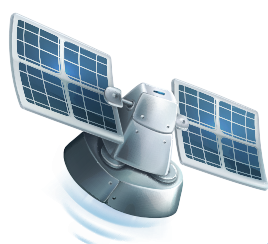




中国气象局

CHINA METEOROLOGICAL ADMINISTRATION



2023年 大气环境 气象公报



中国气象局

编写组名单

顾 问：

中国气象科学研究院：徐祥德

编写人员：

国家气象中心：王继康 迟茜元 南洋 安林昌 刘超

江琪 徐冉 尤媛 花丛 桂海林

饶晓琴 张碧辉

国家气候中心：崔童 叶殿秀 李想

国家卫星气象中心：高玲 刘旭艳 张倩倩 吴荣华 张晔萍

孙瑞静 郑照军 郭兆迪

国家气象信息中心：杨溯 陈哲 费焯 曹丽娟 张志强

中国气象局气象探测中心：荆俊山 靳军莉 方冬青 于凌远

中国气象科学研究院：刘洪利 龚山陵

目录

第一部分 全国大气环境	2
1.1 概述	2
1.2 能见度、霾及沙尘天气	3
1.2.1 能见度	3
1.2.2 霾	4
1.2.3 沙尘天气	8
1.3 大气颗粒物浓度	14
1.3.1 PM ₁₀ 背景浓度	14
1.3.2 PM _{2.5} 背景浓度	15
1.4 反应性气体	16
1.4.1 地面臭氧背景浓度	16
1.4.2 对流层臭氧总量	17
1.4.3 NO ₂ 对流层总量和 SO ₂ 柱总量	18
1.5 酸雨	20
第二部分 全国大气污染气象条件	22
2.1 概述	22
2.2 PM _{2.5} 污染气象条件	22
2.2.1 冷空气	22
2.2.2 风速和小风日数	23
2.2.3 相对湿度	25
2.2.4 有效降水日数	26
2.2.5 冬季静稳天气指数	28
2.2.7 PM _{2.5} 污染气象条件综合评估	29
附表 2.1 2023 年全国和重点区域 PM _{2.5} 污染气象条件分析表	32
2.3 臭氧污染气象条件	33
2.3.1 辐射	33
2.3.2 日最高气温	34
2.3.3 日照	34
2.3.4 臭氧污染气象条件综合评估	35
附表 2.2 2023 年全国和重点区域臭氧污染气象条件分析表	37
2.4 沙尘天气气象条件	38
2.4.1 春季冷空气大风	38
2.4.2 2022 年生长季降水情况	39
2.4.3 沙源地植被	40
2.4.4 春季沙源地积雪	40
2.4.5 沙源地土壤水分	41
2.4.6 沙尘天气气象条件小结	41
第三部分 结论	42

摘要

2023 年全国平均霾日数偏少，气象条件与过去 5 年平均持平。2023 年全国平均霾日数为 20.5 天，较近 5 年平均减少 1.7 天。2023 年我国共出现 5 次霾天气过程，较近 5 年平均减少 1.4 次。2023 年全国平均 PM_{2.5} 污染气象条件与 2022 年和过去 5 年平均基本持平，但是北方部分地区受冬季冷空气偏强等影响，PM_{2.5} 污染气象条件偏好，有利于大气污染物的稀释扩散。

2023 年全国平均沙尘日数偏多，气象条件有利于我国沙尘天气的偏多偏强。2023 年我国共出现 17 次沙尘天气过程，较近 5 年平均偏多 4.6 次。2023 年春季，东亚地区沙源地大风偏强、积雪覆盖偏少、土壤水分含量偏低，气象条件有利于我国沙尘天气偏多偏强。

2000 年以来，我国大气环境整体呈现前期转差后期向好趋势。全国霾天气过程次数呈现先上升再下降后趋于平稳的变化趋势，2013 年达到峰值（15 次），之后呈下降趋势，2018 年以来趋于稳定，冬季仍会发生持续性、大范围霾天气过程。2000 年至 2007 年全国酸雨污染恶化，2008 年以来酸雨污染状况持续改善。

第一部分 全国大气环境

1.1 概述

大气环境是指生物赖以生存的大气物理和化学特性，与人类生存密切相关，主要包括空气的温度、湿度、风速、气压、降水及大气中氮气、氧气、二氧化碳、反应性气体、大气颗粒物等。大气环境变化导致的低能见度、霾、沙尘天气、酸雨及光化学烟雾等问题，影响人类的健康和生活，受到较大的关注。

2023 年全国平均霾日数为 20.5 天，较近 5 年平均减少 1.7 天。全国出现 5 次大范围霾天气过程，较近 5 年平均减少 1.4 次。2000 年以来，全国霾天气过程次数呈现先上升再下降后趋于平稳的变化趋势，2013 年达到峰值（15 次），之后呈下降趋势，2018 年以来趋于稳定，冬季仍会发生持续性、大范围霾天气过程。

2023 年我国共出现 17 次沙尘天气过程，较近 5 年平均增加 4.6 次。2000 年以来，沙尘天气过程次数呈现先减少后增加的趋势，沙尘暴天气过程次数显著减少。

卫星监测显示，2023 年全国大部分地区对流层臭氧总量和 NO_2 对流层总量均较 2022 年有所上升。中国气象局酸雨监测显示，全国大部地区酸雨持续改善或保持稳定，平均降水 pH 值和酸雨频率近五年稳定保持较好水平。

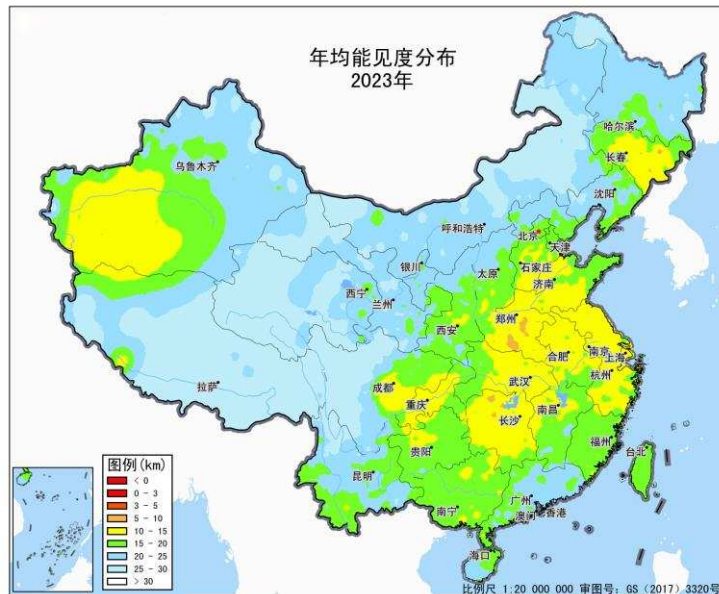
1.2 能见度、霾及沙尘天气

1.2.1 能见度

地面水平能见度主要受大气颗粒物和相对湿度的影响。2023 年全国平均能见度的为 17.8 公里，低于 2022 年（18.1 公里），较近 5 年平均偏高。

1.2.1.1 现状

2023 年全国平均能见度为 17.8 公里，低于 2022 年（18.1 公里），较近 5 年平均（17.3 公里）偏高。冬季（1、2、11 和 12 月，下同）平均能见度为 15.2 公里，高于 2022 年同期（14.7 公里）。2023 年，汾渭平原平均能见度与 2022 年基本持平，京津冀、长三角地区和珠三角地区平均能见度较 2022 年偏低 1.0 公里左右。



1.2.1.2 长期变化

全国 08 时（北京时）能见度月均值时序变化图显示，从 2011 年开始，年最低月平均能见度明显降低，2018 年起转为升高趋势。2013 年 1 月、2014 年 2 月、2015 年 12 月、2018 年 1 月、2018 年 12 月、2020 年 1 月、2023 年 1 月是能见度相对较低月份，都出现了持续性大范围雾、霾天气过程。

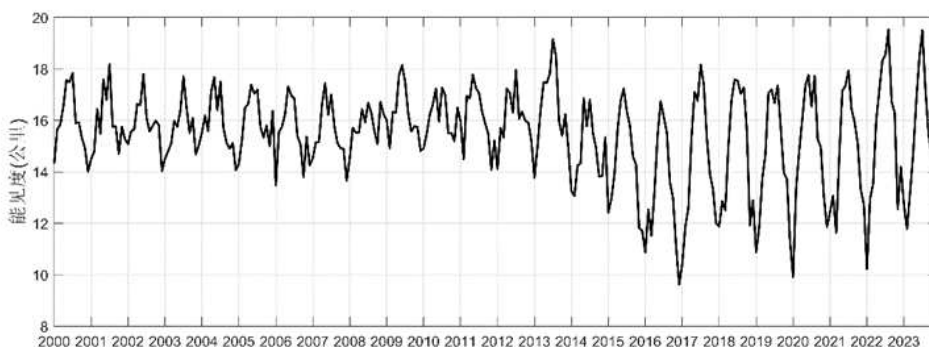


图 1.2 2000 年以来全国 08 时逐月平均能见度

1.2.2 霾*

2023 年全国共出现 5 次大范围霾天气过程，较近 5 年平均减少 1.4 次，平均霾日数为 20.5 天，较近 5 年平均减少 1.7 天。

1.2.2.1 现状

(1) 霾天气过程

2023 年全国共出现 5 次大范围霾天气过程，较 2022 年减少 2 次，较近 5 年减少 1.4 次。2023 年的 5 次霾过程包括：轻度霾天气过程 1 次、中度霾天气过程 2 次、重度霾天气过程 2 次（表 1.1）。2023 年霾天气过程主要发生在 1 月和 12 月，主要影响河南、河北南部、山东西部和陕西关中等地。

2023 年 12 月 25-31 日过程为 2023 年最强的霾天气过程。本次霾天气过程表现为：影响范围大，中东部大部地区均出现了持续性霾天气，影响面积达 320.3 万平方公里；持续时间长，达到 7 天。持续不利的气象条件是本次最强霾天气过程发生的外因。过程期间，中东部大部地区受均压场控制，地面风速较小，受前期降水偏多等影响，地面湿度较高。伴随着霾天气发展，我国中东部大部地区出现了持续性大雾天气。

* 霾天气为大量粒径为几微米以下的大气气溶胶粒子使水平能见度小于 10.0 公里、空气普遍混浊的天气现象。（GB/T 36542—2018）

表 1.1 2023 年霾天气过程纪要表

编号	起止时间	过程强度	主要影响区域
202301	1 月 1-7 日	重度	天津、河北中南部、山东、河南、陕西关中、山西南部、安徽北部、江苏中西部、湖南、新疆天山北坡城市群、四川盆地南部、黑龙江南部等地。
202302	1 月 11-13 日	中度	河北中西部、山西中西部、陕西中南部、河南、湖北东部、重庆、四川东部等地。
202303	2 月 4-8 日	轻度	河北南部、山东中西部、河南、山西南部、陕西关中、湖北中东部、湖南北部、四川盆地南部、新疆天山北坡城市群等地。
202304	10 月 28 日-11 月 2 日	中度	北京、天津、河北中南部、辽宁南部、湖北东部等地。
202305	12 月 25-31 日	重度	北京、天津、河北、山东、河南、山西、陕西中南部、湖北、安徽、江苏、上海、湖南、江西北部、浙江北部、四川东部、重庆、黑龙江南部、新疆天山北坡城市群等地。

(注:相邻三个及以上省大部分地区持续三天及以上出现霾天气记为一次霾天气过程, 霾过程强度判定标准参照 (QX/T 513—2019))

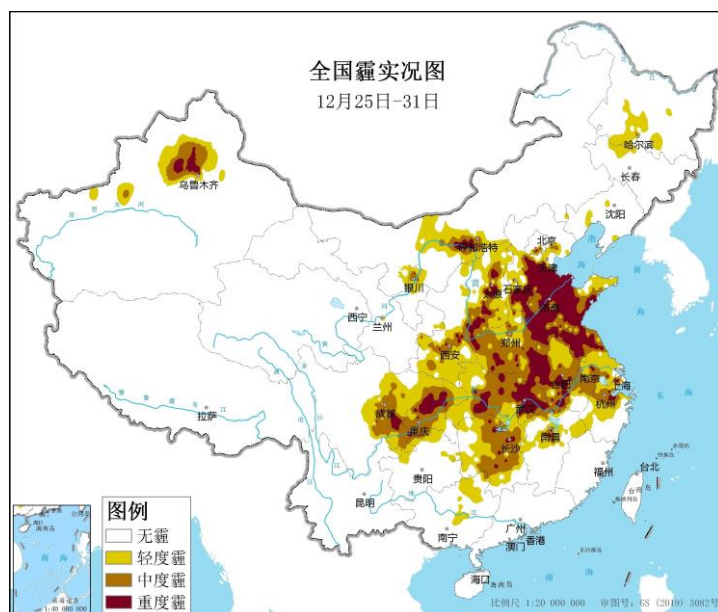


图 1.3 2023 年 12 月 25 日至 31 日霾天气过程实况

(2) 霾日

2023 年霾日*数较多的区域主要集中于河北南部、河南北部、山东西部等地。

全国：2023 年平均为 20.5 天，较 2022 年增加 1.4 天，较 2018 年减少 5.1 天，较近 5 年平均减少 1.7 天。

京津冀：2023 年平均为 30.1 天，较 2022 年增加 1.9 天，较 2018 年减少 23.7 天，较近 5 年平均减少 7.0 天。

汾渭平原：2023 年平均为 38.5 天，较 2022 年减少 1.0 天，较 2018 年减少 12.2 天，较近 5 年平均减少 7.1 天。

长三角：2023 年平均为 24.7 天，与 2022 年持平，较 2018 年减少 11.5 天，较近 5 年平均减少 3.8 天。

珠三角：2023 年平均为 1.3 天，较 2022 年减少 1.0 天，较 2018 年减少 5.5 天，较近 5 年平均减少 3.5 天。

其他区域：除西北地区 2023 年平均霾日数与 2022 年持平外，其他地区 2023 年平均霾日数均较 2022 年增加。

* 一日内霾现象持续 6 小时及以上时，记为一个霾日。（GB/T 36542—2018）

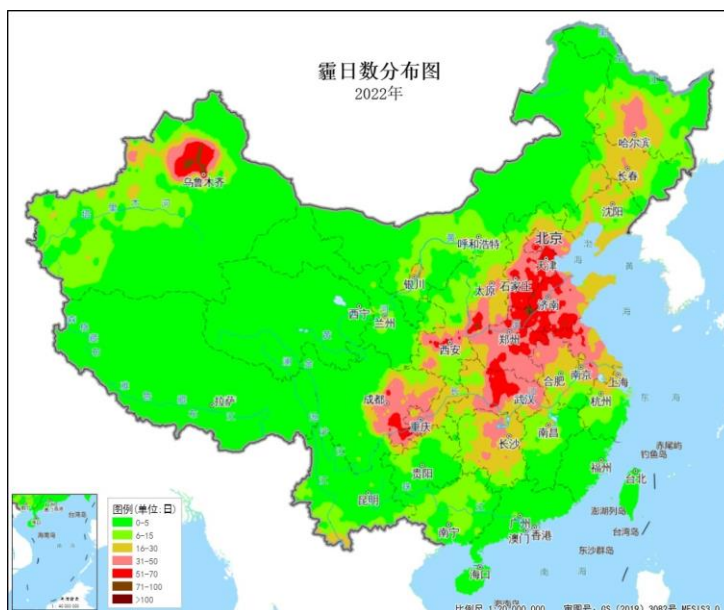


图 1.4 2023 年全国霾日数分布

1.2.2.2 长期变化

(1) 霾天气过程

2000 年以来，全国霾天气过程次数呈现先上升再下降后趋于平稳的变化趋势。2000 年至 2013 年呈上升趋势，2013 年达到峰值（15 次）；此后至 2018 年呈下降趋势；2018 年至 2023 年霾天气过程基本稳定在 5-7 次。

