

### 推荐国家科技进步奖项目公示

项目名称	智能配电网优化规划与运行支撑关键技术
推荐单位	教育部
推荐单位意见： <p>我单位认真审阅了该项目推荐书及附件材料，确认全部材料真实有效，相关栏目均符合国家科学技术奖励工作办公室的填写要求。</p> <p>项目在国家 973、863 等重大项目支撑下，通过十多年与企业联合攻关，在智能配电网优化规划与智能配电网运行支撑两个方面取得了理论创新和工程应用，解决了智能配电网规划与运行中的一些关键技术问题，实现了规模化推广应用，对提高智能配电网可靠性和故障处理能力做出了突出贡献，达到国际领先水平。</p> <p>项目已成功应用于上海、广西、山东、天津、江苏、云南等十多家大型供用电企业，经济和社会效益显著。通过本项目实施，应用主体的电网供电可靠性逐年提高，网损率逐年下降，新能源接入容量稳步提升，配电自动化水平和信息化水平显著提高；保障了上海世博会、亚信峰会的顺利召开，促进了实施区域的经济和社会发展；推动了配电行业科技进步。依托研究成果建设了世博园智能电网综合示范工程，以及崇明岛智能电网集成综合示范工程等。</p> <p>项目获授权发明专利 18 项，实用新型专利 22 项，软件著作权 8 项，申请国外发明专利 1 项；发布行业标准 6 项；出版著作 4 本，发表论文 95 篇，含 SCI、EI86 篇，他引 953 次。</p> <p>对照国家科学技术进步奖授奖条件，推荐该项目申报 2017 年度国家科学技术进步奖一等奖。</p>	

## 项目简介：

本项目属于动力与电气工程领域。

我国配电网发展相对滞后，网架结构不合理、可靠性水平低、自动化程度不高；当前，微网、分布式电源、储能设备、电力电子装置的应用日益增多，以及用户对经济性、可靠性、信息化需求的提高，给配电网规划与运行带来了极大挑战。国家能源局提出十三五期间配电网建设改造投资不低于 2 万亿元。在国家 973、863 等重大项目支撑下，本项目经过十多年校企联合攻关，解决了高可靠智能配电网优化规划与运行支撑中的一些关键技术问题，实现了规模化推广应用。取得了如下重大创新成果：

1) 复杂不确定性智能配电网高可靠优化规划方法：为应对源网荷复杂多重不确定性场景，从源头创新了考虑新能源出力随机性、柔性区域边界、负荷不确定性以及多种主动管理措施，满足高可靠性和环保需求的智能配电网优化规划方法，发明了适合多微网接入的智能配电网结构，解决了传统配电网规划方法适应性差的难题。有效提高可靠性，增强供电能力，提高新能源消纳能力，典型实施区域年停电时间 4.7 分钟。

2) 智能配电网定性定量综合评价方法：为全面评估配电网发展水平，建立了涵盖量化和非量化指标的智能配电网综合评价体系，揭示了微网、分布式电源、储能设备对配电网经济性、可靠性、电能质量等方面的影响，自主开发了智能配电网综合评价分析软件，解决了传统配电网评价单一的难题。大幅提高建设决策水平。

3) 智能配电网分布式自愈技术：为提高智能配电网故障处理能力，提出了涵盖分布式故障定位、隔离、恢复的智能配电网运行策略，发明了基于局部拓扑的智能分布式馈线自动化方法，研制了智能分布式配电装置，突破了多电源多联络复杂配电网的大范围应用，解决了传统配电网自动化率低的难题。典型实施区域馈线自动化投运率 100%，故障自动处理时间从 80 秒减少到 10 秒以内。

4) 智能配电网全景信息一体化交互技术：建立了考虑多种新能源的智能配电网全景网络拓扑一体化信息模型，自主开发了配电网信息支撑平台，国内首次成功实现具有新能源和储能接入控制、电动汽车和电网能量双向交互、信息采集管理和共享的智能配电网综合示范应用，树立了低碳、高可靠的智能配电网推广建设范本。典型实施区域信息覆盖率 100%。

获授权发明专利 18 项，实用新型专利 22 项，软件著作权 8 项，申请国外发明专利 1 项；发布行业标准 6 项；出版著作 4 本，发表论文 95 篇，含 SCI、EI 86 篇，他引 953 次。在全球智能电网（中国）峰会、中国国际供电会议（CICED）等特邀报告十

