

节水灌溉示范项目设计 (初步设计或实施方案)

中国农业大学
李光永

联系电话：010 - 62736273

前言

- 规范的技术设计是保证节水灌溉工程质量的基础
- 正确的设备选型是保证节水灌溉工程质量的前提
- 应注意因地制宜，克服推广中的盲目性

内 容

- 一、设计大纲
- 二、节水灌溉工程技术方案选型
- 三、节水灌溉工程技术设计
- 四、投资概算
- 五、经济效益分析

一、设计大纲

1. 工程概述或综合说明

2. 项目区概况

2.1 项目区域范围

2.2 自然地理与水文气象

2.3 社会经济状况

2.4 土地利用及节水灌溉现状

2.5 存在问题

设计大纲

3. 项目建设的必要性

4. 灌溉水源与水供需分析

4.1 项目区现状水供需平衡分析

4.2 项目建成后灌溉水供需平衡分析

4.3 灌溉水质分析

设计大纲

5. 建设内容

5.1 建设目标

5.2 建设内容

6. 工程技术方案设计

6.2 设计依据

6.3 工程节水技术方案选型

6.4 工程技术设计

6.5 工程量

设计大纲

7. 施工组织设计

- 7.1 施工条件
- 7.2 建筑材料
- 7.3 主体工程施工
- 7.4 施工总体布置
- 7.5 建设进度安排

设计大纲

8. 投资概算与资金筹措

8.1 投资概算编制说明

8.2 投资概算（投资概算表和基础价格计算）

8.3 资金筹措

设计大纲

9. 经济效益分析

9.1 经济效益分析

9.2 生态环境效益分析

9.3 社会环境效益分析

10. 经济评价

10.1 国民经济评价

10.2 工程年费用分析

10.3 综合评价

设计大纲

11. 建设组织与管理

11.1 组织机构

11.2 项目实施方式

11.3 建设管理和责任分工

12. 项目建后管护措施

12.1 管理机构设置

12.2 管理措施及办法

12.3 工程运行与维护

二、节水灌溉工程技术方案选型

- 节水灌溉是充分合理利用各种水资源，采取水利、农业、管理等技术措施，使区域内有限的水资源总体利用率最高及其效益最佳。
- 节水灌溉技术有很多种形式，分别有各自的特点和用于场合，如何选择技术模式？

二、节水灌溉工程技术方案选型

- 由于实施节水增效灌溉的地区自然、经济、社会条件千差万别，灌溉的对象也多种多样，不可能用一种固定的模式放之四海皆适用。必须遵循因地制宜的原则，依据不同地区、不同作物的不同要求，建立不同的节水工程技术模式来。

二、节水灌溉工程技术方案选型

- 从需要和可能两个方面进行技术论证，权衡利弊，因地制宜，量力而行，即不能故步自封，也不能不顾基础，盲目攀比，长官意志。
- 示范项目不同于一般的节水灌溉工程，所选用的各种节水灌溉技术，应属国内先进水平，要从系统选型、规划设计、农业种植结构调整、先进成果应用、科学用水、水费改革、人员培训、信息管理等方面体现“高质量、高效益和高科技含量”的原则。能够起到示范样板作用，以指导和带动周围地区节水灌溉的发展。

二、节水灌溉工程技术方案选型

- 考虑当地的自然、生产和社会经济条件和管理体制、群众的科技文化素质、近中期规划。
- 与用户的方便使用相结合，或与合理的管理方式相结合（国家建，集体管、农民用）

二、节水灌溉工程技术方案选型

- 我国从20世纪70年代开始发展节水灌溉，经过30多年的实践，特别是通过300个节水增产重点县建设，形成了适合我国不同类型区发展节水灌溉的工程技术模式。

（一）已形成的节水灌溉工程技术模式

1、新建井灌区节水增效灌溉 工程技术模式

- **原则**：“以水定井，统一规划，合理开采，严格管理”。
- **指导思想**：以开采有稳定可靠补给来源的浅层地下水为主，将井灌建设和节水灌溉结合起来，建设成节水型井灌区，做到既促进农业的发展，又防止地下水超采、环境恶化的结果。
- **节水模式**：合理布井，采用先进的成井工艺提高机井质量，配套喷灌等节水灌溉设施。

2、华北井灌区节水改造模式

- **问题**：华北的井灌区大多处于缺水地区，建成后由于灌水技术落后，经过多年运行，地下水超采严重，生态环境日益恶化，灌溉保证率下降，危及当地的农业持续发展。
- **改造的模式**：采用低压管道输水（对于蔬菜、果园、经济作物、极度缺水地区的粮食作物也可采用喷、微灌）、田间平地，划小畦块实行小畦灌溉，并与农艺节水措施结合，在维持地下水采补平衡的基础上，以水定面积发展灌溉。

3、北方渠灌区田间工程节水改造模式

- **问题**：我国北方渠灌区输水渠道防渗衬砌率低，田间工程不配套，灌水方法落后，是发展节水灌溉的重点区域，是当前节水灌溉最薄弱的环节。
- **改造的模式**：对斗、农渠进行防渗衬砌，平整土地，重新确定沟渠规格，采用小畦灌、沟灌、长畦短灌和波涌灌等先进的地面灌水技术，并通过开展非充分灌溉、水稻控制灌溉、采用覆盖保墒等农业综合节水技术，实现渠灌区全方位节水。

4、北方井渠结合灌区节水灌溉 工程技术模式

➤ **特点：**单一依靠渠灌或单一依靠井灌都存在水资源不足，必须实行井渠结合灌溉。

➤ **技术模式：**

- ✓ 开展地面水与地下水在时间上及空间上的联合调度。渠灌部分进行适度防渗输水渠道，井灌部分采用管道输水；
- ✓ 田间采取长畦改短，实施小畦灌溉及覆盖、化学节水、节水灌溉制度等农艺和管理节水措施，实现水资源的优化调度和农业高效用水。

5、城郊农业节水灌溉工程技术模式

- **特点**：城郊农业的特点为产值高、生产效率高。
- **技术模式**：
 - ✓ 大田粮食作物建设喷灌、管灌工程。
 - ✓ 蔬菜、果园及经济作物发展微灌和喷灌。
 - ✓ 灌溉用水管理实施自动化控制。

