

灌区现代化建设关键技术



张宝忠

中国水利水电科学研究院水利研究所

国家节水灌溉北京工程技术研究中心

2018年12月

一、发展背景

二、现代灌区发展理念

三、现代灌区发展技术体系

四、现代灌区规划实践



一、发展背景

灌区是我国农业用水主体，对现代农业可持续发展意义重大



占耕地**49%**的灌区



生产**75%**的粮食和**90%**的经济作物



消耗**57%**的全社会总用水量

1998年以来，国家启动大型灌区续建配套与节水改造任务，历经20年建设，骨干工程系统明显改善，节水效果显著

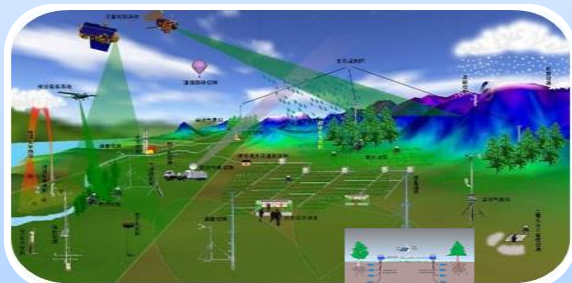




一、发展背景

- 传统：**靠人力、凭经验，工程分项作用显著，整体不足
- 现代：**靠科技、凭数据，工程整体作用与管理服务能力

需水监测



国外：多源融合 实时预报



国内：以点代面 预报不及时

用水量控

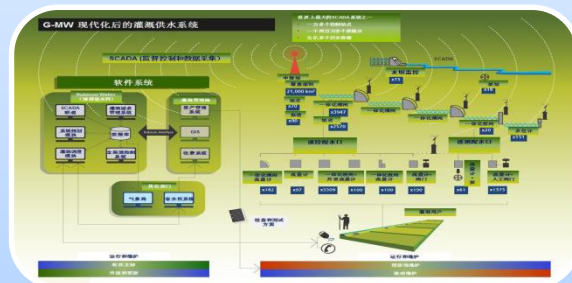


国外：测控一体，系列化



国内：以测为主，可靠性不足

供需调配



国外：软硬配套，智能调控



国内：经验管理为主



一、发展背景

发展约束

- 农产品数量需求持续增加，品质期望提升
- 农业用水总量零增长，局地负增长
- 农业环境生态需求增长，节水节肥（药）减排

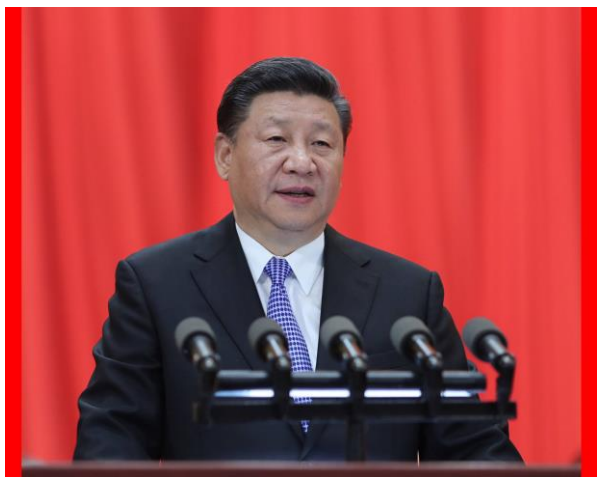
解决问题

- ✿ 供水过程不确定性与需耗水时空变异性
- ✿ 输配水过程高效精准实时配置与调控
- ✿ 田间用水过程精确预报决策与精量施灌

发展趋势

- ➡ 单纯工程建设向灌区全程用水优化配置与管理
- ➡ 基于高新技术对传统技术和管理模式升级改造
- ➡ 农业用水信息化、智能化、精准化、自动化

一、发展背景



国 家

1. 《中共中央国务院关于实施乡村振兴战略的意见》明确指出，加快灌区续建配套与现代化改造。
2. 中央关于“四化同步”、实现农业现代化要求
3. 生态文明建设的要求，灌区是农业农村基本的人工生态单元

水 利 部

1. 《加快推进新时代水利现代化的指导意见》中明确到2050年，全面实现水利现代化。
2. 鄂部长指出，水利工程补短板和水利行业强监管是治水的工作重点。
3. 水利部关于《深化农田水利改革的指导意见》
4. 全面推进农村水利现代化



二、发展理念

重建设、轻管理 补短板、强监管

- 以骨干工程续建配套和节水改造为主要内容的灌区建设逐渐向：
 - 围绕“山水林田湖草”综合统筹；
 - 以灌溉排水工程提档升级为基，注重水生态保护修复、强调智慧管理手段和水文化挖掘与保护的现代化改造提升转变。
- 以先进的发展理念为引领，以地方特色为基础，按照水源配置合理化、输水排水网络化、田间设施标准化、工程方案生态化、灌溉用水精量化、灌溉管理智慧化的要求，建立可持续的灌区发展方式，着力提高水旱灾害防御能力、水土资源利用效率、农业综合生产能力，全面支撑乡村振兴战略。

二、发展理念

□ 什么是现代灌区？

- 乡村振兴战略的最重要支撑（现代农业）
- 水的“取输配用耗排”全过程先进、高效、生态
- 风险、运维、机制管理手段智慧、治理能力现代化
- “生产—生态—生活—人文”和谐兼顾
- 体现灌区“用水—护水”人文历史特色
- 突出地域、产业、工程、人文特色

