



深圳市电力行业协会
Shenzhen Electrical Power Trade Association

2025 no.53

01-04 月刊

深圳市电力行业协会 编



深电信息

SHENZHEN ELECTRIC POWER
INFORMATION

深圳市电力行业协会
Shenzhen Electrical Power Trade Association

地址：深圳市深南东路 4020 号 (518001)
电话：0755-88932049 88935670
邮箱：szdlhangxie@163.com
官网：www.szepta.org.cn

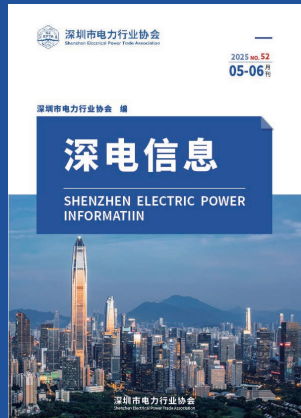


协会微信公众号
(服务号)



协会微信公众号
(订阅号)

深圳市电力行业协会
Shenzhen Electrical Power Trade Association



《深电信息》（原《深圳电力资讯》）于2013年10月创刊，它是一份面向深圳电力行业发行的会员类刊物，双月刊。

编辑委员会

主 任：王益军
委 员：刘 猛 陈自强 廖晓霞 屠方魅
蔡宗光 赵桂霞 符晓洪 包春霞

编辑部

主 编：戴志勇
编 辑：宾 赛 郑志宇 竺 军 姜 波
陈卓萍 刘敬楠 莫思佳 张一淼
陈良茂
文字编辑：李福权 李 婧 涂昊曦 彭 澎
焦丰顺 徐 笑 李植鹏 崔建磊
林育艺
校 对：姜 波 张一淼 陈良茂

发 行：深圳市电力行业协会
电 话：0755-8893 5378
地 址：深圳市罗湖区桂园街道深南东路
4020 号深圳市电力行业协会
邮 箱：szdlhangxie@163.com

本刊仅供深圳市电力行业协会会员单位内部研究交流。本刊所载的内容，仅代表该媒体和作者的立场和观点。

目 录
CONTENT

一、政治瞭望

- 01 国家能源局关于印发《国家能源局主责国家重点研发计划重点专项管理实施细则（试行）》的通知 ····1
- 02 国家能源局综合司关于开展电力安全治理体系建设专项行动的通知 ···· 12
- 03 国家发展和改革委员会关于印发《深化新能源上网电价市场化改革 促进新能源高质量发展》的通知 ···· 22

二、政策解读

- 01 国家发展和改革委员会等关于联合印发《电力系统调节能力优化专项行动实施方案 (2025 —2027 年)》的通知 ··· 25

三、协会信息

- 01 深圳市电力行业协会赴深圳供电局有限公司市场部座谈交流 ···· 32
- 02 深圳市电力工程专业职称评审政策宣讲会顺利召开 ··· 33
- 03 深圳市住房和建设局、深圳市电力行业协会共同推进创新产品标准编制工作 ···· 34
- 04 2025 年配电自动化运维技能考评圆满完成 ···· 34
- 05 深圳市电力行业协会一行到广西电力行业协会学习交流 ··· 35
- 06 2025 年电力行业信用体系建设工作会召开，深圳电力行业积极谋划新征程 ···· 36

四、专题报道

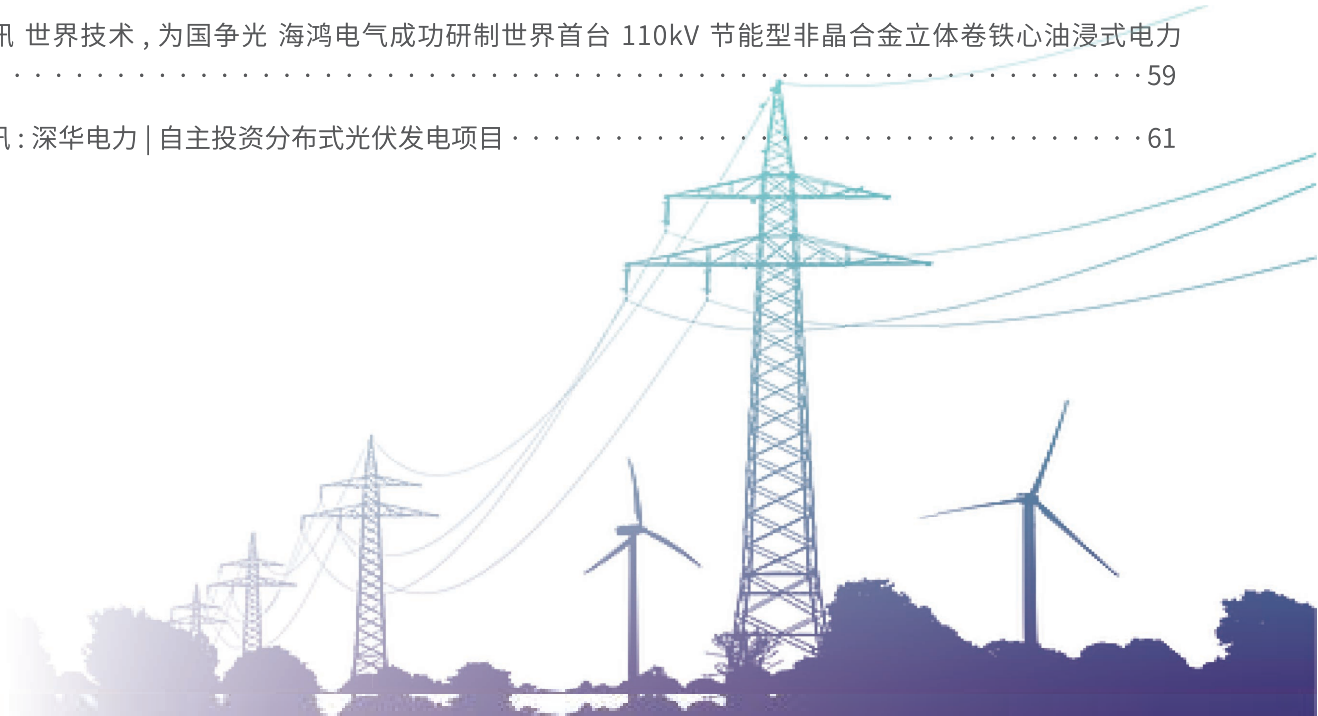
- 01 2025 年第一批配网不停电作业技能考评在深圳顺利举行 ····37
- 02 深圳市电力行业协会助力深圳市发展和改革委员会开展电力安全检查工作 ····38
- 03 深圳市电力行业协会组织开展 2025 年度 2 月份电力安全专项检查工作 ····39

五、专委会专版

- 01 清洁氢能 ····41
- 02 变电站 10kV 开关柜更换施工风险辨识与管控 ····42
- 03 钙钛矿光伏：电力行业的新兴之光 ····46
- 04 基于物联网技术在低碳用电管理中的应用研究 ····48
- 05 基于优化人工蜂群算法的多机器人协同规划 ····52
- 06 关于电力系统中电气自动化技术的应用探析 ····57

六、会员风采

- 01 会员快讯 世界技术，为国争光 海鸿电气成功研制世界首台 110kV 节能型非晶合金立体卷铁心油浸式电力变压器 ····59
- 02 会员快讯：深华电力 | 自主投资分布式光伏发电项目 ····61



01

政治瞭望

- 国家能源局关于印发《国家能源局主责国家重点研发计划重点 专项管理实施细则（试行）》的通知
- 国家能源局综合司关于开展电力安全治理体系建设专项行动的通知
- 国家发展和改革委员会关于印发《深化新能源上网电价市场化 改革 促进新能源高质量发展》的通知

国家能源局关于印发《国家能源局主责国家重点研发计划重点 专项管理实施细则（试行）》的通知

国能发科技〔2025〕23号

各省（自治区、直辖市）能源局，有关省（自治区、直辖市）及新疆生产建设兵团发展改革委、科技厅（委、局），各有关单位：

为规范国家能源局主责的国家重点研发计划重点专项管理，保障专项组织实施，根据党中央、国务院关于国家科技计划管理改革的有关要求，按照科技部、财政部《国家重点研发计划管理暂行办法》（国科发资〔2024〕28号），现将《国家能源局主责国家重点研发计划重点专项管理实施细则（试行）》印发给你们，请遵照执行。

国家能源局主责国家重点研发计划重点专项管理实施细则（试行）

第一章 总则

第一条 为落实党中央、国务院的决策部署，确保国家能源局主责国家重点研发计划重点专项（以下简称能源重点专项）顺利实施，实现科学、规范、高效和公正管理，根据《科技部 财政部关于印发〈国家重点研发计划管理暂行办法〉的通知》（国科发资〔2024〕28号）等相关制度要求，结合能源行业特点和相关专项管理需要，制定本细则。细则适用于能源重点专项的管理实施工作。

第二条 能源重点专项以贯彻落实“四个革命、一个合作”能源安全新战略和创新驱动发展战略为目标，重点资助事关产业核心竞争力、整体自主创新能力和国家安全的战略性、基础性、前瞻性重大科学问题、共性关键技术和产品研发，支撑我国能源领域加快实现高水平科技自立自强，积极培育和发展能源行业新质生产力，推动新型能源体系建设，加快建设能源强国。

第三条 能源重点专项组织实施遵循以下原则：

（一）需求引领，坚强支撑。紧密围绕国家新型能

源体系建设重大需求，以实现科技自立自强、引领能源革命为核心，遵循专项实施方案，优化配置能源领域科技资源，持续践行新型举国体制，着力解决当前及未来发展面临的科技瓶颈和突出问题，发挥全局性、综合性带动作用，为产业链供应链安全稳定提供坚强支撑。

（二）协同攻关，强化应用。面向全国遴选优势科研团队，充分发挥国家战略科技力量的骨干作用，开展协同攻关，强化全过程目标管理；加强企业主导的产学研深度融合，综合运用能源领域首台（套）重大技术装备相关机制，突出示范应用目标牵引，综合施策支持重大技术装备转化应用，带动产业升级。

（三）效率优先，竞争择优。遵循科研规律，推行新型项目组织实施机制，采取“青年科学家”“揭榜挂帅”“赛马争先”等多种形式，营造多创新主体之间良性竞争的局面，科学遴选并资助优秀创新团队，发挥市场配置技术创新资源的决定性作用和企业技术创新主体作用，加速推进能源领域基础理论创新、关键技术攻关和核心装备研制。

（四）强化监督，多维评价。建立全过程嵌入式的监督评估体系和动态调整机制，加强信息公开，注重“里



程碑”式关键节点目标考核，以权责一致的运行管理制度压实各创新主体责任，规范科研资金使用，强化第三方评估评价，注重实际成效，着力提升科技创新绩效。

第四条 能源重点专项坚持多元化原则筹措资金，资金来源分为中央财政资金、地方财政资金、企业等单位自筹资金和其他渠道资金，鼓励实施科技金融创新举措。各出资方应按实施方案、年度指南、任务书等要求，及时足额拨付资金。

第五条 重点专项是国家重点研发计划组织实施的载体，聚焦国家重大战略任务，坚持目标导向，可从基础研究、技术创新到成果转化、应用示范进行全链条创新设计、一体化组织实施。国家能源局可围绕能源领域相关攻关任务组织研究提出重点专项动议，科技部按照立项管理规程要求组织和综合平衡后，形成拟立项建议（含专项名称、主责单位、总体目标、实施周期等），按程序报批。对于需求紧迫的选题动议，国家能源局可按照快速响应、灵活部署的要求，及时提报立项建议，由科技部采取“一事一议”的方式加快启动。

第六条 对于批准国家能源局主责的重点专项，国家能源局牵头编制相关重点专项实施方案（含概算、专业机构），报科技部、财政部。

实施方案围绕国家需求，聚焦重点专项拟解决的重大科学问题或要突破的共性关键技术，梳理形成问题清单和目标清单，合理部署基础研究、重大共性关键技术和成果转化等研发阶段的主要任务，并明确任务部署进度安排、预期重大标志性成果及考核要求，细化资源配置、配套保障、责任分工、监督检查、成果转化及推广应用等举措。

第七条 项目是重点专项组织实施的基本单元，应相对独立完整、目标清晰、体量适度，指标可考核可评估，项目之间有机联系，应服务于重点专项目标，可根据需要下设一定数量的课题，课题不再向下分解。

项目全面实施绩效管理，加强绩效评价并强化结果应用，提高财政资金使用效益，确保各项任务顺利完成。

第八条 能源重点专项全流程纳入统一的国家科技管理信息系统管理，包括指南发布、评审立项、资金使用、过程管理、监督检查、综合绩效评价和成果汇交等。落实国家科技报告制度和科学数据汇交制度，

做好有关资料的整理、保存和归档。涉密或涉及敏感信息按照相关保密管理规定执行。

第二章 组织管理体系

第九条 国家能源局负责能源重点专项组织实施，对专项实施绩效负总责，可根据实施需要建立跨部门协调机制，由国家能源局能源节约和科技装备司（以下简称科技司）具体承接，主要职责包括：

（一）研究制定专项管理实施细则等规章制度，经科技部、财政部一致性审核后发布实施；

（二）提出承接专项具体项目管理工作的专业机构建议，与承接重点专项具体项目管理工作的专业机构签署任务委托协议，委托并指导专业机构做好专项具体管理实施工作，并对其履职尽责情况进行监督；

（三）组织编制专项实施方案、经费概算和年度指南；

（四）以实施方案编制专家为基础组建专项专家委员会，并遴选成立专项指南专家组，支撑专项的组织实施与管理工作；

（五）开展年度立项安排建议（含预算安排建议）合规性审核，并根据审核意见向专业机构下达立项批复，组织专业机构完成项目公示、发布立项通知；

（六）组织编制年度管理工作经费预算计划

（七）组织开展专项项目实施情况的监督检查，根据实施进展或检查评估情况，提出重大事项调整意见；

（八）组织编制专项年度执行情况报告、中期执行情况报告、专项总结报告等，负责组织专业机构开展项目综合绩效评价，提出总体验收申请；

（九）组织专业机构及相关项目承担单位，配合科技部、财政部关键节点考核、监督评估和总体验收；

（十）根据国家保密相关规定，完善专项保密工作责任体系，做好专项涉密信息管理；

（十一）推动专项成果转化应用和产业化，做好相关行业或区域的政策、规划、标准等与专项工作的衔接，负责专项成果转化评估问效。

第十条 能源重点专项专家委员会由国家能源局遴选组建，设专项专家委员会主任、副主任，原则上专家委员会专家不能申报有关专项项目（课题），主要职责包括：

（一）开展有关专项的发展战略研究和政策研究；

（二）参与编制有关专项实施方案，为年度项目申报指南编制工作提供专业咨询；

（三）在项目立项的合规性审核环节提出咨询意见；

（四）参与有关专项年度和中期管理、监督检查、项目验收、绩效评估等，对有关专项的优化调整提出咨询意见。

第十一条 能源重点专项指南专家组由国家能源局遴选组建，专家组长、副组长原则上由专项专家委员会主任、副主任担任。为提升指南布局的科学性、公正性，指南专家组专家每年需更替部分专家，原则上更替专家的人数为上一年专家组人数的1/3左右，且当年指南专家不能申报有关专项当年项目（课题）。指南专家组主要职责包括：

（一）开展有关专项的发展战略研究和政策研究；

（二）遵循有关专项实施方案，负责年度项目申报指南编制工作，提出年度项目申报指南建议；

（三）参与有关专项年度和中期管理、监督检查、项目验收、绩效评估等，对有关专项的优化调整提出咨询意见。

第十二条 专业机构在国家能源局的指导下，根据重点专项相关管理规定和任务委托协议，开展具体项目管理工作，对项目任务、资金管理负责。对项目过程管理工作负责，主要职责包括：

（一）开展相关领域战略研究工作，加强相关领域科技发展跟踪研判，持续加强专业化能力建设；

（二）配合主责单位组织编报专项概算，支撑编制专项年度项目申报指南；

（三）负责项目申报受理、形式审查、立项评审等工作，协助国家能源局完成项目公示、发布立项通知，并在国家能源局组织下与项目牵头承担单位签订项目任务书；

（四）负责项目资金拨付、年度和中期检查、综合绩效评价、按程序对项目进行动态调整等管理和服务工作；

（五）加强专项下设项目间的统筹协调，整体推进

专项的组织实施；

（六）按要求报告专项及其项目实施情况和重大事项，接受监督；

（七）负责项目综合绩效评价后的后续管理工作，对项目相关资料进行归档保存，促进项目成果的推广应用和转移转化；

（八）加强对参与项目管理活动各类专家的指导与监督，按照公开、公平、公正和利益回避的原则，充分发挥专家作用，支撑具体项目管理工作。

第十三条 项目承担单位（包括项目牵头承担单位和参与单位）是项目的执行责任主体，负责项目的具体组织实施工作，应强化法人责任。主要职责是：

（一）按照签订的项目任务书组织实施项目，履行任务书各项条款，落实配套支撑条件，完成项目研发任务和目标；

（二）严格执行专项各项管理规定，建立健全科研、财务、诚信等内部管理制度，强化内部控制与风险管理，对项目实施和资金管理负责；

（三）按要求及时编报项目执行情况报告、信息报表、科技报告等；

（四）及时报告项目执行中出现的重大事项，按程序报批需要调整的事项；

（五）接受指导、检查并配合做好监督、评估和验收等工作；

（六）履行保密、知识产权保护等责任和义务，推动项目成果转化应用和产业化。

第十四条 地方能源主管部门会同科技、发改、财政、教育、工信、市场、知识产权等部门共同做好能源重点专项在本地区的任务支撑、统筹协调、属地督导等工作，落实配套资金、研发平台、创新人才、成果转化、推广应用等相关保障条件，加快推动创新成果在经济社会发展中的推广应用。



第三章 项目申报与立项

第十五条 国家能源局根据国家重大战略和相关规划，组建各专项指南专家组，联合相关专业机构，会同有关部门广泛征集指南需求，以“自上而下”与“自下而上”相结合的方式，充分遵循专项实施方案提出的总体目标和任务设置，编制专项年度指南，避免交叉重复，明确任务方向、目标要求、形式审查条件及项目遴选方式。专项年度指南经指南专家组评议、国家科技管理信息系统查重、国家能源局审议后，向社会公开征求意见，开展指南评估，按程序通过国家科技管理信息系统统一发布。涉密或涉及敏感信息指南按照相关保密管理规定进行发布。

第十六条 能源重点专项综合运用公开竞争、定向择优、定向委托等项目遴选方式，优选确定项目的科研攻关团队。

（一）采取公开竞争方式遴选研发团队的项目，按照公开发布指南、自由申报、单位推荐、专家评审、择优支持，结果公示、批复立项等程序组织；

（二）采取定向择优方式遴选研发团队的项目，按照确定邀约范围、定向发布指南、应邀申报、单位推举、专家评审、择优支持、批复立项等程序组织；

（三）采取定向委托方式遴选研发团队的项目，按照确定候选单位、定向发布指南、应邀申报、单位推举、论证审核、批复立项等程序组织。

第十七条 能源重点专项探索分类实行“揭榜挂

帅”“赛马争先”“链主制”等新型项目组织模式。

（一）对于需求迫切、目标任务艰巨的项目，可探索采取“揭榜挂帅”的模式组织实施。项目申报“不设门槛”，牵头申报和参与单位无注册时间要求，项目（课题）负责人无年龄、学历和职称要求。

（二）对于紧急攻关、存在多条潜在技术路线或需面向不同应用场景验证实效的项目，可探索采取“赛马争先”的模式组织实施。项目实行平行立项，由多个项目牵头承担单位分别攻关同一项目。

（三）对于强化产学研深度融合、提升产业链现代化水平的项目，可探索采取“链主制”的模式组织实施。牵头申报单位应以产业链链主企业为核心，与产业链链条中的骨干企业组建创新联合体，共同开展关键核心技术攻关。

第十八条 项目承担单位原则上为在中国大陆境内注册满1年的独立法人单位，应具有较强的科研能力和条件，诚信状况良好；项目（课题）负责人原则上不超过60周岁，符合《科技部办公厅 财政部办公厅 自然科学基金委办公室关于进一步加强统筹国家科技计划项目立项管理工作的通知》（国科办资〔2022〕107号）有关限项要求。

第十九条 项目申报一般采用一次申报，项目牵头承担单位应在申报受理截止日期前，按照项目申报指南的要求，通过国家科技管理信息系统一次性提交项目申报材料。

对于公开竞争类指南，项目牵头单位应一次性提交预申报书、正式申报书和预算申报书。对于定向择优类指南，项目牵头单位应一次性提交正式申报书和预算申报书。对于定向委托类指南，项目牵头单位应直接提交项目任务书（含项目预算）。自指南发布日到项目申报受理截止日，原则上不少于50天。

第二十条 专业机构通过国家科技管理信息系统受理项目申请，根据指南要求开展形式审查，加强科研诚信审核。对于定向委托类指南，专业机构无需开展形式审查，可直接组织评审专家对项目牵头单位提交的任务书论证审核。

专业机构应在将项目受理及形式审查结果提报国家能源局科技司后，针对通过形式审查的项目团队开展首轮评审和答辩评审。对于公开竞争类指南，在项目申报和形式审查结束后，专业机构应对申报情况进行

梳理，对于形式审查后申报团队数量不多于拟支持项目数量的指南方向，如非“青年科学家”类指南，应不启动后续项目评审立项程序，将有关指南方向和对项目申请书，报送国家能源局科技司；“青年科学家类”指南可正常启动后续项目评审立项程序。

第二十一条 专业机构应研究制定首轮评审方案，经国家能源局科技司审核后组织开展评审工作。首轮评审可采取网络评审、通讯评审或会议评审等方式，组织评审专家根据项目申报团队提交的预申报书开展评审，不要求项目申报团队答辩，并通过首轮评审择优遴选出3~4倍于拟立项数量的申报项目。

如项目申报团队低于拟立项数量3~4倍的，或涉及年度指南不超过3~5项的，专业机构可视情况不组织首轮评审，直接开展答辩评审。

第二十二条 专业机构应研究制定项目答辩评审方案，经国家能源局科技司审核后，根据指南确定的项目遴选方式采用网络评审、通讯评审、会议评审、同场竞技、现场考察评估等方式组织评审。

组织答辩评审前，专业机构应要求评审专家提前审阅评审材料，并就指南内容、评审规则等向评审专家进行说明，同步对能源重点专项中因承担单位责任而终止或综合绩效评价未通过的项目执行情况予以通报。

第二十三条 项目评审专家应是能源领域具有丰富经验、客观公正的高水平专家，原则上从国家科技专家库中选取，并实行回避制度。项目立项评审专家通过事前诚信审查、事中提醒监督、事后抽查评价等方式，从严管理和使用评审专家。

第二十四条 专业机构根据立项评审结果，形成年度立项安排建议（含预算安排建议），国家能源局进行合规性审核，经审核通过后，国家能源局下达立项批复，组织专业机构依程序与各项目承担单位签订项目任务书。项目下设课题的，项目牵头承担单位应与课题承担单位签订课题任务书。

对涉及国家秘密的项目，专业机构应组织项目牵头承担单位签订保密协议，指导其做好保密管理工作。

项目立项后，专业机构应按任务书约定、项目实施进展和任务完成情况及时向项目承担单位拨款。

第二十五条 项目（课题）任务书应以项目申报书、申报答辩汇报材料和专家评审意见为依据，突出绩效

管理，明确考核目标、考核指标、考核方式方法，并对项目核心指标进行标记。项目考核指标不应低于指南考核指标及申报书提出指标，指南考核指标原则上都应标记为项目核心指标。

第二十六条 专业机构应将形式审查和评审结果通过国家科技管理信息系统及时反馈项目牵头承担单位，并建立项目申诉处理机制，按规定受理项目相关申诉意见和建议，开展申诉调查，并将有关情况报告国家能源局，经国家能源局审核通过后，及时向申诉者反馈处理意见。

第四章 项目过程管理

第五章 第二十七条 项目承担单位应根据项目（课题）任务书确定的总体目标和任务分工安排，实行“里程碑”式管理，按照一体化组织实施的要求，履行各自责任和义务，做好不同任务间的沟通、互动、衔接与集成，按进度高质量完成相关研发任务和目标，促进项目成果转化和产业化。项目执行中涉及工程确需相关政府主管部门纳入规划的，项目承担单位应及时根据有关规定履行相关申报、审核程序。

第二十八条 项目牵头承担单位和项目负责人应切实履行牵头责任，组织制定本项目一体化组织实施的工作方案，明确定期调度、节点控制、协同推进的具体方式，在项目实施中严格执行，全面掌握项目进展情况，并为各研究任务的顺利推进提供支持。对可能影响项目实施的重大事项和重大问题，应及时报告专业机构并研究提出对策建议。

第二十九条 课题承担单位和参与单位应积极配合项目牵头承担单位组织开展的督导、协调和调度工作，按要求参加集中交流、专题研讨、信息共享等沟通衔接安排，及时报告研究进展和重大事项，支持项目牵头承担单位加强研究成果的集成。

第三十条 项目实施中，专业机构应安排专人负责项目管理、服务和协调保障工作，适时组织年度报告、关键节点考核、随机抽查等，通过全程跟进、集中汇报、专题调研等方式全面了解项目进展和组织实施情况，及时研究处理项目牵头承担单位提出的有关重大事项





和重大问题，及时判断项目执行情况、承担单位和人员的履约能力等。在项目实施的关键节点，及时向项目牵头承担单位提出有关意见和建议。

第三十一条 对于具有创新链上下游关系或关联性较强的相关项目，专业机构应当建立专门的统筹管理机制，督导相关项目牵头承担单位在项目实施中加强协调和联动，按照专项实施方案的部署和进度安排，共同完成研发任务。

第三十二条 专业机构每年11月底前组织项目牵头承担单位通过国家科技管理信息系统报送项目年度执行情况报告（含预算执行情况），项目执行不足3个月的，可在下一年度一并上报。每年12月15日前，专业机构形成专项年度执行情况报告，经国家能源局审核后，由国家能源局报送科技部。

第三十三条 执行期5年以上的能源重点专项，专业机构应于专项实施中期年份组织编报专项中期执行情况报告并提交国家能源局审核后，报送科技部。

第三十四条 执行周期在3年及以上的项目，在项目实施中期，专业机构应按照项目任务书对项目执行情况进行中期检查，全面掌握项目进展。专业机构应在每年一季度制定当年中期检查工作方案，报国家能源局科技司备案后开展检查工作。通过中期检查，专业机构应研究办理项目承担单位提出的有关重大事项和重大问题，并按程序审核批复有关调整事项，对项目能否完成预定任务目标做出判断，形成中期执行情况报告，报国家能源局备案。对具有明确应用示范目标的项目，专业机构应邀请国家能源局科技司及相关司和地方共同开展中期检查工作。

第三十五条 对于立项过程中“同一指南方向、不同技术路线”予以同时支持的两个项目或采用“赛马争先”模式组织实施的项目，专业机构应按项目任务书约定的时间节点，依据项目任务书制定评估择优工作方案，报国家能源局备案后对两个项目执行情况开展评估择优工作。根据评估结果，专业机构应提出项目后续是否继续支持的建议，并形成项目评估择优情况报告，报国家能源局科技司审核，由专业机构批复。对于“建议继续支持”的项目，项目牵头承担单位应按原任务书约定要求继续执行；对于“不建议继续支持”的项目，按终止程序处理。

