

# 东北大学硕士学位论文

## 评语

本论文针对传统轮式与足式移动平台在复杂地形环境中速度、适应性与稳定性难以兼顾的挑战，创新性地提出了轮圈腿式平衡机器人构型。作者结合城市与野外环境中的台阶、崎岖路面等典型场景，充分论证了新型结构在提高地形通过能力与翻倒恢复方面的优势，选题具有较强的理论意义和工程应用价值。

在理论与方法层面，论文首先基于牛顿动力学对机体、内轮和外轮三部分进行分部建模，系统推导出运动学方程、动力学方程及状态空间模型；随后设计了融合线性二次调节器、比例-微分与零力矩点策略的多模态控制框架，覆盖坐姿行走、站姿切换、跳跃及全姿态翻倒恢复等关键动作。方法论述严谨，数学推导规范，为后续控制算法设计提供了坚实基础。

在仿真与实验验证方面，作者构建了跨平台软件调试框架，分别在 MATLAB Simscape 与 Webots 环境中对控制策略进行了仿真测试，并在实物样机上完成平地行走、多级台阶越障及侧翻恢复等系列实验。结果表明，该构型与控制策略在运动速度、跳跃高度、台阶通过能力及翻倒恢复性能等指标上均表现优异，系统鲁棒性强，验证了方法的可行性与实用性。整体而言，论文工作量充实、论证充分，建议予以通过答辩。

<p>存在不足（务请填写）：</p> <p>（1）控制策略的适应性有待拓展：当前主要依赖 LQR 与 PD 控制，尚未深入评估算法在高度非线性或工况剧烈变化场景中的性能，建议后续研究引入例如模型预测控制（MPC）或深度强化学习等先进方法，以增强系统对复杂动态环境的自适应能力。</p> <p>（2）论文架构与论述可更凝练：部分章节内容较为冗长，技术细节与理论推导交错出现，影响整体阅读连贯性，建议精简冗余表述、优化章节布局，突出核心贡献与创新点，提升论文逻辑性与可读性。</p> <p>（3）实验验证范围需进一步扩大：现有实物实验主要针对常见地形与基本姿态切换，尚缺乏针对连续障碍物、高速跳跃或极限工况下的性能测试，建议增设极限条件下的场景测试，以更全面地展示机器人系统的边界能力。</p>			
评阅人姓名		评阅人职称	
评阅人工作单位		硕士生姓名	
学位论文题目			