

环境学系列丛书

1

环境学 原理

左玉辉 华 新 等 著
柏益尧 孙 平

 科学出版社
www.sciencep.com

环境学系列丛书 1

环境学原理

左玉辉 华 新 柏益尧 孙 平等 著

科学出版社

北 京

X1
2992-2

内 容 简 介

本书是《环境学系列丛书》之一,基于大量科学事实,围绕“两定四原理”系统阐述环境学基本理论。

“两定”即环境规律的定义和环境科学的学科定位:环境规律是人与环境相互作用的规律,是独立于自然规律、技术规律、经济规律和社会规律的第五类规律;环境规律的独立性决定了环境科学的独立性。“四原理”即环境多样性原理、人与环境和谐原理、规律规则原理以及五律协同原理,是环境规律的基本内核,也是环境规律独立地位的根本。环境多样性是基础规律,人与环境和谐是人与环境相互作用的核心规律,规律规则原理是环境管理的基本规律,五律协同是环境决策的核心规律。

本书可供政府工作人员、科研人员和相关专业研究生参阅,也可作为环境学课程的辅助教材供相关专业学生使用,还可作为环境通识教育课程辅助教材和国民科学素质教育读物供大学生和一般读者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

环境学原理 /左玉辉等著. —北京:科学出版社, 2010

(环境学系列丛书: 1/左玉辉主编)

ISBN 978-7-03-026749-8

I. 环… II. 左… III. ①环境科学-研究 IV. ①X

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 020777 号

责任编辑:周巧龙 / 责任校对:陈玉凤

责任印制:钱玉芬 / 封面设计:王浩

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

铭浩彩色印装有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010 年 2 月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2010 年 2 月第一次印刷 印张: 26

印数: 1—2 500

字数: 522 000

定价: 78.00 元

如有印装质量问题,我社负责调换

序

《环境学系列丛书》是继《环境学》^①和《环境调控丛书》^②之后进一步系统阐述环境学原理的系列著作,共5本,包括《环境学原理》、《环境多样性原理》、《人与环境和谐原理》、《规律规则原理》、《五律协同原理》。《环境学系列丛书》就《环境学》和《环境调控丛书》提出的环境科学基础理论和调控策略展开论述。作者基于现象-规律-科学的对应关系,建立自然、技术、经济、社会、环境五类现象-五类规律-五类科学的对应关系,论述环境科学的学科定位和学科体系;阐明环境规律的科学含义和环境规律体系;从自然环境多样性、人类需求与创造多样性、人与环境相互作用多样性三个层面阐述环境多样性的科学事实;从适应生存、环境安全、环境健康、环境舒适、环境欣赏五个层次阐明人与环境和谐的科学内涵;论述规律规则原理,阐明制定环境规则的理论基础;论述五律协同原理,建立五律解析系统分析方法和五律协同系统综合方法,开拓环境调控研究领域,在水环境调控、人口-环境调控、经济-环境调控、能源-环境调控、土地资源调控、水资源调控等方面提出新见解、新策略、新建议。《环境学系列丛书》对《环境学》奠定的环境科学基础理论起了夯实作用,具有理论性、战略性和应用性,对于环境科学教育和国家环境保护与经济建设工作具有重要参考价值。

唐孝炎

中国工程院院士

① 左玉辉编著,2002年由高等教育出版社出版。

② 左玉辉等著,2008年由科学出版社出版。该套丛书包括《环境调控总论》、《人口-环境调控》、《经济-环境调控》、《能源-环境调控》、《土地资源调控》、《水资源调控——大西线调水解析》、《农村环境调控》、《海岸带资源环境调控》8本。



环境科学作为一门新兴的综合性学科，尚未建立自己的理论体系，1990 年教育部高等学校环境科学教学指导委员会成立伊始，就决定建设环境学，期望它能系统阐述环境科学基础理论。笔者经过 10 年思考，1999 年发表“制约人类发展的第五类规律”（科技日报，1999 年 3 月 2 日），2002 年出版《环境学》（高等教育出版社），提出环境规律定义、环境科学学科体系和环境学四原理。2008 年出版《环境调控丛书》（科学出版社），将五律解析和五律协同方法应用于我国的人口-环境调控、经济-环境调控、资源-环境调控和生态环境调控。在上述研究的基础上，本书将对环境学基本理论进行系统阐述。

