

滩涂开发利用及评价模式浅析*

王晓东¹, 袁仁茂¹, 王 烨²

(1 北京大学城市与环境学系, 北京 100871; 2 北京大学地质学系, 北京 100871)

摘 要: 沿海滩涂作为海岸带的重要组成部分, 是我国重要的后备土地资源, 而随着我国经济的发展和人口的增加, 对滩涂地区的开发利用也将成为我国经济发展新的增长点。在分析国外滩涂利用模式的基础上, 从土地资源、生物资源和淡水资源等角度探讨滩涂的开发模式, 剖析滩涂的内在功能评价指标以及外在经济评价指标。

关键词: 滩涂; 模式; 开发利用; 评价

中图分类号: S156 91

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2001)02-0107-05

Study on the Model of Exploitation, Utilization and Evaluation of the Coastal Beach

WANG Xiao-dong¹, YUAN Ren-mao¹, WANG Ye²

(1 Department of Urban and Environmental Sciences, Peking University, Beijing 100871, China;

2 Department of Geology, Peking University, Beijing, 100871, China)

Abstract: As an important component of the coastal region, the coastal beach is an essential preparative land resource in our country. With the development of economy and increase of population in our country, the exploitation and utilization of the coastal beach will become a new economic increasing point. Based on the analysis of utilization models of coastal beaches of some foreign countries, the models of exploitation on land resource, biology resource, and water resource are discussed, the internal functional criterion and the external economic criterion of evaluation are probed into.

Key words: coastal beach; models; exploitation and utilization; evaluation

滩涂概念的界定, 目前在国内外学术界尚未达成共识。从纯学术观点来看, 狭义的滩涂就是指潮间带(Tidal Zone), 系指大潮高潮线与大潮低潮线之间海水周期性淹没的地带。而从开发利用的角度来看, 广义的滩涂不仅拥有全部潮间带, 还包括潮上带和潮下带可供开发利用的部分。由于各地滩涂及其开发利用方式不同, 滩涂的上下限也就有所差异, 没有统一的界线。本文所论及的滩涂, 均是指广义的滩涂。

滩涂是海洋与陆地交错地带, 是人类经济活动

十分频繁的区域, 正是在它的基础上开发形成了沿海经济区。沿海国家对沿海经济区和沿海滩涂实施开发与管理的沿海经济区发展中极为重要的组成部分。国家的社会、政治、经济与文化和环境等多种因素的不同, 其海涂开发利用以及管理的方针、政策也不可能是一致的, 但是, 在开发的基本模式、管理程序和技术手段等方面可以相互借鉴。我们研究国内外海涂开发的模式与技术, 目的是为了取人之长, 补己之短, 结合自己的实际情况, 吸取其有用的部分, 促进我国沿海滩涂的进一步合理开发与利用。

* 收稿日期: 2001-03-21

本文承国家自然科学基金: 半干旱农业景观空间结构演变规律及其机理的典型研究(资助号: 49971073)资助。

作者简介: 王晓东(1976-), 男, 硕士, 主要研究方向为景观生态与区域发展规划研究。

1 滩涂管理利用模式概况

1.1 日本滩涂开发——环保渔业养殖模式

1.1.1 日本滩涂环境与资源 日本地处亚洲大陆东部,由细长的、呈弧形分布的群岛组成,从最北端的北海道岛(北纬 45°)一直延伸到最南端的八重山群岛的冲绳县(北纬 24°,纵跨纬度 20°,从亚热带直到寒带。

日本滩涂地区极为重要。沿海城市的商业销售量占全国总销量的 60%,其中工业海运量占 52%。资料表明,1989 年日本滩涂岸线总长 34 386 km,其中约有一半需加保护。日本的太平洋沿海受到暖流的黑潮和寒冷的亲潮影响,两者交汇处形成世界最为著名的渔场之一;然而,由于日本经济的飞速发展,工业废水和生活污水的排放导致许多海涂水域明显恶化。尤其在 60 年代,许多沿海滩涂鱼贝类的栖息地和繁殖场逐渐消失,陆上废塑料及其他废物的处置破坏了原有的渔场;更为严重的是,在沿海滩涂水域捕捞的多数海产品均受到重金属、人造有机化合物和其他物质的污染。80 年代,环保意识强的人们,普遍认识到环境污染的危害,因而引发了各种反污染措施,减缓了环境污染^[1]。

