

# 电力成套设备新工艺应用与效能提升

鲍国兵 楼中南 曹 熙

浙江八达电子仪表有限公司义乌八方分公司 浙江义乌 322000

**摘要：**为精准匹配浙江省电力行业高质量发展方向，契合新型电力系统构建中供配电环节高效、安全、智能的发展需求，本文重点围绕高低压成套设备、终端电表箱、电力母线槽三类核心电力成套产品，以一二次融合技术、制造工艺革新、全流程智能化升级为三大核心抓手，系统分析新工艺的技术落地路径、核心应用要点及效能提升的内在机理。结合浙江省内高低压电力成套生产企业及供配电场景的典型实践案例，详细阐述GIS智能控制柜二次回路标准化设计、铜铝共晶新材料母线槽研发应用、老旧电表箱安全化标准化改造等关键技术的实践细节，通过量化数据与实际应用成效，验证新工艺在增强电力成套设备质量稳定性、降低运维成本、提高运维效率及提升智能化管控水平等方面的突出价值。

**关键词：**电力成套设备；一二次融合；工艺创新；效能提升；浙江案例

## 引言

随着“双碳”目标的深入推进与新型电力系统建设的加速推进，浙江省作为我国经济强省和电力消费大省，对高低压供配电系统的可靠性、智能化及节能性提出了更为严苛的要求。高低压成套设备、电表箱、母线槽作为供配电系统的核心组成部分，其制造工艺水准与运行效能决定着电网安全稳定运行的水平。传统电力成套设备存在一二次设备兼容性差、工艺标准化缺失、运维成本偏高、智能化水平偏低等问题，严重阻碍了供配电系统整体效能的提升。

近年来，浙江省电力装备企业与供电部门协同发力、联合创新，聚焦一二次融合技术、新材料应用、智能化工艺等重点领域开展实践探索，形成了一批可复制、可推广的技术成果。本文结合浙江省内高低压电力成套厂及供配电场景的实际应用案例，系统剖析新工艺在核心电力成套设备中的应用要点，量化评估其效能提升效果，为行业技术升级与产业高质量发展提供参考借鉴。

## 一、电力成套设备新工艺核心应用方向

### （一）一二次融合技术的标准化应用

一二次融合技术通过打破一次设备与二次设备的功能壁垒，实现硬件集成、信息互通与协同控制，是推动电力成套设备智能化水平提升的核心路径。传统GIS智能控制柜存在不同厂家设备兼容性不足、二次回路复杂繁琐、故障排查难度大等问题，极大影响了变电站运维

工作的效率。浙江省以标准化设计为切入点，全力推动一二次融合技术在智能变电站中的落地应用。

国网杭州市余杭区供电公司在110千伏宁桥输变电工程中，打造了全省首个GIS智能控制柜二次回路标准化设计试点项目，并于2025年12月成功投运。该项目严格遵循“统一标准、一二次融合、数字化转型”的核心原则，对GIS智能控制柜进行全方位优化升级：柜体尺寸采用统一模数设计，实现屏柜排列整齐规范，为现场安装与后期扩容提供了便利条件；二次设备按照功能分区，集中布置测控、保护、智能组件等装置，规范压板、按钮等元件的布局方式，理清柜内逻辑关联，实现设备的快速替换与即插即用；通过分离强弱电端子、优化走线路径，使柜内布线清晰规整，故障排查时间平均缩短60%以上；统一空开、压板的命名规范，严格遵循调度操作逻辑，大幅降低了误操作的风险。该试点项目的成功投运，为浙江省智能变电站二次设备标准化建设提供了示范标杆，有效提升了二次设备的可靠性与电网运维的精益化水平。

### （二）母线槽新工艺与新材料创新

母线槽作为电力传输的关键设备，其载流能力、防护性能与成本控制直接影响供配电系统的运行效能。传统母线槽存在纯铜材料成本高昂、纯铝导电性能不足、防护等级难以适配恶劣环境等短板。浙江省相关企业通过材料创新与工艺融合，实现了母线槽性能与经济性的双重提升。

