

# 配网绝缘接地环安装机器人技术规范

Technical specifications for installation of distribution network insulation grounding  
ring robot

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

文稿版次选择

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – 实施

国家能源局 发布

## 目 次

1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
3.1 接地环带电安装机器人 Live installation robot for grounding ring .....	1
3.2 自动升降挂接 Automatic lifting and connection .....	1
3.3 上线机构 Online institutions .....	1
3.4 行走机构 Walking mechanism .....	1
3.5 剥线机构 Wire insulation stripping mechanism .....	1
3.6 接地环安装机构 Grounding ring installation mechanism .....	2
3.7 验电接地环 Grounding ring for electrical testing .....	2
3.8 移动控制端 Mobile control terminal .....	2
4 系统组成 .....	2
5 技术要求 .....	2
5.1 机器人存储 .....	2
5.2 机器人户外使用 .....	2
5.3 机器人外观结构 .....	2
5.4 机器人上线机构功能要求 .....	2
5.5 机器人行走机构功能要求 .....	2
5.6 机器人剥皮机构功能要求 .....	3
5.7 机器人接地环安装机构功能要求 .....	3
5.8 主体机架部分 .....	3
5.9 移动控制系统功能要求 .....	3
5.10 整体要求 .....	3
6 试验要求 .....	3
6.1 结构和外观检测 .....	3
6.2 电池容量 .....	3
6.3 运动性能检测 .....	4
6.4 通讯性能 .....	5
7 检验规则 .....	5
7.1 总则 .....	5
7.2 型式试验 .....	5
7.3 出厂试验 .....	6
7.4 验收试验 .....	6
8 标志、包装、运输及贮存 .....	6
8.1 标志 .....	6
8.2 包装 .....	6
8.3 运输与贮存 .....	6

## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》给出的规则起草。

本标准以国家及行业的有关法律法规、标准、导则为基础，结合目前变电站带电作业的技术水平、检修经验和管理要求而提出。

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

本文件由中国电工技术学会提出。

本文件由中国电工技术学会标准工作委员会××× (\*\*专业\*\*) 工作组归口。

本文件起草单位：。

本标准参加单位：。

本文件主要起草人：XX、XX、XX

本文件为首次发布。

# 配网绝缘接地环安装机器人技术规范

## 1 范围

本文件规定了配网绝缘接地环安装机器人的术语和定义、系统组成、工作条件、技术要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输和贮存要求。

本文件适用于配网绝缘接地环安装机器人的选型、订货、验收和维护。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 191 包装储运图示标志
- GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温
- GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温
- GB/T 2423.3-1993 电工电子产品基本环境试验规程 试验Ca：恒定湿热试验方法
- GB/T 2423.10 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动（正弦）
- GB 4208 外壳防护等级（IP代码）
- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
- QC/T 743-2006 电动汽车用锂离子蓄电池
- GB 26859 电力安全工作规程 电力线路部分
- GB/T 14286-2021 带电作业工器具设备术语

## 3 术语和定义

GB 26859、GB/T 14286-2021界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1 接地环带电安装机器人 Live installation robot for grounding ring

可在线路不停电的情况下，通过攀爬绝缘牵引绳上升至架空绝缘导线上，将接地环接入处配电导线绝缘层自动剥除干净，并在导线裸露处安装接地环的自动化装置（以下简称“接地环安装机器人”）。

### 3.2 自动升降挂接 Automatic lifting and connection

使用绝缘操作杆将接地环安装机器人升降带（绳）挂接至安装的线路，接地环安装机器人通过升降带（绳）升至导线上自动完成挂接。

### 3.3 上线机构 Online institutions

自主上线机构由一个挂线架、两条绝缘带、两组卷带机构、两组弹簧推杆组件和机架组成。两条绝缘带通过挂线架、经绝缘操纵杆辅助挂线，悬挂在架空配电导线上，绝缘带一端与机架固定连接，另一端经导向轮导向后与卷扬机构的卷轴连接，两组卷扬机构同时启动，电机经齿轮传动机构带动卷轴旋转，可将两条绝缘带同时收卷在卷轴上或从卷轴上释放，从而实现机器人自动上升或下降，并能满足带电作业要求。

