



上海電力大學

SHANGHAI UNIVERSITY OF ELECTRIC POWER

# 计算机科学与技术学院

College of Computer Science and Technology

## 成·果·汇·编

上海电力大学技术转移中心

2023年5月



# 目录

|                  |   |
|------------------|---|
| 一、 计算机学院简介 ..... | 1 |
| 二、 项目及专利简介 ..... | 2 |

## 智能电网

|  |    |
|--|----|
| 2.1 精细化负荷数据智能预测技术研究与应用 .....             | 2  |
| 2.2 数据驱动的燃气管网设备智能预测与诊断技术 .....           | 4  |
| 2.3 面向异常用电行为的配网线损特征提取、检测与决策支持系统的研究 ..... | 8  |
| 2.4 智能电网中密态数据的可验证外包计算研究 .....            | 9  |
| 2.5 智能电网中数据的隐私保护与可用性关键技术研究 .....         | 10 |
| 2.6 面向智能电网互动用电信息质量的数据安全关键技术研究 .....      | 13 |
| 2.7 作业现场安全生产智能管控技术研究与应用 .....            | 16 |
| 2.8 基于配用电大数据平台的短期电量预测模型构建与应用开发 .....     | 18 |
| 2.9 考虑大规模分布式电源接入的智能配电网源网荷协调优化调度 .....    | 20 |
| 2.10 面向多网融合的智能用电感知互动服务关键技术 .....         | 22 |
| 2.11 城市充电网点精准规划软件 .....                  | 23 |
| 2.12 一种基于特征选择和 XGBoost 的风机叶片结冰预测方法 ..... | 25 |
| 2.13 一种输电线路等值覆冰厚度监测方法 .....              | 28 |
| 2.14 面向光伏电站的智能运维系统 .....                 | 31 |
| 2.15 基于自主学习技术的多源配电网电压跌落快速检测和故障识别研究 ..... | 35 |
| 2.16 提高风机发电效率控制策略研究 .....                | 36 |
| 2.17 一种基于改进差分进化算法的电力系统经济调度方法 .....       | 37 |
| 2.18 一种基于历史气象数据和随机模拟的风电功率预测方法 .....      | 40 |
| 2.19 基于模糊测试的电力隔离装置漏洞挖掘技术研究 .....         | 42 |

## 信息安全

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 2.20 基于深度学习的高通量网络攻击智能检测与场景构建研究 ..... | 47 |
| 2.21 面向多云存储的安全访问机制关键技术研究 .....       | 48 |
| 2.22 数据库服务中数据的隐私保护及可控性关键技术研究 .....   | 50 |

|  |    |
|--|----|
| 2.23 工业控制系统虚拟仿真云服务 .....               | 51 |
| 2.24 基于传感器网络中协商式组密钥建立的方法 .....         | 53 |
| 2.25 面向电网可用性的 V2G 交互信息隐私保护关键技术 .....   | 55 |
| 2.26 代理重加密在智能电网安全数据共享中的应用及关键技术研究 ..... | 58 |
| 2.27 一种基于混合卷积神经网络和注意力机制的异常流量检测方法 ..... | 60 |
| 2.28 电力大数据创新实验室数据安全共享关键技术研究 .....      | 62 |
| 2.29 一种基于四叉树动态块分割的加密图像可逆信息隐藏方法 .....   | 64 |
| 2.30 基于编码的后量子数字签名算法 .....              | 65 |
| 2.31 基于 D-Wave 量子退火的 RSA 公钥密码破译 .....  | 67 |
| 2.32 基于深度对抗学习的安全图像隐写研究 .....           | 68 |
| 2.33 一种基于行为特征自动机模型的软件漏洞检测方法 .....      | 70 |

## 大数据工程

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| 2.34 基于深度学习的大客户负荷预测技术研究与应用 .....    | 71  |
| 2.35 基于多时段热点聚类的交通拥堵预测方法 .....       | 73  |
| 2.36 基于多分辨率 GAN 的空间数据不确定性重建方法 ..... | 76  |
| 2.37 一种基于深度学习的可控多人物心理导向故事生成方法 ..... | 79  |
| 2.38 基于深度学习的人脸口罩检测 .....            | 81  |
| 2.39 多通道高速数据采集软件的研制 .....           | 85  |
| 2.40 大数据监测分析培训课件开发 .....            | 88  |
| 2.41 面向区块链技术社区的离群点演化趋势分析模型研究 .....  | 90  |
| 2.42 社交网络中潜在好友查询方法 .....            | 94  |
| 2.43 数据驱动的电力服务工单智能预警与分析技术 .....     | 97  |
| 2.44 基于深度学习和知识图谱增益的自然语言处理研究 .....   | 101 |

## 其他应用

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| 2.45 基于可视化无损智能检测技术的工件服役监测系统 .....    | 106 |
| 2.46 基于 OpenCV 的人脸识别教室点名系统软件 .....   | 109 |
| 2.47 骨头外科手术导航中的增强现实技术研究 .....        | 111 |
| 2.48 基于深度学习的视觉图像完整性检测技术研究 .....      | 114 |
| 2.49 基于多点统计方法的空间数据随机重建 .....         | 115 |
| 2.50 基于低维特征构造及无监督分类的网络图像隐写分析 .....   | 116 |
| 2.51 基于流行约束卷积稀疏表示的人脸特征识别方法研究 .....   | 117 |
| 2.52 基于深度学习和支持向量机的页岩数字岩心三维重构方法 ..... | 121 |
| 2.53 基于变差函数及孔隙度的多孔介质表征单元体确定方法 .....  | 122 |
| 2.54 面向差错容忍应用的近似电路可靠性预测技术 .....      | 124 |
| 2.55 近似计算电路可靠度评估方法 .....             | 127 |

**上海电力大学技术转移中心**

**联系人：王老师，储老师**

**电话：021-35303002，021-35303479**

**邮箱：jszyzx@shiep.edu.cn**

**网址：<http://jszyzx.shiep.edu.cn>**

**地址：上海市杨浦区长阳路 2588 号**

## 一、计算机学院简介

计算机科学与技术学院目前拥有计算机系、软件工程系、信息安全系、计算机基础教学部和实验教学中心 5 个教学单位，承担着计算机科学与技术专业、计算机科学与技术（电力企业信息化方向）、软件工程、信息安全、数据科学与大数据技术五个专业方向的本科教学工作，以及全校本科生的计算机基础教学任务。计算机科学与技术专业已入选国家级一流本科专业建设点、信息安全专业和软件工程专业已经入选上海市一流本科专业建设点，软件工程专业也经过了上海市应用型本科试点专业建设。

学院目前拥有“电力企业信息化与决策支持”上海市重点学科、“智能电网信息技术”上海市教委重点学科、“计算机科学与技术”上海市人才高地、计算机科学与技术（电力企业信息化）国家“卓越工程师教育计划”、计算机科学与技术“创新创业”本科专业，上海市精品课程“软件工程”、“面向对象分析与设计”，以及两个中央与地方共建实验室。拥有一个一级学术型硕士点“计算机科学与技术”、三个专业型硕士点“计算机技术”、“人工智能”和“大数据技术与工程”，具备一定特色的专业优势。此外，还拥有专业的“计算机网络”实验室、“物联网”实验室和国家级重点实验室的子中心“电力大数据研究中心”和“智能电网信息安全研究中心”等研究生培养基地，并且与上海临港经济发展（集团）有限公司共建人工智能学院和现代产业学院。

学院拥有一支以中青年教师为骨干、学术思想活跃的教师队伍，多位年轻教师先后入选上海市扬帆计划、晨光计划、启明星计划、曙光学者以及浦江学者，1 位教师获得上海市高校青年教师教学竞赛自然科学应用学科组一等奖，已经形成了鲜明的电力学科特色，较为合理的学术梯队和良好的科研发展态势。目前学院有专任教师 47 人，硕士生导师 28 人，其中教授 8 人，副教授 15 人，讲师 5 人，全部具有博士学位。学院目前已承担了多项国家自然科学基金、上海市科委项目等纵向科研项目 and 一批电力企业项目，年平均科研总经费达 500 多万元；学科近两年在国内外重要的学术期刊和学术会议上发表论文 300 余篇，其中被 SCI 和 EI 收录的论文达 100 多篇次；申请专利和软件著作权近 20 项；获得上海市科

技进步三等奖。学院与行业相关的企业保持密切的合作，先后得到了上海市重点学科建设项目、上海市教委重点学科建设项目的资助。

## 二、项目及专利简介

### 智能电网

#### 2.1 精细化负荷数据智能预测技术研究与应用

**成果名称：**精细化负荷数据智能预测技术研究与应用

**所属领域：**用电负荷预测

**成果简介：**

本研究通过广泛调研上海相关地区的负荷特征和规划需求，分析多种数据环境下用电负荷数据清理和关联融合；预测分析区域符合的关键影响因素，约简分类规则，简化预测模型；基于深度学习分析用户用电行为，分析不同行业用户的负荷特性和关联关系，构建动态聚类模型，建立基于用户用电行为负荷预测模型；分析比较现有短期电力电量预测方法，研究出适合上海电网实际情况和需要的负荷曲线的精细化预测方法，并用于同时率的分析等日常管理，根据基于精细化负荷预测结果，制定合适的新能源接入方案，进行应用试点和实测。

主要技术特点：

(1) 创新用三大相关系数（pearson 相关系数， spearman 相关系数， Kendall 相关系数）对影响电量负荷预测的因素进行关联度排序，分析泛在物联网环境下的电量负荷预测关键影响因素，约简分类规则，简化预测模型。

(2) 实现 DBSCAN 聚类算法对用电用户属性特征进行分类，分析不同行业用户的负荷特性，从多侧面多角度来描述不同类用户的用电负荷特性。

(3) 全面分析比较现有中长期电力负荷预测方法，研究出适合上海电网实际情况和需要的负荷曲线的精细化预测方法，并用于日常分析管理中。

(4) 基于人工智能的负荷预测曲线分析研究, 挖掘供电量、负荷、天气等因素潜在的关联和价值, 制定合适的网架优化方案。

(5) 基于人工智能的负荷预测曲线分析研究, 制定合适的新能源接入方案。

**合作方式:**

项目或成果合作服务方式 (可多选)

(  专利权转让  专利权许可  技术转让  技术入股  合作开发  技术服务  双方协商  其它: )

**图片资料:**

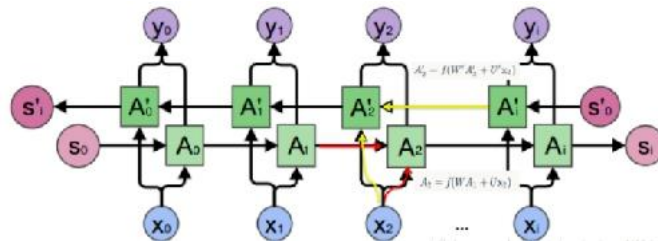


图 1: 双向 LSTM 序列捕捉图

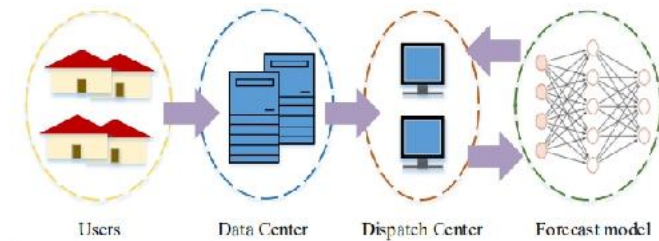


图 2: 系统模型

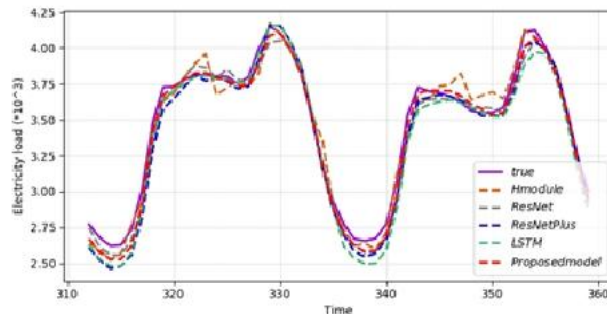


图 3 相关预测结果

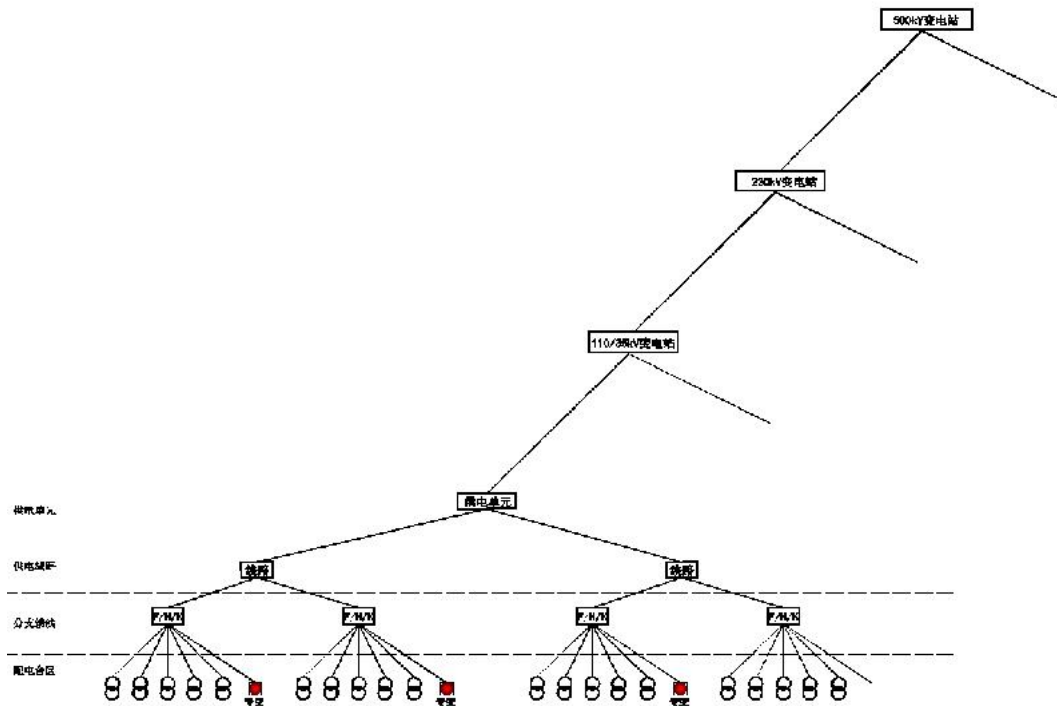


图 4 网架结构模型

## 2.2 数据驱动的燃气管网设备智能预测与诊断技术

**成果名称:** 数据驱动的燃气管网设备智能预测与诊断技术

**所属领域:** 智慧城市、燃气能源、大数据分析技术

**成果简介:**

### 1、项目背景:

近十多年以来,为了使燃气管网系统更加的人性化,解决燃气管网的智能化需求,目前国内企业主要依靠建立 SCADA 系统来实时监控燃气管网的运行状态,其中包括调压器设备的智能诊断,用户用气量的智能预测等先进技术,通过不断推进智能化燃气管网的建设,解决实际运行中的问题,帮助燃气公司节约大量的人力物力和财力,又能够使用户能够感受到智能化技术的方便,所以智能气网的建设有着举足轻重的意义。

## 2、获奖、专利情况：

■ 2019/09，申请专利《一种基于误差匹配的中低压燃气调压器故障检测方法》专利号：201911178051.2，专利状态：审核中

■ 2019/11，获得上海航天工业集团 2019 年度青年工程师论文赛一等奖，论文题目：《数据驱动的燃气调压器智能故障预警方法》

■ 2020/6，申请专利《一种燃气用气量异常数据的检测与处理方法》，专利状态：审核中

## 3、主要技术特点：

本项目分为两块内容：一是燃气调压器设备的智能故障诊断技术，二是燃气用户的负荷预测技术。

智能故障诊断技术采用采用随机森林模型和误差匹配模型相融合的方法，建立中低压燃气调压器压力误差特征匹配模型，通过分析各个类型的误差值数量大小匹配到相应的中低压燃气调压器故障类型和相应的故障等级，从而完成对设备故障进行预警并输出相应的故障类型。

对于用户燃气负荷预测，利用神经网络模型建立用户燃气负荷预测模型，同时构建燃气数据处理方法流程，通过输入多维度特征数据，分析各个特征值对结果的影响大小，设置最优模型与输入特征，输出预测的用户燃气负荷的数值。

## 4、应用范围：

燃气生产及供应中的燃气设备检测与燃气气量预测

## 5、市场需求及经济效益分析：

(1) 燃气调压器故障诊断：

现如今大部分调压器故障检测方法为燃气企业委派专业人员定期的维护,通过人工查看压力数据,基于专家经验来做分析判断故障类型,该方法费时费力,同时消耗大量资金,不利于智能化检测技术的推广。

因此提供一种故障检测准确度高,适应能力强;且算法复杂度低,易于实现的调压器故障检测技术与燃气负荷预测技术很有发展潜力,同时能够帮助企业节省大量设备维护的费用,给企业带来巨大经济效益。

#### (2) 燃气日负荷预测:

现今燃气的日负荷预测技术发展缓慢,日负荷预测太高会导致燃气气量供过于求,浪费了燃气企业的资源;日负荷预测太低会导致燃气气量供给不足,影响燃气用户的用气,给燃气用户和企业带来极大损失。

准确的燃气的日负荷预测可以帮助燃气企业制定用户未来的发展计划和用户的燃气用气结构,从而帮助燃气企业带来经济和管理效益的提升,从而最大限度的节约燃气企业的购气费用。

#### **合作方式:**

项目或成果合作服务方式(可多选)

(专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它:)

## 图片资料:

| 日期         | 场站名称  | 设备编号        | 所属区域  | 场站位置              | 状态      | 操作   |
|------------|-------|-------------|-------|-------------------|---------|------|
| 2020-08-10 | 义平智能厂 | 2010-208    | 郑瑞    | 广东省惠州市惠城区东江一路430号 | 正常      | 查看历史 |
| 2020-08-10 | 九泉源厂  | PFB3        | 大用户   |                   | 调压罐压力异常 | 查看历史 |
| 2020-08-10 | 余德丰   | FK-2013-032 | 枫溪区域2 |                   | 正常      | 查看历史 |
| 2020-08-10 | 余和顺   | 2018-112    | 惠州一区  | 余和顺               | 正常      | 查看历史 |
| 2020-08-10 | 余顺和   | 123         | 独住房   |                   | 调压罐压力异常 | 查看历史 |
| 2020-08-10 | 余秋露   | 2019-047    | 独住房   | 广东省惠州市惠城区东江一路430号 | 正常      | 查看历史 |
| 2020-08-10 | 潘光海   | 2016-013    | 韩光联   |                   | 正常      | 查看历史 |
| 2020-08-10 | 刘树芬   | 2017-076    | 惠州二区  | 刘树芬               | 正常      | 查看历史 |

图 1 调压器诊断展示

| 场站名称       | 设备编号     | 诊断状态    | 次数 | 日期   |
|------------|----------|---------|----|--|
| 广东东宝集团有限公司 | 2011-117 | 正常      | 31 | 2020-07-31; 2020-07-30; 2020-07-29; 2020-07-28; 2020-07-27; 2020-07-26; 2020-07-25; 2020-07-24; 2020-07-23; 2020-07-22; 2020-07-21; 2020-07-20; 2020-07-19; 2020-07-18; 2020-07-17; 2020-07-16; 2020-07-15; 2020-07-14; 2020-07-13; 2020-07-12; 2020-07-11; 2020-07-10; 2020-07-09; 2020-07-08; 2020-07-07; 2020-07-06; 2020-07-05; 2020-07-04; 2020-07-03; 2020-07-02; 2020-07-01 |
| 广东东宝集团有限公司 | 2011-117 | 调压罐内漏   | 0  |  |
| 广东东宝集团有限公司 | 2011-117 | 运行压力高   | 0  |  |
| 广东东宝集团有限公司 | 2011-117 | 运行压力低   | 0  |  |
| 广东东宝集团有限公司 | 2011-117 | 调压罐压力异常 | 0  |  |

图 2 调压器在线诊断结果汇总

| 进程名称                    | 用户            | CPU | 内存(专用工作集)   | 描述         |
|-------------------------|---------------|-----|-------------|------------|
| lsass.exe               | Administrator | 08  | 1,307,000 K | 360杀毒 子    |
| java.exe                | Administrator | 00  | 612,800 K   | Java(TM) 1 |
| java.exe                | Administrator | 00  | 571,740 K   | Java(TM) 1 |
| java.exe                | Administrator | 00  | 493,832 K   | Java(TM) 1 |
| java.exe                | Administrator | 00  | 305,964 K   | Java(TM) 1 |
| java.exe                | Administrator | 00  | 295,360 K   | Java(TM) 1 |
| java.exe                | Administrator | 00  | 284,548 K   | Java(TM) 1 |
| java.exe                | Administrator | 00  | 276,936 K   | Java(TM) 1 |
| java.exe                | Administrator | 00  | 270,196 K   | Java(TM) 1 |
| java.exe                | Administrator | 00  | 261,156 K   | Java(TM) 1 |
| supbomw.exe             | Administrator | 00  | 189,448 K   | Windows 登  |
| PyWebEng.exe *32        | Administrator | 00  | 62,756 K    | 禅道后台       |
| CvsopTray.exe *32       | Administrator | 00  | 22,700 K    | 优惠大师       |
| msc.exe                 | Administrator | 00  | 21,696 K    | Microsoft  |
| ComputerTray.exe *32    | Administrator | 00  | 21,252 K    | 盛大网 旗      |
| 360Tray.exe *32         | Administrator | 00  | 17,784 K    | 360安全工     |
| SogouCloud.exe *32      | Administrator | 00  | 17,696 K    | 搜狗输入法      |
| SOFTool.exe *32         | Administrator | 00  | 15,356 K    | 搜狗输入法      |
| p4fepadbg.exe *32       | Administrator | 00  | 9,480 K     | 迅雷网大       |
| taskmgr.exe             | Administrator | 00  | 5,952 K     | Windows 任  |
| csrss.exe               | SYSTEM        | 00  | 4,736 K     | Client Ser |
| juiched.exe *32         | Administrator | 00  | 4,732 K     | Java 11de  |
| FastIO2.Exe *32         | SYSTEM        | 00  | 2,860 K     | Realwin co |
| combat.exe              | Administrator | 00  | 2,668 K     | 控制向雷仁      |
| ComputerService.exe *32 | Administrator | 00  | 2,608 K     | 盛大网旗       |
| combat.exe              | Administrator | 00  | 2,576 K     | 控制向雷仁      |
| spad.exe                | Administrator | 00  | 2,484 K     | spad.exe   |
| Sakabonflaper.exe *32   | Administrator | 00  | 2,160 K     | Sakabonfla |
| cmd.exe                 | Administrator | 00  | 2,136 K     | Windows 命  |
| cmd.exe                 | Administrator | 00  | 2,136 K     | Windows 命  |
| gsutil.exe *32          | Administrator | 00  | 2,088 K     | gsutil.exe |
| LibHelper.exe *32       | Administrator | 00  | 1,912 K     | LibHelper  |
| MobileDeviceSrv.exe *32 | Administrator | 00  | 1,820 K     | MobileDev  |

图 3 调压器在线诊断内存占用



图 4 燃气日负荷预测分析大屏

## 2.3 面向异常用电行为的配网线损特征提取、检测与决策支持系统的研究

**成果名称：**面向异常用电行为的配网线损特征提取、检测与决策支持系统的研究

**所属领域：**网络安全

**成果简介：**

本项目利用数据挖掘技术，针对电力需求侧的线损情况进行分析建模，通过建立用户用电行为数据仓库，提取用电行为中的线损特征，再利用机器学习中的聚类算法对用电用户的线损特征进行聚类分析，从而判断用电用户是否存在的异常用电行为，以确保用户的合理用电与守法用电。

**主要技术特点：**

(1) 对不同区域用电用户产生的海量数据进行抽取、转换和清理，建立该区域用户用电行为的数据仓库。

(2) 根据不用用户各自的用电行为数据，分析其中线损数据在窃漏电情况下的波动特征，提取馈线线损特征变量，同时建立线损分析的指标体系，如电量异常、负荷异常、终端报警及线损异常的指标。

(3) 利用数据挖掘和机器学习中的聚类、例外点检测等算法对用电用户的线损特征进行聚类等检测分析，找出其中可能的窃漏电等异常用电行为的情况。

(4) 对可能的异常用电行为反馈给相关管理人员，并利用模糊规则算法提出相应的应急响应机制，为管理层提供决策支持服务。

### 合作方式:

项目或成果合作服务方式（可多选）

（专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它：）

## 2.4 智能电网中密态数据的可验证外包计算研究

**成果名称:**智能电网中密态数据的可验证外包计算研究

**所属领域:**网络安全，密码学

### 成果简介:

智能电网是国家关键信息基础设施，旨在实现电网可靠、安全、高效和环境友好运行，其中通信数据的机密性和用户隐私是当前的研究热点。随着大数据技术的日趋成熟，由不可信服务提供商提供电网大数据的外包存储和计算成为必然趋势，传统的加密体制会使得密态数据、(加密或编码)失去原有明文数据的相关特性，导致多方加密数据的合法访问及群组外包计算结果的准确性验证存在缺陷。本项目基于新型公钥密码体制，研究智能电网中密态数据的可靠传输与可验证外包计算问题，具体如下：（1）构造了多方通信中密态数据的访问控制传输与特定计算方案；（2）考虑内部攻击者威胁，研究了多方密态数据所对应明文数据一致性的可验证问题；（3）开展外包计算模型探讨，设计针对密态数据的

群组全公开可验证外包计算协议。本项目致力于在智能电网数据的机密性、密态数据的一致性检测与外包计算可验证性方面取得突破,推进新型公钥密码技术在智能电网数据安全的实用化。

### 合作方式:

项目或成果合作服务方式(可多选)

( 专利权转让  专利权许可  技术转让  技术入股  合作开发  技术服务  双方协商  其它: )

### 图片资料:

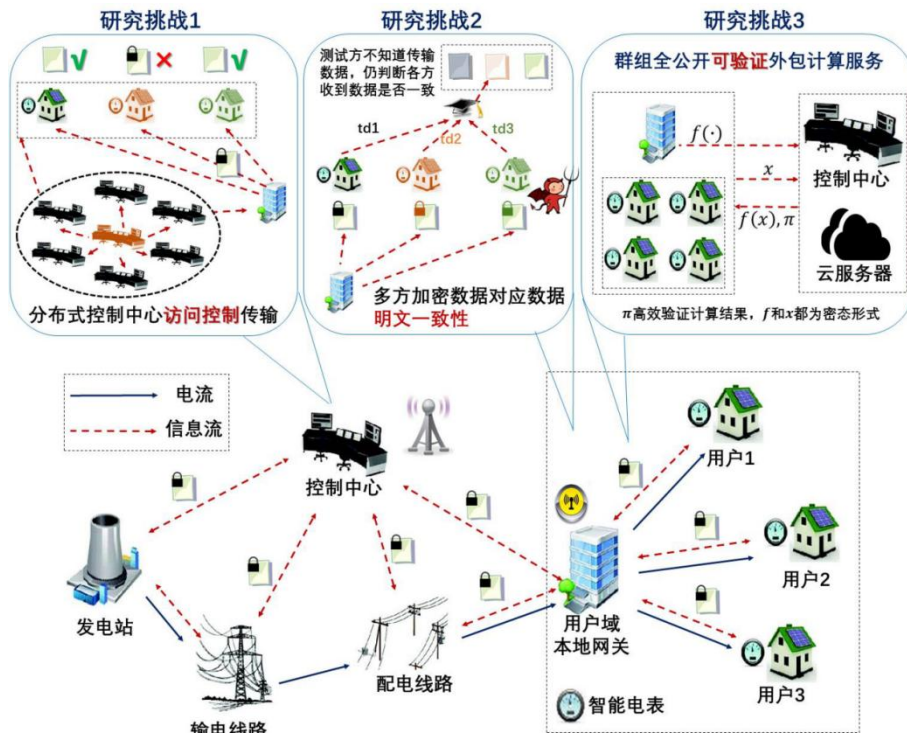


图1 架构图

## 2.5 智能电网中数据的隐私保护与可用性关键技术研究

**成果名称:** 智能电网中数据的隐私保护与可用性关键技术研究

**所属领域:** 网络安全

## 成果简介:

随着智能电网技术的发展，隐私问题越来越引起公众的关注和不安。由于智能电网数据的效用相关性特点以及连续性隐私保护需求，目前数据的隐私性、可用性和效用优化已成为设计电力系统方案所追求的目标。但是，已有的隐私保护方案大都不具备可用性。隐私与可用性的平衡是智能电网效用优化面临的一个崭新问题。

因此，本项目以提高电网数据在使用过程中的隐私性和可用性为目的，主要研究了：1) 隐私安全的重复数据删除机制，对重复密文进行删除，减少传输带宽和时间，提高隐私数据高效传输的可用性；2) 隐私数据的安全查询机制，实现查询条件隐私保护并支持密文的区间、逻辑和聚合查询,提高隐私数据查询分析时的可用性；3) 针对电网效用需求，研究数据的隐私与可用性评价机制，实现电网效用和隐私保护质量的权衡与优化。

尊重用户隐私并提供可用高效的隐私保护机制是智能电网发展的必然趋势，因此本研究对智能电网具有极大的理论价值与现实意义。

## 合作方式:

项目或成果合作服务方式（可多选）

（专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它：）

图片资料:



图 1 智能电网的用电数据流通模型

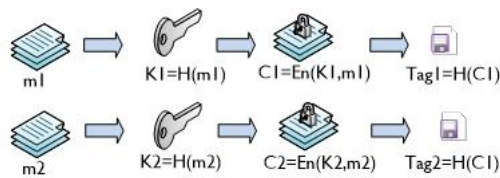


图 2 收敛加密的基本思想

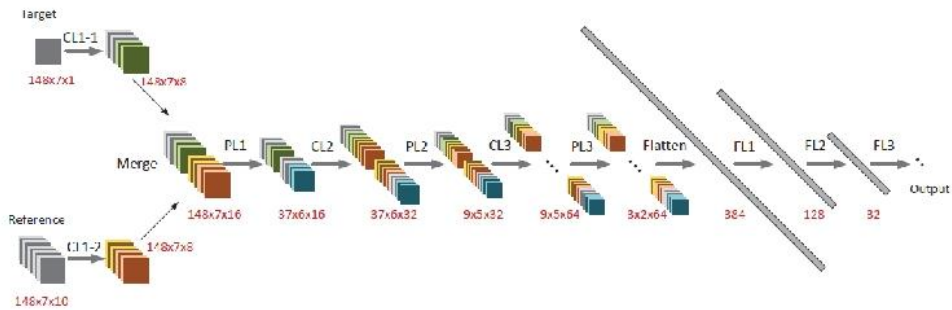


图 3 基于 CNN 的电力异常数据检测模型

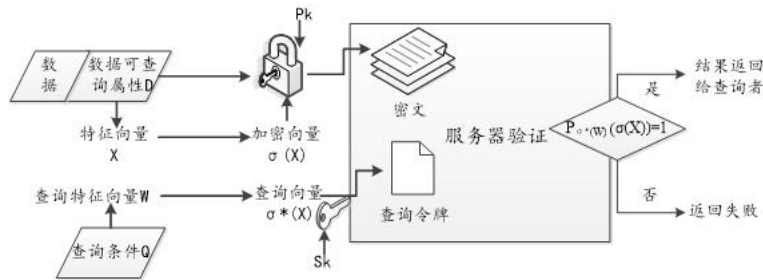


图 4 基于隐向量加密的关键词查询过程

## 2.6 面向智能电网互动用电信息质量的数据安全关键技术研究

**成果名称：**面向智能电网互动用电信息质量的数据安全关键技术研究

**所属领域：**智能电网信息安全

### **成果简介：**

本课题以优化互动用电信息质量为研究目标，在数据采集层、数据传输层和数据管理层引入安全保护关键技术研究，为增强智能电网提供有力信息安全保障，并为智能家居、微电网等电力示范应用提供安全支撑。

(1)在数据采集层:研究设计验证可信终端的有效安全机制，保证用电数据源的真实性和完整性;

(2)在数据传输层:研究设计用电数据的双向可靠传输协议，确保用电数据的完整性和可用性;

(3)在数据管理层:研究设计访问控制和查询优化机制，保障用电数据的机密性和可用性;

(4)基于上述研究，构建面向智能电网互动用电信息质量优化的安全管理平台。

本课题保证了数据从数据采集层到数据管理层的来源可信、传输安全和数据安全可用，具体表现为:

(1)设计基于状态图的坏数据注入攻击检测和基于软件攻击图的终端可信性证明，确保数据来源的真实性;

(2)设计基于公钥密码的轻型密码算法，实现通讯双方的双向安全认证;

(3)设计基于属性的访问控制机制和可搜索的加密机制，保证用电数据机密性的同时，保证用电数据的在重要电力应用中的可用性;

(4)构建适用于智能电网的互动用电信息质量优化的安全管理平台。

本课题提高了用电信息在智能电网的整个存在周期:即采集、传输和管理中数据的可信性、真实性和可用性,是建设坚强智能电网不可缺失的基础。本课题研究成果“互动用电信息的安全管理系统”保障了智能电网中终端用户的信息安全,从而保障了智能电网的运行安全,适用于电网安全运行、优化调控的要求,也对于人们节省用电开支、优化用电质量有重要的指导意义。此外,提高了电网用户端与电网产、输、配点端的互动以及电网系统的信息化、智能化水平,对智能电表及微电网信息管理领域的物联网应用具有良好的示范作用。

课题的研究成果适用范围广,不仅适用于国家建设坚强智能电网,实现安全绿色运行的要求,也适用于智能家居中人们日常生活中的优化电能质量的需要。研究成果的推广方式可以由点到面,可以先进行用电监测试点,待试点成功后可以跟电力公司联合将智能电表数据的安全管理机制制作成标准的数据安全管理系统,逐渐向所有社区进行推广安装,最后可向全国其它省市推广。因此,本课题的研究成果具有良好的产业化前景。

### **合作方式:**

项目或成果合作服务方式(可多选)

(专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它: )

图片资料:

