

滴灌工程设计

李光永

中国农业大学水利系教授

教育部农业节水与水资源工程中心主任

1

内 容

第一讲 滴灌工程设计要点

第二讲 滴灌典型工程设计

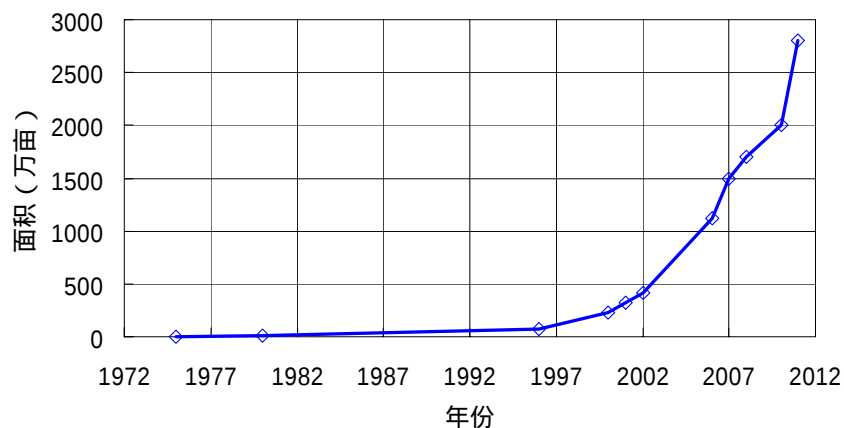
2

第一讲 滴灌工程设计要点

- | | |
|---------------|-------------------|
| 1、滴灌系统的组成； | 6、管网水力学计算； |
| 2、主要设计参数； | 7、设备选择； |
| 3、水量平衡计算； | 8、系统试运行测定参数与验收指标； |
| 4、管网布置模式； | 9、小麦滴灌 |
| 5、滴灌带间距与种植模式； | 10、其他问题； |

3

微灌简介

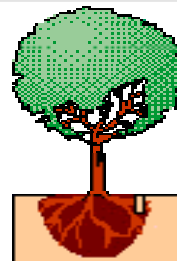
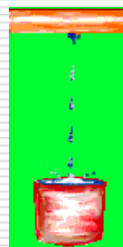


目前估计约2800-3000万亩

4

微灌简介

- 微灌的特点
- 微灌是利用微灌设备组装成微灌系统，将有压水和养分输送并均匀地分配到田间，通过灌水器以微小的流量湿润作物根部附近土壤的一种局部灌水技术。



微灌简介

- 微灌分类：
 - 1、滴灌
 - 2、微喷灌
 - 3、小管出流灌（涌泉灌）

棉花滴灌





旱地马铃薯



覆膜旱地马铃薯



地面灌马铃薯



滴灌马铃薯（种植大户）

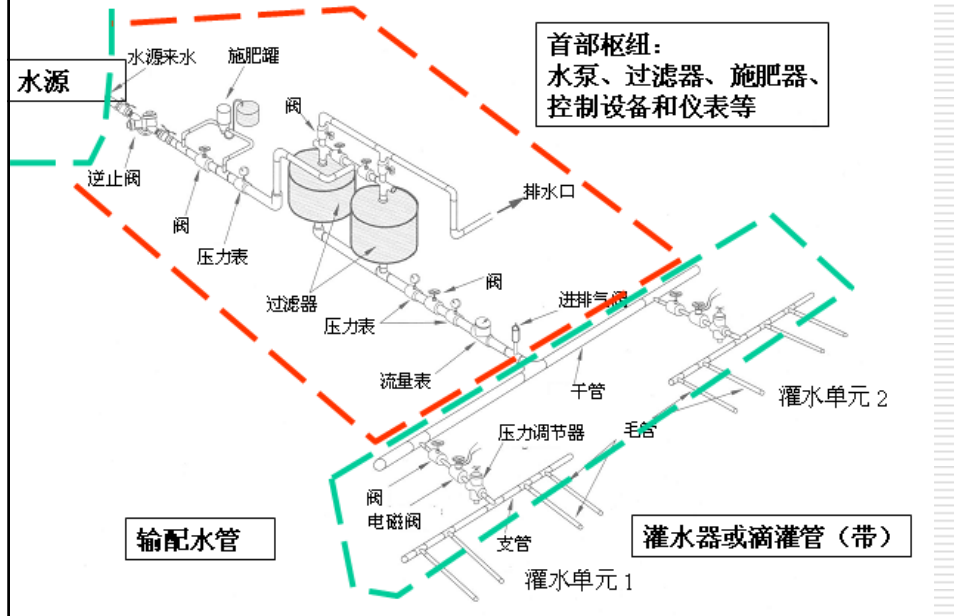
□ 滴灌玉米亩产1700-2000斤，比常规栽培玉米平均增产500—800斤。



滴灌玉米

普通种植的玉米

一、滴灌系统组成



二、主要设计参数

1. 灌溉设计保证率
2. 微灌设计湿润比
3. 设计耗水强度与供水强度
4. 灌水均匀度控制
5. 系统日最大运行时数
6. 微灌灌溉制度设计

1、灌溉设计保证率

- 不低于85%
- 灌溉保证率与水文气象、作物、经济效益等有关
- 用于确定代表年（与灌溉保证率一致）可供水量及其过程、灌溉制度、用水量及其过程。可供水量与用水量应达到平衡。

13

灌溉设计保证率与灌溉定额间的关系

保证率	生育期 降雨量 (mm)	作物耗 水量 (mm)	灌水量	
			(mm)	m ³ /亩
50%保证率（中等年） （1987年）	449	544	95	63
75%保证率（中等干旱年） （1984年）	383	528	145	97
90%保证率（干旱年） （1995年）	228	570	342	228

注：地面灌条件

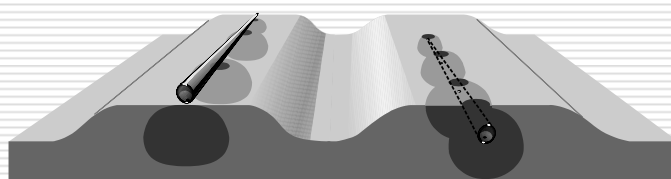
14

设计中普遍存在的问题

- 只列出了建设标准：保证率为85或90 %。
- 在水资源分析、灌溉定额与灌溉用水量分析中缺乏水文年的概念，没有用到保证率,没有考虑水文年。

15

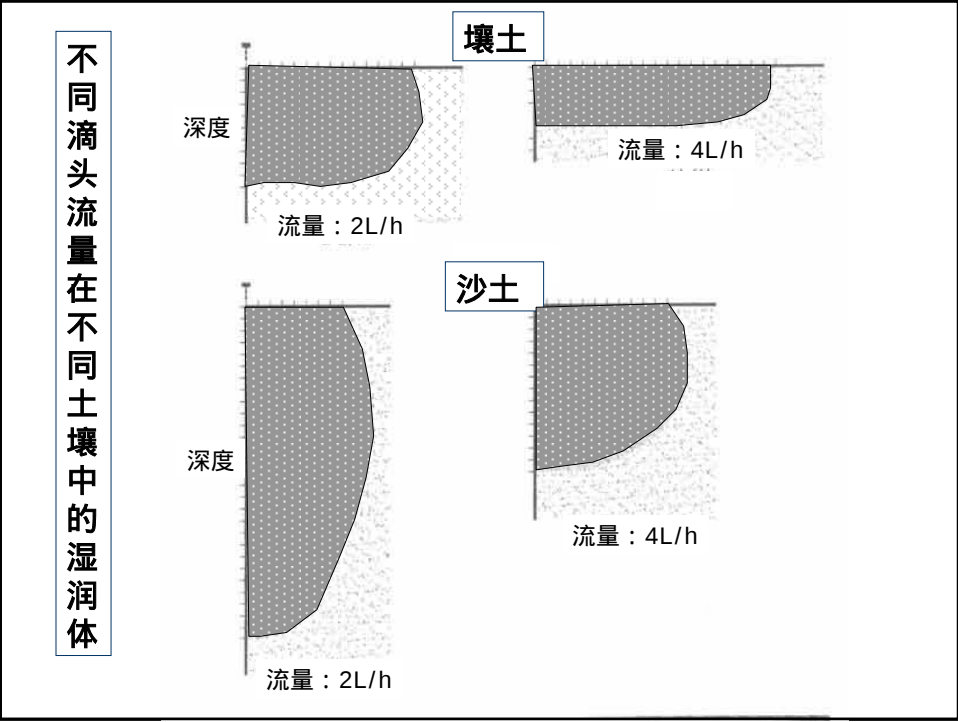
2、微灌设计湿润比与滴头流量选择



重要性：

- 影响作物生长
- 影响滴灌带和滴头的布置
- 影响系统投资
- 影响灌溉制度





2、微灌设计湿润比与滴头流量选择

□ 应根据自然条件、植物种类、种植方式及微灌的形式，并结合当地试验资料确定。在无实测资料时可按表选取。

微灌设计土壤湿润比参考值（%）

作物	滴灌、涌泉灌	微喷灌	作物	滴灌	微喷灌
果树、乔木	25 ~ 40	40 ~ 60	蔬菜	60 ~ 90	70 ~ 100
葡萄、瓜类	30 ~ 50	40 ~ 70	粮、棉、油等植物	60 ~ 90	——
草、灌木	——	100			

棉花滴灌湿润比实验

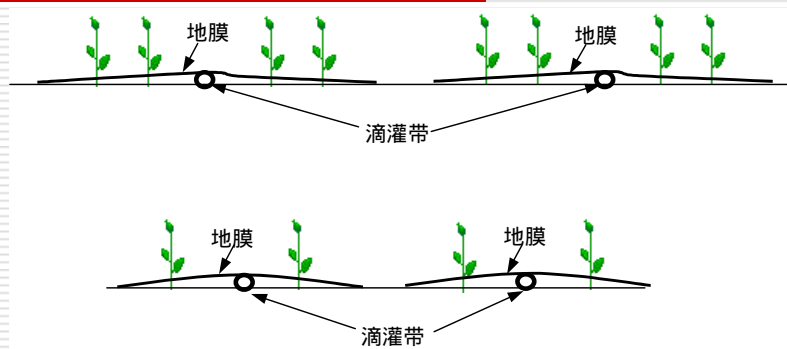
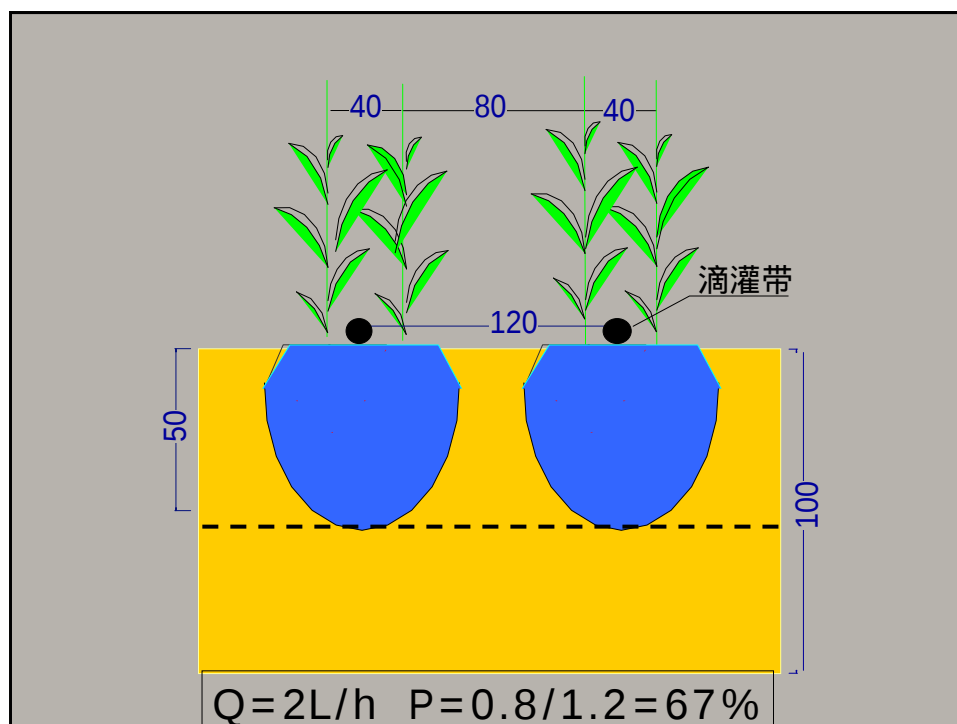


图 6-5-9 棉花膜下滴灌带布置

a- 单管四行 b-单管两行

19



低压运行（1-4m）的结果

□ 小流量（0.5-1L/h）

■ 宽度不够

■ 灌水时间加长



21

3、设计耗水强度与供水强度

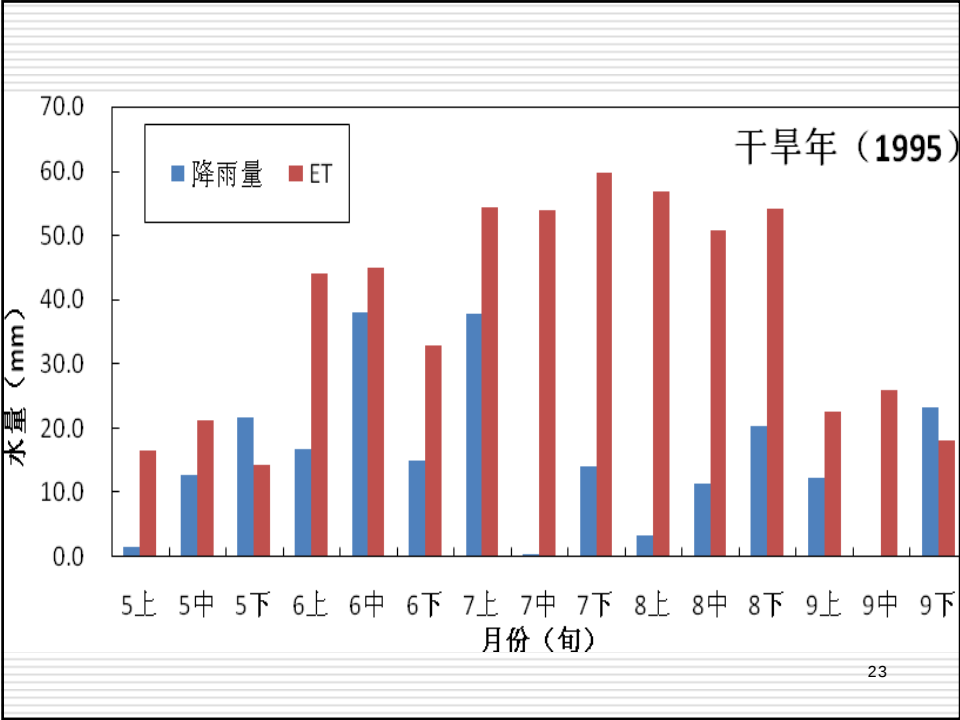
□ 设计耗水强度 E_a ：设计年-灌溉临界期-植物月平均日耗水强度或需水量峰值

