

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2017年工程建设标准规范制修订及相关工作计划〉的通知》(建标〔2016〕248号)的要求,标准编制组经过广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国际标准和国外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,修订本标准。

本标准的主要技术内容是:总则、术语和符号、工程规划、微灌技术参数、微灌系统水力设计、工程设施配套与设备选择、工程施工与安装、管道水压试验和系统试运行、工程验收、运行管理等。

本标准修订的主要技术内容是:

1. 增加了信息化和运行管理相关内容;
2. 修订了水力计算方面内容。

本标准由住房和城乡建设部负责管理,由水利部负责日常管理,由中国灌溉排水发展中心负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送水利部(地址:北京市西城区白广路二条2号,邮编:100053)。

本标准主编单位:中国灌溉排水发展中心

本标准参编单位:中国水利水电科学研究院

中国科学院地理科学与资源研究所

中国农业大学

华北水利水电大学

武汉大学

本标准主要起草人员:姚 彬 龚时宏 康跃虎 李光永

仵 峰 罗金耀 李久生 王晓玲

徐海洋

本标准主要审查人员:任晓力 郭志新 周世锋 李铁男

孙仕军 单 军 谢永华

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用

目 次

1	总 则	(1)
2	术语和符号	(2)
2.1	术语	(2)
2.2	符号	(5)
3	工程规划	(9)
3.1	一般规定	(9)
3.2	水量平衡计算	(9)
3.3	微灌水质要求	(11)
3.4	灌水方式选择	(12)
3.5	管网布置	(12)
3.6	自动控制方式选择与信息监测	(13)
4	微灌技术参数	(14)
5	微灌系统水力设计	(18)
5.1	水头损失计算公式	(18)
5.2	灌水小区水力设计	(19)
5.3	系统设计流量和压力	(20)
5.4	水量平衡复核与节点的压力均衡	(21)
5.5	水锤压力验算与防护	(21)
6	工程设施配套与设备选择	(23)
6.1	一般规定	(23)
6.2	水源工程与首部枢纽	(23)
6.3	管道	(24)
6.4	灌水器	(25)
6.5	自动控制与信息采集设备	(25)

7	工程施工与安装	(27)
7.1	一般规定	(27)
7.2	施工程序	(28)
7.3	水源工程与首部枢纽施工	(28)
7.4	管网施工	(29)
7.5	自动控制与信息采集设备安装	(32)
8	管道水压试验和系统试运行	(33)
8.1	一般规定	(33)
8.2	管道水压试验	(33)
8.3	管道冲洗	(33)
8.4	系统试运行	(34)
9	工程验收	(35)
9.1	一般规定	(35)
9.2	竣工验收	(35)
10	运行管理	(36)
10.1	一般规定	(36)
10.2	水源工程	(36)
10.3	自动控制与信息采集系统	(37)
10.4	首部枢纽	(37)
10.5	田间工程	(38)
10.6	施肥(药)管理	(38)
10.7	系统性能评价	(39)
附录 A	多口系数 F 公式	(40)
附录 B	均匀坡毛管水力计算方法	(41)
	本标准用词说明	(60)
	引用标准名录	(61)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms and symbols	(2)
2.1	Terms	(2)
2.2	Symbols	(5)
3	Planning of microirrigation engineering	(9)
3.1	General requirements	(9)
3.2	Water quantity balance calculation	(9)
3.3	Irrigation water quality requirements	(11)
3.4	Irrigation mode selection	(12)
3.5	Pipe network layout	(12)
3.6	Automatic control mode selection and information monitoring	(13)
4	Technical parameters of microirrigation	(14)
5	Hydraulic design of microirrigation system	(18)
5.1	Calculation formula of head loss	(18)
5.2	Hydraulic design of irrigation district	(19)
5.3	System design flow and design pressure	(20)
5.4	Check of water quantity balance and pressure balance of nodes	(21)
5.5	Water hammer pressure's checking calculation and protection	(21)
6	Engineering complete sets of facilities and equipment selection	(23)
6.1	General requirements	(23)

6.2	Water source project and head control	(23)
6.3	Pipes selection	(24)
6.4	Emitter selection	(25)
6.5	Automatic control and information acquisition equipment selection	(25)
7	Construction and equipment installation	(27)
7.1	General requirements	(27)
7.2	Construction sequence	(28)
7.3	Water source project and head control construction	(28)
7.4	Pipes installation	(29)
7.5	Automatic control and information acquisition equipment installation	(32)
8	Pipe network hydrostatic test and system operation on a trial basis	(33)
8.1	General requirements	(33)
8.2	Pipe network hydrostatic test	(33)
8.3	Pipe network flushing	(33)
8.4	System operation on a trial basis	(34)
9	Engineering acceptance	(35)
9.1	General requirements	(35)
9.2	Final acceptance of engineering	(35)
10	Engineering operation management	(36)
10.1	General requirements	(36)
10.2	Water source project management	(36)
10.3	Automatic control and information acquisition system management	(37)
10.4	Head control management	(37)
10.5	Field irrigation engineering management	(38)
10.6	Fertigation management	(38)

10.7 System performance evaluation	(39)
Appendix A Multi-hole coefficient F formula	(40)
Appendix B Hydraulic design method of dripline on uniform slope	(41)
Explanation of wording in this standard	(60)
List of quoted standards	(61)

住房和城乡建设部信息公开

浏览专用

1 总 则

1.0.1 为统一微灌工程技术要求,保证微灌工程建设质量,促进微灌事业健康发展,做到技术先进、经济合理和运行可靠,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于新建、扩建或改建的微灌工程规划、设计、施工、安装、验收和运行管理。

1.0.3 微灌工程规划、设计、施工、安装及监理应有与工程规模相适应的技术能力。

1.0.4 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。

1.0.5 微灌工程的规划、设计、施工、安装、验收和运行,除应符合本标准的规定外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 微灌 microirrigation

通过管道系统与安装在末级管道上的灌水器,将水和植物生长所需的养分以较小的流量,均匀、准确地直接输送到植物根部附近土壤的一种灌水方法。包括滴灌、微喷灌、涌泉灌等。

2.1.2 滴灌 drip irrigation

利用专门灌溉设备,灌溉水以水滴状流出而浸润植物根区土壤的灌水方法。

2.1.3 微喷灌 microspray irrigation

利用专门灌溉设备将有压水送到灌溉地块,通过安装在末级管道上的微喷头(流量不大于 250L/h)进行喷洒灌溉的方法。

2.1.4 涌泉灌 bubbler irrigation

利用流量调节器稳流和小管分散水流或利用小管直接分散水流实施灌溉的灌水方法,也称小管出流灌。

2.1.5 微灌系统 microirrigation system

由水源工程、首部枢纽、输配水管网和微灌灌水器 etc 部分组成的灌溉系统。

2.1.6 首部枢纽 control head

集中安装在微灌系统入口处的过滤器、施肥(药)装置及量测、安全和控制设备的总称。

2.1.7 微灌灌水器 emitter

微灌系统末级出流装置,包括滴头、滴灌管(带)、微喷头、微喷带等。

2.1.8 滴头 dripper

将有压水以水滴状或细流状断续滴出的灌水器。

2.1.9 压力补偿灌水器 pressure compensating emitter

在一定压力范围内不随压力变化而保持出水流量基本不变的灌水器。

2.1.10 滴灌管(带) drip pipe (drip tape;drip tube)

滴头与毛管制成一体,兼有输水和滴水功能的软管(带)。

2.1.11 微喷头 sprayer;micro-sprinkler

将有压水流粉碎成细小水滴,实行喷洒灌溉的微小喷头。

2.1.12 微喷带 spray tape

微灌系统中兼有输水和喷水功能的末级管(带)。

2.1.13 过滤器 filter

安装在微灌系统中过滤水体中杂质的装置,包括网式过滤器、砂石过滤器、叠片过滤器、离心过滤器等。

2.1.14 网式过滤器 screen filter

用筛网滤除灌溉水中杂质的设备。

2.1.15 砂石过滤器 sand media filter

用砂石介质滤除灌溉水中杂质的设备。

2.1.16 叠片过滤器 disc filter

用叠在一起的表面具有细线槽的塑料片滤除灌溉水中杂质的设备。

2.1.17 离心过滤器 centrifugal separator;sand separator;hydro-cyclone

利用旋流使水和砂粒分离的设备,又称为旋流水砂分离器。

2.1.18 施肥(药)装置 fertilizer(chemical)injector

用于向灌溉水内加入肥料(药)的装置。

2.1.19 施肥(药)泵 fertilizer pump

将肥料(药)溶液注入灌水管道的泵机组。

2.1.20 进排气阀 air release valve

破除真空和排除管道内空气的设备。

2.1.21 压力调节器 pressure regulator

在一定的工作压力范围内,上游管道压力变化时,能保持下游管道压力基本稳定的装置。

2.1.22 流量调节器 discharge regulator

在一定的工作压力范围内,上游压力变化时,可以自动改变过流断面,以保持流量基本稳定的装置。

2.1.23 毛管 lateral pipe

直接向灌水器配水的管道。

2.1.24 支管 manifold; submain pipe

直接向毛管配水的管道。

2.1.25 干管 main pipe

向支管供水的管道。

2.1.26 设计耗水强度 designed daily water requirement of crop

设计年植物耗水高峰期的日平均耗水量。

2.1.27 设计灌水强度 designed water application rate

满足植物高峰期耗水强度及额外灌水量的灌水强度。在无盐分淋洗需求时,即为设计耗水强度;在有盐分淋洗需求时,为设计耗水强度和设计淋洗强度之和。

2.1.28 设计供水强度 designed water supply rate

满足设计灌水强度及过滤器冲洗等其他需求的供水强度。

2.1.29 灌溉水利用系数 water efficiency of irrigation

灌到田间用于植物蒸腾蒸发的水量与灌溉供水量的比值。

2.1.30 灌水均匀系数 irrigation uniformity coefficient

表示微灌系统中同时工作的灌水器出水量均匀程度的系数。

2.1.31 灌水器制造偏差 manufacturing variation

表示灌水器制造精度的参数,为规定工作压力水头下灌水器样本流量的标准差与平均流量的比值。

2.1.32 灌水器设计流量 designed discharge rate of emitter
设计工作压力下,单个灌水器流量。

2.1.33 灌水器设计工作压力 designed operating pressure of emitter

在灌水器允许工作压力范围内,设计时选定的灌水器的工作压力。

2.1.34 灌水小区 subunit

具有独立阀门控制或调压稳压装置,同时灌溉的若干毛管组成的单元。

2.1.35 设计流量偏差率 discharge deviation

灌水小区内灌水器的最大、最小流量之差与灌水器设计流量的比值。

2.1.36 设计工作水头偏差率 designed pressure head deviation

灌水小区内灌水器的最大、最小工作压力之差与灌水器设计工作压力的比值。

2.1.37 土壤湿润比 percentage of soil wetted volume

在计划湿润层内,湿润土体与总土体的体积比。

2.2 符 号

2.2.1 流量、流速:

Q ——系统设计流量;

Q_s ——水源可供流量;

Q_N ——需要的供水流量;

Q_0 ——灌水小区的流量;

Q_L ——实测的轮灌组流量;

Q_g ——管道流量;

Q_i ——同时工作的第 i 个灌水小区的流量;

q_0 ——灌水器设计流量;

q_{max} ——灌水器最大流量;

