

沈阳·规划视野

本期主题 / 生态系统规划

主办单位:沈阳市自然资源局
沈阳市规划设计研究院有限公司

1

总第16期
2022年9月

沈阳·规划视野

2022年/ 第1期 / 总第16期

主办单位:沈阳市自然资源局
沈阳市规划设计研究院有限公司



沈阳市规划设计研究院有限公司
SHENYANG URBAN PLANNING & DESIGN INSTITUTE CO., LTD.

地址: 沈阳市和平区南三好街1号 新世界商务大厦13-19F
邮编: 110004
电话: 024-23931269 / 传真: 024-23931197
网址: www.syup1960.com
邮箱: syghy@163.com

Address: 13-19F, New World Business Building.1
South Sanhao Street, Heping District, Shenyang, PRC
P.C: 110004 / Tel: 86-24-23931269 / Fax: 86-24-23931197
www.syup1960.com
E-mail: syghy@163.com

生态系统规划

总第16期

2022年9月



- 5 “四水共治”战略背景下的沈阳市城区水网建设总体规划
- 10 沈阳市河流生态建设探析
- 26 北方城市历史水系的保护和利用研究——以沈阳市卫工明渠为例
- 50 中小河流治理中常见护砌型式浅析



沈阳·规划视野

1

总第 16 期

本期主题

生态系统规划

主办单位	沈阳市自然资源局 沈阳市规划设计研究院有限公司
编委会	赵 辉 张海伏 杨世利 李 莹 潘洪嵩 魏英健 于丽新 沈 跃 仇艳娥 刘亚军 刘明国 赵英魁 孙 彤 毛 兵 刘 威 方 旭 张晓云 吕正华 张建军 张绍银 周彦国 代永江 任 峰 荀文会 徐靖文 檀 星 许艳杰
主编	毛 兵 刘 威
副主编	张绍银 代永江
特约编辑	郭 健
编辑	沈阳市规划设计研究院有限公司编辑部
编务	沈阳智邦文化传媒有限公司
美术编辑	王 超
地址	沈阳市和平区南三好街 1 号 新世界商务大厦 1304
邮政编码	110004
电话	024-23894455-8310
传真	024-23600553
印刷	沈阳鸿诚包装装潢印刷有限公司
时间	2022 年 9 月

本刊声明：
1. 本刊系非营利性公益刊物，仅供学术交流之用，欢迎读者对刊载内容展开学术批评和讨论。
2. 欢迎各单位和个人踊跃投稿。对于所刊登的稿件，本刊有支付稿酬的义务；对于来稿，本刊保留修改权。请与本刊联系，如有特殊要求，请事先声明。
3. 任何单位或个人如出于商业目的使用本刊所刊载的文字与图片，需向相关版权所有者的获取授权。

卷首语

习近平同志关于“坚持系统观念，从生态系统整体性出发，推进山水林田湖草沙一体化保护和修复，更加注重综合治理、系统治理、源头治理”“保障水安全，关键要转变治水思路，按照‘节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力’的方针治水，统筹做好水灾害防治、水资源节约、水生态保护修复、水环境治理”的重要论述，为新时期强化水治理、保障水安全提供了行动指南。

“十三五”以来，沈阳市认真贯彻党的十八大、十九大精神，以全面提升水安全保障能力为主线，围绕保护和修复水生态环境的主要任务，有序推进水利工程实施，取得了显著成效。通过防洪工程体系建设提高了重点河流河段和城市的防洪保障能力；通过“百村美丽、千村整洁”行动解决村屯河道的生态环境治理；通过水土流失治理和河道生态封禁等措施恢复了河道的自我修复能力；经过多年建设，辽河、蒲河、浑河均形成了生态带。“十四五”期间以推动高质量发展为主题，满足水生态文明建设需求，系统治理山水林田湖草沙，统筹推进“四水共治”，完善国家中心城市建设及“一屏、一带、两山、七水、多廊”城市空间格局，实现幸福河，推动城市绿色发展。

河流综合治理，目前已经转变为河流的景观绿化、水利建设、防污治污、土地整理等多方面的综合治理，营造和谐优美的人居环境，创造可持续发展的生态理念为城市发展带来了新生。完整、准确、全面贯彻新发展理念，走好水生态明显改善、水环境有效治理的集约节约发展之路，全力以赴推动新阶段水利高质量发展。

代永江

目录 CONTENTS

1 主题

- 5 “四水同治”战略背景下的沈阳市城区水网建设总体规划
宫远山 王玲 李铁鹏 侯莹 王阳

2 访谈

- 10 沈阳市河流生态建设探析
张璞
- 16 沈阳市河流 “三区三线”划定工作探究
赵冠群

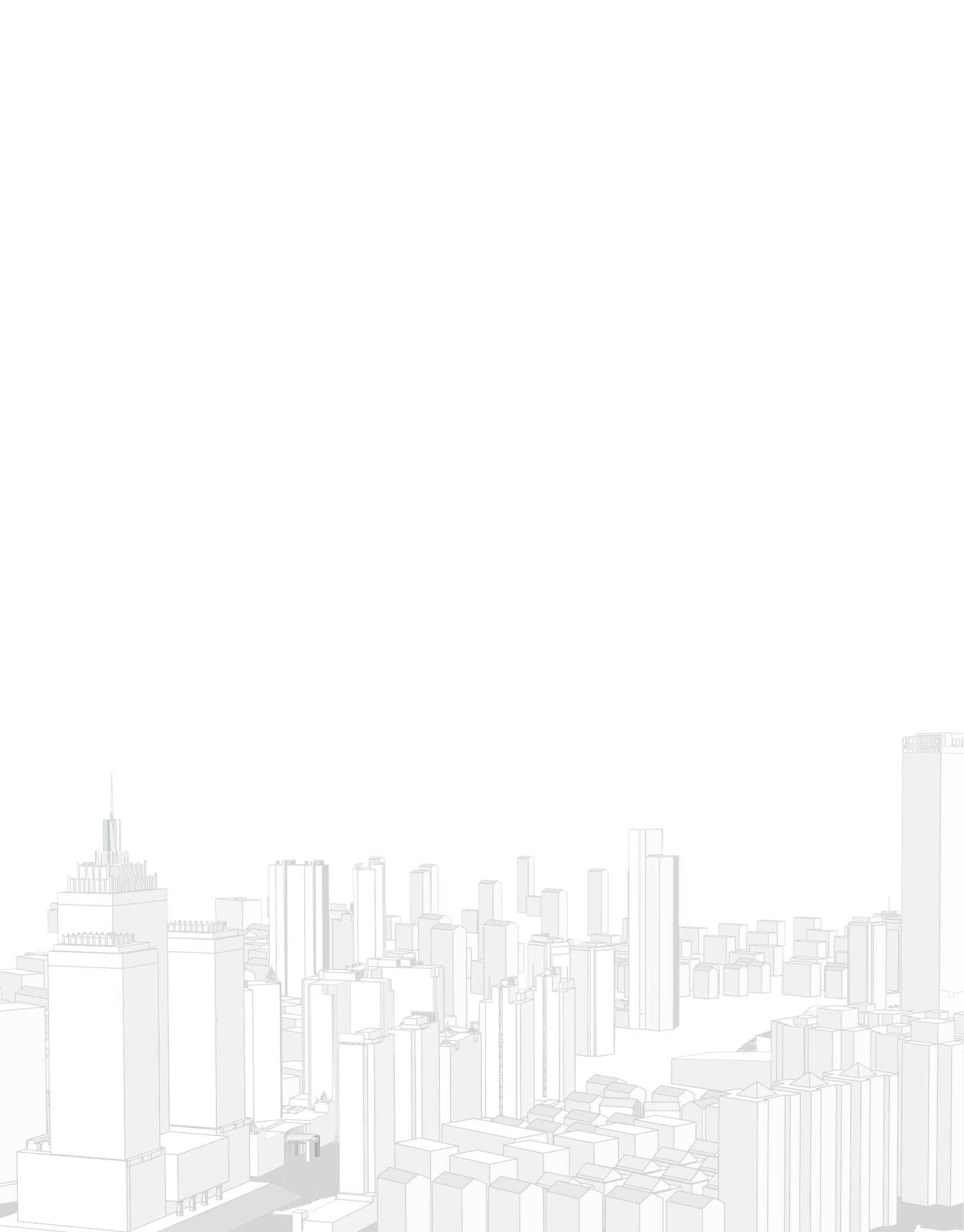
3 观点

- 19 “城市双修”背景下沈阳浑北环城水系综合整治规划研究
王阳 宫远山 王玲 李铁鹏
- 26 北方城市历史水系的保护和利用研究——以沈阳市卫工明渠为例
史伟男
- 32 浑南新城白塔河支流改线规划设计
付琳

- 35 辽宁省泥石流沟治理规划
王鑫东 武术 朱宏飞

4 视点

- 39 沈阳细河河道生态治理实践
查曼丽
- 42 沈阳长白岛老背河治理分析
唐小婧 刁择晖
- 45 石佛寺人工湿地生态系统服务功能价值评估
周林飞 武祎 何兴梅
- 50 中小河流治理中常见护砌型式浅析
王志勇 栾天晴
- 53 基于 EFDC 模型的汤河水库污染物质扩散模拟
李亚峰 尚彦辰 程浩



“四水同治”战略背景下的沈阳市城区水网建设总体规划

宫远山 王玲 李铁鹏 侯莹 王阳 / 沈阳市规划设计研究院有限公司

摘要 目前中央和省、市地方政府均将现代水网建设提升至重要战略地位，作为水利改革与发展的重要抓手，是加快推进水治理体系与治理能力现代化，助推高质量发展的强大引擎。伴随治水兴水迎来了新的战略机遇期，沈阳顺势而为，在“四水同治”战略部署指引下，认识和梳理沈阳涉水要素，围绕解决“水瓶颈”问题，提出打造“乐享水生活·水润大盛京”的战略构想，遵循多层次、分专项、有重点的设计思路，制定空间格局—建设行动—管控机制三大层面技术框架，探寻“四水同治”的“沈阳答案”。

一、时代与机遇：谋划地区水网是十四五时期国家、省水利建设的重点任务

1. 新时代治水新思想

水是城市的灵魂，是支撑城市发展的基础，也为城市注入了别具一格的神韵。沈阳，因“沈水”得名，历经两千年岁月洗礼，已发展成拥有常住人口900多万的东北地区唯一特大型城市，是东北地区经济文化、科技创新、交通物流和商贸会展中心。

“十四五”是我国开启全面建设社会主义现代化国家新征程的第一个五年，治水兴水迎来了难得的战略新机遇。立足新发展阶段、贯彻新发展理念，对标中央“三新一高”要求和锚定2035年基本实现社会主义现代化目标，站在贯彻落实习近平生态文明思想、践行新发展理念、对接国家、省水网工程建设的战略高度，结合沈阳实际，充分认识统筹解决水资源、水生态、水环境、水安全问题的紧迫性、重要性，加快实施“四水同治”战略，更高层次、更高水平、更高要求地来勾画水网新格局，谋划重

大水网工程，探寻管控体系，从而推进水利现代化，推动经济社会高质量发展，开启沈阳水利事业发展新篇章。在此背景下，开展本次规划编制。

2. 地区水网战略意义

“四水同治”的城区水网建设在强化生态环境治理、提升城市风貌形象、传承弘扬历史文脉、优化城市发展格局等方面具有重要战略意义。她是城区水网建设是落实习近平生态文明思想的生动探索和有力实践；是推动沈阳水利高质量发展的顶层设计和重要抓手；更是支撑沈阳建设国家中心城市，打造生态宜居之都的战略举措。

二、回顾与反思：沈阳市水网建设现状及存在问题解析

1. 沈阳市历年治水历程

“水安则城安，水兴则城兴”，水系建设与各时期城市发展建设密不可分。改革开放以来，沈阳市开展了南北运河、浑河、蒲河三次大规模城市水系建设：南北运河的建设，为沈阳营造了百里环城水系；浑河生态治理，不仅为沈城打造了世界级滨水名片，而且彻底释放浑

南地区改革发展的无穷势能；蒲河生态廊道建设，整合了沿线既有的资源，创造了不可估量的经济价值、社会价值和生态价值，事实证明每次水系改造都有效提升了城市的发展格局。目前，沈阳由单一河湖治理改造迈向网络化提升建设新阶段，揭开了沈阳新一轮的河湖水网空间均衡发展的新篇章。

2. 城区涉水资源概况分析

（1）研究范围

规划重点针对市内九区范围，包含和平、沈河、大东、浑南、沈北等9个行政区，总面积3482平方公里，涉及辽河、浑河、蒲河、北沙河等河流。

（2）水资源概况

自2010年起，沈阳市水资源总量多年平均值为25.15亿m³，人均水资源占有量约为341立方米，是全省人均的2/5，是全国人均的1/6，属极度缺水城市，人多水少，时空不均，且水资源量呈下降趋势，城市水资源形势不容乐观。城区内现有25座污水处理厂，出水标准均为一级A，可用于再生景观用水。地表水环境质量逐年改善，全市17个省考



图 1 沈阳城区水网建设技术框架图

以上断面均已达标，但仍存在水质不稳定，优良率低的现象。

（3）水系现状分布

城区现拥大中小型河流渠 52 条，总长度约 1300km，呈现横强纵弱、脉络单一、分布不均的态势。湖库水面 53 处，湿地 4 处，水域面积 103km²，水域面积率达 2.96%，位居东北地区前列。

3. 城区水网建设存在问题

历经千秋，沈阳市在水利建设方面取得了很大的成就，但受自然条件、城市扩张、人口集聚等因素影响，仍然存在水资源时空分布不均、水生态恶化、水环境污染、水灾害频发、涉水经济文化发展动力不足等问题，难以支撑沈阳经济高质量发展。

三、格局与构想：制定空间均衡、互联互通的生态水网框架

1. 制定生态水网架构

贯彻中央治水新思路，对标国内国际先进水平，坚持系统观念，按照“四水共治”战略要求，结合国土空间开发保护新格局和高质量发展新形势，围绕沈阳城市发展格局，全面开启沈阳治水

新征程。

规划从加强前瞻性思考、全局性谋划出发，统筹河、湖、库、湿地等各类水空间，发挥水优势，协调水量、水质、水域、水流等各类涉水要素，统筹协调好水与经济社会发展和生态环境保护的关系，结合生态安全战略格局和城市发展格局，构建系统性水网规划框架；在建立统筹协调机制、强化水城联接的基础上，统筹考虑水资源保障、水安全提升、水环境改善、水生态保护、水文化景观及智慧水管理的需求，形成“4+2”类涉水专项。秉承强化落地实施的有效衔接、精准谋划项目的主旨，明确六类百余项工程和探寻逐级建管机制。该规划是基于不同层级间、不同功能间、不同行业间的协同融合，通过多部门的统筹协调、多学科的交叉融合、多目标的“共创共赢”，高效发挥水网整体作用和综合效益（图 1）。

2. 谋划水网空间格局

（1）制定规划理念

规划以乐享水生活、水润大盛京为理念，打造城市治水升级版，实现从单

一河湖治理向网络化提升建设再到城市综合治理的转型。以水网建设统筹山林田湖草系统治理，实现以水润城、以水兴城的美好愿景。

（2）明确发展目标

以城区水网为依托,构建空间均衡、互联互通、四水共治的生态水网体系。建成与高质量发展和生态文明建设要求相协调、与人民群众美好生活新期盼相适应、与国家和全省现代化进程相匹配的“空间均衡”践行区、示范区。

（3）水网功能结构

在全市生态框架的指导下，以优化城市空间发展格局，实现城市整体效益最优化为原则，梳理水脉大系统，处理好水系与城市各系统的关系，综合考虑调节洪水蓄泄关系、水资源时空分配及河湖生态节律的需要，总体上形成以浑河、蒲河、北沙河为主轴，浑北主城环城水系、浑南主城环城水系为核心，多处湖面水景和生态湿地为关键节点，以引棋入朱、引浑至北、引浑济蒲、引辽至蒲等重大区域性引调水工程和连通工程为纽带的一体化水网功能结构(图 2)。

浑河、蒲河、北沙河三大主轴(图 3):浑河、蒲河、北沙河是沈阳最主要的行洪通道，也是区域乃至都市区极为重要的水源地、生态宝库和黄金水道。以“三河共建”高标准建设为重点，不断提高轴承连带效益,加大洪水安全下泄能力，推进重要水源工程和引调水工程建设，完善跨界水污染防治与水生态修复体系，开展干流及河口综合整治，为辽河流域的高质量水利协调发展提供重要保障。

浑北、浑南主城两大环状核心水系：浑北水环位于沈阳老城区一体化发展的核心区域，多元涉水邻水要素汇聚，经济发达、水问题交织；浑南水环地处城市向南拓展的核心地带，肩负着“创新高地、文旅名城”的战略地位。两环均为区域提供了重要的行蓄洪、水资源调蓄、水生态环境保护空间，是沈阳大水网的双核心。以洪水安全蓄泄、水资源优化配置、水生态环境保护与修复为重点，完善湖泊综合协同治理格局，进一步巩固和提升双环在区域水利高质量发展的核心地位，辐射带动周边地区水利发展。

骨干廊道：沈抚总干、浑蒲总干、新开河等是沈阳大水网的骨干廊道，其中浑蒲总干承担着流域内行洪、供水、生态等方面的核心功能；沈抚总干、新开河由南及北沟通区域内的东西向水系，为流域间的水资源输送、交通运输、文化交流提供有力支撑。因此要充分发挥 3 条骨干廊道的综合传输效益，推进水灾害、水资源、水生态、水环境、水文化系统治理。

关键节点：朱尔屯水库、辉山水库、上沙湖、曹仲湖、云溪湖等在内的重点湖泊,是沈阳水网互联互通的关键节点。通过实施水系连通、退田还湖还湿及生态治理、综合调度等措施，进一步发挥湖泊在蓄滞洪水、调节径流、涵养水源、水资源调蓄、维系生态等方面的重要作用，发挥水网的节点调节效益。

重要纽带：以引棋入朱、引浑至北、引浑济蒲、引辽至蒲等重大区域性引调

水工程和连通工程，是延展区域大水网辐射范围、串联湖库、沟通河流的重要纽带,做好水源保护和控污治污等工作，致力打造水资源输送的清水廊道。

四、建设与管控：沈阳市水网建设专项行动与机制创新

1. 科学制定涉水行动计划

（1）以节水供水体系建设为基础，提升水资源配置能力，打造民生水网。

大力推动全社会节水，全面提升水资源利用效率，形成节水型生产生活方式。同时在充分发挥大伙房输水工程、辽西北供水工程等骨干工程效益的前提下，推进辽西北二期工程后续，研究新辟辽河水网骨干工程，进一步扩大民生水网的调配水规模和辐射范围，均衡配

水，全方位保障供水安全。

（2）以涉水生态空间保护为基底，加强水生态环境保护，建设生态水网。

推进东部引蒲入朱工程、南部沈抚总干提升连通工程、西部细河分水闸改扩建、北部辽河支流连通工程、南小河－蒲河连通工程等水系连通与引调水工程，加强蒲河、北沙河、朱尔屯水库、辉山水库等重点河湖以及东部水少地区的生态用水保障，强化水网连通性以及设施空间布局的均衡性。全力打造三带两环生态廊道，开展南湖、秀湖、丁香湖等湖泊治理，建设 43 处生态湿地，综合整治 300km 河道、改善河口、沿河滩涂湿地生态环境，保障生态水网绿色化、健康化。



图 2 空间格局图



浑河



蒲河



北沙河

图3 浑河、蒲河、北沙河三大主轴

（3）以水污染治理环境保护为抓手，加强宜居水环境塑造，建设景观水网。

大力创新管河治河方式，稳步推进河湖生态修复，努力建设示范河湖。同时提出水系廊道、水源涵养、水源地保护等水环境空间功能范围和空间管控要求。以“流域—水系廊道”为单元，统筹河湖水流连续性、空间完整性和水体功能保护要求，推进生态水系廊道保护和建设，全面提升河湖生态系统质量和稳定性。

（4）以流域水系综合治理为重点，优化防洪除涝格局，建设安澜水网。

结合城市防洪规划，将水生态空间进行功能管控分类，量身定制安全治理策略，将城区水系防洪、排涝、防潮体系全面提档升级，并兼顾其他安全风险，建立安全可靠的防洪排涝体系。同时开展城市排水泵站、老旧管网隐患改造项目、农村涝区治理等工程，优化流域水系综合治理，着力构筑水安全格局。

（5）以韵水美水文化惠民为主题，弘扬水乡滨水文化底蕴，构建文化水网。

按照“水韵沈阳”的总体定位，以水网水系为脉，以沿线文化遗存为依托，深度挖掘水系水工的时代背景、人文历史，增强滨水空间主题文化建设，联合打造滨水文化带及城区生态文化圈，塑造“水清、岸绿、景美、流畅”的亲水宜居环境，全面打造复合立体的文化水网。

（6）以水务监测信息管理为支撑，加强水网信息化建设，打造智慧水网。

发挥区域科技与创新能力，侧重监测预警、数据传输、数据中心、综合业务四大方面建设，深化建设智慧化的监测网络、信息网络及管理网络，打造多网一体的智能水网工程。

2. 构建管施统筹协调机制

（1）建立统筹协调机制

由市水务局牵头统筹编制规划方案，在做好四水同治工程的同时，将休闲设施、旅游资源以及河道景观和绿化景观等内容纳入水网方案，调整水系沿线的土地功能，策划一系列滨水开发项目，以达到环境效益、社会效益和经济效益的和谐统一。同时要求市发展和改革委员会、

员会、财政局及各区政府全力配合，自然资源局、环保局、市政园林局和林业局全程参与规划全过程，通过政府各部门的通力合作，共同解决问题，使水网规划的实施获得多方认可与支持。

（2）打造市区联动体系

形成市区联动、部门协同、企业参与、社会支持实施机制。完善规划标准，建立高效组织保障体系。做到统一管理与分级管理相结合，专业管理与协同管理相结合，系统管理与分散管理相结合，动态管理与静态管理相结合，生态保护与适度开发相结合，政府主导与社会参与相结合。

五、结语

兴修水利，功在当代，利在千秋。通过水网工程建设，打造“出门见绿，举目见水，碧水绕城”的生态宜居城市，实现以水润城、人水和谐、水城相融的美好愿景，使市区水域面积率由 2.96% 提升至 4.11%，位居北方主要城市领先水平。

沈阳市河流生态建设探析

张璞 / 访谈

张璞
沈阳市水务局规划计划处处长

编者：请您谈谈沈阳市中小河流综合治理不同发展阶段景观的地位。

在沈阳市中小型河流治理的初级阶段，治理的思路单纯强调功能性，忽视了生态和景观。“兴利除害”是传统水利的基本立足点，保障人民群众的生命财产安全要求，注重水旱灾害防御和防洪和排涝。治理后，水安全的形势发生变化，但隔绝了人与河道的天然亲密关系，在一定程度上破坏了河道内动植物的栖息环境，改变河道生态。

在后期的发展阶段，河流治理按照总书记的要求实施山水林田湖草沙综合治理要求来做，注重综合治理的效果，逐渐关注滨水公共空间的景观提升。坚持系统治水，坚持水环境、水生态、水资源、水安全、水文化统筹的共同发展模式，改变以往的单一治理目标。政府对水生态和河道公共环境的关注，使景观与水利两个不同专业产生深度合作机会。

编者：沈阳市中小型河流治理中，存在哪些典型问题？

第一个问题是水体污染的问题，城

乡河道水体污染的基本现状为部分河段工业废水和生活污水不达标排放，氮、磷、重金属等含量超标，导致水体出现富营养化，甚至出现黑臭水体等污染问题。在农村河道中，农业面源污染、少数农村生活污水直排等问题造成水体 COD、N、P 含量超标，导致水体富营养化、水体功能缺失等问题。水体污染会严重影响生活环境和生活健康（图 1）。

