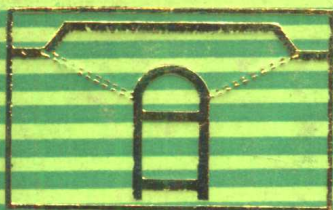


灌区水工建筑物丛书

地下排灌工程

(第二版)

羊锦忠 编著



水利电力出版社

灌区水工建筑物丛书

地下排灌工程

(第二版)

李锦忠编著

水利电力出版社

(京)新登字115号

灌区水工建筑物丛书

地下排灌工程

(第二版)

羊锦忠 编著

•

水利电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号)

各地新华书店经售

北京市京东印刷厂印刷

•

850×1168毫米 32开本 10.875印张 289千字

1980年10月初版

1988年7月第二版 1993年6月北京第四次印刷

印数15991—19290册

ISBN 7-120-00071-3/TV·56

定价10.00元

出版者的话

大搞灌区工程配套，是挖掘现有灌溉设施潜力，加快建设旱涝保收、高产稳产农田的一项重要措施。灌区水工建筑物面广量大，是灌溉排水工程的重要组成部分，也是灌区配套的主要内容。各地水利部门在修建灌区水工建筑物方面积累了丰富的经验，无论在建筑物的规划布置、结构型式、建筑材料、设计理论、施工工艺等方面，都不断有所创新，并在科学研究方面取得了一批新的成果。

为了总结交流经验，推广先进技术，反映科研成果，特组织编写了这套“灌区水工建筑物丛书”。丛书包括《渠首工程》、《水闸》、《闸门与启闭机》、《渡槽》、《倒虹吸管》、《涵洞》、《隧洞》、《跌水与陡坡》、《农桥》、《地下排灌工程》等10个分册。

丛书的服务对象以中专毕业的水利技术人员为主；讨论的工程规模以县办工程为主；写法以实用为主，在扼要阐明基本原理的基础上，着重讲述工程布置、结构型式、计算公式、施工方法和常用的图表，并介绍一些工程实例，便于广大读者在设计施工中应用和参考。

参加这套丛书编写工作的单位有江苏、安徽、山东、广东、广西、湖南、河南、陕西、黑龙江等省（区）的水利局，勘测设计、科研部门和有关水利院校。

为了提高书稿质量，请武汉水利电力学院农田水利工程系负责丛书的归口工作。该系陈德亮、赵文华等同志在审定书稿、减少各分册之间的重复、统一编写深度和广度等方面，做了大量的工作。

《地下排灌工程》分册由江苏农学院机电排灌系羊锦忠同志编写。初稿完成后，先后经华东水利学院房宽厚同志、江苏省水利厅吴存礼同志、上海电力排灌公司陆幸福等同志、武汉水利电

力学院茆智、刘忠潮、李继珊、颜其照等同志帮助审稿，提出了很多补充修改意见，大大地提高了书稿质量。

这套丛书中已经出版的有《水闸》分册，其它各分册将陆续出版。为了搞好这套丛书的出版工作，使它更好地为广大读者服务，热忱希望同志们随时将有关意见和要求告诉我们。

1980年3月

第二版前言

“灌区水工建筑物丛书”自1980年陆续出版以来，受到了广大读者的欢迎。大家反映，这套丛书内容比较全面、实用，既有较为系统扼要的理论分析，又有工程实例作为参考，很适合地、县水利工程技术人员的学习使用。根据读者的要求，同时考虑到近几年来这方面科学技术的不断发展，我们决定对这套丛书进行修订，以便更好地满足地、县广大水利工程技术人员的需要。

丛书的这次修订是按下述原则进行的：重点介绍常用的理论和方法，注意反映国内外的先进技术，认真总结近几年经过实践证明，技术上先进、经济上合理、运用时安全可靠的先进经验，删去陈旧过时和实用价值不大的内容；在扼要阐明基本原理的基础上，着重讲述工程布置、结构型式、构造、计算公式的应用、施工要点及管理注意事项，并编写一些实例，供广大读者应用参考。为了节省设计中繁琐的计算工作，有些分册将适当地编入实用性强的电算程序。

参加这套丛书修订编写工作的单位有：江苏、安徽、广西、湖南、河南、陕西、黑龙江等省（区）的水利厅（局），勘测设计、科研部门以及有关的水利院校。为保证书稿质量、统一写作风格、提高工作效率，每本书的编写人不宜过多。因此，第二版的某些分册将减少或调整了部分参编人员。