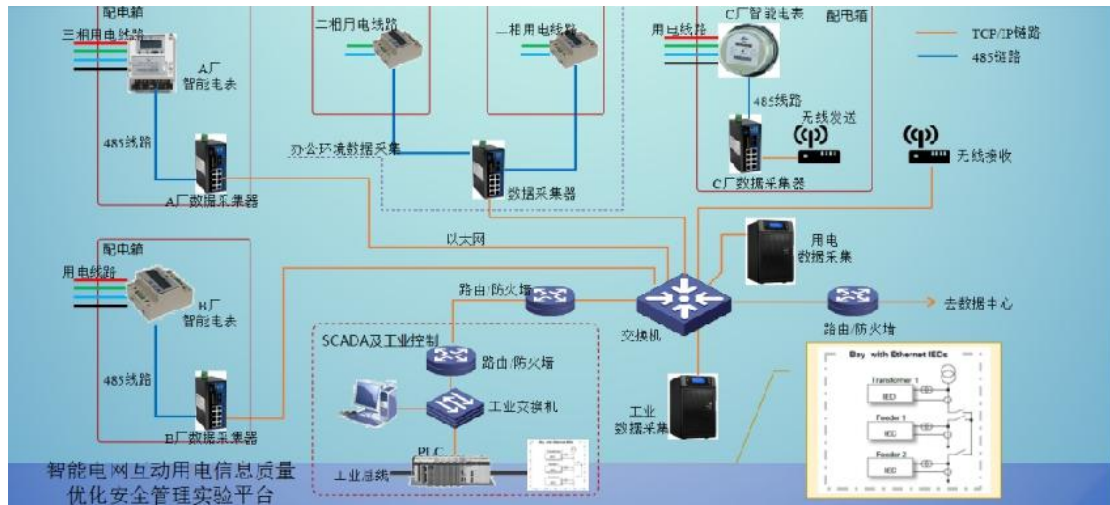


图 1 用电信息采集连线图



图 2 互动用电安全管理平台 C/S 版



图 3 互动用电安全管理平台 B/S 版

## 2.7 作业现场安全生产智能管控技术与开发

**成果名称：**作业现场安全生产智能管控技术与开发

**所属领域：**智能电网

### **成果简介：**

变电站的安全有效运行需要视频监控系统作为工作人员维护电网安全的辅助手段，伴随着视频智能分析技术的广泛研究和快速发展，基于智能分析的监控系统将在实现变电站可视化远程智能监控报警和远程操作等方面将发挥重要作用，为电网监控管理一体化、智能化建设提供工程技术支撑。

在变电站运用视频监控系统后，调度控制中心可针对人员活动、设备运行等状况进行视频监控，为调度控制中心值班员及时发现并准确定位变电站运行中的各类故障和隐患提供重要依据和保证，从而有效的提高变电站的运行效率和电力公司对变电站的远程管理能力，降低运行维护成本，减少事故处理时间，为变电站有人值守向无人值守管理模式的转变奠定了工程基础。

**主要技术特点：**

(1) 采用国家图像标准的硬件接口和通信协议，数据接口我们采用目前最常用的串行通讯接口 RS-232-C 接口（又称 EIA RS-232-C）。采用聚合数据接口平台、RTSP 数据传输协议进行实时视频流传输，接受和传送规定格式的数据，包括图像和图片、识别获得的人员、设备信息和报警信息。

(2) 能够与国内主流图像监控厂商的视频分析服务器进行数据传输，实现接收和传送规定格式的数据（包括图像和图片、识别出的人员和设备信息和报警信息）；

(3) 在目标遮挡情况不严重的情况下，实现对进入作业现场的人员和车辆进行实时识别，识别视频监控图像中的人员身份和车辆信息，以及图像范围内人员数量的统计，识别精度达 70%以上，响应时间<5s；

(4) 在目标遮挡情况不严重的情况下，实现实时对识别到的人员进行轨迹跟踪，预测人员行动的方向，跟踪准确度达 70%以上，预测精度达 70%以上；

(5) 实现变电站内安全措施识别，实时识别出施工人员的一些不安全的行为，并发出危险信号以及时提醒，识别精度达 70%以上；

(6) 实现越线报警功能，设置安全区域，当非授权人员和车辆进入或跟踪人员超出或即将超出时，发出危险信号并报警，并记录下相应的信息入数据库。

国家电网可以使用该作业现场安全生产智能管控平台来实现变电站的安全生产的智能化管理，通过人脸识别功能进行人员的考勤，通过人员、车辆的检测和识别来实现变电站的智能化管理，通过安全行为识别和安全区域报警功能来实现对变电站内人员和设备安全的监督，以此来提升变电站的管理水平，大大节约人力成本，提高变电站的智能化管理。

### **合作方式:**

项目或成果合作服务方式（可多选）

（专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它：）

## 2.8 基于配用电大数据平台的短期电量预测模型构建与应用开发

**成果名称：**基于配用电大数据平台的短期电量预测模型构建与应用开发

**所属领域：**电量预测

**成果简介：**

主要技术内容：

(1) 基于深度学习的供电量曲线聚类分析研究。拟研究基于深度学习的供电量曲线聚类分析技术，以及对电力负荷数据的抽取和集成方法，实现多源异构数据的集成统一。

(2) 大数据环境下的电量预测关键影响因素分析研究。拟结合大数据环境深度学习的理论和技术，对影响电量预测的因素进行关联度排序，剔除一些对电量影响小的因素。达到约简分类规则，简化预测模型的目的。

(3) 不同短期电量预测方法研究。选用支持向量机、随机森林或多点电量预测的方法，并通过对核函数的不同的参数组合匹配不同类型的电量，具有更强的建模针对性。进而，通过分析比较现有短期电力电力预测方法，研究出适合上海电网实际情况和需要的电量预测方法，并用于的线损的日常管理。

(4) 短期电量预测模块开发。搭建基于配用电大数据的短期电力负荷应用示范平台，在配用电大数据平台上开发短期电量预测模块，真正用于日常线损管理。

主要技术特点：

(1) 创新基于深度学习的供电量曲线聚类分析研究，挖掘供电量、负荷、天气等因素潜在的关联和价值。

(2) 实现采用灰色关联分析算法对影响电量预测的因素进行关联度排序，分析大数据环境下的电量预测关键影响因素，约简分类规则，简化预测模型。

(3) 全面分析比较现有短期电力预测方法，研究出适合上海电网实际情况和需要的电量预测方法，预测值得到发策部认可，并用于线损的日常管理。

(4) 创新短期电量预测模块的开发方式，真正用于日常线损管理。

### 合作方式:

项目或成果合作服务方式（可多选）

（专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它：）

### 图片资料:

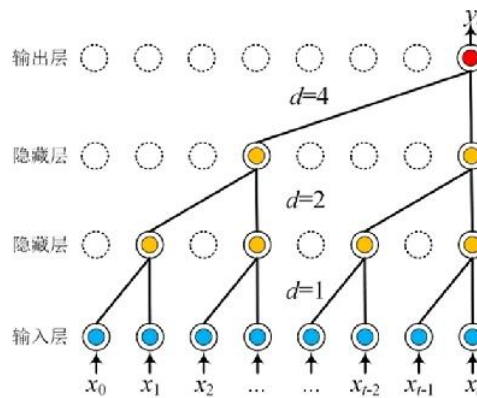


图 1 时序卷积网络的扩展

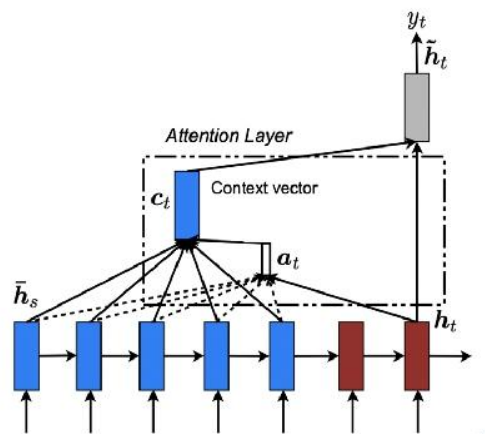


图 2 注意力机制的计算

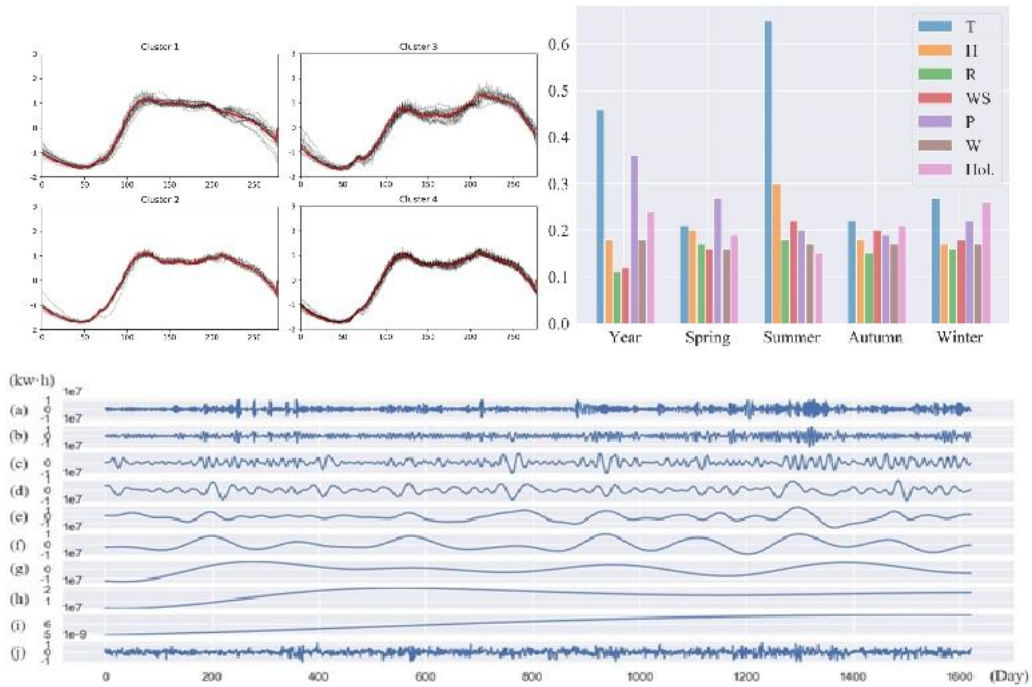


图 3 相关的预测结果

## 2.9 考虑大规模分布式电源接入的智能配电网源网荷协调优化调度

**成果名称：**考虑大规模分布式电源接入的智能配电网源网荷协调优化调度

**所属领域：**配电优化

**成果简介：**

通过深入研究分布式电源、网络结构和负荷这三者的柔性特性及其互动特性，分析分布式发电接入后源网荷协调优化调度的可行性，提出可以保证电网安全、可靠、优质、经济运行的综合调度策略，探索源网荷互动模式下的智能配电网调度业务优化，对我国智能配电网建设起到积极推动作用，对我国城市电网的消纳分布式发电的能力提升有显著的促进。

本研究主要研究内容：

①提出通过提高需求侧和供应侧资源的协调可控性来应对当前配电网双侧随机问题的新思路,充分利用分布式电源的部分可控性，提高源网荷运行的协调性；

②构建以系统成本及运行风险最小为目标函数的“源-网-荷”协调优化调度模型及相应的多目标优化算法，优化计算可控分布式电源出力；

③实现分布式电源、配电网、负荷三者协调的互动优化调度，达到全局运行最优，最大程度的利用可再生资源，减小弃风率与弃光率，并确保配电网的安全稳定运行；

④智能配电网源网荷协调优化调度软件模块开发，决策优化调度方案，展示协调优化调度结果

本研究可应用于指导智能配电网调度中心建设的规划、设计等工作，基于分布式电源的智能配电网源网荷协调优化调度模型和算法开发高级软件模块，可与配电管理系统整合，实现对配电网源网荷的综合协调优化调度。基于实际情况，研究光伏大量接入后的源网荷协调优化调度策略，通过试点与调试，不断收集基础数据，并改进模型与算法，使其具备通用性、可移植性、健壮性等特点，然后再在其他分布式发电较集中的区域乃至全国进行推广应用。

目前分布式电源并网容量大的各地均在加快推进智能配电网的建设，研究智能配电网的关键技术，旨在消除分布式电源带来的不利影响，有效利用分布式电源和多样性负荷，实现配电网高效运行。本项目成果可指导分布式光伏大量发展后源网荷协调优化调度策略，填补了该领域的技术空白，推动配电网运营模式向用户参与、潮流双向流动、高度自动化的方向转变，全面实现智能配电网的高效运行，促进整个新能源行业及下游产业链的发展，并有力引领智能配电网建设进程。此成果的推广，有助于电网企业提高分布式发电的消纳水平，提高供电可靠性，促进节能减排。

## 合作方式:

项目或成果合作服务方式 (可多选)

(专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它: )

## 2.10 面向多网融合的智能用电感知互动服务关键技术

**成果名称:**面向多网融合的智能用电感知互动服务关键技术

**所属领域:**网络资源共享与管理, 网络服务质量

### 成果简介:

智能用电感知互动服务是建立在“多网融合”和电力信息系统基础之上的大型分布式网络信息系统, 通过将互联网、用户侧电气设备的物联网、电力通信网、输配电网络中与智能用电感知互动服务相关的信息进行融合, 使电力流和信息流由传统的单向流动模式向双向互动模式转变。本项目重点研究: (1)个体及群体用户的多元用电行为特征; (2)用户侧多种负荷预测与电网互动优化技术; (3)多网融合下的大规模用户群用电协调优化与统一建模方法。旨在依托“多网融合”的智能用电感知互动服务架构, 实现对用电信息的精准及时感知和深度挖掘, 在供电企业与用电客户之间建立全新的智能用电感知互动服务模式, 达到优化用户用电行为、加强能效管理、节约电能消耗、提升用户满意度等目的, 对建立完善的智能电网产业链具有重大意义。

## 合作方式:

项目或成果合作服务方式 (可多选)

(专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它: )

## 2.11 城市充电网点精准规划软件

**成果名称：**城市充电网点精准规划软件

**所属领域：**计算机软件、城市规划

### **成果简介：**

基本情况：中国已经成为全球最大的充电桩市场，科学合理的城市充电网点规划，对于加快建设能源互联网具有重大意义。本项目根据充电网点分期规划的原则，采用基于注意力机制的长短期记忆神经网络算法进行充电需求预测，使用量子粒子群优化算法进行充电网点选址、定容，然后根据泰森多边形图来划分远期充电站服务区域，从而建立了充电网点精准规划模型，规划结果又可以促进高弹性电网规划建设，进一步实现电网协同发展。该项目已在浙江省杭州市进行验证，表明成果在科学规划充电网络的同时，促进了低碳经济，带动了新能源产业的持续发展，实现了电网、企业、用户和社会等多方共赢，助力新能源汽车的发展和城市有序规划建设。

主要技术特点：整个城市充电网点精准规划软件主要分为区域充电需求预测、充电网点数量确定、近期充电网点选址定容、远期充电网点规划四个主要功能。具体如下：

第一个功能，区域充电需求预测，将现有的历史数据，代入基于注意力机制的 LSTM 长短期记忆神经网络算法，预测出近期和远期的充电负荷需求，并通过知识蒸馏技术把知识迁移到划分的行政区域内。

第二个功能，充电网点数量确定，综合考虑影响充电网点数量的影响因素，形成一组满足约束条件的不等式，然后通过线性规划方法求得区域内近期和远期充电网点规划数量。

第三个功能，近期充电网点选址定容，结合 AHP 方法，使用用户行车轨迹、电网规划、地块性质等特征建立多目标优化函数，然后通过量子粒子群优化算法求得区域内近期网点的位置和容量。

第四个功能，远期充电网点覆盖，在优化函数中增加高弹性电网目标，得出区域内远期网点位置和容量，采用 Voronoi 图确定每个充电站服务区域，从而可以在得出具体的建设规划目标。

应用范围：适用于新能源汽车充电网点的规划应用。

市场需求及经济效益分析：本项目可以打造成充电网点规划服务业务，提供给政府、运营商使用，实现投资回报周期压缩 50%以上，具有极高的商业价值。结合本项目成果和智能交通系统，可进一步推动新能源汽车产业的发展，为城市“绿色交通”智能化升级提供一定基础。随着未来十年中国充电桩万亿元市场大幕拉开，将加速新能源汽车充电桩建设驶入“新基建”快车道。本项目软件产品成熟，投资额度不大，市场广泛，各地新建新能源汽车的充电点规划都可以使用。而且也可以根据客户需求，修改相应的规划目标，从而自动生成相应的规划结果。

### 合作方式:

项目或成果合作服务方式（可多选）

（专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它：）

图片资料:

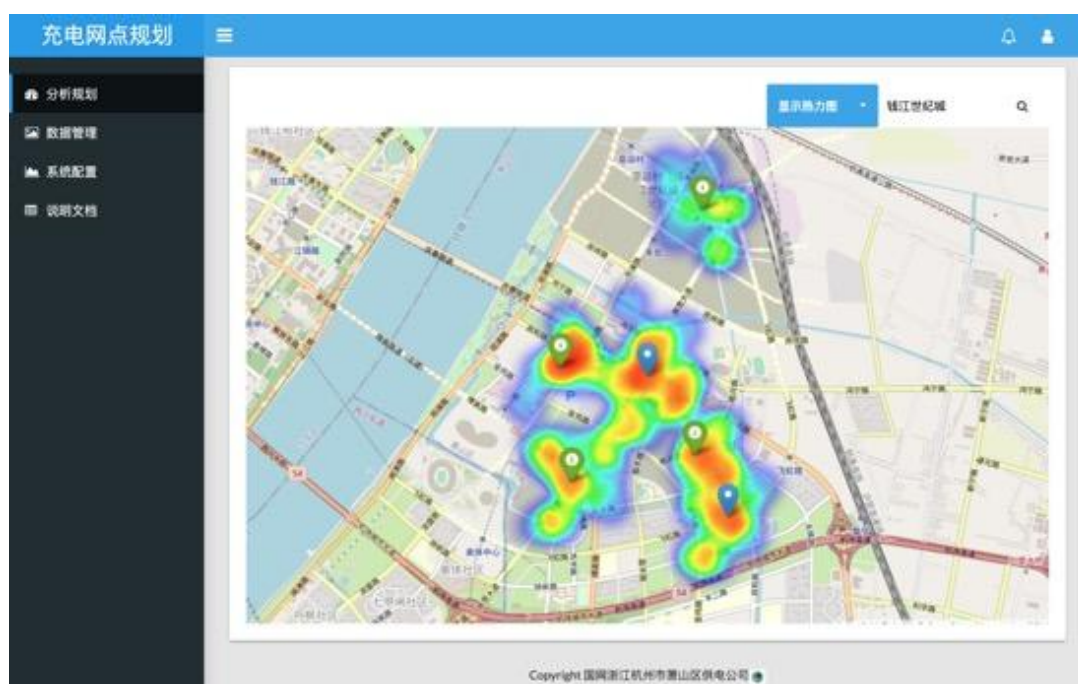


图 1 充电网点规划软件界面



图 2 杭州市某区近期及远期网点规划

## 2.12 一种基于特征选择和 XGBoost 的风机叶片结冰预测方法

**成果名称:**一种基于特征选择和 XGBoost 的风机叶片结冰预测方法

**所属领域:**风机

## 成果简介:

近年来风力发电发展的越来越快,随之而来的问题也越来越多,一般风能资源丰富的地方多处于高原寒冷地区,这些地方海拔高且气温低直接导致叶片结冰、材料及结构性能改变、载荷改变的问题,对风机的发电性能和安全运行造成较大的威胁。目前风机运行的实时数据主要由 SCADA 系统进行监测并存储,对叶片结冰故障状态的判断手段主要是比较风机实际功率与理论功率之间的偏差,当偏差达到一定值后会触发风机的报警和停机。然而,触发报警时往往已经发生叶片大面积结冰现象,在这样的情况下运行会增加叶片折断损坏的风险。

本成果涉及一种基于特征选择和 XGBoost 的风机叶片结冰预测方法,包括以下步骤:1)获取风机 SCADA 监测数据并进行消噪降维归一化处理,将时间戳维度从时间格式转化成时间序列格式;2)采用 Relief 特征选择方法进行特征选择,提取关键维度,降低监测数据的维度,并将降维后的监测数据分为训练样本和测试样本;3)将训练样本代入 XGBoost 模型中进行训练,并采用查准率、查全率、准确率以及综合性指标 F1 度量评价训练后的模型;4)将待检验的监测数据代入训练好的模型中,获取是否处于结冰状态的预测结果,并根据预测结果进行决策使风机的正常运行。与现有技术相比,本发明具有预测准确率高、预测速度快等优点。

## 合作方式:

项目或成果合作服务方式(可多选)

(  专利权转让  专利权许可  技术转让  技术入股  合作开发  技术服务  双方协商  其它: )

图片资料:

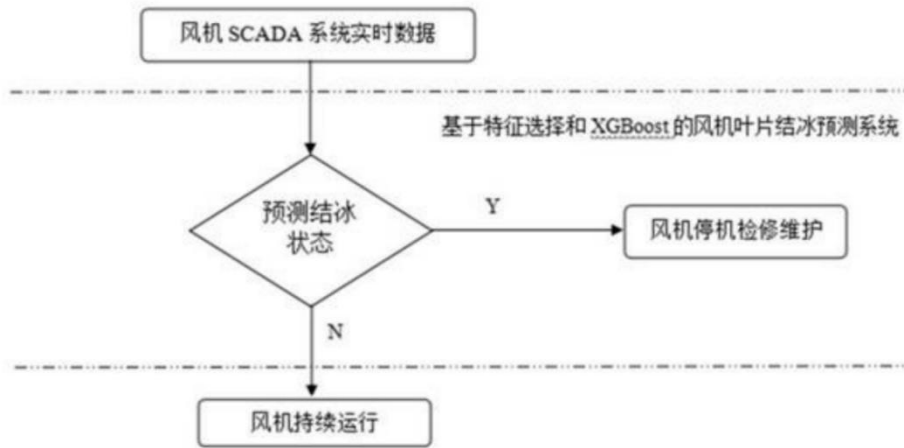


图 1 风机叶片故障诊断系统

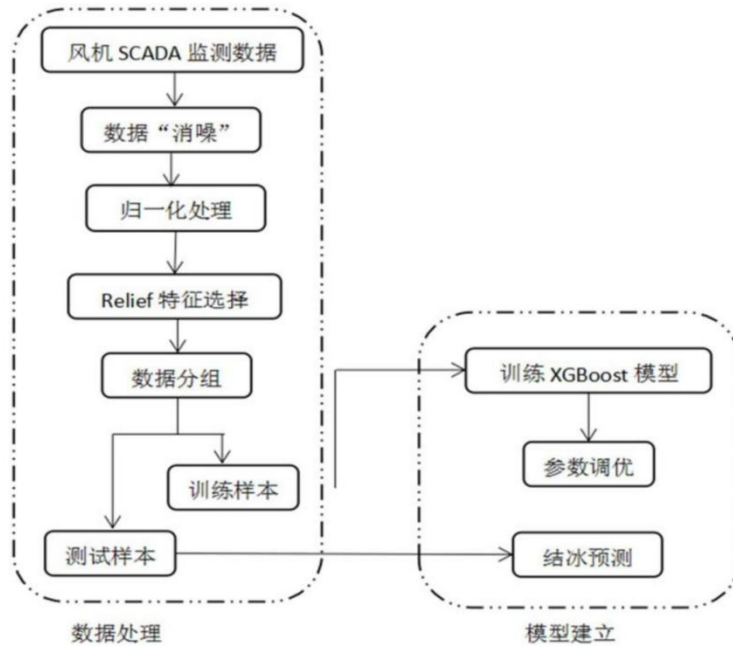


图 2 基于特征选择和 XGBoost 算法的风机叶片结冰预测模型

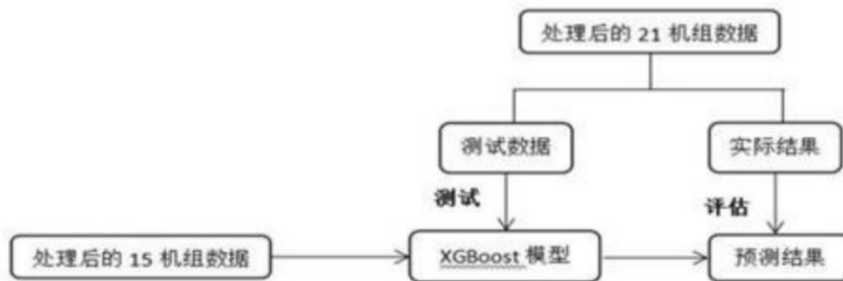


图 3 XGBoost 模型训练流程图

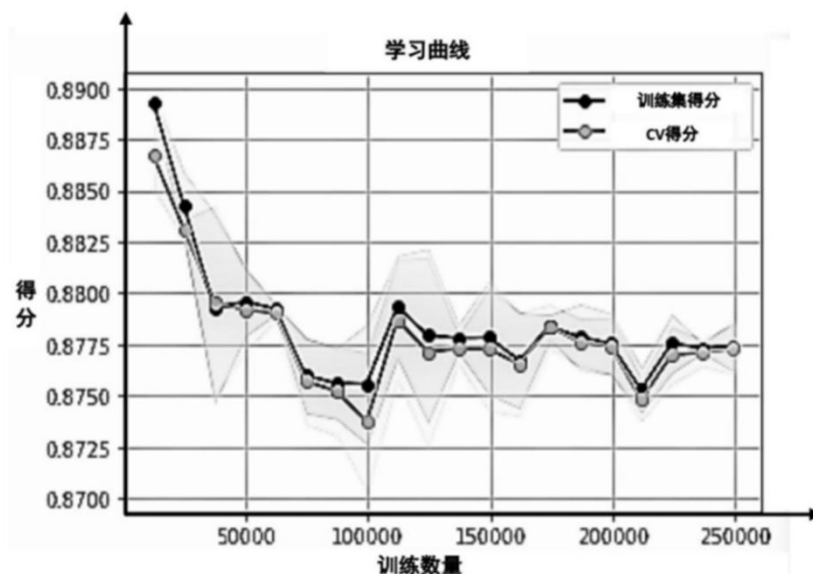


图 4 风机叶片结冰预测模型学习曲线图

### 2.13 一种输电线路等值覆冰厚度监测方法

**成果名称:**一种输电线路等值覆冰厚度监测方法

**所属领域:**输配电

**成果简介:**

受微地形和微气象条件的影响,输电线路覆冰在我国比较广泛,特别是在我国湖南、贵州等南方地区,覆冰灾害造成的断线、倒塔、闪络等事故频繁发生。自上世纪 50 年代以来,我国输电线路已发生不同程度的覆冰事故上千次,而且,输电线路覆冰区通常位于垭口、高山分水岭、峡谷和江河水面等人员难以到达的地方,很难判断覆冰实际情况,出现问题时抢修难度极大,严重影响输电线路正常运行。

目前典型的覆冰厚度覆冰监测方法多基于称重法,使用的风速风向传感器基于二维水平面采集风速风向,并不能准确采集实际的风速风向,因此不能准确求取水平风载荷和垂直风载荷对输电线路的影响,检测到的覆冰厚度误差较大。

本成果涉及一种输电线路等值覆冰厚度监测方法，以绝缘子串轴向拉力、倾角等线路状态信息和风速风向温湿度等气象信息为依据，先通过多源传感器信息融合定性判断覆冰情况，综合考虑了温度和应力对导线长度的影响，根据绝缘子串悬挂点受力计算线路垂直综合载荷、线路水平风载荷和线路垂直风载荷，根据导线虚拟最低点落在档距外和风偏平面导线最低点偏移的特殊情况，求取导线自重和线路冰载荷，在风偏平面竖直方向上建立静力平衡方程，循环迭代求取等值覆冰厚度。与现有技术相比，本发明具有计算精度高、收敛速度快等优点。

### **合作方式:**

项目或成果合作服务方式（可多选）

（专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它：）

图片资料:

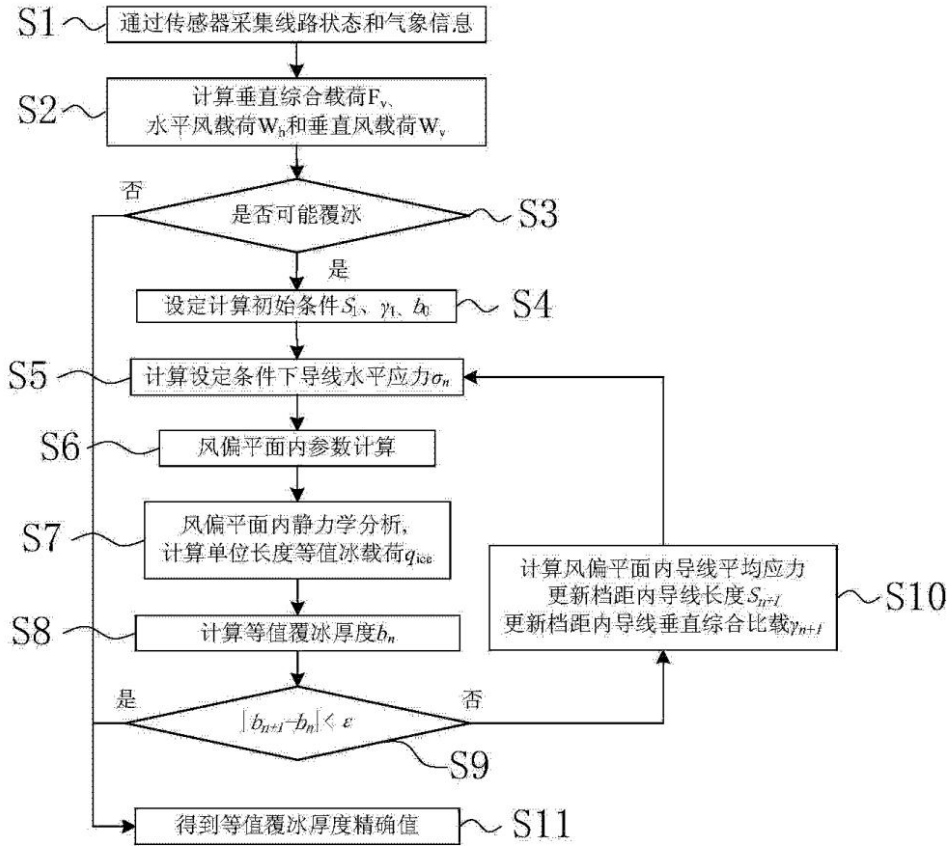


图 1 等值覆冰厚度计算流程图

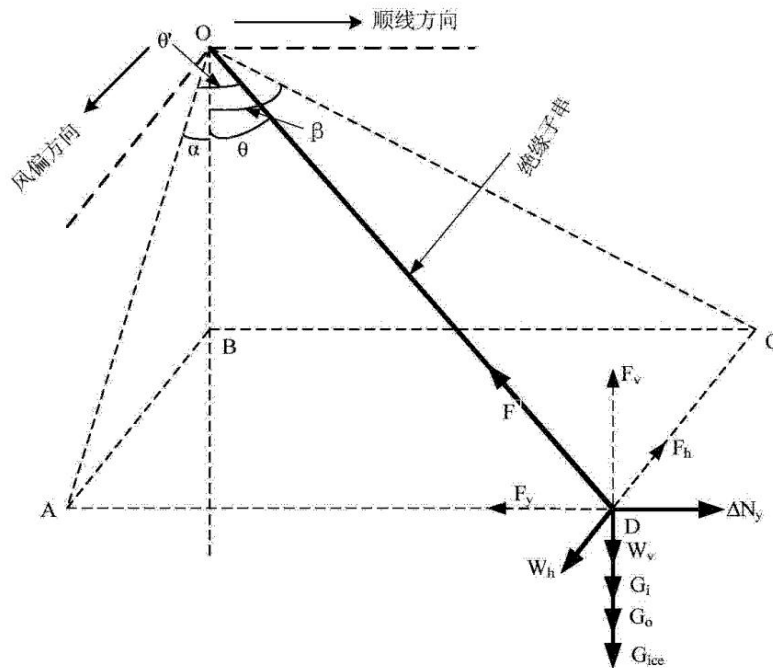


图 2 悬垂绝缘子串受力分析图

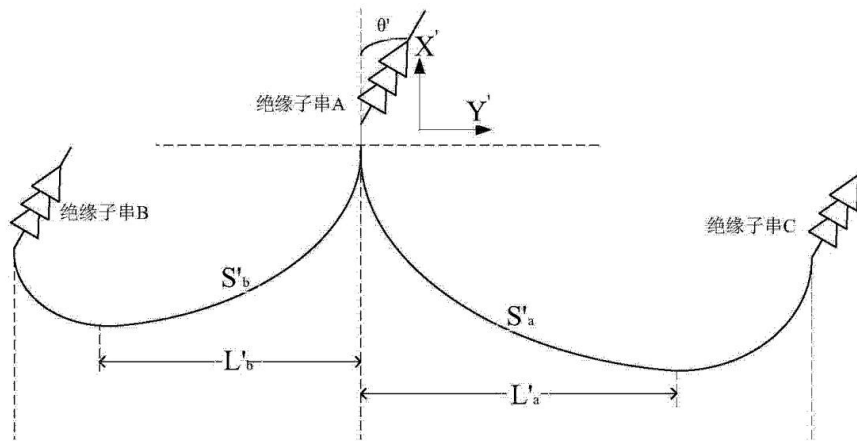


图 3 风偏平面内架空线路模型

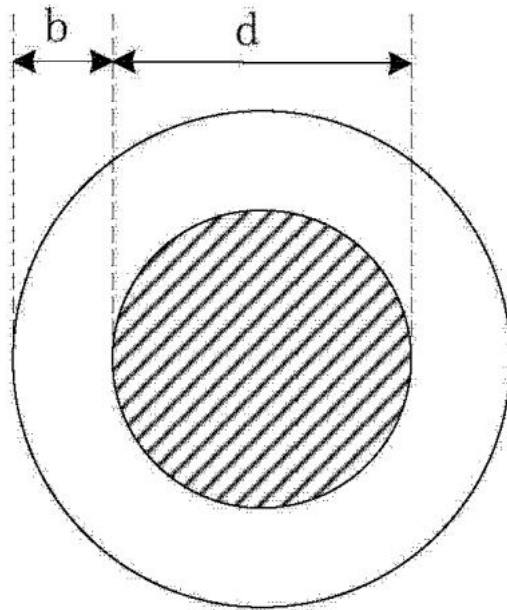


图 4 输电线路导线覆冰后示意图

## 2.14 面向光伏电站的智能运维系统

**成果名称：** 面向光伏电站的智能运维系统

**所属领域：** 新能源发电，智能运维，人工智能算法

## 成果简介:

### 基本情况:

智能光伏运维系统可以实现对光伏电站输出功率的差异化实时检测，是包含一整套面向光伏电站的人工智能算法系统。系统实现了实时监控、实时计算、实时预警等功能，不仅能够让电站工作人员对电站的箱变、逆变器、组件的电流、电压、功率等数据通过层次监控有直观且准确的获取，同时还能够对所有数据进行实时监控和计算，依照大数据技术制定的动态判定规则对异常情况进行实时预警。另外，系统还提供了将报警信息实时推送给无人机，实现无人机自动巡检确认，人工运维的完整闭环操作。

