

某沿海工业区部分投产期间环境质量状况监测和评价

李君¹, 关维俊¹, 蒋守芳¹, 佟俊旺¹, 焦月英², 高彦梅², 高红霞¹, 刘楠¹,
郑国颖¹, 王宏丽¹, 郑天然³, 李克³, 鲁亚静⁴, 朱琳⁵, 陈超⁵, 何黔黔⁵, 黎冠龙⁵

(1 河北联合大学公共卫生学院/河北省煤矿卫生与安全实验室 河北唐山 063000

2 河北联合大学公共卫生学院在读研究生

3 唐山市唐海县疾病预防控制中心 063200

4 唐山市曹妃甸工业区管理委员会 063200

5 河北联合大学公共卫生学院 2004 级本科毕业生)

摘要: 目的 对某沿海工业区部分投产期间的大气、海水水质及土壤质量状况进行监测和评价。方法 采用功能分区法, 将首钢京唐钢铁厂(简称钢厂)、华润电厂(简称电厂)、矿石码头、煤炭码头, 原油码头视为污染区, 发展备用地作为对照区, 按照国家监测规范及标准测定方法进行大气、海水水质及土壤的监测、采样和样品测定, 按照国家环境质量标准进行比较, 计算各采样点分级污染指数及综合污染指数进行评价。结果 (1) 某沿海工业区各采样点大气污染物浓度均不超标, 各功能区大气质量分级均为 I 级; (2) 表层海水中, 矿石码头铜, 煤炭码头 BOD₅²⁰、COD 和铜, 原油码头 COD、铜和汞均超标, 各码头其余指标均符合国家标准; 10 米深处海水中, 矿石码头汞、铜和无机磷, 煤炭码头铜, 原油码头汞和铜均超出国家海水水质标准, 各码头其余指标均符合国家标准; (3) 土壤中 As、Cr、Pb 和 Zn 含量均未超标; 钢厂、电厂、煤炭码头和原油码头土壤中的 Cd、Cu、Hg 和 Ni 的含量均超标; 而矿石码头只有 Cd 的含量超标。结论 某沿海工业区部分投产期间各采样点空气质量状况属“清洁”; 各码头近邻海水铜、汞、无机磷、BOD₅²⁰、COD 指标部分超标, 其余指标均符合国家标准; 各采样点土壤重金属污染综合评价为钢厂中度污染, 电厂、煤炭码头、原油码头轻度污染、矿石码头尚清洁, 对照区土壤清洁。

关键词: 空气; 海水; 土壤; 监测; 环境质量评价

Survey and assessment on environment status of a coastal industrial area at the putting into partial operation stage

Li Jun, Guan Weijun, Jiang Shoufang et al

School of Public Health, Hebei United University, Tangshan 063000 Hebei Province

Abstract: Objectives The purpose of this study is to monitor air, sea water and soil status of a coastal industrial area at the putting into partial operation stage. **Methods** The sampling method according to the functional scene was used. The industrial areas (Capital Iron and Steel Industrial Factory, Huarun Power Plant) and dock areas (Ore Dock, Coal Dock, Crude Oil Dock) were regarded as the contaminated area and the development and reserve area as the control plot. Monitoring, sampling and measuring of samples were carried out according to National monitoring specification and National standard detected methods. The results were compared with National environment standard and were assessed with graded pollution index and synthesis pollution index. **Results** (1) All the concentrations of air pollutants in the each area were lower than their standards values of Environmental air quality. (2) The concentration of follow indices of shallow sea water all exceeded the standard, such as Cu of Ore Pier, BOD₅²⁰ COD and

作者简介: 李君 (1965-), 女, 教授, 硕士生导师, 主要从事环境污染与健康研究。

联系方式: 电话 0315-3725062, Email: junlits@sina.com

通讯作者: 关维俊, 教授, 硕士生导师, 电话 0315-3725721

Cu of Coal Pier, COD, Cu and Hg of Crude Oil Pier; The concentration of follow indices of deep sea water all exceeded the standard, such as Cu, Hg and inorganic phosphorus of Ore Pier, Cu, of Coal Pier, COD, Cu and Hg of Crude Oil Pier. All other indices were meet acriterion. (3) The contents of As, Cr, Pb and Zn in the soil of all the sampling points of the Industrial Area did not exceed Grade I Standard of National Soil Environmental Quality Standard; the contents of Cd, Cu, Hg and Ni in the soil of Steel Factory, Power Plant, Coal Dock and Crude Oil Dock surpassed Grade I Standard of National Soil Environmental Quality Standard; While in the Ore Dock, only the content of Cd exceeded the national standards. **Conclusions** The environmental air quality of the industrial area was clean. Cu, Hg, inorganic phosphorus, BOD_5^{20} and COD of Piers were partially exceeded the standard. The pollution situation of heavy metal in every sampling point were comprehensive evaluated. Steel Factory had been contaminated middlely, Power Plant, Coal Dock, Crude Oil Dock had been polluted slightly, and Ore Dock was clean, while the soil of the control plot was clean.

