

· 解析评价 ·

doi: 10.3969/j.issn.1674-6732.2011.06.010

宁夏总量减排与环境质量改善的相关性分析

靳燕, 陈大兴, 辛亮

(宁夏环境监测中心站, 宁夏 银川 750010)

摘要: 利用 SPSS 统计软件分析宁夏“十一五”期间主要污染物总量控制指标与环境质量数据的关联程度, 并建立回归模型。结果表明: 宁夏总量减排与环境质量改善存在高度关联, 拟合曲线均为一元线性回归曲线。随着 SO_2 排放总量降低, 重点城市空气质量稳步改善, 两者呈现同向变化的趋势; 随着 COD 排放总量降低, 黄河宁夏段水环境质量稳步改善, 两者亦呈现同向变化的趋势。宁夏总量减排在环境质量改善上成效已显现, 污染防治政策较为成功, 环保成绩显著。

关键词: SPSS 统计软件; 主要污染物总量减排; 环境质量改善; 污染防治; 宁夏

中图分类号: X5

文献标识码: A

文章编号: 1674-6732(2011)-06-0033-05

Data Analysis on the Correlation between the Total Emission Reduction and Characteristics of Environmental Quality Improvement in Ningxia

JIN Yan, CHEN Da-xing, XIN Liang

(Ningxia Environmental Monitoring Central Station, Yinchuan, Ningxia 750010, China)

ABSTRACT: A regression model was built by the analysis on the correlation degree between the total emission reduction index of major pollutants and environmental quality in Ningxia using SPSS statistical software. The results showed that there was a high correlation degree between the total emission reduction and characteristics of environmental quality improvement in Ningxia. The fitting curves were all linear regression curves. The air quality improved steadily with the reduction of sulfur dioxide emission. The water quality in the Yellow River of Ningxia section also improved with the reduction of COD emission. There were both positive correlations. The improvement of environmental quality in Ningxia was effective due to the total emission reduction. The policy of pollution control was rather successful.

KEY WORDS: SPSS statistical software; total emissions of major pollutants; improvement of environmental quality; pollution prevention; Ningxia

《国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》提出了“十一五”期间 SO_2 排放总量减少 10%、COD 排放总量减少 10% 的约束性指标。宁夏制定了“十一五”总量控制规划和年度考核计划, 严格落实目标责任制, 有力促进污染减排工作顺利进行, 完成了“十一五”减排目标。笔者对主要污染物总量减排和环境质量的改善进行关联分析, 反映宁夏减排成效, 希望为环境管理提供一定的技术支撑, 并为“十二五”节能减排体系建设提供帮助和启发。

1 “十一五”期间宁夏污染减排成效和环境状况

宁夏“十一五”期间主要污染物总量控制目标为: SO_2 排放总量控制在 31.1 万 t 以内, 比 2005 年

降低 9.3%; COD 排放总量控制在 12.2 万 t 以内, 比 2005 年降低 14.7%。“十一五”期间, 全区环境保护工作取得重大进展, SO_2 和 COD 总量减排的两个约束性指标完成, 全区 SO_2 排放总量比 2005 年减少 9.36%, COD 排放总量比 2005 年减少 14.72%, 比国家下达的减排目标任务提高 0.06 和 0.02 个百分点^[1]。

“十一五”期间, 宁夏主要污染物 SO_2 、COD 排放量削减比例逐年提高, 年削减比例始终处于全国前列。 SO_2 、COD 排放强度均以年均 20% 的比例下降, 年下降比例走在全国前列^[2]。截至 2009 年,

收稿日期: 2011-03-27; 修订日期: 2011-03-30

作者简介: 靳燕(1979—), 女, 工程师, 本科, 从事环境监测工作。

SO₂排放强度和 COD 排放强度分别比“十五”末下降了 58.48% 和 58.99%。

“十一五”期间,宁夏环境质量稳步提高。全区城市空气质量连续 3 年达到国家Ⅱ级标准,环保重点城市银川和石嘴山市环境空气质量Ⅱ级和高于Ⅱ级的天数逐年提高,银川市环境空气质量已连续 5 年排名西北省会城市第一,并成为西北首个通过“国家环保模范城市”专家评审的省会城市^[1]。

