



河海大学
HOHAI UNIVERSITY

灌区管理与数字孪生

河海大学农业科学与工程学院

陈 菁

2023.6.1



一、乡村振兴战略实施前后农村的变化

国家粮食安全-乡村振兴战略-生态文明建设
国家现代化-农业现代化-农村水利现代化
人工智能，智慧城市，数字经济，数字孪生

- ✓ 农村发生了什么？
- ✓ 正在发生着什么？
- ✓ 我们能做些什么？

乡村振兴战略

改革开放以来第20个、新世纪以来第15个指导“三农”工作的中央一号文件《中共中央国务院关于实施乡村振兴战略的意见》由新华社授权发布，对实施乡村振兴战略进行了全面部署。

文件提出，要推进乡村绿色发展，农民成为有吸引力的职业，让农村成为安居乐业的美丽家园。



◆产业兴旺、生态宜居、乡风文明、治理有效、生活富裕
(2018)

◆生产发展、生活富裕、乡风文明、管理民主、村容整洁
(2006)

◆2020-2035-2050：农业强、农村美、农民富

◆——坚持农民主体地位。充分尊重农民意愿，切实发挥农民在乡村振兴中的主体作用，调动亿万农民的积极性、主动性、创造性，把维护农民群众根本利益、促进农民共同富裕作为出发点和落脚点，促进农民持续增收，不断提升农民的获得感、幸

灌区的概念

WHAT

灌区

■ 地理学意义上的灌区

灌区有明确的边界

■ 工程学意义上的灌区

有一套完整的灌排工程体系

■ 社会学意义上的灌区

人：所有者、管理者、使用者
体制、机制、制度



宁夏引黄灌区

灌区续建配套改造的巨大成效



乡村振兴战略实施后农村结构的变化

- 人口结构的变化
- 土地结构的变化
- 种植结构的变化
- 农村资本的变化



乡村振兴战略-单向流动 -双向流动

- 部分人口向乡村的转移——**逆城镇化**、两栖一族
- 资金、资本的流入
- 土地流转——集中（伴随着权属的新问题）
- 文化、知识、观念的输入



新型农业经营主体——种田大户、家庭农场、公司（外来资本）



农户的非均质性

近几年随着农村经济的发展，农村经济呈现多层次多样化的结构，由此所带来的农户的非均质性，削弱了农村集体行动（合作形式）的合力，需要从理论上、制度设计上克服这一问题



灌区的任务

- 灌区水土资源的**高效利用**
- 灌区水土资源**保护**
- 灌排工程与装备
- 灌区**良性**运行与管理



灌区的任务

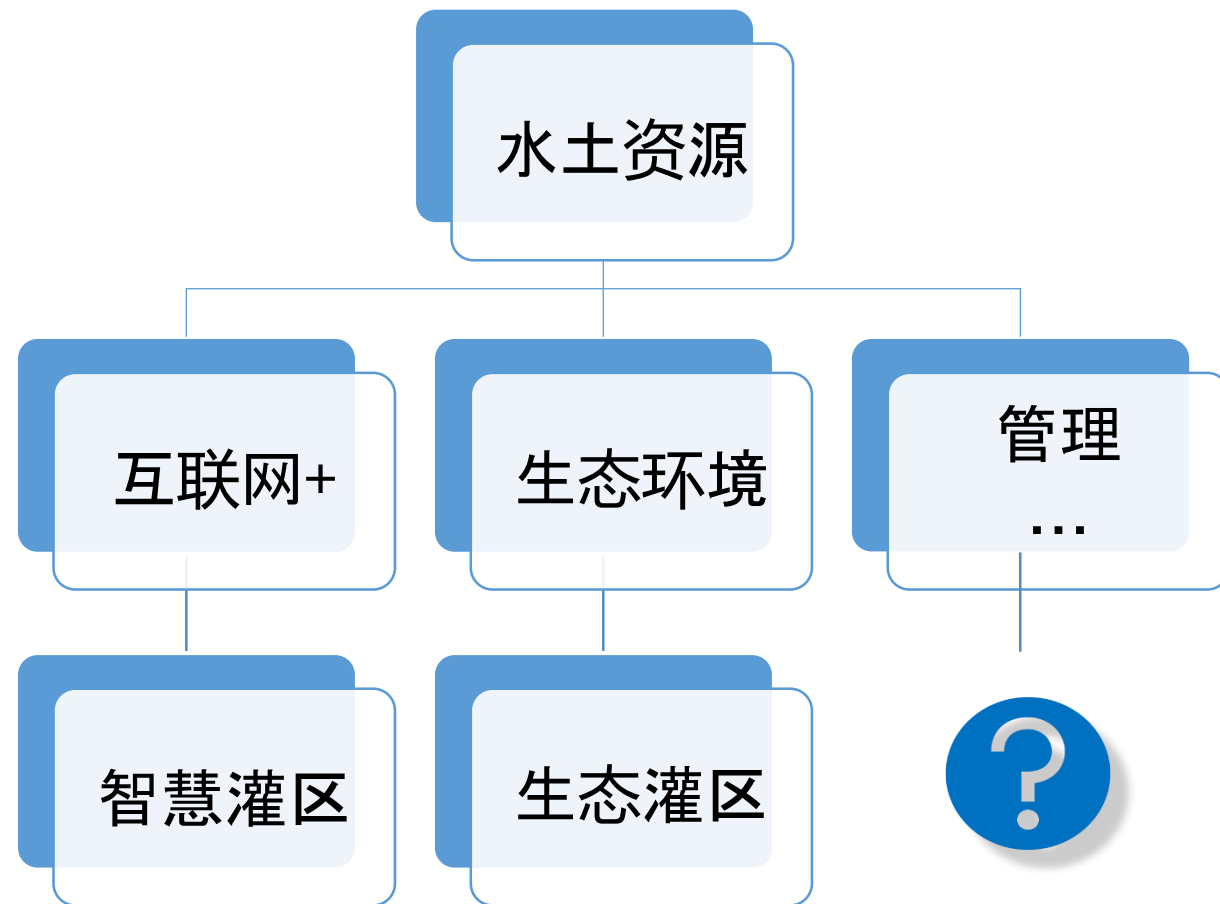
- 灌区是农村公共服务的**提供者**
- 了解农村及土地政策
- 研究农业，农民及其需求



