

基于生态足迹修正模型的淮南市生态承载力分析

蔡茜, 储金龙, 顾康康 (安徽建筑工业学院建筑与规划学院, 安徽合肥 230022)

摘要 改进的生态足迹法从生物资源、水资源和碳排放三方面入手, 对传统生态足迹法进行了改进。在地理信息系统的支持下, 利用改进生态足迹法对淮南市 2002 和 2010 年的生态足迹需求、供给和生态盈余进行了计算和分析, 评估了淮南市的生态承载力状况。结果表明, 2002~2010 年淮南市的生态赤字上升极快, 其中 2010 年人均生态需求为 $16.52 \text{ hm}^2/\text{人}$, 供给为 $0.21 \text{ hm}^2/\text{人}$, 生态赤字为 $16.31 \text{ hm}^2/\text{人}$ 。淮南市目前的发展属于不可持续性的。改良生态足迹法的评价指标的丰富在一定程度上增加了评价的公正性和准确性, 结果更符合实际, 对于其他城市的生态规划和建设也具有借鉴和参考价值。

关键词 生态足迹; 碳足迹; 水足迹; 淮南市

中图分类号 S181.3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)08-03558-05

Analysis on Ecosystem Carrying Capacity in Huainan City Based on Eco-footprint Correction Model

CAI Qian et al (School of Architecture and Planning, Anhui Construction Industry Institute, Hefei, Anhui 230022)

Abstract Based on the environment, water resources and carbon emissions, the traditional eco-footprint method was improved. With the aid of geo-information system, the improved eco-footprint method was used to calculate and analyze the eco-footprint demand, supply and ecological surplus of Huainan City in 2002 and 2010, and the ecosystem carrying capacity was evaluated. As indicated by the results, the eco-footprint demand of Huainan is 16.52 hm^2 per capita in 2010, the supply is 0.21 hm^2 per capita and the ecological surplus is 16.31 hm^2 per capita. The development of Huainan City belongs to unsustainable. The richness of evaluating indexes of improved eco-footprint method improved the accuracy and impartiality of evaluation, making the result more consistent with practical, which has reference value for other cities' ecosystem planning and construction

Key words Ecological footprint; Carbon footprint; Water footprint; Huainan City

生态足迹理论与方法是近年来衡量和比较区域可持续发展状态的一个综合的、直观的、定量的指标^[1-2]。加拿大生态经济学家 Wackemagel 及 William 首先提出了生态足迹的概念, William 曾形象地将其比喻为“一只负载着人类与人类所创造的城市、工厂……的巨脚踏在地球上留下的脚印”^[3], 可以看作是计量人类对生态系统需求的指标。他们认为生态足迹分析法是一种衡量人类对自然资源利用程度及自然界为人类提供生命支持服务功能的方法^[4]。Wackemagel 等应用生态足迹法对全球生态承载力供给和需求两方面进行了测算, 结果表明全球大部分国家处于生态赤字状态, 人类的发展渐渐远离可持续性^[5]。Wackemagel 等计算了 52 个国家和地区的生态承载力和生态足迹, 并发表了《国家生态足迹》报告, 报告中表明其中 35 个国家和地区处于生态赤字状态^[6]。

国内生态足迹的概念是于 1999 年由张志强和徐中民首次引入, 随后生态足迹模型的有关研究也同时迅速全面展开。2004 年 4 月在沈阳举行的第一届“环境指标: 生态包袱与生态足迹两岸学术交流会”促进了生态足迹方法在国内的研究应用^[7]。徐中民等计算了我国以及部分省市 1999 年的生态承载力和生态足迹^[8]。2003 年刘宇辉对我国 1962~2001 年的生态承载力和生态足迹进行计算^[9]。

生态足迹模型 1999 年引入国内后, 许多学者从不同方面对其进行了改进研究。龙爱华等引入了虚拟水概念, 基于虚拟水消费的水足迹衡量为定量人类对水资源的实际占用提供了一个崭新的视角^[10]。但其只是水资源消费的独立账

户, 无法实现总生态足迹的叠加。李翔等运用加入水足迹的生态足迹对珠海市进行计算, 并与传统方法进行对比分析^[12]。笔者将生态足迹与水足迹、碳足迹综合运用生态足迹模型中, 克服了单纯使用生态足迹评价生态承载力的局限性, 从水资源、碳排放以及生态资源的综合角度更加科学地反映了区域生态承载能力, 补充和丰富了生态承载力的内涵。

