

HRCLDAS气温数据在寒潮个例中的适用性评估

孔祥宁^{1,2*}, 刘焕彬^{1,2#}, 曹洁^{1,2}, 郑娜³

¹山东省气象防灾减灾重点实验室, 山东 济南

²山东省气候中心, 山东 济南

³邹平市气象局, 山东 滨州

收稿日期: 2022年8月12日; 录用日期: 2022年9月8日; 发布日期: 2022年9月15日

摘要

本文选取2021年11月7~9日对山东造成较大影响的寒潮过程个例, 对比HRCLDAS与观测数据在过程最低温、过程最大24小时降温幅度以及寒潮影响范围等方面的异同, 评估HRCLDAS对寒潮过程的监测能力。评估结果表明: HRCLDAS气温数据对2021年11月7~9日寒潮过程的判别时间准确, 与实测完全一致; 使用HRCLDAS数据计算的过程最低气温、过程最大降温幅度与实测分布大致相同, 且由于HRCLDAS引入了高分辨率地形数据, 其对过程最低气温以及过程最大降温幅度的刻画更加细致; HRCLDAS与实测逐日寒潮影响范围变化相同, 逐日寒潮影响范围均先增加, 后减少, 但HRCLDAS每日超强寒潮范围占比比较观测偏多, 其中, 11月9日, 观测与HRCLDAS的超强寒潮占比差异较大。

关键词

HRCLDAS, 山东省, 寒潮, 适用性评估

Applicability Assessment of HRCLDAS Air Temperature Data in Cold Wave Case

Xiangning Kong^{1,2*}, Huanbin Liu^{1,2#}, Jie Cao^{1,2}, Na Zheng³

¹Key Laboratory for Meteorological Disaster Prevention and Mitigation of Shandong, Jinan Shandong

²Shandong Climate Center, Jinan Shandong

³Zouping Meteorological Bureau, Binzhou Shandong

Received: Aug. 12th, 2022; accepted: Sep. 8th, 2022; published: Sep. 15th, 2022

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 孔祥宁, 刘焕彬, 曹洁, 郑娜. HRCLDAS 气温数据在寒潮个例中的适用性评估[J]. 气候变化研究快报, 2022, 11(5): 703-708. DOI: 10.12677/ccr.2022.115074

Abstract

The cold wave process from November 7 to 9, 2021 which has a great impact on Shandong was selected in this study. The difference of lowest temperature, the largest 24-hour temperature drop, and the scope of this cold wave process between HRCLDAS and observed data were analyzed to assess the ability of HRCLDAS in monitoring cold wave process. The evaluation results show that: the HRCLDAS temperature data is accurate for the identification time of the cold wave process, which is completely consistent with the actual measurement; the process minimum temperature and the process maximum temperature drop calculated using the HRCLDAS data are roughly the same as the measured distribution. HRCLDAS can describe the minimum temperature in more detail for taking topography into account. The daily cold wave influence range of HRCLDAS and observed was similar, with increasing first and then decreasing. The super cold wave proportion of HRCLDAS was more than observations, especially on November 9, the proportion of super cold wave between observed and HRCLDAS was quite different.

Keywords

HRCLDAS, Shandong Province, Cold Wave, Applicability Assessment

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

寒潮是一种大规模的强冷空气活动过程,是山东省常见的主要灾害性天气之一,其降温幅度大、作用范围广的特点以及伴随而来的大风、霜冻、雨雪等天气对我国的农牧业和交通运输业等带来极其不利的影响,严重威胁人民的生命财产安全[1]。因此做好寒潮天气的气象服务,采取积极措施防范其危害,具有重要的现实意义。在全球气候变化导致极端事件多发、重发的背景下,需要更加精细的气象服务来保障人民生产生活,而目前基于地面站点观测数据的气象服务,空间分辨率较低,且无法反映地形对气象要素的影响,导致在复杂地形区域应用时误差较大,无法满足日益增长的气象服务需求。

