

编号：R

# 市属高校产学研成果申请书

项目名称：基于智能手持终端的高压电缆状态检修及评价系统设计

项目负责人：李晓莉

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：武汉金琅电气有限公司（盖章）

申报日期：2016年6月7日

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	李晓莉	性别	女	出生年月	1981 年 11 月
	本科以来学历/学位经历(包括毕业时间、专业、学历、学位)	2004.07 中国地质大学(武汉) 自动化专业 本科学士			职称	讲师
		2007.06 中国地质大学(武汉) 通信与信息系统专业 硕士研究生			职务	
	主要科研经历及成果	1、参与课题 7 项，其中“基于信号指纹的无线网络身份识别研究”为省科技厅科技计划项目 2013 年湖北省自然科学基金项目。 2、公开发表论文多篇。 3、获 1 项实用新型专利。				
联系电话	15072465161		E-mail	37031484@qq.com		
起始时间	2016 年 10 月 1 日		终止时间	2018 年 12 月		
成果类型	<input type="checkbox"/> 1.应用基础研究 <input checked="" type="checkbox"/> 2.应用开发 <input type="checkbox"/> 3.产业化开发 <input type="checkbox"/> 4.其他					
技术领域	<input checked="" type="checkbox"/> 1.信息技术 <input type="checkbox"/> 2.生命健康 <input type="checkbox"/> 3.智能制造 <input type="checkbox"/> 4.其他(请注明)					
主要研究内容(100字以内)	1. 研究电缆线路状态检修导则和状态评价导则，开发一套适用于智能手持终端的电缆状态检修及评价系统。系统对检修工作提供指导，并对检修结果进行自动或人工记录，根据评价标准对电缆状态进行评价。 2. 研究电缆带电检测装置。					
主要考核目标及技术经济指标(100字以内)	1. 基于智能手持终端的电缆状态检修及评价系统包括：电缆线路基础信息模块（包括电缆的原始资料、台账等基础信息）；电缆线路状态检修模块（包括检修计划、检修工作指导依据、人员管理、检修数据管理等内容）；电缆线路状态评价模块（按照评价导则标准对检修状态量进行评价，自动生成评价报告）。 2. 电缆带电检测装置以高性能的微处理器平台及 16 位 ADC 实现，同时测量 3 相主缆电流、4 路外护层接地电流和 3 路温度，并实现基于蓝牙的无线数据传输，以将测试数据自动上传至系统；					
预期主要成果形式	<input type="checkbox"/> 1.新工艺 <input checked="" type="checkbox"/> 2.新产品 <input type="checkbox"/> 3.新材料 <input type="checkbox"/> 4.新技术 <input checked="" type="checkbox"/> 5.研究(咨询)报告 <input type="checkbox"/> 6.其他(请注明)					
预期取得专利	<input type="checkbox"/> 1.国外发明专利 <input type="checkbox"/> 2.国内发明专利 <input checked="" type="checkbox"/> 3.实用新型专利 <input checked="" type="checkbox"/> 4.其他(实物)					
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	张家华	40	本科	工程师	电力电子	武汉金琅电气有限公司	项目的规划,实施;硬件电路设计;软件程序设计	
2	董英英	36	本科	副教授	电气自动化	武汉软件工程职业学院	参与制定课题研究方案、实施步骤等	
3	江中华	43	研究生	副教授	电气自动化	武汉软件工程职业学院	搜索相关的参考文献,软件程序设计	
4	陈 敏	33	研究生	讲师	电气自动化	武汉软件工程职业学院	搜索相关的参考文献,软件程序设计	
5	黎杨梅	32	研究生	讲师	电子信息工程	武汉软件工程职业学院	搜索相关的参考文献,撰写总结报告等	
6	李云平	35	研究生	讲师	机电一体化	武汉软件工程职业学院	搜索相关的参考文献,撰写总结报告等	
7	李汉成	37	研究生	讲师	电气自动化	武汉软件工程职业学院	搜索相关的参考文献,软件程序设计	

## (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）

### 1、项目的意义和必要性

电力电缆是电网的重要组成部分，其安全运行是电网安全的重要保障。全面实施电网设备状态检修是国家电网公司生产管理方式的重大变革，是精益化生产的核 心内容，针对电力电缆，制订了相关电力线路状态检修导则、电力线路状态评价导则等技术标准。然而电缆线路的状态检修和评价内容众多，有必要提供一种方便、全面、准确、有效的手段，以减轻检修维护人员的负担并提高工作效率，保障电缆状态检修工作的规范、扎实、有效的开展。

目前智能手持终端如智能手机、智能平板的发展迅速，将其有效的利用到状态检修工作中可极大的提高工作效率，且使工作规范可控。本项目拟基于智能手持终端开发一套系统，将电缆线路的状态检修项目、评价标准、工作规范等内容集成，一方面智能手持终端对工作人员的检修工作提供实时的指导，另一方面将检修工作的结果自动传输或人工填写入智能终端，并可自动或人工辅助对电缆状态进行评价。

### 2、国内外现状及技术发展趋势

目前，在欧美国家，已经有 50%以上的电力设备，包括电缆等，通过自动化状态检修技术进行运行维护。通过监测设备信息，制定预知性检修计划，有效提升了检修效率，减少故障，并且降低成本达 70%。

在国内的电力电缆状态检修中，状态监测设备硬件部分比较成熟。诸如红外热成像仪、在线局部放电监测系统等设备，在国内已经大量应用了先进的进口设备，与国外技术差距逐年缩小。但由于在线监测一方面监测的状态量有限，有很多状态量需要人工巡检，另一方面由于资金局限、投入回报比不高等原因，在线监测无法实现全面的覆盖，目前状态检修是以人工巡检、带电检测为主，在线监测为辅。

此外，在数据处理和用户交互性方面，目前的检修系统存在着几点不足，如设备试验数据种类较少、专家知识库的模型训练方法较单一，且难于扩展，导致电力设备状态检修存在较大局限性；另外，缺少用户管理功能，不同用户之间难以共享试验数据；其次，界面操作繁杂，很少注重用户体验。国内厂家也有生产过基于便携式手持终端的电缆故障检测仪器，但该仪器存在成本较高，未能结合评价导则，接口复杂等缺陷，不利于推广应用。电缆的评价状态量中，电缆外护层接地电流和温度测量是很重要的参数，而目前并没有一种专用的带电测试设备，都是采用钳形电流表、点温仪等逐点一个个测量，测试过程繁琐，工作效率不高。

