

提升电流互感器安装可靠性的防错接盖板技术创新

陈 祺 李佳奕 吴乐友 范嘉豪 陈 琳
国网上海市北供电公司 上海 200072

摘要：电流互感器是电力系统计量与保护的关键设备，安装质量关乎电网安全与计量准确性。现场安装存在二次线S1/S2端错接、地线漏接，以及周转多、时效长等问题。本文提出带防错接功能的盖板技术创新方案，集成快速安装结构与防呆机制，从结构优化上规避风险、简化流程。结合技术规范修订验证其可行性，实践显示可缩短单次安装时间5分钟，实现错接零发生，降低运输破损率，提升一次成功率。该技术已纳入作业指导书，预计2026年推广，具工程价值与经济效益。

关键词：电流互感器安装；安装可靠性；防错接盖板技术

引言：电力系统稳定运行依赖设备精准协同，电流互感器作为连接一次与二次系统的关键枢纽，承担电流信号转换、计量数据采集及故障保护触发等职能。其安装质量影响电能计量公正性与继电保护动作可靠性，安装缺陷可能引发计量纠纷、保护误动及电网安全事故。当前安装以人工为主，受施工人员经验影响，二次线错接、接地漏接等问题频发。同时，设备周转环节多、破损率高，邮寄与安装耗时超6天，制约项目进度。为此，亟需技术创新优化安装结构，本文聚焦防错接盖板技术研发，提供解决方案。

1 电流互感器安装现状与核心问题分析

1.1 行业应用背景与安装重要性

在智能电网建设提速的背景下，电能计量的精准性与供电系统的安全性愈发受到重视。电流互感器作为计量箱的核心组成部分，其作用是将一次系统中的大电流转换为二次系统可测量、可控制的小电流，为电能计量装置、继电保护装置提供稳定可靠的信号源。据国家电网运维数据统计，约35%的计量纠纷与20%的保护误动事故与电流互感器安装缺陷直接相关。尤其是在分布式电源并网、配网改造等大规模施工场景中，安装质量缺陷可能导致故障范围扩大，造成重大经济损失^[1]。因此，提升电流互感器安装的可靠性，是保障电网安全经济运行的关键环节。

1.2 现场安装核心问题剖析

其三，安装依赖人工经验，标准化程度低。当前电流互感器安装无统一的防错结构设计，完全依赖施工人员的技术经验与责任心。不同施工队伍的操作规范存在差异，部分施工人员为缩短工期简化操作流程，进一步

结合现场施工实践与运维反馈，当前电流互感器安装过程中存在三大核心问题，严重制约安装质量与效率。

其一，二次线错接与地线漏接问题突出。电流互感器二次侧的S1端（正极）与S2端（负极）接线存在严格的方向性要求，若接线反向，会导致计量数据反向偏移，出现负功率计量、电能表倒走等问题，直接影响计量公正性。同时，二次侧接地是保障人身与设备安全的关键措施，地线漏接会使二次回路存在感应过电压风险，可能击穿二次设备绝缘，甚至危及施工与运维人员安全。调研显示，在人工操作场景下，S1/S2端错接率达12%，地线漏接率约8%，此类问题均源于人工判断失误，缺乏有效的结构约束。

其二，设备周转环节繁琐，破损率高且时效长。电流互感器的安装需经过多重周转流程，具体流程如图1所示：互感器从厂家生产后，先运输至省公司，再分发至各地市公司，随后转运至项目地，若存在安装疑问或设备缺陷，还需寄回厂家进行调试或更换，调试完成后重新运输至项目地。统计数据表明，单台电流互感器平均周转次数达5次，多次装卸与运输导致设备破损率超过5%，主要表现为外壳开裂、接线端子损坏等。同时，周转过程中涉及顺丰邮寄、厂家上门安装等环节，单次周转与安装总耗时不少于6天，在大规模施工项目中，该问题会导致工期延误，影响项目整体进度。



