

ICS65.020.01

B00

备案号:

# DB65

## 新疆维吾尔自治区地方标准

DB65/T 3055—2010

---

### 大田膜下滴灌工程规划设计规范

Design standard of Drip irrigation under Film  
in the open field

2010-01-25 发布

2010-03-01 实施

---

新疆维吾尔自治区质量技术监督局 发布

# 目 次

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 前言 .....                            | 10 |
| 1 范围 .....                          | 11 |
| 2 规范性引用文件 .....                     | 11 |
| 3 总则 .....                          | 11 |
| 4 一般规定 .....                        | 11 |
| 5 收集资料 .....                        | 12 |
| 6 规划布置 .....                        | 13 |
| 7 设计技术参数 .....                      | 18 |
| 8 设计灌溉制度 .....                      | 20 |
| 9 水力设计 .....                        | 21 |
| 10 首部控制枢纽设计 .....                   | 27 |
| 11 水源工程设计 .....                     | 29 |
| 12 水源工程分类及设计 .....                  | 29 |
| 13 附属建筑物设计 .....                    | 30 |
| 14 图件制作 .....                       | 31 |
| 15 工程费用概预算 .....                    | 33 |
| 16 设计文件 .....                       | 33 |
| 附录A (资料性附录) 用词说明 .....              | 34 |
| 附录B (规范性附录) 术语和符号 .....             | 35 |
| 附录C (规范性附录) 新疆主要地区最大腾发量 .....       | 40 |
| 附录D (规范性附录) 适用于均匀坡及各种管径的通用设计图 ..... | 41 |

## 前 言

本标准参照SL103《微灌工程技术规范》和其他有关设计规范中的相关要求、认真学习国内外有关研究成果,结合实际,特别是新疆地方和兵团近几年的实践经验编写。

本标准按照GB/T1.1-2009给出的规则起草。

本标准由国家节水灌溉工程技术中心(新疆)提出。

本标准由新疆维吾尔自治区水利厅归口。

本标准起草单位:新疆维吾尔自治区水利水电勘测设计研究院、国家节水灌溉工程技术中心(新疆)、新疆生产建设兵团节水灌溉建设办公室、新疆天业(集团)有限公司、新疆农业科学院、新疆蓝山屯河节水科技有限公司、新疆泓科节水设备制造有限公司、新疆水利水电科学研究院、新疆农业大学。

本标准主要起草人:张志新、胡卫东、李宝珠、杨开文、丁新利、李熔曦、苏军、谢香文、张胜江、丁苏疆。

# 大田膜下滴灌工程规划设计规范

## 1 范围

本规范规定了大田膜下滴灌工程规划设计的要求,包括总则、一般规定、资料收集、规划布置、设计参数、设计灌溉制度、水力设计、首部枢纽设计、水源工程设计、附属建筑物设计、图件制作、工程费用概算、设计文件等。

本规范适用于新疆地区大田作物采用膜下滴灌技术栽培时的工程规划设计,果树、蔬菜等经济作物的工程规划设计亦可参照使用。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有修改单)适用于本文件。

GB 5084-2005 《农田灌溉水质标准》

SL 103-1995 《微灌工程技术规范》

## 3 总则

3.1 膜下滴灌是在滴灌技术和覆膜种植技术基础上,使其有机结合,扬长避短、相互补偿,形成的一种特别适用于机械化大田作物栽培的新型田间灌溉方法。其内涵是:①覆膜和滴灌两者缺一不可;②采用性能符合要求、价格低廉的一次性滴灌带;③布管、铺膜与播种一次复合作业完成。

3.2 大田膜下滴灌引领了新疆农业的革命性变革,其工程设计是它的基础,为促进新疆大田膜下滴灌的健康发展,提高工程设计质量,节省投资、降低能耗、节约用水,特制定本规范。

3.3 大田膜下滴灌工程设计必须坚持因地制宜、技术先进、经济合理、使用方便和安全可靠的原则,充分发挥其效益。

3.4 大田膜下滴灌工程设计除应符合本规范的规定外,还应符合现行有关标准和规范的规定。

## 4 一般规定

### 4.1 任务

4.1.1 平原区灌溉面积大于200hm<sup>2</sup>,山丘区灌溉面积大于100hm<sup>2</sup>的滴灌工程应分为规划、设计两个阶段进行,面积小的可合为一个阶段进行。

4.1.2 规划阶段进行可行性研究,应编制“可行性研究报告”;重点是论证水源保证、工程规模和方案比选并进行典型设计。

4.1.3 设计阶段应对所批准工程规模范围内的所有滴灌工程进行全面设计,提交达到施工要求的工程设计技术文件:设计说明书、计算书、图纸和预算书;工程规模较小时可将说明书、计算书和预算书合并;工程规模很小甚至可将四部分合为一个文件。工程设计的最主要任务是设计绘制出齐全、规范、到达施工要求的全套设计图纸。

### 4.2 指导思想

4.2.1 滴灌工程规划设计涉及水利、农学、农业气象、材料设备、农业经济;滴灌工程中各构筑物、设备,相互

关联、互相制约,技术经济必须贯穿始终;是一项需要多学科专业知识,步骤复杂、工作量大的系统工程。

**4.2.2 滴头**是滴灌系统的核心,正确选择非常重要。滴灌系统水力设计是滴灌工程规划设计的核心,而滴头的选择则是滴灌系统设计的核心,必须给予高度重视。

### 4.3 原则

**4.3.1 可行性研究编制原则:**与有关规划协调一致;对项目水源保证进行充分论证;扬长避短,突出效益;注意与其他用水需求相结合,与农业节水措施相配套;经济、社会、环境效益综合考虑,环境效益优先。

**4.3.2 工程设计的原则:**工程设计应与规划相一致;必须严格按照规范进行设计;必须紧密结合实际,便于管理,追求低成本高效益;坚持灌溉与栽培技术的协调统一原则,充分发挥最大的水效益;工程设计应达到满足施工需要的深度要求。

### 4.4 设计标准

**4.4.1 灌溉设计保证率**应根据水文气象、水土资源、作物组成、灌区规模、灌水方法及经济效益等因素确定。

**4.4.2 大田膜下滴灌工程灌溉设计保证率**不应低于90%。

## 5 收集资料

### 5.1 自然条件

#### 5.1.1 位置:

地理位置资料包括项目区所处的经纬度、海拔高程及东南西北相邻地区,项目区的范围和面积等。应在合适比例的行政区划图上进行清晰的表达。

#### 5.1.2 地形:

地形图是进行工程规划设计的最主要资料,进行滴灌工程规划设计时要收集或测量绘制比例适合、绘制规范的地形图。灌溉面积在(333~667)hm<sup>2</sup>以上的滴灌工程,规划布置图宜用1/5000~1/10000比例尺的地形图;灌溉面积小于333hm<sup>2</sup>的滴灌工程宜用1/2000~1/5000比例尺的地形图。规划阶段典型设计和设计阶段,地形平坦情况下,宜采用1/1000~1/2000比例尺地形图;若地形比较复杂或低压滴灌系统,宜采用1/500~1/1000比例尺地形图。

#### 5.1.3 气象:

降水、蒸发、气温、湿度、日照、积温、无霜期、风速风向、冻土深度、气象灾害等与灌溉密切相关的农业气象资料。

#### 5.1.4 水源:

水源种类及其逐年供水能力,年水量、水位变化情况,水质、水温、泥沙含量变化情况,特别是灌溉季节的供水、用水情况。对于地表水源,包括取水点的水文资料。对于以地下水为水源的滴灌工程,应收集与项目区有关的地下水储量、可开采量、已开采量、地下水位多年变化情况、超采情况、年可供灌溉水量。收集地下水的化学成分及其含量。单位涌水量、含水层厚度、含水层岩性等。滴灌工程对水源水质有特殊要求,应对水源的水质进行化验分析,测定水源中的泥沙、污物、水生物、含盐量、氯离子的含量及pH值,以便决定采取相应的处理措施,保证滴灌工程正常运行。

#### 5.1.5 土壤:

质地、容重、田间持水量、孔隙率、渗吸速度、土层厚度、pH值和肥力等。

#### 5.1.6 作物:

种类、品种、栽培模式、根系分布深度、生长季节、各生育阶段及天数、需水量及其变化规律、种植比例、种植面积、种植分布图及轮作倒茬计划、条田面积和规格、防护林布设；当地或类似条件地区的灌溉试验资料、灌溉制度、灌水经验等。

## 5.2 生产条件

### 5.2.1 水利工程现状：

包括引水、蓄水、提水、输水和机井等工程的类别、规模、位置、容量、配套完好程度和效益情况；单井出水量、静水位、动水位变化情况。

### 5.2.2 生产现状：

包括作物历年平均单产，受旱、盐碱、虫灾、干热风、低温霜冻灾害及减产情况。

### 5.2.3 动力资料：

包括现有的动力、电力及水利机械设备情况（如电动机、变压器、柴油机），电网供电情况以及动力设备价格、电费与燃油价格等。

### 5.2.4 当地材料和设备生产供应情况：

包括滴灌工程建筑材料和各种管材、设备来源、单价、运距及当地生产的产品、设备质量、性能、市场供销情况等。

### 5.2.5 农田规划及现状：

项目区农田规划，路、渠、林、电力线路等布置情况。

## 5.3 社会经济状况

### 5.3.1 行政区划和管理：

包括所在县、市、乡、镇、村或团场、营连名称，人口、劳力、民族及文化和农业生产承包方式、管理体制、技术管理水平。

### 5.3.2 经济条件：

工农业生产水平，现有耕地、荒地、草场及森林的分布和面积，森林覆盖率，牲畜状况，养殖业概况，缺水地区的范围与缺水程度，产品价格，经营管理水平，组织管理机构的体制及人员配备情况等。

### 5.3.3 交通条件：

包括项目区对外的交通运输能力及运输价格情况。

### 5.3.4 相关发展规划和文件资料：

批准文件，行业发展规划，标准、规范等。

## 6 规划布置

### 6.1 总体布置

6.1.1 首部枢纽通常与水源工程布置在一起，但若水源工程距项目区较远，也可单独布置在项目区附近或项目区中间；当有几个可以利用的水源时，应根据水源的水量、水位、水质以及灌溉工程的用水要求进行综合考虑，通常在满足滴灌用水水量和水质的要求情况下，选择距项目区最近的水源。

6.1.2 首部枢纽及与其相连的蓄水和供水建筑物的位置，应根据地形地质条件确定，必须有稳固的地质条件，并尽可能使输水距离最短。在需建沉淀池的项目区，可以与蓄水池结合修建。

6.1.3 规模较大的首部枢纽，除应按有关标准合理布设泵房、闸门以及附属建筑物外，还应布设管理人员专

用的工作及生活用房和其他设施,并与周围环境相协调。

6.1.4 滴灌管网应根据水源位置、地形、地块等情况分级,一般应由干管、支管和毛管三级组成。灌溉面积大的可增设总干管、分干管,面积小的也可只设两级。

6.1.5 管网布置应使管道总长度短,少穿越其他障碍物。输配水管道沿地势较高位置布置,毛管上级管路垂直于作物种植行布置,毛管顺作物种植行布置。管道的纵坡应力求平顺。移动式管道应根据作物种植方向、机耕等要求铺设,避免横穿道路。

6.1.6 支管以上各级管道的首端宜设控制阀,在地埋管道的阀门处应设阀门井。在管道起伏的高处、顺坡管道上端阀门的下游、逆止阀的上游,均应设进、排气阀。在干、支管的末端应设冲洗排水阀。

