

*D*ili Huanjing
Zonghe Yanjiu

地理环境

综 合 研 究

唐兆民 / 著



电子科技大学出版社

地理环境

— 综 合 研 究 —

*D*ili Huanjing
Zonghe Yanjiu

唐兆民 / 著

常州大学图书馆
藏书章



电子科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

地理环境综合研究 / 唐兆民著. —成都: 电子科技大学出版社, 2016.12
ISBN 978-7-5647-4093-1

I. ①地… II. ①唐… III. ①地理环境—研究 IV.
① X21

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 310996 号

地理环境综合研究

唐兆民 著

出 版: 电子科技大学出版社 (成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 610051)

策划编辑: 罗 雅

责任编辑: 王 坤 卢 莉

主 页: www.uestcp.com.cn

电子邮箱: uestcp@uestcp.com.cn

发 行: 新华书店经销

印 刷: 四川永先数码印刷有限公司

成品尺寸: 185mm×260mm 印张 9.25 字数 237 千字

版 次: 2016 年 12 月第一版

印 次: 2016 年 12 月第一次印刷

书 号: ISBN 978-7-5647-4093-1

定 价: 32.00 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

- ◆ 本社发行部电话: 028-83202463; 本社邮购电话: 028-83201495。
- ◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

前 言

地理环境是指一定社会所处的地理位置以及与此相联系的各种自然条件的总和，包括气候、土地、河流、湖泊、山脉、矿藏以及动植物资源，等等。

气候变化与人类活动对水文过程产生了重大影响，估计和区分二者的影响是水科学研究中的热点问题。本书针对气候变化和人类活动（土地利用/覆盖变化）两个驱动因素，分别综述了气候变化、人类活动和两者综合对水文影响的研究进展，介绍了未来的气候情景和人类活动情景，阐述了区分气候变化和人类活动对水文要素过去和未来影响的研究方法，并总结了方法中常用的分布式水文模型。

城市是人类社会发展的必然产物。随着城市的快速发展，城市气候效应凸显，并对社会经济可持续发展和人体健康等造成影响。本书基于国内外已有的研究成果，综述了城市气候效应，包括城市热岛效应、雨岛效应、混浊岛效应、干岛效应和雷暴岛效应的研究历史、现状及其与城市化、天气气候变化的相互关系，并对未来城市气候效应的研究方向及技术方法进行了展望。

土地是陆地生态系统的载体，土地利用、覆被状况反映了人类对生态环境的影响程度。近百年来康保县农垦活动不断加剧，引发自然环境剧烈变化和不同地区土地覆被空间分异。对典型区域进行生态地理区域划分，因地制宜利用土地和保护生态环境成为迫切需要。科学地进行土地资源评价，有利于了解土地资源分布的特点，为更好地保护和利用土地资源提供科学的依据和策略；有利于提出科学合理可持续利用土地的方法和措施，为持续增长的人口提供生产和生活上的可靠保障。

河流作为重要的资源和环境载体，关系到城市的生存安全，影响着城市的发展。近年来城市化不断发展，发展经济与保护河流生态环境的矛盾日益凸显，在这样的背景下，实现河流生态环境的可持续发展日渐成为世界各国普遍关注的重要议题。着眼于河流景观规划研究，涌现了大量有关河流生态环境建设、水质控制保护及生态修复方面的研究理论。

湖泊是地表重要的生态系统之一，但当今湖泊生态系统的功能在逐渐退化，对湖泊生态系统健康的评价尤为重要。湖泊生态系统健康评价指标体系的构建是湖泊生态系统健康评价的前提。湖泊富营养化是当前我国湖泊面临的主要生态环境问题之一。湖泊富营养化后会导致一系列的生态系统异常响应，而对于严重富营养化的湖泊，生态系统最终的演替趋势则是从以浮游植物为主的自养型湖泊转化为以微生物、原生动物等为主的异养型湖泊。

矿藏资源的富集使城市有了发展的基础和原动力，也给了这些城市财富聚集的癫狂和可持续发展的思考。矿产资源是发展工业的基础。由此，一些大的矿物产地迅速发展成为新兴的工业城市，资源型城市因此大批涌现。矿产资源开发极大地推动了工业化和城市化进程，而工业化发展又促进了矿产资源开发的不断深入。时至今日，资源型城市正是在这种工业化、城市化背景下形成的特殊城市类型。

目 录

第一章 地理环境的概念和整体性	(1)
第一节 地理环境的概念	(1)
第二节 地理环境整体性	(4)
第二章 地理环境气候研究	(7)
第一节 城市气候效应研究进展	(7)
第二节 气候变化与人类活动对水文影响的研究	(14)
第三节 气候研究中不同时期的资料获取与重建方法综述	(20)
第三章 地理环境土地研究	(30)
第一节 我国城市土地优化配置研究演进与展望	(30)
第二节 土地利用变化对土地生产力的影响研究进展	(37)
第三节 土地利用变化的环境生态效应研究进展	(47)
第四章 地理环境河流研究	(56)
第一节 河流分类体系研究综述	(56)
第二节 河流水生态环境质量评价方法研究与应用进展	(62)
第三节 河流生态系统健康评价关键指标研究	(68)
第五章 地理环境湖泊研究	(78)
第一节 湖泊富营养化及其生态系统响应	(78)
第二节 湖泊及流域科学研究进展与展望	(89)
第三节 湖泊水生态系统健康评价指标研究	(101)
第四节 湖泊生态恢复的基本原理与实现	(106)
第六章 地理环境矿藏研究	(117)
第一节 矿藏资源持水性能分析	(117)
第二节 矿藏资源中矿质养分含量与分析	(120)
第三节 矿藏资源中盐分含量与分析	(124)
第七章 地理环境在社会历史发展中的作用	(131)
第一节 生产—劳动是地理环境与社会发展的中介	(131)
第二节 地理环境是影响社会历史发展的重要因素	(132)
第三节 地理环境对社会历史发展起作用的特点	(139)
参考文献	(142)

