

ICS 93.160

CCS P 57

DB 65

新疆维吾尔自治区地方标准

DB65/T 4747—2024

地表水自压滴灌工程设计规范

Design specification for drip irrigation engineering by gravity with surface
water

2024-07-11 发布

2024-09-10 实施

新疆维吾尔自治区市场监督管理局 发布

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 一般规定 3

5 灌溉水源与工程规模 3

6 工程布置 4

7 工程设计 5

8 管材选择 13

9 安全防护 13

附录 A （资料性） 过滤器选型参考表 15

附录 B （资料性） 常见管材性能表 16

参考文献 17

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。

本文件由新疆维吾尔自治区水利厅提出归口并组织实施。

本文件起草单位：新疆水利水电科学研究院。

本文件主要起草人：张江辉、白云岗、曹彪、王蓓、卢震林、王新涛、郑州、才仁加甫、杨开静、张刚、杨树红、杨旭东、刘洪波、加孜拉、刘敏杰、郑明、崔瑞、牛芳鹏、侯艳娜。

本文件实施应用中的疑问，请咨询新疆水利水电科学研究院。

对本文件的修改意见建议，请反馈至新疆维吾尔自治区水利厅（乌鲁木齐市黑龙江路146号）、新疆水利水电科学研究院（乌鲁木齐市红雁池北路73号）、新疆维吾尔自治区市场监督管理局（乌鲁木齐市新华南路167号）。

新疆维吾尔自治区水利厅 联系电话：0991-5816236；传真：0991-5816236；邮编：830000

新疆水利水电科学研究院 联系电话：0991-8524401；传真：0991-8526596；邮编：830049

新疆维吾尔自治区市场监督管理局 联系电话：0991-2818750；传真：0991-2311250；邮编：830004

地表水自压滴灌工程设计规范

1 范围

本文件规定了地表水自压滴灌工程设计的一般规定、灌溉水源与工程规模、工程布置、工程设计、管材选择、安全防护的要求。

本文件适用于新疆山区、山前冲积扇、山前平原区、洪积冲积倾斜平原区等以地表水为水源的自压滴灌工程设计。

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 18306 中国地震动参数区划图
GB/T 20203—2017 管道输水灌溉工程技术规范
GB 50201—2014 防洪标准（附条文说明）
GB 50288 灌溉与排水工程设计标准（附条文说明）
GB/T 50485—2020 微灌工程技术标准（附条文说明）
SL 191 水工混凝土结构设计规范
SL 252 水利水电工程等级划分及洪水标准
SL/T 269—2019 水利水电工程沉沙池设计规范
SL/T 281 水利水电工程压力钢管设计规范
SL 368 再生水水质标准
SL 654 水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范
DB65/T 3055—2010 大田膜下滴灌工程规划设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

