

T/SDPEA

团 体 标 准

T/SDPEA XXXX—XXXX

基于无人机平台的架空输电线路作业成套 装备 输电杆塔人身保护绳装拆装置

Complete Set of Overhead Transmission Line Operation Equipment Based on UAV
Platform - Personal Safety Rope Installation/Removal Device for Transmission
Towers

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2025 - XX - XX 发布

2025 - XX - XX 实施

山东省电力行业协会 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 组成和分类 2

5 一般要求 2

6 主钩 3

7 连接件/摘挂件 3

8 绝缘绳索 4

9 地面遥控终端 4

10 试验方法 4

11 检验规则 7

12 标志、包装、运输和贮存 7

参考文献 9

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》的规定起草。

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专利的责任。

本文件由山东电力行业协会提出。

本文件由山东电力行业协会归口。

本文件起草单位：国网山东省电力公司济南供电公司、济南锐泰电气有限公司、山东送变电工程有限公司。

本文件主要起草人：张庆雷、李昊、刘哲、王浩之、滕兴强、崔晨刚、彭晨、国宇、何龙、尹逊虎、张晓亮、李庆森、周硕。

基于无人机平台的架空输电线路作业成套装备

输电杆塔人身保护绳装拆装置

1 范围

本文件规定了输电杆塔人身保护绳装拆装置的组成和分类、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、贮存和运输等。
本文件适用于35kV及以上电压等级输电线路的输电杆塔人身保护绳装拆装置。

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 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 2423.34 环境试验 第2部分：试验方法 试验Z/AD：温度/湿度组合循环试验
- GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）
- GB/T 6096 坠落防护 安全带系统性能测试方法
- GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
- GB/T 13035 带电作业用绝缘绳索
- GB/T 13306 标牌
- GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
- GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验
- GB/T 17626.8 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验
- GB/T 17626.9 电磁兼容 试验和测量技术 脉冲磁场抗扰度试验
- DL/T 974 带电作业用工具库房
- DL/T 976 带电作业工具、装置和设备预防性试验规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

装拆装置 installation and disassembly device

由无人机吊装，在输电杆塔顶部牢固构件上完成人身保护绳装设及拆除的装置。

3.2

连接件 connector

连接无人机和主钩的装置，采用刚性或柔性材质。

3.3

摘挂件 dis-lodging item

连接件端部设有机或电磁装置，用以摘挂主钩。

3.4

柔性导轨 flexible anchor line

固定在主钩下端的柔性部件，自锁器可在导轨上滑动，发生坠落时自锁器可锁止在导轨上。

注1：柔性导轨可为高强度绝缘纤维绳。

注2：柔性导轨可在两端固定。

3.5

缓冲器 energy absorber

串联在绝缘绳索与固定结构之间，发生坠落时吸收部分冲击能量、降低冲击力的部件。

3.6

自锁器 connector

具有常闭活门的连接部件。

注3：该部件用于将绝缘绳索与固定结构连接在一起。

4 组成和分类

4.1 组成

输电杆塔人身保护绳装拆装置主要包括主钩、连接件/摘挂件、绝缘绳索和地面遥控终端。

4.2 分类

输电杆塔人身保护绳装拆装置按摘挂方式一般可分为：

- a) 机械摘挂式；
- b) 电磁摘挂式。

5 一般要求

5.1 环境要求

工作环境条件应符合表1。

表 1 工作环境条件

序号	名称		单位	允许值
1	环境温度	最高温度	℃	≤+50
2		最低温度		≥-20
4	湿度	日相对湿度平均值	%	≤80
5		月相对湿度平均值		≤80
6	安装场所		/	户外

5.2 外观要求

- 5.2.1 主钩的端部边缘应圆滑。外形不得有锋棱、毛刺和裂纹。
- 5.2.2 连接件、摘挂件外形应光滑洁净，无气泡、皱纹、毛刺、裂纹。
- 5.2.3 绝缘绳索的外观应符合 DL/T 976 中 5.5.1 的规定。
- 5.2.4 外壳等其他部件外形应光滑无毛刺、无裂纹。

5.3 材质要求

- 5.3.1 主钩、连接件、摘挂件应采用铝合金等高强度、轻质材料制成。
- 5.3.2 绝缘绳索应采用芳纶、蚕丝等高强度、绝缘性能优良的材料制成。
- 5.3.3 外壳、非受力部件等应选用轻质、耐磨、抗腐蚀的材料。