□ 设计供水强度 I_a ：设计年灌溉临界期月平均灌水量（深度）

$$I_a = \begin{cases} E_a \\ E_a + I_L \end{cases}$$

$$A = \frac{\eta Q_s t_d}{10 I_a}$$

22



设计耗水强度参考值 (mm / d)

作物	滴灌	微喷灌	作物	滴灌	微喷灌
葡萄、树、瓜类	3 ~ 7	4 ~ 8	蔬菜 (露地)	4 ~ 7	5 ~ 8
粮、棉、油等植物	4 ~ 7	——	冷季型草	——	5 ~ 8
蔬菜 (保护地)	2 ~ 4	——	暖季型草	——	3~5

注：1 干旱地区宜取上限值；

2 对于在灌溉季节敞开棚膜的保护地，应按露地选取设计耗水强度值

4、灌水器设计允许流量偏差

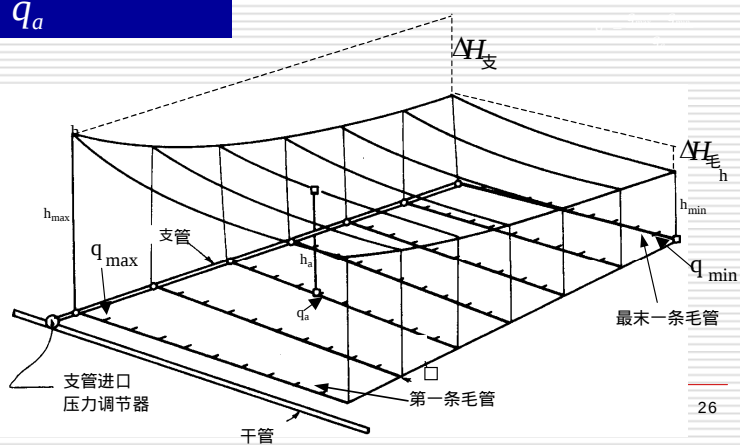


灌水小区均匀度的控制

25

4、灌水器设计允许流量偏差

$$q_v = \frac{q_{\max} - q_{\min}}{q_a} \leq 20\%$$

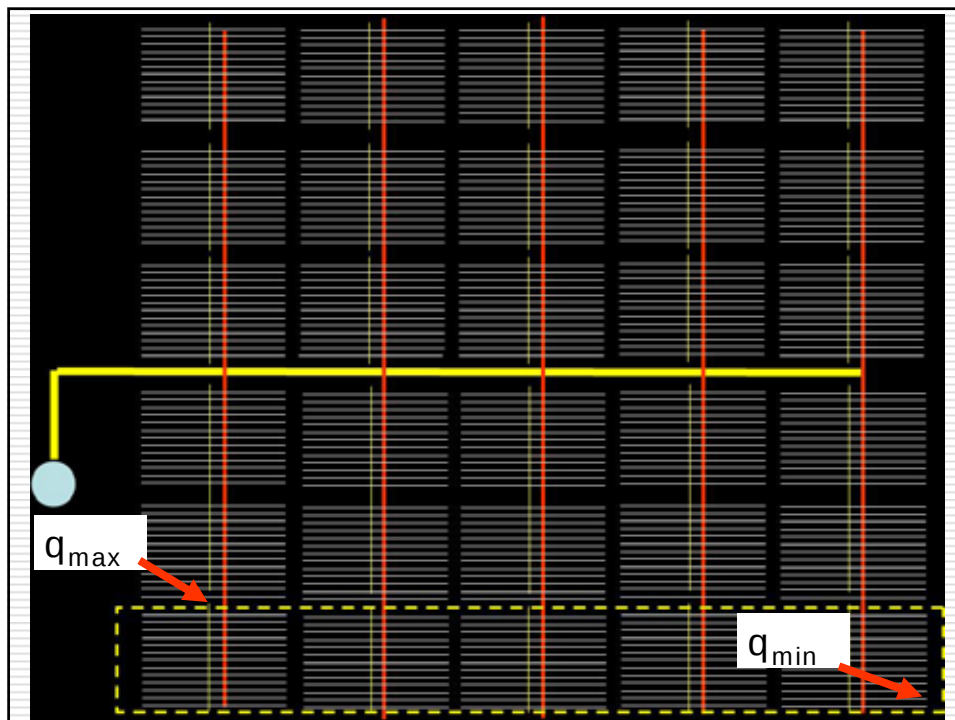


26

灌水小区

1. 灌水小区进口宜设有压力（流量）控制（调节）设备。
2. 如果灌水小区进口未设压力（流量）控制（调节）设备，应将一个轮灌组视为一个灌水小区。 并应满足流量偏差的要求。 以此来选择干管和分干管的直径， 而不能由经济管径来选择。

27



5、系统日最大运行时数 t_d

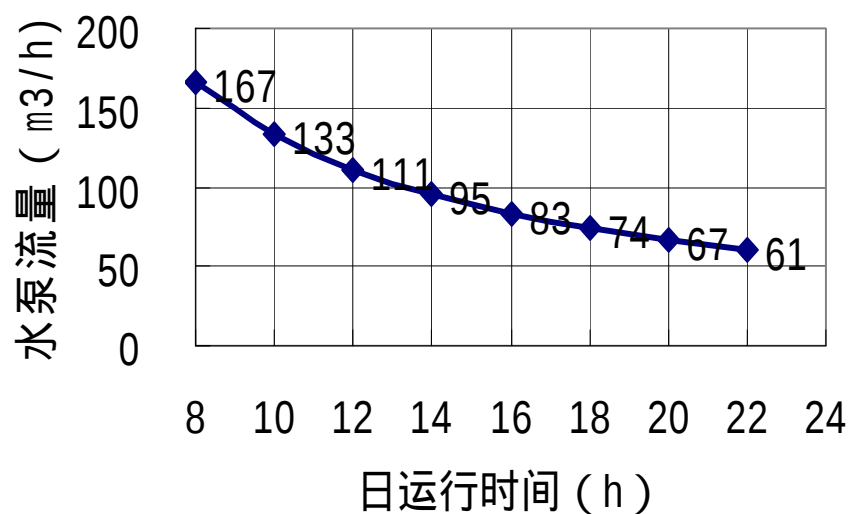
- 系统设计时，应留出一段非运行时间用于系统检修和其它预想不到的停机故障等。
- 我国现行规范规定，日最大运行小时数不大于22小时。

$$A = \frac{\eta Q_s t_d}{10 I_a}$$

$$Q = \frac{10 A I_a}{\eta t}$$

29

当面积 $A=20\text{hm}^2$ ； $l=6\text{mm}$ 时



6、滴灌设计灌溉制度

□ 滴灌最大灌水定额

$$m_{\max} = 0.001 \gamma z p (\theta_{\max} - \theta_{\min})$$

而不是： $m = 0.001 \gamma z p (\theta_{\max} - \theta_{\min})$

$m_{\max}$ -最大净灌水深度，mm； γ -土壤容重 kg/cm^3 ；

z -计划湿润层深度，cm； p -设计土壤湿润比，%；

$\theta_{\max}$ 、 $\theta_{\min}$ -适宜土壤含水率上下限(重量的百分比)，%；

表 3-5 北方地区主要作物计划湿润层深度

作物	生育阶段	计划湿润层深度 (cm)	适宜土壤含水量 (占田间持水量的%)
冬小麦	幼苗期	30~40	60~80
	返青期	40~50	60~80
	拔节期	50~60	65~90
	孕穗抽穗期	60~80	65~90
	灌浆期	70~100	65~90
	成熟期	70~100	60~80
玉米	幼苗期	30~40	60~70
	拔节期	40~50	60~70
	抽穗期	50~60	70~80
	灌浆期	60~80	60~70
	成熟期	60~80	60~70
棉花	幼苗期	30~40	55~70
	现蕾期	40~60	60~70
	开花期	60~80	70~80
	吐絮期	60~80	55~70

土壤特性参数

质地名称	容重t/m ³	水分常数			
		重量比(%)		体积比(%)	
		凋萎系数	田间持水量	凋萎系数	田间持水量
紧沙土	1.45~1.60	-	16~22	-	26~32
砂壤土	1.36~1.54	4~6	22~30	5~9	32~42
轻壤土	1.40~1.52	4~9	22~28	6~12	30~36
中壤土	1.40~1.55	6~10	22~28	8~15	30~35
重壤土	1.38~1.54	6~13	22~28	9~18	32~42
轻粘土	1.35~1.44	15	28~32	20	40~45
中粘土	1.30~1.45	12~17	25~35	17~24	35~45
重粘土	1.32~1.40		30~35		40~50

设计灌水周期

$$T_{\max} = \frac{m_{\max}}{I_a}$$

$$T \leq T_{\max}$$

设计灌水定额

$$m_d = T \cdot I_a \quad m' = \frac{m_d}{\eta}$$

m_d —设计净灌水定额，mm；

m' —设计毛灌水定额，mm。

35

一次灌水延续时间

$$t = \frac{m' S_e S_l}{q_d}$$

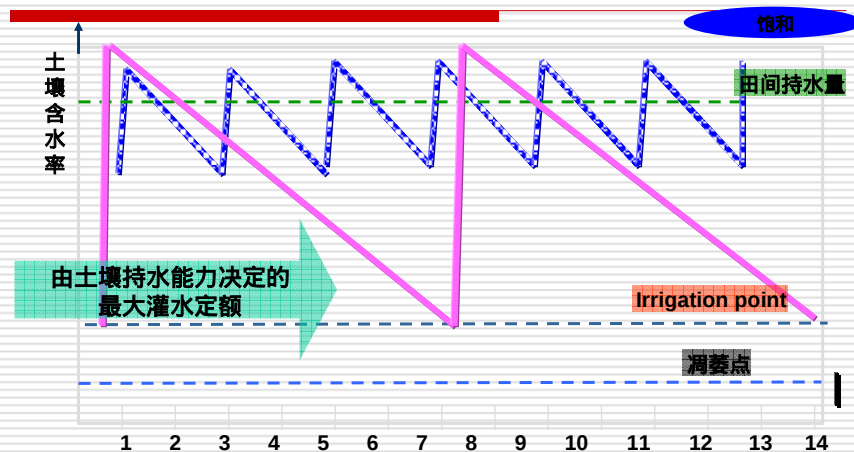
t ——一次灌水延续时间，h；

S_e 灌水器间距，m；

S_l —毛管间距，m；

36

在滴灌条件下，高灌水频率，土壤湿度接近田间持水量。



37

几种灌溉制度的表达方式：

- **滴灌设计灌溉制度**：耗水高峰期无降雨条件下的灌溉制度：灌水定额、滴灌周期、一次灌水时间，
- **典型年滴灌灌溉制度**：符合灌溉保证率条件下水文年的作物灌溉制度：灌水定额、灌水次数、灌水时间
- **实际滴灌灌溉制度**：具体年份采用的灌溉制度，与作物实时耗水、实时降雨量、土壤等有关；

二、水量平衡计算(单项工程)

- 在水源供水量稳定且无调蓄时，可发展微灌面积：

$$A = \frac{\eta Q t}{10 I_a}$$

A - 可灌面积，hm²； Q - 水源可供流量，(m³/h)；

I_a - 设计供水强度，mm/d；

t - 每日最大运行小时数，h/d；n - 灌溉水利用系数

39

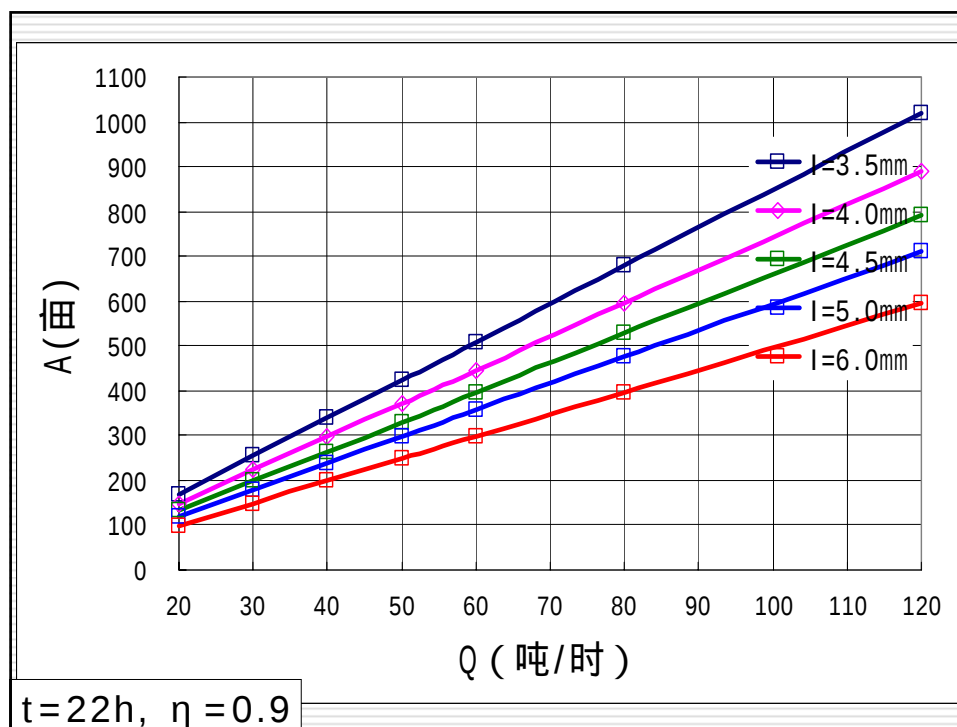
三、水量平衡计算(单项工程)