环境规律定义与环境科学定位。基于“现象-规律-科学”对应关系，笔者提出“五类现象-五类规律-五类科学”的对称关系，并将环境规律定义为“人与环境相互作用规律”。总结环境科学已有的学科体系，笔者将环境科学学科体系概括为“1+4+1”，其中第一个“1”指环境学，“4”指环境自然科学、环境技术科学、环境经济科学和环境社会科学，后一个“1”指建立在“1+4”基础之上的环境应用科学。其中的“4”分别对应于环境基本规律、生态学规律、环境自然规律、环境技术规律、环境经济规律和环境社会规律，由此建立了环境科学学科体系与环境规律体系的对应关系。环境规律是独立于自然规律、技术规律、经济规律和社会规律的第五类规律。环境规律的独立性决定了环境科学的独立性，环境科学是平行于自然科学、技术科学、经济科学、社会科学的独立学科。

环境基本规律与环境学四原理。环境学的任务在于揭示环境基本规律，它是环境规律的基本内核，也是环境规律独立于自然规律、技术规律、社会规律和经济规律的根本。笔者认为，环境基本规律可以概括为环境学四原理，即环境多样性原理、人与环境和谐原理、规律规则原理以及五律协同原理，环境多样性是基础规律，人与环境和谐是人与环境相互作用的核心规律，规律规则原理是环境管理的基本规律，五律协同是环境决策的核心规律。

环境是复杂体系，多样性是其基本属性，环境多样性包括自然环境多样性、人类需求与创造多样性、人类与环境相互作用多样性。环境多样性源于自然力，

更源于人类的创造力。环境多样性不断增加是规律使然,企图通过减少环境多样性来解决环境问题的尝试难以成功,可行的途径只能是用与环境和谐的多样性去替代不和谐的多样性。认识 and 解读环境多样性、揭示环境多样性的内在规律是环境科学研究的基础科学问题。

人与环境和谐是人类与环境相互作用的基本出发点和最终归宿。破坏环境就是损伤和谐,修复环境就是恢复和谐,保护环境就是维系和谐,建设环境就是提升和谐。人与环境的和谐程度可从适应生存、环境安全、环境健康、环境舒适、环境欣赏五个层次上进行科学量度。度量、维系和提高人与环境的和谐程度,是环境科学研究的核心科学问题。

人类实践已反复证明,偏离规律的规则往往是事物发展的离心力,背离规律的规则常常是发展的阻力,只有顺应规律的规则才是发展的动力。人类在环境管理实践中逐步建立起来的环境规则有环境基准与环境标准、环境技术规则、环境社会规则、环境经济规则四大类,它们分别与环境自然规律、环境技术规律、环境社会规律、环境经济规律相对应。制定符合客观规律的环境规则,是环境管理的基本科学问题。

人类的行为往往有目标导向。规律作用方向与目标之间一般表现为三种状态:规律作用方向与目标一致者为协同,相反者为拮抗,偏转者为偏离;协同者成为动力,拮抗者成为阻力,偏离者成为离心力。当五类规律作用方向都与目标一致时,它们都成为实现目标的动力,这种状态称为五律协同。五律协同原理建立了五律解析和五律协同两个方法论,五律解析是认知环境问题的系统分析方法,五律协同是确定解决环境问题最佳策略的综合决策方法,五律解析与五律协同是环境决策的核心科学问题。

《环境学系列丛书》的撰写与出版得到了唐孝炎院士、金鉴明院士、冯宗炜院士、李文华院士、朱邦芬院士、任阵海院士、孙铁珩院士、张全兴院士、张懿院士、蔡道基院士、魏复盛院士、何平教授、苏福庆教授、叶文虎教授、张远航教授、任耐安高级工程师、李成教授、孙冶东博士、毕军教授、李爱民教授给予的热情支持与学术指导,得到了南京大学污染控制与资源化研究国家重点实验室的资助与大力支持,在此谨表诚挚谢意。

