汉江流域上游生态环境现状及治理措施

赵佐平[1,2]，闫 莎[3]，同延安[2]，魏 样[4]

(1. 陕西理工学院，陕西 汉中 723001；2. 西北农林科技大学 资源环境学院，陕西 杨凌 712100；
3. 安康学院，陕西 安康 725000；4. 汉中市农技推广中心，陕西 汉中 723001)

摘 要：汉江流域上游水源保护区主要是指丹江口库区以上的地区。汉江流域水环境保护的优劣对我国的南水北调工程起着至关重要的作用。针对上游流域水环境污染、水土流失等重大生态环境问题，结合水质调查，对沿途各县区水土流失进行了系统分析。结果表明：(1) 安康水库水质呈下降趋势，特别是硝酸盐氮(NO_3—N)由蓄水前的年均 0.32 mg/L 上升至 20 a 后的 0.99 mg/L 以上，是蓄水前的 3 倍，增加了 209.3%。(2) 丹江口水库水质总体状况较好，除总氮年平均为Ⅳ类水，其余指标为Ⅰ或Ⅱ类。(3) 流域水土流失严重，2009 年安康、汉中、商洛 3 市水土流失模数都超过 5 000 t/(km² · a)，安康市 7 县区水土流失模数高达 16 352 t/(km² · a)，十堰市水土流失模数相对较小，但也达到了 3 528 t/(km² · a)。各市土壤侵蚀总量大小依次为：安康市(7 县区)＞汉中市(7 县区)＞商洛市(3 县区)＞十堰市，且呈日益增加趋势。应加大水环境污染整治力度，加强水土保持建设和法制建设，提高生态环境保护管理能力，加强基础设施型工程为民营工程做好环保示范。

关键词：汉江流域；生态环境；水环境；治理措施

文献标识码：A **文章编号**：1000-288X(2012)05-0032-05 **中图分类号**：X143

Eco-environmental Status Assessment and Countermeasures in the Upper Hanjiang River Basin

ZHAO Zuo-ping[1,2], YAN Sha[3], TONG Yan-an[2], WEI Yang[4]

(1. *Shaanxi University of Technology, Hanzhong, Shaanxi* 723001, *China*; 2. *College of Resources and Environmental Sciences, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi* 71210, *China*; 3. *Ankang University, Ankang, Shaanxi* 725000, *China*; 4. *Agricultural Technology Promotion Center of Hanzhong City, Hanzhong, Shaanxi* 723001, *China*)

Abstract: The upper Hanjiang River basin is the water source area of the middle route of the south to north water transfer project. Thus, water conservation and eco-environmental construction in the middle route of the south to north water transfer project is of great importance. Due to serious water environment pollution and soil erosion in the upper reaches of Hanjiang River, the ecosystem of the basin is degrading. Water samples were measured and soil and water loss was analyzed based on the observed data. Results showed that (1) water quality of Ankang Reservoir declined, especially nitrate nitrogen(NO_3—N) increased from 0.32 to 0.99 mg/L 20 years after water storage, increasing by 209.3%. (2) Water quality of Danjiangkou Reservoir was relatively better, but the average annual total nitrogen was in the Ⅳ grade and other indexes of water quality were in the Ⅰ or Ⅱ grade. (3) Soil and water loss increased. In 2009, the total erosion modulus in the whole basin was more than 5 000 t/(km² · a); in Ankang City(7 counties/district), as high as 16 352 t/(km² · a); and in Shiyan City, 3 528 t/(km² · a). The total amount of soil erosion was in the order of Ankang(7 counties/district)＞Hanzhong(7 counties/district) ＞Shangluo(3 counties/district)＞Shiyan, which shows an increasing tendency. Therefore, the following countermeasures are put forward: strengthening water environment pollution control, enhancing soil and water conservation and legal system construction, improving eco-environmental protection management and strengthening environmental infrastructure demonstration for private engineering project.

