

提名国家科学技术进步奖项目公示

一、项目名称

电网统一潮流控制器（UPFC）关键技术、成套装备及工程应用

二、提名单位及提名意见

提名者：中国电机工程学会

提名意见：

该项目针对电网潮流精准灵活控制这一电力领域的世界性难题，依托国家“863 计划”、国家电网重大科技示范工程等，历时 10 余年，围绕统一潮流控制器（UPFC）高可靠拓扑结构及换流器、串联侧设备耐受短路冲击、综合控制保护等方面的关键技术，开展了深入的研究，提出了拓扑可灵活变换的模块化多电平 UPFC 换流器技术、多回线路功率解耦和快速故障穿越的 UPFC 控制保护技术、耐受极高过电压和强抗短路能力的 UPFC 串联变压器技术、电网潮流实时优化和紧急控制的 UPFC 调控技术等创新性成果。依托项目成果，研制了国内外首套基于模块化多电平换流器的新一代 UPFC 成套装置，建成国内首个 UPFC 示范工程，并在苏州、上海等地推广应用，建成世界电压等级最高、容量最大的苏南 UPFC 工程。完全自主知识产权的 UPFC 经试验和运行检验，性能指标符合要求。项目成功运用是我国智能电网建设、电力设备智能化发展的重大进步，具有良好的经济、社会效益和巨大推广应用前景。成果形成新的高端智能电力装备产业链，实现了我国 UPFC 技术国际引领，对支撑制造强国战略具有重要意义。

提名该项目为国家科学技术进步奖二等奖。

三、项目简介

潮流是电网中电功率的分布和流向。潮流控制直接关系电网安全高效运行。根据国际大电网委员会（CIGRE）数据统计，21 世纪以来全球 13 次大停电事故中 12 次与潮流失控有关；我国电网每年用于改善潮流分布、提高潮流输送能力的建设投资超过 4000 亿元。传统潮流控制主要依靠发电出力调节、负荷转移等手段，潮流控制的速度慢、效果差。**电网潮流的灵活快速控制是电力领域一项世界性难题**。我国电网的规模和复杂度已达世界之最，随着新能源的大规模开发和波动性负荷的增多，潮流控制难度进一步加剧，限制了电网供电能力，潮流越限、失控风险增加，亟需发展快速精准的潮流控制技术，以提高电网的效率效益，保障电网安全。

统一潮流控制器（UPFC）是国际公认的功能最强大的潮流控制装置，核心组件包括换流器、串联变压器、控制保护系统等。国外仅少数公司掌握该技术，因技术难度大，国内长期处于空白。其研制存在四大难题：1) 灵活适应多运行模式的大功率换流技术；2) UPFC 精准功率控制与快速保护；3) 可耐受电网大故障电流冲击和线路雷击过电压的串联变压器；4) 复杂运行工况下电网采用

UPFC 的运行优化和紧急控制。在国家“863 计划”等项目支持下，历时 10 余年，攻克以上难题，创新研发新一代 UPFC 技术，并实现工程应用。

①**国际首创拓扑可灵活变换的模块化多电平 UPFC 换流技术**。首创直流侧背靠背、交流侧可转换的多回线路 UPFC 系统拓扑，多换流器互为备用、多运行模式灵活切换，容量节省 25%。研制了**国际首台模块化多电平 UPFC 换流器**，提出了换流器子模块多电压阈值状态优化阀控策略，损耗率 $\leq 0.8\%$ 。

②**发明了线路功率精准解耦和快速故障穿越的 UPFC 控制保护技术**。首创了线路功率逆模型解耦和换流器电流无差拍跟踪的 UPFC 功率控制策略，控制误差 $\leq 0.55\%$ ；创建了晶闸管旁路开关与机械开关多时序协同配合的故障快速旁路系统，旁路时间 $\leq 2\text{ms}$ ，解决了 UPFC 抵御电网故障冲击难题。