第二个典型问题是河岸的硬化和渠化的问题，中小河流大多集中在乡镇和农村，河道两岸多是街道和农田。为达到相应的防洪标准，河道堤岸硬化较多或基本硬质化，河道自净能力不足，河岸河滨带、缓冲带缺失，部分河段富营养化严重，水生态系统退化（图 2）。

第三个问题是两岸的用地情况，平原区河道，城市建设对河道蓝线存在一定的侵占现象，严重制约河道生态环境和生态廊道的构建。

编者：沈阳市河流治理的有效措施有哪些？

首先是治理污水，河道污水治理的



图 1 河道污染



图 2 膜袋混凝土护坡



图 3 生态护岸



根本在于截污，河道水体污染的污染源在岸上，需要完善污水管网建设，实现污水集中排放。偏远农村污水管网未能铺设的地区，集中收集生活污水，新建一体化污水处理设备，实现污水集中处理，沉淀后排入河中。在水资源丰富的

区域，通过补水工程增加河道水流量，稀释污水，达到改善水质的效果。在河网众多的地区，做好水系连通，增加水体流动性。在土地资源丰富的地方建设人工湿地或沉淀池，湿地植物吸收分解部分氨、氮，通过过滤池沉淀，消解一

定的 COD、BOD 后排入河内。构建湿地系统还可以优化滨水岸线，柔化硬质边界，河岸改造可为多级可淹没的种植带，提高河岸界面亲水性（图 3）。

其次采用生态护岸也是河流治理的有效措施，生态护岸形式目前比较多样



图 4 水文化建设

化，格宾石笼、生态混凝土砌块可以实现植生绿化、生物共存、水质净化等功能；生态复式断面采用干砌石挡墙和植物护坡结合。在流速慢、水位变化不大的河道临水种植挺水植物，弱化岸线，构建生态岸线。

在一个就是营造滨水公共空间，引入慢行系统。城镇河道可以满足水利基本功能，在用地条件允许的范围引入慢行系统和亲水步道，丰富滨水体验，满足市民亲水的需求。用地相对宽松的项目适当设置滨水公共空间、广场、民族特色园建，满足居民基本的社交功能需求，如城市重要地段的河道景观可以上升到城市规划层面打造城市地标性景观，大型滨水公共空间的打造可以增加城市的活力，提升滨水公共空间景观品质，改善城市面貌，有利改善人居环境，提升居民幸福感。

还有水文化建设，通过河道综合治理，可以使河道水质得到根本改善，逐步恢复与水相关的民俗文化，对河道及周边环境进行整治，可以逐渐开展亲水的休闲活动。建设临水活动场所和相关的服务配套设施，如用于交流、休闲、散步、垂钓。通过文化场域修复，植入历史格局，塑造特色文化的节点，融入水系空间形态格局，实现人水共生共融的生态堤岸策略（图 4）。

编者：蒲河生态廊道建设获得了水利部“水利风景区”和住建部“人居环境范例奖”的荣誉称号，受到了时任

政治局常委李长春同志的高度评价。请您谈谈蒲河生态廊道建设的宝贵经验。

蒲河生态廊道建设直接影响着沈阳市及周边区域，在地区的经济发展和生态建设中，都起着十分重要的作用。

蒲河沈阳市境内河长 179.7km，流经浑南区、沈北新区、于洪区、新民市和辽中区。2009 年 10 月，沈阳市委、市政府从提高沈阳生态质量、提升城市品位、做优发展空间，改善民生的战略高度，提出用 3 年时间对沈阳境内的蒲河进行全面治理。按照“生态化、景观化、城镇化、产业化”的指导思想，我市对蒲河进行了改造提升，取得了丰硕成果。

蒲河生态廊道建设是以维护河流

健康为目的，实现人类与河流的和谐相处。工程实施之后，沿线生态环境明显改善。河道疏浚拓宽，蓄水量增至 8600 万 m³，全线近 180km 水面相连；沿线道路连通贯通蒲河全线 187.5km 的路网体系已经形成；蒲河两岸绿化面积达 0.87 万 hm²，新植树木 4239.26 万株，成为北方植物王国和绿色科普长廊；全线布置 17 座污水处理厂，消除了劣Ⅴ类水体，达到Ⅳ类水质；建成 15 座乡镇垃圾转运站，完成 11 个村庄环境治理及 54 个农村社区文体活动广场建设。如今的蒲河，已经是“水连、路通、岸绿、河清、景美、宜居”（图 5）。

污染治理是河流生态治理的首要



图 5 蒲河沈北新区春晓湖

问题，蒲河污染治理采用的主要措施有：取缔直排河道的排污口；对沿线污染企业进行治理，要求污水达标排放；在流域内建设并正常运行污水处理厂及污水收集管网；河口建设深度处理污水的人工湿地等。蒲河沿线陆续建成并投入运行了道义一期、南小河、兴隆堡等 17 座污水处理厂，污水处理厂的建成运行，使蒲河流域污水处理率基本达到 100%。为彻底解决蒲河污染源问题，对蒲河沿线污染源采取关停、搬迁入园、限期治理等措施予以整治，先后关停了 56 家严重污染企业，完成了 80 家污染企业的限期治理工作。为全面解决蒲河沿线村屯的面源污染问题，对沿线 43 个村屯的环境进行了综合整治，建成 5 个乡镇垃圾转运站，使直排蒲河的农村面源污水得到了较高等度的处理。对畜禽养殖企业实施限期治理，实现畜禽粪便和污水的零排放。为彻底解决蒲河水质污染问题，还分别对黄泥河、南小河、九龙河及小浑河等 4 条蒲河的主要支流进行了整治，主要对支流河道进行清淤，并采取农村环境连片整治、建设农村分散式污水处理设施、强化污染源监管等综合措施，改善了蒲河支流水质，也间接提升了蒲河水体质量。

对于河流整治的总体思路是：要在保障防洪安全的前提下，兼顾生态保护的理念。河道非汛期一般流量较小，昔日蒲河枯水期曾多次出现季节性断流。为满足河道生态景观效果，蒲河共新建改建拦蓄水建筑物 32 座，通过河道疏浚拓宽，并对部分冲刷严重的河道和穿村屯的河道进行砌石护岸或者生态护岸，使河道形成了常年连续水面，改善生态环境，提高区域水环境，营造河道景观化。为保障蒲河枯水期的生态用水量，还采取了连通浑河—蒲河、辽河—蒲河的方式，分别从浑河和辽河向蒲河进行生态补水，这样不仅改善了蒲河水质，同时避免了蒲河枯水期河水断流的现象。

蒲河沈北新区段原为无堤段，河道宽度不足 20m，防洪标准不足 10 年一遇，

蒲河生态廊道建设中，沈北新区采取了拓宽河道的方式，河道按照原有河势，开挖至平均 80m 宽度左右，提高了河道的行洪能力，使河道的防洪标准达到了 50 年一遇；河道开挖出来的土方用于堤防微地形和河道岛屿填筑；河岸边坡在土方开挖过程中放缓至 1: 6 以上，使水位变化区蒲草等水生植物更加适宜种植。于洪区在近年的蒲河整治中也采用此种方式，将原有堤防边坡放缓至 1: 10 左右，这样处理的堤防既满足防洪要求，又不让人有生硬的阻隔感。沈北新区和于洪区的河道整治方式，明显增强了河道的生态化效果，可视为一种新的治河理念。

蒲河生态廊道绿化工作按照“农村生态化、城镇景观化”的方式，城市段全线结合城市防洪并按照景观化进行建设，在具备条件处修建了拦河闸坝、休闲活动广场及亲水平台等，在滩地内布设灌木穿带，沿河段形成人工湖景观水面，种植水生植物，达到改善水质的目的；农村段全线主要是河道的风沙治理，对护堤林的建设加强建设和管理，在不影响行洪的前提下，栽植一些杨柳榆槐等本地树种，恢复河道生态系统的规律性，建立生态系统，形成良好的循环系

统状态。建设了 33 个景观绿化节点、河流两侧 500m 范围内建设了 65 个村庄、景观路、堤防外侧及两堤间滩地的绿化工程。绿化面积达 13.1 万亩，新增绿化面积 10.3 万亩，种植树木 8439.26 万株。新民市、辽中县与棋盘山开发区两岸以自然生态绿化为主，于洪区和沈北新区按城区标准进行景观化建设，绿带连绵，数百种乔灌木和湿地植物汇聚。如今，蒲河两岸绿带连绵，数十种乔灌木和湿地植物汇聚，蒲河生态廊道已成为北方植物王国和绿色科普长廊（图 6）。

蒲河生态廊道按照“一河、三湖、多湿地”的规划布局，由沿线各区、县（市）结合本地实际，规划和建设了一批各具特色的景观环境节点挖掘了蒲河历史文化和生态文化，蒲河生态廊道建设沿袭永安桥、大御路的历史古迹，新建了七星湖、锡伯族西迁广场、蒲河文化广场、满族广场等一批文化广场，与蒲草文化、沈阳故宫皇城文化有机结合，拓展了沈阳清前期文化的容量，丰富了蒲河文化内涵，提升了蒲河文化品位。兴建了军民桥节点、纪念林广场、锡伯族广场、蒲河文化广场、平湖望月节点、石油文化博览园、新蒲岛公园、珍珠湖湿地体验休闲公园、近海绿洲广场等一一展



图 6 沈北新区蒲河湿地



图 7 蒲河于洪段



图 8 蒲河新民滩地公园



图 9 新民蒲河乌牛闸湿地



图 10 辽中蒲河湿地公园



图 11 辽中蒲河湿地公园夜景



图 12 沈北蒲河



图 13 蒲河水鸟及水生植物



露世人面前，沈北新区、辽中县还新开通了蒲河游船项目。这些文化景观的建设，与蒲草文化、沈阳故宫皇城文化有机结合，拓展了沈阳清前期文化的容量，丰富了蒲河文化内涵，提升了蒲河文化品位（图 7- 图 13）。

交通工程方面，完成了蒲河左岸景观路及其连接线、左岸景观路延长线、珍珠湖南连接线、环珍珠湖路共 135.6km 道路建设。一条贯通蒲河全线 187.5km 的路网体系已经形成。新建、改建桥梁 18 座。设置道路交通标志 300 处。

经验与体会：河流生态治理要多部门联合编制综合性规划，对河流进行生态治理时，首先要对河流进行定位，根据河流流经地区 10 年~20 年的发展规

划确定治河理念，按照“农村生态化、城镇景观化”的理念进行治理。并且，治理工作不能单独靠水利部门来完成，要使河流水质达标，首先要治污，对排入河道的污水进行先期治理是环保部门的职责所在，环保部门必须先要完成流域污水治理规划方案；生态治理涉及确定土地属性，及治理后土地如何使用的问题，要征求国土规划部门和农业部门的意见。在满足防洪的要求下，生态治理最重要的是要进行景观建设，进行总体规划是必不可少的。可见，河流生态治理首先要完成多部门联合的治理规划，规划编制质量的高低，将直接决定最终生态治理效果如何。

河流生态治理要多部门统一组织实施，河流生态治理涉及部门较多，应成

立领导机构统一组织实施，工程建设完成后，要建立统一的运行管理机构，巩固建设成果。蒲河生态廊道建设成立了市政府领导小组，统一组织、领导蒲河生态廊道建设的规划建设管理工作，由主管农业的副市长任组长，市发改委、财政局、规划局、建委、交通局、农委、水务局）、林业局、环保局以及棋盘山风景区管委会、沈北新区政府、于洪区政府、新民市政府、辽中区政府的相关领导为成员。办公室设在市水利局，市直各部门及相关区、县（市）政府主管领导为办公室成员。市直各部门、各区县（市）政府也建立相应的领导机构和办事部门。从实践看，这些机构在工程建设管理过程中发挥了巨大的作用，保障了河流生态治理的顺利进行。

沈阳市河流 “三区三线” 划定工作探究

赵冠群 / 访谈

赵冠群
沈阳市水务局河库管理处处长

编者：请您谈谈对“三区三线”工作的理解。

“三区三线”是根据城镇空间、农业空间、生态空间三种类型，分别对应划定的城镇开发边界、永久基本农田保护红线、生态保护红线三条控制线。“三区”突出主导功能的划分，“三线”侧重边界的刚性管控。

“三区三线”是国土空间规划的核心要义，是维护粮食安全的重要底线，是作为调整经济结构、规划产业发展、推进城镇化不可逾越的红线。是社会经济发展的基础。习近平总书记多次强调，耕地是粮食生产的命根子，是中华民族永续发展的根基。18 亿亩耕地红线，就是关系国家命脉的安全线。科学划定“三区三线”是党中央、国务院作出的重大决策部署，事关国家粮食安全和生态安全，事关长远发展、高质量发展。

目前，城镇开发边界由规划和国土部门共同划定，是合理引导城镇、工业园区发展，有效保护耕地与生态环境，基于地形条件、自然生态、环境容量等

因素，划定的一条或多条闭合边界，包括现有建成区和未来建设预留空间。永久基本农田保护红线由国土部门划定，指按照一定时期人口和社会经济发展对农产品的需求，依法确定的不得占用、不得开发、需要永久性保护的耕地空间边界。生态保护红线由环保部门划定，是在生态空间范围内具有特殊重要生态功能、必须强制性严格保护的区域，是保障和维护国家生态安全的底线和生命线。

“三线”由三个部门各自划定，空间重叠不可避免，从自然资源统一管控的角度，由自然资源部门统一划定成为必然。

“三区”的城镇空间指以城镇居民生产生活为主体功能的国土空间，包括城镇建设空间和工矿建设空间，以及部分乡级政府驻地的开发建设空间。农业空间指以农业生产和农村居民生活为主体功能，承担农产品生产和农村生活功能的国土空间，主要包括永久基本农田、一般农田等农业生产用地以及村庄等农



法库县

村生活用地。生态空间指具有自然属性、以提供生态服务或生态产品为主体功能的国土空间，包括森林、草原、湿地、河流、湖泊、滩涂、荒地、荒漠等。

编者：请您谈谈沈阳市水务局“三区三线”划定工作进展情况。

5 月 17 日，辽宁省水利厅印发了《辽宁省河湖水库管理范围内耕地和永久基本农田划定工作实施方案的通知》，通知中指出：“为贯彻落实国务院和省政府“三区三线”划定工作会议精神，按照省级“三区三线”划定工作专班要求，切实做好全省河道、湖泊、水库管理范围内耕地和永久基本农田划定工作，辽宁省水利厅制定了河湖水库管理范围内耕地和永久基本农田划定工作实施方案。”

5 月 19 日，沈阳市水务局印发了《沈

阳市水务局“三区三线”划定工作方案》的通知。根据辽宁省和沈阳市“三区三线”划定工作方案，成立沈阳市水务局“三区三线”划定工作专班，并制定了《沈阳市水务局“三区三线”划定工作方案》。

目前，沈阳市水务局“三区三线”划定工作已经全部完成。

编者：沈阳市水务局“三区三线”划定工作的具体内容和原则都有哪些？

沈阳市水务局“三区三线”划定的工作内容主要有：

第一：提供全市范围内涉及空间需求的、已纳入和拟纳入省级以上立项的重大水利基础设施项目清单，与“三区三线”划定成果进行衔接，并提供相关举证材料和具体空间范围。

第二：提供全市流域面积 50 平方公里以上河流“主河槽”“高水位线”“3

年一遇洪水位线”“河道封育”等具体空间范围，并提供相关举证材料。

第三：提供全市湖泊（常年水面面积 1 平方公里以上）划界线和水库（省管水库除外）“水库征地线”具体空间范围，并提供相关举证材料。

第四：协助自然资源部门完善国土空间规划“一张图”，确保空间唯一性。协助市自然资源局将专项规划重大项目的布局、规模和时序以及市县“三区三线”划定成果逐级汇交到全国国土空间规划“一张图”，确保三条控制线不交叉、不重叠、不冲突，实现“数、线、图”一致。

在具体的实施过程中，沈阳市共计 92 条河流完成了划线工作。

沈阳市水务局“三区三线”划定的基本原则是分为按照河流有无堤防划分

为两种情况，

第一种情况：有堤防工程的河流（河段），两堤之间有耕地的河道，根据水面线计算成果或多年实际经验，当3年一遇洪水全部淹没至两岸堤脚时，依据河湖管理范围划定成果，提供两岸堤防迎水侧堤脚线矢量数据，建议河道内的现有耕地均不作为耕地保护目标。

两堤之间有耕地的河道，根据水面线计算成果或多年实际经验，当3年一遇洪水部分淹没河滩地时，通过地形图测量成果，提供3年一遇洪水淹没线矢量数据，建议3年一遇洪水淹没范围内的现有耕地不作为耕地保护目标。

两堤之间有耕地的河道，根据水面线计算成果或多年实际经验，当3年一遇洪水不出河槽时，建议河道内的现有耕地可以作为耕地保护目标，并提供现状岸坎线矢量数据。

第二种情况：无堤防的河流（河段），主河槽两侧有耕地的河流，当3年一遇洪水已经漫滩时，提供3年一遇淹没线矢量数据，建议3年一遇洪水淹没范围内的耕地不作为耕地保护目标。

主河槽两侧有耕地的河流，当3年一遇洪水不出槽时，建议河道内的现有耕地可以作为耕地保护目标，并提供现状岸坎线矢量数据。

编者：水务局“三区三线”划定的技术方法有哪些？

根据省、市贯彻国务院三区三线工作部署，水务局配合自然资源部门，切实做好全市河道、湖泊、水库管理范围

内耕地和永久基本农田划定工作，确保空间唯一性。

具体技术方法及工作步骤：

1. 收集或实测河道横断面资料，河道横断面间距尽量控制在1-3倍河宽范围内，断面数据要求2000国家大地坐标系（CGCS2000），高程系统采用1985国家高程基准；

2. 划分计算过流范围，本次计算要在考虑清除全部套堤（民堤）的前提下进行，因为在横断面上顺水流方向套堤阻水并不严重，为了简化处理，可以不修改地形点，仅把计算边界卡在两侧国堤上即可；无堤段计算边界为河流两侧山脚、高地或采用河道管理范围边界；

3. 划分滩、槽界限,后续需要根据滩、槽情况分别赋糙率值；

4. 根据水库调节、支流入汇、流域面积变化等情况,将河流分成若干河段，计算不同河段3年一遇洪峰流量；

5. 根据河道规模、形态、河床质组成、河道及滩地植被情况等，参考水文站或已有设计成果，分别选定主槽和滩地糙率；

6. 考虑潮位影响、干流回水影响、水库（闸坝）蓄水等影响，合理选择起点水位；推算3年一遇水位，并进行合理性分析，形成3年一遇水位成果表；

7. 在平面图上，形成闭合3年一遇水位线图，生成矢量数据。

3. 划分滩、槽界限,后续需要根据滩、槽情况分别赋糙率值；

4. 根据水库调节、支流入汇、流域面积变化等情况,将河流分成若干河段，计算不同河段3年一遇洪峰流量；

5. 根据河道规模、形态、河床质组成、河道及滩地植被情况等，参考水文站或已有设计成果，分别选定主槽和滩地糙率；

6. 考虑潮位影响、干流回水影响、水库（闸坝）蓄水等影响，合理选择起点水位；推算3年一遇水位，并进行合理性分析，形成3年一遇水位成果表；

7. 在平面图上，形成闭合3年一遇水位线图，生成矢量数据。

6. 考虑潮位影响、干流回水影响、水库（闸坝）蓄水等影响，合理选择起点水位；推算3年一遇水位，并进行合理性分析，形成3年一遇水位成果表；

7. 在平面图上，形成闭合3年一遇水位线图，生成矢量数据。

编者：水务局“三区三线”划定主要依据3年一遇的洪水范围线，请问3年一遇的洪水标准是如何确定

的，有什么重要意义呢？

按照自然资源部《关于在全国开展“三区三线”划定的函》自然资函[2022]47号文件，河湖范围内“二调”、“三调”均为耕地，但符合《全国“三区三线”划定规则》中淹没频次较高的耕地，可不纳入耕地保护目标。

根据《辽宁省河湖水库管理范围内耕地和永久基本农田划定工作实施方案的通知》的附件，本次划定的洪水频率为3年一遇。

在这个洪水频率的选取上，我个人观点是：如果这个洪水频率过高，淹没范围小，河道行洪范围内农田过多，会造成生态空间与农业空间重叠较多，永久基本农田保护红线与生态保护红线交叉较多，增加“三线”重叠矛盾，对农田保护不利。如果采用的洪水频率过低，按照水利相关规范标准，农村河道10-20年防洪标准，城市河道20-50年防洪标准，现有的河道内农田基本都不能纳入耕地保护目标，这对于国家的耕地保护目标会造成较大影响和损失。因此，我个人认为，3年的洪水标准比较符合目前沈阳地区的实际情况。既能保证一定的耕地数量，又能兼顾河道的行洪能力，在生态空间和农业空间之间找到比较合适的平衡点，兼顾了河道的基本功能，又保证了农田保护的目标，体现了河流治理的综合性，不仅仅是传统水利的行洪功能，也要保证土地整理的功能性。

“城市双修”背景下沈阳浑北环城水系综合整治规划研究

王阳 宫远山 王玲 李铁鹏 / 沈阳市规划设计研究院有限公司

摘要 我国进入了城市化发展的中后期阶段，城市发展模式实现由增量到存量转变，在此背景下住建部提出“城市双修”的概念，其本质是将城市看作一个复杂的生态系统；“城市修补”采用更新与补充的方式完善公共设施、城市空间环境等，“生态修复”旨在通过修复的手段来提升城市生态环境。本次规划以“城市双修”为基本理念，重点梳理和认识沈阳城市滨水空间价值，在挖掘空间特色的基础上，提出“打造沈阳高品质滨水生活新空间”的战略构想，遵循多层次、分片区、有重点的设计思路，制定“宏观多元统筹——中观精细管控——微观精品示范”三大层面技术框架。

一、规划背景

沈阳依水而建、因水而盛，水系建设与各时期城市发展建设密不可分，浑北主城环城水系作为沈阳老城区生态环境幽美、景观资源密集、文化要素丰富、服务功能集聚、产业经济多元的都市滨水区，现已成为市民休闲娱乐的最佳场所、城市景观形象的最美展现、文化特色底蕴的最好彰显。为深入贯彻十九大新精神，让生态文明成果更多惠及沈城居民，满足沈阳市民日益增长的美好生活需求，特开展本次规划研究，全力打造活力集聚的宜居、宜学、宜业、宜游的高品质复合型滨水魅力空间，提升居民生活幸福指数。

“环城水系规划”是完善生态格局，深化沈阳振兴战略的重大举措。环城水系是沈阳中心城区重要的景观廊道，通过从完善生态修复、加强水体整治、提升景观品质等方面建设，以增强生态廊道的保育功能，逐步落实《沈阳振兴发展战略规划》提出控制“三环、三带、四楔”生态廊道的控制要求，构建全域

生态网络，打造绿色生态城市，推进生态文明建设。

“环城水系规划”是提升城市形象，建设美丽宜居沈阳的战略抓手。环城水系承载着城市休闲游憩、景观美化、生态宜居等功能。通过其建设提升将全面满足市民临水亲水、休闲娱乐的迫切需求，极大地改善城乡人居环境，进一步提升沈阳城市形象，彰显盛京古城独特魅力。

“环城水系规划”是提倡公众参与，推动共同缔造建设的率先尝试。在全市大力推进城市双修工作、加速海绵城市建设大背景下，通过社会新闻媒体及现场踏勘等形式发放大量调研问卷真实获取市民意愿，做到政府、设计师、市民等多方主体有机融合，有效转换水系治理模式，促进城市滨水区活力再现。

规划为进一步深化《沈阳振兴发展战略规划》的城市空间优化战略，践行城市双修工作，探寻“以总体统筹为前提、以生态安全为准则、以多目标共赢为核心、以法定规划为实施保障”的河