- 灌溉系统供水能力（系统流量）：

$$Q = \frac{10 A I_a}{\eta t}$$

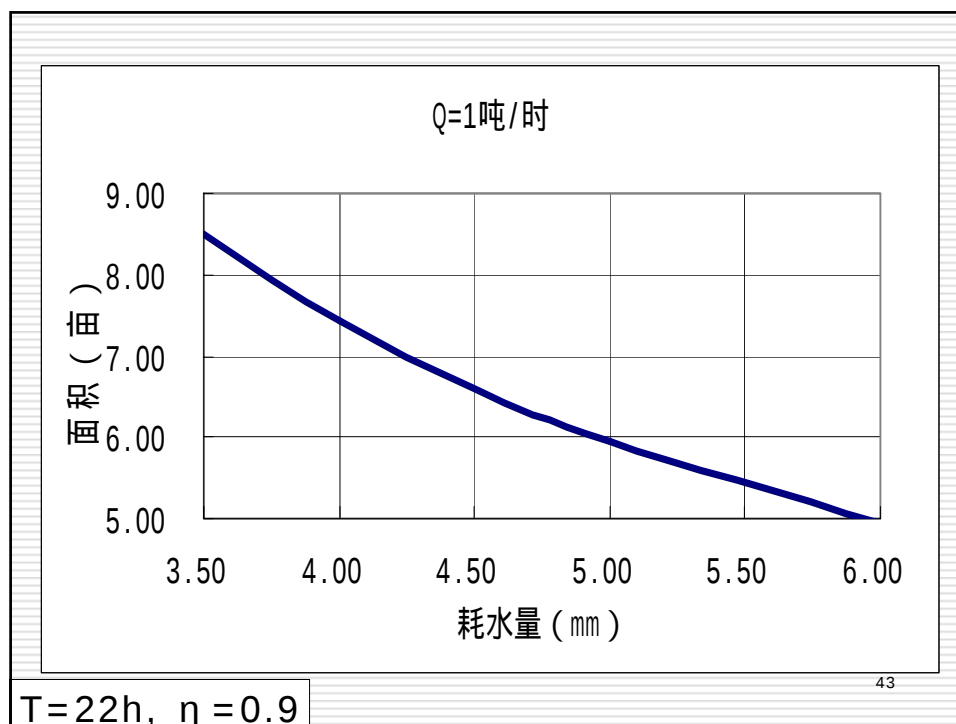
- 系统设计流量可根据轮灌组划分的具体情况确定。但不得小于上式计算值。

40



水泵流量 Q (吨 / 时)	设计耗水强度(mm)				
	3.5	4.0	4.5	5.0	6.0
20	170	149	132	119	99
30	255	223	198	178	149
40	339	297	264	238	198
50	424	371	330	297	248
60	509	446	396	356	297
80	679	594	528	475	396
120	1018	891	792	713	594
1	8.5	7.4	6.6	5.9	5.0

$t=22\text{h}, \eta=0.9$



由调蓄容积确定微灌面积

$$A = \frac{\eta_0 KV}{10 \sum I_i T_i}$$

K —复蓄系数，取1.0 ~ 1.4；

η_0 —蓄水利用系数，取0.6 ~ 0.7

V —蓄水工程容积， m^3 ；

I_i —灌溉季节各月的毛供水强度， mm/d ；

T_i —灌溉季节各月的供水天数， d 。

四、工程管网建设模式

45

全地表系统



46

厚壁支管+滴灌带模式



47

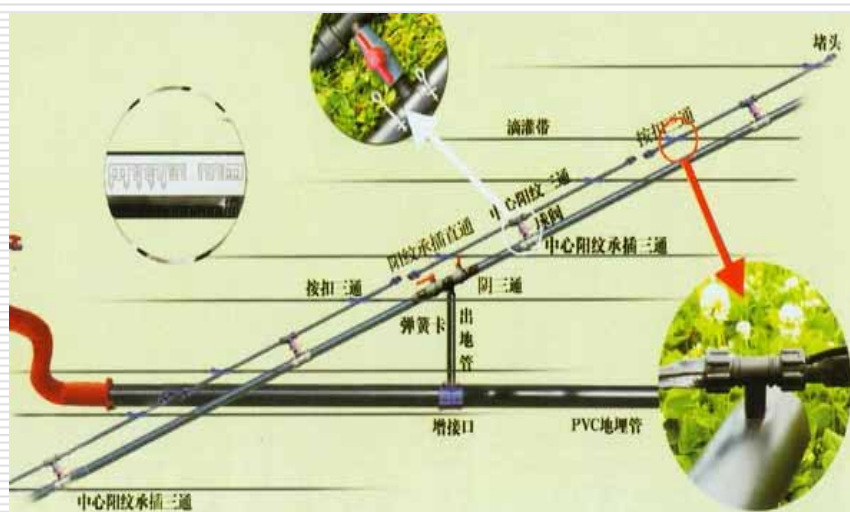
薄壁支管+滴灌带模式



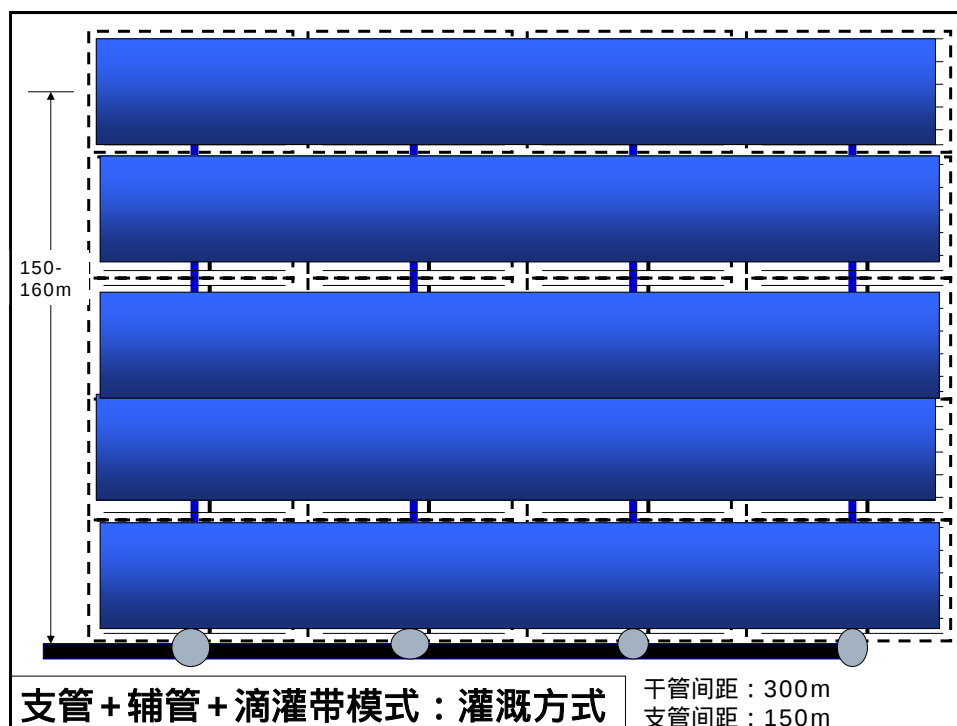
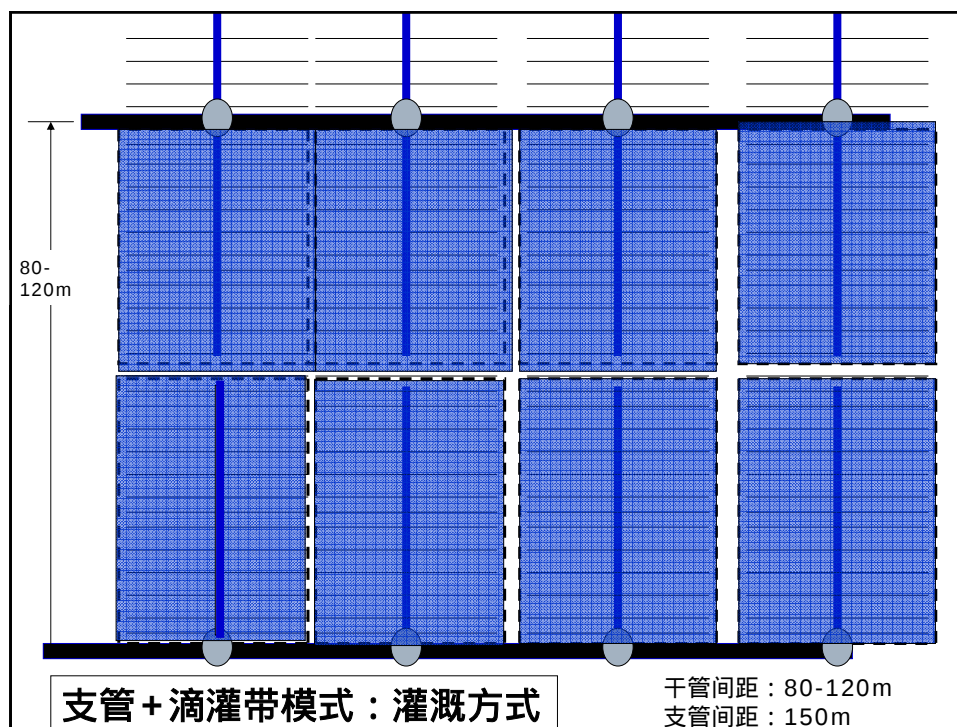


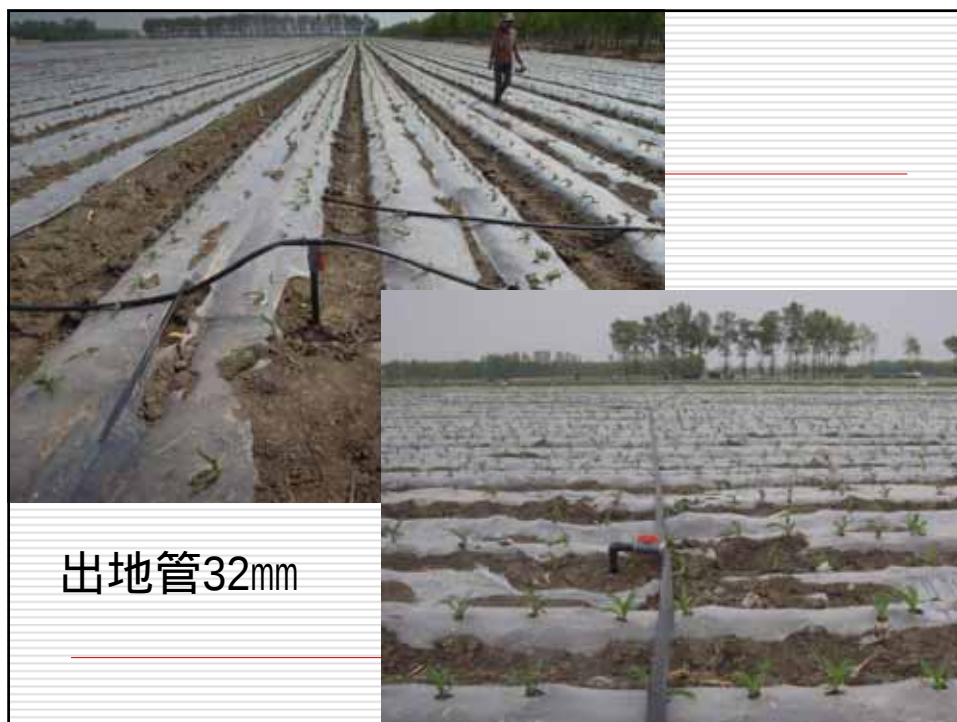
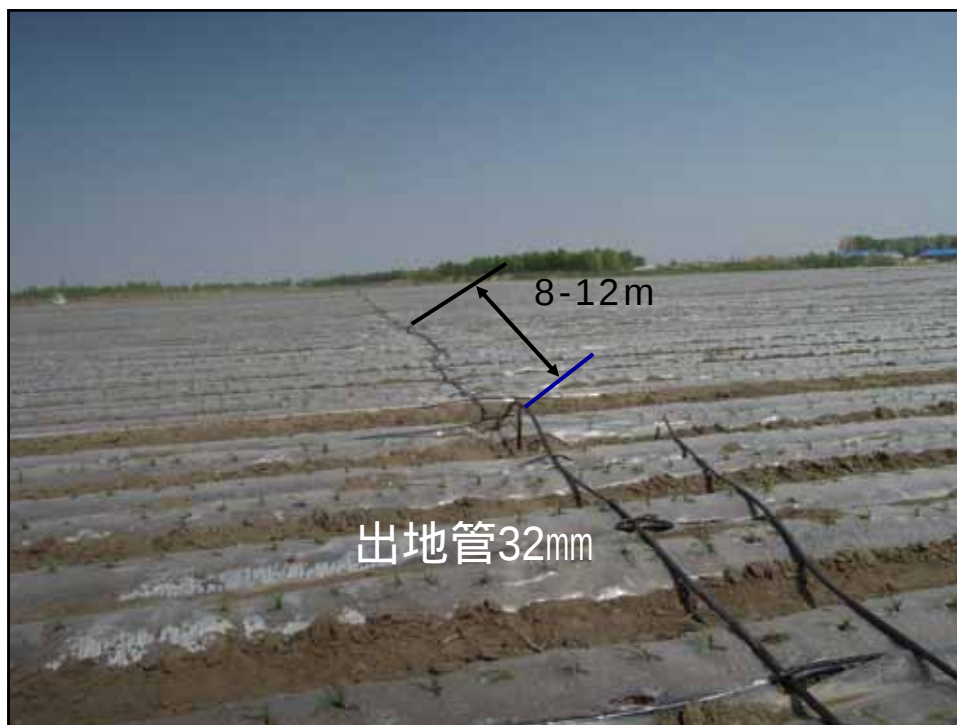


薄壁支管+辅管+滴灌带模式









内蒙古赤峰2010年工程模式

- ❑ 干管地埋，每亩1.7米PVC干管（D80软带）
- ❑ 涂塑软带分干管63薄壁支管+32辅管+边缝式滴管带
- ❑ 亩投资420-500元



内蒙古赤峰2011年工程模式

- ❑ 干管、分干管地埋（支管轮灌、辅管轮灌）
- ❑ 亩均7-9米地埋管
- ❑ 滴灌带：全新材料边缝式滴灌带
- ❑ 亩投资：550-700元
- ❑ 实际采用辅管轮灌
- ❑ 亩均？米地埋管
- ❑ 亩投资：550-600元？



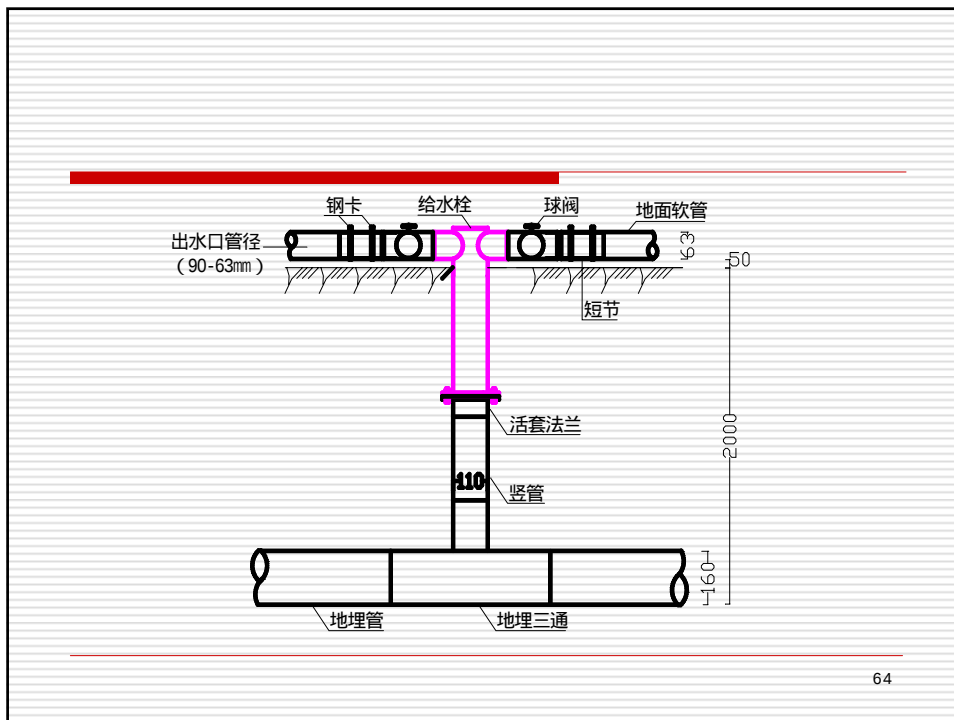
给水栓



61



62



五、滴灌带间距与种植模式

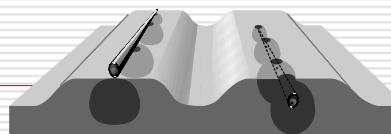
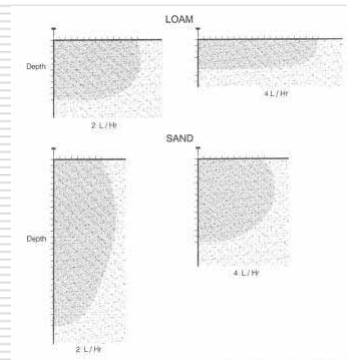
- 滴灌灌水的特点
- 适应滴灌的种植模式
- 灌溉技术的变化？→ 农业革命？