灌区现代化



灌区的管理对象**已经和将继续**发生重大变化



农民的能力建设-国家层面的战略

(1) 提高自主管理意识和能力

- 提高识字水平
- 培训：民主意识，责任感
- 事例了解与学习
- 练习与实践

(2) 提高文化技术素质



用国家补偿的形式加快实施农民培训

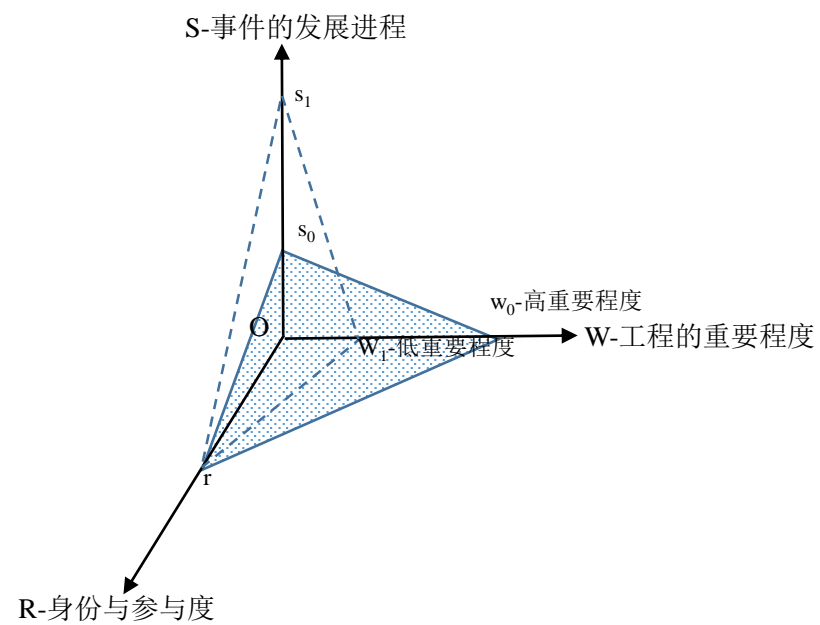
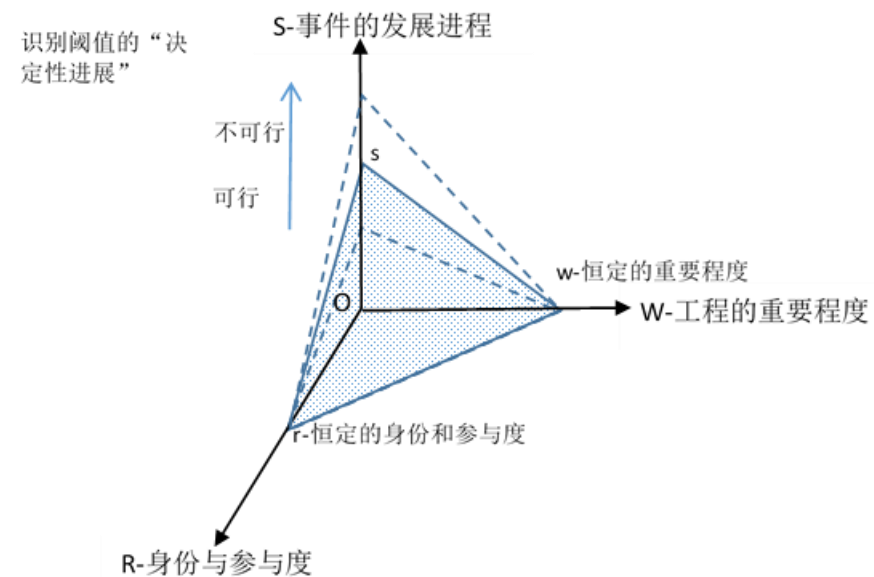
