

# 初夏东北冷涡指数的建立与分析（1961–2010）

何丽烨\*, 马宁, 郭军

天津市气候中心, 天津 300074

**摘要:** 东北冷涡是东亚中高纬度地区的重要天气系统, 其频繁活动能够导致明显的气温和降水异常, 具有显著的“气候效应”。使用水平分辨率为 $2.5^{\circ}\times 2.5^{\circ}$ 、时间分辨率为逐日的NCEP/NCAR (美国国家环境预报中心和国家大气研究中心) 再分析资料, 研究时段取1961–2010年。根据东北冷涡天气学定义, 将符合下述条件的天气系统定义为一次冷涡天气过程: (1) 在500 hPa等压面上至少能分析出一根闭合等高线, 并有冷中心或明显冷槽配合的低压环流系统; (2) 冷涡中心出现在 $(35^{\circ}\text{N}–60^{\circ}\text{N}, 115^{\circ}\text{E}–145^{\circ}\text{E})$ 范围内; (3) 冷涡在上述地区的生命史为3天或3天以上。考虑海河流域的地理位置, 根据逐年东北冷涡低压中心在西涡范围 $(115^{\circ}\text{E}–125^{\circ}\text{E})$ 达到的最南位置, 界定对初夏(6月, 下同)海河流域降水有显著影响的东北冷涡活动关键区域 $(38^{\circ}\text{N}–48^{\circ}\text{N}, 115^{\circ}\text{E}–125^{\circ}\text{E})$ , 统计出冷涡中心频次标准化值, 形成初夏东北冷涡指数数据集(1961–2010)。数据集包括: (1) 初夏标准化东北冷涡活动指数; (2) 逐年初夏东北冷涡500 hPa位势高度低压中心在 $115^{\circ}\text{E}–125^{\circ}\text{E}$ 区域的最南位置。该数据集存储为1个Excel文件(.xlsx格式), 数据量约12.5 KB。

**关键词:** 东北冷涡; 初夏降水; 海河流域; 气候效应

**DOI:** <https://doi.org/10.3974/geodp.2024.01.13>

**CSTR:** <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2024.01.13>

**数据可用性声明:**

本文关联实体数据集已在《全球变化数据仓储电子杂志(中英文)》出版, 可获取:

<https://doi.org/10.3974/geodb.2023.06.06.V1> 或 <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2023.06.06.V1>。

## 1 前言

东北冷涡是出现在东亚地区最常见的切断低压, 具有较强的准静止性特征。频繁的东北冷涡活动所引起的“气候效应”<sup>[1]</sup>, 不仅影响我国东北地区的天气气候<sup>[2–4]</sup>, 对华北、长江中下游、华南等地区的天气气候异常也有重要影响<sup>[1,5–7]</sup>。海河流域地处华北, 初夏降水除受到热带低纬度地区环流系统影响外, 中高纬度大气环流对其也有着同样重要的影响<sup>[8–10]</sup>。东北冷涡作为东亚中高纬度大气环流的重要组成部分, 初夏正值其一年中最活跃

收稿日期: 2024-01-10; 修订日期: 2024-03-16; 出版日期: 2024-03-25

基金项目: 中华人民共和国科学技术部(GYHY201506001-1); 天津市气象局(201628bsjj01)

\*通讯作者: 何丽烨 L-4778-2016, 天津市气候中心, heliyehly@163.com

数据引用方式: [1] 何丽烨, 马宁, 郭军. 初夏东北冷涡指数的建立与分析(1961–2010)[J]. 全球变化数据学报, 2024, 8(1): 104–109. <https://doi.org/10.3974/geodp.2024.01.13>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2024.01.13>.

[2] 何丽烨, 马宁, 郭军. 初夏东北冷涡指数数据集(1961–2010)[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2023. <https://doi.org/10.3974/geodb.2023.06.06.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2023.06.06.V1>.

