城市群区域水循环解析与水资源安全诊断理论与技术

【获奖等级】 理论成果奖二等奖

【任务来源】 国家科技计划项目

【起止时间】 2014 年 12 月～2020 年 12 月

【完成单位】 中国水利水电科学研究院

【主要完成人】 刘家宏、李　想、赵　勇、邵薇薇、梅　超、王　佳、高希超、毕昊瑕、赵　衡、何国华、张尚弘、王富强

一、研究背景

水资源安全是我国区域可持续发展面临的重要挑战，特别是在变化环境下，城市群区域水循环发生了重要变化，保障区域水安全迫切需要理论与技术支撑。京津冀地区位于我国首都经济圈，是北方地区发展潜力最大的城区群区域，正面临着深刻的水危机。本项目依托国家重点研发计划课题等项目，研发了城市群区域水循环解析与水资源安全诊断理论与技术，为保障城市群水资源安全、科学防范化解城市群水风险提供了基础科学支撑。

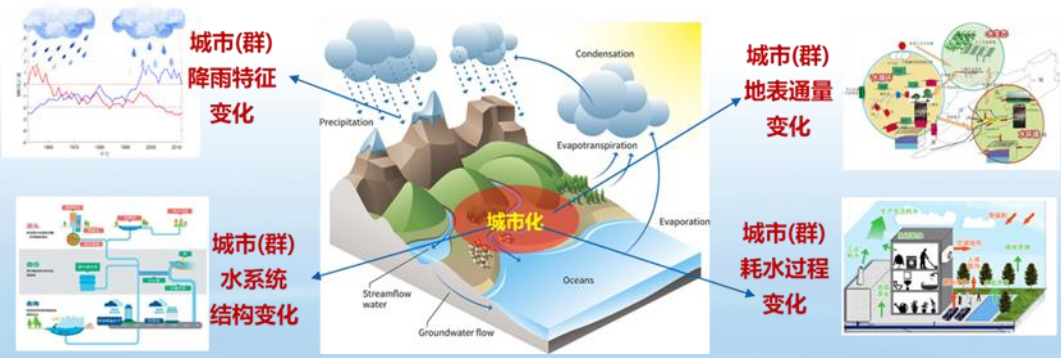


图 1 城市化对自然水循环过程及区域水安全具有重要影响

二、主要内容

1、构建了城市群区域自然~社会二元水循环通量数据集，解析了水循环通量演变规律。

2、研发了城市水循环模拟器和健康水循环模式构建模型，揭示了多情景城市水循环演变规律。

3、提出了城市耗水分析框架体系，构建了基于城市土地利用类型的“双源~多层~混合”型城市耗水计算模型。

4、构建了城市二元水循环驱动力数学模型，建立了城市群区域水资源“需求场”理论，基于能量转换思想计算了城市群区域社会需水高程。

5、解析了不同用水效率及其对应的经济规模，基于伽马函数离散并拟合了水资源利用效率频谱曲线，科学表征了区域内部用水效率的非均衡性，揭示了水资源利用效率演进中出现的“双峰”特征。