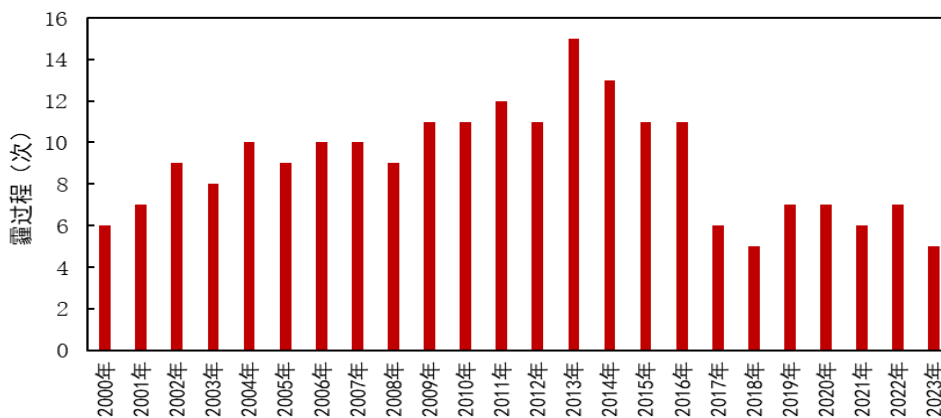


图 1.5 2000 年至 2023 年全国霾天气过程次数

(2) 霾日

全国及重点区域平均霾日数长期变化趋势均呈现先上升后下降的趋势。各重点区域霾日数转为下降的时间存在差异。全国平均霾日数自 2016 年开始明显下降，珠三角自 2012 年开始明显下降，京津冀和长三角地区自 2014 年开始明显

下降，汾渭平原自 2015 年开始明显下降。

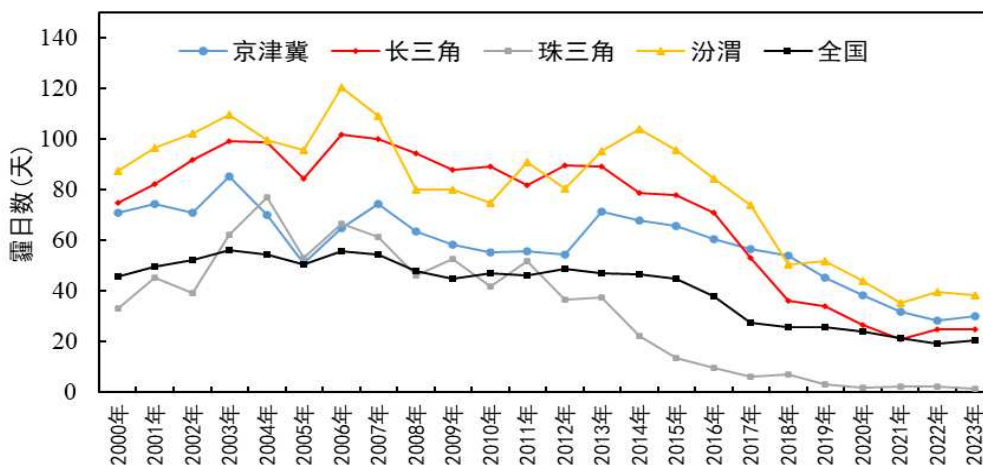


图 1.6 2000 年至 2023 年全国及重点区域霾日数

1.2.3 沙尘天气*

2023 年我国共出现了 17 次沙尘天气过程，较近 5 年平均偏多 4.6 次，呈现首发时间早、强度强、影响范围大等特点。

1.2.3.1 现状

(1) 沙尘天气过程

2023 年我国共出现 17 次沙尘天气过程（表 1.2），其中扬沙天气过程 12 次、沙尘暴天气过程 3 次、强沙尘暴天气过程 2 次。沙尘天气过程次数较 2022 年偏多 7 次，较近 5 年平均偏多 4.6 次。沙尘暴及以上强度过程次数（5 次）较 2022 年偏多 4 次，较近 5 年平均偏多 1.6 次。

2023 年沙尘天气过程具有首发时间早、强度强、影响范围大等特点。2023 年首次沙尘天气过程起始于 1 月 12 日，较近 5 年平均（2 月 16 日）偏早 35 天。2023 年最强沙尘天气过程是 3 月 19-24 日强沙尘暴过程，沙尘影响面积超过 484 万平方公里，沙尘暴影响面积超过 88 万平方公里，强沙尘暴影响面积超过 26 万平方公里，总影响人口超过 6.89 亿。

* 沙尘天气是指沙粒、尘土悬浮空中，使空气混浊、能见度降低的天气现象，包含浮尘、扬沙、沙尘暴、强沙尘暴和特强沙尘暴天气。（GB/T 20480—2017）

表 1.2 2023 年沙尘天气过程纪要表

编号	起止时间	过程类型	主要影响范围
202301	1 月 12-13 日	扬沙	新疆东部和南部、青海北部、甘肃、内蒙古中西部、宁夏、陕西中北部、山西西部、河南西部等地出现扬沙或浮尘天气，新疆东部和南部、陕西北部的部分地区出现沙尘暴，新疆东部和南部局地出现强沙尘暴。
202302	2 月 27-28 日	扬沙	内蒙古东南部、辽宁北部、吉林中西部、黑龙江南部等地出现扬沙或浮尘天气。
202303	3 月 7 日	扬沙	新疆南部、内蒙古中西部、吉林中西部、辽宁西部等地出现扬沙或浮尘天气。
202304	3 月 9-12 日	扬沙	新疆东部和南部、内蒙古大部、甘肃、宁夏、青海东部、陕西、山西、辽宁、吉林、河北、北京、天津、山东西部和北部、河南、湖北北部、安徽北部等地出现扬沙或浮尘天气，其中，新疆南部和东部、内蒙古中部、河北北部局地出现沙尘暴，新疆东部局地出现强沙尘暴。
202305	3 月 13-15 日	扬沙	新疆南部、甘肃西部、内蒙古大部、宁夏北部、山西北部、河北中北部、北京、天津、吉林西部、辽宁西部、山东大部、河南中东部、江苏北部、安徽北部等地出现扬沙或浮尘天气。
202306	3 月 19-24 日	强沙尘暴	新疆南部和东部、内蒙古、青海北部、甘肃、宁夏、陕西中北部、山西、河北、北京、天津、黑龙江、吉林、辽宁、河南、山东、江苏、安徽中北部、湖北北部、浙江北部、上海等地出现扬沙或浮尘天气，其中，新疆南部、内蒙古中东部、河北北部、山西北部、北京、吉林西部、黑龙江西南部等地的部分地区出现沙尘暴，新疆南部、内蒙古中东部、河北北部、北京西北部等地局部出现强沙尘暴。
202307	4 月 3-4 日	扬沙	新疆南部和东部、内蒙古西部、甘肃西部、青海北部等地出现扬沙或浮尘天气，新疆南部、青海西北部局地出现沙尘暴。

编号	起止时间	过程类型	主要影响范围
202308	4月9-13日	沙尘暴	新疆东部和南部、内蒙古大部、甘肃、青海柴达木盆地、宁夏、陕西、山西、河北、北京、天津、河南、山东、江苏、安徽、湖北、上海、浙江、湖南北部、江西北部、福建中北部、吉林、辽宁、黑龙江等地出现扬沙或浮尘天气，其中，内蒙古中西部、河北西北部和中部、北京、天津、新疆南部等地的部分地区出现沙尘暴或强沙尘暴。
202309	4月13-15日	扬沙	新疆南部和东部、西藏北部、青海西部和东部、甘肃西部、内蒙古中西部和东南部、陕西北部、山西、河北、北京、天津、山东中西部、河南中北部、安徽北部和西部、江苏北部、湖北东部、吉林中部和东部、辽宁中部和西部等地出现扬沙或浮尘天气，其中内蒙古中部的部分地区出现沙尘暴或强沙尘暴。
202310	4月18-21日	强沙尘暴	新疆东部和南部、青海北部、甘肃、内蒙古中西部和东部、宁夏、陕西、四川北部、山西、河北西北部和中南部、北京西部、河南中西部、山东西部、黑龙江西南部和东部、吉林等地出现扬沙或浮尘天气，新疆东部和南部、甘肃西部和北部、内蒙古中西部、宁夏、陕西北部等地的部分地区出现沙尘暴，新疆东部和南部、甘肃西部和北部、内蒙古中西部、宁夏中北部、陕西西北部的局地出现强沙尘暴。
202311	4月24-26日	扬沙	新疆南部和东部、内蒙古中西部、河北北部、北京、天津等地出现扬沙或浮尘，其中，新疆南部、内蒙古中部等地出现沙尘暴或强沙尘暴。
202312	4月27-29日	沙尘暴	新疆南部和东部、青海东北部、甘肃西部和东部、内蒙古中西部、宁夏、陕西、山西、河北南部、山东西部、河南、安徽中西部、湖北东部、湖南中北部、江西北部等地出现扬沙或浮尘，其中，新疆东部、甘肃西北部、内蒙古中西部、宁夏西部等地出现沙尘暴或强沙尘暴。

编号	起止时间	过程类型	主要影响范围
202313	5月2-3日	扬沙	新疆东部和南部、内蒙古中西部和东部、黑龙江西南部、吉林中西部、辽宁中北部等地的部分地区出现扬沙或浮尘天气，新疆南部局地出现沙尘暴或强沙尘暴。
202314	5月19-22日	沙尘暴	新疆南部和东部、青海北部、内蒙古大部、甘肃中西部、宁夏、陕西北部、山西中北部、河北中北部、北京、天津、山东北部和东部、江苏中北部、安徽东部、辽宁中西部、吉林中西部、黑龙江中南部等地的部分地区出现扬沙或浮尘天气，新疆南部、青海西北部、内蒙古偏北地区出现沙尘暴或强沙尘暴。
202315	5月24-25日	扬沙	新疆南部、内蒙古中西部和东南部、甘肃北部、宁夏北部、陕西北部、吉林中西部、黑龙江西南部、辽宁西北部等地的部分地区出现扬沙或浮尘天气，新疆南部、内蒙古中西部偏北局地出现沙尘暴或强沙尘暴。
202316	11月2-3日	扬沙	新疆南部和东部、内蒙古中西部、宁夏北部、山西北部、河北、北京、山东中西部、河南中部等地的部分地区出现扬沙或浮尘天气，内蒙古中部局地出现沙尘暴。
202317	12月5-9日	扬沙	新疆南部、内蒙古中西部、宁夏、甘肃中东部、陕西中北部、山西、北京、天津、河北、河南、山东、江苏中北部、安徽北部、四川北部等地出现扬沙或浮尘天气。

注：在同一次天气过程中，相邻3个或3个以上国家基本（准）站在同一观测时次出现了强沙尘暴或特强沙尘暴天气，记为强沙尘暴天气过程；相邻3个或3个以上国家基本（准）站在同一观测时次出现了沙尘暴或更强沙尘天气，记为沙尘暴天气过程；相邻5个或5个以上国家基本（准）站在同一观测时次出现了扬沙或更强沙尘天气，记为扬沙天气过程*。

* 参照《沙尘天气等级》（GB/T 20480—2017）

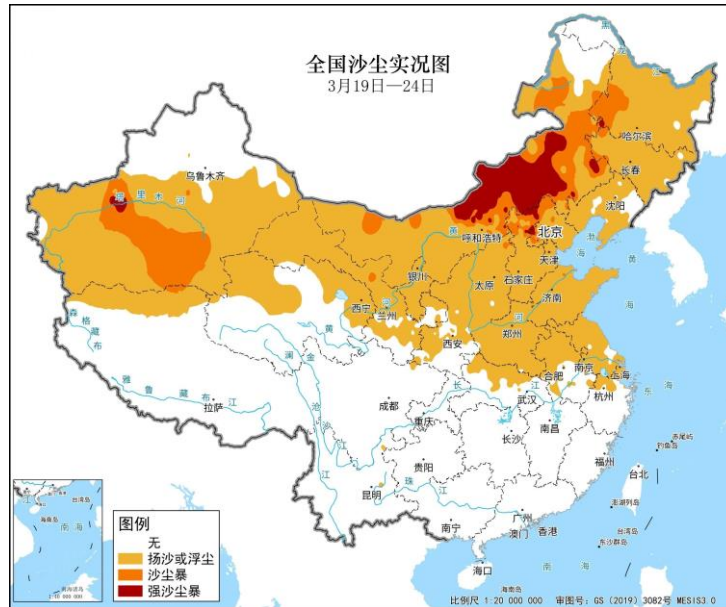


图 1.7 3 月 19 日-24 日沙尘天气过程实况

(2) 沙尘天气日数*

2023 年我国长江以北大部分地区均受到沙尘天气影响。华北、黄淮、江淮、江汉、东北和西藏中西部等地区沙尘日数为 1-4 天；西北沙尘日数为 5-9 天；内蒙古中西部、甘肃北部、宁夏、新疆南部和青海西北部的部分地区沙尘日数超过 10 天；内蒙古西部和新疆南部的部分地区沙尘日数超过 50 天，其中，新疆和田站最多，沙尘日数达到 179 天。沙尘暴主要出现在新疆南部和东部、青海西北部、甘肃北部、内蒙古中西部、宁夏、河北北部、黑龙江西部等地，其中内蒙古中西部沙尘暴天气日数为 3-9 日，新疆南部局地沙尘暴天气日数达 4-12 日。强沙尘暴主要出现在新疆南部和东部、内蒙古中西部、河北北部，出现日数为 1-4 天。

* 一自然日内 8 个观测时次中 1 个及以上时次观测到沙尘天气现象，记为一个沙尘日。

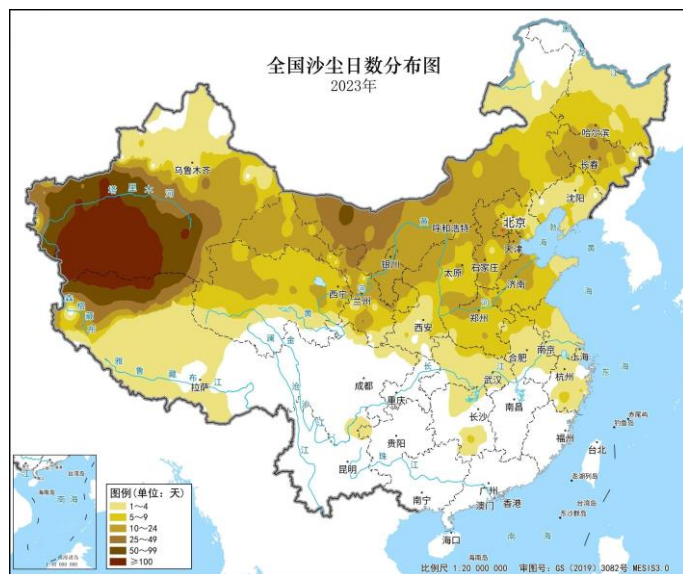


图 1.8 2023 年沙尘天气日数

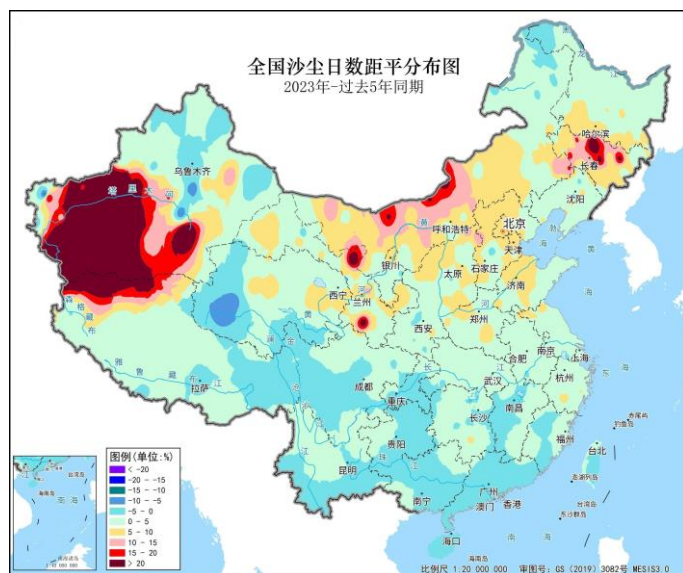


图 1.9 2023 年沙尘日数较近 5 年平均距平分布

在我国 673 个基准气象观测站中，2023 年共有 419 个站点出现了沙尘天气，较 2022 年（305 站）偏多 114 站，较近 5 年平均（306 站）偏多 113 站。2023 年，我国北方大部分地区沙尘天气日数较近 5 年平均偏多，新疆南部、内蒙古中西部、甘肃中北部、东北中部等地偏多 10 天以上，部分地区偏多 20 天以上。