$q_{\min}$ ——灌水器最小流量；

q_i ——一条毛管上第 i 个灌水器流量；

q_v ——灌水器设计流量偏差率；

$[q_v]$ ——灌水器设计允许流量偏差率；

$[q_s]$ ——管道允许最大渗漏量；

$\bar{q}$ ——灌水器平均流量；

$\Delta \bar{q}$ ——灌水器流量的平均偏差；

v ——管道流速；

ΔV ——管中流速变化值。

2.2.2 压力、水头、水头损失：

H ——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 ——灌水器设计工作水头偏差率；

$[h_v]$ ——灌水器设计允许工作水头偏差率；

h_0 ——典型支管单元进口的工作水头；

h_l ——管道沿程水头损失；

h'_l ——等距、等量分流多孔管道沿程水头损失；

h_j ——局部水头损失；

ΔH ——直接水锤的压力水头增加值。

2.2.3 灌溉制度：

m_d ——设计净灌水定额；

$m_{\max}$ ——最大净灌水定额；

m' ——设计毛灌水定额；

γ ——土壤容重；

A ——灌溉面积；

A_s ——规划面积；

z ——土壤计划湿润层深度；

p ——设计土壤湿润比；

E_{si} ——第 i 种植物的设计耗水强度；

I_{si} ——第 i 种植物的设计供水强度；

I_{Li} ——第 i 种植物土壤要求的设计淋洗强度；

I_{bi} ——第 i 种植物的设计灌水强度；

I_{qi} ——灌溉第 i 种植物时，其他需求的供水强度（如过滤器冲洗等）；

$\theta_{\max}$ ——适宜土壤含水率上限；

$\theta_{\min}$ ——适宜土壤含水率下限；

T ——设计灌水周期；

T_i ——第 i 种植物的灌水周期；

$T_{\max}$ ——最大灌水周期；

t ——一次灌水延续时间；

t_d ——水源每日供水时数。

2.2.4 几何特征：

S_c ——灌水器间距；

S_l ——毛管间距；

S_r ——植物的行距；

S_t ——植物的株距；

Z_p ——典型灌水小区管网进口的高程；

Z_b ——系统水源的设计水位；

L ——管长；

V ——蓄水工程容积；

e ——管壁厚度；

D ——管道内径；

D_0 ——管道外径。

2.2.5 系数、指数：

η ——灌溉水利用系数；

a_i ——第 i 种植物的种植比例；

η_0 ——蓄水利用系数；

C_u ——灌水均匀系数；

f ——沿程水头损失系数；

ζ ——局部水头损失系数；

b ——管径指数；

n ——灌水器个数；

n_s ——每株植物的灌水器个数；

n_m ——同时工作的灌水小区数量；

n_v ——灌水小区内的灌水器个数；

m ——流量指数；

K ——灌水周期内复蓄系数；

F ——多口系数；

x ——灌水器流态指数；

K_s ——渗漏系数；

E_s ——管材的弹性模量；

C ——水锤波的传播速度。

3 工程规划

3.1 一般规定

3.1.1 微灌工程规划应符合当地水资源开发利用、农村水利、农业发展及园林绿地等规划要求,并与灌排设施、道路、林带、供电等系统建设和农业、土地整治及生态环境保护等规划相协调。

3.1.2 微灌工程规划应收集水源、气象、地形、土壤、植物、灌溉试验、能源与设备、社会经济状况和发展规划等方面的基本资料。

3.1.3 微灌工程规划应根据工程所处地理位置、气候条件、水土资源条件、种植作物种类、社会经济发展等实际情况,进行分区。

3.1.4 平原区灌溉面积大于 100hm^2 , 山丘区灌溉面积大于 50hm^2 的微灌工程,宜分为规划、设计两个阶段进行。

3.1.5 微灌工程规划应包括水源工程、系统选型、首部枢纽和管网规划。具有信息监测管理和自动控制灌溉功能的系统,规划时应纳入相关内容。规划成果应绘制在不小于 $1/10000\sim 1/5000$ 的地形图上,并提出规划报告。

3.2 水量平衡计算

3.2.1 水源供水能力计算应符合下列规定:

1 规划应对水源水量、水位和水质进行分析,确定设计供水能力;由已建水源工程供水的微灌系统,供水能力应根据工程原设计和运用情况确定;对于新建水源工程,供水能力应根据勘察资料确定;

2 以水量丰富的江、河、水库和湖泊为水源时,可不作供水量计算,但应进行年内水位变化和水质分析;

3 以小河、山溪和塘坝为水源时,应根据调查资料并参考地区水文手册或图集,分析计算设计水文年的径流量和年内分配;

4 以井、泉为水源时,应根据已有资料分析确定供水能力;无资料时,应对水井进行抽水试验,对泉水进行调查,分析、计算确定供水能力;

5 以水窖等雨水集蓄利用工程为水源时,应根据当地降雨和径流资料、水窖蓄水容积及复蓄状况等,分析确定供水能力。

3.2.2 微灌工程用水量计算应符合下列规定:

1 用水量应根据设计水平年的降雨、蒸发、植物种类及种植面积等因素计算确定;

2 当有微灌试验资料时,应由试验资料计算确定用水量。缺少资料的地区可参考条件相近地区试验资料或根据气象资料分析计算确定。

3.2.3 水量平衡与调蓄计算应符合下列规定:

1 在水源供水流量稳定且无调蓄时,可发展的微灌面积按逐日水量平衡分析,可按下列式计算:

$$A = \frac{\eta Q_s t_d}{10 \sum I_{di} a_i} \quad (3.2.3-1)$$

式中: A ——灌溉面积(hm^2);

Q_s ——水源可供流量(m^3/h);

t_d ——水源每日供水时数(h/d);

η ——灌溉水利用系数;

I_{di} ——第 i 种植物的设计供水强度(mm/d);

a_i ——第 i 种植物的种植比例($\%$)。

在规划的微灌面积已定且无调蓄设施时,需要的供水流量可按下列式计算:

$$Q_N = \frac{10 A_s \sum I_{di} a_i}{\eta t_d} \quad (3.2.3-2)$$

式中: A_s ——规划微灌面积(hm^2);

Q_N ——需要的供水流量(m^3/h)。

当 $Q_s \geq Q_N$ 、 $A_s \leq A$ 时,水量平衡。

式(3.2.3-1)中植物的设计供水强度可按式计算:

$$I_{bi} = \begin{cases} E_{ai} & (\text{无盐分淋洗要求时}) \\ E_{ai} + I_{Li} & (\text{有盐分淋洗要求时}) \end{cases} \quad (3.2.3-3)$$
$$I_m = I_{bi} + I_{qi}$$

式中: I_{bi} ——第 i 种植物的设计灌水强度(mm/d);

E_{ai} ——第 i 种植物的设计耗水强度(mm/d);

I_{Li} ——第 i 种植物土壤要求的设计淋洗强度(mm/d);

I_{qi} ——灌溉第 i 种植物时,其他需求的供水强度(如过滤器冲洗等)。

2 在水源有调蓄能力且调蓄容积已定时,微灌面积可按式确定:

$$A = \frac{\eta_p KV}{10 \sum I_{ai} T_i} \quad (3.2.3-4)$$

式中: K ——灌水周期内复蓄系数, $K=1.0 \sim 1.4$;

η_p ——蓄水利用系数, $\eta_p=0.6 \sim 0.7$;

V ——蓄水工程容积(m^3);

T_i ——第 i 种植物的设计灌水周期(d)。

3 在灌溉面积已定,需要确定系统需水流量时,可用式(3.2.3-2)计算;需要修建调蓄工程时,可用式(3.2.3-4)确定蓄水工程容积 V 。

3.3 微灌水质要求

3.3.1 微灌水质应符合现行国家标准《农田灌溉水质标准》GB 5084 的有关规定。

3.3.2 灌水器应根据水质情况分析评价其堵塞的可能性,并根据分析结果对水质做相应处理。微灌灌水器堵塞评价可按表 3.3.2 执行。

表 3.3.2 微灌灌水器堵塞评价

水质分析指标	单位	堵塞的可能性		
		低	中	高
悬浮固体物	mg/L	<50	50~100	>100
硬度	mg/L	<150	150~300	>300
不溶固体	mg/L	<500	500~2000	>2000
pH 值	—	5.5~7.0	7.0~8.0	>8.0
Fe 含量	mg/L	<0.1	0.1~1.5	>1.5
Mn 含量	mg/L	<0.1	0.1~1.5	>1.5
H ₂ S 含量	mg/L	<0.1	0.1~1.0	—

3.3.3 进入微灌管网的水不应含有油类等物质。

3.4 灌水方式选择

3.4.1 灌水方式应根据水源、气象、地形、土壤、植物、社会经济、生产管理水平和劳动力等条件,因地制宜地选择滴灌、微喷灌、涌泉灌等。

3.4.2 选用地理滴灌时,滴灌系统应配置冲洗支管,降低滴头堵塞可能性;选用膜下滴灌时,地膜应符合相关标准要求,降低地膜残留率。

3.4.3 灌水方式应按经济性、实用性和可靠性等原则,通过技术经济比较后选择最佳方式。

3.5 管网布置

3.5.1 微灌管网布置应符合微灌工程总体要求,综合考虑地形、植物、用户类型、控制方式、管理维护等因素,通过方案比较确定。

3.5.2 管道应避免穿越障碍物,避开地下电力、通信等设施。

3.5.3 输配水管道宜沿地势较高位置布置;支管宜垂直于植物种植行向布置,毛管宜顺植物种植行向布置。

3.5.4 对于地形复杂或规模较大的管网,应根据地形、灌溉方式、压力要求、运行管理等进行压力分区。

3.5.5 当管道布置与道路交叉时,管网布置应符合道路工程的相关技术规范要求;当穿过河流、渠(沟)道时,可采用管桥或河、渠(沟)底穿越等形式,有条件时宜利用已有或新建桥梁进行架设。

3.6 自动控制方式选择与信息监测

3.6.1 自动控制方式应根据种植方式、地形、气象、用户特点和经济条件等因素选用,同时应具备手动控制功能。

3.6.2 信息监测宜包括水源工程、首部枢纽、管网、主要设备设施等的运行状况信息,以及土壤基本物理参数、植物生理指标、土壤肥力、土壤墒情、地下水位水温、农田小气候等相关信息。

3.6.3 信息监测宜采用自动采集与传输系统。传输系统的通信方式宜根据工程特点、规模以及当地通信现状综合确定。

4 微灌技术参数

4.0.1 以地下水为水源的微灌工程,其灌溉设计保证率不应低于90%;其他情况下灌溉设计保证率不应低于85%。

4.0.2 微灌设计土壤湿润比应根据自然条件、植物种类、种植方式及灌水方式,并结合当地试验资料确定。无实测资料时可按表4.0.2选取,并应根据灌水器设计参数和毛管布置方式等对所选取湿润比进行复核。

表 4.0.2 微灌设计土壤湿润比参考值(%)

植物种类	滴灌、涌泉灌	微喷灌	植物种类	滴灌、涌泉灌	微喷灌
果树	30~40	40~60	人工灌木林	30~40	—
乔木	25~30	40~60	蔬菜	60~90	70~100
葡萄、瓜类	30~50	40~70	小麦等密植作物	90~100	—
草灌木(天然的)	—	100	马铃薯、甜菜、棉花、玉米	60~70	—
人工牧草	60~70	—	甘蔗	60~80	—

注:干旱地区宜取上限值。

4.0.3 设计耗水强度应由当地试验资料确定。无实测资料时,可通过计算或按表4.0.3选取。

表 4.0.3 设计耗水强度参考值(mm/d)

