



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 Fonovaya informatsiya

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

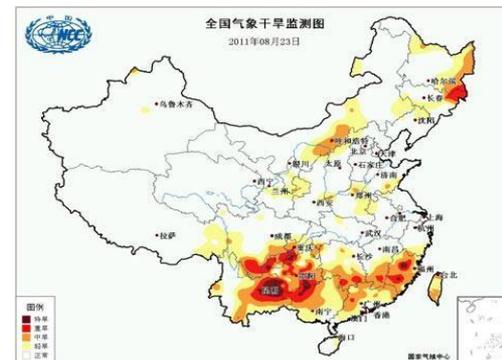


- 水资源总量2.84万亿m³，人均水资源量少（2100方/人）、水资源时空分布不均

Общий объем водных ресурсов составляет 2,84 трлн. м³, а количество водных ресурсов на душу населения невелико (2100 м³ / 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”

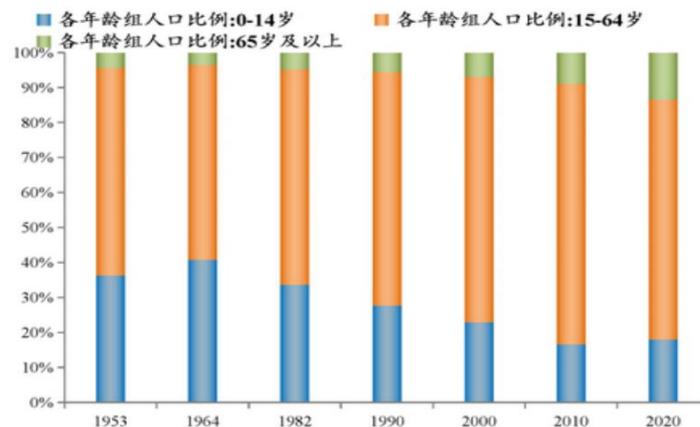
1 背景Фоновая информация

- 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

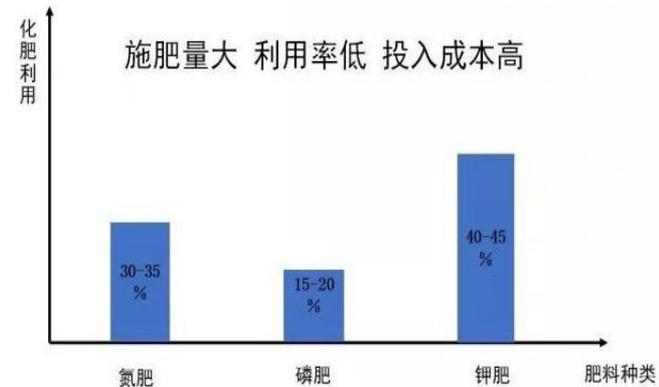


不同年龄组人口占比

Доля населения в разных возрастных группах

1 背景 Fonovaya informatsiya

- ❑ 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

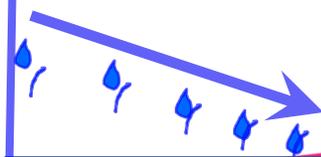
механизация



自动化

Автоматизация

定量施肥



定时定量灌溉

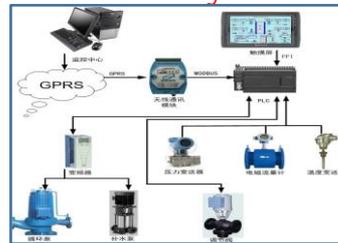
Полив по определенному времени и количеству

