

# 中国红树林湿地与生态工程的几个问题

林 鹏

(厦门大学生命科学学院, 厦门大学湿地与生态工程研究中心, 福建 厦门市 361005)

**[摘要]** 简述红树林湿地在滨海湿地中的地位, 红树林的种类和分布, 红树林类群的界定, 湿地保护中的重要性, 红树林的生态、社会和经济价值。着重讨论中国红树林生态工程中面临的四个问题: 1. 红树林生态恢复的关键是宜林地的选择标准; 2. 红树林区海堤修复工程的生态模式; 3. 防止引种时带进外来有害物种的生态入侵; 4. 要以最小的资源环境代价, 谋求经济社会最大限度的发展, 从而促进红树林湿地的保护与发展。

**[关键词]** 红树林; 湿地; 生态恢复; 生态入侵

**[中图分类号]** Q948.8; S728.6; P941.78 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2003)06-0033-06

## 1 红树林湿地

### 1.1 湿地的概念

湿地是指不论其为天然或人工, 长久或暂时的沼泽地、泥炭地或水域地带, 带有或静止或流动, 或淡水、半咸水或咸水水体者, 包括低潮时水深不超过6 m的水域<sup>[1, 2]</sup>。

与陆地森林和海洋一样, 湿地被认为是地球上重要的生命支持系统之一, 也是陆地上的天然蓄水库, 在抵御洪水、减缓径流、蓄洪防旱、降解污染、调节气候等方面有着其他生态系统不可替代的作用, 是自然界最富生物多样性的生态景观和人类社会赖以生存和发展的重要自然资源之一, 有很高的生产力和潜在的功能, 因此又有“地球之肾”的美称<sup>[1, 2]</sup>。

据初步估计, 全世界的湿地总面积大约为 $8.56 \times 10^8 \text{ hm}^2$ , 占地球表面总面积的1.7%, 占陆地面积的6.4%。全球中加拿大面积最大, 达 $1.27 \times 10^8 \text{ hm}^2$ , 俄罗斯居次, 约 $8\,300 \times 10^4 \text{ hm}^2$ , 中国第三, 约有天然和人工湿地 $6\,300 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。湿地类型大约有35种, 主要包括沼泽、湖泊、河流、河口湾、海岸滩涂、珊瑚礁、红树林、浅海水

域、水库、池塘、稻田等自然和人工湿地<sup>[2]</sup>。我国是世界上湿地生物多样性最丰富的国家之一, 也是亚洲湿地类型最齐全、数量最多、面积最大的国家。湿地的类型较多, 包括沼泽地、泥炭地、湖泊、河流、河口湾、海岸滩涂、盐沼、水库、池塘、稻田等各种自然和人工湿地, 除苔原湿地外, 几乎拥有《湿地公约》中划分的所有湿地类型, 并拥有独特的青藏高寒高原湿地。1992年加入《湿地公约》后, 我国政府一直积极承诺对具有重要国际意义的湿地加强保护和管理。同年, 黑龙江扎龙、青海鸟岛、江西鄱阳湖、湖南东洞庭湖、海南东寨港红树林保护区和香港米埔等7个湿地首批被列入国际重要湿地。后来又有总面积 $196 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 的14块湿地被列入国际重要湿地名录。至此, 我国被列入国际重要湿地名录的湿地达21个, 总面积 $303 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。

### 1.2 滨海湿地类型与分布

滨海湿地有红树群落、盐沼群落和海草群落三大高等植物类型(见表1)<sup>[3]</sup>。

红树林群落: 分布于热带、亚热带海岸潮间带的木本植物群落, 如红海榄群落。

盐沼群落: 分布于温和暖温带潮间带, 主要由

表1 滨海湿地的三大高等植物群落特点<sup>[4]</sup>

Table 1 Characteristics of higher plant communities of coastal wetlands

类别	红树群落	盐沼群落	海草群落
分布地带	热带、亚热带	温带、暖温带	热带为主、温带、亚热带均有少量分布
潮位	中、高潮带为主	高、中、低潮带	低潮带至潮下带
植物类型	红树科、海桑科为主木本植物	禾本科、灯心草科、菊科等草本植物 为主或少量灌木	仅包括水鳖科和眼子菜科种类 的单子叶植物
全球种类	20科 27属 70种	约100多种, 未确切统计科属	2科 12属 49种
中国种类	12科 15属 27种	常见10多种	2科 9属 15种

