

编号：R

市属高校产学研成果申请书

项目名称： 基于无人机的火场险情探测系统及关键技术研究

项目负责人： 卢颢

申报类别： ☐转化型成果 ☒培育型成果

申报单位： 武汉软件工程职业学院 （盖章）

合作单位： 武汉泰新译科技有限公司 （盖章）

申报日期： 2016-6-8

武汉市教育局制

编写说明

1.市属高校产学研成果申请书编写要求：

(1) 总体目标集中、明确、可考核，要充分考虑技术、经济等方面的可行性；

(2) 研究任务和内容重点突出，设置合理；

(3) 所选定的技术路线切实可行，关键点突出、创新点明确；

(4) 配套条件落实；

(5) 经费预算根据充分，支出合理，符合有关规定，配套经费落实；

(6) 相关证明文件等附件齐全。

2.提供的资料、数据必须真实准确，不得弄虚作假。

3.涉及到外文缩写要注明全称。

4.页面不敷可自行加页。

5.采用 A4 纸打印，装订整洁，一式 5 份。

6.申请书须加盖学校及合作单位公章方为有效。

项目基本信息

成果负责人	姓 名	卢颢	性别	男	出生年月	1973.10
	本科以来学历/学位经历(包括毕业时间、专业、学历、学位)	1996 年 6 月、机电一体化、大本、工学学士 2006 年 6 月、光学工程、硕士			职称	高工/副教授
					职务	教师
	主要科研经历及成果	1、职业教育 DSP 技术课程教学平台研发, 湖北省教育科学“十一五”规划 2010 年度立项课题(鄂教办函(2010) 28 号, 课题编号: 2010B325), 负责人。已结题。 2、基于无线传感器网络的移动智能小车探测系统设计, 鄂教科[2012]3 号, 课题编号: B20128804。已结题。 3、职业技能比赛对电子类专业领域课程的教学改革意义与实践研究, 省职教学会关于 2014 年度科学研究课题(编号 ZJGA201424), 课题主持人, 目前课题在申请结题。 4、获得《职业教育 DSP 技术课程教学实训箱》等实用新型专利三项。 5、公开发表独撰或第一作者论文 22 篇。				
	联系电话	13995671265	E-mail	zhangbx888@126.com		
起始时间	2016 年 10 月 1 日		终止时间	2019 年 3 月		
成果类型	☐ 1.应用基础研究 ☒ 2.应用开发 ☐ 3.产业化开发 ☐ 4.其他					
技术领域	☒ 1.信息技术 ☐ 2.生命健康 ☐ 3.智能制造 ☐ 4.其他(请注明)					
主要研究内容(100 字以内)	研制用于火场险情探测的四旋翼无人机系统, 采集火灾地点图像、音频和飞行、环境参数等信息, 通过无线网络传输到后台服务器, 服务器获取图像信息后通过烟雾识别辅助监测人员进行火灾判别。还可通过地面控制系统对现场投掷灭火包, 减少火灾造成的损失。类似专业级无人机产品是安防领域的高端技术, 其市场销售规模将会快速提升。					
主要考核目标及技术经济指标(100 字以内)	1、研制四旋翼无人机系统, 具备姿态控制(RC)、半自主手控(RPV)和程控三种飞行控制模式, 各模式可自由切换。具备非程控状态下遥控信号失联自动返航功能。额定载荷下悬停飞行时间 $\geq 20\text{min}$ 。 2、在无人机上搭载摄像头和无线网络模块, 通过网络传输图像、音频和飞行、环境参数(机头指向、飞行姿态、高度、距离、飞行速度、工作电流、消耗功率、电池电压和机内温度等)等信息; 测控距离: $\geq 5\text{km}$ (通视); 数据传输速率: $\geq 2\text{Mbps/s}$ (误码率 $\leq 1 \times 10^{-3}$)。 3、采用 C/S 体系结构, 在后台服务器获得图像后, 设计和实现烟雾识别算法对图像进行烟雾识别, 在电子地图上标记烟雾地点。					
预期主要成果形式	☐ 1.新工艺 ☒ 2.新产品 ☐ 3.新材料 ☐ 4.新技术 ☐ 5.研究(咨询)报告 ☐ 6.其他(请注明)					
预期取得专利	☐ 1.国外发明专利 ☒ 2.国内发明专利 ☒ 3.实用新型专利 ☐ 4.其他(请注明)					
其他需要说明事项	无					

