

# 黄河流域主要城市 人居环境气象评估报告

REPORT ON HUMAN SETTLEMENT FOR MAIN CITIES IN YELLOW RIVER BASIN

住房和城乡建设部城市交通基础设施监测与治理实验室

中国城市规划设计研究院

华风气象传媒集团有限责任公司专业气象台

2023年8月

# 声明

---

我们力争通过气象大数据分析，客观呈现黄河流域的人居环境水平变化特征。因数据时空覆盖性等原因，相关指标值可能存在一定偏差，所载全部内容仅供参考。

由于人居环境影响因素众多，指标值大小还不足以判断城市人居环境的优良中差，人居环境的评估还需要继续深入、细致的研究。

未来期待与更多的合作伙伴一起为创造优良的人居环境献策出力，助力政府部门提升城市品质和人居环境质量，建设美丽城市。

# 研究团队

## 领衔专家



**赵一新**  
教授级高级工程师  
中规院城市交通研究分院 院长  
中国城市规划学会城市交通规划学术委员会 秘书长



**伍速锋**  
教授级高级工程师  
中规院城市交通研究分院 院长助理



**康 浩**  
高级工程师  
中规院城市交通研究分院  
智能交通与交通模型研究所 所长



**杨振斌**  
中国气象局风能太阳能资源评估中心专家  
北京玖天气象科技有限公司常务副总经理



**龚 倩**  
北京玖天气象科技有限公司副总经理  
北京玖天气象科技有限公司  
创新项目中心负责人



**田欣妹**  
助理工程师  
中规院城市交通研究分院



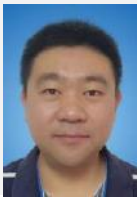
**付凌峰**  
教授级高级工程师  
中规院中部分院



**王庆刚**  
工程师  
中规院西部分院



**苏 力**  
气象工程师  
北京玖天气象科技有限公司  
创新项目中心市场总监



**英 翼**  
气象工程师  
北京玖天气象科技有限公司  
创新项目中心解决方案总监

## 团队成员



**凌伯天**  
中规院城市交通研究分院  
助理工程师



**蒋国翔**  
中规院中部分院  
高级工程师



**王全蕊**  
北京玖天气象科技有限公司  
创新项目中心市场经理



**阚琳婧**  
北京玖天气象科技有限公司  
创新项目中心解决方案工程师



**吴克寒**  
中规院城市交通研究分院  
数据应用与创新中心 副主任



**王芮**  
中规院城市交通研究分院  
工程师



**曹雄起**  
中规院城市交通研究分院  
高级工程师



**张凌波**  
中规院城市交通研究分院  
助理工程师



**殷 韞**  
中规院城市交通研究分院  
工程师



**莫雨欣**  
中规院城市交通研究分院  
实习生

# 主要结论

## 1、黄河流域人体舒适度、空气质量持续改善

- 黄河流域人体舒适度水平整体偏低，但呈现逐年上升的趋势。
- 黄河流域空气质量不断改善，但仍低于全国平均水平。

## 2、暴雨和高温极端天气增多，应重点关注韧性城市建设

- 黄河流域降雨强度、暴雨天数均在增加，近年暴雨天数剧增是历史平均水平的2倍。
- 黄河流域年均高温天数呈上升趋势，近五年达到历史高位。

## 3、中、下游城市空气质量优良天数低，仍需强化空气污染防治

- 空气质量低值分布在中、下游，安阳、渭南、西安等空气质量较差且仍有下降趋势。

## 4、中、上游城市夏季气候适宜度高，避暑旅游潜力大

- 黄河流域中、上游避暑旅游气候适宜度高，下游区域近年适宜度呈下降趋势。
- 超80%城市处于较适宜避暑旅游水平以上，天水、忻州避暑旅游气候适宜度最高。

## 5、流域积温持续增加，农作物种植需适应趋势变化

- 黄河流域活动积温逐年升高，上游处于中温带、中下游处于暖温带水平。
- 黄河流域中、下游活动积温分布发生变化，对黄河流域粮产的影响复杂多样。



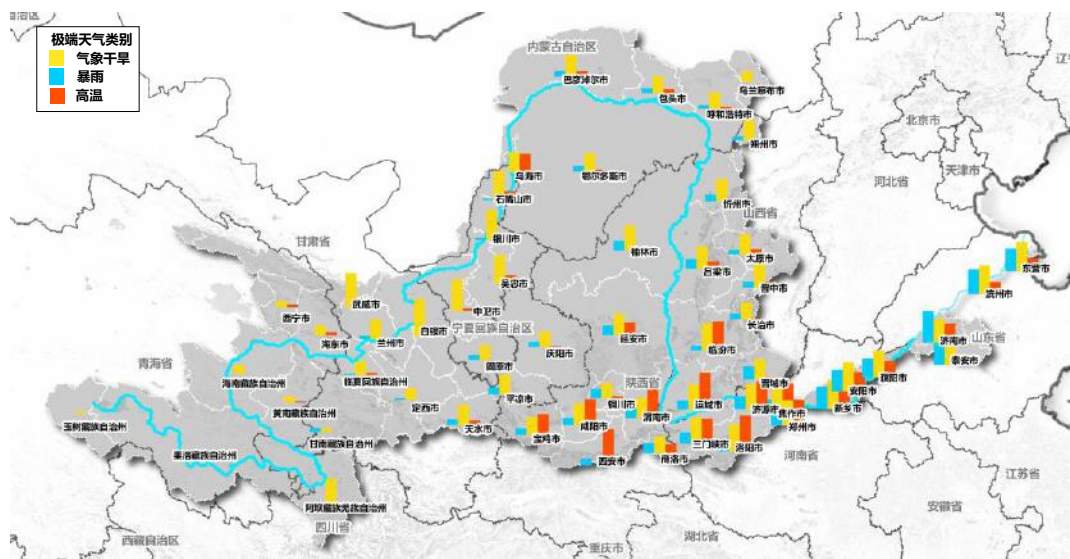


图 1978-2022年黄河流域主要城市极端天气归一化指标分布情况

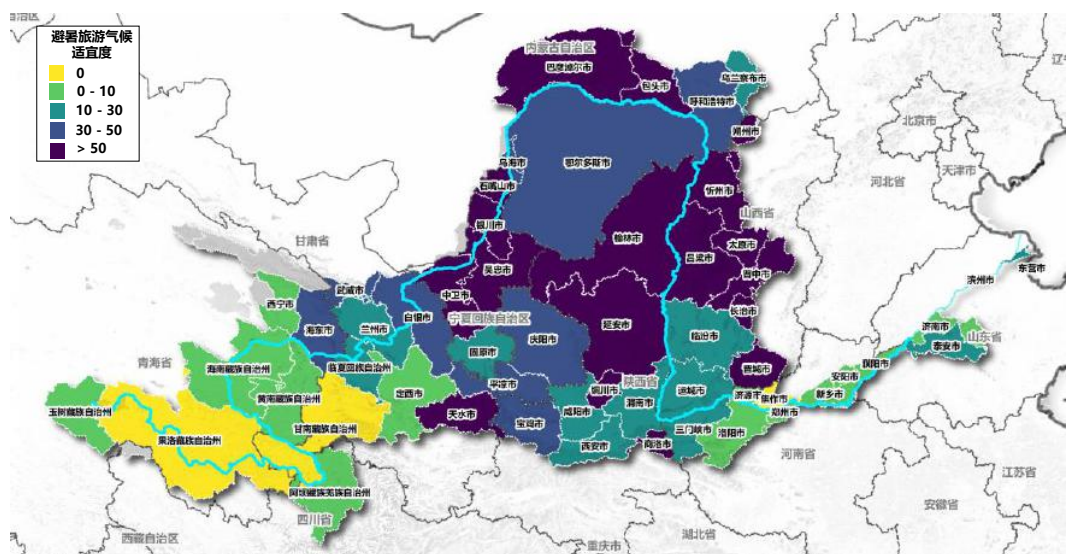


图 1978-2022年黄河流域主要城市平均避暑旅游气候适宜度分布情况

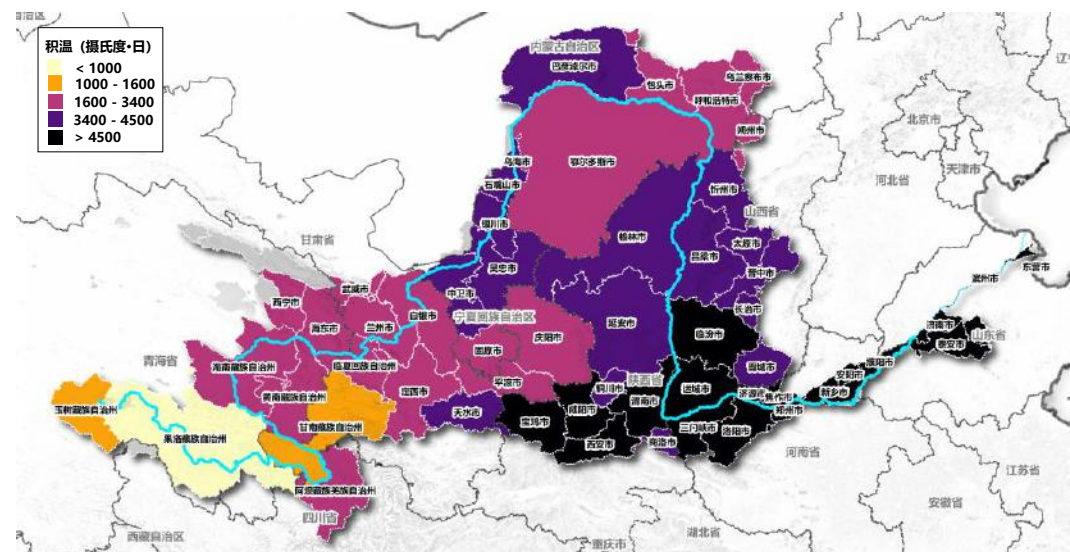


图 1978-2022年黄河流域主要城市平均活动积温分布情况

# 目录

CONTENTS

1	<b>研究概况</b>	
	研究背景.....	8
	城市选取.....	9
	评估指标.....	10
	数据说明.....	12
2	<b>极端天气</b>	
	高温.....	14
	暴雨.....	18
	气象干旱.....	23
3	<b>宜居气候</b>	
	人体舒适度.....	28
	空气质量优良天数.....	34
4	<b>气象资源</b>	
	避暑旅游气候适宜度.....	39
	活动积温.....	41





1

研究概况

## 1.1 研究背景

为深入贯彻习近平总书记重要讲话和指示精神，依据中共中央、国务院印发的《**黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要**》，中国气象局与沿黄河九省（自治区）政府联合印发《“十四五”黄河流域生态保护和高质量发展气象保障规划》，描绘“十四五”期间气象服务黄河流域生态文明建设新蓝图。其中明确四方面16项重点建设任务：

(1) **筑牢气象防灾减灾第一道防线，保障黄河安澜。**提升暴雨和气象干旱监测预警能力，提升气象灾害综合防御能力，加强暴雨和气象干旱灾害风险普查评估。

(2) **科学应对气候变化，保障流域生态环境改善。**加强气候变化监测诊断研判，科学开发流域云水资源，加强生态气象监测预报服务，提升环境污染防治气象服务能力。

(3) **发挥气象趋利避害作用，保障流域高质量发展。**提升流域粮食生产、城市和城市群、乡村振兴、互联互通气象保障能力，提升流域能源产业、文化旅游气象服务能力。

(4) **加强气象大数据应用，加快气象科技创新。**加强流域气象大数据应用支撑、气象科技创新支撑，完善流域气象业务支撑系统。

本次发布《黄河流域主要城市人居环境气象评估报告》，旨从极端天气、宜居气候、气象资源三个视角七个指标建立黄河流域人居环境评估指标体系，揭示黄河流域的人居环境演变特征，助力政府科学评估黄河流域人居环境的改善效果，提高黄河流域人居环境改善和治理的现代化管理水平。





1.2 城市选取

黄河流域是指黄河水系从源头到入海这条河流所影响的地理生态区域。习惯上人们多把黄河流经省区的相关面积称之为黄河流域。黄河流域东西跨度距离全长约为5464公里，自西至东横跨青藏高原、内蒙古高原、黄土高原和黄淮海平原4个地貌单元，干流流经青海、四川、甘肃、宁夏、内蒙古、陕西、山西、河南、山东等9个省区。黄河流域依据干流所处的地理环境及水文特征可以划分为上游、中游和下游，黄河的上、中游分界点：内蒙古河口镇；中、下游分界点：河南省桃花峪。

本研究选择黄河流域所覆盖主要城市为研究单元。据此，本次研究所涉及的城市单元共计56个，以及各游段所包含城市如下表。（由于数据获取限制，空气质量优良天数指标只涉及54个城市，不包括海东市和济源市。）

表1-1 黄河流域上中下游城市及数量

游段	省份	城市	数量
上游 27	青海省	果洛藏族自治州、海南藏族自治州、西宁市、 黄南藏族自治州、玉树藏族自治州、海东市	6
	四川省	阿坝藏族羌族自治州	1
	甘肃省	临夏回族自治州、兰州市、白银市、甘南藏族自治州、天水市、 庆阳市、平凉市、武威市、定西市	9
	宁夏回族自治区	中卫市、吴忠市、银川市、石嘴山市、固原市	5
	内蒙古自治区	呼和浩特市、乌海市、巴彦淖尔市、包头市、 鄂尔多斯市、乌兰察布市	6
中游 22	陕西省	榆林市、延安市、渭南市、西安市、宝鸡市、 咸阳市、商洛市、铜川市	8
	山西省	吕梁市、运城市、临汾市、忻州市、晋城市、太原市、 晋中市、长治市、朔州市	9
	河南省	焦作市、郑州市、济源市、洛阳市、三门峡市	5
下游 7	河南省	新乡市、濮阳市、安阳市	3
	山东省	泰安市、济南市、滨州市、东营市	4
合计			56

研究遵循以下原则确定城市研究单元及游段：

- (1) 黄河流域所覆盖的主要城市，并且具备代表性气象站点；
- (2) 根据流域上中下游面积占行政区面积的比例大小，上游流域面积占比大，则划分上游区域，以此类推。

1.3 评估指标

- **高温**：日最高气温达到35℃以上。高温天气会给人民生活和各行业带来不同程度的影响，属于综合性灾害，本报告通过高温天数指标评估高温灾害对城市的影响程度。
- **高温天数指标**：日最高气温在35℃以上的天数。
- **暴雨**：24小时降水量50毫米以上的强降雨。本报告通过暴雨天数与暴雨强度指标评估强降雨灾害对城市人居环境和城市基础设施的影响程度。
- **暴雨天数指标**：24小时降水量50毫米以上的天数。
  - **暴雨强度指标**：暴雨以上的降水量之和与暴雨日数之比。
- **气象干旱**：指某一时段内，由于蒸发量和降水量的收支不平衡，水分支出大于水分收入而造成水分短缺现象。本报告通过干旱指数（MCI）及干旱天数评估气象干旱灾害对城市的影响程度。
- **干旱指数**计算公式：

$$MCI = Ka \times (a \times SPIW_{60} + b \times MI_{30} + c \times SPI_{90} + d \times SPI_{150})$$

式中： $MI_{30}$ 为近30天相对湿润度指数、 $SPI_{90}$ 为近90天标准化降水指数、 $SPIW_{60}$ 为近60天标准化权重降水指数、 $SPI_{150}$ 为近150天标准化降水指数、 $Ka$ 为季节调节系数。 $a$ 、 $b$ 、 $c$ 为权重系数。

表1-2 干旱分级

MCI	类型	干旱影响程度
-0.5 <MCI	无旱	地表湿润，作物水分供应充足； 地表水资源充足，能满足人们生产、生活需要
-1.0<MCI≤-0.5	轻旱	地表空气干燥，土壤出现水分轻度不足，作物轻微缺水，叶色不正； 水资源出现短缺，但对生产、生活影响不大
-1.5<MCI≤-1.0	中旱	土壤表面干燥，土壤出现水分不足，作物叶片出现萎蔫现象； 水资源短缺，对生产、生活造成影响
-2.0<MCI≤-1.5	重旱	土壤水分持续严重不足，出现干土层（1-10cm），作物出现哭死现象； 河流出现断流，水资源严重不足，对生产、生活造成较严重影响。
MCI≤-2.0	特旱	土壤水分持续严重不足，出现较厚干土层（大于10cm），作物出现大面积枯死；多条河流出现断流，水资源严重不足，对生产、生活造成严重影响

- **干旱天数指标**：干旱指数 $MCI \in (-\infty,-0.5]$ 的天数。
- **空气质量**：空气质量好坏反映了空气的污染程度，通过空气质量指数（AQI）来定量描述，其中优良级别表征空气质量适宜进行生活和生产活动，空气污染物对城市人居环境影响较小。本报告通过空气质量优良天数来评估城市长期的空气质量水平变化情况。
- **空气质量优良天数指标**：空气质量指数（AQI）小于等于100的天数。

1.3 评估指标

➤ **人体舒适度**：反映城市的气候环境资源是否适宜生活，定量评估城市人居环境的气候舒适性和适宜性。基于对人体感受影响最大的气温、相对湿度和风速三个要素，建立人体舒适度指数，划分不同等级的舒适程度。

• **人体舒适度指数**计算公式：

$$Comf\_I = 1.8T - 0.55(1.8T - 26)(1 - RH/100) - 3.2\sqrt{V} + 32,$$

式中：T为气温(℃)、RH为相对湿度(%)、V为风速(m/s)。

表1-3 人体舒适度分级

人体舒适度指数范围	级 别	舒适程度
$I > 85$	4级	炎热，人感觉极不适应
$80 < I \leq 85$	3级	热，人感觉很不舒适
$75 < I \leq 80$	2级	暖，人感觉不舒适
$70 < I \leq 75$	1级	温暖，人感觉较舒适
$60 < I \leq 70$	0级	最舒适
$50 < I \leq 60$	-1级	凉爽，人感觉较舒适
$40 < I \leq 50$	-2级	凉，人感觉不舒适
$20 < I \leq 40$	-3级	冷，人感觉很不舒适
$I < 20$	-4级	寒冷，人感觉极不适应

• **较舒适天数指标**：舒适度指数∈(50，75]的天数。

➤ **避暑旅游气候适宜度**：描述夏季旅游目的地的气象气候条件是否舒适、灾害天气对避暑旅游活动影响等的综合评价指数，同时考虑气候舒适度和高影响天气风险的综合评价指数。本报告通过避暑旅游气候适宜度来评估黄河流域主要城市避暑旅游适宜性。

• **避暑旅游气候适宜度**计算公式：

$$L = 100 \times (B - M)$$

式中：B为避暑旅游气候舒适度、M为避暑旅游高影响天气影响度。

表1-4 避暑旅游气候适宜度等级划分

级别	划分指标	级别名称	等级说明
1级	$L \geq 20$	很适宜	气候条件很适宜避暑旅游
2级	$15 \leq L < 20$	适宜	气候条件适宜避暑旅游
3级	$5 \leq L < 15$	较适宜	气候条件较适宜避暑旅游
4级	$L < 5$	不适宜	气候条件不适宜避暑旅游

➤ **活动积温**：研究温度与生物有机体发育速度之间关系的一种指标，从强度和作用时间两个方面表示温度对生物有机体生长发育的影响。本报告通过活动积温评估黄河流域主要城市生物体对热量的要求，为地区间作物引种和新品种推广提供依据，分析地区热量资源。

• **积温指标**：大于等于10℃持续期内的日平均气温累加得到的气温总和。

## 1.4 数据说明

本报告共选取高温、暴雨、气象干旱、人体舒适度、空气质量优良天数、避暑旅游气候适宜度、活动积温7大评估指标，基于国家气象站点采集的权威气象数据进行监测分析，具体分析的数据时间和要素如下表所示。

表1-5 数据说明表

评估指标	分析时间	分析要素
高温	1978年-2022年，逐月	气温
暴雨	1978年-2022年，逐月	降雨
气象干旱	1978年-2022年，逐月	干旱指数MCI
人体舒适度	1978年-2022年，逐月	气温、相对湿度、风速
空气质量优良天数	2015年-2022年，逐月	空气质量指数AQI
避暑旅游气候适宜度	1978年-2022年，逐月	避暑旅游气候适宜度L
活动积温	1978年-2022年，逐年	气温





## 2 极端天气

## 2.1 高温

### 1) 黄河流域年均高温天数呈上升趋势，近五年达到历史高位。

黄河流域年均高温天数由1978年的11日升至2022年的17日，整体呈上升趋势。1978-2022年间，2018年年均高温天数最多，达到19日。2013年以来的年均高温天数明显增多，基本高于平均值。

1983-1987年间年均高温天数达到最低值，年均高温天数为7日；2018-2022年间年均高温天数达到最高值，年均高温天数为15日，近五年高温天数平均值达到历史高位。