黄河宁夏段已连续 4 年保持Ⅲ类以上良好水质。2010 年黄河各监测断面水质达标率为 100%,全面达到国家“十一五”水污染物总量减排责任书目标要求^[1]。

2 主要污染物总量减排与环境质量变化

分别用“十一五”期间总量减排指标与环境指标统计数据进行分析,并运用 SPSS 统计软件进行曲线回归模型分析^[3]。结果表明:减排指标与典型环境指标的拟合曲线均为一元线性回归曲线,即 $y = \alpha + bx$ 。所选取的典型环境指标在置信水平为 0.05 (双侧) 时都与减排指标存在显著关系。因此,建立减排指标与相关环境指标之间的计量模型具有一定的解释意义。

2.1 SPSS 统计软件介绍

SPSS(Statistical Product and Service Solutions, 统计产品和服务解决方案)是当今最流行的统计软件之一,具有数据输入、编辑、统计分析、报表、图形绘制等功能,操作简单,具有广泛的应用领域。

2.2 SO₂减排与城市空气质量改善的关联分析

“十一五”期间,全区 SO₂排放总量比 2005 年减少 9.36%;环保重点城市空气中 SO₂浓度比 2005 年下降 21.7%,SO₂污染天数比 2005 年下降 58.6%;优良天数比例比 2005 年提高 6.8%,降水中硫酸根离子浓度比 2005 年下降 58.7%。随着 SO₂排放总量降低,环保重点城市空气质量稳步改善,两者呈现同向变化的趋势。

2.2.1 典型环境指标的选取

运用 SPSS Statistics 17.0 软件选择双变量相关分析中的 Kendall's tau-b 双侧检验法,进行 SO₂减排与城市空气质量改善的相关分析。结果表明:全

区 SO₂排放总量与环保重点城市 SO₂浓度、降水中硫酸根离子浓度、优良天数比例存在显著的相关性(表 1)。因此,分别建立两者之间的回归模型,进一步进行回归分析。

表 1 2006—2010 年城市空气质量统计指标相关性分析

统计指标		重点城市 SO ₂ 浓度	重点城市 降水中 SO ₄ ²⁻ 浓度	重点城市 优良天数 比例	重点城市 SO ₂ 污染 天数	综合污染 指数
全区 SO ₂ 排放 总量	相关 系数	0.949 *	0.867 *	-1.000 * *	0.400	0.400
	Sig. 值 (双侧)	0.023	0.015	0.000	0.327	0.327
	相关 程度	显著 正相关	显著 正相关	显著 负相关	相关性 不显著	相关性 不显著

注: * 在置信水平 $\alpha = 0.05$ 下是显著的, ** 在置信水平 $\alpha = 0.01$ 下是显著的。

全区 SO₂排放总量与全区综合污染指数、重点城市 SO₂污染天数相关性不显著,是因为影响宁夏城市空气质量的首要污染物为可吸入颗粒物,其污染天数占总污染天数的 77.0% 以上, $P(PM_{10})$ 分指数高,对综合污染指数的贡献率高,而 $P(SO_2)$ 对综合污染指数的贡献率低。

2.2.2 回归模型构建

以 SO₂排放总量为自变量(X),分别以重点城市 SO₂浓度、降水中硫酸根离子浓度、优良天数比例为因变量(Y)制作散点图,并进行趋势分析(置信水平为 95%),建立回归模型(图 1—3),拟合曲线均为一元线性,拟合优度均在 0.76 以上,拟合曲线效果较好。

