ICS 65.060.35
CCS B 91

中华人民共和国国家标准

GB/T ××××—20××/ ISO 24120-2:2023

农业灌溉设备　承压灌溉系统实施指南
第2部分：滴灌

Agricultural irrigation equipment—Guideline on the implementation of pressurized irrigation systems—Part 2 : Drip irrigation

(ISO 24120-2:2023，IDT)

（征求意见稿）

202×-××-××发布　　202×-××-××实施

国家市场监督管理总局　发
国家标准化管理委员会　布

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。

本文件等同采用 ISO 24120-2:2023《农业灌溉设备　承压灌溉系统实施指南　第 2 部分：滴灌》。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国农业机械标准化技术委员会(SAC/TC201)归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

农业灌溉设备　承压灌溉系统实施指南　第2部分：滴灌

1　范围

本文件为承压滴灌系统的实施提供了指南。

本文件适用于在大田或封闭种植结构（如温室、连栋温室）进行的小规模家庭农业和大规模商业农业。

本文件供农业部、农学家、灌溉规划者、农民和其他最终用户使用。

2　规范性引用文件

本文件中没有规范性引用文件。

3　术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

防虹吸滴管　anti-siphon dripper

防虹吸滴头　anti-siphon emitter

带防止从滴管外部吸入污染物的内部机构的滴管(3.3)，。

3.2

化学灌溉　chemigation

通过灌溉系统施用化学制品。

3.3

滴头　emitter

滴管　dripper

安装在灌溉毛管上，以滴或连续流形式出水，且流量不大于24L/h（冲洗期间除外）的装置。

【来源：ISO 9261:2004, 3.1】

3.4

加肥灌溉　fertigation

将可溶性肥料连同灌溉水一起注入灌溉系统。

3.5

管上滴头　on-line emitter

管上滴管　on-line dripper

直接或间接地（如：借助于导管）安装在灌溉毛管管壁上的滴头。

【来源：ISO 9261:2004, 3.3】

3.6

恒流式滴头　regulated emitter

滴灌管　emitting pipe

压力补偿式滴头/滴灌管。

进水口压力在制造厂规定的范围内变化时，流量相对保持不变的滴头/滴灌管。

【来源：ISO 9261:2004, 3.7】

3.7

恒流式不滴漏滴管　regulated non-leakage dripper

补偿不滴漏　compensated non-leakage (CNL)

当进水口压力低于制造厂声明的某一值（零除外）时，流量为零的滴头/滴灌管。

【来源：ISO 9261:2004, 3.9, 有修改】

3.8

非恒流式滴管　unregulated dripper

无压力补偿式滴头。

流量随进水口压力变化而变化的滴头/滴灌管。

【来源：ISO 9261:2004, 3.10】

4　滴灌的原则

4.1　总则

本文件依据 ISO/IWA 20 和 ISO 9261 中规定的滴灌的主要原则。

滴灌的主要原则在 ISO 24120-1 中有描述。

4.2　水源

滴灌的主要水源类型有：

——地表水源

——地下水源

——咸淡水

——处理过的废水（TWW）

——淡化水。

灌溉系统的许多现有和潜在水源来自地表水，其含盐量往往不高（一些沿海地区除外），因此灌溉系统在使用地表水时通常不太容易在滴管中形成沉淀物。

然而，一些地表水源往往会带来生物危害，以及淤泥。如果 TWW 被认为是一个来源，质量和堵塞的可能性将根据处理的程度而变化。

地下水的质量一般比地表水高。但是，宜测量铁、锰、硫化氢、pH 值、可溶性盐、硬度和碱度水平，因为高于可接受的灌溉水质的水平可能导致滴管堵塞，需要进行处理。

4.3　配水管网

4.3.1　主管、副管、配水管

主管将水输送到整个灌溉系统，从泵到过滤器、阀门和滴管。

所有主管和配件的尺寸都宜适当，以承受最大的静压力和工作压力，并在不造成过度压力损失或增益的情况下输送水。

PVC 管道可用于整个系统或与泵站的钢管结合使用。聚乙烯（PE）或柔性管可用于副管和配水管。PE 和 PVC 管道宜进行紫外线防护或埋置。在符合当地要求的情况下，允许使用其他材料的管道。