禾本科、灯心草科为主的草本植物群落, 如互花米草群落。

海草群落: 分布于热带至温带海域浅水(主要是潮下带)中的单子叶植物群落, 如大叶藻群落。

红树植物是世界珍稀保护植物, 是生长在热带、亚热带海滩的湿生树种, 因有的红树科植物砍去树皮后, 木材呈红色而得名。红树林生态系统与珊瑚礁、盐沼、上升流并称“地球上生产力最高的海洋四大自然生态系统”, 是国际上生物多样性和湿地生态保护的重要对象, 已成为近年人们普遍关注的环保热点之一。全世界现有红树林  $1\ 700 \times 10^4$   $\text{hm}^2$ , 中国有  $1.5 \times 10^4$   $\text{hm}^2$  左右。

## 2 红树林的特点

### 2.1 红树林类群的界定

红树林是生长在热带、亚热带海岸潮间带的木本植物群落。由于红树林处于陆海交界的生态区, 各地统计种类不一致。联合国教科文组织发展规划署和国际红树林生态系统学会1991年制定的“红树林宪章”, 为了有目标的发展红树林, 将专性在海岸潮间带生长的木本植物称为红树植物或称真红树, 而陆海两栖性木本植物称为半红树植物, 其他为伴生植物或其他沼泽植物(见表2)。

### 2.2 红树林在湿地保护中的地位

经历了20世纪50年代至70年代的围海造田、80年代的毁林造塘养鱼虾和90年代兴起的码头、道路等城市建设, 中国红树林遭到巨大的破坏。目前, 全国红树林总面积不到  $1.5 \times 10^4$   $\text{hm}^2$ , 还不到历史上红树林资源最高时期的1/3。

迄今为止, 我国已有: 香港米埔红树林湿地、海南东寨港红树林湿地、台湾淡水河口红树林湿地、广东湛江红树林湿地被纳入国际重要湿地名录, 这些红树林湿地总面积不到列入国际重要湿地

名录的湿地总面积的1%, 但数量却占20%。

表2 红树林区植物类群与鉴定标准<sup>[5]</sup>

Table 2 Plant categories in mangrove areas and their classification standards

类型	鉴别标准
红树植物	专一性地生长于潮间带的木本植物
半红树植物	能生长于潮间带, 有时成为优势种, 但也能在陆地非盐渍土上生长的两栖性木本植物
红树林伴生植物	偶尔出现于红树林中或林缘, 但不成优势种的木本植物, 以及出现于红树林下的附生植物、藤本植物和草本植物等
其他海洋沼泽植物	虽有时也出现于红树林沼泽中, 但通常被认为是属于海草或盐沼群落中的植物

已经有香港米埔红树林保护区、海南东寨港红树林保护区、广东湛江红树林保护区、深圳福田红树林保护区、广西山口红树林保护区和广西北仑河口红树林保护区被评为国家级保护区, 此外还有大量的省市级保护区或保护小区, 全国95%以上的红树林被纳入保护区的范围。

从20世纪90年代中期以来, 在努力保护好原有红树林的同时, 华南沿海各地掀起了一股红树林造林热潮。国家林业局决定2001年启动红树林保护工程, 计划在未来10年内在全国营造  $6 \times 10^4$   $\text{hm}^2$  (90万亩) 红树林。

### 2.3 红树林的经济、生态和社会效益

2.3.1 防风护岸, 保护村庄农田和拦淤造陆 沿海地区是风、沙、水、旱、潮等自然灾害多发区, 尤其是台风所造成的危害更为严重。沿海防护林被誉为沿海地区人民赖以生存的“生命林”, 红树林作为沿海防护林的第一道屏障, 在防灾减灾中具有不可替代的作用。红树林因其枝叶繁茂, 根系极其发达, 纵横交错的支柱根、呼吸根、板状根、气生

根、表面根等形成一个稳固的支架，使植物体牢牢地扎根于滩涂上，并且盘根错节形成一道严密的栅栏，从而起到了防浪促淤的作用。据测定，红树林内水流的速度是光滩的  $1/5 \sim 1/6$ ，这样水体中粒径较大的泥沙就能沉积在红树林中，从而减少了航道的淤积速度，保护了航道。100 m 宽的红树林带，能把 10 级台风刮起的波浪化为平波。

