

EC产品在2021年“小寒”寒潮中的应用

李柄更¹, 陈晓斌², 刘志宏²

¹中国海警局, 北京

²92538部队, 辽宁 大连

Email: 1986dabing@163.com

收稿日期: 2021年2月22日; 录用日期: 2021年3月22日; 发布日期: 2021年3月29日

摘要

2021年1月4~8日一股强大的“小寒”寒潮迅速在全国蔓延。通过windy网站下的EC可视化产品对此次过程的黄渤海区风场和单站降雪进行了预报, 验证与分析表明: 区域性预报应兼顾可视化平均风和阵风产品的颜色范围、持续时间、最大阵风、风力变化时间, 综合给出预报结论, 传真图可以作为辅助预报产品, 整体准确率较高; 单站的降雪预报是满足预期的, 雪量预报偏小, 但降水性质与降雪事件击中率预报准确率为100%。

关键词

小寒寒潮, EC产品, 传真图, 积雪深度

Application of EC Products in Cold Wave in Lesser Cold of 2021

Binggeng Li¹, Xiaobin Chen², Zhihong Liu²

¹China Coast Guard, Beijing

²Unit No.92538 of PLA, Dalian Liaoning

Email: 1986dabing@163.com

Received: Feb. 22nd, 2021; accepted: Mar. 22nd, 2021; published: Mar. 29th, 2021

Abstract

From January 4 to 8 in 2021, a strong cold wave in Lesser Cold quickly spread across China. Using EC visualization products on the windy website, wind field in Huang Bohai area and the process of snowfall in single station has been carried on the forecast, validation and analysis indicate that the

regional forecast should consider the color range, duration, maximum gust, wind change time of visual average wind and gust products, and then the comprehensive forecast conclusion can be drawn. When facsimile chart can be used as an auxiliary forecast product, the overall accuracy is higher; the snowfall forecast of single station can meet the expectation, and the forecast of snow amount is small, but the forecast accuracy of precipitation property and hit rate in snow event is 100%.

Keywords

Cold Wave in Lesser Cold, EC Products, Facsimile Chart, Snow Depth

Copyright © 2021 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

寒潮是冬季的一种灾害性天气,我国气象部门规定:冷空气侵入造成的降温,一天内达到 10°C 以上,而且最低气温在 5°C 以下,称为一次寒潮过程。寒潮到来,可产生大风、剧烈降温、强降雪,还能造成港口结冰,严重影响人们的工作和生活。针对上述高影响天气事件,气象工作者开展了很多研究[1]-[8]。随着数值预报产品分辨率的提高、预报时效的增加以及其再分析产品的精细化,基于主流数值模式广泛的开展了寒潮预报和分析验证工作,朱凤利利用 EC 产品对新疆伊犁地区 3 次寒潮天气过程进行了预报和检验,认为其对寒潮主导系统的发展移动以及降水预报较为准确[9];陈杰基于 EC 产品对乌兰察布市寒潮进行了释用,认为其 2 m 温度对寒潮预报具有很好的指示意义[10];万夫敬利用 EC 产品对青岛地区的气温预报进行了检验,认为 EC 细网格模式对冷空气过程最高气温预报偏低[11];刘春风[12]等检验发现 EC 模式对新疆及周边地区 2 m 温度预报系统性偏高;曲巧娜[13]等认为沿海地区 2 m 最高气温 EC 细网格的预报优势略有下降。

2020 年年末至 2021 年年初发生了两次全国性寒潮,分别为“岁末”寒潮、“小寒”寒潮,二者间隔不长。2021 年 1 月 4 日,亚洲北极涡旋移至蒙古高原北侧,携带今冬最为寒冷的空气,7 日凌晨跨过长江,并在我国大举南下(1 月 5 日为“小寒”节气,因此称“小寒”寒潮)[14]。根据中国气象爱好者的绘图分析,“小寒”寒潮的冷空气冷源更加强(见图 1(a)、图 1(b)) [15],北方遭遇了历史罕见的极端寒冷,北京、天津、青岛、张家口、大同等不同程度地打破了低温记录,官方当时预报山西大同逼近 -30°C ,河北张北 -35°C ,均打破历史记录,北京也报出 -14°C ;从冷空气移速上看,此次寒潮南下较慢,而“岁末”寒潮 24 小时就已经覆盖全国。因为移速较慢,且“小寒”节气又标志着进入一年中最冷时段,所以寒上加寒,根据 1 月 7 日 terra 卫星拍摄的云图,发现明显的渤海海冰与冷流雪云(见图 2) [16]。目前基于 EC 产品对于海区的寒潮大风预报和验证研究还比较少,本文是通过主流数值模式可视化集成产品网站 windy 来探讨 EC 产品在黄渤海海域的寒潮区域预报和单站预报能力。

