

分类号 _____
U D C _____

密级 _____
编号 10741

兰州财经大学

LANZHOU UNIVERSITY OF FINANCE AND ECONOMICS

硕士学位论文

(专业学位)

论文题目 PSR 模型下 L 流域水污染治理绩效审计
评价研究

研究生姓名: 焦旭强

指导教师姓名、职称: 景丽 教授 潘敏 高级会计师

学科、专业名称: 审计硕士

研究方向: 政府审计

提交日期: 2022 年 6 月 1 日

独创性声明

本人声明所呈交的论文是我个人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

学位论文作者签名： 侯旭强 签字日期： 2022.6.2

导师签名： 梁刚 签字日期： 2022.6.6

导师(校外)签名： 梁刚 签字日期： 2022.6.7

关于论文使用授权的说明

本人完全了解学校关于保留、使用学位论文的各项规定，同意。（选择“同意”/“不同意”）以下事项：

1. 学校有权保留本论文的复印件和磁盘，允许论文被查阅和借阅，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编学位论文；

2. 学校有权将本人的学位论文提交至清华大学“中国学术期刊（光盘版）电子杂志社”用于出版和编入 CNKI《中国知识资源总库》或其他同类数据库，传播本学位论文的全部或部分內容。

学位论文作者签名： 侯旭强 签字日期： 2022.6.2

导师签名： 梁刚 签字日期： 2022.6.6

导师(校外)签名： 梁刚 签字日期： 2022.6.7

Research on performance audit and evaluation of water pollution control in L basin based on PSR model

Candidate :Jiao Xuqiang

Supervisor:Jing Li Pan Min

摘 要

近年来,环境问题和生态问题变成了全世界关注的主要问题之一。就眼前来说,水体、大气污染等严重影响了人类的身体健康;长远而言,全球变暖正融化着北极的冰盖,气候变化每年使得全球数以万计的人口流离失所。工业革命以来,不加节制的污染物排放、热带雨林的滥采滥伐、草原和湿地的荒漠化使得人类遭受了来自大自然的“报复”。

从“绿水青山就是金山银山”到“碳达峰,碳中和”,人类慢慢开始认识到良好的环境和生态是“无价”的,政府对生态环境的重视也达到了前所未有的高度,环保支出占我国 GDP 的比重逐年上升,政府投资的环境治理项目也不断增多。环境审计作为审计的一个类别,有监督和评价环境项目的天然职能。近年来,绩效审计和环境审计的结合又为环境管理和生态环境保护提供了有益探索。本文正是基于环境绩效审计对生态环境的良好促进作用,以 L 流域重点治理工程中的水污染治理为例,探索水污染治理绩效审计评价对水环境治理项目及相关各方的有益方面。

本文选取 L 流域水污染治理作为研究对象具有现实意义,一方面,L 流域已经实施了十数年的水污染治理工作,有审计评价基础;另一方面,L 流域目前正在准备实施新一阶段的综合治理,对上述治理工作实施审计评价有查漏补缺的参考作用。

本文在概念界定部分主要界定了与本文研究相关的一些概念,例如一些为了保护 L 流域水资源而实施的措施也应该被纳入水污染治理的范畴,并对其原因做了解释说明、鉴于水污染治理与水环境不可分割的关系,对 L 流域的水环境做了界定。

本文认为治理工作已经提前结束的 L 流域水污染治理缺乏必要的综合性的绩效审计评价和规范的评价指标,于是借助于 PSR 模型、层次分析法构建了适用于 L 流域水污染治理的绩效审计评价指标体系,并应用该体系对 L 流域水污染治理实施了绩效审计评价,提出了相关整改意见。

PSR 模型贯穿于本文水污染治理绩效审计评价的始末,鉴于其较强的逻辑性和因果关系——实际上环境问题也具有因果性,笔者在评价指标的选取、评价指标的整理计算以及最后提出的审计评价及其建议都是以此为基础的。

关键词： PSR 模型 水污染治理 绩效审计评价指标 层次分析法

Abstract

In recent years, environmental and ecological issues have become one of the main issues concerned all over the world. At present, water pollution, air pollution and soil pollution are seriously threatening human production, life and health; In the long run, global warming is melting the Arctic ice sheet, and climate change displaces tens of thousands of people around the world every year. Since the industrial revolution, the uncontrolled emission of pollutants, the indiscriminate harvesting and deforestation of tropical rain forests, and the excessive reclamation of grasslands and wetlands have caused mankind to suffer "revenge" from nature.

From "Clear waters and green mountains as good as mountains of gold and silver" to "carbon peak and carbon neutralization", mankind slowly began to realize that a good environment and ecology are "priceless", the government's attention to the ecological environment has reached an unprecedented height, the proportion of environmental protection investment in China's GDP has increased year by year, and the environmental governance projects invested by the government have also increased. As a category of audit, environmental audit has the natural function of supervising and evaluating environmental projects. In recent years, the combination of performance audit and environmental audit has provided beneficial exploration for environmental management and ecological environment protection. Based on the good promotion effect of environmental performance audit on the ecological environment, this paper takes the water pollution control in the key treatment projects of L basin as an example to explore the promotion effect of water pollution control performance audit evaluation on water environment treatment projects and relevant parties.

This paper selects the water pollution control of L basin as the research object, which has practical significance. On the one hand, the water pollution control of L basin has been implemented for more than ten years, which has the basis of audit and evaluation; On the other hand, L basin is currently preparing to implement a new stage of comprehensive treatment, which can be used as a reference for the implementation

of audit and evaluation of the above treatment work.

In the part of concept definition, this paper mainly defines some concepts related to this study, such as some water resources protection measures should also be included in the scope of water environment governance, and explains the reasons.

This paper believes that L basin water pollution control lacks necessary comprehensive performance audit evaluation and standardized evaluation indicators, so with the help of PSR model and analytic hierarchy process, this paper constructs a performance audit evaluation index system suitable for L basin water pollution control, applies this system to the performance audit evaluation of L basin water pollution control, and puts forward relevant rectification suggestions.

The PSR model runs through the whole process of water pollution control performance audit and evaluation in this paper. In view of its strong logic and causality—in fact, environmental problems also have causality, the author takes this as the basis for the selection of evaluation indicators, the sorting and calculation of evaluation indicators and finally puts forward audit and evaluation suggestions.

Key words: PSR model; Water pollution control; Performance audit evaluation index; Analytic hierarchy process

目 录

1 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究目的及意义.....	2
1.2.1 研究目的.....	2
1.2.2 研究意义.....	2
1.3 国内外相关研究.....	3
1.3.1 国外相关研究.....	3
1.3.2 国内相关研究.....	4
1.3.3 总体评述.....	8
1.4 研究内容及方法.....	9
1.4.1 研究内容.....	9
1.4.2 研究方法.....	9
2 概念界定及理论基础	11
2.1 概念界定	11
2.1.1 水环境	11
2.1.2 流域水污染治理	11
2.1.3 水污染治理绩效审计评价	12
2.1.4 绩效审计评价标准.....	12
2.2 理论基础	13
2.2.1 可持续发展理论	13
2.2.2 公共受托责任理论.....	14
2.2.3 外部性理论	15
3 L 流域概况及其水污染治理绩效审计评价现状	17
3.1 L 流域自然概况.....	17
3.2 L 流域水污染概况	17
3.3 L 流域水污染治理概况	18
3.4 L 流域水污染治理绩效审计评价现状.....	19
3.5 L 流域水污染治理绩效审计评价的必要性和可行性.....	19
3.5.1 必要性分析	19
3.5.2 可行性分析	20
4 PSR 模型下 L 流域水污染治理绩效审计评价指标的选取	23
4.1 PSR 概念框架介绍	23
4.1.1 PSR 模型的基本原理	23
4.1.2 PSR 模型适用性分析	23
4.2 L 流域水污染治理绩效审计评价指标的选取原则	24
4.3 PSR 模型下 L 流域水污染治理绩效审计评价指标初选.....	25
4.3.1 压力指标.....	25
4.3.2 状态指标.....	26
4.3.3 响应指标.....	26
4.4 L 流域水污染治理绩效审计评价指标的确定	27

4.5 L 流域水污染治理绩效审计评价指标权重.....	28
4.5.1 层次分析法说明.....	28
4.5.2 各指标权重的确定.....	30
5 L 流域水污染治理绩效审计评价.....	33
5.1 评价方法.....	33
5.1.1 评价方法简介.....	33
5.1.2 评价方法适用性分析.....	33
5.2 运用环境优值模型实施审计评价.....	34
5.2.1 数据的说明及来源.....	34
5.2.2 数据的整理与计算.....	34
5.3 审计评价结论.....	39
5.4 审计评价建议.....	41
6 研究结论.....	43
参考文献.....	45
附录 1.....	49
附录 2.....	51
后记.....	53

1 绪论

1.1 研究背景

2019 年 12 月，中央电视台报道了甘肃省天水市境内的渭河和其支流遭受严重污染的情况，在河道内无节制开采砂石和大规模倾倒生活垃圾等严重问题引起了国务院的高度重视，生态环境部立即派出工作组实地核实；时间回溯到 1994 年 7 月份，位于我国淮河上游地区的河南省突降暴雨，境内颍上水库的水位剧烈上涨以至超过水库防洪警戒线，不得不开闸泄掉 2 亿立方米库容。泄洪量过多致使河水和水库连同一些自来水厂遭受严重污染，有居民饮用后身体出现不适症状。为保护城镇居民的身体健康，沿岸部分自来水厂被迫停止供水。1995 年到 2020 年二十多年间，还发生了十数起较为典型的水污染事件和突发环境公共事件，诸如沱江水污染、松花江流域水污染、太湖蓝藻污染事件、盐城水污染事件和兰州自来水苯超标事件等等。以上环境事件均以巨大的财产损失甚至是公众的生命为代价，环境保护迫在眉睫。另一方面，截至“十三五”初期，我国在环保领域的资金投入逐年增加，污染治理投资总额、环保投资占 GDP 比重等均呈上升趋势。2021 年 3 月，“十四五规划”正式公布。“规划”对我国的环境保护和生态治理以及发展方式做了论述。具体内容包括改善环境质量和生态系统质量，加快发展方式向“绿色”转型。于此同时，“美丽中国”建设也被确定为我国未来发展的主要愿景之一，并将“绿色发展”作为重点发展领域之一。

环境污染事件层出不穷，加之更加具体的环保政策的出台，使我国的环保支出和环保项目数量逐年增加。我国审计法规定，各级审计机关对下级政府的财政状况和财政资金管理情况实施监督——这为审计机关对环保事项进行监督提供了法理上的依据。而在我国，与环境保护相关的审计一般被视作环境审计，在环境审计中加入对绩效因素的考虑，便是环境绩效审计。

L 流域作为我国西北地区的一个内流区域，水资源极其匮乏。基本生态用水占比偏低、长期被流域工农业生产用水所挤占，导致当地生态环境持续恶化。2015 年，经过十多年的流域重点治理，L 流域生态得到了有序恢复，水污染治理也取得了一定成绩。当下，L 流域所在 G 省在巩固 L 流域重点治理成果的同时，计划对 L 流域实施综合治理。鉴于此，本文以 L 流域水污染治理为例，分析和评价 L

流域重点治理期间的水污染治理状况和水污染治理审计“现状”，使环境绩效审计为 L 流域水污染治理提供帮助。

1.2 研究目的及意义

1.2.1 研究目的

L 流域作为一个内流区，上世纪九十年代发生了极为严重的生态环境问题，水土流失、土地荒漠化和水污染问题频繁发生。L 流域作为我国西部的生态屏障，环境问题受到了国家的高度关注。世纪初，L 流域所在 G 省政府开始积极治理 L 流域的诸多环境问题，其中最为主要的便是水体环境问题。G 省发改委和水利厅于 2007 年颁布了《L 流域重点治理规划》（下文简称《规划》）正式启动 L 流域生态环境问题治理，《规划》以 2003 年为“现状年”，2010 年和 2020 年为规划年分阶段实施。2011 年，L 流域在达成 2010 年治理目标的基础上，将 2020 年目标提前到 2015 年。2015 年，L 流域规划的大部分治理指标已经实现；尽管流域所在各级审计机关每年对水环境治理项目实施审计，但在绩效审计方面是缺乏的。2020 年，G 省为了巩固对 L 流域重点治理成果，决定启动编制 L 流域综合治理规划。本文正是基于上述两个方面，综述水环境绩效审计的基础理论，并通过 L 流域水污染治理、水污染治理审计情况的分析，运用 PSR 模型架构 L 流域水污染治理绩效审计评价指标体系，接着将其应用于 L 流域水污染治理实施绩效审计评价，并得出评价结果，提出改进措施，进而改善 L 流域的水环境状况。

1.2.2 研究意义

本研究的意义主要包括以下几个方面。首先对 L 流域水污染治理审计做出分析和评价，发现 L 流域水污染治理审计工作中的不足，并提出改进意见，这有利于 L 流域管理机构和相关审计机构更好地完善管理制度，进一步认识自身职责，对 L 流域今后的水污染治理工作有一定的参考和借鉴意义。同时，作为一个内流区，本研究也可以为我国其它内流区域实施水污染审计工作和水污染治理工作提供参考。其次，本研究发现的问题有助于环境管理主体提升环保绩效观念。通过 PSR 模型选取指标，系统化的构建绩效审计评价指标体系，使环境绩效观念得以

提升,不再满足于不考虑时间成本的效果上。最后,在环境问题研究成为热点的今天,笔者基于实际情况,结合所学审计相关专业知识,希望能为环境绩效审计理论体系研究贡献自己的力量。

