

宏观

证券研究报告

2021年10月18日

不容忽视的能源真相

作者

在简单汇总一些事实后，我们可以得出三个比较明显的结论：

（1）当下席卷全球的能源问题，表面看是短期供求错配、政策低估外生冲击和各种微观博弈的结果，背后不可忽视的真相是大自然的力量。

（2）地球气候系统正在加速接近剧变的临界点，高温严寒带来的能源需求增量和少风缺水造成的能源供给减量可能演变为长期问题。

（3）大自然的转变是不可逆转的，人类的能源革命既在和大自然赛跑，也在和自己赛跑。化石能源在某个时间节点的紧缺程度以及可再生能源对于未来的重要性，可能都会不断超出预期。

风险提示：全球气候变化超预期；能源供给结构变化超预期；科技进步超预期

宋雪涛

SAC 执业证书编号：

S1110517090003

songxuetao@tfzq.com

分析师

相关报告

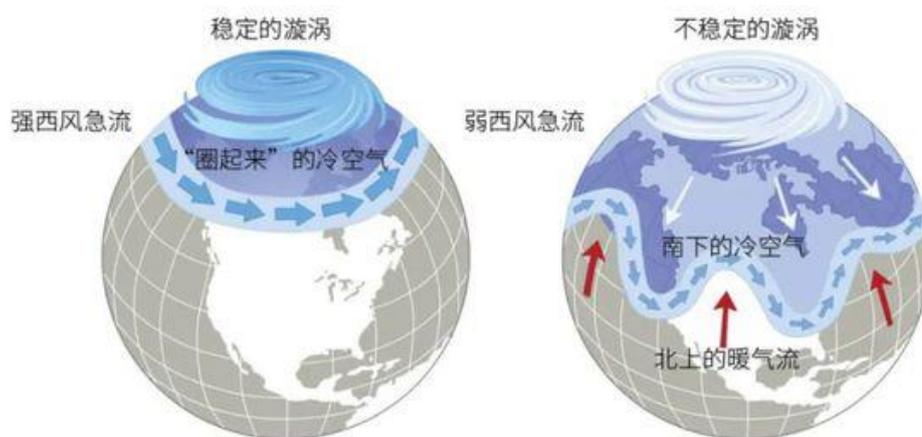
气候是一个复杂系统，2021 年真锅淑郎和哈塞尔曼凭借利用复杂系统解决气候变化问题的开创性研究获得了诺贝尔物理学奖。能源也是一个复杂系统，当前全球气候系统正在发生剧变，这和当前的全球能源问题不仅紧密关联，甚至就是问题的真相。

今年夏天以来，能源成为了全球的共同问题。尽管能源问题的背后存在很多个性因素，例如供给受限、进口收缩、疫情延误、资本开支纪律、ESG 等等，但也存在两个明显的共性问题——一是高温严寒带来的能源需求增量，二是少风缺水造成的能源供给减量。而极端天气和少风缺水并非独立事件，都和气候系统变化有关。

地球的风带是一个环形，在北纬 35-65 度上空有一条常年向西旋转的西风带。西风带分布在副热带高压和副极地低气压带之间，其中心最大风速能达到 30-40 米/秒以上，属于高空急流的一种。西风带的强度和路线受北极和中纬度地区之间的温差推动，南北温差越大速度越快，气流路线越趋于直线。

强劲的西风带环绕在中纬度地区，包裹着北极漩涡，将冷空气紧紧地禁锢在极区内。如果把极地比作一个巨大的“羊圈”，那么西风带就是“围栏”。正常情况下，赤道很热，极地很冷，这种温度差使得西风带自西向东沿纬线圈运动，没有大的波动，“羊圈”的“围栏”非常牢。相反，温差越小气流速度越慢，路线则呈现波浪形，冷空气便不能再稳固地被封锁在北极地区，容易顺着大气波的“大槽”长驱南下。

图 1：西风急流和北极漩涡示意图



资料来源：《知识就是力量》杂志，天风证券研究所

由于地球气候变暖，北极地区升温，从赤道到北极的南北温度差减小，西风带开始变得不稳定，流动方向变得弯弯曲曲，呈波浪状，“围栏”也就变得不牢固了。这同时导致了两个后果。