智能光伏运维系统的应用有助于日常运维工作人员对于光伏电站的实时电量数据有全面和准确的获取和掌握，方便了电站人员对海量数据的查询和监控，不仅提高了工作效率，而且有助于运维人员及时发现光伏面板的问题并对此进行及时的清理、检修和维护，将有效延长光伏面板的生命周期，大大减少电站的运营成本和运维开销，提高了整个光伏电站的智能运维水平。

(1) 实现光伏组件故障实时识别。该项目将采用高效深度学习模型解决光伏组件故障实时识别问题，并对故障图像进行实时语义分析。

(2) 实现光伏设备多故障预警。该项目将采用大数据分析技术，从历史数据中找出故障规则库，从而实现多种故障预警。

(3) 提升光伏电站运维水平。本项目提出的多模态数字感知的光伏电站智能运维系统，可高效快速的对光伏电站内发生的故障进行识别和预警，通过故障预警，提前安排针对性检修计划。同时通过项目应用，可减少低层次运检人员，

节省人员费用；并通过及时排除单个光伏组件、单个逆变器、个别电气故障节点，保障整场出力稳定高效，提高光伏电站整体运维水平。

#### **主要技术特点：**

1. 项目实现了针对光伏电站的实时监控、实时计算、实时预警等功能。
2. 项目依据特定的公式以及选定的规则对异常情况进行预警，从而帮助电站人员及时发现有问题光伏面板。
3. 项目将系统预警数据传输给无人机，无人机根据收到的预警信息进行处理，处理完成后将完成信息返回。

**应用范围：**各种类型的新能源光伏发电场站

#### **市场需求及经济效益分析：**

**前景分析及预测：**据中国可再生能源协会分析，光伏电站运维每年存量市场将达 60 亿，光浙江 184 家光伏电站中，已经引入智能运维系统的不足 10 家。而浙江省的光伏装机容量大约为全国光伏装机容量的 1/20，所以该项目若能在相关光伏电站中成功实施，将产生总共大约 3 亿元的存量市场效益。

**市场规模及增长趋势：**据中国可再生能源协会，新能源分析白皮书透露，全国光伏发电在今后 5 年内将按照 10% 的增长速度发展[1]。本项目由于技术上领先其他相关企业约半年时间，若能对全国其中的 10% 光伏电站开展智能运维服务，5 年内平均每年预期市场规模可达 3000 万元以上。

## 合作方式:

项目或成果合作服务方式 (可多选)

( 专利权转让  专利权许可  技术转让  技术入股  合作开发  技术服务  双方协商  其它: )

## 图片资料:

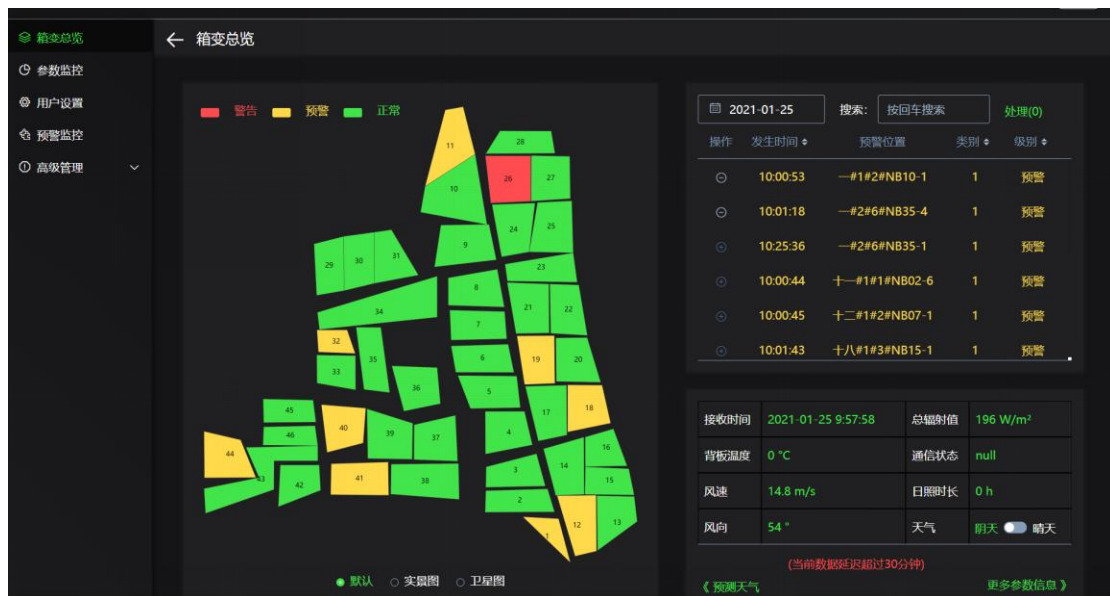


图 1 系统总览页面



图 2 预警数据分析

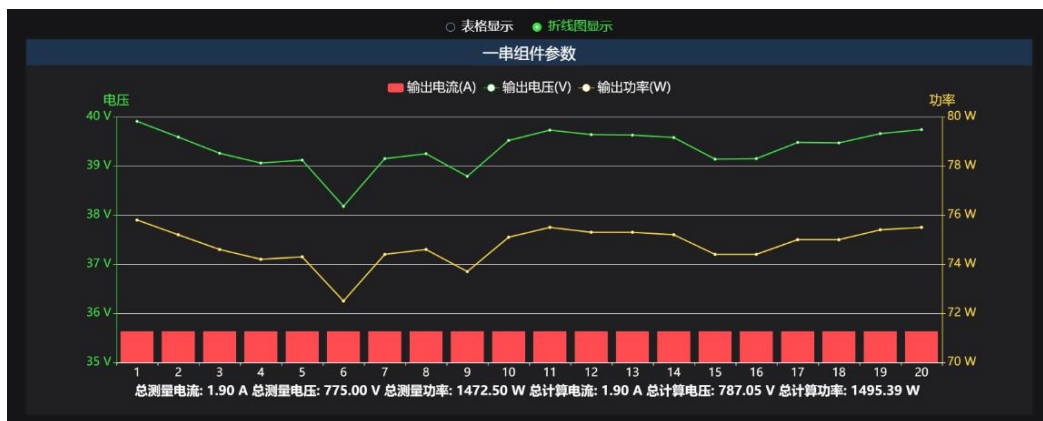


图 3 串组件参数的可视化

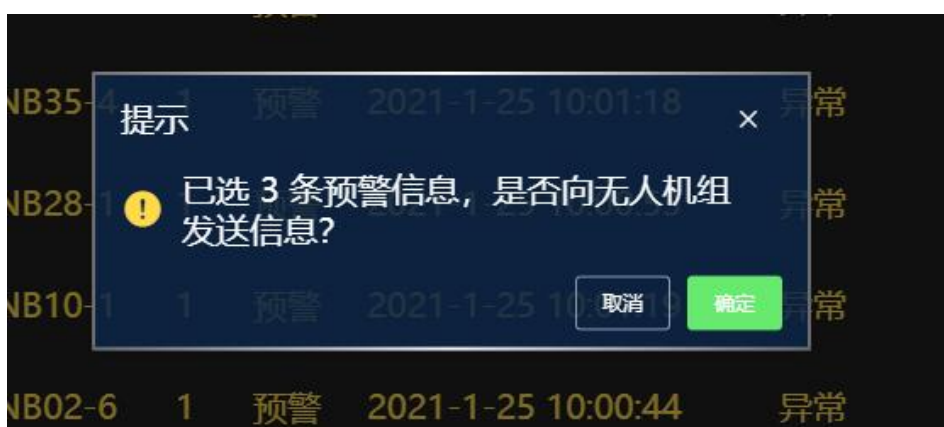


图 4 与无人机交互提示信息

处理(0) 某些时间段预警比较多, 加载较慢, 请耐心等待!

| 操作                               | 序号     | 预警位置          | 类别 | 级别 | 发生时间               | 状态 | 无人机任务 | 恢复时间 | 摘要 |
|----------------------------------|--------|---------------|----|----|--------------------|----|-------|------|----|
| <input checked="" type="radio"/> | 224555 | 一#1#2#NB10-1  | 1  | 预警 | 2021-1-25 10:00:53 | 异常 | 已发送   |      |    |
| <input checked="" type="radio"/> | 224559 | 一#2#6#NB35-4  | 1  | 预警 | 2021-1-25 10:01:18 | 异常 | 已发送   |      |    |
| <input checked="" type="radio"/> | 224553 | 六#2#5#NB28-1  | 1  | 预警 | 2021-1-25 10:00:53 | 异常 | 已发送   |      |    |
| <input type="radio"/>            | 224558 | 六#1#2#NB10-1  | 1  | 预警 | 2021-1-25 10:01:19 | 异常 | 未安排   |      |    |
| <input type="radio"/>            | 224551 | 十一#1#1#NB02-6 | 1  | 预警 | 2021-1-25 10:00:44 | 异常 | 未安排   |      |    |

图 5 发送后锁定预警信息

## 2.15 基于自主学习技术的多源配电网电压跌落快速检测和故障识别研究

**成果名称:** 基于自主学习技术的多源配电网电压跌落快速检测和故障识别研究

**所属领域:** 人工智能与电力系统交叉领域

**成果简介:**

基本情况: 针对配电网电压三相不平衡跌落, 开发一种能够快速检测配电网

电压跌落量的检测算法，采用形态滤波器或其他先进数字滤波器技术，提高跌落量检测精度，并构建多源城市配电网的接地故障分析模型。

主要技术特点：检测性强、故障识别准确度高。

应用范围：人工智能算法在电力系统中的应用。

市场需求及经济效益分析：电力敏感性客户对电力系统的要求相对较高，当前电力敏感性客户不断增加，电网电压不平衡跌落快速检测与接地故障识别具较好的市场需求。该技术具有一定的应用前景，具有较强的经济效益。

### 合作方式:

项目或成果合作服务方式（可多选）

（专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它：）

## 2.16 提高风机发电效率控制策略研究

**成果名称：**提高风机发电效率控制策略研究

**所属领域：**人工智能与电力系统交叉领域

### 成果简介:

基本情况：针对风电机组最优能量捕获的自适应控制算法研究。

主要技术特点：风力发电主要目的是尽可能的利用风能，针对风力发电系统，项目分析风力机特性及最大风能捕获原理。由于风速测量的准确性不高，以及风力发电系统的精确模型较难建立，采用传统的PID控制器难以在风速快速变化的情况下实现良好的控制效果。项目所提自适应控制具有鲁棒性强的优点，能够对风电机组进行最优能量捕获。

应用范围： 风力发电系统。

市场需求及经济效益分析：在“双碳”目标下，风力发电系统在节能减排中发挥较为重要的意义。风力系统高利用效率的方法，具有较为广泛的市场需求。该技术具有一定的应用前景，具有较强的经济效益。

#### **合作方式:**

项目或成果合作服务方式（可多选）

（专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它：）

### **2.17 一种基于改进差分进化算法的电力系统经济调度方法**

**成果名称:** 一种基于改进差分进化算法的电力系统经济调度方法

**所属领域:** 智能电网、电力系统、大数据分析技术

#### **成果简介:**

##### 1、项目背景:

减少燃料消耗是节约能源成本的主要途径之一，一方面能够节省人类从自然界中挖掘的不可再生资源，加快建设节约型社会，更是贯彻科学发展观的必然要求；一方面减少燃烧化石能源所带来的环境污染，对构建环境友好型社会，实现生态文明建设有着重要意义。因此，对发电机组进行合理负荷分配，以此降低燃料耗量的策略成为电力行业深入研究的对象。电力系统的经济负荷分配问题（Economic load dispatch, ELD）应运而生。

在过去的几十年里，许多优化方法，包括数学规划技术和启发式算法被用于解决 ELD 问题。传统的数学寻优策略，如线性规划算法，二次规划算法，非线性规划采用算法、动态规划算法、拉格朗日松弛算法等方法求解 ELD 问题。由

于该类问题的高度非线性和众多的约束条件,传统的微积分方法计算过程过于繁琐,已经不能很好地解决问题,此外由于阀点效应等因素的影响,这些传统技术的无法处理燃料成本函数不平滑的 ELD 问题[1]。为了规避传统技术中遇到的复杂问题,取得更低的总燃料成本。基于人工智能开发了诸多不同的群体智能优化算法,并成功地应用到解决 ELD 问题上去。但是由于 ELD 问题固有的计算复杂性,以上多种算法均存在收敛效果不佳,易遁入局部死循环等问题,且部分算法存在参数过多,各参数间互相干扰等问题,难以适应灵活多变的问题模型,这些都会在一定程度上影响群智能算法对实际 ELD 问题求解的质量,故目前仍需要寻求精度高,参数少,鲁棒性好,效率高的算法。

## 2、获奖、专利情况:

■ 2021/05, 申请专利《一种基于改进差分进化算法的电力系统经济调度方法》专利号: 202110562691.4, 专利状态: 已授权。授权公告号: 113240307B

## 3、主要技术特点:

本发明包括三个部分: 1.首先提出了在原差分进化算法的变异阶段前引入鲸鱼优化算法的预处理操作,同时改进鲸鱼优化算法中的控制参数,采用一种以常数为底的负指数形式的自适应收敛因子更新策略,提高了算法的收敛精度和寻优效率。2.然后在差分进化算法的突变环节引入历史变异个体的差异分量,为最优解的搜寻提供方向。同时利用概率分布对控制参数实施自适应调整策略,并建立相应的历史存档便于概率性地抽取。3.此外还采用维度方向上的修补策略用以缓解寻优阶段出现的停滞现象。

发明目的:针对算法收敛过程中易出现局部极值、迭代迟缓甚至停滞的情况,本发明提供一种基于改进差分进化算法的电力系统经济调度方法。

#### 4、应用范围：

电力系统及智能电网中的经济负荷分配调度

#### 5、市场需求及经济效益分析：

##### （1）能源经济负荷分配调度：

在过去的几十年里，许多优化方法，包括数学规划技术和启发式算法被用于解决 ELD 问题。传统的数学寻优策略，如线性规划算法，二次规划算法，非线性规划采用算法、动态规划算法、拉格朗日松弛算法等方法求解 ELD 问题。由于该类问题的高度非线性和众多的约束条件，传统的微积分方法计算过程过于繁琐，已经不能很好地解决问题，此外由于阀点效应等因素的影响，这些传统技术的无法处理燃料成本函数不平滑的 ELD 问题[1]。

本专利能有效规避传统技术中遇到的复杂问题，有效降低总燃料成本。基于人工智能开发了诸多不同的群体智能优化算法，并成功地应用到解决 ELD 问题上。本方法适应能力强，且算法复杂度不高，能进行较好的能源经济负荷分配调度，给企业带来巨大经济效益。

##### （2）能源负荷预测：

现今能源的日负荷预测技术发展缓慢，日负荷预测太高会导致能源供过于求，浪费资源；日负荷预测太低会能源供给不足，影响能源使用，给用户和企业带来极大损失。

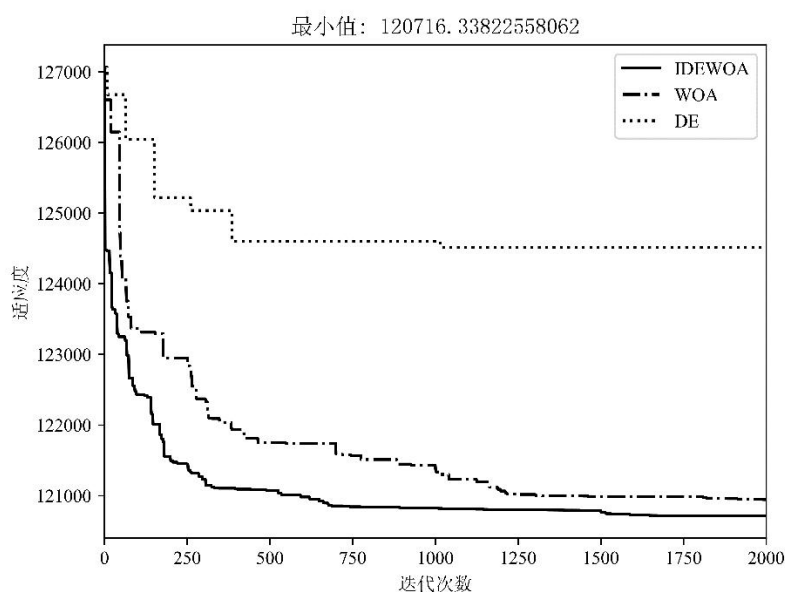
准确地进行能源负荷预测可以帮助能源企业制定用户未来的发展计划和用户的能源需求结构，从而给企业带来经济和管理效益的提升，从而最大限度地节约能源。

## 合作方式:

项目或成果合作服务方式 (可多选)

( 专利权转让  专利权许可  技术转让  技术入股  合作开发  技术服务  双方协商  其它: )

## 图片资料:



机组运行对比图

## 2.18 一种基于历史气象数据和随机模拟的风电功率预测方法

**成果名称:** 一种基于历史气象数据和随机模拟的风电功率预测方法

**所属领域:** 电力能源控制、机器学习

### 成果简介:

#### 1、项目背景:

风力发电是当今世界上最具有开发潜力的新能源发电方式之一.大规模开发和利用风电,已经成为世界各国解决能源和环境问题,保证国民经济可持续发展的一种有效措施.由于能够发电的自然风具有较强的不确定性,因此,风力发电也同样具有较强的不确定性.风力发电的不确定性给电力系统带来了许多不利影响,如:

对电能质量的影响、对系统稳定的影响、对发电调度的影响、以及对环境保护的影响等.其中,大部分影响会随着风电功率的增加而增大,当风电功率超过某个阈值时,被影响程度最严重的电气指标就会超出其所在的安全区间,给电网的正常运行带来极大隐患.因此准确的风电功率预测既可以保证电力供应的稳定,减少用电成本,提高供电质量,也有助于电力系统的健康发展.

## 2、获奖、专利情况:

■ 2022/12, 申请专利《一种基于历史气象数据和随机模拟的风电功率预测方法》, 专利号: 2018102967737, 专利状态: 授权

## 3、主要技术特点:

风力发电功率与当时的气象条件(包括风速、风向、气压、温度、湿度等)有很大关联,利用随机模拟可以较好地捕捉这种关联性,从而为进行风力发电功率预测提供参考.本专利提出了利用历史气象数据和对应的风力发电功率作为训练图像,再利用多维尺度变换对训练图像进行降维,然后用基于密度的聚类方法划分低维数据,获得各个划分子空间,即低维数据类.求取划分子空间的平均模式作为“代表模式”.在预测风力发电功率时,求预测区域内的已知条件数据与划分子空间的“代表模式”间的欧氏距离,将欧氏距离最小的“代表模式”作为模拟结果复制到待预测区域,然后按照上述作法完成对所有未知节点的预测.本专利可广泛应用于风力发电功率的预测。

## 4、应用范围:

风电功率发电量预测

## 5、市场需求及经济效益分析:

风力发电是指把风的动能转化为电能，利用风力发电非常环保，且风能蕴量巨大，因此日益受到世界各国的重视。随着全球能源需求不断增长和环境问题日益凸显，风力发电逐渐成为一种受欢迎的可再生能源。在我国力争达成“碳中和”和“碳达峰”的大背景下，能源结构转型升级势在必行，对于清洁能源的需求日益增加，而风电则是清洁能源中的重要品类。目前，国内新能源行业的发展多历经以补贴政策为主导到市场竞争推动的发展路线，长期看风电行业补贴取消直至平价上网是未来的发展趋势，但随着风电技术的不断进步，海上风电开发成本会进一步降低，我国海上风电会取得更快的发展，对海洋工程行业发展有很大的推动作用。尽管风力发电的成本已经大幅降低，但其成本仍然比化石燃料发电高。此外，风力发电的不稳定性也是一个问题。为了解决这些问题，风力发电预测技术的发展非常关键。

### **合作方式:**

项目或成果合作服务方式（可多选）

（专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它：）

### **2.19 基于模糊测试的电力隔离装置漏洞挖掘技术研究**

**成果名称:** 基于模糊测试的电力隔离装置漏洞挖掘技术研究

**所属领域:** 智能电网、电力隔离装置、电力隔离装置

## 成果简介:

### 1、项目背景:

传统电力工控系统在电力行业中应用广泛,具有运行环境隔离化、通信协议专有化、软硬固件定制化等特点,惯用物理隔离和单向传输等手段抵御来自外部网络的入侵攻击。在过去五年中,电力工控系统的漏洞发现数量增长迅猛,尤其是隔离装置的安全漏洞成为电力系统安全稳定运行的巨大威胁。随着国网公司新时代新战略的落地实施,物联网技术与电力行业生产结合日益紧密,电力系统内部网络与外部网络的深度融合大势所趋,针对智能电力工控系统的安全风险和漏洞等检测研究,对保障智能电网信息安全具有重大意义。

### 2、获奖、专利情况:

■ 论文 1:《MLPNeuzz: A Novel Neural Program Smoothing Method Based on Multi-Layer Perceptron》(EI 检索,已发表)2022 8th International Conference on Computing and Data Engineering(ICCDE 2022)

■ 论文 2:《A systematic review of fuzzy testing for information systems and applications》(EI 检索,已发表)2021 2nd International Conference on Electronics, Communications and Information Technology(CECIT 2021)

■ 发明专利 1:《一种基于多层感知机的平滑的软件程序安全检测方法》申请受理号:202111538428.8

■ 发明专利 2:《基于序列生成对抗网络结合 DNP3 模糊测试的漏洞挖掘检测方法》申请受理号:202211131613.X

### 3、主要技术特点:

(1) 电力隔离装置的漏洞挖掘平台构造

开展电力隔离装置的典型漏洞特征提取研究，建立漏洞特征库；调研成熟漏洞挖掘平台架构，结合实际需求，形成面向电力隔离装置的漏洞挖掘平台架构，支持虚拟化技术，满足开展内核程序漏洞挖掘研究和应用的实际需求。

#### (2) 基于深度学习算法的多元测试用例生成

借助敏感区定位技术从代码空间中提取漏洞高发、变异敏感、功能关键的区域，利用静态代码分析技术构建该类区域的 CFG 和 CG，结合约束求解器求解出符合程序合法输入要求和覆盖敏感区的测试用例模式，由深度学习模式识别算法生成满足指定模式的测试用例。以提高代码覆盖率，进而提高漏洞挖掘命中率及效率。

#### (3) 面向符号执行和污点分析的漏洞分析追溯

在符号执行方面，采用动静结合和的混合符号和选择性符号执行技术，结合敏感区定位技术，将程序空间划分为关键区域和非关键区域，对非关键区域具体执行，对关键区域符号执行，从而总体提升漏洞分析追溯的效率。

#### (4) 自动化模糊测试漏洞挖掘平台原型系统搭建

开发漏洞挖掘平台，包括用于环境模拟的数据发送层，用于测试执行的数据生成层和用于可视化操控的用户界面层。借助深度学习等人工智能领域的新算法，研发模糊测试、污点分析、符号执行等动静态漏洞挖掘技术和工具，进一步结合增强学习方法从已知漏洞挖掘未知漏洞。

### 4、应用范围：

针对电力隔离装置的模糊测试的平台

### 5、可行性分析：

#### (1) 技术可行性分析

本系统基于 B/S 模式构建,并且采取前后端分离这种方式的开发技术进行开发。核心算法模块由 C/C++语言编写。深度学习模型以及训练模块使用 Python 进行开发。后端统一由 JAVA EE 集成 Spring Boot 框架进行开发,且使用 RESTFUL 风格提供数据接口。而前端页面采用 vue3.0 进行构建;持久层技术中采取关系型数据库 MySql8.0 作为主要数据库,采用非关系型数据库 redis 作为辅助缓存以此提升存取速度。最后,系统可以运行在 Docker 上或是 Linux 服务器上。

### (2) 经济可行性分析

该系统的成本集中在软件开发过程中,在本软件的使用过程中,是不需要向第三方机构支付任何费用的。

### (3) 操作可行性分析

该系统拥有友好易用的用户界面(UI),可以跨平台显示并且有相关操作提示。用户只需根据提供的文档操作该系统,几乎没有额外的学习成本。因此,大部分的使用者都能够很快的上手并且使用该系统。

## 合作方式:

项目或成果合作服务方式(可多选)

(专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它:)

## 图片资料:

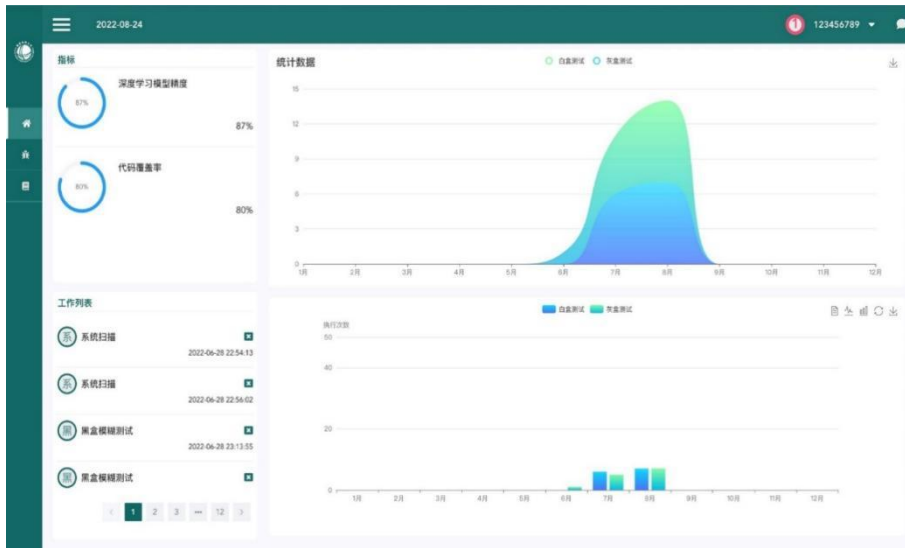


图 1 平台首页展示

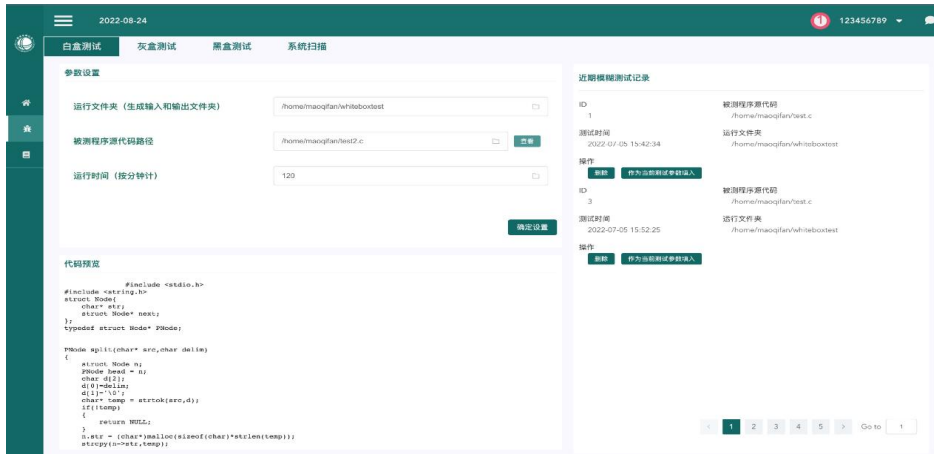


图 2 白盒功能展示



图 3 灰盒功能展示

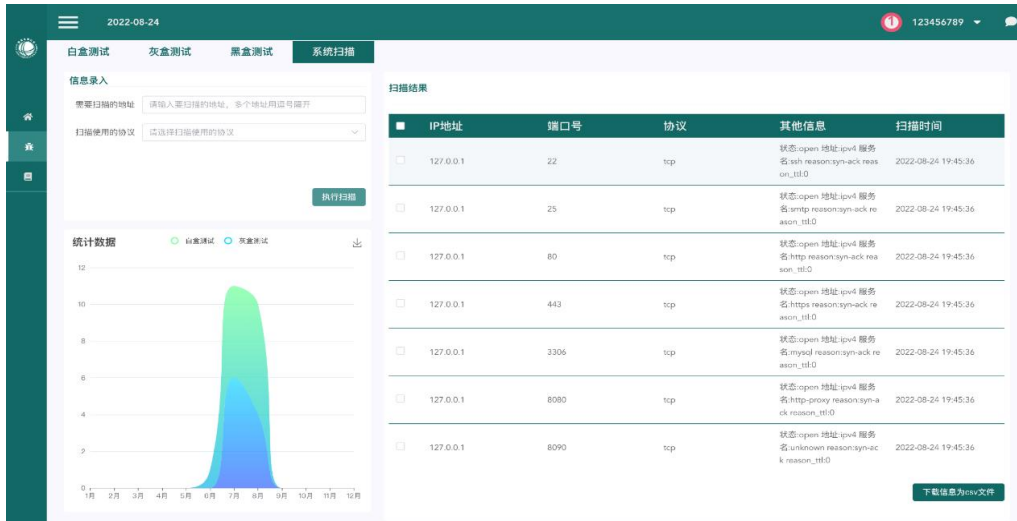


图 4 系统扫描功能展示

## 信息安全

### 2.20 基于深度学习的高通量网络攻击智能检测与场景构建研究

**成果名称:**基于深度学习的高通量网络攻击智能检测与场景构建研究

**所属领域:**网络安全

**成果简介:**

随着 5G 等 IT 技术的迅速发展，高通量环境中的网络安全正面临着前所未有的挑战:攻击的手段更隐蔽，破坏性更强，持续时间更长。如何高效且智能地检测出网络攻击并能溯源取证等问题，受到了国内外政府、企业和研究机构的高度重视。本项目拟利用深度学习等前沿技术，研究面向高通量网络攻击的智能感知、安全检测和攻击场景构建方法，包括：（1）高通量网络数据的智能感知与多源融合方法研究，解决数据的关联性问题；（2）面向网络攻击行为知识图谱的构建与推理方法研究，提升攻击行为表征和挖掘的准确性；（3）基于增量学习的网络攻击检测方法研究，应对高通量网络攻击巨量、动态等挑战；（4）基于图结构的深度学习的场景构建与推演方法研究，解决网络溯源取证难的问题；（5）进行实证研究和应用示范。本项目的研究成果对于高通量实时网络攻击检

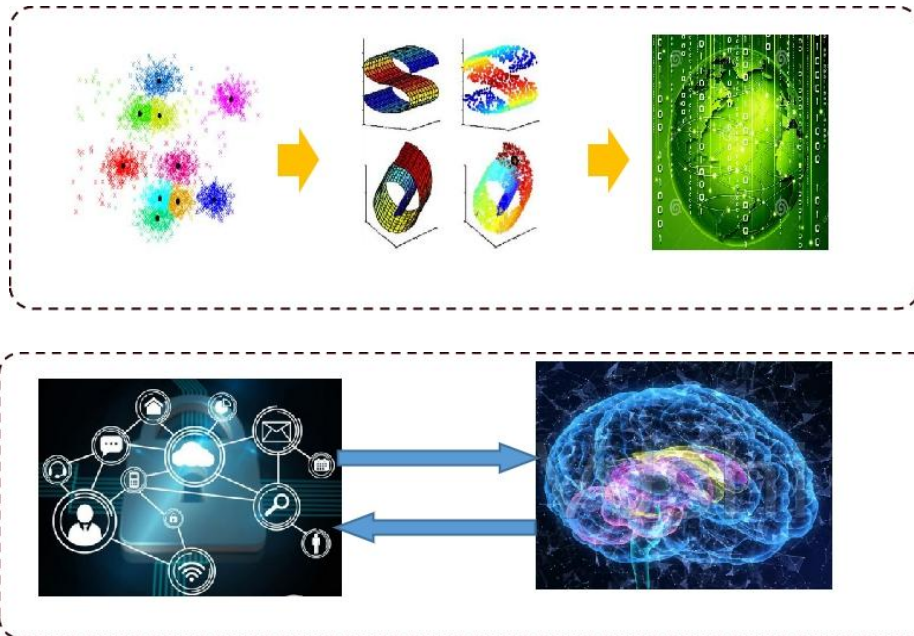
测、溯源评估、互联网攻防演练等方面具有重要的应用前景、较高的理论意义和实用价值。

### 合作方式:

项目或成果合作服务方式（可多选）

（专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它：）

### 图片资料:



## 2.21 面向多云存储的安全访问机制关键技术研究

**成果名称:**面向多云存储的安全访问机制关键技术研究

**所属领域:**网络安全

### 成果简介:

多云存储系统能有效抵御单点故障，是云计算发展的重要趋势之一，但目前针对多云架构安全数据访问机制的研究工作尚不成体系，对影响多云存储系统

安全和稳定的诸多问题亦缺乏有效解决方案。因此,本项目系统化地研究了面向多云存储的安全访问机制关键技术。首先,全面考虑多云平台多方认证需求,提出基于 Shamir 秘密共享算法、拉格朗日插值和 Diffie-Hellman 协议的数据访问控制机制,有效应对认证数据洪泛问题;并进一步提出基于前缀编码和拜占庭容错协议的动态数据更新机制,以轻量级计算实现数据和权限的动态高效更新,同时解决数据一致性问题;最后以上述数据管理方案为基础,提出基于 n-grams 分词算法和 Chord 环的安全数据查询机制,建立新型索引结构,以实现多云平台数据资源进行安全高效的访问。本项目的研究对多云存储模型中新型数据访问模式的突破具有重要意义,研究成果可为多云存储系统的大规模应用提供相应技术支撑。