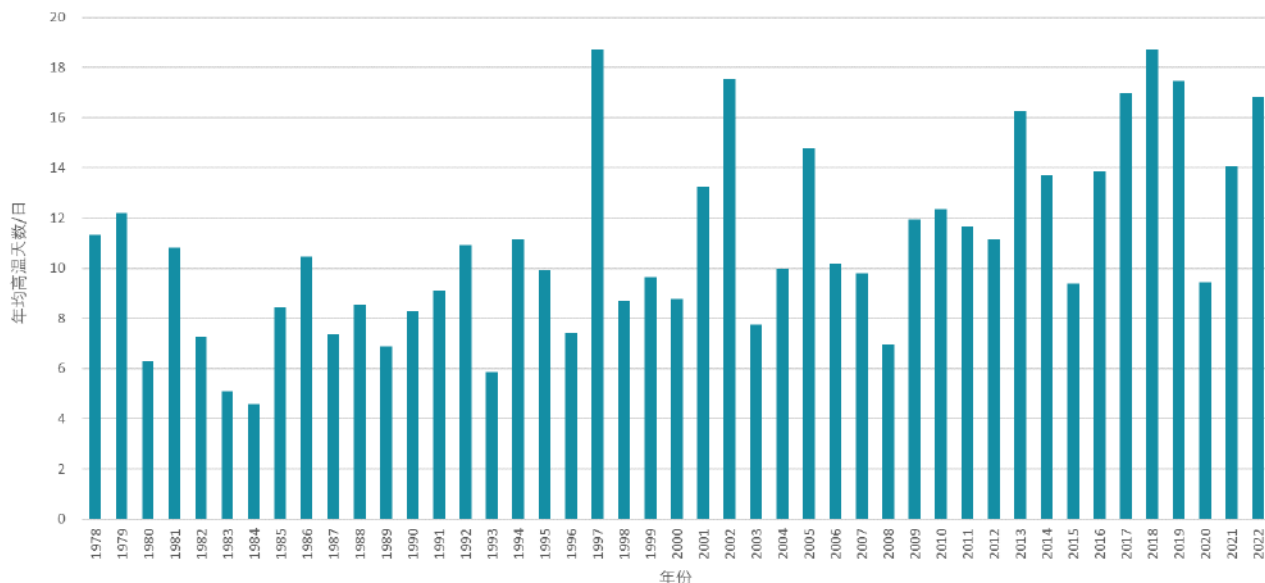


图2-1 黄河流域年均高温天数变化情况

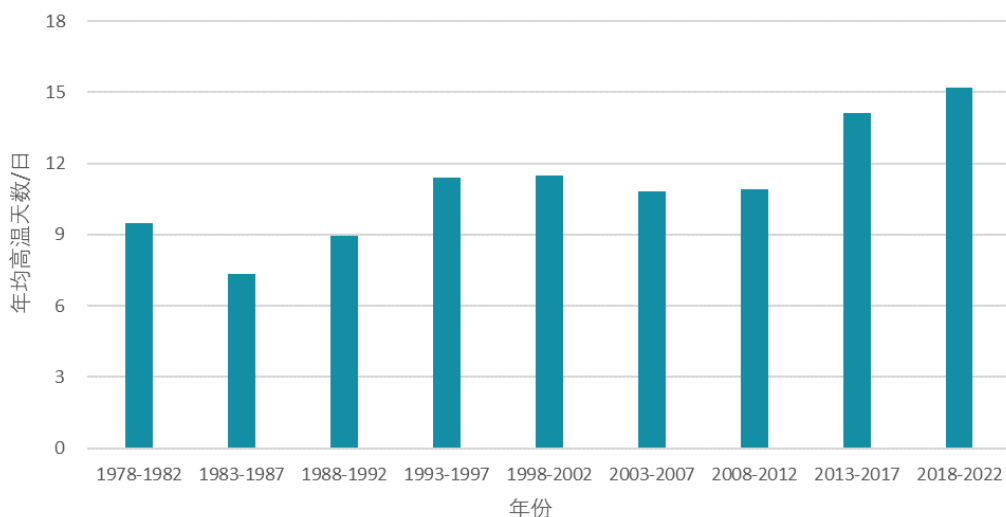


图2-2 黄河流域年均高温天数变化情况（每五年平均值）

2.1 高温

2) 近5年黄河中下游高温天数增加显著，超历史平均水平近2倍。

上中下游年均高温天数分别为5日、14日、12日，中游高温天数整体更高。中下游涨幅明显，下游2019年年均高温天数近30日，远高于平均水平。

中下游均在6月高温天数最多，月均高温天数分别为6日和5日。上游7月高温天数最多，月均高温天数为4日。

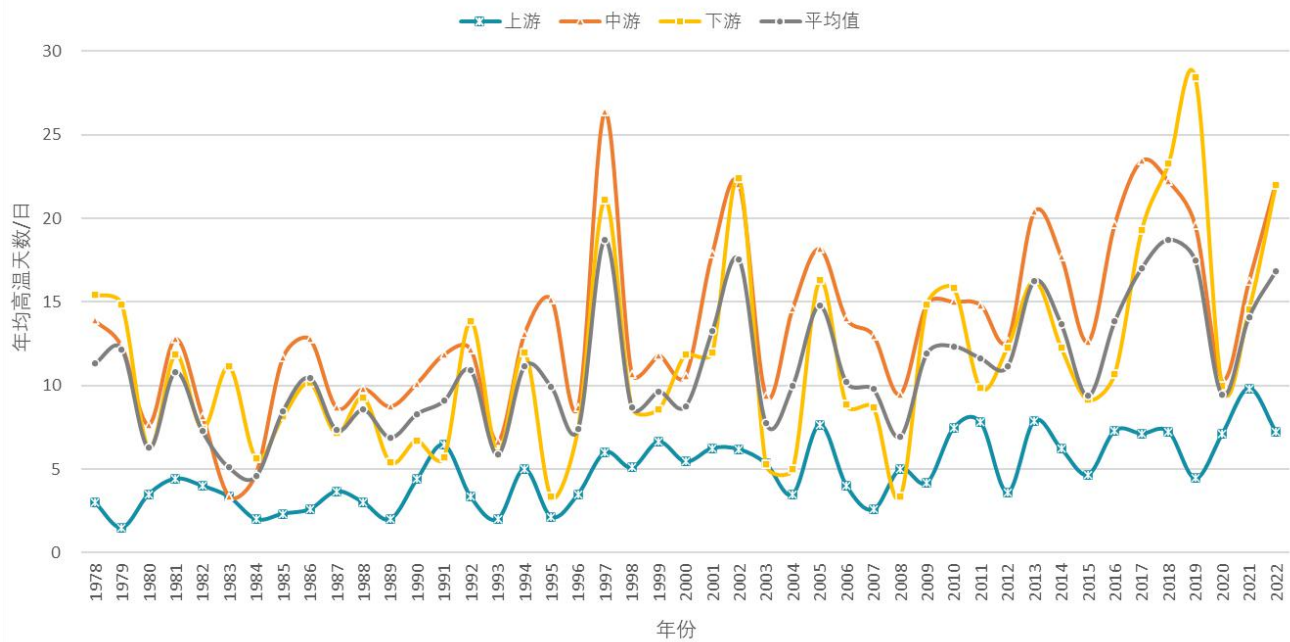


图2-3 黄河流域分游段年均高温天数变化情况

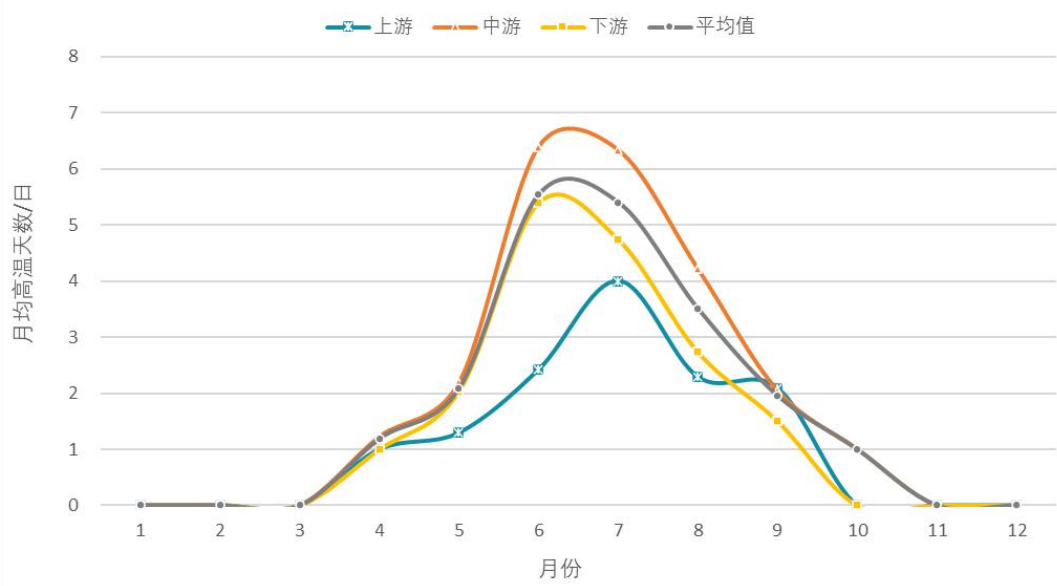


图2-4 黄河流域分游段月均高温天数变化情况



2.1 高温

3) 黄河流域高温城市数量逐年增加，高温天数最多的前20%城市均来自中游。

45年年均高温天数由大至小排序，黄河流域56个主要城市中，前11位均位于中游，占比20%。运城市45年年均高温天数为26日，为最高值。西安市、洛阳市、焦作市、渭南市、临汾市次之，均超过20日。

年均高温天数超过10日的城市数量由中游向四周扩展。高温天数的持续增加，除了城镇化建设影响因素外，与西安、临汾以及运城等城市的盆地地貌也有密切关系。

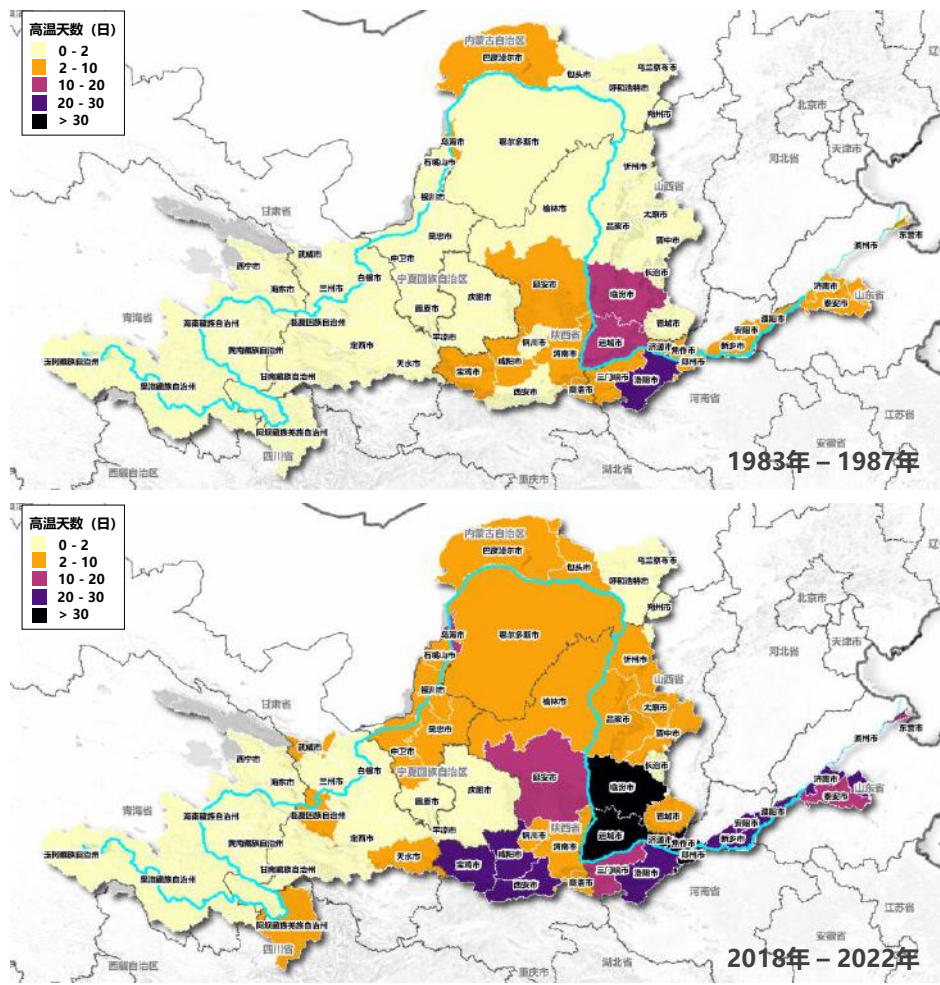


图2-5 1983-1987年、2018-2022年黄河流域主要城市年均高温天数分布情况

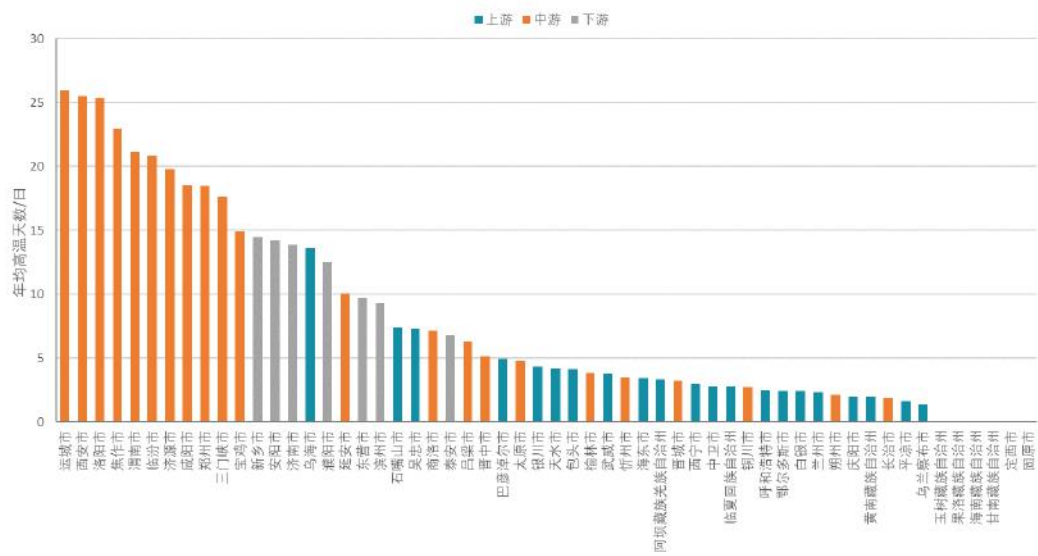


图2-6 1978-2022年黄河流域主要城市年均高温天数



黄河流域主要城市高温天数汇总

		月均高温天数分级 (单位: 日)													
		<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>													
		01-33-55-77-99-31													
游段	城市	年均 高温天数	1	2	3	4	5	月均高温天数							
								6	7	8	9	10	11	12	
上游	乌海市	14	0	0	0	1	1	3	8	4	3	0	0	0	
	石嘴山市	7	0	0	0	1	1	3	5	3	2	0	0	0	
	吴忠市	7	0	0	0	1	1	2	5	2	3	0	0	0	
	巴彦淖尔市	5	0	0	0	0	2	2	4	2	2	0	0	0	
	银川市	4	0	0	0	1	1	2	3	2	2	0	0	0	
	天水市	4	0	0	0	0	0	2	3	2	3	0	0	0	
	包头市	4	0	0	0	0	2	2	3	2	1	0	0	0	
	武威市	4	0	0	0	0	2	1	4	1	0	0	0	0	
	海东市	3	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	
	阿坝藏族自治州	3	0	0	0	0	0	2	1	4	0	0	0	0	
	西宁市	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	
	中卫市	3	0	0	0	0	1	1	3	1	1	0	0	0	
	临夏回族自治州	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	
	呼和浩特市	3	0	0	0	0	1	2	2	3	0	0	0	0	
	鄂尔多斯市	2	0	0	0	0	0	1	2	1	1	0	0	0	
	白银市	2	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	
	兰州市	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	
	庆阳市	2	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	
	黄南藏族自治州	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	
	平凉市	2	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	
乌兰察布市	1	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0		
中游	运城市	26	0	0	0	1	3	8	10	6	2	0	0	0	
	西安市	26	0	0	0	1	2	10	10	6	2	0	0	0	
	洛阳市	25	0	0	0	1	3	10	9	4	2	1	0	0	
	焦作市	23	0	0	0	1	3	10	8	5	2	1	0	0	
	渭南市	21	0	0	0	3	2	8	9	5	3	0	0	0	
	临汾市	21	0	0	0	1	3	8	9	5	2	0	0	0	
	济源市	20	0	0	0	1	2	9	7	3	2	1	0	0	
	咸阳市	19	0	0	0	0	2	7	8	5	2	0	0	0	
	郑州市	18	0	0	0	1	3	8	6	4	2	0	0	0	
	三门峡市	18	0	0	0	1	2	6	7	5	2	0	0	0	
	宝鸡市	15	0	0	0	1	2	5	7	4	2	0	0	0	
	延安市	10	0	0	0	1	2	4	5	3	3	0	0	0	
	商洛市	7	0	0	0	1	1	3	3	3	2	0	0	0	
	吕梁市	6	0	0	0	1	2	3	4	2	2	0	0	0	
	晋中市	5	0	0	0	1	2	3	4	2	1	0	0	0	
	太原市	5	0	0	0	1	2	3	4	2	0	0	0	0	
	榆林市	4	0	0	0	0	1	2	3	1	2	0	0	0	
	忻州市	4	0	0	0	1	2	3	2	1	0	0	0	0	
	晋城市	3	0	0	0	1	1	2	2	2	2	0	0	0	
	铜川市	3	0	0	0	0	0	2	2	2	2	0	0	0	
朔州市	2	0	0	0	1	1	2	2	0	1	0	0	0		
下游	新乡市	14	0	0	0	1	2	7	5	3	2	0	0	0	
	安阳市	14	0	0	0	1	2	7	5	2	1	0	0	0	
	济南市	14	0	0	0	1	2	6	6	3	3	0	0	0	
	濮阳市	13	0	0	0	0	2	7	5	3	2	0	0	0	
	东营市	10	0	0	0	0	2	3	4	3	2	0	0	0	
	滨州市	9	0	0	0	0	2	4	4	2	2	0	0	0	
	泰安市	7	0	0	0	0	2	4	4	2	1	0	0	0	
	长治市	2	0	0	0	0	1	2	1	0	1	0	0	0	

注：表中各城市的高温天数为1978—2022年平均值。

2.2 暴雨

1) 黄河流域极端降雨集中在7-8月，近年暴雨天数剧增是历史平均水平的2倍。

黄河流域1978年以来年均暴雨天数平均值为1.8日，近五年年均暴雨天数平均值2.2日，高于其他时期的均值1.6日。2021年年均暴雨天数3.9日，是历史平均水平的2.2倍。

