

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB/T 50085 - 2007

---

# 喷灌工程技术规范

Technical code for sprinkler engineering

2007 - 04 - 06 发布

2007 - 10 - 01 实施

---

中华人民共和国建设部  
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

喷灌工程技术规范

Technical code for sprinkler engineering

**GB/T 50085 - 2007**

主编部门：中华人民共和国水利部

批准部门：中华人民共和国建设部

施行日期：2007年10月1日

中国计划出版社

2007 北 京

# 中华人民共和国建设部公告

第 624 号

## 建设部关于发布国家标准 《喷灌工程技术规范》的公告

现批准《喷灌工程技术规范》为国家标准,编号为 GB/T 50085—2007,自 2007 年 10 月 1 日起实施。原《喷灌工程技术规范》GBJ 85—85 同时废止。

本规范由建设部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国建设部  
二〇〇七年四月六日

## 前 言

本规范是根据建设部建标〔1998〕94号文《关于印发“一九九八年工程建设国家标准制定、修订计划(第一批)”的通知》的要求,由北京工业大学继续教育学院、中国水利水电科学研究院会同有关单位,对原国家标准《喷灌工程技术规范》GBJ 85—85(以下简称原规范)进行全面修订的基础上编制完成的。修订过程中总结了20年来喷灌工程设计与施工经验,特别是“九五”、“十五”全国开展建设300个节水增产重点县和500个节水示范项目的经验,同时广泛征求了全国有关设计、科研、生产厂家、管理部门及专家和技术人员的意见,最后经有关部门共同审查定稿。

本规范共分11章,主要内容有:总则、术语和符号、喷灌工程总体设计、喷灌技术参数、管道水力计算、设备选择、工程设施、工程施工、设备安装、管道水压试验、工程验收等。本次修订的主要技术内容有:

1. 在总则中增加了对承担喷灌工程设计与施工安装单位的资质要求和喷灌工程采用材料设备的质量要求,以及主要引用标准等内容。

2. 增加了术语一章,将原规范附录中17个名词解释充实、完善为22条术语并入本章。

3. 在喷灌工程总体设计一章中,增加了系统选型一节,强调了根据多种因素因地制宜选型的主要原则,并规定了各类系统的适用条件。

4. 在喷灌技术参数一章中,对原规范规定的10个参数进行了充实,并划分为基本参数、质量控制参数、设计参数和工作参数四节;对喷灌工程灌溉设计保证率、设计日灌水时间等进行了完善,

并增加了一天工作位置数、同时工作喷头数等参数。

5. 在管道水力计算一章中,补充了水锤压力验算的部分内容。

6. 考虑设备选择和工程设施的各自特点,将原规范第五章设备选择与工程设施分解为设备选择、工程设施两章,并按系统组成进行编写,对内容进行了较多的补充、完善。

7. 在设备安装一章中,将原规范中金属管道安装、塑料管道安装、水泥制品管道安装合并为管道安装,并增加了喷灌机的安装规定。

8. 在管道水压试验一章中,对不同材质管道耐水压试验的试验压力作了规定,并对渗水量试验要求进行了充实、完善。

本规范由建设部负责管理,水利部负责日常管理,中国水利水电科学研究院负责具体内容解释。本规范在执行过程中,请各单位结合工程实践,认真总结经验,注意积累资料,随时将意见和建议反馈给中国水利水电科学研究院(地址:北京市海淀区车公庄西路 20 号,邮编:100044),以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位和主要起草人:

**主 编 单 位:** 北京工业大学继续教育学院(原华北水利水电学院北京研究生部)

中国水利水电科学研究院

**参 编 单 位:** 水利部农村水利司

中国灌溉排水发展中心

中国农业科学院农田灌溉研究所

中国农业机械化科学研究院

扬州大学

武汉大学

河北工程大学

江苏大学

**主要起草人:** 窦以松 龚时宏 金兆森 王晓玲 黄修桥

兰才有 吴涤非 任晓力 罗金耀 史 群

张玉欣 李远华 潘中永

# 目 次

1	总 则 .....	( 1 )
2	术语和符号 .....	( 2 )
2.1	术语 .....	( 2 )
2.2	主要符号 .....	( 4 )
3	喷灌工程总体设计 .....	( 6 )
3.1	一般规定 .....	( 6 )
3.2	水源分析计算 .....	( 6 )
3.3	系统选型 .....	( 7 )
4	喷灌技术参数 .....	( 9 )
4.1	基本参数 .....	( 9 )
4.2	质量控制参数 .....	( 9 )
4.3	设计参数 .....	( 12 )
4.4	工作参数 .....	( 13 )
5	管道水力计算 .....	( 14 )
5.1	设计流量和设计水头 .....	( 14 )
5.2	水头损失计算 .....	( 15 )
5.3	水锤压力验算 .....	( 16 )
6	设备选择 .....	( 18 )
6.1	喷头 .....	( 18 )
6.2	管及管道连接件 .....	( 18 )
6.3	管道控制件 .....	( 18 )
6.4	水泵及动力机 .....	( 19 )
6.5	喷灌机组 .....	( 19 )
6.6	自动控制设备 .....	( 19 )

7	工程设施	(21)
7.1	水源工程	(21)
7.2	首部枢纽工程	(21)
7.3	管道工程	(22)
7.4	田间配套工程	(23)
8	工程施工	(24)
8.1	一般规定	(24)
8.2	水源工程	(24)
8.3	首部枢纽工程	(25)
8.4	管道工程	(25)
9	设备安装	(26)
9.1	一般规定	(26)
9.2	机电设备	(26)
9.3	管道	(26)
9.4	竖管和喷头	(28)
9.5	喷灌机	(28)
10	管道水压试验	(29)
10.1	一般规定	(29)
10.2	耐水压试验	(29)
10.3	渗水量试验	(30)
11	工程验收	(32)
11.1	一般规定	(32)
11.2	施工期间验收	(32)
11.3	竣工验收	(32)
	本规范用词说明	(33)
	附:条文说明	(35)