的时期，建立初夏东北冷涡指数，分析东北冷涡持续性活动特征，对研究其与海河流域初夏降水异常的关系，提高流域降水预测能力至关重要。

目前在业务中广泛应用的是郑秀雅等<sup>[11]</sup>和孙力等<sup>[12]</sup>对东北冷涡过程的定义，其统计的东北冷涡活动范围主要位于（35°N–60°N，115°E–145°E）东北亚地区。考虑到不同位置的冷涡活动对海河流域降水的影响有很大差异，因此，本文根据逐年东北冷涡低压中心的最南位置，重新界定对初夏海河流域降水有显著影响的东北冷涡活动关键区域，改进了东北冷涡定义，并结合冷涡天气过程条件<sup>[12]</sup>，建立了 1961–2010 年初夏东北冷涡活动指数，不仅为分析东北冷涡活动的气候学特征提供数据基础，也为海河流域初夏降水预测技术改进提供参考。

2 数据集元数据简介

《初夏东北冷涡指数数据集（1961–2010）》<sup>[13]</sup>的名称、作者、地理区域、数据年代、时间分辨率、数据集组成、数据出版与共享服务平台、数据共享政策等信息见表 1。

表 1 《初夏东北冷涡指数数据集（1961–2010）》元数据简表

条 目	描 述
数据集名称	初夏东北冷涡指数数据集（1961–2010）
数据集短名	NECVI_Early Summer_1961-2010
作者信息	何丽烨 L-4778-2016，天津市气候中心，heliyehly@163.com 马宁，天津市气候中心，esmaning@gmail.com 郭军 L-4876-2016，天津市气候中心，guojun@cma.gov.cn
地理区域	东北冷涡活动关键区域（38°N–48°N，115°E–125°E）
数据年代	1961–2010
时间分辨率	年
数据格式	.xlsx
数据量	12.5 KB
数据集组成	（1）初夏标准化东北冷涡活动指数 （2）逐年初夏东北冷涡 500 hPa 位势高度低压中心在 115°E–125°E 区域的最南位置
基金项目	中华人民共和国科学技术部（GYHY201506001-1）；天津市气象局（201628bsjj01）
数据计算环境	Fortran；Microsoft Excel
出版与共享服务平台	全球变化科学研究数据出版系统 <a href="http://www.geodoi.ac.cn">http://www.geodoi.ac.cn</a>
地址	北京市朝阳区大屯路甲 11 号 100101，中国科学院地理科学与资源研究所
数据共享政策	（1）“数据”以最便利的方式通过互联网系统免费向全社会开放，用户免费浏览、免费下载；（2）最终用户使用“数据”需要按照引用格式在参考文献或适当的位置标注数据来源；（3）增值服务用户或以任何形式散发和传播（包括通过计算机服务器）“数据”的用户需要与《全球变化数据学报（中英文）》编辑部签署书面协议，获得许可；（4）摘取“数据”中的部分记录创作新数据的作者需要遵循 10% 引用原则，即从本数据集中摘取的数据记录少于新数据集总记录量的 10%，同时需要对摘取的数据记录标注数据来源 <sup>[14]</sup>
数据和论文检索系统	DOI, CSTR, Crossref, DCI, CSCD, CNKI, SciEngine, WDS/ISC, GEOSS

### 3 数据研发方法

使用美国国家环境预报中心和国家大气研究中心 (NCEP/NCAR) 联合制作的 Reanalysis 1 逐日再分析资料<sup>1</sup>, 研究时段为 1961–2010 年, 水平分辨率为  $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ <sup>[15]</sup>。

#### 3.1 算法原理

根据孙力等<sup>[12]</sup>关于东北冷涡的定义, 以满足下列条件的低涡活动为一次东北冷涡天气过程:

(1) 在 500 hPa 等压面上至少能分析出一根闭合等高线, 并有冷中心或明显冷槽配合的低压环流系统;

(2) 冷涡中心出现在  $35^{\circ}\text{N}$ – $60^{\circ}\text{N}$ ,  $115^{\circ}\text{E}$ – $145^{\circ}\text{E}$  范围内;

(3) 冷涡在上述地区的生命史为 3 天或 3 天以上。

出现在  $115^{\circ}\text{E}$ – $125^{\circ}\text{E}$ ,  $125^{\circ}\text{E}$ – $135^{\circ}\text{E}$ ,  $135^{\circ}\text{E}$ – $145^{\circ}\text{E}$  的东北冷涡分别定义为西涡、中涡和东涡<sup>[16]</sup>。