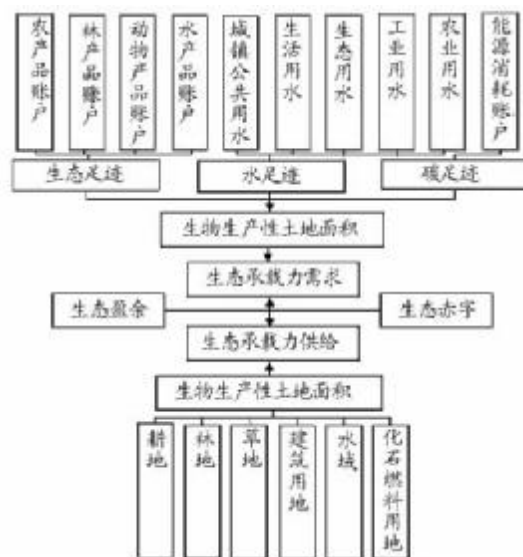


图1 生态足迹计算过程示意图

1 生态足迹模型方法改进研究

1.1 生态足迹模型方法的改进 传统生态足迹法将人类利用的空间类型分为六类: 耕地、草地、林地、水域、化石能源用地、建筑用地, 对水资源和碳排放没有描述。该研究中生态足迹计算是将传统生态足迹、碳足迹和水足迹融入新的生态足迹评价体系中, 从生物资源、水资源、碳排放三方面定量计算生态足迹需求、生态足迹供给和生态盈余, 综合评价生产

基金项目 国家自然科学基金项目(41101566)。

作者简介 蔡茜(1988-), 女, 安徽霍山人, 硕士研究生, 研究方向: 城市规划理论与方法, E-mail: cq198800@163.com。

收稿日期 2013-03-21

和消费对环境的影响,将生态足迹与水足迹、碳足迹综合运用生态承载力模型中(图1)。

1.2 生态足迹修正模型计算方法 生态足迹需求计算按照传统生态足迹计算方法,除去跟碳足迹有重复的化石能源用地的计算;水资源需求计算中主要考虑5个生产需水帐户类型:农业用水、工业用水、城镇公共用水、生活用水、生态用水;碳排放需求分为3个部分:能源消耗账户、土壤呼吸账户、生物账户,但是考虑淮南市为矿业城市,其煤炭开采带来的碳排放远远高于土壤呼吸账户、生物账户,所以笔者只计算能源消耗账户,忽略土壤呼吸账户和生物账户。

生物资源面积折算中,采用有关生物资源的世界平均产量资料中我国的数据。水资源面积折算中,换算为耕地,这主要是考虑了消耗的淡水资源主要用于生活、工农业生产等初级生产形式,像土地上生产农作物供给人类生存一样,人类离开水资源就和没有粮食一样无法生存^[11]。因此,按照相似功能的原则将淡水资源折合成土地使用类型中的耕地。碳排放面积折算中,换算为化石燃料用地。根据我国能源折算系数,将能源的具体消耗量折算为统一的能量单位,再以该化石能源的能源碳足迹为标准^[12],合算出研究区域内能源消耗所产生的“碳足迹”。出于谨慎考虑,在生态承载力计算中扣除12%的生物多样性保护面积。

生态足迹计算公式: $EF = N \cdot ef = N \cdot \sum_{i=1}^n \gamma_j \cdot aa_i = N \cdot \sum_{i=1}^n \gamma_j \cdot (c_i \div p_i)$ 。式中, EF 总生态足迹(hm^2); N 为总人口数(人); ef 为人均生态足迹($\text{hm}^2/\text{人}$); i 为消费品的种类; j 为生态生产性土地类型; c_i 为 i 种消费品的人均消费量(kg); p_i 为产量因子(kg/hm^2); aa_i 为人均 i 种消费品折算的生态生产性面积(hm^2); γ_j 为均衡因子。式中均衡因子采用了世界常用均衡因子中2003年数据,产量因子选择我国产量因子数据。

