



严思诚 编著

农田地下排水



HUILI KEJI CHENGGUO CONGSHU

《水利科技成果》丛书

农田地下排水

严思诚 编著

水利电力出版社

内 容 提 要

本书以农田地下排水技术在过湿地中的实践经验和实验研究成果为基本内容,以国内现有资料为主,并借鉴了国外的一些研究成果。本书可供从事农田水利工作的技术人员学习使用。

《水利科技成果》丛书

农田地下排水

严思诚 编著

水利电力出版社出版

(北京三里河路6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 3.375印张 72千字

1986年4月第一版 1986年4月北京第一次印刷

印数0001—3000册 定价0.63元

书号 15143·5922

序

水是人类生存和社会生产必不可少的物质资源。水利工作的基本任务是除水害、兴水利，开发、利用和保护水资源，为工农业生产和人们的物质、文化生活创造必要的条件。普及水利科学技术知识，让更多的人了解和掌握水利科学技术，也是两个文明建设的内容之一。为此，针对水利战线职工和社会上不同文化程度读者的需要，分层次地编写出版水利科普读物是十分必要的。

为了帮助水利科技人员的知识更新，掌握一些现代科技知识，并使水利科技成果更广泛地得到推广应用，尽快地形成生产力；为了使广大农村水利工作人员掌握一些实用的水利基础知识，并应用于生产实际；为了总结和宣传我国水利建设的伟大成就和悠久历史，介绍水利在四化建设和人民生活等方面的重要作用，激发广大人民群众和青少年热爱祖国江河、关心水利事业，我们组织编写了七套水利科普丛书，包括：《现代科技》丛书、《水利科技成果》丛书、《水利水电施工》丛书、《小水电技术》丛书、《农村水利技术》丛书、《中国水利史》小丛书、《水与人类》丛书。这些科普丛书将由水利电力出版社陆续出版。

编写和审定这些丛书时，力求做到以思想性和科学性为前提，同时注意通俗性、适用性和趣味性。由于我们工作经验不足，书中可能存在某些不妥和错误之处，敬请广大读者给予批评指正。

中国水利学会科普工作委员会

一九八四年七月

1984.7.14

水利科普丛书编审委员会名单

主任委员：史梦熊

副主任委员：董其林

委 员：丁联臻 王万治 史梦熊 田 国

李文治 邴凤山 杨启声 张宏全

张林祥 沈坤卿 陈祖安 陈春槐

汪景琦 郝连第 郭之章 赵珂经

茹 智 陶芳轩 谈国良 徐曾衍

蒋元驹 曹述互 曹松润 董其林

颜振元 (以姓氏笔划为序)

前 言

农田地下排水已经有两千余年的历史，但在生产中广泛应用始于十九世纪。近年来，它在改良过湿地和盐碱地中的作用和地位已经愈来愈为人们所公认。这不仅因为其理论和实施技术日趋成熟，而且其经济效益亦极为显著。很多国家的农田地下排水已作为提高农作物产量的重要措施而竞相发展，一些国家甚至作为国策来推行。我国作为最早应用农田地下排水的古老国家之一，相比之下，其发展是不能令人满意的。但近二十余年来正在急起直追，各地相继作了大量研究，并在生产中逐步推行，为进一步发展奠定了坚实的基础。

为了普及农田地下排水的知识，有利于经济建设中广泛应用，本书主要介绍受渍害的农田和沼泽地的排水技术问题，以国内现有的实践经验和试验研究成果为基础，并借鉴了国外的一些研究成果编写而成。其中除了引用江苏省的资料外，还引用了由水利电力部水利水电科学研究院水利研究所、中国农机化研究院、南京水利科学研究院、上海市水利局、上海市农业科学研究所土肥研究所、广东省水利电力厅、广东省水利水电科学研究所、四川省水利电力科学研究所、浙江省嘉兴市郊区水利农机局、北京市水利科学研究所、江西省水利科学研究所、山东省水利科学研究所、武汉市水利科学研究所、辽宁省水利勘测设计院等单位提供的资料，在此一并表示感谢。

本书由江苏农学院机电排灌系羊锦忠同志审稿，并提出了宝贵意见，对提高书稿质量帮助很大。

鉴于农田地下排水涉及的知识面比较广泛，又限于本人水平，书中不妥和错误之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

1985年4月

目 录

序

前 言

第一章 农田排水的任务	1
一、渍害.....	1
二、沼泽地.....	3
三、渍害的防治和沼泽地的开发利用.....	4
第二章 农田地下排水在治水改土中的作用	6
一、有效地降低地下水位.....	6
二、改善土壤水气状况.....	8
三、改良土壤的物理性状.....	9
四、提高土壤肥力.....	10
五、增加土壤温度.....	13
六、减少农作物病害.....	14
七、有利根系发育植株健壮.....	14
八、便于水稻搁田.....	19
九、改善耕作条件.....	19
十、具有广泛的适用性.....	20
第三章 农田地下排水的发展	24
第四章 农田地下排水系统	27
一、排水道的种类和结构型式.....	27
二、平面布置.....	30
三、出口和控制建筑物.....	34

