



Семинар по инновациям и практике  
"умного земледелия" в засушливых районах

## **Водосберегающее орошение в засушливых районах**

**Цзинхуэй Сюй**

**Национальная инженерная лаборатория по водосбережению для сельскохозяйственных культур в засушливых районах, Северо-Западный университет сельского и лесного хозяйства, Китай**

**Кафедра интеллектуальных водных ресурсов, Северо-Западный университет сельского и лесного хозяйства**

**Институт интеллектуальных водных ресурсов, Северо-Западный университет сельского и лесного хозяйства**

**Янлинг, Шэньси, 712100, Китай**

**E-MAIL: [x36936@163.com](mailto:x36936@163.com)**

## СОДЕРЖАНИЕ

1

**Значение водосберегающих технологий орошения**

2

**Ознакомление с водосберегающими технологиями орошения**

3

**Кейсы проектов водосберегающего орошения**

4

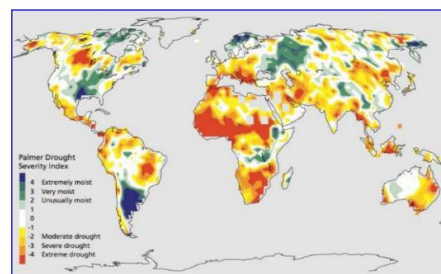
**Новые технологии водосберегающего орошения**

5

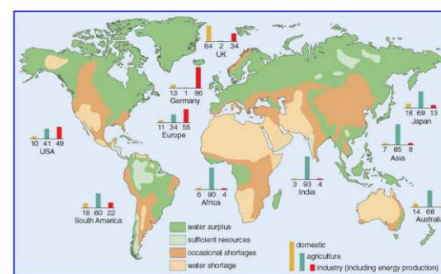
**Тенденции в области водосберегающего орошения**



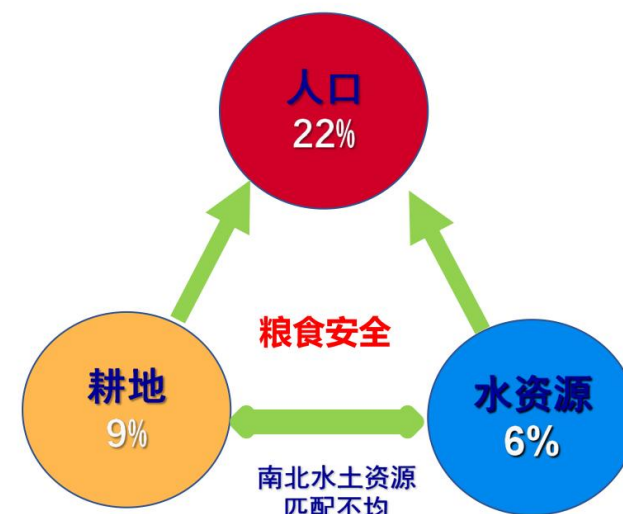
- 灌溉消耗 70% 世界淡水储备，每年耗水 2000 立方公里。水资源短缺，空间-时间分布不均，严重损失水资源和灌溉水利用率低严重影响农业可持续发展，如中国及全球。
- 粮食安全在干旱和半干旱地区主要取决于水，缺水是贫困的主要原因。
- 灌溉必须是科学和合理的，不合理的灌溉会导致营养物质从土壤中被冲刷和地下水污染。营养物质或溶解剂从灌溉水迁移到地下水是污染的重要原因。
- 发展节水农业和提高灌溉效率 - 发展的必然趋势，中国及全球农业发展的必然趋势。



全球干旱地区面积达41%以上



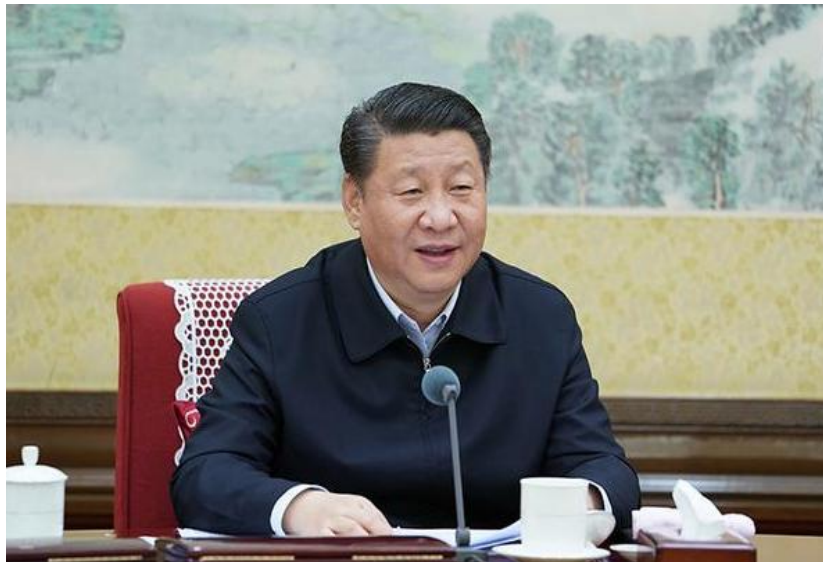
全球农业用水占60%以上



# 1. 意义 водосберегающих технологий орошения



- 14 марта 2014 г. генеральный секретарь Си Цзиньпин выдвинул идею управления водными ресурсами: "приоритет водосбережения, пространственный баланс, систематическое управление и двунаправленные усилия", которая указала направление развития водосбережения.
- 18 сентября 2019 г. генеральный секретарь Си Цзиньпин выступил с важной речью на симпозиуме по вопросам экологической защиты и высококачественного развития бассейна Желтой реки. Он подчеркнул концепцию экологического управления: "Придерживаться экологического приоритета и зеленого развития, брать воду за основу и с учетом состояния водных ресурсов, адаптироваться к местным условиям и классифицировать политику".
- В 2019 году Министерство водных ресурсов выдвинуло программу "В процессе проектов водохранилища должно преодолеть недостатки, в отрасли водохранилища должно усилить надзор". Общий план реформы и развития водных ресурсов определил новые цели и новые требования к водосберегающему орошению.