### 3、市场需求及竞争态势分析

综合国内外电缆状态检修的现状，本项目拟基于智能手持终端开发一套系统，将电缆线路的状态检修项目、评价标准、工作规范等内容集成，一方面智能手持终端对工作人员的检修工作提供实时的指导，另一方面将检修工作的结果自动传输或人工填写入智能终端，并可自动或人工辅助对电缆状态进行评价。由于电缆护层接地电流及温度测量对电缆状态评价占有较大的比重，本项目同时也开发一套电缆带电检测装置，用于同时测量 3 相主缆电流、4 路外护层接地电流、3 路温度，测量结果可自动传输至智能终端。该项目具有良好的应用前景。

(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）

### 1、已取得的相关研究成果

研究员已取得的相关研究成果如下：

课题：“多轴自动张力控制器”，校企合作社会服务项目，已经完成。“双切刀自动制袋系统研制”校企合作社会服务项目，已经完成。

论文：公开发表“仪表信号受变频干扰的处理”、“基于 VisualC++6.0 通信信号频谱监测仿真系统的设计与实现”等多篇论文。

专利：

“基于 80c196kc 张力制动控制系统”、“基于 DOS 自动制袋监控系统”、“一种电气水位控制系统”。

前期工作参阅的参考文献：

戴亮等，电力线路智能巡检系统研究，中国科技信息。

向永康等，基于多功能智能终端的配电网仿真平台，智能电网。

沈飞飞；吕培强，配网状态巡检手持智能终端的实践与探索，江苏电机工程。

印毅；闫广超；郭英；张志，基于 RFID 的智能电子检锁监控系统设计与实现，RFID 射频识别。

赵建军，基于计数、传输模块的电力自动化抄表系统，电力自动化设备。

### 2、该技术领域的专利情况

电力系统智能巡检及评价系统方面已有一些发明专利，例如：电力系统巡检通信设备，无线传输的输电线路巡检管理，配电网自动化终端实现巡检和维护的方法及系统，电力系统运行状态的巡检机器人等。对于基于智能手持终端的高压电缆状态检修及评价系统的相关专利还比较少。

### 3、现有技术基础和工作基础

本项目与武汉金琅电气有限公司共同研发。该公司是武汉软件工程职业学院电子工程学院的产学研合作基地，武汉金琅电气有限公司是由企业家与科技人员共同创建，集科研、生产、销售及服务于一体的新型高科技企业。公司紧跟电力系统前沿学科的发展趋势，自主研发了新一代的智能型全数字式在线监测系统，需要将高压电缆电路系统的巡检与智能手持终端结合起来，完成电缆的在线检测。因此依托该公司提供的实验平台，可以有效支持项目开发。

研究开发队伍由高校教师与企业工程师组成，在课题项目相关的领域方面积累了丰富的经验，收集并掌握了大量的相关资料和信息，并取得了一定的成果。

在校企合作产学研结合中，课题研发队伍的教师前期参与了武汉金琅电气有限公司的新一代的智能型全数字式在线监测系统，熟悉该公司的技术要求和研发平台，因此可以预期取得较好的研究效果。

### （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）

#### 1、研究目标

国家电网公司针对电缆线路状态检修分别发布了《Q/GDW455—2010 电缆线路状态检修导则》、《Q/GDW456—2010 电缆线路状态评价导则》，本项目以导则为理论基础，对电缆线路状态检修和评价系统进行研究。

由于标准涉及的状态量较多，将状态检修辅助决策过程信息化，以减少人工工作量，也是国家电网公司对状态检修工作的进一步要求。本项目就是以智能手持终端技术、计算机技术、网络通信技术对状态检修过程进行信息化，以对状态检修工作提供有效的辅助手段，符合国家电网公司的要求。

#### 2、主要内容

本课题项目研究的主要内容为：

（1）研究电缆线路状态检修导则和状态评价导则，开发基于智能手持终端的电缆检修与评价系统。系统对检修工作提供指导，使检修试验内容和方法有据可依，并对检修试验结果及数据进行自动或人工记录，根据评价标准对电缆状态进行评价。

系统包含如下内容：

电缆线路基础信息模块：包括电缆的原始资料、台账等基础信息；

电缆线路状态检修模块：包括检修计划、检修工作指导依据、人员管理、检修数据管理等内容；

电缆线路状态评价模块：按照评价导则标准对检修状态量进行评价，自动生成评价报告。

#### （2）电缆外护层接地电流及温度带电检测装置开发

开发一套电缆带电检测装置，用于同时测量 3 相主缆电流、4 路外护层接地电流、3 路温度，测量结果可自动传输至电缆线路检修与评价系统。

#### 3、关键问题

（1）本项目对电缆线路状态检修及评价的信息化系统研究的内容繁多，工作量较大；

（2）电缆带电检测装置中如何实现同时测量 3 相主缆电流、4 路外护层接地电流、3 路温度，并将测量结果通过蓝牙自动传输至智能终端。

#### 4、技术特点及创新点

本课题项目的特点与创新之处主要体现在以下几个方面：

(1) 技术特点：该课题研究的技术特点是以智能手持终端技术、计算机技术、网络通信技术等对状态检修过程进行信息化，以对状态检修工作提供有效的辅助手段，符合国家电网公司的要求。

(2) 创新点：随着移动互联网的发展，一方面通信网络如 3G/4G 都逐步完善，使用成本也越来越低；另一方面各类智能终端如智能手机、平板电脑的功能也越来越强大。本课题项目的创新点就是基于智能手持终端及相关技术将电力系统的信息集成化，从而为状态检修提供辅助手段。

#### (四) 研究路径与方法

##### 1、项目研究路径

本项目按如下步骤实施：

(1) 电缆状态检修与评价导则标准研究：对导则和标准的内容进行研究整理、分类，以适应信息化的需求；

(2) 电缆状态检修与评价系统的开发：根据标准和导则，基于智能手持终端实现系统开发。系统以安卓平台开发，实现系统的各功能模块；

(3) 电缆外护层接地电流及温度带电检测装置开发：装置以高性能的微处理器平台及 16 位 ADC 实现，并实现基于蓝牙的无线数据传输，以将测试数据自动上传至系统；

