



**西北农林科技大学**  
NORTHWEST A&F UNIVERSITY

气候智能机械化促进中亚粮食系统可持续转型会议报告

Доклад на Конференцию «Климатически оптимизированная механизация для трансформации устойчивых продовольственных систем в Центральной Азии»

**节能自动化节水灌溉装备及在中亚国家应用**

**Энергосберегающее автоматическое водосберегающее оборудование для полива и его применение в странах Центральной Азии**

**朱德兰**

**作物高效用水国家工程实验室**

**西北农林科技大学中国旱区节水农业研究院**

**西北农林科技大学水利与建筑工程学院**

**Чжу Дэлань**

**Национальная инженерная лаборатория по эффективному водопользованию сельскохозяйственных культур**

**Научно-исследовательский институт водосберегающего сельского хозяйства в засушливых районах Китая при Северо-Западном научно-техническом университете сельского и лесного хозяйства**

**Институт водного хозяйства и гражданского строительства при Северо-Западном научно-техническом университете сельского и лесного хозяйства**

**[E-MAIL:dlzhu@126.com](mailto:dlzhu@126.com)**

**2021.9.26**

# 汇报提纲 Тезис доклада

1. 背景 **Фоновая информация**
2. 智能灌溉施肥控制系统 **Интеллектуальная система управления орошением и внесением удобрений**
3. 田间节水灌溉设备 **Водосберегающее оросительное оборудование**
4. 绿色低能耗灌溉机械与配套产品 **Оросительное оборудование с низким энергопотреблением и комплектные части**
5. 中亚地区节水灌溉技术应用及前景 **Применение и перспективы водосберегающих технологий орошения в Центральной Азии**

# 1 背景 背景 背景 информация

- 水资源短缺，干旱加剧
- Нехватка воды, усиление засухи

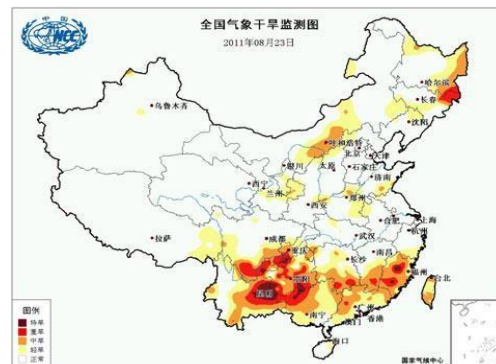


- 水资源总量2.84万亿m<sup>3</sup>，人均水资源量少（2100方/人）、水资源时空分布不均

Общий объем водных ресурсов составляет 2,84 трлн. м<sup>3</sup>, а количество водных ресурсов на душу населения невелико (2100 м<sup>3</sup> / человек), неравномерное распределение водных ресурсов

- 受城镇化、工业化、粮食安全和人居环境改善等驱动，近期 中国经济社会需水仍将增长，峰值预计在2030-2035年出现

Под влиянием урбанизации, индустриализации, улучшения продовольственной безопасности и среды проживания экономическая и социальная потребность Китая в воде в ближайшем будущем будет продолжать расти, достигая пика в 2030-2035 годах.



- 全国每年干旱缺水造成的经济损失超过2000亿元

Ежегодный экономический ущерб от засухи и нехватки воды в стране превышает 200 млрд юаней.



从2010年西南大旱开始，中国西南地区干旱几成“常态”，“烤”问水利设施“短板”

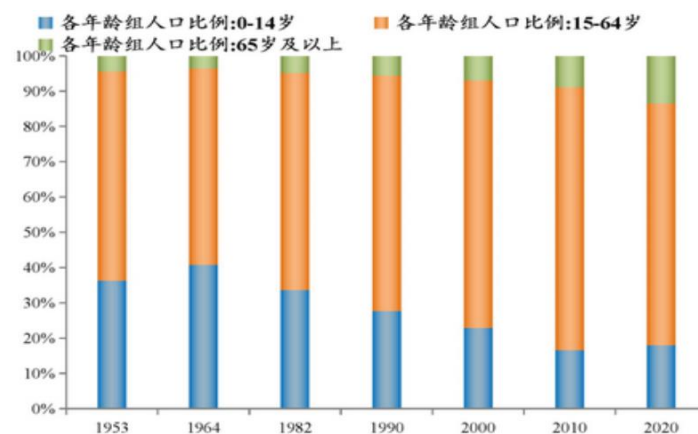
# 1 背景Фоновая информация

- 劳动力成本大幅提升、老龄化严重
- Расходы на оплату труда резко выросли, а население стеремительно стареет.
  - 农业生产中劳动力成本占比达**70%**
  - 农村人口老龄化程度更为严重，劳动力平均年龄达**55岁**
  - при этом расходы на оплату труда в сельскохозяйственном производстве составляют **70%**.
  - Старение сельского населения более серьезное, и средний возраст рабочей силы составляет **55 лет**.



