

环境科学

(HUANJING KEXUE)

ENVIRONMENTAL SCIENCE

第34卷 第4期

Vol.34 No.4

2013

中国科学院生态环境研究中心 主办
科学出版社 出版



目次

唐山大气颗粒物中水溶性无机盐的观测研究	苗红妍, 温天雪, 王丽, 李杏茹, 王跃思 (1225)
鼎湖山 PM _{2.5} 中水溶性离子浓度特征分析	赵亚南, 王跃思, 温天雪, 刘全 (1232)
北京夏冬季霾天气下气溶胶水溶性离子粒径分布特征	黄怡民, 刘子锐, 陈宏, 王跃思 (1236)
深圳市 PM _{2.5} 化学组成与时空分布特征	云慧, 何凌燕, 黄晓峰, 兰紫娟, 李响, 曾立武 (1245)
福州城市及郊区冬、夏两季大气中多环芳烃特征研究	易志刚, 黄幸然, 毕峻奇, 郭萍萍, 郑丽丽 (1252)
河西走廊及兰州地区典型有机氯农药的大气残留及时空分布特征	丁中原, 毛潇萱, 马子龙, 田慧, 郭强, 黄韬, 高宏, 李军, 张干 (1258)
淄博市大气污染特征模型模拟及环境容量估算	薛文博, 王金南, 杨金田, 雷宇, 燕丽, 贺晋瑜, 韩宝平 (1264)
香溪河秋季水-气界面温室气体通量日变化观测及影响因素分析	黄文敏, 朱孔贤, 赵玮, 余博识, 袁希功, 冯瑞杰, 毕永红, 胡征宇 (1270)
变异系数法评价人类活动对地下水环境的影响	赵微, 林健, 王树芳, 刘记来, 陈忠荣, 寇文杰 (1277)
基于 ArcSWAT 模型的长乐江流域非点源氮素污染源识别和分析	邓欧平, 孙嗣咏, 吕军 (1284)
西安周边河流溶解无机碳浓度及同位素组成初探	郭威, 李祥忠, 刘卫国 (1291)
滇池流域宝象河暴雨径流初始冲刷效应	郭怀成, 向男, 周丰, 王永华, 李发荣, 朱翔, 毛国柱, 于书霞, 李娜, 盛虎, 杨永辉, 何成杰, 王翠榆 (1298)
三峡库区沉积物秋冬初的磷释放通量估算	牛凤霞, 肖尚斌, 王雨春, 刘德富, 黎国育, 王亮, 纪道斌, 杨正健 (1308)
海南东部河流、河口及近岸水域颗粒态重金属的分布及污染状况	辛成林, 任景玲, 张桂玲, 郭亚平, 张国玲, 刘素美 (1315)
黄河口表层沉积物中重金属的环境地球化学特征	吴斌, 宋金明, 李学刚 (1324)
扎龙湿地沉积物重金属空间分布特征及其潜在生态风险评价	叶华香, 臧淑英, 张丽娟, 张玉红 (1333)
上海市典型疏浚泥重金属生态风险评价	唐庆丽, 程金平, 高昊旻, 姚磊, 蒋真毅, 吴旻, 谢翠松, 梁海, 王鹤, 皮帅帅, 余朝毅 (1340)
我国沿海地区城镇污水处理厂污泥重金属污染状况及其处置分析	张灿, 陈虹, 余忆玄, 王立军, 韩建波, 陶平 (1345)
江苏某地长江、太湖水源水及出厂水中有机物雌激素活性的比较	金涛, 吕学敏, 曾一凡, 张冰冰, 马鲲鹏, 姜朴, 唐非 (1351)
北京市污水处理厂中邻苯二甲酸酯污染水平及其归趋	周益奇, 刘云霞 (1357)
降解 DMF 引起污泥毒性及其毒性空间分布特性研究	胡园园, 杨娜, 丁毅, 徐文璐, 陈秀荣, 艾奇峰, 陈善佳, 王利鹏, 黄华 (1363)
渤海湾有机锡污染对野生脉红螺的生态风险	安立会, 张燕强, 宋双双, 刘玥, 高俊敏, 陈浩, 赵兴茹, 雷坤, 郑丙辉 (1369)
巨牡蛎 (<i>Crassostrea</i> sp.) 对燃煤电厂脱硫海水中汞的生物累积	刘锡尧, 袁东星, 陈耀瑾 (1374)
咪唑盐离子液体对蚯蚓急性毒性及体重影响研究	黄若男, 范军杰, 涂宏志, 谭凌燕, 刘惠君, 徐冬梅 (1380)
铝盐混凝除砷影响因素及机制研究	陈桂霞, 胡承志, 朱灵峰, 童华卿 (1386)
混凝和活性炭吸附去除微污染源水中 DON 的研究	刘冰, 余国忠, 古励, 赵承美, 李清飞, 翟慧敏 (1392)
活性炭催化臭氧氧化扑热息痛的机制研究	王佳裕, 戴启洲, 鱼杰, 颜亦舟, 陈建孟 (1402)
氯酚溶液的 γ 辐照还原降解研究	彭云霞, 何仕均, 龚文琪, 王建龙 (1411)
C/N 比对反硝化过程中亚硝酸盐积累的影响分析	袁怡, 黄勇, 邓慧萍, 盛学敏, 潘杨, 李祥 (1416)
以甲醇为碳源生物反硝化过程释放一氧化二氮的试验研究	翟晓峰, 蒋成爱, 吴光学, 曾运涛 (1421)
固体纤维素类废物作为反硝化碳源滤料的比选	李斌, 郝瑞霞 (1428)
基于能源回收的城市污水厌氧氨氧化生物脱氮新工艺	卢健聪, 高大文, 孙学影 (1435)
多模式厌氧/缺氧/好氧污水处理工艺的稳态与动态模拟	周振, 吴志超, 王志伟, 杜兴治, 蒋玲燕, 邢灿 (1442)
高氨氮废水与城市生活污水短程硝化系统菌群比较	赵志瑞, 马斌, 张树军, 李滨, 白志辉, 王晓辉, 庄国强, 张洪助 (1448)
活性污泥絮体的分形结构分析	阮晓东, 刘俊新 (1457)
负荷交替法快速培养好氧硝化颗粒污泥的研究	沈娜, 杨昌柱, 濮文虹, 罗应东 (1464)
预加不同比例不同粒径好氧颗粒对 SBR 中好氧颗粒污泥形成的影响	熊光城, 濮文虹, 杨昌柱 (1472)
同时回收氮磷提高碱性发酵污泥脱水性能的机制研究	张超, 陈银广, 顾国维 (1479)
利用流式细胞仪分选技术研究湖泊真核超微藻的遗传多样性	谢薇薇, 龚伊, 王张伟, 孔繁翔, 史小丽 (1485)
阿魏酸和香豆素对铜绿微囊藻的化感作用	郭亚丽, 傅海燕, 黄国和, 高攀峰, 柴天, 严滨, 廖欢 (1492)
象山港国华电厂强增温海域浮游动物群落结构和多样性的时空特征	朱艺峰, 黄简易, 林霞, 杨莹, 邢超, 严小军 (1498)
环氧树脂降解嗜盐菌的筛选及其处理高盐环氧树脂废水的特性研究	王进, 徐真, 彭书传, 夏明山, 岳正波, 陈天虎 (1510)
铜绿假单胞菌胞内酶粗提液对十溴联苯醚的降解	史广宇, 尹华, 叶锦韶, 彭辉, 张娜, 何宝燕 (1517)
酵母提取物对葡萄糖发酵生产生物破乳菌 <i>Alcaligenes</i> sp. S-XJ-1 的影响	黄翔峰, 王凯, 黎明霞, 王彩林, 陆丽君, 刘佳 (1524)
玉米秸秆厌氧降解复合菌系的微生物群落结构	乔江涛, 郭荣波, 袁宪正, 师晓爽, 许晓晖, 范晓蕾, 邱艳玲 (1531)
红霉素对产甲烷菌的抑制及其驯化	刘子旭, 孙力平, 李玉友, 邱春生 (1540)
4 种 NAPLs 污染物在二维砂箱中的指进锋面形态特征研究	杨宾, 李慧颖, 伍斌, 杜晓明, 李发生 (1545)
污灌区土壤中多环芳烃的垂直分布及可能来源	姚林林, 张彩香, 李佳乐, 廖小平, 王焰新 (1553)
呼和浩特市不同功能区土壤重金属污染特征及评价	郭伟, 孙文惠, 赵仁鑫, 赵文静, 付瑞英, 张君 (1561)
水稻光合同化碳在土壤不同粒径、密度分组中的分配特征	李苗苗, 聂三安, 陈晓娟, 罗璐, 朱捍华, 石辉, 葛体达, 童成立, 吴金水 (1568)
亚热带不同稻田土壤微生物量碳的剖面分布特征	盛浩, 周萍, 袁红, 廖超林, 黄运湘, 周清, 张杨珠 (1576)
施用堆腐有机肥对水稻土中六氯苯脱氯降解影响	刘翠英, 蒋新 (1583)
螯合剂和生物表面活性剂对 Cu、Pb 污染壤土的淋洗修复	刘霞, 王建涛, 张萌, 王力, 杨亚提 (1590)
不同温度下烧制的秸秆炭对可变电荷土壤吸附 Pb(II) 的影响	蒋田雨, 姜军, 徐仁扣, 周立祥, 王世梅 (1598)
绿色木霉改性玉米秸秆溢油吸附剂的制备及其性能研究	蓝丹琳, 彭丹, 郭楚玲, 朱超飞, 薛秀玲, 党志 (1605)
改性与成型层状氢氧化镁铝对不同水体中 PO ₄ ³⁻ 的脱除性能	邢坤, 王海增 (1611)
羧基化碳纳米管载铂催化剂对微生物燃料电池阴极氧还原性能的影响	涂丽杏, 朱能武, 吴平霄, 李平, 吴锦华 (1617)
新型生物质活性炭烟气脱硫研究	刘洁岭, 汤争光, 陈杰, 蒋文举, 江霞 (1623)
城市工业行业能源消费强度等级划分方法及应用	毛建素, 马兰 (1628)
厦门城市化进程中的居民食物碳消费及其环境负荷	闫祯, 崔胜辉, 李桂林, 任引, 徐礼来 (1636)
《环境科学》征订启事 (1283)	
《环境科学》征稿简则 (1332)	
信息 (1350, 1509, 1582, 1644)	
专辑征稿通知 (1523)	