# 1 总 则

**1.0.1** 为统一喷灌工程设计和施工要求,提高工程建设质量,吸收喷灌科学技术发展的成果和经验,促进节水灌溉事业健康发展,制定本规范。

**1.0.2** 本规范适用于新建、扩建和改建的农业、林业、牧业及园林绿地等喷灌工程的设计、施工、安装及验收。

**1.0.3** 喷灌工程建设应认真执行国家的技术经济政策,因地制宜,充分利用原有水利设施,节省能源,开展综合利用,做到切合实际、技术先进、经济合理和安全可靠。

**1.0.4** 从事喷灌工程设计的设计单位应具有相应的工程设计资质。承担工程的施工、安装单位应具有相应的工程施工、安装资质。

**1.0.5** 喷灌工程应选用经过法定检测机构检测或认定合格的材料及设备。

**1.0.6** 喷灌工程的设计、施工、安装及验收,除应符合本规范的规定外,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 喷灌 sprinkler irrigation

喷洒灌溉的简称。是利用专门设备将有压水流送到灌溉地段,通过喷头以均匀喷洒方式进行灌溉的方法。

#### 2.1.2 喷灌系统 sprinkler irrigation system

自水源取水并加压后输送、分配到田间实行喷洒灌溉的系统。

#### 2.1.3 机压喷灌系统 mechanical pressure sprinkler irrigation system

由动力机和水泵提供工作压力的喷灌系统。

#### 2.1.4 自压喷灌系统 gravity sprinkler irrigation system

利用自然水头获得工作压力的喷灌系统。

#### 2.1.5 固定管道式喷灌系统 sprinkler system with permanent pipe

全部管道都固定不动的喷灌系统。

#### 2.1.6 半固定管道式喷灌系统 sprinkler system with semi-permanent pipe

动力机、水泵和干管固定不动而支管、喷头可移动的喷灌系统。

#### 2.1.7 移动管道式喷灌系统 sprinkler system with traveling pipe

全部管道可移动进行轮灌的喷灌系统。

#### 2.1.8 机组式喷灌系统 unit sprinkler system

以喷灌机组为主体的喷灌系统。

#### 2.1.9 定喷 sprinkler fixed in place during watering

喷水时喷头位置不移动的喷灌形式。

**2.1.10 行喷** traveling sprinkler irrigation

喷头边移动边喷洒的喷灌形式。

**2.1.11 喷灌均匀度** uniformity of water distribution

喷灌面积上喷洒水量分布的均匀程度。

**2.1.12 喷灌强度** sprinkler water application rate

单位时间内喷洒在地面上的水深。

**2.1.13 雾化程度** degree of mist

以喷头工作压力与喷嘴直径的比值表示的喷射水流的碎裂程度。

**2.1.14 喷洒水利用系数** water efficiency of sprinkler

喷洒范围内地面和作物的受水量与喷头出水量的比值。

**2.1.15 喷头工作压力** sprinkler operating pressure

喷头工作时,在距其进口下方 200mm 处的实测压力值。

**2.1.16 喷头流量** sprinkler flow rate

单位时间内喷头喷出的水量。

**2.1.17 喷点** sprinkler site

喷头的工作位置。

**2.1.18 喷头射程** sprinkler pattern radius

喷头正常工作时,喷洒有效湿润范围的半径。

**2.1.19 喷洒方式** spray pattern

喷头工作时所采用的全圆、扇形或带状等方式。

**2.1.20 干管** main pipe

支管以上各级管道(分干管、干管、主干管)的统称。

**2.1.21 支管** lateral pipe

喷灌系统末级并能连接喷洒装置的管道。

**2.1.22 竖管** riser pipe

连接支管与喷头,并将喷头安置在适当高度的竖直短管。

## 2.2 主要符号

- $m$ ——设计灌水定额  
 $T$ ——设计灌水周期  
 $\gamma$ ——土壤容重  
 $h$ ——计划湿润层深度  
 $\beta_1$ ——适宜土壤含水量上限(体积百分比)  
 $\beta_2$ ——适宜土壤含水量下限(体积百分比)  
 $\beta'_1$ ——适宜土壤含水量上限(重量百分比)  
 $\beta'_2$ ——适宜土壤含水量下限(重量百分比)  
 $t$ ——一个工作位置的灌水时间  
 $a$ ——喷头布置间距  
 $b$ ——支管布置间距  
 $q_p$ ——喷头设计流量  
 $n_d$ ——一天工作位置数  
 $t_d$ ——设计日灌水时间  
 $C_u$ ——喷灌均匀系数  
 $h_p$ ——喷头工作压力水头  
 $R$ ——喷头射程  
 $Q$ ——喷灌系统设计流量  
 $N_p$ ——灌区喷头总数  
 $n_p$ ——同时工作喷头数  
 $\eta_G$ ——管道系统水利用系数  
 $\eta_p$ ——田间喷洒水利用系数  
 $H$ ——喷灌系统设计水头  
 $h_l$ ——管道沿程水头损失  
 $h'_{lz}$ ——多喷头(孔)支管沿程水头损失  
 $F$ ——多口系数  
 $N$ ——喷头或孔口数