1.2.3.2 长期变化

2000 年至 2023 年，沙尘天气过程次数呈现先减少后增加的趋势。2000

年至 2010 年平均每年出现沙尘天气过程 15.7 次；2011 年至 2014 年沙尘天气过程偏少，平均每年出现 8.8 次；2015 年至 2023 年沙尘天气过程增加，平均每年出现 12.9 次。

2000 年至 2023 年，沙尘暴天气过程次数呈现先减少后增加的趋势。其中，2000 年至 2010 年平均每年出现沙尘暴天气过程 6.5 次；2011 年至 2018 年沙尘暴天气发生次数明显减少，平均每年 1.5 次；2019 年至 2023 年沙尘暴天气过程有所增加，平均每年 2.8 次。

2000 年至 2023 年，大部分年份均会出现 1-2 次强沙尘暴天气过程（2003、2009、2013、2017、2022 年未出现强沙尘暴天气过程）。2001 年、2002 年和 2006 年沙尘天气频率高、强度大，强沙尘暴天气过程多达 5 次。

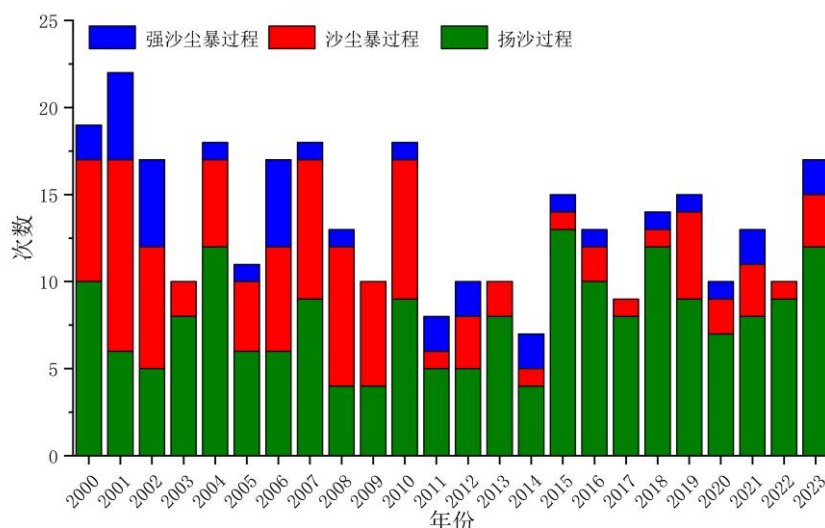


图 1.10 2000 年至 2023 年沙尘天气过程次数

1.3 大气颗粒物浓度

1.3.1 PM₁₀*背景浓度

中国气象局国家大气本底站（湖北金沙、云南香格里拉、新疆阿克达拉、浙江临安、黑龙江龙凤山）观测资料显示，2023 年香格里拉、阿克达拉站、金沙、临安和龙凤山 PM₁₀ 浓度分别为 5.7、23.1、38.1、48.3 和 37.1 微克/立方米，其中香格里拉和阿克达拉站较 2022 年分别下降 1.7%和 6.7%，金沙、临安和龙

* PM₁₀ 指环境空气中空气动力学当量直径小于等于 10 微米的颗粒物，也称可吸入颗粒物。（GB3095—2012）

凤山较 2022 年分别增加 14.6%、11.5%和 21.4%。

2006 至 2023 年观测资料显示，香格里拉站多年平均 PM₁₀ 浓度最低（6.8 微克/立方米），临安站最高（59.8 微克/立方米），阿克达拉、龙凤山、金沙站则分别为 17.7、40.1、40.3 微克/立方米。从年际变化来看，临安、龙凤山、金沙站的 PM₁₀ 浓度呈下降趋势（平均年变率分别为-2.8、-2.1、-0.5 微克/立方米/年），阿克达拉呈弱上升趋势（平均年变率 0.8 微克/立方米/年），香格里拉站的变化不明显。

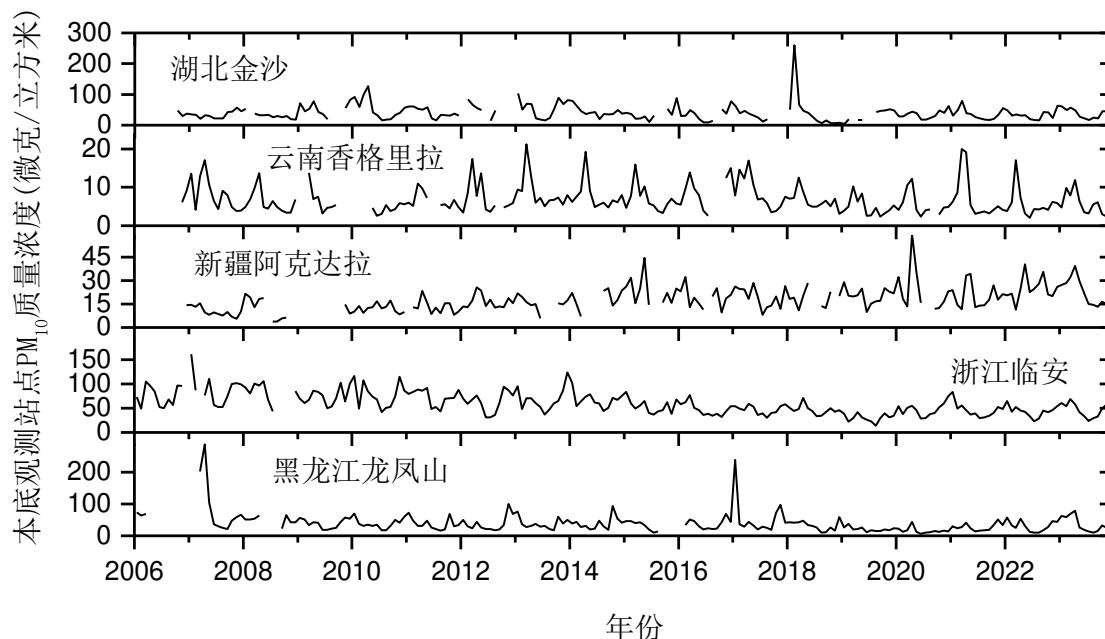


图 1.11 2006 年至 2023 年 5 个本底站 PM₁₀ 质量浓度月均值时间序列

(注：金沙站、香格里拉站、阿克达拉站、临安站、龙凤山站为 WMO-GAW 区域大气本底站，分别从 2006 年、2007 年、2007 年、2005 年、2005 年开始观测)

1.3.2 PM_{2.5}*背景浓度

中国气象局国家大气本底站*（北京上甸子、湖北金沙、云南香格里拉、新疆阿克达拉）观测资料显示，2023 年香格里拉、阿克达拉、上甸子和金沙站的 PM_{2.5} 浓度分别为 4.3、11.5、22.4 和 23.2 微克/立方米，香格里拉和阿克达拉较 2022 年分别下降 10.6%和 38.5%、上甸子和金沙站较 2022 年分别上升 4.1%和 2.9%。

* PM_{2.5} 指环境空气中空气动力学当量直径小于等于 2.5 微米的颗粒物，也称细颗粒物。（GB3095—2012）

* 上甸子站 2021 年 3 月起设备型号从 TEOM1400a 变更为 TEOM1405DF；金沙站 2021 年 8 月起设备型号从 GRIMM180 变更为 TEOM1405DF；香格里拉站从 2022 年 7 月起设备型号从 GRIMM180 变更为 TEOM1405DF；阿克达拉站 2021 年 3 月起设备型号从 GRIMM180 变更为 TEOM1405DF。

2006 至 2023 年观测资料显示，香格里拉、阿克达拉、金沙和上甸子站的多年平均 PM_{2.5} 浓度分别为 5.0、10.8、29.8 和 36.2 微克/立方米。从年际变化来看，北京上甸子、湖北金沙年平均 PM_{2.5} 浓度呈现出下降趋势（平均年变率分别为-1.8、-0.8 微克/立方米/年）；阿克达拉站呈弱上升趋势（平均年变率约 0.4 微克/立方米/年），香格里拉站的变化趋势不明显。

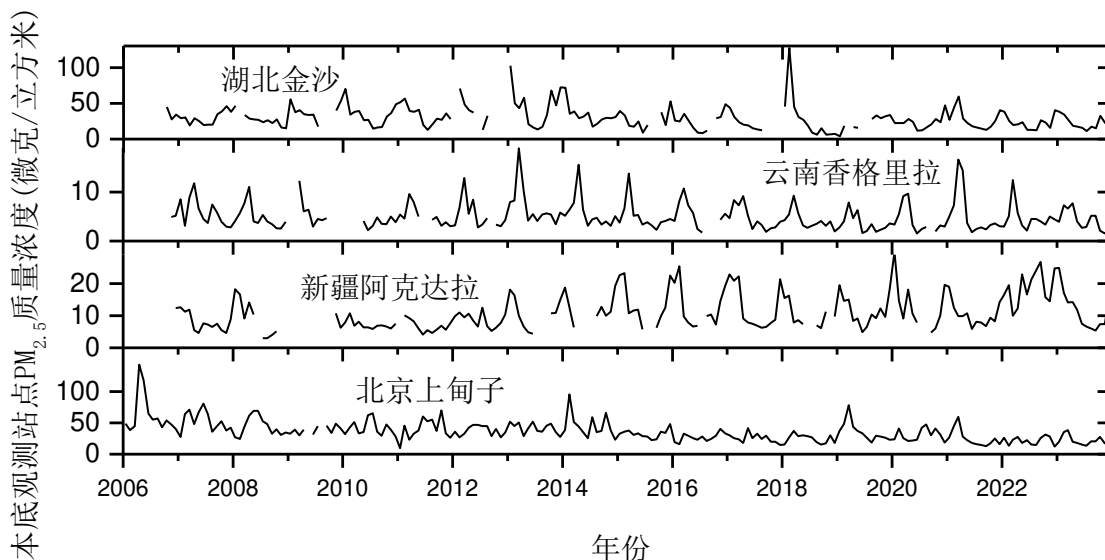


图 1.12 2006 年至 2023 年 4 个本底站 PM_{2.5} 质量浓度月均值时间序列
(注：上甸子站、金沙站、香格里拉站、阿克达拉站为 WMO-GAW 区域大气本底站，分别从 2005 年、2006 年、2007 年、2007 年开始观测)

1.4 反应性气体

1.4.1 地面臭氧背景浓度

中国气象局 6 个大气本底站（北京上甸子、黑龙江龙凤山、浙江临安、云南香格里拉、青海瓦里关、新疆阿克达拉）中，上甸子和临安站 2023 年地面臭氧浓度较 2022 年略有下降，而其他本底站略有上升。多年的地面臭氧浓度**资料显示，瓦里关站多年平均浓度（112.0 微克/立方米）显著高于其它站（69.6-82.3 微克/立方米）。上甸子和瓦里关站浓度呈现弱上升趋势（平均年变率均为 0.3 微克/立方米/年）；临安、龙凤山和阿克达拉站变化趋势不明显（平均年变率介于± 0.2 微克/立方米/年之间）；香格里拉站下降趋势相对明显（平均年变率为-0.8

** 统计标准参照《大气成分资料统计处理业务规定（试行）》（气预函〔2017〕44 号）

微克/立方米/年)。

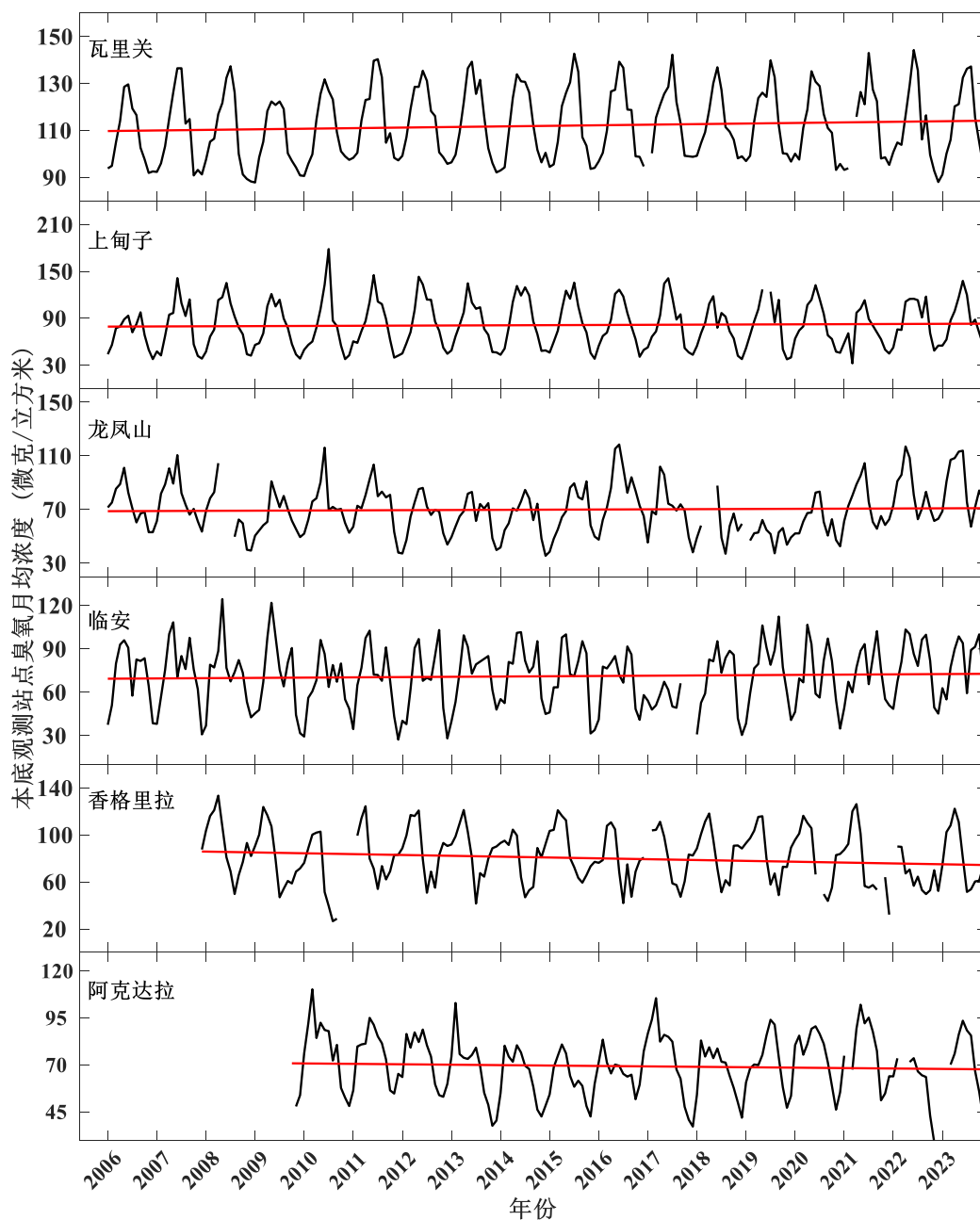


图 1.13 2006 年至 2023 年 6 个大气本底站地面臭氧月平均浓度时间序列

(注：瓦里关站为 WMO-GAW 全球大气本底站，上甸子站、龙凤山站、临安站、香格里拉站、阿克达拉站为 WMO-GAW 区域大气本底站，分别从 2004 年、2005 年、2005 年、2007 年、2009 年开始观测)