自压滴灌工程 **drip irrigation engineering by gravity**

利用高位蓄水构筑物与灌溉农田之间的自然地形落差，将输水管道累计起来的重力势能，作为工程所需的工作压力的滴灌工程。

3.2

滴灌 **drip irrigation**

利用专门灌溉设备，灌溉水以水滴状或细流状流出而浸润植物根区土壤的灌水方法。

3.3

首部枢纽 **control head**

集中安装在滴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。

3.4

一级沉沙池 **primary desilting basin**

用于首次沉降地表水中泥沙的建筑物，布设在高位沉沙过滤池前面，以减轻高位沉沙池工作负荷。

3.5

高位沉沙过滤池 **high level desilting basin**

地表水自压滴灌工程中，与管网进口相接的沉沙过滤建筑物。

3.6

过滤器 **filter**

安装在滴灌系统中过滤水体中杂质的装置。

3.7

施肥（药）装置 **fertilizer (chemical) injector**

向灌溉系统中的水加入肥料（药）的装置。

3.8

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

充气时排除管道内空气，充满时自动关闭，负压时能自动补气，破除管道内真空的设备。

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，保证管道安全的设备。

3.10

逆止阀 **nonreturn valve**

依靠介质本身流动而自动开、闭阀瓣，用来防止介质倒流的设备。

注：又称为止回阀、单向阀、逆流阀或背压阀。

3.11

减压阀 **reduction valve**

通过调节将进口压力减至某一需要的出口压力，并依靠介质本身的能量，使出口压力自动保持稳定的阀门。

3.12

排水阀 **drain valve**

排空管道系统内存水的阀门。

3.13

灌水小区 **irrigation district**

具有独立稳流（或稳压）装置控制的灌溉单元，在系统无稳流（或稳压）装置时，同时灌水的灌溉单元即为一个灌溉小区。

3.14

灌溉水利用系数 **coefficient of water use in irrigation**

灌到田间用于植物生理生长的水量与灌溉供水量的比值。

3.15

管道水利用系数 **coefficient of water use in pipeline**

管道出口水量与其进口水量的比值。

3.16

镇墩 anchor block

设置在管道一定部位处，防止管道移位的建筑物。

3.17

控制井 control well

用于控制地下管道启闭，监测水量、压力的地下井。

3.18

排水井 drainage well

用于地理管道排除管内积水的井。

3.19

管理房 management room

为了保护田间灌溉设备，方便田间管理建设的建筑物。

4 一般规定

4.1 自压滴灌工程地形应满足自压系统的安装和运行要求，工程设计应合理，既能实现作物充分灌溉，又不发生深层渗漏。

4.2 自压滴灌系统应配备满足滴灌设计保证率的水源工程。

4.3 滴灌系统布置应因地制宜，利用地形落差节省动力，同时有利于农业机械操作。

4.4 工程设计前应进行详细的资料收集工作，资料收集主要包括项目区自然、生产条件和社会经济情况。其中自然条件包括地理位置、地形、气象、水源、土壤、作物；生产条件包括水利工程现状、农业生产现状、材料与设备生产供应情况以及农田现状与规划；社会经济情况包括项目区行政区划与管理、生产水平、交通情况以及相关发展规划和文件资料。

5 灌溉水源与工程规模

5.1 灌溉水源

5.1.1 以地表水为灌溉水源时，水质应符合 GB 5084 的规定。以再生水为水源时，水质应符合 SL 368 的规定。

5.1.2 应开展水源水资源分析与评价，分析项目区地表水数量、质量和开发利用状况，评价项目区现状可利用水资源总量，确定项目区设计供水能力。

5.1.3 对已建水源工程供水的项目区，供水能力应根据工程设计和运用情况确定。对新建、重建、扩建水源工程，应通过片区效益分析和水资源平衡分析论证建设的必要性，供水能力应根据水源类型和勘察资料确定。

5.1.4 项目区以河流为水源时，应计算分析说明项目区供水量占水源来水量的百分比。以水库为水源时，应计算分析说明年内水位变化和对下游用水的影响。

5.1.5 项目区以小河、山溪或塘坝为水源时，应根据调查资料并参考地区水文手册和图集，分析计算设计水平年的径流量和年内分配。

5.2 工程规模

5.2.1 通过项目区水土平衡分析确定合理的工程规模，当水源为河、渠类水源，在水源供水流量稳定

且无调蓄时，设计灌溉面积应按照 GB/T 50485—2020 中 3.2.3 规定的公式（3.2.3-1）计算。

5.2.2 在水源有调蓄能力且调蓄容积已定时，设计灌溉面积计算按照 GB/T 50485—2020 中 3.2.3 规定的公式（3.2.3-4）计算。

5.2.3 当设计灌溉面积确定时，计算系统供水流量按照 GB/T 50485—2020 的 3.2.3 中的公式（3.2.3-2）计算。若供水方式为续灌渠道，其渠道设计流量采用设计灌水率法计算，参照《灌溉排水工程学（第二版）》公式（3-3），且设计灌水率应采用滴灌与地面灌设计灌水率的面积加权平均值。

5.2.4 工程等级应符合 SL 252 和 GB 50288 的水利水电工程等别和水工建筑物级别的规定。

5.2.5 工程合理使用年限应符合 SL 654 和 SL 191 的规定。

5.2.6 建筑物混凝土强度、抗冻等级、防渗等级应符合 SL 654 和 SL 191 的规定。

5.2.7 建筑物的防洪标准应符合 GB 50201—2014 和 SL 252 的规定。

5.2.8 工程中水工建筑物的抗震标准应符合 GB 18306 的规定。

5.2.9 灌溉设计保证率介于 85%~95%，灌溉水利用系数不低于 0.9，管道水利用系数不低于 0.95。

6 工程布置

6.1 总体要求

6.1.1 完整的自压滴灌工程包括：取水工程、引水工程、沉沙工程、输配水管网、首部枢纽、田间管网、滴头。

6.1.2 工程布置主要考虑水源、地形、农田三者之间的相对位置，根据项目区的水源、土壤、气候、地形等实际情况，集中连片进行布置。

6.1.3 灌溉管网根据水源位置、地形、地块等情况分级，宜分为干管、支管和毛管三级。灌溉面积较大，可增设总干管、分干管。灌溉面积较小，可只设支管和毛管两级。

6.1.4 工程布置中宜充分利用山区、丘陵地区地形落差形成的势能资源禀赋，同时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、省工及便于管理的方案。

6.1.5 工程布置应与道路、林带、渠道生活供水等相统一，与居民点的规划相协调，充分考虑工程建设对自然环境的破坏和影响，施工期对社会经济生活的干扰尽量小。以构建农业生态系统良性循环和水资源高效利用为目标，充分利用已有水利工程设施，构建山、水、林、田、湖、草、沙协调统一的绿洲生态系统。

6.1.6 工程布局应遵循可行性研究报告批复结论。

6.1.7 规模较大的首部枢纽，宜布设管理人员专用的工作和生活用房以及其他配套设施。

6.2 沉沙池布置

6.2.1 对于直接从水库引水或水源水质条件较好的设计工程，设高位过滤沉沙池。对于直接从河道取水或水源水质条件一般或较差的设计工程，应增设一级沉沙池。

6.2.2 高位过滤沉沙池由进水区、沉淀区和出水区三部分组成。进水区是引水渠和沉淀区的连接部分，应使水流均匀分布在整个进水截面。沉淀区是沉降泥沙区段，位于进水区和出水区之间。出水区位于沉淀区之后，滴灌管网从出水区引水。