2 淮南市生态足迹计算与分析

2.1 淮南市概况 淮南市是我国重要的煤炭生产基地,位

于淮河中游,地貌类型兼有平原和丘陵的特点,地形较为复杂。全市总面积2 596.4 km^2 ,建成区面积165.4 km^2 ,2010年统计全市总人口为24 398万人。市辖5区1县和1个社会发展综合实验区。随着淮南市建设“中国亿吨煤炭基地”、“华东火电基地”和“安徽煤化工基地”三大战略目标的制定,2010年煤炭产量达近7 000万t。现已建成田家庵、平圩和洛河三大电厂,年排放粉煤灰达700万 m^3 ,然而综合利用率只有25%。飞灰污染大气和水体,直接影响当地人民的身体健康。每年煤炭开发和发电留下的煤矸石和粉煤灰高达500多万t,占用耕地4 467多公顷,因采煤造成塌陷10 000 hm^2 ,并以每年347多公顷的速度增加,造成许多村庄和建筑物被废弃。淮南市经济发展所造成的环境污染和生态破坏非常值得关注,同时,这也为城市生态足迹研究提供一个很好的平台。

2.2 基础数据来源 该研究的原始数据主要来自《中国统计年鉴》(2001和2011年)、《淮南市统计年鉴》(2001和2011年)、《淮南市国民经济和社会发展统计公报》(2001和2011年)以及中国资讯行(China info bank)数据库(<http://www.bjinfobank.com/>)。全球平均产量数据都是来自世界粮农组织(FAO)统计数据库资料(<http://faostat.fao.org>);行政区划图及各项用地分布图从国家基础地理信息中心获得,比例尺1:10 000。

2.3 淮南市承载力分析

2.3.1 生态足迹供给分析。

2.3.1.1 淮南市生态足迹供给计算。收集淮南市2002及2010年土地利用现状的数据,经过整理汇总耕地、林地、草地、水域及建成地面积,并计算出人均生物生产面积。将人均拥有的各类生物生产面积乘以均衡因子和产量因子,转化淮南市2002及2010年的人均生态承载力。同时,在生态承载力计算中扣除12%的生物多样性保护面积。得出2002年人均生态承载力约为0.18 $\text{hm}^2/\text{人}$,2010年人均生态承载力约为0.21 $\text{hm}^2/\text{人}$ (表1)。

表1 淮南市生态足迹供给

生物生产土地	均衡因子	产量因子 kg/hm ²	2002年用地 面积//hm ²	2002年人均 生态承载力 hm ² /人	2010年 用地面积 hm ²	2010年人均 生态承载力 hm ² /人
耕地	2.17	1.66	97 960	0.167 9	124 408	0.183 9
草地	0.47	0.19	40 162	0.001 7	19 745	0.000 7
森林	1.35	0.91	28 548	0.016 7	51 951	0.026 2
水域	0.35	1.00	37 500	0.006 2	27 918	0.004 0
建筑用地	2.17	1.66	7 930	0.013 6	15 428	0.022 8
化石能源用地	—	—	—	—	—	—
扣除12%生物多样性保护面积	—	—	—	0.024 7	—	0.028 5
汇总	—	—	—	0.181 4	—	0.209 1

2.3.1.2 足迹供给及动态变化分析。从生态足迹供给的构成来看,耕地、林地以及建筑用地提供的生态产品及服务占了整个生态系统的绝大部分,是生态足迹供给的主要组成部分,可见耕地、林地对生态系统的重要性;从生态承载力供给的动态变化趋势来看,在各种类型的土地中,耕地的供给能