1.4.2 对流层臭氧总量

基于卫星监测对流层臭氧总量*结果显示，2023 年我国对流层臭氧总量较

* 对流层臭氧总量是指大气底部到对流层层顶的垂直臭氧总量。对流层臭氧总量统计值为区域内所有地点

2022 年上升 1.33%、较 2018 年上升 4.17%。其中，京津冀地区较 2022 年上升 2.45%、较 2018 年上升 2.38%；汾渭平原较 2022 年和 2018 年分别上升 2.29%和 5.65%；长三角较 2022 年上升 5.52%、较 2018 年上升 2.77%；珠三角较 2022 年上升 7.30%、较 2018 年上升 4.70%。

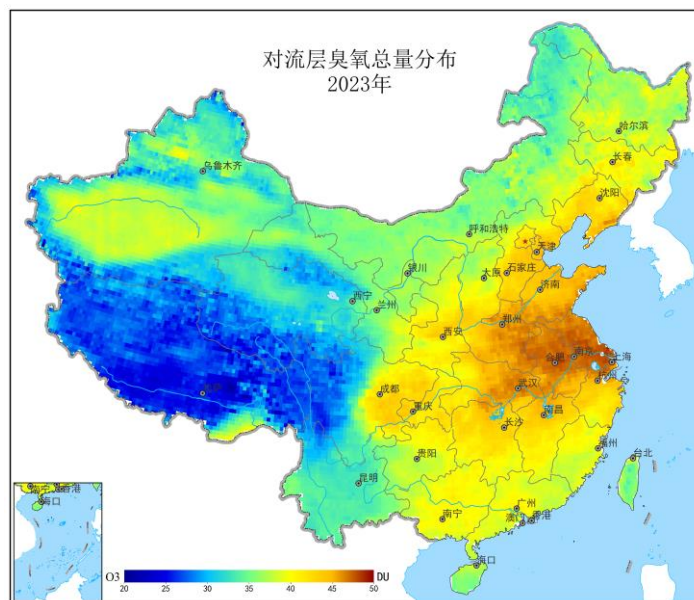


图 1.14 2023 年全国对流层臭氧总量 (单位: DU*) 分布

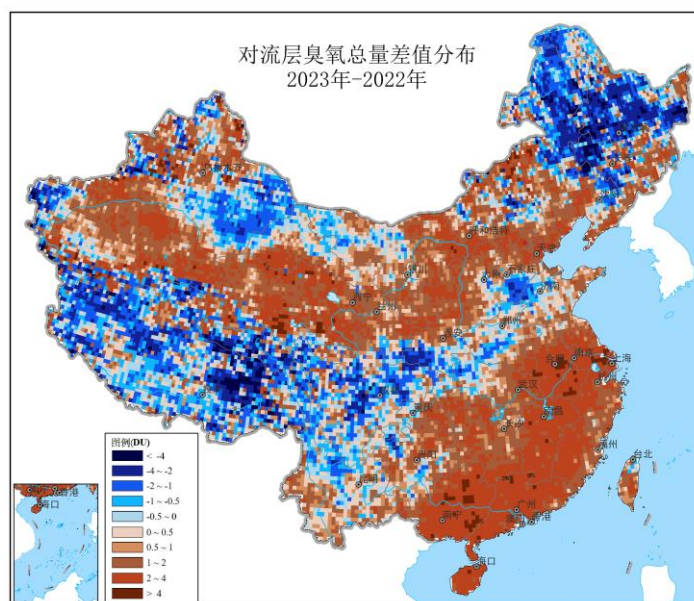


图 1.15 2023 年与 2022 年全国对流层臭氧总量 (单位:DU) 差值分布

1.4.3 NO₂ 对流层总量和 SO₂ 柱总量

在卫星过境时刻晴空条件下的对流层气柱总量，与城市站点的近地面观测臭氧浓度存在差异。
* DU 为多布森单位(Dobson Unit), 1 标准大气压下, 温度 273K 下, 0.01mm 厚度的臭氧层为一个多布森单位。

卫星监测显示，NO₂ 对流层总量*高值主要分布在京津冀、汾渭平原、长三角、珠三角等区域。2023 年全国平均以及各主要区域 NO₂ 对流层总量相比 2022 年均有所上升（1.5%-7.0%）。

2023 年 SO₂ 柱总量高值区主要分布在京津冀、长三角、汾渭平原和东北地区。2023 年全国平均 SO₂ 柱总量较 2022 年和 2018 年分别下降 1.63%和 4.39%；京津冀较 2022 年和 2018 年分别下降 4.22%和 12.64%；汾渭平原较 2022 年和 2018 年分别下降 5.23%和 10.09%；长三角较 2022 年上升 2.35%，较 2018 年下降 4.18%；珠三角较 2022 年下降 5.26%，较 2018 年上升 4.33%。

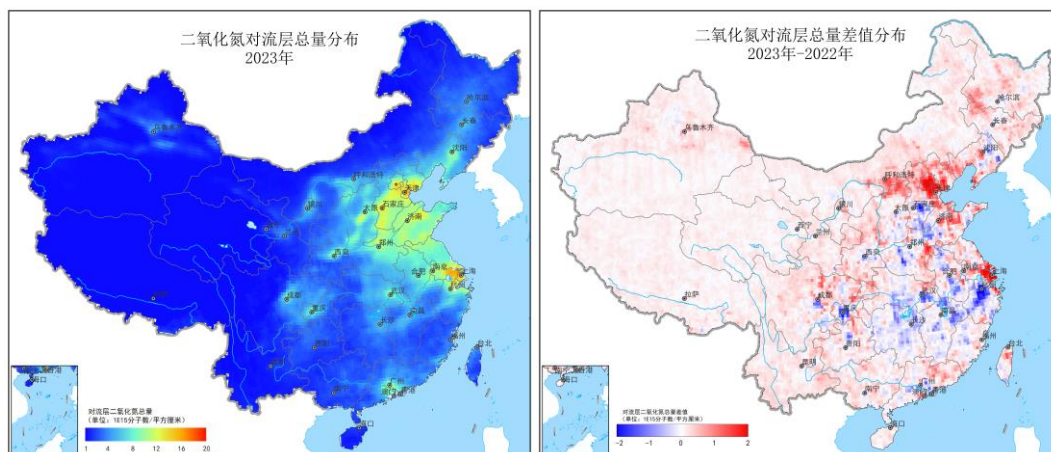


图 1.16 2023 年 NO₂ 对流层总量及其与 2022 年差值分布

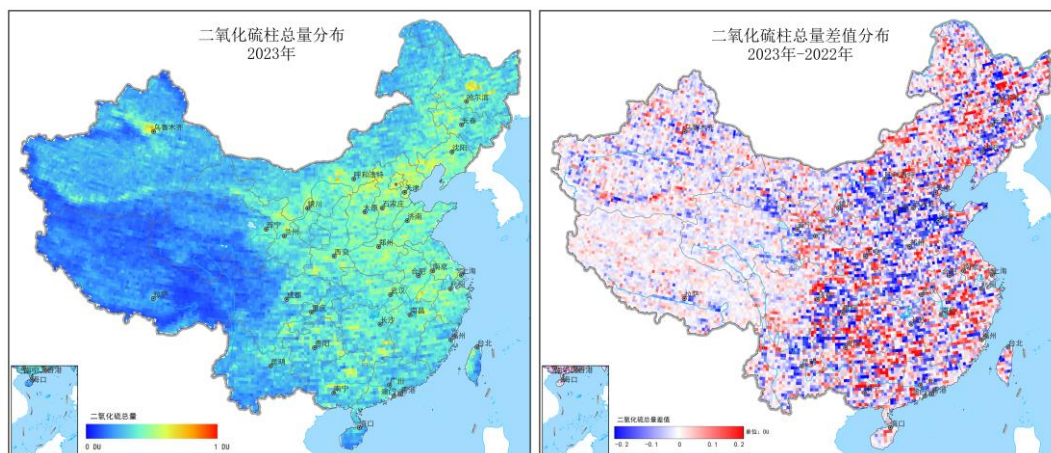


图 1.17 2023 年 SO₂ 柱总量及其与 2022 年差值分布

* NO₂ 对流层总量是指大气底部到对流层层顶的垂直 NO₂ 总量。NO₂ 对流层总量统计值为区域内所有地点在卫星过境时刻晴空条件下的对流层气柱总量，与城市站点的近地面观测 NO₂ 浓度存在差异。

1.5 酸雨

1.5.1 现状

中国气象局酸雨观测站网观测（140 个酸雨自动观测站和 193 个酸雨人工观测站）*结果显示：2023 年，全国平均降水 pH 值为 6.04，与 2022 年大体持平（6.09），平均酸雨频率为 17.23%，保持了近年来酸雨改善的较好水平。

2023 年，全国酸雨区（降水 pH 值低于 5.60）主要位于江南、华南大部及西南的部分地区，其中江西东部、湖南东部和南部、广西东部、广东北部和福建东南部等地平均降水 pH 值低于 5.00，酸雨污染较明显；酸雨频发区（酸雨频率高于 50%）主要位于江南大部、华南大部、西南等南方地区，其中江西东部、湖南东部和南部、广西东部、广东北部和福建东南部等地区酸雨频率高于 80%，为酸雨高发区。

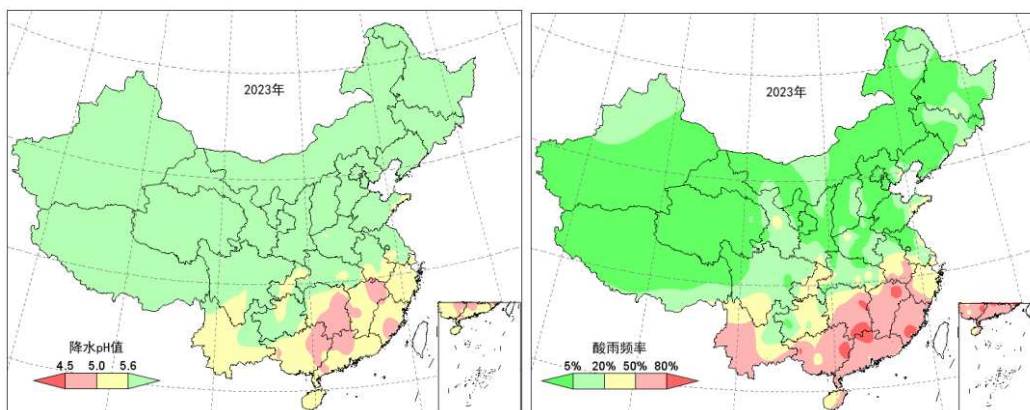


图 1.18 2023 年全国降水 pH 值（左）及酸雨频率（右）

1.5.2 长期变化

中国气象局 74 个酸雨观测站的长期观测资料显示，自 1992 年以来，全国酸雨污染经历了改善、恶化、再次改善的阶段性变化。1992 年至 1999 年为酸雨改善期，平均降水 pH 值、酸雨频率、强酸雨频率的年变率分别为 0.03/年、-0.7%/年、-0.7%/年；2000 年至 2007 年酸雨污染恶化，平均降水 pH 值、酸雨频率、强酸雨频率的年变率分别为-0.06/年、2.1%/年、1.6%/年；2008 年以

* 自 2022 年 6 月 1 日起全国 144 个站点开展酸雨自动观测系统业务运行，同时取消酸雨人工观测任务。本节中各部分均为 140 个酸雨自动观测站和 193 个酸雨人工观测站统计结果，有 5 站点因观测问题未用。

来酸雨污染状况再度改善，平均降水 pH 值、酸雨频率、强酸雨频率的年变率分别为 0.04/年、-1.2%/年、-1.1%/年，但近 3 年，降水 pH 值有所降低。

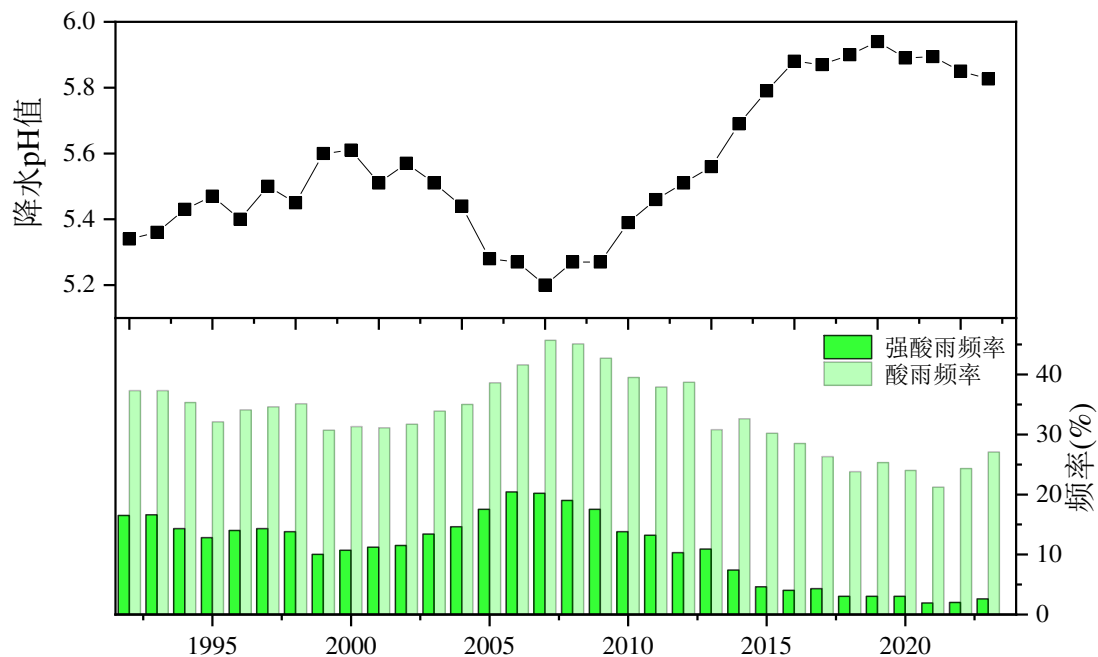


图 1.19 1992 年至 2023 年全国平均降水 pH 值、酸雨频率和强酸雨频率时间序列

第二部分 全国大气污染气象条件

2.1 概述

冷空气活动、风速、相对湿度、大气稳定度、降水、气温、辐射等是影响大气环境的重要气象因素。

2023 年，全国平均 PM_{2.5} 污染气象条件与 2022 年基本持平，但是北方部分地区受冬季冷空气偏多偏强等影响，PM_{2.5} 污染气象条件偏好，有利于大气污染物稀释扩散。