2. 高低空形势分析

此次寒潮过程,北极涡旋的南下过程及其明显(图略),500 hpa 高空分析图上,6 日 08 时涡旋中心位于内蒙古东北部,并继续东移,8 日 08 时已经位于日本海北部;地面天气图上,6 日 08 时强冷空气梯度已经堆积在渤海西岸,渤海中西部出现了 6 级大风区,大连本站也出现了降雪,7 日凌晨冷空气跨过长

江, 横扫整个南方。8 日对于黄渤海区的冷空气已经明显减弱, 但东海及台湾海峡依然存在大风区, 此次寒潮过程造成我国南方、台湾东北部出现了降雪, 可见冷空气之强。

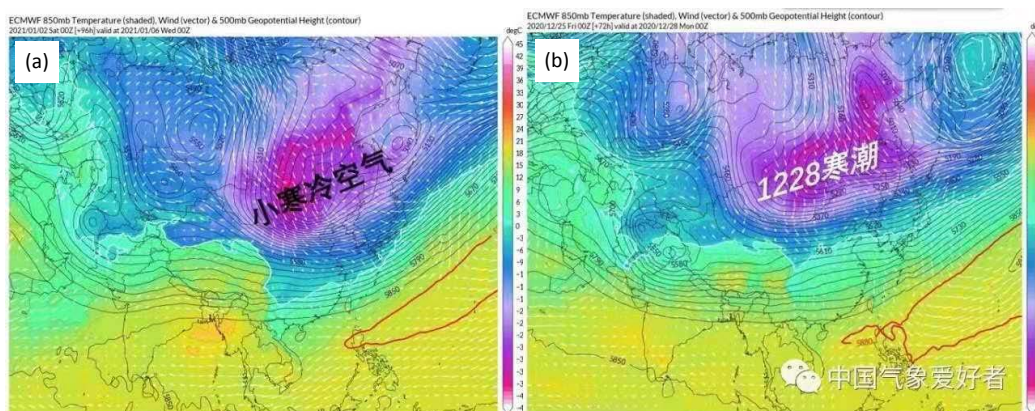


Figure 1. Cold source comparison
图 1. 冷源对比

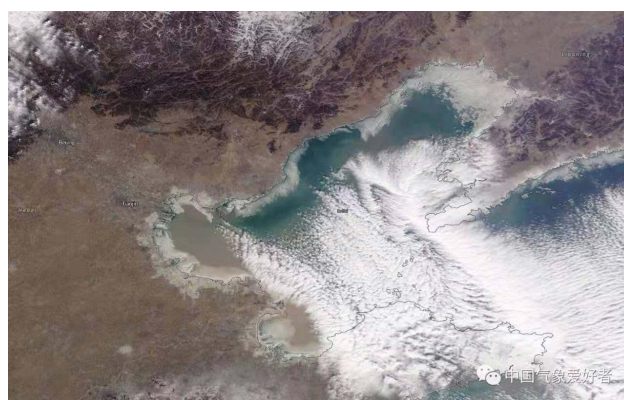


Figure 2. Cloud chart of sea ice and cold flow snow in Bohai Sea on January 7th
图 2. 1月7日渤海海冰、冷流雪云图