1.3 国内外相关研究

1.3.1 国外相关研究

由于水环境绩效审计是环境审计的一种,了解和研究环境审计对于本文的水污染治理绩效审计有高屋建瓴的作用。所以本部分对国外环境审计、水审计方面的研究做了基本回顾和阐述。

(一) 相关国际组织在环境审计方面的研究

1995 年,最高审计机关国际组织(INCOSAI)在埃及首都举行大会,会议主要对审计在环境治理方面的运用进行了讨论,并对环境审计的内涵做了界定。此后,一些发达国家逐渐完善了各自在环境保护方面的政策法规,并加强了对环境审计的理论和应用研究。2001 年,世界环境审计研讨会在我国举行,对环境审计各方面的事项进行了讨论,并公布了《环境审计指南》,以便为各个国家更好地开展环境审计工作创造有利条件。2017 年,世界经济合作组织(2017)对加拿大的环境绩效审计工作做了充分深入的研究,研究从绿色发展和可持续发展两个层面出发对环境绩效进行审计评价,同时还选取了固体废物处理指标和生态资源保护指标进行分析。此外,国际标准化组织(ISO)公布的 ISO14031:2013 标准,该标准指的是环境绩效实施评价时评价主体所应该遵循的标准和绩效评价客体应该达到的标准、经合组织(OECD)提出的 PSR 概念框架、WBCSD 提出的生态效率评价标准等,都为我国实施环境绩效审计提供了参考依据;OECD 提出的水环境治理实施原则、INCOSAI 下属环境审计工作组发布的《水环境问题研究报告》也为在我国实施环境绩效审计提供了依据。

(二) 相关学者在环境审计方面的研究

(1) 环境审计的研究。Gray et al. (1995)认为环境审计可以看作是环境评价的后续步骤。Thomposon, Wilson(1994)认为实施环境审计时需要做到以下几个方面,即对环境管理者为管理环境实施的行为做出评估、计划实施审计的范围

和步骤、治理后的环境是否一直处于稳定或恢复状态、环境监管机构的行为是否合法合规。Johan Thoresen (1999) 从政府层面和企业层面对环境审计评价指标如何选取进行了研究, 指出这基于两个层面的选取的指标应该具有一定的匹配性, 而且指出应该基于产品生命周期对企业的环境绩效进行审查。Reed, John (2014) 试着分析了公共机构在实施环境绩效审计时可能遇到的难点, 提出了应对办法, 对环境绩效审计的如何实现效果最大化做了探讨, 尤其强调了参与环境审计的人员不仅要精通自身的专业技能, 还应该具备跨专业的知识储备。Snezana Ljubisavljevic (2017) 阐述了环境审计的实施和控制的步骤, 对环境审计如何才能持续改善环境状况给出了建议。Riccardo Patriarca (2017) 指出, 既然环境系统是一个集合了多个环境要素的、相互之间具有影响性的整体, 那么对某个环境项目进行审计时, 就不能只局限于项目本身, 而应考虑该环境项目产生的原因和可能会发生的后果。

(2) 水审计的研究。Dani et al. (2013) 认为污水治理和水资源保护正在变得日益重要。环境监管愈加严格和人们环保意识愈加提高的情况下, 企业要想节约用水, 除了分析数据和概念研究这些理论研究外, 还需要水审计实践活动, 以弥补企业水管理系统单纯依靠数学方法的不足。Van Leeuwen S. (2004), Yusoff H. N. (2013) 对约贝河流域的水资源分配情况及河水水质进行评估, 在此基础上指出对于流域水污染治理审计应该包括对现状和预期的水量供应和用水需求的评价, 最后提出在该流域流域实施水环境审计程序的步骤和条件。Sarkar, Datta (2015) 和 Andrews, Sturm (2016) 也以流域水环境审计作为研究对象, 认为水污染治理绩效审计的内容应该包括水污染防治的审计和水资源保护的审计。我国学者李云生 (2010) 翻译了美国环境保护局编写的《美国流域水环境保护规划手册》, 首先对对流域的一些基础性概念做了解释, 接着对流域环保规划应包括的内容和如何制定做了全面介绍, 以指导全美各州授权各级环保组织、各地方政府和流域管理机构编制流域治理规划, 从而达到改善流域水质、保护流域水资源和治理水污染的目标。

1.3.2 国内相关研究

(一) 环境绩效审计

2003 年，审计署制定了关于我国审计事业发展的五年规划，其中明确指出要环境绩效审计将会是未来环境审计的主要方面，我国要适时开展环境绩效审计并把它当作发展目标之一。从彼时起，大多数学者开始将研究目光集中于环境绩效审计的目标、内容和评价方法。在此，笔者选取了一些比较有代表性的观点做一简要回顾。

（1）环境绩效审计目标

李雪，杨智慧（2004）认为环境绩效审计作为环境审计其中之一类别，两者的审计目标应该是等同的，都包括了具体目标和一般目标两类。吴立群和王恩山（2005）不赞同陈正兴（2001）将环境绩效审计视为环境审计中长期目标观点，这两位学者认为环境绩效审计是环境审计的组成部分，应该也有属于自身的体系和目标，即根本目标、具体目标和分项目标。于波（2008）认为既然受托责任是环境绩效审计的动因，那么对受托责任履行情况的监督和评价可以作为环境绩效审计的总体目标，并列举了总体目标的具体内容；总体目标下的具体目标则不是特定的，会随着审计环境和审计职能而改变。

（2）环境绩效审计内容

李学柔、秦荣生（2002）指出环境绩效审计无外乎是对政府和企业两类主体环境行为效益的监督或评价。吴立群和王恩山（2005）从环境管理入手，对环境管理行为做了剖析，结合审计目的确定审计可以在环境管理的哪一方面（环节）起作用，这一方面便可以作为环境绩效审计的内容，并总结了四个方面的具体内容。万玻（2008）认为除了公认的绩效审计“三要素”外，环境绩效审计内容还应包括其特有的“环境性”。秦德智、卜臣（2015）以区域发展质量为切入点，首先对环境绩效和政府环境绩效做了定义，接着从可持续发展的目的出发，列举了三项环境绩效审计内容。

（3）环境绩效审计评价方法

对环境绩效实施审计评价，一般的要求是指标层次多，指标数量大，由于审计目标不尽相同，选取评价指标的方法和确定指标权重的方法也不尽相同。通过在知网上进行检索可以发现，层次分析法现在依然被广泛用于各类情况的绩效评价指标权重的确定上，其中也包括了环境绩效审计评价指标权重的确定，接着运用多种多样的评价方法对被审计单位的环境管理绩效做出评价，诸如模糊综合评

价法、环境优值法等（樊明玉，2011；唐华等，2013；刘绍峰，2013；王晓丽，2014；毛雪慧等，2015；）。此外，还有一些学者应用其他方法确定评价指标的权重，对环境绩效展开评价。如黄溶冰（2012），房巧玲等（2013），贾卉（2013）采用的方法有专家评判法、线性规划模型等。王如燕（2009）、张静（2013）基于“PSR”概念框架对政府环境绩效审计评价指标体系进行了构建。

（二）水环境绩效审计

由于水环境绩效审计是环境绩效审计的一种，所以前者的理论要素与后者是完全一致的，此处将不再赘述。接下来笔者主要对水环境绩效审计的一些前沿进展做进一步梳理。主要有如下三个方面，即水环境绩效审计的区域性、研究载体的多样性、流域水环境绩效审计的研究。绩效审计作为绩效审计评价的对象，对其近几年来发展的新趋势进行梳理归纳是必要的。

（1）水环境绩效审计的区域性研究

2013 年，杨肃昌、芦海燕、周一虹（2013）几位学者就开始了区域性环境审计问题的研究，按照区域特征、行政区划和自然特征进行了区域的分类，并提出了包括审计要考虑区域环境承载力和环境治理的区域性特征等深化区域环境审计的建议。王丽、王燕云（2013）根据行政区划的不同研究水环境绩效审计问题，并架构了体系模型，并就其运用进行了阐释。近几年而言，多数学者开始在特定的区域范围内进行水环境绩效审计的研究，刘桂春等（2017）指出我国的区域性环境审计应从具有区域特点的审计理论体系和具有不同行政区划或一致自然特征的地域两方面展开、就研究内容而言，目前我国针对区域性环境绩效审计开展研究不多，系统化的研究更少。该学者以京津冀区域大气、水污染审计为例，指出区域环境绩效审计实践存在的不足，并提出改进建议。

具体而言，有学者认为，西北地区的水环境与我国其他地方相比具有显著地差异性，这主要是由于西北地区地处内陆、荒漠众多、人口密度小、经济落后和生态环境脆弱等特点导致的，要想在该地区进行水环境审计，还必须考虑水资源开发和水污染治理的难度，于是运用 DPSIR 模型建立西北地区水环境审计评价指标体系（周瑞芳，李啟旭，2020）；相比而西北内陆而言，我国的东部沿海地区一直是世界上较为宜居的地区之一，这里气候温和，降雨充沛，水系交错，河湖密布，加之有海岸线和河流入海口的存在，该地区的水环境审计与西北地区又有

所不同。鉴于上述原因,通过访谈资源环境审计人员和发放问卷的形式,对秦淮河的治理措施和效果做了研究,进一步提出了针对该河水污染治理的建议(姚欣玥,任怡蓉等,2020);蔡蕊蕊(2019)分析了秦淮河水污染治理存在的问题,基于“压力—状态—响应”(PSR)模型构建了秦淮河水环境治理绩效审计评价指标体系;薛洪岩等(2018)认为我国政府环境绩效审计的实践过于单一,主要着眼于资金的使用效益,难以实现环境绩效审计的目标,于是该学者以东部浙江省温岭市“五水共治”项目为例,评价了具体政策措施,并在此基础上提出对应的完善建议。类似的研究还有:张奇琦,宋钰怡等(2020)基于PSR模型构,以行政区划为切入点,架构了安徽省水环境绩效审计评价指标体系;衷斯婕(2019)以岭南地区水资源保护审计为背景,对我国政府环境投资绩效审计做了探讨。

(2) 水环境绩效审计研究载体的多样性

水环境审计可以选择具体的水环境对象,即水体作为环境审计研究的载体,比如河流、湖泊、海洋和沼泽等这是因为不同的水体其污染具有不同的特点,比如中小河流可以使污染物质在整个断面分布均匀。大河流却不是这样、内陆湖泊的污染特性和沿海地区的不一样、随着海上石油开采和运输事业的发展,海洋污染也呈现出了自身独有的特点。雷铭(2017)指出水体污染物一般具有扩散的特点,在对流域实施水污染审计时,要同时考虑被审计水体的物化特性、考虑污染源的扩散方式,从而确定总体审计范围和重点审计区域。李洋宇(2017)在对流域水环境审计范围的确定上与雷铭持一样的观点。笔者经过梳理发现,以水体污染物为导向的水环境审计研究主要集中于江河和湖泊。湖泊方面,陈志芳和李晴(2019)以滇池(我国西南地区第一大湖)污染治理项目为例,运用PSR概念框架构建了水污染治理绩效审计评价指标体系去评价滇池的治理效果;林业进(2014)以2009年实施的“三河三湖”水污染防治绩效审计为对象进行研究分析,对审计部门的可控问题和不可控问题提出了建议。对海洋进行的环境审计研究较少,商思争等(2016)以审计环境和审计目标作为逻辑起点,构建了海洋资源审计框架;该框架包括了环境层、目标层、基本要素层、技术要素层四个在层次上相互作用、相互影响的海洋资源环境审计概念框架,详细分析了各层次的要素及层次要素之间的关系;陈希晖等(2020)以气候变换和海洋酸化为背景,结合我国海洋污染的实际情况,分析了对海水酸化治理实施审计的迫切性和必要

性，并指出海洋酸化应对审计可能遇到的难点其解决措施。

(3) 流域水环境绩效审计的研究

江河的汇水区域被称作流域。长期以来，学者们都将流域视为一个整体来考虑习俗、经济和文化等问题，审计在这方面亦不例外。财政部财政科学研究所课题组（2011）通过构建多层次绩效评估指标体系评价流域水污染防治项目投资绩效，根据水体的理化特点、流域地理位置和气候特征的不同，评估指标被分成了两类，共性指标可应用到大多数流域，在此基础上可以补充有流域特点的个性指标。近几年，以流域为背景进行水环境审计理论研究或是水环境审计实践方面的研究以淮河流域居多，如谢鑫（2016），李世辉、葛玉峰（2017），蔡蕊蕊（2019）等学者各自开展的水环境绩效审计研究；福建省厦门市审计学会课题组（2013）以九龙江流域实施的水污染防治项目审计为研究对象，提出流域水环境保护应树立整体性和长期性的观念，为确保流域管理机构和该市审计机关履行好职责，给出了流域环境审计的组织方式和对策。王亦婷（2018）对湘江流域重金属污染防治审计的现状进行了分析，并设计了相应的标准。

1.3.3 总体评述

通过对国内外环境审计研究和实践的基本回顾我们可以发现，环境绩效审计发展之初，学者们主要研究其基本理论要素，诸如环境绩效审计定义、目标、内容、范围和评价方法等。其余还有环境绩效审计主体、客体、理论结构等笔者不再一一回顾。随着时间的推移，理论越来越趋向于指导实践。目前我国关于环境审计的研究主要集中于环境绩效上。

通过对国内最近几年水环境绩效审计及其评价的文献梳理可以发现，水环境审计理论研究也越来越趋向于指导审计实践。借助于 PSR 概念框架在环境问题中的广泛应用和良好效果，将其引入于环境绩效审计评价中是近些年的热点研究之一，河流、湖泊、海洋、海岸线、流域水体都是水环境绩效审计评价研究的领域。