2023 年 5-10 月，受降水偏多、辐射偏弱、日照偏短等影响，全国大部地区臭氧污染气象条件偏好，有利于臭氧浓度下降。但是京津冀等区域受降水日数偏少、高温偏强等影响，臭氧污染气象条件偏差。

2023 年，东亚地区沙源地春季冷空气和大风偏强、土壤水分含量偏低、积雪和植被覆盖度偏低，气象条件有利于我国沙尘天气偏多偏强。

2.2 PM_{2.5} 污染气象条件

2023 年，全国平均 PM_{2.5} 污染气象条件与 2022 年和近 5 年平均基本持平。但是北方部分地区受冬季冷空气偏强，风速偏大等影响，PM_{2.5} 污染气象条件偏好。

2.2.1 冷空气

冷空气有利于大气污染物的清除，冷空气越强越有利于 PM_{2.5} 浓度的降低。2023 年影响我国的冷空气过程较 2022 年偏少偏弱，但是冬季冷空气过程偏多偏强。

2023 年影响我国的大范围冷空气过程共计 33 次，较 2022 年（35 次）偏

少 2 次，但较近 5 年平均（30.8 次）偏多 2.2 次。其中，强冷空气及以上级别过程 17 次，较 2022 年（22 次）偏少 5 次，较近 5 年平均（18 次）偏少 1 次。2023 年冬季一共有 18 次冷空气过程，较 2022 年同期（14 次）偏多 4 次，较近 5 年同期平均（15.8 次）偏多 2.2 次。其中，强冷空气及以上级别过程为 10 次，较 2022 年同期（6 次）偏多 4 次，较近 5 年同期平均（9.0 次）偏多 1 次。

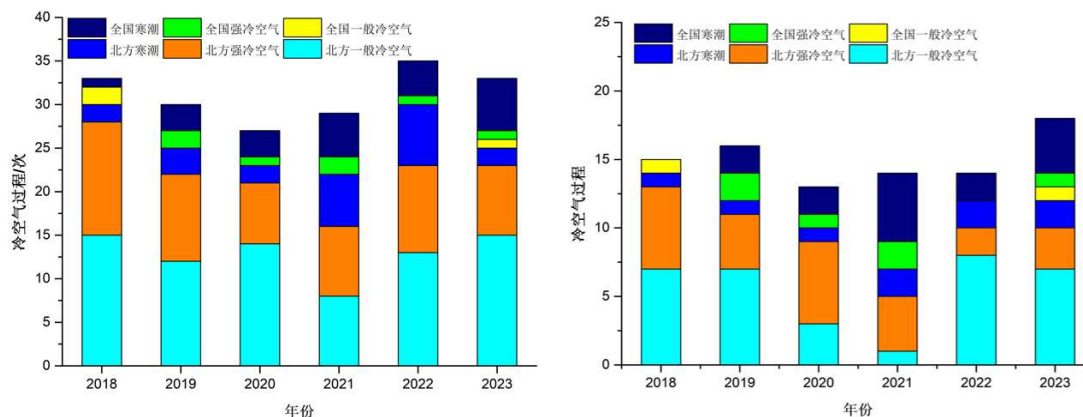


图 2.1 全国 2018 年至 2023 年全年（左）和冬季（右）冷空气过程次数

2.2.2 风速和小风日数

地面风速决定大气水平扩散能力，风速越大，扩散能力越强。2023 年，北方大部地区平均风速较 2022 年和近 5 年平均均偏大。冬季，全国大部地区平均风速较 2022 年和近 5 年平均均偏大，小风日数（日平均风速小于 1.5 米/秒的天数，下同）偏少。

全国：2023 年平均风速为 2.33 米/秒，较 2022 年和近 5 年平均分别偏大 4.5%和 1.9%。2023 年冬季平均风速为 2.21 米/秒，较 2022 年和近 5 年平均分别偏大 7.8%和 2.9%。

京津冀：2023 年平均风速为 1.96 米/秒，与 2022 年和近 5 年平均基本持平。2023 年冬季平均风速为 1.90 米/秒，较 2022 年和近 5 年平均分别偏大 4.4%和 3.3%。

汾渭平原：2023 年平均风速为 1.99 米/秒，与 2022 年和近 5 年平均基本持平。2023 年冬季平均风速为 2.05 米/秒，较 2022 年和近 5 年平均分别偏大 9.6%和 7.1%。

长三角：2023 年平均风速为 2.10 米/秒，较 2022 年和近 5 年平均分别偏小 3.2%和 2.1%。2023 年冬季平均风速为 2.14 米/秒，较 2022 年和近 5 年平

均分别偏大 5.4%和 2.5%。

珠三角：2023 年平均风速为 2.08 米/秒，较 2022 年偏小 3.3%，与近 5 年平均基本持平。2023 年冬季平均风速为 2.17 米/秒，较 2022 年偏小 2.7%，较近 5 年平均偏大 2.2%。

其他区域：2023 年其他区域平均风速均较 2022 年和近 5 年平均偏大。

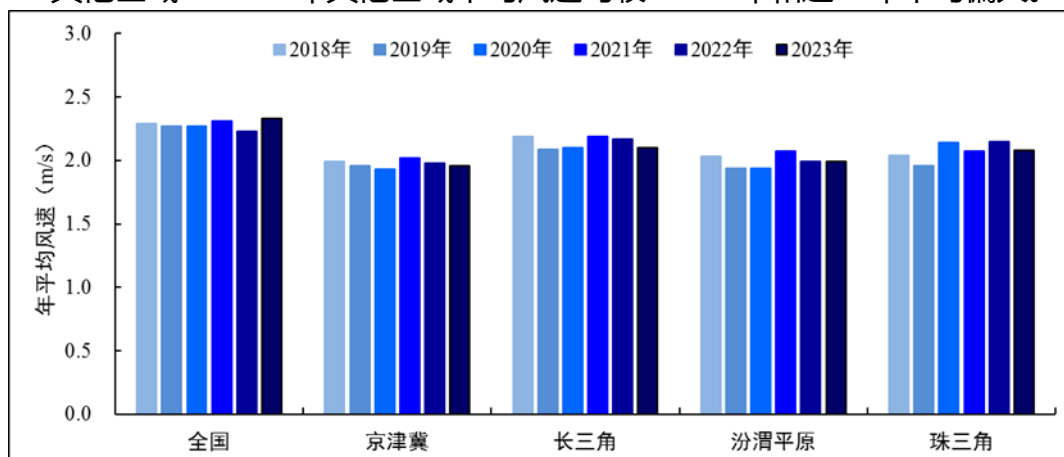


图 2.2 2018 年至 2023 年全国及重点区域年平均风速变化

全国：2023 年小风日数为 105.2 天，较 2022 年和近 5 年平均分别偏少 3.7 天和 3.1 天。2023 年冬季小风日数为 42.8 天，较 2022 年和近 5 年平均分别偏少 3.4 天和 1.6 天。

京津冀：2023 年小风日数为 130 天，较 2022 年和近 5 年平均分别偏多 1.3 天和 0.1 天。2023 年冬季小风日数为 49.9 天，较 2022 年和近 5 年平均分别偏少 3.7 天和 1.8 天。

汾渭平原：2023 年小风日数为 117.6 天，较 2022 年和近 5 年平均分别偏少 1.2 天和 1.4 天。2023 年冬季小风日数为 40.6 天，较 2022 年和近 5 年平均分别偏少 6.8 天和 5.3 天。

长三角：2023 年小风日数为 113.8 天，较 2022 年和近 5 年平均分别偏多 10.9 天和 6.2 天。2023 年冬季小风日数为 39.5 天，较 2022 年和近 5 年平均分别偏少 4.9 天和 1.6 天。

珠三角：2023 年小风日数为 107 天，较 2022 年和近 5 年平均分别偏多 9.7 天和 1.7 天。2023 年冬季小风日数为 37.3 天，较 2022 年和近 5 年平均分别偏多 3.1 天和 0.6 天。

其他区域：2023 年小风日数均较 2022 年和近 5 年平均偏少。

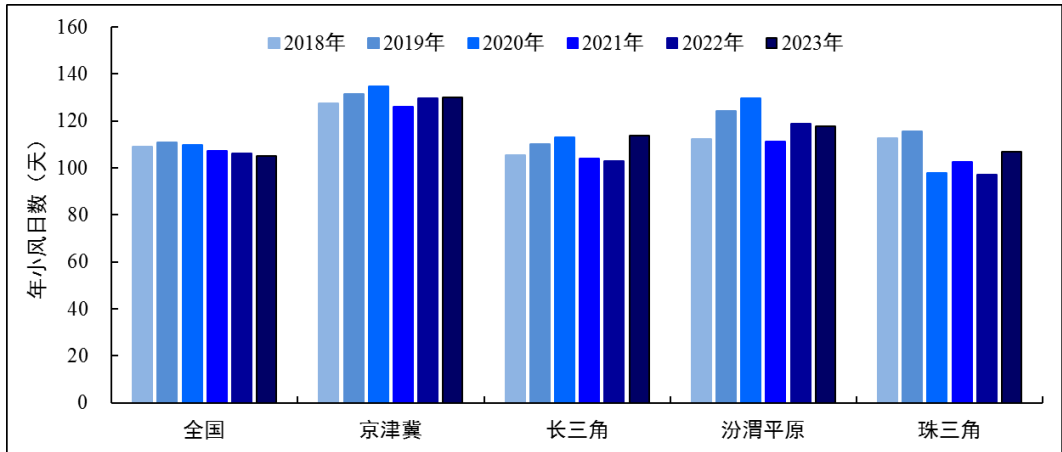


图 2.3 2018 年至 2023 年全国及重点区域年小风日数变化

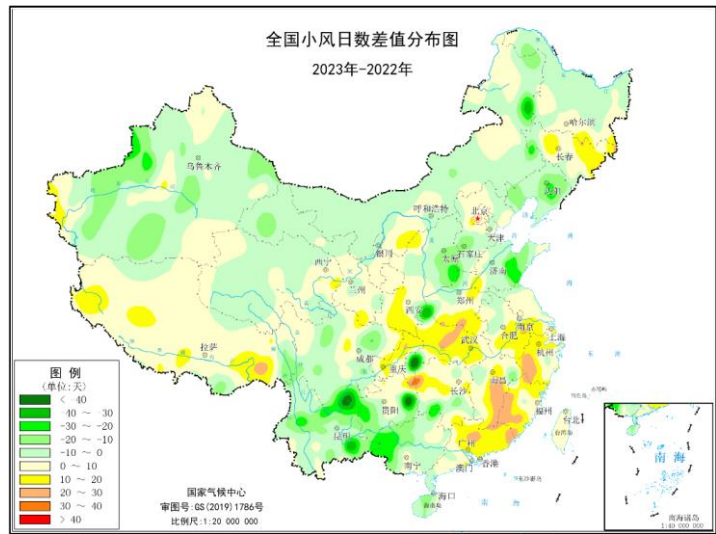


图 2.4 2023 年与 2022 年全国小风日数差值分布

2.2.3 相对湿度

地面相对湿度影响细颗粒物浓度，在静稳天气下，相对湿度越高，越有利于细颗粒物浓度升高。2023 年，北方大部地区相对湿度较 2022 年和近 5 年平均偏低。冬季，全国大部地区相对湿度较 2022 年及近 5 年平均偏低。

全国：2023 年相对湿度为 59.2%，与 2022 年基本持平，较近 5 年平均偏低 1.6%。2023 年冬季相对湿度为 58.2%，较 2022 年和近 5 年平均分别偏低 1.7%和 2.3%。

京津冀：2023 年相对湿度为 58.7%，与 2022 年和近 5 年平均基本持平。2023 年冬季相对湿度为 54.7%，与 2022 年和近 5 年平均基本持平。

汾渭平原：2023 年相对湿度为 63.1%，与 2022 年基本持平，较近 5 年平

均偏高 1.5%。2023 年冬季相对湿度为 56%，较 2022 年和近 5 年平均分别偏低 5.9%和 3.6%。

长三角：2023 年相对湿度为 73.8%，与 2022 年基本持平，较近 5 年平均偏低 2.8%。2023 年冬季相对湿度为 70%，较 2022 年和近 5 年平均分别偏低 5.1%和 7.5%。

珠三角：2023 年相对湿度为 77.5%，与 2022 年和近 5 年平均基本持平。2023 年冬季相对湿度为 72.1%，较 2022 年和近 5 年平均分别偏低 5.5%和 2%。