力下降得最快,其次是林地,耕地、林地面积的减少是供给能力下降的直接原因。

2.3.2 生态足迹需求分析。

2.3.2.1 生物资源的生态足迹需求计算。根据淮南统计年鉴的统计数据,整理出淮南市2002和2010年所需的生物资

源的生产量。利用全球生物资源的平均产量计算出总的生态足迹,并对同一类型的生态生产性土地类型的生态足迹进行汇总,再计算出人均生态足迹(表2)。

表2 淮南市生物资源生态足迹帐户

分类项目	全球平均产量 kg/hm ²	2002 年淮南市消费量//t	2002 年生态足迹 hm ²	2002 年人均生态足迹//hm ² /人	2010 年淮南市消费量//t	2010 年生态足迹 hm ²	2010 年人均生态足迹 hm ² /人	土地类型
粮食	2 744	885 850	322 831.6	0.153 6	1 377 550	502 022.6	0.205 7	耕地
油料	1 856	15 277	8231.1	0.003 9	15 120	8 146.5	0.003 3	耕地
麻类	1 916	92	48.0	2.284 9	0	0	—	耕地
棉花	1 000	1 333	1 333.0	0.000 6	1 519	1 519.0	0.000 6	耕地
烟叶	1 548	0	0	0	0	0	—	耕地
蔬菜	18 000	584 411	32 467.2	0.015 4	859 213	47 734.1	0.019 5	耕地
水果	3 500	7 805	2 230.0	0.001 1	29 675	8 478.6	0.003 4	林地
肉类	60	76 604	1 276 733.0	0.607 5	81 171	1 352 850.0	0.554 4	草地
奶类	502	25 870	51 533.9	0.024 5	43 947	87 543.8	0.035 9	草地
禽蛋	400	33 610	84 025.0	0.039 9	56 701	141 752.5	0.058 1	草地
水产品	29	40 078	1 382 000.0	0.657 6	64 798	2 234 413.8	0.915 8	水域

2.3.2.2 水足迹计算。由表3可知,2002和2010年淮南市人均水足迹分别为0.07和0.33 hm²/人,可见与2002年相比,淮南市2010年对水资源的需求量增加极为明显。

表3 淮南市水资源生态足迹帐户

时间	水资源产量 kg/hm ²	水资源消费量//t	水资源生态足迹//hm ²	人均水资源生态足迹//hm ² /人	土地类型
2002 年	100 188.946	147 610 000	147 888.904 11	0.070 373 19	耕地
2010 年	37 301.587	2 163 000 000	806 833.326 81	0.330 682 95	耕地

2.3.2.3 碳足迹计算。能源平衡帐户包括原煤、焦炭、汽油、电力等项目。2002和2010年淮南市原煤的人均碳足迹分别为4.5和10.3 hm²/人,增加两倍多,可见淮南市对煤炭的开采量激增(表4)。

表4 淮南市能源资源生态足迹帐户

分类项目	全球平均能源足迹 GJ/hm ²	折算系数 GJ/t	2002 年消费量//t	2002 年生态足迹//hm ²	2002 年人均生态足迹 hm ² /人	2010 年消费量//t	2010 年生态足迹//hm ²	2010 年人均生态足迹 hm ² /人	土地类型
原煤	55	20.93	24 860 000	9 460 360.00	4.501 728	66 190 000	2 518 830.000	10.323 40	化石能源用地
焦炭	55	28.47	222 019	114 925.10	0.054 687	816	422.391	0.000 17	化石能源用地
汽油	93	43.12	—	0	—	3 721	1 725.26 0	0.000 70	化石能源用地
柴油	93	42.71	—	0	—	23 410	10 750.900	0.004 40	化石能源用地
原油	93	41.87	—	0	—	—	0	—	化石能源用地
电力	1 000	11.84	1 785 391	21 139.02	0.010 059	1 342 800	15 898.750	0.006 51	建筑

2.3.2.4 淮南市生态足迹汇总。通过计算汇总,得出2002和2010年淮南市人均生态足迹总需求分别为7.249 96和16.520 60 hm²(表5)。

表5 淮南市生态足迹总需求

土地类型	均衡因子	2002 年人均占有面积 hm ² /人	2002 年人均生态足迹需求 //hm ² /人	2010 年人均占有面积 hm ² /人	2010 年人均生态足迹需求 //hm ² /人
耕地	2.17	0.244 02	0.529 52	0.890 65	1.932 70
草地	0.47	0.672 04	0.315 86	0.648 45	0.304 77
林地	1.35	0.001 06	0.001 43	0.003 47	0.004 69
水域	0.35	0.657 63	0.230 17	0.915 78	0.320 52
化石能源	1.35	4.556 42	6.151 16	10.328 70	13.943 80
建筑用地	2.17	0.010 06	0.021 82	0.006 51	0.014 14
总足迹需求	—	—	7.249 96	—	16.520 60