由于海河流域位于东北冷涡活动区域的西南侧, 因此根据逐年初夏东北冷涡低压中心在西涡范围 ( $115^{\circ}\text{E}$ – $125^{\circ}\text{E}$ ) 达到的最南位置, 重新界定了对初夏海河流域降水有显著影响的东北冷涡活动关键区域 ( $38^{\circ}\text{N}$ – $48^{\circ}\text{N}$ ,  $115^{\circ}\text{E}$ – $125^{\circ}\text{E}$ ), 并结合冷涡天气过程条件, 统计出冷涡中心频次标准化值, 建立了初夏东北冷涡指数数据集 (1961–2010)。

#### 3.2 技术路线

(1) 利用 NCEP/NCAR 逐日再分析资料, 根据东北冷涡天气过程条件, 统计出 1961–2010 年东北冷涡发生日期、位置 (经度、纬度)、冷中心强度 (内圈值和槽强度)。每月的东北冷涡日数按照单日冷涡发生时所在的月份统计。

(2) 统计逐年初夏东北冷涡 500 hPa 位势高度低压中心在西涡范围 ( $115^{\circ}\text{E}$ – $125^{\circ}\text{E}$ ) 内达到最南位置的经度和纬度, 根据以上经纬度范围, 界定对初夏海河流域降水有显著影响的东北冷涡活动关键区域 ( $38^{\circ}\text{N}$ – $48^{\circ}\text{N}$ ,  $115^{\circ}\text{E}$ – $125^{\circ}\text{E}$ )。

(3) 基于步骤 (1) 结果, 统计冷涡中心在 ( $38^{\circ}\text{N}$ – $48^{\circ}\text{N}$ ,  $115^{\circ}\text{E}$ – $125^{\circ}\text{E}$ ) 区域内的冷涡天数, 对统计结果进行标准化处理, 形成初夏东北冷涡指数。

### 4 数据结果与验证

#### 4.1 数据集组成

《初夏东北冷涡指数数据集 (1961–2010)》<sup>[13]</sup>由以下数据组成:

(1) 1961–2010 年初夏标准化东北冷涡活动指数数据;

(2) 1961–2010 年逐年初夏东北冷涡 500 hPa 位势高度低压中心在  $115^{\circ}\text{E}$ – $125^{\circ}\text{E}$  区域的最南位置 (经度、纬度) 数据。

数据集存储为 1 个 Excel 文件, .xlsx 格式, 数据量约 12.5 KB。

<sup>1</sup> NCEP/NCAR Reanalysis 1. <https://psl.noaa.gov/data/gridded/data.ncep.reanalysis.html>.

