

# 自动绕线机全天候防护装置研究

舒琪<sup>1</sup>, 李奋<sup>1</sup>, 叶菲<sup>1</sup>, 方栋<sup>1</sup>, 邵叶<sup>2</sup>, 杨宁隆<sup>2</sup>, 江明远<sup>1</sup>

<sup>1</sup>国网浙江省电力有限公司舟山供电公司, 浙江 舟山

<sup>2</sup>杭州繁胜科技有限公司宁波分公司, 浙江 宁波

收稿日期: 2022年8月13日; 录用日期: 2022年9月12日; 发布日期: 2022年9月21日

## 摘要

电力行业通用设备自动绕线机因缺乏室外作业和存放的防护手段存在较大的安全隐患, 鉴于此, 本文研发了一种自动绕线机全天候防护装置。该装置通过机械自动化技术, 具备整体移动、户外防雨、操作便捷、经济高效的功能和优点, 满足了自动绕线机全天候室外存放和安全作业的需求, 适用于电力行业各类仓库, 普遍推广应用的较大。

## 关键词

绕线机, 全天候防护装置, 机械自动化

# Research and Design of All-Weather Protective Device for Automatic Winding Machine

Qi Shu<sup>1</sup>, Fen Li<sup>1</sup>, Fei Ye<sup>1</sup>, Dong Fang<sup>1</sup>, Ye Shao<sup>2</sup>, Ninglong Yang<sup>2</sup>, Mingyuan Jiang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>State Grid Zhejiang Electric Power Co., Ltd. Zhoushan Power Supply Company, Zhoushan Zhejiang

<sup>2</sup>Hangzhou Fansheng Technology Co., Ltd. Ningbo Branch, Ningbo Zhejiang

Received: Aug. 13<sup>th</sup>, 2022; accepted: Sep. 12<sup>th</sup>, 2022; published: Sep. 21<sup>st</sup>, 2022

## Abstract

In view of the hidden danger of the cable material winder lacking outdoor operation and storage protection means, this paper developed an all-weather protection device for the automatic winder. Through mechanical automation technology, the device has the functions and advantages of overall movement, outdoor rain protection, convenient operation and economic efficiency, so as to meet the requirements of all-weather outdoor storage and operation of automatic winding ma-

chine. It is applicable to all kinds of warehouses in the power industry and has great value in general promotion and application.

## Keywords

Winding Machine, All-Weather Protection Device, Mechanical Automation

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

为提高电缆分拣发货的效率,降低分拣人工成本,保障分拣操作安全性,电力行业各级仓库多采用自动电缆绕线机进行成盘电缆的分拣作业。自动绕线机作为通用设备,广泛用于电力行业[1],其按照室内设备的设计标准进行设计和生产,绝缘防护等级较低,受潮后容易生锈。若在库房内使用,需占用室内场地 150 平方米,占用了存储场地及运输、消防通道,单位面积使用经济效益较低。因此,各单位在实际使用绕线机时,多采用“室内存放、室外使用”的方式,使得自动绕线机的使用十分不便,增加了搬运成本,且存在作业安全风险,同时雨天无法进行电缆的分拣作业,影响电网建设和运维进度。

鉴于以上情况,本文针对自动绕线机的使用场景,设计了一种基于机械自动化技术的自动绕线机全天候防护装置,满足自动绕线机在雨雪天等恶劣气候条件下的室外放置与安全作业的需求。