全国范围内劳动力成本显著大幅提升

Расходы на оплату труда резко выросли в стране

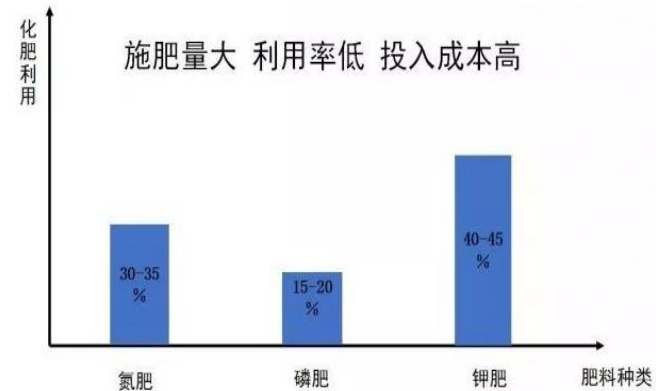


不同年龄组人口占比

Доля населения в разных возрастных группах

# 1 背景 背景信息

- ❑ 劳动生产率低，水肥利用效率低
  - ❑ Низкая производительность труда, низкая эффективность использования воды и удобрений
- 传统地面灌溉，蒸发和渗漏损失大，水资源有效利用率不足**50%**
  - 化肥有效利用率低，氮肥的利用率约**30%**、磷肥的利用率约**15%**、钾肥的利用率约**40%**
  - Традиционное поверхностное орошение имеет большие потери из-за испарения и утечки, а эффективность использования водных ресурсов составляет менее **50%**.
  - Эффективность использования химических удобрений низка, коэффициент использования азотных удобрений составляет около **30%**, коэффициент использования фосфатных удобрений составляет около **15%**, а коэффициент использования калийных удобрений составляет около **40%**.







# 转型升级——“农业1.0--4.0”

## Трансформация и модернизация - «Сельское хозяйство 1.0-4.0».

从传统农业，到机械化，到自动化，到智能化  
От традиционного сельского хозяйства до  
механизации, автоматизации и интеллектуализации

### 机械化

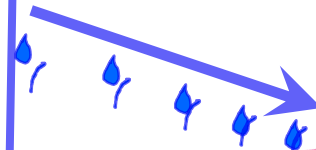
механизация



### 自动化

Автоматизация

定量施肥



定时定量灌溉

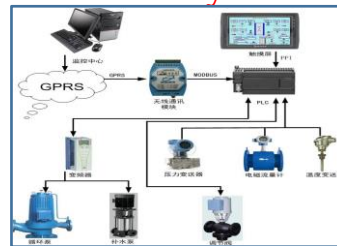
Полив по определенному времени и количеству

农业3.0

Сельское хозяйство 3.0

### 智能化

Интеллектуализация



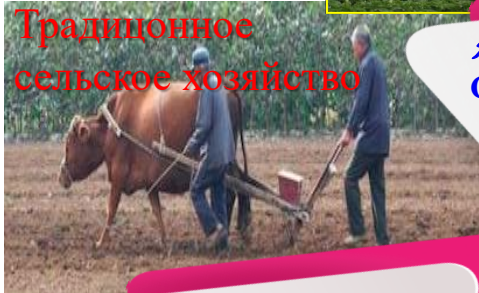
农业4.0

Сельское

хозяйство 4.0

### 传统农业

Традиционное сельское хозяйство



农业1.0

Сельское хозяйство 1.0

#### 小农生产:

依靠人力、经验种植

Мелкомасштабное производство: полагаться на рабочую силу и опыт

农业2.0

Сельское хозяйство 2.0

#### 工厂化生产:

水产机械化、装备化，农业生产依靠机械动力和电力  
Заводское производство: механизация и оборудованное производство водных продуктов, сельскохозяйственное производство полагается на механическую энергию и электричество.

#### 自动化生产:

自动化和计算机技术为核心，装备数字化  
Автоматизированное производство: автоматизация и компьютеризация как ключевые технологии, цифровизация оборудования

智能化生产:  
物联网，大数据，人工智能、机器人  
Интеллектуальное производство: Интернет вещей, большие данные, искусственный интеллект, роботы

