

新时期南水北调工程战略功能演进与复杂系统范式转移研究

苗圣博

南京审计大学工程审计学院, 江苏 南京

收稿日期: 2025年4月18日; 录用日期: 2025年4月30日; 发布日期: 2025年6月17日

摘 要

南水北调工程是我国重要的战略性基础设施工程, 对保障国家水安全、缓解区域水资源不均衡问题具有重要作用。本文基于复杂系统管理视角, 系统地回顾了南水北调工程战略功能定位的演进历程, 总结了工程建设运行的主要成效和经验。在此基础上, 深入分析了新时期工程面临的复杂性挑战, 提出了基于“人与自然和谐共生”的复杂整体性思维, 论证了南水北调工程战略功能定位的复杂系统范式转移。最后, 从组织、市场化机制、数智赋能等方面提出了新时期南水北调工程的发展变革策略。研究表明, 南水北调工程正从单一水资源调配向生态文明工程转变, 需要构建更加复杂的系统治理体系。本研究为新时期南水北调工程的功能拓展和高质量发展提供了理论支撑和实践指导。

关键词

南水北调工程, 战略功能, 复杂系统管理, 范式转移, 生态文明

Strategic Function Evolution and Complex System Paradigm Shift in the South-to-North Water Diversion Project: A New Era Perspective

Shengbo Miao

School of Engineering Audit, Nanjing Audit University, Nanjing Jiangsu

Received: Apr. 18th, 2025; accepted: Apr. 30th, 2025; published: Jun. 17th, 2025

文章引用: 苗圣博. 新时期南水北调工程战略功能演进与复杂系统范式转移研究[J]. 现代管理, 2025, 15(6): 52-60.
DOI: 10.12677/mm.2025.156165

Abstract

The South-to-North Water Diversion Project (SNWDP), as a critical strategic infrastructure initiative in China, plays a pivotal role in safeguarding national water security and alleviating regional water resource disparities. From a complex system management perspective, this study systematically reviews the evolutionary trajectory of the SNWDP's strategic functional positioning, summarizes the primary achievements and operational experiences of the project's construction. Furthermore, it conducts an in-depth analysis of the complexity challenges confronting the project in the new era, proposing a holistic "human-nature symbiosis" framework. The study demonstrates a paradigm shift in strategic functional positioning through complex system theory. Finally, transformative strategies are proposed encompassing organizational restructuring, market-oriented mechanisms, and digital-intellectual empowerment. The findings reveal that the SNWDP is transitioning from a singular water allocation system to an ecological civilization-oriented project, necessitating the establishment of a more sophisticated systemic governance architecture. This research provides both theoretical foundations and practical guidance for functional expansion and high-quality development of the SNWDP in the new era.

Keywords

South-to-North Water Diversion Project, Strategic Role, Complex System Management, Paradigm Shift, Ecological Civilization

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

1.1. 研究背景

水是生命之源、生产之要、生态之基。在全球气候变化和人类活动双重影响下，水资源时空分布失衡日益加剧，水资源安全已成为制约世界各国可持续发展的关键因素。面对日益严峻的水资源形势，跨流域调水作为一种重要的水资源优化配置方式，在全球范围内得到广泛应用。然而，大规模跨流域调水工程不仅涉及复杂的水文-生态-社会经济系统耦合，还面临着多尺度、多目标、多主体的协调难题，其战略功能定位和管理模式亟需系统性变革。

我国水资源分布自古以来便存在着南北分布不均的情况，北方水资源相对匮乏，而南方水资源相对充沛。因此南水北调工程作为我国规模最大、受益范围最广、战略意义最为重大的跨流域调水工程，自规划之初就被赋予了缓解北方水资源短缺、优化国家水资源配置格局的重要使命。经过半个多世纪的规划论证和 20 余年的建设运行，南水北调工程已经成为保障我国水安全的战略性基础设施。然而，随着生态文明建设的深入推进、区域协调发展战略的实施以及国家治理体系和治理能力现代化的要求，南水北调工程的战略定位和功能内涵正在发生深刻变化。如何在新的历史方位上重新审视南水北调工程的战略功能，构建适应新时代要求的复杂系统管理范式，成为亟待解决的重大理论和实践问题。