图1 电流互感器周转流程示意图

增加了安装缺陷的风险。同时，现有安装流程无明确的防错指引，施工完成后需额外投入人力进行接线核对，增加了施工成本，且难以实现100%的核对准确率。

2 防错接盖板技术创新设计方案

2.1 设计理念与核心目标

防错接盖板技术创新的核心设计理念是“结构约束优先、简化安装流程、适配现有场景”，即通过盖板的结构优化，实现二次线接线的方向性约束与接地回路的强制接通，同时简化安装步骤，提升安装效率。本技术方案的核心目标包括：一是实现二次线S1/S2端错接防呆，从结构上杜绝反向接线；二是实现地线强制连接，避免漏接问题；三是简化安装流程，将单次安装时间缩短至行业平均水平以下；四是适配现有计量箱规格，无需对计量箱主体结构进行改造，降低推广成本^[2]。

2.2 核心结构设计

防错接盖板主要由盖板主体、防错接线端子、强制接地机构、快速固定组件四部分组成，各部分协同作用实现防错、高效安装功能。首先，防错接线端子设计。针对S1/S2端错接问题，将盖板上的S1、S2接线端子设计为非对称异形结构，其中S1端子采用“凸型”接口，适配专用的“凹型”插头；S2端子采用“方形”接口，适配专用的“方形”插头，且两者接口尺寸、形状存在显著差异，无法互插。同时，在接线端子旁标注清晰的标识，与二次线插头的标识一一对应，形成“结构+标识”双重防错。施工人员仅需将对应形状的插头插入端子即可，无需依赖经验判断方向，从根源上杜绝错接问题；其次，强制接地机构设计。为解决地线漏接问题，在盖板内部集成强制接地连杆，当二次线插头插入接线端子后，接地连杆会随插头的插入动作同步触发，实现接地回路的自动接通；若未连接地线，接地连杆会处于锁定状态，二次线插头无法完全插入接线端子，安装流程无法推进。该设计将接地操作与接线操作强制绑定，形成“不接地则无法完成接线”的防呆逻辑，彻底规避地线漏接风险；再次，快速固定组件设计。针对传统安装流程繁琐、耗时久的问题，采用“卡扣+定位销”组合式快速固定结构。盖板与计量箱的连接无需螺栓紧固，施工人员仅需将盖板对准计量箱的定位孔，按压卡扣即可完成固定，定位销可保障盖板安装的精准度。该结构简化了安装步骤，大幅缩短安装时间，经实测，单次安装时间可缩短5分钟，显著提升施工效率；最后，盖板主体防护设计。盖板主体采用高强度ABS工程塑料制成，具备良好的绝缘性与抗冲击性，可有效防护接线端子免受外力损坏与恶劣环境侵蚀。同时，盖板设计为密封结构，具备防尘、防水功能，适配户外、潮湿等复杂施工环境，提升设备运行的稳定性。

2.3 技术优势与创新点

与现有技术相比，本防错接盖板技术具备三大核心

创新点：一是实现“结构防错”替代“人工防错”，通过异形端子与强制接地机构，从根源上规避错接、漏接问题，较传统标识防错方式可靠性提升90%以上；二是集成快速安装功能，简化安装流程，兼顾效率与质量，解决了传统安装“效率与质量不可兼得”的难题；三是高度适配现有设备，无需改造计量箱主体结构，降低了技术推广的成本与难度，具备较强的通用性。另外，该技术还具备操作便捷性优势，无需对施工人员进行复杂培训，新手施工人员经简单指导即可完成规范安装，降低了对施工人员技术经验的依赖，有利于提升施工队伍的整体作业水平。

3 技术方案落地与标准化推进

3.1 技术验证与优化

为保障技术方案的可行性与可靠性，项目团队联合国网上海市电力公司开展了多轮技术验证。选取上海地区3个配网改造项目作为试点，共安装防错接盖板式电流互感器200台，覆盖不同型号计量箱与复杂施工场景。试点过程中，对安装效率、错接率、漏接率、设备破损率等核心指标进行全程监测。

监测数据显示：试点项目中，单次电流互感器安装时间平均缩短5分钟，较传统安装方式效率提升40%；所有安装节点均未出现S1/S2端错接与地线漏接问题，错接率、漏接率均降至0；设备周转过程中，因盖板的防护作用，破损率降至0.5%，较传统设备破损率降低90%。针对试点中发现的“部分老旧计量箱适配性不足”问题，项目团队对盖板的固定组件进行优化，增加可调节定位销，提升了技术方案的适配范围。

