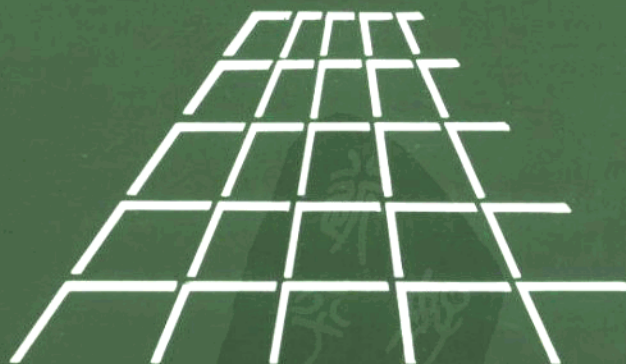




南方地区改造渍害田 排水技术指南

NANFANG DIQU GAIZAO ZIHAITIAN
PAISHUI JISHU ZHINAN

主 编 乔 玉 成
副 主 编 张 友 义



湖北科学技术出版社



内 容 提 要

本《指南》总结了我国南方排水治渍的生产实践和科研成果,并吸取了国外的先进经验,系统阐述了农田地下排水工程措施的规划设计和施工管理,拥有基本和常用的概念、方法、公式、数据、图表和示例,内容完整,简明实用,是一部指导我国南方地区运用排水技术改造渍害中低产田的工具书。

全书共十章和四个附录,即概论、基本资料的收集、规划原则和治理措施、治理标准的确定、明沟排水的设计、暗管排水的设计、鼠道排水的设计、工程概算与经济效益分析、排水系统的施工、排水系统的管理与效果监测、土壤物理性能的测定方法、土壤化学性能的测定方法、水文地质参数的测定方法、常用的田间排水沟(管)间距计算简介等。可供具有中专以上文化程度、县级和县级以上水利技术人员查用,也可供有关院校师生和科研人员参阅。

2163/09

主 编 乔玉成 副主编 张友义

审 定 张蔚榛 董冠群 瞿兴业

参加编写工作人员(按姓氏笔划顺序)

王永林 刘其昌 关庆滔 朱锦泉 孙万弟

李名振 李传铎 言 鸽 余安仁 陈学仁

陈仲安 吴存礼 罗怀彬 严家适 张友义

张瑜芳 黄伟强 瞿兴业

特约编辑 邓淑珍(第1~5章) 章齐珍(第6~10章)

关良宝(附录I~IV)

责任编辑 王连弟

目 录

第一章 概论	(1)
第一节 渍害田的成因及其类型	(1)
一、渍害成因	(1)
二、分区分类	(2)
第二节 渍害田的分布与治理概况	(3)
一、南方渍害田分布特点	(3)
二、南方渍害田治理概况	(5)
第三节 农田排水治渍效果	(6)
一、降低地下水位,防止渍水危害	(6)
二、调节水气比例,改善土壤环境	(7)
三、有利作物生长,促进高产稳产	(9)
第二章 基本资料的收集	(13)
第一节 现有资料的收集与整理分析	(13)
一、地形地貌	(13)
二、水文气象	(14)
三、土壤与水文地质	(16)
四、水利工程状况	(22)
五、农业生产现状	(22)
第二节 现场调查	(23)
一、治理区的农业生产与社会经济调查	(23)
二、渍害田情况与治理经验调查	(24)
三、渍害调查	(25)
四、排水出路(容泄区)的调查分析	(25)
五、基本参数的现场勘测	(26)
第三章 规划原则与治理措施	(30)
第一节 排水系统的组成与规划原则	(30)
一、排水系统的组成	(30)
二、规划原则	(30)
第二节 山丘区渍害田的特征与治理措施	(31)
一、基本特征	(31)
二、治理措施	(32)
三、典型实例	(34)
第三节 平原区渍害田的特征与治理措施	(37)
一、基本特征	(37)
二、治理措施	(37)
三、典型实例	(40)
第四节 滨海区渍害田的特征与治理措施	(43)

