

滴灌工程设计

新疆农业大学

马英杰

2013.9.24



新疆滴灌工程设计历程



建设方案各章节的重点



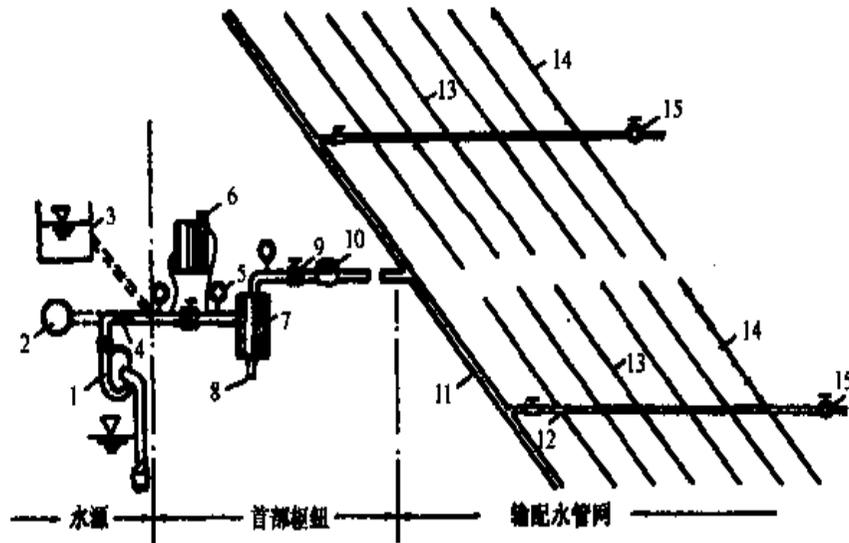
工程设计应注意的问题

一、新疆滴灌工程设计历程

第一阶段：1996-2010年

滴灌工程技术的主要特点

- 1、水源以地下井水为主，多为加压滴灌系统。
- 2、滴灌面积较小，在500-1000亩左右。
- 3、单个水源控制作物单一。

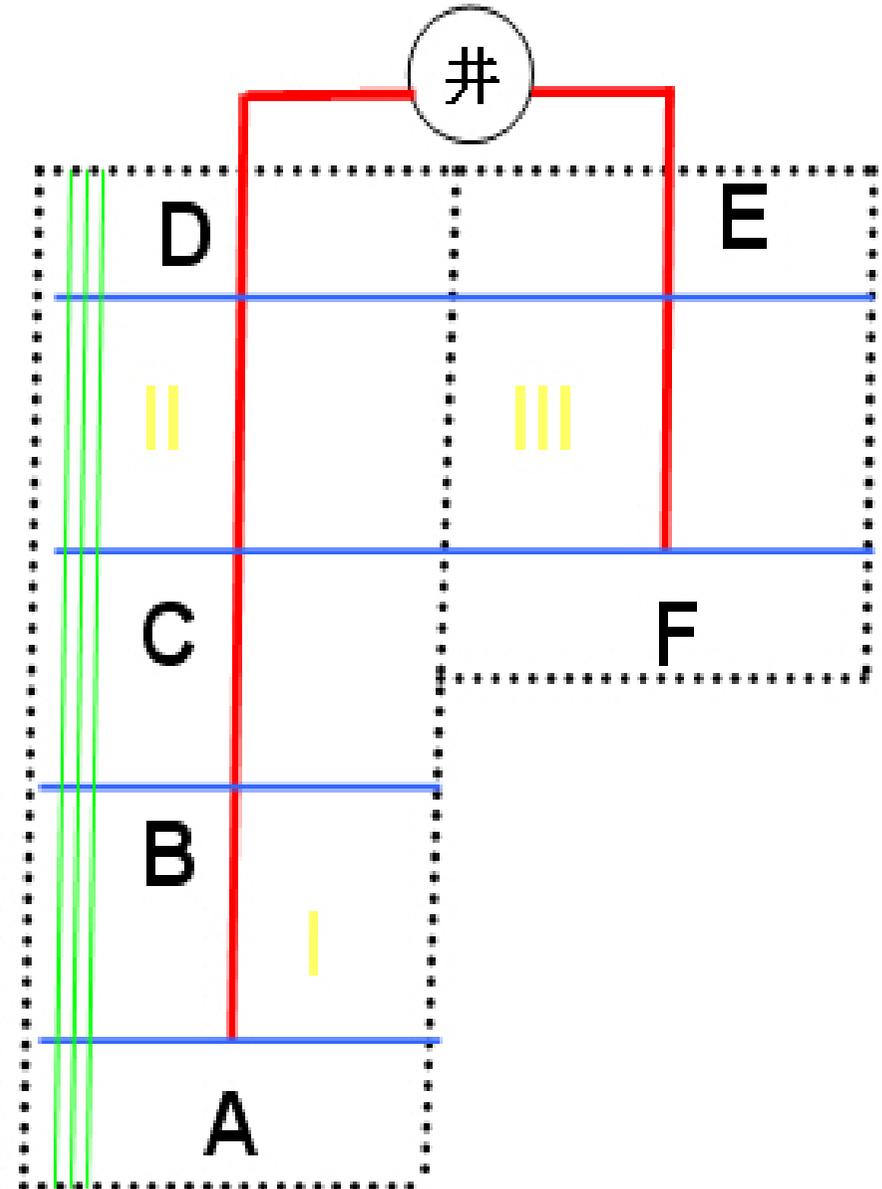


一、新疆滴灌工程设计历程