Keywords: Hanjiang River basin; eco-environment; water environment; countermeasures

收稿日期：2012-03-01 **修回日期**：2012-03-19

资助项目：陕西省教育厅专项科研计划项目(12JK0653)；陕西理工学院校级科研项目(SLGKY12-05)

作者简介：赵佐平(1982—)，男(汉族)，陕西省安康市人，博士研究生，主要从事环境方面研究。E-mail：zhaozuoping@126.com。

通信作者：同延安(1956—)，男(汉族)，陕西省华县人，教授，博士生导师，主要从事养分循环与生态环境研究。E-mail：tongyanan@nwsuaf.edu.cn。

南水北调中线工程是 21 世纪初动工兴建的一项跨流域调水的特大工程,对解决北方地区工农业缺水、城镇供水,促进国民经济持续快速增长,将起到巨大的作用。中线工程从汉江的丹江口水库引水至华北,是实施我国水资源优化配置,缓解北方,尤其是京、津、冀地区水资源短缺以及改善生态环境的重大战略工程[1]。因此,作为库区水源的汉江上游流域水环境污染、水土流失及人类活动引起的生态环境问题至关重要。近年来,随着点源及非点源污染剧增[2],汉江已成为长江流域氮污染最严重的支流之一[3]。此外,流域内土地资源稀缺,水土流失严重,经济发展滞后。清洁的水源是南水北调中线工程可持续利用最基本的保障条件,水源区的生态环境必须得到较大的改善。因此,开展水源区主要生态环境问题及其保护研究尤为重要。本文就流域内水环境污染、水土流失等问题进行研究讨论并提出了相应治理措施。

1　汉江流域上游概况

1.1　水源地自然地理概况

汉江是长江支流中经度跨度最大的支流,发源于陕西省宁强县大安镇蟠冢山,东南流经陕西汉中市、安康市,于安康白河县流入湖北十堰市、丹江口市,注入丹江口水库。全长 1 577 km,汉江流域面积 1.59×10^5 km^2,该流域年平均降水量为 873 mm,上游蜿蜒曲折,水流湍急,两岸汇纳支流较多,多年平均径流量为 5.60×10^{10} m^3,接近于黄河多年平均年径流量的 5.70×10^{10} m^3。其中丹江口以上为汉江上游,长 925 km,流域面积 9.52×10^4 km^2[4]。上游流域地处秦巴山区,居山地丘陵河谷之中,属北亚热带季气侯的温暖半湿润气候区。年均气温 12～16 ℃,年均降雨量约 700～1 800 mm,其中 5—10 月占全年降雨量的 80%。丹江口水库以上的汉江上游年径流量约4.11×10^{10} m^3[5]。

1.2　水源地社会经济概况

根据 2010 年统计资料[6],丹江口库区及上游的汉水流域地区总人口 1 398.82 万人,其中农业人口 1 120.88万人,占总人口的 79%,非农业人口 277.94 万人,占总人口的 21%。人口主要分布在丹江口库区周围,汉江、丹江干流沿岸,盆地和坝地。秦岭南麓和大巴山北麓部分属于山区,人口分布较少。该区社会经济状况比较落后,人均收入不高,2010 年水源区人均农业纯收入 3 920 元,城镇人均支配收入 14 600 元,与同时期全国农业人均纯收入 5 919 元,城镇居民人均支配收入 19 109 元相比,存在较大的差距。区内 40 个县中,有 25 个为国家贫困县,8 个为省贫县,总体属于贫困地区。经济落后也会引起人们环境意识淡薄,多数城镇污水未经处理就直接排放入河或入渠,甚至直接入库,形成污染的极大隐患。

2　汉江上游流域生态环境现状评价分析

2.1　安康水库水质现状监测分析

安康水电站水库位于汉江中游,距下游丹江口水库 262 km,总库容 2.58×10^9 m^3,1989 年 11 月下闸蓄水。为了反映水库蓄水后的水质变化,曾于 1986 年选用汉江国控断面 11 号点位进行监测,1986 年与 2003 年水质监测年均值如表 1 所示。