黄河流域45年月均暴雨强度平均值为70.8毫米/日。在7-8月较高，达到74.2毫米/日和72.4毫米/日。

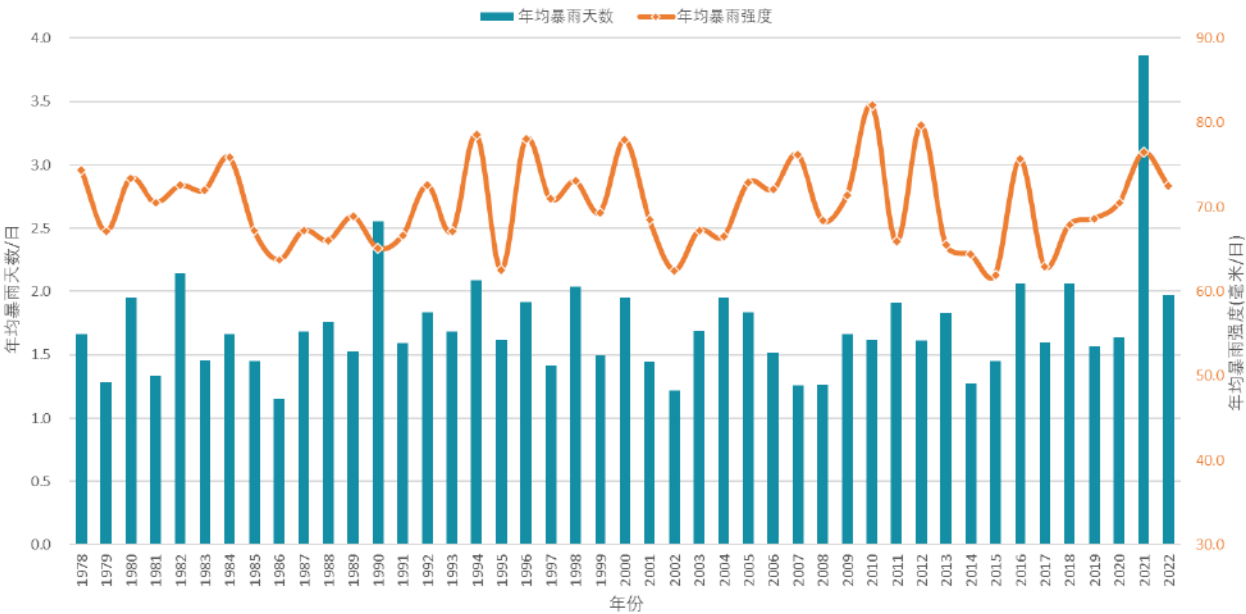


图2-7 黄河流域年均暴雨天数和暴雨强度变化情况

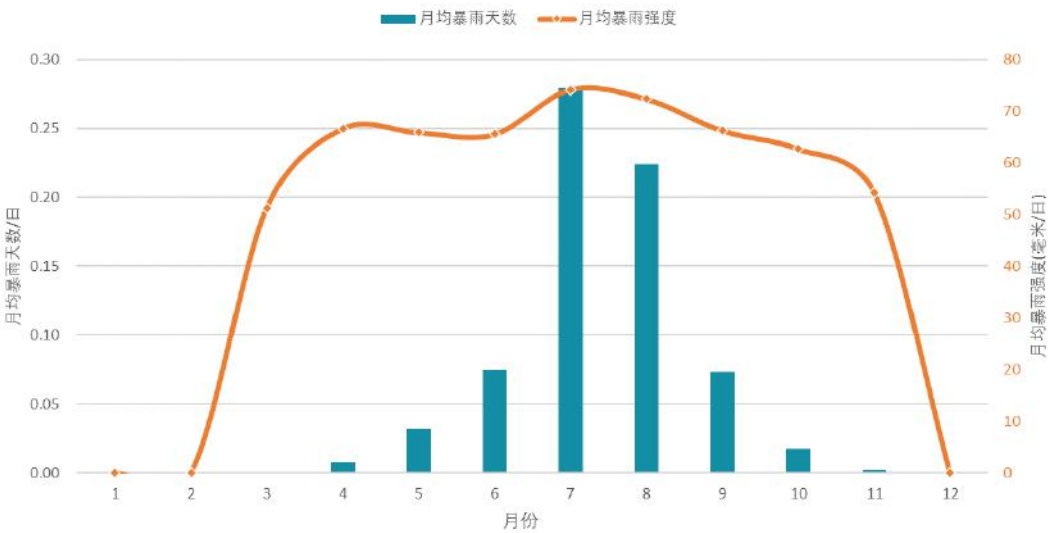


图2-8 黄河流域月均暴雨天数和暴雨强度变化情况

2.2 暴雨

2) 黄河下游降雨强度、暴雨天数均在增加，近两年不断出现历史高位。

上中下游45年年均暴雨强度分别为64.7毫米/日、69.7毫米/日、75.7毫米/日。下游暴雨强度最高，且呈逐步上升趋势。下游4-9月均在70毫米/日以上，8月暴雨强度达到78.9毫米/日。

上中下游年均暴雨天数分别为1.2日、1.6日、2.6日。下游暴雨天数2016年后增长速度加快，2021年达到最高值，年均暴雨天数为6.4日，远高于上游年均暴雨天数平均值1.0日。

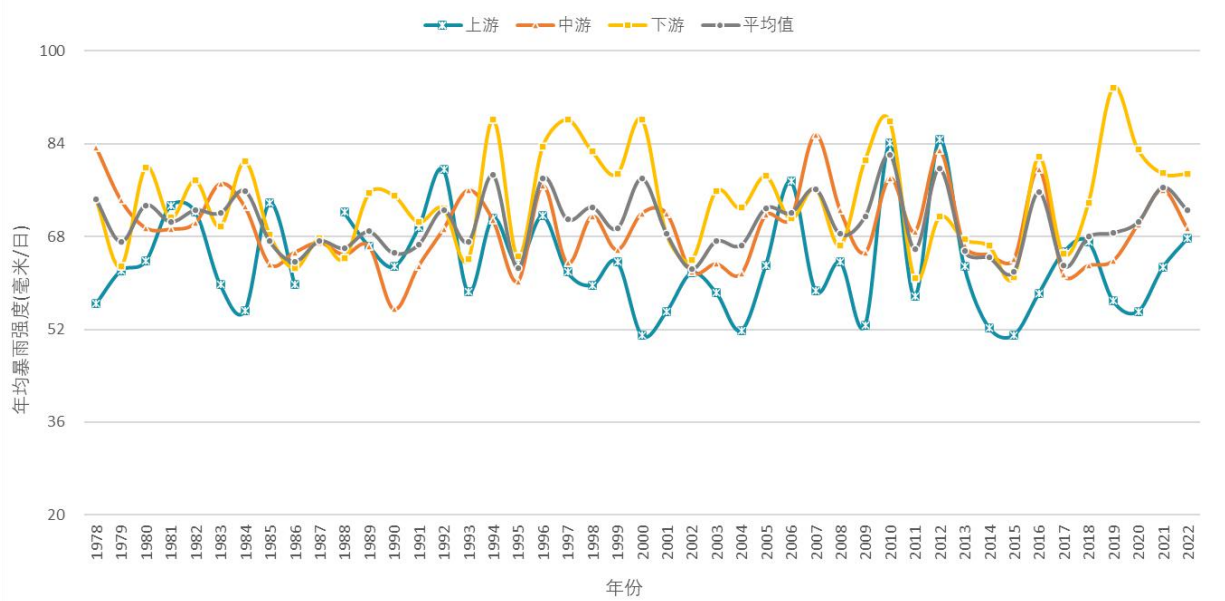


图2-9 黄河流域分游段年均暴雨强度指数变化情况

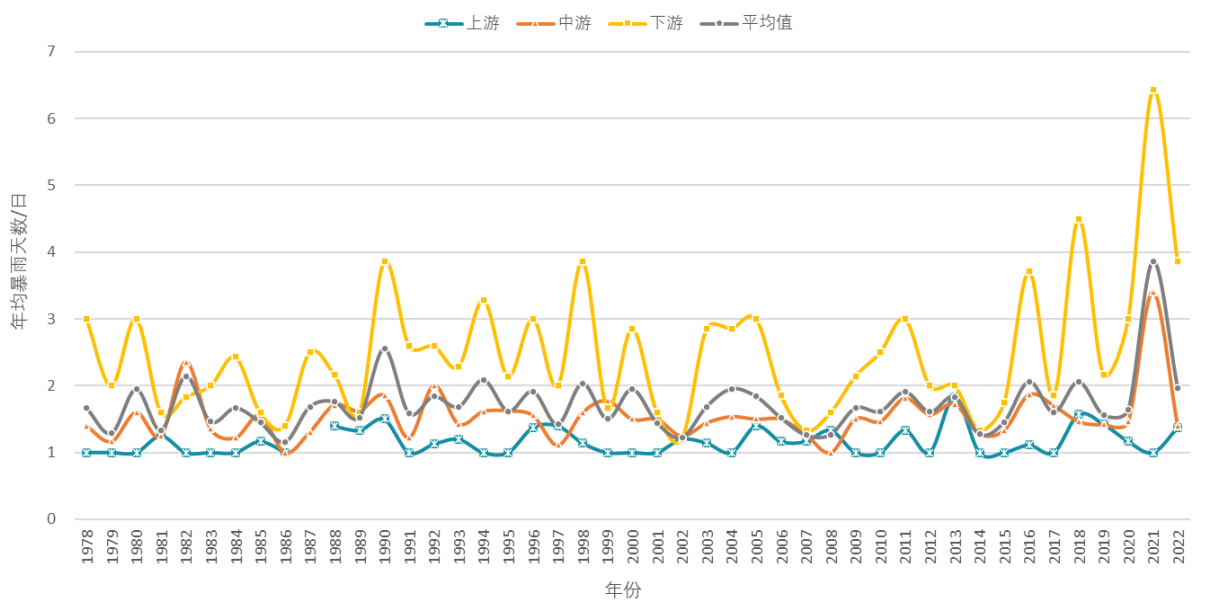


图2-10 黄河流域分游段年均暴雨天数变化情况

## 2.2 暴雨

3) 暴雨天数多的城市集中在中下游，关注巴彦淖尔、乌海等上游城市的高强度降雨。

所有的下游城市年均暴雨强度均在黄河流域平均水平以上, 平均暴雨强度达到了75.7毫米/日。上游的巴彦淖尔市年均暴雨强度最高超过80毫米/日, 为83.6毫米/日。在黄河流域平均水平以上的上游城市还有乌海市, 为76.9毫米/日。玉树藏族自治州、海南藏族自治州年均暴雨强度为0。

2021年黄河流域年均暴雨天数最高为3.9日，安阳市、濮阳市达到了年均暴雨天数9日，焦作市、新乡市、晋城市、郑州市次之，强降雨集中在中下游城市。

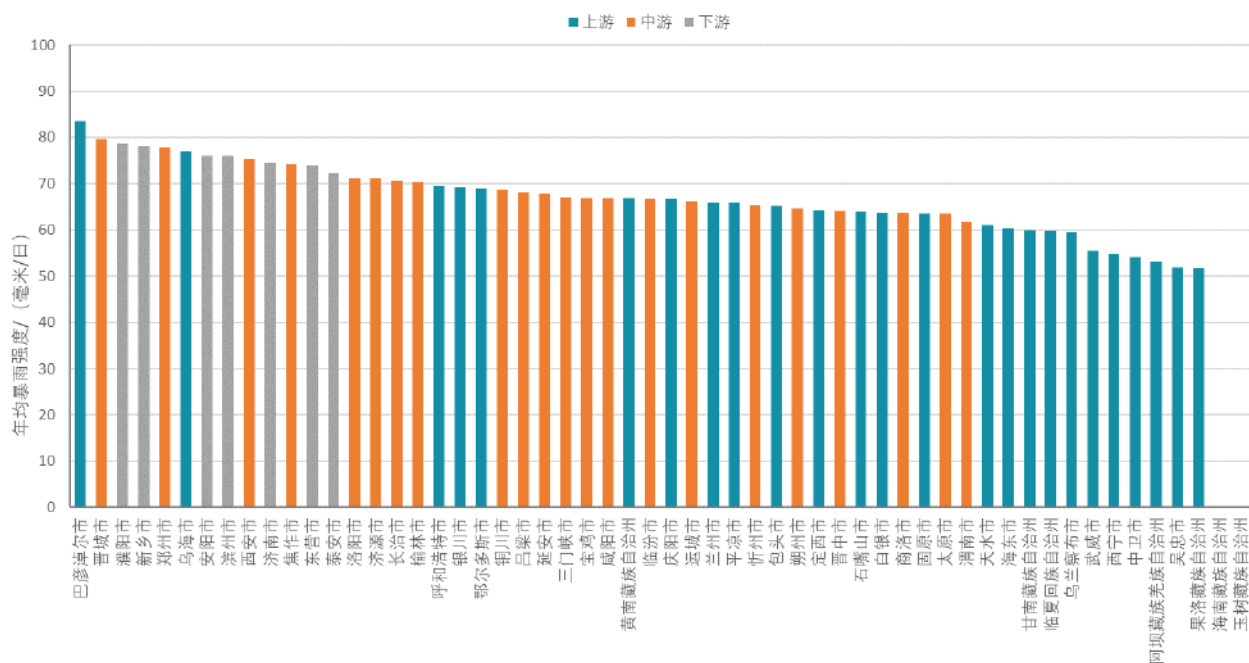


图2-11 1978-2022年黄河流域主要城市年均暴雨强度

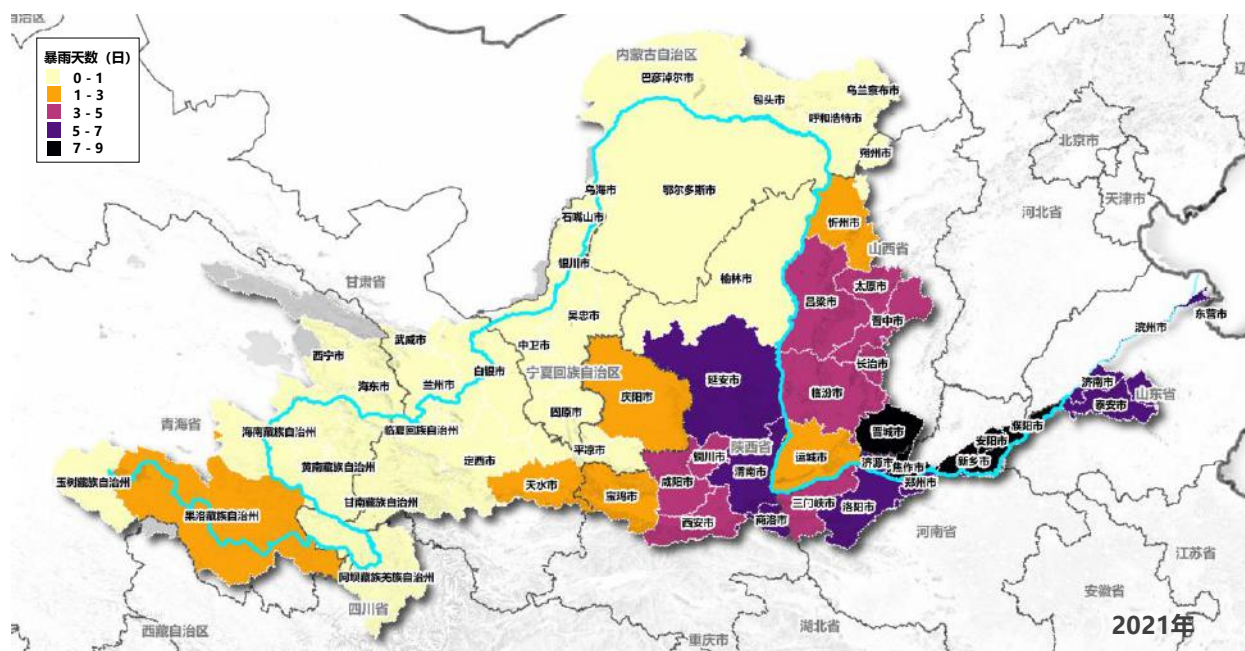


图2-12 2021年黄河流域主要城市年均暴雨天数分布情况



黄河流域主要城市暴雨天数汇总

		月均暴雨天数分级 (单位: 日)												
		<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>												
		0-0.4   0.4-0.8   0.8-1.2   1.2-1.6   1.6-2.0												
游段	城市	年均 暴雨天数	1	2	3	4	5	月均暴雨天数						
上游	平凉市	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.3	1.2	1.1	1.0	0.0	0.0	0.1
	巴彦淖尔市	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.1
	晋中市	1.3	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0	1.2	1.3	1.0	2.0	0.0	0.0
	鄂尔多斯市	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	庆阳市	1.3	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.2	1.1	1.0	0.0	0.0	0.1
	包头市	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0	1.1	1.0	0.0	0.0	0.0
	固原市	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	1.0	1.0	0.0	0.0	0.1
	甘南藏族自治州	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.1
	兰州市	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0
	呼和浩特市	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.1	1.0	0.0	0.0	0.1
	定西市	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.1
	石嘴山市	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.3	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	银川市	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	宁夏回族自治区	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0
	中卫市	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	乌兰察布市	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	乌海市	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0
	吴忠市	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	果洛藏族自治州	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	武威市	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
中游	海东市	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	白银市	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	西宁市	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	阿坝藏族自治州	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	黄南藏族自治州	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0
	玉树藏族自治州	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	海南藏族自治州	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	郑州市	2.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.3	1.0	1.4	1.2	1.1	1.0	0.0	0.0
	焦作市	2.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.2	1.1	1.2	1.1	1.3	1.0	0.0	0.0
	济源市	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.3	1.2	1.0	1.0	0.0	0.0
	晋城市	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.2	1.3	1.3	0.0	0.0	0.0
	三门峡市	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.3	1.3	1.0	1.0	0.0	0.0
	洛阳市	1.6	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0	1.3	1.3	1.0	0.0	0.0	0.0
	商洛市	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.2	1.3	1.4	1.0	0.0	0.0
	吕梁市	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.3	1.1	1.0	1.5	0.0	0.0
	延安市	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.4	1.2	1.3	2.0	0.0	0.0
	榆林市	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.2	1.3	1.0	0.0	0.0	0.0
	渭南市	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.4	1.0	1.1	1.0	0.0	0.0
	铜川市	1.6	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.3	1.0	1.0	0.0	0.0
	运城市	1.5	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.4	1.1	1.0	0.0	0.0	0.0
	西安市	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0
下游	咸阳市	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.1	1.0	1.4	1.0	0.0	0.0
	忻州市	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.2	1.2	1.0	1.0	0.0	0.0
	宝鸡市	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.2	0.0	0.0	0.0
	长治市	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.3	1.1	1.0	1.0	0.0	0.0
	天水市	1.3	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0	1.1	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	临汾市	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.2	1.0	1.2	1.0	0.0	0.0
	太原市	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.1	1.1	1.0	2.0	0.0	0.0
	朔州市	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0
	泰安市	3.2	0.0	0.0	0.0	1.0	1.2	1.4	1.5	1.8	1.2	1.0	1.0	0.0
	济南市	2.9	0.0	0.0	0.0	1.0	1.1	1.1	1.7	1.4	1.1	1.5	1.0	0.0

