

团体标准

T/IMAS 023-2020

暗管排盐技术规程

Technical regulation on subsurface drainage and desalimization

(征求意见稿)

2020-XX-XX 发布

2020 – XX- XX 实施

内蒙古标准化协会 发布

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由内蒙古蒙草生态环境（集团）股份有限公司提出。

本标准由内蒙古标准化协会（IMAS）归口。

本标准主要起草单位：内蒙古蒙草生态环境（集团）股份有限公司、中国科学院遗传与发育生物学研究所农业资源研究中心、武汉大学、北京师范大学水科学研究院。

本标准主要起草人：高鸿永、刘金铜、伍靖伟、岳卫峰、张跃华、杜聪、白寅祯、潘亮、韩立朴、付小刚、韩敏。

暗管排盐技术规程

1 范围

本标准规定了排盐暗管布设设计、排水暗管铺设施工、暗管材料及过滤材料、运行管理与监测的内容、程序和工程技术标准以及技术参数的确定方法。

本部分适用于内蒙古自治区以暗管改良盐碱地为目的的规划设计、施工与验收等工作。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 5084-2005 农田灌溉水质标准

GB/T 13361-2012 技术制图 通用术语

GB/T 19647-2005 农田排水用塑料单壁波纹管

GB 50201-2014 防洪标准

GB 50288-1999 灌溉与排水工程设计规范

GB/T 51040-2014 地下水监测工程技术规范

GB 5084—2005 农田灌溉水质标准

SL 4-2013 农田排水工程技术规范

SL 73-1995 水利水电工程制图标准

SL 79-1994 矿化度的测定（重量法）

SL 109-2015 农田排水试验规范

TD/T 1043.2-2013 暗管改良盐碱地技术规程 第2部分：规划设计与施工

NY/T 1121.16-2006 土壤检测 第16部分：土壤水溶性盐总量的测定

LY/T 1218-1999 森林土壤渗滤率的测定

3 术语和定义

下列术语和定义适应于本文件。

3.1

盐碱土 saline-alkali soil

盐土、碱土及其他不同程度盐化和碱化土壤的统称。其种植层土壤含盐量超过0.2%，或土壤碱化层的碱化度超过5%。

3.2

碱土 alkaline soil

土壤饱和浸提液的电导率 ($\mu\text{S}/\text{cm}$) 小于 $4\mu\text{S}/\text{cm}$ (25°C)，碱化度 $\text{ESP}>15$ ，土壤饱和泥浆的 pH 值高于 8.5 的土壤。