一、基本特点·····	(43)
二、治理措施·····	(44)
三、典型实例·····	(45)
第四章 治理标准的确定 ·····	(48)
第一节 农田整治对排水的要求 ·····	(48)
一、农田对除涝排水的要求·····	(48)
二、农田对治渍排水的要求·····	(48)
三、耕作对农田排水的要求·····	(49)
四、防治土壤盐碱化对农田排水的要求·····	(49)
第二节 排水设计标准的确定 ·····	(50)
一、排涝标准·····	(50)
二、排渍标准·····	(52)
三、治理标准的协调和统一·····	(53)
第五章 明沟排水的设计 ·····	(55)
第一节 田间排水沟 ·····	(55)
一、田间排水系统的作用与布置形式·····	(55)
二、田间排水沟的间距和深度·····	(57)
第二节 排水沟道系统 ·····	(58)
一、排水沟系的布置·····	(58)
二、排水流量计算·····	(59)
三、排水沟的设计水位·····	(65)
四、排水沟的断面设计·····	(67)
五、排水承泄区整治·····	(70)
第三节 田间沟道的配套建筑物 ·····	(73)
一、分类与特点·····	(73)
二、田间建筑物·····	(74)
三、交通建筑物·····	(74)
四、交叉建筑物·····	(78)
五、衔接建筑物·····	(81)
第六章 暗管排水的设计 ·····	(89)
第一节 暗管排水的布局 ·····	(89)
一、一般布置形式·····	(89)
二、平面布局·····	(89)
三、双层地下排水的布置·····	(91)
四、布局中应注意的问题·····	(91)
第二节 排水管道的设计 ·····	(92)
一、暗管埋深与间距的确定·····	(92)
二、管径与坡降的选择·····	(96)
三、管材的选择·····	(98)
四、外包滤料的选择 ·····	(103)

第三节 暗管排水配套建筑物	(106)
一、暗管出口建筑物	(106)
二、检查井	(107)
三、排水控制建筑物	(108)
第四节 暗管排水设计实例	(109)
一、平原区设计实例	(109)
二、山丘区设计实例	(114)
第七章 鼠道排水的设计	(122)
第一节 鼠道排水原理和适用条件	(122)
一、鼠道排水原理	(122)
二、鼠道排水的选择条件	(122)
第二节 鼠道排水的布局	(123)
一、结构形式	(123)
二、平面布置	(124)
第三节 排水鼠道的设计	(126)
一、洞深与间距的确定	(126)
二、洞形的选择	(127)
三、洞口控制的确定	(127)
第八章 工程概算与经济效益分析	(129)
第一节 可行性研究	(129)
一、可行性研究的任务与作用	(129)
二、可行性研究阶段	(130)
三、可行性研究的内容	(131)
第二节 工程概算	(132)
一、概算指标体系	(132)
二、概算定额分析	(133)
三、工程概算总表	(134)
第三节 工程效益	(136)
一、工程效益的评价内容	(136)
二、影响效益的主要因素	(136)
三、经济效益的评价方法	(137)
第四节 经济评价	(139)
一、经济评价的内容	(139)
二、经济分析的计算方法	(140)
三、财务分析的计算方法	(144)
第九章 排水系统的施工	(146)
第一节 施工准备	(146)
一、一般要求	(146)
二、暗管的制作要点	(150)
三、专用机具的选择	(152)

第二节 明沟的施工	(165)
一、田间临时排水沟的开挖	(165)
二、各级固定排水沟的开挖	(166)
三、旧沟疏浚	(167)
第三节 暗管的开沟铺设	(168)
一、人力施工要点	(168)
二、机械施工要点	(170)
第四节 鼠道的施工	(173)
一、线路平整与洞深控制	(173)
二、鼠道犁的操作要点	(174)
第五节 排水工程的检查验收	(176)
一、明沟工程的检查验收	(176)
二、暗管工程的检查验收	(177)
三、鼠道工程的检查验收	(178)
第十章 排水系统的管理与效果监测	(179)
第一节 管理养护的主要任务	(179)
一、管理养护的目的和任务	(179)
二、管理养护的主要内容	(179)
第二节 农田排水系统的控制运用	(180)
一、田间水管理的技术要求	(180)
二、排水系统的控制运用	(183)
第三节 农田排水系统的维修养护	(184)
一、明沟排水系统的维修养护	(184)
二、暗管排水系统的维修养护	(185)
三、鼠道排水系统的检查维修	(186)
第四节 农田排水效果的监测	(187)
一、除涝效果监测	(187)
二、治渍效果监测	(187)
附录一 土壤物理性能的测定方法	(192)
一、土壤颗粒分析	(192)
二、土壤密度	(200)
三、土壤比重	(200)
四、土壤天然含水量	(204)
五、粘性土的界限含水量(液限、塑限)	(206)
六、土壤毛管持水量(毛管支持水、毛管悬着水、田间持水量)	(209)
七、土壤饱和含水量	(211)
八、某种间接参数的计算	(212)
九、土壤温度的测定	(216)
附录二 土壤化学性能的测定方法	(216)
一、土壤酸碱度(pH 值)	(216)