2.3.2 红树植物本身的生产物，可作为木材、薪炭、食物、药材和其他化工原料等。现在高大红树林虽然残存不多，但从其自然产品的利用上，存在巨大的潜力，特别是在海洋药物发展上将引起人们注意。

2.3.3 过滤陆地径流和净化内陆带来的有机物质和污染物。红树林可以除去污水中大部分的氮和磷，有害藻类进入红树林后因不适应环境而死亡，因而可以减少赤潮的发生，减少养殖业的损失。也可吸收富集有机农药和重金属，净化海域环境。

2.3.4 为许多海洋动物（包括鱼类、底栖动物）提供栖息和觅食的理想生境。红树林是地球上生物多样性和生产力最高的湿地之一。生长于海陆交界的潮间带和河口地带，红树林为种类繁多的海洋和陆地动植物提供了独特的生境。大量的红树植物枝、叶、花等凋落物为林区的鸟类、底栖生物和鱼类提供了丰富的饵料，也是鱼虾育苗基地，对发展近海渔业也是重要的一环。

2.3.5 作为全球水鸟迁徙的歇脚站和繁殖地。从澳洲到我国东部沿海再到俄罗斯西伯利亚沿线是候鸟经我国迁徙的三条主要的路线之一。红树林提供了候鸟落脚歇息、觅食、恢复体力的一切优厚条件：广阔的滩涂和丰富的底栖动物为它们提供活动场所和主要食物。中国红树林区内有鸟类 17 目 39 科 201 种、昆虫 13 目 73 科 142 种、底栖动物 113 科 299 种，以及一些哺乳类和爬行类。

2.3.6 对滨海城市绿化的特殊价值。红树林的日常维护费用将大大低于陆地的绿地，除日常管理、防治病虫害外，浇水施肥等措施都可以节省。而且红树林的生态价值比普通的城市绿地要高出许多。红树林的年  $O_2$  净释放量为  $2\,969\text{ g/m}^2$ ，年吸收  $CO_2$   $4\,085\text{ g/m}^2$ （距厦门岛不到 10 km 的龙海市浮宫镇红树林计算的资料），这数字比一般的城市绿地高 4~5 倍。如深圳福田的红树林保护和恢复后，附近的房地产价格猛升 40% 以上。

2.3.7 红树林是旅游和科普教育的基地。红树林

生长于海陆交汇的沼泽区，景观空间极为开阔。红树林海岸具有幽静的形态美、神奇的色彩美和生机勃勃的动态美，使其成为游客观赏、娱乐的良好场所。红树林的胎生、形态各异的根系，适应潮汐、林区丰富的鸟类和底栖动物使得红树林成为非常难得的旅游和科普教育基地。

### 3 当前中国红树林生态工程中的几个问题

近 50 年来，中国红树林面积变化很大。1949 年以前，全国面积约  $5 \times 10^4\text{ hm}^2$ ，60 年代由于围垦造田，约存  $2 \times 10^4\text{ hm}^2$ ，80 年代围垦造塘和兴建码头、公路后，约残存  $1.3 \times 10^4\text{ hm}^2$ 。近 10 年没少造林，但由于滩涂被占为它用或围垦不当，已达低潮带，造林成活率低，甚至有的海岸已无地可恢复造林。修堤不当也是一个重要原因，因此有必要加强生态恢复工程的研究。

#### 3.1 红树林生态恢复工程的关键是宜林地的选择标准

红树林适生环境经过围垦造田，围海造塘，特别是修建滨海大道，许多滩涂受到侵占和破坏。2002 年初，国家林业局在深圳召开红树林造林工作会议，预定 2001~2010 年，10 年营造  $6 \times 10^4\text{ hm}^2$ （90 万亩）的计划，其关键就是宜林地的选择，合理利用滩涂，保护红树林使之有栖身之地。

红树林是海岸潮间带的森林，因此它们不可能生长在陆地岸上，也不可能生长在潮下带海水中，而最适生长在中潮带和高潮带。低潮带浸水时间过长，除先锋树种外，多数不易生长。目前进行滨海大道建设或围垦堤坝都是建在中潮带下部（图 1 A），结果高大红树科种类就无法栽培，只能种低矮的先锋种类，如白骨壤、桐花树等，甚至形成种不了红树的光滩。有的滩涂偏低种植后成活率不超过 1%。因此，今后任何围垦工程建设都应为红树林设计一个廊道，至少在中潮带中部（图 1 B），使较高大红树种类可以立身，形成群落，再拦淤造陆，逐渐扩大海滩，形成新的红树林带<sup>[4]</sup>。