3.3

地下水位 underground water table

地下含水层水面的埋藏深度。

3.4

暗管 subsurface pipe

排布在地下管沟中具有渗排水功能的管材，通常以合成纤维、塑料、合成橡胶等材料制成。

3.5

土壤质地 soil texture

按土壤中不同粒径颗粒相对含量的组成区分的粗细度。

3.6

土壤渗透系数 coefficient of soil infiltration

指饱和土壤中自由水在单位水压梯度下、在单位时间内通过土壤单位面积的水量。

3.7

土壤入渗率 soil infiltration rate

单位时间内地表单位面积土壤的入渗水量。

3.8

土壤含盐量 soil salt content

土壤中可溶盐的总量，以每千克干土中含有可溶盐的克数表示。

3.9

土壤碱化度 exchangeable sodium percentage;ESP

土壤胶体吸附的交换性钠离子占阳离子交换量的百分数。

3.10

暗管埋深 buried depth of subsurface pipe

吸水管或集水管管底到地面的垂直距离。

3.11

田间持水量 field moisture capacity

田间水分饱和后，在防止蒸发条件下 2~3d 内自由水排除至可忽略不计时的含水量。以干土质量或容积的百分数表示。

3.12

地下水临界深度 critical depth of groundwater

土壤表层不显积盐或防止土壤盐碱化所要求的最高地下水埋深，又称“临界水位”或“警戒水位”。

3.13

吸水管 suction pipe

收集淋洗盐分的水和地下水的管道。

3.14

集水管 collecting pipe

收集、输导吸水管水流的管道。

3.15

出水管 discharging pipe

暗管排盐系统与外排水系统连接的管道。

3.16

沉沙井（检查井） inspection well

沉淀由吸水管流入的水流，也用于检查、检修井。

3.17

吸水管检查井 suction pipe inspection well

吸水管首端弯起部分，用于检查吸水管是否淤积或堵塞并冲刷淤积泥沙。

3.18

集水井 water collecting well

沿暗管每隔一段距离砌筑的井，用于水的检查、汇集、存蓄、排放。

3.19

暗管排水 buried pipe drainage

利用地下沟(管)排除田间土壤多余水分的排水技术措施。

3.20

排盐 salt elimination

利用灌溉水和大气降水对暗管以上的含盐土层进行淋洗脱盐,并通过暗管将土壤盐分排出。

4 环境调查

4.1 地形调查

通过实地勘查、资料收集，获取坡度、坡向、高程等地形要素信息。

4.2 气象调查

收集气温、降水量与蒸发量及季节分布情况。

4.3 土壤调查

调查内容包括土壤粒径分布、质地、土壤含盐量、主要盐分离子组成、pH值、饱和导水率、渗透系数、耕层深度。土壤质地按国际制土壤质地分类标准划分。土壤含盐量按 NY/T 1121.16-2006《土壤检测 第16部分：土壤水溶性盐总量的测定》确定，渗透系数按 LY/T 1218-1999《森林土壤渗滤率的测定》确定。

4.4 地下水调查

调查地下水埋深、流向、矿化度、主要离子组成、pH值及相应季节性变化情况。地下水矿化度测定按 SL 79-1994《矿化度的测定》中重量法执行。

4.5 水资源调查

调查周边河流、水库、湿地等可引用农业灌溉或土壤盐分淋洗水资源。

4.6 承泄区调查

明确暗管排出水的承泄区及排水流经路线与途径。

4.7 适种植物调查

以提高农田产量、绿化效果和生态功能等为目的，调查适种作物品种、各生育期耐盐耐旱特性、耕种深度、产量。具体作物耐盐、耐渍和耐涝程度按 SL 109-2015《农田排水试验规范》中规定方法确定。

4.8 水利设施调查

包括周边河流、沟渠、水库、泵站、电力设施等。

5 暗管排盐系统的组成及布置

5.1 暗管排盐系统组成

暗管排盐系统包括吸水管、检查井、集水井、集水管、泵站、出水管。

5.2 暗管排盐系统布置

根据工程场地地形地貌、场地外排水条件、工程特点等因素，通过技术经济分析，合理布置暗管排盐系统。具体系统布置按照 TD/T 1043.2—2013《暗管改良盐碱地技术规程 第2部分：规划设计与施工》要求执行。

6 工程设计

6.1 一般规定

6.1.1 根据工程场地地形地貌、场地外排水条件、场地道路布局、渠系分布等因素，通过技术经济分析，合理选择和布置暗管排盐工程系统。若当地经济条件较好或有特殊要求时，可适当提高标准；若受条件限制，可分期实施达到标准。