二、土壤氧化还原电位(Eh 值)	(219)
三、土壤养分(有机质、氮、磷、钾)	(220)
四、土壤水溶性盐含量	(225)
附录三 水文地质参数的测定方法	(229)
一、渗透系数(K 值)的野外测定	(229)
二、稻田日渗量的田间测定	(236)
三、土壤给水度(μ 值)的测定	(238)
四、地下水的停止蒸发深度(h_s)和蒸发指数(n)的确定	(240)
五、不透水层埋深(D)的测定	(242)
附录四 一些常用的农田地下排水沟(管)间距计算公式及其应用简介	(243)
一、地下水流向两侧沟(管)时的恒定渗流排水的间距计算	(243)
二、地下水流向两侧沟(管),产生非恒定渗流情况下的排水间距计算	(252)
三、地下水流向四侧沟(管),产生恒定渗流时的排水间距计算	(263)
四、地下水流向四侧沟(管),地块内入渗补给停止,在不同蒸发强度(包括无蒸发条件) 影响下地下水位降落,产生非恒定流时的排水间距计算	(278)
参考文献	(287)

第一章 概 论

渍害田在我国南方地区分布较广,是各类中、低产田中的一种主要类型。据有关资料统计,南方 14 省(市、区)共有各类低产田 1.72 亿亩,约占总耕地面积的 30%,而渍害田原有 1.48 亿亩(包括苏北和皖北部分),占各类低产田的 86%,现已不同程度地治理 0.46 亿亩,仅占渍害田的 31%,不但尚未治理的 1.02 亿亩急需改造,而且已经初步治理的也有待进一步提高治理标准,使土地的生产潜力得以发挥。因此,南方地区改造渍害田的任务仍然是很艰巨的。

第一节 渍害田的成因及其类型

农田渍害又叫地下涝,也叫暗渍。它不同于降雨积水而形成的涝灾,而是因农田内地下水位过高或存在浅层滞水,使作物根系活动层内土壤水分过多的一种灾害。两者的显著区别在于一个是明涝,另一个是暗渍。

一、渍害成因

明涝易识,暗渍难辨,这是因为明涝产生在地面,暗渍形成于地下。随着生产实践和科学实验的发展,人们逐渐认识到,作物根层土壤水分过多,必然导致水、气比例失调,氧化还原条件不良,甚至产生大量有毒物质,恶化土壤环境,制约土地生产力的发挥,影响农作物的正常生长和产量。渍害成因有自然因素的作用,也受到人为活动的影响,根据南方各地有关渍害成因的论述简介如下。

1. 气候因素

我国南方地处亚热带或热带季风气候区,雨量较多,长江沿岸年降雨为 1 000mm 左右,向南逐渐增至 2 000mm 以上,个别地方达 3 000mm 左右,60%以上集中在汛期,以年蒸发量与降雨量之比表示的干燥系数多小于 1,而且年雨量变化较大,年内分配不匀,夏秋之际多台风雨,容易产生涝渍灾害,春季多连阴雨,使土壤处于水分过多的湿润状态而产生渍害。如江苏省无锡县,1977 年 4、5 月份雨日达 33 天,雨量为 299mm,三麦(大麦、小麦和元麦)平均亩产从 1976 年的 241.1kg 降为 81.6kg,减产 66.2%。该年全省仅三麦就因涝渍减产 166.8 万 t,严重影响着农作物的稳产高产。

