

对灌区现代化建设理念与技术的思考

高占义

国际灌排委员会 荣誉主席

甘肃 · 兰州

2019年10月17日



报 告 提 纲

- 一、灌区现代化建设的背景和意义
- 二、灌区现代化建设的目标任务
- 三、灌区现代化建设的技术应用



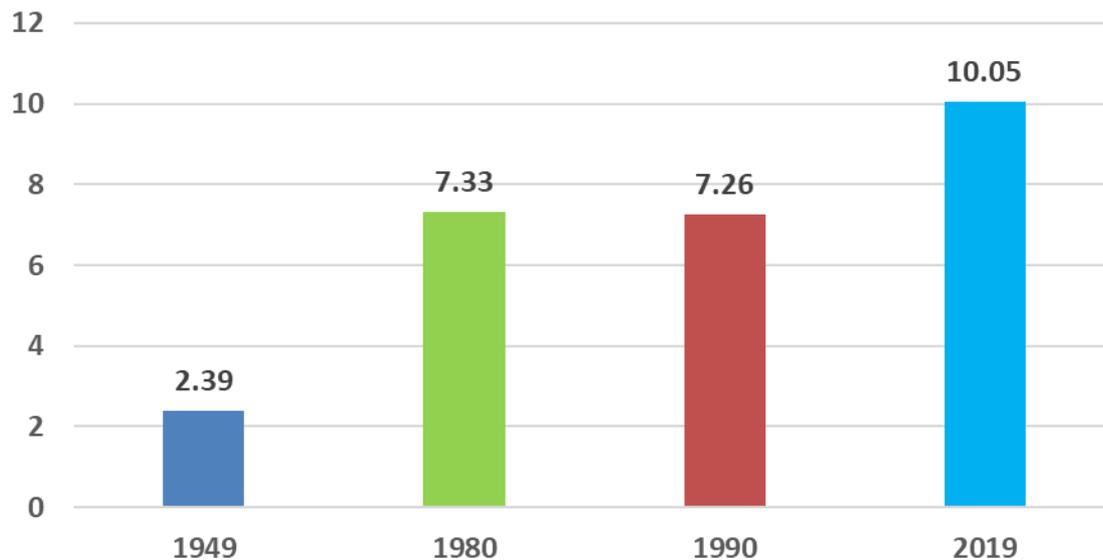
一、灌区现代化的背景和意义



我国灌溉工程发展历程

1949年至1979年的30年是大规模的工程建设时期
1980年至1990年的10年是农村管理体制变革时期
1991年至2020年的30年是续建配套改造提升时期

灌溉面积（亿亩）



灌区工程及管理状况

1996年启动的大型灌区 续建配套与节水改造将于2020年结束，已历经20多年，主要解决骨干工程输水、泵站及闸门等关键问题，取得了显著的成效，为灌区管理现代化奠定了，但仍有大量工作需要开展。

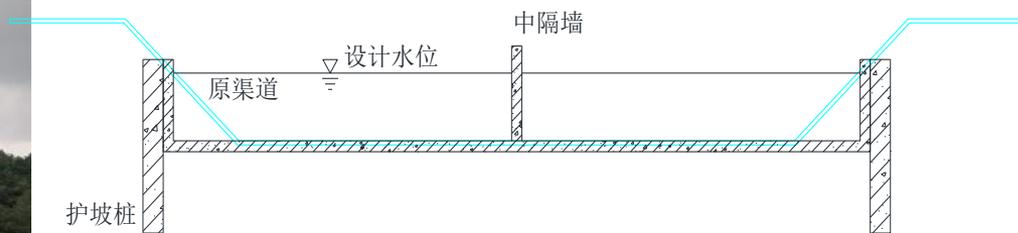


(一) 需求的变化

多用户、多功能、多目标



对供水的水量水质保证率要求提高了



东风渠双通道渠道剖面示意图



生产条件的变化，清淤由人工变为机械

在条件允许的地段，每隔**2-3km**，兴建一处挖掘机坡道，便于挖掘机进入渠道进行清淤作业。为了满足挖掘机在渠道内清淤，渠底衬砌混凝土厚度不小于**0.25m**，渠道边坡混凝土厚度不小于**0.15m**。



(二) 灌区存在的问题



1.水资源短缺及利用效率低问题

- (1) 灌区水资源供需不平衡，尤其是北方灌区缺水问题突出；
- (2) 灌区灌溉用水利用效率在**0.54**左右和水分生产率在**1.1kg/m³**，都比较低；



2. 设施方面存在的主要问题

(1) 灌区工程设施不配套，灌区水资源调蓄设施不足，部分设施老化问题依然突出；

(2) 量测水设施不足，难以实时适量配水和灌溉用进行有效管控；



3. 运行管理方面存在的主要问题

- (1) 灌区运行管理还是以传统的人工操作为主要，信息化、自动化管理水平低，管理用工多、劳动强度大、管理粗放；
- (2) 灌区管理人员年龄老化严重，专业技术管理人员不足，工资水平低，引进和留住人才困难；