植物种类	滴灌	微喷灌	植物种类	滴灌	微喷灌
葡萄、树、瓜类	3~7	4~8	蔬菜(保护地)	2~4	—
粮、棉、油等植物	4~7	—	蔬菜(露地)	4~7	5~8

续表 4.0.3

植物种类	滴灌	微喷灌	植物种类	滴灌	微喷灌
冷季型草坪	—	5~8	人工种植的 紫花苜蓿	5~7	—
暖季型草坪	—	3~5	人工种植的 青贮玉米	5~9	—

注:1 干旱地区宜取上限值;

2 对于在灌溉季节揭开棚膜的保护地,应按露地选取设计耗水强度值;

3 葡萄、树等选用涌泉灌时,设计耗水强度可参照滴灌选择;

4 人工种植的紫花苜蓿和青贮玉米设计耗水强度参考值适用于内蒙古、新疆干旱和极度干旱地区。

4.0.4 灌溉水利用系数,滴灌不应低于 0.9,微喷灌、涌泉灌不应低于 0.85。

4.0.5 微灌系统设计日工作小时数不应大于 22h。

4.0.6 微灌系统灌水小区内灌水器设计允许流量偏差率应符合下式的规定:

$$[q_v] \leq 20\% \quad (4.0.6)$$

式中: $[q_v]$ ——灌水器设计允许流量偏差率(%)。

4.0.7 灌水小区内灌水器设计流量偏差率和工作水头偏差率可分别按下列公式计算:

$$q_v = \frac{q_{\max} - q_{\min}}{q_d} \times 100 \quad (4.0.7-1)$$

$$h_v = \frac{h_{\max} - h_{\min}}{h_d} \times 100 \quad (4.0.7-2)$$

式中: q_v ——灌水器设计流量偏差率(%);

$q_{\max}$ ——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 ——灌水器设计水头(m)。

4.0.8 灌水器工作水头偏差率与流量偏差率之间的关系可按下式表达：

$$h_v = \frac{q_v}{x} \left(1 + 0.15 \frac{1-x}{x} q_v \right) \quad (4.0.8)$$

式中： x ——灌水器流态指数。

4.0.9 最大净灌水定额可按下式计算：

$$m_{\max} = \gamma z p (\theta_{\max} - \theta_{\min}) \quad (4.0.9)$$

式中： $m_{\max}$ ——最大净灌水定额(mm)；

γ ——土壤容重(g/cm^3)；

z ——土壤计划湿润层深度(mm)；

p ——设计土壤湿润比；

$\theta_{\max}$ ——适宜土壤含水率上限(占干土重量的百分比)，取田间持水量的80%~100%；

$\theta_{\min}$ ——适宜土壤含水率下限(占干土重量的百分比)，取田间持水量的60%~80%。

4.0.10 设计灌水周期可按下列公式计算：

$$T \leq T_{\max} \quad (4.0.10-1)$$

$$T_{\max} = \frac{m_{\max}}{I_b} \quad (4.0.10-2)$$

式中： T ——设计灌水周期(d)；

$T_{\max}$ ——最大灌水周期(d)；

I_b ——设计耗水强度(mm)。

4.0.11 设计灌水定额可按下列公式计算：

$$m_d = T \cdot I_b \quad (4.0.11-1)$$

$$m' = \frac{m_d}{\eta} \quad (4.0.11-2)$$

式中： m_d ——设计净灌水定额(mm)；

m' ——设计毛灌水定额(mm)。

4.0.12 一次灌水延续时间可按下列公式计算：

$$t = \frac{m' S_e S_l}{q_d} \quad (4.0.12-1)$$

对于 n_s 个灌水器绕植物布置时：

$$t = \frac{m' S_r S_l}{n_s q_d} \quad (4.0.12-2)$$

式中： 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)；

S_r ——植物的行距(m)；

S_l ——植物的株距(m)。

n_s ——每株植物的灌水器个数。

5 微灌系统水力设计

5.1 水头损失计算公式

5.1.1 管道沿程水头损失可按式计算：

$$h_f = f \frac{Q_g^m}{D^b} L \quad (5.1.1)$$

式中： h_f ——沿程水头损失(m)；

f ——沿程水头损失系数；

Q_g ——管道流量(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 5.1.1 选用。

表 5.1.1 管道沿程水头损失系数、指数

管 材			f	m	b
硬塑料管			0.464	1.77	4.77
聚乙烯管 (LDPE)	$D > 8\text{mm}$		0.505	1.75	4.75
	$D \leq 8\text{mm}$	$Re > 2320$	0.595	1.69	4.69
		$Re \leq 2320$	1.750	1.00	4.00

注：1 Re 为雷诺数；

2 聚乙烯管的 f 值相应于水温 10°C ，其他温度时应修正。

5.1.2 微灌系统的支管、毛管为等距、等量分流且末端无出流的多孔管道时，其沿程水头损失可按式多口系数法或其他方法计算：

$$h'_f = h_f \cdot F \quad (5.1.2)$$

式中: h_l' ——等距、等量分流多孔管道沿程水头损失(m);

F ——多口系数,可按本标准附录 A 计算。

5.1.3 管道局部水头损失可按式计算:

$$h_l = \xi \frac{v^2}{2g} \quad (5.1.3)$$

式中: h_l ——局部水头损失(m);

ξ ——局部水头损失系数;

v ——管道流速(m/s);

g ——重力加速度,取 9.81m/s^2 。

当参数缺乏时,局部水头损失可按沿程水头损失一定比例估算,支管、毛管宜为 $0.1 \sim 0.2$ 。

5.2 灌水小区水力设计

5.2.1 微灌系统灌水小区内灌水器流量平均值应等于灌水器设计流量。

5.2.2 当灌水小区内的灌水器为非压力补偿式或部分压力补偿式时,灌水小区内灌水器设计工作压力应在其允许的工作压力范围内,且灌水器的流量或水头偏差率应满足下列条件:

$$q_v \leq [q_v] \quad (5.2.2-1)$$

$$\text{或} \quad h_v \leq [h_v] \quad (5.2.2-2)$$

式中: q_v ——灌水器设计流量偏差率(%),可按式(4.0.7-1)中方法计算;

$[q_v]$ ——灌水器设计允许流量偏差率(%);

h_v ——灌水器设计工作水头差率(%),可按式(4.0.7-2)中方法计算;

$[h_v]$ ——灌水器设计允许工作水头偏差率(%)。

5.2.3 采用全压力补偿式灌水器时,灌水小区内灌水器设计工作压力应在其允许的工作压力范围内。

5.2.4 灌水小区内灌水器设计允许工作水头偏差应在支管、毛管

间分配。当灌水小区内的灌水器为非压力补偿式或部分压力补偿式时,分配比例应通过技术经济比较确定,初估时,可各按 50% 考虑;采用全压力补偿式灌水器时,允许工作水头偏差分配给支管。毛管水力计算方法可按本标准附录 B 选用。

5.2.5 全自动控制的微灌系统,灌水小区自动控制阀处的工作压力不应低于其启动压力。

5.2.6 灌水小区的流量应按下式计算:

$$Q_q = \frac{n_c q_d}{1000} \quad (5.2.6)$$

式中: Q_q ——灌水小区的流量(m^3/h);

q_d ——灌水器设计流量(L/h);

n_c ——灌水小区内的灌水器个数。

5.3 系统设计流量和压力

5.3.1 系统中同时工作的灌水小区流量之和,应按下式计算:

$$Q = \sum_{i=1}^{n_m} Q_{qi} \quad (5.3.1)$$

式中: Q ——系统设计流量(m^3/h);

Q_{qi} ——同时工作的第 i 个灌水小区的流量(m^3/h);

n_m ——同时工作的灌水小区数量。

5.3.2 应遵循经济合理的原则,综合材料、施工、安装和运行管理等多种因素,确定干管、分管的管径及材质。

5.3.3 微灌系统设计水头,应在最不利轮灌组条件下按下式计算:

$$H = Z_p - Z_b + h_0 + \sum h_l + \sum h_j \quad (5.3.3)$$

式中: H ——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 ——系统水源的设计水位(m);

h_0 ——典型灌水小区进口的工作水头(m),包括小区的过

滤、施肥(药)等附属设施所消耗的压力水头;

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

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

5.4 水量平衡复核与节点的压力均衡

5.4.1 微灌管网应进行节点压力均衡计算。

5.4.2 从同一节点取水的各条管道同时工作时,应比较各条管道对该节点的水头要求。可按其中最大水头要求作为该节点的设计水头,其余管道应根据节点设计水头与该管道要求的水头之差在进口设置调压装置或调整管道管径。

5.4.3 从同一节点取水的各条管道分为若干轮灌组时,各组运行时节点的压力状况均应计算,同一组内各管道对节点水头要求不一致时,应按本标准第5.4.2条执行。

5.5 水锤压力验算与防护

5.5.1 下列情况出现时,应进行水锤压力验算。

1 管道布设易滞留空气部分和可能产生水柱分离的凸起部位;

2 阀门开闭时间小于压力波传播的一个往返周期;

3 设有单向阀的上坡干管,应验算事故停泵时的水锤压力;
对于下坡干管应验算启闭阀门时的水锤压力。

5.5.2 当采用聚乙烯管材时,可不进行水锤压力验算;当采用其他管材且关阀历时大于20倍水锤相长时,也可不验算关阀水锤压力。

5.5.3 直接水锤的压力水头增加值应按下列公式计算:

$$\Delta H = C \frac{\Delta V}{g} \quad (5.5.3-1)$$

$$C = \frac{1435}{\sqrt{1 + \frac{2100(D_0 - e)}{E_s e}}} \quad (5.5.3-2)$$

式中： ΔH ——直接水锤的压力水头增加值(m)；

C ——水锤波的传播速度(m/s)；

ΔV ——管中流速变化值，为初流速减去末流速(m/s)；

D_0 ——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 2500MPa～3000MPa；高密度聚乙烯管为 750MPa～850MPa；低密度聚乙烯管为 180MPa～210MPa；钢管为 206000MPa。

5.5.4 当计入水锤后的管道最大压力(最大动水压与最大静水压中最大值加上水锤压)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。在难以获得间接水锤压力时，间接水锤压力可按最大动水压与最大静水压中的最大值的 1/2 倍考虑。

6 工程设施配套与设备选择

6.1 一般规定

6.1.1 工程设施和设备应保证微灌系统安全和满足灌水质量,并应符合经济适用的要求。

6.1.2 所选的工程设施和设备应符合国家现行有关标准的规定。

6.2 水源工程与首部枢纽

6.2.1 从河道或渠道中取水时,取水口处应设置拦污栅;从多泥沙水源取水时,应修建沉淀池。

6.2.2 取水设备应采用高效水泵和动力机;对系统工作压力或流量变幅较大的系统,宜选配变频调速等调节设备。

6.2.3 过滤器应根据水质状况和灌水器的流道尺寸进行选择。过滤器应能过滤掉大于灌水器流道尺寸 $1/10 \sim 1/7$ 粒径的杂质。根据杂质浓度及粒径大小,宜按表 6.2.3 选择过滤器类型及组合方式。

