



中华人民共和国行业标准

P

SL 103—95

# 微灌工程技术规范

Technical standard of micro-irrigation project

1995—09—21 发布

1995—09—21 实施

中华人民共和国水利部 发布

中华人民共和国行业标准

# 微灌工程技术规范

## SL 103—95

主编单位：水利部农田灌溉研究所  
批准部门：中华人民共和国水利部

中华人民共和国水利部

### 关于批准发布《微灌工程技术规范》 SL 103—95 的通知

水科技[1995]373 号

根据 1992 年水利水电技术标准制定、修订计划，由部科技司主持，以水利部农田灌溉研究所为主编单位制定的《微灌工程技术规范》，经审查批准为水利行业标准，并予以发布。标准的名称和编号为：《微灌工程技术规范》SL 103—95。

本标准自发布之日起实施。在实施过程中各单位应注意总结经验，如有问题请函告部科技司，并由其负责解释。

标准文本由中国水利水电出版社出版发行。

一九九五年九月二十一日

## 目 次

1 总则 .....	(3)
2 微灌工程规划 .....	(3)
3 微灌技术参数 .....	(4)
4 微灌系统水力计算 .....	(6)
5 设备选择与工程设施 .....	(10)
6 工程施工 .....	(11)
7 设备安装 .....	(13)
8 管道冲洗和系统试运行 .....	(15)
9 工程验收 .....	(16)
附录 A 名词术语 .....	(17)
附录 B 主要符号 .....	(18)
附录 C 均匀坡毛管水力计算 .....	(20)
附加说明 .....	(23)

## 1 总 则

**1.0.1** 微灌工程建设必须认真执行国家的技术经济政策,统一技术要求,提高工程质量,特制定本工程技术规范。

**1.0.2** 微灌工程建设必须坚持因地制宜、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。

**1.0.3** 本规范适用于果树、蔬菜、花卉等经济作物及其他作物的微灌工程规划、设计、施工、安装及验收。

**1.0.4** 微灌工程的规划、设计、施工、安装及验收,除应符合本规范的规定外,还应符合现行的有关标准和规范的规定。

## 2 微灌工程规划

### 2.1 一般规定

**2.1.1** 微灌工程的规划应收集水源、气象、地形、土壤、作物、灌溉试验、能源与设备、社会经济状况与发展规划等方面的基本资料。

**2.1.2** 微灌工程应进行可行性论证。规划应符合当地农业区划和农田水利规划的要求,并与农村发展规划相协调。

**2.1.3** 平原区灌溉面积大于  $100 \text{ hm}^2$ ,山丘区灌溉面积大于  $50 \text{ hm}^2$  的微灌工程,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。

**2.1.4** 微灌工程的灌水方式应根据水源、气象、地形、土壤、作物种植、社会经济、生产管理水平等条件,因地制宜地选择滴灌、微喷灌、涌泉灌等灌水方式。

**2.1.5** 微灌工程规划应包括水源工程、首部枢纽和管网规划布置。规划布置成果应绘制在不小于  $1/5000$  的地形图上,并提出工程概算。

### 2.2 水源分析与用水计算

**2.2.1** 微灌工程规划必须对水源的水量、水位和水质进行分析。利用现有水源工程供水的微灌系统,应根据工程原设计和运用情况,确定设计水文年的供水状况;新建水源工程,供水状况应根据来水条件通过计算确定。

**2.2.2** 微灌工程以水量丰富的江、河、水库、湖泊为水源时,可不作供水量计算,但必须进行年内水位变化和水质分析。

**2.2.3** 微灌工程以小河、山溪、塘坝为水源时,应根据调查资料并参考地区性水文手册或图集,分析计算设计水文年的径流量和年内分配过程线。

**2.2.4** 微灌工程以井、泉为水源时,应根据已有资料分析确定可供水量。无资料时,应对水井作抽水试验,对泉水进行调查、实测出流量来确定可供水量。

**2.2.5** 微灌水质除必须符合 GB 5084《农田灌溉水质标准》的规定外,还应满足:

- (1) 进入微灌管网的水应经过净化处理,不应含有泥沙、杂草、鱼卵、藻类等物质。
- (2) 微灌水质的 pH 值一般就在  $5.5 \sim 8.0$  范围内。
- (3) 微灌水的总含盐量不应大于  $2000 \text{ ppm}$ 。

(4) 微灌水的含铁量不应大于 0.4 ppm。

(5) 微灌水的总硫化物含量不应大于 0.2 ppm。

**2.2.6** 微灌用水量应根据设计水文年的降雨、蒸发、作物种类及种植面积等因素计算确定。

(1) 当有微灌试验资料时,应由试验资料计算确定。

(2) 当无试验资料时,可根据当地的气象资料,按照彭曼或蒸发皿法求得需水量,然后再计算出微灌的用水量。也可参照邻近相似地区的灌溉试验资料计算确定。

## 2.3 水量平衡计算

**2.3.1** 在水源供水流量稳定且无调蓄时,可用下式确定微灌面积:

$$A = \frac{\eta Q t}{10 I_a} \quad (2.3.1-1)$$

$$I_a = E_a - P_0 \quad (2.3.1-2)$$

式中  $A$ ——可灌面积,  $\text{hm}^2$ ;  
 $Q$ ——可供流量,  $\text{m}^3/\text{h}$ ;  
 $I_a$ ——设计供水强度,  $\text{mm}/\text{d}$ ;  
 $E_a$ ——设计耗水强度,  $\text{mm}/\text{d}$ ;  
 $P_0$ ——有效降雨量,  $\text{mm}/\text{d}$ ;  
 $t$ ——水源每日供水时数,  $\text{h}/\text{d}$ ;  
 $\eta$ ——灌溉水利用系数。

**2.3.2** 在水源有调蓄能力且调蓄容积已定时,可按下列下式确定微灌面积:

$$A = \frac{\eta K V}{10 \sum I_i T_i} \quad (2.3.2)$$

式中  $K$ ——塘坝复蓄系数,  $K = 1.0 \sim 1.4$ ;  
 $\eta$ ——蓄水利用系数,  $\eta = 0.6 \sim 0.7$ ;  
 $V$ ——蓄水工程容积,  $\text{m}^3$ ;  
 $I_i$ ——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,  $\text{d}$ 。

**2.3.3** 在灌溉面积已定,需要修建调蓄工程时,可用(2.3.2)式确定调蓄容积  $V$ 。需要确定设计供水量时,可用(2.3.1-1)式计算流量  $Q$ 。

## 2.4 管网布置

微灌管网布置应遵循下列原则:

- (1) 符合微灌工程总体要求。
- (2) 使管道总长度短,少穿越其他障碍物。
- (3) 满足各用水单位需要,能迅速分配水流,管理维护方便。
- (4) 输配水管道沿地势较高位置布置,支管垂直于作物种植行布置,毛管顺作物种植行布置。
- (5) 管道的纵剖面应力求平顺。

## 3 微灌技术参数

**3.0.1** 微灌工程设计保证率应根据自然条件和经济条件确定,不应低于 85 %。

**3.0.2** 微灌设计土壤湿润比应根据自然条件、作物种类、种植方式及微灌的形式确定,可按表 3.0.2 选取。

表 3.0.2 微灌设计土壤湿润比(%)

