

青岛市产/行业污染排放水平与结构的定量评价

王晓燕¹, 梁生康¹, 岳玲莉², 李克强¹, 王修林^{1**}

(中国海洋大学 1. 化学化工学院; 2. 环境科学与工程学院, 山东 青岛 266100)

摘要: 本文以2007年《全国第一次污染源普查》数据为基础,以全国COD、总氮、总磷污染物的平均排放强度(I_{COD} 、 I_{TN} 、 I_{TP})为参照,定量评价了2007年青岛市农业、工业、服务业和居民生活以及各产业内不同行业的污染物排放水平。结果表明:青岛市 I_{COD} 、 I_{TN} 和 I_{TP} 分别为5.52、0.96和0.09 kg/万元,较国家参照值分别低65.6%、60.9%和57.4%;其中,工业、服务业以及居民生活污染物排放水平均低于国家参照值,只有农业的 I_{TP} 较国家参照值高11.9%。对于三大产业内部 I_{COD} 、 I_{TN} 和 I_{TP} ,农业中种植业大类较国家参照值分别低18.8%,高18.4%和高8.8%,畜禽养殖业大类较国家参照值分别高52.6%、8.4%和57.8%;工业中黑色金属矿采选业、饮料制造业、橡胶制品业等6个行业大类的 I_{COD} 或 I_{TN} 高于国家参照值,平均分别高75.2%和149.5%,医药制造业、通用设备制造业等32个行业大类 I_{COD} 或 I_{TN} 低于国家参照值,平均低81.8%和86.3%;服务业中各部门的 I_{COD} 、 I_{TN} 、 I_{TP} 均低于国家参照值。通过进一步计算环境基尼系数发现,青岛市只有农业污染结构适度均衡,全市及工业和服务业环境基尼系数均远高于“0.4”警戒值,污染结构失衡现象较为明显,需通过产业结构优化和调整以实现社会、经济和环境的协调发展。

关键词: 青岛;产/行业;排放强度;环境基尼系数;定量评价

中图法分类号: X820.2

文献标志码: A

文章编号: 1672-5174(2016)10 II -099-08

DOI: 10.16441/j.cnki.hdxh.20140142

引用格式: 王晓燕, 梁生康, 岳玲莉, 等. 青岛市产/行业污染排放水平与结构的定量评价[J]. 中国海洋大学学报(自然科学版), 2016, 46(增): 99-106.

WANG Xiao-Yan, LIANG Sheng-Kang, YUE Ling-Li, et al. Quantitative assessment of pollution intensity and structure of different industries of Qingdao[J]. Periodical of Ocean University of China, 2016, 46(Sup.): 99-106.

改革开放以来,青岛市社会经济高速发展,大量的陆源(包括农业、工业、服务业和生活)污水排入胶州湾等近海海域,导致青岛近海特别是胶州湾部分海域污染严重,海洋生态环境质量下降,成为制约青岛社会经济可持续发展的重要因素。而陆源污染物排放强度和产/行业结构对污染物入海通量进而对海域水质具有显著影响。因此,有必要对青岛市产/行业污染源的排放水平与结构进行客观评价,识别出重污染产/行业,从而为青岛市污染物总量控制和产业结构调整提供依据。

污染物排放强度反映了新创造的单位经济价值的环境负荷的大小,是联合国可持续发展指标体系中的驱动力指标之一^[1],用来衡量行业或区域的污染排放水平。世界银行政策研究署利用20世纪80年代美国制造业200 000个工业企业污染物排放量和产值数据,建立了一套基于行业污染物排放强度的污染物排放量

预测系统(IPPS)^[2],并在诸多发展中国家得以应用^[3-5]。国内王寿兵等^[6]分析了1998年中国大陆各省(包括直辖市)的富营养化物质排放量和排放强度差异,以期对富营养化物质的总量控制和管理提供依据。陈东景^[7]对我国2005年30个省区间的COD、氨氮和SO₂等7种工业污染物的排放强度区域差异进行了评价。苏丹等^[8]以控制单元为对象,对辽河流域2006年度废水量、COD和氨氮等3种主要污染物排放强度的区域差异进行了评价并计算了各单元污染物排放强度减排潜力。而孙启宏等^[9]通过2008年度辽河流域的工业污染物排放强度与全国平均水平及其他区域先进水平的比较,研究了本区域重点工业行业的产污特征。