19世纪

19 век

20世纪

20 век

21世纪

21 век

# 1 背景 Fonovaya informatsiya

## □ 农业发展方向 Тенденция развития сельского хозяйства

- 资源节约
- 产出高效
- 环境友好
- 产品安全

Экономия ресурсов

Эффективная  
производительность

Экологически безопасный

Безопасность продукции

转型  
трансформация



升级  
усовершенствование

- 装备化
- 网络化
- 智能化
- 无人化

Снабжение оборудованием

Снабжение сетью

Интеллектуализация

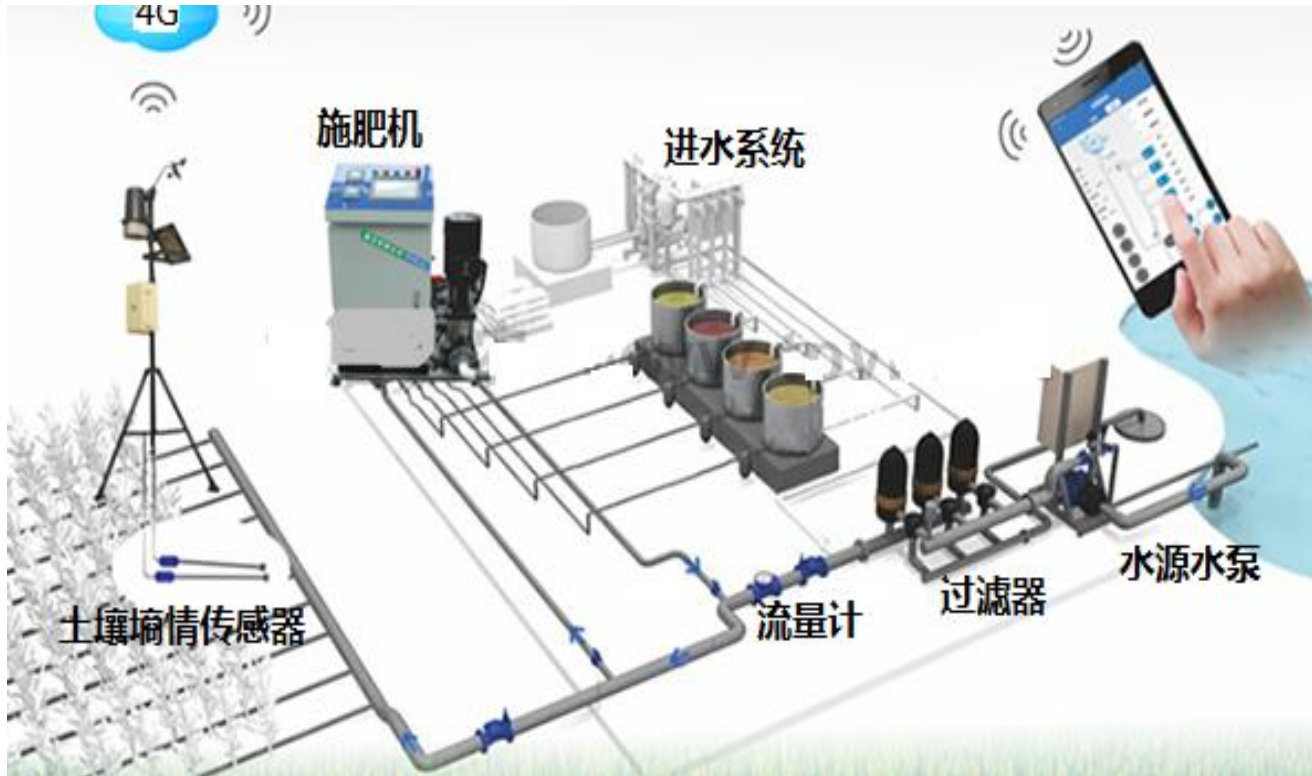
Безлюдный режим работы



## 2. 自动化灌溉施肥控制系统

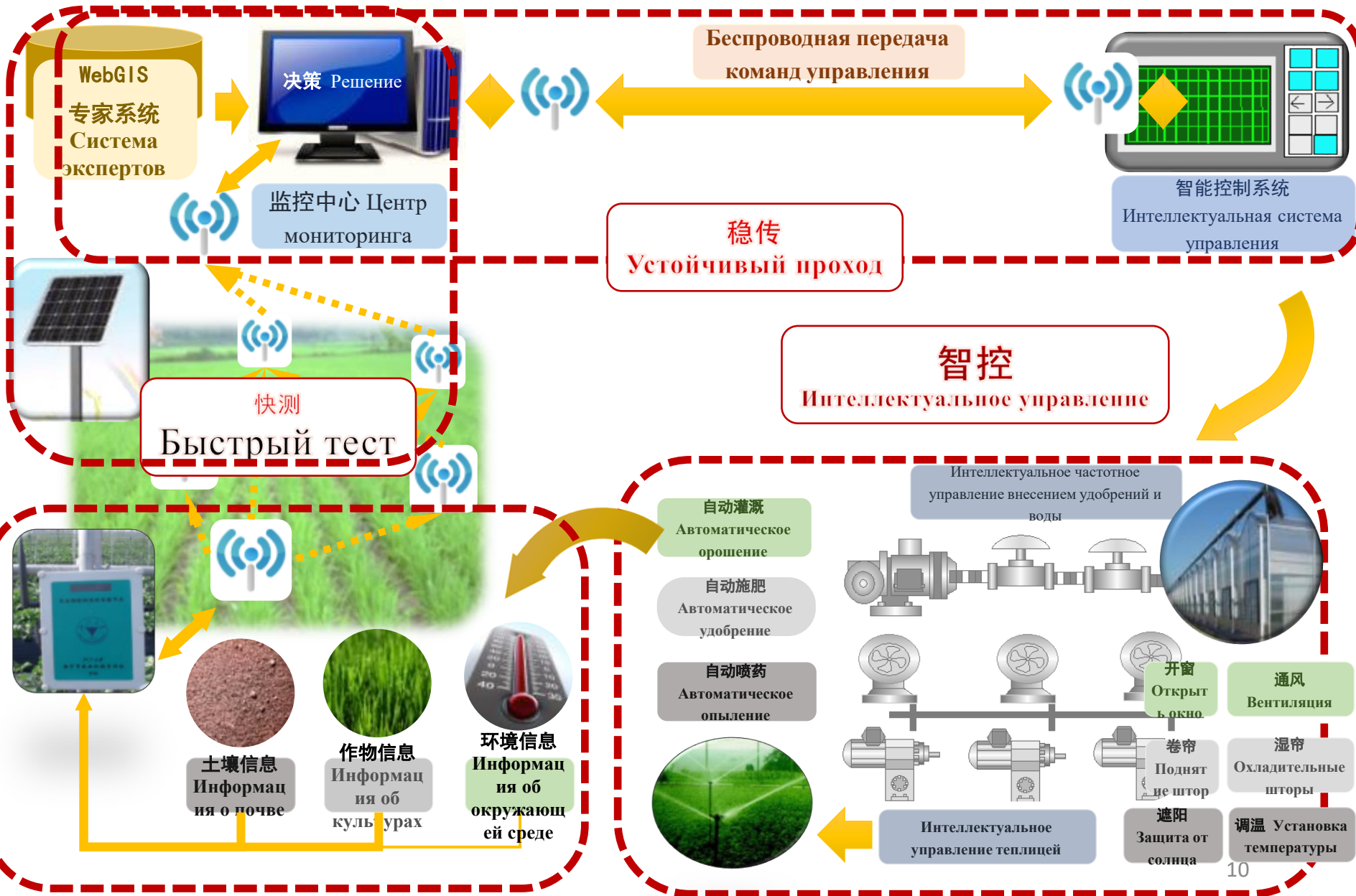
### Интеллектуальная система управления орошением и внесением удобрений