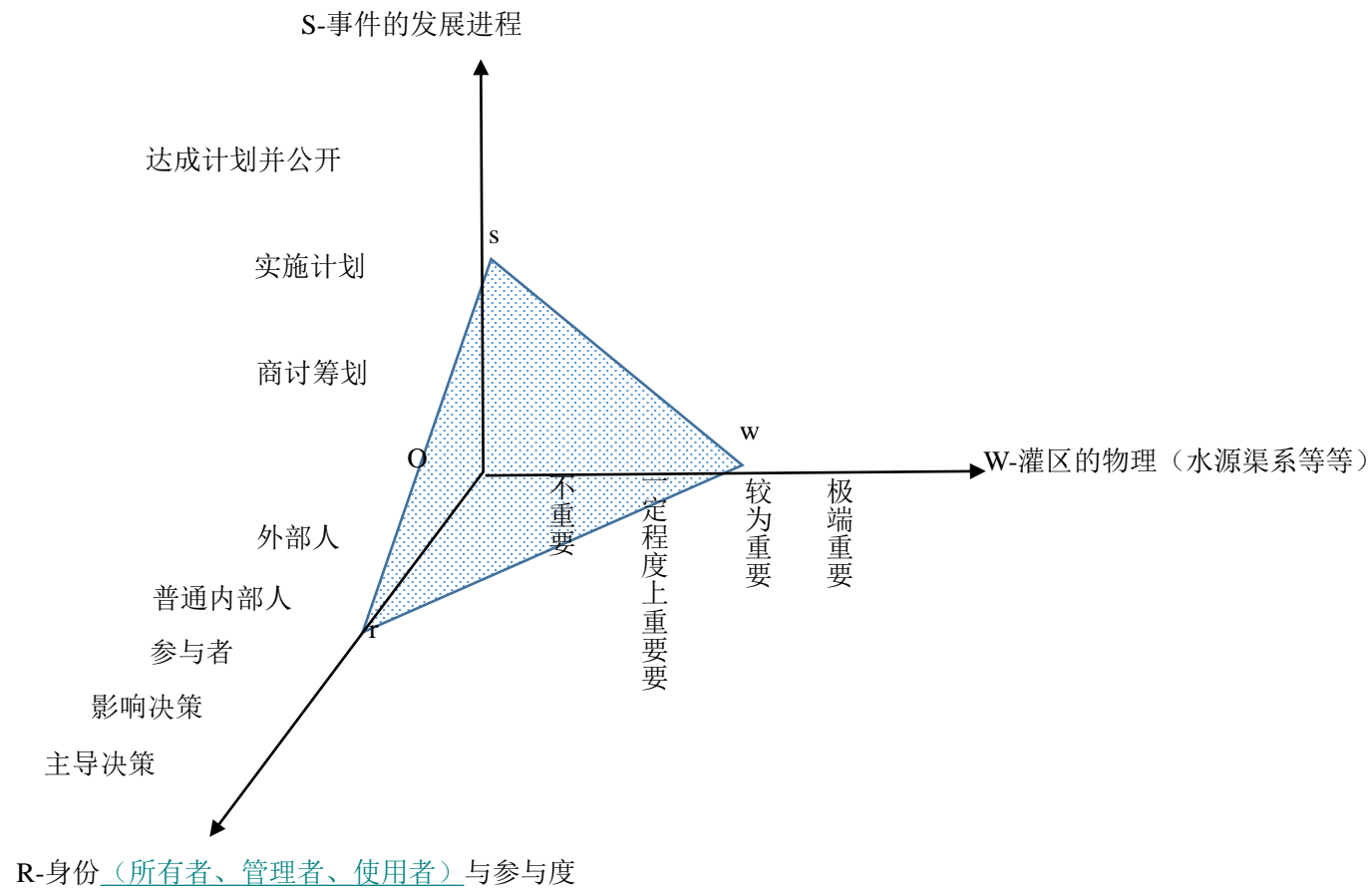
二、WSR系统工程方法论

- WSR（物理-事理-人理）方法论是中国著名系统科学专家顾基发教授d等于1994年提出的用于解决复杂问题、复杂现象的分析工具
- 该方法论可以使研究过程条理化、层次化，其核心是在处理复杂问题时，要考虑对象的物的方面(物理：W)、事的方面(事理：S)、人的方面(人理：R)各自的特性和规律
- 物、事、人三方面相协调，达到知物理、明事理、通人理的境界