注：表中各城市的暴雨天数为1978—2022年的平均值。

黄河流域主要城市暴雨强度汇总

		月均暴雨强度分级 (单位: 毫米/日)													
		<div><div>0-50</div><div>50-60</div><div>60-70</div><div>70-80</div><div>80-90</div><div>90-100</div><div>100-110</div></div>													
游段	城市	年均暴雨强度	月均暴雨强度												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
上游	巴彦淖尔市	83.6	0.0	0.0	0.0	0.0	66.9	0.0	0.0	92.0	0.0	0.0	0.0	6.7	
	乌海市	76.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	52.8	69.7	96.3	0.0	0.0	2.9	
	呼和浩特市	69.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	79.4	74.2	62.0	76.9	0.0	0.0	6.6	
	银川市	69.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	58.4	77.4	54.0	0.0	0.0	0.0	1.8	
	鄂尔多斯市	68.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	65.3	71.3	0.0	0.0	0.0	5.1	
	黄南藏族自治州	66.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	57.5	76.1	0.0	0.0	1.6	
	庆阳市	66.6	0.0	0.0	0.0	55.9	56.3	61.7	68.1	71.0	54.1	0.0	0.0	2.8	
	兰州市	66.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	70.4	62.8	63.3	0.0	0.0	0.0	5.5	
	平凉市	66.0	0.0	0.0	0.0	0.0	58.0	65.5	73.4	56.2	61.1	0.0	0.0	5.6	
	包头市	65.1	0.0	0.0	0.0	0.0	50.9	0.0	71.0	66.6	55.9	0.0	0.0	4.0	
	定西市	64.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	58.4	66.9	71.2	0.0	0.0	0.0	3.0	
	石嘴山市	63.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	61.7	63.1	68.7	0.0	0.0	0.0	1.2	
	白银市	63.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	77.3	50.1	0.0	0.0	0.0	1.6	
	固原市	63.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	61.5	64.4	61.5	0.0	0.0	1.2	
	天水市	61.0	0.0	0.0	0.0	50.7	0.0	64.6	58.8	63.4	0.0	0.0	0.0	1.5	
	海东市	60.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	61.6	59.6	0.0	0.0	0.0	0.0	
	甘南藏族自治州	59.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	51.6	70.5	53.5	0.0	0.0	0.0	1.3	
	临夏回族自治州	59.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	62.1	58.9	0.0	0.0	0.0	0.0	
	乌兰察布市	59.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	52.6	62.1	61.7	0.0	0.0	0.0	0.0	
	武威市	55.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	62.7	52.9	53.7	0.0	0.0	0.0	0.0	
	西宁市	54.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	54.8	0.0	0.0	0.0	0.0	
	中卫市	54.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	53.9	0.0	54.4	0.0	0.0	0.0	0.0	
	阿坝藏族羌族自治州	53.3	0.0	0.0	0.0	0.0	53.0	53.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	吴忠市	51.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	51.0	52.7	0.0	0.0	0.0	0.0	
	果洛藏族自治州	51.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	51.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	玉树藏族自治州	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	海南藏族自治州	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
中游	晋城市	79.6	0.0	0.0	0.0	0.0	86.4	65.4	84.6	78.2	60.2	0.0	0.0	1.2	
	郑州市	78.0	0.0	0.0	0.0	66.9	63.9	64.2	97.6	77.0	65.9	61.3	0.0	0.0	
	西安市	75.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	65.2	78.2	109.6	59.0	57.0	0.0	0.0	
	焦作市	74.2	0.0	0.0	0.0	70.0	61.5	73.3	78.7	75.3	63.2	60.0	0.0	0.0	
	洛阳市	71.2	0.0	0.0	0.0	72.9	0.0	53.3	78.1	73.2	61.0	0.0	0.0	0.0	
	济源市	71.2	0.0	0.0	0.0	0.0	54.6	65.1	79.4	72.0	57.2	75.7	0.0	0.0	
	长治市	70.7	0.0	0.0	0.0	0.0	62.2	61.0	73.3	73.3	69.0	62.0	0.0	0.0	
	榆林市	70.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	56.3	73.4	70.4	63.2	0.0	0.0	0.0	
	铜川市	68.8	0.0	0.0	0.0	54.8	55.5	65.3	72.2	72.7	63.7	71.1	0.0	0.0	
	吕梁市	68.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	57.0	71.0	73.0	74.9	52.3	0.0	0.0	
	延安市	67.9	0.0	0.0	0.0	0.0	62.6	71.4	69.7	66.1	62.1	86.8	0.0	0.0	
	三门峡市	67.0	0.0	0.0	0.0	0.0	56.3	60.2	72.3	74.9	59.5	53.6	0.0	0.0	
	宝鸡市	66.9	0.0	0.0	0.0	0.0	57.4	62.1	64.5	76.7	63.4	0.0	0.0	1.2	
	咸阳市	66.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	57.4	60.1	82.2	64.9	55.3	0.0	0.0	
	临汾市	66.7	0.0	0.0	0.0	0.0	61.2	56.3	68.5	73.4	63.2	51.4	0.0	0.0	
	运城市	66.1	0.0	0.0	0.0	55.3	57.5	56.5	72.8	65.1	63.4	0.0	0.0	0.0	
	忻州市	65.4	0.0	0.0	0.0	0.0	54.9	58.7	74.5	63.3	56.7	52.7	0.0	0.0	
	朔州市	64.7	0.0	0.0	0.0	0.0	56.4	0.0	70.2	60.4	55.0	0.0	0.0	0.0	
	晋中市	64.1	0.0	0.0	0.0	50.6	0.0	78.5	68.3	55.8	60.7	63.8	0.0	0.0	
	商洛市	63.6	0.0	0.0	0.0	0.0	57.2	55.4	66.7	70.6	60.2	59.6	0.0	0.0	
	太原市	63.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	60.7	67.2	60.0	63.5	63.8	0.0	0.0	
	渭南市	61.8	0.0	0.0	0.0	0.0	66.4	63.3	64.4	63.7	59.2	54.4	0.0	0.0	
	濮阳市	78.6	0.0	0.0	51.2	58.8	63.8	82.3	74.3	87.5	89.4	68.8	0.0	0.0	
	新乡市	78.2	0.0	0.0	0.0	85.9	65.6	65.5	85.1	78.6	67.9	0.0	0.0	0.0	
	安阳市	76.1	0.0	0.0	0.0	0.0	56.7	67.5	89.3	75.3	61.8	52.6	0.0	0.0	
	下游	滨州市	76.0	0.0	0.0	0.0	94.9	108.8	74.2	75.4	75.0	73.8	78.3	50.8	0.0
		济南市	74.5	0.0	0.0	0.0	58.7	73.2	73.8	73.7	81.1	66.5	74.2	51.7	0.0
东营市		74.0	0.0	0.0	0.0	72.1	98.6	65.9	67.3	82.3	72.5	56.0	62.3	0.0	
泰安市		72.2	0.0	0.0	0.0	73.9	54.4	70.2	71.5	73.9	85.4	78.4	53.3	0.0	

注：表中各城市的暴雨强度为1978—2022年的平均值。

## 2.3 气象干旱

### 1) 黄河流域整体干旱天数呈下降趋势，2022年较1978年干旱天数减少一半。

黄河流域45年的年均干旱天数平均值为61日，由1978年的97日下降至2022年的60日，整体呈下降趋势。1986年年均干旱天数最高达到107日。2001年中旱及以上点位最多，达到15个。其中，1979、1984、2022年分别有一次重旱，1979年有一次特旱，均发生在阿坝藏族自治州。

近五年年均干旱天数平均值44日，到达历史最低五年，远低于1978-1982年的均值83日。

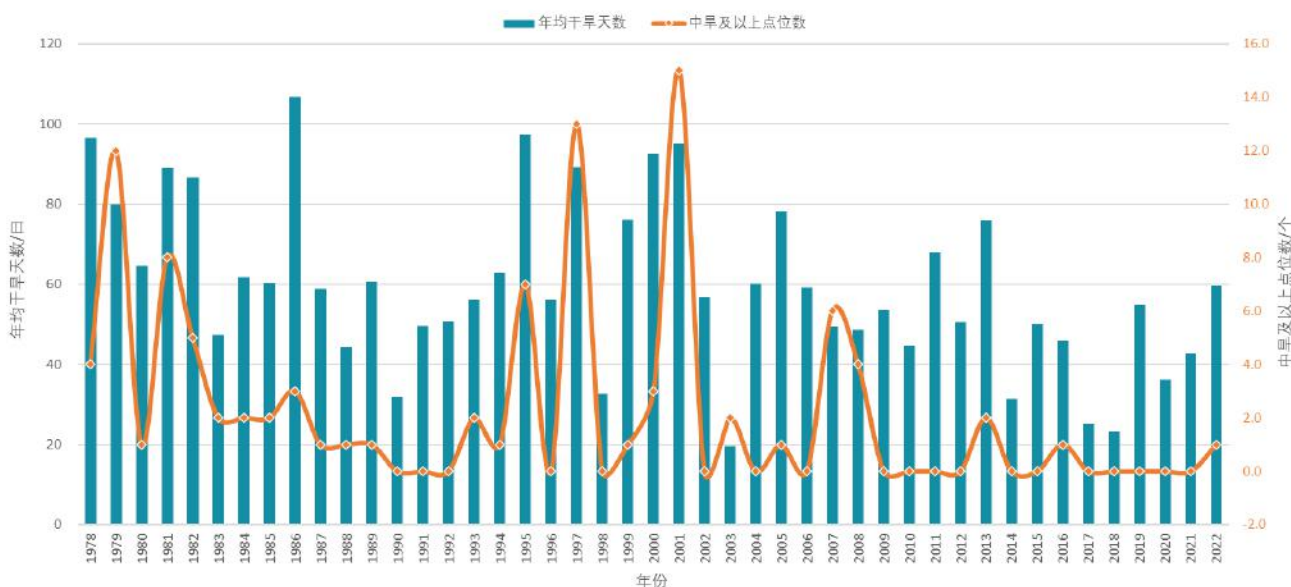


图2-13 黄河流域年均干旱天数变化情况

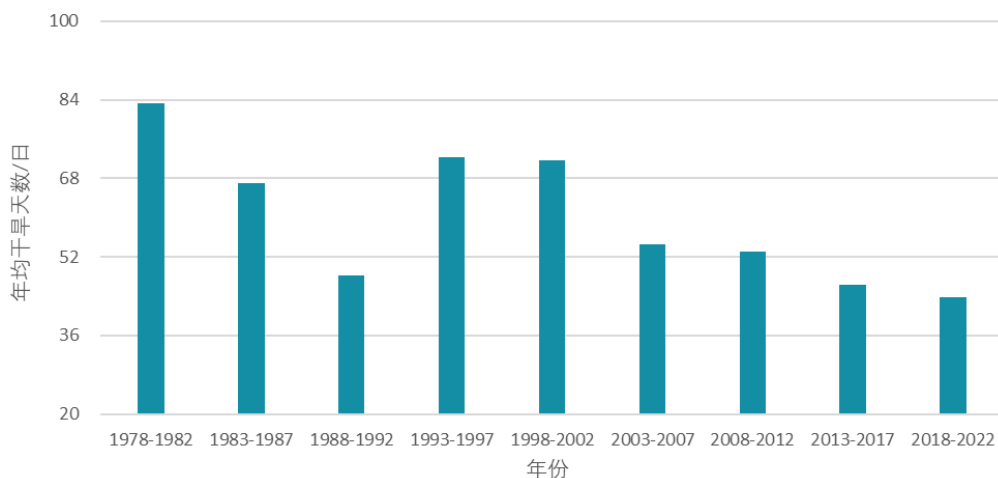


图2-14 黄河流域年均干旱天数变化情况（每五年平均值）

## 2.3 气象干旱

### 2) 黄河流域干旱天数集中在春季，近年下游干旱天数增加。

黄河流域上中下游45年年均干旱天数分别为55日、63日、72日。近年下游干旱天数有增加趋势，2019年和2022年年均干旱天数分别达到了102日和86日。

黄河流域春季和夏季的月均干旱天数均为8日，显著高于秋冬两季。中下游均在4-6月干旱天数最多，且均在4月月均干旱天数达到最高，分别为11日和13日，远高于上游。

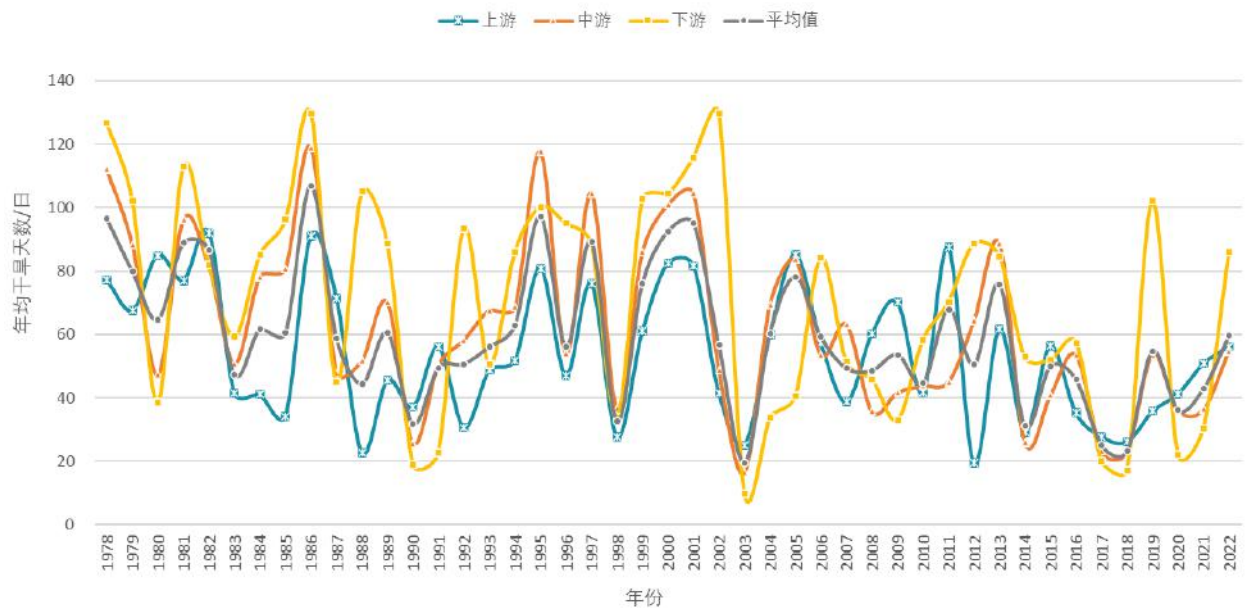


图2-15 黄河流域分游段年均干旱天数变化情况

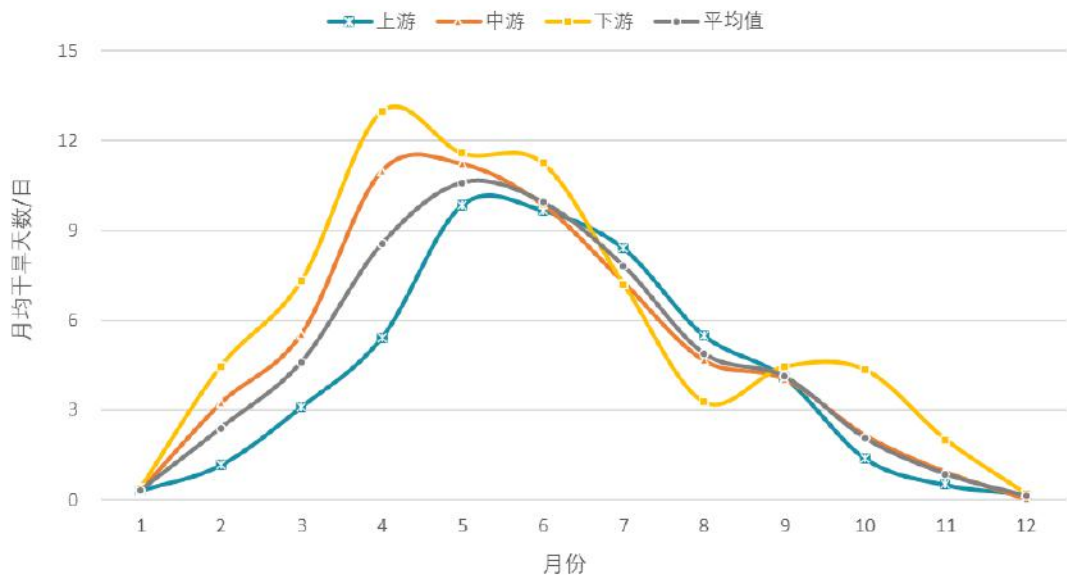


图2-16 黄河流域分游段月均干旱天数变化情况



## 2.3 气象干旱

### 3) 黄河流域干旱城市集中在河套和中原区域，中原春旱、河套夏旱。

上游的白银市45年年均干旱天数最高, 年均干旱天数为91日。干旱天数较高的上游城市还有武威市、中卫市、阿坝藏族羌族自治州、银川市。7个下游城市干旱天数均在黄河流域平均水平以上, 西安市年均干旱天数为0。

中原区域城市主要在4-5月干旱天数增加, 表现为春旱。而上游城市黄土高原常见初夏旱, 即本地雨季到来前的6月上中旬, 高原中部夏田作物抽穗、扬花期, 需水量大。且白银、中卫市等地区常见春旱连接夏旱, 持续时间久。