一是西风带的风速受南北温差的推动，温差越大速度越快，赤道与北极之间的温度梯度减小，中纬度带状风的风速减弱，北半球西风带正在风速变慢、方向紊乱。

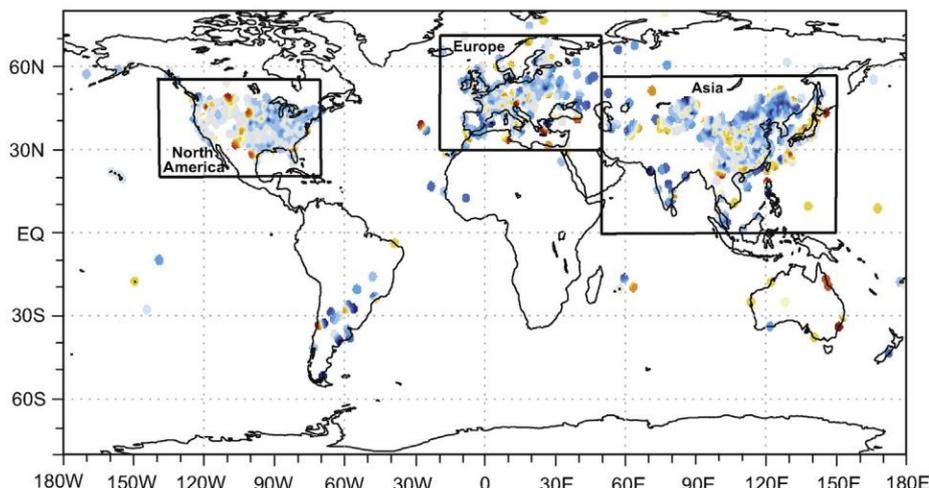
有一些学术研究指出了这个问题。比如丁一汇等（2020）¹指出，近 50 年来中国地面风速平均减小速率为 0.10-0.22 m/s/10a，其中内蒙古中西部、黑龙江西南部、辽宁西南—河北东北部、甘肃西北部—青海北部、新疆天山地区和南部等北方地区、浙江与福建沿海以及西藏的东南部风速降幅较大。邢丽珠等（2020）²发现，1961-2018 年以来内蒙古全区 94% 的气象站点都出现了风速的下降，气候倾向率为 -0.21m/s/10a。贾诗超等（2019）³研究了新疆地区的风速变化，得到的结论是新疆地区风速随温度升高而降低，风速下降最快的是准格尔盆地周边的北疆地区。

¹ 丁一汇, 李霄, 李巧萍. 气候变暖背景下中国地面风速变化研究进展[J]. 应用气象学报, 2020, 31(1).

² 邢丽珠, 张方敏, 黄进, 等. 1961-2018 年内蒙古风速变化及影响因素分析[J]. 干旱区资源与环境, 2020(11).

³ 贾诗超, 陈晓梅, 宋义和, 等. 1970—2013 年新疆地区风速变化特征分析[J]. 鲁东大学学报(自然科学版), 2019, 35(04).