$X$ ——多孔支管首孔位置系数

$T_s$ ——关阀历时

$a_w$ ——水锤波传播速度

$K$ ——水的体积弹性模数

$E$ ——管材的弹性模量

$D$ ——管径

$e$ ——管壁厚度

## 3 喷灌工程总体设计

### 3.1 一般规定

**3.1.1** 喷灌工程的总体设计应符合当地水资源开发利用规划及农业、林业、牧业、园林绿地规划的要求,并与工程设施、道路、林带、供电等系统建设和土地开发整理复垦规划、农业结构调整规划相结合。

**3.1.2** 喷灌工程的总体设计应根据地形、土壤、气象、水文与水文地质、灌溉对象以及社会经济条件,通过技术经济分析及环境评价确定。

**3.1.3** 发展喷灌工程应优先考虑经济作物、园林绿地及蔬菜、果树、花卉等高附加值的作物,灌溉水源缺乏的地区、高扬程提水灌区、受土壤或地形限制难以实施地面灌溉的地区和有自压喷灌条件的地区,集中连片作物种植区及技术水平较高的地区。

**3.1.4** 喷灌工程宜采取连片开发、整体设计和分期实施的方式,形成具有适度规模的喷灌系统。

### 3.2 水源分析计算

**3.2.1** 喷灌工程总体设计必须对水源水量进行分析计算,应兼顾环境用水确定设计年供水量。对于由已建成的水利工程供水的喷灌系统,供水流量应根据工程原设计和运用情况确定;对于新建水源工程,供水流量应根据水源类型和勘测资料计算确定。

**3.2.2** 当水源为河川径流时,应通过频率计算推求符合设计频率的年径流量及其年内分配、灌水临界期日平均流量。资料较少或无实测资料时,可采用相关分析法插补延长或利用参证站资料推求径流资料。

**3.2.3** 当水源为地面径流时,可按地区性水文手册或图集,结合调查资料,确定设计频率的年径流量。

**3.2.4** 当水源为地下水时,水源水量应根据已有水文地质资料,分析本区域地下水源开采条件,并通过邻近机井出水情况的调查确定。对于无水文地质资料的地区,应打勘探井并经抽水试验确定水源水量。

**3.2.5** 当水源的天然来水过程不能满足喷灌用水量要求时,应建蓄水工程。

**3.2.6** 喷灌水质应符合现行国家标准《农田灌溉水质标准》GB 5084 的规定。

### **3.3 系统选型**

**3.3.1** 喷灌工程应根据因地制宜的原则,综合考虑以下因素选择系统类型:

- 1 水源类型及位置。
- 2 地形地貌,地块形状、土壤质地。
- 3 降水量,灌溉期间风速、风向。
- 4 灌溉对象。
- 5 社会经济条件、生产管理体制、劳动力状况及使用管理者素质。
- 6 动力条件。

**3.3.2** 符合下列条件的系统宜选用固定管道式:

- 1 地形起伏较大。
- 2 灌水频繁。
- 3 劳动力缺乏。
- 4 灌溉对象为经济作物及园林、果树、花卉和绿地。

**3.3.3** 符合下列条件的系统宜选用半固定管道式或移动管道式:

- 1 地面较为平坦。
- 2 灌溉对象为大田粮食作物。

3 气候严寒、冻土层较深。

3.3.4 符合下列条件的系统宜选用大中型机组式：

- 1 土地开阔连片、田间障碍物少。
- 2 使用管理者技术水平较高。
- 3 灌溉对象为大田作物、牧草等。
- 4 集约化经营程度相对较高。

3.3.5 符合下列条件的系统宜选用轻小型机组式：

- 1 丘陵地区零星、分散耕地。
- 2 水源较为分散、无电源或供电保证程度较低。

## 4 喷灌技术参数

### 4.1 基本参数

4.1.1 以地下水为水源的喷灌工程其灌溉设计保证率不应低于90%，其他情况下喷灌工程灌溉设计保证率不应低于85%。

4.1.2 作物蒸发蒸腾量  $ET$  应依据当地喷灌条件下的灌溉试验资料确定；缺少资料地区可参考条件相近地区试验资料确定，或根据气象资料分析计算确定。分析计算作物蒸发蒸腾量时，参考作物蒸发蒸腾量应按彭曼-蒙蒂斯(Penman-Monteith)公式计算，作物系数应采用喷灌条件下的试验值。

4.1.3 喷灌的灌溉水利用系数可按下式确定。

$$\eta = \eta_G \cdot \eta_p \quad (4.1.3)$$

式中  $\eta$  ——灌溉水利用系数；

$\eta_G$  ——管道系统水利用系数，可在0.95~0.98之间选取；

$\eta_p$  ——田间喷洒水利用系数，根据气候条件可在下列范围内选取：

风速低于3.4m/s,  $\eta_p = 0.8 \sim 0.9$ ；

风速为3.4~5.4m/s,  $\eta_p = 0.7 \sim 0.8$ 。

注：湿润地区取大值，干旱地区取小值。

4.1.4 设计风速应采用设计年灌溉季节作物月平均蒸发蒸腾量峰值所在月份的多年平均风速值。设计风向取上述月份的主风向；当不存在主风向时，应按风向多变设计。

### 4.2 质量控制参数

4.2.1 定喷式喷灌系统的设计喷灌强度不得大于土壤的允许喷灌强度，不同类别土壤的允许喷灌强度可按表4.2.1-1确定。当



地面坡度大于5%时,允许喷灌强度应按表4.2.1-2进行折减。行喷式喷灌系统的设计喷灌强度可略大于土壤的允许喷灌强度。

表 4.2.1-1 各类土壤的允许喷灌强度(mm/h)

土壤类别	允许喷灌强度
砂土	20
砂壤土	15
壤土	12
壤黏土	10
黏土	8

注:有良好覆盖时,表中数值可提高20%。

表 4.2.1-2 坡地允许喷灌强度降低值(%)

地面坡度(%)	允许喷灌强度降低值
5~8	20
9~12	40
13~20	60
>20	75

4.2.2 定喷式喷灌系统喷灌均匀系数不应低于0.75,行喷式喷灌系统不应低于0.85。喷灌均匀系数在有实测数据时应按下式计算:

$$C_u = 1 - \frac{\Delta h}{h} \quad (4.2.2)$$

式中  $C_u$ ——喷灌均匀系数;  
 $h$ ——喷洒水深的平均值(mm);  
 $\Delta h$ ——喷洒水深的平均离差(mm)。

4.2.3 喷灌均匀系数在设计中可通过控制以下因素实现:

- 1 喷头的组合间距。
- 2 喷头的喷洒水量分布。
- 3 喷头工作压力。

4.2.4 喷头的组合间距可按表4.2.4确定。

表 4.2.4 喷头组合间距

设计风速(m/s)	组合间距	
	垂直风向	平行风向
0.3~1.6	(1.1~1)R	1.3R
1.6~3.4	(1~0.8)R	(1.3~1.1)R
3.4~5.4	(0.8~0.6)R	(1.1~1)R

注:1 R为喷头射程;

2 在每一档风速中可按内插法取值;