在设计和安装系统时，宜考虑在正常地面操作条件下发生的热膨胀和收缩（每种类型的管道材料受到不同程度的影响）。

根据使用的管道类型，主管通过焊接、胶或摩擦配件相互连接，并固定在支持它们的基础设施上。所有主管均宜妥善固定和锚固。

在地下滴灌(SDI)系统中，主管更难进入和维修。所有配件宜在安装时固定，以避免以后的重大维修问题。在作物生长初期后，宜进行持续养护。

在灌溉设计中，管道尺寸是根据水质、水流速度、经济因素、摩擦损失、水锤效宜和冲洗问题来确定的。随着管道尺寸的增加，摩擦损失会减少（降低泵送成本）但初始成本会增加。

如果水质较差，特别是废水，设计人员宜考虑增加主、次水管的流速，以避免管道淤积。在大多数情况下，配水管安装在滴灌管的高度之上。

由于地形和所属边界，不规则的场地形状很常见。在规划阶段，宜注意适当确定场地形状变化的副管和配水管的尺寸。不规则形状场地的副管和配水管是根据滴管的实际流量设计的。

管道系统的设计不仅允许正常灌溉所必需的流量，而且允许系统中足够的流量以获得适当的冲洗速度（最小建议值：1m/s）。

滴灌系统冲洗的设计目标可能导致选择的管道直径与正常运行的设计过程中选择的管道直径不同。这是因为在主管、副管或配水管的任何部分中达到所需冲洗速度所需的冲洗流量可能不同于常规操作的设计流量。

4.3.2 滴灌支路（滴灌管）

滴灌管是滴灌系统的核心。在任何灌溉系统中，设计过程从最后一个设备开始，一直到首部系统。

在滴管设计中，宜考虑以下因素：滴管的选择、壁厚、直径、公称压力、滴管流量、滴管间距、滴灌管道间距和滴管插入深度规格（在 SDI 时）。

4.3.3 天气条件

4.3.3.1 概述

对于地表和地下主管道，宜注意 4.3.3.2 和 4.3.3.3 所列的两种情况。

4.3.3.2 高温地区

不宜超过制造商推荐的工作温度。制造商的责任通常适用于管道及其所有连接件。

4.3.3.3 低温地区

在冬季气温可能低于 0° c 的地区，宜将水从任何灌溉系统的管道和滴灌管中排出，以保护主管和副管。

5 滴管分类

5.1 概述

沿滴管线均匀间距安装的滴管将水和养分直接输送到植物根区。

一个典型的滴灌系统包括数千个滴管。每个滴管宜耐用的，耐堵塞，并在相同的条件和时间内，水流体积宜相同。良好的滴头设计能提高其长期无故障性能。

在确定润湿模式和防止径流或深渗时，宜考虑滴管的流量、工作压力和间距。

一个正确操作和维护的滴灌系统，不通过径流或深渗为作物根部提供水和养分。

如 5.2 和 5.3 所述，有两种类型的滴管可用。

5.2 非恒流式滴管

非恒流式滴管提供的流量是基于工作压力。

只要工作压力保持在允许的压力范围内，在同一循环操作中，从第一个横向滴管到最后一个，非恒流式滴管通过保持设计和安装的有限差流量（理想值为10%，或符合国家标准）来提供均匀的灌溉。

滴管流量、管道内径、滴管间距和滴管设计决定了滴管内的压头损失。

海拔的不同也会影响系统。

5.3 恒流式滴管

5.3.1 概述

只要工作压力保持在允许的压力范围内，恒流式滴管通过保持恒定的流量来提供均匀的灌溉。

恒流式滴管包含一个膜片，膜片由滴管流道产生的连续压差激活，从而在制造商规定的范围内保持恒定的滴管流量。

由于采用自由浮动膜片，滴管动作精确、即时、灵敏，可连续自调节，不断自冲洗。造成堵塞的颗粒通过宽阔的水路被冲走，或增加压差。这导致隔膜暂时增加流出水的横截面面积，从而将污垢冲洗出系统。

膜片的运动在水路内保持恒定的压差，从而在很宽的压力范围内实现均匀的流量。

无论滴管管线长度如何（只要滴管在制造商指定的工作范围内工作），恒流式滴管都能提供相同的流量。

5.3.2 特殊宜用的恒流式滴管

5.3.2.1 防虹吸(AS)滴管

防虹吸(AS)滴管的机构可以防止外部污垢吸入滴管，为防止滴管堵塞提供关键保护。它是地下滴灌（SDI）的理想选择，可用于地面（果园，人工林）和地下(SDI)。

灌溉系统通常不在下雨时工作。雨水经常导致滴管周围的土壤饱和或积水。在灌溉周期之间，当系统不加压时，它充当排水系统。如果颗粒在负压下被吸入滴管，可能会导致滴管堵塞。