近年来,国家气象信息中心开发了高分辨率陆面数据同化系统(HRCLDAS),该系统采用多重网格变分技术(STMAS),利用数据同化和融合技术,将地面观测数据、卫星观测产品、数值分析、预报产品等进行多源数据融合,同时为进一步描述 1 km 分辨率尺度的细节,尤其是气温、气压等随海拔高度变化较为明显的要素,引入了 0.01°空间分辨率的数字高程模型(DEM)地形参数数据,对气温等要素进行地形调整[2]。该数据集覆盖范围为 70°~140°E, 15°~60°N,空间分辨率为 0.01° × 0.01°,时间分辨率为 1 h [3] [4] [5]。

使用高分辨率格点数据可提高监测精密能力,提供更加精细的气象保障服务,但目前尚缺少关于 HRCLDAS 数据寒潮监测能力的检验评估相关研究。本文以山东 2021 年 11 月 7~9 日的寒潮过程为例,评估 HRCLDAS 对寒潮过程的监测能力。

2. 资料与方法

2.1. 资料

本文研究采用 2021 年 11 月山东省内 123 个国家气象站逐日最低气温以及高分辨率陆面数据同化系

统(HRCLDAS)大气驱动场逐小时 2 m 气温数据,数据来源于国家气象信息中心。HRCLDAS 数据由国家气象信息中心研制,覆盖范围为 70°~140°E, 15°~60°N,空间分辨率为 0.01°×0.01°,时间分辨率为 1 h [3] [6],挑选 HRCLDAS 逐日 20 时~20 时小时数据中的极小值作为日最低气温。

2.2. 寒潮等级标准

根据冷空气活动的强度可分为寒潮、强冷空气和一般冷空气,其中寒潮可进一步划分为三个等级:寒潮、强寒潮、超强寒潮[7]。

寒潮定义为使某地的日最低气温 24 小时内降温幅度 $\geq 8^{\circ}\text{C}$,或 48 小时内降温幅度 $\geq 10^{\circ}\text{C}$,或 72 小时内降温幅度 $\geq 12^{\circ}\text{C}$,而且使该地日最低气温 $\leq 4^{\circ}\text{C}$ 的冷空气活动。

强寒潮定义为使某地的日最低气温 24 小时内降温幅度 $\geq 10^{\circ}\text{C}$,或 48 小时内降温幅度 $\geq 12^{\circ}\text{C}$,或 72 小时内降温幅度 $\geq 14^{\circ}\text{C}$,而且使该地日最低气温 $\leq 2^{\circ}\text{C}$ 的冷空气活动。

超强寒潮定义为使某地的日最低气温 24 小时内降温幅度 $\geq 12^{\circ}\text{C}$,或 48 小时内降温幅度 $\geq 14^{\circ}\text{C}$,或 72 小时内降温幅度 $\geq 16^{\circ}\text{C}$,而且使该地日最低气温 $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 的冷空气活动。

3. 结果分析

2021 年 11 月 4~9 日,一次强寒潮事件自西北向东南影响我国大部,全国大部分地区最大降温幅度有 8°C ~ 16°C ,此次寒潮事件具有降温幅度大、雨雪范围广、极端性强、影响大等特点,给东北、华北、黄淮、西北东部等地农业、交通、电力以及人们正常生活等造成较大影响。此次寒潮 6 日夜开始影响山东,带来雨雪、强降温和大风天气,影响了山东 97.56%的国家气象站,导致山东省出现大范围雨雪天气,山东西北部出现大到暴雪,部分站点积雪深度达到或突破本站历史极值,降雪时间为 1961 年以来全省平均最早初雪日。本次寒潮造成山东部分地区农作物受到冻害,部分大棚被大雪压塌,直接经济损失达 553.3 万元。使用站点数据与 HRCLDAS 数据对此次强寒潮过程进行对比分析,可评估 HRCLDAS 对较为极端情况下的寒潮事件的监测能力。