表 6.2.3 过滤器选型

水质状况			过滤器类型及组合方式
无 机 物	含量	$<10\text{mg/L}$	网式过滤器或叠片过滤器;
	粒径	$<80\mu\text{m}$	砂石过滤器+网式过滤器或叠片过滤器
	含量	$10\text{mg/L} \sim 100\text{mg/L}$	离心过滤器+网式过滤器或叠片过滤器;
	粒径	$80\mu\text{m} \sim 500\mu\text{m}$	离心过滤器+砂石过滤器+网式过滤器或叠片过滤器
	含量	$>100\text{mg/L}$	沉淀池+网式过滤器或叠片过滤器;
	粒径	$>500\mu\text{m}$	沉淀池+砂石过滤器+网式过滤器或叠片过滤器
有 机 物	$<10\text{mg/L}$		砂石过滤器+网式过滤器或叠片过滤器
	$>10\text{mg/L}$		拦污栅+砂石过滤器+网式过滤器或叠片过滤器

6.2.4 过滤器的过流量应根据微灌系统设计流量、工作压力、水质、组合方式、配套数量及冲洗周期的要求选择。

6.2.5 微灌系统宜配施肥(药)装置,在其上游的主管路上应设置防回流装置。清洗过滤器、施肥(药)装置的废水不得排入原水源中。

6.2.6 施肥(药)装置应根据设计流量、肥料和化学药物及其灌溉植物要求选择。对于分散小型的微灌系统施肥(药)时,可选择文丘里施肥器、压差式施肥罐,并宜有注肥量指示装置;对于规模较大采用集中注肥的微灌系统,可选择注入式施肥(药)泵。

6.2.7 施肥(药)装置的下游应设置过滤器,并在过滤器进出口安装压力测量装置。

6.2.8 肥料(药)罐应耐腐蚀。注入式施肥(药)泵的抗压能力应高于该设备处管道系统的最大工作压力。

6.2.9 微灌的施肥(药)装置应配套必要的人身安全防护和防肥(药)污染措施。

6.2.10 微灌系统应选择止水性能好、耐腐蚀、操作灵活的控制阀、进排气阀和冲洗排污阀门。

6.2.11 微灌系统应有压力、流量等计量和监测设备。宜选择阻力损失小、灵敏度高、量程适宜的水表及精度不低于1.5级的压力表,压力表的量程宜为测压点位置设计压力的1.3倍~1.5倍。

6.3 管 道

6.3.1 主过滤器以下至田间的管道内壁应具有防腐蚀功能,公称压力应满足设计要求。

6.3.2 各管段管道压力等级确定应根据该管段动、静水压中的最大值,再加上水锤压力考虑。

6.3.3 管道应能抗老化、施工方便、连接可靠,铺设在地表的管道应不透光。

6.3.4 支管及上游各级管道的首端应设控制阀,在地埋管道的阀

门处宜设阀门井。

6.3.5 支管进口处应有调节压力流量的装置。

6.3.6 地埋干支管的末端、低点应设冲洗排水阀。

6.3.7 在首部最高处、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。进排气阀通气面积的折算直径不应小于管道直径的 $1/4$ 。

6.3.8 当地面坡度大于 20% 或管径较大时,应在管道末端以及变坡、转弯、分岔和阀门处设置镇墩,并宜每隔一定距离增设支墩。

6.4 灌水器

6.4.1 灌水器应根据地形、土壤、植物及其种植模式、气象和灌水器水力特性等因素综合选择。

6.4.2 灌水器应选用流量压力关系等参数完整的装置。灌水器制造偏差系数不宜大于 0.07 。

6.4.3 地形起伏较大的山丘区,宜选用具有压力或流量补偿功能的灌水器。

6.5 自动控制与信息采集设备

6.5.1 信息采集与自动控制设备应安全可靠、抗干扰能力强,与灌溉环境相适应。并应维护方便和经济适用,满足系统维护、兼容、升级换代的要求。应配备防雷击保护措施。

6.5.2 信息采集设备应符合下列规定:

1 采集设备信号输出应采用标准模拟信号或具有开放式协议的数字输出;测量周期应满足设计要求并能根据需要可调;

2 数据采集与传输应完整、准确,电源故障时应实现数据自我保护;

3 应受环境影响小、应用范围广,具有连续或间歇的数据采集功能。

6.5.3 自动控制阀门应符合下列规定:

- 1 工作电压应为安全电压；
- 2 应满足防水、防潮、耐腐蚀等要求，与灌溉环境相适应；
- 3 应具有自动和手动功能；
- 4 应启动压力低、水头损失小，额定工作压力大于阀门安装处的管道设计工作压力。

6.5.4 灌溉控制器应符合下列规定：

- 1 应具有防止误操作、自保护、系统自动及手动控制切换等功能；
- 2 全自动控制器应具有根据传感器实时反馈信号自动启闭灌溉系统功能；
- 3 全自动灌溉控制器应有相应的应急处理功能。

6.5.5 计算机控制系统应具备信息的接收、处理、输出、查询、统计、存储等功能，并应采用标准化格式输入输出。

7 工程施工与安装

7.1 一般规定

7.1.1 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、植物种植及首部枢纽位置等相符。修改设计或更换材料、设备,应遵守相关变更程序。

7.1.2 施工前应进行施工组织设计,经批准后实施。

7.1.3 微灌工程设备安装,应具备下列条件:

1 安装前施工作业人员已了解各种设备的安装要求,熟练掌握安装技术和方法;

2 安装用工具、设备和测试仪表齐全;

3 安装设备的有关土建工程经检验合格。

7.1.4 安装前,应完成下列工作:

1 按设计文件要求,全面核对设备规格、型号、数量与合格证;

2 抽检待安装的灌水器、管材和管件等设备,严禁使用不合格产品。

7.1.5 在施工过程中应做好施工记录,对隐蔽工程应组织隐蔽工程验收,经验收合格后进入下道工序。

7.1.6 施工中应注意防洪、排水、保护农田和生态环境,并做好弃土、弃渣处理。

7.1.7 出现工程事故应查明原因,并及时处理。

7.1.8 全部工程施工完毕应及时绘制竣工图,编写竣工报告。

7.1.9 施工暂停时,应采取下列保护措施:

1 待安装的机泵、阀门、仪表等设备应集中保管,严禁曝晒、雨淋和水泡;

2 存放的塑料管及管件避免曝晒,施工中的管道敞开端应临时封堵并局部回填定位;

3 切断施工电源,妥善保管安装工具。

7.1.10 各项检测资料应全部归档保存。

7.2 施工程序

7.2.1 施工放样应符合下列规定:

1 微灌工程应根据设计图纸直接测量管道纵断面,标明建筑物和管道主要部位与开挖断面要求;必要时设置施工测量控制网,并保留到施工完毕;

2 放线应从首部枢纽开始,定出建筑物主轴线、泵房轮廓线及干支管进水口位置,并从干管起点引出干管轴线后再放支管管道;主干管直线段宜每隔 30m~50m 设一标桩;分水、转弯、变径处宜加设标桩;地形起伏变化较大地段,宜根据地形条件适当加设标桩;

3 在首部枢纽控制室内,应标出水泵、动力机及控制柜、施肥装置、过滤器等专用设备的安装位置。

7.2.2 建筑物施工应符合现行国家标准《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 和《建筑地面工程施工质量验收规范》GB 50209 等有关规定。

7.2.3 回填土应干湿适宜、分层夯实,与管道及附属建筑物应接触紧密。

7.3 水源工程与首部枢纽施工

7.3.1 取水建筑物设计可按现行国家标准《泵站设计规范》GB 50265、《室外给水设计规范》GB 50013 等有关规定设计,引水渠应做防渗处理。

7.3.2 机井、大口井工程的施工应按现行国家标准《机井技术规范》GB/T 50625 的有关规定执行;蓄水池防水部分、水窖工程的施

工应按现行国家标准《雨水集蓄利用工程技术规范》GB/T 50596 的有关规定执行。

7.3.3 泵站工程的施工应按国家现行标准《水利泵站施工及验收规范》GB/T 51033 的有关规定执行。

7.3.4 过滤器安装应符合下列规定：

1 过滤器应按标识的水流方向安装，组合过滤器应按过滤器的组合顺序安装；安装位置应便于排泥排沙；

2 自动冲洗式过滤器的传感器等电器元器件应按产品规定接线图安装，并通电检查。

7.3.5 施肥(药)装置安装应符合下列规定：

1 宜安装在过滤器上游，安装在过滤器下游时，应配备单独的过滤设备；

2 施肥(药)装置的进、出水管与灌溉管道连接应牢固，使用软管时，严禁扭曲打折；

3 采用施肥(药)泵时，应按产品说明书要求安装，经检查合格后通电试运行。

7.3.6 量测仪表安装应符合下列规定：

1 安装前应清除封口和接头处的油污和杂物；

2 应按产品说明书要求和水流方向标记安装量水设备；

3 在干管上，压力表宜通过缓冲管与管道连接。

7.4 管网施工

7.4.1 管槽开挖应符合下列规定：

1 应按施工放样轴线、槽底设计高程和设计断面尺寸开挖；

2 应清除槽底石块、杂物，并顺坡整平；

3 遇岩石、卵(砾)石槽底，超挖深度不应小于 10cm，应用砂或细土回填夯实至设计高程；

4 开挖土料宜堆置管槽一侧；

5 镇墩坑、支墩坑、阀门井开挖宜与管槽开挖同时进行。

7.4.2 管槽回填应符合下列规定：

1 在管段非接头处应先初始回填，经冲洗试压，检查合格后最终回填；

2 回填前应清除槽内一切杂物，并排尽积水；在管壁四周10cm内的填土不得有直径大于2.5cm的石块或直径大于5cm的土块；回填应分层轻夯或踩实，并预留沉陷超高；

3 回填应在管道两侧同时进行，不应单侧回填。

7.4.3 地埋主管道埋深应根据载荷、冻土深、材质、施工条件、经济性等综合考虑，管顶埋深不宜小于70cm。冻土层深度小于1.0m时，管道应埋设在冻土层深度以下；大于1.0m时，应进行综合比较确定管道埋深。

7.4.4 管道穿越道路时，应根据选用管道材质适当加大覆土厚度或加设强度大的刚性套管。对于大型管道应进行结构计算，当地下水位有影响时，应进行管道抗浮计算。

7.4.5 管道安装应符合下列规定：

1 塑料管不得抛摔、拖拉和曝晒；

2 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；

3 管道安装宜按干管、支管、毛管顺序进行；管道应平顺放入管槽内，不得悬空和扭曲。

7.4.6 聚氯乙烯管粘接应符合下列规定：

1 黏合剂与管道材质应相匹配；聚氯乙烯管施工环境温度不应低于4℃；

2 管端、管件粘接面应清污打毛，并进行配合检查；

3 插头和扩口处应均匀涂上黏合剂后，并适时插入、转动管端，使黏合剂填满间隙；

4 承插管轴线应对直重合；

5 承插深度应符合要求，黏合剂固化前管道不得移动。

7.4.7 聚氯乙烯管套接应符合下列规定：

1 套管与密封橡胶圈规格应匹配,密封圈嵌入套管槽内不得扭曲和卷边;

2 插口外缘应加工成斜口,涂上润滑剂,对正密封圈,并用专用接管器将管插入,或在另一端用木锤轻轻打入套管至规定深度。

7.4.8 采用内插倒扣管件连接时,应符合插入深度的要求,插入到位后应及时紧固。

7.4.9 聚乙烯塑料管锁紧连接应符合下列规定:

1 管端断面应与管轴线基本垂直;

2 应将锁母、卡箍、O 型胶圈依次套在管上,并将管端插入管件内,锁紧锁母。

7.4.10 阀门、管件安装应符合下列规定:

1 干管、支管上安装螺纹接口阀门时,宜加装活接头;