主要研究人员

序号	姓名	年龄	学历	职 称	从事专业	工作单位	在项目中承担 任务及作用	本人签名
1	卢颢	43	大本	高工/副 教授	电子技术	武汉软件工程 职业学院	系统总体设计、无人机设 计及联调	
2	宋霞	36	大本	副教授	电子技术	武汉职业技术 学院	控制算法分析	
3	耿晶晶	34	研究生	讲师	通信技术	武汉软件工程 职业学院	通信模块设计	
4	刘新灵	35	研究生	讲师	通信技术	武汉软件工程 职业学院	通信协议及软件设计	
5	鲁彦玉	39	大本	高级工程 师	电子技术	武汉泰新译科 技有限公司	上位机系统及联调	
6	郭春雨	37	大本	工程师	电子技术	武汉泰新译科 技有限公司	设备安装及调试	
7	王伟	32	大本	工程师	电子技术	武汉泰新译科 技有限公司	图像识别算法设计	
8	周勇	33	大本	工程师	电子技术	武汉泰新译科 技有限公司	上位机监测软件设计	

（一）立项依据（意义和必要性，国内外现状和技术发展趋势，市场需求及竞争态势分析）

一、意义和必要性

随着国家经济的迅速发展，人员密集、结构复杂的高层建筑逐渐增多，一旦发生火灾，就会给消防工作带来极大的危机和困扰，也将会使人们的生命安全和财产受到巨大的损失。高层建筑火灾的性质和一般的建筑火灾不同，具有火势蔓延快、群众疏散困难、火灾扑救难度大等特点。但是，与高层建筑的发展相比，现有的消防应急救援装备能力严重失衡。2009年发生的央视新址火灾因火势蔓延快，消防装备达不到起火楼层的高度，造成了重大的经济损失。在“8·12”天津港事故发生中，公安部消防局第一时间调集8架无人机，对现场进行勘察，为后续救援提供了有利支持。无人机在消防救援领域中可以防患于未然，还可以及时获取现场信息，为后续人力工作提供信息支持，更可以投递灭火，控制火情。因此，针对目前的防火防灾情况，认真分析国内外相关技术的最新发展动向，填补我国消防应急救援装备技术的漏洞，迫在眉睫。

以高层建筑为例，当前限制高层建筑火灾扑救的因素主要集中在三个方面：(1)消防举高车辆的举高高度有限。国内装备的现有消防举高车最多只能达到50多米的高度，这相当于十几层楼高（虽然目前有少数地区装备的登高车辆达到了80米、100米的范围，但是在全国并未普及）。对高于其举高高度的楼层被困人员，消防人员无法进行营救，而且利用水枪或水炮外攻灭火的效果也会大大降低。(2)消防人员的登高能力有限。消防人员需身负至少20公斤的装备进行攀登，这样会消耗大量的体力，待到达起火层后，会由于体力透支，导致战斗力下降。(3)登高路径的选择有限。当消防电梯的电源关闭、举高车辆达不到起火层高度时，消防人员只能选择沿内部的疏散楼梯向上攀登。此时消防人员既会受疏散楼梯防烟性能的影响，又会与向下疏散的人群发生对冲，这样不仅影响了人群疏散的速度，也阻碍了消防人员攀爬的速度。高层建筑发生火灾，火灾蔓延途径很多，有些火势跳跃式蔓延，且容易造成立体火灾和建筑倒塌，可能使未及时疏散的人民群众发生伤亡。这就要求消防人员需在最短的时间内赶到火灾现场，并组织灭火。火灾的时间越短，造成的损失就会越少。

