

深圳电网变电站鸟害情况分析

李姝玉, 张晶焯, 赖振宇, 王上元, 朱县盛, 肖黎, 徐红星

深圳供电局有限公司, 广东 深圳

收稿日期: 2021年8月26日; 录用日期: 2022年3月22日; 发布日期: 2022年3月30日

摘要

将鸟类栖息筑巢对变电站的影响减少到最低限度, 是变电站工作人员共同关注的问题。本文首先通过近几年调研的数据对深圳电网的变电站鸟害特点进行分析, 总结出变电站鸟害发生的时间规律、鸟害发生地的区域特点以及鸟害发生设备结构特征; 其次归纳对比了各领域的防鸟害技术手段, 为变电站防鸟害提供借鉴意义; 最后提出了今后变电站防鸟害工作的研究方向和建议。

关键词

变电站, 鸟害, 时间性, 水源分布, 结构特征, 防护措施

Analysis of Bird Damage in Shenzhen Power Substation

Shuyu Li, Jingzhuo Zhang, Zhenyu Lai, Shangyuan Wang, Xiansheng Zhu, Li Xiao, Hongxing Xu

Shenzhen Power Supply Co., Ltd., Shenzhen Guangdong

Received: Aug. 26th, 2021; accepted: Mar. 22nd, 2022; published: Mar. 30th, 2022

Abstract

It is the common concern of substation staff to minimize the impact of birds nesting on the substation. In this paper, the characteristics of bird damage in substation of Shenzhen power grid are analyzed based on the survey data in recent years, and the time rule of bird damage in substation, the regional characteristics of bird damage place and the structural characteristics of bird damage equipment are summarized. Secondly, the technical means of bird prevention in various fields are summarized and compared to provide reference for substation bird prevention. Finally, the research direction and suggestions of bird prevention work in substation in the future are put forward.

Keywords

Substation, Bird Damage, Timeliness, Water Distribution, Structural Characteristics, Protective Measures

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

变电站的鸟害防治，一直是困扰供电企业的一大难题。首先，在鸟类活动中鸟类筑巢对变电站安全运行威胁最大[1]。当鸟类筑巢时口叼的杂物或鸟巢被风雨吹散掉落在户外电气设备上时，容易引起设备的接地故障[2]；其次，鸟类因筑巢飞进飞出时也可能对变电站运行造成威胁，较大体型的鸟类在展翅飞翔时身体短接空气间隙，会造成设备的相间短路或接地短路，引起设备故障[3]。此外，在鸟害高发期运行人员需要开展多次特殊巡视及拆除鸟窝，增加运行维护工作量，耗费大量人力、物力[4]。当运行人员在清理鸟巢时，若该设备相间及对地绝缘距离较短，可能导致相间放电或对地放电，不仅会造成设备跳闸，还对现场人员的人身安全构成极大的威胁；频繁发生鸟害会增加停电操作的次数，造成设备非计划停运，影响供电可靠性[5]。

深圳电网已发生过因处理鸟巢而紧急停电的案例。频繁发生的鸟害已经成为威胁深圳电网安全运行的一个重大潜在安全隐患。

2. 深圳电网变电站鸟害特点分析

与其他的故障形式不同，鸟类引起的变电站电气设备故障，受到非人为控制的生物群体的影响，是一种特殊的电力系统非计划停运故障类型[6]。虽然鸟害的发生具有很大随机性和不确定性，但从深圳市近年来的鸟害情况来看，其内部存在一定的规律性，下面就深圳市东部地区鸟害特点进行分析。

2.1. 鸟害发生的时间性

图 1 为鸟害发生时间规律，可看出一年中鸟害在各个季节发生的次数是不同的。本文调研数据显示为每年鸟害发生的月份。从 2018 年 1 月 15 日至 2018 年 5 月 3 日，共 108 天，出现 44 次鸟害情况。从 2019 年 2 月 26 日至 2019 年 6 月 19 日，共 114 天，出现 39 次鸟害情况。从 2020 年 3 月 5 日至 2020 年 9 月 22 日，共 202 天，出现 67 次鸟害情况。