余次。以美国密歇根科技大学、瑞典皇家理工学院教授为代表的国际同行评价做出重要贡献。以周孝信院士为主任的中国电机工程学会鉴定意见认为本项目对提高智能配电网可靠性和故障处理能力做出了突出贡献，达到国际领先水平，并获 2016 年度上海市科技进步奖一等奖。

项目已成功应用于上海、广西、山东、天津、江苏、云南等十多家大型供用电企业百余实施区域，建设了世博园智能电网综合示范工程，以及崇明岛智能电网集成综合示范工程等，经济和社会效益显著。实施区域的电网供电可靠性逐年提高，网损率逐年下降，新能源接入容量稳步提升，配电自动化水平和信息化水平显著提高；促进了实施区域的经济和社会发展；推动了配电行业科技进步。

客观评价：

获授权发明专利 18 项，实用新型专利 22 项，软件著作权 8 项，申请国外发明专利 1 项；发布行业标准 6 项；出版著作 4 本，发表论文 95 篇，含 SCI、EI 86 篇，他引 953 次。在全球智能电网（中国）峰会、中国国际供电会议（CICED）等特邀报告十余次。以美国密歇根科技大学、瑞典皇家理工学院教授为代表的国际同行评价做出重要贡献。以周孝信院士为主任的中国电机工程学会鉴定意见认为本项目对提高智能配电网可靠性和故障处理能力做出了突出贡献，达到国际领先水平，并获 2016 年度上海市科技进步奖一等奖。

推广应用情况：

项目已成功应用于上海、广西、山东、天津、江苏、云南等十多家大型供用电企业百余实施区域，建设了世博园智能电网综合示范工程，以及崇明岛智能电网集成综合示范工程等，经济和社会效益显著。实施区域的电网供电可靠性逐年提高，网损率逐年下降，新能源接入容量稳步提升，配电自动化水平和信息化水平显著提高；促进了实施区域的经济和社会发展；推动了配电行业科技进步。

主要知识产权证明目录:

- [1]授权发明专利,程浩忠、龚小雪、缪源诚、姚良忠、王立峰、张小越,含微网的配电网的接线结构,ZL201110129557.1,上海市电力公司,上海交通大学,阿尔斯通电网英国有限公司
- [2]授权发明专利,刘东、凌万水、黄玉辉、翁嘉明、陈飞、王云,基于局部信息的配电网分布式馈线自动化拓扑计算方法,ZL201310048306.X,上海交通大学
- [3]授权发明专利,刘东,于洋,陆一鸣,于文鹏,翁嘉明,凌万水,基于本体的电网公共信息模型的验证工具及其方法,ZL201210013995.6,上海交通大学
- [4]授权发明专利,李振坤、符杨、蒋一鏊、卫春峰,一种含分布式电源的配电网故障后供电恢复的方法及系统,ZL201310500931.3,上海电力学院
- [5]授权发明专利,程浩忠、武鹏、马洲俊、徐群、余浩斌、沈忠旗、汤晓伟、张立波、龚小雪,基于负荷测录系统的配电网单相断线判定及寻址方法,ZL201210106902.4,上海交通大学,上海市电力公司
- [6]授权发明专利,刘东、凌万水、黄玉辉、翁嘉明、陈飞、王云,应用于分布式馈线自动化线路的联络开关判别系统及方法,ZL201310047768.X,上海交通大学
- [7]授权发明专利,刘东、尤毅、黄玉辉、于文鹏、凌万水、翁嘉明,基于负荷监测仪的单相断线故障区域的判定系统及其方法,ZL201110457625.7.,上海交通大学,上海市电力公司
- [8]授权发明专利,刘亚东,刘嘉美,代杰杰,陈佳俊,胡赟,盛戈皞,钱勇,胡岳,江秀臣,基于全波形信息的配网线路故障区段定位方法 ZL201410437624.X,上海交通大学
- [9]授权发明专利,李克文,高立克,谢雄威,吴丽芳,莫凤芝,俞小勇,吴智丁,祝文姬,配电自动化终端装置功能和性能的检测方法,ZL20121031234.X,广西电网公司电力科学研究院
- [10]授权发明专利,陈海波、时珊珊、张宇、白纪军、刘隽、徐忠喜,一种储能并网系统一体化状态监测方法,ZL201310077826.3,上海市电力公司,国家电网公司,华东电力试验研究院有限公司

