

# 我国农业气候资源区划研究进展与述评

刘晶淼<sup>1, 2</sup> 丁裕国<sup>3</sup> 申红艳<sup>3, 4</sup>

(1 中国气象局沈阳大气环境研究所, 沈阳 110001; 2 中国气象科学研究院, 北京 100081; 3 南京信息工程大学, 江苏省气象灾害重点实验室, 南京 210044; 4 青海省气候中心, 西宁 810001)

**摘要:** 在回顾我国近几十年农业气候资源区划研究工作的基础上, 着重评述了经典区划方法及其缺陷, 并列出了现行的(如统计数值化方法、3S信息技术等)各种新技术方法。还展望了农业气候资源区划需要深入研究的关键问题: 必须首先解决科学选取具有气候物理与农作物生物机理相结合的区划指标体系, 在先进的数值化区划方法前提下, 借助于以3S为代表的遥感技术和信息技术平台, 实现精细化农业气候资源区划。

**关键词:** 农业气候资源区划, 经典区划方法, 统计数值化方法, 3S信息技术

## 1 引言

农业气候区划是根据农业对气候资源环境的特定要求, 所作出的能够阐明气候与农业生产关系的一种地理空间域上的分类系统, 其最终产品是将某个地理区域划分成不同等级的农业气候区域单元以便阐明气候与农业生产之间相互适应的关系, 为决策者制定农业区划和农业发展规划, 充分利用气候资源和防御气候灾害提供可靠的科学依据。它既是气象部门或农业部门的重要业务, 也是一项具有很大发展空间的应用研究课题。

一般说来, 农业气候区划的理论和实践基础在于: (1) 气候资源分布其本身具有明显的地带性和非地带性及其对农业生态环境适应性的地理空间分布特点, 它们对农作物生长发育和产量形成等环节具有决定性的影响; (2) 各种农业气候指标其本身往往具有某种相似性和差异性, 这种相似性和差异性基本上与农业生产布局的合理性相符。然而, 多年来农业气候区划中的一些关键问题始终未能得到很好解决, 例如, 1) 如何确定农业气候指标及其体系; 2) 区划所采用的技术和方法; 3) 如何积累基础资料并建立数据库; 4) 区划成果的配套和综合, 等等。

自从20世纪60年代初我国有组织地开展农业气候区划至今, 尽管农业气候区划技术方法一直处于不断改进之中, 然而关于农业气候区划技术方法与指标体系, 以往的研究成果虽有很多, 但大部分成果偏于经验性, 其理论分析水平和技术含量亟待提高。20世纪50年代以前, 我国没有专门编制过中国农业气候区划, 不过, 自1931年中国气象事业奠基人竺可桢先生提出中国气候区划问题起, 直至20世纪60年代为止,

包括涂长望、卢鋈、么枕生、陶诗言等老一辈气象学家先后都曾编制过中国气候区划方案, 其后, 中国科学院自然区划委员会和中央气象局等单位所制定的多种气候区划方案, 也都在不同程度上具有农业意义<sup>[1-3]</sup>。而我国农业气候区划的正式研究是在气候区划的基础上紧密配合国家农业发展纲要和规划而起步的<sup>[3,4]</sup>。自20世纪50年代起, 我国学者在学习前苏联经验的基础上结合国内情况开始了农业气候区划研究<sup>[5,6]</sup>。20世纪60年代前期, 配合全国农业科学技术发展规划, 在全国开展了农业气候区划工作, 部分省市(自治区)编制了粗线条的简明农业气候区划, 并总结出区划工作的八个步骤, 即①搞调查、②找问题、③抓资料、④选指标、⑤做分析、⑥划界线、⑦加评述、⑧提建议。20世纪70年代末, 为配合《1978—1985年全国科学技术发展规划纲要》的农业自然资源调查和农业区划任务, 由国家气象局领导, 组织全国有关科研单位和院校的有关专家, 成立了农业气候资源调查和农业气候区划协作组, 省、地(市)级也成立了相应的组织机构, 投入了大量的技术力量。20世纪80年代中后期, 在调查分析的基础上提出了全国、省级和大部分地级与县级的农业气候区划方案。鉴于区划的普遍开展, 促进了对区划内涵认识的提高及其理论方法的发展, 不少代表性论著也应运而生, 反映了当时国内农业气候区划研究所取得的快速进展<sup>[6,7]</sup>。全国农业气候区划协作组完成的《全国农业气候资源和农业气候区划研究》系列成果也曾获得1988年国家科技进步一等奖, 并被选入《中华人民共和国重大科技成果选集》<sup>[2,3]</sup>。此外, 许多部门和地区的学者, 也都不断地研究和开展着农业气候区划及其有关的业务工作。例如, 有的学者曾根据黄淮地区及其周边地区1981—2000年农业气象资料, 导出1个计算小麦拔节后遭遇霜冻温度风险度(F)的经验方程, 以F为指标做出黄淮麦区小麦霜冻的农业气候区划<sup>[6,7]</sup>; 利用农业气象调查中所获得的农作物物候、农业气象灾害情况等资料, 与相应时期的气象资料进行对比分析, 或利用田