使用站点数据与 HRCLDAS 数据,利用寒潮等级标准,对此次寒潮过程进行判别,识别的寒潮时间均为 11 月 7—9 日。实测数据显示,7~9 日,泰山站最低气温为 -12.9°C ,其他站点过程最低气温范围在 -9.1°C ~ 3.1°C ,山东西北部最低气温降至 -4°C 以下,半岛沿海地区最低气温在 0°C 以上,其他地区最低气温在 -4°C ~ 0°C 之间。与实测相比,HRCLDAS 过程最低气温的分布与其大致相同,同样是从鲁西北到半岛地区递增,HRCLDAS 过程最低气温范围在 -12.8°C ~ 4.7°C ,鲁西北和鲁中山区最低气温降至 -4°C 以下,其范围比观测更大,其他地区的最低气温分布基本与观测相同(图 1)。

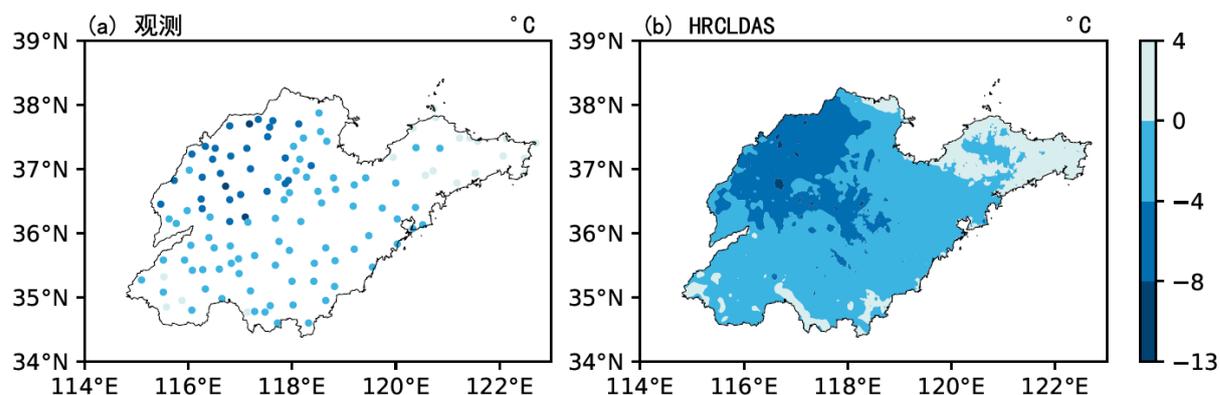


Figure 1. The minimum air temperature during November 7~9, 2021
图 1. 2021 年 11 月 7~9 日过程最低气温

此次寒潮过程, 山东过程最大降温幅度在 $6.1^{\circ}\text{C}\sim 18.6^{\circ}\text{C}$, 中西部降温幅度较大, 尤其是西北部, 过程最大降温幅度在 16°C 以上, 最大降温出现在聊城东阿, 为 18.6°C , 半岛地区过程降温幅度在 12°C 以下, 其他地区过程降温幅度在 $12^{\circ}\text{C}\sim 16^{\circ}\text{C}$ 之间。HRCLDAS 显示, 山东过程最大降温幅度在 $3.9^{\circ}\text{C}\sim 20.0^{\circ}\text{C}$, 其不同降温程度的空间分布与实测基本相同(图 2)。

