

ICS 93.160
P 57



中华人民共和国国家标准

GB/T 20203—2017
代替 GB/T 20203—2006

管道输水灌溉工程技术规范

Technical specification for irrigation projects with pipe conveyance

2017-11-01 发布

2017-11-01 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



<https://www.slzjxx.com>
水利造价信息网

目 次

前言	Ⅺ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 工程规划	3
4.1 一般规定	3
4.2 主要技术参数	3
4.3 水量供需平衡分析	4
4.4 管道系统布置	5
4.5 规划成果	5
5 工程设计	5
5.1 水力计算	5
5.2 管道结构计算	5
5.3 设计成果	12
6 管材与连接件	13
6.1 一般规定	14
6.2 塑料管与连接件	14
6.3 混凝土管与连接件	14
6.4 钢丝网混凝土管与连接件	15
6.5 金属管与连接件	15
7 附属设备及附属建筑物	16
7.1 一般规定	17
7.2 给水装置	17
7.3 安全保护装置	17
7.4 量水设施	18
7.5 配水控制装置	18
7.6 交叉建筑物	18
7.7 镇墩	18
8 水泵选型及动力机配套	18
8.1 水泵选型	19
8.2 动力机配套	19
9 管道施工与设备安装	19
9.1 一般规定	19
9.2 管沟开挖	19
9.3 地基与基础	20
9.4 管道系统安装	20
9.5 管沟回填	21
	23

9.6 设备安装	24
9.7 附属建筑物施工	24
10 管道水压试验	24
10.1 一般规定	24
10.2 管道耐水压试验	25
10.3 渗水量试验	26
11 工程质量检验与评定	26
11.1 一般规定	27
11.2 管材、管件检验	27
11.3 附属设备检验	27
11.4 施工安装质量检验	29
11.5 管道水压试验	29
11.6 工程质量评定	29
12 工程验收	30
12.1 一般规定	30
12.2 验收内容	30
13 工程运行维护与管理	30
13.1 一般规定	30
13.2 用水管理	30
13.3 运行与维护	32
14 效益分析与经济评价	32
14.1 效益计算	32
14.2 费用计算	32
14.3 经济评价	33
附录 A (规范性附录) 多泥沙水源管道输水临界不淤流速的计算	33
附录 B (资料性附录) 运行维护记录表	35

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 20203—2006《农田低压管道输水灌溉工程技术规范》。与 GB/T 20203—2006 相比,主要技术变化如下:

- 对术语和定义进行了删减,并重新做出规定;界定了管道与出口压力;
- 适用范围由井灌区以及泵站扬水灌区和丘陵山区自流灌区扩大到所有类型灌区;
- 取消了系统控制面积不大于 80 hm²的限制;
- 增加了管道结构计算内容;
- 增加了钢丝网混凝土管与连接件;
- 增加了金属管与连接件;
- 增加了管道水压试验内容;
- 增加了工程运行维护内容;
- 增加了工程质量检验评定与验收内容;
- 增加了施工内容。

本标准由中华人民共和国水利部提出并归口。

本标准主要起草单位:中国水利水电科学研究院。

本标准起草单位:扬州大学、西北农林科技大学、华北水利水电大学、山东省水利科学研究院、天津农学院。

本标准主要起草人:刘祥昌、何武全、于昆仑、周明鑑、仵峰、李其光、王仰仁、蔡甲冰、任贺靖、吴彩丽。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 20203—2006。





SL 72 水利建设项目经济评价规范

SL 255 泵站技术管理规程

SL 317 泵站设备安装及验收规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

管道输水灌溉工程 irrigation projects with pipe conveyance

由水泵加压或自然落差形成的有压水流,通过管道输送到田间给水装置,采用地面灌溉的工程。输水管道设计工作压力不宜大于 1.0 MPa,最不利点给水装置出口压力不宜大于 0.02 MPa。

3.2

管道输水灌溉系统 irrigation networks with pipe conveyance

通过管道将水从水源输送到田间进行灌溉的各级管道及附属设施组成的系统。

3.3

自压管道输水灌溉系统 gravity irrigation networks with pipe conveyance

利用地面自然高差形成水流压力的管道输水灌溉系统。

3.4

机压管道输水灌溉系统 irrigation networks with pumping pipe conveyance

利用水泵加压的管道输水灌溉系统。

3.5

开敞式管道输水灌溉系统 irrigation networks with open pipe conveyance

沿管线不同部位设有自由水面调压井(池)的管道输水灌溉系统。

3.6

半封闭式管道输水灌溉系统 irrigation networks with semi-closed pipe conveyance

管道系统不完全封闭,输水过程中出现自由水面的管道输水灌溉系统。

3.7

封闭式管道输水灌溉系统 irrigation networks with closed pipe conveyance

水流在全封闭的管网中流动,输水过程中不出现自由水面的管道输水灌溉系统。

3.8

多水源汇流管道输水灌溉系统 confluence inflow converged pipe irrigation networks

2个及以上的水源汇流进入管网的管道输水灌溉系统。

3.9

闸管 gated pipe

沿管道按一定间距安装闸门直接放水进入沟畦的可移动管道,分为硬闸管和软闸管。

3.10

管道水利用系数 water use efficiency of pipe

管道出口水量与其进口水量的比值。

3.11

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

设计工况下,管道系统出口总水量与其进口总水量的比值,也为各级管道水利用系数的乘积。

3.12

田间固定管道长度 length of on-farm fixed pipe

系统控制范围内,单位面积田间固定管道的用量,以 m/hm^2 计。

3.13

经济管径 economical pipe size

投资偿还期内,管道年费用最小的管道内径。

3.14

管道经济流速 economical flow velocity

灌溉管道在设计流量下对应经济管径的管内平均流速。

3.15

管道临界不淤流速 critical non-silting velocity of pipe

保证含沙水流挟带的泥沙能稳定地随水流输送而不致在管道中淤积时的管道水流最小平均流速。

3.16

给水装置 Water supply device

从输配水管网向田间供水进行灌溉的控制装置,包括给水栓和出水口。

3.17

给水栓 hydrant

从输配水管网向田间地面移动管道供水进行灌溉的给水装置。

3.18

出水口 outlet

从输配水管网直接向田间毛渠或格田供水进行灌溉的给水装置。

4 工程规划

4.1 一般规定

4.1.1 应收集项目所在地的水源、水文地质与工程地质、气象、地形、土壤、作物,以及水利、农业、交通、电力、社会经济和生态环境等方面的基本资料。

4.1.2 规划应符合当地农业发展规划、水利发展规划及现代灌溉发展规划。

4.1.3 规划应与道路、林带、供水、供电、通信以及居民点等相协调,并充分利用已有水利工程设施。

4.1.4 应将水源、输水管道系统及田间灌排工程作为一个整体统一规划,并进行多方案技术经济比较。

4.1.5 山区、丘陵地区宜利用地形落差进行自压输水灌溉。

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,按 GB 50288 的要求确定,且不应低于 50%。

4.2.2 管道系统水利用系数设计值不应低于 0.95。

4.2.3 田间水利用系数取值应符合 GB 50288 的规定值。

4.2.4 灌溉水利用系数应根据 GB 50288 中规定的方法计算。

4.2.5 计划湿润层深度宜根据当地灌溉试验资料确定。无试验资料时,粮食、棉花、油料作物宜取 0.4 m~0.6 m,蔬菜宜取 0.2 m~0.3 m,果树宜取 0.8 m~1.0 m。

4.2.6 土壤适宜含水率上下限应根据当地灌溉试验资料确定。无试验资料时,上限宜为田间持水率的 85%~95%,下限宜为田间持水率的 60%~70%;粮食、棉花、油料作物和果树宜取小值,蔬菜和保护地作物宜取大值。

3.12

田间固定管道长度 length of on-farm fixed pipe

系统控制范围内,单位面积田间固定管道的用量,以 m/hm^2 计。

3.13

经济管径 economical pipe size

投资偿还期内,管道年费用最小的管道内径。

3.14

管道经济流速 economical flow velocity

灌溉管道在设计流量下对应经济管径的管内平均流速。

3.15

管道临界不淤流速 critical non-silting velocity of pipe

保证含沙水流挟带的泥沙能稳定地随水流输送而不致在管道中淤积时的管道水流最小平均流速。

3.16

给水装置 Water supply device

从输配水管网向田间供水进行灌溉的控制装置,包括给水栓和出水口。

3.17

给水栓 hydrant

从输配水管网向田间地面移动管道供水进行灌溉的给水装置。

3.18

出水口 outlet

从输配水管网直接向田间毛渠或格田供水进行灌溉的给水装置。

4 工程规划

4.1 一般规定

4.1.1 应收集项目所在地的水源、水文地质与工程地质、气象、地形、土壤、作物,以及水利、农业、交通、电力、社会经济和生态环境等方面的基本资料。

4.1.2 规划应符合当地农业发展规划、水利发展规划及现代灌溉发展规划。

4.1.3 规划应与道路、林带、供水、供电、通信以及居民点等相协调,并充分利用已有水利工程设施。

4.1.4 应将水源、输水管道系统及田间灌排工程作为一个整体统一规划,并进行多方案技术经济比较。

4.1.5 山区、丘陵地区宜利用地形落差进行自压输水灌溉。

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,按 GB 50288 的要求确定,且不应低于 50%。

4.2.2 管道系统水利用系数设计值不应低于 0.95。

4.2.3 田间水利用系数取值应符合 GB 50288 的规定值。

4.2.4 灌溉水利用系数应根据 GB 50288 中规定的方法计算。

4.2.5 计划湿润层深度宜根据当地灌溉试验资料确定。无试验资料时,粮食、棉花、油料作物宜取 0.4 m~0.6 m,蔬菜宜取 0.2 m~0.3 m,果树宜取 0.8 m~1.0 m。

4.2.6 土壤适宜含水率上下限应根据当地灌溉试验资料确定。无试验资料时,上限宜为田间持水率的 85%~95%,下限宜为田间持水率的 60%~70%;粮食、棉花、油料作物和果树宜取小值,蔬菜和保护地作物宜取大值。

计算确定。

4.3.5 无长系列资料时,可选择典型年计算可供水量和需水量,并进行水量平衡计算。当项目在原有灌溉工程控制范围内时,可通过现状供水调查分析,进行水量平衡计算。

4.3.6 当供水量小于需水量时,应调整作物种植结构、减小灌溉面积或进一步采取节水措施。

4.4 管道系统布置

4.4.1 管道系统类型及管网布置形式应根据水源位置、地形、地貌和田间灌溉型式等合理确定;管道系统结构类型应采用开敞式管道输水灌溉系统、半封闭式管道输水灌溉系统或全封闭式管道输水灌溉系统。

4.4.2 管道系统宜采用单水源系统布置。当采用多水源汇流管道系统时,应经技术经济论证。

4.4.3 管道布置宜平行于沟、渠、路,应避开填方区和可能产生滑坡或受山洪威胁的地带。当管道穿越铁路、公路或构筑物时,应采取保护措施;当管道铺设在松软基础或有可能发生不均匀沉降的地段时,应对管道基础进行处理或增设支墩。

4.4.4 管道级数应根据系统控制灌溉面积、地形条件等因素确定。土壤渗透性强的宜增设田间地面移动管道;山丘区的田间地面移动管道宜布置在同一级梯田上。

4.4.5 管道布置应与地形坡度相适应。在平坦地形区,干管或支管宜垂直于等高线布置;山丘区,干管宜垂直于等高线布置,支管宜平行于等高线布置。当地形复杂需要改变管道纵坡时,管道最大纵坡不宜超过1:1.5,且倾角应小于土壤的内摩擦角,并在其转弯处或直管段长度超过30 m时设置镇墩。