另外,梁英和倪天华也参与了本书的写作,他们为本书的完成付出了智慧和汗水,在此表示衷心的感谢。

环境学原理是一个崭新的科学命题,限于作者水平和学界的研究进展,书中观点、论述难免有不成熟之处,热切希望得到广大读者的关注和指正。

左玉辉



序

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 环境科学基本问题	1
1.1.1 理论概要	1
1.1.2 环境科学的学科定位	1
1.2 环境规律	2
1.2.1 环境规律的定义	2
1.2.2 环境规律体系与环境科学定位	3
1.2.3 环境基本规律	3
1.3 环境调控	5
1.3.1 江苏水污染控制研究	5
1.3.2 人口-环境调控	6
1.3.3 经济-环境调控	6
1.3.4 能源-环境调控	7
1.3.5 土地资源调控	7
1.3.6 大西线调水	7
第 2 章 环境多样性	8
2.1 环境多样性原理概述	8
2.1.1 环境多样性概念	8
2.1.2 环境多样性原理的研究历程	8
2.1.3 其他多样性概念	9
2.2 自然环境多样性	10
2.2.1 物质多样性	11
2.2.2 生物多样性	13
2.2.3 环境过程多样性	14

2.2.4 环境形态多样性	26
2.3 人类需求和人类创造多样性	39
2.3.1 饮食需求与创造的多样性	42
2.3.2 服饰需求与创造的多样性	44
2.3.3 居住需求与创造的多样性	50
2.3.4 出行需求与创造的多样性	56
2.4 人类与环境相互作用多样性	63
2.4.1 人类与水环境相互作用的多样性	65
2.4.2 人类与大气环境相互作用的多样性	70
2.4.3 人类与土壤环境相互作用的多样性	75
2.4.4 人类与生物环境相互作用的多样性	83
参考文献	87
第3章 人与环境和谐	92
3.1 人与环境和谐原理	92
3.1.1 传统的“和谐”思想	92
3.1.2 环境问题	94
3.1.3 人与环境的和谐程度	97
3.2 适应生存	97
3.2.1 生态适应	98
3.2.2 自然资源	103
3.3 环境安全	118
3.3.1 自然灾害与安全	119
3.3.2 环境灾害与安全	123
3.4 环境健康	129
3.4.1 原生环境问题与健康	129
3.4.2 环境污染与健康	134
3.5 环境舒适	145
3.5.1 城市环境	145
3.5.2 农村环境	159
3.6 环境欣赏	167
3.6.1 自然景观	167
3.6.2 人文景观	178
参考文献	194

第 4 章 规律规则	197
4.1 规律规则原理	197
4.1.1 规律	197
4.1.2 规则	198
4.1.3 规律与规则的区别和联系	199
4.1.4 规律规则原理的内涵	200
4.2 环境基准与环境质量标准	200
4.2.1 环境基准	201
4.2.2 环境质量标准	207
4.3 环境技术规则	227
4.3.1 环境技术政策	227
4.3.2 环境标准	234
4.4 环境社会规则	251
4.4.1 环境伦理	252
4.4.2 环境法律	257
4.4.3 环境管理	272
4.5 环境经济规则	280
4.5.1 环境经济战略	280
4.5.2 环境经济政策	285
4.5.3 环境经济制度	292
参考文献	298
第 5 章 五律协同	300
5.1 五律协同原理概论	300
5.1.1 自然现象、自然科学和自然规律	300
5.1.2 技术现象、技术科学和技术规律	303
5.1.3 经济现象、经济科学和经济规律	308
5.1.4 社会现象、社会科学和社会规律	310
5.1.5 环境现象、环境科学和环境规律	312
5.1.6 五律解析与五律协同	313
5.2 人口、经济发展的五律解析	314
5.2.1 人口发展五律解析	314
5.2.2 经济发展五律解析	325
5.3 资源利用的五律解析和五律协同	338

5.3.1 能源环境调控五律解析	338
5.3.2 四地平衡五律解析	349
5.3.3 大西线调水的五律解析与五律协同	362
5.4 环境问题五律解析与环境调控五律协同	374
5.4.1 大气环境问题五律解析	374
5.4.2 水环境调控的五律解析与五律协同	383
参考文献	401

