



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 20203—2006

---

## 农田低压管道输水灌溉工程技术规范

Technical specification for irrigation projects  
with low pressure pipe conveyance

2006-02-24 发布

2006-07-01 实施

---

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布  
中国国家标准化管理委员会

## 目 次

前言 .....	Ⅲ
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 工程规划 .....	2
4.1 规划原则 .....	2
4.2 主要技术参数 .....	3
4.3 水量供需平衡分析 .....	3
4.4 管道系统布置与畦沟灌水要素 .....	3
4.5 规划成果 .....	4
5 工程设计 .....	5
5.1 设计流量 .....	5
5.2 设计水头 .....	5
5.3 水头损失 .....	6
5.4 管径与管道工作压力 .....	7
5.5 水锤压力 .....	7
5.6 设计成果 .....	7
6 水泵选型及动力机配套 .....	8
6.1 水泵选型 .....	8
6.2 动力机配套 .....	8
7 管材与连接件 .....	9
7.1 一般规定 .....	9
7.2 塑料管与连接件 .....	9
7.3 混凝土管与连接件 .....	10
8 附属设施 .....	10
8.1 一般规定 .....	10
8.2 给水栓 .....	10
8.3 安全保护装置 .....	10
8.4 量水设备 .....	11
8.5 配水控制装置 .....	11
8.6 交叉建筑物 .....	11
8.7 镇墩 .....	11
9 工程施工与设备安装 .....	11
9.1 一般规定 .....	11
9.2 施工准备 .....	11
9.3 管槽开挖 .....	12
9.4 管道系统安装 .....	12
9.5 试水回填 .....	12

10 工程验收 .....	13
10.1 一般规定 .....	13
10.2 验收内容 .....	13
11 运行与维护 .....	13
11.1 一般规定 .....	13
11.2 水源工程的维护管理 .....	13
11.3 设备的使用和维护 .....	13
附录 A(资料性附录) 地理管道径向变形量计算方法 .....	15

## 前 言

本标准是将正在编制的国家标准《农田低压输水管道质量检验评定规范》与经过扩充修改后的水利行业标准《低压管道输水灌溉工程技术规范(井灌区部分)》(SL/T 153—1995)合二为一而制定的。

本标准的附录 A 为资料性附录。

本标准由水利部提出并归口。

本标准起草单位：中国水利水电科学研究院、上海市水利排灌管理处、山东省水利科学研究院、福建省水利建设技术服务中心、扬州大学。

本标准主要起草人：刘群昌、丁昆仑、张国祥、刘晓涛、桑保良、高昊旻、王晖、王晓玲、高占义、许迪、余玲、秦德刚、李永顺、陈文清、周明耀、张兰亭。

# 农田低压管道输水灌溉工程技术规范

## 1 范围

本标准规定了农田低压管道输水灌溉工程的规划、设计、管材与设备的选择和安装、工程施工、验收、运行及维护等的技术要求。

本标准界定了农田低压管道输水灌溉工程使用的术语。

本标准适用于井灌区以及泵站扬水灌区和丘陵区自流灌区中,每个系统控制面积不大于 80 hm<sup>2</sup> 的农田低压管道输水灌溉工程的建设与管理。系统控制面积大于 80 hm<sup>2</sup> 的工程可参照执行。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

- GB/T 1040 塑料拉伸性能试验方法
- GB/T 3039 石棉水泥输水管及其接头
- GB 4084 自应力混凝土输水管
- GB 5084 农田灌溉水质标准
- GB/T 10002.1 给水用硬聚氯乙烯(PVC-U)管材
- GB/T 11837 混凝土管用混凝土抗压强度试验方法
- GB/T 13663 给水用聚乙烯(PE)管材
- GB/T 13664 低压输水灌溉用薄壁硬聚氯乙烯(PVC-U)管材
- GB 50288 灌溉与排水工程设计规范
- JB/T 8512 输水用涂塑软管
- JC/T 743 石棉水泥输水、输煤气管道铺设指南
- QB/T 1130 塑料直角撕裂性能试验方法
- QB/T 1916 硬聚氯乙烯(PVC-U)双壁波纹管
- SL 255 泵站技术管理规程
- SL 256—2000 机井技术规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**低压管道输水灌溉工程** irrigation projects with low pressure pipe conveyance  
以管道低压输水进行地面灌溉的工程。其管道工作压力一般不超过 0.4 MPa。

### 3.2

**管道系统进口** inlet of pipeline system

管道输水系统与水泵出水管出口的连接处,或自压管道输水系统的进水处。

### 3.3

**地面移动管道** ground portable pipe or hose

与给水栓连接,代替田间输水垄沟并可拆装、移动,轮流使用于不同位置的灌溉输水管道。

3.4

**管道系统水利用系数** water use efficiency of pipeline system

设计工况下,固定管道系统出口流量与进口流量的比值。

3.5

**多水源汇流管道系统** multi-flow converged system

两个及以上的水源同时以压力管流方式汇流的管道系统。

3.6

**给水栓** hydrant

向地面管道或田间毛渠、畦、沟供水的控制装置。

3.7

**限压通气管** pressure regulation tube

管内水面可随管内压力而波动,过高溢流,过低补气,具有限制管内压力过高和防止负压的功能,使管道与大气连通的竖管。

3.8

**进排气阀** air relief and vacuum-break valve

充水时排除管内空气,充满时自动关闭,负压时能自动补气的阀门。

3.9

**安全阀** pressure relief valve

管内压力超出设定值时,能迅速开启、排出管中水流,从而限制管内压力过高,保证管道安全的阀门。

3.10

**泄水阀** drain valve

排空管道系统内存水的阀门。

3.11

**薄膜管** plastic membrane pipe

与给水栓连接,向田间毛渠、畦、沟供水的塑料软管。

3.12

**薄膜闸管** plastic membrane gated pipe

与给水栓连接,沿管长装有多个出水闸门的薄膜管。

4 工程规划

4.1 规划原则

4.1.1 应收集掌握规划区地理位置、水文气象、水文地质、土壤、农业生产、社会经济以及地形地貌、工程现状等资料;了解当地水利工程运行管理水平;听取用户对管线布置、运行管理等方面的意愿。