1.1.2 滩涂开发管理模式 为减少海涂围垦、水污染和其他因素而造成的沿海滩涂渔业损失,日本政府开始认识到必须努力提高在本国 200 海里海涂水域的渔业生产率,建立一整套稳定的渔业制度。因此,政府在加强各种水域保护系统的同时,制定了积极保护沿海滩涂渔业的保护政策;并且把海涂渔业看作一种公共产业,促进其有计划地开发,力图开发有用的海洋工业资源,提高资源回收率和生产能力。

1974 年,政府颁布了《沿海渔业组织和发展条例》,依据本法成立的合资企业包括创建水产业、创立海上养殖区和保护海涂渔业的株式会社等,其中第一沿海海涂水产组织株式会社于 1976 年开始经营。在所有的这些沿海滩涂渔业组织株式会社中,中央政府拨款投资 50%,其余部分由地方自行解决。第一沿海海涂渔业组织株式会社经营了 6 年,总预算为 2 000 亿日元。此后,第二、第三沿海海涂渔业组织株式会社也先后经营了 6 年。第四沿海海涂株式会社于 1994 年成立并开始经营,总预算为 6 000 亿日元,到 2000 年止。除创建水产业、增加养殖地点和保护渔场这些原定的开发模式外,第四沿海海涂渔业组织株式会社还提出了如下开发与保护模式^[1]:

(1)以资源开发管理为轴心,重塑区域性海涂渔业结构,进一步促成以资源保全为向导的渔业。开发出一个评价未来娱乐捕鱼地位的系统,对渔业生产能力及有关的机制进行调查和全面认识并建立新的优良模式。

(2)组织全国水产养殖中心机构,协助政府一级建立地方养殖中心机构,以便进一步促进渔业的发展。

(3)发展“海洋革新概念”,开发多种海洋用途,以满足普通大众海上及沿海滩涂娱乐的需求。

(4)开发利用海洋生物增殖生成的自然能源系统,同时建立实现其他目标的机构。

上述研究开发模式涉及企业、政府和学术界在联合开发组织中的合作问题,并将由全国渔业研究机构、高等院校和其他机构共同执行实施。

1.2 荷兰滩涂开发——填海造陆,泥沙补给模式

荷兰沿海滩涂主要由海涂沙丘、海堤和其它一些水下障壁组成,它们共同保护着荷兰的低地,其中沙丘海涂占到总岸线长度的 3/4,宽度从不足 10 m 到几千米。沙丘和海滨以及前滨提供了一个自然的泥沙防护体系,但在自然的作用下,这样的防护体系在不断地变化着。大尺度的海涂泥沙平衡研究表明,荷兰大部分海涂剖面坡度正在变陡,加上潮汐汉道的淤闭和海涂附近沟槽的迁移,泥沙在近岸槽沟中淤积,沙坝不断淤高,使荷兰西南部分的海涂不断受到侵蚀。此外,海平面的上升将使进入潮汐汉道的泥沙不断增多,导致海涂的浅部和深部的泥沙不断亏失。由于海涂不断地被海岸侵蚀破坏,泥沙补给显得十分重要和必须。首选泥沙补给的方法来进行海涂的开发与保护是因为它与海涂的旅游和自然保护目的相一致。泥沙的补给,明显地加宽了海涂海滨宽度,对造田、休闲和旅游等产生明显的好处,同时泥沙的补给也有助于沙丘地区的自然发展过程^[2]。

用于补给的泥沙主要取自于北海海底。为了将海底生物的损失减少到最低限度,并保证海岸基础不受破坏,泥沙取自大于 20 m 深或离岸 20 km 以外的地方,用托曳漏斗式吸沙船来工作。自 1990 年以来,每年吹填到荷兰海滩的吹沙量为 500~700 万 m³。如果海平面加速上升的话,这一吹沙量还要加大。从已有的经验证明,泥沙补给模式和其它的一些海涂开发方法相比具有一系列的优点^[2],主要如下:

(1)和护岸堤与防波堤相比,泥沙补给更经济。这主要是因为泥沙便宜,尽管泥沙补给每隔一定时间就要重复进行。

(2)泥沙补给更适合于自然状况,海涂的自然演

替过程不被干扰,对上下游海涂无负面影响。

(3) 泥沙补给是一个防护海涂与海涂进一步开发的非常灵活的方法:它几乎在任何地方都可用,并且根据需用的泥沙量和用于海涂开发、防护的经费的不同而相应地变化。

海涂泥沙补给模式,包含一系列的过程与技术,如每年的海岸线测量,海涂淤涨变化和每年的评估,泥沙补给技术和每年海涂开发、管理的预算。其海涂开发与管理的程序可总结为:

(1) 每年都进行海岸线观测来确定沙丘前沿线,海滨和部分浅海床的位置,这些资料放在 DONAR 数据库中,比如 1996 年的数据在 1996 年 9 月底放入。

(2) 根据过去 10 年的海涂观测资料,进行海涂范围演替评估,以确定海涂或海岸基线是否会在今后几年中被超越。年际海涂和海岸线调查评估结果刊登在海岸线公报上。

(3) 根据海岸线公报和海涂演变的趋势,管理局决定是否采取泥沙补给方法的指导性方案。同时一个指导性的长期泥沙补给的方案也被确定下来。

(4) 这一指导性方案被提交到省海岸议会 (POKS),该机构里包括所有与海涂和海岸线管理有关的团体,并能充分表达自己的观点。然后 POKS 向管理局报告,由管理局最后决定下一年的泥沙补给工程项目。

(5) 工程项目交给挖沙公司来按要求进行泥沙填补。

1.3 巴西滩涂开发——环境保护模式

巴西沿海滩涂处于北纬 4°24' 和南纬 33°45' 10' 之间,海岸线长达 7 500 km,是世界上海岸线最长的国家之一。在巴西北部 and 东北部滩涂地区是第四纪形成的沙质平原和红树林地带;在东南部是寒武纪形成的海边悬岩和海湾^[3]。巴西滩涂的宽度在北部较大,在东北部逐渐变小,在东南部和南部地区又变大^[4]。其沿海滩涂的生态系统类型也多种多样:从热带生态系统到亚热带生态系统,包括红树林、珊瑚礁、海边悬岩、泻湖、海滨三角洲等等。近年来滩涂地区的生态系统受到人类各种经济开发活动的严重影响,巴西政府为了协调好滩涂地区开发与保护之间的矛盾,大力加强滩涂地区生态系统的保护工作,尤其对红树林、珊瑚礁以及泻湖等生态系统加以保护。

在 1970 年以后,巴西政府开始从国家、州和城市三个层次开始滩涂地区的环境保护。1973 年,巴西第一个国家环境保护机构:全国环境保护秘书处

(SEMA: Secretariat for the Environment) 成立,后来演变为 1992 年成立的亚马逊河环境保护局。在 1989 年,巴西环境保护局 (BAMA: Brazilian Institute for the Environment) 成立,并与亚马逊河环境保护局合而为一。从 1970 年以后,各个州也相继成立各自的环境保护局,对滩涂的各种资源加以保护。与此同时,巴西在法律方面也对滩涂的保护工作提供依据,成立了国家环境法院,并在 1986 年规定滩涂地区所有大项目都必须进行环境影响分析。到现在为止,巴西全国共有大约 310 个不同层次的政府机构进行滩涂地区环境保护的工作^[5]。具体保护措施如下:

(1) 对全国滩涂地区进行规划,部门细化到沿海各个城市,规划制定和讨论过程由专门的滩涂地区管理委员会执行,并有政府部门和社会各个相关部门的参与。

(2) 建立各个州的滩涂资料数据库,定期更新,为以后的规划保护提供依据。

(3) 进行从上到下的环境保护培训机制。

(4) 对滩涂地区的保护提供基础设施方面的支持,具体措施在规划中得以体现,并通过法律监督实施。

2 滩涂资源开发利用模式

2.1 土地资源开发利用模式

沿海滩涂有丰富的潜在的土地资源,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。

2.1.1 国外滩涂地区土地资源开发利用模式

(1) 围垦毗连海岸片陆地模式——以荷兰为代表。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 km² 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 km² 土地,而且使防海工程缩短了 300 km^[6]。

(2) 离岸填筑人工岛模式——以日本为代表。近数 10 年来,许多国家加大了围海力度,除毗连海岸片陆地相继围出外,还出现离岸填筑人工岛模式。日本是多山岛国,随着城市化发展,这一模式得到广泛推广应用,东京湾、三河湾、大阪湾莫不如此。60 年代中期神户的港岛填筑,继之以六甲人工岛,以及