4.4.6 管道布置宜总长度短、管线平直,并应减少折点和起伏;当转弯部分采用圆弧连接时,其弯曲半径不宜小于130倍的管外径;当采用直线段渐近弯道时,每段水流的折转角不应大于5°,且渐近弯道半径不宜小于10倍的管外径。

4.4.7 田间固定管道长度宜为90 m/hm²~180 m/hm²;山丘区可依据实际情况适当增加。

4.4.8 支管走向宜平行于作物种植行方向。平原区支管间距宜为50 m~150 m,单向灌水时取小值,双向灌水时取大值;山丘区可依据实际情况适当减少。

4.4.9 给水装置间距应根据畦田规格确定,宜为40 m~80 m;经济作物取小值,粮食作物取大值。

4.4.10 管道系统首部及干支管进口应安装控制和量水设施;管道最高处、管道起伏的高处、顺坡管道节制阀下游、逆坡管道节制阀上游、逆止阀的上游、压力池放水阀的下游以及可能出现负压的其他部位应设置进排气阀;管道低处、管道起伏的低处应设置排水泄空装置;寒冷地区应采用防冻害措施。

4.4.11 管道埋深应大于冻土层深度,且不应小于700 mm。

4.5 规划成果

4.5.1 规划成果应包括规划报告、投资估算书及规划布置图等。

4.5.2 灌溉面积大于或等于333 hm²的工程规划布置宜绘制在1/5 000~1/10 000的地形图上,面积小于333 hm²的宜绘制在1/2 000~1/3 000的地形图上。

5 工程设计

5.1 水力计算

5.1.1 灌溉制度

5.1.1.1 设计灌溉定额应依据当地灌溉试验资料、水量平衡计算结果或地方相关定额标准确定。

5.1.1.2 设计净灌水定额应按当地灌溉试验资料确定。无试验资料时,可参考邻近地区资料确定,也可按式(1)或式(2)计算确定:

$$m = 0.1 \gamma z (\theta_1 - \theta_2) \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$m = 0.1 z (\theta'_1 - \theta'_2) \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

m ——设计净灌水定额,单位为毫米(mm);

γ ——计划湿润层土壤的干容重,单位为克每立方厘米(g/cm³);

z ——计划湿润层深度,单位为厘米(cm);

θ_1 ——按重量百分比确定的土壤适宜含水率上限;

θ_2 ——按重量百分比确定的土壤适宜含水率下限;

θ'_1 ——按体积百分比确定的土壤适宜含水率上限;

θ'_2 ——按体积百分比确定的土壤适宜含水率下限。

5.1.1.3 设计灌水周期应根据当地灌溉试验资料确定。无资料试验时,可参考邻近地区试验资料确定,也可按式(3)计算:

$$T_c = \frac{m}{E_d}, T \leq T_0 \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

T_c ——计算灌水周期,单位为天(d);

T ——设计灌水周期,单位为天(d);

E_d ——灌溉控制区内作物最大日需水量,单位为毫米每天(mm/d);

5.1.1.4 一个给水装置的灌水时间宜按式(4)计算:

$$t = \frac{mab}{1000q\eta_i} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

t ——给水装置的灌水延续时间,单位为小时(h);

a ——支管布置间距,单位为米(m);

b ——给水装置布置间距,单位为米(m);

q ——给水装置设计流量,单位为立方米每小时(m³/h);

η_i ——田间灌溉水利用系数。

5.1.1.5 给水装置设计流量应与地面灌水技术要素相匹配。

5.1.1.6 给水装置一天工作的数量宜按式(5)计算:

$$n_d = \frac{t_c}{t} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

n_d ——给水装置一天工作的数量,单位为个;

t_c ——系统日工作小时数,单位为小时每天(h/d)。

5.1.1.7 灌溉系统同时工作给水装置数宜按式(6)计算:

$$n_s = \frac{N_s}{n_d T} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

n_s ——灌溉系统同时工作给水装置数,单位为个;

N_s ——灌溉系统布置的给水装置总数,单位为个。

5.1.1.8 灌溉系统宜采用轮灌方式进行灌溉,轮灌组划分应符合下列规定:

a) 同一轮灌组内作物种类和种植方式宜相同;

- b) 每个轮灌组内工作的管道宜集中;
- c) 各个轮灌组的总流量宜接近,离水源较远的轮灌组总流量可小些,但变动幅度应平稳;
- d) 地形地貌变化较大时,可将高程相近地块分在同一轮灌组,同组内压力宜相近;
- e) 同一轮灌组内各给水装置出口压力宜相近;
- f) 轮灌组数目应根据管网系统灌溉设计流量、给水装置的设计流量及整个系统的给水装置总数,按式(7)计算确定:

$$N = \text{int}\left(\frac{N_s}{n_g}\right) + 1 \quad \dots\dots\dots (7)$$

5.1.2 设计流量

5.1.2.1 灌溉系统的设计流量应由调整后的灌水率确定,或按式(8)计算:

$$Q_0 = \sum_{i=1}^e \left(\frac{\alpha_i m_i}{T_i} \right) \frac{A}{\tau_d \eta} \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中:

Q_0 ——灌溉系统设计流量,单位为立方米每小时(m^3/h);

α_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(m^3/hm^2);

T_i ——灌水高峰期第*i*种作物的一次灌水延续时间,单位为天(d);

A ——设计灌溉面积,单位为公顷(hm^2);

η ——灌溉水利用系数;

e ——灌水高峰期同时灌水的作物种类数,单位为个。

5.1.2.2 树状管网各级管道或管段的设计流量,应按式(9)计算:

$$Q_{ij} = \frac{n}{n_s} Q_0 \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中:

Q_{ij} ——某级管道的设计流量,单位为立方米每小时(m^3/h);

n ——管道控制范围内同时开启的给水装置个数,单位为个;

n_s ——全系统同时开启的给水装置个数,单位为个(个)。

5.1.2.3 环状管网管道流量应按式(10)计算。

$$Q_i + \sum q_{ij} = 0 \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中:

Q_i ——节点*i*的节点流量,单位为立方米每小时(m^3/h);

q_{ij} ——连接节点*i*的第*j*管段流量(流入节点的流量为正,流出为负),单位为立方米每小时(m^3/h)。

5.1.2.4 管道系统、各级管道或管段及给水装置的流量,应在管道布置及管径已定的条件下,通过水力计算确定;水泵加压的管道系统,应通过水泵工作点计算确定。

5.1.2.5 管网系统水力设计,应使同时工作各给水装置的流量满足式(11)的要求:

$$Q_{\min} \geq 0.75 Q_{\max} \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中:

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

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

5.1.3 设计水头

5.1.3.1 管道系统的设计工作水头,应按式(12)计算。对于地形复杂的灌区,或同时开启1个以上给水

装置的管道输水灌溉系统,参考点应通过计算比较确定。

$$H_0 = Z_g - Z_a + h_0 + \sum h_f + \sum h_j + h_x \quad \dots\dots\dots (12)$$

式中:

- 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_g —— 参考点给水装置的地面高程,单位为米(m);在平原地区,参考点一般为距水源最远的给水装置的位置;
- h_0 —— 参考点给水装置出口中心线与地面的高差,单位为米(m);给水装置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;
- $\sum h_f$ 、 $\sum h_j$ —— 分别为管道系统进口至参考点给水装置的管路沿程水头损失与局部水头损失,单位为米(m);
- h_x —— 给水装置工作水头,单位为米(m)。

5.1.3.2 给水装置的工作水头,应按试验或厂家提供的资料确定;无资料时,可取 0.02 MPa。

5.1.3.3 机压管道输水灌溉系统的水泵运行扬程与流量范围,应通过水泵工作点计算确定,并使其位于水泵高效区内。水泵的设计扬程应按式(13)计算:

$$H_p = H_0 + Z_s - Z_a + \sum h_{f,p} + \sum h_{j,p} \quad \dots\dots\dots (13)$$

式中:

- H_p —— 灌溉系统水泵的设计扬程,单位为米(m);
- Z_s —— 泵站前池水位或机井动水位,单位为米(m);
- $\sum h_{f,p}$ 、 $\sum h_{j,p}$ —— 分别为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和局部水头损失,单位为米(m)。

5.1.3.4 自压管道输水灌溉系统设计应满足下列要求:

- 通过高位水池供水的自压灌溉管道系统应根据田间需水要求及水源供水能力,合理确定蓄水池容积及高程;
- 从水库取水的自压管道输水灌溉系统应校核设计水位能否满足系统压力水头需求;
- 管道设计压力不应小于工作压力与残余水击压力之和,并不应小于静水压力。

5.1.4 水头损失

5.1.4.1 管道沿程水头损失,应按式(14)计算。各种管材的 f 、 m 、 b 值,可按表 4 确定:

$$h_f = f \frac{Q^m}{D^b} L \quad \dots\dots\dots (14)$$

式中:

- h_f —— 管道沿程水头损失,单位为米(m);
- f —— 管材摩阻系数;
- Q —— 计算管段的设计流量,单位为立方米每小时(m^3/h);
- D —— 管道内径,单位为毫米(mm);
- L —— 管长,单位为米(m);
- m —— 流量指数;
- b —— 管径指数。

表4 f, m, b 值

管材类别		f	m	b
混凝土管	$n=0.013$	1.512×10^6	2	5.33
	$n=0.014$	1.516×10^6	2	5.33
	$n=0.015$	1.749×10^6	2	5.33
硬塑料管		0.948×10^5	1.77	4.77
钢管、铸铁管		6.25×10^5	1.9	5.1
球墨铸铁管		$1.899 \times 10^5 \sim 2.232 \times 10^5$	1.852	4.87
铝合金管		0.861×10^5	1.74	4.74

注: n 为糙率系数。

5.1.4.2 等距等流量多口供水时,管道沿程水头损失宜按式(15)和式(16)计算:

$$h'_f = F h_f \quad (15)$$

$$F = \frac{N \left(\frac{1}{m+1} + \frac{1}{2N} + \frac{\sqrt{m}-1}{6N^2} \right) - 1 + X}{N - 1 + X} \quad (16)$$

式中:

 h'_f 多口出流时管道沿程水头损失,单位为米(m); F 多口系数; N 同时出流的孔口数; X 多口管道首口位置系数。

5.1.4.3 地面移动软管沿程水头损失可按硬塑料管计算公式计算后乘以一个系数,该系数宜根据软管布置的顺直程度及铺设地面的平整度取 1.1~1.5。

5.1.4.4 管道局部水头损失应按式(17)计算,规划阶段可按沿程水头损失的 10%~15%估算:

$$h_j = \xi \frac{v^2}{2g} \quad (17)$$

式中:

 h_j 管道局部水头损失,单位为米(m); ξ 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,单位为米每二次方秒(m/s²)。

5.1.5 允许设计流速

5.1.5.1 允许设计流速宜根据管线、管材、管径、管网结构及管道投资、运行成本等因素综合考虑确定。

5.1.5.2 允许设计流速确定宜满足下列要求:

- 在设计流量下,管内最小流速不宜低于 0.3 m/s;当配水管网兼有施肥或施药任务时,管内最小流速不宜低于 0.6 m/s;
- 自压管道输水灌溉系统设计流速不宜大于 2.5 m/s;当采用较大流速时,应对管道倾斜部位水流惯性作用力和弯曲部位水流轴向推力进行分析;
- 机压管道输水灌溉系统设计流速不宜大于 2.0 m/s。