4.1.2 规划应在当地农业区划和水资源评价的基础上进行;应与农田水利基本建设总体规划相适应,做到因地制宜、统筹兼顾、全面规划、分期实施。

4.1.3 低压管道输水灌溉工程建设,应将水源、泵站、输水管道系统及田间灌排工程作为一个整体统一规划,做到技术先进、经济合理、效益显著。

4.1.4 规划中应进行多方案的技术经济比较,选择投资省、效益高、节水、节能、省地及便于管理的方案,并保证水资源可持续利用。山区、丘陵地区宜利用地形落差自压输水。

4.1.5 对特别重要的管道输水灌溉工程,在可能给环境造成不利影响时,应进行环境评价。

4.1.6 水源水质应符合 GB 5084 的规定。

4.1.7 采用低压管道输水灌溉工程时,其机井应符合 SL 256—2000 中 4.2.10 的规定;泵站的设备完

好率应符合 SL 255 的规定。

4.1.8 规划应与道路、林带、供电、通信、生活供水等系统线路,以及居民点的规划相协调,充分利用已有水利工程,并根据需要设置排水系统。

4.1.9 对灌溉面积较小,地形、水源及环境条件比较简单的灌区,可将规划、设计合并成一个阶段进行。

#### 4.2 主要技术参数

4.2.1 灌溉设计保证率,应根据当地自然条件和经济条件确定,宜不低于 75%。

4.2.2 管道系统水利用系数设计值应不低于 0.95。

4.2.3 低压管道输水灌溉灌区,应做到田间工程配套齐全、灌水方法合理、灌水定额适当,其田间水利用系数设计值,旱作灌区应不低于 0.90,水稻灌区应不低于 0.95。

4.2.4 灌溉水利用系数应根据 GB 50288 中的方法计算。

4.2.5 灌水定额应根据当地灌溉试验资料确定,无资料地区可参考邻近地区试验资料确定,也可按式(1)计算:

$$m = 1000\gamma_s h(\beta_1 - \beta_2) \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$m$ ——灌水定额,单位为立方米每公顷( $m^3/hm^2$ );

$\gamma_s$ ——计划湿润层土壤干容重,单位为千牛每立方米( $kN/m^3$ );

$h$ ——土壤计划湿润层深度,单位为米( $m$ );

$\beta_1$ ——土壤适宜含水量(重量含水量)上限,可取田间持水量的 0.85~1.00;

$\beta_2$ ——土壤适宜含水量(重量含水量)下限,可取田间持水量的 0.60~0.65。

#### 4.3 水量供需平衡分析

4.3.1 应根据规划区水资源评价成果,结合配套设备能力确定可供水量。已成井灌区还应根据多年采补资料,对地下水可供水量加以复核。

4.3.2 需水量应包括生活、农业、工业及生态等用水量。

4.3.3 不同频率年的灌溉用水量,应根据作物组成、复种指数、作物需水、降水可利用量,并考虑未来可能的作物种植结构调整等计算确定。

4.3.4 可采用典型年法进行水量供需平衡计算。

4.3.5 灌溉需水量大于供水量时,应调整作物种植结构、减少灌溉面积、进一步采取节水措施或增辟其他水源。

#### 4.4 管道系统布置与畦沟灌水要素

4.4.1 一般情况下,宜采用单水源管道系统布置;采用多水源汇流管道系统,应经技术经济论证。

4.4.2 管道布置宜平行于沟、渠、路,应避免开填方区和可能产生滑坡或受山洪威胁的地带。

4.4.3 管网布置形式应根据水源位置、地形、田间工程配套和用户用水情况,通过方案比较确定。

4.4.4 管道级数,应根据系统灌溉面积(或流量)和经济条件等因素确定。旱作物区,当系统流量小于  $30 m^3/h$  时,可采用一级固定管道;系统流量在  $30 m^3/h \sim 60 m^3/h$  时,可采用干管、支管两级固定管道;系统流量大于  $60 m^3/h$ ,可采用两级或多级固定管道;同时,宜增设地面移动管道。水田区,可采用两级或多级固定管道。

4.4.5 应力求管道总长度短、管线平直,应减少折点和起伏。

4.4.6 田间固定管道长度,宜为  $90 m/hm^2 \sim 150 m/hm^2$ 。

4.4.7 支管走向宜平行于作物种植方向;支管间距平原区宜采用  $50 m \sim 150 m$ ,单向灌水时取较小值,双向灌水时取较大值。

4.4.8 给水栓应按灌溉面积均衡布设,并根据作物种类确定布置密度。单口灌溉面积宜为  $0.25 hm^2 \sim 0.6 hm^2$ ,单向灌水取较小值,双向灌水取较大值。田间配套地面移动管道时,单口灌溉面积可扩大