第一章 地理环境的概念和整体性

第一节 地理环境的概念

何谓地理环境？无论是地理学界还是哲学界，相当一部分专家和学者对这一基本问题的理解还很不一致，有的甚至比较模糊、混乱。因为地理环境这一客体太过庞大，外延太广泛，内涵太丰富，加之人类改造自然与社会的不断作用使地理环境发生变化，所以不少因素相互渗透而使这一概念模糊不清，以致人们难于完全区分和界定。长期以来，人们对地理环境的认识理解很不一致，也导致了对地理环境作用和意义这一重大问题学术观点上的严重分歧。对于地理环境概念的正确理解和科学界定，并在学术界形成共识，无论是对于地理学还是哲学，无论是对于理论还是实践，都有重要的研究价值和意义。

关于地理环境的概念，比较传统的定义是：“地理环境即自然环境，通常指存在于人类社会周围的自然界。”法国地理学家列克留（E. Reclus）在 1876 年提出这个概念之后，一直沿用到现在。20 世纪 90 年代以前，我国出版的辞海、地理学词典和地理教科书乃至新近出版的哲学书籍都是这样定义的。所查阅到的《辞海》缩印本（上海辞书出版社 1980 年 8 月出版）、《地理学辞典》（上海辞书出版社 1983 年 12 月出版）等资料关于地理环境的定义都是采用上述定义。有些地理学辞书中根本没有“地理环境”这一词条（如商务印书馆 1980 年 9 月出版的《地理学辞典》等）。当然也不排除少数学者在此时期以前可能发表过一些对地理环境概念的科学界定。在科学研究上，许多概念因为时过境迁和由于人们认识水平的提高需要重新修正和完善，对科学上的概念的认识评价也应持历史唯物主义的观点，不能脱离当时的历史条件。关于地理环境的传统理解与定义用当时的观点看，大体还是不算错的，但是用现在的观点看就有明显不足了，主要问题是有些笼统、模糊和简单化，内涵与外延不够确切。从内涵上讲，地理环境除包括属于自然存在的自然环境以外，还应包括部分人化自然和人工环境；从外延上看，地理环境作为人类周围的自然界也不是无限的自然，它只能是自然界的一个有限部分，即地球表层。至于地球表层以外的自然界，如宇宙环境、地质环境就不应属于地理环境的范畴。可见这一定义把地理环境的有限自然和自然界的无限自然未加以区别。对这一定义已迫切需要进一步修改和精确化。若按上述传统的定义，把地理环境单纯理解为自然环境或“自在的自然”，置人类影响形成的“人化自然”及人工环境于不顾，把地理环境看成一个近乎不变的纯自然体，很容易低估其对人类社会发展的作用，这不仅在实践上是有害的，而且从理论上讲，也必然会削弱马克思主义地理环境学说的现实意义与实用价值。目前，哲学界不少人仍倾向于传统的定义，把地理环境视为“自在自然”即自然环境，例如 1987 年出版的《中国大百

科全书·哲学(1)》将地理环境定义为“同人类社会直接有关的地球”自然环境部分。1992年出版的哲学专著《社会历史哲学引论》中把地理环境看成为社会的“自然物质基础”,其包括地形、气候、土壤、山林、水系、陆地、矿藏、动植物等社会的外部自然物,而不包括人化自然和人工自然,又如《哲学研究》1990年第6期发表的《读〈传统地理环境理论〉之反思》一文中,作者也是在自在自然(即纯自然)的意义上理解地理环境及其作用的。该文认为地理环境的变化指“自然界自身变化发展”,即“自然界……没有人的干预而发生的变化”,这种变化“实在是微乎其微”。由此,该文作者进而认为传统地理环境理论关于地理环境几乎不变的观点是正确的,相对不变的地理环境不能成为快速发展的社会变化的主要原因的观点也是正确的。对于这些观点,地理学界一些人士有不同看法。

一些地理学者在本学科的研究实践中,明显感到传统的地理环境的定义的不足,有的专家对地理环境的定义做了一些适当的修正和补充。如《中国大百科全书·地理学》对“地理环境”的定义是:“生物,特别是人类赖以生存和发展的地球表层。”并指出:“地理环境可分为自然环境(或自然地理环境)、经济环境(或经济地理环境)和社会文化环境。……上述三种环境各以某种特定的实体为中心,由具有一定地域关系的各种事物的条件和状态所构成。这三种地理环境之间在地域上和结构上又是互相重叠、互相联系的,从而构成统一的整体地理环境”。同时,该书还强调指出:“社会文化环境是人类社会本身形成的一种地理环境”。《地球科学》一书也是把经济地理环境即经济环境和社会文化环境包括在地理环境之中,该书认为:经济地理环境包括工业、农业、交通和城镇居民点等生产力地域组合;社会文化环境包括人口、社会、国家、政治诸方面以及民族、民俗、语言、文化等方面的地域分布特征和组成结构关系,还涉及社会上各种人群对周围事物的心理感应和相应的社会行为。《人文地理学词典》在理解与定义上,则基本上是将地理环境等同于环境,作者认为地理环境包括自然环境和人文环境两方面,其中人文环境即社会环境,属于人类社会,它包括人口密度、劳动力、资本、交通、文化、政治、经济、社会组织等。高中教科书《地理》也是把社会环境包括在地理环境之中。上述这些对地理环境的理解和定义都可以说是具有权威性的,这些定义和理解虽然比传统的定义全面一些,但也存在着一些值得商榷之处:由于地理环境的“自然实在性”,社会文化环境或人文环境大多不应该属于地理环境的范畴,至少不能全部属于地理环境的内容,充其量只能是具有物理属性的那一部分(即物理社会环境),心理社会环境则不属于地理环境。若将自然环境、经济环境和社会文化环境(或人文环境)都包括在地理环境之中,那么“地理环境”与“环境”或“地域环境”之间还有什么区别呢?例如《中国大百科全书》中,环境科学对“环境”的定义认为环境包括自然环境和社会环境两大部分;哲学科学对地理环境的定义则明确指出地理环境应区别于人们周围的社会环境和技术环境。至于把人口、劳动力、人的心理感应与社会行为也列入地理环境因素,就更经不起推敲了。这种定义和理解容易导致地理思维上的混乱,造成主体(人类社会)与客体(地理环境)混淆与颠倒。目前,有许多地理教科书把人口、政治、文化乃至看不见、摸不着的意识形态都列为地理因素,把它们作为地理环境的内容显然与“地理”二字相悖,令人难以理解和接受。基于这种对地理环境概念不准确或不科学的理解,有些地理工作者发表了一些关于地理环境作用的片面乃至不正确的观点,其主要表现是把地理环境理解成为一个无所不包的物质世界,片面