③**研制国际首台 220kV（500kV）UPFC 耐冲击串联变压器**。提出了绝缘结构矩阵式循环迭代优化方法，解决了绝缘耐压能力要求高、雷电过电压传递大的难题；创建了电-磁-力-热耦合非线性综合分析模型，提出了绕组交叉双环紧固结构加强、肺叶型导磁材料优化局部漏磁技术，攻克了耐受大故障电流冲击、高倍过励磁难题。

④**首创采用 UPFC 的电网实时运行优化和紧急控制系统**。发明计及电网广域潮流信息的线性化最优潮流模型，提出改进型原-对偶内点优化算法，计算时间平均减少 92%，克服了 UPFC 在大型电网复杂运行工况下在线快速优化决策的主要障碍；研制了 UPFC 实时运行优化和紧急控制系统，潮流调控响应时间 $\leq 20\text{ms}$ 。

该项目授权发明专利 65 项（含美国专利 2 项），PCT 专利检索 5 件，发表 SCI/EI 论文 89 篇，出版中英文专著 4 部，形成标准 12 项，在 IEC、IEEE 牵头成立 UPFC 国际标准工作组并担任主席，主导编制 UPFC 国际标准 4 项，实现 UPFC 技术国际引领。两位院士领衔的鉴定评价：“成果整体达到国际领先水平”。成果获江苏省科学技术一等奖、中国电力科技进步一等奖。

依托该项目成果，在南京建成**国际首个模块化多电平技术的 UPFC 工程（220kV、180MVA）**，在苏州建成**世界电压等级最高、容量最大的 UPFC 工程（500kV、750MVA）**，分别提升电网供电能力 60 万、130 万千瓦，共节省输电通道占地 170 公顷。核心技术已推广至上海 UPFC 等多项工程中，并出口至北美、东南亚等地，近三年销售 15.06 亿元，利润 4.10 亿元。成果形成新的高端电力装备产业链，有力支撑制造强国战略。

四、客观评价

1. 相关部门正式作出的技术检测报告、验收意见、鉴定结论等

（1）项目鉴定意见

2018 年，由韩英铎院士等专家组成的鉴定委员会对“统一潮流控制器(UPFC)关键技术、成套装备及工程应用”进行了鉴定：“研究成果整体达到国际领先水平，其中适用多回线路 UPFC 的可转换拓扑结构和 500kV 串联变压器技术均为国内外首创”。

（2）国内外重要科技奖励

项目成果获 2018 年度中国电力科学技术进步一等奖、2017 年度中国电力创新大奖。

(3) 检测报告

国家智能微电网控制设备及系统质量监督检验中心对本项目成果“PCS-8100 统一潮流控制器 (UPFC) 电压源换流器”进行检验, 检测结果显示“功率控制误差小于 0.55%、换流器损耗小于 0.8%、功率阶跃响应时间小于 20ms”, 检测结果符合检验依据 (GB/T 7261—2016、DL/T 1216—2013) 要求。

国家电器产品质量质量监督检验中心对本项目成果“D-C-100000/500 型串联变压器”进行检验, 检验报告指出“串联变压器例行试验、型式试验、阀侧端间短时及长时感应电压带局放测量、短路承受能力试验、频率响应测量、空载电流谐波测量、励磁特性测量、套管电容量及介损因数测量等试验结果符合检验依据 (GB1094—2013 系列、GB/T6451—2015、JB/T10088—2004) 要求。

(4) 国际标准

项目组获批成立了 IEC、IEEE 标准工作组, 并担任主席, 主导编制 UPFC 系列国际标准, 已牵头编制 IEC 标准 1 项、IEEE 标准 3 项, 具体如下:

序号	类别	标准名称	编号
1	IEC	Performance of unified power flow controller (UPFC) in electric systems	PWI 22F-12 ED 1
2	IEEE	Guide for Technology of Unified Power Flow Controller Using Modular Multilevel Converter: Part 1 Functions	P2745.1
3		Guide for Technology of Unified Power Flow Controller Using Modular Multilevel Converter: Part 2 Terminology	P2745.2
4		Guide for Technology of Unified Power Flow Controller Using Modular Multilevel Converter: Part 3 Thyristor Bypass Switch	P2745.3