其它模式

- 6、南方小型机电提水灌区节水改造模式
- 7、水利富民集雨节灌模式
- 8、节水抗旱灌溉工程技术模式

（二）不同节水灌溉技术的特点

1. 喷灌技术

- **优点：**
 - 增产
 - 省水
 - 少占耕地
 - 适应性强
 - 节约劳力
 - 灌水均匀
- **缺点：**受风的影响较大，投资较高

喷灌系统分类

喷灌系统

管道式系统

固定式系统

移动式系统

半固定式系统

行走式系统

绞盘式喷灌机

平移式喷灌机

时针式喷灌机

滚移式喷灌机

固定式喷灌系统



小型机组式喷灌机

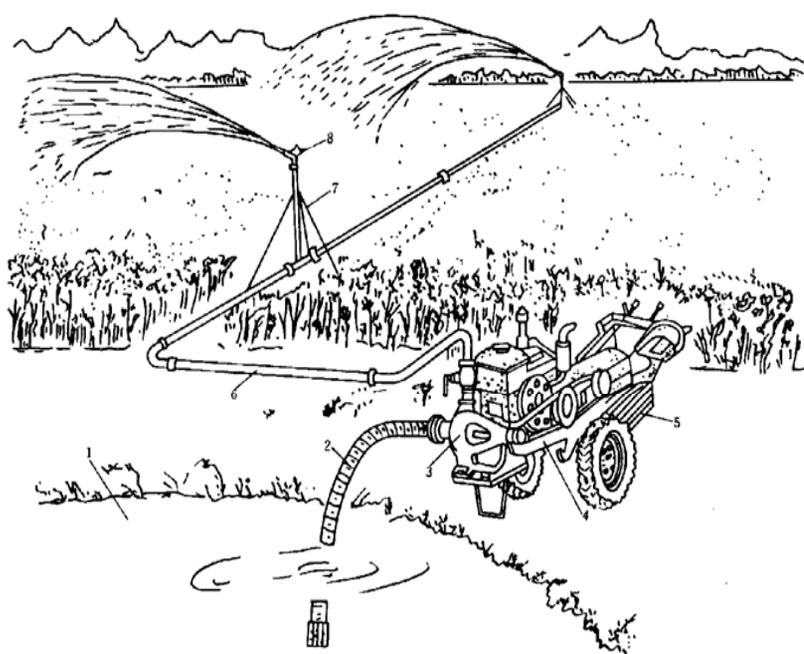


图 3-5 手扶拖拉机配套的悬挂式喷灌机

1—水源；2—吸水管；3—水泵；4—手扶拖拉机；5—皮带传动系统；6—输水管；
7—竖管及支架；8—喷头



半固定式喷灌系统



绞盘式喷灌机



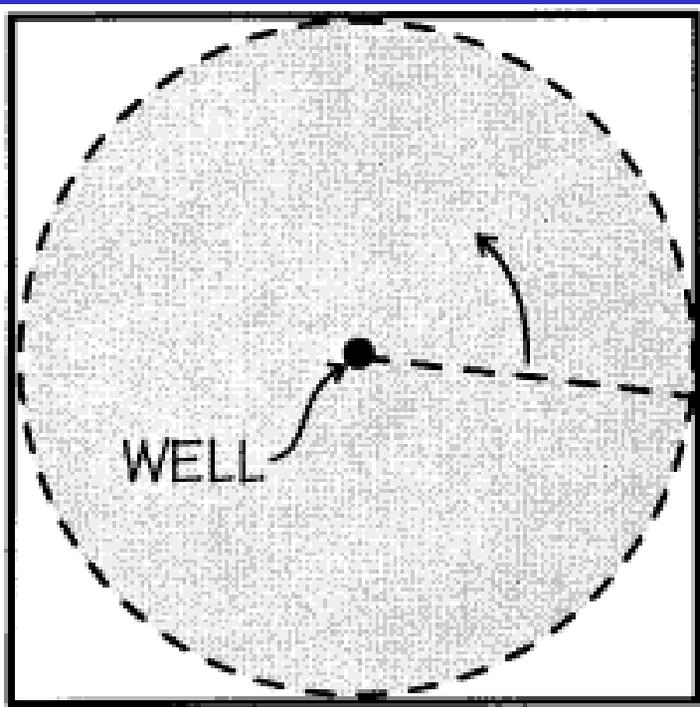
平移式喷灌系统



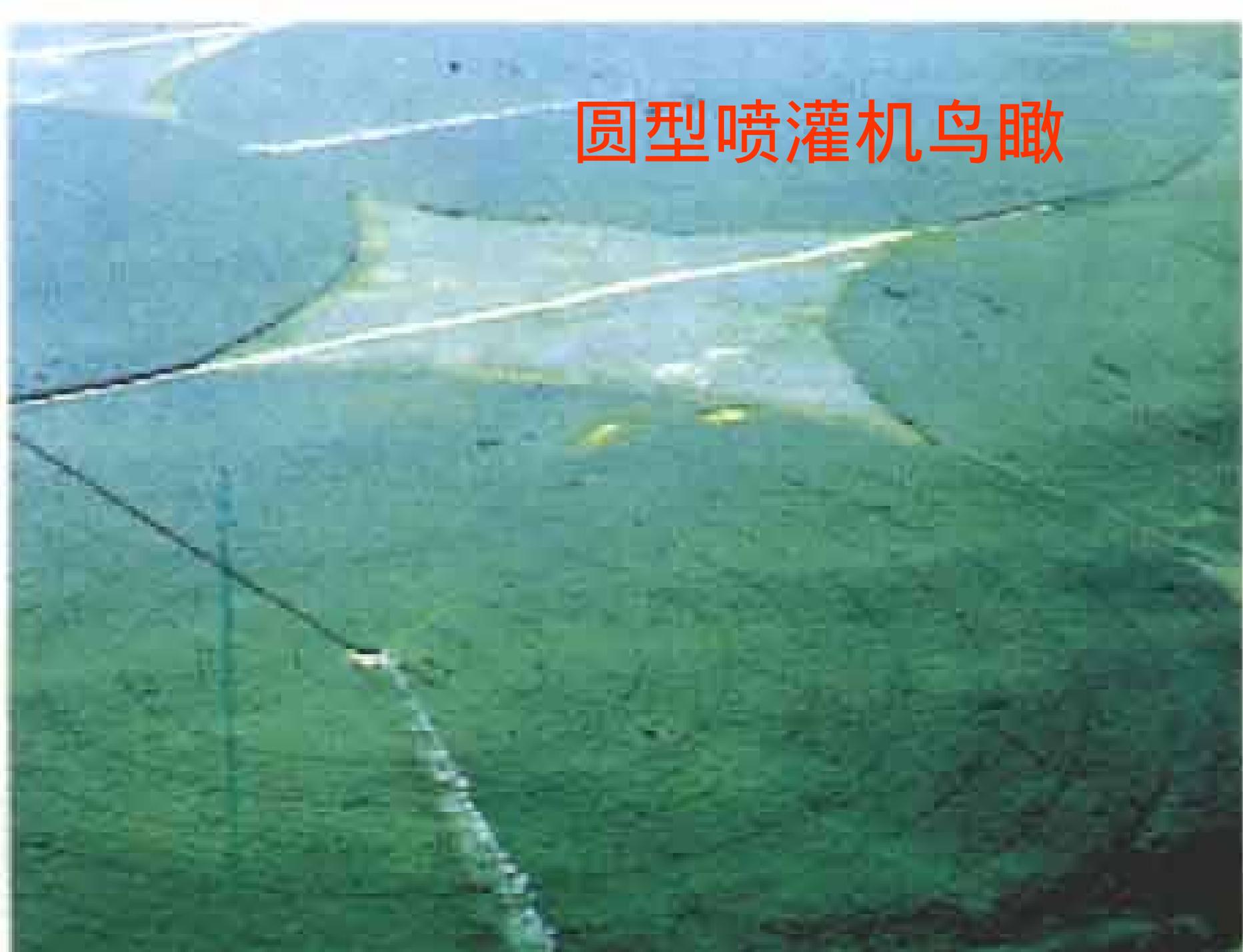
平移式喷灌机



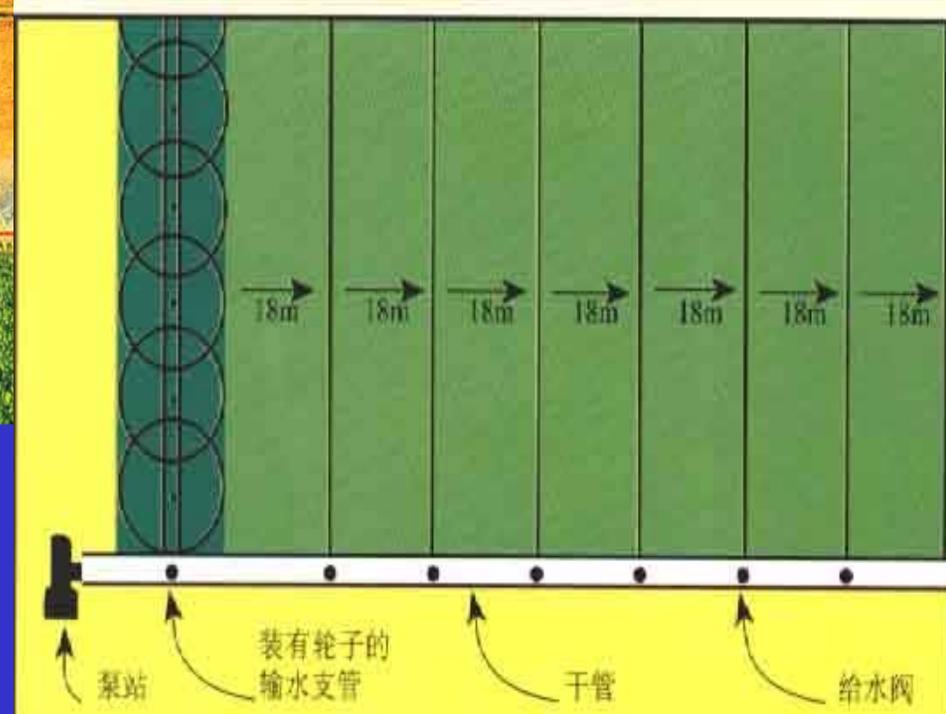
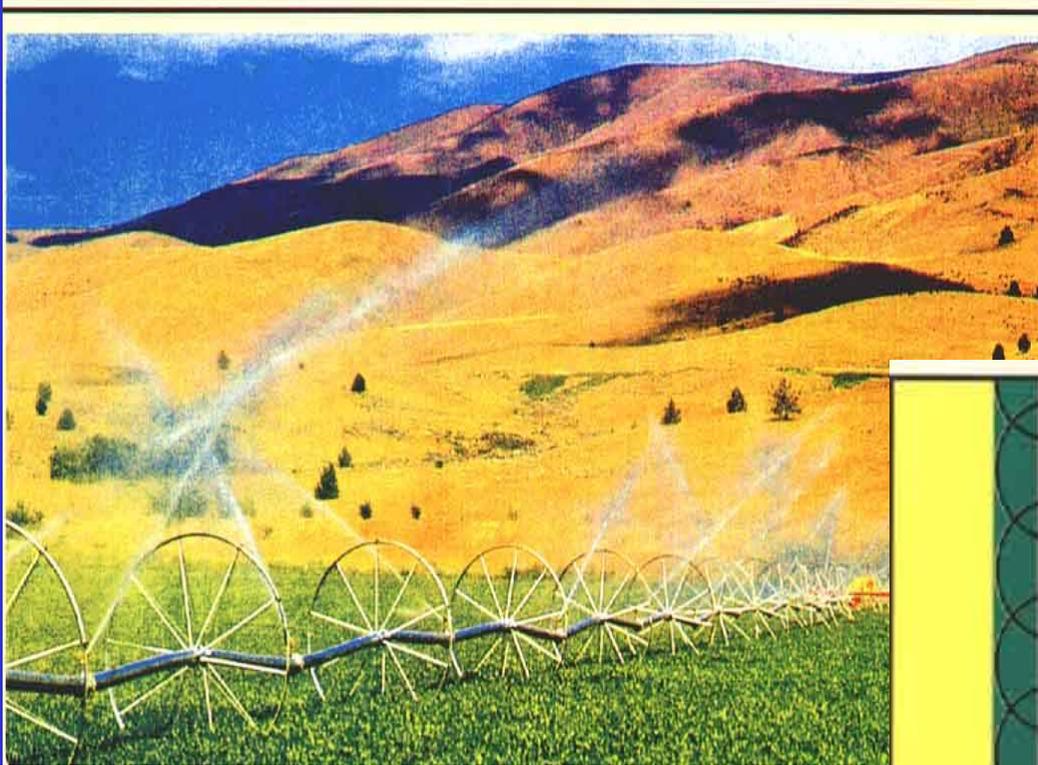
圆型喷灌系统



圆型喷灌机鸟瞰



滚移式喷灌机



喷灌系统选型应考虑以下因素

- (1) 水源类型及位置；
- (2) 灌区面积、地块形状；
- (3) 地形；
- (4) 作物种类；
- (5) 经济条件及劳力状况；
- (6) 能源条件和设备；
- (7) 生产管理体制及技术力量；
- (8) 综合利用要求。

2. 微灌技术

- 微灌的优点

- 省水：比地面灌溉省水1/3-1/2，比喷灌省水15%-25%。
- 节能：一般工作压力为50-150Kpa，比喷灌低。由于省水，也节约了提水所需的能量约50%。
- 灌水均匀：灌水均匀度可达90%。
- 增产：与其它灌水方法相比一般可增产30%左右。
- 对土壤和地形的适应性强。
- 在一定条件下可以利用微咸水资源。
- 省劳动力
- 改善品质

