

团 体 标 准
交流架空输电线路导地线修补机器人作业导则
T / CSEE 0156 — 2020

*

中国电力出版社出版、印刷、发行
(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

*

2020年1月第一版 2020年1月北京第一次印刷
880毫米×1230毫米 16开本 0.5印张 17千字

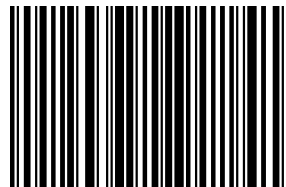
*

统一书号 155198·1902 定价 18.00元

版权专有 侵权必究
本书如有印装质量问题，我社营销中心负责退换



中国电机工程学会官方微信



155198.1902

团 体 标 准

T / CSEE 0156 — 2020

交流架空输电线路导地线修补机器人 作 业 导 则

Guide for the operation of conductor repair robot on
overhead transmission line



2020-01-15 发布

2020-03-15 实施

中国电机工程学会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 要求	1
5 导地线修补流程	2
6 验收	3
7 安全注意事项	3
附录 A（规范性附录） 检查及基本维护明细表	5

前 言

本标准按照《中国电机工程学会标准管理办法（暂行）》的要求，依据 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写》的规则起草。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国电机工程学会提出。

本标准由中国电机工程学会高电压专业委员会技术归口并解释。

本标准起草单位：国网湖北省电力有限公司电力科学研究院、深圳市通力信科技有限公司。

本标准主要起草人：张耀东、汪涛、李劲彬、陈隽、张予、杜勇、向竑、姚尧、周学明、史天如、蔡成良、夏天、吴传奇。

本标准为首次发布。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电机工程学会标准执行办公室（地址：北京市西城区白广路二条 1 号，100761，网址：<http://www.csee.org.cn>，邮箱：cseebz@csee.org.cn）。

交流架空输电线路导地线修补机器人作业导则

1 范围

本标准规定了采用架空输电线路导地线修补机器人进行导地线修补作业的要求、流程及安全注意事项等内容。

本标准适用于交流架空输电线路单导线、双分裂导线和地线的修补作业。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 2900.51 电工术语 架空线路

GB 50233 110 kV～750 kV 架空输电线路施工及验收规范

DL/T 741 架空输电线路运行规程

DL/T 1069 架空输电线路导地线补修导则

DL/T 5285 输变电工程架空导线（800 mm²以下）及地线液压压接工艺规程

3 术语和定义

GB/T 2900.51、DL/T 1069 及 DL/T 741 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

导地线修补 **conductor repair**

导线由于断股、损伤造成强度损失或截面减小后，使用金属材料或器材使其恢复原有机械强度和导电性能的过程。

3.2

预绞式修补条 **helical repair rods**

对于由金属制成的线条状器材，将该器材缠绕在导地线外层，能够修补已经受到损伤的导地线，确保损伤范围不致扩大，使导地线恢复其原有的机械强度和导电性能。

3.3

预绞式导线护线条 **conductor armor rods**

对于由金属制成的线条状器材，将该器材缠绕在导地线外层，能够减少导线振动，同时保护导地线的损伤处，确保损伤范围不致扩大，使导地线恢复其原有的机械强度和导电性能。

4 要求

4.1 一般要求

4.1.1 电气性能：应满足被修补的原型号导线通流容量的要求，即导地线修补处的温升不大于其余完好部位导线的温升。

4.1.2 机械性能：导地线经修补后，其破坏拉力应恢复至未破损前的拉断力。

4.2 机器人的组成

导地线修补机器人应由本体设备、导地线修补末端工具、上下线设备和地面遥控设备组成。

4.3 机器人功能及要求

4.3.1 导地线修补机器人应具备的基本功能如下：

- a) 沿导地线行驶，最大爬坡角度大于 30°。
- b) 具有不脱线和不损伤线的安全保护功能。
- c) 具有远距离遥控功能，遥控距离不小于 500 m。
- d) 具有图像传输功能，图像传输距离不小于 500 m，能够实时监控机器人在线状态。
- e) 具有在线修补不少于 2 h 的续航能力。
- f) 具有电量显示和电量报警装置。
- g) 导地线修补机器人质量不超过 20 kg。

4.3.2 应明确规定机器人的具体参数和具体性能指标。

4.3.3 应明确规定机器人防护等级，IP 防护等级应超过 IP58。

4.3.4 进行修补作业前应取得合格的电磁兼容测试报告。

4.3.5 本体设备应具有明确的上线安装指示和必要的安装操作防护措施。

4.4 人员要求

4.4.1 机器人操作人员应经过培训并具备相关资质。

4.4.2 修补作业应设专责监护人。

4.4.3 带电修补作业工作票签发人或工作负责人，应组织有经验的人员到现场勘察，根据勘察结果做出能否进行修补作业的判断，并确定作业方法和所需工具以及应采取的措施。

4.4.4 作业人员开始作业前必须接受技术交底，掌握作业指导书规定的操作程序，了解人员分工情况，理解作业任务及操作中的危险点与控制措施。

4.5 气象条件要求

机器人导地线修补作业应在晴朗天气下进行。若遇雷电（听见雷声、看见闪电）、雪、雹、雨、雾、风力大于 5 级的天气，应停止修补作业。当湿度大于 80% 时，不应进行带电修补作业。