(5) 查新报告

国家一级科技查新咨询单位江苏省科技查新中心和教育部科技查新 G02 工作站国内外查新结论: 除查新项目相关研究成果外, 未见与项目研究内容相同的文献报道。

2. 国内外同行在重要学术刊物、学术专著、重要国际学术会议上公开发表的学术性评价意见等

IEEE Life Fellow 美国佐治亚理工学院教授 Ronald G. Harley 等人在国际顶级期刊“IEEE TRANSACTIONS ON POWER ELECTRONICS”的文章认为本项目提出的基于动态冗余的模块化多电平换流器 (MMC) 优化控制策略为 MMC 控制提供了重要参考。

IEEE Life Fellow 加拿大 McGill 大学教授 Boon-Teck Ooi 等人在国际顶级期刊“IEEE TRANSACTIONS ON POWER DELIVERY”的文章中评价本项目提出的 MMC 拓扑结构具有低谐波平滑输出电压、低开关损耗等特征, 运行特性显著优于传统电压源换流器拓扑。

IEEE Fellow 澳大利亚皇家墨尔本理工学院教授 Donald Grahame Holmes 等学者在国际顶级期刊“IEEE TRANSACTIONS ON POWER ELECTRONICS”的文

章认为项目提出的 MMC 模型、MMC 优化控制策略为中/高电压等级下的大功率能量转换提供了思路。

澳大利亚 Curtin 大学知名教授 **A.Abu-Siada** 在国际顶级期刊“**IET POWER ELECTRONICS**”的文章对本项目研究成果中的多电平换流器共模电压、低电压应力等技术给予了高度肯定，并认为上述技术促进了现代大功率和高电压等级电力电子器件的工程应用。

3. 应用单位评价

(1) **国家电网有限公司**：工程自投运以来，运行情况良好，实现了现有电网输电能力的挖潜增效，提高了电网供电能力，保障了电网运行安全，减少新建线路建设，节约土地资源，为柔性交流输电技术在我国的大规模推广起到很好的示范作用。

(2) **泰国 GUNKUL 电力公司**：项目产品在泰国 Sarahlom 风电场成功安装投运，运行情况良好，满足技术指标要求。

4. 新闻媒体报道

2015 年 12 月，南京西环网 UPFC 工程成功投运，**人民日报、新华社、中央电视台新闻联播**等媒体聚焦 UPFC 投运现场进行报道，并作出高度评价：“我国首次实现电网电能分布灵活控制”，“我国全面掌握了 UPFC 核心技术和工程成套能力，柔性交流输电技术已经走在世界最前列”。

五、推广应用情况

项目成果已于 2015 年 12 月 11 日在南京 220kV 西环网 UPFC 工程成功应用，最大可提升西环网供电能力 60 万千瓦，有效避免了南、北输电通道的线路和断面越限，避免了核心地区因供电能力不足被迫拉闸限电所带来的社会影响和经济损失。

该项目提出的拓扑可灵活变换的 UPFC 大功率换流技术、精准功率控制与快速保护、耐冲击串联变压器、采用 UPFC 的电网运行优化控制等关键技术，已推广应用至上海 220kV 蕴藻浜和苏州 500kV 南部电网等 UPFC 工程。其中：

(1) 2017 年 9 月 30 日上海 UPFC 工程投运，解决了蕴藻浜~闸北断面潮流分布不均、电力输送能力受限的问题，整个断面输送能力从 570MW 提高至 620MW，提高上海电网电压稳定裕度 500MW，约占总负荷的 1.7%。

(2) 2017 年 12 月 19 日苏州 500kV UPFC 工程投运，是世界上电压等级最高、换流容量最大的 UPFC 工程，实现了电能的最优分布，最大可提升苏州电网电能消纳能力约 130 万千瓦，并将苏州电网静态电压稳定裕度由 7.6%提升至 11.4%。