作物	滴灌	微喷灌	作物	滴灌	微喷灌
果树	25~40	40~60	蔬菜	60~90	70~100
葡萄、瓜类	30~50	40~70	粮、棉、油等作物	60~90	100

注 干旱地区宜取上限值。

**3.0.3** 设计耗水强度应采用设计年灌溉季节月平均耗水强度峰值,并应由当地试验资料确定,在无实测资料时可通过计算或由表 3.0.3 选取。

表 3.0.3 设计耗水强度(mm/d)

作物	滴灌	微喷灌	作物	滴灌	微喷灌
果树	3~5	4~6	蔬菜(露地)	4~7	5~8
葡萄、瓜类	3~6	4~7	粮棉、油等作物	4~6	5~8
蔬菜(保护地)	2~3	—			

注 干旱地区宜取上限值。

**3.0.4** 灌溉水的利用系数应不低于下列数值:

滴灌 0.90

微喷灌 0.85

**3.0.5** 设计灌水定额应根据当地试验资料按下列公式之一计算确定。

$$m = 0.1 \gamma z p (\theta_{\max} - \theta_{\min}) / \eta \quad (3.0.5-1)$$

$$\text{或} \quad m = 0.1 \gamma p (\theta'_{\max} - \theta'_{\min}) / \eta \quad (3.0.5-2)$$

式中  $m$ ——设计灌水定额,mm;

$\gamma$ ——土壤容重,g/cm<sup>3</sup>;

$z$ ——计划湿润土层深度,m;

$p$ ——微灌设计土壤湿润比,%;

$\theta_{\max}$ 、 $\theta_{\min}$ ——适宜土壤含水率上下限(占干土重量的百分比);

$\theta'_{\max}$ 、 $\theta'_{\min}$ ——适宜土壤含水率上下限(占土壤体积的百分比);

$\eta$ ——灌溉水利用系数。

**3.0.6** 设计灌水周期应根据试验资料确定。在缺乏试验资料的地区,可参照邻近地区的试验资料并结合当地实际情况按下式计算确定:

$$T = (m / E_a) \eta \quad (3.0.6)$$

式中  $T$ ——设计灌水周期,d。

**3.0.7** 设计系统日工作小时数应根据当地水源和农业技术条件确定,不宜大于 20 h。

**3.0.8** 灌水器设计工作水头应取所选灌水器的额定工作水头。没有额定工作水头的灌水器,应由灌水器水头与流量关系曲线确定,但不宜低于 2 m。

**3.0.9** 灌水器设计允许流量偏差率应不大于 20 %。灌水小区内灌水器流量和工作水头偏差率应按下列公式计算:

$$q_v = \frac{q_{\max} - q_{\min}}{q_d} \times 100\% \quad (3.0.9-1)$$

$$h_v = \frac{h_{\max} - h_{\min}}{h_d} \times 100\% \quad (3.0.9-2)$$

式中  $q_v$ ——灌水器流量偏差率, %;  
 $q_{\max}$ ——灌水器最大流量, L/h;  
 $q_{\min}$ ——灌水器最小流量, L/h;  
 $q_d$ ——灌水器设计流量, L/h;  
 $h_v$ ——灌水器工作水头偏差率, %;  
 $h_{\max}$ ——灌水器最大工作水头, m;  
 $h_{\min}$ ——灌水器最小工作水头, m;  
 $h_d$ ——灌水器设计工作水头, m。

3.0.10 灌水器工作水头偏差率与流量偏差率之间的关系可用下式表示:

$$H_v = \frac{q_v}{x} \left[ 1 + 0.15 \frac{1-x}{x} q_v \right] \quad (3.0.10)$$

式中  $x$ ——灌水器流态指数。

3.0.11 微灌均匀系数不应低于 0.8, 并按下式计算:

$$Cu = 1 - \frac{\overline{\Delta q}}{q} \quad (3.0.11-1)$$

$$\overline{\Delta q} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |q_i - \bar{q}| \quad (3.0.11-2)$$

式中  $Cu$ ——微灌均匀系数;  
 $\overline{\Delta q}$ ——灌水器流量的平均偏差, L/h;  
 $q_i$ ——各灌水器流量, L/h;  
 $\bar{q}$ ——灌水器流量平均值, L/h;  
 $n$ ——所测的灌水器数目。

3.0.12 过滤器设计进口与出口压力差应按下列式确定:

$$\Delta h = \Delta h_0 + \Delta h_{\max} \quad (3.0.12)$$

式中  $\Delta h$ ——过滤器设计进口与出口水头差, m;  
 $\Delta h_0$ ——过滤器通过洁净水流时进口与出口水头差, m;  
 $\Delta h_{\max}$ ——过滤器工作时允许进口与出口增加的水头差, m, 此值不宜大于 3.0 m。

## 4 微灌系统水力计算

### 4.1 设计流量与设计水头

4.1.1 微灌系统某级管道的设计流量应按下列式计算:

$$Q = \sum_{i=1}^n q_i \quad (4.1.1)$$

式中  $Q$ ——某级管道的设计流量, L/h;  
 $q_i$ ——第  $i$  号灌水器设计流量, L/h;  
 $n$ ——同时工作的灌水器个数。

4.1.2 微灌系统及某级管道的设计水头,应在最不利轮灌条件下按下式计算:

$$H = Z_p - Z_b + h_0 + \sum h_f + \sum h_w \quad (4.1.2)$$

式中  $H$ ——系统或某级管道的设计水头,m;

$Z_p$ ——典型毛管进口的高程,m;

$Z_b$ ——系统水源的设计水位或某级管道的进口高程,m;

$h_0$ ——典型毛管进口的设计水头,m;

$\sum h_f$ ——系统或某级管道进口至典型毛管进口的管道沿程水头损失,m;

$\sum h_w$ ——系统或某级管道进口至典型毛管进口的管道局部水头损失,m。

## 4.2 水头损失计算

4.2.1 管道沿程水头损失应按下式计算:

$$h_f = f \frac{Q^m}{d^b} L \quad (4.2.1)$$

式中  $h_f$ ——沿程水头损失,m;

$f$ ——摩阻系数;

$Q$ ——流量,L/h

$d$ ——管道内径,mm;

$L$ ——管长,m;

$m$ ——流量指数

$b$ ——管径指数。

各种管材的  $f$ 、 $m$ 、 $b$  值,可按表 4.2.1 选用。

表 4.2.1 管道沿程水头损失计算系数、指数表

管 材			$f$	$m$	$b$
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
	$d \leq 8$	$R_e > 2320$	0.595	1.69	4.69
		$R_e \leq 2320$	1.75	1	4

注 ①  $R_e$  为雷诺数。

②微灌用聚乙烯管的  $f$  值相应于水温 10℃,其他温度时应修正。

4.2.2 微灌系统的支、毛管为等距多孔管时,其沿程水头损失可按下式计算(当  $N \geq 3$ ):

$$h'_f = \frac{f S q_d^m}{d^b} \left[ \frac{(N + 0.48)^{m+1}}{m+1} - N^m \left( 1 - \frac{S_0}{S} \right) \right] \quad (4.2.2)$$