#### **合作方式:**

项目或成果合作服务方式(可多选)

(专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它: )

图片资料:

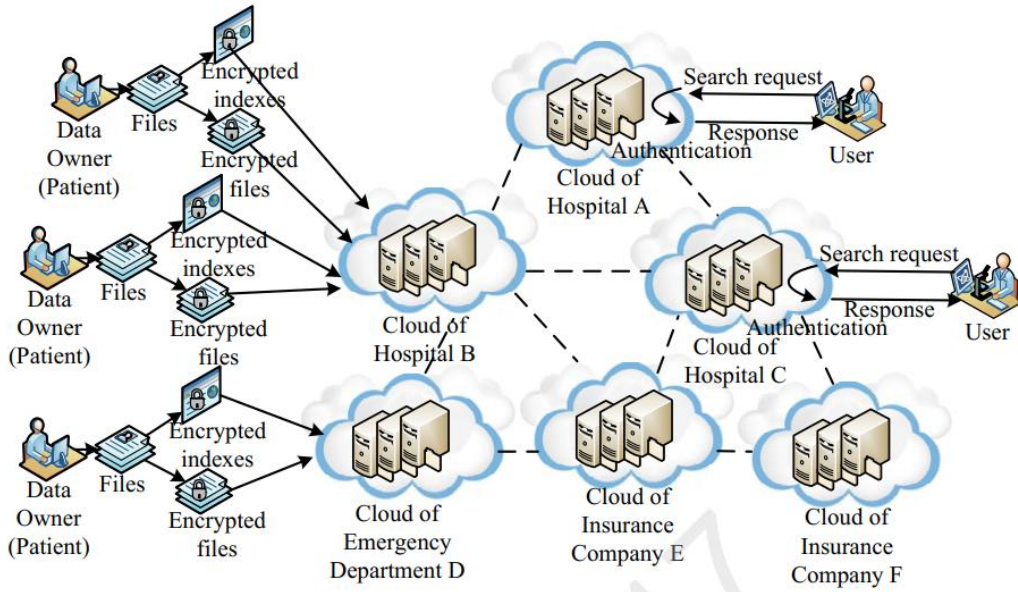


图 1 典型的多云服务模型

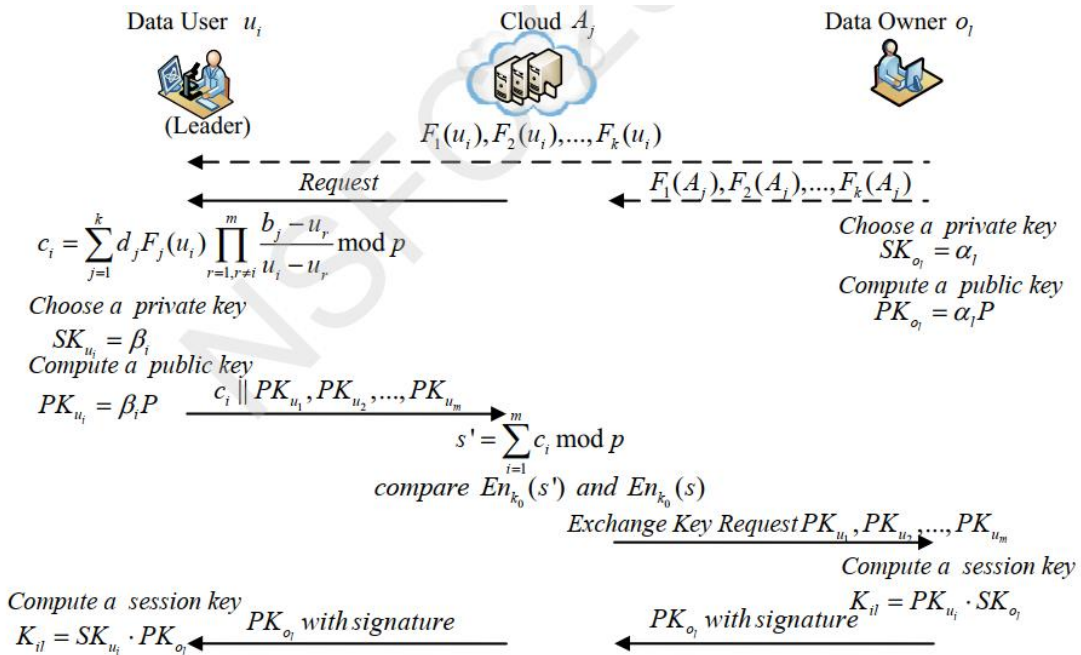


图 2 多云用户异步权限分配认证

## 2.22 数据库服务中数据的隐私保护及可控性关键技术研究

成果名称:数据库服务中数据的隐私保护及可控性关键技术研究

所属领域:数据库理论与系统

## 成果简介:

各行各业数据井喷式爆发性增长,使得依托云计算平台的数据库服务成为企业或个人用来托管存储自身海量数据的首选。然而,具有多维不同特征如强从属性、强关联性、时空性等敏感属性的海量高维敏感数据被托管,加剧了托管数据的隐私保护和访问可控的复杂性和难度,使得数据库服务中现有的隐私保护和可控性技术不再适用于新型高维敏感数据。本项目拟从三个方面进行探索:1)设计可扩展的数据加密算法,有效保护海量高维敏感数据隐私可用;2)设计自适应的细粒度访问控制策略和结合策略的密钥更新分发模型,支持高维敏感数据的动态访问授权;3)设计轻量级的认证结构,确保高维敏感数据的动态完整性认证。构建隐私增强的数据库服务软件平台,指导用电信息采集系统典型示范应用,探索具有自主知识产权的软件产品。研究成果有利于为隐私保护数据库服务提供新的解决思路,显著提升托管高维敏感数据的隐私性、可用性和可控性,因而具有重要的理论与实践意义。

## 合作方式:

项目或成果合作服务方式(可多选)

(专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它: )

### 2.23 工业控制系统虚拟仿真云服务

**成果名称:** 工业控制系统虚拟仿真云服务

**所属领域:** 信息安全

## 成果简介:

工业控制系统虚拟仿真攻防云平台：搭建在华为云和阿里云服务器，虚拟化工控 PLC 设备，智能采集终端,虚拟机器臂，建立 Modbus, Profinet, 104，103，IEC61850，CANBUS 协议，构建了实物与虚拟设备交互环境，实际设备攻击可以在虚拟仿真系统显示，建立虚拟化工控安全靶机试验环境。

主要技术内容：

(1) 工业控制系统的虚拟仿真环境的云服务，（包括：工业控制系统设备仿真云服务，PLC 仿真，Modbus 设备仿真，变电站虚拟仿真）

(2) 工业控制系统采集与传输云服务，（包括：支持工业控制系通信仿真服务，包括 Modbus 通信，Profinet 通信，智能电表 645 规约，变电站 IEC61850 通信，馈线终端 104 规约的通信）；

(3) 工业控制系统安全防护云服务，（包括中间人攻击防护，假数据攻击防护，DDoS 攻击防护等）

本项目入选国家电网公司双创培育，与公安部三所，齐安信，中科院，华电电科院，上海电气，华为，安天，安恒技术交流合作，参与完成 2 项国家标准，1 项能源行业标准。

## 合作方式:

项目或成果合作服务方式（可多选）

（专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它：）

## 2.24 基于传感器网络中协商式组密钥建立的方法

**成果名称:**基于传感器网络中协商式组密钥建立的方法

**所属领域:**网络安全

### **成果简介:**

在无线传感器网络中,组内的通信中除了需要安全的一对一的通信以外经常还需要一对多和多对多的安全多播通信。虽然依赖于对密钥也可以实现安全多播通信,但是消息会被途的接受者逐一地解密和加密后才能安全地到达目标接受者,这样效率太低,网络中的通信负担也太重。如果这个组的全体成员都能共享一个组密钥(groupkey),那么多播通信就会非常简单,只需要将消息用组密钥加密就可以了。因此,组密钥的建立对于组内的多播通信是非常重要的。

当前的组密钥管理方案主要分为两大类:一类是组密钥分发(group keydistribution 或称分发式组密钥)方案,另一类是组密钥协商(group key agreement 或称协商式组密钥)方案。在组密钥分发方案中,其中的一个参与者或者有一个密钥服务(key server)负责预先计算或者生成一个组密钥,然后再将此组密钥分发给各个成员。这个方法的特点是简单,通信和计算开销小。但是如果组密钥计算者被攻击或者其恶意地,选择一个对攻击者有力的密钥来代替计算出的合法组密钥,成员节点并不知道,因为它们无法验证组密钥的合法性,因此,组密钥分发方法的安全性容易受到威胁。而在组密钥协商方案中,所有的参与者共同协作的完成组密钥的建立;每一个参与者都要奉献一部分秘密份额,然后由其中一个能力较强的节点负责把所有参与者的秘密份额综合起来生成组密钥,并且每一个参与者能够验证自己所奉献的秘密份额包含在其中。因此以密钥协商得方式建立组密钥的一个好处就是组密钥不能由任何一个参与者独立生成或替换,这样既可以保证

了组密钥的安全性也可以保证通信中节点的公平性。但是当前的传感器密钥管理方案并没有这样的好方法,基于这一现状,本发明提供了这样一种新颖的方法。

一种基于传感器网络中协商式组密钥建立的方法,涉及信息安全技术领域,所要解决的是既可保证组密钥安全性也可保证通信中节点的公平性的组密钥建立的技术问题;该组密钥建立方法包括:1)传感器网络中的基站计算出一个在域  $GF(q)$  上的  $n*n$  的矩阵  $B$  和矩阵  $D$ ,  $B$  被当作是公开信息,  $q$  是一个小于  $n$  的素数;2)完成上述步骤并部署到指定区域后,网络中的每一个节点都计算自己的秘密份额并将其发送给负责计算的节点;利用这些信息,它们就能与其所在组的其他成员节点协商式地完成组密钥的建立。各节点也能验证组密钥的合法性。本发明具有无需可信第三方参与,也不用开销巨大的公钥技术,并能保证组密钥的安全性和组中各成员节点的公平性的特点。适用于需要采用投票方式选择簇头或者用在采样等需要保证各节点的公平性的领域中时,进行信息广播的传感器网络。

### 合作方式:

项目或成果合作服务方式(可多选)

(专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它: )

图片资料:

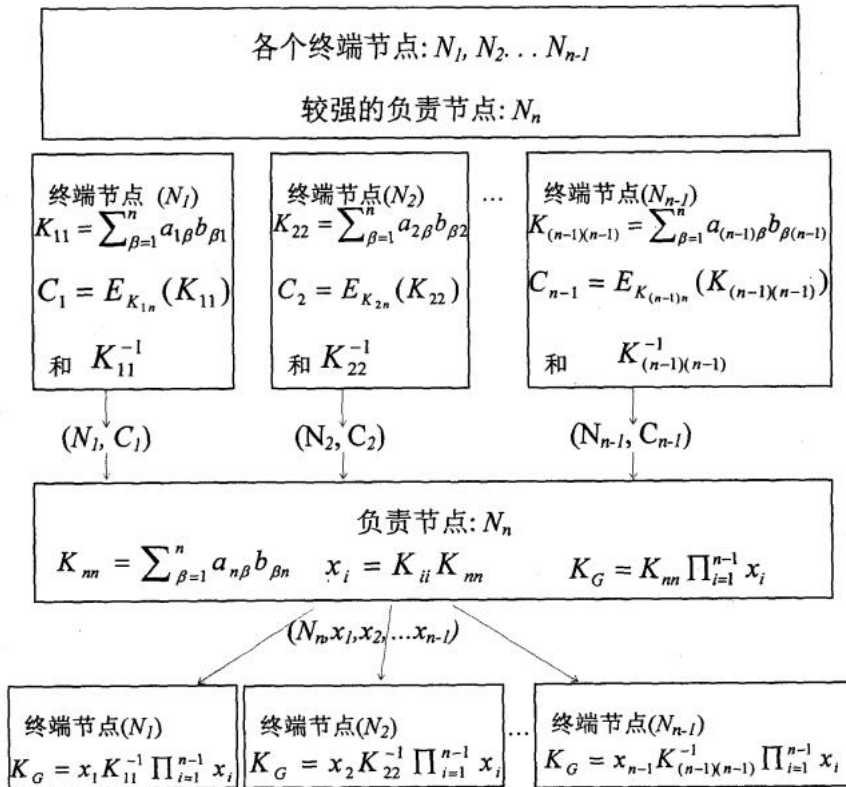


图 1 基于传感器网络中的组密钥协商建立的过程框图

## 2.25 面向电网可用性的 V2G 交互信息隐私保护关键技术

**成果名称:**面向电网可用性的 V2G 交互信息隐私保护关键技术

**所属领域:**网络安全, 物联网

**成果简介:**

V2G 网络中电动汽车作为智能电网新能源接入的缓冲, 因其能起到“削峰填谷”的作用等特性和潜在的重要社会经济应用价值, 近年受到国内外政府、企业和高等院校的高度重视。在前期研究中, 本项目组发现 V2G 交互信息不但与用户隐私密切相关而且还与电网效用有直接的联系。隐私保护与电网可用性的平衡是 V2G 网络信息安全研究面临的一个崭新的课题。面向传统网络设计的隐私保护机制难以有效地解决这一问题。本课题将针对电动汽车分别在充放电模式和行

驶模式下与电网信息交互过程中存在的隐私泄露问题，从电网的能源优化调控、负荷预测等功能需求出发，研究面向统计分析的隐私保护机制；面向认证溯源的隐私保护机制；面向电网可用性的隐私保护的质量评价机制。最终形成完善的隐私保护体系。本项目注重研究隐私保护后信息的可计算性、可认证性和可追溯性等理论和技术上的前瞻性，研究成果可为增强 V2G 网络交互信息的共享度和安全性提供系统的设计理论和分析方法。

### 合作方式:

项目或成果合作服务方式（可多选）

（专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它：）

### 图片资料:

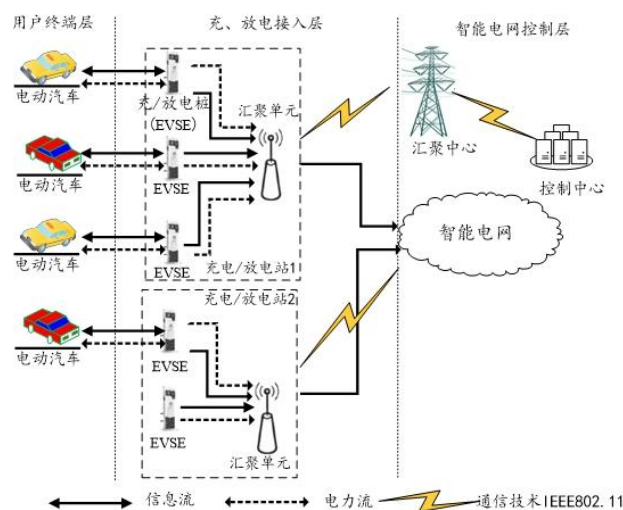


图 1 充放电模式的 V2G 网络模型图



图 2 无人驾驶场景下的样本攻击与防御

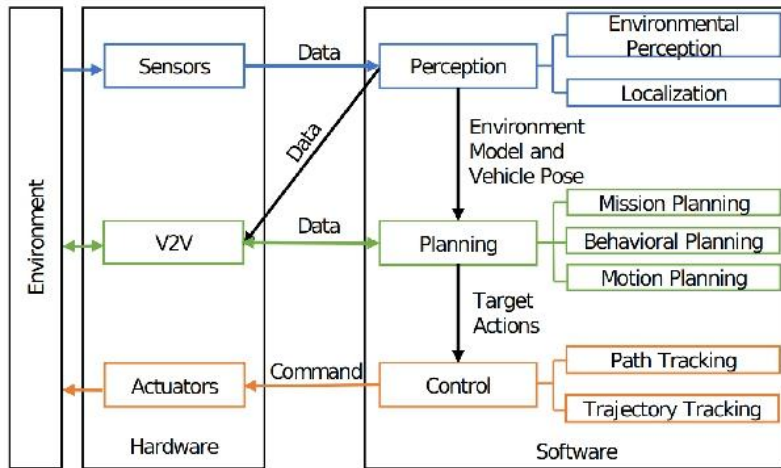


图 3 无人驾驶场景下的样本攻击模型

## 2.26 代理重加密在智能电网安全数据共享中的应用及关键技术研究

**成果名称:**代理重加密在智能电网安全数据共享中的应用及关键技术研究

**所属领域:**网络安全

### 成果简介:

智能电网因其自身的开放性、非完全可信性，致使智能电网中数据的安全共享问题至关重要。尽管已有关于智能电网数据隐私保护的研究，但在数据共享的安全、方便、细致，高效方面仍存在很大不足。因此，本项目将研究代理重加密在智能电网安全数据共享中的应用及关键技术问题，确保数据在开放的、非完全可信的智能电网环境中能更安全、更方便、更细致、更高效的共享。我们将重点研究：1) 具有同态性的代理重加密方案。电网运营商可以直接处理用户密态数据，方便了数据的处理。2) 可细粒度访问控制的代理重加密方案。电能用户可以根据数据使用需求以数据子集的方式进行更细致的数据共享。3) 没有双线性对的代理重加密方案。智能电网可以节约资源开销以实现更高效的数据共享。4) 利用编程语言和仿真软件对所提方案进行演示验证。本项目形成了基于代理重加密技术的智能电网数据安全、方便、细致、高效共享的基本理论与方法，极具理论价值和实际意义。

### 合作方式:

项目或成果合作服务方式（可多选）

（专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它：）

图片资料:

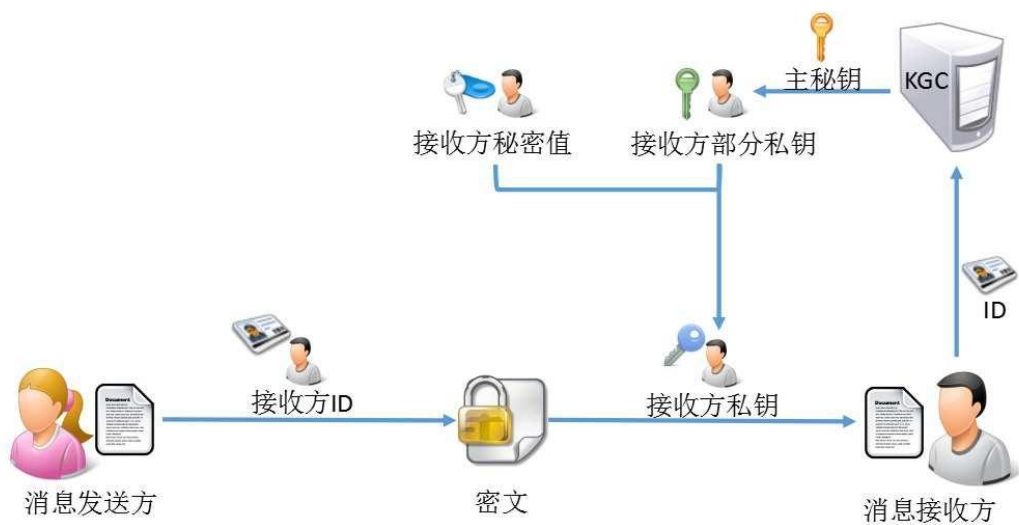


图 1 无证书公钥密码体制示意图

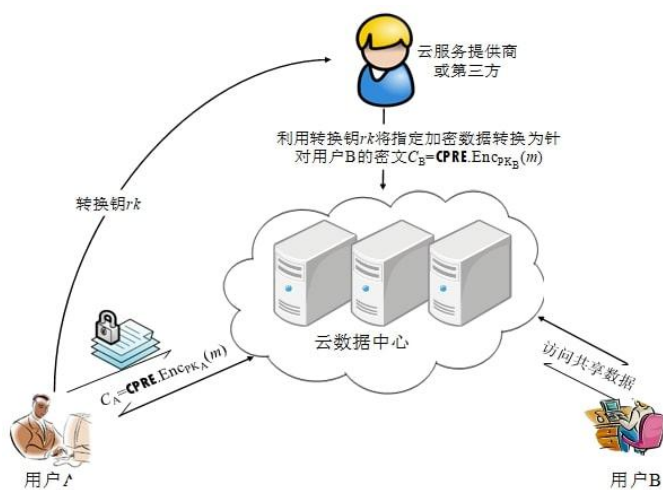


图 2 代理重加密解决数据共享问题

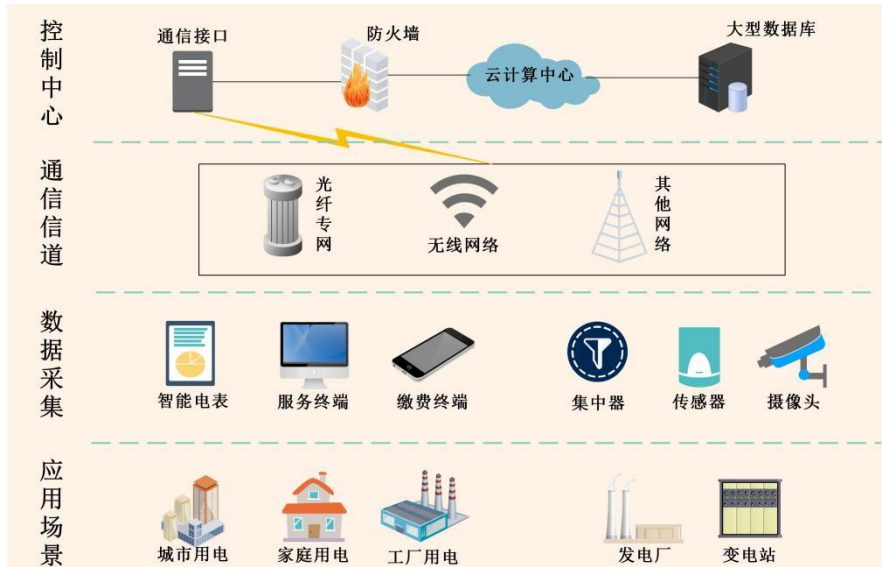


图 3 智能电网系统架构

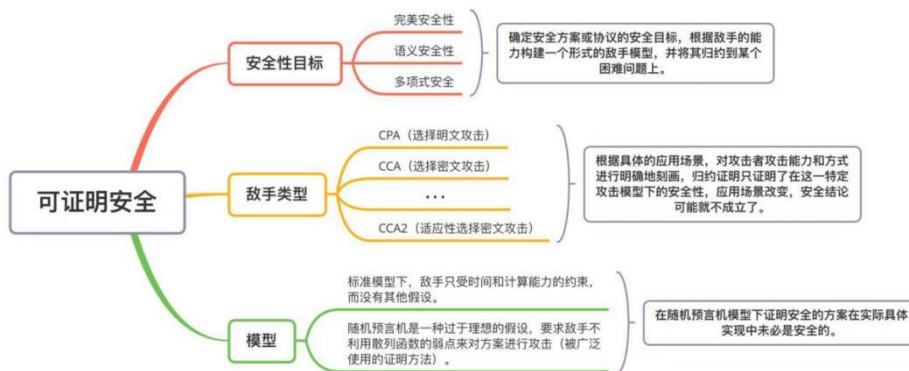


图 4 公钥密码可证明安全逻辑图

## 2.27 一种基于混合卷积神经网络和注意力机制的异常流量检测方法

**成果名称：**一种基于混合卷积神经网络和注意力机制的异常流量检测方法

**所属领域：**计算机软件、网络安全

**成果简介：**

异常流量检测作为实现网络入侵检测的一种有效方法，不仅能够检测未知的网络攻击，还可以为网络态势感知提供重要支持。基于混合卷积神经网络和注

注意力机制等深度学习方法，实现高效的异常流量检测。首先采集网络流量数据，并以网络流为对象进行数据预处理，然后通过卷积神经网络分别学习一维网络流量数据和二维网络流量数据中的空间特征，再将包含空间信息的特征输入到注意力机制网络中进一步学习关键性特征，最后输出检测结果。

#### 特色亮点

- 使用网络流量大数据训练的机器学习检测模型可以识别已有和未知网络攻击。

- 基于深度学习准确提取网络流量局部和总体特征，提升检测识别准确率。

- 研究成果可应用于计算机网络、电力通信网络和软件定义网络等领域。

方法包括离线训练环节与实时检测环节，具体包括以下功能模块：

1.网络流量数据捕获模块：从网络链路上利用流量采集工具采集流量数据；

2.数据预处理模块：将流量数据中的符号属性转换与数值属性，归一化和矩阵生成等预处理；

3.核心模型分析模块：在离线环节中，输入预处理后的数据训练检测模型。在实时环节中，输入实时流量数据进行检测，产生检测结果；

4.异常响应模块：收到核心分析模块产生的最终检测结果，如果检测结果为异常流量，则根据检测出的异常流量种类进行处理。

#### 合作方式:

项目或成果合作服务方式（可多选）

（专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它：）

图片资料:

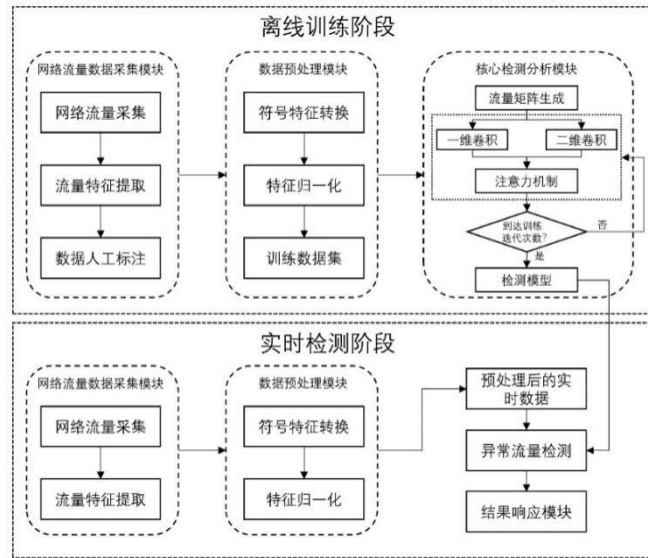


图 1 离线训练环节与实时检测环节

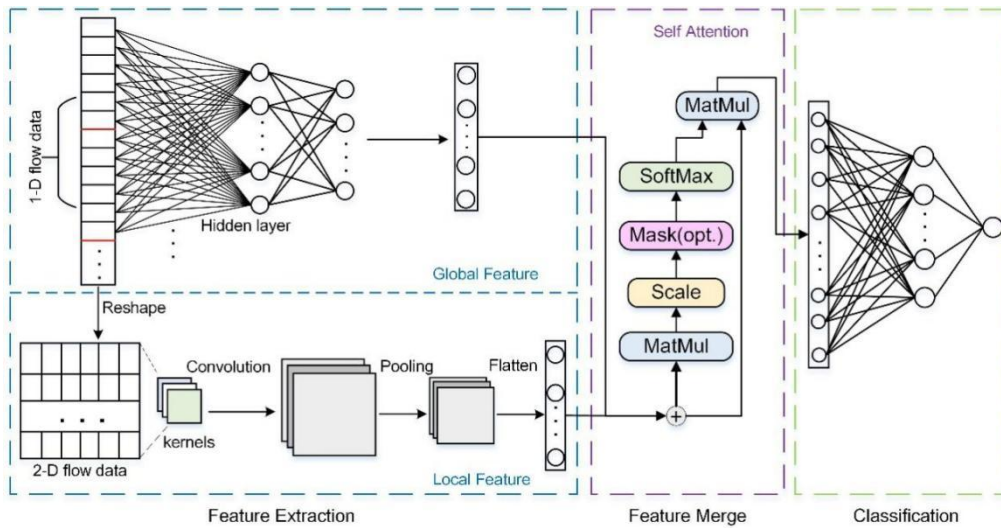


图 2 检测模型

## 2.28 电力大数据创新实验室数据安全共享关键技术研究

**成果名称:** 电力大数据创新实验室数据安全共享关键技术研究

**所属领域:** 大数据, 信息安全

**成果简介:**

针对目前电力大数据共享开放流转过程中的数据开放溯源与版权认证等问题, 考虑数值型或非数值型数据低冗余度与低敏性的特点, 改善传统数据水印方

法中数据库失真大、嵌入水印效率低等问题为本服务主要研究目标；构造可追溯的可逆数据库水印方案。

首先,基于哈希函数对原始数据的主键及属性名进行加密与重新排序以应对攻击者针对数据库元组或属性的重组攻击;其次,在重新排序后的数据库中,基于仿生群算法寻找适合嵌入水印的位置以减小因嵌入水印造成的数据失真;最后,在寻找到的水印嵌入位置中,基于差分拓展技术嵌入或提取水印,差分拓展技术将保证正确提取出水印后可以无失真的恢复出原始数据库。

同时,在上述过程的基础上改进嵌入水印造成的数据库失真并减少寻找嵌入水印位置所耗费的时间,在相关数据集上进行实验,并研究算法的不同参数对于数据失真与算法效率造成的影响,最终构造一个具有较高效率、造成数据库失真较小并具备一定鲁棒性的数据库可逆水印嵌入与提取方案。

**合作方式:**

项目或成果合作服务方式 (可多选)

(专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它: )

**图片资料:**

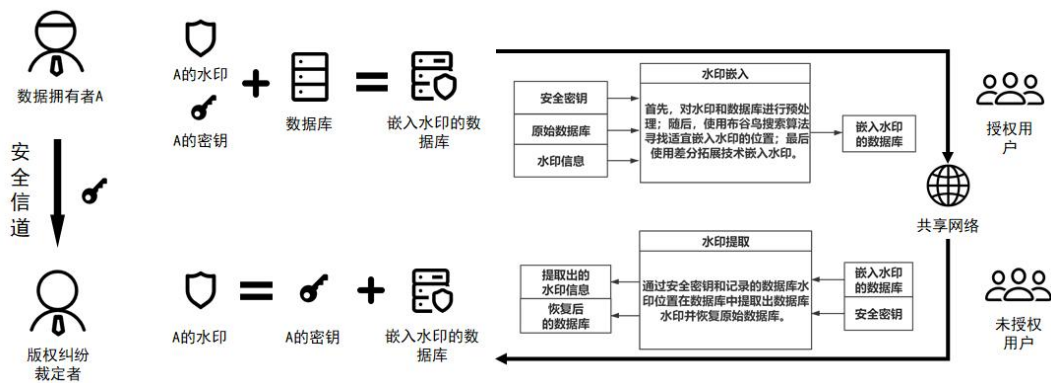


图 1 框架图

## 2.29 一种基于四叉树动态块分割的加密图像可逆信息隐藏方法

**成果名称:**一种基于四叉树动态块分割的加密图像可逆信息隐藏方法

**所属领域:**信息安全、多媒体安全、数据隐私保护

### 成果简介:

#### 项目背景:

近几年来,随着网络,云计算等技术的发展,传统的图像加密和明文信息隐藏方式已经逐渐不能满足人们对于信息安全的强烈需求。加密技术与信息隐藏技术对于载体传输的安全性保护并不冲突,而是相辅相成的,因此可以将它们结合起来,实现对载体传输的双重保护。

#### 获奖、专利情况:

■吴海斌,栗风永,周刚,魏为民,李晋国,一种基于四叉树动态块分割的加密图像可逆信息隐藏方法,专利号:ZL201910156059.2,授权日期:2020年06月26日

#### 主要技术特点:

该发明专利的目的是提供一种高效的加密图像可逆信息隐藏方法,该方法以数字图像为载体,具有隐藏信息容量大,图像加密的安全性高;且算法复杂度低,实现简单。该发明专利采用以下技术方案实现:一种基于四叉树动态块分割的加密图像可逆信息隐藏方法,包括以下步骤:(1)利用四叉树分割的方法在图像加密前预留空间;(2)使用混沌流密码对图像进行置乱,加密;(3)信息隐藏;(4)隐藏信息提取;(5)生成解密-携密图像以及图像复原。

本发明利用四叉树分割对图像进行块划分,可以有效的将图像的纹理部分与平滑部分划分开,细分纹理部分的同时将平滑像素尽可能的聚拢在同一块,与传统方法中的将图像分成大小相同的块相比,隐写容量大且算法复杂度低。

本算法实现了图像加密，信息隐藏，图像解密与信息提取的完全独立，不仅降低了密钥的管理难度，并且提高了算法的实用性。

**应用范围：**

广泛应用于知识产权保护、隐私保护、网络媒体信息安全等领域

**市场需求及经济效益分析：**

信息隐藏属于多媒体安全和隐私保护的一个分支，既可以保护数据的安全性也可以维护数据的完整性，其在金融、政务、医疗等领域有着广泛的应用前景。

在数据安全性方面，如云端在图像中嵌入完整水印，客户端在使用图像时可以检测水印信息是否完整来验证图片是否被篡改，检测图像中嵌入的 ID 或其他标识，来验证图像的所属与版权信息等。在数据完整性方面，对内容敏感领域如军事通信、医疗保健和法律论证等，完美地恢复原始云端图像，避免影响破坏数据的完整性也非常重要。在向原始图像嵌入水印信息后增强安全性，但云端不能对图像造成永久失真使原始图像无法恢复。在如医学图像以及工程制图等，对图像的精度要求极高。因此原始图像的无损复原也是必不可少的需求。

**合作方式：**

项目或成果合作服务方式（可多选）

（专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它：）

**2.30 基于编码的后量子数字签名算法**

**成果名称：** 基于编码的后量子数字签名算法

**所属领域：** 信息安全与密码学

## 成果简介:

基本情况：基于编码理论中的数学困难问题，提出抗量子攻击的数字签名算法。

主要技术特点：基于一般伴随解码问题设计基于编码的身份鉴别协议，一般伴随解码问题被广泛认为是可抵抗量子计算机的攻击的，因此基于该困难问题的身份鉴别协议可抗量子攻击。运用 **Fait-Shamir** 转换方法将身份鉴别协议转化为数字签名算法，该方法提出的数字签名算法在编码基算法中具备较高的效率。