Key words: Air; Sea water; Soil; Monitor; Environmental quality assessment

某沿海工业区是中国第一个科学发展示范区, 工业区建设项目是国家“十一五”重点工程, 2004年被河北省确定为“一号工程”, 也是首批11个国家循环经济示范园区之一^[1], 在我国乃至世界经济发展中起着重要的作用。

工业区以大码头、大钢铁、大化工、大电能等“四大”主导产业为核心, 目前部分投产的项目主要有首钢京唐钢厂、华润电厂、原油码头、矿石码头、煤炭码头等, 随着工业区的不断建设和迅速发展, 建设期间及经济运行后可能会产生大量的废气、废水、废渣等工业和生活三废, 矿石及煤粉的海陆装运及陆地堆放、海运过程中可能出现的漏油、装载货物泄漏等, 必然会给大气、海水和土壤环境带来一定的压力, 环境负荷量将不断增加。按照循环经济发展思路, 工业区内产业群资源最有效地利用和污染物的“零排放”是其发展建设的目标。2006年在建设初期对该工业区的环境状况已进行过调查, 获得工业区环境本底数据^[2]。本研究通过对某沿海工业区部分投产期间的大气、海水水质及土壤质量等进行监测和评价, 掌握环境质量现状, 针对存在的问题制定该工业区环境保护的预防控制策略和措施, 以改善工业区环境质量, 实现经济可持续发展。

1. 材料与方法

1.1 布点方法 采用功能分区法进行布点。

1.1.1 大气采样布点: 在首钢京唐钢铁厂(简称钢厂)、华润电厂(简称电厂)、矿石码头、煤炭码头、原油码头及发展备用区(对照区)各功能区内设两个大气采样点。

1.1.2 海水采样布点: 在矿石码头、原油码头、煤炭码头、发展备用区近邻海域采用断面分层布点采样各设一个表层水采样点(水面下0.5米)和深层水采样点(水面下10米)。

1.1.3 土壤采样布点: 在钢厂、电厂、矿石码头、煤炭码头、原油码头、发展备用区各设一个采样法, 用梅花布点法采集表层混合土壤。

1.2 采样和指标测定

按照大气《环境空气质量手工监测技术规范》(HJ/T194-2005)、海水《海洋监测规范》(GB17378-1998)、土壤《土壤环境监测技术规范》(HJ/T166-2004)^[3], 于2009年5月连续3天进行工业区大气、海水水质及土壤监测、采样和测定。

大气指标二氧化硫(SO_2)按甲醛吸收-副玫瑰苯胺分光光度法(HJ482-2009)测定, 二氧化氮(NO_2)按盐酸萘乙二胺比色法(HJ479-2009)测定^[4]; 总悬浮颗粒物(TSP)按重量法(GB/T15432-1995)测定, 可吸入颗粒物(PM_{10})按重量法(GB6921-1986)^[5]测定。

海水水质指标测定: pH值用pH计现场测定; 溶解氧现场固定, 碘量法测定; 生化需氧

量按五日培养法；氨氮按靛酚蓝分光光度法；亚硝酸盐氮按萘乙二胺分光光度法；硝酸盐氮按镉柱还原法；无机磷按磷钼蓝分光光度法；氯化物按银量滴定法；石油类按环己烷萃取荧光分光光度法；浑浊度、水温用水质理化检验箱现场测定；化学需氧量用电分光度计现场测定；挥发酚、硫化物采用连续流动分析仪。

用电感耦合等离子体质谱联用仪(ICP—MS)测定海水和土壤砷(As)、镉(Cd)、铬(Cr)、铜(Cu)、汞(Hg)、镍(Ni)、铅(Pb)、锌(Zn)八种重金属，用加标回收实验来检测准确度。