4. 安全及环境问题

- (1) 工程防洪除涝标准较低，设施不配套，部分工程存在运行安全隐患，供水保证率低；
- (2) 灌区灌溉退水和排水产生的面源污染严重；



黑龙江滩南总干渠



5. 灌区收支不平衡问题

- (1) 灌区管理体制机制不能适应灌区发展要求；
- (2) 农业水价改革不到位，水费回收困难，收不抵支。



**党的十九大提出：
从2020年到2050分两个阶段安排实现国家现代化**

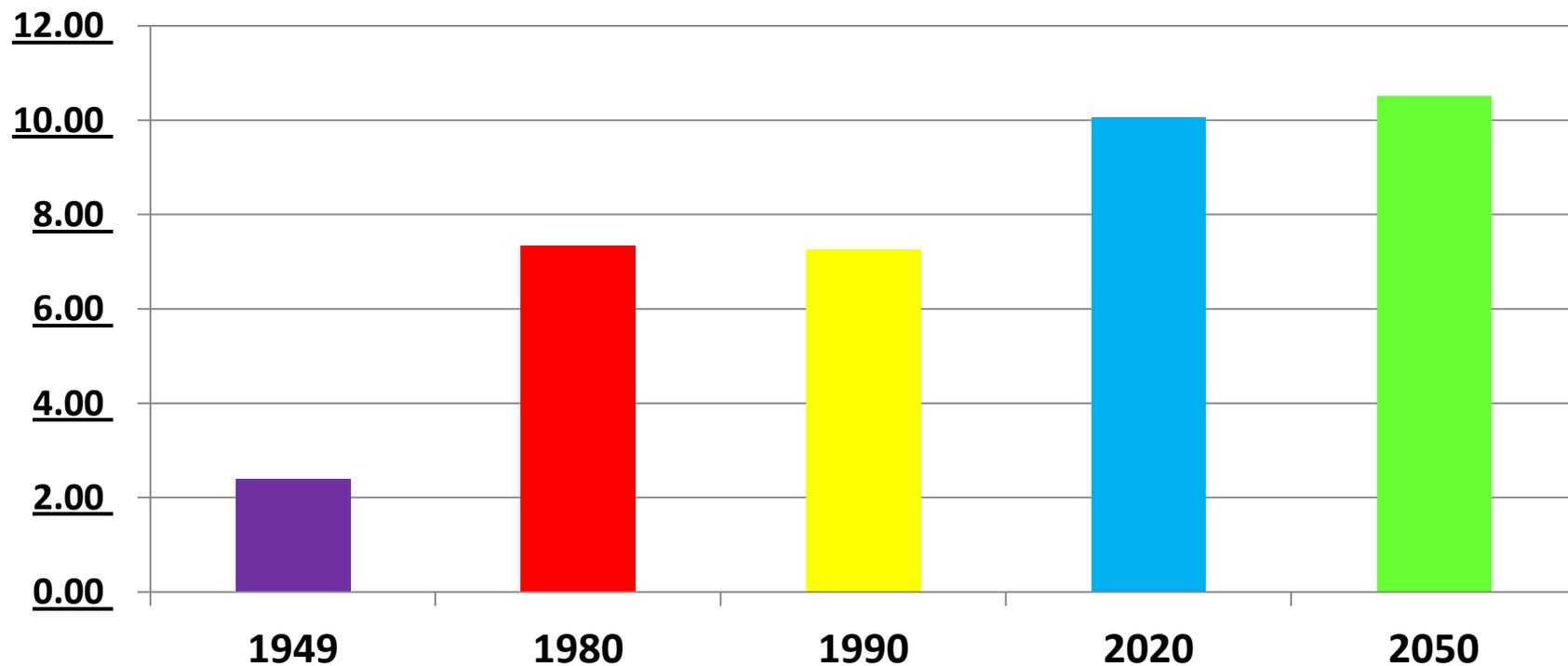
第一个阶段，从2020到2035年，在全面建成小康社会的基础上，再奋斗十五年，基本实现社会主义现代化。

第二个阶段，从2035年到2050，在基本实现现代化的基础上，再奋斗十五年，把我国建成富强民主文明和谐美丽的社会主义现代化强国。



2021年至2050年的30年是现代化灌区的建设时期

耕地灌溉面积（亿亩）



二、灌区现代化建设的目标任务



(一) 灌区现代化的概念

灌区现代化是灌溉系统的技术和管理水平提升
(与单纯的改造不同) 的过程...

其目标是提高资源(水、土、劳动力、经济、环境
资源) 的利用率并提高对用水户的供水服务水平

**Irrigation modernization is a process
of technical and managerial upgrading
(as opposed to mere rehabilitation) of
irrigation schemes ...**

**with the objective to improve resource
utilization (labor, water, economics,
environment)**

and water delivery service to farms.

灌区现代化概念的内涵

1. 灌区现代化包括工程设施完善和管理技术提升，需要采取综合措施；
2. 提高水、土、劳动力、投入和环境资源的利用率；
3. 为用水户提供安全、优质和可持续的供水服务；
4. 不但涉及复杂的设施/软件改造升级，更重要的是系统整体规划和适宜方案的选择。