式中  $h'_f$ ——等距多孔管沿程水头损失,m;

$S$ ——分流孔间距,m;

$S_0$ ——多孔管进口至首孔的间距,m;

$N$ ——分流孔总数;

$q_d$ ——单孔设计流量,L/h。

4.2.3 管道局部水头损失应按下式计算:

$$h_w = 6.376 \times 10^{-3} \xi Q^2 / \alpha^4 \quad (4.2.3)$$

式中  $h_w$ ——局部水头损失, m;

$\xi$ ——局部损失系数;

$\alpha$ ——单位换算系数。

当参数缺乏时, 局部水头损失也可按沿程损失的一定比例估算, 支管为 0.05~0.1, 毛管为 0.1~0.2。

4.2.4 微灌系统各级管道的直径, 应通过技术经济计算确定。

### 4.3 灌水小区水力设计

4.3.1 微灌系统灌水小区内灌水器流量的平均值, 应等于灌水器设计流量。

4.3.2 灌水小区的流量或水头偏差率应满足如下条件:

$$q_v \leq [q_v] \quad (4.3.2-1)$$

$$\text{或} \quad h_v \leq [h_v] \quad (4.3.2-2)$$

式中  $q_v$ ——灌水器流量偏差率, 按式(3.0.9-1) 计算;

$h_v$ ——灌水器工作水头偏差率, 按式(3.0.9-2) 计算;

$[q_v]$ ——设计允许流量偏差率;

$[h_v]$ ——设计允许水头偏差率。

4.3.3 采用补偿式灌水器时, 灌水小区内设计允许的水头偏差应为该灌水器允许工作的水头范围; 采用其他灌水器时, 应按下式计算:

$$[\Delta h] = [h_v] h_d \quad (4.3.3)$$

式中  $[\Delta h]$ ——灌水小区允许水头偏差, m;

$h_d$ ——灌水器设计水头, m。

4.3.4 灌水小区设计允许水头偏差在支、毛管间的分配, 应通过技术经济比较确定; 均匀地形坡且支、毛管的降比均不大于 1 时, 分配比例可按下式计算:

$$\beta_1 = \frac{[\Delta h] + L_2 J_2 - L_2 J_1 (\alpha_1 n_1)^{(4.75-1.75a)/(4.75+a)}}{[\Delta h] \left[ \frac{L_2}{L_1} (\alpha_1 n_1)^{(4.75-1.75a)/(4.75+a)} + 1 \right]} \quad (4.3.4-1)$$

$$(\tau_1 \leq 1, \tau_2 \leq 1)$$

$$\beta_2 = 1 - \beta_1 \quad (4.3.4-2)$$

$$C = b_0 d^a \quad (4.3.4-3)$$

式中  $\beta_1$ ——允许水头偏差分配给支管的比例;

$\beta_2$ ——允许水头偏差分配给毛管的比例;

$L_1$ ——支管长度, m;

$L_2$ ——毛管长度, m;

$J_1$ ——沿支管地形比降;

$J_2$ ——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, 双侧对称布置时为 2;

$n_1$ ——支管上单侧毛管的根数;



$r_1, r_2$ ——支、毛管的降比(见附录 C C2.0.1 条);

$a$ ——指数,由管道价格与管内径(mm)按(4.3.4-3)式回归求出;

$C$ ——管道价格,元/m;

$b_0$ ——系数。

**4.3.5** 在毛管进口段设置调压装置,使各毛管进口水头相等时,小区设计允许的水头偏差应全部分配给毛管。

**4.3.6** 均匀地形坡毛管的极限孔数,应按附录 C 所述方法确定;水平毛管的极限孔数,应按下列式计算:

$$N_m = INT \left( \frac{5.446 [\Delta h_2] d^{4.75}}{k S q_d^{1.75}} \right)^{0.364} \quad (4.3.6)$$

式中  $N_m$ ——毛管的极限分流孔数;

$INT( )$ ——将括号内实数舍去小数成整数;

$[\Delta h_2]$ ——毛管的允许水头偏差,m,  $[\Delta h_2] = \beta_2 [\Delta h]$ ;

$d$ ——毛管内径,mm;

$k$ ——水头损失扩大系数,为毛管总水头损失与沿程水头损失的比值,  $k = 1.1 \sim 1.2$ ;

$S$ ——毛管上分流孔的间距,m;

$q_d$ ——毛管上单孔或灌水器的设计流量,L/h。

设计采用的毛管分流孔数,不得大于极限孔数。

**4.3.7** 设计中采用的支、毛管进口水头等参数值,在复杂地形条件下,应通过该毛管的测压管水头线与地形线的比较确定;均匀坡情况下,可按附录 C 计算。

## 4.4 节点的压力均衡

**4.4.1** 微灌管网必须进行节点的压力均衡验算。

**4.4.2** 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。可调整部分管段直径,使各管线对该节点的水头要求一致,也可按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,但不宜采用人工调压装置调节水压。

**4.4.3** 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需计算,同一组内各管线对节点水头要求不一致时,应按 4.4.2 条处理。

## 4.5 水锤压力验算与防护

**4.5.1** 微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。

**4.5.2** 直接水锤的压力水头增加值应按下列式计算:

$$\Delta H = \frac{C \Delta V}{g} \quad (4.5.2-1)$$

$$C = \frac{1435}{\sqrt{1 + \frac{2100(D-e)}{E_s e}}} \quad (4.5.2-2)$$

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。

**4.5.3** 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。

## 5 设备选择与工程设施

### 5.1 设备选择

**5.1.1** 灌水方式确定后, 灌水器的选择应考虑土壤、作物、气象因素和灌水器的水力特性。所选用的灌水器制造偏差系数不宜大于 0.07。

**5.1.2** 微灌系统中必须安装水质净化设施。水质净化设施应根据水质状况和灌水器的流道尺寸进行选择, 并满足系统设计要求:

(1) 当灌溉水中无机物含量小于 10 ppm, 或粒径小于 80  $\mu\text{m}$  时, 宜选用砂过滤器、200 目筛网过滤器或叠片式过滤器。

(2) 灌溉水中无机物含量在 10~100 ppm 之间, 或粒径在 80~500  $\mu\text{m}$  之间时, 宜先选用旋流水砂分离器或 100 目筛网过滤器作初级处理, 然后再选用砂过滤器。

(3) 灌溉水中无机物含量大于 100 ppm, 或粒径大于 500  $\mu\text{m}$  时, 应使用沉淀池或旋流水砂分离器作初级处理, 然后再选用 200 目筛网或砂过滤器。沉淀池的表面负荷率不宜大于 3.0 mm/s。

(4) 灌溉水中有机污物含量小于 10 ppm 时, 可选用砂过滤器或 200 目筛网过滤器。

(5) 灌溉水中有机污物含量大于 10 ppm 时, 应选用初级拦污筛作第一级处理, 再选用砂过滤器或 200 目筛网过滤器。

**5.1.3** 微灌系统应安装控制、安全保护和量测设备。应选择止水性能好、耐腐蚀、操作灵活的流量、压力控制阀、进排气阀和冲洗排污阀门; 应选择阻力损失小、灵敏度高、量程大的水表及 2.5 级压力表。压力表的量程应是系统设计压力的 1.3~1.4 倍。

