

北京市属市管高校人才强校计划资助项目（中青年骨干教师计划）
北京市教育委员会科技计划面上项目（KM200810020010）

北京山区农业与旅游 气候资源评价及开发利用方式探讨

田志会 郑大玮 王有年 著

气象出版社

北京市属市管高校人才强校计划资助项目(中青年骨干教师计划)
北京市教育委员会科技计划面上项目(KM200810020010)

北京山区农业与旅游气候 资源评价及开发利用方式探讨

田志会 郑大玮 王有年 著

气象出版社

内 容 简 介

本书主要包括:北京山区生态系统服务功能的评价;北京山区农业气候资源质量的定量评价;北京山区植物气候生产力及其限制因子分析;北京山区旅游气候舒适度的定量评价;北京山区农业气候资源及旅游气候资源的利用。

本书可作为从事农业、旅游业、气候和环境等方面的科研、技术、教学及有关领导部门人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

北京山区农业与旅游气候资源评价及开发利用方式探讨/田志会,郑大玮,王有年著. —北京:气象出版社,2008.4

ISBN 978-7-5029-4496-4

I. 北… II. ①田…②郑…③王… III. ①山区-农业-气候资源-评价-北京市②山区-农业-气候资源-资源开发-北京市③山区-旅游-气候资源-评价-北京市④山区-旅游-气候资源-资源开发-北京市
IV. S162.221 F592.71

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 047118 号

出版发行:气象出版社

地 址:北京市海淀区中关村南大街 46 号 邮 政 编 码:100081

网 址:<http://cmp.cma.gov.cn> E-mail:qxchs@263.net

电 话:总编室 010-68407112, 发行部 010-68409138

责任编辑:王元庆

终 审:汪勤模

封面设计:张建永

责任技编:刘祥玉

责任校对:牛 雷

印 刷 者:北京中新伟业印刷有限公司

开 本:850 mm×1168 mm 1/32 印 张:5.5

字 数:150 千字

版 次:2008 年 5 月第 1 版

印 次:2008 年 5 月第 1 次印刷

定 价:30.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等,请与本社发行部联系调换

前 言

从国内外山区发展的成功经验看,经济发展是山区生态持续健康发展的保障,而山区经济的发展主要是立足于山区自然资源的开发利用。占北京市土地总面积 62% 的山区,主要承担着生态涵养发展区的功能,但其生态功能的定位同样不应忽视山区经济的发展,生态与经济双赢是北京山区可持续发展的基础。北京山区经济的发展同样应以具有比较优势的农业自然资源和旅游资源的开发利用为主,在山区自然资源开发利用过程中,必然会涉及到山区产业结构的调整、生态环境的建设、高产优质高效特色农业的发展。农业和旅游业是受气候影响最深刻的两大产业,山区由于复杂地形的影响,气候要素具有明显的水平及垂直分异规律,所以,对山区农业气候资源及旅游气候资源进行定量化评价,对充分发挥北京山区区域资源的优势、农业合理的规划和布局、明确区域资源利用方向和利用重点有极其重要的意义。

本书是在著者博士论文“北京山区气候资源评价与开发利用方式探讨”的基础上修改而成,本书的研究成果为北京市自然科学基金重点项目(No. 6031001)研究成果的一部分,并在“北京市属市管高校人才强校计划资助项目(中青年骨干教师计划)”以及“北京市教育委员会科技计划面上项目(KM200810020010)”的共同资助下完成。本书的主要内容包括:通过对北京山区各类生态系统各项服务功能价值的评估,量化了山区在首都发展中的作用和地位,在此基础上明确了山区的发展方向应是生态与经济双赢,山区经济的发展应首先立足于山区自然资源的开发利用;在 GIS 的支持下,对北京山区农业气候资源进行了全面系统的分析与评价,主要包括 1 km^2 网格的农业气候资源质量评价、植物气候生产力

及限制因子的研究;在分析北京山区旅游资源及山区旅游业对山区经济发展作用的基础上,对北京山区旅游气候舒适度的时空分布特点进行了定量分析评价;在农业气候资源利用方面,对北京山区主栽的果树、农作物、杂粮作物、冷凉蔬菜等的生态适应性进行了充分分析,确定分区指标,进行了适宜性分区;在旅游气候资源利用方面,主要从气象气候生态景观游、山区立体气候观光游、利用小气候资源开展夏季避暑休闲游、北京春秋季气候资源的利用等方面进行评述。研究成果不仅对合理开发北京山区的农业气候资源和旅游气候资源具有实用价值,而且为国民经济部门制定发展规划及项目决策提供科学依据。