（二）灌区现代化实现的目标

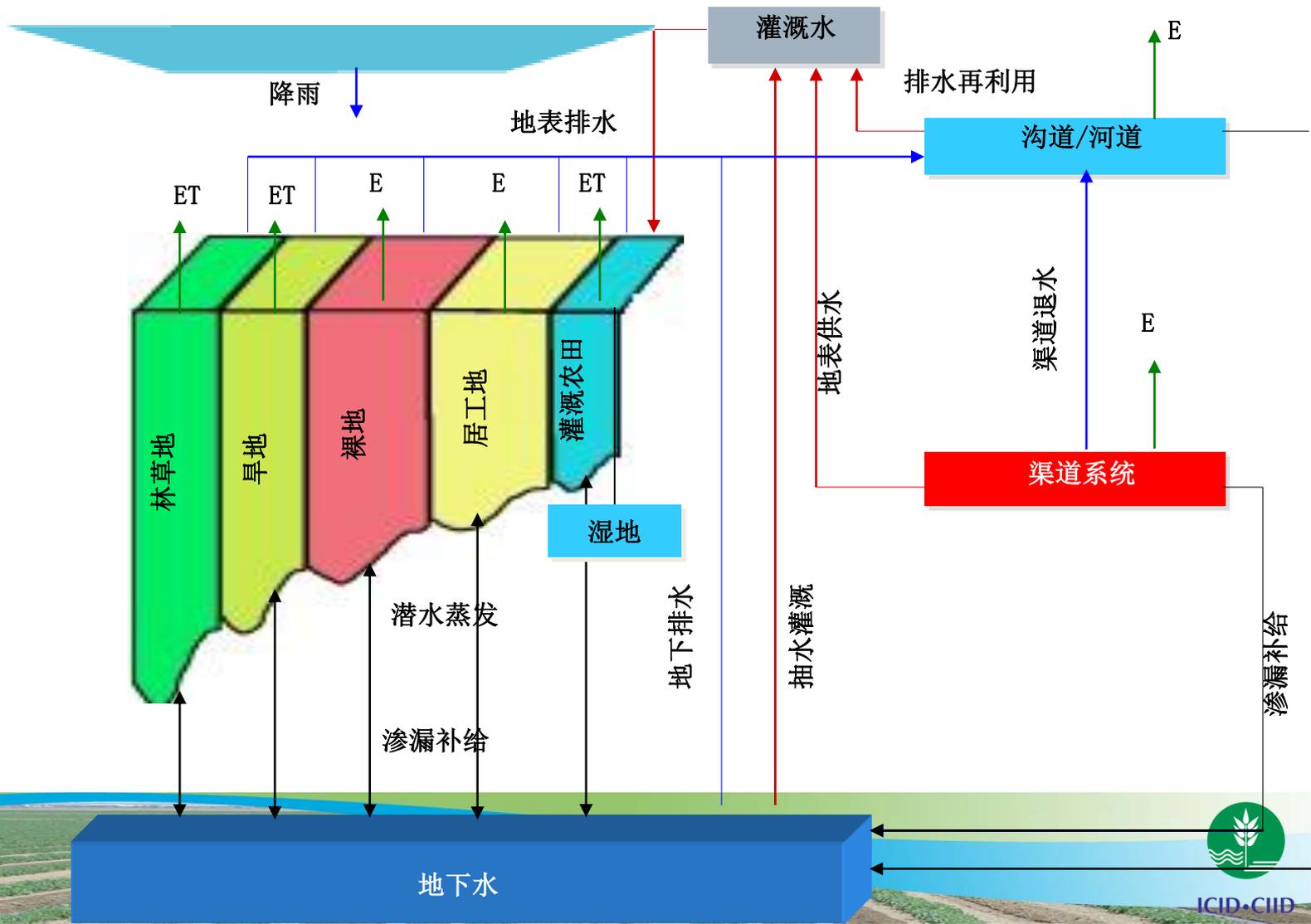
1. 工程安全可靠
2. 水资源利用高效
3. 管理信息化、自动化、智能化
4. 供水保证、灵活、公平
5. 管理单位财务收支平衡
6. 灌区生态环境良好