但也有不足之处，由于我国的水资源分布极为不均，水资源在时空上的不均匀又要求对水环境的审计使用不同的方法、对水环境绩效审计的评价使用不同的指标，比如我国东南地区和西部内陆地区的评价指标会有所差异、江河、湖泊和海洋水体的评价也会有差异，此外由于经济发展水平程度不同，已经有学者开始

以经济带为背景来研究水环境绩效审计评价指标的构建。目前而言,大多数学者都选择我国东部地区的河流或湖泊的水资源保护、水污染治理审计进行评价,鲜有学者对西北地区的河流和湖泊的水环境绩效进行审计及其评价,尽管这类河流也有水污染问题,并且相应的治理项目众多。鉴于此,笔者尝试选取位于西部地区 L 流域水污染治理绩效审计进行评价分析

1.4 研究内容及方法

1.4.1 研究内容

第一部分,绪论。该部分先引入了本文的研究背景,接着对研究初衷也即研究目的、研究意义做了表述,对国内外相关研究做了介绍。

第二部分,概念界定和理论基础。概念界定包括水环境、水污染治理、水污染治理绩效审计评价和绩效审计评价指标四个方面。其中主要对水污染治理进行界定,指出水污染治理是一个系统复杂的过程,文中出现的一些对水资源的相关保护措施也属于水污染治理的范畴;理论基础包括撰写本文所需要的三方面理论基础。

第三部分,案例分析。包括对所研究区域 L 流域的自然概括、水污染概况和水污染治理情况的分析;也包括对 L 流域水污染治理绩效审计评价的现状和在 L 流域实施水污染治理绩效审计评价的必要性和充分性的探讨。

第四部分,基于 PSR 模型的审计评价指标的选取和确定。包括 L 流域水污染治理绩效审计的评价指标的选取和确定,以及指标权重的确定。

第五部分,对 L 流域水污染治理进行绩效审计评价。该部分对 L 流域水污染治理的绩效实施审计评价,并细致地分析了 PSR 所对应的各评价指标的情况,提出了相应的建议。

第六部分,研究结论。

1.4.2 研究方法

1. 文献研究法。笔者在撰写论文的过程中,研读了大量环境审计、环境绩效审计、政府审计方面的著作和经典论文、研究分析了笔者所要研究流域的社会发

展情况。同时，还补充了环境评价、环境学、水污染治理方面概念性读本和论文；这为后续的论文的撰写打下了基础。

2. 案例分析法。笔者以 L 流域重点治理项目中的水污染治理为例，分析出 L 流域水污染治理绩效审计的不足，给出解决措施。

3. 专家咨询法。即询问、请教和咨询相关领域学者专家或具有丰富经验的个人，可以采用访谈或问卷调查的形式。

2 概念界定及理论基础

2.1 概念界定

2.1.1 水环境

水环境是环境的一种，是人类社会存在和发展的基础，承载力是水环境的核心内容和主要关注点。水环境目前还没有一个统一的定义。本文根据国家在水文术语和符号的定义标准，解释为存在于人类生活空间，且对人类的活动行为有直接或间接的影响的水的集聚体；一些影响水体功能发挥的社会因素和自然因素也被认为是水环境。本文中提到的水环境多数指的是 L 流域的河流、湖泊、水库和地下水的水环境。此外，水污染治理过程实际上也是一个改变水环境的过程，鉴于此，多数情况下，本文所提到的水污染治理和水环境治理是等同的。

2.1.2 流域水污染治理

流域，简单来说，指的是地表径流和地下径流的集聚空间，是地表水流动的线性水道，是相对水体某一断面而言的。流域内各部分自然资源是一个系统性的相互联系的整体，诸如流域气候、植被覆盖率状况、流域内居民用水情况和水处理情况都会影响流域的水环境状况，也即影响着流域水污染状况。本文研究的 L 流域属于一个人与自然相互影响的闭合流域。

水污染治理是指水体由于工农业和生活污染源带来的污染物致使水质和水环境变差，进而由多方相关主体实施的对污染状态的预防、修复和整治。对水污染状态的治理有以下几种方法，包括分离、转化和稀释；此外，目前对水污染常见的处理方法是物理和化学方法等，物理方法一般是指的稀释，比如增加水体容量；化学方法主要的原理是元素的中和。根据治理范围的大小和治理工作的复杂性，水污染治理又可以分为专业治理和综合治理。

本文所指的流域水污染治理为水环境综合治理。流域水污染的综合治理是一项系统化的复杂工程，不单纯是对某一水体进行化学和生物方法上的处理，或者加大污水集中处理工程与处理管网的建设等。

本文所指的流域水污染治理还包括通过对流域水资源的保护、跨流域调水增加河流断面下泄水量（这样可以更多地稀释河流中的有害化学成分，其属于稀释处理）、统筹工农业用水、调整用水结构和对水资源用法用量做出规划也都属于水污染治理的范畴。实际上，下文一些指标的选取笔者正是在上述范畴里实施的。

2.1.3 水污染治理绩效审计评价

对于水污染治理绩效审计评价概念做出界定，首要的问题是审计主体是谁。目前而言，水污染绩效审计在不同国家有不同程度的开展，审计主体也不尽相同。由于一些发达国家对环境足够重视以及其颇为严格的惩罚机制，致使企业自身开展的、以企业为审计主体的环境审计较多，主要目的是为了评价企业活动对外部环境的影响，这主要存在于一些能源企业化工企业；其次，一些社会审计组织也承担了一部分外包的水污染治理绩效审计项目；最后，水污染治理绩效审计主体依然常见于政府机构，它是由环境保护责任所推动，由国家审计机构组织和实施的客观审计评价工作。其主要着眼于环境管理过程的经济性、效率和效果性，也对水资源利用与水污染治理项目能否提升社会效益和生态效益做出评价，最终达到改善自然环境的效果。

如无特殊情况，本文有些文段处出现的“水环境绩效审计评价”指的是泛化了的水污染治理绩效审计评价，在多数情况下二者是等同的。这主要是因为对水污染的治理实际上就是在改变水环境。

另外，本文所指的水污染治理绩效审计评价是由国家审计机关和地方各级审计机关为主体，从审计的角度出发，从流域整体的角度出发，对“流域水污染治理”系统性工程的绩效实施的审计评价，并将发现的问题和改善意见反馈给流域所在政府和环保机构。它既不是流域治理环境影响评价，也不是流域治理绩效评价。

2.1.4 绩效审计评价标准

在水污染治理绩效审计中，要达到具体审计目标即对被审计项目做出评价，需要一定的参考标准即评价标准。评价标准是水污染治理好坏优劣的评判标准，是水污染治理工作中审计评价实施方对被评价方应用的价值标尺，是得出水污染

治理绩效审计结论，并提出意见的基础。总结已有的研究可以看出，我国的环境绩效审计评价标准一般包括以下几个方面，一是我国的法律法规和相关政策性文件。当具有多个可以参考的审计标准时，审计人员需要以法律法规规定的标准为最低准则。二是国家制定和出台的各项标准。包括行业标准和一些历史标准，如环境绩效审计评价可以参考的水质标准、大气质量标准等规范化标准；历史标准可以为指标间的纵向比较提供科学性。此外，有时还可以参考一些国际上的标准。三是单位或项目的合同规范。在对某些项目或者单位进行审计时，也可以考虑以其自身的规章制度等作为标准。本文依据的评价标准除了上述三个方面外，还参考了《规划》——实际上也属于政策性文件——中的规划值。

2.2 理论基础

2.2.1 可持续发展理论

1962 年，美国女作家卡森发表《寂静的春天》一书，描写了化肥等的过度使用导致的环境污染问题。1972 年召开的“世界人类大会”首次发表了《人类环境宣言》，这预示着全球大多数国家开始重视环境保护工作。1980 年，《世界自然保护大纲》公布，指出人类要对我们共同生存的生物圈进行治理和保护，使其不仅能为当代人提供服务，更重要的要满足未来世界发展的需求，这便是可持续发展的雏形。1987 年发表的“东京宣言”提倡将实现可持续发展列为各国发展目标之一。五年后，上百个国家参与签署的《二十一世纪议程》发表，各签署国一致同意将可持续发展理念作为自己国家的行动指南。一般认为，可持续发展理念主要强调的是“人与自然”之间的关系，这种关系也被认为是可持续发展能力的“硬支撑”。人类的生存、生产和生活，无一不是在生物圈中完成的，无一不是以各种自然资源和自然环境作为基础的，诸如空间环境、大气资源、阳光、空气等等。人如果处理不好自身与这些外部资源的关系，不懂得节制和保护，只是一味的索取，自然便会“报复”人类。近年来，各式各样的环境和生态污染问题愈来愈频发，已经严重影响了人类的生活，甚至是生存，可持续发展理念要求环境保护。

就我国言，1994 年，《中国二十一世纪议程》正式公布，议程对二十一世纪

的世界形式和发展方向、发展方法、我国面临的机遇和挑战做了细致分析，在对环境和发展问题的看法中认为，我国作为全球《二十一世纪议程》的参与方，应该切实履行好自己的义务，即（1）我国作为发展中国家，发展依然是我国社会经济的主要目标，依然是第一要义，经济发展中遇到的资源环境问题，必须要在发展中求取解决办法，不能用停滞、限制的观点来解决可持续的问题。（2）我国可持续发展理念的主要标志是实现生态恢复、环境改善和自然资源的可持续利用。（3）可持续发展要确保处理好以下两类关系：发展与生态环境的关系、发展与资源消耗的关系。

水污染治理绩效审计与可持续发展理论有着密切的关系。如前所述，环境审计作为一种环境管理工具，目标是确保政府的环境保护责任全面且高效的履行，环保责任履行的越好，环境管理的越好，可持续程度就越高，可以说，环境绩效审计是实现可持续发展的一种实用工具。

2.2.2 公共受托责任理论

要理解公共受托责任，首先要明白受托责任。公共受托责任和受托责任本质上是一种东西，前者只是后者范畴缩小的表现。一般认为，受托责任随着公司制企业的产生而产生，财产或者资源的拥有者不直接参与管理事务，而是托他人代管，受托责任更加强调受托人的“责任”。受托责任在现代会计和审计理论中扮演着重要角色。目前而言，受托责任的定义大致包括以下几个观点：（1）报告观。即受托方有向委托方“报告”的义务。（2）行为观。即受托方对自己行为负责，管理好受托“资源”，履行好自己法定的职责。（3）综合观。即前两个观点的结合，既包括“报告”，也包括行为。公共受托责任的含义大致上和受托责任一致，在此之前，可以先对“公共”做必要的解释。一般而言，对“公共”一词有着多种不同的理解。从公共选择理论而言，“公共”二字代表了理性抉择者，是一个群体概念；从立法的角度方面看，“公共”指的是被代表的人；此外，还有一个广泛的观点认为“公共”就是公民。公共受托责任主要流行观点是报告观和综合观。前者认为由于公共方的委、受托关系而产生的受托方负有的“责任”就是公共受托责任，受托责任方有向委托方做解释和汇报的义务。后者认为公共资源的经营机构或者个人不仅应“报告”资源的使用情况，还对此负有与之相关的各方

面的责任。

公共受托责任的核心在于对公共资源的“评价”。由于（1）对公共资源的获取通常具有一定的强制性，所以公共机构对公共资源的使用状况负有一定的责任。（2）公共机构对于其使用的公共资源，应能够说清它们是否遵循可既有的各项资源使用规定。（3）公共资源的使用仅限于特定或授权的目的，因此公共机构要比其他非公共部门的资金使用承担更多的受托责任。（4）公共机构有义务降低公共资源的使用成本，有义务使自己管理的公共资源以良好的、符合规定和标准的形态存在。上述四点致使公共机构对公共资源的使用和索取须承担更多的受托责任。就公共资源而言，受托方对公共资源实施管理，委托方有必要知道公共资源的使用状态、使用目的、使用效率。我国学者杨时展先生认为，公共受托责任的其中一部分便是公共资源的使用绩效。由于公共资源的委托、受托两方都关心公共资源的绩效，这使得“评价”，尤其是“绩效评价”成为了公共受托责任理论的主要关注点。

由上述两方面可以看出，公共受托责任理论为环境绩效审计评价提供了理论基础。

2.2.3 外部性理论

1887 年，经济学家西奇维克（Sidgwick）注意到私有产品与公共物品具有不一样的地方，提出政府干预问题。19 世纪末，著名经济学家马歇尔（Marshall）提出了“外部经济”和“内部经济”问题。1920 年，剑桥大学经济学教授庇古（Pigou）指出，在交通、灯塔和环境污染等方面可以看出自身活动对其他人或群体的影响，这即是外部性。

一般来说，外部性是指市场机制的障碍，市场主体在做出经济决策时并没有考虑到决策对市场的影响，也没有为这种影响付出成本。通俗来说，外部性是指在缺乏任何相关经济关联的情况下，由一个当事人向另一个提供的“物品束”。根据对外部性的解释，可以得出外部性具备两个条件，一是它是一种互相影响，是多个市场主体之间的相互作用。二是这种相互作用不能通过市场机制表现出来。市场资源的配置效率经常会受到外部性的影响，这就需要对外部性实施“矫正”。