2. EC 产品介绍

欧洲中期数值天气预报中心(ECMWF)于 1979 年 8 月 1 日开始发布中期数值天气预报, 并逐步建立起世界数值预报技术的领先地位, 1995 年美国科学家对欧洲中心的产品(EC 产品)超越美国表示了很大关注, 尤其是 2012 年因对飓风“桑迪”的预报与欧洲中心相比出现明显差距而引起业界讨论。世界各国的天气预报业务中心几乎都逐步引进了 ECMWF 提供的数值预报产品, 它是一种网格化产品, 有再分析资料数据和预报数据两类。再分析数据已由 ERA-I 数据发展到 ERA5 数据, 前者空间分辨率最高为 0.125° , 时间分辨率为 6 小时, 后者空间分辨率为 0.5° , 时间分辨率为 1 小时, 以上数据为国际共享, 适用于科学研究。而预报数据为付费数据, 一般由政府部门、气象部门、气象公司购买。自 2011 年起, 中国气象局通过 CMACast 下发 ECMWF 数值预报 $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$ 经纬网格产品, 资料信息量大, 覆盖 $10^{\circ}\text{S}\sim 60^{\circ}\text{N}$ 、 $60^{\circ}\text{E}\sim 150^{\circ}\text{E}$ 范围, 包含地面层 10 m 风场、2 m 露点温度、2 m 温度、地表温度等要素和对流有效位能、对流性降水、气压层散度、位势高度、位势涡度等要素的分析及预报场资料, 预报时效长达 240 h (其中 72 h 内间隔 3 h, 78~240 h 间隔 6 h)。由于模式本身的精度在不断提高, 上述低分辨率产品难以满足精细

化保障需求,而商用化的 EC 产品分辨率可达 9 km,还包含大气和海洋的相关要素预报,因此应用前景十分广阔。

3. Windy 界面下的部分 EC 产品应用与验证

以往预报员在做要素预报时既要参考数值模式对环流形势和天气系统的预报,更需要参考数值模式的格点要素预报值,而 windy 网站的出现提供了界面更友好的可视化 EC 产品,用户可以任意选点定位得到相应要素预报值。该网站提供了数十种要素天气预报,比如最近更新的降水相态高清预报、雷雨概率和强度预报、能见度预报、积雪深度预报、沙尘预报,是一个值得深入研究的好网站。预报员可以根据实际需要选择所需预报产品并结合日本传真图、美国 GFS 产品、个人使用经验做出最终预报结论。

预报区域为黄渤海区域,选取了平均风、阵风、位势高度、温度场、降水预报、云预报产品,同时为了实现辅助预报及开展模式预报检验目的,还选用了日本传真图、大连(自动站)、旅顺(人工站和自动站)、长兴岛(自动站)、长海(自动站)5 站的逐小时实况资料,限于篇幅,本文主要探讨黄渤海区域的风场、单站降水量及降水性质的预报情况。

3.1. 风场的预报与检验

主要分析了 6 日 08 时~08 日 20 时的平均风、阵风,预报资料为每 3 小时一次,预报的风力既有数值指示也有颜色标识,颜色越深风力越大(见图 3)。对于平均风,中午 11 时大风区已经到达整个渤海区域,并自西向东影响海峡及黄海北部区域,6 日全天平均风力可达到 12~17 m/s (6~7 级),其中以傍晚-夜间风力最强(见图 3(a)),将近 17 m/s (7 级),7 日中午渤海大部风力为 8 m/s (5 级),傍晚以后(见图 3(b))海峡风力减至 8~10 m/s (5 级),8 日黄海北部的大风区才开始由北向南收缩,但受补充冷空气影响,獐子岛以南海域依然有 6 级左右的大风(见图 3(c));对于阵风,6 日 8 时渤海风力为 13~15 m/s (阵风 6~7 级),其他区域 10~11 m/s (阵风 5~6 级),午后风力迅速增加,全区风力增加为 17~20 m/s (阵风 7~8 级),傍晚-夜间(见图 3(d))风力为 20~25 m/s (阵风 8~10 级),7 日阵风有所减弱,相对平均风其减弱较为滞后,但仍然是渤海区域减弱最快,7 日夜间(见图 3(e))海峡以西大部分为 13~18 m/s (阵风 7~8 级),大值区位置偏南,黄海北部夜间的风力为 17~20 m/s (阵风 7~8 级),大风区逐渐向南收缩,8 日(见图 3(f))在冷空气补充下仍有 15~18 m/s (阵风 7~8 级),但位置已经比较靠南。为了辅助预报,分析了传真图(图略),6 日 20 时在渤海最西侧到朝鲜西侧,共分布了 6 根等压线,风力标识为 12.5 m/s、15 m/s,根据以往传真图预报经验,6 日至少应报风力 7~8 级阵风 9 级。因此根据上述情况,兼顾平均风和阵风的颜色范围(并不是零散分布的小块,相对集中)、持续时间(1~2 天)、最大阵风(出现了 10 级风)、风力变化时间,预报结果为:

6 日偏北风 6~7 级上午增至 8~9 级阵风 10 级(黄海北部为中午增强),7 日西北风 7~8 级夜间 6~7 级阵风 8 级,8 日西北风 6~7 级。

检验:由于缺少必要的浮标资料,选取了 5 个站的逐小时实况来反映冷空气的风力变化趋势。旅顺人工站 6 日风力最大范围在 6~9 m/s,出现在傍晚,下半夜风力减弱为 3~4 m/s,7 日~8 日在冷空气补充的情况下风力最大为 4~6 m/s,平均状况为 2~3 m/s;旅顺自动站 6 日平均风力最大范围 3.1~4.5 m/s,对应阵风为 4.6~8 m/s,7 日平均风最大范围在 1.7~2.6 m/s,对应阵风为 3.4~5.1 m/s,8 日平均风力 2.1~3.3 m/s,对应阵风为 4.5~5.3 m/s;大连站在 6 日 09 时开始转偏北风,15 时以后平均风力在 5.4~8.8 m/s,阵风则增致 13~17.5 m/s,7 日 05 时起阵风降到了 11 m/s 以下,平均风力也相应降到了 5 m/s 以下,8 日平均风为 2~3 级,阵风几乎没超过 5 级,可见冷空气过程基本结束;长海站 6 日 15 时以后平均风力都达到了 4.5~8.5 m/s,阵风 11.4~17.7 m/s,7 日 10 时以后阵风风力降到 11 m/s 以下(18~19 时达到了 11 m/s,说明有冷空气补充),8 日平均风力 3~4 级,阵风 5.5~9.1 m/s,冷空气补充下平均风力可达 5 级,但阵风也只

有 10.1~10.4 m/s, 表明冷空气主体基本结束。对比可知, 獐子岛比西侧的大连站, 风力减弱时间要晚了 5 小时, 说明冷空气是自西向东的, 有强冷空气时, 单站的平均风力与阵风至少相差 2 个等级, 旅顺自动站、人工站在这次“小寒”寒潮的表征作用明显低于长海站、大连站, 这可能与旅顺所处的特殊地理位置有关(与寒潮的主导风向有关)。陆地上的 6 日风力傍晚到夜间最大, 为 5~6 级阵风 7 级, 而海区预报的风力上午-中午风力最大, 为 8~9 级阵风 10 级, 陆地和海洋上的风相差了 3 级, 实际预报中总结的经验是强冷空气下海陆风风级差 2~3 级, 同时考虑到 3 天内传真图资料的可靠性, 因此 6 日 EC 的风场预报资料也是准确的。

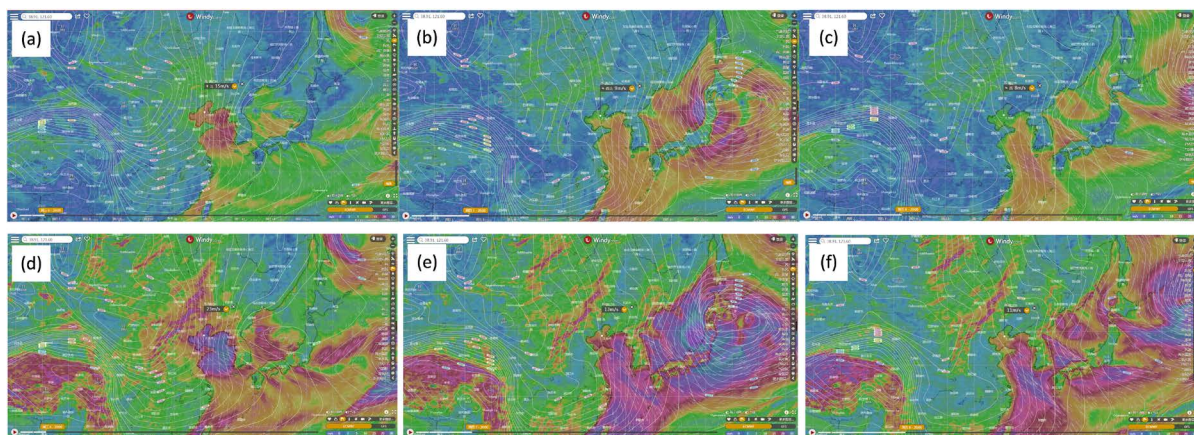


Figure 3. Forecast chart of wind field over Yellow Sea and Bohai Sea. (a)~(c) for the average wind field at 20PM during January 6~8; (d)~(f) for the gust wind field at 20PM during January 6~8

