

引黄灌区管道输水灌溉工程技术规范

2023 - 01 - 18 发布

2023 - 04 - 18 实施

目 次

前 言	II
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 一般规定	2
4.2 主要技术参数	2
4.3 水沙平衡分析	3
4.4 水源工程布置	3
4.5 管道系统布置	3
5 工程设计	4
5.1 一般规定	4
5.2 水源工程	4
5.3 设计流量	5
5.4 设计水头	6
5.5 田间工程	6
5.6 管材与管压选择	6
6 设施配套	6
6.1 管网系统	6
6.2 田间设施	7
7 工程施工与验收	7
8 工程管理	7
8.1 运行管理	7
8.2 工程维护	7

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由山西省水利厅提出、组织实施和监督检查。

山西省市场监督管理局对标准的组织实施情况进行监督检查。

本文件由山西省水利标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：中国水利水电科学研究院、运城市尊村引黄灌溉服务中心。

本文件主要起草人：吴文勇、胡雅琪、王珍、马蒙、范敏、孙耀民、章少辉、赵永安、刘群昌、乔雷、张超、任慧媛。

引黄灌区管道输水灌溉工程技术规范

1 范围

本文件规定了引黄灌区管道输水灌溉工程的规划、设计、设施配套、工程施工与验收、工程管理等技术要求。

本文件适用于以黄河水为灌溉水源的管道输水灌溉工程，其他多泥沙灌溉水源可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 5084 农田灌溉水质标准
- GB 50265 泵站设计标准
- GB 50288 灌溉与排水工程设计标准
- GB/T 20203 管道输水灌溉工程技术规范
- GB/T 35580 建设项目水资源论证导则
- SL 654 水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范
- SL/T 269 水利水电工程沉沙池设计规范
- DB14/T 1049.1-2020 山西省用水定额 第1部分：农业用水定额

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 引黄灌区管道输水灌溉工程

以黄河水为水源通过管道输水灌溉的工程。

3.2 冲沙水系数

为防止泥沙淤塞灌溉系统而进行管网冲洗的水量与管网引水量的比值。

3.3 防淤设施

为防止泥沙淤塞管网系统而设计的沉沙设施、冲沙排沙设施、排沙管路等。

3.4 蓄水利用系数

调蓄工程周年内流出水量与流入水量的比值。

3.5 改水成数

灌溉水流到畦长（沟长）某处需要封口改水的比例数。

4 工程规划

4.1 一般规定

- 4.1.1 应符合流域和当地水资源开发利用、农田水利、农业发展、社会经济等规划要求，并与现状灌溉设施、种植结构等基础条件以及道路、林网、供电等规划相协调。
- 4.1.2 应收集项目区的水源、泥沙、土地资源、水文、气象、土壤、作物、工程地质、灌溉试验、能源及设备等方面的基础资料。
- 4.1.3 灌溉水质应符合 GB 5084 的有关规定。
- 4.1.4 对于取水防沙效果不能满足要求的管道输水灌溉工程，应增设泥沙处理设施。
- 4.1.5 应根据 GB 50288 和 SL 654 确定工程等级和设计合理使用年限。
- 4.1.6 应当进行技术经济比选，选择投资省、效益高、节水、节能及便于管理的方案。
- 4.1.7 规划内容应包括水源工程、管道系统工程、田间工程及防淤设施等。

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，按 GB 50288 的要求确定，且不应低于 50%。
- 4.2.2 灌溉水利用系数不应低于 0.80，管道系统水利用系数不低于 0.95，蓄水利用系数不应低于 0.7。
- 4.2.3 管道设计流速宜为 1.3~1.8m/s，系统运行最低流速应大于 0.8m/s。
- 4.2.4 水源多年平均含沙量高于 3kg/m³，应规划建设沉沙池，且设计最小沉降粒径不宜大于 75 μm，大于等于设计最小沉降粒径的泥沙沉降率宜取 80%~85%。
- 4.2.5 露地作物设计耗水强度应由当地试验资料确定；无试验资料时，应依据气象资料采用作物系数法分作物分阶段计算，从中选择灌水临界期内作物最大日需水量值。缺乏气象资料时，可按表 1 选取。