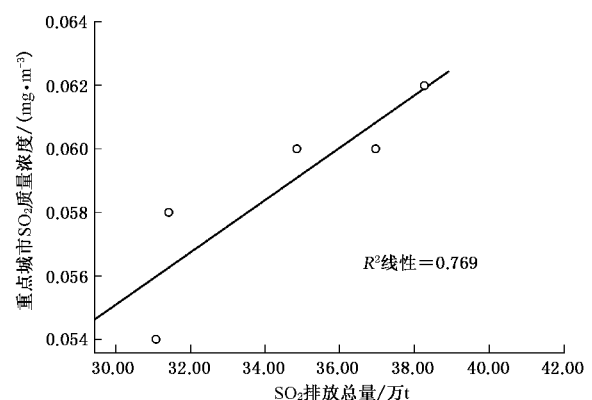


图 1 SO₂排放总量与重点城市 SO₂质量浓度回归模型

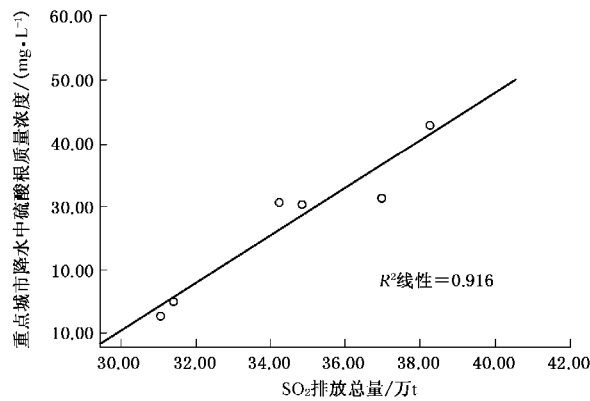


图 2 SO₂排放总量与重点城市降水中硫酸根离子浓度回归模型

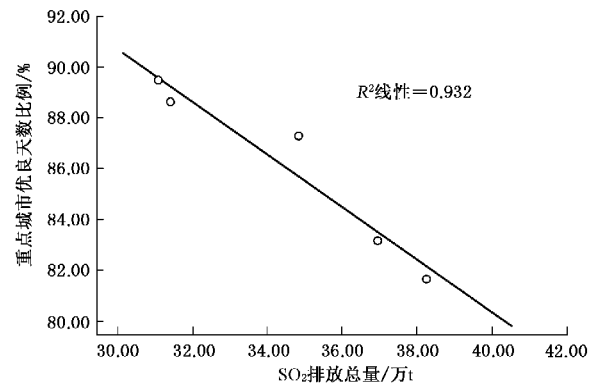


图 3 SO₂排放总量与重点城市优良天数比例回归模型

2.2.3 结果输出与分析

以 SO₂ 排放总量和环保重点城市 SO₂ 浓度为
例,运用 SPSS 软件进行回归分析,揭示二者之间数
量关系,并对回归方程做显著性检验(表 2、表 3)。

表 2 模型情况汇总

模型	<i>R</i>	<i>R</i> ²	调整 <i>R</i> ²	标准估计的误差
1	0.877	0.769	0.718	0.001 6

表 3 方差分析

模型	平方和	<i>df</i>	均方	<i>F</i> 值	<i>Sig.</i> 值
回归	0.000	1	0.000	11.20	0.044
1 残差	0.000	3	0.000	—	—
总计	0.000	4	—	—	—

表 2 为所拟合模型的情况汇总,SO₂ 排放总量
和环保重点城市 SO₂ 浓度相关系数 *R* = 0.877, 拟
合优度 *R*² = 0.769。

表 3 是所用模型的检验结果,*Sig.* 值是回归关
系的显著性系数,是 *F* 值的实际显著性概率(*P*
值),当 *Sig.* ≤ 0.05 时,说明回归关系具有统计学
意义。在置信水平 α = 0.05 或 α = 0.01 上查 *F* 分
布表,可知: *F*_{0.05}(1,3) = 10.1、*F*_{0.01}(1,3) =
34.1, 拟合曲线的 *F* = 11.20 > *F*_{0.05}(1,3), *P* =
0.044 < 0.05。因此,SO₂ 排放总量和环保重点城市
SO₂ 浓度建立的回归模型是具有统计学意义的,并
在置信水平 α = 0.05 下是显著的。进一步对系数
进行检验。

2.2.4 回归模型的验证

由于所建立的模型只有一个自变量,因此模型
的验证就等价于系数的检验。表 4 给出了包括常
数项在内的所有系数的检验结果,经过 *t* 检验证明
(*P* < 0.05) 常数项和“SO₂ 排放总量”都具有统计
学意义。