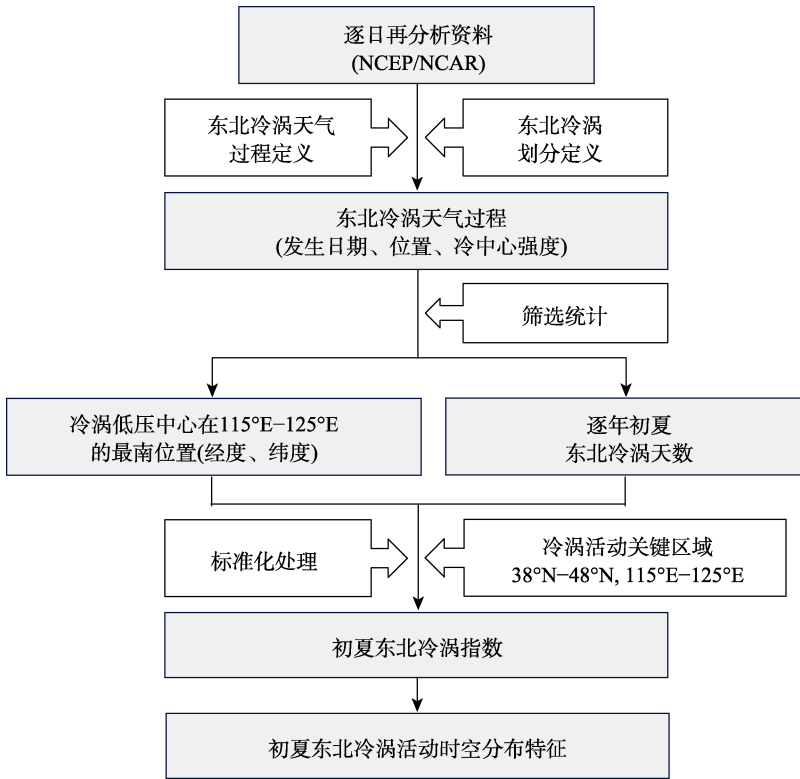


图 1 初夏东北冷涡指数数据集研发技术路线图

4.2 数据结果

4.2.1 初夏东北冷涡活动的空间分布

根据东北冷涡天气过程条件，以  $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$  经纬距网格统计了 1961–2010 年初夏所有冷涡过程中低压中心位置的累计分布，如图 2 所示。可以看出，在对初夏海河流域降水有显著影响的东北冷涡活动关键区域（ $38^{\circ}\text{N}–48^{\circ}\text{N}$ ， $115^{\circ}\text{E}–125^{\circ}\text{E}$ ）内，包含低压中心累计出现频次值达 10 次以上的最大值区，表明该区域可以反映初夏东北冷涡活动的主要特征。同时，初夏东北冷涡的空间分布特征以及冷涡活动高频区位置也与以往的研究成果<sup>[12]</sup>相吻合。

4.2.2 初夏东北冷涡指数的时间变化

在统计初夏标准化东北冷涡活动指数的基础上，给出其 1961–2010 年的时间序列，如图 3 所示。可见，东北冷涡指数具有明显的年际变化特征，当东北冷涡指数值越高，表明冷涡活动频次偏多；当东北冷涡指数值越低，表明冷涡活动频次偏少。近 50 年中，1962、1979、1986、1991、2001、2005 年冷涡指数值大于一个正标准差，表明这 6 年东北冷涡活动异常偏多；而 1965、1970、1981、1982、1990、1994、2007、2010 年冷涡指数值小于一个负标准差，表明这 8 年东北冷涡活动异常偏少。从年代际来看，初夏东北冷涡指数呈现上升趋势，冷涡活动增多，这样的长期变化趋势与胡开喜等<sup>[6]</sup>统计分析的结果是一致的。

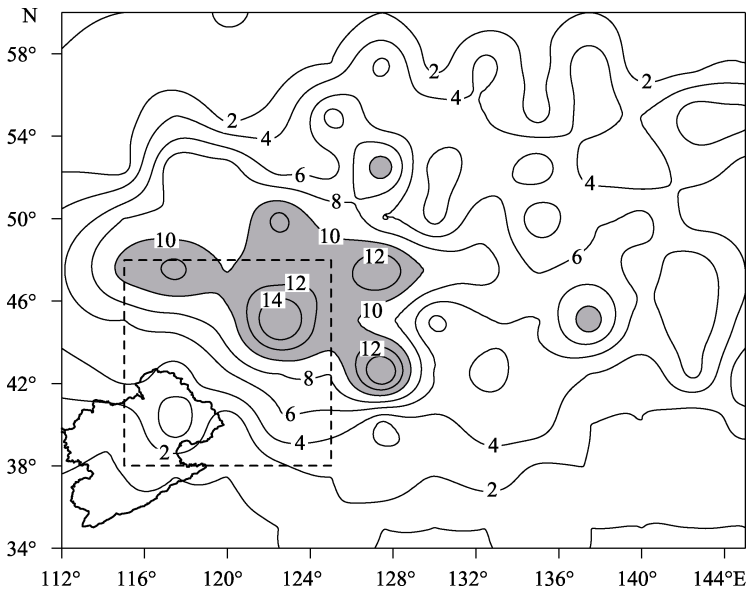


图 2 1961–2010 年初夏东北冷涡低压中心累计出现频次分布图  
(阴影：东北冷涡低压中心累计出现大于 10 次的区域；虚线：东北冷涡活动关键区域)