图 3. 黄渤海区风场预报图: (a)~(c)为 6 日~8 日 20 时平均风场, (d)~(f)为 6 日~8 日 20 时阵风风场

3.2. 降水的预报与检验

在制作降水预报时, 日本传真图的分辨率较粗, 但是对于大范围的雨雪(系统或冷流降雪)出现预报准确率较高, 而为了提高降水预报的精准度(降水击中率和量级)、实现小尺度的降雪预报(传真图做不到), windy 网站下的积雪深度预报就非常有参考价值。此次降水过程前期是系统性降雪, 后期是大范围的冷流降雪, 这点通过高清的云图和雷达图已经得到了证实。预报过程中先参考了传真图 5 日 20 时起报的 24~72 小时预报产品, 从 6 日 08 时~8 日 20 时海峡与黄海北部都在降水 0 线以内, 可见降水稳定、持久, 对应降雪的 6 日夜间~7 日早晨的 700 hpa 黄渤海为干区, 间接说明在这个时段引起降雪的是回流低云(图略), 然后利用 EC 的积雪深度预报产品(单位为 cm)进行过程确认(见图 4): 3 天时间, 降水区域主要集中在辽东半岛(含)以南的海峡及黄海北部地区, 范围较大, 持续时间长, 这与传真图预报结果十分吻合, 由于传真图不能给出准确量级, 现以旅顺站为参考, EC 产品中旅顺预报积雪深度为 6 日 2.5 cm (见图 4(a)), 7 日 2.7 cm (见图 4(b)), 8 日白天为 0 cm (见图 4(c))。

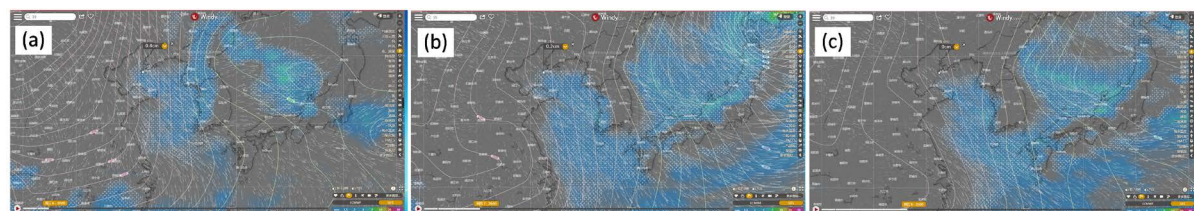


Figure 4. Forecast chart of snow depth in Lushun station

图 4. 旅顺单站积雪深度预报图

检验:将预报的积雪深度转换为对应的雪量(mm 为单位)就可以进行检验,旅顺自动站 6 日 7.4 mm, 7 日 5.2 mm, 8 日白天为 0 mm, 旅顺人工站 6 日 3.9 mm, 7 日 3.4 mm, 8 日 0 mm (观测到有降雪, 量不足)。一般来说, 降雪量 1 mm, 将新增积雪深度 0.5~2.0 cm, 具体新增的量和雪质有关, 而根据旅顺气象局以往对于降雪的表述有: 2~4.5 mm 降雪对应积雪深度 2~4 cm; 降雪 0.5~2 mm 对应积雪深度 1 cm 左右; 降雪量不足 1 mm, 积雪深度 1 cm; 降雪量 3~6 mm, 积雪深度 2~5 cm; 降雪 1~4 mm, 积雪深度 1~3 cm, 因此对于旅顺地区降水 1 mm, 大致对应积雪深度 1 cm。因此旅顺自动站、人工站的对应积雪深度为 6 日 7.4 cm (大雪)、3.9 cm (中雪), 7 日为 5.2 cm (大雪)、3.4 cm (中雪), 8 日 0 cm (零星降雪), 那么 EC 降水产品在降水性质的预报正确率为 100%, 降雪事件击中率为 100%, 以人工站为标准的话, EC 产品的降雪量误差为 6 日 1.4 cm、7 日 0.7 cm、8 日 0 cm, 可见 EC 在这次降雪过程中雪量预报偏小。