## 2. 国内研究概况

针对自动绕线机的防护装置,目前国内相关研究主要聚焦在以下几个方面:杨伟伟,刘飞枝[2]通过自动判断原材料剩余量,来避免绕线机飞速旋转中突然断线击中操作者;刘东旗,王金妹[3]基于操作人员作业时手的常规位置,设计智能化减速防护装置,实现智能护手;夏树发,梁永斌[4]通过红外数字传感器等控制系统,对作业中的绕线机进行智能防护,降低绕线机点击转速,来保护操作者的安全。杨伟伟,刘飞枝[2]通过断线传感器、PLC 控制器、变频器、主轴电机、人机界面触摸屏和报警器,构建控制系统自动判断原材料剩余量,提升了设备的安全性,保护了操作者的人身安全。曹显[5]通过在保护罩框架的左右两端固定安装固定挡块,同时接通外部电源,使得电动伸缩杆带动滑板在固定板上滑动,从而使得以保护罩框架为主体的三棱柱结构形成封闭的腔室,此时驱动电机带动转盘转动,使得清洁固块对正在绞线机上的电缆线进行清洁,减小了导线之间间隙,增强了绞线效率。然而,目前暂未存在针对绕线机全天候使用场景而设计的防护装置。

## 3. 影响自动绕线机作业故障的环境因素分析

根据现场自动绕线机的存放、作业情况,影响其表面生锈、无法运作的主要环境因素为空气湿度,根本原因为雨水冲刷自动绕线机,导致水分侵入电机部分导致无法运作,以及水分使得表面金属锈化,致使关键机械部位生锈无法转动。即使定期用机油为关键部分进行维护、电机更换密封条,依然不能严格保证其防水防潮性能。

该仓库地处长江三角洲群岛区域,四面环海,属亚热带季风气候,图 1 为该地 2020 年月度降雨量分布图,图 2 为自动绕线机故障发生分布图。从图 1 可以看出,该仓库所处地区降雨主要集中在 6 月~9 月。

从图2可以看出,在降雨比较集中的6月~9月,自动绕线机无法运作的情况较为普遍。

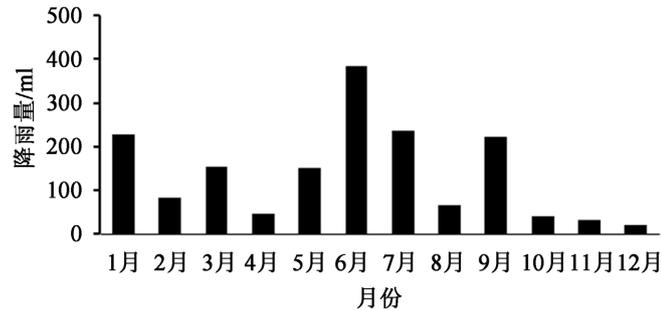


Figure 1. Monthly rainfall map

图1. 月度降雨量图

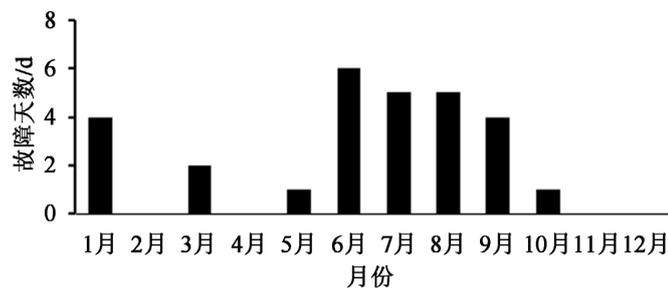


Figure 2. Distribution of monthly failures of winding machines in 2020

图2. 2020年绕线机月度故障发生分布图

由统计数据及其对比分析可得,导致自动绕线机故障的主要环境因素是雨水冲刷。如何减少由于雨水冲刷所导致的水分腐蚀成为防护自动绕线机的主要措施。

#### 4. 防护装置设计研究

针对仓库自动绕线机实际情况及安全生产的相关要求,本文提出一种全天候防护装置设计方案,主要包括底座、侧壁、侧门、罩顶和电机装置,以减少雨水对室外自动绕线机冲刷,该方案经济可靠。

##### 4.1. 罩顶研究

防护装置的罩顶是减少雨水对自动绕线机冲刷的重要措施之一,其防雨能力主要取决于罩顶相比于绕线机的延伸宽度  $x$ ,如图3所示。当  $x$  值较大时,能够较好地减少雨水对绕线机的冲刷,但此时防护装