鸟类活动的频繁程度随着季节变化不同，鸟类活动越频繁，变电站出现鸟害频率越高，增加了因鸟害导致变电站设备故障的可能性。由图 1 可看出，近几年鸟害高发期为 3~5 月。2018、2019 年，3 月为鸟害高发期，占比分别为 45%、72%。2020 年 4 月为鸟害高发期，占比为 43%。相比 2018、2019 年，2020 年鸟害次数分别增长了 52%、71%。在一般认为的鸟害高发期外，2020 年 6 月出现了 11 次，9 月出现了 2 次。

究其原因有两方面，一方面根据气象局报道，2020 年 1 至 4 月，深圳天气气候与常年差异较大[7]，整体气象条件的变化可能导致鸟类繁殖习性随之改变。另一方面，研究表明气候的变化正改变鸟类的迁徙行为。例如，20 世纪 90 年代以前斑嘴鸭在我国渤海湾地区还是夏候鸟，现在大多数已经是这个地区的留鸟[8]。推断 2020 年鸟害增长率上升可能与此有关。根据上述分析，可能需要重新推敲传统经验中鸟

类筑巢高发期的时间范围，防鸟害特巡时间可延长至9月。

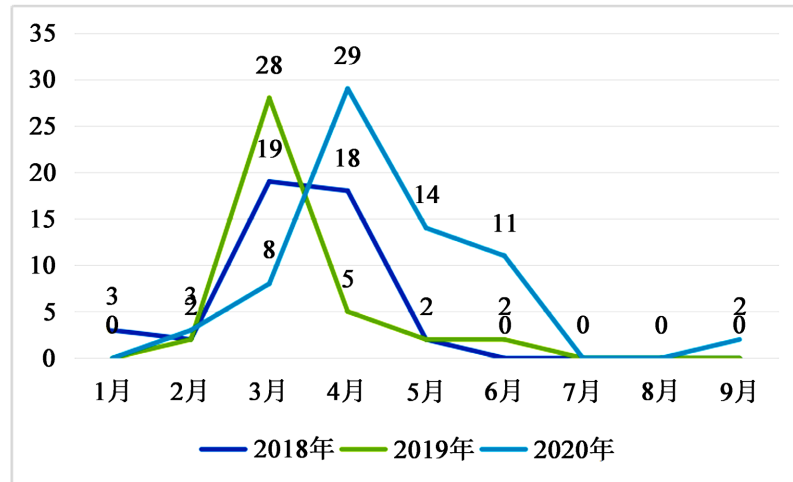


Figure 1. Monthly distribution of bird damage

图 1. 鸟害月份分布情况

2.2. 鸟害发生的区域性

深圳辖区内多为低丘陵地，保留了常绿季雨林、常绿阔叶林、红树林、竹林、灌丛等自然植被。深圳市内野生动物分布密度与人口密度成反比，距离城市中心越远，兽类种类越丰富，种群密度越高[9]。图 2 为发生鸟害变电站的卫星图；由图 2 可看出，发生鸟害变电站附近植被覆盖面积大，城市用地少，由于变电站一般都选在郊区建设，鸟类种类更加丰富，活动更加频繁。



Figure 2. Satellite image of bird damage location

图 2. 鸟害发生地卫星图

鸟类的活动离不开水源，图 3 为发生鸟害变电站水系分布图，可以看出大部分发生鸟害变电站在水源附近。

在水源丰富的地区，就有大量的鸟类活动，尤其在鱼塘、水库以及河流附近。发生鸟害变电站水源分布状况如表 1 所示。



Figure 3. Water system map of bird damage area
图 3. 鸟害发生地水系图

Table 1. Distribution table of water sources in bird damage areas
表 1. 鸟害发生地水源分布表