1993 年完成的关西机场, 都是按照离岸填筑人工岛的模式建在 4~ 20 m 水深的浅海之上^[7]。

(3) 废弃物填海造陆模式——以香港、澳门为例。废弃物填海造陆模式是近年来出现的充分利用城市废弃物开发滩涂土地资源的一种先进模式, 香港新机场、澳门机场都是按照此模式依山傍海填筑而成。

2.1.2 我国滩涂地区土地资源开发利用模式 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 km², 约为荷兰国土(41 574 km²) 3 倍。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。我国古代的海塘建设, 工程巨大, 在利用滩涂地区土地资源、保护海岸河口人民生命财产方面起着重大作用, 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^[8]。

近 50 年来, 由于人口的增长, 经济的发展, 城乡建设的需要, 我国加大了围海的力度, 建国后全国围海面积达到 11 000~ 12 000 km²。浙江全省围出 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^[7]。同时我国在围海模式方面也有了很大进步。

长江以北: 沿海滩涂地区修建海堤, 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: 围海模式多样化, 既有渐进式围海, 也有堵坝式围海; 有高滩围垦, 也有中低滩围海; 有围堰促淤, 也有围堰填海, 技术不断发展, 围海工程成绩显著。

2.1.3 滩涂地区土地开发利用模式发展分析 近 50 年来, 特别是近 30 年来, 滩涂地区土地开发利用模式取得极其显著的进展, 使世界上滩涂利用的围海工程取得了飞跃性进展, 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。

过去围垦高程的确定, 往往与平均高潮位相近, 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公里, 滩涂围垦以高滩为主。而这些多年积累的高滩在最近 50 年中多已被围, 未围的高滩已

经所留无几。低于这样的高程, 水动力强, 围堤很难站住脚。未来 50 年的滩涂围垦将以中低滩和浅海造陆为主, 与过去 50 年会有显著差异。

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, 通过人工促淤工程和生物促淤工程可以加速造陆过程。上海芦潮港 4 km 导堤, 拦截的泥沙流, 两年内淤涨出约 1 333 km² 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 27 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。生物促淤在国外有较长时间的实践, 如英国在 1880~ 1940 年间做了大量生物促淤工程。我国在长江口九段沙实施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^[7]。

2.2 生物资源开发利用模式

80 年代以来, 世界沿海各国都在大力研究滩涂生物开发技术模式, 并在水产养殖、利用基因工程、细胞工程海水养殖育种方面取得实用化进展。当前国际上主攻方向是实现滩涂地带农牧化生产和药物开发。前者重点研究养殖优良品种的选育、新品种的创造, 养殖种类的性别控制和病害防治等技术; 而后者重点是研究从海洋生物中提取医治癌症、病毒性疾病、心脏病和抗衰老等具有特殊疗效的新药品和保健品。

在滩涂地带海洋生物高技术发展方面, 美国、日本处于领先地位。1981 年美国学者斯坦利(J. G. Stanley) 诱导牡蛎多倍体成功, 到 1989 年牡蛎三倍化已经形成产业化。美国西雅图海岸养殖公司养殖的太平洋牡蛎中一半以上是三倍体, 其个体较二倍体增重 60%~ 70%。

日本 1986 年制定了为期 10 年的滩涂地区生物开发计划, 开展海洋生物基础研究和技术开发, 研究生理活性物质和海洋净化功能。近年来日本育成紫菜新品种, 可以使产量成倍增加; 通过人为转移和重新组合生物遗传物质 DNA 中的基因, 应用这种技术进行鱼类育种, 由重组 DNA 技术生长的激素使鱼的体重为对照组的 1.6 倍, 使牡蛎、扇贝和鲍鱼等的产量提高 25%, 生化信号分子在鲍鱼和牡蛎育苗中应用, 其成活率也大大提高。在动物细胞工程育种研究方面成功获得鲍鱼三倍体^[9]。

另外, 许多国家已经在研究开发适应海涂生长的耐盐作物方面取得重大突破。联合国教科文组织早在 50 年代就提出耐盐植物的开发研究方向。国内目前有些大学和科研单位已经栽培用海水灌溉的多

种蔬菜,而国外有些发达国家已经大面积种植耐海水的大麦、小麦等农作物,在海水灌溉农业研究方面取得了令世人鼓舞的进展,海水灌溉作物从梦想变为现实,向荒漠的海滩、盐碱地索取农业资源的一场科技革命即将来临。在这方面,我国还是相对落后的,我们应当加大研究力度,在资金和政策上给予更多支持。