5.4 重量尺寸

- 5.4.1 装拆装置总重量不应超过无人机的额定负载，超出时应重新选配无人机。
- 5.4.2 为保证装置安全性及易用性，各部件的相关推荐指标应符合表 2。

表 2 重量尺寸相关推荐指标

组成部件	重量区间	长度区间	直径区间	开口尺寸
主钩	≤1.5kg	-	-	≥140mm
连接件	-	≤1m	-	-

组成部件	重量区间	长度区间	直径区间	开口尺寸
摘挂件	≤2.5kg	—	≥300mm	—
绝缘绳索	—	≥50m	≥8mm	—

5.5 装置防护等级

装置防护等级应不小于IP45。

5.6 使用要求

- 5.6.1 不同型号（主钩开口尺寸、绳索长度等）的装拆装置应提前分类。根据不同塔型，选择合适的型号进行装拆作业。
- 5.6.2 操作使用装拆装置的人员应在作业前进行使用、挂载、应急等措施的培训。

6 主钩

6.1 功能要求

6.1.1 挂载功能

应有固定在合适锚点上的功能，确保发生意外情况时能够有效防止绝缘绳索脱落。

6.1.2 自锁功能

应有自锁定功能，能在塔材等牢固构件上固定锁止，受力时不应出现较大的滑移。

6.1.3 连接功能

应具备和连接件/摘挂件相互连接的功能，另一端具备连接绝缘绳索的功能。

6.2 动态性能

应按10.4进行测试，测试重物不应接触地面、不应与固定结构松脱，不应出现织带撕裂、金属件碎裂、连接器开启、缓冲器（绳）断等现象。

6.3 静态性能

应按10.5进行测试：

- a) 当主钩受力部件为非金属时，应能承受动态性能测试冲击力峰值3倍的测试负荷，并保持3min，主钩应无破断。
- b) 当主钩受力部件为金属时，应能承受动态性能测试冲击力峰值2倍的测试负荷，并保持3min，主钩应无破断。
- c) 当测试负荷小于12kN时按12kN进行测试；当测试负荷大于22kN时按22kN进行测试。

6.4 耐腐蚀性

所有金属零件应按10.6测试，主钩不能出现明显腐蚀或机构失效的情况。

7 连接件/摘挂件

7.1 功能要求

7.1.1 连接功能

- 7.1.1.1 应有连接无人机和主钩的功能。
- 7.1.1.2 连接件应尽量选取柔性连接或与主钩接触部分留有空间缓冲裕度，从而减缓摘挂过程中硬性碰撞对无人机姿态的影响。

7.1.2 导向定位

应通过观测摄像机和导向机构确保连接件/摘挂件可按照预定路径或方向进行精准操作。

7.1.3 通讯功能

应通过观测摄像机和通讯模块确保图像传输、接收信号、发送信号。

7.2 电磁兼容性

装置的电磁兼容性应符合以下要求：

- a) 静电放电抗扰度：应进行 GB/T 17626.2 规定的试验等级为 4 级的静电放电抗扰度试验，试验结果评定应达到 A 级。
- b) 射频电磁场辐射抗扰度：应进行 GB/T 17626.3 规定的试验等级为 3 级的射频电磁场辐射抗扰度试验，试验结果评定应达到 A 级。
- c) 工频磁场抗扰度：应进行 GB/T 17626.8 规定的 5 级工频磁场抗扰度试验，试验结果评定应达到 A 级。
- d) 脉冲磁场抗扰度：应进行 GB/T 17626.9 规定的 5 级脉冲磁场抗扰度试验，试验结果评定应达到 A 级。

8 绝缘绳索

8.1 功能要求

应具备作为柔性导轨的功能，自锁器可在导轨上滑动，在作业人员发生坠落时，自锁器可锁止到导轨上。

8.2 电气性能

8.2.1 型式试验和抽样试验应按照 10.8.1 规定的方法测试，应符合 GB/T 13035 中 6.1 的要求。

8.2.2 预防性试验应按照 10.8.2 规定的方法测试，应符合 DL/T 976 中 5.5.2.1 的要求。

8.3 机械性能

8.3.1 直径、伸长率及断裂强度

按照 10.9.1 规定的方法测试，应符合 GB/T 13035 中 6.2 的要求。

8.3.2 静态负荷性能

8.3.2.1 型式试验及抽样试验按照 10.9.1 规定的方法测试，绝缘绳索与固定结构之间的部件不应出现滑移、松脱、金属件撕裂以及严重变形等现象，卸载后，自锁器应能在导轨上正常工作。