2.3.2.5 生态足迹需求及动态变化分析。生态足迹的需求

主要反映消费情况,其中耕地、草地足迹主要反映饮食结构,林地、建筑用地、能源足迹则反映城市建设发展水平和居民消费水准。①从生态足迹需求的构成来看,生态占用量中森林(化石能源土地)的比例最大。2002年森林(化石能源土地)的生态占用量为86.8%,2010年为87.9%,均超过生态占用量的80%。其次是耕地,2002年耕地用地的生态占用量为5.110 0%,2010年为8.366 6%。耕地和化石能源用地需求占总用地需求约90%,充分说明人们对农产品和能源的需求很高,淮南市煤炭开采对城市生态带来巨大影响。2002年水域和草地的生态占用量分别达到3.17%和4.44%,建筑用地的生态占用相对较小。2010年水域和草地的生态占用量分别达到2.011 98%和1.924 67%,建筑用地生态盈余。耕地和化石能源土地在整个足迹中一直保持着很大的比例,从资源利用的角度来看,可以认为淮南的消费以农产品、能源为主。②从生态足迹需求的动态变化趋势来看,2002~

2010 年间,淮南市的人均生态足迹由 7.25 hm²/人增长到 16.52 hm²/人,9 年间增长了 9.27 hm²/人。可见,随着经济的发展,人们消费能力、消费水平在不断增长,物质资源和能源消耗的增加直接导致生态需求的增加。

2.3.3 生态赤字构成分析及各区县差异。

2.3.3.1 生态需求与供给的对比分析。①从生态需求与供给关系的角度来看,2002 年人均生态足迹需求 7.25 hm²/人,而人均生态足迹供给为 0.18 hm²/人,人均生态赤字 7.07 hm²/人;2010 年人均生态足迹需求 16.52 hm²/人,而人均生态足迹供给为 0.21 hm²/人,人均生态赤字 16.31 hm²/人。2002~2010 年淮南市的生态赤字上升极快,年均增长率 1.03 hm²/人,这表明淮南市在现有人口和当前消费水平下,经济活动已大大超出了自然系统的生态承载力的范围。②从生态足迹供需结构上看,供给与需求结构之间存在明显的不对称性。六大土地类型中,耕地和森林生态赤字严重,只有建筑用地是生态盈余。从生态需求和生态供给能力的变化中也可以看出,生态需求在增加而生态供给在减少,那么生态赤字也将逐年增加,这就意味着生态系统的不稳定性趋于增强。这说明随着经济社会的发展,自然生态系统无法满足人们不断增长的消费需求,生态赤字也随之增加。

2.3.3.2 生态赤字构成分析。从生态赤字构成分析表(表 6)可知,作为矿业城市的淮南市的生态赤字主要为化石能源用地,占总生态赤字构成的 86.60%,可见煤炭开采对淮南市环境影响巨大。

表 6 2010 年淮南市生态赤字构成分析				
土地类型	生态足迹的需求 hm ² /人	生态承载力 hm ² /人	生态赤字/盈余 hm ² /人	生态赤字 构成比例 %
耕地	1.932 7	0.183 9	1.748 8	10.80
草地	0.304 8	0.000 7	0.304 1	1.80
森林	13.948 5	0.026 2	13.922 3	86.60
水域	0.320 5	0.004 0	0.318 5	1.90
建成地	0.014 1	0.022 8	-0.008 7	-0.07
汇总	16.520 7	0.447 1	16.073 6	-

2.3.3.3 淮南市生态赤字各区县差异分析。统计淮南市各区县生态生产性土地面积及各种资源消费量,计算各区县人均生态足迹供给量与需求量,得出 2010 年淮南市各区县中凤台县生态赤字最大,潘集区次之(表 7)。原因在于淮南市煤炭开采主要集中在于此,煤炭开采带来的生态承载力超载使得凤台和潘集区生态赤字过大。淮南市生态赤字空间差异见图 2。

表 7 2010 年淮南市各区县生态赤字分析						hm ² /人
地区	人均生态承载力	人均生态足迹需求				生态赤字
		生物资源	碳排放	水资源	总生态需求	
大通区	0.426 294	2.252 32	0.683 10	0.006 69	2.942 11	2.515 816
田家庵区	0.1202 62	0.453 77	1.630 65	0.012 77	2.097 19	1.976 928
谢家集区	0.178 835	1.025 31	1.156 56	0.009 60	2.191 47	2.012 635
八公山区	0.132 565	0.258 91	0.915 57	0.015 64	1.190 12	1.057 555
潘集区	0.136 724	2.175 37	2.096 31	0.020 80	4.292 48	4.155 756
毛集实验区	0.334 498	3.514 40	0.257 69	0.004 24	3.776 33	3.441 832
凤台县	0.394 813	2.845 02	3.595 39	0.036 17	6.476 58	6.081 767