本书在写作过程中曾得到过中国农业大学杨晓光教授、潘学标教授、张凤荣教授、严泰来教授精心的指导;在资料的收集与数据的处理过程中中国农业大学梁振兴教授、北京农学院园林系刘云博士、北京农林科学院侯世全工程师提供了无私的帮助;在气候资料收集过程中,北京市气象局气候中心的郭文利教授、唐广高级工程师、赵新平高级工程师、王志华高级工程师给予了极大的支持与帮助;此外还有北京市气象局、北京市统计局、北京市农业局、北京市水利局、北京市旅游局以及北京市林业局的领导及工作人员在本书资料收集过程中所给予的关心、帮助与支持,在此一并表示感谢。

作者

2008年1月

目 录

前 言

1 绪论	(1)
1.1 农业气候资源及旅游气候资源评价的意义	(1)
1.2 都市圈区域功能定位的研究	(2)
1.3 生态系统服务功能的研究	(9)
1.4 山区及山区资源开发的研究	(12)
1.5 农业气候资源的研究进展	(18)
1.6 旅游气候舒适度的研究	(33)
1.7 北京山区及山区资源开发利用的研究	(41)
1.8 研究区域的界定	(43)
1.9 本章小结	(43)
2 北京山区生态系统服务功能的评价	(44)
2.1 北京山区生态系统服务功能的评价	(46)
2.2 北京山区功能及经济发展方向的确定	(52)
2.3 本章小结	(56)
3 北京山区农业气候资源质量的定量评价	(58)
3.1 评价方法的选择及资料来源	(59)
3.2 农业气候资源质量评价模型的确定	(60)
3.3 农业气候资源质量评价指标的确定	(61)
3.4 结果分析	(64)

3.5	本章小结	(68)
4	北京山区植物气候生产力及其限制因子分析	(70)
4.1	植物气候生产力的计算方法及资料来源	(71)
4.2	结果与分析	(72)
4.3	本章小结	(77)
5	北京山区旅游气候舒适度的定量评价	(80)
5.1	北京山区旅游资源分析	(80)
5.2	旅游业在北京山区经济发展中的作用	(88)
5.3	北京山区旅游气候舒适度定量评价与分析	(90)
5.4	北京山区旅游气象气候的障碍因素分析	(103)
5.5	本章小结	(105)
6	北京山区气候资源的利用	(107)
6.1	北京山区农业气候资源的开发利用	(107)
6.2	北京山区旅游气候资源的利用	(116)
6.3	本章小结	(121)
7	结论与建议	(122)
	参考文献	(125)

1 绪 论

1.1 农业气候资源及旅游气候资源评价的意义

北京山区面积占北京市国土总面积的 62%，主要承担着生态涵养发展区的功能。但是山区生态功能的定位不能忽略山区的发展，北京市国际大都市功能的定位，也不能脱离山区而孤立存在，山区人口占全市的 7%，山区居民为维护山区的生态功能付出了巨大代价，但是山区居民的收入水平与平原农区和城市居民相比仍然差距较大，成为贫困人口的聚集区，给社会的发展带来了一定的不稳定因素，已成为北京山区乃至北京市可持续发展的最大制约因素。所以，进行山区生态功能的定位，不能忽视山区经济的发展，应寻求一条生态与经济双赢之路，只有当山区的生态效益转化为山区居民的经济效益时，山区的生态建设成果才能得以巩固。在此背景之下，我们确定了选题方向。

山区生态系统复杂多样，通过对北京山区生态系统服务功能价值的估算，可从量的角度明确山区所处的地位，从而确定山区经济发展的方向。山区自然资源的开发利用，涉及到山区产业结构的调整、生态环境的建设、高产优质高效特色农业的发展。气候和天气影响多种产业，但是农业和旅游业受其影响最深刻。农业气候资源作为发展农业生产可更新的物质资源，具有量、质、时、空的属性(张养才 2001)。由于山区复杂地形的影响，气候要素具有明显的水平及垂直分异规律，通过对北京山区农业气候资源进行正确客观的评价，全面定量掌握山区农业气候资源的质量状况，掌握

