**附件2**

2020年度北京市自然科学基金-丰台轨道交通

前沿研究联合基金项目指南

重点研究专题项目指南

**一、基于视觉的城市轨道交通封闭空间对象识别技术研究**

概述：候车室、站台、车厢等大型封闭空间环境存在大量的人员流动、物品流动、人与人以及人与物交互，对以上对象的准确感知是实现智能调度、控制、服务、防护的基础。通过对封闭空间的对象特征识别、定位跟踪与行为识别技术，可以为机器人服务、无人驾驶列车联动、无人售货、自动应急响应等场景提供感知层基础，促进智能应用的快速推广。

总体目标：针对封闭空间中高密度人群一定遮挡情况下，完成对人、物品等对象属性准确识别，识别精度(Top1命中率)不低于98%；在封闭空间内，跨不连续覆盖摄像头实现对人员再识别，并实现对人员的精准定位、跟踪及运动轨迹识别，其中人员再识别精度（Rank-1 Accuracy）不低于95%；实现对人员在封闭空间内的特定行为（拿取物品、呼救、冲突、摔倒等）高准确度识别，识别精度(Top1命中率)不低于90%；构建轨道交通封闭空间的综合感知系统设计方案；搭建含全部基本要素的感知实验平台并完成验证。

研究内容：

1.封闭空间高密度人群对象属性识别、跨不连续摄像头行人再识别、轨迹跟踪与高准确度行为识别算法；

2.针对封闭空间复杂环境视觉感知系统设计方案；

3.针对封闭空间复杂环境视觉感知的全要素基本系统平台原型验证。

**二、基于5G的轨道交通智能无线组网及内生安全技术研究**

概述：5G作为“新基建”的基础技术，将为各行业信息基础设施带来革命性升级。随着5G在我国的正式商用，城市轨道交通行业全面拥抱5G技术已是大势所趋。然而4G时代城轨行业采用的自建专网模式，在5G时代面临频谱资源匮乏、建设成本与应用场景难以匹配等问题；另一方面，目前以电信运营商为主导的5G网络建设模式在垂直行业落地应用过程中，同样遭遇应用场景与建设回报不匹配、信息安全与数据权属边界不清晰等诸多问题，相关基础理论和关键技术尚不完善，很大程度延缓了5G技术的应用进程。因此，充分兼顾专网和公网两种建设模式的各自优点，研究并验证具有城市轨道交通行业特色、“公专结合”的5G组网技术和内生安全技术，对于加速5G在城轨行业的应用进程具有重要意义。

总体目标：面向城市轨道交通通信业务特色，研究“公专结合”的5G按需组网关键技术和组网方案。面向上述5G组网方案，研究网络内生安全分级方法和相关安全机制，并形成面向移动边缘计算的内生安全解决方案。搭建城轨5G网络和内生安全原型系统，基于原型系统开展安全漏洞检测与加固技术研究与验证。

研究内容：

1.基于5G通信切片安全的城市轨道交通通信承载按需组网关键技术；

2.面向城市轨道交通5G组网方案的内生安全分级方法和安全机制研究；

3.面向城市轨道交通的移动边缘计算（MEC）的内生安全解决方案研究；

4.面向城市轨道交通5G组网方案的安全漏洞检测与加固技术研究与原型系统验证。

**三、轨道交通运营数字孪生理论研究与关键技术**

概述：随着城市轨道交通线网运营里程和线网客流量的快速增长，列车运行间隔接近极限，运营压力日趋增大。一旦发生影响行车的突发事件，事件影响将在线路和线网内快速传播，对城轨全网运营保障能力提出巨大挑战。因此，对运营状态进行有效的监控和异常预警，并在已定位异常事件原因和处置措施的前提下，对运营状态的恢复过程进行有效的预测，对于提升城市轨道交通线网调度指挥能力、综合决策能力和健壮运营能力具有重要意义。

城市轨道交通运营网络是一个复杂的社会技术系统，采用传统的机理模型驱动的方法，难以有效地对运营网络状态进行建模和预测。数字孪生是一种集成多物理、多尺度、多学科属性，具有实时同步、忠实映射、高保真度特性，能够实现物理世界与信息世界交互融合的技术手段。在大数据、云计算、物联网等技术在城轨行业应用日趋普遍和成熟的背景下，应用数字孪生技术对运营网络状态进行建模、预警和预测，成为一种极具应用潜力的解决方案。

总体目标：面向城市轨道交通运营网络建立线网列车运行状态与线网客流状态耦合的数字孪生体模型，提出包括物理实体、虚拟模型、服务体系、孪生数据、连接关系等在内的多维建模方法和运行机制理论，提出基于车流-客流耦合数字孪生体模型的行车中断恢复过程建模和在线预测方法，基于线网行车和客流历史数据对上述建模和预测方法进行验证。对60分钟后的线网行车时空状态预测精度常规场景下不低于95%，行车中断恢复场景下不低于80%。对60分钟后的线网客流时空分布状态预测精度常规场景下不低于90%，行车中断恢复场景下不低于60%。

研究内容：

1.城市轨道交通线网列车运行状态与线网客流状态耦合的多维数字孪生体模型建模方法和运行机制理论研究；

2. 基于车流-客流耦合数字孪生体模型的行车中断恢复过程建模和在线预测方法研究；

3. 基于线网行车和客流历史数据的数字孪生体建模和在线预测方法性能评估与验证。

**四、城轨列车高密度动态安全追踪控制的理论与方法**

**概述：**随着基于通信的列车运行控制系统的推广应用，移动闭塞追踪使城轨列车运行效率有效提升。但是普遍采用的基于前车瞬时停车的安全防护模型客观上限制了线路运输能力的进一步释放，难以满足日益增长的客流需求。在满足SIL4安全要求的前提下，面向更高密度列车运行需求，合理释放既有列车安全追踪控制策略中因未能充分利用列车动态特性而“浪费”的运能裕量，对进一步提升轨道交通在公共交通中的突出作用具有重大意义。

**总体目标：**针对列控系统防护行车安全和适应更高密度列车运行的需求，通过对传统列车安全追踪控制机理和模型的深度剖析，挖掘可以优化和调整的安全控制裕量，在满足SIL4要求的基础上提出面向更小追踪间隔的列车动态安全追踪控制理论与方法，并证明上述方法的安全性。满足指标如下:列车安全追踪控制功能满足SIL4要求； 80km/h追踪运行时列车最小动态追踪间隔缩小至80m以内；完备证明列车动态追踪控制算法安全性、危险侧故障测试100%覆盖。

**研究内容：**

1.研究面向安全苛求设计的列控动态安全追踪控制机理；

2.研究基于列车动态行为感知的安全间隔优化控制方法；

3.研究对列车动态追踪控制算法安全性的完备证明方法，搭建半实物仿真测试平台并验证。

前沿项目指南

1.考虑列车牵引制动暂态特性的多编组列车动力学建模研究

2.面向城市综合交通枢纽的不同运输方式调度协同优化方法研究

3.面向列车编队运行的轮轨车辆防撞吸能系统关键技术研究

4.超高速场景下车地移动通信组网性能及关键技术研究

5.城市轨道交通列车运行计划动态调整方法研究

6.中低速磁浮交通接地系统适配性及车辆接地系统优化研究

7.动车组高级修智能感知装配理论技术研究

8.列车司机行为音视频分析方法研究