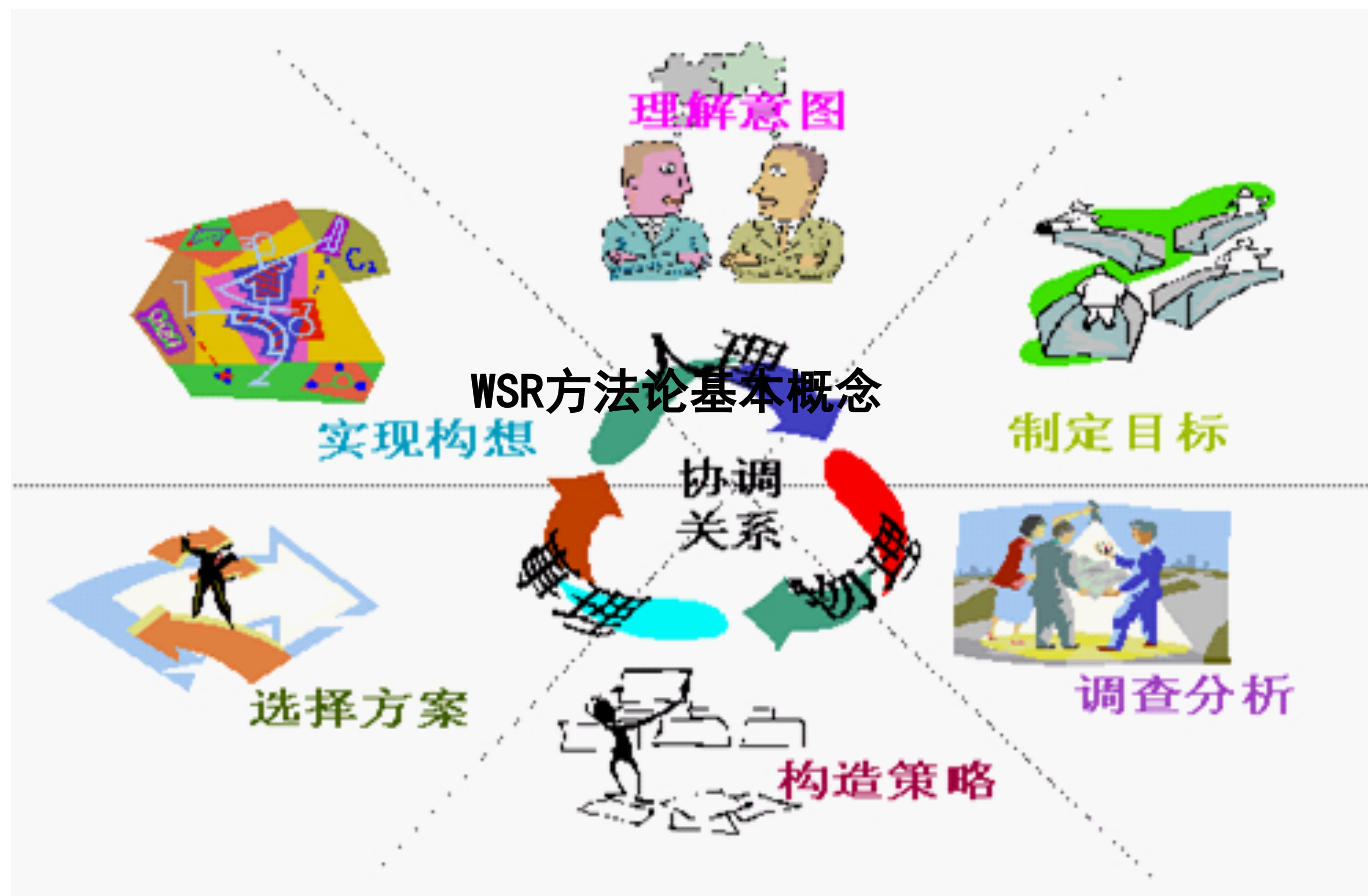
二、WSR系统工程方法论

- 定性与定量综合集成；
- 知物理、明事理、通人理。

	物理	事理	人理
道理	物质世界、法规、规则理论	管理和做事的理论	人、纪律、规范的理论
对象	客观物质世界	组织、系统	人、群体、人间关系、智慧
焦点	是什么？功能分析	怎样做？逻辑分析	应当怎样做？人文分析
原则	忠实、正确、客观	协调、效益、公平	全面、灵活、和谐
所需知识	自然科学、管理科学	经济学、管理科学、系统科学	人文知识、行为科学



WSR方法论主要逻辑步骤



用水管理的新形势

土地大幅流转

- 从“户多地散”的小农到“户少集中”的规模化经营
 - 用水户间相互间用水矛盾内部消弭
 - 大户、新型农业经营主体：受教育程度、政策接受度、参与响应度相对较高
- 农民**土地权利**弱化
- 农业经营主体与方式改变
- 农业产业化与集约化，用水行为、结构、模式、矛盾发生转变