目前全国尚无一个有效的宜林地标准。经过我们对厦门海沧投资区滨海大道外侧滩涂红树林恢复工程的可行性研究后认为：在现状情况下，要选择宜林地，必须考虑潮位、浸水时间、潮速、海流速度、土壤和海水盐度（最适在 0.5%~2.5%）和种苗特性（不同种类耐浸水能力）等。

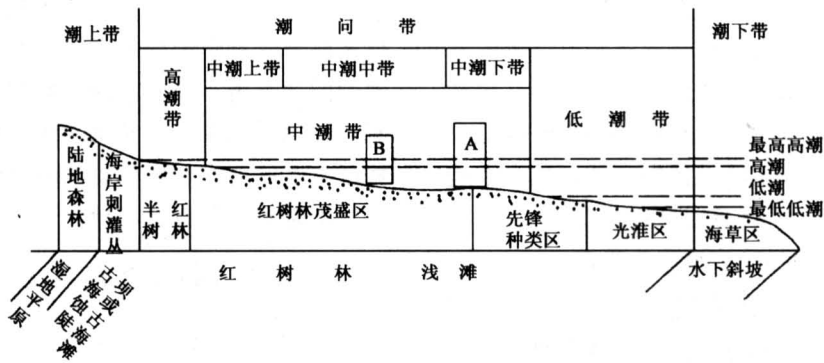


图1 原生红树林在海岸潮间带上的分布示意图  
Fig.1 Distribution of virgin mangroves in intertidal

3.2 红树林区海堤修复工程模式的选择

在造堤修堤时，有意识地保护红树林既可以扩大堤内的养殖面积又可以节约投资。在红树林堤岸的建设上，范航清（1995）比较了海堤维护的传统模式和生态模式的结构与功能，传统模式加高加固海堤需用大量的土石方，并从堤外 10~50 m 处红树林取土，不但损害红树林，也会使滩涂高程下降 20~40 cm（图 2 A），导致林子破坏，林相退化，演替中后期优良红树林种类如木榄、角果木减少甚至消失，而低矮的灌丛如白骨壤、桐花树增多。若采用生态模式，从堤内距堤脚 10~20 cm 的围垦荒地挖土，挖掘形成与海堤平行的人工凹沟，既可以当排洪沟，又可用于发展水产养殖（图 2 B），如国际上推崇的基围一样，既可以水产养殖又保护了堤外红树林。参照印度计算红树林的生态效益方法评估，认为生态养护可以增加经济效益和生态效益。据范航清<sup>[6]</sup>两种模式投入产出比的计算结果：传统模式产出/投入比为 0.24，生态养护模式达 5.44；而传统模式投入比生态养护模式大 2.26 倍，且产出只有生态养护模式的 10%（见表 3），说明在红树林营造及堤岸养护上必须应用生态养护模式，充分发挥红树林的生态效益和经济效益。

福建不少地方采用毁坏红树林，在林中挖土的传统方式，修成石砌大堤和水泥堤，花费巨大。今后进行有关工程时，必须采用生态模式，既可以利用自然资源又可以节约开支，同时做到经济、社会、生态效益的有机统一。

3.3 防止外来有害物种的生态入侵问题

由于人类有意识或无意识地把某些生物带入到适宜其生存和繁衍的地区，其种群数量不断增加，分布区也逐步而稳定地扩大的过程，这种外来有害

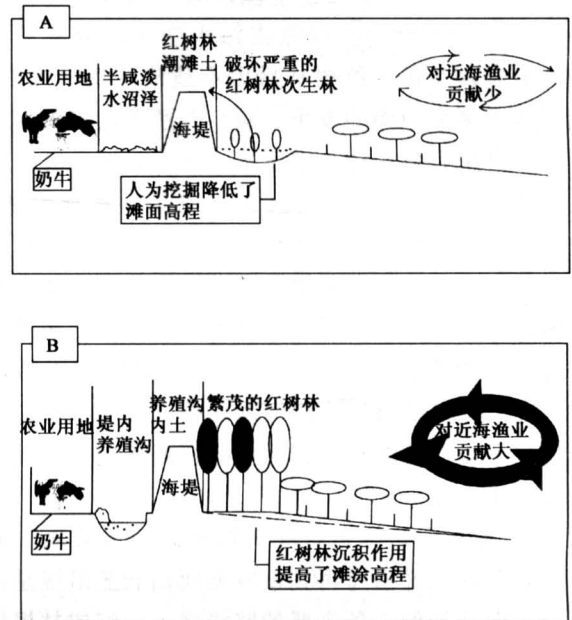


图2 沿海海堤维护的传统模式和生态模式的结构、功能比较示意图

Fig.2 Comparison of the structure and function of traditional model and ecological model of maintenance of sea beach