变电站	鱼塘(米)	水库(米)	河流(米)
丹竹头	7500	2500	272
罗湖	4400	5500	188
骏康	2700	550	392
沙头角	4300	7070	830
大鹏	786	1662	424
盐田	4800	1700	1492
鲺门	17200	1541	3395
吉水门	16800	1300	420
兴业	3100	2000	486
盘古石	295	1200	711
金沙	698	5637	556
工业区	1236	3207	875
坑梓	6800	1900	150
皇岗	8300	6900	820
上步	2500	2300	3121
龙岗	736	1500	1200
坪地	1002	2100	988
鼎盛	1500	2600	922
安良	2500	478	223
宏图	2700	1800	965

Continued

交椅	1900	3200	1134
布吉	3500	3500	483
李朗	4200	282	3925
金融	2300	1700	5988

如图 4 所示, 距离变电站最近水源类型占比最大的为河流, 为 75%, 其次为水库 17%, 最后为鱼塘 8%。河流两岸有广阔的浅水区, 食物资源丰富, 便于鸟类捕食; 水库周边的浅水区较少, 不利于鸟类捕食; 鱼塘有人员看护, 为了保障鱼塘的鱼产量, 采取了很多驱鸟措施, 所以鱼塘区域所占比例最少。

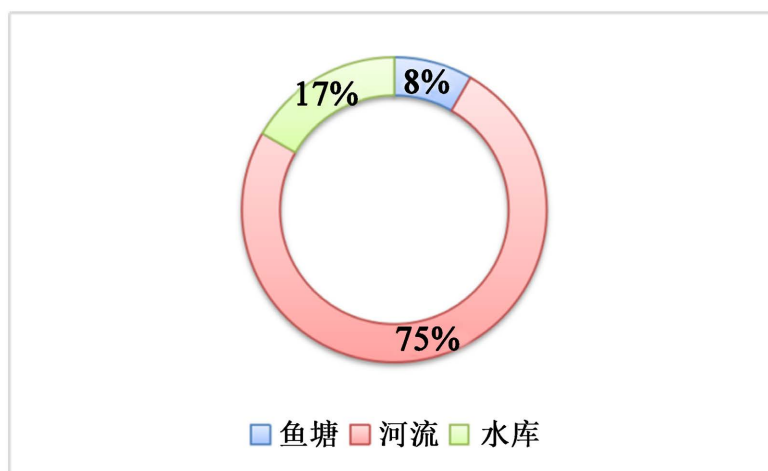


Figure 4. The proportion of the nearest water source type in the bird damage area

图 4. 距离鸟害发生地最近的水源类型占比

图 5 为各片区鸟害发生次数, 可看出发生鸟害次数最多的片区为横岗片区(表 1 中丹竹头、安良属于横岗片区), 其次为坪山片区(兴业、盘古石、金沙、工业区、坑梓)和龙城片区(宏图、交椅)。结合表 1 数据, 除了盘古石(距离河流 711 米), 鸟害频发变电站最近的水源类型为河流, 距离都在 1.5 公里以内。

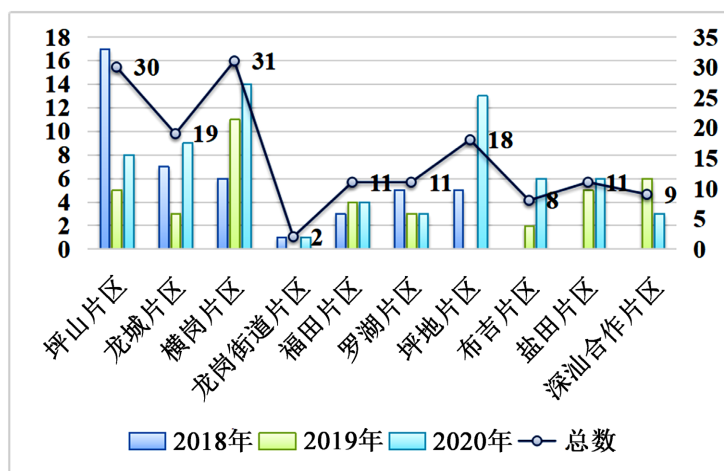


Figure 5. Occurrence times of bird damage in different regions

图 5. 各区域鸟害发生次数

鸟害发生地具有区域性特点，鸟害频繁的地段大多人员稀少，附近有水库、鱼塘、河流等食物及水源较丰富的区域。在新变电站选址阶段时，应勘察周围的地理环境；根据以上分析，可选择离河流较远的地理位置。