4. 结论

1) 从预报技巧来说, 对于区域性的风场预报, windy 界面下的 EC 产品应兼顾平均风和阵风的颜色范围、持续时间、最大阵风、风力变化时间, 综合给出预报结论。实际使用中对于范围较大的 6 级平均风以上区域, 也可将阵风当作平均风考虑, 如平均风为 6 级, 阵风显示大面积 7 级风, 结果可预报 6~7 级; 而平均风在 6 级以下, 则可根据阵风的实际大小决定是否要报阵风 7 级, 或当阵风 6 级范围较大时可报 5~6 级, 其他情况就依据平均风的分布来做预报。

2) 从验证结果来说, 对于强寒潮天气下的单站降雪预报, EC 产品已经满足了预期(雪量预报偏小, 但降水性质与降雪事件击中率为 100%), 而对于风场预报结果还只是较为定性的判断, 想要定量的判断还需要足够的浮标产品进行判断。

3) 后续可充分利用 EC 商用产品的高分辨率开展小尺度的 EC 产品精细化预报及验证研究工作。

参考文献

- [1] 段宇辉, 王文, 田志广, 等. 华北北部相似形势下的两次雨转暴雪过程对比[J]. 干旱气象, 2013, 31(4): 784-789.
- [2] 王亮, 王春明, 何宏让, 等. 一次特大暴雨(雪)天气过程的微物理模拟[J]. 气象科学, 2011, 31(2): 170-178.
- [3] 王遵娅, 丁一汇. 近 53 年中国寒潮的变化特征及其可能原因[J]. 大气科学, 2006, 30(6): 14-22.
- [4] 钱维宏, 张玮玮. 我国近 46 年来的寒潮时空变化与冬季增暖[J]. 大气科学, 2007, 31(6): 1266-1278.
- [5] 康志明, 金荣花, 鲍媛媛. 1951~2006 年期间我国寒潮活动特征分析[J]. 高原气象, 2010, 29(2): 420-428.
- [6] 伍红雨, 杜尧东. 1961~2008 年华南区域寒潮变化的气候特征[J]. 气候变化研究进展, 2010, 6(3): 192-197.
- [7] 白松竹, 博尔楠·哈不都拉, 谢秀琴. 气候变暖背景下阿勒泰地区寒潮活动变化特征[J]. 冰川冻土, 2015, 37(2): 387-394.
- [8] 阎琦, 陆井龙, 田莉, 等. 1971~2011 年辽宁寒潮时空分布特征[J]. 气象与环境学报, 2014, 30(4): 63-69.
- [9] 朱风利, 祝小梅, 白婷. ECMWF 数值预报产品对伊犁地区寒潮天气过程的预报能力检验[J]. 气候变化研究快报, 2018, 7(6): 477-484.
- [10] 陈杰. EC 细网格产品在乌兰察布市寒潮预报中的释用[J]. 内蒙古科技与经济, 2016(4): 59-60.
- [11] 万夫敬, 赵传湖, 马艳, 等. ECMWF 模式气温预报在青岛地区的检验与评估[J]. 气象科技, 2018, 46(1): 112-120.
- [12] 刘春风, 徐欢, 宋雪明, 等. ECMWF 细网格模式 2m 温度在新疆及周边地区的预报效果检验[J]. 沙漠与绿洲气象, 2014, 8(6): 10-15.
- [13] 曲巧娜, 盛春岩. 山东省 2015 年秋季(9~11 月)数值预报产品检验[J]. 山东气象, 2015, 35(4): 53-56.
- [14] 最厚的衣服准备好! Boss 级冷空气将南下, 最冷的严寒要到了[EB/OL]. <https://mp.weixin.qq.com/s/n69KV5w7UholvBdXO1Uc0Q>, 2021-01-04.
- [15] 新疆下雪, “小寒寒潮”在酝酿? 不管是否达标, 漫长寒冷要来了[EB/OL].

-
- https://weibo.com/1763864272/JBmVmAj8j?type=comment#_0, 2021-01-02.
- [16] 防寒不能停! 广东广西即将零下之时, 新的“特快”冷空气在酝酿[EB/OL].
<https://mp.weixin.qq.com/s/Wc1TB7DKZo5mz-6sFrUCDg>, 2021-01-07.