第三十六条 专业机构可会同国家能源局科技司及

相关司，组织有关专家对专项中存在重大实施风险问题的项目，围绕项目进展、资金使用等方面开展评估监督，并根据评估监督意见，组织项目牵头承担单位开展整改，对未取得整改成效的项目可提出终止建议，依程序报送国家能源局审核。

第三十七条 能源重点专项实施过程中，涉及专项目标、进度、组织实施方式等重大调整事项，由国家能源局根据实施进展或检查评估情况提出建议，报科技部、财政部审核，按程序报批。

第三十八条 项目实施过程中需对相关事项做出必要调整的，应按如下程序报批或备案：

（一）变更项目牵头承担单位、项目负责人、项目实施周期、项目主要研究目标和项目考核指标等重大调整事项，由专业机构直接提出意见，或项目牵头承担单位提出书面申请，专业机构商专项专家委员会研究提出具体办理意见，报国家能源局科技司审核，由专业机构批复。

（二）变更课题承担单位、课题参与单位、课题负责人、课题实施周期、示范地点、课题主要研究目标和课题考核指标等重要调整事项，由项目牵头承担单位向专业机构提出申请，专业机构提出具体办理意见并批复，向国家能源局科技司备案。

（三）变更课题研发骨干人员、一般参与人员等其他一般性调整事项，由项目牵头承担单位负责处理，及时向专业机构备案。专业机构、总体专家组做好指导。

项目核心指标原则上不予调整。项目牵头承担单位、项目负责人非必要不予调整。如项目负责人、课题负责人确需调整，则在项目执行期结束前，原项目负责人、课题负责人不可作为项目（课题）负责人参与申报其他国家重点研发计划重点专项项目或国家科技重大专项项目。在项目执行期结束前6个月内，项目牵头承担单位不应提出重大或重要调整事项申请。

第三十九条 项目实施中遇到下列情况之一的，项目任务书签署方均可提出撤销或终止项目的建议，专业机构应商专项专家委员会对撤销或终止建议研究提出意见，报国家能源局审核后批复执行。

（一）经实践证明，项目技术路线不合理、不可行，或项目无法实现任务书规定的进度且无改进办法；

（二）完成项目任务所需的资金、原材料、人员、

支撑条件等未落实，或发生改变导致研究无法正常进行；

（三）组织管理不力，或发生重大问题导致项目无法进行；

（四）项目实施中出现严重的知识产权纠纷；

（五）项目实施中不按规定进行整改或拒绝整改；

（六）项目实施中出现严重违规违纪违法行为、严重科研不端行为；

（七）项目任务书规定其他可以撤销或终止的情况。

第四十条 经批准撤销或终止项目的，项目牵头承担单位应对已开展工作、资金使用、已购置设备仪器、阶段性成果、知识产权等情况做出书面报告，经专业机构核查批准后，依规完成资金支出审计及上缴等后续工作。对于因非正当理由致使项目撤销或终止的，专业机构应查明具体原因，明确责任人和责任单位，形成专题报告报国家能源局审核，国家能源局在核实后严肃处理并逐级问责，对科研失信和未归行为纳入科研诚信记录。

第四十一条 落实科技报告制度，将科技报告收集纳入项目管理流程。能源重点专项科技报告主要包括项目研究方向的一项或多项研究报告，以及执行过程中产生的各类实验报告、分析测试报告、工程试验报告、调研报告等蕴含科研活动细节及基础科研数据的报告。

第四十二条 落实档案管理规定，将档案管理工作纳入能源重点专项整体工作。能源重点专项档案是指重点专项的规划、论证、组织实施、监督评估、综合绩效评价等全过程中产生的，具有保存价值的文字、图表、声像等各种形式的历史记录。

第五章 综合绩效评价

第四十三条 项目实施期满后，专业机构应立即组织启动综合绩效评价工作。项目综合绩效评价依据项目任务书和有关要求分类，开展一次性综合绩效评价。评价重点包括项目（课题）任务完成情况和经费管理使用情况等方面，应突出目标导向、成果导向，注重核心目标和代表性成果。

第四十四条 项目因故不能按期完成须申请延期的，项目牵头承担单位应于项目执行期结束前6个月提出延期申请，专业机构应商专项专家委员会研究提出具体办理意见，报国家能源局审核后，由专业机构批复。项目延期原则上只能申请1次，延期时间原则上不超过1年。

第四十五条 项目承担单位对本单位科研成果管理负主体责任，负责组织对本单位科研人员的成果进行真实性审查，并按照分类分级管理的原则，对科研档案的完整性、准确性、系统性进行审查；项目牵头承担单位和项目负责人、课题承担单位和课题负责人，负责对本项目或课题的相关成果进行审核把关，检查科技报告完成情况和科技成果填报情况，不得把项目承担单位之外的成果，或项目任务之外成果，纳入综合绩效评价材料。

第四十六条 项目综合绩效评价工作分为课题绩效评价和项目综合绩效评价两个阶段，在完成课题绩效评价的基础上开展项目综合绩效评价。对于项目下不设课题或仅设置一个课题的情况，可不组织课题绩效评价。

第四十七条 项目牵头承担单位负责组织课题绩效





评价并对绩效评价结论负责；专业机构负责组织项目综合绩效评价。总体要求如下：

（一）综合绩效评价工作中，综合项目任务完成与经费使用统筹考虑，主要考核项目目标和考核指标的完成情况、成果效益、人才培养、组织管理、经费管理使用等方面。

（二）突出代表性成果和项目实施效果评价，不将“人才项目”“头衔”“帽子”“论文数量”“获得奖励”等作为评价指标。基础研究与应用基础研究类项目重点评价新发现、新原理、新方法、新规律的重大原创性和科学价值、解决经济社会发展和国家重大需求中关键科学问题的效能、支撑技术和产品开发的效果、代表性论文等科研成果的质量和水平，以国际国内同行评议为主。技术和产品开发类项目重点评价新技术、新方法、新产品、关键部件等的创新性、成熟度、稳定性、可靠性，突出成果转化应用情况及其在解决经济社会发展关键问题、支撑引领行业产业发展中发挥的作用。应用示范类项目绩效评价以规模化应用、行业内推广为导向，重点评价集成性、先进性、经济适用性、辐射带动作用及产生的经济社会效益，更多采取应用推广相关方评价和市场评价方式。对技术路线清晰、定量考核指标明确的项目，可在综合绩效评价中探索采用技术就绪度（TRL）评价方法。

（三）对于关键核心技术攻关项目，进一步发挥需求方、用户、产业界等各方的重要作用，需求方、用户、产业界代表应参与综合绩效评价工作，充分发

表意见，将需求方和用户对项目完成情况的评价意见，以及对项目成果的推广应用意见，作为评价的核心意见。

（四）专业机构应提前部署综合绩效评价工作，通知项目牵头承担单位做好准备，同时制定重点专项年度综合绩效评价工作方案，报国家能源局科技司备案。

第四十八条 项目下设各课题应于项目实施期满前，由项目牵头承担单位组织对课题任务完成情况进行绩效评价，课题承担单位和负责人应认真编制课题绩效自我评价报告。同时，课题承担单位选取具有资质的会计师事务所开展课题结题审计。课题绩效评价结论分为通过、未通过两类。

第四十九条 项目牵头承担单位和项目负责人应在项目执行期结束后2个月内完成项目综合绩效评价材料准备工作，并根据专业机构相关要求，通过国家科技管理信息系统提交相关评价材料。专业机构应在收到项目综合绩效评价材料后3个月内完成项目综合绩效评价工作，并将项目综合绩效评价意见报送国家能源局。

第五十条 专业机构应按照科研项目绩效分类评价要求，根据不同项目类型，组织项目综合绩效评价专家组，采用同行评议、第三方评估和测试、用户评价等方式开展综合绩效评价工作，如有需要可现场核查。对于具有创新链上下游关系或关联性较强的相关项目，在绩效评价中应有整体设计，强化对一体化实施绩效的考核。

（一）为便于有关部门及时掌握重点专项实施成效、推动后续成果的转化应用，项目综合绩效评价时一般应邀请国家能源局科技司及相关司和有关部门、地方参加。

（二）项目综合绩效评价专家组实行回避制度和诚信承诺。专家组包含技术专家和财务专家等，组长由技术专家担任，副组长由财务专家担任，总人数一般不少于10人（财务专家不少于3人）。

（三）开展项目综合绩效评价时，专家组在审阅资料、听取汇报和质询等基础上，结合项目年度、中期执行情况等信息，进行审核评议。

第五十一条 项目综合绩效评价意见根据专家组评议产生，专家各自填写专家个人评价意见表，专家组经商议后出具项目综合绩效评价意见。项目综合绩效

评价结论分为通过、未通过两类。对于通过综合绩效评价的项目，绩效等级分为优秀、合格两档。

（一）按期保质完成项目任务书确定的目标和任务，为通过。

（二）未完成项目任务书确定的主要目标和任务，为未通过。

（三）未按任务书约定提交科技报告或未按期提交材料的，提供的文件、资料、数据存在弄虚作假的，未按相关要求报批重大调整事项的，项目牵头承担单位、课题承担单位、参与单位或个人存在严重失信行为并造成重大影响的，拒不配合综合绩效评价工作或逾期不开展课题绩效评价的，均按未通过处理。

（四）对于通过综合绩效评价的项目，由专业机构根据综合绩效评价情况，经商专项委员会，研究给出绩效等级为优秀的项目建议，报国家能源局审核后确定。

第五十二条 专业机构根据项目综合绩效评价情况，形成项目综合绩效评价意见。在收到项目综合绩效评价材料后3个月内，专业机构应在完成项目综合绩效评价后，将项目综合绩效评价意见报送国家能源局。国家能源局对项目综合绩效评价意见完成审核，向项目牵头承担单位下达评价结论。

第五十三条 针对综合绩效评价意见为未通过的项目，专业机构应会同项目绩效评价专家、重点专项专家委员会对项目未通过原因认真分析，向国家能源局提交专题报告。对执行不力的单位、团队和个人，国家能源局将依相关规定处理，处理结果应以适当方式向社会公布，并依程序纳入科研诚信记录。

第五十四条 专业机构应督促项目牵头承担单位在收到项目综合绩效评价结论后的3个月内，将项目综合绩效评价材料和相关技术文件归档管理。涉及科技报告、数据汇交、技术标准、成果管理、档案管理等事宜，按照有关管理规定执行。专业机构按季度将书面材料和电子版汇总后，提交国家能源局科技司备案。

第五十五条 国家能源局应于能源重点专项执行期满6个月内组织专业机构、专项专家委员会及项目牵头承担单位完成总结评估，向科技部提交总结报告和总体验收申请，并配合科技部、财政部开展专项总体验收工作。

第六章 资金管理

第五十六条 能源重点专项坚持多元化原则筹措资金，加强央地联动、政企联动，引导地方、企业、金融资本及其他社会资金等共同投入，支持相关部门和机构加强对承担相关项目的科技型企业全生命周期、全链条科技金融服务等。

第五十七条 能源重点专项中央财政资金的安排使用，严格执行国家预算管理及财政国库管理的有关规定，通过前补助、后补助和里程碑拨款等方式，对具体项目分类支持。其中，涉及政府采购的，还应执行政府采购法律制度规定。专项全面实施预算绩效管理，实行专账管理，专款专用，建立覆盖资金管理使用全过程的资金监督机制，提高资金使用效益。

第五十八条 实施“揭榜挂帅”“赛马争先”“链主制”等新型组织实施机制的项目，根据项目特点，可探索采取包干制、负面清单等多种方式。

第五十九条 资金管理遵循“明晰权责、权责对等”的原则，赋予项目承担单位和科研人员充分自主权。项目承担单位和科研人员应对项目资金使用的合规性、有效性负责。资金管理使用情况纳入项目综合绩效评价。

第七章 监督与评估

第六十条 能源重点专项的监督评估工作将统一纳入国家重点研发计划监督评估体系。专项监督评估工作以专项实施方案、相关制度规定、项目申报指南、立项批复、任务书、协议等为依据，按照责权一致的原则组织开展。

第六十一条 国家能源局应会同专业机构积极配合科技部、财政部开展关键节点的考核评估和抽查核验，通过对专项项目实施进展与里程碑成果产出情况的日常监督，督促专项高质量执行。

国家能源局对各能源重点专项实施过程和进展进行监督评估，对受托专业机构管理工作进行监督。

专业机构对项目执行情况和项目承担单位开展日常监督，可通过年度报告、中期检查、评估择优等方式开展相关工作，对项目管理过程中发生的重大突发事件信息及时报告国家能源局科技司，并配合国家能源



局科技司做好相关处理意见的跟踪落实，督促整改。

项目承担单位要切实落实法人责任，对所承担项目任务落实、资金使用和参与单位情况开展日常监督管理，加强内部监督。

第六十二条 国家能源局和专业机构开展能源重点专项监督评估工作一般应先行制定年度工作方案，明确当年监督评估的范围、重点、时间、方式等，避免交叉重复，并注重发挥专项专家委员会的作用。涉及项目监督评估的，应主要针对事关相关重点专项总体实施效果的重点项目。

第六十三条 国家能源局开展能源重点专项监督评估工作应当采用信息化手段，深入科研和管理一线，加强事中、事后和关键环节的监督，但不得干涉正常的项目管理工作，减轻科研人员负担。监督的主要内容包括但不限于以下方面：

（一）专业机构管理工作的科学性、规范性，及其在项目管理过程中的履职尽责和绩效情况；

（二）项目承担单位法人责任制落实情况、项目执行情况及资金的管理使用情况；

（三）参与科技计划、项目咨询评审和监督工作的专家，以及支撑机构的履职尽责情况；

（四）科研人员在项目申报、实施和资金管理使用中的科研诚信和履职尽责情况；

（五）项目任务目标实现情况、标志性成果产出情况、考核目标完成情况、成果转化应用与用户评价等情况；



（六）监督措施的有效性，发现和处置项目实施风险的及时性，以及监督管理数据的汇交情况等。

第六十四条 国家能源局应会同专业机构建立公众参与监督的工作机制，主动接受公众和舆论监督，加强与审计监督、第三方监督等外部监督协同，确保管理规范，并落实科技伦理监管制度。

第六十五条 发现项目执行风险、接到重大违规违纪线索、出现项目管理重大争议事件时，国家能源局应进行调查核实，或责成专业机构调查核实，提出意见和建议。

第六十六条 监督工作应当形成监督结论和意见。对于需进一步改进完善项目管理或组织实施工作的，应提出明确建议或要求，责成专业机构及时核查具体情况，采取相应措施进行整改。

第六十七条 建立创新激励机制，依据监督评估结果对在能源领域重点专项组织实施过程中做出重要贡献的单位、团队和个人，按国家有关规定予以表彰奖励，作为重点专项后续布局调整、任务承担、资源配置及项目滚动支持、定向委托遴选等方面的重要参考。

第六十八条 及时严肃处理违规行为，并实行逐级问责和责任倒查。对有违规行为进行咨询评审专家，予以警告、责令限期改正、通报批评、阶段性或永久性取消咨询评审和申报参与项目资格等处理；对有违规行为的项目承担单位和科研人员，予以约谈、通报批评、暂停项目拨款、追回已拨项目资金、撤销或终止项目执行、阶段性或永久性取消申报参与项目资格等处理；对有违规行为的专业机构，予以约谈、通报批评、解除委托协议、阶段性或永久性取消项目管理资格等处理。

对科研失信和违规行为，处理结果应以适当方式向社会公布，视情况纳入科研诚信严重失信行为数据库，依法依规严肃处理。涉嫌违法违纪的，移送有关部门。

第六十九条 依托国家科技监督信息平台，实现监督评估全过程痕迹化管理。将国家能源局、专业机构在工作中产生的各类监督检查数据（如专项形成的年度与中期管理、动态调整、监督评估，以及项目的立项、资金安排、过程管理、验收与成果转化跟踪管理等信息）及时汇入，全程留痕，共享利用，可查询、可申诉、可追溯，为专项及其项目管理和监督评估提供支撑。

第八章 科技成果管理

第七十条 科技成果指在执行重点专项项目时，利用项目和承担单位所提供的资金、设备等物质技术条件所获得具有学术价值和使用价值的成果，包括但不限于技术方法、技术装备、研发平台、研究报告、示范工程等科技成果。

第七十一条 能源重点专项建立规范、健全的科学数据和科技报告档案，建立实验材料与数据的汇总、交流、共享制度。项目承担单位应按照有关规定对相关材料进行整理、立卷、归档，确保档案的完整、准确、系统，及时、准确、完整地完 成科技成果上报。

第七十二条 科技成果采用专利、著作、软著、商标等知识产权形式进行保护。专有技术及技术秘密等，也应纳入重点专项知识产权管理范围。

重点专项形成的科技成果，在可标注信息的知识产权类型上应标注“国家重点研发计划资助”字样及项目编号，英文标注：“National Key R&D Program of China”。第一标注的成果作为验收或评估的确认依据。申请专利的，应当按照《建立财政资助科研项目形成专利的声明制度实施方案》相关要求进行资助项目信息声明。

第七十三条 项目承担单位应建立健全知识产权管理制度，强化科技成果的知识产权保护与运用。

（一）加强知识产权共享。在项目之间建立符合市场规则和所有权保护的知识产权转化运用机制，优先在能源重点专项内使用，促进技术共用、信息互通、利益共享。涉及国家安全、国家利益和重大社会公共利益的，国家可以无偿实施，也可以许可他人有 偿或无偿实施形成的知识产权。

（二）做好知识产权归属与权益分配。项目承担单位之间应当约定知识产权权益分配原则，鼓励项目承担单位与相关企业建立知识产权权益分享机制，促进知识产权转化运用，缩短转化应用周期。

（三）加快知识产权成果转化。按照相关程序要求，加快能源重点专项形成知识产权的转化运用。鼓励企业加大在研发攻关、设备试制、工程示范等环节的参与实施力度，推进专利技术产业化应用，提升成果转化效率。

第七十四条 项目承担单位应根据《中华人民共和国

国保守国家秘密法》及其实施管理办法等要求，对能源重点专项产生的涉及国家安全、国家利益和重大社会公共利益的 重大成果，及时向国家能源局提出保密建议。对涉密技术成果在发表 论文、出版专著、宣传报道、展览展示等活动之前，须经国家能源局审查并备案。

第七十五条 能源重点专项实施过程中，项目承担单位使用中央财政资金形成的知识产权等无形资产，按照国家有关规定进行管理。

第七十六条 遵守有关知识产权国际公约，有效利用国外知识产权成果，避免知识产权侵权纠纷。支持和鼓励有重要科技与经济价值的研究成果申请国外知识产权保护，增强自主知识产权技术和产品的国际竞争力。

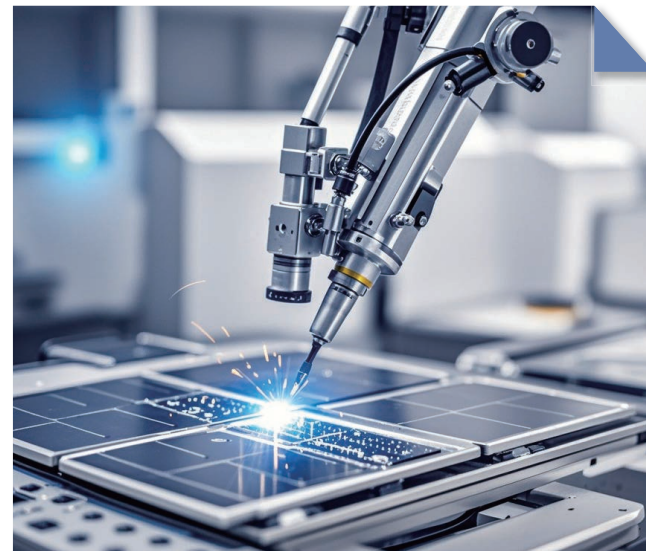
第七十七条 能源重点专项成果考核突出应用导向，通过遴选建设测试平台、加强正式应用场景考核以及市场用户评价等方式，以测促用、以用促研，充分发挥超大规模市场优势，加速成果转化应用和产品迭代升级。科技部会同国家能源局在 项目验收 3 年内按计划对各项目成果转化应用情况进行跟踪评价。

第九章 附则

第七十八条 专业机构应依据本细则制定具体工作方案，报国家能源局审核。

第七十九条 本办法由国家能源局负责解释，自发布之日起施行。

国家能源局 2025 年 3 月 6 日





国家能源局综合司关于开展电力安 全治理体系建设专项行动的通知

国家能源局综合司关于开展电力安全治理体系建设专项行动的通知

国能综通安全〔2025〕39号

各省（自治区、直辖市）能源局，有关省（自治区、直辖市）及新疆生产建设兵团发展改革委、工业和信息化主管部门，北京市城市管理委，各派出机构，全国电力安委会各企业成员单位：为 进一步 推进电力安全治理体系和治理 能力现代化，根据《国家能源局关于印 发〈2025 年能源监管重点任务清单〉的通知》（国能发监管〔2025〕4 号）安排，国家能源 局决定在全 国范围内组织开展电力安全治理 体系建设专项行动。现将有关 事项通知如下。

一、工作目标

牢固树立总体国家安全观和以人民为中心的发展思想，全面贯彻《国家能源局关于加强电力安全治理 以高水平安全保障新型电力系统高质量发展的意见》（国能 发安全〔2024〕90 号，以下简称《意见》）要求，推动电力安全治理系列举措进一 步落实，电力安全治 理体系进一步完善，各方面、各环节电力安全治理效能 有效提升，更好保障新型电力系统高质量发展，为中国 式现代化提供充足动能。

二、专项行动时间

自本通知印发之日起至 2025 年 12 月。

三、重点任务

各省级能源主管部门、派出机构、电力企业各类 并网主体要按照《意见》内容和附件《电力安全治理专 项行动任务细化表》要求，逐项对照、深入梳理本单位 电力安全治理工作情况，认真查摆问题不足，扎实落实 提升举措，建立完善长效机 制，确保电力安全治理能 力水平有效提升。

四、工作安排

（一）工作部署阶段（自本通知印发之日起至 3 月 31 日）

各省级能源主管部门和派出机构要按照职责分工及 时将本通知内容传达至市县 级能源主管部门、辖区内 电力企业各类并网主体，并提出工作要求。全国电力 安委会各企业成员单位要结合本单位实际情况，细化 分解各层级任务，明确目标、时 限、责任等关键节点， 抓好工作部署安排。

（二）对照落实阶段（4 月 1 日至 10 月 31 日）

各责任主体要深入落实《意见》内容，对照附件排 查电力安全治理各类问题和薄弱环节，完善规章制度， 理顺体制机制，加快改进提升，不断加强电力安全治理 体系建设。各省级能源主管部门、各派出机构可结合能 源电力安全生产治本攻坚三 年行动等重点任务，跟踪 督促有关单位专项行动进展情况，确保工作成效。

（三）评估总结阶段（11 月 1 日至 12 月 1 日）

11 月 7 日前，全国电力安委会各企业成员单位要 汇总本单位及下属单位的工作 完成情况，包括对附件 的逐项落实情况、查摆发现问题不足及采取的改进提升 措施 等，形成工作总结报送国家能源局。各省级能源

主管部门、各派出机构要总结本单 位工作完成情况和 专项行动部署及跟踪落实情况，形成总结报告报送国家 能源局。国家能源局将视工作进展情况，抽调有关人 员和专家组成督导组，对重点单位开展 抽查督导。

五、工作要求

（一）加强组织领导。各单位要高度重视本次专项 行动，精心组织，周密部署， 细化责任分工，抓好任 务落实。各省级能源主管部门、各派出机构要跟踪了解 辖区 内电力企业工作开展情况，加强协同配合，通过 联合开展现场督导、监管约谈等方 式，共同督促指导 辖区内电力企业各类并网主体落实专项行动各项要 求，提升安 全治理水平。

（二）抓好整改提升。各有关责任单位要聚焦 以高水平安全保障新型电力系统 高质量发展目标， 认真落实本通知要求，全面、深入分析电力安全治 理薄弱环节并 追根溯源、找准病灶，不避重就轻、 不弄虚作假，在完善体制机制、健全规章制度、 强化技术保障、增强安全管理能力等方面出实招见 效，及时消除漏洞、补齐短板。

（三）严守工作纪律。现场督导工作要严格落 实中央八项规定及其实施细则精神，轻车简从、廉 洁自律，扎实开展督导检查，杜绝形式主义。督导 工作中发现有 重大问题的，要及时向国家能源局报 告。

联系人及联系方式：王永上 010-81929643

电子邮箱：grid@nea.gov.cn

电力安全治理专项行动任务细化表

章节	文件要求	检查核实内容	涉及主体
一、健全电力安全治理体系			
（一）强化组织领导体系			
1	严格落实中共中央办公厅、国务院办公厅印发的《地方党政领导干部安全生产责任制规定》要求，将电力安全治理工作纳入党委（党组）议事日程，定期研究重大问题。	地方能源主管部门推动地方各级政府将电力安全治理工作作为党委（党组）年度工 作要点；是否有定期召开党委（党组）会议， 研究电力安全治理相关议题。	地方能源主 管部门
2	通过提升议事协调层级等方式，更好发挥全国电力安全生产委员会和省级电力安全生产委员会（专委会）作用，研究解决新型电力 系统安全治理相关重大问题。	省（区域）电力安全生产委员会（专委会） 牵头单位采取相关举措提升议事协调层级 情况。	地方能源主管 部门，派出机 构
3	各级各类电力安全生产委员会应当建立工作 部署、通报督办和评价考核等工作机制，构 建上下联动、互相支撑的电力安全治理组织 体系。	省（区域）等各级各类电力安全生产委员 会（专委会）、电力企业安全生产管理组 织机构定期开展工作部署、通报督办和评 价考核等情况。	地方能源主管 部门，派出机 构，电力企业
（二）健全主体责任体系			
4	坚持团结治网，电网调度机构要严格履行并 网管理、运行控制、风险管理、技术监督等 安全职责。	电网企业及其调度机构依据相关法律法规 严格履行并网管理、运行控制、风险管理、 技术监督等安全职责情况。	电网企业及其调度机构
5	电力企业和各类并网主体依法承担电力安 全主体责任，按照谁投资、谁负责，谁运营、 谁负责的原则，履行电力安全风险管控责任， 保障自身设备安全可靠运行。	电力企业各类并网主体依据相关法律法规 履行自身电力安全风险管控主体责任情 况，是否有责任划分不清晰、含糊不清现象； 是否认真组织制定并实施企业安全管理制度、 定期开展安全检查，落实双重预防工 作机制等情况。	电力企业及 各类并网主 体