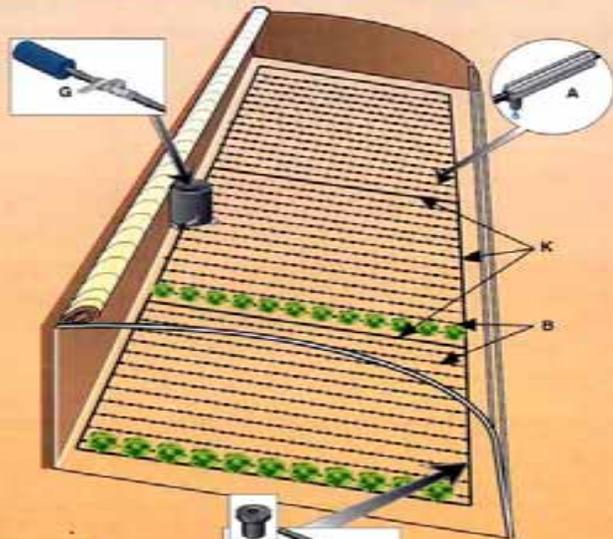
微灌的类型

- 地表滴灌
- 地下滴灌
- 微喷灌
- 涌泉灌（小管出流灌）

温室大棚微灌



重力滴灌系统用于日光温室



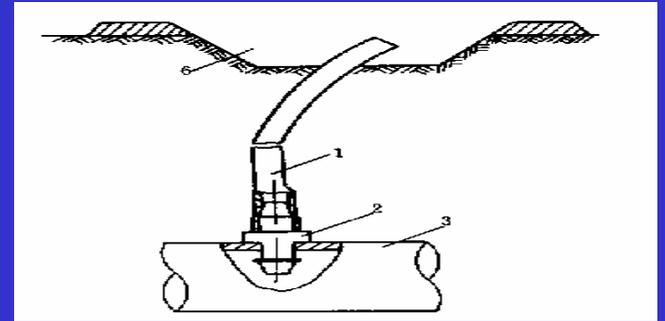
- A-侧管滴头
- B-滴灌带
- F-阴接头
- G-重力过滤器
- H-快速套插接头
- K-16mm管



大田作物微灌



果树微灌



三、节水灌溉工程技术设计

1. 设计依据
2. 基本资料
3. 设计参数或技术指标
4. 水量平衡计算
5. 灌溉制度设计
6. 灌水器选择与布置
7. 管网布置
8. 管网水力学计算（管径确定与水泵选型）
9. 首部枢纽设计

1、设计依据

- 当地节水灌溉发展规划
- 节水灌溉技术规范与标准
 - 《节水灌溉工程技术规范》（GB/T50363-2006）
 - 《喷灌工程技术规范》（GBJ85 - 85）
 - 《微灌工程技术规范》（SL103 - 95）
 - 《低压管道输水灌溉工程技术规范》（SL/T153 - 95）
 - 《渠道防渗工程技术规范》（SL18 - 91）

2、基本资料

- **地理位置：**
- **地形资料：** 地形地貌，地形图比例尺一般采用1/500 ~ 1/5000。
- **土壤资料：** 质地、容重，田持，凋萎系数，渗透系数，冻土层深度。
- **作物资料：** 作物品种，面积，株行距，种植方向
- **灌溉资料：** 灌溉试验站的作物需水量试验和灌水试验资料

2、基本资料

- 气象资料
- 水文地质水源水质资料：地下水埋深，灌溉水矿化度，河流来水系列及年内月分配资料，水井出水量、动水位，成井工艺，泥沙含量

3、设计参数或技术指标

(1) 灌溉设计保证率

- 喷灌和微灌：不低于85%
- 管灌：不低于75%

- 设计代表年可按气象资料、来水量资料、用水量资料、来水与用水综合选择代表年。

(2) 灌溉水利用系数

- **管道灌溉**

- 灌溉水利用系数不低于0.8
- 田间水利用系数不低于0.85

- **喷灌**

- 风速低于3.4米/秒，喷洒水利用系数 =0.8 - 0.9；
- 风速低于3.4 - 5.4米/秒，喷洒水利用系数 =0.7 - 0.8；
- 灌溉水利用系数不低于0.8

- **微灌**

- 滴灌不低于0.9
- 微喷灌不低于0.85

(3) 作物需水量

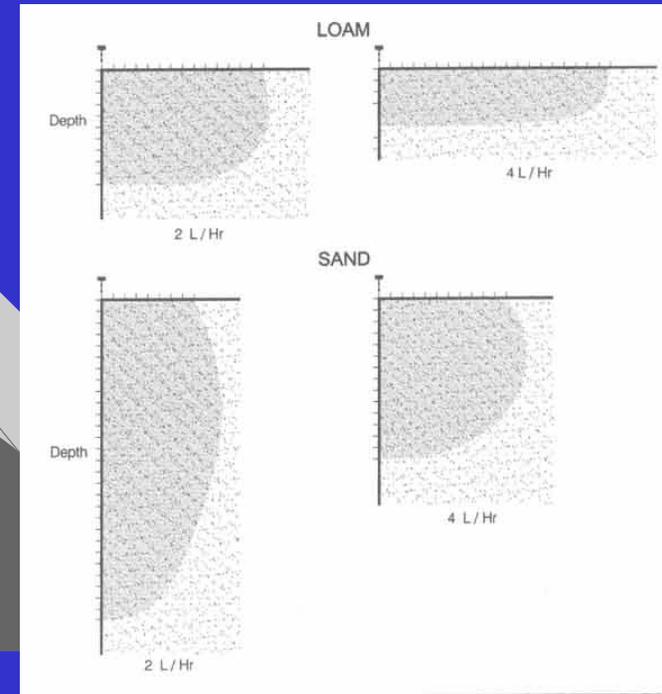
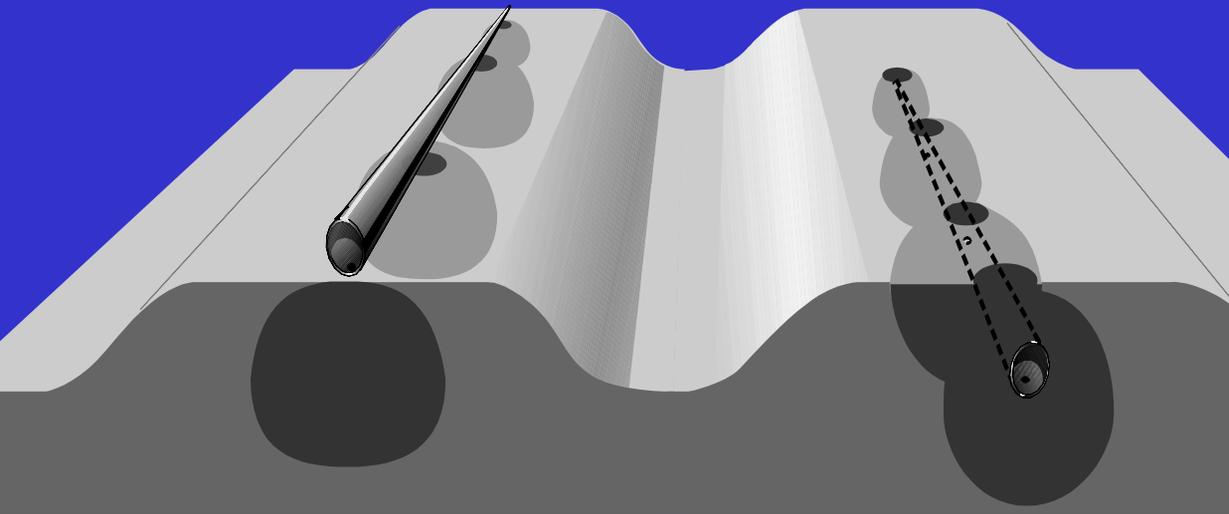
- 当地田间试验实测成果
- 《中国主要农作物需水量等值线图研究》
- 微灌条件下，无实测资料时，按照规范选取

(4) 其他喷灌技术参数

- **水量偏差**：控制同一支管上任意两个喷头的喷水量之差在10%以内。
- **设计日净喷时间**：
 - 固定管道式喷灌系统不宜少于12小时；半固定管道式喷灌系统，不宜少于10小时；移动管道式和定喷机组式喷灌系统，不宜少于8小时；行喷式喷灌系统，不宜少于16小时。
- **设计喷灌强度**：不得大于土壤的允许喷灌强度
- **喷灌雾化指标**：（喷头工作压力水头和主喷嘴直径d的比值）满足规范要求