**5.1.4** 微灌系统使用的施肥与化学药物注入装置应根据设计流量大小、肥料和化学药物的性质选择, 化肥注入、储存设备应耐腐蚀。宜选择文丘里施肥器、压差式施肥罐、活塞泵或隔膜泵等设备中的一种作注入装置。

**5.1.5** 管与管件的选择必须使其公称压力符合微灌系统设计的要求, 并应不透光、抗老化、施工方便、连接牢固可靠。直径 50 mm 以上各级管和管件可选用聚氯乙烯产品; 直径 50 mm 以下各级管和管件应选用微灌用聚乙烯产品。严禁使用由废旧塑料制造的管和管件。

**5.1.6** 水泵选择应满足微灌系统设计流量和设计水头的要求。应采用国家推荐的节能水泵, 并使其在高效区运行。

### 5.2 水源工程与首部枢纽

**5.2.1** 微灌水源工程应按有关工程技术规范进行设计。设计蓄水池时, 应考虑沉淀要求。从河道

或渠道中取水时,取水口处应设拦污栅和集水池,集水池的深度和宽度应满足沉淀、清淤和水泵正常吸水要求。

**5.2.2** 微灌水源工程应防止水质被污染。蓄水池和引渠宜加盖封闭,蓄水池结构应便于进行水处理。

**5.2.3** 微灌水处理建筑物设计可按 GBJ 3《室外给水设计规范》有关规定执行。

**5.2.4** 微灌工程首部枢纽应将加压、过滤、施肥、安全保护和量测控制设备等集中安装。用于人畜饮水的管道应与微灌供水管道分开,化肥和农药注入口应安装在过滤器进水管上。

**5.2.5** 首部枢纽房屋应满足机电设备、过滤器、施肥装置等安装和操作要求。

**5.2.6** 清洗过滤器、化肥罐的废水未经处理,不得排入原水源中。

### 5.3 管网

**5.3.1** 微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、支管和毛管三级管道组成。灌溉面积大的可增设总干管、分干管或分支管,面积小的也可只设支、毛管两级。

**5.3.2** 支管以上各级管道的首端宜设控制阀,在埋管管道的阀门处应设阀门井。

**5.3.3** 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。

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

**5.3.5** 固定式塑料管道相邻固定端之间和每隔 30~60 m 间距宜设伸缩节。

**5.3.6** 移动式管道应根据作物种植方向、机耕等要求铺设,应避免横穿道路。

**5.3.7** 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、支管埋深应不小于 50 cm,毛管埋深不宜小于 30 cm。

## 6 工程施工

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 微灌工程施工必须严格按设计进行。修改设计应先征得设计部门同意,经协商取得一致意见后方可实施,必要时需经主管部门审批。

**6.1.2** 施工前应检查图纸、文件等是否齐全,并核对设计是否与灌区地形、水源、作物种植及首部枢纽位置等相符。发现问题应与设计部门协商,提出合理修改方案。

**6.1.3** 施工前应检查现场,制定必要的安全措施,严防发生各种事故。

**6.1.4** 施工前应严格按照工期要求制定计划,确保工程质量,并按期完成。

**6.1.5** 施工中应随时检查质量,发现不符合要求的应坚决返工,不留隐患。

**6.1.6** 施工中应注意防洪、排水、保护农田和林草植被,做好弃土处理。

**6.1.7** 在施工过程中应做好施工记录。对隐蔽工程必须填写《隐蔽工程记录》表,出现工程事故应查明原因,及时处理,并记录处理措施,经验收合格后才能进入下道工序施工。全部工程施工完毕应及时绘制竣工图,编写竣工报告。

### 6.2 施工准备和程序

**6.2.1** 施工前的准备应包括下列内容:

(1)编制施工计划,建立施工组织,拟定放样定线等各项施工顺序;编制劳力、工种、材料、设备、工程进度计划,制定质量检查方法和安全措施。

(2)按设计要求检查工程设备器材。

(3)准备好施工工具。

#### 6.2.2 施工程序应按下列顺序进行:

(1)施工放样 小型微灌工程可根据设计图纸直接测量管线纵断面,大型微灌工程现场应设置施工测量控制网,并应保留到施工完毕。

放线从首部枢纽开始,定出建筑物主轴线、机房轮廓线及干、支管进水口位置,用经纬仪从干管出水口引出干管轴线后再放支管线,并标明各建筑物设计标高。主干管直线段宜每隔 30 m 设一标桩;分水、转弯、变径处应加设标桩;地形起伏变化较大地段,宜根据地形条件适当增设标桩。

在首部枢纽控制室内,应标出机泵及专用设备如化肥罐、过滤器等安装位置。

(2)基坑开挖、排水及基础处理 开挖时必须保证基坑边坡稳定,若不能进行下道工序,应预留 15~30 cm 土层不挖,待下道工序开始前再挖至设计标高;必要时可在基坑内设置明沟或井点排水系统,排走坑内积水。山丘地区开挖土石方,按 GBJ 201《土方及爆破工程施工规范》有关规定执行。基础处理应按设计要求进行。

(3)建筑物砌筑 混凝土、砌石、砖石建筑物施工,可参照 GBJ 141《给水排水构筑物施工及验收规范》有关规定执行。

(4)回填 砌筑完毕应待砌体砂浆或混凝土凝固达到设计强度后再回填。回填土应干湿适宜、分层夯实与砌体接触紧密。

### 6.3 水源工程与首部枢纽施工

6.3.1 机井、大口井、泉水蓄水池、水塔工程的施工按 GB 141《给水排水构筑物施工及验收规范》有关规定执行。机井、大口井施工也可按 SD 199《农用机井技术规范》第四章规定执行。

6.3.2 水处理建筑物施工按 GBJ 13《室外给水工程技术规范》有关规定执行。

### 6.4 管网施工

#### 6.4.1 管槽开挖应符合下列要求:

(1)应按施工放样轴线和槽底设计高程开挖,干、支管槽宽不宜小于 40 cm。

(2)应清除管槽底部石块杂物,并一次整平。

(3)管槽经过岩石、卵石等硬基础处,槽底超挖不应小于 10 cm。清除砾石后再用细土回填夯实至设计高程。

(4)开挖土料应堆置管槽一侧。

(5)固定墩坑、阀门井开挖宜与管槽开挖同时进行。

#### 6.4.2 管槽回填应符合下列要求:

(1)管及管件安装过程中应在管段无接缝处先覆土固定,待安装完毕,经冲洗试压,全面检查质量合格后方可回填。

(2)回填前应清除槽内一切杂物,排净积水,在管壁四周 10 cm 内的覆土不应有直径大于 2.5 cm 的砾石和直径大于 5 cm 土块,回填应高于原地面以上 10 cm,并应分层轻夯或踩实。

