

doi:10.11733/j.issn.1007-0435.2026.05.017

引用格式:李金星,任金龙,牙森·沙力,等.摩洛哥戟纹蝗入侵我国新疆伊犁地区路径初探[J].草地学报,2026,34(5):1757—1763

LI Jin-xing, REN Jin-long, SHALI Ya-sen, et al. A Preliminary Study on the Invasion Pathways of *Doclostaurus maroccanus* (Thunberg) into the Ili Region of Xinjiang, China[J]. Acta Agrestia Sinica, 2026, 34(5):1757—1763

摩洛哥戟纹蝗入侵我国新疆伊犁地区路径初探

李金星¹, 任金龙¹, 牙森·沙力¹, 冯士骞², 赵莉¹, 涂雄兵^{2*}

(1. 新疆农业大学农学院, 农业农村部西北荒漠绿洲农林外来入侵生物防控重点实验室(部省共建),

新疆农林有害生物监测与安全防护自治区重点实验室, 新疆乌鲁木齐 830052;

2. 中国农业科学院植物保护研究所, 北京 100193)

摘要:为明确摩洛哥戟纹蝗入侵我国新疆伊犁地区的线路,本研究采用后向轨迹模型(Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory Model, HYSPLIT)结合摩洛哥戟纹蝗飞行参数和该蝗虫入侵时对应的气象资料数据,对该蝗虫的入侵轨迹(850 hPa条件下)进行分析。结果表明,在新疆6月至8月主要盛行西北风,其风速均在 $3\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 左右,这为摩洛哥戟纹蝗的入侵提供一定条件;在6月至8月的轨迹回推中,摩洛哥戟纹蝗由哈萨克斯坦-霍城县入侵轨迹的概率分别为91.66%, 100%和83.87%,其中6月的轨迹最为符合摩洛哥戟纹蝗的生物学特性和发生规律,进一步确定入侵我国的摩洛哥戟纹蝗种群位于哈萨克斯坦的阿拉木图州。

关键词:摩洛哥戟纹蝗;伊犁地区;入侵;迁移路线;HYSPLIT模型

中图分类号:S812.6

文献标识码:A

文章编号:1007-0435(2026)05-1757-07

A Preliminary Study on the Invasion Pathways of *Doclostaurus maroccanus* (Thunberg) into the Ili Region of Xinjiang, China

LI Jin-xing¹, REN Jin-long¹, SHALI Ya-sen¹, FENG Shi-qian², ZHAO Li¹, TU Xiong-bing^{2*}

(1. Key Laboratory of Pest Monitoring and Safety Control on Crops and Forest; Key Laboratory of Prevention and Control of Invasive Alien Species in Agriculture & Forestry of the North-western Desert Oasis (Co-construction by Ministry and Province), Ministry of Agriculture and Rural Affairs; College of Agronomy, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052, China;

2. Institution of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China)

Abstract: To clarify the invasion pathways of the *Doclostaurus maroccanus* (Thunberg) into the Ili region of Xinjiang, China, this study used the Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory Model (HYSPLIT) combined with the flight parameters of *D. maroccanus* and the corresponding meteorological data during its invasion to analyze the invasion trajectories of this locust under the condition of 850 hPa. The results showed that the northwest wind prevailed in Xinjiang from June to August, with an average wind speed of approximately $3\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, which provided favorable conditions for the invasion of *D. maroccanus*. In the backward trajectory analysis from June to August, the probabilities of *D. maroccanus* invading via the route from Kazakhstan to Huocheng County were 91.66%, 100%, and 83.87%, respectively. Among these, the trajectories in June were the most consistent with the biological characteristics and occurrence patterns of *D. maroccanus*, further confirming that the invading population of *D. maroccanus* in China was originated from the Almaty Region of Kazakhstan.