因此，快速有效的消防应急救援，是减少人员伤亡和经济损失的有效方法。无人机火场险情探测系统正是基于这一需求而产生，无人机不受高度限制，而且可以快速的到达现场。工作人员根据现场的情况，及时做出相应的反应。无人机火场险情探测系统主要应用于消防灭火、公路交通应急处理等领域。在人力无法及时到达的区域，无人机可以及时到达，采取有效措施。

二、国内外现状和技术发展趋势

还是以高层建筑为例，目前，在国内外高层建筑防灭火措施中，主要有消火栓灭火系统、建筑防火分区系统、火灾报警系统和自动喷水灭火系统，以及它们的组合。而无人机灭火系统作为新兴的灭火技术，正在逐渐地进入高层建筑灭火的领域。

1. 消火栓灭火系统。消火栓灭火系统是国内一种最基本的灭火设施，在我国消防体系中占据着主导地位，从数百米的超高层建筑到几米的底层建筑都设置着消防

栓。消防栓灭火需要两个基本因素：一是消防栓设备，二是消防栓使用人员。

2. 防火分区系统。防火分区系统采用耐火性能好的建筑构件或防火分隔物，将建筑物人为地划分为不同的局部空间，其作用为在一定时间内防止火灾向建筑物的其它部分蔓延。

3. 火灾自动报警系统。火灾自动报警系统由触发装置、报警装置和其它辅助装置组成的。它是为了早期发现火情，通报人们及时采取有效措施，以便控制和扑灭火灾而设置在建筑物中的一种自动报警系统。

4. 自动喷水灭火系统。自动喷水灭火系统是依靠闭式喷头或开式喷头喷水进行灭火。喷头同时具备火情探测和喷水的能力，建筑物内起火后，物品燃烧产生的热量使喷头中的热敏原件启动，并喷水进行灭火，同时向消防控制中心发出警报。自动喷水灭火系统实施灭火不需要外界的支持，仅依靠其系统本身。

5. 消防无人机灭火系统。无人机灭火系统是一种具有高空监控、火情探测、应急救援、空中实施救援引导等多功能综合应用消防系统。它的特点是起飞时间短，速度快，效率高，可垂直起降，能实现高空俯视和高空巡逻，完成人工所不能完成的任务。

从上面的五项建筑消防技术可以看出，防火分区系统只具备防止火灾蔓延的功能。火灾自动报警系统也仅具备报警功能，而没有防火功能。消防栓灭火系统虽具备灭火功能，但受人为因素影响较大。自动喷水灭火系统虽能够实现防火、灭火，但投资费用太大，而且在高层建筑中，给水系统也是需待解决的问题。

当无人机搭载热成像系统后，可以快速查找热源，做到早发现、早控制、早解决，也可以在灭火后进行二次燃点的寻找，避免重燃。在存放危险化学品的地区，随时可能发生突发事件，无人机可以实现科学勘察，减少人员伤亡。而且搭载灭火弹的无人机可以实施小规模灭火，尤其适合高层建筑物扑救。未来，随着载重能力的进一步提升，灭火无人机将可以搭载更多载荷，促进科学救援。消防无人机灭火系统的概念虽然已经提出，但是市场上尚未有正式产品推出。

三、市场需求及竞争态势分析

据业内人士透露，相关企业抓住无人机市场的爆发窗口推出安防领域的无人机，主要是民用无人机产品无法满足专业用户的业务需求。研发生产的无人机，将聚焦于安防行业，并作为立体安防的重要一环，与安防整体解决方案一起，可以与各行业平台软件无缝对接，深化可视化管理实战应用，并通过无人机与地面站的配合，可将图像及飞行数据实时传输到移动终端或中央管理平台。有业内人士表示，无人机在行业应该领域将是一大片未开发的蓝海，在农业植保、森林防火、河流污染检测、石油管道巡查、电力巡检、桥梁勘测、行政执法等领域均可大展身手。