5.1.5.3 采用多泥沙水源时,管道输水灌溉系统的设计流速应大于管道临界不淤流速。管道临界不淤流速宜通过试验确定;缺乏试验条件时,可按附录 A 规定的经验公式计算。

5.1.6 管径与管道工作压力

5.1.6.1 管道系统各管段的直径,应通过技术经济分析计算确定;初选管径时,可按式(18)估算:

$$D = 18.8 \sqrt{\frac{Q}{v}} \quad \text{..... (18)}$$

5.1.6.2 计算管径时,流速可采用经济流速。不同管材的经济流速可按表 5 确定。

表 5 管道经济流速推荐表

单位为米每秒

管材	混凝土管	钢筋混凝土管	玻璃钢	金属管	薄膜管
流速	0.5~1.0	0.8~1.5	1.0~1.5	1.5~2.0	0.5~1.2

5.1.6.3 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与残余水击压力之和;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。

5.1.6.4 正常运用时管顶内水压不宜小于 2 m,局部不应出现负值。

5.1.7 水击压力验算及其防护

5.1.7.1 出现下列情况时,应进行水击压力验算:

- 管网系统规模较大,管线地形复杂;
- 管道布设有易滞留空气和可能产生水锤分离的凸起部位;
- 阀门关闭历时等于或小于一个水击相时;
- 对设有止回阀的上坡管道,应验算事故停泵时的水击压力;未设止回阀时,应验算事故停泵时水泵机组的最高反转转速。对于下坡管道,应验算启闭阀门时的水击压力。

5.1.7.2 水击压力计算应符合下列规定:

- 阀门关闭历时等于或小于一个水击相时,所产生的直接水击压力可按式(19)和式(20)计算:

$$H_d = \frac{2Lv_0}{gT_1} \quad \text{..... (19)}$$

$$T_1 = \frac{2L}{C} \quad \text{..... (20)}$$

式中:

H_d ——直接水击压力,单位为米(m);

L ——计算管段管长,单位为米(m);

T_1 ——水击相时,单位为秒(s);

v_0 ——阀门前水的流速,单位为米每秒(m/s);

C ——水击波传播速度,单位为米每秒(m/s)。

- 阀门关闭历时大于一个水击相时,瞬时关闭所产生的间接水击压力可按式(21)计算:

$$H_i = \frac{2Lv_0}{g(T_1 + T_s)} \quad \text{..... (21)}$$

式中:

H_i ——间接水击压力,单位为米(m);

T_s ——阀门关闭历时,单位为秒(s);

c) 瞬时完全关闭管道末端(下游)阀门时,在阀前产生的最大压力水头可按式(22)计算:

$$H_{\max} = H + \frac{2Lv_c}{gT_s} \quad (22)$$

式中:

$H_{\max}$ ——阀前产生的最大压力水头,单位为米(m);

H ——管道正常运行压力水头,单位为米(m)。

d) 瞬时部分关闭管道末端(下游)阀门时,在阀前产生的最大压力水头可按式(23)计算:

$$H_{\max} = H + \frac{2L(v_0 - v_1)}{gT_s} \quad (23)$$

式中:

v_1 ——瞬时部分关闭阀门后管内产生的流速,单位为米每秒(m/s)。

e) 缓慢关闭自压或恒压管道末端(下游)阀门时,在阀前产生的最大压力水头可按式(24)计算:

$$H_{\max} = H + \frac{H}{2} \times \frac{T_b}{T_s} \left[\frac{T_b}{T_s} + \sqrt{4 + \left(\frac{T_b}{T_s} \right)^2} \right] \quad (24)$$

式中:

T_b ——管道中水柱惯性时间常数; $T_b = L v_0 / g H_p$;

f) 缓慢关闭水泵出口(即管道首端)处的阀门时,阀后产生的压力水头可按式(25)计算:

$$H_{\min} = H_0 - \frac{H_0}{2} \times \frac{T_b}{T_s} \left[\frac{T_b}{T_s} + \sqrt{4 + \left(\frac{T_b}{T_s} \right)^2} \right] \quad (25)$$

5.1.7.3 出现下列情况之一时,管道应采取相应的水击防护措施:

- a) 水击情况下,管道内压力超过管材公称压力;
- b) 水击情况下,管内出现负压;
- c) 水泵最高反转转速超过额定转速的1.25倍。

5.1.7.4 当关闭历时符合式(26)时,可不验算关闭水击压力。

$$T_s \geq 40 \frac{L}{a_w} \quad (26)$$

$$a_w = \frac{1.425}{\sqrt{1 + \frac{KD}{Et} \cdot c_v}} = \frac{1.425}{\sqrt{1 + \alpha \frac{D}{t} \cdot c_v}} \quad (27)$$

式中:

a_w ——圆形管水击波传播速度,单位为米每秒(m/s);

t ——管壁厚度,单位为米(m);

K ——水的体积弹性模数,单位为帕(Pa),随水温和水压的增加而增大,2.5 MPa 大气压以下,水温 10℃时 $K = 2.06 \times 10^9$ Pa;

α ——水的弹性系数和管材弹性系数之比, $\alpha = K/E$;

c_v ——管材系数,匀质管 $c = 1$,钢筋混凝土管 $c = 1/(1 + 0.95a_s)$;

a_s ——管壁环向含钢筋系数, $a_s = f/t$;

E ——为管材纵向弹性模数,单位为帕(Pa),不同管材的 α 、 E 值可按表 6 选取。

表 6 管材弹性模数(E)及水的弹性系数和管材弹性系数之比(α)值表

管材	制管	球墨铸铁管	铸铁管	混凝土管	钢筋混凝土管
$E/(\text{Pa})$	206×10^9	160×10^9	103×10^9	20.6×10^9	20.6×10^9
$K/E=\alpha$	0.01	0.013	0.02	0.10	0.10
管材	硬聚氯乙烯管	硬聚乙烯管	聚丙烯管	玻璃钢复合管	钢丝网水泥管
$E/(\text{Pa})$	$2.8 \sim 3 \times 10^9$	$1.4 \sim 2 \times 10^9$	7.84×10^9	14.7×10^9	20.6×10^9
$K/E=\alpha$	0.74~0.69	1.47~1.03	26.27%	0.14	0.10

5.2 管道结构计算

5.2.1 一般规定

5.2.1.1 管道结构设计应与其埋设条件和运行工况相适应。

5.2.1.2 柔性管应按柔性管理论进行设计,刚性管应按刚性管理论设计;管道刚、柔性判别方法应符合 GB 50332 的规定。

5.2.1.3 作用在管道上的永久作用应包括结构自重、竖向和侧向土压力、预加应力和管道内的水重等。

5.2.1.4 作用在管道上的可变作用应包括管道上的地面人畜荷载、地面车辆交通荷载、地面堆积荷载、外水压力 and 内水压力等。

5.2.1.5 永久作用和可变作用的计算应符合 GB 50332 的规定。

5.2.2 承载力极限状态验算

5.2.2.1 承载力极限状态验算应符合 GB 50332 的规定。

5.2.2.2 管道结构的强度应按式(28)验算:

$$\gamma_0 S \leq R_k \quad \dots\dots\dots (28)$$

式中:

γ_0 ——管道的重要性系数,输水管可取 1.1,配水管可取 1.0;当输水管道设有调蓄设施时,可采用 1.0;

S ——作用效应组合的设计值,单位为牛每平方米(N/mm^2);

R_k ——管道结构抗力强度设计值,单位为牛每平方米(N/mm^2)。

5.2.2.3 对埋设在地下的柔性管道,应根据各项作用的不利组合,计算管壁截面环向稳定性。计算时各项作用均应取标准值,并应满足环向稳定性抗力系数不低于 2.0。

5.2.2.4 水位高于管道时,应计算管道抗浮稳定。管道抗浮稳定应按式(29)验算:

$$\frac{\sum F_{Gk}}{F_{T,k}} \geq K_f \quad \dots\dots\dots (29)$$

式中:

K_f ——浮托力抗力系数,取 1.1;

$\sum F_{Gk}$ ——各种抗浮力作用的标准值之和,单位为牛每平方米(N/mm^2);

$F_{T,k}$ ——浮托力标准值,单位为牛每平方米(N/mm^2)。

5.2.2.5 管道失稳的临界压力标准值应按式(30)计算:

$$F_{cr,k} = 4\sqrt{2E_d S_d} \quad \dots\dots\dots (30)$$

式中:

F_{crit} 管壁截面失稳的临界压力标准值,单位为牛每平方米(N/mm^2);

E_s 管侧土的变形综合模量,单位为兆帕(MPa),应按 GB 50332—2002 附录 A 确定;

S_s ——管材环刚度,单位为兆帕(MPa),采用 GB/T 9647 规定的管材环刚度的测定方法计算出的环刚度值。

5.2.2.6 对非整体连接的管道,在其敷设方向改变处,应作抗滑稳定验算;抗滑验算的稳定性抗力系数不应小于 1.5。

5.2.3 正常使用极限状态验算

5.2.3.1 正常使用极限状态验算应符合 GB 50332 的规定。

5.2.3.2 柔性管道的变形允许值应符合下列规定:

- a) 采用水泥砂浆等刚性材料作为防腐内衬的金属管道,在组合作用下的最大竖向变形不应超过管道计算直径的 0.02~0.03 倍;
- b) 采用延性良好的防腐涂料作为内衬的金属管道,在组合作用下的最大竖向变形不应超过管道计算直径的 0.03~0.04 倍;
- c) 塑料管道,在组合作用下的最大竖向变形不应超过管道计算直径的 0.05 倍。

5.2.3.3 对于刚性管道,其钢筋混凝土结构构件在组合作用下,计算截面的受力状态处于受弯、大偏心受压或受拉时,截面允许出现的最大裂缝宽度不应大于 0.2 mm。

5.2.3.4 对于刚性管道,其混凝土结构构件在组合作用下,计算截面的受力状态处于轴心受拉或小偏心受拉时,截面设计应按不允许裂缝出现控制。

5.2.3.5 对柔性管道在组合作用下的变形,应按准永久组合作用计算,并按式(31)计算其变形量。

$$f_D = D_1 \frac{K_b r^3 (F_{\text{sw,k}} + 2\psi_n q_{\text{sk}} r)}{E_p I_p + 0.061 E_s r^3} \quad \dots\dots\dots (31)$$

式中:

f_D 管道在组合作用下的最大竖向变形量,单位为毫米(mm);

K_b ——管道变形系数,应按管的敷设基础中心角确定;对土弧基础,当中心角为 90°、120°时,分别可采用 0.096、0.089;

r ——圆管结构的计算半径,即自管中心至管壁中线的距离,单位为毫米(mm);

$F_{\text{sw,k}}$ ——每延米管道上管顶的竖向土压力标准值,单位为千牛每毫米(N/mm);

q_{sk} ——地面车辆轮压传递到管顶处的竖向压力标准值,单位为千牛每毫米(N/mm);

ψ_n ——可变作用的准永久值系数,取 0.5;

D_1 变形滞后效应系数,可根据管道胸腔回填土压实程度取 1.00~1.50;

E_s 管材弹性模量,单位为兆帕(MPa);