Key words: *Doclostaurus maroccanus*; Yili area; Invasion; Migration route; HYSPLIT model

收稿日期:2025-10-09;修回日期:2025-12-26

基金项目:国家重点研发计划项目(2024YFC2607700);财政部和农业农村部国家现代农业产业技术体系(CARS-34)资助

作者简介:李金星(1994-),男,汉族,新疆温泉县人,博士研究生,主要从事草地昆虫、生物防治研究, E-mail: ljxcyk@163.com; *通信作者 Author for correspondence, E-mail: xjkcjys@163.com; txbl208@163.com

摩洛哥戟纹蝗(*Doclostaurus maroccanus*)是联合国粮食及农业组织(Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO)监测和控制的对象,具备多食性、高繁殖力和较强的迁飞能力等特点,这使其成为暴发性的危险害虫^[1-3]。目前该蝗虫在非洲、欧洲和亚洲中部等40多个国家已有分布^[4-5]。摩洛哥戟纹蝗取食范围广泛,可取食33科150多种植物,包括农作物、果树、林木和天然草地上的植物^[3]。摩洛哥戟纹蝗羽化后的2~10天内便能达到性成熟^[6],并开始聚集性产卵,据统计其卵囊最高密度高达8000个·m⁻²(卵囊呈多层排布)^[6]。这也是该蝗虫每年都会大发生的主要原因之一。

摩洛哥戟纹蝗主要分布在温性荒漠地带^[3],因其生境食物资源有限,当该物种种群数量较大,不能维持其正常生长发育且生境温度较高时(土壤温度42~45℃),会促进该种群进行迁飞^[6]。该蝗虫会随风向进行迁飞^[6],且在风的作用下可迁移较长距离^[7]。据FAO统计,摩洛哥戟纹蝗在近年已有多起跨境入侵的现象^[3],并对当地造成了一定的危害;更为严重的是在后续的调查中,该蝗虫在这些入侵的区域已经能够定殖并且形成了稳定的种群。

新疆维吾尔自治区(以下简称新疆)地处亚欧中心,属典型的温带大陆性干旱气候,且与8个国家(蒙古、俄罗斯、哈萨克斯坦、吉尔吉斯斯坦、塔吉克斯坦、阿富汗、巴基斯坦和印度)接壤,因此也存在不同种类蝗虫入侵的可能。研究表明新疆北疆常年在西北风的影响下,现已形成了两条蝗虫(亚洲飞蝗)入侵路线^[8]。2025年6月,新疆农业大学赵莉教授团队联合中国农业科学院植物保护研究所涂雄兵团队首次报道了新入侵蝗虫——摩洛哥戟纹蝗^[9],经调查该蝗虫已在新疆伊犁哈萨克自治州霍城县萨尔布拉克镇形成了一定的种群规模(图1)。鉴于该蝗虫的特殊性,本研究团队对2021—2024年在伊犁地区采集的标本进行再整理和鉴定,发现在2023年8月13日霍城县的标本中有3头摩洛哥戟纹蝗(现存于新疆农业大学农学院标本室),说明该蝗虫已于2023年入侵我国。因此,本研究将利用2023年采集的数据,结合同期气象资料数据,建立HYSPLIT模型(Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory Model)来分析摩洛哥戟纹蝗的迁移路径和明确该蝗虫的虫源地,以期为未来的监测预警和防控工作提供一定科学依据。



图1 2025年6月摩洛哥戟纹蝗发生情况(赵莉拍摄)

Fig. 1 Occurrence of *Doclostaurus maroccanus* in Huocheng County, June 2025 (Photo by Zhao Li)

1 材料与方法

1.1 数据来源

气象数据使用2023年6—8月风场数据,其数据来源于欧洲中期天气预报中心(ECMWF)开发的第五代全球大气再分析数据集ERA5(<https://cds.climate.copernicus.eu>),其空间分辨率为0.25°×0.25°,时间分辨率为1h·次⁻¹。摩洛哥戟纹蝗分布点位和发生密度来自于FAO调查数据(<https://www.fao.org/locusts-cca/>)。

1.2 气象场高度设置

摩洛哥戟纹蝗群居型飞行高度在20~100 m^[10],新疆霍城县平均海拔1000 m,因此输出时选择海拔小于1500 m的气象背景场。将ERA5数据作为基础数据导入WRF模型中,输出的范围为39°~95°E, 30°~60°N内的850 hPa水平平均流场气象背景场,将我国新疆边境附近的风场可视化呈现,便于分析摩洛哥戟纹蝗入侵我国的风场条件。