(4) 系统实施：根据实际的电缆线路录入基础数据及前期状态量数据，实际使用验证系统功能并完善；

(5) 对本项目进行总结，提交相关文档，完成项目结题。

##### 2、项目研究方法

(1) 项目预研法。调查了解企业实际工艺要求，查阅相关技术文献，合理分析与综合，设计初步解决方案。

(2) 现场调研法。现场观察和了解公司控制系统实际运行情况，确认干扰源和问题源头，修订设计方案。

(3) 电路设计与调试法。设计压频转换电路，调试电路保证转换线性。信号输出差分电路设计与调试。CPLD 计数程序编写与调试。

(4) 现场调试法。在现场进行系统联调。

(5) 经验总结法。将课题项目研究内容、过程加以归纳，进行综合资料整理，撰写相关的阶段性小结，及时肯定研究成果，修订研究方案，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）

### 1、项目成果形式

本项目主要解决企业实际问题。项目成果形式有：

- (1) 基于智能手持终端的电缆状态检修及评价系统软硬件一套；
- (2) 电缆外护层接地电流及温度带电检测装置实物一套；
- (3) 项目开发报告。

### 2、应用和产业化前景分析

本项目通过自动化状态检修技术对电力系统进行运行维护。通过监测设备信息，制定预知性检修计划，有效提升了检修效率，减少故障，并且降低成本达 50%以上。在数据处理和用户交互性方面更加注重用户体验，将带来较好的产业化前景。

### 3、可能取得的专利及知识产权分析

高压电缆状态检修及评价研究方面已有一些发明专利，如果将智能手持终端与高压电缆状态检修及评价研究较好地结合起来，则有可能在此方面取得专利的成果。

(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	2016. 12	项目研究方案指定, 查找相关文献资料;	10%
2017. 1	2017. 6	实际工艺调研, 进行硬件电路设计;	40%
2017. 7	2018. 6	基于智能手持终端的电缆检修与评价系统的软件程序设计;	80%
2018. 7	2018. 12	生产现场调试, 整理资料, 项目总结。	100%
(七) 经费预算			
申请经费	3.5 万元	校内配套经费	3.5 万元
合作方投入经费	万元	可能争取到的其他经费	万元
合计:	7 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	
耗材费	2.5 万	硬件电路设计耗材	
数据分析调试费	1.5 万	软件程序设计及现场调试	
调研费	2 万	企业及差旅费	
小型会议费	0.5 万	课题成员集中开会及课题结题会议	
资料费及印刷费	0.5 万	资料邮寄费、通讯费、打印费	
(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: 部门公章  年 月 日	负责人签名: 部门公章  年 月 日	负责人签名: 部门公章  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）

附件 1、前期科研成果的说明材料

(1) 课题：“多轴自动张力控制器”，校企合作社会服务项目，已经完成。“双切刀自动制袋系统研制” 校企合作社会服务项目，已经完成。

(2) 论文：公开发表 “仪表信号受变频干扰的处理”、“基于 VisualC++6.0 通信信号频谱监测仿真系统的设计与实现” 等多篇论文。

(3) 专利：申请获批三个相关专利“基于 80c196kc 张力制动控制系统”、“基于 DOS 自动制袋监控系统”、“一种电气水位控制系统”。

附件 2、项目相关技术领域的专利检索、查新报告等材料

(1) 参考文献

戴亮等，电力线路智能巡检系统研究，中国科技信息。

向永康等，基于多功能智能终端的配电网仿真平台，智能电网。

沈飞飞；吕培强，配网状态巡检手持智能终端的实践与探索，江苏电机工程。

印毅；闫广超；郭英；张志，基于 RFID 的智能电子检锁监控系统设计与实现，RFID 射频识别。

赵建军，基于计数、传输模块的电力自动化抄表系统，电力自动化设备。

(2) 专利：

1. 一种电力系统巡检通信设备，

本发明公开了一种电力系统巡检通信设备，所述电力系统巡检通信设备中具有调制解调器，远程计算机可以通过外置的调制解调器和电话线拨号链接智能设备中的调制解调器，从而与所述通信设备进行数据交互；所述通信设备通过红外通讯设备与电力巡检手持设备建立数据连接，从而远程计算机和所述手持设备能够通过所述电力系统巡检通信设备，采用电话拨号连接方式和红外通信方式实现实时的数据交互，解决了电力系统巡检手持设备无法与技术部门实时通信和手持设备故障解决时间长及故障现象遗失的问题。

专利类型：发明专利

专利申请日：2012.11.1

公开(公告)日：2013.03.13

申请(专利权)人：余姚市供电局, 国家电网公司

申请人：余姚市供电局, 国家电网公司

专利号：CN201210431869.2

公开(公告)号：CN102968894A

分类号：G08C19/00, G, G08, G08C, G08C19

发明(设计)人：叶技, 洪鸣, 陶姚华, 任恒杰, 劳迪民, 黄永钦

2. 基于时空不变特征抽取与电力系统运行状态的巡检机器人，

基于时空不变特征抽取与电力系统运行状态的巡检机器人，其组成包括：摄像头、内嵌到 DSP 模块中的控制和识别模块、监控器和声光报警仪、机器人本体；其特征是：巡检机器人利用自身携带的视觉信息与距离传感器信息提取多维时空不变特

征（由时间改变引起的环境照度变化、环境局部改变等）与空不变特征（由观测位置引起的尺度变化、仿射变化、局部遮挡等），并进行多源融合以解决复杂室内环境的场景描述问题；巡检机器人获取视野中的监视器图像，抽取局部彩色特征与特征库中的场景匹配实现对电力系统运行状态的认知。

专利类型：发明专利

专利申请日：2015. 1. 6

公开(公告)日：2015-09-23

申请(专利权)人：哈尔滨理工大学

申请人：哈尔滨理工大学

专利号：CN201510003901. 0

公开(公告)号：CN104935874A

分类号：

H04N7/18, H04N7/00, G06K9/00, G06K9/62, G06K9/00, H, G, H04, G06, H04N, G06K, H04N7, G06K9, H04N7/18, H04N7/00, G06K9/00, G06K9/62, G06K9/00