应用范围：对用户签署消息的不可伪造性有安全需求的应用场景

市场需求及经济效益分析：密码技术是保障网络与信息安全的核心技术，数字化平台无法离开密码技术的保护。因此，对身份认证安全性有需求的市场环境需要可靠的后量子数字签名算法，安全高效的数字签名可大大提升系统服务的可靠性和稳定性。

## 合作方式:

项目或成果合作服务方式（可多选）

（专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它：）

图片资料:

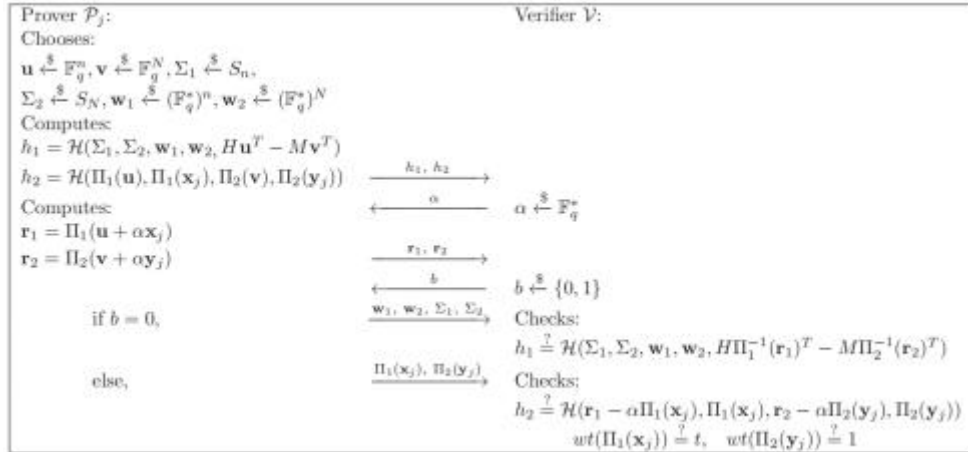


图 1 编码基身份鉴别协议 (环协议)

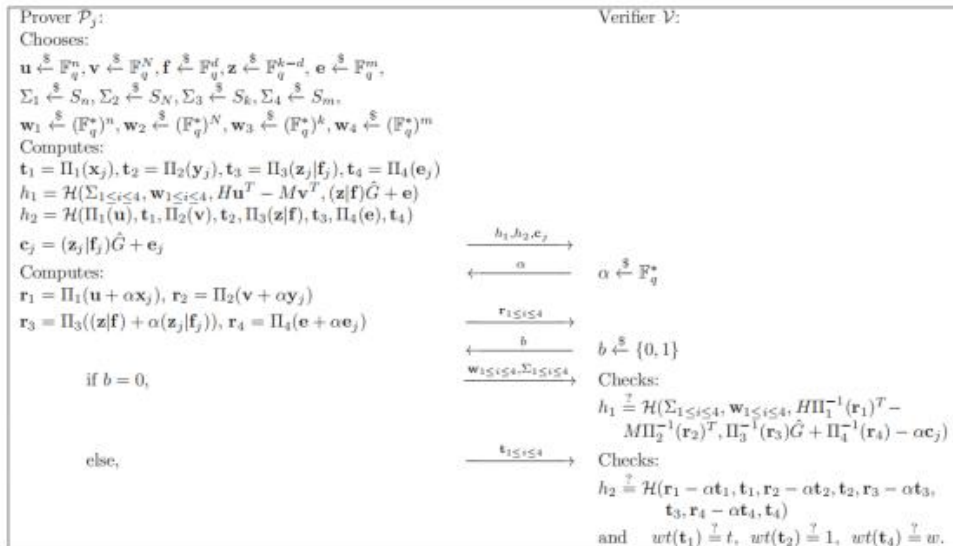


图 2 编码基身份鉴别协议 (群协议)

### 2.31 基于 D-Wave 量子退火的 RSA 公钥密码破译

**成果名称:** 基于 D-Wave 量子退火的 RSA 公钥密码破译

**所属领域:** 密码学、量子计算

**成果简介:**

基本情况: RSA 密码体制的安全性在于整数分解问题的困难性, 其所依赖的数论问题不能在有效的多项式时间内解决, 即破译 RSA 的核心问题为整数分解问题。Google 量子计算机首席科学家 John Martinis 在《Science》撰文指出通

用量子计算机进展缓慢，离实用化距离遥远，短期内无法有效实现 Shor 算法破译 RSA 等典型应用。

针对通用量子计算机器件进展缓慢和通用 Shor 量子算法对量子比特的器件要求很难降低两方面问题，亟需探索 Shor 算法之外的新的量子算法攻击 RSA。本项目对基于 D-Wave 量子退火 (D-Wave 量子计算机原理为量子退火) 的 RSA 破译的关键技术开展研究。

主要技术特点:本项目将密码学领域的整数分解问题转化为 Ising 模型 (Ising 模型作为量子退火算法的测试模型而得到广泛应用) 可以处理的组合优化类问题,通过加拿大 D-Wave 量子计算机公司提供的 *qbsolv* 量子软件环境输出最小的能量值,即对应整数分解成功的解。

应用范围: 密码领域、量子计算与人工智能交叉领域

市场需求及经济效益分析:在通用量子计算机进展缓慢的背景下,探索 D-Wave 量子退火在 RSA 破译领域的潜在应用,为抗量子密码研究提供攻击算法补充,有望加速量子计算机的实用化进程。

### 合作方式:

项目或成果合作服务方式 (可多选)

(专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它: )

### 2.32 基于深度对抗学习的安全图像隐写研究

成果名称: 基于深度对抗学习的安全图像隐写研究

所属领域: 信息安全

## 成果简介:

基本情况：安全隐写是隐蔽通信的关键技术之一。当前主流自适应隐写方法在性能上取得了不断突破，但也日益面临深度隐写分析带来的严重威胁。针对以上问题，本项目围绕深度对抗学习技术，重点解决生成对抗隐写失真模型设计、对抗隐写样本生成、对抗批量隐写等三个核心问题。首先引入对抗学习机制动态构建并优化载体修改概率图，设计能够反映不同载体元素风险的失真函数模型，有效提升隐写安全性。其次针对未压缩图像和压缩图像，探索不同图像格式的特定噪声模型和添加方法，高效生成更适合隐写嵌入的对抗样本载体，摆脱传统隐写方法仅从算法角度考虑安全性的模式，助力构造安全隐写方案。最后建立对抗学习环境下衡量嵌入容量和图像安全性变化关系的度量模型，探究批量图像中的非均匀最优信息嵌入策略，发展适用于复杂网络环境下面向实战应用的高效批量隐写技术。项目成果将有效推动安全隐写研究的发展，为隐写技术走向实战应用奠定基础。

主要技术特点：深度学习技术研究基础上，优化生成对抗网络和构建生成对抗样本，为媒体内容保护提供理论支持；指导多媒体内容保护研究从理论走向实际应用；对国家安全和信息安全有着重要意义和研究价值。

应用范围：多媒体信息安全、数字媒体版权保护、网络媒体版权保护

市场需求及经济效益分析：本项目力图通过深度对抗学习技术来发展高效的安全隐写方法，同时考虑将隐写技术从实验室推向实际应用，这将在一定程度上为信息隐藏技术的发展起到推动的作用，特别是在当前网络技术空前发展的时代，网络空间安全已经成为国家战略，安全隐写技术在网络空间的拓展，对我国的国家安全和信息安全起到强有力的保障作用。

## 合作方式:

项目或成果合作服务方式 (可多选)

(专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它: )

## 2.33 一种基于行为特征自动机模型的软件漏洞检测方法

**成果名称:**一种基于行为特征自动机模型的软件漏洞检测方法

**所属领域:**网络安全

### 成果简介:

软件漏洞是程序中存在的安全隐患,若被计算机病毒利用,将会对系统造成严重危害。虽然已经发现了诸多漏洞,并且建立了漏洞库,但是已知漏洞行为描述还不完善。在依据这些描述发现未知漏洞过程中,还需要辅助大量人工判断,自动化推理程度低。

在追踪国内外研究现状的基础上,发现存在的瓶颈问题:已知漏洞的行为特征描述太模糊,特征的分类和量化结果太简单,行为特征表现与漏洞的本质联系不明确,因此无法依据这些特征推理检测未知漏洞。

本成果涉及一种基于行为特征自动机模型的软件漏洞检测方法,该方法包括以下步骤:1)将具有数据约束的自动机模型从漏洞行为特征库中载入流程,建立具有数据约束的自动机模型;2)通过自动机模型将漏洞行为特征库中的行为特征序列转换成行为特征语言;3)通过自动机模型循环判断行为特征是否具有唯一性或度量行为特征个体间的相似性,若行为特征具有唯一性,则自动机模型基于数理逻辑检测软件状态,并报告软件漏洞的存在性,若行为特征具有相似性,则自动

机模型基于贝叶斯逻辑检测软件状态，并报告软件漏洞的存在性。与现有技术相比，本发明具有可提高计算机软件漏洞检测效率等优点。

**合作方式:**

项目或成果合作服务方式（可多选）

（专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它：）

**照片资料:**

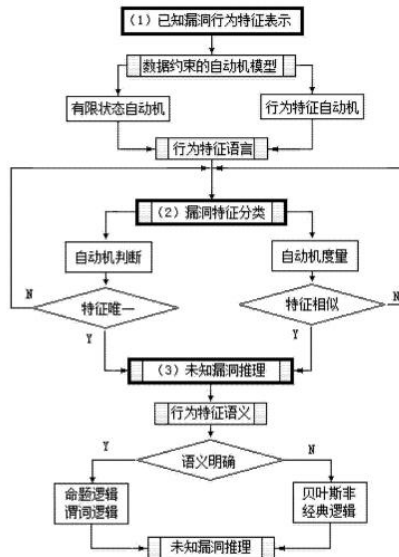


图 1 基于行为特征自动机模型的软件漏洞检测方法流程示意图

## 大数据工程

### 2.34 基于深度学习的大客户负荷预测技术研究与应用

**成果名称:** 基于深度学习的大客户负荷预测技术研究与应用

**所属领域:** 负荷预测

## 成果简介:

随着后续智能电表的逐步普及,电网业务数据将从时效性层面进一步丰富和拓展,其最终表现形式必将是电力数据的爆发性增长,从而构成电力大数据的格局。电力大数据的产生为负荷预测的准确性提供了保障和挑战,必将对负荷预测技术产生深远的影响。传统的电力负荷预测技术,如基于人工神经网络、组合优化、小波分析、模糊理论的预测方法,将无法适应从电力大数据的复杂环境中挖掘出预测模型并进行预测的过程,其实时性也将无法得到保证。

本项目基于深度学习算法,建立大用户预测模型,用计量自动化系统的用户级负荷信息,外加气象等影响因子,从单个用户入手,对每个用户进行独立预测,最后按照行业进行累加,得到整个行业的预测负荷,也可以按照整个行业的数据,对整个行业的负荷进行预测。最后,搭建大客户负荷预测及辅助决策分析平台,实现了基于深度学习的大客户用电负荷预测算法,提出负荷预测模型,并搭建了大客户负荷预测及辅助决策分析平台。

主要研究内容包括:1)面向大客户用电负荷预测的大数据集成方法;2)基于深度学习的用电负荷预测算法研究及评估;3)大数据环境下大客户用电负荷预测应用示范。

主要技术特点:

(1)构建基于全局-局部本体映射的数据集成环境,利用混合本体方法建立统一的数据模型,更科学、可控地实现数据组织;

(2)采用基于深度学习的用电负荷预测算法,对用电负荷预测的相关数据进行深度挖掘,充分发挥大数据的信息优势,更有效的萃取数据价值,提升预测准确度;

(3) 通过云计算技术实现大数据分析的高效算法，形成大客户用电负荷预测的应用背景下大数据深度、广泛价值萃取的应用示范。

### 合作方式:

项目或成果合作服务方式 (可多选)

(专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它: )

### 2.35 基于多时段热点聚类的交通拥堵预测方法

**成果名称:** 基于多时段热点聚类的交通拥堵预测方法

**所属领域:** 交通拥堵预测

#### 成果简介:

基本情况: 城市人口密度的增大和城市空间的扩张使交通拥堵成为一个亟待解决的问题。

交通量预测方法有很多种, 包括基于深度学习的方法和基于多尺度时空特征的方法。这些方法大多基于数据的时空特性。然而, 当时空数据对拥堵影响较大时, 其他因素也会在一定程度上对拥堵产生影响, 比如是否是工作日、车辆角度等。

我们的方法利用 Spark 对城市路网信息和出租车运行轨迹数据进行预处理。处理后的数据分为 96 个 15 分钟的时段。不同时间段的热点聚类充分反映了交通在时间和空间维度上的变化。采用 PageRank 算法和中间轨迹相结合的方法来挖掘每个时间段内区域的吸引力, 并使用 K 均值聚类算法根据每个时间间隔内的吸引力值对区域进行聚类。然后, 利用基于转移概率的最短距离匹配算法对出租车的轨迹点进行地图匹配, 计算出道路平均车速, 确定出租车的行驶方向。把道路平均车速、出租车的行驶方向输入到 XGBoost\_-SVM、Dual-XGBoost 和 XGBoost\_-BP 神经网络模型, 用于交通拥堵预测。

热点地区是城市中対人有吸引力、人口密度高的地区。区域被赋予一个值来衡量其吸引力，在吸引力值较高的区域更容易发生交通拥堵。我们提出了 PageRank-K 算法来计算区域的吸引力，然后根据吸引力对区域热点和潜在热点进行挖掘。

隐马尔可夫模型常用于预测具有时间序列特征的轨迹点。最短距离匹配算法和基于 HMMs 的地图匹配算法是两种最常用的地图匹配算法。然而，现有的地图匹配方法存在两个缺点。首先，出租车轨迹是低频数据，因此采用最短距离匹配算法来匹配出租车轨迹并不十分准确。第二，虽然改进的 HMM 可以有效地提高地图匹配的准确率，但是需要较长的时间。另外，基于隐马尔可夫模型的方法存在延迟问题，因此它们的在线地图匹配效果并不理想。

基于这两点，我们提出了一种基于隐马尔可夫模型转移概率的最短距离匹配算法。它具有速度快、精度高的特点。

最后将工作日指标、时间、角度和区域聚类变量输入 XGBoost 模型，对平均道路速度进行预测，并将平均道路速度预测结果与角度、区域聚类、时间和工作日指标相结合，作为道路拥堵预测的最终数据。最后，将最终数据输入 BP 网络、支持向量机或 XGBoost 模型，分析道路拥堵状况，选择最佳预测方法。

我们以上海市交通数据为例，将我们的方法与现有方法进行了比较。结果表明，我们的方法训练速度快，预测时间灵活，对长期特征变化更敏感。我们的方法在有效预防和缓解交通拥堵，降低城市居民的出行成本和出行时间，引导城市居民出行方面可以起到较好的作用。

### 合作方式:

项目或成果合作服务方式（可多选）

（专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它：）

### 图片资料:

图 1 中 C 区作为出发地和目的地，吸引力较低，但由于 A 区、B 区、D 区与 E、F、G 区的路径相交于 C 区，C 区仍然容易发生交通拥堵，与 C 区类似的，吸引力较低的交通枢纽区域，被称为潜在热点区。

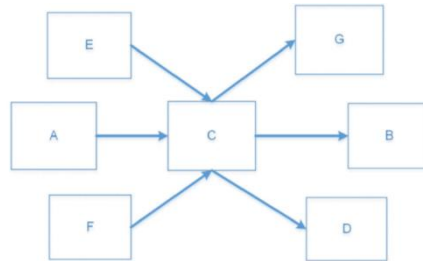


图 1 热点和潜在热点。A、B、D、E、F、G 是热点，C 是交通枢纽

### 图中的箭头线代表交通流

如图 2 所示，每个相邻点被看作一个状态，并且一条道路由多个状态组成。

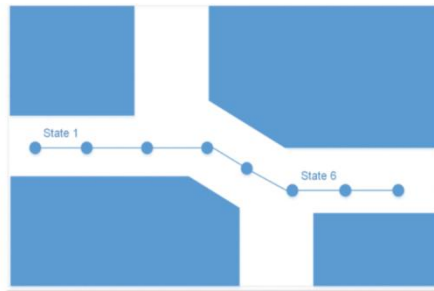


图 2 多个状态组成一条道路。连接两个相邻的 GPS 点以形成一个状态。

### 将相邻状态首尾相连，形成一条道路

在图 3 中，假设状态 1 是与前一个点 G1 匹配的状态，与下一个要匹配的点 (G2) 与状态 5 和状态 9 之间的距离是相同的。显然，状态 5 是正确的候选状态。状态 5 的 ID 与状态 1 的 ID 之间的差值的绝对值为 4，状态 9 的 ID 与状态 1 的 ID 之间的差值的绝对值为 8。状态 ID 之间的计算可以防止一条道路上的点与其他道路上的点匹配。

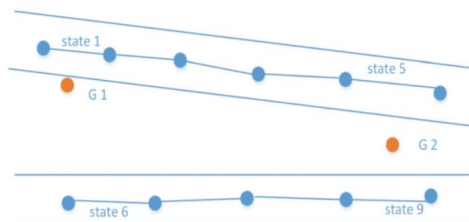


图 3 状态标识在道路匹配中的应用

与 G2 正确匹配的状态是状态 5，即使从 G2 到状态 5 和状态 9 的距离是相同的。

图 4 显示了聚类后热点的一段时间的分布。图中不同形状的点代表不同的聚类。每个点是一个边长为 2.23288888 公里的正方形。可以看出，市中心的位置是一个聚类。聚类中的每一个点都具有最大的区域吸引力和最大的拥挤可能性。

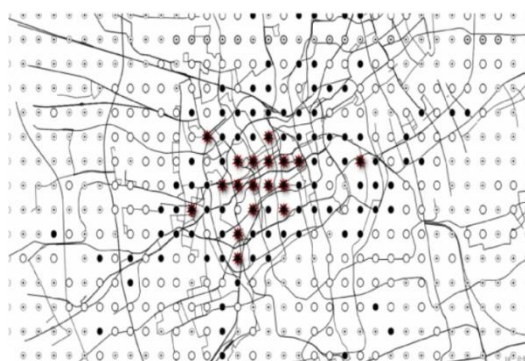


图 4 聚类区域。不同形状的点代表不同的热点聚类

图 5 是一个混乱矩阵。矩阵主对角线上的数字是召回率，不在主对角线上的数字是错误分类的比例。矩阵中每行的值之和为 1。

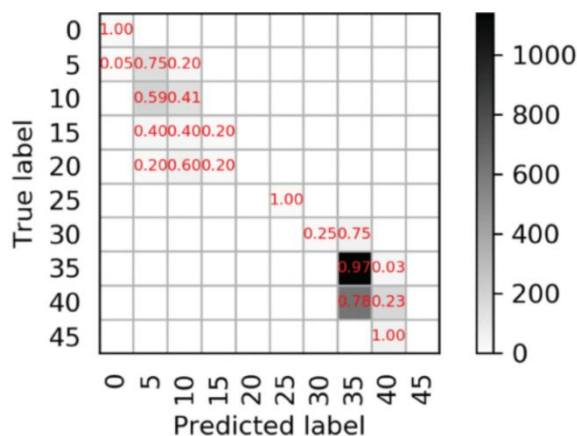


图 5 混乱矩阵。XGBoost 预测效果

### 2.36 基于多分辨率 GAN 的空间数据不确定性重建方法

**成果名称:** 基于多分辨率 GAN 的空间数据不确定性重建方法

**所属领域:** 矿山储量预测，油气资源预测

**成果简介:**

基本情况: 重建大范围真实有效的空间数据比较困难，主要原因在于科学实

验和勘探开发费用高。目前，数据插值是重建空间数据的一个有效手段。插值方法分为“确定”性插值方法和“不确定”性插值方法。不确定性插值方法主要包括克里金(Kriging)方法和随机模拟方法。多点信息统计法(MPS, multiple-point statistics)是目前随机模拟的主流，其特点是基于训练图像(TI, training image)进行建模。近年来，MPS得到了广泛应用并发展了一些变体，如 SNESIM、FILTERSIM、DS、CCSIM 等，但是这些方法耗时较长且对硬件要求较高。作为机器学习研究的新领域，深度学习建立了一个可以模拟人脑进行分析学习的神经网络，在语音识别、计算机视觉、自然语言处理等方面得到广泛应用。同时深度学习产生了若干分支，其中之一是生成对抗性网络 (GANs, generating adversarial networks)。GANs 包含一个生成网络 G(Generator)和一个判别网络 D(Discriminator)，通过 G 和 D 的对峙来调整 G 的框架，学习图像特征。本次成果提出一种基于多分辨率生成对抗网络的空间数据重建方法 multi-GAN，这是一个由完全卷积的 GANs 金字塔组成的模型，每层 GANs 学习对应尺度图像的特征，从而实现对空间数据全局和局部特征的获取，完成空间数据的重构。

使用到的金字塔结构如图 1 所示。在这个模型中，训练和重建是沿着从低到高的分辨率进行的，即从粗糙到精细的尺度进行。在最粗糙的尺度（即尺度 N），输入仅是噪声  $z_N$ ，生成器  $G_N$  通过判别器  $D_N$  对其进行训练，学习相应尺度的真实图像  $x_N$  中的数据分布，得到图像样本  $\tilde{x}_N$ 。在 N-1 尺度，输入数据由噪声  $z_{N-1}$  和上一个尺度生成的图像样本的上采样  $\tilde{x}_N \uparrow$  组合而成，通过  $G_{N-1}$  生成分辨率稍高一点的图像样本  $\tilde{x}_{N-1}$ ，这个尺度比 N 尺度捕捉到的结构特征范围小，但比 N 尺度的结构特征更细节。以同样的方式，训练向更精细尺度推进，直到最精细尺度（即尺度 0），模型的整个训练过程结束。模型的重建过程与训练过程同理。

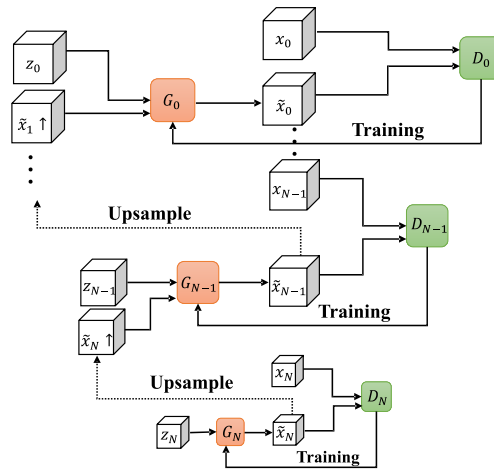


图 1 N+1 尺度的金字塔结构

此方法可根据勘探、钻井得到的岩石的有限真实信息，分析、预测出更大范围的岩石结构信息，指导研究地下结构，为进一步的勘探与开采提供实质性建议，节省开支。技术条件足够成熟的情况下，对于地质统计领域以及油藏气的开采大有裨益

**合作方式:**

项目或成果合作服务方式（可多选）

（专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它：）

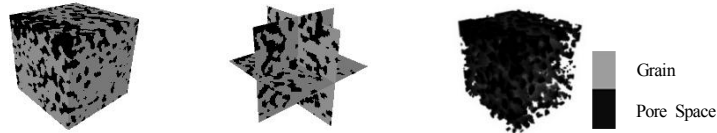
**图片资料:**

图 2 为空间数据训练图像，包含外表面、剖面图以及孔隙结构，图 3 为本成果重构的图像。从外观上看，重构图像和训练图像具有一定的相似性但不相同，经过孔隙度、变差函数、多点连接性以及渗透率等属性的分析，重构图像与训练图像结构基本一致。



(a)外表面(b)剖面图(X=32, Y=32, Z=32) (c) 孔隙结构

图 2 训练图像



(a)外表面(b)剖面图(X=32, Y=32, Z=32) (c) 孔隙结构

图 3 multi-GAN 重建图像

### 2.37 一种基于深度学习的可控多人物心理导向故事生成方法

**成果名称:** 一种基于深度学习的可控多人物心理导向故事生成方法

**所属领域:** 自然语言处理

**成果简介:**

文本自动生成是自然语言处理领域的一个重要研究方向,实现文本自动生成也是人工智能走向成熟的一个重要标志。文本自动生成旨在让计算机能够像人类一样会写作,能够撰写出高质量的自然语言文本。文本自动生成技术极具应用前景。例如,文本自动生成技术可以应用于智能问答与对话、机器翻译等系统,实现更加智能和自然的人机交互;也可以通过文本自动生成系统替代编辑实现新闻的自动撰写与发布,最终将有可能颠覆新闻出版行业;该项技术甚至可以用来帮助学者进行学术论文撰写,进而改变科研创作模式。

故事生成在过去的几年里引起了人们的广泛关注。与一般的文本生成不同,故事生成要求文本与事件序列一致。故事生成除了要求连贯性外,还存在着主题一致性、内容一致性、词汇多样性和情感控制等诸多挑战。本科技成果针对情感控制方面进行进一步研究。

传统的情感可控的故事生成只涉及了一些简单的情感，比如开心、难过等。本科技成果引入了马斯洛需求层次理论等多个心理学理论，能够更充分的描述人物的特征。传统的情感可控的故事生成模型只能考虑整个故事的情感，无法控制故事中每个人物的情感。本科技成果可以根据指定的每个人物的心理状态来生成情感丰富的故事。

故事生成模型使用 Seq2Seq 框架。在编码部分，为了故事具有上下文连贯性引入上文信息，设计了两种文本编码的方法，一种是 Context-independent，该方法是将故事的输入的句子和故事的上文拼接起来一起放入 BiLSTM 中进行编码；另一种是 Context-merge，该方法将故事的输入的句子和故事的上文先分别在 BiLSTM 编码后再拼接起来。在解码部分设计了两个辅助模块：人物选择器和心理状态控制器。人物选择器利用 softmax 激活函数的概率用来选择当前时刻应该描述哪一个人物；心理状态控制器利用 attention 机制用来控制当前时刻接收哪些以及接收多少程度的心理状态。

相关成果已被 CIKM2020（CCF B 类会议）录用论文一篇，正在申请一项发明专利。

### **合作方式:**

项目或成果合作服务方式（可多选）

（专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它：）

图片资料:

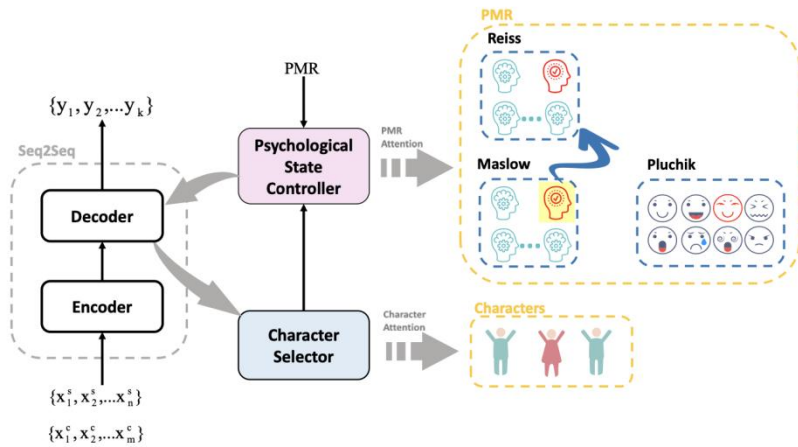


图 1 SoCP 模型示意图

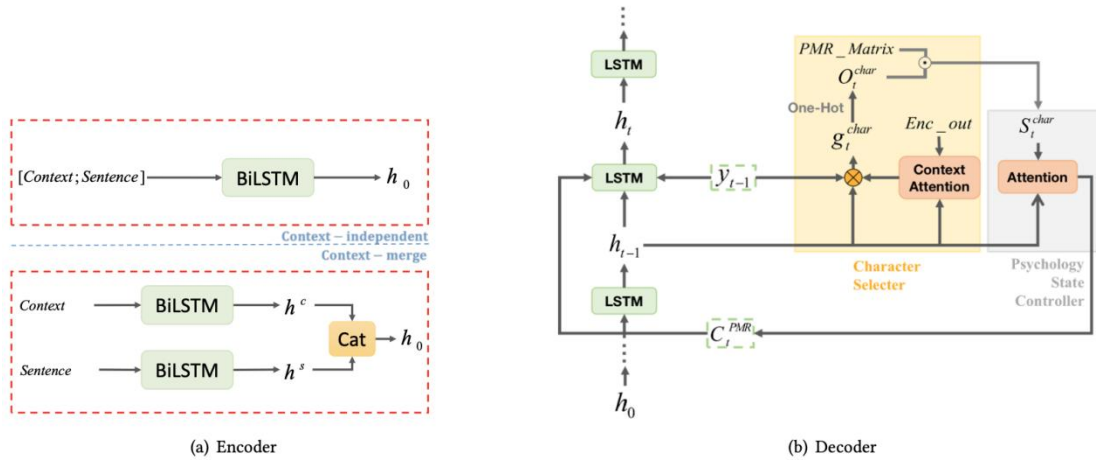


图 2 SoCP 模型的 Encoder 部分和 Decoder 部分

## 2.38 基于深度学习的人脸口罩检测

**成果名称:** 基于深度学习的人脸口罩检测

**所属领域:** 电子信息

**成果简介:**

### 1.项目背景

受新型冠状病毒的影响,人们需要戴口罩出行。一些公共场所对口罩的佩戴检测主要是通过工作人员监督的方式,这种方式费时费力。现在深度学习算法已

经广泛的应用于目标检测领域,使用深度学习的算法检测行人是否佩戴口罩具有重要的意义。

## 2.主要技术特点

人脸识别率高,鲁棒性好,抗干扰强,识别速度快,支持不同肤色人种。

## 3.应用范围

人脸识别;银行、公安、机场、火车站等应用行业应用;门禁考勤、智能分析;银行业;互联网金融行业;手机行业;移动互联网行业;安防行业;通信行业;机器人行业。

## 4.市场需求及经济效益分析

此项目使用现有的目标检测网络,技术成熟,已完成初步的开发,且该项目成本较低。随着疫情的常态化防控,检测行人是否戴口罩将成为新常态,该项目若投入使用将节省大量的人力物力。

## 合作方式:

项目或成果合作服务方式(可多选)

(专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它:)

图片资料:

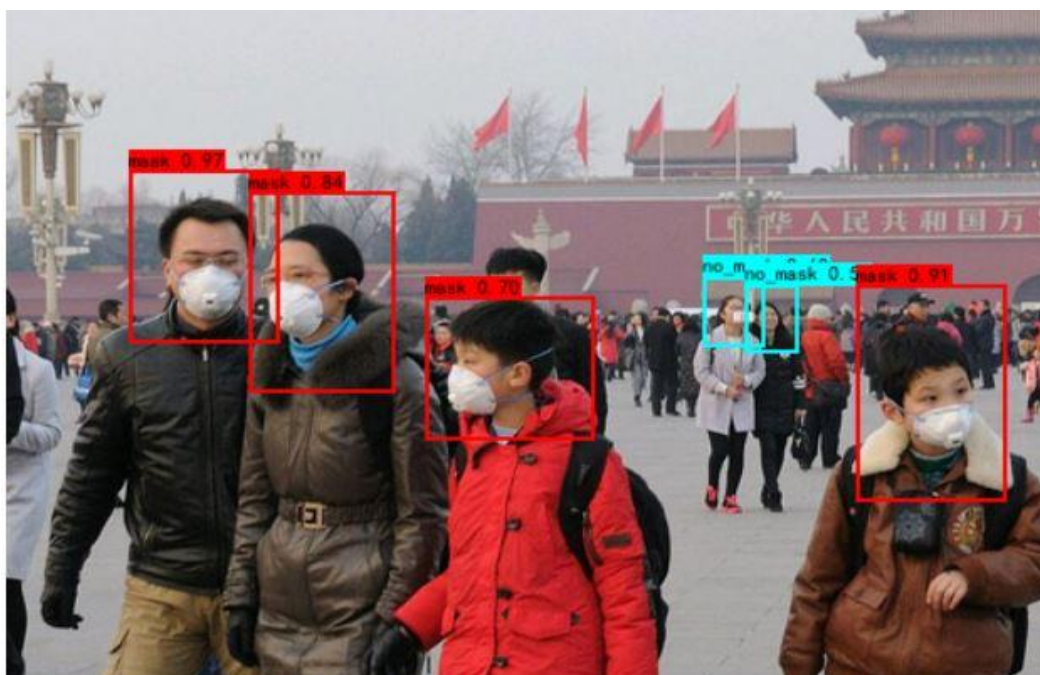


图 1 hard 样本的识别效果图

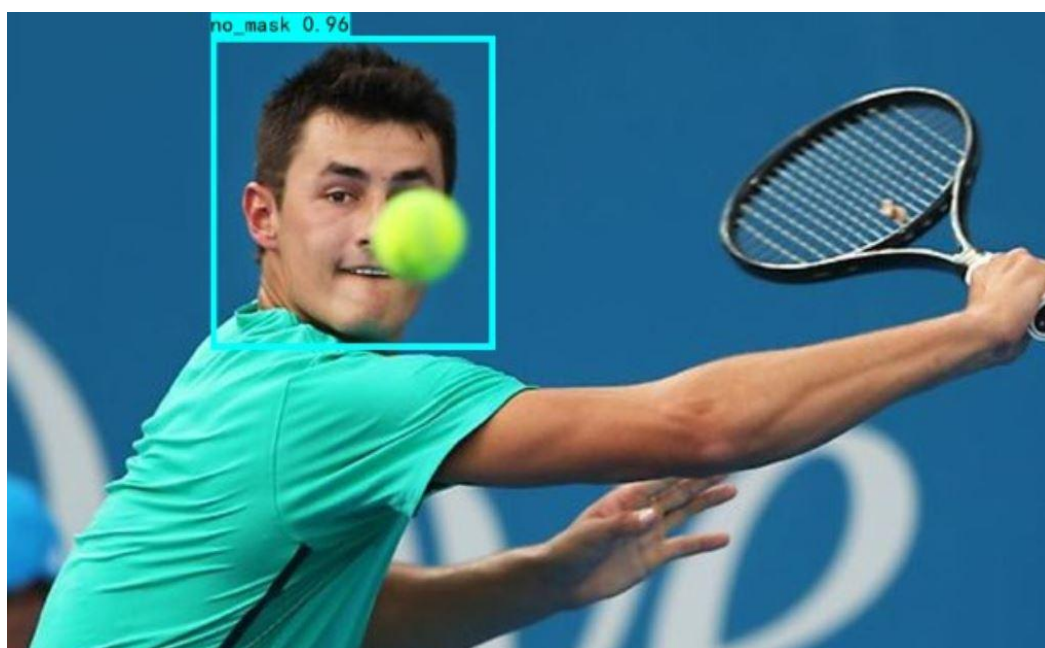


图 2 面部遮挡的识别效果图



图 3 不同颜色面部遮罩的识别效果图



图 4 黑色人种的识别效果图

## 2.39 多通道高速数据采集软件的研制

**成果名称：**多通道高速数据采集软件的研制

**所属领域：**数据采集

### **成果简介：**

本项目开发了一套多通道高速数据采集软件系统,该系统的主要功能为监测并记录高功率脉冲装置的放电回路脉冲电流,保存为历史数据,以便为判断放电回路重要器件的运行状况提供判据。