湖水系管控体系，深入挖掘涉水文化底蕴，强化滨水功能互动，塑造特色景观风貌，满足市民亲水需求，特展开本次规划研究。

二、现状情况

浑北主城环城水系位于城区中心，由南运河（14.5公里）、新开河（30.5公里）、卫工明渠－细河（7.5公里－9公里）组成,流经于洪、皇姑、大东、浑南、沈河、和平、铁西七区，全长61.5公里，也称百里运河。水系东起浑河鸟岛、分别于龙王庙和谟家堡汇入浑河（图1）。



图1 沈阳浑北环城水系基本情况

历史上，南运河、新开河、卫工明渠均为人工开凿的河渠，有效解决农田灌溉和城市地区排涝治污等问题。历经几十年的建设改造，环城水系景观建设成效显著，现已成为沈阳市中心城区重要的景观生态廊道和市民休闲娱乐的主要场所。

沿线共有 15 处城市公园、43 处小型游园及带状绿地组成，整体上呈现“珠链式”结构,总面积约为 13.3 平方公里。沿线分布大量的历史文物建筑、工业遗产等人文、景观资源。其中已评定级别和挂牌的历史文化资源共 15 处，盛京八景原址 4 处、盛京十六景 4 处。

环城水系作为老城区内部城市内河，与浑河（生态景观廊道、假日休闲活动场所、空间尺度较大）相较，空间尺度较小，贴近城市生活，主要为周边市民服务，是沈阳市民休闲娱乐、日常锻炼的重要空间载体。但随着城市快速发展，在水体、景观、功能、设施、特色等方面还需进一步提升和完善。

三、规划策略

1. 以“城市双修”理念统领区域发展

重点从“生态修复、功能修补”两个方面入手，强调城市生态和功能缺失

弥补的重要性，寻求城市与自然二者之间的开发平衡点，提升城市各方面的综合效益。通过水体、绿化、景观、旅游等十大功能要素及空间形态、风貌引导两大形态要素统筹整合沿线各类资源，构建涉水网络格局，回应城市发展的品质需求和特色期待，引领沈阳从综合型规模化城市向品质型特色化城市转型。

2. 以“按需定制”方式分区分类管控

以问题、目标与需求三重导向为依据，在功能完善的基础上强化“特色”引导，采用精明化、特色化、具体化的空间设计原则，分区分段分类别地实施差异化管控手段，实现以“沿河与腹地协同的水绿产城融合、多元与本土并重的魅力人文关怀”的老城区更新改造。

3. 以“两增一减”思维优化功能构成

聚焦市民美好生活需求，通过“适量减少不适宜功能”策略梳理出再开发的机遇空间，用以实现逐步“增加公共空间”和“增加公共服务设施”策略的空间落地，盘活存量、做优增量，注重服务品质内涵发展和空间规模弹性适应，进而推进滨水功能优化调整，建设高品质人居环境。

4. 以“传承风貌”视角再现城市记忆

采取挖掘历史文化特色、留存城市基本格局、振兴特色产业发展、注重北国大地景观等手段，构建滨水区人文景观格局，塑造主题型特色风貌区，策划地域特色活动，打造观光体验路线，培育“文化+”与“冰雪+”的特色文化经济，营造四季各异的滨水大地景观风貌，彰显北国风光盛京风韵。

四、规划实践

本次规划以“露水、增绿、美路、聚气、展特色”五大行动计划为指引，积极发挥水脉辐射带动作用，打造“城园互动、城旅融合、城水相依”的产城景一体化品质之都。在规划内容方面，遵循多层次、分片区、有重点的设计思路，以实现“六水合一”多目标的“共创共赢”为主旨，制定“宏观多元统筹—中观精细管控—微观精品示范”三大层面技术框架（图 2）。

1. 总体多元统筹层面
- （1）建立统筹协调机制
- 城市各级各类涉水规划分别由水利、环保、规划、国土、市政园林等不同职能部门管理，这使得水系规划各目标之

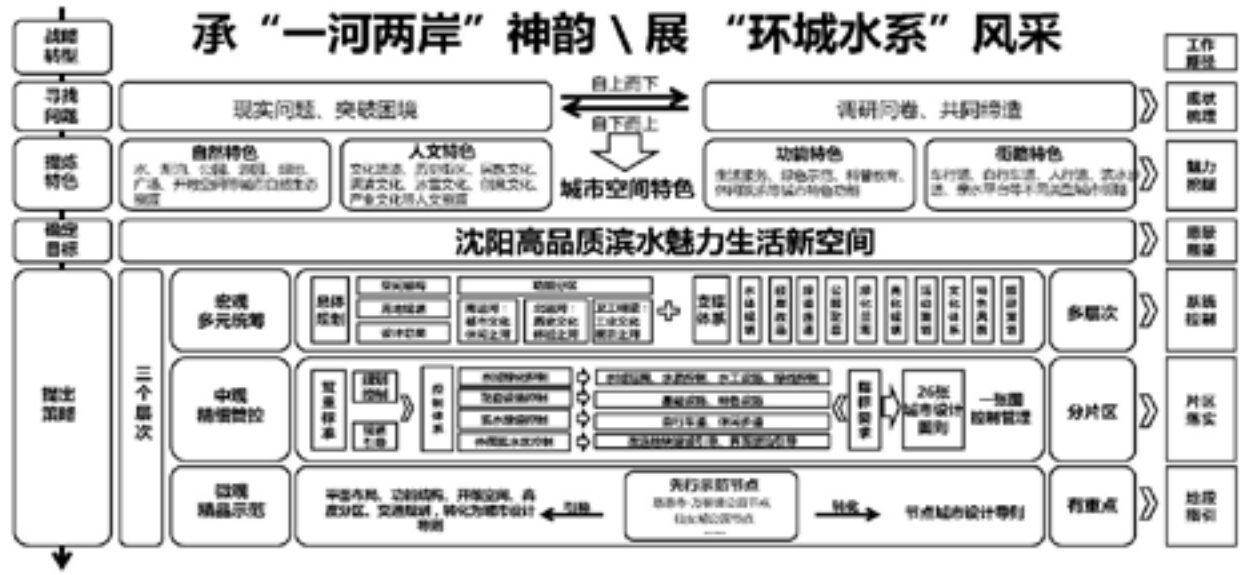


图 2 规划技术路线图



图 3 沈阳浑北环城水系规划结构图



图 4 沈阳浑北环城水系总体框架示意图

间的相互衔接和协调性较弱，难以实现整体最优化。基于此，浑北主城环城水系将探索建立一个统筹协调机制，以协调多部门利益与多学科内容，即由规划局牵头统筹编制规划方案，在做好水利防洪规划与水环境整治的同时，将休闲设施、旅游资源以及河道景观和绿化景观等内容纳入景观规划方案，调整水系沿线的土地功能，策划一系列滨水开发项目，以达到环境效益、社会效益和经济效益的和谐统一。同时要求市发展和改革委员会、财政局及各区政府全力配合，让水利局、环保局、市政园林局和林业局参与规划编制的全过程。通过政府各部门的通力合作，共同解决问题，

使水系规划的实施获得了多方的认可与支持。

- （2）梳理水脉大系统
- 以优化城市空间发展格局，实现城市整体效益最优化为原则，立足城市总体空间层面，梳理水脉大系统，处理好水系与城市各系统的关系，提出“一环三带”的总体格局，其中南运河打造为都市文化休闲之河，新开河打造为历史文化体验之河，卫工明渠—细河打造为工业文化展示之河（图 3）。

- （3）强化水与城的联接
- 城市水系是城市肌体中不可分割的部分，规划突出“人、文、绿、网”的总体框架，将水系脉络与“旅游，文化，

绿化，交通”四大体系相互衔接，打造功能复合型网络，以环城水系为纽带，以水串城，整合沿线各类资源，并通过空间形态与风貌引导，构筑“人水共生、景城共建、家园共享”的城市水系新景观，从而引领沈阳各城市功能板块协调发展，最终构建盛京特色的都市人文绿洲（图 4）。

- （4）构建涉水专项规划
- “水生态”专项规划
- 在水源补给方面,主要以浑河为主，污水处理厂的达标中水作为补充，每年从浑河引水和中水补水共约 1.57 亿立方米，每年换水次数约为 19 次。在截污工程方面，沿南运河、新开河、卫工明渠



图5 沈阳浑北环城水系引水工程规划图

及满堂河建设截流干管及末端提升泵站，消除污水直排。规划截流干管总长40公里。在雨污分流方面，对南运河、新开河、卫工明渠等排水系统进行分流改造，改造面积200平方公里。在清淤疏浚方面，采用人工与机械相结合的方式清淤运河体系，疏浚河道，清理淤泥约55万立方米（图5）。

“水景观”专项规划

在景观绿化方面，以改善林相、展现风貌；生态优先、北方特色；尊重地貌、和谐共生区为目标，按照植物特色进行划分，形成“三核、十二心、一环路”的绿化景观结构，打造由河岸向腹地形成“疏林—组团—密林”的植物层次，结合沿线不同功能区段形成独具四季植物品相变化的点、线、面状涉水景观。

在夜景亮化方面，以突出功能照明、展现绿化层次、塑造滨水特色、打造标志景观为原则，有机结合沿线公共建筑，按照沿线功能风貌，充分展现环城水系的生态滨水休闲特色，规划形成“一环、两岸、三路、二十四桥、十二节点”的亮化结构，打造夜间标志景观点（图6）。



图6 沈阳浑北环城水系绿化景观结构图



图7 沈阳浑北环城水系旅游节点图

“水文化”专项规划

在旅游体系方面，满足各类人群的休闲旅游活动需求，规划将“环城水系”作为城市发展轴，高起点、高标准地建设集中体现沈阳历史文化、都市风貌和山水景观特色的旅游服务带，构建沈阳中心城区旅游发展新格局。

在活动策划方面，以市民需求为中心，按照“月月有活动、四季各不同”的原则，共策划8大类常态化活动，形成43处活动节点，使运河沿线办一次活动留一处场地，享一次畅爽还一片笑声（图7）。

“水环境”专项规划——设施建设

在公服设施配置方面，以绿道为载体构建三级公共设施服务体系，即8个综合服务点，18个（含2个新增）一般服务点，以及带状绿地基础服务设施。

综合型设施点：重点结合现状城市公园，以及公共交通站点、文化资源等地布置商业、休憩、基础服务、管理等多样化功能的服务设施点，约平均5公里设置一处。

一般型设施点：重点结合现状游园，以及公共交通站点、慢行步道布置，平均约1-2公里设置一处。

带状服务空间：主要结合规划绿道设置满足基本需求的服务设施，如座椅、垃圾桶、公厕、路灯等设施（图8）。



图8 沈阳浑北环城水系服务点示意图

“水交通”专项规划

以强化连续性、保证封闭性、体现系统性、保证可操作性为原则，全线形成1条连续的自行车道和2条健康步道。通过在交叉口设置专用相位、在路段设置行人专用信号、重要节点设置立体过街等保障慢行交通路权。结合自行车道及健康步道，新建7座步行桥。建立环城水系慢道统一的标识系统，新建及改造路面采用彩色沥青铺装，形成整体的景观效果。

“水经济”专项规划

繁荣水岸经济，彰显文化魅力。针对水系沿线历史人文资源利用不足的问题，借鉴秦淮河案例，结合两岸历史文化资源，参照舍利塔文化板块的实施建设模式，共形成十大滨河文化风貌版块，展示文化魅力、增加水岸互动，提升滨水区价值。

2. 中观精细管控层面

水系规划最终以水系控制性规划的形式落实到法定规划层面。水系控制性规划综合水利工程、水环境综合整治及景观规划的成果，对水岸沿线用地规划

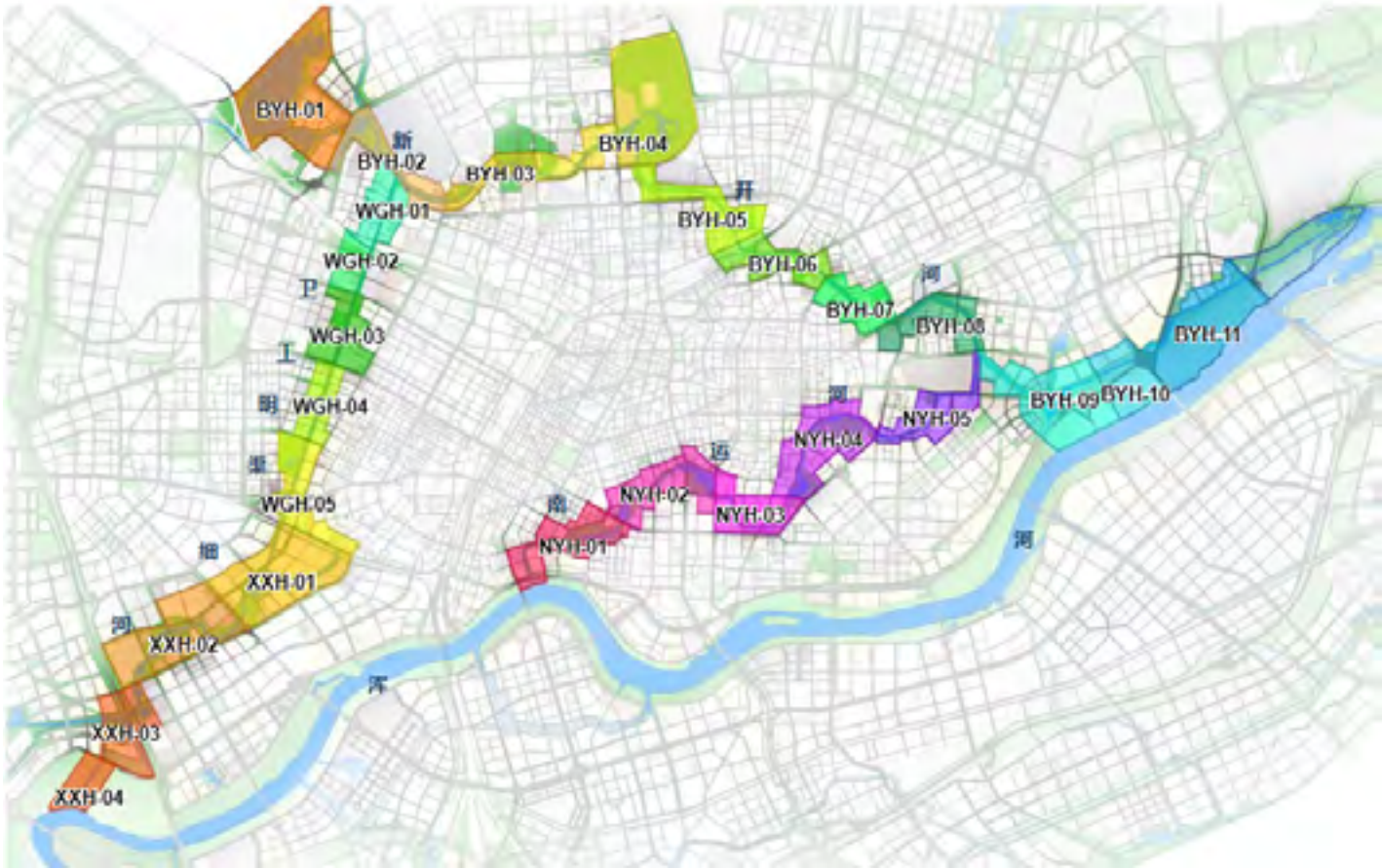


图 9 沈阳浑北环城水系分段图

进行整理，通过对城市水系的整治，提升周边土地利用价值，发挥城市“水经济”的作用。水系控制性规划的核心内容包括对水岸沿线用地功能进行合理配置；划定水域控制线和滨水绿化控制线；明确水体和岸线功能区划；对滨水区提出景观控制引导要求；确定防洪排涝目标，提出竖向规划与水利设施布局；提炼流域污染整治与河道生态建设要求等。以法定规划的形式落实水系规划的内容，目的是为水系相关规划的管理和实施提供法定性的依据。沈阳市流域水系控制性规划在规划范围的划定、控制线的划定及控制方面做了有益的探索。

本次规划结合环城水系功能结构、区位特征、滨水业态等因素，将整个水系划分为 26 个区段，其中南运河 5 段，新开河 12 段，卫工明渠 5 段，细河 4 段。

借鉴相关案例，秉承突出水系特色风貌、提升两岸城市环境品质的目的，探索性地对城市滨水功能区提出“管控图则”进行整体视角下的规划管理。同时确立控制与引导双重标准，形成“2+4”的控制体系，明确 6 项控制性指标和 9 项引导性要求，将总体规划与专项规划内容落实，以有效保障水系规划的实施与管控（图 9、图 10）。

3. 微观精品示范层面

结合环城水系周边规划情况及与沿线各区县对接，统计确定可改地块数量共为 35 块，可改地块总面积为 84.3 公顷。其中拆除违建和影响环境的建筑，退还绿地的地块共有 7 块，总面积为 23.63 公顷；地块更新开发的共有 28 块，总面积为 50.67 公顷。本次规划依照河流滨水空间特色，在现状可改地块以及周边

风貌特色资源的基础上，重点打造 3 个节点，重点从平面布局、功能结构、开敞空间、高度分区、交通规划等方面编制城市设计方案，并转化为城市设计导则，有效指导节点实施建设（图 11）。

五、结语

随着我国经济的快速发展和城市化的快速推进，城市水系的管控与建设以及滨水经济的开发与利用等逐渐受到重视。沈阳市在创建国家绿色生态城市的指导下，率先以浑北环城水系为例，从城市总体发展、城市生态安全格局构建和水系整体协调的宏观层面出发，构建整体的水系规划框架；在建立统筹协调机制、强化水与城联接的基础上，梳理景观、绿化、设施、水工等各专项规划内容；以水系控制性规划为依据，将相关内容落实到法定规划层面，为规划的

管理和实施提供保障。该规划是基于宏中微观的系统统筹管控，通过多部门的统筹协调、多学科的交叉融合、多目标的“共创共赢”，力求实现水系整体效益的最大化。

浑北环城水系的美学价值、生态价值、人文价值、经济价值和生活价值等均得到了极大提升。有效指导水体截污清淤、慢道、绿化、景观、驳岸、夜景亮化、综合管廊、配套设施等项目建设以及旅

游、活动策划等，直接推动其成为市民休闲娱乐的最佳场所、滨水经济的繁荣之地。



图 10 沈阳浑北环城水系分段通则图



图 11 沈阳浑北环城水系重要节点城市设计图

北方城市历史水系的保护和利用研究——以沈阳市卫工明渠为例

史伟男 / 沈阳市规划设计研究院有限公司

摘要 20 世纪 90 年代以来，城市水系的空间保护和利用问题引起了国内外城市的广泛关注。目前，我国许多大中型城市将其市区范围的水系作为城市空间整治的重点对象。本文以城市建成区范围内水系网络为研究基础，针对北方城市水系问题，进行分析，提出城市水系空间的保护与利用的对策。

城市水系不仅发挥重要的的基础作用，还是重要的景观和生态元素，而且城市水系还承载了城市的历史文化。通过研究北方城市水系历史及自然变迁， 总结归纳出我国北方城市水系的典型问题：1. 北方城市水系水资源问题；2. 北方城市水系历史保护问题；3. 北方城市水系与城市交通布局问题；4. 北方城市水系绿色开放空间问题；5. 北方城市水系沿线用地问题。

本文采用交叉科学的视角，研究国内外目前的相关理论与实践，对其中的规律加以总结。并分析了城市规划、环境工程科学、水利工程、城市交通、城市生态、城市绿化体系、土地利用和规划管理等因素围绕城市水系发挥的作用及相互关系，得出北方城市水系保护与利用的观点：1. 水资源和水空间的联合；2. 保护与利用相结合；3. 生态设计模式；4. 多目标规划结合。

最后以沈阳市铁西区卫工明渠水系保护与利用为例，从学科综合的角度出发，立足现状，提出可行的保护与利用建议，希望为北方城市水系的保护与利用提供有效的帮助。

一、引言

1. 背景

20 世纪 90 年代以来，我国许多城市市区范围内的水系成为城市建设的热点问题。作为城市整治的重点对象，城市水系的保护、规划和利用日益受到社会各界的关注，其目标是要创造优美宜人的生活环境和具有历史文化氛围的特色城市空间。城市水系的改造内容已经不仅包括水污染治理，在美化城市环境，突出城市特色，提升城市价值，营造宜人环境，保护历史脉络等方面，逐渐展开实践。其涉及范围有城市基础设施改造、城市交通布局改造、城市绿化用地规划、城市公共空间及开放空间营造、城市土地结构调整、城市历史文化保护等方面，这将对城市生活和城市空间产生深远影响。

2. 目的与意义

本文的研究以中国北方城市水系的保护和利用存在的问题为出发点，研究重点集中在水系空间的保护和利用方面，同时注重水资源保护和利用领域的相关性研究，最后以沈阳城市卫工明渠水系的保护与利用作为案例研究。希望通过研究、总结城市水系在保护和利用方面的经验，为我国北方城市水系的保护与利用提供基本操作原则和研究方法。

二、城市水系的变迁与北方城市水系现状

1. 城市水系的演变

自改革开放以来，城市面积迅速增大，城市形态发生了深刻的变化。城市逐渐将其范围内的复杂的自然环境，如树林，溪流和土地等替换为人工生态景观，城市中的水体正在从自然属性为主

向人工属性为主演化。

2. 中国北方城市水系的现状及问题

（1）北方城市水资源现状

水资源总量有限、时空分布不均、洪涝与干旱长期威胁着城市、水圈生态平衡受到威胁、水资源污染严重。

（2）北方城市水系与历史保护问题

城市水系作为城市重要的历史文化资源，见证了城市历史的变迁和发展，其本身就是重要的历史文化保护对象。目前，国内从历史文化保护角度对城市水系进行保护的城市有北京、西安等城市。

（3）北方城市水系与绿色开放空间问题

城市水系是城市重要的生态空间廊道和带状公共空间。一方面由于气候原因，北方城市本身缺乏较大面积的绿地

覆盖，另外由于城市化的加剧，北方城市用地强度大。自然生态的绿色开放空间在北方城市尤为缺失。城市水系以其开畅性和低密度的城市空间，提供给市民接触自然的良好城市空间。

（4）北方城市水系与城市交通布局问题

由于城市密度逐渐提高，道路交通用地的需求也逐渐升高。城市水系空间和城市交通空间都属于线性带状空间，空间形态上具有相似性，在城市整体管理意识不强的时候，许多城市的道路和后建的高架桥呈现出沿河发展的现象。导致了城市交通建设过分地强调了工程性的交通问题，忽略了诸如生态、生活环境、宜人城市空间、步行交通等其它同等重要的城市问题。

（5）北方城市水系沿线用地改造问题

随着城市水系的水资源和水空间质量的改善，城市水系周边的土地价值随着这一地区环境质量的提高而升值，这些升值的土地的产业结构将自动由市场进行置换。

三、城市水系的保护与管理

1. 城市水系的历史保护

城市水系是中国城市文化的宝贵遗产。城市水系作为城市的基础设施，是重要的物质财富，是城市的血脉。城市水系能够创造出高质量的城市环境，进而形成城市的艺术风貌和文化特色。因此，保护城市水系在保持城市文脉和体现名城特色方面，都具有十分重要的意义。

2. 城市水系水源的选取

城市水系大部分为人工开凿，由于北方城市气候的特点，其数量的补充成为水系保护的一个重要课题，水系的水量补充大致分为一下几个方面：上游河流及水库的引流、雨水汇流收集、中水回用。