发明(设计)人：王燕清, 石朝侠, 王一璞

### 3. 一种基于 GPRS 无线传输的输电线路巡检管理系统，

一种基于 GPRS 无线传输的输电线路巡检管理系统，包括巡检仪，所述巡检仪依次通过 GPRS 通信网络与电力系统局域网络连接服务器，所述服务器通过电力系统局域网络连接客户端，所述巡检仪包括壳体，所述壳体上设有天线、电源指示灯、GPS 指示灯、GPRS 指示灯以及开关发送按钮，所述壳体内部设有单片机、单片机外围电路、GPS 模块与 GPRS 通信模块，所述单片机连接 GPS 模块与 GPRS 串口通信模块，所述单片机外围电路包括电源供电电路、发送接收指示电路、晶振电路以及下载电路。它大大降低了巡检仪的成本同时保证了数据的实时传递，提高了工作效率。

专利类型：实用新型

专利申请日：2015. 06. 10

公开(公告)日：2015. 11. 25

申请(专利权)人：国网山东济南市历城区供电公司, 国家电网公司

申请人：国网山东济南市历城区供电公司, 国家电网公司

专利号：CN201520395570. 5

公开(公告)号：CN204809986U

分类号：

H02J13/00, G08C17/02, G08C17/00, H04L29/08, H04L29/00, H, G, H02, G08, H04, H02J, G08C, H04L, H02J13, G08C17, H04L29, H02J13/00, G08C17/02, G08C17/00, H04L29/08, H04L29/00

发明(设计)人：徐大伟, 张洪峰, 赵建伟, 程煜萌, 刘安迪, 肖凡, 王锋, 商建鑫

### 4. 一种配电网自动化终端实现巡检和维护的方法及系统，

本发明公开一种配电网自动化终端实现巡检和维护的方法及系统，至少一个配电网自动化终端与手持设备通过无线蓝牙连接，其中，手持设备包括一检维模块，该方法为：接收用户开启所述手持设备的命令；检维模块与配电网自动化终端通过无线蓝牙自动建立通讯连接；检维模块通过无线蓝牙执行通讯指令；检维模块读取

配电网自动化终端的 ID 号；配电网自动化终端根据检维模块的蓝牙配对码进行唯一性判断，以识别用户权限；通过检维模块监测配电网自动化终端的运行状态，并根据运行状态进行评估。手持设备通过检维模块与配电网自动化终端进行无线蓝牙通信，在通信中采用蓝牙配对码进行保护，防止非电力系统巡检人员接入手持设备而破坏电力设备的正常运行。

专利类型：发明专利

专利申请日：2011 年 7 月 4 日

申请(专利权)人：航天科工深圳(集团)有限公司

申请人：航天科工深圳(集团)有限公司

专利号：CN201110184513.9

分类号：H02B3/00, H, H02, H02B, H02B3

发明(设计)人：周启华

公开(公告)日：2012 年 1 月 18 日

公开(公告)号：CN102324707A

#### 附件 3、合作单位基本情况

武汉金琅电气有限公司是由企业家与科技人员共同创建，集科研、生产、销售及服务于一体的新型高科技企业。公司不断的致力于专业电力设备的新技术、新产品的研发和生产，并通过了 ISO9001 质量管理体系认证。

公司紧跟电力系统前沿学科的发展趋势，依靠自身雄厚的自主研发能力，并与武汉大学、华中科技大学和株洲变流技术国家工程研究中心有限公司紧密合作，对核心产品进行不断创新和完善，力求为客户提供满意的高科技产品。

公司自主研发了新一代的智能型全数字式在线监测系统，设计、开发了新型 10KV 柱上智能开关产品、无线多方通话系统、光交箱监控闭锁系统，并与株洲变流技术国家工程研究中心有限公司联合制造并开发推广整套高压输电线路融冰解决方案等。

#### 附件 4、校企合作协议（合同）

附件1、前期科研成果的说明材料



中华人民共和国国家版权局  
计算机软件著作权登记证书

证书号：软著登字第0590647号

软件名称：基于DOS 6.0的自动制袋机管理系统  
[简称：自动制袋管理系统]  
V3.0

著作人：张宇；江中华；郭俐

开发完成日期：2006年06月10日

首次发表日期：2006年06月10日

权利取得方式：原始取得

权利范围：全部权利

登记号：2013SR084885

根据《计算机软件保护条例》和《计算机软件著作权登记办法》的规定，经中国版权保护中心审核，对以上事项予以登记。



No. 00263252

副本



证书号 第4928313号



## 实用新型专利证书

实用新型名称：一种电气水位控制系统

发 明 人：李晓莉

专 利 号：ZL 2015 2 0716474.6

专利申请日：2015年09月09日

专 利 权 人：李晓莉

授权公告日：2016年01月06日

本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查、决定授予专利权。颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年09月09日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况、专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。

专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。

局长  
申长雨

申长雨



第1页(共4页)

新电子 新测试 提供产品解决方案

中国统计源期刊  
中国学术期刊数据库收录期刊

# 电子测试

TEST169.COM

2015  
11月

总 333 期

www.test169.com

邮发代号：82-870

统一刊号：ISSN 1000-8519 | CN 11-3927/TN

基于远程监测的智能光伏汇流装置的设计  
码分多址通信系统中的混沌理论应用若干问题分析探讨



## 仪表信号受变频干扰的处理

李晓莉

(武汉软件工程职业学院, 430205)

**摘要:**本文采用系统分析法进行信号干扰的原因查找和分析,在确定仪表信号受到变频干扰后,根据干扰的原理,采用远离干扰源和加强屏蔽的抗干扰方法,最终干扰被消除,生产得于正常运行。

**关键词:**干扰;变频器;仪表信号;屏蔽;电磁感应

### Processing of frequency conversion interference of instrument signal

Li Xiaoli

(Wuhan software engineering, Career Academy, 430205)

**Abstract:** In this paper, the system analysis method is used to find and analyze the cause of signal interference. After the determination of the instrument signal is interfered by the frequency converter, according to the principle of interference, the interference method, which is far from the interference source and strengthen the shielding method, is eliminated.