(5) 其他微灌技术参数

- 微灌土壤湿润比

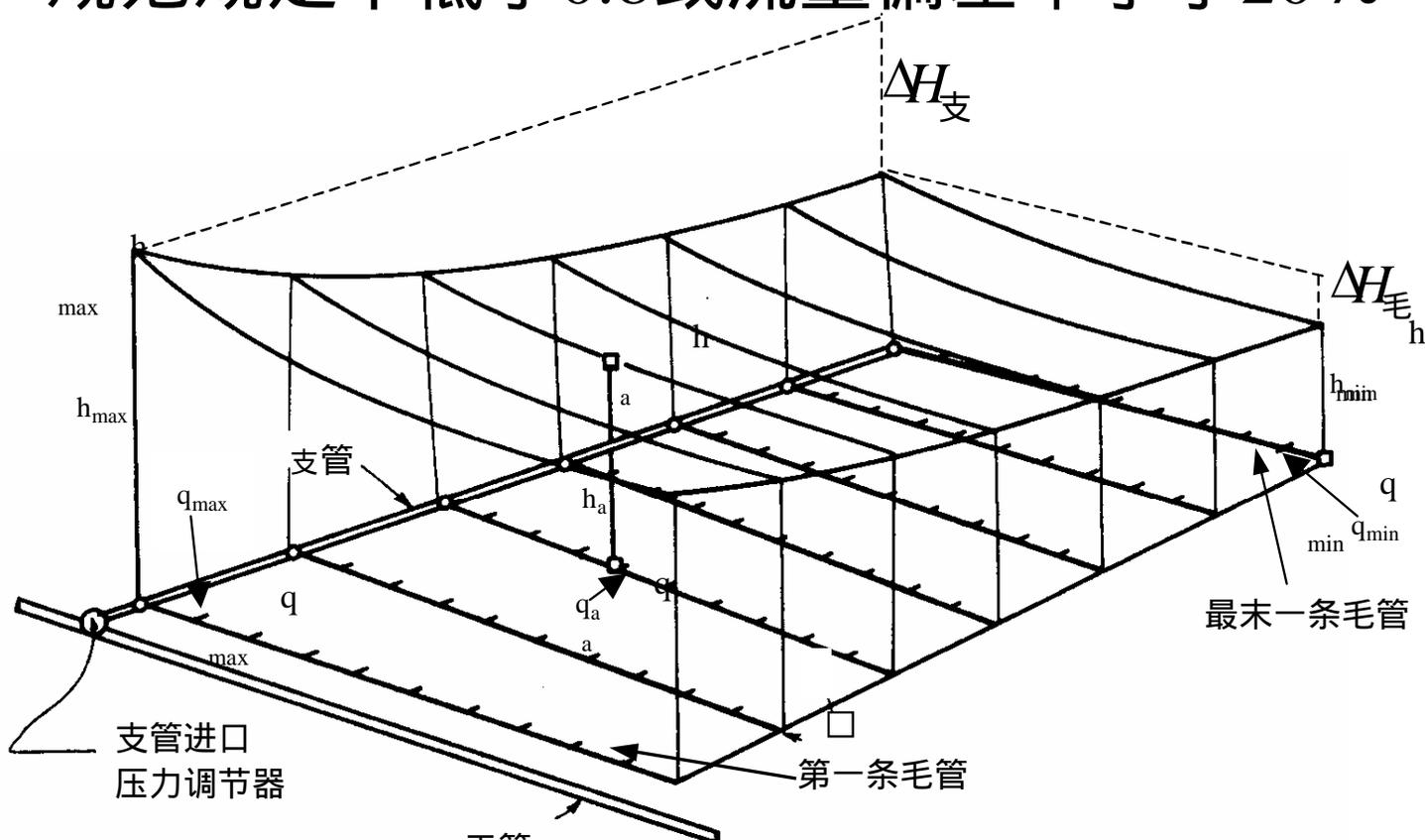


作物	滴灌	微喷灌
果树	25-40	40-60
葡萄、瓜类	30-50	40-70
蔬菜和大田密植作物	60-90	70-100

(5) 微灌技术参数

- 灌水均匀度

- 规范规定不低于0.8或流量偏差率小于20%



(5) 微灌技术参数

- **系统日最大运行时数**
 - 日最大运行小时数不大于20小时。

4、水量平衡计算

- **可供水量分析**：应根据设计代表年的地下水可采量级地下水资源评价成果、河流年径流量及其年内分配、灌水临界期平均流量等进行分析。
- **用水分析**：灌溉、工业与生活用水

通过水量平衡，确定灌溉面积或蓄水池容积，或调整种植比例，减少灌溉面积或增辟水源

4、水量平衡计算

- 如在水源供水量稳定且无调蓄时，微灌面积

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

$$I_a = E_a - P_0$$

A - 可灌面积 hm^2 ；Q - 可供流量 (m^3/h) ；

I_a - 设计灌溉强度 mm/d ； P_0 - 有效降雨量 mm ；

t - 每日最大灌溉小时数 h/d ；n - 灌溉水利用系数

4、水量平衡计算

- 灌溉系统供水能力（系统流量）应不小于：

$$Q = \frac{10AI_a}{\eta t}$$

- 可根据轮灌组划分的具体情况确定

5、灌水器与管网布置

(1) 喷灌管网布置

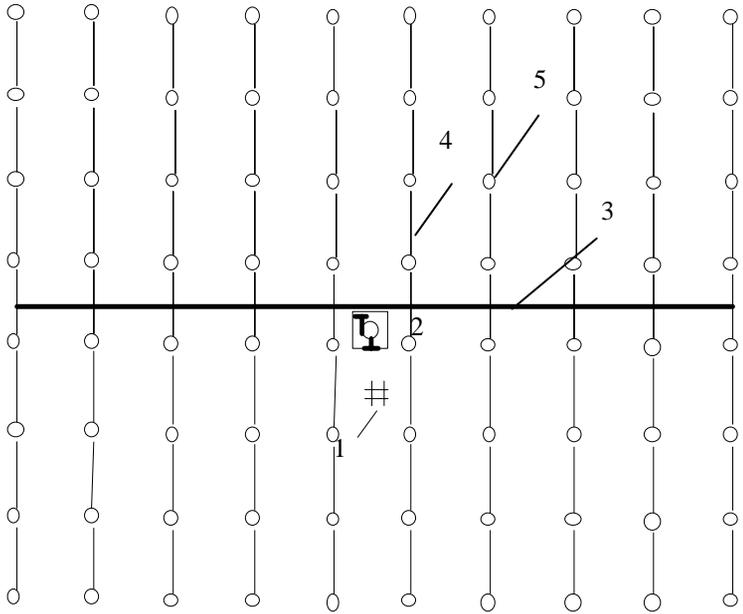
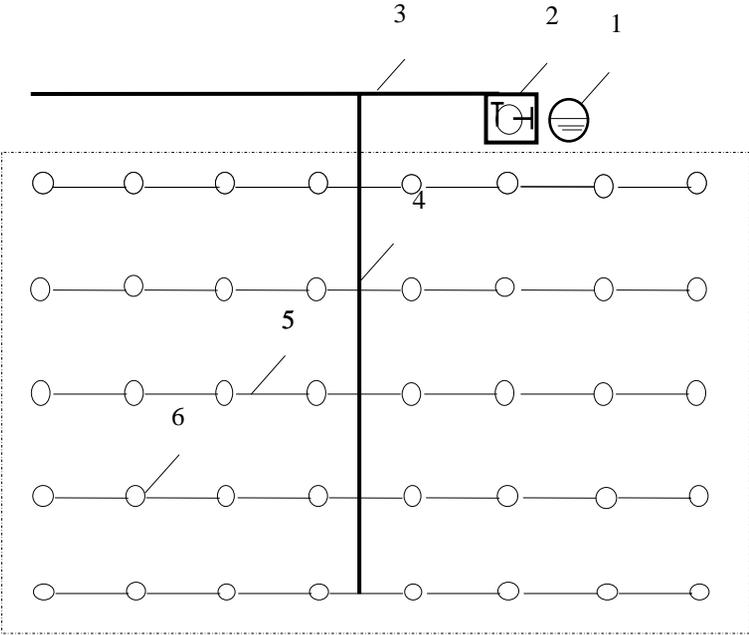
- **系统布置原则：**

- 田间管道系统的布置取决于田块的形状、地面坡度、耕作与种植方向、灌溉季节的风速与风向、喷头的组合间距等因素。
- 喷洒支管应尽量与耕作和作物种植方向一致。
- 应尽量利用自然水头实现自压或半自压喷灌。

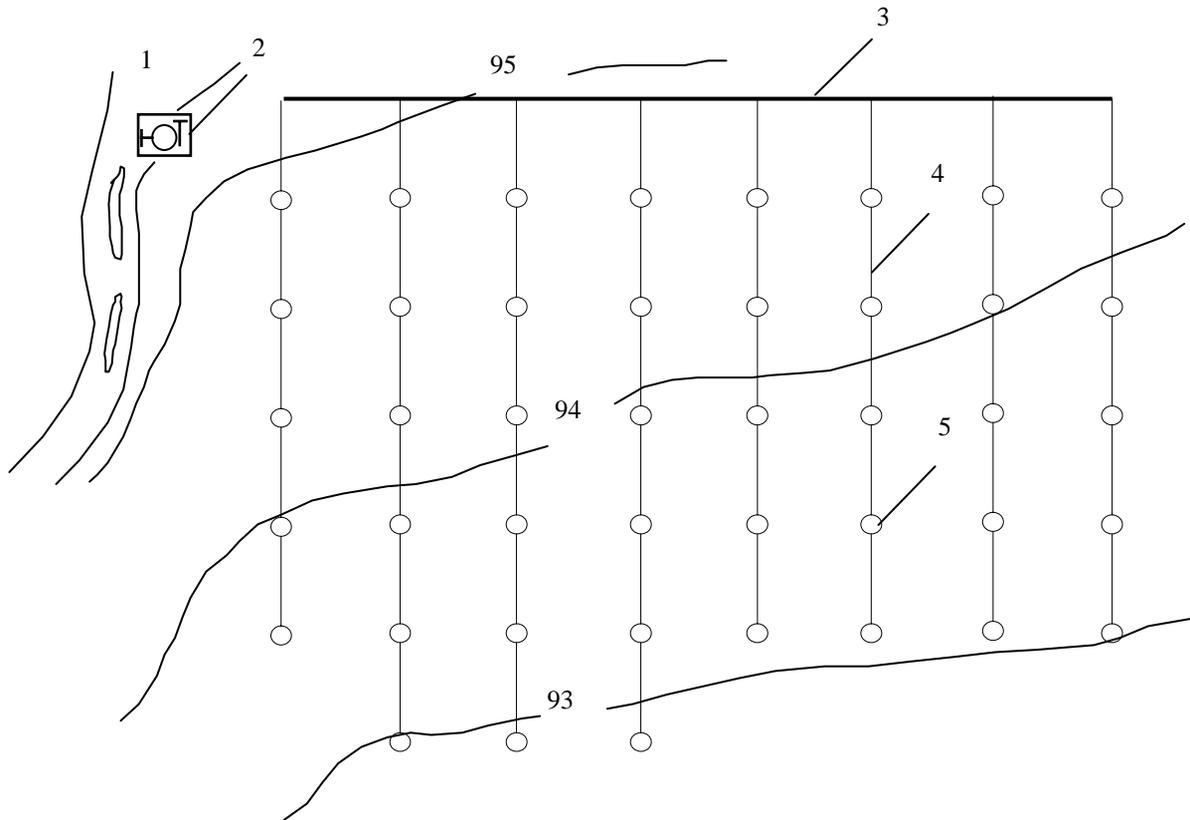
(1) 喷灌管网布置

- 当不具备自然水头时，除非有充分理由（如供电不保证或水源、耕地位于山的两侧等特殊地形），不宜将低处的水扬到山顶蓄存，再放下来“自压”喷灌。在这种情形下一般应将水就地蓄存，加压喷灌，以免造成能源的浪费。
- 系统布置应主要服从地形条件，当地面坡度较陡或在梯田上，支管需平行等高线或沿梯田田面布置。