表1 设计耗水强度参考值表

露地作物	设计耗水强度(mm/d)
粮、棉、油等植物	4.0~6.0
杏、梨、桃、樱桃、葡萄、苹果、枣	4.0~7.0
蔬菜、草本水果等	4.0~5.0

注：参照DB14/T 1049.1-2020，在晋北区（I）取上限值，在晋中区（II）取中间值，在晋东南区（III）和晋南区（IV）取下限值。

- 4.2.6 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资料确定，按式(1)计算：

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

式中：

- m —设计净灌水定额（mm）；
- γ —计划湿润层土壤干容重（g/cm³）；
- h —土壤计划湿润层深度，参照试验资料确定（cm）；
- θ_1 —土壤适宜含水率上限（重量百分比）；
- θ_2 —土壤适宜含水率下限（重量百分比）。

无资料地区，计划湿润层可参考表2设置：

表2 计划湿润层参考值表

露地作物	计划湿润层 (cm)
粮、棉、油等植物	40~60
杏、梨、桃、樱桃、葡萄、苹果、枣	50~80
蔬菜、草本水果等	20~40

4.3 水沙平衡分析

4.3.1 应分析引黄灌区水资源状况、水资源配置以及水源泥沙处理情况，按照 GB/T 35580 进行水资源论证，合理确定管道输水灌溉工程水源供水能力。

4.3.2 应根据水源供水情况及用水情况，按需修建调蓄工程。

4.3.3 应当根据来沙条件提出泥沙处理方案。

4.4 水源工程布置

4.4.1 从河道直接取水的水源工程应在河床较稳定的位置设置取水口，从渠道或管道直接取水的水源工程应结合已建分水工程或在非淤积段设置取水口。

4.4.2 取水设施应保证水源稳定、水流平缓，减少泥沙，并配置拦污及清污设施设备。

4.4.3 应修建进水闸（阀），进水闸宜采用叠梁闸，减少取水含沙量。

4.4.4 沉沙池地势较高时需修建提水设施并采取减沙措施，沉沙池宜与调蓄工程进行一体化布置。

4.5 管道系统布置

4.5.1 管道输水灌溉条件下畦田与灌水沟规格及适宜单宽流量，应根据当地试验资料确定；无资料地区粮食、果树等作物的畦沟灌水要素可参照表 3 和表 4 确定。

4.5.2 计划湿润层深度较小的作物，畦长、沟长、单宽流量、入沟流量宜按表 3 和表 4 中数值的 0.3-0.5 倍计算，根系越浅灌水要素取值越小。

表3 畦田灌水要素表

土壤透水性	田面坡度								
	≤0.002			0.002-0.005			0.005-0.01		
	畦长/m	单宽流量 /[L/(s·m)]	改水 成数	畦长/m	单宽流量 /[L/(s·m)]	改水 成数	畦长/m	单宽流量 /[L/(s·m)]	改水 成数
强	100-150	7-10	0.95	150-180	5-8	0.93	200-250	5-6	0.9
中	150-180	7-8	0.9	180-220	5-7	0.88	250-280	4-6	0.85
弱	180-200	6-7	0.85	220-240	4-6	0.82	280-300	3-5	0.8

表4 沟灌灌水要素表

土壤透水性	沟底坡度								
	≤0.002			0.002-0.005			0.005-0.01		
	沟长/m	入沟流量 /(L/s)	改水 成数	沟长/m	入沟流量 /(L/s)	改水 成数	沟长/m	入沟流量 /(L/s)	改水 成数
强	150-180	4-6	0.9	200-250	3-5	0.88	250-280	2-4	0.85

中	180-200	3-4	0.85	250-280	2-3	0.85	280-300	2-3	0.8
弱	200-220	2-3	0.8	280-300	2-3	0.8	300-350	1-2	0.8

4.5.3 管道级数应根据系统灌溉面积（或流量）、经济条件等因素确定。

4.5.4 干管宜沿沟、渠、路布置或垂直于等高线布置。

4.5.5 支管宜垂直于作物种植方向布置，支管间距应根据试验资料确定，无试验资料时，可按表 3 和表 4 的畦长或沟长确定。

4.5.6 应附设计管网及建筑物系统布置图。

5 工程设计

5.1 一般规定

5.1.1 引黄灌区管道输水灌溉工程布置应有利于防止泥沙淤积、提高灌溉水利用率，保证运行稳定性和使用年限。

5.1.2 所选的工程设施和设备应考虑拦污、沉沙和排沙，具有耐磨损、抗堵塞等性能，并符合国家现行有关标准的规定。

5.2 水源工程

5.2.1 提水泵站工程设计应符合 GB 50265 规定。

5.2.2 沉沙池工程设计应符合 SL/T 269 中的相关要求。

5.2.3 通过建设调蓄工程增加供水能力时，调蓄工程规模按下式计算：

$$V_t = \frac{10A \sum_{i=1}^e E_{ci} a_i T_i}{\eta_t \eta_g \eta_0 (1-f)} - Q_s T t_s \quad (2)$$