5 导地线修补流程

5.1 现场勘查

5.1.1 应充分勘测现场及道路交通情况，进行杆塔及导地线数据采集。

5.1.2 应检查并记录需要导地线修补作业的线路导地线损伤类型及分布情况。

5.1.3 应检查需要导地线修补的线路运行工况，如塔材变形、损坏等情况。

5.1.4 应开展导地线修补作业现场危险点辨识工作，并制定完善的控制措施。

5.1.5 应结合线路现场情况，选择修补作业点上风区上线。

5.1.6 导地线修补机器人吊装应选择相对空旷、通视良好的区域。

5.2 损伤情况及修补方式

5.2.1 I 类：导地线损伤占总截面积的 7% 及以下，机器人使用预绞式修补条完成修补作业。

5.2.2 II 类：导地线损伤为总截面积的 7%~25%，机器人使用预绞式导线护线条完成修补作业。

5.2.3 III 类：导地线损伤为总截面积的 25% 及以上，不得采用机器人进行修补作业。

5.3 制定作业方案

5.3.1 校核导地线机械强度是否满足修补作业要求。

5.3.2 校核线路相间、对地绝缘距离是否满足带电作业要求。

5.3.3 根据导地线损伤情况不同，选择合适的修补方式及对应的修补材料。根据绝缘距离校核结果决定采用带电修补或停电修补。

5.3.4 机器人导地线修补作业方案应包括现场气象条件、安全距离、机器人上下线方式、修补导地线类型、现场组织措施、修补措施、修补材料选择、相关记录表格、现场危险点辨识及其控制措施等。

5.4 作业准备

5.4.1 工作负责人应按照导地线修补作业方案提前办理工作票，并严格执行工作票制度及现场安全措施。

5.4.2 作业人员应掌握安全作业措施规定的作业步骤，能熟练操作导地线修补机器人，明确理解工作内容、作业任务及操作机器人过程中的危险点和控制措施。

5.4.3 作业人员完成机器人组装并开机检查机器人动力源，检查机器人各机械部件，检查机器人通信功能，确认机器人工作正常。检查及基本维护明细表见附录 A。

5.4.4 工作负责人申请工作许可。

5.4.5 导地线修补作业前必须制定安全技术措施，并在作业前进行交底和做好安全监护工作。已交底的措施未经审批人同意，不得擅自变更。对无安全技术措施或未经安全技术交底的作业，作业人员有权拒绝作业。

5.5 修补作业

5.5.1 机器人根据其上下线方式不同，分别利用绝缘绳自主上线或绝缘杆递送上线。

5.5.2 确认机器人与导地线连接牢固后，根据地面作业人员遥控或内部预置的程序，驱动机器人线上行走，判断线路障碍物并自动越障。

5.5.3 导地线修补机器人在作业线路上移动时，不得与防振锤、压接管、绝缘子串等障碍物剧烈碰撞，不得对导地线及线路金具造成损伤。

5.5.4 导地线修补作业过程中，实时监控机器人工作情况。遇到紧急情况时，应采取保护措施对机器人和导地线进行保护。

5.5.5 导地线修补机器人遇到无法跨越的障碍物时，作业人员重新将机器人安装在导地线上。

5.5.6 修补作业结束后，机器人利用绝缘绳或绝缘杆递送方式下线。

6 验收

导地线修补工作完成后，除按照 GB 50233、DL/T 741、DL/T 5285 的规定进行验收外，还应符合以下具体要求。

- a) 缠绕完毕后，缠绕的金属单丝表面不得有损伤。
- b) 缠绕应紧密，不应有贯穿一个缠绕节距的缝隙，宽度不得超过缠绕单丝直径的 1/4，累计总缝隙数量不得超过总缠绕全数的 1/10。
- c) 缠扰完成后，其中心损伤最严重处的修补表面应光滑，不得有毛刺；被压紧的短头线段应与导地线地轴平行，若有偏移，最大值不得超过被缠绕导地线的半径。

7 安全注意事项

7.1 高空作业点的下方不得站人，作业区内禁止行人通过。

7.2 作业人员必须戴安全帽，上下传递工具或材料时，作业下方不得站人。

7.3 严禁违章指挥，违章作业，违反劳动纪律。作业人员对违章作业的指令有权拒绝，有权制止他人

的违章行为。

7.4 作业用工器具应符合相应技术检验标准。使用前必须进行检查，不符合的严禁使用。

7.5 作业人员在带电体附近作业时的最小安全距离必须符合规定。遇特殊情况达不到规定时，必须采取经批准过的安全技术措施。

7.6 机器人导地线带电修补作业过程中，应保证导地线之间的安全距离符合要求，不满足安全距离要求的不得进行修补作业。

附 录 A
(规范性附录)
检查及基本维护明细表

检查及基本维护明细表见表 A.1。

表 A.1 检查及基本维护明细表

序号	类型	明细	状态	处理人员
1	机器人电量	机器人本体设备电量		
		地面基站电量		
		遥控器电量		
2	机械及其电子硬件设备的检查	线路连接情况		
		机体、夹紧模块、修补模块情况		
		行走轮、压紧轮是否正常		
		电动机、轴承是否工作正常		
		电动机底座螺栓是否松动		
		传动电动机外壳是否有裂痕		
		各个连接螺栓是否松动		
		图传、数传是否连接正常		
		天线是否连接并传输正常		
		相应动作按钮复位是否正常		
3	通信功能检查	天线是否连接正常		
		图传、数传是否传输正常		
4	工具设备检查	清点工具情况		
		清点设备情况		
		现场恢复情况		
5	检查后未处理的问题			
6	结论	是否正常可用		