由此得到 SO₂ 排放总量和环保重点城市 SO₂ 浓
度之间的回归方程为一元线性回归方程,即 *y* =
0.001*x* + 0.030。

表 4 回归系数

模型	非标准化系数		标准系数		<i>t</i> 值	<i>Sig.</i> 值
	<i>B</i>	标准误差	试用版			
常量	0.030	0.008	—	3.591	0.037	
1 SO ₂ 排放总量	0.001	0.000	0.888	3.346	0.044	

同理:可以得到 SO₂ 排放总量和其他两个环境
指标的回归方程也为一元线性回归方程(表 5),仍
然具有统计学意义,并在置信水平 α = 0.01 下是
显著的。

表 5 SO₂ 排放总量与典型环境指标的拟合方程

环境指标	曲线 模型	方程	<i>R</i> ²	标准 误差	<i>F</i> 值	<i>P</i> 值
重点城市 SO ₂ 浓度	一元 线性	<i>y</i> = 0.001 <i>x</i> + 0.030*	0.769	0.001 6	11.20	0.044
重点城市 降水中 SO ₄ ²⁻ 浓度	一元 线性	<i>y</i> = 3.784 <i>x</i> - 103.2**	0.916	3.691 4	43.70	0.003
重点城市 优良天数 比例	一元 线性	<i>y</i> = -1.033 <i>x</i> + 121.7**	0.932	1.035 2	41.36	0.008

注: * 在置信水平 α = 0.05 下是显著的; ** 在置信水平 α =
0.01 下是显著的。

2.3 COD 减排与黄河宁夏段水环境质量改善的关联分析

“十一五”期间,全区 COD 排放总量比 2005 年减少 14.72%;黄河宁夏段高锰酸盐指数浓度比 2005 年下降 28.5%;Ⅲ类以上水质所占比例比 2005 年提高 17.5 个百分点。COD 排放总量与黄河宁夏段高锰酸盐指数浓度、Ⅲ类以上水质所占比例、综合污染指数均存在显著的相关性(表 6)。随着 COD 排放总量的减少,高锰酸盐指数浓度和综合污染指数显著降低,Ⅲ类以上水质所占比例显著增高。表明 COD 排放总量降低,黄河宁夏段水环境质量稳步改善,两者呈现同向变化的趋势。

表 6 2006—2010 年黄河宁夏段水环境统计指标相关性分析

统计指标	黄河宁夏段 高锰酸盐指 数浓度	Ⅲ类以上水 质所占比例 ^①	综合污染 指数
相关系数	0.867 *	-0.867 *	1.000 **
全区 COD 排放总量	Sig. 值 (双侧)	0.015	0.015
		0.015	0.000
相关程度	显著正相关	显著负相关	显著正相关

注: * 在置信水平 $\alpha = 0.05$ 下是显著的, ** 在置信水平 $\alpha = 0.01$ 下是显著的。①参与评价的指标有 pH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、五日生化需氧量、氨氮、汞、铅、挥发酚、石油类等 9 项。

分别建立 COD 排放总量与高锰酸盐指数浓度、Ⅲ类以上水质所占比例、综合污染指数的回归模型(图 4—6),拟合优度均在 0.74 以上,拟合曲线效果也较好,经验证回归方程均为一元线性回归方程(表 7),仍然具有统计学意义。