1.2. 文献综述

1. 国外研究

南水北调工程作为世界上规模最大、投资最多的水利调水工程，其战略功能演进和复杂系统的研究

在国际上逐渐引起学者的关注。国外研究的重点通常集中在水资源管理、生态环境影响以及流域水调配等方面,尤其是如何应对大规模水利项目所带来的系统性风险和复杂性问题。

Sooyeon Yi 和 G. Mathias Kondolf (2024)探讨了美国历史上几大跨流域水调配工程的教训经验,并指出,随着时间的推移,跨流域水调配项目的战略保障功能正在逐步从单一的水资源调节配置转向包括生态恢复、区域经济发展等目标的综合治理功能。这一转变反映了全球水资源管理模式从供水向可持续发展转型的趋势。在这过程中会面临诸如政治、环境与技术的挑战,Kondolf 正是通过案例分析法,通过对比美国不同州的水利工程,揭示了这些项目在执行过程中面临的问题,并提出以复杂的系统理论为框架来分析和评估类似南水北调工程的战略功能演进[1]。Chalwe Chibwe 等(2024)的团队通过对赞比亚卢阿普拉河流域的生态健康评估,提出了水资源调节工程中生态环境保护的必要性,更加深化了其中的复杂度。但与此同时该研究采用了综合评估模型,结合实地调查与遥感数据,对生态健康进行量化分析,提供了可供参考的生态评估框架[2]。在南非,Bo Barta (2024)对南非水资源基础设施的现状进行了分析,并提出了水资源的跨流域调配是解决地区水资源匮乏的解决方案,南非面临的一个重要矛盾是如何平衡生态保护与水资源开发之间的。水资源基础设施建设必须考虑到生态系统服务的长期影响,特别是在面对气候变化带来的不确定性时,必须采取更加灵活的管理策略来应对复杂的系统性风险[3]。这些都预示着,大规模水利工程项目在逐渐向复杂化方向发展。

2. 国内研究现状

在中国,国内学者对这一工程的研究近年来更加集中于系统功能演进、环境效能评估及管理模式创新等方面。

在功能演进方面郑晓阳等(2024)研究关注了南水北调工程的防汛风险管理。通过对左排建筑物的防汛安全进行分析,其提出南水北调工程在实施过程中可能面临的防汛风险问题,并强调应采取动态监测与风险预警系统来保障工程。这一研究表明,在水利工程战略功能设计中,除地下水保障之外,还应考虑到防汛等环境风险管理[4]。

在环境保护方面,子悦等(2024)对南水北调中线工程的生态效益评价指标体系进行了构建,评估了中线工程对生态环境的正负效应,强调生态效益的评估应与水资源的供需平衡、社会紧密结合,这对南水北调工程的战略功能演进具有重要的理论意义[5]。同时,刘鑫和王明明(2024)强调分系统的设计不仅需要考虑工程本身的安全性,还要关注水源地、输水线路以及下游地区的环境影响[6]。彭祥(2024)则分析了南水北调工程的总体规划和前期推进,提出了该工程在战略功能上的不断演进的同时,南水北调的设计和实施应更加关注长期的社会效益和生态效益,而不仅仅是解决水资源供给问题[7]。李培旺等(2024)指出,随着南水北调工程的推进,机械设备的自动化程度和操作效率将直接影响工程的持续性,尤其是在复杂的现状和环境条件下,可以依赖设备的可靠性和预警[8]。陈文艳(2024)认为,在系统性分析南水北调工程时,应综合水资源调配、生态修复以及社会经济效益等多方面因素,以科学、调查的标准进行综合评估,为后续项目提供决策支持[9]。

