

生态足迹理论与江苏生态省建设

谈静华, 汤茂林

(南京师范大学地理科学学院, 江苏 南京 210097)

[摘要] 生态足迹理论从具体的生物物理量角度研究自然资本消费的空间, 从而成为判断区域可持续发展状况的理论之一。江苏省正在大力实施可持续发展战略, 积极推进生态省建设, 但在建设过程中也面临一些难题。本文通过对江苏 2003 年生态足迹的计算与分析, 加深了对全省可持续发展状况的认识, 从而对生态省建设有若干启示, 包括提高生态承载力; 控制人口增长、提倡绿色生产与消费, 尽可能减少生态足迹; 追求集约型城市化, 建设生态城市; 重视农村生态环境的改善等。

[关键词] 生态足迹, 生态承载力, 江苏省, 生态省建设

[中图分类号] X321.013 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1001-4616(2006)01-0121-06

The Theory of Ecological Footprint and the Eco-Province Construction of Jiangsu

Tan Jinghua, Tang Maolin

(School of Geographical Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210097, China)

Abstract: The theory of ecological footprint is a new way of the study on sustainability development from the angle of antinomy between human and earth. Jiangsu is getting into the construction of Eco-province, but there are several problems in the process. This paper analyzes the ecological footprint and ecological capability of Jiangsu province and value the sustainable development situation of the region through a balance analysis of supply and demand, and the result indicates that the socioeconomic development of Jiangsu Province has been in unsustainable situation. Finally, some revelations for the construction of Eco-province are provided, including enhancing ecological sustainability, reducing ecological footprint by controlling population growth and advocating "green-production" and "green-consumption", constructing ecological city by intensive urbanization, attaching importance to improve the rural ecological environment and so on.

Key words: ecological footprint, ecological capability, Jiangsu province, construction of Eco-province

0 引言

生态足迹是由 Rees 和 Wackernagel 提出并完善的一种可持续发展的评价方法。自 1992 年提出以来, 在国外已广泛应用于不同的地域空间尺度和社会领域^[1-4]。1999 年生态足迹的概念引入国内, 杨开忠、张志强等从理论、指标体系和分析方法等方面对生态足迹模型作了介绍^[5-6]。在实证研究中, 无论是方法和应用还是有关政策研究方面, 国内的生态足迹研究大部分还停留在国际生态足迹研究的初级阶段^[7], 主要开展了地区级尺度的研究, 且较多地集中在西部地区^[8-9], 最近两年才开始关注东部省份, 如对辽宁、广东等省的实证分析^[10-11], 也包括江苏省生态足迹研究^[12], 但是对省内地区差异、城乡差异论述较少; 另外, 文献也多是通过对生态足迹的计算来判断某地区可持续发展状态, 对政策的指引功能较弱, 因此有必要

收稿日期: 2005-09-28.

基金项目: 江苏省高校自然科学研究计划资助项目(02KJD170001).

作者简介: 谈静华, 女, 1980—, 硕士研究生, 主要从事城市地理和区域可持续发展的学习与研究. E-mail: tanjh1220@126.com

通讯联系人: 汤茂林, 1967—, 博士, 副教授, 主要从事城市地理和区域规划的教学与研究. E-mail: tangmaolin@njnu.edu.cn

深入分析生态足迹方法在辅助决策者制定可持续发展战略中的作用,为决策者提供更丰富的决策信息. 本文就是基于以上考虑,在已有研究的基础上计算江苏省2003年的生态足迹和生态承载力,并分析全省城乡和区域差异,客观评价区域的可持续状况,试图为生态省建设战略的实施提供理论依据.

1 生态足迹模型简介

生态足迹指支持一定地区的人口所消费的资源和吸纳所产生的废弃物所需要的生物生产性土地和水域的总面积^[6],它从具体的生物物理量角度研究自然资本消费的空间,由此判断人类对自然系统的压力是否处于地球生态系统承载力之内、地球生态系统是否安全、社会经济发展是否可持续.

1.1 计算方法

生态足迹的计算基于以下基本事实:人类可以确定自身消费的绝大多数资源、能源及所产生的废弃物数量,并能将之折算成生产和消纳这些资源和废弃物的生物生产面积. 其中,生物生产面积包括耕地、草地、林地、建筑用地、化石能源土地和水域等6类,各自的生态生产力不同,因此采用不同的均衡因子转化为具有相同生态生产力的面积,以此计算生态足迹和生态承载力.