为了进一步提高第二版的质量，决定成立“丛书编审组”，负责组织全套书的审稿和归口工作。

本分册《地下排灌工程》第二版由江苏农学院羊锦忠同志编写。

修订稿经王诒昭同志审阅，并提出了修改补充意见，对提高书稿质量帮助很大。

本书是该套丛书第二版最先出版的一个分册，其它各分册将陆续出版。为了搞好这套丛书的再版工作，使它更好地为广大读者服务，诚恳希望读者对书中错漏之处，及时提出批评指正。

淮区水工建筑物丛书编审组

组长 陈德亮

成员 李崇智

张士儒

赵文华

王诒昭

1987年1月

目 录

出版者的话

第二版前言

第一章 概 述 1

第一节 地下排灌工程的概念 1

第二节 我国地下排灌工程的发展简介 4

第三节 地下排灌工程的优缺点 5

第二章 地下灌溉系统的规划布置 7

第一节 勘测调查和收集资料 7

第二节 地下灌溉系统的组成 8

第三节 地下灌溉系统的规划 10

第四节 地下浸润灌溉法 28

第三章 地下渠道的水力计算 40

第一节 灌溉设计流量 40

第二节 地下渠道水力计算的基本公式与用表 44

第三节 地下渠道横断面的设计 78

第四节 地下灌溉系统的水位推算 88

第五节 地下渠道中的水击 95

第四章 地下排水系统的组成和布置 105

第一节 地下排水系统的组成 105

第二节 地下吸水管间距和埋深的确定 118

第三节 地下吸水管的外包层材料 129

第四节 地下排水系统的布置 131

第五章 地下沟道的水力计算 135

第一节 排水设计流量 135

第二节 地下沟道断面的水力计算 141

第三节 地下排水系统出口水位的推算 168

第四节 沟道水力计算中的几个限值 169

第五节 沟段的衔接 170

第六章 地下沟渠的管道材料 172

第一节	灰土地下沟渠	172
第二节	水泥砂土管和三合土管	185
第三节	混凝土管及钢筋混凝土管	186
第四节	石棉水泥管	206
第五节	陶瓷压力管	209
第六节	玻璃管	211
第七节	塑料管	213
第八节	砖石砌沟渠	219
第七章	地下排灌沟渠的结构设计	221
第一节	混凝土及钢筋混凝土地下管道的结构设计	222
第二节	钢丝网水泥管地下渠道的结构设计	275
第三节	砖石拱形地下沟渠的结构与计算	277
第四节	灰土地下沟渠的结构设计	291
第五节	柔性塑料管道的结构设计	292
第八章	机电排灌配套	298
第一节	水泵的选型	298
第二节	水泵进出水管路及附件	308
第三节	动力机选配	311
第九章	地下沟渠的施工与维护	316
第一节	施工机械	316
第二节	测量放线	321
第三节	沟槽开挖	321
第四节	施工排水	323
第五节	地基处理及管座施工	325
第六节	下管	328
第七节	接口与井的施工	334
第八节	检查与验收	337
第九节	地下沟渠的维护	338
参考文献		340

第一章 概 述

第一节 地下排灌工程的概念

一、地下排灌工程的定义

地下排灌工程是指将排水沟及灌溉渠用管道、坑道或其它形式埋置地下进行排灌的工程及设施。所以，它又被人们称为暗式沟渠工程。地下沟道工程包括用于排水的地下吸水、集水和泄水的沟管及其建筑物；地下渠道工程包括用于灌溉的地下输水、配水和灌水的管渠及其建筑物。

地下排灌沟渠的特点是埋在地下，因而必须采用封闭的沟壁或渠壁。通常多采用圆形和圆拱直墙形断面，也有采用矩形及椭圆形等断面的。

地下排水系统的水流一般为无压管流（局部可以为有压管流），从排水田块到容泄区，高程应逐级降低，各级保持一定的坡降和足够的管径，以使水流不致满管。

排水田块底下的地下沟道采用有孔吸水暗管的形式。吸水暗管埋置于田块下一定深度内，吸取渗入土层里的多余水分，通过排水井内的闸门将水泄入农沟，以降低地下水位，防治渍害。为了及时排除地面积水，在排水井上部齐地面处设置泄水口，以便将地面水泄入农沟。为了防止砂石草木等杂物流入排水井，泄水口必须设置拦污栅。排水井下部低于农沟的部分是沉沙池，用以沉积泥沙，定时清理。各农沟集中的涝渍水，可通过集水井内的控制闸门汇入支沟，由支沟、干沟排至容泄区，见图1-1。如沟口为淹没出流，则须于沟口设闸防止倒灌。如果容泄区水位高于干沟水位，则需设泵抽排。

