

开发浅海滩涂资源 拓展我国的生存空间

陈吉余

(河口海岸动力沉积与动力地貌综合国家重点实验室 华东师范大学河口海岸研究所, 上海 200062)

[摘要] 据预测 21 世纪中期我国人口将净增 2~3 亿, 而耕地减少累计量将达 1 800 万 hm^2 , 二者叠加到 21 世纪中叶我国将缺少 4~5 亿人口的生存空间, 人口、资源、环境形势非常严峻; 而如何拓展生存空间的形势也是极其严重的, 河流上游封山育林, 中游退田还湖, 但沿海滩涂却可提供大量后备土地资源。历史上我国退海、围海之地达 10 余万 km^2 。近 50 年来, 加大围海造地力度, 新增了 11 000~12 000 km^2 土地。本文提出 2050 年前再造 10 000~15 000 km^2 生存空间, 为 2 000~3 000 万人提供就业机会, 还着重提出未来 50 年围垦难点所在是低滩围垦。根据入海泥沙自然造陆与所需造陆之间的差值, 必需以人工促淤和生物促淤工程来弥补自然成陆泥沙之不足。还需在提高环境监测、预测的精度, 以及工程技术等方面的技术创新。

[关键词] 浅海滩涂资源; 生存空间; 围海; 人工海岸; 促淤工程

1 我国的生存空间, 面临着

严峻的挑战

中国是世界上人口、资源和环境形势最为严峻的国家之一, 面临着人口增长和耕地减少的双重压力。据预测: 到 21 世纪中期, 即 2050 年左右, 我国人口将稳定在 15 至 16 亿。这个数字较之 2000 年接近 13 亿的人口将净增 2~3 亿。中国的耕地受到自然条件限制, 人均耕地少, 而且人均占有量在逐年的下降。近 10 年来, 耕地每年减少 36 万 hm^2 , 按照此速度递减下去, 到 2050 年, 累计将减少 1 800 万 hm^2 。如果按每人耕地面积 0.1 hm^2 计算, 则将等于减少 1.8 亿人口的生存空间。二者叠加, 到 21 世纪中叶, 我国将缺少 4~5 亿人口的生存空间。虽然我国在政策上严格控制人口增长, 严格控制占用耕地, 而人口增长和耕地占用仍然是经济发展的必然趋势。所以我国面临着生存空间的压力异常严峻^[1]。

2 沿海滩涂有丰富的潜在的土地资源

滩涂、特别是河口和淤泥质海岸的潮滩, 有着

规模很大的潜在的土地资源。它们之中, 有些已为人类提供了广阔的生存空间。

世界上土地资源不足的国家与地区, 都出现与海争地的对策(图 1)。“上帝造海、荷兰人造陆”, 北海之滨的荷兰围海是世所称誉的。荷兰的海岸工程悠久, 成绩卓著, 它所在的莱茵—缪斯三角洲 3 500 km^2 的土地上, 有 40% 是围海而成的。本世纪须德海围海工程, 30 km 大坝, 横截海湾颈部, 形成艾瑟湖, 从其中围出 1 660 km^2 土地, 而且使防海工程缩短了 300 km 。近数十年来, 有关国家加大了围海力度, 除毗连海岸片片陆地相继围出外, 还出现离岸填筑人工岛工程。日本是多山岛国, 随着城市化发展、废弃物填海造陆, 甚为广泛。东京湾、三河湾、大阪湾莫不如此。60 年代中, 神户的港岛填筑, 继之以六甲人工岛, 以及 1993 年完成的关西机场, 都是建在 4~20 m 冰深的浅海之上的。近年的香港新机场、澳门机场也都是依山傍海填筑而成^[2,3]。

我国是一个围海大国, 有悠久的围海造地和滨海水利建设的历史。千百年来, 我国的围海、退海之地约达 10 多万 km^2 , 约为荷兰国土 (41 574 km^2)