### 3.4 行走机构 Walking mechanism

由V型复合轮、传动电机、驱动器等组成。机器人通过V型复合轮挂在导线上，通过驱动器驱动传动电机进行前后行走。

### 3.5 剥线机构 Wire insulation stripping mechanism

剥线机构由剥线机械臂和剥线工装组成，机器人可以将接地环接入处配电导线绝缘层自动剥除干净。

### 3.6 接地环安装机构 Grounding ring installation mechanism

接地环安装机构由夹紧组件、限位组件、电动扳手以及运动模组组成，利用其可以将接地环与配电导线裸露部分可靠接通。

### 3.7 验电接地环 Grounding ring for electrical testing

验电接地环是用于架空绝缘导线检修施工时的验电和临时接地的保护装置。

### 3.8 移动控制端 Mobile control terminal

采用移动控制端可控制机器人执行电机动作并实时显示机器人的运动状态，实现控制机器人完成自主上下导线、沿导线行走、剥离导线绝缘层以及完成接地环固定等操作。移动控制端能显示机器人状态信息，包括剩余电量以及电量不足提示、信号通断情况、监控画面实时显示。

## 4 系统组成

配网绝缘接地环安装机器人系统包括了上线机构、行走机构、剥线机构、接地环安装机构、移动控制端以及主体机架部分，实现在线路不停电的情况下，机器人通过攀爬绝缘牵引绳上升至架空绝缘导线上并沿导线行走至作业点，将接地环接入处配电导线绝缘层自动剥除干净，并在导线裸露处自动安装固定接地环。

## 5 技术要求

### 5.1 机器人存储

- (1) 环境温度：-10℃～35℃；
- (2) 环境湿度：不大于 80%。

### 5.2 机器人户外使用

- (1) 环境温度：-10～55℃；
- (2) 作业应在良好的天气下进行。如遇雷、雨、雪、大雾时不应进行载人带电作业。风力大于 10m/s（5 级），不宜进行作业。

### 5.3 机器人外观结构

- (1) 机器人表面应有保护涂层或防腐设计，外表应光洁、均匀，不应有伤痕、毛刺等缺陷，标识清晰。
- (2) 机器人布置的电气线路应排列整齐、固定牢靠、走向合理，便于安装、维护，并用醒目的颜色和标志加以区分。
- (3) 机器人的结构设计应紧凑，并能满足 10kV 架空配电导线带电安装接地环的安全施工的要求。
- (4) 机器人上线机构配有绝缘带，悬挂至导线上后穿入到机器两侧的卷扬机构中，卷收后具有防止机器从导线上脱落的作用。

### 5.4 机器人上线机构功能要求

- (1) 机器人具备一键自主上线功能，自主上线速度 $\geq 3\text{m/min}$ ，最大上线高度 $\geq 15$  米。

### 5.5 机器人行走机构功能要求

- (1) 机器人行走机构应具备变速、前进、后退、方向可切换、制动等基本功能。
- (2) 机器人行走机构应具备防滑功能。
- (3) 导线上行走速度 $\geq 4\text{m/min}$ 。