6.1.7 在直径大于50mm的管道末端、变坡、转弯、分岔和阀门处,应设镇墩。当地面坡度大于20%或管径大于65mm时,宜每隔一定距离增设镇墩。

6.1.8 管道埋深应根据土壤冻层深度、地面荷载和机耕要求确定。干、支管管顶覆土厚度应不小于60cm。

## 6.2 工程规模

6.2.1 规划阶段应该首先进行水量平衡分析计算,以确定合理的工程规模。水量平衡分析计算主要受水源条件的制约,不同水源条件有不同的分析计算方法。当水源一定时,灌溉面积与滴灌设计灌溉补充强度、滴灌系统工作制度等因素有关。

6.2.2 以井水为水源的滴灌工程,其可灌面积用式(1)计算:

$$A = \frac{\eta Q_j C}{10 I_a} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$A$ ——井水可灌面积,  $\text{hm}^2$ ;

$\eta$ ——灌溉水有效利用系数;

$Q_j$ ——水井的出流量,  $\text{m}^3/\text{h}$ ;

$C$ ——系统日最大运行时数,  $\text{h}$ ;

$I_a$ ——设计灌溉补充强度,  $\text{mm}/\text{d}$ 。

6.2.3 以塘、坝为水源的滴灌工程,如集流面积足够大,其容积已确定时,可灌面积用式(2)计算:

$$A = \frac{\eta_{\text{蓄}} K V}{10 \sum I_i T_i} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$A$ ——塘、坝可灌面积,  $\text{hm}^2$ ;

$V$ ——塘、坝蓄水容积,  $\text{m}^3$ ;

$K$ ——塘、坝复蓄系数,  $K=1.0\sim 1.5$ (我区取1.0);

$\eta_{\text{蓄}}$ ——考虑蒸发和渗漏损失后的蓄水有效利用系数,取 $\eta=0.6\sim 0.7$ ;

$I_i$ ——灌溉季节各月的毛供水强度,  $\text{mm}/\text{d}$ ;  $T_i$ ——灌溉季节各月的供水天数,  $\text{d}$ 。

6.2.4 河、渠类水源,计划灌溉面积确定时,所需的供水流量用式(3)计算:

$$Q = \frac{10 m_{\text{毛}} A}{TC} \text{ 或 } Q = \frac{10 I_a A}{\eta C} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$Q$ ——需要的供水流量,  $\text{m}^3/\text{h}$ ;  
 $m_{\text{毛}}$ ——设计毛灌水定额;  
 $A$ ——计划灌溉面积,  $\text{hm}^2$ ;  
 $T$ ——灌水周期,  $\text{d}$ ;其余符号意义同前。

6.3 毛管和滴头的布置

- 6.3.1 大田膜下滴灌一般均采用工厂定型生产的毛管和滴头合为一体的一次性薄壁滴灌带,滴头通常等间距20cm~40cm布设。
- 6.3.2 滴灌带布置主要取决于滴灌作物栽培模式,滴灌带一般铺设于地表地膜下,也可将毛管浅埋( $\leq 5\text{cm}$ )。
- 6.3.3 作物栽培应突破地面灌情况下的传统栽培模式,尽可能采用宽窄行,适当调整株行距,加大滴灌带铺设间距。
- 6.3.4 实施科学合理的栽培模式和灌溉制度,在中壤土和粘土上一条滴灌带可向四行作物供水。轻质土情况下,一般设计成一条滴灌带向两行作物供水。
- 6.3.5 表1列出了新疆棉花膜下滴灌滴头和毛管的各种布置形式,可供设计时参考。需要说明的是,机采棉受引进采棉机的制约棉花行距已经固定无法改变,故只能在其行间距上布置毛管。

表1 棉花参考毛管间距和滴头间距

| 作物         | 土壤质地  | 栽培模式(cm)    |       | 毛管间距(cm) | 滴头间距(cm) | 备注   |
|------------|-------|-------------|-------|----------|----------|------|
|            |       | 宽窄行         | 株距    |          |          |      |
| 早熟<br>陆地棉  | 沙土    | 30+60       | 9~10  | 90       | 30~40    | 1管2行 |
|            | 沙土    | 10+66+10+66 |       | 76       | 30~40    | 1管2行 |
|            | 壤土~粘土 | 20+40+20+60 |       | 140      | 40~50    | 1管4行 |
|            | 壤土~粘土 | 10+66+10+66 |       | 152      | 40~50    | 1管4行 |
| 中晚熟<br>陆地棉 | 沙土    | 30+60       | 10~12 | 90       | 30~40    | 1管2行 |
|            | 沙土    | 10+66+10+66 |       | 76       | 30~40    | 1管2行 |
|            | 壤土~粘土 | 20+40+20+60 |       | 140      | 40~50    | 1管4行 |
|            | 壤土~粘土 | 10+66+10+66 |       | 152      | 40~50    | 1管4行 |
| 长绒棉        | 沙土    | 30+60       | 9~10  | 90       | 30~40    | 1管2行 |
|            | 沙土    | 10+66+10+66 |       | 76       | 30~40    | 1管2行 |
|            | 壤土~粘土 | 20+40+20+60 |       | 140      | 40~50    | 1管4行 |
|            | 壤土~粘土 | 10+66+10+66 |       | 152      | 40~50    | 1管4行 |

6.3.6 加工番茄是我国西部干旱区的优势经济作物,特别适合于膜下滴灌栽培。其参考毛管间距和滴头间距见表2。

表2 加工番茄参考毛管间距和滴头间距

| 作物                      | 土壤质地  | 栽培模式(cm) |       | 毛管间距(cm) | 滴头间距(cm) | 备注     |
|-------------------------|-------|----------|-------|----------|----------|--------|
|                         |       | 宽窄行      | 株距    |          |          |        |
| 早熟品种:<br>红杂10号、<br>立厚8号 | 沙土    | 40+90    | 35~40 | 130      | 35~40    | 一膜一管两行 |
|                         | 壤土~粘土 | 50+80    | 35~40 | 130      | 40~50    |        |
|                         | 壤土~粘土 | 50+90    | 35~40 | 140      | 45~50    |        |
| 中晚熟品种:<br>新番4号、13号      | 沙土    | 40+90    | 35~40 | 130      | 35~40    | 一膜一管两行 |
|                         | 壤土~粘土 | 50+80    | 35~40 | 130      | 40~50    |        |
|                         | 壤土~粘土 | 50+90    | 35~40 | 140      | 45~50    |        |



## 6.3.7 膜下滴灌玉米参考毛管间距和滴头间距见表3。

表3 玉米参考毛管间距和滴头间距

| 作物及品种特性 |     | 土壤质地  | 栽培模式(cm)    |       | 毛管间距<br>(cm) | 滴头间距<br>(cm) | 备 注       |
|---------|-----|-------|-------------|-------|--------------|--------------|-----------|
|         |     |       | 宽窄行         | 株 距   |              |              |           |
| 复播玉米    | 紧凑型 | 砂土    | 30+70       | 24~30 | 100          | 35~40        | 一膜一管,一管两行 |
|         |     | 壤土、粘土 | 20+40+20+80 | 30~35 | 160          | 40~50        | 一膜一管,一管四行 |
|         | 中间型 | 砂土    | 30+80       | 25~30 | 110          | 35~40        | 一膜一管,一管两行 |
|         |     | 壤土、粘土 | 20+45+20+85 | 35~40 | 170          | 40~50        | 一膜一管,一管四行 |
| 正播玉米    | 紧凑型 | 砂土    | 30+70       | 30~35 | 100          | 35~40        | 一膜一管,一管两行 |
|         |     | 壤土、粘土 | 20+40+20+80 | 35~40 | 160          | 40~50        | 一膜一管,一管四行 |
|         | 中间型 | 砂土    | 30+80       | 25~30 | 110          | 35~40        | 一膜一管,一管两行 |
|         |     | 壤土、粘土 | 20+45+20+85 | 38~42 | 170          | 40~50        | 一膜一管,一管四行 |
|         | 平展型 | 砂土    | 30+80       | 25~30 | 110          | 35~40        | 一膜一管,一管两行 |
|         |     | 壤土、粘土 | 20+45+20+90 | 40~45 | 170          | 40~50        | 一膜一管,一管四行 |
| 青储玉米    | 独杆型 | 砂土    | 30+80       | 25~30 | 110          | 35~40        | 一膜一管,一管两行 |
|         |     | 壤土、粘土 | 20+45+20+85 | 35~40 | 170          | 40~50        | 一膜一管,一管四行 |
|         | 分枝型 | 砂土    | 30+80       | 30~35 | 110          | 35~40        | 一膜一管,一管两行 |
|         |     | 壤土、粘土 | 20+45+20+90 | 38~42 | 170          | 40~50        | 一膜一管,一管四行 |

## 6.3.8 主要蔬菜作物,参考毛管、滴头间距见表4。

表4 蔬菜作物参考毛管间距和滴头间距

| 作物名称 | 品种    | 行距(cm) |    | 株距(cm) | 毛管间距(cm) | 滴头间距(cm) |
|------|-------|--------|----|--------|----------|----------|
|      |       | 窄行     | 宽行 |        |          |          |
| 黄瓜   | 长春密刺  | 30     | 70 | 25     | 100      | 30~40    |
|      | 津春2号  | 40     | 80 | 25     | 120      |          |
|      | 津绿4号  | 30     | 70 | 25     | 100      |          |
| 番茄   | 金棚1号  | 30     | 50 | 25     | 80       | 30~40    |
|      | 金棚3号  | 30     | 50 | 25     | 80       |          |
|      | 毛粉802 | 40     | 80 | 30     | 120      |          |
|      | 加州大粉  | 40     | 80 | 30     | 120      |          |
| 辣椒   | 茄红甜椒  | 30     | 60 | 30     | 90       | 30~40    |
|      | 矮树早椒  | 30     | 60 | 25     | 90       |          |
| 豆角   | 双季豆   | 30     | 70 | 20     | 100      | 30~40    |
|      | 丰收1号  | 30     | 70 | 20     | 100      |          |

注:滴头间距视土壤质地而定,质地轻取小值,质地粘重取大值。

## 6.3.9 甜瓜、西瓜是最适宜采用滴灌的作物,应根据不同品种长势和栽培方法的不同正确确定毛管间距,一般可按表5选用。

表5 瓜类作物参考毛管间距和滴头间距

| 作物名称 | 品种熟性 | 作物行距(cm) |         | 作物株距(cm) | 毛管间距(cm) | 滴头间距(cm) |
|------|------|----------|---------|----------|----------|----------|
|      |      | 窄行       | 宽行      |          |          |          |
| 甜瓜   | 早    | 40       | 260     | 30~35    | 300      | 30~40    |
|      | 中    | 40       | 260~310 | 35~40    | 300~350  | 30~40    |
|      | 晚    | 40       | 310~410 | 40~45    | 350~450  | 30~40    |
| 西瓜   | 早    | 40       | 260~310 | 20~25    | 300~350  | 30~40    |
|      | 中    | 40       | 310~360 | 25~30    | 350~400  | 30~40    |
|      | 晚    | 40       | 360~410 | 30~35    | 400~450  | 30~40    |

注:①在中壤土和粘土上,窄行间距可增加到50cm;②滴头间距视土壤质地而定,质地轻取小值,质地粘重取大值。

## 6.4 干管和支管布置

### 6.4.1 干管布置

#### 6.4.1.1 一般原则:

- 干管级数应因地制宜地确定,加压系统干管级数不宜过多;
- 地形平坦时,根据水源位置应尽可能采取双向分水布置形式;垂直于等高线布置的干管,也尽可能对下一级管道双向分水;
- 干管布置应尽量顺直,总长度最短,在平面和立面上尽量减少转折;
- 尽量少穿越障碍物,不得干扰光缆、油、气等线路;
- 在需要与可能的情况下,输水总干管可以兼顾其他用水要求。