生态足迹计量分析的重点是生态足迹计算^[5],主要步骤是:①把消费项目划分为生物资源消费和能源消费两方面;②计算各种消费项目的人均占有生物生产面积并进行汇总;③计算人均生态足迹和区域总生态足迹.

生态承载力的计算步骤:①汇集各类生态生产性土地的面积;②计算各类生态生产性土地的人均生态承载力并加总;③扣除12%的生物多样性保护面积,计算区域生态承载力.

1.2 判断依据:生态赤字与生态盈余

将某个国家或地区的生态足迹与其生态承载力进行比较,能判断一个国家或地区社会经济发展是否处于可持续状态. 如果生态足迹大于生态承载力,就出现生态赤字,区域处于不可持续发展状态;反之则出现生态盈余,可持续发展状态良好. 区域的生态赤字或生态盈余,反映区域人口对自然资源的利用状况.

2 江苏省生态足迹计算及分析

2.1 江苏省概况

江苏省地处我国大陆东部沿海中心,东濒黄海,南临长江,有低山丘陵错落. 土地总面积10.26万 km^2 ,其中,平原7.06万 km^2 ,占69%,且土地产出效率高;水域1.73万 km^2 ,占16.9%;丘陵山地1.47万 km^2 ,占14.3%. 平原、水面面积比例之高、低山丘陵面积比例之少,在全国各省区中均居首位,成为一大地理优势^[13]. 行政区划拥有13个省辖市,常住人口7405.82万人(2003年),经济社会发展水平高,GDP达12460.83亿元,占全国的10.7%,且非农产业比重在90%以上,农业集约化程度较高;城市化已进入快速发展时期,城市人口占总人口的比重达46.8%.

但江苏是一个典型的资源约束型省份,国土面积狭小、人口密度过高,导致以水土资源紧缺为核心因素制约着区域社会经济的可持续发展. 耕地不断减少,人地矛盾尖锐;能源和原材料不足,依赖区外供给;自然资源不合理的开发利用导致污染加剧、生态环境恶化,可持续发展面临巨大压力.

2.2 生态足迹的计算

2.2.1 江苏省2003年生态足迹的计算

结合《江苏统计年鉴——2004》对江苏省2003年的生态足迹进行实际计算. 生物资源消费部分包括农产品、动物产品、林产品、水果和木材等,世界平均产量查询联合国粮农组织网站统计数据库;能源消费部分包括煤、焦炭、燃料油、原油、汽油、柴油和电力等,以世界单位化石能源土地的平均发热量为标准将能源消费转化为化石能源土地面积. 计算江苏省2003年的人均生态足迹(需求)和人均生态承载力(供给),结果如表1.

把计算结果与已有对江苏省生态足迹的研究作比较(见表2),不难发现十多年来全省人均生态足迹始终呈增长趋势,而人均生态承载力长期增长、短期有所降低,导致人均生态赤字逐渐增长,近年来才开始出现缓和趋势.

表1 江苏省人均生态足迹的需求与供给(2003年)

土地类型	生态足迹的需求			土地类型	生态足迹的供给		
	总面积 ($\text{hm}^2/\text{人}$)	均衡因子	均衡面积 ($\text{hm}^2/\text{人}$)		总面积 ($\text{hm}^2/\text{人}$)	产出因子	均衡面积 ($\text{hm}^2/\text{人}$)
耕地	0.324 4	2.8	0.908 3	草地	0.066 2	2.98	0.552 33
草地	0.173 9	0.5	0.087 0	林地	0.000 1	0.34	0.000 01
林地	0.005 4	1.1	0.005 9	建筑用地	0.004 4	1.64	0.007 92
建筑用地	0.003 0	2.8	0.008 4	水域	0.023 6	2.98	0.196 54
水域	0.437 8	0.2	0.087 6	化石燃料	0.023 4	1.00	0.0046 8
化石燃料	0.767 1	1.1	0.843 8	CO ₂ 吸收	0	0	0
总生态足迹			1.941 0	总供给面积			0.761 49
				生物多样性保护(12%)			0.091 38
				总生态承载力			0.670 11

注:产出因子根据江苏粮食单产与世界平均单产比较估算所得。
资料来源:江苏省统计局.江苏省统计年鉴—2004.北京:中国统计出版社,2004.