#### 2.1 自动化灌溉施肥系统功能 кратко о интеллектуальной системе управления орошением и внесением удобрений



- 信息采集、蓄水池水位、水泵恒压变频、过滤器和灌溉施肥等全程自动控制
- 本地触摸屏控制、远程手机和电脑控制
- Полное автоматическое управление сбором информации, уровнем воды в резервуаре, преобразованием частоты постоянного давления водяного насоса, фильтром, поливом и внесением удобрений и т.д.
- Управление с помощью сенсорного экрана, удаленное управление с помощью мобильного телефона и компьютера.

# 2.2 自动化灌溉和施肥系统构架 Структура автоматизированной системы полива и удобрения



орошения и внесения удобрений.

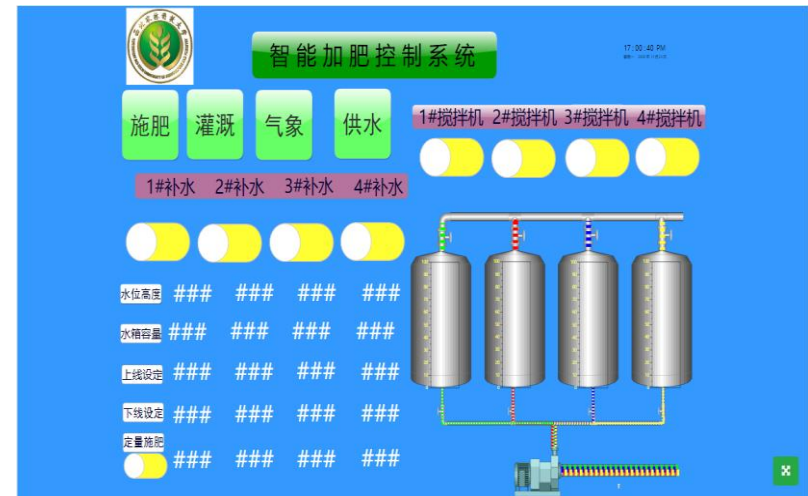


吸肥性能优化 Оптимизация усвоения удобрений

- 远程多通道多浓度自动精准控制
- 按照预定计划分组自动灌溉和施肥
- “土壤-气象-作物”耦合动态决策灌溉和施肥，实现智慧化
- Дистанционное многоканальное автоматическое и точное управление крепостью
- Автоматическое орошение и удобрение в соответствии с заранее определенным планом
- При объединении «Почва-Метеорология-Культуры» принять решения по орошению и удобрению для достижения интеллекта



灌溉自动化 Автоматизация орошения



施肥自动化 Автоматизация удобрения



## 信息采集:

- ◆ 供水系统: 压力和流量, 计算能耗和灌溉制度
- ◆ 环境: 空气温湿度、气压、照度、风速、风向、雨量、蒸发
- ◆ 土壤: 土壤温度、土壤湿度、PH、EC
- ◆ 植物: 长势、叶温、树干径流

**专家指导:** 分析现有研究成果, 建立不同作物管理数据库

**数据查询和共享:** 实时曲线、历史曲线, 数据后台存储, 构建大数据平台, 进行大数据分析

## Сбор информации:

Система водоснабжения: напор и расход, расчет энергопотребления и график орошения

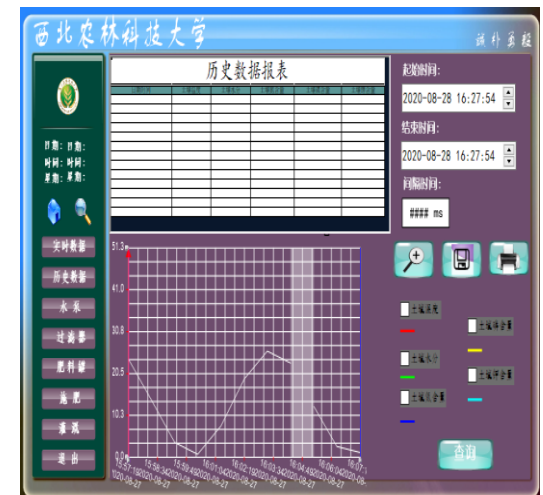
Окружающая среда: температура и влажность воздуха, атмосферное давление, освещенность, скорость ветра, направление ветров, осадки, испарение

Почва: температура почвы, влажность почвы, PH, EC

Растения: состояние роста, температура листьев, сток стволов деревьев

**Рекомендации экспертов:** анализировать существующие результаты исследований и создавать различные базы данных по управлению посевами.