收稿日期: 2011年4月28日; 修回日期: 2011年5月23日

资助项目: 公益性气象行业专项(GYHY(QX)2007-6-7)

项目基金

第一作者: 刘晶淼(1956—), Email:jingmiaol@cma.

cma.gov.cn

间试验所获得的农作物方面的资料及相应的气象资料进行对比分析, 确定农业气候区划指标, 等等<sup>[6,7]</sup>。可见, 利用农作物生长过程与气候条件的相互作用关系, 即农业气候学知识, 构建各种区划指标(尤其是单项指标), 往往具有清晰的物理意义, 便于对区划结果的解释。总的说来, 我国气候区划及农业气候区划一直都在研究之中, 以往区划工作和研究成果的缺陷主要是:

### 1.1 分区决策偏于定性化, 缺少定量化和客观性

例如, 为了划定分区界线, 一级区划主要反映大区域农业气候差异, 根据海拔高度, 首先将青藏高原区与其他区域分开, 再以降水量多少将西部干旱区与东部季风区分开。二级区划, 主要考虑热量条件将各大区按气候(热量)带加以分划。二级区划分为15个农业气候带。三级区划主要为降水量、温度以及地形、水文、土壤、植被等指标。尽管经典区划的结果大都与实际相符, 但它仍不具有通用性, 且过于依赖人为主观判断, 而缺少量化、客观化标准。

### 1.2 指标体系偏于静态气候特征而忽略气候变化的特征

例如, 从农作物生产与气候环境的相互关系出发, 以光、温、水气候资源为基础。一般将温度和光照合并取为一种项目作为热量指标, 水分指标往往取各地降水量或与地表水分平衡有关的指标如最大可能蒸发量, 等等。也可以根据农作物生长过程与气候条件的关系, 研究各种组合性或综合性指标, 表1所列出的是以往我国综合气候区划常用指标; 表2所列出的是以往我国农业气候区划的若干指标; 其中表1所列干燥度指数是据前苏联谢尔良尼洛夫定义的经验公式所得。

表1 以往综合气候区划常用的指标体系

级别	热量指标	水分指标
气候带	≥10℃积温	年(季)干燥度指数
	最冷月(或1月)平均温度	
	年极端最低温度	
气候区	≥10℃天数	年(季)干燥度指数
	最热月平均温度	
气候型	十年一遇的极端最低温度	年(季)干燥度指数
	年降水量集中度 C	

表2 以往我国农业气候区划指标体系

级别	热量指标	水分指标	其他(辅助)指标
一级区: 农业气候大区	海拔高度>3000m 最热月平均温度<18℃	年降水量400mm出现频率 50%(南界); 20%(北界)	日平均风速出现的平均天数
二级区: 农业气候带	≥0℃积温 年极端最低温度	年降水量400mm	
三级区: 农业气候区			地形、土壤、水文、植被

### 1.3 区划缺少新思想、新理论、新方法和新技术

上述两方面缺陷又与区划中缺少新思想、新理论、新方法和新技术有关<sup>[7]</sup>。由于以往所进行的区划

主要是从地域差异规律的形成原因来揭示地带性和非地带性的, 在此基础上, 针对区划服务对象, 又按农业气候相似性和差异性作为区划指标体系及确定分区界线的基础。采用类型区划和区域区划两种不同的分区划片方法, 形成逐级划分的区域。其特点是同类型的气候区可以在不同地区重复出现, 而同一类型区在地域上不一定连成一片, 同一级区划内反映的农业气候因子较单一, 但能突出主导因子的作用, 较容易确定农业气候相似的地区, 在地形复杂的山区可划分出较多的类型区。区域区划是根据对农业地域分布具有决定意义的多种农业气候因子及其组合特征差别, 而将一个地区划分为若干农业气候区, 每个区在地域上总是连成一片, 具有空间地域上的独特性和不重复性, 并能突出多种气候因子对农业的综合作用。