第一阶段：1996-2010年

滴灌工程设计中的主要思想：降低系统投资（不（较少）考虑劳动成本）

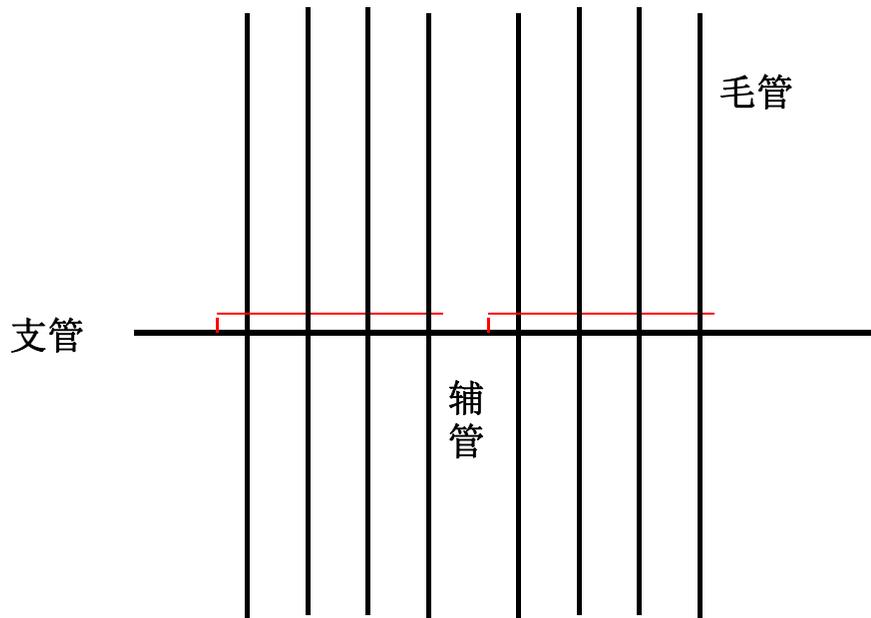
表现在：1、轮灌制度划分上，一般把两条距离较远的支管组合成一个轮灌组，或Q分管= Q支，通过减少分干管流量来改变管道直径。



一、新疆滴灌工程设计历程

第一阶段：1996-2010年

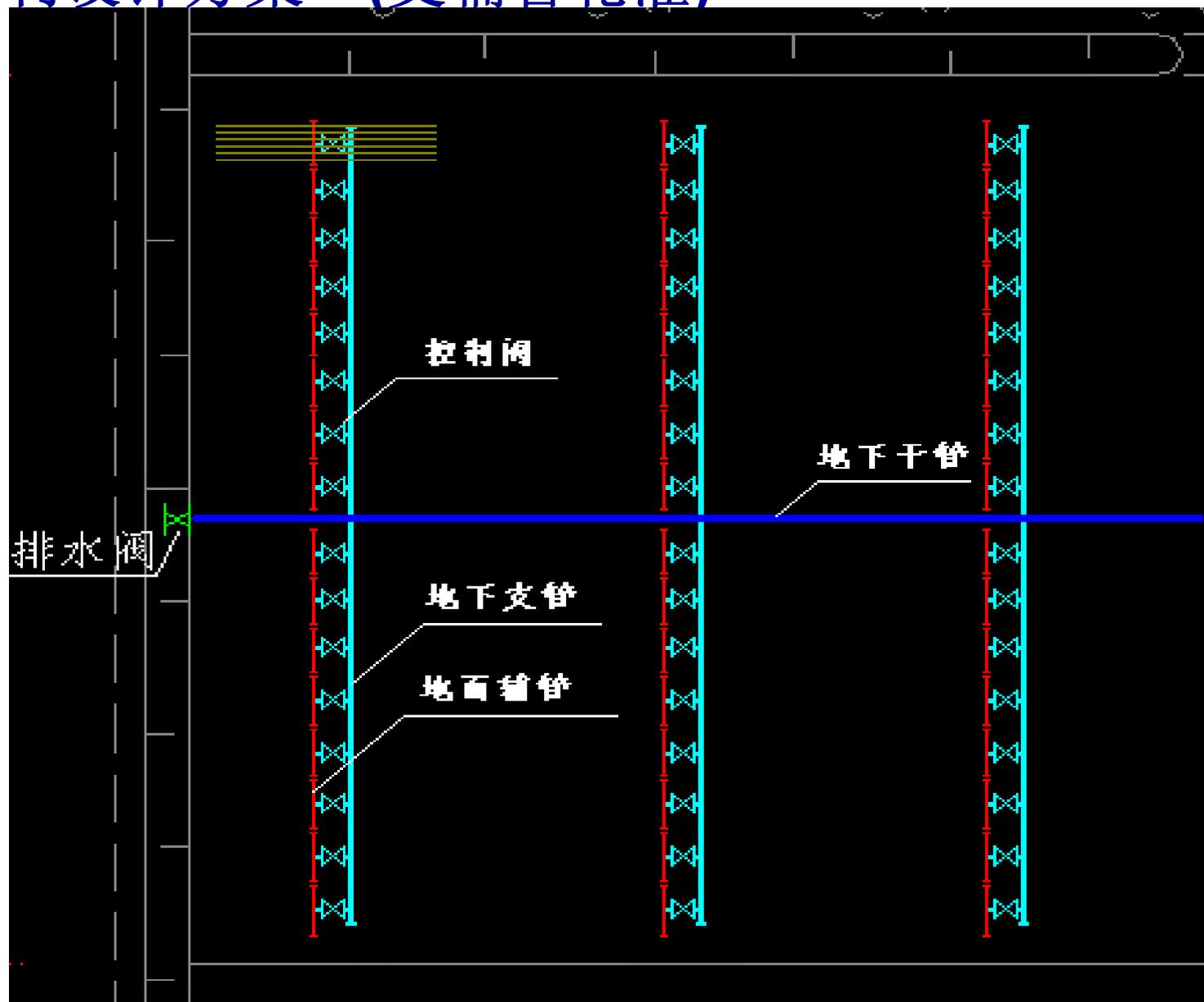
2、采用支管+辅管的设计方法，即在一个轮灌组增大灌水小区数量，分散分干管、支管的流量，减少管径。