2 连接处不得有污物、油迹和毛刺。

7.4.11 塑料管上直径大于 65mm 的阀门应安装在底座上。

7.4.12 有水流方向标识的阀门应按标识方向安装。

7.4.13 电磁阀线圈引出线(插接件)应采用防水绝缘胶布或专用接头连接,并通电检查。

7.4.14 旁通连接应符合下列规定:

1 安装前应检查旁通外观,清除飞边、毛刺;

2 应按设计要求在支管上标定出孔位,选用专用打孔器打孔;

3 应按生产厂家要求将旁通插入孔内,并安装牢固。

7.4.15 毛管与灌水器安装应符合下列规定:

1 毛管管端应齐平,不得有裂纹,与旁通连接前应清除杂物;

2 在毛管上打孔,应选用与灌水器插口端外径相匹配的打孔器;

3 微喷头安装应使其轴线基本垂直于水平面,倒挂安装时,微喷头应加装配重确保其垂直于地面;

4 滴灌管(带)铺设在地表或地下时,出水口应朝上。

7.5 自动控制与信息采集设备安装

7.5.1 自动控制与信息采集设备安装应符合产品说明书和国家现行有关标准的规定。

7.5.2 控制设备安装应按现行国家标准《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB 50093 的规定执行。

7.5.3 计算机及外部设备安装应按现行国家标准《计算机场地通用规范》GB/T 2887 的规定执行。

7.5.4 软件安装应复核硬件配置和软件环境等。

8 管道水压试验和系统试运行

8.1 一般规定

8.1.1 管槽最终回填前,应对管道进行水压试验。

8.1.2 工程完工后,应对系统进行冲洗和试运行。

8.2 管道水压试验

8.2.1 进行水压试验之前,配套的构筑物(如设备基础、镇墩等)应已达要求强度,仪表、设备和首部枢纽应处于完好状态,管道铺设应符合设计要求。

8.2.2 试验水压应为管道设计压力的 1.5 倍,并保持 10min。

8.2.3 当管道压力下降不大于 0.05MPa 或渗漏水量小于允许最大渗漏水量,即为合格。允许最大渗漏水量可按下式计算:

$$[q_s] = K_s \sqrt{D} \quad (8.2.3)$$

式中: $[q_s]$ ——管道允许最大渗漏水量(L/min·km);

K ——渗漏系数,硬聚氯乙烯管、聚丙烯管取 0.08,聚乙烯管取 0.12。

8.3 管道冲洗

8.3.1 管道冲洗应按由上至下逐级顺序进行,各级管道应按轮灌组冲洗。

8.3.2 管道冲洗应按下列步骤进行:

1 干管冲洗,应先打开待冲洗干管末端的冲洗阀门,关闭其他阀门,然后启动水泵,缓慢开启干管控制阀,直到干管末端出水清洁;

2 支毛管冲洗,应先打开若干条支管进口和末端阀门以及毛

管末端堵头,关闭干管末端的冲洗阀门,直到支管末端出水清洁;再关闭支管末端阀门冲洗毛管,直到毛管末端出水清洁。

8.4 系统试运行

8.4.1 微灌系统试运行应按轮灌组进行。

8.4.2 系统试运行时,应检查水源工程、首部枢纽、电气设备、控制阀门、施肥(药)装置、管网系统等是否运行可靠。

8.4.3 试运行时,应测量支管入口压力和灌水小区流量,并根据实测的压力、流量对微灌系统进行调试。

8.4.4 试运行时,应对传感器进行基准或系数值的测试校核。必要时,应进行工作范围内线性度测试及环境参数测试校核。

8.4.5 试运行时,应对系统信号采集周期和控制信号响应时间进行测试校核。

8.4.6 在微灌系统试运行时,应对自动控制和信息采集系统软硬件功能进行测试,软硬件应运行稳定可靠。

8.4.7 试运行后,应按本标准第 10.7 节的规定对系统进行评价。

9 工程验收

9.1 一般规定

9.1.1 对于规模较大的工程,微灌工程验收前应提交下列文件:

- 1 设计文件;
- 2 施工文件;
- 3 隐蔽工程验收报告;
- 4 水压试验、管道冲洗、系统试运行记录;
- 5 竣工报告及竣工图纸;
- 6 监理报告;
- 7 工程决算报告;
- 8 管护制度。

9.1.2 对于规模较小的微灌工程,验收前可只提交设计文件、竣工报告和竣工图纸、管护制度。

9.2 竣工验收

9.2.1 竣工验收应检查下列内容:

- 1 技术文件是否齐全、正确;
- 2 工程是否按批准的文件要求全部建成;
- 3 土建工程是否符合设计要求和本标准的规定;
- 4 自动控制与信息采集工程是否符合设计要求和本标准的规定;
- 5 配套设备是否完善,安装质量是否达到本标准的规定;
- 6 系统试运行性能参数是否达到设计要求。

9.2.2 竣工验收应对工程的设计、施工和工程质量做出评价,并对合格工程出具竣工验收报告。

10 运行管理

10.1 一般规定

10.1.1 微灌工程运行管理人员应结合工程特点,按照国家现行标准《节水灌溉工程技术标准》GB/T 50363 和《喷灌与微灌工程技术管理规程》SL 236 的规定,制定工程运行、维护和管理制度,设置专人管理。

10.1.2 微灌工程应按轮灌制度进行运行管理。

10.1.3 当建(构)筑物或设备出现问题或故障时,应查明原因,及时处理,不应带病运行。

10.1.4 易发生冻胀破坏的灌溉设备设施应采取防冻保护措施。

10.2 水源工程

10.2.1 泵站运行管理应按现行行业标准《泵站技术管理规程》SL 255 的规定执行。防渗处理后的引水渠运行管理应按现行行业标准《灌溉与排水工程技术管理规程》SL/T 246 的规定执行。

10.2.2 机井管理应符合下列规定:

1 机井无井房的,应采取防护措施;机井有井房的,井房内应通风干燥,管理用房应干净、整洁;

2 水源井内的静水位、动水位和水质应定期监测;当出水量减少、含沙量增多时,应查明原因,及时处理;

3 机井管理应制定水泵机组运行、维护和检修等规章制度;

4 机井在停灌期间,宜每隔 1 个月~2 个月进行一次养护性抽水。

10.2.3 水源工程采用蓄水池时,应按设计要求及时清淤、清污和维修。

10.2.4 水源采用渠道供水时,供水期间管理人员应经常巡查,检查有无漏水现象,发现问题应及时处理。

10.3 自动控制与信息采集系统

10.3.1 信息采集设备、电磁阀等野外设备和监控室内的服务器、计算机等室内设备应定期进行巡查,巡查内容应包括工作状态、技术指标、画面显示参数、室内温湿度等,并做记录。

10.3.2 系统软件无修改的,应定期备份;有修改的,修改前后应各备份一次。

10.3.3 数据采集装置应定期进行校准及标定,若故障不能排除应及时更换,并做好记录。

10.3.4 每次故障检修完成后,应根据检修内容,记录检修情况。

10.4 首部枢纽

10.4.1 水泵机组管理应符合现行行业标准《泵站技术管理规程》SL 255 的有关规定。

10.4.2 自压灌溉系统首部枢纽所采用的滤网板式沉淀池管理应符合下列规定:

1 应定期巡检滤网,滤网堵塞时应及时清洗、破损时应及时更换;

2 沉淀池淤积的泥沙,应及时冲洗。

10.4.3 过滤装置管理应符合下列规定:

1 在运行期间,旋流水沙分离器应定时冲洗;

2 当进出口压差接近最大允许值时,砂石、网式、叠片过滤器应进行冲洗;

3 网式和叠片过滤器冲洗后压差仍接近最大允许值时,应取出过滤元件进行清洗;

4 砂石过滤器中砂石不足时应及时补充。

10.4.4 施肥(药)装置运行前,应按规定进行检查。当肥液浓度

较高时,施肥后应用清水将系统内的肥液冲洗干净。

10.4.5 配电、启动、仪表和自动化控制等装置应保持清洁,并按现行行业标准《泵站技术管理规程》SL 255 的规定进行保养和维修。

10.5 田间工程

10.5.1 灌溉季节前,应对管道进行检查、试水。管道系统应通畅、无漏水现象。灌溉季节后,应对管道进行保养、维修。

10.5.2 灌溉季节前,应对控制阀、安全保护设备、阀门井进行检查、试水。控制阀应启闭灵活,安全保护设备应动作可靠。灌溉季节后,应对控制阀、安全保护设备、阀门井加盖。

10.5.3 灌水前应对微灌灌水器及其连接部位进行检查,不能正常工作的,应及时更换。灌溉季节后,应及时修复或更换损坏或已堵塞的灌水器。

10.5.4 管网系统应定期冲洗,当灌溉季节开始前和灌溉季节结束后应全面冲洗。

10.6 施肥(药)管理

10.6.1 微灌施肥宜采用测土配方施肥技术。

10.6.2 微灌施肥应选择易溶于水、杂质及有害离子少的肥料品种。当同时施用多种肥料时,各元素间应无拮抗现象发生,且不能相互作用发生沉淀,同时也不能与灌溉水中的化学成分发生反应形成沉淀。

10.6.3 施肥(药)装置的进出口采用软管连接时,应避免软管扭曲打折。

10.6.4 当施肥(药)液浓度较高时,宜在轮灌组工作时段内,前 1/4 时间内灌清水、中间 1/2 时间内施肥(药)水、后 1/4 时间内灌清水。

10.6.5 当灌溉系统仅用于施肥(药)时,可根据最不利轮灌组的

输水管道及毛管长度、流速等参数确定清洗时间。

10.7 系统性能评价

10.7.1 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%，微灌系统的灌水均匀系数不宜小于 0.8。

10.7.2 在设计工况下，抽样选择有代表性的支管，在支管上、中、下游选择毛管，毛管数量不宜小于 5 条；在毛管的上、中、下游选择灌水器，每条毛管上不宜少于 25 个。实测各轮灌组的流量，可按下列公式计算各轮灌组灌水器的平均流量：

$$\bar{q} = \frac{Q_L}{n} \quad (10.7.2)$$

式中： $\bar{q}$ ——灌水器平均流量(L/h)；

Q_L ——实测的轮灌组流量(L/h)；

n ——灌水器个数。

10.7.3 已建成的微灌系统宜采用灌水均匀系数进行灌水均匀性评价，灌水均匀系数应按下列公式计算：

$$C_u = 1 - \frac{\Delta q}{\bar{q}} \quad (10.7.3-1)$$

$$\Delta q = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |q_i - \bar{q}| \quad (10.7.3-2)$$

式中： C_u ——灌水均匀系数；

Δq ——灌水器流量的平均偏差(L/h)；

q_i ——一条毛管上第 i 个灌水器流量(L/h)。

附录 A 多口系数 F 公式

A.0.1 当管道上第一个出水口到管进口的距离 L_1 与出水口间距 L 的比值为任意值,各出水口流量相等,且进入管道的流量全部经沿程出水口流出时,多口系数 F 可按下列公式计算:

$$F = \frac{NF_1 + X - 1}{N + X - 1} \quad (\text{A.0.1-1})$$

F_1 的近似公式为

$$F_1 = \frac{1}{m+1} + \frac{1}{2N} + \frac{\sqrt{m-1}}{6N^2} \quad (\text{A.0.1-2})$$

式中: m ——所采用的沿程水头损失计算公式中的流量指数;

N ——管上出水口数目;

X ——第一个出水口到管道进口距离 L_1 与出水口间距 L 的比值,即 $X = \frac{L_1}{L}$;

F_1 —— $X=1$ 时的多口系数。

附录 B 均匀坡毛管水力计算方法

B.1 毛管水力计算方法(一)