电力安全治理专项行动任务细化表			
章节	文件要求	检查核实内容	涉及主体
6	各责任主体应通过夯实物理基础、强化安全管理、加强科技创新等方式，按照技术规定提升系统友好能力，承担涉网安全义务，协同打造共同而有区别的新型电力系统安全责任体系。	1. 各涉网责任主体及大用户通过夯实物理基础、强化安全管理、加强科技创新等相关举措提升系统友好能力情况；继电保护、安全稳定控制装置、通信设备等二次系统配置是否符合涉网要求，是否存在系统不友好行为现象。 2. 并网主体是否对照《电力系统安全稳定导则》《电力系统网源协调技术导则》以及风电、光伏、储能等相关的国家标准及行业标准等规定要求承担涉网安全义务。	电力企业及各类并网主体，大用户
（三）健全监督管理体系			
7	按照管行业必须管安全、管业务必须管安全、管生产经营必须管安全的原则，推动明确行业监管、区域监管与地方监管职责。	1. 地方能源主管部门推动明确行业主管部门电力安全生产管理职责，建立健全安全生产责任制，明确各级地方电力安全监管职责情况。 2. 对新兴行业、领域的电力安全生产监督管理职责不明确的，地方能源主管部门积极推动地方各级人民政府按照业务相近的原则确定监督管理部门情况。	地方能源主管部门
8	完善电力安全监管权责清单，健全跨部门安全监管信息共享和联合监管工作机制，推动形成齐抓共管、各司其职的安全监管格局。	1. 地方能源主管部门、派出机构是否建立并及时更新电力安全监管权责清单。 2. 地方能源主管部门、派出机构建立完善跨部门安全监管信息共享和联合监管工作机制情况。	地方能源主管部门，派出机构
9	进一步落实跨区输电、跨省大坝、点对点网送电等建设运行模式下对调度管理、运行维护、信息报送、事故调查的安全监管责任。	国家能源局梳理检查跨区输电、跨省大坝、点对点网送电等建设运行项目是否存在安全监管职责空白或不清晰的情况，以及推进明确安全监管责任情况。	国家能源局
（四）完善政策法规体系			
10	加快《电力安全事故应急处置和调查处理条例》（国务院令 第 599 号）修订，健全完善特高压输电、配电网安全管理和电力设施安全防护等制度规范，针对性补强系统安全评估、新型并网主体涉网安全等监督管理政策措施。	国家能源局推动完善 599 号令修订及特高压输电、配电网安全管理和电力设施安全防护等制度规范相关举措，推动出台系统安全评估、新型并网主体涉网安全等监督管理政策相关情况。	国家能源局
11	加强安全治理跨行业协同，推动在自然资源、森林消防、交通运输、市政建设等相关领域政策法规的制修订中充分考虑电力行业重大风险防范要求。	国家能源局及相关部门推动建立完善针对密集通道、电力应急、设备管理等方面的跨行业协同机制情况。	国家能源局
（五）优化标准规范体系			
12	强化对标准工作的顶层设计和统筹谋划，推动成立电力安全治理标准委员会，健全以强制性标准为主体、推荐性标准为补充、国行企团地各级标准协调发展的电力安全治理标准体系。	国家能源局及相关部门推动电力安全治理标准委员会建立情况。	国家能源局

电力安全治理专项行动任务细化表			
章节	文件要求	检查核实内容	涉及主体
13	重点梳理涉网管理、运行控制、设备运维、网络安全等与电力安全强相关的标准规范清单，在规划设计阶段针对重点地区、特殊场景合理提升设防标准，对不符合灾害防控标准的既有设施进行改造或迁移，尽可能规避电力安全事故风险。	1. 国家能源局及相关部门针对重点地区、特殊场景进行标准规范适应性梳理分析，合理修订标准规范，因地制宜提升设防标准。 2. 电力企业对不符合灾害防控标准的既有设施进行改造、迁移等情况。	国家能源局，电力企业
14	建立反事故措施整改评估机制，强化各项措施落实，及时推动行业反事故措施重点条款向标准转化。	国家能源局及相关部门推动完善成熟反事故措施向标准规范转化情况。	国家能源局
二、增强电力安全治理能力			
（一）提升大电网风险管控能力			
15	进一步加强新型电力系统安全特性研究，推进新能源涉网模型库统一管理与参数开放，掌握高比例可再生能源、高比例电力电子设备接入电力系统、特高压交直流混联运行的稳定机理和运行特征。	1. 电网企业及其调度机构加强新型电力系统安全特性研究，会同发电企业建立新能源涉网模型库情况。 2. 电网企业及其调度机构是否将所辖地区新能源并网逆变器的规模、种类纳入风险管理。 3. 电网企业及其调度机构推进涉网模型库统一管理与参数开放情况。	电网企业及其调度机构，发电企业
16	强化规划阶段电网安全稳定计算分析，通过优化电源布局、完善电网结构、强化电网合理分区运行及黑启动能力等措施提升电网安全韧性，支持服务大型新能源基地规划建设，从源头消减大面积停电安全风险和隐患。	1. 电网企业及其调度机构是否在规划阶段开展电网安全稳定计算深入分析，形成规划阶段电网安全稳定计算分析专项报告，包含系统论证规划方案及过渡期安全稳定等内容。 2. 电网企业及其调度机构是否针对大型新能源基地开展安全稳定计算专项分析，并将分析结论应用于优化常规电源与新能源布局优化、电网结构完善等。	电网企业及其调度机构
17	充分发挥系统运行方式分析在风险评估和控制中的牵头抓总作用，提升大电网风险态势感知能力，科学安排运行方式，保持合理网架强度与安全裕度。动态开展稳控策略和控制限额核算，持续巩固和完善电力系统安全防御“三道防线”。	1. 电网企业及其调度机构是否按要求做好系统运行方式分析报告工作并将所提风险管控任务落实到位。 2. 电网企业及其调度机构是否动态开展稳控策略和控制限额核算，定期滚动更新完善电力系统安全防御“三道防线”策略设置。	电网企业及其调度机构
18	健全大电网稳定破坏风险专项管控机制，围绕多回直流同时故障、重要输电通道全停、关键枢纽变电站（换流站）全停、负荷中心电压失稳、安控系统不正确动作等系统性重大风险，“一案一策”落实风险管控措施，确保大电网安全稳定运行。	电网企业及其调度机构是否围绕多回直流同时故障、重要输电通道全停、关键枢纽变电站（换流站）全停、负荷中心电压失稳、安控系统不正确动作等系统性重大风险，建立健全风险专项管控机制，“一案一策”落实风险管控措施。	电网企业及其调度机构
（二）强化配电网风险管控能力			
19	健全配电网安全运行风险管控机制，推动大电网安全风险识别、监视、控制体系向配电网延伸。	1. 电网企业及其调度机构推动大电网安全风险识别、监视、控制体系向配电网延伸相关情况。 2. 电网企业及其调度机构推动健全配电网安全风险管控机制相关情况。	电网企业及其调度机构

电力安全治理专项行动任务细化表			
章节	文件要求	检查核实内容	涉及主体
20	深化有源配电网运行风险管控，加强并网管理，规范新能源涉网控制保护配置。完善配电网调度运行机制，推动各电压等级分布式新能源实现“可观、可测、可调、可控”，提升配电网资源调配、故障处理和用户供电快速恢复能力。加强设备双向重过载、电压越限等风险智能监视与预警，做好分布式电源出力及电压管控。	1. 电网企业及其调度机构在分布式新能源并网前开展涉网控制保护审核验收管理相关情况。 2. 电网企业及其调度机构推动各电压等级分布式新能源“可观、可测、可调、可控”建设相关情况。 3. 电网企业及其调度机构是否定期监视预警分布式电源引起的设备重过载、电压越限等情况。	电网企业及其调度机构
21	强化城中村、偏远农村地区薄弱区段及县域大范围停电风险管控，结合乡村全面振兴电力安全治理需求，强化农村电力供应新要素接入风险管控，健全新要素并网调度、安全施工、运行维护等标准规范要求，全力保障民生用电安全可靠和惠民工程安全落地。	1. 电网企业针对网架薄弱县域电网开展专项风险管控，形成风险管控报告，制定针对性网架、设备等改造升级相关情况。 2. 电网企业及其调度机构针对乡村全面振兴下新要素接入农村电网开展安全风险分析并制定安全风险管控措施情况。	电网企业及其调度机构
(三) 提升发电侧风险管控能力			
22	加强新工况下发发电机组安全风险管控，深化火电超低排放和“三改联动”机组安全管理，重点强化延寿运行、应急转备用等新场景以及深度调峰、频繁启停、快速爬坡、绿色低碳燃料掺烧等新工况下安全风险管控，补强风险监测手段，细化检修运维策略，优化机组调度运行方式，持续降低机组非停受阻水平。	发电企业加强新工况下发发电机组安全风险管控相关情况，是否定期开展火电超低排放和“三改联动”等新工况下火电机组安全风险分析评估和风险管控。	发电企业
23	加强发电厂全停隐患排查治理，建立完善供煤、供水、供气、核电冷源等环节隐患排查及防范机制，避免非电因素引发全厂停电事故。	1. 发电企业加强全停隐患排查治理情况。 2. 发电企业推动制定非电因素隐患清单情况，是否定期针对供煤、供水、供气、核电冷源等非电因素开展隐患排查治理。	发电企业
24	加强新能源及新型储能等新型并网主体涉网安全管理，通过提升涉网安全性能、加强涉网参数管理、优化并网接入服务、强化并网运行管理等措施，提升调度机构并网安全管理水平。	1. 通过检查新能源及新型储能等新型并网主体的涉网安全管理制度、涉网性能试验报告等，检查发电企业各类并网主体涉网安全管理情况。 2. 电网企业及其调度机构强化涉网安全性能、加强涉网参数管理、优化并网接入服务、强化并网运行管理等相关措施情况。	发电企业及其类并网主体，电网企业及其调度机构
25	完善水电站大坝防汛调度、安全定期检查、安全注册登记、信息化建设等制度，加强病险大坝的除险加固和隐患排查治理。加强水电站大坝安全监测、风险分析和隐患治理，强化高坝大库、抽蓄电站安全性评估能力。	大坝运营单位是否定期开展水电站大坝安全性能分析，以及病险大坝的除险加固和隐患排查治理，落实水电站大坝防汛调度、安全注册登记等制度情况。	电力企业
(四) 强化用电侧涉网风险管控能力			
26	加强用户侧涉网风险管控，电网企业严格开展用户接入系统的安全可靠性审查，督促用户按标准配置继电保护和自动装置，落实电网低频低压减负荷等稳定控制要求，按规定开展接入谐波评估和谐波治理，深入评估用户侧站内设备故障等威胁电网安全的风险，对用户提出管控要求。	1. 电网企业是否严格开展用户接入系统安全审查，评估用户侧威胁电网安全的风险，形成用户侧涉网安全风险分析报告。 2. 电网企业通过技术监督、现场检查指导等方式督促用户落实国家及行业安全相关要求，按规定开展接入谐波评估和谐波治理的情况。	电网企业

电力安全治理专项行动任务细化表			
章节	文件要求	检查核实内容	涉及主体
27	调度机构加强用户涉网控制保护配置及参数的技术监督，指导用户合理制定相关运行方式及参数，督促用户落实各项反事故措施要求，引导用户积极参与需求侧响应，提升系统安全调节能力。	1. 电网企业及其调度机构加强用户侧涉网风险技术监督相关情况。 2. 电网企业及其调度机构指导用户合理制定相关运行方式及参数，督促用户落实相关反事故措施要求，引导用户积极参与需求侧响应情况。	电网企业及其调度机构
28	地方电力主管部门应建立用户侧涉网风险治理机制，组织用户落实风险管控措施，消除安全隐患。	地方能源主管部门是否建立完善用户侧涉网风险治理机制，以及会同电网企业组织好用户落实风险管控措施情况。	地方能源主管部门，电网企业
(五) 加强设备安全管理和工程质量监督能力			
29	加强设备质量安全管理，推动电力设备质量跨部门联合监管机制有效运转，加强联合执法。将设备可靠性指标、质量监督检查报告等纳入电力设备质量安全风险监测平台、国家能源局资质和信用系统，实现信息共享和风险联合监测。	1. 地方能源主管部门会同派出机构强化电力设备质量安全联合监管情况。 2. 电力企业及时准确将电力设备可靠性指标、质量监督检查报告纳入电力设备质量安全风险监测平台、国家能源局资质和信用系统情况。	地方能源主管部门，派出机构，电力企业
30	探索建立设备质量安全“黑名单”和重大缺陷电力设备“召回”制度，落实设备质量安全风险闭环管控。围绕设备可靠性提升、防灾减灾建设等方向，推进电力设备大规模更新改造。	1. 电力企业建立设备质量安全“黑名单”和重大缺陷电力设备“召回”制度的情况。 2. 电力企业围绕设备可靠性提升、防灾减灾建设等方向，推进电力设备大规模更新改造情况。	电力企业
31	进一步完善电力建设工程质量监督管理制度和分类监督管理机制，明确监督职责、方式、范围等要求。实施高标准、最严格的电力工程质量管理，严防工程安全隐患导致电力安全事故发生。	1. 国家能源局建立完善电力建设工程质量监督管理制度和分类监督管理机制情况。 2. 电力企业落实电力建设工作质量监督制度，确保电力工程质量的情况。	国家能源局，电力企业
(六) 深化电力监控系统安全防护能力			
32	落实电力监控系统安全防护有关法规要求，严格管控电力监控系统的安全分区部署，重点加强新并网主体、新业务形态的分区分控，根据发展规模和新技术应用，及时优化调整分区防护策略、落实整改措施，杜绝违规分区。	电力企业按照《电力监控系统安全防护规定》等相关要求，落实电力监控系统网络安全防护情况。	电力企业
33	强化电力监控系统供应链安全与内生安全，优先采用安全可信产品，推广供应链全环节可信管理措施，增强产业链供应链风险防控能力，打造自主可控、安全可靠的电力网信基础设施供应链，加强漏洞隐患闭环管控；落实系统本体安全加固要求，通过开发设计与配置等手段构建系统内生安全属性，逐步建立系统本体安全免疫能力。	1. 电力企业按要求提升电力监控系统关键环节国产化水平，增强产业链供应链风险管控情况。 2. 电力企业加强电力监控系统漏洞隐患闭环管控情况。 3. 电力企业是否按照国家及行业法规标准落实系统本体安全加固要求。	电力企业
34	建立健全电力监控系统网络安全监测预警机制，丰富监测采集手段，扩展监测覆盖范围，进一步提高网络安全态势感知水平和应急处置能力。	1. 电力企业建立健全电力监控系统网络安全监测预警机制，实时监视分析电力监控系统网络安全运行状态及可疑行为的情况。 2. 电力企业是否及时将告警信息同步传送至相应电力调度机构。	电力企业

电力安全治理专项行动任务细化表			
章节	文件要求	检查核实内容	涉及主体
(七) 加强电力应急能力			
35	健全电力行业应急指挥协调机制，优化中央与地方分级响应机制，明确各级各类突发事件响应程序。完善应急预案体系，修订国家及各级政府大面积停电事件应急预案，将新型并网主体纳入应急组织体系。电力企业应充分考虑分布式电源对配电网的支撑作用，修编完善应急预案和现场处置方案，进一步加强与各级政府应急预案的衔接。	1. 地方能源主管部门推动地方政府是否按照国家要求及时修订完善本行政区域大面积停电事件应急预案的情况，将新型并网主体纳入应急组织体系情况。 2. 电力企业是否按照相关要求及时修编完善应急预案和现场处置方案的情况，是否充分考虑分布式电源对配电网的支撑作用，加强与各级政府应急预案的衔接。	地方能源主管部门，电力企业
36	加强气象信息和自然灾害风险监测，提高临灾预报预警和应急响应联动能力。建立应急处置后评估及反馈机制，指导电力企业与重要用户科学提升防灾减灾救灾能力。	1. 地方能源主管部门、派出机构、电力企业主动会同气象等相关部门加强气象信息和自然灾害风险监测，提高临灾预报预警和应急响应联动能力相关情况。 2. 地方能源主管部门会同派出机构是否及时指导督促电力企业与重要用户科学提升防灾减灾救灾能力。	地方能源主管部门，派出机构，电力企业
37	增强跨区域联合处置能力，依托国家级电力应急基地和研究中心，加快开展适应新型电力系统的应急救援力量规模、布局、装备配备和基础设施建设。健全京津冀、长三角、粤港澳大湾区等跨区应急救援资源共享及联合处置机制，提升重点区域突发事件的协同应对实战能力。	1. 国家能源局及相关部门依托国家级电力应急基地和研究中心，加快开展适应新型电力系统的应急救援力量规模、布局、装备配备和基础设施建设情况。 2. 国家能源局及相关部门健全京津冀、长三角、粤港澳大湾区等跨区应急救援资源共享及联合处置机制情况。	国家能源局，相关地方能源主管部门，派出机构，电力企业
三、完善电力安全治理措施			
(一) 坚持统一调度			
38	严肃调度纪律，各类并网主体应依法依规履行并网安全责任，服从调度管理。调度机构严格落实标准规程要求，科学安排运行方式、强化定值及并网参数管理、实施调控运行，杜绝违章作业，确保电网安全稳定运行。	1. 各类并网主体依法依规履行并网安全责任，服从调度管理情况。 2. 调度机构严格落实标准规程要求，包括科学安排运行方式、强化定值及并网参数管理、实施调控运行等情况。	调度机构，各类并网主体
39	细化对水风光储多能互补、流域水电综合开发等新业态调度管理要求，厘清调管界面。提升主配网一体化安全高效协同管理能力，增强海量新型并网主体调控能力，推动新型并网主体纳入调度管理范畴。	1. 调度机构针对水风光储多能互补、流域水电综合开发等新业态是否建立相关调度管理制度，调度权责划分是否明确。 2. 电网企业及其调度机构推动建立主配网一体化安全高效协同管理机制，将新型并网主体纳入调度管理情况。	调度机构
40	深化电网调度运行与电力市场交易组织的衔接，严格开展安全校核，保障市场环境下电力系统的安全可控。	调度机构是否建立完善针对各类电力市场交易的安全校核制度， 以及开展相关工作情况。	调度机构
(二) 深化双重预防机制			

电力安全治理专项行动任务细化表			
章节	文件要求	检查核实内容	涉及主体
41	深化电力安全风险分级管控，健全适用于新型电力系统的风险识别、定级、监视和控制等全过程管控机制，将新型并网主体纳入风险管控范畴，明确各方风险管控责任。	1. 电网企业及其调度机构、各类并网主体是否落实《电网安全风险管控办法》要求，采取相关措施健全适用于新型电力系统的风险识别、定级、监视和控制等全过程管控机制情况。 2. 电力企业是否将新型并网主体纳入风险管控范畴。	电网企业、各类并网主体
42	充分认识新技术应用风险的不确定性和复杂性，从新技术研发阶段开始建立安全风险全过程评估管控机制，建立面向全行业的新技术安全风险监测和报告制度，有效管控新技术研发应用给电力系统安全稳定运行带来的风险。	1. 电力企业对新技术应用是否同步建立相关风险管控机制，相关重大问题是否向国家能源局报告。 2. 国家能源局推动制定面向全行业的新技术安全风险监测和报告制度情况。	国家能源局，电力企业
43	强化电力安全隐患排查治理，研究出台新型电力系统重大事故隐患判定标准，建立健全覆盖全行业的电力重大事故隐患数据库，从规划设计、建设施工、设备运维等各环节开展隐患整治，严格落实重大事故隐患挂牌督办机制，确保重大隐患动态清零。	1. 国家能源局完善新型电力系统重大事故隐患判定标准情况。 2. 国家能源局推动建立电力重大事故隐患数据库情况。 3. 地方能源主管部门、派出机构落实重大事故隐患挂牌督办机制情况，是否实现重大隐患动态清零。	国家能源局，地方能源主管部门，派出机构
(三) 加强技术监督			
44	国家能源局及其派出机构、地方政府电力管理部门应健全完善电力行业技术监督体系，积极培育电力行业技术服务市场，有效发挥市场化技术监督对电力安全的支撑作用。	国家能源局、地方能源主管部门、派出机构推动完善电力行业技术监督体系相关政策举措及出台积极培育技术服务市场相关指导意见情况。	国家能源局及其派出机构，地方能源主管部门
45	电力企业及相关电力用户应建立健全技术监督组织机构、制度标准，配备满足技术监督要求的人员、装备及相关资源，规范开展本单位技术监督工作。	电力企业及相关电力用户是否建立健全技术监督组织机构、制度标准，是否配备满足技术监督要求的人员、装备及相关资源，是否规范开展本单位技术监督工作。	电力企业及相关电力用户
46	夯实并网技术监督机制，电网调度机构应按规定落实并网安全技术监督管理职责，定期开展并网安全检查与指导，加强调管范围内电力企业及相关电力用户二次系统、监控系统技术监督工作。	1. 电网企业及其调度机构履行并网安全技术监督管理职责，定期开展并网安全检查与指导情况。 2. 电网企业及其调度机构针对调管范围内电力企业及用户的二次系统和监控系统的技术监督相关举措。	电网企业及其调度机构
(四) 健全协同和联动机制			
47	持续深化源网协同，完善并网电厂涉网安全管理联席会议机制和网络安全联席会议机制，加强电网调度机构与电力企业、各并网主体的风险协同管控。	1. 国家能源局及其派出机构组织开展并网电厂涉网安全管理联席会议机制和网络安全联席会议情况。 2. 派出机构完善并网电厂涉网安全管理联席会议机制情况，是否将各类并网主体纳入相关会议机制。	国家能源局及其派出机构

电力安全治理专项行动任务细化表			
章节	文件要求	检查核实内容	涉及主体
48	深化跨部门联动，将关键枢纽变电站、换流站等重大基础设施电力安全风险管控纳入联防联控机制，加强与公安、住建、应急、自然资源、林草、气象等部门的协同，定期会商研判，有效管控并消除外力破坏、山火、极端天气、地质灾害等重大风险隐患。	1. 地方能源主管部门是否将关键枢纽变电站、换流站等重大基础设施纳入联防联控机制，实现跨部门协同风险管控。 2. 地方能源主管部门加强与公安、住建、应急、自然资源、林草、气象等部门的协同，定期会商研判，组织电力企业有效管控并消除外力破坏、山火、极端天气、地质灾害等重大风险隐患情况。	地方能源主管部门，电力企业
(五) 坚持科技兴安			
49	推动电力安全相关基础理论、重大技术和装备攻关，加快先进技术示范和推广应用，为新型电力系统安全稳定运行提供有力支撑。主动融入安全科技产业创新生态，推动电力安全科技创新、产业创新的深度融合，加快电力安全科技创新成果转化应用。积极适应新型电力系统数字化智能化发展趋势，推动研究人工智能技术在电力系统应用进程中存在的安全风险、责任划分及监管原则，全面提升电力安全快速感知、实时监测、超前预警和安全评估能力，通过强化技术手段从源头消除安全风险与隐患。	电力企业在推动电力安全相关基础理论、重大技术和装备攻关，加快先进技术示范和推广应用，建立电力安全科技创新成果转化机制，积极适应新型电力系统数字化智能化发展趋势等方面，通过强化技术手段从源头消除安全风险与隐患等工作推进情况。	电力企业
(六) 推进文化育安			
50	树立“和谐守规、安全共治”新型电力系统安全文化理念，搭建电力安全文化宣教平台，创新工作理念和传播形式，构建电力安全文化新形态。强化面向基层的宣传引导，电力企业应加强对新型并网主体投资者、运营者电力安全文化的宣教培训，将电力安全政策法规和安全知识宣传融入日常供电服务工作，延伸到基层、拓展到各个单位、覆盖到广大群众，提升全社会的电力安全意识。	1. 地方能源主管部门、派出机构、电力企业加强电力安全文化宣教，构建电力安全文化新形态等方面工作情况。 2. 电力企业及时组织开展新型并网主体投资者、运营者电力安全文化的宣教培训工作情况。 3. 电力企业将电力安全政策法规和安全知识宣传融入日常供电服务工作，延伸到基层、拓展到各个单位、覆盖到广大群众的推进情况。	地方能源主管部门，派出机构，电力企业
51	加强电力设施保护宣传，坚持集中性宣传教育与经常性宣传教育相结合，建立全社会联合参与的电力设施保护机制，通过人防、物防、技防相结合的方式加强预控，严厉打击破坏行为，营造群众监督、社会支持的保护格局。	地方能源主管部门、派出机构、电力企业加强电力设施保护宣传，推动建立全社会联合参与的电力设施保护机制，营造群众监督、社会支持的保护格局情况。	地方能源主管部门，派出机构，电力企业
四、提升电力安全监督管理效能			
(一) 严格安全监管执法			

电力安全治理专项行动任务细化表			
章节	文件要求	检查核实内容	涉及主体
52	加强电力安全执法检查，完善执法程序规定，规范通报、约谈制度。完善安全生产执法信息公开制度，建立电力安全信息共享平台，及时发布执法信息。健全以安全信用为核心的新型监管机制，加快推进电力安全监管数字化智能化工程建设，探索创新非现场等监管模式。	1. 国家能源局及其派出机构、地方能源主管部门依法依规规范开展调查、通报、约谈、处罚等电力安全执法情况。 2. 国家能源局及其派出机构、地方能源主管部门推动建立完善电力安全信息共享机制及公开执法信息情况，是否定期公开执法信息，是否纳入信用监管体系。 3. 派出机构在推进安全监管数智化建设、探索非现场监管模式等新型监管机制探索情况。	国家能源局及其派出机构，地方能源主管部门
(二) 加强安全信息管理			
53	严格电力安全信息报送工作，针对新形势、新业态持续完善信息报送要求，建立电力安全信息快报、续报、核报、详报机制，分层分级规范开展电力安全信息报送，对迟报、漏报、瞒报、谎报的情况要依法依规严肃追责处理。健全电力安全风险隐患和事故等基础数据和信息共享机制，依托行业组织建立电力安全基础数据平台，统一数据采集存储和统计分析标准，分级分类开放共享电力安全基础数据与信息，提升全行业风险预防预控能力。	1. 地方能源主管部门、派出机构采取措施贯彻落实国家能源局分层分级规范开展电力安全信息报送制度以及对迟报、漏报、瞒报、谎报情况依法依规严肃追责处理情况。 2. 电力企业是否严格落实有关电力安全信息报送要求。 3. 国家能源局、派出机构会同电力企业将电力安全风险隐患和事故等基础数据和信息分级分类充分纳入电力安全基础数据平台，建立完善数据采集存储和统计分析标准的情况。	国家能源局，地方能源主管部门，派出机构，电力企业
(三) 依法依规开展事故调查			
54	严格电力安全事故调查，国家能源局及其派出机构应依法依规组织开展电力安全事故和运行过程中发生的电力设备事故调查处理，严格按照《电力安全事故应急处置和调查处理条例》（国务院令第 599 号）和《生产安全事故报告和调查处理条例》（国务院令第 493 号）明确的事故调查权限开展事故调查，不得以任何理由不开展调查，或者随意降低事故调查组织的等级。建立电力安全执法法律顾问制度，提升执法的规范性。建立健全事故调查后评估和责任倒查机制，对事故发生单位和有关人员落实事故防范和整改措施的情况进行监督检查，对拒不整改或消极应对的有关单位和个人，应当按照有关规定追究责任。	1. 国家能源局及其派出机构依法依规组织开展电力安全事故和运行过程中发生的电力设备事故调查处理，是否存在不开展调查或者随意降低事故调查组织等级情况。 2. 国家能源局及其派出机构提升执法规范性相关情况。 3. 国家能源局及其派出机构对事故发生单位和有关人员落实事故防范和整改措施的情况进行监督检查工作情况。	国家能源局及其派出机构
(四) 提升安全监督管理水平			
55	建立电力安全监管干部专业知识定期培训机制，创新学习方式方法，提升监管干部的专业技术水平和防范化解风险能力。定期举行法律知识培训，树立法治理念、法治思维，提高依法行政能力，全面履行法定职责。	1. 国家能源局、地方能源主管部门、派出机构开展电力安全监管干部专业知识定期培训情况。 2. 国家能源局、地方能源主管部门、派出机构定期举行电力安全监管法律知识培训情况。	国家能源局及其派出机构，地方能源主管部门

