

# 武汉大学聘期制教师工作业绩表

申报单位：地球空间信息技术协同创新中心

人员类别：博士后

<b>一、基本信息</b>							
姓名	张全	性别	男	出生年月	1986.07	政治面貌	党员
博士毕业院校	武汉大学		学历学位		博士	专业	大地测量学与测量工程
聘期起止时间	2015.08 – 2018.08				考核情况	优秀(2016)、合格(2017)	
所属学科方向	测绘科学与技术		现从事专业关键词		组合导航及其应用		
<b>学习经历</b> （从大学填起，性质请填写“全日制”、“在职”或其他）							
起止时间	学校、专业及性质			学历/学位		导师	
2005.09-2009.06	山东科技大学、测绘工程、全日制			本科/学士		石波	
2009.09-2011.06	武汉大学、大地测量学、全日制			硕士研究生/硕士		施闯、牛小骥	
2011.09-2015.06	武汉大学、大地测量学、全日制			博士研究生/博士		施闯、牛小骥	
<b>工作经历</b> （请按照时间正序填写，海外经历须填写单位与职务英文表述）							
起止时间	任职单位			职务			
2015.08-2018.08	地球空间信息技术协同创新中心 (卫星导航定位技术研究中心)			博士后/助理研究员			
2017.07-2018.09	Purdue University			Post Doctor			
<b>二、申请人聘期内教学与人才培养情况</b>							
<b>2.1 授课情况</b>							
课程名称		授课对象		总课时数		评教分数	
导航理论与方法		研究生		36			
惯性导航与 GNSS/INS 组合导航原理		研究生		36			
<b>2.2 获教学成果奖励情况</b>							
获奖项目名称		奖励等级		奖励年度		排序	

### 三、申请人聘期内主要科研表现

(包含承担的科研项目、论文论著、科研奖励等)

#### 3.1 科研项目

- (1) 针对 GNSS/INS 组合导航系统短期精度的误差传播与定量分析研究, 国家自然科学基金青年基金, 国家自然科学基金委, 20 万元, 20 万元, 2017-2019, 主持, 排序 1;
- (2) 基于 MEMS IMU 的高精度多源车载组合导航关键技术研究, 中国博士后科学基金特别资助, 中国博士后科学基金会, 15 万元, 15 万元, 2016-2018, 主持, 排序 1;
- (3) GNSS/INS 组合导航短期精度的 GNSS 应县因素研究, 中国博士后科学基金面上资助, 中国博士后科学基金会, 5 万元, 5 万元, 2015-2017, 主持, 排序 1;
- (4) GNSS/INS 组合导航短期精度分析方法及应用研究, 中央高校基本科研业务费专项基金项目, 武汉大学, 10 万元, 10 万元, 2016-2017, 主持, 排序 1;
- (5) GNSS/INS 组合导航项目技术咨询和服务, 横向科研项目, 武汉梦芯科技有限公司, 35 万元, 18 万元, 2016-2017, 主持, 排序 1;
- (6) 基于 MEMS IMU 辅助的 GPS/北斗组合导航数据验证, 横向科研项目, 上海北伽导航科技有限公司, 21 万元, 21 万元, 2016-2017, 主持, 排序 1;
- (7) 低成本高可靠亚米级多源融合车载组合惯导技术项目, 横向科研项目, 华为技术有限公司, 90 万元, 45 万元, 2016-2017, 参与, 排序 2;
- (8) 农机自动驾驶仪 GNSS/INS 组合导航算法开发, 横向科研项目, 无锡卡尔曼导航技术有限公司, 45 万元, 20 万元, 2016-2018, 参与, 排序 2;
- (9) 六自由度组合导航模拟动态仿真技术研究, 横向科研项目, 中国电子科技集团公司第五十四研究所, 15 万元, 7.5 万元, 2015-2017, 参与, 排序 2;
- (10) \*\*\*微终端技术, 横向科研项目, 清华大学, 10 万元, 4 万元, 2017-2018, 参与, 排序 2;