B.1.1 铺设毛管地形坡降以顺流下坡为正,顺流逆坡为负。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。

B.1.2 降比、压比可按下列规定计算:

1 降比可按下式计算:

$$r = \frac{Jd^{1.75}}{kf q_d^{1.75}} \quad (\text{B.1.2-1})$$

式中: r ——沿毛管的地形坡降与毛管最下游管段水力坡降的比值;

J ——沿毛管地形坡降;

d ——毛管内径(mm);

k ——水头损失扩大系数,可取 1.1;

f ——沿程水头损失系数;

q_d ——单孔设计流量(L/h)。

2 压比可按下式计算:

$$G = \frac{kf S q_d^{1.75}}{h_d d^{1.75}} \quad (\text{B.1.2-2})$$

式中: G ——毛管最下游段总水头损失与孔口设计水头的比值;

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)。

B.1.3 毛管水力特征值应符合下列规定:

1 毛管上最小压力孔号 p_n 可根据 r 值选用下式之一计算:

$$\text{当 } r \leq 1, \quad p_n = N \quad (\text{B.1.3-1})$$

$$\text{当 } r > 1, \quad p_n = N - \text{INT}(r^{0.571}) \quad (\text{B.1.3-2})$$

式中: N ——毛管最下游孔号;

$INT()$ ——将括号内实数舍去小数成整数。

当按式(B.1.3-2)计算得 $p_n < 1$ 时, 取 $p_n = 1$ 。

2 毛管上最大压力孔号 p_m 应按下列条件判定:

$$\text{当 } \frac{2.75(N-1)r}{(N-0.52)^{2.75}} \leq 1, \text{ 则 } p_m = 1 \quad (\text{B. 1. 3-3})$$

$$\text{当 } \frac{2.75(N-1)r}{(N-0.52)^{2.75}} > 1, \text{ 则 } p_m = N \quad (\text{B. 1. 3-4})$$

3 一条毛管的最大水头偏差 $\Delta h_{\max}$ 可由下式之一计算:

当 $r \leq 1$,

$$\Delta h_{\max} = Gh_d \left[\frac{(N-0.52)^{2.75}}{2.75} - r(N-1) \right] \quad (\text{B. 1. 3-5})$$

当 $r > 1$ 且 $p_m = N$,

$$\Delta h_{\max} = Gh_d \left[r(N-p_n) - \frac{(N-p_n+0.48)^{2.75}}{2.75} \right] \quad (\text{B. 1. 3-6})$$

当 $r > 1$ 且 $p_m = 1$,

$$\Delta h_{\max} = Gh_d \left[\frac{(N-p_n)^{2.75} - (N-p_n+0.48)^{2.75}}{2.75} - r(p_n-1) \right] \quad (\text{B. 1. 3-7})$$

4 灌水小区的最大水头偏差应通过比较分析确定。小区的灌水器工作水头偏差率应满足本标准的规定。

B. 1. 4 毛管极限孔数 N_m 应符合下列规定:

1 极限孔数是毛管满足水头偏差要求的最多孔数, 使用孔数不应超过极限孔数。

2 当降比 r 小于或等于 1 时, 可按下式试算极限孔数:

$$\frac{[\Delta h_z]}{Gh_d} = \frac{(N_m-0.52)^{2.75}}{2.75} - r(N_m-1) \quad (\text{B. 1. 4-1})$$

式中: $[\Delta h_2]$ ——毛管允许水头偏差。

3 当降比 r 大于 1 时, 极限孔数可按下列方法确定:

1) 计算 $p'_n = \text{INT}(1 + r^{0.571})$ 。

2) 按下式计算 Φ :

$$\Phi = \frac{[\Delta h_2]}{Gh_d} \cdot \frac{1}{r(p'_n - 1) - \frac{(p'_n - 0.52)^{2.75}}{2.75}} \quad (\text{B. 1. 4-2})$$

3) 按 Φ 值选择下式之一试算 N_m :

当 $\Phi \geq 1$ 时,

$$\frac{[\Delta h_2]}{Gh_d} = \frac{1}{2.75} (N_m - 0.52)^{2.75} (p'_n - 0.52)^{2.75} - r(N_m - p'_n) \quad (\text{B. 1. 4-3})$$

当 $\Phi < 1$ 时,

$$\frac{[\Delta h_2]}{Gh_d} = r(N_m - 1) - \frac{(N_m - 0.52)^{2.75}}{2.75} \quad (\text{B. 1. 4-4})$$

B. 1. 5 毛管进口水头 h_0 应按下列步骤进行计算:

1 应选择以下两种方法之一, 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 $\Delta h_{\max} \leq [\Delta h_2]$ 。

2 对满足允许水头偏差的毛管, 按平均水头法或中孔水头比法计算毛管首孔水头 h_1 。

3 毛管进口水头 h_0 , 可按下式计算:

$$h_0 = h_1 + \frac{kfS_0(Nq_d)^{1.75}}{d^{4.75}} - JS_0 \quad (\text{B. 1. 5-1})$$

式中: S_0 ——毛管进口至首孔之管长(m)。

4 用平均水头法求 h_1 时, 首孔水头 h_1 可按下列公式计算:

$$h_1 = h_d + R\Delta H - 0.5(N-1)JS \quad (\text{B. 1. 5-2})$$

$$\Delta H = \frac{Gh_d(N-0.52)^{2.75}}{2.75} \quad (\text{B. 1. 5-3})$$

式中: ΔH ——首孔与末孔之间毛管的总水头损失(m);

R ——平均磨损比,可根据 N 由表 B. 1. 5-1 查用。

5 用中孔水头比法求 h_1 时,首孔水头 h_1 可由下列公式计算:

$$h_1 = \{B_j + G[A_3 - (N-j)r]\}h_d \quad (\text{B. 1. 5-4})$$

$$B_j = \frac{6 - 3N_3N_1 - N_2[N_4 - 2(1-x)N_3^2]}{6 + (1-x)N_3^2N_2} \quad (\text{B. 1. 5-5})$$

$$N_1 = \begin{cases} 1 & (N \text{ 为偶数}) \\ 0 & (N \text{ 为奇数}) \end{cases} \quad (\text{B. 1. 5-6})$$

$$N_2 = \begin{cases} N^2/4 + 0.75 & (N \text{ 为偶数}) \\ N^2/4 & (N \text{ 为奇数}) \end{cases} \quad (\text{B. 1. 5-7})$$

$$N_3 = G(A_2 - r) \quad (\text{B. 1. 5-8})$$

$$N_4 = GA_1 \quad (\text{B. 1. 5-9})$$

$$A_1 = m(j - 0.52)^{m-1} \quad (\text{B. 1. 5-10})$$

$$A_2 = (j - 0.52)^m \quad (\text{B. 1. 5-11})$$

$$A_3 = 0.97 \frac{(N - 0.52)^{m+1} - (j - 0.52)^{m+1}}{m+1} \quad (\text{B. 1. 5-12})$$

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

A_3 ——计算参数,由表 B. 1. 5-2 根据 N 查用。

j ——指定的中孔编号,当 N 为偶数时, $j = \frac{N}{2}$; 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,可按表 B. 1. 5-2 确定;

N ——毛管孔数。

表 B.1.5-1 平均磨损比 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
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 $m=1.75$ 。 $N>100$ 时，可近似取 $R(N)=R(100)$ 。

表 B.1.5-2 常见毛管孔数 N 的水头比计算参数

N		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
j		1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7
N_1		1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
N_2		1.75	2.25	4.75	6.25	9.75	12.25	16.75	20.25	25.75	30.25	36.75	42.25
A_1		1.009	2.348	2.348	3.458	3.458	4.459	4.459	5.389	5.389	6.268	6.268	7.108
A_2		0.277	1.986	1.986	4.901	4.901	8.867	8.867	13.80	13.80	19.63	19.63	26.32
A_3		0.990	3.251	9.847	17.51	33.65	49.27	79.38	104.2	149.5	187.7	252.0	304.6
N	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
j	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12	13	13
N_1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
N_2	49.75	56.25	64.75	72.25	81.75	90.25	100.8	110.3	121.8	132.3	144.8	156.3	169.8
A_1	7.108	7.915	7.915	8.696	8.696	9.455	9.455	10.19	10.19	10.91	10.91	11.62	11.62
A_2	26.32	33.83	33.83	42.14	42.14	51.22	51.22	61.04	61.04	71.60	71.60	82.87	82.87
A_3	390.8	459.7	570.4	657.5	795.3	902.4	1070	1199	1398	1550	1781	1962	2232

续表 B.1.5-2

N	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
j	14	14	15	15	16	16	17	17	18	18	19	19	20
N ₁	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
N ₂	182.3	196.8	210.3	225.8	240.3	256.8	272.3	289.8	306.3	324.8	342.3	361.8	380.3
A ₁	12.31	12.31	12.99	12.99	13.66	13.66	14.31	14.31	14.96	14.96	15.60	15.60	16.23
A ₂	94.83	94.83	107.5	107.5	120.8	120.8	134.8	134.8	149.4	149.4	164.7	164.7	180.6
A ₃	2436	2746	2978	3329	3591	3986	4279	4719	5046	5534	5894	6432	6828
N	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50		
j	20	21	21	22	22	23	23	24	25	25	25		
N ₁	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1		
N ₂	400.8	420.3	441.8	462.3	484.8	506.3	529.8	552.3	576.8	600.3	625.8		
A ₁	16.23	16.85	16.85	17.46	17.46	18.07	18.07	18.67	18.67	19.26	19.26		
A ₂	180.6	197.2	197.2	214.3	214.3	232.1	232.1	250.5	250.5	269.4	269.4		
A ₃	7418	7851	8495	8967	9667	10179	10937	11491	12309	12905	13785		

注:1 表中数据适用于 $m=1.75$ 的情况;

2 表中未给出的参数可根据式(B.1.5-5)~式(B.1.5-10)计算。

B.2 毛管及支管和干管水力计算方法(二)

B.2.1 地面坡降可用 J 表示,当 J 等于 0 时应为平地,当 J 小于 0 时应为上坡,当 J 大于 0 时应为下坡。 I 应为坡度系数,且 I 应等于 $-J$ 。沿着毛管的压力可用下列公式近似计算:

$$H_l = H_m - Il + C_2 L \left[1 - \left(1 - \frac{l}{L} \right)^{2.75} \right] \quad (\text{B. 2. 1-1})$$

$$C_2 = 0.3636 C_1 \quad (\text{B. 2. 1-2})$$

$$C_1 = \frac{K}{D^{4.75}} (Nq)^{1.75} \quad (\text{B. 2. 1-3})$$

$$K = 0.0246 \nu^{0.25} \quad (\text{B. 2. 1-4})$$

式中: H_m ——毛管入口处的压力水头(m);

H_l ——毛管长度 l 处(从毛管入口算起)的压力水头(m);

L ——毛管长度(m);

N ——毛管上灌水器的数量;

q ——灌水器的设计流量(m^3/s);

D ——毛管内径(m);

ν ——水的黏滞系数,在室温下等于 $1.007 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$ 。

B.2.2 毛管入口压力与毛管末端压力、毛管长度、毛管内径、灌水器流量之间的关系可用下式表示:

$$H_m = H_{\text{end}} + NSI + \frac{KS}{D^{4.75}} q^{1.75} f(N) \quad (\text{B. 2. 2-1})$$

$$f(N) = \sum_{i=1}^N i^{1.75} \quad (\text{B. 2. 2-2})$$

式中: S ——灌水灌间距(m);