宁波神马集团深耕母线槽材料与工艺研发领域，历经五年攻关，成功研发出“铜铝共晶排”新材料，破解了铜铝复合导电的行业难题。该材料以80%的铝作为基底，复合铜元素形成共晶结构，与纯铜材料相比，成本降低40%以上，重量减轻35%，同时通过优化导电结构，解决了纯铝散热效果差的痛点，导电性能接近纯铜水准。基于该材料打造的铜铝共晶排母线槽，采用一体化成型工艺，导体间距控制在5-8mm，载流能力较传统母线槽提升20%，运行温升 $\leq 50K$ ，电能损耗大幅降低。此外，该企业同步开发高导电铝排母线槽，采用高导电铝材料替代传统纯铝，进一步优化了成本与性能的平衡，两款产品已广泛应用于浙江工业厂房、高层建筑等供配电场景，凭借低成本、高效率的优势获得了市场的广泛认可。

为适配潮湿、腐蚀等恶劣工况，浙江省部分企业还引入“密集型+浇注”复合工艺，在母线槽密集排列导体的基础上，采用真空环氧树脂浇注技术，形成无气泡、无缝隙的全包裹绝缘层，防护等级提升至IP68，可在1.5m水深中稳定运行24小时，耐盐雾腐蚀能力较传统产品提升50%，适用于沿海地区、地下管廊等特殊供配电场景。

### （三）电表箱安全化与标准化改造

电表箱作为终端供配电设备，直接关系到居民用电安全，老旧电表箱因材质老化、承载能力不足等问题，存在严重的安全隐患。浙江省聚焦老旧小区改造的实际需求，推动电表箱工艺升级与安全改造，构建了“技术升级+协同运维”的治理模式。

杭州市潮鸣街道联合国网城北电力公司开展老旧电表箱更新改造项目，投入1000万元专项资金，对辖区内老旧小区电表箱老化问题进行全面整治。本次改造采用多项新工艺与新材料：将箱内传统木板材质更换为高强度绝缘板材，彻底杜绝绝缘受潮的风险；升级电线规格与承载容量，配备高灵敏度新型断路器，实现过载自动保护与故障快速切断；优化箱内布线工艺，采用标准化端子排列与标识，提升后期运维的便捷性。改造完成后，电表箱的安全防护等级得到显著提升，电气火灾风险降低80%以上，有效保障了居民用电安全。同时，通过街道、电力企业、社区的协同联动，建立了后期常态化排查与维护机制，形成“改造-运维-保障”的闭环管理体系，为老旧小区供配电安全提供了长效支撑。

### （四）高低压成套设备智能化工厂建设

工艺升级不仅体现在单一设备的制造环节，更延伸

至全生产线的智能化转型。浙江省电力成套企业通过搭建智能工厂，整合先进生产设备与管控系统，实现了高低压成套设备生产的自动化、精准化与高效化。

浙江谷子电力设备有限公司在瓯江口建设智能工厂项目，聚焦GGD柜、非晶合金干式变压器等核心产品，引进自动化生产设备与智能管控系统，优化生产全流程工艺。该工厂采用三维布线设计技术，基于Eplan等专业软件实现电柜布线的数字化规划，使现场接线错误率降低90%以上，安装调试周期缩短30%；搭建产品全生命周期管理平台，整合生产、检测、仓储等各类数据，实现设备质量的可追溯与精准管控；引入智能检测设备，对设备绝缘性能、载流能力等关键指标进行全自动测试，检测精度与效率较传统人工检测得到大幅提升。项目建成后，将形成规模化智能生产能力，进一步提升浙江省高低压成套设备的质量稳定性与市场竞争力。

### 二、新工艺应用效能量化评估

结合浙江省内相关实践案例，从质量、效率、成本三个核心维度，对电力成套设备新工艺应用的效能提升效果进行量化分析，具体如下：

质量层面，新工艺的应用从核心性能与运行稳定性两个方面实现了突破。其中，GIS智能控制柜经二次回路标准化设计优化后，通过规整元件布局、理清回路逻辑及分离强弱电布线，有效减少了回路干扰与接触不良问题，设备故障率较传统非标准化产品降低70%，二次回路绝缘可靠性精准提升至99.8%，可满足智能变电站长期连续运行的需求；铜铝共晶排母线槽凭借独特的共晶结构与一体化成型工艺，导体导电均匀性大幅提升，短路耐受电流可达100kA/1s，能够平稳承受工业设备启动阶段的大电流冲击，且材料抗老化与散热性能得到优化，使用寿命较传统纯铝或铜母线槽延长50%；老旧电表箱通过材质升级与防护工艺改进，高强度绝缘板材杜绝了受潮漏电隐患，配合高灵敏度断路器的精准响应，绝缘性能与过载保护能力实现质的飞跃，改造后辖区电气安全事故发生率严格控制在0.1%以下，筑牢了终端用电安全防线。