在如何运用管理模式创新方面,多位学者也作出了相关研究。孙永平和薛领(2023)的研究提出,利用数字孪生技术可以实时监控水资源调节配置的效果,并预测可能的风险,在水利工程的管理和决策过程中提供了新的视角[10]。傅汉霖等(2023)的通过对南水北调工程数据的分析,提出利用大数据平台进行信息和实时监控,有助于提高工程的管理水平和效率[11]。与此同时李广志等(2023)探讨了水下机器人技术在水利工程中的应用[12]。管世珍等(2023)则提出南水北调工程中的光缆自动监测系统具有重要的监控作用,可以帮助提前预警潜在的风险问题。这项研究为工程化的实时监控和预警机制提供了技术支持[13]。

根据南水北调工程通水对受水区的累计效益,综合规划受水区的水资源利用方式,合理安排水资源的利用和配置,确保水资源能够最大化地发挥经济和生态效益[14]。同时,在空间分布上工业用水效率存

在着“近朱者赤，近墨者黑”的现象，在工业用水管理、节水技术等方面高水平受水城市对邻近城市存在正向的溢出效应，而低水平受水城市对邻近城市存在负向的拖累效应[15]。

综上所述，近年来大型水利工程无论在国内还是国外，均呈现生态效益与风险管控的复杂化演变，管理创新模式的多样化也同时提升了对管理的要求。

1.3. 研究思路与方法

基于上述研究背景，本文尝试运用复杂系统管理的理论视角，系统梳理南水北调工程战略功能定位的演进历程，深入剖析新时期面临的复杂性挑战，探讨工程战略功能的复杂系统范式转移，并提出相应的发展变革策略。具体而言，本研究试图回答以下几个关键问题：

- (1) 南水北调工程的战略功能定位经历了怎样的演进过程？其内在逻辑是什么？
- (2) 新时期南水北调工程面临哪些复杂性挑战？如何从复杂系统的视角进行解读？
- (3) 南水北调工程战略功能定位的复杂系统范式转移表现在哪些方面？其本质内涵是什么？
- (4) 如何构建适应新时代要求的南水北调工程复杂系统管理体系？需要采取哪些变革策略？

2. 南水北调工程概述与功能定位推演

2.1. 工程背景和意义

南水北调工程是我国继三峡工程之后又一项具有战略意义的跨世纪特大型水利工程，该工程的提出源于我国水资源时空分布不均的基本国情。我国水资源总量虽然居世界第六位，但人均水资源量仅为世界平均水平的 1/4，且水资源分布极不均衡，呈现出“南丰北缺”、“夏汛东枯”的格局。特别是京津冀地区，作为我国政治、经济、文化中心，水资源短缺问题日益突出，用水安全难以得到保障，严重制约了区域可持续发展。

在这一背景下，毛泽东主席于 1952 年首次提出了“南水北调”的战略构想。经过半个多世纪的论证和规划，2002 年 12 月，国务院正式批复了《南水北调工程总体规划》，标志着这一世纪工程正式启动。从工程科技创新的角度来看，南水北调工程是我国水利水电工程建设的集大成者，提升了我国在大型水利工程领域的整体实力，为今后的工程项目建设积累了丰富的经验。

2.2. 规划阶段功能定位

在南水北调工程的规划阶段(1952~2002 年)，其战略功能定位主要聚焦于解决水资源供需矛盾，体现了传统水资源管理范式下的工程思维。这一阶段的功能定位可以概括为“调水解渴”。从复杂系统理论的视角来看，规划阶段的功能定位体现了一种简化的、线性的思维方式。它将南水北调工程视为一个封闭的水资源调配系统，忽视了水-生态-社会经济系统的复杂耦合关系。这种定位虽然在当时的历史条件下有其合理性，但也埋下了日后功能拓展的伏笔。