国家发展和改革委员会关于印发《深化新能源上网电价市场化改革 促进新能源高质量发展》的通知

国家发展和改革委员会关于印发《深化新能源上网电价市场化改革 促进新能源高质量发展》的通知

发改价格〔2025〕136号

各省、自治区、直辖市及新疆生产建设兵团发展改革委、能源局，天津市工业和信息化局、辽宁省工业和信息化厅、重庆市经济和信息化委员会、甘肃省工业和信息化厅，北京市城市管理委员会，国家能源局各派出机构，国家电网有限公司、中国南方电网有限责任公司、内蒙古电力（集团）有限责任公司、中国核工业集团有限公司、中国华能集团有限公司、中国大唐集团有限公司、中国华电集团有限公司、国家电力投资集团有限公司、中国长江三峡集团有限公司、国家能源投资集团有限责任公司、国家开发投资集团有限公司、华润（集团）有限公司、中国广核集团有限公司：

为贯彻落实党的二十届三中全会精神和党中央、国务院关于加强构建新型电力系统、健全绿色低碳发展机制的决策部署，充分发挥市场在资源配置中的决定性作用，大力推动新能源高质量发展，现就深化新能源上网电价市场化改革有关事项通知如下。

一、总体思路

按照价格市场形成、责任公平承担、区分存量增量、政策统筹协调的要求，深化新能源上网电价市场化改革。坚持市场化改革方向，推动新能源上网电量全面进入电力市场、通过市场交易形成价格。坚持责任公平承担，完善适应新能源发展的市场交易和价格机制，推动新能源公平参与市场交易。坚持分类施策，区分存量项目和增量项目，建立新能源可持续发展价格结算机制，保持存量项目政策衔接，稳定增量项目收益预期。坚持统筹协调，行业管理、价格机制、绿色能源消费等政策协同发力，完善电力市场体系，更好支撑新能源发展规划目标实现。

二、推动新能源上网电价全面由市场形成

（一）推动新能源上网电量参与市场交易。新能源项目（风电、太阳能发电，下同）上网电量原则上全部进入电力市场，上网电价通过市场交易形成。新能源项目可报量报价参与交易，也可接受市场形成的价格。

参与跨省跨区交易的新能源电量，上网电价和交易

机制按照跨省跨区送电相关政策执行。

（二）完善现货市场交易和价格机制。完善现货市场交易规则，推动新能源公平参与实时市场，加快实现自愿参与日前市场。适当放宽现货市场限价，现货市场申报价格上限考虑各地目前工商业用户尖峰电价水平等因素确定，申报价格下限考虑新能源在电力市场外可获得的其他收益等因素确定，具体由省级价格主管部门商有关部门制定并适时调整。

（三）健全中长期市场交易和价格机制。不断完善中长期市场交易规则，缩短交易周期，提高交易频次，实现周、多日、逐日开市。允许供需双方结合新能源出力特点，合理确定中长期合同的量价、曲线等内容，并根据实际灵活调整。完善绿色电力交易政策，申报和成交价格应分别明确电能量价格和相应绿色电力证书（以下简称绿证）价格；省内绿色电力交易中不单独组织集中竞价和滚动撮合交易。

鼓励新能源发电企业与电力用户签订多年期购电协议，提前管理市场风险，形成稳定供求关系。指导电力交易机构在合理衔接、风险可控的前提下，探索组织开展多年期交易。

三、建立健全支持新能源高质量发展的制度机制

（四）建立新能源可持续发展价格结算机制。新能源参与电力市场交易后，在市场外建立差价结算的机制，纳入机制的新能源电价水平（以下简称机制电价）、电量规模、执行期限等由省级价格主管部门会同省级能源主管部门、电力运行主管部门等明确。对纳入机制的电量，市场交易均价低于或高于机制电价的部分，由电网企业按规定开展差价结算，结算费用纳入当地系统运行费用。

（五）新能源可持续发展价格结算机制的电量规模、机制电价和执行期限。2025年6月1日以前投产的新能源存量项目：（1）电量规模，由各地妥善衔接现行具有保障性质的相关电量规模政策。新能源项目在规模范围内每年自主确定执行机制的电量比例、但不得高于上一年。鼓励新能源项目通过设备更新改造升级等方式提升竞争力，主动参与市场竞争。（2）机制电价，按现行价格政策执行，不高于当地煤电基准价。（3）执行期限，按照现行相关政策保障期限确定。光热发电项目、已开展竞争性配置的海上风电项目，按照各地现行政策执行。

2025年6月1日起投产的新能源增量项目：（1）每年新增纳入机制的电量规模，由各地根据国家下达的年度非水电可再生能源电力消纳责任权重完成情况，以及用户承受能力等因素确定。超出消纳责任权重的，次年纳入机制的电量规模可适当减少；未完成的，次年纳入机制的电量规模可适当增加。通知实施后第一年新增纳入机制的电量占当地增量项目新能源上网电量的比例，要与现有新能源价格非市场化比例适当衔接、避免过度波动。单个项目申请纳入机制的电量，可适当低于其全部发电量。（2）机制电价，由各地每年组织已投产和未来12个月内投产、且未纳入过机制执行范围的项目自愿参与竞价形成，初期对成本差异大的可按技术类型分类组织。竞价时按报价从低到高确定入选项目，机制电价原则上按入选项目最高报价确定、但不得高于竞价上限。竞价上限由省级价格主管部门考虑合理成本收益、绿色价值、电力市场供需形势、用户承受能力等因素确定，初期可考虑成本因素、避免无序竞争等设定竞价下限。（3）执行期限，按照同类项目回收初始投资的平均期限确定，起始时间按项目申报的投产时间确定，入选时已投产的项目按入选时间确定。

（六）新能源可持续发展价格结算机制的结算方式。对纳入机制的电量，电网企业每月按机制电价开展差价结算，将市场交易均价与机制电价的差额纳入当地系统运行费用；初期不再开展其他形式的差价结算。电力现货市场连续运行地区，市场交易均价原则上按照月度发电侧实时市场同类项目加权平均价格确定；电力现货市场未连续运行地区，市场交易均价原则上按照交易活跃周期的发电侧中长期交易同类项目加权平均价格确定。各地将每年纳入机制的电量分解至月度，各月实际上网电量低于当月分解电量的，按实际上网电量结算，并在年内按月滚动清算。

（七）新能源可持续发展价格结算机制的退出规则。已纳入机制的新能源项目，执行期限内可自愿申请退出。新能源项目执行到期，或者在期限内自愿退出的，均不再纳入机制执行范围。





四、保障措施

（八）加强组织落实。各省级价格主管部门会同能源主管部门、电力运行主管部门等制定具体方案，做好影响测算分析，充分听取有关方面意见，周密组织落实，主动协调解决实施过程中遇到的问题；加强政策宣传解读，及时回应社会关切，凝聚改革共识。国家能源局派出机构会同有关部门加强市场监管，保障新能源公平参与交易，促进市场平稳运行。电网企业做好结算和合同签订等相关工作，对新能源可持续发展价格结算机制执行结果单独归集。

（九）强化政策协同。强化规划协同，各地改革实施方案要有利于国家新能源发展规划目标的落实，并做好与国家能源电力规划的衔接。强化改革与绿证政策协同，纳入可持续发展价格结算机制的电量，不重复获得绿证收益。电网企业可通过市场化方式采购新能源电量作为代理购电来源。强化改革与市场协同，新能源参与市场后因报价等因素未上网电量，不纳入新能源利用率统计与考核。强化改革与优化环境协同，坚决纠正不当干预电力市场行为，不得向新能源不合理分摊费用，不得将配置储能作为新建新能源项目核准、并网、上网等的前置条件。享有财政补贴的新能源项目，

全生命周期合理利用小时数内的补贴标准按照原有规定执行。

（十）做好跟踪评估。各地要密切跟踪市场价格波动、新能源发电成本和收益变化、终端用户电价水平等，认真评估改革对行业发展和企业经营等方面的影响，及时总结改革成效，优化政策实施，持续增强市场价格信号对新能源发展的引导作用。国家结合新能源技术进步、电力市场发展、绿色电力消费增长和绿证市场发展等情况，不断完善可再生能源消纳责任权重制度，适时对新能源可持续发展价格结算机制进行评估优化、条件成熟时择机退出。

各地要在2025年底前出台并实施具体方案，实施过程中遇有问题及时向国家发展改革委、国家能源局报告，国家将加强指导。现行政策相关规定与本通知不符的，以本通知为准。对生物质、地热等发电项目，各地可参照本通知研究制定市场化方案。

国家发展改革委
国家能源局
2025年1月27日

02

政策解读

- 国家发展和改革委员会等关于联合印发《电力系统调节能力优化专项行动实施方案（2025—2027年）》的通知





国家发展和改革委员会等关于联合印发《电力系统调节能力优化专项行动实施方案(2025—2027年)》的通知

国家发展和改革委员会等关于联合印发《电力系统调节能力优化专项行动实施方案(2025—2027年)》的通知

发改能源〔2024〕1803号

各省、自治区、直辖市、新疆生产建设兵团发展改革委、能源局，北京市城市管理委员会，天津市、辽宁省、上海市、重庆市、四川省、甘肃省工信厅（经信委），国家能源局各派出机构，国家电网有限公司、中国南方电网有限责任公司、内蒙古电力（集团）有限责任公司、中国华能集团有限公司、中国大唐集团有限公司、中国华电集团有限公司、国家电力投资集团有限公司、中国长江三峡集团有限公司、国家能源投资集团有限责任公司、国家开发投资集团有限公司、华润（集团）有限公司、中国中煤能源集团有限公司、中国国际工程咨询有限公司，中国电力企业联合会，电力规划设计总院、水电水利规划设计总院、国核电力规划设计研究院有限公司：

为进一步落实《加快构建新型电力系统行动方案（2024—2027年）》和《关于加强电网调峰储能和智能化调度能力建设的指导意见》，着力提升电力系统调节能力和调用水平，有效支撑新能源消纳利用，国家发展改革委、国家能源局制定了《电力系统调节能力优化专项行动实施方案（2025—2027年）》。现印发给你们，请认真组织落实，因地制宜推进调节能力建设。

《电力系统调节能力优化专项性能实施方案（2025-2027年）》为加快实施《加快构建新型电力系统行动方案（2024—2027年）》和《关于加强电网调峰储能和智能化调度能力建设的指导意见》有关要求，着力提升电力系统调节能力和调用水平，支撑新型电力系统构建，制定本方案。

一、总体要求

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻落实党的二十大及二十届二中、三中全会精神，把握新发展阶段，贯彻新发展理念，构建新发展格局，统筹发展和安全，充分发挥市场作用，更好发挥政府作用，着力针对各地区新能源合理消纳利用要求，科学分析调节能力需求规模和特征，制定各类调节资源合理配置和优化组合方案，优化各类调节资源调用方式，优化电力系统调节能力，加快推进新型电力系统建设。

到2027年，电力系统调节能力显著提升，各类调节资源发展的市场环境和商业模式更加完善，各类调节资源调用机制进一步完善。通过调节能力的建设优化，支撑2025—2027年年均新增2亿千瓦以上新能源的合理消纳利用，全国新能源利用率不低于90%。

二、编制调节能力建设方案

调节能力建设方案是能源电力发展规划的组成部分。各省（区、市）能源主管部门要落实本实施方案要求，编制本地区调节能力建设方案，于2025年6月底前报送国家发展改革委、国家能源局，并于每年年初结合“十五五”能源电力规划相关工作，报送年度实施进展、滚动修编等情况，国家能源局派出机构同步做好监管。

（一）科学测算调节能力需求。充分统筹新能源发展规模、技术经济性、电力市场运行等因素，衔接落实国家能源电力发展规划，以保障电力系统安全稳定运行和新能源合理消纳利用为目标，科学确定调节能力需求。

（二）着力增强抽水蓄能调节能力。高质量建设

一批生态友好、条件成熟的抽水蓄能电站，充分发挥抽水蓄能削峰填谷等多重作用，提升系统支撑调节能力。

（三）着力提升火电调节能力。按照2027年实现存量煤电机组“应改尽改”原则制定灵活性改造推进方案。在保障安全前提下，探索煤电机组深度调峰，最小技术出力达到新一代煤电升级有关指标要求，并确保煤耗不大幅增加，机组涉网性能符合系统运行要求。鼓励煤电企业结合市场需求自主配置调频储能。在具备条件的地区适度布局一批调峰气电项目，进一步提升气电调峰能力。

（四）改造或建设一批调度机构统一调度的新型储能电站。推动具备条件的存量新能源配建储能实施改造，由电力调度机构统一调度运行，提升调用水平。在统筹安排各类调节资源建设规模基础上，结合系统供电保障和安全稳定运行需要，优化选择适宜新型储能技术，高质量建设一批技术先进、发挥功效的新型储能电站。

（五）统筹提升可再生能源调节能力。大力支持流域龙头水库电站建设，积极推进流域水电扩机增容等灵活性提升改造，着力提高流域整体调节能力。积极布局系统友好型新能源电站建设，充分发挥新能源主动调节能力。因地制宜建设光热电站，鼓励生物质发电发挥调节能力。

（六）大力提升电网资源配置调节能力。充分考虑区域间、省间电力供需互补情况，合理提出区域间、省间调节资源优化配置方案，通过加强网架、优化运行方式、健全跨省跨区市场机制等措施，实现各类调节资源共享调配。加强并网接入管理，按照新型电力系统发展建设要求，加强调节性电源送出工程建设，完善新建电源接入程序，及时、规范做好项目并网接入工作。

（七）深入挖掘负荷侧资源调节潜力。优化省内负荷布局，以市场化方式引导具备条件的可调节负荷参与电力运行调节，明确以虚拟电厂、智能微电网等方式规范化、规模化、常态化、市场化参与系统调节的方案，健全完善负荷侧响应资源的调度运行机制和市场交易机制，实现可观、可测、可调、可控。

三、完善调节资源调用方式

（八）完善调节资源的分级调度。立足现行调度体系，结合各类调节资源功能定位，科学确定调度关系，强化各级调度优化衔接。科学开展电力调度，严格按照“三公”原则实施调度和“两个细则”考核管理。国家电力调度中心、南网总调、区域调度中心分别做好调节资源在区域间和省间的优化调用，推动调节资源跨地区共享。

电力调度机构应推动智能化调度控制技术应用，实现各类调节资源分级精细化管理。

（九）明确各类调节资源的调用序位。综合考虑系统需要、调度安全性、调节经济性等因素，各地区应研究提出各类调节资源的合理调用序位表，明确资源调用原则、优先级等，尽量减少主力煤电机组频繁深度调峰、日内启停调峰，实现资源优化配置。在电力现货市场连续运行地区，遵循市场交易结果调用各类调节资源，加强交易结果与序位表的校核分析，偏差过大时及时修订完善，促进市场机制更加合理。

（十）差异化发挥抽水蓄能电站调节作用。按照电站定位确定调节服务范围，省内调节电站重点发挥促进本地新能源消纳及保障电力安全供应作用；区域调节电站应由省级以上电力调度机构调用，优先保障电力安全供应。

（十一）优化煤电机组的调用方式。经济合理调用各类煤电机组，在确保安全的前提下，最大限度发挥煤电机组的经济调节能力。探索挖掘自备煤电机组的调节潜力。

（十二）提升新型储能调用水平。电力调度机构应结合本地实际制定新型储能调度运行细则，明确新型储能的调度关系。优化新型储能调度运行，发挥移峰填谷和顶峰发电作用，增强本地电力供应保障能力，实现应用尽用。在新能源消纳困难时段优先调度新型储能，实现日内应调尽调，减少弃风弃光。

（十三）推动系统友好型新能源电站一体化调用。电力调度机构根据相关标准明确系统友好型新能源电站涉网性能、涉网参数及运行管理要求。完善相关市场机制，鼓励系统友好型新能源电站充分发挥配套储能和智慧调控的作用，科学制定相对确定的出力曲线，并按照一体化的方式调用。

（十四）探索沙戈荒大型风电光伏基地和水风光

基地一体化调用。结合市场、价格等机制，试点探索沙戈荒基地和水风光基地一体化协同调用机制，优化基地整体涉网性能，提升稳定支撑能力。

四、完善调节资源参与市场机制

（十五）完善峰谷电价机制。电力现货运行地区，科学设置市场价格上下限，通过市场竞争形成合理峰谷价差，积极推动各类调节资源参与现货市场。尚未实现现货运行地区，进一步完善峰谷分时电价政策，引导各地区根据净负荷曲线优化峰谷时段划分，提升峰谷差价经济激励水平。完善用户侧峰谷分时电价机制，实现与发电侧电价机制联动。推动售电公司与用户签订峰谷分时电价合同。

（十六）加强区域内调节能力统筹和优化。建立健全调频、备用辅助服务市场体系，鼓励各地区因地制宜设置备用、爬坡、转动惯量等辅助服务品种，基于调节速率、响应时间、调节时长、调节精度等细分性能，建立以调节效果为导向的市场机制，公平反映各类调节资源调节价值。强化辅助服务市场规则执行，规范开展考核补偿工作。积极推动完善区域级辅助服务市场。在电网安全运行范围内，鼓励建立区域内负荷侧可调节资源的跨省调用和交易机制。

（十七）加快建立市场化容量补偿机制。现货市场连续运行地区，加快建立市场化容量补偿机制，以市场为导向确定容量需求和容量价值，对有效容量合理补偿，引导各类资源向系统提供中长期稳定容量。

五、加强组织实施

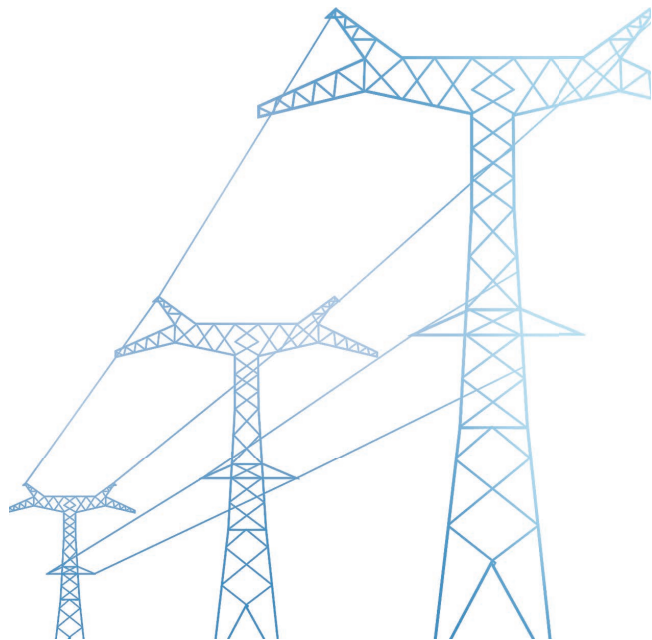
（十八）加强组织领导。国家发展改革委、国家能源局负责统筹协调，全面指导各地调节能力建设工作。地方能源主管部门建立完善与电力运行、价格、国土、消防等相关主管部门、能源监管机构、各类电力企业等协同合作的工作机制，因地制宜协同推进工作。

（十九）积极推动先行先试。加快提升电力系统调节能力的新技术试点应用，作为各地推动新型电力系统建设的创新举措，在后续新型电力系统建设成效评价中重点予以考虑。重大创新项目以及推进过程中的重要问题及时上报国家发展改革委、国家能源局。

（二十）落实各方责任。地方能源主管部门要做好方案编制、组织开展调节能力建设试点项目申报，多措并举做好本地调节能力建设方案落实落地，切实推动本地区调节能力建设。地方电力运行主管部门负责负荷侧资源开发利用、指导电力调度运行和做好电力市场相关工作。地方价格主管部门负责制定市场限价规则和市场化容量补偿机制方案。电力调度机构严格执行调用方式，保障各类调节资源充分调用。能源电力企业按照调节能力建设方案，切实做好调节资源的高质量建设和健康规范运营，积极参与各类调节资源试点项目申报工作。

（二十一）加强经济性评估。地方能源主管部门会同价格主管部门，在编制本地区调节能力建设方案时，要基于电力市场供需形势、市场电价水平、系统净负荷曲线等开展长周期仿真测算，评估调节能力经济性和对当地电价水平影响，具有较好经济性的调节能力建设项目可同步纳入相关能源电力发展规划。

（二十二）强化监管评估。国家能源局组织派出机构开展调节资源建设和调用情况监管，对新能源利用率大幅下降、新能源发展规模与调节能力不匹配、调节资源建设滞后、可调用调节能力未充分发挥的地区，督促省级能源主管部门分析原因并予以整改，及时出台有关政策措施，切实保障新能源合理利用率。全国电力规划实施监测预警中心按年度动态评估各地调节能力建设方案实施情况和发挥效果，基于各地上报方案统筹优化全国调节资源，开展全国调节能力经济性评估，报国家发展改革委、国家能源局。



国家附件：调节能力建设方案（2025—2027年）编制大纲附件

XX省（区、市）调节能力建设方案（2025—2027年）

一、发展现状

（一）新能源消纳利用现状

梳理截至上年年底时，本省（区、市）风电、光伏等新能源发电装机规模、发电量、利用率情况。

（二）调节能力现状

梳理截至上年年底时，本省（区、市）火电、抽水蓄能、新型储能、负荷侧等各类调节资源规模和调节能力，以及上年各类调节资源的运行情况和调节能力利用水平。

二、面临的形势与挑战

（一）发展形势

充分衔接本省（区、市）能源电力发展规划，分析负荷发展水平、各类电源（含集中式新能源、分布式新能源、沙戈荒大型风电光伏基地等）和主网架工程规划建设情况等。

（二）面临挑战

结合发展形势，客观分析新能源高质量发展面临的挑战，包括但不限于调节能力建设、电网调度运行和政策保障机制等方面。

三、调节能力需求

充分衔接本省（区、市）能源电力发展规划边界条件，统筹可再生能源发展、技术经济性等因素，以保障新能源合理消纳利用为目标，通过生产运行模拟和基于市场的长周期仿真测试合理确定逐年调节能力需求、建设目标和布局。

四、调节能力建设方案

（一）电源侧调节能力

按照本实施方案有关要求，分类明确煤电、气电、水电、光热等各类电源调节能力建设的规模、布局及时序。

1. 可再生能源调节能力
2. 火电调节能力

（二）电网侧调节能力

从提升电网优化配置可再生能源能力角度，明确加强区域及省间联络和主网架的必要性、建设规模和时序。研究优化电网运行的重点措施。

（三）需求侧调节能力

建立需求侧灵活调节资源库，制定需求侧资源常态化参与系统调节方案。

（四）抽水蓄能

结合国家抽水蓄能发展规划，落实2024—2027年投运的抽水蓄能电站调用情况，确保已投运电站全部调用，切实发挥系统调节能力。

（五）新型储能

按照本实施方案有关要求，结合调节能力需求，在统筹上述调节资源建设情况基础上，科学优化不同时间尺度新型储能建设规模、时长、布局和时序，细化发展模式，以及各类技术类型。

五、调节资源调用方式完善措施

包括但不限于各类调节资源的调用序位表；上一年度各类调节资源的调用情况，特别是各类调节资源在迎峰度夏、度冬以及新能源大发时段是否充分发挥调节能力等；推动完善各类调节资源调用方式的举措及后续完善计划。

六、市场机制和经济性评估

（一）市场机制。关于建立完善体现灵活调节价值的市场体系和价格机制的有关情况，包括但不限于新型储能及各类调节资源是否具有独立市场主体地位、峰谷价差情况、辅助服务市场总体费用及分摊情况、是否开展容量补偿试点、推动新能源参与电力市场交易现状及后续工作计划等。

（二）经济性评估。基于电力市场供需形势、市场电价水平、系统净负荷曲线等开展长周期仿真测算，评估调节能力经济性和对电价水平影响。

七、保障机制

包括但不限于充分调动各类主体建设和优化调用调节能力积极性的工作安排。



XX省（区、市）调节能力建设方案（2025—2027年）附表

	2024 年	2025 年	2026 年	2027 年
全社会用电量（亿千瓦时）				
全社会最大负荷（万千瓦）				
新能源利用率（%）				
新能源规模（万千瓦）				
其中：风电				
光伏				
存量煤电机组灵活性改造规模（万千瓦）				
煤电装机（万千瓦）				
气电装机（万千瓦）				
水电装机（万千瓦）				
核电装机规模（万千瓦）				
抽水蓄能装机（万千瓦）				
新型储能规模（万千瓦 / 万千瓦时）				
系统总调节能力（万千瓦）				
其中：存量煤电机组灵活性改造调节能力注 1				
煤电调节能力（供热期 / 非供热期）注 2				
气电调节能力（供热期 / 非供热期）注 3				
水电调节能力注 4				
光热调节能力注 5				
核电调节能力注 6				
抽水蓄能调节能力注 7				
新型储能调节能力注 8				
可调节负荷规模（万千瓦）注 9				
备用负荷容量（万千瓦）注 10				

注：

1. 存量煤电机组灵活性改造调节能力 = Σ （改造前各机组最小技术出力 - 改造后各机组最小技术出力）

2. 煤电调节能力 = Σ （煤电各机组最大技术出力 - 煤电各机组最小技术出力）（供热期、非供热期分别计算）

3. 气电调节能力 = Σ （气电各机组最大技术出力 - 气电各机组最小技术出力）（供热期、非供热期分别计算）

4. 水电调节能力 = Σ （水电各机组预想出力 - 水电各机组强迫出力）（仅考虑日调节及以上水电）

5. 光热调节能力 = Σ （光热各机组最大技术出力 - 光热各机组最小技术出力）

6. 核电调节能力 = Σ （核电各机组最大技术出力 - 核电各机组最小技术出力）

7. 抽水蓄能调节能力 = 抽水蓄能规模 $\times$ 2

8. 新型储能调节能力 = 新型储能规模 $\times$ 2

9. 可调节负荷指具有灵活调节能力，可以根据电力系统运行需要，调整用电行为、用电方式，增加或减少用电功率的电力负荷

10. 备用负荷容量指提前签订协议，并通过专业机构技术验证的，在用电高峰时段，可快速响应或直接中断的负荷

国家发展改革委
国家能源局
2024 年 12 月 20 日

Shenzhen Electrical Power Trade Association

《电力系统调节能力优化专项行动实施方案（2025—2027年）》政策解读

随着全球能源转型的加速推进，新能源在电力系统中的占比不断提升，这对电力系统的调节能力提出了更高要求。为应对这一挑战，国家发展和改革委员会等部门联合印发了《电力系统调节能力优化专项行动实施方案（2025—2027 年）》。该方案旨在通过一系列措施，提升电力系统调节能力和调用水平，支撑新型电力系统建设，并确保新能源的高效消纳利用。