人文灌区

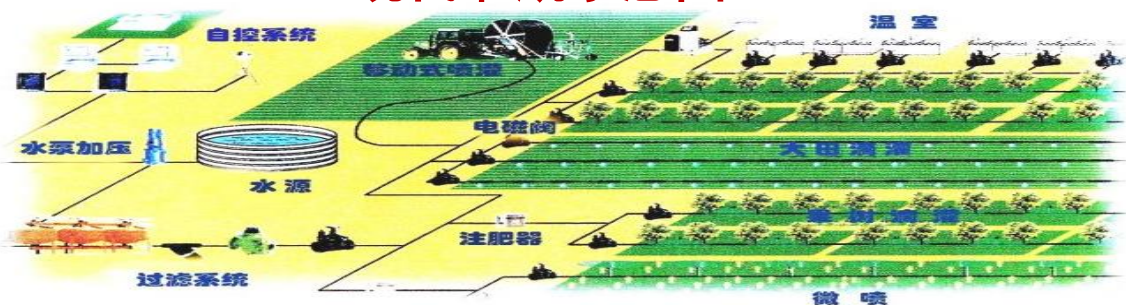
智慧灌区

生态灌区

效率灌区

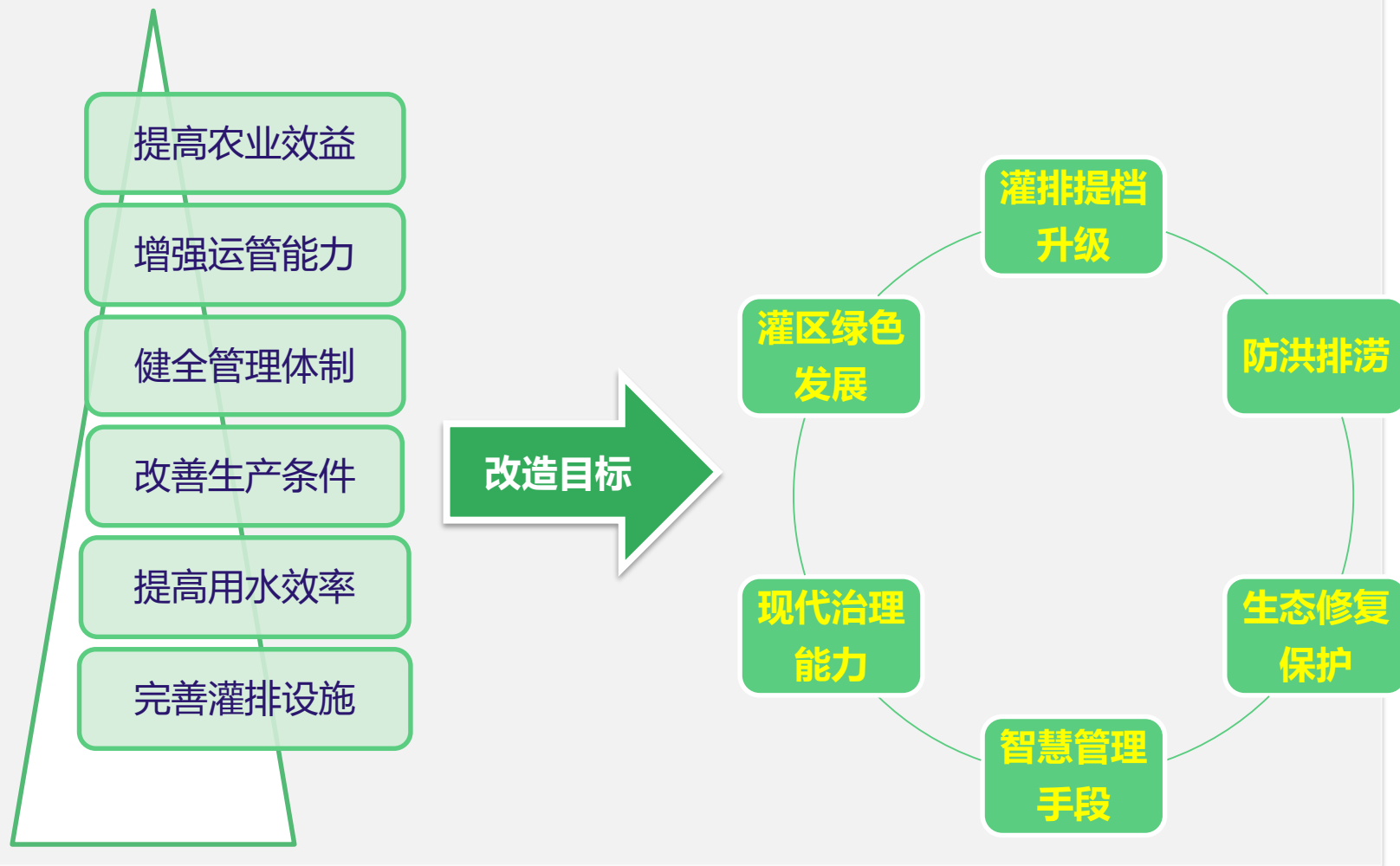
生产灌区

现代灌溉示意图





二、发展理念

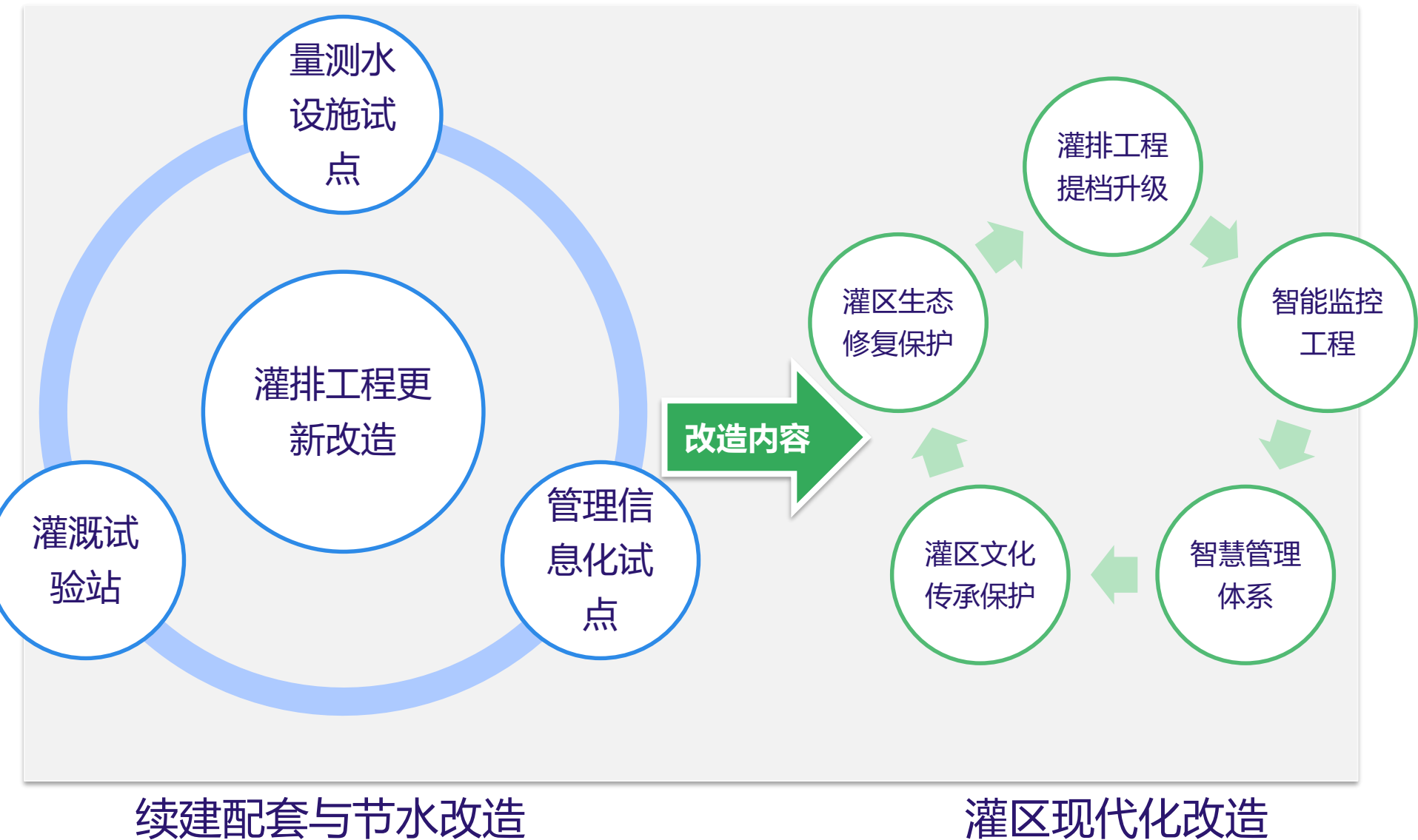


续建配套与节水改造

灌区现代化改造

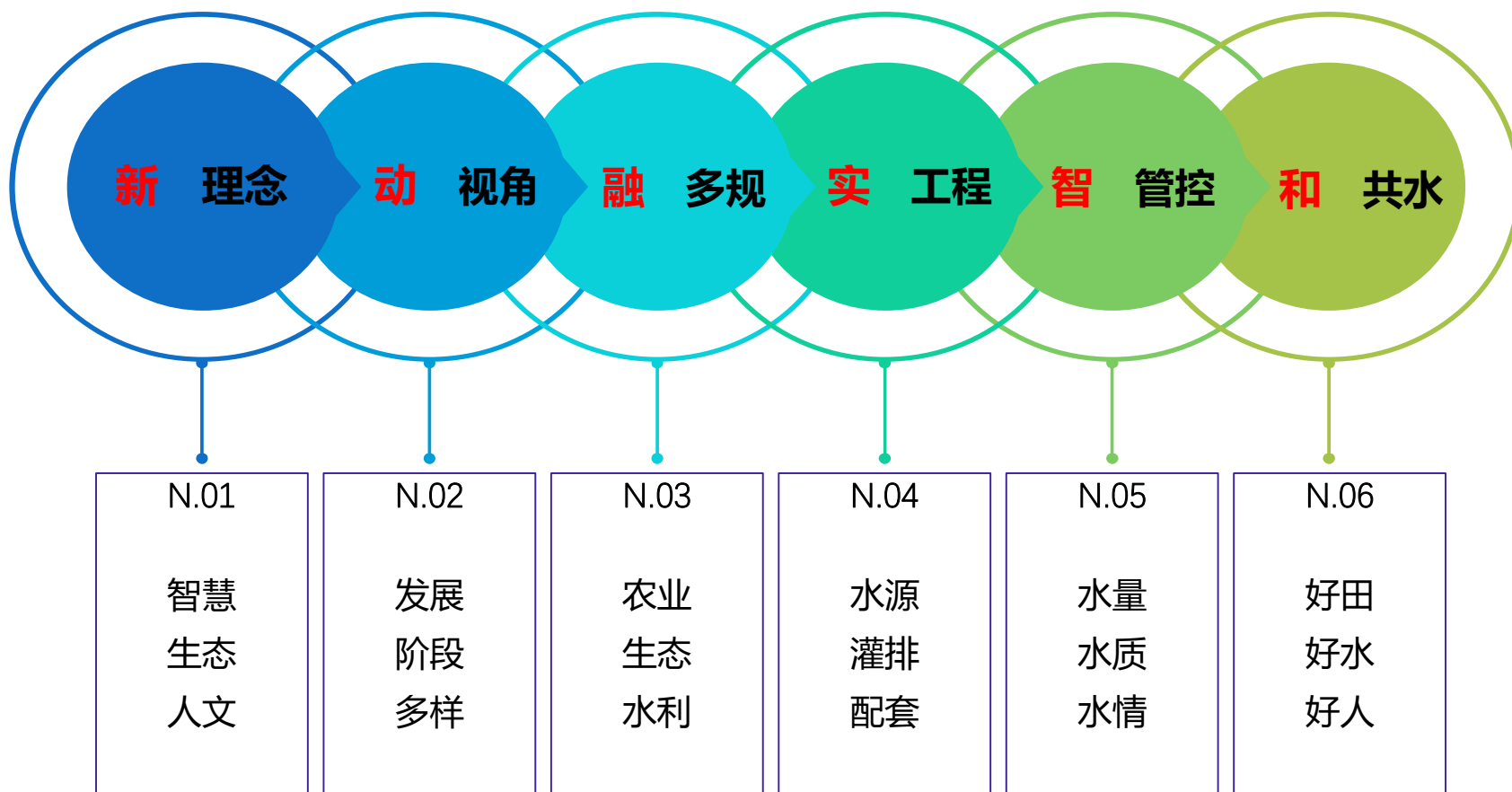


二、发展理念





二、发展理念

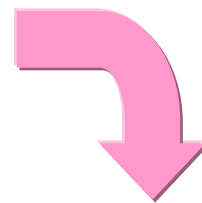
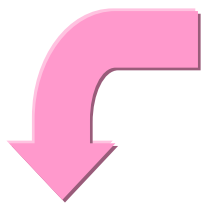


三、技术体系



灌区信息采集

- 基础信息
- 种植信息
- 用水信息



灌区 供给侧 调控



渠管道输配水实时调控

- 水动力学仿真理论
- 输配水系统优化调度
- 渠管道水流量控

田间水肥高效配施

- 滴灌水肥一体化
- 喷灌变量控制
- 精细地面灌溉
- 灌溉传感自控

灌区 需求侧 优化

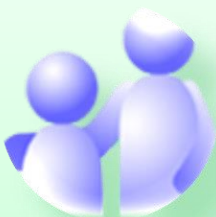
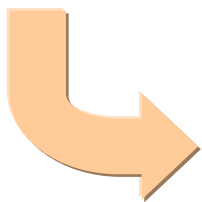


作物水肥亏缺诊断与定量表征

- 基于冠气温差水分诊断
- 基于光谱信息水肥诊断
- 作物水肥需求定量表征

灌区水肥亏缺诊断与预测预报

- 空间变异定量表征
- 水肥亏缺智能诊断
- 水肥需求预测预报
- 气候变化下需水预测



供需耦合智能决策

- 多水源优化配置
- 标准化水肥方案集
- 灌区用水调控智能决策
- 灌区用水综合评价
- 灌区用水云服务平台

1

灌区信息采集

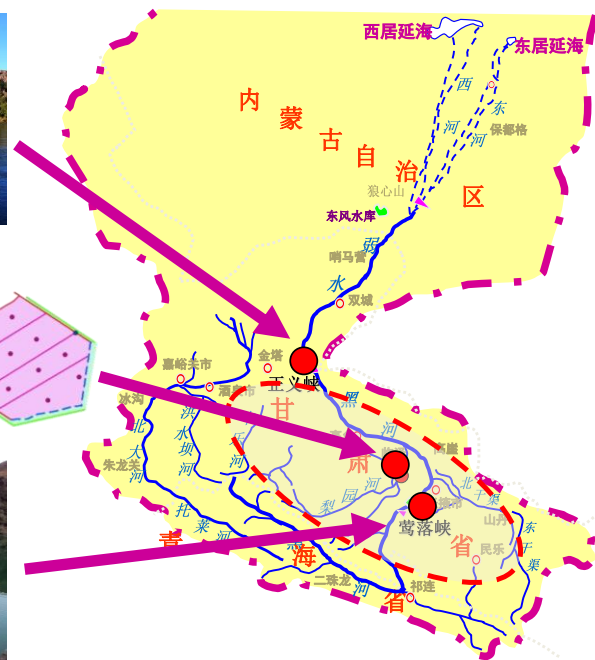
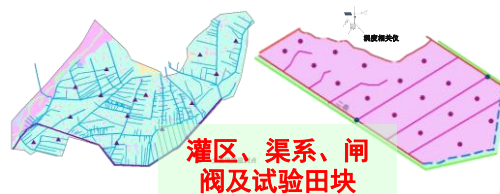
1.1 基础信息

1.2 种植信息

1.3 用水信息

1.1 基础信息

- 灌区边界与地块位置
- 土壤分布
- 水源信息
- 渠管和沟道分布
- 闸阀位置



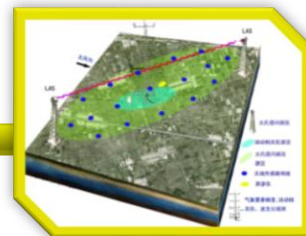
□ 矢量化、数字化、动态维护性



卫星



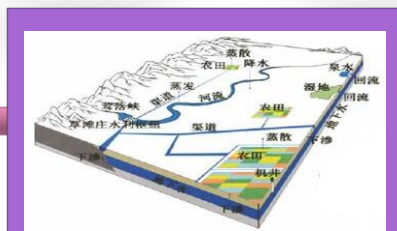
无人机



地面观测站网



数字化及可视化



渠系分布、节制闸门



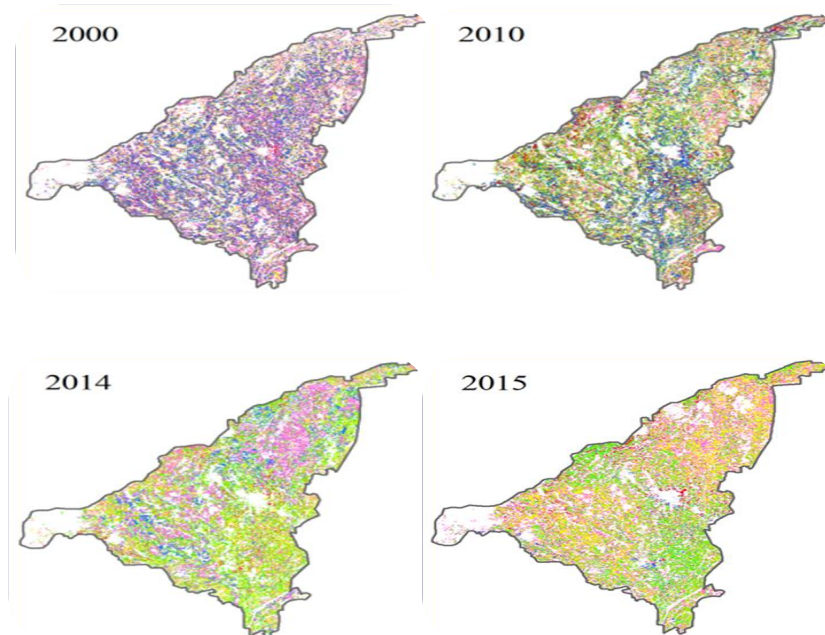
实灌面积



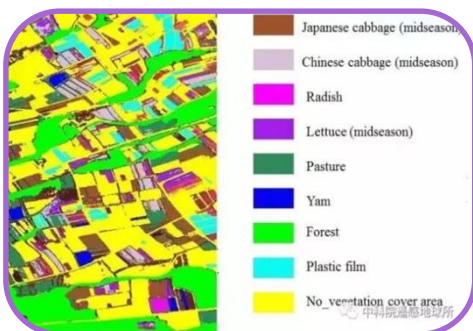
1.2 种植信息

- 农作物反射特性、时相特性及空间特性
- 农作物种植结构提取方法
- 土地利用现状

(遥感+无人机+典型调查)
避免统计的“数字主义”