2.3. 建设阶段功能调整

在南水北调工程的建设阶段(2002~2014 年)，其战略功能定位开始出现微妙变化，逐步向多元化、综合化方向发展。这体现了工程从单纯的水利设施向国家战略性基础设施的转变。管理模式开始向多元协同方向调整。随着工程复杂性的显现，单一的自上而下管理模式难以应对多元利益主体的协调需求。因此，开始探索建立跨区域、多部门协同机制。

2.4. 运行阶段功能拓展

自南水北调东、中线一期工程于 2014 年通水运行以来，其战略功能定位迅速进入了拓展阶段，展现

出了复杂的系统特性。这一阶段的功能可总结为“调水润生”，具体表现为多维度的功能展现：

一方面，生态文明建设功能变得愈发显著。工程不再仅仅局限于水资源的调配，而是成为了推动生态文明建设的关键力量。同时，工程对国家重大战略的支撑作用也在加强。它与京津冀协同发展、长江经济带发展、黄河流域生态保护和高质量发展等国家战略紧密结合，成为了推动区域协调发展和国家现代化建设的重要支撑点。综上所述，南水北调工程战略功能定位的演进是一个复杂的系统演化过程，既受到外部环境变化的驱动，也受到系统内在复杂性涌现的影响。未来，工程的功能定位将继续朝着系统化、整体化、动态化的方向发展。这要求我们以更加开放、包容的视野，运用复杂系统科学的理论和方法，不断完善工程的顶层设计，推动其在新时代实现更高质量的发展。

3. 新时代南水北调工程面临的复杂性挑战

随着南水北调工程建设运行的深入和外部环境的变化，工程系统的复杂性日益凸显。本节将从复杂系统科学的视角，系统分析南水北调工程在新时期面临的复杂性挑战，为工程战略功能的范式转移奠定基础。

3.1. 水资源系统复杂性

南水北调工程，作为一个宏大的水资源调配系统，其复杂性体现在多个维度上：

在时空尺度上，工程跨越了长江、淮河、黄河、海河四大流域，其空间范围从局部河段延伸至区域水系，乃至全国水网，时间跨度则从短期调度覆盖至年际调节，再至长期演化，构建了一个多层次的时空嵌套结构。这种时空尺度的广泛性，使得工程的全面影响变得难以精确评估与预测。水文过程方面，由于气候变化的加剧，水文循环的非线性和不确定性愈发显著。长江上游的来水呈现出更加剧烈的年际变化，这无疑为工程的调度运行增添了巨大挑战。在水资源分配方面，工程需要在供水、防洪、发电、航运、生态等多个目标之间寻求微妙的平衡。这些目标之间既存在协同，也存在冲突，构成了一个复杂的多目标优化难题。随着生态文明建设的深入推进，这些目标之间的权重也在不断调整，使得决策过程变得更加复杂。

此外，水权交易问题也是南水北调工程复杂性的一个体现。跨流域调水涉及到复杂的水权分配和交易，不同利益主体间的信息不对称和策略性行为构成了一个多层次、多主体的复杂博弈场景。如何构建一个公平且高效的水权交易机制，成为工程管理面临的一大考验。

3.2. 生态环境系统复杂性

南水北调工程与生态环境系统的交互作用呈现出高度复杂性。首先，生态系统会因工程而产生非线性响应。大规模调水改变了受水区的水文条件，引发了一系列生态系统的非线性响应。例如，白洋淀生态补水后，水生植被群落结构发生了剧烈变化，呈现出典型的阈值效应和迟滞效应。这种非线性响应增加了生态效应评估和预测的难度。其次，生物地球化学循环的改变。调水引起了受水区水体理化性质的变化，进而影响了碳、氮、磷等元素的生物地球化学循环。这些变化可能引发一系列次生环境问题，如富营养化风险增加、温室气体排放格局改变等。再次，生态系统服务的权衡与协同。工程对生态系统服务产生了多重影响，既有正面效应(如改善水源涵养功能)，也有负面效应(如改变生物多样性格局)。不同类型的生态系统服务之间存在复杂的权衡与协同关系，如何实现整体效益最大化成为一个复杂的优化问题。此外，南水北调工程会导致生态安全格局的重构。大规模调水改变了区域生态安全格局，可能引发新的生态风险，增加了生态管理的不确定性。最后，气候变化的交互影响。全球气候变化与南水北调工程的交互作用形成了一个复杂的反馈循环。一方面，气候变化影响了水源区的水资源可利用量；另一方