环境问题大多属于外部性问题，而且具有空间性和时间性的特点。时间上而言，多数环境问题都是日积月累形成的，上代人对自然资源的过度索取、对环境的污染和生态的破坏会影响后代人的享用。空间上言，小至县际、大至省级甚至流域可能会产生相同的环境问题，这是因为某个小污染源如果不经治理，便会随着空气和水扩散到更远的地方。由于水资源的公共性，水资源的保护方和污染治理方通常都有公共机构负责，这便导致一些污染排放主体有了“搭便车”行为，一方面，由于政府的治理使其免受响应的处罚，另一方面，污染排放主体也没有为环境污染付出任何代价，上述两点都将导致污染主体缺乏治污减排的动力。基于此，环境绩效审计可以督促治污主体进而污染排放主体履行好自己的义务。

3 L 流域概况及其水污染治理绩效审计评价现状

本节结合具体数据对 L 流域的水污染治理绩效审计评价现状做了分析,并得出 L 流域水污染治理缺乏必要的有规范化指标的综合绩效审计。之后就对 L 流域实施水污染治理绩效审计的必要性、可行性做出分析。在此之前,鉴于 L 流域水污染治理问题的复杂性和多样性,笔者首先对 L 流域的自然状况、水污染状况和水污染治理情况作简要介绍。

3.1 L 流域自然概况

1. 地理位置

L 流域位于我国西北地区, G 省的西北部,地处中纬度地区。发源于流域西南部高山区的 L 河汇集了周边十数条小河、沟渠,最终注入流域东北部的青土湖。2019 年, G 省人民政府确定的河流长度为 170 公里,划定的流域总面积约 4.16 万平方公里,行政区划数包括了 3 个地级市所包含的 7 个县(区)。

2. 地形地貌

L 流域西南部海拔高,东北部海拔低。地势沿高低依次为高山区、平坦走廊、丘陵区 and 戈壁区。其中,平原区又包括南北两大盆地;丘陵区海拔在 2000 米以下,区域内沙丘较多。

3. 气候特征

L 流域大陆性气候特征明显,主要表现为降雨量偏小,蒸发强烈。流域内温差有明显的时空特性。时间上言,季节性温差巨大,主要体现在冬夏季节;空间上言,同一时间尺度上域内高山区和丘陵区温度也有较大差别;域内降雨量多年平均值为 60~650 毫米,年潜在蒸发量 990 毫米~1600 毫米。流域年平均气温为 8.3 摄氏度左右。干旱指数为 1~15 不等。

3.2 L 流域水污染概况

2003 年,流域管理机构分汛期、非汛期和全年共 3 个时段对 L 流域水质实施了评价,结果显示 L 河干流中游段和红崖山水库水质差,监测数值显示基本为劣 V 类;平原区的北部盆地地下水水质遭受严重污染,具体表现为河水矿化度升高、

污染离子含量增大，流域某湖区地下水矿化度普遍偏高，有些地方甚至达到 10 克/升，不但不能作为人畜的饮用水，甚至不能作为农田灌溉水。

城镇化率的提高和经济快速发展，致使位于 L 流域中游的城镇废污水排放量显著增加。2003 年，位于流域内的 J 市废污水排放量约为 3365 万吨，W 市约为 2472 万吨。由于 L 河干流地表径流量小，流程较短，这导致河道的自净能力弱，环境承载力小。河道有限的纳污量造成流入下游的地表水遭受严重污染，水质急剧变差。于此同时，上述污染问题还伴随着下游盆地来水逐年锐减、地下水水位下降和长期超采地下水的问题。2003 年，L 流域的总耗水量约为 20.8 亿立方米，远超流域自产的水资源总量，流域基本生态用水占比仅为 4.5%，长期低于国家规定的标准值。

3.3 L 流域水污染治理概况

我国政府非常重视 L 流域的水污染问题和生态破坏问题，社会各界也将目光集聚于此。决不能让民勤（位于 L 流域的重要绿洲）成为第二个“罗布泊”，预示着 L 流域生态环境承载力已经达到了极值，如果再不实施治理，流域人居环境和社会稳定都将受到极大破坏。由此，流域所在 G 省相继出台了一系列保护 L 河的措施和政策法规，2003 年，流域下游湖区综合治理工程提前启动，项目投资总额四千万元人民币；在这之后，G 省水利厅及其下属相关机构又出台了一系列保护水资源、防止水污染的规范性文件。然而恢复效果并不显著。为了遏制 L 流域生态环境的日益恶化，2006 年，我国正式启动了 L 流域重点治理的规划工作。

L 流域重点治理工程是一项大型生态恢复工程，在此笔者仅选取与水污染治理及其相关的部分作一介绍。流域水污染治理工程包括节水型社会建设、流域生态环境保护、水污染治理和水资源的合理配置四项分主次、有重点的内容。治理工作采取分区域（包括上游水源地、中游生态环境保护区、下游绿洲区）、分时段（计划工期 15 年，分 2006-2010 年和 2011-2020 年两个阶段）的方法。L 流域重点治理的最终目标是实现流域社会经济的全面可持续发展，具体治理措施为：

2006-2010 年为治理第一阶段，也是重点治理时间段。这一阶段的治理要求是：到 2010 年（规划水平年），L 流域蔡旗断面（流域主要监测断面）下泄径流

量实现 2.5 亿立方米以上；北盆地（流域主要盆地之一）地下水开采量减少到 0.79 亿立方米，基本实现该盆地地下水平衡，生态环境的恶化趋势变慢。

2011-2020 年为治理的后续阶段。这一阶段的治理要求是：2020 年（规划水平年），断面下泄径流量在上个治理阶段的基础上再增加 0.4 亿立方米以上，中部平原区北盆地地下水开采量减少到 0.86 亿立方米，地下水位持续恢复，北部湖区面积扩大，水位上涨，形成较大范围的湿地。

3.4 L 流域水污染治理绩效审计评价现状

L 流域所在省 G 省实际上于 2000 年就已经启动了水污染的治理工作，于 2002 年开始启动编制 L 流域综合治理规划，后又调整为《L 流域重点治理规划》，治理工程总投资约四十九亿元人民币，项目遍布流域所在三个地级市的七个县区。经过 2008-2015 年的集中重点治理，总体上实现了计划的治理目标。但是由于水域功能常年退化，河流净化能力差，污染物流入量大，个别月份、个别河段的水污染形势仍然异常严峻，一些水质指标恶化趋势上升明显。在水环境审计方面言，尽管山东省实施过海洋资源审计，内蒙古自治区、浙江省和辽宁省等一直在探索水资源审计，但我国绝大多数地区还是没有开展或充分开展综合性的水环境绩效审计。笔者走访了 L 流域内的 6 个县（区）的审计机关，得知 2008-2015 年有 3 个审计机关进行了水环境审计，且基本都属于环境项目专项资金的审计。这些审计项目的报告内容较为单一、重点分散，也没有对比、整合和汇总。尽管 G 省审计厅在 L 流域重点治理初期就决定每年进行审计，但由上述走访调查数据可以看出，对 L 流域水环境的审计多为资金使用及工程建设管理情况进行方面的审计，审计重点包括财务管理和内控制度、资金拨付和使用情况。L 流域重点治理工程缺乏必要的水环境综合绩效审计和有规范化指标体系的水污染治理绩效审计。

3.5 L 流域水污染治理绩效审计评价的必要性和可行性

3.5.1 必要性分析

2007 年年底，L 流域重点治理规划发布，L 流域所在的 G 省纪委要求，决定把 L 流域治理项目作为预防腐败的试点，以保证重点治理项目的顺利实施。流域

内的各级审计机关责任重大。由于 L 流域重点治理涉及范围广，项目类型多，资金规模大，资金方面又是腐败的高发领域，加强监督跟踪检查显得尤为重要。在对 L 流域水污染治理相关的审计中，流域内各级审计机关严格按照 G 省审计厅的要求，深化对关乎流域群众利益各类资金的审计，重点关注污染治理类资金的拨付和使用情况；关注治理资金是否及时、全额到位，是否被及时拨付、使用过程中是否有违规违法的情况发生。同时，要深化预算执行为主的财政监督；强化经济责任审计，加大对权利运行的审计监督等一系列审计上的举措。从后续来看，流域内审计机关也较为严格地执行了上述审计方面的政策。

但依然存在一些问题，如 2011 年，审计署对流域所在省 G 省 2009-2010 年度的涉农资金使用情况实施了审计，其中重点审计了与 L 流域水污染治理相关的十二项水利建设专项资金使用情况，审计发现，W 市 L 流域管理机构某单位违反相关规定，将用于日光温室的补助资金 1.8 亿元，借给其他单位用于贷款担保；2013 年，L 流域所在 G 省审计厅对 L 流域重点治理项目审计时，发现 L 流域管理局等单位招投标程序不规范、滞留农业补助资金、挪用河道治理资金、多头开设账户、不及时拨付治理资金、治理工程款拖欠、移民住宅、水土保持等工程未完成建设任务一系列问题，资金违规使用数目多超过亿元。2014 年，G 省政府统共收到了 5 份审计厅递交的 L 流域重点治理项目综合审计报告和审计要情，但缺乏绩效审计报告。由此可以看出，一方面，在整个流域治理的期间内，依然有违法违规的问题发生，另一方面，对于 L 流域水污染治理的绩效审计评价是缺乏和不足的。

此外，2018 年，G 省启动了为期三年的“碧水”保卫战，对全省的河湖进行治理；2021 年，根据《G 省“十四五”水利发展规划》，L 流域水资源开发利用依然较高，经济社会用水挤占河湖生态用水问题突出，基于上述问题以及为了巩固 L 流域重点治理成果，G 省提出启动 L 流域综合治理。

综上所述，回顾 L 流域水污染治理期间在审计上发现的问题以及展望 L 流域未来的发展规划，结合前文综述的环境绩效审计评价的优点，对 L 流域水污染治理进行绩效审计评价是非常必要的。

3.5.2 可行性分析

1. 政策方面。国务院在 2018 年对其所属部门进行了改革，在环保部的基础上成立了全新的生态环境部。并由该部门牵头统一制定和实施各类污染物排放标准和行政许可审批、自然资源产权归属和责任划分等事项。环保政策和措施的完善终止了我国自然资源管理各自为政的局面；生态文明建设的深入开展和绿色发展理念的兴起，给我国当前经济体制改革注入了更多地“绿色”观念和思维方式，环境绩效审计也天然地被赋予了服务国家环境治理的全新职责。

2. 实践方面，就世界而言，绝大多数国家都已经开展了环境审计。据环境审计工作组（WGEA）的调查显示，1993-2005 年，实行环境审计的审计国家占到了该组织成员总数的 87%，2006-2015 年，这一比例又增加到了 95%，总的来看，环境审计已在全世界的大多数国家得到了推广。除此之外，是世界各国实施的环境审计项目数量的急速增多。1993-2005 年，环境审计项目数量占 INCOSAI 所有会员国审计项目总和的比例为 45%到 70%之间，2006-2015 年，这一比重相比以前年度又有了提高，达到了 89%左右。此外，从 WGEA 的调查数据还可以看出，环境绩效审计在环境审计中占比愈来愈高，具体表现为 2005-2009 年 INCOSAI 成员实施的 500 多个环境审计项目中，属绩效审计的有 300 多个，占项目总数的一半以上，2011-2017 年，占比提升到 84%。数量巨大的国外环境绩效审计实践项目为我国各级审计机关提供了参考。

3. 审计方式和技术方面。一般来说，水环境污染具有扩散范围广和跨区域的特点。一些审计机关在对水环境、大气污染防治等区（流）域性环境审计中，开始试着运用联合审计的方式。如 2010 年审计署所属黄河沿岸的 3 个特派办联合开展的黄河流域水污染防治和水资源保护专项资金审计；2009 年西安等 5 个特派办联合云南省等 4 个省级审计机关开展的长江上游水污染防治审计等；此外，近些年科学技术的迅速发展给环境绩效审计带来了极大的便利性和实践上的准确性。地理信息技术、“3S”技术、大数据技术和区块链技术都已渗透到了审计领域，尤其在自然资源资产离任审计有着更为广阔的应用前景。就目前而言，许多地区已经利用 GIS 技术和地理信息技术进行审计，比如济南审计局对自然资源资产管理情况的专项审计、成都审计局对辖区流域水环境的审计等。

综上所述，政策方面既要求 L 流域实施水污染治理绩效审计，又为 L 流域实施水污染治理绩效审计提供了可能性；全国其他地方的环境绩效审计实践为 L 流

域实施水污染治理绩效审计提供了参考；审计方式的演变和科学技术的进步为 L 流域实施水污染治理绩效审计提供了辅助优势。

4 PSR 模型下 L 流域水污染治理绩效审计评价指标的选取

4.1 PSR 概念框架介绍

4.1.1 PSR 模型的基本原理

PSR 模型是本文建构评价指标体系的基础。P 即 Press, 压力; S 即 State, 状态; R 即 Response, 响应。该模型又被称之为 PSR 概念框架。七十年代中期, 加拿大首先将其应用于政府环境保护问题的研究上; 其后经济合作与发展组织 (OECD) 也提倡世界各国用该框架解决生态环境问题。PSR 模型具有逻辑性强的特点, 且指标涵盖面广。该模型由压力、状态和响应指标三类指标构成。世界银行、美国环保局等机构曾都以 PSR 概念框架为基础, 构造出相应的评价指标体系解决相关问题。PSR 概念框架实际上代表了人类对自然或者生态圈的理性思索, 即人类因为自身的需求而向生态圈索取资源和物质, 同时又将有污染的污染物丢弃给生态圈, 这相当于给生态圈施加了“压力”, 具体表现为对资源的过度利用和对环境的破坏, “压力”使得生态圈的“状态”发生了恶化, 恶化又反过来作用于经济社会, 为了不危及人类安危, 需要采取必要的“响应”来对付这种变化。因此也可以这样去理解 PSR 模型, 即发生了什么变化、发生改变的原因是什么、对这种变化要采取何种措施或方法去应对。将 PSR 模型应用于环境绩效审计方面时, 同样遵循了上述的逻辑结构, 联合相关的审计评价对象及指标数据的相关特点选取和确定所需要的评价指标。

