

《0.4kV 配网带电作业机器人技术规范》编制说明

（征求意见稿）

一、工作简况

1、主要工作过程

起草（草案、调研）阶段：

根据任务要求，国网新疆电力有限公司奎屯供电公司于 2025 年 2 月成立了标准核心编制工作小组，小组内部讨论确定初步大纲；2025 年 3 月份积极组织筹备和征集标准起草单位，经征集、评审和筛选，并最终确定了标准起草工作组的成员单位，成立了标准起草工作组。

2025 年 4 月 18 日组织召开标准启动会，标准起草工作组制定了标准编制工作计划、编写大纲，明确任务分工及各阶段进度时间。同时，标准起草工作组成员认真学习了 DL/T 2318-2021《配电带电作业机器人作业规程》和 Q / GDW 12316.2-2023《配网带电作业机器人第 2 部分：技术规范》，结合标准制定工作程序的各个环节，进行了探讨和研究。

标准起草工作组经过技术调研、咨询，征集、消化有关资料，并结合 0.4kV 配网带电作业机器人应用现状及技术发展趋势，讨论了当前国内、外先进标准的情况以及国内配电带电作业机器人作业现状，经过前期调研、咨询，征集、消化有关资料，结合标准制定工作程序的各个环节，确定了标准起草的总体框架、标准大纲、编写分工等主要内容；

2025 年 6 月 24 日，标准起草工作组召开第二次线上专题会议，对该标准草案稿总体框架和主要内容提出的意见、建议、遇到的问题逐条认真分析，深入交流并达成共识，并根据会上讨论的意见进行修订完善草案内容。

2025 年 7 月上旬，通过函审的方式，向外部专家征集对初稿的建议，并进行意见汇总。

2025 年 7 月 29 日，标准起草工作组召开第三次线上专题会议，对该标准草案内容提出的意见、建议、遇到的问题逐条交流讨论，编制组达成共识，确定修订意见，并进行修改完善。

2025 年 8 月中旬完成了《0.4kV 配网带电作业机器人技术规范》标准征求意见稿的内容。

2、主要参加单位和起草工作组成员及其所做的工作

本标准由国网新疆电力有限公司奎屯供电公司牵头单位，国网新疆电力有

限公司、国网浙江省电力有限公司慈溪供电公司、南京汉启智能科技有限公司、国网智能科技股份有限公司、国网四川省电力有限公司攀枝花供电公司、国网四川省电力有限公司成都供电公司、国网天津市电力公司、国网江苏省电力有限公司常州供电公司、浙江大有实业有限公司带电作业分公司、国网浙江省电力有限公司衢州供电公司、东南大学、国网福建省电力有限公司电力科学研究院、亿嘉和科技股份有限公司、北京领铎电力科技有限公司、国网瑞嘉（天津）智能机器人有限公司。

为协作单位共同负责起草。

主要成员：薛警卫、邹跃峰、冉新涛、顾世峰、代兵、应永灵、焦建立、李健、米鹏鹏、翟新宇、苗健源、李颖、代述伟、肖志恒、姚杰、袁林、徐天宇、罗远培、林彦、饶绍友、李孟超、卢宗胜、王新、任青亭

其中：

标准架构设计：代兵、应永灵、王洪光、宋爱国、郭锐

标准资料收集：应永灵、代兵、张梅玲

标准文本编写：代兵、应永灵、焦建立、李健、米鹏鹏、翟新宇、苗健源、李颖、代述伟、肖志恒、姚杰、袁林、徐天宇、罗远培、林彦、饶绍友、李孟超、卢宗胜、王新、任青亭

标准内容校对：代兵、应永灵、焦建立

标准形式校对：薛警卫、邹跃峰、冉新涛、顾世峰

会议组织：张梅玲

二、标准编制原则和主要内容

1、标准编制原则

（一）符合行业发展实际原则符合行业发展实际原则

通过查阅资料、行业调研等方式全面了解国内、外配网带电作业机器人技术发展现状，了解行业对标准制修订工作的诉求，使标准内容科学、合理，各项技术指标和要求不出现过高、过低或缺失的情况，既不能阻碍也不能制约，而是推动和规范配网不停电作业的发展。

（二）规范配网机器人技术发展原则

配网带电作业机器人的现场应用有赖于相关装备企业的技术发展，而管理规范化和作业标准化则是电力企业发展的重要推动力。因此，在标准起草过程中，起草组多次通过召开研讨会和实地现场项目验证的形式，充分听取装备企业意见，

了解电力企业的作业流程和在操作方面存在的问题，使标准内容尽量反映带电作业机器人作业实际，为 0.4kV 配网带电作业机器人作业能力和管理水平提升服务。

（三）与其他标准协调一致原则

标准起草过程中，起草组细致研究了我国配网带电作业机器人相关国家标准、行业标准、地方标准与团体标准，在标准内容上做到与这些标准保持协调一致。

2、标准主要内容

本标准规定了 0.4kV 配网带电作业机器人本体、末端作业工具、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输及贮存的要求。