另外,基尼系数是经济学中用来考察居民收入分配差距的一个指标,被拓展用于资源、环境公平性评价中^[10-13]。环境基尼系数是按照基尼系数的内涵,将基尼系数引入到资源消耗或污染物排放与经济贡献的公

* 基金项目: 海洋局公益性专项项目(201205018);中央高校基本科研业务费项目(201362014)资助

Supported by Public Science and Technology Research Funds Projects of Ocean(201205018);Fundamental Research Funds for the Central Universities(201362014)

收稿日期:2014-04-16;修订日期:2014-06-20

作者简介:王晓燕(1981-),女,博士。主要从事排海污染物总量控制及环境质量评价和环境准入基准方面研究。E-mail: wangxy_unique@163.com

** 通讯作者: E-mail: xlwang@ouc.edu.cn

平性中,用来衡量污染排放或资源消耗与经济贡献是否匹配或者区域污染结构是否均衡。王金南等^[14]、张音波等^[15]、叶兆木等^[16]、李杨等^[17]和陈友偲等^[18]分别计算了国家、广东省、重庆市、陕西省和江苏省的资源环境基尼系数,并指出了限制区域经济与资源环境协调发展的不公平因子。

实际上,目前已有研究或侧重于某一区域污染物排放强度和结构的评价,或侧重于重点工业污染源排污强度水平的评价,尚没有对城市四大污染来源即农业、工业、服务业和生活整体及其内部的污染水平和结构进行系统评价。因此,本文根据2007年青岛第一次污染源普查数据,以2007年全国平均水平为参照值,计算比较了青岛市生活和农业、工业、服务业三大产业污染源及其内部不同行业的COD、总氮和总磷等污染物的排放强度,并应用环境基尼系数,对青岛市整体及三大产业污染源的污染结构均衡度进行了评价,以期对青岛市污染物总量控制和产业结构调整提供基础。

1 材料与方法

1.1 数据来源

本文主体数据包括全国和青岛市产/行业的污染物排放量和增加值,其中,全国数据来自于《第一次全国污染源普查公报》、《第一次全国污染源普查产排污系数手册》、《2007中国环境统计年报》和《2008中国统计年鉴》;青岛数据来自于2007年青岛第一次污染源普查数据和《2008年青岛统计年鉴》。由于主体数据没有农业源中种植业大类的COD和农村居民生活的COD、总氮和总磷污染物排放量,这部分数据参考《全国水环境容量核定技术指南》核算确定。

1.2 排放强度计算

本文按照(式1)计算比较青岛市产/行业相对于全国参照值的污染排放水平。其中,排放强度的含义对于农业源、工业源和服务业源是指单位增加值的污染物排放量,对于生活源是指单位人均GDP的污染物排放量。还需说明的是,本文中的生活、农业、工业和服务业污染源是按照经济活动同质性对陆源污染源的习惯称谓,实际上后3种类型污染源对应于《国民经济行业分类(GB/T 4754-2002)》^[19]中的第一、第二和第三产业;居民生活仅指人在住所内的活动。

$$\theta = \frac{I_w - I_s}{I_s} \times 100\% \quad (1)$$

式中: θ 指青岛某一产/行业污染源排放强度相对于全国参照值的高或低的百分比,单位:%; I_w 、 I_s 分别为青岛和国家某一产/行业污染源的排放强度,单位:kg/万元。

1.3 环境基尼系数计算

对于产/行污染源污染结构的均衡度评价,本文采

用环境基尼系数表示,其定义如(2)所示:

$$Gn = 1 - \sum_{n=1}^i [(X_i - X_{i-1}) \times (Y_i + Y_{i-1})] \quad (2)$$

式中: X_i 为产/行业增加值的累计百分比; Y_i 为产/行业污染物排放量的累计百分比。

按照国际惯例,通常把0.4作为衡量收入分配公平的“警戒线”。本文沿用此惯例,将0.4作为衡量污染结构均衡与否的阈值, $Gn < 0.4$ 表示污染结构“均衡”,而 $Gn \geq 0.4$ 表示“失衡”^[14]。

需要指出的是,本文中每个产业的环境基尼系数都是以其包括的大类为基数来进行计算的。由于服务业缺乏其包括的行业大类的增加值数据,只能以其包含的门类为基数来计算环境基尼系数。