#### 6.4.1.2 方法步骤:

- 滴灌系统干管布置应在规范所规定比例尺的地形图上进行设计;
- 在滴灌工程总体布置的基础上,根据滴灌系统首部枢纽的位置和灌水小区的设计,在地形图上按干管布置的一般原则进行布置,拿出2~3个布置方案;
- 对拿出的布置方案进行技术经济比较,根据工程造价、运行费用、管理是否方便等进行综合比较,择优选出采用方案。

### 6.4.2 支管布置

#### 6.4.2.1 一般原则:

- 支管长度不宜过长,应根据支管铺设方向的地块长度合理调整决定;
- 支管的间距取决于毛管的铺设长度,在可能的情况下应尽可能加长毛管长度,以加大支管间距;
- 地面支管宜采用薄壁PE管材;
- 采用PVC的支管应埋入地下,并满足有关防冻和排水要求;
- 均匀坡双向毛管布置情况下,支管布设在能使上、下坡毛管上的最小压力水头相等的位置上。

#### 6.4.2.2 方法步骤:

- 应在规范所规定比例尺的地形图上同时进行干管、支管布置设计;
- 在滴灌带选定情况下,根据田块实际情况,因地制宜布设支管,进行灌水小区设计并优化。

7 设计技术参数

7.1 设计保证率

7.1.1 滴灌保证率的含义比传统地面灌溉有所增加,包含了水源来水量的保证程度和灌溉设备的保证程度两个方面。

7.1.2 灌溉设计保证率不低于90%。

7.2 设计耗水强度

7.2.1 设计耗水强度应由试验确定,没有试验资料的可通过计算确定

7.2.2 用水面蒸发资料按式(4)计算

$$I_c=K_r\times K_s\times K_c\times K_p\times E_p \dots\dots\dots (4)$$

式中:

- $I_c$ ——滴灌设计耗水强度,mm/d;
- $K_r$ ——覆盖率影响系数;
- $K_s$ ——与土壤质地有关的灌溉水损失系数;
- $K_c$ ——作物系数;
- $K_p$ ——蒸发皿系数;
- $E_p$ ——蒸发皿蒸发量,mm/d。

7.2.3 用参照作物腾发量按式(5)计算

$$I_c=K_r\times K_s\times K_c\times E_0 \dots\dots\dots (5)$$

式中:

$E_0$ ——参照作物腾发量;其他符号同前。新疆主要地区 $E_0$ 值见附录B。

7.2.4 缺乏资料时也可参照表6确定。

表6 大田膜下滴灌设计耗水强度参考值 (mm/d)

| 区 域              | 棉花      | 加工番茄    | 玉米      | 辣椒      | 甜西瓜     |
|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 准噶尔盆地西缘和南缘       | 5.0~5.5 | 5.0~5.5 | 5.5~6.0 | 5.5~6.0 | 5.5~6.0 |
| 准噶尔盆地东缘和北缘       | 4.5~5.0 | 4.5~5.0 | 5.0~5.5 | 5.0~5.5 | 5.0~5.5 |
| 吐哈盆地             | 7.0~8.0 | 7.0~8.0 |         | 7.5~8.5 | 7.5~8.5 |
| 塔里木盆地平原区         | 6.0~6.5 | 6.0~7.0 | 6.5~7.0 | 6.5~7.0 | 6.5~7.0 |
| 塔里木盆地周边山间河谷及盆地地区 | 5.5~6.5 | 5.5~6.5 | 6.0~6.5 | 6.0~6.5 | 6.0~6.5 |

注:靠近盆地中心取较大值,反之取较小值。

7.3 设计耗水补充强度

设计补充灌溉强度 $I_a$ 是确定滴灌系统最大供水能力的依据,式 $I_a=I_c-P_0-S$ 对湿润地区有一定意义;对于干旱、半干旱地区,一般都没有可靠降水、根层土壤水或地下水补给;为可靠起见建议取 $I_a=I_c$ 。

7.4 土壤湿润比

7.4.1 大田膜下滴灌滴灌带上滴头间距均小于湿润带直径形成一条湿润带,应适当改变作物的种植模式,在湿润带上种植两行或两行以上作物并减小株距,扩大湿润带之间的距离,以保证通风透光和方便田间作

业;土壤湿润比视土壤质地可控制在60%~90%之间。大田甜瓜、西瓜栽培有很宽的供瓜蔓匍匐的旱滴,一般土壤湿润比在15%以下。

7.4.2 大田膜下滴灌湿润比可按式(6)、(7)计算:

$$P=\frac{n\times S_e\times S_w}{S_rS_t}\times100\% \dots\dots\dots (6)$$

$$P=\frac{S_w}{S_L}\times100\% \dots\dots\dots (7)$$

式中:

- $P$ ——土壤湿润比,%;
- $n$ ——每棵作物的滴头个数;
- $S_e$ ——滴头间距,m;
- $S_w$ ——湿润带宽度,即在给定的滴头流量和土壤条件下,表7中, $P=100\%$ 时相应的 $S_L$ 值;
- $S_t$ ——作物株距,m;
- $S_r$ ——作物行距,m;
- $S_L$ ——滴灌带间距,m;

表7 土壤湿润比P值表 单位:%

| 毛管有效间距<br>$S_L$<br>(m) | 滴头流量q(L/h)                             |     |     |     |     |     |     |     |     |
|------------------------|----------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                        | <1.5                                   |     |     | 2.0 |     |     | 4.0 |     |     |
|                        | 对粗、中、细结构的土壤推荐的毛管上的灌水器或出水点的间距 $S_e$ (m) |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                        | 粗                                      | 中   | 细   | 粗   | 中   | 细   | 粗   | 中   | 细   |
|                        | 0.2                                    | 0.5 | 0.9 | 0.3 | 0.7 | 1.0 | 0.6 | 1.0 | 1.3 |
| 0.8                    | 38                                     | 88  | 100 | 50  | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 1.0                    | 33                                     | 70  | 100 | 40  | 80  | 100 | 80  | 100 | 100 |
| 1.2                    | 25                                     | 58  | 92  | 33  | 67  | 100 | 67  | 100 | 100 |
| 1.5                    | 20                                     | 47  | 73  | 26  | 53  | 80  | 53  | 80  | 100 |
| 2.0                    | 15                                     | 35  | 55  | 20  | 40  | 60  | 40  | 60  | 80  |

注:表中所列数值为单行直线毛管、灌水器或出水点均匀布置,每一灌水周期在施水面积上灌水量为40mm时的土壤湿润比。

7.5 灌水均匀度

7.5.1 滴灌系统内同一灌水小区内最大滴头流量偏差率不应大于20%,用公式(8)计算:

$$q_v=\frac{q_{max}-q_{min}}{q_d}\times100\% \dots\dots\dots (8)$$

式中:

- $q_v$ ——滴头设计流量偏差率,%;
- $q_{max}$ ——滴头最大流量,L/h;
- $q_{min}$ ——滴头最小流量,L/h;

$q_d$ ——滴头设计流量, L/h。

## 7.6 其他设计参数

7.6.1 灌溉水利用系数。大田膜下滴灌灌溉水利用系数 $\eta$ 应 $\geq 0.9$ 。

7.6.2 计划土壤湿润层深度。一般与作物根系活动层深度相一致,大田膜下滴灌作物根系活动层较浅,根据作物种类的不同,可在0.3m~0.5m范围内选取。

7.6.3 滴头设计水头。可根据灌水小区田块表面平整情况在5~7m范围内灵活选取,田面平整的取较小值,反之则取较大值。

## 8 设计灌溉制度

### 8.1 最大净灌水深度

滴灌条件下最大净灌水深度可用(9)、(10)式计算:

$$m_{\max} = \beta \times \theta \times Z \times P / 1000 \quad \dots\dots\dots (9)$$

其中:  $\gamma = \frac{\theta_{\max}}{\theta'_{\max}}$ ,  $\theta = \theta_{\max} - \theta_{\min}$

$$m_{\max} = 0.1 \times (\theta'_{\max} - \theta'_{\min}) \times \gamma \times Z \times P \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中:

$m_{\max}$ ——最大净灌水深度, mm;

$\beta$ ——土壤中允许消耗水量占土壤有效持水量的比例, %;

$\theta$ ——土壤有效持水量(占土壤重量百分数), %;

$\theta_{\max}$ ——土壤田间持水量(占土壤体积百分数), %;

$\theta'_{\max}$ ——土壤田间持水量(占土壤体积百分数), %;

$\theta_{\min}$ ——作物的土壤含水量下限(占土壤重量百分数), %;

$\theta'_{\min}$ ——作物的土壤含水量下限(占土壤体积百分数), %;

$\gamma$ ——土壤容重, g/cm<sup>3</sup>;

$Z$ ——根系活动层深度, m;

$P$ ——土壤湿润比, %。

### 8.2 净灌水深度

净灌水深度是指每次灌水中为满足作物耗水量所补充的净水量。一般情况下,作物净灌水深度应小于等于最大净灌水深度,即:

$$m_{\text{净}} \leq m_{\max} \quad (\text{mm})$$

### 8.3 每次的毛灌水深度

应足以补充作物的耗水量,补偿由于系统的灌水不均匀性而必须多灌的水量或不可避免的渗漏损失及淋洗所需要的水量。毛灌水深度用(11)式计算:

$$m_{\text{毛}} = \frac{m_{\text{净}}}{\eta} \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中:

$m_{\text{毛}}$ ——毛灌水深度, (mm);

$\eta$ ——灌溉水利用系数。

## 8.4 滴灌系统设计灌水定额

最大毛灌水深度,按滴灌系统最大净灌水深度计算公式考虑一定的水损失来确定。用(12)式计算:

$$m_{\text{设}} = \frac{m_{\text{max}}}{\eta} \dots\dots\dots (12)$$

式中:

$m_{\text{设}}$ ——设计灌水定额,mm;

$m_{\text{max}}$ ——最大净灌水深度,mm;

$\eta$ ——灌溉水利用系数。

## 8.5 设计灌水周期

作物耗水高峰的允许最大灌水周期按式(13)计算:

$$T = \frac{m_{\text{净}}}{I_a} \dots\dots\dots (13)$$

式中:

$T$ ——最大设计灌水周期,d;

$m_{\text{净}}$ ——净灌水深度,mm;

$I_a$ ——滴灌设计灌溉补充强度,mm/d。

## 8.6 一次灌水延续时间

通过滴头将灌水量灌到毛灌水深度所需要的灌水时间由式(14)计算:

$$t = \frac{m_{\text{毛}} S_e S_l}{q_a} \dots\dots\dots (14)$$

式中:

$t$ ——一次灌水延续时间,h;

$S_e$ ——滴头间距,m;

$S_l$ ——毛管间距,m;

$q_a$ ——滴头流量,L/h。

## 8.7 系统日最大运行小时数

根据国内外实践经验,为了降低系统投资,日最大运行时间可以取22h。

## 9 水力设计

### 9.1 滴头选择

9.1.1 滴灌工程设计的好坏,在很大程度上首先取决于滴头选择的正确与否,它不仅决定着工程投资的大小,也决定着管理是否方便和灌溉质量的优劣。

9.1.2 滴头设计流量。选择的主要依据是土壤质地,为了降低系统投资,在可能的情况下应选择小流量滴头;在毛管和滴头布置方式确定的情况下,所选滴头流量必须满足湿润比的要求,满足灌溉制度的要求。滴头设计流量一般应控制在2L/h以下,最大不得超过3L/h。