6.1.2 暗管排盐系统的组成、分级与管道的类型、规格等，应根据排盐规模和要求、地形、土质、管材、滤料和施工条件等因素确定。

6.1.3 暗管排盐工程设计文件的编制及工程投资和经济效益分析，应按水利、土地项目规划设计有关规定执行。

6.1.4 灌溉淋洗水质应符合 GB 5084—2005《农田灌溉水质标准》的相关规定。

6.2 暗管排盐改良盐碱地设计标准

根据相关试验资料或实践经验，结合工程特点、场地条件，通过技术经济分析，确定盐碱地改良标准、盐碱地改良设计标准等。

6.2.1 改良标准

土壤改良，包括土壤含盐量与土壤深度改良，应符合下列规定：

——土壤含盐量：改良盐碱地土壤含盐量不能高于作物的耐盐阈值（按照附录 A 执行）；

——土壤改良深度：改良盐碱地土壤深度不应低于作物正常生长根系主要分布土层深度（按照附录 A 执行）。

6.2.2 设计标准

通常应以地下水临界深度为设计标准，当采用小于临界深度设计时，应通过水盐平衡论证确定。

盐碱地改良工程应满足防治盐碱化的控制地下水位标准，一般采用暗管排盐工程实施后，配合其它措施，1 年内达到灌溉结束后，8~15d 内将地下水位降到临界深度，并达到以下要求：

——在预防盐碱化地区，应保证作物各生育期的根层土壤含盐量不超过其耐盐能力；

——在冲洗改良盐碱土地区，应满足设计土层深度内达到脱盐要求（TD/T 1043.2—2013）。

6.3 吸水管设计原则

吸水管长度、埋深、间距、内径、坡度应根据水文地质、土壤等调查数据进行计算。

6.3.1 吸水管埋深

应寻求与当地经济、技术条件相适应的最佳暗管埋深，并经过综合论证，因地制宜地选择。按式（1）计算吸水管埋深：

$$h_i = h + \Delta H + r \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

h_i ——暗管底埋深，单位为米（m）；

h ——排渍深度或临界深度，单位为米（m）；

ΔH ——相邻两暗管间的中心点地下水位降至 h 时，吸水管水位与中心点地下水位之差（也称剩余水头），单位为米（m），一般取0.1 m~0.2 m；

r ——暗管中的水深，可用暗管直径替代，单位为米（m）。

注：河套地区一般选择暗管最小埋深为1.5m。

6.3.2 吸水管长度

吸水管长度一般控制在100m~300m。

6.3.3 吸水管间距

吸水管间距一般采用经验数据法确定，具体包括以下两种方法。

a) 以土壤渗透系数和埋深为函数的经验公式估算间距，见公式（2）：

$$L=NKH \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中：

L——吸水管间距，单位为米（m）；

N——经验系数，粘土为40，壤土为30，砂壤土为20；

K——土壤渗透系数，单位为米每天（m/d）；

H——吸水管埋深，单位为米（m）。

b) 依据土壤质地估算暗管间距：

依据试验结果和时间经验，不同质地土壤排盐暗管的间距如表1所示。

表1 不同土壤类型暗管埋深和间距

土质	暗管埋深/m	暗管间距/m
黏土	1.5~2.5	20~60
壤土		60~100
砂土		100~130

6.3.4 吸水管管径

管径选择应能保证通过设计排水量，同时不致经常形成满管水流，可按式（3）～（5）计算：

吸水管半径：

$$r = 2 \left(\frac{nQ}{a\sqrt{3i}} \right)^{3/8} \quad \dots\dots\dots(3)$$

集水管半径：

$$r = 2 \left(\frac{nQ}{a\sqrt{i}} \right)^{3/8} \quad \dots\dots\dots(4)$$

涉及排水量：

$$Q=CqA \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中：

r ——排水暗管半径，单位为米（m）；

i ——水力梯度。可采用排水暗管比降；

a ——与管内充盈度a有关的系数；

n ——粗糙系数。通常瓦管取0.014，混凝土管取0.013，波纹塑料管取0.016，光壁塑料管取0.011，其中刚性管制做工艺不良的糙率值可按增大10%~20%计；

Q ——设计排水流量，单位为立方米每天（m³/d）

C ——与面积有关的流量系数。通常只设一级或两级暗管时，可取C=1；

q ——治渍或防治盐碱化的设计排水模数（按附录B选用适合的公式计算确定），单位为米每天（m/d）；

A ——吸水管的排水控制面积，单位为平方米（m²）；

吸水管内径一般采用110mm。

6.3.5 吸水管坡度

吸水管坡度不小于0.3%。

6.4 集水管设计

集水管应按以下原则设计：

- 集水管设计必须先在地形图上进行管网的总体布局，包括可能的出口位置、水流方向，集水管、吸水管的位置等；
- 集水管中的水流与吸水管中的水流方向不应有逆向趋势；
- 集水管不打孔，不缠滤网，不铺设滤层；
- 集水管管径，首段应大于或等于吸水管管径，尾段应等于或大于出水管管径；
- 集水管坡度不小于0.2%，如果不能满足吸水管自流，要设计多级排水。