表 1　安康水库水质 9 项化学指标监测值　　mg/L

项 目	年份	1 月	3 月	5 月	7 月	9 月	11 月	平均值
pH 值	1986	8.20	8.10	8.10	8.20	8.10	7.90	8.10
	2003	7.40	7.40	7.50	7.80	7.90	7.30	7.55
总硬度	1986	7.20	7.20	6.60	5.30	6.20	6.90	6.60
	2003	7.90	7.90	7.30	5.40	5.80	7.20	6.92
SS	1986	2.00	5.00	16.00	55.00	116.00	10.00	34.00
	2003	9.50	10.00	5.00	27.00	27.50	2.50	13.60
DO	1986	10.80	10.80	8.10	5.90	7.10	9.70	8.73
	2003	7.30	8.60	7.30	7.20	7.60	6.10	7.35
COD	1986	1.60	1.50	1.70	3.70	3.70	1.50	2.30
	2003	1.60	1.40	1.30	0.80	1.00	0.90	1.17
BOD_5	1986	2.00	1.50	0.70	—	—	0.80	0.80
	2003	0.90	0.80	0.80	1.70	0.80	0.50	0.92
NH_3—N	1986	1.10	1.07	0.09	1.67	1.19	0.08	0.70
	2003	0.03	0.09	0.37	0.27	0.27	0.08	0.18
NO_3—N	1986	0.32	0.53	0.63	0.12	—	0.29	0.32
	2003	1.40	0.60	1.06	0.95	1.12	0.83	0.99
NO_2—N	1986	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
	2003	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02	0.01

注:SS 为水中悬浮固体;DO 为溶解氧;COD_5 为化学需氧量;BOD_5 为五日生化需氧量;NH_3—N 为铵态氮;NO_3—N 为硝态氮;NO_2—N 为亚硝态氮。下同。

南水北调中线工程 75% 的水源来自丹江口水库上游的安康水库。由表 1 可知，安康水库中蓄水后的 pH 值，由蓄水前的 1986 年年均 8.10 降低至 2003 年的 7.55，与蓄水前相比降低了 6.79%；溶解氧(DO)由蓄水前的 1986 年年均 8.73 mg/L 降低至 2003 年的 7.35 mg/L，与蓄水前相比降低了15.81%；硝酸盐氮(NO_3—N) 由蓄水前的 1986 年年均 0.32 mg/L 上升至 2003 年的 0.99 mg /L 以上，是蓄水前的 3 倍，增长 209.4%。蓄水前水体流动和季节性变化大，蓄水后水面平静和微小调节，会对水质造成一定影响。

2.2 丹江口水库汇水区水质现状监测评价分析

以丹江口水库入库干流(汉江)、支流(丹江)和大坝围成的区域为水质评价范围，选取断面包括丹江口站(坝上和坝下断面)、凉水河站、引丹干渠清泉沟站和南水北调中线工程渠首陶岔站 5 个主要监测站点，依据 2000，2003，2004，2006 年监测数据对丹江口水库水质现状进行分析与评价。具体监测结果如表 2 所示。

表 2 丹江口水库汇水区域地表水监测断面水质 mg/L

断面	年份	水期	DO	BOD_5	COD_{Mn}	NH_3—N	NO_2—N	NO_3—N	TP	挥发酚
坝上	2000	汛期	2.781	1.262	2.000	1.560	1.095	1.124	2.083	1.000
		非汛	0.507	1.435	1.902	1.154	1.102	1.099	1.979	1.000
		均值	1.558	1.377	1.935	1.289	1.100	1.108	2.024	1.000
	2006	汛期	1.70	1.351	2.245	1.886	1.155	1.082	2.143	1.000
		非汛	0.440	1.298	2.020	1.582	1.149	1.095	2.019	1.000
		均值	0.786	1.315	2.095	1.683	1.151	1.090	2.061	1.000
坝下	2000	汛期	2.739	1.342	2.063	1.883	1.175	1.140	2.250	1.000
		非汛	0.203	1.781	1.917	1.522	1.231	1.102	2.063	1.000
		均值	1.265	1.634	1.965	1.643	1.212	1.115	2.125	1.000
	2006	汛期	2.189	1.467	1.992	1.944	1.124	1.110	2.094	1.000
		非汛	0.578	1.471	1.842	2.056	1.198	1.103	2.026	1.000
		均值	0.860	1.469	1.892	2.048	1.173	1.105	2.049	1.000
凉水河	2000	汛期	3.113	1.325	2.025	1.408	1.046	1.157	2.215	1.000
		非汛	0.042	1.321	2.169	1.875	1.223	1.079	1.875	1.000
		均值	1.048	1.323	2.097	1.643	1.134	1.118	2.047	1.000
	2006	汛期	1.735	1.313	2.172	1.750	—	—	2.063	1.000
		非汛	0.310	1.391	2.020	1.600	—	1.092	1.906	1.000
		均值	1.115	1.365	2.071	1.650	—	1.092	2.005	1.094
清泉沟	2000	汛期	2.156	1.311	2.783	1.378	1.306	1.062	2.333	1.000
		非汛	0.544	1.289	2.067	1.333	1.281	1.078	1.500	1.000
		均值	1.081	1.296	2.306	1.348	1.289	1.073	1.722	1.000
	2006	汛期	2.242	1.242	2.050	1.758	—	—	1.938	1.000
		非汛	0.446	1.338	2.019	1.875	—	1.101	1.938	1.000
		均值	1.044	1.306	2.029	1.836	—	1.101	2.005	1.000
陶岔断面	2003	汛期	0.2	2.075	1.667	1.700	1.167	1.085	2.063	1.000
		非汛	0.5666	2.067	1.417	1.689	1.106	1.076	2.075	1.000
		均值	0.475	2.069	1.500	1.692	1.121	1.078	2.071	1.000
	2004	汛期	1.300	1.988	1.454	1.217	1.175	1.058	1.750	1.000
		非汛	0.5388	1.946	1.683	1.000	1.135	1.129	1.667	1.000
		均值	0.8433	1.963	1.592	1.087	1.151	1.101	1.700	1.000