支辅管模式



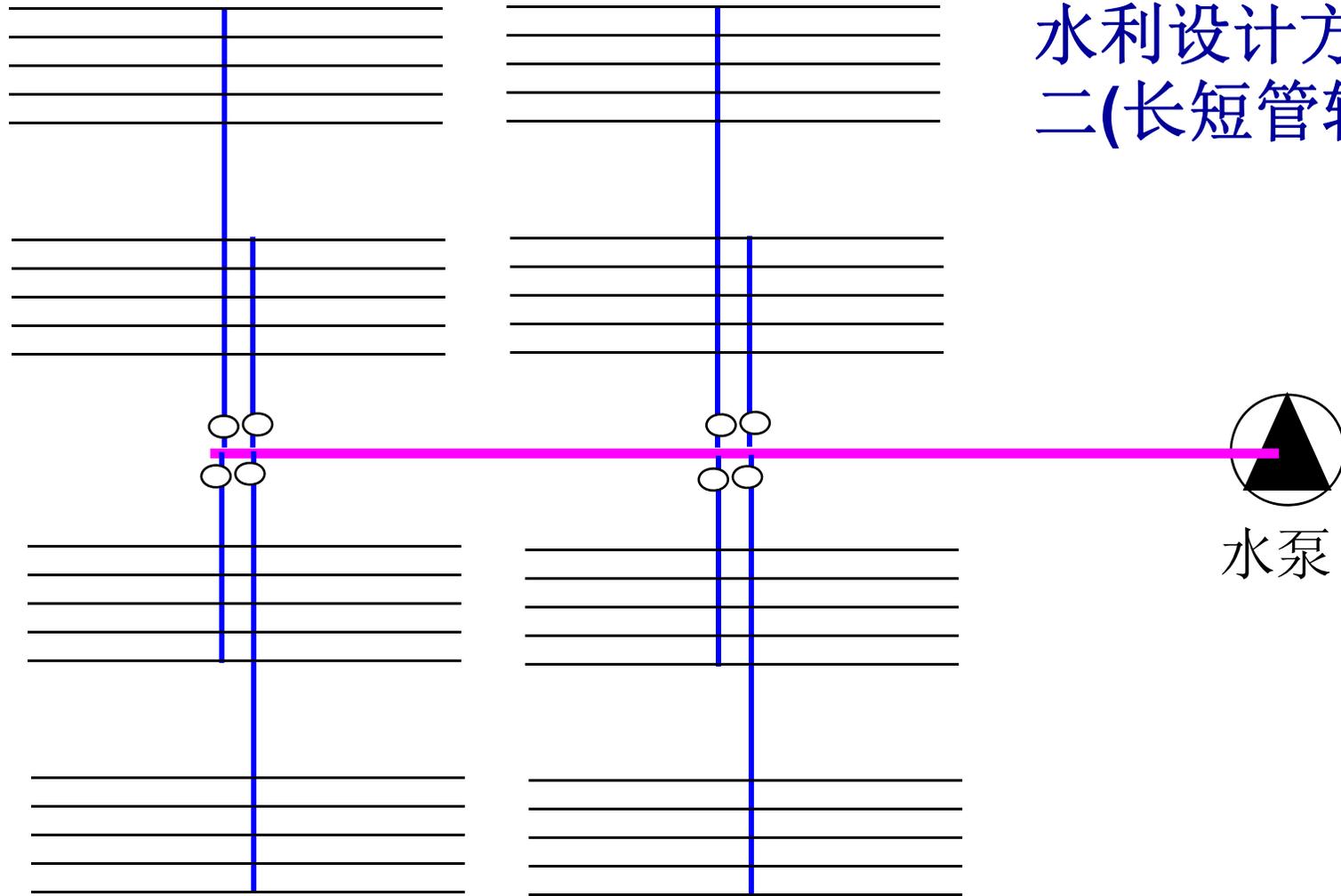
水利设计方案一(支辅管轮灌)



长短支管模式



水利设计方案 二(长短管轮灌)