2 结果与讨论

2.1 青岛市生活、农业、工业、服务业污染源排放水平

2007年青岛全市COD、总氮、总磷污染物排放强度分别为5.52、0.96和0.09 kg/万元,分别比全国参照值低65.6%、60.9%和57.4%。较全国其他重点城市而言,青岛市COD排放强度属于中低值^[20],但比国家生态市建设标准中COD排放强度限制值^[21]高38.0%。与GDP排名也在全国前10位(2007年),且同为沿海城市的深圳市相比,青岛市COD排放强度比其高127.1%^[22-23],差距显著,这其中原因值得探究。

2007年国家和青岛市居民生活和农业、工业、服务业三大产业及其内部不同行业的COD、总氮、总磷排放强度如表1和2所示。

从表1可以看出,就青岛市四大污染源来讲,农业源COD、总氮和总磷污染物排放强度分别比全国参照值低13.1%、低7.4%和高11.9%;工业源COD和总氮污染物排放强度分别比全国参照值低73.9%和66.7%,其中,工业COD排放强度在全国沿海开放城市中属于低值^[24],但比深圳市工业COD排放强度要高245.2%^[22-23],也比国家生态工业园区建设标准规定的COD排放强度限值^[25]高47.2%。服务业源COD、总氮和总磷污染物排放强度分别比全国参照值低54.6%、60.0%和33.3%,而且也比深圳市分别低66.0%、77.3%和83.8%^[22-23]。居民生活源COD、总氮和总磷污染物排放强度分别比全国参照值低36.4%、30.9%和30.0%,但与类似城市深圳相比,要分别高70.2%、71.5%和46.0%^[22-23]。这与青岛市相对深圳市城镇化率较低,农村居民生活污水没有纳入管网收集和处理有关(见图1)。

进一步分析青岛市四大污染源内部排放水平的差异,可以发现,对于农业污染源内部的COD、总氮、总磷污染排放强度,青岛市种植业源分别比全国参照值低

表 1 2007 年国家和青岛市产/行业主要水污染物排放强度比较

Table 1 The comparison of pollution intensities of main water pollutants between Qingdao and China in 2007

产/行业污染源 Varvecy industries	I_{COD}		I_{TN}		I_{TP}	
	国家 Nation	青岛 Qingdao	国家 Nation	青岛 Qingdao	国家 Nation	青岛 Qingdao
居民生活 Household group	24.75	15.74	4.30	2.97	0.30	0.21
城镇 Urban household sector	15.63	13.54	3.13	2.76	0.22	0.19
农村 Rural household sector	30.17	19.53	4.31	2.79	0.30	0.20
农业 Ayriculture group	129.06	112.19	9.63	8.92	1.01	1.13
种植业 Plumting sector	143.97	116.91	9.99	11.83	0.68	0.74
禽畜养殖业 Livestock farmving sector	162.66	248.30	13.14	14.25	2.06	3.25
水产养殖业 Fishery sector	20.50	1.66	3.01	0.59	0.57	0.11
工业* Industry group	5.64	1.47	0.24	0.08	/	/
服务业 Service group	1.63	0.74	0.05	0.02	0.003 [#]	0.002 [#]
住宿和餐饮业 Caterwing service and hotel sector	53.29	20.13	0.97	0.49	0.07	0.03
居民服务和其他务业 Resident service sector	3.85	1.32	0.41	0.06	0.03	0.01
卫生、社会保障和社会福利业 Health, social allowance and welfare sector	2.74	1.69	0.52	0.30	0.04	0.02

注: *本文中工业源总氮排放强度实为氨氮排放强度,工业源的总磷排放不在第一次全国污染源普查范围之内,工业源内部各行业污染物排放强度见表2; #数值较小,为方便比较,此处取三位有效数字。

Note: The total nitrogen emission intensity of industrial sources is actually ammonia nitrogen emission intensity, total phosphorus emissions from industrial sources are not in the first national pollution source census, pollutant discharge intensity of each industry within the industrial source see Table 2. Because of smaller data, here take three effective figures for the convenience of comparison.

18.8%,高 18.4%和高 8.8%,禽畜养殖源分别比全国参照值高 52.6%、8.4%和 57.8%,水产养殖源则分别比全国参照值低 91.9%、80.4%和 80.7%。对于工业污染源内部的污染物排放强度(见表 2),在其内部的 38 个工业行业大类中,以 COD 排放强度衡量,青岛市只有黑色金属矿采选业、饮料制造业、橡胶制品业、黑色金属冶炼及压延加工业 4 个大类分别比全国参照值高 26.3%、24.8%、116.0%和 135.4%,其余 34 个行业均低于国家参照值,平均低 81.8%;而以总氮排放强度衡量,青岛市只有黑色金属矿采选业、饮料制造业、木材加工及木竹藤棕草制品业和电力及热力生产和供应业 4 个大类分别比全国参照值高 220.0%、122.1%、