地夸大或过高地估计地理环境的作用。如《关于地理环境的理解与运用问题》一文,作者把地理环境理解为“地球表层客观存在的自然、人化、人造三大物质系统”,认为“地理环境除包括自然环境以外,还包括人化环境和人造环境(即由人造物质构成的再生环境),并包括人及其智慧和劳动的产物”;认为“人类社会也是地理环境的重要物质内容之一”。此文作者基于这种理解,提出了“现代地理环境决定论”,他指出:“现代决定论者——主要是经济地理工作者——所倡导和宣扬的‘决定论’,他们仅仅认为被人们所认识、掌握的自然、人化和人造物综合而成的地理环境对生产活动起决定作用,这无疑是正确的。”并强调“应该理直气壮地坚持地理环境决定论”。目前有一些地理著作缺乏地理性与学科特色,地理叙述逻辑思维混乱。从某种角度上来说也与作者们对地理环境的“泛化”理解有关。

地理学界有人倾向于把地理环境理解或定义为由大气圈、岩石圈、水圈、生物圈和社会圈(或智慧圈、技术圈)相互渗透、共同组成的地球表层。不过这种观点也有值得商榷之处:这种理解或定义,其外延虽然比较明确,但内涵不够清楚,似乎同样给人一种“无所不包”的感觉,在具体运用上缺乏可操作性。特别是对地理环境中的人文部分缺乏科学的阐明与界定,是问题的要害与争论的焦点所在。很明显,社会圈(智慧圈、技术圈)在概念上基本等同于社会文化环境和社会经济环境,它不能全部纳入地理环境的范畴,它的内涵与外延均要比人文地理环境(或地理环境的人文部分)要广泛得多。因此,把地理环境定义为由大气、岩石、水、生物、社会五大圈层组成的地球表层也是不能令人满意的。

按照逻辑学关于科学定义的基本要求,并从内涵与外延、主体与客体、自然与人文几方面综合考虑,本文暂将地理环境定义为:“地理环境是指环绕并影响人类社会、地球表层空间范围内的自然界,以及在自然环境基础上改造形成的人化自然,及与自然环境有着内在联系、具有地域分布规律的部分人工环境”。目前这个自然界的空间范围大体为上至对流层、下至岩石圈上部的地球表层。这也是目前人类活动所影响的主要空间范围,它有别于传统定义中范围模糊的“自然界”,更不是指哲学概念上的“自然界”,这一空间范围具有因时而异的特点,它随着人类社会的发展,而不断扩展、变化。地理环境除包括上述这一部分自然环境外,还包括与之紧密联系并在其基础上改造形成的次生自然环境(人化自然)及部分人工环境,如城市、乡村、工矿、交通构筑物等社会经济地域综合体等。这部分人工环境,虽然是人类劳动的产物,但它们是在自然环境的基础上直接改造形成的,与自然环境有密不可分的关系,仍具有一定的地理属性和地域分布规律。例如城市,它虽然是受人类活动影响最强烈的地方,人化与人造程度高,但它仍具有一定地理属性(或自然属性),与自然环境关系密切。首先,城市是一种地貌形态(即人工地貌);其次,它深刻影响到大气性状及气温、降水、径流等自然地理状况。它应纳入地理环境的范畴。地理环境作为一个独立的概念,它既有自然的外在性,又具有社会的属人性,是两重属性的统一,它应作为人类社会的物质基础的“自然(含人化自然)”来理解。总之,地理环境必须具有一定的自然属性或地理属性,并是具有地域分布规律的有形的客观物质实体,地理环境是相对人或人类社会这个主体而言的。

综上所述,对于地理环境的理解和认识,不能持传统观点那种纯自然的狭义理解,也不应该像某些学者那样将其等同于环境或地域环境的“泛化”的理解,更不应像某些学者那样将主体与客体不加区别地模糊理解。同时,对于地理环境的作用,既不能过低地估计,也不能过分夸大,而应予以恰如其分的评价。

第二节 地理环境整体性

一、地理环境整体性的概念

地理学是研究我们所生存的地理环境以及人类与地理环境的关系的科学。而地理环境是由许多要素如地貌、气候、水文、植被、动物和土壤等组成的。这些要素并不是简单汇集在一起，或是在空间的偶然结合，而是通过大气循环、水循环、生物循环和地质循环等一系列地表物质的运动和能量的交换，彼此之间发生密切的相互联系和作用，它们共处于地理环境主体之中，构成了地理环境的整体性。其中，地理环境物质循环和能量转换过程是整体性的基础，每一要素正是通过与其他要素的物质能量交换，改变着其他要素的性质，对地理环境的形成和演化起着重要作用；地理要素间相互作用产生了新功能，使地理环境具有各地理要素均不具有的整体功能。

无论是全球的地理环境还是各大洲、大洋的地理环境以及各级自然地理区域（各级自然综合体）的地理环境，都具有各自的整体性。地理环境的整体性是地理环境结构的十分重要的特征。

