

# 豫北地区气温、降水变化的时空分布特征

张金平<sup>1,2</sup> 李香颜<sup>2</sup>

(1 兰州大学大气科学学院, 兰州 73000; 2 河南省新乡市气象局, 新乡 453000)

**摘要** 利用中国国家级地面气象站均一化数据集中 1971—2010 年豫北地区 28 个测站的温度、降水资料, 基于 GIS 技术对该地区温度和降水变化的时空分布特征进行研究。结果表明: 豫北地区气温整体呈升高的趋势, 其中冬春季节升温明显。气温变率空间分布表现为北中部增温明显, 东部和西部增温幅度较小。降水变化各季节差异较大, 春季降水整体呈现增加趋势, 其他季节各地降水增减不一; 空间变化分布特征为太行山沿线西部山区降水减少趋势明显, 东部地区降水略有增加趋势。从整体变化情况来看, 豫北地区的气候变化区域间差异加大, 局地性变化趋向不稳定。文中用温度与降水的趋势比来分析豫北地区的干旱化发生趋势, 结果发现太行山沿线干旱化趋势明显, 沿黄河区域干旱化趋势较低, 太行山脉和黄河是导致豫北地区气候变化区域性分布的主要地形因子。

**关键词** 豫北; 均一化数据; 温度变率; 降水变率; 时空分布

## 引言

全球气候变暖已经成为一个不争的事实, 政府间气候变化专门委员会(IPCC)第五次评估报告<sup>[1]</sup>(2013)显示: 1880—2012 年, 全球地表平均温度升高了 0.85 °C, 中国的气候变暖趋势与全球基本一致, 1913 年以来地表平均温度上升了 0.91 °C, 尤其是最近 60 年平均每 10 年升高 0.23 °C。在对区域气候变化的研究分析上, 各地均存在着气温上升的趋势<sup>[2-6]</sup>。除温度外, 降水是研究气候变化情况的另一个重要因素, 而且是干旱发生的直接决定因素。近 50 年来, 中国降水变化趋势为南多北少, 北方主要耕作区农业干旱有加重发生趋势<sup>[7]</sup>。另一方面温度和降水又相互作用, 降水偏少会导致温度偏高, 温度偏高会加重干旱的危害程度<sup>[8]</sup>。气候条件与作物生长关系密切, 在气候变暖条件下作物生长对气候的响应分析已经成为当前的热点话题<sup>[9-10]</sup>。在全球、全国气候变化的大背景下, 不同区域变化情况不尽相同, 有必要对区域性气候变化的局地性特征进行分析。

河南省是全国粮食主产区, 自然条件良好, 传统耕作经验丰富, 小麦种植面积和产量均居全国之首。

豫北地区位于黄河以北太行山以南, 西北部紧靠太行山脉, 包括河南省的 29 个县市(图 1), 由于其特殊的地形影响, 豫北地区的西北部山区多发局地性暴雨、大风灾害及由此引发的次生灾害, 同时山区水利条件欠缺, 农业生产易受干旱影响; 豫北中部和南部县市以平原为主, 土壤肥力高, 农田水利配套设施完善, 农业生产基础较好。豫北地区种植制度为一



图 1 豫北区域地图

年两熟制,冬半年种植作物以半冬性冬小麦品种为主,研究表明<sup>[11]</sup>在气候、土壤、品种三个因子中,气候对小麦品质的影响最大,其中尤以温度和水分最为重要,豫北地区良好的温度条件和水利设施,使之成为是全国发展强筋优质小麦的重点地区。张贵龙等<sup>[12]</sup>研究发现极端气温升高使得豫北地区冬小麦关键生育期提前、全生育期天数缩短,因此了解豫北地区气候变化特征有利于更好的发挥其气候资源优势,合理进行种植区划。本文对 1971—2010 年豫北地区各县市气温和降水变化的时空分布特征进行分析,以期为防灾减灾和农业气候区划提供科学依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 数据来源