4.1.2 PSR 模型适用性分析

首先, PSR 模型在设计之处就是为了解决环境问题的, 国外一些机构已经将该模型用于环境管理、环境绩效评价和环境审计之中, 并且取得了良好的效果。其次, 该模型拥有清晰的层次性, 易于操作。压力、状态和响应尽管是三个并列层次, 但层次之间相互联系, 相互影响。这三个层次各自又都包括了许多符合特定关系的指标, 包括定性指标和定量指标。最后, 该模型所包含的指标也是一个具有相互制约、相互联系、互为因果特性的系统, 该系统有较强的逻辑性, 便于

对发现的问题追根溯源，源头治理。需要注意的是，有些指标存在交叉现象，有可能属于压力、状态或者响应中的两类甚至三类，这就需要在实际应用过程中根据具体评价情况适当的调整，使其具有一贯性。

4.2 L 流域水污染治理绩效审计评价指标的选取原则

评价指标一般都有数量多的特点。环境绩效审计评价指标也天然地具有覆盖面广、数量众多的特点，这些指标共同构成了一个审计评价的“指标库”。要对水污染治理实施审计评价就要选取合适的指标是指标。本文对指标选取时借鉴了我国对公共部门实施绩效评价提出的一些基本要求，结合 PSR 概念框架，确定了以下的指标选取原则。

一是相关性原则。这个原则也是环境影响评价所要遵循的重要原则之一。一般是指为了实现特定目的的关联性。在对 L 流域实施水污染治理绩效审计评价时，会遇到相当数量的指标，这时不能盲目将所有指标纳入评价范畴，而应该有目的性、有针对性，不仅要同 L 流域水污染治理绩效审计的总体目标和具体目标相关，还要与 PSR 的内在逻辑相关。

二是可比性原则。即时空上的可比性。时间上可比是指同一类别的审计评价项目要在时间线上能够相互比较，空间上可比是指同一类别的审计评价项目在同一时段内，不同治理主体、不同治理空间之间应该至少有一定的可比性。就本论文言，L 流域水污染治理项目治理时长达十数年之久，指标的选取必须要考虑时间上的可比性。

三是重要性原则。重要性原则同是对审计评价指标“质”的规定性。即指标的选取要尽可能选择有参考价值的指标，。L 流域水污染治理是 L 流域重点治理工程的一个方面，在做绩效审计评价时要确保选取的指标的重要性，以免浪费时间和财力。

四是经济性原则。指标的选取要考虑成本效益原则，最可行的办法是在满足经济性的基础上，选取的指标既有“量”的优势，又有“质”的优势。如果获取指标数据的代价较高，则可以采取办法。

五是全面性原则。全面性原则指的是绩效审计评价指标的选取要满足绩效审计的三个特点，即“3E”。对于本文 L 流域水污染治理绩效审计指标的选取，还

要考虑水污染治理的公众满意度和治理污染和生态给环境带来的益处。

六是定量与定性相结合的原则。对 L 流域水污染治理绩效审计评价时，不但要考虑客观指标数值上是否达标，还要对一些偏主观的东西进行评价，公众满意度是必须要参考的主观指标之一，因为治理环境的最终目的是为了保护环境以实现人的健康发展。如果治理主体只为治理而治理，为了实现既定任务不考虑治理区域民众的现实利益，这样的办法是不可取的。所以，采取定量与定性相结合的原则，能够增加审计评价的科学性。

4.3 PSR 模型下 L 流域水污染治理绩效审计评价指标初选

对于 L 流域水污染治理绩效审计评价指标的初步选取，笔者综合考虑了以下几个方面：（1）由于政府审计机关从事的水污染治理及其相关绩效审计工作较多，评价指标的选取可以参考政府审计机关公布的相关水污染治理审计的结果公告，具体可以在国家审计署门户网站或者其他地方政府机构的网站上查询；（2）2007 年公布的《规划》中的主要指标；（3）与环保尤其是水污染治理绩效评价和环境影响评价相关的法律法规、行业标准等，如 L 流域所在地政府出台的水环境治理方面的政策、规划方案，具体如《G 省生态文明发展报告》等；最后按照 PSR 模型内在的逻辑顺序和因果关系，对指标做初步选取。

4.3.1 压力指标

根据 PSR 模型的定义，L 流域河流和水系主要遭受的压力（P）来自于以下两个方面，一是工农业、生活废污水的排放。由于 L 流域社会经济的快速发展和城镇化进程的升高，平原走廊区的废水排放量明显增加，2003 年，J 市废污水排放量约为 3370 万吨，W 市约为 2500 万吨，废水排放量严重超标。二是资源尤其是水资源的不合理消耗。L 流域深居大陆腹地，大陆性气候致使该区域降水异常稀少，加之剧烈的蒸发量，造成 L 流域水资源匮乏的局面。上个世纪九十年代至本世纪头十年，L 流域的常住人口增加了 40%，农业灌溉用水量相应增加。为了发展社会经济，流域地表水资源被不加节制地使用、地下水超标准采用，最后导致流域水环境承载力达到极值。据统计，L 流域总用水量和耗水量都偏大，2003 年 L 流域国民经济各行业总用水量为 28.77 亿立方米；中下游地区水资源配置

不尽合理，用水结构比例失衡，工业用水比例仅占总用水量的 5.4%，农田灌溉用水比率却高达 85%，长期成为用水的绝对成分；这些都是导致 L 流域发生水污染问题的直接原因。此外，有涵养水源作用的山区植被覆盖率为 40%，滥采滥伐现象严重，一些生态林地还存在草原化、荒漠化倾向。林地功能退化的直接后果是土地蓄水能力下降，水土流失率进一步升高，这反过来又影响流域的水资源和水质，形成恶性循环。

综上，根据废污水排放和水资源消耗这一宏观基础，笔者初步选取了 L 流域水环境所受“压力”方面的一些指标，诸如农田灌溉用水量、总耗水量等数个指标（对于初步选取的具体评价指标可见文末附录 1 评价指标重要度评分表，下同。）考虑到 L 流域水污染的治理周期、流域社会经济的快速发展以及绩效审计评价的持续性和长期性，加入了 L 流域人均 GDP 和人口密度指标以起到科学性的作用。

4.3.2 状态指标

L 流域的水环境状态（S）是用来描述在压力作用下的 L 流域水环境当前的状态。2003 年，流域内红崖山水库的水质基本为 V 类或劣 V 类。地下水水质随着中游地表水水质恶化而恶化。L 流域水污染最为主要的因素是农业生产，这主要是由于农业用水量所致；其次是工业废水中的有机化学物质超标引起的污染。水环境状态指标的选取一般需要考虑水体的化学特性和物理特性，这两方面能够直观反映水环境“当前”的变化。初步选取的指标包括 L 流域 COD 排放量、防护林网面积、III 类及以上水质的断面所占比重和反映 L 流域水资源利用效率的水资源开发利用率和水资源利用消耗率等作为状态指标，这些指标也是比较常见的和容易获取的指标。

4.3.3 响应指标

响应（R）是人们对发生了变化的状态所采取的行动，通过采取措施使得状态恢复原样。响应指标有很多，笔者根据水污染治理审计的重点内容，结合 G 省政府对 L 流域水环境状态做出的反应，初步选取了《规划》确定的主要指标蔡旗断面下泄水量和 L 流域农田灌溉面积作为响应指标的一部分；此外，根据水环境

治理的共有特性,初步选取了资金拨付率、沙尘暴发生频率指标等作为响应指标,由于水污染治理的目的是通过改善水环境进而人居环境,提升 L 流域居民的生活质量,鉴于此,可以将公众满意度也选入到响应指标中。

4.4 L 流域水污染治理绩效审计评价指标的确定

4.3 节通过 L 流域水污染治理绩效审计评价指标的选取原则,结合本文应用的 PSR 模型初步选取了审计评价所需要的指标。本节根据 L 流域水污染治理的重点步骤和措施,通过专家咨询法,向研究 L 流域污染治理问题的专家学者以及 L 流域管理局各下属机构、L 流域各地区环保部门、审计部门、当地常住居民发放问卷调查,对问卷结果统计分析之后最终确定了 L 流域水污染治理绩效审计评价的指标,见表 4.1,表 4.2 为指标说明表。

表 4.1 评价指标表

项目层	准则层	指标层	
PSR 模型下 L 流域水污染治理绩效审计评价 (A)	压力 (A ₁)	人均 GDP (A ₁₁)	定量指标
		人口密度 (A ₁₂)	定量指标
		农田灌溉用水量 (A ₁₃)	定量指标
		地下水开采量 (A ₁₄)	定量指标
		总用水量 (A ₁₅)	定量指标
		万元工业增加值用水量 (A ₁₆)	定量指标
	状态 (A ₂)	COD 排放量 (A ₂₁)	定量指标
		氨、氮排放量 (A ₂₂)	定量指标
		III类及以上水质的断面所占比重 (A ₂₃)	定量指标
		II类及以上水质的水源地所占比重 (A ₂₄)	定量指标
		管理机制有效性 (A ₂₅)	定性指标
		水资源开发利用率 (A ₂₆)	定量指标
		水资源利用消耗率 (A ₂₇)	定量指标
	响应 (A ₃)	资金到位率 (A ₃₁)	定量指标
		农田灌溉面积 (A ₃₂)	定量指标
		蔡旗断面下泄水量 (A ₃₃)	定量指标
		工业用水重复利用率 (A ₃₄)	定量指标
		资金使用率 (A ₃₅)	定量指标
		水污染防治项目完工程度 (A ₃₆)	定量指标
		公众满意度 (A ₃₇)	定性指标

表 4.2 指标说明表

序号	指标	指标说明（或指标计算方法）
1	人均 GDP	某地区某一时期国内生产总值与总人口的比重
2	人口密度	地区总人口与地区土地总面积之比
3	农田灌溉用水量	《规划》提出的主要指标，监测可得
4	万元工业增加值用水量	每增加一万元工业产值所需要的水量
5	地下水开采量	《规划》提出的主要指标，监测可得
6	总用水量	《规划》提出的主要指标，监测可得
7	COD 排放量	即化学需氧量排放量，一般以吨/年来衡量
8	氨、氮排放量	衡量水质的主要指标，排放量越高，对环境压力越大
9	Ⅲ类及以上水质的断面占比	即三类地表水，适用于饮用水源二级保护区，公式为Ⅲ类及以上水质的断面数和被监测断面数之比
10	Ⅱ类及以上水质的水源地所占比重	即二类地表水，适用于饮用水源一级保护区，公式为Ⅱ类及以上水质断面数与占被监测断面之比
11	水资源开发利用率	《规划》提出的主要指标，公式为毛用水与总水资源量之比
12	水资源利用消耗率	《规划》提出的主要指标，生产、生活、基本生态耗水量与总水资源量之比
13	管理机制有效性	包括审计相关单位对水污染治理资金的分配、拨付和使用情况，以及《规划》所确定的在流域水污染治理制度上的安排，包括机构的设置
14	资金使用率	就环境投资项目言，已使用资金数量与实际收到投资金额之比
15	资金到位率	就环境投资项目言，实际收到投资金额与项目投资预算总额之比
16	蔡旗断面下泄水量	《规划》提出的主要指标，监测可得
17	农田灌溉面积	《规划》提出的主要指标，监测可得
18	工业用水重复利用率	工业重复利用水量与可利用水量之比
19	水污染防治项目完工程度	实际完成的任务量与计划完成的任务量的之比
20	公众满意度	居民对水环境治理前后给自身生活造成的影响的评价，可以采取评价打分的方式，最后计算分数平均值。

4.5 L 流域水污染治理绩效审计评价指标权重

4.5.1 层次分析法说明

指标权重通常被用来衡量各评价指标相对于上一层次或更高层次的重要程度。在对环境绩效进行综合审计评价时，合理确定的指标权重对于审计结论和审计质量具有举足轻重的影响。主观赋权法和客观赋权法是目前常用的两类确定指标权重的方法。

1971 年，撒蒂教授提出了 Analytic Hierarchy Process，直译为层次分析程序，是一种权重决策分析法。层次分析法作为主观赋权法的一种，可以将人

的主观判断和客观的数理统计相结合，提高分析结果的合理性和直观性。此外，对 AHP 的掌握，不需要复杂专业知识，对复杂问题的分析或决策，可以直接利用带有 AHP 方法的计算机软件去完成。AHP 的基本原理是，先将需要研究的问题分成若干层，每一层次都包含了数个要素。然后分析这些层次的逻辑关系将它们组成具有递阶层次的结构，上一层次对下一层次有主导作用。每一层次所属的元素间要进行相互判断比较，进而确定各元素相对于其主导层的重要程度。通过将重要程度数字化，构造“判断矩阵”，最后获得各评价指标权重值，使主观判断得以用客观的数量形式表现出来。使用这种方法的简要步骤如下：

(1) 建立层次结构模型

根据所要解决或评价的问题，首先需要建立一个具有层次性、层次间具有从属关系的递阶层次结构，在确定 L 流域水污染治理绩效审计评价指标权重的过程中其包括目标层、准则层和指标层三层。目标层为 PSR 模型下 L 流域水污染治理绩效审计评价的目标，准则层为 PSR 框架的三个要素。最后的指标层则是基础的审计评价指标。