二、地理环境整体性的表现

在自然界中没有孤立发生的东西，相互作用是事物发展的真正的原因。地理环境是个复杂的综合的整体，它是由相互交错、重叠的大气圈、水圈、生物圈和岩石圈（包括地壳和地幔顶部）组成的，在这里，空气、水、岩石和生物等物质都处在相互渗透和相互作用之中。地理环境中各要素相互联系和相互作用具体表现在以下几个方面。

第一，地理环境各要素并不是孤立存在和发展的，而是作为整体的一部分发展变化着。在景观上，它们总是力求保持协调一致，与环境的总体特征相统一。

例如，我国长江中下游平原地区，由于距海较近，降水丰富，形成典型的亚热带季风气候。由于气候湿润，年降水量在 800 毫米以上，这里的地表水相当丰富，河流水量大且流程长，大多为流入海洋的外流河；由于气候湿润、降水丰富，流水的侵蚀、搬运作用强烈，所以在中游地段形成峡谷地形（如长江三峡）、下游地带形成冲积平原和三角洲；这一地区生物资源丰富，土壤发育较好，为典型的红、黄壤地区。而我国西北地区，由于距海遥远，海洋湿润气流难以到达，则形成了干旱的温带大陆性气候。由于气候干旱，降水很少，这里地表水贫乏，河流不发育，大多为内流河；由于气候干燥，流水作用微弱，但物理风化和风力作用显著，形成大范围戈壁和沙漠；气候干旱还导致植被稀少，土壤发育差，有机质含量减少。

第二，地理环境中某一要素会严重影响其他要素，某一要素的变化影响到其他要素的变化甚至整个环境状态的改变。

整体性，就是地理环境各组成要素和各组成部分之间的内在联系性。它们相互联系相互制约并结成一个整体；某一要素影响其他要素，某一部分影响其他部分。卡列斯尼克谈道：“整体性如此严密和具有如此的普遍性，以至一旦在景观或景观壳中有某一环节发生

变化，其他所有环节必将随之发生变化。”当然，整个体系的变化规模在本质上决定于各组成部分或要素的变化规模。

(1) 地理环境中某一要素影响其他的要素，某一要素的变化影响到其他要素的变化。

例如，气候与水文之间，我们常说，“天上下雨地下流”，降水多的地方，地表水资源丰富；反之，地表水资源则贫乏。而地面潮湿、空气中水汽含量大，又会增加降水量。又如，水文与地貌之间，地表水流发育，流水的侵蚀作用强烈，往往形成沟谷、冲积平原等地貌；地表水量短缺的干旱地区，往往是风沙较大，一般形成沙丘、戈壁等地貌。而不同的地貌对水文的影响程度也是不一样的，例如，平原上的河流流速较慢，河道较宽，有利于航运，但泥沙较多；处在高原、峡谷地带的河流，河流的流速较快，河水较清，由于落差较大，所以河流的水能资源十分丰富。再如，土壤与生物（植被）之间，一般肥沃的土壤中植被丰富，贫瘠的土壤中植被稀少；而丰富的植被类型又可以给土壤增加大量的有机质，可以增强土壤的肥力。

副热带高压带及信风带控制的大陆中心和大陆西岸，由于常年受到副高下沉气流及来自内陆的信风控制，因此，气候极其干燥。由于水分不足，地表径流浅或全无，物理风化强烈，风化作用盛行，形成大片沙漠、砾漠，植被稀疏，动物则因食物不足而相当贫乏。可见地理环境各要素之间是一环扣一环，一个要素直接影响其他的要素。

(2) 地理环境中，某一部分会影响到其他部分，这一部分的变化，同时也会影响到其他部分的变化。

如北美洲和欧洲大部分地区位于北半球的西风带，欧洲位于亚欧大陆的西侧，北美洲位于两大洋之间，但欧洲海洋性气候显著，而北美洲却以温带大陆性气候为主，重要的原因是北美西部高山高原地区阻挡了来自太平洋的暖湿西风深入内地，使太平洋的影响仅限于太平洋沿岸一带，而对东部广大地区的影响则很小，完全不可能同大西洋对欧洲气候的影响相比。由于气候不同，导致两洲地理环境差异显著，这说明北美高山高原地区对整个北美地理环境特征的形成有巨大的影响。

(3) 地理环境的整体性还表现在某一要素的变化，除了会引起其他要素发生变化，还会有可能最终导致环境整体发生变化。

据史料记载，在汉代时期，黄土高原曾是草肥水美、山清水秀的景色，唐代以后，由于大兴土木、连年战争，森林植被被大量砍伐，再加上近代的“以粮为纲”的影响，就变成了今天千沟万壑、水土流失相当严重的地表形态。再如，从 20 世纪 50 年代以来，由于煤、石油、天然气等矿物燃料的大量开采使用，大气中的二氧化碳浓度在不断增加，而且呈越来越快的趋势，这样就使大气保温效应加剧，全球气温升高，气候变暖，并引起两极冰雪融化，海平面上升，将可能淹没沿海陆地。

近年来，各类媒体越来越关注这样一个气候学名词：厄尔尼诺。众多气候现象与灾难都被归结到厄尔尼诺的肆虐上，例如印尼的森林大火、巴西的暴雨、北美的洪水及暴雪、非洲的干旱等等。它几乎成了灾难的代名词。厄尔尼诺是热带大气和海洋相互作用的产物，它原是指圣诞节前后发生在南美洲秘鲁太平洋沿岸海水异常增温的现象，现在其定义为在全球范围内，海气相互作用下造成的气候异常。

在正常年份下，太平洋东部秘鲁沿岸海区，由于强劲的东南信风向西北横扫，将海水也由东南向西推动，结果是位于澳大利亚附近的洋面要比南美地区的洋面高出约 50 厘米。

与此同时，南美沿岸大洋下部的冷水不停上翻，给这里的鱼类和水鸟等海洋生物输送大量养料。但是每隔数年，这种正常的良性环流便被打破。一向强劲的东南信风渐渐变弱甚至可能倒转为西风。而东太平洋沿岸的冷水上翻也会势头减弱或完全消失。于是太平洋上层的海水温度便迅速上升，并且向东回流。这股上升的厄尔尼诺洋流导致东太平洋海面比正常海平面升高10~20cm，温度则升高2~5℃。这种异常升温转而又给大气加热，引起难以预测的气候反常，甚至引发自然灾害。