效率层面，标准化与智能化工艺显著缩短了设备全流程耗时。标准化设计的GIS智能控制柜因元件通用、布局统一，故障排查无需逐一适配不同厂家设备，时间平均缩短60%，同时统一模数的柜体结构便于后期扩容改造，设备改扩建周期较传统方案缩短40%；智能工厂引入的三维布线技术，依托Eplan专业软件完成数字化预

规划,提前规避现场布线冲突,使电柜接线错误率下降90%以上,叠加自动化生产设备的高效作业,高低压成套设备整体生产效率提升35%,安装调试周期同步缩短30%;母线槽与电表箱的标准化工艺统一了操作规范与元件规格,降低了运维人员对特殊型号设备的适配学习成本,运维流程更加简洁高效,综合运维效率提升50%以上。

成本层面,新工艺通过材料优化、流程精简实现了全生命周期成本管控。铜铝共晶材料以铝为基底复合铜元素,在保障导电性能接近纯铜的前提下,原材料成本较纯铜母线槽降低40%,且轻量化特性减少了运输与安装能耗,进一步压缩了制造成本;智能运维技术依托全生命周期管理平台实现设备状态精准预判,提前排查潜在故障,避免非计划停机损失,使设备全生命周期运维成本降低30%;老旧电表箱采取集中改造模式,相较于分散维修的重复投入与碎片化作业,配合后期常态化协同运维机制,综合成本降低25%;智能工厂通过自动化设备替代人工繁琐操作,减少了人为误差导致的返工成本,同时生产环节能耗降低15%,形成“降本+增效”的双重成本优化格局。

### 结语

电力成套设备新工艺应用的核心在于通过技术融合、材料创新与标准化设计,破解传统设备生产运维中的突出痛点,实现效能的全方位提升。浙江省内的实践案例表明,一二次融合标准化、母线槽新材料新工艺、电表箱安全化改造及智能工厂建设等发展路径,可有效提升设备质量稳定性、运维效率与智能化水平,同时降低制造成

本与安全风险,为高低压供配电场景提供优质解决方案。

未来,应进一步推动新工艺的规模化推广与技术迭代升级,加强企业、科研机构与供电部门的协同创新力度,聚焦新型电力系统建设需求,研发适配新能源并网、储能协同等场景的新型电力成套设备。同时,完善工艺标准体系与质量管控机制,推动浙江省电力装备产业向高端化、智能化、绿色化转型,为区域电力安全稳定运行与“双碳”目标实现提供坚实保障。

### 参考文献

- [1] 吴西贵.基于Eplan的电柜三维布线的应用[J].科技创新与应用,2017(23):167-168.
- [2] 王云鹏.高压开关柜制造过程中母线设计流程的改进[J].电子世界,2016(15):120.
- [3] 张保增,陈天锦,王伟,等.三维布线技术在充电桩产品中的应用[J].智能制造,2021(1):75-79.
- [4] 姚海兰,郭玉亮,朱东伟,等.轨道车辆电气自动布线工具的开发及应用[J].智能制造,2021(1):117-121.
- [5] 赵鑫,刘宗宝,张宝亮.电子整机三维布线设计的应用研究[J].新技术新工艺,2020(4):26-29.
- [6] 沈利生,马伟.全省首座GIS智能控制柜二次回路标准化设计的宁桥变顺利投运[J].浙电调控先锋,2025(12):1-2.
- [7] 徐银昌.铜铝共晶材料在母线槽产品中的创新应用[J].电气应用,2024(8):45-48.
- [8] 竺艺江.老旧电表箱更新改造的实践与探索[J].电力安全技术,2026(1):67-69.