本文数据来源于河南省豫北地区 28 个县(市)布设的国家级气象观测站,站点均匀分布在各县(市)区内(图 2),站点数据资料能够代表当地的气候变化特征(注:豫北包含 29 个行政区划市县,由于“中国国家级地面气象站均一化数据集”中不包含鹤壁站的资料,因此本文资料选取豫北 28 个国家级地面观测站的资料)。资料时间尺度为 1971—2010 年 40 年资料,选取平均温度、降水量两个要素进行分析。对于区域长期资料的研究,均一化的气象数据序列是研究的基础。近年来由于台站迁移、探测环境的改变及观测仪器的更换导致气候序列的不均一。李庆祥等<sup>[13]</sup>建立了我国均一化的气温数据集,张高杰<sup>[14]</sup>等运用 RHtest 方法对我国 1725 个气象台站降水资料的均一性检验试验,检验出存在非均一性断点的台站仅占 2.1%,表明我国降水资料序列均一性情况良好。因此本文使用中国国家级地面气象站均一化气温月值数据集(v1.0)和中国国家级

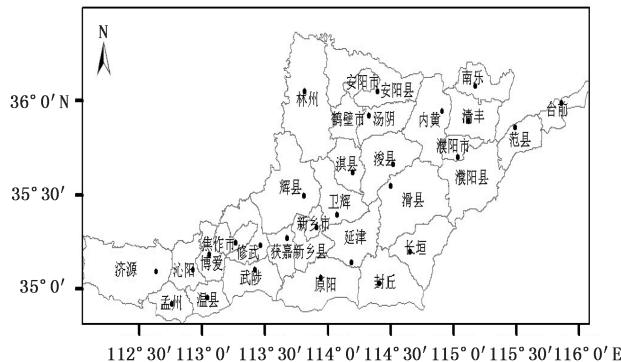


图 2 豫北地区观测点分布

地面气象站均一化降水数据集(v1.0)所提供的数据。

### 1.2 资料处理和方法

(1) 利用 Access 和 Fortran 编程对温度和降水量历史数据统计分析,利用 SPSS 对各站两个要素资料序列做线性倾向估计,用一元线性回归方程:

$$y_i = a + bt_i, i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

式中, $y_i$  为样本中的气候变量值, $t_i$  表示  $y_i$  所对应的时间, $n$  为研究样本的长度, $a$  为常数, $b$  为回归系数, $a$  和  $b$  可以用最小二乘法进行计算。回归系数  $b$  表示要素变化的趋势倾向,可定量反映气候要素随年份的线性变化趋势,其符号表示要素的升降,即当  $b > 0$  时,说明随时间  $t$  的增加  $y$  呈上升或增加趋势,当  $b < 0$  时,说明随时间  $t$  的增加  $y$  呈下降或减少趋势。

(2) 按照自然季节——春(3—5 月)、夏(6—8 月)、秋(9—11 月)、冬(12 至次年 2 月)四季对豫北地区的气温和降水资料整理分析,并进行趋势变化拟合,得出豫北各地四季的温度、降水的变化趋势。

(3) 结合 GIS(地理信息系统)技术,利用 IDW(反距离权重空间插值法)<sup>[15]</sup>,对豫北地区气温、降水变化空间分布特征进行分析,通过 Arcgis 9.3 系统分析软件进行区划制图;空间差值法是将离散点的测量数据转换为连续的数据曲面,由已知点的数据推求同一区域未知点数据的一种方法。

(4) 为了数据处于统一数量级便于处理,利用归一化方法,对所有的趋势倾向数据进行极差标准化处理,其表达式为:

$$x' = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (2)$$

式中, $x'$  为归一化处理后数据, $x$  为原始数据, $x_{\max}$  和  $x_{\min}$  分别为数据系列中的最大值和最小值。

## 2 结果分析

### 2.1 温度的时空变化特征

#### 2.2.1 温度季节变化特征

通过对数据结果进行分析发现,豫北各县温度春季、秋季和冬季各站均呈升高趋势,但是夏季温度变化有所差异,其中台前等 4 个站温度呈降低趋势,其他 24 个站温度呈升高趋势;从温度变化的幅度分析,冬季升温最明显,其中长垣县升温幅度达到  $0.609^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ ,变率高于其他 3 个季节。

### 2.2.2 温度变化空间分布特征

利用 Arcgis 9.3 对季节温度变率进行区划制图(图 3, 彩页), 从图中可以看出温度变化存在一定的区域特征。春季气温豫北东部升温幅度较小, 其他地方升温明显, 博爱和辉县温度升高幅度最大。春季是小麦生长的关键时期, 温度升高会加剧土壤田间蒸发和作物蒸腾作用, 从而引发干旱, 对小麦的产量和品质影响很大。夏季, 豫北西部和东部个别地方出现气温降低趋势, 在全球气候变暖的大背景下, 个别区域一定时间段内还是存在着气温下降的现象, 增加了气温变化的差异性和不稳定性。秋、冬季整体气温呈现升高趋势, 且变化的区域性分布相似, 均为东部和西部升温较小, 中部和北部地区升温明显, 同时博爱县和林州县的升温幅度明显高于周边地区, 气温变化的差异性较大。从整体空间分布来看, 豫北西部和东部升温幅度较小, 中部和北部地区气温升高幅度较大。