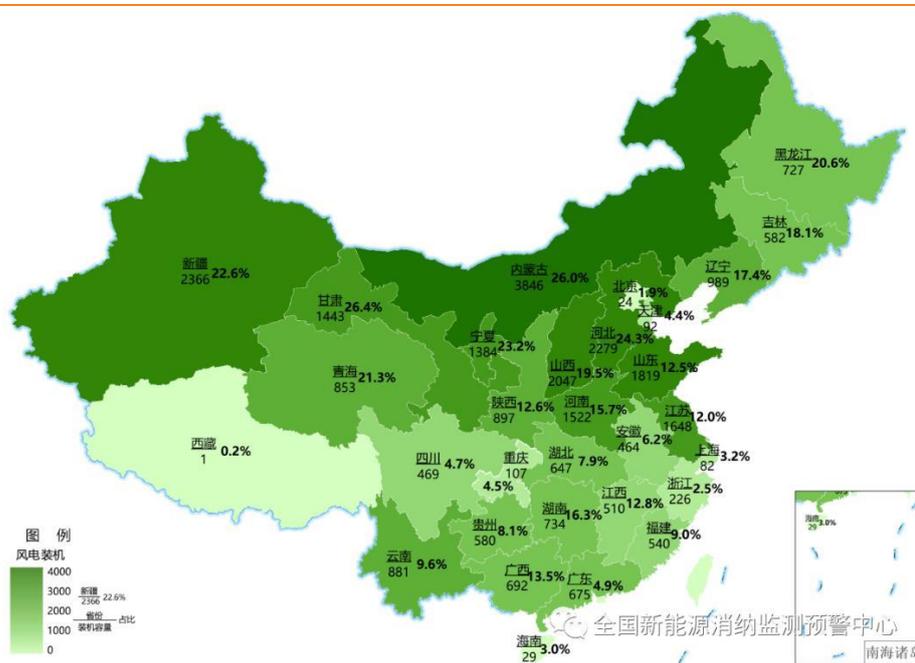
图 2：1979 年至 2016 年间全球风速变化情况，蓝色代表风速下降



资料来源：Qun Tian 等（2019）《Observed and global climate model based changes in wind power potential over the Northern Hemisphere during 1979 - 2016》，天风证券研究所

由于西风带的存在，北纬 35-65 度上集中了欧洲（从地中海到斯堪的纳维亚半岛）和中国（江苏河南青海及以北地区）主要的风电场。这一区域的风速降幅对风电供应产生了明显的负面影响。今年 6-7 月，欧洲地区的风电发电量合计降低了 11.6%，占总发电量比重从去年同期的 11.5% 下降至 9.8%。根据 Qun Tian 等（2019）⁴ 的研究，1979 年至 2016 年间全球 73% 的站点出现了风速下降，北美、欧洲和亚洲分别约有 30%、50% 和 80% 的电站损失了超过 30% 的风电潜力。

图 3：中国各地区风电累计装机容量（万千瓦，截至 6 月底）



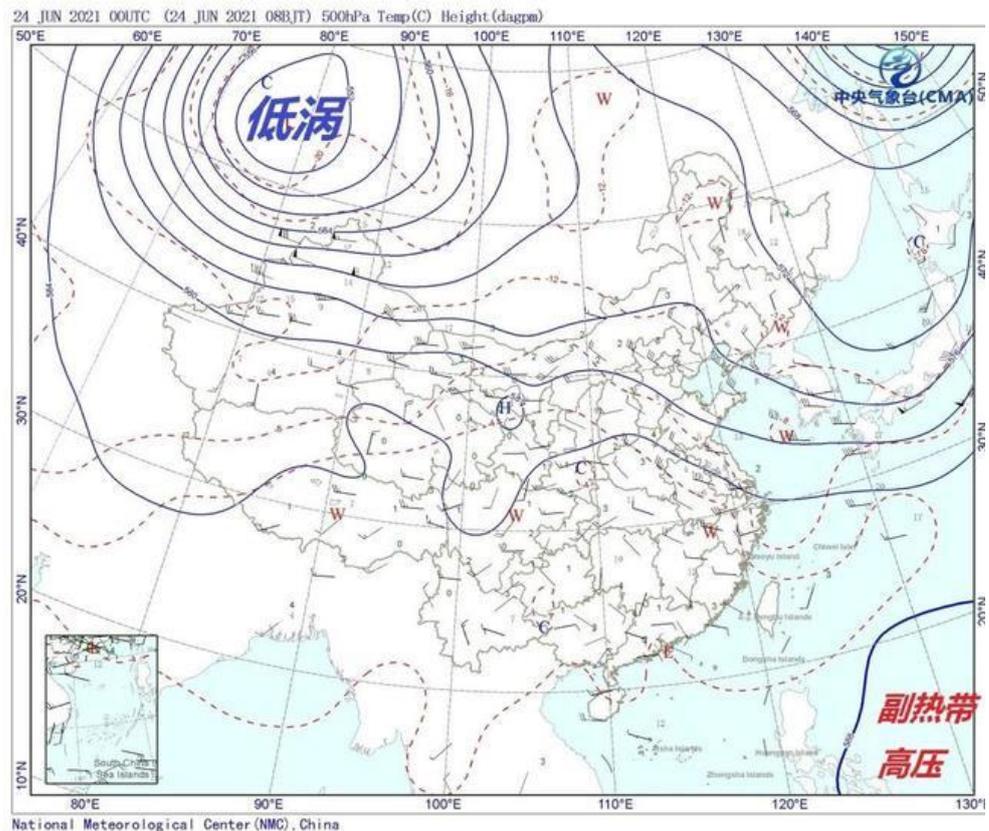
资料来源：全国新能源消纳监测预警中心，天风证券研究所

⁴ Tian Q, Huang G, Hu K, et al. Observed and global climate model based changes in wind power potential over the Northern Hemisphere during 1979-2016[J]. Energy, 2019, 167(JAN.15):1224-1235.