城市工业行业能源消费强势等级划分方法及应用

毛建素, 马兰

(北京师范大学环境学院, 环境模拟与污染控制国家重点联合实验室, 北京 100875)

摘要: 工业是能源消费的主要源头, 城市是能源消费的主要场所, 划分城市工业行业能源消费强势等级, 有利于锁定城市能源消费重点行业, 为中国城市化、工业化进程中的产业能源管理提供必要信息. 在回顾工业能源消费基本关系基础上, 确定了工业行业能源消费贡献率、经济贡献率和能源效率作为能源消费基本参数. 以中国总体水平作为比较基准, 界定了能源消费距离指数基本概念. 按照距离指数数值的大小将工业行业能源消费等级划分为从巨大强势到巨大弱势之间的9个不同等级, 指出了应关注的工业行业能源消费等级类型. 以重庆为例, 演示了工业行业能源消费强势等级划分方法的应用, 确定了重庆主要工业行业在能源消费方面强势等级, 找出了能源管理中值得特别关注的工业行业.

关键词: 工业行业; 贡献率; 能源效率; 能源管理; 能源消费; 距离指数; 重庆

中图分类号: X24 文献标识码: A 文章编号: 0250-3301(2013)04-1628-08

Method for Grading Industrial Sectors in Energy Consumption and Its Application

MAO Jian-su, MA Lan

(State Key Joint Laboratory of Environment Simulation and Pollution Control, School of Environment, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: Energy is mainly consumed by the urban industry system, thus grading industrial sectors for their energy consumption may help to identify the concerned industrial sectors and provide necessary information for industrial energy management in China's industrialization and urbanization. In present article, based on a review of the fundamental relationships between energy consumption and industrial sectors, the contribution rates and energy efficiency of industrial sectors are chosen as typical parameters for energy consumption. The concept of distance index of industrial sectors for energy consumption is defined through China's average level as a reference base. The grade of industrial sectors in energy consumption is classed into 9 types from extreme advantage to extreme disadvantage according to the scope of distance index values, and the types of industrial sectors that need to be more concerned are pointed out. Taking Chongqing as a case study, the application for grading industrial sectors for their energy consumption was exhibited, by which, the main industrial sectors are graded and the industrial sectors that should be special concerned in energy management are determined.

Key words: industrial sectors; contribution rate; energy efficiency; energy management; energy consumption; distance index; Chongqing

目前,应对全球变暖已成为世界各国的重要议题^[1]. 从能源消费源头上优化能源消费构成、提高能源利用效率,成为减少温室气体排放改善全球变暖环境条件的重要措施^[2]. 作为能源消费重要部门,工业的能源消费状况备受关注. 近年来,相继开展了大量工业典型行业(如制造业、纺织业、水泥业等)的能源效率及其改善潜力的研究^[3~6],为进一步改善工业能源消费状况提供了重要依据. 同时,还出台一系列政策,促进工业能源效率提高^[7,8]. 中国作为发展中国家,正处于工业化、城市化进程的关键阶段^[9],工业在能源消费中的地位尤为突出,2007年达到总能源消费的72%^[10]. 尽管近年来也开展了大量工业能源消费的研究,例如,以工业或国民经济整体作为研究对象,分析工业能源消费的历

史变化过程^[11],或解析工业能源消费与经济增长之间的关系^[12];从工业行业层面,定量分析中国或典型城市的能源效率^[13,14];针对特种典型行业,如建筑业、钢铁业等,研究其能源效率状况^[15,16]等. 这些研究都为工业能源消费管理提供了重要信息. 但是,如何锁定工业中能源消费重点行业? 所锁定的重点行业在能源消费方面居于怎样的水平? 这些问题尚未可知,为此,需要确定比较基准,采用简便易行的方法来清晰划分不同区域中能源消费强势等级. 本研究将在分析能源消费影响参数基础上,确

收稿日期: 2012-06-20; 修订日期: 2012-07-25

基金项目: 国家自然科学基金项目(41171361); 国家水体污染控制与治理科技重大专项(2008ZX07209-009)

作者简介: 毛建素(1966~),女,博士,教授,博士生导师,主要研究方向为产业生态学、城市生态规划与管理, E-mail: maojs@bnu.edu.cn

定能源消费影响参数,提出能源消费强势等级划分方法,并说明其应用方法,以期为中国城市工业能源消费管理提供方法基础。

1 材料与方法

1.1 工业行业构成

根据中国国民经济行业分类标准 GB/T 4754-2002,工业系统由 39 种行业部门构成,各部门名称及其本研究中采用的简写代码如表 1 所示。

表 1 工业行业的名称及其代码^[17]

代码	行业名称
CMW	煤炭开采和洗选业
PGX	石油和天然气开采业
FMM	黑色金属矿采选业
NFM	有色金属矿采选业
NOM	非金属矿采选业
OOM	其他采矿业
AFP	农副食品加工业
FOM	食品制造业
BEM	饮料制造业
TOM	烟草制品业
TXM	纺织业
TWM	纺织服装、鞋、帽制造业
LFM	皮革、毛皮、羽毛(绒)及其制品业
WBP	木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业
FNM	家具制造业
PAM	造纸及纸制品业
RMP	印刷业和记录媒介的复制
ARM	文教体育用品制造业
FUP	石油加工、炼焦及核燃料加工业
CMM	化学原料及化学制品制造业
MEM	医药制造业
CFM	化学纤维制造业
RUM	橡胶制品业
PLM	塑料制品业
NMM	非金属矿物制品业
FMS	黑色金属冶炼及压延加工业
NFS	有色金属冶炼及压延加工业
MPM	金属制品业
GMM	通用设备制造业
SMM	专用设备制造业
TRM	交通运输设备制造业
EEM	电气机械及器材制造业
CEM	通信设备、计算机及其他电子设备制造业
ICM	仪器仪表及文化、办公用机械制造业
AOM	工艺品及其他制造业
WRD	废弃资源和废旧材料回收加工业
EHP	电力、热力的生产和供应业
GPS	燃气生产和供应业
WPS	水的生产和供应业