6.2.3 高位沉沙过滤池与主干管相接，宜布置在位置相对高处，最低高程由管网水力计算确定，水流通过输水主干管道送至灌溉区，应满足自压滴灌压力要求。高位沉沙过滤池出水区在沉淀区之后，可兼做压力管网的压力前池。

6.2.4 高位沉沙过滤池位置宜综合考虑引水枢纽位置、清淤排水、排沙区域以及灌溉区域，平衡管道

积累压力势能与管道长度增加投资增大的关系，在满足自压滴灌条件下应尽量靠近灌区，便于管理。

6.2.5 高位沉沙过滤池位置需结合输水管道管径、地形以及灌溉面积等因素进行综合考量，以设计灌溉区域地形最高处为最不利灌水小区，根据沉沙池出水区管道进水口与最不利田块水头压差满足最不利灌水小区自压滴灌压力要求，确定沉沙池位置。

6.2.6 布置高位沉沙过滤池宜采用定期冲洗式设计，高位沉沙过滤池选址宜考虑冲洗排沙时自流排沙的地形条件，优先选择有排沙出路的位置，冲洗周期宜考虑滴灌的轮灌时段要求，减少排水排沙费用，方便运行管理。

6.2.7 一级沉沙池布置在高位沉沙过滤池上游的引水渠道上，使沉沙池能够自流排沙。

6.2.8 沉沙池工程地基应稳定，避免沉沙池工程建在大孔隙土和重盐碱土地基以及松软地基上；避免因地下水或地表水对工程地基的补给而引发冻胀性破坏。

6.3 管网系统布置

6.3.1 干管和分干管考虑水源在灌溉区的具体位置和地形情况，主干管的布置形式为顺坡而行，依靠地形坡降储备水头能量。

6.3.2 干管、分干管布置需进行多路径比选，规划2个~3个布置方案，根据工程造价、管理是否方便，进行各路径的优缺点和性价比分析，通过比选，确定干管、分干管位置。

6.3.3 干管布置应顺直，在平面和立面上减少转折。

6.3.4 管道宜避免穿越障碍物，并应避开地下电力、通信等设施。

6.3.5 地埋管道埋深可根据土壤冻层深度、地面载荷和机耕要求确定。干、支管管顶覆土厚度不宜小于600 mm。

6.4 附属设施

6.4.1 根据管道布置情况、地形条件、管道受力状况、土壤承载能力和管道稳定要求布设镇墩。在直径大于50 mm的管道末端、变坡、转弯、分叉和阀门处，宜设镇墩。当地面坡度大于20%或管径大于65 mm时每隔一定距离宜增设镇墩。

6.4.2 控制井宜布置在主干管分叉、主干管与分干管分水处，主要布设阀门、计量设备以及调压设备等，方便操作和管理，对下游管段起控制作用。

6.4.3 排水井宜布置在干管或分干管末端，其作用是将管内的积沙、积水通过排水阀排入井中。

6.4.4 管理房设置宜考虑方便灌溉管理，不影响机械操作。

7 工程设计

7.1 总体要求

7.1.1 自压滴灌工程设计涉及水质处理、流量和压力调控，从上游来水，水质控制依次涉及首部引水、一级沉沙、高位沉沙以及利用过滤器进行机械过滤等环节或过程。

7.1.2 对地表水泥沙进行处理，宜采用逐级过滤，有效控制每个环节灌溉水含沙量。

7.1.3 管网布置中，毛管铺设方向必须顺延作物种植方向。主干管沿地形大坡度方向布置，充分合理利用地形条件，获得满足管网系统正常运行的总势能。干管沿地形小坡度方向布置。

7.1.4 遵循管网压力均衡、流量均衡的总体布局原则。分干管沿地形大坡度方向布置，管径计算采用合理能坡法，保障分干管上各支管入口压力和流量均相等，减少压力调节装置，且提高灌水均匀度。

7.1.5 轮灌区的划分宜遵循近高差、近流量、近位置的原则。

7.1.6 自压滴灌管网的水力计算，从压力前池→主干管→干管→分干管→支管→毛管→滴头，根据滴头所需工作水头、各级管道损失及地形坡差逆推确定压力前池的位置。

7.1.7 田间干管供水出口压力水头应依次从毛管、支管倒推计算，确保干管首末端净水头压力满足田间灌溉需求。田间供水管网压力计算时，对于地形复杂且坡降大的区域进行压力分区，对于项目区下游及地形落差较大的复杂地形处，采取减压措施。