多源影像数据获取



光谱特征分析



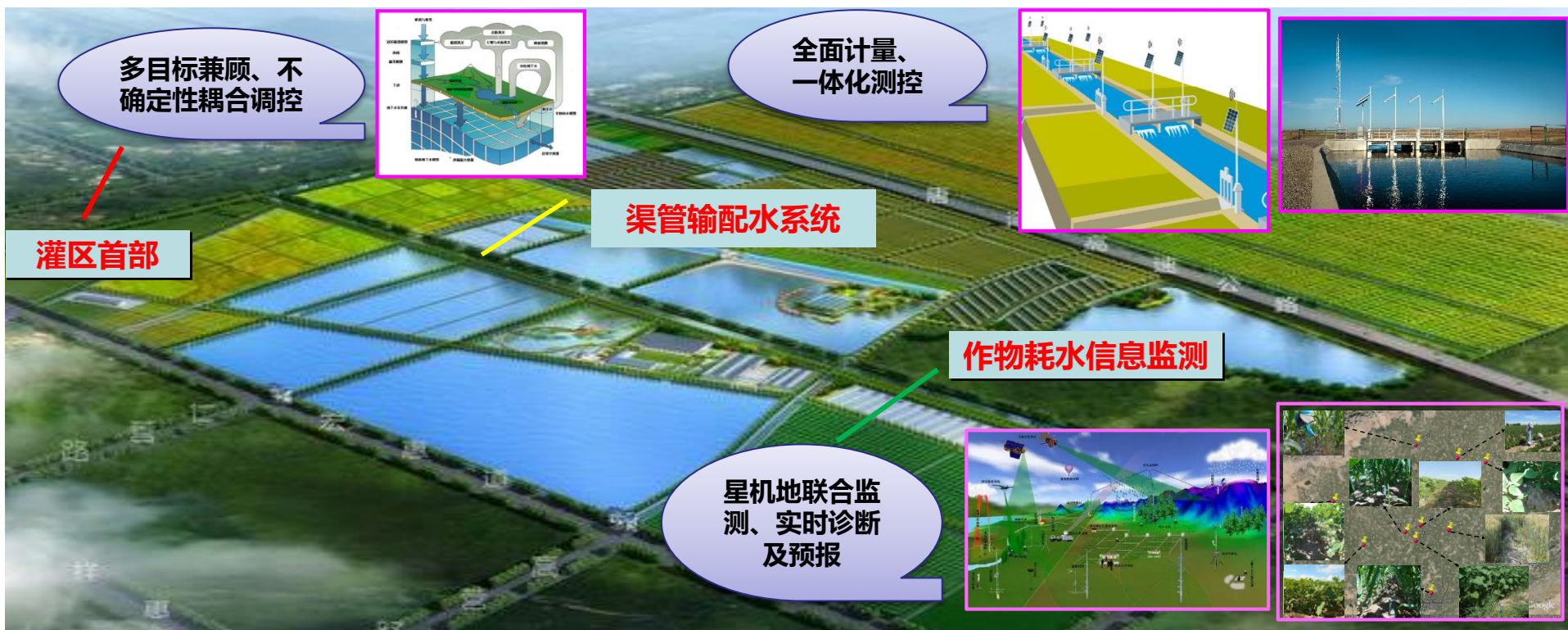
时相特征分析



空间特征分析

1.3 用水信息

- 明渠输配水系统低功耗流量信息监测
- 管道输配水系统运行水流监测
- 闸阀状态监测
- 灌区作物水肥信息监测



2

供给侧

灌区水运动精准

仿真调控

智慧调控难点

◆ 灌区水运动全过程的时时水位、水量

◆ 外界条件改变后每个节点的水位、水量变化

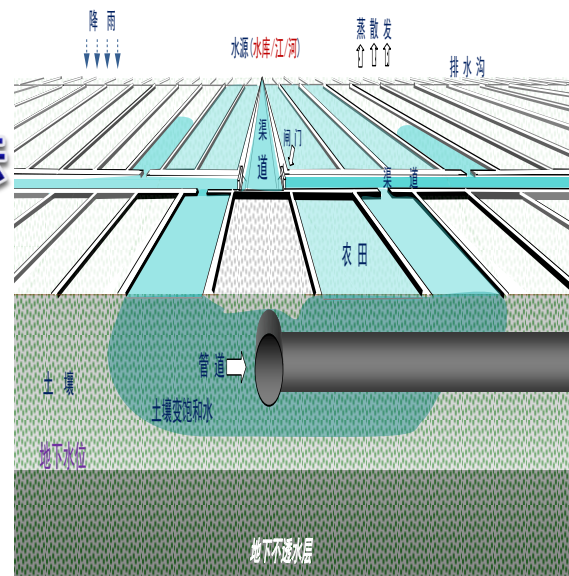
◆ 智慧精准调控、优化设计，制定预案

◆ 解决方案

◆ 三维空间有向网络下水运动方程组统一表征方法

◆ 三维空间有向网络下贝叶斯智慧推理

以智慧的形式寻踪、调控水足迹



核心技术

- **输配水全系统的水动力学机制与模拟理论**：创建了基于分布式水动力计算的灌区水循环模拟模型，改进了非迭代全隐式有限体积法

二维地表浅水方程组

$$\begin{aligned} \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} &= 0 \\ \frac{\partial(hu)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(hu^2 + \frac{gh^2}{2} \right) + \frac{\partial(huv)}{\partial y} &= -gh \frac{\partial b}{\partial x} - gh \frac{n^2 u \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{4/3}} \\ \frac{\partial(hv)}{\partial t} + \frac{\partial(hv^2)}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} \left(huv + \frac{gh^2}{2} \right) &= -gh \frac{\partial b}{\partial x} - gh \frac{n^2 v \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{4/3}} \end{aligned}$$

农田/水库/湖泊/塘堰水

一维网络Saint-Venant方程组

$$\begin{aligned} B \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} &= 0 \\ \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(Qu)}{\partial x} &= -gA \frac{\partial \zeta}{\partial x} - g \frac{n^2 Q |u|}{R^{4/3}} \\ \frac{dh}{dt} &= \sum_{i=1}^n \varphi_i Q_i \end{aligned}$$

河/渠/沟/管网络水

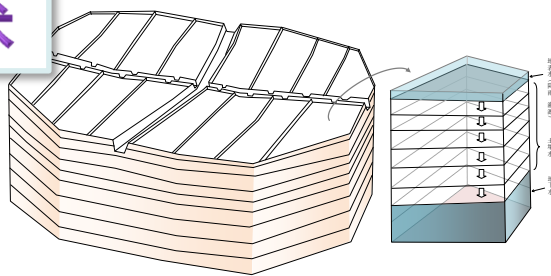
$$\begin{aligned} c \frac{\partial h}{\partial t} &= \frac{\partial}{\partial x} \left(K \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K \frac{\partial h}{\partial z} \right) + \frac{\partial K}{\partial z} \\ K &= \begin{cases} K_s S_e^{1/2} [1 - (1 - S_e^{1/m})^2] & h < 0 \\ K_s & h \geq 0 \end{cases} \\ \theta &= \begin{cases} \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{(1 + |\alpha h|^n)^m} & h < 0 \\ \theta_s & h \geq 0 \end{cases} \end{aligned}$$

土壤与地下水



$$\delta \zeta_i^{n+1,p} = \frac{-\sum_{k=1}^N \Omega_{k+1/2}^{n+1,p} (\zeta_i^{n+1,p} - \zeta_i^n) + \lambda_{i,k+1} \sum_{k=1}^N \psi_{k+1}^{n+1,p} \delta \zeta_{k+1}^{n+1,p} + \Delta t \sum_{k=1}^N \varphi_{k+1/2} Q_{k+1/2}^{n+1,p}}{\sum_{k=1}^N (\Omega_{k+1/2}^{n+1,p} + g \lambda_{i,k+1} \psi_{k+1}^{n+1,p})}$$

GPU并行计算技术



$$\begin{pmatrix} A_{sur,h}^{n+1,p} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & A_{sur,Q}^{n+1,p} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & A_{canal,\zeta}^{n+1,p} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & A_{canal,Q}^{n+1,p} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & A_{soil}^{n+1,p} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & A_{sub}^{n+1,p} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} h_{sur}^{n+1,p+1} \\ Q_{sur}^{n+1,p+1} \\ \zeta_{canal}^{n+1,p+1} \\ Q_{canal}^{n+1,p+1} \\ h_{soil}^{n+1,p+1} \\ h_{sub}^{n+1,p+1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} B_{sur,h}^{n+1,p+1} \\ B_{sur,Q}^{n+1,p+1} \\ B_{canal,h}^{n+1,p+1} \\ B_{canal,Q}^{n+1,p+1} \\ B_{soil}^{n+1,p+1} \\ B_{sub}^{n+1,p+1} \end{pmatrix}$$

重点：在四维时空有向网络上统一了一维二维三维控制方程组表达形式，消除了“耦合”的概念，实现了灌区尺度下全过程的整体水动力学模拟。

03 模拟仿真实例

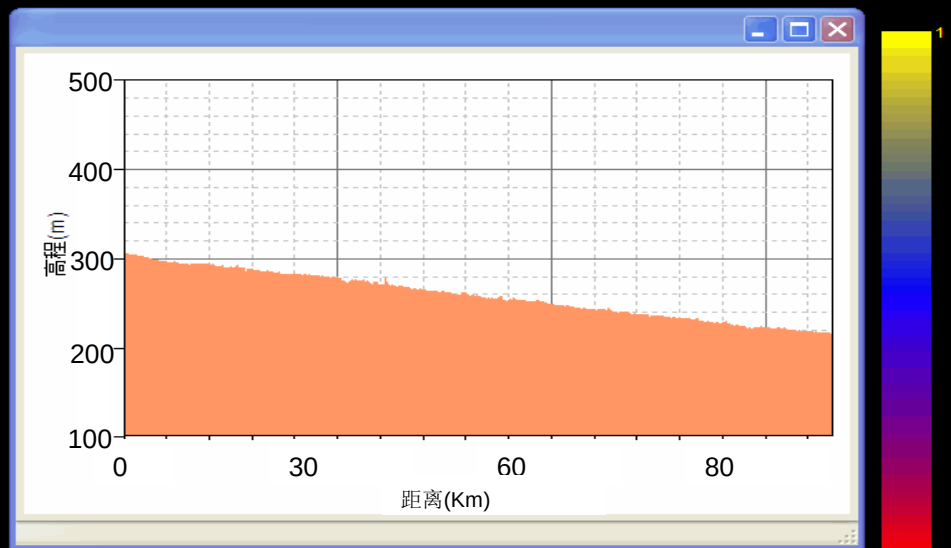
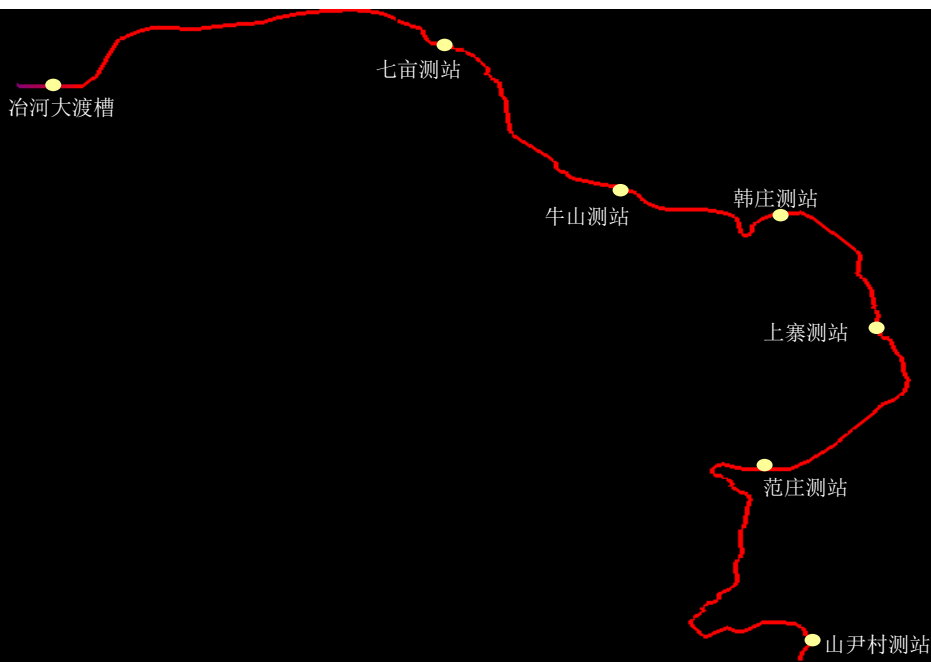
参数

- 渠底三维空间坐标
- 渠道断面形状
- 闸门位置及水力学参数
- 分水口位置及相关信息
- 入/出流过程

◆ 灌区主干渠输水过程

◆ 河北冶河灌区主干渠输水过程的全水动力学模拟仿真

- 模拟渠段长86Km，充水过程15h，实测平均流速约1.6m/s
- 模拟平均流速1.52m/s，计算机运行时间0.8h (XP系统单核)

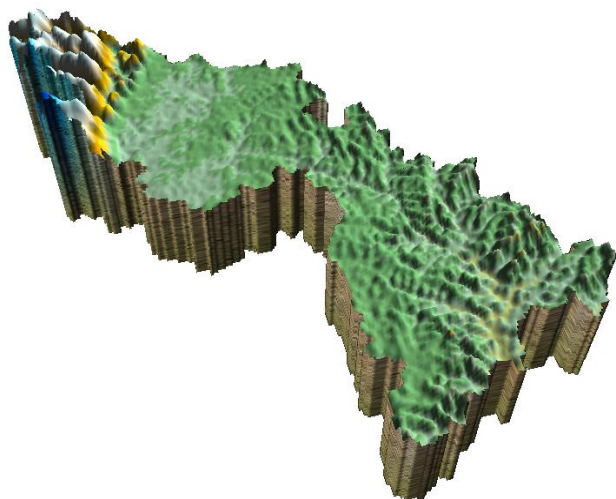


输配水系统优化调度

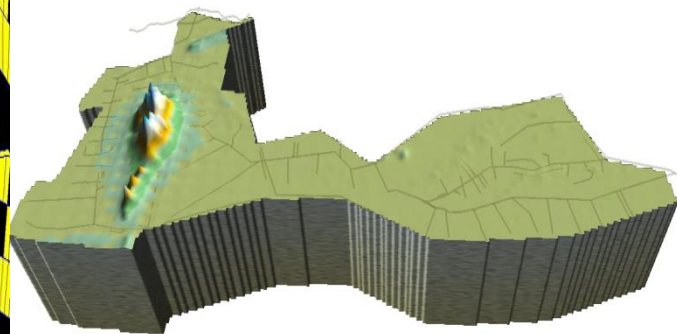
- 渠系/沟系/管网输配水过程精准模拟
- 闸阀等建筑物对水流影响反馈
- 渠系/沟系/管网输配水系统运行优化与精准预测