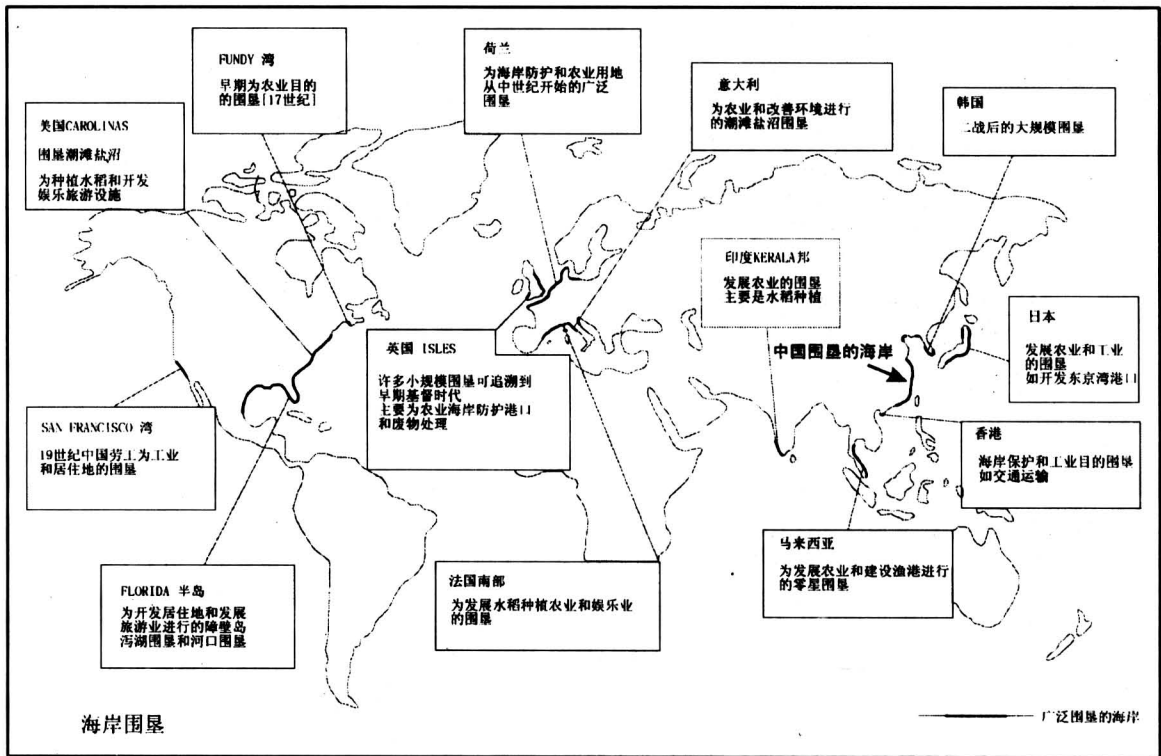


图 1 世界主要地区海岸围垦分布图 (据 R W G Carter 修订)

Fig.1 The distribution of the reclaimed coasts in the world

的 3 倍。还在荷兰人以低薄的土圩子和北海汹涌波涛搏斗之时，中国已在涌潮澎湃的钱塘江沿岸平原上修建鉴湖灌溉工程；荷兰的系统海堤形成于 13 世纪，而我国的系统海堤钱塘江北岸的捍海塘在 7 世纪就已出现，苏北的常丰堰（后来的范公堤附近）在 8 世纪完成。钱塘江河口有涌潮之灾，它的海塘建设不断有所创造，直到 16 世纪海盐出现五纵五横鱼鳞大石塘，17、18 世纪海宁出现鱼鳞大石塘，用糯米灌浆，铁元宝扣榫，前有坦水，后有土戗，很为坚实。至于江南海塘（江苏常熟至上海金山），顺应潮流、波浪共同作用的环境特征，修建了桩石工程，也颇坚实。我国古代的海塘建设，工程巨大，保护海岸河口人民生命财产起着重大作用，遂使海塘工程附于长城、运河之后成为中国古代的三大工程之一而闻名于世^[4]。

近 50 年来，由于人口的增长，经济的发展，城乡建设的需要，加大了围海的力度。长江以北有些海岸多年没有堤防，修起了海堤，不仅防止了风暴增水所引起的海水漫溢，而且在系统海堤之外，还有散塘围垦。长江以南，则有多种形式围海：既有渐进式围海，也有堵坝式围海；从高滩围垦，渐

有中低滩围海；有围堰促淤，也有围堰填海，技术不断发展，使围海工程取得显著成绩。50 年来全国围海面积达到 11 000~12 000 km²。成绩之著者，如浙江全省围出了 1 650 km² 的土地，相当于荷兰 20 世纪以来围海造地的总和，上海市围出了 730 km² 土地，相当于日本二战后全国围垦的总和，珠江口仅珠海一市就围出了 270 km² 土地，接近于英国瓦希湾千百年围垦面积总和，江苏更围出 2 270 km² 土地。这些新围的土地都是当前改革开放的前沿地带，它们提供了约 2 000 万人的生存空间*。