对于未来的应用及市场前景，有专业人士表示，专业级无人机需求旺盛，专业级无人机针对单位销售的特性更适合当前的无人机市场，特别是在政策障碍较小而技术成熟度较高的警用无人机、农业植保无人机以及测绘无人机等领域。2014年中国民用无人机市场规模仅15亿元，受消费级和专业级无人机市场热度的推动，至2018年中国民用无人机产品销售市场规模将得到快速提升。

（二）基础条件（前期所取得的成果或技术、工艺情况，国内外在该技术领域的专利情况，现有技术基础和工作基础：包括相关领域的试验及示范基地建设情况，研究开发队伍和产学研结合等情况）

项目组成员都是高等院校电子类专业教师和企业研发部门工程师，在电子产品设计、研发、调试等方面取得过一定的成果，积累了丰富的经验，收集并掌握了大量的相关资料和信息，对电子和自动化控制技术非常熟悉和了解，曾开展过相应的课题研究。

项目负责人卢颢，电子技术系统设计高级工程师，曾在企业研发部门长期承担电子技术和嵌入式系统的开发工作，先后完成“ISDN协议转换接口卡”、“IC卡读卡器”、“自动售卡机”、“手持式IC卡读卡器”、“电动读卡器”等项目产品的开发。现从事电子技术和嵌入式系统设计方面的教学工作，教学成果显著，多次获得学生和同行的好评。指导学生参加大学生电子设计竞赛，获得湖北省一等奖等成绩。主编和参编教材多本，公开发表论文二十多篇。在电子电路设计、单片机应用、控制系统设计等方面具有非常丰富的开发和教学经验。

参加者宋霞，副教授，武汉职业技术学院教师，公开发表多篇教学研究的论文，有着丰富的科研经验和很强的能力。

参加者耿晶晶，讲师，武汉软件工程职业学院电子工程学院教研室主任及专任教师，华中科技大学在读硕士，长期从事专业教学和科研工作，具有丰富的理论、实践教学和科研经验。

参加者刘新灵，讲师，武汉软件工程职业学院电子工程学院教务科长及专任教师，曾公开发表数篇电子类论文，有着丰富的科研经验和能力。

参加者鲁彦玉，武汉泰新译科技有限公司高级工程师，自动控制系统设计高级工程师，先后完成“CMMB数字移动电视终端模块”、“硬币识别器高灵敏度涡流传感器”、“超宽输入电压开关电源”、“超低功耗ISDN电源”等多项产品的开发，对图像识别和自动控制技术有较深入的研究。