为了克服这个问题，防虹吸滴管的机构在系统不加压时密封滴管，从而防止污染物进入系统。

当管道排空时，污染物也会被吸入管道，形成真空，将污垢从洞吸到滴管上，可能会堵塞管道。

5.3.2.2 恒流不滴漏滴管/ CNL 滴管

当系统未完全加压时，补偿不滴漏(CNL)功能防止系统在灌溉周期之间排水。保证脉冲灌溉过程中水分和养分分布均匀。

在灌溉周期之间，滴灌管保持充满，避免了滴灌管的排水和补充，从而使灌溉更加均匀。

当地形坡度大于2%时，建议使用压力补偿式滴管。

CNL 滴管对堵塞更敏感，需要更频繁的维护程序，特别是对过度或非充分灌溉敏感的作物。

对于地下系统，首选 AS 滴管。

5.3.2.3 管上滴管

管上滴管主要宜用于温室、苗圃和果树。管上滴头是根据农艺要求以不同间距插入规则管道的滴头。

管上压力补偿(PC)滴管可用于在整个生长区域精确、高效和均匀的流量分配，并具有对常见化学品和营养物质的高抗性。

6 滴灌安全

滴灌系统的设计、安装、操作、维护和故障排除时：

——宜确定当地的安全法规；

——宜采取措施防止营养物、酸和化学物质渗入水源。

安装电气装置时：

——只有获授权的电工才能进行安装；

——宜确定当地的安全标准和法规。

如果处理不当，营养物质、酸和化学物质会造成严重伤害甚至死亡。它们还会破坏作物、土壤和灌溉系统，以及环境。

种植者宜负责正确处理营养物质、酸和化学物质。

宜确定营养物质/酸/化学物质制造商的说明和有关地方法规。

处理营养物质、酸和化学物质时宜使用防护装备、手套和护目镜。

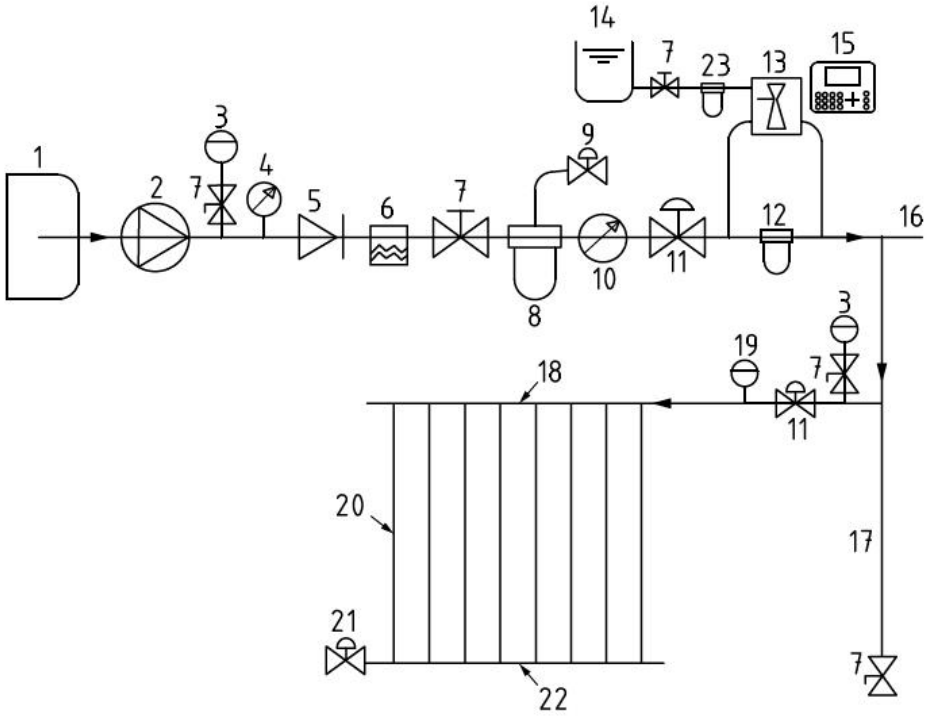
在农业环境中，宜穿防护鞋。

任何手动阀门的开启或关闭都宜是渐进的，以防止水锤对系统的损坏。

7 灌溉首部

7.1 概述

灌溉首部宜包括手动阀、空气安全阀、液压阀、水表、压力表、调压器、过滤器、自动化管件及其他配件，见图1。



标引序号说明：

1 水源

2 泵站

3 空气阀门

4 压力表

5 止回阀
6 减震器
7 手动阀门
8 主过滤装置
9 主过滤自动排水阀
10 水表
11 液压阀
12 二次过滤装置
13 定量加料器
14 肥料箱
15 灌溉控制器
16 主管
17 副管
18 配水管
19 活动阀（真空破解器）
20 滴管管线
21 冲洗阀
22 冲洗歧管
23 肥料网眼