3. 城市水系的生态保护

以水为基础的城市生态系统对城市生存非常重要。城市水体的循环是自然界水循环的组成部分，城市水源来自更

大范围的生态环境。

4. 城市水系水体综合治理

（1）有机物的综合治理

城市污水治理采用尊重自然的城市生态发展观念，利用生态链条的互补关系，从多方面对于单一问题联合解决，则相对容易。

（2）生活污水处理

污水预处理和使用的问题可以通过将水体和所含的养分送回环境去解决。土壤中的微生物和化学成分能够过滤出污水的营养物质并由植物重新吸收。

（3）抑制地下水位下降

利用由自然生物和化学手段预处理的废水，浇灌土壤、植物和微生物构成的过滤系统，净化水体的养分可以重新补充城市园林土地的养料平衡。改善城市的生态环境，同时补充地下水资源。

（4）降水收集

在目前水价格进入国家宏观调控阶段以后，降水收集有望成为城市水资源潜在的经济收益。

5. 城市水系管理与经营

（1）集中管理权力

目前，我国城市水系的管理工作涉及多方政府部门。如园林、水利、城市规划、国土管理、环保、市政等诸多部门。在实际进行城市水系的保护和利用时，工作受到多方牵制。

（2）政策契机

一方面通过强制性划定城市的开放空间，另一方面通过法律的形式优先保障了城市公共利益，如生态安全，城市环境等问题。

（3）公众参与

城市水系的保护与利用必须在达到社会共识后方可顺利展开。而社会各界的积极参与和关注可使项目本身获得社会各个阶层和团体的广泛支持与配合，获得自身需要的信息，同时置身于一个相对完善的监督体系之中，能够得到及时纠错的可能。

（4）城市水价格调节

目前，我国各个城市逐步开始实施

水价格调整战略，以此促进城市水资源使用的经济性。水价是水资源管理的经济杠杆，对水资源的优化配置和节约用水起着十分重要的作用。

6. 小结

如何实现城市水系的复兴如提高现代城市的环境质量与生活质量从城市规划视角出发，我们应遵循这三个原则：水资源和水系空间的联合；保护与利用相结合；生态设计观。

四、城市水系的综合利用

1. 创造开敞空间与绿色空间体系

（1）城市开敞空间：城市的活力和宜人性很大一部分来自高质量的城市开敞空间。城市水系自身的空间特点使其具有城市开敞空间的巨大潜质。

（2）绿色水空间体系：城市水系空间具有线性特点，能够连通整个水系地区各种类型的城市绿化用地，共同形成网状或树状的绿色的空间体系网络。体系化的绿色空间将会发挥更加整合的效益，为城市创造良好的生态环境。

2. 公共空间

城市水系自古以来就作为城市重要的公共空间，向城市居民提供了生产生活的场所。城市水系除了景色秀美以外，水系的码头、桥梁等节点也是重要的物质流通和信息交换的场所。水系沿岸是城市居民使用频繁的城市空间。宜人的生活性的公共空间是城市活力的重要来源，公众也日益关注城市公共空间的营造。

3. 水系沿线土地利用

城市水系空间的复兴不仅可以改善城市的生态环境和生活环境，同时可以通过改造项目优化城市空间结构，推动水系周边土地的二次开发，在宏观层面还能够辐射整个城市地区，通过城市建设和土地利用调整促使城市产业经济结构的优化。

4. 城市交通空间整合

城市水系空间和城市交通空间在城市土地占有上存在竞争。但是二者都是为了实现城市的可持续的有效运转。所以

其矛盾性在更高层次能够统一。主要涉及三个方面内容:改善城市水系空间首先要改善城市交通空间;受到水系空间形态影响的道路交通效率;步行交通功能。

五、沈阳市卫工明渠水系空间的改造与综合利用

沈阳市地处辽宁省中北部，北依长白山麓，南有浑河贯穿城市市区。市区内历史水系众多，山环水抱。沈阳是东北地区最大的中心城市和全国重要的工业城市，随着社会经济的发展和市民生活水平的提高，对城市水系的功能也提出了更高的要求。

1. 卫工明渠历史追溯

卫工明渠位于沈阳市铁西区,属于沈阳城市水系一支。北起新开河~卫工

明渠进水闸南至揽军路，全长 7.2 公里，平均宽度约为 25 米。铁西区一直以来是沈阳重要的工业基地，遍布众多工厂，卫工明渠正是在日伪时期就形成的一条灌溉和排水兼用的渠道，由于地处工业区，主要收集两侧工业污水，工业污水污染严重，对卫工明渠及下游细河生态环境产生极大破坏。卫工明渠逐渐成为了名副其实的“臭水沟”。

进入 80 年代,我国进入改革开放初期,人民生活水平得到提高,对居住空间以及生活环境的要求使政府城市建设的工作重点放到“美化城市,美化环境”上来。基于当时的历史背景,于 1985 年对卫工明渠进行了改造,这次卫工明渠的改造主要包括:河道清淤、敷设

污水截留干管、引入水源。卫工明渠的改造成功的实现了清污分流，改善了水系生态环境，使其由过去城市外围的单纯灌溉、排水功能的灌渠逐渐演化成为城市内部最重要的生态绿环。

2. 新时期卫工明渠水系规划

随着近 30 年来沈阳市大规模的产业调整,传统工业逐步向外围转移,卫工明渠地区的城市功能面临着重大变化。《沈阳市环城水系规划》对卫工明渠水系沿岸地块的用地作用作出了更新与调整,确立了商业办公、居住、文化、休闲等作为该地区的主要城市功能,滨河绿化带建设也成为突出城市生活元素的一个重点(图 1)。

通过对北方城市历史水系问题的深



图 1 沈阳水系规划平面图



图 2 卫工明渠规划平面图



图 3 现状卫工明渠

入研究,根据现阶段用地规划,沈阳市进行了新一轮的环城水系规划。

(1) 水系水量的补充

按照规划形成后的水面面积要比现状水面面积扩大,如何能够保证水体有充足的水源,形成连续稳定的水面是规划必须解决的问题。考虑到沈阳作为北方城市,相对南方城市水源相对不足。因此,要从多方面研究水系水源的供给。卫工明渠水源补水渠道大致分为新开河过流补水、污水处理厂处理后的中水回用、地下水回补及雨季径流补水等四种渠道(图2)。

（2）建立内外水循环系统

利用工程技术贯通湖泊水系与涌渠水系,使浑河、新开河、卫工明渠、细河自然连接,形成动态的水系生态环境,既保证了生态链的连续性与多样性,又建立了完善的城市水系,使水系空间在空间轴上达到无限的延展。

（3）加强整治环城水系

排水体制建立：完善铁西区排水体制，增大卫工明渠两侧污水截留干管截污系数，加大管径。保证上游污水全部进入污水处理厂进行处理，避免污水对下游水系造成污染。

污染源控制：对污染源实行点源与面源控制，从源头控制特殊废水的排放。

提高处理标准：提高城市污水处理厂处理能力 & 处理级别，处理后的中水能够达到环境用水水质标准。

疏浚河道，定期清淤（图3）。

（4）发挥基础功能作用

加大河道上游水体体量,提高调节能力,减少洪水对下游河道的威胁;加宽河道,提高行洪能力。形成以防为主,以疏为辅的防洪系统。提高城市雨水收集利用,解决城市排涝问题。

(5) 营造生态格局

对现有的已经覆盖的水系，近期保护其空间形态，沿线采取见缝插针的方式积极绿化。远期通过控制沿线建设，



图4 劳动公园



图5 仙女湖公园

形成以水系和绿化为带状空间的生态廊道。

针对铁西区人口密度较高、人均公共绿地面积偏少、公共绿地过于集中的现状特点,适度增加中小型的绿色空间。以城市水系形成的带状绿色空间为骨架,用线状水系空间串连待建的点状绿色公共空间。在中心城区形成均质分布且亲近宜人的城市绿色空间体系(图4、图5)。

(6) 公共开放空间

在强调市民权利的社会中,均质的公共空间的分布应该提倡大多数市民都应该有权利和有机会在日常生活中享受城市绿地及公共空间,结合步行空间设计就近解决市民身边的日常性的娱乐和休憩的需求。

点状的社区级绿色公共交往空间,在中心城区水系沿线利用城市改造的机会设置小型社区绿色公共交往空间。

对于改为暗沟的水系,应遵循具体问题具体分析的方法,总目标是通过水系空间提升地区活力。

(7) 地区交通调整

中心城区水系周边交通应根据交通发展战略的中心内容进行适当的调整,使得旧城水系周边的交通既能较好地解决地区交通问题,又能很好地为社区服务。

(8) 沿线土地调整

卫工明渠沿线用地性质以居住用地为主,对沿线部分危旧房屋进行拆除,为社区增加带绿地的公共交往空间,改善社区的生活条件;改善交通空间,利



图6 卫工明渠两岸部分地区规划



图7 卫工明渠沿岸工业文化展示

用现有的暗渠和箱形渠形成的路面,积极组织社区级别的道路交通以非机动车通行为主,规划沿线社区的步行交通网络。近期利用土地置换过程降低土地使用强度,提高绿化空间。远期逐步形成浅溪流水的城市景观,以提升这一重要城市景观地段的的城市地位和环境质量(图6)。

(9) 历史的继承与延续

素有“东方鲁尔”之称的铁西区,最能代表沈阳的工业历史。新中国成立后的铁西区,经过五十多年的艰苦努力,至九十年代初,在全国工业城市中已具有五大优势,即产业基础、产品系列配套、市场辐射、产业集群和科技优势。在制造业中,铁西创造了无数个中国工业史上的辉煌。

进入新的历史时期,在通过工艺流程重组、资源共享、自主创新能力提升、产业升级后,铁西区已经走上了一条具有技术含量高、经济效益好、资源消耗低、环境污染少的新型工业化道路。

铁西区是中国重工业的摇篮,铁西的工业文化价值已超过它的经济价值。卫工明渠水系以其久远的历史背景,开敞的空间结构,理应成为工业文化的优秀载体。卫工明渠水系沿线已建成工业文化长廊、铁西区铸造博物馆、蒸汽机车博物馆等,以工业文化遗址为载体的创意文化产业也逐渐引起社会的关注(图7)。

3. 理论整合与启发

(1) 多目标规划整合

多目标规划的好处是可以相互启发

和支持,对于单一的规划问题,从更加宏观的角度协调解决,则成本会低很多。合力的方式对城市发展产生真正的推动。

(2) 重视生活化空间的营造

宜人的城市空间是城市社会人性化的体现。重视城市的生活化空间营造是城市规划与设计的重要工作内容。

(3) 宏观层面的城市空间优化

结合总体城市设计,城市水系空间与城市风貌特色、城市格局和城市视线控制体系发生着密切的关系。

(4) 历史水系功能内涵的发掘

历史水系功能的有效延承和发掘,是历史文化保护的关键环节,对激发地区活力和实现历史水系的保护具有重要意义。

浑南新城白塔河支流改线规划设计

付琳 / 沈阳市规划设计研究院有限公司

摘要 沈阳浑南新城内的白塔河支流是新城的主要河流之一。为适应新城发展，对白塔河支流河道的走线进行重新规划。介绍该项工程的基本情况、规划原则与内容，并系统地说明工程布置。工程完成后可满足城内景观水系的要求，同时兼具防洪、排涝功能。



白塔河

新城建设在全国都是重点发展的对象，而浑南新城的规划建设在沈阳又是重中之重。尤其是沈阳 2013 年承办了第十二届全运会，主会场就设于浑南新城。因此，为浑南新城建设的发展与规

划而配套的水利工程——白塔河支流改线规划工程的建设也成为重点任务。

一、项目基本情况

白塔河位于浑河左侧，是浑河的一级支流，为沈阳市主要河流之一。该

河发源于东陵区李相镇老塘峪村，流经李相、深井子、南塔、浑南新区、白塔、浑河民族开发区、和平区 7 个乡镇街（区），在曹仲屯汇入浑河。流域内除上述 7 个乡镇街（区）外还有桃仙

表 1 白塔河支流设计洪峰流量 / (m ³ /s)			
地点	项目	频率 P=5%	频率 P=10%
山区	洪峰流量	110.90	85.79
平原区	洪峰流量	13.12	9.18
排水泵站	流量	12.00	12.00
支流合计	洪峰流量	136.02	106.96

表 2 拦河建筑物型式表			
桩号	挡水位 /m	坝长 /m	坝高 /m
0+500	41.71	25.00	2.30
1+450	42.80	25.00	2.00
2+300	43.64	25.00	1.80
3+100	44.84	25.00	1.90
3+850	46.21	25.00	2.30
4+900	47.34	25.00	2.00

镇，流域面积为 178km²，河流总长为 48.50km，河道比降为 0.89‰。

白塔河支流位于白塔河左岸，是白塔河的Ⅰ级支流，自东向西蜿蜒横贯规划的新城，在沈营公路桥上游汇入干流，最后流入浑河，系大浑南主要河流之一。该支流发源于东陵区李相镇上泉水峪村，流经李相、南塔、白塔堡镇 3 个乡镇，在白塔堡镇汇入干流。白塔河支流山区流域面积为 14km²，河流长度为 6.92km，河道平均坡度为 4.07‰；平原区流域面积 34km²，河流长度为 10.68km，河道平均坡度为 1.02‰。白塔河支流属季节性河流，平时无水或水量很小，汛期发生洪水时洪峰流量很大，极易造成洪水灾害。

白塔河流域处于温带半湿润和半干旱的季风气候区。由于东部长白山脉的阻隔，气候的大陆性较明显，冬寒降水少，夏热降水多，雨热同季。年最高气

温 35.3℃和最低气温 -32.2℃分别出现在 7 月和 12 月，年平均气温 7.4℃。由于受各种气候因素的影响，年内降水多在 4—9 月间。据 1961—1985 年间统计，其降水多数年份为 500.0 ~ 700.0mm，最高在 1964 年、达 798.6mm，最低在 1972 年、为 438.0mm，年际与年内的降水量变差较大，多年平均降水量为 705.4mm。

白塔河闸址区位于白塔河支流两岸低漫滩及河床上，地形东高西低。闸址区土质较均匀，未发现不良地质现象存在。建议采用浅基础，并以粉质粘土层作为基础持力层。闸址区渗漏及绕坝渗漏问题不大，且不存在浸没问题。

二、规划原则及内容

以生态建设、改善人居环境为主要目的，兼顾防洪效益，达到 20 年一遇的防洪标准。

按照规划线,兼顾上下游及左右岸，

扩大河道宽度，增加蓄水面积，统筹布置河道堤线，既满足景观水面要求，又节省投资。

根据浑南新城建设布局，城市规划设计院对本次白塔河支流河道规划范围为沈丹高速公路至浑南新城西边界，规划河道长度为 5 718m。沿河修建 6 座钢板闸（桩号分别为：0+500，1+450，2+300，3+100，3+850，4+900），坝长为 25m。

三、工程布置

1. 水文计算

白塔河支流山区设计洪峰按照《辽宁省中小河流（无资料地区）设计暴雨洪水计算方法》计算；平原区设计流量按排模法计算，两者叠加即为设计洪峰流量。由于平原区排水流量占全部洪水比重较小，两部分洪水合成时，将平原区排水流量直接平加在山区洪水部分。白塔河支流设计洪峰流量结果（表 1）。

2. 河道规划设计

根据水文计算结果进行河道设计。河道整治段长 5 718m，河宽 25m，1：1 放坡。两侧河岸高于设计堤顶高程的地段，保持现状不变；低于设计堤顶高程的地段，回填至设计堤顶高，背水坡按 1：1 放坡。后期经过专业园林绿化对岸坡及景观设计，使其达到新城特色景观要求。

为了满足白塔河支流生态景观的要求，白塔河支流河道需要修建拦蓄水建筑物进行挡水，进而形成一定的连续水面。在非汛期，通过水资源配置与调度，使沿线各建筑物能够蓄满运行，满足河流生态景观对水量的需求；在汛期，将拦蓄水建筑物全部塌坝运行或抬起水闸闸门，使上游洪水自然下泄，满足泄洪要求。沿河修建 6 座钢板闸，设置不同坝高（表 2），建成后将形成梯级水面。

3. 机电配套

白塔河支流钢坝闸采用一种实用新型的液压控制钢坝闸，属水利工程技术领域。该技术克服了单纯水力自动钢坝闸和提升闸的缺点，并将这两种闸的优点集合在一起，可实现钢坝闸的液压控制开启和关闭，解决了目前钢坝闸人工难以控制的问题。

钢坝闸主要包括闸底板、固定在闸底板上的闸门支墩、固定在闸门支墩上的闸门转动铰、与闸门转动铰相联的钢坝闸门。闸门支墩与闸门之间下部装有液压驱动油缸，油缸与闸门、油缸与支墩之间用铰连接。门叶主体结构的钢板采用 Q235-B，型材和非主体结构的钢板采用 Q1235-A，底管材料为 20# 无缝管，拐臂选用 Q345（16Mn）。闸门板启闭设备选用 2×320 ~ 2×630kN 的几种。

目前钢坝闸在沈阳市的水利工程中已广泛应用，并积累总结出一套比较详尽的运行管理经验。

4. 工程量投资

该项工程土方开挖量 51.40 万 m³，回填量 2.08 万 m³，混凝土用量 8 607m³。工程总投资 6 785.61 万元，包括：建筑工程 3 612.56 万元，机电设备及安装工程 1 104.16 万元，金属结构设备及安装工程 1 650.00 万元，以及其他费用。

四、结论

白塔河支流改线规划工程已通过主体完工验收，周边绿化也已经完成。作为浑南新城的景观河，该工程已经体现出其作用，成为新城建设的一道靓丽风景；且河道在有排涝功能的同时，还可满足 20 年一遇洪水的通过。

辽宁省泥石流沟治理规划

王鑫东 / 辽宁省水利厅河务局 武术 / 辽宁省水利厅农水处 朱宏飞 / 沈阳市规划设计研究院有限公司

摘要 辽宁省泥石流灾害严重，本文在进行大量调研的基础上并参照相关研究成果，阐述了全省泥石流沟的分布、类型与灾害特点，提出了泥石流沟治理规划方案。

泥石流是发生在山区的常见自然灾害，它是由土、石等固体物与水相混合在重力作用下沿陡峻沟坡运动的饱和流体。在世界范围内的山区都发育、分布有泥石流每年在世界各地都会有大量的泥石流灾害事件发生。我国泥石流灾害遍及 26 个省、市的广大山区，总共有几万条泥石流沟，是世界上泥石流灾害最严重的国家之一。全国受泥石流灾害威胁的县城有 70 座，占全国 2136 个县城的 3% 泥石流灾害平均每年造成的直接经济损失达 10 亿元之多死亡人数近千人，因此泥石流成为我国山区经济建设和发展过程中不可忽视的灾害。因此，必须加强泥石流灾害的规划治理。目前国外对泥石流危险性的研究已取得较大进展，我国在这方面研究相对滞后。

辽宁省符合本次山地灾害规划技术大纲定义的小流域共 670 条，其中 153 条小流域分布有泥石流沟（含“潜在泥石流沟”），易发程度划分标准为：流域内泥石流沟平均每平方公里大于 0.04 条的为高易发区；小于 0.02 条的为低易发区；两者之间的为中易发区。小流域中存在潜在泥石流地质背景的，易发程度相对提高一级。

布较多。经过对全省泥石流灾害的调查，并分析调查所获资料后统计，全省已发生泥石流灾害的沟道有 574 条，有发生泥石流的背景条件、尚没有发生泥石流灾害的沟道即“潜在泥石流沟” 115 条，合计 689 条。

一、泥石流沟的分布、类型与灾害特点

1. 泥石流沟分布状况

辽宁省是泥石流灾害的多发省份，特别是在东部、南部山区，泥石流沟分

布较多。经过对全省泥石流灾害的调查，并分析调查所获资料后统计，全省已发生泥石流灾害的沟道有 574 条，有发生泥石流的背景条件、尚没有发生泥石流灾害的沟道即“潜在泥石流沟” 115 条，合计 689 条。

全省 689 条泥石流沟主要分布在大连、鞍山、抚顺、本溪、丹东、营口、辽阳、铁岭、朝阳和葫芦岛 10 个市的 24 个县（市、区），锦州、阜新等市以及前述 10 个市的其他县(市、区)也有零星分布，只是规模比较小，每条沟冲出的松散碎屑物质体积不足 5000m³，本次调查没有统计。

辽宁省符合本次山地灾害规划技术大纲定义的小流域共 670 条，其中 153 条小流域分布有泥石流沟（含“潜在泥石流沟”），易发程度划分标准为：流域内泥石流沟平均每平方公里大于 0.04 条的为高易发区；小于 0.02 条的为低易发区；两者之间的为中易发区。小流域中存在潜在泥石流地质背景的，易发程度相对提高一级。

2. 泥石流沟编号与命名

根据《全国山洪灾害防治规划地形地质区划技术细则》的规定，辽宁省泥石流沟采取全国统一编号的原则。统一编号是 G I S 系统中连接空间位置与属性表及外部数据库的关键性字段。前 6 位数字为行政区划国标代码（G B / T 2260—1999），中间 2 位数字为灾害类型编号（泥石流编号为 02），后几位数字为所在县（市、区）泥石流灾害点顺序编号。全省编目的泥石流沟均按当地群众的通常叫法进行命名。

3. 泥石流沟类型

辽宁省泥石流沟类型比较复杂，可以按规模大小分类，可以按泥石流活动场所的地貌形态分类(分坡面型泥石流、沟谷型泥石流两种)，也可以按泥石流流体性质分类（分粘性、稀性和过渡性三种）。根据调查资料的信息量和防治规划的要求，本次规划按泥石流规模的大小对全省泥石流沟进行分类，共划分大型泥石流沟、中型泥石流沟和小型泥石流沟 3 种类型。



舟曲 泥石流



雅安 泥石流

大型泥石流沟：最大一次泥石流冲出的松散碎屑物质体积在10万m³以上。全省编目的576条泥石流沟中有73条为大型泥石流沟，占泥石流总数的12.7%。

中型泥石流沟：最大一次泥石流冲出的松散碎屑物质体积在1.0～10万m³之间。全省编目的泥石流沟中有212条为中型泥石流沟，占泥石流总数的36.9%。

小型泥石流沟：最大一次泥石流冲出的松散碎屑物质体积在1.0～0.5万

m³之间。全省编目的泥石流沟中有289条为小型泥石流沟，占泥石流总数的50.4%。

4. 泥石流灾害的特点

（1）成因复杂

泥石流的成因通常可分为自然因素和人为因素。自然因素包括松散碎屑物质、降雨和地形等环境背景条件；人为因素包括破坏森林植被、过度养蚕、开矿及筑路弃渣、破坏边坡稳定等各种人类活动。就辽宁省这个特定的地区来看，自然因素中的特大暴雨在灾害形成中起

到了显著作用。岫岩满族自治县是辽宁省泥石流灾害的多发地区，据考察和资料分析，全县发生重大泥石流灾害的区域，从降水量来看，往往是三日降水总量达200mm，第三日降水量达150mm的重迭区，在重迭区以外，灾害一般很轻微，足以说明特大暴雨在山地灾害形成中所起的巨大作用。就人为因素来看，在泥石流灾害形成中，人为因素作用得到了加强，并有不断加大的趋势。根据考察和分析，一些地区泥石流灾害的规模不断扩大，频率不断增高，危害不断加大，主要是由于人为因素加强所致，而且从目前人类活动状况看，这一因素还有增强的趋势。

（2）多伴随发生崩塌（滑塌）、滑坡

在调查中发现，泥石流沟坡面发生崩塌（滑塌）、滑坡的现象比较多，零散分布的崩塌（滑塌）、滑坡斑痕清晰可见，而且多发生在植被相当好的陡坡上。崩塌（滑塌）、滑坡是一种重力侵蚀现象，当地群众称之为“啸山”。崩塌（滑塌）、滑坡为泥石流活动提供了大量的松散碎屑物质和运动能量，从而加剧了泥石流的发生、发展。不少泥石流沟是在特大暴雨作用下，崩塌（滑塌）、滑坡大量发生，直泻入沟，与沟内物质一道形成泥石流，奔腾咆哮，直抵沟外。崩塌（滑塌）、滑坡也是一种山地灾害，有的把它与泥石流、山洪并列为山地灾害的几种类型，本次规划将其划入泥石流灾害进行统一防治。