2.3 淡水资源开发利用模式

90年代初,世界在滩涂地区进行的淡化水日产量已超过1200万t,装置数超过6000多个,并主要供应城市生活用水。在滩涂地区进行的海水淡化的方法目前主要有20多种,如蒸馏法、电渗析法、反渗透法、冷冻法、离子交换法、水合物法和溶剂萃取法等。在这些目前国际上所采用的方法中,技术纯熟、经济效果较好并具有实际意义的是前四种,其中以多级闪蒸法生产为主,其所产淡水量约占世界淡水水量的90%^[10]。

就目前而言,滩涂地区海水淡化的成本还很高。国外技术先进的大型蒸馏厂,每吨淡水成本为自来水成本的5倍左右,约为2美元。目前滩涂海水淡化技术的大市场在中东,并已经形成一个大的新兴产业。在美国、日本、意大利等发达国家,此技术的发展和应用也非常普遍。这些国家和地区为了发展沿海经济,利用滩涂优势,以较高的成本从海洋中取得水源以促进经济的快速发展,而不受传统观念的约束,被动地让缺水问题阻碍经济的大发展。

相比之下,我国的滩涂地区淡水利用有些落后。目前国内淡水处理以电渗析技术较为成熟,已经进入实用阶段,多用于淡化苦咸水,处理污水,提取纯水和淡化海水^[11]。其工艺设计接近国外先进水平。

3 滩涂综合效益评价模式

3.1 内在评价模式: 滩涂功能评价

内在评价模式侧重于通过滩涂功能评价来体现滩涂对外界干扰的恢复能力以及对这些干扰的反应。通过对生物生产功能维持能力、保持水土能力、净化空气调节气候能力以及美化环境能力的分析和评价,辅之以对开发过程中滩涂对干扰的反应能力的分析,可以制定一套定量的功能评价。

滩涂环境由滩涂水文、滩涂生物地球化学循环

和生物对滩涂的适应和改造构成^[12]。各个因子之间相互依赖、相互协同,表现出滩涂的整体功能。一个未受异常自然和人类活动扰动的滩涂环境,因其生物种属的多样性、结构的复杂性、功能的整合性和在海域环境的大背景下抵抗外力的稳定性,而处于较好的健康状态。当外力扰动超过滩涂环境的修复能力时,滩涂环境的健康状态就会恶化,功能发生退化,进而对海域环境、区域环境甚至全球环境产生影响。

体现在滩涂地区内部功能的定量评价上,则有以下几个指标:

(1) 生物多样性变化。

(2) 滩涂水文特征变化。

(3) 滩涂对温室气体(二氧化碳、一氧化二氮、甲烷等)固定和释放的影响(反映滩涂内在地球化学循环)。

(4) 滩涂对局部小气候的影响(对湿度、降雨量、气温等的影响)。

3.2 外在评价模式

3.2.1 社会经济指标评价 反映滩涂对社会、经济等方面总体的影响,主要包括各种相关经济指标、安全健康指标以及美学文化指标等^[13]。

3.2.2 自然环境指标评价 反映滩涂自然环境质量的变化。其依据参照国家发布的有关环境质量标准,主要包括水文学指标、水资源环境质量指标、土壤环境质量指标、空气环境质量指标以及气候指标。

3.2.3 生态环境指标评价 反映滩涂地区生态系统结构和功能特征,主要包括生物多样性指数、生物生产力指标、植物覆盖率、珍稀濒危野生生物物种、生物适合性指数、滩涂面积变化指数等。

现在对滩涂地区过度和不合理的开发利用可能带来诸多的环境和生态问题,滩涂面积萎缩、滩涂功能退化、生物多样性减少、珍稀水禽栖息地遭到破坏、生物生产力下降、局部气候变化、土壤侵蚀加重、环境水质恶化并进而影响到海域水质等。由于滩涂开发形式的多样性,使得不同滩涂开发项目环境影响性质有很大的差异,因此在选择评价指标时应重点突出,而不应面面俱到,依据当地的条件和开发形式,通过工程分析、环境分析和生态分析来识别和筛选主要影响因素,进而科学确定评价指标。

参考文献:

[1] 张聪义 日本海岸带管理问题与方法[J] 海洋开发与管理,1998(3).