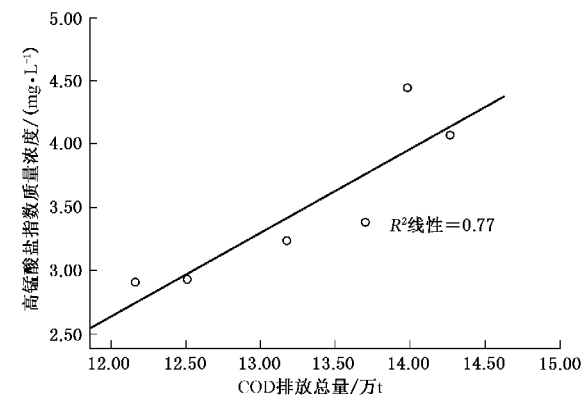


图 4 COD 排放总量与高锰酸盐指数浓度回归模型

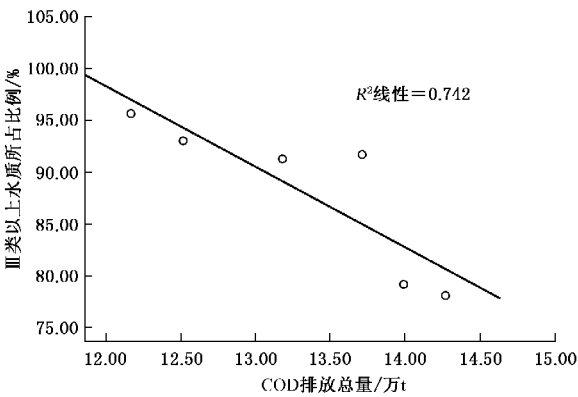


图 5 COD 排放总量与Ⅲ类以上水质所占比例回归模型

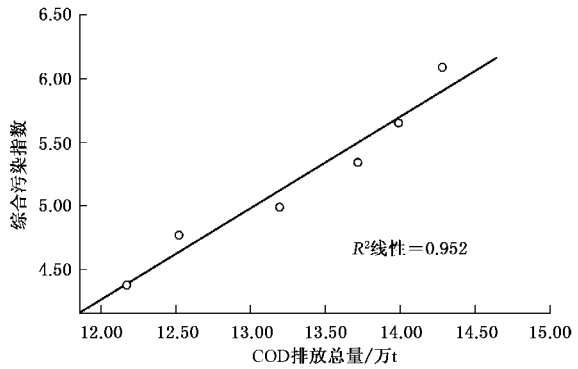


图 6 COD 排放总量与综合污染指数回归模型

表 7 COD 排放总量与典型环境指标的拟合方程

环境指标	曲线 模型	方程	R^2	标准 误差	F 值	P 值
高锰酸盐 指数浓度	一元 线性	$y = 0.659x - 5.269^*$	0.770	0.336 1	13.38	0.022
Ⅲ类以上 水质所占 比例	一元 线性	$y = -7.766x + 191.5^*$	0.742	4.276 2	11.49	0.028
综合污染 指数	一元 线性	$y = 0.725x - 4.445^{**}$	0.952	0.152 4	78.81	0.001

注: * 在置信水平 $\alpha = 0.05$ 下是显著的; ** 在置信水平 $\alpha = 0.01$ 下是显著的。

3 结果分析

由上述分析可知,总量减排指标和环境质量统计指标存在显著的线性相关,因此可以很好地解释环保重点城市空气质量、黄河宁夏段水环境质量稳步改善的原因。

环境质量的改善直接得益于总量减排工程。“十一五”期间,宁夏完成 SO₂ 工程减排项目 83 项, COD 工程减排项目 62 项,完成城市污水处理厂建设项目 21 项。全区所有 100 MW 以上现役火电机组脱硫设施全部建成投运,所有新建火电机组全部

建设脱硫设施,全区脱硫机组装机达到 9 484 MW,火电厂 SO₂ 污染贡献率、排放强度已明显呈下降趋势。据统计,2009 年工业 SO₂ 排放达标率为 82.8%,比 2005 年上升 0.39 个百分点^[2]。全区 7 家造纸企业全部建设运行碱回收设施和废水深度治理工程,19 个县级城市全部建设城市污水处理厂,设计日处理能力达到 87.5 万 t,全区关停马铃薯淀粉企业 1 900 余家,淘汰关停化学制浆造纸企业和污染严重的废纸造纸企业 60 余家。据统计,2009 年废水排放达标率为 87.4%,比 2005 年上升 19.6%;生活污水处理率达 65.7%,比 2005 年上升 18.4%^[2]。