1.3 WRF参数设置

在WRF模型参数设置中,使用2023年6—8月的全球气象ERA5数据作为初始场数据和边界条件,将全球气象ERA5数据输入WRF模型,并经过数值模拟后,输出每小时1次的60 km×60 km格距气象要素场,作为计算昆虫迁飞轨迹的背景条件。其中,水平网格为130×150,垂直层为32层,地图投影为Lambert,每次模拟时长为72 h^[11]。

1.4 后向轨迹分析及生物学参数设置

后向轨迹模型(HYSPLIT)可计算分析扩散轨

迹,能够模拟较为复杂的扩散过程,从而对来源进行追溯;使用总空间方差法(Total space variance, TSV)确定最佳轨迹聚类数目并进行下一步分析^[12-13]。由于该蝗虫在2023年8月13日在霍城县首次被采集到,因此该模型从8月回溯至该蝗虫的成虫发生期(6月),来分析其入侵轨迹。本研究使用MeteoInfo软件中TrajStat插件绘制以伊犁霍城县(81.0171° E, 44.1281° N)为起点,在2023年6—8月时间段内摩洛哥戟纹蝗入侵的后向轨迹。依据摩洛哥戟纹蝗已有的研究,对HYSPLIT模型进行生物学参数设置,具体为:(1)摩洛哥戟纹蝗在高空迁飞,暂不考虑定向偏角^[14];(2)自身飞行速度设置为 $9\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ^[10];(3)因涉及的地区平均海拔在1000 m,故飞行高度设置为1500 m^[10]。

1.5 摩洛哥戟纹蝗发生程度

参考意大利蝗[*Calliptamus italicus* (Linnaeus)]防治技术规范,将摩洛哥戟纹蝗不同发生程度的区域定为4个等级,分别为常发区(密度达到 $8\text{头}\cdot\text{m}^{-2}$ 以上的区域)、轻度危害区(密度在 $8\sim 15\text{头}\cdot\text{m}^{-2}$)、中度危害区($15\sim 30\text{头}\cdot\text{m}^{-2}$)和重度危害区(密度达到 $30\text{头}\cdot\text{m}^{-2}$ 及以上的区域)^[15],而对于数据中有记录但未表明密度的区域定义为发生区(密度未知)。

2 结果与分析

2.1 我国新疆边境与毗邻国家6—8月气象背景场变化

2023年6月至8月期间,流经哈萨克斯坦的西北气流分叉为两支(图2A-C),一支向东南方向延伸,主要影响中国西北部(新疆);另一支向南延伸,显著影响乌兹别克斯坦。在6月,其两个方向的风速均 $< 3\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$;7月,通过我国的风速大部分 $< 3\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,而通过乌兹别克斯坦方向的风速在 $3\sim 5\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 之间;8月其两个方向的风速大部分在 $3\sim 5\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 之间。

2.2 新疆摩洛哥戟纹蝗潜在虫源分析

依据摩洛哥戟纹蝗发生的密度可知(图3),常发区主要集中在俄罗斯部分区域、格鲁吉亚、阿塞拜疆、吉尔吉斯斯坦和哈萨克斯坦(图尔克斯坦州);重度危害区域主要集中在阿富汗、塔吉克斯坦、乌兹别克斯坦和哈萨克斯坦(图尔克斯坦州)。而发生区分布范围最广,从俄罗斯(最西端)至哈萨

