

基于深度强化学习的鱼类间歇游动研究

银波^{*,2)}, 黄顺^{*}, 曹麒元⁺, 郭迪龙^{*}, 杨国伟^{*}

^{*} 中国科学院大学工程科学学院, 北京 100149

^{*} 中国科学院力学研究所流固耦合系统力学重点实验室, 北京 100190

⁺ 中国科学院自动化研究所, 北京 100190

摘要: 探讨鱼类的间歇性游动的机制对于仿生机器鱼的设计至关重要。间歇游动是状态由具有两个连续阶段波动-滑行的循环组成, 即由鱼肌肉驱动的主动波动阶段, 然后是被动滑行阶段。鱼类通过改变波动与滑行的比率来调节维持的速度以及消耗的功率。本文将鱼类的运动学与其流体动力学性能联系起来: 游泳速度和效率, 采用基于浸没边界法的数值仿真方法广泛研究了进行间歇游动的自主运动的水动力特性, 我们发现间歇游动与连续巡航游泳相比, 可以节省鱼类消耗的能量, 并且存在最优的滑行比, 会使得鱼类的能量利用效率达到最高。紧接着本文通过深度强化学习, 探索出最优的滑行比, 并分析其中的涡动力学特性, 讨论间歇步态对涡流中能量的利用机制。基于上述研究, 为仿生机器鱼的步态设计奠定基础。

关键词: 间歇游动; 滑行比; 深度强化学习; 仿生流体; 浸没边界法

1) 资金资助项目: 国家自然科学基金面上项目“飞鱼多鳍协同跨介质水-气动机理研究”(12272383)