(3)回填必须在管道两侧同时进行,严禁单侧回填。

## 7 设备安装

### 7.1 一般规定

#### 7.1.1 微灌工程首部枢纽、输配水管网、灌水器等设备安装,应具备以下条件:

- (1)安装前工作人员应全面了解各种设备性能,熟练掌握施工安装技术要求和方法。
- (2)安装用的各种工具、设备和测试仪表应准备齐全。
- (3)计划安装设备的有关土建工程经检验已合格。
- (4)待安装的设备应保持清洁。

#### 7.1.2 对安装设备器材的要求:

- (1)按设计文件要求,全面核对设备规格、型号、数量和质量。
- (2)按标准规定抽检待安装的灌水器、管和管件,严禁使用不合格产品。

#### 7.1.3 管道安装应符合以下要求:

- (1)管道安装应按干、支、毛管顺序进行。
- (2)按设计要求将管道平顺放入管槽内,不得悬空和扭曲。
- (3)塑料管不得抛摔、拖拉和暴晒,安装期宜集中。
- (4)塑料管道与道路交叉处埋深不应小于 70 cm,并应加保护管。

#### 7.1.4 阀门、管件安装规定:

- (1)法兰中心线应与管件轴线重合,紧固螺栓齐全,能自由穿入孔内,止水垫不得阻挡过水断面。
- (2)干、支管上安装螺纹阀门时,一端应加装活接头。
- (3)管件及连接处不得有污物、油迹和毛刺。
- (4)不得使用老化和直径不合规格的管件。

#### 7.1.5 施工暂停时应采取下列保护措施:

- (1)机泵、阀门等设备应放在室内,在室外存放必须置于高处,严禁暴晒、雨淋和积水浸泡。
- (2)存放在室外的塑料管及管件应加盖防护,正在施工安装的管道敞开端应临时封闭。
- (3)应切断施工电源,妥善保管安装工具。

#### 7.1.6 安装过程中应随时检查质量。

#### 7.1.7 各项检测资料应全部归档保存。

### 7.2 首部枢纽设备安装

#### 7.2.1 抽水加压设备安装要求:

- (1)电机与水泵安装应按《机电设备安装工程施工及验收规范》中有关规定执行。
- (2)采用三角带传动的机组,动力机轴心和水泵轴心线必须平行,机、泵距离应符合技术要求。
- (3)电机外壳必须接地,接线方式应符合电机安装规定,并通电检查和试运行。
- (4)以柴油机、汽油机为动力的机组,排气管应通往机房外。
- (5)机泵必须用螺栓固定在混凝土基座或专用机架上。

#### 7.2.2 过滤器安装要求:

- (1)过滤器应按输水流向标记安装,不得反向。
- (2)自动冲洗式过滤器的传感器等电器原件应按产品规定接线图安装,并通电检查运转状况。

### 7.2.3 施肥和施农药设备安装要求:

- (1)施肥和施农药装置应安装在过滤器前面。
- (2)施肥和施农药装置的进、出水管与灌溉管道连接应牢固,如使用软管,应严禁扭曲打折。
- (3)采用注射泵式施肥器,机泵安装应符合产品说明书要求,经检查合格后再通电试运行。
- (4)与人畜饮水联合使用的微灌工程,严禁在首部枢纽和人畜饮水管道上安装施肥和施农药装置。

### 7.2.4 量测仪表和保护设备安装要求:

- (1)安装前应清除封口和接头处的油污和杂物,压力表宜装在环形连接管上,如用直管联接,应在连接管与仪表之间装控制阀。
- (2)应按设计要求和流向标记水平安装水表。

## 7.3 管道安装

### 7.3.1 塑料管安装前,应对规格和尺寸进行复查;管内应保持清洁,不得混入杂物。

### 7.3.2 塑料管粘接方法与要求:

- (1)粘合剂必须与管道材质相匹配。
- (2)被粘接的管端、管件应清除污迹,并进行配合检查。
- (3)承插管轴线应对直重合,承插深度应为管外径的 1~1.5 倍。
- (4)插头和承口均匀涂上粘合剂后应适时承插并转动管端,使粘合剂填满间隙。
- (5)粘接后 24 h 内不得移动管道。

### 7.3.3 塑料管套接方法和要求:

- (1)套管与密封橡胶圈规格应相匹配,密封圈装入套管槽内不得扭曲和卷边。
- (2)插头外缘应加工成斜口,并涂润滑剂,对正密封圈,另一端用木锤轻轻打入套管内至规定深度。
- (3)密封圈式伸缩节安装与本条(1)、(2)款要求相同。

### 7.3.4 低密度聚乙烯塑料管内插连接方法与要求:

- (1)对管口进行加热,待管口变软后即可插接,并用管箍或铁丝扎紧。
- (2)聚乙烯管承插深度宜为管外径的 1.1 倍;直径为 25 mm 以下管道的承插深度可取 1.5 倍。

## 7.4 阀门安装

### 7.4.1 金属阀门与塑料管连接要求:

- (1)直径大于 65 mm 的管道宜用金属法兰连接,法兰连接管外径应大于塑料管内径 2~3 mm,长度不应小于 2 倍管径,一端加工成倒齿状,另一端牢固焊接在法兰一侧。
- (2)将塑料管端加热后及时套在带倒齿的接头上,并用管箍上紧。
- (3)直径小于 65 mm 的管道可用螺纹连接,并应装活接头。
- (4)直径大于 65 mm 以上阀门应安装在底座上,底座高度宜为 10~15 cm。
- (5)截止阀与逆止阀应按流向标志安装,不得反向。

### 7.4.2 塑料阀门安装用力应均匀,不得敲击。

## 7.5 旁通安装

### 7.5.1 安装前应检查旁通管外形,清除管口飞边、毛刺,抽样量测插管内外径,符合质量要求方可

安装。

#### 7.5.2 支管上打孔方法与要求:

- (1)应按设计要求在支管上标定出孔位。
- (2)用手摇钻或专用打孔器打孔,钻头直径应小于旁通插管外径 1 mm,钻孔不能倾斜,钻头入管深度不得超过 1/2 管径。
- (3)将止水片套在旁通插管上,插入孔内并扎紧。

### 7.6 毛管与灌水器安装

#### 7.6.1 毛管安装方法与要求:

- (1)应按设计要求由上而下依次安装。
- (2)管端应剪平,不得有裂纹,并防止混进杂物。
- (3)连接前应清除杂物,将毛管套在旁通上,气温低时宜对管端预热。
- (4)微灌管(带)宜连接在引出地面的辅助毛管上。

#### 7.6.2 滴头安装方法与要求

- (1)应选用直径小于灌水器插头外径 0.5 mm 的打孔器在毛管上打孔。
- (2)应按设计孔距在毛管上冲出圆孔,随即安装滴头,严防杂物混入孔内。
- (3)微管滴头应用锋利刀具剪裁,管端剪成斜面,按规格分组捆放。
- (4)微管插孔应与微管直径相适应,插入深度不宜超过毛管直径的 1/2,并应防止脱落。