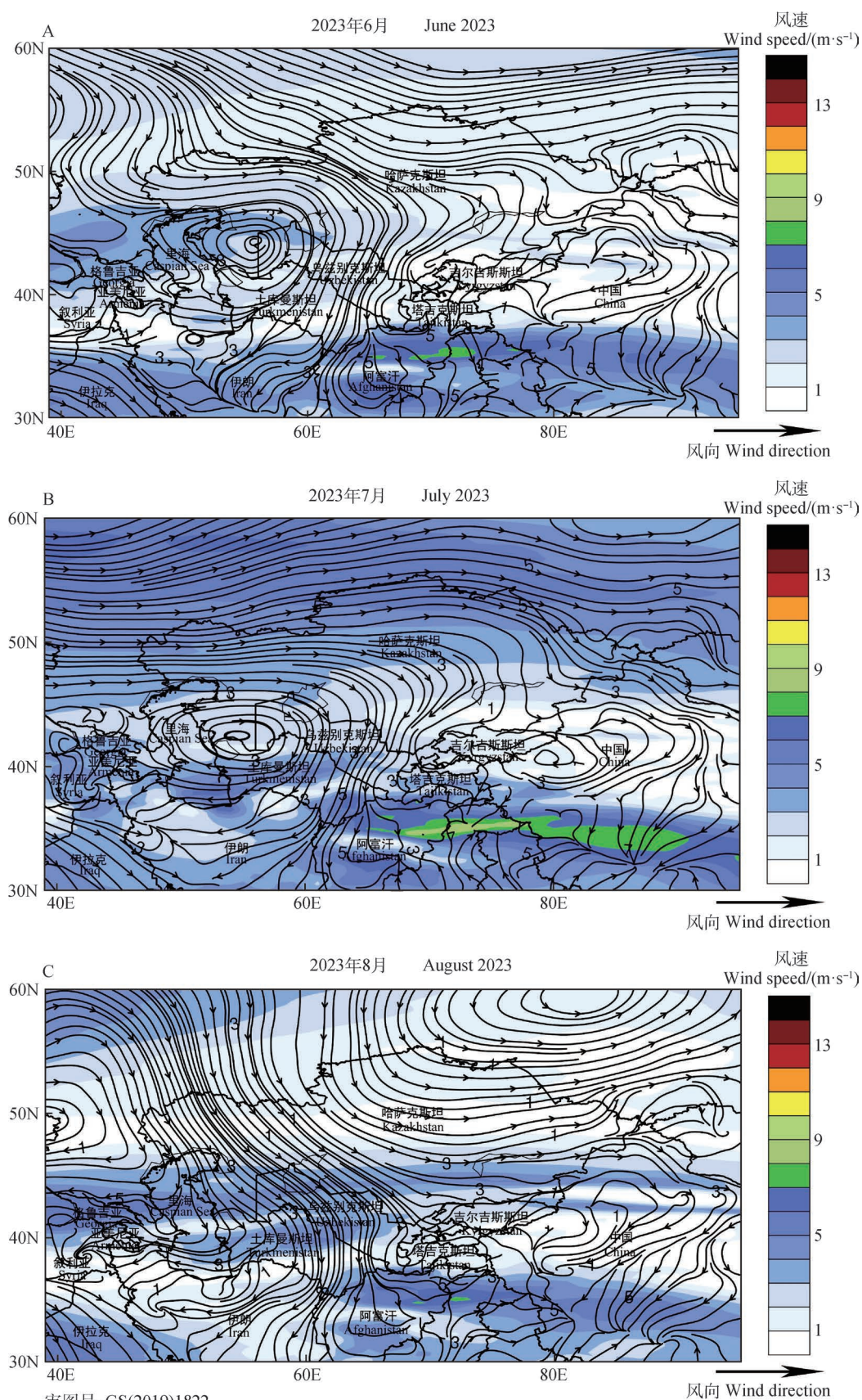
克斯坦的阿拉木图州(最东端)均有发生。

依据摩洛哥戟纹蝗迁飞模拟的轨迹,对每个月(6—8月)后向轨迹进行聚类分析(4条轨迹),结果显示其轨迹均呈现出自西向东方向(图3)。在6月摩洛哥戟纹蝗有3条轨迹来自于哈萨克斯坦,1条来源于土库曼斯坦,其中阿拉木图州(哈萨克斯坦)-霍城县(中国)的轨迹占比最高(58.33%),其次为卡拉干达州(20.83%);在7月摩洛哥戟纹蝗均来源于哈萨克斯坦,其中江布尔州(哈萨克斯坦)-霍城县(中国)的轨迹占比最高(38.71%),其次为阿拉木图州(35.48%);在8月摩洛哥戟纹蝗有2条轨迹来源于哈萨克斯坦,另外2条轨迹来源于乌兹别克斯坦,其中阿拉木图州(哈萨克斯坦)-霍城县(中国)和卡拉干达州(哈萨克斯坦)-霍城县(中国)轨迹占比最高,分别为45.16%和38.71%。