#### 3.2 论文情况

- (1) **Zhang Q\***, Niu XJ. (2018). Research on accuracy enhancement of low-cost MEMS INS/GNSS integration for land vehicle navigation. *IEEE-ION Position Location and Navigation Symposium*. (A). 891-898
- (2) Gao Z, Ge M, Li Y, Chen Q, **Zhang Q**, Niu X, Zhang H. (2018). Odometer, low-cost inertial sensors, and four-GNSS data to enhance PPP and attitude determination. *GPS SOLUTIONS*. 22(3). 57 (SCI 收录, IF: 4.727, 他引: 0);
- (3) Li T, Zhang H, Niu X, Zhang Q. (2018). Performance Analysis of Tightly-coupled RTK/INS Algorithm in Case of Insufficient Number of Satellites. *Geomatics and information Science of Wuhan University* (Chinese). 43(3). 478-484 (EI 收录)
- (4) Ban Y, Niu X, Zhang T, **Zhang Q**, Liu J. (2017). Modeling and Quantitative Analysis of GNSS/INS Deep Integration Tracking Loops in High Dynamics. *Micromachines*. 8(9). 272 (SCI 收录, IF: 2.222, 他引: 0);
- (5) Niu X, Wang Q, Li Y, **Zhang Q**, Jiang P. (2016). An IMU Evaluation Method Using a Signal Grafting Scheme. *SENSORS*. 16(6). 854 (SCI 收录, IF: 2.475, 他引: 0);
- (6) Niu X, Ban Y, **Zhang Q**, Zhang T, Zhang H, Liu J. (2015). Quantitative Analysis to the Impacts of IMU Quality in GPS/INS Deep Integration. *Micromachines*. 6(8). 1082-1099 (SCI 收录, IF: 2.222, 他引: 8);
- (7) Chen Q, Niu X, **Zhang Q**, Cheng Y. (2015). Railway Track Irregularity Measuring by GNSS/INS Integration. *NAVIGATION-JOURNAL OF THE INSTITUTE OF NAVIGATION*. 62(1). 83-93 (SCI 收录, IF: 1.322, 他引: 0);

12);

- (8) Li Q, Ban Y, Niu X, **Zhang Q**, Gong L, Liu J. (2015). Efficiency Improvement of Kalman Filter for GNSS/INS through One-Step Prediction of P Matrix. *MATHEMATICAL PROBLEMS IN ENGINEERING*. (SCI 收录, IF: 1.145, 他引: 1)
- (9) Niu X, Yan K, Zhang T, **Zhang Q**, Zhang H, Liu J. (2015). Quality evaluation of the pulse per second (PPS) signals from commercial GNSS receivers. *GPS SOLUTIONS*. 9(1). 141-150 (SCI 收录, IF: 4.727, 他引: 1);

### 3.3 论著情况

### 3.4 科研奖励情况

### 3.5 国际会议报告情况

- (1) 口头报告, 2018 IEEE/ION POSITION, LOCATION AND NAVIGATION SYMPOSIUM (PLANS), Research on accuracy enhancement of low-cost MEMS INS/GNSS integration for land vehicle navigation.

#### 四、申请人聘期内社会服务工作

(学术兼职、发明专利、科研成果转化、成果采用及领导批示等)

##### 4.1 学术兼职:

在 *Journal of Navigation*、*IEEE transactions on Vehicle Technology*、*Aerospace Science and Technology*、*Sensors* 等导航与定位著名期刊担任评审部分相关稿件的工作。

##### 4.2 发明专利

- (1) 张全, 牛小骥, 付立鼎. 观测时滞系统的组合导航数据解算放、装置及导航设备 (*Method and device for recognizing stationary state*), CN201610877288.X (WO2018099089A1)。中国/国际
- (2) 张全, 牛小骥, 付立鼎. 一种静止状态的判断方法及装置 (*Integrated navigation data calculation method of time-delay observation system, apparatus and navigation device*), CN201611088239.4 (WO2018059532A1)。中国/国际
- (3) 牛小骥, 张全, 王强, 李由. 一种捷联惯导系统模拟器的设计方法, CN201610110807.X。中国
- (4) 常乐, 牛小骥, 章红平, 张全. 一种改进 GNSS/INS 实时紧组合导航实时性能的方法, CN201610262477.6。中国