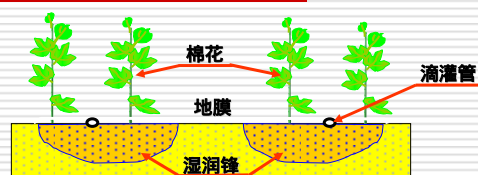
滴灌带田间布置与作物种植、土壤相互协调

- ☐ 种植密度
- ☐ 土壤
- ☐ 湿润比

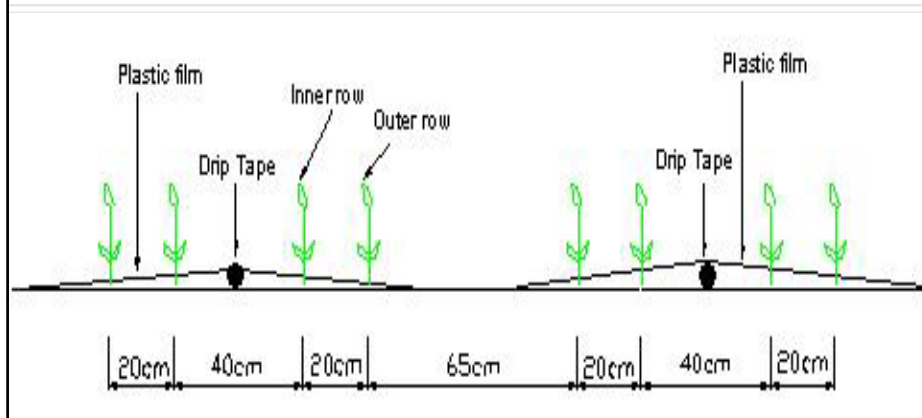


棉花：12000-14000-17000

滴管带布置与种植模式



滴管带布置与种植模式



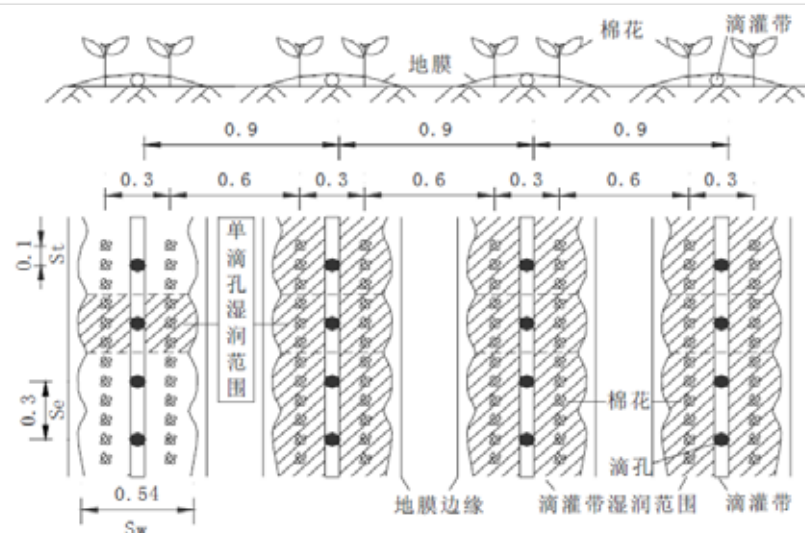


图2.2 滴灌带与作物布置简图

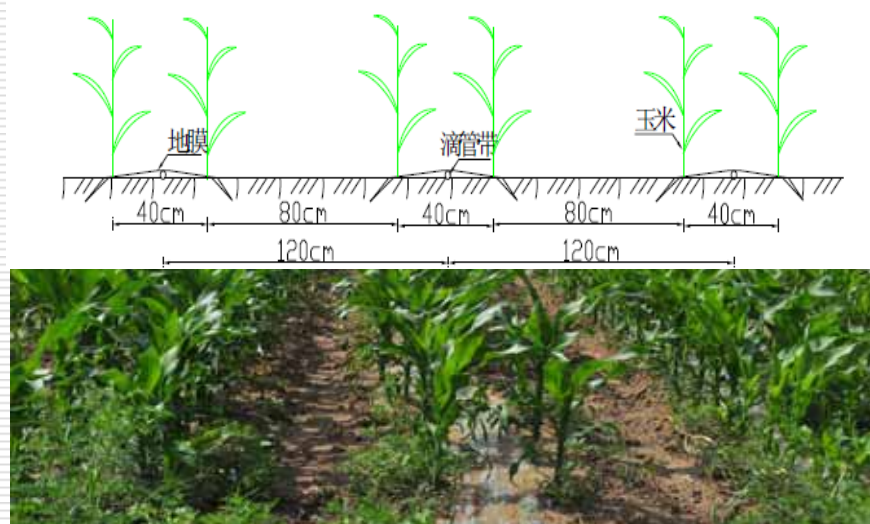
71

玉米滴灌种植模式



密度4000株左右，行距60cm

赤峰玉米膜下滴灌种植模式



吉林

植
85
种

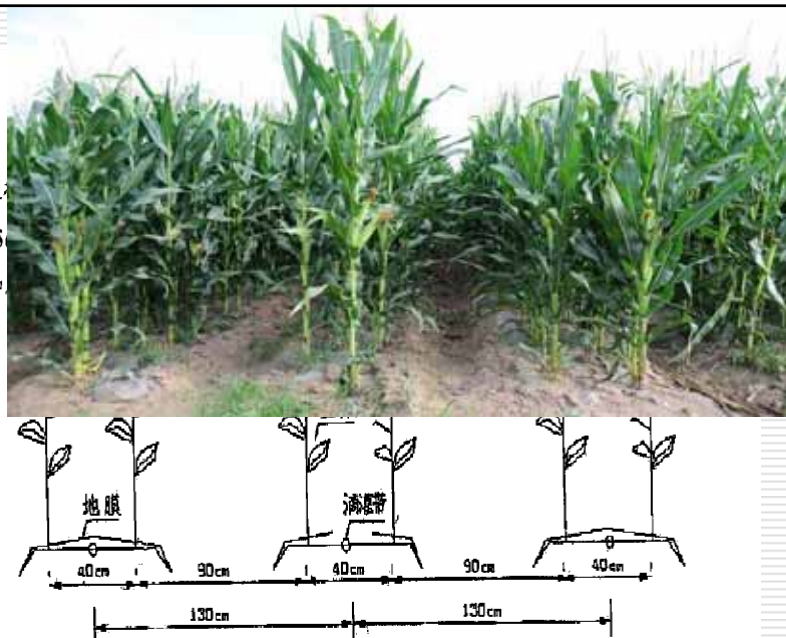


图 2-5 一膜一管大垄双行种植模式图

黑龙江部分地区玉米滴灌



4000株，株行距没有变化

75

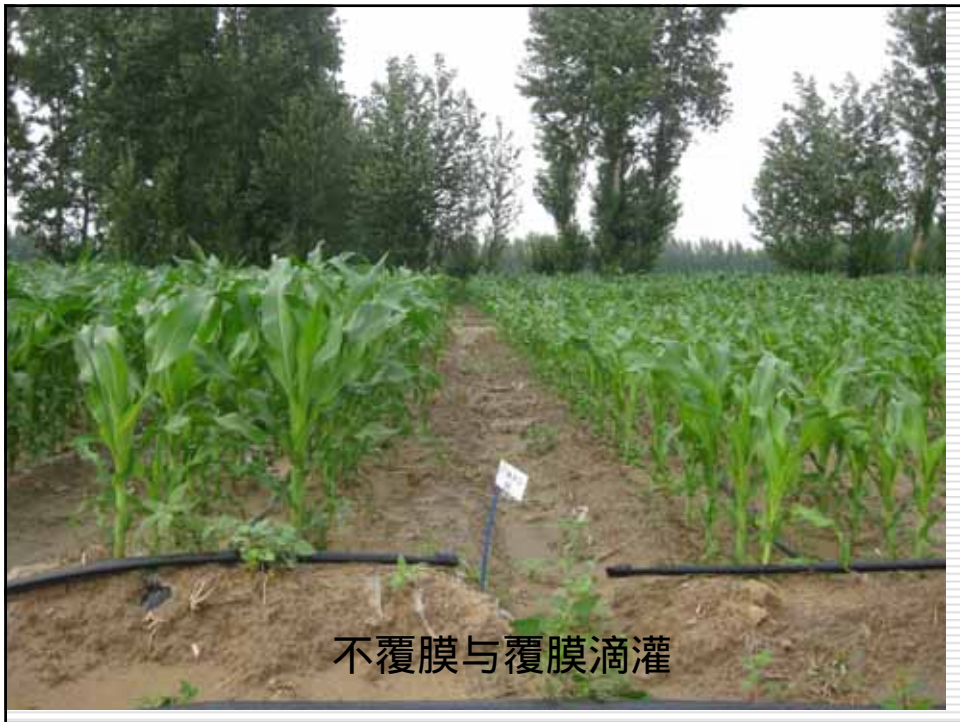
中国农业大学 翁牛特旗膜下滴灌试验 (不讲)

76

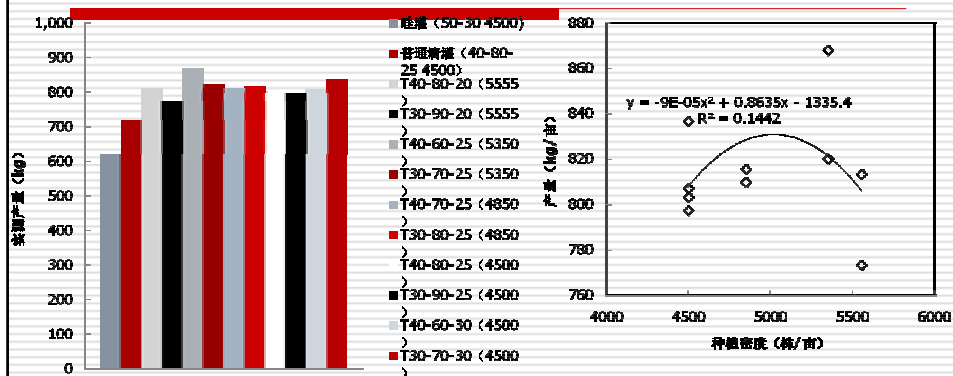
玉米膜下滴灌试验处理表（翁牛特旗）

序号	实验处理	窄行距 (cm)	宽行距 (cm)	株距 (cm)	种植密度 (株/ 公顷)	种植密度 (株/亩	覆膜情 况
1	CK1	40	80	25	66667(66750)	4444(4500)	无地膜
2	CK2	畦灌（畦宽3米，行距0.5，株距0.3m）			66667(66750)	4444(4500)	
3	T30-70-30	30	70	30	66667(66750)	4444(4500)	黑白地膜
4	T40-60-30	40	60	30	66667(66750)	4444(4500)	黑白地膜
5	T30-90-25	30	90	25	66667(66750)	4444(4500)	黑白地膜
6	T40-80-25	40	80	25	66667(66750)	4444(4500)	黑白地膜
7	T30-80-25	30	80	25	72727(72750)	4848(4850)	黑白地膜

序号	实验处理	窄行距 (cm)	宽行距 (cm)	株距 (cm)	种植密度 (株/公顷)	种植密度 (株/亩	覆膜 情况
8	T40-70-25	40	70	25	72727(72750)	4848(4850)	黑白地膜
9	T30-70-25	30	70	25	80000(80250)	5333(5350)	黑白地膜
10	T40-60-25	40	60	25	80000(80250)	5333(5350)	黑白地膜
11	T30-90-20	30	90	20	83333(83325)	5556(5555)	黑白地膜
12	T40-80-20	40	80	20	83333(83325)	5556(5555)	黑白地膜

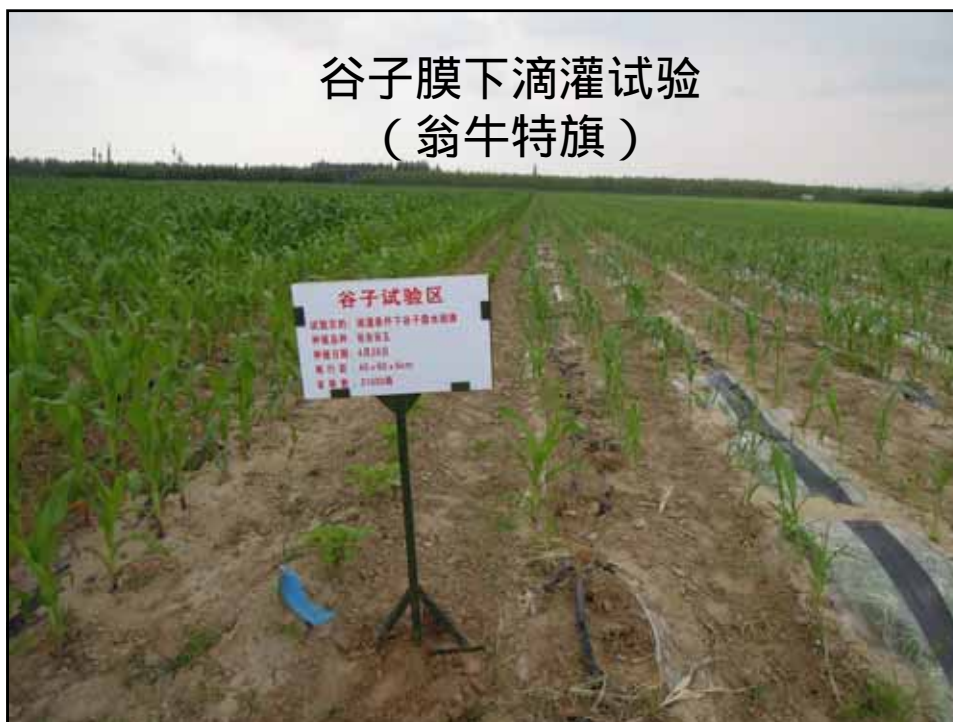


实测产量



同种植密度下，滴灌的产量要高于畦灌；膜下滴灌的产量要高于普通不覆膜滴灌。最适宜的种植密度为5350株/亩。

谷子膜下滴灌试验 (翁牛特旗)