2. 地形地貌因素

我国南方山区和丘陵区面积较大,农田主要分布在冲垄谷地和中、小盆地内,是地面水和地下水的汇集区,地下水位较高,很易产生涝渍灾害。在平原地区,湖泊和洼地分布较多,加之江河纵横,水位较高,制约了地下水的排泄,不少地区汛期涝水尚需抽排,排地下水就更为困难。尤其是沿海地区,江河水位受海水和潮水的顶托,排泄条件更差。因此,平原和滨海地区更易产生渍害。

3. 土壤因素

我国土壤颗粒组成有从西至东、从北至南逐渐变细的显著特征,所以一般来说,南方地区

土质较粘重,通透性能较差,地下水位易升不易降。南方是我国的主要稻作区,由于长期稻作形成的犁底层密实阻水,很易发生上层滞水,影响作物的根系发育。渍害稻田由于土壤缺氧而处于还原状况, Eh 值多小于 $130mV$,甚至为负值,在这种嫌气条件下,有机质易分解为有机酸、二氧化碳、硫化氢、低价铁、锰和沼气等有毒物质,造成水稻黑根、烂根,影响植株的健壮成长。在地下水位长期过高的条件下而形成潜育化水稻土,这是一种典型的稻田渍害土。

4. 水文地质因素

南方的地形地貌特性、土壤和气候条件,在天然排水不良的地区,地下水位一般都较高,而且地下径流条件不佳,是南方地区农田渍害分布较广的根本原因。在山区和丘陵区的农田内,往往还有冷泉水的浸渍或出溢,使土粒高度分散,土、水温度低,而形成冷浸、烂泥田,这是一种严重的渍害低产田,有的田块人陷齐腰,牛陷齐肚,耕作非常困难,水稻不易扎根而出现漂秧或浮秧现象,返青分蘖很慢,植株矮小,成穗率低,通常只能种一季水稻,而且产量低而不稳。

5. 人为因素

如果将自然因素形成的渍害称为原生渍害,则人为因素产生的渍害或使原生渍害加重的情况可统称为次生渍害。

有灌无排,尤其在无调控地下水的排水工程的情况下,如再加上灌溉不当,地下水位的升高将难以避免。如江西省锦惠渠引水灌溉工程,兴建前一些地段的地下水位埋深达到 $2.0\sim 2.5m$,灌溉后逐渐上升至 $0.3\sim 0.5m$,个别地方甚至常年积水,随着地下水位的升高,渍害相应发生和发展。

在灌溉水源无保证的地区,利用田内蓄水的沅水田和冬泡田,虽解决了插秧时的用水问题,但长期田内蓄水,造成土壤环境恶化,产量一般较低。

60年代以来,不少地区双季稻和三季稻的面积有较大发展,因茬口衔接紧,常年水耕水耙,阻塞了土壤孔隙,使犁底层升高并加厚,加之每年浸水时间增加(一般长达200天以上),使土壤几乎终年处于闭气还原状态,导致稻田渍害的发展或加重。湖南省桃源县1959年第一次土壤普查时,渍害稻田为14.2万亩,最近统计数为32.2万亩,28年内增加了18万亩次生渍害田,平均每年增加6428亩。

农田渍害的成因是多方面的,具体某一地区来说,上述各种影响因素有主次之分,查清渍害成因对于因地制宜地确定改造治理措施是非常必要的。

二、分区分类

南方地区渍害田情况复杂名称繁多,过去没进行划区分类工作。经过1983年和1987年两次“南方地区改造渍害低产田水利技术讨论与经验交流会议”研究讨论,提出了按地形、地貌和地理情况分区的意见,将南方渍害田划分为以下三大类型区:

- I 山丘区冲垄盆地渍害田;
- II 平原区沿江滨湖渍害田;
- III 滨海区江河下游渍害田。

有的地方在规划中,又根据地域区划或流域规划等,在上述三大区内划分出亚区或片。按照渍害田的主要成因,划分为以下六种类型:

- A. 贮渍型——指沅水田,冬水田或冬泡田等在田内蓄水致渍者;
- B. 涝渍型——指地势低洼或排水不畅的地区,明涝暗渍往往伴生,很易因雨涝而成渍;