农业3.0

Сельское хозяйство 3.0

智能化

Интеллектуализация



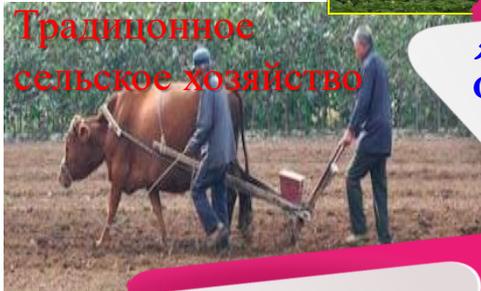
农业4.0

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

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

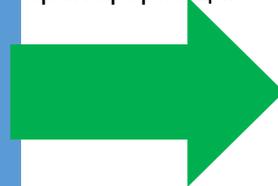
Экономия ресурсов

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

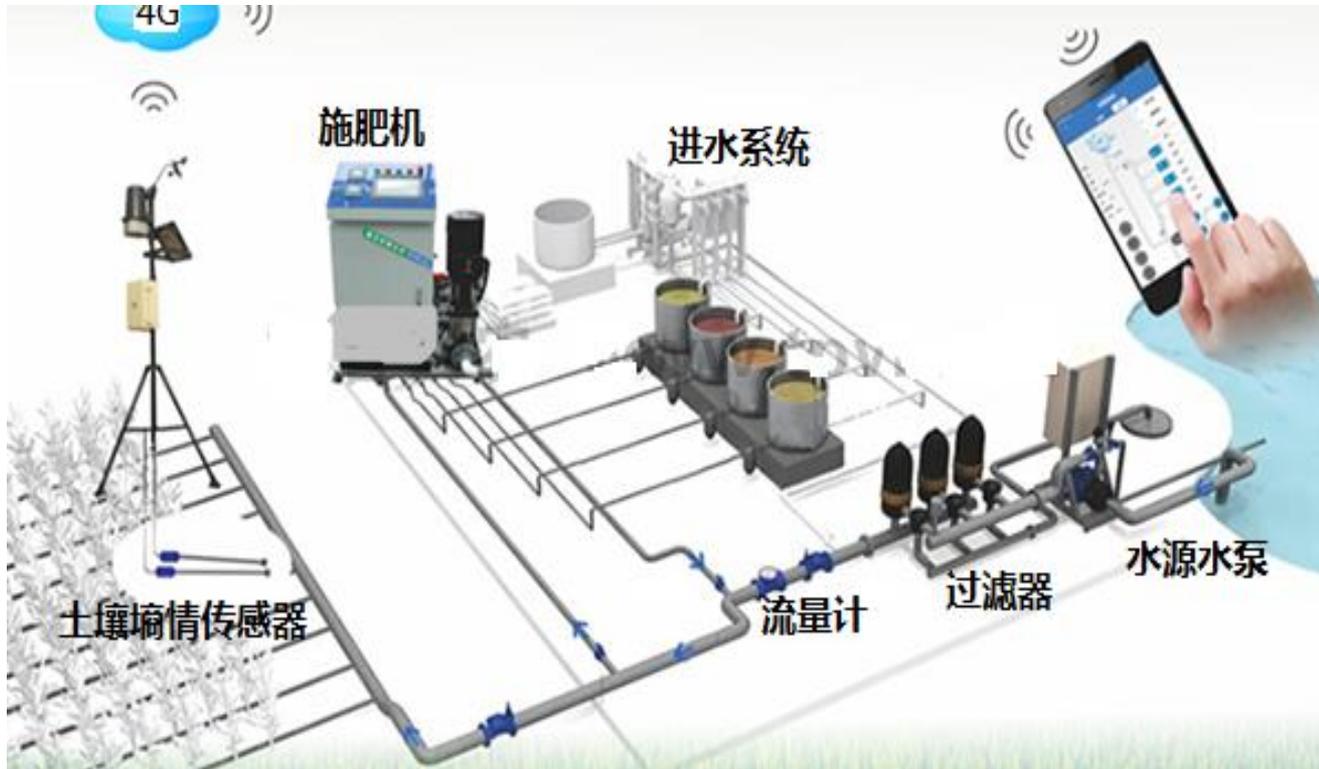