◆河北冶河灌区：32万亩



◆四川东风灌区：20万亩



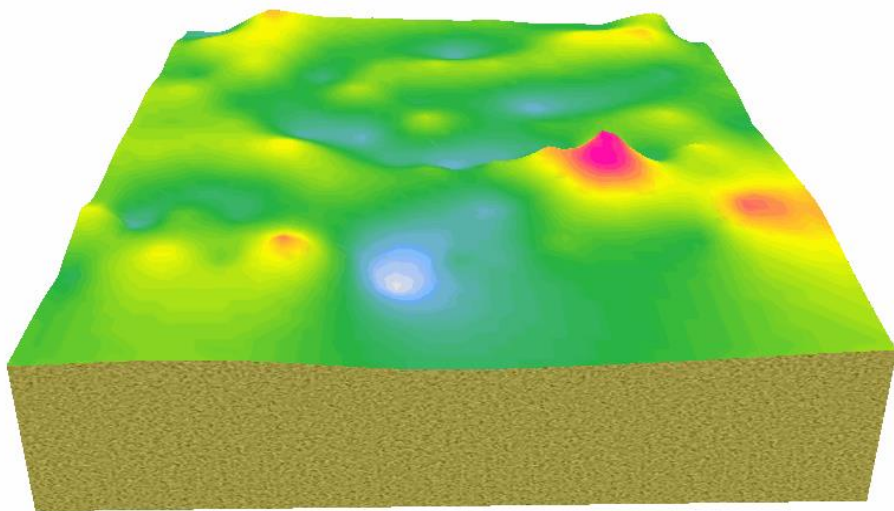
◆黑龙江锦西灌区：120万亩

模拟仿真—田间

$$\begin{cases} \frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} = 0 \\ \frac{\partial q_x}{\partial t} + \frac{\partial (q_x u)}{\partial x} + \frac{\partial (q_x v)}{\partial y} = -gh \frac{\partial \zeta}{\partial x} - g \frac{n^2 q_x \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{4/3}} \\ \frac{\partial q_y}{\partial t} + \frac{\partial (q_y u)}{\partial x} + \frac{\partial (q_y v)}{\partial y} = -gh \frac{\partial \zeta}{\partial y} - g \frac{n^2 q_y \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{4/3}} \end{cases}$$

二维Saint-Venant方程组

◆洪水演进/降雨产汇
流/农田灌溉



参数

- 田块几何尺寸
- 田面相对高程
- 入渗参数
- 入流过程及位置

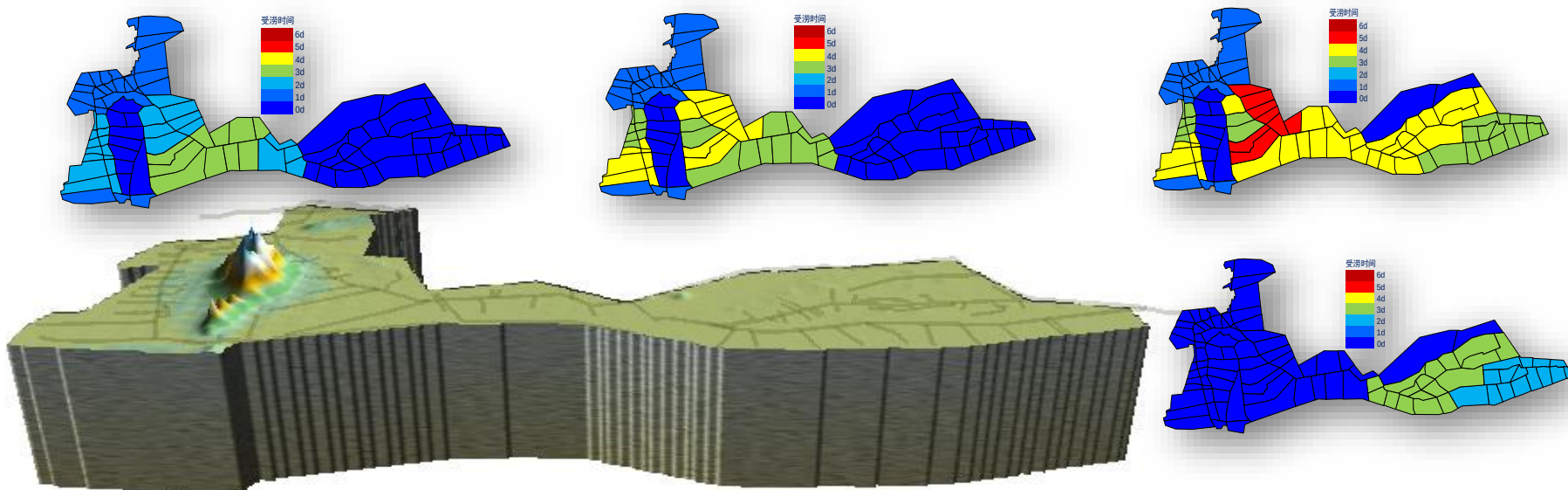
应用案例

整体论证了黑龙江省**锦西灌区**可研和设计方案的合理性与可行性，优化了设计方案……

开展如下工作：

- ① 复核干支渠（沟）道及其建筑物设计方案的合理性
- ② 灌排两用渠道常规运行方案的优选
- ③ 灌溉期间突遇降雨情况下，制定灌排工程的调度方案

◆ **黑龙江锦西灌区 2017年度** 水利部**2**号工程、黑龙江省**1**号工程。总灌溉面积**120**万亩。建设松花江渠首泵站**1**座，布设总干渠**1**条，长**9.4**km；干渠**2**条，总长**74.37**km；分干渠**2**条，总长**66.64**km；支渠**83**条，总长**289.34**km；设计布置渠道建筑物**332**座：其中交通桥**100**座，涵洞**121**座，水闸**105**座，排水站（闸）**6**座



开发了渠道水流量计量装置

◆已有流量计特点

- ◆**第一类**：售价低廉，精度有限，数据可靠性差，在实际应用中聊胜于无
- ◆**第二类**：测量精度稳定，数据可靠性高，但大规模部署成本高，无法支撑复杂河/渠/沟网的水运动信息收集，难适应于“**智慧水利**”、“**智慧环境**”等国家战略部署

◆解决方案

- ◆仅利用水位信息，借助大规模深度算法，实时计算获得高精度流量信息

开发了渠道水流量计量装置

◆浅水方程组

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial(hu)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(hu^2 + \frac{gh^2}{2} \right) + \frac{\partial(huv)}{\partial y} = -gh \frac{\partial b}{\partial x} - gh \frac{n^2 u \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{4/3}}$$

$$\frac{\partial(hv)}{\partial t} + \frac{\partial(hv^2)}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} \left(huv + \frac{gh^2}{2} \right) = -gh \frac{\partial b}{\partial y} - gh \frac{n^2 v \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{4/3}}$$

◆GPU并行计算技术

◆全隐式标量耗散型有限体积法

◆大规模遗传优化算法

流量
信息

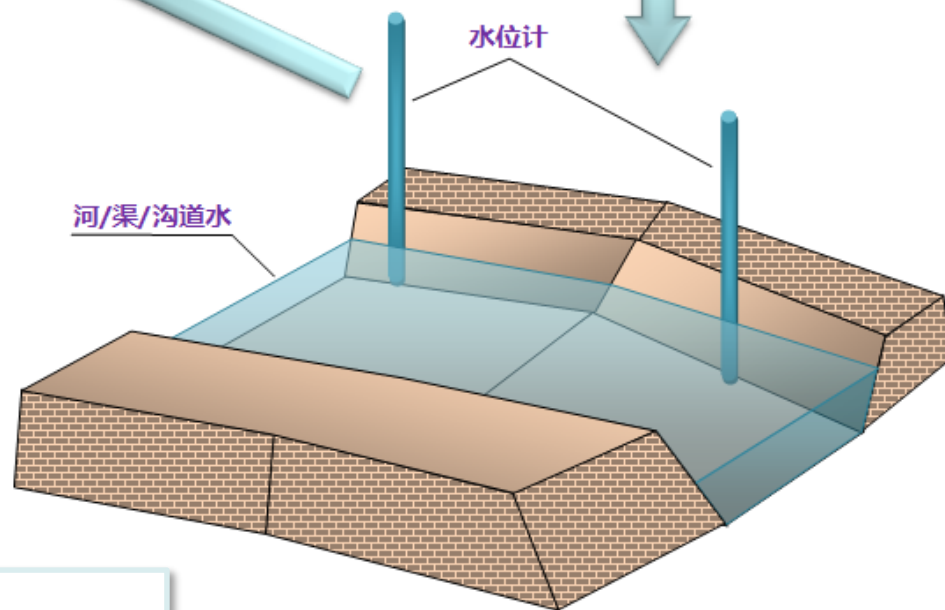
■水运动的两个驱动要素

◆势能梯度 $g\nabla\zeta$

◆动能梯度 $\partial_t \vec{u} + \vec{u} \cdot \nabla \vec{u}$

◆国家发明专利号：201610363320.2

◆美国发明专利：已进入实申阶段



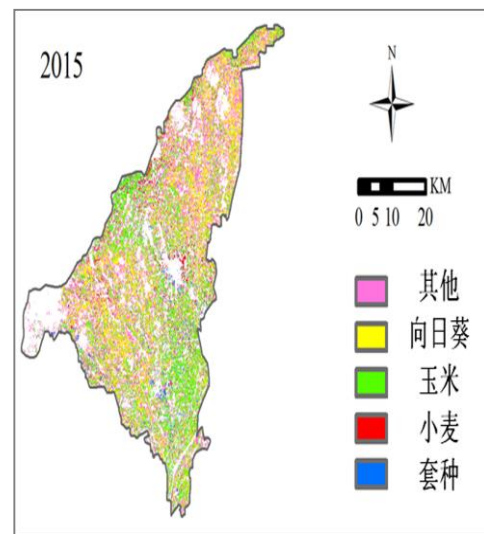
3

需求侧

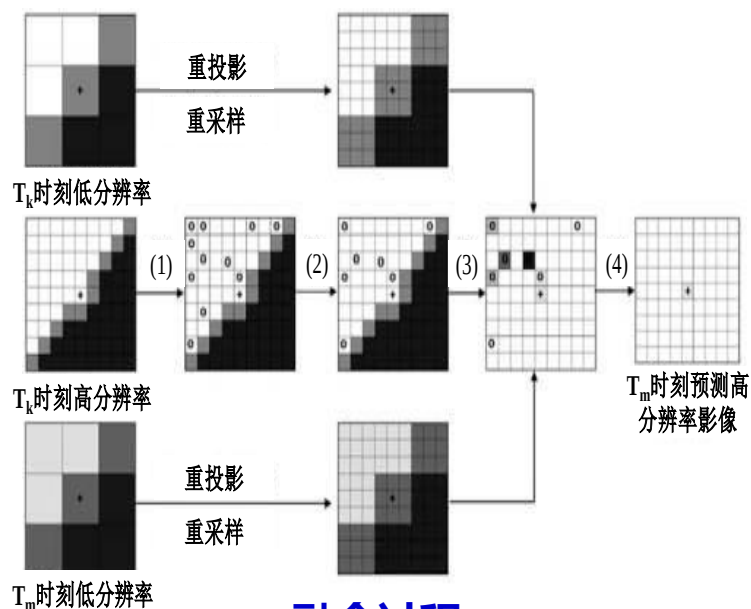
**灌区水肥亏缺诊断与
预测预报**

3.1 空间格局定量表征

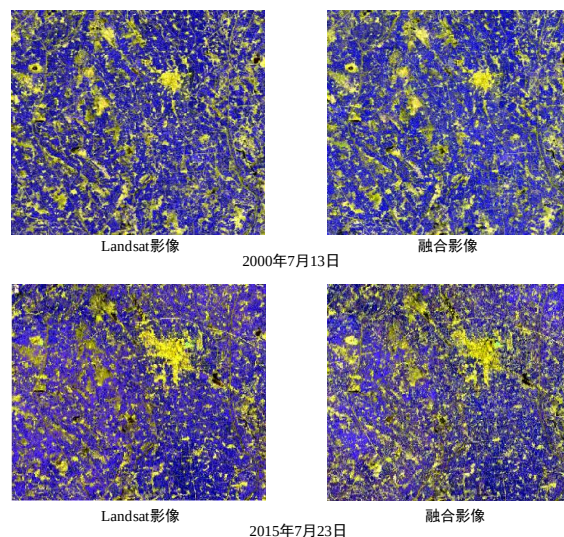
- 发展了数据融合方法，提升了时空分辨率
- 通过数据融合方法，将高时间分辨率的MODIS数据与高空间分辨率的Landsat进行融合，有效提升了灌区种植结构、蒸散发等的时空分辨率



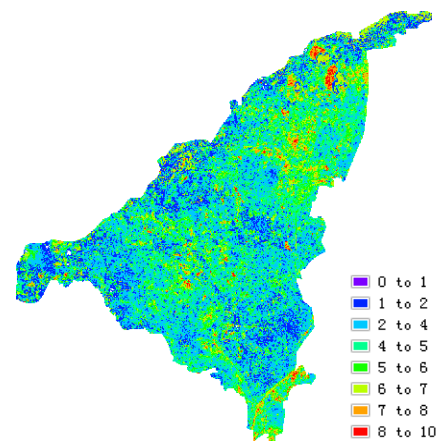
种植结构



融合过程



地表反射率融合结果

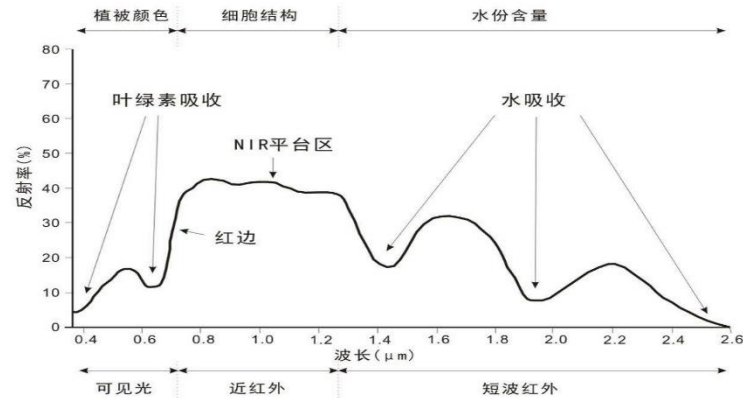


蒸散发空间分布

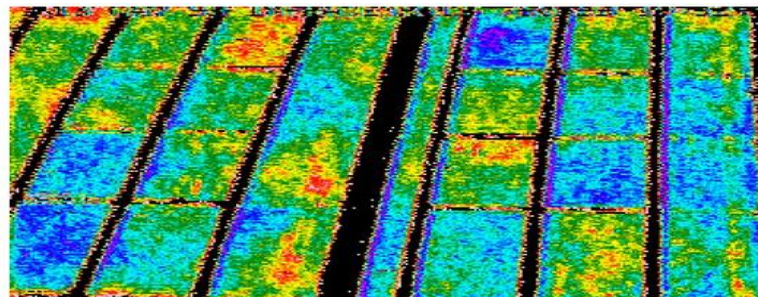
3.2 水肥亏缺智能诊断

● 水分亏缺诊断：作物受到水分胁迫导致光合作用减弱，温度升高，使用温度指标可诊断土壤水分的亏缺状况

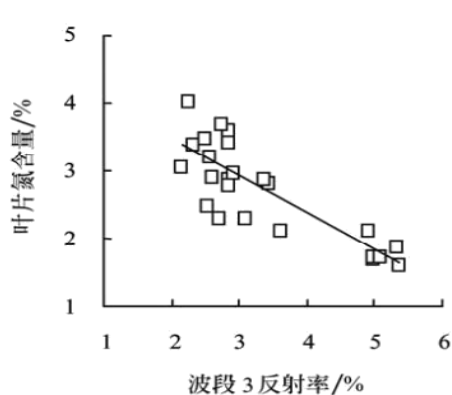
● 肥亏缺诊断：作物叶片及冠层氮、磷含量与遥感影像光谱信息关系密切，可诊断作物营养状况