C. 潜渍型——指受江、河、湖、海等地面水位制约或灌溉不当,使农田地下水位埋深小于作物主要根系活动层而致渍者;

D. 泉渍型——指受冷泉水的浸渍或出溢而成的冷浸、烂泥等渍害低产田;

E. 盐渍型——指滨海盐碱地;

F. 酸渍型——指南方沿海的咸酸田,通常 pH 值小于 5。

明确渍害类型,是确定治渍措施的主要依据。例如,贮渍型需在解决灌溉水源的基础上结合改种作物等措施来治理;而涝渍型地区,则应十分注意田间除涝系统的配套工程;潜渍型采用适当的地下排水工程则是有效的;对于泉渍型,通常还应设置导泉排水工程;而盐渍型和酸渍型的地下排水工程,尚应结合改盐、治酸等综合治渍措施。

第二节 渍害田的分布与治理概况

据《南方地区渍害低产田排水治理纲要》的资料统计,南方 14 省(市、区)共有渍害田 1.48 亿亩,截至 1987 年底已不同程度治理 0.46 亿亩,若扣除属于黄淮海平原的苏北和皖北之后,南方地区的渍害田为 1.15 亿亩,已不同程度治理 0.35 亿亩。

一、南方渍害田分布特点

1. 面积大、分布广

南方地区 1.15 亿亩渍害田占耕地面积的 23.2%,大于该百分数的依次为上海市 79.64%,江苏省的苏南及沿江地区 51.76%,湖北省 29.80%,安徽省的淮南地区 28.02%,江西省 26.35%,广东省 25.58%,浙江省 23.51%,共 7 个省(市)和地区。其分布几乎涉及所有县级单位的农田,因而山丘区、平原区和滨海区都有渍害田,其中以山丘区 0.61 亿亩为最多,平原区 0.45 亿亩次之,滨海区 0.09 亿亩最少,详见表 1-1。

表 1-1 南方地区渍害田统计表

万亩

地名	总耕地	渍害田面积				占总耕地 百分数	已治理	
		I. 山丘区	II. 平原区	III. 滨海区	合计		面积	占本地/%
上海	496.00			395.00	395.00	79.64	362.93	91.88
江苏	3 311.25	183.39	1 348.14	182.31	1 713.84	51.76	1 200.88	70.07
浙江	2 630.31	168.82	358.55	90.89	618.26	23.51	144.87	23.43
福建	1 865.90	343.98	19.86	37.88	401.72	21.53	169.70	42.24
安徽	3 284.03	285.86	635.41		921.27	28.02	141.89	15.40
江西	3 553.30	596.43	340.03		936.46	26.35	135.51	14.47
湖北	5 354.29	535.61	1 060.19		1 595.80	29.80	620.62	38.89
湖南	5 138.90	884.54	261.90		1 146.44	22.31	119.24	10.40
广西	3 853.76	378.50	46.79	49.39	474.68	12.32	51.07	10.76
广东	3 904.78	475.64	360.55	162.59	998.78	25.58	334.65	33.51
云南	3 842.28	197.14			197.14	5.13	37.30	18.92
贵州	2 961.40	306.10			306.10	10.34	6.10	1.99
四川	9 524.77	1 743.89	87.35		1 831.24	19.23	233.55	12.75
总计	49 721.00	6 099.90	4 518.77	918.06	11 536.73	23.20	3 558.31	30.84
占渍害 田(%)		52.87	39.17	7.96	100		30.84	

注:①苏北和皖北属黄淮海平原除外; ②台湾和海南资料暂缺; ③已治理面积中的高治面积仅 128.82 万亩。

2. 山丘区分布零散、平原区集中连片

从大于南方地区渍害田占耕地比例(23.2%)的7个省(市)和地区可知,南方地区的渍害田主要集中分布在长江中、下游的沿江滨湖地区,即长江下游平原和长江中游的江汉平原、洞庭湖及鄱阳湖周围平原地区。这些地区各县的渍害田面积,绝大多数在10万亩以上,而且大于20万亩的较多;但在山丘区,各县的渍害田面积均较少,绝大多数都小于10万亩,而且小于5万亩的县较多,其分布较为零散。