I_p ——管壁的单位长度截面惯性矩,单位为四次方毫米每毫米(mm^4/mm)。

5.3 设计成果

5.3.1 提交的设计成果应包括工程设计说明书、工程概(预)算书等。

5.3.2 说明书附图应包括下列主要图样:

- a) 管道系统平面布置图;
- b) 管道纵、横断面图;
- c) 典型连接安装图;
- d) 主要建筑物结构设计图;
- e) 典型田间工程布置图(1/1 000~1/3 000)。

5.3.3 说明书附表应包新下列主要附表：

- a) 工程量和材料量汇总表；
- b) 田间典型区工程量分析计算表；
- c) 田间工程量汇总表。

6 管材与连接件

6.1 一般规定

6.1.1 管道输水灌溉工程所用管材应根据工程特性,通过技术经济比较进行选择。

6.1.2 同一区域宜选用同一种管材;管线复杂或前后段压力相差1倍时,可根据不同条件分段选择不问材质的管材。

6.1.3 当管径小于或等于400 mm时,宜选用塑料管;当管径大于400 mm时,宜选用混凝土管、钢筋混凝土管、玻璃钢管、球墨铸铁管等。当不具备埋地条件而需要明铺时,宜选用球墨铸铁管、钢管或钢筋混凝土管。

6.1.4 选用的管材公称压力不应小于设计工作压力与残余水击压力之和。

6.1.5 管材、管件以及附属设备之间的连接应方便可靠。

6.1.6 连接件的公称压力不应小于所选管材的公称压力,且其规格尺寸及偏差应满足连接密封要求。

6.1.7 当管道需埋设在硫酸盐浓度超过1%的土壤中时,不应选用混凝土管和金属管。

6.2 塑料管与连接件

6.2.1 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 和 QB/T 1916 的规定,聚乙烯管应符合 GB/T 13663 的规定,加筋聚乙烯管应符合 GB/T 23241 的规定,涂塑软管应符合 JB/T 8512 的规定。

6.2.2 当聚氯乙烯管直径小于200 mm时,宜采用粘接剂承插连接;当直径大于或等于200 mm时,宜采用橡胶圈承插连接。

6.2.3 当聚氯乙烯管采用粘接剂连接时,粘接剂应由管材生产厂配套供应。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。

6.2.4 当塑料管采用橡胶圈作为接口密封材料时,所用橡胶圈不应有气孔、裂缝或接缝,且其性能应符合下列基本要求:

- a) 拉断强度大于或等于16 MPa;
- b) 伸长率大于或等于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)。

6.2.5 由静荷载引起的塑料管径向变形率不应大于5%。

6.2.6 塑料管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) 在20℃时,聚氯乙烯管件4.2倍公称压力保压1.0 h不渗漏;聚乙烯管件3倍公称压力保压1.0 h不渗漏。

6.2.7 地面移动薄膜管质量应符合下列要求:

- a) 规格尺寸及允许偏差应符合表7的规定;

表7 薄膜管规格尺寸及允许偏差

单位为毫米

规格		允许偏差
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,不应有气泡,分解变色线和1 mm以上的杂质。1 mm以下杂质,1 m长度内不应超过10个,且不应聚集成群;

c) 薄膜管应按 GB/T 1040、QB/T 1130 测试力学性能。其拉伸强度应大于或等于 17 MPa,断裂伸长率不应小于 450%,直角撕裂强度应大于或等于 80 N/mm。

6.2.8 薄膜管应按 JB/T 8512 的规定进行水压试验,其破坏压力值不应小于其工作压力的 3 倍。

6.2.9 薄膜间管性能除应满足 6.2.7 和 6.2.8 要求外,其孔口间距还应与沟畔宽度相匹配,孔口大小应能满足入沟畦流量的要求,且阀门不应渗漏。

6.3 混凝土管与连接件

6.3.1 混凝土管的外观、规格尺寸及力学性能应符合下列要求:

- 制管用混凝土强度等级不应低于 C20,强度检测应按 GB 11537 的规定进行;管体的抗渗性能检测应按 GB 4084 的规定进行,试验水压应大于管道系统工作压力的 2 倍;
- 管内壁应光滑,内外壁应无裂缝;公称直径小于 300 mm 的混凝土管内径允许偏差为 ±3 mm,壁厚允许偏差为 ±2 mm;公称直径大于或等于 300 mm 的混凝土管内径允许偏差为 ±6 mm, -8 mm,壁厚允许偏差为 +8 mm, -3 mm。

6.3.2 当采用三点荷载试验数据确定管上的允许填土荷载时,安全系数不应小于 1.25。

6.3.3 混凝土管连接件应符合下列要求:

- 连接件的内径应为连接管外径加上填料厚度;
- 连接件的壁厚应大于管壁厚度;
- 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;
- 连接件应在承受管道的最大工作压力时不漏水。

6.4 钢丝网混凝土管与连接件

6.4.1 钢丝网混凝土管的外观、规格尺寸及力学性能应符合下列要求:

- 管内壁及承插口密封面应光滑,无凹糟、无凸块;
- 喷射制作的外保护层应圆滑整齐,波纹起伏不应大于 10 mm,保护层最薄处厚度不应小于 20 mm,保护层不应有开裂、脱落和大于 0.02 mm 宽度的裂缝;
- 管两端平面应垂直于管轴线。公称直径小于 300 mm 管道的管端平面倾斜度应小于或等于 2 mm;公称直径大于或等于 300 mm 管道的管端平面倾斜度应小于或等于 4 mm;尺寸偏差应符合表 8 的规定;

表 8 钢丝网混凝土管主要尺寸偏差

单位为毫米

公称直径	偏差部位						
	内径	壁厚	自应力保护层厚	止胶台直径	插口密封面直径	插口密封面长度	插口密封面直径
100~350	±3	+4 -2	+3 -1	±1	+1 -0.5	+2 -1	±2
400~600	±4	+4 -2	+3 -1	±1	+1 -0.5	+2 -1	±2
800~1 200	+6	+6 -3	+3 -1	±2	+2 1	±2	±3

注：预应力—自应力钢丝网混凝土管不考核保护层厚。

d) 压力等级及检验压力应符合表 9 的规定；

表 9 钢丝网混凝土管压力等级及检验压力

单位为兆帕

工作压力	抗渗试验压力	抗裂试验压力	工作压力	抗渗试验压力	抗裂试验压力
0.4	0.8	0.8	1.3	1.7	2.0
0.5	0.9	1.0	1.4	1.9	2.2
0.6	1.0	1.2	1.6	2.1	2.4
0.8	1.2	1.4	2.0	2.5	2.8
1.0	1.5	1.7	2.5	3.0	3.3

e) 在抗渗试验压力下，管身不应开裂、漏水、渗水，接头处不应滴水，外表面不应出现潮片；

f) 在抗裂试验压力下，管身不应开裂。

6.4.2 钢丝网混凝土管宜按 90° 上覆基础，管顶覆土厚 0.8 m~2.0 m，地面两汽—1 级汽车荷载及工作压力设计，当条件改变时，应另行设计计算。

6.4.3 公称直径 100 mm~300 mm 管接头密封性能所允许的接头转角不应小于或等于 2.0°；公称直径 400 mm~800 mm 的不应小于或等于 1.5°；公称直径 1 000 mm 及 1 200 mm 的不应小于或等于 1.0°。

6.4.4 钢丝网混凝土管连接件应符合下列要求：

- a) 连接件的外表面应光洁平整，不应有裂缝、蜂窝、气孔、疏松等缺陷；
- b) 连接件的插口和承口工作面应光滑完整，且尺寸偏差应符合表 10 的规定；

表 10 钢丝网混凝土管主要尺寸偏差

单位为毫米

公称直径	承口工作面内径	插口工作面外径
100~300	±1.0	+1.0 -0.5

c) 在 3.2 MPa 试验压力下，应无渗漏现象。

6.5 金属管与连接件

6.5.1 球墨铸铁管与连接件

6.5.1.1 球墨铸铁管及管件的表面不应有裂纹、重皮，承、插口密封工作面不应有连续的轴向沟纹，不应

- 有影响产品性能的缺陷和表面损伤。
- 6.5.1.2 密封面以外的不影响使用的表面局部缺陷应予验收。必要时,可对不影响整体壁厚的表面损伤和局部缺陷进行修复。修复后的管和管件应符合 GB/T 13295 要求。
- 6.5.1.3 管道输水灌溉工程宜采用 C25 级或 C20 级的球墨铸铁管。
- 6.5.1.4 球墨铸铁管宜采用承插式柔性接口,接口角度偏转能力应满足表 11 的要求。

表 11 铸铁、球墨铸铁管沿曲线安装接口的允许转角

管径 D/mm	75~600	700~800	≥ 900
允许转角/ $^{\circ}$	3	2	1

- 6.5.1.5 球墨铸铁管及管件的公称直径、长度和尺寸等应满足 GB/T 13295 的规定。
- 6.5.1.6 球墨铸铁管的机械性能应满足 GB/T 13295 的规定,拉伸性能应符合表 12 的规定。

表 12 球墨铸铁管拉伸性能要求

铸件类型	最小抗拉强度 MPa	最小断后伸长率 %	
	DN10~2 600	DN10~2 600	DN1 100~2 600
离心铸造管	420	40	7

- 6.5.2 钢管与连接件
- 6.5.2.1 钢管宜采用焊接的方式进行接口对接,焊接质量应符合 GB 50235 的规定。
- 6.5.2.2 钢管与量控设备之间宜采用法兰连接。
- 6.5.2.3 钢管及连接件的内外壁均应进行防腐处理。

7 附属设备及附属建筑物

7.1 一般规定

- 7.1.1 承压附属设备的公称压力不应小于所接管道的公称压力,与管道之间的连接应密封、牢固。
- 7.1.2 附属设备应为设计定型产品,出厂时应附有产品合格证。
- 7.1.3 附属设备应有相应的保护措施,并便于管理、养护和维修。
- 7.1.4 附属建筑物应满足相应的标准要求。

7.2 给水装置

- 7.2.1 给水装置宜由金属或工程塑料制成,且操作灵活、坚固耐用。
- 7.2.2 给水装置宜采用外压止水或内水压力止水结构形式。
- 7.2.3 给水装置采用外压止水时,密封压力不宜低于 0.2 MPa;采用内压止水时,最小密封压力不宜低于 0.01 MPa。
- 7.2.4 给水装置过流断面不宜小于结构断面的 90%。
- 7.2.5 用于寒冷地区的给水装置和出水立管,应有防冻措施。
- 7.2.6 给水装置防护设施宜采用装配式结构。
- 7.2.7 当采用给水装置直接向田间配水时,其出口应设置防冲设施,且防冲设施宜采用预制混凝土构

件;当采用给水装置接地面移动管道配水时,移动管道的出口宜采用防冲措施。

7.3 安全保护装置

7.3.1 安全保护装置应结构合理、运转灵活、牢固耐用。

7.3.2 对管线地形高差变化较大或管道直径较大的管网系统,可采用调压井、调压管等安全建筑物。调压井、调压管宜设在干管与支管连接处,可结合分水建筑物设置。调压井、调压管顶高程或溢流口高程应根据管道的保护压力确定。