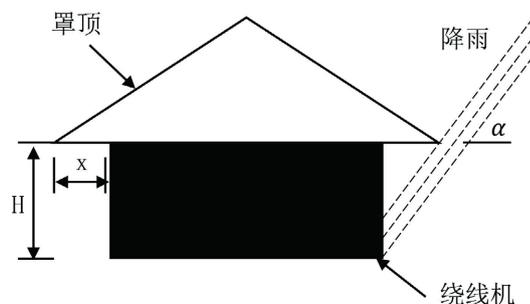


Figure 3. The schematic diagram of the installation of the roof of the rainproof device

图3. 防雨装置罩顶安装示意图

置罩顶所承受的风力越大，结构越不稳固。因此，降雨与水平面的夹角  $\alpha$  应符合以下公式：

$$\tan(\alpha) = \frac{H}{x} \quad (1)$$

为求得  $x$  长度，需先获得仓库所在地的降雨与水平面的平均夹角  $\bar{\alpha}$ 。通过相关测试装置进行实地抽样测试，选取历史降雨量较大的 6 月份来代表全年整体情况，降雨时每隔 30 min 记录 1 次数据，从而求得降雨与水平面的平均夹角  $\bar{\alpha} = 80^\circ$ ，带入式(1)，针对高度 2 m 的绕线机，求得  $x = 350$  mm。

## 4.2. 底座研究

防护装置底座部分的防雨能力主要取决于底座上表面离地高度  $y$ ，通过垫高自动绕线机，以防止地面积水对自动绕线机的侵蚀。当  $y$  越大，能够较好地分离绕线机与地面积水，但若  $y$  过大，则不利于工作人员操作自动绕线机。因此  $y$  应符合以下公式：

$$y = \bar{Z}_{\text{地面积水高度}} \quad (2)$$

$$y < 200\text{mm} \quad (3)$$

通过相关测试装置进行实地抽样测试，选取历史降雨量较大的 6 月份来代表全年整体情况，记录每次降雨的地面积雨高度，从而求得平均值为 140 mm，且满足式(3)限制条件，因此底座高度设计为 140 mm。

## 4.3. 材质研究

为了保证其不会对电气设备的安全运行带来危害，专门设计有相应的固定措施，为了减少设备区感应电可能带来的不安全因素，所有部件均采用绝缘材质。此外，针对材料的成本、防雨效果，通过对比三种材料，最后采用钢质薄板，具体比选如表 1 所示。

Table 1. Material comparison table

表 1. 材料比选表

| 方案  | 钢质薄板          | 亚克力板            | 木材              |
|-----|---------------|-----------------|-----------------|
| 经济性 | 成本较低          | 成本较低            | 成本较高            |
| 可行性 | 加工性能良好，适合机械加工 | 加工性能良好，适合机械加工   | 加工性能良好，包含切削、胶合等 |
| 有效性 | 自然环境适应性强      | 自然环境适应性强，抗老化性能好 | 强度高、耐湿、隔热、绝缘    |
| 可靠性 | 牢固可靠          | 硬度较差            | 牢固可靠            |

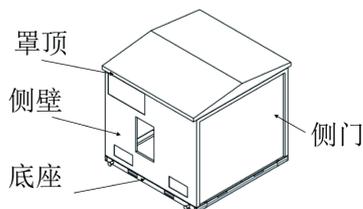


Figure 4. The schematic diagram of the all-weather protection device of the automatic winding machine

图 4. 自动绕线机全天候防护装置示意图

## 4.4. 设计方案确定

图 4 为自动绕线机全天候防护装置示意图。罩顶采用斜屋顶结构，主要起到防雨作用。底座主要用于固定嵌在防护装置中的自动绕线机。侧壁使用固定式的钢质薄板结构。侧门使用快速静音电动卷帘门