南方地区渍害田较为集中的地区,可划分为表1-2中的五大片。

表1-2 南方地区渍害田集中片统计表

万亩

片 名	亚 片		涉 及 县 数	总耕地	演 害 田		已治理 面积	未 治 理	
	地名	亚片名			面积	占耕地 (%)		面积	占渍害田 (%)
①	湖北	1. 江汉平原	18	1 611.25	800.18	49.66	359.47	440.71	55.08
		2. 鄂东沿江区	13	860.63	259.26	30.12	75.56	183.70	70.86
	湖南	3. 洞庭湖周边	28	1 896.02	485.53	25.61	72.91	412.62	84.98
	江西	4. 鄱阳湖周边	16	803.62	254.90	31.72	44.60	210.30	82.50
		5. 赣江平原	3	300.50	79.52	26.46	18.69	60.83	76.50
		6. 抚河平原	5	199.59	53.71	26.91	4.99	48.72	90.71
	安徽	7. 沿江圩区		723.80	206.96	28.59	35.22	171.74	82.98
		合 计		6 398.31	2 140.06	33.45	611.44	1 528.62	71.43
②	江苏	1. 沿江滨湖区	37	2 600.47	1 418.46	54.55	985.81	432.65	30.50
		2. 沿江滨海区	7	710.78	295.38	41.56	215.07	80.31	27.19
	上海	3. 沿江滨海区	10	496.00	395.00	79.64	362.93	32.07	8.12
		合 计	54	3 807.25	2 108.84	55.39	1 563.81	545.03	25.85
③	浙江	1. 杭嘉湖平原	13	634.36	212.36	33.48	47.57	164.79	77.60
		2. 甬绍宁平原	10	502.34	128.77	25.63	35.38	93.39	72.52
		合 计	23	1 136.70	341.13	30.01	82.95	258.18	75.68
④	福建	1. 漳州沿海平原	9	246.29	67.55	27.43	41.22	26.33	38.98
	广东	2. 南部沿海平原	35	2 004.42	555.05	27.69	202.28	352.77	63.56
	广西	3. 钦州沿海平原	9	581.00	123.09	21.19	13.76	109.33	88.82
		合 计	53	2 831.71	745.69	26.33	257.26	488.43	65.50
⑤	四川	1. 中部沿江区	33	1 607.14	622.07	38.71	19.17	602.90	96.92
		2. 渠江流域	11	818.76	226.59	27.76		226.59	100.00
		合 计	44	2 425.90	848.66	34.98	19.17	829.49	97.74
总 计				16 599.87	6 184.38	37.26	2 534.63	3 649.75	59.02

注: 表中片名①为长江中游沿江滨湖平原; ②为长江下游沿江滨湖平原; ③为钱塘江口两岸平原; ④为南部沿海平原; ⑤为四川盆地沿江。

表1-2中五大片的耕地面积为南方地区的33.39%,而渍害田面积则是南方地区的53.61%,反映出渍害田集中分布的特点。其中长江下游沿江滨湖片已治理面积较多,达到其渍害田总面积的74.15%,其他四大片的治理任务还很大。

3. 涝渍和潜渍型最多,盐渍和酸渍型较少

据湖北、湖南、广西、贵州、福建和上海6省市渍害田类型统计资料,以涝渍和潜渍型最多,分别占渍害田的29.35%和28.66%;泉渍和贮渍型次之,分别占21.58%和16.34%;盐渍和酸渍型很少,分别占2.98%和1.07%,详见表1-3。

表 1-3 南方部分省市渍害田类型统计表

万亩

类 型	I. 山丘区		II. 平原区		III. 滨海区		合 计	
	面 积	占本区(%)	面 积	占本区(%)	面 积	占本区(%)	面 积	占总计(%)
贮渍	645.85	26.65	46.73	3.40	5.05	1.07	697.61	16.34
涝渍	459.88	18.98	554.30	40.35	239.43	50.79	1 253.61	29.37
潜渍	350.80	14.47	760.98	55.40	111.70	23.70	1 223.48	28.66
泉渍	908.62	37.49	8.85	0.65	3.90	0.83	921.37	21.58
盐渍	31.88	1.57	1.00	0.07	87.93	18.65	127.05	2.98
酸渍	20.41	0.84	1.78	0.13	23.36	4.96	45.55	1.07
总计	2 417.44	100.00	1 373.64	100.00	471.37	100.00	4 268.67	100.00