Интеллектуализация

Безлюдный режим работы

2. 自动化灌溉施肥控制系统

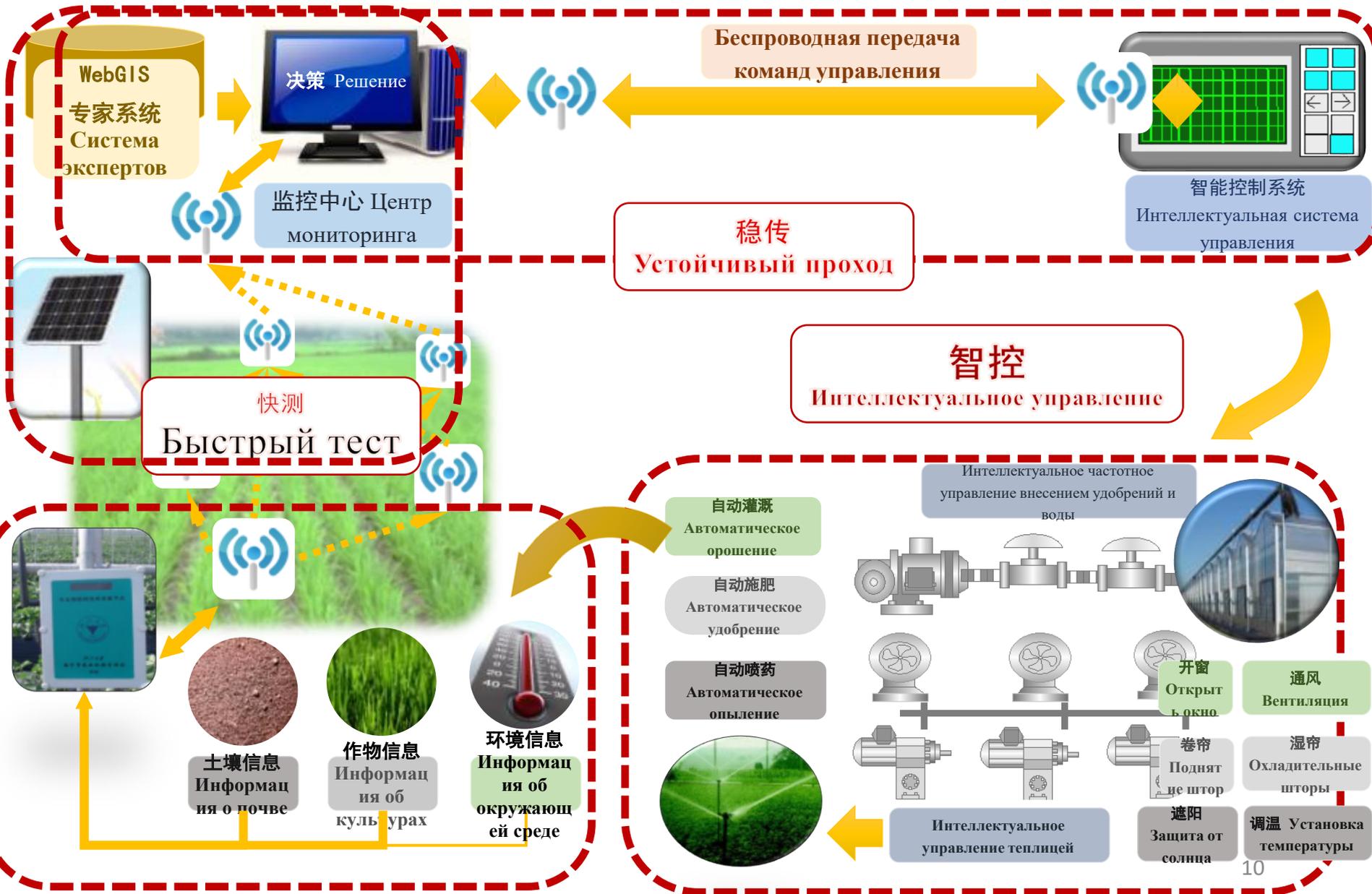
Интеллектуальная система управления орошением и внесением удобрений

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.

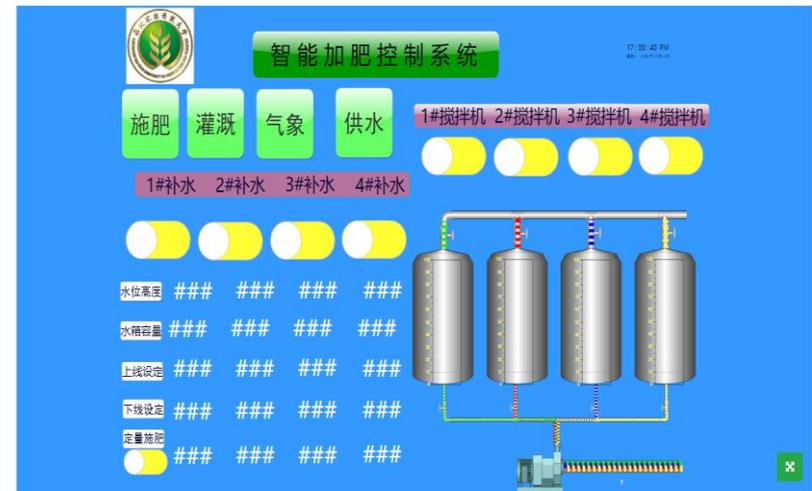


吸肥性能优化 Оптимизация усвоения удобрений

- 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%.