### 2.3 降水的时空变化特征

#### 2.3.1 降水季节变化特征

根据降水变化趋势结果分析, 豫北地区降水变化的线性趋势不显著, 春季降水豫北各县市均呈增多趋势, 其他季节各站的变化差异较大, 其中差异明显的为夏季, 增多趋势最明显的地区原阳县达 2.96 mm/a, 而林州减少趋势也达到了 3.47 mm/a; 秋季有 17 个测站、冬季有 14 个测站降水总量表现为减少趋势, 其他站降水量有所增加, 增加幅度较小。

#### 2.3.2 降水变化的空间分布特征

利用 arcgis 9.3 对季节降水变率进行区划制图(图 4, 彩页), 从图中分析可以看出豫北地区的降水季节变率空间分布呈现一定的区域特征。春季降水均为增多趋势, 西部和南部增多幅度较小, 汤阴县增多趋势最明显为 1.06 mm/a; 夏季降水变化趋势为豫北北部和西部山区降水量减少趋势明显, 减少幅度最大的为林州达 3.47 mm/a, 增加趋势最明显的台站为台前达 2.63 mm/a, 各地增减幅度差异较大; 秋季大部分地方降水量减少, 总体表现为北部为增多趋势, 中部、南部沿黄河流域和西部为减少趋势; 冬季降水则表现为中北部降水减少, 南部降水增多。

### 2.4 气温、降水年变化特征

根据气温年变率分析(表 1), 年平均气温均为上升趋势, 豫北地区每 10 年升高 0.34 °C, 与河南省 1961—2015 年平均气温每 10 年升高 0.16 °C 的趋势基本吻合, 温度升高的幅度高于全省平均, 焦作市博爱县年平均温度升高最明显为 0.588 °C/10a, 其次为新乡市部分地方, 总体表现为西北部太行山沿线升温明显。

根据降水的年变率分析(表 2): 豫北各站年降水量变化差异较大, 无显著的线性变化趋势, 年降水量变化有 15 个测站表现为减小, 其他测站为增多趋势。区域差异表现为太行山沿线降水减少趋势明显, 其他地方降水略有增加。

表 1 豫北地区各测站年度气温变率

										°C/a
博爱	原阳	安阳	清丰	内黄	修武	浚县	台前	获嘉	滑县	
0.0588	0.0315	0.0350	0.0274	0.0224	0.0259	0.0350	0.0254	0.0375	0.0415	
温县	武陟	濮阳	封丘	济源	范县	南乐	卫辉	延津	长垣	
0.0262	0.0268	0.0306	0.0457	0.0291	0.0218	0.0392	0.0315	0.0288	0.0519	
汤阴	孟州	淇县	新乡	林州	焦作	沁阳	辉县			
0.0300	0.0191	0.0424	0.0410	0.0448	0.0297	0.0283	0.0525			

表 2 豫北地区各测站年度降水变率

										mm/a
博爱	原阳	安阳	清丰	内黄	修武	浚县	台前	获嘉	滑县	
-0.3311	0.6278	-0.0260	-0.0705	0.3797	0.2977	-0.2749	0.9313	0.2049	-0.1106	
温县	武陟	濮阳	封丘	济源	范县	南乐	卫辉	延津	长垣	
-0.3089	0.2612	0.4816	-0.1663	-0.7836	0.1168	-0.0889	0.0926	0.1793	0.1315	
汤阴	孟州	淇县	新乡	林州	焦作	沁阳	辉县			
0.3991	-0.4294	-0.2058	0.1313	-0.5985	-0.1002	-0.1910	-0.1509			