6.5 出水管设计

出水管应按以下原则设计：

- 出水管管径应接近尾段集水管管径，具体根据出水量及水泵确定；
- 出水管坡度应不小于0.3%，埋深应满足防冻要求；
- 出水管进水口要弯起，让水泵出水管流出的水自由流入；
- 出水管的出口应高于排水沟设计沟底50cm以上。如不足50cm，应适当调浅出水管埋深。如调浅后埋深不能满足防冻要求，要做保温处理。

6.6 附属设施系统设计

6.6.1 检查井设计

检查井用于检查暗管排盐工程系统是否正常工作和清洗管道，其设计应符合下列要求：

- 管道交接处，管路转角和比降突变处，穿越沟、渠、路的两侧，应设置检查井。当管道超过300m时，每隔200m~300m也应设置检查井；
- 为不妨碍耕作，检查井要安装在田埂边等不妨碍耕作的地方；
- 检查井应设有脚梯，便于维护人员进入清洗暗管内部，其内径不小于0.8m；
- 井内吸水管底应高于集水管顶0.1m，井底要低于集水管管底0.3m深的沉沙段；
- 检查井应加盖保护；
- 吸水管首端弯起，伸出地面比最高灌溉水位高0.3m，用管帽盖住，作为检查井及冲洗吸水管用；
- 检查井可以用砖砌筑，也可以用混凝土或塑料预制。

6.6.2 集水井设计

集水井应按以下原则设计：

- 安装水泵的集水井深度要深于集水管底埋深至少0.5m，以保证足够的沉沙和蓄水容积；
- 安装水泵的集水井内径由排水量确定，一般不小于1.5m；
- 安装水泵的集水井内壁在浮子活动范围要保证光滑；
- 集水井应设有脚梯，便于维护人员进入清洗暗管内部；
- 集水井应加盖保护。

6.6.3 泵站设计

泵站设计应符合下列要求：

不能自流排水时，在集水井处设置抽排泵站，通过水泵将集水井中的水抽到出水管，通过出水管把水排到排水沟。若仅有部分时间不能自流排水时，可采取自流与抽排相结合的排水工程设施；

在水泵上安装自动水位控制器，利用水位升高、降低控制工作电路联通与断开，从而控制水泵启动与停止工作，达到无人值守。

泵站可采用太阳能泵站，即利用光伏阵列发出的电力来驱动水泵工作。整个系统主要由光伏阵列（太阳能电池组件）、蓄电池（为节约投资，可设计成不用蓄电池，即白天运行，晚上不运行模式）、太阳能逆变器、水泵组成。

6.6.4 出水口防护设计

出水口防护应符合下列要求：

- 出水口伸出排水沟坡面最小 50cm，可采用加套适当长度混凝土管的设计来防止外露出水口老化。
- 如果出水有冲刷排水沟坡面可能，排水沟坡面至少 1m 宽要做特殊防护处理。例如混凝土护坡、砌石护坡等。

6.6.5 管材与滤料设计

6.6.5.1 管材设计

管材设计应符合下列要求：

- 盐碱地改良工程管材应经国家计量认证的质检机构抽检合格，符合 GB/T 19647—2005《农田排水用塑料单壁波纹管》标准要求。盐碱地改良工程所选管材外形、规格、尺寸、公差配额和技术性能指标必须符合国家现行标准的规定；
- 管材内外壁呈环形波纹状，不允许有气泡、裂口、分解变色线及明显杂质，管材两端应平整并与轴线垂直。管材的原材料不得掺杂回收废旧材料进行生产，使用年限不得小于 30 年；
- 采用开沟铺管机进行暗管铺设施工时宜采用整体性能良好的轻型、柔性管材；机械铺设暗管时，应选用粒状滤料、滤料结合或预包成型的管材；管材进水孔外形为椭圆形或长方形并且无明显毛边。进水孔直径或较小轴线的应小于等于 1 mm。