至  $1.0 \text{ hm}^2$ 。

4.4.9 低压管道输水灌溉条件下的畦田与灌水沟规格及适宜流量,应根据当地试验资料确定;无资料地区可参照表 1 和表 2 确定。

表 1 畦田灌水要素表

土壤透水性	地面坡度					
	$\leq 0.002^\circ$		$0.002^\circ \sim 0.005^\circ$		$0.005^\circ \sim 0.01^\circ$	
	畦长/m	单宽流量/ [L/(s·m)]	畦长/m	单宽流量/ [L/(s·m)]	畦长/m	单宽流量/ [L/(s·m)]
强	25~50	5~6	30~60	5~6	50~70	4~5
中	30~60	5~6	40~70	4~5	60~80	4~5
弱	40~60	4~5	50~80	3~4	80~100	3~4

表 2 沟灌灌水要素表

土壤透水性	沟底坡度					
	$\leq 0.002^\circ$		$0.002^\circ \sim 0.005^\circ$		$0.005^\circ \sim 0.01^\circ$	
	沟长/m	流量/(L/s)	沟长/m	流量/(L/s)	沟长/m	流量/(L/s)
强	30~40	1.0~1.5	40~60	0.7~1.0	60~80	0.6~0.9
中	40~60	0.7~1.0	70~90	0.5~0.6	80~100	0.4~0.6
弱	50~60	0.5~0.6	80~100	0.4~0.5	90~120	0.2~0.4

#### 4.5 规划成果

4.5.1 应提交工程规划报告,报告内容宜包括以下内容:

- a) 前言;
- b) 基本资料;
- c) 主要技术参数;
- d) 水量供需平衡分析;
- e) 规划方案及比较;
- f) 田间工程;
- g) 机井或泵站;
- h) 实施安排;
- i) 投资估算;
- j) 经济评价;
- k) 环境影响分析;
- l) 附图。

4.5.2 附图中应有下列主要图件:

- a) 1:5 000 或 1:10 000 水利设施现状图;
- b) 1:5 000 或 1:10 000 管道输水灌溉工程规划图;
- c) 1:1 000 或 1:2 000 典型工程设计图。



## 5 工程设计

### 5.1 设计流量

5.1.1 灌溉系统的设计流量应由灌水率图确定,或按式(2)计算:

$$Q_0 = \sum_i \left( \frac{\alpha_i m_i}{T_i} \right) \frac{A}{\eta \gamma} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$Q_0$ ——灌溉系统设计流量,单位为立方米每小时( $\text{m}^3/\text{h}$ );

$\alpha_i$ ——灌水高峰期第*i*种作物的种植比例;

$m_i$ ——灌水高峰期第*i*种作物的灌水定额,单位为立方米每公顷( $\text{m}^3/\text{hm}^2$ );

$T_i$ ——灌水高峰期第*i*种作物的一次灌水延续时间,单位为日(d);

$A$ ——设计灌溉面积,单位为公顷( $\text{hm}^2$ );

$t$ ——系统日工作小时数,单位为小时每日(h/d);

$\eta$ ——灌溉水利用系数;

$e$ ——灌水高峰期同时灌水的作物种类。

当水源或已有水泵流量不能满足 $Q_0$ 要求时,应取水源或水泵流量作为系统设计流量。

5.1.2 树状管网各级管道的设计流量,应按式(3)计算:

$$Q = \frac{n}{N} Q_0 \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$Q$ ——某级管道的设计流量,单位为立方米每小时( $\text{m}^3/\text{h}$ );

$n$ ——该管道控制范围内同时开启的给水栓个数;

$N$ ——全系统同时开启的给水栓个数;

$Q_0$ ——灌溉系统设计流量,单位为立方米每小时( $\text{m}^3/\text{h}$ )。

5.1.3 环状管网各级管道的设计流量,应根据具体情况确定;一个给水栓出水的单井单环网管道的设计流量,可按式(4)计算:

$$Q = Q_s/2 \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

$Q$ ——管道的设计流量,单位为立方米每小时( $\text{m}^3/\text{h}$ );

$Q_s$ ——一个给水栓的出流量,单位为立方米每小时( $\text{m}^3/\text{h}$ )。

5.1.4 管道系统、各级管道及给水栓的流量,应在管道布置及管径已定的条件下,通过水力计算确定;有水泵加压的管道系统,应通过水泵工作点计算确定。

5.1.5 系统水力设计,应使同时工作各给水栓的流量,满足式(5)要求:

$$Q_{\min} \geq 0.75 Q_{\max} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

$Q_{\min}$ ——同时工作各给水栓中的最小流量,单位为立方米每小时( $\text{m}^3/\text{h}$ );

$Q_{\max}$ ——同时工作各给水栓中的最大流量,单位为立方米每小时( $\text{m}^3/\text{h}$ )。

### 5.2 设计水头

5.2.1 管道系统最大和最小工作水头,应分别按式(6)和式(7)计算:

$$H_{\max} = Z_2 - Z_0 + \Delta Z_2 + \sum h_{i,2} + \sum h_{j,2} + h_0 \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$H_{\min} = Z_1 - Z_0 + \Delta Z_1 + \sum h_{i,1} + \sum h_{j,1} + h_0 \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

$H_{\max}$ ——管道系统最大工作水头,单位为米(m);

$H_{\min}$ ——管道系统最小工作水头,单位为米(m);

$Z_0$ ——管道系统进口高程,单位为米(m);

$Z_1$ ——参考点1的地面高程,单位为米(m);在平原地区,参考点1一般为距水源最近的给水栓;

$Z_2$ ——参考点2的地面高程,单位为米(m);在平原地区,参考点2一般为距水源最远的给水栓;

$\Delta Z_1$ 、 $\Delta Z_2$ ——分别为参考点1与参考点2处给水栓出口中心线与地面的高差,单位为米(m);给水栓出口中心线的高程应为其控制的田间最高地面高程加0.15 m;