南方自流灌区相较于北方缺水提水灌区，用水组织的**内生动力**、**凝聚力**较弱，对组织的要求与管理也相应降低

用水效率提高、内耗降低、竞争行为减少
为终端用水管理提供了良性机遇

基于调研成果，引入基于物理-事理-人理（WSR）方法论、社会生态系统框架（SESS）诊断性分析，提供构建终端用水管理模式成果支撑

用水管理的WSR三维分析

人理（协调主体）

基于人理（R）的用水管理模式

协调与沟通

- 主要利益相关者：政府、农民用水合作组织、农户
- 其他利益相关者



事理（研究方法）

终端用水长效运行机理

基于事理（S）的用水运行机制

平衡记分卡+层次分析法评价绩效

TOPSIS分析影响发展的限制因素

社会生态系统诊断提出组织运行长效机制

相关法律法规及未来发展方向

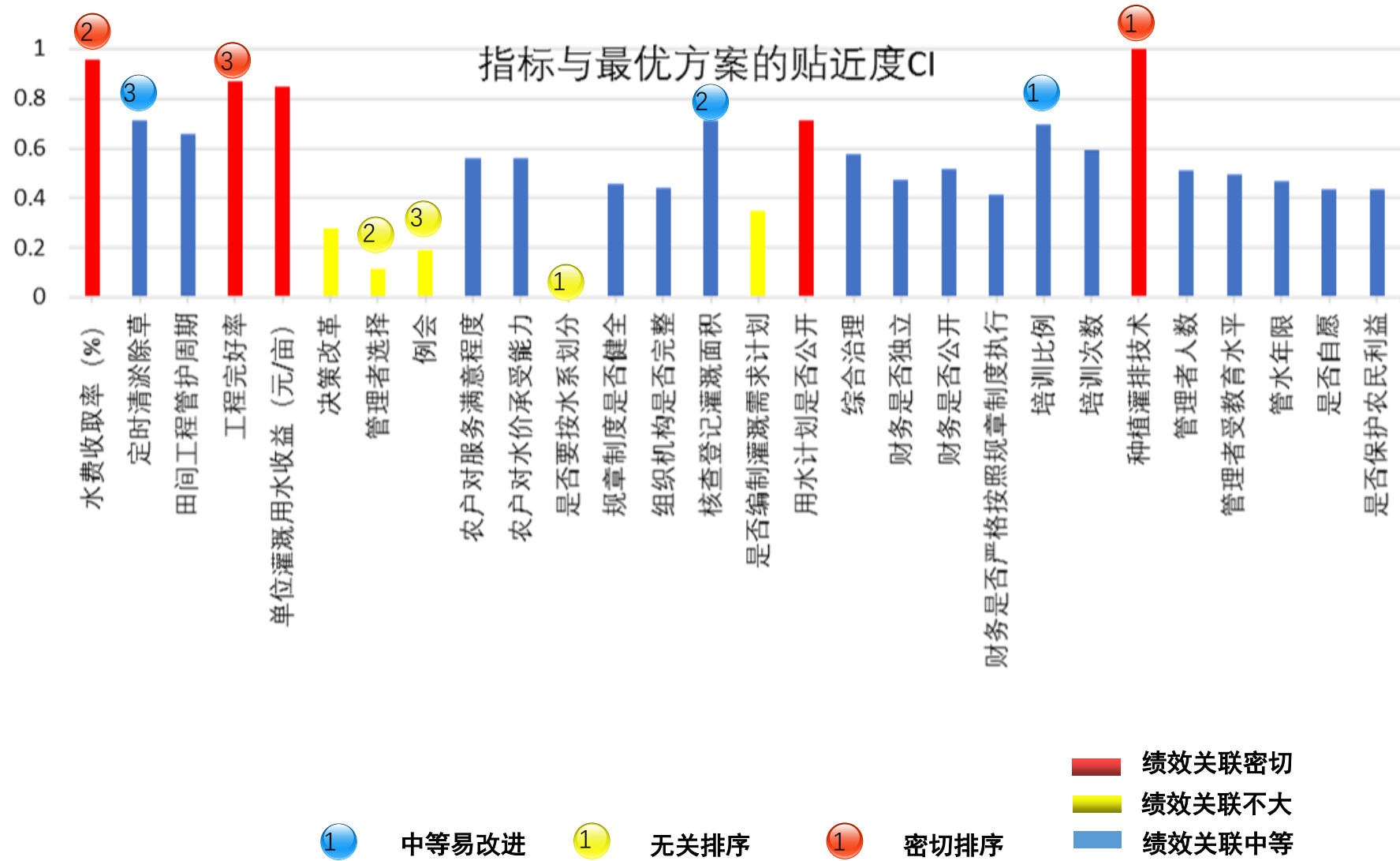
末级渠系工程运行
机制，工程建设与
管理

基于物理（W）的用水管理框架

物理（核心与基础）



的农民用水合作组织绩效影响因素



从农民用水合作组织角度来看，影响灌区组织发展的**最重要**的三项指标为：是否培训种植灌溉技术 (R)、水费收取率 (R)、工程完好率 (W)。

最不重要的因素分别为：组建是否按照水系划分 (S)、农户参与农民用水合作组织事务管理程度 (R) 和组织是否定期召开例会 (R)；均集中在客户服务于内部管理维度。