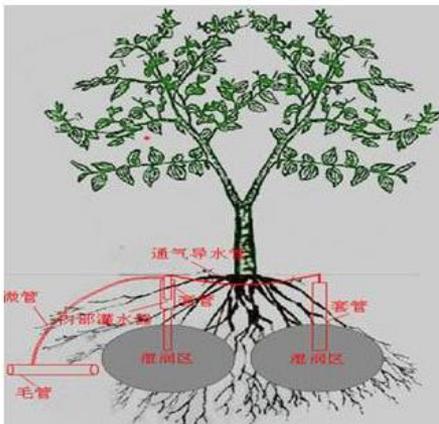


机械化铺设

Механизированная укладка

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

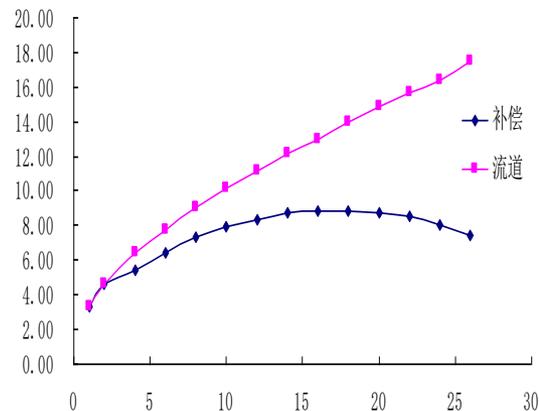
3.2 经济林根灌技术 Технология корневого орошения экономичного леса



灌水原理 Теория опрошения



湿润体 Мокрое поле



水力特征曲线

Гидравлическая характеристика



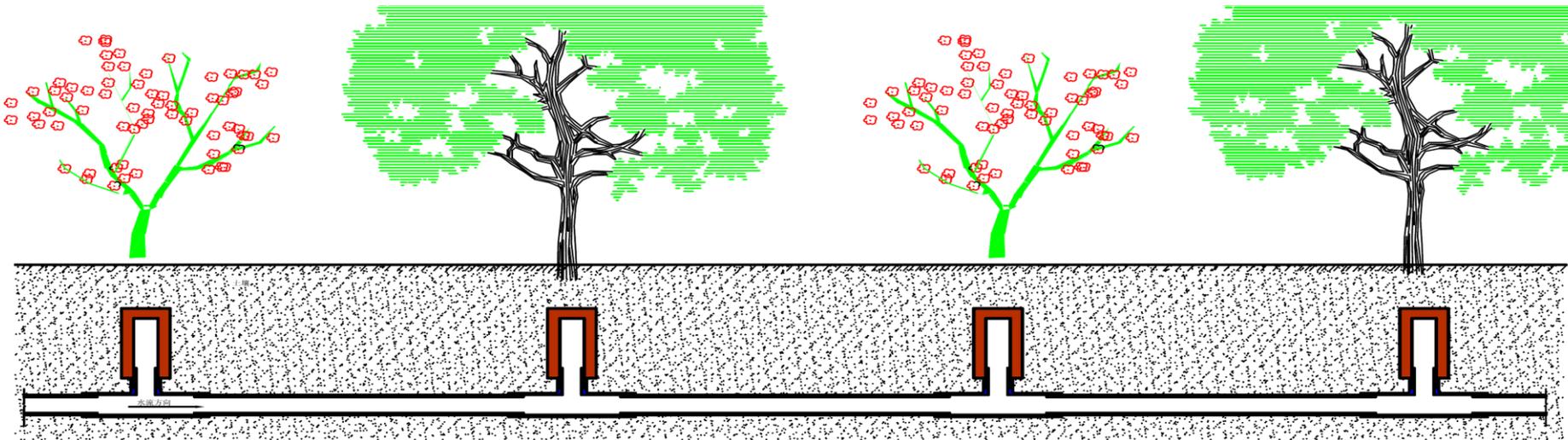
- ❖ 特点：管道埋入地面以下，使用寿命长，抗堵蒸发小，人为破坏少
- ❖ 应用效果：在山地红枣中应用，产量从1200kg/hm²增加到19800kg/hm²，灌水量从450降到105m³/hm²
- ❖ Особенности: трубопровод заглублен под землю, имеет длительный срок употребления, устойчив к засорению и испарению, а также имеет меньше техногенных повреждений.
- ❖ Эффект применения: при применении в выращивании горных красных фиников производительность увеличилась с 1200 кг / га до 19800кг / га, а объем орошения снизился с 450 до 105 м³ / 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