因此, 经典区划方法的主要问题在于: 1) 分区数目有任意性; 2) 两类气候型之间的边界标准具有人为性; 3) 表征气候特征的指标选择有一定主观性; 4) 用来综合变量和确定分区的决策方法也有一定的人为性。由于我国地形复杂, 气候类型多样, 农业格局各不相同, 有的宜采用区域区划, 有的宜采用类型区划, 许多学者认为, 全国或较大区域范围的农业气候区划宜采用区域区划与类型区划相结合比较符合客观实际<sup>[7,8]</sup>。

当前, 一方面, 我国新一代气象学者正在国家改革开放和科学发展的指导思想下, 不断推陈出新, 继承前人研究工作的基础, 进一步做好我国农业气候资源分布和区划工作。另一方面, 随着近年来国内外自然区划的新技术和新方法的进步, 结合目前我国农业生产对自然环境特别是气候环境、市场条件与社会需求、作物品种及其适应性的变化背景, 研究精细化农业气候区划技术方法与指标体系已经提上了议事日程。不过, 作者认为, 以往我国各部门及研究者个人所发布或发表的许多区划成果, 其可信度如何, 应用价值如何, 都未进行很好的跟踪评价, 这方面的研究工作极少, 仅有寥寥几篇评价性文章<sup>[8]</sup>。

撰写本文的目的在于, 对近几十年来我国农业气候区划方法和技术作一综合述评并提出一些新方法和技术的建议和展望。

## 2 区划的方法和技术及其难点

### 2.1 积累基础资料并建立必要的数据库

应当充分利用全国各地在开展农业气候区划研究中已经建立的有史以来大量有关数据, 有系统地整理出区划的基础资料和图表。尤其是调研和实地考察资料及推算资料更为宝贵, 它们可以弥补边远地区和山区的常规资料短缺。这些资料的潜力理应长期继续发

挥其应有的作用。

## 2.2 确定农业气候指标及其体系

选取能够代表农业气候资源和农业气候灾害分类（或区划）的指标是一切气候区划的基础和关键。一般说来，区划指标有两类：综合指标和主导指标。前者反映气候对农业的综合影响，着眼于气候的差异性。对此往往先有区域的概念，然后再罗列很多具有代表性、指示性的因子指标。后者则根据不同的气候因子对农业的影响并不相同，着眼于气候的相似性。因而针对不同的区划对象，可选择某些最重要因子，并辅以其他因子，即先确定主导因子，再按农业气候因子的重要性逐级划分。各地的区划经验表明，已经提出了一些具有明确的农业意义且普适性强、分区层次符合客观实际的区划指标体系。有些区划对农业气候过渡带的变化特征和界线摆动位置作了专门分析论证，这就为进一步判定以往那些颇有争议的区划界线提供了依据。尽管如此，上述方法大都以经验性为主，其数理成分很少。追溯我国气候区划的历史，不难看出，由于学科发展的局限性，自20世纪30年代至90年代的大半个世纪，我国经典的气候区划虽已取得了令人鼓舞的成就，但真正能客观地作出符合实际的气候或农业气候区划，可能是在20世纪90年代以后。

## 2.3 量化的分区方法既是关键又是难点

除了传统的农业气候要素指标法和物候学方法以外，新的数理方法的引进（如聚类分析法、RPCA/REOF方法、模糊数学法、灰色系统和系统工程理论、线性规划法和最优二分割法等）均有各自的优点，多元统计学方法的发展，为气候区划提供了先进的数学工具。近年来，一种新的CAST聚类与RPCA相结合的区划方法已被提出<sup>[7,8,9]</sup>。然而，作为量化的分区方法，数学工具固然重要，但这仅仅是我们实现客观化量化分区的手段，而并非是其目的。有时甚至过分地依赖数学工具而与实际情况相佐，也并不鲜见。所以，即使采用了先进的数理统计方法，如何合理地选取具有农业物理意义的指标体系，仍然是重要的关键。