辣椒膜下滴灌试验 (翁牛特旗)

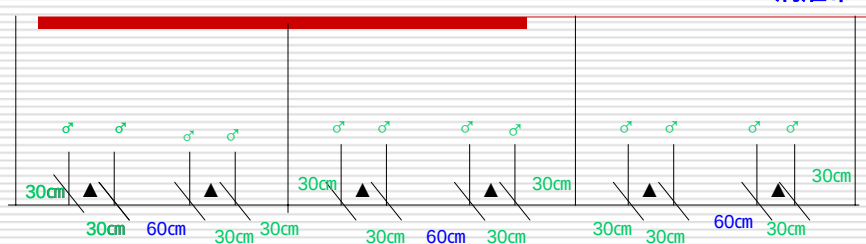


甜菜宽膜宽窄行滴灌示意图

注明：

♂：甜菜苗

▲：滴灌带



地膜规格：1.4米

行 距：行距30cm+60cm宽窄行（或45+45cm等行距），株距23cm，

理论株数：6500株

毛管配置：一膜4行两带

另种为1.8米宽膜,播幅6米，一机三膜，一膜四行二带，50cm等行距，株距为16.6cm



甜菜密植

- 行株距配置
- $50 \times 15.5\text{cm}$
- 行距 ($35 + 60$) , 株距 20cm
- 亩理论株数达到8000株、保苗株数达6400株。

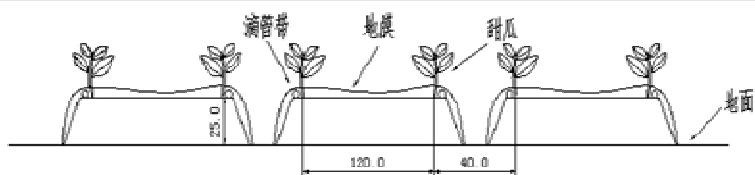




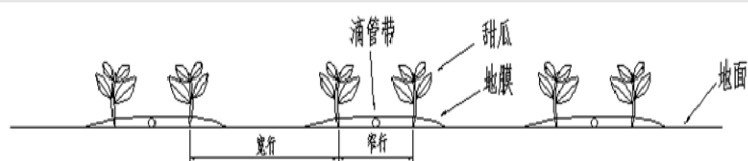


甜瓜膜下滴灌适宜的种植模式和植株密度 (中国农业大学 甘肃石羊河)

试验处理	株距 (cm)	窄行 (cm)	宽行距 (cm)	理论种植密度 (株·hm ⁻²)	是否 起垄	一条滴管带控 制作物行数
CK	50	40	120	25020	是	1
T50-40-120	50	40	120	25020	否	2
T50-30-120	50	30	120	26685	否	2
T40-40-120	40	40	120	31260	否	2
T40-30-120	40	30	120	33345	否	2
T30-40-120	30	40	120	41685	否	2
T30-30-120	30	30	120	44460	否	2
T50-40-100	50	40	100	28590	否	2
T50-40-80	50	40	80	33345	否	2



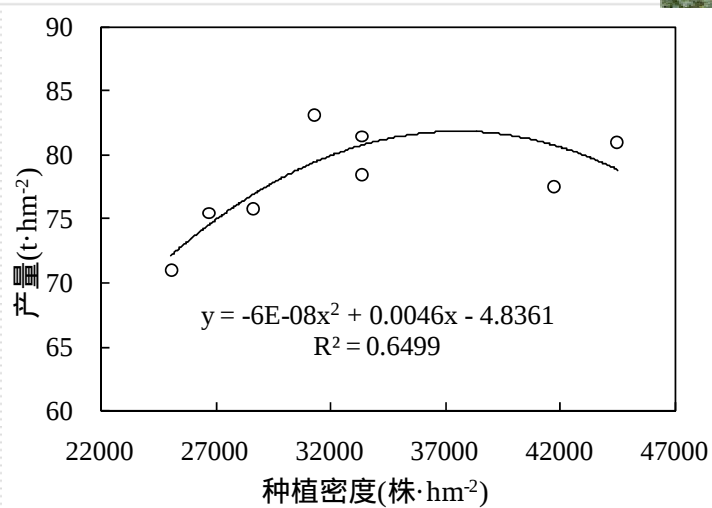
(a) CK小区甜瓜种植方式和滴灌带、地膜布置



(b) 其它小区甜瓜种植方式和滴灌带、地膜布置

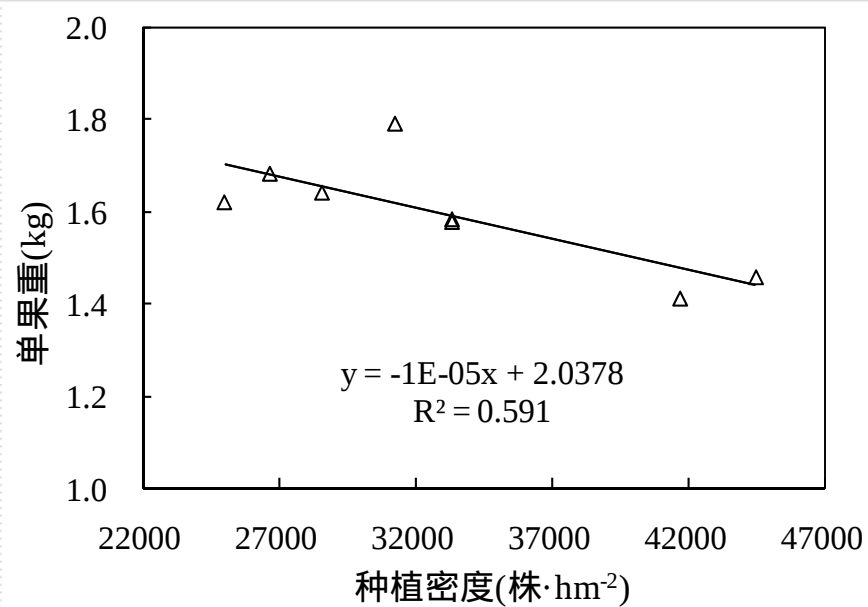


产量与种植密度的关系



95

单果重与种植密度的关系



六、管网水力学计算

□ 灌水单元--支、毛管

□ 干管

□ 水泵

97

水头损失计算公式

管 材		摩阻系 数	流量指 数	管径指 数
硬 塑 料 管		0.464	1.77	4.77
微灌用聚乙 烯管	$D > 8 \text{ mm}$	0.505	1.75	4.75

$$h_f = f \cdot \frac{Q_g^m}{D^b} \cdot L \cdot F$$

h_f —管道沿程水头损失，m；

f —摩阻系数；

Q_g —管道流量，L/h

D —管道内径，mm；

L —管道长度，m；

m —流量指数；

b —管径指数； F -多口系数。

1、灌水单元（支毛管）水力计算

确定：

- 毛管的长度
- 支管的直径

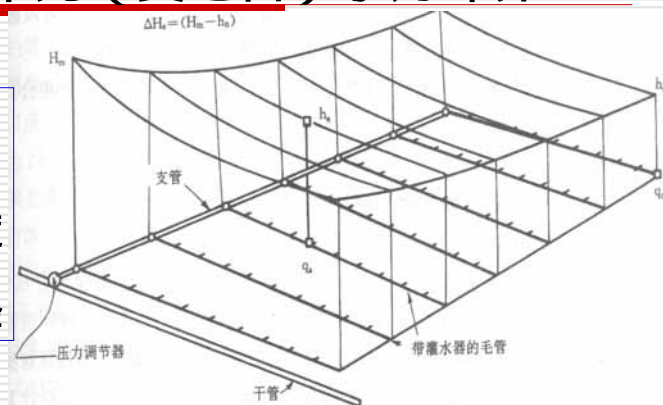


图 4-28 灌水小区的压力水头分布图

ΔH_s —容许压力水头变化； H_m —支管进口压力水头； h_m —产生满足设计均匀度所要求的 q_s 的压力水头； h_s —产生 q_s 的压力水头； q_s —平均或设计灌水器流量； q_m —最小灌水器流量

（1）允许的最大水头差确定：

小区内最大水头与最小水头：

$$h_{\max} = (1 + 0.65 q_v)^{\frac{1}{x}} h_d$$

$$h_{\min} = (1 - 0.35 q_v)^{\frac{1}{x}} h_d$$

允许的最大水头差 $\Delta h_{\max} = h_{\max} - h_{\min}$

式中： h_d - 灌水器设计工作水头
 x - 灌水器流态指数

灌水器的流量与压力关系

□ 微灌灌水器的流量与压力关系用下式表示：

$$q = k \cdot h^x$$

q—灌水器流量；

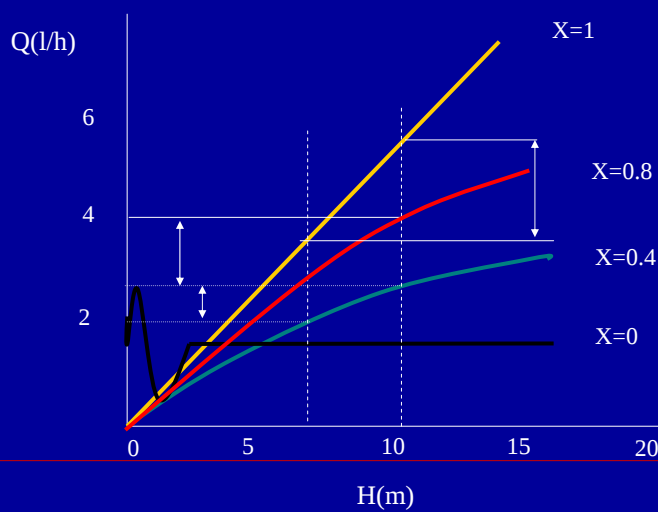
h—工作水头；

k—流量指数；

x—流态指数。

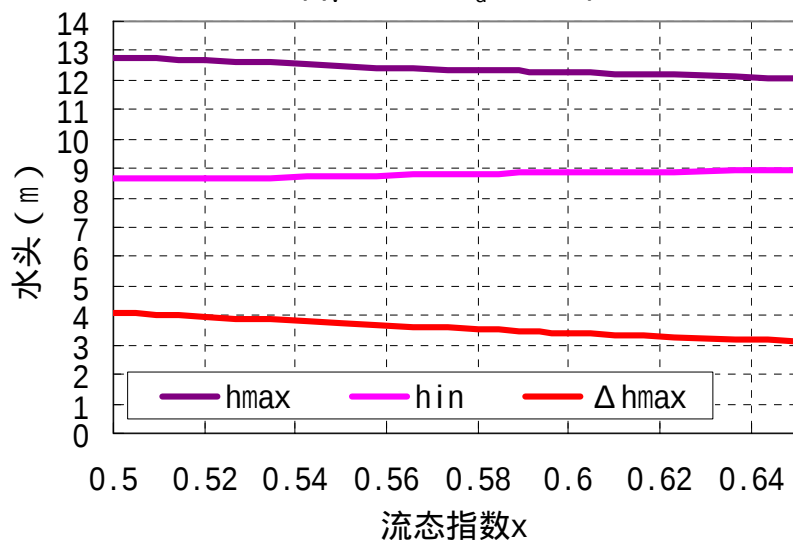
101

流态指数对灌水器流量变化的影响



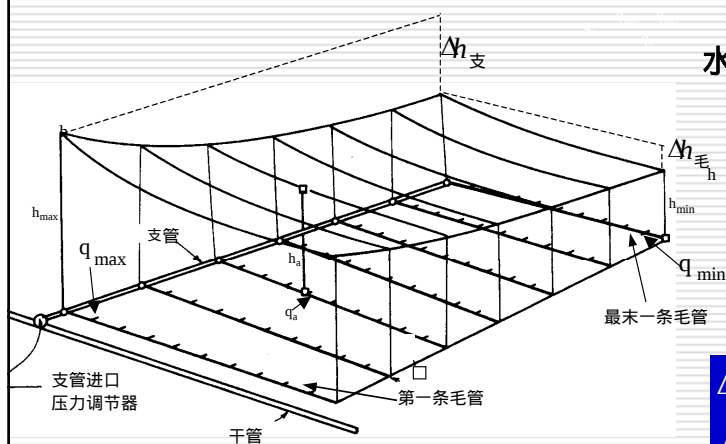
102

不同流态指数 x 对灌水小区最大水头偏差的影响
($q_v=0.2$ $h_d=10\text{m}$)



(2) 小区内水头差的分配

水头差分配方法：



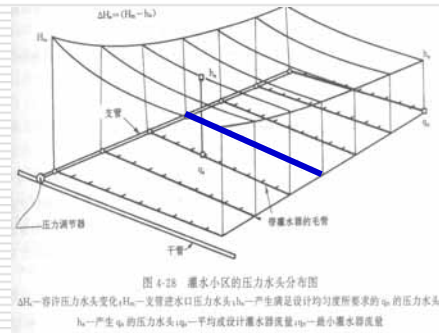
$$\Delta h_{\text{毛}} = 0.5 \Delta h_{\text{max}}$$

$$\Delta h_{\text{支}} = 0.5 \Delta h_{\text{max}}$$

(3) 毛管允许的最大铺设长度

□ 方法：

- 试算法：假定一种毛管长度，布置支毛管，假定支管直径，计算小区的水头偏差，使其在允许的水头偏差范围内。



- 也可以采用公式

105

$$h_f = k \times 0.505 \times \frac{Q_{\text{毛}}^{1.75}}{d_{\text{内}}^{4.75}} \times L \leq \Delta h_{\text{毛}}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} N_m = INT \left(\frac{5.446 \Delta h_{\text{毛}} d_{\text{内}}^{4.75}}{k S q^{1.75}} \right)^{0.364} \\ L_m = S(N_m - 1) + S_0 \end{array} \right.$$