一、政策背景与目标

近年来，我国新能源发展迅猛，风电、光伏等可再生能源装机容量持续增长。然而，新能源的间歇性和波动性也给电力系统的稳定运行带来了巨大挑战。为提升电力系统调节能力，确保新能源的可靠消纳，国家出台了《电力系统调节能力优化专项行动实施方案（2025—2027 年）》。该方案明确提出，到 2027 年，电力系统调节能力将显著提升，各类调节资源发展的市场环境和商业模式更加完善，调用机制进一步完善。同时，方案还设定了具体目标，即支撑 2025—2027 年年均新增 2 亿千瓦以上新能源的合理消纳利用，全国新能源利用率不低于 90%。

二、主要措施

为实现上述目标，方案提出了以下主要措施：

1. 编制调节能力建设方案

各省（区、市）能源主管部门需编制本地区调节能力建设方案，科学测算调节能力需求。这包括增强抽水蓄能、火电调节能力，改造或建设新型储能电站，提升可再生能源和电网资源配置调节能力，以及挖掘负荷侧资源调节潜力。通过这些措施，构建多元化、多层次的电力系统调节能力体系。

2. 完善调节资源调用方式

方案提出完善调节资源的分级调度，明确各类调节资源的调用序位。这包括差异化发挥抽水蓄能电站的调节作用，优化煤电机组和新型储能的调用方式，推动系统友好型新能源电站一体化调用，以及探索沙戈荒大型风电光伏基地和水风光基地一体化调用。通过这些措

施，实现调节资源的优化配置和高效利用。

3. 完善调节资源参与市场机制

方案强调完善峰谷电价机制，加强区域内调节能力的统筹和优化。同时，加快建立市场化容量补偿机制，激发调节资源的市场活力。通过市场机制引导调节资源的合理配置和高效利用，推动电力系统的经济运行和可持续发展。

三、实施方式

为确保方案的顺利实施，提出了以下实施方式：

1. 加强组织领导

国家发展改革委、国家能源局负责统筹协调方案的实施工作。地方能源主管部门需建立协同合作的工作机制，形成上下联动、齐抓共管的工作格局。通过加强组织领导，确保各项任务落到实处。

2. 积极推动先行

先试方案鼓励加快新技术试点应用，如先进储能技术、智能调度系统等。通过先行先试，积累经验并逐步推广，推动新型电力系统建设的创新发展。

3. 落实各方责任

方案明确了地方能源主管部门、电力运行主管部门、价格主管部门、电力调度机构和能源电力企业的责任。通过落实各方责任，确保各项任务得到有效执行。

4. 加强经济性评估

在编制调节能力建设方案时，需开展长周期仿真测算，评估调节能力的经济性和对当地电价水平的影响。通过经济性评估，确保方案的经济可行性和社会可接受性。



5. 强化监管评估

国家能源局将组织派出机构开展监管工作，对新能源利用率大幅下降等地区督促整改。同时，全国电力规划实施监测预警中心将按年度动态评估实施情况，及时发现问题并调整优化方案。通过强化监管评估，确保方案的顺利实施和目标的顺利实现。

四、具体行动点

方案还明确了以下具体行动点：

- **抽水蓄能电站：**高质量建设生态友好、条件成熟的抽水蓄能电站，提升其调节能力和运行效率。
- **火电调节能力：**实现存量煤电机组的“应改尽改”，探索煤电机组深度调峰技术，鼓励煤电企业自主配置调频储能，提高火电调节灵活性。

• **新型储能电站：**推动存量新能源配建储能的改造升级，优化新型储能电站的布局和建设规模，提升其调节能力和经济性。

• **可再生能源调节能力：**支持流域龙头水库电站建设，推进流域水电扩机增容，布局系统友好型新能源电站，因地制宜建设光热电站等，增强可再生能源的调节能力。

• **电网资源配置调节能力：**加强区域间、省间电力供需互补，优化电网运行方式，健全跨省跨区市场机制，提升电网资源配置效率和调节能力。

• **负荷侧资源调节潜力：**优化负荷布局，引导可调节负荷参与电力运行调节，健全负荷侧响应资源的调度运行机制和市场交易机制，挖掘负荷侧资源的调节潜力。

五、时间节点

为确保方案的及时推进和有效实施，方案明确了以下时间节点：

- 各省（区、市）能源主管部门需于2025年6月底前报送调节能力建设方案。
- 每年年初结合“十五五”能源电力规划相关工作，报送年度实施进展、滚动修编等情况，确保方案的持续优化和有效推进。

通过上述措施和行动点的实施，《电力系统调节能力优化专项行动实施方案（2025—2027年）》将有力推动电力系统调节能力的优化和提升，为新型电力系统的建设提供有力支撑。同时，该方案也将促进新能源的消纳利用和电力行业的可持续发展，为实现碳达峰、碳中和目标作出积极贡献。



03

协会信息

- 深圳市电力行业协会赴深圳供电局有限公司市场部座谈交流
- 深圳市电力工程专业职称评审政策宣讲会顺利召开
- 深圳市住房和建设局、深圳市电力行业协会共同推进创新产品标准编制工作
- 2025年配电自动化运维技能考评圆满完成
- 深圳市电力行业协会一行到广西电力行业协会学习交流
- 2025年电力行业信用体系建设工作会召开，深圳电力行业积极谋划新征程



深圳市电力行业协会赴深圳供电局有限公司市场部座谈交流



2月14日，深圳市电力行业协会戴志勇秘书长率队赴协会会长单位深圳供电局有限公司市场部关于抄核收技能考评开展座谈交流，市场部姚航、客户服务中心曹阳及深圳市华睿丰盛投资合伙企业(有限合伙)王东方及其他相关技术人员参加了座谈会。

在座谈会上，戴志勇秘书长首先阐述了此次交流的目的和重要性，强调了抄核收技能考评对于提升电力行业服务质量的重要性。他指出，随着电力行业的快速发展，对从业人员的专业技能要求日益提高。抄核收作为电力行业中的关键环节，其技能水平直接影响到电力服务的质量与效率。

接着，市场部姚航经理对抄核收技能考评的背景和计划实施方式进行了详尽的介绍。他提到，深圳供电局一直将技能考评工作视为重中之重，通过建立完善的考评体系和标准，持续提升员工的技能水平和综合素质。同时，分享了在实际操作中遇到的挑战和问题，

以及采取的应对策略和取得的成果。

客户服务中心曹阳副主管也发表了看法，认为技能考评不仅要注重理论知识的掌握，更要注重实际操作能力的提升。他提出了一系列改进建议，包括加强实操培训、优化考评流程等，旨在进一步增强技能考评的针对性和实效性。

深圳市华睿丰盛投资合伙企业的代表王东方同样表达了对抄核收技能考评工作的关注和支持。他强调，企业高度重视员工的技能水平和综合素质，期望与电力行业协会携手推进技能考评工作的顺利进行。

在会议的最后阶段，与参会人员就抄核收技能考评的相关议题进行了深入的交流和探讨，并达成了多项共识。大家一致认为，加强技能考评工作对于提升电力行业服务质量、推动电力行业的发展具有至关重要的意义。

深圳市电力工程专业职称评审政策宣讲会顺利召开

2025年2月20日上午，由深圳市电力行业协会组织召开的“2024年度深圳市电力工程专业职称评审政策公益性专场宣讲会”圆满举行。本次宣讲会采用线上线下相结合的方式，线下会场13家单位共50余名代表参会，线上参会人数达130余人，会议反响热烈。

本次宣讲会旨在深入贯彻广东省人力资源和社会保障厅《关于做好2024年度职称评审工作的通知》（粤人社发〔2024〕29号）及深圳市人力资源和社会保障局《关于做好我市2024年度职称评审工作的通知》（深人社发〔2024〕59号）精神，帮助电力行业专业技术人员更清晰地理解职称评审政策，提高申报材料的规范性和通过率。

会议伊始，深圳市电力行业协会秘书长戴志勇作开场发言，阐述了本次宣讲会的重要意义，并强调了职称评审在行业人才培养中的关键作用。随后，主持人作主题发言，从以下六个方面展开详细讲解：

1. 基础知识：介绍职称评审的基本概念、等级划分及相关政策背景，解读《深圳市电力行业协会职称评审指南》和《广东省工程技术人才职称评审指南》，帮助参会人员掌握核心政策要点。

2. 申报条件：解析不同职称级别的申报要求，包括学历、工作经验及业绩成果等，并重点介绍全日制大中专院校毕业生初次职称考核认定指引，确保申报人员充分了解评审标准。

3. 申报程序：详细说明职称评审的流程，包括材料准备、提交方式及时间安排，并特别介绍2025年度深

圳市职称评审申报流程与关键时间节点，同时解读职称评审资历年限及材料时段计算方法。

4. 个人申报：指导个人如何规范填写申报材料、提交证明文件及注意事项，并解析职称申报诚信承诺制度及相关要求，同时详细说明系统填报的关键要点及材料要求，确保申报过程顺利进行。

5. 单位审核：强调用人单位在职称评审中的审核责任，明确推荐流程及审核标准，并解读《深圳市电力工程专业职称评审及申报要求说明》，确保单位能够切实履行审核职责，提高申报质量。

6. 常见问题：结合往年申报过程中遇到的典型问题进行分析，并提供针对性解决方案，同时结合《深圳专业技术人员职称评审常见问题解答》，为申报人员提供实用指导。

在互动交流环节，参会人员积极提问，就职称评审中的具体问题与主持人及相关专家展开深入探讨。专家团队耐心解答疑问，并对申报过程中可能遇到的难点提供实用建议。线上参会人员也通过直播平台留言互动，会议现场气氛热烈，充分体现了行业内对职称评审工作的高度关注。

受会议时间及场地因素制约，未能参加本次会议的申报人员，可通过协会官方咨询QQ群（群号：436043004）、专线电话（0755-88935670/88932049）联系协会工作人员，就职称评审相关问题进行咨询。协会将竭诚为各位申报人员答疑解惑，确保申报工作顺利推进。





深圳市住房和建设局、深圳市电力行业协会共同推进创新产品标准编制工作



2025年2月18日，深圳市住房和建设局副局长宋延、深圳市电力行业协会秘书长戴志勇、电力行业协会新能源与储能专委会主任廖晓霞及住建局相关部门负责人在设计大厦召开会议，就创新产品在建筑领域的应用标准制定工作进行交流，推动电气设备更好地为建筑服务，提升建筑领域中的电气安全水平。

会议期间，宋延副局长介绍了住建局各职能部门的职责，解答了企业提出的问题，表示积极支持创新产品在建筑领域的标准制定工作。电力行业协会新能源与储能专委会主任（奥特迅公司董事长）廖敏霞女士介绍了奥特迅公司自主研发的具有本质安全的全钒液流储能系统和配网液浸式不燃电力变压器产品，希望通过上



述创新产品在城市建筑中的应用提升深圳市建筑电气的应急和防灾水平，并在住建局的指导下开展相关创新产品在建筑领域应用的标准制定工作。戴志勇秘书长表示，深圳市电力行业协会作为技术交流和服务平台，积极支持会员单位的创新产品开展标准制定工作，认为标准制定不仅有助于推动行业技术进步，而且可以规范市场次序、提升企业竞争力，更好地服务于社会，推动深圳市的高质量高科技发展。

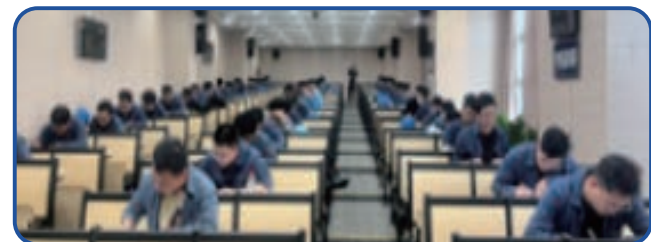
会议最后，深圳市住房和建设局各职能部门的负责人都对相关标准的制定提出了意见和建议，希望通过标准的制定推动创新产品和技术的应用，提升深圳城市建设质量与效率。

2025年配电自动化运维技能考评圆满完成

2025年2月27日和28日，受深圳供电局有限公司委托，深圳市电力行业协会承办的2025年配电自动化运维技能考评顺利举行。本次考评旨在提升从业人员的专业技能水平，推动行业高质量发展，为电力系统的安全稳定运行提供有力保障。

严格组织，保障考评顺利进行。

本次考评共有164名从业人员报名，最终157人参加考试。考评分为理论考试与实操考核两大部分，全面检验考生在配电自动化领域的知识储备和实际操作能力。在理论考试环节，考生们认真作答，充分展现了扎实的专业基础。考场秩序井然，监考人员严格执行考评纪律，确保考试公平公正。



突出实操能力，强化技能应用



考评成果显著，助推行业发展

实操考核环节以真实设备为考评载体，重点考察考生在设备巡检、故障分析、调试维护等方面的实战能力。考生们在考评过程中沉着冷静，严格按照标准化流程完成操作，展现了较高的专业素养和实践能力。考评专家严格按照评分标准进行评判，确保考试结果的客观性和权威性。

本次技能考评的顺利开展，不仅为配电自动化运维从业人员提供了一个检验自身能力的平台，也进一

步推动了行业技能水平的提升。未来，深圳供电局有限公司及深圳市电力行业协会将持续优化培训体系，深化技能考评机制，助力行业人才培养，为电力行业的高质量发展贡献力量。此次考评的成功举办，进一步夯实了配电自动化运维的专业基础，为提升行业整体技术水平和服务能力奠定了坚实基础。我们期待未来有更多的优秀人才在电力行业发光发热，共同推动智能电网建设迈上新台阶。

深圳市电力行业协会一行到广西电力行业协会学习交流

3月6日下午，深圳市电力行业协会秘书长戴志勇一行到广西电力行业协会学习交流，广西电力行业协会常务副理事长姚强、副秘书长甘振辉及各业务部门负责人参加了本次交流。

姚强对戴志勇一行到来表示欢迎。姚强介绍了协会基本情况和当前各业务部门开展的核心业务，就新形势下发展新会员、承接政府部门的工作、服务会员单位、搭建技能竞赛平台、开展行业自律和监督、在统筹推进行业信用体系建设、促进团体标准制定、国际合作交流等方面的工作与深圳市电力行业协会进行深入探讨。

戴志勇简要介绍了深圳市电力行业协会发展历程以及现状，重点学习了协会在创新技术推广、职称评审以及技能培训方面经验做法。他表示，广西电力行



业协会在组织全国性技能竞赛、与中电联在技能竞赛方面合作、电力行业信用体系建设、网站建设和宣传等方面的很多思路和方法值得学习和借鉴。

双方表示以此次交流活动为契机，不断加强业务交流与合作，相互学习，优势互补，信息互通，互惠互利，实现资源共享，共同推动能源行业高质量发展。

2025 年电力行业信用体系建设工作会召开，深圳电力行业积极谋划新征程



3月27日，中国电力企业联合会（中电联）于北京成功举办“2025年电力行业信用体系建设工作会”。本次会议以“构建信用电力生态，优化电力营商环境”为主题，为电力行业信用体系建设指明方向。深圳市电力行业协会作为参会单位，积极参与会议各项议程，深入学习领会会议精神。

中电联党委书记、常务副理事长杨昆，国家能源局电力业务资质管理中心副主任陈静出席会议并致辞。中电联党委委员、专职副理事长于崇德主持会议，并代表电力行业信用体系建设领导小组作工作报告。报告回顾了2024年电力行业信用体系建设成果，中电联在夯实信用制度基础、完善标准体系、强化评价与失信治理等方面成效显著，不仅创新推出“信用电力指数”和风险监控预警机制，还开拓了新业务领域，推动信用建设与行业深度融合。但报告也指出，在应用场景拓展、信息共享、政行协同机制等方面仍有提升空间。

展望2025年，中电联将围绕“全链条覆盖、多主体协同、数字化赋能”全面推进信用建设工作，进一步完善信用服务体系，优化营商环境，助力电力行业

高质量发展。会议明确了2025年十项重点工作，包括协助制定行业信用体系建设规划、提升企业信用承诺履约水平、拓展信用评价范围等。

深圳作为我国重要的经济特区和科技创新高地，电力行业发展迅速，对信用体系建设的需求更为迫切。当前，深圳电力行业正处于快速发展与转型的关键时期，构建完善的信用体系，对规范市场秩序、优化营商环境、推动行业可持续发展至关重要。

深圳市电力行业协会将以此次会议为契机，积极响应中电联号召。一方面，在协会内部深入学习会议精神，组织会员企业开展信用建设培训活动，提升会员企业对信用体系建设重要性的认识，推动企业积极参与信用承诺，提升履约水平；另一方面，加强与政府部门、其他地区电力行业协会以及相关企业的沟通交流，学习借鉴先进经验，助力深圳电力行业信用信息共享平台建设，拓展信用建设成果应用场景。

相信在中电联的引领下，通过各地行业协会和企业的共同努力，电力行业信用体系建设将取得新的突破，为我国电力行业高质量发展注入强大动力。



04

专题报道

- 2025年第一批配网不停电作业技能考评在深圳顺利举行
- 深圳市电力行业协会助力深圳市发展和改革委员会开展电力安全检查工作
- 深圳市电力行业协会组织开展2025年度2月份电力安全专项检查工作

2025年第一批配网不停电作业技能考评在深圳顺利举行

3月11日至13日，2025年第一批配网不停电作业技能考评在深圳带电科技发展有限公司西部生产基地圆满举行。本次考评共计200人报名，实际参考196人，旨在全面检验不停电作业人员的专业技能和实操能力，进一步提升配网不停电作业水平，保障电网安全稳定运行。

理论+实操双重考核，全方位检验专业素养

本次考评采取理论考试+实操考核相结合的方式，全面考察作业人员的理论知识掌握情况及现场实战能力。

理论考试——闭卷笔答，考察专业知识

理论考试采用闭卷笔答形式，满分100分，考试时间30分钟，题型包括单选题、多选题、判断题等，考核内容涵盖：

《电业安全工作规程》、《南方电网公司电力安全工作规程》《配电线路带电作业技术导则》(GB/T18857-2008)《带电作业工具设备术语》(GB/T14286-2008)《架空绝缘配电线路施工及验收规程》(DL/T602—1996)《架空绝缘配电线路设计技术规程》(DL/T601—1996)《高压线路带电检修》(职业技能鉴定指导书)考试内容紧贴行业标准和规范，确保作业人员熟练掌握安全操作规程、技术规范及相关法律法规。



实操考核——模拟实战，强化技能水平

实操考核围绕替换作业法、绝缘手套作业法、绝缘杆作业法和综合作业法四大作业方式展开，严格模拟实际作业环境，重点考察作业人员在高压线路不停电作业中的操作规范性、安全意识及应急处置能力。

考核项目涵盖：

- ✓ 更换隔离开关
- ✓ 更换跌落式熔断器引线
- ✓ 更换直线杆/耐张杆绝缘子
- ✓ 带负荷更换跌落式熔断器、隔离开关、柱上开关引线
- ✓ 带负荷更换线路耐张杆引(流)线
- ✓ 断、接分支线路引线
- ✓ 中压旁路系统接入、退出
- ✓ 移动低压发电转供系统接入、退出
- ✓ 更换避雷器
- ✓ 清扫配变



高标准、严要求，确保考评公平公正

为保证考评的权威性、专业性和公正性，本次考评邀请了行业专家、资深技术人员组成评审组，对每一位考生的操作流程、技术规范及安全意识进行严格评分。同时，考评采用标准化流程，确保每位作业人员

员都能在统一规范的环境下完成考核。

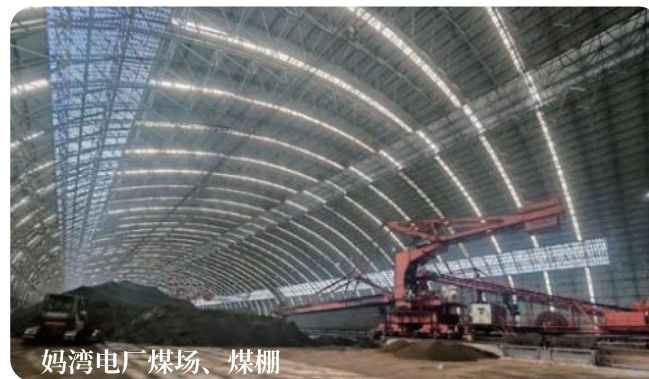
从理论到实操，从规范操作到应急处置，参评人员凭借扎实的技术功底、严谨的安全意识，顺利完成各项考核任务。部分学员在复杂作业项目中表现突出，展现了精湛的业务能力和高度的职业素养。

本次考评的圆满完成，不仅提升了作业人员的实际操作能力，也为配网不停电作业的规范化、标准化打下了坚实基础。未来，协会将持续开展技能培训和考评，进一步夯实配网不停电作业技术力量，为电网安全稳定运行提供有力保障。



深圳市电力行业协会助力深圳市发展和改革委员会开展电力安全检查工作

2024年12月31日，由深圳市发展和改革委员会能源处何志强带队，会同深圳市电力行业协会、深圳供电局有限公司、行业协会专家一行组成的电力安全检查小组，针对全市能源电力企业开展了“四不两直”安全检查工作。



妈湾电厂煤场、煤棚



上午，检查小组赴深圳妈湾电力有限公司开展现场安全专项检查工作，重点对厂区内涵盖机组的生产区域、煤场、燃机区域以及机组拆除区域等关键场所，开展了缜密且深入的安全检查工作。检查人员凭借专业知识和丰富的实践经验，对各个检查环节进行了一一排查，以严谨的态度确保对每一个可能潜藏安全隐患的角落都能做到精准把控，确保电力生产过程的安全与稳定。



北环电缆隧道入口

下午，检查小组赴深圳供电局有限公司开展现场安全专项检查工作，重点针对电缆隧道、电缆沟和电缆盖板等关键电力设施，开展了专项且深入的安全生产检查行动。检查人员通过严谨细致地查阅相关资料、深入实地进行勘察等多种专业且有效的方式，对相关电力设施的安全状况进行了全面的评估，为电力系统的安全稳定运行奠定了坚实的基础。



北环电缆隧道内部

此次电力安全检查活动的有条不紊推进，充分彰显了相关部门与企业对于电力安全工作的高度重视与强烈责任感。下一步，深圳市电力行业协会将继续积极服务政府，协助会员单位全面提升电力安全管理水平，进而为我市电力供应提供更为稳固、可靠的保障，为广大电力用户营造一个安全无忧、稳定可靠的用电环境。

深圳市电力行业协会组织开展 2025 年度 2 月份电力安全专项检查工作

2025 年 2 月 25 日，深圳市电力行业协会组织专业技术检查组，对电力企业进行了安全专项检查。此次检查由行业内的资深专家带队，分为三个专业小组，对电力企业、储能电站以及电缆沟电缆盖板进行了全面的安全检查。



当日上午，由专家蔡学文担任组长的检查小组率先抵达深圳蓄能发电有限公司。该小组重点核查了发电机组运行状态监测系统、应急预案演练记录、各项设

施的运行状况、安全管理情况，并对生产经营情况进行了详尽了解。



下午，专家周镇涛带领的小组前往坪山雕塑艺术创意园区附近的街道，对电缆沟电缆盖板进行了专项检查。检查重点包括盖板的承重性能、完好性、稳定性等配置情况。针对检查中发现的个别盖板凸起破损隐患，小组提出了相应的整改措施。



此外，专家张国彬博士带领检查组抵达 110kV 潭头变电站，对储能设备的运行状况和安全防护措施进行了全面检查，并针对所发现的问题提出了具体的整改建议。

本次电力安全专项检查工作覆盖了发电厂、储能电站以及电力电缆沟等关键设施。通过此次安全检查工作，从不同的层面和环节对电力安全隐患进行了全面排查。未来，电力行业协会将与发改委紧密合作，持续关注电力安全状况，建立常态化的检查机制，强化“专家+技术+服务”三位一体的安全检查模式，通过常态化巡检与专项督查相结合，及时发现消除潜在的安全隐患，不断提升电力系统的安全性和稳定性，为粤港澳大湾区电力基础设施的安全稳定运行提供坚实保障。

深圳市电力行业协会组织开展 2025 年度 3 月份电力安全专项检查工作为深入贯彻落实国家能源安全战略部署，强化电力设施安全运行管理，2025 年 3 月 26 日，深圳市电力行业协会组织专业技术检查组，对电力企业进行了安全专项检查。此次检查采取“专家诊断+即时反馈+限期整改”模式，由行业内的资深专家带队，分为三个专业小组，针对储能电站、电力企业、电缆沟及电力井盖等关键领域展开电力安全专项检查。

当天上午，由专家秦毅担任组长的检查组在深圳大鹏供电局柑桔湾光储充一体化微电网现场进行了全面评估，重点关注储能设备的运行状态、电池管理系统以及应急响应机制。作为新能源示范项目，该微电网融合了光伏发电、储能调峰和充电服务，其安全稳定运行对区域供电可靠性至关重要。



下午，专家组组长杜一杰带领团队前往深圳能源集团东部电厂，以“查制度、验设备、考应急”为核心，对安全生产管理体系展开了全面细致的审查。在检查过程中，专家组仔细查阅了过去一年的设备维护记录，核对了发电机组的振动监测数据，针对部分设备标识不清、应急物资台账更新滞后等问题，专家组要求企业在规定时间内完善标准化管理流程，并建议引入数字化巡检系统，以提高隐患预警能力。

随后，由专家邓建波担任组长，带领团队对莲花村小区西南（金沙大道）区域的电缆沟及电力井盖设施进行了重点检查。专家组重点排查了电缆沟的结构稳固性、排水防涝性能以及井盖的密封性能，并核查了日常巡检记录。针对部分井盖出现轻微锈蚀、电缆沟存在局部积水等问题，专家组要求责任单位限期更换防腐井盖，并加强日常巡查力度。

电力安全是城市运行的“生命线”，此次专项检查不仅是对重点领域安全风险的一次精准防控，也是为持续完善电力设施全生命周期管理体系奠定基础，从而为市民安居乐业和城市高质量发展提供坚实保障。



05

专委会专版

- 清洁氢能
- 变电站 10kV 开关柜更换施工风险辨识与管控
- 钙钛矿光伏：电力行业的新兴之光
- 基于物联网技术在低碳用电管理中的应用研究
- 基于优化人工蜂群算法的多机器人协同规划
- 关于电力系统中电气自动化技术的应用探析

清洁氢能

人工“光合作用”助力清洁氢能生产

近日，日本科学家取得一项重要科研成果，他们开发出一种新型生物灵感水凝胶，能够模仿植物光合作用，利用太阳光从水中高效产生氢气。这一创新成果为清洁能源生产带来新的可能，有望以更可持续的解决方案取代现有技术。相关研究已在线发表于《化学通讯》（Chemical Communications）。