过去 50 年虽然围垦了近 12 000 km²，但是近海滩涂仍然具有很大的分布范围。它们仍然可以为我们拓展生存空间提供后备的土地资源。据 80 年代中期调查，沿海滩涂总面积为 20 779.3 km²，0~ -10 m 的浅海面积为 62 650 km²。滩涂已被圈围利用了一部分，但是这样的滩涂和浅海面积都是变数，在入河泥沙通量扩散和波浪掀沙、海流搬运

* 中国围海工程（初稿），1999 年，中国水利学会围涂专业委员会编

的作用下，滩涂的面积无时无刻都不在变化之中。冰后期以来，它们大多总是向海推展不断增长着的^[5]。

目前，面对我国人口、资源之间严峻的形势，如何扩展人类生存空间的形势也是严峻的。山地开荒，树木砍伐所带来的水土流失，湖泊围垦，沼地疏干使得降水无法涵养，湖沼降低蓄洪、滞洪的能力，导致洪水漫溢和防洪、行洪困难的灾害。因而河流上游需要封山、育林、种草，防止水土流失；中游需要退田还湖，增加滞、蓄洪能力。现在不再提扩大流域内开荒要求，而要走科技道路，改善粮食品种，提高粮食亩产，转化粮食结构。然而浅海滩涂却是我国有效的潜在土地资源，只要科学管理、合理开发、沿着中国漫长的海岸线上，仍然有着拓展生存空间的巨大潜力。

3 未来50年，再造10 000~15 000 km²的生存空间

过去50年滩涂围垦取得了很大成绩。未来50年，我们仍然有可能再造10 000~15 000 km²土地的生存空间，为2 000万人创造就业机会。

这个提法的根据：其一，我国有丰富的入海泥沙。年输沙量可达20亿t（全国海岸带调查数字为17.5亿t），约为全球入海泥沙通量的1/10。这与我国的地质结构和地貌结构密切相关。我国陆地的侵蚀模数在世界上居于较高的数值。泥沙是造陆的宝贵资源。所以我国浅海滩涂分布与大河或高泥沙含量的河口与邻近河口的海岸有关。其二，我国陆架宽广，坡度平缓，-10~-15 m以浅的海域广阔，波浪掀沙，随波逐流的沿岸的泥沙丰富。如苏北辐射状沙洲辽阔的海面上，在潮汐水道中运动着的泥沙，输入大于输出，年输入量约为2亿t。再如钱塘江近30余年来围出的土地，滞留泥沙量30亿t左右，而钱塘江年入海泥沙只有500余万t，二者极不平衡，大量泥沙来自于口外。其三，我国堤防工程有数千年历史，围海有千余年的经验，这些经验在历史上已成功地为我国创造出数万km²土地。近50年来，特别是近30年来，围海工程技术在多方面取得极其显著的进展，使我国围海工程取得了飞跃的进展，从防海到围海、到填海，从高滩围海到中低滩围海。未来50年的围海工程，将是科技创新，使科学技术更加有效地转化为生产力的历史进程。

4 难点之所在——低滩围海

过去50年全国围海造地的速度每年约为230~240 km²。这样的速度，超过了河流入海泥沙自然造陆的能力。据研究：我国三大河流入海泥沙自然造陆能力：黄河为23~50 km²，长江为15~30 km²，珠江为7~8 km²，这三条河入海泥沙将近全国的90%。放宽估计，全国入海泥沙自然造陆能力约为100 km²，大大低于过去每年围海造地的能力。

那么，那些超过自然造陆能力的被围垦土地的泥沙是从哪里来的呢？如所周知，过去围垦高程的确定，往往与平均高潮位相近。低于这样的高程，水动力强，围堤很难站住脚。所以50年来的滩涂围垦以高滩为主。在过去围海技术不够发达的情况下，围堤之外往往留有宽阔的高滩。因此，高滩未围之地有时多达数km。这些多年积累的高滩在最近50年中多已被围，而未围的高滩所剩无几了。另一方面，在淤泥质海岸，围垦也是促淤，围垦改变了原来的潮滩剖面，在海岸动力作用下，海岸剖面塑造，它的上部往往有利于沉积物堆积，增加可围土地的面积。当然，近50年来，人类对于河口海岸的改造也不遗余力，一系列的促淤工程，也发挥了一定的作用。