图 1 灌溉首部图

7.2 水表

水表提供有关灌水强度的信息，这对于灌溉制度和滴管堵塞的监测至关重要。涡轮流量计是农业宜用中最常见的类型。

为了检测灌溉系统中的堵塞或泄漏，宜经常检查系统流量。

流量随时间的变化可以表明堵塞。在检查流量之前，宜确认系统压力符合设计要求。为了获得准确和有用的滴灌系统数据，系统的操作压力宜与最初设计的相同。

如果允许操作压力变化，则获得的流量将是有效的，但对于堵塞检测而言，没有可比性。

7.3 阀门

7.3.1 概述

在灌溉系统中，需要精确控制整个系统的流量和压力，以保证高效、及时的供水，因此阀门的选择和放置宜合理。

在不同条件下，阀门在控制压力、流量和分配方面发挥关键作用，可以优化性能，方便管理，减少维护要求。

不建议使用尺寸过大的阀门，因为它会降低流速，也不建议使用尺寸过小的阀门，因为它会限制流量，导致压力损失过大。

7.3.2 滴灌系统中使用的阀门类型

7.3.2.1 手动控制阀

以下是滴灌系统中常用的手动控制阀类型。

a) 球阀

球阀是一种四分之一转的阀门。在球阀中，关闭机构是一个球体(球)，中间有一个端口，连接到与之对齐的杠杆，显示阀门的位置。旋转杠杆使球体转动，这样当端口与管道在一条线上时，就会发生流动，当垂直于管道时流动停止。

b) 蝶阀

蝶阀是一种四分之一转的阀门。其工作原理与球阀相似。关闭机构采用位于阀门中心的阀瓣的形式。一根与杠杆或轮子相连的杆穿过阀瓣的中间，旋转杠杆，使阀瓣与流体平行或垂直。