7.3.3 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,且其通气孔直径应按式(32)计算:

$$d_e = 1.05D \sqrt{\frac{v}{v_1}} \quad \dots\dots\dots (32)$$

式中:

d_e ——进排气阀道气孔直径,单位为毫米(mm);

v_1 ——排出空气流速,单位为米每秒(m/s),可取 45 m/s。

7.3.4 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。

7.3.5 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的 1.5 倍时,应达到管道的设计流量。

7.3.6 当采用地表水时,应在管道进口处设置拦污栅、拦污网等;当泥沙含量较大时,宜设置沉沙池、拦沙坎等。

7.4 量水设施

7.4.1 管道输水灌溉系统应设置量水设备,并按产品说明书要求进行安装。

7.4.2 量水设备规格应与管道流量相匹配。

7.4.3 量水设备应水头损失小、牢固耐用、维修方便,量水计量精度不应低于 3%。

7.4.4 固定量水设施应设防冻保护措施。

7.5 配水控制装置

7.5.1 配水控制装置可采用闸门、闸阀等定型产品,亦可根据实际情况采用分水、配水建筑物。

7.5.2 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。

7.5.3 对于较大管网系统应分级控制,干管、分干管和支管进口宜设置控制装置。

7.5.4 有条件地区宜采用电动阀、电磁阀等,进行自动控制。

7.6 交叉建筑物

7.6.1 交叉建筑物应具有稳定性和密封性。

7.6.2 当管道与铁路、公路、河渠、沟道等交叉时,应在充分考虑地形、地质条件以及安全、可靠和经济性的基础上,合理确定交叉建筑物的位置、形式等。

7.7 镇墩

7.7.1 管道出现下列情况之一时,应设置镇墩:

- a) 管内压力水头大于等于 6 m,且管轴线转角大于或等于 15°;
- b) 管内压力水头大于等于 3 m,且管轴线转角大于或等于 30°;

- c) 管轴线转角大于或等于 45° ;
- d) 管道末端、三通、弯头、出水口等重要管件连接处;
- e) 管道长度超过 100 m。

7.7.2 管道有坡度时,应通过受力分析确定其镇墩的位置。

7.7.3 镇墩应设在坚实的基础上,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,其支撑面积应符合抗滑、抗倾稳定及地基强度等技术要求。

8 水泵选型及动力机配套

8.1 水泵选型

8.1.1 水泵宜优先选用技术成熟、性能先进、高效节能的产品;水泵类型应根据灌区水源条件、动力资源状况、地形条件及设计流量与扬程等因素,通过技术经济对比选择。

8.1.2 水位埋深较大的地下水源宜选用潜水电泵,其额定流量不应大于井的设计出水量。

8.1.3 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,但不应影响水泵的安装和运行。

8.1.4 水位变幅不大的地表水源,扬程较低的可选择轴流泵,扬程较高的可选择离心泵或混流泵。

8.1.5 抽取清水时,轴流泵站与混流泵站的装置效率宜为 70%~75%;净扬程低于 3 m 的泵站,装置效率不宜低于 60%;离心泵站的装置效率宜为 65%~70%;新建泵站的装置效率应取高值。

8.1.6 在平均扬程时,水泵应在高效区运行;在整个运行扬程范围内,水泵应能安全、稳定运行。

8.1.7 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。

8.1.8 水泵台数应根据工程规模及管网类型进行技术经济比较确定;备用机组的台数,应根据工程的重要性、运行条件及年运行小时数确定。工作台数 3~5 台时,宜设 1 台备用泵;多于 9 台时,宜设 2 台备用泵。

8.2 动力机配套

8.2.1 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。

8.2.2 有可靠电源时,宜优先选配电动机;无电源时,宜优先选配柴油机;机泵需要频繁移动时,宜选择小型柴油机或汽油机,也可选用移动式泵站。

8.2.3 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、传动方式以及使用条件来确定电动机的类型、容量、电压和转速等工作参数及绝缘等级。

8.2.4 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。

8.2.5 动力机配套功率应按水泵运行可能出现的最大轴功率选配,并留有一定的储备,储备系数宜为 1.05~1.10。

9 管道施工与设备安装

9.1 一般规定

9.1.1 管道施工前应提供下列文件:

- a) 完整的设计文件及施工图样;
- b) 批准的施工方案及施工组织设计;
- c) 管道沿线工程地质勘察资料;
- d) 管区填土材料分布与储量资料;

e) 弃土场分布及容量资料；

f) 必要的试验资料。

9.1.2 管道施工前，应了解管线附近原有建(构)筑物详细情况。当施工影响其使用或安全时，应采取有效防范措施。

9.1.3 地下管道施工时，应防止雨水和施工用水浸入地基。冬季、雨季施工时，应采取专门措施，确保工程质量。

9.1.4 施工过程中，应在上一道工序验收合格后，再进行下一道工序的施工。

9.1.5 管道安装工作间断期间，应及时封闭敞开的管口。

9.1.6 施工中应执行机械、电气设备等安全生产的有关规定。

9.1.7 管道安装应符合 GB 50268 的规定。

9.2 管沟开挖

9.2.1 管沟开挖前应设置测量控制网点，控制网点技术要求应符合 GB 50268 的有关规定。管沟开挖前应先清理和平整场地。

9.2.2 管沟应位于天然稳定土层中，管沟两侧的天然稳定土层宽度不应小于管道公称直径的 2.5 倍，不足部分应采取加固措施。

9.2.3 管沟开挖宜采用窄沟断面形式，沟底开挖宽度应根据施工方法、采用的机械、施工进度要求等因素决定。沟底最小开挖宽度不宜小于表 13 规定的数值。同一管沟并行敷设的管道间距，以外轮廓计不应小于相邻管道的平均半径，且不应小于 300 mm。

表 13 沟底最小开挖宽度

单位为毫米

管道内径 D	沟底宽度 B
≤ 400	$\geq D_w + 600$
$400 \sim 1\,000$	$\geq D_w + 800$
$\geq 1\,000$	$\geq D_w + 1\,000$

* D_w 为管道外径。

9.2.4 从管沟内挖出的土，宜在管沟一侧堆成土堤，土堤坡脚至管沟边缘的距离不宜小于 300 mm。受地表径流威胁的管段，在管道施工时，应做好临时防洪和排洪设施。

9.2.5 当管沟需要支护时，采用的支护设施应符合下列规定：

a) 临时支护不应影响后序工作的实施；

b) 管区部位不宜设置临时支护，当需设置支护时，应为永久支护，并进行防腐处理。

9.2.6 当管沟开挖遇有积水或地下水时，应及时进行排水。当开挖深度接近基底设计标高，而又不能进行下一工序时，宜在基底以上保留不小于 200 mm 厚的土层，待继续施工时开挖。

9.2.7 在管沟基底设计高程以上，应预留夯底土层，厚度应视土质而定。

9.2.8 在管道接口部位，宜局部加宽管沟。

9.3 地基与基础

9.3.1 管道位于一般土质地基时可直接采用天然地基，但槽底应连续平整，原状土不应被扰动。

9.3.2 管道位于淤泥、杂填土或其他高压缩性土层的地基时，可采用清除换填等方法进行处理，换填的材料可采用黏土、砾石砂及其他性能稳定、无侵蚀性的材料。换填厚度应根据承载力计算确定，不宜小于 500 mm，且不宜大于 3 000 mm。地基处理的压实度不应低于 95%。

- 9.3.3 湿陷性黄土、多年冻土、冻胀土、膨胀土、地下采空区等不良地基应进行相应处理。
- 9.3.4 砂土、粉砂土、黏性土、压实填土的地基可设置不小于 100 mm 垫层，基础的下层应铺砾石或碎石，基础压实度不应小于 95%；上层应铺厚度不小于 50 mm 的中粗砂。
- 9.3.5 岩石或坚硬土层地基可不设基础，但应铺设厚度不小于 100 mm 的中粗砂垫层，压实度不应小于 95%。
- 9.3.6 位于局部地势低洼地段的管道，当采用填方土堤通过时，管道应铺设在填方土堤内，且土堤截面应满足下列规定：
- 堤边距管边距离应大于或等于 $2.5D_w$ ；
 - 土堤顶部宽度不应小于 $D_w + 1\,000\text{ mm}$ ；
 - 管顶至堤顶距离应大于或等于 800 mm，土堤应按沟槽回填要求施工，并预留排水通道。

9.4 管道系统安装

- 9.4.1 管道安装应在管沟、管道基础等验收合格后进行。
- 9.4.2 管道安装前，应对管材、管件进行外观检查，清除管内杂物。
- 9.4.3 管道采用人工搬运时应轻抬轻放，不应使管道在不平地面上滚动，在地面上拖动以及从地面自由滚下沟槽。施工中应防止石块等重物撞击管道。
- 9.4.4 管道安装应按先干管后支管顺序进行。
- 9.4.5 管道采用承插式连接时，应将插口顺水流方向，承口逆水流方向，安装宜由下游往上游行。
- 9.4.6 管道中心线应平直，管底与槽底应贴合良好，调压井和检查井的底板基底砂石垫层应与管道基础垫层平缓顺接。
- 9.4.7 塑料管的安装应符合下列规定：
- 聚氯乙烯管宜采用承插式橡胶圈止水连接、承插或套管粘接和法兰连接，聚乙烯管宜采用承插式橡胶圈止水连接、热熔对接和法兰连接，聚丙烯管不宜用粘接法连接。
 - 承插式橡胶圈止水连接时，插口端不宜插到承口底部，应留出不少于 10 mm 的伸缩空隙，插入前应在插口端外壁做出插入深度标记；插入完毕后，承插口周围空隙均匀，连接的管道平直。聚氯乙烯管承插式橡胶圈止水连接的最小承口长度应符合表 14 的规定。
 - 采用粘接法连接时，应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。聚氯乙烯管每个连接处粘接剂的使用量不宜低于表 15 的规定。

表 14 聚氯乙烯管承插式橡胶圈止水连接时的最小承口长度

管径 mm	最小承口长度 mm	压力等级 MPa
63	64	1.0
75	67	
90	70	
110	75	
160	86	
200	94	
250	105	0.6
315	118	

表 15 聚氯乙烯管粘接法安装时粘接剂的使用量

管径 mm	使用量 g/个	管径 mm	使用量 g/个
63	6	160	30
75	9	200	54
90	11	250	84
110	13	315	120

- d) 热熔对接时,电热设备的温度和时间控制、焊接设备的操作应按接头的技术指标和设备的操作程序进行。
- e) 采用法兰连接时,法兰应放入接头沟槽内,并应保证管道中心线平直,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。

9.4.8 玻璃钢管、预应力钢管混凝土管安装应符合下列规定:

- a) 管道运输时应固定牢靠,采用卧式堆放,不应抛掷或剧烈撞击;
- b) 管道起吊时,宜用柔性绳索,若用铁链或钢索起吊,应在吊索与管道棱角处填橡胶块或其他柔性物;应采用双点起吊,并轻起轻放;
- c) 采用套筒式连接时,应清除套筒内侧和插口外侧的污渍和附着物;
- d) 管道安装就位后,套筒式或承插式接口周围不应有明显变形和胀破;
- e) 施工过程中应防止管道受损伤,避免内表层和外保护层剥落;
- f) 管道曲线铺设时,接口的允许转角不应大于表 16 的规定。

表 16 玻璃钢管、预应力钢管混凝土管沿曲线安装的接口允许转角

管道内径 D /mm	允许转角/(°)	
	承插式接口	套筒式接口
400~500	1.5	
$500 < D \leq 1000$	1.0	2.0
$1000 < D \leq 1800$	1.0	1.0
$D > 1800$	0.5	0.5

9.4.9 铸铁、球墨铸铁管的安装应符合下列规定:

- a) 铸铁、球墨铸铁管及管件下沟前,应清除承口内部的油污、飞刺、铸砂及铸瘤;柔性接口铸铁管及管件承口的内工作面、插口的外工作面应修整光滑,不应有沟槽、凸脊缺陷和裂纹;
- b) 沿直线安装管道时,宜选用管径公差组合最小的管节组对连接;
- c) 滑入式橡胶圈连接时,推入深度应达到标记环,并复查与其相邻已安好的第一至第二个接口推入深度;
- d) 安装机械式柔性接口时,应使插口与承口法兰压盖的轴线相重合;螺栓安装方向应一致,用扭矩扳手均匀、对称地紧固;
- e) 管道沿曲线安装时,接口的允许转角应符合表 11 的规定。

9.4.10 钢管的安装应符合 GB 50235 的规定。

9.4.11 混凝土管的安装应符合下列规定:

- a) 管节安装前应进行外观检查,发现裂缝、保护层脱落、空鼓、接口掉角等缺陷,应修补并经鉴定合格后方可使用;
- b) 管节安装前应将管内外清扫干净,安装时应使管道中心及内底高程符合设计要求;
- c) 采用混凝土基础时,管道中心、高程复验合格后,应及时浇筑管座混凝土;
- d) 柔性接口的钢筋混凝土管安装时,套在插口上的橡胶圈应平直、无扭曲,应正确就位;橡胶圈表面和承口工作面应涂刷无腐蚀性的润滑剂;安装后放松外力,管节回弹不应大于 10 mm,且橡胶圈应在承、插口工作面上;
- e) 刚性接口的钢筋混凝土管道施工时,抹带前应将管口的外壁凿毛、洗净;钢丝网端头应在浇筑混凝土管座时插入混凝土内,在混凝土初凝前,分层抹压钢丝网水泥砂浆抹带;抹带完成后应立即用吸水性强的材料覆盖,3 h~4 h 后洒水养护;水泥砂浆填缝及抹带接口作业时落入管道内的接口材料应清除;管径大于或等于 700 mm 时,应采用水泥砂浆将管道内接口部位抹平、压光;管径小于 700 mm 时,填缝后应立即拖平;
- f) 钢筋混凝土管沿直线安装时,管口间的纵向间隙应符合设计及产品标准要求,无明确要求时应符合表 17 的规定;预(自)应力混凝土管沿曲线安装时,管口间的纵向间隙最小处不应小于 5 mm,接口转角应符合表 18 的规定;

表 17 钢筋混凝土管管口间的纵向间隙

单位为毫米

管材种类	接口类型	管径 D	纵向间隙
钢筋混凝土管	平口、企口	500~600	1.0~5.0
		≥ 700	1.0~15
	承插式乙型口	500~3 000	1.0~1.5

表 18 预(自)应力混凝土管沿曲线安装接口的纵向间隙

单位为毫米

管材种类	管径 D	纵向间隙
预应力混凝土管	500~700	1.5
	800~1 400	1.0
	1 600~3 000	0.5
自应力混凝土管	500~800	1.5

- g) 预(自)应力混凝土管不得截断使用;
- h) 预(自)应力混凝土管道采用金属管件连接时,管件应进行防腐处理。

9.4.12 安装完成后应及时进行冲洗。

9.5 管沟回填

9.5.1 管道敷设后,应对管道填土定位。对位置重要或易发生漏水的部位应在水压试验合格后再进行回填;其余位置应在密封性和水压试验前及时进行回填。管顶以上回填高度应满足抗浮要求的最小厚度且不小于 400 mm。

9.5.2 填土施工应符合下列规定:

- a) 填土中不应含有尖角、锐棱的块石和废弃物,低液限有机土、高液限土、高有机土、冻土、软土膨胀土及湿陷性黄土等土类不应用于管区填土;
- b) 填土施工应分层对称进行,不应单侧回填,两侧压实度应相同,回填高差不应超过 300 mm;

c) 腋部填土应塞满、密实；

d) 管顶部分填土施工可用人工夯打或轻型机械压实，但不宜直接作用在管道上。

9.5.3 填土的含水量应控制在最优含水量的±3%的范围内。最优含水量可通过击实试验确定，击实试验应符合 GB/T 50123 的规定。

9.5.4 允许自行下沉的地段，可不夯实，但应留有适量的堆高，待其自然沉实。

9.5.5 使用碾压设备的适宜管顶填土厚度应经荷载计算确定，且不应小于 300 mm。

9.5.6 管顶最小覆土厚度应大于当地最大冻土深度，且不宜小于 700 mm。

9.5.7 穿越铁路、公路和其他建(构)筑物的管道，宜采用套管法施工；采用直接覆土施工时，填土厚度及处理措施应符合相关标准的规定。

9.6 设备安装

9.6.1 机电设备、水泵、水表及闸阀等定型产品应按厂家提供的安装说明进行安装，并应分别符合 GB 50231、GB 50254、SL 317 等的规定。

9.6.2 给水装置安装前应进行检查，其转动部分应灵活；给水装置与竖管应连接稳固、可靠。

9.7 附属建筑物施工

9.7.1 附属建筑物施工应与管道安装过程同时进行。

9.7.2 阀门井和镇墩的施工应符合 GB 50203 的规定。

10 管道水压试验

10.1 一般规定

10.1.1 管道耐水压试验和渗水量试验应在管道安装完毕并填土定位后进行。

10.1.2 管道水压试验前，应编制试验方案，其内容应包括：

- a) 水源引接及排水疏导路线；
- b) 后背及堵板设计；
- c) 进水管路、排气孔及排水孔设计；
- d) 加压设备、压力表的选择及安装；
- e) 排水疏导措施；
- f) 升压分段的划分及观测方案；
- g) 试验管段的稳定措施；
- h) 安全措施。

10.1.3 管道充水宜从下游缓慢灌入。灌入时，在试验管段的上游管顶及管段中的凸起点应设排气阀。

10.1.4 冬季进行管道水压试验时，应采取防冻措施；试验完毕后应及时放空管道。

10.2 管道耐水压试验

10.2.1 管道耐水压试验的分段长度对无阀门等中间连接的管道，不宜超过 1.0 km；对中间有连接件的管道可根据其位置分段进行试验。

10.2.2 管道耐水压试验采用的设备、仪表规格及其安装应符合下列规定：

- a) 当采用弹簧压力表时精度不应低于 1.5 级，最大量程宜为试验压力的 1.5~2.0 倍，表壳的公称直径不应小于 150 mm，使用前应校正；
- b) 水泵、压力表应安装在试验段下游的端部与管道轴线相垂直的支管上。

10.2.3 管道耐水压试验前，管道安装应经检查合格；管件的支墩、锚固设施应达设计强度，未设支墩及

锚固设施的管件应采取加固措施；试验管段所有敞口应临时密封，不应有渗水现象。

10.2.4 试验管段灌满水后，宜在不大于工作压力条件下充分浸泡后再进行试压，浸泡时间应符合下列规定：

- a) 塑料管不应小于 24 h；
- b) 无水泥砂浆衬里的铸铁管、球墨铸铁管、钢管不应小于 24 h；有水泥砂浆衬里的不应少于 48 h；
- c) 管径小于或等于 1 000 mm 的预应力、自应力混凝土管不应少于 48 h；管径大于 1 000 mm 的不应少于 72 h。

10.2.5 管道耐水压试验时，应符合下列规定：

- a) 管道升压时，应排除管道内气体；
- b) 应分级升压，每升一级应检查后背、支墩、管身及接口，当无异常现象时，再继续升压；
- c) 水压试验过程中，后背顶撑、管道两端不应人员逗留；
- d) 水压试验时，不应在管身、接口进行敲打或修补缺陷，发现缺陷时，应作出标记，卸压后再修补。

10.2.6 管道耐水压试验的试验压力应符合表 19 的规定。

表 19 管道水压试验的试验压力

单位为兆帕

管材种类	工作压力 P	试验压力
塑料管	P	$1.5P$
钢管	P	$P+0.5$ ，且不应小于 0.9
铸铁及球墨铸铁管	≤ 0.5	$2.0P$
	> 0.5	$P+0.5$
预应力、自应力混凝土管	≤ 0.6	$1.5P$
	> 0.6	$P+0.3$

10.2.7 当管道长度不大于 1.0 km 时，在试验压力下保持恒压 10 min，管道压力下降不大于 0.05 MPa，管道无泄漏、无破损即为合格。

10.3 渗水量试验

10.3.1 当管道耐水压试验结果不满足 10.2.7 的规定时，应进行管道渗水量试验。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 0.1 MPa 所需时间。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装置中放水，记录管道压力下降 0.1 MPa 时放出的水量。按式(33)计算实际渗水量：

$$q_s = \frac{1\,000W}{TL} \quad \dots\dots\dots(33)$$

式中：

q_s ——管道实际渗水量，单位为升每分千米[L/(min·km)]；

L ——试验管道长度，单位为米(m)；

T ——管道密封时其压力下降 0.1 MPa 所经历的时间，单位为分(min)；

W ——开启放水阀放水，管道压力下降 0.1 MPa 时放出的水量，单位为升(L)。

10.3.2 管道实测渗水量应小于或等于表 20 规定的允许渗水量：

表 20 管道允许渗水量

管道内径 mm	允许渗水量 L/(min·km)		
	钢管和塑料管	铸铁管	混凝土管
100	0.28	0.70	1.40
125	0.35	0.90	1.56
150	0.42	1.05	1.72
200	0.56	1.40	1.98
250	0.70	1.55	2.22
300	0.85	1.70	2.42
350	0.93	1.80	2.62
400	1.00	1.95	2.80
450	1.05	2.10	2.96
500	1.10	2.20	3.14
600	1.20	2.40	3.44
700	1.30	2.55	3.70
800	1.35	2.75	3.90
900	1.45	2.95	4.20
1 000	1.55	3.10	4.42
1 100	1.60	3.25	4.64
1 200	1.68	3.40	4.85

10.3.3 当管道内径大于表 25 规定时,实测渗水量不应大于按式(34)、式(35)和式(36)计算的允许渗水量:

$$\text{钢管和塑料管: } q_s = 0.05 \sqrt{D} \quad \dots\dots\dots (34)$$

$$\text{球墨铸铁管: } q_s = 0.1 \sqrt{D} \quad \dots\dots\dots (35)$$

$$\text{混凝土管: } q_s = 0.14 \sqrt{D} \quad \dots\dots\dots (36)$$

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

11 工程质量检验与评定

11.1 一般规定

11.1.1 管道输水灌溉工程质量检验与评定应进行项目划分。项目按级划分为单位工程、分部工程、单元工程。

11.1.2 项目划分应有利于保证施工质量及施工质量管理,并应符合下列规定:

- 单位工程应按项目区、招标标段工程结构进行划分;
- 分部工程应按管道级别、长度或功能进行划分,同一单位工程中,各个分部工程的工程量(或

投资)不宜相差太大;

- c) 单元工程应按分部工程的不同施工内容或施工部署进行划分。

11.2 管材、管件检验

11.2.1 管材、管件的规格和性能应符合设计及国家相关标准要求,并应有产品出厂合格证。

11.2.2 管材、管件应有与规格一致的产品质量检测报告。

11.3 附属设备检验

11.3.1 附属设备检验应符合下列规定:

- a) 附属设备应符合设计及国家相关标准要求,并应有产品出厂合格证;
- b) 附属设备应有与规格一致的产品质量检测报告;
- c) 承压附属设备的公称压力不应小于工作压力。