7.1.8 当灌溉系统极端压力大于等于管道承压能力的 0.75 倍时，需在管道设置减压井或安装压力调节器对管网进行调压。

7.1.9 灌溉管道流速宜小于等于 1.5 m/s。

7.2 水源工程

7.2.1 自压滴灌水源工程形式主要包括水库、塘坝、河道或渠道引水工程、泉水等。水库、塘坝工程，引水建筑物设计参见《水工设计手册（第二版）》。

7.2.2 河道引水宜评估地表水中的有机和无机杂质，避免杂质进入取水口，或者在取水口安装初级过滤设施，以免进入取水口。

7.2.3 引水时应利用弃混水取清水、分层取水等技术或手段。河道、水库引水，可在取水口设置过滤孔板，去除全部漂浮物和大、中型悬浮物。

7.2.4 采用河道或渠道引水时，当最大引水量大于河道或渠道水量的 75% 时，宜建设水库或塘坝，作为水源调节工程，保障田间灌溉。

7.3 沉沙池设计

7.3.1 一般规定

7.3.1.1 设计最小沉降粒径宜小于等于 0.05 mm，沉淀池表面负荷率宜介于 0.72 m/h~7.2 m/h。

7.3.1.2 沉沙池主要水力断面尺寸可根据地形、地质条件拟定不同方案，通过水力设计，经技术经济比较后确定，重要工程需经物理模型试验验证。

7.3.1.3 沉沙过滤池设计可参考 SL/T 269—2019 的计算方法。

7.3.1.4 地表水杂质含量较高时，应设置一级沉沙池，去除水中小型悬浮物、全部推移质以及 80% 粒径大于等于 0.5 mm 的泥沙。

7.3.1.5 当沉沙池无冲洗条件时，可采用机械清淤或人工清淤。采用机械清淤时需布置机械清淤坡道，清淤的淤积物不应堆积在沉沙池周边，应有足够的堆沙场地，且不至于对该地区环境和工程造成不利影响。

7.3.1.6 根据运行、检修的需要，对沉沙池设置必要的爬梯、工作桥、进入孔等，沉沙池周边应设安全防护栏。

7.3.2 矩形沉沙池设计

7.3.2.1 沉沙池表面积

按照公式（1）进行计算：

$$A = \frac{Q}{v_0} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

A —— 沉沙池表面积，单位为平方米（m²）；

Q ——设计流量，单位为立方米每小时（ m^3/h ）；

V_0 ——表面负荷率，单位为米每小时（ m/h ）。

注：推移质泥沙的表面负荷率，可由水源洪水期沉降试验计算得到。

7.3.2.2 沉沙池长度

按照公式（2）进行计算：

$$L = VT \dots\dots\dots (2)$$

式中：

L ——沉沙池沉沙段长度，单位为米（ m ）；

V ——沉沙池水平流速，单位为米每小时（ m/h ）；

注： V 宜取 $30 \text{ m}/\text{h} \sim 40 \text{ m}/\text{h}$ 。

T ——泥沙随水流在沉沙池停留时间，单位为小时（ h ）。

7.3.2.3 沉沙池宽度

按照公式（3）进行计算：

$$B = \frac{A}{L} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

B ——沉沙池宽度，单位为米（ m ）；

A ——沉沙池表面积，单位为平方米（ m^2 ）；

L ——沉沙池沉沙段长度，单位为米（ m ）。

7.3.2.4 沉沙池有效深度

按照公式（4）进行计算：

$$H_{\text{矩}} = \frac{QT_t}{A} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$H_{\text{矩}}$ ——沉沙池有效深度，单位为米（ m ）；

Q ——设计流量，单位为立方米每小时（ m^3/h ）；

T_t ——泥沙随水流在沉沙池停留时间，单位为小时（ h ）；

A ——沉沙池表面积，单位为平方米（ m^2 ）。

7.3.2.5 沉沙池存泥区深度

按照公式（5）进行计算：

$$H_{\text{矩泥}} = \frac{QC_0T}{rA} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$H_{\text{矩泥}}$ ——沉沙池存泥区深度，单位为米（ m ）；

Q ——设计流量，单位为立方米每小时（ m^3/h ）；

C_0 ——水流含沙浓度，单位为千克每立方米（ kg/m^3 ）；

A —— 沉沙池表面积，单位为平方米（ m^2 ）；

T —— 沉沙池最长的工作时段，单位为小时（ h ）；

r —— 泥沙容重，单位为千克每立方米（ kg/m^3 ）。

注：泥沙容重取 $1780 \text{ kg}/\text{m}^3$ 。

7.3.2.6 沉沙池工作段纵向底坡确定

池底纵坡应按照SL/T 269—2019中7.2.8规定的方法计算。池底纵坡根据冲沙流速及具体冲沙条件等进行计算，可取 $1/100 \sim 1/50$ ，冲沙流速不小于 2.5 m/s 。

7.3.2.7 沉沙池的长宽比

沉淀池沉淀区的长度和宽度之比不宜小于4，若计算得出沉淀池的宽度较大时，需进行分格，每格宽宜为 $3 \text{ m} \sim 8 \text{ m}$ ，最大不超过 15 m 。

7.3.2.8 沉沙池的长深比

沉沙池区长度与深度之比不宜小于10。

7.3.3 梯形沉沙池设计

梯形沉沙池设计采用等效梯形断面尺寸的方法，即梯形沉沙池底宽与矩形沉沙池底宽相同，沉沙历时相等。

7.3.3.1 梯形沉沙池有效水深

按照公式（6）进行计算：

$$H_{\text{有效}} = \frac{-B + \sqrt{B^2 - 4mF_{\text{有效}}}}{2m} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

