

福建省科技计划重点项目 (2008R0055)

福建省社会科学规划项目 (2009B067)

FUJIANSHENG SHENGTAIZUJI HESUAN TANSUO

福建省生态足迹核算探索

邱寿丰 著

 同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS



福建省科技计划重点项目(2008R0055)

福建省社会科学规划项目(2009B067)

福建省生态足迹核算探索

邱寿丰 著



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书选择基于国外生态足迹计算方法研究的新成果——国家生态足迹账户核算方法(2010版),详细核算和全面分析近年福建省及其各市的生态足迹和生态承载力,并根据得出的主要结论提出控制生态赤字对策措施。这为我国研究人员进行地区生态足迹核算提供了新的范例,为政府部门进行经济社会与生态环境协调发展决策提供了新的依据,还为宣传、教育和环保组织进行生态文明宣传教育提供了新的素材。

本书可供高等院校相关学科的教师和学生教学之用,也可供在非政府组织、研究机构、政府部门等从事生态经济研究、环保宣传及环境经济研究、管理与政策制定的各界人士参考。

图书在版编目(CIP)数据

福建省生态足迹核算探索/邱寿丰著. --上海:同济大学出版社,2012.11

ISBN 978-7-5608-5034-4

I. ①福… II. ①邱… III. ①生态经济—可持续发展—研究—福建省 ②生态环境—环境保护—研究—福建省 IV. ①F127.57②X321.257

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 286950 号

福建省生态足迹核算探索

邱寿丰 著

责任编辑 李小敏 责任校对 徐春莲 封面设计 潘向葵

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn
(地址:上海市四平路 1239 号 邮编:200092 电话:021-65985622)

经 销 全国各地新华书店
印 刷 同济大学印刷厂
开 本 787mm×960 mm 1/16
印 张 16.5
字 数 412 000
版 次 2012 年 12 月第 1 版 2012 年 12 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5608-5034-4

定 价 36.00 元

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换 版权所有 侵权必究

前 言

生态足迹是当前国内外研究国家或地区经济发展产生的生态压力及其自身拥有的生态承载力的流行方法。该方法在国际上随着时间推移得到快速改进和完善。改革开放以来,福建省经济快速发展,随之而来的能源、木材等资源消费与 CO_2 、 SO_2 等废物排放也快速增加,这给福建省的资源环境承载力带来巨大压力。针对我国生态足迹主流计算方法未能及时更新,而有关福建的生态足迹研究还欠系统和深入等现状,本研究选择基于国外生态足迹计算方法研究的新成果——国家生态足迹账户核算方法(2010版),详细核算和全面分析近年福建省及其各市的生态足迹和生态承载力。目的主要是展示国外生态足迹核算方法研究的最新进展,探寻适合我国现有数据可得性的地区生态足迹计算方法,揭示近年福建省及其各市的生态足迹和生态承载力状况,分析福建省及其各市未来经济发展可能导致的生态足迹和生态承载力变化。

本书内容包括四部分。第一部分为绪论,即第1章,介绍福建概况,尤其是福建近年的经济快速发展给其带来的资源环境压力,然后对国内外的生态足迹方法 and 应用研究进行文献述评,论证本研究选题的科学性和现实需要性,并说明本研究的内容和意义。

第二部分为方法研究,即第2章,介绍国家生态足迹账户核算方法(2010版),同时略作调整,使其成为适合我国现有数据可得性的地区生态足迹核算方法。其中,最重要的工作是针对性地计算出2000—2009年福建省产量因子。

第三部分为应用研究,包括第3章至第11章,是本书主体内容。其中,第3章和第4章进行福建省应用研究,首先详细说明福建省生态足迹和生态承载力核算过程,并给出核算结果;然后从生态足迹、生态承载力、生态平衡与生态效率四个角度分析2000—2009年福建省经济发展的生态足迹和生态承载力状况,并在总结发达国家生态足迹和生态承载力变化规律的基础上,运用情景分析法分析2011—2020年福建省经济发展可能带来的生态足迹,自身可能拥有的生态承载力以及可能导致的生态赤字状况。第5章至第9章进行福建省各市应用研究,首先分别详细说明福州市、厦门市、漳州市、宁德市和三明市生态足迹和生态承载力核算过程,并给出其核算结果;然后从生态足迹、生态承载力、生态平衡与生态效率四个角度