(3) 其他工程应用

该项目成果提出的模块化多电平换流器控制保护等核心技术已推广应用于江苏、浙江、内蒙古等多省百余项 STATCOM（又称 SVG，UPFC 的并联部分）工程中，有效解决了多个电网的动态电压支撑不足、供电能力受限等问题，并出口至北美、东南亚等地。

项目成果将继续在城市负荷密集区电网中推广应用，实现城市电网挖潜增效；应用于区域互联输电网，提升稳定极限；应用于含大规模波动性新能源电源的电网，提高运行安全性。

六、主要知识产权目录

知识产权（标准）类别	知识产权（标准）具体名称	国家（地区）	授权号（标准编号）	授权（标准发布）日期	证书编号（标准批准发布部门）	权利人（标准起草单位）	发明人（标准起草人）	发明专利（标准）有效状态
发明专利	一种子模块，相单元，电压源型多电平换流器及控制方法	中国	ZL201310222489.2	2016-07-06	2139492	南京南瑞继保电气有限公司、南京南瑞继保工程技术有限公司	曹冬明、董云龙、汪楠楠、李钢	有效
美国专利	A Novel Unified Power Flow Controller and Control Method Thereof	美国	PCT/CN2016/107963	2018.11.27		国网江苏省电力有限公司	刘建坤、张宁宇、李群、陈静等	有效
发明专利	一种适用于双回线路的统一潮流控制器	中国	ZL201410212139.2	2017-07-18	2558152	南京南瑞继保电气有限公司、南京南瑞继保工程技术有限公司	田杰、李海英、王董新宝、董云龙、沈全荣、潘磊、刘超、常宝立	有效
发明专利	一种计及UPFC的含风电电力系统的ATC计算方法	中国	ZL201611041017.7	2018.3.27	2857177	国网江苏省电力公司电力科学研究院；国家电网公司；国网江苏省电力公司；河海大学	陈刚、刘建坤、陈静、李群、卫志农、孙国强、臧海祥、张清松	有效
发明专利	一种模块化多电平换流器的子模块分层均压方法	中国	ZL201410110712.9	2016-04-27	2047170	浙江大学	徐政、刘高任、许烽	有效
发明专利	一种统一潮流控制器的线路	中国	ZL201410328092.6	2017-02-01	2365165	南京南瑞继保电气有限公司	田杰、潘磊、刘超、沈全	有效

	功率控制方法及系统					司、南京南瑞继保工程技术有限公司	荣,李海英、卢宇、董云龙	
发明专利	击穿二极管触发晶闸管阀型过电压保护装置	中国	ZL200610064922.4	2008-10-08	433578	中国电力科学研究院	邓占锋、贺之渊、朱家骝、谢敏华	有效
美国专利	Bipolar VSC-HVD C and UPFC Hybrid Topology and an Operation Method Thereof	美国	US10,141,743 B2	2018.11.27		国网江苏省电力有限公司	李鹏、林金娇、孔祥平等	有效
发明专利	一种含统一潮流控制器的线性化最优潮流模型	中国	ZL201610802200.8	2018-02-09	2813675	国网江苏省电力公司电力科学研究院、国家电网公司、河海大学	李群、陈刚、刘建坤、陈静等	有效
发明专利	一种包含统一潮流控制器的随机最优潮流计算方法	中国	ZL201510593495.8	2018.3.27	2857116	国家电网公司;江苏省电力公司;江苏省电力公司电力科学研究院	李群 张宁宇 陈静 刘建坤 陈刚	有效

七、主要完成人情况

姓名	排名	行政职务	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目技术创造性贡献
陈刚	1	副总经理	研高	国网江苏省电力有限公司	国网江苏省电力有限公司	项目的总体负责人，对全部创新点做出贡献。组织开展了拓扑可灵活变换的模块化多电平UPFC换流技术、线路功率解耦和快速故障穿越的UPFC控制保护技术、耐受极高过电压和强抗短路能力的UPFC串联变压器技术、电网潮流实时优化和紧急控制的UPFC调控技术研究。完成了UPFC工程的可行性论证、方案设计和工程建设工作，完成工程建设与科研支撑协调，组织制订UPFC相关技术标准和规范，实现了工程的按期高质投运。