(2) 构造成对比较矩阵

明确了 L 流域水污染治理绩效审计评价指标的层次结构之后，需要获取各审计评价指标的相对上一层次的重要程度，这可以通过对问卷调查结果进行统计分析，得到每两个元素（指标）的相对重要程度，表 4.3 为目前较为流行的评价尺度表，它的优点是将指标的重要程度量化。

表 4.3 AHP 评价标度表

成对比较标准	定义	内容
1	同等重要	两个要素具有同等的重要性
3	稍微重要	认为其中一个要素较另一个要素稍微重要
5	相当重要	根据经验与判断，强烈倾向于某一要素
7	明显重要	实际上非常倾向于某一要素
9	绝对重要	可以被客观原因证实的，比较要素之间一方比另一方更重要
2、4、6、8		用于上述标准之间的折中值
倒数		相比较元素一方赋值应为另一方的倒数

(3) 对各主导层次所包含的元素进行排序并进行检验

给主导层包含的要素赋值并构造为相互间可以比较的矩阵后,需要对所含要素的权重进行计算,并通过 CR(一致性比率)对矩阵是否具有 consistency 进行检验,若没有通过,则必须对矩阵要素(指标)的相对重要性重新调整也即重新赋值。一致性比率的计算公式如下:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (\text{其中 } CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1})$$

该式中字母 n 代表矩阵的阶数,平均随机一致性指标 RI 值见下表。CR 越小,说明相互比对的要素冲突越小,符合客观逻辑。严格来说,CR 值需要小于 0.10。

表 4.4 T. L. Saaty 的比较矩阵 RI 值

阶数	3	4	5	6	7	8	9	10	11
R. I.	0.58	0.89	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.52

(4) 层次总排序及评价指标综合权重的确定

步骤(3)计算出了单一层次下要素的相对重要程度,经过计算整理可得出指标层指标相对目标层要素的综合权重,然后进行总排序,综合权重越高,说明重要性程度越高。

4.5.2 各指标权重的确定

前文 L 流域水污染治理绩效审计评价指标最终确定后,需要进一步对指标权重进行确定。按照 AHP 的操作步骤,运用 Yaahp 软件构建了 L 流域水污染治理绩效审计评价的层次结构模型并得出了重要程度即指标权重,见下表:

表 4.5 准则层指标判断矩阵

	压力	状态	响应	权重
压力	1	1/2	1/3	0.1634
状态	2	1	1/2	0.2970
响应	3	2	1	0.5396

求得 $\lambda_{\max}=3.0089$; $CR=0.0090 < 0.1$; $CI=0.0051$, 通过一致性检验。

指标层判断矩阵分别在压力、状态和响应主导下构建各自的判断矩阵并得出指标权重, 由于篇幅所限, 笔者用带有下标的字母代替各评价指标, 具体对应关系见表 4.1。具体判断矩阵分别见表 4.6、4.7 和 4.8。

表 4.6 指标层判断矩阵 (压力 A_{1-j})

A_{1-j}	A_{11}	A_{12}	A_{13}	A_{14}	A_{15}	A_{16}	权重
A_{11}	1	1	1/4	1/4	1/4	1/3	0.0613
A_{12}	1	1	1/3	1/3	1/2	1	0.0912
A_{13}	4	3	1	1	1	2	0.2457
A_{14}	4	4	1	1	2	2	0.2759
A_{15}	4	2	1	1/2	1	1	0.1854
A_{16}	3	1	1/2	1/2	1	1	0.1405

计算得出 $\lambda_{\max}=6.2250$; $CR=0.0213 < 0.1$, $CI=0.0105$, 通过一致性检验。

表 4.7 指标层判断矩阵 (状态 A_{2-j})

A_{2-j}	A_{21}	A_{22}	A_{23}	A_{24}	A_{25}	A_{26}	A_{27}	权重
A_{21}	1	1/2	2	1/6	1/5	1/3	1/4	0.0448
A_{22}	2	1	3	1/5	1/4	1/2	1/3	0.0676
A_{23}	1/2	1/3	1	1/7	1/6	1/4	1/5	0.0312
A_{24}	6	5	7	1	2	4	3	0.3543
A_{25}	5	4	6	1/2	1	3	2	0.2399
A_{26}	3	2	4	1/4	1/3	1	1/2	0.1036
A_{27}	4	3	5	1/3	1/2	2	1	0.1587

求得 $\lambda_{\max}=7.1955$; $CR=0.0240 < 0.1$; $CI=0.041$, 通过一致性检验

表 4.8 指标层判断矩阵 (响应 A_{3-j})

A _{3-j}	A ₃₁	A ₃₂	A ₃₃	A ₃₄	A ₃₅	A ₃₆	A ₃₇	权重
A ₃₁	1	1/2	1/4	1/3	1	1/3	1/2	0.0615
A ₃₂	2	1	1/3	1/2	2	1	1/2	0.1129
A ₃₃	4	3	1	2	2	1	1	0.2152
A ₃₄	3	2	1/2	1	1	1/3	1/3	0.1140
A ₃₅	1	1/2	1/2	1/2	1	1/3	1/3	0.0747
A ₃₆	3	1	1	3	3	1	2	0.2280
A ₃₇	2	2	1	3	3	1/2	1	0.1935

计算得出 $\lambda_{max}=7.5301$; $CR=0.0527 < 0.1$; $CI=0.0052$, 通过一致性检验。

至此, 单个层次包含的指标的相对重要程度即指标权重已被求得, 将以上所求指标权重进行整理计算, 最后得出指标层中的所有指标相对于最高层的综合权重, 如表 4.9 所示。

表 4.9 L 流域水环境治理绩效审计评价指标权重表

项目层	准则层	权重	指标层	综合权重	总排序
PSR 模型下 L 流域水污染治理绩效审计评价	压力	0.1634	人均 GDP	0.0100	19
			人口密度	0.0150	17
			农田灌溉用水量	0.0401	11
			地下水开采量	0.0451	9
			总用水量	0.0303	14
			万元工业增加值用水量	0.0230	15
			状态	0.2970	COD 排放量
	III类及以上水质断面所占比重	0.0093			20
	II类及以上水质水源地所占比重	0.1052			3
	氨氮排放量	0.0201			16
	水资源开发利用率	0.0307			13
	管理机制有效性	0.0713			5
	水资源利用消耗率	0.0471			8
	响应	0.5396	蔡旗断面下泄水量	0.1161	2
			农田灌溉面积	0.0610	7
			工业用水重复利用率	0.0615	6
			资金到位率	0.0332	12
			资金使用率	0.0403	10
			水污染防治项目完成程度	0.1230	1
				公众满意度	0.1044

5 L 流域水污染治理绩效审计评价

5.1 评价方法

5.1.1 评价方法简介

学者李山梅 2006 年在其博士论文中提出了“环境优值”模型，其具体原理如下：

已知 F_i 代表了各类已知的环境计算公式或监测方法， $i=1\sim n$ ，诸如水质监测、大气污染监测、二氧化硫浓度、噪音监测都属于 F_i 的范畴。又已知每个 F_i 目标值及其范围，也即已知环境质量评价指标值的合格上下限，例如水质指标之一氨氮排放量标准、化学需氧量排放标准等。假定在理想值 V_i 近平衡地取值，可取值的上下限范围为 B 值，则水体某正常标准区间范围为 $F_i=(V_i\pm B_i)/2\sim F_i=(V_i\pm B_i)/2$ 。通过已经获取的数值，计算出所求的环境优值，公式为：

$$U = \sum_{i=1}^n w_i \left(\frac{F_i - V_i}{B_i} \right)^2$$

其中， w_i 代表各环境评价指标的权重，当 F_i 的值达到其理想标准值 V_i 时， $F_i - V_i = 0$ ，此时 U 变为 0，环境处于最佳状态。

w_i 取值需要注意重要性原则，相同的环境评价指标的重要性在时间上或空间上可能存在差异，以地下水资源保护评价为例，由于我国西北地区普遍较为缺水，地下水的水量有相当程度的重要性；东南季风区水资源充足，可能更重视地下水的水质。

5.1.2 评价方法适用性分析

环境优值模型提出以来，经常被具有众多评价指标的环境绩效审计评价所使用。它是一种能够利用现有环境计算模型，对不同范围、领域的环境友好度实施综合评价的环境绩效审计评价方法。鉴于当前的环境数学模型对不同性质的污染都有各自的一套监测、计算和评价体系，诸如水质监测模型、固废物的计算模型

等。但环境污染在很大程度上又具有整体性，是一个相互联系、具有很强因果性的循环体系。该模型考虑了上述矛盾，对已有各类环境模型做了质的统一，是一种环境综合评价模型。对 L 流域水污染治理绩效审计评价具有如下优点：

(1) 该模型适用于指标众多或对比年数多的情况。对 L 流域水污染治理绩效审计综合评价，又会涉及区域的社会、环境、经济诸多评价指标，二者具有一定的匹配性。

(2) 该模型对指标的选取具有灵活性。

(3) 该模型适合与前文所述 AHP 相结合，利用 AHP 确定的评价指标权重，使评价结果更加科学。

综上，考虑到本文研究指标层次多，指标众多，评价对象时间跨度长，指标权重确定运用了层次分析法等特点，笔者选择环境优值模型作为综合绩效审计评价的方法。

5.2 运用环境优值模型实施审计评价

5.2.1 数据的说明及来源

对 L 流域水污染治理实施绩效审计评价，笔者选取《规划》中的“现状”水平年 2003 年和项目重点治理实际终止年份 2015 年的数据作为研究数据，鉴于此，下文中的时间“2003 年”和“现状水平年”是等同的；“规划水平年”为 2020 年，但实际上治理任务于 2015 年提前结束，特此说明。

本节中所涉及的数据主要来自于 G 省水利厅 L 流域管理局编制的《L 流域水资源公报》、G 省水利厅编制的《G 省水资源公报》、G 省发改委编制的《L 流域重点治理规划》、G 省统计局编制的《G 省统计年鉴》以及 G 省人民政府门户网站。

5.2.2 数据的整理与计算

在数据分析之前，先对应用于环境优值模型的 L 流域水污染治理进行绩效审计评价的各指标做如下说明：

如果定量指标的数值为相对数，即百分比，则 F_i 直接等于该具体相对数值。如果指标值为具体的绝对值，如人口密度等等，则需要将其标准化为百分数；对

于一些与经济发展相关的污染指标，如氨氮排放量等，使用对照标准值打分法，即参考《规划》确定的达标率的同时，对其进行了修正，使其更具有科学性。对于定性指标，采用了专家判分法。下文中理想标准值 V_i 参考了国家相关行业标准值和《规划》中的“规划”年份的规划值。

一、压力 (P) 指标值的整理

(1) 人均 GDP

L 流域全域 2003 年总人口约为 227 万人，国民经济发展主要标志的国内生产总值为 138.45 亿元，经计算可得流域人均国内生产总值为 6102 元。至 2015 年，L 流域总人口有所减少，为 221.17 万人，国内生产总值为增长了约 3.4 倍，达到 606.19 亿元，人均国内生产总值约为 2.74 万元。低于我国全面建成小康社会确定的人均 3.14 万元人民币的标准。

(2) 人口密度

《规划》划定的 L 流域总面积约为 4.16 万平方公里，结合上述人口数据，计算可得 2003 年流域人口密度为每平方公里 54 人，2015 年人口密度为每平方公里 53 人。

(3) 地下水开采量

根据《2015 年 G 省水资源公报》，L 流域六河地下水开采量为 4.48 亿立方米，百分之百达到目标值；2003 年 L 流域的地下水开采量为 14.76 亿立方米，L 流域地下水开采量的目标值为 6.55 亿立方米，达标率 44%。

(4) 农田灌溉用水量

2003 年，L 流域用于农田灌溉的总水量为 24.85 亿立方米，占 L 流域总用水量的比例达到了 86%，用水结构极其不合理；2015 年，农田灌溉用水量为 19.08 亿立方米，规划标准值为 17.28 亿立方米。

(5) 总用水量

2003 年，L 流域总用水量为 28.9 亿立方米，约是规划值得 1.5 倍；2015 年，根据《2015 年 G 省水资源公报》为 22.58 亿立方米，约是规划值得 1.2 倍。

(6) 万元工业增加值用水量

属于经济发展能耗的常用指标之一。2003 年，L 流域工业万元增加值（当年价格）用水量为 297 立方米，全国 222 立方米；2015 年全国平均（当年价格）

58.3 立方米/万元，L 流域 56 立方米/万元。

二、状态 (S) 指标值的整理

(1) COD 排放量

即化学需氧量排放量，广泛存在与工业废水之中，COD 值代表了水体中有机污染物的浓度。控制 COD 排放量是 L 流域水污染治理的主要措施之一。2015 年，L 流域 COD 排放量约为 2154 吨，2003 年 COD 的排放量为 7048 吨，规划标准值为 1144 吨。

(2) 氨、氮排放量

控制氨、氮排放量也是流域水污染治理的措施之一。2003 年氨、氮排放量为 738 吨，规划标准值为 48.8 吨；2015 年的氨、氮排放量为 396 吨。

(3) II、III 类断面所占观测断面比率

依据流域水文特征及水污染状况，G 省水环境监测中心在 L 流域布设了 10 个地表水常规水质监测断面，2003 年，II 类及以上水质的断面 4 个，III 类水质断面 2 个；2015 年，对 L 流域水质进行综合分析，II 类及以上水质的断面 6 个，III 类水质断面 1 个。