分析 2000—2009 年福建省各市经济发展的生态足迹和生态承载力状况,并根据发达国家生态足迹和生态承载力变化规律,分析预测 2011—2020 年福建省各市生态足迹、生态承载力和生态平衡的可能变化趋势。第 11 章分析目前生态足迹核算方法的优点和局限,讨论本研究的不足和改进之处,并在此基础上归纳本研究的主要结论。

第四部分为对策研究,即第 12 章,根据对福建省及其各市生态足迹和生态承载力研究的主要结论,提出改进福建省生态承载力、减缓生态足迹增长、控制生态赤字扩大的应对措施。

本书对福建省及其各市生态足迹和生态承载力核算过程说明详尽,以各章附表形式给出的核算数据翔实,整个研究过程具有高度的透明性和可重复性。整个核算过程为我国各地区生态足迹和生态承载力核算提供了范例。研究成果可以使政府部门、社会各界了解目前和未来中长期福建省及其各市所拥有的资源环境承载力与所面临的资源环境压力;可以为福建省及其各市政府部门进行经济发展与生态省、生态市建设决策提供依据;还可以为环保、教育、宣传等部门提供教育引导人们培养环保习惯和适度消费行为的宣传教育素材,促进福建生态省建设,提高全省的生态文明程度。

本书是福建省科技厅和福建省社会科学界联合会资助项目的研究成果。因此,首先衷心感谢福建省科技厅和福建省社会科学界联合会对本研究的资助。然后,感谢项目成果评审时提出宝贵意见和建议的专家们,他们是中国科学院城市环境研究所王润研究员、复旦大学环境科学与工程系戴星翼教授、同济大学环境科学与工程学院包存宽教授、河南大学环境与规划学院地理科学系朱连奇教授和福建师范大学地理科学学院陈志彪教授。感谢闽江学院新华都商学院和公共经济学与金融学系领导,他们恰当的工作安排和关心使我有时间完成本书。感谢林伯强教授、李小敏老师以及其他同事、同行、亲朋好友们,他们对本书研究和出版给予许多无私的帮助。最后,要感谢我的妻子和女儿,她们的支持和体谅让我可以专心致志于本书的写作。

邱寿丰于福州

2012 年 8 月

目 录

前言

1 绪论	1
1.1 福建省概况	1
1.2 问题提出	3
1.3 研究意义	5
本章附图	6
2 福建省生态足迹和生态承载力核算方法	7
2.1 基本假设	7
2.2 核算公式	8
2.2.1 生产生态足迹	8
2.2.2 消费生态足迹	8
2.2.3 衍生产品生态足迹	9
2.2.4 生态承载力	10
2.2.5 产量因子	10
2.2.6 均衡因子	12
2.3 土地使用类型	14
本章附表	15
3 福建省生态足迹和生态承载力核算	25
3.1 福建省生态足迹核算	25
3.1.1 农地	25
3.1.2 牧草地	28
3.1.3 水域	28
3.1.4 林地	28
3.1.5 碳吸收地	29

3.1.6 建成地	29
3.2 福建省生态承载力核算	30
3.3 核算结果	30
本章附表	32
4 福建省生态足迹和生态承载力分析	71
4.1 福建省生态足迹分析	71
4.2 福建省生态承载力分析	74
4.3 福建省生态平衡分析	76
4.4 福建省生态效率分析	79
4.5 福建省生态足迹和生态承载力前景分析	80
4.5.1 发达国家生态足迹和生态承载力变化规律	81
4.5.2 福建省生态足迹和生态承载力变化的理想情景	85
4.5.3 福建省生态足迹和生态承载力变化的悲观情景	87
4.5.4 福建省生态足迹和生态承载力变化的适宜情景	87
5 福州市生态足迹和生态承载力核算	90
5.1 福州市概况	90
5.2 福州市生态足迹核算	90
5.2.1 农地和牧草地	91
5.2.2 水域和林地	93
5.2.3 碳吸收地和建成地	93
5.3 福州市生态承载力核算	94
5.4 核算结果	94
本章附表	96
6 厦门市生态足迹和生态承载力核算	123
6.1 厦门市概况	123
6.2 厦门市生态足迹核算	124
6.2.1 农地和牧草地	124
6.2.2 水域和林地	126
6.2.3 碳吸收地和建成地	126
6.3 厦门市生态承载力核算	127
6.4 核算结果	127