资料来源:国土资源部.国土资源综合统计年报,2003.48—49.

表2 江苏省1990年以来的生态足迹汇总表 单位: $\text{hm}^2/\text{人}$

年份	1990	1995	1999	2000	2001	2003
人均生态足迹	1.289 2	1.561 3	1.711 7	1.731 8	1.791 5	1.941 0
人均生态承载力	0.320 9	0.301 4	0.414 1	0.409 2	0.407 5	0.670 1
人均生态赤字	0.968 2	1.259 9	1.297 6	1.322 5	1.384 6	1.270 9

资料来源:1990—2001年的数据来自参考文献[12].

2.2.2 城乡差异

城市和乡村作为非均质的地域空间,其居民在消费观念、消费方式上存在差异,城市化伴随着城市文化、生活方式、价值观念等的扩散过程,进而对区域的生态环境和可持续发展能力产生影响.目前,江苏省城市化进入快速发展时期,因此计算并比较城乡生态足迹具有重要意义,2003年江苏省城镇与农村居民人均生态足迹计算结果如表3.

表3 江苏省城镇与农村居民人均生态足迹比较(2003)

土地类型	人均总面积($\text{hm}^2/\text{人}$)		均衡因子	人均生态足迹($\text{hm}^2/\text{人}$)	
	城镇居民	农村居民		城镇居民	农村居民
耕地	0.370 7	0.283 6	2.8	1.038 0	0.794 1
草地	0.117 4	0.028 1	0.5	0.058 7	0.014 1
林地	0.005 8	0.005 1	1.1	0.006 4	0.005 6
建筑用地	0.004 2	0.001 9	2.8	0.011 8	0.005 2
水域	0.579 0	0.313 8	0.2	0.115 8	0.062 8
化石燃料	1.093 5	0.480 4	1.1	1.202 8	0.528 4
总生态足迹				2.433 5	1.410 2

资料来源:江苏省统计局.江苏省统计年鉴—2004.北京:中国统计出版社,2004.

从上表可以看出,城镇居民的人均生态足迹达2.433 5 hm^2 ,高于全省平均水平,而农村居民人均生态足迹为1.410 2 hm^2 ,两者相差近1 hm^2 ,把各类土地足迹绘成柱状图(如图1),就很清楚地反映了城乡差异,几乎所有的生态土地类型都存在这种规律,尤其在草地、化石燃料土地方面体现地最为明显.

2.2.3 区域差异

苏南、苏中、苏北三大区域社会经济发展不平衡,呈现由南到北递减的趋势,生态环境与可持续发展状况也出现差异.由于资料有限,我们选取苏州、扬州和徐州三市进行计算和分析,依据是:这三个城市分别位于苏南、苏中和苏北地区,代表了不同的经济社会发展水平;另外,江苏省城镇体系规划中提出“三圈五轴”的发展战略,而上述三市分别在苏锡常、南京和徐州都市圈内.这样,用生态足迹的方法来计算和分析这三个城市的可持续发展状况,可以为建设生态省提供全面的事实依据(计算结果如表4、图2).

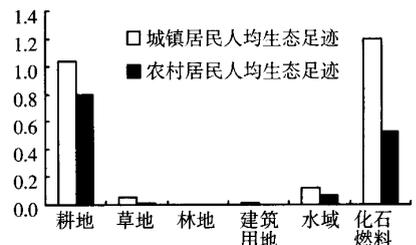


图1 江苏省城镇与农村居民人均生态足迹比较(2003)

表 4 苏州、扬州、徐州市的生态足迹、生态承载力

地区	人均生态足迹 (hm ² /人)	人均生态承载力 (hm ² /人)
苏州	2.666 3	0.726 5
扬州	1.802 1	0.800 9
徐州	1.754 2	0.583 4
江苏	1.941 0	0.670 1