地下渠道的水流，通常属于有压管流。其压力水头或是依靠

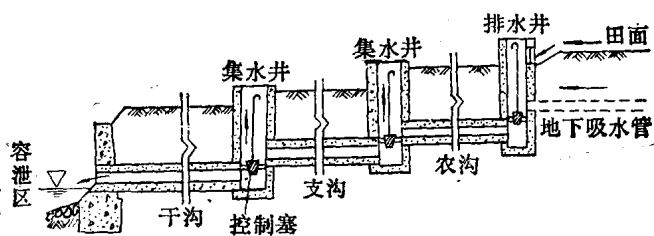


图 1-1 地下排水系统纵断面图

水泵提水形成，或是由于水源具有足够的自然水头。有压管流能将所承受的压力传到水体的各部分。但是，由于摩阻力的影响，致使水管沿程的压力水头逐渐减低，到一定距离后将趋近于零，见图1-2。

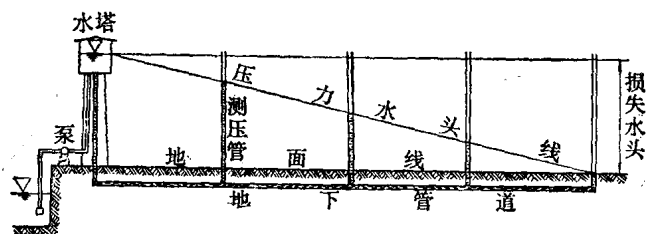


图 1-2 有压管流原理示意图

地下灌溉系统以不同型式的渠首从水源取水，用地下干渠输送到分水井。通过分水井里的闸门将水分到各支渠，各支渠再通过分水井里的闸门分水到各农渠。农渠从每个田块头上通过，打开放水井的阀门就可以进行地面灌溉，见图1-3。对于旱作物采用地下浸润灌溉时，打开放水井的闸门让水流进入埋置于田面以下一定深度的地下润水管，水经过管壁孔隙润湿土壤。

二、地下排灌系统的类型

目前，地下沟渠排灌区的控制面积，一般都在5000亩以下，

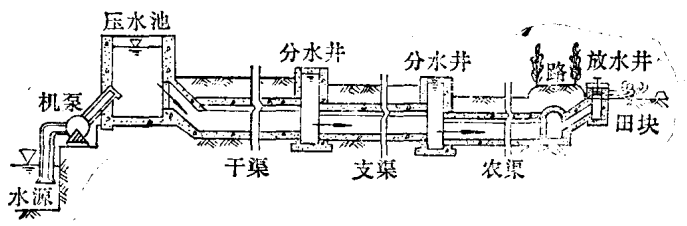


图 1-3 地下灌溉系统纵断面示意图

地下排灌沟渠系统常采用干、支、农三级，配以田间排灌暗管。由于地下排灌工程尚处于发展阶段，因此地下沟渠系统的完整程度不尽一致。

1. 地下沟道系统类型 地下排水沟道系统按其构成情况的不同，可分为三类：

(1) 田间排水采用地下沟管，集水和泄水采用地面沟道。

(2) 田间排水采用地下沟管与田面垄沟结合，而集水、泄水采用地面沟道。

(3) 田间排水与集水、泄水沟道均采用地下式。其中，集水、泄水沟道有的全部（干、支、农沟）建成地下沟道，有的是局部建成地下沟道。

2. 地下渠道类型 地下渠道系统按其构成情况的不同，亦可分为三种类型：

(1) 以地下渠道输、配水，用地面灌溉法放水入田块。其中，干、支、农渠可以全部采用地下渠道，也可以部分采用地下渠道。

因水稻是实行淹灌法灌水，所以，对于水稻种植区，均可采用这一类型。

(2) 以地面渠道输、配水，田间用地下润水管进行浸润灌溉。

(3) 输、配水渠道及田间灌水系统均采用地下式。

第二节 我国地下排灌工程的发展简介

地下排灌工程在我国历史上早有应用，如一千多年前，新疆人民创造的用水平集水坑道拦截地下水流、进行引水灌溉的坎儿井；山西省临汾县龙子祠人民用砂砾铺成地下水渠，并分段设闸节制地下水流，以进行地下灌溉或排水，见图1-4。这些创造对农业生产和水利技术的发展起了一定的作用。但是，由于剥削阶级的长期统治，这些优良的排灌方法发展非常缓慢。