第1章 绪 论

环境科学是一门新兴的综合性学科,尚未建立自己的理论体系。1990年教育部高等学校环境科学教学指导委员会成立伊始就决定建设环境学,期望它能系统阐述环境科学基础理论。左玉辉经过12年研究编著完成《环境学》一书,于2002年由高等教育出版社出版,2005年南京大学环境学课程被评为国家级精品课程,以环境学研究成果为载体主持完成的教育部教改项目2004年获江苏省高等教育教学成果特等奖、2005年获国家级教学成果二等奖,2008年获教育部批准领衔建设环境科学国家级教学团队。在环境学理论研究取得突破的基础上,左玉辉带领团队进一步深入研究环境学理论体系及其应用,撰写完成《环境调控丛书》(共8本,科学出版社出版)和《环境学系列丛书》(共5本,科学出版社出版)。本章作为《环境学原理》的绪论,将对相关理论和研究内容进行简略阐述^①。

1.1 环境科学基本问题

1.1.1 理论概要

丛书的理论要点可概括为两个“2+4”和一个“1+4+1”,它们在三个层次上提出并回答了环境科学的若干基本科学问题。第一个“2+4”是环境学的“两定四原理”。“两定”指环境规律的定义和环境科学的学科定位,“四原理”依次为环境多样性原理、人与环境和谐原理、规律规则原理、五律协同原理。第二个“2+4”是环境调控的基本原理和重点领域。“2”指五律解析和五律协同,“4”指人口-环境、经济-环境、资源-环境、生态环境四个重点领域。“1+4+1”是环境科学学科体系。前一个“1”指环境学,“4”指环境自然科学、环境技术科学、环境经济科学和环境社会科学,后一个“1”指环境应用科学。

1.1.2 环境科学的学科定位

作者基于人类已经建立的“现象-规律-科学”相互对应关系,进而提出“五类现象-五类规律-五类科学”的对称关系,即

^① 为表述方便,下文中将左玉辉以及他领衔的团队简称为作者。

自然现象	自然规律	自然科学
技术现象	技术规律	技术科学
经济现象	经济规律	经济科学
社会现象	社会规律	社会科学
环境现象	环境规律	环境科学
生态现象	生态规律	生态科学

对于以上框图，需要作出说明的有四点。第一，框图中“环境”与“生态”属于同一类型，因此，以上框图虽有六行但只有五类。第二，五类科学中，前四类界面清晰、彼此独立，唯有环境科学是从属于自然科学还是独立于自然科学，目前尚无定论。第三，科学与规律存在对应关系，科学的任务在于揭示规律，不同类的科学揭示不同类的规律。框图中科学与规律的对应关系大都清晰，唯有环境科学虽早已被确认，但与此相对应的规律却是历史空白。第四，“现象”一词适用于自然、技术、经济、社会已成惯例，“问题”一词适用于技术、经济、社会、环境、生态也已成为惯例，唯有“自然问题”和“环境现象”人们有点不习惯。从人们已经熟习的“现象-规律-科学”对应关系来看，统一用“现象”一词应是可取的。

1.2 环境规律

1.2.1 环境规律的定义

作者认为，环境科学是独立于自然科学的一门新兴的综合性学科，它的独立性源自环境规律的独立性。为说明这一基础性问题，还得从环境规律的定义说起。

作者在《环境学》一书中将环境规律定义为“人与环境相互作用规律”，简称十字定义。这十个字分成三个词组：“人与环境”、“相互作用”、“规律”。“人与环境”定义环境规律的适用对象，“相互作用”定义规律的具体内涵。在确定这一定义过程中作了下列比选。第一，“人与环境”与“人与自然”的比选。作者认为“人与环境”有三层含义，即人与自然环境、人与人工环境、人工环境与自然环境。选用“人与自然”很容易理解为“人与自然环境”，因为人工环境显然不属于“纯自然”。而事实上“人工环境”是人类与环境相互作用强度最大的重要环境客体。第二，“相互作用”与“相互关系”的比选。多年来学者在阐述环境科学的定义时广泛使用人与环境“相互关系”的提法。作者认为“相互作用”是“相互作用的过程、机理、效应、调控”等多相内容的缩写。如果选用