课题参加者郭春雨、王伟、周勇都是武汉泰新译科技有限公司工程师，长期在企业一线从事研发设计工作，有丰富的电子产品研制经验。

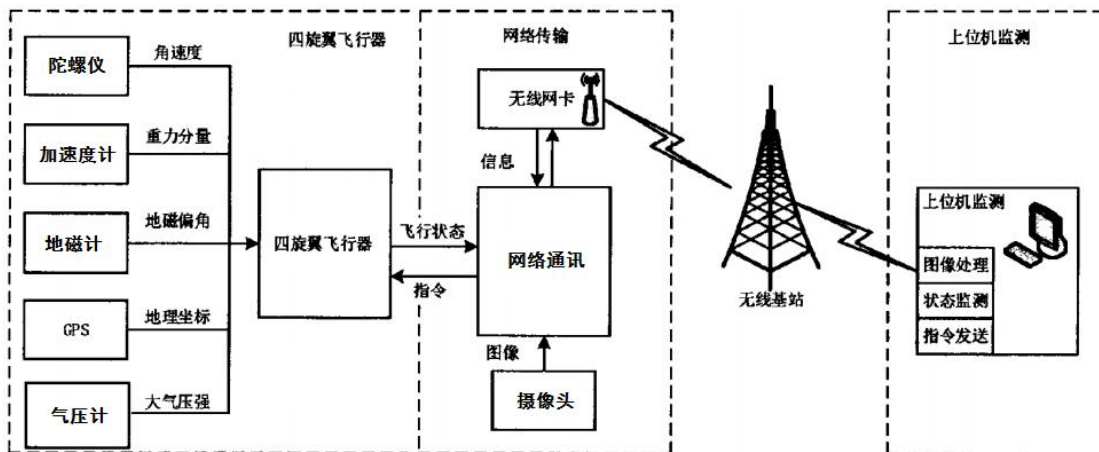
（三）研究目标及主要研究内容（研究目标、主要内容、关键问题、技术特点和创

新点)

一、研究目标

本课题主要工作是设计和制造一架可用于火场险情探测的四旋翼无人机系统，通过无人机携带拍摄设备来采集火灾地点上空的图像信息，无人机可以通过地面控制系统无线操控飞机，或者自主飞行，按照事先设定好的航点路线进行大范围监测。在事故现场，通过无人机上摄像机对现场进行实时监控，并通过实时音频通信对现场的情况做出及时有效的指挥。系统将采集到的图像和视频信息通过无线网络传输到后台服务器上，服务器获取图像信息后能够进行显示供工作人员查看并通过烟雾识别辅助监测人员进行火灾判别。另外，通过地面控制系统对现场投掷灭火包，以控制现场情况，使火灾造成的损失减少到最小，最大程度地保护现场人员安全。

下图为系统工作示意图：



二、主要内容

(1) 研制四旋翼无人机系统，具备姿态控制 (RC)、半自主手控 (RPV) 和程控三种飞行控制模式，各模式可自由切换。具备非程控状态下遥控信号失联自动返航功能。额定载荷下悬停飞行时间 $\geq 20\text{min}$;

(2) 在无人机上搭载摄像头和无线网络模块，通过网络传输图像、音频和飞行、环境参数 (机头指向、飞行姿态、高度、距离、飞行速度、工作电流、消耗功率、电池电压和机内温度等) 等信息; 测控距离: $\geq 5\text{km}$ (通视); 数据传输速率: $\geq 2\text{Mbps/s}$ (误码率 $\leq 1 \times 10^{-3}$);

(3) 采用 C / S 体系结构，在后台服务器获得图像后，设计和实现烟雾识别算法对图像进行烟雾识别，在电子地图上标记烟雾地点。

三、关键问题

(1) 由于无人机飞行速度快、机身抖动等因素，会使视频实时传输遇到很多问题。高清视频实时传输主要碰到以下几个问题：一是视频数据传输过程中的丢包问题。无人机飞行速度快，这就导致了空中飞行器系统与地面控制系统之间的网络通信处于不稳定的状况，就会出现丢包问题。虽然实时视频传输允许丢包，但是丢包率必须控制在一个极小的范围内。丢包使接收的视频数据不完整，造成接收的视频质量

下降，特别是 I 帧（关键帧）发生丢包时，会使图像连续出现花屏等现象，极大地影响视频的图像质量。二是视频传输的延时问题。无人机的快速飞行，导致摄像机采集的视频画面也在快速的变换，这就会使图像的编码效率下降，编码时间延长，加剧视频传输的延时。实时视频传输的延时有严格的限制，延时越小，就越能体现出实时性。传输网络不提供延时保证，并且数据的编码、发送、传输、解码以及显示过程都在加剧视频传输的延时问题。本课题会对上述问题进行研究，并提出解决方案。