3 在风向多变采用等间距组合时,应选用垂直风向栏的数值。

#### 4.2.5 喷灌系统中喷头的工作压力应符合下列要求:

1 设计喷头工作压力均应在该喷头所规定的压力范围内。

2 任何喷头的实际工作压力不得低于设计喷头工作压力的90%。

3 同一条支管上任意两个喷头之间的工作压力差应在设计喷头工作压力的20%以内。

4.2.6 喷灌系统中压力变化较大时,应划分压力区域,并分区进行设计。

4.2.7 喷灌的雾化指标可按下式计算,并应符合表4.2.7的规定。

$$W_h = h_p / d \quad (4.2.7)$$

式中  $W_h$ ——喷灌的雾化指标;

$h_p$ ——喷头工作压力水头(m);

$d$ ——喷头主喷嘴直径(m)。

表 4.2.7 不同作物的适宜雾化指标

作物种类	$h_p/d$
蔬菜及花卉	4000~5000
粮食作物、经济作物及果树	3000~4000
饲草料作物、草坪	2000~3000

### 4.3 设计参数

4.3.1 设计灌溉定额应依据设计代表年的灌溉试验资料确定,或按水量平衡原理确定。

灌溉定额应按下式计算:

$$M = \sum_{i=1}^n m_i \quad (4.3.1)$$

式中  $M$ ——作物全生育期内的灌溉定额(mm);

$m_i$ ——第  $i$  次灌水定额(mm);

$n$ ——全生育期灌水次数。

4.3.2 最大灌水定额宜按下式确定:

$$m_s = 0.1h(\beta_1 - \beta_2) \quad (4.3.2-1)$$

$$m_s = 0.1\gamma h(\beta'_1 - \beta'_2) \quad (4.3.2-2)$$

式中  $m_s$ ——最大灌水定额(mm);

$h$ ——计划湿润层深度(cm);

$\beta_1$ ——适宜土壤含水量上限(体积百分比);

$\beta_2$ ——适宜土壤含水量下限(体积百分比);

$\gamma$ ——土壤容重( $\text{g}/\text{cm}^3$ );

$\beta'_1$ ——适宜土壤含水量上限(重量百分比);

$\beta'_2$ ——适宜土壤含水量下限(重量百分比)。

4.3.3 设计灌水定额应根据作物的实际需水要求和试验资料按下式选择:

$$m \leq m_s \quad (4.3.3)$$

式中  $m$ ——设计灌水定额(mm)。

4.3.4 灌水周期和灌水次数应根据当地试验资料确定。缺少试验资料时灌水次数可根据设计代表年按水量平衡原理拟定的灌溉制度确定;灌水周期可按下式计算:

$$T = m/ET_d \quad (4.3.4)$$

式中  $T$ ——设计灌水周期,计算值取整(d);

$ET_d$ ——作物日蒸发蒸腾量,取设计代表年灌水高峰期平均值(mm/d);

$m$ ——设计灌水定额(mm)。

#### 4.4 工作参数

4.4.1 设计日灌水时间宜按表 4.4.1 取值:

表 4.4.1 设计日灌水时间(h)

喷灌系统 类型	固定管道式			半固定 管道式	移动 管道式	定喷 机组式	行喷 机组式
	农作物	园林	运动场				
设计日灌水 时间	12~20	6~12	1~4	12~18	12~16	12~18	14~21

4.4.2 一个工作位置的灌水时间应按下式计算:

$$t = \frac{mab}{1000q_p \eta_p} \quad (4.4.2)$$

式中  $t$ ——一个工作位置的灌水时间(h);

$m$ ——设计灌水定额(mm);

$a$ ——喷头布置间距(m);

$b$ ——支管布置间距(m);

$q_p$ ——喷头设计流量( $m^3/h$ )。

4.4.3 一天工作位置数应按下式计算:

$$n_d = \frac{t_d}{t} \quad (4.4.3)$$

式中  $n_d$ ——一天工作位置数;

$t_d$ ——设计日灌水时间(h)。

4.4.4 同时工作喷头数应按下式计算:

$$n_p = \frac{N_p}{n_d T} \quad (4.4.4)$$

式中  $n_p$ ——同时工作喷头数;

$N_p$ ——灌区喷头总数。

## 5 管道水力计算

### 5.1 设计流量和设计水头

#### 5.1.1 喷灌系统设计流量应按下式计算：

$$Q = \sum_{i=1}^{n_p} q_p / \eta_G \quad (5.1.1)$$

式中  $Q$ ——喷灌系统设计流量( $\text{m}^3/\text{h}$ )；

$q_p$ ——设计工作压力下的喷头流量( $\text{m}^3/\text{h}$ )；

$n_p$ ——同时工作的喷头数目；

$\eta_G$ ——管道系统水利用系数，取 0.95~0.98。

#### 5.1.2 喷灌系统的设计水头应按下式计算：

$$H = Z_d - Z_s + h_s + h_p + \sum h_f + \sum h_j \quad (5.1.2)$$

式中  $H$ ——喷灌系统设计水头(m)；

$Z_d$ ——典型喷点的地面高程(m)；

$Z_s$ ——水源水面高程(m)；

$h_s$ ——典型喷点的竖管高度(m)；

$h_p$ ——典型喷点喷头的工作压力水头(m)；

$\sum h_f$ ——由水泵进水管至典型喷点喷头进口处之间管道的沿程水头损失(m)；

$\sum h_j$ ——由水泵进水管到典型喷点喷头进口处之间管道的局部水头损失(m)。

#### 5.1.3 自压喷灌支管首端的设计水头，应根据灌区或压力区最不利的灌水情况，按下式计算：

$$H_z = Z_d - Z_z + h_s + h_p + h_{fz} + h_{jz} \quad (5.1.3)$$

式中  $H_z$ ——自压喷灌支管首端的设计水头(m)；

$Z_z$ ——支管首端的地面高程(m)；

$h_{tz}$ ——支管的沿程水头损失(m);

$h_{jz}$ ——支管的局部水头损失(m)。

## 5.2 水头损失计算

5.2.1 管道沿程水头损失应按下式计算,各种管材的  $f$ 、 $m$ 、 $b$  值可按表 5.2.1 确定。

$$h_f = f \frac{LQ^m}{d^b} \quad (5.2.1)$$

式中  $h_f$ ——沿程水头损失(m);

$f$ ——摩阻系数;

$L$ ——管长(m);

$Q$ ——流量( $m^3/h$ );