表4 腐植酸接枝共聚物对土壤毛管持水量(%)的影响

施加量 /%	腐植酸接枝丙烯酸			腐植酸接枝丙烯酸酰胺		
	NA 11	NA 12	NA 14	NM 11	NM 12	NM 14
0.00			22.5			
0.05	33.9	44.8	24.1	28.6	26.8	36.2
0.10	28.2	27.4	30.5	27.6	34.8	32.5
0.20	31.6	38.1	46.1	29.4	36.0	28.5
0.30	31.4	35.2	43.4	29.3	32.5	35.5

2.4.2 对土壤含水量的影响 本实验的目的是考察共聚物土壤改良剂可否抑制土壤中水分的表面蒸发,提高土壤的含水量。将一定量经过NA 11 共聚物处理的风干土样(表层5 cm)和空白样置于底部带

孔并放有滤纸的铝盒中,在水中充分饱和,除去重力水,常温放置,每天称重,其结果见图1。施入共聚物后,土壤的饱和含水量由空白样的37.9%增加到48.0%~49.2%,增加了26.6%~29.8%。随着时间的增加,水不断蒸发,土壤中的含水量减少,且减少的速率相近,第8天时,空白样含水量为6.1%,而施加0.05% 丙烯酸共聚物的土样其含水量为15.2%是空白样的2.5倍,施加0.20% 丙烯酸共聚物的土样其含水量为19.1%,是空白样的3.1倍,由此可见,共聚物的施用明显提高了土壤的含水量,但在此实验的时间范围内未能抑制土壤中水分的表面蒸发。

参考文献:

- [1] 吴增芳. 土壤结构改良剂[M]. 北京: 科学出版社, 1976
- [2] Nedler, A. E, E, Perfect et al, Effect of polyacrylamide application on the stability of dry and wet aggregates[J]. Soil Soc, Am, J, 1996(60): 55~ 561.
- [3] Dzhaneisov et al, Research of semi-synthetic soil structure - forms, based on humic acids[J]. Izv. Akad. Nauk, Kaz, SSR, Ser. Biol 1996(5): 71~ 75
- [4] 成鑫, 等. 腐植酸和硝基腐植酸的结构研究[J]. 燃料化学学报, 1983, 11(2): 26~ 39
- [5] 中国科学院南京土壤研究所土壤物理研究室. 土壤物理性质的测定[M]. 北京: 科学出版社, 1979
- [6] 中华人民共和国交通部发布公路土工实验规程. 中华人民共和国行业标准[S]. 北京: 人民交通出版社, 1993
- [7] 熊毅, 等. 土壤胶体(第一册). 土壤胶体的基础物质[M]. 北京: 科学出版社, 1993
- [8] 中国科学院南京土壤研究所, 中国土壤[M]. 北京: 科学出版社, 1978
- [9] 姚贤良, 等. 土壤物理学[M]. 北京: 农业出版社, 1986

(上接第111页)

- [2] 陈成, 龚文平等. 荷兰的海岸线管理[J]. 海洋开发与管理, 1998(2).
- [3] Human populations and coastal wetlands: conservation and management in Brazil[J]. Antonio Carlos Diegues, Ocean & Coastal Management, 1999, 42: 187~ 210
- [4] Diegues A, Oliverira E, Moreira A, Marone E. The vulnerability of principal coastal ecosystems to climatic change and human impacts[A]. Proceedings of 18th IUCN General Assembly, Perth, 1992, 113~ 33
- [5] Diegues A. Managing Brazil's wetlands: the contribution of research and the realities of politics[M]. Paper presented at the 3rd International Seminar on Wetlands Conservation, Rennes, September, 1988, 87~ 96
- [6] Carter R W G. Coastal environments[M]. Academic Press, 1988, 516~ 518
- [7] 陈吉余. 开发浅海滩涂资源, 拓展我国的生存空间[J]. 中国工程科学, 2000(3).
- [8] 浙江省水利志[M]. 中华书局, 1998, 623~ 647.
- [9] 莫杰. 当代海洋高技术发展概况与趋势[J]. 海洋地质与第四纪地质, 1996(9).
- [10] 张云吉, 金秉福. 向海洋要淡水解决沿海水荒问题探讨[J]. 海洋湖沼通报, 1999, (2).
- [11] 梁喜新, 等. 辽宁海岸带开发概论[M]. 北京: 海洋出版社, 1993, 133
- [12] 孟宪民. 湿地与全球环境变化[J]. 地理科学, 1999(10).
- [13] 余国营. 湿地研究进展与展望[J]. 世纪青年学者论坛, 1999, 22(3).