面，大规模调水又可能对区域气候产生影响。这种多重反馈机制增加了系统的不确定性和脆弱性。

同时，南水北调工程还面临着社会经济系统和工程项目管理的多方面的复杂情况，具体内容见表 1 所示。

Table 1. Complexity analysis of the south-to-north water diversion project in the new era
表 1. 新时代南水北调工程复杂性分析

类别	复杂性方面	具体内容
水资源系统	时空尺度的多重性	工程跨越四大流域，空间尺度从局部河段到全国水网，时间尺度从短期调度到长期演化
	水文过程的非线性	气候变化加剧水文过程的不确定性，如长江上游来水变化
	水质水量的耦合	调水改变受水区水体理化特性，水质制约调水规模和效益
	水资源分配的多目的性	供水、防洪、发电等多重目标之间的平衡
	水权交易的复杂博弈	不同利益主体之间的信息不对称和策略性行为
生态环境系统	生态系统的非线性响应	调水改变水文条件，引发非线性响应，如白洋淀生态补水后的变化
	生物地球化学循环的改变	影响碳、氮、磷等元素的生物地球化学循环
	生态系统服务的权衡与协同	工程对生态系统服务的多重影响
	生态安全格局的重构	调水改变区域生态安全格局，引发新的生态风险
	气候变化的交互影响	气候变化与调水形成复杂的反馈循环
社会经济系统	多层次治理结构	中央、流域、地方等多个层级的治理主体协同治理
	利益相关者网络	利益相关者网络不断扩大和重构
	区域经济社会格局	调水改变水资源空间分布，重塑区域经济社会发展格局
	水资源 - 能源 - 粮食纽带	调水影响能源生产和农业生产格局
	公众参与	信息不对称、认知差异等因素导致决策复杂性增加
工程项目管理	工程系统的高度耦合	源、渠、库等多个子系统之间的复杂耦合关系
	运行调度的动态优化	多目标、多约束、多时空尺度的复杂调度问题
	风险管理	水质风险、工程安全风险等多重风险的交互作用和级联效应
	技术创新	水利、生态、信息等多个技术领域的技术集成
	管理模式	需要建立更加灵活、适应性强的管理模式

4. 南水北调工程战略功能的复杂系统范式转移

面对新时期的复杂性挑战，南水北调工程的战略功能定位需要实现范式层面的转移。本节将从复杂系统科学的视角，深入探讨这一范式转移的理论基础、本质内涵和主要特征。

4.1. 复杂系统思维的引入

复杂系统思维为重新认识南水北调工程提供了新的理论视角和方法论工具。具体而言，复杂系统科学核心理念对工程战略功能的重新定位具有重要启示：整体性原则强调系统的整体性大于部分之和，要求我们将南水北调工程视为一个有机整体，而非简单的水资源调配工具，其功能应考虑对整个社会 - 生态 - 技术系统的综合影响；通过化繁为简，增强系统的韧性和可持续性。

4.2. 复杂系统范式转移

在复杂系统思维推动下，南水北调工程战略功能正从单纯水资源调配向综合性生态文明工程转变。功能内涵系统化，工程涵盖水资源优化配置等多维度；效益评估综合化，突出生态环境效益；时间尺度长期化，关注长远可持续发展；空间尺度整体化，影响范围扩大至国家水网及全球水循环；管理模式动态化，增强应对不确定性能力。基于此构建的功能定位框架，包含多个核心维度：作为水资源系统优化器，构建全国性水网；作为生态系统修复引擎，恢复生态系统功能；作为区域协调发展催化剂，为国家战略提供支撑；作为提升国家治理现代化的平台，探索协同治理新模式；作为生态文明建设标志性工程，践行人与自然和谐共生理念。该框架具有多维度、动态适应、多尺度协同和涌现性等特征。这一范式转移是对工程本质的重新认识，有助于发挥综合效益，为其他大型基础设施管理提供借鉴，推动我国水利工程建设理念向现代系统思维转变，对生态文明建设和国家治理现代化意义重大。