主要技术特点:

(1) 软件基于的操作系统需要支持 WindowsXP 和 Windows7, 保存的波形数据格式能够支持 Office2003 以及 Office2007;

(2) 能够同时采集(包括显示及保存)2000 个通道的电压波形, 并保证在 60 秒以内完成。每个通道的波形需要记录 4000 毫秒的电压数据, 即 1 个通道的波形曲线由 4000 个数据点构成。软件需要支撑的上限是 2000 个通道, 包含 8 百万个数据点, 软件应较快从波采卡接收数据, 关键是控制将所有数据保存到电脑硬盘的耗时;

(3) 波形比对过程需要兼顾波形曲线形状、峰值和脉宽等数据, 比对算法应注意以下两点:

(a) 阈值的确定, 需要做到既能找出失真波形又要尽量不误判、还要兼顾近零无效数据的处理; 如果采集波形与标准波形形状一致, 但在接收时间上有延后, 使得同一时间轴上波形数据差值较大, 此种情况不算失真;

(b) 依据甲方提供的多年实际运行参数和波形参数, 确定反映器件失效的明显特征量及其失效阈值, 与实际状况进行比对, 调整特征量的失效阈值判断区间并固化。

## 合作方式:

项目或成果合作服务方式 (可多选)

(专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它: )

## 图片资料:

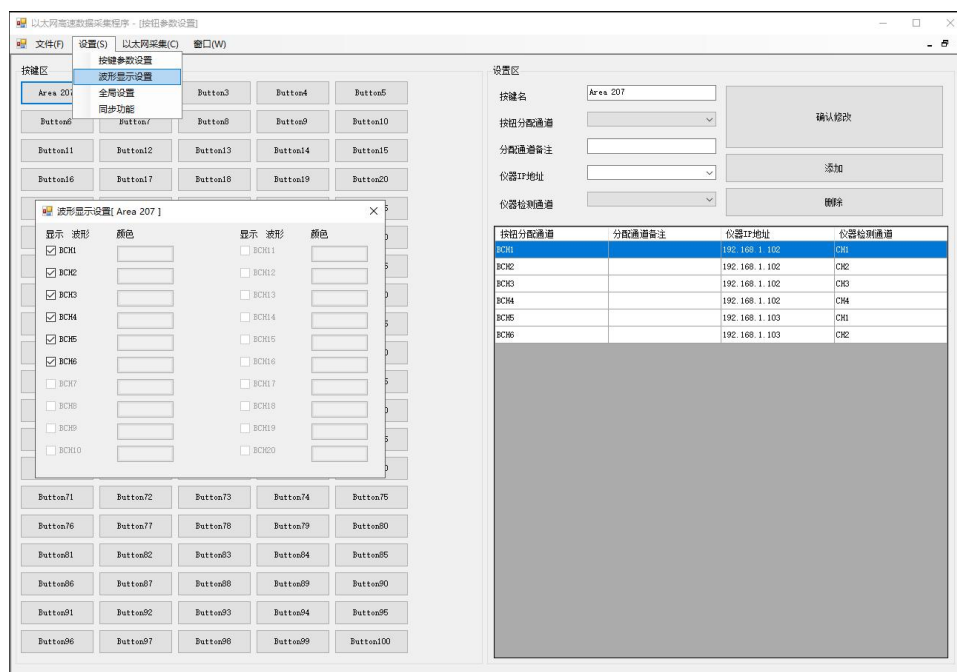


图 1 连接数据采集板卡及分配采集通道

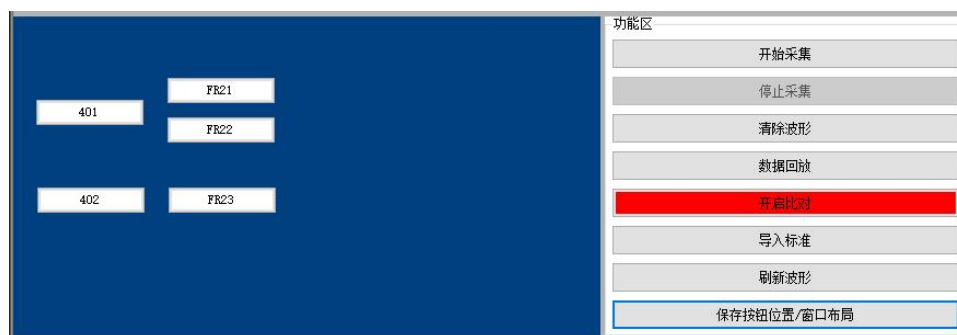


图 2 波形采集过程中对应数据采集卡及器件的设置

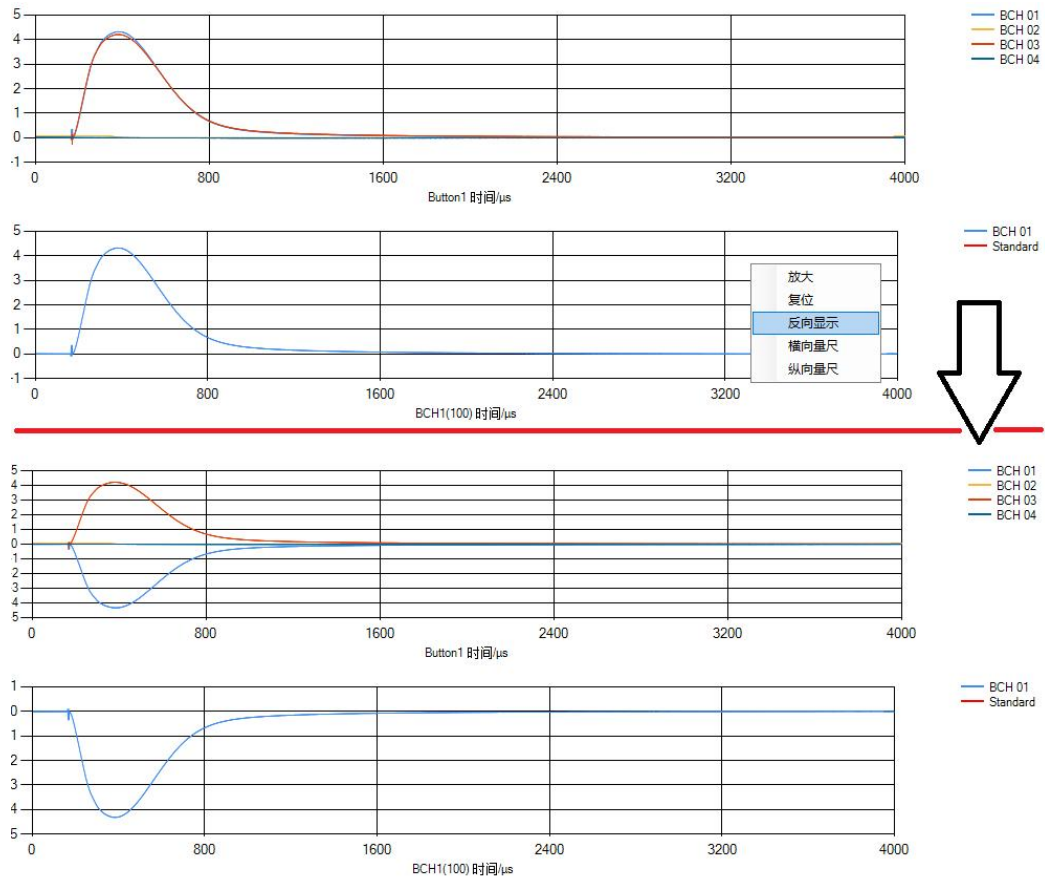


图3 波形采集分析及误差度量计算

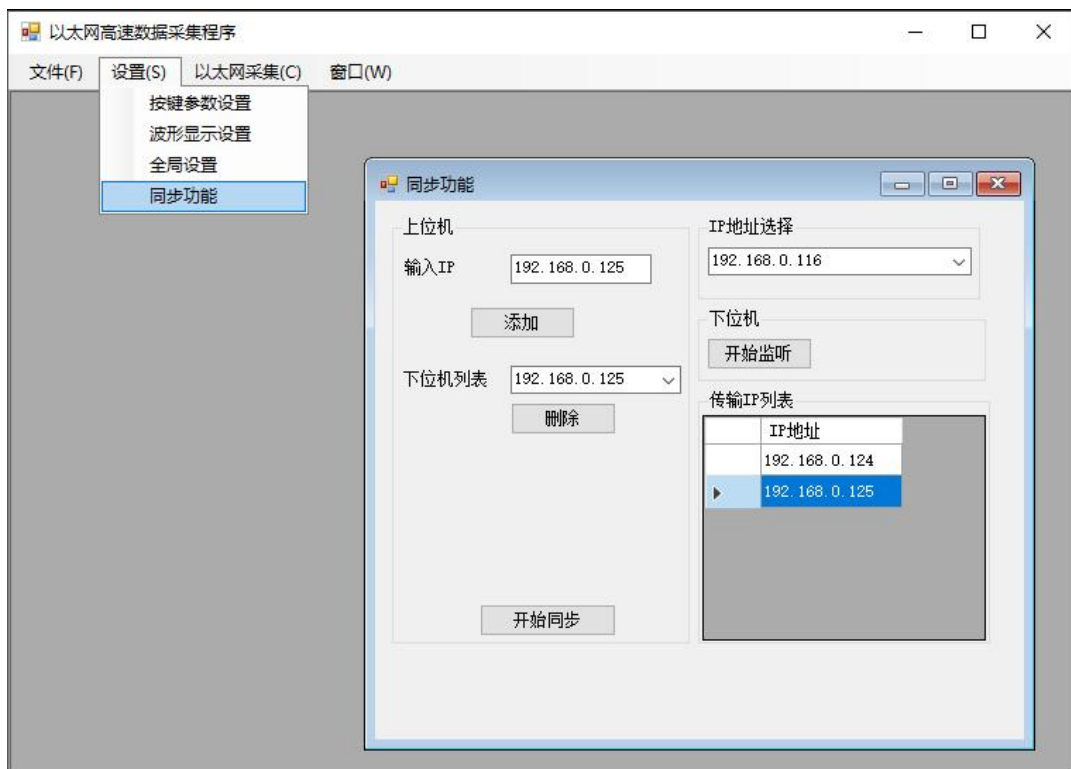


图4 上位机下位机的连接设置

## 2.40 大数据监测分析培训课件开发

**成果名称：**大数据监测分析培训课件开发

**所属领域：**大数据管理

### **成果简介：**

针对大数据技术的快速发展,为了让公司内部相关业务人员快速对大数据管理,分析技术进行系统的认识和学习,从而建设相应的培训课件和相关分析软件操作视频讲解。

(1) 通过网络课件进行推广快速高效的实现课件推广展现;

(2) 通过课件内容的整理,形成比较体系化的教学内容和综合电力大数据应用案例

本培训课件更强调实战与实际问题解决能力,以案例教学为主,直接从数据需求开始,在案例中学习理论,工具,模型的综合使用。教学中案例来自两部分:基于国网企业真实的数据挖掘和分析的场景,利用完整的数据分析流程来讲解理论基础与工具操作。基于萧山区供电指挥中心本身数据需求,做成完整案例,直接指导学员应用于工作,切身感受数据运营带来的工作效率的提升。

### **合作方式：**

项目或成果合作服务方式(可多选)

(专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它: )

## 图片材料:

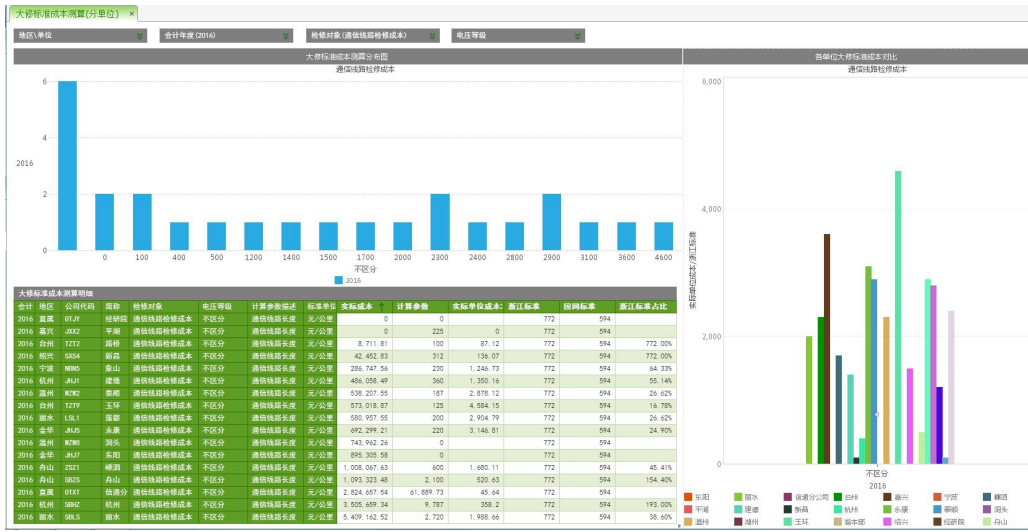


图 1 基于大数据监控的电力公司维修成本



图 2 基于大数据监控的客户费力度指标



图 3 基于大数据监控的可控费用预算

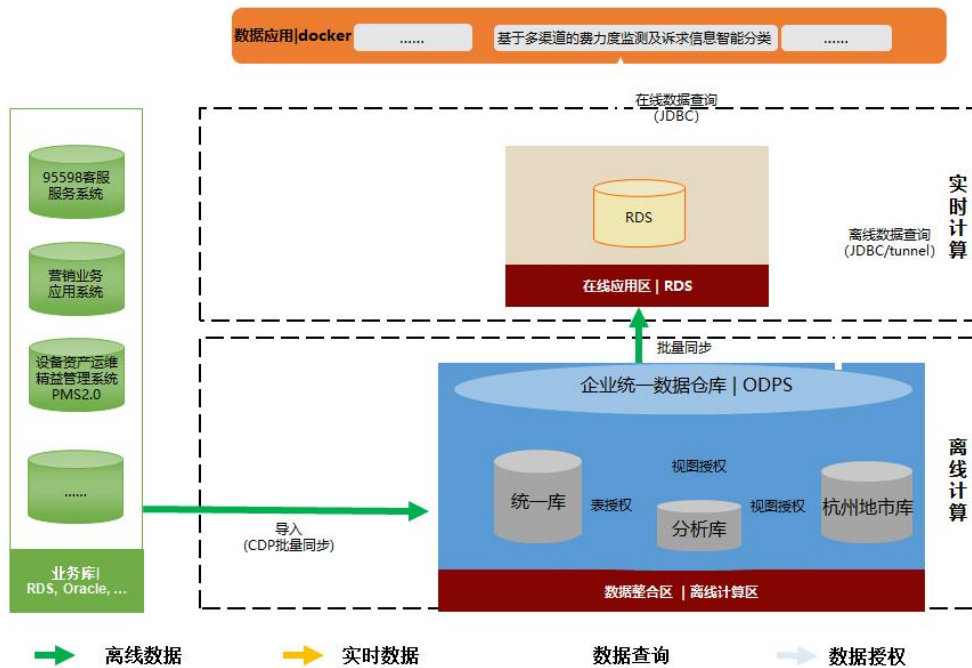


图 4 基于大数据监控的多渠道费力度指标系统

## 2.41 面向区块链技术社区的离群点演化趋势分析模型研究

**成果名称：**面向区块链技术社区的离群点演化趋势分析模型研究

**所属领域：**DAPP 应用

**成果简介：**

针对目前日益更新的 DAPP 应用，其用户基数、每日用户活跃数及交易情况决定了应用的热度。在机器深度学习、人工智能迅速发展的今日，利用深度学习模型和文本挖掘的方法可以很好的对 DAPP 应用进行分类、趋势分析以及发展预测，从而使用户更为直观地发现和比对各应用之间的热度及其发展潜力。本课题针对现有的 DAPP 应用分类基础进行精确聚类，基于时间序列相似性判定算法建立动态的 DAPP 应用分析，分析同一类型应用的演化发展趋势，从中获知未来热度上升趋势较高的应用，从而提高分析效率。

主要技术特点：

①DAPP 应用发展的相关属性数据的收集

对 DAPP 应用进行分析及预测，需事先获取其所有演化发展的相关属性，筛选出决定应用热度的关键属性，其次分析并获取其他影响演化趋势的属性。

DAPP 应用分别由应用、使用者和设计者三部分组成，为完成上述任务，首先在 PC 端通过爬虫技术采集 DAPP 应用相关的各个数据源的所有数据，其次通过 NLP 技术简化其中的文本属性，视后续算法需求对数值型数据进行预处理，最后依据属性之间的依赖关系筛选出每一部分中的关键属性，将数据进行存储。

### ②DAPP 应用新颖性定义及其混合属性的聚类模型的实现

基于 NLP 技术，对 DAPP 应用的简介属性进行挖掘，从中获取用于描述应用内容的关键词，从而建立 DAPP 应用新颖性模型。

针对混合属性的方式建立离群点分布式探测算法，或根据固定属性及动态增量属性分别建立适合聚类算法。

### ③基于时间序列相似性判定算法的动态 DAPP 应用分析预测模型的实现

在 PC 端实现动态的 DAPP 应用分析。基于上述聚类结果，利用时间序列分析技术进行相似度比较和趋势预测分析，最后建立 DAPP 应用全生命周期的演化发展及预测模型，从而判断该应用的周期长度及其今后的发展潜力。

技术指标：

①建立了一个可对 DAPP 应用动态聚类分析的模型，可看到 DAPP 所属的类别。

②建立了一个面向区块链技术社区的离群点演化趋势分析原型系统。该原型系统包括：（1）每日新增 DAPP 列表（主要来自 DAPP.Review、DAPPRadar 两个网站）；（2）新奇的 DAPP 列表；（3）预测会火的 DAPP 列表（TOP20，根

据火力值排序)；(4) 预测不会火的 DAPP 列表(火力值小于阈值的 DAPP)；  
(5) 同时也可以查看每个 DAPP 的基本信息和变化情况。

### 合作方式:

项目或成果合作服务方式(可多选)

(专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它: )

### 图片资料:

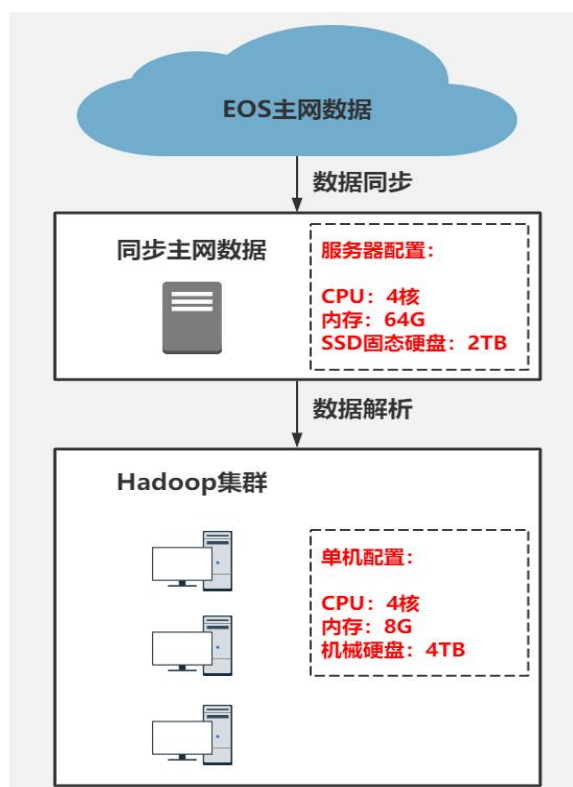


图 1 基于区块链技术的 EOS 系统架构

Chain: **全部 eos eth nas tron**

DAPP:

Show 10 entries

| 编号    | DAPP名         | 链名   | 上线时间       | 活跃用户   | 交易额       | 交易量    | 入库时间       |
|-------|---------------|------|------------|--------|-----------|--------|------------|
| 1386  | TRONdice      | tron | 2018-10-22 | 1943   | 693630    | 29500  | 2019-04-07 |
| 1387  | TRONbet       | tron | 2018-10-22 | 2721   | 138659000 | 297036 | 2019-04-07 |
| 10124 | DiceBet       | tron | 2018-11-20 | 4      | 0         | 6      | 2019-04-07 |
| 10297 | TRON Shrim... | tron | 2018-12-17 | 41912  | 8997530   | 19548  | 2019-04-07 |
| 10084 | TRXMarket     | tron | 2018-11-16 | 2858   | 10935200  | 9028   | 2019-04-07 |
| 10325 | ALLBET        | tron | 2018-12-18 | 2      | 0         | 2      | 2019-04-07 |
| 10237 | GOC DEX       | tron | 2018-12-07 | 0      | 0         | 0      | 2019-04-07 |
| 10410 | TronHongbao   | tron | 2018-12-25 | 1896   | 384221    | 121    | 2019-04-07 |
| 10296 | TRON Anthills | tron | 2018-12-17 | 7231   | 3431710   | 798    | 2019-04-07 |
| 10404 | TronVegas     | tron | 2018-12-23 | 502761 | 466819000 | 634    | 2019-04-07 |

Showing 1 to 10 of 2,981 entries

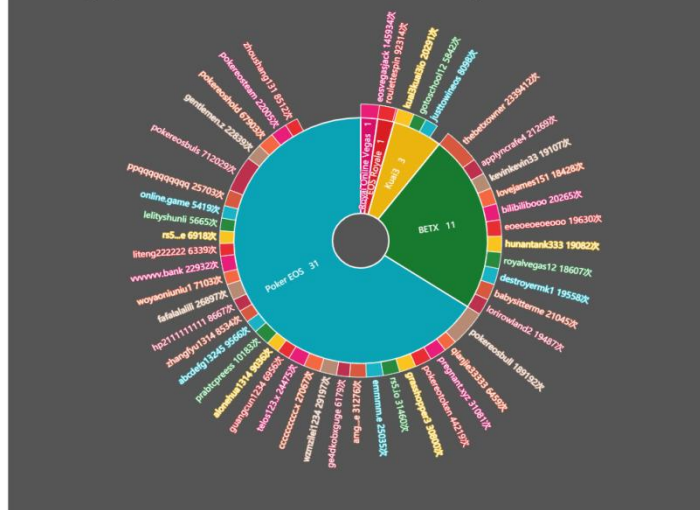
Previous 1 2 3 4 5 ... 299 Next

2019 © XOrder上海电力大学. ALL Rights Reserved.

图 2 基于区块链 DAPP 预测排名

矿工分布

2019-04的矿工分布情况图内圈表示对应DAPP的矿工数量，外圈为矿工ID及其在DAPP上的操作次数，可通过点击查看详情



2019-04统计总矿工数为：47人

2019 © XOrder上海电力大学. ALL Rights Reserved.

图 3 基于区块链 DAPP 分布统计

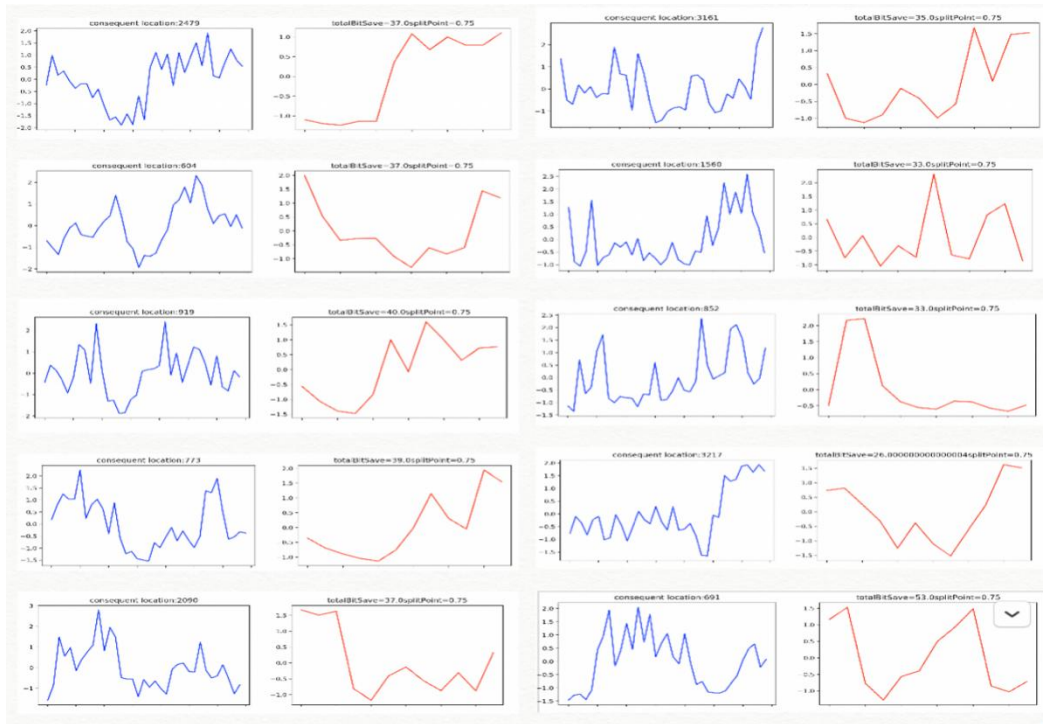


图 4 基于时间序列的 DAPP 规律发现

## 2.42 社交网络中潜在好友查询方法

**成果名称:**社交网络中潜在好友查询方法

**所属领域:**大数据

**成果简介:**

随着在线社交网络(Online Social Networks, 简称 ONSs),如国际上的 Facebook、MySpace、YouTube 以及国内的开心网、人人网等的日益普及应用,越来越多的用户加入了至少一个社交网络,而且越来越多的电子商务也日益依赖社交网络进行用户之间的交流联系(淘宝阿里旺旺)。不过,虽然越来越多的用户开始通过社交网络与世界各地的用户进行交流,但是大多数仅仅局限于好友之间的互动交流,如何通过社交网络寻找潜在好友,如商业团体寻找潜在合作伙伴或潜在客户,进而扩大业务或交际范围则是当前商业团体、用户对社交网络发展的迫切需求。

之前对社交网络中用户好友的查询方法基本上是通过抓取指定用户所有链接用户信息,并按照和指定用户的路径距离存放在数据库中,然后根据指定用户的爱好对用户的信息进行分类实现好友查询,也就是只能根据指定特征实现好友查询,并没有关注即使一个用户不具有和指定用户共同的兴趣设置,但是从路径连接分析上可能成为其潜在好友,如在保护用户隐私的匿名网络上查找潜在好友;另一方面,已提出的对路径距离的计算主要采用单源 Dijkstra 算法计算社交网络中一个用户到指定用户的路径距离,主要特点就是以一个用户为中心,向其它结点扩展,直到遇到终止结点为止。虽然可以得到最优解,但是由于需要遍历计算的结点太多,导致效率不高,而且在查询多用户时需要改变源结点,从而导致某些结点的重复遍历。综上所述,为了使得社交网络更好地服务于用户,有必要设计一种社交网络中潜在好友快速有效的查询方法,并利用查询结果有效地为用户推荐其可能的潜在好友。

本成果涉及一种社交网络中潜在好友查询方法,首先建立社交网络图,然后将前 K 条最优路径查询算法和基于扩展 LCS 的字符串比较有效融合的方法相结合实现对社交网络中用户潜在好友进行快速查询,使得社交网络更加有效地服务于不同网络用户,如推荐商业潜在客户或用户潜在好友。不仅可以支持社交网络拓扑结构中存在好友的有效查询,更能够支持为指定用户找出其潜在好友或为无直接连接用户推荐潜在好友,很好地弥补了之前查询方法中,只能查询存在好友方法的缺点。

## 合作方式:

项目或成果合作服务方式 (可多选)

(专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发   
技术服务 双方协商 其它: )

## 照片资料:

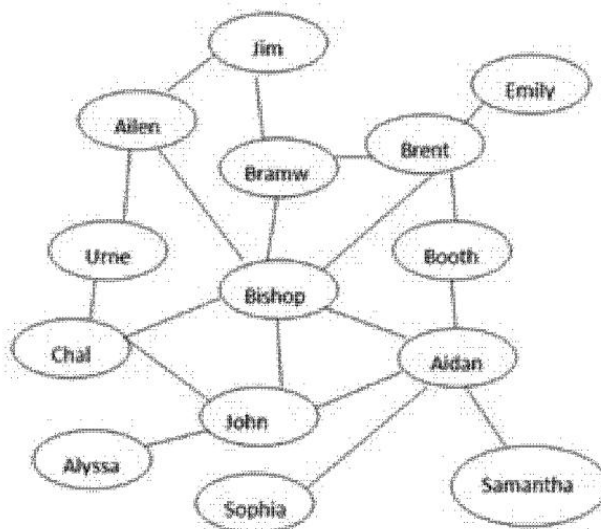


图 1 用户社交网络图

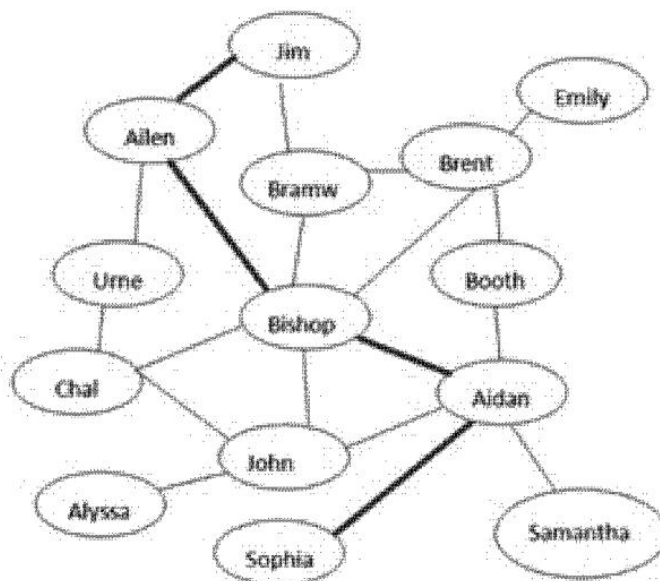


图 2 第一次调用多节点路径算法得到路径图

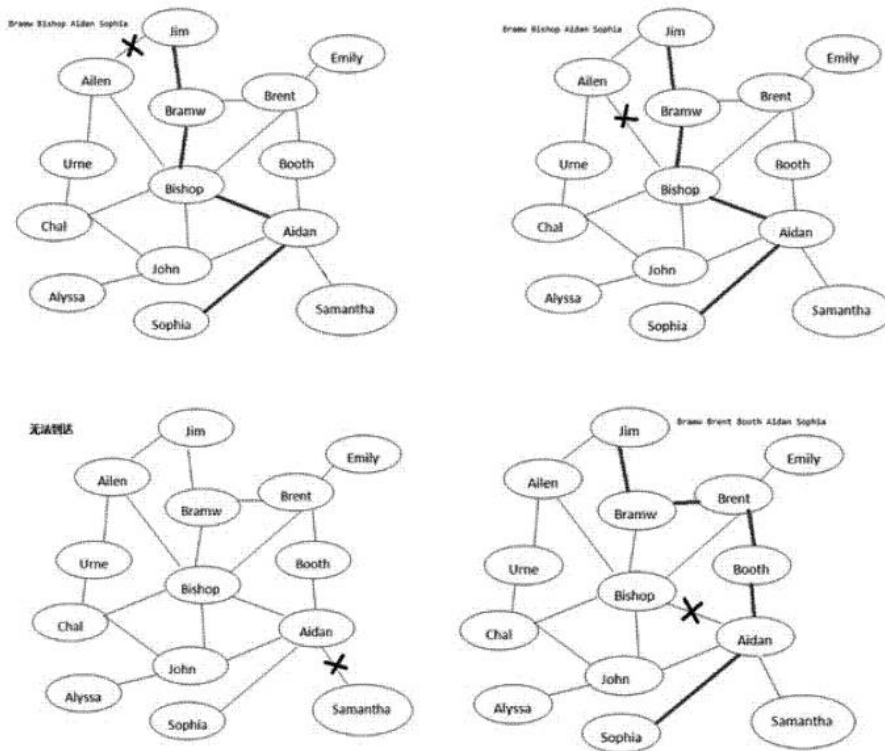


图 3 通过剪枝策略获得前 K 条最优最短路径图

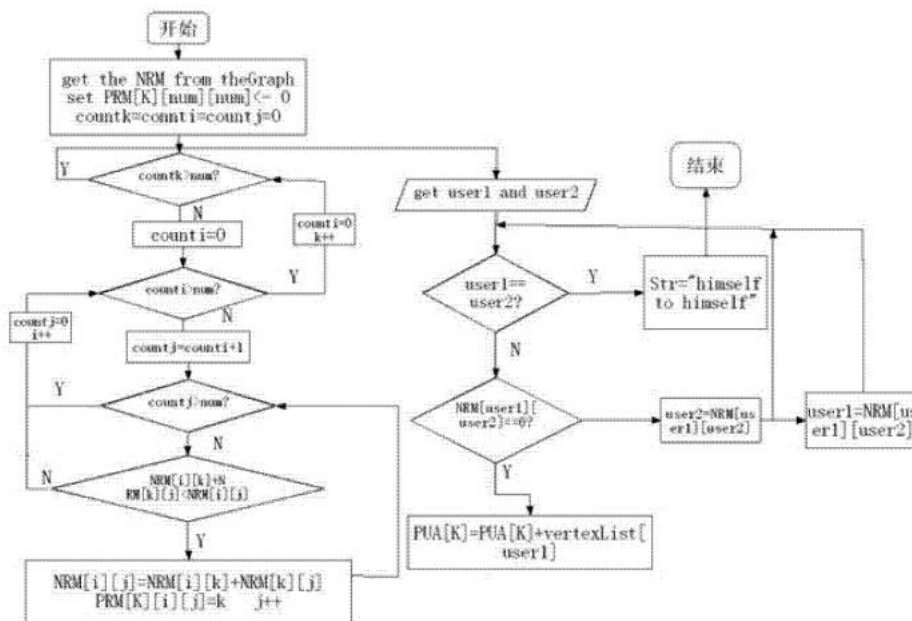


图 4 前 K 条最优路径查询算法流程图

## 2.43 数据驱动的电力服务工单智能预警与分析技术

成果名称：数据驱动的电力服务工单智能预警与分析技术

**所属领域：**大数据分析技术、时空预测、电力营销、服务工单

## **成果简介：**

### 1、项目背景：

电力工单数据具备高容量、多样化和实时性的特点，其中隐含着客户对业务的需求和服务期望，对企业的业务提升和管理均有指导意义，传统电力工单处理往往受限于人力资源，如果出现突发性事件和自然灾害等带来的集中客服工单，往往使人员来不及处理。因此，建立电力服务工单预警统计分析系统也是有效提高工单管理问题的关键方法之一。