厄尔尼诺现象是海洋和大气相互作用不稳定状态下的结果。从中可以看出地理要素之间不是相互独立的，而是通过大气循环、水循环、生物循环和地质循环等一系列地表物质的运动和能量的交换，彼此之间发生密切的相互联系和相互作用，从而在地球表面形成了一个特殊的自然综合体——地理环境。它是一个不可分割的整体或系统。而当其中某个要素（海水）发生改变时，则会引起其他要素的改变甚至整个环境的改变（气候反常和自然灾害）。

总之，地理环境各要素相互渗透和相互作用，成为物质和能量联系最紧密的一个总体或整体，即具有整体性。如果某一要素的作用超过整体联系的稳定状态所容许的限度，如大气候的变迁，构造运动引起地面的较大幅度的升降，以致不能协调各要素的相互关系，甚至破坏原有的功能，则原来的功能失去稳定性，过渡为一种新的结构，并由自身的协调而出现新的稳定发展状态。

三、人类要充分认识地理环境的整体性

地理环境各要素每时每刻都在演化，即地理过程无时不在。各个要素的发展演化是同步的，一个要素的演化伴随着其他各个要素的演化。地理环境具有统一的变化过程，保证了各地理要素之间的协调或平衡。地理环境的整体性要求我们应该注意保持各地区内环境要素之间的良好的协调或平衡，使整个地理系统的发育朝着结构最优化和稳定性方向发展。在地理系统中如果某个要素的变化超过了其限度，就会导致彼此间的不协调，或不平衡，有时甚至带来环境灾害。在人类活动中，要预先估计到对某一要素的利用改造产生的影响，以免导致环境的恶化。比如我国开发长江三峡水能资源时，曾对修建三峡大坝、形成大水库可能对长江流域的水环境、水中生物，三峡库区的气候、植被、地貌等产生的影响进行了论证，采取了必要措施，以尽量减少或消除三峡工程可能产生的负面影响。

第二章 地理环境气候研究

第一节 城市气候效应研究进展

一、绪论

城市是人类居住最密集的地方和人类活动的集中表现。2000 年,全世界约 45% 的人口居住在城市地区,预计到 2025 年,这个比例将达到 60%。城市化进程不仅改变了城市原有的下垫面特征,而且由于城市消耗的大量能源使大气增加了数量可观的人为热量和污染物,改变了近地层大气结构,形成了以城市效应为主的局地气候。随着城市的快速扩展和城市人口的日益增多,城区及其周边地区的天气和气候条件发生了显著改变,并对全球气候变化与大气环流、区域大气污染物的增长、输送、扩散及沉降以及人体健康、能源耗散等产生了深远的影响。因此城市气候效应受到广泛关注。开展城市气候效应研究,不仅对城市规划布局、城市人居环境、能源利用和居民保健等具有实际应用价值,而且对大范围的气候变化和气候调节也具有重要意义。

对城市气候的研究可以追溯到 19 世纪初。1818 年出版的《伦敦气候》一书,是世界上公认的第一部关于城市气候的著作。当今对城市气候这一领域的探索研究已取得了很大的进展。

我国城市气候研究起步较晚。改革开放以来,城市化引起的气候变化日益受到关注,我国城市气候研究工作也开始蓬勃开展。上海、北京、广州、兰州等大城市先后开展了城市气候环境观测研究。1985 年周淑贞等编写的《城市气候学导论》正式出版,这是我国第一部城市气候专著。此后,全国各地,包括一些中小型城市,也相继开展了城市气候的研究工作。

城市气候既受所属区域大气候背景的影响,又反映了城市化后人类活动所产生的作用。城市的生产活动和特殊下垫面结构使大气边界层的特性发生变化,从而对降水、气温、辐射等气候要素产生影响,形成一些城市共有的、并相对于郊区独有的城市气候效应,包括城市热岛效应、干岛效应、湿岛效应、雨岛效应和混浊岛效应。城市气候效应造成各种异常城市气象,如暖冬、暴雨以及大气环境的污染,等等。对城市环境质量、工业生产和居民生活产生很大的负面影响,并且呈现逐年增加的趋势。^①

总体而言,国内外对城市热岛效应已开展了较多研究,包括对热岛的形态和结构研

① 顾丽华,南京市城市气候效应的研究 [D]. 南京:南京信息工程大学硕士学位论文,2008.

究、热岛的过程与变化研究以及热岛的变化机制研究三个方面^①，对其他城市气候效应也有一些研究结果。近年来，国内外陆续开展了很多城市气候效应研究，包括对城市雷暴岛效应的研究。因此，有必要对这些最新工作开展系统性的总结和论述。本节基于国内外已有的研究成果，尤其是近年来的研究成果，对城市气候效应，包括城市热岛效应、雨岛效应、混浊岛效应、干岛效应和雷暴岛效应开展综述，并对未来城市气候效应的研究方向及技术方法进行展望。

二、城市热岛效应

近年来，在全球气候变暖和高速城市化进程的背景下，城市热环境被认为是整个城市环境的主导要素之一，成为当前城市气候、环境研究的热点问题。^② 大量研究发现，城市中心地区近地面温度一般明显高于郊区及周边乡村，这一现象被称为城市热岛效应 (Urban Heat Island Effect)。城市热岛效应是在城市化的人为因素和局地天气气候条件的共同作用下形成的。^③ 人为因素以下垫面性质的改变、人为热和过量温室气体排放以及大气污染等为最重要；局地天气气候条件则以天气形势、风、云量等关系最大。许多学者对城市热岛效应的特征做了大量研究，得出了城市热岛效应与城市人为热量释放、下垫面性质和结构、植被覆盖、人口密度、天气状况等有密切关系，并且伴随着城市化进程的继续，城市热岛强度及其规模会日益加剧。研究表明 1954—1983 年的 30 年里我国城市热岛强度普遍增加 0.1°C ，而珠江三角洲地区热岛强度的增幅更大，1995—2004 年的增幅为 0.4°C 。^④