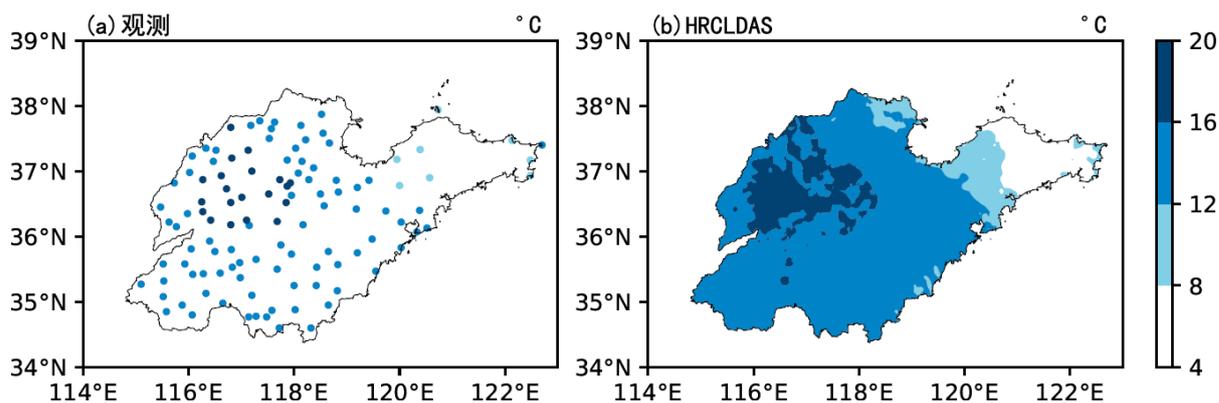


Figure 2. The maximum range of 24-hour temperature dropping during November 7~9, 2021
图 2. 2021 年 11 月 7~9 日过程最大 24 小时降温幅度

根据寒潮等级标准, 分别使用观测数据与 HRCLDAS 数据对每日的寒潮进行判别(图 3)。11 月 7 日, 观测显示共有 88.83% 的站点出现寒潮, 其中 55.24% 的站点出现超强寒潮, 26.24% 的站点出现强寒潮, HRCLDAS 数据显示, 山东全省出现寒潮的面积占 87.00%, 其中 58.54% 的面积出现超强寒潮, 23.58% 的面积出现强寒潮; 11 月 8 日, 观测显示有 94.67% 的站点出现寒潮, 其中 80.33% 的站点出现超强寒潮, 8.34% 的站点出现强寒潮, HRCLDAS 数据显示, 有 97.56% 的面积出现寒潮, 其中 82.11% 的面积为超强寒潮, 8.13% 的面积为强寒潮; 11 月 9 日, 观测显示有 82.47% 的站点出现寒潮, 其中 6.89% 的站点出现超强寒潮, 32.48% 的站点出现强寒潮, HRCLDAS 数据显示, 有 82.12% 的面积出现寒潮, 其中 12.20% 的面积出现超强寒潮, 34.96% 的面积出现强寒潮。总体来看, HRCLDAS 与观测逐日寒潮影响范围变化相同, 逐日寒潮影响范围先增加, 后减少, 8 日寒潮影响范围最大, 但 HRCLDAS 每日超强寒潮范围占比较观测均偏多, 其中, 11 月 9 日, 观测与 HRCLDAS 的超强寒潮占比差异较大, 为 5.31%。

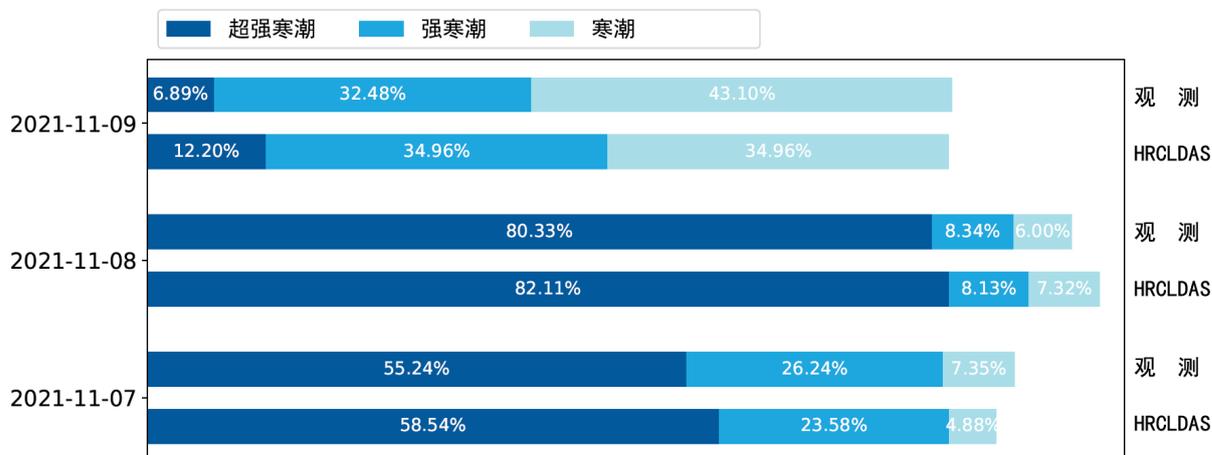


Figure 3. The daily proportion of cold wave range during November 7~9, 2021
图 3. 2021 年 11 月 7~9 日逐日寒潮范围占比