《国家大中型灌区建设的指导意见》  
(2017年)

《四部委加大力度推进农业水价综合改革工作的通知》  
(2018年)

《国家节水行动方案》  
(2019年)

《关于开展中型灌区续建配套与节水改造方案编制工作的通知》  
(2020年)

《关于开展“十四五”大型灌区续建配套与现代化改造实施方案编制工作的通知》  
(2020年)

18、19年中央一号文件

2020年中央一号文件

# 1. Значение водосберегающих технологий орошения

- В сельскохозяйственном производстве вода и удобрения являются важными условиями для роста сельскохозяйственных культур. Ирригационное оборудование позволяет точно регулировать подачу воды и удобрений для повышения урожайности и качества сельскохозяйственных угодий, снижения загрязнения окружающей среды удобрениями, повышения эффективности управления сельским хозяйством, экономии воды и удобрений, а также энергопотребления. Ирригационное оборудование является одним из важных способов экономии воды.
- Благодаря регулированию расхода воды и удобрений оно может обеспечить потребности культур в воде и удобрениях в различные периоды плодородия, улучшить качество и урожайность культур, повысить эффективность использования воды и удобрений.



## 2. О водосберегающих технологиях орошения

- Водосберегающее орошение (водосберегающая ирригация) - это ирригационные мероприятия, обеспечивающие максимальную урожайность или рентабельность при минимальном водопотреблении, т.е. максимизирующие урожайность и производственную ценность культуры на единицу поливной воды.
- Однако более 99% воды, потребляемой растениями, расходуется на внекорневую транспирацию и межрастительное испарение почвы для регулирования температуры тела растений, улучшения микроклимата и доставки питательных веществ к растению. Засуха может затормозить и ухудшить рост и развитие сельскохозяйственных культур.
- Основными мерами борьбы с ней являются: агрономические, физиологические, управленческие и инженерные приемы водосбережения.



### Методы экономии воды

Агротехническая экономия воды: глубокая вспашка, прополка и рыхление, мульчирование, влагосберегающие сорта, водоудерживающие препараты;

Физиологическое водосбережение: регулируемый дефицитный полив (RDI), полив с чередованием деления корней (ARDI), полив с частичным высушиванием корней;

Управление водосбережением: недостаточное орошение, прогнозирование влажности, распределение оросительной воды;

Инженерное водосбережение: контроль просачивания воды из каналов, сбор дождевой воды, спринклерное орошение, микроорошение (капельное, микроспринклерное, капельное, просачивающееся), орошение с пленочным покрытием, подпочвенное орошение.



орошение путем распыления



деформация (удобрение земли  
путем затопления)



микроспринклерное орошение



ливень

## 2. 0 водосберегающих технологиях орошения



засухоустойчивые сорта



скашивание и рыхление почвы



водоудерживающий агент



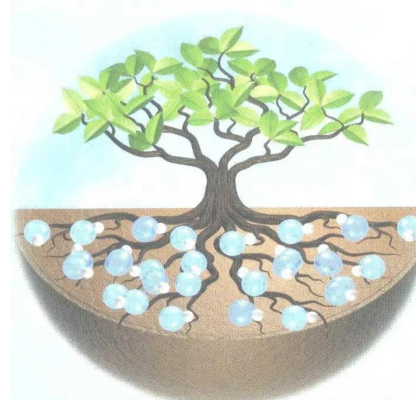
соломенная мульча



засухоустойчивые сорта



свободнее



Принцип удержания воды



Мульчирование



### Регулируемый дефицит ирригации (RDI)

Предложено Австралийским институтом непрерывного орошаемого земледелия в середине 1970-х годов.

Проводится искусственный водный стресс (критичность потребности в воде) на определенных этапах роста и развития культуры (этап роста питательных веществ), что влияет на распределение продуктов ее фотосинтеза к плодовым органам, повышая урожайность и снижая рост других органов;

Снижается рост питательных веществ, увеличивая густоту посева, повышая общий урожай, снижая расход целого урожая и улучшая качество продукции.

При этом рассматриваются только регулирование дефицита и оптимальное распределение воды во времени, но не функции корневой системы растений по использованию воды в пространстве.



### Орошение по частям корней (ARDI)

Поддержание определенного участка почвы сухим в вертикальном или горизонтальном профиле, оставляя влажным только часть участка при орошении.

При следующем поливе чередуются влажные и сухие участки, так что разные участки корневой системы подвергаются определенной степени водного стресса, что стимулирует корневую систему компенсировать поглощение.



Попеременный полив кукурузы по чередующимся бороздам

### Управляемое попеременное орошение по частям корней (CRAI)

- Чередование сухих частей в корневой системе сельскохозяйственных культур
- Корневая система в сухой части вырабатывает сигналы о водном стрессе, которые передаются к стоме листьев и тем самым эффективно регулируют закрытие stomы;
- Корневая система во влажной части поглощает воду из почвы для удовлетворения минимальных жизненных потребностей культуры, удерживая стресс засухи для культуры в критических пределах;
- Поверхностный слой почвы всегда периодически сухой, что снижает неэффективное испарение и суммарный полив между деревьями, улучшает аэрацию почвы и способствует компенсационному росту корней.
- Экономия воды может достигать 14,3% для пшеницы, 14,9% для кукурузы и 15,0% для хлопка.



Водосберегающая технология управления орошением:

В соответствии с законами спроса на воду и водопотребления сельскохозяйственных культур, осуществляется контроль и размещение источников воды с целью максимального удовлетворения потребности сельскохозяйственных культур в воде и достижения наилучших региональных преимуществ.