一、新疆滴灌工程设计历程

第二阶段：2011年-

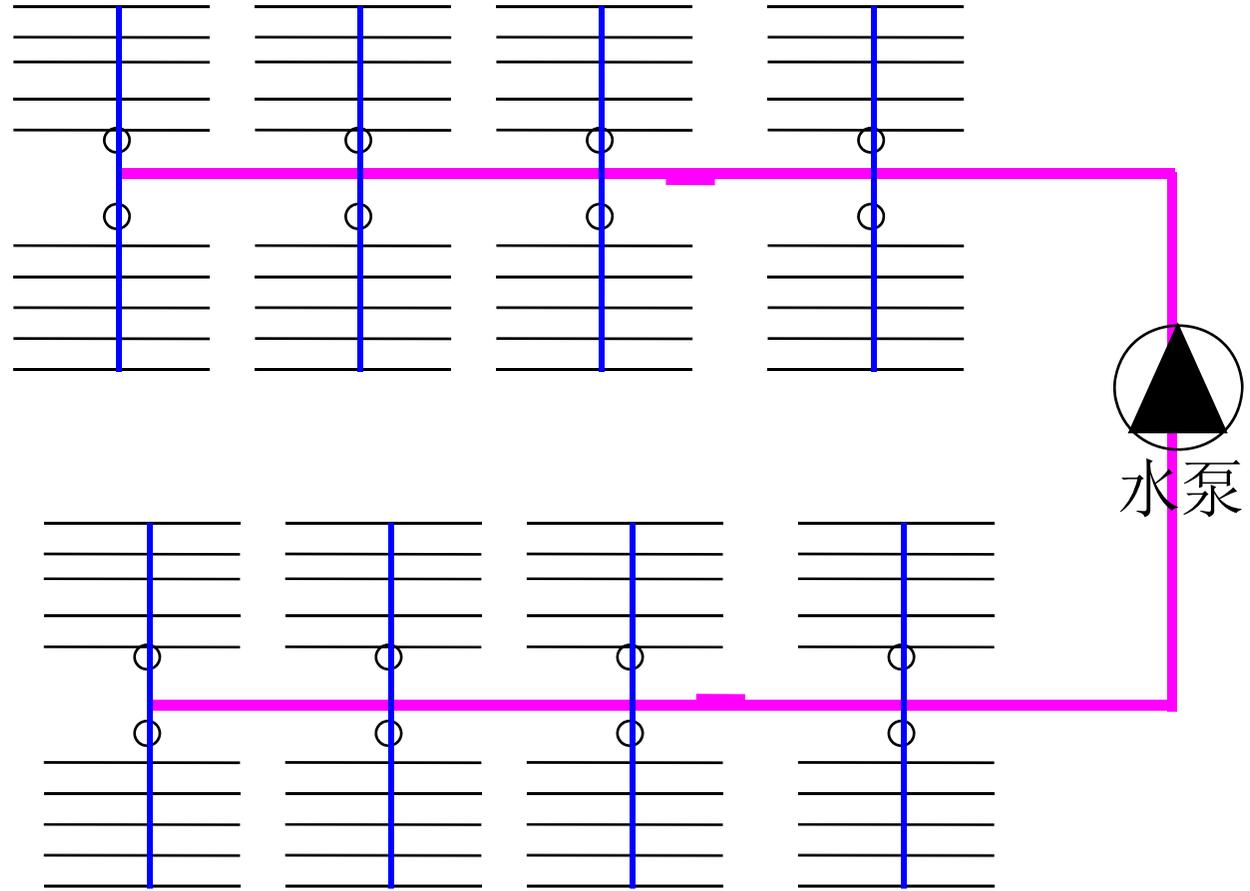
滴灌工程技术的主要特点

- 1、水源以地表河水为主，多为渠道加压滴灌系统，自压滴灌系统面积越来越大。
- 2、滴灌面积较大，集中连片，3000-20000亩。
- 3、单一水源控制作物有单一作物，但也有几种作物。
- 4、滴灌灌溉作物除一年生作物外，增加了多年生作物（牧草、果树）



滴灌系统的布置形式——单支管模式





二、建设方案各章节重点

--小型农田水利专项工程建设方案

(一)、基本情况 (项目区)

1、自然地理

地理位置 (东经、北纬、海拔等)、地形地貌 (地形坡度、地势高低)

2、气候条件

各月气象因素 (气温、湿度、日照、风速、降水、蒸发、最大冻土深度等)

3、水资源

地表水 (75%、85% (90%) 水文年月径流、项目区分水比、悬移质含沙量 (颗分曲线) 等)

地下水 (补给量、埋深、单井出水量、水化学类型、可开采量等)

二、建设方案各章节重点

--小型农田水利专项工程建设方案

(一)、基本情况 (项目区)

4、土壤 (土壤质地、密度、田持、含盐量等)

5、地质

工程地质条件 (工程地质评价)、水文地质

条件

6、社会经济概况

二、建设方案各章节重点

--小型农田水利专项工程建设方案

(二)、小型农田水利工程现状

1、项目区高效节水工程现状（面积、分布、类型、运行状况等）

2、项目依托的水利工程现状

地表水要有水系关系连接图（流量、高程、渠道断面、衬砌方式、渠道状况等）

地下水要有各水井的资料（水井坐标、出水量、控制面积、属地、地下水动静水位、电机变压器功率、运行状况等）

二、建设方案各章节重点

--小型农田水利专项工程建设方案

(三)、项目区水土平衡分析

1、原则与方法：现状年和设计年的**灌溉保证率**要明确；**计算节点**要明确

2、灌溉制度：设计年各作物灌溉制度表中，设计**灌水定额**要与工程设计章节中的值一致；干旱地区，灌溉定额与现状年不建议有较大的变化；

3、供需分析时，注意现状年和设计年保证率不同；要留有足够的**林地灌溉水量**。

二、建设方案各章节重点

--小型农田水利专项工程建设方案

（四）、工程建设内容、标准及布局

1、工程建设内容（面积、水源、系统、管道、闸阀井数量等）

2、工程建设标准及布局（工程规模、工程级别等）

二、建设方案各章节重点

--小型农田水利专项工程建设方案

(五)、工程设计方案

1、工程设计依据和原则（各类规范）

2、灌溉方式选择（重点进行各种微灌方式的选择、滴灌带（管）的选择等）

3、工程布局（列表）

工程方案比选（自压、加压、水源位置、骨干管道位置等）

工程位置、系统编号、行政区属、水源（？干、？支、？斗）、面积

4、水源工程设计

地表水：沉淀池（包括存泥深度设计）

地下水：机井改造（洗井）

5、田间工程方案比选

二、建设方案各章节重点

--小型农田水利专项工程建设方案

(五)、工程设计方案

6、滴灌技术设计

(1) 作物种植方式 (株行距)

(2) 滴灌带 (管) 选型 (滴灌带 (管) 参数表)

(3) 灌水器与作物种植布置关系 (滴灌带间距、布置关系图)

(4) 滴灌设计参数

土壤特性 (容重、田持、上下限)、灌溉水利用系数、设计耗水强度、设计供水强度、土壤湿润比、系统有效工作时间、作物计划湿润层深度

(5) 设计灌溉制度

最大净灌水定额、设计灌水周期、设计灌水定额、一次灌水延续时间、轮灌组数 (各系统列表)

二、建设方案各章节重点

--小型农田水利专项工程建设方案

(五)、工程设计方案

6、滴灌技术设计

(6) 灌水小区设计 (允许水头偏差、支毛管水头差分配、支毛管极限铺设长度计算、支毛管实际铺设长度确定、支毛管进口水头计算)