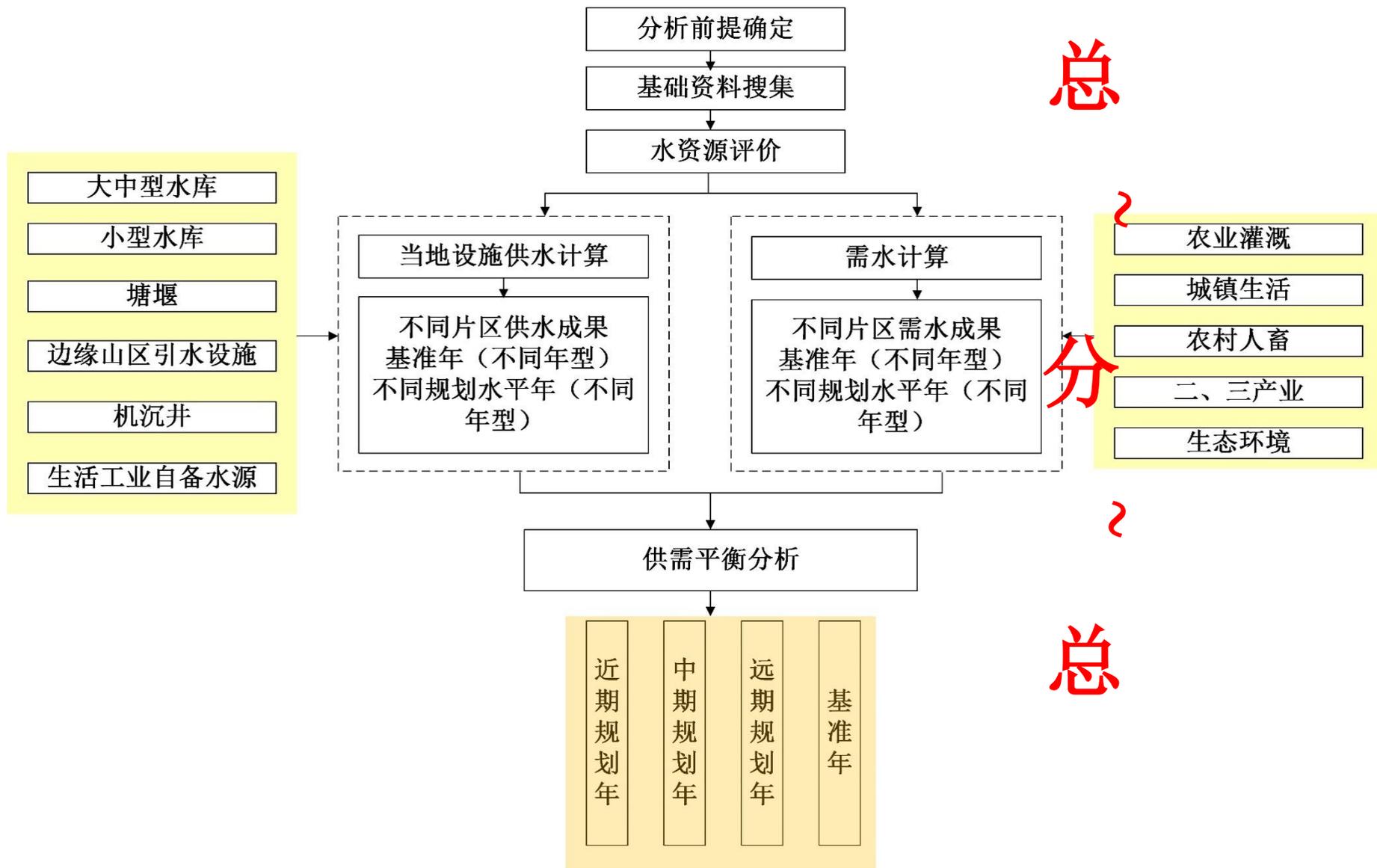
（三）灌区现代化建设的九项任务



1. 水资源的核算与配置



水资源平衡计算方法



2. 进一步改造完善灌区骨干输配水系统

我国灌区续建配套和节水改造工程对全国大型灌区的骨干渠系（干、支渠）进行了大规模的改造提升，但目前还有不少灌区的骨干输配水渠系没有完成改造，建设标准低、不配套，不能满足安全运行和管理要求，需要进一步改造完善。