6.6.5.2 滤料

滤料选择应按 SL 4—2013《农田排水工程技术规范》标准执行，选用取材容易，价格便宜，施工方便的透水性材料，同时应符合耐酸碱，不易腐烂，对作物无害且不污染环境的要求。

7 施工

7.1 施工前准备

施工前必须做好物料备制和定线放样等准备工作，施工现场三通一平（通路、通电、通水、平整场地），暗管排盐工程施工工期宜选在非汛期的农闲和地下水位比较低的季节。

7.2 施工

7.2.1 放线扫线

选定相对水准点 0.00 点（在施工区选择地形高低适中，通视条件好，不会被碰撞，在施工期间不会发生任何位移的点）。

按照总体布置图确定每根暗管起、终点位置及每个沉沙井、集水井位置，并用木桩标定。放开挖线（撒灰线），包括暗管、检修井及集水井。

7.2.2 施工步骤及要求

- 1) 开挖集水井基坑，基坑深度根据集水井底部低于集水管尾端 0.5m 确定；
- 2) 砌筑集水井，集水井底部及四周要做防渗处理，露出地面部分抹灰，安装井盖；
- 3) 开挖埋设出水管沟；
- 4) 安装出水管；
- 5) 集水井中安装水泵；
- 6) 铺设暗管。

7.2.3 暗管铺设

暗管铺设可采用专门的开沟铺管机施工或采用人工机械施工。

在没有石块、矿碴等较硬的地块可用开沟铺管机铺设暗管。开沟铺管机可通过激光制导仪自动控制，把暗管按照设计要求铺设到地下一定的深度，开沟铺管机铺设管道应自暗管首端开始至暗管末端，严格控制所埋暗管的顺直程度，以便排水顺畅。

如果链刀挖的土是散状的，可用覆土机填埋管沟。填埋后要起垄，以防见水后下沉成沟。

7.2.4 暗管铺设技术指标

暗管铺设技术指标应符合下列要求：

- 暗管高程：暗管始端高程与设计高程的偏差幅度在 $\pm 5\text{cm}$ 以内视为合格；
- 暗管坡度：暗管最大可容许偏离设计坡度 $\pm 10\%$ ，当误差超过管径 $\pm 1/2$ 时应及时改正再进行作业；
- 暗管高程起伏：暗管铺设过程中高程的波动范围应不超过管径的 $1/2$ ；
- 砂滤料厚度：砂滤料在暗管周围均匀包裹，厚度一般保持在 $6\text{mm}\sim 8\text{mm}$ 之间。