## 2.4 区划成果的配套

对于政府决策者和生产者以及科研和教学等多方面用户而言，区划成果系列的配套，也是十分重要的关键。它主要体现在以下两个方面：其一，综合农业气候区划与单项（或部门）农业气候区划相配套。其二，简明区划与详细区划相配套。例如，20世纪80年代先后完成的《全国农业气候资源和农业气候区划研究》的系列配套成果等7项<sup>[7,8]</sup>，这些研究成果对于后人

研究农业气候的客观区划工作具有重要的参考价值。此外，随着区划研究的深入，对我国农业布局与农业气候资源配置的有关问题应当重新认识。

## 3 气候区划与统计数值化方法

自从20世纪后半叶以来，数值气候分类区划的理论和方法有了长足的发展，加之人类对合理利用气候环境和气候资源开发的新需求，使得气候区划方法有条件向数值化方向进一步发展。20世纪90年代初，作者等就曾提出采用气候状态向量的综合气候区划方法，得到一些有益的结论和经验。近年来，作者等<sup>[9]</sup>又提出了一种新的气候区划方法（CAST与RPCA相结合），基本克服了经典气候区划的缺点，这一方案的改进和综合利用，极大地提高了我国气候区划技术的量化、客观化、综合化程度和水平<sup>[7-10]</sup>。气候区划本质上是一种典型的多因素影响下复杂的非线性分类问题，多年来，关于分类和聚类问题，已经成为数学研究的一个分支，尤其是多元统计学的发展，为气候区划提供了先进的数学工具，常用的方法有主分量分析、因子分析、聚类分析、判别分析、典型相关分析及模糊聚类等等<sup>[11-14]</sup>。作者所提的CAST与RPCA相结合做气候区划的技术，再次更新了采用单纯的多元统计进行气候区划的方法，经本研究小组再次应用于京津冀地区的冬小麦气候生产潜力之区划中并又一次取得了相当好的效果（详见文献<sup>[9]</sup>）。

## 4 我国农业气候资源区划研究展望

### 4.1 应用“3S”技术

如前所述，除了传统的农业气候要素指标法和物候学方法以外，引进新的数理统计方法也是重要的关键。现阶段我国农业气候区划的编制基本上是在理顺农业气候资源和灾害分布规律的基础上密切结合农业生产特点和农业发展规划进行的。但是，如何采用新的区划技术平台，如3S技术（即地理信息系统、遥感技术、GPS技术的简称）也是十分重要的关键<sup>[15-25]</sup>。由于3S技术具有综合性、同源性、宏观性以及动态性特点，可根据植物绿波线来反映自然气候区域的特征，例如，安徽省试用GIS方法对单一作物的气候区划就是一个典型的例证（详见文献<sup>[26]</sup>）。它在某种意义上使我们有可能借助于先进的统计方法并结合3S技术将区划工作从传统的经典方法中解放出来。

随着GIS技术的不断发展和成熟，可将“3S”充分集成，建立基于“3S”的空间决策支持系统，实现人一机资源的利用管理一体化、空间化、实时化。RS作为一种获取和更新空间数据的强有力的手段，能提供实效性、准确度高、监测范围大、具有综合性的

定位定量信息；RS信息是GIS十分重要的数据源，它有助于GIS数据库的及时更新，确保现时性，特别是资源环境动态监测。GPS为RS影像数据和GIS数据提供精确定位信息。随着互联网的发展，以网络为平台，采用分布式体系结构的GIS系统——WEBGIS将在全球信息基础设施上得到广泛应用。利用这一技术，用户可以浏览到WEBGIS站点上的空间和属性信息，实现空间信息检索查询及空间分析和计算，制作专题图件，实现统计报表等分析数据的自动输出与查询，实现区划产品的可视化在线分发与区划产品的多媒体展示，实现区划产品多种形式的社会化共享服务<sup>[18-32]</sup>。

#### 4.2 将新技术与新方法有机结合

当前存在的一个主要问题是：如何将新技术与新方法有机结合对农业气候资源做区划？

应当看到，运用新技术（如3S技术）仅仅只能使农业气候区划的服务平台有所改善，而并不能完全提高区划结果的可信度和准确性。只有在运用了先进的区划方法基础上，结合3S技术才能真正将农业气候区划的水平提高一步，所以在强调精细化农业气候区划技术的同时，必须注重对指标体系架构和分区划界的量化客观化水平的提高。目前这一问题尚未找到适当的解决途径。