#### 7.6.3 微喷头安装方法与要求:

- (1)微喷头直接安装在毛管上时,应将毛管拉直,两端紧固,按设计孔距打孔,将微喷头直插在毛管上。
- (2)用连接管安装微喷头时,应按设计规定打孔,连接管一端插入毛管,另一端引出地面后固定在插杆上,其上再安装微喷头。
- (3)插杆插入地下深度不应小于 15 cm,插杆和微喷头应垂直于地面。
- (4)微喷头安装距地面高度不宜小于 20 cm。

7.6.4 地埋式灌水器安装方法可参照 7.6.2 条进行,灌水器埋深应与耕作要求相适应,必要时出水口处宜采取防堵措施。

## 8 管道冲洗和系统试运行

### 8.1 一般规定

8.1.1 在管槽回填之前,应对管道进行冲洗和系统试运行。冲洗和试运行完成后应编写冲洗和试运行总结报告。

8.1.2 试运行使用的压力表精度应不低于 2.5 级。

8.1.3 冲洗和试运行之前应做好下列准备工作:

- (1)仪器、设备配套完好,操作灵活。
- (2)检查微灌工程,使设备状况和首部枢纽处于完好状态,阀门开关灵活,进排气装置通畅。
- (3)检查管道铺设状况,接头和阀门等处应显露,并能观察和测量漏水情况。

### 8.2 管道冲洗

8.2.1 管道冲洗应由上至下逐级进行,支管和毛管应按轮灌组冲洗。

### 8.2.2 管道冲洗的步骤与要求:

(1)应先打开枢纽总控制阀和待冲洗管道的阀门,关闭其他阀门,然后启动水泵,对干管进行冲洗,直到干管末端出水清洁为止。

(2)应先打开一个轮灌组的各支管进口和末端阀门,关闭干管末端阀门,进行支管冲洗,直到支管末端出水清洁,再打开毛管末端,关闭支管末端阀门冲洗毛管,直到毛管末端出水清洁为止,然后再进行下一个轮灌组的冲洗。

(3)冲洗过程中应随时检查管道情况,并做好冲洗记录。

## 8.3 系统试运行

8.3.1 微灌系统试运行应按设计要求分轮灌组进行。

8.3.2 试运行的水温和环境温度应为 5~30℃。

8.3.3 试运行过程中应随时观察管道的管壁、管件、阀门等处,如发现渗水、漏水、破裂、脱落等现象,应作好记录并及时处理,处理后再进行试运行直到合格为止。

8.3.4 管道允许最大渗漏水量应按下式计算:

$$q_s = K_s \sqrt{d} \quad (8.3.5)$$

式中  $q_s$ ——1000 m 长管道允许最大渗漏水量, L/min;

$k_s$ ——渗漏系数,硬聚氯乙烯管、聚丙烯管取 0.08,聚乙烯管取 0.12;

$d$ ——管道内径, mm。

8.3.5 在有条件的地方,在试运行前应进行水压试验,试压的水压力不应小于管道设计压力的 1.25 倍,并保持稳定 10 min。其他要求同试运行。

## 9 工程验收

### 9.1 一般规定

9.1.1 微灌工程验收前应提交下列文件:全套设计文件、管道冲洗和系统试运行报告、工程决算报告、竣工图纸和竣工报告、运行管理办法。

9.1.2 对灌溉面积小于 10 hm<sup>2</sup> 的微灌工程,验收前可只提交设计文件、竣工图纸和竣工报告以及运行管理办法。

9.1.3 微灌工程的隐蔽部分必须在施工期间进行检查验收,并应有验收报告。

### 9.2 竣工验收

9.2.1 应审查技术文件是否齐全、正确。

9.2.2 应检查土建工程是否符合设计要求。

9.2.3 应检查设备选择是否合理,安装质量是否达到本规范的规定,并应对机电设备进行启动试验。

9.2.4 应检查工程的试运行情况,并宜对各项技术参数进行实测。

9.2.5 竣工验收结束,应编写工程验收报告。



## 附录 A 名词术语

- A1.0.1 微灌** 利用专用设备,将有压水流变成细小的水流或水滴,湿润作物根部附近土壤的灌水方法,包括滴灌、微喷灌和涌泉灌。
- A1.0.2 微灌工程** 用微灌技术实现灌溉的工程设施。
- A1.0.3 微灌系统** 由水源工程、首部枢纽、输配水管道和灌水器等部分组成的完整灌溉设施。
- A1.0.4 首部枢纽** 在微灌系统首部将加压设备、过滤器、施肥装置、量测和控制设备安装在一起的设施。
- A1.0.5 微灌设备** 用于微灌系统的各种设备装置的总称。
- A1.0.6 灌水器** 直接向作物施水的设备。
- A1.0.7 滴头** 将压力水流变成滴状或细流状的灌水器,流量不大于 12 L/h。
- A1.0.8 微灌管(带)** 具有出水孔口的管道(带),能折叠者为带,其余为管。
- A1.0.9 微喷头** 将压力水流喷洒到空中的灌水器,流量不超过 250 L/h。
- A1.0.10 过滤器** 对灌溉水进行过滤处理的设备。
- A1.0.11 筛网过滤器** 利用筛网进行过滤处理的设备。
- A1.0.12 砂过滤器** 利用砂粒状物作过滤介质的过滤设备。
- A1.0.13 旋流水砂分离器** 利用旋流使水和砂粒分离的设备。
- A1.0.14 叠片式过滤器** 用有细线槽的塑料片叠加成过滤元件进行过滤的设备。
- A1.0.15 施肥、施药装置** 用于向管道内加入化肥或农药的设备。
- A1.0.16 压差式施肥罐** 利用压差原理将化肥或农药溶液注入灌水管道中的设备。
- A1.0.17 文丘里施肥器** 利用文丘里原理将化肥或农药溶液注入灌水管道中的设备。
- A1.0.18 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设备。
- A1.0.19 毛管** 直接向灌水器配水的管道。
- A1.0.20 支管** 直接向毛管供水的管道。
- A1.0.21 干管** 直接向支管供水的管道。
- A1.0.22 旁通** 插入管壁内侧向分水的连接件。
- A1.0.23 灌溉水利用系数** 灌到田间可被作物利用的水量与灌溉供水量的比值,用  $\eta$  表示。
- A1.0.24 灌水均匀系数** 表示同时工作的灌水器出水量均匀程度的系数,用  $C_u$  表示。
- A1.0.25 灌水器制造偏差系数** 表示灌水器制造精度的系数,是同一工作水头时,灌水器流量的标准差与平均流量的比值,用  $C_v$  表示。
- A1.0.26 灌水器设计工作压力** 微灌工程设计时选定的灌水器工作压力。
- A1.0.27 灌水器设计流量** 在设计工作压力下灌水器的流量。
- A1.0.28 灌水器流量偏差率** 同一灌水小区内灌水器的最大、最小流量之差与设计流量的比值,用  $q_v$  表示。
- A1.0.29 水头偏差率** 同一灌水小区内灌水器的最大、最小工作水头之差与设计工作水头的比值,用  $H_v$  表示。
- A1.0.30 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。
- A1.0.31 灌水小区** 灌区内一条支管控制的灌溉范围。
- A1.0.32 表面负荷率** 沉淀池设计流量与池面积的比值。

