

2022 年度发明创业奖创新奖申报项目

公示材料

一、项目名称

城市排水管网病害快速检测胶囊机器人技术与装备

二、主要完成单位

深圳大学、中国水利水电科学研究院、深圳市水务（集团）有限公司、深圳市智源空间创新科技有限公司

三、主要完成人

李清泉、朱家松、肖维贵、张宝忠、汪驰升、朱 松

四、主要创新点

1、漂流式多传感器集成的排水管网智能检测装备

研发了多传感器集成的排水管网检查智能新装备，突破了多传感器低成本、小型化、集成化、模块化技术难题，降低设备价格约 85%，提升检测效率近 4 倍，实现了排水管网全场景快速检测；研发了基于 AHRS 的实时姿态控制技术和运动补偿方法，实现了在加速度随机、抖动剧烈的漂流过程中获取清晰稳定的视频影像数据；提出了基于胶囊机器人进行城市管网协同检测的方法及系统，构建了城市管网协同检测模型，实现了胶囊机器人大范围协同作业和城市管网精准检测维护。

2、地下受限空间内多源信息融合高精度自主定位技术

提出了管道内基于惯导与视觉融合的运动数据递推方法，解

决了机器视觉在特征纹理少或运动过快情况下定位效果不佳、AHRS 数据存在明显的零点漂移和温度漂移的问题，大幅提升了管道受限空间内短时定位精度；提出了基于机器学习算法的井盖地标提取与地图匹配方法，实现了井盖序列与管网地图的对齐和井盖位置坐标的精准提取；研发了惯导/视觉/地图匹配的多源数据融合高精度定位技术，显著提高了胶囊机器人在管网内部运动的定位精度，定位精度达到 0.5 米。

3、复杂环境下基于深度学习的管网病害自动识别技术

提出了基于视觉注意力与双向长短时记忆网络的缺陷检测与识别方法，实现了缺陷的准确识别，病害自动识别率达 90%以上；提出了基于图像实例分割的缺陷区域精细化提取方法，实现构建多种管道场景下的缺陷数据集，有效提高了深度学习模型的泛化性能；提出了融合几何法与深度估计的缺陷地理定位与三维重建方法，实现了对缺陷的地理定位与几何参数提取，完成了管网缺陷的数字化构建。