3 讨论

摩洛哥戟纹蝗是21世纪危害中亚粮食作物和草地的主要种类^[3]。2023年8月13日,该物种首次在伊犁地区霍城县萨尔布拉克镇被采集到,这表明其地理分布范围进一步扩大,可能对周边的区域(霍城县)形成潜在的危害。结合气候数据进行风场分析和轨迹回溯,发现新疆霍尔果斯市-霍城县可能是摩洛哥戟纹蝗入侵我国的重要通道。因此,研究该蝗虫的入侵路径有助于对该蝗虫的监测、制定相关的防控方案和推动有效的国际合作。

HYSPLIT模型不仅可以对外来入侵的昆虫进行溯源^[11, 16-17],也可预测其未来的扩散路径^[18],其研究均表明气流对蝗虫跨境入侵具有较大的推动作用,如沙漠蝗(*Schistocerca gregaria gregaria* Forskål)通过6月西南低空急流从尼泊尔中西部迁入西藏藏南地区^[11];亚洲飞蝗(*Locusta migratoria* Linnaeus)可借助西北风和北风形成由哈萨克斯坦入侵我国的两条路径^[8];黄脊竹蝗(*Ceracris kiansu* Tsai)借助6—7月西南季风逐渐向北扩散^[16];亚洲小车蝗(*Oedaleus decorus asiaticus* Bey-Bienko)借助7—8月西北风由蒙古国入侵我国^[19]。摩洛哥戟纹蝗亦可借助西北风由哈萨克斯坦经过多次起飞与扩散来实现长距离的迁飞,最终入侵我国伊犁地区。这是因为在自然条件方面,2023年6—8月流经哈萨克斯坦-新疆的气流均为西北方向(盛行西北风),且能够助力该蝗虫进行迁飞(平均风速为



审图号:GS(2019)1822
Approval No.: GS(2019)1822

图 2 2023 年 6—8 月我国新疆和毗邻国家 850 hPa 气象背景场

Fig. 2 850 hPa meteorological background field in Xinjiang and adjacent countries from June to August 2023

