海洋缓解我国耕地减少与人口增长矛盾的潜力分析*

韩增林　刘　锴　狄乾斌

一、现状分析

1. 耕地资源状况

我国幅员辽阔，自然、社会条件复杂多样，地区差异大。土地资源广阔，但耕地少，资源相对不足，人地矛盾突出。全国土地总面积960万km²，占世界面积的7.3%，居世界第三位。据粗略估算，其中平地的面积仅占全国土地总面积的34%，最适于经营农业的冲积平原仅占全国土地总面积的12%。然而又由于沿海滩涂、城乡居民点和工矿交通占用了相当一部分土地，加上人口众多，人均占有耕地资源比世界平均数低得多（见图1）。

我国现在实有耕地13 004万hm²(未包括台湾省和香港)，居世界第四位，但人均耕地面积只有0.1hm²，不及世界人均值的1/3。全国已有600余个县人均耕地低于0.8亩（0.053hm²）的警戒线（联合国粮农组织在研究分析的基础上，提出0.8亩是人均占有耕地的最低界线，若低于此限度，即使在现代化生产条件下也难以保证粮食自给）。由于自然条件的制约，我国耕地的地域分布极不平衡。东部地区人口占全国人口的44.8%，耕地却仅占全国的28.4%；中西部地区人口占全国的55.2%，而耕地却占到了全国的71.6%。我国耕地总体质量较差，情况亦有不同（见图2）。

2. 粮食生产状况

目前我国粮食播种面积1.1亿hm²，按播种面积计算的粮食单产约为4.5t/hm²。2001年我国粮食总产量为45 263.7万t，人均粮食354.6kg。根据2000年实现小康目标的基本要求，国家提出2000年我国人民食物消费和营养的基本目标是：人均每日主要营养供给量达到世界平均水平，其中热量2 600大卡(cal)，蛋白质72g，脂肪72g，人均每年约需要400kg的粮食。按此标准计算，我国仅用于人口供应的粮食(不包括工

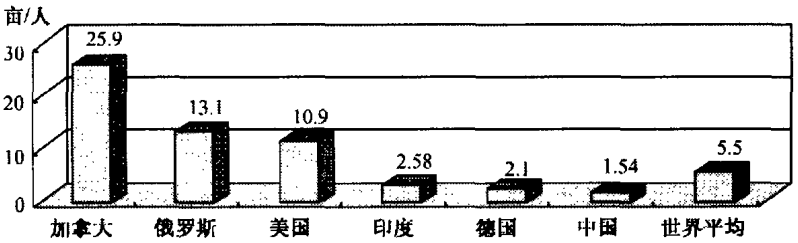

图1　我国人均耕地与世界主要国家及平均水平比较

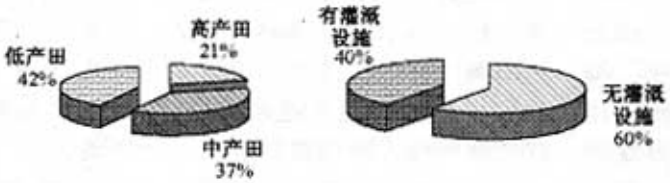

图2　我国耕地质量情况

* 本文为国家社会科学基金项目（02BJY052）资助成果。

业用粮)，尚缺口 5 787.1 万 t，粮食供应出现不足。

我国宜耕后备土地资源约 1 133 万 hm^2，可开发后备土地资源不足，其中可开发为耕地的约 667 万 hm^2。有人主张，我国可以通过进口解决问题，这尚有待商榷。据专家分析，一个国家的粮食进口不可超出本国生产量的 5%。近年来世界贸易量基本在 2.1 亿 t 左右，仅能养活 4.2 亿人口。何况目前世界粮食储备仅够全世界消费 48 天，降到了历史最低点，已向人类亮出黄牌。据有关资料分析，粮食储备低于 50 天，粮食价格即飞涨。如果寄希望于此，必定受制于人，势必削弱我国在国际经济竞争和政治较量中的独立自主地位。因此，我国将长期面临粮食安全的挑战。