**Запрос и обмен данными:** кривая в реальном времени, историческая кривая, внутреннее хранилище данных, построение платформ больших данных, анализ больших данных



# Водосберегающая оросительная техника

## 3.1 滴灌 Капельное опрошение



大田低压滴灌



经济林滴灌



温室滴灌

Капельное орошение при низком давлении Капельное орошение хозяйственного леса Капельное орошение в теплице

应用范围：棉花、玉米、经济林、温室

应用效果：新疆棉花膜下滴灌比例90%；温室滴灌80%以上；

节水60%以上，增产30%以上。

Область применения: хлопок, кукуруза, хозяйственный лес, теплица

Эффект от применения: капельное орошение 90% хлопка «Синьцзян» под пленкой; капельное орошение в теплицах более чем на 80%; экономия воды более чем на 60% и повышение урожайности более чем на 30%.



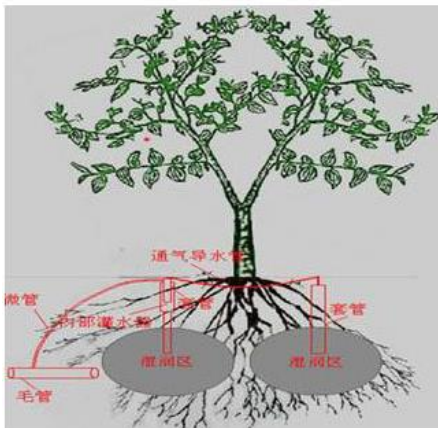
机械化铺设

Механизированная укладка



# 3. 田间节水灌溉设备 Водосберегающая оросительная техника

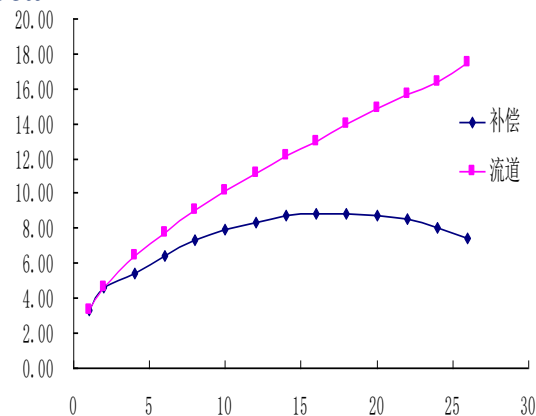
## 3.2 经济林根灌技术 Технология корневого орошения экономичного леса



灌水原理 Теория опрошения



湿润体 Мокрое поле



水力特征曲线

Гидравлическая характеристика



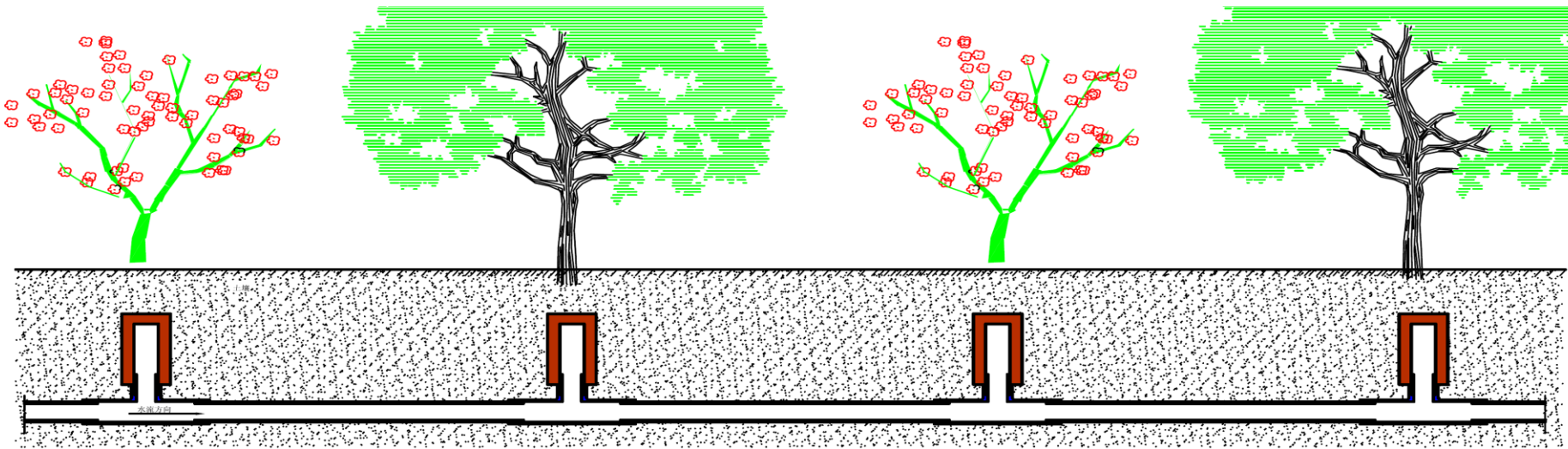
- ❖ 特点：管道埋入地面以下，使用寿命长，抗堵蒸发小，人为破坏少
- ❖ 应用效果：在山地红枣中应用，产量从1200kg/hm<sup>2</sup>增加到19800kg/hm<sup>2</sup>，灌水量从450降到105m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>
- ❖ Особенности: трубопровод заглублен под землю, имеет длительный срок употребления, устойчив к засорению и испарению, а также имеет меньше техногенных повреждений.
- ❖ Эффект применения: при применении в выращивании горных красных фиников производительность увеличилась с 1200 кг / га до 19800кг / га, а объем орошения снизился с 450 до 105 м<sup>3</sup> / га.