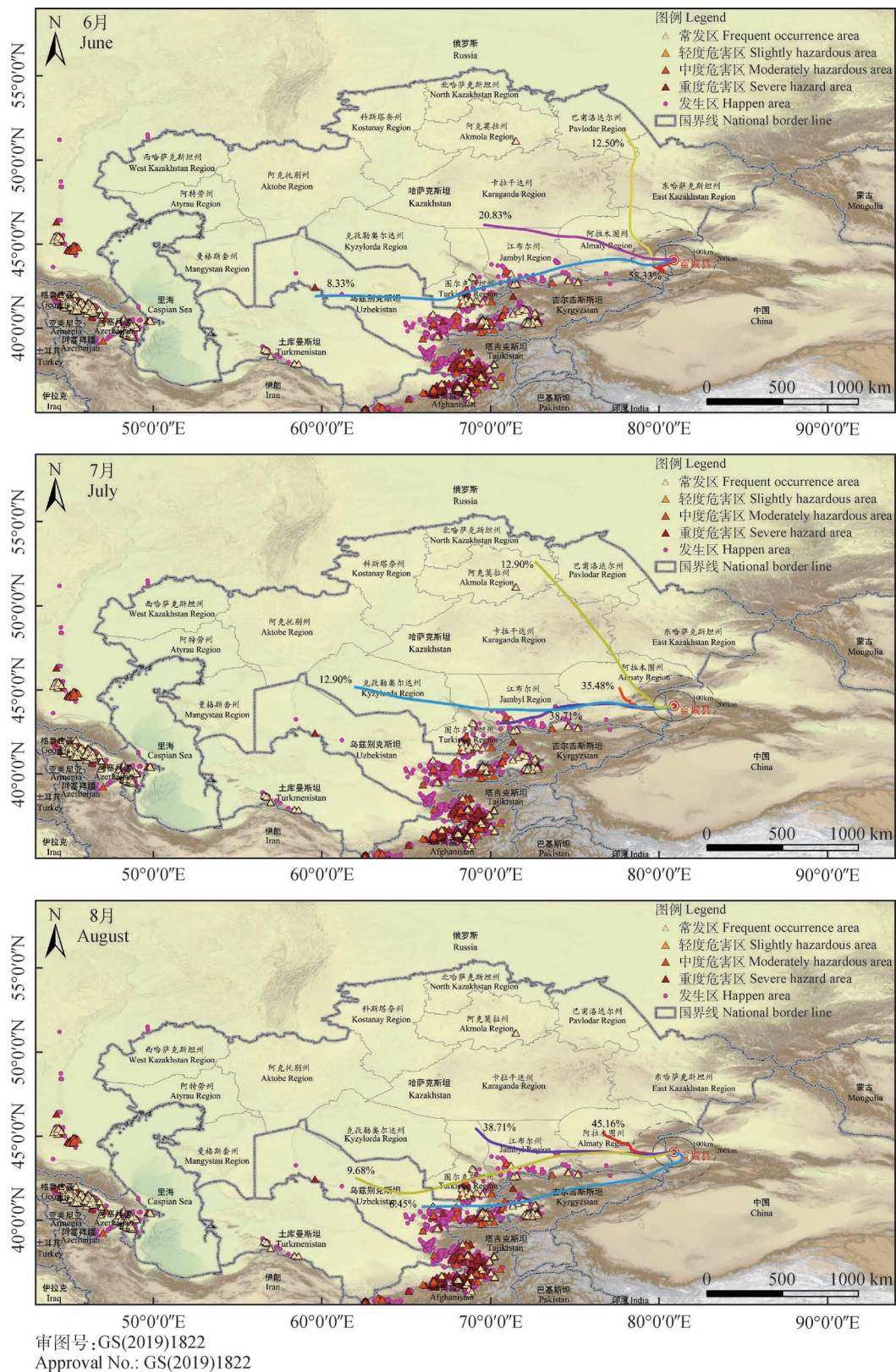


图 3 摩洛哥载纹蝗 2023 年迁飞后向轨迹聚类分析

Fig. 3 Cluster analysis of the backward trajectory of *Docistaurus maroccanus* in 2023

3 m·s⁻¹);在生物特性方面,虽然摩洛哥载纹蝗自身飞行速度较快(9 m·s⁻¹),在风场的助力下理论上其每日迁移距离可达 500 km 以上,但因该蝗虫体型较

大,所以很难被上升气流带至高空中稳定的风场而实现长距离的迁飞。依据轨迹回推的结果,推测该蝗虫在 6—8 月入侵的概率分别为 58.33%,35.48%

和45.16%,而摩洛哥戟纹蝗羽化的高峰期5月下旬至6月上旬^[3],并且在6月伊犁地区盛行西北风。因此,结合摩洛哥戟纹蝗的羽化时间和风场的方向,可推测该蝗虫于6月入侵我国伊犁霍城县。

此外,蝗虫的迁飞入侵还需要虫源和地理^[20]等因素均满足的情况下才能成功。在虫源方面,哈萨克斯坦境内的图尔克斯坦州和江布尔州是摩洛哥戟纹蝗常年发生的核心区,2015年FAO首次公开报道了摩洛哥戟纹蝗入侵至阿拉木图州,并且在全球变暖的趋势下仍有扩散的趋势(<https://www.fao.org/locusts-cca/>)。在2023年5月27日,FAO调查发现,在距离中国霍尔果斯口岸550 km左右区域(阿拉木图州)也有摩洛哥戟纹蝗的发生(<https://www.fao.org/locusts-cca/>)。在地理因素方面,因摩洛哥戟纹蝗生境多分布于海拔400~800 m的干旱草原上且飞行高度在20~100 m之间^[3],因此山地是影响该蝗虫分布和迁飞的主要因素^[21],轨迹回推结果表明,其迁移路径符合该蝗虫的生物学特性(生境为低海拔且无山体阻隔)。而对于新疆边境周围的区域,虽然其周围有着天然的通道(阿拉山口、塔城和阿勒泰)^[8],但因其风向或者虫源等条件不能满足,因此入侵的概率较低,但仍需加强监测。