注:产出因子根据各地粮食单产与世界平均值比较求得。
资料来源:根据各市 2004 年统计年鉴数据计算而得。

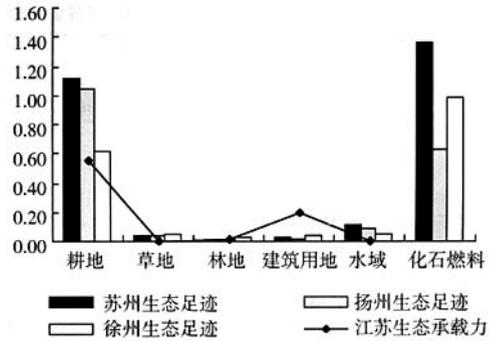


图 2 苏州、扬州、徐州市生态足迹、生态承载力比较(2003)

2.3 结果分析

通过计算全省及三市的生态足迹(表 1、2、3、4 及图 1、2)并与各自的生态承载力进行对比,可以得出以下几点结论:

(1) 江苏省人均生态足迹 1.94 hm²、生态承载力 0.67 hm²,两者之间存在 1.27 hm² 的生态赤字,表明人类对自然的影响超出了生态承载力的范围,在全省尺度上已不可持续,主要是人口过于密集和对自然资源的过度开发利用造成,且人均生态足迹不断增长,资源环境对社会经济发展的约束力越来越大;从中国人均承载力 0.974 1 hm²(2001) 的生态阈值^[14]角度看,江苏省人均生态足迹高于此值,在国家尺度上也不可持续;从全球人均承载力 2 hm²(1997) 的生态阈值角度看,江苏生态足迹接近此阈值,在全球尺度上的可持续也受到威胁。

(2) 从城乡分析来看,城镇居民的生态足迹要高于农村居民,前者约为后者的 1.7 倍,几乎各类生态空间占用都存在这种规律,尤其在草地、化石燃料方面最为突出,这主要跟城乡居民消费观念、消费方式不同有关。

(3) 从省内差异来看,处于不同发展阶段的苏州、扬州和徐州的生态足迹都超过了各自市域和全省尺度的生态承载力,可判断三市都处于不可持续状况。另外,苏州生态足迹远远高于扬州和徐州,也高于全省平均水平,主要是因为经济发达、消费水平高,人口密集,所以对各类消费品的需求大、占用的生态空间多,但由于土地产出率高,故其生态承载力处于另两地之间;徐州生态足迹最低,生态承载力也最低,主要是经济发展水平不高、土地产出率较低所致。

3 江苏生态省建设及其面临的问题

3.1 江苏生态省建设概况

“生态省建设”指在省级行政区域内,运用生态学原理和系统工程的科学方法,实现经济、社会和环境可持续发展的一项系统工程的简称^[15]。生态省是个战略性的概念,涉及经济社会发展全局的整体战略和目标,也是诸多发展战略在省级区域的最佳结合点和实施载体。改革开放以来,江苏省先后提出了科教兴省、经济国际化、区域共同发展、可持续发展、城市化五大发展战略,而这些战略特别是可持续发展战略与生态省的建设与实现相关。

江苏 2001 年提出建设生态省的规划并于 2003 年开始全面实施,规划分三个时期(近期 2005 年、中期 2010 年、远期 2020 年),从人口数量、工业能耗物耗、污染物排放、生态工程建设等方面制定各项指标的上限标准,规划到 2020 年基本形成生态省框架。

3.2 生态省建设面临的问题

3.2.1 生态环境承载力不足

良好的生态环境是建设生态省的基础,因此环境承载力的大小直接影响到生态省能否实现以及建设的难易程度。对全省生态足迹的计算与分析发现在省域和市域尺度上都存在生态赤字,生态环境承载力明显不足,主要因为耕地、水、能源等资源数量短缺且利用效率较低。2003 年,江苏人均耕地面积 0.066 hm²,低于 FAO 提出的警戒线;人均水资源 835.9 m³,已处于重度缺水状态;能源供需缺口将加大,自给率逐年

下降.另外,资源短缺与浪费现象并存.单位能耗高、资源利用率低,导致生态承载力不足、生态环境脆弱.

3.2.2 土地利用与土地退化问题

土地作为一种空间资源,为各项活动提供必需的场所.近年来,江苏城市化进程加速,伴随着土地利用的非农化,部分农业用地变为城镇用地,土壤污染、土地退化问题日益显现.因此,大幅提高土地产出率、增加生态承载力已变得比较困难.