$\Sigma h_{t,1}$ ——管道系统进口至参考点1给水栓的管路沿程水头损失,单位为米(m);

$\Sigma h_{l,1}$ ——管道系统进口至参考点1给水栓的管路局部水头损失,单位为米(m);

$\Sigma h_{t,2}$ ——管道系统进口至参考点2给水栓的管路沿程水头损失,单位为米(m);

$\Sigma h_{l,2}$ ——管道系统进口至参考点2给水栓的管路局部水头损失,单位为米(m);

$h_0$ ——给水栓工作水头,单位为米(m)。

对于地形比较复杂的灌区,或同时开启一个以上给水栓的管道灌溉系统,参考点1、2应通过计算比较确定。

5.2.2 需设水泵加压的管道灌溉系统,其设计工作水头宜按最大和最小工作水头的平均值近似取用,按式(8)计算:

$$H_0 = \frac{H_{\max} + H_{\min}}{2} \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中:

$H_0$ ——管道系统设计工作水头,单位为米(m);

$H_{\max}$ ——管道系统最大工作水头,单位为米(m);

$H_{\min}$ ——管道系统最小工作水头,单位为米(m)。

5.2.3 灌溉系统水泵的设计扬程,应按式(9)计算:

$$H_p = H_0 + Z_0 - Z_d + \Sigma h_{t,0} + \Sigma h_{l,0} \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中:

$H_p$ ——灌溉系统水泵的设计扬程,单位为米(m);

$H_0$ ——管道系统设计工作水头,单位为米(m);

$Z_0$ ——管道系统进口高程,单位为米(m);

$Z_d$ ——泵站前池水位或机井动水位,单位为米(m);

$\Sigma h_{t,0}$ ——水泵吸水管进口至管道系统进口之间的管道沿程水头损失,单位为米(m);

$\Sigma h_{l,0}$ ——水泵吸水管进口至管道系统进口之间的管道局部水头损失,单位为米(m)。

5.2.4 水泵运行的扬程(流量)范围,应通过水泵工作点计算确定;并使其位于水泵高效区内。必要时可采用变频调速供水技术。

### 5.3 水头损失

5.3.1 管道沿程水头损失,应按式(10)计算:

$$h_f = f \frac{Q^m}{D^5} L \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中:

$h_f$ ——沿程水头损失,单位为米(m);

$f$ ——管材摩擦系数;

$Q$ ——管道的设计流量,单位为立方米每小时(m<sup>3</sup>/h);

$L$ ——管长,单位为米(m);

$D$ ——管内径,单位为毫米(mm);

$m$ ——流量指数;

$b$ ——管径指数。

各种管材的  $f$ 、 $m$ 、 $b$  值,可按表 3 取用。

表 3 不同管材摩擦系数、流量指数、管径指数值表

管材类别	管材摩擦系数 $f$	流量指数 $m$	管径指数 $b$
塑料管	$0.948 \times 10^5$	1.77	4.77
石棉水泥管	$1.455 \times 10^5$	1.85	4.89
混凝土管	$1.516 \times 10^6$	2	5.33
旧钢管、旧铸铁管	$6.25 \times 10^5$	1.9	5.1

注: 埋地薄壁塑料管的  $f$  值,宜用表内塑料管  $f$  值的 1.05 倍。

5.3.2 管道局部水头损失,应按式(11)计算:

$$h_1 = \zeta \frac{V^2}{2g} \quad \dots\dots\dots(11)$$

式中:

$h_1$ ——局部水头损失,单位为米(m);

$\zeta$ ——局部损失系数;

$V$ ——管内流速,单位为米每秒(m/s);

$g$ ——重力加速度,单位为米每秒平方( $m/s^2$ )。

管道局部水头损失也可按沿程损失的一定比例计入。

5.3.3 给水栓的工作水头,应按试验或厂家提供的资料确定;无资料时可按 0.3 m~0.5 m 选用。

#### 5.4 管径与管道工作压力

5.4.1 管道系统各管段的直径,应通过技术经济计算确定;在初估管径时,可按表 4 选择管内流速。

表 4 管道流速表

单位为米每秒

管材	塑料管	石棉水泥管	混凝土管	薄膜管
流速	1.0~1.5	0.7~1.3	0.5~1.0	0.5~1.2

5.4.2 管道系统各管段的设计工作压力,可取正常运行情况下最大工作压力(不含冲击压力)的 1.4 倍;最大工作压力应根据运行中可能出现的各种情况比较确定。

5.4.3 正常运用情况下管道的工作压力(不含冲击压力)不应为负值。

#### 5.5 水锤压力

5.5.1 管道系统设置单向阀时,应验算突然停泵时的水锤压力。

5.5.2 遇到下列情况时,应采取水锤防护措施:

- a) 水锤情况下,管道内压力超过管材公称压力;
- b) 水锤情况下,管内可能出现负压。

#### 5.6 设计成果

5.6.1 应提交工程设计说明书。

5.6.2 说明书附图,应包括下列主要图件:

- a) 1:1 000 或 1:2 000 的管道系统平面布置图;
- b) 管线纵剖面图;
- c) 必要的连接安装图;
- d) 附属建筑物设计图;