9.1.3 滴头性能。应选用紊流型、制造偏差小、抗堵塞性能强的滴头。

### 9.2 系统工作制度与轮灌组划分

9.2.1 系统工作制度,应根据系统大小、作物种类、水源条件、管理模式和经济状况等因素合理选择;其主要

制约因素是所选滴头设计流量的大小。

9.2.2 轮灌组划分原则:每个轮灌组控制的面积应尽可能相等或接近,以便水泵工作稳定,提高动力机和水泵的效率,减少能耗;轮灌组的划分应照顾农业生产和田间管理的要求,尽可能减少农户之间的用水矛盾;为了便于运行操作和管理,手动控制时,通常一个轮灌组管辖的范围宜集中连片,轮灌顺序可通过协商自上而下或自下而上进行;可能情况下,应分散干管流量并尽量减少轮灌次数;在采用自动控制时,为了减少输水干管段的流量,宜采用插花操作的方法划分轮灌组。

9.2.3 轮灌组划分方法:用式(15)粗估轮灌组个数。

$$N=\frac{\sum q}{Q} \dots\dots\dots (15)$$

式中:

- Σq——整个灌溉面积上的滴头总流量,m³/h;
  - Q——水量平衡要求的最小系统设计流量,m³/h。
- 最大轮灌组数目应满足:

$$N\leq N_{\max}=\frac{CT}{t} \dots\dots\dots (16)$$

式中:

- N<sub>max</sub>——最大轮灌组数目;
  - C——系统日最大运行时数,h/d;
  - T——最大设计灌水周期,d;
  - t——次灌水延续时间,h。
- 如果N不为整数,可采用两种办法:
- 水源供水允许的情况下,增大水泵流量,但不宜增大过多,否则会增大系统投资;
  - 微调滴头设计水头来调节滴头流量,使式(15)计算值为整数。

9.3 管道水力计算公式

9.3.1 宜采用公式(17)计算管路沿程水头损失(勃拉休斯Blasius公式):

$$h_f=\frac{1.47v^{0.25}Q^{1.75}}{d^{4.75}}L \dots\dots\dots (17)$$

式中:

- h<sub>f</sub>——水头损失,m;
- v——水的运动黏度(运动黏滞系数,见),cm²/s;
- Q——流量,L/h;
- L——管道长度,m;
- d——管道内径,mm。

表8 水的运动黏度v值

| 温度(℃)    | 10     | 12     | 14     | 16     | 18     | 20     | 22     | 24     |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| v(cm²/s) | 0.0131 | 0.0124 | 0.0118 | 0.0112 | 0.0106 | 0.0101 | 0.0096 | 0.0091 |

9.3.2 毛管和支管均属多出水口管,为简化计算,先假设所有的水流都通过管道全长,计算出该管路的水头损失,然后再乘以多口系数。宜采用公式(18)计算多口系数(克里斯琴森 Christiansen公式):

$$F = \frac{N \left( \frac{1}{m+1} + \frac{1}{2N} + \frac{\sqrt{m-1}}{6N^2} \right) - 1 + x}{N - 1 + x} \dots\dots\dots (18)$$

式中:

$F$ ——多口系数;

$N$ ——管道上出水口数目;

$m$ ——流量指数,层流=1,光滑紊流层流=1.75,完全紊流=2;

$x$ ——进口端至第一个出水口的距离与孔口间距之比。

9.3.3 局部水头损失按公式(19)计算:

$$h_j = \sum \zeta \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots (19)$$

式中:

$h_j$ ——局部水头损失,m;

$V$ ——管内平均流速,m/s;

$g$ ——重力加速度,9.81m/s<sup>2</sup>;

$\zeta$ ——局部损失系数。

9.3.4 干管上的局部水头损失最好进行计算确定。如参数缺乏,干支管的局部水头损失可按沿程水头损失的5%~10%计算;毛管的局部水头损失根据滴头与毛管连接时其内壁的阻力情况,可取沿程水头损失的10%~20%。水表、过滤器、施肥装置等产生的局部水头损失应使用企业样本上的测定数据。

## 9.4 灌水小区水力设计

9.4.1 水头偏差率可用公式(20)计算:

$$[h_v] = \frac{1}{x} [q_v] \left( 1 + 0.15 \frac{1-x}{x} [q_v] \right) \dots\dots\dots (20)$$

灌水小区水头差 $\Delta h$ 应满足式(21):

$$\Delta h \leq [\Delta h] \dots\dots\dots (21)$$

式中:

$q_v$ 、 $h_v$ ——灌水小区的滴头流量偏差率和水头偏差率;

$x$ ——滴头流态指数;

$[q_v]$ 、 $[h_v]$ ——允许的滴头流量偏差率和允许的水头偏差率;

$[\Delta h]$ ——灌水小区允许水头偏差,m。

9.4.2 灌水小区中水头差由支管水头差和毛管水头差两部分所组成,它们各自所占的比例由公式(22)计算:

$$\beta_1 = \frac{[\Delta h] + L_2 J_2}{[\Delta h] \left[ \frac{L_2}{L_1} (\alpha_1 n_1)^{0.2} + 1 \right]} \dots\dots\dots (22)$$

式中:

$\beta_1$ ——允许水头偏差分配给支管的比例;



$[\Delta h]$ ——灌水小区允许的压力水头差, m;

$L_1$ 、 $L_2$ ——支管长度和毛管长度, m;

$J_1$ 、 $J_2$ ——沿支管和沿毛管地形比降;

$\alpha_1$ ——支管上毛管布置系数, 单侧布置时为1, 双侧布置时为2;

$n_1$ ——支管上单侧毛管根数。

## 9.5 各级管路流量计算

### 9.5.1 毛管流量:

可将滴头设计流量视为滴头平均流量计算毛管流量, 用公式(23)计算:

$$Q_m = nq_a \quad (23)$$

式中:

$Q_m$ ——毛管进口流量, L/h;

$n$ ——毛管上的滴头数目; 线源滴头为毛管长度, m;

$q_i$ ——毛管上的滴头流量, L/h; 线源滴头为单长流量, L/h·m;

$q_a$ ——毛管上滴头设计流量, L/h。

### 9.5.2 单向分水支管流量可按公式(24)计算:

$$Q_{z1} = N(nq_a) \quad (24)$$

式中:

$N$ ——支管上最末一条毛管号; 其余符号同前。

### 9.5.3 双向分水支管流量可按式(25)计算:

$$Q_{z1} = N(n_{\text{左}}q_a + n_{\text{右}}q_a) = N(n_{\text{左}} + n_{\text{右}})q_a = N(nq_a) \quad (25)$$

式中:

$n_{\text{左}}$ 、 $n_{\text{右}}$ ——分别为左右侧毛管上的滴头数;

$n$ ——整条毛管上的滴头数。

### 9.5.4 轮灌方式确定后, 根据轮灌方式进行推算确定干管各段的流量。

## 9.6 毛管设计

### 9.6.1 毛管的设计方式。管径不变, 限制毛管长度, 以使压力变化不超出设计范围。

9.6.2 根据滴头设计流量和毛管地面铺设坡度计算确定毛管最大长度, 实际铺设长度应根据条田规格合理确定, 但长度不得超过毛管最大长度。

9.6.3 可通过水力计算或设计图表进行设计。鉴于出水口间距很小的一次性薄壁滴灌带(或称线源滴头)是大田膜下滴灌用最佳毛管设备, 为避免繁琐复杂的计算, 宜采用简单方便的图解法进行设计(见附录C)。

## 9.7 支管设计

9.7.1 支管的水流条件与毛管完全相似, 都是流量沿程均匀递减至零的管路, 毛管的设计思想和设计方法, 完全适用于支管。但支管设计是在灌水小区设计基础上进行的, 基本上都是在支管长度确定情况下, 计算所需的支管管径。

9.7.2 大田膜下滴灌设计工作压力低, 一般均采用非压力补偿式滴头, 应根据灌水小区设计分配给支管的允许压力差进行支管设计, 即  $\Delta h_{\text{支}} \leq [\Delta h_{\text{支}}]$ 。

9.7.3 当支管长度给定、灌水小区允许压力差和分配给支管的比例确定的情况下,支管的允许水头损失 $[\Delta h_{支}]$ 是确定的。用式(26)计算支管内径。

$$d_{支} = \left( \frac{1.47 v^{0.25} Q_{支}^{1.75}}{[\Delta h_{支}]} L_{支j} \cdot F \right)^{\frac{1}{4.75}} \dots\dots\dots (26)$$

式中:

- $d_{支}$ ——所需支管内径,mm;
- $v$ ——水的运动粘度(运动粘滞系数), $\text{cm}^2/\text{s}$ ;
- $Q_{支}$ ——支管进口流量,L/h;
- $[\Delta h_{支}]$ ——支管允许水头损失,由灌水小区水力设计确定,m;
- $L_{支j}$ ——考虑了局部水头损失的支管计算长度, $L_{支j}=1.1L_{支j}$ ,m;
- $F$ ——多口系数。

9.7.4 不规则形状地块的支管应进行专门的设计。

## 9.8 干管设计

### 9.8.1 干管设计应遵循的原则。

- a) 干管应设计成沿干管所有分水口的水头,等于或高于各支管进口的水头(滴灌系统需要的工作水头);
- b) 对于加压滴灌系统而言,支管以上各级管道的管径应在满足下一级管道流量和压力的前提下按年费用最小原则进行设计;
- c) 对于自压滴灌系统而言,应尽可能地利用自然水头压力,地形坡度较大的管段应以地形坡为能坡进行设计;
- d) 对于大型滴灌系统而言,滴灌干管往往由支管以上的多级管道所组成,不能简单地用一个经济能坡或经济管径计算公式对所有干管管段进行设计。

9.8.2 干管设计方法。直能坡线概念给我们提供了一个既快又方便的近于最佳的设计方法。当干管纵剖面线、流量、进口压力和所需的工作压力已知时,就能立即定出直的能坡线。宜用该方法进行干管设计。

9.8.3 干管设计是一系列管流设计。当它在田间的布置确定后,就可以计算各段的流量。干管内径一般用(27)计算(勃拉休斯公式):

$$d = \left( \frac{1.47 v^{0.25} Q}{i} \right)^{\frac{1}{4.75}} \dots\dots\dots (27)$$

式中:

- $d$ ——管道内径,mm;
- $v$ ——水的运动粘度(运动粘滞系数), $\text{cm}^2/\text{s}$ ;
- $Q$ ——流量,L/h;
- $i$ ——能量坡度。

9.8.4 节点的压力均衡。管网采用管材系在国标管材系列中选取,其实际内径与计算内径是不可能一致的,因此,必须根据所采用管道的实际内径重新计算,进行节点的压力均衡验算。从同一节点取水的各条管线同

时工作时,必须比较各条管线对该节点的水头要求。可用调整部分管段直径的方法,使各管线对该节点的水头要求一致或基本一致。节点压力用式(28)计算:

$$H=Z_p-Z_b+h_0+\sum h_f+\sum h_w \dots\dots\dots (28)$$

式中:

- $H$ ——节点压力,m;
- $Z_p$ ——典型支管进口高程,m;
- $Z_b$ ——节点高程,m;
- $h_0$ ——典型支管进口的设计水头,m;
- $\sum h_f$ ——节点至典型支管进口的管道沿程水头损失,m;
- $\sum h_w$ ——节点至典型支管进口的管道局部水头损失,m。

9.8.5 水锤压力验算与防护。滴灌专用聚乙烯管材可不进行水锤压力验算,其他管材当关阀历时大于20倍水锤相长时,也可不验算关阀水锤。除此之外,应进行水锤验算。直接水锤的压力水头增加值应按式(29)计算:

$$\Delta H=\frac{C\Delta V}{g} \dots\dots\dots (29)$$

$$C=\frac{1435}{\sqrt{1+\frac{2100(D-e)}{E_s e}}} \dots\dots\dots (30)$$

式中:

- $\Delta H$ ——直接水锤的压力水头增加值,m;
- $C$ ——水锤波在管中的传播速度,m/s;
- $\Delta V$ ——管中流速变化值,为初流速减去末流速,m/s;
- $g$ ——重力加速度,m/s<sup>2</sup>;
- $D$ ——管道外径,mm;
- $e$ ——管壁厚度,mm;
- $E_s$ ——管材的弹性模量(MPa),聚氯乙烯管为 $E_s=2500\sim 3000$ MPa,高密度聚乙烯管为 $E_s=750\sim 850$ MPa,低密度聚乙烯管为 $E_s=180\sim 210$ MPa。

当计入水锤后的管道工作压力大于塑料管1.5倍允许压力或超过其他管材的试验压力时,应采取水锤防护措施。

## 9.9 系统总扬程确定和水泵选型

### 9.9.1 系统总扬程的确定

由最不利轮灌组推求的总水头就是系统总扬程按式(31)计算:

$$H=H_0+\Delta H_{\text{首部}}+(Z_1-Z_2) \dots\dots\dots (31)$$

式中:

- $H$ ——系统总扬程,m;
- $H_0$ ——干管进水口所要求的工作水头,m;
- $\Delta H_{\text{首部}}$ ——干管进水口至水源的总水头损失,包括水泵吸水管、水泵出水口至干管进水口管段、阀门、连

接件、施肥装置、过滤器、量测设备等的水头损失,  $m$ ;

$Z_1$ ——干管进水口处地面高程,  $m$ ;

$Z_2$ ——水源动水位高程,  $m$ 。

### 9.9.2 水泵选型原则:

- a) 在设计扬程下, 流量满足滴灌系统设计流量要求;
- b) 在长期运行过程中, 水泵应经常在高效率区运行, 水泵的工作效率要高;
- c) 运行管理方便;
- d) 选用系列化、标准化和更新换代产品。

### 9.9.3 水泵选型方法:

根据系统总扬程 $H$ 和最不利轮灌组的流量 $Q$ , 查阅水泵技术参数资料, 选择相应的水泵型号。当水源设计最低水位与水泵安装高度之间的垂直距离超过该地水泵吸上高度时, 应选用潜水电泵; 反之则可选择离心泵。所选水泵的扬程和流量一般应略大于系统的总扬程和流量。选择水泵配套动力机时, 应保证水泵和动力机的功率相等或动力机的功率稍大于水泵的功率。

### 9.9.4 水泵工况点的校核

好的滴灌系统设计应做到每个轮灌组要求水泵提供的扬程和流量是相同或基本相同的。但当条田形状不规则, 滴灌系统管网比较复杂情况下, 可能出现各轮灌组需要水泵提供的扬程和流量不同情况, 即工况点将不同。此时, 水泵工况点需用水泵的流量~扬程( $Q-H$ )曲线与滴灌系统不同轮灌组时需要流量~扬程曲线共同确定, 或采用变频装置进行调整。

## 10 首部控制枢纽设计

### 10.1 水质净化设施和过滤系统设计

#### 10.1.1 水质处理方式的确定

根据水质分析结果, 针对可能造成堵塞的主要原因, 对滴灌水源采取不同的措施进行水质处理。需要预处理的应进行预处理, 需要澄清的进行澄清处理, 但过滤设计都是必需的。

#### 10.1.2 过滤器设置

过滤器是滴灌系统首部枢纽的重要组成部分。一般在系统首部安装两级过滤器, 第一级过滤器滤去大部分大颗粒杂质以减轻第二级过滤器的负担, 以免第二级过滤器冲洗过于频繁。只有在水源水质很好时才考虑只用一级过滤器。

#### 10.1.3 过滤器类型选择

过滤器选择与水中污物类型及滴头对水质的要求有关, 见表9。当其过滤效果相同时, 应从使用方便、可靠性和价格高低等方面综合考虑进行选择。

10.1.4 在滴灌系统设计中常用过滤器目数表示过滤器的过滤精度, 大田膜下滴灌一般均采用一次性滴灌带, 二级过滤器100~120目时即可。

10.1.5 一般情况下, 系统首部过滤器的容量应超过滴灌系统总流量的20%。为了便于冲洗而又不中断供水, 一般均配置两个以上同样大小的过滤器并联运行。

10.1.6 根据大量的实践经验和目前过滤器生产供应状况以及发展趋势, 宜采用以下两种配套模式:

- a) “砂石过滤器+叠片或网式过滤器”——通常用于经过沉淀池沉淀后的渠水、河水、塘坝水等水质较

差的地表水过滤。

b) “旋流水砂分离器+叠片或网式过滤器”——用于井水。

表9 过滤器的类型选择

| 污物类型  | 污染程度 | 定量标准    | 旋流水沙分离器 | 砂石过滤器 | 叠片过滤器 | 自动冲洗筛网过滤器 | 控制过滤器的选择 |
|-------|------|---------|---------|-------|-------|-----------|----------|
| 泥砂颗粒  | 低    | ≤50MG/L | A       | B     | —     | C         | 筛网       |
|       | 高    | >50MG/L | A       | B     | —     | C         | 筛网       |
| 悬浮固形物 | 低    | ≤50MG/L | —       | A     | B     | C         | 叠片       |
|       | 高    | >50MG/L | —       | A     | B     | —         | 叠片       |
| 藻类    | 低    |         | —       | B     | A     | C         | 叠片       |
|       | 高    |         | —       | A     | B     | C         | 叠片       |
| 氧化铁和锰 | 低    | ≤50MG/L | —       | B     | A     | A         | 叠片       |
|       | 高    | >50MG/L | —       | A     | B     | B         | 叠片       |

注:控制过滤器指二级过滤器。A 为第一选择方案;B 为第二选择方案;C 为第三选择方案。

10.2 施肥装置设计

10.2.1 对于小型滴灌系统,当直接从专用蓄水池中取水时,可将肥料溶于蓄水池再通过水泵随灌溉水一起送入管道系统。当直接取水于有压给水管路、水库、灌排水渠道、人畜饮水蓄水池或水井时,则需加设施肥装置。

10.2.2 施肥装置容积必须与稀释度相适应,稀释度越低,所需要的装置容积就越大。为了保证一次施肥的要求,肥料装置应有足够的容量。一般可以用式(32)进行计算。

$$C_i=\frac{F_iA}{C} \dots\dots\dots (32)$$

式中:

- C<sub>i</sub>——肥料装置容积(L);
- F<sub>i</sub>——每次施肥时单位面积上的施肥量(kg/hm<sup>2</sup>);
- A——施肥面积(hm<sup>2</sup>);
- C——肥料装置中肥料溶液的浓度(kg/L)或稀释比(1:100或1:200)。

10.2.3 注肥流量与施肥装置的型号、规格有关,是选择施肥装置的重要参数。由式(33)计算:

$$q=\frac{w\times A}{t} \dots\dots\dots (33)$$

式中:

- q——注肥流量,L/h;
- w——每公顷液肥施用量,L;
- A——施肥面积,hm<sup>2</sup>;
- t——施肥历时,h。

10.3 控制、测量和保护设备

10.3.1 一般规定

量测设施如压力表、水表的量程一般取系统设计工作参数的1.3~1.4倍;保护设施如:进排气阀、安全阀、

调压装置、逆止阀、泄水阀的额定参数应大于或等于系统设计工作参数;各类阀门及量测、保护设施规格型号应与所在管段管道的规格型号相配套。

### 10.3.2 控制阀

应在干管进口处设置控制闸阀;在首部与供水管连接处和施肥、施药装置与灌溉水源连接处设置截止阀;在水泵出水口和供水管与施肥施药装置之间设置逆止阀;在水泵出水侧的主干管上设置安全阀;在首部最高点设置进排气阀,当管线起伏较大时,在高的拐点处也应安装进排气阀。在进行控制阀门选择时应注意尺寸大小和连接方式,应与首部连接管道相匹配。当地埋管管径大于或等于160mm时,宜选用蜗轮式蝶阀;当地埋管管径大于或等于90mm小于160mm时,宜选用蝶阀;当管径小于90mm以下时,宜选用球阀。

### 10.3.3 压力表

在首部枢纽进水口、各组过滤器进、出水口,以及施肥(药)装置进、出水口应分别设置压力表。

### 10.3.4 水表

水表一般安装在首部枢纽过滤器之后的干管上。也可根据需要在分干管、支管进口处设置水表。滴灌系统应选用水头损失小、精度较高、量度范围大、使用寿命长、维修方便、价格低廉的水表。在选择水表时,首先应了解水表的规格型号、水头损失曲线及主要技术参数等。然后根据设计流量的大小,选择额定流量大于或接近设计流量的水表为宜,切不可单纯以输水管管径大小来选定水表口径。

### 10.3.5 调压器或调压阀

根据设计在需要进行压力调节时安装相应规格型号的调压器或调压阀。

### 10.3.6 安全阀

当压力起伏较大时,根据设计需要在一些最不利压力节点,宜安装安全阀。

## 11 水源工程设计

### 11.1 水源分类与水质要求

#### 11.1.1 地表水

地表水包括河水、库水、泉水、湖泊水、渠水、涝坝水、池塘水等。地表水主要含有杂质可归纳为:①无机物:主要是粘土、砂粒等固体颗粒;②有机物:各种藻类、浮游植物、枯枝败叶等;③微生物:主要是浮游生物;④化学杂质:碳酸盐离子、硫酸根离子、铁离子、镁离子等。

#### 11.1.2 地下水

在滴灌工程实际应用中,一般指井水,主要含有杂质可归纳为:含沙量,主要是井水中沙粒的含量及颗粒大小;含盐量,主要指井水中无机盐、矿物质的含量。

#### 11.1.3 水质

滴灌工程水质标准要求,应符合GB 5084—2005《农田灌溉水质标准》,还应满足SL 103—1995《微灌工程技术规范》中2.2.5条中的有关规定。滴头对水质要求,以不造成堵塞作为基本的要求。

## 12 水源工程分类及设计

### 12.1 水源工程分类

12.1.1 取水工程,包括河道上取水、有无坝取水及拦河式渠首等多种工程类型。

12.1.2 提水工程,包括抽水泵站有时还要多级抽水满足灌区高程要求。

12.1.3 蓄水工程,包括水库、塘坝、蓄水池等。

12.1.4 输水工程,一般指将水引入灌区的工程,包括明渠、管道、隧洞等工程。

12.1.5 初级水质净化工程,包括拦污栅、拦污筛和沉淀池等。

12.1.6 水源工程依照相应有关规范进行设计。

## 12.2 水源工程布置

12.2.1 平原地区大田滴灌工程,井位尽可能设计在滴灌系统的中心。当规划井点在滴灌系统周边时,则尽可能地选择在地形的高处,并且靠近交通道路、电力系统和通讯设施。

12.2.2 当项目区位于山区丘陵地带或山前冲洪积区时,井位的选择应注意利用地形落差,尽可能形成自压滴灌的条件。

12.2.3 当水质较好时,机井水可直接输送给滴灌工程首部枢纽设备;当水质差,含铁物质或粘粒较多时,机井水应进行沉淀池处理方可进入首部枢纽设施;当供需水量需进行调节时,应建蓄水池进行调节。

12.2.4 以地表水为水源的工程,当水源水质符合滴灌工程水质要求时,可直接将水引入首部枢纽设施。

12.2.5 当地表水水源不符合滴灌工程水质要求时,应引入沉淀池进行水质净化处理,达到要求后方可进入首部枢纽设施。

## 13 附属建筑物设计

### 13.1 首部枢纽中的土建工程

13.1.1 水泵与净化设施的基础。水泵与净化设施的基础一般为混凝土结构,主要满足强度、刚度与尺寸要求,以承受荷载,不发生沉陷和变形。

13.1.2 泵房。泵房是滴灌首部枢纽土建工程中的重要构筑物之一,用来布置滴灌工程首部枢纽中的机电设备(如水泵、动力机和控制表盘等)泵房结构应安全可靠、耐久;泵房基础具有足够的强度、刚度和耐久性;地基应具有足够的承载能力和抗震稳定性,还要考虑水泵检修等因素。