山区植物气候生产力大小以及限制植物气候生产力的因子,为充分发挥北京山区区域资源的优势、农业合理的规划和布局、明确区域资源利用方向和利用重点提供理论依据,同时在促进山区农业、经济可持续发展方面 also 具有重要的意义。旅游业已成为山区的支柱产业,但山区旅游业的发展离不开舒适宜人的气候,从旅游活动的角度对北京山区旅游气候舒适度进行分析与评价,对充分利用山区的气候资源为旅游业服务有着极其重要的意义。通过对北京山区旅游气候舒适度的定量分析与评价,可掌握北京山区旅游气候舒适度的时空变化规律,此项研究不仅可直接服务于旅游业,而且可为山区的旅游规划设计及旅游资源的开发提供科学依据。

1.2 都市圈区域功能定位的研究

1.2.1 都市圈概念、范围界定及发展模式的研究

关于都市圈最早是美国基于城市人口统计的需要而提出的城市空间模式,首先美国于 1910 年提出了大都市区(Metropolitan District),然后于 1950 年和 1960 年又相继修正为标准大都市区(Standard Metropolitan Area, SMA)、标准大都市统计区(Standard Metropolitan Statistical Areas, SMSA)(董晓峰等 2005),自美国正式提出都市圈模式以后,都市圈模式就成为西方发达国家城市化进程的代表性模式。所谓都市圈是指跨越都市界限面和都市在景观上连为一体或在职能上具有紧密联系的区域,是一个以经济联系、社会联系及生态联系为核心形成的一体化区域。往往具有一个或多个核心城市以及与之具有密切的社会经济联系,并且带有一体化倾向的邻接城镇与地区所组成的圈层式结构(李国平等 2004)。

都市圈地域范围的界定,往往以人流、物流、资金流、信息流等作为衡量指标,以城市本身的对外控制能力和辐射能力作为衡量

标准(谭成文等 2000)。但因中心城市具有多重城市职能,对于首都城市尤为如此,因此都市圈内的空间联系不仅局限于经济或产业联系,而且还应包括生态、生活、休憩文化等方面的联系。所以都市圈的范围界定标准应根据具体的城市职能以及空间影响范围(谭成文等 2000)。1990 年美国统一定名都市圈(metropolitan area)的标准为:由中心城市和外围城镇组成,后者满足非农劳力 75%以上,人口密度大于 50 人/mi²*,且每 10 年增长 15%以上,至少 15%非农劳力向中心城市通勤或双向通勤率达 20%以上(李国平等 2004)。西方其他发达国家的标准基本相同。董晓峰等考虑到我国的国情,2005 年对我国的都市圈标准进行了界定(董晓峰等 2005):①中心城市人口规模与等级:拥有 100 万人口的城市或人口不到 100 万的省会城市;②以周边城镇到中心城市“1.5 小时左右时距”作为都市圈外围地区进入都市圈的条件;③外围地区划入以县为基本单元,有利于利用统计单位进行研究和管理的。

都市圈的划定目的主要在于经济、社会、环境一体化管理。而聚集和辐射两种力量协同是城市聚落和都市圈形成发展的根本动因。目前有较大影响的都市圈空间结构变化模式包括(李国平等 2004):从中心城市、外围地区以及大都市圈内人口动态变化的角度提出的城市发展阶段模式,即城市化—郊区化—逆城市化—再城市化—城市化的循环过程;大都市圈变化模式,此模式既能说明大都市内部,还可说明大都市之间和其他地区之间人口动态的变化;离心扩大模式,此模式利用各圈层(中心城市、内圈、外圈)占大都市圈总人口比例的增减指标来确定发展阶段;空间循环模式,此模式将大都市的发展划分为 5 个阶段,加速的城市化阶段—减速的城市化阶段—加速的郊区化阶段—减速的郊区化阶段—加速的城市化阶段;生命周期模式,该模式着眼于城市建成区的形成与扩

* 1 mi² = 2.59 km²。

大,城市人口的高龄化、住宅老化、郊区化后的城市开发动向以及城市再开发等,从建成区的形成、衰退及再生的过程来划分大都市的发展阶段。

城市发展的初期,为适应工业向城市聚集的要求,人口和商业服务业都向城市集中。随着城市资源承载力和环境容量的下降,环境污染、交通拥堵、贫民窟和犯罪率居高不下等城市病日益严重。到后工业发展阶段,城市工业开始向郊区转移,城市出现空心化趋势。知识经济的发展进一步引起城市经济职能的转变,由传统的制造业中心转变为高新技术产业中心和知识创新中心,由工业生产中心转变为新兴经济管理中心、生产服务中心、物品流通中心和现代信息交流中心,以新职能、新角色参与世界经济生产体系。大城市中心发展金融业、商务、指挥、控制、文化创造、旅游、休闲等,以高度专业化的产业活动取而代之,制造业向外迁移。城市边缘地带成为办公活动中心并建有大量服务设施。沿高速公路建设的高新技术产业园区成为城市发展的主要驱动器。在2小时车程以内的周边农村也兴起一批高新技术产业和正在起步的专业化服务业。形成由多个增长极和增长轴构成点轴网络城市区域空间分布结构(刘建 2004)。