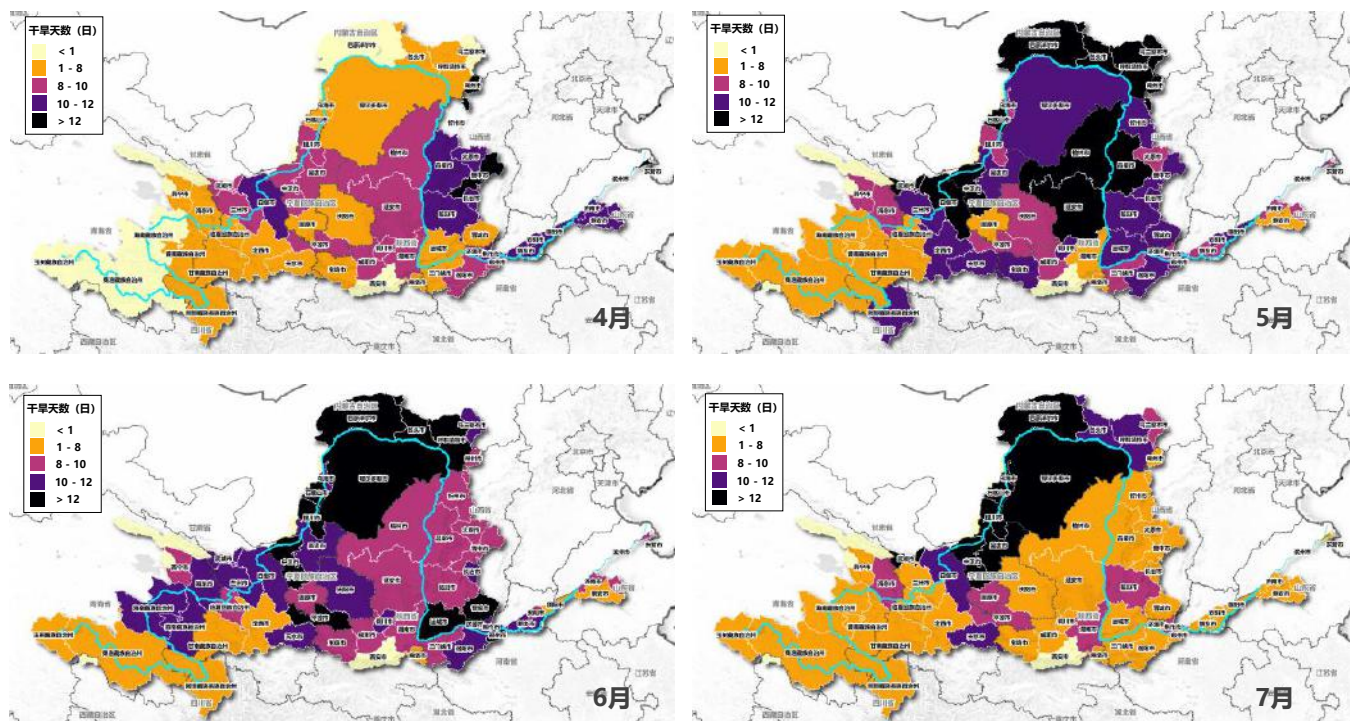


图2-17 1978-2022年黄河流域主要城市4-7月月均干旱天数分布情况

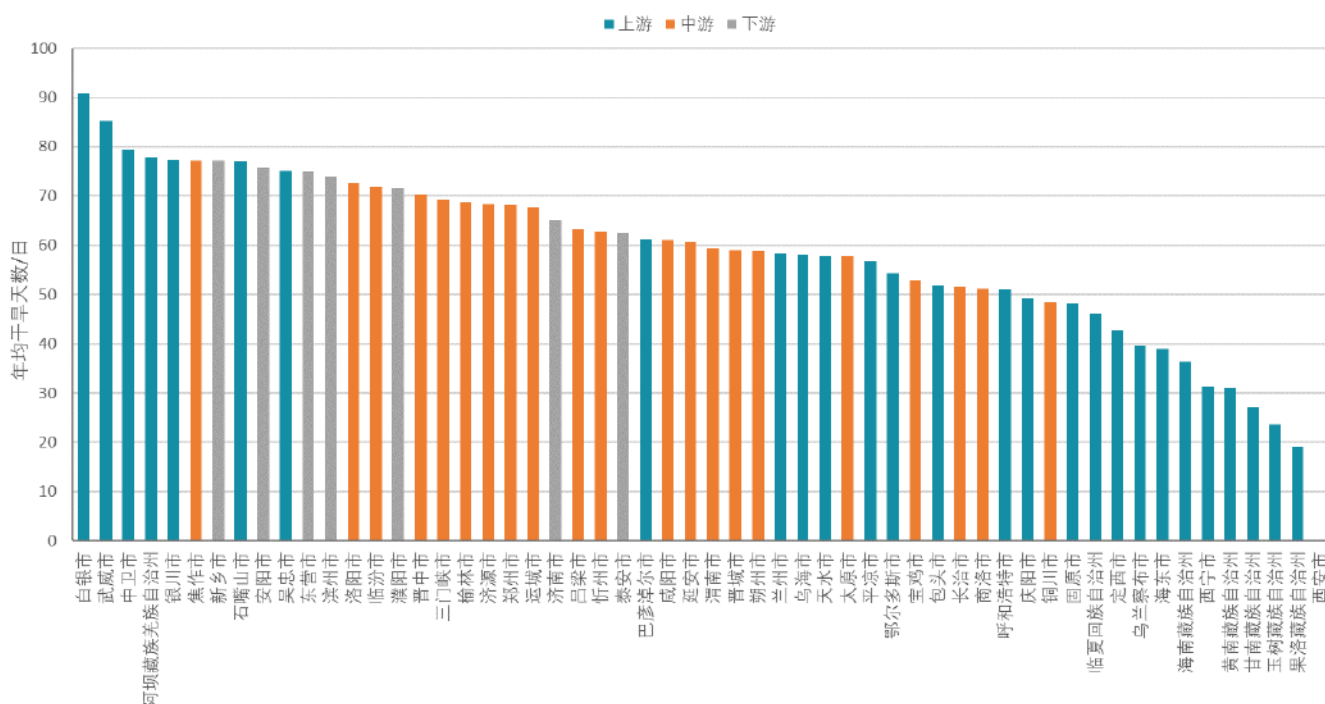


图2-18 1978-2022年黄河流域主要城市年均干旱天数

黄河流域主要城市干旱天数汇总

		月均干旱天数分级 (单位: 日)												
		<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>												
		01-44-88-1010-1212-1414-16												
游段	城市	年均干旱天数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
上游	武威市	85	0	1	7	13	14	13	15	11	7	4	1	0
	白银市	83	0	1	7	15	15	12	12	9	7	4	2	0
	中卫市	79	0	1	6	11	13	15	14	10	6	4	2	0
	阿坝藏族羌族自治州	78	9	13	13	7	6	2	3	7	4	3	5	5
	银川市	77	0	1	7	11	11	15	15	7	6	4	1	0
	石嘴山市	77	0	2	6	7	13	16	15	8	6	5	1	0
	吴忠市	73	0	1	8	9	12	14	12	8	6	4	1	0
	巴彦淖尔市	60	0	0	0	0	12	15	14	10	8	0	0	0
	乌海市	57	0	0	0	0	12	13	14	10	8	0	0	0
	天水市	57	0	4	6	9	10	8	7	6	5	2	0	0
	兰州市	54	0	1	4	11	11	8	7	6	4	2	1	0
	平凉市	52	0	2	4	10	10	9	6	4	4	1	0	0
	鄂尔多斯市	48	0	0	0	1	10	13	12	7	6	0	0	0
	庆阳市	48	0	2	4	9	10	9	5	3	4	1	0	0
	呼和浩特市	44	0	0	0	1	12	14	10	5	3	0	0	0
	包头市	44	0	0	0	0	12	14	9	5	4	0	0	0
	临夏回族自治州	42	0	1	4	10	8	6	6	3	3	2	0	0
	固原市	42	0	1	3	7	8	9	7	4	3	1	0	0
	定西市	39	0	1	3	8	8	6	6	3	2	1	0	0
	海东市	36	0	0	0	0	9	10	9	5	4	0	0	0
	乌兰察布市	35	0	0	0	0	10	11	8	3	2	0	0	0
	西宁市	26	0	0	0	0	9	7	5	3	2	0	0	0
	海南藏族自治州	25	0	0	0	0	7	7	5	3	2	0	0	0
	黄南藏族自治州	24	0	0	0	0	6	6	6	4	1	0	0	0
	甘南藏族自治州	24	0	0	2	6	6	3	3	2	1	1	0	0
	玉树藏族自治州	15	0	0	0	0	6	3	1	4	2	0	0	0
	果洛藏族自治州	10	0	0	0	0	5	2	1	1	1	0	0	0
中游	焦作市	75	2	5	6	13	12	12	8	5	6	5	2	0
	洛阳市	73	1	5	7	11	12	11	8	6	6	4	1	0
	晋中市	70	0	2	7	15	12	10	9	7	5	2	1	0
	临汾市	69	0	4	8	11	12	10	9	6	5	2	2	0
	济源市	68	2	5	6	12	12	11	8	4	5	3	1	0
	运城市	68	0	5	7	11	12	10	8	6	5	2	1	0
	郑州市	67	1	4	4	11	12	12	9	4	4	3	2	0
	三门峡市	66	1	5	7	11	11	9	7	7	5	2	1	0
	榆林市	64	0	2	4	11	12	11	10	6	5	2	1	0
	忻州市	61	0	2	5	15	13	10	8	3	3	2	1	0
	咸阳市	61	0	4	5	9	10	10	9	7	4	2	0	0
	吕梁市	61	0	1	6	12	12	10	8	6	4	1	1	0
	渭南市	59	0	5	6	9	9	10	8	6	5	2	0	0
	延安市	58	0	1	6	11	12	10	7	4	4	1	0	0
	朔州市	57	0	1	4	12	13	10	7	3	4	3	1	0
	太原市	57	0	2	7	12	11	9	6	5	3	1	0	0
	晋城市	56	0	3	4	10	12	10	6	3	4	3	2	0
	宝鸡市	51	0	5	5	9	10	8	6	3	2	1	0	0
	长治市	50	0	1	3	11	11	10	5	2	2	2	1	0
	商洛市	50	0	5	7	8	7	8	4	4	3	2	1	0
	铜川市	46	0	2	4	9	11	8	5	3	2	1	0	0
	下游	西安市	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
新乡市		75	1	5	7	13	13	12	8	5	4	4	2	0
安阳市		74	1	6	6	14	12	11	9	4	5	5	2	0
东营市		72	0	4	9	13	11	11	7	3	5	5	3	0
濮阳市		70	0	5	6	13	12	11	8	4	5	5	2	0
滨州市		69	0	3	8	14	12	12	7	3	4	3	2	0
济南市		65	0	5	8	12	11	12	6	2	4	4	2	0
	泰安市	61	0	4	7	11	11	10	6	2	4	4	2	0

注：表中各城市的高温天数为1978—2022年平均值。



# 3 宜居气候

3.1 人体舒适度

1) 黄河流域人体舒适度水平整体偏低，但呈现逐年上升的趋势。

1978-2022年黄河流域年均人体舒适度指数为48.1，整体一直处于不舒适水平(40~50为凉，不舒适)。近五年的平均人体舒适度指数为49.0，整体逐渐接近较舒适水平（50~60为较舒适）。

黄河流域45年年均较舒适天数平均值为169日，2000年以来的年均较舒适天数明显增多，基本高于平均值，2014年最多为184日。

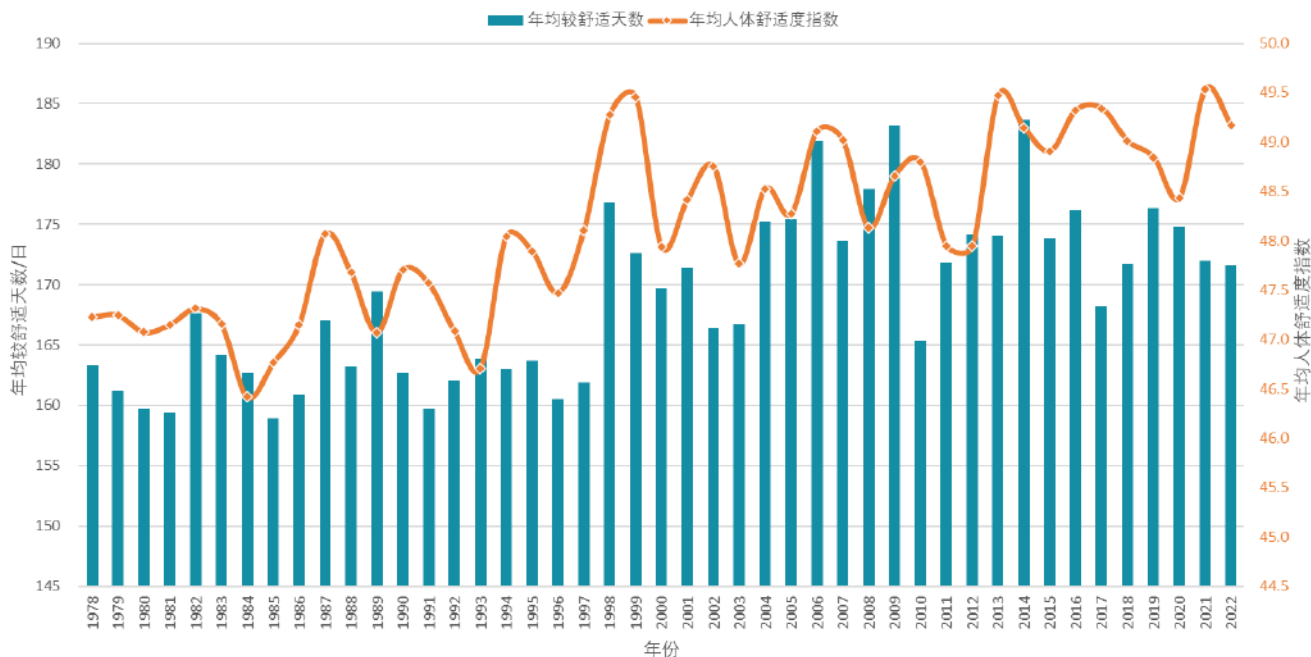


图3-1 黄河流域年均人体舒适度变化情况

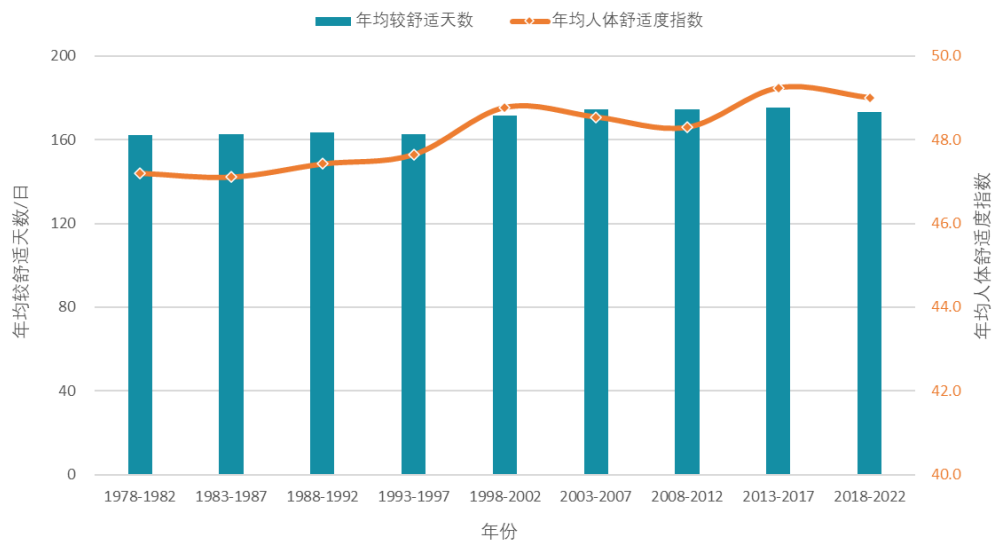


图3-2 黄河流域年均人体舒适度变化情况（每五年平均值）



### 3.1 人体舒适度

#### 2) 近年黄河流域中、下游基本处于较舒适区间，上游仅7-8月处于较舒适水平。

上中下游年均人体舒适度指数分别为44、51、53，上游整体处于不舒适区间，中下游基本处于较舒适区间。近年各游段人体舒适度呈较好趋势发展。上中下游年均较舒适天数分别为146日、189日、192日。上游较舒适天数不足半年。

上中下游月均较舒适天数分别为21日、22日、22日。上、中、下游分别在7月、5月、5月较舒适天数达到最高，月均舒适天数均为30日。下游由于7-8月温度较高偏热导致较舒适天数下降，上游仅7-8月处于较舒适水平。

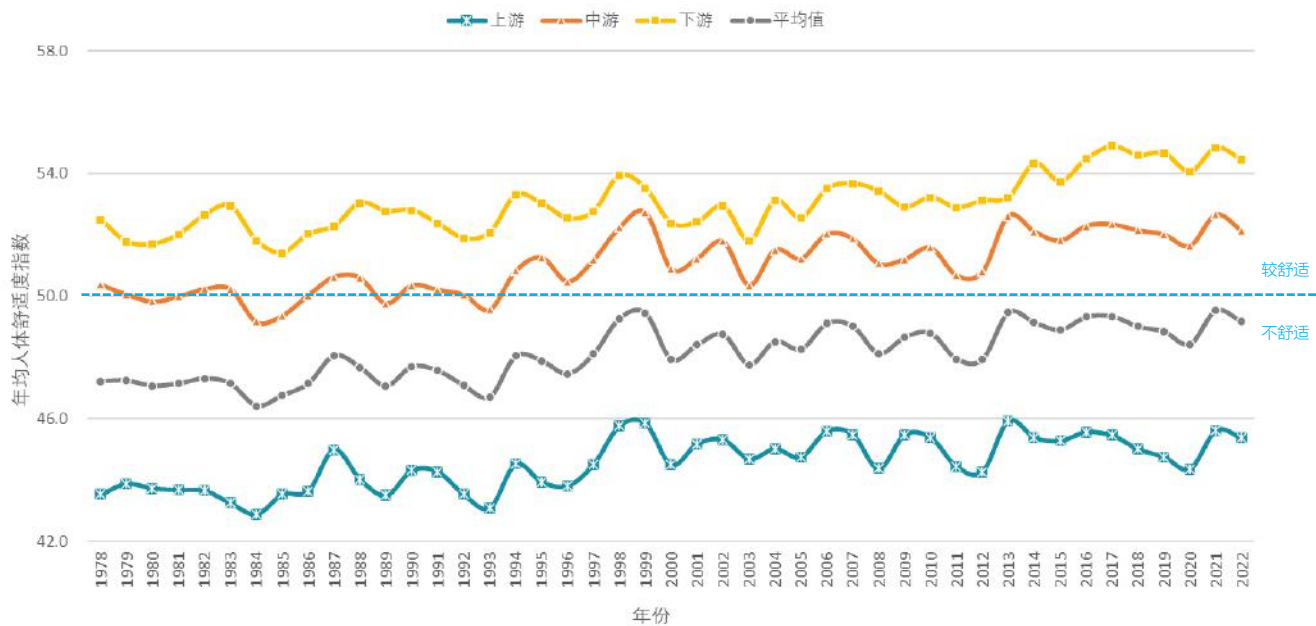


图3-3 黄河流域分游段年均人体舒适度指数变化情况

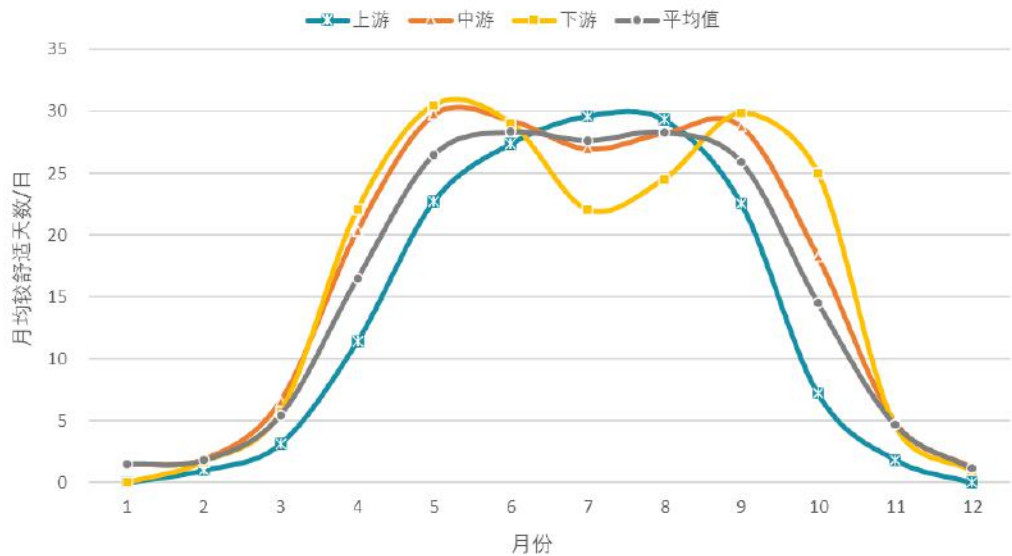


图3-4 黄河流域分游段月均较舒适天数变化情况



3.1 人体舒适度

3) 黄河流域60%城市处于较舒适水平以下，上游城市仅天水达到了较舒适水平。

56个研究城市中无城市处于最舒适区间，21个城市处于较舒适水平，占比38%。所有下游城市均处于较舒适水平。西安市和宝鸡市年均人体较舒适天数最多，均为210日，超过200日的还有三门峡市、运城市、焦作市、济南市、临汾市，主要为中游城市。上游的玉树藏族自治州、甘南藏族自治州、果洛藏族自治州年均较舒适天数不足100日。上游城市仅天水达到了较舒适水平，甘南藏族自治州、果洛藏族自治州45年年均人体舒适度指数分别为38和34，处于很不舒适(冷)水平。

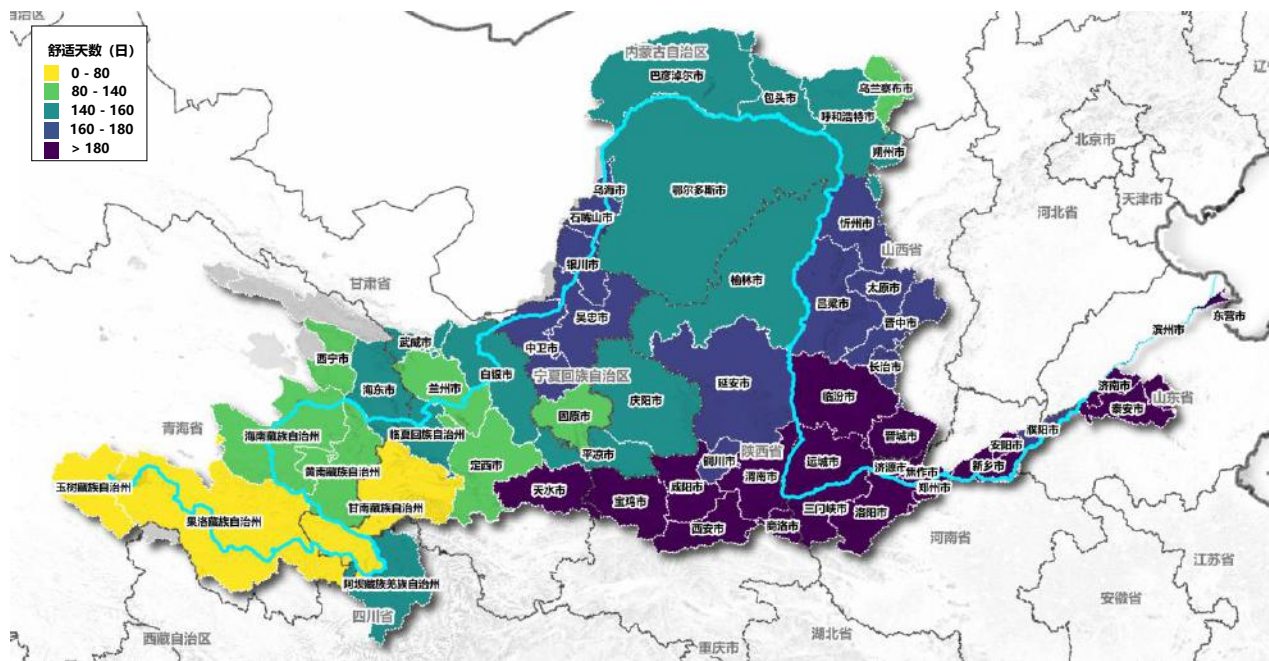


图3-5 1978-2022年黄河流域主要城市年均较舒适天数分布情况

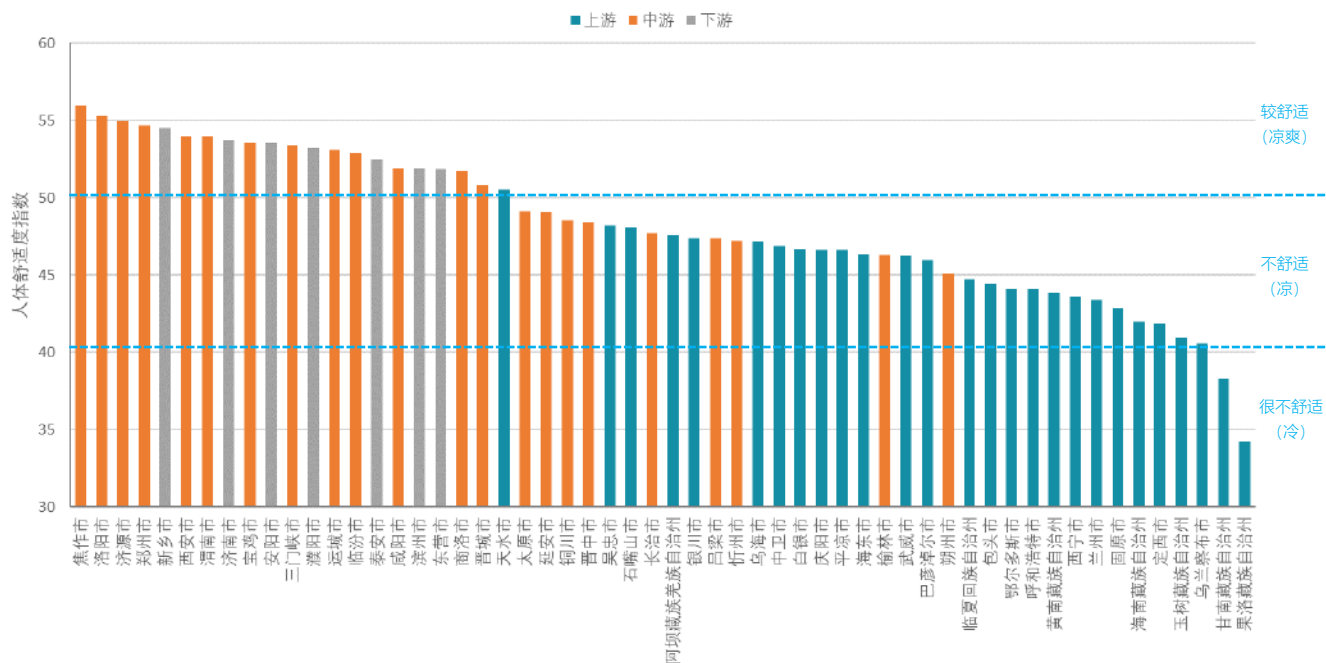


图3-6 1978-2022年黄河流域主要城市年均人体舒适度指数

### 3.1 人体舒适度

#### 4) 黄河流域中下游在4月、10月处于较舒适水平，上游在7-8月处于较舒适水平。

黄河流域4月较舒适天数主要分布在中下游，8月主要分布在上游。4-5月黄河中下游为较舒适水平，此时上游偏凉。而到7-8月黄河中下游天气较为炎热，上游恰好达到较舒适水平。