- e) 管槽断面图;
- f) 典型田间工程布置图。

**6 水泵选型及动力机配套**

**6.1 水泵选型**

- 6.1.1 低压管道输水灌溉工程的配套水泵,应选用国家公布的定型产品。
- 6.1.2 选用水泵的流量应满足灌溉系统设计流量的要求;扬程应根据灌溉系统设计扬程合理选定;在灌溉系统设计流量下,水泵应工作在高效区。
- 6.1.3 对于变幅不大的地表水源,扬程较低的可选择轴流泵,扬程较大的可选离心泵或混流泵;对于水位埋深较大的地下水水源宜选用潜水电泵,流量较小的可考虑选用单相电机潜水泵。
- 6.1.4 并用潜水泵配套的出水管,在经济上合理的情况下可适当增大管径,但应不影响水泵的安装和运行。

**6.2 动力机配套**

- 6.2.1 动力机的选型配套应根据当地的能源供应情况,结合工程实际选定。
- 6.2.2 水泵配用电动机时,应根据电源容量大小、电压等级、水泵轴功率、转速以及传动方式等条件来确定电动机的类型、容量、电压和转速等工作参数。
- 6.2.3 水泵配用柴油机时,应根据水泵的转速和功率选配柴油机速度特性曲线和水泵特性曲线相适应的机型,并根据柴油机的相关特性曲线校核所选机型。
- 6.2.4 动力机功率配套,可用式(12)计算。也可根据水泵说明书或铭牌上标定的数据进行配套。

$$P_d = K_p P_s / \eta \quad \dots\dots\dots (12)$$

式中:

- $P_d$ ——动力机功率配套值,单位为千瓦(kW);
- $K_p$ ——动力机功率备用系数,取值见表5;
- $P_s$ ——水泵轴功率,单位为千瓦(kW);
- $\eta$ ——水泵效率;
- $\eta_e$ ——传动效率,传动方式为连轴器取1.0,平皮带为0.9~0.98,三角皮带为0.9~0.96。

**表5 动力机功率备用系数表**

动力机类型	水泵轴功率/kW				
	<5	5~10	10~50	50~100	>100
电动机	2.0~1.3	1.3~1.15	1.15~1.10	1.10~1.05	1.05
柴油机	--	1.5~1.3	1.3~1.2	1.2~1.15	1.15

动力机转速配套时,间接传动的皮带轮,考虑皮带打滑的因素,转速和轮径的关系可由式(13)确定。也可根据水泵说明书或铭牌上标定的数据进行配套。

$$D_d = K_n D_p n_p / n_d \quad \dots\dots\dots (13)$$

式中:

- $D_d$ ——动力机的皮带轮直径,单位为米(m);
- $D_p$ ——水泵的皮带轮直径,单位为米(m);
- $n_d$ ——动力机的转速,单位为转每分钟(r/min);
- $n_p$ ——水泵的转速,单位为转每分钟(r/min);
- $K_n$ ——打滑系数,当传动皮带为三角皮带时, $K_n$ 取1.01~1.02;为平皮带时, $K_n$ 取1.02~1.05。

## 7 管材与连接件

### 7.1 一般规定

7.1.1 低压管道输水灌溉工程所用硬聚氯乙烯管应符合 GB/T 10002.1、GB/T 13664、QB/T 1916 的规定；聚乙烯管应符合 GB/T 13663 的规定；涂塑软管应符合 JB/T 8512 的规定；石棉水泥管应符合 GB/T 3039 的规定；自应力混凝土管应符合 GB 4084 的规定。

7.1.2 管材的公称压力应大于或等于管道设计工作压力。

7.1.3 连接件的公称压力应大于或等于管材的公称压力；其规格尺寸及偏差应满足连接密封要求。

7.1.4 混凝土管不应埋设在硫酸盐浓度超过 1% 的土壤中。

### 7.2 塑料管与连接件

7.2.1 由静荷载引起的塑料管径向变形率（即径向变形量与外径比值）应不大于 5%；当埋深大于 70 cm 时，动荷载可忽略。管道径向变形量计算方法参见附录 A。

7.2.2 地面移动薄膜管应在同一批中抽样，经法定检测单位检测，质量符合下列要求：

a) 规格尺寸及偏差应符合表 6 的规定；

表 6 薄膜管规格尺寸及偏差

单位为毫米

规格		偏差
折径	160~300	±4
	300~500	±4
	500~800	±6
壁厚	0.25	±0.025
	0.30	±0.030
	0.40	±0.040

b) 管内外壁应光滑、色泽均匀、不允许有气泡、分解变色线和 1 mm 以上的杂质。1 mm 以下杂质，1 m 内不得超过 10 个，且不得聚集成群；

c) 薄膜管应按 GB/T 1040、QB/T 1130 标准测试力学性能。其拉伸强度应等于或大于 17 MPa，断裂伸长率应等于或大于 450%，直角撕裂强度应等于或大于 80 N/mm。