注：平地

106

毛管（滴管带）允许的最大铺设长度

流态指数x	滴头流量q (L/h)					
	1.38	1.8	2	2.4	2.7	3
0.5	100	85	79	71	65	61
0.55	97	82	76	68	63	59
0.6	93	79	74	66	61	57

$$q_v = 0.2, h_d = 10\text{ m}, d_{\text{内}} = 15.5\text{mm}, S = 0.3\text{m}$$

注：1、平地；2、毛管实际铺设长度根据地块调整确定；

107

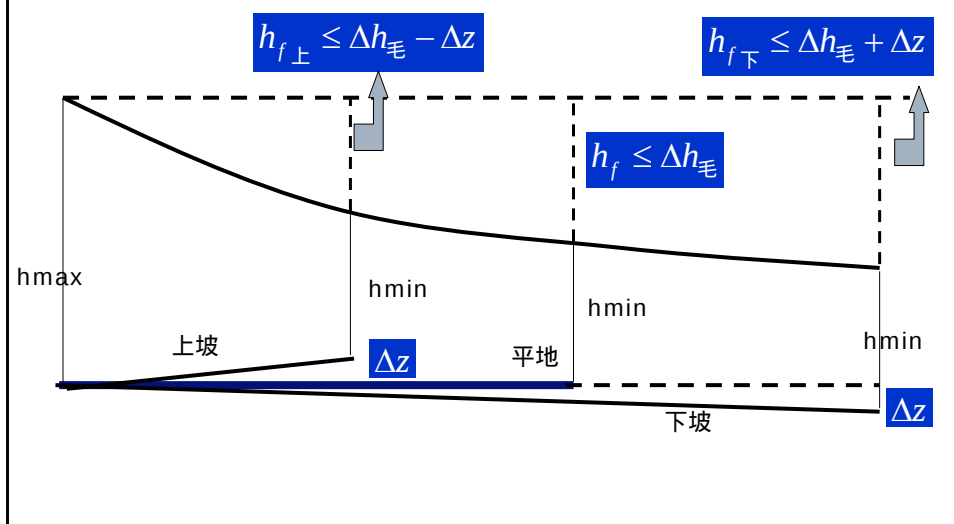
滴头工作水头对滴管带铺设长度的影响

滴头 工作水头 m	滴头流量q (L/h)					
	1.38	1.8	2	2.4	2.7	3
10	100	85	79	71	65	61
7	88	75	70	62	57	54

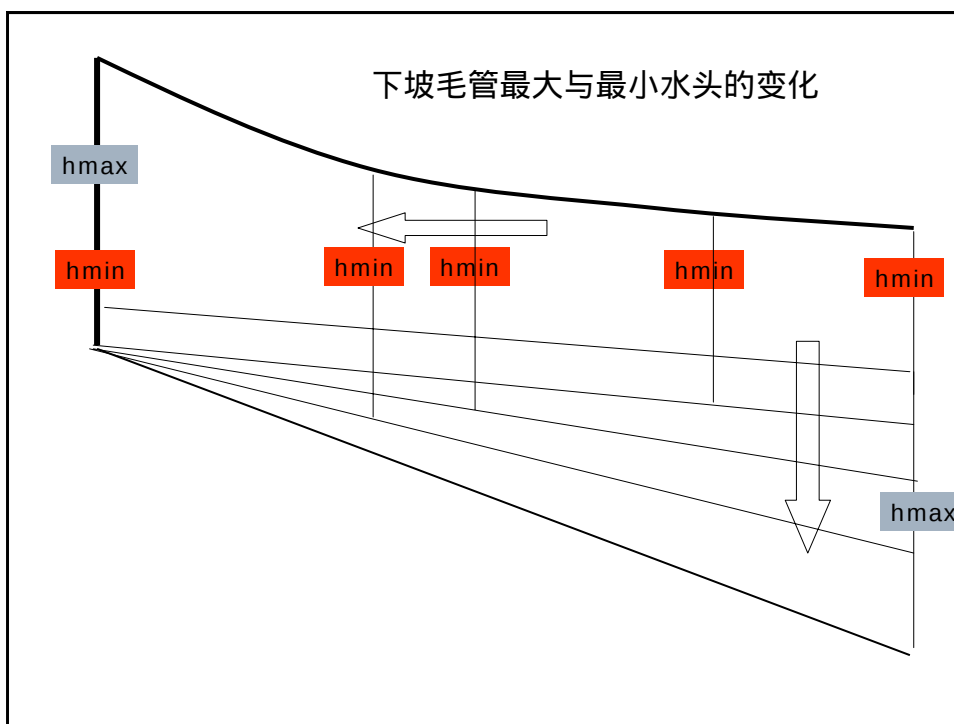
$$q_v = 0.2, d_{\text{内}} = 15.5\text{mm}, S = 0.3\text{m}$$

108

滴管带或毛管允许的水头损失



下坡毛管最大与最小水头的变化



(4) 微灌支管水力计算

- 假定支管管径，计算其水头损失
- 水头损失等于或接近于允许的支管最大水头损失时的支管管径就是恰当的支管管径

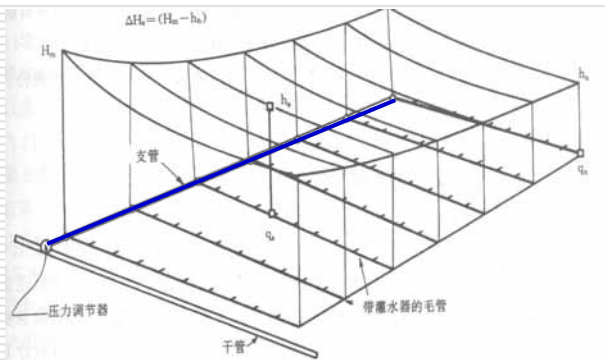


图 4-28 灌水小区的压力水头分布图

ΔH_1 —容许压力水头变化; H_m —支管进水口压力水头; h_n —产生满足设计均匀度所要求的 q_n 的压力水头;
 h_n —产生 q_n 的压力水头; q_n —平均或设计灌水器流量; q_0 —最小灌水器流量

111

灌水小区或轮灌组的大小

- 取决于水泵流量的大小与轮灌方式，轮灌组的流量一定要与水泵流量相匹配。
- 支管轮灌
 - 一条支管一个轮灌组
 - 一个给水栓（两条支管）一个轮灌组
 - 两个给水栓一个轮灌组
- 付管轮灌
 - 不同支管上的多条付管一个轮灌组



2、微灌干管计算

□ 当 $Q < 120 \text{ m}^3/\text{h}$

$$D = 13\sqrt{Q}$$

□ 当 $Q > 120 \text{ m}^3/\text{h}$

$$D = 11.5\sqrt{Q}$$

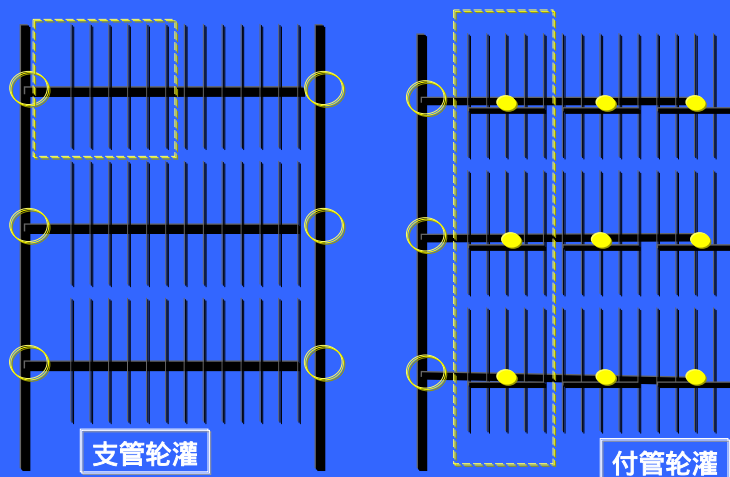
Q-管道内的流量, m^3/h ;

D-管道内径, mm。

经济管径法-水头偏差调整

113

支管轮灌与付管轮灌均匀度控制



调整干管直径或安装调压装置, 使轮灌组的流量偏差满足要求





系统设计水头

□ 应在最不利轮灌组条件下按下式计算

$$H = Z_p - Z_b + h_0 + \sum h_f + \sum h_j$$

H —微灌系统设计水头，m；

Z_p —典型灌水小区管网进口的高程，m；

Z_b —水源的设计水位，m；

h_0 —典型灌水小区进口设计水头，m；

$\sum h_f$ —系统进口至典型灌水小区进口的管道沿程水头损失（含首部枢纽沿程水头损失），m；

$\sum h_j$ —系统进口至典型灌水小区进口的管道局部水头损失（含首部枢纽局部水头损失），m。

119

水泵扬程确定与节点的压力均衡

□ 微灌管网应进行节点压力均衡计算。

□ 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。

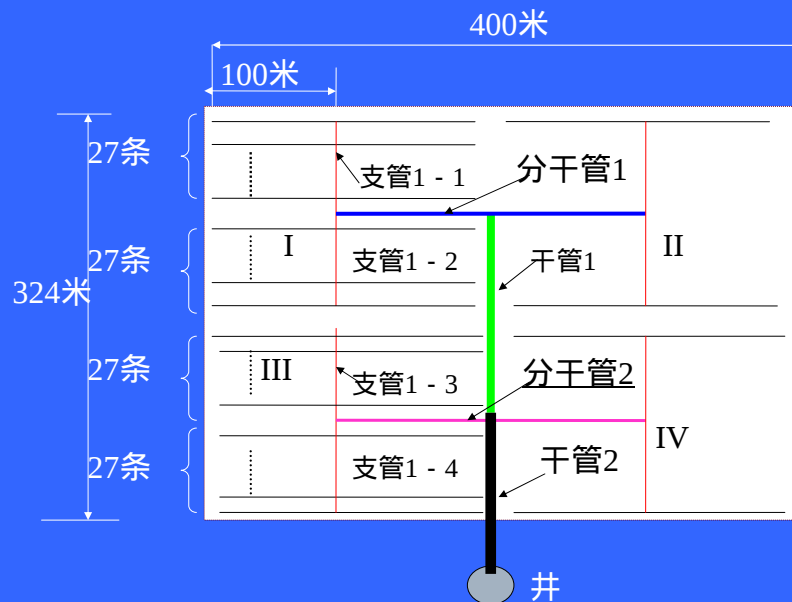
■ 通过调整部分管段直径，应使各管线对该节点的水头要求一致，

■ 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。

■ 从同一节点取水的各条管线分为若干轮灌组时，各组运行时节点的压力状况均应计算

120

方法：（反算其他轮灌）



七、设备选择

1. 施肥（药）装置的下游应设置过滤器，
2. 施肥（药）装置的上游应设置防回流装置。
3. 在过滤器进出口安装压力测量装置。

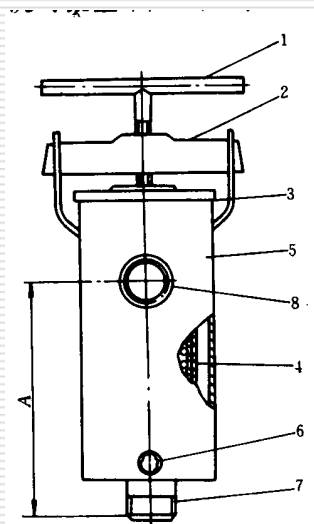
过滤器选择

分类

- 筛网过滤器
- 水砂分离器
- 砂石过滤器
- 叠片过滤器

123

筛网过滤器



过滤器

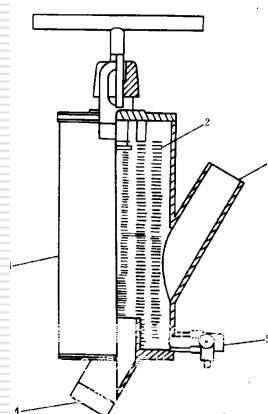
过滤器 - 过滤器 - 过滤器 - 过滤器 - 过滤器

124

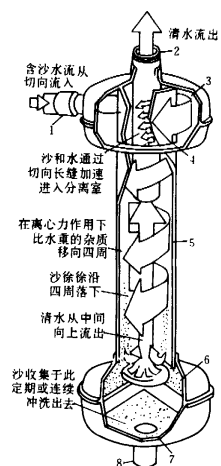
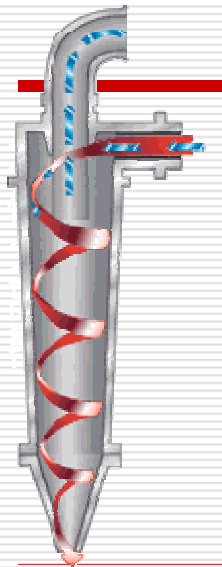


5

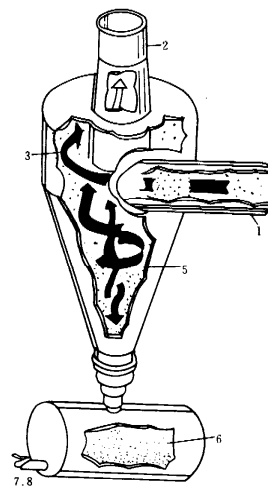
叠片过滤器



水砂分离器



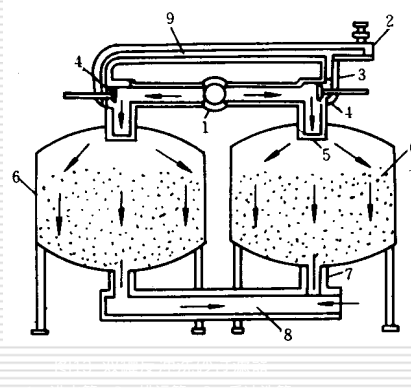
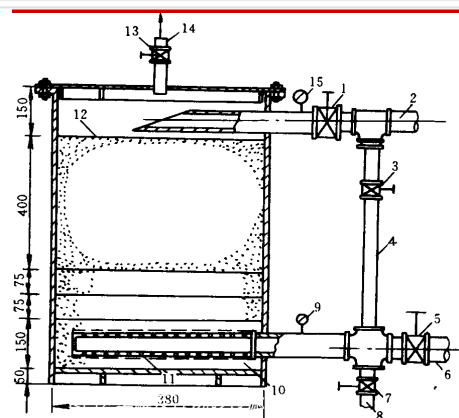
(a)