2.3. 鸟害发生位置结构特征

按场地区域和设备类型统计发现鸟害的次数，结果如图 6 所示。龙门构架(下方有设备)位置鸟害共出现了 65 次，占比 43%；主变底座出现 17 次，占比 11%；爬梯构架(包括下方无设备的构架)和主变瓦斯继电器分别出现 12 次，占比 8%；主变中性点、刀闸口占比 4%；其余设备占比在 3%及以下。

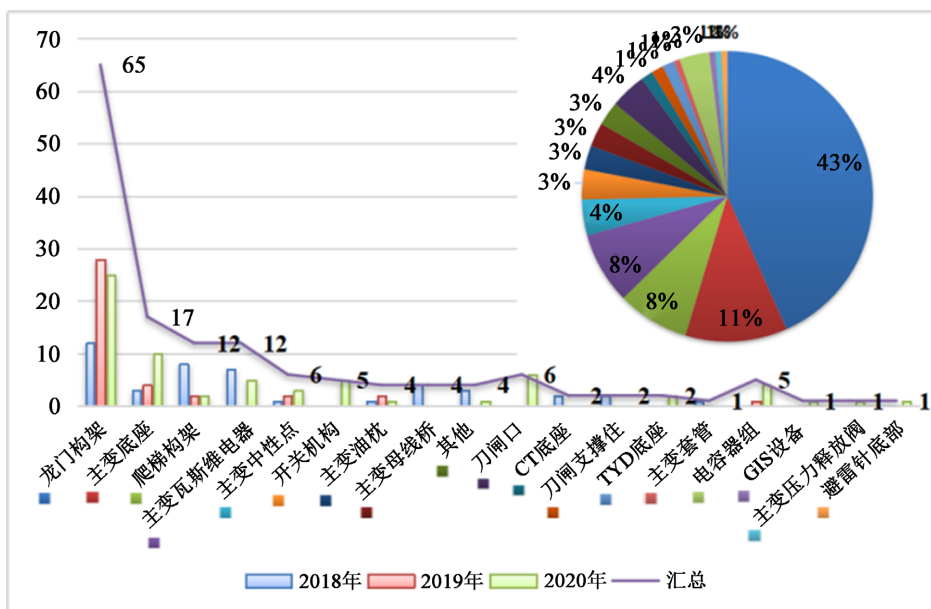


Figure 6. Location and structure of bird damage
图 6. 鸟害发生位置结构

龙门构架、主变底座以及爬梯架构等位置其结构(有较多的空隙)为鸟类筑巢提供了足够的栖息空间。刀闸刀口处有电流热效应，温度偏高，为鸟类提供了舒适的温度。如图 7 所示，可以看出鸟类更倾向于可以隐蔽以及温暖的设备上筑巢。根据数据统计，不同时间段，同一处发现鸟害两次及以上的占比为 10%，表明鸟类有在同一个地方筑巢的倾向，将该处的鸟巢处理后，仍会继续选择在该处筑巢。



(a) 主变瓦斯继电器



(b) 刀闸刀口内



Figure 7. Location and structure of bird damage
图 7. 鸟害发生位置结构

对于相间及对地绝缘距离较短的设备,在清理鸟巢的过程中可能会造成设备跳闸以及威胁人身安全,需设备停电处理;而对于绝缘距离较长的设备,可考虑带电处理。此外,巡视人员应履行巡视职责,重点巡视鸟害频发处。

3. 防鸟害技术手段分析

鸟害目前普遍存在于果园、渔场、电力系统和机场等领域,防鸟害技术手段也多有相似之处。如何在不伤害鸟类生命的情况下防止鸟害从而创造出人与自然和谐共处的环境,一直是国内外驱鸟领域共同研究的课题。本文归纳对比了各领域的防鸟害技术手段,为深圳电网变电站防鸟害提供借鉴。防鸟害技术手段可以分为以下四类。