本来地球上的高低气压带是环环相套的，全球变暖导致热交换放缓后，西风带阻塞，冷空气南移，热空气北移，高低气压带搅在了一起。中心低压、周边高压的地方形成了一个“低涡”，只要高压保持稳定压力并且周边有源源不断的潮湿空气补充，这些“低涡”就会变成下雨的“漏斗”，造成极端暴雨现象。

今年夏天，本该纬向流动（东西风）的北半球西风带环流出现了大量经向流动（南北风），大槽大脊带来了南北冷暖气流的剧烈交汇，德国、美国东部和中国华北等地区都出现了稳定的低涡系统。以中国华北地区为例，7月偏强偏北的西太平洋副热带高压维持在日本海地区，大陆高压维持在中国的西北地区，两者之间的低值天气系统在黄淮地区停滞少动，太平洋上的台风烟花又提供了源源不断的水汽，最终将一场史无前例的降雨灌注到了处于低涡地带的郑州市。

图 6：黄淮地区出现了稳定的低涡系统

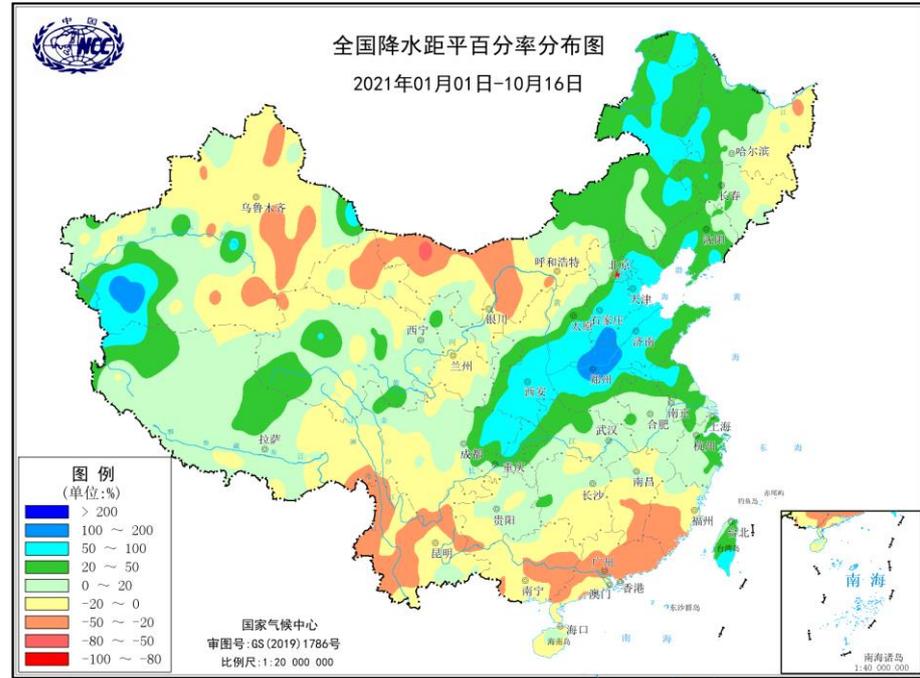


资料来源：红星新闻，中央气象台，天风证券研究所

副热带高压的过度北移还造成了这些年中国“南旱北涝”的气候现象。一方面，北上的副热带高压覆盖了中国华南大部分地区，使得暖湿气流难以进入南方腹地形成降雨，导致华南地区出现持续的高温和干旱。另一方面，北上的副热带高压在华北、东北地区 and 南下的强冷空气碰撞，配合太平洋夏季输送来的暖湿气流在中国北方形成了一条持久充沛的降雨带。

今年“南旱北涝”现象尤为严重。华北多雨的时节通常为每年7月中下旬至8月上中旬，但今年9月以来北方地区降水量较常年同期偏多1.4倍，为历史同期最多。同期南方遭遇了罕见的连续高温，贵州、湖南、福建、江苏、浙江、甘肃、广东、重庆、宁夏、江西、上海、湖北、四川、广西和安徽15个省（市、区）气温为1961年以来历史同期最高。