未来50年的滩涂围垦与过去50年有着显著的差异。海岸的高滩地被超量地围去了，今后滩涂围垦将是中低滩和浅海造陆。中低滩围海造陆，动力强、围堤标准高、技术复杂、投资大。因此，它的难度就远超过前50年。

虽然，存在难度，但近年来的实践表明，通过人工促淤——工程促淤和生物促淤有可能加速造陆的过程。上海芦潮港4 km导堤，拦截的泥沙流，两年内淤涨出约1 333 hm²土地。浦东国际机场一期工程的围堰，半年内淤积最快的地方淤高2.7 m。西江口围堰促淤，填海成陆。普陀东港工程，2 700 hm²即将成陆。人工岛工程也在我国陆续出现，香港新机场实际上就是一个人工岛工程，而在北方南戴河仙螺岛的人工岛也于近期露出了海面。生物促淤在国外有较长时间的实践，如英国在1880年至1940年间做了大量生物促淤工程。我们在长江口九段沙所做的种青促淤引岛生态工程，一年淤高30 cm，而且迅速扩大了绿滩面积。

5 人工海岸、人工河口是开发近海滩涂的科技新方向

高滩围堤起着稳定江、海岸线的作用,有别于贝壳堤沙堤等天然岸线而为人工岸线的一种。人工海岸更着重于中低滩乃至水下滩通过工程促淤形成人类生存的空间。人工海岸还包括由于人为作用形成的人工岛(含半岛)、人工泻湖、人工环礁、人工海湾、人工海滩等。河口是没有岸线的海岸,或者是海岸的组成部分。它的改造可以形成人工河口。自20世纪60年代日本兴建人工岛以来,人工海岸已成为近代海岸工程科技新方向,日本当前的海岸深开发问题也都是人工海岸的建设。我国钱塘江河口治理实际上是世界上人工河口建设的典型。它既围垦了870 km²的土地,也治理了大冲大淤,大涨大坍、波涛极为汹涌,江岸极不稳定的钱塘江河口。长江河口400多条丁坝控制了此坍彼涨,摆荡不定的沙岛。目前要在10年内在长江口南边滩造陆40 km²的工程已经启动。此外若干大型围垦如苏北海岸的围海工程和大型连岛工程如连云港西大堤工程、温州灵昆岛至洞头岛的连岛工程都已在或将在人工海岸中演奏出新的篇章。

工程技术的进步是人工海岸建设的重要保障。随着近年来大型工程不断出现,使围海工程技术有着显著的进展。特别是近岸人工岛和离岸岛出现多种结构型式:圈围式、桩基式、底部固定式、插座式、半沉式和浮式等,最近在日本横须贺海面建成一个海上漂浮机场,就是由巨型钢铁漂浮物板块组成,有一条100多m长的跑道,而导堤、防波堤则有半圆式、箱式等一系列新技术出现。我国近年在海岸工程中亦创造出多种新的工程技术,如软基处理、土工布垫层、护岸工程、防冲的沉井和插板等。在将来人工海岸工程中,还将会有更多的创新技术应用到中低滩促淤、围垦和填土工程之中。

6 围海造地和生态环境协调发展

围海造地形成人类新的生存空间,造就新的就业机会,成为我国社会经济可持续发展的重要支撑,这是可见效益的一面。但是我们也必须重视一些围海造地可能导致的负面影响。首先,围海使湿地受到损失。目前我国湿地损失率已达到85%,致使相当一部分海滨沼泽地消失。如我国红树林沼泽面积从30 000 hm²降低为6 000 hm²,损失率达

80%。大于美国沼泽损失率的53%,菲律宾红树林损失率的67%。海滨沼泽地的保存与候鸟迁徙和生物多样性保存有密切关系。其次,盲目围海或造虾池鱼塘,致使有的围海,既不能种植,也不能养殖,这样的事例,已见于某些海岸地区。其三,有的河口围垦,审批不严,乱围乱垦,致使河流泄洪受到影响;有的海湾盲目围垦,降低进潮量,使海湾通道淤浅,导致航运不畅。其四,有的围垦地区淡水资源供应不足,使开发利用受到影响。然而,这些负面影响如果给予有效的、严密的科学规划,科学管理,综合利用,因地制宜地合理营运,还是可以削减并使围海与环境得到协调发展。就如天然湿地转化为人工湿地以后,通过合理规划,仍然可以使部分人工湿地发挥天然湿地的功能。何况在某些淤泥质海岸,围海也起到一定的促淤作用,使天然湿地逐渐恢复,所以从动态保护湿地是完全可能的。同时,在已围的土地中,开发利用也需适度,并留有相应的绿化面积。