长期以来，人工光合作用一直是科学界探索可持续能源解决方案的重要领域。科学家们试图复制植物将阳光转化为能量的过程，利用阳光驱动清洁能源生产反应，但实现高效稳定的合成系统面临诸多挑战。此次，日本先进科学技术研究所（JAIST）和东京大学的研究人员成功突破，开发出的新型水凝胶可直接利用太阳光分裂水分子，生成氢气和氧气。

该水凝胶由副教授 Kosuke Okeyoshi、博士生 Reina Hag iwara（萩原）以及东京大学教授 Ryo Yoshida 领导的团队设计。其内部具有精心构造的聚合物网络，能够有效控制电子转移，水凝胶中含有的钉复合物和铂纳米粒子等功能分子，共同模拟了自然界的光合作用过程。

“最大的挑战在于如何排列这些分子，使它们能够顺利地传递电子。通过使用聚合物网络，我们能够防止它们凝结在一起，这是合成光合作用系统中的一个常见问题。” Okeyoshi 教授介绍道。第一作者、JAIST 的博士生 Reina Hag iwara 也表示：“这里的独特之处在于分子在水凝胶中的组织方式。通过创造一个结构化的环境，我们使能量转换过程变得更加高效。”

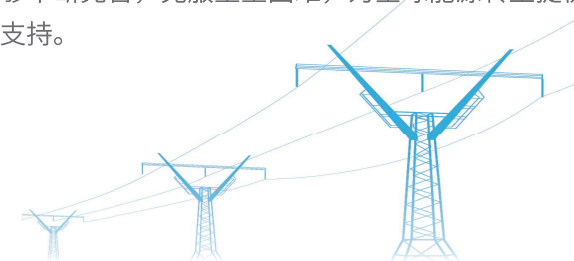
这种水凝胶的关键优势在于有效防止了功能分子聚集，解决了以往人工光合作用系统的主要难题，大幅提高了水分离过程的活性，产生了更多氢气。氢作为清洁、可再生能源，在未来能源系统中具有重要潜力，可作为化石燃料的替代品。正如 Okeyoshi 教授所说：“氢是一种神奇的能源，因为它既清洁又可再生。我们的水凝胶提供了一种利用阳光生产氢气的方法，有助于可持续地重塑能源技术。”该研究成果让人类距离可再生能源广泛应用于工业、交通和能源存储系统的时代更近一步。

然而，这项技术在走向实际应用的过程中，还面临着一系列严峻挑战。从技术层面来看，虽然水凝胶在实验室环境下表现出良好的性能，但目前其能量转换效率与大规模工业化生产的需求仍存在差距。在实际应用场景中，阳光的强度、光照时间的不稳定性，都会影响水凝胶的制氢效率，如何确保在不同光照条件下都能稳定高效地制氢，是亟待解决的问题。而且，水凝胶中使用的钉复合物和铂纳米粒子等功能分子成本较高，大规模生产会带来高昂的成本，这对技术的推广形成了较大阻碍。寻找价格低廉且性能相当的替代材料，或者优化现有材料的使用方式，降低成本，是技术突破的关键方向。

在大规模生产和稳定性方面，扩大水凝胶的生产规模并非易事。目前的制备工艺较为复杂，难以实现快速、大规模的生产，这就限制了其产能。同时，水凝胶在长期使用过程中的稳定性也有待提升。在外界环境因素，如温度、湿度、酸碱度的影响下，水凝胶的结构和性能可能会发生变化，导致制氢效率下降，甚至失去活性，这对于其长期稳定应用极为不利。

此外，这项技术要真正融入现有的能源体系，还面临着诸多市场和政策挑战。在市场层面，现有的能源生产和消费模式已经成熟，新型水凝胶制氢技术想要进入市场，需要面对传统能源产业的竞争，市场接受度的提升需要一定时间。在政策方面，目前缺乏完善的针对新型水凝胶制氢技术的产业扶持政策和规范标准，这在一定程度上影响了资本投入和产业发展速度。

尽管面临重重挑战，但研究人员对这项技术的未来充满信心。Okeyoshi 教授表示：“我们已经展示了这种技术的潜力，但现在我们需要改进这种技术，使其能用于工业生产。”团队后续还计划探索水凝胶的精确集成，以进一步提升能量转换效率。科学界也期待该技术能够不断完善，克服重重困难，为全球能源转型提供有力支持。



变电站 10kV 开关柜更换施工风险辨识与管控

张胜宝 陈鲲

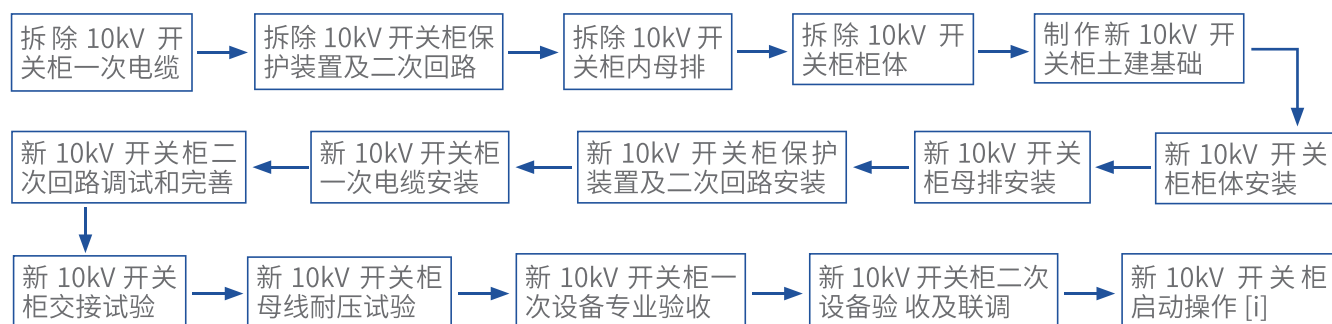
深圳供电局有限公司，广东省深圳市 518000

【摘要】变电站 10kV 开关柜整体更换属于风险较高的施工项目，为实现有效安全管控，本文从施工过程细节出发，围绕临近带电设备作业、运行设备作业、高处作业和交叉作业，分析了容易造成作业人员误入带电间隔、误碰带电设备、高处坠落和相互阻碍的主要危险点，运用风险管理理念，提出了围栏设置、安装水平生命线装置、组建工作协调小组的具体技术措施和组织措施，起到提前隔离和降低风险作用，有效预防事故发生。

【关键词】误入带电间隔；误碰带电设备；高处作业；交叉作业；围栏设置；水平生命线装置；工作协调；

近年来，伴随着社会发展对供电质量需求不断提高和 2000-2010 年电网建设高峰期投运设备批量服役到期，变电站老旧 10kV 开关柜整体更换工程日渐增多。10kV 开关柜整体更换施工具有工期长、工序繁、作业人员多、不同专业交叉作业、工作地点临近带电设备等特点，存在误入带电间隔、误跳运行设备、机械伤害、高坠、专业间干扰等风险，需要对施工过程开展全面分析和制定系统管控措施。

1、变电站 10kV 开关柜整体更换主要施工内容



2、变电站 10kV 开关柜整体更换施工主要危险点

2.1 与运行系统隔断点

由于 10kV 开关柜需整体拆除，需先将 10kV 开关柜与运行系统隔离，形成与运行变压器、相邻运行 10kV 母线两类隔断点。隔断点一侧是检修设备（工作地点），另一侧是带电设备，存在较大的误入带电间隔、误碰带电设备风险。

（1）与运行变压器隔断点

部分 10kV 开关柜整体更换施工采取变压器不停电开展（特别是三卷变），具体施工方法为首先将变压器停电，拆除变压器与 10kV 开关柜之间连接母排（示意图见图 1）；然后变压器恢复运行，开展 10kV 开关柜整体更换施工；最后待开关柜更换完成后，将变压器再次停电，恢复变压器与 10kV 开关柜之间连接母排，再将变压器和 10kV 开关柜一起恢复运行。

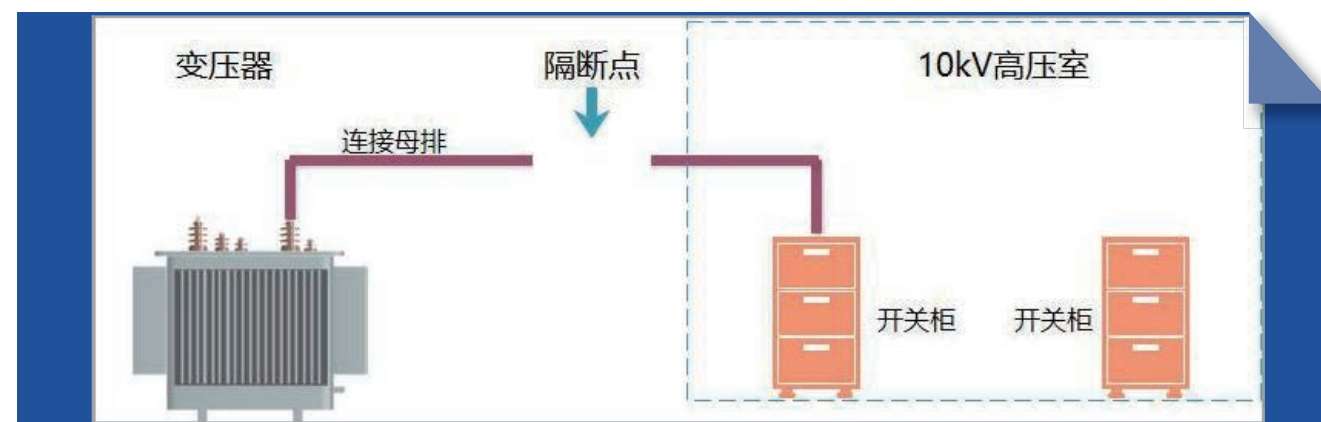


图 1 运行变压器 10kV 开关柜之间隔断点示意图

（2）与相邻运行 10kV 母线隔断点

为了保持足够安全距离，一般保留紧邻运行 10kV 母线的一面 10kV 开关柜（多数为分段开关柜）处于停电状态但不拆除，拆除该柜与其他待拆除开关柜之间

连接母排作为隔断点。以图 2 为例，10kV 1M 开关柜待更换，10kV 2M 开关柜在运行中，10kV 1M 分段开关柜虽然处于检修状态，但其上端与 10kV 2M 开关柜相连带电，拆除其下端与相邻开关柜的连接母排作为隔断点。

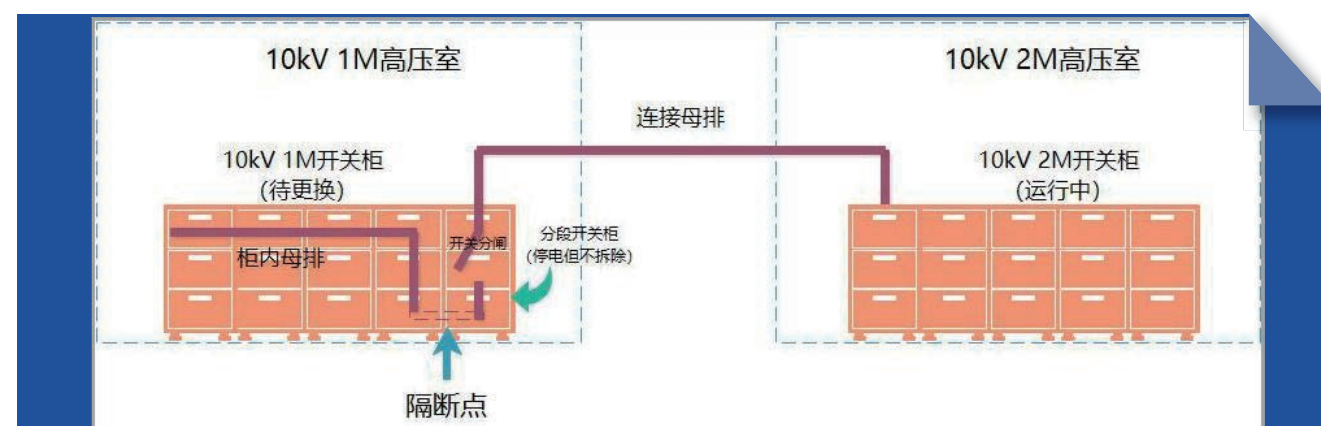


图 2 与相邻运行 10kV 母线隔断点示意图 1

2.2 在带电 10kV 开关柜作业

以图 2 为例，10kV 分段开关柜因上部带电不在拆除更换范围内，但其二次回路与 10kV 1M 存在联络，在拆除二次回路时仍需将其列入施工地点，存在较大的误碰带电设备风险。

2.3 10kV 线路转供

部分 10kV 线路供电用户可能不同意长时间供电中断，供电部门一般采取在变电站临时安装转接箱将该部分 10kV 线路转由其它 10kV 母线供电的方式。该部分 10kV 线路在施工期间仍处于运行状态，存在较大的误入带电间隔、误碰带电设备风险。同时，临时转接箱若出现产品质量或安装工艺问题，存在电缆转接头短路风险 [ii]，可能对转接箱周围施工人员造成人身伤害。

2.4 10kV 开关柜顶部高处作业

在拆除旧开关柜和安装新开关柜过程中，施工人员需要经常在开关柜顶部作业，开关柜顶部离地高度超过 2 米 [iii]，其表面没有安全带挂接点或挂接点处在作业面以下 [iv]，无法满足高处作业配戴安全并高挂低用的要求。

2.5 不同专业交叉作业

10kV 开关柜整体更换涉及一次、二次、土建、试验多个专业，存在不同专业同时开工情况，专业间可能存在相互阻碍问题，如：保护装置传动与断路器检修维护、10kV 母线耐压试验与 10kV 开关柜附件安装无法同时开展，若工序安排不当，甚至可能造成人身伤害。

3、变电站 10kV 开关柜整体更换施工风险管控

3.1 加强安全围栏隔离作用，降低误入带电间隔、误碰带电设备风险

(1) 强化工作范围出入口设置

通过安装硬质围栏确保从变电站大门到工作地点仅有一条通道，示例见图 3；通过合理分布围栏网确保工作地点仅有一个入口；通过放置铁马和上锁确保工作范围内通往其它运行设备室的门、楼梯间和走道完全封闭，示例见图 4。

(2) 采取多种措施强化隔断点的隔离

选择合适的地点进行隔断，尽量使隔断点位于工作范围之外（即围栏之外）。在隔断点周围粘贴警示牌，提醒施工人员隔断点带电。在隔断点顶部不带电一侧安装绝缘挡板，在立体空间阻断通往带电侧通道，示例见图 5。

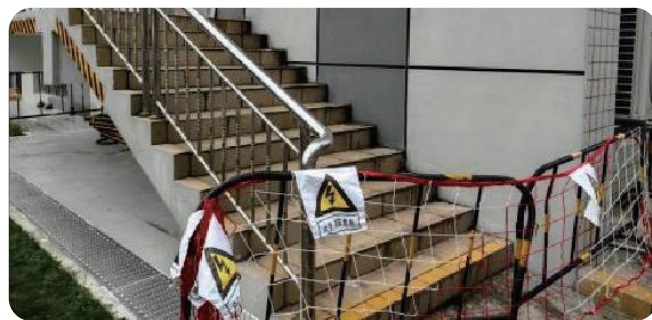


图 3 通过硬质围栏设置唯一进出通道



图 4 封闭通往运行设备室的门、楼梯间



图 6 带电 10kV 开关柜上的围栏和标志牌设置

(3) 采取特殊措施设置带电 10kV 开关柜围栏

在 10kV 开关柜整体更换过程中，一般仅二次施工地点涉及带电 10kV 开关柜，具体工作地点位于开关柜前上部的二次小室。为避免一次作业施工人员误拆带电 10kV 开关柜，应将带电 10kV 开关柜排除在围栏围拢成的工作范围之外，但在开关柜二次小室的柜门上悬挂一块“在此工作”标志牌，提示二次作业施工人员该处为工作地点；在带电 10kV 开关柜其它部位悬挂“设备在运行中”红布帘，警示其它作业施工人员该处为带电设备。示例见图 6。



1 本示意图为便于说明，将柜内母排画在开关柜表面，并对开关、刀闸、小车等元件进行了简化。



图 5 隔断点顶部不带电一侧安装绝缘挡板

(4) 强化 10kV 线路转接箱四周围栏隔离作用

在现场勘察阶段，应尽量考虑将 10kV 线路转接箱设置在远离施工人员进出通道和工作地点的角落位置。在布置 10kV 线路转接箱围栏时，应采用铁质材料制作的围栏，围栏高度不应低于 1.7 米，围栏边界应尽可能远离 10kV 线路转接箱，最大程度降低转接头短路爆炸引发的次生伤害。示例参见图 7。

(5) 提前绘制围栏布置示意图



图 7 10kV 线路转接箱四周围栏设置

由于 10kV 开关柜整体更换施工围栏设置需要考虑较多因素，为避免现场布置围栏时出现错漏，建议在现场勘察阶段绘制一张围栏布置示意图，供围栏布置时对照和验收时核对，示例见图 8。同时，为减少围栏布置对施工工期的占用，建议在施工开工前 1-2 天完成围栏布置，并履行验收手续。

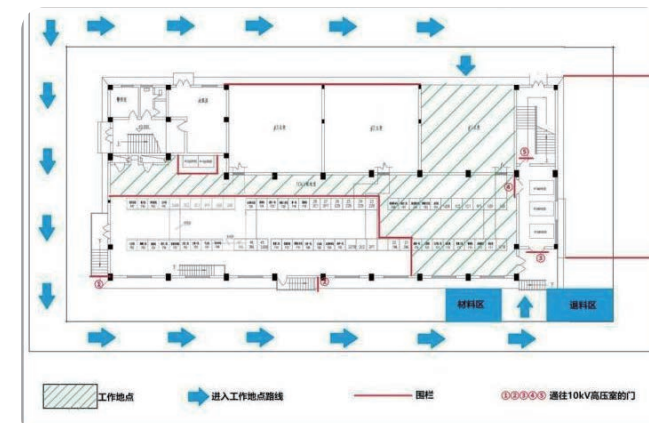


图 8 围栏设置示意图

3.2 在 10kV 开关柜上方安装水平生命线装置，用于提供安全带挂点

在 10kV 高压室通道两侧墙壁和天花板上，以两个或多个挂点固定且任意两挂点间连线的水平角度不大于 15° 的，由钢丝绳、纤维绳、织带等柔性导轨或不锈钢、铝合金等刚性导轨组成的用于连接坠落防护装备与附着物（墙、地面、脚手架等固定设施）的装置 [v]，称为“水平生命线”，示意图见图 9。在 10kV 开关柜顶部作业时，安全带可悬挂在水平生命线上。该装置成本低，安装和拆除也方便，不影响施工人员在 10kV 开关柜顶部自由移动，适合推广使用。

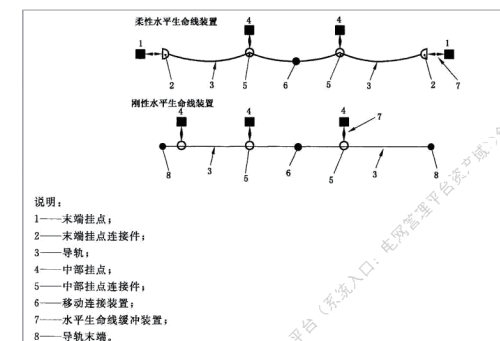


图 9 水平生命线装置

3.3 开工前成立工作协调组，统筹安排不同专业工作顺序

由参与施工的各专业安排人员组成工作协调组，推举或指定协调总负责人和各专业联络人，由总负责人召集联络人讨论，综合考虑各类因素，制定和发布各专业施工工期安排计划表，表格模板见表 1。各专业后续应严格按照计划表施工，出现工期提前或滞后时应提前向总负责人汇报，总负责人调整和发布新的计划表，实现对工作内容、时间和风险进行预控。

序号	变电站	检修设备	工作内容	批准停电操作开始时间	批准工作开始时间	批准工作结束时间	批准复电操作结束时间	总协调人	工作票	需要配合班组开展内容	工作时段	联系人	联系电话
1													

表 1 多专业交叉作业工作协调表（模板）

4 结语

本文针对 10kV 开关柜整体更换施工中存在的误入带电间隔、误碰带电设备、高处坠落、交叉作业阻碍等主要风险开展了分析，结合实践经验，从围栏布置、安全带挂点设置、工作协调三方面提出了多项针对性管控措施。其中，大部分措施是在开工前实施，需要做好大量前期工作，把资源更多投入在风险预控上。

参考文献

[i] 徐晓军. 10kV 高压开关柜改造实施方案 [J]. 科技传播, 2012 (3): 39, 33

[ii] 应永灵. 10kV 电缆线路作业快速接头转接箱的

研究与应用 [J]. 电网运维, 2020 (2): 67-69

[iii] 中国国家标准化管理委员会. 高处作业分级: GB/T 3608-2008[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009: 1

[iv] 中国国家标准化管理委员会. 坠落防护 安全带: GB 6095-2021[S]. 北京: 中国标准出版社, 2022: 6

[v] 中国国家标准化管理委员会. 坠落防护 水平生命线装置: GB 38454-2019[S]. 北京: 中国标准出版社, 2020: 1

钙钛矿光伏：电力行业的新兴之光

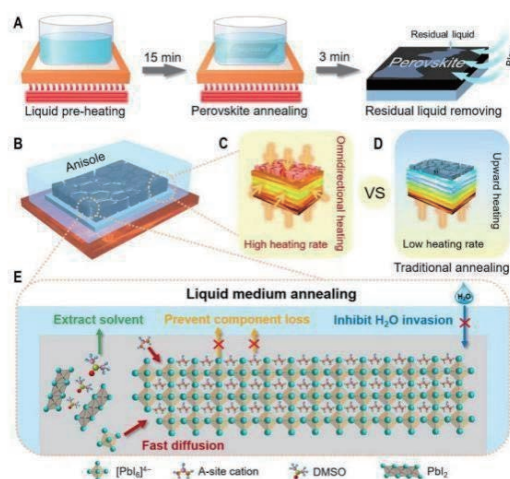
在全球能源转型的大背景下，光伏发电作为可再生能源的重要组成部分，正受到越来越多的关注。传统的晶硅太阳能电池虽然占据了目前光伏市场的主导地位，但随着技术的不断发展，一种新型的光伏技术——钙钛矿光伏，正逐渐崭露头角，成为电力行业产学研领域的研究热点。



一、钙钛矿光伏的基本原理

钙钛矿太阳能电池是利用钙钛矿型的有机金属卤化物半导体作为吸光材料的太阳能电池，其工作原理基于光伏效应。钙钛矿太阳能电池属于典型的三明治叠层结构，由中间的钙钛矿吸光层，吸光层两侧的电子、空穴传输层与最外层两侧的电极组成。当光照射到具有低激子结合能的钙钛矿吸光层时，钙钛矿吸收能量大于带隙的入射光子后产生激子，并迅速解离成自由电子和空穴。得益于长载流子扩散距离，这些自由载流子在复合前有效通过钙钛矿薄膜扩散到电荷传输层。理想情况下，钙钛矿/电荷传输层界面有利的能级排列，使得电子与空穴传输层有效地提取电子与空穴。在这个过程中，电子和空穴传输层分别起到阻挡空穴和电子的作用，形成能量势垒抑制载流子复合。

最后，载流子被背电极收集并经过负载外电路，形成光电流。

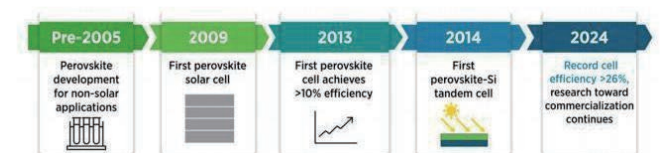


二、钙钛矿光伏的发展历程

钙钛矿材料最初并非用于光伏领域，而是应用于发光二极管(LED)和激光器等领域。2009年，日本科学家首次将钙钛矿材料应用于太阳能电池，并实现了3.8%的转换效率。然而，早期的钙钛矿电池存在稳定性差、易分解的问题，难以进行商业化推广。2012年，斯沃斯大学的研究团队通过使用固态电解质取代液态电解质，极大提升了电池的稳定性，并将转换效率提升至10%以上。这一突破引发了全球范围内的研究热潮，各大科研机构纷纷投入钙钛矿太阳能电池的研究和开发。

自2013年以来，钙钛矿太阳能电池的转换效率快速提升。在短短几年内，钙钛矿电池的实验室效率从10%跃升至25%以上，与传统的单晶硅电池相当。2023年7月，中国科学技术大学的徐集贤教授团队实现了26.1%的光电转换效率。2024年10月，南京大学谭海仁教授团队、仁烁光能(苏州)有限公司制备的1.05平方厘米的全钙钛矿叠层太阳能电池稳态光电转换效率达28.2%，刷新了该尺度全钙钛矿叠层太阳能电池的世界纪录。这些成果的取得，得益于研究人员在材料优化、界面工程、载流子管理等方面的持续创新。

近年来，随着生产工艺的改进和稳定性研究的深入，一些初创企业和科研机构已经开始尝试开发钙钛矿太阳能电池的商业化生产技术，并取得了初步成果。协鑫光电、纤纳光电(中国)、Oxford PV(英国)、Sauler Technologies(波兰)等公司已建立试验线，部分企业进入兆瓦级中试阶段。



三、钙钛矿光伏的优势

(一) 高转换效率

钙钛矿材料具有出色的光吸收能力和良好的电荷传输性能，使得钙钛矿太阳能电池能够在较薄的光吸收层中实现高效的光电转换。单结钙钛矿电池的理论转换效率高达31%，而钙钛矿/晶硅叠层电池的理论效率则可达45%以上。2024年，隆基绿能研制的晶硅-钙钛矿叠层太阳能电池的光电转换效率高达34.6%，展现出钙钛矿光伏在效率提升方面的巨大潜力。

(二) 制备成本低

钙钛矿材料的原料丰富、制造工艺简单。相比于硅基电池需要高温高能耗的制造工艺，钙钛矿电池可以通过溶液法在低温下制造。其材料成本仅为硅基电池的1/20，生产工艺简化，无需高温、高真空环境，理论成本可降至0.1美元/W以下，这使得其生产成本远低于晶硅电池，具备极大的商业潜力。

(三) 可调带隙

钙钛矿材料的光学带隙可通过改变组分(如通过调整卤素或有机阳离子种类)来调节。这一特性使得钙钛矿太阳能电池可以根据实际应用需求，设计不同波段的光吸收特性，甚至可实现透明电池或用于集成在建筑物上的光伏窗户，拓展了其应用场景。

(四) 轻量化与柔性应用

由于钙钛矿太阳能电池的材料和制造工艺特点，其可以制成柔性、轻量化的电池。这为钙钛矿电池在可穿戴设备、建筑一体化(BIPV)等领域的应用提供了广阔的前景，满足了多样化的能源需求。

四、钙钛矿光伏面临的挑战

(一) 稳定性问题

钙钛矿材料对湿度、温度和紫外线等环境因素较为敏感，容易发生降解。在实际应用中受到稳定性问题的制约，尤其是在水、热等环境因素影响下，钙钛矿材料容易退化，目前报道的钙钛矿电池工作寿命往往只能达到几千小时，远低于晶硅电池的25年以上使用寿命，这是钙钛矿太阳能电池商业化过程中面临的巨大挑战之一。