3.1. 驱鸟型措施

1) 视觉型驱鸟措施;利用反光材料来驱赶鸟类,分为静态视觉驱鸟设备(光盘、塑料彩带以及喷涂红黄绿颜色的漆) [10]以及动态视觉驱鸟设备(风力驱鸟器) [11]。我国河南省博爱县电业局针对鸟害问题在 16 条线路上安装了 160 个风力驱鸟器,一年后调查该地区因鸟雀引起的跳闸事故与去年相比下降了 60%。有的变电站使用泛光灯并通宵点亮,成功地驱走了栖息在站内曾引起 500kV 电容器组污闪的成千只欧椋鸟[12]。

2) 听觉型驱鸟措施;利用仿真天敌声、同类悲鸣声以及爆破声驱鸟。

3) 嗅觉型驱鸟措施;利用刺激性气味来驱赶小鸟[13],例如在鸟害频发处涂上驱鸟剂。由于气味易挥发,该方法有效时间极短[14]。

以上措施都是通过刺激鸟类视觉、听觉以及嗅觉来恐吓鸟类达到驱鸟目的,并且适用于各领域。由于鸟类适应能力很强,采用单一的驱鸟措施,2~3 个月之后驱鸟效果会大打折扣。于是变电站采用了综合驱鸟系统,如图 8 所示;该系统将视觉与听觉驱鸟措施相结合,视觉方面,该系统可发出绿色激光,通过电脑程序能改变激光束的扫描速度、角度及激光功率,并能持续不断的扫射整个变电站;听觉方面,该系统可以发出多种声音驱赶鸟类。

此外还出现了无人机驱鸟技术,飞行器可在上空飞行过程中通过烟雾及声音驱赶鸟类,航模驱鸟的遥控范围半径可达 2500 米,其驱赶效果要优于地面驱鸟系统[15]。飞行器驱鸟设备适用于鸟害范围大的区域,例如机场或者输电线路。



Figure 8. Integrated bird repellent system
图 8. 综合驱鸟系统

3.2. 防护型措施

对母线的跳线进行热塑和加大防风偏倒装绝缘子的最后一瓷裙的盘径，防止鸟窝材料(长草、飘带、棉线等)触及带电部位而引起短路[16]。还可以在鸟巢危害重点区域采取封堵清除措施，直接给鸟类筑巢造成麻烦，确保从源头消除安全隐患[17]；例如装设防鸟板，防鸟刺、防鸟盒以及防鸟笼等，如图 9 所示。



(a) 防鸟板安装前后对比



(b) 防鸟刺



(c) 防鸟笼

Figure 9. Protective measures
图 9. 防护型措施

3.3. 生态型措施

从生态系统的食物链结构中，减少或切断食物链的连接关系，减少环境对鸟类的吸引力，从而减少鸟类的数量[18]。例如机场实施草地管理措施和昆虫及土壤动物控制措施[19]。

3.4. 诱导型措施

用人造鸟巢、栖鸟架试图控制鸟在杆塔上栖息和筑巢的位置，合理引导鸟类在远离防护范围的安全区筑巢[20]。江门供电局输电管理所采用了引鸟笼的诱导措施，可有效避免鸟巢材料掉出影响电网安全，如图 10 所示。



Figure 10. Birdcage
图 10. 引鸟笼

随着鸟类适应能力的增强，驱鸟型措施只具有临时效果，不断更新使用驱鸟型措施将增加人力物力的成本。无人机驱鸟技术和生态型措施并不适用于变电站内；无人机在使用过程中，一旦飞行器出现故障而掉落到设备上将造成更大的损失，而生态型措施则实施起来非常困难。诱导型措施大多针对大型鸟类筑巢，更适用于输电线路。由于防护型措施能从源头上消除变电站鸟害的安全隐患，同时减少后期维护的成本，与其它措施相比，防护型措施更具有经济性和实用性。建议在变电站设计阶段时应考虑鸟类筑巢的情况，不给鸟类留有余地；运行中的变电站应将鸟类筑巢重灾区进行封堵处理。