(7) 系统流量计算

(8) 系统水力计算

(9) 节点压力均衡验算

(10) 首部枢纽设计

(11) 水泵、变压器、变频器选型

(12) 水锤压力验算

(13) 土建工程设计

二、建设方案各章节重点

--小型农田水利专项工程建设方案

(六)、施工组织设计

(七)、工程管理

与业主沟通，一起提出田间工程运行管理方式

(八) 环境影响评价

(九) 投资概算

(十) 经济评价

(十一) 结论

二、建设方案各章节重点

--小型农田水利专项工程建设方案

图纸：（1）、总体平面布置图（比例尺，等高线，指北针，说明，与其它建筑物（如道路，渠道）相对关系等

（2）每个独立滴灌系统的平面图（首部位置、主管道、支管，各级管道长度、管径、管材等）

（3）独立系统的节点压力计算图

（4）独立系统的轮灌制度图

（5）管道连接大样图

（6）闸阀井、渗井图

（7）首部过滤器、施肥罐、水泵、流量计、压力表、安全阀、闸阀等连接图

（8）主管道纵横断面图

三、工程设计应注意的问题

1、微灌工程灌溉设计保证率

《规范》4.0.1中，要求不应低于**85%**。

灌溉设计保证率：灌溉用水量在长期内得到充分满足的概率。

一般以降雨为资料，确定设计代表年。

也可以是水源来水量，因此，微灌工程要推求**85%**的水源来水过程。

(1) 灌溉设计保证率与灌溉定额的关系

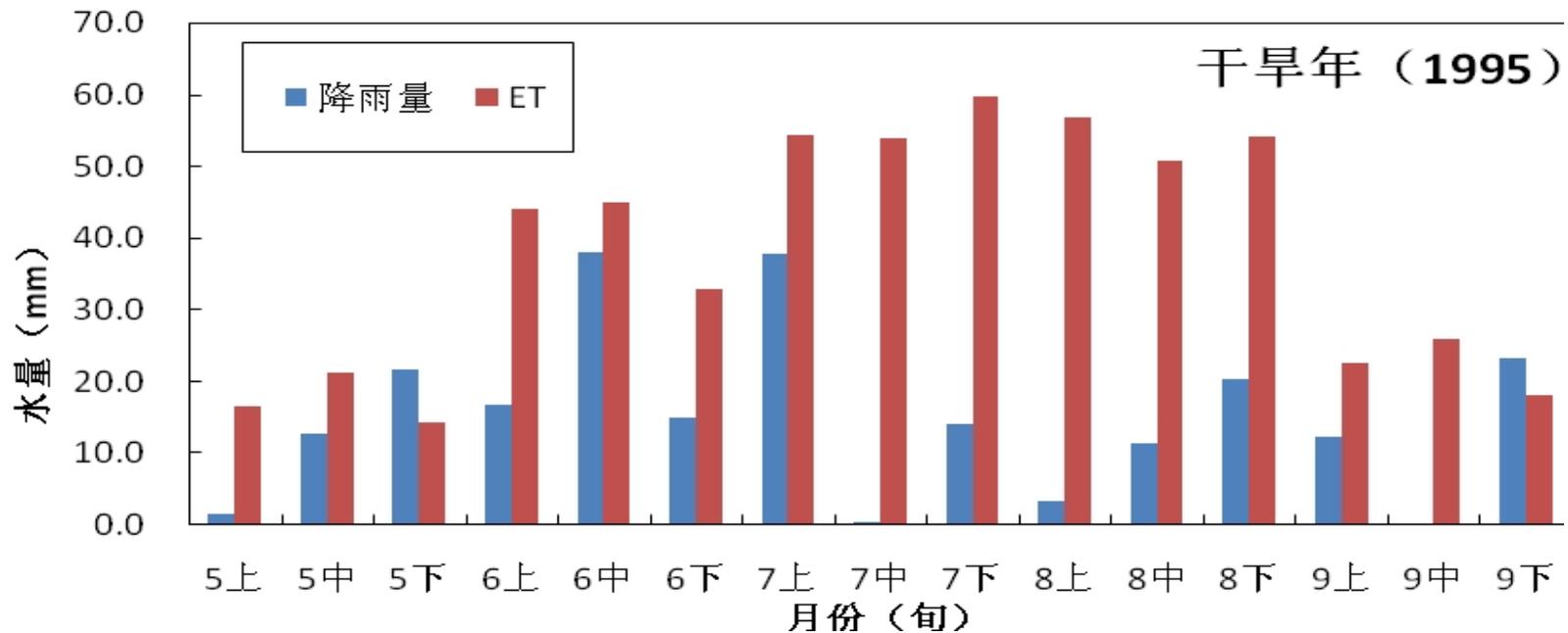
保证率	生育期降雨量 (mm)	作物耗水量 (mm)	灌水量 (mm)
50%保证率 (中水年)	450	540	90
75%保证率 (中等干旱年)	380	530	150
90%保证率 (干旱年)	230	570	340