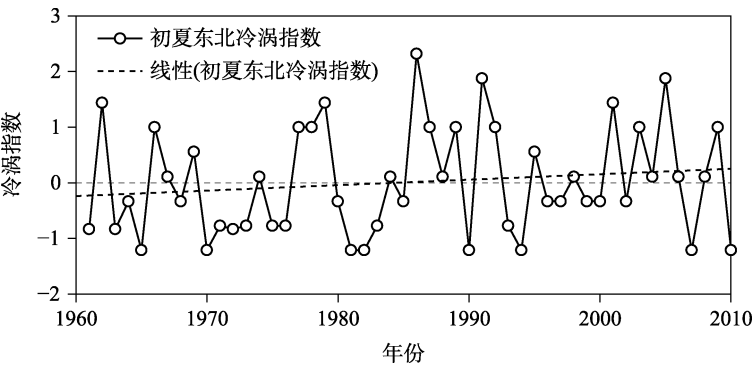


图 3 1961–2010 年初夏东北冷涡指数时间序列图

5 讨论和总结

东北冷涡的持续性活动对我国东北、华北、淮河与长江及其以南地区的气候异常预测有着十分重要的作用。为深入研究东北冷涡变化规律及其影响，本文在业务中普遍使用的东北冷涡定义基础上，根据逐年东北冷涡低压中心的最南位置，重新界定对初夏海河流域降水有显著影响的东北冷涡活动关键区域，改进东北冷涡定义，并结合冷涡天气过程条件，建立了 1961–2010 年初夏东北冷涡活动指数，为分析东北冷涡时空变化特征、改进海河流域初夏降水预测技术提供科学参考。

作者分工：何丽烨和郭军对数据集的开发做了总体设计；何丽烨和马宁采集和处理了

再分析数据; 马宁做了数据验证; 何丽烨设计了算法, 并撰写了数据论文。

**利益冲突声明:** 本研究不存在研究者以及与公开研究成果有关的利益冲突。

## 参考文献

- [1] 何金海, 吴志伟, 江志红等. 东北冷涡的“气候效应”及其对梅雨的影响[J]. 科学通报, 2006, 51(23): 2803–2809.
- [2] 廉毅, 布和朝鲁, 谢作威等. 初夏东北冷涡活动异常与北半球环流低频变化[J]. 大气科学, 2010, 34(2): 429–439.
- [3] 孙力. 东北冷涡持续活动的分析研究[J]. 大气科学, 1997, 21(3): 297–307.
- [4] Zhao, S. X., Sun, J. H. Study on cut-off low-pressure systems with floods over Northeast Asia [J]. *Meteorology and Atmospheric Physics*, 2007, 96: 159–180.
- [5] 何丽烨, 马宁, 郭军. 东北冷涡对海河流域初夏降水异常的影响[J]. 地球物理学报, 2017, 60(10): 3745–3752.
- [6] 胡开喜, 陆日宇, 王东海. 东北冷涡及其气候影响[J]. 大气科学, 2011, 35(1): 179–191.
- [7] 苗春生, 吴志伟, 何金海等. 近 50 年东北冷涡异常特征及其与前汛期华南降水的关系分析[J]. 大气科学, 2006, 30(6): 1249–1256.
- [8] 张庆云, 陶诗言. 亚洲中高纬度环流对东亚夏季降水的影响[J]. 气象学报, 1998, 56(2): 199–211.
- [9] Ju, J. H., Lu, J. M., Cao, J., *et al.* Possible impacts of the Arctic Oscillation on the interdecadal variation of summer monsoon rainfall in East Asia [J]. *Advances in Atmospheric Sciences*, 2005, 22(1): 39–48.
- [10] Li, J. P., Wang, J. A modified zonal index and its physical sense [J]. *Geophysical Research Letters*, 2003, 30(12): 1632.
- [11] 郑秀雅, 张廷治, 白人海. 东北暴雨[M]. 北京: 气象出版社, 1992.
- [12] 孙力, 郑秀雅, 王琪. 东北冷涡的时空分布特征及其与东亚大型环流系统之间的关系[J]. 应用气象学报, 1994, 5(3): 297–303.
- [13] 何丽烨, 马宁, 郭军. 初夏东北冷涡指数数据集 (1961–2010) [J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2023. <https://doi.org/10.3974/geodb.2023.06.06.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2023.06.06.V1>.
- [14] 全球变化科学研究数据出版系统. 全球变化科学研究数据共享政策[OL]. <https://doi.org/10.3974/dp.policy.2014.05> (2017 年更新).
- [15] Kalnay, E., Kanamitsu, M., Kistler, R., *et al.* The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project [J]. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 1996, 77: 437–471.
- [16] 段春峰. 东北冷涡的气候学特征、效应及其影响因素[D]. 南京: 南京信息工程大学, 2012.