116.1%和 140.0%,其余 34 个行业均低于国家参照值,平均低 86.3%。对于服务业污染源内部的 COD、总氮和总磷污染物排放强度,青岛市住宿和餐饮业门类分别比全国参照值低 62.2%、49.5%和 57.1%,居民服务和其他服务业门类分别比全国参照值低 65.7%、85.4%和 66.7%,而卫生、社会保障和社会福利业门类分别比全国参照值低 38.3%、42.3%和 50.0%。对于居民生活源内部的 COD、总氮、总磷污染排放强度,青岛市城镇居民生活分别比全国参照值低 13.4%、11.8%和 13.6%,农村居民生活分别比全国参照值低 35.3%、35.3%和 33.3%。

表2 2007年国家和青岛市工业内部各行业主要水污染物排放强度比较*

Table 2 The comparison of pollution intensities of main water pollutants of different sections of the Industry between Qingdao and China in 2007

/kg·万元⁻¹

工业行业大类代码 Code of main industrial divisions	工业行业大类名称 Name of main industrial divisions	I_{COD}		I_{TN}	
		国家 Nation	青岛 Qingdao	国家 Nation	青岛 Qingdao
B06	煤炭开采和洗选业	3.36	0.00	0.14	0.00
B08	黑色金属矿采选业	2.66	3.35	0.10	0.32
B09	有色金属矿采选业	8.51	0.17	0.17	0.00
B10	非金属矿采选业	10.60	2.05	0.21	0.01
B11	其他采矿业	5.39	0.00	0.36	0.00
C13	农副食品加工业	31.49	7.12	1.18	0.22
C14	食品制造业	13.01	6.86	1.07	0.14
C15	饮料制造业	20.79	25.69	0.68	1.50
C16	烟草制品业	0.15	0.00	0.01	0.00
C17	纺织业	21.28	12.83	1.02	0.24
C18	纺织服装、鞋、帽制造业	7.54	1.21	0.37	0.02
C19	皮革、毛皮、羽毛(绒)及其制品业	23.11	1.88	2.67	0.003#
C20	木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业	8.56	0.10	0.31	0.67
C21	家具制造业	8.11	0.40	0.51	0.002#
C22	造纸及纸制品业	145.16	5.81	2.75	0.002#
C23	印刷业和记录媒介的复制	1.79	0.09	0.07	0.002#
C24	文教体育用品制造业	2.27	0.19	0.10	0.01
C25	石油加工、炼焦及核燃料加工业	3.34	1.39	0.42	0.20
C26	化学原料及化学制品制造业	10.16	4.84	2.82	1.94
C27	医药制造业	10.65	2.64	0.60	0.05
C28	化学纤维制造业	19.23	3.17	0.68	0.00
C29	橡胶制品业	0.80	1.73	0.08	0.02
C30	塑料制品业	3.38	0.16	0.15	0.001#
C31	非金属矿物制品业	2.37	0.77	0.14	0.09
C32	黑色金属冶炼及压延加工业	2.04	4.82	0.20	0.0004#
C33	有色金属冶炼及压延加工业	1.25	0.13	0.18	0.00
C34	金属制品业	2.30	0.88	0.09	0.09
C35	通用设备制造业	1.05	0.54	0.07	0.02
C36	专用设备制造业	0.96	0.41	0.13	0.02
C37	交通运输设备制造业	0.78	0.29	0.05	0.003#
C39	电气机械及器材制造业	1.07	0.32	0.05	0.002#
C40	通信设备、计算机及其他电子设备制造业	1.55	0.09	0.12	0.01
C41	仪器仪表及文化、办公用机械制造业	0.50	0.01	0.03	0.00
C42	工艺品及其他制造业	3.54	0.34	0.18	0.01
C43	废弃资源和废旧材料回收加工业	3.94	0.00	0.07	0.00
D44	电力、热力的生产和供应业	1.66	0.27	0.05	0.12
D45	燃气生产和供应业	42.90	0.16	9.15	0.08
D46	水的生产和供应业	25.24	0.10	1.29	0.00

注: *本文中工业源总氮排放强度等于氨氮排放强度,工业源的总磷排放不在第一次全国污染源普查范围内,#数值较小,为方便比较,此处取三位以上有效数字。

Note: The total nitrogen emission intensity of industrial sources is actually ammonia nitrogen emission intensity, total phosphorus emissions from industrial sources are not in the first national pollution source census. Because of smaller data, here take three effective figures for the convenience of comparison.