$d$ ——管内径(mm);

$m$ ——流量指数;

$b$ ——管径指数。

表 5.2.1  $f$ 、 $m$ 、 $b$  取值表

管 材		$f$	$m$	$b$
混凝土管、 钢筋混凝土管	$n=0.013$	$1.312 \times 10^6$	2	5.33
	$n=0.014$	$1.516 \times 10^6$	2	5.33
	$n=0.015$	$1.749 \times 10^6$	2	5.33
钢管、铸铁管		$6.25 \times 10^5$	1.9	5.1
硬塑料管		$0.948 \times 10^5$	1.77	4.77
铝管、铝合金管		$0.861 \times 10^5$	1.74	4.74

注:  $n$  为粗糙系数。

5.2.2 等距等流量多喷头(孔)支管的沿程水头损失可按下式计算:

$$h'_{tz} = Fh_{tz} \quad (5.2.2-1)$$

$$F = \frac{N \left( \frac{1}{m+1} + \frac{1}{2N} + \frac{\sqrt{m-1}}{6N^2} \right) - 1 + X}{N - 1 + X} \quad (5.2.2-2)$$

式中  $h'_{tz}$ ——多喷头(孔)支管沿程水头损失;

$N$ ——喷头或孔口数;

$X$ ——多孔支管首孔位置系数,即支管入口至第一个喷头(或孔口)的距离与喷头(或孔口)间距之比;

$F$ ——多口系数。

**5.2.3** 管道局部水头损失应按下式计算,也可按沿程水头损失的10%~15%估算:

$$h_j = \xi \frac{v^2}{2g} \quad (5.2.3)$$

式中  $h_j$ ——局部水头损失(m);

$\xi$ ——局部阻力系数;

$v$ ——管道流速(m/s);

$g$ ——重力加速度,9.81m/s<sup>2</sup>。

**5.2.4** 机压喷灌系统支管以上各级管道的直径,应通过技术经济分析确定。

**5.2.5** 自压喷灌系统干管输水段的长度和直径,应根据管道材质、流量,地面坡度和喷灌需要的工作压力水头等因素,经技术经济分析确定。

**5.2.6** 校核设计计算时,管道最小流速不应低于0.3m/s,最大流速不宜超过2.5m/s。

### 5.3 水锤压力验算

**5.3.1** 遇下述情况时,应进行水锤压力验算:

1 管道布设有易滞留空气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 对于设有单向阀的上坡干管,应验算事故停泵时的水锤压力;未设单向阀时,应验算事故停泵时水泵机组的最高反转转速。对于下坡干管应验算启闭阀门时的水锤压力。

**5.3.2** 遇下列情况时,管道应采取相应的水锤防护措施:

- 1 水锤压力超过管道试验压力。
- 2 水泵最高反转转速超过额定转速 1.25 倍。
- 3 管道水压接近汽化压力。

5.3.3 当关阀历时符合下式时,可不验算关阀水锤压力:

$$T_s \geq 40 \frac{L}{a} \quad (5.3.3-1)$$

$$a_w = 1425 \sqrt{1 + \frac{K}{E} \cdot \frac{D}{e} \cdot c} \quad (5.3.3-2)$$

式中  $T_s$ ——关阀历时(s);

$L$ ——管长(m);

$a_w$ ——水锤波传播速度(m/s);

$K$ ——水的体积弹性模数(GPa),常温时  $K=2.025\text{GPa}$ ;

$E$ ——管材的纵向弹性模量(GPa),各种管材的  $E$  值见表 5.3.3;

$D$ ——管径(m);

$e$ ——管壁厚度(m);

$c$ ——管材系数,匀质管  $c=1$ ,钢筋混凝土管  $c=1/(1+9.5a_0)$ ;

$a_0$ ——管壁环向含钢系数,  $a_0=f/e$ ;

$f$ ——每米长管壁内环向钢筋的断面面积( $\text{m}^2$ )。

表 5.3.3 各种管材的纵向弹性模量(GPa)