随着灌溉设计保证率的提高，降水量减少，灌水量增加，来水量减少。

(2) 设计耗水强度和供水强度

设计耗水强度 E_a ：设计年灌溉临界期植物月均日耗水强度或需水量峰值

设计供水强度 I_a ：设计年灌溉临界期月均灌水量
 $I_a = E_a - P_o$



三、工程设计应注意的问题

2、微灌设计土壤湿润比

《规范》4.0.2中，列出了主要作物的设计湿润比。如果树、乔木**25-40%**；粮棉油**60-90%**，并指出干旱地区宜取上限值。

在报告中，建议按照下面公式对土壤湿润比进行计算，并与《规范》中的值做对比。

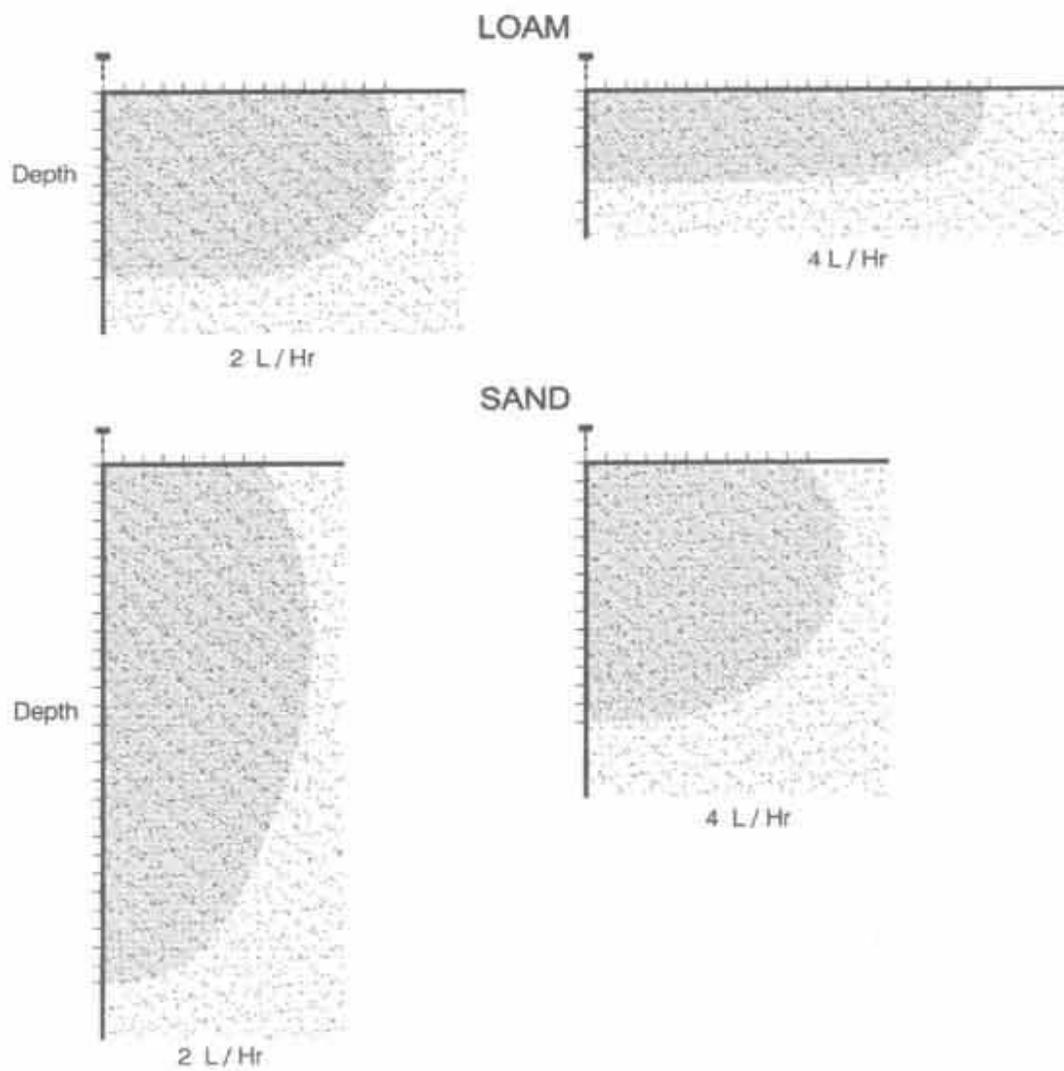
在果树滴灌设计中，尤其要注意对比。

$$P_w = \frac{N_p S_e W}{S_p S_r} \times 100 \%$$

$$P_w = \frac{N_p S_e W}{S_p S_r} \times 100\%$$

$$P_w = \frac{N_p S_e' (S_e + W) / 2}{S_p S_r} \times 100\%$$

不同滴头流量在不同土壤的湿润体



三、工程设计应注意的问题

3、设计耗水强度

《规范》4.0.3中，列出了主要作物的设计耗水强度。

如果树、葡萄3—7mm/d，粮棉油作物4—7mm/d等。

建议采用参考作物腾发量公式计算，即：

$$ET_d = K_r \times K_c \times E_0$$

ET_d 作物需水量 E_0 参考作物需水量

K_r 覆盖率影响系数 K_c 作物系数

三、工程设计应注意的问题

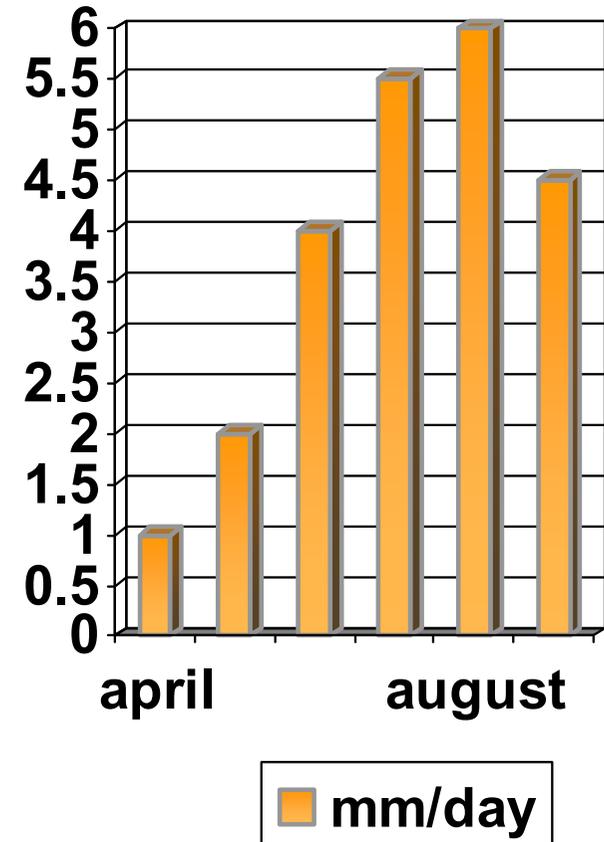
E_0 月均参考作物最大腾发量, mm/d

$K_r = (0.1 + Gc)$ 或 **1**, 取两者小值

$$K_r = Gc + 0.15(1 - Gc)$$

G_c 最大腾发量时作物覆盖率

K_c 作物生长中期作物系数,
一般在**1.15-1.25**



三、工程设计应注意的问题

4、滴头设计水头取值

滴灌设计中，滴头设计水头取值按下式计算

$$h_a = (20 - 40) x \Delta z$$

h_a 滴头设计水头 (m)

x 滴头流态指数, **0.5**

Δz 田面高差 (m)

滴头设计水头与灌水小区田面高差有关

当田面高差 $\leq 1.0\text{m}$ 时, $h_a=10\text{m}$; 当田面高差 $\leq 0.50\text{m}$ 时,
 $=5-8\text{m}$