纵观世界大都市的发展过程,无不是伴随着城市化过程而出现了都市圈。巴黎在经过百年发展之后,20世纪50年代开始提出大巴黎地区发展的问题,到1990年巴黎都市经济圈面积扩展到942 km²,人口832万人,如果把巴黎市和7个郊县看作巴黎大都市圈,则巴黎大都市圈占法国国土面积的2.18%,容纳了法国全国人口的18.8%,聚集了法国国内生产总值的28%,就业人口的21.6%和对外贸易额的25%。伦敦的发展同样如此,伦敦及英格兰东南部地区的发展研究从20世纪40年代开始就已经进行,在论述特大城市地区的发展趋势时指出,伦敦的发展已经超出了伦敦的市域范围,并且已经扩大到了伦敦北部的牛津和剑桥,这是一

个相当大范围的城市地区的发展问题,空间上与伦敦主城的距离已经延伸到 100 km 的范围。20 世纪 60 年代以来东京的发展也已经扩展到了包括横滨在内的东京湾地区的发展,形成了由内核区、中层区、外层区组成的半径为 100 多 km 的大东京都市圈,2000 年聚集了 4 130 万人,占日本全国人口的 32% 左右,是日本金融、贸易、制造业最集中的地区。美国是继欧洲工业革命开始后迅速推进工业化和城市化的国家,形成了以纽约、洛杉矶、芝加哥为代表的三大都市圈,纽约都市圈是以曼哈顿岛为中心,覆盖 1 万多 km²,包括 1800 多万人口的地区,是美国甚至世界的经济中心之一(宋迎昌 2005)。

1.2.2 巴黎都市圈规划对北京首都圈规划的借鉴意义

发达国家的第一次现代化以工业化和城市化为标志,目前正在进行的第二次现代化则以信息化和生态化为标志。两次现代化既有区别又有联系。我国既要补工业化和城市化的课,又要充分利用后发优势,尽量避免发达国家在第一次现代化过程中曾经出现过的种种弊病,如英国强迫农民失去土地的“羊吃人”现象,目前许多发展中国家超级大城市中的贫民窟,美国纽约和日本东京城市无序扩张蔓延导致城市周边绿地丧失殆尽以及许多城市一度出现的中心区空心化现象等。城市建设带有长期性甚至永久性,必须通过科学的规划进行宏观调控,否则造成既成事实后,许多事情将无法弥补。

发达国家的城市规划以英国伦敦搞得最早,成绩显著。但法国巴黎大区的社会经济条件和自然条件与北京相近,历次规划对北京的未来发展有很强的借鉴意义。

巴黎大都市圈即巴黎大区由巴黎市和七省组成,面积 12 072 km²,人口 1 100 万人,分别占法国国土面积和总人口的 2.2% 和 18.8%。巴黎盆地为三条河流交汇形成的冲积平原,间有森林和山丘,土地肥沃,气候宜人,农业高产,人口密集,经济最发达,文化

底蕴最丰厚,交通最便利。该地区是法国最大的平原和农业最发达的精华之区,为第三大玉米主产区。巴黎大区的规划设计与其他西方国家不同,城市建设相对集中紧凑开发,没有出现其他国家的大都市那样的无序扩展(刘建 2004)。