4. 变电站防鸟害建议

对于鸟害，人类只能因势利导，不能企图根除某一种鸟类。在强调可持续发展和环境保护的今天，采用生态学的方法，结合一定的驱鸟措施，进行综合防治是最为有效的方法。具体的鸟害防治方法建议如下：

完善防鸟害的台账资料，包括以下三点：第一，鸟害对象；确定哪些设备容易遭受鸟害，并记录处理方法和困难。第二，鸟害发生时间；不同年份之间鸟害的差异也是一个很重要的方面。由于深圳近几年气候变化较大，可考虑延长防鸟害巡视时间至 9 月。第三，记录防鸟害设施安装；对各类防鸟害装置进行记录，跟踪防鸟效果。这三点是鸟害研究中不可缺少的部分，能为针对性地制定鸟害防治方法提供参考依据。

对在选址阶段或者在建阶段的变电站，应评估鸟害发生风险；第一充分考虑周围环境，建议可选择离河流较远的地理位置。第二，应在设计时将防鸟害技术措施列入设计及验收。

可根据本地区鸟群的生活习性，按照往年变电站鸟害受损程度，绘制“鸟害高发区域分布图”，对鸟害严重的区域增加巡视次数。

建议评估在重点变电站试点应用防鸟网等物理隔离手段和诱导型措施的可行性。

加强防鸟害工作的计划性,在检修季节时,结合停电机会,可对鸟害严重变电站进行构架封堵、结构改造以及喷漆;还可以在设备上增设绝缘挡板,或用绝缘材料包裹,保证在带电处理鸟巢的过程中,不存在放电风险,提前为来年的防鸟害工作做好准备。

通过研究相关技术手段,将目前需要停电处理的鸟巢转化为可带电处理,避免重要设备非计划停运。此外,应研制专门处理鸟巢的工具,替代通常使用的绝缘杆;该工具应可以适应各种尺寸和各种形状的狭小结构,以满足各类设备结构中鸟巢的需求。

综上所述,从运行中变电站角度考虑,应深入分析总结鸟害的时间性、区域性以及反复性等规律,对鸟害应做到全方位,以此减少鸟害的发生;从研究鸟类的种群分布、生活习性到防鸟害措施的选择,需要各方人员参与,从不同角度集思广益,审视变电站防鸟害方案。从变电站未来的建设角度考虑,鸟害即使具有一定的规律,但仍然具有随机性和不确定性,在变电站建设阶段应将防鸟害技术措施列入设计及验收中,从源头消除鸟害隐患,降低变电站未来运行维护的成本。

5. 结语

变电站活跃的鸟类,是电网的潜在安全隐患,电力工作者应重视鸟类带来的危害。本文对变电站鸟害情况进行了分析。所作的工作为以下几点:

- 1) 总结出变电站鸟害发生的时间规律;鸟害高发期为3~5月,2020年由于深圳气候的变化,影响了鸟类繁殖习性和迁徙行为,在高发期外的6、9月也发生了鸟害。防鸟害特巡时间应考虑延长至9月。
- 2) 分析了鸟害发生变电站的区域特点;发现距离变电站最近水源类型占比最大的为河流,在新变电站选址阶段时,可选择离河流较远的地理位置。
- 3) 总结了鸟害发生设备结构特征;鸟类更倾向于可以遮风挡雨以及温暖的设备上筑巢。由于各设备相间及对地绝缘距离不同,需要对不同设备寻找针对性的解决办法。
- 4) 归纳对比了各领域的防鸟害技术手段,提出了今后变电站防鸟害工作的研究方向和建议,为变电站防鸟害提供借鉴意义。