1.2 能源消费基本关系回顾

文献[13,14,17]中已分析过工业能源消费与

各工业行业之间的关系,主要结果回顾并简述如下。

(1)工业的总能源消费是各工业行业能源消费之和,表达为:

$$E = \sum_{i=1}^n E_i \equiv \sum_{i=1}^n (f_i^E \cdot E) \quad (1)$$

式中, E 代表能源消费量,单位是吨标准煤,简写为 tce; i 是某一特定行业; n 是工业行业总数; f_i^E 是某行业 i 的能源消费量占整个工业能源消费量的百分比,反映该行业对整个工业能源消费的贡献水平,称为能源消费贡献率,表达为:

$$f_i^E = \frac{E_i}{E} \times 100\% \quad (2)$$

对于特定区域或城市,满足 $\sum_{i=1}^n f_i^E = 1$ 。

(2)工业能源消费与经济产出之间存在如下的关系:

$$E = \frac{G}{e} \quad (3)$$

式中, G 代表经济产出,本研究采用工业增加值计量,单位是万元; e 代表能源效率,指单位能源消费量下的工业经济产出量(按工业增加值计算),单位是万元·tce⁻¹。而工业整体的能源效率与各工业行业的能源效率之间又存在如下关系:

$$e = \left[\sum_{i=1}^n (f_i^G \cdot e_i^{-1}) \right]^{-1} \quad (4)$$

式中, e_i 和 f_i^G 分别是某一工业行业的能源效率、经济贡献率,可分别按式(5)、(6)估算:

$$e_i = \frac{G_i}{E_i} \quad (5)$$

$$f_i^G = \frac{G_i}{G} \times 100\% \quad (6)$$

综上所述,工业行业的能源消费贡献率、经济贡献率、能源效率将分别从不同角度影响到工业总能源消费量,可作为反映区域工业能源消费的基本参数。

对于特定区域而言,经济贡献率 f_i^G 越高,意味着行业 i 在工业经济地位越高;能源消费贡献率 f_i^E 越高,意味着行业 i 是该区域工业能源消费重点行业;因此,这两种贡献率较高的工业行业都应在区域能源消费管理中予以较多关注。反之,这两种贡献率较低的工业行业则意味着在区域工业经济和能源消费方面微不足道。在能源效率 e 方面,能源效率越高,意味着该行业在各工业行业中的能源利用水平越高,对整个工业能源效率的提高起到拉动作用,具有扩大经济份额的潜力。反之,能源效率较低

的行业则应在未来工业行业结构调整中适当缩减其经济份额,且其能源利用技术急需改进.

1.3 距离指数

“距离指数”曾被广泛用于刻画事物现状与发展目标状态之间相对水平^[18],或用于测量生态系统安全状况与健康状况^[19,20],也曾尝试用于定量分析特定区域工业行业在某些指标方面的差异^[21].在能源消费方面,“距离指数”还曾用于分析能源生产力的变化状况和不同类型能源的环境性能^[22,23].这里以中国整体工业行业发展水平作为比较基准,定义特定区域某一工业行业与中国同期同行业之间在能源消费基本参数方面的差值为该区域该工业行业在能源消费某参数方面的距离指数,用于锁定特定区域工业能源消费方面的强势或弱势行业,用 δ 表示.计算方法为:

$$\delta_i = x_i - x_i^o \quad (7)$$

式中, x 代表某一能源消费基本参数,可分别是工业增加值贡献率 f^G 、能源消费贡献率 f^E 和能源效率 e ;上标 o 表示比较基准,采用中国整体相关数值.

不难看出, δ 数值为正,表示某区域工业行业 i 的能源消费相关参数值高于中国同行业数值,在能

源消费方面具有某种强势,数值越大,强势越显著.反之亦然.

由于采用中国工业整体水平作为比较基准,距离指数既可反映某一特定区域与中国之间在各工业行业能源消费方面的差异,还可用于表征不同区域之间在各工业行业能源消费方面的不同.对于特定区域,或不同区域,都应较多地关注在能源消费贡献率和经济贡献率方面具有正向距离指数的工业行业;而在能源效率方面,既要关注正向距离指数较大的工业行业,因为它们是该区域能源效率技术水平较高工业行业,可拉动该区域工业总体能源效率的提高;同时,它们还是国家层面上具有区域优势的工业行业,其能源效率技术可向其它区域进行推广;同时,还应关注负向距离指数较大的工业行业,它们是该区域能源效率技术水平相对较差的一些工业行业,是急需借鉴其它区域同类行业予以整顿、改善的工业行业.这些都是区域工业管理的重要依据.

1.4 强势等级

为便于在应用中更简便、清楚地锁定不同区域应重点关注的工业行业,按照距离指数的数值大小对工业行业进行定级,如表2所示.

表2 工业行业能源消费强势等级划分准则

Table 2 Criteria for grading industrial sectors for their energy consumption

项目名称	巨大强势	显著强势	中等强势	微小强势	无强势或弱势	微小弱势	中等弱势	显著弱势	巨大弱势
强势等级	AAAA	AAA	AA	A	O	B	BB	BBB	BBBB
贡献率距离指数/%	≥ 20	10 ~ 20	5 ~ 10	2 ~ 5	-2 ~ 2	-2 ~ -5	-10 ~ -5	-20 ~ -10	≤ -20
能源效率距离指数/万元 $\cdot$ tce $^{-1}$	≥ 20	10 ~ 20	5 ~ 10	2 ~ 5	-2 ~ 2	-2 ~ -5	-10 ~ -5	-20 ~ -10	≤ -20

应用中,应重点关注在贡献率方面具有较高强势等级的工业行业,以及在能源效率方面具有较高强势等级和较高弱势等级的工业行业.

2 应用

2.1 典型区域选择

重庆早在解放前就是中国六大工业基地之一,历经过因企业内迁的工业没落和工业重建,是中国重要的机械工业基地、综合化工基地、医药工业基地和仪器仪表基地,也是中国最大的常规兵器生产基地和中国面积最大的城市,能较好地代表中国工业化、城市化后期、发育相对成熟的一类城市,还能在某种程度上反映目前处于工业化、城市化进程中的一些城市的未来可能趋势.特别是重庆改为直辖市后更受关注.近年来,针对重庆工业及其能源消费的相关研究也不断增多,主要集中在工业产业链构建与管理^[24]、工业结构变化的影响^[25, 26]、典

型行业的能源消费管理^[27]等几个方面.因此,选择重庆为例,说明城市工业行业能源消费强势等级划分方法的应用,并借此可了解重庆工业中各行业的能源消费状况.

2.2 数据及来源

从前文分析可见,为估算各工业行业的经济贡献率、能源消费贡献率和能源效率,需要了解工业中每一行业的经济产出量(以工业增加值表示)和能源消费数量.而这些数据均已纳入国家统计范围,因此研究中所用数据主要来自重庆统计年鉴^[28].作为研究中的参考基准,同期中国工业行业的相关数据则来自中国统计年鉴^[10].

2.3 结果

2.3.1 贡献率及其强势等级

(1) 贡献率

分别按式(2)、(6)估算出重庆市各工业行业对能源消费、工业增加值的贡献率,其结果绘入图1

中. 为便于对比,将中国同期各工业行业的贡献状况也表达在图 1 中,并按中国工业行业贡献率从高到低自左向右排序.