巴黎的历次城市总体规划都强调强化城市不同区域的均衡发展,充分体现城市空间、农业空间和自然空间三者相互协调共同发展的理念。在城乡居住区保持自然环境,远郊保留农业生产空间,为都市圈提供丰富的土地与自然景观。在近郊保留和加强绿带建设,将农田、河谷、森林、公园等绿色空间联系起来形成贯穿整个地区的绿色脉络。巴黎在 10 km 以内的内环建设大量城市公园、街头花园和绿化广场,在道路与河流的两侧建设带状绿化脉络。要求做到 300 m 以内有城市公园供市民休憩,目前正对少数未达标地区进行绿化建设。中环即市中心 10~30 km 的圈层建成绿带,现有永久性绿地 400 km²,仍有 1 000 km² 空地,严格限制城市密集区的扩散。巴黎十分重视保持近郊的农业生产功能,家庭园艺业迅速发展。注意在建新城区时保持农业景观,建立了大批自然保护区、动物教育中心、试验农场、市民农园,为新增农业工作者提供优惠贷款。外环即市中心 30 km 以外为乡村地区,有 6 000 km² 农业用地,2 700 km² 茂盛的森林,具有多种经济、生态和景观价值,努力保持农业生产的经济活力,保持景观的观赏性。巴黎大区十分强调土地的节约使用,谨慎进行城市建设。整个巴黎大区有 120 万 hm² 面积,现有耕地占 5.5%,森林占 23%,公共绿地占 8%。在城市用地十分紧张的情况下,从 1976 年起,每年增加 1 000 hm² 森林和 80 hm² 城市绿地,规划设计大区用地控制在 19.3 万 hm²(刘建 2004)。

北京市辖区与巴黎大区人口与面积比较见表 1-1。

表 1-1 北京市辖区与巴黎大区人口和面积的比较

地区	城市	人口		面积		密度
		万人	%	km ²	%	人/km ²
旧城	巴黎	212.5	19.4	78	0.6	27 244
	北京	150.0	12.0	62	0.4	24 194
城区	巴黎	212.5	19.4	105	0.9	20 238
	北京	265.4	21.2	87	0.5	30 506
近郊	巴黎	403.9	36.9	657	5.4	6 148
	北京	514.0	41.2	1 283	7.6	4 011
远郊	巴黎	478.8	43.7	11 310	93.7	423
	北京	469.9	37.6	15 438	91.8	304
都市地区	巴黎	1 095.2	100	12 072	100	907
	北京	1 249.9	100	16 808	100	744

注:数据来源(刘建 2004)

1.2.3 北京城市发展阶段与首都圈区域功能定位

北京在 20 世纪 90 年代末和 21 世纪初开始城市发展的郊区化进程,约滞后 40~60 年。如果从都市外围区域的非农化进程看,则北京市远郊农村劳动力的非农就业率至今仍未达到发达国家的都市圈标准,差距很大。目前北京郊区的农民虽然非农收入的比重不断增加,但大多数仍是兼业农民。由于农用土地在中国的极端稀缺性,农民是不肯轻易放弃的。国外的乡村城市化也需要在农村地区的基础设施建设有很大发展之后才能开始,而在北京,农村地区按照城市标准的基础设施建设才刚刚开始规划设计,真正意义上的乡村城市化还要经过很长的一个时期才会出现。

Hall 从国际城市的等级结构和国际经济发展角度,提出特大城市地区的概念。他认为特大城市地区在空间上和职能上都不是单中心的,而是多中心的、空间连绵不断、功能相互交织的广域地区。而经过 50 多年的发展,现在的北京已经成为一座拥有近 1 500 万人口的国际化特大城市,城市的功能和结构也变得比以往任何时候都复杂。

狭义的首都圈位于现有北京市辖区内,从国际经验上看,以北京市全域作为狭域首都圈的空间尺度是比较合理的,同时也保证了在行政区划上的完整性。北京城区(包括东城区、西城区、崇文区、宣武区)和近郊区(包括朝阳区、丰台区、石景山区、海淀区)可以看作是狭域首都圈的核心部分,目前大体上相当于三环以内的区域,即国外的城市中心区,三环至五环之间及边缘集团相当于城市郊区(suburb 或 outskirts),远郊平原和山区为首都圈的外围区域,即相当于巴黎的外围地区。

各圈层由于区位条件和社会经济发展水平而具有不同的职能。根据《北京“十一五”时期区域经济发展和重点功能区建设规划》,首都圈的核心区主要承担政治活动、金融商贸服务、文化旅游、办公和居住功能,未来发展要突出文化、环境、现代化和国际化特色。城市郊区应承担高新技术产业基地、文化科技教育、国际商贸、物流、休闲旅游等功能。首都圈外围主要承担城市发展新区(通州、顺义、大兴、昌平、房山)和生态涵养发展区(平谷、怀柔、密云、延庆、门头沟)的功能,在“两轴一两带一多中心”城市空间结构两个发展带上的重要节点建设新城,在原有卫星城基础上承担疏解中心城区人口的功能、集聚新的产业、带动区域社会经济发展,远郊农区仍应主要承担其经济功能,成为发展现代高效生态农业的橱窗,同时其生态效益将日益显露。北京空间结构规划如图1-1所示。