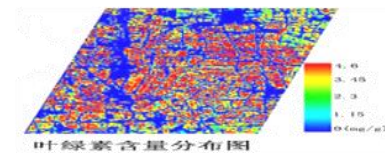
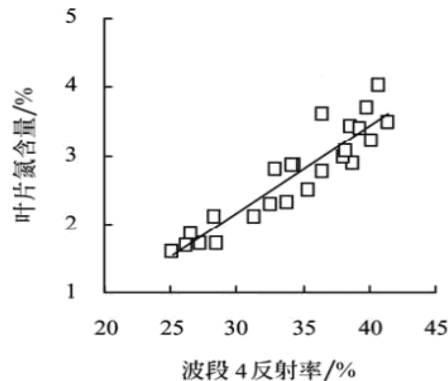
水肥关键敏感波段范围



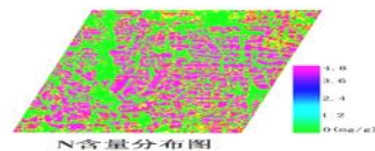
区域地表温度



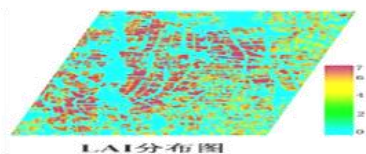
波段反射率与叶片氮含量的关系



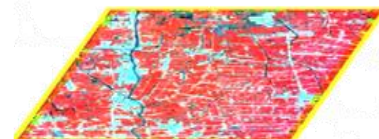
叶绿素含量分布



N含量分布



叶面积指数分布

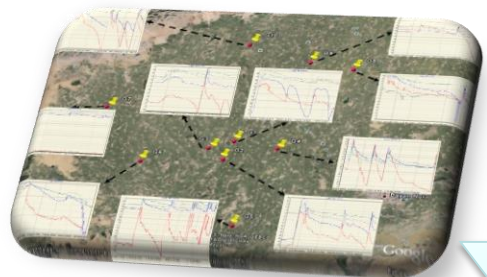


遥感影像光谱反演

3.3 水肥需求预测预报



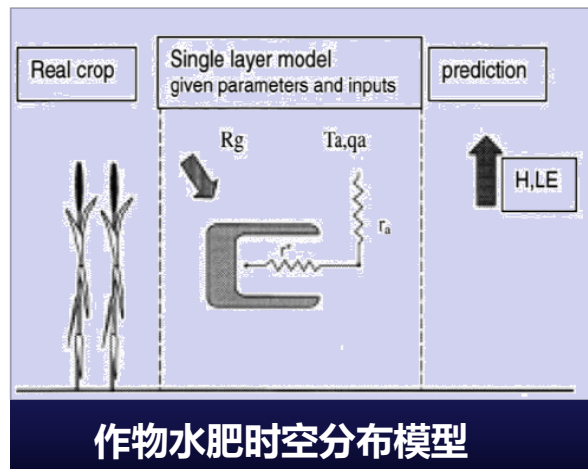
卫星遥感数据



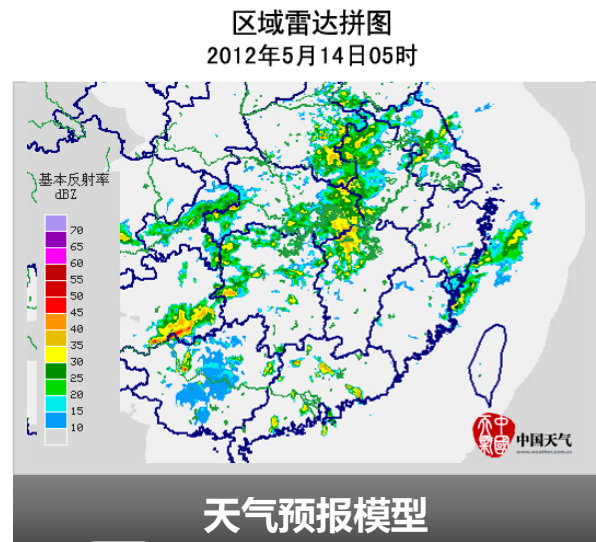
地面观测数据



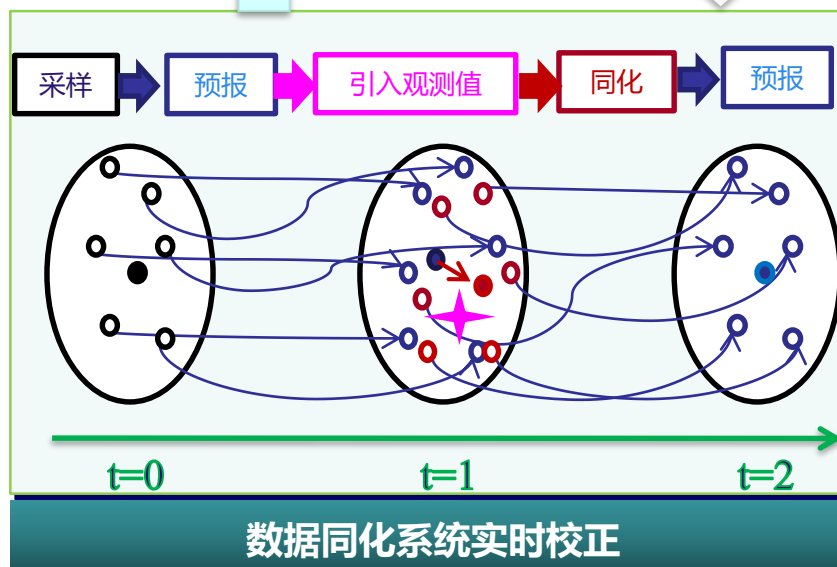
无人机航拍数据



作物水肥时空分布模型



天气预报模型



数据同化系统实时校正



作物水肥预测预报

3.4 遥感监测平台构建

解决农田以上尺度作物耗水量**快速**
、**高时空分辨率**解译问题

3.4 遥感监测平台构建

数据获取方式

1. 从提供API接口的网站获取

每天定时访问获取数据——

- 从开放API接口的网站中获取气象数据。
- 从指定气象站中获取降雨量、土壤水分等相关数据。
- 从指定网站获取天气预报相关数据。

2. 从不提供接口的网站获取

模拟用户访问，自动下载AutoDownloader

- 气象数据和遥感数据本身并没有找到免费的API接口使用，研发了一套智能识别、自动下载的软件，真实模拟用户的访问，从相关网站获取气象数据以及遥感数据。

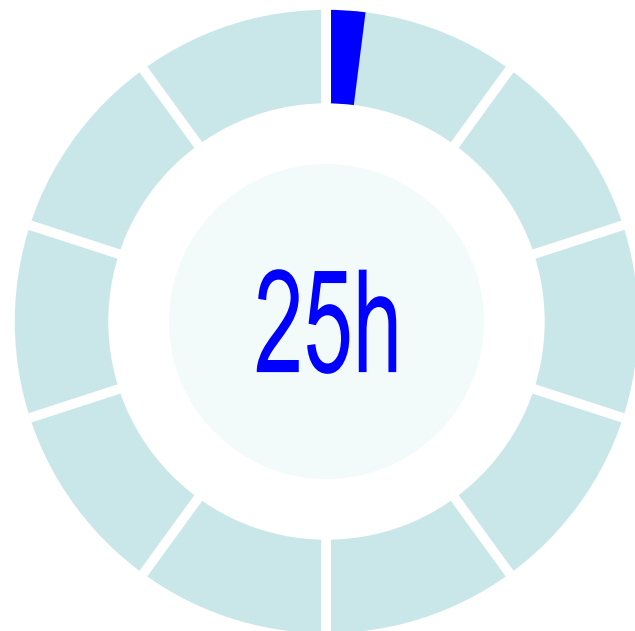
1. 气象数据：每小时数据以及天气预报数据，采用P-M公式和温度公式计算气象站的ET0以及ET0的预报。
2. 遥感数据：ETc, LST, NDVI等数据的解译。
3. 其他功能：服务端可随时添加新的数据类型，自动、定时下载（如土壤水分）。