Технология мониторинга и прогнозирования влажности почвы, водосберегающая и эффективная система орошения, технология прогнозирования орошения, направленная на максимизацию общей региональной выгоды, измерение количества передаваемой и распределяемой воды и воды для орошения, технология регулирования и контроля расхода.

Технология лазерного нивелирования и внедрение технологии тонкого поверхностного орошения.

Применение высокоэффективных и водосберегающих технологий и оборудования для наземного орошения и реализация автоматизации наземного орошения.



- Мероприятия по орошению, разработанные с целью экономии воды, называются инженерными водосберегающими мероприятиями, такими как облицовка каналов, орошение трубопроводов, орошение трубопроводов низкого давления, дождевание и орошение микроспринклерами.



### Технология борьбы с просадочностью каналов

Контроль просачивания грунта, контроль просачивания сухой и навозной кладкой камня, контроль просачивания бетонной облицовкой, контроль просачивания полимерной пленкой и контроль просачивания асфальтового покрытия.

Защита бетонной поверхности от просачивания дает наилучший эффект и является основной формой борьбы с просачиванием.

Пластиковая пленка обладает такими преимуществами, как малый вес, низкая стоимость, удобство транспортировки, простота конструкции и высокая коррозионная стойкость. В настоящее время все чаще используется двойная защита поверхности от просачивания с помощью полимерной пленки и бетона.



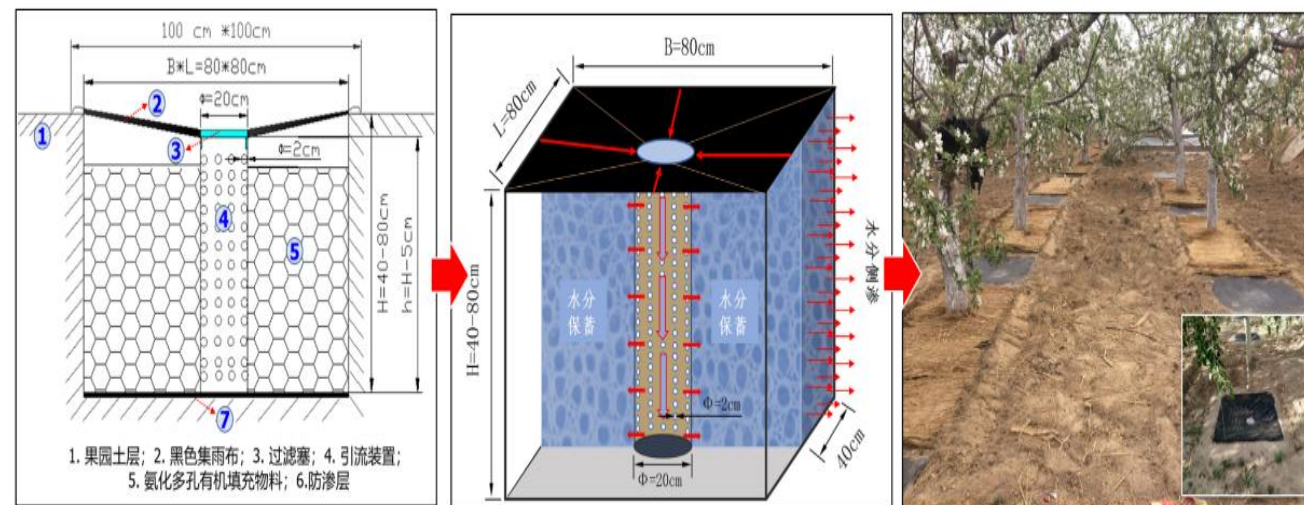
薄膜防渗



渠道防渗

### Лужа, наполненная дождем

- Неглубокая полукруглая яма, вырытая в проекции кроны плодового дерева на землю.
- Маленькая яма в центре - это яма для удобрений: 80 см\*80 см\*40 см, сверху застеленная полиэтиленовой пленкой, снизу - водонепроницаемым просачивающимся материалом, чтобы дождевая вода стекала в яму для удобрений. В яме имеется отводная труба, чтобы вода могла эффективно поступать к корням яблонь.
- Послойно засыпаются удобрения (нефтяные остатки, солома и т.д.), обеспечивающие плодовые деревья необходимым азотом, растворимым фосфором, растворимым калием и другими быстродействующими питательными веществами, а нефтяные остатки и т.д., кроме того, улучшают структуру почвы и повышают ее плодородие.
- Эффективность использования воды повышается более чем на 20%, а урожайность яблок - более чем на 30%, кроме того, это позволяет сократить использование неорганических химических удобрений, уменьшить склоновый сток, сохранить почву и воду.



集雨肥水坑结构示意图

### орошение путем распыления

- С помощью давления насоса или естественных осадков вода направляется на поле по напорному трубопроводу, распыляется в воздухе через форсунку, образуя мельчайшие капельки, похожие на естественные осадки, выпадающие на сельскохозяйственные угодья;
- Спринклерные оросительные системы можно разделить на три типа: мобильные, полустационарные и стационарные.



固定式



半固定式



移动式



### Орошение дождеванием

- С помощью давления насоса или естественных осадков вода направляется на поле по напорному трубопроводу, распыляется в воздухе через форсунку, образуя мельчайшие капельки, похожие на естественные осадки, выпадающие на сельскохозяйственные угодья;
- Спринклерные оросительные системы можно разделить на три типа: мобильные, полустационарные и стационарные.



тип подвеса



раскладной



катушка

### Дождеватели на солнечных батареях

- Для мобильного дождевального орошения требуется электросеть или генератор, что трудно обеспечить в некоторых отдаленных районах, где электричество в дефиците.
- Привод двигателя, работающего на солнечной энергии, заменяет традиционный привод водяной турбины, что снижает общее энергопотребление установки.
- Благодаря плавной регулировке скорости вращения шланга PE процесс восстановления шланга всегда поддерживает равномерную скорость и обеспечивает равномерное распределение распыляемой воды.
- Это позволяет экономить электроэнергию и обеспечивает высокую равномерность орошения, эффективно решая проблемы нехватки воды, дефицита мощности для орошения, сложностей с передачей электроэнергии и низкой эффективности орошения.