式中：A—设计灌溉面积（hm²）；

V_t —调蓄工程调蓄库容（m³）；

T —设计灌水周期（d）；

T_i —第*i*种作物设计灌水周期（d）；

E_{ci} —第*i*种作物的设计耗水强度（mm/d）；

a_i —第*i*种作物的面积占比，%；

e —管道输水灌溉工程灌溉的作物种类；

t_s —设计水源日供水小时数（h/d）；

Q_s —设计水源引水流量（m³/h）；

η_t —田间水利用系数，不应低于 0.80；

η_g —管道系统水利用系数，不应低于 0.95；

η_0 —蓄水利用系数，不应低于 0.7；

f —冲沙水系数，应根据试验资料确定，若无试验资料，取值范围宜为 0.02~0.05，系数取值随

水源工程进水含沙量增大而增大。

5.2.4 调蓄工程和沉沙池一体化设计时，调蓄沉沙池净库容计算应符合以下规定：

a) 设计净库容为调蓄库容和死库容之和；

b) 死库容应根据泵站吸水管直径、淹没深度、吸水管进口距池底的安全深度、淤积深度等参数

计算；

c) 淤积深度应根据引水含沙量、调蓄沉沙池设计处理含沙量、设计引水流量、设计清淤年限等参数计算。

5.3 设计流量

5.3.1 灌溉系统的设计流量应由修正后的灌水率图确定，或按式（3）计算：

$$Q_0 = \frac{10A \sum_{i=1}^e E_{ci} a_i T_i}{\eta_t \eta_g (1-f) t_d T} \quad (3)$$

设计灌水周期按照下式确定：

$$T \leq T_{\max} \quad (4)$$

$$T_{\max} = \max \left(\frac{m_i}{E_{ci}} \right) \quad (5)$$

式中：

Q_0 —管道输水灌溉系统设计流量（ m^3/h ）；

t_d —管道输水灌溉系统日工作小时数（ h/d ）。

应依据干支管布置、行政区划、作物类型、灌溉管理方式等情况，编制轮灌组和轮灌制度。

应依据轮灌组和轮灌制度确定的给水栓同时工作情况，按公式（6）和（7）计算树状管网中各级管道设计流量：

$$\text{畦灌} \quad Q = 3.6nvq_b l \quad (6)$$

$$\text{沟灌} \quad Q = 3.6nvq_l \quad (7)$$

$$Q \leq Q_0 \quad (8)$$

式中：

Q —某级管道的设计流量（ m^3/h ）；

Q_0 —灌溉系统设计流量（ m^3/h ）；

n —该管道控制范围内同时开启的给水栓个数；

v —一个给水栓开启条件下同时灌水的畦田或沟道数量；

l —畦宽（ m ）；

q_b —畦田单宽流量[$\text{L}/(\text{s m})$]；

q_l —入沟流量（ L/s ）。

5.3.2 各级管道和给水栓的流量，应在畦灌或沟灌灌水要素、管道布置、轮灌制度等确定以后经逐级计算，并结合水泵工作点计算确定。

系统水力设计，应使同时工作各给水栓的流量，满足式（9）要求：

$$Q_{\min} \geq 0.8Q_0 \quad (9)$$

式中：

Q_{\min} —同时工作各给水栓中的最小流量（ m^3/h ）；

Q_0 —灌溉系统设计流量 (m^3/h)。

5.4 设计水头

5.4.1 管道系统设计工作水头,按公式(10)计算:

$$H_0 = Z - Z_0 + h_0 + \sum h_f + \sum h_j + h_g \quad (10)$$

式中:

H_0 —管道系统设计工作水头 (m) ;

Z_0 —管道系统进口高程 (m) ;

Z —管道系统最不利点地面高程 (m) ;

h_0 —给水栓出口水平段中心线与地面的高差 (m), 不应低于出口处消能设施底板高程加0.3m;

h_g —给水栓工作水头 (m), 可按试验或厂家提供的资料确定, 不应低于0.3m;

$\sum h_f$ —管道系统进口到最不利点给水栓的管道沿程水头损失 (m) ;