(4) 机器人可适用于导线标称截面 50-240mm<sup>2</sup> 规格的 10kV 架空绝缘电缆。

(5) 机器人爬坡角度 $\leq 30^{\circ}$ 。

## 5.6 机器人剥皮机构功能要求

(1) 机器人可自动将绝缘导线接地环接入部位绝缘层剥除干净。

(2) 实现导线 50-240mm<sup>2</sup> 规格的 10kV 架空绝缘电缆绝缘层的自动剥切。

## 5.7 机器人接地环安装机构功能要求

机器人可以将接地环与配电导线裸露部分可靠接通，并且将接地环绝缘罩进行可靠固定。。

## 5.8 主体机架部分

机器人主体机架应稳定牢固，固定各个功能机构。

## 5.9 移动控制系统功能要求

(1) 移动控制端可控制机器人自主上下导线、沿导线行走、剥离导线绝缘层以及完成接地环安装固定等操作。

(2) 移动控制端可以显示机器人剩余电量、信号通断情况、画面监控等信息。

(3) 通讯距离 $\geq 200$  米。

## 5.10 整体要求

(1) 机器人重量 $\leq 40\text{kg}$ ；

(2) 可适用于国标 GB-T 14049-2008 额定电压 10kV 架空绝缘电缆导体标称截面积为 50-240mm<sup>2</sup> 的电缆绝缘层剥除。

(3) 作业续航时间 $\geq 2\text{h}$ 。

(4) 电压等级：10kV。

# 6 试验要求

## 6.1 结构和外观检测

### 6.1.1 试验方法

在良好的光线条件下，检查机器人外观结构、外壳、连接件、紧固件、电气部件、可更换部件指示标识等，并进行机器人整体重量称重测试。

### 6.1.2 判定准则

(1) 整机外观美观整洁，结构坚固，布局合理，无导线外露。

(2) 外壳表面有保护涂层或防腐设计，表面光洁、均匀，无划痕、毛刺等其他缺陷。机器人本体外壳和电器部件的外壳均不带电

(3) 机器人结构设计应紧凑，并能满足 10kV 架空配电裸线路的安全施工的要求。

## 6.2 电池容量

### 6.2.1 试验方法

用 4A 电流（最大工作电流）给电池放电，记录供电时间。

### 6.2.2 判定准则

供电时间应大于 2 小时。

## 6.3 运动性能检测

### 6.3.1 上线速度

#### 6.3.1.1 试验方法

应按如下步骤进行试验：

- (1) 搭建 10kV 架空配电线路测试场景，上线高度为 15 米；
- (2) 通过绝缘操纵杆辅助将挂线架悬挂于导线上，挂线架带有绝缘牵引绳，机器人通过攀爬绝缘牵引绳上升至架空绝缘导线上，记录开始上升至停止（触发上升到位停止开关）的时间；
- (3) 重复测试 3 次，换算上线的平均速度。

#### 6.3.1.2 判定准则

机器人应能实现带电上升、下降导线，上线高度 15 米，上线速度 $\geq 3\text{m/min}$ 。

### 6.3.2 行走速度

#### 6.3.2.1 试验方法

应按如下步骤进行试验：

- (1) 搭建 10kV 架空配电线路测试场景，绝缘电缆长度大于 10 米；
- (2) 机器人上线后，操控机器人沿线路行走，记录行走固定的一段距离所需要的时间；
- (3) 重复测试 3 次，换算行走的平均速度。

#### 6.3.2.2 判定准则

机器人应能可沿 10kV 配电导线行走，行走速度 $\geq 4\text{m/min}$ 。

### 6.3.3 剥线功能

#### 6.3.3.1 试验方法

应按如下步骤进行试验：

- (1) 搭建 10kV 架空配电线路测试场景，绝缘电缆长度大于 10 米；
- (2) 机器人上线后，行走至作业点，操控剥线机械臂完成剥线组件与导线的对位和夹紧，开启自动剥线模式，机器人自动将导线绝缘层剥除干净，剥除导线长度为 100~120mm。
- (3) 选择 5 处重复剥线操作，记录绝缘层剥除情况。

#### 6.3.3.2 判定准则

机器人可自动将接地环接入部位的绝缘层剥除干净。

### 6.3.4 剥线线径自适应功能

#### 6.3.4.1 试验方法

应分别测试机器人在导线标称截面 $50\text{ mm}^2$ 、 $240\text{ mm}^2$ 规格的10kV架空绝缘电缆完成剥线操作，记录绝缘层剥除情况。