(4) 环境质量评价

将检测的大气、海水水质、土壤各指标分别与《环境空气质量标准》(GB3095-1996)三级标准进行评价、《海水水质标准》(GB3097-1997)^[6]四类标准及《土壤环境质量标准》(GB15618-1995)^[7]一级标准比较进行评价。依据环境质量指数法计算大气污染分指数和大气质量综合指数、土壤分级污染指数和内梅罗污染指数进行评价^[7](见表1)。

表1 大气质量指数和土壤内梅罗污染指数评价标准

质量分级	大气		土壤	
	大气质量综合指数(I ₁)	大气质量评语	内梅罗污染指数(PI)	土壤质量评语
I	≤0.49	清洁	PI<1	清洁
II	0.50~0.99	尚清洁	1≤PI<2	轻污染
III	1.00~1.49	轻污染	2≤PI<3	污染
IV	1.50~1.99	中污染	3≤PI<5	重污染
V	≥2.00	重污染	PI≥5	恶性污染

2. 结果

2.1 工业区大气检测结果及评价

2.1.1 各采样点的大气污染物浓度

各采样点大气污染物浓度均不超标。其中SO₂、NO₂污染物浓度均以对照区最低，电厂SO₂浓度最高，原油码头NO₂浓度最高，各污染区SO₂、NO₂浓度与对照区比较差异均无统计学意义。钢厂TSP浓度最高，其次是煤炭码头，与对照区比较差异有统计学意义。各采样点的PM₁₀浓度差异均无统计学意义(见表2)。

表2 各采样点大气污染物浓度 ($\bar{x} \pm s, n=9$)

采样点	SO ₂ (mg/m ³)	NO ₂ (mg/m ³)	TSP (mg/m ³)	PM ₁₀ (mg/m ³)
钢厂	0.053±0.015	0.050±0.009	0.419±0.085*	0.0017±0.0009
电厂	0.068±0.017	0.047±0.009	0.383±0.230	0.0018±0.0013
原油码头	0.061±0.015	0.055±0.012	0.279±0.106	0.0011±0.0011
矿石码头	0.059±0.016	0.044±0.003	0.254±0.043	0.0012±0.0013
煤炭码头	0.044±0.014	0.045±0.015	0.416±0.033*	0.0007±0.0001
对照区	0.040±0.029	0.043±0.004	0.193±0.076	0.0011±0.0007
国家标准(三级)	0.70	0.24	0.50	0.25

注：* Dunnett-*t*检验，与对照区比较，*P*<0.05。

2.1.2 大气污染物的污染分指数和大气质量综合指数

SO₂污染分指数电厂区最高，NO₂污染分指数原油码头区最高，TSP污染分指数钢厂最高，PM₁₀污染分指数电厂最高。

对各采样点大气质量综合指数进行评价，钢厂大气质量综合指数最高，其次为煤炭码头

区，矿石码头区较低，对照区大气质量综合指数最低。各采样点大气质量分级均为Ⅰ级，空气质量状况属“清洁”。

表 3 各采样点污染物分指数和大气质量综合指数

采样点	污染物分指数				综合 指数	质量 分级	质量 评语
	SO ₂	NO ₂	TSP	PM ₁₀			
钢厂	0.076	0.208	0.838	0.0068	0.486	I	清洁
电厂	0.097	0.196	0.766	0.0072	0.451	I	清洁
原油码头	0.087	0.229	0.558	0.0044	0.350	I	清洁
矿石码头	0.084	0.183	0.508	0.0048	0.314	I	清洁
煤炭码头	0.063	0.187	0.832	0.0028	0.475	I	清洁
对照区	0.057	0.179	0.386	0.0044	0.246	I	清洁