表3 传统模式和生态模式投入和年产出的比较

Table 3 Comparisons of input and output of traditional model and ecological model

模式	投入 /万元·km <sup>-1</sup>	产出 /万元·km <sup>-1</sup>	产出/投入
传统模式	29.81	7.22	0.24
生态模式	13.21	71.9	5.44
传统/生态	2.26	0.10	0.04

物种入侵引发严重生态危机简称生态入侵（又

称外来有害生物入侵)；当这种入侵对该地生态系统的安全健康造成不良影响时，也可称生物污染。近几十年来，生态入侵随着人类活动范围的扩大和时间的推移而逐步严重。如美国新泽西洲一个洲的统计，由于生态入侵造成该洲的经济损失每年就达十几亿美元。20 世纪末，生态入侵问题已列入全球环境变化的重要研究内容之一，并逐步引起世人的重视。防止生物污染和不必要的生态入侵，对环境保护、自然资源保护和生态系统良性循环的维护是很重要的。

我国受到生态入侵的例子是不胜枚举的。

目前，已出现对红树林危害的外来物种有 3 种，其一是薇甘菊 (*Mikania micrantha*) (菊科)，在深圳、福田红树林自然保护区，它可以在几个月内爬满 5~6 m 高秋茄植株的树冠 (图 3)，使叶片被覆盖而受损，严重时大部分落叶或窒息而死。其二是引种的无瓣海桑 (*Sonneratia apetala*)，20 世纪 80 年代从孟加拉国引入，初期为增加生物多样性引入植物园，后在海南东寨港试种，生长快，5 年高达 7 m。而保护区当地天然种类在它林下长不高，后来在深圳福田红树林保护区试验种植有疯长现象 (图 4)。湛江红树林保护区也有类似的情况。香港米埔红树林保护区一发现有漂过去的无瓣海桑苗或果实就马上将其清除，因为红树林自然保护区主要是保护天然种类。当然，无瓣海桑是否已造成生态危害，还需要进一步调查研究。第三种是互花米草 (*Spartina alterniflora*)，它来源于北美大西洋沿岸，已在福建宁德市、泉州市许多地方造成生态入侵。厦门红树林苗地也受到威胁，当地为了防止其入侵开挖一隔离沟，结果它还会以无性繁殖的方式迅速入侵林地。



图 3 广东深圳福田红树林保护区秋茄林受薇甘菊的危害情况

Fig.3 *Kandelia candel* community harmed by *Mikania micrantha* in Futian, Shenzhen

总之，外来物种的生态入侵已危及天然林的发展，也危及人们生产和生活活动，各地政府已耗巨资清除，仍无法解决。今后除药物治理外，宜从生物学特性上查找它们的传播和繁殖弱点从中取得突破，才能消灭 (减少) 其危害。同时，开展对其可利用方面的研究。

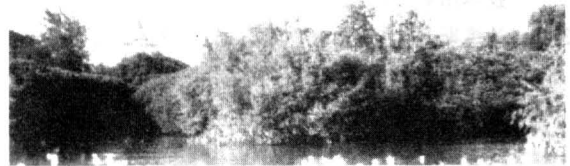


图 4 深圳福田红树林保护区引种的无瓣海桑改变了林相

Fig.4 Transform of forest landscape by introduced *Sonneratia apetala* in Futian, Shenzhen

#### 4 以最小的资源环境代价，谋求经济社会最大限度的发展

红树林在维护滨海滩涂环境和发展水产渔业的贡献是有目共睹的。目前在红树林为生产服务方面，国内外普遍重视海洋植物药物的开发。20 世纪末，Kokpol 已分离出了老鼠筋碱 (acanthicifotin) (图 5) 具有抗白血病活性。从海莲 (*Bruguiera sexangula*) 中分离的木榄碱 (brugine) (图 6) 具有抗肿瘤：肉瘤 180 和刘易斯肺癌活性<sup>[7]</sup>。因此，红树林药物开发十分有价值。