3.2.3 水资源利用与水污染问题

从表1可知,全省水域的人均生态足迹(0.0876 hm^2)远远高于其生态承载力(0.0047 hm^2),再加上水质污染严重,全省200多条主要河道、湖泊超过地面水质量标准类的达80%,水生态环境面临巨大压力,尤其是苏南水质型缺水形势严峻.

3.2.4 农村生态环境日益恶化

农村居民的生态足迹较城镇居民要低,但已超过生态承载力,且随着小城镇建设、非农企业蓬勃发展、农村居民住房建设,耕地不断减少,农村生态环境日益恶化,主要体现在资源破坏和环境污染两方面,不利于可持续发展战略和生态省建设的全面实施,这对生态省的建设提出了更高的要求.

3.2.5 省内三大地区的生态环境问题不尽相同

苏南经济发达、小城镇密集,大量优良耕地被占用,地表水资源恶化、地下水过量开采,形成以大城市环境问题为重点、区域性环境污染和生态破坏较为普遍的形势,生态承载力严重不足,生态赤字显著,生态功能空间萎缩;苏中三市沿江布局,生态环境与沿江开发密切相关;苏北地区生态环境脆弱、承载力低,有“生态控制型落后地区”之称.

4 生态足迹理论对江苏生态省建设的启示

生态足迹理论加深了对全省可持续发展状况的认识,而生态省建设是可持续发展实践的新探索.全省、城乡及各地区生态足迹的计算与分析可以为建设生态省提供若干启示:

4.1 通过多种途径提高生态承载力

生态环境承载力的不足是生态省建设面对的首要难题,考虑通过多种途径来提高.第一,依靠科技创新和资金投入,提高单位土地的产出率,这样可以达到直接提高生态承载力的目的;第二,利用区位和资金优势,扩大从区外调入消费品的规模,通过贸易调整弥补部分的区域生态承载力不足,从而间接地提高生态承载力,为生态省的建设提供后续支撑力;第三,以“一区”、“两带”、“三网”和村庄绿化为重点建设“绿色江苏”,提高森林覆盖率,这是改善环境最直接、最有效的途径,也可以提高林地的生态承载力.

4.2 控制人口增长、提倡绿色生产与消费,尽可能减少生态足迹

首先,控制人口增长可以减少新增人口的资源消耗,从而减少区域总生态足迹.江苏人口数量多、密度大,尤其在苏南地区更为明显,要继续严格控制苏北地区的人口自然增长,并适时推进产业转移,引导人口迁移方向,避免人口的过度密集.

第二,减少生态足迹的有效方式是提倡绿色生产与消费.绿色生产,就是要推行循环经济和清洁生产(国外所称的低废无废生产),走新型工业化之路,大力发展生态工业、生态农业和现代服务业,实现区域经济的协调持续发展,这是建设生态省的核心;绿色消费,就是要转变人们的消费观念和消费模式,由原来的线性消费转向可持续消费^[15],这是公众参与生态省建设的具体表现.

第三,江苏省生态足迹中生物资源消费与能源消费所占比重大致相当,而80%的能源从外地调入,如果扣除能源足迹项,总生态足迹会降低,但生物资源足迹仍然超过总生态承载力.因此,必须在全社会牢固树立生产节约、生活节约和治理污染的意识,尽可能地减少人均生态足迹.

4.3 追求集约型城市化,建设生态城市

建设生态省,还应考虑城市化对资源环境带来的压力,走集约型城市化之路,即以发展经济、协调生态环境为前提,以节约资源为目标,实现资源集约和协调共生.建设生态城市,使其成为生态省总体布局的核心和城市化进程的载体,为生态省的全面建设奠定基础、探索经验.

4.4 加强区域合作,对生态环境问题进行综合整治

省内各地区生态环境问题有普遍性、也有特殊性,需要在具体分析的基础上,加强区域合作,通过经验

和技术的共享对生态环境问题进行综合整治,共同解决生态省建设中遇到的难题,沿江地区建成可持续发展示范区,为生态省建设提供了一条很好的思路;苏南产业北移过程中,要考虑环境问题,坚持环境与发展综合决策,把生态省建设指标分解落实到各项具体工作中。

4.5 重视农村生态环境的改善

农村生态问题日益严重,成为生态省建设的关键制约因素之一,但目前对农村生态环境重视程度、整治力度不够,今后应结合村镇规划建设,借鉴城市环境治理的经验,在农村开展小康环保行动,合理调整乡镇工业和村镇建设布局,引导工业向园区集中、人口向城镇集中、住宅向社区集中。