13.1.3 配电间。配电间用来布置配电设备,宜紧挨着泵房修建,离机组较近,以节省投资。配电间的尺寸主要取决于配电设备的数量和尺寸,以及必要的安装、操作与检修的空间;其地面高程应高出泵房地面高程10cm~15cm,以避免地面集水使电器设备受潮。

13.1.4 管理房。管理房为机电设备操作人员及滴灌系统运行管理人员提供值勤、办公和生活等场所,还可放置一些检修工具等。

13.1.5 土建工程布设注意事项:①布置应尽量紧凑、合理、以节约工程投资;②室内布置应力求整体有序,并留有通道,以便于操作运行及各种设备与设施的安裝和检修;③当过滤、施肥等设备布置在室内时,应布设专门的排水设施,以便将过滤器等设备的反冲洗污水排到室外,避免泵房地面集水影响运行;④应满足通风、采光、散热等要求。

### 13.2 闸阀井和排水井设计

13.2.1 一般在地下管道的各种阀门安装处设置闸阀井,用来启闭、保护及检修阀门。闸阀井规划设计时其尺寸大小以便于人工操作为宜。

13.2.2 排水井应根据地形条件,一般设置在管道低洼处和管道末端。排水井结构应考虑尽量将排水迅速渗入地下的原则。若排水井内设闸阀,排水阀一般采用PVC—U或ABS材质的球阀,以便安装与操作;排水井内不设闸阀,排水井前面配合阀门井,将排水井埋于地下、井底高程要低于闸阀井高程为宜。

### 13.3 镇墩设计

13.3.1 宜采用结构简单、管道受力较好、稳定牢靠的封闭式镇墩。

13.3.2 镇墩设计内容包括:镇墩自身的强度、校核镇墩抗滑和抗侵稳定性、验算地基强度及稳定性等,陡坡管道还要考虑管道自重、管内水重的分力,由稳定计算确定镇墩的大小和尺寸。

#### 13.4 输电线路和变压器设计

对已有输电线路的,需根据系统设备进行动力平衡计算,复核原有输电线路截面积、长度等,变压器根据设备进行容量计算,整合已有设备进行资源优化配置;若系新增,应根据输电线路有关技术规程进行规划设计。

### 14 图件制作

#### 14.1 设计图件

14.1.1 滴灌工程图重点是描述工程管网的布置,更注重反映系统的整体性、结构性,主要图件包括工程规划图、工程平面布置图、系统运行图(轮灌顺序图)、管道纵剖面图、节点压力图、管道系统结构示意图、节点图、工程建筑物设计图等。

14.1.2 工程规划图。需在地形图上绘制,主要反映项目区地理位置、地形、地貌、水源工程、泵站等主要建筑物和骨干管(渠)道的初步布置。如果图面大小允许,还可以反映与工程有关的河流、道路、重要的建筑物和居民点等,一般采用示意法表示。为使图幅大小适用,所用地形图比例尺要适当,项目区面积333hm<sup>2</sup>以下者宜为1:2000至1:5000;333hm<sup>2</sup>以上者可为1:5000至1:10000。如果项目区面积较小,灌溉系统较简单,工程规划图可与工程平面布置图合并。

14.1.3 工程平面布置图在地形图上绘出,其比例尺宜为1:1000至1:2000。图中应示出系统边界及内部分区线,水源及水源工程的位置,各类闸阀、给水栓以及其他附属设施的位置,并且还应标明管道(或渠道)的名称及编号、节点编号等。还可以用箭头表明地形的坡降方向、河流水系的流向等。

14.1.4 管道纵剖面图应绘出地面线、管底线(开挖线与管底线不一致时还需标出开挖线),标出各种管件,如阀门、三通、四通、异径接头等和镇墩的位置,底栏应包括桩号、地面高程、管底高程、挖深、纵坡和管径等栏目。

14.1.5 节点压力图反映单个系统某一组轮灌时,管道各节点的压力变化情况。节点压力图的内容一般包括:节点位置、符号,节点压力水头,调压装置进口压力,调压装置出口压力,管道管径、管长、流量、水头损失,必要的说明等。

14.1.6 系统运行图反映系统运行时的轮灌情况,一般包括轮灌图和轮灌表两部分,轮灌图是轮灌表的具体反映,轮灌图中一般包括管道的名称、编号、轮灌组编号、用箭头表示的轮灌方向等内容。

14.1.7 管道系统结构示意图是绘制节点图的基础图件,以透视图形式绘出固定管道系统的结构示意,标出管道的材质、长度、管径以及各种管件的规格型号。绘制管道系统结构示意图时,应该与系统的平面布置以及固定管道纵断面互相核对,无误后再进行下一步工作。如果滴灌系统的结构较简单,管道结构示意图可以和平面布置图合并。

14.1.8 管道系统结构示意图和工程平面布置图由于比例尺较小而表示不清楚或不便于表示管道的局部结构,特别是管道节点处的结构,可将管道系统结构示意图和平面布置图中的节点单独用较大的比例画出,做成节点图,以表示其细部结构,节点图一般需标出管道的材质、管径、各种管件的名称、规格型号。

14.1.9 滴灌首部示意图属于节点图的一部分,滴灌首部枢纽是滴灌系统的加压、调节、控制、净化、施肥、保



护及量测等设备的场所。包括水泵、各种阀门、压力表、水表、过滤器、排气阀、施肥罐等设备。根据水源和水质的不同,微灌系统首部的结构有一定的区别,主要体现在过滤系统和水泵选型上。

14.1.10 工程建筑物设计图包括泵房平面图、立面图,输变电工程设计图,以及蓄水池、阀门井、排水井、镇墩和渠系建筑物的设计图等。

## 14.2 制图要求

### 14.2.1 图幅

为了阅读方便,滴灌工程图一般以2号图和3号图为主,图框尺寸为:2号图(420×594)mm,3号图(297×420)mm。必要时可以对图框进行加长,加长尺寸依图面大小而定,可不依基本幅面的整数倍增加。无论图纸是否装订,都应画出图框,图框左边距图纸边缘25mm,图框其余三边距边缘尺寸:2号图为10mm,三号图为5mm。

### 14.2.2 标题栏

在图框的右下角,应画一个标题栏,标题栏内的项目、格式按水利工程的标题栏来制定。

### 14.2.3 比例

当整张图中只用一种比例时,应统一注写在标题栏内,否则应分别注写,如下:xxx图 1:200。

### 14.2.4 字体

图中的汉字、数字、字母等均应字体端正,笔画清楚,排列整齐,间隔均匀,汉字应选用宋体或仿宋体,在同一图件中只允许选用一种型式的字体;字号大小系指字体的高度,字号分为:20、14、10、7、5、3.5、2.5等七种,汉字的高度不应小于3.5mm;斜体字的字头向右倾斜,与水平线约成75°角;用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字和字母,一般采用小一号字体。

### 14.2.5 图线及画法

为了保证图件所表示的内容主次分明、清晰易看,采用各种不同型式和粗细的线型,分别表示不同的意义和用途。滴灌工程的管道一般分为主干管、干管、支管、辅助支管、毛管五级,图线分粗、中、细三种,图线宽度推荐系列为:0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1.0、1.4、2.0mm。地埋管道用虚线表示,地面管道用实线表示。如果图件为彩图,还可以用不同颜色来区分,以更好的视图。管道颜色一般用蓝色和绿色。

### 14.2.6 尺寸注法

#### 14.2.6.1 基本要求

- 图样的真实大小和距离应以图样上所注的尺寸数值为依据,与图形的大小及绘图准确度无关;
- 图样中的尺寸单位必须在图纸中加以说明。

#### 14.2.6.2 尺寸界线、尺寸线、尺寸箭头和尺寸数字

- 尺寸界线用细实线绘制,一般自图形的轮廓线、轴线或中心线处引出,轮廓线、轴线或中心线也可以作为尺寸界线。绘出尺寸界线时,引出线与轮廓线之间一般留有2mm~3mm间隙;
- 尺寸线用细实线绘制,其两端箭头应指到尺寸界线;
- 尺寸起止符号采用箭头,必要时可以用45°的细短划线表示,其倾斜方向应与尺寸界线成45°角,短划线长度为2mm~3mm;
- 标注圆弧半径、直径、角度、弧长时,一律采用箭头;
- 尺寸数字不可被任何图线或符号所通过,当无法避免时,必须将其他图线或符号断开。

#### 14.2.6.3 注法

- a) 尺寸界线一般应垂直于尺寸线,必要时可以不垂直;
- b) 尺寸数字一般注写在尺寸线上方的中部;
- c) 对于非水平方向的尺寸,其数字可以水平地注写在尺寸线的中断处;
- d) 互相平行的尺寸线之间的距离应大于7mm,且使小尺寸注内层,大尺寸注外层,避免尺寸线交叉。

### 15 工程费用概预算

15.1 大田膜下滴灌工程费用概预算应按相应的国家标准或行业标准规定执行。

15.2 设备材料计划应根据系统设计列出所需的设备材料详细清单,并应包括设备材料名称、型号规格、数量、单价、复价、总价。

15.3 概预算工程费应包括设备材料费、施工安装费、其他费用和不可预见费。

### 16 设计文件

16.1 规划阶段:提交“可行性研究报告”,并提交达到施工要求的典型设计“设计图纸”。

16.2 设计阶段:对滴灌工程进行全面设计,提交达到施工要求的“工程设计”技术文件:说明书、计算书、图纸和预算书。工程规模较小时可将说明书、计算书和预算书合并。

## 附录 A

### (资料性附录)

#### 用词说明

A.1 为便于执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

A.1.1 表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”;

反面词采用“严禁”。

A.1.2 表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”;

反面词采用“不应”或“不得”。

A.1.3 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”;

反面词采用“不宜”。

A.1.4 表示有选择,在一定条件下可以这样做的:

正面词采用“可”;

反面词采用“不可”。

A.2 条文中指定应按其他有关标准执行时,写法为“应符合……要求(或规定)”或“应按……执行”。非必须按所指定标准执行时,写法为“可参照……执行”。

## 附录 B

### (规范性附录)

### 术语和符号

#### B.1 术语

##### B.1.1 膜下滴灌

膜下滴灌是在滴灌技术和覆膜种植技术基础上,使其有机结合,扬长避短、相互补偿,形成的一种特别适用于机械化大田作物栽培的新型田间灌溉方法。其基本原理是将毛管和滴头的复合体——滴灌带,通过改装后的播种机,在机车的牵引下,布管、铺膜与播种一次复合作业完成,然后按与常规滴灌系统同样的方法将滴灌带与上一级管路相连接。灌溉时,有压水(必要时连同可溶性化肥或农药、作物生长调节剂)通过滴灌带上的滴头变成水滴,根据作物的需要,适时适量地向作物根系范围内供应水分和养分。