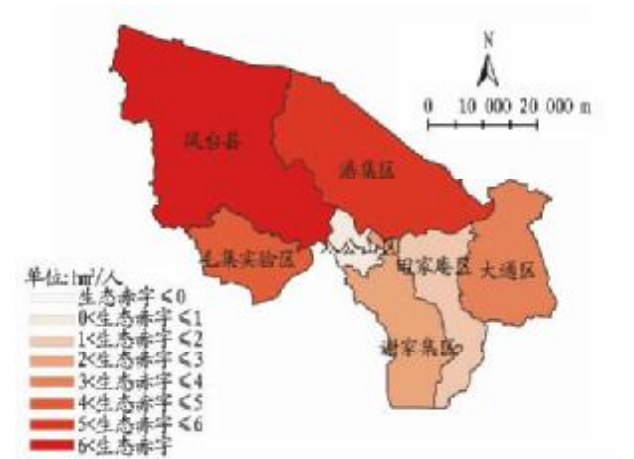


图 2 淮南市生态赤字空间差异

3 结语

淮南市目前的发展属于不可持续性的,生物资源、能源的消费方式需要尽快进行调整,生态赤字空间差异图为淮南市建设用地选择提供重要依据。将传统生态足迹、碳足迹和水足迹融入新的生态足迹评价体系中,分析出淮南市生态承

载力情况,更具有科学性和全面性,对其他城市的生态规划和建设具有借鉴和参考价值。

参考文献

[1] LIU Q,PENG X C,ZHOU L X,et al. Quantitative research on ecological compensation among every city of Guangdong Province based on ecological footprint and ecological carrying capacity[J]. Meteorological and Environmental Research,2010,1(6):82-85.

[2] WANG H,HUANG Y,LOU Z. Study on ecological footprints and sustainable development in Karst area[J]. Meteorological and Environmental Research,2012,3(5):45-48.

[3] REES W E. Revisiting carrying - capacity: Area - based indicators of sustainability [EB/OL]. <http://www.dieoff.com/Page/110.html>.

[4] 唐建荣. 生态经济学[M]. 北京:化学工业出版社,2005:177-178.

[5] MATHIS WACKERNAGEL,CHAD MONFREDA,DIANA DEUMLIG. Ecological Footprint of Nations(Novmeber 2002 Update[M]. Oakland,CA:Re-defining Progress,2002.

[6] MATHIS WACKERNAGEL,ONISTO L,BELLO P,et al. Ecological Footprint of Nations:How much nature do they use? How much nature do they have? [M]. Costa Rica:The Earth Council,1997.

[7] 杨晓阳. 基于生态足迹分析的青海徨水河流域可持续发展能力研究[D]. 西安:西北大学,2008.

[8] 徐忠民,陈东景,张志强,等. 中国 1999 年的生态足迹分析[J]. 土壤学报,2002,39(3):441-445.

[9] 刘宇辉. 中国 1961-2001 年人地协调度演变分析—基于生态足迹模型的研究[J]. 经济地理,2005,25(2):219-222.

[10] 龙爱华,徐中民,张志强. 西北四省(区)2000 年的水资源足迹[J]. 冰

川冻土,2003,25(6):692-700.

[11] 李翔,舒俭民.改良生态足迹法在珠海的应用[J].环境科学研究,2007,20(3):148-151.

[12] WACKERNAGE M. Ecological footprint of nations (1997) [EB/OL]. (2006-09-20) [http://www. encoumal. ac. cr/rio/focus/report/English/foot print . html](http://www.encoumal.ac.cr/rio/focus/report/English/footprint.html).

[13] CHENG G, YUE X P. Research and Prediction of Ecological Security in Jiangsu Province Based on the Ecological Footprint[J]. Asian Agricultural Research, 2011, 3(4):48-53.

[14] 曾怡乔,朱红梅,徐绍涵,等.应用生态足迹改进模型对永州市土地资源可持续利用的评价[J].湖南农业科学,2011(5):56-59.