这些指标的甄别，有助于后面用水户组织的管理。

农民用水合作组织绩效影响因素-大户散户角度

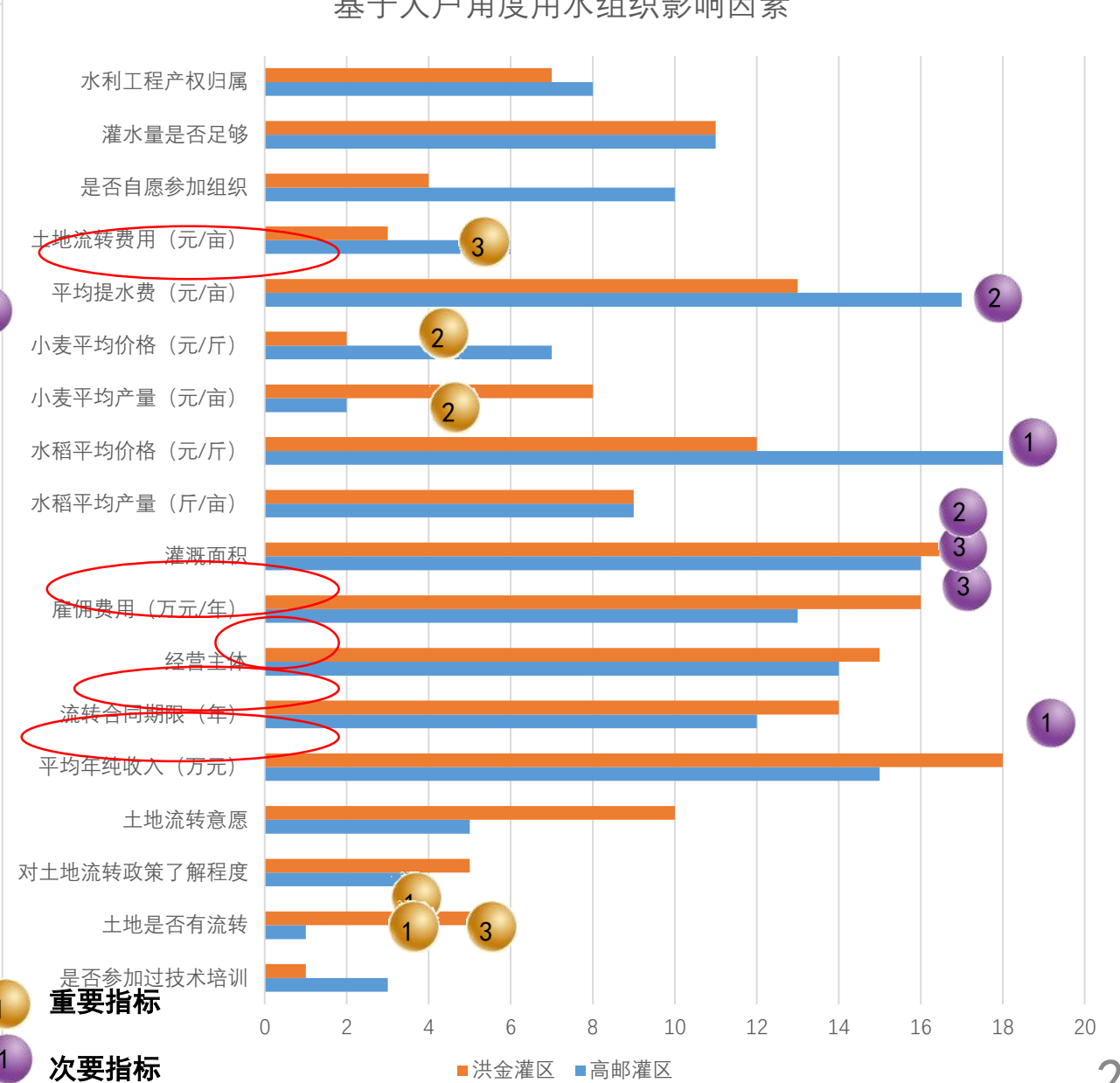
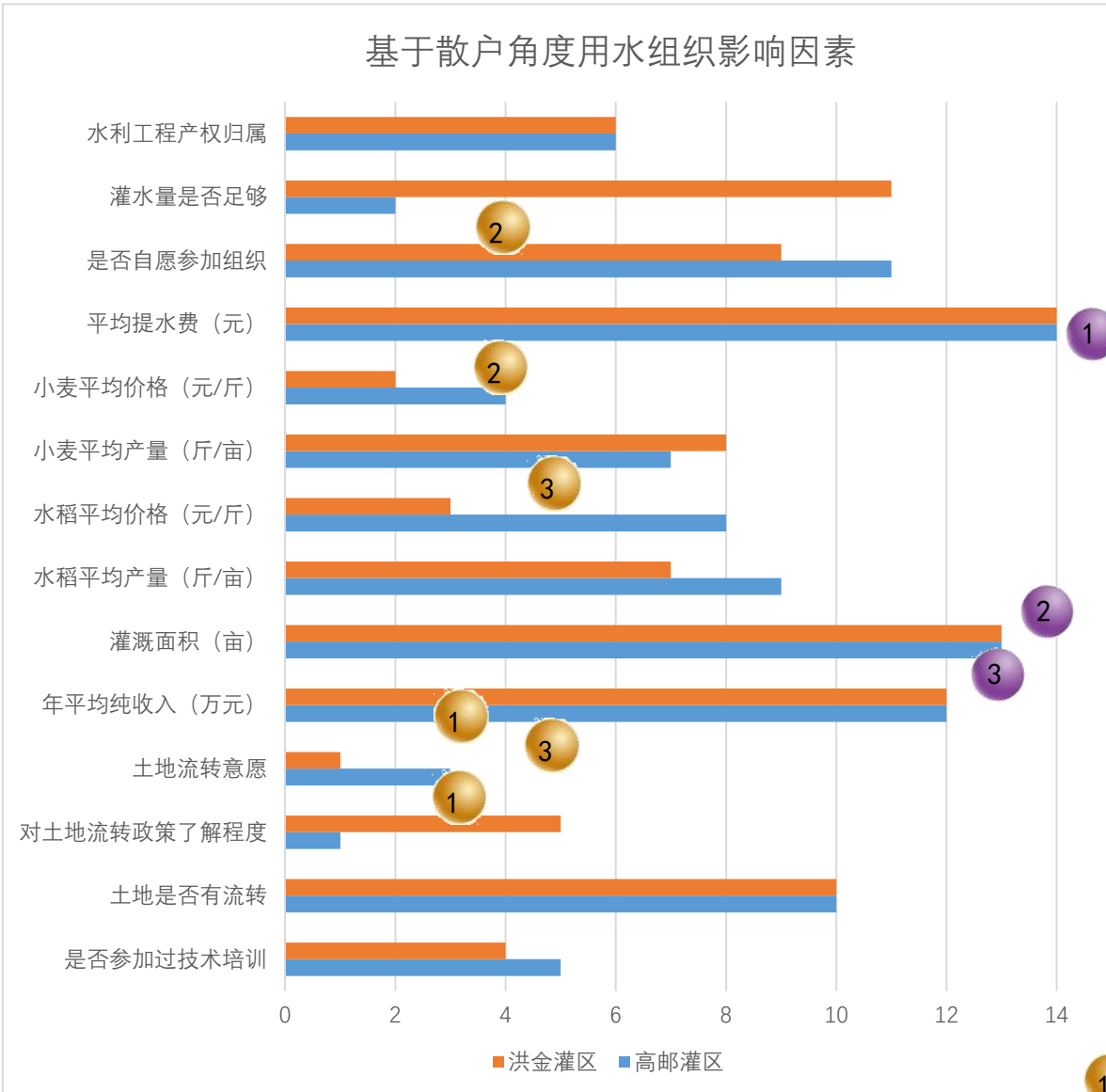