注:据湖北、湖南、广西、贵州、福建和上海等6省市资料统计,其中广西为未治理面积数。

从表 1-3 中还可看出以下特点:①三大区中渍害类型占第一位的是:山丘区为泉渍型,平原区为潜渍型,滨海区为涝渍型;②三大区中居前两位的渍害类型均超过该区渍害田 60%,山丘区为泉渍和贮渍型,占 64.14%,平原区和滨海区均为涝渍和潜渍型,分别达 95.75%和 74.49%;③盐渍和酸渍型主要分布在滨海区,其他地区极少。这些特点,比较明显地反映了渍害类型与三大区的地形地貌、自然排水条件和水文地质特性等因素的密切关系。

二、南方渍害田治理概况

1. 各省治理概况

从表 1-1 可知,南方渍害田已不同程度治理 3 558.31 万亩(其中高标准治理面积仅 128.82 万亩),占 30.84%,主要是初步治理。超过该百分数的有上海、江苏、福建、湖北和广东 5 省市,共占已治面积的 75.57%,其中江苏、上海和广东在治渍工作方面开展较早,而湖北和福建则是近几年来对这项工作抓得较紧,进展较快。

据湖北省调查,山丘区的蕲春县和平原区的洪湖市,在初步治理的面积中尚有 42% 左右未达治理标准要求,其主要问题是排水沟的深度、断面和间距不够,田间排、灌建筑物配套不齐,管理养护工作尚差。类似此情况者,应加强管理,进行工程配套,巩固和提高其治渍效果。

2. 分区治理概况

南方三大区渍害田的治理情况见表 1-4。

表 1-4 南方三大区渍害田治理概况

万亩

分 区	渍害田面积	已初治	已高治	小 计	占本区渍害田/%	各区治理面积占已治总面积/%
I. 山丘区	6 099.90	1 018.08	28.73	1 046.81	17.16	29.42
II. 平原区	4 518.77	1 840.04	88.12	1 928.16	42.67	54.19
III. 滨海区	918.06	571.37	11.97	583.34	63.54	16.39
合 计	11 536.73	3 429.49	128.82	3 558.31	30.84	100.00

从表 1-4 可看出:

①三大区渍害田已治理的面积中,主要是初步治理,占 96.38%,已高标准治理的面积很少。

②在已不同程度治理的面积中,以平原区最多,山丘区次之,滨海区较少。

③各大区已不同程度治理的面积占本区渍害田的比例中,以滨海区最多,平原区次之,山丘区最少。

根据南方地区渍害田的分布特点和治理概况,从全局来看,今后的开发治理工作首先应考虑集中分布片,尤其是开发治理程度较差的地区应列为重点。因为集中分布片的渍害田不仅面积较多,而且占耕地的比例较大,多在平原地区,这些地区人口集中,水利工程已有一定基础,并积累了较多的排水治渍经验,有利于取得开发治理的效果。其次,山丘区渍害田的总面积较多,开发程度较差,虽然分布零散,但因当前农业生产水平一般较低,因而增产潜力较大,渍害田的治理有利于提高和改善当地群众的生活水平,其意义也不可忽视。

第三节 农田排水治渍效果

农田排水根据其任务要求可分为地面排水和地下排水两大类。前者是通过排除地面降雨积水,防治洪涝灾害对农作物的影响;后者是通过排除土壤中多余的重力水,降低地下水位以达到治渍、改土、增产的目的。

排水治渍通常是在地区性排涝工程的基础上,因地制宜地兴建田间降低地下水位的地下排水工程,将原有的或因入渗补给引起的高地下水位及时排降至适当深度,为农作物正常生长创造适宜的土壤环境。目前,我国各地采用的治渍排水有明沟、暗管、鼠道、土暗沟和线缝沟等多种型式。明沟主要用于敞洪、截流和排涝,较深的明沟兼有排地下水的作用。由于南方地区人多地少,加之田间治渍排水工程均需一定的排水深度和间距要求,在粘质土地区因占地较多,在轻质土地区还易坍塌淤积,因此,各地在田间多采用挖深 0.3m 左右,间距 3~5m 的浅密式埝沟与较大间距的腰沟,以加速地面径流的排除,达到防止农田积涝和减少其入渗量的目的,在涝渍型地区具有明显的治渍作用,江苏省将其与农田排涝系统相结合,称为“田间一套沟”。其他几种形式均属地下排水工程,其中土暗沟因使用年限较短,兴建费时费力,已逐渐被其他形式所替代。各地进行地下排水治渍试验和工程实践的效果是令人满意的(见表 1-5)。