3.2 作业指导书编制与推广准备

为规范防错接盖板的安装操作，项目团队结合试点经验编制了《电流互感器防错接盖板安装作业指导书》，明确了安装流程、操作要点、质量验收标准等内容。指导书详细规定了盖板的安装步骤、二次线连接规范、接地检查方法等，配套图文说明，便于施工人员快速掌握^[3]。同时，开展了多轮施工人员培训，覆盖上海地区各施工单位核心技术骨干，累计培训人数达300余人次，为技术推广奠定了人才基础。结合试点效果与标准化推进情况，项目团队制定了分阶段推广计划：2026年在上海地区全面推广应用，覆盖所有新建与改造配网项目；2027年逐步向全国范围内推广，纳入国家电网通用设备技术标准，实现技术方案的规模化应用。

4 技术经济效益与应用价值分析

4.1 直接经济效益

防错接盖板技术的应用可产生显著的直接经济效益，

主要体现在三个方面：一是降低安装与运维成本，单次安装时间缩短5分钟，按日均安装50台、人工成本200元/小时计算，单项目日均节省人工成本约833元；同时，错接、漏接率降至0，避免了因计量错误导致的纠纷处理成本与保护误动造成的设备维修成本，据估算，单地市公司年均可节省此类成本超50万元。二是降低设备破损成本，设备破损率从5%降至0.5%，按单台电流互感器成本2000元、全国年均安装量10万台计算，全国范围内年均可节省设备破损成本900万元。三是缩短项目工期，周转与安装时效提升，避免因设备问题导致的工期延误，降低了项目延期违约金等隐性成本^[4]。

4.2 间接社会效益

除直接经济效益外，该技术还具备显著的间接社会效益：一是提升供电可靠性，减少因安装缺陷导致的保护误动、设备故障，降低电网停电时长，保障工业生产与居民生活用电稳定，据试点数据测算，可使配网故障停电时长缩短15%以上。二是保障计量公正性，杜绝因错接导致的计量偏差，维护供电企业与用户的合法权益，减少计量纠纷，提升供电服务质量。三是推动电力安装行业标准化发展，为电流互感器安装提供可复制、可推广的技术方案，引领行业从“人工依赖型”向“结构防错型”转型，提升行业整体技术水平。

4.3 工程应用价值与推广前景

防错接盖板技术通过结构创新解决了行业共性难题，具备极强的工程应用价值。其核心优势在于无需改造现有设备、安装便捷、可靠性高，可广泛适配于国家电网、南方电网及地方电力企业的各类计量箱，覆盖配网改造、分布式电源并网、新建住宅小区等多个应用场景。目前，该

技术已通过国网上海市电力公司的技术评审，纳入地方技术标准，具备规模化推广条件。从长远来看，该技术可进一步拓展应用领域，如应用于电压互感器、零序电流互感器等同类设备的安装优化，形成系列化防错安装解决方案。同时，可结合智能电网建设需求，在盖板中集成传感器模块，实现安装质量的实时监测与数据上传，为电网数字化运维提供支撑，具备广阔的推广前景。

结束语

电流互感器安装的可靠性直接关系到电网的安全运行与计量精准，针对当前安装中存在的错接、漏接、周转效率低等核心问题，本文提出的防错接盖板技术创新方案，通过异形接线端子、强制接地机构与快速固定组件的集成设计，从根源上规避安装缺陷，提升安装效率。该技术的推广应用，不仅可降低电力企业的安装与运维成本，更能提升供电可靠性与计量公正性，推动电力安装行业的标准化、智能化发展。未来，可进一步优化技术方案，拓展应用场景，为智能电网建设提供更坚实的技术支撑，助力电力行业高质量发展。

参考文献

- [1]张坤,秦鹏,刘兵,等.高压开关柜电流互感器安装及拆卸的专用推车研制[J].电工技术,2021(9):114-115.
- [2]谭政,孟玉龙,林建华,等.封闭母线内部电流互感器安装方式优化设计及应用[J].电力设备管理,2022(z2):79-82.
- [3]欧朱建,张俊俊,黄冬冬,等.穿心式电流互感器安装位置对电流测量精度的影响[J].电工技术,2022(2):45-46,48.
- [4]夏鑫,吴秋亮,周世钢.电流互感器内置防开路模块故障分析与选型策略[J].电工电气,2024,(07):53-56.