11.3.2 给水装置的检验应符合下列规定:

- a) 给水装置操作应灵活方便,内外表面应光滑平整,不应有气孔、气泡、飞边、凸起及其他可能影响给水装置性能或造成人身伤害的缺陷;
- b) 金属材质的给水装置在 1.5 倍额定公称压力下保压 5 min,塑料材质的给水装置在 GB/T 18689—2002 中表 A.2 规定的试验条件下,给水装置不应出现永久变形和渗漏现象;
- c) 给水装置在 0.02 MPa 静水压力和 1 倍公称压力下各保压 5 min,给水装置密封接口处均不应出现渗漏现象;
- d) 给水装置有水头损失资料。

11.3.3 进排气阀的技术要求应符合 GB/T 18691.4 的相关规定;

11.3.4 安全阀的检验应符合下列规定:

- a) 安全阀的技术要求应符合 GB/T 12241 的相关规定;
- b) 安全阀表面应光滑平整,不应有气孔、气泡、飞边、凸起及其他可能影响阀门性能或造成人身伤害的缺陷;
- c) 安全阀在安装前应铅封良好,标牌上的技术参数符合规定;
- d) 安全阀在 0.03 MPa 静水压力和 1 倍公称压力下各保压 5 min,安全阀不应出现渗漏现象。

11.3.5 量水设备的检验应符合下列规定:

- a) 量水设备应符合设计及国家相关标准的要求,并应有产品出厂合格证;
- b) 量水设备在安装前应铅封良好,标牌上的技术参数符合规定;
- c) 量水设备的最大误差为 5%。

11.4 施工安装质量检验

11.4.1 管槽开挖的质量检验应符合下列规定:

- a) 槽底高程的允许偏差为 ± 20 mm;
- b) 槽底宽度不应小于设计值;沟槽边坡宜大于设计值;
- c) 管槽中心线偏离设计误差小于 30 mm;
- d) 机械挖槽在槽底设计高程上预留土层不少于 100 mm,由人工清挖;
- e) 沟槽两侧堆土时,堆土距槽边不应小于 0.8 m;
- f) 雨季施工应制定施工阶段具体防汛预案;
- g) 冬季施工应对施工沟槽槽底、暴露管道采取防冻措施。

11.4.2 地基处理应符合设计要求。

11.4.3 管沟回填的质量检验应符合下列规定:

- a) 管顶以上覆土厚度应符合设计要求;中心轴线左右 500 mm 范围内不应使用压路机压实;采用弧形管基的管道,应按设计规定铺设砂砾层基础,管道下腋角部位,应采用木槌等特制工具填实或填砂捣实;回填应分层压实,每层厚度不应大于 300 mm;
 - b) 沟槽回填前混凝土管基强度、抹带接口强度及装配式管道的接缝水泥砂浆强度应不小于 5.0 MPa;柔性接口管道回填土前,应采取措施将管身固定;槽内的杂物已彻底清除;地下水位应降至槽底以下 500 mm;
 - c) 槽底至管顶以上 500 mm 范围内不应含有带腐蚀性物质、冻土及大于 50 mm 的砖石等坚硬块。塑料管及抹带周围的部位,应采用细粒土回填;
 - d) 回填时槽底应无积水,回填后应及时夯实,并达到规定的密实度要求;沟槽两侧应同时回填,两侧高差不应超过 300 mm;
 - e) 涵压井、阀门井、排水井、出水口消力池等构筑物周围回填前,其现浇混凝土、砌体水泥砂浆强度应达到设计规定;构筑物周围的回填宜与管道沟槽回填同时进行,当不便同时进行,应留台阶形接茬;构筑物周围回填压实时,应对称进行,高差不应大于 300 mm,密实度达到规定,且不应漏夯;紧贴构筑物部位应加细夯实。
- 11.4.4 塑料管道安装的质量检验应符合下列规定:
- a) 管道中心线应平直,管底与槽底或垫层应贴合良好;管道安装允许偏差轴线为 30 mm、高程为 20 mm;
 - b) 带有承插口的塑料管连接后,除接头外均应覆土 200 mm~300 mm 进行初始回填;采用橡胶圈柔性接口的管道不宜在零下 10℃ 以下施工;粘接接口不宜在 5℃ 以下施工,连接完毕后,应及时将挤出的粘接剂擦拭干净,粘接后静止固化时间不应少于粘接剂的固化时间,静置固化期不应对接合部位强行加载。
- 11.4.5 混凝土管道的质量检验应符合下列规定:
- a) 安装时的管道混凝土强度,应符合设计要求;安装后的管道不应出现损坏现象;管座混凝土材料及其强度,应符合标准规定和设计要求;接头处油膏、砂浆、钢丝网等材料应符合标准规定和设计要求,且与管道粘结良好,不应脱落;管道中心线应平直,管底与管基应贴合良好;管道安装允许偏差轴线为管壁厚度的 1/5~1/4,高程为管壁厚度的 1/5~1/4;
 - b) 采用平口式接头时合缝处不应漏浆,砂浆饱满,缝宽均匀,无裂缝,无起鼓,表面平整,抹带宽度、厚度的允许偏差应为 ±5 mm;
 - c) 承插式接口应平直,环向间隙应均匀,填料密实、饱满,表面平整,不应有裂缝现象。
- 11.4.6 球墨铸铁管安装的质量检验应符合 GB/T 13295 的相关规定。
- 11.4.7 钢管安装的质量检验应符合 GB/T 50235 的相关规定。
- 11.4.8 砌筑的阀门井、排水井的质量检验应符合下列规定:
- a) 井壁应位置准确,灰浆饱满,灰缝平整,不应有通缝,抹面应压光,不应有空鼓、裂缝等现象;砂浆强度应符合设计要求,配合比准确;井室盖板尺寸及预留孔位置应正确,压顶尺寸符合设计要求,勾缝整齐;井盖应完整无损,安装稳固,位置准确;
 - b) 非窄砌完后,应及时安装井盖。道路面上的井盖面应与路面平齐,农田内的井盖面宜高出地面 300 mm;砌筑圆井四面收口的每层砖不应超过 30 mm;三面收口的每层砖不应超过 40 mm~50 mm。圆井筒的楔形缝应以适宜的砖块填塞,砌筑砂浆应饱满;
 - c) 阀门井、排水井的尺寸偏差不大于 20 mm。
- 11.4.9 调压井、出水口消力池的质量检验应符合下列规定:
- a) 混凝土和砌筑砂浆达到设计抗压强度标准值;
 - b) 砌体尺寸不小于设计值。
- 11.4.10 镇墩的最小厚度应大于 150 mm,砌筑砂浆强度应达到设计要求。

11.4.11 交叉建筑物的质量检验应符合下列规定：

- a) 水下过河管道应按设计施工抗漂浮构造，当设计无要求时，应核算管道排空时，管道产生的浮力，采取相应的防漂浮措施；
- b) 过河管道的施工场地布置、土方堆砌及排泥等，不应影响航运；穿越通航河道的过河管道竣工后，应按国家规定设置浮标或在两岸设置标志牌，表明水下管线位置；
- c) 交叉建筑物应具有稳定性和密封性。

11.5 管道水压试验

11.5.1 管道水压试验质量检验应符合下列规定：

- a) 管道试水时，环境气温应不低于 5℃；
- b) 管道两端堵板承载力大于水压力的合力，堵板应封堵坚固，不应渗水；
- c) 管道耐水压试验应符合 10.2 的规定；
- d) 管道渗漏试验应符合 10.3 的规定；
- e) 渗漏损失应符合管道水利用系数要求，不应有集中渗漏。

11.5.2 试水不合格时应采取修补措施，在修补达到预期强度后重新试水，直至合格。

11.6 工程质量评定

11.6.1 单元工程施工质量合格标准应符合下列规定：

- a) 检查项目应符合 11.3~11.4 的规定，并应达到设计要求；
- b) 达不到合格标准时，应及时处理。全部返工重做的，可重新评定质量等级；返修并经设计和监理单位鉴定能达到设计要求时，其质量评为合格。

11.6.2 分部工程施工质量同时满足下列条件时，其质量评为合格：

- a) 所含单元工程的质量全部合格；
- b) 水压试验结果符合 11.5 的规定；
- c) 建筑材料、管材、管件和附属设备等质量合格。

11.6.3 单位工程施工质量同时满足下列条件时，其质量评为合格：

- a) 所含分部工程质量全部合格；
- b) 单位工程施工质量检验与评定资料齐全；
- c) 试运行期，单位工程观测资料分析结果符合相关标准以及合同约定要求。

11.6.4 工程项目施工质量同时满足下列标准时，其质量评定为合格：

- a) 单位工程全部合格；
- b) 工程施工期及试运行期，各单位工程观测资料分析结果均符合相关标准的规定和合同约定的要求。

12 工程验收

12.1 一般规定

12.1.1 工程验收前应提交批复的设计和 design 变更资料、施工合同、施工期间检查验收记录、水压试验和试运行报告、竣工报告和竣工图、工程预算和决算、工程建设管理工作报告、工程建设监理工作报告、工程质量评定报告、运行管理规程和组织等文件。

12.1.2 工程施工结束后，应由项目主管部门、有关地方人民政府和部门、质量监督机构、运行管理单位的代表及有关专家等组成工程验收委员会，对工程进行全面验收。

12.1.3 工程未验收移交前，应由施工单位负责管理和维护。

12.1.4 工程验收应符合 GB/T 50769 的有关规定。

12.2 验收内容

12.2.1 竣工验收应包括下列主要内容：

- a) 现场检查工程建设情况；
- b) 审查有关技术文件及资料，观看工程建设的声像资料；
- c) 核实建设内容，按照竣工图抽查工程数量；
- d) 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结果、附属设备及附属建筑物是否达到设计要求；
- e) 听取建设单位的工作报告。

12.2.2 竣工验收报告，验收报告应包括下列内容：

- a) 验收概况；
- b) 工程质量评价；
- c) 对工程的运行意见和建议；
- d) 验收结论及参加竣工验收代表名单(签名)；
- e) 移交并由工程使用(所有)单位接收签字的证明书等。

12.2.3 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。

12.2.4 所有验收材料应由相关单位存档。

13 工程运行维护与管理

13.1 一般规定

13.1.1 管道输水灌溉工程建成后应建立管理组织，落实管护人员，制订管理制度和运行操作规程，操作人员应进行专门培训后上岗。

13.1.2 运行中应做好巡护工作，灌溉结束后应定期检查。

13.1.3 低压电器维护与检修应符合 DL 499 的规定。

13.1.4 按要求填写运行维护记录，运行维护记录表应符合附录 B 的要求。

13.2 用水管理

13.2.1 应根据拟定的作物灌溉制度，制定用水计划，合理分配不同轮灌组的水量、灌水时间、灌水次序。

13.2.2 年度、季度用水计划应根据设计灌水定额和灌水周期、管理经验、当年作物种植状况、气象预报和水源等情况编制。

13.2.3 用水计划实施应符合下列规定：

- a) 应按照用水计划进行灌溉。有条件的地方宜结合土壤墒情预报结果进行实时灌溉；
- b) 应加强监督管理和田间配套工作，完善计量措施，落实用水计划，提高灌水质量；
- c) 每个灌溉季节结束后应对灌溉用水计划执行情况进行总结，相关资料应及时归档。

13.3 运行与维护

13.3.1 水源工程的运行维护应符合下列规定：

- a) 水源工程应进行经常性的维护，及时清淤、除障或整修；
- b) 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情