3. 海洋水产资源状况

现代科学研究表明，海洋蕴藏着陆地表面所有的物质，足可以弥补未来人类发展过程中陆地自然资源不足的严重问题。我国陆地上的资源开发已逐步接近尾声，但海域面积广阔，资源丰富，开发才刚刚起步。因此，单纯地依靠陆地上的农业生产或是进口来解决吃饭问题已经不现实了，而应当将目光放在海洋上。我国科学家曾提出依靠科技合理开发海洋生物资源，创建了“蓝色农业”的构想，认为这是解决我国人多地少、食物不足的重要出路之一。专家研究报告认为，我国海域不仅面积辽阔、海洋生物种类繁多，而且海洋生物净生产能力为 28 亿 t，如全部开发出来，十余亿人过上富裕生活是有保障的。可见，我国海洋农业发展前景广阔，开发的潜力巨大。

我国近海海域鱼类 1 694 种，占世界鱼类总量的 1/6，其中 150 余种属重要经济鱼类。黄海、渤海海区的鱼类约 291 种，其中有主要经济鱼类约 50 种，以暖温性鱼类为主；东海大陆架渔区的鱼类有 1 064 种，其中经济鱼类有 125 种；南海大陆架海域的鱼类有 200 余种；南海诸岛海域的鱼类有 520 余种。我国海域共有渔场 70 余个，2001 年的水产品总量达 2 571.7 万 t。从近十余年水产品的产量来看，呈逐年上升趋势，其中海水产品占全部水产品的比重一直维持在 57%~60%。现将 1987 年~2001 年的水产品生产状况统计示于图 3。

4. 人口食物消费水平

随着社会的发展，人们生活的不断提高，居民消费水平及结构有了很大的变化。我国居民 2001 年平均消费状况：参照 1985 年，粮食(口粮)由 134.76kg 降至 86.72kg；蔬菜由 144.36kg 减至 113.76kg；猪肉、牛肉由 18.72kg 略增至 19.22kg；家禽及蛋类由 10.08kg 增至 15.41kg；水产品由 7.08kg 增至 9.84kg。由此可以看出：粮食（口粮）、蔬菜已分别下降 35.6% 和 21.2%；猪肉、牛肉、家禽及蛋类和水产品则分别上升 2.7%、52.9%和 40.0%。其中家禽蛋类及水产品的比重增长较大，说明人们的营养结构已在发生转变。

据统计，目前我国城镇居民家庭平均每人一年所消费的水产品达 9.84kg，分别是其所消费的牛羊肉的 3.8 倍，家禽的 2.3 倍，猪肉的 0.5 倍，并与鲜蛋的消费量接近。同时，水产品中蛋白质的含量比鸡蛋、猪肉、羊肉都高，每

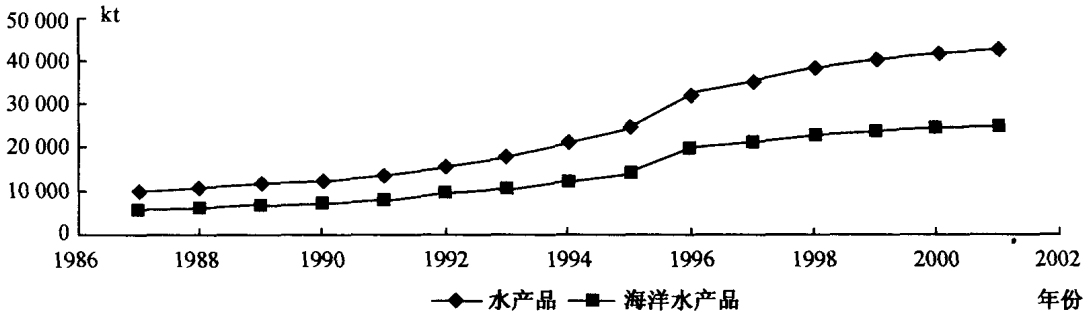

图 3 我国水产品总产量及海水产品总产量比较曲线

100g 紫菜蛋白质含量为 24.5g，对虾为 20.6g，带鱼为 18.1g。以带鱼为例，其蛋白质含量约为猪肉（14.1g）的 1.3 倍，羊肉（11.1g）的 1.6 倍，鸡蛋（14.7g）的 1.2 倍，大米（8g）的 2.3 倍，玉米面（9g）的 2 倍。因此，随着水产品的深加工技术的发展，在未来的时期内，海洋水产品的比重将会继续增大。