##### B.1.2 大田作物

泛指在大面积田地上露地栽培的非多年生作物,主要是各种一年生行播作物:如棉花、加工番茄、玉米、茄果类蔬菜、瓜类、薯类等。

##### B.1.3 膜下滴灌系统

在地膜栽培大田作物的田块上,由水源工程、首部枢纽、输配水管网和滴灌带等所组成的完整灌溉设施。

##### B.1.4 大田膜下滴灌工程

膜下滴灌系统或系统群。

##### B.1.5 首部枢纽

滴灌系统压力管网进口处,集中布置的取水加压、过滤、施肥、量测和控制等设备及其附属设备的总称。

##### B.1.6 灌水器

直接向作物施水的设备。

##### B.1.7 滴头

将压力水流变成滴状的灌水器。

##### B.1.8 滴灌带

滴头与毛管制造成一个整体,兼具配水和滴水功能的薄壁滴灌管,因管中无压力水时成带状故称滴灌带。

##### B.1.9 进排气阀

管道充水时排除空气、停水时进气以消除管道内真空的装置。

##### B.1.10 过滤器

对灌溉水进行过滤处理的设备。

##### B.1.11 稳流器

进口压力在一定范围内变化,保持出口流量基本不变的过流装置。

##### B.1.12 压力调节器

用来调节管路中水压使之保持在稳定状态的装置。

**B.1.13 毛管**

直接向灌水器配水的管道。

**B.1.14 支管**

直接向毛管供水的管道。

**B.1.15 干管**

支管以上各级输配水管道统称为干管,根据系统大小干管可进行分级。

**B.1.16 灌水小区**

毛管上一级管道所控制的灌溉范围。

**B.1.17 设计工作水头**

滴灌工程设计时选定的滴头工作水头。

**B.1.18 滴头设计流量**

设计工作水头下滴头的流量。

**B.1.19 流量偏差率**

同一灌水小区内滴头的最大、最小流量之差与设计流量的比值。

**B.1.20 水头偏差率**

同一灌水小区内滴头的最大、最小工作水头与设计工作水头的比值。

**B.1.21 土壤湿润比**

在土壤计划湿润土层内,湿润土体与总土体的比值。

**B.2 符号****B.2.1 流量与流速**

$Q$ ——流量, L/h;

$Q_j$ ——水井的出流量, m<sup>3</sup>/h;

$q_v$ ——流量偏差率;

$q_{\max}$ ——灌水小区中滴头最大流量, L/h;

$q_{\min}$ ——灌水小区中滴头最小流量, L/h;

$q_a$ ——滴头设计流量, L/h;

$q$ ——滴头流量, L/h;

$\Sigma q$ ——整个灌溉面积上的滴头总流量, m<sup>3</sup>/h;

$q_i$ ——毛管上的滴头流量, L/h;线源滴头为单长流量, L/h·m;

$Q_m$ ——毛管进口流量, L/h;

$Q_{\text{支}}$ ——支管进口流量, L/h;

$V$ ——管内平均流速, m/s;

**B.2.2 水头与高程**

$h_a$ ——滴头设计水头, m;

$h_{\max}, h_{\min}$ ——毛管上最大、最小的滴头工作水头, m;

$[\Delta h]$ ——灌水小区允许的最大水头差, m;

$h_f$ ——沿程水头损失, m;  
 $h_j$ ——局部水头损失, m;  
 $\Sigma h_f$ ——系统水源进口至典型灌水小区进口的沿程水头损失, m;  
 $\Sigma h_w$ ——系统水源进口至典型灌水小区进口的局部水头损失, m;  
 $H$ ——滴灌系统设计运行压力; 系统总扬程或节点压力, m;  
 $Z_P$ ——典型灌水小区进口高程, m;  
 $Z_b$ ——系统水源的设计水位; 节点高程, m;  
 $h_0$ ——典型支管进口的设计水头, m;  
 $\Sigma h_f$ ——节点至典型支管进口的管道沿程水头损失, m;  
 $\Sigma h_w$ ——节点至典型支管进口的管道局部水头损失, m。  
 $\Delta H$ ——直接水锤的压力水头增加值, m;  
 $\Delta V$ ——管中流速变化值, 为初流速减去末流速, m/s;  
 $H_0$ ——干管进水口所要求的工作水头, m;  
 $\Delta H_{\text{首部}}$ ——干管进水口至水源的总水头损失, m;  
 $Z_1$ ——干管进水口处地面高程, m;  
 $Z_2$ ——水源动水位高程, m。  
 $h_v$ ——水头偏差率;  
 $\beta_1$ ——允许水头偏差分配给支管的比例;  
 $[q_v]$ 、 $[h_v]$ ——允许的滴头流量偏差率和允许的水头偏差率;  
 $[\Delta h]$ ——灌水小区允许水头偏差, m。  
 $[\Delta h_{\text{支}}]$ ——支管允许水头损失, m。

### B.2.3 参数与系数

$Z$ ——设计计划湿润层深度, m;  
 $P$ ——设计土壤湿润比, %;  
 $I_a$ ——设计灌溉补充强度, mm/d;  
 $I_c$ ——滴灌设计耗水强度, mm/d;  
 $E_0$ ——参照作物腾发量, mm/d;  
 $C$ ——系统日最大运行时数, h; 水锤波在管中的传播速度, m/s; 肥料罐中肥料溶液的浓度或稀释比。  
 $m_{\text{净}}$ ——净灌水深度, mm;  
 $m_{\text{max}}$ ——最大净灌水深度, mm;  
 $m_{\text{设}}$ ——设计灌水定额, mm;  
 $\theta$ ——土壤有效持水量(占土壤重量百分数), %;  
 $\theta_{\text{max}}$ ——土壤田间持水量(占土壤体积百分数), %;  
 $\theta'_{\text{max}}$ ——土壤田间持水量(占土壤体积百分数), %;  
 $\theta_{\text{min}}$ ——作物的土壤含水量下限(占土壤重量百分数), %;  
 $\theta'_{\text{min}}$ ——作物的土壤含水量下限(占土壤体积百分数), %;

- $\gamma$ ——土壤容重,  $\text{g}/\text{cm}^3$ ;  
 $\beta$ ——土壤中允许消耗水量占土壤有效持水量的比例, %;  
 $\eta$ ——灌溉水利用系数;  
 $\eta_{\text{蓄}}$ ——考虑蒸发和渗漏损失后的蓄水有效利用系数;  
 $T$ ——灌水周期, 设计灌水周期, d;  
 $t$ ——一次灌水延续时间, h; 施肥历时, h。  
 $x$ ——滴头流态指数; 进口端至第一个出水口的距离与孔口间距之比。  
 $m$ ——流量指数; 轮灌区的计算面积个数;  
 $m_{\text{毛}}$ ——设计毛灌水定额, mm;  
 $K$ ——塘、坝复蓄系数;  
 $F$ ——多口系数;  
 $K_r$ ——覆盖率影响系数;  
 $K_s$ ——与土壤质地有关的灌溉水损失系数;  
 $K_c$ ——作物系数;  
 $E_u$ ——灌水均匀度, %;  
 $K_p$ ——蒸发皿系数;  
 $E_p$ ——蒸发皿蒸发量, mm/d。  
 $E_0$ ——参照作物腾发量;  
 $E_s$ ——管材的弹性模量。  
 $C_u$ ——滴头制造偏差;  
 $\xi$ ——局部损失系数。  
 $\alpha_1$ ——支管上毛管布置系数, 单侧布置时为1, 双侧布置时为2;  
 $n_1$ ——支管上单侧毛管根数。  
 $n$ ——每棵作物的滴头个数; 毛管上的滴头数目, 线源滴头为毛管长度, m; 整条毛管上的滴头数。  
 $n_{\text{左}}、n_{\text{右}}$ ——分别为左右侧毛管上的滴头数;  
 $N$ ——管道上出水口数目;  
 $N_{\text{max}}$ ——最大轮灌组数目;  
 $F_r$ ——每次施肥时单位面积上的施肥量 ( $\text{kg}/\text{hm}^2$ );  
 $I_i$ ——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。

#### B.2.4 几何要素

- $L$ ——管道长度, m;  
 $L_{\text{支}j}$ ——考虑了局部水头损失的支管计算长度,  $L_{\text{支}j}=1.1L_{\text{支}}$ , m;  
 $L_1、L_2$ ——支管长度和毛管长度, m;  
 $d$ ——管道内径, mm。  
 $d_{\text{支}}$ ——支管内径, mm;

$D$ ——管道外径,mm;  
 $e$ ——管壁厚度,mm;  
 $D_w$ ——湿润带宽度,m;  
 $H$ ——湿润深度,m;  
 $S_e$ ——滴头间距,m;  
 $S_L$ ——毛管间距,m;  
 $S_i$ ——作物株距,m;  
 $S_r$ ——作物行距,m;  
 $A$ ——系统控制面积、计划灌溉面积、可灌面积、施肥面积等,  $\text{hm}^2$ ;  
 $i$ ——能量坡度;  
 $J_1、J_2$ ——沿支管和沿毛管地形比降;  
 $C_i$ ——肥料罐容积(L);  
 $V$ ——塘、坝蓄水容积,  $\text{m}^3$ ;  
 $\omega$ ——计算面积,  $\text{m}^2$ ;  
 $N$ ——轮灌区数目。



## 附 录 C

### ( 规范性附录 )

新疆主要地区最大腾发量月份的日平均参照作物腾发量值 (mm/d)

| 地点   | $E_0$ | 地点   | $E_0$ | 地点   | $E_0$ | 地点   | $E_0$ |
|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| 乌鲁木齐 | 6.4⑥  | 额敏   | 6.0⑦  | 沁城   | 6.9⑥  | 乌什   | 5.5⑥  |
| 达坂城  | 6.9⑥  | 塔城   | 5.8⑦  | 七角井  | 8.6⑦  | 阿瓦提  | 6.1⑥  |
| 昌吉   | 5.8⑦  | 阿勒泰  | 6.1⑥  | 淖毛湖  | 9.9⑤  | 柯坪   | 6.2⑦  |
| 蔡家湖  | 6.7⑦  | 布尔津  | 6.6⑥  | 伊吾   | 6.0⑦  | 喀什   | 6.2⑥  |
| 呼图壁  | 6.8⑦  | 吉木乃  | 6.4⑥  | 巴里坤  | 4.8⑥  | 巴楚   | 5.8⑥  |
| 吉木萨尔 | 6.3⑦  | 福海   | 6.5⑥  | 红柳河  | 8.5⑥  | 伽师   | 5.9⑦  |
| 米泉   | 6.0⑦  | 富蕴   | 6.2⑥  | 巴音郭楞 | 6.7⑥  | 岳普湖  | 6.7⑥  |
| 木垒   | 5.8⑦  | 青河   | 5.4⑥  | 和静   | 6.1⑥  | 英吉沙  | 6.0⑥  |
| 石河子  | 5.4⑦  | 博尔塔拉 | 6.0⑦  | 和硕   | 6.0⑥  | 麦盖提  | 6.1⑥  |
| 炮台   | 6.2⑥  | 温泉   | 5.6⑥  | 焉耆   | 6.1⑥  | 莎车   | 6.1⑥  |
| 莫索湾  | 6.4⑥  | 精河   | 6.3⑥  | 轮台   | 5.8⑦  | 叶城   | 5.9⑥  |
| 吐鲁番  | 8.0⑥  | 伊犁   | 5.8⑦  | 尉犁   | 7.2⑥  | 皮山   | 5.8⑥  |
| 鄯善   | 7.1⑥  | 霍城   | 5.5⑦  | 铁干里克 | 7.0⑦  | 和田   | 5.9⑥  |
| 托克逊  | 10.5⑥ | 察布查尔 | 5.8⑦  | 且末   | 6.2⑦  | 民丰   | 5.7⑥  |
| 乌苏   | 6.6⑥  | 尼勒克  | 4.9⑦  | 若羌   | 7.6⑥  | 策勒   | 6.0⑥  |
| 沙湾   | 6.3⑥  | 巩留   | 5.1⑦  | 阿克苏  | 5.7⑥  | 于田   | 5.7⑥  |
| 克拉玛依 | 10.3⑥ | 新源   | 5.1⑦  | 拜城   | 5.0⑥  | 安得海  | 6.7⑦  |
| 车排子  | 6.6⑥  | 特克斯  | 4.6⑦  | 库车   | 6.3⑦  | 克孜勒苏 | 6.4⑥  |
| 庙尔沟  | 6.5⑥  | 昭苏   | 4.3⑦  | 沙雅   | 6.4⑥  | 乌恰   | 5.3⑥  |
| 裕民   | 6.2⑦  | 哈密   | 7.2⑦  | 新和   | 6.2⑥  | 阿克陶  | 6.5⑥  |