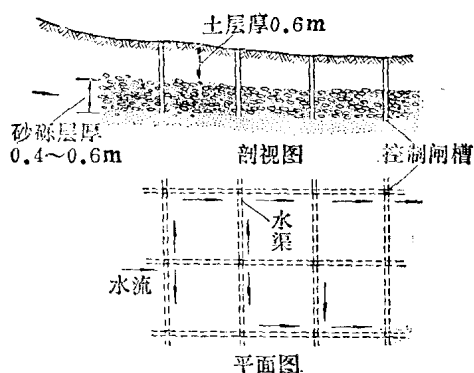


图 1-4 龙子祠古代修建的地下砂砾水渠

解放后，随着农业生产的发展，以及农业机械化程度的不断提高，人们对科学用水的要求也日益迫切。为了适应新的形势，各地先后兴办了一些地下排灌工程试点，并且在总结经验的基础上进行改造提高，逐渐推广。

河南省偃师县于1957年进行了田间沟渠地下管道化的试点。他们将陶土管埋置地下用以灌溉排水，代替了地面沟渠，取得了较好的效果。温县赵堡大队于1966年试铺了地下混凝土管道代替明渠获得成功，并逐步推广运用。目前，全县已有相当一部分农田应用了地下管道灌溉网。

江苏省无锡县从1965年开始，以石灰粘土为材料于现场夯筑

地下渠道，逐步发展成为整套地下排灌系统。

70年代后期，除浙江、广东、湖北、福建、安徽等省进行了试点外，山西雁北地区，辽宁海城县，内蒙古河套地区，山东打渔张灌区，黑龙江友谊农场，天津潮宗桥等地均进行了改良盐碱地和低湿洼涝地的试验，并取得了较好的成效。

上海市郊区利用工业废料，如电石渣，粉煤灰等制成废渣混凝土管，造价仅为普通混凝土管的 $1/5 \sim 1/3$ 。既做到了变废为宝，有利于环境保护，又大大推动了地下沟渠工程的建设。

上海市农科院，上海市塑料研究所于1978年和1979年相继研制成功塑料管和波纹塑料管，填补了国内空白。经过国内14个省市的试用，经济效益较为显著。

其它，在地下沟渠系统规划，建筑物结构型式及沟渠施工管理运用等方面，各地都进行了一些研究探讨，取得了较显著的成果。

80年代初，在开沟铺管机具的研制上取得了显著的进展。目前，随着农村经济的迅速发展，各省市针对新的生产形势要求，正在因地制宜地研究和推广地下排灌技术。使之获得新的发展。

第三节 地下排灌工程的优缺点

通过生产实践检验，上述各种类型地下排灌沟渠与地面沟渠相比有以下优点：

(1) 地面沟渠一般都压占相当大的地面，改为地下沟渠后，可扩大种植面积。如江苏省无锡县梅村公社东园大队，总面积（耕地及沟渠压占）为1391亩，地面渠道基本配套。干渠长2000m，坡脚宽10m，占地30亩；支渠总长4900m，坡脚宽6.5m，占地47.8亩；灌溉渠道共占地77.8亩，占总面积的5.6%。排水沟道占地3.4%。沟渠合计占地9.0%。全部改成地下沟渠后，除了用2.0%做道路外，其他7.0%的面积仍可种植农作物，即增加97亩耕地。

(2) 输水快、灌排方便, 有利于提高灌溉排水质量, 促进增产。地下渠道的水流一般分为管道充水和压力传输两个阶段。管道充水过程和明渠水流一样, 但当管道充水完成并达到压力传输阶段时, 渠首水头压力再行升高, 将能立即传至各放水井。在灌溉季节, 地下渠道常部分充水或全部充水, 因此, 渠首抽水机一开或进水闸门一提, 放水井即可开阀灌溉。暗管排水也有利于迅速降低地下水位。所以, 运用地下沟渠可以做到排灌及时, 提高质量, 促进增产。

(3) 省水省电, 扩大灌溉面积。用地下渠道输水、配水和灌溉, 减少了蒸发与渗漏, 可以显著提高渠系水利用系数, 相应地增加了供水流量, 省水省电。据调查, 同样的机电设备, 改暗渠后可以扩大灌溉面积30%左右。

(4) 便于交通, 有利于机械化耕作。地面沟渠是农村交通和机械化耕作的主要障碍。改为地下沟渠后, 可以适应农业机械化和农村交通运输迅速发展的需要。

(5) 维护管理工作简单, 有利于实现自动化, 节省人力。地下沟渠发生坍塌、决口、冲刷等事故极少, 维护管理简单, 且灌水和排水阀门易于实施自动控制。

(6) 有利于灭螺、根除血吸虫和消除作物害虫孳生场所。南方的沟渠边旁湿地是血吸虫寄主(钉螺)的繁殖场所, 也是农作物害虫的孳生场所, 危害很大。改建地下沟渠后, 便可根除。