渠道整治： 部分渠道建设标准低，破损严重。



都江堰人民渠二处高边坡渠道



都江堰黑龙滩东干渠17km

3. 进一步改造改善控制建筑物及设备

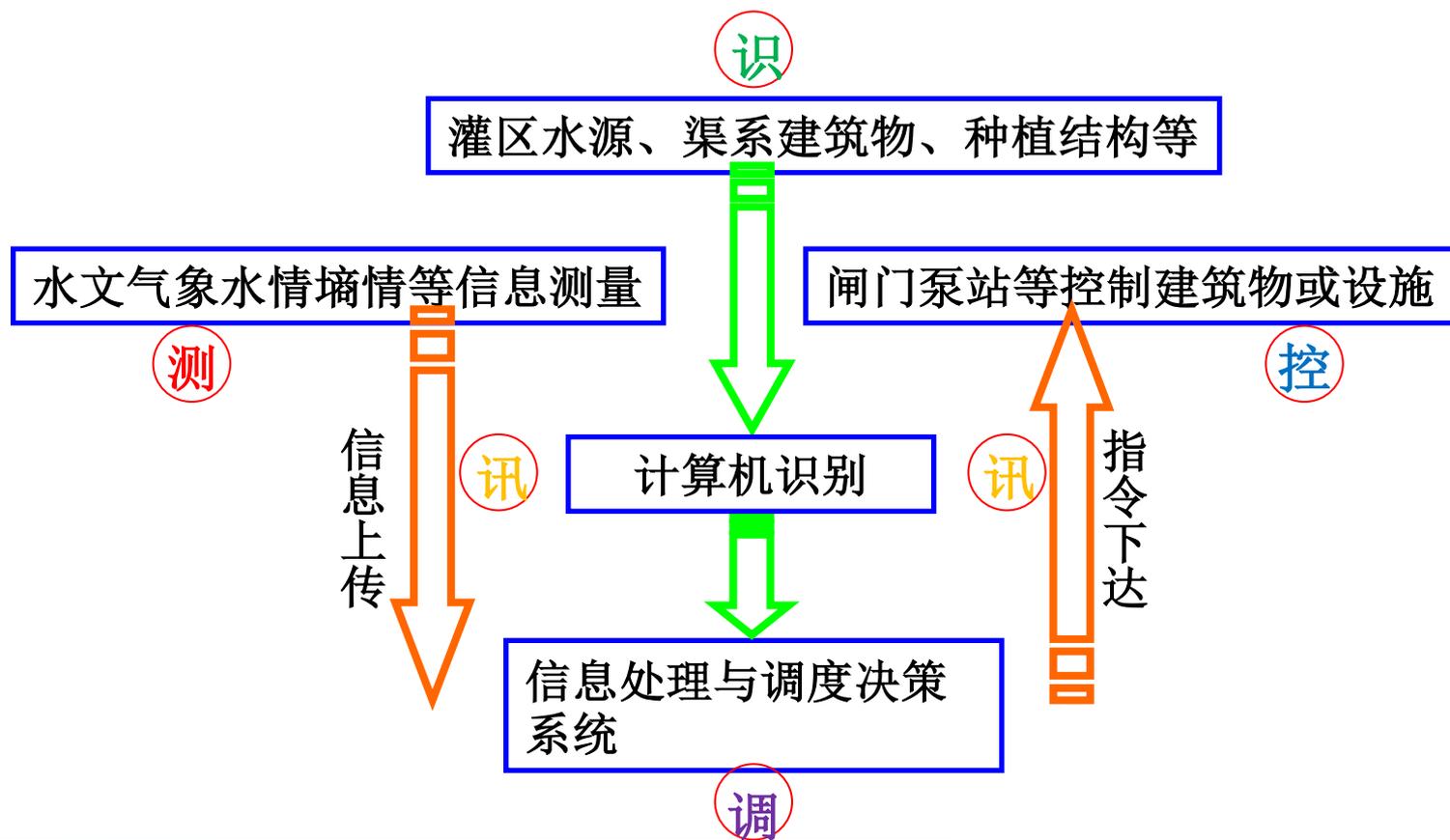
改造改善节制闸、分水闸等控制建筑物，更新控制管理设备，为实现自动化管理创造条件



拦污栅改造



4. 信息化、自动化及智能化建设



5. 进一步改造完善灌区田间工程

我国灌区田间工程不配套或建设标准低问题依然突出，影响用水效率和效益的提升，需要进一步改造完善。



6. 改善灌区生态环境

灌区是最大的人工生态系统，由于经济社会快速发展，我国许多地区尤其是北方地区水资源过度开发问题十分突出，水环境恶化和生态系统退化，改善灌区生态环境是实现灌溉农业可持续发展的保障。改善灌区生态环境措施包括：

- 植被恢复与保护
- 水土流失控制
- 生态需水保障
- 农田面源污染治理
- 灌区湿地保护
- 水质安全保障
- 生态环境监测
- 生态环境保护管理制度建立



7. 管理体制机制改革

- (1) 优化调整管理体制
- (2) 建立生态保护与补偿机制
- (3) 创新资金投入机制
- (4) 完善水价形成机制
- (5) 建立健全水权交易机制
- (6) 健全灌溉工程管护机制
- (7) 强化目标绩效考核
- (8) 创建水系连通调度机制
- (9) 科技体制机制创新