图 7：2021 年全国降水距平百分率



资料来源：国家气候中心，天风证券研究所

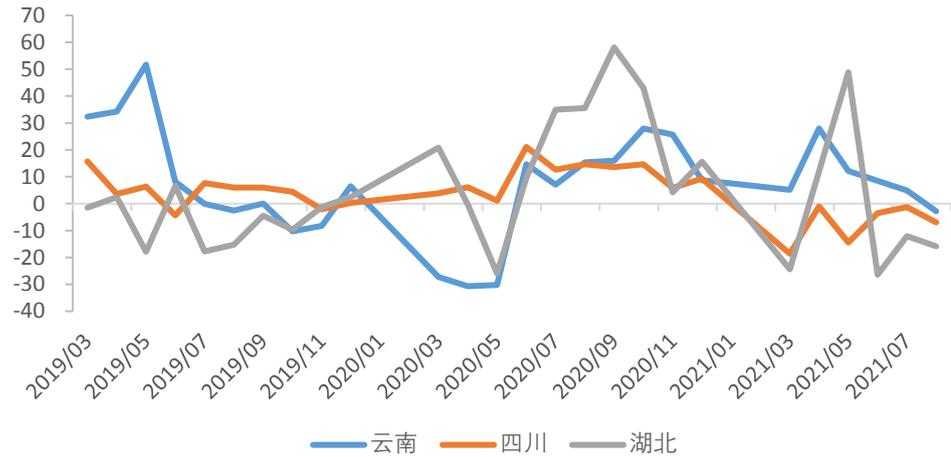
降雨带的北移和水电的分布构成了错位。我国水电装机容量最高的三个省是四川、云南和湖北，但今年澜沧江和金沙江上游降雨量偏低、来水偏枯，四川、云南和湖北的水电供给明显减少，8 月水电产量分别同比下滑 6.9%、2.8%和 15.9%。据长江电力披露：今年二季度位于金沙江的云南溪洛渡水库来水总量约 130.6 亿立方米，较上年同期偏枯 44.7%；位于长江的湖北三峡水库来水总量约 887.7 亿立方米，较上年同期偏枯 6.7%；受此影响，公司今年二季度总发电量较上年同期减少 11.2%。

图 8：中国各地区水电累计装机容量（万千瓦，截至 2020 年底）



资料来源：中国能源网，天风证券研究所

图 9：四川、云南、湖北水电发电减量（%）



资料来源：WIND，天风证券研究所

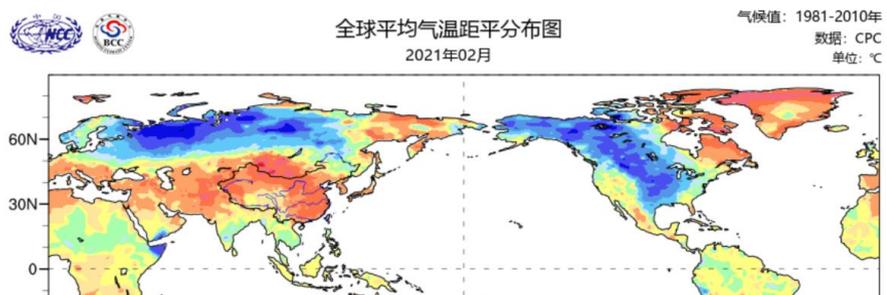
全球气候系统悄然发生的巨大变化，正在对根据历史气候特征布局的全球风电和水电设施构成挑战，给全球能源供给带来了负面冲击。

与此同时，全球气候变暖带来了极端天气，极寒高温等异常天气现象变得越来越常见，又给全球能源需求带来了正面冲击。

全球气候变暖并不代表一年到头的气温都会上升，而是冬天可能更冷、夏天可能更热。全球变暖的背景下，北极升温速率上升了 1-2 倍，海冰快速融化，南北温度差缩小。北极平流层极涡减弱，中纬度西风带波动性加大，冷空气在欧亚大陆上一路南下，形成了北半球冬季的剧烈寒潮。

今年 2 月俄罗斯、欧洲北部和北美洲平均气温较往年明显偏低，美国得克萨斯州的寒潮造成了大规模停电，超过 100 名居民因此身亡。

图 10：2021 年 2 月欧洲北部和美洲气温整体偏低



预览已结束，完整报告链接和二维码如下：

https://www.yunbaogao.cn/report/index/report?reportId=1_27987