4 结论

本研究采用HYSPLIT模型并结合大气数据对摩洛哥戟纹蝗的入侵路线进行溯源,结果表明2023年6—8月新疆盛行西北风,摩洛哥戟纹蝗可借助该风场入侵至我国新疆伊犁地区。对于其来源和时间,该蝗虫入侵路径大概率是以6月哈萨克斯坦的阿拉木图州为起点,后在风场的作用下,经哈萨克斯坦-霍尔果斯口岸-霍城县通道入侵至我国。但本研究只以2023年的数据为研究基础,因而无法确定该通道是否为摩洛哥戟纹蝗入侵我国的稳定通道,因此需对未来数据进行分析来验证该通道的稳定性,同时需要加强对该通道周围区域的监测预警工作,并开展与哈萨克斯坦的交流与合作,及时分享灾情信息,共建摩洛哥戟纹蝗监测预警网络。

参考文献

[1] LATCHININSKY A V. Moroccan locust *Docistaurus maroccanus* (Thunberg, 1815): a faunistic rarity or an important economic pest? [J]. Journal of Insect Conservation, 1998, 2(3):

167-178

- [2] LATCHININSKY A, SWORD G, SERGEEV M, et al. Locusts and grasshoppers: behavior, ecology, and biogeography [J]. Psyche: A Journal of Entomology, 2011, 2011(1): 578327
- [3] 李金星, 任金龙, 牙森·沙力, 等. 摩洛哥戟纹蝗生物学特性和防治技术研究综述[J]. 植物保护学报, 2025, 52(4): 763-771
- LI J X, REN J L, SHALI Y S, et al. Advances in the biological characteristics and control techniques of the Moroccan locust *Docistaurus maroccanus* (Thunberg) [J]. Journal of Plant Protection, 2025, 52(4): 763-771
- [4] GUERRERO A, COCA-ABIA M, QUERO C. The Moroccan locust *Docistaurus maroccanus* (Thunberg): Biology, economic impact and control [C]//JENKINS O P. Advances in Animal Science and Zoology, vol. 10. New York: Nova Science Publishers, 2017: 13-57
- [5] KHAIROV K S, LAZUTKAITE E, LATCHININSKY A V. Distribution, population dynamics, and management of Moroccan locust *Docistaurus maroccanus* (Thunberg, 1815) (Orthoptera, Acrididae) in Tajikistan [J]. Insects, 2024, 15(9): 684
- [6] LACHININSKY A, SERGEEV M, FEDOTOVA A, et al. Moroccan locust *Docistaurus maroccanus* (Thunberg, 1815). Morphology, distribution, ecology, population management [M]. Rome: FAO, 2023: 59-124
- [7] DRAKE V A, GATEHOUSE A G. Insect migration: tracking resources through space and time [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1995: 1-3
- [8] FENG S Q, CHANG X, WU J G, et al. Declining lake water levels and suitable wind conditions promote locust outbreaks and migration in the Kazakhstan - China area [J]. Agronomy, 2025, 15(7): 1514
- [9] 任金龙, 李金星, 牙森·沙力, 等. 新疆伊犁草原发现中国新记录种——摩洛哥戟纹蝗[J]. 植物保护学报, 2025, 52(5): 1198-1207
- REN J L, LI J X, SHALI Y S, et al. First record of Moroccan locust *Docistaurus maroccanus* (Orthoptera: Acrididae) in China: A new discovery from the Yili grassland, Xinjiang [J]. Journal of Plant Protection, 2025, 52(5): 1198-1207
- [10] KLEIN I, OPPELT N, KUENZER C. Application of remote sensing data for locust research and management—a review [J]. Insects, 2021, 12(3): 233
- [11] 冯士鸾, 石帅, 李霜, 等. 沙漠蝗入侵我国西藏边境地区的路线分析[J]. 植物保护学报, 2022, 49(6): 1771-1776
- FENG S Q, SHI S, LI S, et al. Migratory routes of the desert locust *Schistocerca gregaria* to Tibet, China [J]. Journal of Plant Protection, 2022, 49(6): 1771-1776
- [12] 吴佳康, 陈丽花, 车彦军, 等. 东昆仑木孜塔格峰地区水汽来源分析[J]. 干旱区研究, 2024, 41(2): 211-219
- WU J K, CHEN L H, CHE Y J, et al. Analysis of moisture feeding in the Ulugh Muztagh area of the east Kunlun mountains [J]. Arid Zone Research, 2024, 41(2): 211-219
- [13] 王星, 霍艾迪, 吕继强, 等. 关中地区大气臭氧污染变化特征及其来源解析[J]. 环境科学, 2024, 45(7): 3789-3798