二、现状预测分析

1. 人口预测

人口的变化惯性很大，不是想控制就能控制下来的。中国目前每年仍净增 1 100 余万（相当于一个上海或澳大利亚的人口），新增国民收入的 1/4 被新增人口所消费。即使采取严格的计划生育政策，在近期，甚至几十年内，人口的总量仍然在增加。根据国内外多种途径的预测，到 21 世纪 30 年代将达到高峰。人口总量的发展态势极大地关系着预期资源承载力状况。人口预测是一项复杂的系统工程，本文仅作趋势分析之用。

考虑到随着时间的推移，人口的总增长率应该在未来某个时期逐渐趋于零，甚至处于负增长，我们这里采用罗吉斯蒂曲线法对我国人口进行预测，其特点就是有一个最高容量的控制。

选取 1986 年 ~2001 年的人口总数，采用罗吉斯蒂曲线法对我国 2010 年、2020 年及 2030 年的人口数量进行预测。

（1）建立模型

由罗吉斯蒂曲线微分方程表达式：$\frac{dP_t}{dt}=r\left(1-\frac{P_t}{P_m}\right)P_t$

对其求解，得到 $P_t=\frac{P_m}{1+e^{a+bt}}$

式中 a、b、P_m 为待定参数，其中 P_m 为人口最高容量；r 为人口增长率；t 为时间长度。

为计算方便，罗吉斯蒂法又可写为

$$P_t=\frac{1}{a+bc^t}$$

（2）预测步骤

首先将全部数据按顺序均分为三组。将各组内的 P_i 值的倒数相加得到 S_i，即

$$S_1=\sum_1\frac{1}{P_i};\quad S_2=\sum_2\frac{1}{P_i};$$

$$S_3=\sum_3\frac{1}{P_i}$$

根据以上求得的 S_1、S_2、S_3 可求出 a、b、c 的值分别为

$$\begin{cases} c^{nm}=\dfrac{S_3-S_2}{S_2-S_1} \\ b=(S_2-S_1)\cdot\dfrac{c^m-1}{(c^{nm}-1)^2} \\ c=\dfrac{1}{n}\left(S_1-\dfrac{c^{nm}-1}{c^m-1}\times b\right) \end{cases}$$

最后根据 a、b、c 值可求出预测年份 t 的 P_t 值，预测结果示于表 1。

2. 粮食生产预测

根据近年来的数据统计分析来看，在 1980 年 ~1995 年间平均每年减少耕地面积 28.9 万 hm²；人均占有耕地面积不断下降。近年来随着国民经济的发展，水利、工矿、交通与城镇建设用地、退耕还林还牧，以及自然灾害、调整农业结构等原因，耕地面积仍在逐年减少。根据国土资源部的调查，2000 年我国耕地面积为 1.3 亿 hm²，年内净减少耕地面积 96.2 万 hm²；2001 年减少了 62.7 万 hm²；到 2001 年底，中国人均耕地仅为 0.1hm²，远低于世界平均水平。

预计到 2030 年，每年净减少耕地面积可控制在 13.3 万 hm²，即每年平均控制占用

表 1 预测值汇总表

年　份	人口预测值 P'（万人）	粮食生产总量预测值（万 t）	海洋水产品预测值（万 t）	可转化的粮食总量（万 t）
2010	139 855.47	52 067.67	4 420.35	11 271.89
2020	150 877.38	55 195.67	6 136.08	15 647.00
2030	160 253.90	58 219.02	7 851.81	20 022.12