H_{end} ——毛管末端的压力水头(m)。

B.2.3 毛管末端的压力和毛管上从毛管末端开始第 n 个灌水器处的压力,可用下式计算:

$$H_n = H_{\text{end}} + (n-1)IS + \frac{KS}{D^{4.75}} q^{1.75} f(n-1) \quad (\text{B. 2. 3})$$

B. 2. 4 沿毛管允许最低压力可按式计算：

$$H_{\min} = H_{\text{in}} (1 - q_v)^{1/x} \quad (\text{B. 2. 4})$$

式中： $H_{\min}$ ——沿毛管允许最低压力水头(m)；

H_{in} ——设计毛管入口压力水头(m)；

x ——灌水器流态指数。

对于安装全压力补偿式、均等出流量灌水器的毛管，沿毛管允许最低压力水头为灌水器的允许最低工作压力水头。

B. 2. 5 毛管长度的设计应符合下列规定：

1 平地条件下($I=0$)毛管长度的设计应按下列步骤进行：

1)按下式计算 $f(N)$ ：

$$f(N) = (H_{\text{in}} - H_{\min}) \frac{D^{4.75}}{KSq^{1.75}} \quad (\text{B. 2. 5-1})$$

2)从表 B. 2. 5-1~表 B. 2. 5-3 中查出与 $f(N)$ 相应的 N ；

3)计算毛管的长度 L ，即 $L=NS$ 。

2 上坡条件下($I>0$)毛管长度的设计应按下列步骤进行：

1)用式(B. 2. 5-1)计算平地上毛管的灌水器数量 $N_{I=0}$ ；

2)当 $I < \frac{H_{\text{in}} - H_{\min}}{N_{I=0}S}$ ，用式(B. 2. 5-2)采用试算法计算毛管长度；当 $I \geq \frac{H_{\text{in}} - H_{\min}}{N_{I=0}S}$ ，用式(B. 2. 5-3)采用试算法计算毛管长度。

$$f(N) = (H_{\text{in}} - H_{\min} - NSI) \frac{D^{4.75}}{KSq^{1.75}} \quad (\text{B. 2. 5-2})$$

$$N = \frac{1}{IS} \left[H_{\text{in}} - H_{\min} - \frac{KSq^{1.75}}{D^{4.75}} f(N) \right] \quad (\text{B. 2. 5-3})$$

用式(B. 2. 5-2)或式(B. 2. 5-3)计算毛管长度的试算法步骤为：

a. 用 N_0 代换方程右边的 N ，得到式(B. 2. 5-4)或式(B. 2. 5-5)：

$$f(N) = (H_{\text{in}} - H_{\min} - N_0 \cdot SI) \frac{D^{4.75}}{KSq^{1.75}} \quad \left(I < \frac{H_{\text{in}} - H_{\min}}{N_{I=0}S} \right) \quad (\text{B. 2. 5-4})$$

$$N = \frac{1}{IS} \left[H_m - H_{amin} - \frac{KSq^{1.75}}{D^{4.75}} f(N_0) \right] \quad \left(I \geq \frac{H_m - H_{amin}}{N_{l=0} S} \right) \quad (\text{B. 2. 5-5})$$

b. N_0 的初设值为: $N_0 = \frac{N_{l=0}}{2}$;

c. 让 N_0 等于从式(B. 2. 5-4) $\left(I < \frac{H_m - H_{amin}}{N_{l=0} S} \right)$ 或式(B. 2. 5-5) $\left(I \geq \frac{H_m - H_{amin}}{N_{l=0} S} \right)$ 计算出公式右边的 N (计算过程中的 $f(N)$ 可查表 B. 2. 5-1~表 B. 2. 5-3 得到);

d. 让 $N'_0 = N_0$

e. 让新的 $N_0 = \frac{N'_0 + N}{2}$, 重新用式(B. 2. 5-4)或式(B. 2. 5-5)计算 N ;

f. 如果: $\frac{|N - N_0|}{N} \leq \epsilon$ (ϵ = 正小数, 一般取 0.01), 或者 N 与 N_0 为相邻自然数, 计算结束, 则 N 为所设计毛管上的灌水器数量, 否则, 从第 c 步开始重新计算, 直到满足条件, 便得到所设计毛管上的灌水器数量;

3) 用灌水器数量乘以灌水器间距得出设计毛管的长度 L , 即: $L = NS$ 。

3 下坡条件下 ($I < 0$) 毛管长度的设计应按下列步骤进行:

1) 用式(B. 2. 5-6)~式(B. 2. 5-8)采用试算法计算毛管长度的近似值 L' ;

$$L' = \left[\frac{1}{A} (H_m - H_{amin} + F - IL') \right]^{1/2.75} \quad (\text{B. 2. 5-6})$$

$$A = \frac{0.3636 K q^{1.75}}{S^{1.75} D^{4.75}} \quad (\text{B. 2. 5-7})$$

$$F = - \frac{5.31 (-I)^{1.57} D^{2.71} S}{\nu^{0.14} q} \quad (\text{B. 2. 5-8})$$

用式(B. 2. 5-6)采用试算法计算毛管近似长度 L' 的步骤为:

a. 假设公式右边的毛管长度为 L_1 , 并用 L_1 代换方程右边的 L' , 得到式(B. 2. 5-9);

$$L' = \left[\frac{1}{A} (H_{in} - H_{amin} + F - IL_1) \right]^{1/2.75} \quad (\text{B. 2. 5-9})$$

b. 用式(B. 2. 5-10)计算平地上毛管的长度 $L_{1=0}$;

$$L_{1=0} = \left[\frac{1}{A} (H_{in} - H_{amin}) \right]^{1/2.75} \quad (\text{B. 2. 5-10})$$

c. 让 L_1 的初设值为: $L_1 = L_{1=0}$, 用式(B. 2. 5-9)计算 L' ;

d. 让 L_1 等于 L' ;

e. 重新用式(B. 2. 5-9)计算 L' ;

f. 如果:

$$\frac{|L' - L_1|}{L'} \leq \epsilon \quad (\text{B. 2. 5-11})$$

式中: ϵ ——正小数, 一般取 0.01。

则该 L' 的值为所设计毛管的近似长度, 否则, 从第 c 步开始重新计算, 直到式(B. 2. 5-11)关系成立, 便得到所设计毛管的近似长度。

2) 用式(B. 2. 5-12)计算 l_{min} ;

$$l_{min} = L' - S \left(\frac{-ID^{4.75}}{K} \right)^{1/1.75} \frac{1}{q} \quad (\text{B. 2. 5-12})$$

3) 用式(B. 2. 5-13)计算 N_1 ;

$$N_1 = 1 + \frac{L' - l_{min}}{S} \quad (\text{B. 2. 5-13})$$

4) 从表 B. 2. 5-1~B. 2. 5-3 中查出 $f(N_1)$;

5) 用式(B. 2. 5-14)计算 H_{end} ;

$$H_{end} = H_{amin} - (N_1 - 1)IS - \frac{KS}{D^{4.75}} q^{1.75} f(N_1 - 1) \quad (\text{B. 2. 5-14})$$

6) 用式(B. 2. 3)计算灌水器 $N_1 - 1, N_1, N_1 + 1, N_1 + 2, \dots$ 上的压力水头 $H_{N_1-1}, H_{N_1}, H_{N_1+1}, H_{N_1+2}, \dots$, 直到发现一个压力水头比它相邻的左边和右边灌水器位置处压力水头低的灌水器, 这个灌水器的位置就是最小压力水头分布的位置;

7) 用第 6) 步计算出的最小压力水头分布的位置 N_1 代入式

(B. 2. 5-15), 采用试算法计算毛管上的灌水器数量 N ;

$$f(N) = \frac{D^{1.75}}{KSq^{1.75}} \left[H_{in} - H_{out} + (N-1)SI + \frac{KSq^{1.75}}{D^{1.75}} f(N-1) - ISN \right]$$

(B. 2. 5-15)

试算法的步骤如下:

- 令 $N_0 = N_1$;
- 令公式右边的 $N = N_0$;
- 计算公式(B. 2. 5-15)左边的 $f(N)$, 计算过程中的 $f(N_1 - 1)$ 查表 B. 2. 5-1~B. 2. 5-3 得到;
- 根据上一步计算得出的 $f(N)$ 值查表 B. 2. 5-1~B. 2. 5-3 得出 N'_1 ;
- 比较 N_0 与查出的 N'_1 , 如果 $N'_1 = N_0$, 或者为相邻的自然数, 则此时的 N'_1 为所设计毛管上的灌水器数量, 否则;
- 重新令 $N_0 = N'_1$, 从第 b 步开始重复计算, 直至 $N'_1 = N_0$, 或者为相邻的自然数, 则 N'_1 为所设计毛管上的灌水器数量 N 。

8) 灌水器数量乘以灌水器间距就是所设计毛管的长度 L , 即: $L = NS$;

9) 用公式(B. 2. 5-16)计算 H_{end} , 如果 H_{end} 小于或等于允许的最大压力水头 H_{max} (H_{max} 为用压力水头表示的毛管公称压力和灌水器允许最大工作压力水头中最小的一个, 单位为 m), 第八步计算出的 L 值就是所设计的毛管长度, 否则就需要调整毛管的内径或操作压力水头。

$$H_{end} = H_m - NSI - \frac{KS}{D^{1.75}} q^{1.75} f(N) \quad (\text{B. 2. 5-16})$$

表 B. 2. 5-1 $f(N)$ 的常用值
($N=1 \sim 200$)

N	$f(N)$	N	$f(N)$	N	$f(N)$	N	$f(N)$
1	1.00	4	22.52	7	92.36	10	233.42
2	4.36	5	39.23	8	130.42	11	299.86
3	11.20	6	62.24	9	177.18	12	377.23

续表 B. 2. 5-1

N	f(N)	N	f(N)	N	f(N)	N	f(N)
13	466.23	37	7748.02	61	30203.04	85	74741.56
14	567.55	38	8329.62	62	31572.93	86	77170.25
15	681.88	39	8938.26	63	32981.72	87	79648.58
16	809.88	40	9574.48	64	34429.88	88	82176.97
17	952.21	41	10238.79	65	35917.86	89	84755.86
18	1109.51	42	10931.71	66	37446.14	90	87385.67
19	1282.42	43	11653.77	67	39015.17	91	90066.83
20	1471.57	44	12405.46	68	40625.41	92	92799.76
21	1677.58	45	13187.31	69	42277.31	93	95584.89
22	1901.06	46	13999.82	70	43971.35	94	98422.63
23	2142.62	47	14843.48	71	45707.96	95	101313.42
24	2402.85	48	15718.81	72	47487.59	96	104257.67
25	2682.36	49	16626.31	73	49310.71	97	107255.80
26	2981.73	50	17566.46	74	51177.76	98	110308.23
27	3301.53	51	18539.76	75	53089.19	99	113415.38
28	3642.35	52	19546.71	76	55045.43	100	116577.66
29	4004.76	53	20587.78	77	57046.95	101	119795.48
30	4389.32	54	21663.48	78	59094.17	102	123069.27
31	4796.59	55	22774.27	79	61187.55	103	126399.43
32	5227.13	56	23920.66	80	63327.52	104	129786.37
33	5681.49	57	25103.10	81	65514.52	105	133230.52
34	6160.22	58	26322.09	82	67748.99	106	136732.27
35	6663.85	59	27578.09	83	70031.36	107	140292.04
36	7192.94	60	28871.59	84	72362.07	108	143910.23