“相互关系”来表述，例如“相互关系过程、关系机理、关系效应、关系调控”，则会显得有些别扭。值得指出的是“人与环境相互作用”含有“人类能动作用”的意义，而“相互关系”的提法表达不了这层含义。

1.2.2 环境规律体系与环境科学定位

生态规律与环境规律的相同点是都与环境相关，不同点在于行为主体不同。生态规律的主体是生物，环境规律的主体是人。人类具有认知自然的能力，人类创造技术、创造经济、创造文化、创建文明社会，由于这一切从根本上区别于生物，因此环境规律与生态规律有本质区别。

基于科学与规律的对应关系，作者认为环境科学学科体系与环境规律体系的对应关系可用表 1-1 表示。表中所列环境科学学科体系中，除环境学外其他学科都经历了长时间的发展，形成了比较成熟的知识体系。

表 1-1 环境科学学科体系与环境规律体系的对应

环境科学学科体系	环境规律体系
环境学	环境基本规律
环境自然科学	环境自然规律：环境问题中的自然规律
环境技术科学	环境技术规律：环境问题中的技术规律
环境社会科学	环境社会规律：环境问题中的社会规律
环境经济科学	环境经济规律：环境问题中的经济规律
环境应用科学	上述规律中的相关规律

从环境规律的定义以及上述环境规律体系中可以明显看出，在认知和解决环境问题过程中需要掌握自然规律，但仅仅掌握自然规律，既不能全面认知环境问题更不可能解决环境问题。据此，作者认为，环境规律是独立于自然规律以外的一类新规律，环境规律的独立性确立了环境科学的独立性，它与自然科学、技术科学、经济科学、社会科学并列，是彼此独立的五类科学之一。这就是作者主张的环境科学的学科定位。

1.2.3 环境基本规律

环境学的任务在于揭示环境基本规律，它是环境规律的基本内核，也是环境规律独立于自然规律、技术规律、社会规律和经济规律的根本。作者认为，环境基本规律可以概括为环境多样性原理、人与环境和谐原理、规律规则原理以及五律协同原理。在人与环境的相互作用中，环境多样性是基础规律，认识 and 解读环境多样性、揭示环境多样性的内在规律是环境科学研究的基础科学问题。人与环

境和谐是人与环境相互作用的核心规律，度量、维系和提高人与环境的和谐程度，是环境科学研究的核心科学问题。制定符合客观规律的环境规则，是环境管理的基本科学问题。五律解析是认知环境问题的系统分析方法，五律协同是确定解决环境问题最佳策略的综合决策方法，五律解析与五律协同是环境决策的核心科学问题。

1. 环境多样性原理

环境多样性是环境的基本属性之一。环境多样性包括自然环境多样性、人类需求与创造多样性、人类与环境相互作用多样性。环境多样性既源于自然力，又源于人类的创造力。环境多样性不断增加是规律使然，企图通过减少环境多样性来解决环境问题的尝试难以成功，可行的途径只能是用与环境友好的新的多样性去替代旧的多样性。环境是复杂体系，环境多样性是这一复杂体系的理性概括。解读环境多样性是环境科学长期面临的研究课题。

2. 人与环境和谐原理

人与环境和谐是人类与环境相互作用的核心规律。人与环境的和谐程度可从下述五个层次上进行科学量度：适应生存、环境安全、环境健康、环境舒适、环境欣赏。“适应生存”的基本要求是维系良好的生态系统和保障相对充足的资源供给；“环境安全”的基本要求是不断提升抵御自然灾害和环境灾害的能力；“环境健康”的基本要求是有效防治地方病和环境污染；“环境舒适”是城乡人居环境建设的基本要求；“环境欣赏”是人类自古以来不断建设和观赏自然景观、人文景观这一客观事实的科学总结。保护环境是维系人与环境的和谐，建设环境是提升人与环境的和谐。环境问题无一例外不是损伤就是破坏人与环境的和谐，解决环境问题就是恢复或提升人与环境的和谐。