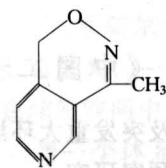


图 5 老鼠筋碱的分子结构

Fig.5 Molecular structure of acanthicifotin

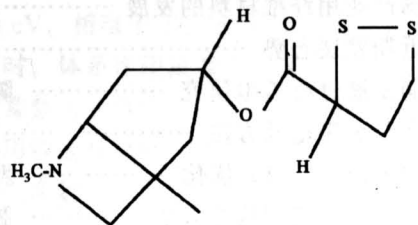


图 6 木榄碱的分子结构

Fig.6 Molecular structure of brugine



只要找出以最小资源环境代价，谋求经济社会最大限度的发展途径，在市场经济的驱动下，滨海群众会自觉地种植红树林，以取得良好的经济效益。

参考文献

[ 1 ] 李 博主编. 生态学 [M]. 北京: 科学出版社, 2000. 279~286

[ 2 ] 陈宜瑜主编. 中国湿地研究 [M]. 长春: 吉林科学技术出版社, 1995. 1~41

[ 3 ] 达维斯 C.J. 海洋植物学 [M]. 厦门大学植物生态学研究室译. 厦门: 厦门大学出版社, 1989. 271~

355

[ 4 ] 林 鹏. 中国红树林生态系 [M]. 北京: 科学出版社, 1997. 11~68

[ 5 ] 林 鹏, 傅 勤. 中国红树林环境生态及经济利用 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1995. 11~27

[ 6 ] 范航清. 广西沿海红树林养护海堤的生态模式及其效益评价 [J]. 广西科学, 1995, 2 (4): 48~52

[ 7 ] Kokpol U. Chemistry of natural products from mangrove plants, UNDP/UNESCO [A]. Training course on life history of selected species of flora and fauna in mangrove ecosystem [C]. Thailand, 1985. 159~169

## The Characteristics of Mangrove Wetlands and Some Ecological Engineering Questions in China

Lin Peng

(School of Life Sciences, Research Centre for Wetlands and Ecological Engineering, Xiamen University, Xiamen, Fujian 361005, China)

[Abstract] In this paper, a brief introduction was made to the position of mangroves in coastal wetlands, mangrove species and their distribution, the definition of mangroves, importance of mangrove protection, and the social, economic and ecological values of mangroves. The 4 aspects of ecological engineering questions to be faced with were emphasized. They included: 1) The key to the mangrove rehabilitation is the choosing standard for the land fitting for afforestation; 2) The ecological models of sea beach building in mangrove areas; 3) Prevention of ecological invasion; and 4) Smallest resource and environment cost for largest social and economic benefits from mangroves.

[Key words] mangroves; wetlands; ecological rehabilitation; ecological invasion

### 《中国工程科学》2003 年第 5 卷第 7 期要目预告

北京城市环境安全及突发重大环境灾害  
 应急救援行动预案研究 ..... 卞有生  
 三峡深水高土石围堰工程 ..... 戴会超  
 抗 RNA 病毒相关生物材料 ..... 姚康德等  
 推进我国产业用纤维材料的发展 ..... 季国标  
 新能源近期发展态势 ..... 刘广志  
 接触冲刷发展过程模拟研究 ..... 陈建生等  
 系统非优分析理论及方法 ..... 何 平  
 灰色模型 GM (1, 1) 优化 ..... 罗 党等  
 密码函数的一类递归构造方法 ..... 滕吉红等  
 首座大型生物除铁除锰水厂的实践 ..... 张 杰等  
 水机材料的抗磨蚀性判据研究 ..... 王 飏等

基于正交实验的 BP 神经网络  
 预测研究 ..... 蔡安辉等  
 大型水电工程土石方调配系统分析及其  
 优化调配模型 ..... 曹生荣等  
 木块在小尺寸轰燃实验中的点燃及  
 预测模型 ..... 季经纬等  
 埋地热含蜡原油管道的非稳态  
 传热问题 ..... 崔秀国等  
 国外中小企业技术创新的经验与启示 ..... 唐祥金  
 薄膜润滑研究——回顾与展望 ..... 雒建斌等  
 矿山安全减灾系统科学——矿山灾害学  
 ..... 周利华