(上接第 3542 页)

(Y)的相关系数为 $R = 0.982\ 04$ ($R^2 = 0.964\ 4$),可见两者的相关性极显著,相关回归方程为 $Y = 0.738\ 8X + 159.991\ 0$ 。

夏谷产量不仅与 5~7 月降水有关系,且与降雨时段紧密相关,即降雨适时非常关键,如 2007、2011 年 5~7 月虽降水总量不多,但每个豫北夏谷生长的关键期降雨恰到好处,所以这 2 个年份仍然增产。2005 年产量最低,主要是 5~6

月连旱(5~6 月降水量仅 37.5 mm, 10~20 cm 耕作层土壤含水率 < 8%)造成出苗困难,即使出苗,也表现生长势弱。2009、2010 年产量最高,主要是 3~9 和 5~7 月总降水量均是近 10 年来最多且每个关键期均有足够的水分,特别是 8 月份(谷子灌浆乳熟期)降水充足,增加了穗粒数和籽粒饱满程度。

表 1 2003~2012 年 5~7 月降水量与夏谷产量

年份	月降水量/mm							5~7 月总降水量/mm	平均产量 kg/666.7m ²
	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月		
2003	27.0	35.0	23.9	64.8	101.6	215.7	119.9	190.3	299.8
2004	0.2	17.6	64.8	69.5	83.0	164.2	40.5	217.1	323.3
2005	2.5	0.0	0.0	37.5	72.4	12.2	102.0	109.9	243.5
2006	1.7	28.7	62.2	68.0	91.2	99.9	56.6	221.4	327.9
2007	60.0	4.8	55.3	52.4	83.0	158.0	35.1	190.7	285.4
2008	2.5	60.3	42.4	111.9	83.2	39.6	32.8	237.5	335.6
2009	23.4	33.9	81.2	28.4	151.3	187.8	112.3	260.9	345.8
2010	8.1	22.7	19.3	119.1	116.9	242.9	148.7	255.3	355.1
2011	0.8	6.8	42.8	23.3	94.8	125.5	116.4	160.9	282.5
2012	22.8	45.6	4.9	44.7	184.1	149.9	30.3	233.7	336.1

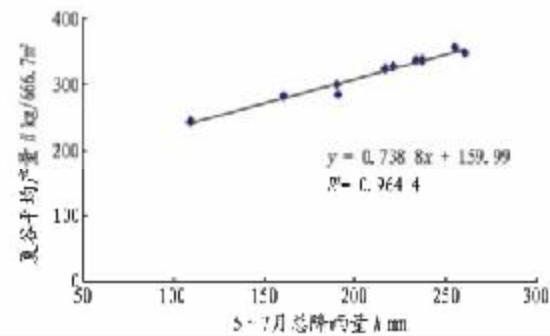


图 1 2003~2012 年 5~7 月总雨量与夏谷平均产量的关系

4 结论与讨论

(1)经连续 10 年对 5~7 月份的降水量与夏谷产量之间的相关回归分析,结果表明,5~7 月总降水量(X)与豫北夏谷平均产量(Y)相关极显著,相关回归方程为 $Y = 0.738\ 8X + 159.991\ 0$ 。

(2)豫北夏谷在整个生长发育时期的生理特点是苗期宜旱,中期喜湿、日照,后期最怕连阴雨涝。但豫北夏谷生长发

育的整个时期,前期干旱少雨,中后期,尤其后期高温多雨,因此气温等气象因素对优质夏谷生产的影响还有待进一步的研究。

(3)豫北优质夏谷生产应依据当地中长期天气预报,尤其是降雨时间、降雨量及气温、光照等^[3],麦收抢收抢种,充分利用自然条件,使谷子需水规律与当地自然降水规律相一致,最大限度地延长夏谷苗期处于干旱雨少的时期,通过自然干旱促进蹲苗;最大限度地使拔节、幼穗分化期与多雨时段吻合;抽穗期处在常年降雨高峰时段;开花灌浆时错过汛期高峰,这样后期日照增多,昼夜温差增大,有利于干物质积累,从而使秕谷减少,达到提高单位面积的产量和质量、获得较高的经济效益。

参考文献

[1] 张玲,赵爱慧,宫克发,等.突泉县种植优质谷子的气候条件分析[J].现代农业科技,2011(11):307.
[2] 乌吉斯古楞.2010 年气象条件对西乌珠穆沁旗牧草生长发育的影响及其产量预报分析[J].现代农业科技,2011(20):336,338.
[3] 张小东,陈全入.利用气候条件提高谷子的产量和质量[J].山西农业,2007(9):22.