本项目实现可以有效提高工单的管理效率，以信息化工具代替手工作业，提高员工工作效率，提升工作质量，实现业务预告警、业务过程监督、业务分析评价，加强事前、事中、事后的整体管控、提升员工业务水平和工作效率。本项目成果应用前景广阔，若将其推广至全国范围，对电网、用户和社会都具有重要意义。同时对新型电力系统的建设有着举足轻重的意义。

### 2、获奖、专利情况：

■ 2022/09，授权发明专利《一种基于霍克斯过程与图神经网络的时空预测方法》

专利号：ZL202110432341.6,专利状态：已授权

■ 2023/3，授权发明专利《一种基于基于非欧空间的信息提取研究方法》

专利号：ZL202110431000.7,专利状态：已授权

### 3、主要技术特点：

本项目分为两块内容：一是基于诊断技术，二是燃气用户的负荷预测技术。

智能电力服务工单预警技术采用霍克斯过程与图神经网络模型相融合的方法，建立电力服务工单时间与地理空间特征匹配模型，通过分析各个电力服务工

单类型和相应的投诉时间和地点，从而完成对电力服务投诉进行预警并输出相应的投诉类型。

对于电力服务重复诉求工单进行分析，利用非欧空间模型建立重复诉求工单预测模型，同时构建重点关注客户处理方法流程，通过输入多维度特征数据，分析各个特征值对结果的影响大小，设置最优模型与输入特征，输出重点关注客户的名单及信息。

#### 4、应用范围：

国家电网电力营销部门的服务工单预测

#### 5、市场需求及经济效益分析：

##### （1）电力服务工单智能预警分析：

传统电力工单处理往往受限于人力资源，如果出现突发性事件和自然灾害等带来的集中客服工单，通过人工来预测工单数量发生的时间和地点数据往往存在较大偏差。基于专家经验来做分析预警，该方法费时费力，同时消耗大量资金，不利于智能化检测技术的推广。

因此提供一种基于时空信息的准确度高，适应能力强；且算法复杂度低，易于实现的电力服务工单预警技术与重点客户分析技术很有发展潜力，同时能够加强事前、事中、事后的整体管控、提升员工业务水平和工作效率，给企业带来巨大经济效益。

##### （2）重点关注客户智能分析：

现在电力服务工单中根据重复诉求结果，匹配敏感客户、判断潜在服务风险、预判诉求是否达到升级对电力营销的供电服务质量有较大的需求，提早的预判的预警将大大的提高供电服务质量。

准确的重点关注客户分析可以帮助电力企业制定重点用户诉求和服务风险，从而帮助电力企业带来经济和管理效益的提升，从而最大限度的提高电力企业客户服务满意度。

### 合作方式:

项目或成果合作服务方式（可多选）

(专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它：)

### 图片资料:



图 1 电力服务工单智能分析展示

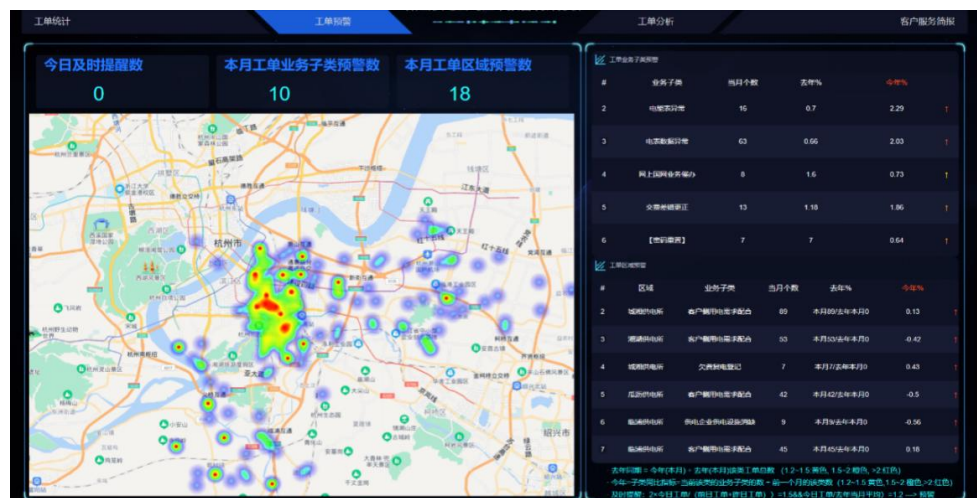


图 2 电力服务工单智能预警



图 3 重复工单分析

## 2.44 基于深度学习和知识图谱增益的自然语言处理研究

**成果名称：** 基于深度学习和知识图谱增益的自然语言处理研究

**所属领域：** 自然语言生成、自然语言理解、人工智能

**成果简介：**

### 1、项目背景：

自然语言生成和自然语言理解是自然语言处理领域的重要研究方向，实现文本自动理解和生成也是人工智能走向成熟的一个重要标志。自然语言理解和生成技术极具应用前景。例如，文本自动生成技术可以应用于智能问答与对话、机器翻译等系统，实现更加智能和自然的人机交互；也可以通过文本自动生成系统替代编辑实现新闻的自动撰写与发布，最终将有可能颠覆新闻出版行业；机器阅读理解可以帮助客服系统根据用户提供的信息在产品文档中快速找到解决方案。

故事生成作为文本生成的一个新的研究方向在过去的几年里引起了人们的广泛关注。与一般的文本生成不同，故事生成要求文本与事件序列一致。故事生成除了要求连贯性外，还存在着主题一致性、内容一致性、词汇多样性和情感控

制等诸多挑战。传统的情感可控的故事生成只涉及了一些简单的情感,比如开心、难过等。本项目引入了马斯洛需求层次理论等多个心理学理论,能够更充分的描述人物的特征。传统的情感可控的故事生成模型只能考虑整个故事的情感,无法控制故事中每个人物的情感。本项目可以根据指定的每个人物的心理状态来生成情感丰富的故事。

在自然语言理解方面,传统的机器阅读理解模型主要围绕上下文联系与问题同文档之间的联系进行优化。对于原文中包含原样词汇的答案,传统模型往往能够通过其不断更新的上下文语言模型与注意力机制配合,快速定位并给出正确解答。然而,在实际应用中,我们遇到的文档往往问句和答句中的词汇是不完全相同的。这尤其体现在诸如新闻报道、小说散文等文体中,这些文档往往会用很多不同的近义词或相关联的词汇来描述同一事物。那么,当传统模型遇到这类文档时,就会产生不理想的输出结果。本项目通过双外部知识库结构,配合命名实体识别及答案优选系统,可以较大幅度改善机器阅读理解模型的表现并提升其健壮性。

## 2、获奖、专利情况:

■ 2020/10, 申请专利《一种基于深度学习的可控多人物心理导向故事生成方法》专利号: CN 112183025B, 专利状态: 已授权

■ 2021/1, 申请专利《一种基于知识图谱增益的机器阅读理解系统》, 专利号: CN 112818128B, 专利状态: 已授权

■ 2023/2, 获得北大核心期刊《数据采集与处理》2019-2021 年度优秀论文奖, 论文题目: 《基于 ArcReLU 函数的神经网络激活函数优化研究》

■ 2022/5, 获得 CCF B 类会议 DASFAA2022 唯一整体最佳论文奖, 论文题目为《Open-domain Dialogue Generation Grounded with Dynamic Multi-form Knowledge Fusion》

■ 2022/12, 申请专利《基于动态多形式知识融合的开放域对话生成方法》, 专利状态: 申请中

### 3、主要技术特点:

本项目分为两块研究内容: 一是基于深度学习的可控多人物心理导向故事生成方法, 二是基于知识图谱增益的机器阅读理解研究。

基于深度学习的可控多人物心理导向故事生成引入马斯洛需求层次等心理学理论来描述人物的心理状态。故事生成模型使用 Seq2Seq 框架。在编码部分, 为了故事具有上下文连贯性引入上文信息, 设计了两种文本编码的方法, 一种是“上下文拼接方法”, 该方法是将故事的输入的句子和故事的上文拼接起来一起放入 BiLSTM 中进行编码; 另一种是“上下文融合方法”, 该方法将故事的输入的句子和故事的上文先分别在 BiLSTM 编码后再拼接起来。在解码部分设计了两个辅助模块: 人物选择器和心理状态控制器。人物选择器利用 softmax 激活函数的概率并经过 One-Hot 机制作为门控来选择当前时刻应该描述哪一个人物; 心理状态控制器利用注意力机制用来控制当前时刻接收哪些以及接收多少程度的心理状态。该模型可以根据指定的人物和对应的心理状态完成故事的描写。

基于知识图谱增益的机器阅读理解引入 WordNet, ConceptNet 两个外部知识库与一个单独的命名实体识别系统。核心模型单元使用 ERNIE 上下文语言模型及自注意力机制作为框架。本模型主要分为四个组成部分: 文档与问题编码部分、外部知识嵌入与匹配部分、注意力运算部分以及答案优化输出部分。该模型拥有

双外部知识库配合额外的命名实体识别系统,此外还拥有困惑度算法来帮助模型确定置信度较低的答案。较单一知识库模型而言拥有较大的领先幅度。

#### 4、应用范围:

心理医生辅助对话、搜索引擎及智能问答、对话系统。

#### 5、市场需求及经济效益分析:

##### (1) 故事自动生成:

本项目涉及的方法可以对在编写故事时设定人物及其心理状态起到帮助,在心理学领域甚至可以帮助心理学医生生成用来开导具有心理疾病的人的对话。此外,还可以应用于智能问答与对话、机器翻译等系统,实现更加智能和自然的人机交互;也可以替代编辑实现新闻的自动撰写与发布,最终将有可能颠覆新闻出版行业;该项技术甚至可以用来帮助学者进行学术论文撰写,进而改变科研创作模式。可以给企业节省大量人力资源,带来巨大经济效益。

##### (2) 机器阅读理解:

本项目涉及的方法可以在各类搜索引擎及问答系统上加以应用,尤其在改善搜索引擎方面,可以直接对互联网文档进行分析,返回用户待查询的关键句,从而避免了用户需要人工访问每个文档来获取所需信息,可以极大地提升搜索引擎的工作效率,从而帮助企业带来经济效益的提升,从而最大限度的节约企业的服务质量。

### 合作方式:

项目或成果合作服务方式(可多选)

(专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它:)

照片资料:

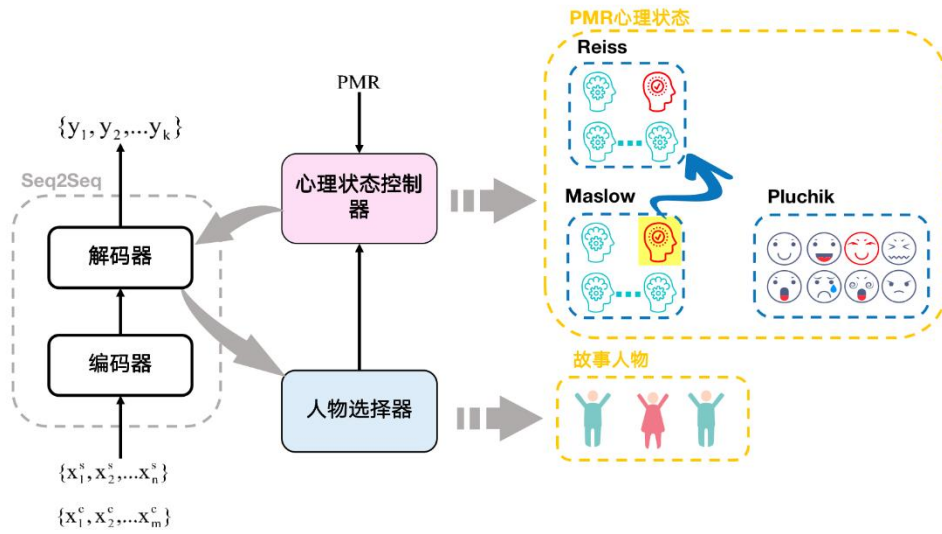


图 1 基于深度学习的可控多人物心理导向故事生成模型示意图

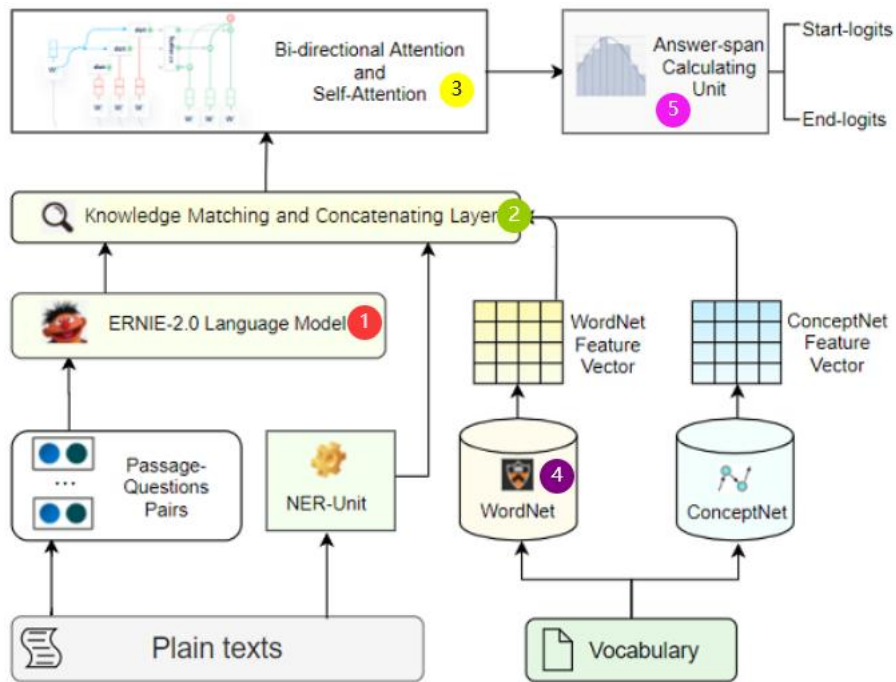


图 2 基于知识图谱增益的机器阅读理解模型示意图

## 其他

### 2.45 基于可视化无损智能检测技术的工件服役监测系统

**成果名称：**基于可视化无损智能检测技术的工件服役监测系统

**所属领域：**工件检测

**成果简介：**

本成果建立了完整的可视化监测系统，包括图像的获取、处理、分割、描述和分析，以及目标识别等主要环节。选取并应用合适的可视化方法来定性、定量检测材料的内部缺陷和结构异常等信息，进而对材料进行评价。

(1) 可视化缺陷的自动检测。将待分析图像分为非重叠样品，采用主成分分析技术对样品特征进行计算，并用特征模糊 C 均值聚类算法来鉴定样品是否存在缺陷。

(2) 对射线层析扫描图像采用特定算法实现三维 CT 成像，清晰直观地获得物体的结构、密度特征和缺陷分布等信息。进而采用基于局部极小值的区域生长分割算法，提取出缺陷成分的目标图像，并进行三维显示。

(3) 建立含有缺陷成分的目标图像的样本数据集，将其与人工神经网络相结合，通过监督学习获得识别不同缺陷的能力，以实现工件缺陷的预测和分类。

**主要技术特点：**

(1) 该系统具有图像可视化程度高、成像清晰、使用范围广等特点。

(2) 可对材料内部结构及表面缺陷的空间分布、种类特征、数量尺寸等信息及其变化作出定性及定量评价。

(3) 在工业零部件、大型钢结构及特种设备的服役期内，利用无损检测的定量分析结果监测工件的运行状况，对工件进行初步的寿命预测评估。

## 合作方式:

项目或成果合作服务方式（可多选）

（专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它：）

## 图片资料:

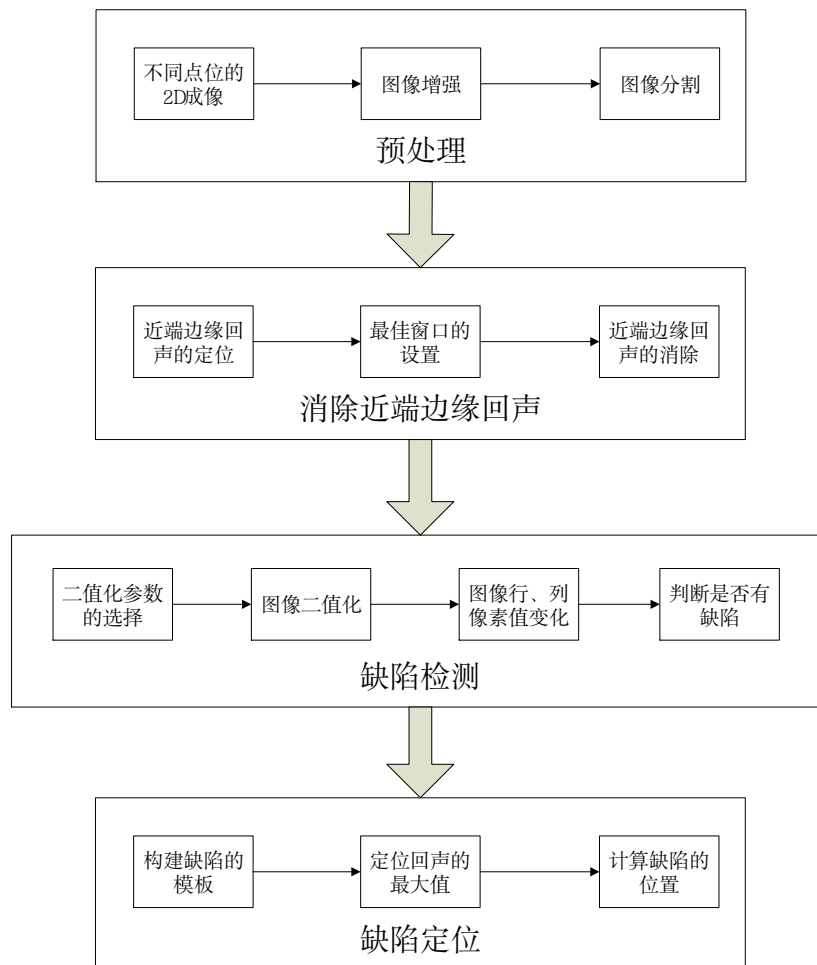


图 1 检测过程的流程图

表 1 实际工件的缺陷检测结果

| 工件<br>编号 | 真实缺陷位置(mm) | 检测缺陷位置(mm) | 定位精度(%) |
|----------|------------|------------|---------|
| 1        | 35.0       | 36.9       | 94.52   |
| 2        | 52.0       | 53.7       | 96.70   |
| 3        | 71.0       | 69.3       | 97.56   |
| 4        | 43.0       | 44.6       | 96.28   |
| 5        | 26.0       | 27.3       | 95.00   |
| 6        | 66.0       | 64.5       | 97.73   |
| 7        | 31.0       | 33.1       | 93.23   |
| 8        | 47.0       | 44.8       | 95.32   |
| 9        | 83.0       | 80.9       | 97.47   |
| 10       | /          | /          | /       |

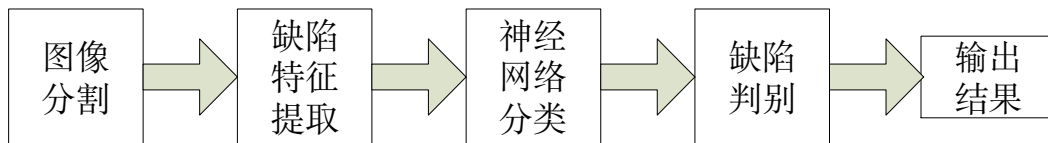


图 2 缺陷检测、分类的流程图

表 2 部分在役管线焊缝缺陷实测数据及预测结果

| 测试<br>编号 | 圆<br>形<br>度 | 长<br>宽<br>比 | 填<br>充<br>度 | 尖<br>锐<br>度 | 对<br>称<br>度 | 灰<br>度<br>比 | 缺陷,<br>焊缝,<br>之比 | 输出结果  |       |       |       | 类型    |     |
|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| 1        | 0.105       | 0.087       | 0.480       | 0.500       | 0.894       | 0.416       | 0.879            | 0.913 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.014 | 未熔合 |
| 2        | 0.157       | 0.070       | 0.533       | 0.497       | 0.708       | 0.320       | 0.681            | 0.613 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.044 | 未熔合 |
| 3        | 0.999       | 0.929       | 0.808       | 0.210       | 0.938       | 0.304       | 0.322            | 0.000 | 0.999 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 气孔  |
| 4        | 0.873       | 0.951       | 0.889       | 0.234       | 0.970       | 0.443       | 0.873            | 0.000 | 0.999 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 气孔  |
| 5        | 0.029       | 0.013       | 0.740       | 0.510       | 0.872       | 0.841       | 0.013            | 0.000 | 0.000 | 0.999 | 0.000 | 0.001 | 未焊透 |
| 6        | 0.055       | 0.031       | 0.584       | 0.410       | 0.912       | 0.821       | 0.018            | 0.000 | 0.000 | 0.683 | 0.402 | 0.000 | 未焊透 |
| 7        | 0.053       | 0.022       | 0.452       | 0.300       | 0.777       | 0.366       | 0.170            | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.273 | 0.009 | 裂纹  |
| 8        | 0.048       | 0.039       | 0.670       | 0.310       | 0.915       | 0.762       | 0.376            | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.070 | 0.000 | 裂纹  |
| 9        | 0.439       | 0.507       | 0.42        | 0.428       | 0.862       | 0.537       | 0.121            | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.929 | 夹渣  |
| 10       | 0.453       | 0.468       | 0.515       | 0.443       | 0.871       | 0.546       | 0.113            | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.999 | 夹渣  |

表 3 缺陷检测 BP 网络的准确率

| 缺陷类型 | 测试样本数 | 正确识别数 | 准确率(%) |
|------|-------|-------|--------|
| 未熔合  | 60    | 54    | 90     |
| 气孔   | 60    | 58    | 97     |
| 未焊透  | 60    | 56    | 93     |
| 裂纹   | 60    | 53    | 88     |
| 夹渣   | 60    | 57    | 95     |

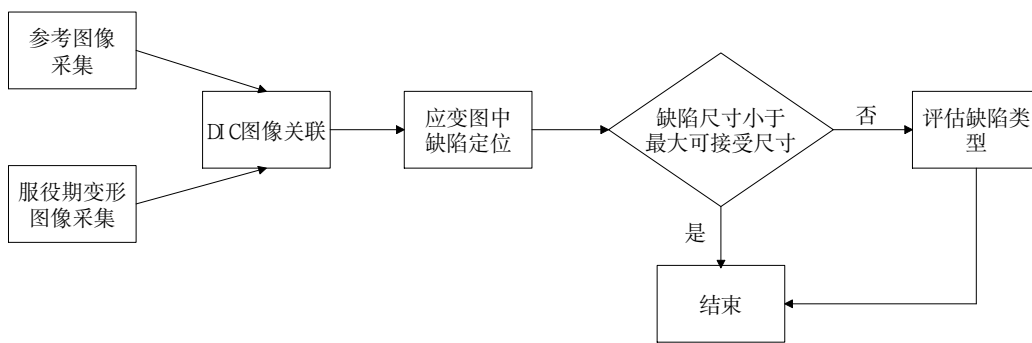
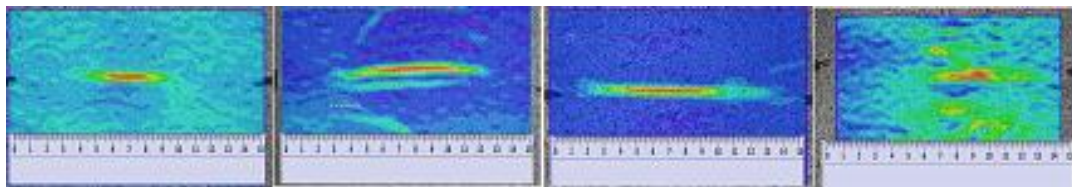


图 3 承压工件服役期的可靠性监测



(a)2cm 的未焊透缺陷 (b)5cm 的未熔合 (c)10cm 的气孔 (d)3cm 的夹渣

图 4 具有不同尺寸缺陷的焊接工件的 DIC 轴向应变图

## 2.46 基于 OpenCV 的人脸识别教室点名系统软件

**成果名称:** 基于 OpenCV 的人脸识别教室点名系统软件

**所属领域:** 计算机软件著作权

**成果简介:**

基本情况: 随着人类社会的有序高速发展, 人们对便捷性、直观性的渴求也在随之提高, 而人脸识别技术就饰演了这很兹事体大的角色。由于人脸识别技术对于主人及他人具有无侵害性, 故使得人脸识别成为最容易被大众接受的生物特

征识别方式之一。眼下，人脸识别技术早就普遍的应用在了安全验证、视频会议、公安系统、人机交互、智能家居、院校点名等多个领域。但人脸在成为图像被采集的过程中会受到各种不同程度的影响，可能会受到数据采集设备的限制，会受到诸如外界光照强弱、使用者动作姿势、使用者表情特征、背景光线强弱等各种因素的影响，使得人脸识别过程相当曲折，也就成了当前最富挑战性的研究课题，也是现在及未来应用最广的一种技术。

本系统可以不仅实现基础的人脸识别，提供图片和摄像动态识别点名，甚至还可以一次识别多个人脸，达到同时签到的要求和条件，同时也未雨绸缪，该系统也对部分可能存在的系统原因从而难以被系统自主识别的学生提供人性化的手动签到功能。本系统运用 OpenCV 中出名的人脸识别开源库来做算法部分的内构，用 Qt、python 实现人机交互界面的外壳，共同构成一个可以相对稳定的系统。我相信这也将解决传统课堂上依次照表点名和随机点名等方法所带来的耗时长、效率低、可靠性差，信赖度低等问题，尽量提升学生的教室出勤率，进一步提高我校课堂教学质量。

### **合作方式:**

项目或成果合作服务方式（可多选）

（专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它：）

图片资料:

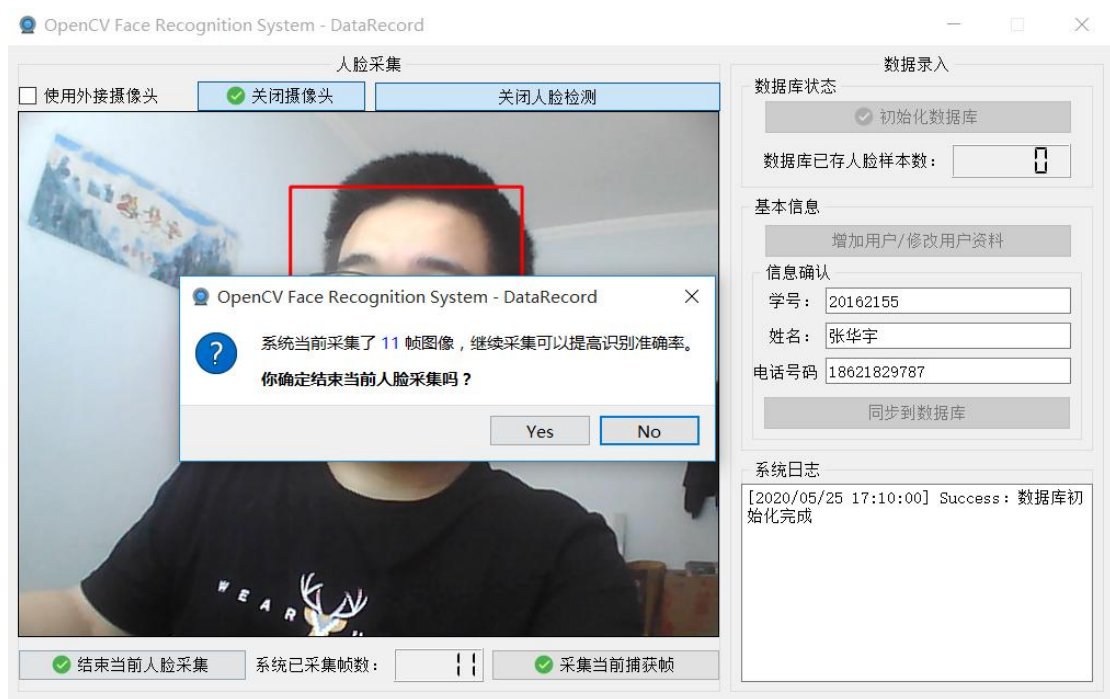
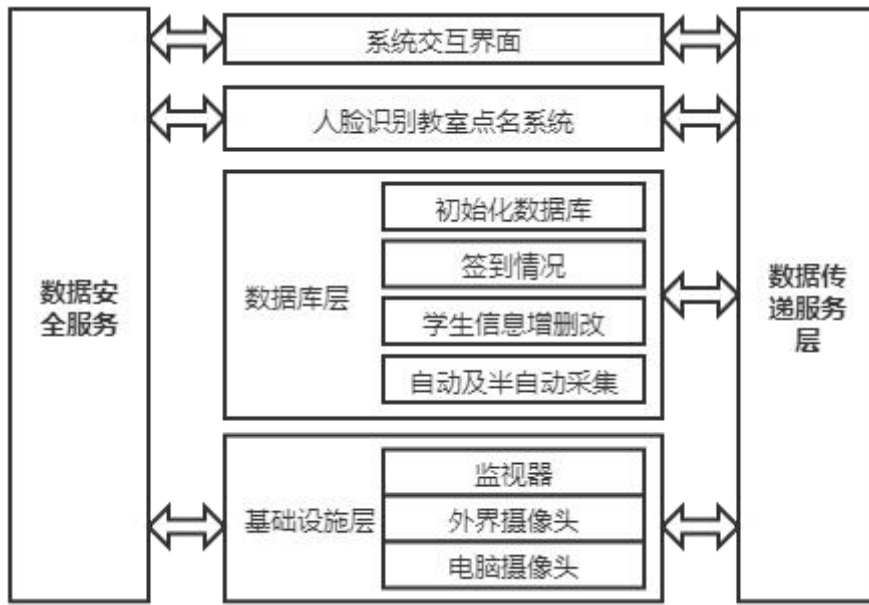


图 2 人脸采集界面

## 2.47 骨头外科手术导航中的增强现实技术研究

成果名称: 骨头外科手术导航中的增强现实技术研究

所属领域: 增强现实技术, 医用外科

## 成果简介:

为了解决现有系统中导航信息与手术场景相分离问题,需要把虚拟图像中获取骨头骨折的位置信息同真实手术场景相融。通常钢板的尺寸只有几种固定的模式,而骨头因人而异,骨折的位置也直接关系到钢板的选择。基于增强现实的外科手术导航系统,简称 AR-IGS,它可以将钢板和骨头骨折等虚拟信息同真实的手术场景相结合,并将导航信息(钢板放置的位置信息)直接投影到病人身上,在不需医生切换视野前提下辅助医生手术。

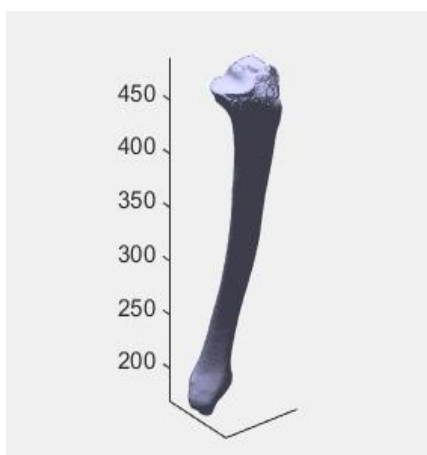
术前,利用增强现实 (AR: Augmented Reality)技术,将病人扫描的骨折骨头的信息和库中的钢板进行模拟匹配,选择跟该病人骨折位置的骨头高匹配的钢板,不仅能够提高病人术后的舒适度和行动的便利,而且减少病人二次手术造成的伤害和痛苦。术中,利用 AR(增强现实)技术,将术前病人扫描的骨折骨头及钢板等虚拟信息同真实的手术场景相结合,将导航信息(钢板放置的位置信息)直接投影到病人身上,在不需医生切换视野前提下辅助医生手术。在骨头外科手术导航系统中应用增强现实技术,不仅可帮助外科医生进行术前计划,使创口最小化,同时可提高手术质量,给外科手术带来了极大的便利。

## 合作方式:

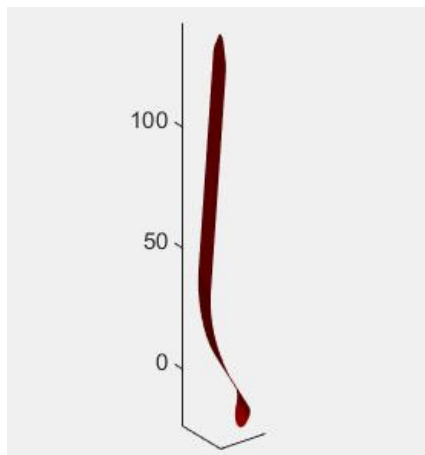
项目或成果合作服务方式(可多选)

(专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它: )