$H_{\text{有效}}$ —— 梯形沉沙池有效水深，单位为米（ m ）；

B —— 梯形沉沙池底宽，单位为米（ m ）；

m —— 边坡系数；

$F_{\text{有效}}$ —— 矩形沉沙池断面面积，单位为平方米（ m^2 ）。

7.3.3.2 存泥区深度

按照公式（7）进行计算：

$$H_{\text{存泥}} = \frac{B + \sqrt{B^2 - 4mF_{\text{存泥}}}}{2m} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$H_{\text{存泥}}$ —— 梯形沉沙池存泥区深度，单位为米（ m ）；

B —— 梯形沉沙池底宽，单位为米（ m ）；

m —— 边坡系数；

$F_{\text{存泥}}$ —— 矩形沉沙池存泥区断面面积，单位为平方米（ m^2 ）。

7.3.3.3 梯形沉沙池设计底宽

按照公式（8）进行计算：

$$b = B - 2mH_{\text{存泥}} \quad (8)$$

式中：

b —— 梯形沉沙设计底宽，单位为米（m）；

B —— 梯形沉沙池底宽，单位为米（m）；

m —— 边坡系数；

$H_{\text{存泥}}$ —— 存泥区深度，单位为米（m）。

7.3.3.4 总池深

按照公式（9）进行计算：

$$H_{\text{总}} = H_{\text{有效}} + H_{\text{存泥}} + H_{\text{超高}} \quad (9)$$

式中：

$H_{\text{总}}$ —— 梯形沉沙池设计池深，单位为米（m）；

$H_{\text{有效}}$ —— 梯形沉沙池有效水深，单位为米（m）；

$H_{\text{存泥}}$ —— 存泥区深度，单位为米（m）；

$H_{\text{超高}}$ —— 安全超高，单位为米（m）。

注：安全超高取0.3 m。

7.3.4 水力条件复核

7.3.4.1 沉沙池水力条件复核采用雷诺数和弗劳德数两个参数，其中水流雷诺数宜介于 4000~15000，弗劳德数不宜大于 10^{-5} 。

7.3.4.2 沉沙池水流紊动性雷诺数计算按照公式（10）进行计算：

$$R_e = \frac{3600VR_{\text{水}}}{\mu} \quad (10)$$

式中：

R_e —— 雷诺数；

V —— 水平方向平均流速，单位为米每小时（m/h）；

$R_{\text{水}}$ —— 水力半径，单位为米（m）；

μ —— 水的运动粘滞系数，单位为米每平方秒（ m^2/s ）。

注：水温 20℃ 时，水的运动粘滞系数取 $1.01 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ 。

7.3.4.3 水流稳定性指标按照公式（11）进行计算：

$$F_r = \frac{1.296 \times 10^7 V^2}{R_{\text{水}} g} \quad (11)$$

式中：

F_r —— 弗劳德数；

V —— 水平方向平均流速，单位为米每秒（m/s）；

$R_{\text{水}}$ —— 水力半径，单位为米（m）；

g —— 重力加速度，单位为米每平方秒 (m/s^2)。

注：重力加速度取 9.8 m/s^2 。

7.4 田间工程设计

7.4.1 设计基本参数

7.4.1.1 可由当地试验资料分析确定。

7.4.1.2 土壤湿润比由作物类型、土壤特性、灌水器的设计参数和田间布置确定，一般取 25%~90%，参照《微灌工程技术》第二章第五节确定滴灌条件下的湿润比。合理选择滴灌灌水器流量和间距，在满足湿润比的前提下，尽量选择小流量滴灌灌水器；在满足理想灌水器间距条件下，尽量选择大间距。

7.4.1.3 宜采用分区轮灌方式，实现区域灌溉流量均衡、压力均衡，降低工程造价。

7.4.1.4 滴灌工程设计日耗水强度参照《滴灌工程规划设计原理与应用》第十一章第二节确定。

7.4.1.5 无实测资料时，可按照 DB65/T 3055—2010 中的 7.1~7.6 或 GB/T 50485—2020 中 4.0.1~4.0.8 的规定确定。

7.4.2 灌溉制度

7.4.2.1 可根据当地灌溉试验或农业种植调查确定。

7.4.2.2 没有相关灌溉试验资料地区，可按照 GB/T 50485—2020 中 4.0.9~4.0.12 中最大净灌水定额、设计灌水周期、设计灌水定额以及一次灌水延续时间计算的方法确定。

7.4.3 灌水小区水力设计

7.4.3.1 田间灌溉系统中压力差保持在规定的范围内使得灌水均匀，控制灌水器流量在额定工作压力范围内变化。

7.4.3.2 灌水小区允许水头差根据 GB/T 50485—2020 中 5.2 规定的灌水器工作水头偏差率与流量偏差率之间的关系计算确定。

7.4.3.3 灌水小区允许水头偏差由支管水头差和毛管水头差两部分组成，允许水头偏差在毛管和支管间的分配，应通过技术经济比较确定，初估时可按照平均分配原则进行计算。灌水小区的优化设计参考《滴灌工程规划设计原理与应用》第十三章第四节。

7.4.3.4 毛管极限长度计算可根据 GB/T 50485—2020 中附录 B 的方法，通过平坡和均匀破毛管极限孔数计算确定。

7.4.3.5 田间管网布置时，受田块尺寸限制和工作制度轮灌组数的要求，当毛管长度不能按照极限长度布设时，按照田块尺寸并结合支管的布置进行适当调整，调整时尽量使毛管的铺设长度接近毛管的参考极限长度，但不应超过参考极限长度。