**Keywords:** interference; frequency converter; instrument signal; shielding; electromagnetic induction

信号干扰无处不在,在自动化行业,如果发生材料选购有误、安装方式不符合规范、电磁干扰强烈的环境条件等现象,仪表信号都容易出现受到干扰的情况。干扰影响有大有小,有的可以忽略不计,但有的可以影响到生产的关停。因此,干扰不容忽视。

下面以装置仪表信号发生变频干扰为例,分析变频干扰产生的原因和处理。

#### 1 现象描述

**背景:**本装置是自动化采气装置,由集散控制系统和现场仪表组成,能够监测过程仪表状态和控制各种执行仪表,为了做好

节能减排的工作,决定进行工程改造,对外输泵增加变频器,减少外输泵频繁启动的次数,并且节省电量。在安装好变频器后进行变频器启动运行的调试,在中控启动变频器的瞬间,中控操作站画面出现 TI-1021, TI-1020, TI-1022, TI-1018, TI-1019, TI-1039, TI-1040, TI-1041, TI-1042, TI-1043, TI-1044, TI-1045, PI-1092B 等一连串过程控制系统系统的低报警,如图 1、图 2 所示。

#### 2 原因分析

根据调查历史趋势发现,这些信号无一例外都是发生在

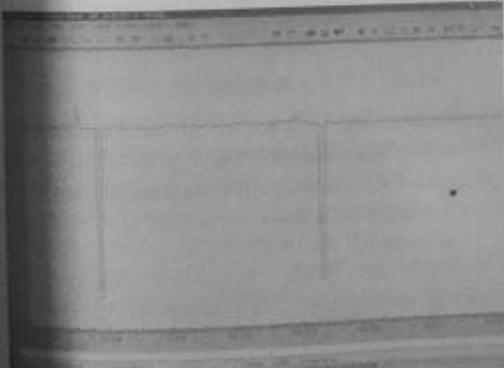


图 1 出现低报警的温度变送器 CEP-TI-1018

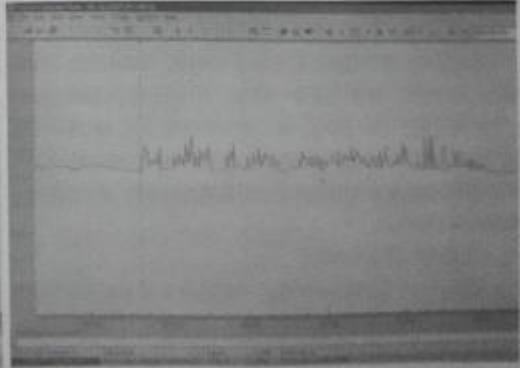


图 2 出现干扰的压力变送器 CEP-PI-1003

## 理论与算法

4:52:38PM,说明这是一个群体性的信号波动。如果是单个信号的波动可能是由接线端子松动所引起,由于这是群体性的现象,原因只能是受到信号的干扰。信号干扰必须有干扰源、传播路径、敏感器件。

首先,从敏感器件出发,由于敏感器件是各个变送器,分布于各个区域,而且区域相对分散,故排除受到群体干扰的可能;从集散控制系统出发,由于这些信号属于不同的卡件,而且同一卡件上的信号只有一部分受到影响,所以排除系统受到影响的可能;因此,只能是信号电缆受到了影响。信号电缆受到影响有两种可能,一种是通过现场仪表电源单独供电或者共用电源供电的供电电源窜入的干扰,另外一种是信号电缆受到电磁干扰而产生的影响。经过查看历史曲线图,发现受到影响的都是同一个电缆槽里面的信号电缆。因此,确定是第二种,信号电缆受到了电磁干扰。查找这些电缆经过的电缆槽,发现有一段6米长的信号电缆平行于动力电缆。

其次,从干扰源出发,由于这事是在工程改造增加变频器以后发生的,以前从来没有发生过。查找变频器动力电缆的走向,发现这个变频器的动力电缆刚好是与这些受干扰的信号电缆平行的动力电缆槽里面。并且,只要变频器启动瞬间,信号干扰同时发生,在变频器安装以前从来没有发生过仪表信号受到干扰的情况。因此,这些信号是受到变频干扰的。

### 3 处理方法

根据干扰的工作原理,可以采用多种抗干扰措施进行处理:动力电缆更换为双层屏蔽电缆,过程控制系统电缆更换为双重屏蔽电缆,动力电缆和信号电缆布线距离达到要求,在信号电缆外设置屏蔽层(如钢管、钢丝带、屏蔽盖等),接地方式的改进等。在本装置中,动力电缆和信号电缆的更换将会影响到生产,因此不采用电缆更换的方法。经过综合考虑,最终确定综合采取以下三个措施:

#### (1) 将动力电缆和信号电缆布线远离。

根据规范,应尽量避免信号线与电平输送线平行敷设,若不可避免时,两者之间必须保持一定的距离(摘自《海洋石油工程设计指南第3册》——第四篇 海上油气田电气、仪控、通信系统设计中的第483页)。此方法将动力电缆向远离信号电缆的方向的移动,同时将信号电缆向远离动力电缆的方向移动,减少动力电缆磁场强度的影响。

#### (2) 信号电缆外层加屏蔽。

采用2mm厚度的不锈钢板作为屏蔽层,将屏蔽层包裹在信号电缆槽的外面,有电缆槽支架支撑。

#### (3) 改地汇流排的改正。

在检查中发现,过程控制系统系统和火气系统、紧急关断系统

都同时处于同一个电缆槽,但是电缆槽内只有过程控制系统的信号电缆受到影响,其他两个系统的信号都没有受到影响。因此从检查直接地方式的过程中发现这两个系统的接地方式是不同的。

过程控制系统系统接地方式是将信号屏蔽接地线和电源接地线接到同一个接地汇流排上(并且接地螺丝松动),而火气系统、紧急关断系统的接地方式是将信号接地线和电源接地线分别接到各自的汇流排,然后再汇总到总的接地汇流排进行接地。