参考文献

- [1] 陈红专. 变电站“人鸟大战”——福建省宁德电业局探索变电站鸟害防治[J]. 农电管理, 2012(8): 30-31.
- [2] 马兴龙, 陈伟东, 张育华, 李风华, 杨斌. 架空输电线路绿色防鸟害模式探讨[J]. 广东电力, 2011, 24(7): 37-40.
- [3] 朱子剑. 输电线路的鸟害防护[D]: [硕士学位论文]. 长春: 长春工业大学, 2018.
- [4] 杨挺, 蔡柏林. 鸟害引起输电线路地线断线的原因分析及对策[J]. 广东电力, 2006(12): 72-75.
- [5] 黄绪勇, 沈志, 王昕. 云南电网输电线路鸟害故障风险评估方法[J]. 高压电器, 2020, 56(3): 156-163.
- [6] 杨敏祥. 华北电网鸟害成因及等级区划方法研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 华北电力大学, 2011.
- [7] 陈婕. 深圳连续三年春季无回南天今年前4个月天气异常原因已找到[Z].
- [8] 伍一宁, 钟海秀, 王继丰, 朱宝光, 李冰, 倪红伟. 气候变化对野生鸟类的影响研究进展[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(35): 12549-12551.
- [9] 李伟东, 胡凯津, 曾毅龙, 徐溶霜, 张鹏. 利用红外相机对深圳野生兽类和鸟类多样性的调查[J]. 兽类学报, 2019, 39(5): 565-574.
- [10] Li, G., Gao, L., Fan, X., Chen, J., Zhang, G. and Wang, Q. (2018) The Design of Fixed Bird-Repellent Fitting for Eliminating Bird Damage in Substations. 2018 2nd IEEE Conference on Energy Internet and Energy System Integration (EI2), Beijing, 20-22 October 2018, 1-5. <https://doi.org/10.1109/EI2.2018.8582423>
- [11] 邓小波. 架空输电线路鸟害故障分析及防范措施[J]. 低碳世界, 2018(4): 76-77.
- [12] 吴斌, 刘涛, 王海默. 架空输电线路的鸟害故障对策措施分析[J]. 集成电路应用, 2020, 37(12): 102-103.
- [13] Muminov, A., Jeon, Y.C., Na, D., Lee, C. and Jeon, H.S. (2017) Development of a Solar Powered Bird Repeller Sys-

-
- tem with Effective Bird Scarer Sounds. 2017 *International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT)*, Tashkent, 2-4 November 2017, 1-4. <https://doi.org/10.1109/ICISCT.2017.8188587>
- [14] Zhang, S., Guo, J., Wang, Y., Liu, E. and Huang, Y. (2019) Effectiveness Evaluation System and Evaluation Method for Anti-Birds Damage Technical Transformation Projects of Overhead Lines. 2019 *IEEE 3rd Conference on Energy Internet and Energy System Integration (EI2)*, Changsha, 8-10 November 2019, 1472-1477. <https://doi.org/10.1109/EI247390.2019.9061753>
- [15] 郭伟跃. 美国输电线路和变电站电气设备防鸟害措施[J]. 中国电力, 2006(8): 82-84.
- [16] Huang, Z., Zhou, Q., Liao, Z., Zhao, Q., Zhu, P. and Li, J. (2020) Probability Prediction of Bird Damage Based on Multiple Linear Regression. 2020 *7th International Conference on Information, Cybernetics, and Computational Social Systems (ICCSS)*, Guangzhou, 13-15 November 2020, 645-649. <https://doi.org/10.1109/ICCSS52145.2020.9336766>
- [17] Liao, Z., Liu, Q., Zhou, Q., Huang, Z. and Zhu, P. (2020) A Method of Bird Damage Risk Assessment Based on K-Means Clustering. 2020 *7th International Conference on Information, Cybernetics, and Computational Social Systems (ICCSS)*, Guangzhou, 13-15 November 2020, 640-644. <https://doi.org/10.1109/ICCSS52145.2020.9336825>
- [18] 胡玉洪. 昆明(巫家坝)国际机场鸟害防治研究[D]: [硕士学位论文]. 昆明: 昆明理工大学, 2003.
- [19] Jie, T., *et al.* (2018) Analysis and Prevention of Bird Hazard Barriers on Transmission Line in Guangxi Power Grid. 2018 *13th IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA)*, Wuhan, 31 May-2 June 2018, 270-274. <https://doi.org/10.1109/ICIEA.2018.8397727>
- [20] 戴琦. 武汉天河国际机场鸟类群落多样性与鸟害防治研究[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 华中师范大学, 2013.