(二) 铅的环保问题

目前高效的钙钛矿太阳能电池大多含有铅元素，而铅是一种有毒重金属，可能对环境 and 人体健康造成危害。因此，开发无铅或低铅的钙钛矿材料成为了研究的热点。部分研究已提出了一些替代方案，如使用锡(Sn)代替铅，但这些无铅电池的效率 and 稳定性还需进一步提升。

(三) 大规模生产与一致性问题

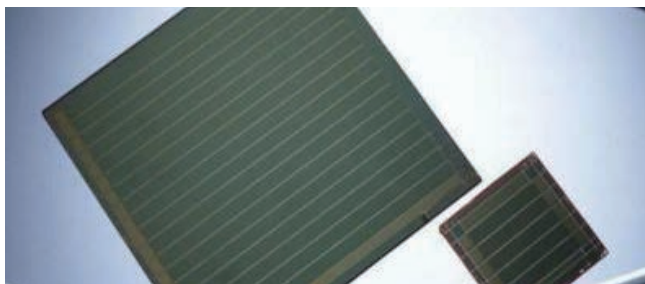
尽管钙钛矿电池在实验室中的性能非常优异，但要实现大规模生产，还需要解决制造过程中电池一致性和良品率的问题。此外，如何在大规模生产中保持高效率也是一个需要克服的技术难题，从实验室的小面

积扩展到实际应用中的大面积是钙钛矿电池商业化面临的挑战，实验室里制造的钙钛矿电池尺寸远小于市场所需的太阳能电池尺寸。

五、钙钛矿光伏的应用前景

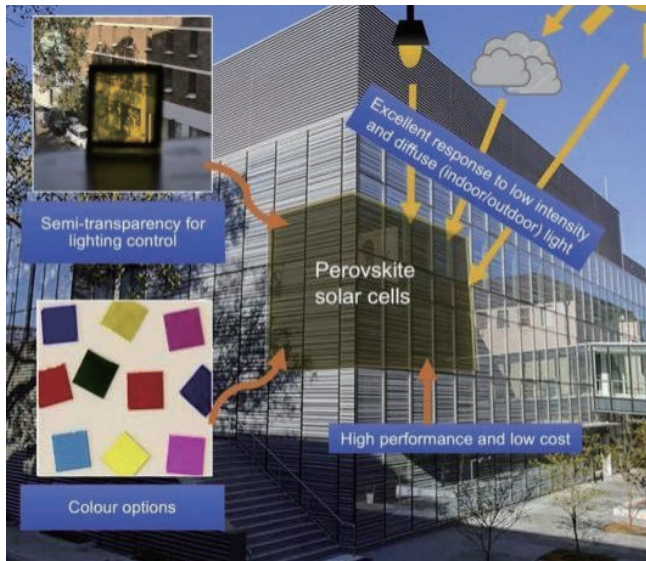
（一）与硅基电池的结合：叠层电池

钙钛矿太阳能电池可以与硅基电池结合，形成叠层太阳能电池。通过将钙钛矿材料覆盖在硅电池上，利用其对不同波长光的吸收特性，进一步提升电池的整体转换效率。实验室中的叠层电池效率已超过30%，显示出极大的应用潜力，有望推动光伏发电成本进一步下降。



（二）建筑一体化光伏系统（BIPV）

钙钛矿太阳能电池可以制成透明或半透明的形式，应用于建筑物的窗户、幕墙等结构中，实现建筑一体化光伏系统。这不仅能够提供清洁能源，还能改善建筑的美观和节能效果，满足现代建筑对绿色能源和美的双重需求。



（三）可穿戴设备与物联网

由于钙钛矿电池可以制成柔性电池，它在可穿戴设备、智能手机、无人机等领域具有广泛的应用潜力。钙钛矿电池的轻便性和高效性使其成为物联网设备中能源供应的重要候选技术，为物联网的发展提供可持续的能源支持。

钙钛矿光伏作为一种具有巨大潜力的新兴光伏技术，在转换效率、成本、应用场景等方面展现出诸多优势，但也面临着稳定性、环保和大规模生产等挑战。在电力行业产学研群体的共同努力下，通过不断的技术创新和研究突破，有望克服这些挑战，实现钙钛矿光伏的大规模商业化应用，为全球能源转型和可持续发展做出重要贡献。

基于物联网技术在低碳用电管理中的应用研究

罗景嗣

深鹏达电网科技有限公司，广东 深圳 518000

【摘要】近年来，能源的可持续发展已成为各国能源政策的重要方向。电力系统作为关键的能源供应体系，低碳用电同样也面临着巨大的挑战。物联网作为现代信息技术的重要组成部分，已被广泛应用于电力系统的智能化管理中。本文提出使用物联网技术分析其在用电监控以及智能家居等方面的创新应用。通过实时数据采集、分析与优化，能够有效提升电力系统的能源利用效率，减少碳排放，推动电力行业的绿色转型。

【关键词】物联网；低碳用电；智能家居；能源效率

Research on the Application of Internet of Things Technology in Low Carbon Electricity Management

Luo Jingsi

Splendor Power Grid Technology CO.,LTD,Shenzhen 518000,China

Abstract: In recent years, sustainable development of energy has become an important direction of energy policies in various countries. As a key energy supply system, the power system also faces enormous challenges in lowcarbon electricity consumption. The Internet of Things, as an important component of modern information technology, has been widely applied in the intelligent management of power systems. This article proposes the use of IoT technology to analyze its innovative applications in electricity monitoring and smart homes. Through real-time data collection, analysis, and optimization, the energy utilization efficiency of the power system can be effectively improved, carbon emissions can be reduced, and the green transformation of the power industry can be promoted.

Keywords: Internet of Things; Low carbon electricity consumption; Smart home; energy efficiency.

1、引言

随着全球气候变暖的问题正在日益严峻，温室效应也随之更严重，国际普遍都认识到减少碳排放才是实现可持续发展的关键，然而电力行业作为碳排放的主要来源之一，其在推动绿色低碳发展的过程中就扮演着一个至关重要的角色，如何降低能耗，实现电力系统的智能化管理，就成为了电力行业一个巨大的挑战。在此背景下，物联网技术可以作为一个提升电力系统效率与实现低碳目标的重要手段，通过引入传感器和远程监控系统实时收集并且传输大量电力数据，对家居电力设备做出适当合理的操作，为电力系统的高效运行提供精准的数据支持，有效提升电力系统的能源利用效率，为推动电力行业绿色低碳转型打下基础。

2、低碳用电管理的现状

2.1 国内外现状

现如今全球范围内逐渐形成了减少碳排放、推动绿色低碳发展的共识。其中《巴黎协定》已成为全球应对气候变化的核心国际协议。协议中明确提出全球应努力将气温升幅控制在比工业化前水平高 2°C 以内，

并进一步努力限制在 1.5°C 以内。各国政府为了实现这一目标纷纷设定了减排标准，并且将绿色低碳发展作为能源政策的核心内容之一。

国际上越来越多的国家因为气候问题制定了相应的绿色低碳战略规划，其中欧盟提出到2050年实现“碳中和”，并通过“绿色新政”推动绿色能源和清洁技术的应用。与此同时，我国在能源战略中也提出了“碳达峰”和“碳中和”目标，并且计划在2030年前达到碳排放峰值，力争在2060年前实现碳中和。这些目标的实现都离不开能源结构的深度调整，尤其是电力行业的低碳转型。电力作为现代社会的主要能源形式，产生的碳排放占据了全球温室气体排放的很大一部分，要实现减排的目标，则必须从电力行业入手。

2.2 传统方式的不足

传统的管理方式主要依赖人工调度，在这一过程中能源的利用往往是低效的。电力生产和消费之间的匹配存在很大的不平衡，尤其是在用电高峰期间，电网经常超负荷运行。一方面，电力的供给如果不能及时满足用户需求，就会导致电力系统频繁发生电力中断、停电等现象；另一方面，电力生产过程中能源浪费和碳排放问题也无法得到有效的解决方案。

此外，传统电力系统的管理方式通常缺乏精细化

的电力监控与调度能力。电网的运行在多数情况下都存在过度消耗资源的现象，电力系统的能效和灵活性较差。并且电力生产高度依赖传统能源，尤其是煤炭、天然气等高碳排放源，生产过程中往往也伴随着较高的温室气体排放，特别是在需求高峰时，由于电网未能及时进行负荷管理，电力的浪费尤为严重，造成了巨大的碳排放。

这些传统管理模式不仅导致了能源利用的低效，还使得碳排放问题难以得到有效解决。因此，现阶段迫切的需要一种更加高效、智能、可持续的电力管理方式来应对当前的挑战。

2.3 绿色低碳用电的意义

实现节能减排不仅是对环保的需求，更是促进我国经济与社会的可持续发展的重要举措。绿色低碳用电有助于推动能源结构的优化，减少对传统高污染、高碳排放能源的依赖，降低对环境的负面影响。其核心目标之一是通过采用可再生能源替代传统的化石能源，减少在电力生产过程中的二氧化碳和其他有害气体排放，进而缓解温室效应带来的压力，并且实现绿色低碳用电还能有助于提高能源的利用率，在保证电力供应稳定的前提下，减少不必要的能源浪费。

随着可再生能源成本的逐步下降以及智能电网技术的发展，低碳电力的经济性也随之逐渐增强。同时能源效率的提升也意味着企业和家庭能够通过节能减排减少电力开支，从而使生态环境也会随之改善，实现经济效益与环境效益的双赢。随着绿色低碳用电的普及还可以提高公众的环保意识，推动社会向更加绿色、可持续的方向发展。

3、物联网技术的应用

3.1 智能家居绿色用电

智能家居是基于物联网技术的智能化系统，通过智能设备与互联网的连接，使家庭的设备能够自动化地完成任务。不仅可以提升用户的生活质量，还为实现绿色低碳用电目标提供了强有力的支持。通过智能家居系统，用户更便捷地了解家庭电力消耗，还根据实时数据进行优化管理，降低能源浪费，促进节能减排。

3.1.1 概述

智能家居系统通过物联网技术，将设备互联互通，形成一个智能化的生态系统。用户可以通过 Web 端、移动 App 端控制等方式，更方便地进行管理和调节。它的核心优势在于根据周围环境条件和电力消耗情况

实时感知和自动调整进行自我优化，实现高效的能源利用率。

3.1.2 智能家居系统

智能家居通过集成物联网技术、传感器、数据分析和自动化控制等多种手段，在家庭中实现精细化的电力管理，帮助用户降低电力消耗、提高能源利用率，并进一步促进绿色低碳生活。

(1) 智能温控

通过在家中不同的区域安装温度传感器，实时监测各区域的温度变化，并将其传输给控制系统，为智能温控系统提供数据支持，再通过接收到的传感器传输的数据根据预设的目标温度调整加热或制冷设备的工作状态。智能控制器根据实时采集的温度数据与用户设定的目标温度进行对比，判断当前温度是否符合要求。若温度偏高或偏低，系统将发出指令调节空调的工作模式，保证室内温度处于一个舒适范围还能避免能源浪费。同时根据室内外温差以及用户的活动规律，系统可以自动调节空调的开关时间与温度。智能家居系统也可以设定时间规则在用电低谷时段自动调节空调的温度，以降低高峰用电对电网造成的压力，同时减少电费支出。

通过物联网技术，各类设备与传感器可以实现高效、实时的数据采集。在典型的电力系统监测平台中，每个智能传感器节点每秒可产生约 100 个数据包，而整个系统中可能存在数百至数千个节点，每天产生的数据量可达数百 GB 至数 TB 级别。物联网技术的应用使得这些海量数据可以有效地采集并传输至数据中心进行后续处理。

(2) 智能照明

智能照明系统通过集成传感器和控制设备，帮助用户更高效地使用灯具。在光敏和运动传感器的帮助下，根据周围环境的光线和用户活动自动调整灯光的亮度。在白天自然光较强的时候，系统可以按照实际需求调节室内光亮来避免过度照明，从而节省不必要的电力损耗。晚上的时候系统则会调整至适宜的亮度，提升用电的效率，并且可以在不需要照明的区域自动关闭灯光，还能根据家庭成员的作息时间控制开关，避免人工延误的消耗。

具体的步骤为通过光敏传感器实时采集环境数据上传至云平台，根据室内的自然光强度，监测到周围光线的变化，运动传感器则会检测空间内的人的活动，判断是否需要开启或关闭灯光。系统再根据传感器数据和用户设定的规则，进行智能决策，在室内光线较暗时自动增加灯光亮度，或在室内光线足够时降低亮

度以避免浪费，同时当检测到房间内没有人时，系统会自动关闭灯光以节约电能。与传统照明系统相比，智能照明系统不仅具有远程控制 and 自动调节的功能，还能够根据环境变化和用户需求自动调整亮度、颜色等参数，从而提高能源使用效率，减少能源浪费，同时提升用户的舒适体验。智能照明系统的设计和应用使得家庭和商业场所的照明更加智能化、个性化，并能有效支持绿色低碳目标的实现。

3.2 物联网的优势

物联网技术在低碳用电管理中的应用具有显著的优势，它为电力行业 and 用户提供了更加智能、高效以及可持续的用电管理方案。借助部署各类智能传感器来实时监控电力系统中各个设备的用电情况，包括电压、电流、功率等数据。这些实时的数据提供了精确的用电信息，使得能效管理更加灵活。传感器收集到的最新的设备信息后，系统能够做到快速反应和调节，保证整体稳定运行和用电效率。在家庭智能电网中，使用传感器监测电力消耗模式，在出现异常用电或高能耗行为时，即时发出警告并提供节能建议，帮助用户避免高峰负荷时段的能源浪费。

物联网还能够通过精确监测和智能控制实现大幅度提升能源效率。经过实时数据采集与分析后精准识别出浪费电力的环节，并提供相应的优化方案，减少不必要的电能消耗，降低碳排放。

4 未来发展方向

从目前看来物联网技术在绿色低碳用电领域的应用前景十分广阔，但要实现更大范围内的普及，仍然需要从技术发展、政策支持和市场需求等多方面着手。未来，物联网技术将与人工智能等先进技术深度融合，推动电力行业的绿色转型。同时，国家政策和市场化发展也将起到至关重要的作用。

4.1 AI 与 ML

物联网能够借助 AI 和 ML 对大量电力数据进行训练和建模从而实现更高效的数据分析和决策支持，并且还可以识别潜在的用电规律和异常模式，提前预测负荷波动、设备故障等问题，优化分配电力资源，深入分析家庭、企业、城市等的用电数据，预测用电高峰、智能调度负荷，并制定更精准的节能策略。此外，AI 还可以帮助用户提供个性化的用电建议，进一步降低用电成本和碳排放。

4.2 深度融合

智能电网是未来电力系统发展的重要方向，研究方向之一可以重点探讨物联网与其的深度融合，如何利用物联网实时采集电网数据，实现电网的动态调度和负荷优化；如何将传感器接入到智能电网系统中，实现设备与设备、用户与电网的无缝对接，从而提升电网的安全性、可靠性和灵活性。再借助部署传感器实时监控和智能调节功能，将能源使用的各个环节都能够得到优化，从而减少能源浪费和碳排放。系统不仅通过精确的数据分析识别高能耗设备和不合理用电模式，还能通过动态调整和预测负荷，有效缓解电网高峰时期的压力，减少对化石能源的依赖，最大化利用可再生能源。

5 结语

新一代科技革命浪潮已来，合理的上层规划、低碳的电力供给都将是支撑未来可持续发展的关键。物联网作为一种全新的技术架构，也为电力工程领域带来了前所未有的机遇和挑战，其在推动绿色低碳用电方面同样具有无可比拟的优势。借助智能化的传感器将设备互联，进行数据采集与分析，能够实时监控设备的使用情况并且优化使用电力，提升用电效率，降低碳排放。还能精准掌控每一个用电环节，实现动态负荷调度和资源优化配置，从而最大限度地向绿色电力靠近，推动低碳生活方式的普及。

展望未来，物联网在绿色低碳用电管理中的应用将持续深入发展。随着技术不断更新迭代，进一步提升其在绿色电力管理中的智能化和自动化水平，推动电力行业的绿色转型。为提高电力设备的低碳用电决策提供重要支持，以满足电力系统日益增长的需求。

参考文献

- [1] 甘海庆,任禹丞,杨子跃,等.面向用户侧不同用电群体的低碳运行用电策略[J].现代电力,2024,41(05):
- [2] 邓善飞.铁路站房低碳电气技术应用研究[J].低碳世界,2024,14(04):
- [3] 张瀚舟.深圳居民低碳用电碳普惠对上海节电降碳的启示[J].上海节能,2023,(10):
- [4] 2024 世界能源变革与挑战中前行[N].中国能源报,2024-12-30(006).
- [5] 陆青,方华鑫,侯建朝.面向工业气体制造企业能源消费低碳转型的演化博弈研究[J/OL].资源与产业,1-19[2025-01-20].

基于优化人工蜂群算法的多机器人协同规划

张 林

深圳供电局有限公司, 深圳 福田 518001

【摘要】 为了提高人工蜂群算法在多机器人路径规划中的性能, 本文提出了优化人工蜂群算法。提出了一种新的环境建模方法, 将障碍物边缘平滑化; 分析了人工蜂群算法原理, 改进了新食物源的生成方法, 提出了自适应的搜索因子, 兼顾了大范围搜索和算法收敛速度; 改进了机器人路径点的表示方法, 使用位置夹角表示机器人路径点, 减少了位置参数; 使用加权方式将路径长度、路径平滑度、路径安全性综合为目标函数。仿真实验结果表明改进在多机器人路径规划中不仅耗时较少, 而且路径也短, 且随着机器人数量的增加, 耗时和路径长度的差距越来越大。

【关键词】 多机器人 协同规划 优化人工蜂群算法 自适应搜索因子

Vehicle Anti-collision System Based on Self-adaptive obstacle recognition

Zhang Lin

(Shenzhen Power Supply Bureau Co., Ltd. ShenZhen futian 518001, China)

Abstract To improve property of Artificial Bee Colony algorithm in multi-robot path planning, optimized Artificial Bee Colony Algorithm is proposed. A new environment model is given, which makes barrier border smooth. Principle of Artificial Bee Colony algorithm is analyzed, adaptive searching factor is raised to improve new food source generation method, which balances searching range and convergence rate. Robot path point is improved by location angle, and by this way location parameter is lessen. Path length, path smoothness and path safety is synthesized to a goal function by weight. Simulation trial shows that path length and time cost of improved algorithm is superior to primary algorithm. And with robot quantity increasing, the gap of the two algorithms is bigger and bigger.

Key words: Multi-robot, collaborative planning, optimized artificial bee colony algorithm, adaptive searching factor.

0、引言

相比于单个机器人, 多机器人系统 [1] 具有诸多优势: 当某一机器人出现故障时, 机器人系统依然具有协调完成任务的能力, 鲁棒性很强; 通过机器人之间的协调, 可以完成更加复杂多样的任务, 效率很高; 相比于制造复杂且功能强大的机器人, 功能简单的多机器人成本更低, 因此研究多机器人系统具有诸多的现实意义。多机器人的导航问题是多机器人系统重要的研究方向, 研究多机器人路径规划问题是实现多机器人自

主导航的关键。

根据机器人对工作环境的了解情况, 可以将机器人路径规划分为全局路径规划和局部路径规划 [2]。全局路径规划成熟的方法包括栅格法 [3]、自由空间法 [4]、构型空间法 [5] 等, 栅格法解决路径规划问题简单直观, 但栅格大小的选取牵扯到存储量和信息分析率, 因此使用受到一定限制; 自由空间法适用于障碍物较少的情况, 当障碍物增加时算法复杂度增加且不易实现; 构型空间法缺点是当机器人紧邻障碍物时, 无法保证机

器人安全性。局部路径规划成熟的方法包括人工势场法 [6]、神经网络法 [7] 等, 人工势场法解决机械臂路径规划具有较好效果, 但是存在局部极小值和目标不可达问题; 神经网络算法有点是鲁棒性强、学习能力强, 但是存在数据量的要求;

本文为了研究多机器人路径的协同规划问题, 受栅格法启发提出了新的环境建模法; 将人工蜂群算法的新食物源生成方法、机器人路径表示方法进行改进, 实现了多机器人路径短、平滑、安全且耗时少的目标。

1、环境建模方法

对于已知环境的建模问题, 当前使用最多的是栅格建模法, 就是将工作环境划分为一定大小的栅格, 只要栅格中存在障碍物 (不论大小) 就将其视为障碍物栅格。这种建模方法存在空间开销、计算速度与分辨率的矛盾。

本文提出的环境建模方法为: 在工作环境中建立直角坐标系, 但是不划分栅格, 通过给出障碍物的顶点来区别障碍物, 如图 1 中所示, 对于圆形障碍物将其简化为一个圆点, 同时给出其障碍范围。但是当机器人从顶点之间穿过时, 在现实中就是机器人与障碍物相撞, 为了解决这一问题, 本文将障碍物的顶点进行连线, 不允许机器人规划出的路径穿过连线, 从而避免机器人与障碍物相撞。

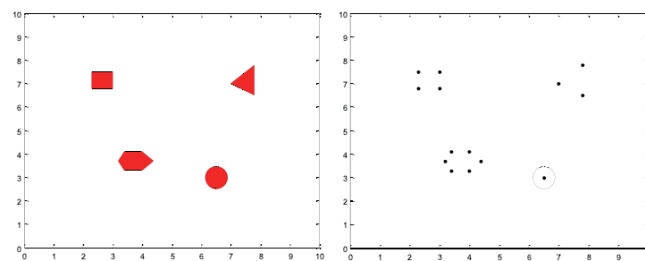


图 1 环境中障碍物表示方法

但是这种障碍物表示方法会增加机器人路径规划时间, 也会使机器人产生运算压力, 因此考虑将所有障碍物包裹在一个圆形区域内, 也就是将每个障碍物都看成适当大小的圆形障碍物, 如图 2 所示。

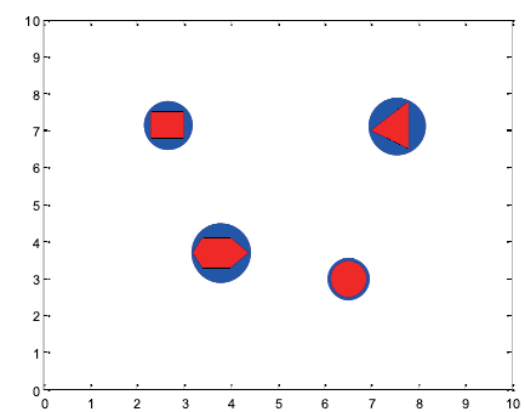


图 2 障碍物表示方法

2、人工蜂群算法

2.1 蜂群采蜜模型

在蜂群采蜜过程中, 可以分为三个组成要素和两种基本行为。三个组成要素包括食物源、雇佣蜂和非雇佣蜂, 其中非雇佣蜂包括观察蜂和侦察蜂。两种基本行为是招募蜜蜂采蜜、放弃食物源。蜂群觅食的过程是: 每只雇佣蜂对应一处蜜源, 同时在此蜜源附近搜索新蜜源, 若发现新蜜源后则放弃原蜜源; 雇佣蜂将蜜源信息以摇摆舞的形式传递给观察蜂, 观察蜂根据蜜源远近、花蜜丰富程度等选择蜜源; 侦察蜂发现某处蜜源采集次数多而接近枯竭时就放弃此处蜜源。从数学的角度讲, 雇佣蜂负责搜索局部极值, 观察蜂负责选择全局极值, 侦察蜂负责摆脱局部极值。

在蜜蜂采蜜过程中, 两种基本行为对应两种反馈机制。当雇佣蜂发现一处花蜜丰富的蜜源时, 会以摇摆舞的方式吸引蜜蜂前来采蜜, 此处蜂蜜越丰富则前来采蜜的蜜蜂越多, 因此招募蜜蜂采蜜行为是一种正反馈机制。但是若某一蜜源经过反复采集面临枯竭而得不到更新时, 侦察蜂就会放弃此处蜜源, 转而寻找其他食物源, 这是一种负反馈机制。

2.2 人工蜂群算法模型

首先给出人工蜂群算法 [8,9] 的五个策略, 而后给出算法步骤。

(1) **初始化策略。** 算法的初始化就是给出初始食物源位置, 记为 $(x_1, x_2, \dots, x_N)$, 其中 N 为食物源数量, $x_n \in [1, N]$ 是一个位置坐标, 初始化方法为

$$x_{ni} = rand(0,1) \times (u_{bi} - l_{bi}) + l_{bi} \quad (1)$$

式中 u_{bi} 、 l_{bi} 分别为 x_{ni} 可以取得的最大值和最小值, $rand(0,1)$ 为 $(0,1)$ 之间的随机数。

(2) 食物源评价策略。食物源评价策略是对每个食物源给出综合评价并进行比较,从而保留花粉密度大、离蜂巢近的食物源。在人工蜂群算法中食物源适应度函数为

$$fitness(x_n) = \begin{cases} \frac{1}{1+f(x_n)} & f(x_n) \geq 0 \\ 1+|f(x_n)| & f(x_n) < 0 \end{cases} \quad (2)$$

式中 $f(x_n)$ 为相对于食物源 x_n 的目标函数值,且 $n \in [1, N]$ 。

(3) 雇佣蜂搜索策略。雇佣蜂会记忆蜜源丰富的食物源传递给观察蜂,同时在此食物源附近搜索新的食物源,发现更加优质的食物源后,雇佣蜂就会抛弃原食物源。其搜索过程为

$$x'_{ni} = \begin{cases} ub_i & x_{ni} + \varepsilon_{ni}(x_{ni} - x_{ki}) > ub_i \\ lb_i & x_{ni} + \varepsilon_{ni}(x_{ni} - x_{ki}) < lb_i \\ x_{ni} + \varepsilon_{ni}(x_{ni} - x_{ki}) & else \end{cases} \quad (3)$$

式中 x'_{ni} 为新食物源坐标, x_{ni} 为当前食物源坐标, ub_i 、 lb_i 分别为 x'_{ni} 可以取得的最大值和最小值, x_{ki} 为随机选取的异于 x_{ni} 的另一食物源, ε_{ni} 为搜索系数且 $\varepsilon_{ni} \in (-1, 1)$ 。当雇佣蜂发现新的食物源 x'_{ni} 后,就会比较新旧食物源的适应度值,选择并保留适应度大的食物源,放弃适应度小的食物源。

(4) 观察蜂选择策略。雇佣蜂通过摇摆舞将食物源信息传递给观察蜂,观察蜂根据这些信息计算每个食物源的适应度 $fitness(x_n)$,再根据食物源适应度计算选择每个食物源的可能性 $probability(x_n)$,计算公式为

$$probability(x_n) = \frac{fitness(x_n)}{\sum_{n=1}^N fitness(x_n)} \quad (4)$$

如果此值大于某一阈值,则观察蜂选择此处食物源,否则放弃。

(5) 侦查蜂觅食策略。侦查蜂觅食策略为当经过最大采蜜次数的循环后,某一食物源依旧没有得到改善更新,就会认为此处食物源经过多次采集已经枯竭,侦查蜂就会放弃这些食物源而随机产生食物源,这种觅食策略可以增加食物源多样性,使算法跳出局部极值。侦查蜂的下一食物源 $x_{ni}^k + 1$ 选择策略表达式为

$$x_{ni}^k + 1 = \begin{cases} rand(0,1) \times (ub_i - lb_i) + lb_i \\ x_{ni}^k \end{cases} \quad (5)$$