而实际上,避免电源及信号共用回流路径,如果共用的话,有可能会导致电源地上大的电流会在信号地上产生一个电压差,可以解释为,导线是有阻抗的,只是很小的阻值,但如果所流过的电流较大时,也会在此导线上产生电位差,这也叫共阻抗干扰,使信号地的真实电位高于0V。如果信号地的电位较大时,有可能会使信号本来是高电平的,但却误判为低电平。这也就成为过程控制系统系统的信号受到干扰,而紧急关断系统、火气系统的信号没有受到干扰的原因之一。

因此,将进行一些小改动,将信号屏蔽地接到专用的信号屏蔽接地汇流排,将电源地接到电源专用的电源接地汇流排,然后再接到总的汇流排,并且保证总的汇流排的接地线电阻小于等于4欧姆,并且接地良好(紧固接地螺丝)。

### 5 结束语

综上所述,在自动化行业,干扰源无处不在,需要在设计时候参照相关仪表信号安装规范,做出防信号干扰的措施,并且在仪表信号安装过程严格按照规范和设计资料执行,否则就容易出现仪表信号受到干扰的情况。在环境变化(如工程改造增加变频器后),信号干扰源变强,导致安装的条件不能满足现在的需要,因此,在工程改造增加变频器的设计阶段,要考虑到干扰增强对仪表信号干扰的因素,防止出现由于变频干扰而影响生产甚至关停的尴尬局面。本文根据信号干扰情况,采用了系统分析法进行原因查找和分析,并最终通过远离干扰源和加强屏蔽层的措施等解决了变频干扰的问题,生产得以正常运行。

### 参考文献

- [1]《海洋石油工程设计指南第7册》《海洋石油工程设计指南》编委会,北京:石油工业出版社,2008.1
- [2]《仪表工手册》乐嘉谦主编,化学工业出版社,2004.01
- [3]解决变频设备与仪表转速信号干扰问题的探讨,中国仪表仪表,2008(11)

### 作者简介

李晓莉,女,1981年11月出生,中国地质大学(武汉)硕士研究生毕业,武汉软件工程职业学院专任教师,研究方向为电气自动化、计算机控制、高职教育研究。

电子测试

# V 电视技术

video Engineering

国家期刊奖百种重点期刊 中文核心期刊 中国科技论文统计源期刊 电子精品科技期刊

ISSN 1002-8692  
CN 11-2123/TN

2011 21

第35卷 第21期(总第371期)



国家广播产品质量监督检验中心  
北京泰瑞特检测技术服务有限责任公司

◆ EASE亚洲区域唯一合作实验室



◆ 国家数字电视用户端产品测试实验室  
◆ 中国质量认证中心节能认证实验室  
◆ 能效标识管理中心认可实验室及GB24850-  
2010《平板电视能效限值及能效等级》制订  
单位

◆ RoHS指令、REACH指令、玩具指令、包装材料及卤素  
等项目检测

## 能效 声学 RoHS 检测

地址：北京市朝阳区酒仙桥北路乙7号 通信：北京市七四三信箱(100015)  
传真：+86-10-59570598 网站：[www.tirt.com.cn](http://www.tirt.com.cn)。  
业务电话：+86-10-59570498, 59570548 邮箱：[business@mail3.tirt.com.cn](mailto:business@mail3.tirt.com.cn)

ISSN 1002-8692



9 771002 869117

电视电声研究所主办

北京电视电声杂志社出版

<http://www.tvea.cn>

邮发代号：2-354

国外代号：M815

期定价：12.00元

文章编号:1002-8692(2011)21-0095-02

## 基于 Visual C++6.0 通信信号频谱监测 仿真系统的设计与实现

董英英<sup>1</sup>,甄姬娜<sup>2</sup>,王启峰<sup>3</sup>

(1. 武汉软件工程职业学院,湖北 武汉 430205;2. 郑州大学升达经贸管理学院,河南 郑州 451191;  
3. 海军工程大学 电子工程学院,湖北 武汉 430033)

**【摘要】**根据无线电通信频谱监测系统原理进行建模,形成了各种常用信号音频和视频模型。为了显示信号时域和频域波形设计了基于 Formview 类的显示控制程序。在显示控制程序的控制下实现了依据建立的信号模型对各种通信信号的仿真,显示了模拟器的效果图。

**【关键词】**通信信号;快速傅里叶变换;仿真系统

**【中图分类号】**TN949;TN82

**【文献标识码】**A

### Design and Implement of Communication Signal Emulator Based on Visual C++6.0

DONG Yingying<sup>1</sup>, ZHEN Jinna<sup>2</sup>, WANG Qifeng<sup>3</sup>

(1. Wuhan Vocational College of Software and Engineering, Wuhan 430205, China;

2. Department of Information Management, Shengda College of Economics & Trade Management, Zhengzhou 451191, China;

3. College of Electronics Engineering, Naval University of Engineering, Wuhan 430033, China)

**【Abstract】**The model of radio monitoring system is fulfilled by the principle which audio and video signal are produced. The control program on visual C++6.0 Formview class is designed in order to easily display time domain signals and frequency domain wave shape. The Simulation is achieved on the signal models by the control program designed, and emulator interface picture is displayed.

**【Key words】**communication signal; FFT; simulator

### 0 引言

随着通信技术的发展,对通信信号模拟器的需求将越来越大,可以用于对学生的培养,进行通信设备测试等。对通信信号的模拟可以分为软件模拟和硬件模拟,软件模拟就是由计算机按照数学模型产生信号,经济、方便存储和重演,基于 Visual C++6.0 通信信号模拟器就是有时域、频域数据,有基带、载波和已调信号等模拟部分组成的多用途信号模拟器。

### 1 Visual C++6.0 介绍

Visual C++6.0 是 Microsoft 公司推出的功能强大的语言产品之一,它是在 Windows 环境下进行大型软件开发的首选。Visual C++6.0 以标准 C++ 为基础,并在此基础上进行了大量的扩展,以适应开发各种 Windows 应用程序的需要。

### 2 通信信号频谱监测系统原理

无线电通信系统从原理上可以分为模拟调制系统和数字调制系统。所谓调制是按照基带信号的变化规

律去改变载波某些参数的过程。通信信号包括基带信号、载波和已调波。其中模拟调制系统是用模拟信号去调制载波,如调幅信号、调频信号等;数字调制信号是用数字信号去调制载波,如相移键控信号、频移键控信号等。这些信号包括了语音信号和视频信号。视频信号基带带宽远大于音频信号的基带带宽,在仿真时考虑到了这些特点的区别。通信信号频谱检测系统分布式仿真的结构如图 1 所示。中间的一条中空的粗线是用双绞线和路由器连接在一起的数据通道。无线电视频信号和音频信号辐射源以及无线电通信频谱监测系统是用计算机进行模拟。