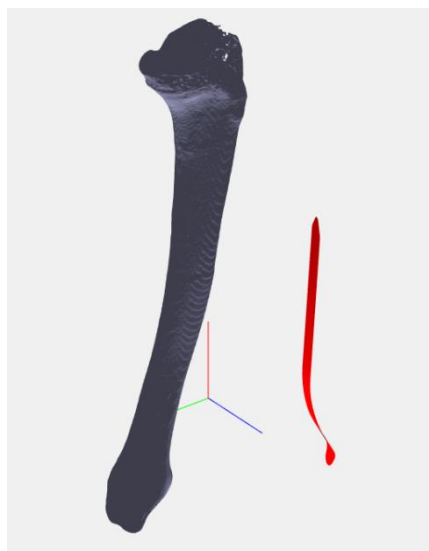
图片资料:



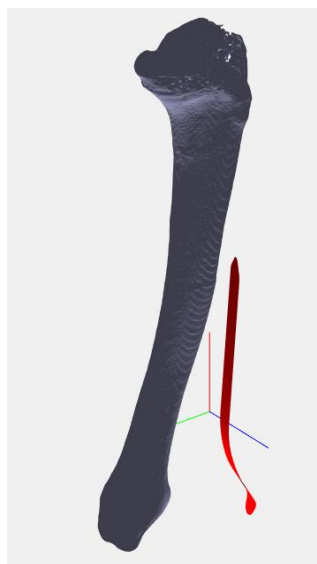
(a) 骨骼图片



(b) 钢板图片



(c) 骨骼与钢板合并



(d) 在 X/Y/Z 轴方向移动调整骨骼与钢板的位置



(e) 骨骼与钢板匹配的最终结果

## 2.48 基于深度学习的视觉图像完整性检测技术研究

**成果名称：**基于深度学习的视觉图像完整性检测技术研究

**所属领域：**电力系统智能化

### **成果简介：**

随着我国电网规模的日益扩大，电力设备的种类、数量越来越多。通过在线监测、巡检拍摄的电力设备图像数据异常庞大，因此有必要通过建立一个电力设备完整图像的数据库来对电力设备进行故障诊断。本项目利用深度学习算法建立完整的电力设备图像数据库，从而完成电力设备智能故障诊断的前期工作。

本研究首先建立电力设备图像数据库，通过卷积神经网络提取设备图像的特征，结合深度学习的随机森林分类方法对电力设备进行识别，获取设备图像的名称；采用自动化检测技术剔除掉不是该模态的电力设备图像；然后利用基于自编码神经网络的深度学习框架，对数据库的模糊设备图像进行标记，并对其进行剔除；同时利用深度学习的霍夫变换改进算法，剔除角度倾斜的电力设备图像；接着通过引入卷积神经网络的视觉显著性模型提取设备图像的区域特征和边界特征，利用该特征对设备图像进行目标检测，将不完整的电力设备图像进行剔除；通过深度学习的图像拼接检测算法，找出被篡改或编辑的设备图像并对其进行剔除；最后采用云计算的大数据安全存储方式，对完整的电力设备图像进行安全存储并对其进行加密。

将自主研发的基于深度学习的电力设备图像质量筛查、识别、分类、防篡改等技术融合，能够智能、快速的对在线监测、巡检等方式拍摄的大规模电力设备图像数据进行有效分类建库。不仅为后期设备智能故障诊断提供了可能，成为电力系统智能化水平提高的数据基础；还极大程度的提高了数据的利用率，为人工智能技术在泛在电力物联网建设过程中的快速发展提供了保障。

## 合作方式:

项目或成果合作服务方式 (可多选)

(专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它: )

## 2.49 基于多点统计方法的空间数据随机重建

**成果名称:** 基于多点统计方法的空间数据随机重建

**所属领域:** 数据重建

### 成果简介:

本项目建立了一种基于 MPS 的空间数据随机重建方法。该方法首先通过非线性映射实现训练数据的降维,在整合软硬条件数据的情况下提取与条件数据最为接近的模式,将其复制到重建区域,并给出了非线性降维后提取和复制模式的方法,给出一种在提取模式过程中结合软硬条件数据的方法。主要创新如下:

(1) 将非线性映射引入到训练数据的降维中,使得训练图像中的非线性模式能够较好地映射到低维空间,为 MPS 方法处理非线性数据提供了新思路。

(2) 基于训练数据的非线性降维,提出一种 MPS 方法用于空间数据的随机重建,并且对连,续型和离散型数据均适用。

(3) 提出一种整合软硬条件数据的方法,使得在 MPS 模拟过程中可以较好地利用这两种条件数据,有利于提高模拟精度。

基于多点统计法的空间数据随机重建理论是以不同条件下的区域化变量在空间域的分布规律为研究内容的。它的实用范围已不再局限在最初的地质勘探和矿产评估领域,可以成为用来研究自然界具有随机性和规律性变量的普遍性的科学方法。其应用领域不断扩大,如环境科学、农田水利、气象、林业、海洋等领

域均已涉及。随着应用领域的不断扩大和方法本身的不断完善，它正逐步发展成一个通用的工具性科学。仅仅就石油工业而言，目前我国的老油田已不同程度地进入了高含水、高采出程度的“双高”阶段，开采难度迅速增加。如何发挥老油田的资源潜能,并最大限度地保持产量稳定成为这些油田面临的首要问题。所以使用先进技术预测估计油田位置，可大大降低能源问题给国家安全带来的风险。基于多点统计法的空间数据随机重建理论可以在类似领域发挥其估计预测精度高的优势。

本项目应用范围较广，针对我国的客观实际，尤其可以应用于气象预报、医学图像成像、石油勘探等领域。本成果负责人在 2009-2016 年期间，与一家专业从事石油软件开发的高新技术企业——辰工科技有限公司合作，将空间数据随机重建技术应用于石油软件开发，对油田储量分布进行估测。通过油田已探明的少量空间数据信息，重建整个油田区域内的油藏分布三维图像，取得了较好的效果。在上述成果基础上，项目组希望继续与上述领域的企业和科研单位开展深入合作，将本研究成果转化为实际的生产力。

#### **合作方式:**

项目或成果合作服务方式（可多选）

（专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它：）

#### **2.50 基于低维特征构造及无监督分类的网络图像隐写分析**

**成果名称:** 基于低维特征构造及无监督分类的网络图像隐写分析

**所属领域:** 网络安全，信息隐藏

## 成果简介:

社交网络隐写分析是判断网络媒体数据中是否含有秘密信息的有效手段。本项目围绕社交网络环境构建快速隐写分析方案,突破现有隐写分析特征维数较高的限制,构造了面向网络数字图像的多样性纹理融合模型,同时针对彩色未压缩图像和彩色 JPEG 图像分别构造表征图像通道相关性融合的高效隐写分析特征,摆脱了传统彩色图像隐写分析方法仅从单一通道提取特征的模式。项目引入无监督分类构造多图像联合的隐写分析方法,避免了监督分类隐写分析方法中需要大量样本训练分类模型的弊端,实现了社交网络环境中信息传输的实时检测,对国家网络信息安全的开展具有重要的现实意义。项目发表学术论文 15 篇,申请国家发明专利 2 项,培养硕士研究生多名,相关成果已被国际同行专家多次引用。

## 合作方式:

项目或成果合作服务方式(可多选)

(专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它: )

### 2.51 基于流行约束卷积稀疏表示的人脸特征识别方法研究

**成果名称:**基于流行约束卷积稀疏表示的人脸特征识别方法研究

**所属领域:**图像重建

#### 成果简介:

本项目采用一种基于卷积稀疏表示及字典学习的人脸识别方法,在复杂环境下的高分辨率图像对象,构建自动识别分类模型。采用流行约束的非线性降维方法、全局和局部特征融合的方法、多视角图像的快速重建方法,提高识别的精度和效率,并进行分类效果分析和质量评价。最终建立快速、低成本、高精度

的高分辨率目标识别分类方法，达到改善欠采样及重建获取信息结构单一问题，满足有效构建信息化安防城市的需要，并以公安监控为应用平台解决实际识别分类问题，验证其可行性和有效性。

本成果创新如下：

(1)提出利用流行约束思想的字典学习的流行降维方法，对复杂环境下的高分辨率人脸图像进行降维处理，以增强类内距离，提高结构字典的判别能力，并通过学习训练产生一个低维嵌入映射用于数据降维，从而描述数据潜在流形上的几何特征。

(2)提出将改进的全局和局部特征方法相融合，并借助于特征之间的拓扑关系、稀疏矩阵技术及最近点搜索策略实现纹理颜色与深度数据的映射，解决有效特征识别准确率不高的问题。

(3)流行约束卷积稀疏的复杂人脸识别算法。通过构建数据点之间的相似度和谱聚类方法把复杂人脸流形分解成标准脸、训练脸、测试脸集合。通过分析运动曲线识别简单行为并作为输入状态使用卷积稀疏表示算法实现测试脸的特征与标准脸间的逼近模型，从而完成测试脸的辨识。

字典构建和字典学习算法的优化是稀疏表示模型中影响最终编码和分类性能的重要因素。在经济建设和社会发展中发挥着重要作用的智慧城市数字化建模，因此也面临着技术上的巨大挑战，追求判别能力强或者尽量减少数据冗余量的程度是人脸识别研究不断努力的方向。对流行约束和卷积稀疏表示的应用实现问题也提出了迫切要求。本项目对于复杂的环境，建立了一种流行约束的字典学习算法，以传统局部、全局特征提取和空间约束为基础，设计新的集束调整策略及特征点提取算法，实现图像采集设备外部参数求解的最优化运算，并结合数据的变

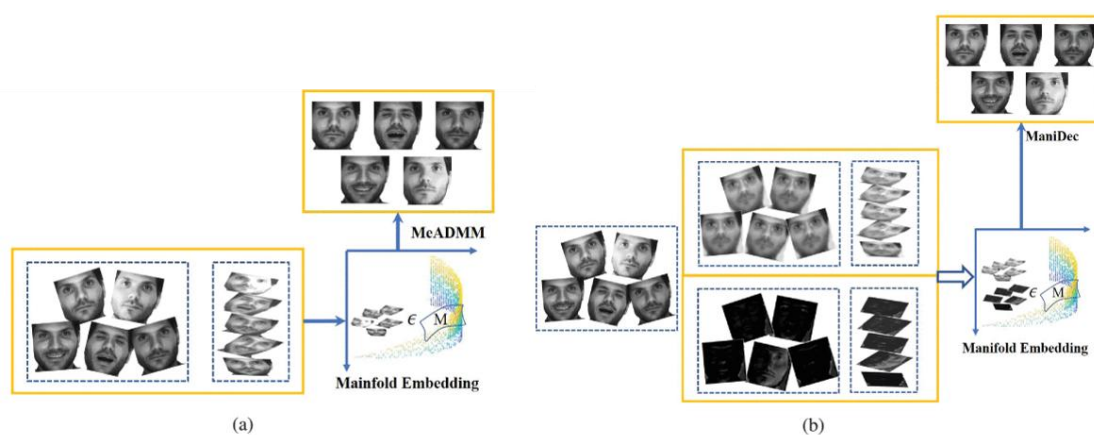
异信息，构建数据在各类样本中的稀疏与邻域联合相似关系，实现复杂场景的图像识别和分类，为该方向的研究建立理论和算法基础，具有重要的学术意义。另一方面，随着流行约束和卷积稀疏表示在更为广阔的领域的应用，本项目的研究成果不仅可广泛应用于机器人视觉导航系统、虚拟现实、数字城市等相关领域，还可应用于传统公安系统的实时监测中，为系统提供数字化信息，为经济社会的发展起到积极的推动作用。

### 合作方式:

项目或成果合作服务方式（可多选）

（专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它：）

### 图片资料:



The framework of manifold constrained model. (a) The framework of manifold embedding. (b) The framework of manifold constrained low-rank and sparse decomposition in this paper.

图 1 流行约束模型的架构图



图 2 人脸检测与识别的 FPGA 平台系统

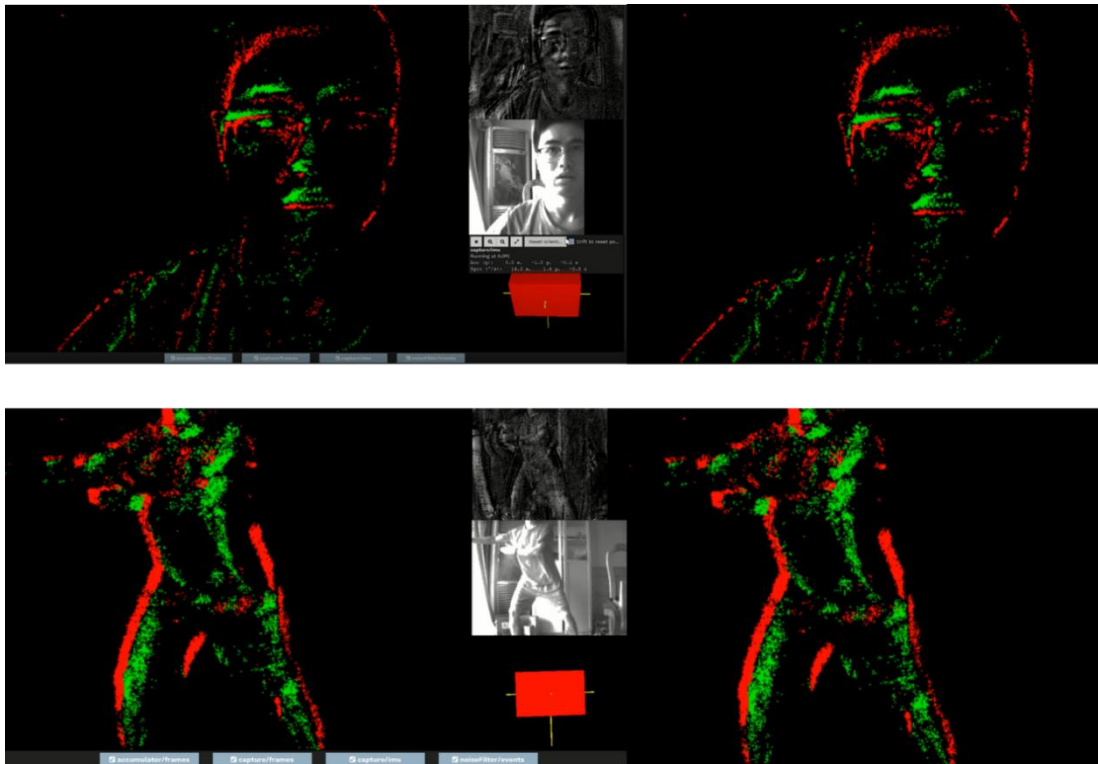


图 3 目标轮廓特征提取展示效果

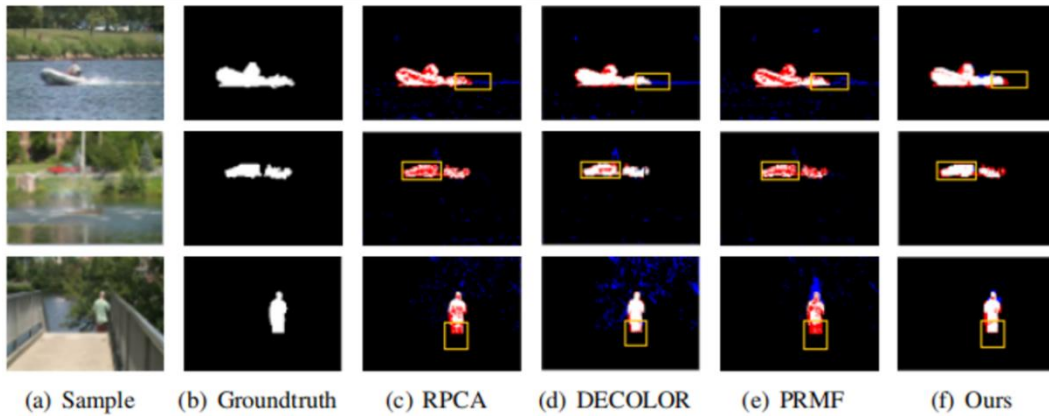


图 4 结合子空间学习的动态背景运动目标检测

## 2.52 基于深度学习和支持向量机的页岩数字岩心三维重构方法

**成果名称：** 基于深度学习和支持向量机的页岩数字岩心三维重构方法

**所属领域：** 计算机科学，石油天然气工业

**成果简介：**

### 1、项目背景：

数字岩心是研究岩石孔隙和微观渗流理论的基础平台.传统页岩数字岩心重构方法无法较好地描述页岩中复杂的孔隙-微裂缝结构,使得重构的页岩岩心难以达到研究微观渗流机理的要求.本发明提出页岩岩心孔隙-微裂缝复杂结构的表征和重构方法。基于深度学习和支持向量机获取真实页岩岩样的结构特征分类,再利用这些分类后的特征重构页岩数字岩心。本发明将有助于我国页岩气藏的渗流机理研究和开发,因此具有较大的实际意义。

### 2、获奖、专利情况：

发明专利,基于深度学习和支持向量机的页岩数字岩心三维重构方法,已授权(专利号: 2017107953596)

### 3、主要技术特点：

本发明属于利用深度学习和支持向量机重构页岩数字岩心的技术领域,利用深度学习可以捕获页岩岩样的本质结构特征,支持向量机可以对捕获的本质特征进行分类,因此可以大幅提高重构页岩岩样的质量,可广泛应用于如页岩气勘探和开发,页岩气储量评估等一些工程和科学领域。

### 4、应用范围：页岩气工业

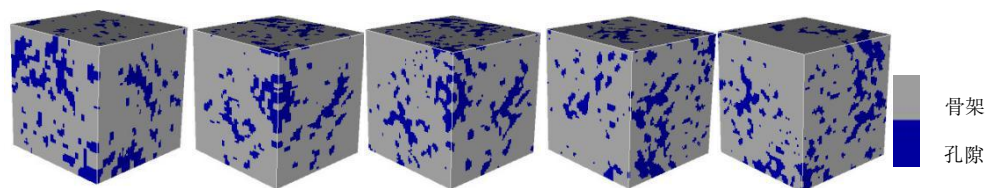
5、市场需求及经济效益分析：可广泛应用于如页岩气勘探和开发,页岩气储量评估等一些工程和科学领域。

### 合作方式：与天然气开采公司合作

项目或成果合作服务方式（可多选）

（专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它：）

### 图片资料：



重构的五张页岩孔隙和骨架结构图

## 2.53 基于变差函数及孔隙度的多孔介质表征单元体确定方法

**成果名称：**基于变差函数及孔隙度的多孔介质表征单元体确定方法

**所属领域：**计算机科学，石油天然气工业

## **成果简介:**

### **1、项目背景:**

表征单元体是指在研究多孔介质流体传输问题和内部结构时,需要确定被研究的多孔介质最小的尺寸,在该尺寸情况下,对多孔介质的分析结果才有意义,分析结果具有一般性和代表性.采用变差函数(variogram)曲线会逐渐趋于稳定的特性可以确定多孔介质在 X,Y,Z 三个方向的变程  $L_x, L_y$  和  $L_z$ ,即变差函数刚开始趋于稳定时的空间距离.再以  $L_x, L_y$  和  $L_z$  尺寸的长方体为模板扫描整个多孔介质,当模板包含的多孔介质的孔隙度与整个多孔介质孔隙度相近时,可以将此时模板包含的多孔介质作为表征单元体.确定表征单元体是研究多孔介质流体传输问题和其内部结构的基础,可广泛应用于如油气勘探开发和地质分析等领域.

### **2、获奖、专利情况:**

发明专利,基于变差函数及孔隙度的多孔介质表征单元体确定方法,已授权(专利号:2017109442167)

### **3、主要技术特点:**

本发明属于对多孔介质表征单元体进行确定的技术领域,先计算原始整个多孔介质的变差函数曲线,获得变差函数曲线在 X,Y,Z 三个方向刚开始趋于稳定时的尺寸作为表征单元体的尺寸.采用与表征单元体相同尺寸的长方体为模板,在整个多孔介质内部遍历.当模板内包含的多孔介质孔隙度与整个多孔介质孔隙度接近时,该模板所包含的部分可以作为表征单元体.确定表征单元体是解决多孔介质流体传输问题的基础,可广泛应用于如油气勘探开发和地质分析等一些工程和科学领域.

### **4、应用范围:石油天然气工业**

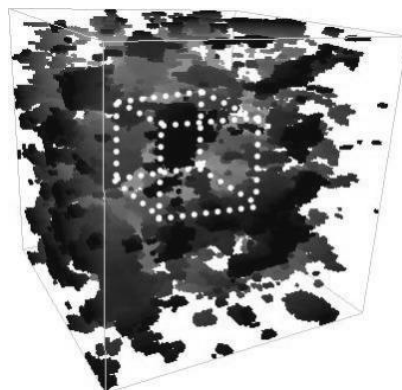
**5、市场需求及经济效益分析：**可广泛应用于如石油天然气勘探和开发等科学领域。

**合作方式：**与石油天然气开采公司合作

项目或成果合作服务方式（可多选）

（专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它：）

**图片资料：**



砂岩体数据内的一个表征单元体

## 2.54 面向差错容忍应用的近似电路可靠性预测技术

**成果名称：**面向差错容忍应用的近似电路可靠性预测技术

**所属领域：**容错计算，电路可靠性分析，高效能半导体

**成果简介：**

**基本情况：**

面向差错容忍的应用是指，有许多应用并不需要精确地计算，它们具有差错容忍能力，例如多媒体处理，数字信号处理以及无线通信等。另外，许多新兴应用领域，如图像渲染、增强现实、数据挖掘、计算机视觉、语音识别、深度神

经网络、移动计算和传感数据分析等，对不精确的输出也具有内在容忍度，用户可以接受具有一定差错的输出结果。目前，Dennard 缩放定律及 Moore 定律逐渐难以维持，而同时新兴应用对计算机系统性能的需求不断增长，近似电路以低复杂度低功耗的电路设计，依据应用特性放松了精确性要求，获取整个电路在面积、成本、性能上的收益，近年来引起了广泛关注。

随着近似电路距离实际研制越来越近，其物理实现中将碰到的问题应当引起足够重视。在今天的纳米科技下，制造工艺的精细化使得集成电路面临的主要问题是工艺偏差、生产缺陷、软差错的日趋严重的脆弱性。虽然数字信号处理、多媒体等应用本身能够容忍轻微的错误，但对严重的错误依然敏感，例如视频处理等应用具有固有的差错容忍能力，而排序、二分图匹配等应用对错误比较敏感。也就是说，近似电路的功能输出允许出现一定程度的错误，但需要保证应用的计算结果可以接受。因此，衡量能否得到可接受的输出结果以及得到这些结果的程度，对近似电路的可靠性进行预测显得尤为重要。可靠性预测是设计过程中的必要环节，建立完善的近似电路可靠性预测模型及预测方法，能够为近似电路设计提供理论指导，帮助设计人员有针对性地进行加固设计，对提高近似电路设计水平、加快设计进度具有重要作用。

#### **主要技术特点：**

已有的近似电路可靠性相关研究，主要聚焦在近似电路的差错特性分析，即与无故障的精确电路相比，分析近似电路的输出差异，实质上属于度量近似度。本课题面向差错容忍应用，以应用可接受输出为基准，预测物理实现中的故障对近似电路的影响，以近似电路对应任意输入组合得到可接受输出向量集的概率作为近似电路的可靠度，用以预测近似电路的可靠性。

1. 传统的精确电路对应任意一组输入，正确的输出向量是唯一的，而近似电路对应部分或全部输入组合，“正确的”即可接受的输出向量有一个或多个，是一个集合；
2. 关注了预测的准确性，考虑老化效应、失效机制等；
3. 在对近似电路的可靠性进行预测的基础上，对其进行脆弱性分析，定位关键节点进行加固。

#### **应用范围：**

电路可靠性预测方法、脆弱性分析方法以及关键节点定位技术都可以运用于目前大规模传统集成电路的设计前的可靠性分析阶段，对高可靠集成电路的加固设计起到辅助作用。另外，可接受输出的研究有助于将来近似电路的设计制造。

#### **市场需求及经济效益分析：**

目前半导体工艺发展中的一个严峻挑战是在维持同等能耗的情况下很难提高性能，近似电路是面向该问题用以提高能效的技术手段之一，该课题在预测近似电路可靠性方面的研究成果将可以促进近似电路设计环节的完善，在近似电路从行为级到版图级诸多环节中贡献力量，从而有助于这一新兴电路模式的落地。

#### **合作方式：**

项目或成果合作服务方式（可多选）

（专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它：）

## 图片资料:

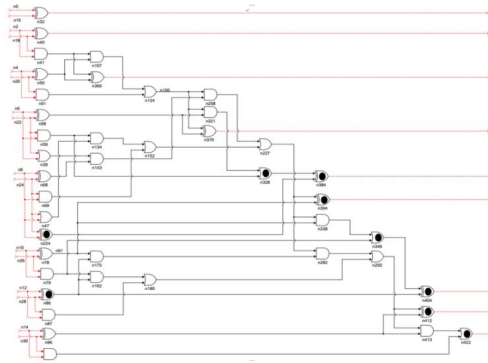


图 1 近似加法器 add8\_006 的关键节点定位

## 2.55 近似计算电路可靠度评估方法

**成果名称:** 一种基于信号概率的近似计算电路可靠度评估方法

**所属领域:** 超大规模集成电路可靠性分析、新型计算器件、近似计算电路

### 成果简介:

#### 1、项目背景:

随着集成电路技术的发展，器件尺寸不断缩小，已经接近物理极限，随之而来的，噪声容限不断降低，故障（尤其是软故障）易感性不断升高，从而制造高可靠器件越来越难。传统电路对可靠性的要求是输出无差错。实际上，许多应用领域能够容忍一定的差错，例如，图像、音频、视频处理，数字信号处理，无线通讯，模式识别以及数据挖掘。在这些领域包含部分差错的器件并不影响效果，因此提出了适用于差错容忍应用的近似计算电路，近似计算电路在一定程度上牺牲精确性，然而通过节省面积和功耗的设计可以提升性能。

与常规电路一样，近似电路也会受到电路制造过程中所产生的缺陷及在电路工作期间所出现的故障的影响。例如，负偏置温度不稳定性（Negative Bias Temperature Instability, NBTI）、电迁移或热载流子效应可能会增加电路内的逻辑门延迟，以及软差错易感性等，这些都会给电路可靠性带来严重影响。因此，

近似计算电路的可靠性设计显得越来越重要。因而，在近似计算电路设计阶段对其进行可靠性分析评估是非常有必要的，这对提高近似计算电路可靠性和降低生产成本具有重大意义。

## 2、获奖、专利情况：

■ 2020/08，申请专利《一种适用于近似计算电路可靠性分析方法及系统》  
专利号：ZL202010819255.6，专利状态：已授权（授权公告日 2021）

■ 2021/02，申请专利《一种基于信号概率的近似计算电路可靠度评估方法》  
专利号：ZL202110137149.4，专利状态：已授权（授权公告日 20220517）

## 3、主要技术特点：

本项目中提出了两种预测近似计算电路可靠性的方法。第一种方法通过推导信号概率相关性系数考虑了信号相关性问题，再基于迭代 PTM 的思想计算近似计算电路的可靠度。第二种方法提出了基于每个输出端信号可靠度计算整个近似计算电路可靠度的解析模型。

第一种方法中，面向近似计算电路将来的物理实现中的缺陷和使用中的故障，提出了一种基于迭代 PTM 考虑信号相关性的较为完整而准确的近似计算电路可靠度评估方法。针对电路中的各种基本拓扑结构提出并推导了相关向量，将相关向量结合到迭代 PTM 计算模型中，计算近似计算电路可靠度。相关向量的结合缓解了由于扇出重汇聚带来的相关性问题，迭代 PTM 模型加大了适用电路规模。

第二种方法中，提出了一种精确的近似计算电路可靠性评估方法且具有线性的时间开销。首先解析电路网表文件，根据网表内容提取电路连接结构信息；在给定原始输入端信号概率的情况下，通过仿真方法，即用标准 CAD 工具获取电路无故障情况下非原始输入端的信号概率；根据我们提及的方法计算每个原始输

出端子的可靠度；最后遍历计算每种输入组合下在阈值范围内输出组合的概率并将所有输入组合对应可取输出值的概率相加，然后将相加概率取均值得到整个电路的可靠度。

#### 4、应用范围：

提高能效比的新型器件领域，特别是近似计算电路可靠性分析。

#### 5、市场需求及经济效益分析：

随着集成电路设计技术的不断更新与发展,特征尺寸已经接近物理极限, Dennard 缩放定律及 Moore 定律逐渐难以维持,为了持续满足高性能计算的要求降低功耗的意义越来越大。同时,在许多传统应用和新兴应用领域,用户可以接受具有一定差错的输出结果,例如多媒体处理、数字信号处理以及无线通信、图像渲染、增强现实、数据挖掘、计算机视觉、语音识别、深度神经网络、移动计算和传感数据分析等。随着移动和嵌入式计算系统的普及,这些应用越来越广泛。基于这一背景,近似计算电路这种新型的电路设计范式利用某些应用程序固有的差错容忍特性,在输出结果的精度和应用的性能间进行权衡,放弃 100%的功能正确性来换取功耗和面积开销的减少,在满足应用需求的同时提升性能和能效。

随着近似计算电路越来越接近物理实现,其设计实现过程中将面临的可靠性问题不容忽视。本项目主要面向纳米科技下由于制造工艺的精细化使集成电路面临的主要问题,例如工艺偏差、生产缺陷和各类故障的影响,提出的两种方法分析预测近似计算电路在将来物理实现之后的可靠性,从而提高近似计算电路的可用性提供保障,两种方法整体的复杂度都为线性,分析的准确性也有针对性进行了改进。

## 合作方式:

项目或成果合作服务方式 (可多选)

(专利权转让 专利权许可 技术转让 技术入股 合作开发 技术服务 双方协商 其它: )

## 图片资料:

表1 基于迭代PTM预测近似计算电路可靠度两个算法A1和A2比较验证

| Circuit | #Node | Rel.diff.% |        | Runtime(ms) |     |        | Memory(MB) |       |      |
|---------|-------|------------|--------|-------------|-----|--------|------------|-------|------|
|         |       | A1         | A2     | A1          | A2  | MC     | A1         | A2    | MC   |
| AXA1    | 31    | 1.4107     | 3.5034 | 3.1         | 3.5 | 119980 | 14.5       | 14.49 | 5.46 |
| AXA3    | 41    | 0.6551     | 1.0816 | 1.6         | 1.4 | 101770 | 14.48      | 14.52 | 5.47 |
| AMA1    | 27    | 0.1901     | 1.4125 | 1.8         | 1.3 | 119980 | 14.48      | 14.51 | 5.46 |
| AMA2    | 23    | 0.0544     | 0.5048 | 1.3         | 2.1 | 89250  | 14.48      | 14.48 | 5.46 |
| InXA1   | 13    | 0.0005     | 0.5970 | 1.4         | 1.7 | 39770  | 14.49      | 14.48 | 5.45 |
| InXA3   | 31    | 0.4781     | 0.6486 | 2.1         | 2.5 | 87850  | 14.51      | 14.51 | 5.45 |
| Avg.    |       | 0.4648     | 1.2913 | 1.9         | 2.1 | 93100  | 14.49      | 14.5  | 5.46 |

表2 基于迭代PTM预测近似计算电路可靠度两个算法A1和A2在EvoApprox8b上的数据

| Circuit  | #Node | Rel. (p=0.001) |          | Rel. (p=0.0001) |          | p=0.001(A1) |            |
|----------|-------|----------------|----------|-----------------|----------|-------------|------------|
|          |       | A1             | A2       | A1              | A2       | Time(s)     | Memory(MB) |
| add8_002 | 91    | 0.957078       | 0.956988 | 0.995562        | 0.995556 | 14.66       | 22.71      |
| add8_034 | 112   | 0.978099       | 0.977740 | 0.997657        | 0.997568 | 14.96       | 22.70      |
| add8_039 | 111   | 0.980825       | 0.980721 | 0.998218        | 0.998194 | 16.26       | 22.71      |
| add8_057 | 102   | 0.949126       | 0.949088 | 0.994819        | 0.994818 | 14.17       | 22.67      |
| add8_070 | 91    | 0.986841       | 0.986753 | 0.999231        | 0.999167 | 13.87       | 22.71      |
| mul8_004 | 480   | 0.894757       | 0.893559 | 0.927421        | 0.926815 | 31.67       | 22.66      |
| mul8_024 | 453   | 0.846698       | 0.844198 | 0.876521        | 0.874408 | 30.73       | 22.67      |
| mul8_025 | 483   | 0.846099       | 0.843371 | 0.876682        | 0.874361 | 30.55       | 22.66      |
| mul8_044 | 472   | 0.879174       | 0.876475 | 0.920183        | 0.918427 | 29.74       | 22.75      |
| mul8_113 | 510   | 0.843173       | 0.840551 | 0.876032        | 0.874032 | 31.93       | 22.66      |

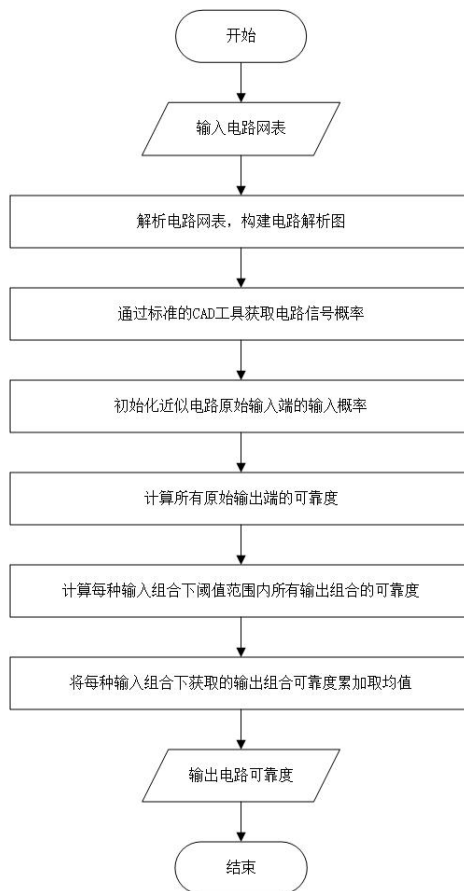


图1 基于信号可靠度分析近似计算电路可靠性的算法