5. 新时代南水北调工程发展变革策略

基于南水北调工程战略功能的复杂系统范式转移，本节将探讨新时期工程发展的变革策略。这些策略旨在增强工程的适应性和韧性，充分发挥其作为生态文明建设引擎的功能。

5.1. 构建协同治理的组织运行机制

面对南水北调工程系统的高度复杂性，传统的自上而下、条块分割的管理模式已难以适应。因此，需要构建一个多中心、多层次、网络化的协同治理体系。具体策略包括：首先，建立跨部门、跨区域的协调机制，设立国家层面的南水北调工程协调委员会，统筹水利、环保、发改、财政等部门，协调水源区、受水区等相关地方政府，形成“纵向贯通、横向协同”的治理网络，通过制度化的协调机制，破解“九龙治水”的困境，实现资源整合和政策协同；其次，推动管理重心下移，赋权基层，在保持宏观调控的同时，将更多的决策权和资源配置权下放到地方和基层，鼓励地方政府和社区根据实际情况，探索因地制宜的管理模式，通过“自下而上”和“自上而下”相结合的方式，增强系统的自组织能力和创新活力；再次，建立多元主体参与的平台，如南水北调工程利益相关者委员会，构建政府、企业、社会组织、公众等多元主体共同参与的 platform，通过制度化的利益表达和协商机制，增强决策的科学性和民主性，提高政策执行的有效性；此外，完善信息共享和风险沟通机制，建立南水北调工程大数据平台，实现跨部门、跨区域的信息共享；最后，构建适应性管理体系，建立动态评估和调整机制，定期评估工程运行效果，及时调整管理策略，通过“学习 - 调整 - 再学习”的循环，不断优化管理模式，增强系统应对复杂性和不确定性的能力。

5.2. 完善市场化的生态补偿机制

生态补偿是平衡区域利益、促进生态文明建设的关键机制，因此需要创新补偿模式，建立更加市场化、多元化的生态补偿体系。具体策略包括：建立水权交易市场，在明晰初始水权的基础上，构建跨流域、跨区域的水权交易市场，提高利用效率，并将生态用水纳入交易体系，形成“以水养水、以水促生态”的良性循环；创新生态产品价值实现机制，探索南水北调工程生态效益的货币化、资产化途径，利用生态产品认证、生态信贷、生态债券等创新工具拓宽资金来源，鼓励社会资本参与生态保护和修复，形成多元化投入机制；完善横向生态补偿制度，在现有省际横向补偿基础上，优化补偿标准和方式，并探索“补偿 + 赋能”新模式，通过产业援助、技术支持等方式提升水源区自我发展能力；构建生态补偿与脱贫攻坚联动机制，将生态补偿与乡村振兴、精准扶贫等战略结合，通过生态管护岗位、生态旅游等方式为水源区群众提供稳定收入来源，并探索“生态补偿 + 特色产业”发展模式，实现生态保护与经济

发展的良性互动；同时，建立生态效益评估和核算体系，构建科学系统的生态效益评估指标体系，准确量化南水北调工程的生态贡献，并建立生态资产核算制度，将生态效益纳入国民经济核算体系，通过制度化、规范化的评估和核算，为生态补偿提供科学依据。除此之外，还涉及工程智能化转型、创新工程与系统化风险管理，具体内容如图 1 所示。