从逐日寒潮等级分布(图 4)来看, 11 月 7 日, 观测与 HRCLDAS 的寒潮等级分布基本相同, 鲁西北、鲁中和鲁南的北部地区为超强寒潮, 鲁南的南部、鲁西北东部的部分地区为强寒潮, 半岛的西部为寒潮; 11 月 8 日, 除半岛外, 山东大部地区均为超强寒潮, 鲁西南与半岛沿海地区为强寒潮, 半岛内陆地区为寒潮, HRCLDAS 与观测的寒潮等级分布存在部分区别, 在 HRCLDAS 中, 鲁西北东部的部分地区被判定为寒潮与强寒潮, 而实测则为超强寒潮, 半岛沿海地区被判定为寒潮, 而实测为强寒潮, 半岛内陆地区被判定为没有发生寒潮, 而实测为寒潮; 11 月 9 日是寒潮过程的最后一天, HRCLDAS 与观测对整体

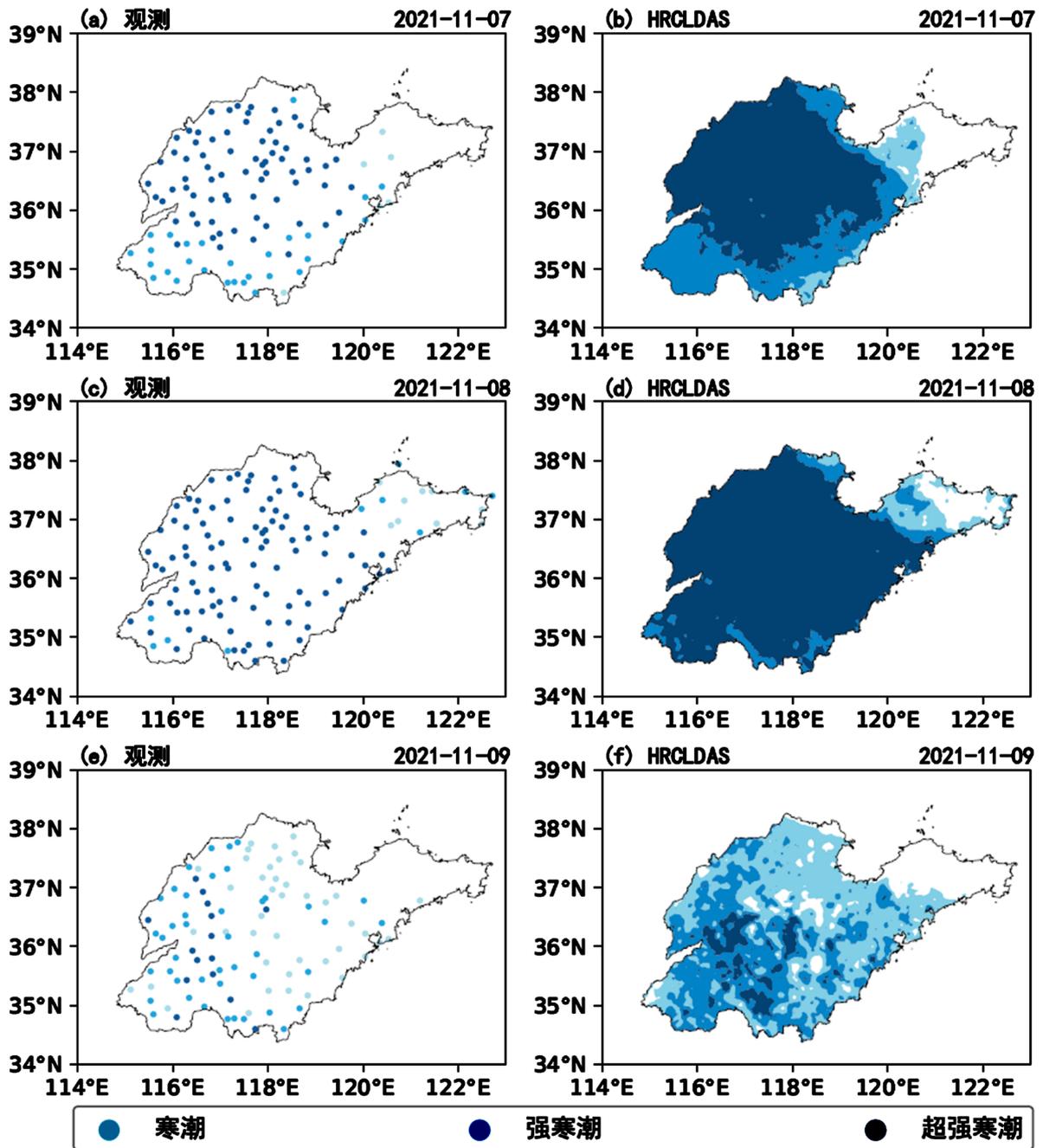


Figure 4. The daily distribution of cold wave grade during November 7~9, 2021

图 4. 2021 年 11 月 7~9 日逐日寒潮等级分布

寒潮的判别较为一致，除半岛大部地区外，其他大部地区均为寒潮，但在对于超强寒潮的判别上，HRCLDAS 与观测存在差异，观测显示只有 117°E 以西的南北狭长地区为超强寒潮，但在 HRCLDAS 中，山东西部的中南部地区为超强寒潮，因此造成了 11 月 9 日 HRCLDAS 与观测占比的较大差距。

4. 结论

本文选取 2021 年 11 月 7~9 日对山东造成较大影响的强寒潮过程个例，对比 HRCLDAS 数据与山东省内国家气象观测站观测数据在过程最低温、过程最大 24 小时降温幅度以及寒潮影响范围等方面的异同，评估 HRCLDAS 对寒潮过程的监测能力，评估结果表明：

1) HRCLDAS 气温数据对 2021 年 11 月 7~9 日寒潮过程的判别时间准确，与实测完全一致。

2) 使用 HRCLDAS 数据计算的过程最低气温、过程最大降温幅度与实测分布大致相同，且由于 HRCLDAS 引入了高分辨率的地形数据，其对过程最低气温以及过程最大降温幅度的刻画更加细致。

3) HRCLDAS 与实测逐日寒潮影响范围变化相同，逐日寒潮影响范围先增加，后减少，但 HRCLDAS 每日超强寒潮范围占比较观测偏多，其中，11 月 9 日，观测与 HRCLDAS 的超强寒潮占比差异较大，为 5.31%。