根据坝上、坝下、凉水河和清泉沟断面 2000，2006 年水质指标年均值资料，进行单项参数和综合污染指数评价(表 2)。5 个断面的水质状况较好，综合水质指标均符合Ⅰ类标准；COD_{Mn} 和 TP 为Ⅱ类或优于Ⅱ类标准；对汛期(7—10 月)和非汛期(1—6 月和 11—12 月) 进行水质单项污染指数和综合污染指数评价和分析(表 2)。无论汛期和非汛期，综合评价均符合Ⅰ类标准。汛期水质单项评价指数 DO(凉水河断面 2000 年)超Ⅲ类标准，其余指标均为Ⅱ类或Ⅱ类标准以上；非汛期其他符合Ⅰ或Ⅱ类标准。总体来看，非汛期综合评价指数整数部分与汛期相同，但其小数部分均低于汛期(清泉沟 2006 年除外)，说明非汛期水质优于汛期；汛期虽然水量大，有较高的稀释能力，但随着地表径流增加，大量非点源污染物直接

随地表径流汇入水体,再加上工业企业点源排放,导致水体水质下降。

陶岔监测站为南水北调中线工程取水口,其水质状况尤为重要。断面各点位监测项目中,取其汛期、非汛期和年平均数据均值(2003—2004 年)进行单项参数评价,评价结果如表 2 所示。

陶岔断面水体总体状况较好,但 2004 年汛期、非汛期和综合评价总氮均为Ⅳ类,而长江委水文局报道 2003 年 11 月和 12 月坝上断面总氮超 Ⅳ类[7],2004 年 1 月坝上、凉水河和清泉沟总氮也超Ⅳ类,这可能极大地影响到陶岔断面总氮含量。除此之外,2003 年 COD_{Mn}评价为Ⅱ类标准,使其综合评价降为Ⅱ类;总磷 2003 年为Ⅱ类,但综合评价为Ⅰ类;其余指标均符合Ⅰ类标准。

尽管丹江水库综合评价水质指标均符合Ⅱ类标准,但不可忽视的是流域年接纳废水量与由人类活动引起的非点源污染逐年增长。排入汉江上游的工业废水由 2000 年的 6.10×10^8 t 增至 2010 年的 1.01×10^9 t,处理率仅为 40%。汉江上游的作坊式小矿业产生的大量有毒重金属物质对水质安全也构成了严重威胁,水源区夹河的总汞、总铅、总镉等重金属元素已超Ⅴ类水[8-9]。如果不采取有效措施,汉江干流水质将达不到国家Ⅱ类水质要求。工程渠首的丹江口水库年接纳工业废水及生活污水 1.20×10^9 m^3,2010 年达到 3.0×10^8 m^3。目前 COD 和氨氮已危及水库水质安全,更为严重的是有毒重金属元素 As, Pb, Sb, Se, Cd, Hg 已对库区水质安全构成威胁[10]。