(4) 水资源开发利用率

根据《规划》，2003 年为 172%，规划标准值为 117%，2015 年计算得出水资源利用率为 126%；水资源利用消耗率：2003 年为 109%，规划标准值 76%，2015 年，L 流域综合水资源利用消耗率为 68.6%，完全达到规划要求。

(5) 工业用水重复利用率

一直以来，L 流域工业用水所占社会总用水比例较低，但集约化程度不高。2003 年，L 流域工业用水重复利用率 40%，而我国节水型社会对该指标值的要求为 75% 以上，差距较大。2015 年这一指标值达到 70%。

(6) 蔡旗断面下泄水量

该指标为《规划》所确定的主要指标之一，关系到 L 河干流径流量和下游湖区的水量。2003 年下泄水量为 0.98 亿立方米，治理的规划目标为 2.97 亿立方米，转化为百分数 33%；2015 年，断面下泄水量达到了 3 亿立方米以上，提前完成了规划目标。监测显示，截止 2021 年，断面下泄水量一直保持稳步增长。

三、响应 (R) 指标值的整理

(1) 农田灌溉面积

根据 L 流域管理局组织各市县开展的水资源利用和管理情况调查结果显示, 2003 年为 446.11 万亩, 是规划值的 1.4 倍。2015 年实际为 370.44 万亩, 规划为 310.59 万亩, 约是规划值的 1.2 倍。

(2) 治理资金方面

考虑到流域治理是一项综合性、系统性很强的工程, 所以资金相关指标值以规划治理总投资 47.49 亿元为标准值, 2010 年之前的投资达 31.04 亿元, 2011—2020 年投资 16.45 亿元。2003 年流域民勤湖区先期治理资金 4000 万人民币已经到位。

对以上整理数据进行计算, 所得指标值如见表 5.1 和表 5.2

表 5.1 L 流域水污染治理现状年份 (2003 年) 指标值

项目层	准则层	指标层
PSR 模型 下 L 流域水 污染治理 绩效审计 评价	压力	人均 GDP=6102 元
		人口密度=54 人/平方公里
		农田灌溉用水量=24.85 亿立方米
		万元工业增加值用水量=297 立方米
		地下水开采量=14.76 亿立方米
	状态	总用水量=28.80 亿立方米
		COD 排放量=7048 吨
		II 类及以上水质断面所占比重=40%
		III 类及以上水质的断面所占比重=60%
		氨氮排放量=738 吨
响应	水资源开发利用率=172%	
	水资源利用消耗率=109%	
	管理机制有效性=80%	
	工业用水重复利用率=40%	
	资金到位率=8%	
	资金使用率=0	
	公众满意度=29%	
	水污染治理项目完工程度=21%	
	蔡旗断面下泄水量=0.98 亿立方米	
	农田灌溉面积=446.11 万亩	

表 5.2 L 流域水污染治理终止年份（2015 年）指标值

项目层	准则层	指标层	
PSR 模型 下 L 流域水 污染治理 绩效审计 评价	压力	人均 GDP=27400 元	
		人口密度=53 人/平方公里	
		农田灌溉用水量=19.08 亿立方米	
		万元工业增加值用水量=55 立方米	
		地下水开采量=4.48 亿立方米	
			总用水量=22.58 亿立方米
			COD 排放量=2154 吨
			II 类及以上水质断面所占比重=60%
			III 类及以上水质的断面所占比重=70%
		状态	氨氮排放量=396 吨
		水资源开发利用率=126%	
		水资源利用消耗率=100%	
		管理机制有效性=85%	
	响应	工业用水重复利用率=68%	
		资金到位率=100%	
		资金使用率=100%	
		公众满意度=55%	
		水污染治理项目完工程度=91%	
		蔡旗断面下泄水量=3.13 亿立方米	
		农田灌溉面积=370.44 万亩	

基于上述 L 流域水污染治理起始年份和现状年份各指标的确切数值，可以计算出环境优值模型的 U 值，在该治理项目中，指标数 $n=20$ ，理想标准值标准化为 $V_i=100\%$ 。 B_i 标准化为 $0\sim 1$ ，表 5.3 为各指标的实际监测值即 F_i 和权重值 W_i 的值，下标 i 的顺序对应表 4.9 层次总排序中的权重排名，例如 i 为 1 时， F_1 代表了层次总排序中排名第一的指标水污染治理完工程度的值。

表 5.3 指标权重和实际监测值

权重	现状年份 (2003)	终止年份 (2015)
$W_1=0.1230$	$F_1=21\%$	$F_1=91\%$
$W_2=0.1161$	$F_2=33\%$	$F_2=100\%$
$W_3=0.1052$	$F_3=20\%$	$F_3=60\%$
$W_4=0.1044$	$F_4=36\%$	$F_4=68\%$
$W_5=0.0713$	$F_5=80\%$	$F_5=85\%$
$W_6=0.0615$	$F_6=40\%$	$F_6=68\%$
$W_7=0.0610$	$F_7=70\%$	$F_7=84\%$
$W_8=0.0471$	$F_8=109\%$	$F_8=100\%$
$W_9=0.0451$	$F_9=44\%$	$F_9=100\%$
$W_{10}=0.0403$	$F_{10}=8\%$	$F_{10}=89\%$
$W_{11}=0.0401$	$F_{11}=70\%$	$F_{11}=91\%$
$W_{12}=0.0332$	$F_{12}=0\%$	$F_{12}=100\%$
$W_{13}=0.0307$	$F_{13}=172\%$	$F_{13}=126\%$
$W_{14}=0.0303$	$F_{14}=67\%$	$F_{14}=86\%$
$W_{15}=0.0230$	$F_{15}=75\%$	$F_{15}=100\%$
$W_{16}=0.0201$	$F_{16}=6.6\%$	$F_{16}=12.3\%$
$W_{17}=0.0150$	$F_{17}=80\%$	$F_{17}=85\%$
$W_{18}=0.0133$	$F_{18}=16\%$	$F_{18}=53\%$
$W_{19}=0.0100$	$F_{19}=19\%$	$F_{19}=87\%$
$W_{20}=0.0093$	$F_{20}=40\%$	$F_{20}=70\%$

将上述各指标代入环境优值模型，得出如下结果：2003 年 L 流域环境的环境优值为 0.41，水污染治理工作结束年份 2015 年的环境优值为 0.11。L 流域的环境优值更加接近于 0，说明 L 流域总体水环境有了相当程度的好转。

5.3 审计评价结论

将 PSR 模型和《规划》的指导思想、规划原则、治理思路和总体布局以及治理目标、重点治理措施相结合，还可以做出以下更为细致的评价：

压力 (P) 指标方面，笔者选取了人均 GDP、人口密度、地下水开采量等作为指标。选取人均 GDP 是因为它是社会经济的主要指标，社会经济的发展需要消耗大量的自然资源和人力资源，消耗资源是压力的一个主要方面；对于 L 流域这样一个戈壁和沙漠较多内流域，可利用的土地是有限的，这导致人口往少数绿洲地区迁移，给环境造成压力，所以人口密度也是反映压力的主要指标。比较治理初期和治理终止年份的压力指标值可以发现，各项指标值都有了不同程度的好

转，治理终止年份，L 流域人均 GDP 已经超过 G 省人均 GDP，但人口密度却出现了下降趋势，流域总用水量达到了规划标准值。

状态（S）指标方面，状态由于水环境受“压力”的影响而呈现，笔者和大多数水环境研究者一样，选取了 II 和 III 类水质断面作为指标，从指标值的前后对比可以看出，在 10 个监测断面中，II 类及以上水质的水源地上升了 2 个，III 类及以上水质的断面增加了 1 个。尽管增长数量小，但增长的 2 个 II 类水源地都属于城市重要供水水源地，这就是使得 L 流域 2 个主要地级市的重要供水水源地的水质完全达标，即达标率 100%，也超过了水质达标率 90% 的规划目标；化学需氧量（COD）和氨氮（NH₃-N）作为《规划》确定的 L 流域水污染主要有机化学成分，其排放量在治理终止年份虽有了一定程度的下降，但没有达到《规划》所确定的标准，可能的原因在于流域内经济尤其是工业经济的迅速发展。从以上四项指标值可以看出，L 流域河流污染程度有了一定程度得到减轻；L 流域水污染治理的另一个举措是，要防止流域水资源过度开发和过度消耗。基于此，在状态指标中选取了水资源开发利用率和利用消耗率，比对治理前后的指标值可以看出，开发利用有了大幅度的下降，水资源开发利用程度从 2003 年的 172% 降到了 2015 年的 126%，尽管没有达到规划的 117% 的目标值，但考虑到 L 流域不断发展的社会经济，说明 L 流域内水资源的过度开发利用已经得到了初步遏制，同时，水资源利用消耗率已达到规划值和国家平均标准值；万元工业增加值用水量从原来的 297 立方米下降到 55 立方米，也达到了全国平均水平。

响应（R）指标方面，蔡旗断面下泄水量指标是 L 流域重点治理的重要指标之一，笔者将其纳入水污染治理指标一方面是因为蔡旗断面的下泄水量影响着 L 河干流的水环境承载力和藏污纳垢的能力，另一方面也可以很好地观察 L 流域治理的“响应”情况。蔡旗断面下泄水量指标实际上在 2012 年就已经达到了规划标准值，从《G 省水资源公报》可以看出，2012 年至今蔡旗断面下泄水量一直都高于标准值，这说明整个治理体系有着较高的效率；农田灌溉面积也是 L 流域重点治理的重要指标之一，前已述及，L 流域农业灌溉用水量占了整个流域用水总量的 86%，减少农田灌溉面积是减少农业灌溉用水的重要举措之一，比对前后治理年份，L 流域农田灌溉面积有了较大幅度下降，但没有达到规划标准值。水污染治理项目完工程度 91%，主要包括灌区节水改造工程、工农业废水排污管道和

污水处理厂建设；对水环境改善的公众满意度也从 29% 上升到 55%，说明了民众对于 L 流域水环境治理成果有直观的感受；此外，治理 L 流域治理资金和资金到位率基本合法合规。

总体来说，流域各级治理机构在 L 流域水污染治理中有效履行了保护生态环境的责任，流域水污染治理在效果良好、治理效率较高，社会认可度也较高，流域水污染治理取得了重点治理规划的成果。但还需要清醒的认识到 L 流域水污染治理过程中仍存在不足。主要有如下几点：

(1) 一些与水污染治理相关的工程尚未完工。包括在因水源保护和水库建设、降低水环境承载力而实施的移民工程项目上，部分移民住宅依然没有完工；同时，部分作为水污染治理配套工程的水土保持工程尚未完工。

(2) 水污染治理资金的管理和使用方面的问题。主要表现为水污染治理资金的滞留和挪用、治理工程款的拖欠。

(3) 流域管理机构和水污染治理相关机构的管理制度不够健全，对流域水污染治理缺乏足够的重视，审批制度落实不到位等。以上三点“不足”的详细数据可见上文“L 流域水污染治理绩效审计评价的必要性分析”节，此处不再赘述。

5.4 审计评价建议

针对审计评价结果，对 L 流域水污染治理提出以下建议。

(1) 继续调整流域用水结构改善水污染。L 流域盆地区地势平坦，日照充足，是 G 省主要的产粮区。但受限于干旱的气候，L 流域不得不进行引水灌溉，流域内分布着大大小小的灌区，这导致流域行业用水比例严重失调，2003 年，农业用水占比为 86%，占主要成分；生态用水占比为 4.6%，严重不足。通过对评价指标的分析，经过十多年的治理，流域用水结构依然不合理，生态用水占比依然较低。下一步，流域管理机构应出台相关政策提高生态用水占比，以更快的速度恢复生态，涵养水源，减轻源头污染。

(2) 改善流域水资源利用效率。L 流域水污染的治理与水资源利用程度有很大的相关性。L 流域的农田灌溉用水大多来自 L 河及其支流，灌溉方式大多为渠灌，灌溉效率不高。不加节制的引水使地表径流量下降，水系纳污能力减弱，水体污染浓度升高。L 流域的主要治理措施是减少农田灌溉面积从而减少向河流

的引水，是“量”上的治理。L 流域应该逐渐提高滴管和管灌的比例，提高水资源利用效率，实现“质”的变化。

(3) 实现水资源统一管理。水资源统一管理是治理水污染的必要措施之一。L 流域在治理之前，对水资源的管理严重缺位，致使流域各地区各自为政，随意开发水资源和排放污水。下一步，应该落实河长责任制、明确流域管理机构和区域管理机构的职责，并加强地表水和地下水的管理和调度，统一污水排放奖惩机制。

6 研究结论

“绿水青山就是金山银山”形象而生动地诠释了生态资源和环境资源的价值。改革开放以来，我国国民经济高速发展，已经成为了全球第二大经济体，人民的物质生活得到了极大丰富。但不可否认的是，粗放发展的后果也是显而易见的，无节制地开采能源，无节制地向大自然“丢弃”污染物，结果便是自然对人类的“报复”。河流污染、湖泊污染、海洋污染、土壤污染、大气污染不只是中性的词眼，而是实实在在能对人们的健康造成威胁，也阻碍着工农业生产的消极问题。譬如基本每年都会发生在河西走廊地区的沙尘暴，数米高的“沙墙”急速移动，能见度可以小到仅有数百米，空气质量“爆表”。伴随着科技的发展，这样的可怕场景可以随时被全国甚至全世界的人们“尽收眼底”。人们逐渐认识到环境资源确实是无价的。