耕地 40 万 hm^2，新开垦耕地 26.7 万 hm^2。这样，2010 年、2020 年和 2030 年将可能先后减少到 9 867 万 hm^2、9 734 万 hm^2 和 9 601 万 hm^2。

选取 1993 年 ~2001 年的粮食单产量进行线性回归分析，对 2010 年、2020 年及 2030 年的粮食单产量进行预测，进而求得 2010 年、2020 年和 2030 年的粮食产量的预测值。

建立一元线性回归模型：

$$\bar{y}=a+b\bar{x}$$

其中 $a=\bar{y}-b\bar{x}$

$$b=\frac{\sum x_i y_i-n\bar{x}\bar{y}}{\sum (x_i-\bar{x})^2}$$

最终求得陆地粮食生产总量的预测值（见表 1）。

3. 海洋水产品总量及可转化粮食总量预测

（1）海洋水产品总量预测

通过对 1987 年 ~2001 年海洋水产品总量的统计分析，运用一元线性回归模型进行预测，可得出 2010 年、2020 年及 2030 年的海洋水产品总量的预测值。模型同上。其结果示于表 1。

（2）可转化粮食总量预测

据统计，每 100g 海水产品含 20.3g 蛋白质，相当于 255g 粮食中所含的蛋白质含量。由此关系可以计算出海洋水产品转化的粮食总量（见表1）。

三、缓解潜力分析

1.承载度与缓解潜力

海洋缓解我国耕地减少与人口增长矛盾的潜力归根结底就是海洋承载力的问题，即海洋最多可以养活多少人，是否可以承载我国不断增长的人口。我们可以通过对农业资源综合生产能力（即陆上耕地粮食生产能力和海洋水产品生产能力）的预测分析得到。从而可以得出我国是否可以承载人口的发展，也就可以得出海洋对人口的承载力。将陆上耕地粮食生产量可承载的人口数 P_1 与海洋水产品产量可承载的人口数 P_2 之和 P_0 与人口的预测值 P' 相比，即人口的承载度 R，若该值大于或等于 1，则说明可以承载，反之则不能。再求出海洋所承载的人口数 P_2 占我国可承载的人口总数 P_0 的比重 G，即海洋的缓解潜力。即

$$R=\frac{P_1+P_2}{P'} \qquad G=\frac{P_2}{P_0}$$

2.潜力分析

根据全国及一些省市已有的研究及中国营养学会对未来食物结构标准的研究推算，2010 年人均每日主要营养供给量若要城乡全面接近小康水平的标准，即热量达到 2 620 大卡，蛋白质达到 75g，脂肪达到 74g，则人均大致每年需要 420kg 的粮食；2020 年人均每日主要营养供给量若要城乡全面达到小康水平的标准，即热量达到 2 650 大卡，蛋白质达到 76g，脂肪达到 75g，则人均大致每年需要 435kg 的粮食；2030 年人均每日主要营养供给量若要全面达到富裕水平的标准，即热量达 2 700 大卡，蛋白质达到 80g，脂肪达到 78g，则人均大致每年需要 450kg 的粮食。

依据以上标准，对我国预期年份承载状况和海洋缓解潜力进行分析，结果示于表 2。

由表 2 可看出，通过未来三个时期我国人口的可承载量与人口预测值的比较分析可知，2010 年、2020 年、2030

表 2　海洋缓解潜力分析

项　　目	2010年	2020年	2030年
耕地可承载的人口数量 P_1（万人）	123 970.64	122 657.04	116 438.04
耕地超载的人口数量（万人）	15 884.83	28 220.34	43 815.86
海洋可承载的人口数量 P_2（万人）	26 837.83	35 970.11	44 493.6
承载度　R	1.078	1.051	1.004
海洋缓解力　G	0.178	0.227	0.276