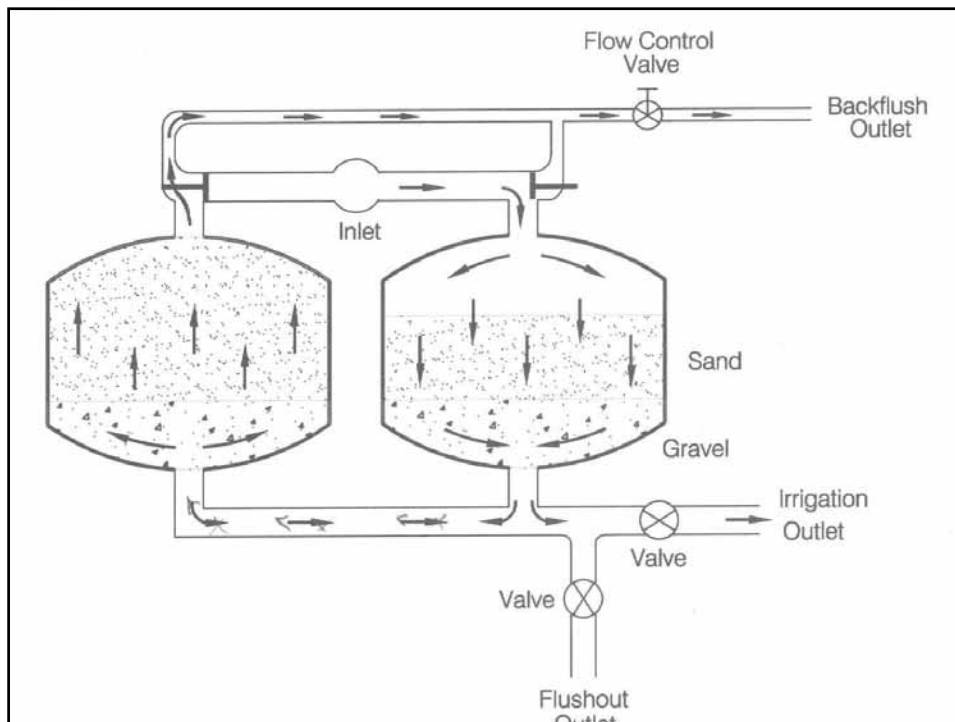
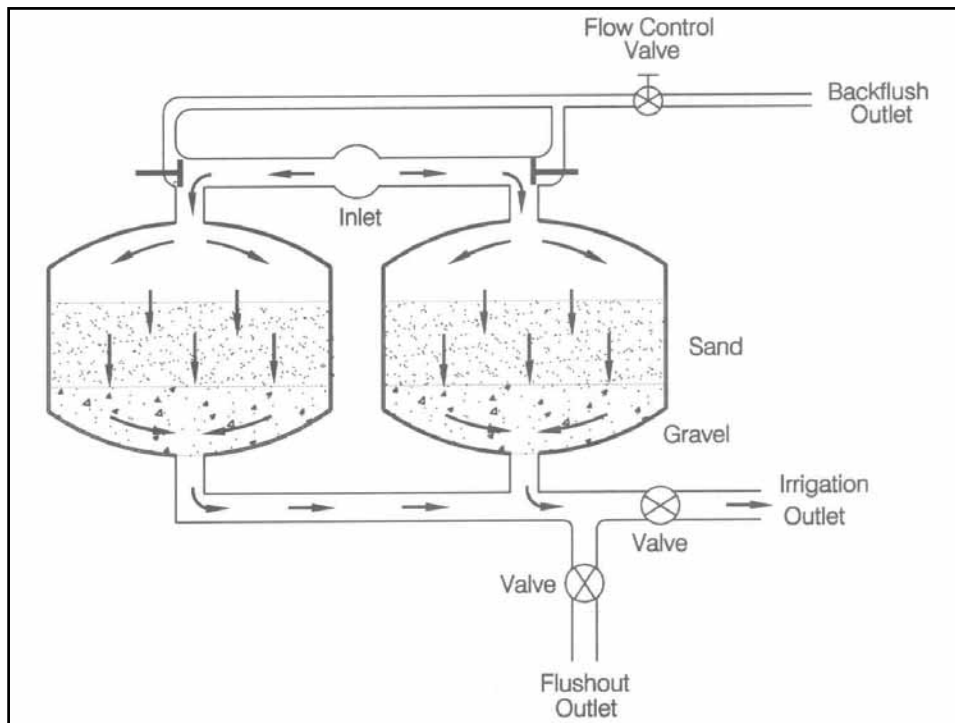
(b)

127

沙石过滤器



128





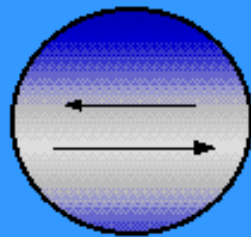
131



132



过滤器目数的选择



Emitter orifice
500 micrometers

Fine sand Silt Clay



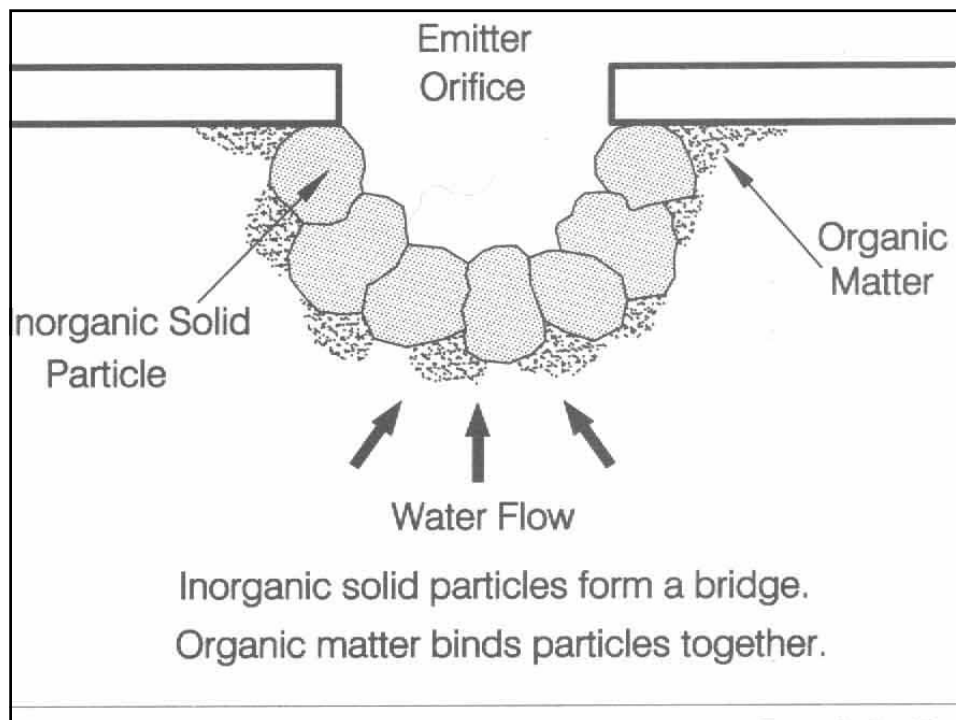
100 mesh
150 micrometers



150 mesh
100 micrometers



200 mesh
75 micrometers



滴头流道大小与过滤器 过滤介质孔径的关系

□ 滴灌：10/1

□ 微喷灌：7/1

137



138



首部枢纽安装



首部枢纽安装



141



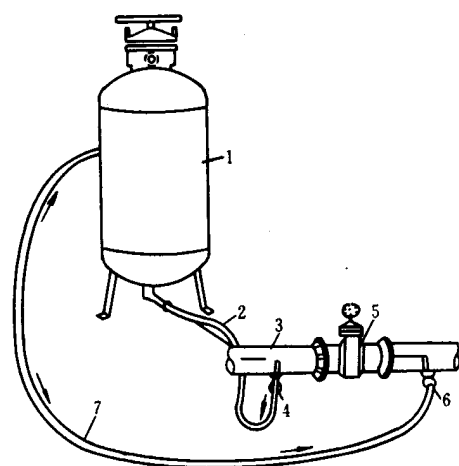
142



143

施肥装置选择

144

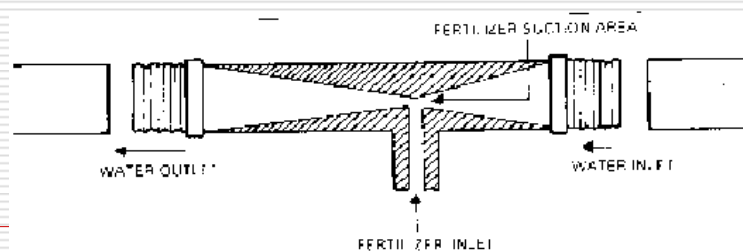


压差式施肥罐

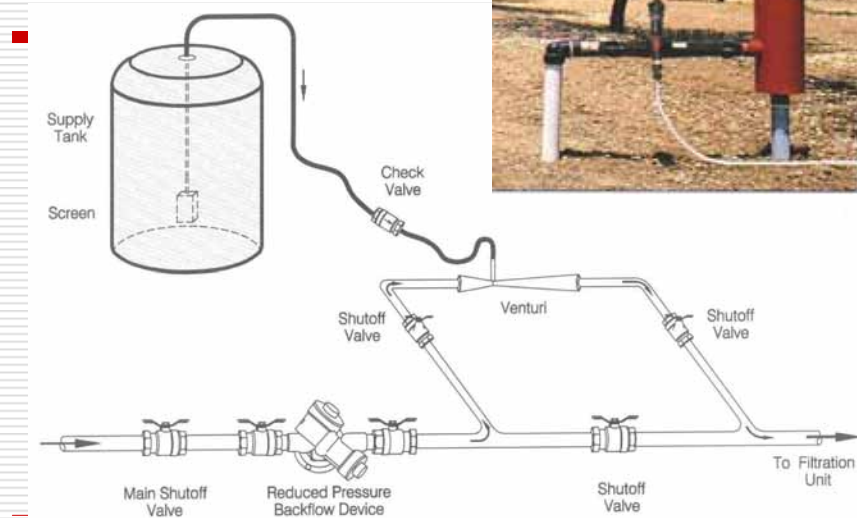
145

文丘里注肥技术

- 文丘里注入器与储液箱配套组成一套施肥装置，利用文丘里管或射流器产生的局部负压，将肥料原液或pH值调节液吸入灌溉水管中。

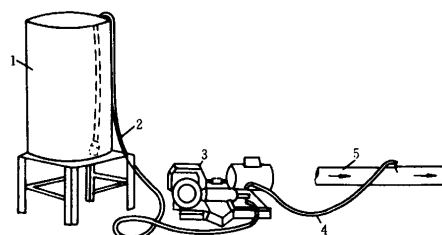
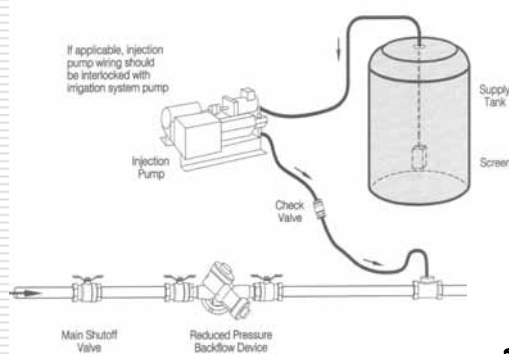


文丘里注肥技术



147

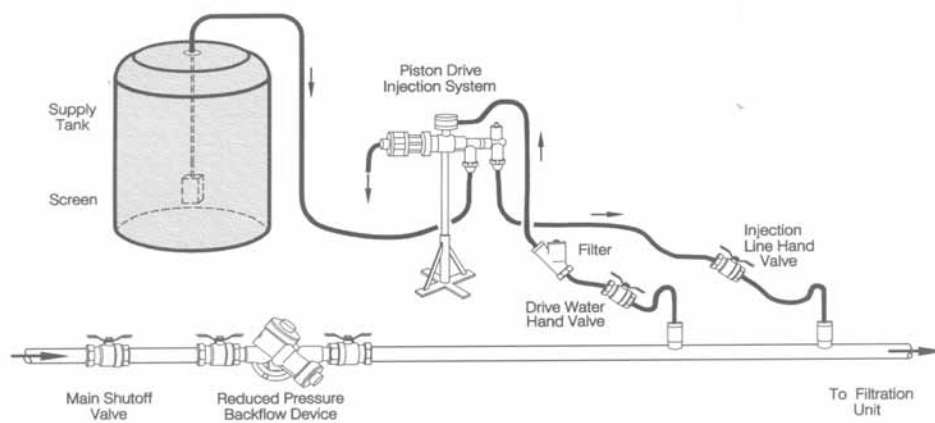
电力驱动注射泵技术



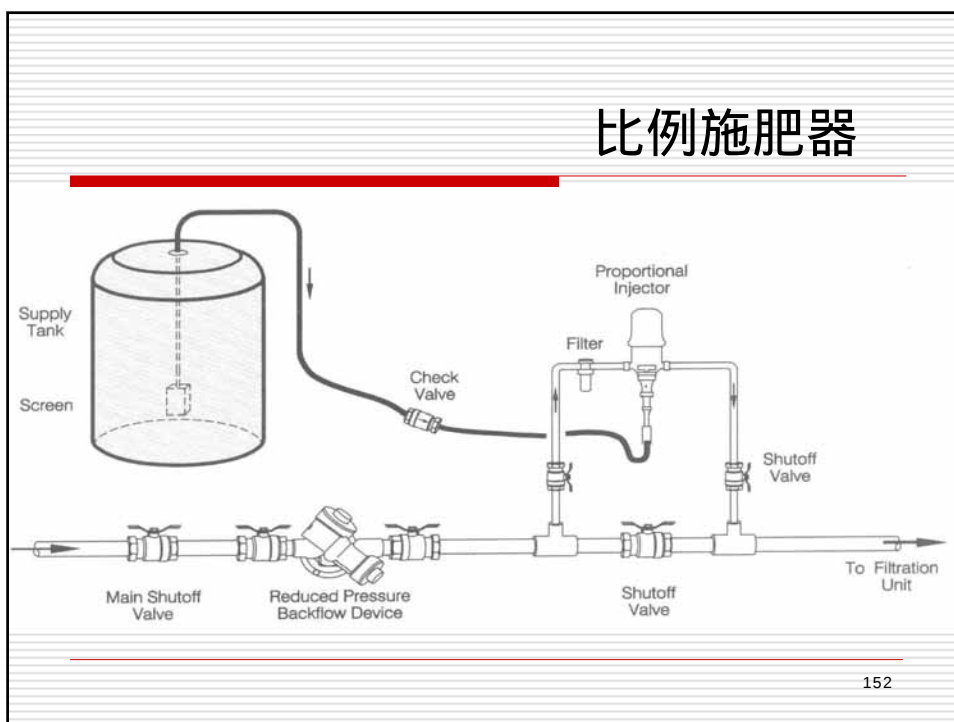
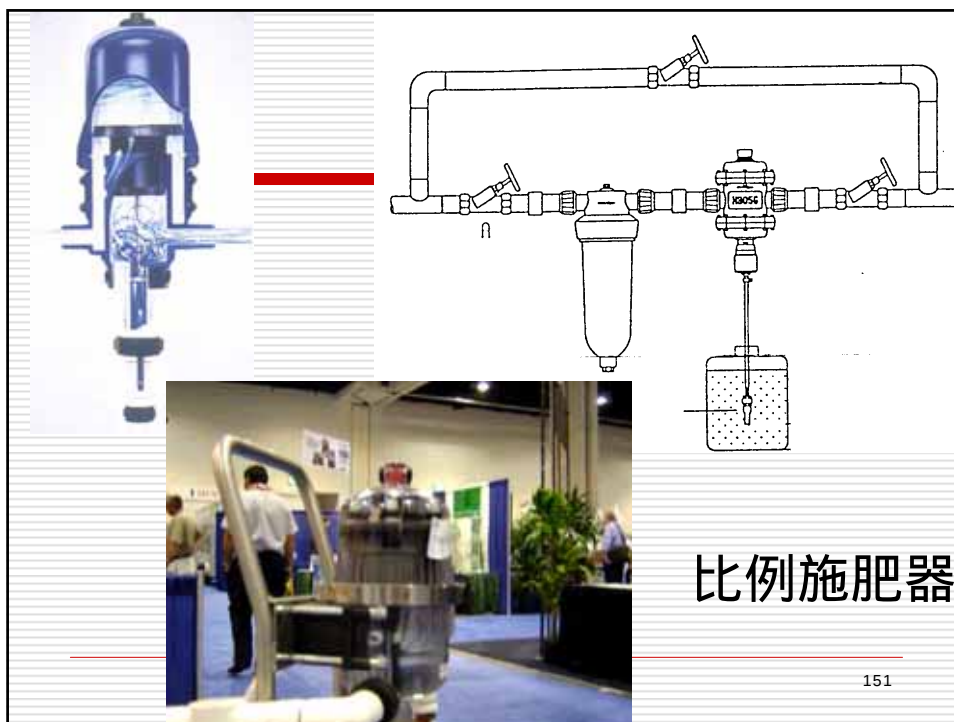
水力驱动施肥装置