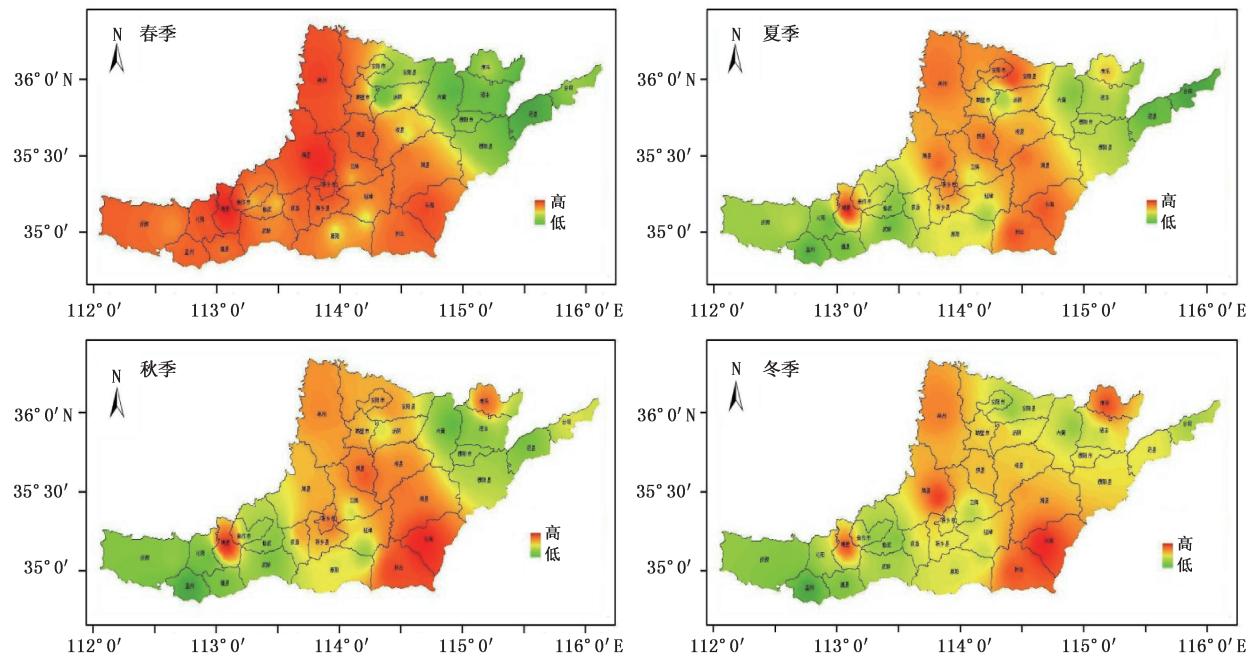


图 3 豫北地区各季节温度变率分布

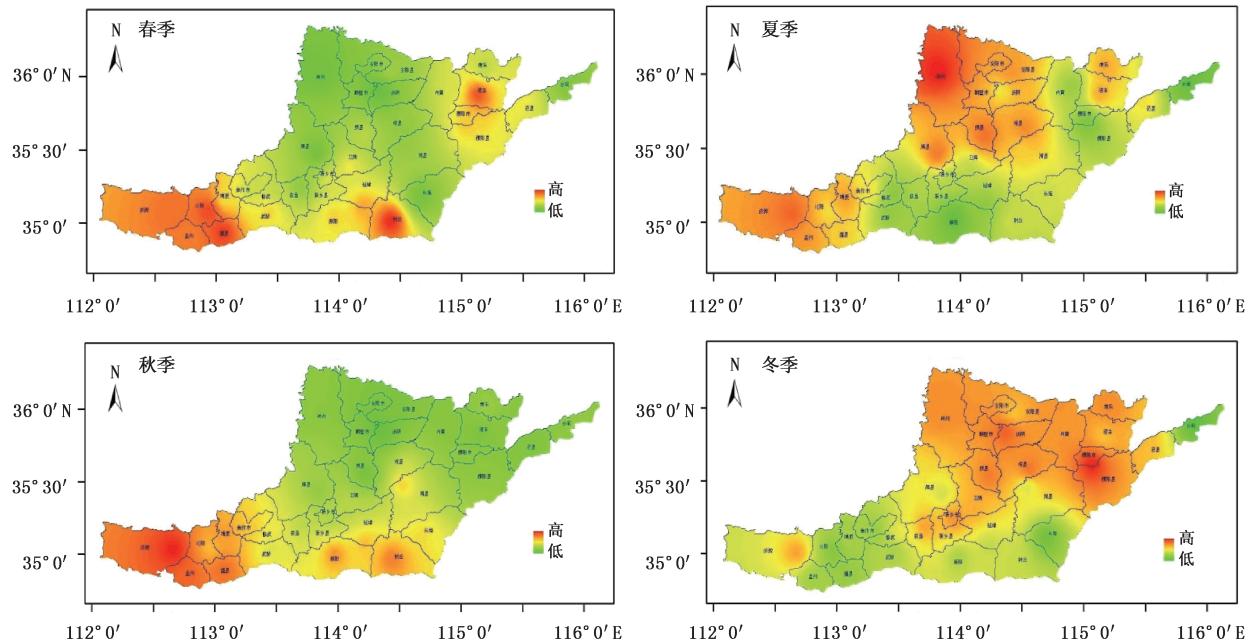


图 4 豫北地区各季节降水变率分布

综合分析气温、降水的空间变化特征发现,气温和降水的变化趋势具有明显的沿太行山和黄河流域变化的区域分布特征,发现太行山脉和黄河是影响豫北地区气候变化的主要地形因子。

张红卫<sup>[16]</sup>等人的研究成果指出,干旱在发生时,降水偏少的同时往往伴随着温度的升高,高温会加快田间土壤蒸发和植株蒸腾作用,加重干旱对作物的危害,因此降水温度比可以比较好地反应一个

地区的气候异常变化情况。本文将各站温度、降水变化趋势归一化处理后,利用温度与降水的趋势比来分析各个站的干旱化发生趋势,数值越大的台站干旱化趋势越明显。利用arcgis 9.3进行绘图分析(图5),