2.3　汉江上游流域水土流失严重,经济损失严重

土壤侵蚀是世界主要的环境问题,中国是土壤侵蚀最为严重的国家之一,全国的土壤侵蚀面积高达 4.92×10^6 km^2 占国土面积的 51.2%[11]。大量研究证实[12-14],土壤侵蚀不仅破坏了土地资源,制约粮食生产增长,造成灾害频繁发生,而且降低土壤肥力,污染水资源,淤积库容和湖泊,危害城市安全等。汉江流域地处秦巴土山区,水土流失分布广,侵蚀强度大,侵蚀方式复杂多样,人类不合理活动引起的土壤侵蚀日益加剧。汉江流域上游沿途各市、县土壤侵蚀现状如表 3 所示。

表 3　2009 年汉江流域上游沿途各市、县土壤侵蚀现状

市名	县区	土地总面积/ km^2	水土流失面积/ km^2	土壤侵蚀总量/ 10^4 t	土壤侵蚀模数/ $(t\cdot km^{-2}\cdot a^{-1})$	土壤侵蚀经济损失/10^4 元
汉中	宁强	918.55	512.37	215.91	2 351	25 645
	勉县	2 406	1 030.76	363.68	1 512	36 718
	南郑	1 659	412.77	126.67	764	6 596
	汉台	556	79.73	30.00	539	331
	城固	2 265	628.23	193.42	1 317	39 494
	洋县	3 206	1 170.57	422.07	1 317	39 494
	西乡	2 877	940.64	354.19	1 231	31 733
	小计	13 888	4 775.07	1 705.94	9 031	180 011
安康	石泉	1 517.3	840.06	375.65	2 476	45 228
	汉阴	1 347	554.59	240.57	1 786	26 133
	汉滨	3 644	2 153.16	914.73	2 511	110 520
	旬阳	3 554	1 530.02	733.39	2 176	89 872
	白河	1 450	744.51	353.67	2 439	42 419
	紫阳	2 204	1 189.97	588.79	2 671	72 204
	岚皋	1 851	947.12	424.47	2 293	50 077
	小计	15 567	7 959.43	3 631.27	16 352	436 453
商洛	商州	2 637	1 383.83	457.62	1 735	49 149
	丹凤	2 409	1 169.33	414.49	1 721	44 361
	商南	2 316	1 409.48	359.19	1 551	36 721
	小计	7 362	3 962.64	1 231.3	5 007	130 231
十堰		23 678	11 905.13	6 425	3 528	—

注:土壤侵蚀经济损失=土壤养分流失经济损失+土壤水分流失经济损失+土地废弃经济损失+泥沙滞留、淤积经济损失。

已有研究表明,面积占长江流域 4%的陕西秦巴山区年输沙为 1.2×10^8 t,占长江总输沙量的 12%[10]。由表 3 可见,丹江口库区上游沿江各市县水土流失严重,2009 年安康、汉中、商洛 3 市水土流失模数都超过 5 000 t/(km^2·a),更有安康市 7 县区水土流失模数总计高达 16 352 t/(km^2·a),十堰市水土流失模数相对较小,但也达到了 3 528 t/(km^2·a)。各市单位水土流失面积的土壤侵蚀经济损失在 10～

50 万元/km^2 与同为西南土石山区的贵州省计算结果较为接近[13]。各市土壤侵蚀总量大小依次为:安康市(7 县区)>汉中市(7 县区)>商洛市(3 县区)>十堰市。这与各市水土流失面积、单位水土流失面积的土壤侵蚀经济损失、侵蚀模数、土壤侵蚀经济损失的大小顺序一致。和李晓玲等[14]的研究结果相比,可以发现流域水土流失有明显增强的趋势。

汉中市地处汉江源头和上游,整体上植被较好,水土流失程度相对较轻,而安康市地处汉江中游,商洛市地处丹江上游,属于丹江口水库周边水土流失较严重的区域,土壤侵蚀模数和土壤侵蚀经济损失均较高。除不可避免的人类活动外,陕西汉江谷地及水文过程改变引起的暴雨频次和年暴雨总量的增加将增加水土流失程度[13]。因此,由水土流失引起的土壤贫瘠化及对水体营养物质和有机质的输入将日趋严重。

3 汉江流域上游环境污染治理措施

经济落后、生活贫困及人口增长等经济社会因素是流域生态环境恶化的主要原因[10]。在流域保护过程中,应将湖/库—河流—流域视为一个综合"社会—经济—自然"的复合生态系统,通过系统学的观点,协调和处理好生态环境保护及治理、区域经济发展与社会稳定、人民生活水平提高之间的关系,从而实现经济社会的可持续发展。为此,根据流域水环境污染及水土流失严重等重大生态环境问题,提出以下对策。