（2）视频编码标准追求的目标是在尽可能低的码率或存储容量下获得尽可能好的图像质量。但是，越接近目标的编码器，其编码算法越复杂，也就是说性能优越的编码器是以牺牲编码时间为代价的。因此对于视频实时传输而言，如何降低视频数据传输前的编码时间对于提高视频传输的实时性有着重要意义。本课题对该问题也会进行研究、解决。

（3）无人机火场险情探测系统为了更全面提供各种信息，会运用音频技术、GIS 技术和网络通信技术，使系统具备更多的功能，同时也提高了系统软硬件设计的复杂性。

（4）为了降低人工观测监视器的工作强度并提高火情监测的效率，本课题在上位机检测系统中加入图像处理环节，即设计和实现烟雾识别算法对图像进行烟雾识别。当后台获得图像信息后进行火灾识别，系统识别出疑似火情时则提示监测人员再确认，采用系统加上人工的方式给火情监测做一个双保险，增加火情识别的可靠性。

四、技术特点和创新点

（1）采用软件流水的作业方式和多线程技术，设计多路高清视频的数据传输，保证传输图像的实时性、视频图像的高清性。

（2）在多路高清视频传输方案的基础上，需要设计视频延时检测功能。该功能对视频模块的每一个子功能都设置延时阈值，通过对每一帧（I 帧除外）的延时检测，能提高视频传输方案的适用性。

（3）系统的数据传输采用混合信号传输的模式，根据数据的特点对系统数据传输采用不同的传输方法。针对控制命令信号、GPS 数据和语音信号数据量小、可靠性高的特点，采用 TCP 协议传输；而对于实时性要求较高、数据量较大的视频数据，采用 UDP 协议进行传输。

（4）系统采用 C / S 的体系结构，功能模块之间相互独立，可以提高功能优化的可操作性，增加系统功能的可扩展性。

（5）系统采用适应飞行器工作状态的静态烟雾识别算法，主要基于颜色矩阵、RGB 和 HIS 等颜色模型进行烟雾特征识别，即通过图像中烟雾的颜色特征进行烟雾识别，同时在识别图像时将识别阈值降低，即宁可错判不能漏掉的原则，凡是疑似烟雾都进行标记，标记的图像经过人工进行再确认，从而增加识别的可靠性和安全性。

（四）研究路径与方法

研究方法：以理论分析、需求调研和系统开发相结合的方法进行研究。

1、调查法：通过座谈会、行业调研的形式掌握无人机系统和上位机控制系统的特点和技术发展趋势，调查技术各自的优势和不足，以及将其结合之后可能存在的风险和本课题的需求调查。

2、观察法：掌握相关无人机控制系统的理论分析和实践应用。利用科学观察方法，通过人的感官，有计划、有目的对在自然发生状态或人为发生的条件下的事物。科学观察总是为了解决一定的科学问题而进行的，有明确的任务、目的和观察对象，不仅要用眼睛看，有时还要借助于仪器进行观察，观察之后还要进行详细的、准确的记录。

3、实验法：试验方法是获取第一手科研资料的重要的和有力的手段。大量的、新的、精确的和系统的资料，往往是通过试验而获得的。试验方法是探索自然奥秘和发明新物品的必由之路。实验是检验真理的唯一标准。有许多科学理论和技术的正确与否都是通过实验的方法才能得到验证的。因此试验法在本课题研究工作中是非常重要的方法。

4、模拟法：模拟方法就是根据相似的理论，先设计和制作一个与自然事物、自然想象及其发展变化过程相似的模型，然后，通过对模型的试验和研究，间接地去试验和研究“原型”的性质和规律性。模拟方法与常规的实验方法相比较，一般说来，他不是对“原型”的各种因素影响的纯化和简化，而是尽量对“原型”的复杂因素进行全面的模拟和研究。所以，模拟方法可以很好的解决实际试验中难以实现的条件，有效的促使科研工作的进一步完成。