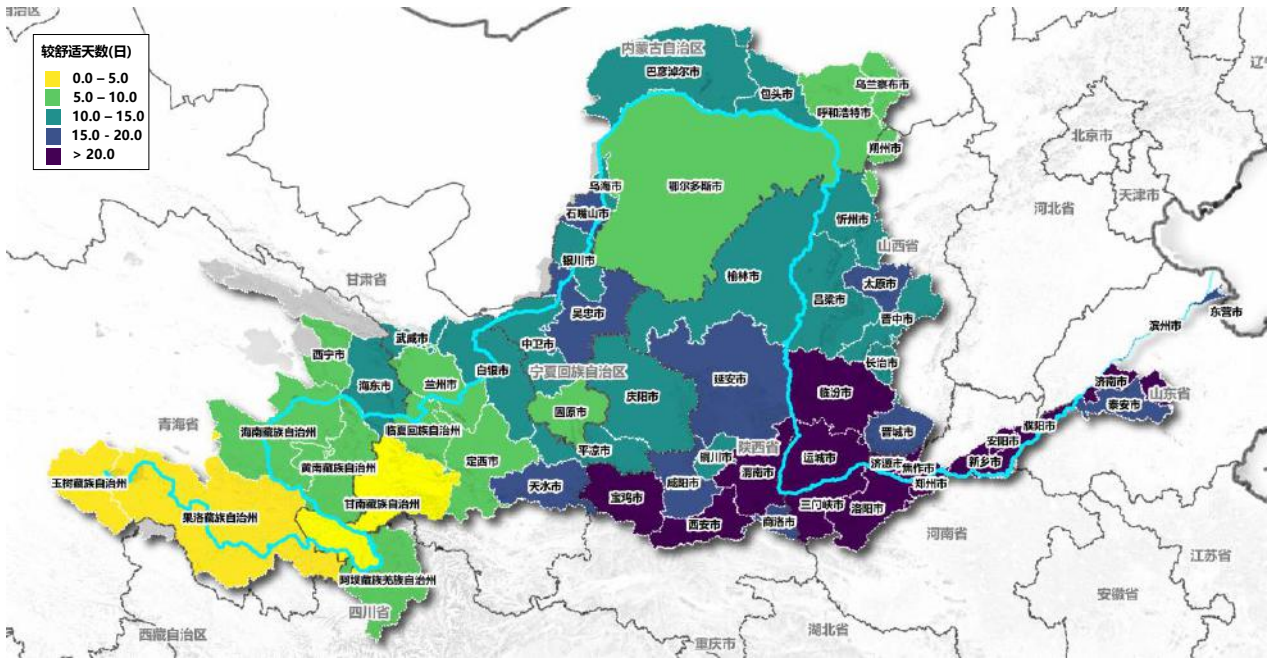


图3-7 黄河流域4月人体较舒适天数分布情况

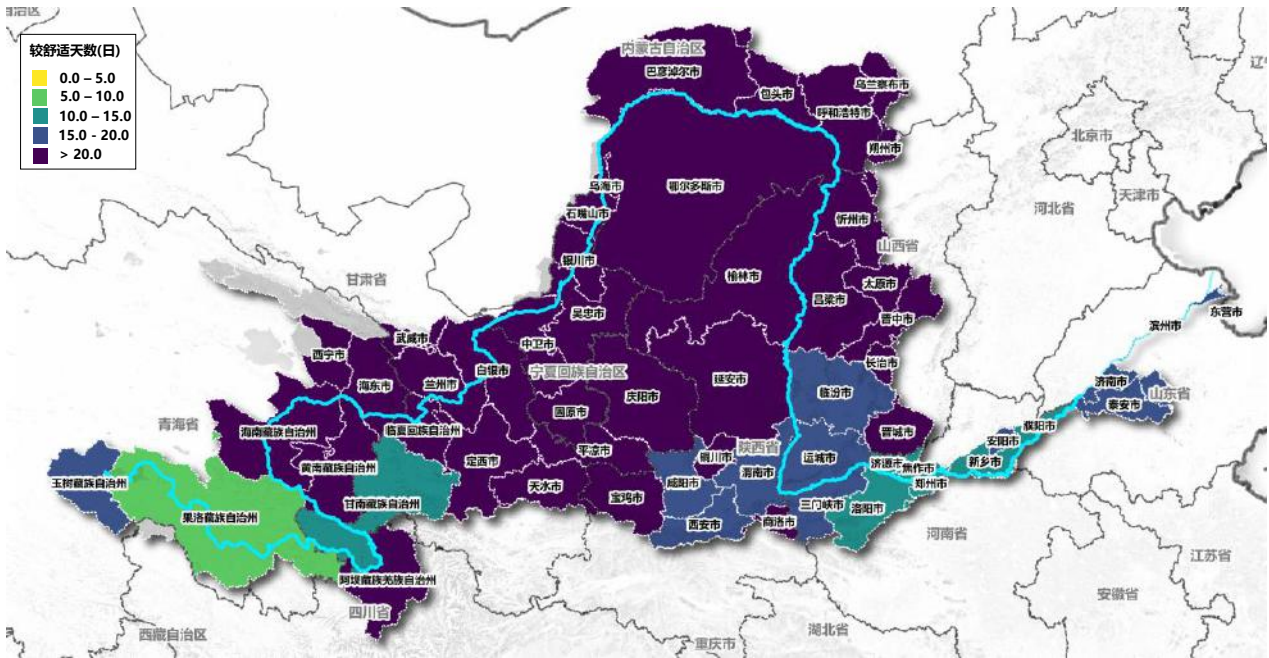


图3-8 黄河流域8月人体较舒适天数分布情况

黄河流域主要城市人体舒适度汇总

		人体舒适度分级															
		较舒适												暖	热	炎热	
		寒冷	冷	凉	凉爽	最舒适	温暖										
游段	城市	人体舒适度 分级	年均人体 舒适度指数	1	2	3	4	5	月均人体舒适度指数							11	12
上游	天水市	较舒适 (凉爽)	50.52	32.43	36.95	44.19	52.45	58.44	64.11	67.34	66.00	59.04	50.33	41.21	33.78		
	吴忠市	不舒适 (凉)	48.19	27.17	33.03	41.62	50.82	57.75	63.86	67.04	64.86	57.66	48.23	37.29	28.93		
	石嘴山市		48.09	25.98	32.69	41.84	51.02	58.06	64.17	67.58	65.47	58.01	48.06	36.71	27.48		
	坝藏族羌族自治		47.57	36.60	40.56	44.24	48.15	52.20	55.95	58.18	57.70	53.39	47.08	40.68	36.09		
	银川市		47.39	25.29	31.88	40.93	50.18	57.33	63.55	66.93	64.71	57.26	47.47	36.13	27.01		
	乌海市		47.16	24.20	31.14	40.79	50.02	57.14	63.30	66.74	64.68	57.69	47.60	36.19	26.45		
	中卫市		46.84	25.41	31.88	40.77	49.81	56.32	62.28	65.39	63.26	56.21	47.02	36.27	27.47		
	白银市		46.67	27.46	33.24	41.05	48.85	54.91	60.48	63.44	62.02	55.54	46.70	37.24	29.11		
	庆阳市		46.64	29.16	32.55	39.45	48.13	54.51	60.47	63.63	61.96	54.76	46.07	37.70	31.26		
	平凉市		46.63	28.59	32.56	39.91	48.48	54.92	60.81	64.10	62.33	54.86	45.68	37.02	30.33		
	海东市		46.34	27.95	33.62	41.02	48.55	54.37	59.59	62.67	61.44	54.91	46.11	36.77	29.11		
	武威市		46.25	25.63	31.72	40.12	49.08	55.61	61.27	64.33	62.61	55.59	46.13	35.66	27.18		
	巴彦淖尔市		45.99	22.26	29.30	38.93	48.78	56.73	63.19	66.71	64.24	56.60	46.29	34.14	24.69		
	临夏回族自治州		44.75	26.00	31.28	38.96	47.00	53.09	58.22	61.39	60.32	53.56	44.55	35.06	27.51		
	包头市		44.45	19.48	26.95	37.43	47.96	55.97	62.34	65.86	63.36	55.30	44.83	32.24	21.74		
	鄂尔多斯市		44.11	22.19	27.93	37.22	46.64	53.99	60.26	63.72	61.55	54.08	44.50	33.10	24.19		
	呼和浩特市		44.11	19.69	27.10	36.96	47.01	55.08	61.46	65.31	63.07	54.97	44.52	32.19	21.95		
	黄南藏族自治州		43.81	28.92	32.65	38.70	45.20	50.19	54.76	57.70	56.84	50.71	43.22	36.11	30.69		
	西宁市		43.60	26.92	31.69	38.52	45.51	50.95	55.72	58.73	57.65	51.36	43.19	34.70	28.25		
	兰州市		43.35	23.83	29.44	37.51	45.89	52.06	57.41	60.49	59.28	52.23	43.25	33.48	25.40		
固原市	42.85		23.70	28.19	36.12	45.02	51.63	57.33	60.34	58.48	51.25	42.36	33.59	26.18			
海南藏族自治州	41.99		25.94	31.60	37.79	43.64	48.52	53.01	56.08	55.44	49.26	41.58	33.73	27.30			
定西市	41.85		23.95	27.88	35.24	43.48	49.81	55.16	58.30	56.98	50.19	41.71	33.21	26.28			
玉树藏族自治州	40.94		28.42	32.20	36.71	40.83	45.78	50.52	53.24	52.49	47.66	40.14	33.67	29.60			
乌兰察布市	40.58		17.09	23.05	32.80	42.98	51.32	57.78	61.65	59.36	51.36	41.37	28.80	19.42			
中游	甘南藏族自治州	不舒适 (冷)	38.29	24.05	27.12	32.42	38.54	43.99	49.05	52.37	51.65	45.58	37.98	30.78	26.02		
	果洛藏族自治州	34.21	19.48	23.66	29.31	35.11	40.05	44.51	47.56	47.05	41.92	34.64	26.36	20.90			
	焦作市	较舒适 (凉爽)	55.96	36.21	40.35	47.58	56.58	64.22	70.69	74.22	73.04	65.95	57.16	46.75	38.72		
	洛阳市		55.29	35.14	39.27	46.73	56.14	63.79	70.55	74.16	72.54	65.40	56.33	45.77	37.65		
	济源市		54.95	34.62	38.60	45.96	55.42	63.46	70.31	74.17	72.72	65.26	56.22	45.44	37.20		
	郑州市		54.68	34.51	38.45	45.82	55.28	63.16	69.84	73.66	72.28	64.83	55.80	45.36	37.18		
	西安市		54.02	34.32	38.91	48.02	55.86	62.34	68.70	71.75	70.14	62.91	54.09	44.42	36.78		
	渭南市		53.97	33.62	38.54	46.28	55.41	62.76	69.55	73.04	71.51	63.83	54.32	43.53	35.27		
	宝鸡市		53.57	35.48	39.34	46.25	54.85	61.56	67.70	70.87	69.31	62.36	53.70	44.34	37.03		
	三门峡市		53.37	34.24	38.29	45.63	54.62	61.88	68.21	71.42	69.91	62.61	53.78	43.75	36.11		
	运城市		53.12	33.25	38.07	45.76	54.79	61.94	68.28	71.70	70.05	62.82	53.55	42.75	34.53		
	临汾市		52.89	32.82	37.95	45.73	54.48	61.63	68.06	71.74	70.14	62.58	53.12	42.23	34.20		
	咸阳市	51.95	31.69	36.50	44.14	53.18	60.58	67.49	71.06	69.50	62.03	52.36	41.36	33.46			
	商洛市	51.74	34.35	37.55	43.91	52.40	58.88	65.13	68.91	67.66	60.44	51.93	43.27	36.42			
	晋城市	50.82	32.08	35.20	42.31	51.52	59.01	65.31	68.90	67.30	60.14	51.44	42.00	34.60			
	太原市	不舒适 (凉)	49.13	29.50	34.22	41.91	50.79	58.33	64.28	68.15	66.05	58.11	48.79	38.41	30.98		
	延安市		49.04	27.40	33.37	42.37	51.94	58.99	65.14	68.84	66.80	58.46	48.40	37.73	29.04		
	铜川市		48.53	29.98	34.12	41.04	49.68	56.63	63.06	66.77	65.18	57.46	48.13	38.65	31.60		
	晋中市		48.45	28.16	33.07	41.08	50.34	58.06	64.08	67.64	65.58	57.73	48.26	37.58	29.82		
	长治市		47.71	27.90	31.96	39.73	49.34	56.88	63.10	66.49	64.68	56.88	47.86	37.78	29.98		
吕梁市	47.37		25.46	31.82	40.78	49.91	57.44	63.47	67.02	64.85	56.81	47.04	36.43	27.39			
忻州市	47.19		24.14	30.74	39.93	50.22	58.34	64.22	67.94	65.65	57.07	46.98	35.14	25.89			
榆林市	46.32		24.08	30.34	39.56	48.75	56.21	62.35	65.68	63.47	55.95	46.48	35.59	26.17			
朔州市	45.04		22.69	28.44	37.68	47.37	55.51	61.50	65.22	62.95	54.88	45.23	34.09	24.97			
新乡市	较舒适 (凉爽)		54.48	33.72	38.20	45.80	55.10	63.20	70.09	73.96	72.56	65.06	55.60	44.52	35.92		
济南市		53.71	33.51	37.68	45.18	54.10	61.81	68.51	72.65	71.28	64.07	55.14	44.62	35.93			
安阳市		53.54	32.51	37.24	44.91	54.15	62.35	69.30	73.24	71.78	64.25	54.87	43.29	34.60			
濮阳市		53.19	31.27	36.28	44.25	53.68	62.06	69.49	73.68	72.34	64.36	54.62	42.69	33.59			
泰安市		52.47	31.33	35.76	43.64	52.89	61.11	68.16	72.64	71.26	63.42	53.58	42.50	33.34			
滨州市		51.93	29.68	34.09	42.47	52.21	60.65	68.04	72.86	71.74	63.90	53.51	41.75	32.27			
东营市	51.88	29.83	33.79	41.82	51.58	60.12	67.15	72.25	71.65	64.30	54.25	42.78	33.06				

注：表中各城市的人体舒适度指数为1978—2022年的平均值。



黄河流域主要城市较舒适天数汇总

		较舒适天数分级（单位：日）												
		<div><div>1-9</div><div>10-14</div><div>15-19</div><div>20-24</div><div>25-31</div></div>												
游段	城市	年均较舒适天数	1	2	3	4	5	月均较舒适天数						
								6	7	8	9	10	11	12
上游	天水市	195	0	0	5	21	30	30	31	31	30	17	1	0
	吴忠市	181	0	0	3	17	29	30	31	31	28	11	0	0
	石嘴山市	181	0	0	2	18	29	30	31	31	29	11	0	0
	银川市	177	0	0	2	16	29	30	31	31	28	10	0	0
	乌海市	177	0	0	1	16	29	30	31	31	28	11	0	0
	中卫市	173	0	0	1	15	28	30	31	31	27	9	0	0
	武威市	169	0	0	1	14	27	30	31	31	27	8	0	0
	巴彦淖尔市	169	0	0	1	13	28	30	31	31	27	8	0	0
	白银市	167	0	0	1	14	25	30	31	31	27	8	0	0
	海东市	166	0	0	1	13	26	30	31	31	27	6	0	0
	平凉市	164	0	0	1	13	26	30	31	31	27	6	0	0
	庆阳市	164	0	0	2	12	25	30	31	31	25	7	0	0
	包头市	163	0	0	1	11	27	30	31	31	26	6	0	0
	呼和浩特市	159	0	0	0	10	26	30	31	31	26	5	0	0
	阿坝藏族自治州	156	0	0	2	10	23	28	31	30	23	7	0	0
	鄂尔多斯市	155	0	0	0	9	24	30	31	31	25	5	0	0
	临夏回族自治州	154	0	0	1	10	23	29	31	31	25	3	0	0
	兰州市	144	0	0	0	8	21	29	31	31	22	2	0	0
	固原市	139	0	0	1	7	20	29	31	30	19	2	0	0
	西宁市	136	0	0	0	6	19	28	31	30	20	1	0	0
	乌兰察布市	136	0	0	0	5	19	28	31	31	19	2	0	0
	海南藏族自治州	130	0	0	0	6	17	27	31	30	17	2	0	0
	定西市	126	0	0	0	4	16	28	31	30	16	1	0	0
	海南藏族自治州	112	0	0	0	3	13	24	30	29	12	1	0	0
	玉树藏族自治州	80	0	0	0	0	4	16	26	24	8	0	0	0
	甘南藏族自治州	63	0	0	0	0	3	13	23	20	4	0	0	0
	果洛藏族自治州	19	0	0	0	0	0	2	8	7	1	0	0	0
中游	西安市	211	0	1	12	26	31	29	26	27	30	25	4	0
	宝鸡市	210	0	1	9	24	31	30	28	29	30	24	5	0
	三门峡市	205	0	0	8	24	31	29	27	28	30	24	4	0
	运城市	203	0	0	8	24	31	30	26	28	30	24	3	0
	焦作市	203	0	1	11	26	31	27	18	21	30	29	9	0
	临汾市	201	0	0	7	24	31	30	26	28	30	23	3	0
	商洛市	200	0	0	5	21	30	30	30	31	30	21	3	0
	郑州市	199	0	1	8	25	31	28	20	23	30	27	7	0
	洛阳市	199	0	1	9	26	31	27	18	23	29	28	7	0
	渭南市	198	0	0	9	25	31	28	21	25	29	25	4	0
	济源市	197	0	0	8	26	31	28	18	22	30	28	7	0
	咸阳市	195	0	0	5	22	30	29	27	28	29	21	2	0
	晋城市	193	0	0	3	19	30	30	30	30	29	19	2	0
	延安市	184	0	0	3	20	30	30	30	31	29	12	0	0
	太原市	182	0	0	2	17	30	30	31	31	29	12	0	0
	晋中市	179	0	0	2	17	29	30	31	31	28	11	0	0
	铜川市	176	0	0	2	15	28	30	31	31	28	11	0	0
	忻州市	175	0	0	1	16	30	30	31	31	28	9	0	0
	吕梁市	175	0	0	2	15	29	30	31	31	28	9	0	0
下游	长治市	174	0	0	2	14	28	30	31	31	28	11	0	0
	榆林市	168	0	0	1	13	28	30	31	31	27	8	0	0
	朔州市	159	0	0	1	10	27	30	31	30	25	6	0	0
	济南市	202	0	1	7	23	31	29	24	25	30	26	6	0
	安阳市	195	0	0	6	24	31	29	21	25	30	26	4	0
	新乡市	194	0	0	7	25	31	28	19	22	30	27	6	0
	泰安市	191	0	0	4	21	31	29	24	26	30	23	3	0
	东营市	190	0	0	3	19	30	30	24	26	30	25	4	0
	濮阳市	188	0	0	5	23	30	28	20	23	30	25	4	0
	滨州市	186	0	0	3	19	30	29	23	25	30	24	3	0

注：表中各城市的较舒适天数为1978—2022年的平均值。

3.2 空气质量优良天数

1) 黄河流域空气质量不断改善，但仍低于全国平均水平。

2015-2022年，黄河流域年均空气质量优良天数平均值为291日。空气质量优良天数总体趋势逐年增加，在8年内增加近50日。2022年稍有下降，2022年空气质量优良天数为304日。

黄河流域的月均空气质量优良天数为24日，8月月均空气质量优良天数最多，达到30日；1月月均空气质量优良天数最低为17日。夏季月均空气质量优良天数达到29日，秋季、春季次之，冬季月均空气质量优良天数为19日，低于其他季节。