（一）范围

本文件适用于 0.4kV 配网带电作业自主和人机协同机器人技术标准。标准内包含范围、规范性引用文件、术语和定义、机器人本体技术要求、专用末端作业工具性能指标、机器人安全性能指标、机器人电气性能要求、机器人环境适应性要求、机器人作业过程安全要求、绝缘承载平台要求、机器人本体性能试验、绝缘性能试、电气性能试验、作业功能试验、环境适应性试验、末端工具的试验要求、检验规则、标志、包装、运输及贮存等技术要求以及附录（A：机器人典型作业场景、B：机器人维护与保养、C：绝缘承载平台功能配置）。

（二）规范性引用文件

引用了配电线路带电作业技术导则、配电线路带电作业技术导则及电力行业等相关国家标准与行业标准。

（三）术语和定义

定义了适用于本标准中专业术语，如 0.4kV 配网带电作业机器人、机器人本体、末端作业工具、移动控制终端、人机交互终端、绝缘承载平台、机械臂绝缘衣、绝缘遮蔽等。

（四）符号、代号和缩略语

本项无。

（五）机器人技术要求

规定了机器人本体技术要求、专用末端作业工具性能指标、机器人安全性能指标、机器人电气性能要求、机器人环境适应性要求、机器人作业过程安全要求、绝缘承载平台要求等要求。

（六）试验方法

规定了机器人本体性能试验、绝缘性能试验、电气性能试验、作业功能试验、环境适应性试验、末端工具的试验要求等内容。

（七）检验规则

规定了出厂试验、型式试验、定期检验等内容。

（八）标志、包装、运输和贮存

规定了标志要求、包装要求、运输要求、贮存要求、安全注意事项等内容。

3、主要技术差异

无。

4、解决的主要问题

本标准旨在解决0.4kV带电作业机器人技术规范的要求，标准包括机器人本体技术要求、专用末端作业工具性能指标、机器人安全性能指标、机器人电气性能要求、机器人环境适应性要求、机器人作业过程安全要求、绝缘承载平台要求等技术要求，机器人本体性能、绝缘性能、电气性能、作业功能、环境适应性、末端工具等试验要求，出厂试验、型式试验、定期检验等校验内容，标志、包装、运输和贮存等要求，通过标准的编制促进该领域科学技术进步，保障机器人统一规范发展。

三、主要试验（或验证）情况

通过前期科研成果积累，在 0.4 千伏配网带电作业机器人机械臂运动、机器人本体、专用作业末端工具、电气性能试验、作业功能试验、适用场景等方面开展了一定的研究，同时该机器人已在架空线路现场进行应用，对本作业标准有了基础研究和技術储备。

在部分架空线路场景，开展了 0.4 千伏配网带电作业机器人视觉定位工具、剥皮工具、线夹安装工具、故障指示器安装工具、避雷器安装工具、直线杆绝缘子安装工具、电动剪钳等末端工具和机器人技术研究，通过现场监测、数据比对和模型验证，实现了全流程机器人自主作业，为项目技术标准的制定积累了实践经验。

项目团队由配电带电作业、智能机器人、高压试验及数据分析等领域的专家组成，既有高校、科研院所的前沿理论支持，也有企业实践经验，为项目实施提供了坚实的跨学科技术支撑。

四、标准中涉及专利的情况

经评估，本标准不涉及专利。在标准制定过程中，将持续关注是否有相关专利情况，若涉及专利，将按照相关的要求处理，及时披露专利信息并提交相应证明材料。

五、预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

本规范推广实施后的社会效益主要为一是提升电力作业安全性。规范推动机器人替代人进行高风险作业，将操作员从直接接触高压电的危险环境中彻底解放

出来，从根本上杜绝了人身触电、高空坠落等重大安全事故的发生，实现“本质安全”。机器人承担了绝大部分重体力、高精度和高压力工作，降低劳动强度和职业伤害，改善了工人的工作环境，提升了职业幸福感。二是驱动技术创新与升级。技术规范为机器人制造商、零部件供应商、系统集成商和电网用户提供了统一的技术语言和性能指标，避免了市场初期的无序竞争和资源浪费，有利于培育一条健康、高效、具有国际竞争力的智能制造产业链；明确的规范指引了研发方向（如精度、负载、绝缘、通信等），促使企业集中资源进行核心技术攻关，如人工智能算法、精密控制、新型复合材料等，从而驱动整个行业技术水平的快速提升；带电作业机器人是一个新兴的高端装备市场。规范的出台标志着该领域从“项目研发”走向“产业应用”，将催生一个新的高端装备制造产业，创造就业机会和经济增长点。三是促进可持续发展。公众看到电力作业越来越“高科技”、“无人化”，会增强对公共基础设施安全运行的信心。减少甚至避免因电力作业造成的交通拥堵或意外事故，也提升了社会整体运行效率；电力行业是关系国计民生的基础行业，其率先大规模应用机器人技术，具有极强的示范效应，展示了科技创新赋能传统产业、服务社会民生的巨大潜力，为其他行业（如石化、通信等）的智能化转型提供了宝贵经验。这项技术及其规范将共同推动电力行业向更安全、更可靠、更高效、更智能的方向发展，为社会的整体福祉和可持续发展做出重要贡献。