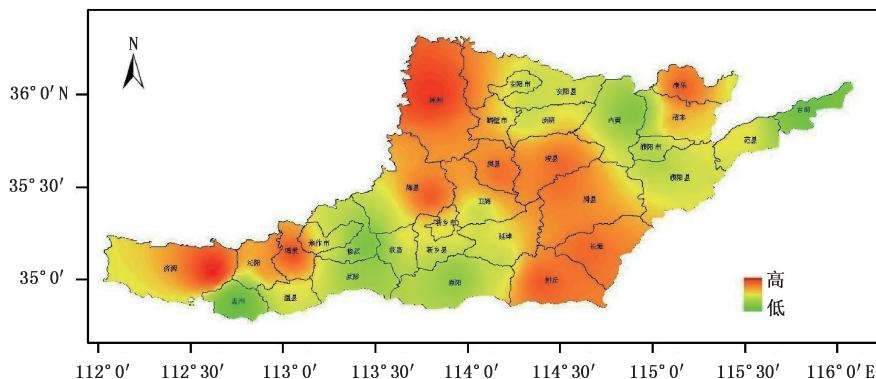


图5 豫北地区干旱化趋势分布

### 3 结论与讨论

(1)豫北地区气温整体表现为上升趋势;夏季个别县市出现温度降低的趋势;春季和冬季的气温升高明显。气温变率空间分布大体上呈带状分布,西部和东部升温幅度较小,中部和北部地区气温升高幅度较大,全年升温最明显的是焦作市的博爱县。

(2)降水变率的线性趋势不显著,季节和空间变化差异均较大。春季降水普遍为增加趋势,其他季节各地差异性明显。在空间分布上表现为太行山沿线降水减少趋势明显,其他地方降水略有增加。

(3)根据温度降水变率比分析,北部和西部太行山区干旱化趋势明显,是影响当地种植业的不利气候因素。

本文主要是针对平均温度和降水总量进行研究,但在实际的农业生产中极端温度和降水、日照以及地形都会影响作物的长势,今后的研究中将进一步增加这些要素的影响分析,以期为合理利用农业气候资源提供更加科学的依据。