李群	2	副院长	研高	国网江苏省电力有限公司	国网江苏省电力有限公司	项目的技术负责人，对全部创新点做出贡献，参与完成了拓扑可灵活变换的模块化多电平 UPFC 换流技术、线路功率解耦和快速故障穿越的 UPFC 控制保护技术、耐受极高过电压和强抗短路能力的 UPFC 串联变压器技术、电网潮流实时优化和紧急控制的 UPFC 调控技术研究。参与制订 UPFC 相关技术标准和规范，参与完成 UPFC 工程应用。
邓占锋	3	所长	研高	全球能源互联网研究院有限公司	全球能源互联网研究院有限公司	项目的主要完成人之一，对创新点 1、2、4 做出贡献，参与研究了 UPFC 换流器技术、故障旁路技术、控制保护技术、电网调控运行技术；参与制订 UPFC 相关技术标准和规范；参与了 UPFC 工程应用。
曹冬明	4	副总经理	研高	南京南瑞继保电气有限公司	南京南瑞继保电气有限公司	项目的主要完成人之一，对创新点 1、2 做出贡献，负责统一潮流控制器成套设备研发，主持开展关键技术研究；完成了模块化多电平换流阀和控制保护系统的研制，提出了控制保护策略和模块化多电平换流阀的子模块控制和保护方法。
刘建坤	5	主任	研高	国网江苏省电力有限公司	国网江苏省电力有限公司	项目的主要完成人之一，对创新点 2、4 做出贡献，参与了项目理论基础研究、关键技术开发、核心装备研制；参与了 UPFC 拓扑结构、控制保护、仿真计算模型、电网运行优化及紧急控制技术的研究；参与制订 UPFC 相关技术标准和规范；参与了 UPFC 工程应用。
田杰	6	副总工程师	研高	南京南瑞继保电气有限公司	南京南瑞继保电气有限公司	项目的主要完成人之一，对创新点 1、2 做出贡献，参与 UPFC 换流器及快速旁路等关键技术、模块化多电平 UPFC 控制保护技术研究；参与提出系统架构及系统策略；参与开展工程的方案设计，参与制订相关技术标准和规范。
徐政	7	无	教授	浙江大学	浙江大学	项目的主要完成人之一，对创新点 1、4 做出贡献，参与采用 IGBT 器件和模块化多电平技术的 UPFC 换流方法研究；研究了 UPFC 换流器谐波抑制、均压方法；研究了 UPFC 潮流计算模型和动态仿真模型；参与了 UPFC 系统级控制策略、电网安全稳定分析研究，支撑了 UPFC 的研发工作
赵国亮	8	副所长	教高	全球能源互联网研究院有限公司	全球能源互联网研究院有限公司	项目的主要完成人之一，对创新点 1、2、4 做出贡献，参与研究了模块化多电平 UPFC 换流器拓扑、控制保护技术、UPFC 调控运行技术；参与制订 UPFC 相关技术标准和规范；参与了 UPFC 工程应用。

鲍伟	9	主任	研高	国网上海市电力公司	国网上海市电力公司	项目的主要完成人之一,对创新点4做出贡献,参与系统应用选点、拓扑结构、示范工程建设;参与研究了UPFC在城市电网的运行优化和紧急控制技术;参与制订UPFC相关技术标准和规范;参与了UPFC工程应用。
李鹏	10	五级职员	高工	国网江苏省电力有限公司	国网江苏省电力有限公司	项目的主要完成人之一,对创新点1、2、4做出贡献,完成UPFC接入系统电磁暂态建模及实时仿真系统搭建工作;完成UPFC接入对系统继电保护影响分析,提出MMC型UPFC谐波计算方法;参与制订UPFC相关技术标准和规范;参与了UPFC工程应用,制定UPFC工程技术方案。