由图 1 可见,在经济和能源消费方面,重庆均有若干个贡献率十分突出的工业行业,其中,在经济方面表现最为突出的是专用设备制造业(代码 SMM),占据了重庆工业的 1/3,其次是石油加工、炼焦及核燃料加工业(代码 FUP)和塑料制品业(代码 PLM),分别占重庆工业的 7% 左右,这几个行业的经济贡献率明显高出中国同行业的贡献水平,反映出重庆的工业经济构成特点,如图 1(a). 在能源消费方面,电力、热力的生产和供应业(代码 EHP)和煤炭开采和洗选业(代码 CMW)两个行

业的贡献率超出 20%,是重庆工业能源消费的最重要部门,其次是化学原料及化学制品制造业(代码 CMM)和非金属矿物制品业(代码 NMM),分别占重庆工业能源消费的 13% 左右,如图 1(b). 这 4 个行业的能源消费贡献率明显高出中国同行业的贡献水平,共占重庆工业能源消费的 3/4. 表现出重庆工业能源消费集中程度较高. 此外,从图 1 还可见,重庆工业行业中在经济和能源消费两方面贡献水平较高的行业并不相同,意味着,经济贡献较高的行业并未消耗着较多的能源,而消耗较多能源的行业也未对经济做出较高的贡献,重庆工业经济的行业构成和能源消费的行业构成之间存在着重要差异.

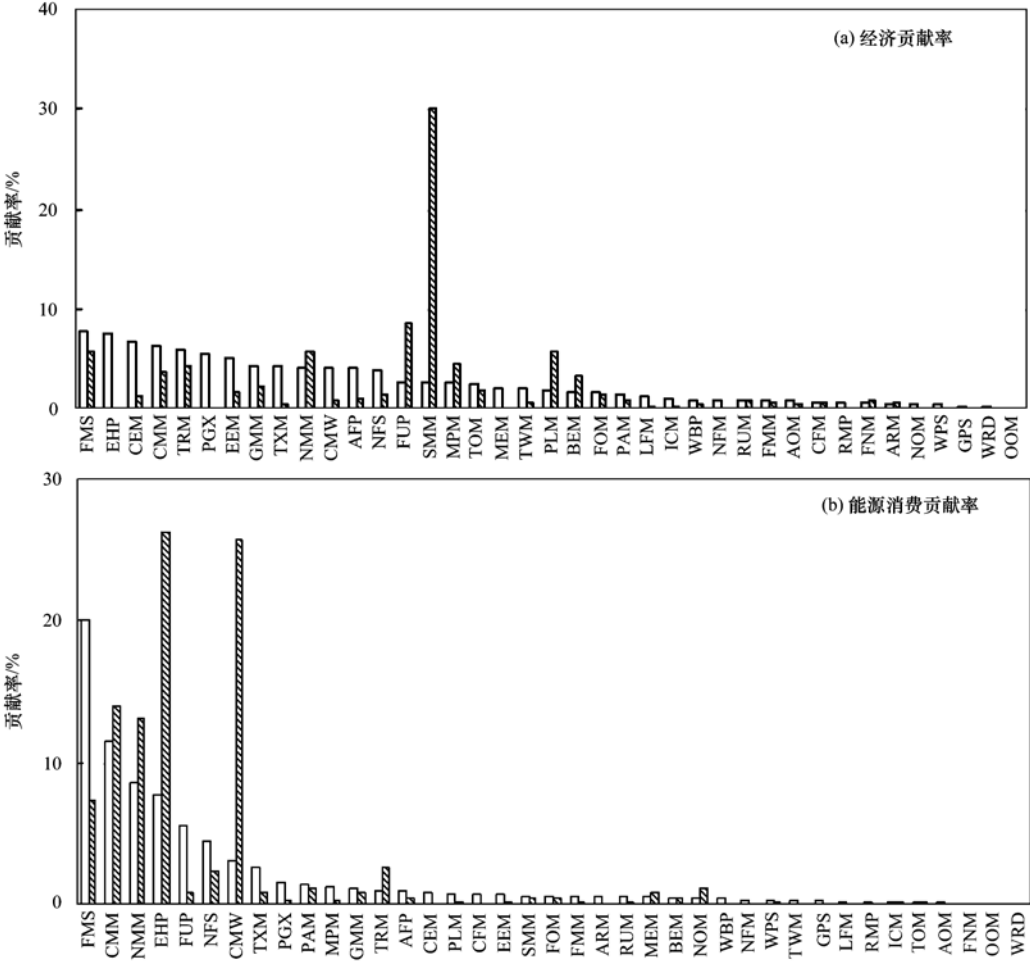


图 1 重庆工业行业贡献率及其与中国(2007 年)对比

Fig. 1 Contribution rates of industrial sectors at Chongqing and their comparison with those of China in 2007

(2) 贡献率距离指数

按式(7),分别计算重庆与中国各工业行业在经济和能源消费贡献水平方面的差异,并将所得贡献率距离指数结果绘入图 2 中. 考虑到距离指数越大,越能反映出重庆的工业构成特点,其中只保留了

贡献率距离指数的绝对值 >2% 的工业行业.

由图 2 可见:重庆贡献率距离指数最为突出的行业是专用设备制造业(代码 SMM),该行业具有最高的正向经济贡献率距离指数,高出中国同行业 27%,如图 2(a). 其次是煤炭开采和洗选业(代码

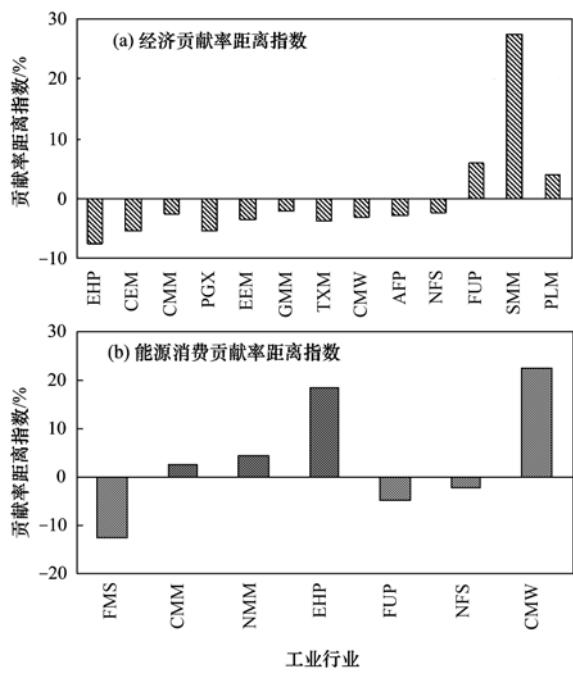


图 2 重庆重点工业行业贡献率距离指数 ($|\delta| > 2\%$, 2007 年)
Fig. 2 Distance indices in contribution rates for the main industrial sectors of Chongqing in 2007 ($|\delta| > 2\%$)

CMW)、电力、热力的生产和供应业(代码 EHP), 这两个行业均具有最高的正向能源消费贡献率距离指数,分别高出中国同行业 20% 左右,如图 2(b). 再者,黑色金属冶炼及压延加工业(代码 FMS)和电力、热力的生产和供应业(代码 EHP)两个行业分别在能源消费和经济贡献率方面具有最大的负向距离指数,均低于中国同行业 10% 左右. 此外,图 2 还可见,在重庆贡献率距离指数大于 2% 以上的工业行业中,在经济方面,具有正向贡献率距离指数的工业行业数目明显少于具有负向贡献率距离指数的工业行业数目,而在能源消费方面,具有正向距离指数的工业行业数目则稍多于具有负向距离指数的工业行业数目.

(3) 贡献率强势等级

根据上述各工业行业的贡献率距离指数的数值范围,按表 1 中工业行业强势等级划分准则,对重庆工业行业的贡献率进行分级,得到表 3. 为便于更清楚地关注重点工业行业,表 3 中只保留了具有中等以上优势或劣势(即贡献率距离指数绝对值在 5% 以上)的工业行业.