我们的目标是：以研究典型地区大宗农作物和特色农产品产量、品质与生态气候环境的相互关系，实现精细化农业气候区划。针对服务需要，开发大宗农作物和特色农产品区划及相关成果的社会共享系统。提升气象行业为社会主义新农村建设的服务能力<sup>[14,33]</sup>。要实现符合现代化要求的农业气候区划，必须首先解决科学选取具有气候物理与农作物生物机理相结合的区划指标体系，并在先进的数值化区划方法前提下，借助于以3S为代表的遥感技术和信息技术平台，实现精细化农业气候资源区划。为使“3S”新技术所得到的地形数据在传统的气候区划发挥作用，从而使气候区划结果更直观，由平面空间图形走向立体空间图形，由静态走向动态，气候区划应当向综合规划发展，以便其更具有可靠性和可操作性<sup>[29]</sup>。

#### 5 结束语

随着近年来国内外自然区划新技术和新方法的进步，结合目前我国农业生产对自然环境特别是气候环境、市场条件与社会需求、作物品种及其适应性的变化背景，一方面，研究精细化农业气候区划技术、方法与指标体系已经提上了议事日程。另一方面，数值气候分类区划的理论和方法已有了长足的发展，加之人类对合理利用气候环境和气候资源开发的新需求，已经使得气候区划方法有条件向数值化方向进一步发

展。因此，我国新一代气象学者所面临的任務就是：要不断地推陈出新，以便继承前人在该领域的研究成果和经验，进一步做好我国农业气候资源分布的调查和区划研究。

#### 参考文献

- [1] 中国科学院自然区划工作委员会. 中国气候区划. 北京: 科学出版社, 1959.
- [2] 李世奎. 中国农业气候区划研究. 中国农业资源与区划, 1998, (3).
- [3] 张家诚. 中国气候总论. 北京: 气象出版社, 1991: 269-271.
- [4] 丘宝剑. 中国农业气候区划新论. 地理学报, 1986, 41(3): 202-208.
- [5] 李世奎, 侯光良, 等. 中国农业气候资源和农业气候区划, 1988: 191-208.
- [6] 王长根, 郑剑非, 等. 中国农业气候资源和农业气候区划论文集, 1986: 60-63.
- [7] 么枕生, 丁裕国. 气候统计. 北京: 气象出版社, 1990: 477-522.
- [8] 刘吉峰, 李世杰, 丁裕国. 一种用于中国年最高(低)气温区划的新的聚类方法. 高原气象, 2005, 24 (6): 966-973.
- [9] 丁裕国, 张耀存, 刘吉峰. 一种新的气候分型区划方法. 大气科学, 2007, 31(1): 129-136.
- [10] 丁裕国, 江志红. 气候状态向量在短期气候变化研究中的应用. 气象科学, 1989, 9(4): 369-377.
- [11] 么枕生. 载荷相关模式用于气候分类与天气气候描述, 气候学研究——气候与环境. 北京: 气象出版社, 1998: 1-9.
- [12] 么枕生. 聚类统计检验用于气候分类, 气候学研究(4)——气候理论与应用. 北京: 气象出版社, 2000.
- [13] 魏丽, 殷剑敏, 黄淑娥, 等. 贵溪市植被资源遥感调查和综合气候区划. 应用气象学报, 2003, 14(6): 715-721.
- [14] 郭文利, 王志华, 赵新平, 等. 北京地区优质板栗细网格农业气候区划. 应用气象学报, 2004, 15(3): 382-384.
- [15] 王顺久, 李跃清. 基于投影寻踪原理的动态聚类模型及其在气候区划中的应用. 应用气象学报, 2007, 18(5).
- [16] 陈晓峰, 刘纪远, 张增祥, 等. 利用GIS方法建立山区温度分布模型. 中国图象图形学报, 1998: 234-238.
- [17] 陈明荣. 试论中国气候区划. 地理科学, 1990, 10(4): 308-315.
- [18] 殷剑敏, 李迎春. 3S技术在农业气候论证中的应用研究. 气象科技, 2003, 31(5).
- [19] 王思远, 张增祥, 赵晓丽. GIS支持下不同生态背景的土地利用空间特征分析. 地理科学进展, 2001, (4): 324-330.
- [20] 魏丽, 王保生, 殷剑敏. 吉泰盆地农业生态环境现状分类技术的研究. 江西农业大学学报, 2000, (1): 120-122.
- [21] 吴锋, 李星. 以“3S”为核心的农业气候区划点源信息系统建设探讨. 甘肃农业, 2006: 3.
- [22] 杜道生, 陈军, 李征航. RS GIS GPS的集成与应用. 北京: 测绘出版社, 1995.
- [23] 龚绍先, 郭三友, 等. 中国农业气候资源和农业气候区划论文集, 1986: 64-70.
- [24] 钟秀丽, 王道龙, 等. 黄淮海区小麦拔节后霜冻的农业气候区划. 中国生态农业学报, 2008, 16(1): 11-15.
- [25] 张海峰, 范玉兰, 等. 河南省农业气候区划指标分析方法. 河南气象, 2005, (3): 26-27.
- [26] 马晓群, 王效瑞, 等. GIS在农业气候区划中的应用. 安徽农业大学学报, 2003, 30(1): 105-108.
- [27] 王加义, 等. 应用进行闽东南果树避冻农业气候区划. 福建农业科技, 2005, (6): 60-62.
- [28] 郭兆夏, 朱琳, 等. GIS在气候资源分析及农业气候区划中的应用. 西北大学学报, 2000, 30(4): 357-359.
- [29] 陆守一, 等. 地理信息系统实用教程. 北京: 中国林业出版社, 2000.
- [30] 么枕生. 用于数值分类的聚类分析. 海洋湖沼通报, 1994, (2): 1-12.
- [31] 丁裕国, 江志红. 一种新的聚类方法在中国气候区划中的应用, 气候学研究——气候理论与应用. 北京: 气象出版社, 1995: 148-152.
- [32] 周家斌, 黄嘉佑. 近年来中国统计气象学的进展. 气象学报, 1997, 55(3): 297-305.
- [33] 刘振中, 徐梅. 三江平原地区农业气候区划的数学方法. 农业系统科学与综合研究, 1997, 13(1): 40-50.