城市的规模及其扩展与城市热岛效应有密切关系，是城市热岛效应形成的主要原因。此外，城市的几何形状和地理位置与城市热岛强度存在明显的相关关系。不利于通风、空气对流的城市地貌、不合理的城市布局、高密度和高负荷的建筑会导致城市通风不良，热量难以扩散，也有利于热岛效应的形成。城市街谷的结构对热岛也有重要的影响，城市不合理的道路设置和粗糙的下垫面会导致涡流加剧，废热迂回环流，城市热岛效应加强。

城市人口越多，热岛效应越明显。据研究，1 万人口的城市热岛强度可达 0.11°C ，10 万人口的城市热岛强度可达 0.32°C ，100 万人口的城市热岛强度可达 0.91°C 。即使是 1000 人的小城镇也能在长时间温度记录中观测到热岛效应的存在。城市人为热也就是人类活动产生的废热，主要来自机动车辆、工厂车间、空调运转、居民烹饪及建筑物向外散发的热量等，对城市热岛的形成起十分重要的作用。据测定，城市冬季人为热释放量很大，甚至比太阳净辐射还大，如美国冬季旧金山的人为热最高达到 $75\text{W}/\text{m}^2$ 。城市大量的能耗增加了大气层表面的温度，使热岛效应增强。

城市空气动力学与城市热岛效应紧密相关。一些研究认为，城市热岛随风速增大和云量增加而减弱，风速是影响城市热岛的主要因素。城市风速小，大气层结构稳定，不利于

① 胡华浪，陈云浩，宫阿都．城市热岛的遥感研究进展 [J]．国土资源遥感，2005 (3)：5-9.

② 陈云浩，王洁，李晓兵．夏季城市热场的卫星遥感分析 [J]．国土资源遥感，2002，14 (4)：55-59.

③ 林学椿，于淑秋．北京地区气温的年代际变化和热岛效应 [J]．地球物理学报，2005，48 (1)：39-45.

④ 曾侠，钱光明，潘蔚娟．珠江三角洲都市群城市热岛效应初步研究 [J]．气象，2004，30 (10)：12-16.

热量的散发,反而有利于热岛效应的形成。当表面大气风速较小或静风时,热岛效应明显且有加强的趋势,典型的热岛环流也发生在弱风或静风、有强逆温的晴夜。严格地说,城市热岛只能发生在弱风的条件下。其他研究也认为,在天气晴朗、无风或微风的情况下,城市热岛的形成、发展及空间分布主要取决于下垫面介质和城市格局变化,城市人口和城市热岛的强度和范围呈现正相关关系,城市热源则对区域热岛强度有一定的影响(夏季除外);如果出现大风的天气,热岛中心的变化则与风速、风向密切相关。

城市热岛效应是城市化对城市气候影响最典型的表现之一,其对城市公共健康、空气质量、能源消耗等方面已产生了深远的影响,降低了城市舒适度并增加了居民的经济负担。城市热岛的垂直分布,使得空气污染物在一定高度不易扩散,加重污染。夏季城市热岛加剧了酷热,应用空调制冷所消耗的能量是十分可观的。研究表明,夏季城市温度每升高 1°C ,降温对能源的需求就要增加 $2\% \sim 4\%$ 。据美国能源部估计,美国为缓解热岛效应每年要多支出高达100亿美元的能源成本。热岛效应促使城市用于空调运转的耗能量(包括建筑物内、交通工具内等)上升,从而导致温室气体排放量增加,温室气体排放又直接加速全球变暖,气温进一步上升和空调的热排放反过来又使热岛效应进一步加剧,这两者之间已经形成了恶性循环。

城市扩展在很大程度上改变了城市下垫面的热力学特征,对全球温度升高也有一定的影响。城市以建筑代替了原来的土地使用状况,引起了局地气候环境的重要变化,这是驱动全球气候变化的一个重要因子。统计分析证实,一些特大型城市年平均气温的增暖幅度明显大于全球平均变暖的幅度,即城市热岛效应的影响造成了评估全球气候变暖幅度的不确定性。人类活动主要通过土地利用变化以及温室气体和气溶胶排放对地面气温变化产生影响,城市化及城市热岛效应也可看作土地利用变化的一种局地表现形式。快速的城市化及其增强的城市热岛效应对我国多数地面台站记录的气候变暖具有明显的影响,在增温明显的华北地区,1961—2000年城市化引起的年平均气温增加值达到 0.44°C ,占全部增温的38%,城市化引起的增温速率为 $0.11^{\circ}\text{C}/(10\text{a})$ 。城市热岛还改变着其他城市气象,例如云和雾的发展、闪电的频率等。

不同下垫面能在不同程度上加剧或者缓解城市热岛效应。研究表明,植被能有效地缓解城市热岛效应。白天城区的商业区、机场和大型工厂等温度偏高,而城区中植被覆盖率高的居民区和公园温度则偏低。李延明等研究了北京城市绿化与城市热岛的消长关系,发现绿化覆盖率与热岛强度呈负相关,当绿化覆盖率大于30%时,绿地对热岛效应具有明显的削弱作用,绿化覆盖率超过50%时,热岛现象得到明显的缓解,规模大于3公顷且绿化覆盖率达到60%以上的集中绿地能够形成凉岛效应。徐骏等利用红外遥感研究了上海道路系统对城市热场的影响,发现拓宽城市道路并且增加道路绿化量能够有效缓解城市热场,建议设计合理的城市交通系统来发挥道路的通风散热作用和绿地降温作用。