表 3 重庆具有中等以上贡献率强弱势 ($|\delta| \geq 5\%$) 的工业行业的强势等级 (2007 年)

Table 3 Grading the main industrial sectors ($|\delta| \geq 5\%$) of Chongqing for their contribution rates in 2007

项目	工业行业代码						
	CMW	FMS	EHP	CEM	PGX	FUP	SMM
经济贡献率强势等级			BB	BB	BB	AA	AAAA
能源消费贡献率强势等级	AAAA	BBB	AAA				

从表 3 可见,重庆市专用设备制造业(代码 SMM)和煤炭开采和洗选业(代码 CMW)两种行业分别在经济 and 能源消费方面具有巨大强势,意味着这两个行业分别在经济 and 能源消费方面处于非常重要的地位,应在经济发展及能源管理中予以特殊的关注. 接下来,电力、热力的生产和供应业(代码 EHP)既在能源消费方面具有显著强势,又在经济方面具有中等劣势,意味着该行业消费了较多的能源但其经济产出却远低于中国同行业水平,急需在未来管理中予以关注. 另有若干工业行业具有中等以上经济或能源消费方面的强势或弱势,在重庆能源消费管理中也应给以一定的关注.

2.3.2 能源效率及其强势等级

(1) 能源效率

根据中国和重庆的工业行业统计数据,按式(5)分别估算各工业行业的能源效率,其结果绘入图 3 中. 其中,工业行业名称顺序按中国能源效率数值从高到低自左向右排序.

图 3 显示,重庆工业中,文教体育用品制造业(代码 ARM)、专用设备制造业(代码 SMM)、燃气生产和供应业(代码 GPS)这 3 个行业的能源效率最为突出,都在 $30 \text{ 万元} \cdot \text{tce}^{-1}$ 以上,接下来家具制造业(代码 FNM)、塑料制品业(代码 PLM)、化学纤维制造业(代码 CFM)这 3 个行业,其能源效率在 $20 \text{ 万元} \cdot \text{tce}^{-1}$ 左右,以上 6 个行业的能源效率远高于重庆其它工业行业的能源效率,对重庆工业能源效率提高可起到拉动作用. 同时,这些行业的能源效率还明显高出中国同行业的能源效率,表示重庆这些行业在能源利用方面处于国内先进水平,具有向其它地区技术推广的价值.

(2) 能源效率距离指数

按式(7),估算重庆各工业行业在能源效率方面与中国的差异,将所得结果绘入图 4 中. 类似地,图 4 只保留了能源效率距离指数的绝对值 $> 2 \text{ 万元} \cdot \text{tce}^{-1}$ 的工业行业.

图 4 显示,重庆工业行业能源效率距离指数明

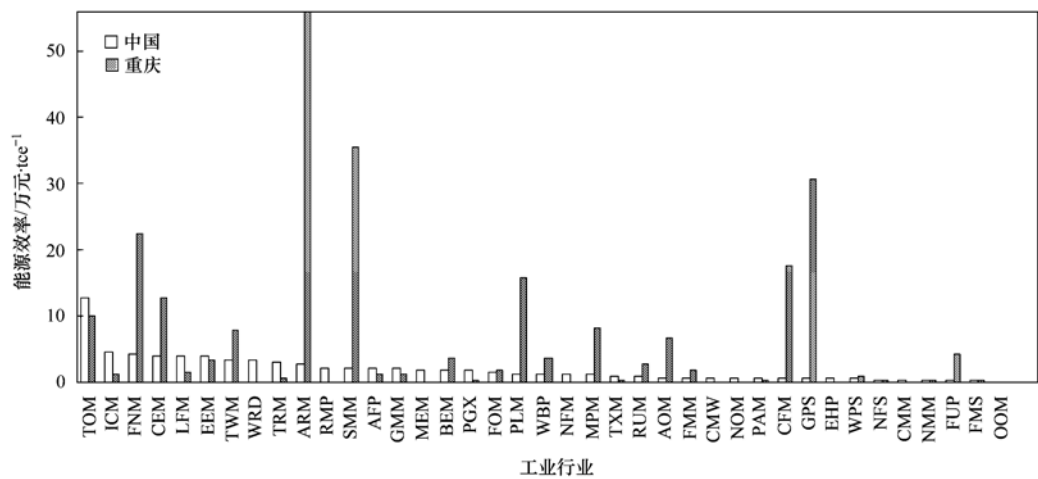


图3 重庆工业行业的能源效率及其与中国(2007)的对比

Fig. 3 Energy efficiency of industrial sectors at Chongqing and their comparison with those of China in 2007

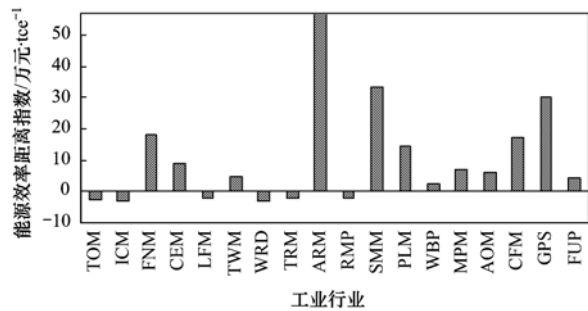


图4 重庆工业行业能源效率距离指数
($|\delta l| > 2$ 万元·tce⁻¹, 2007 年)

Fig. 4 Distance indices in energy efficiency for industrial sectors of Chongqing in 2007 ($|\delta l| > 2$ wanyuan·tce⁻¹)

显具有以下特点:①能源效率距离指数最为突出的行业是文教体育用品制造业(代码 ARM),该行业具有最高的正向经济贡献率距离指数,高出中国同行

业 134 万元·tce⁻¹,其次是专用设备制造业(代码 SMM)和燃气生产和供应业(代码 GPS),这两个行业的正向能源效率距离指数均为 30 万元·tce⁻¹左右;②具有正向距离指数的行业数目明显多于具有负向距离指数的行业数目,表示重庆多数工业行业的能源效率高出于中国同行业水平;③正向距离指数的变化幅度明显大于负向距离指数的变化幅度,表示重庆工业行业的能源效率高于中国同行业水平的程度远远超出那些能源效率低于中国同行业水平的程度。

(3)能源效率强势等级

按照前文中强势等级划分准则,根据重庆各工业行业能源效率距离指数的数值范围,对重庆工业行业进行能源效率强势等级划分,并删去能源效率距离指数绝对值在 5 万元·tce⁻¹以下的工业行业,得到表 4。

表 4 重庆具有中等以上能源效率强弱势($|\delta l| \geq 5$ 万元·tce⁻¹)的工业行业的强势等级(2007 年)

Table 4 Grading the industrial sectors of Chongqing with the above medium advantage
($|\delta l| \geq$ Fifty thousand yuan·tce⁻¹) for energy efficiency in 2007

工业行业代码	FNM	CEM	ARM	SMM	PLM	MPM	AOM	CFM	GPS
能源效率强势等级	AAA	AA	AAAA	AAAA	AAA	AA	AA	AAA	AAAA

从表 4 可见,重庆共有 9 个工业行业的能源效率强势等级达到中等以上水平,其中文教体育用品制造业(代码 ARM)、专用设备制造业(代码 SMM)和燃气生产和供应业(代码 GPS)这 3 个行业具有巨大强势,此外,还分别有另外 3 个行业具有显著优势,3 个行业具有中等优势。而没有任何一个行业的能源效率处于中等弱势以上。意味着在能源效率方面,重庆工业行业具有卓越的优势,在中国处于领先水平。

2.4 工业行业间关系

如上所述,以中国工业整体水平为基准所估算的重庆市在经济贡献率、能源消费贡献率和能源效率方面的距离指数,将反映重庆市工业行业在以上 3 个方面的优劣势。如果把重庆市各工业行业以上 3 种距离指数放入同一张图中,如图 5,将可了解重庆市工业行业在经济、能源消费和能源效率这 3 个方面强(弱)势间的耦合关系。

