Mechanical Engineering作为中国工程科技期刊体系中的重要组成部分，同时具备面向国际学术交流的平台属

性。我们希望这项综述工作不仅能够服务国内相关研究人员，也能够通过国际化的平台与同行进行更充分的交流。

综合来看，Frontiers of Mechanical Engineering既与压电驱动器这一交叉研究方向具有较好的匹配度，也能够为这项工作提供一个兼顾国内影响力和国际交流的平台，因此成为我们发表这项综述工作的理想选择。

科研纵深

Q：您主要从事微光学惯性传感器的理性设计和智能柔性传感研究，从您的科研经历来看，您是如何逐步确定这两个研究方向的？

卢乾波：我的科研方向形成，与个人学习经历和长期的科研训练有比较紧密的关系。

本科阶段，我接受的是理科教育，其前身实际上是应用物理，因此培养了我的物理机制思维。

博士阶段，我进入浙江大学光电科学与工程学院学习，在导师及课题组的培养下，开始真正接触微光学惯性传感领域。我还曾赴美国耶鲁大学应用物理系进行联合培养。在那里进一步认识到，传感器应该被看作一个复杂的耦合系统。

总体来看，微光机电传感器的理性设计一直是我科研工作的主线，这一方向已经持续开展了十余年。

此外，智能柔性传感也是近年来拓展的重要方向。对我而言，也是将过去在惯性传感器和微光机电系统研究中积累的知识体系、研究方法和设计理念，迁移到柔性传感领域，进一步探索其中的科学问题。

Q：您如何看待基础科学与工程应用之间的关系？

卢乾波：我认为，基础研究和工程研究之间其实并不存在非常明确的界限，两者并不是完全割裂的关系，而是相互促进、相辅相成的。

西北工业大学原党委书记李言荣院士曾提出过从0到1和从1到0的理解。从0到1更多是指从基础研究出发，在科学规律和原理层面取得突破；而从1到0则是从重大需求、工程应用或者国家任务中发现关键问题，并进一步追溯背后的科学规律，提出需要解决的基础问题。

所以，我认为基础研究和工程研究是一种相互驱动的关系。对于科研工作而言，好的研究不仅要能够解决实际问题，更重要的是要做到知其然，也知其所以然。

Q：从早期开展研究，到现在同时承担多项国家级/省部级项目负责人、担任多个期刊编委等角色，您觉得自己经历了哪些比较明显的转变？

卢乾波：我认为，科研身份上的变化一定会带来一些科研视角和工作方式上的转变，但这种转变更多是由角色和职责的变化所带来的。

承担科研项目，尤其是作为项目负责人，会对科研工作者产生比较明显的影响。项目负责人不仅

需要关注具体的科学问题，还需要承担任务规划、团队组织、资源协调以及目标实现等责任。因此，科研工作者的关注点也会逐渐从个人研究拓展到更系统的科研组织和管理层面。

薪火相传

Q：工程实验和科研攻关充满不确定性，常面临压力和无效结果。您是如何应对科研中偶尔的低落时刻，从失败中走出来的？

卢乾波：科研过程中遇到低谷和失败是非常正常的。有人曾形容人生像一个德尔塔函数，高峰和顺利的时刻只是短暂的，科研也是如此。

重要的是，要学会把失败转化为有价值的信息。更有效的方法是拆解问题，设计最小化、可验证的实验，通过逐步排除关键假设来定位问题。

因此，我认为失败本身并不可怕，重要的是掌握分析问题和解决问题的方法。只要能够从失败中提取有效信息，它往往会成为下一步成功的重要基础。

Q：最后，请您用一句话凝练您最想传递给青年学者的科研信念。

卢乾波：我觉得科研工作者要保有求知欲和好奇心，选择真正重要的问题，并坚持把每一个结论都做实。时间最终会奖励长期的科研积累。（来源：EngineeringJournals微信公众号）

相关论文信息：

https://journal.hep.com.cn/fme/EN/10.1007/s11465-023-0772-0

特别声明：本文转载仅仅是出于传播信息的需要，并不意味着代表本网站观点或证实其内容的真实性；如其他媒体、网站或个人从本网站转载使用，须保留本网站注明的“来源”，并自负版权等法律责任；作者如果不希望被转载或者联系转载稿费等事宜，请与我们接洽。
作者：卢乾波等 来源：《工程·机械工程》

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发