Солнечная дождевальная оросительная машина,  
Национальная инженерная лаборатория по водосбережению для культур засушливой зоны

### Технология микроорошения

- Через систему трубопроводов низкого давления со специальным оросительным устройством вода и питательные вещества, необходимые для роста сельскохозяйственных культур, в небольшом расходе, равномерно, точно и непосредственно доставляются к поверхности почвы вблизи корней культуры или в почвенный слой при данном способе орошения.
- Микроорошение подразделяется на капельное, микроспринклерное, барботерное и т.д.
- Обычно оно позволяет экономить  $1/3 - 1/2$  воды по сравнению с поверхностным орошением и 15 - 25% воды по сравнению с дождеванием.



полив капельным способом



микроспринклерное орошение



барботерное орошение



Фильтрационное орошение

### Орошение пленочного покрытия

- Дно междурядий и борозд на поле покрывается мульчей, а полив осуществляется через небольшие отверстия в пленке, которые просачиваются в почву вблизи корней культуры.
- Глубокое просачивание и потери на испарение невелики, экономия воды значительна, а прогрев почвы и удержание влаги хороши.



подмембранное капельное орошение



капельное орошение на мембранах

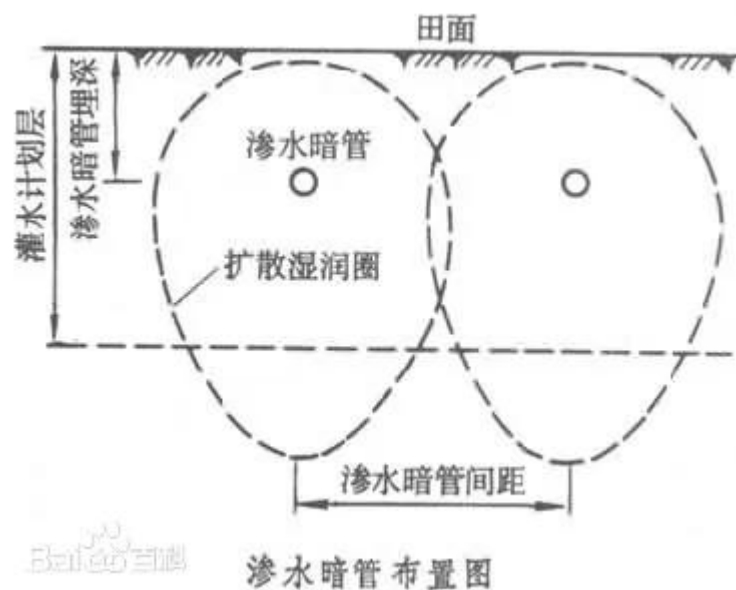
- В китайско-узбекском демонстрационном центре современных водосберегающих сельскохозяйственных технологий в Сырдарьинской области Узбекистана компания Xinjiang Tianye Water Saving реализовала проект капельного орошения хлопчатника под мембраной на площади 6100 му в Узбекистане.
- В рамках проекта был внедрен целый комплекс технологий, включая разработку схемы выращивания, конфигурацию сельскохозяйственной техники, интегрированные системы капельного орошения и управление полем, что позволило повысить урожайность на 5%, сэкономить около 46,7% воды и 20% удобрений за тот же период времени, что и при традиционном выращивании.



Демонстрационный парк водосбережения в Узбекистане

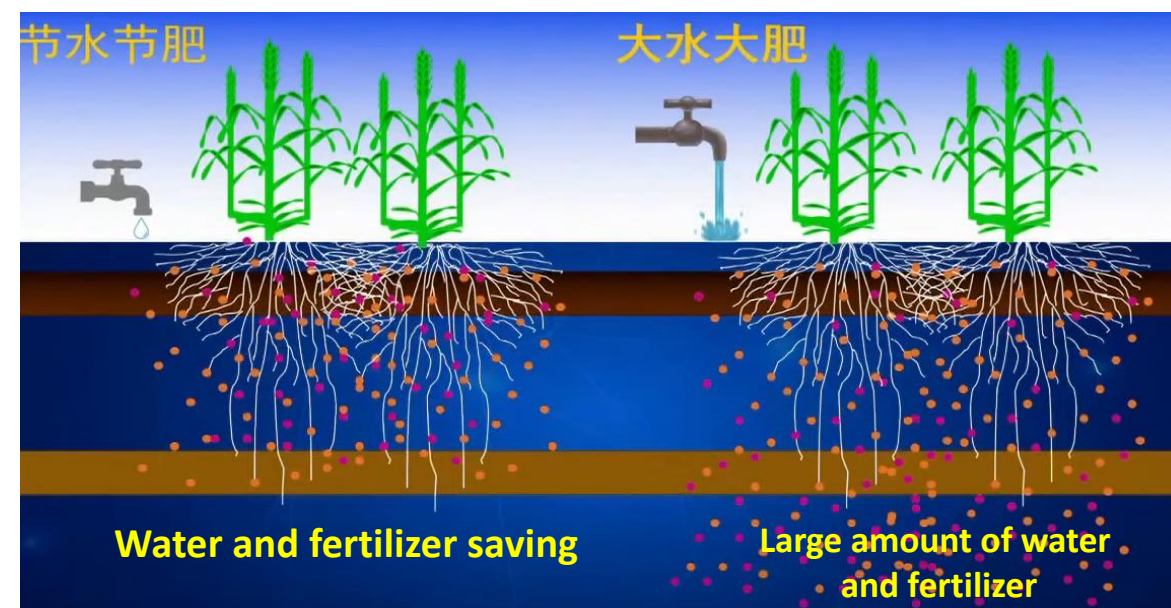
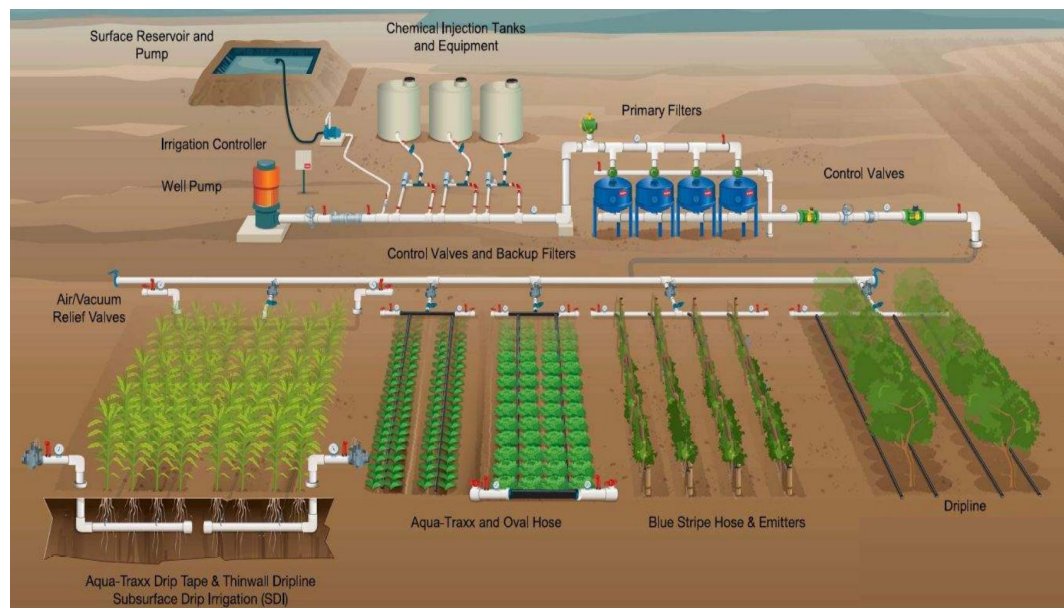
### Подпочвенное орошение