三、工程设计应注意的问题

5、灌水小区计算

(1) 灌水小区进口及毛管进口未设调节设备时

a、确定流量偏差率[qv],计算水力偏差率[Hv]和允许水头偏差[Δh]

b、支毛管各按**50%**分配水头偏差

c1、平坡条件下,按公式(4.3.6)计算毛管极限孔数 N_m 和极限铺设长度 L_m 。

先确定支管管径,然后按公式(4.3.6)计算支管极限孔数 N_z 和极限铺设长度 L_z 。

$$N_m = INT \left(\frac{5.446 [\Delta h_2] d^{4.75}}{k S q_d^{1.75}} \right)^{0.364}$$

三、工程设计应注意的问题

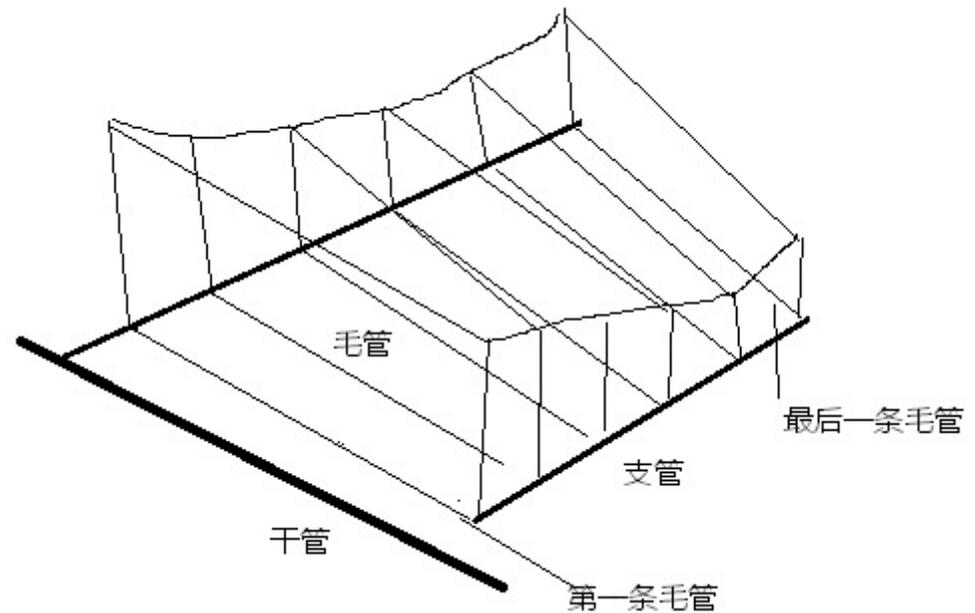
确定毛管和支管的实际长度。

按公式 (C14,C15) 计算毛管和支管的进口水头
($J=0$) (注意在计算支管的首孔水头 h_1 时, 公式
(C15) 的 hd 可为毛管进口水头 h_0)

$$h_1 = h_d + R\Delta H - 0.5(N-1)JS$$

$$\Delta H = \frac{Gh_d(N-0.52)^{2.75}}{2.75}$$

$$h_0 = h_1 + \frac{kfS_0(Nq_d)^{1.75}}{d^{4.75}} - JS_0$$



三、工程设计应注意的问题

c2、均匀坡条件下，按附录**C**计算毛管极限孔数**Nm**和极限铺设长度**Lm**。

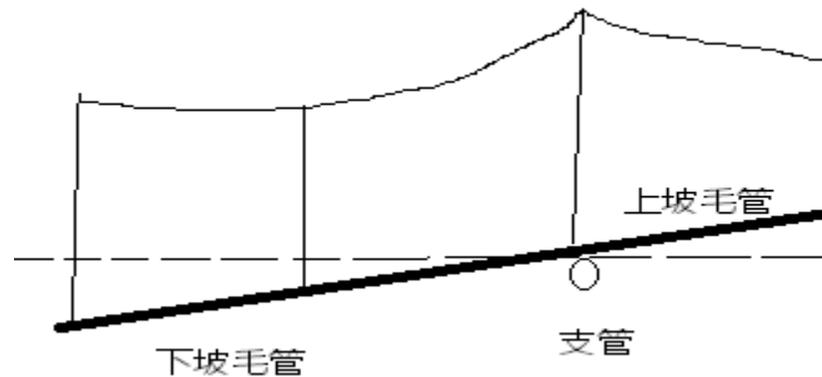
先确定支管管径，然后按附录**C**计算支管极限孔数**Nz**和极限铺设长度**Lz**。

确定顺逆坡毛管和支管的实际长度（可取计算长度的**0.8-0.9**）。

三、工程设计应注意的问题

已知顺逆坡毛管的总长度和总孔数，按照**顺逆坡毛管上最大压差相等**的原则，通过试算计算毛管的顺逆坡孔数，并计算毛管进口水头

也可按公式 (C14,C15) 直接计算毛管和支管的进口水头（注意在计算支管的首孔水头 h_1 时，公式 (C15) 的 hd 可为毛管进口水头 h_0 ）（见例）



三、工程设计应注意的问题

5、灌水小区计算

(2) 毛管进口设调节设备时

a、确定流量偏差率 $[qv]$,计算水力偏差率 $[Hv]$ 和允许水头偏差 $[\Delta h]$

b、允许水头偏差全部分配给毛管

c、按照平坡或均匀坡情况,计算毛管极限孔数 N_m 和极限铺设长度 L_m 。

确定毛管和支管的实际长度。

计算毛管进口水头

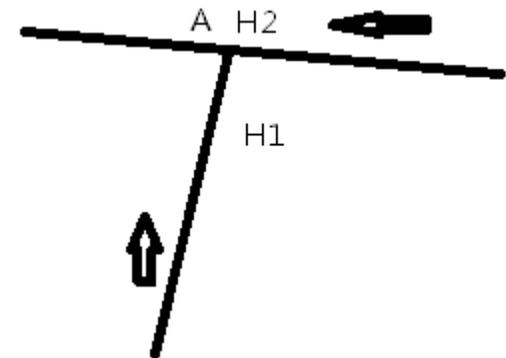
支管进口水头应在毛管进口水头基础上再加上**5m**的调节设备水头损失。

支管管径可在满足毛管入口压力条件下,合理选择。

三、工程设计应注意的问题

5、灌水小区计算

根据规范**5.4.1**和**5.4.2**有关“节点压力均衡”的规定，从同一节点取水的各条管线同时工作时，应比较各条管线对该节点的水头要求。通过调整部分管段直径，应是各管线对该节点的水头要求一致，也可按该节点最大水头要求作为该节点的设计水头，其余管线进口应根据节点设计水头与该管线要求的水头之差设置调压装置。