（3）成灾迅速

辽宁省泥石流灾害的一大特点是来势猛，成灾快，一般是在10分钟左右就完成成灾过程。如1987年岫岩满族自治县大营子镇万兴村曹家沟村民许文波在大雨滂沱时出去察看牲口，刚出门不远，听见一声巨响，转眼一看，房屋、财产、家人全被后山发生的坡面泥石流吞没，造成9人死亡。

（4）灾害严重

泥石流的危害十分严重，损失惊人。

据岫岩满族自治县统计，该县80年代发生三次大规模的泥石流灾害，共造成138人死亡，4人失踪，直接经济损失达3.15亿元。

二、泥石流沟（含滑坡）治理规划方案

1. 治理原则

根据辽宁省泥石流和滑坡的活动特点，对其进行防治应坚持以下几项原则：

（1）以防为主，防重于治。

从泥石流（滑坡）的区域性暴发频率来看是比较高的，但就一条沟乃至一个小区域来看，其暴发频率还是比较低的。低频率泥石流（滑坡）数十年乃至上百年暴发一次，许多崩塌（滑塌）又往往发生在植被很好的山坡上，表明泥石流（滑坡）的暴发地点、暴发时间都难于预测，很容易使人麻痹，一旦暴发却规模很大，能造成极大危害，甚至造成毁灭性的灾害。因此，对泥石流（滑坡）的预防工作是十分重要的。在一定程度上讲，预防比治理更为重要。只有预防工作做好了，防患于未然，才能达到防灾的目的。当然，强调预防不是说可以忽视治理，实际上必须在加强预防的前提下积极进行治理，预防和治理相结合，才能收到防治的最佳效果。

（2）结合水土保持和防洪的要求，以小流域为单元实行综合治理。

根据土壤侵蚀的特征，泥石流（滑坡）也属于水土流失的范畴，只不过这种形式侵蚀更加剧烈、危害更大，而且泥石流一般到下游均演变成洪水。因此，泥石流（滑坡）防治工作应纳入当地水土保持和防治山洪的总体规划，泥石流、滑坡及水土流失、山洪并治，各种防灾措施相互结合、相互补充，形成完整的防灾体系，才收到事半功倍的效果。

防治泥石流（滑坡）与水土保持、治水一样，要以小流域为单元实行综合治理。在查明小流域的环境背景、山地灾害形成条件和活动规律、人类经济活动状况的基础上，制定小流域综合治理规划。综合治理要上、中、下游相结合，

治山与治水相结合，治沟与治坡相结合，山、水、林、田、路统一安排，合理利用土地，从而恢复森林生态系统，改善山地环境，抑制泥石流（滑坡）、山洪等山地灾害的发生发展。

（3）治理以生物工程措施为主，生物工程措施与土建工程措施相结合。

辽宁省泥石流（滑坡）面广、量大，欲想全部进行土建工程整治，尽管在技术上是可能的，但在经济上是极不合理的，也不能实现。同时，区域性泥石流（滑坡）的发展，灾情的扩大，与区域环境的退化密切相关。因此，区域性泥石流的防治必须以生物工程措施为主，通过生物工程措施恢复森林生态系统，改善山地环境，达到减小泥石流（滑坡）规模、控制泥石流（滑坡）危害的目的。对于那些植被环境破坏较重，仅采取生物工程措施对泥石流（滑坡）治理无法奏效的地方，应辅之以土建工程措施。通过土建工程措施，为生物工程措施的实施创造良好的立地条件，使生物工程措施得以实现。对植被很好、却容易发生崩塌（滑塌）、滑坡现象的陡峻山坡，在查明地质、地形条件的基础上，也应实施必要的土建工程措施，在降特大暴雨时能使浅层积水及时排除，减少崩塌（滑塌）、滑坡的发生。

（4）分清主次，因地制宜，因害设防。辽宁省泥石流沟（滑坡体）数量众多，规模有大有小，危害也有轻有重，在防治方面要分清主次，分别对待。对于规模大、危害严重的泥石流沟（滑坡体）要抓紧治理；有些泥石流、滑坡不仅直接危害流域内人民生命财产的安全，而且把大量泥沙带入主河，导致河道淤积，给两岸城镇、工交设施和农业生产带来危害。对于这一类泥石流、滑坡也应作为重点，抓紧进行治理。在治理中，应根据各流域的特点，因地制宜，因害设防，宜生物工程措施则上生物工程措施，宜土建工程措施则上土建工程措施。

（5）土建工程措施应坚持拦排结合的原则

一般泥石流（滑坡）所在地区，地层古老，岩体破碎，裂隙发育，风化强烈，有供泥石流活动的足够松散碎屑物质；地形以低山丘陵为主，山坡坡度大，沟床比降也大，有利于松散碎屑物质和地表径流的汇集及能量的转化，这些条件均有利于泥石流的形成。而主沟和主河往往相当平缓，输沙能力十分有限，若泥石流输送大量泥沙进入主河，必然造成泥沙在主河的大量淤积，抬高河床，山洪暴发时极易泛滥，给两岸造成洪灾。因此，在沟谷内修建拦挡坝，拦截泥石流的松散碎屑物质，防止其大量进入主河是十分必要的。应按拦排结合的原则，即在沟谷内修建谷坊和拦沙坝，拦挡泥石流粗粒物质，在坝下修建导流堤，把经过拦挡后排出的细粒物质输入主河。这样既能延长拦挡坝的使用年限，充分发挥其拦挡效益，又能保持主河的输沙平衡；既减轻支沟的灾害，又减轻主河的危害。

2. 规划范围、治理目标和标准

规划范围：全省分布有泥石流沟的小流域共153条，这些小流域同时存在溪河洪水灾害。为了避免重复规划，我们将153条小流域中洪水易发程度高于泥石流易发程度的小流域列入山洪沟防治规划。其中，泥石流中易发区的45条小流域中有10条小流域列入山洪沟防治规划，泥石流低易发区的83条小流域中有50条小流域列入山洪沟防治规划。这样，本次泥石流（含滑坡）防治规划的范围为93条小流域，面积为17260.75km²。其中高易发区（一级重点防治区）30条小流域，面积为5003.51km²；中易发区（二级重点防治区）32条小流域，面积为5990.35km²；低易发区（一般防治区）31条小流域，面积为6266.89km²。

治理目标：根据全国山地灾害防治规划工作的统一要求，本次规划时段分2001—2010年及2011—2020年的两个时期，以近期水平年（2001—2010年）为主。近期规划目标是建成重点防治区

以监测、通信、预警及相关政策法规等非工程措施为主与工程措施相结合的防灾减灾体系；远期规划目标是重点防治区建成非工程措施与工程措施相结合的综合防灾减灾体系，一般防治区初步建立以非工程措施为主的防灾减灾体系，其灾害防御能力与全面建设小康社会的发展要求相适应。按这一目标，本治理方案不进行一般防治区的工程措施规划。

治理标准：泥石流沟（含山洪沟）治理规划应考虑城镇、村落和重要设施的防洪要求，合理确定治理标准。坡面治理一般参照治理水土流失的标准，防治工程按 10 年一遇设计，20 年一遇校核；治沟、拦挡、排导和防洪工程一般按 20 年一遇设计，50 年一遇校核；危及对象是城镇和重要设施的，按 50 年一遇设计，100 年一遇校核。

3. 防治措施分类

泥石流（滑坡）的防治措施除坡面的水土保持措施外，沟道部分的治理主要分三大类：沟道治理工程、拦挡工程和排导（防洪）工程。

（1）沟道治理工程

沟道治理工程主要是在泥石流沟的各个支沟布设谷坊。谷坊实际是一种低矮的拦挡坝，可以拦挡一定量的泥石流体，但主要作用是利用拦蓄的物质稳定沟床两岸物质，防止沟谷下切和沟岸坍塌，减少形成泥石流的松散固体物质补给量；也可减缓沟床纵坡，使泥石流和洪水能量消耗增大，流速减缓，减轻对下游的危害。

布置原则。一般在泥石流主沟的上一级沟道——支沟（含毛沟）布设土（石）谷坊。

强度要求。泥石流运动时具有巨大的冲撞力和强烈的下蚀作用，对拦截泥石流的建筑物的强度要求较高，否则，不仅不能起到拦截泥石流的作用，反而有可能增大泥石流的规模，加大泥石流的灾害。各地在治理水土流失时经常采用的干砌石闸沟筑坝的方法，一般不宜在泥石流治理中应用，如果采用干砌石筑坝，必须搞好设计，加强坝体的稳定性。一般应尽可能采用浆砌块石筑坝或修筑石笼坝。

合理确定间距。治理水土流失时修建谷坊，一般按“顶底相照”的原则确定谷坊间距。防治泥石流灾害，理论上也应当坚持这一原则，但实际运作起来工程量太大，造价较高。应根据需要和能力确定谷坊间距。

（2）拦挡工程

拦挡工程是在泥石流主沟修建一系列拦挡坝，以拦截部分或全部泥石流物质，也可以减缓沟床比降，消耗泥石流能量，减缓泥石流流速，减轻对下游的危害。

选择坝型。拦挡坝按坝体结构可分为实体坝（拦沙坝）、格栅坝、疏齿坝等类型。实体坝在库容未淤满前，是将泥石流全部拦入库中，受库容限制，一般很容易淤满，其拦蓄的有效年限较短；格栅坝、疏齿坝等坝型只把粗大石块拦在库内，而让细颗粒物质输向下游，可

以延长坝的使用寿命。本次规划采用拦沙坝的坝型。

布设模式。按层层拦截的原则，大型泥石流沟一般在主沟布设 1 ~ 2 座拦沙坝，中、小型泥石流沟一般在主沟上游布设 1 座拦沙坝，有条件的建设停淤场。

（3）排导工程

修建排导工程的目的是让泥石流和洪水顺畅排泄，而不致于漫流改道，减轻沿途造成冲毁和淤埋的危害，确保沿河两岸村庄和农田的安全。

排导工程中最常用的是导流堤（防洪堤）、丁坝。导流堤一般在拦挡坝下游居民点及重要基础设施的关键部位单侧布设。导流堤（防洪堤）通常采用土石砂坝，迎水面采取浆砌石护坡。导流堤（防洪堤）的堤前和堤后栽植护堤林。

（4）工程措施规划

泥石流沟治理措施一般包括坡面治理和沟道治理。其中坡面治理已纳入水土保持规划，因此本方案只进行沟道治理的规划，包括闸谷坊，修建拦挡工程和排导工程。泥石流（滑坡）治理的工程措施规划采取“以点带面”的方法。首先推算出泥石流防治典型区域的谷坊、拦砂坝、导流堤（防洪堤）、丁坝、停淤场等各类工程每平方公里的工程量，然后按此标准推算全省各个地区谷坊、拦砂坝、导流堤（防洪堤）、丁坝、停淤场等各类工程的工程量。

沈阳细河河道生态治理实践

查曼丽 / 沈阳市规划设计研究院有限公司

摘要 河道治理工程是水生态文明城市建设的基础工程，二者在未来城市发展规划阶段将趋向于融合，本着以水定城、以水定地、以水定人、以水定产的原则，形成水清、岸绿、灯亮、路通、景美的城市水系，为地方经济发展提供良好的水资源条件，文中以沈阳市细河为例，结合流域两岸社会概况，提出治理理念、原则及措施。

中德沈阳装备制造产业园位于辽宁省沈阳市铁西区，规划定位为建设成为世界一流的汽车产业基地，在生态环境方面充分利用好穿城而过的细河，做足、做优滨水空间，打造宜居、宜业、宜游的生态新城，这次治理体现城与水的融合，人与水亲和的主题思想。

一、流域概况

细河是浑河的一级支流，起源于卫工明渠进水闸，由东北向西南流经皇姑区，铁西区，于洪区，在辽中县茨榆坨镇黄腊坨北村汇入浑河，河流全长 78.2km，流域面积 244.8km²。上游流经铁西区、于洪区，均为居民住宅及商业核心区，下游流经沈阳经济技术开发区，河道两岸建有大中型企业及多个工业产业园区，其中，中德产业园区辐射沿河近 5km 范围。细河作为铁西区重要的水系，是沈阳市防洪体系的重要组成部分，又肩负着两岸流域面积内的排涝任务，对于铁西区西南部地区人民的生 产、生活具有不可替代的作用（图 1）。



图 1 细河浑河二十街

二、存在问题

细河是一条承泄城市雨污排水和农田排涝的河道，每天接纳各类污水约 50 万 t，占全市污水排放总量的 40%。这不仅完全丧失了天然河流的基本功能，而且还造成沿河两岸田地减产，河道时常散发出难闻气味，给当地居民的日常生活带来极大不便。同时，随着沈阳市铁西工业走廊的向西延展和铁西区建设的不断深入，众多知名大型企业的落地入驻和一些发展迅速的企业扩大再生产，厂区用地均沿河布局规划，因此，水利工程、水环境治理与河道沿岸经济社会发展的短板现象日益凸显。

三、治理理念

以河道的水势、河势、地势、区位、功能为基本背景，结合两岸城区设计和布局，体现河道碧波清影为主导，融合水系生态、环境生态、人文生态的理念，实现环境生态的目标和要求，打造一个绿色滨水廊道，与周边已建景观形成差异化和互补发展，同时赋予场地生态性功能，还城市一丝清凉，一片绿色，通过水系绿色廊道建立各功能组团之间的联系，实现整个区域的协调发展、互通与联动。为两岸居民及企业提供一个和谐的生态区域，并为其赋予更多的“人文关怀”情节，通过对铁西重工业文化、中德产业园汽车文化的题材浓缩与提炼，使之反映到河道及景观元素中，使景观具有情感、富有想象空间。

四、设计原则

1. 整体性

对河道的功能定位、用地布局，结合城市总体规划进行整合规划，全面考虑并配合细河河道治理工程，确保河道满足防洪排涝标准，与周边地区的建设规模统一完整。

2. 生态性

细河两岸景观是城市绿地系统的重要组成部分，是保障周边居民持续获得高素质生态服务的关键性区域。该设计尊重地形地貌，注重河道的生态功能，强化人与自然环境的共生关系。

3. 延续性

体现地域文化的融合；体现新城镇的功能延续；体现开发空间绿地系统的延续；体现景观视线的延续。

4. 文化性

河道两岸景观既是城市公共设施，也是城市文化建设的一部分。挖掘区域重工业文化深厚内涵，体现区域文化悠久的历史文脉。“以人为本”设计的场所，为群众所用，致力打造一个健康、高质量和适合不同年龄、不同文化层次和爱好者的人性场所和怡人环境。

5. 完整性

自然地理生态资源等方面，都具有自己明显的特征和独特的韵味。防止孤立地自成一体，无论它将来怎么发展，对人的关怀将是它一直追求的目标，河道的生态治理将体现在越来越全面地满足人的需求之中，体现了天人和一的和谐思想。

五、工程设计

这次设计凸显细河四大功能即：安全功能、景观功能、文化功能、休闲功能。遵照现有河道的走向，在满足城市防洪与排涝要求的基础上，坚持人水和谐共生，采用城市水系设计手法，通过河道修复使细河成为能够承载生物多样性的“生命之河”；拥有自我修复、净化功能的“可持续之河”；城市中体现特有的自然线性开敞空间的“景观之河”；便捷市民休闲娱乐，享受生活的“乐活之河”，进而实现细河集防洪排涝、生态景观、商务休闲为一体的综合治理。

1. 河道工程设计

这次设计水利工程布置与城市总体规划密切结合，相互呼应，基本遵循多年来自然河道走势，保留其丰富多彩的外形，河宽设计宜宽则宽，宜窄则窄，充分考虑现状河道上口宽度变化，尽量保护、利用或移植河道两岸树木，并考虑已有设施的利用和不可拆的房屋，尽量节省投资，体现“因河制宜，因段制宜”的原则。将工程布局分为五段：

（1）细河进水闸至浑河十五街桥段，

该段治理理念为在已建工程基础上，顺畅修复堤顶路，补植两岸树木，对险工段进行护砌。堤顶路不仅实现单侧寻堤顺畅，还要在人流主要交汇处设有较大面积的活动空间，体现良好的疏通性和引导性。道路系统则不拘一格，形式多样化，并沿路设置别有情趣的坐凳、雕塑、小品。道路两旁合理设置显示当地风情浓郁的指示牌和路灯，在充分发挥其功用性的同时亦强化主题。

（2）浑河十五街桥至 U 谷桥段，该段治理理念为打造具有现代、亲水特色的城区河道。断面形式采用复式断面，底宽 20 ~ 22m，根据现场调查和测验，确定常水位 1.5m 以下采用浆砌石挡土墙形式，挡墙高 2.7m，铺设 0.2m 厚砂垫层，墙顶宽 0.5m，设 0.2 厚混凝土压顶，基础底宽 2m，高 1.2m，地下埋深 1.2m，戗台宽 2m，铺设荷兰砖路面，厚 6cm，下设 20cm 厚水稳层，内侧铺设花岗岩路边石规格为 150×100×500，外侧布设塑钢防护链栏杆。戗台至设计堤顶采用 1：1.5 岸坡，岸坡栽种灌木护坡，堤顶两侧铺设 3m 宽堤顶路，采用水泥混凝土路面形式。断面堤防高度不能达标的，这次对其进行加高配厚处理。

（3）U 谷桥至河北村 1 号桥段，该段治理理念为自然修复，生态护砌。该段护坡形式采用蜂巢约束系统，巢室规格为 HCW445A150 型号。生态固坡恢复河道天然属性。设计边坡 1：1.5，设计常水深 1.5m，常水位以下采用碎石填充，填充 15cm 厚，以上填充种植土 15cm 厚，表面栽植灌木。设置浆砌石基础，深 1.0m，顶宽 0.5m，底宽 1.0m，每 10m 沥青木板分缝。现状堤顶高于设计堤顶，现状堤顶保持不变，现状堤顶低于设计堤顶，加高培厚。

（4）河北村 1 号桥至宝马大道桥段，该段治理理念为人水和谐，实现可持续发展，在满足河道排涝功能的前提下，强调实用性、观赏性和休闲性的同时更加注重产业文化气息，使河岸线凸显浓厚的文化底蕴，使之与现代化、

国际化的配套产业园区建设相适应。该段断面形式采用复式断面，设计河底至常水位以上 0.3m，采用大块石（黄岩）护岸，基础为浆砌石基础，基础底宽 2m，高 1.2m，铺设 0.2m 厚砂垫层。戗台宽 2m，铺设青石板路面，下设 20cm 厚水稳层，内侧铺设景观路边石 300×400×500，外侧布设塑钢防护链栏杆。戗台至设计堤顶采用 1：1.5 岸坡，岸坡栽种灌木，堤顶两侧铺设 3 宽堤顶路，采用沥青混凝土路面形式。断面堤防高度不能达标的，这次对其进行加高配厚处理。

（5）宝马大道桥至大潘桥段，该段治理理念体现城乡统筹发展建设特点，以“建设清洁、美丽乡村”为目标，形成以防洪排涝为主兼顾美化净化村容村貌的河道治理工程。该段采用生态固袋形式护坡。河道设计底宽 15~20m，自下至上铺叠三层土工固袋，土工固袋内填装土料，其中下两层尺寸为 1 500mm×1 000mm×1 000mm，上层尺寸为 500mm×1 000mm×1 000mm，每层搭接长度为 0.5m，第二层层土工固袋上方种植水生植物，每平方米 5 株。土工固袋与堤顶斜坡种植 2 排灌木，株距 3m。断面堤防高度不能达标的，这次对其进行加高配厚处理。在大潘桥上游 30m 处，河道中心有一处多年淤积形成的土堆，治理将其整体恢复，并种植水生植物和灌木，形成河心岛屿。

2. 生态绿化工程设计

这次规划对细河进行生态工程设计，通过多种生态护砌形式，保证细河行洪排涝安全；充分利用细河河道常年流水，水量充裕的自然特点，打造成一条水体更新速率快、水面宽裕的健康活泼的城市内河；沿宝马工厂配套产业园采取生态绿化廊道建设，与现代化、国际化园区相协调。为体现四季分明、季相丰富的气候特征，树种规划强调乔、灌、草的多层次布局，强调秋色叶所占的比重，实现春花、夏荫、秋叶、冬枝的植物景观。采用绿化空间序列的营造，各区分别体现明显的季相植物景观，即横向上体现春夏秋冬四季植物的特征，纵向上穿插常绿和季相持续时间长的植物，使得四季植物景观柔和地渐变，相互独立的季相植物有机地联系起来；植物种植类型按照人工、半人工、自然野趣的三种不同。对戗台以上至设计堤顶两岸坡面同时进行绿化，栽种灌木、乔木以及水生植物。堤坡种植水蜡球，按蛇形布置，株距 3m，每 2 株水蜡球之间一簇地被类植物，一簇 50 株，地被类植物考虑马蹄、玉簪、萱草、鸢尾等。

3. 跨河桥梁节点工程设计

这次理念为让原本静静流淌的细河欢悦地流动起来，这样即可以加速河体更新速率，又能让水体充分氧化，从而达到改善、美化桥体节点环境的目标。在跨河的 21 处桥体上下游左右两岸均采

用大块石护岸形式，块石粒径在 1m 左右，堤脚处护砌两层块石，护砌长度为上下游左右岸均 2m，同时在桥体下游 1 ~ 2m 处堆砌两排块石，块石粒径在 0.3m 左右。两岸浅水区种植芦苇、水葱、千屈菜等水生植物。在居民密集处结合该处已建公园，设计布设 10 处亲水踏步，采用硬质阶梯式踏步下到水面，阶梯宽 0.3 ~ 1.2m，长度方面根据河道功能分区设置 50 ~ 100m。亲水踏步可适应不同季节的水位变化，使游人亲近水面，提供戏水、亲水的场所。

六、结论与思考

一座城市，因为有了水，才有灵气，有了水，就会更显生机。中国千百年来形成的依水而建、靠水而居的城市发展格局延续至今，直至十八大以来提出将生态文明建设纳入国家“五位一体”总体布局，将这一理念进一步升级，分批次开展的水生态文明城市建设取得丰硕成果，水系规划与城市总体规划结合更加紧密，水利工程也由传统水利向现代水利、生态水利过渡，由河内向河岸、水域向陆域扩展延伸，尤其是城市水系规划，对于项目前期工作提出更高要求。然而在快速的城市化进程背景下，城市水环境危机四伏，雨污分流未得到全流域实施，生产生活污水偷排现象时有发生，城市水系建设兼顾水环境、城市综合管廊、城市道路桥梁相结合的综合治理模式创新势在必行！

沈阳长白岛老背河治理分析

唐小婧 刁择晖 / 沈阳市规划设计研究院有限公司

摘要 本文介绍了老背河治理对于城市发展和地区生态环境改善的重要性及具体治理的措施：河道治理共 3.3km，采用浆砌石墙和生态固袋形式，渠首建筑物水闸 2 座设计，及绿化景观设计。对生态景观河道的治理提供了实践和借鉴意义。

在 2010 年沈阳市实施区域规划调整战略部署后,城区不断向南发展拓深,借助沈阳市政治重心南移的契机,长白岛经济区已成为沈阳城市化发展的核心区域,老背河作为区域内的重要河流,俨然成为延伸至城市核心区域的廊道。本次治理将连系新时期治水思路,把水生态文明、河湖水系连通等建设理念融合到治理中,老背河与浑河景观水系的连通,构成网状连通水系及生态绿荫廊道,创造更为开放的滨水空间,为沈阳全面推进生态文明建设、打造山水城市增添浓重一笔,树立了生态优先、科学发展的新典范。