管材	钢管	球墨铸铁管	铸铁管	钢筋混凝土管	铝管	PE管	PVC管
$E$	206	151	108	20.58	69.58	1.4~2	2.8~3



## 6 设备选择

### 6.1 喷头

6.1.1 喷头应根据灌区地形、土壤、作物、水源和气象条件以及喷灌系统类型,通过技术经济比较,优化选择。

6.1.2 宜优先采用低压喷头;灌溉季节风大的地区或实施树下喷灌的喷灌系统,宜采用低仰角喷头;草坪宜采用地埋式喷头;同一轮灌区内的喷头宜选用同一型号。

### 6.2 管及管道连接件

6.2.1 管道应根据价格、配套性、可靠性、折旧年限、安装维修方便性等,择优选择。

6.2.2 灌区地形复杂或其他原因造成管道压力变化较大的灌溉系统,可根据各管段的压力范围选择不同类型的管道。

6.2.3 对于易锈蚀的管道,应采取防锈措施;使用过程中暴露于阳光下的塑料管道,应含有抗紫外线添加剂。

6.2.4 移动管除应满足耐水压要求外,尚应具有足够的机械强度。

6.2.5 管道连接方式及连接件应根据管道类型和材质选择,连接部位的额定工作压力和机械强度不得小于所连接管道的额定工作压力和机械强度。

### 6.3 管道控制件

6.3.1 各级管道的首端应设置开关阀。公称通径大于  $DN50\text{mm}$  的开关阀宜采用闸阀、截止阀等不易快速开启和关闭的阀门。

6.3.2 在管道起伏的高处应设置进排气装置,进排气装置的进气和排气量应能满足该管段进气和排气的要求。

**6.3.3** 当管道过长或压力变化过大时,应在适当部位设置节制阀或压力调节装置,压力调节装置的输出压力范围应满足喷灌系统设计工作压力要求。

**6.3.4** 各级管道首端和管道压力变化较大的部位应设置测压点,所选压力表的量程应与喷灌系统设计工作压力相匹配,并不得小于测压点可能出现的最高压力。

## **6.4 水泵及动力机**

**6.4.1** 水泵应根据灌区水源条件、动力资源状况以及喷灌系统的设计流量和设计水头等因素,通过技术经济对比,优化选择。

**6.4.2** 水泵应在高效区运行。

**6.4.3** 多台并联运行的水泵扬程应相等或相近,多台串联运行的水泵流量应相等或相近。

**6.4.4** 动力机应根据所选水泵转速、轴功率和当地动力资源状况等进行选择。

**6.4.5** 喷灌泵站的水泵及动力机数宜为1~3台;只设置1台水泵时,应配备足够数量的易损零部件。

## **6.5 喷灌机组**

**6.5.1** 喷灌机组应根据水源、地形、作物、耕作方式、动力资源和管理体制等选择。

**6.5.2** 同一灌区宜采用同一制造厂家生产的喷灌机组。

**6.5.3** 中心支轴式、平移式和滚移式喷灌机的地隙高度应满足所灌作物生长高度的需求。

**6.5.4** 行喷式喷灌机的通过能力应能满足地形、土壤等实际工作条件要求。

## **6.6 自动控制设备**

**6.6.1** 园林绿地以及经济条件许可的喷灌系统可采用自动控制。

- 6.6.2 当灌区土地开阔且位于雷电多发地区时,自动控制系统应具有防雷电措施。
- 6.6.3 年降水量较大的地区,自动控制系统宜具有遇雨延时灌水功能。
- 6.6.4 电磁阀工作电压必须为安全电压。

## 7 工程设施

### 7.1 水源工程

7.1.1 取水建筑物的设计,可按现行国家标准《泵站设计规范》GB/T 50265、《室外给水设计规范》GB 50013 等有关规定执行。

7.1.2 喷灌引水渠或工作渠宜做防渗处理。行喷式喷灌系统或从渠道直接取水的定喷式喷灌系统,其工作渠内水深必须满足水泵进水要求;当工作渠内水深不能满足要求时,应设置工作池。工作池尺寸应满足水泵正常进水和清淤要求。平移式喷灌机工作渠应顺直,若主机跨渠行进,渠道两旁的机行道路面高程应相等。

7.1.3 对于兼起调蓄作用的工作池,当工作池为完全调节时,其容积应满足系统作物一次关键灌水的要求。

7.1.4 喷灌系统中的暗渠或暗管在交叉、分支及地形突变处应设置配水井,其尺寸应满足清淤、检修要求。

### 7.2 首部枢纽工程

7.2.1 泵站前池或进水池内应设拦污栅,并应具备良好的水流条件。对于开敞型前池,水流平面扩散角应小于  $40^\circ$ ;对于分室型前池,各室扩散角不应大于  $20^\circ$ ,总扩散角不宜大于  $60^\circ$ 。前池底部纵坡不应大于  $1/5$ 。进水池容积,应按容纳不少于水泵运行 5min 的出水量确定。

7.2.2 在多沙河道取水,应在系统首部设置沉淀过滤设施。

7.2.3 泵房平面布置及设计,可按现行国家标准《泵站设计规范》GB/T 50265 或《灌溉与排水工程设计规范》GB 50288 的有关规定执行。

7.2.4 水泵进水管直径不应小于水泵进口直径。当水泵可能处

于自灌式充水时,其进水管道应设检修阀。

**7.2.5** 水泵安装高程应根据防止水泵产生汽蚀、减少基础开挖量的原则确定。

**7.2.6** 当泵站安装多台水泵且出水管线较长时,出水管宜并联。

**7.2.7** 施肥和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。

**7.2.8** 对直接以自来水系统作为压力水源的绿地喷灌系统,应在系统首部设置防回流装置。

**7.2.9** 首部应设置流量(水量)与压力量测装置。

### 7.3 管道工程

**7.3.1** 喷灌管道的布置,应符合下列规定:

1 符合喷灌工程总体设计的要求。

2 管道总长度短。

3 满足各用水单位的需要且管理方便。

4 在垄作田内,应使支管与作物种植方向一致。在丘陵山丘,应使支管沿等高线布置。在可能的条件下,支管宜垂直主风向。

5 管道的纵剖面应力求平顺,减少折点;有起伏时应避免产生负压。

**7.3.2** 在连接地埋管和地面移动管的出地管上,应设给水栓;在地埋管道的阀门处应建阀门井;在管道起伏的低处及管道末端应设泄水装置。

**7.3.3** 固定管道应根据地形、地基和直径、材质等条件确定其敷设坡度以及对管基的处理。固定管道的末端及变坡、转弯和分叉处宜设镇墩,管段过长或基础较差时,应设支墩。

**7.3.4** 对刚性连接的硬质管道,应设伸缩装置。

**7.3.5** 地埋管道的埋深应根据气候条件、地面荷载和机耕要求等确定。

**7.3.6** 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。

**7.3.7** 高寒地区应根据需要对管道设置专用防冻措施。

#### **7.4 田间配套工程**

**7.4.1** 喷灌系统的田间配套工程应满足人、畜作业或机耕作业的要求;应结合林带、排水系统协调统一规划布置。

**7.4.2** 田间道路、田间排水系统及林带布置应按现行国家标准《灌溉与排水工程设计规范》GB 50288 有关规定执行。

## 8 工程施工

### 8.1 一般规定

8.1.1 喷灌工程施工应按已批准的设计进行,修改设计或更换材料、设备应经设计部门同意,必要时需经主管部门批准。

8.1.2 工程施工应符合下列程序和要求:

1 施工现场应设置施工测量控制网,并保存到施工完毕;应定出建筑物的主要轴线或纵横轴线、基坑开挖线与建筑物轮廓线等,并标明建筑物主要部位和基坑开挖的深度。

2 基坑开挖必须保证边坡稳定。若基坑挖好后不能进行下道工序,应预留 15~30cm 土层不挖,待下道工序开始前再挖至设计标高。

3 当基坑需要排水时,应设置明沟或井点排水系统。

4 地基承载力小于设计要求时应进行地基处理。

5 建筑物砌筑应符合现行国家标准《砌体工程施工及验收规范》GB 50203、《混凝土结构工程施工及验收规范》GB 50204、《地下防水工程施工及验收规范》GB 50208、《建筑地面工程施工及验收规范》GB 50209 的有关规定;砌筑完毕,应待砌体砂浆或混凝土凝固达到设计强度后回填;回填土应干湿适宜,分层夯实,与砌体接触密实。