“人类命运共同体”预示着人类是相互联系的，保护环境是每个人的应尽义务。近年来，大到国际组织，小到环境学者都在为保护环境贡献自己的力量。2021年出台的“十四五”规划和“远景”（前文已有所述）为未来十五年我国的环境发展规划指明了方向。有鉴于此，笔者以我国西北地区 L 流域重点治理中的水污染治理为切入点，结合所学环境审计方面的知识，基于 PSR 概念框架分析研究 L 流域水污染治理绩效审计评价，以完善 L 流域的水污染治理工作和水环境环境管理工作，以期贡献自己的力量。

通过对 L 流域水污染治理绩效审计评价的研究，对研究问题进行梳理，可以得出以下几个结论：

一、L 流域重点治理项目中的水污染治理取得了较为良好的效果。这是通过运用 PSR 模型对 L 流域水污染治理项目相关指标的选取，最后通过环境优值模型实施评价得出的结论。

二、环境绩效审计的范围应该扩大。环境问题是今后几十年全人类共同努力的问题之一，审计署提出，环境绩效审计是当前和今后我国环境审计的主要目标和任务之一。通过对相关研究文献的梳理可以发现，水环境绩效审计、水污染防治绩效审计、大气污染防治绩效审计的理论研究和应用实践在我国相对开展较多。但土壤污染治理、海水污染治理环境绩效审计等方面的研究内容依然稀缺，对此展开的社会实践也相对较少。

三、我国的水环境绩效审计研究依然薄弱。这主要表现为环境审计具有一定的专业性，诸如大气审计、水审计等都需要用到环境学方面的专业知识，甚至需要一定的动手能力，这将导致研究可能无法深入下去，最终的结果是，可能导致对具有不同环境污染特性或区域特性的环境治理审计选择了同一套指标评价体系，造成审计结果不准确。

四、加大区域性审计的研究力度和实践力度。大的环境问题一旦出现一般是区域性的，比如跨省（自治区）际的环境污染问题。我国有许多大江大河会流经数个省（自治区）、相应的一些流域也是跨行政区域的，如何对这种情况实施治理和审计都应该是今后研究的重点。

参考文献

- [1]INTOSAI Working Group on Environmental Auditing.Research Project on Wastewater[M]. Finland: WGEA Publishing, 2013.
- [2]INTOSAI Working Group on Environmental Auditing.Guidance on Conducting Audits of Activities with an Environmental Perspective[M].Finland:WGEA Publishing, 2001.
- [3]D.Thompson,M.Wilson.Environmental auditing:theory and applications[J].Environmental Mangagement,1994(4):605-615.
- [4]Dani Jennifer Barrington, Alison Prior, Goen Ho. The role of water auditing in achieving water conservation in the process industry[J]. Journal of Cleaner Production,2013,52:356-361.
- [5]Gray, R.,Kouhy, R. and Lavers, S. Corporate social and environmental reporting: a review of the literature and a longitudinal study of UK disclosure. Accounting, Auditing & Accountability Journal[J],1995,(8) 2: 47-77.
- [6]JohanHoresen. Environmental Performance Evaluation a Tool for Industrial Improvement[C].Journal of Cleaner Production,1999,7:365-370.
- [7]Newig Jens,Challies Edward,Jager Nicolas W,Kochskaemper Elisa,Adzersen Ana.The Environmental Performance of Participatory and Collaborative Governance:A Framework of Causal Mechanisms[J].Policy Studies Journal,2018(5):269-297
- [8]Mateus Ricardo Nogueira,Paulo Magalães Filho,Jose Antonio Perrella Baletieri.Performance Measurement and indicators for water supply management:Review and international cases[J].Renewable and Sustainable Energy Reviews,2015(43):1-12.
- [9]OECD.Implementing the OECD Principles on Water Governance: Indicator Framework and Evolving Practices[M]. Paris: OECD Studies on Water, OECD Publishing, 2018: 23-26, 58-72.
- [10]Robert B Almy.The Real Value of Water Audits[J].Journal of the New England Water Works Association,2016:257-265.
- [11]Scott Tyler.Does Collaboration Make Any Difference? Linking Collaborative Governance to Environmental Outcomes[J]. Journal of Policy Analysis&Management,2015(34):537-566.
- [12]Snezana Ljubisavc.Environmental Audit for Environmental Improvement and Protection[J].De Gruyter.2017,(4):521-538.
- [13]Sylvia Van Leeuwen.Developments in environmental auditing by supreme audit institutions[J].

- Environmental management.2005,33(2), 163-172.
- [14]Yusoff,H.N.Understanding environmental audit in the public sector[J]:Malaysian perspective.Jurnal Teknologi,2003,62(1).
- [15] 蔡蕊蕊. 基于 PSR 模型的淮河流域水环境治理绩效审计研究 [J]. 当代会计, 2019(01):65-66.
- [16] 财政部财政科学研究所课题组, 石英华, 程瑜. 流域水污染防治投资绩效评估研究 [J]. 经济研究参考, 2011(08):45-56.
- [17] 陈希晖, 王菁, 邢祥娟. 气候变化与海洋酸化的政府应对及其审计问题研究 [J]. 生态经济, 2020, 36(03):190-196.
- [18] 陈正兴. 环境审计 [M]. 第 1 版, 北京: 中国审计出版社, 2001:27-28.
- [19] 陈志芳, 李晴. 基于 PSR 模型的政府环境绩效审计评价研究——以滇池治理项目为例 [J]. 科技与经济, 2019, 32(01):106-110.
- [20] 程亮, 吴舜泽, 孙宁, 逯元堂. 论中央环境保护专项资金项目绩效评价指标体系构建 [J]. 环境科学与管理, 2010, 35(11):189-194.
- [21] 顾江源, 李洋, 刘娟. 环境审计工作思路初探 [J]. 中国审计, 2017(14):26-27.
- [22] 黄溶冰. 环境审计制度选择影响因素的实证分析 [J]. 中国人口·资源与环境, 2013, 23(10):134-140.
- [23] 房巧玲, 刘长翠, 肖振东. 环境保护支出绩效评价指标体系构建研究 [J]. 审计研究, 2010(3):22-26.
- [24] 卢燕. 生态审计视角下我国区域经济发展研究 [J]. 审计与理财, 2019(05):8-9.
- [25] 雷铭. 水环境审计设计浅析 [J]. 财务与会计, 2016(11):58.
- [26] 李世辉, 葛玉峰. 政府环境绩效审计评价体系的构建及应用——以淮河流域水污染治理为例 [J]. 财会月刊, 2017(12):97-101.
- [27] 李学柔. 也谈环境审计 [J]. 广东审计, 2002(07):5-8.
- [28] 林业进. 政府环境审计研究 [D]. 昆明: 云南财经大学, 2015.
- [29] 刘桂春, 王碧玉. 京津冀区域环境绩效审计问题研究 [J]. 审计月刊, 2017(06):13-16.
- [30] 毛雪慧, 黄凌, 黄奕龙, 刘雪朋. 深圳观澜河综合整治河流健康影响评估 [J]. 水资源保护, 2015, 31(01):80-85+98.
- [31] 李雪, 杨智慧. 对环境审计定义的再认识 [J]. 审计研究, 2004(02):26-30.
- [32] 秦德智, 卜臣. 基于区域发展质量的政府环境绩效审计指标体系研究 [J]. 南京审计学院

- 学报, 2015, 12(04):96-104.
- [33] 厦门市审计学会课题组. 福建九龙江流域环境审计研究[J]. 审计研究, 2013(02):46-51.
- [34] 商思争. 海洋环境资源可持续发展指标体系的框架研究[J]. 绿色科技, 2016(01):68-70.
- [35] 孙金华, 陆桂华. 水资源属性与水资源问题强相关分析[J]. 水资源保护, 2007(05):87-90.
- [36] 唐华, 陈慧妍. 上市公司环境绩效审计评价方法研究[J]. 财会通讯, 2013(31):90-92.
- [37] 王春萍. 环境绩效审计方法研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2006.
- [38] 万玻. 关于环境绩效审计若干问题的思考[J]. 特区经济, 2008(01):303-304.
- [39] 王丽, 王燕云, 吴晓红. 区域性水环境绩效审计评价指标体系的构建及其运用研究[J]. 科技情报开发与经济, 2013(11):137-139.
- [40] 王如燕. 政府环境绩效审计标准研究[J]. 财会月刊, 2006(21):54-55.
- [41] 王素梅. 环境绩效审计的发展研究: 基于国家治理的视角[J]. 中国行政管理, 2014(11):62-65.
- [42] 王晓丽. 环境保护资金绩效审计评价指标体系构建[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2014.
- [43] 王亦婷. 湘江流域重金属污染防治审计现状与对策研究[D]. 长沙: 长沙科技大学, 2018.
- [44] 吴立群, 王恩山. 环境绩效审计有关问题初探[J]. 济南职业学院学报, 2005(05):47-50.
- [45] 谢鑫. 淮河流域绩效审计研究[J]. 生态经济. 2016(06):16-18.
- [46] 谢志华, 陶玉侠, 杜海霞. 关于审计机关环境审计定位的思考[J]. 审计研究, 2016(01):11-16.
- [47] 薛洪岩, 饶雪. “五水共治”环境绩效审计项目的优化. 会计之友[J]. 2018(03):42-44.
- [48] 杨肃昌, 芦海燕, 周一虹. 区域性环境审计研究文献综述与建议[J]. 审计研究, 2013(02):34-39.
- [49] 姚欣玥, 任怡蓉, 赵嘉茜, 熊秋菊. 秦淮河水污染防治环境审计调查[J]. 合作经济与科技, 2020(11):159-161.
- [50] 于波. 环境绩效审计研究[D]. 厦门: 厦门大学, 2008.
- [51] 张静. 基于 PSR 框架的临海工业类企业环境绩效审计评价指标体系构建研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2013.
- [52] 赵彩虹, 韩丽荣. 区域性环境审计合作问题研究[J]. 审计研究, 2019(01):24-30.
- [53] 张奇琦, 宋钰怡. PSR 模型下安徽水环境绩效审计评价体系构建. 黑龙江生态工程职业学院学报[J], 2020(10):25-26.

- [54] 衷斯婕. 我国政府环境投资绩效审计研究[D]. 广州: 广东财经大学, 2019.
- [55] 周瑞芳, 李启旭. 基于 DPSIR 概念西北水环境审计评价指标体系构建[J]. 水利技术监督, 2020(01):68-70+113.
- [56] 沈会山. 论我国环保资金项目绩效评价指标体系的构建[J]. 广州化工, 2012(16): 136-137.

附录 1

L 流域水污染治理绩效审计评价指标调查表

尊敬的各位老师：

L 流域重点治理工程已经于 2015 年基本结束，目前，我省正打算启动实施 L 流域综合治理。有鉴于此，我们希望请教您关于 L 流域水污染治理方面的一些问题，有助于我们对本流域水污染治理绩效审计评价问题的研究，非常感谢您的配合。

一、基本信息

1. 您的研究方向

2 您从事研究工作的年限

请您根据自己的经验和研究对以下评分表做出选择（打勾），只能选一个选项。

A、非常不重要、B、不重要 C、一般重要 D、很重要、E 极度重要

L 流域水污染治理绩效审计评价指标重要度评分表

	A	B	C	D	E
人均 GDP					
人口密度					
地下水开采量					
农田灌溉用水量					
总用水量					
管理机制有效性					
农业用水量					
工业耗水量					
基本生态用水量					
生活污水排放量					
氨、氮排放量					
COD 排放量					
水资源开发利用率					
万元工业增加值用水量					
工业用水重复利用率					
水资源利用消耗率					
水资源开发利用率					

续表 L 流域水污染治理绩效审计评价指标重要度评分表

	A	B	C	D	E
防护林网面积					
III类及以上水质的断面所占比重					
II类及以上水质的水源地所占比重					
资金使用率					
资金到位率					
蔡旗断面下泄水量					
农田灌溉面积					
水土流失治理率					
沙尘发生率					
公众满意度					
水污染防治项目完工程度					

附录 2

L 流域水污染治理绩效审计评价指标调查表

尊敬的各位老师：

L 流域重点治理工程已经于 2015 年基本结束，目前，我省正打算启动实施 L 流域综合治理。有鉴于此，我们希望请教您关于 L 流域水污染治理方面的一些问题，有助于我们对本流域水污染治理绩效审计评价问题的研究，非常感谢您的配合。

一、基本信息

1. 您的研究方向

2 您从事研究工作的年限

请您根据自己的经验和研究对以下评分表做出选择（打勾），只能选一个选项。

数字分别解释说明：

1 代表极不重要、2 代表非常不重要、3 代表很不重要、4 代表不重要、5 代表相等、6 代表重要、7 代表很重要、8 代表非常重要、9 代表极重要

准则层指标重要性打分表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
压力									
状态									
响应									

压力指标重要性打分表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
人均 GDP									
人口密度									
地下水开采量									
农田灌溉用水量									
总用水量									
万元工业增加值用水量									

状态指标重要性打分表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
COD 排放量									
氨氮排放量									
III类及以上水质的断面所占比重									
II类及以上水质的水源地所占比重									
水资源利用消耗率									
水资源开发利用率									
管理机制有效性									

响应指标重要性打分表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
资金使用率									
资金到位率									
蔡旗断面下泄水量									
工业用水重复利用率									
农田灌溉用水量									
水污染防治项目完工程度									
公众满意度									

后记

弹指间，三年时光匆匆而过，此时此刻，最多的就是感恩，感谢我的亲人，我的老师，我的同学！是你们，让我安稳度过三年的学习生涯，让我开心快乐！感谢我的母校，给了我七年最幸福的时光！笔行至此，也意味着别离，希望在今后的日子里，大家都能开开心心、快快乐乐、健健康康的。