与球阀不同，蝶阀中的阀瓣总是存在于流体中，因此无论阀门位置如何，在流体中总会引起轻微的

压降。

c) 闸阀

闸阀通过将闸板（楔板）从流体通道中抬起而开启。当闸阀全开时，流路中没有障碍物，产生极低的摩擦损失。

闸阀设计成全开或全关，不能用于调节流量。

d) 球形阀门

球形阀门通过使用手轮的螺旋作用来操作，可以用最小的摩擦损失来调节流量或压力。

它由一个可移动的圆盘塞与位于流道中的固定环对齐组成。

7.3.2.2 止回阀（单向阀）

7.3.2.2.1 概述

止回阀的作用是防止水流向与期望方向相反的方向。

止回阀有多种用途。

——安装在高海拔田地抽水的泵出口处，保护泵不受水锤反波的冲击。

——当安装在过滤器的出口时，将水输送到较高的田地，防止水通过系统的首部组件回流。

——在灌溉系统中，当安装在计量装置的上游时，防止肥料和化学物质渗入水源。

——当安装在泵的进口管道上时，作为底阀，启动进口管道。

7.3.2.2.2 防回流阀

回流是液体流入饮用水供宜系统的不希望的反向流动。防回流装置旨在防止这种情况发生。

7.3.2.3 液压操作，隔膜驱动控制阀

根据阀门控制回路的布局，液压操作的隔膜驱动控制阀可以用于不同的用途。

a) 液压控制阀

液压控制阀根据本地或远程压力信号开启和关闭。

b) 减压阀（PRV）

无论需求如何波动，PRV 都可以将较高的上游压力降低到较低的恒定下游压力，并在管道压力下降时完全打开。为了实现最佳操作，PRV 两端的压力比不宜高于 1:4。

c) 恒压阀

恒压阀能实现两种单独的功能：

——当直线安装时，无论流量波动或下游压力变化，它都能维持最低预设的上游压力。

——当作为循环阀安装时，它可以释放超过预设的管道压力。

d) 减压和恒压阀

减压和恒压阀能同时完成两种独立的功能。

无论流量波动或下游压力变化，它都能维持最小预设的上游压力，无论流量波动或上游压力过大，它都能防止下游压力超过最大预设压力。

e) 压力释放阀

当管道压力超过预设最大值时，压力释放阀可以释放过大的管压。当系统压力上升时，它会立即做出反宜，准确且具有高重复性地完全开启。

f) 喘振预测阀

喘振预测阀是一种离线阀，可感宜管压。当泵突然停止时管压下降，它会打开。预开阀消散返回的高压波，消除喘振。这种阀门还可以释放过高的系统压力。

7.3.2.4 增压泵控制阀

增压泵控制阀是一种双腔主动止回阀，根据电信号完全开启或关闭。

它在泵启动和停止期间将泵与系统隔离，以防止主管路浪涌。

8 过滤系统

滴灌系统宜包括符合 ISO 9912-1、ISO 9912-2、ISO 9912-3 和 ISO 9912-4 规定的过滤器。

9 设计

9.1 概述

承压灌溉系统的设计集成了从水源到农田灌溉系统所需的所有部件。

9.2 设计原则

设计是一个过程的结果，包括收集有关土壤、水、作物田地形状等数据。设计人员在设计液压系统之前，宜将收集到的数据加以实施。

9.3 水源设计

9.3.1 地表水源设计

全球水资源处于稳定状态，甚至正在减少。预计今后在灌溉用水供宜中所占份额越来越大的水源将是经过处理的废水。

在地表水源的规划中，设计者宜考虑的因素是农业中发生的动态变化，以及 9.4 中指出的那些因素。

9.3.2 设计因素

在设计二次水源（热水、咸淡水和污水）时宜考虑的因素有：

——土壤；

——水源；

——农作物；

——气候条件；

——水质。

在开始设计前，宜尽量收集不同来源的水质资料:

——水源；

——水质；

——农作物类型；

——土壤。

9.3.3 水质的变化

在所有水源中，水质的变化每天甚至每年都会发生。

9.3.4 处理过的废水（TWW）

见 ISO 16075-1 中的定义。

9.3.5 在开始设计之前考虑的参数

宜考虑以下参数:

——水源处理；

——水源内抽水点的位置；

——水源过滤；

——灌溉首部过滤；

——检查装置（过滤器）宜靠近检测区域；

——监控；

——从水源到灌溉区的管网；

——在不同地区的副总水管；

——灌溉系统（主要是滴灌）；

——物理处理（见 ISO 20419:2018，第 10 章）；

——化学处理（见 ISO 20419:2018，第 11 章）。

9.3.6 从河流中抽水

在决定从河流抽水的位置之前，宜收集有关水流速度的信息。

当从河流抽水时，水不宜直接输送到田地，而宜通过一个可操作的池塘。水宜从操作池的顶部抽出。池塘容量的沉降宜根据维持 2h 至 6h 所需的总量来设计。

9.3.7 从灌溉渠中抽水

灌溉渠的流速随季节和农民的用水量而变化。低流速会导致藻类和浮游动物的生长（取决于水温）。

这种水源的处理与水库的处理类似。

9.3.8 影响地表水源水质的因素

在水库中，抽水点宜防止有机物质（如树叶）的悬浮。

从水库抽水，宜在地表以下 1 米至底部以上 1 米之间抽水。

为了获得更好的水质，宜使用浮动装置从水库顶部抽水。

水混合系统可用于防止藻类生长，从而改善水质。

9.3.9 水库中的鱼

可以使用特定种类的鱼来帮助减少水库中藻类和浮游动物的数量。

9.4 灌溉系统中的管网设计

在灌溉管网设计中，宜考虑三个因素：

——地形；

——流速；

——管道耐化学性。

9.5 流速

主管和集水管流速是防止管网堵塞的主要因素。在低流速下，降水建立在管道上，并像“灌木”一样积聚有机质。积垢导致压力降低，灌溉无效，滴管管线和收集器堵塞。

在设计中，宜考虑到主管的速度为 1.5 m/s～2.5 m/s，集热器的速度为 1.0 m/s。

9.6 灌溉首部系统位置

建议将现场控制头设置在地块最高点。

9.7 空气阀和真空阀

空气阀和真空阀的设计宜防止系统出现空气问题。如果场地的地形要求，宜防止横向和副管排水到

地块的较低点，以避免树木死亡。真空阀宜安装在向滴管（副管）输水的管道上，见 ISO 9635-4。

9.8 过滤方法

见 ISO 9912-1, ISO 9912-2, ISO 9912-3 和 ISO 9912-4。

9.9 主管和相关设备的类型

宜根据管径、水质和所需的化学处理来选择主管的类型。主管的坡度宜与灌溉系统的运行压力相适宜。

由于主管造成的压力损失宜尽可能低。

铺设主管后，宜保证以下几点：

——主管在直径及位置上均按示意图铺设；

——连接处和焊缝没有泄漏。

对于地下滴灌，宜保证接头不允许漏水。

管径的选择宜根据当前的压力、流量和经济性考虑，同时考虑到系统冲洗时管道的压力损失、水锤阻力和流速。

在配水系统的设计中，宜考虑所有的设计参数，如水质、流速等，以防止在管道中产生生物膜。

在地形中，干管和配水管宜位于地形的最高点。为了防止从主管和副管向地块边缘排水，这可能会对地块中最后的树木造成损害，宜根据现场的压力水平使用无泄漏阀。宜该咨询专业人士。

在设计时，宜与系统设计人员协商流量和速度，以确定管道中的冲洗速度。

在供水系统中，由于不涉及化学处理，所有类型的主管都可以使用。在地表/地下滴灌时，聚乙烯或 PVC 管可以使用，因为有大量涉及化学处理。

9.10 灌溉方法

宜根据农作物和土壤类型选择地表灌溉或地下灌溉。

9.11 滴管流量

滴管的流量宜根据土壤、灌溉次数和农作物种类来选择。

9.12 滴管长度

9.12.1 饮用水

滴管长度宜符合制造商的建议。

9.12.2 废水

若采用二次水质，最佳滴管长度不宜超过 100m～150m。由于流量低，较长的滴管会在灌溉系统中造成较高的淤积。这种影响很大程度上取决于管径、流量、滴管类型、间距、进口压力等。

这里的主导因素不是灌溉过程中管网中的流速，而是灌溉系统中冲洗滴管和供水管网时的流速。

9.13 主管、二次配管及接头

主管、二次配管及接头的公称压力宜考虑灌溉系统的最大静压力和运行压力。

10 监测

10.1 概述

灌溉系统监测的主要目标宜是操作和控制灌溉系统的正常运作。

10.2 农作物数据

灌溉水量宜根据以下数据确定：日蒸散量、作物系数、田间种植历史以及对热或霜的敏感性等特殊

条件。

10.3 土壤湿度监测

土壤湿度测量仪宜位于植物之间、土壤中、不同深度之间，来测量土壤湿度。

10.4 监测水

水表宜安装在灌溉首部，靠近灌溉系统。

水表测量灌溉循环中使用的水量。

10.5 气象站

气象站宜设置在开阔的区域，以适宜灌区的天气条件。

气象站监测风速、辐射、温度、空气湿度和降雨量，让农民在灌溉周期方面做出正确的决定。

11. 化学注入系统设计

11.1 概述

化学注入系统的设计宜包括注入器类型和容量的选择。如果注入系统用于施肥，则注入装置的大小宜适合这种用途，因为营养物质的注入速率通常比液氯或酸等化学物质的注入速率高得多。