(1) 加大水环境污染整治力度。进一步加快区域内产业结构调整步伐,淘汰污染严重、生产技术落后的工艺和设备,对不符合国家产业政策、污染严重又没有治理价值的企业和规模小的矿产资源开发项目实行关、停、并、转、迁。加大工业污染防治力度,以污染物总量控制为原则,全面实施污染物总量控制和排污许可证制度。大力推行清洁生产,认真贯彻落实《环境影响评价法》,严防新的环境问题发生。

组织做好矿区生态恢复及保护工作,坚决取缔群采民采、滥采滥挖的非法矿山,对现有的尾矿和矿渣实施生态恢复;大力发展生态农业。

严格控制农业和养殖业的面源污染[15-16],大力发展绿色食品和有机食品,减少化肥施用量,控制农药造成的面源污染;划定畜禽水产养殖禁养区,规模化畜禽养殖场必须达标排放,固体废弃物实施资源化。因此,应推广测土配方施肥、叶面施肥、分次施肥、定点施肥等方法[17],针对不同土壤和作物计算农业用地吸收肥料的阈值,加强农业用肥管理。

(2) 加强实施丹江口库区水土流失重点区治理工程和水土流失的详查。对水土流失开展重点区,坚持实施 25°以上的坡耕地全部退耕还林,25°以下坡地进行坡改梯,在境内小流域开展小型水保水利建设工程。对于水土流失较为严重地区,还应尽快实施绿化和环境优化工程,把绿化和旅游资源有机结合起来,特别要重视流域周边的国家森林公园的建设。

(3) 加强法制建设,提高生态环境保护管理能力。提高公民环境和生态保护意识,发挥南水北调中线调水工程的长久效益,要从根本上遏制水源地水质恶化的趋势,必须采取强有力的法制措施。各级地方政府要以国家利益为重,将水污染防治纳入国民经济和社会发展的主渠道,增强环境意识,强化环境管理,突出法制和政策的重要性[18]。具体做法有:① 尽快实施环境保护战略,划分水源保护区,制定水源保护条例。② 加强入库河流上游地区的生态保护,严禁人为破坏森林植被,保证水库所需的水量和水质。③ 在流域内实行污染物总量控制和排放许可证制度。针对 COD 污染负荷大的特点,在加强现有点源污染治理和控制新增污染源的基础上,通过排污截流工程和污水处理厂的兴建,对城市生活污水进行集中处理。④ 加强法制教育,增强大众的生态和环境保护意识。做到依法保护生态,依法保护环境,依法治理污染。力求使水源地水环境质量达到或超过中线工程要求的标准。

(4) 基础设施型工程应为民营工程做好环保示范。基础设施型工程的建设应全面考虑经济与环境的共同发展,因此要全力加快产业结构和布局的调整,走新型化工业道路,促进环保与经济协调发展,建设环境友好型社会;全力改善水环境面貌,重现"西北小江南"特色;实施数字环保,建立高效、完善的环境管理新机制;创新投融资机制,全力推进环保基础设施建设走上多元化、社会化、市场化的良性轨道;广泛开展形式多样、特色鲜明的环境宣传教育活动,营造人人参与环保和支持创模的良好氛围。

[参 考 文 献]

[1] 李思悦,张全发. 对南水北调工程解决中国北方用水问题的分析[J]. 人民黄河,2005,27(8):28-29.

[2] 王佳宁,晏维金,贾晓栋. 长江流域点源氮磷营养盐的排放、模型及预测[J]. 环境科学学报,2006,26(4):658-666.

[3] Liu Sumei, Zhang H T, Chen Y, et al. Nutrients in the Changjiang and its tributaries [J]. Biogeochemistry, 2003,62(1):1-18.

[4] 孟春红,赵冰. 汉江水质污染分析与治理措施[J]. 人民长江,2007,38(1):86-88.