一、工程概况

长白岛经济区地处沈阳市和平区南部,面积 10.84 平方公里,是目前我国北方最大的生态岛。规划以“和谐岛城”为基本理念。

老背河位于长白岛经济区内,源起满融村,先后穿越浑南大道和滨河路,在浑河南阳湖大桥下游 1.1km 处汇入浑河。全长 3.3km,流域面积 5.1km²。老

背河被三大水 系所环抱,北部为浑河,西南为白塔堡河,东部为浑南总干渠。

二、存在问题

老背河作为长白岛经济区域内的重 要河流,目前在生态、管理等方面存在一些问题,一定程度上制约了区域发展,影响了城市居民生活的品质,该河道主要存在的问题有如下几点:

1. 水资源匮乏

由于河道上游被侵占严重,局部已无河道断面,与原有补充水源分离,无引水建筑物,水量补给仅来源于降水及周边工业生活用水的排放。

2. 水体污染严重

中游段河道受周边环境的影响,接收大量的生活污水及工厂废水,导致河道中的水体变差,富营养化程度较高,在夏季气温较高的时候,水体有异味,同时污染地下水体。

3. 生态环境脆弱

由于生态环境的破坏,河道两岸的绿化程度较低,植被覆盖率较小,导致河道两岸的水土流失较为严重。同时下

游段河道岸坡有大量坟墓侵占,影响河道景性观。

三、治理理念

根据长白岛经济区总体规划定位和 经济建设发展的需要,长白岛经济区肩负老城区服务业转移承接地和新兴服务业发展的聚集区的重担,规划将该经济区域重点打造成为区域性的新型金融产业服务和国家级文化创意产业基地,同时将该区作为促进老旧城区的新城产业联动、功能互补和资源共享的重要地区之一。

针对长白岛内河一老背河存在的问题,提出以下治理理念:

1. 增强河道的连通性

在河道被人为干预之前,是具有高度连通性的,本次治理要在纵向上保证河道水体流动,尽量减少桥梁、道路对河道连通性的影响,增强与周边三大水系的连通性。

2. 改善长白岛部分地区生态环境

河道是生态系统的重要组成部分,本次治理应最大程度上借助周边已有水

系的优势,结合区域的整体规划,用生态性、科学性、多样性的方法进行河道治理,使河岸形成绿色廊道。起到调解区域小气候、改善区域生态环境的作用,促进区域生态结构可持续发展。

3. 打造良好河岸景观环境

河道岸线应在结合现状与规划红线进行布置,并作适当调整,力图打造自然生态景观与区域发展需求相协调的河道景观。实现水安全、水环境、水生态、水景观、水文化多位一体的综合治理。将自然景观充分的融合到快速发展的城市中去,为人们带来美的视觉与身心享受;借助浑河丰富水资源及沿河景观,增添更多供人们休闲放松的亲水平台。

4. 拉动区域经济发展

老背河以生态治理为主线,形成多样化的生态景观廊道。以绿色基调为依托,带动沿线用地发展商业活动、文化创意等功能,打造城市智慧发展带。

四、工程设计

本次治理工程按照“河流生态廊道”理念进行统一规划设计。坚持恢复河流的连通性,既保证河道内水体流动连通,

又可以保证与其他景观带连通。保证适宜的廊道宽度,恢复植被结构的多样性,保证水生态系统的良性循环(图 1)。

将工程布局分为 3 部分:

1. 渠首引水建筑物

以浑南灌区总干渠为水源向老背河引水,新开取水口,修建进水闸一座控制进水,总干渠下游修建一座节制闸调配水量。

进水闸坝长为 10m,2 个坝段,闸门形式为下卧式,坝体段为钢筋混凝土结构,底板顶高程为 36.34m。将液压启闭杆件分别锚固在边墙和中墩,与两岸滩地和挡墙形成平台。考虑河道整体水景观,将消力池陡坡段在钢筋混凝土结构基础上采用景观块石堆砌,引水时营造出高山跌水,常态则为溪流潺潺,提升了工程景观效果,将一处水利工程修饰成了兼具景观效果的园林小品。

节制闸坝长为 15m,2 个坝段,闸门形式为底横轴翻转式,坝体段为钢筋混凝土结构,底板顶高程为 37m。两侧均设置控制房,兼作边墩作用,控制房边墙分别与两岸滩地和挡墙形成平台,

控制泵房布置在右岸滩地上。

为提高建筑物上下游堤坡的稳定性,对引水段采用浆砌石挡墙形式护砌,墙高 2.8m,渠道两侧各安装仿古木栏杆。渠道底部铺设防水毯。堤顶两侧种植垂柳绿化。

2. 河道治理

老背河全长 3.3km,河道末端设计河底为 34.18m,起点设计河底为 34.88m,设计河底比降 1/4000,末端蓄水深度 2.5m,起点蓄水深度 1.8m。河道蓄水量 86 万 m³,形成水域面积 25.9 万 m²。根据《城市水系规划导则》SL431-2008,结合现有工程长白岛内河,确定本项目水系水深在 2.5~1.8m。秉承人水和谐,接近自然,打造亲水途径,因此确定景观水面与河道两侧地面高差在 0.35m,与景观绿化带连接,为滨河景观留有平均 25m 的绿化空间。

上 游 桩 号 3+300 ~ 2+650, 共 计 650m,该段采用复式断面,护砌形式为 2.13m 高浆砌石挡墙,河道底宽 40 ~ 50m,水深 1.87m,中游桩号 2+650 ~ 1+450,共 计 1200m,该 段

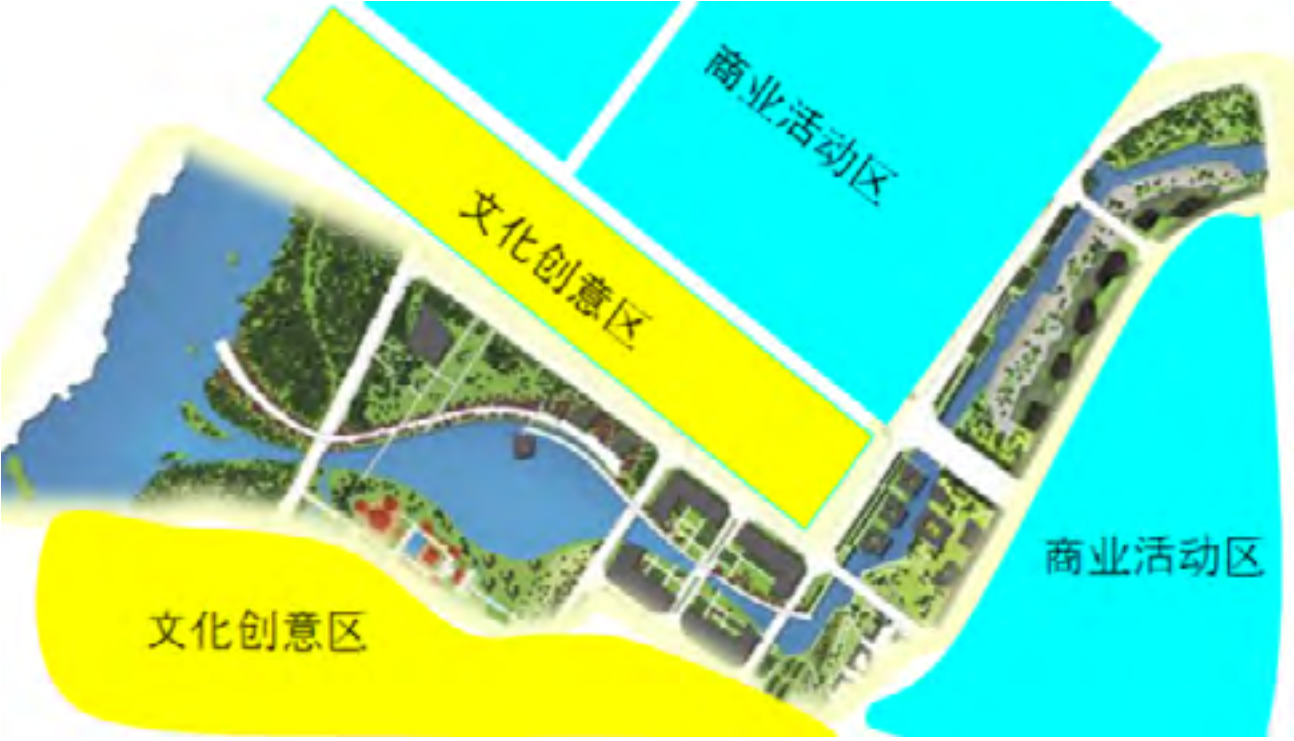


图 1 总体布局图

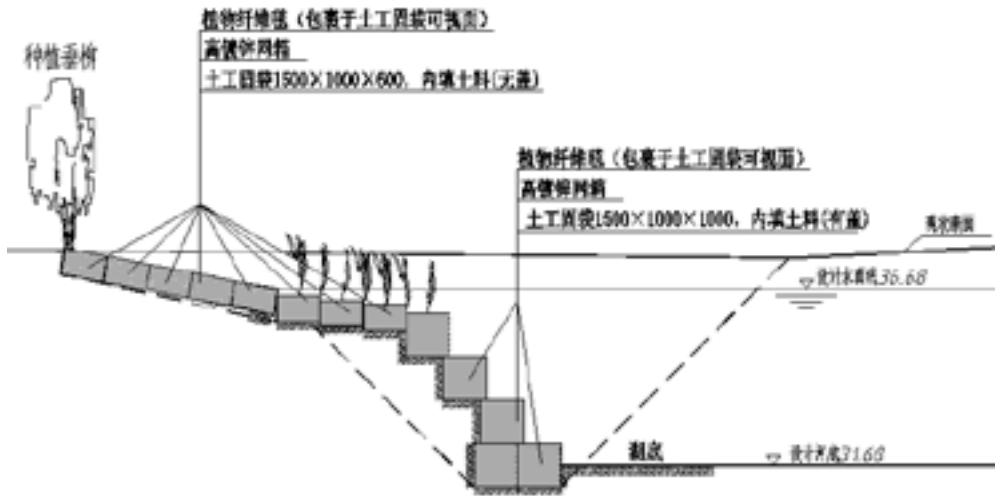


图2 湖区生态固袋护坡断面图

采用复式断面，护砌形式为2.37m高浆砌石挡墙，河道底宽40~50m，水深2.06m，下游桩号1+450~0+800段，共计650m，该段采用复式断面，护砌形式为2.52m高浆砌石挡墙，桩号0+150~0+000段，共计150m，该段采用复式断面，护砌形式为2.70m高浆砌石挡墙。老背河汇入浑河入河口处，规划修建一座穿堤涵闸，老背河河底与涵闸前铺盖衔接。河道全线采用C25混凝土压顶，上方安装仿石栏杆，河底铺设600g/m²土工膜一层用以防渗。

桩号0+800~0+150段利用现有坑塘，改建为人工湖，与湖区连接的河道底宽22~38m，水深2.30m，护砌形式采用2.52m高的浆砌石挡墙，湖面宽度由130m到350m渐变，形成清水湖荡面积15.27hm²，水深度4~10m。湖区采用生态固袋护坡，高度为4.11m，

水下边坡比1:1。水面以下与湖底接触面叠放2个固袋，尺寸为长×宽×高=1.5×1×1m，该层做为护坡基础，湖底以下埋深0.5m。基础以上依次单层堆放1个固袋，堆放3层，固袋尺寸为长×宽×高=1.5×1×1m，每层固袋叠放搭接0.15m；为便于栽种水生植物，再以接近水平角度叠放3个固袋，尺寸为长×宽×高=1.5×1×0.6m，该处水深可控制在0.15~0.4m。水面以上斜放5个尺寸为长×宽×高=1.5×1×0.6m的生态固袋网箱，水上边坡比1:5。湖内浅水区域种植荷花、鸢尾等水生植物美化环境，净化水质。湖区岸边栽种垂柳绿化。湖区生态固袋护坡断面（图2）。

3. 河道景观工程

根据和平区生态功能控制区划分，老背河以南、北共计12.6km²土地为生

态功能二级区，主要为滨河景观居住区及金融商业聚集区，根据区域发展需要，河道两侧安排布置滨河绿带、林荫大道、广场，形成有机循环的公共空间，打造区域内良好的景观资源。绿化工程由专业景观公司规划设计，本次将根据景观要求预留相应空间。

五、结语

对于老背河的治理，不仅仅是传统意义上的河道治理，更是一次水生生态、水环境、水景观的多位一体化综合治理。项目的建设能够改善长白地区城市面貌，符合建设生态宜居地区的要求，保证和促进该区域健康、持续发展。工程建设实施后，更应该注重对于河道的保护，才能保证河道生态系统的健康，让河流更好的服务于城市的发展和生态系统的保护。

石佛寺人工湿地生态系统服务功能价值评估

周林飞 / 沈阳农业大学水利学院 武祯 何兴梅 / 辽宁省石佛寺水库管理局

摘要 本文在生态经济学、环境经济学和资源经济学理论的指导之下，应用市场价值法、影子工程法、生态价值法、旅游费用法等对石佛寺人工湿地生态系统服务功能价值进行评估。评估结果表明：该湿地直接利用价值为3.22×10⁸元，间接利用价值为3.71×10⁸元，非利用价值为2.5×10⁸元，总价值为9.43×10⁸元。同时在众多的生态系统服务功能中，供水与蓄水、调蓄洪水、降解污染功能较显著。通过计算石佛寺人工湿地的生态系统服务功能价值，使人们意识到湿地生态系统可持续发展的重要作用，从而达到增强人们对湿地保护意识的目的。



图1 石佛寺湿地

湿地是分布于陆地生态系统和水域生态系统的过渡地带，从生态学和生态学的角度论，其独特性在于它特殊的水文状况、陆地和水域生态系统交错带相互作用以及由此而产生的特殊的生态系统功能。湿地作为地球表面三大生态系

统之一，为自然界提供服务功能价值和经济价值甚高，是人类经济社会赖以生存和发展的基础。

从20世纪60年代中期开始，生态环境问题已经引起世界各国的广泛关注，面对生态环境日趋恶化和未来可持

续发展的巨大挑战，人们逐渐对生态系统服务功能价值评估重视起来，并使其发展成为生态学和生态经济学研究的分支。1997年，美国生态学会生态服务功能研究小组首次全面提出了生态服务功能概念、内涵以及价值评估方法。

同年，Costanza 等在 Nature 上发表了《全球生态系统服务和自然资本的价值估算》，第一次对全球主要的 16 类生态系统服务功能进行价值评估，迈出了人类对生态系统服务功能价值定量研究的第一步，同时也为后来的学者进一步深入研究提供依据。我国对湿地生态系统定量研究始于 20 世纪 90 年代，2001 年崔丽娟以扎龙湿地为例将 CAM 法用于湿地经济价值的研究、用 WTP 调查法探索了扎龙湿地非利用价值，此外还有学者在洞庭湖、乌梁素海、盘锦湿地、上海市九段沙湿地、长江口湿地、白云湖湿地等进行了相关湿地价值评价的研究，这标志着我国在生态系统服务功能价值评估研究领域正与国际同步发展。

本文采用国内外普遍使用的生态系统服务功能价值评估方法（如市场价值法、影子工程法、生态价值法、旅游费用法、碳税法 and 造林成本法等），并结合石佛寺人工湿地实际情况，首次对石佛寺人工湿地生态系统服务功能的直接利用价值、间接利用价值、非利用价值进行全面定量计算。主要目的在于使人们充分了解湿地生态系统对人类生存环境提供的服务功能价值，意识到保护好生态环境和自然资源对人类社会的重要性，正确处理社会经济发展与生态环境

保护之间的问题是社会经济和生态环境可持续发展的关键。

一、研究区概况及基础资料

1. 研究区概况

石佛寺水库是辽河流域唯一的一座大型控制性水利工程，位于沈阳市新城子区黄家乡和法库县依牛堡乡，地处中纬度，属温带大陆性气候。年降雨量为 700mm，平均气温为 7.4℃左右。地貌类型属辽河冲积平原与丘陵之间的过渡地带,两岸向辽河平缓倾斜,水资源丰富，有大片沼泽分布，为水生植物提供了生长条件。2009 年，石佛寺水库进行生态蓄水，并在石佛寺水库内辽河的左岸，种植芦苇、荷花、蒲草等。现已发展成为以挺水植物、浮水植物、沉水植物、漂浮植物为主的大型表面流人工湿地。湿地总面积为 20.68km²。石佛寺人工湿地靠近沈阳市区，具有重要地生态系统服务功能，其生态服务功能的发挥对沈阳市及周边环境具有重要意义。

2. 基础资料

（1）基于 3S 技术地表信息提取
数据源为 2012 年 7 月卫星遥感影像，分辨率为 5m，还收集了石佛寺水库其它相关资料，包括纸质、电子版地图、地形图、区域概况、社会经济性 and 以往研究成果等。数据处理平台为

ArcGIS9.3。并对遥感影像进行了几何校正、图像增强等数据处理。通过 GPS 野外调查，建立解译与检验标志。所提取的石佛寺地表信息（表 1）。

（2）主要水生植物生物量野外样方调查

通过实际的调查及遥感调查，石佛寺人工湿地大型水生维管束植物主要为荷花、芦苇和蒲草，其中荷花主要经济价值来源于莲子和荷叶。为得到其生物量，在野外布置样方进行调查，具体方法是在植物密集区、一般区和稀疏区布置样方 5—6 个，面积均为 0.5m×0.5m，分别对所求生物量进行称重，取其平均值，作为计算整个湿地荷花（包括莲子、荷叶）、芦苇和蒲草生物量的依据。

（3）其他数据

单价取值依据为市场询价、直接咨询相关部门；其它数据来源于实地调查、查阅相关文献等。根据调研湿地内各种植物 100 多种，其中水生植物主要以芦苇、蒲草、荷花、苡菜等为主；动物 50 多种，主要以野生鱼、野生虾、浮游动物以及湿地水禽等为主。

二、石佛寺人工湿地生态系统服务功能价值评估方法

本文在生态经济学、环境经济学和资源经济学理论的指导之下，得出石佛寺人工湿地生态系统服务功能价值主要包括直接利用生态价值、间接利用生态价值和非利用价值，再根据石佛寺人工湿地具体情况进行分析得出，石佛寺人工湿地生态系统服务功能直接利用价值主要为动、植物资源、供水与蓄水、科研文化教育所产生的直接经济价值；间接利用价值主要为调节气候、调节洪水、降解污染以及生物多样化所产生的服务功能价值；非利用价值主要为遗产价值和存在价值。

湿地生态服务功能效益不同，其选择的评估技术的方法也不一样，在评估方法的选择上，要以可行性与可操作性为原则，根据石佛寺人工湿地的具体情况，评估方法（表 2）。



图 2 石佛寺湿地

三、石佛寺人工湿地生态系统服务功能价值评估与分析

1. 石佛寺人工湿地直接利用价值评估

（1）动、植物资源价值

动、植物资源价值采用市场价值法评估。市场价值法是对有市场价格的生态系统产品和服务进行估价的一种方法。石佛寺野生动植物产品有些虽然没有市场交易，但是它们具有一定的潜在市场价格，可直接反映在经济收益上。计算公式如式（1）。

$$V = \sum S_i \cdot Y_i \cdot P_i \quad (1)$$

式中：V 表示物质产品的价值；Si 表示第 i 类物质的种植面积；Yi 表示第 i 类物质的单产；Pi 表示第 i 类物质的市场价格。

根据实地调查得出，石佛寺人工湿地能够产生经济价值的水生植物主要为荷花、芦苇和蒲草。荷花全身都是宝，莲子、莲蓬和莲藕可以食用，营养价值很高，荷叶具有很高的药用价值。由于石佛寺人工湿地目前还处于发展阶段，

还不能采莲藕出卖，但莲子和荷叶可以出卖，经 2012 年秋季野外样方调查，可供与市场的莲子 30.4 吨，荷叶 1027 吨，平均收购价分别为 600 元 /t 和 700 元 /t，损耗系数为 0.8；利用式（1）估算出荷花资源价值为 7.4×10⁵ 元。芦苇和蒲草是重要的造纸工业原料，可以减少对林木的砍伐，也是农业、盐业、渔业、养殖业、编织业的重要生产资料，对 2012 年石佛寺人工湿地芦苇和蒲草进行野外样方调查，考虑到损耗系数为 0.8 和含水率 0.7 的问题，经折算可供与市场的芦苇和蒲草分别为 3840t 和 15624t，平均收购价分别为 50 元 /t 和 30 元 /t；利用式（1）估算出芦苇和蒲草资源价值为 6.6×10⁵ 元。经计算石佛寺人工湿地植物资源总价值为 1.4×10⁶ 元。

石佛寺人工湿地的动物主要以野生鲤鱼、鲢鱼、草鱼、野生河虾等为主。为了保护生态环境，辽宁省石佛寺水库管理局不进行捕捞作业，但具有潜在价值以及维持水生态系统完整性的

价值，根据调查初步估算年平均产量 40000kg/Km²，按水面面积 12.08Km² 计算，平均市场价格为 15 元 /Kg。将以上数据代入式（1）估算动物潜在资源价值为 7.25×10⁶ 元。

石佛寺人工湿地动植物资源价值总计为 8.65×10⁶ 元。

（2）供水与蓄水价值

供水与蓄水价值采用影子工程法评估。影子工程法是指有些环境效益和服务没有直接的市场可买卖交易，但这些效益或服务的替代品具有一定的市场和价格，通过估算其替代品的花费来确定这些环境效益或服务的价值。蓄水价值本文采用建蓄水量 1m³ 水库影子工程费用进行计算，单位蓄水量的库容成本按我国每建设 1m³ 库容需投入成本 1.38 元计算。供水价值按实际发生价格 0.5 元 /吨计算。根据实地调查，石佛寺水库总库容为 1.85 亿 m³。由于石佛寺人工湿地特殊的生态系统功能，对污染物有降解、排毒功能，同时植物种类较繁多，

大多具有改善环境、净化水质的作用，使得目前石佛寺人工湿地水体指标均可达到作为农业用水和饮用水水源的要求，具有潜在日供水 28 万 t 的能力。经计算蓄水功能价值为 2.55 亿元，供水功能价值为 0.5 亿元，合计为 3.05 亿元。

（3）科研文化教育价值
科研文化教育价值采用旅行费用法评估。旅行费用法是根据科研投入、时间、旅行等花费来估算科研文化价值，计算公式如式（2）。

$$L_{旅}=I_i \times B_i \quad (2)$$

式中：L 旅表示科考旅游价值量 (元/a)；li 表示单位湿地科考旅游效益 (元/hm²)；Bi 表示石佛寺湿地科考旅游的面积 (hm²)。

石佛寺人工湿地具有一定的科研文化教育价值，主要包括了科研机构的科考调研、科普教育等。湿地科研文化教育的面积即石佛寺人工湿地总面积 20.68 hm²，本文采用我国单位面积生态系统的平均科研价值 382 元/hm² 和 Costanza 等人对全球湿地生态系统科考旅游的功能价值 861 美元/hm² 的平均值 3897.2 元/hm²，作为石佛寺人工湿地科研教育效益的标准。经计算得石佛寺科研文化教育价值为 8.06×10⁶ 元。

2. 石佛寺人工湿地间接利用价值评估

（1）调节气候价值
石佛寺人工湿地自 2009 年建成以来，一直处于健康发展的态势，目前湿地内水生植物种类繁多，正是这些水生植物起到调节局部地区及周边气候的作用。由于水生植物种类繁多，在计算其调节气候价值时，只能选择物种进行计算。经调查石佛寺人工湿地的关键作物为芦苇、蒲草以及荷花。经遥感调查其面积分别为 1.71km²、1.86km²、1.07km²。经样方调查生物量分别为 4kg/m²、15kg/m²、17kg/m²。