$trial > \lim it$

$trial < \lim it$

式中 $trial$ 为优化次数或更新次数, $limit$ 为允许的最大选择次数。通过以上对人工蜂群算法[10]的分析,给出算法步骤如下。

Step1: 初始化参数。给出食物源数目 N 、最大循环次数 $MaxLoop$ 、优化限制次数 $limit$; Step2: 产生初始食物源;

Step3: 雇佣蜂觅食。在每个食物源附近搜索并计算食物源适应度值,选择优质食物源放弃劣质食物源;

Step4: 观察蜂选择。观察蜂对雇佣蜂传递回的食物源信息进行比较,计算选择每个食物源的可能性,对于最大可能性最大(最优值)的食物源,分配蜜蜂前去采蜜;

Step5: 侦查蜂觅食策略。若经过 $limit$ 次选择最优食物源扔得不到更新,则随机产生一食物源,从而达到了摆脱局部极值的目的;

Step6: 若循环次数达到上限而没到达目标点,则路径规划失败,算法结束;若多机器人均到达目标点则规划成功,算法结束。

3、优化人工蜂群算法

本节主要对新食物源的生成方法和机器人路径点的表示方法进行改进,而后以路径最短、平滑和安全等三个方面作为优化目标给出了目标函数。

3.1 新食物源生成方法改进

在人工蜂群算法中,侦查蜂对附近区域食物源的搜索方式如式(3)所示,也就是根据记忆中的两个食物源,在 $(-1,1)$ 范围内随机产生一个因子进行搜索,在算法运行的前期,如此大的搜索范围可以使得侦查蜂在更大范围内搜索全局最优值,但是在算法后期,如此大的搜索范围使算法无法快速收敛到全局最优。

因此可以随着算法的推进,自适应的改变搜索系数 ε_{ni} 的值,使其在算法前期保持较大搜索范围,在算法后期逐渐减小其搜索范围,使其能够快速收敛至全局最优。自适应搜索系数 ε_{ni} 表达式为

$$\varepsilon_{ni} = \exp\left(\frac{Loop}{MaxLoop}\right) \times rand(-1,1) \quad (6)$$

式中 $Loop$ 为算法的当前迭代次数, $MaxLoop$ 为算法的最大迭代次数。由上式可以看出,随着算法的进行,搜索范围最终缩小为原来的 $1/e$ 。

3.2 机器人路径点的表示方法

机器人路径由机器人路径点连接而成,在栅格法中,使用机器人所在栅格坐标表示机器人路径点,本文以路径平滑度作为优化的一个目标,使用坐标的方法难以对路径平滑度进行表示,因此本文提出了使用下一位置相对于当前位置的夹角表示机器人路径点,如下图所示。

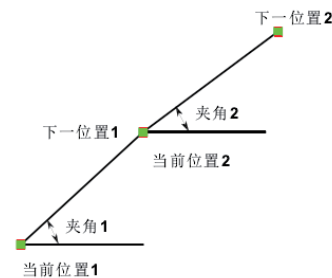


图3 机器人路径点表示方法

图中绿色方块表示机器人位置,规定机器人步长恒定为 $StepLen$, 夹角1和夹角2就可以用来表示机器人当前位置点。将此方法转化为机器人坐标表示的方法为

$$\begin{cases} x_{k+1} = x_k + StepLen \times \cos \theta_k \\ y_{k+1} = y_k + StepLen \times \sin \theta_k \end{cases} \quad (7)$$

式中 (x_k, y_k) 为机器人当前路径点坐标, (x_{k+1}, y_{k+1}) 为下一路径点坐标。 θ_k 为下一位置相对于当前位置夹角。此方法将坐标表示的横纵坐标两个变量转化为夹角一个变量,简化了表示方法,减少了算法的计算过程,提高了路径规划的实时性。

3.3 目标函数及食物源评价策略

本文将路径总长度、路径平滑性、路径安全性作为优化的三个目标,使用综合加权的方法将三个目标转化为一个目标。路径平滑性使用夹角的差值表示,路径安全性使用机器人到障碍物距离倒数表示。最终优化目标 Obj 为

$$Obj = \sum_{i=1}^N \left[w_1 \times dis(x_i, G_i) + w_2 \times \sum_{k=1}^Z \frac{1}{dis(x_i, B_k)} \right] + w_3 \times \sum_{i=2}^{Step} |\theta_i - \theta_{i-1}|$$

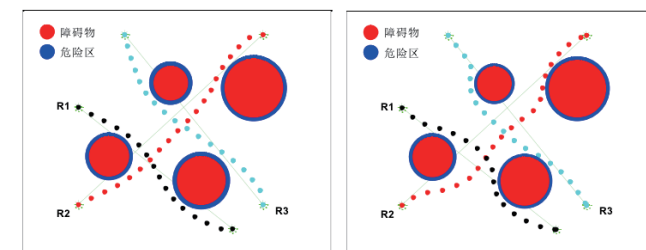
式中 w_1 、 w_2 、 w_3 分别表示距离、安全性、平滑性权重, $dis(x_i, G_i)$ 表示当前位置与目标点距离, $dis(x_i, B_k)$ 表示当前位置与障碍物距离, Z 为障碍物数量, $Step$ 为机器人步数。

在机器人路径规划中,机器人之间互为动态障碍物,若进行食物源评价时,若两机器人路径出现重合点,要分析是否到达此重合点,若是则将适应度值置0重新进行路径规划,否则按照式(2)计算适应度值。

4、仿真实验验证

仿真软件为 Matlab, 计算机配置为 Intel Core i5 处理器、主频 2.6GHz、8G 内存。设置的验证试验包括两个方面:一是验证改进人工蜂群算法相对于标准算法的用时短,二是验证改进算法的平滑性和路径长度优于标准算法。机器人起点和目标点随机产生。

参数设置。仿真的循环次数为 1000, 种群大小为 20。在第一次验证试验中,对 3 个机器人进行路径规划,工作区域中含有 4 个不同大小的障碍物,使用建模方法将其转换为适当大小的圆形障碍物,分别使用改进人工蜂群算法和标准算法对其进行路径规划如下图所示。



(a) 改进算法 (b) 标准算法

图4 两种算法的规划结果

从图中可以看出,改进算法的路径平滑度明显优于标准算法,这是由于本文提出的建模方法中障碍物边缘处圆滑,使机器人没有急转弯。此次试验主要对比算法消耗的时间,将路径规划任务重复 10 遍,统计 10 次路径规划所用时间,如表 1 所示。

表1 算法消耗时间统计

算法次数	改进算法耗时 (标准算法耗时 S)	(S)
1	2.588	11.015
2	2.646	10.986
3	2.562	10.865
4	2.857	10.741
5	2.714	10.935
6	3.148	10.097
7	2.856	10.266
8	2.737	10.692



表 1 算法消耗时间统计

算法次数	改进算法耗时 (标准算法耗时 S)	(S)
9	2.962	10.958
10	3.011	11.214
平均值	2.822	10.777

通过以上数据可以看出，改进算法与标准算法耗时查究较大，主要有三点原因：一是机器人路径点的改进，将横纵坐标两变量转化为夹角一个变量，减少了算法运算时间；二是对搜索因子的改进在算法后期使算法快速收敛，极大减少了算法收敛时间；三是改进算法路径相对平滑且路径较短，也就是说改进算法进行路径规划循环次数比标准算法要少。这种耗时上的差距会随着机器人数量的增加而逐渐拉大。

第二次试验验证验证路径平滑度和路径长度，参数设置与试验一不变。规划三个机器人在四个障碍物环境中的路径，起始点分别为 (2,2) (2,9) (7,1)，相应的目标点分别为 (8,9) (9,4) (2,6)。分别使用改进算法和标准算法进行路径规划，得到的结果如下所示。

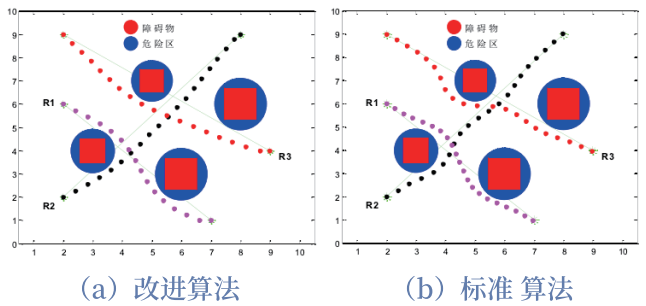


图 5 两种算法的规划结果

从图中明显的可以看出改进算法的路径平滑度优于标准算法。统计去 10 此规划出的路径长度，如下表所示。

表 2 路径长度统计

算法次数	路径长度	路径长度
1	25.7128	23.8001
2	25.7128	23.7998
3	25.7129	23.7997
4	25.7128	23.7998
5	25.7128	23.8011
6	25.7129	23.7992
7	25.7128	23.7983
8	25.7129	23.7996

表 2 路径长度统计

算法次数	路径长度	路径长度
9	25.7128	23.7992
10	25.7128	23.8007
平均值	25.7128	23.7998

从表中可以看书，改进算法的路径长度短于标注算法，主要原因包括两方面：一是环境建模方法使路径平滑，少走了弯路；二是搜索因子前期大范围的搜索保证了全局最优的发现。

5、结论

通过以上分析可以得出以下结论：（1）本文提出的环境建模方法使障碍物边缘处平滑，保证了路径的平滑性；（2）搜索因子的改进既保证了前期的大范围搜索，又减少了算法收敛时间；（3）机器人路径点表示方法减少了参数，节约了算法时间，也更适用于本文提出的环境建模方法。

参考文献 [1] 吴军，徐昕，王健，等．面向多机器人系统的增强学习研究进展综述 [J]. 控制与决策，2011, 26(11):1601-1610.

[2] 余勇．基于改进蚁群算法的机器人路径规划研究 [J]. 机械传动，2016(7):58-61.

[3] 柴寅，唐秋华，邓明星，等．机器人路径规划的栅格模型构建与蚁群算法求解 [J]. 机械设计与制造，2016(4):178-181.

[4] 王丹．自由漂浮空间机器人路径规划研究 [D]. 长春：吉林大学，2015.

[5] 蔡佐军，孙德宝，秦元庆，等．基于构型空间法的机器人路径规划研究 [J]. 计算机与数字工程，2006, 34(4):88-90.

[6] 张殿富，刘福．基于人工势场法的路径规划方法研究及展望 [J]. 计算机工程与科学，2013, 35(6):88-95.

[7] 魏明明．进化脉冲神经网络的路径规划研究 [D]. 兰州：西北师范大学，2013.

[8] 宁爱平，张雪英．人工蜂群算法的收敛性分析 [J]. 控制与决策，2013(10):1554-1558.

[9] 邱剑锋．人工蜂群算法的改进方法与收敛性理

论的研究 [D]. 合肥：安徽大学，2014.

[10] 王艳娇．人工蜂群算法的研究与应用 [D]. 哈尔滨：哈尔滨工程大学，2013. 基金项目：教育部重大创新工程培育资金资助项目 (708045) 作者简介：张林 (1987-)，男，江苏徐州人，硕士，高级工程师，研究方向为机器人控制技术研究、输变电领域技术研究与管理。



关于电力系统中电气自动化技术的应用探析

刘 涞

深圳市深鹏达电网科技有限公司 51800

【摘要】当前，随着我国电力工业的快速发展和电网范围的不断扩大，电力系统的完整性受到更多考验。有效解决电网系统的繁琐。在数据化时代，电气自动化技术在电力系统中的应用是电力企业发展的必然趋势，有利于企业的健康发展。

本文基于电气自动化技术在电力系统中的应用研究。

【关键词】电力系统；电气自动化技术；应用研究

0、引言

近年来，我国电气工程自动化水平发展迅速。在不断运行的电力系统中，自动检测技术和控制技术逐渐普及，有力地推动了电力系统自动化技术的不断发展。实践证明、科学合理地运用电气工程自动化技术可以有效解决供电质量问题，提高供电效率。

1、电气自动化技术概述

当前，我国已逐步进入信息时代，人们越来越广泛地使用信息技术。技术在一定程度上可以促进电力企业的进一步发展。通过观察电力工程的供电效率，电气自动化技术的作用非常重要。如果能够科学、合理地使用电气自动化技术，电力系统的工作效率和工作质量就能在很大程度上得到有效的提高。此外，对于电气自动化技术，它还可以自动监测和检测电力系统的正常运行，可以降低电力系统检测工作的人工成本

2、电气自动化技术的实际应用

2.1 电气自动化技术在变电站中的应用

就电力系统而言，变电站本身就是一个非常关键的系统结构，所以对于变电站来说，电气自动化技术的合理使用非常重要。电气自动化技术的应用可以逐步降低人工成本，进一步保证变电站的管理和控制更加高效，从而促进整个变电站的工作效率得到有效提升。此外，电力系统还包括报警系统。如果系统的某个部分出现故障，报警系统会立即发出警告信息。

2.2 智能大型系统中

智能电网是在传统电力系统的基础上，融合新能源、新材料、新装备和先进传感技术、信息技术、控制技术、储能技术等新技术而形成的新一代电力系统。能更好地实现电网的安全、可靠、经济、高效运行。其中，用在变电站的智能自动化系统应用最为广泛。我国现代电网所采用的电网智能化发展大部分是作为电网智能化系统的框架。通信技术在智能电网的技术



框架中占有很大的地位，因此信息技术在电网建设中非常重要，准确度需要达到一定的标准

2.3 在调度系统中

在调度系统中，电气自动化方法有非常强大的应用，可以减少批量生产损失，节省人力，提高资源利用率。其具体应用包括：工作站、变电站等，利用计算机网络和自动化技术进行自我调节，而智能系统则覆盖整个电网系统网络。在整套智能电网中，CPU是核心，对机器获取的信息进行分析处理，将计算结果传送给某台机器，实时监控智能系统中机器的运行状态，并给出有效的建议。

3、自动化技术在系统中的应用范围

3.1 智能化技术的应用

电气自动化技术在电力系统中的应用主要体现在计算机技术的应用上，同时加强技术的应用，对系统进行智能分析。在解决传统电力系统中的电路问题时，需要将电路问题一一排除。其中一项检查需要大量的人力物力，效率相对较差。电气自动化技术在电力系统中的应用，最大的领域是智能技术的应用，不仅可以及时发现故障。同时可以对出现的问题提供合理的解释。

3.2 实时仿真技术

在电力系统当中，实时仿真技术通常应用于暂态或者隐态的多种形式进行试验，还可以通过实时仿真系统获取相关的实验信息。此外，实时仿真技术还可以对技术人员设计的各项设备进行测试。由此可见，实时仿真技术在电力系统的应用中有着十分良好的效果，可以对电力系统中动态负荷情况予以准确的监测。

3.3 PLC技术

1)PLC技术在闭环操作中的应用。

在电力系统的闭环操作中，需要对环境温度等因素进行模拟计算，在确定数值后对环境因素进行有效的控制。模拟计算的过程中需要使用PLC技术当中的I/O状态对环境因素进行闭环控制。其中D/A和A/D之间的转换操作十分重要，需要应用PID系统技术进行对应的操作。要最大程度保证系统的转换效率。通过对信息数据系统转换效率的提高，整个电力系统的运行效果也会随之增长。

2)PLC技术的顺序控制应用。

当前，我国的科学技术水平有着十分明显的提高，因此很多电力企业在系统方面也进行了相应的更新，一些传统的控制系统也开始应用PLC技术的控制系统。这种系统在实际应用过程中能够最大程度地提高电力系统的生产效率，降低系统对资源的损耗，为电力企业带来良好的经济效益。PLC技术在控制系统的改善过程中，可以利用信息模块提高系统效率。通过PLC技术可以对电力生产工作进行有效的管理和调控，并对系统的操作顺序有极大的改善。

3.4 电网技术的应用

虽然电气自动化技术在电力系统中已经有所应用，并且电气化自动技术已经有了很大的发展，但是由于我国目前电力系统比较分散，为实现电网增加了难度，但是在实践之中，我们必须加强电气自动化的具体运用，通过网络通信技术的支持，不断地强化电网的建设。并且我国已经进入了大数据时代，在互联网技术的支持下，电力系统加强自动化技术在电网中的应用可以有效地加强电力系统智能电网的建成。

4、结束语

在当今形势下，不可再生资源的大规模开采导致煤炭和木材等一些自然资源的再生不可持续。因此，电气工程及其自动化的推进方向需要以高效、和谐、可持续为原则。因此，在可持续发展原则的引领下，我们必须尽最大努力保持效率、和谐和连续性的底线，从而减少电气工程及其自动化生产造成的浪费和污染。了解国外电气工程及其自动化的发展现状和存在的问题，找出可以借鉴的地方，让我们的电气自动化发展道路更加畅通无阻。最后，在自由发展的市场经济体制下，为增强硬实力和竞争力，应大力推进技术创新和人才引进。

参考文献：[1] 武项，电气自动化技术在电力系统中的实际运用[J]. 时代农机，2018,45(06)

[2] 张明宇，王峰，邹德生，张晓静，郑大永. 浅析电力系统中的配网自动化技术应用[J]. 中国新通信，2018,20(12)

[3] 袁翠翠，廖春华，电力系统中电气自动化控制技术的应用[J]. 南方农机，2018,49(11)

[4] 王继亮，电力系统运行中电气自动化技术的应用策略初探[J]. 农家参谋，2018(11)

06

会员风采

- 会员快讯 世界技术，为国争光 海鸿电气成功研制世界首台 110kV 节能型非晶合金立体卷铁心油浸式电力变压器
- 会员快讯：深华电力 | 自主投资分布式光伏发电项目

会员快讯 世界技术，为国争光海鸿电气成功研制世界首台 110kV 节能型非晶合金立 体卷铁心油浸式电力变压器

高压节能变压器技术领域迈入了新阶段

近日，广东电网公司、海鸿电气、华中科技大学、华北电力大学、安泰科技 联合成功研发 110kV 节能型非晶合金立体卷铁心油浸式电力变压器，并顺利通过全项试验。这一成果标志着我国在高压节能变压器技术领域迈入了新阶段，在电气装备研发领域具有跨时代的里程碑意义。产品将在汕头市潮南区 110kV 红场变电站投入运行。110kV 节能型非晶合金立体卷铁心油浸式电力变压器不仅能够大幅降低电力系统的运行损耗，还为电力行业的碳减排提供了切实可行的解决方案。

这一创新成果的落地，正是广东电网、海鸿电气积极响应国家“双碳”战略、践行企业社会责任的生动体现，也为中国实现“双碳”目标注入了新的动力。



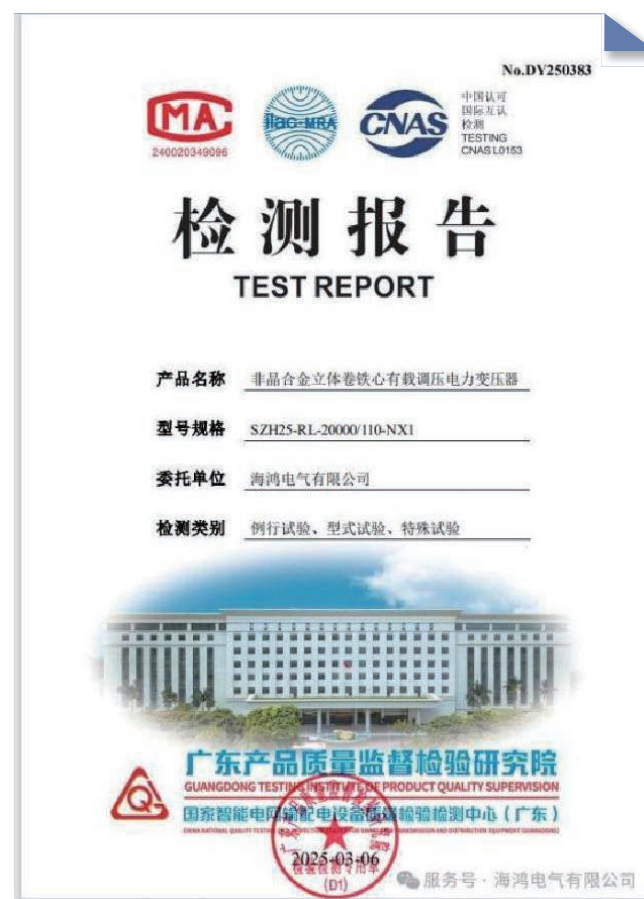
攻坚克难，中国非晶合金 变压器技术实现新跨越

该变压器是全球首台应用于 110kV 电压等级的节能型非晶合金立体卷铁心电力变压器，其核心创新在于高电压等级变压器领域内，将低损耗非晶合金材料与立体卷铁心结构深度融合，通过新型铁心悬挂结构，实现重量 10 吨以上的非晶合金立体卷铁心可靠悬挂，并有效控制噪音和改善变压器抗短路能力。

研制过程中，团队攻克了非晶合金带材大型卷制工艺、退火技术、铁心抗短路能力提升等多项技术难

题，严谨把控铁心绕制、器身装配等每一步工艺，保证产品运行噪音低、抗短路能力强、长期安全高可靠运行。

110kV 节能型非晶合金立体卷铁心油浸式电力变压器惊艳面世，并通过第三方权威机构的全项试验（包括抗短路能力试验）。这代表着我国非晶合金变压器技术领先全球，迈入了一个崭新的发展阶段。



践行“双碳”目标，领先全球开启高压变 电设备节能新时代

中国明确提出 2030 年前实现“双碳”目标，而电力行业作为碳排放的重要领域，其绿色转型至关重要。110kV 节能型非晶合金立体卷铁心油浸式电力变压器通过非晶合金节能材料与立体卷铁心节能技术双结合，拥有极其出色的节能特性。该变压器空载损耗比 GB 20052-2024 中 1 级能效限定值下降 60% 以上，负载损耗下降 5% 以上。以单台容量 20000kVA 的变压器为例，每年可节约用电 12 万度，相当于减少二氧化碳排放 72 吨，节能与环保效益显著。（以上数据仅供参考）这一产品的推广应用，其节能、安全高可靠的特点将为中国以新能源为主的新型电力系统转型护航，更能为新能源领域发电、配电、供电等各环节大规模节能降耗提供强有力的设备支撑，助力中国能源结构的绿色低碳转型，领先全球开启高压变电设备节能新时代。



产学研协同，以创新技术助推制造强国建设

海鸿电气将继续秉持开放合作的态度，积极响应国家“双碳”战略，以创新技术为驱动，凭借自身在立体卷铁心变压器领域全球领先的制造经验，与广东电网公司、汕头供电局、华中科技大学、华北电力大学、安泰科技一起联合研发，协力攻克多项技术难题，共同打造 110kV 节能型非晶合金立体卷铁心油浸式电力变压器，为国家节能事业和制造强国建设贡献力量。

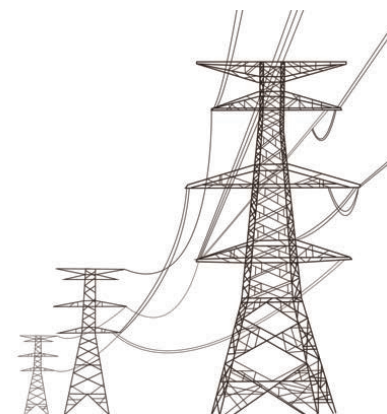
研发过程中，项目团队成功完成产品论证、设计、生产、试验，累计申请专利超过 10 项。该变压器的成功研制，推动我国非晶合金变压器产业发展，非晶合金立体卷铁心变压器技术占据全球制高点，扩大非晶

合金材料的应用，推动非晶合金产业和绿色电网高质量发展，为制造强国建设打造标杆产品。



引领节能变压器技术，助力全球绿色转型

海鸿电气作为核心研制单位，凭借自身优势，成功研制出 20000kVA 110kV 节能型非晶合金立体卷铁心油浸式电力变压器，这标志着我国在高效节能电力装备领域实现重大技术跨越。110kV 节能型非晶合金立体卷铁心油浸式电力变压器填补了全球高电压等级非晶合金变压器技术空白，体现了海鸿电气在节能变压器技术领域的领先地位，更彰显了海鸿电气在推动中国节能事业、助力“双碳”目标以及引领立体卷铁心节能变压器研发事业方面的重大贡献。



会员快讯：深华电力 | 自主投资分布式光伏发电项目

在国家大力倡导绿色发展、加速能源转型的浪潮下，新能源产业蓬勃兴起，成为推动经济可持续发展的关键力量。

在此时代背景下，深华电力积极响应号召，投身绿色能源领域。深华电力自主投资的分布式光伏发电项目成功并网发电，开启绿色能源发展新篇章。

一方源产业园分布式光伏发电项目于二零二五年一月二十二日并网发电。施工前，园区原屋顶彩钢瓦老化严重，表面斑驳，破损，漏水频发，既损坏房屋结构，又难以承载光伏设备，还影响发电系统稳定性与寿命。经多方论证与技术评估，项目采用科学的分布建设方案。施工时，我们对三千六百平方米钢构彩钢瓦屋顶全面更换加固，选用高强度、耐腐蚀新型彩钢材料，提升屋顶承载能力，确保光伏设备安装稳固，增强防水防性能，降低恶劣天气影响。为项目并网及长期稳定运行筑牢基础。同时，在闲置屋顶建设二点八米高光伏设施，不仅解决房屋漏水难题，还拓展建筑物理空间，实现从闲置到多元复合利用的转变，提升空间使用效率与综合价值。该项目装机容量一千一百千瓦，预计年发电量一百二十万度，为产业园及周边输送清洁电能，助力节能减排。

深圳市俊昌五金光电有限公司分布式光伏发电项目于二零二四年十一月二十七日并网运行，项目装机容量四百零三点九六千瓦。充分合理利用闲置屋顶资源，预计年发电量五十万吨，作为公司投资回报率最高的项目，为后续投资树立高投资、高收益标杆。

亚元科技股份有限公司屋顶分布式光伏发电项目于二零二五年一月十七日并网装机容量六六六十一千瓦，预计年发电量六十五万度。项目利用闲置屋顶建二点八米高光伏设施，增加房屋物理空间，将闲置资源转化为绿色能源，为企业和社会带来显著效益。

深华电力自主投资的首个超充站新生超级充电站于二零二五年一月二十四日投入运营。该站采用华为全液冷超充技术，配备超充与智能快充设备，构建超充、快、充一体化充电网，实现一秒一公里极速充电，为新能源车提供高效便捷体验。该项目的建成投运，标志着公司在智慧能源领域战略布局取得阶段性成果。未来，公司将深化光储充一体化建设，探索新型低碳园区原网和储备平衡模式，整合多元能源资源，打造绿色、高效、可持续能源应用体系，为构建绿色低碳新型电力系统贡献新华力量。