##### 4.3 科研成果转化

- (1) “GNSS/INS 组合导航数据处理软件 (Cinertial1.0)”以“技术转让 (普通许可)”形式转让至上海北伽导航科技有限公司。

##### 4.4 成果采用

- (1) “高精度定位定姿技术”已被武汉迈普时空导航科技有限公司应用于其“高精度定位定姿软件 (GINS)”中, 且其关键模块已被嵌入至 POS 硬件系统已提供实时导航解算结果。(GINS 及相关 POS 系统已投入市场应用, 且在高精度移动测图、智能驾驶等领域有较高的受众度, 性能水平与国外知名产品相当)。
- (2) “GNSS/INS 组合导航技术”已被多家知名企业应用于智能驾驶、精准农业等领域相关产品 (采用“GNSS/INS 组合导航技术”的导航模块产品已经量产并投入市场应用), 主要成果采用企业包括: 华为技术有限公司、武汉梦芯科技有限公司、上海北伽导航科技有限公司、无锡卡尔曼导航技术有限公司、和芯星通科技有限公司、泰斗微电子科技有限公司等。

## 五、申请人聘期内的工作业绩综述

(主要对能体现本人学术水平和能力的成果做出进一步说明，特别是对比较有代表性的、标志性的成果。如果与其他学科在业绩表现形式上有显著差异的，亦可进行陈述和说明)

申请人聘期内研究重点主要集中在四个方面：(1) 高精度多源信息融合技术；(2) GNSS/INS 组合导航及其在智能驾驶与精准农业等应用；(3) GNSS/INS 组合导航短期精度及其在精密移动测图中的应用；(4) 基于 LiDAR 约束辅助下的室内测图技术研究。

### 1) 高精度多源信息融合技术

重点研究基于多传感器集成的多源信息融合技术，面向海陆空等不同应用场景，融合多种传感器（如里程计、磁强计、气压高程计、空速管等），设计并开发了一套成熟且完备的即插即用的多源融合系统技术方案，满足高精度机载/车载/船载移动测图、智能驾驶等应用需求。重点解决了多源信息融合即插即用问题、质量控制问题、导航初始化问题、最优估计算法问题等关键技术。

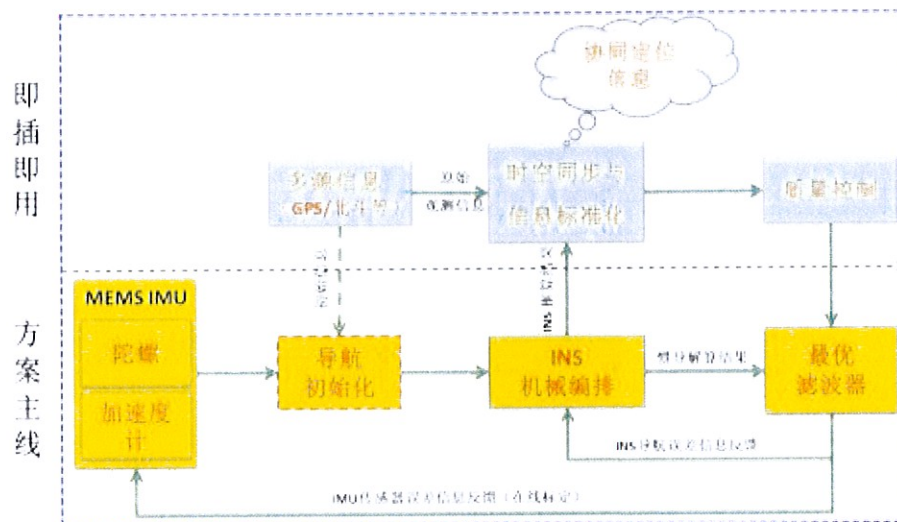


图 1 高精度多源信息融合技术方案

### 2) GNSS/INS 组合导航技术及其应用

重点研究低成本高精度车载导航技术以满足全天候、全路况条件下车道级 ( $<0.5\text{m}$ ) 导航与定位精度需求，主要采用了车辆运动学原理约束 GNSS/INS 组合导航方案（充分利用车辆自身传感器，降低系统成本）和多传感器信息融合方案（充分利用低成本影像传感器，提高系统的可靠性和精度）。重点解决了车辆动静检测问题、观测时滞系统的实时性问题、IMU 温度误差在线补偿问题、转向角辅助问题、GNSS/INS/LiDAR 信息融合问题等关键性技术问题。