$\sum h_j$ —管道系统进口到最不利点给水栓的管道局部水头损失 (m)。

对于地势平缓的平原区,最不利点一般为距离水源最远的给水栓;对于地势起伏不平或地势较陡等复杂地形的灌区,应计算绘制各级管道工作压力沿程变化曲线,通过多点计算比较确定管道系统设计工作水头。

5.4.2 管网系统工作水头计算存在自压区和加压区时,管道系统应进行分区设计。

5.5 田间工程

5.5.1 田间工程应进行专门的设计,并附 1:1000 或 1:2000 典型工程设计图等。

5.5.2 田间固定管道长度,宜为 $40\text{m}/\text{hm}^2$ — $110\text{m}/\text{hm}^2$ 。

5.5.3 一般管道出水口应根据工程投资与水源情况,结合田间土地畦宽和畦长,防止泥沙堵塞,合理选择给水栓规格。

5.5.4 管道给水栓灌溉面积应根据地形条件、投资水平、管理水平等情况布设,单口控制面积宜为 0.5 — 1.5hm^2 ;田间建有防渗农渠或配备移动管道时,单口控制面积可扩大至 3hm^2 。

5.6 管材与管压选择

5.6.1 应根据系统水力计算确定管材管径,可根据压力等级、投资水平、施工条件等要求参考表 5 选取管道材质。

表5 灌溉输水管材选取表

管道直径D (mm)	管材材质
$D \leq 250$	高密度聚乙烯管 (PE)、聚氯乙烯管 (UPVC) 等
$250 < D \leq 1000$	钢管、高密度聚乙烯管 (PE)、球墨铸铁管等
$D > 1000$	预应力钢筒混凝土管、钢管等

5.6.2 管道沿程水头损失和局部水头损失应按照 GB/T 20203 计算。

6 设施配套

6.1 管网系统

6.1.1 干支管末端、低点、逆坡起点等位置应设置排沙(水)井和排沙(水)阀,检查井宜与排沙(水)井一体化设计。

- 6.1.2 支管及上游各级管道的首端应设控制阀，埋地管道的阀门处宜设阀门井。
- 6.1.3 在各级管道首部最高处、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。进排气阀计算应符合 GB/T 20203 要求，进排气阀通气面积的折算直径不应小于管道直径的 1/4。
- 6.1.4 自压灌溉管道系统应按照管道沿程工作压力变化曲线确定减压设施布设位置。
- 6.1.5 应根据管理需求在管道上安装量水设施。
- 6.1.6 自动控制阀门宜采用电动阀。
- 6.1.7 当管道与铁路、公路、河渠等交叉时，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。

6.2 田间设施

6.2.1 连接件及给水装置

连接件及给水装置设置应按 GB/T 20203 执行。

6.2.2 田间配套

- a) 可建设防渗农渠或配备移动管道，减少田间输水损失。
- b) 田间管网末端应设置排沙（水）井和排沙（水）阀。
- c) 排沙场所可利用田间废弃坑塘或地势低洼地带设置。

7 工程施工与验收

引黄灌区管道输水灌溉工程施工与验收应依据 GB/T 20203 执行。

8 工程管理

8.1 运行管理

- 8.1.1 宜建设管理信息化设施，提高灌溉系统运行效率。
- 8.1.2 应建立防止管道淤积堵塞的运行、维护与管理制度。
- 8.1.3 水源含沙量超出设计值时，宜采用避沙引水方式，减少泥沙输入。
- 8.1.4 应有专业化管理，保障灌溉工程效益正常发挥。
- 8.1.5 应定期向用水户了解灌溉系统运行情况和灌水效果，制定和完善管道输水灌溉管护制度。
- 8.1.6 应建立工程管理档案，档案应包含水源工程、管网工程、田间工程等分项工程的运行情况、问题处置等内容，并按年度或灌溉季度向上级部门报告灌溉设施运行情况及效益。

8.2 工程维护

8.2.1 水源工程

- a) 应当定期清理拦污栅处漂浮物及淤泥。
- b) 应制订科学合理、经济的沉沙池泥沙处置方案，应定期清理调蓄池。

8.2.2 管网工程管护

- a) 管道排沙时间根据灌溉分区规模、末端沉沙情况确定。
- b) 应当定期检查排沙点的积沙情况，定期清理。
- c) 应当定期检查进排气阀的运行状况，及时清理堵塞物。
- d) 应定期检查阀门的启闭情况，应及时清理阀体内部沉积的泥沙。

山西省地方标准公开
山西省标准信息服务平台