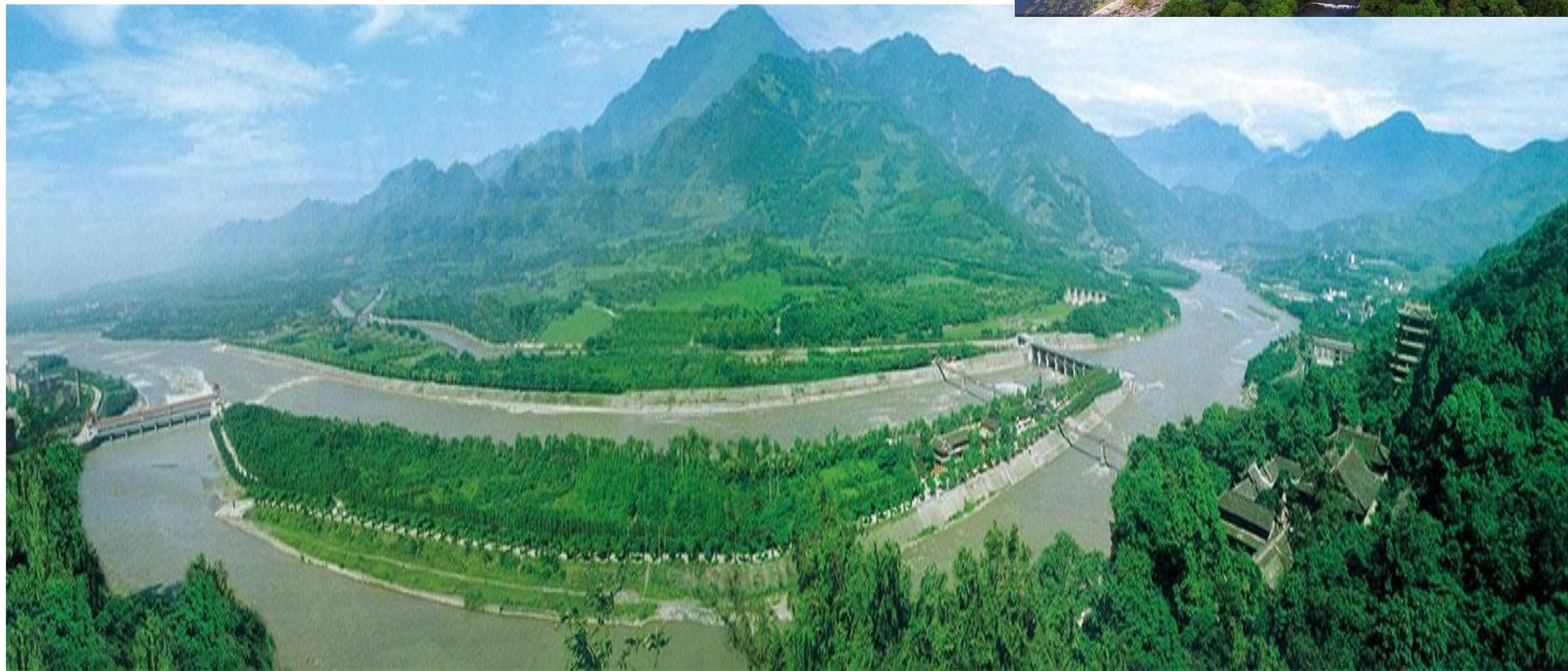
8. 能力建设

- (1) 管理人员
- (2) 培训设施建设
- (3) 灌溉试验站建设
- (4) 生态环境需水实验站建设



9. 灌溉遗产保护及 水文化建设

截至2019年我国共有21个工程入选世界灌溉遗产



三、灌区现代化建设技术应用

(一) 水网

(二) 信息网

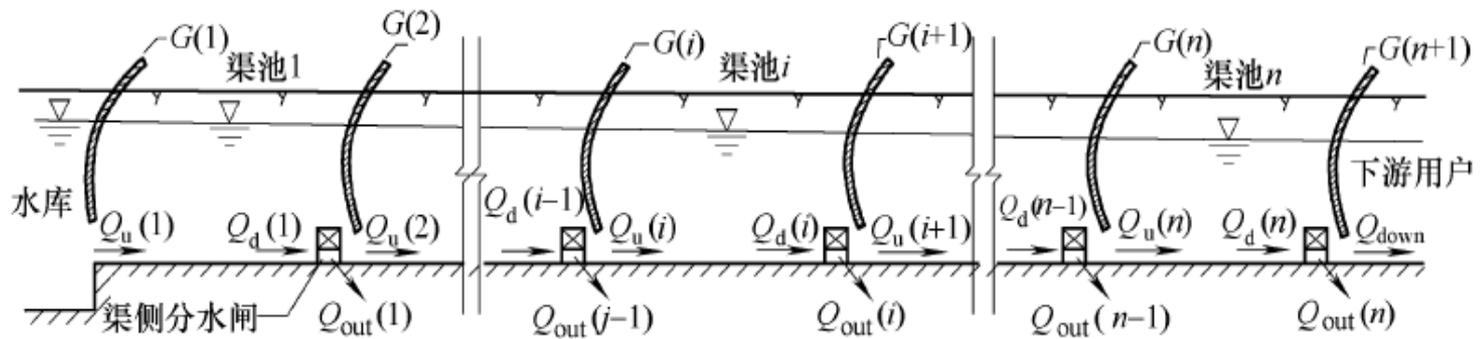
(三) 调度服务网



(一) 水利工程网



应用灌区水库、水塘和渠段的调蓄能力



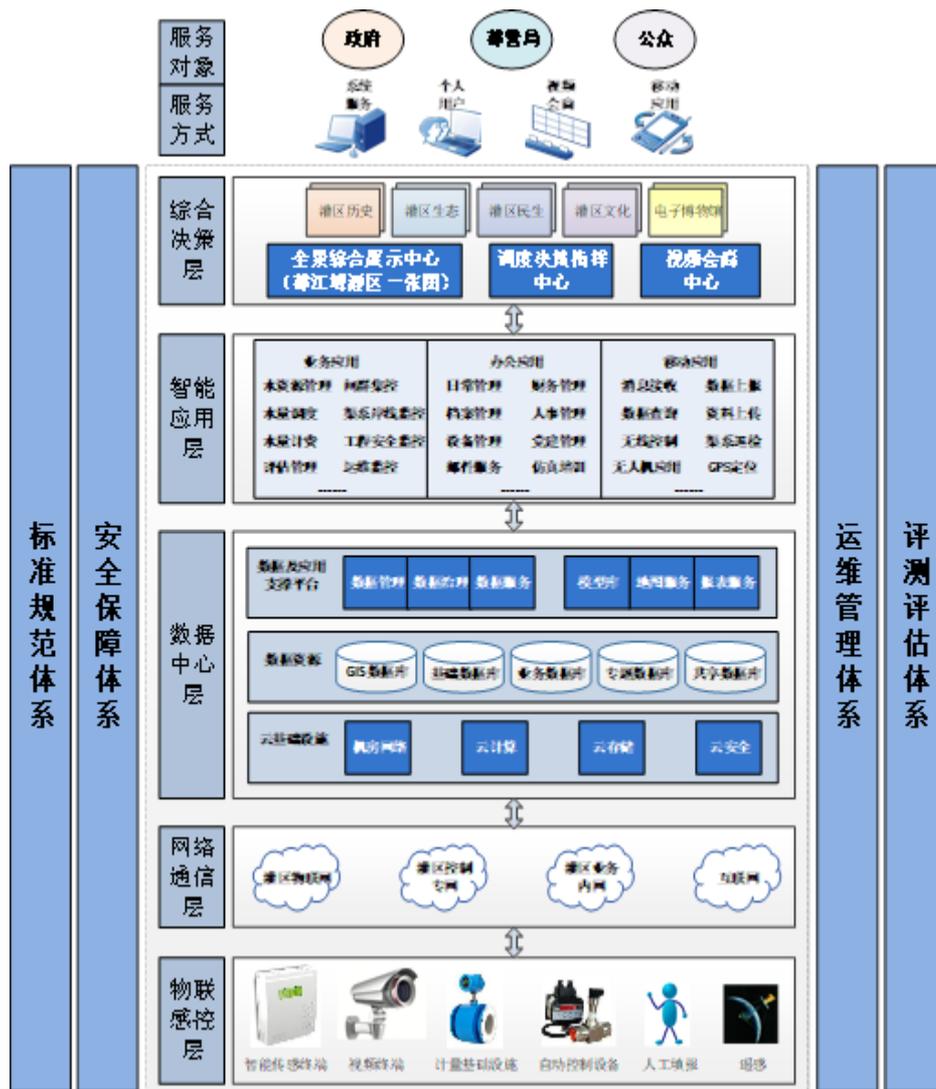
(二) 信息网



构建完整的信息化管理系统

总体框架-五个层次

- 物联感控层
- 网络通信层
- 数据中心层
- 智能应用层
- 综合决策层



(三) 调度服务网



1. 管理决策支持系统

灌区管理决策支持系统是智慧灌区的核心
= 各种相关信息的集成应用

信息

- 数据
- 配置
- 量水
- 计划

方案分析