- WANG X, HUO A D, LÜ J Q, et al. Variation characteristics and source analysis of atmospheric ozone pollution in Guanzhong region[J]. Environmental Science, 2024, 45(7): 3789-3798
- [14] TAYLOR R A J. A simulation model of locust migratory behaviour [J]. Journal of Animal Ecology, 1979, 48(2): 577-602
- [15] 新疆维吾尔自治区蝗虫鼠害预测预报防治中心站. 意大利蝗防治技术规范: DB65/T 4707—2023[S]. 新疆维吾尔自治区: 新疆维吾尔自治区市场监督管理局, 2023: 1-8
- Xinjiang Uygur Autonomous Region locust and rodent pest monitoring, forecasting, and control center station. Technical code for control of calliptamus italicus: DB65/T 4707-2023[S]. Xinjiang Uygur Autonomous Region: Market supervision and administration bureau of Xinjiang Uygur Autonomous Region, 2023: 1-8
- [16] 张立宝, 冯丹, 杨建宇, 等. 云南省迁入型黄脊竹蝗迁飞路径及适生区分布[J]. 西部林业科学, 2023, 52(6): 103-109, 127
- ZHANG L B, FENG D, YANG J Y, et al. Flight path and habitat distribution of immigration type yellow spined bamboo locusts (*Ceracris kiansu* Tsai) in Yunnan, China[J]. Journal of West China Forestry Science, 2023, 52(6): 103-109, 127
- [17] YU B J, MAI J W, CHEN X, et al. Source areas and migratory trajectories of *Locusta migratoria migratoria* (Orthoptera: Acrididae) in the border region of Tacheng, Xinjiang, China and adjacent regions [J]. Journal of Entomological Science, 2020, 55(1): 46
- [18] 邓环环, 杨俊杰, 郭安红, 等. 草地贪夜蛾迁飞气象预报方法探索及应用[J]. 华中农业大学学报, 2024, 43(1): 70-78
- DENG H H, YANG J J, GUO A H, et al. Exploration and application of meteorological forecasting model for migration of *Spodoptera frugiperda* [J]. Journal of Huazhong Agricultural University, 2024, 43(1): 70-78
- [19] WANG Y P, LI S, DU G L, et al. An analysis of the possible migration routes of *Oedaleus decorus asiaticus* bey-bienko (Orthoptera: Acrididae) from Mongolia to China [J]. Insects, 2022, 13(1): 72
- [20] 刘垚, 包云轩, 魏巍, 等. 复杂地形下褐飞虱迁飞的数值模拟研究[J]. 生态学报, 2016, 36(16): 5263-5275
- LIU Y, BAO Y, WEI W, et al. Simulations of the migration of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stål), across the complex terrain of China: a case study [J]. Acta Ecologica Sinica, 2016, 36(16): 5263-5275
- [21] 洪军, 杜桂林, 王广君. 我国草原蝗虫发生与防治现状分析[J]. 草地学报, 2014, 22(5): 929-934
- HONG J, DU G L, WANG G J. The Occurring and control situation of grasshopper in the grassland of China (Review) [J]. Acta Agrestia Sinica, 2014, 22(5): 929-934

(责任编辑 闵芝智)