八、主要完成单位及创新推广贡献

完成单位名称	排名	对本项目科技创新和推广应用情况的贡献
国网江苏省电力有限公司	1	<p>项目的牵头完成单位,负责项目理论基础、关键技术和工程应用研究,参与UPFC成套装备研制,对项目的全部创新点做出了重要贡献,包括:负责或参与提出了拓扑可灵活变换的模块化多电平UPFC换流技术、线路功率解耦和快速故障穿越的UPFC控制保护技术、耐受极高过电压和强抗短路能力的UPFC串联变压器技术、电网潮流实时优化和紧急控制的UPFC调控技术等创新性成果;开展了示范工程的方案设计、基建、调试和运行维护,牵头制订UPFC相关技术标准和规范;在南京西环网建成国内首个UPFC示范工程,在苏州南部电网建成世界电压等级最高、容量最大的UPFC工程。</p> <p>获授权发明专利37项(含2项美国专利),发表SCI/EI论文50篇,牵头编制IEC/IEEE国际标准4项,牵头出版专著4部。</p>
南京南瑞继保电气有限公司	2	<p>项目的主要完成单位之一,对本项目创新点1、2、4做出了重要贡献,包括:完成了模块化多电平UPFC换流阀及阀控系统研究;完成UPFC控制保护技术研究及控制保护系统研制;完成模块化多电平UPFC换流阀、电子式互感器出厂试验及UPFC控制保护系统厂内闭环测试;完成了UPFC系统结构及运行方式研究;完成高速晶闸管旁路开关与机械旁路开关配合的快速旁路技术研究;参与完成工程设计、现场施工技术研究;参与了UPFC成套工程应用及核心技术衍生装置STATCOM的推广应用。</p> <p>获授权发明专利8项,发表SCI/EI论文8篇,合作出版专著4部。</p>
国网上海市电力公司	3	<p>项目主要完成单位之一,对全部创新点做出了重要贡献,包括:开展了统一潮流控制器在城市电网的选点技术研究、系统应用技术研究、调试和运行技术研究和示范工程建设;研究了UPFC在城市电网的运行优化和紧急控制技术,优化了统一潮流控制器控制保护策略;开展了上海蕴藻浜-闸北220kV统一潮流控制器示范工程建设。</p> <p>获授权发明专利5件,发表SCI/EI论文1篇。</p>

全球能源互联网研究院有限公司	4	<p>项目主要完成单位之一，对项目全部创新点做出了贡献，包括：参与开展了统一潮流控制器在城市电网的选点技术研究、系统应用技术研究、运行技术研究和示范工程建设；牵头或参与了 UPFC 换流器技术、故障旁路技术、控制保护技术、电网调控运行技术；参与了上海蕴藻浜-闸北 220kV 统一潮流控制器示范工程建设。</p> <p>获授权发明专利 6 项，发表 SCI/EI 论文 17 篇，发布国网企标 2 项。</p>
浙江大学	5	<p>项目主要完成单位之一，对创新点 1、4 做出了重要贡献，包括：开展采用 IGBT 器件和模块化多电平技术的 UPFC 换流方法研究，研究了 UPFC 换流器谐波抑制、均压方法；完成 UPFC 潮流计算模型和动态仿真模型建模；参与了 UPFC 系统级控制策略、电网安全稳定分析研究，支撑了 UPFC 的研发工作。</p> <p>获授权发明专利 10 件，发表 SCI/EI 论文 13 篇，参与了 UPFC 4 部专著的编写。</p>
西安西电变压器有限责任公司	6	<p>项目主要完成单位之一，对创新点 3 做出重要贡献，包括：完成 UPFC 串联变压器设计和制造工作；研发了绝缘结构矩阵式循环迭代优化设计技术；提出串联变压器绝缘与电网避雷器协调优化配置方法；提出了绕组交叉双环紧固结构加强、肺叶型导磁材料优化局部漏磁场分布技术。</p> <p>获授权实用新型专利 3 件。</p>
中电普瑞科技有限公司	7	<p>项目主要完成单位之一，参与了项目的关键技术研究，成套装置研制和工程应用，对创新点 1、2 做出了重要贡献，包括：参与研制 UPFC 控制保护系统；参与研制高可靠性的快速晶闸管旁路阀、IGBT 换流阀，水冷却系统；参与了 UPFC 成套工程应用及核心技术衍生装置 STATCOM 的推广应用。</p> <p>获授权发明专利 3 件。</p>