任何与营养物质、氯或酸接触的部件都宜耐腐蚀。一些地区要求使用特定类型的农药注入器。宜确定当地法律和化学制品标签要求。

营养物质和化学物质可以通过各种方法注入加压注入系统。不同的制造商提供全面的计量系统阵列，以确保精确的营养输送任何作物，地块大小和宜用。

11.2 加肥灌溉

加肥灌溉（向植物注入营养物质）是一种有效的方法，通过根据植物特定的、不断变化的需求给植物供养，从而提高作物的产量和质量。

施肥宜包括三个阶段：

——溶解可溶性肥料（如需要）；

——按所需的剂量比例注入营养物质；

——将精确剂量的营养物质输送到植物的根区。

11.3 化学灌溉

化学灌溉（注入化学品以防止或减少滴管堵塞）可以通过添加氯、过氧化氢、酸或其他滴管清洁化学品，或注入用于作物和土壤的化学品（除草剂、杀虫剂和其他）来实现。

由于滴管内的水通道比较小，容易堵塞；因此，除过滤外，还宜考虑注入化学品以控制滴管堵塞的可能性。

11.4 定量加料器

一个定量加料器既可加肥灌溉又可化学灌溉。

11.5 加肥灌溉和/或化学灌溉的优点

加肥灌溉和/或化学灌溉（化学处理）的优点见 ISO 20419:2018 第 11 章。

11.6 化学宜用装置

11.6.1 概述

加肥灌溉是通过灌溉系统提供肥料。化学灌溉是指通过灌溉系统提供化学物质。这些可以与 11.6.2 至 11.6.6 中所述的装置一起使用。

11.6.2 肥料箱

肥料箱将水与肥料混合以进行定量施肥。它由灌溉系统中的液压驱动，不需要外部能源。

11.6.3 液力肥泵

液力肥泵是通过液压驱动，将肥料注入灌溉系统。

它的直线液压活塞由灌溉系统中的液压提供动力，不需要任何其他能源。

11.6.4 文丘里注肥器

文丘里**注肥器**利用灌溉系统中的超压在**注肥器**喉部产生真空。这种真空有效地将产品注入加压水管，从而无需单独的化学注入泵。

11.6.5 电动注入泵

电动注入泵可用于将肥料注入灌溉系统。

11.6.6 液力注肥器

液力注肥器直接或按比例向流经灌溉系统的水流施用肥料和化学品。

12 泵站

12.1 概述

宜设置泵站从水源（地下、河流、湖泊等）抽水并给灌溉系统加压。

12.2 泵的能量来源

泵的能量来源的类型将取决于当地能源的可用性和可及性。

在大多数情况下，电力是首选，因为它减少了劳动力需求，提高了效率，从而降低了能源成本。三相电源通常需要运行超过 7.5kw 的灌溉泵。

如果无法用电，可以使用柴油、汽油、天然气、丙烷或太阳能等替代能源。最常见的替代品是小型泵的汽油发动机和大型泵的柴油或天然气发动机。

12.3 泵的类型

在大多数灌溉宜用中，使用离心泵。

离心泵是一种旋转动力泵，它通过旋转的叶轮向水中增加能量。它可以是水平轴或垂直轴（包括潜水泵）。

水平泵更常用于从地表水源抽水，如池塘。

12.4 泵性能

在选择用于灌溉的水泵时，宜考虑以下基本因素：

——泵流量；

——泵扬程；

——泵效率；

——为避免汽蚀，泵所需的净正吸入水头（NPSH）。

对于给定的离心泵模型以其规定速度运行，灌溉系统流量将影响泵的总扬程、效率和净正吸入扬程要求。

宜确保泵能够高效地达到所需的流量和总扬程值。获得泵的性能曲线，如果不充分，则进行修改——仅节省的能源就可以轻松支付所需的升级费用，这也将改善系统运行和作物产量，从而缩短投资回报率（ROI）。