四、骨干排水系统	38
第五章 地下水埋深和排渍标准	40
一、地下水控制埋深	40
二、排渍标准	46
第六章 地下排水工程的设计	48
一、深度和间距	48
二、直径和比降——水力计算	55
第七章 管道材料、裹料和滤料	58
一、管道材料	58
二、管道的裹料和滤料	66
第八章 制管和施工机具	74
一、制管机具	74
二、施工机具	79
第九章 地下排水设施的维护与管理	89
一、检修设施	89
二、维护和管理措施	91
第十章 地下排水工程的经济评价	95
一、工程费用	95
二、工程效益	96
参考文献	99

第一章 农田排水的任务

农田排水的根本任务在于排除过多的地表水和地下水，使土壤具有适宜的水、肥、气、热和盐份平衡条件，以满足作物对生长环境条件的要求。

不同类型的地区，其排水任务是不同的，但基本上可以归结为两类：一类是过湿地排水，其任务是排除多余水份，在规定时间内降低过高的地下水位，使土壤具有适宜的水气比例。另一类是盐碱地排水，其任务是控制地下水位，促使土壤脱盐和防止返盐。

本文拟主要介绍过湿地排水。对农田而言，过湿地在我国通常指受渍田，或谓“渍害”；另一类是尚未开发的沼泽地。下面将渍害、沼泽地的情况，及其防治和开发利用作简略的介绍。

一、渍 害

渍害是指地下水位过高或土壤上层滞水，使土壤过湿，造成土壤容根层水、肥、气、热失调，导致农作物减产的一种自然灾害。亦称渍害、湿害、地下涝、哑巴涝等。

土壤中气体交换主要靠气体的扩散作用。它与土壤的质地、结构、孔隙的组成和土壤水存在的势梯度等有关。过量的土壤水会减少土壤和大气之间的空气交换，使土壤中氧的

供应不足，因而好气性细菌活动减弱，有机物矿质化进程缓慢，养份供求失调。同时，嫌气性分解活动增强，虽有助于腐殖质的积累，但土壤中还原作用提高，产生亚硝酸盐、低价铁等还原物质，使土壤孔隙中聚积对于植物有害的气体，如沼气和硫化氢等。其结果是抑制种子发芽，阻碍根系正常发育，使其不能深扎，植物根呼吸和总根体减少，增加根部输送水份和养份的阻力，减弱蒸腾作用和光合作用，作物苗叶面积减小，叶面褪色，花和幼果脱落。持续的通气不良，导致细胞渗透率的减小和细胞死亡，甚至造成根的死亡。

构成渍害的因素很多，诸如地形地貌、气候、水文、水文地质、土壤和人类活动等。就地形地貌而言，在我国以平原地貌为特征的东部沉降区分布最广，平原洼地、山丘间的盆地和谷地均有分布；就水文、水文地质而言，主要分布在一些冲积平原、湖积平原、海岸平原等长期或季节性地面积水，潜水流动受阻，潜水面过高的地区；就气候而言，主要分布在干燥度小于1的湿润地区和干燥度在1~1.5的亚湿润地区；就土壤而言，透水性较差的粘土类，释水性较差的粉砂土、粉砂壤土等结构性差的土壤易于渍水；按土壤发生学分类而言，地下水型水稻土、冷浸性水稻土、草甸土、沼泽土、潮土和粘质红壤等属渍水或易渍土壤。综上述因素，我国渍害主要分布在三江平原、东北平原、华北平原、两湖平原、长江中下游平原、珠江三角洲、台湾西部平原以及南方诸省。此外，兴建水库、人工湖、渠系渗漏、大水漫灌等，也会引起人为的渍害。

由于我国降水的主要来源是夏季风带来的暖湿气流，降水大部分集中在4~9月份，且降水变率较大，所以夏熟、早秋和晚秋作物均可能遭受渍害。其机遇亦较多，尤以湿润

地区较为频繁。据江苏省调查统计，麦作受渍的机率在30%以上，棉花受渍的机率约40%左右。

作物受渍减产的损失是很大的。以江苏省几个代表性受渍年份的损失情况为例：1977年春雨连绵，渍害严重，全省夏粮平均单产109.5kg，比1976年减产31%。1974年7~8月份多雨，棉花受渍，平均单产较1973年下降10%。对水稻亦有影响，1975年自9月中旬至11月长达两个月的连绵阴雨，晚稻不能及时登场，稻谷发芽、霉烂，较1973年减产100万t。蔬菜、瓜果之类对渍害的敏感性亦很强，无锡市郊区1974、1975、1977三个多水年份较之1967、1969和1971三个正常年份蔬菜每亩平均少收44担。尽管农作物产量的增减还有其他因素的影响，但受渍减产的严重性是明显的。