年耕地粮食生产仅可承载123 970.64万人、122 657.04万人、116 438.04万人，分别超载15 884.83万人、28 220.34万人、43 815.86万人。这说明，仅仅依靠有限的耕地资源，即使在高效利用的条件下，仍然难以满足中国由于人口增长所带来的食物需求。由三个时期的人口承载度 R 均大于1可以说明，我国可以实现粮食的自给自足。这是由于海洋对于缓解耕地与人口增长的矛盾有着巨大的潜力，三个时期分别可承载26 837.83万人、35 970.11万人、44 493.6万人，占总承载量的17.8%、22.7%和27.6%。其中这里的人口可承载量只是选取陆上耕地的粮食生产和海洋的水产品的可承载量，尚未包括陆上牛、羊和淡水产品的可承载量。由此可以看出，我国完全可以依靠自己力量解决粮食安全问题，实现中国的可持续发展。

四、对策

1. 保护现有耕地，扩大海洋空间利用，从而增加粮食总产量

为增加粮食产量，实施“开源”、“节流”措施。“开源”就是一方面要加强耕地保护，严格控制非农业建设用地，规划国家建设用地；可以将一些基础设施如仓库、垃圾排放站等建设在近海大陆架上，有效地保护好有限的耕地。另一方面要加快后备耕地的开发和改造，增加耕地面积；提高粮食单产，积极引进现代科学技术，推广高产低耗优良作物品种，改造中低产田，大力发展生态农业。“节流”就是要减少粮食的浪费。据测算，中国粮食在种、收、运、储、销、加工、消费等环节损失率至少为15%。如果将损失率降到合理的5%范围内，则至少可节省粮食450亿kg~600亿kg。另外，在水产品加工方面增大科技的投入，对低值水产品进行深加工处理，可间接转化成粮食。

2. 控制人口的增长，进一步改善人们的饮食结构

人口数量的增加是粮食需求压力增大的重要原因。要保证我国经济健康、稳定的发展，实现可持续发展的宏伟目标，必须结合行政、经济、法律等手段确保计划生育政策的实施，严格控制人口数量的增长。同时要逐步改善饮食结构，引导人们增加对动物食品和水产品的消费，充分利用大豆、花生等植物蛋白，合理调配营养，既满足居民营养需求，又缓解对粮食需求压力。

3. 严格依法治海，实现海洋管理的法制化，有效地保护海洋生态环境

海洋资源的开发必然会导致环境问题的出现。要使海域成为食物生产、经济发展和生态环境建设协调、持续发展的示范区，必须依法管海,严格执行《中华人民共和国海洋环境保护法》和《中华人民共和国海域使用管理法》，做到海洋资源开发与海洋环境保护相结合，消除海域使用无序、无度、无偿和不合理用海的现象，实现海洋管理的法制化。同时还要大力发展绿色生态产业，进而实现海洋的“绿色生产”。

4. 调整产业结构，加大科学技术的投入，进一步促进海洋经济的发展

加快发展海洋经济，必须要调整优化海洋产业结构，依靠高新技术改造海洋传统产业，发展新兴产业。依靠现代科技手段探索新的可持续利用海洋资源的方法，加快传统产业的高新技术化，加速传统产品的更新换代，向深加工、精加工、高技术和低消耗方向发展。同时还要大力发展海洋高等教育事业，引进国外的先进技术，加速推进海洋人才培养和海洋科技发展，提高海洋知识创新以及高新技术研究开发水平。

五、结束语

加强海洋资源的开发利用与保护。是我国今后的战略重点。在面临可持续发展大课题的新时代，人类对海洋价值的认识逐步深化，在从海洋中获取资源、利用海洋争夺资源、依赖海洋生存的基础上，又形成了新的认识。为了更好地发挥海洋的优势，提高其对陆域的缓解能力，应加快其开发速度和规模。同时要不断提高全民族的海洋意识，依法强化海洋管理，持续快速发展海洋经济，大力促进海洋科技创新，合理开发利用海洋资源，切实保护海洋生态环境，实现海洋资源的可持续利用。

（作者单位 辽宁师范大学海洋经济可持续发展研究中心）