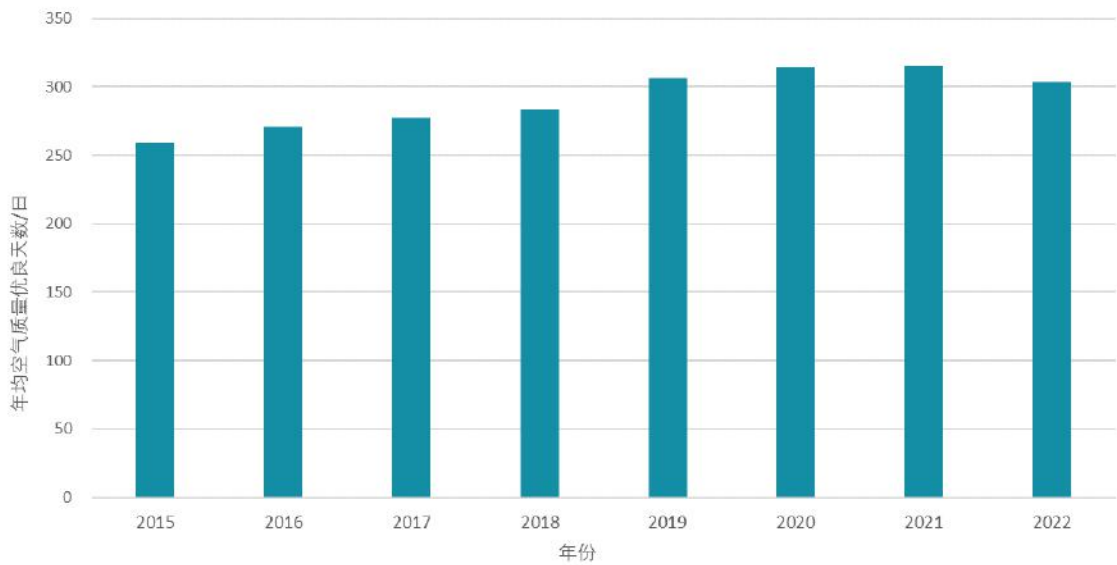


图3-9 黄河流域年均空气质量优良天数变化情况

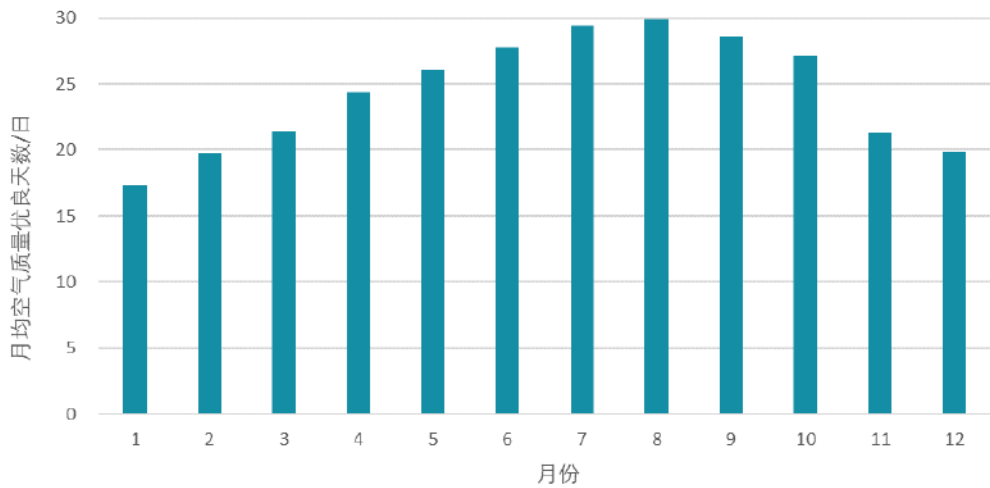


图3-10 黄河流域月均空气质量优良天数变化情况



### 3.2 空气质量优良天数

#### 2) 黄河中、下游空气质量优良天数较上游低，下游冬季空气质量下降严重。

2015-2022年，上中下游年均空气质量优良天数分别为318日、272日、247日，黄河中、下游空气质量优良天数较上游低。各游段空气质量逐步提升，且下游增速显著，2015年-2022年年均空气质量优良天数由174日增至284日，增加110日。

上中下游月均空气质量优良天数分别为27日、23日、21日。上游7、8月月均空气质量优良天数均30日；下游8月月均空气质量优良天数可达到29日，而1月、12月冬季月均空气质量优良天数仅为11日和13日。

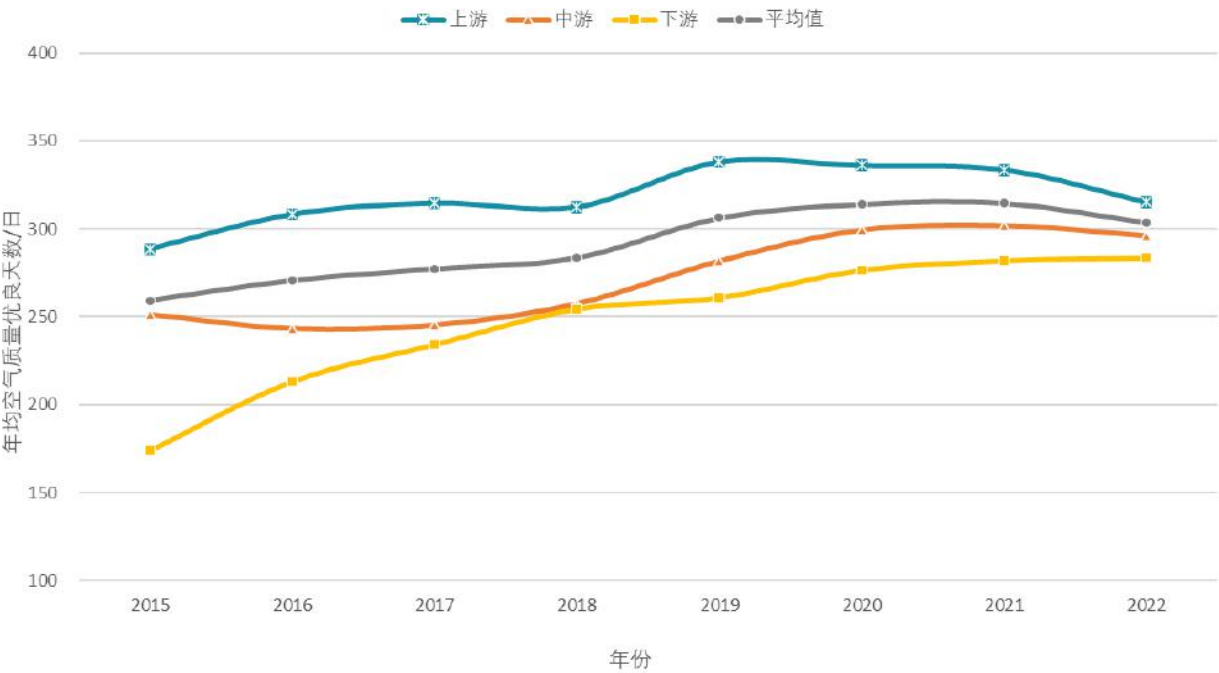


图3-11 黄河流域分游段年均空气质量优良天数变化情况

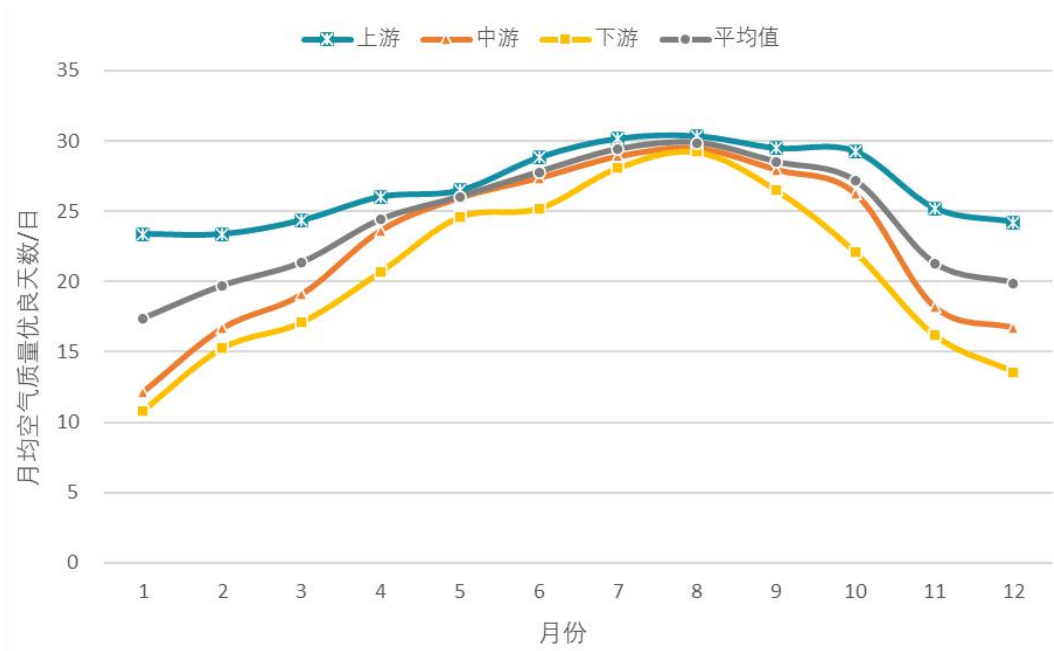


图3-12 黄河流域分游段月均空气质量优良天数变化情况

3.2 空气质量优良天数

3) 空气质量低值区分布在中、下游，安阳市、渭南市、西安市等空气质量优良天数较低且仍有下降趋势。

研究的54个黄河流域城市中，26个上游城市中，23个上游城市年均空气质量优良天数在黄河流域平均水平以上。玉树藏族自治州年均空气质量天数最多，达到358日。郑州市空气质量优良天数最少，仅为209日。

空气质量优良天数低值区一方面分布在煤炭、石油和天然气等能源资源丰富的“陕甘宁蒙”交界地带，另一方面分布在人口稠密，工业基础良好的河南省和山东省。2022年相较2021年空气质量优良天数增长率，安阳市、渭南市、西安市分别为-44%、-25%、-12%，平均空气质量优良天数较低且仍有下降趋势。

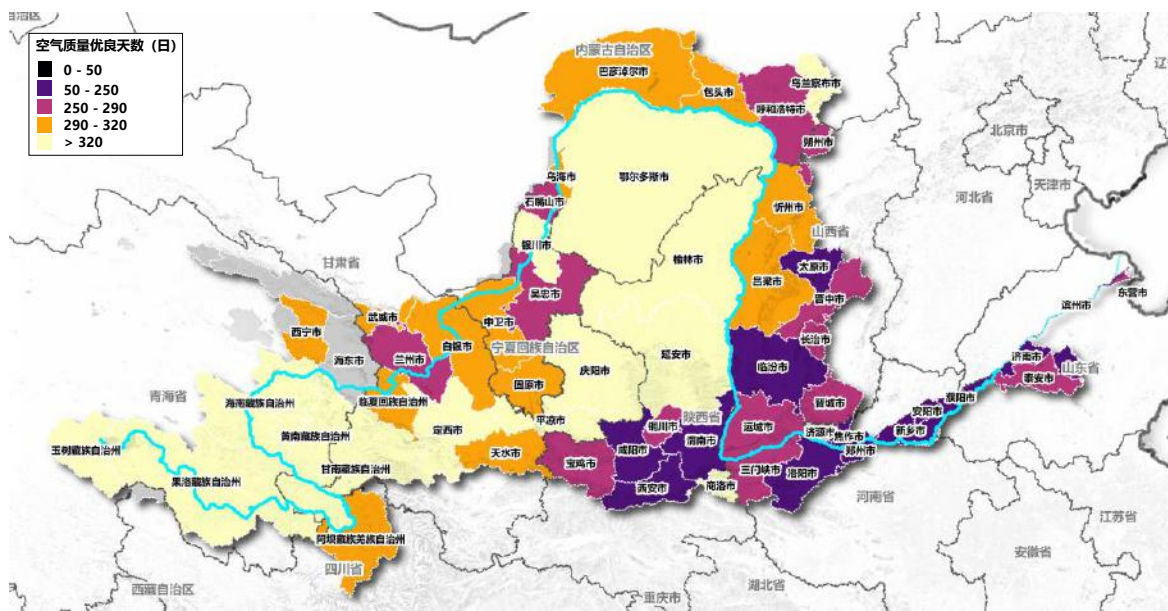


图3-13 2015-2022年黄河流域主要城市年均空气质量优良天数分布

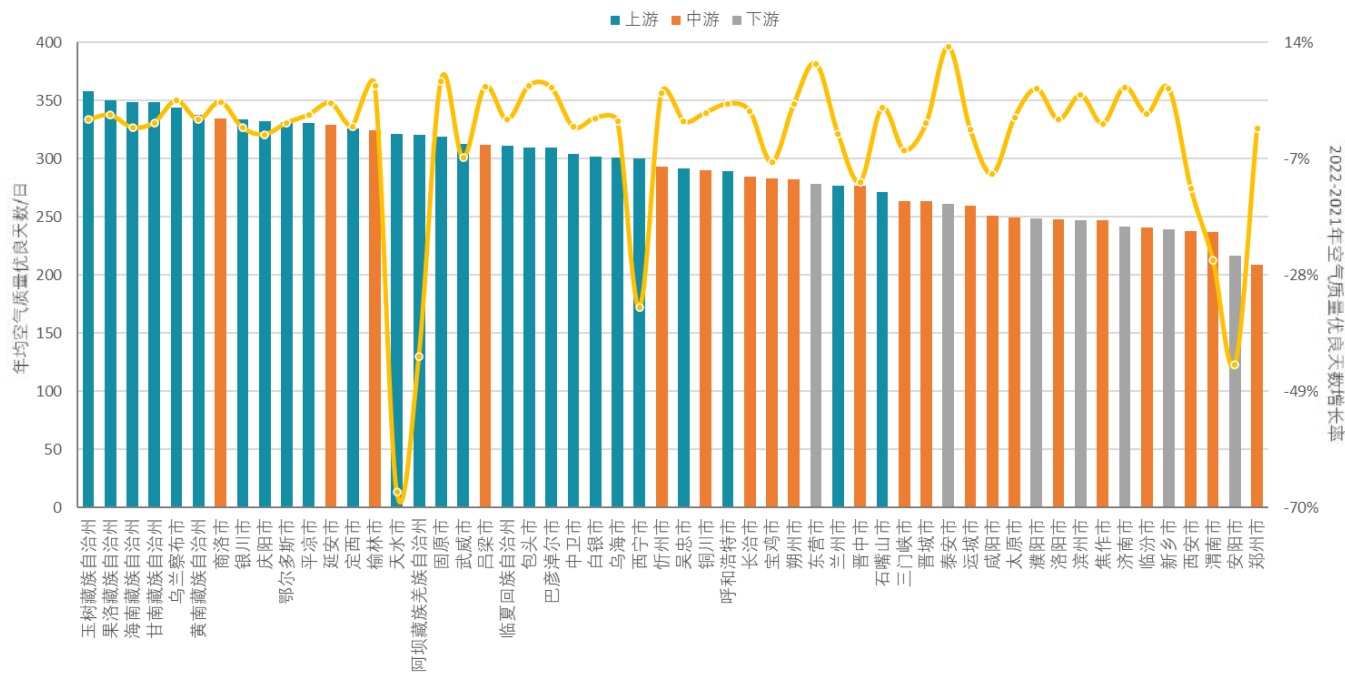


图3-14 2015-2022年黄河流域主要城市年均空气质量优良天数

黄河流域主要城市空气质量优良天数汇总

		月均空气质量优良天数（单位：日）													
		<div><div>0-10</div><div>10-15</div><div>15-20</div><div>20-25</div><div>25-30</div><div>30-31</div></div>													
游段	城市	年均空气 质量优良天数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
上游	玉树藏族自治州	358	30	27	31	30	28	30	31	31	30	31	29	30	
	果洛藏族自治州	351	29	27	29	29	30	29	31	31	29	30	28	30	
	海南藏族自治州	349	29	26	26	28	30	30	31	31	30	31	29	29	
	甘南藏族自治州	348	26	26	27	29	30	30	31	31	30	31	29	29	
	乌兰察布市	344	29	26	27	27	29	29	31	31	30	31	28	28	
	黄南藏族自治州	337	27	23	23	27	30	30	31	30	30	31	29	28	
	银川市	334	24	26	26	28	27	29	30	30	30	31	26	26	
	庆阳市	332	25	23	25	26	28	30	31	31	30	31	27	26	
	鄂尔多斯市	331	25	25	25	25	26	29	31	31	30	30	28	28	
	平凉市	331	24	25	25	27	27	30	31	31	30	30	27	26	
	定西市	326	23	24	25	27	28	30	31	31	30	31	26	22	
	天水市	321	26	26	30	30	27	30	31	31	30	31	29	28	
	阿坝藏族羌族自治州	321	31	28	31	30	31	29	30	31	30	31	30	26	
	固原市	319	26	22	23	24	25	29	29	30	28	30	26	27	
	武威市	312	23	22	21	24	24	28	30	30	30	30	26	25	
	临夏回族自治州	311	17	21	23	27	28	30	31	31	30	30	25	20	
	包头市	310	20	22	23	26	26	29	30	31	30	28	24	22	
	巴彦淖尔市	310	22	23	23	25	24	27	30	30	29	27	25	26	
	中卫市	304	22	20	22	23	23	27	29	30	30	29	24	24	
	白银市	302	21	22	20	23	24	28	30	31	30	30	23	21	
	乌海市	301	22	22	22	23	22	28	30	30	29	28	24	23	
	西宁市	301	22	23	25	27	29	30	28	28	29	27	23	19	
	吴忠市	291	19	19	21	23	23	27	30	30	30	28	19	21	
	呼和浩特市	289	18	20	23	24	25	28	29	29	29	25	19	19	
	兰州市	277	16	19	19	22	24	29	30	30	29	28	18	12	
	石嘴山市	271	14	17	19	24	23	27	30	31	29	25	18	16	
	中游	商洛市	335	21	23	28	29	30	30	31	31	30	31	28	24
		延安市	329	24	24	24	26	28	30	30	30	30	30	27	26
		榆林市	325	24	23	24	26	25	29	31	31	30	30	26	26
		吕梁市	312	17	23	26	27	28	28	29	30	29	30	23	22
		忻州市	293	15	19	21	25	28	29	30	31	29	28	19	20
		铜川市	290	14	16	20	26	28	30	31	31	30	28	20	16
		长治市	285	11	18	21	26	28	27	29	30	29	28	20	19
宝鸡市		283	11	14	19	27	29	30	31	31	30	29	19	15	
朔州市		283	12	17	19	25	25	29	28	30	29	27	20	21	
晋中市		277	12	18	21	26	26	26	28	30	28	26	18	18	
晋城市		263	10	17	17	21	25	25	28	29	28	26	19	19	
三门峡市		263	10	15	17	23	26	29	29	30	29	26	16	15	
运城市		259	9	14	20	26	27	27	29	29	29	26	15	10	
咸阳市		251	7	12	17	25	27	29	30	30	28	25	14	8	
太原市		249	14	19	18	19	21	25	28	29	25	20	14	17	
洛阳市		248	8	15	15	20	25	26	29	29	28	24	15	15	
焦作市		247	8	14	16	20	26	25	27	29	27	25	16	15	
临汾市		241	5	13	18	22	26	26	28	28	25	24	14	13	
西安市		238	7	11	14	21	25	29	30	29	28	24	12	9	
渭南市		237	9	12	14	22	26	29	28	29	24	26	13	10	
下游		郑州市	209	7	12	14	16	17	19	24	26	24	21	15	14
	东营市	278	18	20	20	22	26	27	28	29	28	23	20	17	
	泰安市	261	9	16	19	22	26	26	30	31	27	24	18	13	
	濮阳市	249	8	14	17	21	27	27	30	30	28	23	14	11	
	滨州市	247	15	16	16	18	24	23	27	28	26	21	17	16	
	济南市	242	11	17	17	20	21	23	25	28	25	23	16	15	
	新乡市	239	8	14	15	20	24	26	28	29	26	21	16	13	
	安阳市	217	6	11	15	22	25	24	28	30	25	21	12	9	

注：表中各城市的空气质量优良天数为2015—2022年平均值。





# 4 气象资源

## 4.1 避暑旅游气候适宜度

### 1) 黄河流域中、上游避暑旅游气候适宜度高，下游区域近年适宜度呈下降趋势。

1978-2022年黄河流域6-8月避暑旅游气候适宜度平均值为29.1，整体气候条件处于很适宜避暑旅游水平。2022年避暑旅游气候适宜度降低到18.8，进入适宜避暑旅游水平。

上中下游避暑旅游气候适宜度平均值分别为30.0、33.9、10.6，中上游整体一直处于很适宜避暑旅游水平。下游避暑旅游气候适宜度2016年后下降趋势明显，受高温影响2016年后基本处于不适宜避暑旅游水平，2018年避暑旅游气候适宜度最低至-19.2。