5、经验总结法：将课题研究内容、过程加以归纳，进行综述，撰写相关的阶段性小结，及时肯定研究成果，修订实验方案，撰写有关论文、案例等。

（五）预期成果（成果的形式，应用和产业化前景分析，可能取得的专利及知识产权分析）

主要阶段性成果	序号	研究阶段（起止时间）	阶段成果名称	成果形式	承担人
	1	准备阶段（2016年6月—2016年10月）	进行可行性论证, 申报课题	申报材料、总体方案	卢颢
	2	开题阶段（2016年11月—2017年2月）	制定课题研究实施方案	研究实施方案	卢颢、宋霞等
	3	实施研究阶段一（2017年3月—2017年9月）	无人机系统研究与设计	建立无人机系统平台	卢颢等
	4	实施研究阶段二（2017年10月—2018年1月）	无线通信模块处理电路设计与制作	论文、项目实施方案	耿晶晶等
	5	实施研究阶段三（2018年2月—2018年5月）	图像识别设计与制作	图像识别算法	鲁彦玉、王伟等
	6	实施研究阶段四（2018年6月—2018年10月）	系统试验平台整合及调试	控制系统总成联调	卢颢、鲁彦玉等
	7	总结整理阶段（2018年11月—2019年3月）	检查课题研究过程；整理、撰写研究结题报告；邀请专家结题鉴定。	系统设计总结论文、结题报告等	卢颢、宋霞等

(六) 进度安排			
开始时间	结束时间	工作内容及重点	总体进度
2016. 10	2017. 2	研究报告	20%
2017. 3	2018. 10	系统研究的各种资料及实施方案等	80%
2018. 11	2019. 3	样机及论文、专利、系统设计总结论文等	100%
(七) 经费预算			
申请经费	8 万元	校内配套经费	万元
合作方投入经费	2 万元	可能争取到的其他经费	万元
合计: 10 万元			
支出预算 (包括所有可得经费)			
支出项目	支出金额	支出理由	
学术交流及资料费	5000 元	购买资料, 会议费	
专用业务费	15000 元	交通差旅费, 人员工资	
材料及安装费	60000 元	制作系统的材料费, 系统安装费	
试验外协费	20000 元	第三方安装及测试费	
(八) 校内主管部门意见	(九) 合作单位意见	(十) 学校意见	
负责人签名:	负责人签名:	负责人签名:	
部门公章	部门公章	部门公章	
年 月 日	年 月 日	年 月 日	

（十一）有关附件：1、前期科研成果的说明材料；2、相关技术领域的专利检索、查新报告等材料；3、合作单位基本情况（包括单位规模、性质、主要产品、资产、营业额、盈利、研发等情况）4.校企合作协议（合同）

1、前期科研成果的说明材料

已结题两个课题说明材料，见附页。

2、相关技术领域的专利检索、查新报告等材料

已授权三个实用新型专利证书，见附件。

3、合作单位基本情况

■ 武汉泰新译科技有限公司是一家秉承技术创新、服务创新理念，实现跨领域、跨行业服务的科技型技术公司。

■ 公司于 2015 年 2 月在“武汉·中国光谷”注册成立，注册资本 200 万，目前在上海、南京等地设有办事处。

■ 公司专注于电子产品及自动化控制系统的设计与集成；物联网工程的设计与技术服务；软件信息系统的开发及技术服务。有研发设计人员 10 人。

■ 公司专注于绿色环保、智能技术、节能减排整体解决方案的研究与推广。

■ 公司倡导“科学、专注、诚实、敬业”的工作态度。

■ “尊重客户、竭诚服务”是公司一贯的追求。

4、校企合作协议（合同）

无

附件 2

2016 年市属高校产学研成果汇总表

单位： （盖章）

编号	成果名称	负责人	学科类别	成果类别	完成时间	申请经费（元）
1	基于无人机的火场险情探测系统及关键技术研究	卢贶	信息技术	新产品、研究报告、专利	2019 年 3 月	8 万元

备注：“完成时间”一栏按照“201×年××月”的格式填写。