主要完成人情况：

1、姓名：程浩忠，排名：1，行政职务：研究所所长，技术职称：教授，工作单位：上海交通大学，完成单位：上海交通大学，对本项目技术创造性贡献：项目总负责人，提出总体研究思路及其关键技术的解决方法。具体包括：提出了考虑供电模式、环保和负荷不确定性的配电网规划方法，平衡经济性和可靠性的配电网最优接线模式，考虑分布式电源出力随机性和负荷不确定性的配电网规划方法，考虑电能质量、经济性与可靠性的有源配电网综合评价体系，发明了多微网接入的配电网接线模式。对创新点中的第 1、2 创新点均做出了创造性贡献。

2、姓名：陈海波，排名：2，行政职务：总工程师，技术职称：高级工程师，工作单位：国网上海市电力公司，完成单位：国网上海市电力公司，对本项目技术创造性贡献：研究了虚拟现实技术在配电网中的典型应用，提出了配电网信息支撑平台的架构和扩展方法，建立了设备状态信息管理系统、检修辅助决策系统，开发了智能配电网中的一体化量测装置，主持了配电网规划方法与评价体系在上海市电力公司临港新城、国际医学园区、世博园区、陆家嘴、崇明岛、迪士尼乐园等地的具体实施。对创新点中的第 4 创新点做出了创造性贡献。

3、姓名：刘东，排名：3，行政职务：无，技术职称：研究员，工作单位：上海交通大学，完成单位：上海交通大学，对本项目技术创造性贡献：提出了智能分布式馈线自动化原理，完成了智能分布式自愈装置的总体设计。具体包括：提出了局部拓扑建模方法与实现机制，建立了智能分布式馈线自动化 IEC 61850 的设备与节点模型；提出了一种基于局部拓扑的分布式自愈算法，实现馈线的分布式故障定位、隔离与非故障区域供电恢复；提出了配电网自愈算法的形式化验证方法。对创新点中的第 3、4 创新点做出了创造性贡献。

4、姓名：符杨，排名：4，行政职务：院长，技术职称：教授，工作单位：上海电力学院，完成单位：上海电力学院，对本项目技术创造性贡献：提出了考虑地理信息和柔性区域边界的变电站供区优化方法，将地理信息和行政边界限制由聚类距离和罚函数方法来体现，提出了改进 K-Means 算法，保证了供电区域划分方案经济性的同时更加符合实际情况。对创新点中的第 1 创新点做出了创造性贡献。

5、姓名：高立克，排名：5，行政职务：主任，技术职称：高级工程师，工作单位：广西电网有限责任公司，完成单位：广西电网有限责任公司，对本项目技术创造性贡献：提出了基于供电可靠性的涵盖量化和非量化两方面指标的配电网综合评价体

系，可精确体现出配电网差异，为量化配电网的薄弱环节和今后改进力度提供了技术支持手段，提供了具有可操作性的配电网改造方案。对创新点中的第 2 创新点做出了创造性贡献。

6、姓名：刘亚东，排名：6，行政职务：无，技术职称：讲师，工作单位：上海交通大学，完成单位：上海交通大学，对本项目技术创造性贡献：针对配电网分布式故障定位的难题，创造性的提出了基于全波形信息的配网线路故障定位方法，利用 GPS 同步信号实现分布式终端的同步采样，利用故障后消弧线圈动作前的故障分量进行定位。对创新点中的第 3 创新点做出了创造性贡献。

7、姓名：柳璐，排名：7，行政职务：无，技术职称：助理研究员，工作单位：上海交通大学，完成单位：上海交通大学，对本项目技术创造性贡献：提出了基于全寿命周期成本的配电网规划评估指标体系、配电网经济性评估方法和收益性评估方法，提出了综合考虑电能质量、经济性与可靠性的配电网综合评价方法。对创新点中的第 2 创新点做出了创造性贡献。

8、姓名：杨增辉，排名：8，行政职务：副主任，技术职称：高级工程师，工作单位：国网上海市电力公司，完成单位：国网上海市电力公司，对本项目技术创造性贡献：提出了基于负荷供电分区合理化划分的电网系统，对创新点中的第 1 创新点做出了创造性贡献。