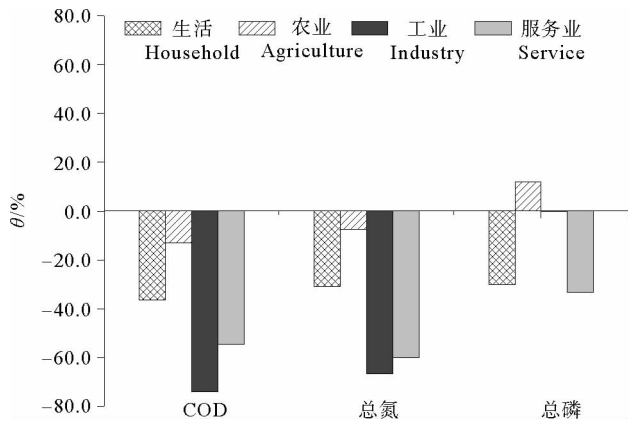


图1 青岛生活、农业、工业、服务业污染源主要水污染物排放强度与国家平均水平的比较

Fig. 1 The comparison of pollution intensities of main water pollutants of Household, Agriculture, Industry and Service of Qingdao and the national average values

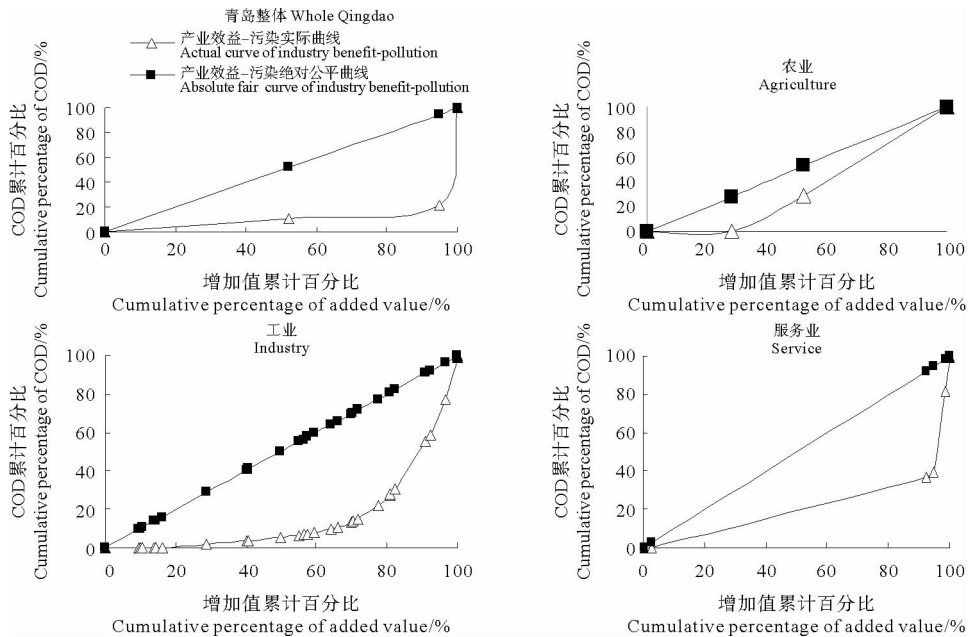


图2 2007年青岛市整体及农业、工业、服务业污染源的环境洛伦兹曲线

Fig. 2 The environment Lorenz curve of the whole Qingdao city and its Agriculture, Industry and Service in 2007

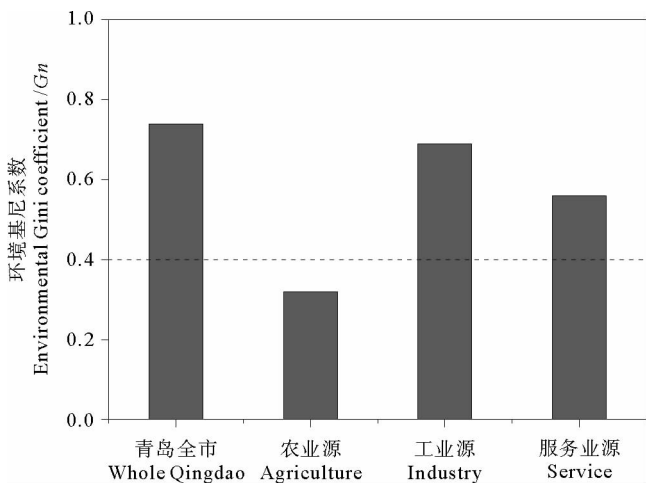


图3 2007年青岛全市及农业、工业、服务业污染源的环境基尼系数
Fig. 3 The environmental Gini coefficients of the whole Qingdao city and its Agriculture, Industry and Service in 2007