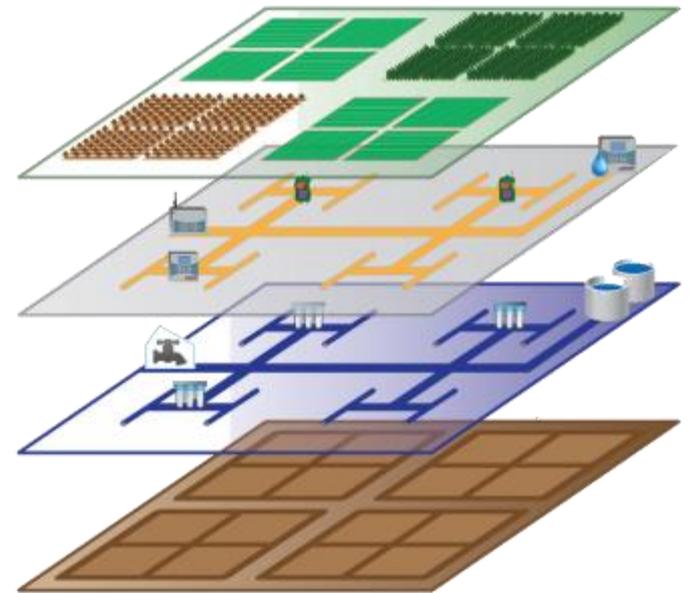
- 模拟
- 如果-那么分析
- 风险分析

作物参数

遥控系统

灌溉网络

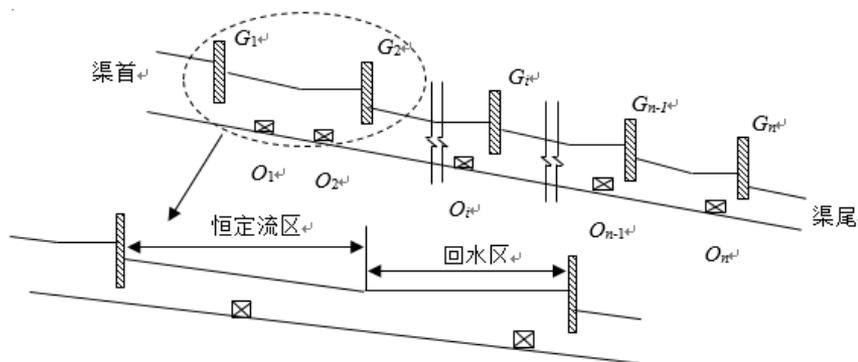
管理分区



决策支持系统是帮助灌区管理调度人员作出决策的信息综合应用系统



渠道运行控制算法（模型）



灌溉输水系统控制子单元示意图

◆ 控制目标：分水扰动下保持节制闸前水位的稳定。

目标
函数

$$\min_{\text{控制动作}} J = \sum_{i=0}^p \sum_{j=1}^n \{ \text{水位偏差}_j \} + \sum_{i=0}^p \sum_{j=1}^n \{ \text{控制动作}_j \}$$

$$\min_{\text{控制动作}} J = \sum_{i=0}^p \sum_{j=1}^n \{ \text{控制动作}_j \}$$

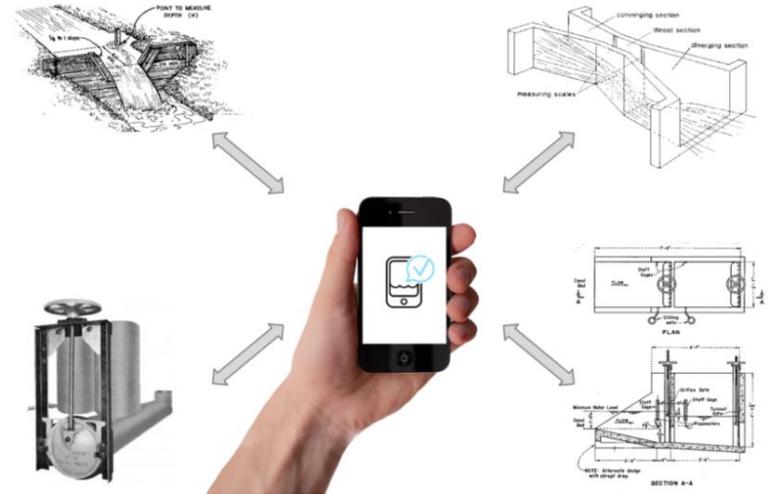
水位偏差 = f(控制动作, 分水扰动)