本章附表·····	130
7 漳州市生态足迹和生态承载力核算 ·····	159
7.1 漳州市概况 ·····	159
7.2 漳州市生态足迹核算 ·····	160
7.2.1 农地和牧草地 ·····	160
7.2.2 水域和林地 ·····	162
7.2.3 碳吸收地和建成地 ·····	162
7.3 漳州市生态承载力核算 ·····	163
7.4 核算结果 ·····	163
本章附表·····	165
8 宁德市生态足迹和生态承载力核算 ·····	190
8.1 宁德市概况 ·····	190
8.2 宁德市生态足迹核算 ·····	191
8.2.1 农地和牧草地 ·····	191
8.2.2 水域和林地 ·····	192
8.2.3 碳吸收地和建成地 ·····	193
8.3 宁德市生态承载力核算 ·····	193
8.4 核算结果 ·····	194
本章附表·····	196
9 三明市生态足迹和生态承载力核算 ·····	220
9.1 三明市概况 ·····	220
9.2 三明市生态足迹核算 ·····	220
9.2.1 农地和牧草地 ·····	220
9.2.2 水域和林地 ·····	222
9.2.3 碳吸收地和建成地 ·····	222
9.3 三明市生态承载力核算 ·····	223
9.4 核算结果 ·····	223
本章附表·····	224
10 福建省各市生态足迹和生态承载力分析 ·····	227
10.1 福建省各市生态足迹分析·····	227

10.2	福建省各市生态承载力分析·····	229
10.3	福建省各市生态平衡分析·····	231
10.4	福建省各市生态效率分析·····	232
10.5	福建省各市生态足迹和生态承载力前景分析·····	233
11	讨论与结论·····	234
11.1	讨论·····	234
11.1.1	生态足迹核算方法优点 ·····	234
11.1.2	生态足迹核算方法局限 ·····	234
11.1.3	福建省生态足迹核算的潜在误差 ·····	238
11.1.4	福建省生态足迹核算的改进之处 ·····	239
11.2	结论·····	240
12	福建省生态赤字控制对策·····	242
12.1	改进土地使用·····	242
12.2	提高土地生产力·····	243
12.3	提高生态效率·····	244
12.3.1	市场性对策 ·····	244
12.3.2	规制性对策 ·····	245
12.3.3	参与性对策 ·····	247
	参考文献·····	249

1 绪 论

1.1 福建省概况

福建省陆地位于北纬 $23^{\circ}33'$ 至 $28^{\circ}20'$ 、东经 $115^{\circ}50'$ 至 $120^{\circ}40'$ 之间,东濒我国东海与南海,面临台湾海峡与台湾隔海相望,东北部与浙江省毗邻,西北横贯武夷山脉与江西省交界,西南部与广东省接壤,属亚热带。全省土地总面积为 12.40 万 km^2 ,占全国的 1.3%,居全国第 23 位。福建素有“八山一水一分田”之称,山地丘陵占了全省土地面积 80% 以上。森林覆盖率达 62.96%,居全国第一,素有南方“绿色宝库”之称,是我国四大林区之一。水资源蕴藏量丰富,水资源总量为 1 168.7 亿 m^3 ,占全国水资源总量的 4.2%,人均资源高于全国平均水平。福建还是我国的一个重要海洋省份,近海渔场面积约达 12.51 万 km^2 。全省现有福州、厦门、莆田、三明、泉州、漳州、南平、龙岩、宁德 9 个设区市(附图 1-1)。2000—2009 年全省人口由 3 410 万增长到 3 627 万,城乡人口比例由 41.96 : 58.04 变为 51.72 : 48.92(表 1-1)。