12.5 泵的选择

宜根据灌溉系统设计规定所需的泵工作负荷（或工作点）。

工作点是泵曲线与管路系统曲线相交的结果。最佳工作点（BOP）宜与最高效率点重合。宜选择在工作点提供高效率的泵。

为防止汽蚀，宜选择比泵必需汽蚀余量至少高 2m 的泵。根据系统流量的不同，泵所要求的净冷值也不同。

泵的工作点离最佳工作点越远，运行成本越高，效率越低，寿命越短。

宜考虑以下主要因素：

——泵将如何安装；

——泵的总动力扬程是多少；

——在流量和总动力扬程方面要求的性能。

这些信息可以在每个泵的独特泵曲线上获得。

12.6 约束条件

泵的运行限制会影响供水，宜考虑进行有效的规划。

常见的约束包括：

——在一天的某些时间内，水泵不能正常运行的能量限制；

——经济限制，由于在某些时间（一周中的几天或一天中的几个小时）的电力成本过高，导致泵无法运行；

——时间限制，即水源在一周的特定时间或天数不可用，例如由于不同种植者之间共享水资源的调度。

为了延长泵的使用寿命，宜尽可能连续和均匀地运行（例如，不间断运行，没有极端的流量变化）。

为保证流量稳定，各灌区的流量宜尽量相等。在可能的情况下，最小区域的流量不宜低于最大区域消耗量的 75%。

12.7 性能曲线

泵的数据文件宜在泵的整个使用寿命期间保持可用。

泵的性能曲线取决于泵的设计和旋转速度，并与泵的流量、总动力扬程、效率、轴的机械功率要求和净正吸入扬程要求有关。

13 操作

13.1 当开始灌溉季和整个灌溉季时，宜做一些检查。

13.2 检查系统沿路压力

宜检查以下各点的压力：

——控制头入口；

——前后过滤器；

——控制水头输出端；

——主管入口；

——主管末端和副管入口；

——滴管入口；

——滴管末端。

13.3 设计与现场测量的比较

在系统的不同位置验算压力的基本原理是比较设计和现场位置。压力的变化可以提供有关灌溉系统的实时信息，以及改善系统运行所需的措施。

14 培训

14.1 概述

根据作物需求之间以及灌溉系统之间的变化，宜对操作人员进行培训。

14.2 培训问题

——土壤-水-植物的关系

——来自灌溉系统的新要求，如脉冲灌溉，防止真空状况

——灌溉系统中的空气特性

——压力变化及其对灌溉系统的影响

——化学灌溉和加肥灌溉的新方法

——控制传感器

15 不活跃时期

15.1 概述

如果一个滴灌系统预计将处于不活动状态超过两个月，它宜该准备承受不活跃的时期。这宜包括：

——冲洗主 管、次级集水管及排水。

——冲洗和清除滴管中的水。水宜该从最低点放出来。

15.2 冻结危害

在冻结警报的情况下，宜冲洗所有管道和滴管，并清洗过滤器。阀门、水表、过滤器、化学灌溉设备、压力调节器和控制系统的管道宜排空。

16 系统启动程序

阀门宜小心打开，并检查主管、副管和集水管的泄漏情况。

宜检查控制头系统的所有部件是否正常工作。

17 低压滴灌系统（LPS）

17.1 概述

低压滴灌系统可以在非加压灌溉的条件下实现滴灌的优点。

家庭滴灌系统（FDS）宜达到 10,13 kPa（1 m 压力/0,1 atm）。

对于大型地块，压力宜达到 20,26 kPa 至 30,39 kPa［2 m 至 3 m/(0,2-0,3) atm］。

17.2 泵

宜使用泵将水从水源抽到系统（水箱）。是否需要水泵取决于地块大小和地形。在低压滴灌中，即使需要泵也不是必不可少的，因为水箱可以手动填充。

18 家庭滴灌系统（FDS）

18.1 概述

对于家庭大小的地块，可以使用 FDS。

FDS 宜以重力为基础，不需要任何能源来运行。

这种类型的系统宜根据 250㎡至 10000㎡（1 公顷）的地块大小进行调整。

18.2 FDS 的优点

——提高产量和质量

——价格合理，成本效益高

——节省劳动力，不需要电力/能源

——加强利用现有资源

——防止水流失，深层渗透，淋滤和土壤侵蚀

——最大限度地提高用水效率

——支持多季节宜用

——操作维护方便

——不需要特殊技能或以往经验

——可根据社区需要选择大型项目。

18.3 FDS 局限性

——对水质敏感

——对固体肥料敏感

——宜注意能够渗透到滴管管线并堵塞系统的土壤类型

18.4 FDS 组件

FDS 系统宜包括以下组成部分：

——阀门；

——过滤器；

——配水管；

——滴管；

——连接器和附件；

——详细说明。

18.5 技术支持和农艺培训

宜向小农经营者提供维护和培训。

18.6 操作

宜适用与承压滴灌系统操作有关的相同指导方针。

18.7 储存

与承压滴灌系统的储存有关的指导方针也宜适用。

18.8 培训

与承压滴灌系统培训相关的指导方针也宜适用。

参考文献

[1] IWA 20, Understanding and applying drip irrigation for sustainable agriculture

[2] ISO 9261, Agricultural irrigation equipment — Emitters and emitting pipe — Specification and test methods

[3] ISO 9635-4, Agricultural irrigation equipment — Irrigation valves — Part 4: Air valves

[4]ISO 9912-1, Agricultural irrigation equipment — Filters for micro-irrigation — Part 1: Terms, definitions and classification

[5] ISO 9912-2, Agricultural irrigation equipment — Filters for microirrigation — Part 2: Strainer-type filters and disc filters

[6] ISO 9912-3, Agricultural irrigation equipment — Filters for microirrigation — Part 3: Automatic flushing strainer-type filters and disc filters

[7] ISO 9912-4, Agricultural irrigation equipment — Filters for microirrigation — Part 4: Granulated media filters

[8] ISO 16075-1, Guidelines for treated wastewater use for irrigation projects — Part 1: The basis of a reuse project for irrigation

[9] ISO 20419:2018, Treated wastewater reuse for irrigation — Guidelines for the adaptation of irrigation systems and practices to treated wastewater

[10] ISO 24120-1, Agricultural irrigation equipment — Guideline on the implementation of pressurized irrigation systems — Part 1: General principles of irrigation