3.4 遥感监测平台构建



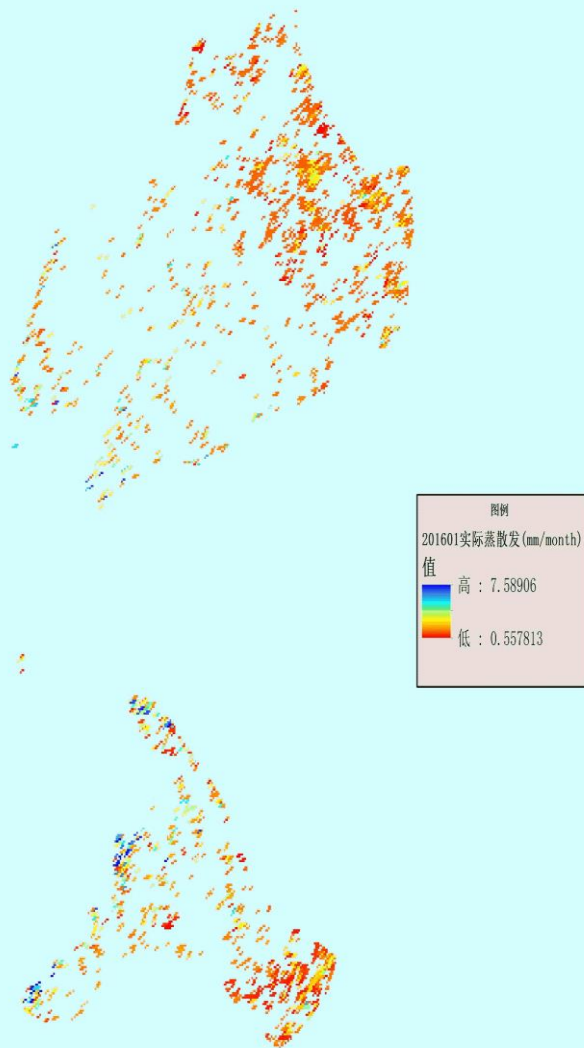
遥感平台计算时间

**100
倍**

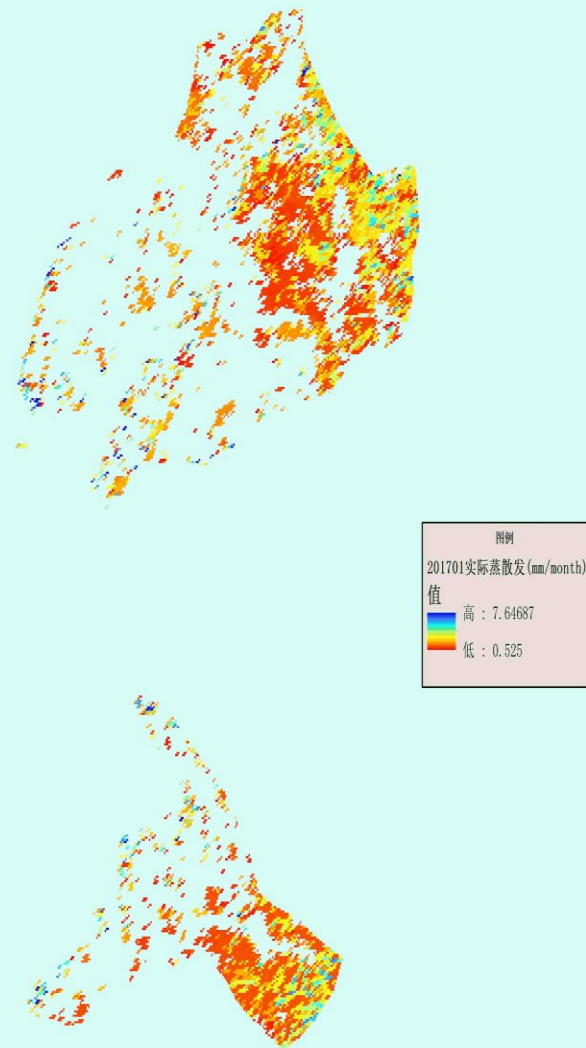


人工解译花费时间

—— 计算效率大幅提高 ——



2016年1月~12月

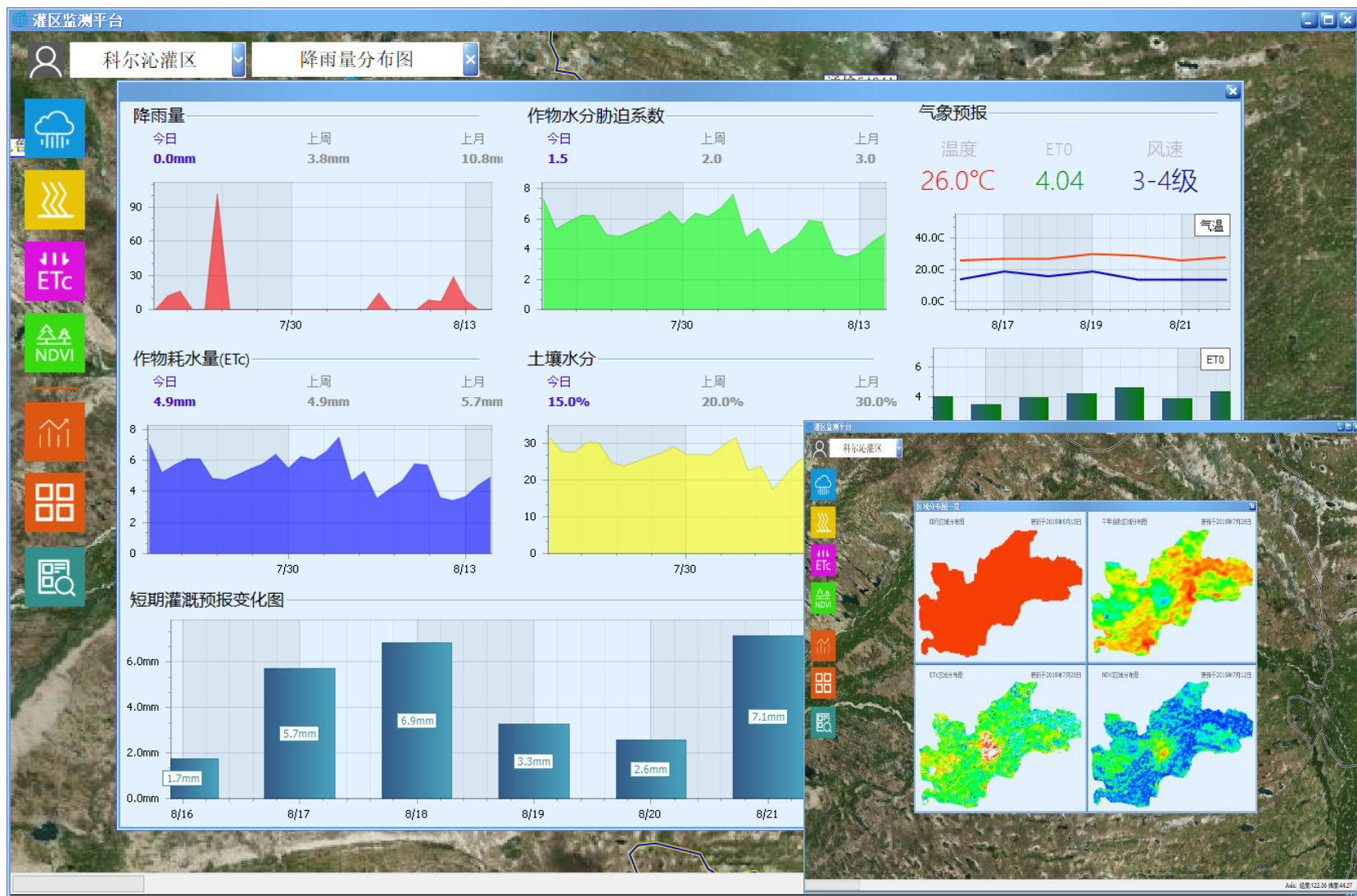


2017年1月~12月

黑龙江庆安县

3.4 遥感监测平台构建

灌区需求侧信息



4

供需耦合智能决策

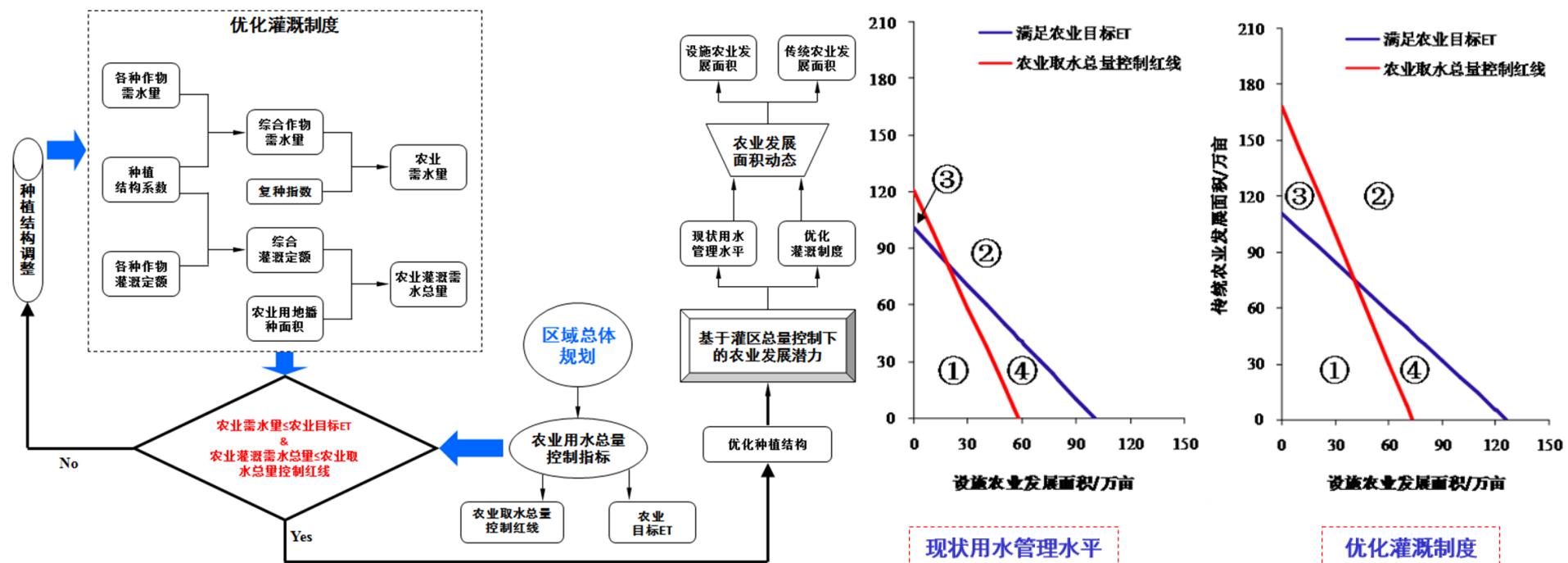
4.1 农业用水总量控制与定额管理技术

4.2 农业用水效率多情景模拟技术与评价

4.3 灌区用水云服务平台

4.1 农业用水总量控制与定额管理技术

建立了基于耗水管理的作物水分生产函数与用水定额估算方法、提出了基于土壤与地下水位变异的作物灌溉制度优化方法，结合Google Earth和GIS等技术工具提出了灌溉水有效利用系数的计算方法，实现了基于灌溉制度优化与种植结构调整的总量控制技术。