表 1-1 2000—2009 年福建省人口

年份	全省人口/万人	乡村人口/万人	城镇人口/万人	乡村人口比例/%	城镇人口比例/%
2000	3 410	1 979	1 431	58.04	41.96
2001	3 440	1 978	1 462	57.50	42.50
2002	3 466	1 920	1 546	55.81	44.94
2003	3 488	1 915	1 573	55.25	45.38
2004	3 511	1 896	1 615	54.36	46.30
2005	3 535	1 863	1 672	53.06	47.62
2006	3 558	1 850	1 708	52.33	48.32
2007	3 581	1 837	1 744	51.63	49.02
2008	3 604	1 806	1 798	50.43	50.21
2009	3 627	1 763	1 864	48.92	51.72

数据来源:《福建统计年鉴》(2010)。

改革开放以来,福建省经济快速发展,1979—2009 年地区生产总值年均增长 13%,其中 2000—2009 年年均增长 12%。2009 年地区生产总值已达 12 236.53

亿元(表 1-2),人均地区生产总值 33 840 元,约相当于 5 000 美元。快速的经济发展导致了资源消耗和废物排放的大量增加,以 2000—2009 年全省能源消费量及 CO₂ 排放量为例,2000 年全省能源消费为 2 942.6 万 t 标准煤,2009 年已达 8 916.5 万 t 标准煤,年均增长 13.1%,超过了地区生产总值增长速度,呈现出比较罕见的能源消费与经济增长的“扩张性复钩”现象(图 1-1)。同样,2000 年全省能源消费 CO₂ 排放为 6 097 万 t,2009 年已经达到 19 658 万 t(图 1-2),年均增长 13.9%,更大幅度地超过地区生产总值增长速度。经济快速增长导致能源、木材等资源消费与 CO₂、SO₂ 等废物排放的快速增加,势必给福建省的资源环境承载力带来巨大压力。

表 1-2 2000—2009 年福建省地区生产总值

年份	地区生产总值 /亿元	其中			人均地区生产 总值/元	地区生产总值 指数(2 000=100)
		第一产业	第二产业	第三产业		
2000	3 764.54	640.57	1 628.45	1 495.52	11 194	100.00
2001	4 072.85	651.11	1 803.50	1 618.24	11 892	108.66
2002	4 467.55	664.78	2 036.97	1 765.80	12 938	119.70
2003	4 983.67	692.94	2 340.82	1 949.91	14 333	133.42
2004	5 763.35	786.84	2 770.49	2 206.02	16 469	149.21
2005	6 554.69	827.36	3 175.92	2 551.41	18 605	166.51
2006	7 583.85	865.98	3 695.04	3 022.83	21 384	191.16
2007	9 248.53	1 002.11	4 476.42	3 770.00	25 906	220.21
2008	10 823.01	1 158.17	5 318.44	4 346.40	30 122	248.84
2009	12 236.53	1 182.74	6 005.30	5 048.49	33 840	279.48