(下转第 60 页)

由此可见，绥化市随着农村经济的发展以及城镇化的加速，农业生态环境的承载力已经遭到破坏，其波动变化将会影响农村经济的持续发展。

针对目前绥化市农业发展的现状及存在的问题，首先应大力发展农村循环经济，即在农村经济发展过程中应用清洁生产和废弃物综合利用等技术，使农村的产业向生态化方向转变。推广生态农业、绿色农业及有机农业，建立生态经济友好型农业发展模式类型，是绥化市实现农业生态环境与农村经济可持续发展的必由之路。其次，加快废水和固体废物处理设施的建设及治理速度，使农业生态环境严重恶化的趋势得到控制。第三，应合理使用化肥、农药，减小对土壤的污染。加强农业科技服务推广站的技术指导，促进农业的专业化分工和协作。第四，要不断加大环境宣传力度，逐步在农村普及环境科学知识，提高广大人民群众的环境意识和对农村环保工作重要性的认识。同时，强化现有企业的环境治理，严格要求企业执行“三同时”制度，改进生产工艺和技术，控制农业生态环境的恶化。

[参 考 文 献]

[1] 王敬国. 资源与环境概论[M]. 北京：中国农业大学出版社，2000：300-301.

[2] 贾士靖，刘银仓，邢明军. 基于耦合模型的区域农业生态环境与经济协调发展研究[J]. 农业现代化研究，2008，29(5)：573-575.

[3] 杨士弘. 广州城市环境与经济协调发展预测及调控研究[J]. 地理科学，1994，14(2)：136-143.

[4] 张晓东，池天河. 90 年代中国省级区域经济与环境协调度分析[J]. 地理研究，2001，20(4)：506-515.

[5] 李鹤，张平宇，刘文新. 1990 年以来辽宁省环境与经济协调度评价[J]. 地理科学，2007，27(4)：486-491.

[6] 封毅，阎伍玖，崔灵周，等. 芜湖市经济与环境协调发展类型评价研究[J]. 水土保持通报，2007，27(6)：211-215.

[7] 王兆锋，张镜锂，孙威，等. 县域经济与环境协调发展分析方法：以西藏自治区为例[J]. 地理科学进展，2010，29(7)：797-800.

[8] 任志远，徐茜，杨忍. 基于藕合模型的陕西省农业生态环境与经济协调发展研究[J]. 干旱区资源与环境，2011，25(11)：14-19.

[9] 周利军，张淑花. 基于熵权法的农业可持续发展评价：以绥化市为例[J]. 资源开发与市场，2008，24(11)：982-984.

（上接第 36 页）

[5] 赵欣，张中旺，刘超，等. 南水北调中线工程水源区的环境评价与预测[J]. 安全与环境工程，2003，10(4)：5-8.

[6] 长江流域水资源保护局. 南水北调中线工程水源区水资源保护资料汇编[M]. 2010.

[7] 成庆利，朱铁群. 丹江口水库库区水环境质量评价[J]. 水土保持研究，2008，15(1)：204-208.

[8] 张中旺，李新民. 南水北调中线工程水源地的主要问题与对策[J]. 华中师范大学学报：自然科学版，2004，38(4)：510-514.

[9] 梁雄兵，张中旺，谢海燕，等. 南水北调中线工程水源地的主要环境问题分析[J]. 人民长江，2005，36(4)：53-56.

[10] 李思悦，刘文治，顾胜，等. 南水北调中线水源地汉江上游流域主要生态环境问题及对策[J]. 长江流域资源与环境，2009，18(3)：275-280.

[11] 惠振德，孙虎，李晓玲. 陕南土壤侵蚀特征及时空分布规律[J]. 水土保持通报，1997，17(2)：1-6.

[12] 李思悦，张全发. 南水北调中线丹江口库区主要生态环境问题及植被恢复[J]. 中国农村水利水电，2008(3)：1-4.

[13] 王星，李占斌，李鹏. 等. 陕西省丹汉江流域土壤侵蚀经济损失分析[J]. 西北农林科技大学学报：自然版，2011，39(9)：214-220.

[14] 李晓玲，吴波. 南水北调中线水源区汉江流域水环境容量研究[J]. 水土保持通报，2009，29(6)：221-224.

[15] 陈利顶，傅伯杰. 农田生态系统管理与非点源污染控制[J]. 环境科学，2000，21(2)：98-100.

[16] 卜红梅，王岑，张全发. 汉江上游金水河流域非点源污染及控制[J]. 水土保持学报，2009，23(4)：33-38.

[17] 赵佐平，同延安，高义民. 不同肥料配比对富士苹果产量及品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报，2009，15(5)：1130-1135.

[18] 黄继元. 南水北调水源地安康水库水质分析和保护对策[J]. 人民长江，2005，36(8)：27-28.