4.2 农业用水效率多情景模拟技术与评价

构建了基于遥感解译的参数空间异质性的分布式水碳模型，实现了区域输配水、种植结构、灌溉方式等环节以及土壤肥力、种植密度，以及管理差异的情景化、量化表征。

工程节水：减少供需水之间的差异

资源节水：减少需耗水之间的差异

渠系输水

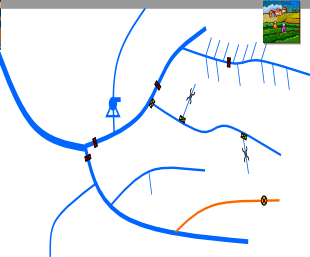
田间配水

灌溉需水

实际耗水

$\eta_{渠} = \text{净水量} / \text{引水量}$

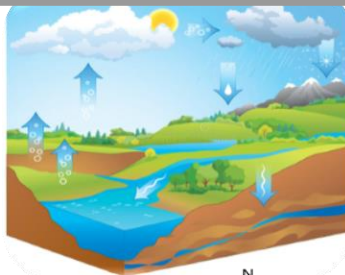
降低农渠以上渠系输配水渗漏量、损失量
提高渠系水利用系数，
降低渠首引水量。



渠系输配水过程

$\eta_{田} = I / (I + I_{nl})$

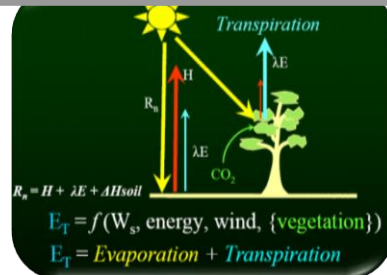
降低农渠以下
田间水渗漏量、
损失量，提高
田间水利用系数。



田间水循环过程

$ET = P + I$

在已知降雨
情况下，通
过减少实际
耗水，减少
灌溉需水量。



作物耗水过程

$ET = T + E$

在维持T不过
分下降的前
提下，尽量
减少E。

DEM

Soil map

Land use

Irrigation
scheduling zones

Hrus

Heihe River Basin

Yingke Irrigation District

0 1.5 3 6 9 12 Kilometers

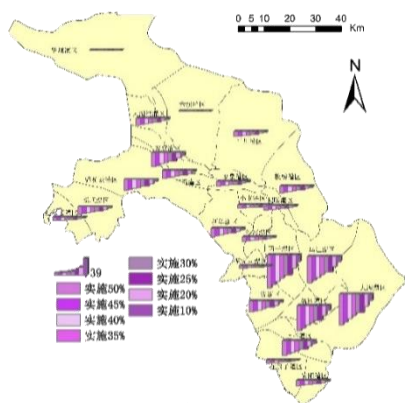
Shoot dry matter

Leaf area index

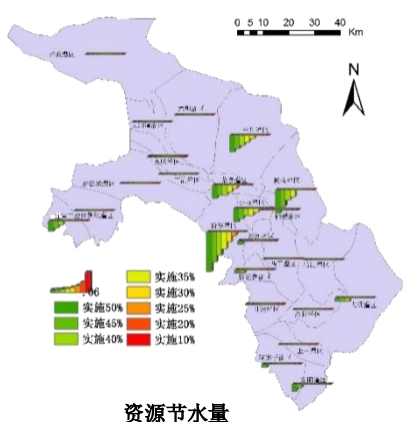
ETc from
SimDualKc model

4.2 农业用水效率多情景模拟技术与评价

田间环节

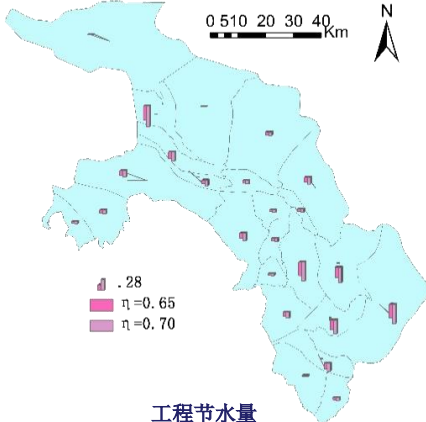


工程节水

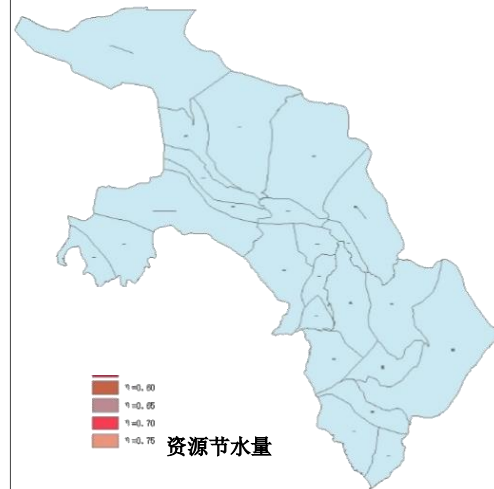


资源节水

区域环节

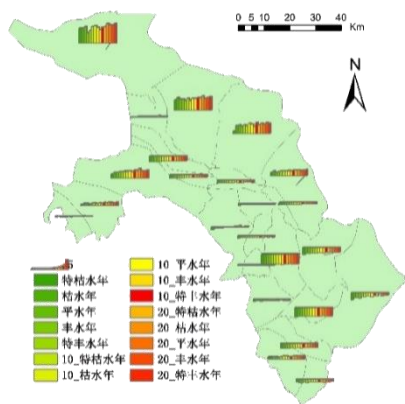


工程节水

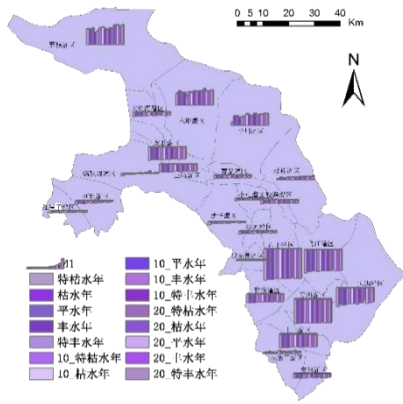


资源节水

作物调亏灌溉：提高WUE；适宜范围：实施调亏25~30%

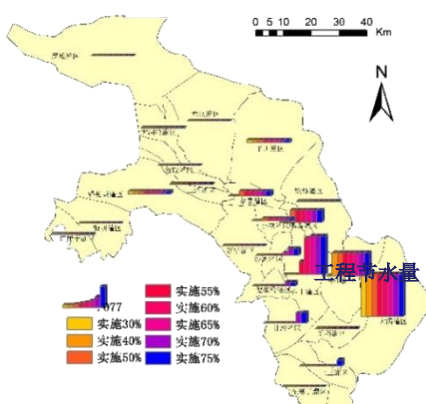


工程节水

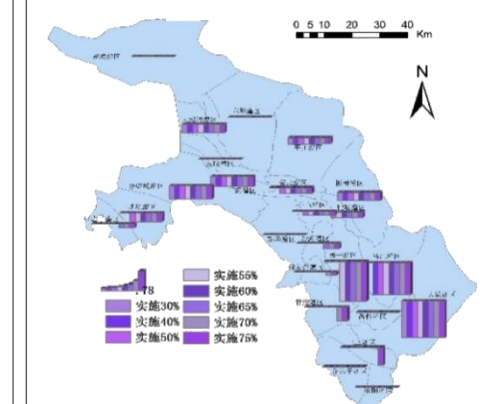


资源节水

渠道防渗：提高输水效率，但基本不减少耗水量



工程节水

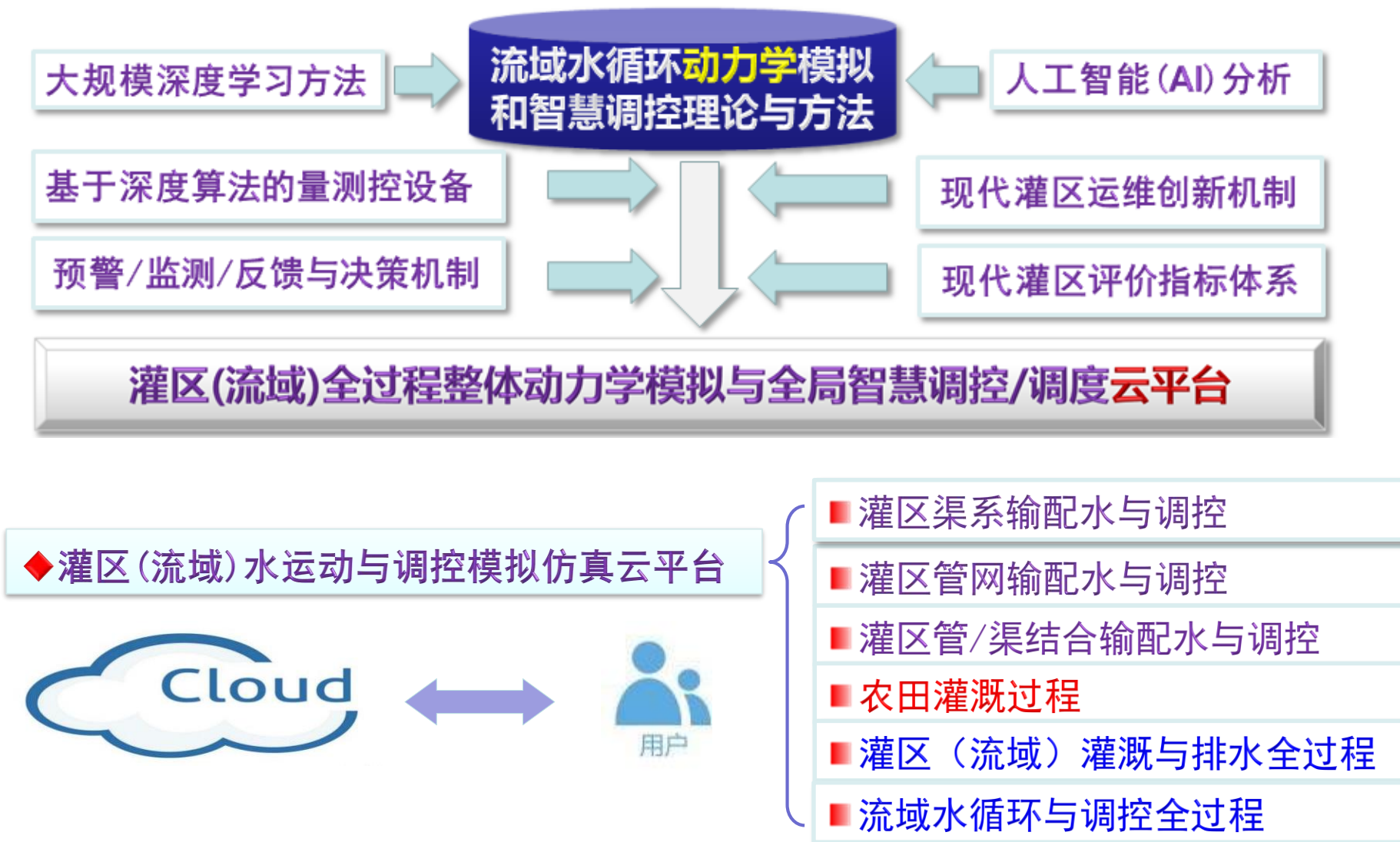


资源节水

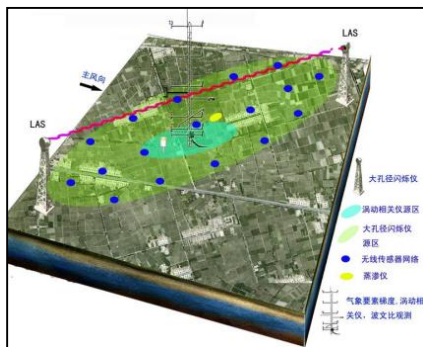
高节工程：减少棵间蒸发，提高WUE，提升幅度约20%

种植结构调整：低耗水作物种植面积扩大，资源节水量越大

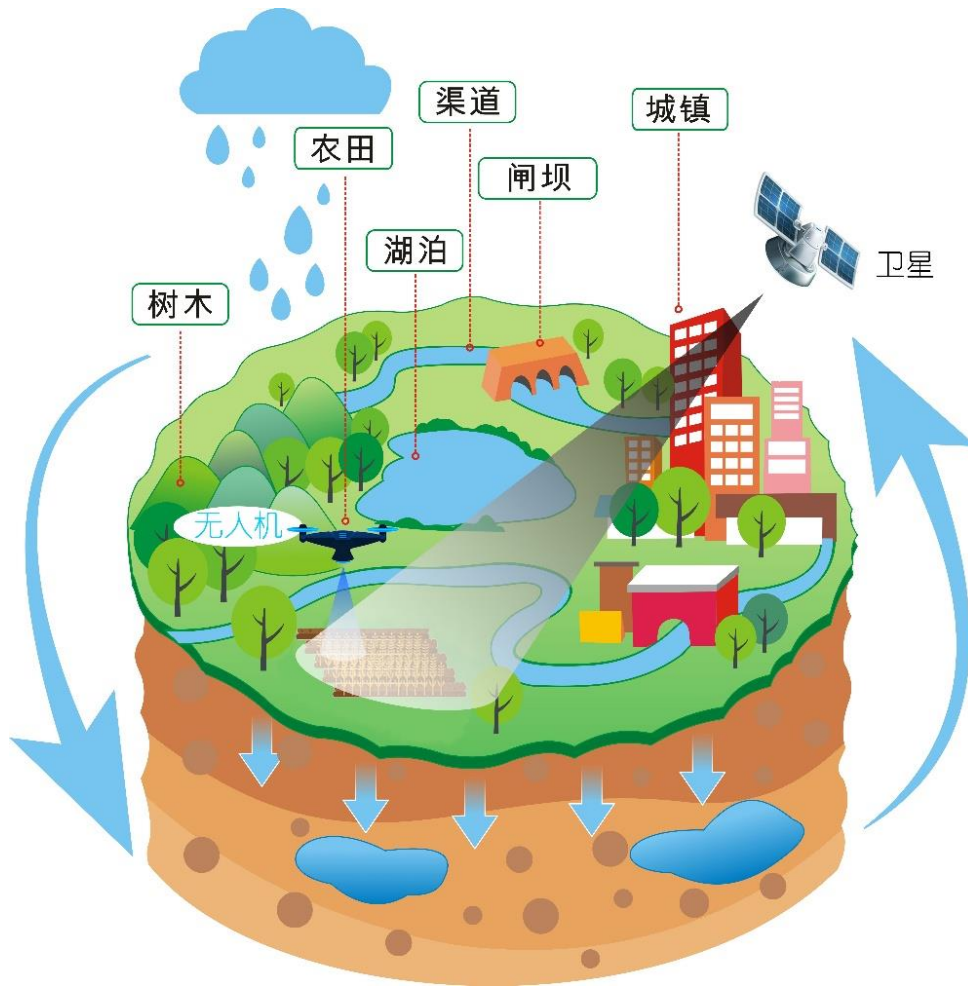
4.3 灌区用水云服务平台



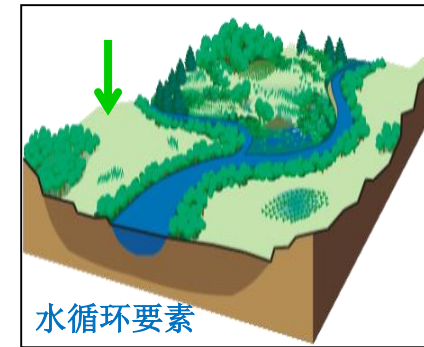
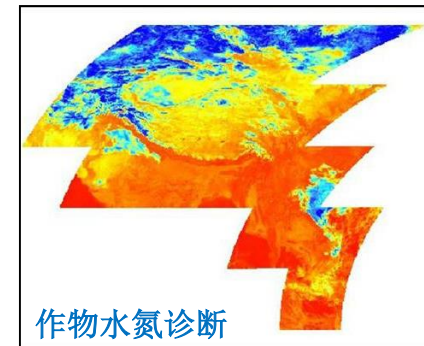
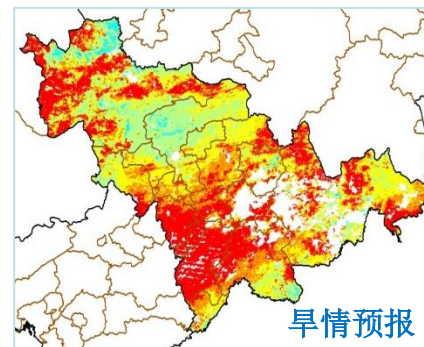
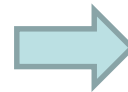
4.3 灌区用水云服务平台



天地立体监测系统



陆面分布式同化系统



耗水预测预报



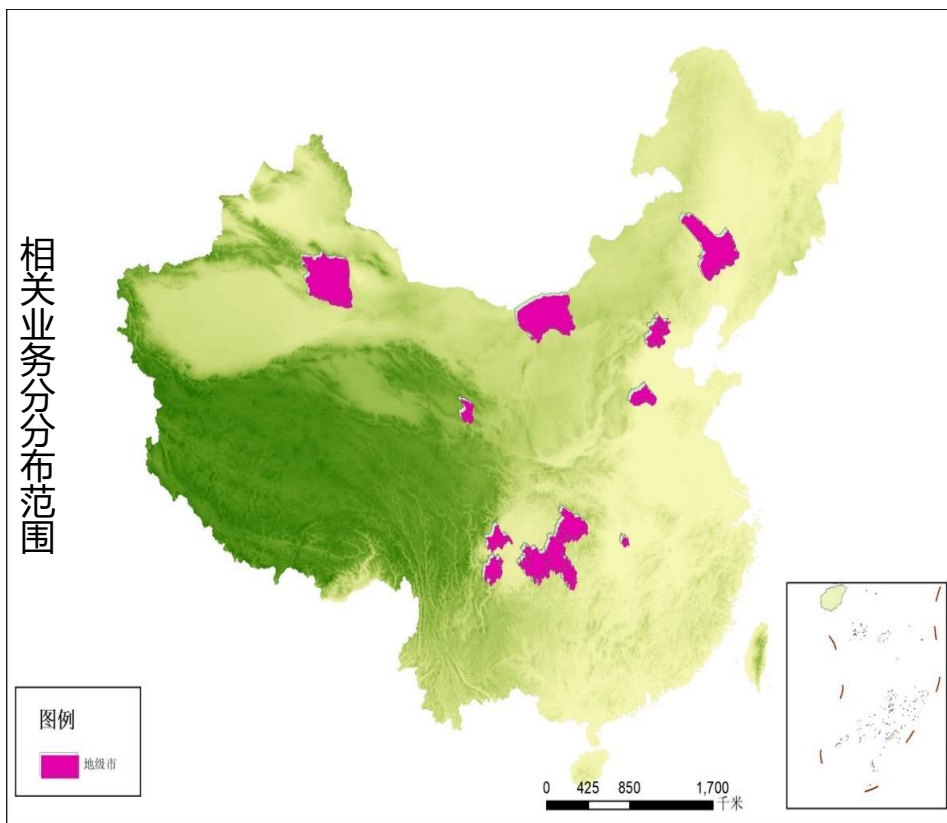
四、灌区现代化改造规划编制实践

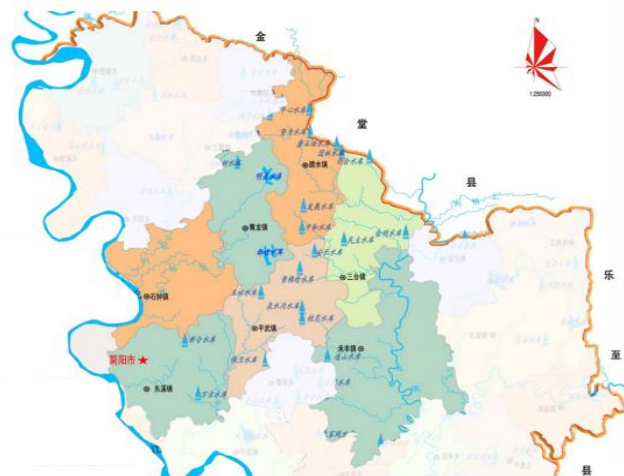


业务涉及范围

东南西北、平原丘陵、水源丰枯、地表地下

- 1、内蒙古河套灌区
- 2、四川都江堰灌区
- 3、安徽淠史杭灌区（积极准备中）
- 4、成都金堂县东风水库灌区
- 5、成都蒲江县农业灌溉现代化
- 6、成都简阳县毗河供水一期灌区
- 7、湖北潜江兴隆灌区
- 8、四川乐山青衣江灌区
- 9、新疆吐鲁番地区
- 10、河北省沙河市朱庄南灌区
-