149



150



自动注肥系统

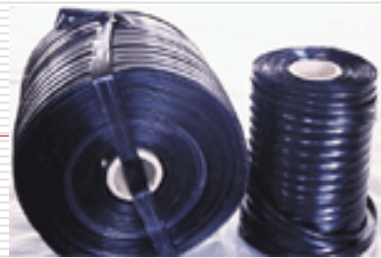


153





滴灌带选择



新疆、乌兰察布、赤峰

滴灌带质量问题

- 据全国调查，滴灌带爆管漏水、灌水不均匀现象还是不容忽视的，有些地方，由于产品质量的问题，已经严重挫伤了农民使用微灌的积极性。

157

滴灌带质量问题

- 2008年，仅新疆市场就有78家生产企业的滴灌带产品为不合格产品；
- 2009年，新疆266家生产企业生产的261个批次的滴灌带产品抽查合格率为81.22%；
- 2010年，新疆297家生产企业生产的297个批次的滴灌带产品总体监督检查合格率为79.64%。

158

滴灌带质量问题

- 2011年7月4日，新疆质量技术监督局抽查354家单翼迷宫式滴灌带生产企业的355批次样品，合格190批次。
- 全区合格率仅53.3%，产品质量合格率的大幅下滑，导致农民投诉和质量纠纷率加大，2011年已有10多起农民投诉案件发生，有2起由公安部门介入，追究生产者法律责任。

159

滴灌带质量问题

- 灌带产品质量主要不合格项目集中在**拉伸性能、流量均匀性、抗堵塞性能、炭黑含量、耐压、壁厚极限偏差和内径**等规格尺寸方面。
- 其中**拉伸性能和流量均匀性和内压**不合格的情况尤为严重。

160

滴灌带质量问题

□ 流量均匀度不合格：

- 会造成作物得到的水量不均匀。
- 造成该项不合格的主要原因是生产企业的生产设备、模具不够规范，加上生产工艺控制的不严，造成生产出的滴灌带成型不规则、质量不稳定。

□ 拉伸性能不合格：

- 会造成铺设过程中滴灌带迷宫变形，造成流量不均或不出水，甚至使产品断裂，影响使用。
- 造成该项不合格的主要原因是部分企业技术不过关，对原料的性能并不能完全掌握。

□ 抗堵塞性能不合格：

- 会出现滴头堵死现象，造成农作物得不到所需水分，无法正常生长。

161

滴灌带质量问题

□ 炭黑含量指标：决定了滴灌带的抗紫外线性能。

- 炭黑含量过低：不仅会使产品的老化时间缩短，容易造成滴灌带过早老化破裂，还会影响到产品的透光率性能，透过率增强会使滴灌带中的灌溉水容易滋生微生物，从而造成滴灌带流道迷宫堵死；
- 炭黑含量过高：会使聚烯烃分子链形成断裂，容易发生热老化，并且降低了材料强度，加速了滴灌带老化破裂。

162

滴灌带质量问题

- ❑ 微灌工程应选用经过法定检测机构检测合格或通过认证机构认证的材料与设备，严格进行现场验收检测。
- ❑ 内蒙古乌兰察布开始两年拒绝使用边缝式滴灌带。

163

滴灌带质量问题



八、系统试运行测定参数与验收指标

1. 在设计工况下，实测各轮灌组的流量，按下式计算各轮灌组灌水器的平均流量：

$$\bar{q} = \frac{Q_{\text{轮}}}{n}$$

式中 $\bar{q}$ — 灌水器平均流量，L/h；
 $Q_{\text{轮}}$ — 实测的轮灌组流量，L/h；
 n — 轮灌组内灌水器的个数

轮灌组流量和灌水器流量的实测平均值与设计值的偏差不宜大于15%，

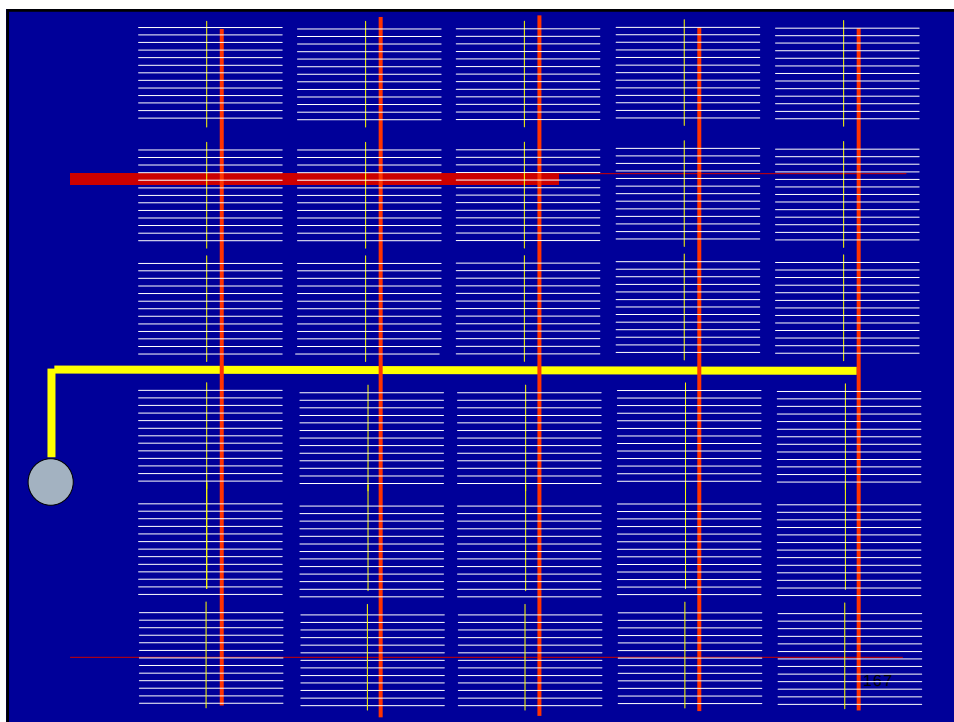
165

八、系统试运行测定参数与验收指标

2. 实测各轮灌组的灌水器流量。

- 所测的灌水器应分布在同一轮灌组干管上、中和下游的支管上，并处于支管的最大、最小压力毛管上，且分布在以上每条毛管的上、中和下游。

166



八、系统试运行测定参数与验收指标

按下式计算灌水均匀系数：

$$C_u = 1 - \frac{\overline{\Delta q}}{\bar{q}} \quad \overline{\Delta q} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |q_i - \bar{q}|$$

C_u —灌水均匀系数；

$\overline{\Delta q}$ —灌水器流量的平均偏差，L/h；

q_i —田间实测的各灌水器流量，L/h；

$\bar{q}$ —田间实测的各灌水器流量的平均值，L/h；

n —所测的灌水器个数。

微灌系统的灌水均匀系数不宜小于0.8。



联合国粮农组织朝鲜项目



设计原因造成毛管首末段出水流量相差很大，致使农民在滴头旁打孔



均匀度达不到50 %

171

九、小麦滴灌



172

中国农业大学李光永团队试验结果 (2009-2010, 2010-2011, 北京)

	平均产量 (公斤/亩)	
年份	2010	2011
滴灌	494	748
畦灌	409	501
滴灌相对畦灌增产 (%)	20.8	49.3

灌溉定额：滴灌200方/亩，畦灌250方/亩。滴灌相对畦灌节水20%

小麦滴灌灌溉制度 (2010-2011年度中国农业大学试验结果)

灌水次数	冬灌	1	2	3	4	5	6	7	总灌水量 (方/亩)
灌水日期	11月2日	3月26日	4月6日	4月18日	5月1日	5月15日	5月24日	6月1日	
滴灌	30	5	25	20	30	30	30	30	200
畦灌	60	0	70	0	60	0	60	0	250

中国农业大学试验结果							
	重复	成穗数 (万/亩)	穗粒数 (粒)	千粒重 (克)	产量 (公斤/ 亩)	实际产 量(公 斤/亩)	均值
滴灌	1	44	47.6	39.76	833	708	748
	2	47	46	40.45	875	743	
	3	47	45	44.13	933	793	
畦灌	1	35	48.8	37.42	639	543	479
	2	36	41.9	30.78	542	395	
	3	38	42.1	36.7	587	499	



不同地下滴灌模式试验
(海拉尔农垦：特尼河和三河马场)

十、其他问题

- 进排气阀-负压吸泥出水口堵塞现象
- 管道埋深与排水井
- 滴管带灼伤及其预防
- 自动化与信息化

177



现象与后果



现象与后果



现象与后果



原因

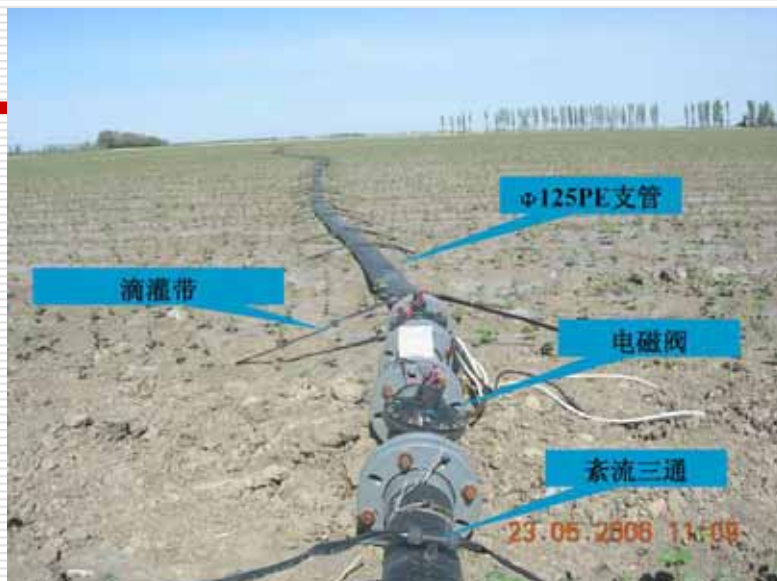


滴管带灼伤 防止措施

- ❑ 铺设滴灌带时用土压紧压实地膜，使地膜尽量贴近滴灌带。
- ❑ 浅埋，并安装进排气阀



自动化与信息化



第二讲 典型工程设计

- 一、滴灌工程设计步骤
- 二、各地典型工程设计存在的问题
- 三、典型设计案例

187

一、滴灌系统设计步骤

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1. 基本资料 | 8. 轮灌组划分 |
| 2. 系统设计参数确定 | 9. 水力计算 |
| 3. 水量平衡计算 | 10. 水泵选型与首部枢纽设计 |
| 4. 灌水器选择与毛管布置方式 | 11. 图纸 |
| 5. 设计灌溉制度确定 | 12. 材料及工程量 |
| 6. 毛管铺设长度确定 | 13. 经济分析 |
| 7. 管网布置 | 14. 施工、管理事项 |

二、各地典型设计存在的主要问题

189

1、基本资料不全，过于简单，雷同

□ 应收集一下资料：

- 地理位置：经纬度、海拔高程。
- 地形资料：比例尺一般采用1/1000～1/5000。
- 土壤资料：质地，容重，田持，土壤盐分组成、含量。
- 作物分区：作物品种，株行距，种植方向。
- 灌溉资料：需水量试验和灌水试验资料。
- 水文资料：取水点来水系列及年内月分配资料，泥沙含量及粒径组成，水井出水量、动水位，成井工艺。
- 气象资料：逐年逐月降雨、蒸发、平均温度、湿度、日照、冻土深度。
- 社会经济状况和管理体制资料
- 现有水利设施、产量

2、典型设计的代表性不够

- 地形
 - 水泵流量
 - 控制面积
 - 工程模式（支管轮灌与辅管轮灌）
 - 种植模式
 - 作物
-

191

3、工程模式不考虑田间耕作与灌溉管理

- 出地给水栓直径与间距
 - 地形
-

192

4、主要技术参数随意选择

- ☐ 灌溉保证率
- ☐ 作物耗水强度
- ☐ 日运行小时数

193

5、水量不平衡

- ☐ 不进行水量平衡计算
- ☐ 水泵配套（流量）不满足要求

194

6、设计完整性不够，特别是水力计算过程

- ☐ 步骤不完整
- ☐ 只列出公式，没有结果
- ☐ 滴头流量前后不一致
- ☐ 参数或计算值（长度、直径）与图不吻合

195

7、轮灌组划分

- ☐ 与水泵流量不匹配
- ☐ 轮灌组间流量相差很大
- ☐ 轮灌组内部各灌水小区之间，不同轮灌组之间，流量偏差或水头偏差不能满足均匀度要求。

196

8、设备选择不严谨

- ☐ 过滤器流量，压力等级、过滤精度没有具体要求
- ☐ 过滤器前后压力表安装没有明确要求
- ☐ 没有安装水表（必须安装）

197

9、图纸不规范

- ☐ 信息量不够，只有几条简单的线条
- ☐ 无地形高程
- ☐ 管道布置、各管段长度与直径
- ☐ 灌水小区编号、流量，轮灌组编制与流量
- ☐ 排水井与检查井
- ☐ 控制阀

198

9、图纸不规范

- ☐ 缺管网结构中主要部位连接方式
- ☐ 缺技术参数表
- ☐ 缺比例、方向
- ☐ 缺说明（种植模式、水泵流量、管道材质与耐压等级。。。)
- ☐ 每张图纸必须有标题栏，必须使用标准大小的标题栏，标题栏必须采用5个签字栏：分别是：设计、校对、审核、标准审查、批准

199

三、典型设计案例

200

典型设计文本剖析

201

投资分析

□ [玉米膜下滴灌典型设计各种指标统计表](#)

课后思考：分析下面两个设计的问题

<http://www.jsgg.com.cn/Index/Display.asp?NewsID=16607>

202



谢谢大家！