7 结语

综上所述,围海造地,扩展生存空间是涉及国家可持续发展的一项重大任务。今后围海着重于中、低滩的造地,工程难度大,投资力度强,环境影响面广。为此,拓展海岸空间就需要更多的科技含量、更加有效的科学管理、切实可行的发展规划、系统有序的工程措施,用以取得综合的社会效益、经济效益和环境效益。本文特别指出中低滩围海造地,人工海岸、人工河口工程修筑,动力作用较高滩增强,地基基础也相对复杂,工程投资将要提高数倍乃至十余倍。因此,需要加强前期研究工作,对环境因子的监测、勘测、分析测试需要提高精度,对预测、预报需要提高准确度。所以,加大科技创新的投入是非常重要的。

参考文献

- [1] 中国21世纪议程——中国21世纪人口、环境与发展白皮书[M]. 北京:中国环境科学出版社, 1994. 107~134
- [2] Carter R W G. Coastal Environments [M]. Academic Press, 1988. 516~518
- [3] Chen J Y, Eisma D, Walker H J, et al. Artificial Coasts [M]. Kluwer Press (in press), 1999
- [4] 浙江省水利志[M]. 中华书局, 1998. 623~647
- [5] 中国海岸带和海涂资源综合调查报告(资料汇编)

[M]. 海洋出版社, 1991

To Exploiting Lower Tidal Flats for Expending Living Space of China

Chen Jiyu

(State Key Lab of Coastal and Estuarine Research, East China Normal University, Shanghai 200062)

[Abstract] It was predicted that the population of China will increase by 2~3 hundred millions by the middle of next century, but the arable land will decrease by 18 million ha. This means that there will be a shortage of living space for 4~5 hundred million populations, which will aggravate the situations of population, resources and environment. To expend living space is difficult duo to closing off afforested mountain for protection on up-stream and recovering lakes from onec reclaimed farmland. However, the tidal flats along the coasts can provide a large amount of land resources. Historically, there were over 100 000 km² obtained from land progression and reclamation. In recent 50 years, China has acquired 11 000~12 000 km² new land with enhancing reclamation. This paper suggests making 10 000~15 000 km² living space for 20~30 millions population to get employment before the year 2050. The reclamation to lower tidal flats is the key and difficult point in the next 50 years. According to the sediment shortage from sea or river between artificial land-making and natural land-making, the artificial impelling siltation and bio-impelling siltation engineerings are necessary to make up for sediment shortage of natural land-making. Besides, it is also necessary to improve environmental monitor and prediction precision and to make innovations on engineering technology and so on.

[Key words] tidal flats; living space; reclamation; artificial coastline; engineering impelling siltation; bio-impelling siltation

* * * * *

先进制造技术及其形成

所谓“先进制造技术”(Advanced Manufacturing Technology—AMT)至今虽尚无一个权威性的定义,但可以认为它是一个涵盖整个生产过程和跨多学科且高精度、复杂的集成技术。它是不断吸收机械、电子、信息、材料、能源及现代管理等方面的成果,并将综合应用于制造的全过程,实现优质、高效、低耗、洁净的生产,取得理想技术经济效果的制造技术总称。

在制造技术近200年的发展过程中,经历了作坊—机器生产的进步与发展,在新兴产业及市场需求的牵引下,在电子技术、新材料技术、系统工程及管理技术推动下,形成了当代的先进制造技术群:

由传统制造技术经优化而形成的优质、高效、低耗、少污染的基础制造技术群;

基础制造技术与各种高新技术结合形成的先进制造单元技术群,如制造业自动化单元、极限加工技术、质量与可靠性技术、系统管理技术等;

应用信息技术、计算机技术和系统管理技术对上述两个层次技术群进行局部和系统的集成所形成的系统集成技术,如柔性制造系统(FMS)、计算机集成制造系统(CIMS)等。

——摘自姚福生院士“先进制造技术”报告