表格 1 GNSS/INS 组合导航技术在车载导航应用中的精度指标

系统	测试场景	测试车速	拟定精度指标	实现指标
多 源 组 合 系 统	综 合 路 段	中高速	位置精度: <math>0.5\text{m}</math>	$0.5\text{m} (1\sigma)$
			航向角精度: $0.3^\circ (1\sigma)$	0.2
			俯仰&横滚角精度: $0.1^\circ (1\sigma)$	0.05
			车辆速度精度: $0.1\text{km/h} (1\sigma)$ (带里程计辅助)	$0.02\text{m/s}$
			车辆加速度精度: $0.1\text{m/s}^2 (1\sigma)$	$0.08\text{m/s}^2$
			车辆角速度精度: $0.2\text{度/秒} (1\sigma)$	$0.2^\circ/\text{s}$
			车辆角加速度: $0.1\text{rad/s}^2 (1\sigma)$	$0.07\text{rad/s}^2$

### 3) GNSS/INS 组合导航短期精度分析及其应用

重点研究 GNSS/INS 组合导航短期精度及其应用,提出了一种 GNSS/INS 组合导航短期精度的评估方法,并结合 GNSS 和 IMU 组合特点提出相应的精度改善措施,在轨道不平顺应用领域验证了短期精度的重要性,同时结合定位定姿系统 (POS) 在精密移动测绘中的应用研究了 GNSS/INS 组合导航短期精度对 LiDAR 点云精度的影响。

表格 2 GNSS/INS 组合导航短期精度对 LiDAR 点云平面特征拟合精度影响

Feature Type	Feature Number	Combination	Plane Fitting Results (RMS. m)
Ground surface	1	F1	0.008217
		F1 & F2	0.015074
		F1 & F3	0.008736
Feature Type	Feature Number	Combination	Plane Fitting Results (RMS. m)
Ground surface	2	F1	0.013436
		F1 & F2	0.022792
		F1 & F3	0.012584
Feature Type	Feature Number	Combination	Plane Fitting Results (RMS. m)
Ground surface	3	F1	0.011031
		F1 & F2	0.020767
		F1 & F3	0.010291

### 4) 基于 LiDAR 约束辅助下的室内测图技术研究

重点研究基于面或线特征约束下的室内测图精度改善,提出了一种基于 LiDAR 特征约束的室内测图精度改进方法。重点解决室内定位与测图随时间或距离发散问题,以及基于 GMAPPING-SLAM 定位测图方案 (依赖特征点的数量以及分布等) 的随机误差对点云重建精度影响问题。

Figure A:  
3D-reconstruction at 5 meter  
without trajectory enhancement

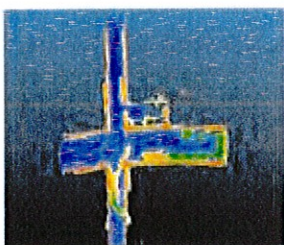


Figure B:  
3D-reconstruction at 5 meter  
using the LiDAR-aided trajectory

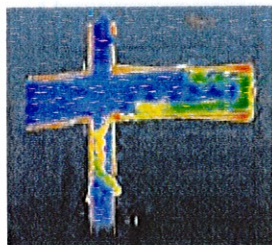


Table:  
Relative and absolute accuracy of 3D-reconstruction

Feature	Method	Point Number	RMSF	Normal Distance	Normal Distance
Plane	Data Reconstruction based on SLAM Trajectory	1,329,822	0.031	0.114	0.001
	Data Reconstruction after ICP-based Stationary Scans (Reference)	45,244	0.008		
	Data Reconstruction based on LiDAR-aided Trajectory	1,348,035	0.011		

图 2 LiDAR 室内测图相对精度与绝对精度分析结果

## 六、申请人承担的公共服务等其他工作

本人郑重承诺：对本表所填报内容的客观真实性负责。如有学术不端行为，本人自愿承担相应后果并接受学校处理；本人尊重、接受学校的评价方式及结果。

签名：张金  
2018年8月13日