三、工程设计应注意的问题

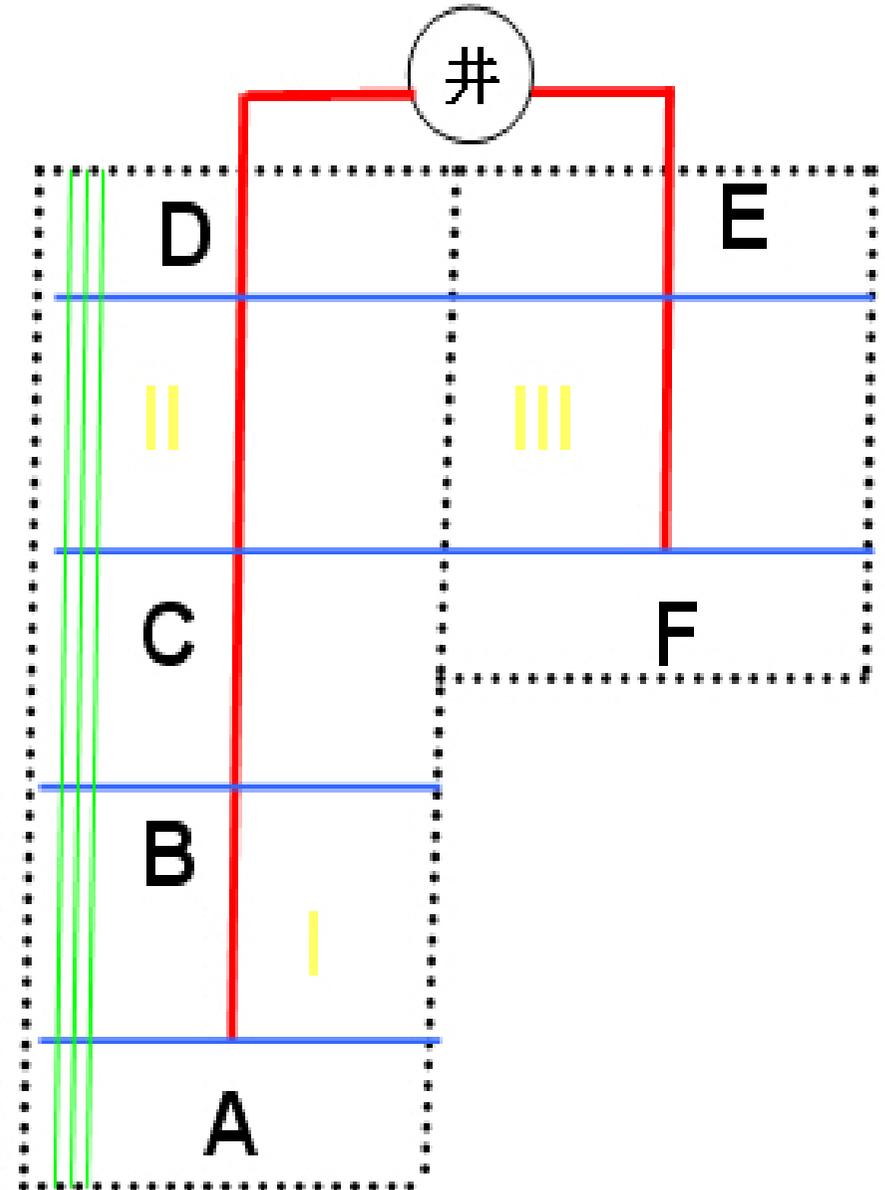
6、作物轮作倒茬

部分农田为了保持土壤肥力和减少病虫害，需要轮作倒茬，比如小麦收后种植玉米。由于小麦毛管间距为**0.7m**，玉米毛管间距为**1.0m**，单位面积小麦所需流量较大，因此，通常以小麦为典型作物进行滴灌系统设计。但在报告中应同时对玉米也要做完整的设计，包括设计参数、灌溉制度、工作制度、灌水小区计算、水力计算、节点压力验算等，如果玉米滴灌所需流量和压力远小于已选定的水泵型号，就需要配置变频设备。

三、工程设计应注意的问题

7、轮灌制度的确定

为了提高人工效率，减少用水施肥产生的矛盾以及病虫害的传播，在轮灌制度划分上，建议把同时工作的支管尽量安排在同一条或相近的两条分干管上，每条分干管上同时工作的支管也尽量靠近。分干管沿程不变径，直径可控制在**200mm**，水头损失控制在**5-6m/1000m**。



三、工程设计应注意的问题

8、滴灌系统规模确定

滴灌系统规模的大小与其投资密切相关。一般系统越大，管网级数越多、管径越大，设备等级越高，投资越大。滴灌系统太小，设备所占比重相对较大，单位面积投资较大。

因此，应有一个合理的工程规模，在投资和运行费用上最小。

一个大的系统，其下应分成若干小的系统，从运行管理，管道直径大小、首部设备等方面分析，小系统的规模宜在**1000**亩左右，系统的流量在**200m³/h**左右，干管管径在**200-250mm**，人员相对好管理。



30-40米水头

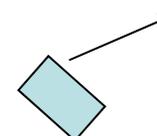


管径>800mm



组合过滤系统

田间过滤和施肥系统



An aerial photograph of a vast agricultural landscape. The foreground and middle ground are dominated by a grid of rectangular green fields, likely planted with crops like corn or soybeans. A prominent, straight path lined with tall, thin trees runs diagonally across the center of the image. The background shows a dense forest of trees, and the horizon is flat under a clear sky. The overall scene is one of organized, large-scale farming.

谢谢大家!