5 结论

本文用生态足迹的理论和方法来判断江苏可持续状况,从而使生态省建设战略的实施具有了理论依据,实现了方法上的创新以及理论和实践的结合。与以往的“承载力”有关指标相比(如土地资源人口承载力研究^[16]),生态足迹分析方法有所拓展,从供给和需求两个方面考虑人类发展与生态环境的关系,而且引入了生物生产土地的概念以及均衡、产出因子实现各国各地区各类土地纵向、横向的比较,所以应用范围广泛,能够为时空二维的可持续性程度作出客观量度,有助于评价可持续方案实施的效果,提供丰富的决策信息。本文计算与分析了2003年全省、城乡及三市的生态足迹,结果表明全省可持续状况不容乐观,也说明生态省建设是必要、紧迫的,同时也为生态省建设的途径提供了几点思路。

但是,生态足迹分析方法也存在一些不足之处,如生态偏向性、静态性、忽视污染的生态影响等。另外,本文所使用的数据基本上均来自于统计年鉴,但因各统计年鉴所提供的数据类型不完全相同,计算结果不可避免存在误差;由于资料有限,计算时未进行贸易调整,这些都是本文有待提高之处,今后可考虑从两方面改进:一方面,不断完善生态足迹指标,实现理论上的突破;另一方面,通过多种途径收集资料,进行贸易调整,尽可能减少误差,为生态省建设提供更有说服力的依据。

[参考文献]

- [1] Wackernagel M, Onisto L, Bello P, et al. Ecological Footprint of Nation [M]. Commissioned by the Earth Council for the Rio forum. Toronto: International Council for Local Environment Initiatives, 1997: 4—12.
- [2] Wackernagel M, Lewan L, Hosson CB. Evaluating the use of national capital with the ecological footprint: Applications in Sweden and Subregions [J]. AMBIO: A Journal of the Human Environment, 1999, 28(7): 604—612.
- [3] Van Vunnren D P, Smeets E M. Ecological footprint of Bernin, Bhutan, Costa Rica and the Netherlands [J]. Ecological Economics, 2000, 34(1): 115—130.
- [4] Gossling S, et al. Ecological footprint analyses as a tool assess tourism sustainability [J]. Ecological Economics, 2002, 43(2/3): 199—211.
- [5] 杨开忠,杨咏,陈洁. 生态足迹分析理论与方法 [J]. 地球科学进展, 2000, 15(6): 630—636.
- [6] 张志强. 生态足迹的概念及计算模型 [J]. 生态经济, 2000(10): 8—10.
- [7] 龙爱华,张志强,苏志勇. 生态足迹评介及国际研究前沿 [J]. 地球科学进展, 2004, 19(6): 971—981.
- [8] 张志强,徐中民,程国栋,等. 中国西部12省(区市)的生态足迹 [J]. 地理学报, 2001, 56(5): 599—609.
- [9] 陈布景,徐中民,程国栋,等. 中国西北地区的生态足迹 [J]. 冰川冰土, 2001, 23(2): 164—169.
- [10] 董泽琴,孙铁珩. 生态足迹研究——辽宁省生态足迹计算与分析 [J]. 生态学报, 2004, 24(12): 2735—2739.
- [11] 胡新艳,牛宝俊,刘一明. 广东省的生态足迹与可持续发展研究 [J]. 上海环境科学, 2003, 22(12): 926—930.
- [12] 窦贻俭,苏惠,高超,等. 江苏省生态足迹分析与可持续发展研究 [J]. 长江流域资源与环境, 2004, 13(6): 519—522.
- [13] 丁建中,彭补拙,濮励杰,等. 试论江苏省国土资源与区域可持续发展 [J]. 长江流域资源与环境, 1999, 8(1): 23—28.
- [14] 刘宇辉,彭希哲. 中国历年生态足迹计算与发展可持续性评估 [J]. 生态学报, 2004, 24(10): 2257—2262.
- [15] 何文博. 关于实施生态省建设的思考 [J]. 中国环境管理, 1999(6): 7—10.
- [16] 汤茂林. 扬中县土地资源人口承载力研究 [J]. 南京师大学报:自然科学版, 1994, 17(3): 54—62.

[责任编辑:陆炳新]