图2 农民用水合作组织限制性因素评价

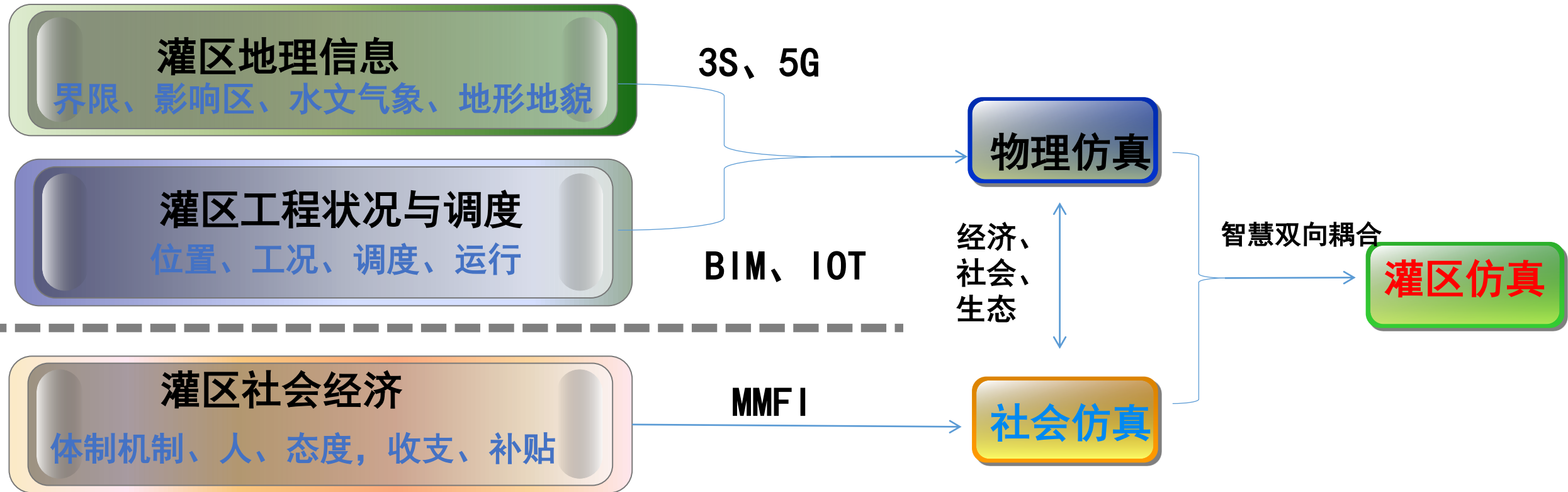
1 重要指标
1 次要指标

三、数字灌区？数字孪生？

- 1 灌区的哪些问题可以通过数字孪生得到解决
- 2 数字孪生又带来管理的哪些新问题
- 3 灌区管理体制与机制如何与数字孪生融合共生



灌区的哪些问题可以通过数字孪生得到解决



数字孪生可能带来管理的哪些新问题

试点、后评价

适用性

规模、地区、
运维成本收益

友好、引导、实时

应用前景

推广、程度、
关键因子

第三方、
人员、PPP

提升优化

平台、运维、
升级、培训

对策

投资？ 成本回收？ 运维成本？ 谁来管理？ 规模效应？

灌区管理体制与机制如何与数字孪生融合共生

01

多部门、多门类合作，信息共享、平台服务多样

02

知识库、模型库、专家库，AI、AR深度融合，操作扁平化

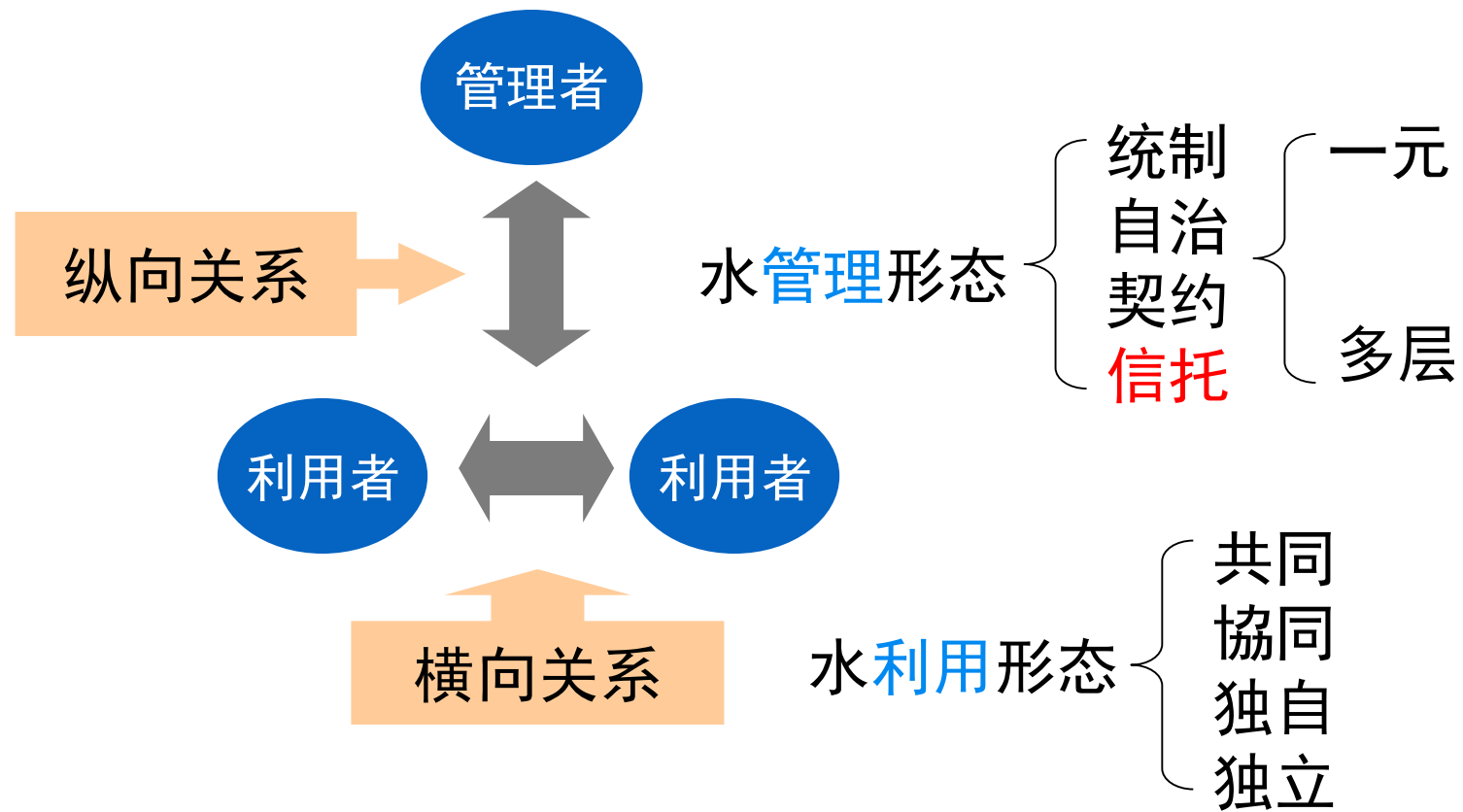
03

结构完善、硬件升级、软件无缝耦合、投资多元



水管理形态与水利用形态理论

概念的整理



信托型管理-高度专业化的，知识密集型设备的运行管理与调度

水管理形态与水利利用形态

	一元的水管理	多层的水管理
水管理形态 (纵向关系)	统制	统制+自治 契约+自治 信托+自治 自治+自治 契约+契约 ...
	自治	
	契约	
	信托	
水利利用形态 (横向关系)	共同 协同 独自 独立	

水管理形态

统制型水管理

政府机关及特定的第三者持有对水的管理责任与绝对的权力，用水者不参与管理的水管理形态。

自治型水管理

用水者同时作为管理者对水的分配调整、设施的维持管理、纷争的解决调停等进行独立完善的自主管理的水管理形态。

水管理形态

契约型水管理

对水的管理持有责任与权限的管理者与用水者之间通过明确的权利与义务的界定，按定价供水、市场运作的水管理形态。

信托型水管理

这是一种新的管理模式。用水者的集体将数字孪生系统委托给专门技术集团，并使之按照用水的目的与工程运行要求进行管理的水管理形态。

谢谢各位!