喷灌管网布置形式



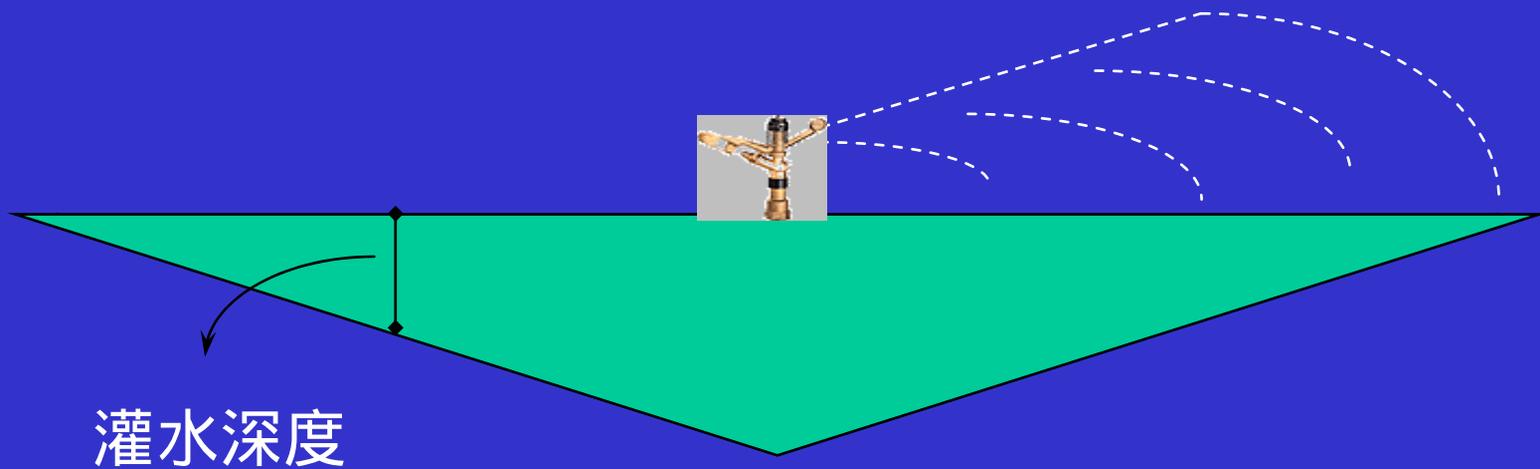
- 丰字形布置



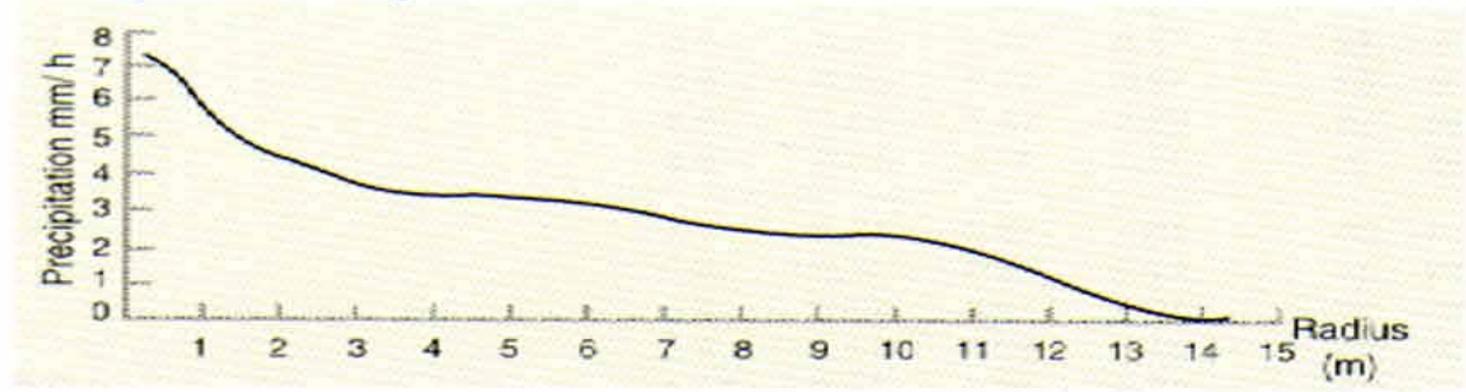
- 梳子形布置

喷头的选择

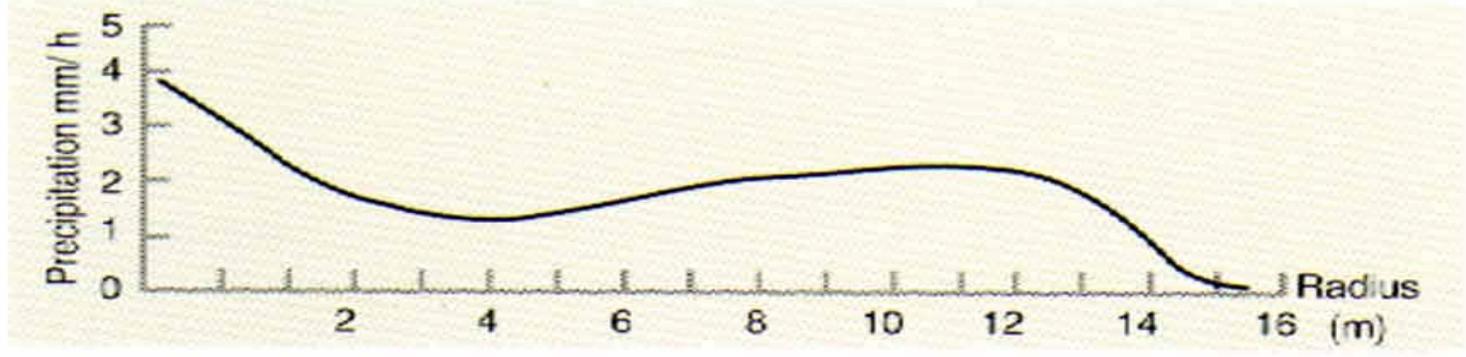
- 单个旋转式喷头的典型水量分布图



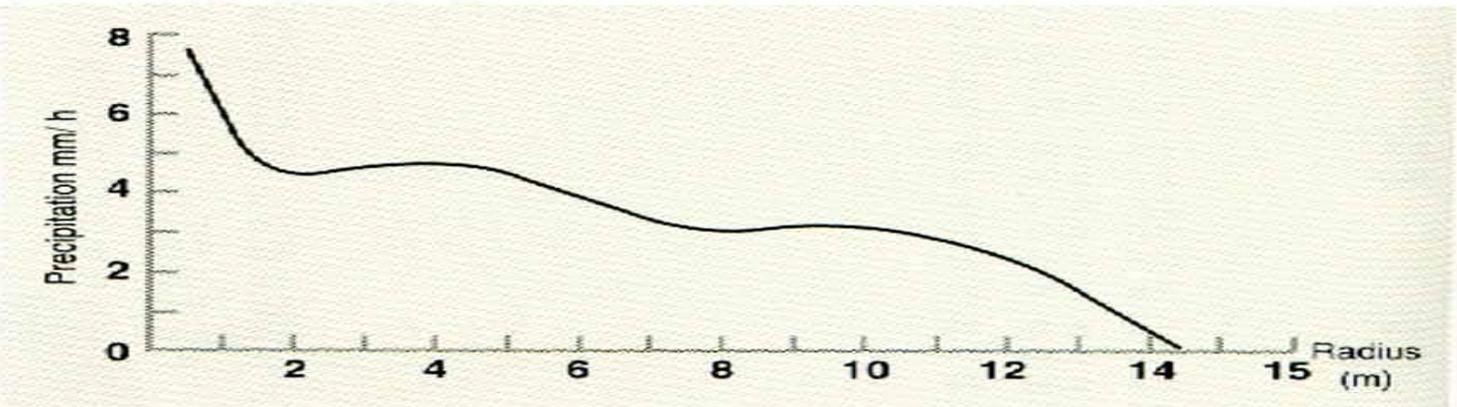
233 Sprinkler Profile



233-AF Sprinkler Profile



5035 Sprinkler Profile



(2) 微灌灌水器与管网布置

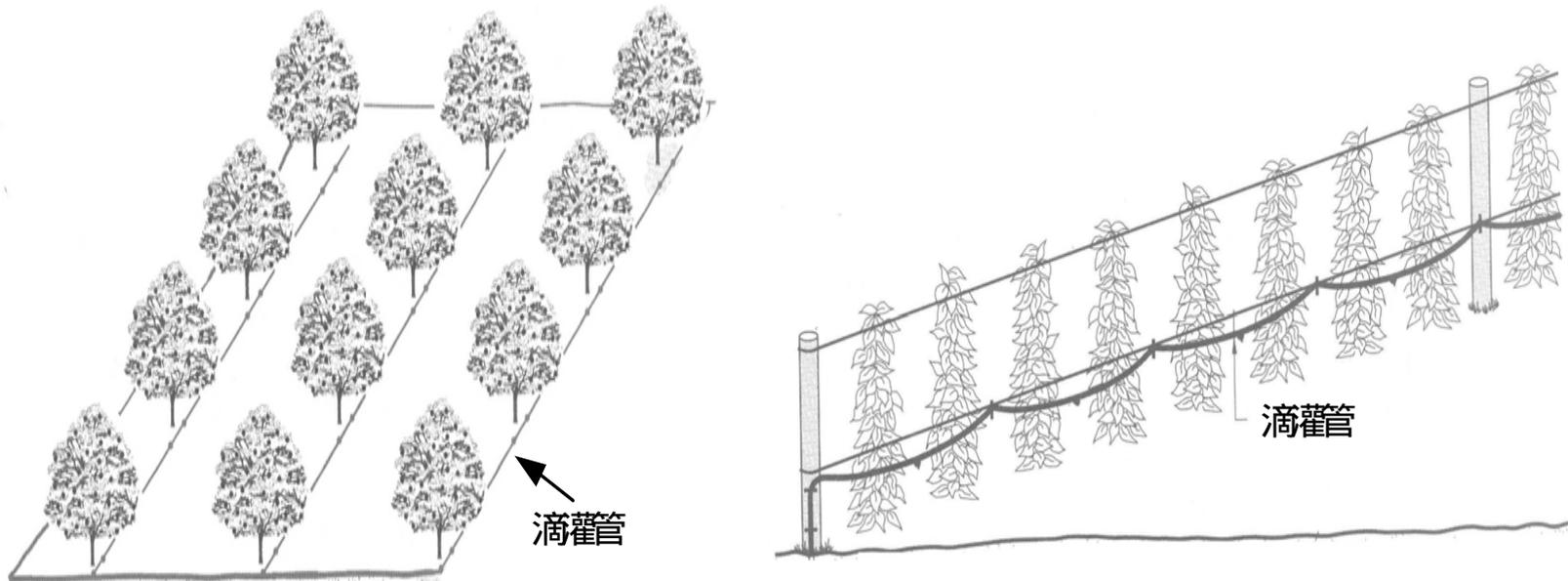