## 附录 B 主要符号

### B1 流量、速度、加速度

- $Q$ ——微灌系统设计流量、流量；  
 $q$ ——灌水器流量；  
 $\bar{q}$ ——灌水器平均流量；  
 $\Delta \bar{q}$ ——灌水器流量平均偏差；  
 $q_d$ ——灌水器设计流量、分流孔单孔设计流量；  
 $q_v$ ——灌水器流量偏差率；  
 $[q_v]$ ——灌水器允许流量偏差率；  
 $v$ ——流速；  
 $g$ ——重力加速度。

### B2 压力、水头、水头损失

- $H$ ——微灌系统设计水头；  
 $h_{\max}$ ——灌水器最大工作水头；  
 $h_{\min}$ ——灌水器最小工作水头；  
 $h_d$ ——灌水器设计工作水头；  
 $h_v$ ——灌水器工作水头偏差率；  
 $[h_v]$ ——灌水器允许工作水头偏差率；  
 $h_f$ 、 $h'_f$ ——管道沿程水头损失；  
 $h_w$ 、 $h'_w$ ——局部水头损失；  
 $\Delta h$ ——过滤器设计进、口水头差；  
 $\Delta h_0$ ——过滤器通过清洁水时进、口水头差；  
 $\Delta h_{\max}$ ——过滤器工作时进、出口允许增加的水头差；  
 $r$ ——降比。

### B3 灌溉制度

- $m$ ——设计灌水定额、流量指数；  
 $\gamma$ ——土壤容重；  
 $A$ ——灌溉面积；  
 $z$ ——计划湿润土层深度；  
 $P$ ——土壤湿润比；  
 $E_a$ ——设计耗水强度；  
 $I_a$ ——设计供水强度；  
 $I_g$ ——月毛供水强度；  
 $\theta_{\max}$ 、 $d'_{\max}$ ——适宜土壤含水率上限、分别为干土重量百分比和土壤体积百分比；

$\theta_{\min}$ 、 $\theta'_{\min}$ ——适宜土壤含水率下限、分别为干土重量百分比和土壤体积百分比；  
 $T$ ——设计灌水周期、供水天数；  
 $t$ ——一次灌水延续时间、每日供水时数。

#### B4 几何特征

$d$ ——灌水器出水孔径、管内径， $\text{mm}$ ；  
 $S$ ——灌水器间距、灌水器流量标准差；  
 $Z_p$ ——典型毛管进口高程；  
 $Z_b$ ——水源的水面高程或管道进口的高程；  
 $L$ ——管道长度；  
 $J$ ——地面比降；  
 $e$ ——管壁厚度；  
 $D$ ——管外径。

#### B5 数、系数、指数

$\eta$ ——灌溉水、蓄水利用系数；  
 $C_u$ ——灌水均匀系数；  
 $C_v$ ——灌水器制造偏差系数；  
 $f$ ——摩阻系数；  
 $\xi$ ——局部阻力系数；  
 $b$ ——管径指数；  
 $N$ ——灌水器或出水孔总数；  
 $n$ ——测点数、同时工作的灌水器个数；  
 $K$ ——塘堰复蓄次数；  
 $Re$ ——雷诺数；  
 $\mu$ ——水的动力粘滞系数；  
 $x$ ——流态指数；  
 $\alpha$ ——管道价格与管径关系中之指数；  
 $E_s$ ——塑料管材弹性模量；  
 $\beta_1$ ——允许水头偏差分配给支管的比例；  
 $\beta_2$ ——允许水头偏差分配给毛管的比例；  
 $n_1$ ——支管上单侧毛管的根数；  
 $C$ ——单位管长价格、水锤波传播速度。

## 附录 C 均匀坡毛管水力计算

## C1 一般规定

C1.0.1 地形比降以顺流下坡为正,顺流逆坡为负。

C1.0.2 毛管上分流孔编号,以最上游为 1 号,顺流向排序,末孔以  $N$  号表示。

## C2 参数

C2.0.1 降比  $r$  为沿毛管的地形比降与毛管最下游管段水力比降的比值,应由下式计算:

$$r = \frac{Jd^{4.75}}{kfa_d^{1.75}} \quad (C1)$$

式中  $J$ ——沿毛管地形比降;

$d$ ——毛管内径,mm;

$k$ ——水头损失扩大系数,见 4.3.6 条;

$f$ ——摩阻系数;

$q_d$ ——单孔设计流量,L/h。

C2.0.2 压比  $G$  为毛管最下游管段总水头损失与孔口设计水头的比值,应由下式计算:

$$G = \frac{kfSq_d^{1.75}}{h_d d^{4.75}} \quad (C2)$$

式中  $h_d$ ——孔口设计水头,与  $q_d$  相对应,m;

$S$ ——毛管上分流孔间距,m。

## C3 毛管水力特征值

C3.1 最小压力孔号  $p_n$ 

C3.1.1 毛管上压力最小的分流孔编号  $p_n$ ,应根据  $r$  值选用下式之一计算:

当  $r \leq 1$ , 则  $p_n = N$  (C3)

当  $r > 1$ , 则  $p_n = N - INT(r^{0.571})$  (C4)

式中  $N$ ——毛管最下游孔号;

$INT(\quad)$ ——将括号内实数舍去小数成整数。

当按式(C4)计算得  $p_n < 1$  时,应取  $p_n = 1$ 。

C3.2 最大压力孔号  $p_m$ 

C3.2.1 毛管上压力最大的孔口编号  $p_m$ ,应按下列条件判定:

当  $\frac{2.75(N-1)r}{(N-0.52)^{2.75}} \leq 1$ , 则  $p_m = 1$  (C5)

当  $\frac{2.75(N-1)r}{(N-0.52)^{2.75}} > 1$ , 则  $p_m = N$  (C6)

C3.3 最大水头偏差  $\Delta h_{\max}$ 

C3.3.1 一条毛管的最大水头偏差应由下式之一计算:

当  $r \leq 1$   $\Delta h_{\max} = Gh_d \left[ \frac{(N-0.52)^{2.75}}{2.75} - r(N-1) \right]$  (C7)

当  $r > 1$  且  $p_n = N$ ,

$$\Delta h_{\max} = Gh_d \left[ r(N - p_n) - \frac{(N - p_n + 0.48)^{2.75}}{2.75} \right] \quad (C8)$$

当  $r > 1$  且  $p_n = 1$ ,

$$\Delta h_{\max} = Gh_d \left[ \frac{(N - 0.52)^{2.75} - (N - p_n + 0.48)^{2.75}}{2.75} - r(p_n - 1) \right] \quad (C9)$$

**C3.3.2** 灌水小区的最大水头偏差,为小区内所有灌水器的工作水头中最大工作水头与最小工作水头的差值,这两个灌水器一般分布在不同毛管上,应通过比较分析确定。

小区的水头偏差率应满足本规范第 4.3.2 条的规定。

#### C4 毛管极限数 $N_m$

**C4.0.1** 极限孔数是毛管满足水头偏差要求的最多孔数,使用孔数应不超过极限孔数。

**C4.0.2** 当降比  $r$  小于等于 1 时,应按下式试算极限孔数:

$$\frac{[\Delta h_2]}{Gh_d} = \frac{(N_m - 0.52)^{2.75}}{2.75} - r(N_m - 1) \quad (C10)$$