2.2 工业区海水检测结果及评价

2.2.1 各码头表层海水水质测定结果

由表 4 可见，表层海水中，矿石码头铜，煤炭码头 BOD₅²⁰、COD 和铜，原油码头 COD、铜和汞超出国家海水水环境质量标准。各码头其余指标均符合国家标准。

表 4 各采样点表层海水指标测定结果

观察指标	矿石码头	煤炭码头	原油码头	对照区	国家标准(四类)
色、嗅和味	无异嗅	无异嗅	无异嗅	无异嗅	无明显异嗅
水温℃	14	14	15	14	不高于近十年 当月水温 4℃
悬浮物	有肉眼可见 物，无浮膜、 油斑和聚集的 其他物质	有肉眼可见 物，无浮膜、 油斑和聚集的 其他物质	有肉眼可见 物，无浮膜、 油斑和聚集的 其他物质	有肉眼可见 物，无浮膜、 油斑和聚集的 其他物质	不得含有漂浮 的浮膜、油斑和 聚集的其他物 质
pH 值	7.4	7.6	7.7	7.4	6.5~8.5
DO (mg/l)	11.4	20.8	10.7	9.4	≥3
BOD ₅ ²⁰ (mg/l)	2.9	12.8	2.0	2.4	≤8
COD (mg/l)	未检出	53	31	未检出	≤5
氨氮 (mg/l)	未检出	未检出	0.0060	0.0010	≤0.5
亚硝酸盐氮 (mg/l)	0.0100	0.0150	0.0090	0.0150	≤1.0
挥发酚 (mg/l)	0.0085	0.0042	0.0081	0.0152	≤0.05
硫化物 (mg/l)	0.0008	0.0007	0.0004	0.0007	≤0.25
氰化物 (mg/l)	0.0100	0.0200	0.0300	0.0200	≤0.20
氟化物 (mg/l)	1.1000	1.2000	1.3000	1.1000	≤1.5
石油 (mg/l)	0.0850	0.1080	0.2110	0.0290	≤0.50
无机磷 (mg/l)	0.0370	0.0090	0.0320	0.0060	≤0.045
铁 (mg/l)	0.0600	未检出	0.0800	0.0200	≤1.0
铜 (mg/l)	0.8051	0.8432	0.9577	0.0180	≤0.10
汞 (mg/l)	0.0001	未检出	0.0047	0.0001	≤0.0005
铅 (mg/l)	0.0032	0.0045	0.0026	0.0028	≤0.05
镍 (mg/l)	0.0156	0.0174	0.0147	0.0162	≤0.05
镉 (mg/l)	0.0022	0.0020	0.0015	0.0025	≤0.01

铬 (mg/l)	0.0247	0.0251	0.0253	0.0270	≤0.50
砷 (mg/l)	0.0134	0.0114	0.0125	0.0120	≤0.05
锌 (mg/l)	0.0404	0.0381	0.0354	0.0359	≤0.50

2.2.1 各码头深层海水水质测定结果

由表 5 可见，10 米深处海水中，矿石码头汞、铜和无机磷，煤炭码头铜，原油码头汞和铜超标，各码头其余指标均符合国家标准。

表 5 各码头 10 米深处海水指标测定结果

观察指标	矿石码头	煤炭码头	原油码头	对照区	国家标准(四类)
色、嗅和味	无异嗅	无异嗅	无异嗅	无异嗅	无明显异嗅
水温℃	14	14	15	14	不高于近十年 当月水温 4℃
悬浮物	有少量肉眼可 见物，无浮膜、 油斑和聚集的 其他物质	有少量肉眼可 见物，无浮膜、 油斑和聚集的 其他物质	有少量肉眼可 见物，无浮膜、 油斑和聚集的 其他物质	有一定量肉眼 可见物，物浮 膜、油斑和聚集 的其他物质	不得含有漂浮 的浮膜、油斑和 聚集的其他物 质
pH 值	7.5	7.5	7.6	7.8	6.5~8.5
DO (mg/l)	未检测	未检测	未检测	未检测	≥3
BOD ₂₀ (mg/l)	未检测	未检测	未检测	未检测	≤8
COD (mg/l)	未检测	未检测	未检测	未检测	≤5
氨氮 (mg/l)	未检出	0.0050	0.0004	未检出	≤0.5
亚硝酸盐氮 (mg/l)	0.0070	0.0120	0.0060	0.0120	≤1.0
挥发酚 (mg/l)	0.0144	0.0043	0.0065	0.0086	≤0.05
硫化物 (mg/l)	0.0010	0.0020	0.0006	0.0008	≤0.25
氰化物 (mg/l)	0.0100	0.0100	0.0200	0.0200	≤0.20
氟化物 (mg/l)	1.3000	1.1000	1.3000	1.1000	≤1.5
石油 (mg/l)	0.1110	0.1210	0.2120	0.0650	≤0.50
无机磷 (mg/l)	0.0640	0.0090	0.0090	未检出	≤0.045
铁 (mg/l)	0.0100	未检出	0.0900	0.0200	≤1.0
铜 (mg/l)	0.9761	0.8761	0.8559	0.0310	≤0.10
汞 (mg/l)	0.0151	未检出	0.0031	未检出	≤0.0005
铅 (mg/l)	0.0038	0.0030	0.0028	0.0035	≤0.05
镍 (mg/l)	0.0232	0.0206	0.0174	0.0248	≤0.05
镉 (mg/l)	0.0023	0.0024	未检出	0.0026	≤0.01
铬 (mg/l)	0.0243	0.0246	0.0239	0.0277	≤0.50
砷 (mg/l)	0.0121	0.0070	0.0113	0.0164	≤0.05
锌 (mg/l)	0.0817	0.0733	0.0584	0.0797	≤0.50