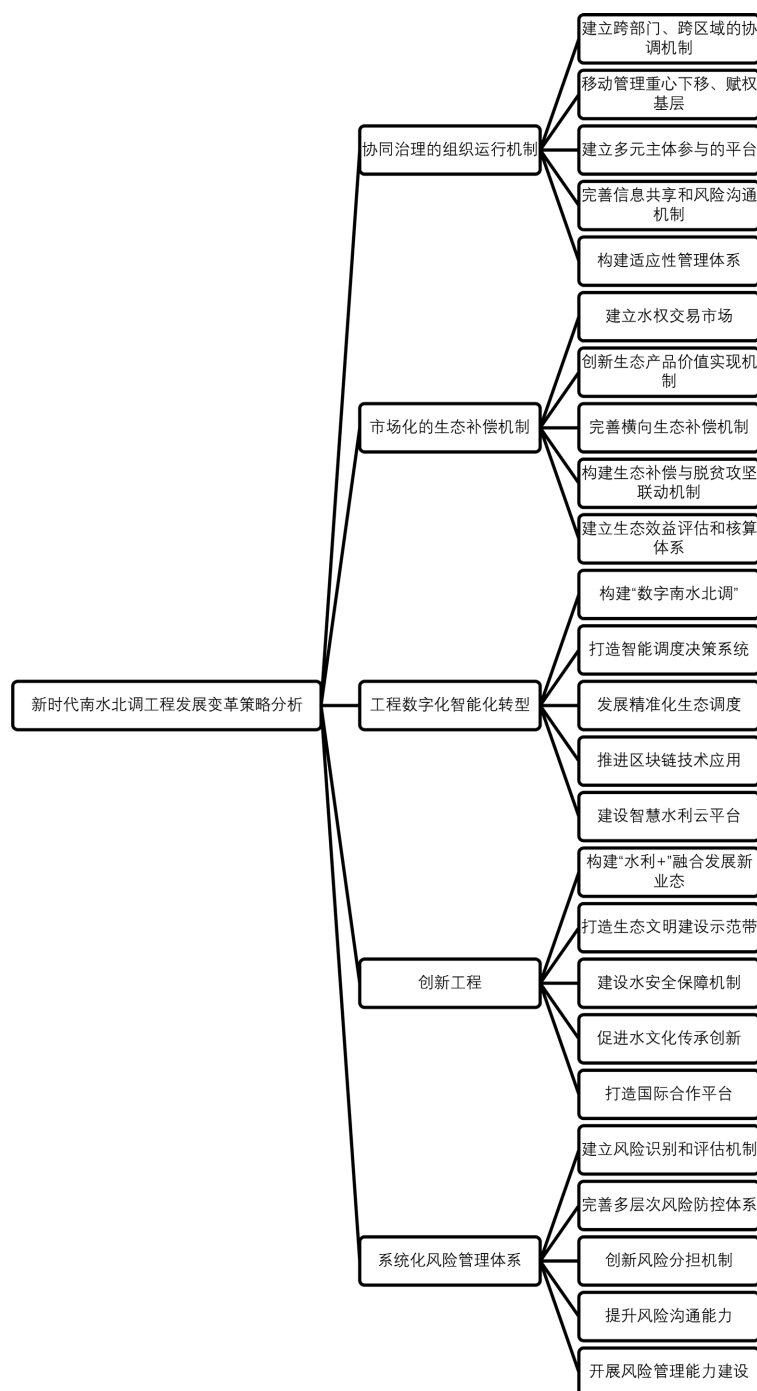


Figure 1. Structural diagram of development and transformation strategies for the south-to-north water diversion project in the new era