况,应及时查清原因,妥善解决;

- c) 机井在停灌期间,每隔 1~2 个月应进行 1 次养护性抽水,抽水时间不应少于 4 h。

13.3.2 水泵的运行维护和管理应符合下列规定:

- a) 水泵维护与检修应符合 SL 255 的规定;
- b) 水泵启动前应进行检查,并符合下列要求:
 - 1) 水泵固定良好,各紧固件无松动;
 - 2) 水泵淹没深度符合要求;
 - 3) 动力与控制设备正常;
 - 4) 水泵与进、出水管连接正常;
- c) 灌水时,应先开启给水装置,后启动水泵,系统关闭时应先停泵,后关给水装置;
- d) 水泵启动后应缓慢开启控制阀门;
- e) 开机后水泵的管理应符合下列要求:
 - 1) 各种量测仪表工作正常;
 - 2) 水泵运转声音正常;
 - 3) 水泵出水量正常;
 - 4) 水泵与管道连接部位无漏水和进气现象;
- f) 水泵启动与关机不宜频繁,相邻两次启动时间间隔应不少于 5 min;
- g) 应保持井房内和水泵表面干净,每年冬闲季节应对水泵进行检修、清洗,除锈去垢,修复或更换损坏的零部件;
- h) 潜水泵检修和安装不应使用电缆吊装。

13.3.3 管道及附属设施的运行维护和管理应符合下列规定:

- a) 灌溉季节前,应对管道及附件进行检查、试水,并应符合下列要求:
 - 1) 管道通畅,无漏水现象;
 - 2) 给水装置、控制阀门启闭灵活,进、排气阀等保护装置安全可靠;
 - 3) 埋地管道的阀门井中无积水,管道的裸露部分完整无损;
 - 4) 量测仪表盘面清晰,显示正常;
- b) 轮灌时,应先开启运行的给水装置,后关闭尚在运行的给水装置;
- c) 发现控制阀门或安全保护装置失灵,应及时停水检修;若量测仪表显示异常,应及时校正或更换;
- d) 灌溉季节结束后,应对管道系统进行下列维护和保养:
 - 1) 冲净泥沙,排放余水;
 - 2) 妥善保护量测仪表和安全保护装置等;
 - 3) 应对阀门、启闭机构涂油,盖好阀门井;
 - 4) 对地面金属管道及附件进行定期养护;
- e) 管道接口处漏水时宜采用下列方法处理:
 - 1) 承插连接的聚氯乙烯管、双壁波纹管可调整或更换止水橡胶圈,也可用专用粘接剂堵漏;
 - 2) 聚乙烯、聚丙烯管应采用热熔焊接方法修补。

13.3.4 地面移动软管运行管理应符合下列要求:

- a) 软管使用前,认真检查其质量,并将铺管路线平整好;
- b) 软管铺设,应从给水装置处开始,铺放顺直、平整,不应在地表拖拉;
- c) 软管跨沟时,应设支架,转弯应平缓;
- d) 软管搬移前,应放空管内积水,盘卷移动;
- e) 气温低于 5℃ 时不宜使用地面移动软管;

- D) 软管使用完毕后,用清水洗净卷好,平整存放在室内空气干燥、温度适中、没有阳光直接照射的地方,不宜与化肥、农药等有腐蚀性物质混放在一起,并采取防鼠害措施。

14 效益分析与经济评价

14.1 效益计算

14.1.1 工程效益应包括工程修建后所增加的产品产值以及省工、节地、节水所增加的收益。

14.1.2 实际增产值的计算应按包括丰水、平水和枯水年份在内的多年平均增产值计算。农业技术措施基本相同时,某种作物的增产值等于有、无管道输水灌溉工程相比所增加的产值,按式(37)计算;灌区内所有作物增产值按式(38)计算:

$$B_i = A_i(Y_i - Y_w)P_i \quad \dots\dots\dots(37)$$

$$B = \sum_{i=1}^n B_i \quad \dots\dots\dots(38)$$

式中:

B ——某一年灌区内作物的增产值,单位为元;

B_i ——某一年灌区内第 i 种作物的增产值,单位为元;

A_i ——灌区内第 i 种作物的播种面积,单位为公顷(hm^2);

Y_i ——工程建成后,第 i 种作物的产量,单位为千克每公顷(kg/hm^2);

Y_w ——工程建成前,第 i 种作物的产量,单位为千克每公顷(kg/hm^2);

P_i ——第 i 种作物的单价,单位为元每千克($\text{元}/\text{kg}$);

i ——作物种类序号。

14.1.3 农业技术措施不同时,管道输水灌溉增产值的计算应在式(37)中乘以工程效益分摊系数,其值可参考类似地区的试验成果或调查资料分析确定。无资料时,可按 0.2~0.6 进行估算,丰水年取小值,枯水年取大值。

14.1.4 省工效益应按节省的用工量乘以当地工值计算。

14.1.5 节水效益应按节省水量用于扩大灌区面积或用于其他服务所获得的效益计算。

14.1.6 省地效益应按节省土地面积所增加的产品效益扣除农业成本计算。

14.2 费用计算

14.2.1 工程投资应包括建筑工程费、设备购置及安装费、临时工程费、其他费用和预备费等。

14.2.2 由国家、集体和群众共同投资建设的工程,应将总投资分为国家投资和集体、群众投资两部分,分别计算。

14.2.3 管道输水灌溉工程与其他工程共同使用一个水源时,共用部分投资应合理分摊;兼作其他用途时,其费用亦应合理分摊。

14.2.4 经济分析中的年费用应包括年折旧费和年运行费两部分。社会折现率应按 SL 72 的要求进行取值,宜为 6%~8%。

14.3 经济评价

14.3.1 已建成的管道输水灌溉工程运行 1 年后可进行经济评价。

14.3.2 管道输水灌溉工程国民经济评价应重视调查研究,采用的基本资料应准确。

14.3.3 经济评价方法应符合 SL 72 的规定,计算期宜采用 30~50 年。

附录 A

(规范性附录)

多泥沙水源管道输水临界不淤流速的计算

A.1 多泥沙水源管道临界不淤流速

多泥沙水源管道临界不淤流速可采用 B.C 克诺罗兹公式计算, 当 $d_p \leq 0.07$ mm 时可按式(A.1)计算; 当 0.07 mm $\leq d_p \leq 0.15$ mm 时可按式(A.2)计算。

$$v_L = 0.23(1 + 3.43\sqrt{C_s D_L^{0.75}}) \quad (\text{A.1})$$

$$v_L = 0.255\beta(1 + 2.48\sqrt[3]{C_s} \sqrt[3]{D_L}) \quad (\text{A.2})$$

式中:

d_p —— 泥沙平均粒径, 单位为毫米(mm);

v_L —— 临界不淤流速, 单位为米每秒(m/s);

β —— 相对密度修正系数, $\beta = (\rho_s - 1)/1.7$;

ρ_s —— 泥沙相对密度;

C_s —— 含沙量(重量百分比);

D_L —— 临界管径, 单位为毫米(mm)。

A.2 黄河及其支流的多泥沙水源管道临界不淤流速

管道输水临界不淤流速可按式(A.3)计算:

$$v_L = 1.98K S_v^{0.405} \sqrt[3]{g D \omega \cdot \frac{\rho_s - \rho}{\rho}} \quad (\text{A.3})$$

式中:

v_L —— 临界不淤流速, 单位为毫米每秒(mm/s);

g —— 重力加速度, 单位为米每二次方秒(m/s^2);

S_v —— 重量含沙量, %;

D —— 管道内径, 单位为毫米(mm);

ρ_s —— 泥沙密度, 单位为千克每升(kg/L);

ρ —— 水的密度, 单位为千克每升(kg/L);

ω —— 泥沙沉降速度单位为毫米每秒(mm/s), 可根据泥沙粒径、水温由表 A.1 查得;

K —— 修正系数, 当系统为加压管道灌溉形式时, K 值取 1, 当系统为自压管道灌溉形式时, K 值取 1.05。

表 A.1 泥沙沉降速度

单位为毫米每秒

泥沙粒径 mm	水温 ℃			
	0	10	20	30
0.001	0.000 37	0.000 51	0.000 67	0.000 83
0.002	0.001 52	0.002 06	0.002 67	0.003 33
0.003	0.003 41	0.004 63	0.006 01	0.007 48
0.004	0.006 04	0.008 22	0.010 70	0.013 36
0.005	0.009 46	0.012 50	0.016 70	0.020 80
0.006	0.013 50	0.018 50	0.024 00	0.029 90
0.007	0.018 50	0.025 20	0.032 70	0.040 70
0.008	0.024 20	0.032 90	0.042 00	0.053 10
0.009	0.030 50	0.041 00	0.054 00	0.067 40
0.010	0.037 90	0.051 40	0.066 70	0.083 20
0.020	0.152 00	0.206 00	0.267 00	0.333 00
0.030	0.341 00	0.463 00	0.601 00	0.748 00
0.040	0.604 00	0.822 00	1.070 00	1.330 00
0.050	0.946 00	1.290 00	1.670 00	2.080 00
0.060	1.360 00	1.850 00	2.400 00	3.170 00
0.070	1.850 00	2.520 00	3.500 00	4.050 00
0.080	2.420 00	3.410 00	4.410 00	5.130 00
0.090	3.060 00	4.190 00	5.550 00	6.180 00
0.100	3.700 00	5.070 00	6.120 00	7.550 00
0.150	7.590 00	9.900 00	11.800 00	13.700 00
0.200	12.300 00	15.300 00	17.900 00	20.500 00
0.250	17.200 00	21.000 00	24.400 00	27.500 00
0.300	22.300 00	26.700 00	30.800 00	34.400 00
0.350	27.400 00	32.800 00	37.100 00	41.400 00
0.400	32.900 00	38.700 00	43.400 00	48.600 00
0.500	43.300 00	50.500 00	56.700 00	61.900 00
0.600	54.300 00	62.500 00	69.200 00	75.000 00
0.700	65.200 00	74.200 00	81.200 00	88.500 00
0.800	75.000 00	85.500 00	93.700 00	102.000 00
0.900	85.500 00	96.000 00	106.000 00	114.000 00
1.000	95.200 00	107.000 00	117.000 00	125.000 00
1.500	143.000 00	160.000 00	172.000 00	177.000 00
2.000	190.000 00	205.000 00	205.000 00	205.000 00
2.500	229.000 00	229.000 00	229.000 00	229.000 00
3.000	251.000 00	251.000 00	251.000 00	251.000 00

附录 B
(资料性附录)
运行维护记录表

表 B.1 规定了运行维护记录使用的表格。

表 B.1 运行维护记录表

工程名称			所在地址		
作物种类		种植面积/hm ²	生育期		
灌水日期		轮灌组序号	作业时间/h		
压力表 读数 MPa	1		水表读数 m ³	1	
	2			2	
	3			3	
	4			4	
	5			5	
	6			6	
	7			7	
	8			8	
	9			9	
	10			10	
计划灌水定额 m ³ /hm ²		实际灌水定额 m ³ /hm ²			
事故类型		事故描述			
处理结果					
其他情况					
值班人员签名		复核人签名			

中华人民共和国
国家标准
管道输水灌溉工程技术规范
GB/T 20203—2017

x

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51786238
读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

x

开本 880×1230 1/16 印张 2.75 字数 80 千字
2017年11月第一版 2017年11月第一次印刷

*

书号: 155066·1-55128 定价 39.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



GB/T 20203-2017