7.5 管网水力计算

7.5.1 管网流量推算

7.5.1.1 按上一级管道的流量等于下一级同时工作管道流量之和逐级计算的原则推算。

7.5.1.2 各级管道系统流量宜按照 GB/T 50485—2020 中 5.2.6 及 5.3.1 规定的方法计算。

7.5.2 管网水头损失计算

各级管道系统水头设计宜按照GB/T 50485—2020中5.1和5.3.3和DB65/T 3055—2010中9.3规定的水头损失公式计算。

7.5.3 管网管径计算

7.5.3.1 总干管、干管管径采用许用能坡法计算，干管为支管提供势能。根据干管纵剖面线、流量、进口压力和所需的工作压力，确定出直的能坡线。在带等高线的地形图上，作出干管路径的剖面图，标注出各支管点处所需的工作水头，形成总干管、干管的水力坡度线，调节水力坡度线呈一条直线，按照式(12)计算总干管、干管内径。

$$D = \left(\frac{1.1fQ^m}{i_{\text{许}}} \right)^{\frac{1}{b}} \dots\dots\dots (12)$$

式中：

D ——总干管、干管的管道内径，单位为毫米（mm）；

f ——管材摩阻系数；

Q ——计算管道的设计流量，单位为立方米每小时（m³/h）；

m ——流量指数；

b ——管径指数；

$i_{\text{许}}$ ——许用能坡。

注： f 、 m 、 b 取值参考 GB/T 20203—2017，许用能坡按照公式(13)计算。

$$i_{\text{许}} = \frac{Z_{\text{总}} - Z_{\text{干}} - H_{\text{p支}} - h_{\text{f首}}}{L} \dots\dots\dots (13)$$

式中：

$i_{\text{许}}$ ——许用能坡；

$Z_{\text{总}}$ ——总干管进口水头，单位为米（m）；

$Z_{\text{干}}$ ——干管出口水头，单位为米（m）；

$H_{\text{p支}}$ ——支管需要的压力水头，单位为米（m）；

$h_{\text{f首}}$ ——首部损失的压力水头，单位为米（m）；

L ——管道长度，单位为米（m）。

7.5.3.2 分干管采用合理能坡法计算管径，分水管的地形落差势能全部用于克服分干管水头损失，分干管工作压力线平行于地面线，保证分干管上的各支管入口压力相等，提高分干管配水均匀度。

管径按照公式(14)进行计算：

$$d = \left(\frac{1.1fQ^m}{i_{\text{合}}} \right)^{\frac{1}{b}} \dots\dots\dots (14)$$

式中：

d ——分干管管道内径，单位为毫米（mm）；

f ——管材摩阻系数；

Q ——计算管道的设计流量，单位为立方米每小时（m³/h）；

m ——流量指数；

b ——管径指数；

$i_{\text{合}}$ ——合理能坡，即沿分干管方向的平均地面坡降。

注： f 、 m 、 b 取值参考 GB/T 20203—2017。

7.5.3.3 支管管径按灌水小区允许压力偏差计算确定，可按照 DB65/T 3055—2010 中 9.7.3 的公式(26)计算。

7.5.4 节点压力复核

7.5.4.1 滴灌管网必须进行节点的压力均衡验算，按照 GB/T 50485—2020 中 5.4 或 DB65/T 3055—2010 中 9.8.4 规定的方法进行计算。

7.5.4.2 同一节点取水的各条管线同时工作时，按最大水头要求作为节点的设计水头，其余管线进口宜根据节点设计水头与该管线要求的水头差设置自动调压装置。

7.5.4.3 对于灌溉水源保障率不高的自压滴灌工程，需考虑引水不足工况，宜取小于等于 0.6 倍设计流量对管网节点进行压力复核，根据计算结果，必要时需增大下游管段压力等级。

7.5.5 水锤压力验算

7.5.5.1 各级管道系统水锤压力验算按照 GB/T 50485—2020 中 5.5 或 DB65/T 3055—2010 中 9.8.5 规定的方法计算。

7.5.5.2 对于规模较大、复杂管网工程，应对工程水锤防护措施和设备布设开展水锤数值模拟计算，优化管网水锤防护措施，合理设置进排气阀、安全阀等管网水锤防护设备，保证工程的安全。

7.5.6 首部枢纽

7.5.6.1 首部枢纽可配置控制阀、施肥（药）装置、过滤器组、压力表、进排气阀、流量计和安全阀等设备。

7.5.6.2 施肥（药）装置的下游设置过滤器，并可在过滤进口、出口安装压力表。

7.5.6.3 施肥（药）装置的上游设置防回流装置（逆止阀）。清洗过滤器、施肥（药）装置的废水不应排入原水源中。

7.5.6.4 施肥（药）装置宜根据滴灌系统设计流量大小、肥料和化学药物的性质及其灌溉植物要求选择。施肥（药）装置设计参考 GB/T 50485—2020 中 6.2.5~6.2.9 施肥装置设计。