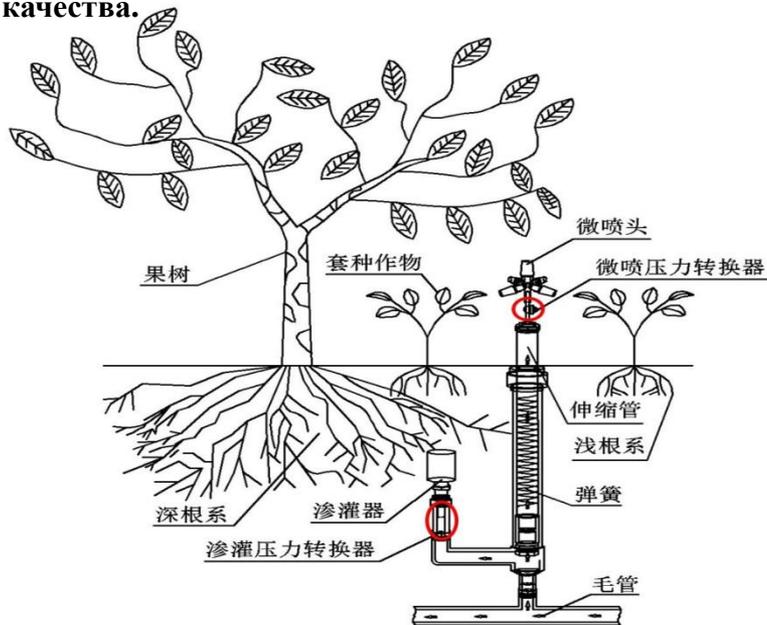
- 陶瓷微孔通道进行消能，抗堵、防根系入侵、防负压吸泥、防鼠咬，流量小，工作压力低
- 应用效果：在苹果和枸杞中应用，节水90%，增产30%以上。
- Керамический микропористый канал для рассеивания энергии, антиблокировки, защиты от проникновения корней, отсасывания отложений, защиты от укусов крыс, он характерен низкой скоростью потока и низким рабочим давлением.
- Эффект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

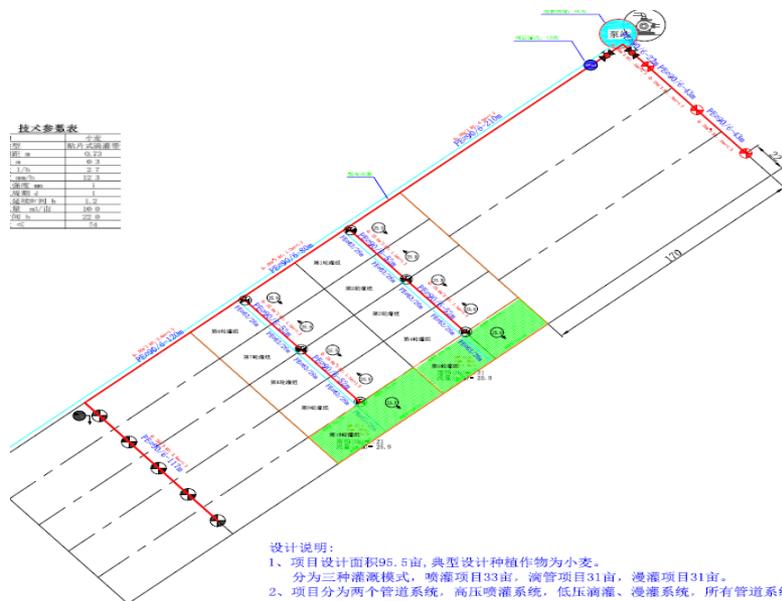
5. 节水灌溉技术在乌兹应用 (示范) Применение водосберегающих технологий орошения в Узбекистане (демонстрация)

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%.



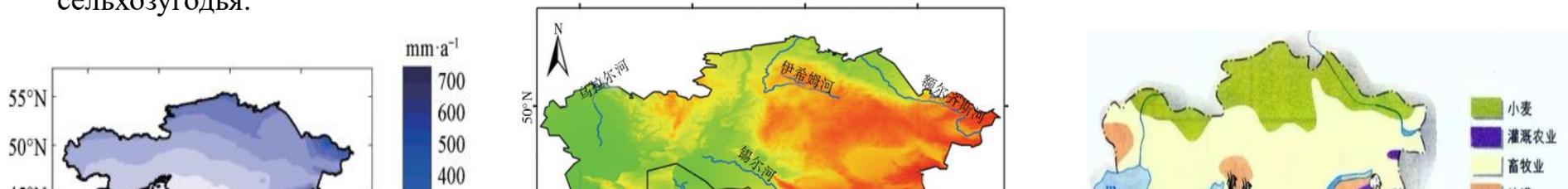
中乌现代节水农业技术示范中心棉田场景

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800m³以上，是以色列（每亩仅20m³）的40倍，50%在输水过程中损失。
- Водные ресурсы в сельском хозяйстве серьезно расходуются. Используется более 800 м³ воды на му, что в 40 раз больше, чем в Израиле (всего 20 м³ 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 Поч. адрес: dlzhu@126.com