其他区域：2023 年其他地区平均相对湿度均较 2022 年和近 5 年平均偏低。

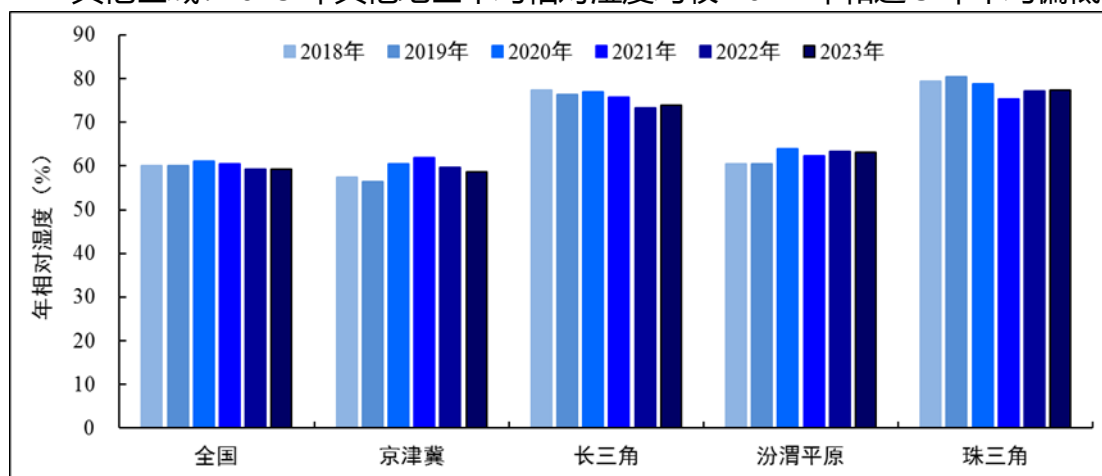


图 2.5 2018 年至 2023 年全国及重点区域年平均相对湿度变化

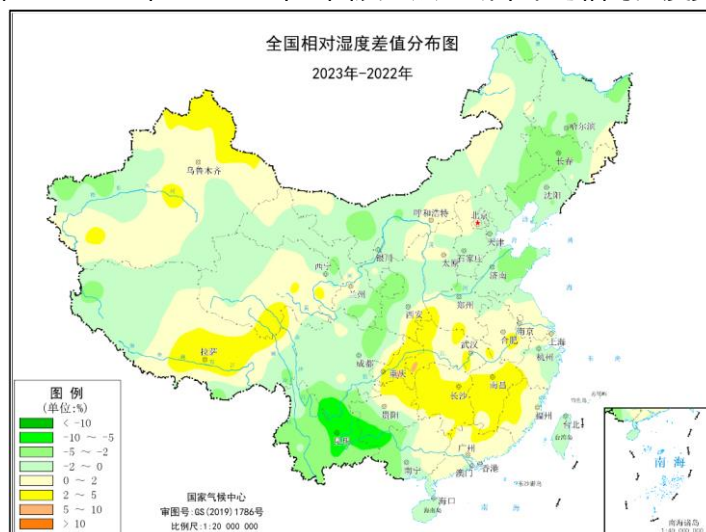


图 2.6 2023 年与 2022 年全国平均相对湿度差值分布

2.2.4 有效降水日数

有效降水（日降水量大于等于 5mm）可以对大气污染物有较好的清除作用。2023 年北方大部地区有效降水日数较 2022 年偏多，有利于大气污染物的清除。

全国：2023年有效降水日数为30.7天，较2022年偏多0.4天，较近5年平均偏少2.0天。

京津冀：2023年有效降水日数为25.9天，较2022年和近5年平均分别偏多1.6天和0.5天。

汾渭平原：2023年有效降水日数为35.9天，较2022年和近5年平均分别偏多8.7天和4.8天。

长三角：2023年有效降水日数为54.9天，较2022年偏多6.2天，较近5年平均偏少3.1天。

珠三角：2023年有效降水日数为66.5天，较2022年和近5年平均分别偏少9.6天和2.4天。

其他区域：除西北地区2023年有效降水日数较2022年和近5年平均偏多外，其他区域均偏少。

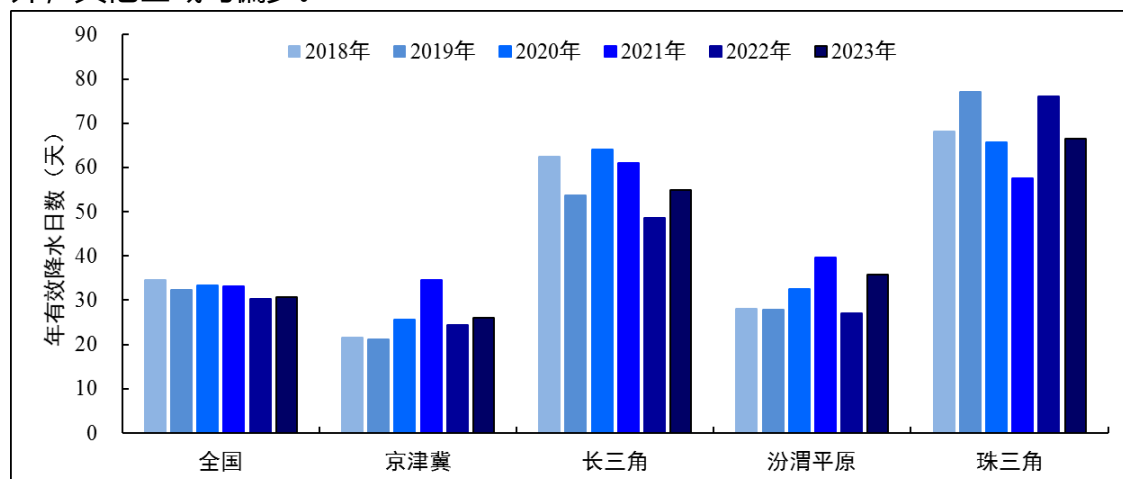


图 2.7 2018 年至 2023 年全国及重点区域年有效降水日数变化

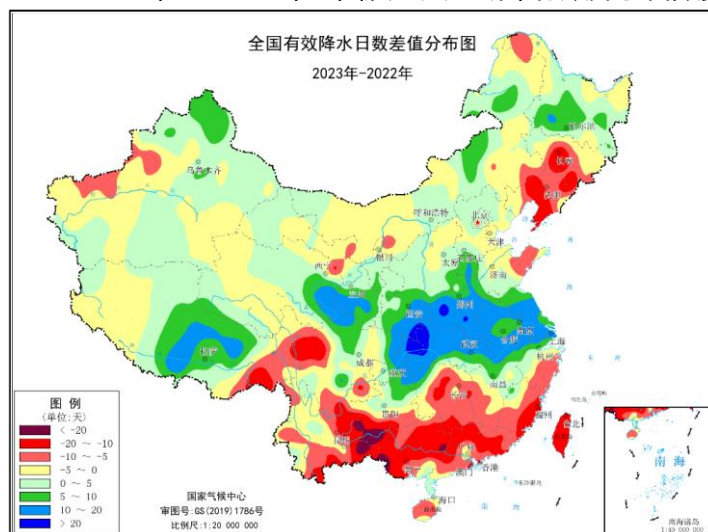


图 2.8 2023 年与 2022 年全国有效降水日数差值分布

2.2.5 冬季静稳天气指数

静稳天气指数综合考虑大气水平扩散（风速）、垂直扩散（混合层高度、垂直稳定度）、相对湿度等气象要素，表征大气水平和垂直方向扩散的能力。静稳天气指数越低，大气扩散条件越好。2023 年冬季全国大部地区的静稳天气指数较 2022 年同期和近 5 年同期平均偏低。

全国：2023 年冬季较 2022 年和近 5 年同期平均分别偏低 5.6%和 3.8%。

京津冀：2023 年冬季较 2022 年偏低 2.2%，与近 5 年同期平均基本持平。

汾渭平原：2023 年冬季较 2022 年和近 5 年同期平均分别偏低 14.7%和 7.4%。

长三角：2023 年冬季较 2022 年和近 5 年同期平均分别偏低 4.5%和 3.6%。

珠三角：2023 年冬季与 2022 年同期持平，较近 5 年同期平均偏高 4.5%。

其他区域：2023 年其他大部地区均较 2022 年同期偏低；除东北地区外，其他地区较近 5 年同期平均偏低。

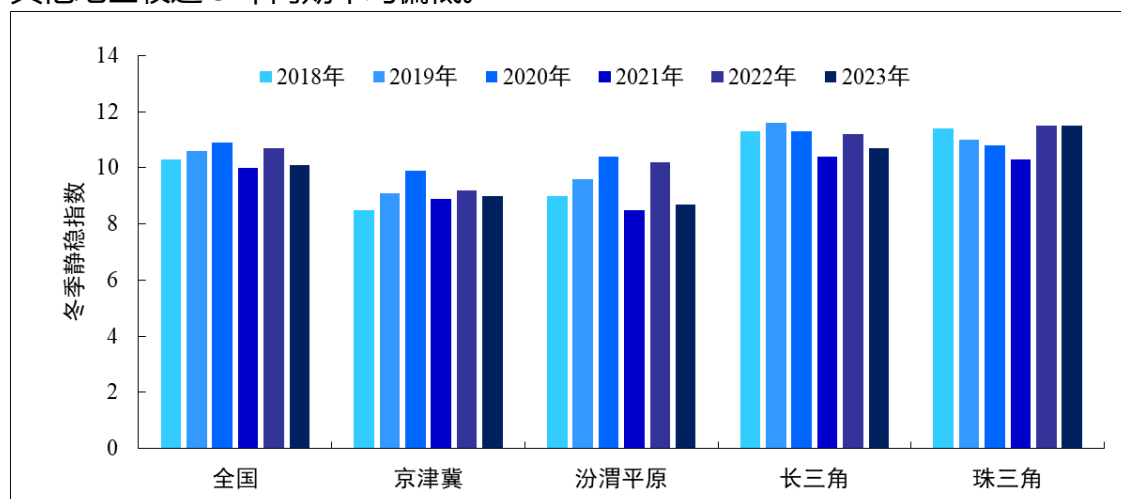


图 2.9 2018 年至 2023 年全国及重点区域冬季平均静稳天气指数变化

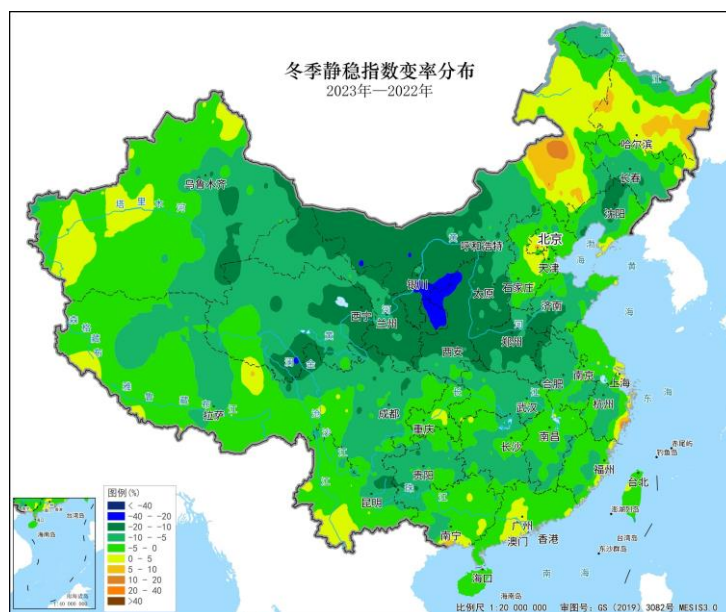


图 2.10 2023 年冬季平均静稳天气指数较 2022 年同期变化

2.2.6 PM_{2.5} 污染气象条件综合评估

PM_{2.5} 气象条件评估指数 (EMI) * 是利用气象观测资料, 采用数值解法计算出表征气象条件变化对 PM_{2.5} 浓度影响的气象指数。EMI 指数值越小代表 PM_{2.5} 污染气象条件越好。2023 年全国平均 PM_{2.5} 污染气象条件与 2022 年基本持平, 但是冬季 PM_{2.5} 污染气象条件较 2022 年同期偏好。

全国: 2023 年 PM_{2.5} 污染气象条件与 2022 年和近 5 年平均基本持平。其中, 冬季 PM_{2.5} 污染气象条件较 2022 年和近 5 年同期平均分别偏好 6.1% 和 9.1%。

京津冀: 2023 年 PM_{2.5} 污染气象条件较 2022 年和近 5 年平均分别偏好 7.3% 和 6.0%。其中, 冬季 PM_{2.5} 污染气象条件较 2022 年和近 5 年同期平均分别偏好 13.7% 和 7.1%。

汾渭平原: 2023 年 PM_{2.5} 污染气象条件较 2022 年和近 5 年平均分别偏好 8.4% 和 4.8%。其中, 冬季 PM_{2.5} 污染气象条件较 2022 年和近 5 年同期平均分别偏好 15.4% 和 3.4%。

长三角: 2023 年 PM_{2.5} 污染气象条件较 2022 年和近 5 年平均分别偏差 4.1% 和 2.1%。其中, 冬季 PM_{2.5} 污染气象条件与 2022 年同期持平, 较近 5 年同期

* EMI 是指在排放不变的条件下, 由于传输、扩散和沉降的气象条件变化所导致 PM_{2.5} 浓度变化的指数, EMI 可用来表征气象条件的定量贡献。EMI 计算方法参照《PM_{2.5} 气象条件评估指数 (EMI)》(QX/T 479—2019); 统计方法参照《气象条件对大气污染防治效果影响评估服务规范 (暂行)》(气减函 (2019) 68 号)

平均偏好 7.6%。

珠三角：2023 年 PM_{2.5} 污染气象条件与 2022 年基本持平、较近 5 年平均偏好 2.3%。其中，冬季 PM_{2.5} 污染气象条件较 2022 年同期偏差 3.0%、与近 5 年同期平均持平。