7.2.5 检查井安装

7.2.5.1 检查井的选型与布放

检查井由圆形混凝土管加盖子构成，底部密封防止泥沙进入，顶部盖子的直径应略大于检查井的直径。为了便于进入检查井清洗暗管，检查井的直径不应小 0.8m 。

检查井的位置和埋设深度必须严格按照设计要求。暗管长度超过 300m 应设置检查井。

7.2.5.2 检查井安装

检查井底部基础夯实，防止不均匀沉降。检查井安装时应保证井身垂直。

管道与井身孔口的连接部位应密封，防止泥沙进入。井身孔口与井底保持不小于 0.2m 的高度用于沉沙。

检查井顶部高于最高水位不少于 0.3m ，以防止农田土壤或灌溉水进入井中。

8 工程验收

工程验收按照TD/T 1043.2—2013《暗管改良盐碱地技术规程 第2部分：规划设计与施工》中第7章要求进行。

9 管理

9.1 一般规定

暗管排盐系统投入运行前必须确定相应的管理机构，落实管理经费，制定切实可行的管理规章和工程维修养护制度，并对技术人员进行技术培训和岗位考核。

暗管排盐系统的管理应包括经常性的维护、季节性的抢修、临时性的抢修、改碱效果的监测和必要的试验工作。

9.2 运行管理

工程在运行初期应沿管线经常巡视。巡视内容：吸水管是否出水、水中泥沙含量、水位自动控制运行情况、太阳能板固定情况、太阳能板外围植物有没有挡光及太阳板上是否有积雪。特别在灌溉期或高水位期（水泵停息不超30分钟），要每天至少巡视一次，低水位期，每五天巡视一次。发现凹坑应及时填平，每次灌溉前要检查一次。检查井在运行期间，应记录其出水量和含沙情况，发现异常时应立即查找原因，进行处理。

暗管排盐系统在出水量明显减少时应及时清洗。在一次清洗中，尽量减少清洗软管插入暗管的次数，这样可以保护管道周围滤料。

清洗暗管时，清洗喷头的压力至少是12Pa~15Pa。清洗机的压力不应超过50Pa，高压力会损坏暗管及周围的滤料。集水管清洗不限制压力。

10 监测

监测按照 TD/T 1043.2—2013《暗管改良盐碱地技术规程 第2部分：规划设计与施工》中第8章要求进行。

附 录 A

(资料性附录)

土壤含盐量与土壤改良深度阈值

土壤改良，包括土壤含盐量与土壤改良深度，应符合下列规定：

- 土壤含盐量：暗管改良盐碱地土壤含盐量不能高于作物的耐盐阈值。一般作物的改良土壤含盐量不应大于 0.3%，大豆、豌豆、芹菜等低耐盐作物的改良土壤含盐量不应大于 0.1%，水稻、小麦、玉米、番茄、向日葵等中等耐盐作物的改良土壤含盐量不应大于 0.2%，大麦、甜菜、油菜等高耐盐作物的改良土壤含盐量不应大于 0.5%；
- 土壤改良深度：暗管改良盐碱地土壤深度不应低于作物正常生长根系主要分布土层深度，一般草坪、草本花卉、地被植物改良土壤深度不应低于 0.4m，灌木改良土壤深度不应低于 0.6m，乔木改良土壤深度不应低于 1.0m，其他农作物改良土壤深度不应低于 0.6m。

附 录 B
(资料性附录)
排水模数计算公式

防治盐碱化排水模数和冲洗改良时的排水模数可分别用式 (B.1) ~ (B.3) 确定:

$$q = \frac{\mu \Omega (h_1 - h_0)}{t} - \bar{E}_A \dots\dots\dots (B.1)$$

$$q = \frac{m - E_0 - \Delta \omega}{t} - \bar{E}_A \dots\dots\dots (B.2)$$

$$\bar{E}_A = E_0 \left[1 - \frac{h_0 + h_t}{2 h_t} \right]^\pi \dots\dots\dots (B.3)$$

式中:

q ——排水模数, 单位为米每天 (m/d);

μ ——地下水位降深范围内的平均给水度;

Ω ——排水地段内的地下水面形状修正系数, 通常暗管取0.8~0.9;

h_t ——设计地下水埋深, 通常可用临界深度替代, 单位为米 (m);

h_0 ——起始地下水埋深, 单位为米 (m);

\bar{E}_A ——排水过程中的地下水平均蒸发强度, 单位为米每天 (m/d);

t ——防治土壤返盐的排水时间或冲洗排水时间, 单位为天 (d);

m ——冲洗定额, 单位为米 (m);

E_0 ——水面蒸发强度, 单位为米每天 (m/d), 若根据当地具体条件可以不考虑蒸发影响时, 应

对 $E_0=0$;

$\Delta \omega$ ——冲洗排水前后的土壤含水量增值, 单位为米 (m);

h_1 ——地下水停止蒸发或微弱蒸发深度, 单位为米 (m)。