



陕西省科学技术奖励工作办公室

附表 1

完成人合作关系说明

我与本成果的第二完成人张光斌教授、第三完成人曹辉教授长期合作，共同完成了本成果的全部研究内容。

从 2010 年 1 月开始，我与第二完成人张光斌教授开始合作进行有关超声马达驱动机器人关节方面的研究工作，设计了可用于机器人关节的多自由度超声马达，并合作发表了代表性论文 3。在研究中我们发现，超声作为驱动源，其与物体的作用机理不是很明确，探索其作用的内在机理有助于更加深入的研究声波与物体的相互作用。2010 年，张光斌教授申请的陕西省自然科学基金项目“单波束声捕获系统的研究（2010JM1008）”获批，在该项目的资助下，我指导研究生完成了科学发现点 1 相关的理论推导工作，张光斌教授完成了相关的数值仿真实验工作，共同发表了代表性论文 1，并于 2012 年顺利完成了陕西省自然科学基金项目的相关研究工作。同时，继续指导学生开展声操控的相关理论研究工作。2014 年，第三完成人曹辉教授为了解决在研究中发现的有些实验现象无法用声学理论进行解释的问题，加入了本研究团队，共同对声波操控粒子的机理进行探索，参与完成了代表性论文 2 中有关数值计算工作。2015 年，我申请并获批国家自然科学基金面上项目“聚焦超声操控管中微小粒子定向移动的关键问题研究（11574191）”，在该项目的资助下，项目组针对声波与物体的相互作用机理、声波驱动物体的器件研制等关键科学问题展开了深入的研究工作，我与第二完成人张光斌教授合作完成了代表性论文 4 和代表性论文 5，其中我主要完成论文中的理论工作，张光斌教授主要进行超声换能器的设计和实验测试工作。2019 年，在研究团队的共同努力下，国家自然科学基金项目顺利结题，并取得了重要的理论和实验成果。以该项目的研究成果，项目团队获得 2024 年陕西高等学校科学技术优秀成果二等奖。

第一完成人签名：

张小凤



陕西省科学技术奖励工作办公室

完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者/项目排名	合作起始时间	合作完成时间	合作成果	证明材料
1	论文合著	张小凤/1、张光斌/2	2010.1	至今	Acoustic Radiation Force of a Gaussian Beam Incident on Spherical Particles in Water. Ultrasound in Med. & Biol. 2012. 11: 2007-2017.	附件 1-1
2	论文合著	张小凤/1、张光斌/2、曹辉/3	2014.1	至今	Finite series expansion of a Gaussian beam for the acoustic radiation force calculation of cylindrical particles in water. J. Acoust. Soc. Am. 2015, 137 (4): 1826-1833	附件 1-2
3	共同获奖	张小凤/1、张光斌/2、曹辉/3	2014.1	至今	2024 年陕西高等学校科学技术优秀成果二等奖“声波操控物体的理论和驱动系统研究	附件 7-3
4						
5						
不限条目						

承诺：本人作为项目第一完成人，对本项目完成人合作关系及上述内容的真实性负责，特此声明。

第一完成人签名：张小凤