7.5.6.5 过滤系统可根据水质状况和灌水器的流道尺寸进行选择。过滤系统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，其设计可参考 GB/T 50485—2020 中 6.2.3~6.2.4 水质净化和过滤系统设计内容，选型的相关信息见附录 A。

7.5.6.6 流量计安置在管道平直段，确保流量计监测水流尽量为稳定水流，保证计量准确。

7.5.6.7 压力表、进排气阀、控制阀、流量计和安全阀设计和选型可参考 GB/T 50485—2020 中 6.2~6.3 控制、测量和保护设备内容。

7.6 附属设施

7.6.1 考虑水锤和负压的情况，管网应安装安全阀、减压阀、进排气阀、逆止阀等安全防护装置，根据实际需要，进行排气、排水、调压、止水等操作。

7.6.2 考虑检修维护需求，管网应设置排水阀和检修阀。

7.6.3 减压阀的功能为降压稳压，在进口端压力增大时，减压阀可使出口端保持恒压值不变。管道压力增大或管道流量较小时，水头损失减少，产生剩余能量，则设置减压阀，保持出口恒压值，减小管道运行下游段产生的富余能量。

7.6.4 地理管道的阀门处设控制井，干支管的末端、低点处设冲洗排水阀和控制井。

- 7.6.5 主管道及分干管上的闸阀及末端排水井闸阀，宜采用法兰闸阀和涡轮蝶阀，以延长闸阀开关时间，避免开关过快形成水锤和负压，造成管道损坏。
- 7.6.6 根据地形高低起伏实际情况，进排气阀布置在滴灌系统管网的高处或局部高处，滴灌首部应在过滤器顶部和下游管上各设一个进排气阀，在系统开启管道充水时排除空气，系统关闭管道排水时向管网中补气，防止负压产生，系统运行时排除水中夹带的空气，以免形成气阻。
- 7.6.7 压力输水管道上的隆起点设进排气阀，无隆起点，宜每隔 1 km 左右设一个进排气阀。
- 7.6.8 宜采用前快后慢复合式进排气阀，以利于管道在压力较高时实现快速排气。
- 7.6.9 控制井和镇墩可参考 GB/T 50485—2020 中 6.3 阀门井和镇墩设计内容，内设进排气阀的控制井宜采用通气井盖。
- 7.6.10 支管及以上各级管道的首端宜设控制阀。控制阀门选择时注意尺寸大小和连接方式，应与首部连接管道相匹配。当地埋管管径 ≥ 160 mm 时，宜选用蜗轮式蝶阀。当 90 mm $\leq$ 地埋管管径 < 160 mm 时，宜选用蝶阀。当管径 < 90 mm 时，宜选用球阀。
- 7.6.11 压力表选用精度适中，静负荷下工作值不宜超过刻度值的 $2/3$ ，在波动负荷下，工作值不宜超过刻度值的 $1/2$ ，最低工作值不宜低于刻度值的 $1/3$ 。
- 7.6.12 流量计宜根据管道的流量，参考厂家提供的水表流量与水头损失曲线进行选择，尽可能使水表经常使用流量接近工作流量，同时兼顾精度较高、量程适宜、使用寿命长、维修方便等特征。

8 管材选择

8.1 总体要求

- 8.1.1 管材的选择要因地制宜、因材施教，根据每个工程实际的设计公压、环境条件、地质特征、运行条件及工程造价综合选择。
- 8.1.2 管材选择应符合 GB/T 20203—2017 和 SL/T 281 中的相关规定。
- 8.1.3 管道材料首先要满足使用要求和保证管道运行安全，具有足够的承受外部荷载和内部水压的强度，其次考虑管材的节能、经济、环保等特点。
- 8.1.4 地埋管道材料选择时需综合考虑管材承压能力、工作环境、施工工艺以及运输成本等因素，进行优选。
- 8.1.5 管道设有安全阀，管道设计压力不小于安全阀的开启压力。

8.2 干管材料的选择

- 8.2.1 干管材料选择需要进行技术、经济综合比选，在满足使用要求的前提下，以经济性最优为目标优化选择。选择时考虑的因素包括：管材承压能力、工作环境、施工工序以及运输成本。
- 8.2.2 管道应满足运输和施工的要求，能承受一定的局部沉陷应力。
- 8.2.3 干管常见管材性能见附录 B。