- Поливная вода подается на определенную глубину под поверхность поля, чтобы увлажнить почву в корневой зоне за счет капиллярного действия почвы для роста растений.
- Существует скрытое трубное орошение и погружное орошение.



подпочвенное капельное орошение

- Управление ирригационным оборудованием, интегрирующим воду и удобрения, может осуществляться в соответствии с реальными данными о потребностях сельскохозяйственных культур в воде и удобрениях с помощью микроконтроля для плавного управления по принципу "одной кнопки", что позволяет добиться точного управления водой и удобрениями и повысить эффективность управления сельским хозяйством.
- Благодаря точной системе управления водой и удобрениями можно добиться целевого управления водой и питательными веществами на полях, что позволяет экономить воду и удобрения, а также повысить урожайность зерновых и снизить загрязнение окружающей среды химическими удобрениями.



- 水肥一体化 (WFI) - 这是更大的投资，但灌溉 - 最精确和智能的，是智能农业的重要组成部分。



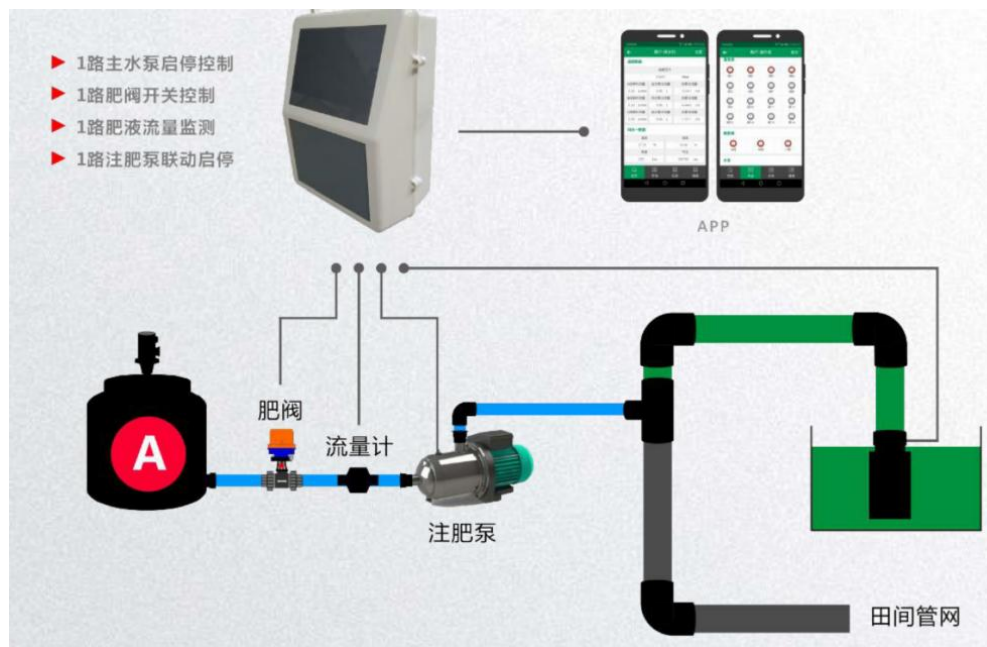


- 首部枢纽 - 这是整个滴灌系统的主要部分，主要解决供水和过滤水质问题。
- 它包含水泵、施肥装置、过滤装置，以及保护和监测设备。



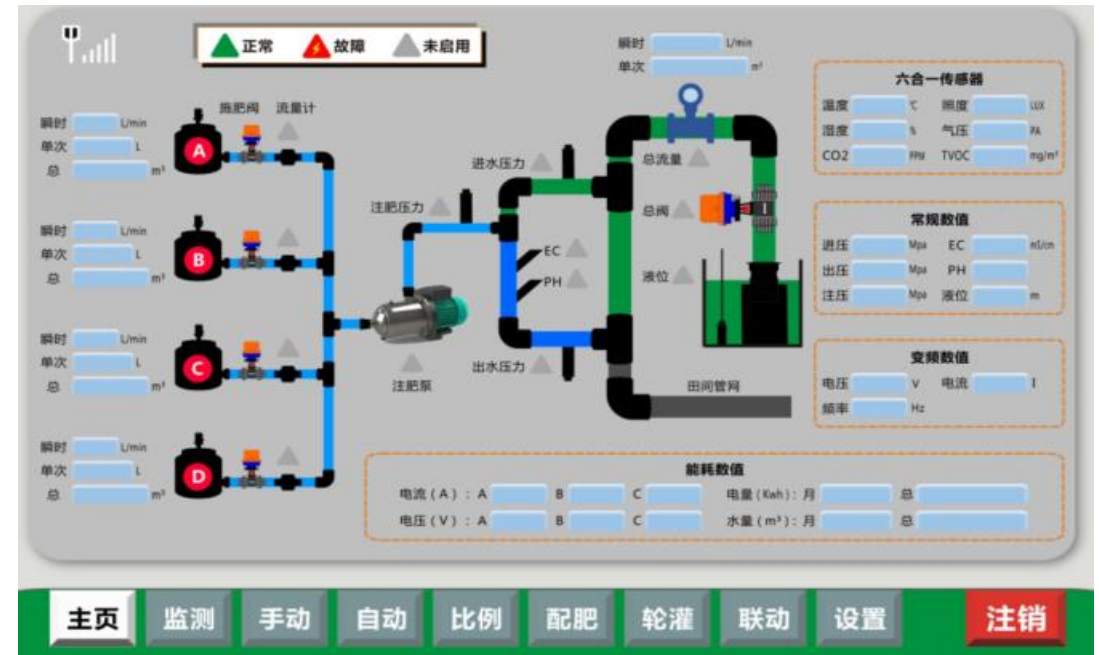
### Одноканальный контроллер удобрений

- Один канал, регулирование расхода воды и удобрений, простота, практичность и дешевизна.
- С ручным запуском, автоматическим запуском, интеллектуальной памятью, регулированием расхода, защитой от перегрузки и другими функциями.



### Многоканальный регулятор внесения удобрений

- Встраиваемый контроллер удобрений и орошения, оснащенный дисплеем с человеко-машинным интерфейсом, функциями сбора и хранения данных, управления оборудованием, удаленного доступа и другими функциями;