从图 5 可见,重庆工业行业中没有任何一个行

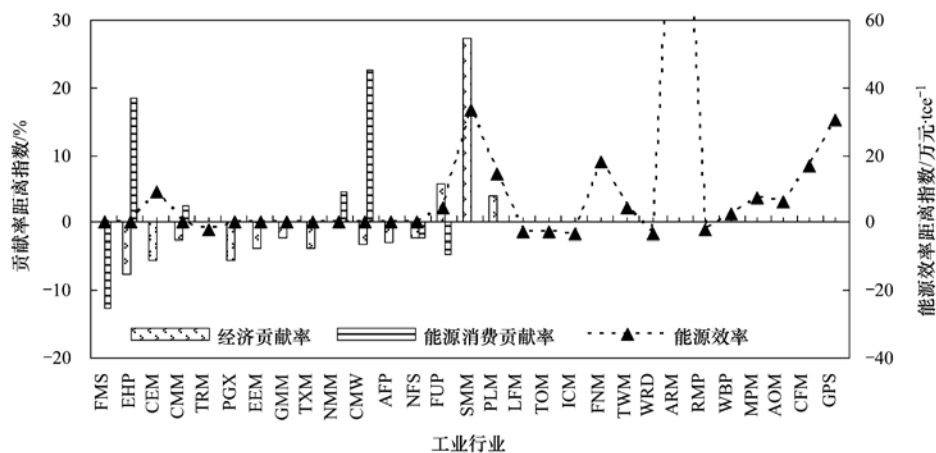


图5 重庆工业行业在贡献率距离指数与能源效率距离指数间的联系(2007年)

Fig. 5 Correlation between industrial sectors of Chongqing in their distance indices for contribution rates and energy efficiencies in 2007

业兼具经济、能源消费和能源效率的三重强势。但出现了若干能源效率强势与贡献率强势耦合的工业行业,即,专用设备制造业(代码SMM)兼具巨大的经济和能源效率强势,其经济贡献率和能源效率分别高于中国同行业27.4%和33.2万元·tce⁻¹。石油加工、炼焦及核燃料加工业(代码FUP)、塑料制品业(代码PLM)两个行业也同时具有一定的经济和能源效率强势。这些行业对拉动重庆整个工业能源效率的提高可起到很好的带动作用。而最具能源消费强势的两个工业行业电力、热力的生产和供应业(代码EHP)和煤炭开采和洗选业(代码CMW),都不具有经济和能源效率强势,无需关注。若干能源效率强势特别显著的工业行业,如文教体育用品制造业(代码ARM)和燃气生产和供应业(代码GPS),其能源效率分别超出中国同行业134万元·tce⁻¹和30万元·tce⁻¹,可在以后工业结构调整工作中适当加大其在经济中的比例,以利于重庆工业整体能源效率的提高和节能。

3 结论

(1)各工业行业的经济贡献率、能源消费贡献率、能源效率是影响工业能源消费的主要参数。以中国整体工业水平作为参考基准,分析特定区域这些参数与中国的差异水平,便于了解该特定区域能源消费相关特点。

(2)在界定距离指数基础上,提出了划分工业行业能源消费强势等级的基本方法,并按照距离指数数值的大小,将工业行业划分为从巨大强势到巨大弱势的9个不同能源消费强势等级。其中,在贡献率方面强势等级越高越需关注,而在能源效率方

面,既需要关注强势等级较高的工业行业,也需要关注弱势等级较高的工业行业。

(3)以重庆为例,演示了工业行业能源消费强势等级划分方法的应用过程。结果表明,重庆市专用设备制造业(代码SMM)、煤炭开采和洗选业(代码CMW)两个行业分别在经济 and 能源消费方面具有巨大强势,在今后工业能源管理中应予以关注。文教体育用品制造业(代码ARM)、专用设备制造业(代码SMM)、燃气生产和供应业(代码GPS)等行业具有能源效率方面的巨大强势,是拉动重庆工业能源效率提高的重要行业,具有向中国其它区域技术推广的价值。

参考文献:

- [1] Ekholm T, Soimakallio S, Moltmann S, *et al.* Effort sharing in ambitious, global climate change mitigation scenarios [J]. *Energy Policy*, 2010, **38**(4): 1797-1810.
- [2] Cha K, Lim S, Hur T. Eco-efficiency approach for global warming in the context of Kyoto Mechanism [J]. *Ecological Economics*, 2008, **67**(2): 274-280.
- [3] Pardo Martínez C I. Energy use and energy efficiency development in the German and Colombian textile industries[J]. *Energy for Sustainable Development*, 2010, **14**(2): 94-103.
- [4] Pardo Martínez C I. Energy efficiency developments in the manufacturing industries of Germany and Colombia, 1998-2005 [J]. *Energy for Sustainable Development*, 2009, **13**(3): 189-201.
- [5] Moya J A, Pardo N, Mercier A. The potential for improvements in energy efficiency and CO₂ emissions in the EU27 cement industry and the relationship with the capital budgeting decision criteria[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2011, **19**(11): 1207-1215.
- [6] Fleiter T, Fehrenbach D, Worrell E, *et al.* Energy efficiency in the German pulp and paper industry-A model-based assessment of

- saving potentials[J]. *Energy*, 2012, **40**(1): 84-99.
- [7] Tanaka K. Review of policies and measures for energy efficiency in industry sector[J]. *Energy Policy*, 2011, **39**(10): 6532-6550.
- [8] Tanaka K. Assessment of energy efficiency performance measures in industry and their application for policy[J]. *Energy Policy*, 2008, **36**(8): 2887-2902.
- [9] 郭广涛, 郭菊娥, 席西民, 等. 西部产业结构调整节能降耗效应测算及其实现策略研究[J]. *中国人口·资源与环境*, 2008, **18**(4): 44-49.
- [10] 中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2008.
- [11] Lee C C, Chang C P. The impact of energy consumption on economic growth: Evidence from linear and nonlinear models in Taiwan[J]. *Energy*, 2007, **32**(12): 2282-2294.
- [12] 陆钟武, 毛建素. 穿越“环境高山”——论经济增长过程中环境负荷的上升和下降[J]. *中国工程科学*, 2003, **5**(12): 36-42.
- [13] Mao J S, Du Y C, Xu L Y, *et al.* Quantification of energy related industrial eco-efficiency of China [J]. *Frontiers of Environmental Science & Engineering in China*, 2011, **5**(4): 585-596.
- [14] Mao J S, Du Y C, Cai H, *et al.* Energy efficiencies of industrial sectors for China's major cities [J]. *Procedia Environmental Sciences*, 2010, **2**: 781-791.
- [15] Kong X F, Lu S L, Wu Y. A review of building energy efficiency in China during “Eleventh Five-Year Plan” period[J]. *Energy Policy*, 2012, **41**: 624-635.
- [16] Marc R, Liu F. The energy efficiency of the steel industry of China[J]. *Energy*, 1991, **16**(5): 833-848.
- [17] 毛建素, 曾润, 杜艳春, 等. 中国工业行业的生态效率[J]. *环境科学*, 2010, **31**(11): 2788-2794.
- [18] 宋豫秦. 淮河流域可持续发展战略初论[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.
- [19] 范兴建, 朱杰, 付永胜, 等. 距离指数——层次分析法在沱江流域水安全系统评价中的应用[J]. *农业系统科学与综合研究*, 2009, **25**(2): 129-132.
- [20] 胡延兰, 杨志峰, 何孟常, 等. 一种城市生态系统健康评价方法及其应用[J]. *环境科学学报*, 2005, **25**(2): 269-274.
- [21] 杜艳春, 姜畔, 毛建素, 等. 焦作市工业行业的生态效率[J]. *环境科学*, 2011, **32**(5): 1529-1536.
- [22] Weiss M, Patel M, Heilmeyer H, *et al.* Applying distance-to-target weighing methodology to evaluate the environmental performance of bio-based energy, fuels, and materials [J]. *Resources, Conservation and Recycling*, 2007, **50**(3): 260-281.
- [23] Wang C H. Decomposing energy productivity change: A distance function approach[J]. *Energy*, 2007, **32**(8): 1326-1333.
- [24] Zhao C P. On the theory of scientific management and the development of Chongqing's catering chain industry[J]. *Procedia Engineering*, 2011, **15**: 5420-5424.
- [25] Zhang J F, Deng W. Industrial structure change and its eco-environmental influence since the establishment of municipality in Chongqing, China[J]. *Procedia Environmental Sciences*, 2010, **2**: 517-526.
- [26] Shi Y R, Chen L L, Liu Z, *et al.* Analysis on the carbon emission reduction potential in the cement industry in terms of technology diffusion and structural adjustment: a case study of Chongqing[J]. *Energy Procedia*, 2012, **16**: 121-130.
- [27] Liu G W, Wu Z Z, Hu M M. Energy consumption and management in public buildings in China: an investigation of Chongqing[J]. *Energy Procedia*, 2012, **14**: 1925-1930.
- [28] 中华人民共和国国家统计局重庆调查总队, 重庆统计局. 重庆统计年鉴(2008)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2009.