2.3 各采样点土壤重金属测定结果

从表6中可以得到，对照区土壤各指标均未超过国家标准，各采样点土壤中As、Cr、Pb和Zn含量均未超过标准，钢厂、电厂、煤炭码头和原油码头土壤中的Cd、Cu、Hg和Ni的含量均超过标准，矿石码头只有Cd的含量略超过标准。

表6 各采样点土壤中重金属测定结果(mg/kg)

采样点	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
钢厂	未检出	0.632	3.798	130.031	0.273	160.063	6.538	13.655
电厂	未检出	0.489	6.688	193.431	0.919	60.894	9.062	21.925
煤炭码头	0.106	0.288	2.378	242.931	0.365	144.264	5.453	12.735
原油码头	未检出	0.278	7.508	138.231	0.188	82.554	8.476	17.785
矿石码头	未检出	0.207	7.438	34.191	0.085	38.004	8.505	12.485
对照土壤	未检出	未检出	未检出	22.531	0.060	25.324	3.542	21.865
国家标准（一级）	15	0.20	90	35	0.15	40	35	100

2.3 各采样点的土壤污染分级污染指数和内梅罗污染指数

各采样点土壤重金属污染情况见表7，根据内梅罗指数土壤污染评价标准，钢厂（2.091）为中度污染；电厂（1.917）、煤炭码头（1.828）、原油码头（1.710）为轻度污染，矿石码头（0.819）为尚清洁（警戒限）；对照区土壤清洁（安全）。

表7 各采样点土壤重金属分级污染指数及内梅罗指数

指 标	分级污染指数					
	钢厂	电厂	煤炭码头	原油码头	矿石码头	对照区
As	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000
Cd	2.474	2.270	1.009	1.780	1.070	0.000
Cr	0.042	0.074	0.026	0.083	0.083	0.000
Cu	2.100	2.311	2.476	2.127	0.979	0.644
Hg	1.351	2.419	1.614	1.109	0.400	0.567
Ni	2.734	2.270	1.628	2.217	0.633	0.950
Pb	0.187	0.259	0.156	0.242	0.243	0.101
Zn	0.137	0.220	0.127	0.178	0.125	0.219
内梅罗 污染指数	2.091	1.917	1.828	1.710	0.819	0.677

3. 讨论

某港口工业区目前正处于建设和投产并存的时期，吞吐能力突破亿吨大关，25 万吨级矿石码头两个泊位 2008 年超过 3000 万吨，2009 年一季度接卸 1370 万吨；30 万吨级原油码头一期工程通航，年接卸能力 2000 万吨，承担“北煤南运”任务的 10 吨级煤炭码头年下水能力 5000 万吨，首钢京唐钢铁厂 2008 年已形成 485 万吨钢生产能力，华润电厂 2×30 万千瓦机组具备供热发电能力，一期工程已经投产。目前曹妃甸工业区的建设正在日新月异，华电临港重型装备制造项目、冀东水泥曹妃甸装备研发及成套制造工业园等多个项目正在建设中。

3.1 工业区大气质量状况分析

本次研究结果显示，在目前的生产状况下，该工业区各采样点大气污染物浓度均不超标。各采样点大气质量分级均为 I 级，空气质量状况属“清洁”。但与对照区比较，钢厂和煤炭码头 TSP 浓度较高，差异有统计学意义，说明 TSP 是目前该工业区的主要污染物，监测期间各码头均有货船停靠，均在运行中。其中煤炭码头受海风影响较大，煤粉堆放无覆盖，钢厂已全线投产，生产量很大，使得这两个采样点 TSP 浓度较高。电厂采用燃煤发电方式，