- Система имеет 4 режима управления: ручной, по времени, по количеству и интеллектуальный;
- Беспроводное дистанционное управление клапанами дорожного поля (питание от солнечной батареи + аккумулятор);
- Удаленный мониторинг и управление через сельскохозяйственное облако IOT APP;



### Мобильное совместное использование Горный Яблоко Система капельного орошения

- Включает в себя две части: "мобильная общая головная часть" и "трубопровод капельного орошения". Аппликаторы удобрений, фильтрующие устройства, компоненты забора и отвода воздуха, а также компоненты измерения и регулирования расхода и давления являются общими и быстро подключаются.
- Трубопроводы капельного орошения", такие как капельницы и отводы, прокладываются в фруктовом саду стационарно.
- Средние затраты на орошение одного му сократились до менее чем 300 юаней, а область применения быстро расширяется.



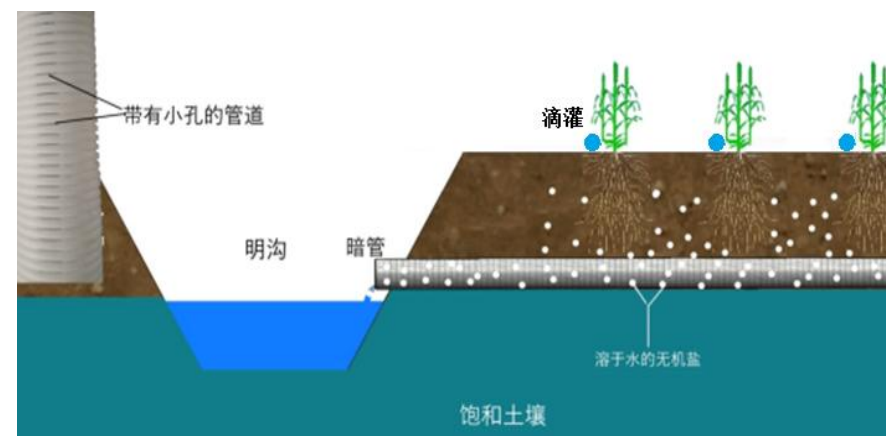
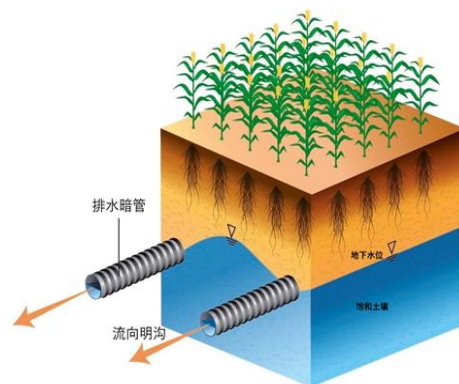
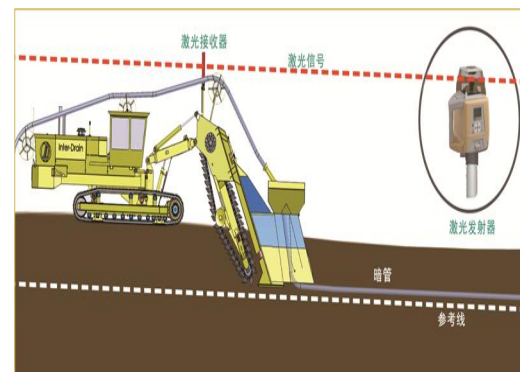
- Преимуществами интеграции воды и удобрений являются экономия удобрений и воды, экономия труда и усилий, снижение влажности, уменьшение количества заболеваний, увеличение производства и высокая эффективность.
- Один человек за день может выполнять задачи по орошению сотен акров, а коэффициент использования воды может достигать более 95%. Сбалансированное и своевременное водоснабжение является важным условием для образования новых соцветий и развития плодов.
- Поддержание сбалансированной подачи почвенной воды в течение всего периода развития плодов позволяет уменьшить растрескивание плодов, выровнять их размер и увеличить количество крупных плодов.