图6-5-6 果树滴灌毛管(滴灌管)布置

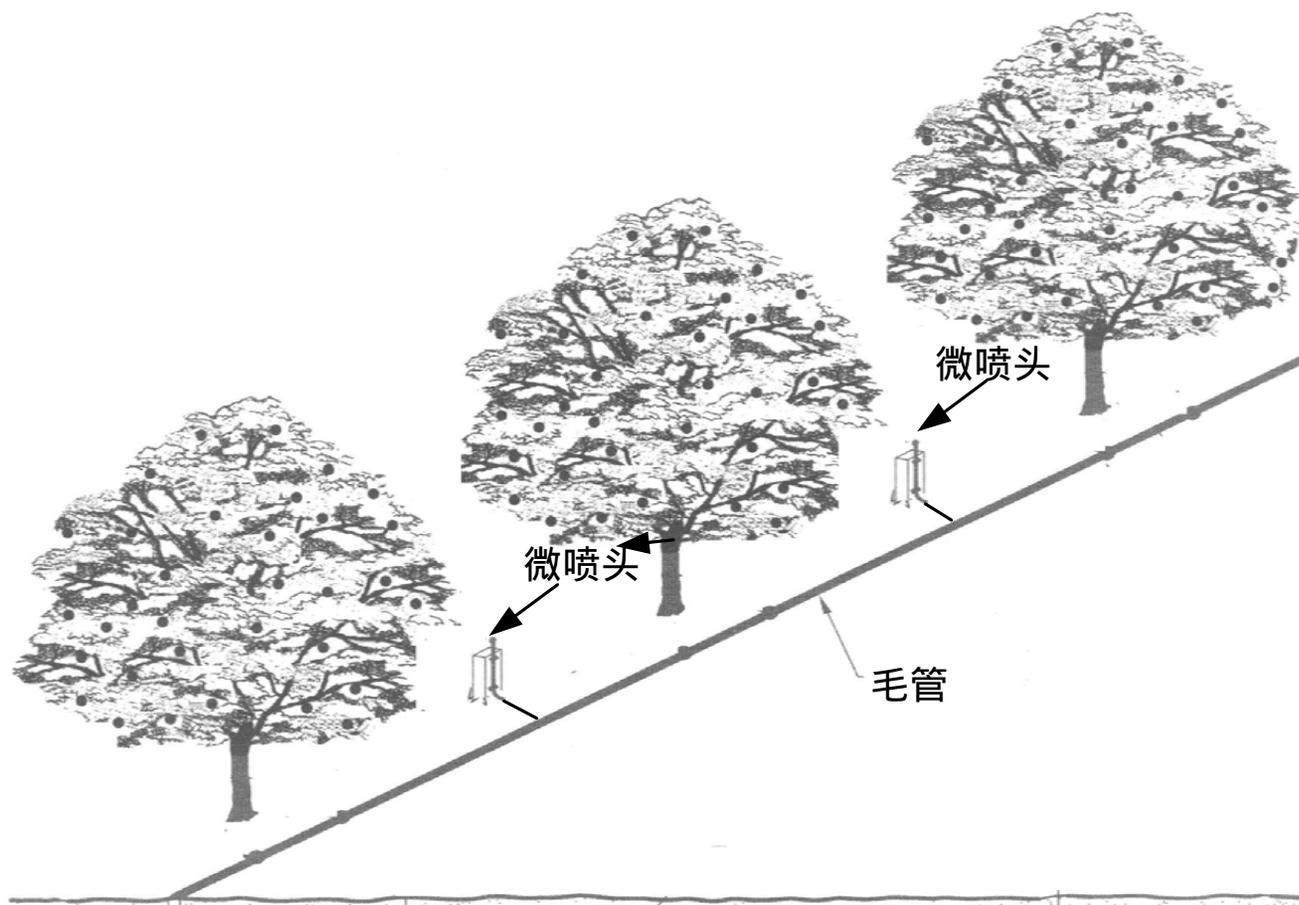


图 6-5-7 果树微喷灌毛管与微喷头布置

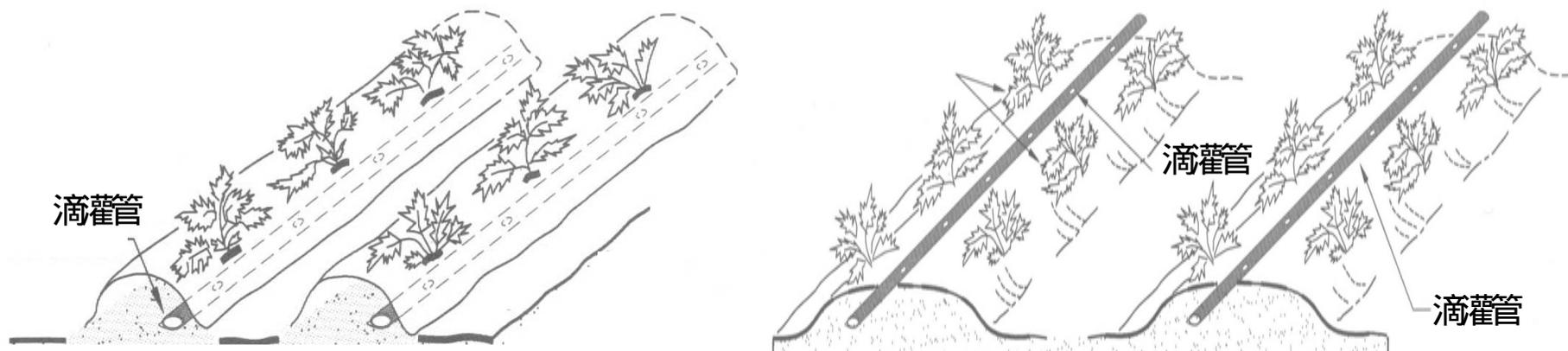


图6-5-8 大田、温室蔬菜滴灌毛管(滴灌管)布置

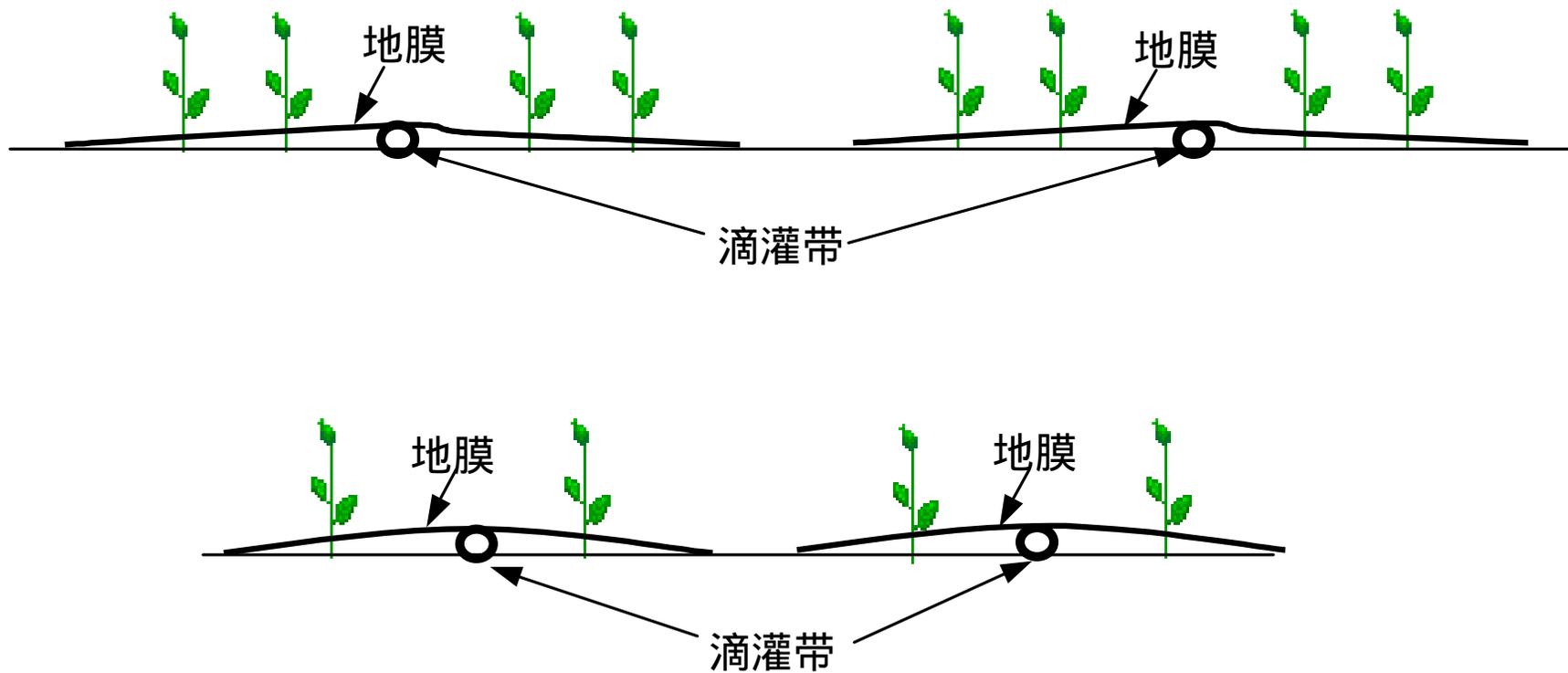


图 6-5-9 棉花膜下滴灌带布置

a- 单管四行 b-单管两行

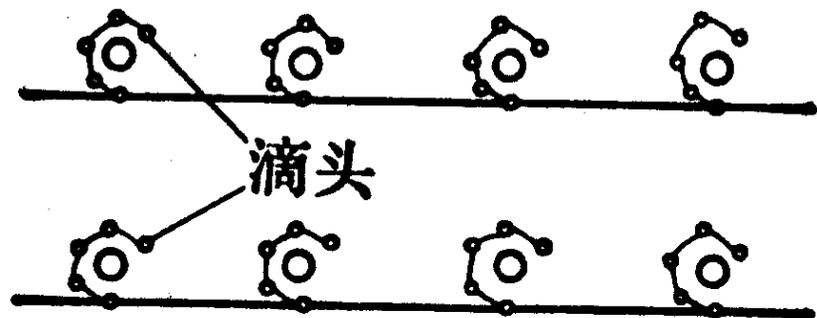
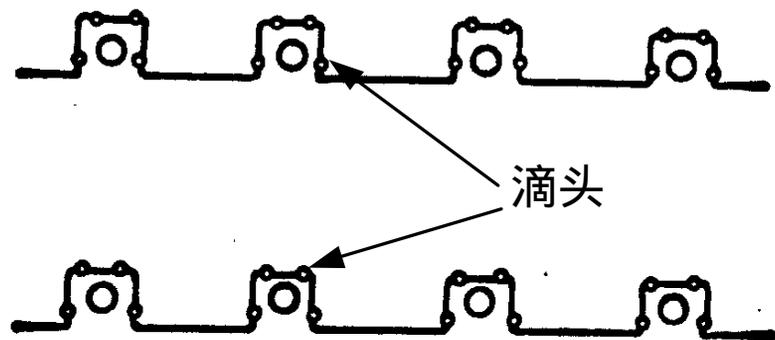