其他区域：除西北地区外，其他地区 2023 年 PM_{2.5} 污染气象条件较 2022 年和近 5 年平均偏差。

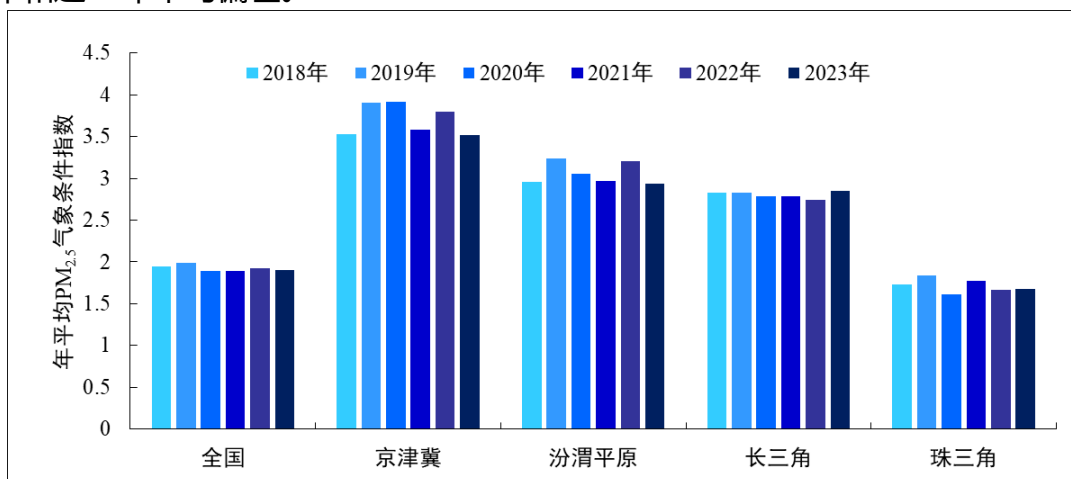


图 2.11 2018 年至 2023 年全国及重点区域平均 PM_{2.5} 气象条件评估指数变化

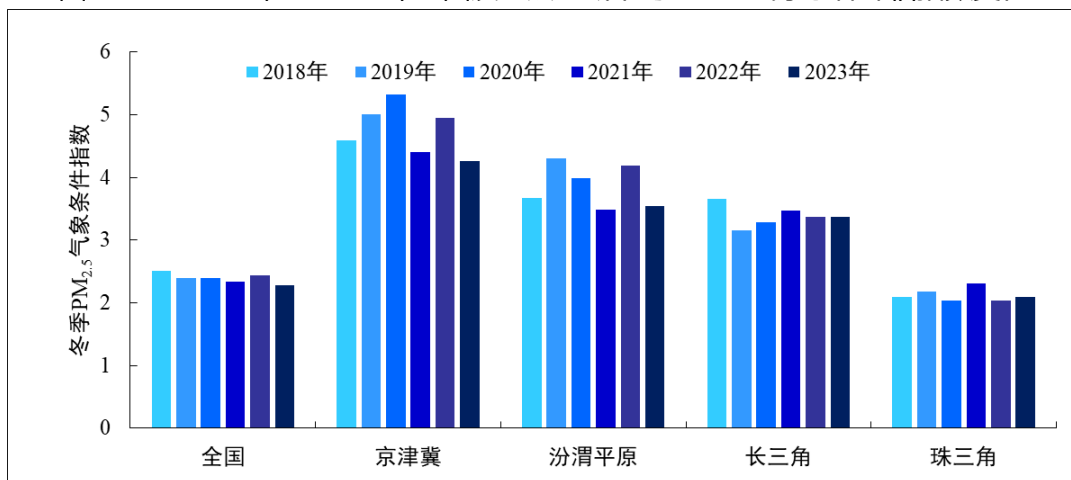


图 2.12 2018 年至 2023 年全国及重点区域冬季平均 PM_{2.5} 气象条件评估指数变化

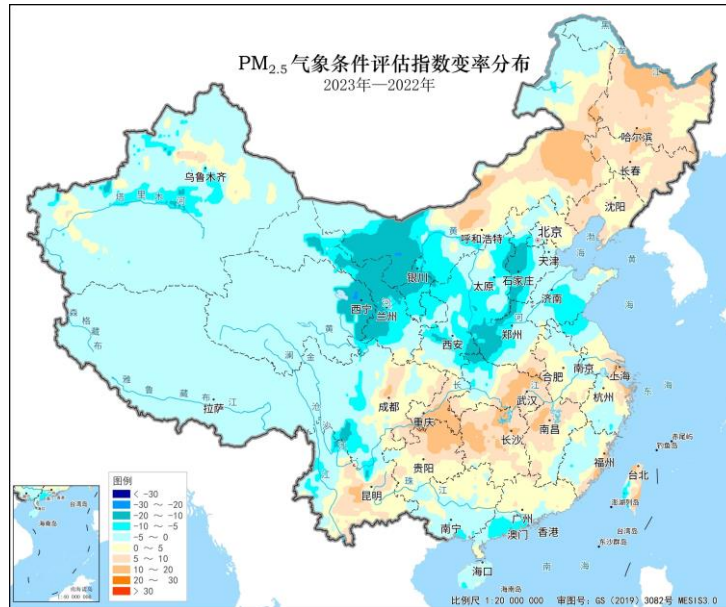


图 2.13 2023 年相对于 2022 年全国 PM_{2.5} 气象条件评估指数变率(%)分布

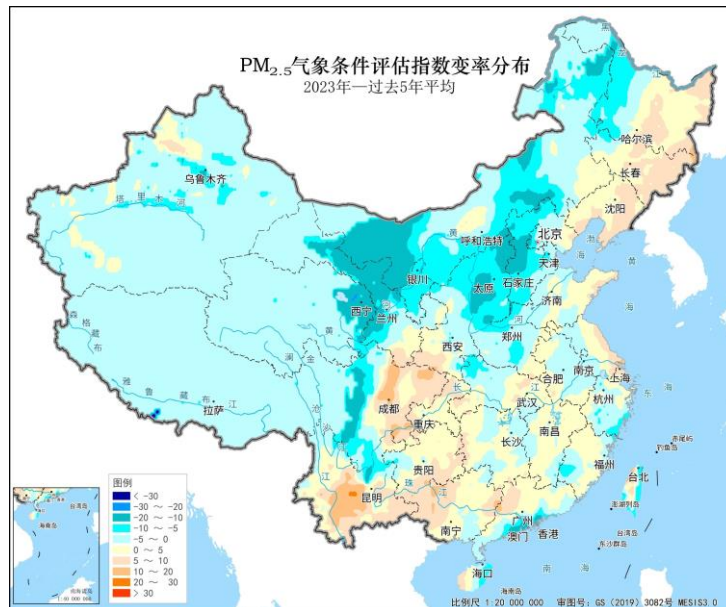


图 2.14 2023 年相对于近 5 年平均全国 PM_{2.5} 气象条件评估指数变率(%)分布

附表 2.1 2023 年全国和重点区域 PM_{2.5} 污染气象条件分析表

区域	冬季静稳天气指数			风速			小风日数			相对湿度			有效降水日数			PM _{2.5} 气象条件评估指数	
	2023 年平均值	与 2022 年相比 (%)	与近 5 年平均相比 (%)	2023 年平均值 (m/s)	与 2022 年相比 (%)	与近 5 年平均相比 (%)	2023 年平均值 (天)	与 2022 年相比 (天)	与近 5 年平均相比 (天)	2023 年平均值 (%)	与 2022 年相比 (%)	与近 5 年平均相比 (%)	2023 年平均值 (天)	与 2022 年相比 (天)	与近 5 年平均相比 (天)	与 2022 年相比 (%)	与近 5 年平均相比 (%)
全国	10.1	-5.6	-3.8	2.33	4.5	1.9	105.2	-3.7	-3.1	59.2	-0.1	-1.6	30.7	0.4	-2.0	-0.7	-1.1
京津冀	9.0	-2.2	-1.1	1.96	-1.0	-0.6	130.0	1.3	0.1	58.7	-1.0	0.7	25.9	1.6	0.5	-7.3	-6.0
京津冀及周边	8.9	-7.3	-3.3	2.16	1.4	2.1	104.1	-2.5	-4.9	61.3	-0.6	-1.0	30.6	4.3	2.0	-6.9	-5.4
长三角	10.7	-4.5	-3.6	2.10	-3.2	-2.1	113.8	10.9	6.2	73.8	0.6	-2.8	54.9	6.2	-3.1	4.1	2.1
汾渭平原	8.7	-14.7	-7.4	1.99	0.0	-0.2	117.6	-1.2	-1.4	63.1	-0.2	1.5	35.9	8.7	4.8	-8.4	-4.8
珠三角	11.5	0	4.5	2.08	-3.3	0.4	107.0	9.7	1.7	77.5	0.3	-1.0	66.5	-9.6	-2.4	1.0	-2.3
东北	9.1	-3.2	2.2	2.72	2.3	1.1	57.9	-3.5	-2.5	65.1	-1.4	-0.2	32.6	-2.88	-2.1	4.0	3.8
华中	11.7	-4.9	-4.9	1.97	3.7	4.2	132.8	-7.2	-8.8	74.0	-0.5	-0.5	53.4	-6.02	-1.7	6.0	0.3
西南	11.3	-4.2	-5.0	1.96	12.0	3.7	145.1	-18.9	-8.5	68.5	-5.7	-2.0	42.1	-5.57	-6.2	3.0	2.4
西北	9.0	-10.0	-7.2	2.05	3.0	2.5	130.6	-5.0	-4.1	55.8	-1.3	-1.3	24.1	4.85	0.5	-7.5	-4.9

注：正值表示增加；负值表示减少；静稳天气指数和 PM_{2.5} 气象条件评估指数变化值为正表示气象条件变差，为负表示气象条件变好。

主要区域划分：京津冀（北京、天津、河北）、京津冀及周边（2+26 城市）、汾渭平原（山西、陕西、河南共 11 地市）、长三角（上海、江苏、浙江、安徽）、珠三角（广东 9 市）、东北（黑龙江、吉林、辽宁）、华中（湖北、湖南、江西）、西南（云南、贵州、四川、重庆）、西北（陕西、甘肃、宁夏、新疆）。

冬季为当年 1 月、2 月、11 月和 12 月。

2.3 臭氧污染气象条件

2023年5-10月,全国平均臭氧污染气象条件较2022年偏好,有利于臭氧浓度降低,但是京津冀等重点地区的臭氧污染气象条件较2022年偏差。

2.3.1 辐射

辐射影响光化学反应的强弱,较强的辐射有利于臭氧的生成。2023年5-10月,全国大部地区总辐射曝辐量较2022年同期偏弱。

全国:2023年5-10月平均日总辐射曝辐量为17.4兆焦耳每平方米,较2022年同期偏弱2.7%,较近5年同期平均偏强1.7%。

京津冀:2023年5-10月平均日总辐射曝辐量为18.6兆焦耳每平方米,较2022年同期偏强1.5%,较近5年同期平均偏强2.3%。

汾渭平原:2023年5-10月平均日总辐射曝辐量为17.5兆焦耳每平方米,较2022年同期偏弱5.0%,较近5年同期平均偏强9.9%。

长三角:2023年5-10月平均日总辐射曝辐量为15.7兆焦耳每平方米,较2022年同期偏弱11.1%,较近5年同期平均偏弱2.8%。

珠三角:2023年5-10月平均日总辐射曝辐量为14.3兆焦耳每平方米,较2022年同期偏弱5.8%,较近5年同期平均偏弱4.8%。

其他区域:东北和西南地区2023年5-10月平均日总辐射曝辐量均较2022年和近5年平均偏强,其余地区偏弱。

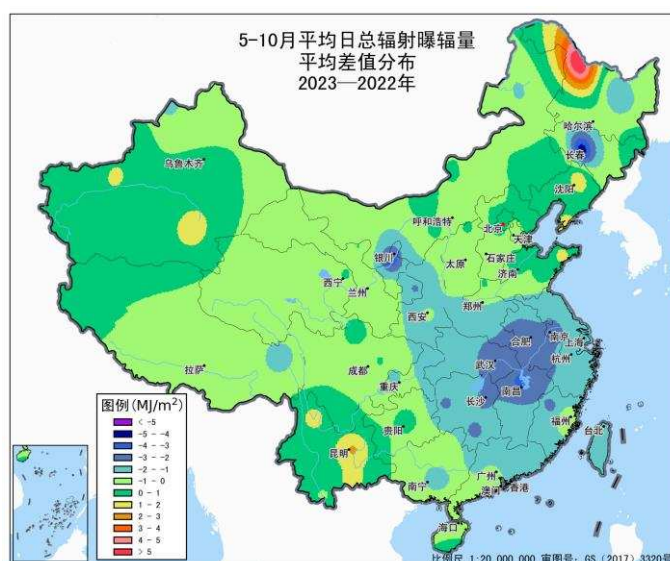


图 2.15 2023年5-10月平均日总辐射曝辐量较2022年同期变化分布

2.3.2 日最高气温

日最高气温是影响地面臭氧浓度的重要气象要素，较高的气温有利于光化学反应和臭氧浓度增加。

全国：2023年5-10月日最高气温平均值为27.6℃，较2022年同期偏高0.2℃，较近5年同期平均偏高0.5℃。

京津冀：2023年5-10月日最高气温平均值为29.1℃，较2022年同期偏高1.2℃，较近5年同期平均偏高1.3℃。

汾渭平原：2023年5-10月日最高气温平均值为27.7℃，较2022年同期偏低0.2℃，较近5年同期平均偏高0.2℃。

长三角：2023年5-10月日最高气温平均值为29.4℃，较2022年同期偏低0.4℃，较近5年同期平均偏高0.2℃。

珠三角：2023年5-10月日最高气温平均值为31.8℃，与2022年同期持平，较近5年同期平均偏低0.2℃。

其他区域：2023年5-10月，华中和西北地区日最高气温平均值较2022年同期偏高，其他地区偏低；全国大部地区较近5年同期平均偏高。



图 2.16 2023 年 5-10 月日最高气温平均值较 2022 年同期变化分布

2.3.3 日照

日照是影响辐射、高温等的重要气象要素，较长的日照与强辐射和高温有密切关系，也有利于光化学反应和臭氧浓度增加。2023年5-10月，全国大部地

区平均日照时长较 2022 年同期偏短。

全国:2023 年 5-10 月平均日照时长为 6.1 小时,较 2022 年同期偏短 3.1%,较近 5 年同期平均偏长 2.2%。

京津冀: 2023 年 5-10 月平均日照时长为 7.5 小时, 较 2022 年同期偏长 2.2%, 较近 5 年同期平均偏长 6.8%。

汾渭平原: 2023 年 5-10 月平均日照时长为 6.5 小时, 较 2022 年同期偏短 4.6%, 较近 5 年同期平均偏长 1.7%。

长三角: 2023 年 5-10 月平均日照时长为 5.3 小时, 较 2022 年同期偏短 17.4%, 较近 5 年同期平均偏短 6.1%。

珠三角: 2023 年 5-10 月平均日照时长为 5.3 小时, 较 2022 年同期偏短 9.4%, 较近 5 年同期平均偏短 4.2%。

其他区域: 2023 年 5-10 月, 除东北地区外, 其他地区平均日照时长均较 2022 年同期偏短。

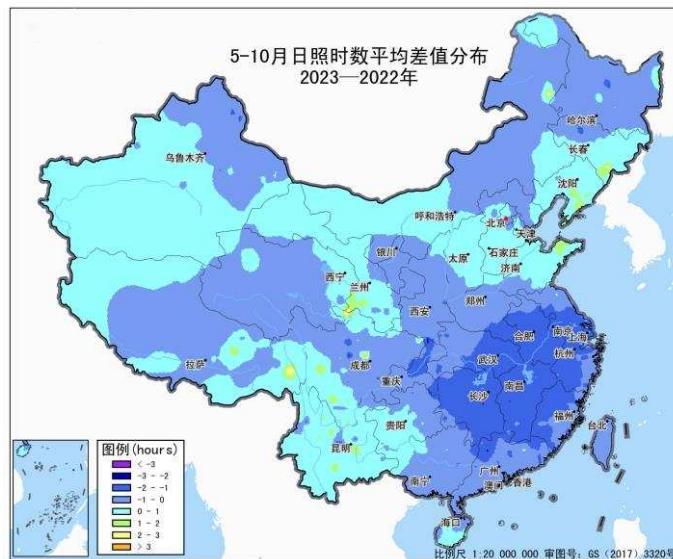


图 2.17 2023 年 5-10 月平均日照时长较 2022 年同期变化分布

2.3.4 臭氧污染气象条件综合评估

臭氧气象条件评估指数是定量表征大气辐射、气温、湿度、风等气象要素对臭氧污染综合影响的气象指数, 其值越低表示臭氧污染气象条件越好。2023 年 5-10 月, 全国大部地区臭氧污染气象条件较 2022 年同期偏好。

全国: 2023 年 5-10 月臭氧污染气象条件较 2022 年同期偏好 4.9%, 与过

去 5 年同期平均基本持平。

京津冀：2023 年 5-10 月臭氧污染气象条件与 2022 年同期基本持平，较过去 5 年同期平均偏差 1.5%。

汾渭平原：2023 年 5-10 月臭氧污染气象条件较 2022 年同期偏好 3.0%，与过去 5 年同期平均基本持平。

长三角：2023 年 5-10 月臭氧污染气象条件较 2022 年同期偏好 7.6%，与过去 5 年同期平均基本持平。

珠三角：2023 年 5-10 月臭氧污染气象条件较 2022 年同期偏好 8.0%，较过去 5 年平均偏好 2.4%。

其他区域：2023 年 5-10 月，其他地区臭氧污染气象条件较 2022 年同期和近 5 年同期偏差，但华中地区较 2022 年和近 5 年同期平均偏好。

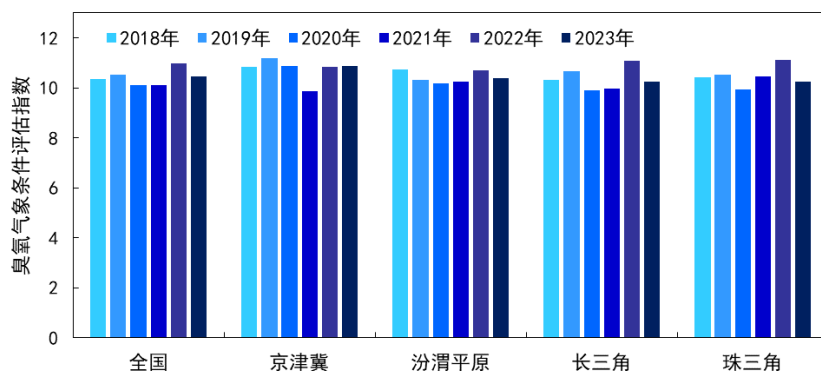


图 2.18 2018 年至 2023 年 5-10 月全国及重点地区臭氧气象条件评估指数变化

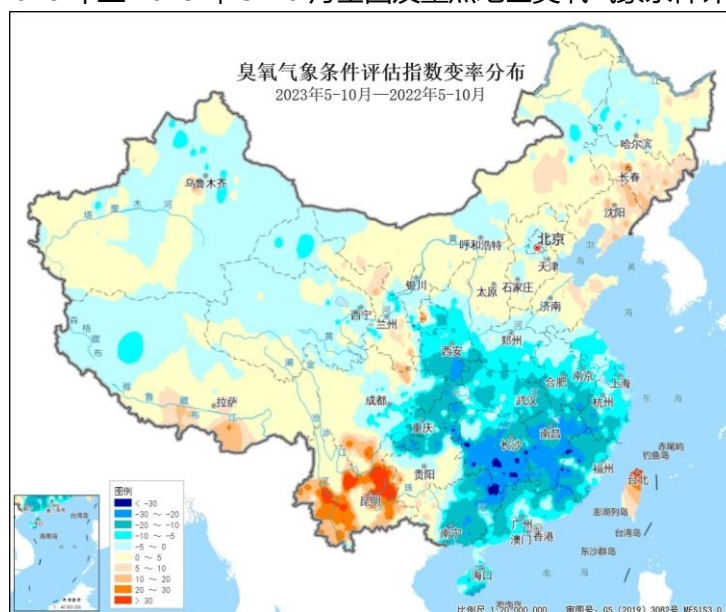


图 2.19 2023 年 5-10 月臭氧气象条件评估指数相对于 2022 年同期变率(%)分布

附表 2.2 2023 年全国和重点区域臭氧污染气象条件分析表

区域	5-10 月平均日最高气温			5-10 月平均日总辐射曝辐量			5-10 月平均日照时长			5-10 月臭氧指数	
	2023 年 (°C)	与 2022 年相比 (°C)	与近 5 年平均相比 (°C)	2023 年 (MJ/m ²)	与 2022 年相比 (%)	与近 5 年平均相比 (%)	2023 年 (小时)	与 2022 年相比 (%)	与近 5 年平均相比 (%)	与 2022 年相比 (%)	与近 5 年平均相比 (%)
全国	27.6	0.2	0.5	17.4	-2.7	1.7	6.1	-3.1	2.2	-4.9	0.2
京津冀	29.1	1.2	1.3	18.6	1.5	2.3	7.5	2.2	6.8	0.5	1.5
京津冀及周边	28.5	0.7	0.9	18.1	-2.1	4.0	7.0	0.5	4.9	0.4	1.2
长三角	29.4	-0.4	0.2	15.7	-11.1	-2.8	5.3	-17.4	-6.1	-7.6	-1.4
汾渭平原	27.7	-0.2	0.2	17.5	-5.0	9.9	6.5	-4.6	1.7	-3.0	-0.6
珠三角	31.8	0.0	-0.2	14.3	-5.8	-4.8	5.3	-9.4	-4.2	-8.0	-2.4
东北	24.2	1.3	1.0	16.8	3.6	5.3	7.0	2.2	-2.9	3.6	2.2
华中	30.1	-0.7	0.0	15.0	-13.1	-2.5	4.7	-23.0	-10.6	-17.7	-6.6
西南	27.5	0.3	0.7	16.9	4.1	6.7	4.6	-1.3	4.2	0.6	7.5
西北	26.0	-0.3	0.5	19.3	-1.8	-1.5	7.2	-1.1	0.8	-3.1	1.6