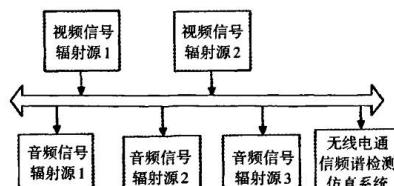


图 1 信号产生模型图

基金项目:国家“863”计划项目(2009AAJ208)

## Transmitting & receiving 传输与接收

### 3 信号仿真模型的设计

#### 3.1 信号流程图设计

信号模型的设计包括基带信号的设计、载波信号设计和调制信号的设计。基带信号的设计包括模拟基带信号和数字基带信号，模拟基带信号采用多单频叠加的办法实现，而数字信号基带信号产生随机的二进制编码，这样符合通信码的规律，具有最大信息量；载波使用各种频率和各种幅度的正弦波。已调制信号的设计包括数字已调信号和模拟已调信号。数字已调信号包括2ASK, 2FSK, 2PSK, 用0和1分别改变信号的幅度、频率和相位。模拟已调信号是用产生的模拟基带信号改变其载波的幅度或频率，根据需要对数据进行FFT变换，并显示频率—幅度图，傅里叶变换时先调整时域数据的顺序，然后采用“蝶形算法”直接算出信号幅度谱，注意进行信号形成时采样间隔大于2倍的信号载波频率，为了使信号圆滑美观，使采用频率大于载波频率的6倍以上，在进行实验时采用2倍载波频率以上的采样频率即可。通信信号组合产生原理如图2所示。

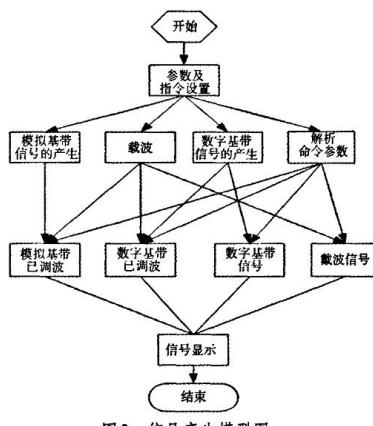


图2 信号产生模型图

信号流程包含了参数设置层、基带信号、载波产生层、调制信号产生层和信号的空间衰减层，按照电磁波在空间的衰减模型进行衰减，得到信号的强度。根据最后信号的情况对监测到的信号进行波形显示和参数显示。

#### 3.2 信号类模型设计

在工程中新建类，命名为SignalFunc，在头文件中添加信号产生函数和数据存储结构。其主要数据变量和函数为：添加时域数据存储数组Public float WaveDataTime[2048]；频域数据存储数组float WaveDataFreq[2048]；函数有 void Func2ASK(float WaveDataTemp[2048]), void

Func2PSK(float WaveDataTemp[2048]), void unc2FSK(float WaveDataTemp[2048])等。傅里叶变换函数模型为基2时域抽取FFT。

根据被选中的信号类型，先产生基带信号，再产生调制信号，最后进行傅里叶变换计算，变换后的数据存入频谱数据结构。

### 4 频谱监测系统显示控制程序的设计与实现

显示控制程序的设计与实现分为程序流程设计和显示界面设计。

#### 4.1 程序控制流程设计

选定一种信号类型进行参数设置，如果不进行参数设置将采用程序初始化的默认设置进行模型计算。根据设置的参数产生64 kbit数据，因为该模拟器默认一帧数据为64 kbit。导入显示数据存储结构，进行判断需要显示的信号类别，如果需要显示的是频域信息，则需要进行快速傅里叶变换。其详细流程如图3所示。

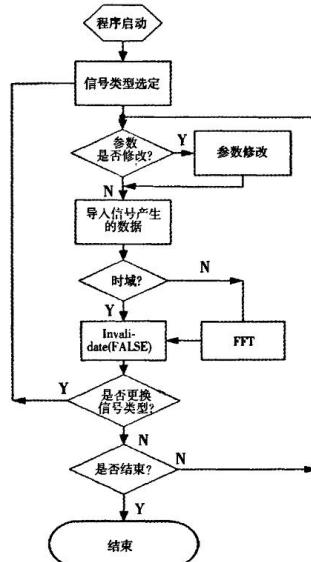


图3 显示控制程序的流程图

#### 4.2 频谱监测系统界面设计及信号显示

界面设计主要包括信号显示区和参数显示及控制区。信号显示区包括信号选定的信号类型及数学模型产生数据并显示区，控制显示控件即控制显示时域或者频域信息。参数显示和控制区是一个表格，显示必要参数，

(下转第104页)

## Transmitting & receiving 传输与接收

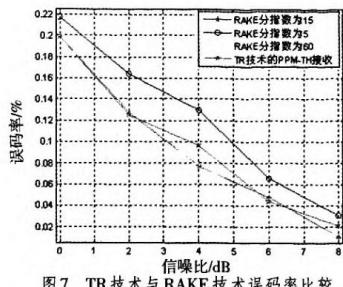


图7 TR技术与RAKE技术误码率比较

能。仿真表明,基于TR技术的脉冲超宽带系统码间干扰和误码率等性能要比未采用TR技术的超宽带系统性能好,而且结构相比采用RAKE接收的脉冲超宽带系统的结构更为简单、可靠。