规划范围涉及简阳市

踏水、青龙、

石钟，平武，

东溪，三合

禾丰，

合计7个镇，

121个行政村，

耕地面积

约23.72万亩

建设任务

- 灌溉供水连通工程
- 灌溉配水管网工程
- 田间生态灌排工程
- 智能化监控工程
- 灌区信息化管理平台建设
- 灌区管理体制建设

建设目标

供水可靠

配水灵活

用水高效

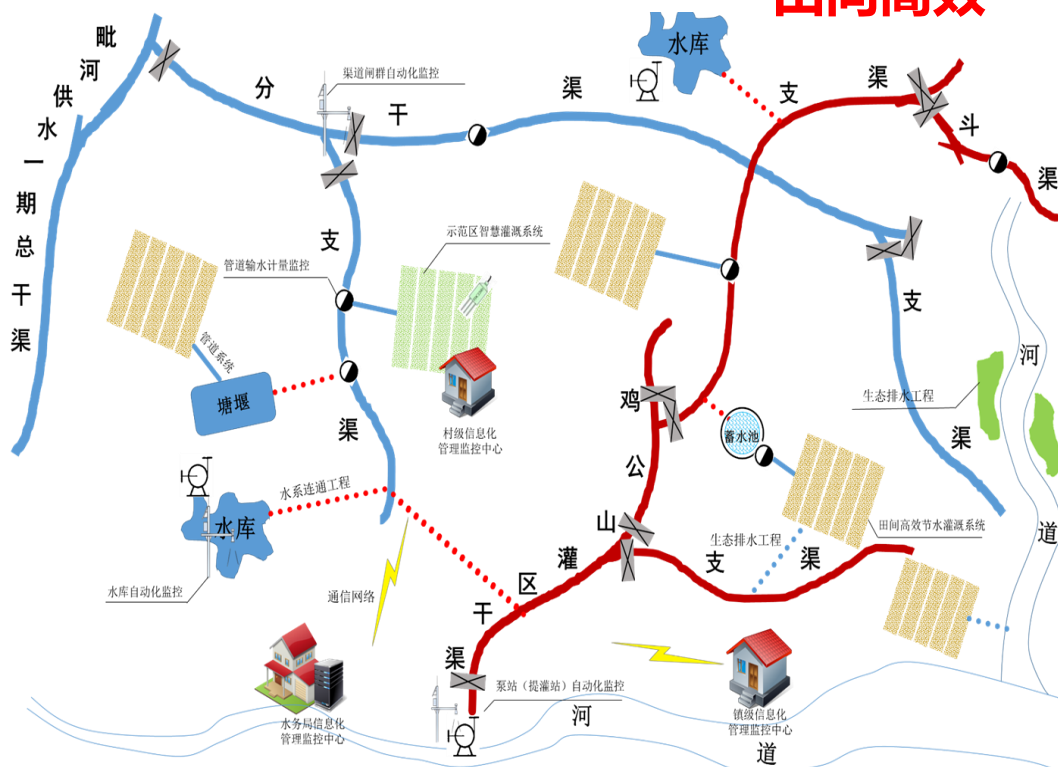
管理智能

运维专业

生态良好

突出
生态环境
田间高效

工程布局



规划范围



蒲江县农业灌溉现代化规划 工程布局

规划范围涉及蒲江县复兴乡、西来镇、寿安镇、长秋乡四个镇全部村，和鹤山街道、大塘镇、朝阳湖镇、大兴镇、甘溪镇、光明乡、白云乡、成佳镇的个别园区，涉及12个乡镇79个行政村（街道）积近20万亩

中国水利水电科学研究院
China Institute of Water Research and Hydropower Research

成都市蒲江县农业灌溉现代化规划
(2017-2025)

2017年11月
成都·蒲江



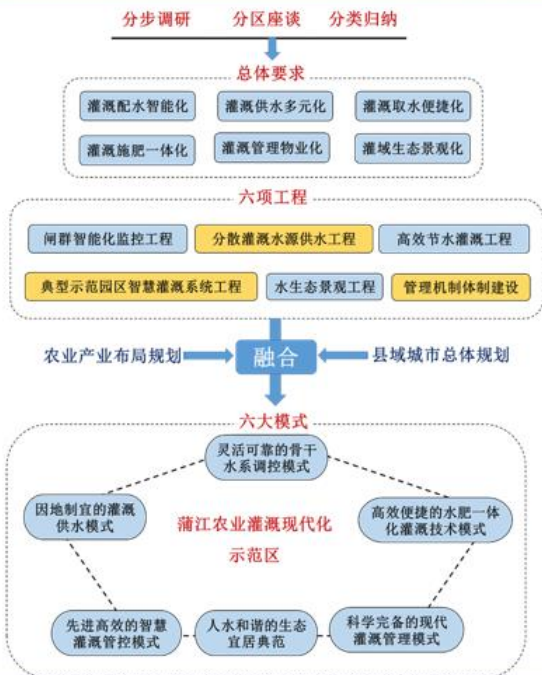
突出
农业现代化
果树自动化灌溉
水肥一体化
分散水源

规划思路

蒲江县农业灌溉现代化建设规划定位：

- ◆ 服务现代农业发展
- ◆ 促进农民增收致富
- ◆ 助力乡村振兴战略实施
- ◆ 实现生态、经济、社会效益共赢

分
总
分
合



建设任务与目标

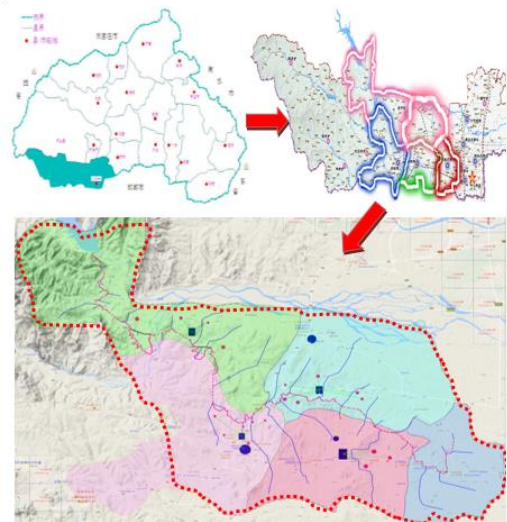
- | | | |
|----|--------------|--------|
| 01 | 闸群智能化监控工程 | 配水灵活精准 |
| 02 | 分散灌溉水源供水工程 | 取水便捷可靠 |
| 03 | 高效节水灌溉工程 | 灌溉省工增效 |
| 04 | 示范园区智慧灌溉系统工程 | 管理智能高效 |
| 05 | 水生态景观工程 | 人水和谐共生 |
| 06 | 灌区管理机制体制建设 | 管护长效可行 |

河北沙河市朱庄南灌区现代化规划



中国水利水电科学研究院
China Institute of Water Resources and Hydropower Research

规划范围



灌区惠及綦村镇、十里亭镇、白塔镇、新城镇和赞善办共计5个乡镇，78个村庄，设计灌溉面积13.8万亩

规划思路

- 灌区渠道管网化
- 田间灌溉高效化
- 灌区生态景观化
- 灌区建设园区化
- 灌区管控智慧化
- 灌区管理责任化

建设任务

- 供水与灌溉工程
- 田间高效节水灌溉工程
- 灌区生态景观工程
- 智能化监控工程
- 灌区信息化管理平台
- 灌区管理机制体制



金堂县全域水务规划

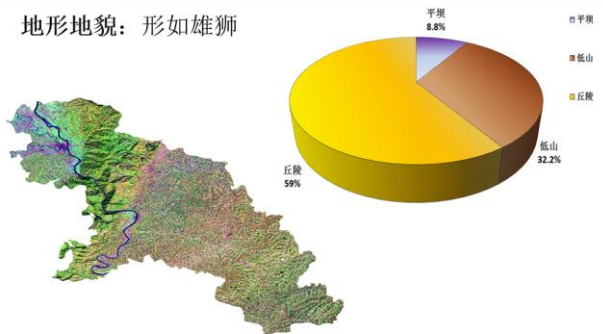


中国水利水电科学研究院
China Institute of Water Resources and Hydropower Research

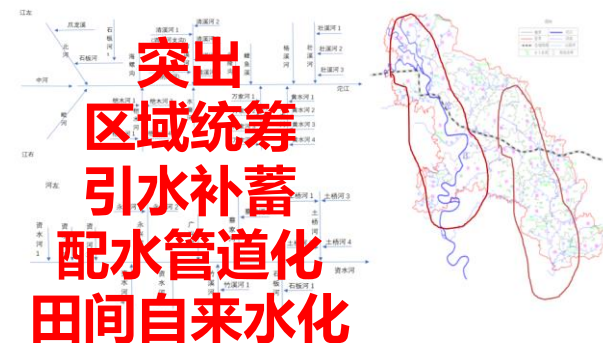
金堂基本特点

中国水利水电科学研究院

地形地貌：形如雄狮



自然水系：一大纵十三横；一小纵十一横



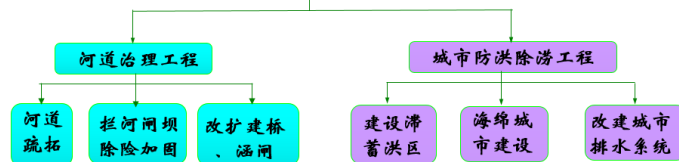
规划任务

- 水资源状况及供需平衡分析；
- 水资源优化配置工程规划方案；
- 防洪除涝减灾工程规划方案；
- 城乡供水排水工程规划方案；
- 农田灌排工程规划方案；
- 水系生态保护工程规划方案；
- 智慧水务工程规划方案。

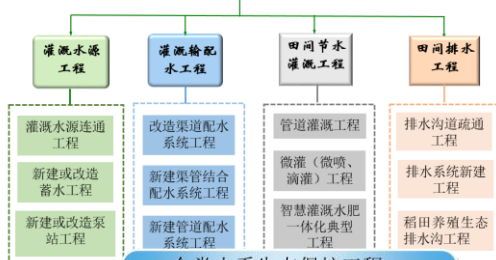
水资源优化配置重点工程



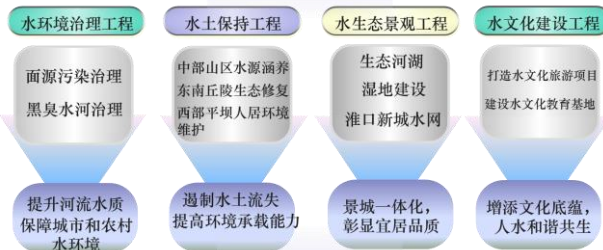
防洪除涝减灾工程



农田灌排工程



金堂水系生态保护工程



泛在服务



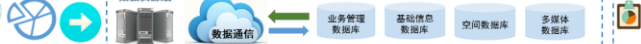
智慧应用



深度整合



广泛共享



全面互联



透彻感知



构建金堂和谐的城乡水环境生态体系，打造天府水城

四川省青衣江流域乐山灌区总体布局

智慧灌区、生态灌区、 人文灌区、和谐灌区

衣江青水贯三郡，五处古堰润嘉州
筑渠为基水为脉，自流提水辅集雨
江堰渠库塘互通，能灌能排能防洪
西北增面东南减，城乡统筹共发展
粮油蔬菜高效水，精品茶果精准灌
流量水质智能控，测控管理汇云端
千佛崖前水教育，牛头堰尾文化传
峨眉峰下看生态，大佛眼里有智慧
乐山乐水乐文化，现代灌区焕新颜

突出文化





集大成

节水河套 生态河套 美丽河套 智慧河套

五型灌区：节水灌区、生态灌区、美丽灌区、人文灌区、智慧灌区
四类问题：节水、控盐、减污 + 现代服务

南湖北海



三盛公枢纽工程



二黄河



补短板、强服务

信息中心



灌溉渠道工程
3大工程

排水压盐工程
8大工程

环境控制工程
3大工程

景观文化工程
8大工程

信息平台工程
4大工程

体制机制工程
4大工程

比例尺：
0 5 60

水 闸
区、旗
铁路
高速路

An aerial photograph of a large, rectangular agricultural field. The field is divided into a grid of smaller sections by narrow, straight paths lined with young trees. The vegetation is a vibrant green, suggesting a healthy crop. In the far distance, a hazy horizon line separates the field from a distant town or city under a clear sky.

敬请批评指正，谢谢！

张宝忠 13811970596
zhangbaozhong333@163.com