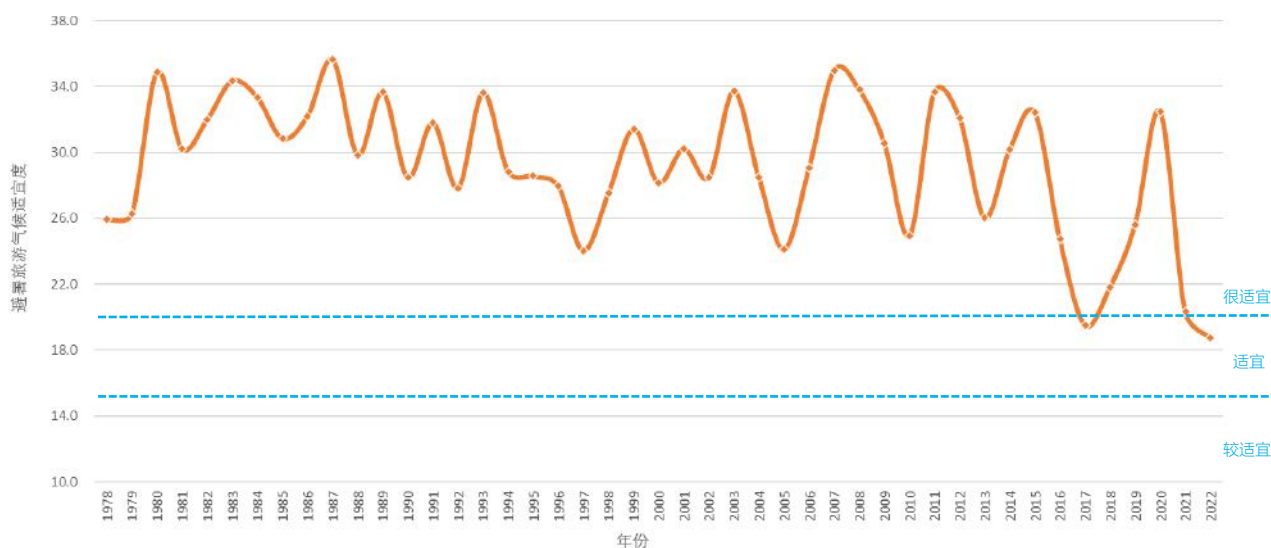


图4-1 黄河流域避暑旅游气候适宜度变化情况

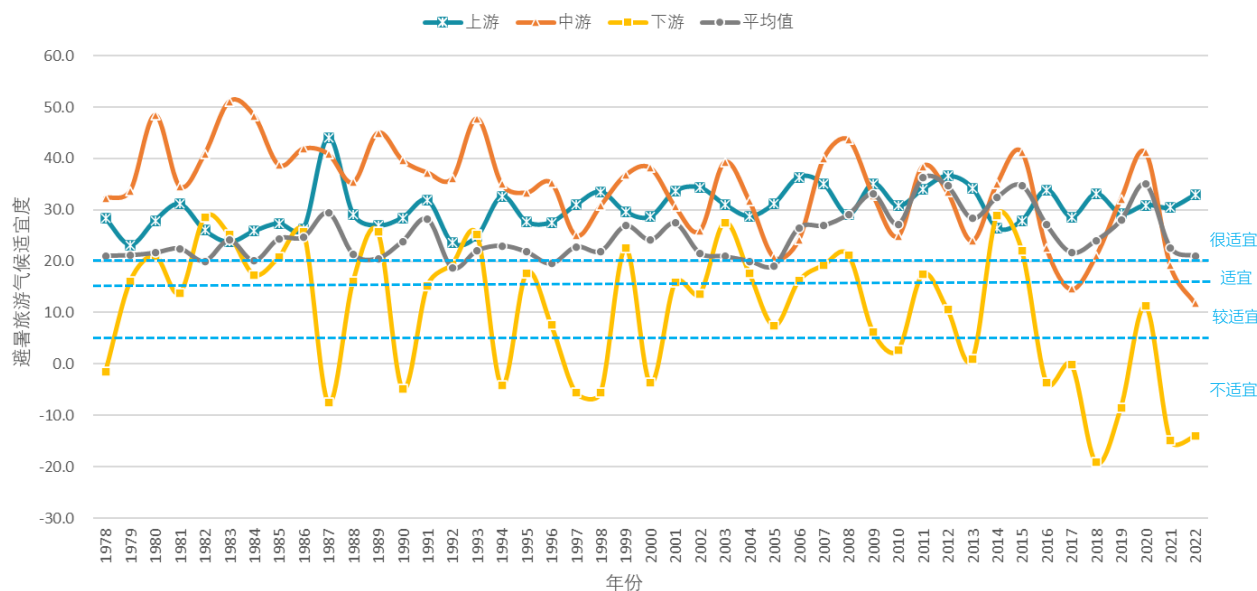


图4-2 黄河流域分游段避暑旅游气候适宜度变化情况



4.1 避暑旅游气候适宜度

2) 黄河流域超80%城市处于较适宜避暑旅游水平以上，天水市、忻州市避暑旅游气候适宜度最高。

研究的56个黄河流域城市中，31个城市6-8月避暑旅游气候适宜度分布在很适宜避暑旅游水平以上，占比55%；46个城市为较适宜避暑旅游水平以上，占比82%。10个城市避暑旅游气候适宜度不足5.0，处于不适宜避暑旅游水平。

上游有着“陇上江南”之称的天水市避暑旅游气候适宜度最高，达到57.8；“清凉之都”忻州市次之，避暑旅游气候适宜度为56.7。2022年“避暑旅游目的地”创建示范名单，黄河流域的临汾市、太原市、晋城市、西宁市、固原市等皆有上榜。充分利用黄河流域丰富的文旅资源，助推黄河流域旅游高质量发展。

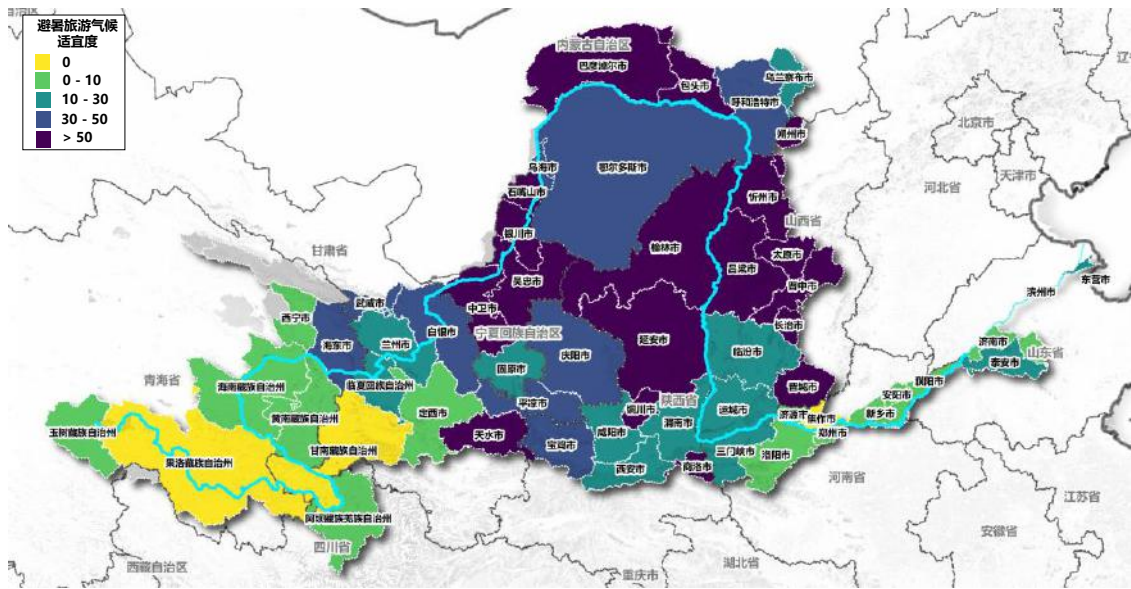


图4-3 1978-2022年黄河流域主要城市年均避暑旅游气候适宜度分布情况

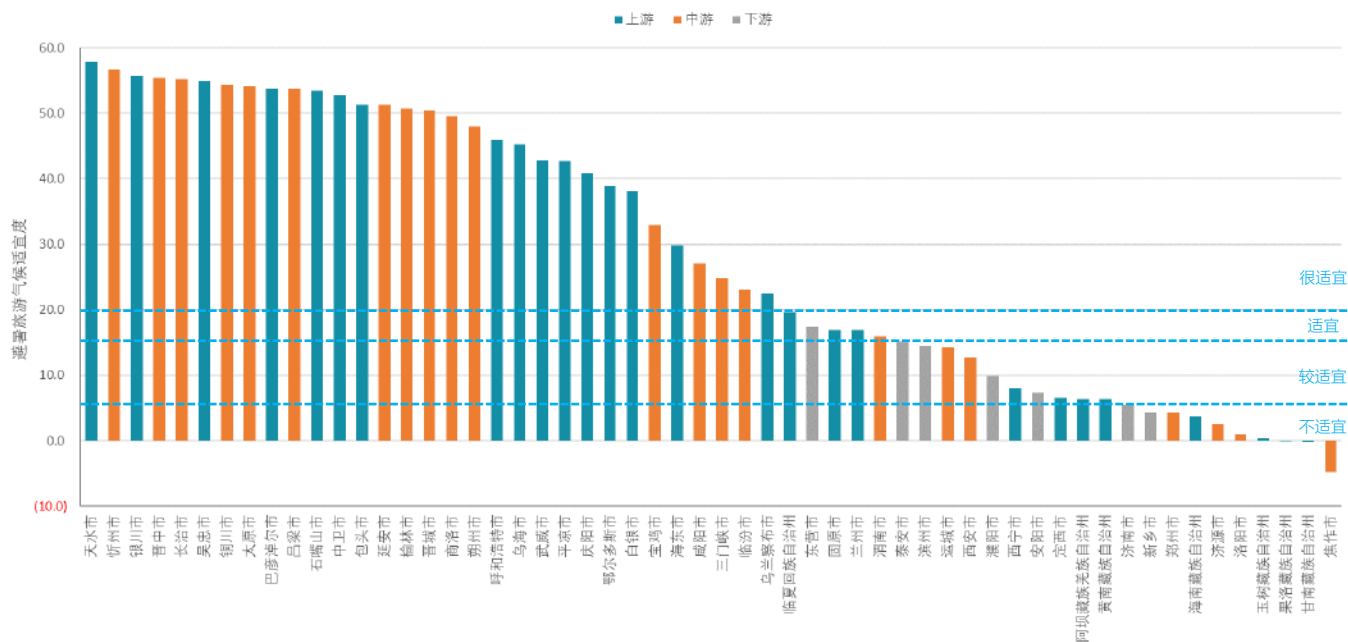


图4-4 1978-2022年黄河流域主要城市年均避暑旅游气候适宜度

## 4.2 活动积温

### 1) 黄河流域活动积温逐年升高，上游处于中温带、中游处于暖温带水平。

黄河流域平均活动积温由1978年的3555摄氏度·日升至2022年的3988摄氏度·日，黄河流域活动积温逐年升高，近五年的平均活动积温为3874摄氏度·日。

1978-2022年黄河流域上中下游活动积温平均值分别为2876摄氏度·日、4284摄氏度·日、4824摄氏度·日，上游整体处于中温带（1600-3400摄氏度·日）、中游处于暖温带（3600-4500摄氏度·日）水平。

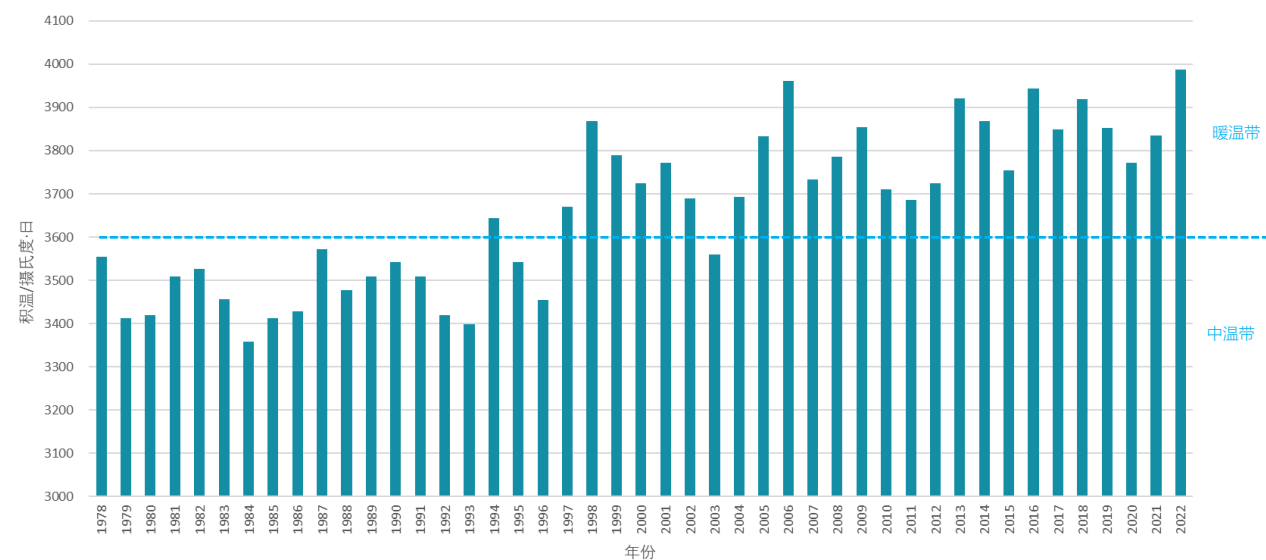


图4-5 黄河流域活动积温变化情况

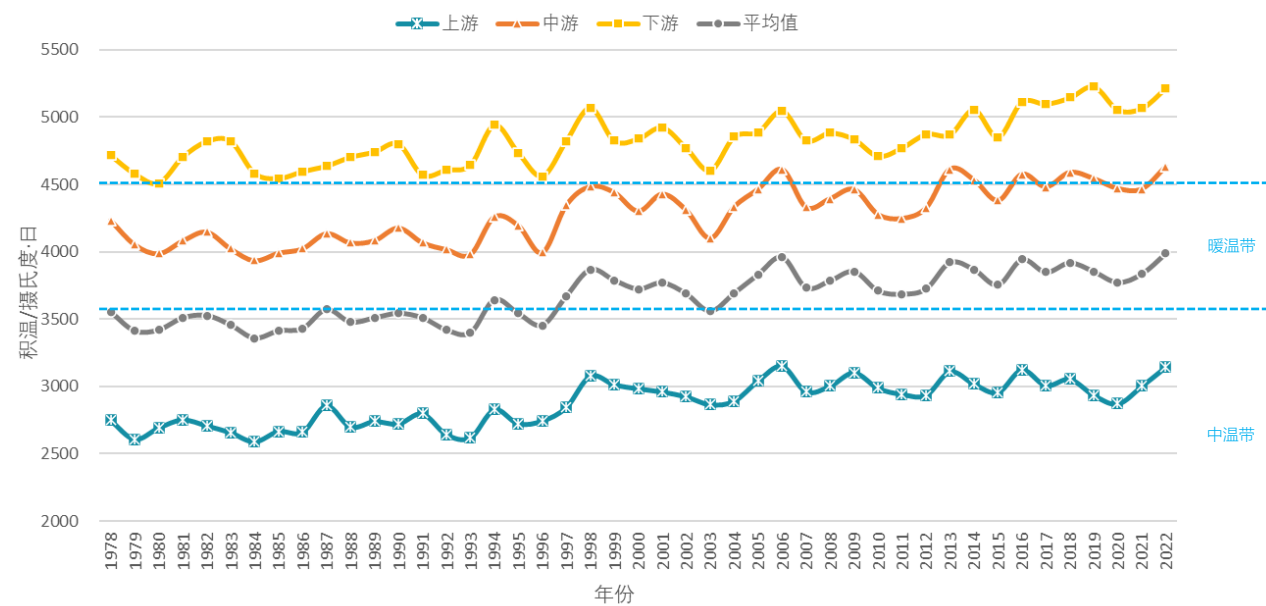


图4-6 黄河流域分游段活动积温变化情况

4.2 活动积温

2) 黄河流域中、下游活动积温分布发生变化，气候变化对黄河流域粮产的影响复杂多样。

1978年-2022年活动积温呈增加上升趋势，上游活动积温在3600-4500摄氏度·日区间城市数量增加。

气温上升、CO<sub>2</sub>含量增加联合影响，对不同作物表现不同：冬小麦和棉花品质呈良性变化，玉米品质可能下降，大豆品质影响不明显[1]。冬小麦的种植北界已存在明显北移的趋势，黄河流域平均气温的上升和太阳辐射的减少对棉花产量具有正向效应，玉米的产量正随气温升高呈降低之势[2]。

流域内总体升温的趋势将显著影响地区主要粮食作物的分布、种植面积和分界线。各地可根据新积温带变化，科学利用热量资源，进一步合理调整农业种植结构，这既有利于提高粮食产量，又能避免气候资源变化带来的损失。

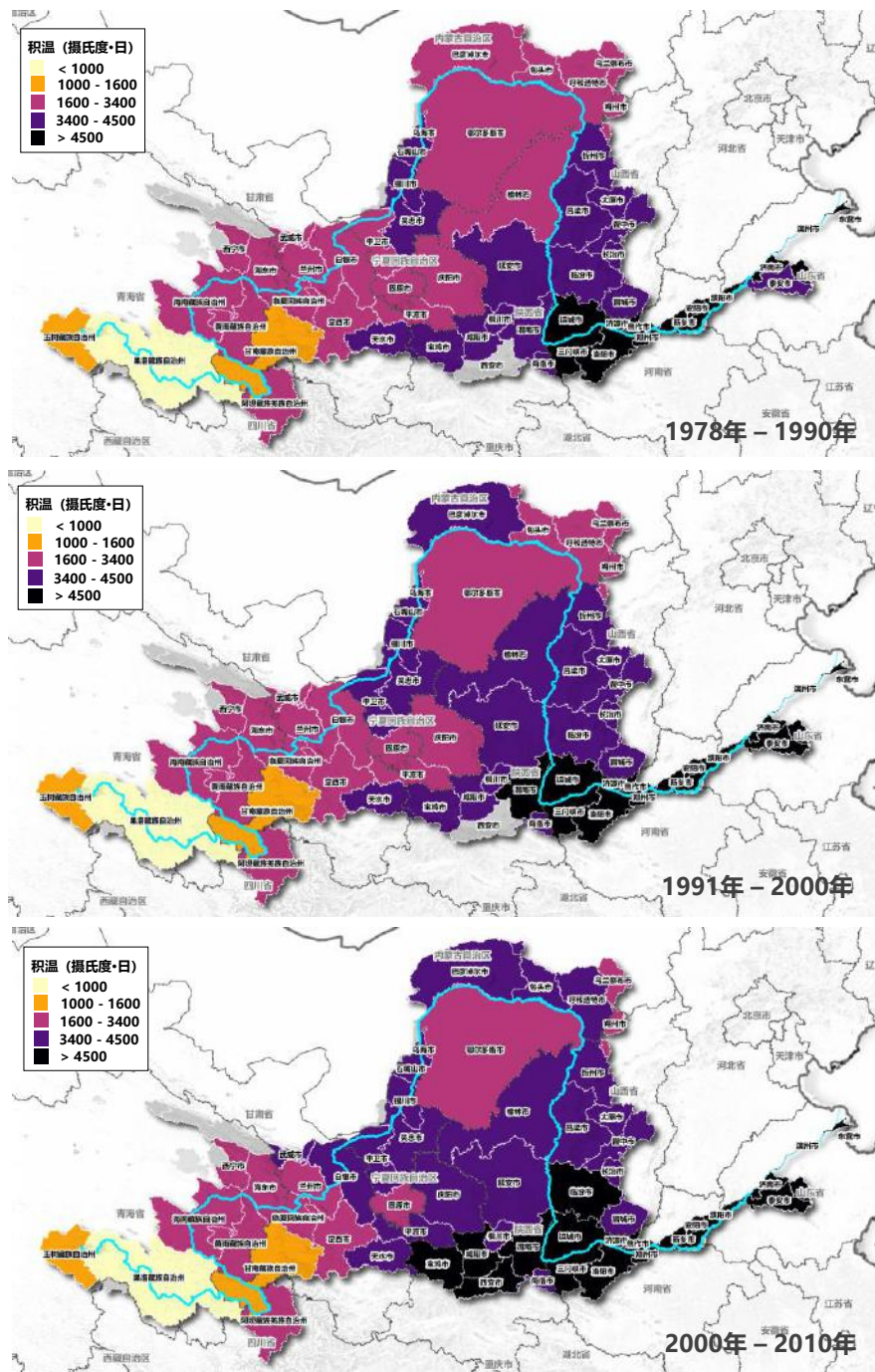


图4-7 1978-2010年黄河流域主要城市每10年平均活动积温分布情况

备注: [1] 《气候变化对黄河流域的影响及应对措施》.张镭, 黄建平等.《科技导报》.2020  
[2] 《气象视角看黄河——人类生存及文化积淀传承风险加大? 》.中国气象局气象数据中心.2023

 **中国城市规划设计研究院**  
CHINA ACADEMY OF URBAN PLANNING & DESIGN

 utilab@caupd.com

 北京市海淀区三里河路9号

 100037