注：正值表示增加；负值表示减少。

主要区域划分：京津冀（北京、天津、河北）、京津冀及周边（2+26 城市）、汾渭平原（山西、陕西、河南共 11 地市）、长三角（上海、江苏、浙江、安徽）、珠三角（广东 9 市）、东北（黑龙江、吉林、辽宁）、华中（湖北、湖南、江西）、西南（云南、贵州、四川、重庆）、西北（陕西、甘肃、宁夏、新疆）。

总曝辐量数据来自中国气象局观测数据连续性良好的 99 个气象辐射观测站。

2.4 沙尘天气气象条件

2023 年，东亚地区主要沙源地的起沙动力条件和物质条件均较 2022 年和过去 5 年平均偏强，气象条件有利于沙尘天气的偏多偏强。

2.4.1 春季冷空气大风

2023 年春季（3-5 月）500hPa 平均位势高度场显示，极涡呈单极型分布，极涡中心位于极地大陆上空且极涡强度较近 5 年偏强，由极涡分裂影响欧亚大陆的冷空气偏强，东亚大槽略偏强，有利于引导冷空气南下。受此影响，春季影响我国的冷空气次数偏多，强度偏强。2023 年春季我国共经历了 11 次冷空气过程，较 2022 年和近 5 年同期平均偏多，导致 2023 年沙尘天气过程偏多偏强。此外，2023 年 1 月 500hPa 平均位势高度场显示，欧亚大陆北部偏东地区的极涡偏强，位势高度较近 5 年平均偏低，导致 1 月冷空气大风偏多偏强，2023 年沙尘天气过程首发时间偏早。

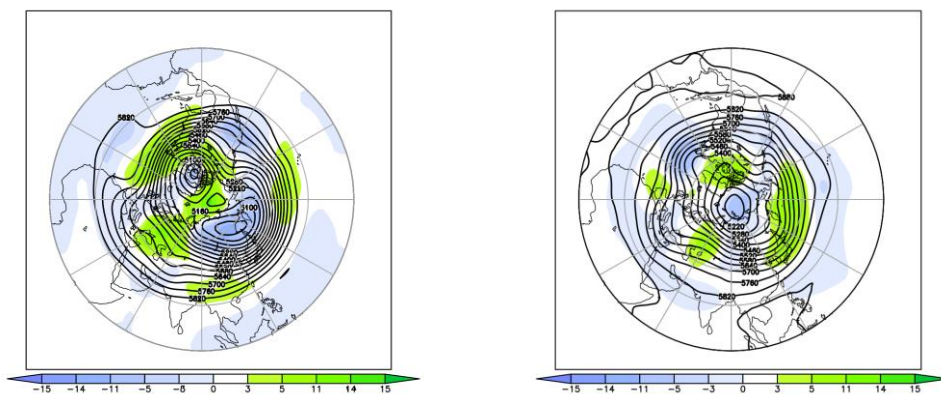


图 2.20 2023 年 1 月（左）和春季（3-5 月，右）500hPa 平均位势高度场（实线）及较近 5 年同期平均差值（填色）（单位:gpm）

2023 年春季，我国北方大部地区大风日数（日最大小时风速大于 8.0 米/秒）较 2022 年同期偏多。新疆、青海、内蒙古、甘肃和宁夏等我国主要沙源地大风日数较 2022 年同期偏多；仅新疆东部部分地区大风日数较 2022 年偏少 0-5 天。华北、黄淮等地春季大风日数较 2022 年同期偏多，有利于沙尘粒子的传输和扩散。因此，2023 年我国沙尘天气影响的总面积较 2022 年偏大。

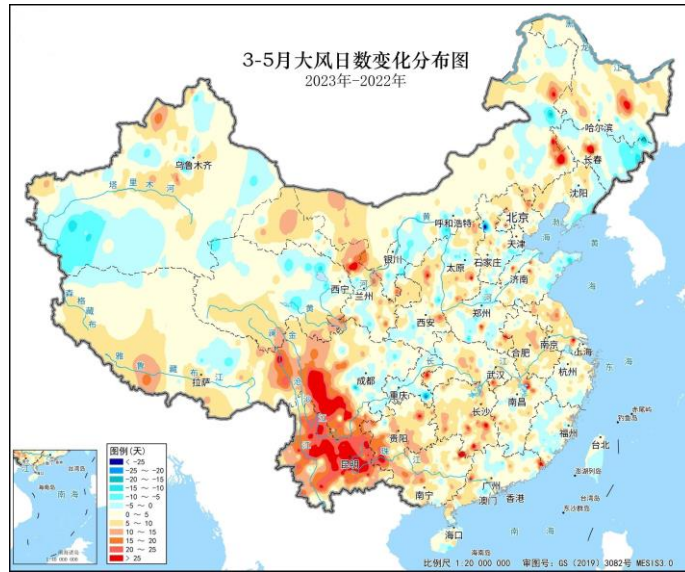


图 2.21 2023 年全国春季大风日数较 2022 年变化分布

2.4.2 2022 年生长季降水情况

2022 年 5-8 月，西北大部分地区降水量较过去 5 年（2017-2021 年）同期明显偏少，部分地区偏少 80%以上，不利于沙源地植被生长，植被根系生长和土壤的水分存储保留作用偏弱，对 2023 年地表起沙过程的抑制作用偏弱。因此，2022 年生长季降水量偏少引起的植被变化是 2023 年沙尘天气整体偏多偏强的原因之一。

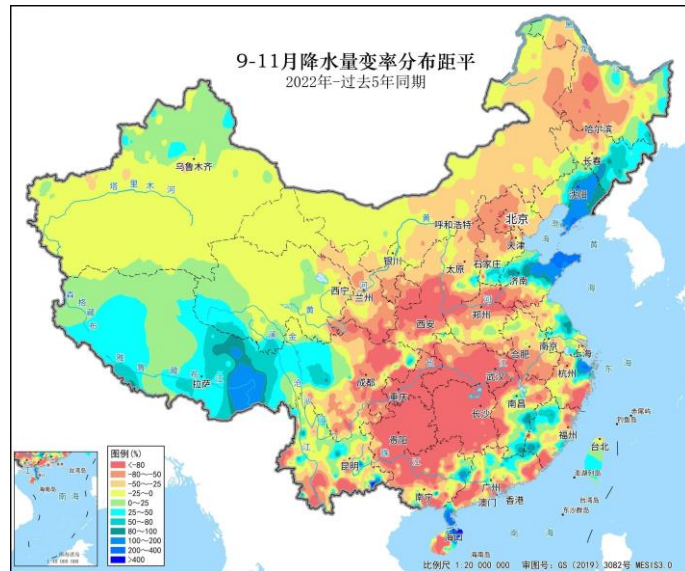


图 2.22 2022 年 5-8 月降水量较过去 5 年同期变率

2.4.3 沙源地植被

植被指数是对地表植被状况的有效度量，其值越大，表明植被生长越好。对蒙古国、内蒙古植被生长最旺盛时段（7-8月）的植被指数分析表明：2022年7-8月，蒙古国植被指数为0.34，较2021年同期和2017-2021年同期平均值分别下降11%和6.8%，其中，蒙古国西北部、中部和南部部分地区植被长势偏差尤为明显；内蒙古植被指数为0.47，较2021年同期和2017-2021年同期平均值分别下降3.6%和0.1%。

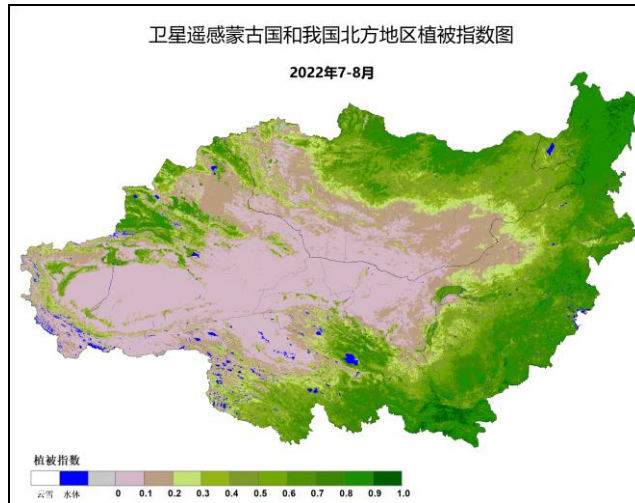


图 2.23 2022 年 7-8 月我国北方十省区和蒙古国植被指数图

2.4.4 春季沙源地积雪

2023年3月，我国北方十省区和蒙古国积雪面积分别为185万和105万平方公里，平均积雪覆盖日数分别为6天和12天。其中，蒙古国中南部和内蒙古中西部无积雪覆盖。与2005-2022年同期均值相比，2023年3月我国北方十省区和蒙古国积雪面积分别偏少21.6%和11.7%，积雪日数也偏少。

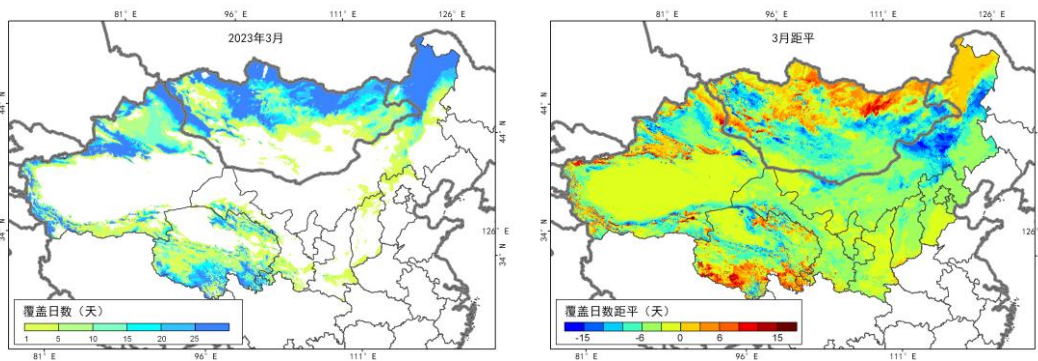


图 2.24 2023 年 3 月我国北方十省区和蒙古国积雪覆盖日数（左）和距平图（右）

2.4.5 沙源地土壤水分

土壤水分含量影响沙源地起沙强度，土壤水分含量越大越不易起沙。2023年1月至4月上旬，我国北方十省区和蒙古国平均土壤水分含量为0.10立方厘米每立方厘米，为近10年来第二低值；较2022年同期(0.11立方厘米每立方厘米)偏低7.5%；较近10年同期平均土壤水分含量(0.11立方厘米每立方厘米)偏低6.6%。其中，2023年3月土壤水分含量较近10年同期偏低12%。

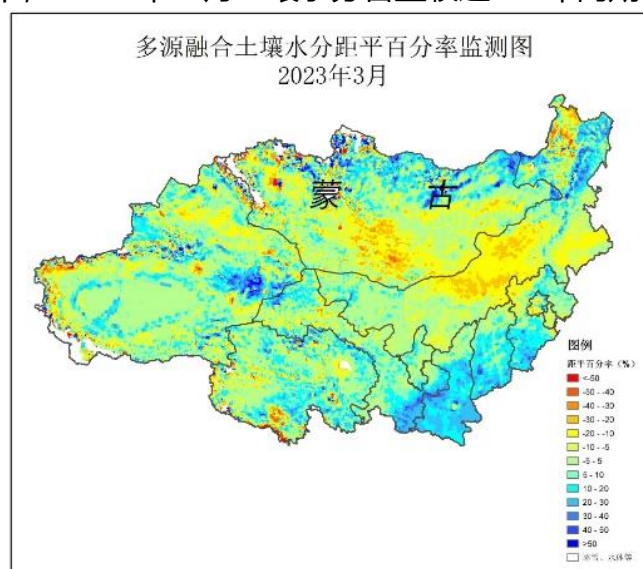


图 2.25 2023 年 3 月我国北方十省区和蒙古国地表土壤水分较近 10 年同期平均距平

2.4.6 沙尘天气气象条件小结

2023年春季，东亚地区沙源地气象条件总体有利于沙尘天气的发生。2023年春季冷空气和大风日数较过去5年同期偏多，起沙动力条件偏强；沙源地土壤水分含量偏低，沙源地积雪覆盖面积偏少，2022年5-8月沙源地降水偏少，沙源地植被覆盖度偏低，起沙物质条件充足。气象条件整体有利于2023年我国沙尘天气偏多偏强。



第三部分 结论

2023 年全国平均霾日数为 20.5 天，较近 5 年平均减少 1.7 天。2023 年我国共出现 5 次霾天气过程，较近 5 年平均减少 1.4 次。2023 年我国共出现 17 次沙尘天气过程，较近 5 年平均偏多 4.6 次。

2023 年全国平均 PM_{2.5} 污染气象条件与 2022 年和过去 5 年平均基本持平。但是北方部分地区受冬季冷空气偏强，风速偏大等影响，PM_{2.5} 污染气象条件偏好，有利于大气污染物的稀释扩散。其中，京津冀和汾渭平原的 PM_{2.5} 污染气象条件较 2022 年分别偏好 7.3% 和 8.4%。

2023 年 5-10 月，受辐射和日照偏弱等影响，全国平均臭氧污染气象条件较 2022 年同期偏好 4.9%，有利于臭氧浓度的降低。但是京津冀等区域受温度偏高等影响，臭氧污染气象条件偏差。

2023 年春季，东亚地区沙源地大风日数偏多、积雪覆盖偏少、土壤水分含量偏低，气象条件有利于我国沙尘天气偏多偏强。

2000 年以来，我国大气环境整体呈现前期转差后期向好趋势。大部分地区霾日数由上升转为下降。东部地区 PM_{2.5} 背景浓度相对较高，但下降趋势明显。2008 年以来，酸雨污染状况持续改善。