#### 6.3.4.2 判定准则

机器可顺利在导线标称截面 $50\text{ mm}^2$ 、 $240\text{ mm}^2$ 规格的10kV架空绝缘电缆完成绝缘层剥除，剥线层无残留。

### 6.3.5 接地环安装功能

#### 6.3.5.1 试验方法

应按如下步骤进行试验：

- (1) 搭建 10kV 架空配电线路测试场景；
- (2) 机器人剥线完成后，可通过接地环安装模块将携带的接地环在导线裸露处自动安装并固定绝缘罩；
- (3) 观察接地环自动安装操作是否顺畅，完成接地环固定后，检查固定效果是否满足要求。

6.3.5.2 判断准则

机器人能够自动完成绝缘接地环安装。

6.4 通讯性能

6.4.1 试验方法

选择空旷无阻碍平地，将机器人的移动控制端放置在与机器距离200米处，观察移动控制端信号连接显示情况，同时使用其控制操作机器人，观察机器是否正确响应移动控制端发出的指令。

6.4.2 判断准则

移动控制端显示有信号连接，机器人可正确执行移动控制端指令则合格。

7 检验规则

7.1 总则

7.1.1 配网绝缘接地环安装机器人的检验包括型式试验、出厂试验、验收试验，试验项目应按照表 1 进行。

表 1 试验项目

序号	试验项目		型式试验	出厂试验	验收试验
1	外观结构	整机外观结构	√	√	√
2		外壳表面	√	√	√
3		电气部件布线	√	-	-
4		机械机构安装固定	√	-	-
5		机器人本体重量	√	√	-
6	电池容量	最长续航时间	√	√	-
7	运动性能检测	上线速度	√	√	-
8		行走速度	√	√	-
9		剥线功能	√	√	-
10		剥线线径自适应功能	√	√	-
11		接地环安装功能	√	√	-
12	通讯性能检测	通讯距离	√	√	-
13	遥控器性能测试	遥控器外观	√	√	√
14		状态显示功能	√	√	√
15		画面监控功能	√	√	√

7.2 型式试验

在下列情况下，应进行型式试验：



- a) 新产品投产前的定型鉴定；
  - b) 产品的结构、材料或制造工艺有较大改变，影响到产品的主要性能；
- 型式试验按表 1 规定的试验项目进行，试验结果应满足本文件中的各项技术要求。

### 7.3 出厂试验

全部产品均应进行出厂试验，出厂试验按本文件表 1 规定项目由生产厂进行，出厂试验不合格的产品不得出厂。

### 7.4 验收试验

验收试验按本文件表 1 规定项目或供货合同条款由用户或第三方进行。

## 8 标志、包装、运输及贮存

### 8.1 标志

应在明显位置固定产品标牌，其要求应符合 GB/T 13306 的规定，标牌应有下列标志内容：

- a) 产品名称和型号；
- b) 生产厂名或商标；
- c) 出厂编号；
- d) 生产日期。

### 8.2 包装

8.2.1 包装箱应具有一定强度，可重复使用，采用缓冲材料将所有零部件垫稳、塞紧固定于包装箱内，各个部件分区格存放，防止运输、搬运过程中碰撞，防止灰尘污染和受潮，产品不应与包装箱箱板直接接触。

8.2.2 每个包装内应附有产品使用说明书、装箱单、产品合格证。

8.2.3 装箱单应与实物相符，其中应有：

- (a) 出厂编号、名称、数量、发货日期、检验人员的签字或盖章；
- (b) 包装箱外形尺寸：长（mm）×宽（mm）×高（mm）；
- (c) 单件重量。

### 8.3 运输与贮存

8.3.1 在运输过程中应轻装轻放，不应与含有腐蚀性物质的货物混装。

8.3.2 应贮存在干燥、通风、避免阳光直射和无腐蚀的存放的场所。

---