8.1.3 施工过程中应做好施工记录。隐蔽工程应填写隐蔽工程验收记录,经验收合格后方可进行下道工序施工。全部工程施工完毕后应及时编写竣工报告。

### 8.2 水源工程

8.2.1 机井施工应符合国家现行标准《供水管井技术规范》

GB 50296、《机井技术规范》SL 256 的有关规定。

**8.2.2** 蓄水池防水部分施工应符合现行国家标准《地下防水工程质量验收规范》GB 50208 中的有关规定。

**8.2.3** 输水渠道的施工应符合国家现行标准《渠道防渗工程技术规范》SL 18 的有关规定。

### **8.3 首部枢纽工程**

**8.3.1** 泵站机组的基础施工应符合下列要求：

1 基础必须浇筑在坚实的地基上。

2 基础轴线及需要预埋的地脚螺栓或二期混凝土预留孔的位置应正确无误。

3 基础浇筑完毕拆模后，应用水平尺校平，其顶面高程应正确无误。

**8.3.2** 中心支轴式喷灌机的中心支座采用混凝土基础时，应按设计要求于安装前浇筑好。

### **8.4 管道工程**

**8.4.1** 管道沟槽应按施工放样中心线和槽底设计标高开挖。如局部超挖，应用相同的土料填补夯实至接近天然密度。沟槽底宽应根据管道直径及施工方法确定，接口槽坑应满足施工要求。沟槽经过岩石、卵石等容易损坏管道的地段应挖至槽底下 15cm，并用砂或细土回填至设计槽底标高。

**8.4.2** 管道安装完毕应填土定位，经试压合格后回填。回填必须在管道两侧同时进行，填土应分层夯实或分层灌水沉实。塑料管道回填宜在地面和地下温度接近时进行，管周填土不得有直径大于 2.5cm 的石子及直径大于 5cm 的硬土块。

**8.4.3** 阀门井和镇墩施工应符合现行国家标准《砌体工程施工及验收规范》GB 50203 的规定。



## 9 设备安装

### 9.1 一般规定

9.1.1 喷灌系统设备安装人员应持证上岗;安装用的工具、材料应准备齐全,安装用的机具应经检查确认安全可靠;与设备安装有关的土建工程应验收合格。

9.1.2 待安装设备应按设计核对无误,并进行现场抽检,检验记录应归档。

### 9.2 机电设备

9.2.1 机电设备安装应符合现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收规范》GB 50231 和《电气装置安装工程 低压电器施工及验收规范》GB 50254 的规定。

9.2.2 水泵与动力机直联机组安装时,同轴度、联轴器的断面间隙应符合国家现行标准《泵站安装及验收规范》SL 317 要求;非直联卧式机组安装时,动力机和水泵轴心线必须平行。

9.2.3 柴油机排气管应通向室外,电动机外壳接地应符合要求。

9.2.4 电器设备安装后应进行对线检查和试运行。

### 9.3 管道

9.3.1 管道安装应符合下列要求:

1 管道安装前应将管与管件按施工要求摆放,摆放位置应便于起吊、下管及运送,并应再次进行外观及启闭等复验。

2 管道下入沟槽时,不得与槽内管道碰撞。

3 管道安装时,应将管道的中心对正。

4 管道穿越道路应加套管或修筑涵洞保护。

5 管道采用法兰连接时,法兰应保持同轴、平行,并保证螺栓自由穿入,不得用强紧螺栓的方法消除歪斜。

6 安装柔性承插接口的管道,当其纵坡大于 18%或安装刚性接口的管道纵坡大于 36%时,应采取防止管道下滑的措施。

7 管道安装分期进行或因故中断时,应用堵头将其敞口封闭。

8 移动管道安装应按安装使用说明书要求进行。

9.3.2 镀锌钢管和铸铁管安装应符合现行国家标准《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235 的有关规定。

9.3.3 塑料管道安装应符合下列要求:

1 聚氯乙烯管宜采用承插式橡胶圈止水连接、承插连接或套管粘接;聚乙烯硬管宜采用承插式橡胶圈止水连接或热熔对接;聚丙烯硬管不宜用粘接法连接。

2 采用粘接法安装时,应按设计要求选择合适的粘接剂,并按粘接技术要求对管与管件进行去污、打毛等预加工处理。粘接时粘接剂涂抹应均匀,涂抹长度应符合设计规定,周围配合间隙应相等,并用粘接剂填满,且有少量挤出。粘接剂固化前管道不得移动。

3 采用法兰连接时,法兰应放入接头坑内,并应保证管道中心线平直。管底与沟槽底面应贴合良好,法兰密封圈应与管同心。拧紧法兰螺栓时,扭力应符合规定,各螺栓受力应均匀。

4 采用可控温电热板对接机进行热熔对接时,应按产品说明书要求控制热熔对接的时间和温度。

9.3.4 钢筋混凝土管安装应符合下列要求:

1 平地安装时,承口宜朝向水流来水方向。坡地安装时,承口应向上。

2 安装前承插口应刷净,胶圈上不得粘有杂物。胶圈安装后不得扭曲、偏斜。插口应均匀进入承口,回弹就位后,仍应保持对口间隙 10~17mm。

3 在沟槽土壤对胶圈有腐蚀性的地段,管道覆土前应将接口封闭。

4 配用的金属管件应进行防锈、防腐处理。

#### 9.4 竖管和喷头

9.4.1 喷头安装前应进行检查,其转动部分应灵活,弹簧不得锈蚀,竖管外螺纹无碰伤。

9.4.2 支管与竖管、竖管与喷头的连接应密封可靠。

9.4.3 竖管安装应牢固、稳定。

#### 9.5 喷灌机

9.5.1 喷灌机安装前,应对安装所需用的工具和设备进行检查。工具、设备应良好、备齐。喷灌机部件应按照顺序摆放在安装的位置上,各部件应齐全、完好无损。

9.5.2 喷灌机的安装必须严格按照使用说明书的安装顺序和步骤进行,必须待各部件组装完毕检查无误后再进行总装。

9.5.3 安装时接头处应用密封材料密封,防止漏水、漏油。

9.5.4 滚移式喷灌机的轮轴应用轮轴夹板固定,防止滑脱;整条管线的喷头安装孔应对准在一条直线上。

9.5.5 绞盘式喷灌机在试运行调整喷头小车的行走速度时,不得使喷洒水在地表产生径流。

9.5.6 带移动管道的轻小型喷灌机的安装,应首先将喷灌机的进水管和供水管的供水阀连接好,再按本规范第9.3.1条第8款与第9.4节的有关要求安装移动管道、竖管和喷头。