1.2.4 山区在北京首都圈规划中的功能定位

根据北京市的地理条件,把山区面积占总面积50%以上的地区定义为山区(高云峰 2005b),从行政区域上看包括:平谷区、密云县、房山区、昌平区、怀柔区、延庆县、门头沟区等7个山区县所辖区域,其中山区总面积 $10\,417.5\text{ km}^2$,占全市总土地面积的62%,按照《北京“十一五”时期区域经济发展和重点功能区建设规划》,山区主要承担着生态涵养发展区的功能。

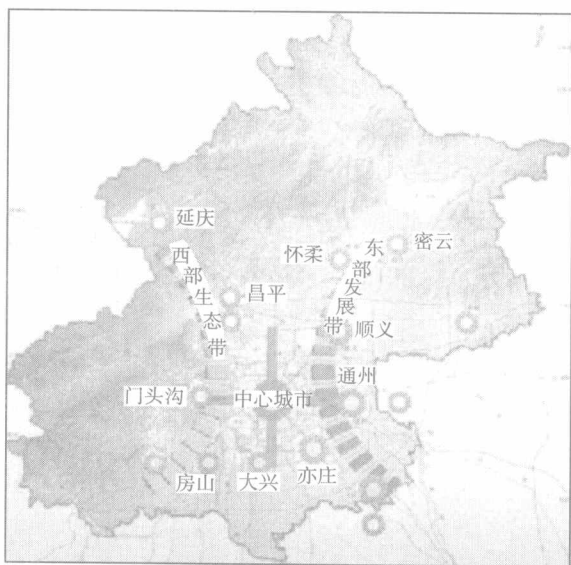


图 1-1 新的北京城市规划图中城市空间结构规划图

(来源: <http://gz.house.sina.com.cn/news/2004-11-10/780749.html>)

1.3 生态系统服务功能的研究

山区是北京城市生态系统中的一个子系统,其定位是主要承担着生态涵养发展区的功能,如果把北京山区生态系统的服务功能量化,就可从量的角度进一步明确山区生态系统提供的各项服务功能的作用。把生态系统各项服务功能进行经济价值标度,不失为一个全新的方法。

生态系统服务功能是指生态系统与生态过程所形成及所维持的人类赖以生存的自然环境条件与效用。虽早在远古时代人类就已经意识到自然资源和生态环境对社会经济发展的支持作用,但是人类在对自然进行利用和改造的过程中往往只注重自然资源的

直接消费价值或市场价值,而忽略了生态系统的服务功能价值。因此,Vogt首先提出了自然资本的概念,当经济杠杆成为协调人类与环境关系的重要措施时,那么经过经济价值标度的生态系统服务功能,就可为人们正确认识、合理利用自然资源提供理论依据(陈仲新等2000)。因此,关于生态系统服务功能全面科学表达及其系统的定量化研究在20世纪70年代以后大量展开,并成为国际生态学界和生态经济学界研究的热点,涌现出许多科研成果。这些成果主要包括有关生态系统服务功能及服务价值评估的研究(Van Wilgen等1996, Daily 1997, Cairns 1997, Costanza 1997, Binswange1998, Binning等2000, Daily等2002, Tilman等2002);生态系统服务功能指标体系的研究、生态系统服务功能评价方法及评价模型的研究(Higgins等1997, Costanza等1998, Costanza 1998, Anne 1998, Voinov 2002, Costanza等2002);从研究区域和范围看,包括全球生态系统及区域生态系统的研究,研究的生态系统类型,主要包括森林、草地、湿地、荒漠、水域、农田等。在这些研究工作中,最具代表性的是Costanza等(1997)的工作,他们把生态系统的服务功能归纳为17种类型,分别按10种不同生物群区,用货币形式进行了测算。结果表明,生态系统除了市场价值以外,每年提供的服务功能价值至少在33万亿美元,是当时全球GNP的1.8倍,他们的工作为生态系统服务功能及其价值评价奠定了坚实的基础。

我国生态系统服务功能及其价值的评价工作开始于20世纪80年代初期,张嘉宾等(1982)利用影子工程法和替代费用法对云南怒江、福贡等县的森林保持土壤及涵养水源功能进行了估算;侯元兆等(1995)第一次比较全面地估算了中国森林资源价值,其中包括涵养水源、防风固沙、净化大气三种生态服务功能价值。在国际上生态系统服务功能及其价值评价工作兴起的背景之下,我国生态学家也开始对生态系统服务功能及其价值进行了系统的研