3. 规律规则原理

人类实践已反复证明，偏离规律的规则往往是事物发展的离心力，背离规律的规则常常是发展的阻力，只有顺应规律的规则才是发展的动力。从规律规则原理看来，“改革、解放思想、解放生产力”的基本含义是改革不符合客观规律的规则，解放被错误规则禁锢的思想和被错误规则桎梏的生产力。制定符合客观规律的环境规则，是环境管理的基本科学问题。人类在环境管理实践中逐步建立起来的环境规则有环境基准与环境标准、环境技术规则、环境社会规则（环境伦理、环境法律、环境管理）以及环境经济规则四大类，它们分别与环境规律、技术规律、社会规律、经济规律相对应。

4. 五律协同原理

人类的行为往往有目标导向。规律作用方向与目标之间一般表现为三种状态：规律作用方向与目标一致者为协同，规律是实现目标的动力；规律作用方向与目标相反者为拮抗，规律是实现目标的阻力；规律作用方向偏离预期目标者为偏离，规律是实现目标的离心力。人类在实现重大目标的过程中，往往同时受到五类规律的联合作用，当五类规律作用方向都与目标一致时，它们都成为实现目标的动力，这种状态称为五律协同。人类战略目标的确定和实现目标的途径都应尽可能实现五律协同，这就是五律协同原理。五律协同原理建立了五律解析和五律协同两个方法论，前者是系统分析方法，后者则是系统综合方法。

1.3 环境调控

《环境调控丛书》和《环境学系列丛书》的另一要点是以五律解析和五律协同为主线开拓了环境调控研究领域，就水环境调控、人口-环境调控、经济-环境调控、能源-环境调控、土地资源调控、水资源调控、海岸带资源环境调控、农村环境调控进行了系统研究，提出了一批新见解、新策略、新建议，下面选取其中具有代表性的一部分进行简略介绍。

1.3.1 江苏水污染控制研究

江苏水系污染控制促成了五律协同原理的诞生，也是该原理第一个成功应用的例子。江苏水系极具代表性，它以全国1%的土地承载全国6%的人口和10%的经济总量，“三河”、“三湖”、“三海”、“调水三线”，它都占了1/3。治好江苏水一直是作者的一个梦。1982年作者开始进入江苏水污染控制研究，在取得常州、镇江攻关成功之后，于1992年进入苏北，提出“清污两制、控源导流、尾水归槽”的治理策略。经过激烈争论和长时间论证，该方案已在苏北全境付诸实施。作者从江苏水系污染控制研究实践中获得以下三点新认识。

第一点认识，我国长期以来实施的水污染控制策略是“控源减排、达标排放”。这一策略对水环境承载力较高的地区可以实现“环境达标”，但对“三河”、“三湖”为代表的水环境承载力低的地区则仍是“环境不达标”。作者主张，对类似“三河”、“三湖”的地区应采取“控源减排、达标归槽”的策略，通过“尾水归槽-湿地净化”实现环境达标。苏北地区的实践可为这一策略提供成功经验。

第二点认识，对水环境承载力低的地区实行“控源减排、达标排放”策略不能实现“环境达标”的原因是治理策略“五律不协同”。水污染的五律解析表明，

各地尾水负荷是当地技术、经济、社会这三者的函数，水环境的承载力是自然稀释净化能力和环境标准的函数，由此可见，尾水负荷和水环境承载力受各自的客观规律制约，在一定时期内这两者都有各自的取值区间，不以人的意志为转移。因此，对于像“三河”、“三湖”这样尾水负荷明显超过水环境承载力的地区，“达标排放”策略显然是五律不协同的。

第三点认识，在我国当前现实的条件下，“控源减排、达标归槽”具有较高的五律协同度，其主要原因是尾水归槽于湿地，经净化和调节后可以降低或消除尾水负荷与水环境承载力之间的落差，从而实现制约尾水负荷的三律（技术、经济、社会）与制约水环境承载力的两律（自然、环境）之间的协同。