9、姓名：凌万水，排名：9，行政职务：副总经理，技术职称：工程师，工作单位：上海金智晟东电力科技有限公司，完成单位：上海金智晟东电力科技有限公司，对本项目技术创造性贡献：开发了分布式馈线自动化系统建模软件、系统测试软件、终端配置自动生成软件，研制了智能分布式自愈装置、ISFA1000\_FTU 馈线自动化装置，主持完成了在上海世博园、天津智能电网中的具体实施和成果转化。对创新点中的第 3 创新点做出了创造性贡献。

10、姓名：苏运，排名：10，行政职务：无，技术职称：工程师，工作单位：国网上海市电力公司，完成单位：国网上海市电力公司，对本项目技术创造性贡献：参与研发了上海电网调度计算数据平台，提出了“三层数据法”的数据分类方法，建立了结构简洁且层次明晰的设备数据架构，实现了灵活的计算数据导出、数据分析功能。对创新点中的第 4 创新点做出了创造性贡献。

11、姓名：李振坤，排名：11，行政职务：无，技术职称：副教授，工作单位：上海电力学院，完成单位：上海电力学院，对本项目技术创造性贡献：提出了孤岛运



行静态稳定裕度水平指标，建立了有源配电网恢复供电的多目标数学模型，基于多代理技术，构建了由协调层、决策层和设备层构成的多层分布式智能决策系统。对创新点中的第 3 创新点做出了创造性贡献。

12、姓名：黄磊，排名：12，行政职务：无，技术职称：工程师，工作单位：上海豫源电力科技有限公司，完成单位：上海交通大学，对本项目技术创造性贡献：提出了 220/20kV 二级电压制和 220/10/20kV 三级电压制两套供电方案，对比不同负荷密度下不同供电方案的单位负荷费用指标，得出供电方案适用范围。对创新点中的第 1 创新点做出了创造性贡献。

13、姓名：张沈习，排名：13，行政职务：无，技术职称：工程师，工作单位：国网上海市电力公司，完成单位：上海交通大学，对本项目技术创造性贡献：提出了考虑多种主动管理措施如调节分布式电源出力、调节分布式电源的功率因数、调节变压器抽头和需求侧响应等的分布式电源规划方法。对创新点中的第 1 创新点做出了创造性贡献。

14、姓名：邢海军，排名：14，行政职务：无，技术职称：讲师，工作单位：上海电力学院，完成单位：上海交通大学，对本项目技术创造性贡献：建立了含分布式电源的配电网孤岛划分模型，基于此提出了以开关操作次数最小及故障后负荷未恢复量最小为目标的多目标故障恢复策略。对创新点中的第 3 创新点做出了创造性贡献。

15、姓名：张建平，排名：15，行政职务：无，技术职称：高级工程师，工作单位：国家电网公司，完成单位：上海交通大学，对本项目技术创造性贡献：提出了有源配电网的无功规划方法，对创新点中的第 1 创新点做出了创造性贡献。

主要完成单位及创新推广贡献：

1、单位名称：上海交通大学

创新推广贡献：1) 提出了考虑新能源出力随机性、柔性区域边界、负荷不确定性以及多种主动管理措施，满足高可靠性和环保需求的智能配电网优化规划方法，发明了适合多微网接入的智能配电网结构；2) 建立了涵盖量化和非量化指标的智能配电网综合评价体系，揭示了微网、分布式电源、储能设备对配电网经济性、可靠性、电能质量等方面的影响；3) 提出了涵盖分布式故障定位、隔离、恢复的智能配电网运行策略，发明了基于局部拓扑的智能分布式馈线自动化方法，研制了智能分布式配电装置，突破了多电源多联络复杂配电网的大范围应用；4) 建立了考虑多种分布式能源、电动汽车、储能的智能配电网全景网络拓扑一体化信息模型。

2、单位名称：国网上海市电力公司

创新推广贡献：1) 提出了配电网信息支撑平台的一种扩展建模方法和属性扩展机制，既保证了模型能够支持基本的电力系统分析应用，也满足 IEC61850 标准与 IEC61970/61968 标准的融合与对接；2) 在各个分模型建立过程中充分考虑了网络拓扑连接的需求，使得所扩模型能够和原有 CIM 模型一起，展示出完整的电网拓扑，特别针对分布式能源并网点的抽象建模，使得分布式能源的拓扑连接描述和管理变得更加方便；3) 国内首次成功实现具有新能源和储能接入控制、电动汽车和电网能量双向交互、信息采集管理和共享的智能配电网综合示范应用；4) 完成了项目成果验证、实际应用和成果转化，具体包括上海市电力公司临港新城、国际医学园区、世博园区、陆家嘴、崇明岛、迪士尼乐园等实施区域。