据不完全统计，我国南方各省不同程度上受渍的低产农田约1亿亩，在低产农田中占有较大比重，这说明了防治渍害的重要意义和农田排水任务的艰巨性。

二、沼 泽 地

沼泽地是在地势低洼、母质粘重、气候湿润、地表水多、地下水位高、土壤处于季节性或长期渍水状态，生长沼泽植物或湿生植物条件下形成的。表层积累大量有机质或泥炭，剖面下部为潜育层。

我国沼泽土按土壤腐殖质或泥炭积累的状况和潜育程度，又划分为草甸沼泽土、腐殖质沼泽土、泥炭腐殖质沼泽土、泥炭沼泽土和泥炭土五个亚类。主要分布在东北大小兴安岭和长白山等山区的沟谷、滨湖低洼地区，如三江平原、松嫩平原，川西北高原松潘草地，如若尔盖和红原县白河、

黑河流域的河谷地区等；华北平原和南方滨湖、滨河洼地；青藏高原以及云南、贵州、新疆等省。全国沼泽地面积约10万 km^2 ，其中大部分还没有开发利用，是一项重要的土地资源。

沼泽地表层有机质含量一般在10~20%以上，高的可达50~60%，可因地制宜地开发利用。南方滨湖、滨河的腐殖质沼泽土或草甸沼泽土很少有泥炭层，易于围垦，宜作农业利用，其中很大一部分已被开发利用。东北林区的沼泽土普遍存在季节性或永久性冻层，土温低，有机质难于分解，并有泥炭层阻隔，森林生长不良，则可以改善森林生长环境为目标。川西北高原和东北地区的沼泽土，部分草原植物适于牲畜食用，可为建立牧场作为改良的主旨。此外，泥炭还可供工业上的开发利用等。

三、渍害的防治和沼泽地的开发利用

综上所述，我国受渍农田和沼泽地分布如此之广，影响如此之大。因此，渍害田的改造和沼泽地的开发利用是摆在我们面前的一项重要任务。

消除洪涝威胁，排除过多的地表水和地下水，是防治渍害，开发利用沼泽地的基础。具体地说，要有个健全的防洪设施和排水系统。排水系统可分农田排水网、骨干排水系统和容泄区三部分。

农田排水网可根据不同条件采用明沟、暗管和竖井等不同型式。明沟排水系统是由末级固定沟、田间墒沟、毛沟、腰沟以及排水闸、站等组成。暗管排水系统由排水管、集水管及附属设施组成。竖井排水系统是在排水区内设置若干井

点构成的群井系统和明沟或暗管输水系统组成。采用何种农田排水网，应根据不同自然条件，通过技术经济比较确定。农田排水网是园田化的一个重要组成部分，应考虑与田、渠、路、林等配套。

骨干排水系统一般起输水的作用，由田间排水系统汇集的径流，通过骨干排水系统宣泄入容泄区。一些骨干排水系统或骨干排水河道往往兼具排洪、灌溉、航运等职能。骨干排水系统的健全程度及其排水标准在整个排水系统中起主导作用。在规划设计中，力求做到自流排水，必要时辅以动力抽排，并结合考虑生物措施，以及综合利用等。

排水容泄区是承纳和承泄骨干排水系统来水的场所，通常以江河、湖泊、海洋等水域为容泄区。

沼泽地排水与矿质土地的排水原则基本相同。但在含有泥炭层的地区，排水沟的平面布置、深度、间距、边坡等，要考虑泥炭层的厚度、泥炭在排水疏干后的体积收缩、沼泽土释水性差、导水率低等特点。

提高土壤肥力，改良土壤结构是增加土壤非毛管孔隙，创造土壤中同时进行两种不同的生物学过程的条件，保证水、肥、气、热充分协调的一项基本措施。可通过种植绿肥、秸秆还田、增施农家肥等来实现。随着高分子合成技术的发展，人工合成土壤改良剂正在兴起。此外，合理轮作、冻垡、晒垡、水稻土的适耕、免耕等亦有助于改良土壤的结构，提高土壤的通透性。

选育作物的耐渍品种，因地制宜种植，提高其适应性，也是过湿地治理的一个重要方面。

以上是防治渍害，开发利用沼泽地的综合治理措施。本文拟择其一，主要介绍农田地下排水在改造过湿地中的应用。

第二章 农田地下排水在治水 改土中的作用

农田地下排水具有迅速降低地下水位，改善土壤的通透性能，改良土壤的物理性状，提高土壤的肥力，增加土温，促进作物根系及植株的正常发育，减少作物病害，方便机械化作业，省地省工等优点。