8.3.2.2 预防性试验按照 10.9.2 规定的方法测试，应符合 DL/T 976 中 5.5.3.1 的要求。

8.3.3 动态负荷性能

按照 10.9.1 规定的方法测试，应满足下列要求：

- a) 不应出现绝缘绳索断裂、开线、金属件碎裂、连接器开启、模拟人滑脱、缓冲器断（允许打开）等现象，卸载后，自锁器应能正常解锁，顺畅滑动，并能正常锁止；
- b) 模拟人所受最大冲击力不应超过 6kN；
- c) 绝缘绳索为纤维绳或织带时，自锁器下滑距离不应超过 1.0m；
- d) 绝缘绳索为纤维绳或织带时，模拟人下滑距离不应超过 2.0m。

9 地面遥控终端

应能控制电磁铁的通断电、实时查看观测相机图像信息。

10 试验方法

10.1 环境适应性

10.1.1 装置的低温适应性试验按照 GB/T 2423.1 相关条款方法进行相应等级试验，各项功能正常。

- 10.1.2 装置的高温适应性试验按照 GB/T 2423.2 相关条款方法进行相应等级试验，各项功能正常。
- 10.1.3 装置的湿度适应性试验按照 GB/T 2423.34 相关条款方法进行相应等级试验，各项功能正常。

10.2 目视检查

对装置外观进行目视检查，应符合5.2的要求。

10.3 防护等级试验

装置的防护等级应按GB/T 4208的规定进行。

10.4 主钩动态性能试验

试验步骤如下：

- a) 按照安装说明将主钩安装在动态测试架上；
- b) 将测试绳一端连接在主钩上，另一端连接在测试重物上；
- c) 将测试重物吊起至自由下落距离为（1500±50）mm，与主钩最低点水平距离不大于 300mm；
- d) 释放重物；
- e) 记录冲击力峰值；
- f) 观察并记录主钩情况。

10.5 主钩静态性能试验

试验步骤如下：

- a) 将主钩与加载装置相连；
- b) 沿坠落方向按规定要求施加测试力；
- c) 主钩应能保持该测试力 3min；
- d) 卸载，记录主钩情况；

注1：测试负荷保留至整数位。

注2：当2倍或3倍冲击力小于12kN时按12kN进行测试；当测试负荷大于22kN时按22kN进行测试。

注3：主钩受力部件为非金属时，加载速度不应超过100mm/min，挂点装置受力部件为金属时，加载速度不应超过30mm/min。

10.6 耐腐蚀性试验

按GB/T 10125中规定的中性盐雾（NSS）试验方法进行，试验方法如下：

- a) 将主钩进行（24±0.5）h 盐雾处理；
- b) 取出后放置在（20±2）℃的环境中干燥（60±5）min；
- c) 重复上步骤 a）～b）；
- d) 完成后观察并记录主钩情况；

注1：必要时可将主钩拆卸。

10.7 电磁兼容性试验

装置的电磁兼容试验应按表3要求进行：

表 3 电磁兼容性试验方法

序号	指标名称	试验方法	合格判定
1	静电放电抗扰度	GB/T 17626.2规定的试验等级为4级静电放电抗扰度试验	A级
2	射频电磁场辐射抗扰度	GB/T 17626.3规定的试验等级为3级射频电磁场辐射抗扰度试验，试验扫描频率为80MHz～2000MHz	A级
3	工频磁场抗扰度	GB/T 17626.8规定的工频磁场抗扰度试验，试验等级为5级的稳定持续磁场	A级

序号	指标名称	试验方法	合格判定
4	脉冲磁场抗扰度	GB/T 17626.9规定的试验等级为5级脉冲磁场抗扰度试验，试验磁场波形为6.4(1±30%)/16(1+30%)us，施加正负极性脉冲磁场各5次	A级