九、完成合作人关系说明

国网江苏省电力有限公司、南京南瑞继保电气有限公司、全球能源互联网研究院有限公司、国网上海市电力公司、浙江大学、西安西电变压器有限责任公司、中电普瑞科技有限公司，分工明确、优势互补、联合攻关，对 UPFC 高可靠拓扑结构、串入设备耐短路冲击、综合控制保护等技术难题进行了深入研究，合作提出了多项关键技术。

1、共同立项：国网江苏省电力有限公司（李群、刘建坤等），与全球能源互联网研究院有限公司（赵国亮等）、国网上海市电力公司共同承担了国家电网公司科技项目“采用新型 FACTS 技术提升 220kV 分区电网供电能力的研究”，合作研究了 UPFC 选址定容、控制策略优化等技术。

2、共同研究：

(1) 国网江苏省电力有限公司（陈刚）与国网江苏省电力有限公司（李群、刘建坤、李鹏等）、浙江大学（徐政等）合作建立了 UPFC 潮流计算模型和动态仿真模型，完成了 UPFC 系统级控制策略、电网安全稳定分析等的研究工作，共

同编写并出版了专著《统一潮流控制器技术及应用（第一版）》、《统一潮流控制器技术及应用（第二版）》、《统一潮流控制器工程实践：南京西环网统一潮流控制器示范工程》及英文专著《Unified Power Flow Controller Technology and Application》，共同申报并授权“一种含统一潮流控制器的线性化最优潮流模型”、“一种计及 UPFC 的含风电电力系统的 ATC 计算方法”、“一种基于神经网络滑模控制的 UPFC 控制方法”、“一种包含统一潮流控制器的随机最优潮流计算方法”等多项发明专利。

(2) 全球能源互联网研究院有限公司(赵国亮等)与国网上海市电力公司(鲍伟等)共同编制并发布了国网公司企业标准“统一潮流控制器技术规范”、“统一潮流控制器控制保护系统技术规范”。

3、共同获奖：

(1) 国网江苏省电力有限公司(陈刚、李群、刘建坤、李鹏等)，与南京南瑞继保电气有限公司(曹冬明、田杰等)、全球能源互联网研究院有限公司(邓占锋、赵国亮等)、浙江大学(徐政等)、国网上海市电力公司、西安西电变压器有限责任公司、中电普瑞科技有限公司等开展密切合作，共同完成了拓扑可灵活变换的模块化多电平 UPFC 换流器技术、线路功率解耦和快速故障穿越的 UPFC 控制保护技术、耐受极高过电压和强抗短路能力的 UPFC 串联变压器技术、电网潮流实时优化和紧急控制的 UPFC 调控技术等创新成果，共同获得了 2018 年度中国电力科学技术进步奖一等奖。

(2) 国网江苏省电力有限公司(陈刚、李群、刘建坤、李鹏等)，与南京南瑞继保电气有限公司(曹冬明、田杰等)、浙江大学(徐政等)、西安西电变压器有限责任公司共同承担了“南京 220 千伏西环网统一潮流控制器”重大科技示范工程、“苏南 500 千伏南部电网统一潮流控制器”重大科技示范工程，合作完成了统一潮流控制器换流阀、控制保护系统研发任务，合作完成了统一潮流控制器串联变压器、并联变压器研发任务，共同获得了 2017 年度中国电力创新大奖。