图 6-5-10 单行毛管带绕树管布置

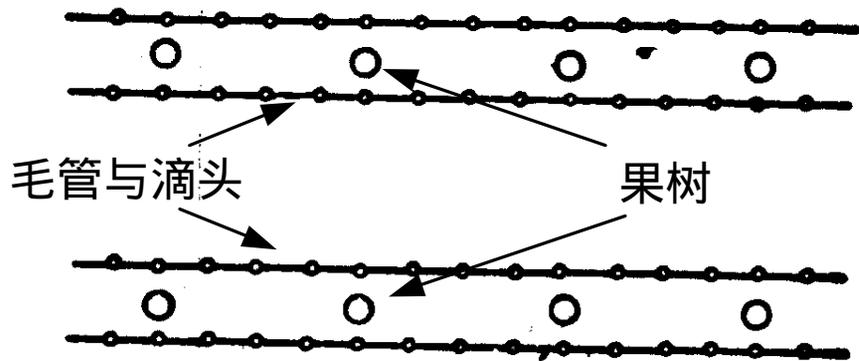


图 6-5-11 双行毛管平行布置

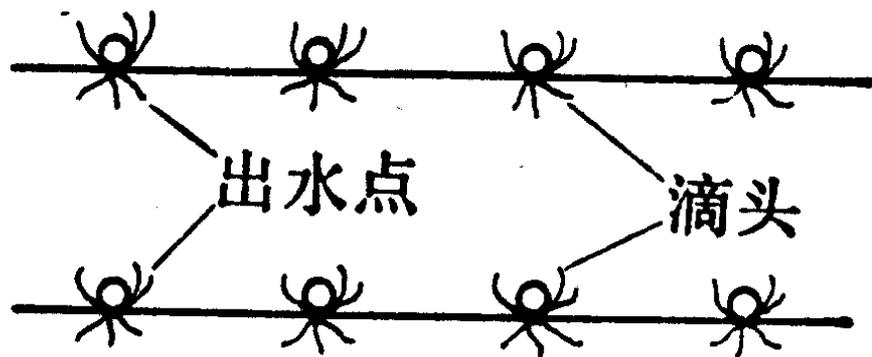


图 6-5-12 果树单行毛管带微管布置

(2) 微灌灌水器与管网布置

• 干、支管的布置

➤ 在山丘地区

- 干管多沿山脊布置，或沿等高线布置。
- 支管则垂直于等高线向两边的毛管配水。

➤ 在水平地形

- 干、支管应尽量双向控制，两侧布置下级管道，以节省管材。

(2) 微灌灌水器与管网布置

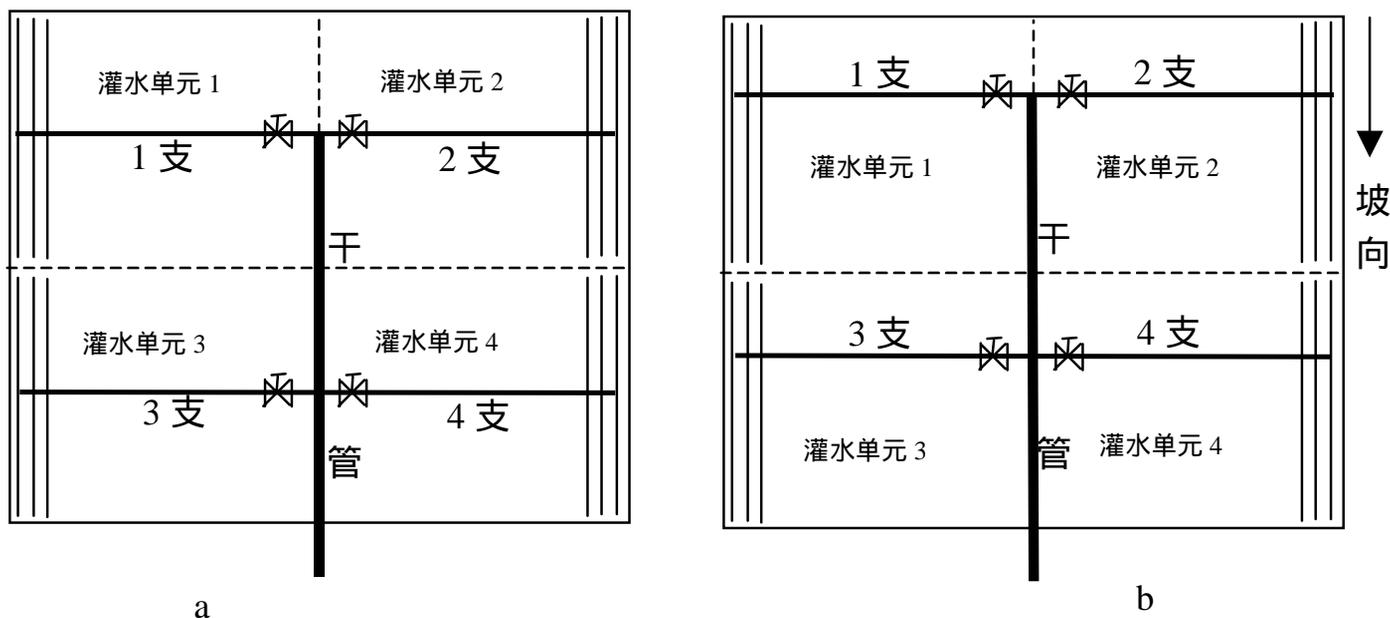


图 6-5-14 干、支管布置示意图
a-水平地形布置 b-沿毛管方向有坡度

轮灌组的划分 与管理

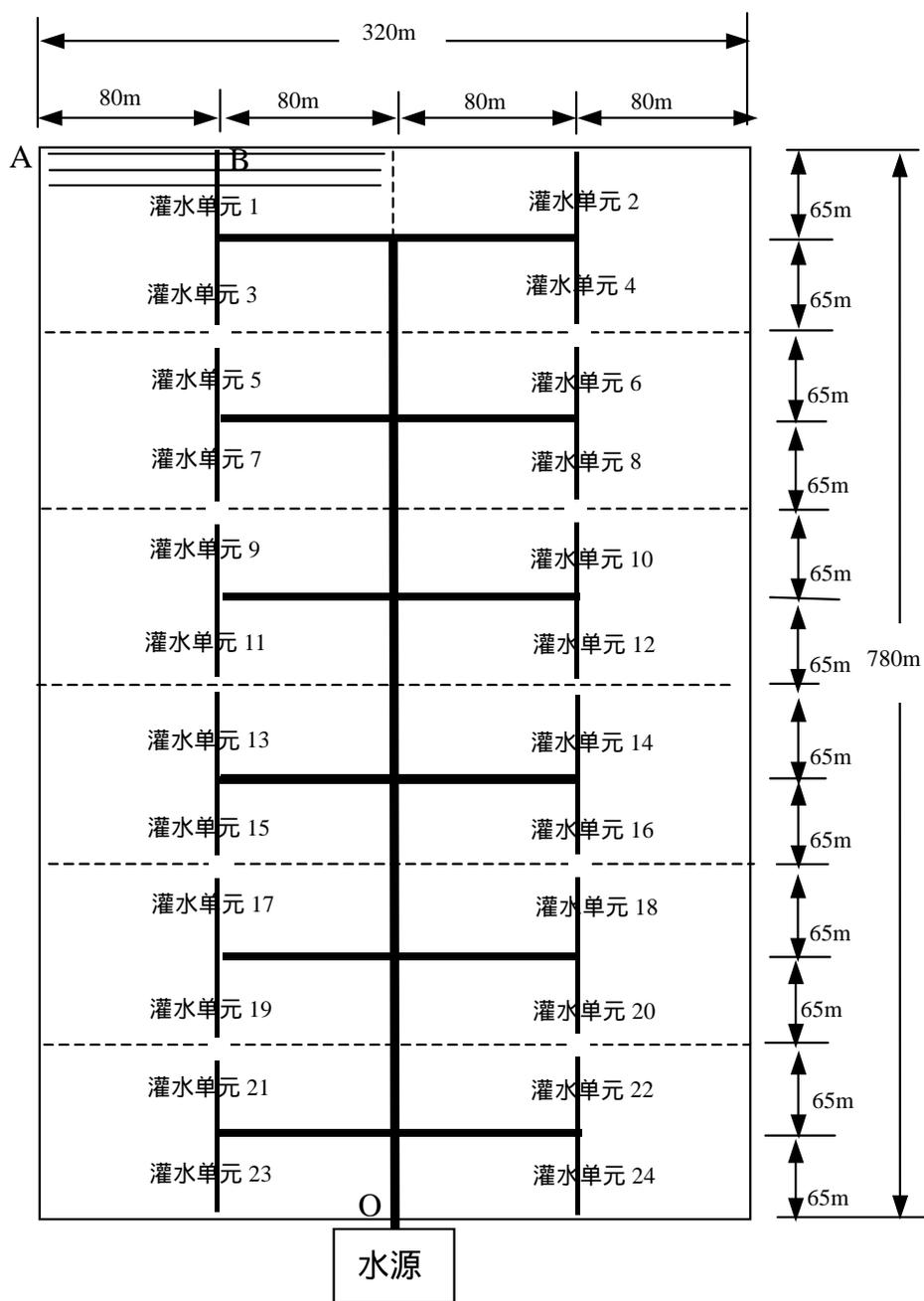


图 6-5-25 方案 2 管网布置

6、管网水力学计算

- 根据灌水均匀度或水量偏差，确定各级管道的直径，使管网系统既满足均匀度的要求，又使系统管网投资最小。
- 确定水泵扬程和流量。

7、微灌首部设计

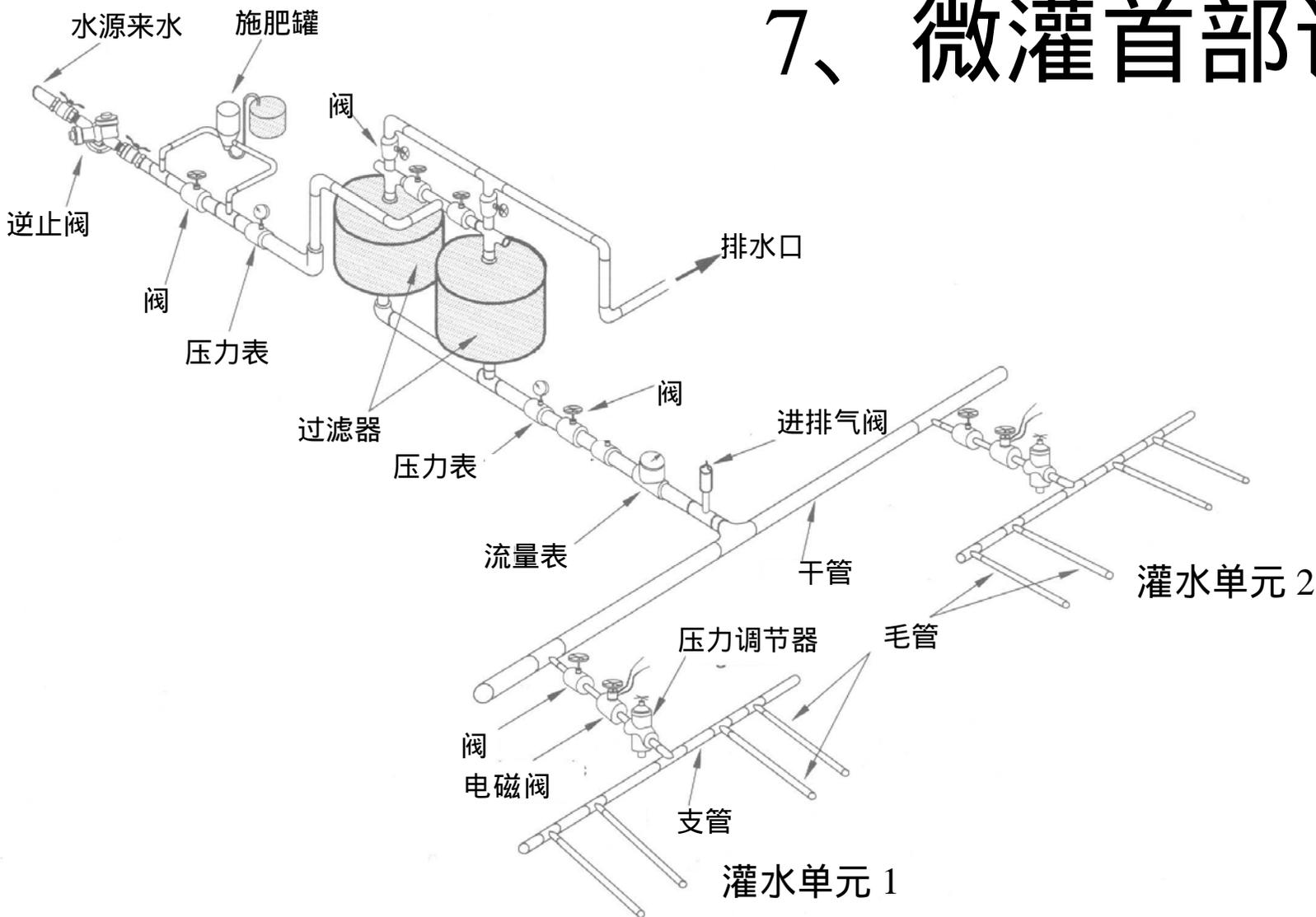


图 6-5-1 微灌系统组成示意图

7、微灌首部设计

- **水泵**：选型一定要使工作点位于高效区。
- **过滤设备**：
 - 筛网式过滤器是最普遍使用的过滤器；
 - 含有机污物较多的水源宜使用砂过滤器；
 - 含沙量大的水源可采用旋流式水砂分离器，但下游必须配置筛网或砂过滤器。
 - 筛网的网孔尺寸或过滤器的砂料型号应满足灌水器对水质过滤的要求，即，对于滴灌，过滤器滤孔的有效尺寸应小于灌水器流道直径的 $1/10$ ，对于微喷灌，过滤器滤孔的有效尺寸应小于灌水器流道直径的 $1/7$
 - 过滤器的过流能力要与水泵流量相适应。

7、微灌首部设计

- **注肥设备**:应设在过滤设备之前，并且在注肥设备的上游应安装逆止阀。
- **量测仪表**:
 - 安装在首部时，须设于肥料注入口之上游，以防止肥料对水表的腐蚀，