2.2 青岛市农业、工业、服务业污染源污染结构状况

2007年青岛市整体及农业、工业、服务业的环境洛伦兹曲线和环境基尼系数分别如图2和图3所示。从图中可以看出,青岛市农业环境基尼系数为0.32,污染结构适度均衡。但是青岛全市环境基尼系数高达0.74,同时,工业和服务业环境基尼系数分别为0.69和0.56,大大高于0.4阈值,污染结构均处于“高度失衡”状态。而深圳市环境基尼系数仅为0.38^[22-23],表明需要对青岛市污染结构进行大幅调整。

青岛全市及工业、服务业污染结构失衡是由不同产业的经济收益和污染排放之间的比例极不均衡造成的。如2007年高排放强度的农业,其增加值尽管只占青岛市国民生产总值的5%,但COD排放量占青岛市COD排放总量的比重却高达49%;而低排放强度的服务业,其COD排放量只占青岛市COD排放总量的7%,

增加值却占青岛市国民生产总值的43%。从工业内部来看,COD排放强度大于1 kg/万元的黑色金属矿采选业、非金属矿采选业、农副食品加工业、食品制造业、饮料制造业、纺织业等12个行业大类,其COD排放量之和占工业COD排放总量的88%,但是增加值之和占工业增加值的比例却仅有33%。从服务业内部来看,住宿和餐饮业以及居民服务和其他服务业等3个高排放强度门类,其COD排放量之和占服务业COD排放总量的比例将近100%,但是增加值之和占服务业增加值的比例却仅有13.7%。

3 结论与建议

青岛市产/行业污染源排放水平和污染结构评价结果显示,虽然青岛整体COD、总氮、总磷污染物排放

强度均低于国家参照值,但是城市 COD 排放强度高于国家生态市建设标准,且环境基尼系数远远超过 0.4 的警戒线,表明青岛市产/行业污染结构失衡现象较为明显,需要通过产业结构调整在获得经济增长的同时降低污染物排放数量。

就城市四大污染来源具体来讲,虽然青岛市居民生活源整体污染物排放强度低于国家参照值,但仍高于深圳等新兴沿海城市,表明应进一步通过提高污水的回收率和集中处理率来降低生活源污染物排放量。农业源虽然整体排放强度低于国家参照值,而且污染结构适度均衡,但是其种植业大类的总氮、总磷和禽畜养殖业的 COD、总氮、总磷污染物排放强度都高于国家参照值,说明应通过积极发展生态农业,科学施用肥料,切实减少污染物排放量;同时,应该积极发展规模饲养,严格规模化畜禽养殖场的环境管理,并将原有的散养模式改变为圈养模式,控制散养的污染排放。工业源整体排放强度低于国家参照值,但是其中仍有部分行业排放强度高于国家参照值,且工业源环境基尼系数远大于 0.4 的警戒值,说明工业源内部污染结构矛盾突出,应在通过关、停、并、转高排污行业的同时,提高行业准入门槛,从源头控制高排放行业的发展。服务业源虽然污染物排放强度低于国家参照值,但是环境基尼系数也远远大于 0.4,需要在提高住宿餐饮业等传统服务业的规模和污水集中处理率的同时,巩固社会服务业,引导壮大生产服务业和流通服务业等现代服务业,以实现行业经济效益和污染排放的基本均衡。

参考文献:

[1] United Nations. Indicators of Sustainable Development, Frameworks and Methodologies [C]. New York: United Nations, 1996.

[2] Hettige H, Martin P, Singh M, et al. The Industrial Pollution Projection System (IPPS). Policy Research Working Paper No 1431 Part 1 and 2[M]. Washington, DC: The World Bank, 1995.

[3] Carter, Brandon, Ramesh Ramankutty. Toward an Environmental Strategy for Asia: A Summary of a World Bank Discussion Paper [M]. Washington, DC: The World Bank, 1993.

[4] Richard Calkins. Indonesia: Environment and Development: Challenges for the Future[N]. Washington, DC: The Word Bank, 1994.

[5] A A Oketola, O Osibanjo. Estimating sectoral pollution load in Lagos by industrial pollution projection system (IPPS) [J]. Science of the Total Environment, 2007, 377: 125-141.