分水扰动分为两种：回水区
分水扰动、恒定流区分水扰动

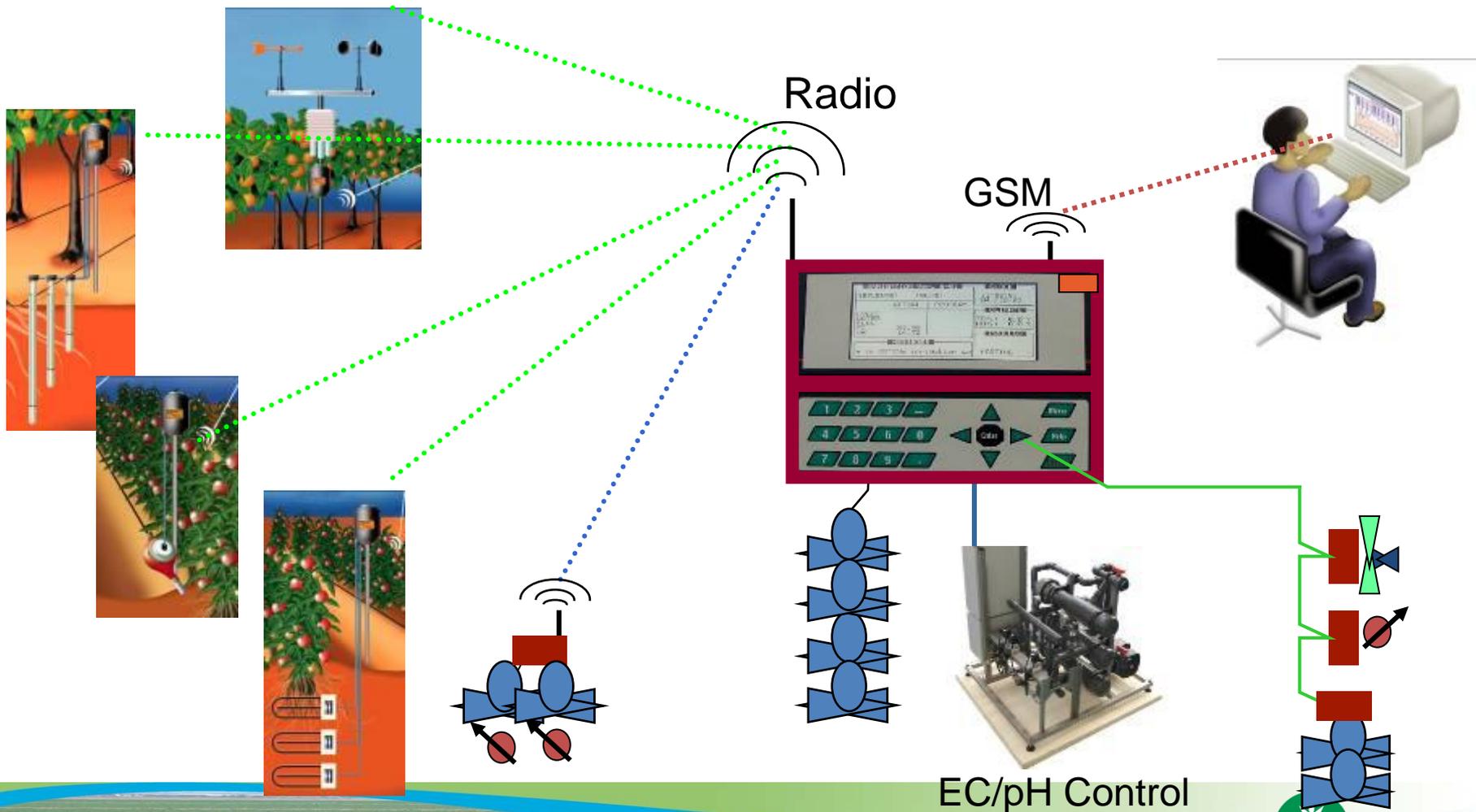
优化得到控制时段内，使水位偏差最小的控制动作变量的时序值



2. 渠系运行自动化控制



3. 田间灌溉智能化管理技术



注重理念与技术的结合

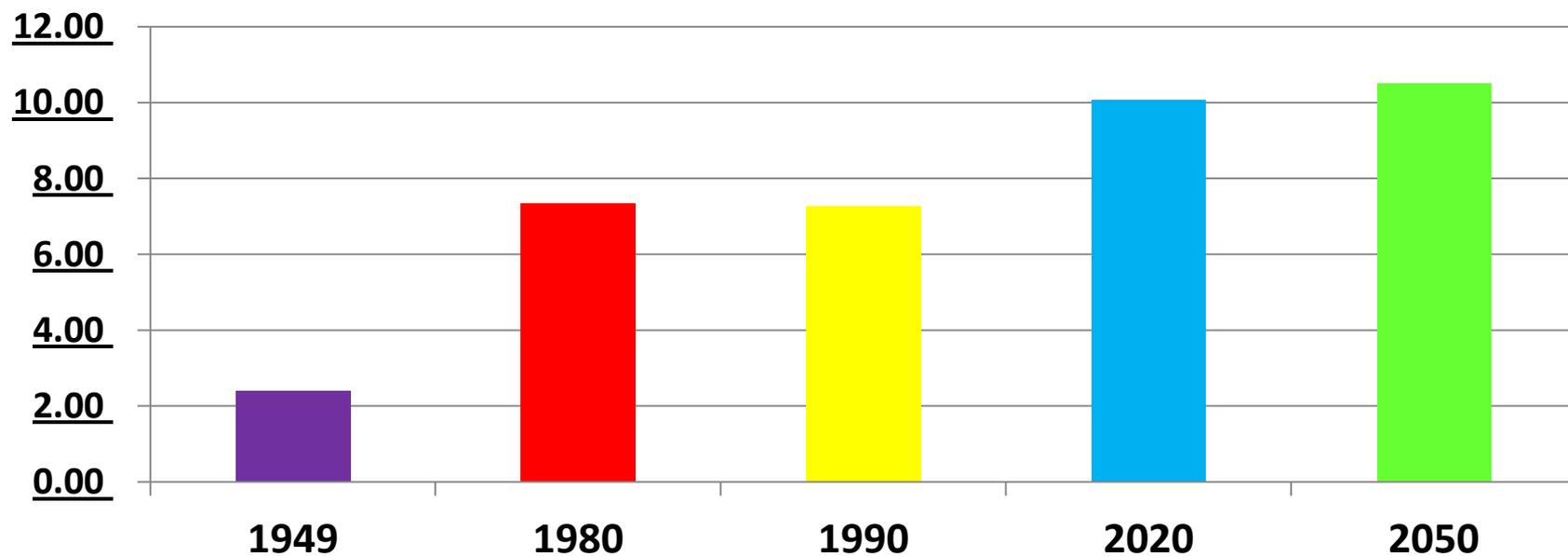


贵州鲍屯古代灌溉工程



灌区现代化-中国现代化道路上的末班车

耕地灌溉面积（亿亩）



谢谢!