需要燃烧大量的煤,煤中含有的硫化物经燃烧后产生 SO_2 排放到空气中,这可能是电厂区域 SO_2 浓度最高的主要原因。原油码头 NO_2 浓度最高,石油化工、原油装卸及储存等生产过程是该区大气中氮氧化物的重要来源。

3.2 工业区海水水质质量状况分析

研究结果表明,工业区表层海水中,矿石码头铜,煤炭码头 BOD_5^{20} 、COD 和铜,原油码头 COD、铜和汞均超标,各码头其余指标均符合国家标准;10 米深处海水中,矿石码头汞、铜和无机磷,煤炭码头铜,原油码头汞和铜均超出国家海水水质标准,各码头其余指标均符合国家标准,对照区各指标均符合国家标准。由于对照区海水水质清洁,未受重金属的污染,所以考虑码头的重金属污染可能是在投产过程中接卸矿石、运输矿石和煤粉等作业时对近岸海水造成的。2007 年王娟等^[8]报道曹妃甸海域海水重金属 (Zn, Cu, Pb) 超标,同样考虑为陆源污染。码头作业过程中散落的铁粉等原料未经集中回收处理,而是直接扫入海水,这在很大程度上造成了海水的污染。由于研究期间只建成了煤码头防风网,其余堆场防风网还未建成,堆积的矿石、煤粉及建筑材料装运过程中产生的粉尘吹入海中也可能是重金属污染的原因。

工业区近岸表层海水受到有机物污染,可能是各码头在装卸货物或者运输过程中有机原料泄露造成的。也有可能由周围海域工业废水的排放所致。即使工业废水达标排放,但达标废水的总量逐年提高的话,废水向环境中排放污染物总量也随之增加,因而工业污染源也可能成为近岸水体富营养化的主要污染源之一。

3.3 工业区土壤质量状况分析

按照规划,该工业区需填海建设的总面积达310平方公里,这也是我国规模最大的填海造地工程。由于该工业区是在围海吹沙的方式新填出来的陆地上兴建的,工业区的土壤完全源于海水底质,吹沙造地的土壤来源决定了某港口工业区土壤建设初期在一定程度上可视为“零”污染区。李君等于2006年对该工业区的土壤进行了建设初期的土壤评价,其结果显示各采样点的8种金属含量均未超过国家土壤环境质量标准中规定的一级标准(自然背景值)。本研究基于2006年的基础上对以上各区土壤样品进行测定,经综合评价显示各采样点均有不同程度的重金属污染,其中土壤重金属Cd、Cu、Hg和Ni含量增高较明显,首钢京唐钢铁厂为中度污染,华润电厂、煤炭码头、原油码头为轻度污染,矿石码头尚清洁,对照区土壤清洁。

该工业区远离市区,工业区内产生的工业废水经厂内处理后循环回用,不外排,工业区在建设和陆续投产中,矿石码头、煤炭码头等每天都有大量的矿石及煤粉装卸到陆地,堆料场表面会静态起尘,另外翻车机、取料机、堆料机和带式输送机在装卸船(车)、运送等过程会动态起尘,对土壤会造成污染^[9],故考虑土壤中的重金属Cd和Ni主要来源于工业生产、矿石、煤炭的堆放和运输。化石燃料燃烧,尤其是煤炭的燃烧会向大气中排放大量的污染物,除有害气体外,也会向大气中排放Hg、Cd等重金属,并通过沉降作用而富集在土壤中,造成土壤中Hg、Cd的污染。另外,各厂区及码头大型交通运输车辆非常多,汽油的燃烧、大型机动车辆含Cu零件的磨损及汽车轮胎的磨损也是表层土壤中Cu含量增多的因素之一。

3.4 控制工业区环境污染的防治措施

该沿海工业区作为国家循环经济示范区,为保证其实现污染物“零排放”的循环经济发展计划,今后须紧密结合其建设和生产状况对其展开系统连续的大气、海水及土壤的环境监测。应高度重视污染物的排放控制,加强其对企业生产及环境监管,促使企业采用先进的环保治理技术,加强对燃料煤的质量监督,采用低硫及低重金属含量的优质煤,严格控制生产过程中有毒物质的排放及泄漏,矿石、煤炭及原油原料的堆放、储存、装卸及运输等环节加强密闭管理,防止外漏,对出现的污染问题进行及时有效的治理和修复,使该工业区在未来的建设和投产中各项环境指标达到国家循环经济示范区标准,成为引领中国循环经济发展

的示范区。
参考文献 略。