式中  $[\Delta h_2]$ ——毛管允许的水头偏差。

**C4.0.3** 当降比  $r$  大于 1 时,应按下述方法确定极限孔数:

(1) 计算  $p'_n = INT(1 + r^{0.571})$ 。

(2) 按下式计算  $\Phi$ :

$$\Phi = \frac{[\Delta h_2]}{Gh_d} \frac{1}{r(p'_n - 1) - \frac{(p'_n - 0.52)^{2.75}}{2.75}} \quad (C11)$$

(3) 按  $\Phi$  值选择下式之一试算  $N_m$ :

$$\text{当 } \Phi \geq 1 \text{ 时 } \frac{[\Delta h_2]}{Gh_d} = \frac{1}{2.75} (N_m - 0.52)^{2.75} - (p'_n - 0.52)^{2.75} - r(N_m - p'_n) \quad (C12)$$

$$\text{当 } \Phi < 1 \text{ 时 } \frac{[\Delta h_2]}{Gh_d} = r(N_m - 1) - \frac{(N_m - 0.52)^{2.75}}{2.75} \quad (C13)$$

#### C5 毛管进口水头 $h_0$

##### C5.1 计算步骤

**C5.1.1** 应选择下列两种方法之一,核算毛管是否满足允许水头偏差要求:

(1) 计算极限孔数  $N_m$ , 使  $N \leq N_m$ 。

(2) 计算毛管最大水头偏差  $\Delta h_{\max}$ , 使  $\Delta h_{\max} \leq [\Delta h_2]$

**C5.1.2** 对满足允许水头偏差的毛管,按 C5.2 节或 C5.3 节所列方法计算首孔水头  $h_1$ 。

**C5.1.3** 毛管进口水头  $h_0$ , 应按下式计算:

$$h_0 = h_1 + \frac{k_f S_0 (N q_d)^{2.75}}{d^{4.75}} - JS_0 \quad (C14)$$

式中  $S_0$ ——毛管进口至首孔之管长, m。

##### C5.2 平均水头法求 $h_1$

**C5.2.1** 平均水头法是根据流态指数和允许水头偏差率在常用范围情况下,毛管各灌水器工作水头的平均值即平均水头与各灌水器流量平均值即平均流量所对应的工作水头近似相等的原理,以

平均水头替代平均流量所对应的工作水头而导出的毛管水力设计方法。

**C5.2.2** 毛管上首孔的水头  $h_1$  应按下式计算:

$$h_1 = h_d + R\Delta H - 0.5(N-1)JS \quad (C15)$$

$$\Delta H = \frac{Gh_d(N-0.52)^{2.75}}{2.75} \quad (C16)$$

式中  $\Delta H$ ——首孔与最末孔之间毛管的总水头损失, m;

$R$ ——平均摩损比, 可根据  $N$  由表 C1 查用。

**C5.3** 中孔水头比法求  $h_1$

**C5.3.1** 中孔水头比法是以积分作近似计算, 导出的毛管中部第  $j$  号孔的工作水头与各孔口的平均流量所对应的工作水头之间的解析关系, 进行毛管水力设计的方法。

**C5.3.2** 第  $j$  号孔的水头比  $B_j$ , 应按下式计算:

$$B_j = \frac{6 - 3N_3N_1 - N_2[N_4 - 2(1-x)N_3^2]}{6 + (1-x)N_3^2N_2} \quad (C17)$$

式中  $B_j$ ——第  $j$  号孔的水头比, 即  $B_j = h_j/h_d$ ;

$j$ ——指定的中孔编号, 当  $N$  为偶数时,  $j = \frac{N}{2} + 1$ ,  $N$  为奇数时,  $j = \frac{n+1}{2}$ ;

$x$ ——灌水器流态指数;

$N_1, N_2, N_3, N_4$ ——计算参数。

$$N_1 = \begin{cases} 1 & (N \text{ 为偶数}) \\ 0 & (N \text{ 为奇数}) \end{cases}$$

$$N_2 = \begin{cases} N^2/4 + 0.75 & (N \text{ 为偶数}) \\ N^2/4 & (N \text{ 为奇数}) \end{cases}$$

$$N_3 = G(A_2 - r) \quad (C18)$$

$$N_4 = GA_1 \quad (C19)$$

$j, A_1, A_2, N_1, N_2$  可由表 C2 根据毛管孔数  $N$  查用。

**C5.3.3** 首孔水头  $h_1$  应由下式计算:

$$h_1 = \{ B_j + G[A_3 - (j-1)nJ] \} h_d \quad (C20)$$

式中  $A_3$ ——计算参数, 由表 C2(见书末插页表) 根据  $N$  查用。

表 C1 平均摩损比  $R$

$N$	$R$	$N$	$R$	$N$	$R$	$N$	$R$
5	0.6513	29	0.7206	53	0.7264	77	0.7286
6	0.6664	30	0.7210	54	0.7266	78	0.7287
7	0.6768	31	0.7214	55	0.7267	79	0.7287
8	0.6844	32	0.7218	56	0.7268	80	0.7288
9	0.6902	33	0.7221	57	0.7269	81	0.7288
10	0.6948	34	0.7225	58	0.7270	82	0.7289
11	0.6985	35	0.7228	59	0.7271	83	0.7289
12	0.7016	36	0.7231	60	0.7272	84	0.7290
13	0.7041	37	0.7234	61	0.7273	85	0.7291
14	0.7063	38	0.7237	62	0.7274	86	0.7291
15	0.7082	39	0.7239	63	0.7275	87	0.7291

续表 C1

<i>N</i>	<i>R</i>	<i>N</i>	<i>R</i>	<i>N</i>	<i>R</i>	<i>N</i>	<i>R</i>
16	0.7098	40	0.7242	64	0.7276	88	0.7292
17	0.7113	41	0.7244	65	0.7277	89	0.7292
18	0.7125	42	0.7246	66	0.7278	90	0.7293
19	0.7137	43	0.7248	67	0.7279	91	0.7293
20	0.7147	44	0.7250	68	0.7280	92	0.7294
21	0.7156	45	0.7252	69	0.7280	93	0.7294
22	0.7164	46	0.7254	70	0.7281	94	0.7295
23	0.7172	47	0.7255	71	0.7282	95	0.7295
24	0.7178	48	0.7257	72	0.7283	96	0.7295
25	0.7185	49	0.7259	73	0.7283	97	0.7296
26	0.7191	50	0.7260	74	0.7284	98	0.7296
27	0.7196	51	0.7262	75	0.7285	99	0.7297
28	0.7201	52	0.7263	76	0.7285	100	0.7297

注 表内数值相应于  $m=1.75$ 。

附加说明

主 编 单 位 :水利部农田灌溉研究所

参 加 单 位 :水利部科技司

武汉水利电力大学

中国水利水电科学研究院水利研究所

水利部西北水利科学研究所

北京农业工程大学

山西省水利科学研究所

山东省水利科学研究院

主要起草人:付 琳 董文楚 杨 刚 张国祥  
胡若愚 郑耀泉 马存奎 岳 兵