### 参考文献

- [1] IPCC. Climate change 2013: The physical science basis [M]. Cambridge University Press, 2013.
- [2] 刘梦,祁士华,袁林喜. 1960—2009年咸宁市气候变化特征[J]. 气象与环境学报,2012,28(1): 71-76.
- [3] 张翠华,张文煜,郭立平. 近50年石家庄地面温度变化特征与气候因子的关系分析[J]. 气象科技,2013,41(3): 558-562.
- [4] 汪高明,王金艳,王式功. 湖北地区气温变化对全球变暖的响应[J]. 兰州大学学报:自然科学版,2008,44(4): 72-74.
- [5] 任健美,尤莉,高健峰,等. 鄂尔多斯高原近40 a 气候变化研究[J]. 中国沙漠,2005,25(6): 874-879.
- [6] 刘闯. 1958—2009年本溪地区气候变化特征[J]. 气象与环境学报,2010,26(5): 57-60.
- [7] 张强,高歌. 我国近50年旱涝灾害时空变化及监测预警服务[J]. 科技导报,2004(7): 21-24.
- [8] 李希国,谭鼎山,李传进,等. 近40年来烟台地区气温和降水量变化关系的研究[J]. 2008,28(1): 91-93.
- [9] 龚宇,张红红. 近30年冀东地区气候变化对气候生产力的影响[J]. 中国农学通报,2011,27(20): 278-284.
- [10] 张立伟,延军平,刘阳. 咸阳气候变化及其对农作物气候生产力的影响[J]. 中国农业气象,2011,32(2): 250-254.
- [11] 孙喜华. 气候条件对小麦品质的影响[J]. 黑龙江科技信息,2010,31: 257.
- [12] 张贵龙,刘晓迎,王媛,等. 豫北地区冬小麦生产对气温变暖的响应[J]. 中国农学通报,2011,27(17): 234-239.
- [13] 李庆祥,张洪政,刘小宁,等. 中国均一化历史气温数据集(1951—2004)(1.0版)[DB/DK]. 北京:国家气象信息中心,2006.
- [14] 张高杰,何金海,周自江,等. RHtest方法对我国降水资料的均匀性检验试验[J]. 气象科技,2012,40(6): 914-921.
- [15] 曹文静,李强子,蒙继华,等. 基于GIS的气温插值方法比较[J]. 中国农业气象,2007,28(增刊): 175-178.
- [16] 张红卫,陈怀亮,张弘. 河南省春季降水与温度变化的时空分布—基于地理信息系统的分析[J]. 自然灾害学报,2012,21(1): 170-173.

## Temporal-Spatial Distribution Characteristics of Temperature and Precipitation in Northern Henan

Zhang Jinping<sup>1,2</sup> Li Xiangyan<sup>2</sup>

(1 College of Atmospheric Sciences, Lanzhou University, Lanzhou 73000; 2 Xinxiang Meteorological Office, Xinxiang 453000)

**Abstract:** This paper analyzes the temporal and spatial distribution characteristics of temperature and precipitation changes in the north part of Henan Province based on GIS technology, using the temperature and precipitation data of 28 observation stations in “Homogenization Dataset of China National Ground Meteorological Station” from 1971 to 2010 in the northern Henan. The results show that the temperature of the northern Henan showed an increasing trend and significant warming in winter and spring. The spatial distribution of temperature variation shows that larger in the northern and central parts and smaller in the eastern and western parts. Seasonal variation of precipitation was relatively large, and precipitation in spring showed increasing trend overall and fluctuated in other seasons. The spatial variation distribution characteristics of precipitation show that precipitation decreased obviously in the western mountain area along the Taihang Mountain and increased slightly in the eastern region. From the overall changes, the inter-regional differences in climate change increased in the northern Henan, and local changes were not stable. This paper analyzes the drought occurrence tend by means of temperature and precipitation ratio, and the results show that the drought trend along the Taihang Mountains is obvious, and on the contrary in the region of the Yellow River. The Taihang Mountain and the Yellow River are the main terrain factors caused climate regional distribution in the northern Henan.

**Keywords:** homogenization dataset; temperature variation rate; precipitation variation rate; temporal-spatial distribution

### 欢迎订阅《气象科技》

《气象科技》由中国气象局气象探测中心、中国气象科学研究院、北京市气象局、国家卫星气象中心及国家气象信息中心联合主办。报道大气科学和相关科学各领域新理论、新方法和新技术,也刊载反映大气科学各领域发展水平的综合评述。主要栏目:大气探测与信息技术,天气气候与数值预报,应用气象与科学试验,台站实用技术等。欢迎气象部门和相关学科的业务、科研、技术开发人员以及相关院校师生投稿和订阅。《气象科技》为大 16 开本双月刊,全年定价:120 元,全年随时订阅。

联系地址:北京市海淀区中关村南大街 46 号,中国气象局气象探测中心,《气象科技》编辑部

http://www.qxkj.net.cn, 邮政编码:100081, 电话:(010)68407256, Email: qxkj@cams.cma.cn

户名:中国气象局气象探测中心,账号:4043200001819900025525, 开户行:华夏银行北京紫竹桥支行