4 结论与建议

(1) 全区 SO₂ 排放总量与环保重点城市 SO₂ 浓度、降水中硫酸根离子浓度、优良天数比例均呈显著的线性相关性;COD 排放总量与黄河宁夏段高锰酸盐指数浓度、Ⅲ类以上水质所占比例、综合污染指数均呈显著的线性相关性。总量减排与环境质量改善呈现同向变化的趋势,总量减排对改善环

境质量成效显著。

(2) “十一五”期间宁夏以高耗能为主的工业格局没有发生根本性变化,“十二五”期间随着国家新一轮西部大开发战略的实施,宁夏经济、社会发展仍处于爬坡追赶的阶段。从未来的发展趋势看,重化工业将占相当大的比重,经济的快速增长和工业化进程加快必然带来能源消耗大幅上升,而为确保全面完成“十一五”总量控制目标任务,宁夏已竭尽全力加大了重点减排工程建设和淘汰落后产能力度,“十二五”减排空间有限。因此,建议国家加大对宁夏经济发展的支持力度,加大对宁夏污染减排项目的重点支持。

[参考文献]

- [1] 宁夏环境监测中心站. 2010 年及“十一五”期间宁夏环境质量状况[R]. 2011.
- [2] 宁夏回族自治区环境保护厅. 宁夏回族自治区环境统计年报(2009 年)[R]. 2009.
- [3] 李志辉. SPSS for Windows 统计分析教程[M]. 2 版. 北京:电子工业出版社,2005.

(上接第 24 页)

酸二氢铵 + 10% 抗坏血酸作基体改进剂,按方法最佳工作条件,用锡的 2 条分析线(224.6, 286.5 nm)连续测定 7 次并进行比较。结果表明,锡的 286.5 nm 分析线较 224.6 nm 分析线灵敏度高。

2.2.5 方法的检出限

根据 IUPAC 关于检出限规定,取 7 张滤膜,每天 1 张,按样品处理方法进行消解处理,并进行测定,将测得值按检出限计算方法进行计算^[4]。锡的方法检出限为 3.56 μg/L。

2.2.6 样品加标回收率试验

将已采过样的 4 份滤膜准确地一分为二,一份加标准,另一份不加标准。经消解处理后,分别加入两种不同的基体改进剂进行测定,其中一份加磷酸二氢铵 + 抗坏血酸混合基体改进剂,测定其样品质量浓度分别为 39.6, 27.6, 46.7, 38.0 μg/L,样品加标回收率分别为 90.6%, 102%, 97%, 93.9%;另一份加 5% 硝酸镉溶液基体改进剂,测定其样品质量浓度分别为 34.2, 252, 44.8, 37.0 μg/L,样品加标回收率分别为 83.0%, 85.6%, 82.5%, 85.6%。结果表明,磷酸二氢铵 + 抗坏血酸混合基体改进剂回收率明显高于硝酸镉

基体改进剂。

2.2.7 实样分析结果

对某厂 1[#]—6[#] 点位环境空气中锡的质量浓度进行了测定,结果分别为 0.31, 0.19, 0.18, 0.39, 0.32, 0.35 μg/m³。

3 结论

采用磷酸二氢铵 + 抗坏血酸混合基体改进剂测定环境空气中的锡,灰化温度可以提高到 900℃,回收率为 90.6% ~ 102%,检出限为 3.56 μg/L,具有较低的检出限和较好的回收率。

[参考文献]

- [1] 陆莹,王志伟. 硝酸镉作基体改进剂微孔滤膜采样石墨炉原子吸收法测定环境空气中的锡[J]. 分析化学, 2002, 30(3): 379.
- [2] 李建. 混合基体改进剂石墨炉原子吸收法测定车间空气中的锡[J]. 中国职业医学, 2003, 12(30): 33.
- [3] 王晓慧,齐文启,刘廷良,等. 石墨炉原子吸收法测定土壤中的锡[J]. 环境科学研究, 1999(1): 57-58.
- [4] 杨大鹏,朱力,刘裕婷. 混合基体改进剂石墨炉原子吸收法测定食品中锡[J]. 中国卫生检验杂志, 2006, 9(16): 98-102.

(本栏目编辑 黄 珊)