调节气候价值采用碳税法和造林成本法评估。碳税法和造林成本法主要是通过植物固定 CO₂ 和释放 O₂ 这一主要

生态功能来计算，而湿地生态系统维持大气中的 CO₂ 和 O₂ 的平衡主要是通过光合作用和呼吸作用。根据光和作用反应方程式：

$$6\text{CO}_2+12\text{H}_2\text{O}=\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6+6\text{O}_2+6\text{H}_2\text{O}$$

得 出 每 264gCO₂ 可 生 成 180g 碳 水 化 合 物（ 葡 萄 糖），同时释放 192gO₂，即每生产 1g 碳水化合物（葡萄糖），需要 1.47gcO₂，同时释放 1.07g O₂。则有年固定 CO₂ 量 = 年植物生产量 ×1.47，同样，释放 O₂ 量 = 植物生物量 ×1.07。经计算得芦苇、蒲草、荷花年固定 CO2 为量分别为 1.01×10¹⁰g、4.1×10¹⁰g、2.67×10¹⁰g， 总 计 为 7.78×10¹⁰g。 年 释 放 O2 量 分 别 为 7.3×10⁹g、2.99×10¹⁰g、1.95×10¹⁰g，总计为 5.67×10¹⁰g。调节气候价值主要为年固定 CO₂ 价值和释放 O₂ 价值，其中年固定 CO₂ 价值 = 年固定 cO₂ 量 × 碳税率；释放 O₂ 价值 = 释放量 O₂ × 单位氧气价值。本文取我国通常采用的造林成本 250 元/t 和国际碳税标准 150 美元/t 的平均值 770 元/t 作为碳税标准，工业氧气采用 0.4 元/kg。经计算得到石佛寺人工湿地调节气候价值为 8.26×10⁷ 元。

（2）调蓄洪水价值
石佛寺人工湿地是一个巨大洪水储蓄库,可以调蓄洪水,调节下游洪峰流量。根据调查得到调洪库容约 1.6 亿 m³。与计算供水与蓄水价值一样，采用建蓄水量 1m³ 水库影子工程费用来计算调蓄洪水效益。同样，单位蓄水量的库容成本也按我国每建设 1m³ 库容需投入成本 1.38 元计算。经计算得出石佛寺人工湿地调蓄洪水价值为 2.2 亿元。

（3）降解污染价值
根据实地调查得出石佛寺人工湿地在降解污染方面发挥作用较大，主要体现在湿地水体净化、降解毒物功能，同时石佛寺人工湿地具有大面积的挺水植物、浮水植物、沉水植物、漂水植物，具有强大的清除毒物的能力，当含有毒物的流水经过湿地时，流速将变缓慢，

有利于毒物的降解和排除。

采用生态价值法评估。生态价值法是对自然物之间以及自然物对自然系统整体所具有的系统“功能”进行评估的一种方法。本文采用 Costanza 湿地降解污染的研究成果，即湿地生态系统的降解污染功能的单位面积价值为 4177 \$·hm⁻²·年⁻¹（30885.57 元·hm⁻²·年⁻¹），石佛寺人工湿地总面积为 20.68km²。经计算得出石佛寺人工湿地降解污染价值为 6.39×10⁷ 元。

（4）生物多样性价值
石佛寺人工湿地属平原和丘陵的过渡地带，复杂的生态环境结构可以为物种提供多样性的生存环境。湿地至 2009 年形成以来，4 年时间已经发展成为物种多样性比较丰富的地区，由于其物种的多样性，石佛寺已然成为野生动物尤其是水禽的避难所和栖息地。

与评估降解污染价值一样，使用生态价值法来评估生物多样性价值。本文采用美国经济生态学家 Robert、costanza 的研究成果，即湿地的避难所价值为 304\$·hm⁻²·年⁻¹（即 2247.84 元·hm⁻²·年⁻¹）。石佛寺人工湿地总面积为 20.68km²。经计算石佛寺人工湿地生物多样性价值为 4.65×10⁶ 元。

3. 石佛寺人工湿地非利用价值评估

石佛寺人工湿地的非利用价值主要包括存在价值和遗产价值，它没有市场交易和市场价格，无法根据市场需要来为湿地功能标价，但对这部分进行标价是整个生态系统服务功能价值评估的重要部分。非利用价值源于人类可能对未来湿地利用方式选择的评价，其价值量依赖于人类的支付意愿，并随人类对湿地生态系统功能的认识而不断变化。对于这类价值通常采用支付意愿法进行评价。本文采用崔丽娟对扎龙湿地非利用价值的研究，以支付意愿 (WPT)40.00 元作为计算参数，，以沈阳市城镇职工 625 万人作为计算群体，计算得石佛寺人工湿地生态系统非利用价值为 2.5 亿元。

表 3 石佛寺人工湿地生态系统服务功能价值计算结

价值类型		服务功能价值单位（元）	占总价值百分比(%)	分类合计（元）
直接利用价值	植、动物产品价值	8.65×10 ⁶	0.92	3.22×10 ⁸
	科研文化教育	8.06×10 ⁶	0.85	
	供水与蓄水	3.05×10 ⁸	32.34	
间接利用价值	调节气候	8.26×10 ⁷	8.76	3.71×10 ⁸
	调蓄洪水	2.2×10 ⁸	23.33	
	降解污染	6.39×10 ⁷	6.78	
	生物多样	4.65×10 ⁶	0.5	
非利用价值	存在价值和遗产价值	2.5×10 ⁸	26.52	2.5×10 ⁸

4. 石佛寺人工湿地生态系统服务功能价值分析（表 3）

综合以上计算，得出石佛寺人工湿地生态系统服务功能价值，如表 3 所示。石佛寺人工湿地生态系统服务功能共分为 8 个主要方面，通过对这 8 个主要服务功能价值进行评估，得到石佛寺人工湿地每年可产生的直接、间接以及非利用价值: 动、植物资源价值 8.65×106 元、科研文化教育价值 8.06×106 元、供水与蓄水价值 3.05×108 元、调节气候价值 8.26×107 元、调蓄洪水价值 2.2×108 元、降解污染价值 6.39×107 元、生物多样性价值 4.65×106 元，存在价值和遗产价值 2.5×108 元，总计 9.43 亿元，可见石佛寺人工湿地生态系统服务功能价值是相当可观的。各项功能效益大小顺序依次为：供水与蓄水价值 > 存在价值和遗产价值 > 调蓄洪水价值 > 调节气候价值 > 降解污染价值 > 动植物

以及维持区域水平衡等方面都发挥着重要作用，犹如蓄水防洪的天然“海绵”，同时湿地在时空上可分配不均的降水，通过湿地的吞吐调节，避免水旱灾害。各级政府管理部门应加强石佛寺人工湿地生态环境的保护，防止湿地面积减小导致生态系统功能退化。

石佛寺人工湿地在降解污染功能方面对整个生态系统贡献也较大。湿地是天然的过滤器，将滞留在湿地的 N、S、P 等元素以及重金属元素通过物理、化学、生物过程进行吸收、转化和降解，从而达到“排毒”、“解毒”的作用。同时，石佛寺人工湿地内种植的大量植物，也有助于污染物的分解和净化。石佛寺人工湿地目前没有开发生态旅游项目，在未来几年里，如果开发生态旅游项目,必须考虑污染物量增大的可能性，应经过严格考量，在不超过湿地自身降解污染能力的基础上有限制的开发生态旅游。

资源价值 > 科研文化教育价值 > 生物多样性价值。
石佛寺人工湿地最主要的生态系统服务功能为供水与蓄水价值，占整个生态系统服务功能价值的 32.34%，根据资源分析得到，石佛寺人工湿地地下水资源丰富,动态变化较稳定,水质指标良好，距市区仅 40Km，使其为沈阳市沈北新区以及周边地区供水提供了便利条件。未来石佛寺人工湿地应注重合理开发水资源且最大限度的提高水资源利用率，同时发挥水库联合调度地表水和地下水的优势，优化供水、蓄水能力，使之更好的向可持续方向发展。

根据评估结果分析得出，石佛寺人工湿地有着巨大的调蓄洪水的能力，占整个生态系统服务功能价值的 23.33%。至 2009 年石佛寺人工湿地形成以来，湿地以其特殊的生态系统功能，在调蓄洪水、调节径流、补给地下水和地表水

四、结论

本文通过对石佛寺人工湿地生态系统服务功能进行定量评估，得到石佛寺人工湿地生态系统服务功能价值巨大，总计为 9.43 亿元。其中，供水与蓄水、调蓄洪水、降解污染功能价值显著，说明石佛寺人工湿地至 2009 年形成以来，为人类生态环境和社会经济做出了巨大贡献。从长远看，未来在湿地资源管理和开发利用的过程中，应注意湿地生态系统的脆弱性和承载力。合理规划渔业发展，提高水生动物产量，加强植物副产品精加工，提高产品品质，同时，应注重生态环境科考教育项目的发展，使其为未来湿地可持续发展提供科学依据。

中小河流治理中常见护砌型式浅析

王志勇 栾天晴 / 沈阳市规划设计研究院有限公司

摘要 随着我国中小河流治理工作的进行，很多重点中小河流已经治理完毕并发挥效益。本文试对中小河流治理中常用的护砌型式进行浅析，以便在以后的设计中因地制宜，根据每种护砌型式的特点，选择合适的护砌型式。

近几十年来，随着经济高速发展，我国工业能力极大提高的同时也对环境产生了不小的破坏，很多中小河流受到了不同程度的污染，中小河流的治理与保护已迫在眉睫，国家对环境治理的重视程度也与日俱增。财政部、水利部于2011年4月17日发布了《关于印发〈全国中小河流治理项目和资金管理办法〉的通知》（财建[2011]156号），中央财政设立了中小河流治理专项资金，对中小河流治理工作予以支持。随着中小河流治理工作的加速开展，很多中小河流已经治理完毕并发挥效益，现对中小河流治理中常用的护砌型式进行总结，浅析其特点，以便在以后的工作中因地制宜，选择合适的护砌型式。

一、石笼护砌

石笼是金属线材由机械将双线绞合编织成的多绞状六角形网制成的网箱根据需要组装成箱笼并装入块石等填充料后连接成一体的结构（图1），广泛应用于交通、水利、市政、园林等工程项目中，是应用较多的一种材料，属于柔



图 1 石笼护砌

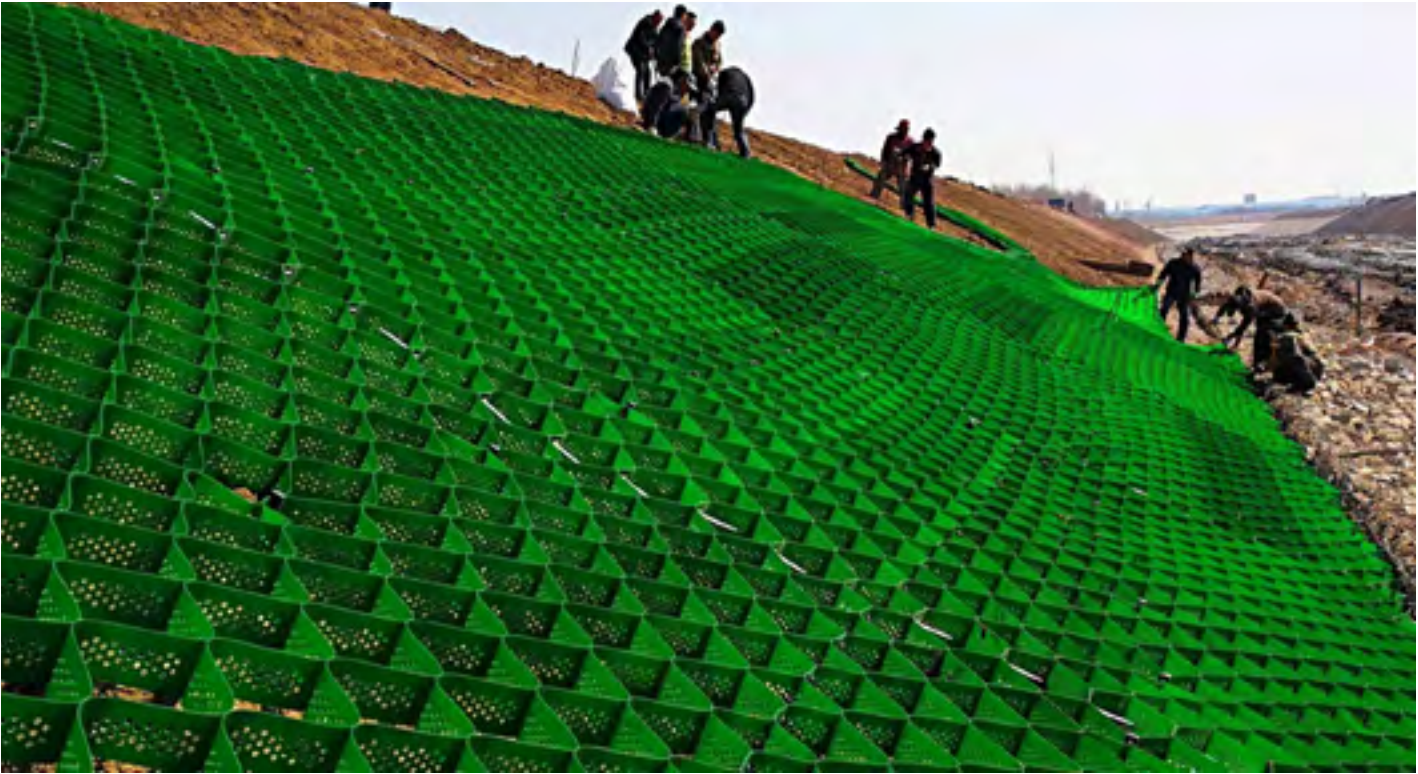


图 2 塑料土工格室护砌

性护砌材料,柔韧性好,适应地形能力强,可做成坡式,也可做成墙式,抗冲刷能力强,透水性好,水上水下皆能使用,是一种比较生态的结构。

石笼网箱的金属线材有铅丝、铁丝、钢丝等，金属线材可根据工程所处的环境选择不同的防腐处理方法，以保证结构的使用年限。防腐镀层一般为镀锌或者镀高尔凡合金（5%的铝－锌合金＋稀土元素），根据国际铅锌组织的认证，镀高尔凡与常用的热镀锌处理方式相比，可提高耐久年限3～4倍。为了达到更高的耐久性能，还可在镀层上再进行覆塑处理，所采用的工程塑料的特性应符合相关标准。工程设计中应根据工程实际选用适宜孔径、适宜尺寸（可定做）、适宜使用年限的材料。

石笼网箱的填充料一般为块石，块石粒径一般为1.5～2倍网箱孔径，若考虑网箱破损后石料不至被冲走造成更大破坏，还应根据《河道整治设计规范》

计算石块的抗冲粒径。如果选用粒径稍大的块石，应辅以较小的块石以保证填石密实，不能使块石悬空，也不能使块石漏出网箱，整体以美观为宜。当地卵石资源丰富或者有更高美观要求的填充石料也可选用卵石。石笼的自然绿化过程根据地理、环境等所需时间不同，一般较为缓慢。如有需要，可播撒适宜当地生长的草籽，也可在石笼中加设生态袋、植生毯、加筋麦克垫等，以满足绿化要求。

该种护砌型式施工简便，不需特殊技术，可多组同时施工，平行、流水作业，进度较快。

二、塑料土工格室护砌

塑料土工格室是一种新型土工合成材料（图2），是以高分子聚合物片材，经柳钉链接或超声波焊接而成的具有三维网状立体结构的格室，使用时展开呈网络状，填入沙子、碎石及泥土等松散料形成一种整体结构的组合材料。可根

据设计需求在片材上打孔或印花，以增强其侧向透水能力，加大与地基材料的摩擦力和结合力。

塑料土工格室材质轻、耐磨损，化学性能稳定、耐光氧老化、耐酸碱，适用于不同土壤土质条件，可用于浅水河道的治理及不稳定土质边坡加固。土工格室伸缩自如，运输时可折叠，运输体积小，施工时可张拉成网状，填入泥土、碎石等松散物料，构成具有强大侧向限制和大刚度的结构体，联接方便，施工速度快。

根据链接方式的不同，还有热熔式整体性土工格室、钢筋加强型土工格室、锁扣加强型土工格室，这些链接方式连接点的强度更高，能更大限度的发挥土工格室的立体加筋效果。土工格室片材的厚度，格室的高度有多种规格可以选择，锁距可根据设计需求定制。用于河道边坡防护时也可根据需要在格室内播撒草籽，或者在格室表层铺设植生毯、



图3 混凝土连锁预制块

保温保湿绿化毯、抗冲生物营养毯等进行景观绿化。

三、混凝土框格或混凝土连锁预制块（砖）

这种护砌型式是在生态护岸发展初期使用较多的护砌型式。框格或者预制块的形式多种多样，但是其结构原理基本相同，都是通过混凝土连锁预制块使河道岸坡形成整体，满足稳定和防冲要求，在预制块的空心孔洞位置进行绿化（图3）。

由于混凝土预制块等是由硬性材料制成，为保证连接的紧密、稳定，往往需要各预制块在一个平面上，这样护砌形成的边坡就比较规则统一，一般河道可以适用，但是对于要求护坡自然多样、不固化的生态河道不适宜。设计中常用于水上部分或者潜水区域的岸坡防护。水上部分可选用空心孔洞较大的连锁预

制块，一般与草皮、花卉或者其他绿化措施相结合；潜水区域可选用空心孔洞较小的连锁预制块，以增强抗冲能力，必要时，根据不同河段的冲刷要求，选取不同厚度的连锁预制块。

四、复合型护砌

复合型护砌样式较多，这里仅介绍下部为矩形槽上部为梯形断面的复式断面护砌型式。这种护砌型式下部结构一般为混凝土挡墙或者浆砌石挡墙，墙顶设人行步道，步道上面与斜坡相连，斜坡可以是规则的，也可以是自然的，或者设计成微地形。这种复式断面常见于城市河道治理中，一般是由于空间不够为节省空间把下部做成矩形槽或者为了满足设置滨水步道等景观需要。矩形槽的混凝土挡墙或浆砌石挡墙为传统硬性结构，自不必多说，墙顶高程一般根据设计水位或者景观水位的要求合理确定，

墙顶滨水步道可以选用多种样式的人行步道砖铺设，也可采用石材或者木栈道等其他合适的材料铺设。上部土质边坡可以根据实际需要进行护砌和绿化。如上部土质边坡较陡，可采用本文中所述的塑料土工格栅进行护砌，稳固边坡；如空间足够，土质边坡较缓，则可根据具体景观需要铺设草皮或者栽植园林苗木等。

五、结语

本文仅对常见的护砌型式进行了浅析，在实际设计中不应拘泥于以上护砌型式，应因地制宜，根据实际需要，大胆创新，在保证安全和经济的前提下，合理使用新技术、新材料，多进行方案必选，科学制定符合当地实际情况和具体工程的设计方案，建设生态自然、能呼吸、有生命的河道。

基于 EFDC 模型的汤河水库污染物质扩散模拟

李亚峰 尚彦辰 程浩 / 沈阳建筑大学市政与环境工程学院

摘要 对水库区域可能发生的累积性污染物质及突发风险事故泄露的污染物质进行模拟，预防水源地危险事件发生，保证居民饮水安全。方法 基于汤河水库已有数据及实测水文水质数据建立 EFDC 模型，并对对汤河水库的水体状态进行动态模拟，验证模型的可行性。基于 EFDC 模型建立库区水动力水质模型，分析针对性模拟污染物在典型年的扩散情况。结果 对富营养累积物质 TP 和 NH₃-N 进行 6 个月模拟，丰水年对出水水质影响较大，会造成出库水水质超过地表水Ⅱ类标准；枯水年对出水水质影响较小，6 个月后 TP 和 NH₃-N 超标水质距离水库出水口分别为 6960m 和 7600m；平水年 6 个月后 TP 和 NH₃-N 超标水质距离水库出水口分别为 1700m 和 3850m。对汤河水库丰水年突发风险事故发生后造成污染物质泄漏情况模拟，事故发生 0.25d 污染物扩线极快，在 2d 后迁移速度逐渐下降，5d 后污染物迁移 600m，当突发性风险事故发生后 94d 时，扩散至水库出水口，但出水口最高污染物质质量浓度低于 0.0003mg/L。结论 建立的 EFDC 模型对污染物质可以进行有效的模拟，扩散的污染物质会长期影响水库水质，因此需及时对污染物质进行处理，避免对城市供水产生影响。



汤河水库



图1 汤河水库地形及监测断面分布图

水是人类生产生活过程中的重要物质基础，保护水生态环境是当前的热门话题。据统计 2012—2017 年国内突发性水环境风险事件共发生 561 起，这为水环境保护敲响了警钟。在风险事故中大量有害物质进入水体，对水环境影响极大。水库作为水源保护地是城市居民饮用水安全的重要保障，同时更是水环境安全管理的重要环节。常见的地表水环境模拟模型有丹麦水动力研究所研发的水动力学软件 MIKE 系列，丹麦 Delft 大学开发的 Delft3D 模型，美国弗吉尼亚海洋研究所开发的流体动力学模型 EFDC，美国陆军工程兵团开发的二维水质动力学分析模型 CE-QUAL-W2。

EFDC 模型经过 20 多年的发展 EFDC 模型已具备数据输入输出方便、计算能力强、连接性能好、适用性效果

好等特点。贾海峰等假定污染事故，并基于 EFDC 模型完成情景分析，计算柴河水库纳污负荷。杨倩应用 EFDC 模型模拟密云水库水环境，并证明应用该模型对模拟突发性水环境风险事件具有可行性。杨志峰等基于 EFDC 模型探究丹江口水库富营养化风险，并对藻类的潜在危害进行预测。翟远征等建立 EFDC 模型模拟北京官厅水库溶解氧质量浓度。MD Stocker 等应用 EFDC 模型研究马里兰州一个灌溉池塘中大肠杆菌浓度的 3D 分布，为评估水体中食源性疾病奠定基础。JMAhn 等根据 EFDC 模型模拟韩国城津河受盐分侵入影响，为生活及生产用水安全提供保障。

笔者以汤河水库为研究对象，基于 EFDC 模型建立库区水动力水质模型，应用该模型模拟污染物对汤河水库的

影响。以氨氮、总磷作为模拟指标，判断常规累积性污染物在进入水库区域后的污染情况。模拟突发性风险事故造成污染对水库地区的影响，预测污染物扩散情况，研究成果可以为汤河水库发生污染事故后的应急处理提供科学依据。

一、研究区域概况

汤河水库是辽宁地区重要的水源地之一，承担着辽阳、鞍山两市 120 余万人的供水。水库总容量 7.23 亿 m³，多年调节水量 2.46 亿 m³，库区面积 5334hm²，包含取水筑物、大坝、水电站等构筑物。汤河水库入库河主要包括二道河、下达河及兰河。笔者在汤河水库中共设置 6 个监测点位，分别位于水库坝前；水库中心；东、西叉头及东、西叉头中部地区（图 1）。

二、汤河水库水环境模型建立及验证

1. EFDC 模型

EFDC 模型具备数据输入输出方便、适用性强等特点，且由于 EFDC 模型采用干湿网格算法，可通过改变最小临界水深的方式，实现网格的动态干湿情况判断，可以实现干湿网格的快速交换，因此 EFDC 模型针对湖库地区进行模拟具有较大优势。

2. 汤河水库网格划分

研究区域网格化处理的精度决定着模拟结果的准确程度及运算时间，通常网格精度越高模拟效果越好，但是运算时间也会增加。同时水体边界存在的不规则的边界会导致划分的网格时出现

锯齿网格影响模拟精度，通常采用坐标拟合法将锯齿网格转化为规则图形，提升模拟精度。研究区域网格划分的正交性和平滑性也会影响模拟结果，正常情况下研究区域网格划分的节点余弦值 <0.2，在边界处可适当增加；平滑性受长宽比影响要求应在 1~2。