10.8 电气性能试验

10.8.1 型式试验及抽样试验

应按GB/T 13035中7.5的规定进行试验。

10.8.2 预防性试验

应按DL/T 976中5.5.2.1的规定进行试验。

10.9 绝缘绳索机械性能试验

10.9.1 型式试验及抽样试验

10.9.1.1 直径、伸长率及断裂强度

应按GB/T 13035中7.3、7.4的规定，对直径、伸长率及断裂强度进行试验。

10.9.1.2 静态负荷性能试验

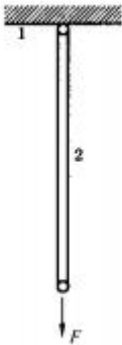
10.9.1.2.1 试验设备

选取量程不小于30kN，精度不低于1级的测力装置进行试验。

10.9.1.2.2 试验方法

试验方法如下：

a) 将绝缘绳索按图 1 所示放置



1——固定结构

2——绝缘绳索

图 1 绝缘绳索试验示意图

b) 取足够长度的绝缘绳索，按制造商的安装说明固定。

c) 在绝缘绳索上沿垂直方向施加表 4 中规定的力，如材质为纤维绳或织带，则拉伸速率不应大于 150mm/min，到达表 1 中规定力值后保持 3min。

表 4 绝缘绳索静态负荷测试力

绝缘绳索材质	测试力/kN
纤维绳	22
织带	22

10.9.1.3 动态负荷性能试验

应按GB/T 6096中5.3.2的规定进行试验。

10.9.2 预防性试验

应按DL/T 976中5.5.3.2的规定进行试验。

11 检验规则

11.1 型式试验

11.1.1 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) 产品结构、材料或制造工艺有较大改变，影响到主要性能。

11.1.2 型式试验应按表 5 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。

表 5 试验项目

序号	试验项目	参考条款		试验分类			
		技术要求	试验方法	型式试验	抽样试验	出厂试验	预防性试验
1	环境适应性	5.1	10.1	√	—	—	—
2	目视检查	5.2	10.2	√	—	—	—
3	防护等级	5.5	10.3	√	√	—	—
4	挂载功能	应符合6.1.1要求			√	√	√
5	自锁功能	应符合6.1.2要求			√	√	√
6	连接功能	应符合6.1.3, 7.1.1, 8.1要求			√	√	√
7	主钩动态性能试验	6.2	10.4	√	√	—	√
8	主钩静态性能试验	6.3	10.5	√	√	—	√
9	耐腐蚀性实验	6.4	10.6	√	—	—	—
10	导向定位功能	应符合7.1.2要求			√	√	√
11	通讯功能	应符合7.1.3要求			√	√	√
12	电磁兼容性试验	7.3	10.7	√	—	—	—
13	电气性能试验	8.2	10.8	√	√	—	√
14	绝缘绳索机械性能试验	8.3	10.9	√	√	—	√
15	远程信息观测功能	应符合第9章要求	√	√	√	√	
16	手动控制功能	应符合第9章要求			√	√	√
注：“√”表示试验必做项目，“—”表示试验可选项目。							

11.2 抽样试验

11.2.1 抽样试验应在生产厂家的参与下进行。生产厂家应对用户保证，表 5 中的抽样试验已进行过。如果用户在说明书中提出，用户也可以参与抽样。

11.2.2 抽样试验应按照步骤进行，并与附录 A 中单个采样方式的标准检查相一致。

11.3 出厂试验

产品出厂前，应逐个进行表5所列项目的出厂试验。

11.4 预防性试验

使用中的装置应每年进行一次预防性试验。预防性试验项目见表5。

12 标志、包装、运输和贮存

12.1 标志

12.1.1 产品上应在明显位置固定产品标牌，其要求应符合 GB/T 13306 的规定，至少标记以下内容：

- c) 本装置编号；
- d) 制造商名称、地址；

- e) 产品名称;
- f) 产品规格;
- g) 使用人数要求;
- h) 生产日期。

12.1.2 标志应清晰明了，并具有耐久性。

12.2 包装

12.2.1 所有部件应用专用包装箱（袋）将产品包裹，分区放入包装箱内。

12.2.2 包装箱的材质应能确保运输安全，避免灰尘污染或受潮。

12.2.3 每一包装箱内应附有包装箱清单，其上标明产品规格、数量、制造单位名称和制造日期。每一包装箱内应附合格证（包括质量报告）一份。

12.3 运输

产品在运输过程中应防止日光直晒和雨雪浸淋，避免与腐蚀性物质接触，装卸时不应抛掷。

12.4 贮存

12.4.1 产品应储存在干燥、通风、避免阳光直晒的库房内，库房条件应符合 DL/T 974 的规定。

12.4.2 产品应避免与腐蚀性、有害物质接触。

参 考 文 献

- [1] GB/T 23468 坠落防护装备安全使用规范
 - [2] GB/T 24537 坠落防护 带柔性导轨的自锁器
 - [3] GB 24543 坠落防护 绝缘绳索
 - [4] GB/T 30862 坠落防护 挂点装置
 - [5] GB 42297 坠落防护装备通用技术规范
 - [6] DB43/T 2779 无人机应用服务通用规范
 - [7] DL/T 2618 10kV带电作业用自动接引工具
-