 - 在过滤器和密封式施肥装置的前后各安设一个压力表，通过压力差的大小能够判定过滤器是否需要清洗。

四、投资概算

- 规划、项目建议书和可行性研究阶段 - 投资估算
- 初步设计阶段 - 设计概算
- 实施方案（施工图）设计阶段 - 施工图预算

- 节水灌溉工程实施方案编制阶段的工程造价实际上就是水利水电工程建设项目的施工图预算。
- 《节水灌溉示范项目实施方案》编写要求技术设计方案达到初设深度

四、投资概算

- 投资概算文件
 - **编制说明**：说明工程概括、主要技术经济指标、编制原则和依据
 - **投资概算表**：包括总概算表和分布概算表
 - **附件**：基础价格计算和工程单价计算（可不_做）

四、投资概算

- 工程投资概况中，应包括

- 总投资、平均亩投资、各种节水类型投资；
- 节水灌溉主要材料设备（分类：水泵、管道、灌水器、过滤器、施肥装置、安全保护装置）的规格、数量、价格；
- 总安装费；
- 其它建设费（水源、输变电、道路、林带、排水、试验费等）；
- 其它。

四、投资概算

- **编制依据**

- 水利部《水利工程设计概算编制规定》(2002)
- 水利部《水利建筑工程概算定额》(2002)
- 水利部《水利建筑工程预算定额》(2002)
- 水利部《水利水电安装工程预算定额》(2002)
- 水利部《水利水电安装工程概算定额》(2002)
- 水利部《水利工程施工机械台时费定额》(2002)
- 国家发改委、建设部《工程勘察设计收费标准》(2002)
- 省地概算规定、定额

五、经济效益分析

- **重点给出**

- 各种作物增产量、价格和增收值。
- 注意价格合理，并考虑分摊系数。
- 社会效益、环境效益若无法定量分析，则可定性描述。

- **主要技术经济指标**

- 亩增产量（按不同作物列出）
- 总增产量（按亩不同作物列出）
- 总增收（万元/年）
- 总节水量（ m^3 /年）

五、经济效益分析

- 总效益及分摊系数、工程使用寿命
 - 还本年限
 - 益本比
 - 内部回收率
-
- 对于节水灌溉工程使用寿命长的最好使用动态方法计算
 - 分摊系数：0.2-0.6，旱地改为节水灌溉时，取大值
 - 还本年限：国家农业综合开发资金使用粮食作物的还本年限不大于6年

谢谢大家！