### 参考文献:

- [1] OPPERMANN I, HAMALEINEN M I, IINATTI J. UWB theory and applications[M].[S.I.]: John Wiley and Sons, 2004.
- [2] SIWIAK K, MCKEOWN D. Ultra-wideband radio technology[M].[S. I.]: John Wiley and Sons, 2004.
- [3] FCC. FCC report and order for part 15 acceptance of ultra wideband (UWB) systems from 3.1–10.6 GHz[R]. Washington: FCC, 2002.
- [4] Hashemi H. The indoor radio propagation channel[J]. Proceeding of the IEEE, 1993, 81(7): 943–968.
- [5] KLEIN A, BAIER P W. Linear unbiased data estimation in mobile radio systems applying CDMA[J]. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 1993, 11(7): 1058–1066.
- [6] ZHOU C. Impulsive radio propagation and time reversed MIMO system for UWB wireless communications[D]. Tennessee: Technological University, 2008.
- [7] FINK M. Time reversal of ultrasonic fields—part I: basic principles[J]. IEEE Trans. Ultrasonics, Ferroelectrics and Frequency Control, 1992, 39(5): 555–566.
- [8] TURIN W, JANA R, GHASSEMZADEH S S, et al. Autoregressive modeling of an Indoor UWB Channel[C]//Proc. IEEE Conference on Ultra Wideband Systems and Technologies.[S. I.]: IEEE Press, 2002: 71–74.
- [9] PROAKIS J G. Digital communication[M]. 3rd ed., New York: McGraw-Hill International Editions, 1995.
- [10] TURIN G L, CLAPP F D, JOHNSTON T L, et al. A statistical model of urban multipath propagation[J]. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 1972, 21(1): 1–9.

### 作者简介:

汪钰凯(1987—),硕士生,主要从事超宽带通信与无线定位方面的研究;

陈国平(1979—),副教授,从事微波成像、移动通信方面的研究;  
田增山(1968—),教授,博士,从事个人通信、蜂窝无线定位方面的研究。

责任编辑:许 盈

收稿日期:2011-05-19

(上接第96页)

可以双击表格第一列和任一格,改变这一条目对应的参数,同时信号显示区显示对应的时域或者频域信息。图4是2PSK信号的频谱。

时域信号形式如图5所示,为2PSK信号时域信号。

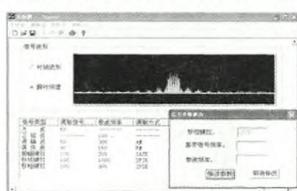


图4 信号频谱显示图(截图)

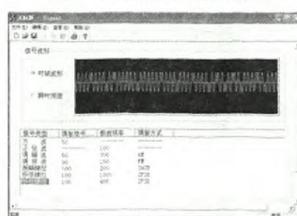


图5 时域信号显示图(截图)

## 5 小结

介绍了Visual C++6.0,并利用编程环境构建了通信信号频谱监测仿真系统。该系统对常规视频和音频信号进行建模仿真,根据控制命令进行显示信号相应的时域信号图或者频谱图,还可以对所产生的数据用于其他相关的试验,具有扩展性,已经被应用到工程项目中,还可以进一步扩展为学生的通信系统仿真实验平台。

### 参考文献:

- [1] 卢晓红,麻硕士,贾振元.虚拟波形发生器的研究与开发[J].仪器仪表学报,2006(6):1803–1804.
- [2] 胡合松,胡荣强.基于VC++的虚拟声卡示波器设计[J].仪器仪表学报,2006(5):59–60.
- [3] 胡广书.数字信号处理[M].北京:清华大学出版社,1998.
- [4] 徐晓刚,高兆法,王秀娟. Visual C++ 6.0 入门与提高[M]. 北京:清华大学出版社,1999.
- [5] 乔林,杨志刚,刘文杰. Visual C++6.0 程序设计[M]. 北京:中国铁道出版社,1999.

责任编辑:孙 轩

收稿日期:2011-05-04

## 附件4、校企合作协议（合同）

### 校企技术合作协议书

甲方：武汉软件工程职业学院电子工程学院 （以下简称甲方）  
乙方：武汉金琅电气有限公司 （以下简称乙方）

为推行产学结合、校企合作的人才培养模式，促进学校专业建设与企业发展，甲乙双方希望能在产品技术研发、教师实践锻炼、学生实习就业等方面建立长期的合作关系。本着优势互补、互惠双赢的原则，经双方友好协商，达成如下校企技术合作协议：

#### 一、合作宗旨

建立学院与企业之间长期稳定的产学研合作关系，充分利用甲方科研能力和乙方的生产条件与市场资源，优势互补，促进科学技术的产业转化，实现技术研发与市场运营的紧密结合。

甲乙双方在技术研发、学生顶岗实习、毕业生就业、企业员工培训等方面进行互惠双赢的长期合作。

#### 二、合作范围

乙方可根据公司发展状况，优先接受甲方学生实习和招聘甲方毕业生就业，甲方应为乙方招聘到优秀毕业生提供方便。乙方如需对员工进行电气电工方面的培训，甲方应提供场地和师资。甲方如有青年教师到企业锻炼，乙方可作适当安排。

#### 三、技术合作方式及条件

1、甲方安排教师在乙方兼职，协助乙方研发基于智能手持终端的高压电缆状态检修及评价系统。

2、乙方全力支持甲方教师的研发工作，提供研发工作所需的条件，承担研发所需的全部费用。

3、甲方对兼职教师从事研发工作所需的工作时间提供支持。

#### 四、技术合作的权利与义务

1、技术合作项目由乙方投资，甲方兼职教师为乙方开发，产品所有权属于乙方。

- 2、甲方不承担产品研发过程中的经费投资风险。
- 3、在双方合作过程中，甲方不干涉乙方企业内部管理。
- 4、甲方教师在兼职研发过程中，研发应理解和支持兼职教师保证完成规定的教学任务。

#### 五、保密条款

- 1、甲、乙双方所提供的对方的一切资料，专项技术和对项目的策划设计要严格保密，并只能在合作双方的业务范围内使用。
- 2、甲、乙双方研发小组人员应保证其在乙方期间所接触的保密资料，专项技术予以保密。
- 3、凡未经双方同意而直接，间接，口头或者书面的形式向第三方提供涉及保密内容的行为均属泄密。

#### 六、其他

- 1、甲、乙双方在执行本协议时发生争议，可通过双方友好协商解决，若经双方调解无效，可向有关仲裁机构提请仲裁。
- 2、本协议未尽事宜，双方可另订补充协议或项目合同，与本协议同样具有法律效用。
- 3、本协议一式两份，双方各执一份。
- 4、本协议经双方签章生效。



2015年10月31日

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）
	基于智能手持终端的高压电缆状态检修及评价系统设计	李晓莉	电子信息	应用开发	2018 年 12 月	7 万元