8.3 支管材料的选择

自压滴灌工程地埋支管宜采用PVC管，地面支管宜采用PE软管。

9 安全防护

- 9.1 设计时应应对闸阀关闭和开启可能引起水锤的管段进行分析计算，以保证管道系统安全正常运行。

- 9.2 当压力管道内水的流速发生急剧变化时，将发生水锤，应分析管路中有可能产生水击压力，直接水锤的压力水头增加值按照 GB/T 50485—2020 中 5.5.3 中的公式（5.5.3-1）和（5.5.3-2）进行计算。
- 9.3 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水锤压）大于塑料管允许压力 1.5 倍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 倍计算。
- 9.4 每个首部控制系统宜安装减压阀和进排气阀，防止操作不当导致的压力升高或负压，确保系统正常运行。
- 9.5 安全阀启动压力宜介于 1.05 倍~1.5 倍最大工作压力，管网运行前组织专业调试人员按照规范要求对安全阀启动压力调试。
- 9.6 管网注水时，应确保准备灌水管道上的所有进排气阀处于全开状态，做好安全检查和记录，然后开启阀门。
- 9.7 管道充水关键是控制充水速度和管道排气，管道充水流速宜控制在 0.3 m/s~0.5 m/s，最大不超过 1 m/s。
- 9.8 控制充水速度，防止气堵、压力振荡工程措施是在进水阀旁设旁通充水管，关闭主阀，利用旁通管充水，旁通管径为主管道管径的 1/4 即可。
- 9.9 管道运行时，不应突然关闭出水口，应严格按照先开后关的原则，即先缓慢打开第二个出水口，再缓慢关闭第一出水口。
- 9.10 定期检查安全阀、进排气阀、逆止阀等安全保护装置，保证其安全、有效地运行。

附 录 A
(资料性)
过滤器选型参考表

过滤器选型参考表见表A.1。

表 A.1 过滤器选型参考表

水质状况			过滤器类型及组合方式
无机物	含量	<10 mg/L	网式过滤器（叠片过滤器）
	粒径	<80 μm	砂石过滤器+网式过滤器（叠片过滤器）
	含量	10 mg/L~100 mg/L	旋流水砂分离器+网式过滤器（叠片过滤器）；
	粒径	80 μm~500 μm	旋流水砂分离器+砂石过滤器+网式过滤器（叠片过滤器）
	含量	>100 mg/L	沉淀池+网式过滤器（叠片过滤器）；
	粒径	>500 μm	沉淀池+砂石过滤器+网式过滤器（叠片过滤器）
有机物	<10 mg/L		砂石过滤器+网式过滤器（叠片过滤器）
	>10 mg/L		拦污栅+砂石过滤器+网式过滤器（叠片过滤器）

附 录 B
(资料性)
常见管材性能表

常见管材性能表见表B.1。

表 B.1 常见管材性能表

管材	耐腐蚀性	防腐措施	接口型式	接口型式比较	施工难度	糙率
钢管 (SP)	耐腐蚀性能相对较差	管内采用防腐涂料, 管外采用环氧煤沥青防腐涂层, 局部地段采用阴极保护	焊接或承插接口	接口型式复杂, 影响因素多 (焊工、水、气候、工期)	管材较重, 施工技术成熟, 但需采取措施保证接口焊接质量。	0.011
球墨铸铁管 (DIP)	自身电阻较大, 接口采用胶圈密封, 具有绝缘作用, 管外土质会对其产生一定腐蚀作用	管内采用水泥砂浆内衬, 管外涂环氧沥青防腐涂层	法兰或承插接口, 胶圈止水	具有可挠性及良好伸缩性, 水密性强, 安装方便可靠	管材较重, 施工技术成熟, 接口及管道安装方便	0.013
预应力钢筒混凝土管 (PCCP)	耐腐蚀性能较强, 但不适用于强酸性土质	管外涂环氧沥青防腐涂层, 局部地段采用阴极保护	钢制双胶圈承插接口	水密性好, 抗震及防腐性好, 安装方便, 单口打压, 便于排查	管材重, 施工难度较大, 需使用大型机械, 在软土地段铺设砂石垫层, 防不均沉降	0.013
玻璃钢管 (FRPM)	属高分子有机材料制成的管材, 外部土壤对其腐蚀影响程度较低, 耐腐蚀性能强	不需防腐处理	双 O 型胶圈承插接口	接口方便, 但由于自身强度低, 侧向土回填质量不高, 接口易变形	管材轻, 接口及管道安装方便, 对基础要求高	0.009
聚乙烯管 (PE)	树脂掺入稳定剂等外加剂挤出成型管材, 不生锈、耐腐蚀	不需防腐处理	小管径采用承插接口, 大管径采用热熔、电熔接口	接口方便, 热熔、电熔接口水密性好	管材轻, 便于搬运, 施工容易, 但受温度升降变形大	0.011

参 考 文 献

- [1] 汪志农.灌溉排水工程学(第二版)[M].北京:中国农业出版社,2010.
 - [2] 董安建等.水工设计手册(第二版)[M].北京:中国水利水电出版社,2014.
 - [3] 水利部农村水利司等.微灌工程技术[M].北京:中国水利水电出版社,1999.
 - [4] 张志新等.滴灌工程规划设计原理与应用[M].北京:中国水利水电出版社,2007.
 - [5] 黄凯.糖料蔗高效节水灌溉工程设计指南[M].北京:中国水利水电出版社,2010.
 - [6] 拉维恩·斯泰森等.滴灌技术[M].北京:中国水利水电出版社,2018.
 - [7] 张志新.滴灌[M].乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社,1992.
 - [8] 李龙昌等.管道输水工程技术[M].北京:中国水利水电出版社,1998.
 - [9] 顾烈烽.滴灌工程设计图集[M].北京:中国水利水电出版社,2005.
 - [10] 吕宏兴等.水力学[M].北京:中国农业出版社,2011.
 - [11] 宋岢岢.管道器材选用与工程应用[M].北京:中国石化出版社,2022.
-