3、单位名称：上海电力学院

创新推广贡献：1) 提出了考虑地理信息和柔性区域边界的变电站供电区域优化方法，将地理信息和行政边界限制由罚函数方法来处理，建立了变电站供区优化的数学模型；2) 在智能配电网的运行策略方面，建立了综合利用配电网联络开关和内部分布式电源恢复供电的方法和系统，根据分布式电源控制方式对配电网内融入的分布式电源分为主电源和普通电源，并将备用联络线路进行了主电源等值，然后建立含分布式电源的配电网故障后供电恢复的多代理系统，有效提高了智能配电网的自愈能力；3) 完成了上海市浦海求实电力新技术股份有限公司的实际成果应用，具体包括世博园区、上海自由贸易试验区、上海国际旅游度假区等实施区域。

4、单位名称：广西电网有限责任公司

创新推广贡献：1) 提出了基于供电可靠性的配电网评价体系，从配电网的网架结构水平、负荷供应能力、装备技术水平以及运行管理水平等方面，深入剖析了影响配电网供电可靠性的关键指标，为量化配电网的薄弱环节和今后改进力度提供了技术支持手段；2) 完成了广西电网公司 9 家地市级供电局如南宁、柳州、桂林等和 2 家县级供电企业的试点分析，为电网公司指导供电局配电网建设和管理决策提供了技术支持手段。

5、单位名称：深圳海联讯科技股份有限公司

创新推广贡献：1) 自主开发了融合配、用、调度各环节的配电网信息支撑平台，实现了配网规划、运行及维护的省、市、县信息同步、多媒体信息展现及先进的综合保障模式。通过“配电网信息支撑平台”规划建设方案为核心的媒体业务管理，使省、市、县电力公司信息业务逐步规范化、管理架构逐渐成熟化；2) 完成了国网山东省电力公司数十家县级供电单位信息支撑平台的实际成果应用，具体包括潍坊、烟台、青岛、淄博等实施区域。

6、单位名称：上海金智晟东电力科技有限公司

创新推广贡献：1) 开发了智能分布式智能自愈装置平台软件、分布式馈线自动化系统建模软件、终端配置自动生成软件；2) 研制了智能分布式智能自愈装置、ISFA1000\_FTU 馈线自动化装置；3) 完成了分布式馈线自动化系统以及馈线自动化装置的批量应用推广，具体包括上海世博园区、上海市电力公司智能电网建设、天津市电力公司智能电网建设等实施区域，以及与江苏金智科技股份有限公司合作项目的设备生产，项目设计，现场调试，现场验收与测试。

完成人合作关系说明：

上海交通大学、上海电力学院与国网上海市电力公司自 2005 年开始合作关于配网优化规划与运行支撑方向的等近百项研究课题，开展了智能配电网规划方法、结构形态、评价体系、配电自动化和信息化的全面合作。在此过程中，项目主要完成人的合作关系如下：

2005 年-2013 年，程浩忠(1)、陈海波(2)、刘东(3) 联合承担了“以电网低碳化为特征的智能电网综合集成技术与示范”等项目，提出了无源配电网优化规划方法，创新了有源配电网优化规划方法，发明了基于局部拓扑的智能分布式馈线自动化方法并研制了智能分布式配电装置。程浩忠(1)和刘东(3)拥有多项专著合著和论文合著。

2005 年-2013 年，陈海波(2)、符杨(4) 联合承担了“崇明岛智能电网整体建设方案与关键子系统综合集成研究”等项目，提出了有源配电网中的典型微网结构，发明了综合利用配电网联络开关和内部分布式电源恢复供电的方法。

2005 年-2013 年，刘亚东(6)、柳璐(7)、凌万水(9)、苏运(10)先后进入上海交通大学，跟随程浩忠老师和刘东老师攻读硕士或博士学位，杨增辉(8)、苏运(10)先后进入国网上海市电力公司工作，参与了上海交通大学与国网上海市电力公司的大部分研究工作，拥有多项共同知识产权和论文合著。

总之，完成人在配电网领域的合作研究已有十余年，合作方式包括共同立项、论文合著、共同知识产权、产业合作等，并且已共同获得 2016 年上海市科学技术进步一等奖。