三、城市雨岛效应

一些观测和模式研究表明,城区下风方向对流降水的增强主要是由于移动性雷暴受到城市建筑物阻挡作用而引起。城市建筑物的摩擦阻挡作用,一方面可以引起城市辐合的增强,从而对城区对流的发展有贡献;另一方面,其阻挡作用往往还可以引起移动性雷暴回波发生分裂并沿着城市的外围向下游移动,此时最强的雷达回波并不是出现在城区上空,

而是出现在城市的两侧及其下游地区。

城市化进程对降水量的影响是增加还是减少仍然存在争论,有些研究甚至得出了相反的结论,如孙继松等研究表明,北京城市热岛效应对不同季节降水分布的影响,可能是城乡温度梯度与盛行风相互作用的结果。就北京地区而言,地形的存在,强化了城区与北部郊区之间的温度梯度,在冬季北风气流的作用下,北部近郊区局地降水天气过程相对减少,城区及其南侧则相对增加;夏季盛行南风气流,随着城市热岛效应的增强,发生在北部近郊区的局地弱降水天气过程将相对增多,但王喜全等研究城市化进程对北京地区冬季降水分布的影响,结果表明随着城市规模的扩大,北京冬季城市热岛和城市干岛效应增强,加速了云下降水物的蒸发过程,使城区及南部地区的降水相对减少。

四、城市混浊岛效应

大气能见度作为大气透明度的一个指标,直接表现了天空的清晰程度。在没有污染的大气中,能见度可达到250km。随着城市工业的发展和城市规模的扩大,人类活动排放的各种大气污染物悬浮在空中,对太阳辐射产生了吸收和散射作用,降低了大气透射率,并削弱了到达地面的太阳直接辐射,使大气能见度减少。Horvath对欧洲能见度研究表明^①,乡村能见度好的地区可达到40~50km,城市由于人为活动能见度会明显降低。Cheng等分析了1950—2000年我国台湾城市、沿海郊区和偏远地区能见度的变化趋势^②,结果表明,城市能见度从50年代的25km下降到90年代的8~10km,沿海郊区下降到12~15km,偏远地区能见度接近25~30km。Qiu等对1980—1994年北京能见度变化趋势研究发现^③,北京平均能见度为15~16km,并呈波动下降趋势。范引琪等研究表明,由于空气污染,河北省11个城市的大气能见度在1960—2002年均显著下降,其中夏季下降的幅度最大。影响大气能见度的因素包括人为和自然两种:人为因素是指污染物排放所造成的空气污染;自然因素是指影响大气能见度的天气现象,如降水、雾、大风、沙尘暴、扬沙等。

引起大气能见度下降的主要原因是大气污染,其中大气颗粒物特别是细颗粒物是造成能见度下降的主要原因。大量研究表明,城市能见度降低是由气溶胶细粒子PM₁₀,PM_{2.5}和NO₂气体引起的,其中大气气溶胶中的硫酸盐、硝酸盐、碳黑的吸收、散射消光对能见度影响非常重要。Latha等也研究表明大气能见度降低主要应归于悬浮颗粒物和气态污染物的散射和吸收。^④北京市大气颗粒物消光是能见度降低的主要因素。此外,城市大气能见度还与湿度、风速、风向等气象条件及雾、降水、浮尘等天气有密切关系。李爱贞等研究表明,城市混浊岛的强度随风速增大而减少,且混浊岛随风向下风向移动。在市

① HORVATH H. Estimation of the average visibility in central Europe [J]. Atmos Environ, 1995, 29: 241-246.

② CHENG M T, TSAI Y I. Characterization of visibility and atmospheric aerosols in urban, suburban, and remote areas [J]. Sci Total Environ, 2000, 263 (1-3): 101-114.

③ QIU J, YANG L. Variation characteristics of atmospheric aerosol optical depths and visibility in North China during 1980-1994 [J]. Atmos Environ, 2000, 34 (4): 603-609.

④ LATHA K M, BADARINATH K V S. Black carbon aerosols over tropical urban environment - a case study [J]. Atmos Res, 2003, 69: 125-133.

区的下风向,城市混浊岛的影响范围至少可延伸至距市区 7~10km 的地方。王淑英等^①对北京地区能见度的影响因子进行了分析,得出各季空气湿度、PM10 和风速是影响能见度的主要因子。Yan 等和马雁军等研究均表明,低能见度与大气相对湿度较高(如降水、潮湿等)有关。近 50 年来,珠江三角洲城市能见度呈显著下降趋势。珠江三角洲能见度与当地的人口增加和经济发展程度有密切的关系,同时污染物的区域输送对西部下风向城市能见度也有很大影响。^②在 1968—2003 年的 30 多年间,香港的能见度也有下降的趋势^③,这与中国南部甚至整个东亚地区城市化发展导致的污染物排放加剧和不同尺度下的污染物输送有关。

五、城市干岛效应

许多大中城市的气候观测研究表明,由于城市特殊的下垫面以及人为因素的影响,城市的绝对湿度和相对湿度的日振幅比郊区大,白天城区的绝对湿度和相对湿度比郊区低,形成干岛,夜间城区的绝对湿度和相对湿度比郊区高,形成湿岛。宋艳玲等^④对北京市城、郊气候要素对比研究表明,北京市城区干岛效应强度增强明显,20 世纪 70 年代城区相对湿度为 60%,20 世纪 80 年代和 20 世纪 90 年代分别降到 56% 和 55%,随着城区的扩大,城区干岛效应强度明显增强。张建新等对西宁城市气候现象的研究也表明,随着城市的发展,干岛效应强度呈上升趋势,即干岛效应强度随着城市的发展而加剧。对于城市干岛效应的季节分布和日变化特点,目前研究结果还很不一致,甚至相近地区会出现相反的结论。北京城市干岛效应在春季和秋季尤为明显,而西宁在夏季降水最多的时期,干岛效应表现得尤为明显。施晓辉等^⑤对昆明市干岛效应的日和季节变化特征研究表明,干岛效应在夜间较弱,为负值,而在白天干岛效应较强;在雨季,干岛效应较为明显,而在旱季,干岛效应不明显。何萍^⑥对云南楚雄市干岛效应分析则表明,城市干岛效应夜间强白天弱,干岛强度是湿季大于雨季,与施晓辉等对云南昆明市的研究结果相反。