CONTENTS

Water-soluble Inorganic Salts in Ambient Aerosol Particles in Tangshan	MIAO Hong-yan, WEN Tian-xue, WANG Li, <i>et al.</i> (1225)
Characterization of Water-soluble ions in PM _{2.5} at Dinghu Mount	ZHAO Ya-nan, WANG Yue-si, WEN Tian-xue, <i>et al.</i> (1232)
Characteristics of Mass Size Distributions of Water-Soluble Inorganic Ions During Summer and Winter Haze Days of Beijing	HUANG Yi-min, LIU Zi-rui, CHEN Hong, <i>et al.</i> (1236)
Characterising Seasonal Variation and Spatial Distribution of PM _{2.5} Species in Shenzhen	YUN Hui, HE Ling-yan, HUANG Xiao-feng, <i>et al.</i> (1245)
Characteristics of PAHs in the Atmosphere in Winter and Summer in the Urban and Suburban of Fuzhou	YI Zhi-gang, HUANG Xing-ran, BI Jun-qi, <i>et al.</i> (1252)
Seasonal Variation and Spatial Distribution of Typical Organochlorine Pesticides in the Atmosphere of Hexi Corridor and Lanzhou, Northwest China	DING Zhong-yuan, MAO Xiao-xuan, MA Zi-long, <i>et al.</i> (1258)
Simulation of Air Pollution Characteristics and Estimates of Environmental Capacity in Zibo City	XUE Wen-bo, WANG Jin-nan, YANG Jin-tian, <i>et al.</i> (1264)
Diurnal Changes in Greenhouse Gases at Water-Air Interface of Xiangxi River in Autumn and Their Influencing Factors	HUANG Wen-min, ZHU Kong-xian, ZHAO Wei, <i>et al.</i> (1270)
Influence of Human Activities on Groundwater Environment Based on Coefficient Variation Method	ZHAO Wei, LIN Jian, WANG Shu-fang, <i>et al.</i> (1277)
Nitrogen Non-Point Source Pollution Identification Based on ArcSWAT in Changhe River	DENG Ou-ping, SUN Si-yang, LÜ Jun (1284)
Study on the Content and Carbon Isotopic Composition of Water Dissolved Inorganic Carbon from Rivers Around Xi'an City	GUO Wei, LI Xiang-zhong, LIU Wei-guo (1291)
First Flush Effects of Storm Events of Baoxiang River in Lake Dianchi Watershed	GUO Huai-cheng, XIANG Nan, ZHOU Feng, <i>et al.</i> (1298)
Estimation of Releasing Fluxes of Sediment Phosphorous in the Three Gorges Reservoir During Late Autumn and Early Winter	NIU Feng-xia, XIAO Shang-bin, WANG Yu-chun, <i>et al.</i> (1308)
Distributions and Pollution Status of Heavy Metals in the Suspended Particles of the Estuaries and Coastal Area of Eastern Hainan	XIN Cheng-lin, REN Jing-ling, ZHANG Gui-ling, <i>et al.</i> (1315)
Environmental Characteristics of Heavy Metals in Surface Sediments from the Huanghe Estuary	WU Bin, SONG Jin-ming, LI Xue-gang (1324)
Distribution and Potential Ecological Risk Assessment of Heavy Metals in Sediments of Zhalong Wetland	YE Hua-xiang, ZANG Shu-ying, ZHANG Li-juan, <i>et al.</i> (1333)
Ecological Risk Evaluation of Heavy Metals of the Typical Dredged Mud in Shanghai	TANG Qing-li, CHENG Jin-ping, GAO Hao-min, <i>et al.</i> (1340)
Pollution Characteristics of Heavy Metals in Sludge from Wastewater Treatment Plants and Sludge Disposal in Chinese Coastal Areas	ZHANG Can, CHEN Hong, YU Yi-xuan, <i>et al.</i> (1345)
Comparison of the Estrogenic Activity of Organic Compounds in Source Water and Finished Water from the Yangtze River and Taihu Lake in Certain Areas of Jiangsu Province	JIN Tao, LÜ Xue-min, ZENG Yi-fan, <i>et al.</i> (1351)
Occurrence and Fate of Phthalates in Wastewater Treatment Plants in Beijing, China	ZHOU Yi-qi, LIU Yun-xia (1357)
Research on Sludge Toxicity Caused by DMF Biodegradation and Toxicity Spatial Distribution in Sludge Flocs	HU Yuan-yuan, YANG Na, DING Yi, <i>et al.</i> (1363)
Study on the Ecological Risk of Wild Veined Rapa Whelk (<i>Rapana venosa</i>) Exposed to Organotin Compounds in Bohai Bay, China	AN Li-hui, ZHANG Yan-qiang, SONG Shuang-shuang, <i>et al.</i> (1369)
Bioaccumulation of Mercury in <i>Crassostrea</i> sp. Exposed to Waste Seawater Discharged from a Coal-fired Power Plant Equipped with a Seawater Flue-gas Desulfurization System	LIU Xi-yao, YUAN Dong-xing, CHEN Yao-jin (1374)
Effects of Imidazolium Chloride Ionic Liquids on the Acute Toxicity and Weight of Earthworm	HUANG Ruo-nan, FAN Jun-jie, TU Hong-zhi, <i>et al.</i> (1380)
Influencing Factors and Mechanism of Arsenic Removal During the Aluminum Coagulation Process	CHEN Gui-xia, HU Cheng-zhi, ZHU Ling-feng, <i>et al.</i> (1386)
Removal of DON in Micro-polluted Raw Water by Coagulation and Adsorption Using Activated Carbon	LIU Bing, YU Guo-zhong, GU Li, <i>et al.</i> (1392)
Mechanism of Catalytic Ozonation for the Degradation of Paracetamol by Activated Carbon	WANG Jia-yu, DAI Qi-zhou, YU Jie, <i>et al.</i> (1402)
Reductive Degradation of Chlorophenols in Aqueous Solution by Gamma Irradiation	PENG Yun-xia, HE Shi-jun, GONG Wen-qi, <i>et al.</i> (1411)
Effect of C/N Ratio on Nitrite Accumulation During Denitrification Process	YUAN Yi, HUANG Yong, DENG Hui-ping, <i>et al.</i> (1416)
Nitrous Oxide Emission During Denitrification for Activated Sludge Acclimated with Methanol as the Organic Carbon	ZHAI Xiao-feng, JIANG Cheng-ai, WU Guang-xue, <i>et al.</i> (1421)
Comparison and Optimization of Cellulose Carbon Source for Denitrification Filter	LI Bin, HAO Rui-xia (1428)
A Novel Municipal Wastewater Treating Process for Energy Production and Autotrophic Nitrogen Removal Based on ANAMMOX	LU Jian-cong, GAO Da-wen, SUN Xue-ying (1435)
Modeling and Dynamic Simulation of the Multimode Anaerobic/Anoxic/Aerobic Wastewater Treatment Process	ZHOU Zhen, WU Zhi-chao, WANG Zhi-wei, <i>et al.</i> (1442)
Comparing Microbial Community of High Ammonia Wastewater and Municipal Sewage in a Partial Nitrification System	ZHAO Zhi-rui, MA Bin, ZHANG Shu-jun, <i>et al.</i> (1448)
Analysis of the Fractal Structure of Activated Sludge Flocs	RUAN Xiao-dong, LIU Jun-xin (1457)
Rapid Cultivation of Aerobic Nitrifying Granular Sludge with Alternate Loading Method	SHEN Na, YANG Chang-zhu, PU Wen-hong, <i>et al.</i> (1464)
Acceleration of the Formation of Aerobic Granules in SBR by Inoculating Different Proportions and Different Diameters of Mature Aerobic Granules	XIONG Guang-cheng, PU Wen-hong, YANG Chang-zhu (1472)
Mechanisms of the Improvement in Dewaterability of Alkaline Fermented Sludge by Simultaneous Ammonium and Phosphate Recovery	ZHANG Chao, CHEN Yin-guang, GU Guo-wei (1479)
Use of Flow Cytometric Sorting to Assess the Diversity of Eukaryotic Picophytoplankton of Lakes	XIE Wei-wei, GONG Yi, WANG Zhi-xue, <i>et al.</i> (1485)
Allelopathy Effects of Ferulic Acid and Coumarin on <i>Microcystis aeruginosa</i>	GUO Ya-li, FU Hai-yan, HUANG Guo-he, <i>et al.</i> (1492)
Spatiotemporal Characteristics of Zooplankton Community Structure and Diversity in the Strong Temperature Increment Seawaters near Guohua Power Plant in Xiangshan Bay	ZHU Yi-feng, HUANG Jian-yi, LIN Xia, <i>et al.</i> (1498)
Screening of Epoxy-degrading Halophiles and Their Application in High-salt Wastewater Treatment	WANG Jin, XU Zhen, PENG Shu-chuan, <i>et al.</i> (1510)
Biodegradation of Decabromodiphenyl Ether by Intracellular Enzyme Obtained from <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	SHI Guang-yu, YIN Hua, YE Jin-shao, <i>et al.</i> (1517)
Influence of Yeast Extract on the Fermentation of Glucose by the Demulsifying Strain <i>Alcaligenes</i> sp. S-XJ-1	HUANG Xiang-feng, WANG Kai, LI Ming-xia, <i>et al.</i> (1524)
Phylogenetic Analysis of Methanogenic Corn Stalk Degrading Microbial Communities	QIAO Jiang-tao, GUO Rong-bo, YUAN Xian-zheng, <i>et al.</i> (1531)
Inhibition of Methanogenium by Erythromycin and Its Domestation	LIU Zi-xu, SUN Li-ping, LI Yu-you, <i>et al.</i> (1540)
Sand Box Study on Fingering Front Morphology for NAPLs Infiltrated in Homogeneous Porous Media	YANG Bin, LI Hui-ying, WU Bin, <i>et al.</i> (1545)
Vertical Distribution and Possible Sources of Polycyclic Aromatic Hydrocarbon in Sewage Area Soil	YAO Lin-lin, ZHANG Cai-xiang, LI Jia-le, <i>et al.</i> (1553)
Characteristic and Evaluation of Soil Pollution by Heavy Metal in Different Functional Zones of Hohhot	GUO Wei, SUN Wen-hui, ZHAO Ren-xin, <i>et al.</i> (1561)
Distribution Characteristics of Rice Photosynthesized Carbon in Soil Aggregates of Different Size and Density	LI Miao-miao, NIE San-an, CHEN Xiao-juan, <i>et al.</i> (1568)
Profile of Soil Microbial Biomass Carbon in Different Types of Subtropical Paddy Soils	SHENG Hao, ZHOU Ping, YUAN Hong, <i>et al.</i> (1576)
Effect of Composting Organic Fertilizer Supplies on Hexachlorobenzene Dechlorination in Paddy Soils	LIU Cui-ying, JIANG Xin (1583)
Remediation of Cu-Pb-Contaminated Loess Soil by Leaching with Chelating Agent and Biosurfactant	LIU Xia, WANG Jian-tao, ZHANG Meng, <i>et al.</i> (1590)
Effects of Different Temperatures Biochar on Adsorption of Pb(II) on Variable Charge Soils	JIANG Tian-yu, JIANG Jun, XU Ren-kou, <i>et al.</i> (1598)
Preparation and Performance Investigation of <i>Trichoderma viride</i> -Modified Corn Stalk as Sorbent Materials for Oil Spills	LAN Zhou-lin, PENG Dan, GUO Chu-ling, <i>et al.</i> (1605)
Removal of PO ₄ ³⁻ from Solution, Wastewater and Seawater by Modification and Granulation Magnesium and Aluminium Layered Double Hydroxide	XING Kun, WANG Hai-zeng (1611)
Influence of Carboxylic Carbon Nanotube Supported Platinum Catalyst on Cathode Oxygen Reduction Performance of MFC	TU Li-xing, ZHU Neng-wu, WU Ping-xiao, <i>et al.</i> (1617)
Flue Gas Desulfurization by a Novel Biomass Activated Carbon	LIU Jie-ling, TANG Zheng-guang, CHEN Jie, <i>et al.</i> (1623)
Method for Grading Industrial Sectors in Energy Consumption and Its Application	MAO Jian-su, MA Lan (1628)
Dynamics and Environmental Load of Food Carbon Consumption During Urbanization: A Case Study of Xiamen City, China	YAN Zhen, CUI Sheng-hui, LI Gui-lin, <i>et al.</i> (1636)