基金项目

山东省气象局青年基金项目(2021SDQN04)、山东省气象局重点科研项目(2021sdqxz04)资助。

参考文献

- [1] 黄炜楠, 李雪, 董胜. 基于小波分析的山东寒潮强弱变化特征研究[J]. 自然灾害学报, 2017, 26(3): 56-62.
- [2] 韩帅, 师春香, 姜志伟, 等. CMA 高分辨率陆面数据同化系统(HRCLDAS-V1.0)研发及进展[J]. 气象科技进展, 2018, 8(1): 102-108, 116.
- [3] Wang, Q., Li, W., Xiao, C., *et al.* (2020) Evaluation of High-Resolution Crop Model Meteorological Forcing Datasets at Regional Scale: Air Temperature and Precipitation over Major Land Areas of China. *Atmosphere*, **11**, 1011. <https://doi.org/10.3390/atmos11091011>
- [4] 师春香, 潘旸, 谷军霞, 等. 多源气象数据融合格点实况产品研制进展[J]. 气象学报, 2019, 77(4): 774-783.
- [5] 董春卿, 郭媛媛, 张磊, 等. 基于 CLDAS 的格点温度预报偏差订正方法[J]. 干旱气象, 2021, 39(5): 847-856.
- [6] Jiang, Y., Han, S., Shi, C., *et al.* (2021) Evaluation of HRCLDAS and ERA5 Datasets for Near-Surface Wind over Hainan Island and South China Sea. *Atmosphere*, **12**, 766. <https://doi.org/10.3390/atmos12060766>
- [7] 魏荣庆, 宗志平, 唐治. GB/T 21987-2017 寒潮等级[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.