## 3 田间节水灌溉设备 Водосберегающая оросительная техника

### 3.3经济林微孔陶瓷根灌

#### Керамическое орошение корней хозяйственного леса

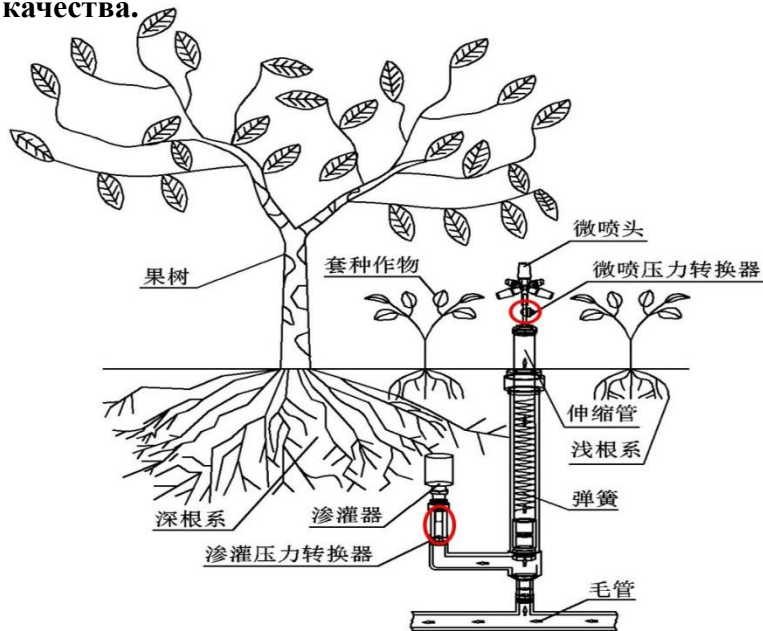
- 陶瓷微孔通道进行消能，抗堵、防根系入侵、防负压吸泥、防鼠咬，流量小，工作压力低
- 应用效果：在苹果和枸杞中应用，节水90%，增产30%以上。
- Керамический микропористый канал для рассеивания энергии, антиблокировки, защиты от проникновения корней, отсасывания отложений, защиты от укусов крыс, он характерен низкой скоростью потока и низким рабочим давлением.
- Эффект от применения: применение в выращивании яблок и годжи, экономия 90% воды и увеличение производства более чем на 30%.



# 3 田间节水灌溉设备 водосберегающая оросительная техника

## 3.4 根灌和微喷互补装置 Дополнительное устройство для корневого орошения и микрораспыления

- ◆ 利用水压控制伸缩式微喷灌或渗灌
- ◆ 实现根灌对果树深根系、微喷灌溉农作物浅根系
- ◆ 应用效果：在猕猴桃中应用，节水改善微气候、提高产量和品质。
- ◆ Использовать давление воды для управления телескопическим микродождеванием или инфильтрационным орошением.
- ◆ Реализовать глубокое корневое орошение фруктовых деревьев и неглубокое корневое орошение сельскохозяйственных культур с помощью микро-дождевания.
- ◆ Эффект от применения в выращивании киви: экономия воды, улучшение микроклимата, повышение урожайности и качества.





## 4. 绿色低能耗灌溉机械及配套产品 Оросительная техника с низким энергопотреблением и комплектные части

### 4.1 太阳能驱动卷盘式喷灌 Спринклерный ороситель солнечной энергии

- ◆ 光伏电驱动代替水涡轮；低压喷头开发；管道尺寸参数优化。
- ◆ 入机压力分别由**0.70**、**0.55**和**0.40MPa**降至**0.50**、**0.40**和**0.30MPa**，降幅**20%-28.6%**
- ◆ 基于土壤含水量动态匹配的适时适量灌溉。
- ◆ Фотоэлектрический электропривод заменяет водяную турбину; разработка сопла низкого давления; оптимизация параметров размеров трубопровода.
- ◆ Давление на входе снижено с 0,70, 0,55 и 0,40 МПа до 0,50, 0,40 и 0,30 МПа, снижено на 20% - 28,6%.
- ◆ Своевременный и правильный полив на основе динамического соответствия влажности почвы.