《环境科学》第6届编辑委员会

主 编: 欧阳自远

副主编: 赵景柱 郝吉明 田 刚

编 委: (按姓氏笔画排序)

万国江 王华聪 王凯军 王绪绪 田 刚 田 静 史培军
朱永官 刘志培 汤鸿霄 陈吉宁 孟 伟 周宗灿 林金明
欧阳自远 赵景柱 姜 林 郝郑平 郝吉明 聂永丰 黄 霞
黄 耀 鲍 强 潘 纲 潘 涛 魏复盛

环 境 科 学

(HUANJING KEXUE)

(月刊 1976年8月创刊)

2013年4月15日 34卷 第4期

ENVIRONMENTAL SCIENCE

(Monthly Started in 1976)

Vol. 34 No. 4 Apr. 15, 2013

主 管	中国科学院	Superintended	by	Chinese Academy of Sciences
主 办	中国科学院生态环境研究中心	Sponsored	by	Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences
协 办	(以参加先后为序) 北京市环境保护科学研究院 清华大学环境学院	Co-Sponsored	by	Beijing Municipal Research Institute of Environmental Protection School of Environment, Tsinghua University
主 编	欧阳自远	Editor-in -Chief		OUYANG Zi-yuan
编 辑	《环境科学》编辑委员会 北京市2871信箱(海淀区双清路 18号, 邮政编码:100085) 电话:010-62941102, 010-62849343 传真:010-62849343 E-mail: hjkx@ rcees. ac. cn http://www. hjkx. ac. cn	Edited	by	The Editorial Board of Environmental Science (HUANJING KEXUE) P. O. Box 2871, Beijing 100085, China Tel:010-62941102, 010-62849343; Fax:010-62849343 E-mail: hjkx@ rcees. ac. cn http://www. hjkx. ac. cn
出 版	科 学 出 版 社 北京东黄城根北街16号 邮政编码:100717	Published	by	Science Press 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷 装 订	北京北林印刷厂	Printed	by	Beijing Bei Lin Printing House
发 行	科 学 出 版 社 电话:010-64017032 E-mail: journal@ mail. sciencep. com	Distributed	by	Science Press Tel:010-64017032 E-mail: journal@ mail. sciencep. com
订 购 处	全国各地邮电局	Domestic		All Local Post Offices in China
国外总发行	中国国际图书贸易总公司 (北京399信箱)	Foreign		China International Book Trading Corporation (Guoji Shudian), P. O. Box 399, Beijing 100044, China

中国标准刊号: ISSN 0250-3301
CN 11-1895/X

国内邮发代号: 2-821

国内定价: 90.00元

国外发行代号: M 205

国内外公开发行