城市干岛的形成主要有两个原因:一方面,城区下垫面大多是不透水层,降雨后雨水很快流失,因此地面比较干燥;另一方面,城区植被覆盖率低,蒸散量比较小。刘朝顺等利用 Landsat TM/ETM+ 遥感数据和 SEBAL 模型,探讨了土地利用/覆盖类型变化对蒸散的影响,结果表明水体的蒸散最大,农田次之,建设用地的蒸散最小。潘卫华等^⑦利用卫星遥感反演东南沿海区域蒸散量,表明城镇蒸散量偏小,而水体和高植被覆盖区蒸散量高,由于城市化进程的不断深化导致了区域植被覆盖率的相对减小,使得区域蒸散作用整体呈

① 王淑英,张小玲,徐晓峰.北京地区大气能见度变化规律及影响因子统计分析[J].气象科技,2003,31(2):109-114.

② 黄健,吴兑,黄敏辉,等.1954-2004 年珠江三角洲大气能见度变化趋势[J].应用气象学报,2008,19(1):61-70.

③ 梁延刚,郑婉圆,胡文志.香港大气能见度的长期变化[R].香港:香港天文台,2004.

④ 宋艳玲,董文杰,张尚印,等.北京市城、郊气候要素对比研究[J].干旱气象,2003,21(3):63-68.

⑤ 施晓辉,顾本文.昆明城市气候特征[J].气象,2001,27(3):38-41.

⑥ 何萍.楚雄市城市发展对气候的影响分析[J].楚雄师范学院学报,2005,20(3):64-68.

⑦ 潘卫华,徐涵秋,李文,等.卫星遥感在东南沿海区域蒸散(发)量计算上的反演[J].中国农业气象,2007,28(2):154-158.

下降趋势。城市热岛效应也使市区的动力湍流和热力乱流都比郊区快，最终造成市区的低空大气中的水汽含量小于郊区，形成城市干岛效应。在城市热岛强度大的时间，城市干岛效应更为突出，如墨西哥城市热岛强度以冷季夜间为最强，其城、郊相对湿度的差值此时亦为最大，城中心相对湿度为 50%，而城区边缘为 75%，两者相差达 25%。另外，城市热岛效应使城市气温上升，在水汽含量不变的条件下将使饱和水汽压增加，从而使城区相对湿度减少，也加剧了城市干岛效应。城市干岛的发生有助于城市热岛的加强和维持，也有利于城区大雾较郊区趋于减少。^①

六、城市雷暴岛效应

据估计，全球每年发生雷暴约 1600 万次，平均每天发生约 4.4 万次，每小时发生约 1820 次。我国山东地区、长江三角洲地区和华南地区闪电活动的时空分布特征研究表明，闪电时空分布除与大尺度的天气系统背景有关外，还与太阳辐射、地形抬升、下垫面的性质等有关。太阳辐射的季节变化和日变化等是造成闪电时间分布的主要原因；干岛地形的动力作用和下垫面的物理特性及其差异是造成气候意义上中小尺度闪电空间分布差异的主要原因。毛慧琴等研究发现，广东省的雷暴主要由热力条件引出，下垫面温度高低是触发对流产生和积雨云生成的关键。在巴西东南部，气温较高的城市发生的闪电次数比农村增加约一倍，像美国巴尔的摩（Baltimore）这样的大城市，会比同样位置的完全没有城市建筑的地域多发生 30% 的雷雨天气。蒙伟光等基于广东省土地利用资料，采用 MM5 模式对 2004 年 8 月 11 日午后发生在珠江三角洲地区的一次强雷暴天气的高分辨数值模拟表明，模拟的雷暴发展和演变过程与这一地区城市化的发展有密切的联系。张羽等对雷州半岛雷暴发生频次变化及与作物布局调整的相关分析表明，雷州半岛水稻、糖蔗、水果、蔬菜等主要农作物布局调整对雷暴发生可能有明显的影响，蔬菜的种植改变了冬季闲田植被性质，不利于冬初、春末雷暴天气的生成。

城市气温较高、灰尘烟雾及空气中其他污染物较多，是城市雷暴更容易形成的主要原因，其中，气温较高导致的城市雷暴发生次数较多与城市排放热量的方式有关，而闪电的类型（即雷电云是带正电还是带负电）则与悬浮污染颗粒的含量有关。城市热岛不仅改变了城区附近的温度分布，影响到城区的边界层结构，还通过改变局地环流，影响到城区及其附近对流天气的形成和发展。城市热岛效应在一定程度上增加了城区及城乡交界区域雷暴发生的频数。20 世纪 70 年代中期在圣路易斯地区开展的 METROMEX（Metropolitan Meteorological Experiment）试验研究表明，该地区受城市影响雷暴发生频率的增加可达到 40%，持续的时间也增长。Falconer 分析纽约州年平均雷暴日的气候特征发现，强雷暴发生频率最高的地方出现在纽约人口密度最大的区域，夏季日间雷暴的形成和移动受到了纽约城的影响，最大的雷达回波位于城市下风向的侧边界。胡艳等的研究也发现，上海地区雷暴的空间分布主要呈现市区少、郊区多的特点，城市热岛效应可能会增加城区和城乡交界地区雷暴的发生频数。

气溶胶含量的增加可能会导致液滴的减小、抑制暖雨过程以及到达混合相区的云水的

^① 何萍，李宏波，马如彪．云南楚雄市的发展对气候及气象灾害的影响 [J]．广西科学院学报，2004，20（2）：113-115．