图 1. 新时代南水北调工程发展变革策略结构图

6. 结论

本研究从复杂系统科学的视角，深入探讨了南水北调工程战略功能定位的演进历程及其范式转移，并提出了新时期工程发展的变革策略。研究得出以下主要结论：

南水北调工程的战略功能定位经历了从“调水解渴”到“调水兴利”，再到“调水润生”的深刻变革，这一演进不仅映射出我国水资源管理范式从“供给管理”向“需求管理”乃至“系统管理”的转变，而且凸显了复杂适应系统的特征，既受外部环境驱动，也源于系统内部复杂性的不断涌现。面对新时期水资源系统、生态环境系统、社会经济系统和工程管理系统复杂性挑战，这些挑战的本质在于系统要素的高度耦合、多尺度交互和非线性动力学，传统的简化管理已难以应对。因此，南水北调工程实现了复杂系统范式转移，功能内涵更加系统化，效益评估综合化，时间尺度长期化，空间尺度整体化，管理模式动态化，从单纯的水资源调配工具转变为综合性的生态文明工程。基于复杂系统思维，本研究构建了新功能定位框架，将工程定位为水资源系统优化器、生态系统修复引擎、区域协调发展催化剂、国家治理能力提升平台和生态文明建设示范工程，并提出构建协同治理机制、完善生态补偿机制、推进数字化智能化转型、创新综合效益发挥模式和构建系统化风险管理体系等五大策略，以增强工程适应性和韧性，充分发挥其作为生态文明建设引擎的功能。

参考文献

- [1] Sooyeon, Y. and Mathias Kondolf, G. (2024) Environmental Planning and the Evolution of Inter-Basin Water Transfers in the United States. *Frontiers in Environmental Science*, **12**, Article 1489917.
- [2] Chibwe, C., Nyambe, N., Kasabila, J.A., Sichingabula, H., Nyambe, I.A. and Banda, K. (2024) Assessment of River Ecological Health Status and Interbasin Water Transfer Potential: Case Study of Luapula River Basin in Zambia. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, **136**, Article 103761. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2024.103761>
- [3] Barta, B. (2024) Growing Concerns about SA's Water Resources Infrastructure. *Civil Engineering: Magazine of the South African Institution of Civil Engineering*, **32**, 34-38.
- [4] 郑晓阳, 陈嘉敏, 王国平, 姜乾. 浅议南水北调工程左排建筑物防汛风险及应对措施[J]. 陕西水利, 2024(10): 63-65.
- [5] 曾子悦, 江磊, 许继军, 王冬. 南水北调中线工程受水区生态效益评价指标体系构建评估[J]. 长江技术经济, 2024, 8(4): 13-20.
- [6] 刘鑫, 王明明. 浅析南水北调工程安防系统关键技术要点[J]. 水利技术监督, 2024(5): 209-212.
- [7] 彭祥. 南水北调工程总体规划前期论证历程总结、分析与评价[J]. 中国水利, 2024(8): 14-24+32.
- [8] 李培旺, 张洪铭, 陈伊敏, 李世岩. 南水北调天津干线箱涵专用多功能作业车的研制[J]. 工程机械, 2024, 55(5): 15-20+255-256.
- [9] 陈文艳. 南水北调工程效益统计工作有关对策建议[J]. 水利发展研究, 2024, 24(9): 80-84.
- [10] 孙永平, 薛领. 典型工程数字孪生建设经验对数字孪生南水北调工程建设的启示[J]. 南水北调与水利科技(中英文), 2023, 21(6): 1072-1079.
- [11] 傅汉霖, 陆克一, 游旭晨, 吴志峰, 杨钊. 南水北调东线一期工程江苏段数据中台的设计研究[J]. 电脑知识与技术, 2023, 19(31): 85-87.
- [12] 李广志, 王建慧, 章和盛. 辅助水利工程检查的水下机器人系统分析[J]. 北京水务, 2023(1): 71-75.
- [13] 管世珍, 靳艳丽, 谢广东. 南水北调中线光缆自动监测系统的设计与应用[J]. 浙江水利科技, 2023, 51(1): 4-8+12.
- [14] 徐章星, 刘思媛, 李玮雯, 等. 南水北调对受水区水资源非农化的影响[J/OL]. 南水北调与水利科技(中英文), 1-16. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/13.1430.TV.20241115.1710.004.html>, 2024-12-07.
- [15] 吴梦. 南水北调中线工程工业水资源绿色效率时空差异及影响因素分析[J]. 生态经济, 2023, 39(12): 174-181.