数据来源:《福建统计年鉴》(2010)。

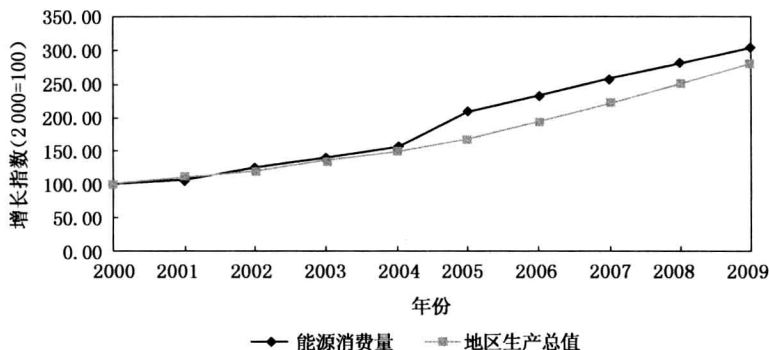


图 1-1 2000—2009 年福建省地区生产总值和能源消费量

数据来源:《福建统计年鉴》(2010)。

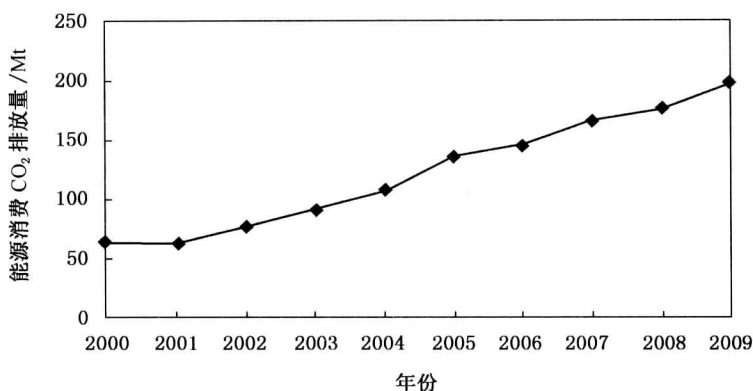


图 1-2 2000—2009 年福建省能源消费的 CO₂ 排放量

数据来源:《中国能源统计年鉴》(2000—2002, 2004—2010); IPCC, 《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南(第 2 卷)》, 2006[2010-04-20]. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/chinese/vol2.html>.

注:以体积计的天然气消费量取密度值为 $0.7174 \text{ kg}/(\text{Nm}^3)$, 焦炉煤气消费量取密度值 $0.5 \text{ kg}/(\text{Nm}^3)$, 其他煤气消费量取密度值 $0.6 \text{ kg}/(\text{Nm}^3)$ 分别转化成重量;各种化石能源 CO₂ 排放系数数据来源于《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》,其中原煤、型煤取褐色煤压块值,洗精煤、其他洗精煤取炼焦煤值,煤油取其他煤油值,燃料油取残余燃料油值,其他焦化产品取焦炭值,其他煤气取煤气公司煤气值。

1.2 问题提出

为回答 20 世纪八九十年代有关资源环境承载力的论题,Rees 和 Wackernagel 于 20 世纪 90 年代初期在不列颠哥伦比亚大学提出生态足迹概念(ecological footprint, eco-footprint)^[1],指在一个给定年份,人口和活动在使用该年普遍技术和资源管理方法的条件下对生物圈的需求。它以提供生态系统产品和服务需要的生物生产性土地和海域面积来度量人类对这些产品和服务的占用。与生态足迹概念紧密对应的一个概念是生态承载力(生物生产能力)(biological capacity, biocapacity),它指能够服务于某种特定用途的土地和海域面积,表示用于满足人类对物质消费和废物处置的生物圈能力。在给定年份,生态足迹可以与生态承载力比较。某个地区生态产品和服务的总需求(生态足迹)超过可得总供给(生态承载力)的情形称为生态赤字(overshoot)。在全球层次,生态赤字意味着生态资本的存量正在被消耗或废物的库存正在累积^[2]。生态足迹方法仅仅聚焦于生物生产面积与当前开采的资源及产生的废物,因此提供一个人类对生物圈的需求与生物圈满足人类特定需求能力的聚焦性历史评价^[3]。生态足迹相关概念提出后, Wackernagel 长期致力于生态足迹方法的不断完善和推广,2003 年,在他的倡导下建立了全球

生态足迹网站(<http://www.footprintnetwork.org>)。

生态足迹核算方法主要有两种:综合法和成分法。综合法是 Wackernagel 提出的经典方法^[1],之后他不断吸收其他人的建议和批评,对该方法进行持续的改进和完善^[2-9],目前已逐步形成一套标准^[10]。该方法自上而下地整合国家层次数据,主要用于全球、国家和区域层次的生态足迹研究。成分法由 Simmons 等提出^[11]。该方法自下而上地利用当地数据分析区域(省、市)、行业、公司、学校以及个人等微观领域的生态足迹。在国内外,还有学者提出其他一些生态足迹核算方法^[12-15],但是这些方法影响力和应用广泛性都不如综合法和成分法,尤其是综合法。由于国家层次的统计数据比较健全,因此采用综合法核算的国家生态足迹结果实际上往往作为所有其他生态足迹分析的基础。