[6] 王寿兵,陶林森. 中国大陆富营养物质排放量及排放强度[J]. 复旦学报(自然科学版), 2003, 42(3): 476-480.

Wang Shou-bing, Tao Lin-sen. The quantity and intensity of eutrophication materials released into China mainland [J]. Journal of Fudan University (Natural Science), 2003, 42(3): 476-480.

[7] 陈东景. 我国主要污染物排放强度的区域差异分析[J]. 生态环

境, 2008, 17(1): 133-137.

Chen Dong-jing. Analysis on the regional differences in main pollutants emission intensity in China [J]. Ecology and Environment, 2008, 17(1): 133-137.

- [8] 苏丹,王治江,王彤,等. 辽河流域工业废水主要污染物排放强度单元差异分析[J]. 生态环境学报, 2010, 19(2): 275-280.
- Su Dan, Wang Zhi-jiang, Wang Tong, et al. Analysis on the regional differences of industrial wastewater main pollutants emission intensity in Liao River basins [J]. Ecology and Environmental Sciences, 2010, 19(2): 275-280.
- [9] 孙启宏,韩明霞,乔琦,等. 辽河流域重点行业产污强度及节水减排清洁生产潜力[J]. 环境科学研究, 2010, 23(7): 869-876.
- Sun Qi-hong, Han Ming-xia, Qiao qi, et al. Pollution generation intensity of key industries and water-saving and pollution reduction oriented and clean production potential in Liao River Basin [J]. Research of Environmental Sciences, 2010, 23(7): 869-876.
- [10] Saboohi Y. An evaluation of the impact of reducing energy subsidies on living expenses of households [J]. Energy Policy, 2001, 29(3): 245.
- [11] Jacobson A, Milman A D, Kammen D M. Letting the (energy) Gini out of the bottle: Lorenz curves of cumulative electricity consumption and Gini coefficients as metrics of energy distribution and equity [J]. Energy Policy, 2005, 33(14): 1825.
- [12] White T. Sharing resources: The global distribution of ecological footprint [J]. Ecological Economics, 2007, 64(2): 402-410.
- [13] Druckman A, Jackson T. Measuring resource inequalities: The concepts and methodology for an area-based Gini coefficient [J]. Ecological Economics, 2008, 65(2): 242-252.
- [14] 王金南, 逮元堂, 周劲松, 等. 基于 GDP 的中国资源环境基尼系数分析[J]. 中国环境科学, 2006, 26(1): 111-115.
- Wang Jin-nan, Lu Yuan-tang, Zhou Jin-song, et al. Analysis of China resource-environment Gini coefficient based on GDP [J]. China Environmental Science, 2006, 26(1): 111-115.
- [15] 张音波, 麦志勤, 陈新庚, 等. 广东省城市资源环境基尼系数[J]. 生态学报, 2008, 28(2): 728-734.
- Zhang Yin-bo, Mai Zhi-qin, Chen Xin-geng, et al. Analysis of city resource-environment Gini coefficient in Guangdong Province [J]. Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(2): 728-734.
- [16] 叶兆木, 王飞, 叶堤. 基于基尼系数的化学需氧量排放公平性评估[J]. 环境科学与技术, 2011, 34(10): 200-205.
- Ye Zhao-mu, Wang Fei, Ye Di. Fair Evaluation of COD based on Gini Coefficient [J]. Environmental Science & Technology, 2011, 34(10): 200-205.
- [17] 李扬, 卫海燕. 陕西省资源环境基尼系数与生态化实现度分析[J]. 湖南农业科学, 2010(11): 51-54.
- Li Yang, Wei Hai-yan. Analysis of resource-environment gini coefficient and ecological realization degree in Shanxi Province [J]. Hunan Agricultural Sciences, 2010(11): 51-54.
- [18] 陈友德, 牟守国. 资源环境基尼系数测算下的绿色贡献研究——以江苏省为例[J]. 国土资源科技管理, 2012, 29(2): 72-76.
- Chen You-si, Mou Shou-guo. Analysis of green contribution based on resource-environment Gini coefficient: A case study of Jiangsu province[J]. Scientific and Technological Management of Land and Resources, 2012, 29(2): 72-76.
- [19] 中华人民共和国国家统计局. 国民经济行业分类[S]. 2002.