7.2.3 薄膜管应按 JB/T 8512 进行水压试验，其破坏压力值应不小于 3 倍工作压力。

7.2.4 薄膜闸管性能除应满足 7.2.2 要求外，其孔口间距应与畦(沟)宽度相匹配，孔口大小应能满足入畦(沟)流量的要求，且闸阀应不渗漏。

7.2.5 焊接成型的塑料连接件应符合下列力学性能要求：

a) 1 m 高度自由坠落不破裂；

b) 聚氯乙烯管件 4.2 倍公称压力保压 1 h 不渗漏；聚乙烯管件 3 倍公称压力保压 1 h 不渗漏。

7.2.6 管道采用粘接剂连接时，粘接剂应由管材生产厂家配套供应。粘接剂的固化时间应与施工条件相适应，粘结强度应满足管道使用要求。

7.2.7 管道采用橡胶圈作接口密封材料时，所用橡胶圈不应有气孔、裂缝或接缝。其性能应符合下列基本要求：

a) 拉断强度大于等于 16 MPa；

b) 伸长率大于等于 500%；

c) 邵氏硬度为 45 度~55 度；

d) 永久变形率小于 20%；

e) 老化系数大于 0.8(在 70℃下, 144 h)。

7.3 混凝土管与连接件

7.3.1 混凝土管的外观、规格尺寸及力学性能应符合下列要求：

- a) 制管用混凝土强度等级应不低于 C15，强度检测应按国家标准 GB/T 11837 的规定进行。管体的抗渗性能检测应按国家标准 GB 4084 的规定进行，试验水压必须大于管道系统工作压力的 2 倍。
- b) 管的内壁应光滑，内外壁无裂缝，公称直径小于 300 mm 的管内径允许偏差为 ±3 mm，壁厚允许偏差为 ±2 mm；公称直径大于等于 300 mm 的管内径允许偏差为 +6 mm、-8 mm，壁厚允许偏差为 +8 mm、-3 mm。

7.3.2 用三点荷载试验数据确定管上的允许填土荷载时，安全系数应不小于 1.25。

7.3.3 连接件应符合下列要求：

- a) 连接件的内径应为连接管材外径加上填料厚度；
- b) 连接件的壁厚应大于管壁厚度；
- c) 刚性连接时，水泥砂浆的强度等级应大于 M10，柔性连接可采用塑料油脂；
- d) 连接件应在承受管道的最大工作压力时不漏水。

8 附属设施

8.1 一般规定

8.1.1 附属建筑物应满足相应的规范要求。

8.1.2 承压附属设备的公称压力应不小于所接管材的公称压力，与管道连接应密封、坚固。

8.1.3 附属设备应为定型产品或经技术鉴定的产品，并应有产品出厂合格证。

8.1.4 附属设备应有相应的保护措施，并便于管理、养护和维修。

8.2 给水栓

8.2.1 给水栓应结构合理、坚固耐用、密封性好、操作灵活、运行管理方便，水力性能好。

8.2.2 给水栓应有密封水压力和局部水头损失资料。

8.2.3 在高寒地区给水栓和出水立管应有防冻保护措施。

8.2.4 不连接地面移动管的给水栓出口应设置防冲池。防冲池宜就地取材，优先采用预制混凝土构件；地面移动管出口宜有防冲措施。

8.3 安全保护装置

8.3.1 安全保护装置应结构合理、运转灵活、牢固耐用。

8.3.2 限压通气管应设置在管道系统进口或可能发生危害性水击压力的位置。限压通气管内径应不小于管道内径，管顶高出设置点设计水位应不小于 30 cm。

8.3.3 在山丘区，管线地形高差变化较大或管道直径较大的管网系统中，可采用调压井(管)等安全建筑物。调压井(管)一般设在干管与支管连接处并宜与分水建筑物统一考虑，调压井(管)顶高程或溢流口高程应根据管道的保护压力确定。

8.3.4 在管道轴线起伏段的高处和顺流向下弯处，应设置进排气设施，其通气孔直径应按式(14)计算确定：

$$d_c = 1.05D \sqrt{\frac{V}{V_a}} \dots\dots\dots(14)$$

式中：

$d_c$ ——进排气阀通气孔直径，单位为毫米(mm)；

$D$ ——管内径，单位为毫米(mm)；

$V$ ——管内流速，单位为米每秒(m/s)；

$V_a$ ——排出空气流速，单位为米每秒(m/s)，可取  $V_a = 45$  m/s。

8.3.5 在顺坡管道节制阀下游侧、逆坡管道节制阀上游侧,以及可能出现负压的其他部位,应设置负压消除设施。

8.3.6 安全阀的排放能力,在管道压力上升但未超过管材公称压力 1.5 倍时,应达到管道的设计流量。

8.3.7 在管道轴线起伏段的低处和管道系统的最低处,宜设置泄水阀和渗水井。

8.3.8 必要时,在管道系统进口处应设置拦污栅、沉沙池等防护设施。

#### 8.4 量水设备

8.4.1 管道系统应设置量水设备,并按产品说明书要求进行安装。

8.4.2 量水设备规格应与管道流量相匹配。

8.4.3 量水设备应水头损失小、牢固耐用、维修方便;量水计量精度应不低于 5%。

#### 8.5 配水控制装置

8.5.1 低压管道输水系统的配水控制装置可采用闸门、闸阀等定型工业产品,亦可根据实际情况采用分水、配水建筑物。

8.5.2 配水控制装置应满足设计的压力和流量要求,且密封性好、安全可靠、操作维修方便、水流阻力小。

#### 8.6 交叉建筑物

8.6.1 交叉建筑物应具有稳定性和密封性。

8.6.2 管道与建筑物交叉时,应在充分考虑地形、地质条件以及安全、可靠和经济性情况的基础上确定交叉的位置、形式和施工方法。

#### 8.7 镇墩

8.7.1 管道遇到下列情况之一时应设置镇墩:

- a) 管内压力水头大于等于 6 m,且管轴线转角大于等于 15°;
- b) 管内压力水头大于等于 3 m,且管轴线转角大于等于 30°;
- c) 管轴线转角大于等于 45°;
- d) 管道末端。

8.7.2 镇墩应设在坚实的地基上,用混凝土构筑,管道与沟壁之间的空隙应用混凝土填充到管道外径的高度,镇墩的最小厚度应大于 15 cm,并应有规定的支撑面积。

### 9 工程施工与设备安装

#### 9.1 一般规定

9.1.1 工程施工与设备安装,应按国家有关规定和批准的设计进行。

9.1.2 管道安装时,如遇地下水或积水,应采取排水措施,并核算地基的承载能力和稳定性。

9.1.3 附属设备与管道连接后应垫置加固支撑。

9.1.4 管道安装工作间断期间,应及时封闭敞开的管口。

9.1.5 施工中应执行机械、电气设备安全生产的有关规定。

9.1.6 在严寒地区埋管应经技术论证。

#### 9.2 施工准备

9.2.1 物料准备应符合下列要求:

- a) 根据设计备足工程物料;
- b) 管材、连接件及附属设备在运输装卸过程中不应抛扔和剧烈碰撞;
- c) 塑料管材和连接件在贮存时应避免阳光曝晒。

9.2.2 施工前应编制施工计划,施工人员应通过技术培训。

9.2.3 应根据设计,核对工程物料的数量、规格,并检查其质量。

9.2.4 施工宜避开雨季;在地下水位较高地段,应备好排水设备;物料场地应开阔。

### 9.3 管槽开挖

9.3.1 施工现场应设置测量控制网点。宜在管道中心线上每隔 30 m~50 m 打木桩,并在管线的转折点、给水栓、闸阀等处或地形变化较大的地方加桩,桩上应标注开挖深度。

9.3.2 管槽开挖应符合下列要求:

- a) 根据当地土质、管材、地下水位、土层深度及施工方法等确定断面开挖形式;
- b) 根据管材规格、施工机具、操作要求确定管槽开挖宽度。槽底宜挖成弧形管床,管床对薄壁塑料管的包角应不小于  $120^\circ$ ;
- c) 管材与管件连接处,管槽开挖尺寸可适当加大。

9.3.3 管槽弃土应堆放在管槽一侧 0.3 m 以外处。

9.3.4 槽底应平直、密实,并清除石块与杂物,排除积水。超挖则应回填夯实至设计高程;软弱地基应采取加固措施;地下水位较高,土层受到扰动时,可铺 150 mm~200 mm 的砂垫层。

9.3.5 管槽开挖完毕应检查合格后敷设管道。

### 9.4 管道系统安装

9.4.1 管道安装前,应对管材、管件进行外观检查,清除管内杂物。

9.4.2 管道安装,宜先干管后支管。承插口管材,插口在上游,承口在下游,依次施工。

9.4.3 管道中心线应平直,管底与槽底应贴合良好。

9.4.4 塑料管的连接应符合下列要求:

- a) 热扩口承插,应将插口处挫成坡口,承口内壁和插口外壁均应涂粘剂。搭接长度应大于 1 倍管外径;
- b) 带有承插口的塑料管应按厂家要求连接;
- c) 塑料管连接后,除接头外均应迅速覆土 20 cm~30 cm 进行初始回填。

9.4.5 混凝土管的连接应符合下列要求:

- a) 混凝土管采用平口式接头时,宜用纱布包裹水泥砂浆法连接。砂浆应饱满,纱布和砂浆应结合严密,管内不应残留砂浆。采用承插式接头时,承口内应抹 1:1 水泥砂浆,插管后再用 1:3 水泥砂浆抹带封口;接管时应固定管身;管材连接后,接头部位应立即覆 20 cm~30 cm 厚湿土。
- b) 内水压力和管径较大的管段,接头用油膏连接时,应在油膏外用 1:2 的水泥砂浆沿承口边缘抹一个三角形的封口体。
- c) 自应力混凝土管、石棉水泥管连接应按 JC/T 743 要求进行。

### 9.5 试水回填

9.5.1 管道系统和建筑物应达到设计强度后方可试水。

9.5.2 安装结束后,应对每条管道进行水压试验。

9.5.3 管道系统试水前应做好下列准备工作:

- a) 安装好测压仪表;
- b) 认真检查被测管道系统,设备是否安全,进、排气阀是否通畅,安全阀、给水栓是否启闭灵活;
- c) 认真检查被测管段覆土固定情况。

9.5.4 管道试水时,环境气温应不低于  $5^\circ\text{C}$ 。

9.5.5 试水压力应为管道系统的设计工作压力,保压时间不应小于 1 h。应检查管道系统的渗漏情况并做好标志和记录。渗漏损失应符合管道水利系数要求,不允许有集中渗漏。

9.5.6 试水不合格时应应对管道采取修补措施,并在修补处达到预期强度后重新试水,直至合格。

9.5.7 管道试水合格后方可进行最终回填。

9.5.8 回填应按设计要求和程序进行。有条件时宜采用水浸密实法。采取分层压实时,回填密实度应不低于最大夯实密实度的 90%。



- 9.5.9 初始回填应在管道两侧同时进行,回填材料应不含直径大于 25 mm 的石块和直径大于 50 mm 的土块。回填达到管顶以上 15 cm 后再进行最终回填,回填料应不含直径大于 75 mm 的石块。
- 9.5.10 对管道系统的关键部位,如镇墩、竖管周围及防冲池地基等的回填应分层夯实,严格控制施工质量。

## 10 工程验收

### 10.1 一般规定

- 10.1.1 工程验收前应提交下列文件:规划设计报告和图纸、工程预算和决算、水压试验和试运行报告、施工期间检查验收记录、运行管理规程和组织、竣工报告和竣工图等。
- 10.1.2 工程施工结束后,应由主管部门组织设计、施工、使用单位组成工程验收小组,对工程进行全面验收。
- 10.1.3 工程未验收移交前,应由施工单位负责管理和维护。