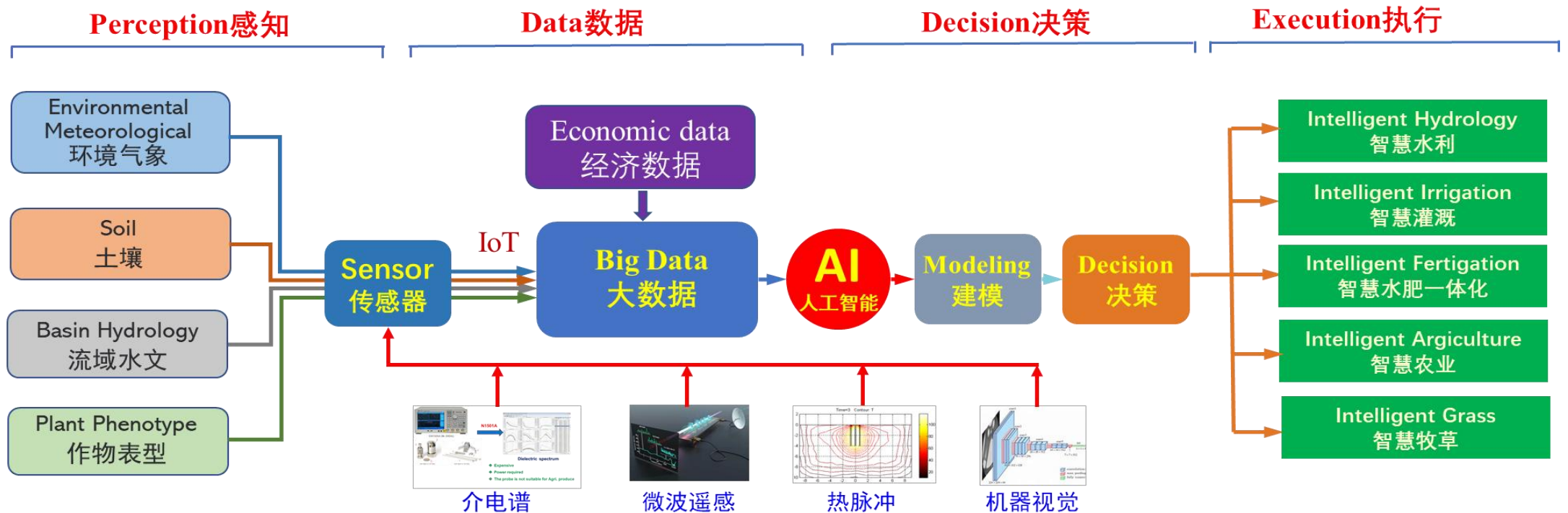
Пример применения интеграции водных удобрений - Оранжерея

### 3. Examples of water-saving irrigation projects

- Demonstration and promotion of "water-saving and salt-tolerant hidden pipe system + drip irrigation, automated system of precise water supply and fertilization"
- Demonstration project for the integration of water-saving and salt-tolerant system of precise water supply and fertilization 2222 in SUAR: reduction of salt quantity by 20%, water saving by 20%, fertilizer saving by 20%, increase of yield and efficiency by 20%, formation of technology integration system of precise water supply and fertilization in agricultural households, which has a great significance for the development of modern rural economy in terms of water saving, improvement of quality and increase of efficiency, large-scale and standard development of water-saving, salt-tolerant and integration of precise water supply and fertilization.



- 智能灌溉：使用现代信息技术，如信息感知、互联网、大数据、人工智能、GIS和数字孪生，创建集成智能灌溉和节水信息技术的系统，并提高管理水平和服务水平。
- 有效管理，精确供水和施肥，合理决策和最大效益。