一、有效地降低地下水位

地下排水管道一般比明沟深，水头大，地下水排得快，降得深，能有效地降低地下水位。在不同土质情况下均能取得较好的排水效果。下面举粘土、粘壤土和砂壤土地区作试验的三个例子来说明。

据无锡市园艺水利研究所资料，在市郊南站公社蔬菜实验站作暗管和明沟对比试验，土质为重粘土。于1980年8月21日降雨68mm，暗管田（埋深1m，间距7m）在当天雨后地下水埋深0.32m，第二天地下水埋深达0.83m，此后缓慢下降，至第七、第八天稳定在0.88m，基本满足作物排水要求。沟深为0.5m的明沟田，雨后当天地下水接近地表，第二天下降至0.35m，至第七、第八天稳定在0.5m左右，比暗管田埋深浅约0.4m，满足不了作物对排水的要求。详见表1。

表 1 南站公社暗管与明沟田地下水埋深比较表

日 期	8月 21日	22日	23日	24日	25日	26日	27日	28日
雨量(mm)	68.4	4.6	1.7	—	—	7.5	—	—
地下水埋深	暗管田	0.32	0.83	0.83	0.86	0.87	0.87	0.88
(m)	明沟田	0.08	0.35	0.41	0.46	0.46	0.47	0.50
							0.53	

据昆山排灌研究所资料，在昆山县城北公社同心一队暗管与明沟对比试验，土质为粘壤土。暗管间距16m，埋深1.1m；明沟间距6m，沟深0.6m。1975年3月18日降雨41mm，地下水位上涨至接近地表，但暗管田第三天下降至0.8m以下，而明沟田第三天只下降至0.4m。

又据常熟农田水利试验站资料，在常熟县珍门公社四大

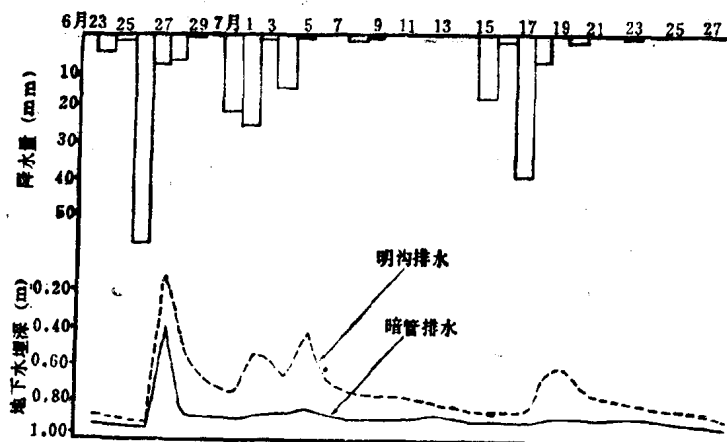


图 1 常熟县珍门明暗式排水地下水埋深过程线

队试区，土质为砂壤土。1980年8月13~30日期间降雨220 mm，明沟田与暗管田地下水埋深过程见图1。明沟田平均地下水埋深0.31m，暗管田为0.78m，后者较前者平均大0.47m。

二、改善土壤水气状况

由于暗管田迅速、有效地排除了地下水，降低了地下水位，相应减少了土壤含水状况。如重粘土类型的无锡县南站公社1980年四次测得明暗式排水田不同层次土壤含水率值（表2）。暗管田较明沟田土壤含水率平均低1.2~3.6%。

又据砂壤土类型的常熟县珍门公社暗管田与明沟田比较，平均土壤含水率低1.6~4.0%（表3）。

表2 南站公社明暗式排水土壤含水率比较表

日 期 (年.月.日)	雨量 (mm)	试 验 处 理	地下水 埋 深 (m)	土 壤 含 水 率 %					
				10~20 (cm)	20~40 (cm)	40~60 (cm)	60~80 (cm)	平均	差值
1980.1.6	14.0	明沟	0.51	28.6	28.3	27.5	31.6	29.0	1.2
		暗管	0.89	28.4	24.8	31.2	27.0	27.8	
6.29	43.0	明沟	0.34	29.2	25.4	27.8	—	27.5	2.3
		暗管	0.86	23.9	25.6	26.1	—	25.2	
7.19	30.0	明沟	0.46	28.7	27.4	27.9	26.6	27.5	3.6
		暗管	0.86	22.3	24.0	24.3	24.9	23.9	
9.1	38.4	明沟	0.43	30.0	29.2	29.3	25.7	28.0	3.3
		暗管	0.86	24.0	24.2	27.1	23.6	24.7	