结构,作业时可以升降。电机装置作为防护装置整体的动力源,用于打开和关闭电动卷帘门(侧门)、移动底座。

## 5. 防护装置应用效果分析

### 5.1. 应用场景

在电力线缆物资非整盘出库时,需要使用自动绕线机进行电缆分盘作业。此时,将全天候防护装置的开关装置转换到开启状态,通过电机装置,卷帘门式的侧门稳定打开,侧壁沿底座导轨向后(绕线机计数器端为后)移动,露出电缆辊托架和部分操作台,开始进行分盘绕线作业。在作业结束后,将自动绕线机的全天候防护装置的开关装置转换到关闭状态,通过电机装置,卷帘门式的侧门稳定关闭,侧壁沿底座导轨向前(绕线机计数器端为后)移动,覆盖电缆辊托架和部分操作台,直至完全关闭,自动绕线机被全天候防护装置全部覆盖,从而满足自动绕线机在雨雪天等恶劣气候条件下的室外放置与安全作业的需求。

### 5.2. 效果分析

2020年完成装置投入使用后,2021年自动绕线机的故障发生次数明显下降,其频数分布图如图5所示,与2020年自动绕线机的故障发生次数(图2)进行对照分析,可见该防护装置能够有效降低外部环境对自动绕线机的影响。

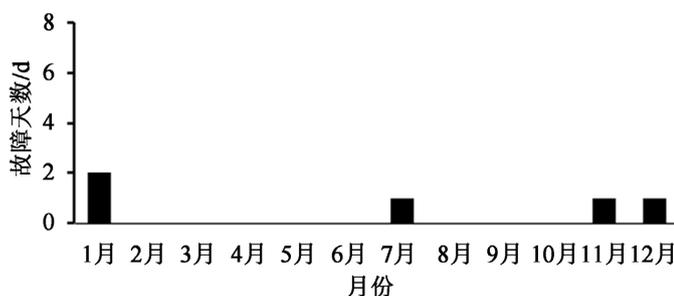


Figure 5. Distribution of monthly failures of winding machines in 2020

图5. 2020年绕线机月度故障发生分布图

## 6. 结论

仓储作业安全是践行国家安全观、筑牢安全发展底线的基础之一。本文提出的全天候防护装置弥补了国内市场上绕线机防护装置的技术空白,目前已在国网舟山供电公司安装并应用,经过一年的运行,实现安全事故“零发生”,有效保护现场作业人员和自动绕线机设备。通过加装该防护装置,提高了绕线机的使用安全性,实现自动绕线机室外存放和使用,提高仓库室内场地的利用率,可用于增加物资储位或扩大物流通道。在使用过程中,由4个工作人员减少至1个工作人员,极大降低了人工成本。整套设备成本相较建造室外货棚所需费用,减少了90%的成本支出,有效控制内部成本。该装置具有成本低、操作便捷、防护效果优秀等优点,适用于电力行业各类仓库,普遍推广应用的價值大,有良好的经济效益和广阔的发展前景。

## 参考文献

- [1] 夏树发,梁永斌,黄康飞,张辉. 绕线机智能防护系统[J]. 金属矿山, 2015(6): 113-117.
- [2] 杨伟伟,刘飞枝. 一种绕线机安全防护装置[P]. 中国, CN205428151U. 2016-08-03.
- [3] 刘东旗,王金妹. 一种智能机械手用防护装置[P]. 中国, CN215825351U. 2022-02-15.

- 
- [4] 夏树发, 梁永斌, 黄康飞. 一种用于绕线机的智能护手装置[J]. 佛山科学技术学院学报(自然科学版), 2015, 33(6): 39-43. <https://doi.org/10.13797/j.cnki.jfosu.1008-0171.2015.0118>
- [5] 曹显. 一种电缆绕线机用防护装置[P]. 中国, CN210973357U. 2020-07-10.