单喷枪

Одиночный пистолет-распылитель



双喷枪

Двойной пистолет-распылитель



多喷头

Пистолет с несколькими соплами

# 4. 绿色低碳灌溉机械及配套产品 Оросительная техника с низким энергопотреблением и комплектные части

## 4.2 油光互补田间灌溉作业机 Машина для орошения на нефти и солнечной энергии

- ◆ 避免拖拉机牵引对农作物造成的摧毁，油光互补配电，提高供电保证率
- ◆ 给水栓压力不足时为喷灌机加压，牵引喷头车
- ◆ 集成施肥装置，实现水肥一体化
- ◆ 自如运送卷盘式喷灌机
- ◆ Избежать разрушения посевов, вызванного тяговым усилием трактора, нефть и солнечная энергия как источники энергии, улучшение уровня гарантии источника питания
- ◆ Создается давление в оросителе для подтяжки тележки, когда давление в гидранте недостаточно
- ◆ Интегрированное устройство для одновременного внесения удобрений и воды
- ◆ Автоматическая машина для орошения с катушками





## 4. 绿色低能耗灌溉机械及配套产品 Оросительная техника с низким энергопотреблением и комплектные части

### 4.3 太阳能施肥施药装置 Устройство для внесения удобрений на солнечной энергии



- ✓ 不受机组压力流量变化的影响，通过变频装置调节注肥流量，施肥流量精准稳定。
- ✓ 节能环保、结构简单、操作方便，适于管道灌溉水肥一体化
- ✓ Не подверженный изменениям давления и расхода агрегата, поток впрыскиваемых удобрений регулируется устройством преобразования частоты, и поток удобрений является точным и стабильным.
- ✓ Энергосбережение и защита окружающей среды, простая конструкция, удобное управление, подходит для интеграции воды и удобрений в трубопроводное орошение.

# 4. 绿色低碳灌溉机械及配套产品 Оросительная техника с низким энергопотреблением и комплектные части

## 4.4 移动式喷灌 Мобильное опрыскивание



大型时针式喷灌机 Дождеватель с большой часовой стрелкой



轻小型平移机 Легкий дождеватель

- ✓ 适用于大田密植作物（牧草、小麦、玉米、马铃薯、蔬菜等）
- ✓ 水肥药一体化
- ✓ 低能耗
- ✓ 自动化、精准化程度高
- ✓ Подходит для полевых плотных посевов (трава, пшеница, кукуруза, картофель, овощи и т.д.)
- ✓ Интеграция воды, удобрений и химиката
- ✓ Низкое потребление энергии
- ✓ Высокий уровень автоматизации и точности



## 4. 绿色低能耗灌溉机械及配套产品 Оросительная техника с низким энергопотреблением и комплектные части

### 4.5 轨道行走式喷灌机 Дождеватель рельсовый



- ◆ 育苗、灌溉蔬菜等
- ◆ 轨道行走;
- ◆ 可升降 (1-2m);
- ◆ 远程自动控制;
- ◆ 行走速度可调;
- ◆ 雾化指标可调
- ◆ 组合均匀度**0.9**。
- ◆ Выращивание рассады, орошение овощей и т.д.
- ◆ Двигаться по рельсам
- ◆ Можно подниматься и опускаться (1-2м);
- ◆ Дистанционное автоматическое управление;
- ◆ Регулируемая скорость ходьбы;
- ◆ Регулируемый индекс распыления
- ◆ Степень равномерности комбинации - 0,9.

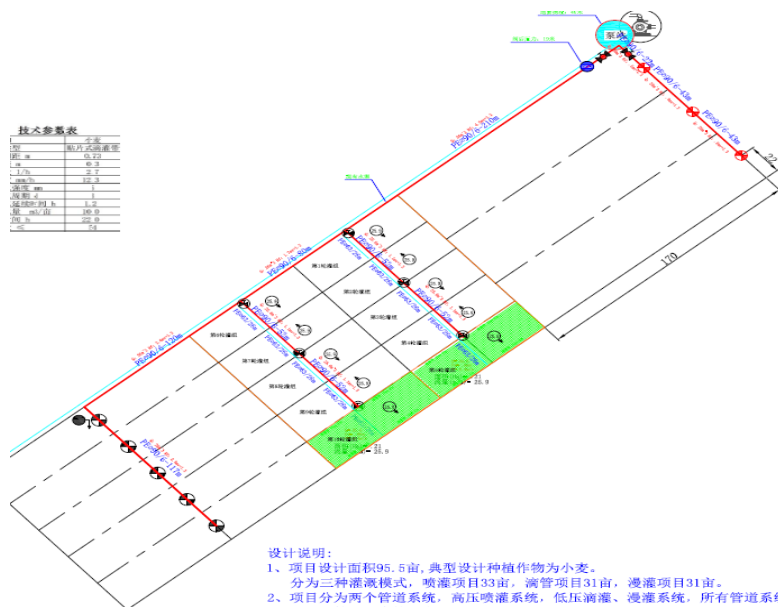
# 5. 节水灌溉技术在乌兹应用 (示范) Применение водосберегающих технологий орошения в Узбекистане (демонстрация)

## 示范项目:

- 节能自动化灌溉施肥
- 太阳能驱动喷灌
- 低压滴灌
- 低压渗灌

## Демонстрационный проект:

- Энергосберегающее автоматическое орошение и внесение удобрений
- Спринклерное орошение на солнечной энергии
- Капельное орошение под низким давлением
- Инфильтрационное орошение под низким давлением



设计说明:  
1、项目设计面积95.5亩,典型设计种植作物为小麦。  
分为三种灌溉模式,喷灌项目33亩,滴灌项目31亩,漫灌项目31亩。  
2、项目分为两个管道系统,高压喷灌系统,低压滴灌、漫灌系统,所有管道系统PE热熔管,压力等级为0.6MPa。  
3、滴灌系统采用自动反冲洗砂石+碟片过滤器  
施肥系统采用自动施肥机  
4、滴灌和漫灌采用自控化控制系统,分为10个轮灌组,每个轮灌组流量15.6方/时  
6、管道埋深在当地冻土层以下