- National Bureau of Statistics of the People's Republic of China. Standard Industrial Classification (SIC) Codes[S]. 2002.
- [20] 曹宝, 罗宏, 王秀波. 中国水污染物排放特征及其环境经济分析[J]. 中国人口. 资源与环境, 2010, 20(3): 261-264.
Cao Bao, Luo Hong, Wang Xiu-bo. China's water pollutant discharge characteristics and its environmental and economic analysis [J]. China Population, Resources and Environment, 2010, 20(3): 261-264.
- [21] 中华人民共和国环境保护部. 生态县、生态市、生态省建设指标[S]. 2008.
Ministry of Environmental Protection of the People's Republic of China. Ecological County, Ecological City and Ecological Province Construction Index [S]. 2008.
- [22] 深圳市统计局, 国家统计局深圳调查队. 深圳统计年鉴 2008 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2008.
Bureau of statistics of Shenzhen, National Bureau of statistics survey office in Shenzhen. Shenzhen Statistical Yearbook 2008 [M]. Beijing, China Statistics Press, 2008.
- [23] 深圳市人居环境委员会, 深圳市统计局, 深圳市农业渔业局. 《深圳市第一次全国污染源普查公报》[R]. 2010.
Human Settlements Environment Committee of Shenzhen, Bureau of Statistics of Shenzhen, Municipal Bureau of agriculture and Fisheries of Shenzhen. The first national census of pollution sources of Shenzhen [R]. 2010.
- [24] 中华人民共和国环境保护部, 中华人民共和国国家统计局. 中国环境统计年鉴 2008[M]. 北京: 中国统计出版社, 2008.
Ministry of Environmental Protection of the People's Republic of China, National Bureau of Statistics of the People's Republic of China. China Statistical Yearbook 2008 [M]. Beijing: China Statistics Press, 2008.
- [25] 中华人民共和国环境保护部. 《HJ-2009 综合类生态工业园区标准》[S]. 2009.
Ministry of Environmental Protection of the People's Republic of China. HJ-2009 Standard for Sector-integrate Eco-industrial Parks [S]. 2009.

Quantitative Assessment of Pollution Intensity and Structure of Different Industries of Qingdao

WANG Xiao-Yan¹, LIANG Sheng-Kang¹, YUE Ling-Li², LI Ke-Qiang¹, WANG Xiu-Lin¹

(Ocean University of China 1. College of Chemistry and Chemical Engineering; 2. College of Environmental Science and Technology, Qingdao 266100, China)

Abstract: impersonally assessing industries' emission level and pollution structure is the premise and foundation of industrial structure adjustment and optimization. Based on the first national pollution sources census in 2007, the pollution intensities of chemical oxygen demand, total nitrogen and total phosphorus (I_{COD} , I_{TN} , and I_{TP}) of the Household, Agriculture, Industry, Service and their inner sections of Qingdao in 2007 were compared with the national averages. The results showed that, the I_{COD} , I_{TN} , and I_{TP} of the whole Qingdao city were 5.52, 0.96 and 0.09 kilogram per ten thousand yuan, and were 65.6%, 60.9% and 57.4% respectively lower than the national averages. Among the four pollution sources, the I_{COD} , I_{TN} , and I_{TP} of Industry, Service and Household were all lower than the national averages, but the I_{TP} of Agriculture was 11.9% higher than the national average. As for as the I_{COD} , I_{TN} , and I_{TP} of the inner sections of four pollution sources, in the Agriculture, those of the Farming were 18.8% lower, 18.4% higher and 8.8% higher than the national averages, and those of the Animal Husbandry were 52.6%, 8.4% and 57.8% respectively higher than the national averages. In the industry, the I_{COD} or I_{TN} of six classes, including the Mining of Ferrous metal Ores and the Manufacture of Beverage, were 75.2% and 149.5% averagely higher than the national averages, while the I_{COD} or I_{TN} of thirty-two classes, including the Manufacture of Medicines and the Manufacture of General Purpose Machinery, were 81.8% and 86.3% averagely lower than the national averages. In the Service, the I_{COD} , I_{TN} , and I_{TP} of sections discharging pollutants were all lower than the national averages. Furthermore, the Gini coefficients indicated that although the Agriculture's pollution structure was basically balanced, the Gini coefficients of the whole city, Industry and Service were all higher than the warning value of 0.4, suggesting their pollution structures were in obvious contradictions. Therefore, it is necessary for Qingdao to take industrial structure optimization to achieve the coordinated development of society, economic and environment.

Key words: Qingdao; industries; pollution intensity; environmental Gini coefficient; quantitative assessment

责任编辑 徐环