续表 B. 2. 5-1

N	f(N)	N	f(N)	N	f(N)	N	f(N)
109	147587.25	132	249319.35	155	387188.34	178	565808.77
110	151323.51	133	254528.19	156	394074.36	179	574568.54
111	155119.42	134	259805.75	157	401037.81	180	583414.13
112	158975.37	135	265152.43	158	408079.06	181	592345.90
113	162891.77	136	270568.61	159	415198.49	182	601364.20
114	166869.02	137	276054.67	160	422396.46	183	610469.40
115	170907.53	138	281611.01	161	429673.34	184	619661.85
116	175007.70	139	287238.00	162	437029.50	185	628941.91
117	179169.92	140	292936.02	163	444465.31	186	638309.92
118	183394.60	141	298705.15	164	451981.14	187	647766.26
119	187682.13	142	304516.69	165	459577.35	188	657311.26
120	192032.91	143	310460.10	166	467254.30	189	666945.30
121	196447.34	144	316446.07	167	475013.38	190	676668.71
122	200926.81	145	322504.97	168	482851.93	191	686481.86
123	205468.72	146	328637.19	169	490773.32	192	696385.10
124	210076.46	147	334843.09	170	498776.93	193	706378.77
125	214749.42	148	341123.07	171	506863.10	194	716463.24
126	219488.00	149	347477.49	172	515032.21	195	726638.85
127	224292.60	150	353906.73	173	523284.62	196	736905.96
128	229163.59	151	360411.17	174	531620.69	197	747264.92
129	234101.37	152	366991.17	175	540040.78	198	757716.07
130	239106.33	153	373647.12	176	548545.24	199	768259.76
131	244178.87	154	380379.39	177	557134.45	200	778896.35

表 B. 2.5-2 $f(N)$ 的常用值
($N=201\sim 400$)

N	$f(N)$	N	$f(N)$	N	$f(N)$	N	$f(N)$
201	789626.49	225	1076015.66	249	1421051.82	273	1829358.40
202	800449.62	226	1089188.81	250	1436769.74	274	1847811.25
203	811366.99	227	1102464.14	251	1452597.85	275	1866382.12
204	822378.65	228	1115841.98	252	1468536.48	276	1885071.33
205	833484.95	229	1129322.67	253	1484585.96	277	1903879.20
206	844686.23	230	1142906.55	254	1500746.61	278	1922806.05
207	855982.84	231	1156593.95	255	1517018.78	279	1941852.21
208	867375.12	232	1170385.21	256	1533402.78	280	1961017.99
209	878863.43	233	1184280.66	257	1549898.94	281	1980303.72
210	890448.10	234	1198280.66	258	1566507.60	282	1999709.71
211	902129.48	235	1212385.51	259	1583229.07	283	2019236.30
212	913907.92	236	1226595.58	260	1600063.69	284	2038883.79
213	925786.76	237	1240911.18	261	1617011.79	285	2058652.51
214	937737.34	238	1255332.65	262	1634073.68	286	2078542.77
215	949829.01	239	1269860.34	263	1651249.71	287	2098554.90
216	961999.11	240	1284494.56	264	1668540.18	288	2118689.22
217	974267.98	241	1299235.66	265	1685945.43	289	2138946.03
218	986635.96	242	1314083.96	266	1703465.78	290	2159325.67
219	999103.40	243	1329039.81	267	1721101.56	291	2179828.45
220	1011670.63	244	1344103.53	268	1738853.10	292	2200454.69
221	1024338.00	245	1359275.45	269	1756720.71	293	2221204.70
222	1037105.85	246	1374555.91	270	1774704.72	294	2242078.80
223	1049974.52	247	1389945.24	271	1792805.46	295	2263077.32
224	1062944.34	248	1405443.77	272	1811023.24	296	2284200.55

续表 B.2.5-2

N	f(N)	N	f(N)	N	f(N)	N	f(N)
297	2305448.83	323	2902824.34	349	3590428.95	375	4373650.00
298	2326822.47	324	2927567.42	350	3618750.64	376	4405755.45
299	2348321.78	325	2952444.30	351	3647214.08	377	4438010.48
300	2369947.09	326	2977455.29	352	3675819.59	378	4470415.37
301	2391698.70	327	3002600.69	353	3704567.46	379	4502970.44
302	2413576.92	328	3027880.81	354	3733458.01	380	4535675.98
303	2435582.09	329	3053295.97	355	3762491.52	381	4568532.28
304	2457714.50	330	3078846.47	356	3791668.31	382	4601539.65
305	2479974.48	331	3104532.62	357	3820988.68	383	4634698.38
306	2502362.33	332	3130354.72	358	3850452.92	384	4668008.76
307	2524878.38	333	3156313.09	359	3880061.34	385	4701471.10
308	2547522.93	334	3182408.03	360	3909814.25	386	4735085.69
309	2570296.31	335	3208639.85	361	3939711.94	387	4768852.82
310	2593198.81	336	3235008.86	362	3969704.71	388	4802772.79
311	2616230.76	337	3261515.36	363	3999942.86	389	4836845.91
312	2639392.46	338	3288159.65	364	4030276.71	390	4871072.45
313	2662684.24	339	3314942.05	365	4060756.53	391	4905452.73
314	2686106.40	340	3341862.86	366	4091382.65	392	4939987.02
315	2709659.25	341	3368922.38	367	4122155.35	393	4974675.64
316	2733343.10	342	3396120.93	368	4153074.94	394	5009518.87
317	2757158.27	343	3423458.80	369	4184141.71	395	5044517.00
318	2781105.07	344	3450936.30	370	4215355.97	396	5079670.34
319	2805183.81	345	3478553.74	371	4246718.01	397	5114979.18
320	2829394.79	346	3506311.42	372	4278228.14	398	5150443.80
321	2853738.34	347	3534209.65	373	4309886.64	399	5186064.51
322	2878214.75	348	3562248.72	374	4341693.83	400	5221841.60

表 B.2.5-3 $f(N)$ 的常用值
($N=401 \sim 600$)

N	$f(N)$	N	$f(N)$	N	$f(N)$	N	$f(N)$
401	5257775.36	425	6167946.91	449	7172549.25	473	8275350.08
402	5293866.08	426	6207892.31	450	7216515.75	474	8323701.84
403	5330114.06	427	6248001.95	451	7260653.37	475	8372031.51
404	5366519.60	428	6288276.12	452	7304962.40	476	8420539.37
405	5403082.97	429	6328715.11	453	7349443.43	477	8469225.72
406	5439804.48	430	6369319.20	454	7394095.83	478	8518090.82
407	5476684.42	431	6410088.68	455	7438920.79	479	8567134.96
408	5513723.09	432	6451023.85	456	7483918.30	480	8616358.42
409	5550920.76	433	6492124.98	457	7529088.64	481	8665761.49
410	5588277.74	434	6533392.38	458	7574432.09	482	8715344.43
411	5625794.32	435	6574826.31	459	7619948.94	483	8765107.54
412	5663470.78	436	6616427.08	460	7665639.47	484	8815051.09
413	5701307.42	437	6658194.97	461	7711503.97	485	8865175.35
414	5739304.33	438	6700130.26	462	7757542.71	486	8915480.62
415	5777462.41	439	6742233.25	463	7803755.99	487	8965967.17
416	5815781.33	440	6784504.22	464	7850144.07	488	9016635.28
417	5854261.60	441	6826943.45	465	7896707.26	489	9067485.23
418	5892903.50	442	6869551.24	466	7943445.82	490	9118517.29
419	5931707.33	443	6912327.86	467	7990360.04	491	9169731.75
420	5970673.37	444	6955273.61	468	8037450.21	492	9221128.89
421	6009801.91	445	6998388.78	469	8084716.61	493	9272708.98
422	6049093.25	446	7041673.63	470	8132159.51	494	9324472.31
423	6088547.66	447	7085128.47	471	8179779.20	495	9376419.14
424	6128165.45	448	7128753.58	472	8227575.97	496	9428549.77

续表 B. 2. 5-3

N	f(N)	N	f(N)	N	f(N)	N	f(N)
497	9480864.46	523	10906562.05	549	12461725.58	575	14151148.71
498	9533363.50	524	10963951.20	550	12524190.29	576	14218872.20
499	9586047.16	525	11021532.14	551	12586853.88	577	14286801.59
500	9638915.72	526	11079305.16	552	12649716.63	578	14354937.13
501	9691969.46	527	11137270.52	553	12712778.81	579	14423279.10
502	9745208.66	528	11195428.51	554	12776040.60	580	14491827.76
503	9798633.59	529	11253779.39	555	12839502.54	581	14560583.38
504	9852244.54	530	11312323.44	556	12903164.63	582	14629546.24
505	9906041.77	531	11371060.94	557	12967027.23	583	14698716.59
506	9960025.56	532	11429902.15	558	13031090.61	584	14768094.70
507	10014196.20	533	11489117.36	559	13095355.04	585	14837680.84
508	10068553.95	534	11548436.81	560	13159820.79	586	14907475.28
509	10123099.10	535	11607950.80	561	13224488.13	587	14977478.29
510	10177831.91	536	11667659.61	562	13289357.34	588	15047696.12
511	10232762.68	537	11727563.50	563	13354428.67	589	15118111.05
512	10287861.67	538	11787662.74	564	13419702.40	590	15188741.35
513	10343159.15	539	11847957.60	565	13485178.80	591	15259581.27
514	10398645.41	540	11908448.37	566	13550858.13	592	15330631.09
515	10454320.72	541	11969135.30	567	13616740.67	593	15401891.08
516	10510185.36	542	12030018.68	568	13682826.69	594	15473361.49
517	10566239.60	543	12091098.78	569	13749116.46	595	15545042.59
518	10622483.71	544	12152375.86	570	13815610.23	596	15616934.66
519	10678917.98	545	12213850.20	571	13882308.29	597	15689037.95
520	10735542.67	546	12275522.07	572	13949210.90	598	15761352.73
521	10792358.06	547	12337391.75	573	14016318.33	599	15833879.26
522	10849364.43	548	12399459.49	574	14083630.84	600	15906617.82

B. 2. 6 支管长度的水力设计方法可假定每条毛管为一个灌水器,按毛管的水力设计方法进行设计。

B. 2. 7 分干管和干管管径水力设计应按下列方法进行:

1 毛管和支管设计完成后,应制定轮灌制度。

2 应根据管材市场信息选择不同管径,用式(B. 2. 7)计算分干管或干管每个管段的压力水头损失。

$$H_{mf} = \frac{KL_m}{D_m^{4.75}} Q_m^{1.75} \quad (\text{B. 2. 7})$$

式中: H_{mf} ——沿设计干管或分干管管段的压力水头损失(m);

D_m ——设计干管或分干管管段的内径(m);

Q_m ——设计干管或分干管管段上的流量(m^3/s)。

3 按照材料(包括施工安装)投资费用和系统运行能耗之和最小的原则,确定每个管段的管径。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

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”;

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”;

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”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《室外给水设计规范》GB 50013
《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB 50093
《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203
《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
《建筑地面工程施工质量验收规范》GB 50209
《泵站设计规范》GB 50265
《节水灌溉工程技术标准》GB/T 50363
《雨水集蓄利用工程技术规范》GB/T 50596
《机井技术规范》GB/T 50625
《水利泵站施工及验收规范》GB/T 51033
《计算机场地通用规范》GB/T 2887
《农田灌溉水质标准》GB 5084
《喷灌与微灌工程技术管理规程》SL 236
《灌溉与排水工程技术管理规程》SL/T 246
《泵站技术管理规程》SL 255