9.5.7 喷灌机安装完毕后应先检查各部件连接状况,螺栓应紧固到位,各部件不得漏装、错装,电控系统接线应正确可靠。柴油机、发电机、水泵的安装和轮胎的充气均应符合要求。

## 10 管道水压试验

### 10.1 一般规定

**10.1.1** 管道安装完毕填土定位后,应进行管道水压试验并填写水压试验报告。对于面积大于等于  $30\text{hm}^2$  的喷灌工程,应分段进行管道水压试验。

**10.1.2** 水压试验应选用经校验合格且精度不低于 1.0 级的标准压力表,表的量程宜为管道试验压力的 1.3~1.5 倍。

**10.1.3** 水压试验宜在环境温度  $5^{\circ}\text{C}$  以上进行,否则应有防冻措施。

**10.1.4** 水压试验前应进行下列准备工作:

1 充水、排水和进排气设施应可靠,试压泵及压力表安装应到位,与试验管道无关的系统应封堵隔开。

2 管道所有接头处应显露并能清楚观察渗水情况。

3 管道应冲洗干净。

**10.1.5** 管道水压试验包括耐水压试验和渗水量试验。若耐水压试验合格,即可认定为管道水压试验合格,不再进行渗水量试验。

### 10.2 耐水压试验

**10.2.1** 管道试验段长度不宜大于 1000m。

**10.2.2** 试验管道充水时,应缓慢灌入,管道内的气体应排净。试验管道充满水后,金属管道和塑料管道经 24h、钢筋混凝土管道经 48h,方可进行耐水压试验。

**10.2.3** 高密度聚乙烯塑料管道(HDPE)试验压力不应小于管道设计工作压力的 1.7 倍;低密度聚乙烯塑料管道(LDPE、LLDPE)试验压力不应小于管道设计工作压力的 2.5 倍;其他管材的管道

试验压力不应小于管道设计工作压力的 1.5 倍。

**10.2.4** 试验时升压应缓慢。达到试验压力保压 10min, 管道压力下降不大于 0.05MPa, 管道无泄漏、无破损即为合格。

### 10.3 渗水量试验

**10.3.1** 若耐水压试验保压期间管道压力下降大于等于 0.05MPa, 应进行渗水量试验。

**10.3.2** 试验时, 先将管道压力缓慢升至试验压力, 关闭进水阀, 记录管道压力下降 0.1MPa 所需时间  $T$ 。再将管道压力升至试验压力, 关闭进水阀后立即开启放水阀向量水器中放水, 记录管道压力下降 0.1MPa 时放出的水量  $W$ 。按下式计算实际渗水量:

$$q_s = \frac{1000W}{TL} \quad (10.3.2)$$

式中  $q_s$ ——管道实际渗水量[L/(min·km)];

$L$ ——试验管道长度(m);

$T$ ——管道密封时, 其水压力下降 0.1MPa 所经过的时间(min);

$W$ ——开启放水阀放水, 管道压力下降 0.1MPa 时所放出的水量(L)。

**10.3.3** 对于管道内径分别小于等于 250mm 和 150mm 的钢管以及铸铁管、球墨铸铁管, 其允许渗水量可按表 10.3.3 确定。

表 10.3.3 管道允许渗水量[L/(min·km)]

管道内径(mm)	允许渗水量	
	钢管	铸铁管、球墨铸铁管
100	0.28	0.70
125	0.35	0.90
150	0.42	1.05
200	0.56	—
250	0.70	—

其他管材、管径的管道允许渗水量,可按下式计算:

$$[q_s] = k \sqrt{d} \quad (10.3.3)$$

式中  $[q_s]$ ——管道允许渗水量[L/(min·km)];

$k$ ——渗水系数:钢管 0.05,聚氯乙烯管、聚丙烯管  
0.08,铸铁管0.10,聚乙烯管 0.12,钢筋混凝土管  
0.14;

$d$ ——管道内径(mm)。

**10.3.4** 实际渗水量不大于允许渗水量即为合格;实际渗水量大于允许渗水量时,应修补后重测,直至合格为止。

## 11 工程验收

### 11.1 一般规定

11.1.1 喷灌工程验收前应提交全套设计文件、施工期间验收报告、管道水压试验报告、试运行报告、工程决算报告、运行管理办法、竣工图纸和竣工报告。

11.1.2 对于规模较小的喷灌工程,验收前可只提交设计文件、竣工图纸和竣工报告。

### 11.2 施工期间验收

11.2.1 喷灌的隐蔽工程必须在施工期间进行验收并填写隐蔽工程验收记录。隐蔽工程验收合格后,应有签证和验收报告。

11.2.2 水源工程、首部枢纽工程及管道工程的基础尺寸和高程应符合设计要求;预埋铁件和地脚螺栓的位置及深度,孔、洞、沟及沉陷缝、伸缩缝的位置和尺寸均应符合设计要求;埋管道的沟槽及管基处理、施工安装质量应符合设计要求。

### 11.3 竣工验收

11.3.1 应全面审查技术文件和工程质量。技术文件应齐全、正确;工程应按批准文件 and 设计要求全部建成;土建工程应符合设计要求和本规范的规定;设备配置应完善,安装质量应达到本规范的规定;应进行全系统的试运行,并对主要技术参数进行实测。

11.3.2 竣工验收应对工程的设计、施工和工程质量作全面评价,验收合格的工程应填写竣工验收报告。

## 本规范用词说明

1 为便于在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:

1)表示很严格,非这样做不可的用词:

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用词:

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用词:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

表示有选择,在一定条件下可以这样做的用词,采用“可”。

2 本规定中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。