注:该表摘自《滴灌工程规划设计原理与应用》一书,圆圈括号内的数字表示最大腾发量月份。

## 附 录 D

### (规范性附录)

#### 适用于均匀坡及各种管径的通用设计图

D.1 图 D1 和 D2 是进行毛管设计的通用无因次设计图,分别用于均匀下坡和均匀上坡,适用于各种管径的滴灌管。

D.2 当毛管尺寸给定,校核设计的可行性

D.2.1 第 1 步:根据初选毛管规格、长度和设计工作水头,计算出  $L/H$  值和总流量  $Q(L/h)$ ;

D.2.2 第 2 步:由列线图 D3,用总流量和毛管直径确定  $\Delta H/L$ ;

D.2.3 第 3 步:在图 D1(或图 D2)的第二象限中,从  $L/H$  点作垂直与确定的  $\Delta H/L$  线相交,然后由交点引水平线至第一象限;

D.2.4 第 4 步:在第四象限中,从  $L/H$  点作水平与坡度(%)线相交一点,然后再从交点引垂线至第一象限;

D.2.5 第 5 步:两条线在第一象限的交点,就表示出设计的可行性;如果交点正好落在允许压力变差线上,设计可行。

D.2.6 否则,需要变更毛管规格或长度重新试算,直到满足要求为止。

D.3 选择合适的毛管直径

D.3.1 第 1 步:根据初选毛管规格、长度和设计工作水头,计算出  $L/H$  值和总流量  $Q(L/h)$ ;

D.3.2 第 2 步:在图 D1(或图 D2)中,从第四象限的  $L/H$  点引水平线与坡度(%)线相交一点,从该点作垂线至第一象限;

D.3.3 第 3 步:根据设计标准,在第一象限内沿垂线找出与允许压力变差线的交点,从这点向第二象限引一水平线;

D.3.4 第 4 步:在第二象限中,从  $L/H$  点作垂线与第 3 步作的水平线交于一点;

D.3.5 第 5 步:根据相交点位置,确定  $\Delta H/L$  值;

D.3.6 第 6 步:根据总流量和  $\Delta H/L$  值,在图 D3 中,确定毛管管径。

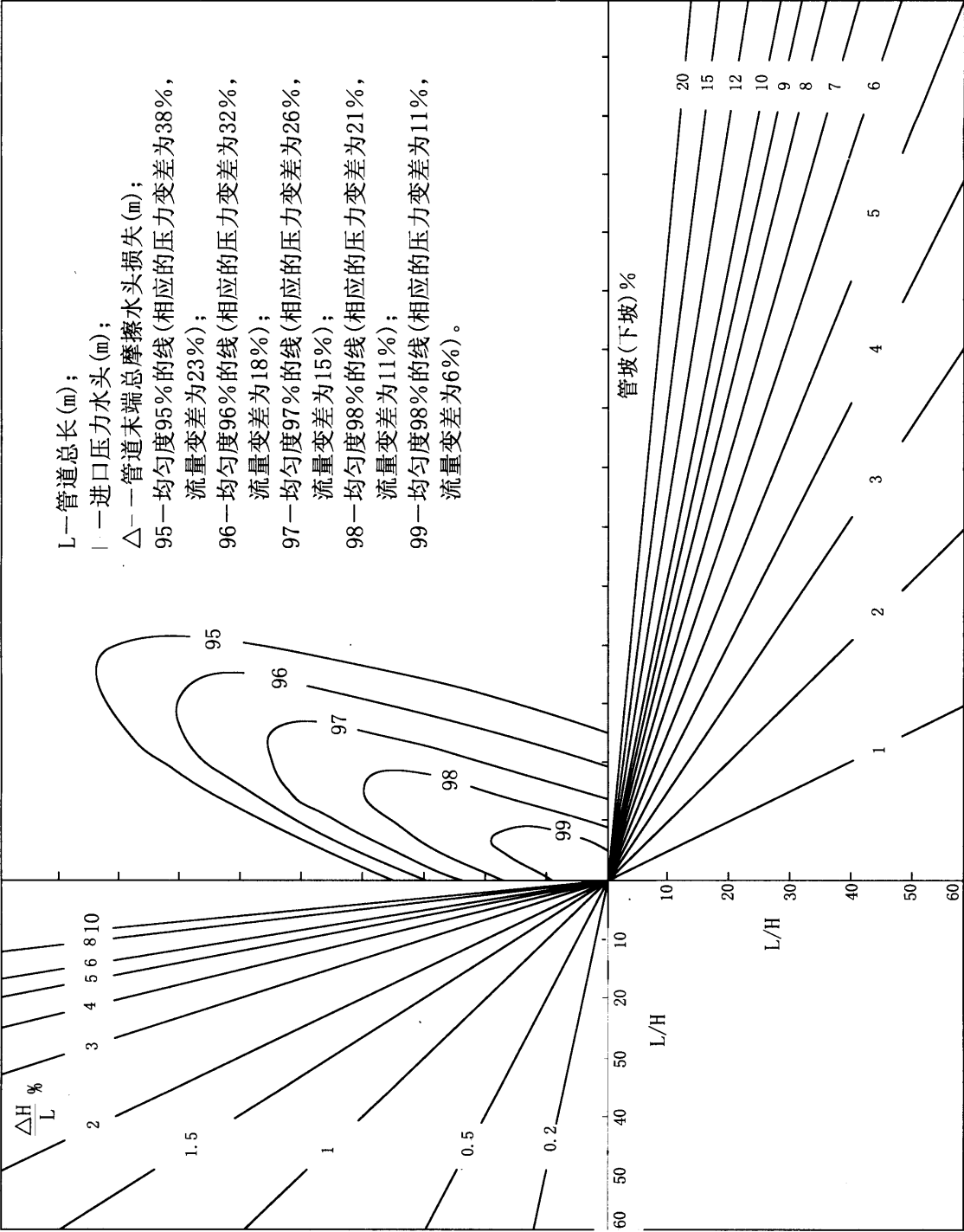


图 D1

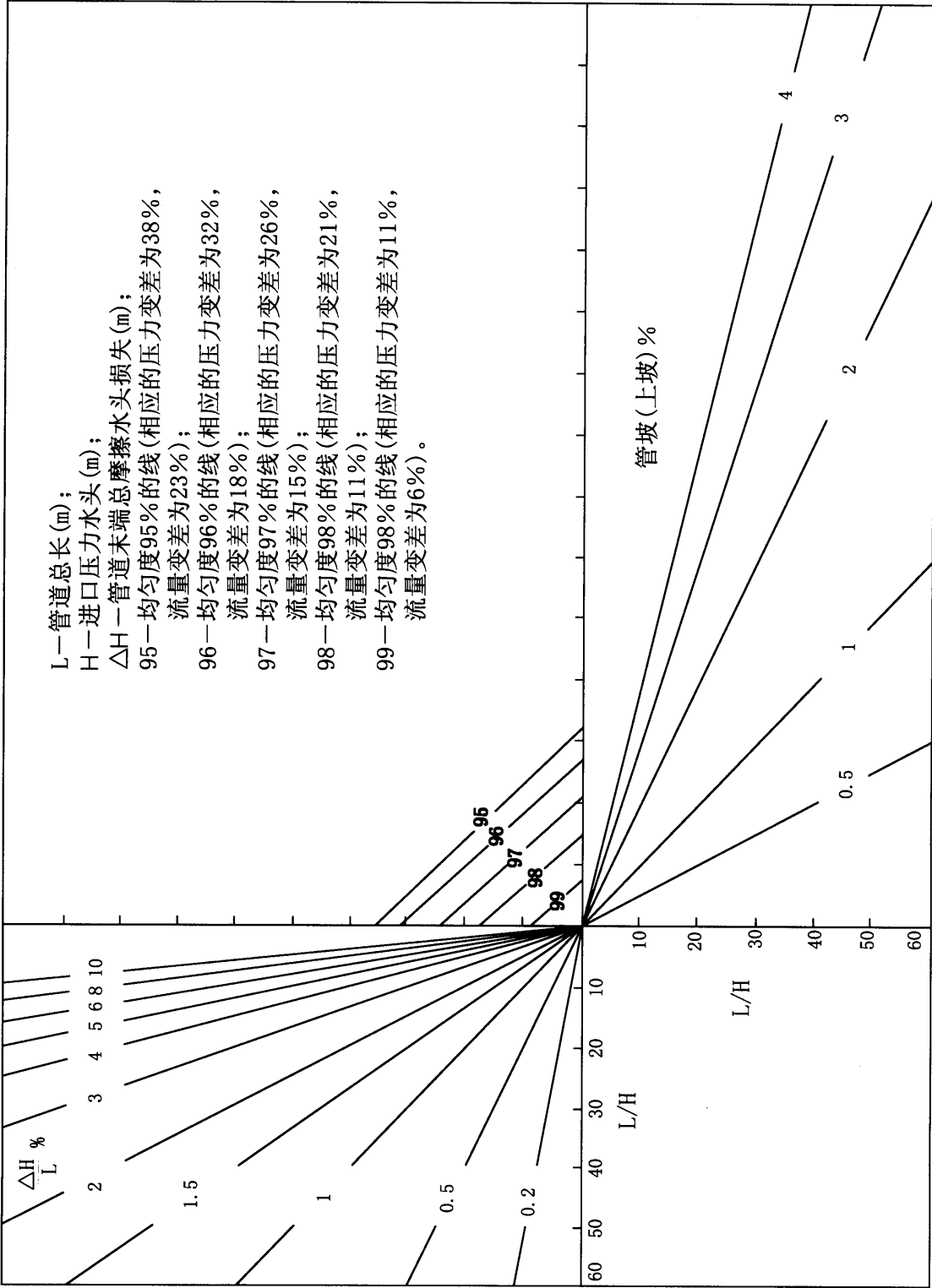


图 D2

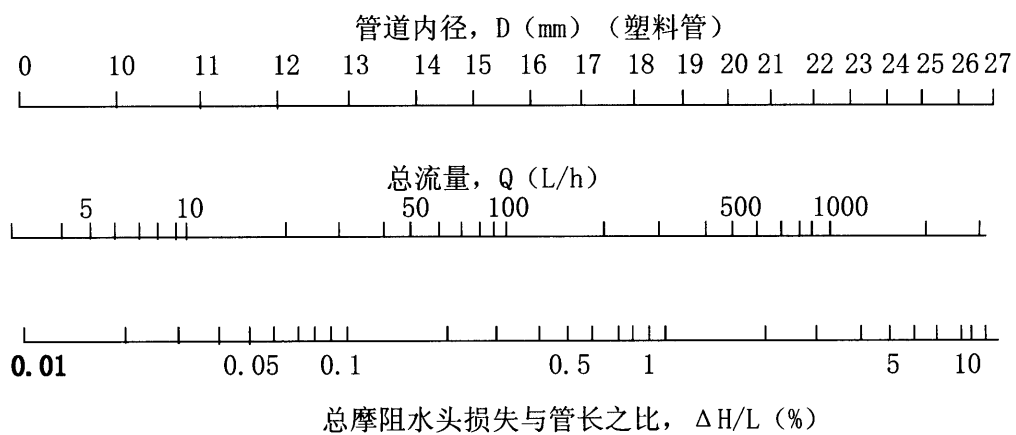


图 D3