1.3.2 人口-环境调控

作者对人口的五律解析很受听众欢迎。听众包括资深的计划生育委员会（简称计生委）官员和年轻的大学生。根据人口五律解析提供的启示，作者认为我国人口调控的基本原则应是“三不”：人口总量不能过多也不能过少、人口总量下降还不能过急。人口不能过多是受制于环境规律，人口不能过少是受制于社会经济规律，人口下降不能过快也是受制于老龄化等社会经济规律。根据国家有关部门报道的原始资料，作者预计2017年~2020年期间我国人口将达高峰，大陆高峰人口约13.6亿。作者就我国未来六个人口调控情景进行了分析，建议在人口高峰到达之后总和生育率应向更替生育率回归，力争本世纪下半叶人口总量趋向稳定，世纪末维持在10亿左右。作者非常赞同一位计生委官员听完作者报告后的感言：人口增长是压力，人口过快下降是灾难。

1.3.3 经济-环境调控

经济-环境调控是环境调控的枢纽。为此作者对经济发展这一当今热门课题进行了五律解析。与传统环境经济学观点不同的是，作者认为环境不是经济发展的对立面而是拉动经济增长的动力，尤其是在小康中后期之后，环境亲和力将是推动经济增长的不竭动力，包括环境生存能力、环境安全需要、环境健康保障、环境舒适度和环境欣赏水平的提升都是拉动经济增长的强大动力。

作者一改站在环境角度看经济的习惯思维方式，而是从经济发展内在规律中捕捉经济-环境调控机遇。根据我国国情，作者设定三个基本参数，即GDP增长率由2000年以来的9%逐年下降到2050年的4%，投资率从40%逐步下降至25%，三次产业结构从2005年的12.6:47.5:39.9逐步演变为2050年2:30:68。据此发现，我国正面临着五个经济-环境调控的战略性机遇：三次产业结构升级、第二产业升级、投资升级、进出口升级和消费升级。长期以来经济发展制约环境的局

面将会有战略性的转变，取而代之是越来越向协同发展方向演变。这正是人们一直翘首期待的。

1.3.4 能源-环境调控

我国目前的人均能耗只有日本的 1/4，我国能源需求还有很大的增长空间，能源-环境问题是我国将长期面临的资源环境问题。作者对主要能源逐一进行了五律解析。在可再生的一次能源中，作者特别看重生物质能。虽然目前生物质能源开发会冲击粮食安全，但从长远看，生物质能的五律协同度很高。作者特别强调的是，生物质能拥有四个不可替代的唯一性。第一，它是唯一能成为修复我国“三北”生态经济动力的能源；第二，它是未来唯一可储存的能源；第三，它是未来唯一的液态能源；第四，它是未来煤化工和石油化工唯一的原料替代者。

1.3.5 土地资源调控

作者主张我国土地资源配置实行“四地平衡”策略。“四地”分别是耕地、建设用地、生态用地、能源用地，它们的第一功能分别是保障粮食安全、城乡建设、生态安全和能源安全。根据我国未来人口总量的分析结果，作者认为，18 亿亩（占国土面积的 12.5%）耕地可长远保障中华民族的粮食安全。5.3 亿亩（占国土面积的 3.7%）建设用地可以满足建设高水平城乡人居环境的需求。远期可逐步开发“三北”荒漠和南方丘陵作为生物质能用地，如果能开发 20 亿~30 亿亩能源用地，则有可能年产数亿吨油当量的生物质能，以实现能源可持续发展。在满足上述社会经济发展基本需求的条件下，仍可保留不少于国土面积 60% 的生态用地以维系生态安全。

1.3.6 大西线调水

大西线调水的构想已引起广泛关注和热烈的讨论。作者就此作了十分粗略的五律解析，如此浩大而复杂的工程的五律解析不是一个小小的研究团队能完成的。仅就作者力所能及的视野来看，大西线调水是一项强国富民的战略性的基础工程。它一旦建成，我国就有可能实现建设“三北”能源基地、修复“三北”生态的梦想，还能新增 1 亿人口的就业岗位，为西部大开发、东-中-西协同发展奠定厚实的基础。作者对此前景充满期待，对中华民族建设如此巨大工程的魄力和能力充满信心。