对产业发展的作用主要为一是规范和标准化市场，结束无序竞争。技术规范为整个行业设立了明确的“门槛”和“通用语言”。规定了机器人的分类、功能、性能指标（如精度、负载、绝缘等级）、安全要求、试验方法、验收标准等。这迫使所有市场参与者必须向统一的高标准看齐，淘汰落后产能，引导产业从“野蛮生长”走向“规范发展”。二是打通产业链，促进专业化分工。规范明确了对关键部件（如绝缘材料、机械臂、伺服电机、力控传感器、末端工具、激光雷达、AI 算法模块）的性能要求。这为上游零部件厂商指明了清晰的研发方向，它们可以专注于攻克特定技术难题，成为细分领域的“隐形冠军”，而无需担心自己的产品与整机不兼容；整机厂商可以基于统一的标准，在全球范围内筛选符合要求的优质零部件进行集成，大幅降低了研发和供应链管理成本。它们可以更专注于整机结构优化、系统控制和解决方案的创新；规范使得运维操作流程标准化，这让第三方服务公司可以开展专业的机器人操作员培训、设备维护保养、租赁等业务，催生新的服务业态。三是降低研发成本和风险，加速技术迭代。规范为企业回答了“应该造什么样的机器人”的核心问题，避免了企业在技术路线选择上反复试错和投入巨大沉没成本的风险；规范会揭示行业普遍面临的技术瓶颈（例

如，在复杂环境下的目标识别、高精度下的强抗干扰力控等)。这可以引导企业、科研院所联合起来，针对这些共性难题进行集中攻关，共享研究成果，加速整个行业的技术突破；有了统一的试验和验收标准，新产品的性能验证更加高效、客观，更容易获得市场认可，从而更快地推向市场并实现商业化。四是优化产业生态，引领高质量发展。技术标准无形中设立了一道壁垒，拥有核心技术、能达标的优秀企业会获得更多订单和资源，而技术实力弱、仅靠低价竞争的企业会被淘汰，从而实现产业的优化升级；规范的制定和修订过程本身就需要企业、高校、研究机构 and 用户共同参与。这种协作机制促进了知识流动和技术转化，使产业发展与前沿科研、实际应用需求紧密结合；随着机器人应用的普及，会衍生出新的服务业态，例如远程操作服务、数据分析与预测性维护、共享租赁平台、专业的技能培训认证机构等，极大丰富了产业生态。最终将配网带电作业机器人从一个“实验室样机”和“零星应用项目”，培育成一个标准化、规模化、高质量、具有全球竞争力的新兴高端装备制造产业。

六、与国际、国外对比情况

未采用国际、国外标准，是国内规范 0.4kV 配网带电作业机器人技术的首个标准，该标准为国内先进水平。

七、在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

与 DL/T 2318-2021《配电带电作业机器人作业规程》、Q / GDW 12316.2-2023《配网带电作业机器人第 1 部分：技术规范》相比，本标准针对 0.4kV 电压等级领域，在遵循通用规程基础上，细化 0.4kV 配网带电作业机器人本体技术要求、专用末端作业工具性能指标、机器人安全性能指标、机器人电气性能要求、机器人环境适应性要求、机器人作业过程安全要求、绝缘承载平台要求等技术要求，明确了 0.4kV 配网带电作业机器人本体性能、绝缘性能、电气性能、作业功能、环境适应性、末端工具等试验要求，规定了 0.4kV 配网带电作业机器人出厂试验、型式试验、定期检验等校验内容，对其起到补充和深化作用。本标准与其他相关标准界限清晰、相互补充，共同促进配网带电作业机器人标准体系的完善。

本标准作为国内乃至国外 0.4kV 带电作业机器人技术规范的首创制定，在先进性和创新性切合当前 0.4kV 配电网带电检修机器人技术的发展需求，解决该领域无技术标准指导产业发展的难题，促进 0.4kV 配网带电作业机器人规范发展。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

九、标准性质的建议说明

建议本标准的性质为团体标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议

企业是标准实施的主体，为促进各相关企业理解标准内容，规范企业操作和管理，提高企业服务水平，加强行业自律，标准发布后，后续工作将通过宣贯培训、试点示范等形式来推动标准的落地实施。

（一）加强宣传，大力推广

通过举办培训班、召开会议、发放宣传资料以及网络、微信、公众号等方式强化宣传，大力普及标准，营造贯彻标准的良好氛围，提高标准的社会关注度与知晓度，促进各相关企业准确理解、掌握和执行标准。

（二）政策引导，培训应用

加强政策引导，鼓励企业深入开展装备的创新研发和作业工法的创新实践，规范 0.4kV 配网带电作业机器人统一发展。以标准为基础，结合实际的作业需求开展 0.4kV 配网带电作业机器人应用培训，规范 0.4kV 配网带电作业机器人技术发展与应用。

建议本标准批准发布 2 天后实施。

十一、废止现行相关标准的建议

无。

十二、其他应予说明的事项

无。