生态足迹方法应用研究的开创者是 Wackernagel 和 Rees。1997 年 Wackernagel 等发表了《各国生态足迹》(Ecological Footprint of Nations)研究报告,此项研究包括世界人口 80%,涵盖 52 个国家。此后,世界自然基金会(WWF)将生态足迹的研究扩展到世界上所有的国家,2000—2010 年已经连续六次发布《生命行星报告》(Living Planet Report)^[16-21],公布了世界各国的生态足迹,引起关注地球资源环境承载力的人们的强大反响。目前世界上大约有十几个国家进行了各自的生态足迹专门研究^[12, 15, 22-29],也有许多地区或城市进行生态足迹研究^[5, 30-32],把生态足迹用于旅游、能源交通、国际贸易等领域研究的相关成果也纷纷出现^[33-35]。总体上看,在国外,开展生态足迹研究较多的国家主要是加拿大、英国、美国、奥地利、新西兰、澳大利亚等发达国家。

在国内,2000 年徐中民等首先引进生态足迹概念、方法,并对甘肃省 1998 年的生态足迹进行了实证计算和分析^[36]。此后,我国关于生态足迹的各种研究成果日趋增多。在国家层次,如刘宇辉和彭希哲对我国历年的生态足迹进行了计算和分析^[37];在省级层次,如徐中民等计算和分析了 1999 年中国各省市的生态足迹^[38]。在城市层次,如郭秀锐等对广州市生态足迹进行了计算与分析^[39]。此外,也有一些学者把生态足迹研究用于旅游、城市交通、国际贸易等领域^[40-42]。总体上看,在国内,开展生态足迹研究较多的省级区域有甘肃省、陕西省、辽宁省、上海市、江苏省、广东省等。但是,直至 2011 年,如魏媛和吴长勇、宋宝莉和何东以及汪瑛、邱尔发、王成等研究采用的生态足迹主流核算方法仍是徐中民、张志强等引进的国外 20 世纪 90 年代的方法^[43-45]。

对于福建省,2006 年翁伯琦等首先开展全省的生态足迹和生态承载力计算和分析^[46]。此后,陆续有一些人对不同年份的福建省生态足迹和生态承载力进行研究^[47-50]。在城市层次,也有一些人先后对不同年份的南平、福州、厦门、宁德的生态足迹和生态承载力进行研究^[51-56]。在更小的区域层次,有人对县、区、开发区和

大学城的生态足迹进行相关研究^[57-60]。此外,还有一些人把生态足迹研究应用于旅游管理、土地利用规划、环境污染治理等领域^[61-66]。

综合国内外有关生态足迹研究文献,笔者发现:①生态足迹方法及应用研究已经成为世界潮流;②生态足迹主流核算方法——综合法,在国际上随着时间推移得到快速改进和完善;③目前国内生态足迹主流核算方法仍然采用的是徐中民、张志强等引进的国外 20 世纪 90 年代的方法;④有关福建的生态足迹研究还不够系统和深入。针对目前我国生态足迹主流核算方法没有及时更新,而有关福建的生态足迹研究还欠系统和深入的问题,本研究选择基于国外生态足迹核算方法研究的新成果——国家生态足迹账户核算方法(2010 版)^[2],详细核算和全面分析近年福建省及其各市的生态足迹和生态承载力,目的主要是展示国外生态足迹核算方法研究的最新进展,探寻适合我国现有数据可得性的地区生态足迹核算方法,揭示近年福建省及其各市的生态足迹和生态承载力状况,分析福建省及其各市未来经济发展可能导致的生态足迹和生态承载力变化。

1.3 研究意义

本研究具有如下四方面意义:

(1) 能够展示国际上国家生态足迹核算方法的最新进展,探寻适合我国现有数据可得性的地区生态足迹核算方法,为我国各地区生态足迹和生态承载力核算提供范例。

(2) 可以使政府部门、社会各界掌握目前福建省及其各市所拥有的资源环境承载力与所面临的资源环境压力,了解福建省及其各市中长期经济发展可能面临的资源环境压力。

(3) 可以为福建省及其各市政府部门进行经济发展与生态省、生态市建设决策提供依据,可以为福建省提高资源环境承载力和降低生态压力提供政策建议。

(4) 可以为环保、教育、宣传等部门提供教育引导人们培养环保习惯和适度消费行为的宣传教育资料,促进福建生态省建设,提高全省的生态文明程度。

本章附图



附图 1-1 福建省政区图

2 福建省生态足迹和生态承载力核算方法

福建省生态足迹和生态承载力核算基本依据国家生态足迹账户核算方法(2010版)^[2],即没有特别指明就是依据国家生态足迹账户核算方法(2010版)。但是,由于福建省及其各市仅仅是我国的一些区域,统计资料又具有自身特征,因此,本研究核算福建及其各市生态足迹和生态承载力时,对国家生态足迹账户核算方法进行一些调整,以便适合福建现有数据可得性。

2.1 基本假设

生态足迹和生态承载力核算方法依据六个基本假设^[6]:

- (1) 人们消费的多数资源和产生的多数废物可以被追踪。
- (2) 这些资源和废物流大多数可用维持其必需的生物生产性土地面积度量。不能度量的资源和废物流不进行评估,这导致对人类真实生态足迹的系统性低估。
- (3) 通过根据产量比例对每种土地面积赋予权重^①,不同类型的土地面积可以转化成公用的单位——全球公顷(global hectares, gha, 即具有世界平均生物生产力的公顷)^②。
- (4) 因为每一全球公顷仅仅表示一种用途,而所有全球公顷在任何一个年份表示着相同量的生物生产力,所以它们可以加总获得生态足迹或生态承载力合计指标。
- (5) 当表达成生态足迹的人类需求与表达成生态承载力的自然供给,均以全球公顷表示时,两者可以直接比较。
- (6) 如果对生态系统的需求超过生态系统再生能力,那么需求面积可以超过供给面积。

① 产量指每年单位面积产量。

② 与国家生态足迹账户核算方法(2010版)相一致,本研究中也采用 ha, wha, gha 作为土地面积单位,其中 1 ha=1 hm², wha 表示经过产量因子调整后的各种土地使用类型的世界公顷, gha 表示经过产量因子和均衡因子调整过的全球公顷。

2.2 核算公式

2.2.1 生产生态足迹

生态足迹度量农地、牧草地、水域(渔场)、林地和建成地等所有五种显著不同的土地使用类型占用的生态承载力。此外,还有一种以 CO₂ 排放物吸收能力形式表示的间接生态承载力需求类型。生产生态足迹(Ecological Footprint of production, EF_P),表示生态承载力的初级需求,按如下公式计算:

$$EF_P = \frac{P}{Y_N} \cdot YF \cdot EQF \quad (2.1)$$

这里, P 是收获的一种产品或排放的 CO₂ 的数量, Y_N 是生产产品 P 的某国家或地区的平均产量(或其碳吸收能力), YF (yield factors)和 EQF (equivalence factors)分别是探讨某一土地使用类型的产量因子和均衡因子。产量因子追踪一个给定土地使用类型可用产品的当地产量与世界平均产量之间的差异。它们被计算成国家或地区平均产量与世界平均产量的比值,因此,产量因子随着国家或地区、土地使用类型和年份变化而变化。均衡因子把可得的或需求的一种特定土地使用类型的面积转换成世界平均生物生产力土地单位的数量,因此,它随着土地使用类型和年份变化而变化。均衡因子被计算成一种特定土地使用类型(如农地)世界平均土地的最大可能生物产量与地球上所有生物生产性土地的平均产量的比值^[2]。

对只产出一种产品的土地类型,该土地使用类型以全球公顷计的生态足迹简化公式为

$$EF = \frac{P}{Y_w} \cdot EQF \quad (2.2)$$

这里, Y_w 是该产品的世界平均产量^[9]。

2.2.2 消费生态足迹

所有制造过程在生产链的各种节点上,一定程度上都依靠使用生态承载力来提供物质输入和清除废物。因此,所有产品都拥有一个携带足迹,而对外贸易流可以看作携带的生态承载力需求流。

为了同时追踪支持人们消费模式需求的直接和间接生态承载力,生态足迹方法使用一种基于消费者的方法。因此,每种土地使用类型的消费生态足迹(Eco-