笔者选择汤河水库及上游 18km 处的 3 条支流作为研究区域。基于 Delft3D 软件中的 Grid 模块对研究区域进行划分，依据要求共划分网格 1771 个（图 2），横向网格分辨率分别为 36.0~347.9m、纵向网格分辨率为 24.2~324.8m，正交性及平滑性较好（图 3、图 4）。

3. 水动力模型率定及验证

基于汤河水库 2009—2016 年水文

资料设定汤河水库水动力模型边界条件，并设定初始模拟水位为 107.42m，流速为 0m/s。基于北方地区水库已有研究成果及汤河水库数据资料认为水库底部糙率取值为 0.025 较为合适。为保障模型稳定运行，防止负水深影响模拟结果，将时间步长设定为 5s。模拟时间自 2009-01-01 至 2016-12-31 去除统计数据不足日期共计 2911d。为防止初期模拟效果不佳，对模型进行预热使其在 2009-01-01 前保持稳定运行状态。水动力模型选取率定及验证的变量包括水库库容及水库水位，模拟结果（图 5、图 6）。

由图 5 可知，库容在水位 85~112.5m 时拟合效果极好，在该范围外时有一定误差，但水文资料显示汤河水库水位在

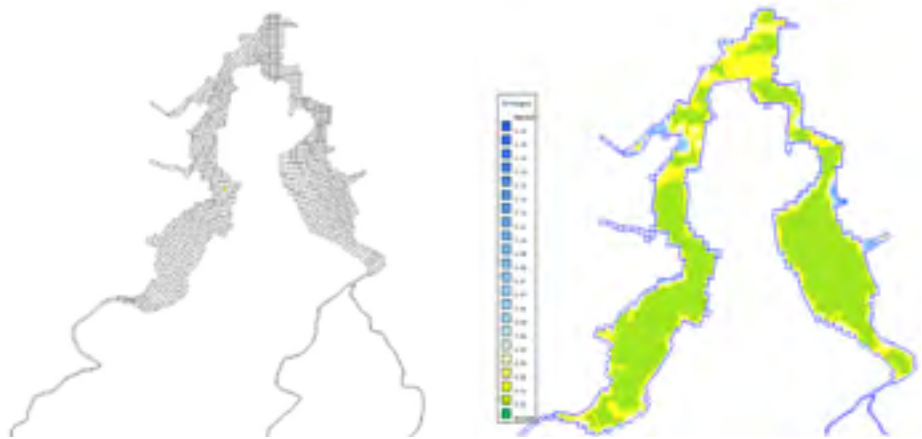


图2 汤河水库区域网格划分

图3 网格划分网格正交性验证结果

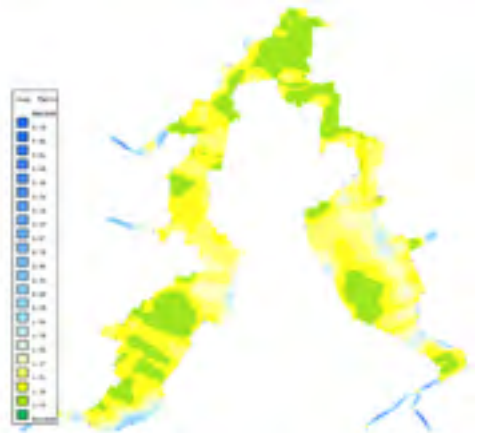


图4 网格划分平滑性验证结果

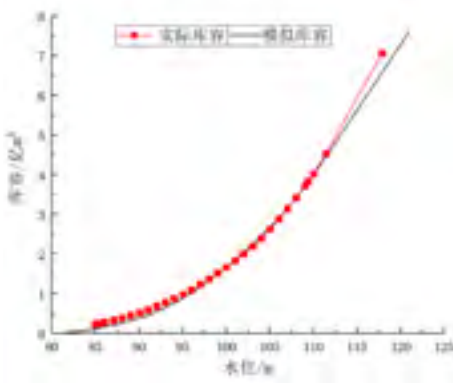


图5 实际库容与模拟库容对比图

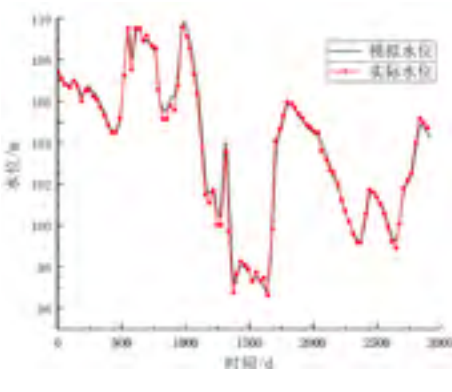


图6 实际水位与模拟水位对比图

模拟期间内均低于 112.5m，且高于 85m 所以拟合效果较好。图 6 可知，水位模拟结果与实际趋势相符，且误差均低于 5%，因此证明模型运行正常，且模拟效果较好。

4. 水质模型率定及验证

水质模型边界条件，由于入库水质数据缺乏，仅选择 2016 年部分数据作为水质条件构建水质模型。水质模型选取率定及验证的变量包括氨氮及总磷，初始浓度选择库区年均浓度，同时模拟经预热后达到稳定后再进行模拟，为使得水质模拟可以快速达到稳定状态，设置初始水质为库区年均浓度值。考虑到水体有自净功能，TP 及氨氮的降解过程应满足一级动力学模型。

由于坝前；水库中部；及东、西叉头中部的监测点位的水龄长，且部分数据短缺的原因。为保证模拟效果，仅选用西叉头和东叉头两个入库点较近的监测点位进行水质参数的率定（图 7）。

由于检测条件限制 TP 和 NH3-N 的检出浓度分别为 0.01mg/L 和 0.025mg/L，检测结果较低误差较小，因此率定过程应以趋势判断为主。从图 7 可知，预测结果与实际变化趋势基本相似，确定 TP 衰减系数为 $0.001d^{-1}$ ，NH3-N 的衰减系数为 $0.003d^{-1}$ ，与其他北方水库研究结果相似，因此模型模拟结果可以有效反映实际水质情况。

三、污染物扩散及浓度变化模拟分析

1. 典型年水质状况模拟分析

水库地区水体流速较低，易造成营养物质的累积,进而产生富营养化危险，为防范富营养化问题，笔者主要模拟水库进水过程中氮磷超标情况。由于二道河和下达河是直接入库，当入库水质发生污染时难以防控；兰河是隧道引入汤河水库可通过关闭隧道控制污染。所以笔者究仅模拟二道河和下达河在最不利

条件下的丰水年、平水年及枯水年 TP 和 NH3-N 的质量浓度变化。

模型设置流量边界为各典型年的平均流量，水质边界设为典型年最不利 TP 和 NH3-N 的浓度。具体模型边界条件如表 1 所示。

采用表 1 的边界条件，模拟 TP 和 NH3-N 的在不同典型年下的浓度变化情况，模拟时长设为 6 个月，模拟结果如图 8 所示。

从图 8 可以看出，TP 和 NH3-N

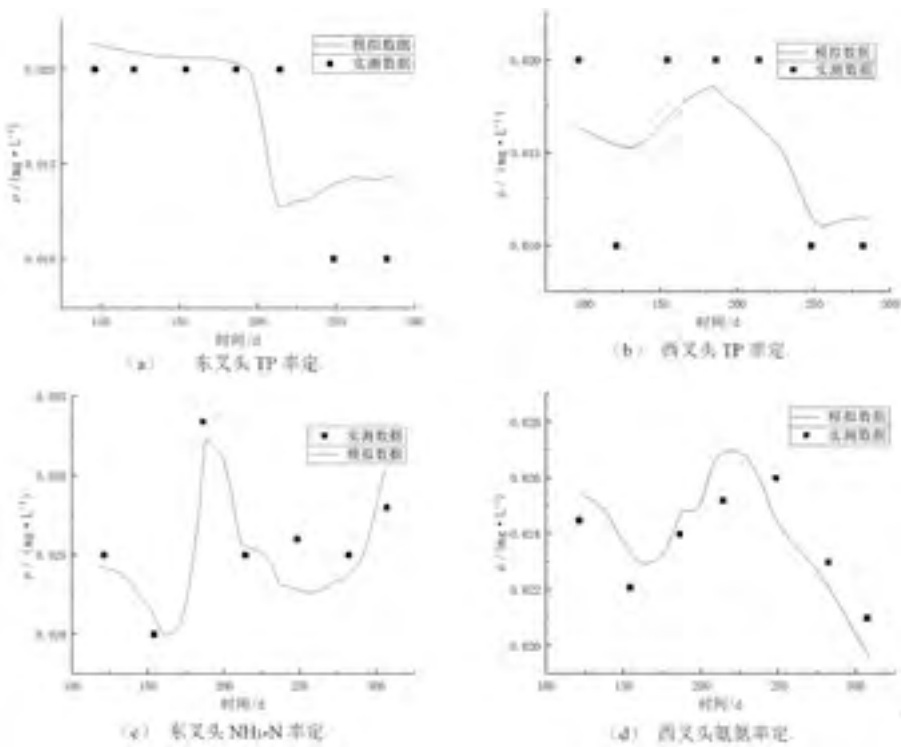


图 7 实测与模拟 NH3-N 与 TP 对比图

表 1 入库河流边界条件

入库河	不同水期	$m^3 \cdot Q / (s \cdot L^{-1})$	$NH_3-N / (mg \cdot L^{-1})$	$TP / (mg \cdot L^{-1})$
二道河	枯水年	1.49	1.00	0.20
	平水年	4.51	1.00	0.20
	丰水年	10.37	1.00	0.26
下达河	枯水年	1.00	1.00	0.20
	平水年	3.97	1.00	0.20
	丰水年	7.23	1.00	0.24

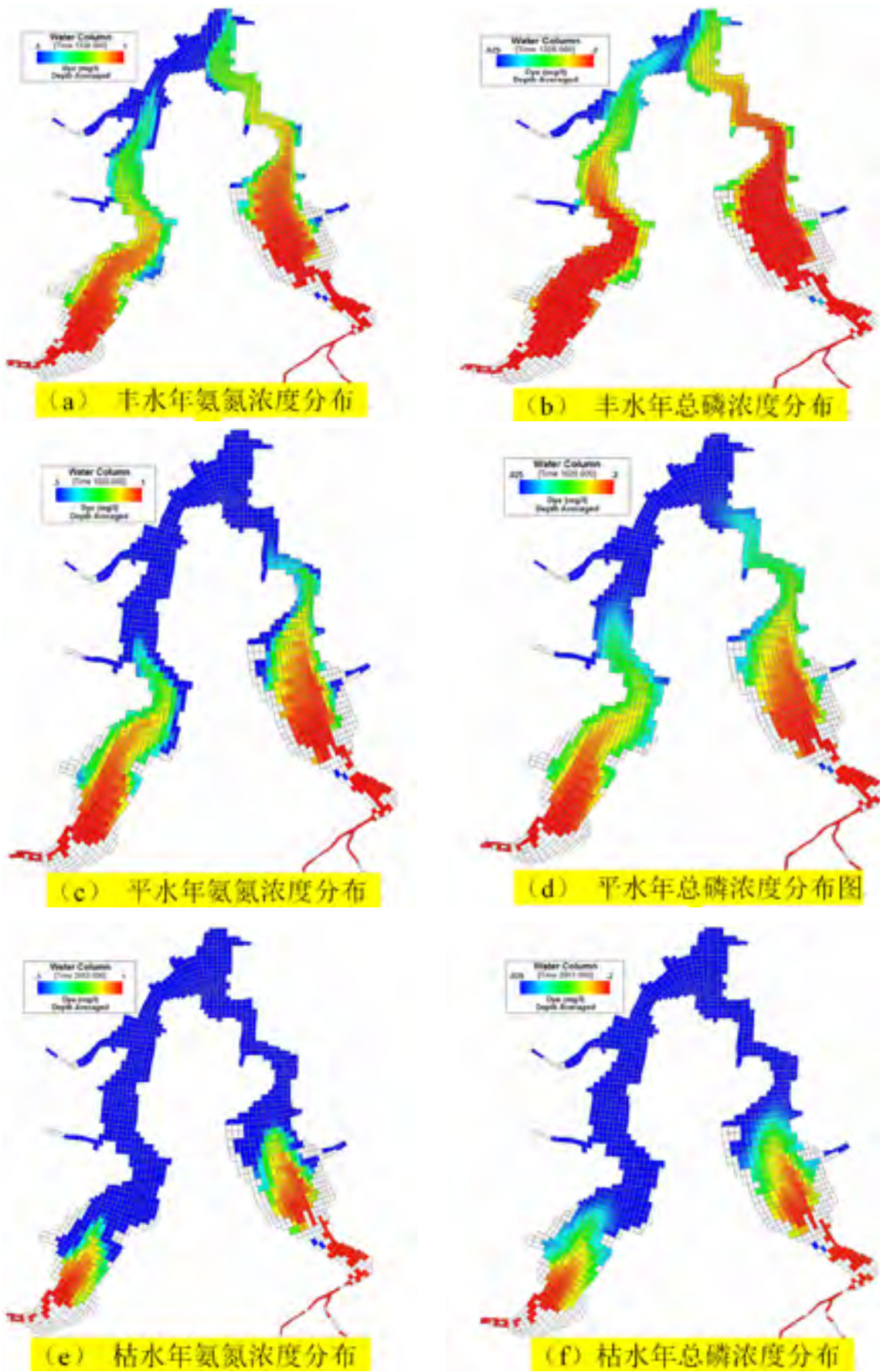


图 8 典型年 NH₃-N 和 TP 分布图

在6个月的扩散后丰水年所受影响最大，出水口处 TP 为 0.12mg/L、NH₃-N 为 0.59mg/L，超过Ⅱ类水质标准。平水年东部库区受到污染影响，TP 和 NH₃-N 超标水质距离水库出水口分别为 1700m 和 3850m。枯水年影响较小但依旧存在超过Ⅱ类水质标准，TP 和 NH₃-N 超标水质离水库出水口分别为 6960m 和 7600m。

由此看出当入库水受到污染时，水质超标问题会较长一段时间存在于水库中，同时丰水年受影响最大，为避免污染物质超标影响出库水质，需要及时控制污染物质扩散，降低污染物质影响。

2. 突发风险事故影响

丰水年受到影响最大，因此当在丰水年时发生突发性风险事故时造成的影响也会随之增强，所以笔者将丰水年条件作为最不利条件，模拟突发性交通事故造成的影响。以 S316 草鞍线公路通过下达河 (a) 及二道河两入库支流的桥梁作为事故发生地 (b)（图 9）。

设定污染物质为 10t 保守污染物，入库流量设为 2m³/s，污染物浓度设置为 100mg/L，泄漏持续 2h。基于设置后的 EFDC 模型模拟事故发生后的污染扩散情况 (图 10)。

由图可以看出，事故发生后初期，物质扩散速度较快，在 2d 后迁移速度逐渐下降，5d 后污染物迁移 600m，5~10d 速度较慢，当突发性风险事故发生后 94d 时，污染物扩散至出水口，并对水质影响持续 360d 左右，但出库水质最高污染浓度低于 0.0003mg/L。

污染物在库区停留时间长，较难彻底自我净化，会影响出水情况。因此应在事故发生后的 5d 内及时处理污染物质造成的影响，并在 94d 内彻底处理水体中的污染物质，避免对城市供水产生影响。

四、结论

（1）基于汤河水库已有数据及实测水文水质数据，建立 EFDC 模型模拟汤河水库的水环境，并对污染物质扩散情



图 9 突发性水污染事故点位图

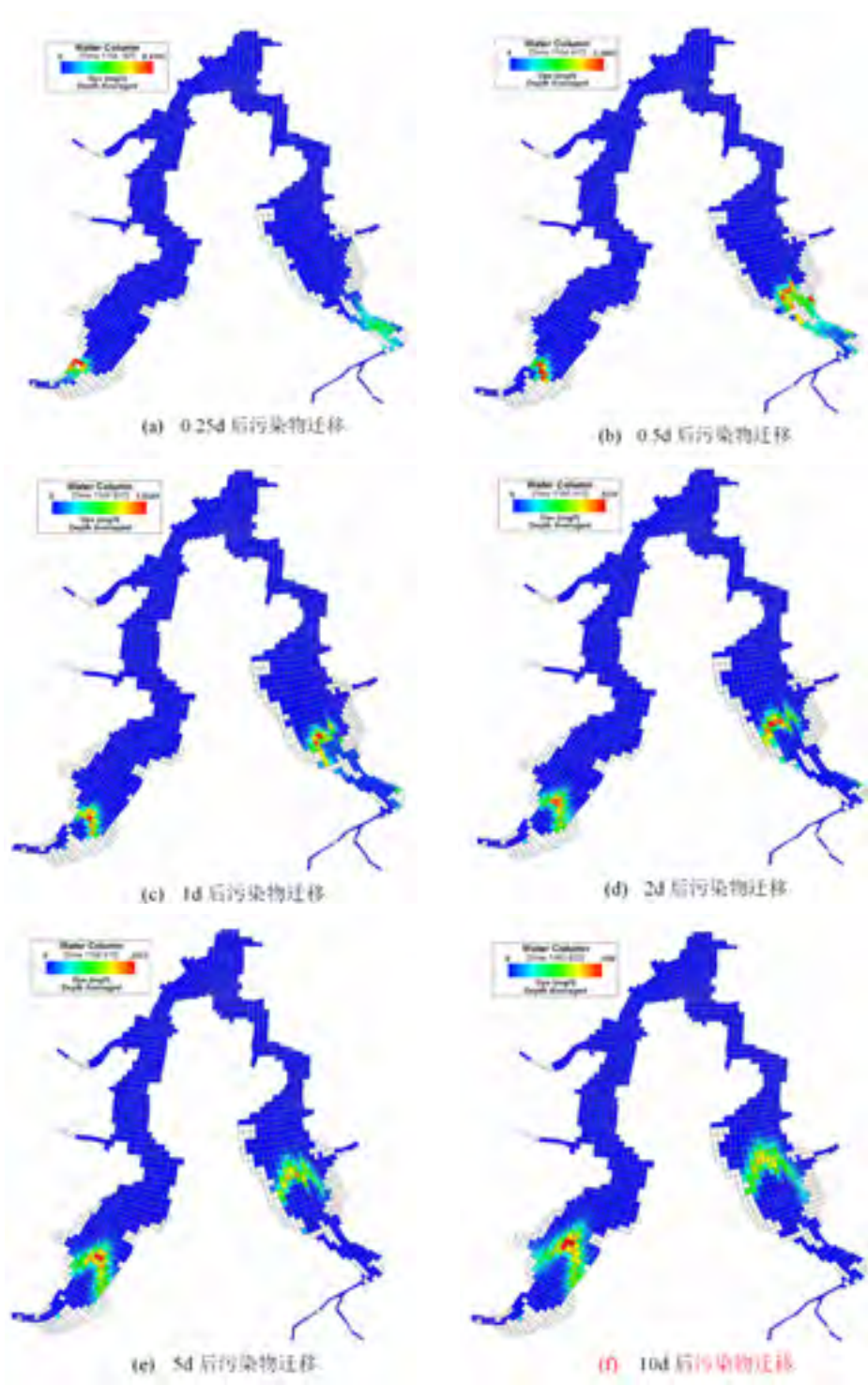


图 10 特征污染物迁移过程

况进行模拟。采用 2009—2016 年水文数据对水动力模型进行验证。基于 2016 年水质数据对水质动力模型进行模拟验证，EFDC 模型可有效模拟汤河水库的环境状态。

（2）对 TP 和 NH₃-N 扩散情况进行 6 个月模拟，实测值与模拟值趋势相近。丰水年对出水水质影响较大会造成出库水水质超过地表水Ⅱ类标准；枯水年对出水水质影响较小，6 个月后 TP 和 NH₃-N 超标水质距离水库出水口分别为 6960m 和 7600m；平水年 6 个月后 TP 和 NH₃-N 超标水质距离水库出水口分别为 1700m 和 3850m。

（3）模拟汤河水库丰水年突发性风险事故发生后造成污染物质泄漏，预测污染物质在水库中的扩散，定量给出出水口受污染的时间。事故发生 0.25d 污染物扩线极快，在 2d 后迁移速度逐渐下降，5d 后污染物迁移 600m，当突发性风险事故发生后 94d 时，扩散至水库出水口，但最高污染浓度低于 0.0003mg/L。



沈阳市规划设计研究院有限公司
SHENYANG URBAN PLANNING & DESIGN INSTITUTE CO., LTD.

生态设计院

涵盖总规、详规等各阶段的市政规划，给水、排水、电力、通信、供热、燃气、消防、综合管廊、海绵城市等各专业专项规划，以及规划咨询研究、各类市政管线施工图设计等工作。承接市政及工程规划、管线施工设计等业务，包括国土空间市政规划、城乡市政规划、综合防灾、综合管廊等各类专项规划以及各类市政管线规划及施工图设计。流域规划、水资源规划、水库枢纽、引调水工程、灌溉排涝、河道整治、城市防洪、水土保持方案编制及与其相关的监理、测量等工程任务、环保工程设计、市政工程设计、建筑工程设计、烟尘净化、中水回用、生态保护、固废处置工程设计、项目咨询、项目管理等服务。

代表项目

- 沈阳城市给水专项规划
- 沈阳市中心城区再生水利用规划
- 沈阳市排水防涝补短板三年行动方案
- 沈阳市 5G 通信基础设施专项规划
- 沈阳市中心城区海绵城市建设专项规划
- 沈阳市城市水系规划
- 沈阳市核心区水环境建设规划
- 沈阳市排水规划
- 沈阳市浑南心区总体规划—基础设施规划
- 沈阳市邮政专项规划
- 沈阳市新城与主城基础设施衔接规划
- 法库县总体规划—基础设施规划
- 康平县总体规划—基础设施规划
- 沈阳市地铁工程施工降水回用规划
- 沈阳市蒲河新城总体规划—基础设施规划
- 沈阳市给水专项规划
- 沈阳市电力专项规划
- 沈阳市供热专项规划
- 沈阳市燃气专项规划
- 浑北灌区节水改造及续建配套工程

市政管网研究一所

市政管网研究一所成立于 1984 年，拥有注册工程师 6 人；教授级高级工程师 6 人，高级工程师 6 人。业务范围涵盖总规、详规等各阶段的市政规划，给水、排水、电力、通信、供热、燃气、消防、综合管廊、海绵城市、管线综合等各专业专项规划以及规划咨询研究、排水市政管线施工图设计等工作。

市政管网研究二所

市政管网研究二所是致力于市政行业创新转型和综合业务拓展的业务设计所。承接市政及工程规划、管线施工设计等业务，包括国土空间市政规划、城乡市政规划、综合防灾、综合管廊等各类专项规划以及各类市政管线规划及施工图设计。

沈阳市水利建筑勘测设计院

沈阳市水利建筑勘测设计院本着立足沈阳，服务城市建设的方针，全心全意投入沈城水利建设事业，拥有员工近 40 名，多年来深耕水利工程设计行业，主要业务包括：流域规划、水资源规划、水库枢纽、引调水工程、灌溉排涝、河道整治、城市防洪、水土保持方案编制及与其相关的监理、测量等工程任务。

沈阳市环境保护工程设计研究院有限公司

沈阳市环境保护工程设计研究院有限公司始建于 1986 年，是全国首家专业环保设计院。拥有国家建设部颁发的环境工程（水污染防治工程）专项甲级、市政行业（排水工程）专业甲级、建筑行业（建筑工程）甲级、环境工程（物理污染防治工程、固体废物处理处置工程、污染修复工程、大气污染防治工程）专项乙级等七项设计资质。主要从事环保工程设计、市政工程设计、建筑工程设计、烟尘净化、中水回用、生态保护、固废处置工程设计、项目咨询、项目管理等技术服务。