- 在“智慧”农业中，智能和生态化成为发展的共同趋势，现代高效的节水灌溉。



手动操作



经验判断



人工维护



电磁阀、电动阀远程控制

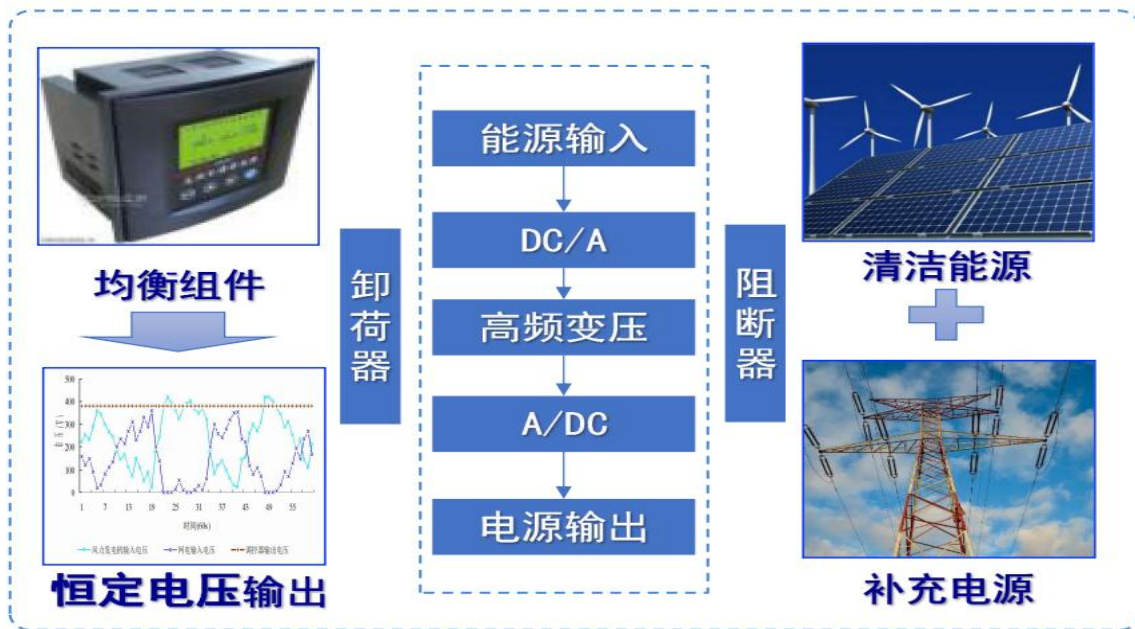


智能化感知决策



全自动自清洗过滤器

- 在结合“智能”农业中，智能和生态化成为发展的共同趋势，现代节水灌溉。



- 节水灌溉越来越成为多功能的，快速的发展是水的集成，肥料，气体和热。

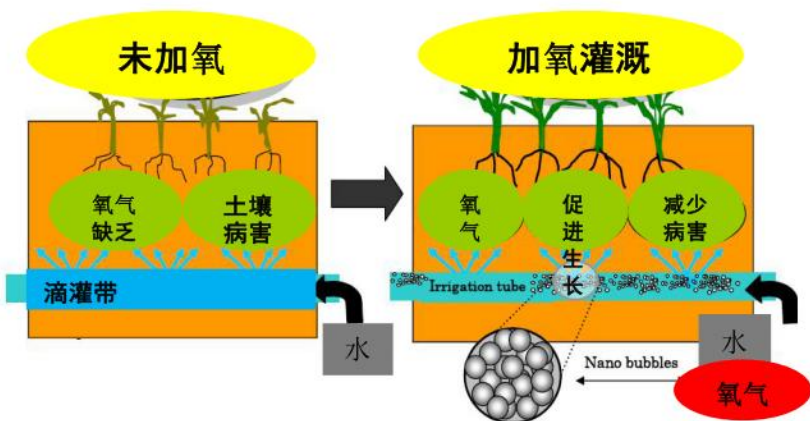


水肥一体化

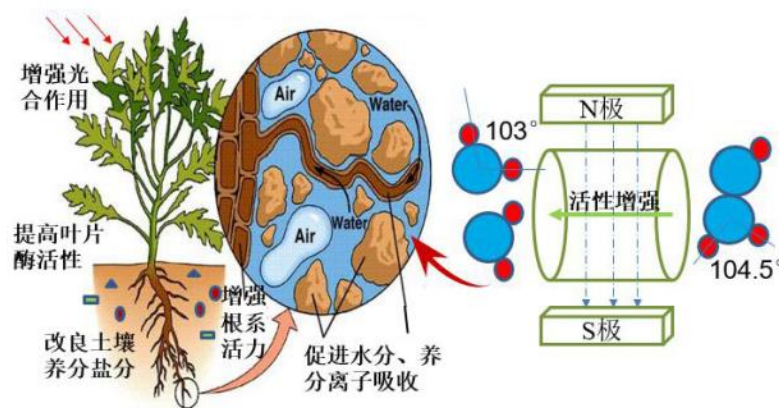
加氧灌溉

磁化水灌溉

加温灌溉

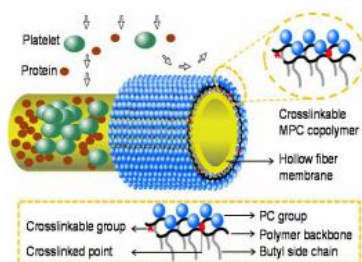


加氧灌溉原理示意图



磁化水灌溉原理示意图

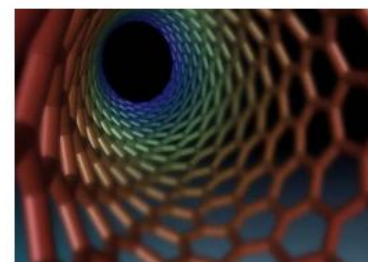
- 设备在向着高质量、生态友好和低成本的方向发展，不断应用新材料。



纳米抗菌材料



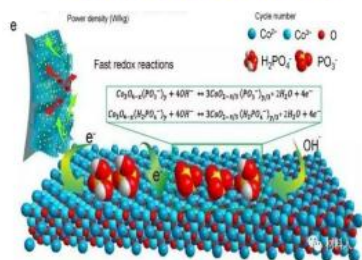
纳米抗菌PP-R管



树脂胶黏



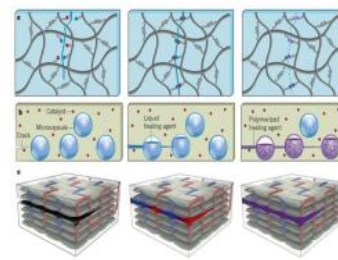
竹缠绕复合管



增强性聚乙烯材料



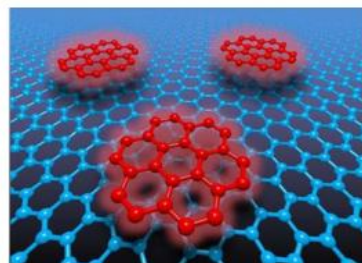
NETAFIM柔性管



喷锌防腐技术



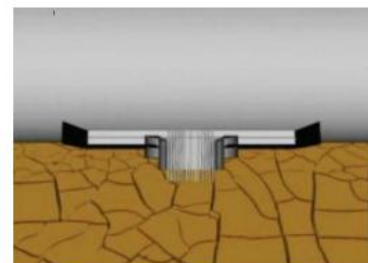
球墨铸铁管道



纳米半透膜



微润灌溉管



控水头结构



痕量灌溉管

МВА БІІ

Буду благодарен за Ваши замечания!