# Research Advances and Assessment Review on Agroclimatic Resource Divisions in China

Liu Jingmiao<sup>1,2</sup>, Ding Yuguo<sup>3</sup>, Shen Hongyan<sup>3,4</sup>

(1 Institute of Atmospheric Environment, China Meteorological Administration, Shenyang 110001

2 Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081 3 Jiangsu Key Laboratory of Meteorological

Disaster, NUIST, Nanjing 210044 4 Climatic Center of Qing Hai Province Meteorology Office, Xining 810001)

**Abstract:** Based on the review of researches on agroclimatic resource divisions in recent decades, the classical division methods and their defects are assessed. The current new techniques such as statistical numerical method, GIS, RS, GPS techniques, etc. are described with examples as in the Appendix. The key issues related to the agroclimatic resource divisions that need studying in great depth are discussed. The first issue which needs resolving is a scientific selection of index system of division that combines climate physics with crop biological mechanism. Using the advanced numerical division method, refinement of the agroclimatic resource divisions can be achieved with the aid of remote sensing and information techniques typically represented by GIS, RS, GPS.

**Key words:** Agroclimatic resource division, classical division methods, numerically statistical division method, GIS, RS, GPS information techniques

(上接29页)

# Key Scientific and Technological Problems Study on Metropolitan Weather Services

Xie Pu<sup>1</sup>, Li Qingchun<sup>2</sup>, Liang Xudong<sup>2</sup>

(1 Beijing Meteorological Bureau, Beijing 100089 2 Institute of Urban Meteorology, China Meteorological Administration, Beijing 100089)

**Abstract:** In recent years, rapid urbanization with accompanying environment stress, adverse environment effects, and urban disaster risk has been increasing persistently. In the context of global warming, extreme weather events occur more frequently. The weather services in the city are imminently expected due to city security, disaster reduction, socio-political and economic activities, ecological environment protection, sustainable development and climate change. Based on the fact that rapid urbanization has significant effects on environment, climate and meteorological disasters, this article demonstrates the urbanization impact on weather, climate and meteorological disasters in cities. The key technological problems for improving meteorological service ability are also discussed through investigations and analyses of forecasting services demand. A review of urban meteorological theoretical research and an analysis of forecasting technologies ability are made.

Finally, the development vision and key tasks on future weather forecasting services for metropolis are proposed.

**Key words:** urbanization, boundary layer, refined forecast, urban weather services

## 下期要目

- ◆ 亚洲-太平洋涛动研究进展
- ◆ 气候变化对农业生产的影响及其适应
- ◆ 暴雨洪涝预报研究的若干进展
- ◆ 黄土高原气候环境演变研究进展
- ◆ 英国气象服务