### 10.2 验收内容

- 10.2.1 应审查技术文件是否齐全,技术数据是否正确、可靠。
- 10.2.2 应审查管道铺设长度、管道系统布置和田间工程配套、管道系统试水及试运行情况是否达到设计要求;机泵选配是否合理、安装是否合格;建筑物是否坚固。
- 10.2.3 应编写竣工验收报告。其内容包括:
- 验收概况;
  - 工程质量评价;
  - 对工程的运行意见和建议;
  - 验收结论及参加竣工验收代表名单(签名);
  - 移交并由工程使用(所有)单位接收签字的证明书等。
- 10.2.4 工程验收后应填写“工程竣工验收证书”,由验收组负责人签字,设计、施工、使用单位签章,方可交付使用。
- 10.2.5 所有验收材料应由相关单位存档。

## 11 运行与维护

### 11.1 一般规定

- 11.1.1 应建立管理组织或明确专管人员,制定运行操作规程和管理制度;操作人员应经培训合格后持证上岗。
- 11.1.2 应根据灌溉制度制定科学的用水计划。
- 11.1.3 运行前,应检查机电设备、管道系统和附属设施是否齐全、完好。
- 11.1.4 应定期检查工程及配套设施的状况,并及时进行维护、修理或更换。
- 11.1.5 在冻害地区,冬季应及时放空管道内存水。

### 11.2 水源工程的维护管理

- 11.2.1 当从河道、塘坝、渠道等水源处取水时,在水源附近应禁止取土、采石、建筑、爆破及其他危及工程安全的活动。
- 11.2.2 对水源工程除经常性的维护外,每个灌溉季节结束,应及时清淤、整修。
- 11.2.3 在机井使用中,应注意观察水量和水质的变化,若发现出水量减少,水中含砂量增大等异常现象,应查清原因,采取相应措施。

### 11.3 设备的使用和维护

- 11.3.1 灌水时,机压管道输水灌溉系应先开启给水栓,后启动水泵;更换给水栓时,应先开后关;停灌时应先停泵,后关给水栓。自压管道系统,首先应打开排气阀和要放水的给水栓,必要时再打开管道上

的其他给水栓排气,然后缓慢地开闸充水。管道充满水后,缓慢地关闭作为排气用的其他给水栓。

11.3.2 电气设备操作维修应符合有关安全规定。

11.3.3 自压管道输水灌溉系统应注意进水口的水位,避免管道中水流掺气。

11.3.4 各类阀门的开、闭应均匀缓慢。

11.3.5 地理管道漏水时,应停机进行处理。

11.3.6 地面移动管道铺设时应将铺管路线平整好;软管跨沟时应有托架,跨道路时应挖沟和垫土保护;转弯应平缓,不应拐直角、死角。

11.3.7 停灌期,应把地面可拆卸的设备收回,经保养后妥善保管。

附录 A  
(资料性附录)

地埋管道径向变形量计算方法

管道径向变形量计算可选用美国材料试验协会标准 ASTM D2412 所推荐的修正的斯潘格勒公式, 见式(A.1)和(A.2)。

$$\Delta X = \frac{DkW}{0.149PS + 0.061E'} \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

$$\Delta Y = 1.1\Delta X \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

$\Delta X$ ——管子水平变形量,即直径变化,单位为厘米(cm);

$\Delta Y$ ——管子垂直变形量,即直径变化,单位为厘米(cm);

$D$ ——变形滞后系数,最大值取 1.5;

$k$ ——基底常数,根据基底支撑角度自表 A.1 中选取;

$W$ ——管上荷载,单位为牛每厘米(N/cm);

$PS$ ——管材刚度(变形 5%时),单位为牛每平方米(N/cm<sup>2</sup>);

$E'$ ——填土反作用模量,单位为牛每平方米(N/cm<sup>2</sup>)。

表 A.1 基底常数  $k$  值

基底支撑角度	0°	45°	90°	120°	180°
$k$	0.110	0.105	0.096	0.090	0.083

$E'$ 值随着土壤质地和回填情况的不同变化很大,很难准确确定,可参考美国《PVC 管道手册》中给出的由哈沃德进行 100 多个室内试验和野外试验得到的不同的  $E'$ 值,见表 A.2。

表 A.2 填土反作用模量  $E'$  值

单位为牛每平方米

回填情况	土壤类型		
	液限小于 50% 的细粒土, 其粗颗粒含量 < 25%	液限小于 50% 的细粒土, 其粗颗粒含量 > 25%	粗粒土, 其细颗粒含量 < 12%
不夯实回填	35	70	140
夯实程度 < 85%	140	280	700

$W$ 值可根据水利电力出版社《排水手册》中提供的马斯敦公式进行计算。柔性管计算公式见式(A.3);刚性管计算公式见式(A.4)。

$$W = C_d \gamma B_s B_d / 100 \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

$$W = C_d \gamma B_d^3 / 100 \quad \dots\dots\dots (A.4)$$

式中:

$W$ ——管上荷载,单位为牛每厘米(N/cm);

$C_d$ ——荷载系数,根据回填土种类及  $H/B_d$  值,由图 A.1 选取;

$\gamma$ ——填土容重,单位为牛每立方米(N/m<sup>3</sup>);

$B_d$ ——管顶处沟宽,单位为米(m);

$B_c$ ——管外径,单位为米(m);

$H$ ——管埋深,单位为米(m)。

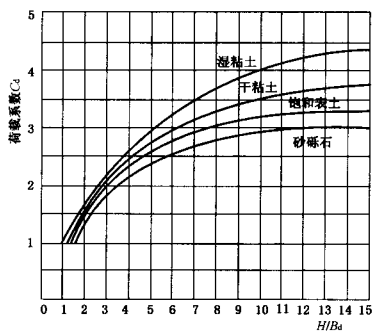


图 A.1 用来计算回填料重量的荷载系数  $C_d$