地下沟渠与地面沟渠相比, 存在的缺点是所需建筑材料多, 一次投资较大, 施工技术要求高。

地下沟渠的优点很多, 它是沟渠革新和发展的方向, 随着工农业生产的不断发展, 必将愈益显示其优越性。

第二章 地下灌溉系统的规划布置

第一节 勘测调查和收集资料

规划布置地下渠道网之前，应对灌区进行调查、观测或测量，以取得地形、气象、土壤、水文、农作、电网、工程地质、水文地质、水利工程现状、自然灾害、农业区划、经济规划等有关资料。对这些资料的基本要求如下：

1. 地形地貌资料 最好能获得全灌区 $1/5000 \sim 1/1000$ 的地形图，地形图上应标有灌区范围的边界线以及现有沟渠、河流、塘堰、井泉、泵站、涵闸等的位置。在已经实现园田化的地区，则应将园田化工程标于图上，以便尽量结合现有园田化工程进行地下渠道网的规划设计。在非常平坦的地区，至少也应有平面位置图和田块的地面高程数值，作为与水源水位比较和确定水泵扬程及布置田间地下管道的依据。

2. 气象资料 包括降水、蒸发、气温、湿度、日照、冰冻期、冻土深度以及与地下灌溉有关的农业气象资料等。主要作为确定作物需水量和制订灌溉制度的依据，而冻土深度则作为确定管道埋深的参考。

3. 土壤资料 土壤持水能力和透水性是确定灌水量的重要依据。需要了解土壤的质地、土层厚度、田间持水量和渗吸速度、给水度、饱和含水量等。如果缺乏现成的资料，可在现场测试。

4. 水文资料 包括当地河流、水库、塘堰及井泉等历年水量、水位变化与水质（含盐量、含沙量、污染程度）等情况的资料。对于井泉还应了解地质情况和地下水补给条件。

5. 农作情况及灌溉经验 灌区内各种作物的种植比例、轮作制度及耕作现状（机械化程度、种植方式等）与旱、涝、盐、渍等自然灾害情况。并要重点了解各种作物的现行灌溉制度以及当地群众的高产灌溉经验。

6. 动力电源情况 主要是了解现有动力(如柴油机、电动机)规格, 电力供应情况, 以及取得电源的最近地点。

7. 行政区划 地下渠道网的布置应考虑便于管理, 因此要了解现行行政区划的界线, 生产管理体制, 尽量使灌溉管理和生产管理的范围相一致。

8. 经济规划资料 当地近期和远景的经济规划资料, 如生产发展规划、水利规划、农业机械化规划等。

第二节 地下灌溉系统的组成

较完善的地下灌溉系统, 是由水源及取水建筑物、输水管

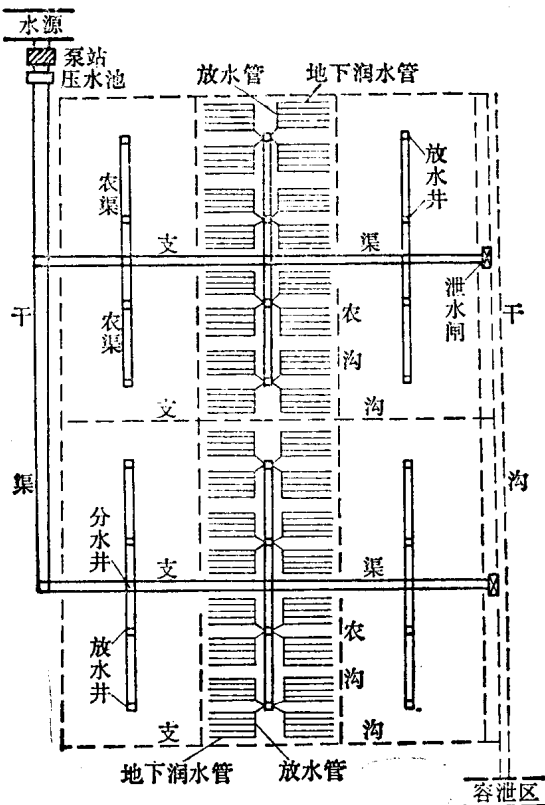


图 2-1 旱作区地下灌溉系统示意图