塔什干水利工程与农业机械大学示范园

Демонстрационный парк Ташкентского университета водохозяйственной и сельскохозяйственной техники



## 5. 节水技术在乌兹应用（天业应用）      Применение водосберегающих технологий в Узбекистане (ООО «Тянье»)

- 新疆天业节水灌溉股份有限公司，在乌兹别克斯坦锡尔河州开展棉花膜下滴灌技术，推广总面积**6100亩**
- 保苗株数每公顷**16万株**，为传统种植方式保苗率的**1.5倍**，发芽出苗时间较常规种植提前**5天**，增产率超过**50%**
- 生产总成本降低了**40%**，节水率**50%**、节肥率**30%**以上
- Компания «Синьцзян Тянье» по водосберегающему орошению запустила технологию капельного орошения хлопка под пленкой в Сырдарье Узбекистана, и общая площадь составляет 6 100 му.
- Количество защитных растений на га составляет 160 000, что в 1,5 раза превышает уровень защиты семян при традиционных методах посадки. Время прорастания на 5 дней раньше, чем при обычном посеве, а коэффициент повышения урожая превышает 50%.
- Общая стоимость производства снижена на 40%, коэффициент экономии воды составляет 50%, а коэффициент экономии удобрений составляет более 30%.



中乌现代节水农业技术示范中心棉田场景

Хлопковое поле Китайско-украинского демонстрационного центра современных водосберегающих сельскохозяйственных технологий

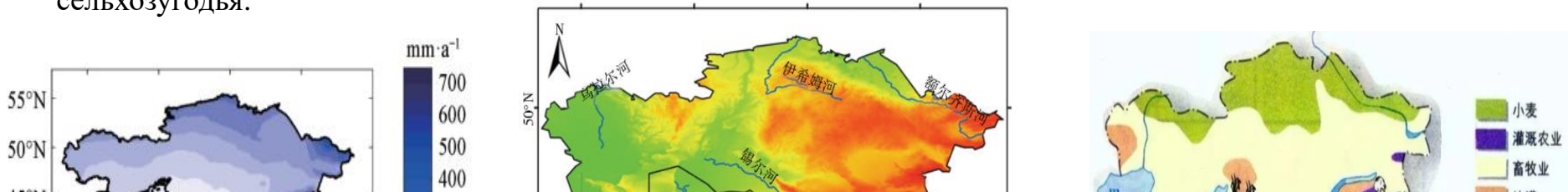




## 5. 节水技术在中亚国家应用前景

### Перспективы применения водосберегающих технологий орошения в Центральной Азии

- **水资源短缺，时空分布不均。** 属于典型的大陆性气候，炎热干燥，降水稀少，蒸发量大，年降水量在160-700毫米，降水多集中在冬春两季，而且多在山区。
- Недостатка и неравномерное пространство-временное распределение водных ресурсов. В Центральной Азии типичный континентальный климат, который характеризуется жарой и сухостью, редкими осадками, большим испарением. Годовое количество осадков составляет 160-700 мм, осадки в основном выпадают зимой и весной в горных районах.
- **以高耗水作物为主。** 以粮食（小麦、玉米和水稻）、油料和棉花这三类作物为主。棉花产量占世界棉花产量的7.5%。
- В основном выращиваются сельскохозяйственные культуры с высоким водопотреблением. Что касается структуры посевов, в основном это три типа сельскохозяйственных культур: зерновые (пшеница, кукуруза и рис), масличные культуры и хлопчатник. Производство хлопка составляет 7,5% от общего мирового производства.
- **农业水资源浪费严重。** 每亩地用水达800m<sup>3</sup>以上，是以色列（每亩仅20m<sup>3</sup>）的40倍，50%在输水过程中损失。
- Водные ресурсы в сельском хозяйстве серьезно расходуются. Используется более 800 м<sup>3</sup> воды на му, что в 40 раз больше, чем в Израиле (всего 20 м<sup>3</sup> на му), а 50% поливной воды теряется в процессе транспортировки на сельхозугодья.



## 5. 节水技术在中亚国家应用前景 Перспективы применения водосберегающих технологий орошения в Центральной Азии

### 技术需求趋势 Технический запрос

- ◆ 绿色能源驱动
- ◆ 水肥一体化
- ◆ 农业信息化
- ◆ 灌溉自动化和机械化
- ◆ 节水灌溉技术适宜化和规范化

**Технический запрос: зеленая энергия, интеграция воды и удобрений, информатизация, автоматизация, подходящие водосберегающие технологии орошения.**

**谢谢！ 敬请批评指正！**

**Спасибо за внимание!**

Center for Strategic Studies of Agricultural Development in Arid & Semi-arid Areas of China

朱德兰 博导 教授

Чжу Дэлань, профессор, научный руководитель аспирантов

西北农林科技大学中国旱地节水农业研究院

Научно-исследовательский институт водосберегающего сельского хозяйства в засушливых районах Китая при Северо-Западном научно-техническом университете сельского и лесного хозяйства

手机: 13992812016 Моб.:13992812016

邮箱: [dlzhu@126.com](mailto:dlzhu@126.com) Поч. адрес: [dlzhu@126.com](mailto:dlzhu@126.com)