6、提出了基于云模型等的城市群区域水循环健康评价方法，识别了水循环健康状况的空间分布和时间演化特征。

7、发展了以县域为基本单元的城市群区域水资源安全诊断方法体系，绘制了多情景组合下水资源安全诊断空间图谱。

8、发展了场次降水过程下城市水循环全过程、多要素监测和评价方法，针对典型区开展了健康评价，识别了影响水循环健康的主控因子。

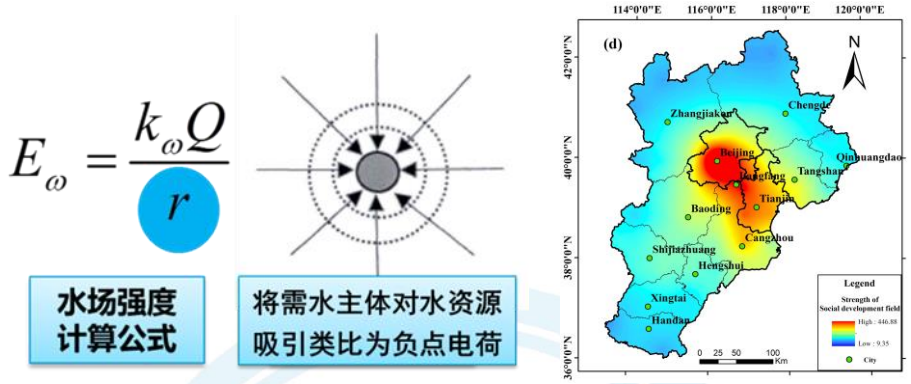
三、创新点

1、提出了城市群区域水循环驱动机理及其量化方法。

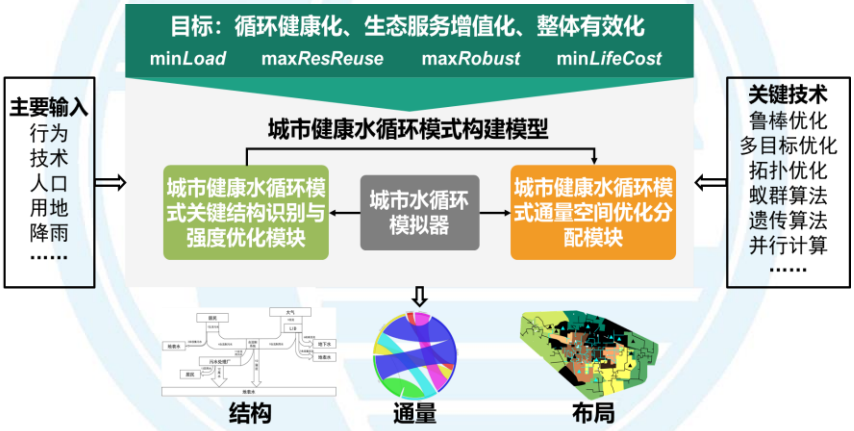
2、揭示了城市水循环演变机理及其高强度耗水现象。

3、构建了水资源利用效率解析与频谱化离散方法。

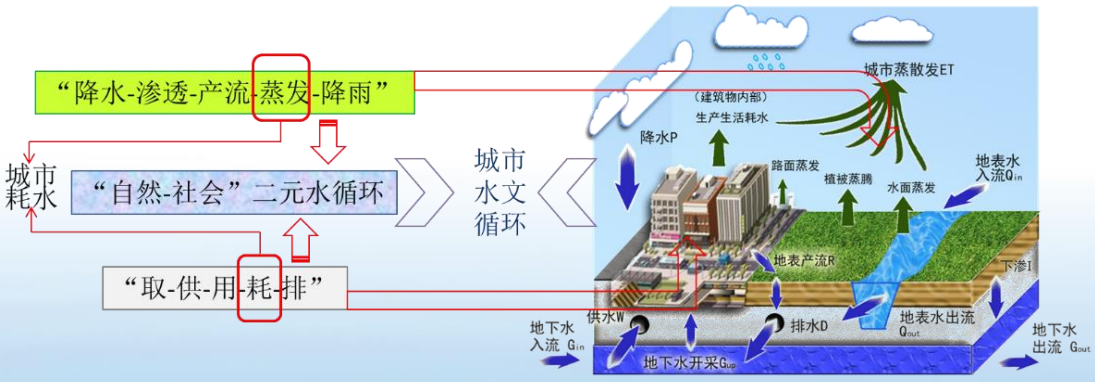
4、构建了多尺度水循环健康评价模型和水资源安全诊断方法。



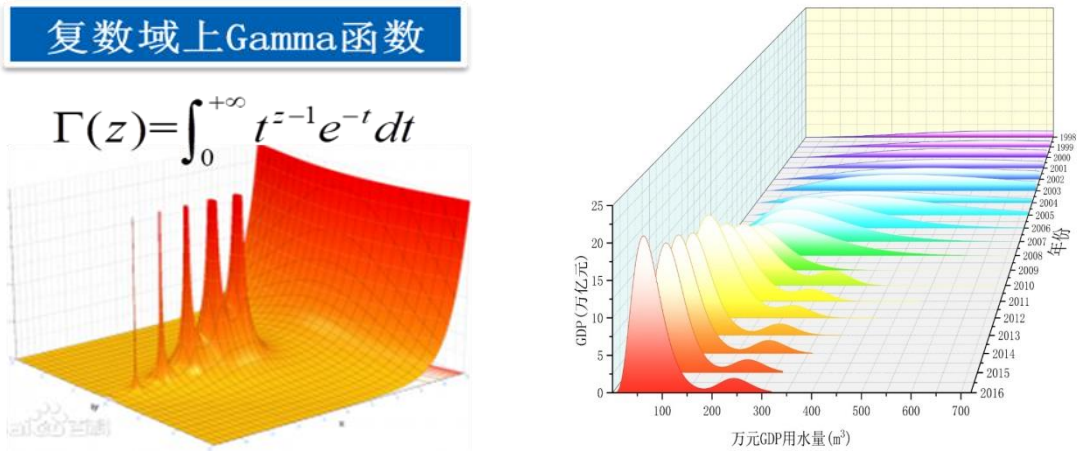
（a）“水场”理论及其在京津冀地区的应用



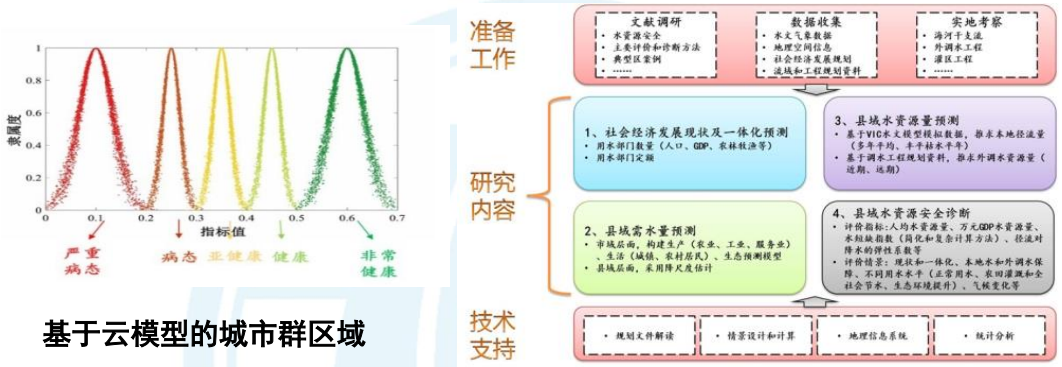
（b）城市健康水循环模式构建模型



（c）二元水循环模式下的城市耗水



（d）基于 Gamma 函数的水资源利用效率解析与频谱化离散方法



（e）多尺度水循环健康评价模型和水资源安全诊断方法

图 2 成果主要创新点

四、推广应用

本研究理论和技术成果已在京津冀地区进行了整体应用，支撑了区域协同发展的水安全评估和重大工程规划和决策，包括北京城市副中心水循环调控方式确定、海河流域第三次水资源评价等，为“以水定城、以水定地、以水定人、以水定产”原则的落实提供了科学基础，发挥了显著的社会经济和生态环境效益。