一、降低地下水位,防止渍水危害

农田渍害的显著标志之一就是地下水位过高,因而在土壤的毛细管作用下,造成根层土壤水分过多,甚至超过作物根系的忍耐能力,使其生长发育受到不同程度的抑制。所以,农田地下排水的首要任务,就是将农田内过高的地下水位降到适宜埋深,防止渍水危害。否则其他农业技术措施都不能发挥应有作用,生产水平提不高。

从表 1-5 中几个地下排水试区的实测资料可以看出,因降雨入渗补给而升高地下水位,在排水降落过程中有以下特点:

①在有地下排水工程的农田内,其地下水位埋深均比对照田或明沟排水田降得快、降得深(参见表中昆山、常熟和汉阳等地资料),这是因为农田内增设了地下排水工程,或因其深度大于明沟深度所致。

②在暗管排水田内的地下水位埋深和下降速度,通常与暗管深度成正比,而与暗管间距成

反比(参见表中昆山、汉阳和嘉鱼等地资料),这主要由地下排水的渗流机理所决定。

③鼠道和暗管排水在相同埋深的情况下,若达到降低地下水位的相近效果时,鼠洞间距将远小于暗管间距(参见表中嘉兴资料),这主要与鼠道洞壁土壤受到强烈挤压有关。

总之,各种地下排水工程,只要规划布置合理,施工质量良好,管理运用得当,都能较快地将土壤中多余的重力水排出土体,使地下水位明显降低,保证旱作物免遭渍水危害。对于稻田来说,利用地下排水设施降低地下水位的功能,可以在正常气候条件下缩短晒田和落干的时间,例如晒田时,暗管排水田一般只需3~4天,而多数老稻田则需7~10天。即使在不利的氣候条件下,也能满足晒田要求以控制水稻的无效分蘖,或满足落干要求以保证及时收割与连茬作物的耕种。

表 1-5 地下排水控降地下水位的效果

地 点 (省·县·村)	土质	排水 方式	排水规格 (深度×间距)	降 水		雨后地下水位埋深/m					
				年、月、日	mm	当天	1	2	3	4	5
江苏·昆 山·同心	粘壤土	明沟	0.6×6	1975.3.18	41.0	0.30	0.44		0.51		
		暗管	1.1×8			0.21	0.59	0.79	0.81		
		暗管	1.24×16			0.15	0.80	1.17	1.18		
江苏·常 熟·青春	重壤土	鼠洞	0.7×4.5	1975.4.28	33.0	0.35	0.56	0.61	0.63		
		对照①	0.33×3~4			0.18	0.24	0.30	0.33		
浙江·嘉 兴·中华	重粘土	鼠洞	0.5×1	1982.5.12~13	53.0	0.16			0.30		
		双层	0.6			0.29			0.70		
		鼠洞	1.0×1.5								
		暗管	1.0×15			0.36			0.70		
湖北·汉 阳·三宜	粉质粘土	暗管	1.0×10	1985.5.6	72.4	0.29	0.46	0.62	0.71	0.79	0.86
		暗管	1.0×15			0.24	0.40	0.55	0.64	0.71	0.77
		暗管	1.0×20			0.16	0.30	0.45	0.53	0.60	0.66
		对照				0.13	0.22	0.29	0.36	0.42	0.46
湖北·嘉 鱼·潘湾	粉质粘土	暗管	0.8×20	1986.6.21	191.4	0.17	0.49	0.65	0.81		
		暗管	1.2×20			0.08	0.44	0.85	1.00		

注①:对照田内有浅明沟。

二、调节水气比例,改善土壤环境

农田渍害的显著标志之二就是根层土壤环境不良,主要表现为水多、气少、缺氧,因而不利于作物根系的正常呼吸生长和养分的转化吸收;而且在这种嫌气条件下,有机质易分解为有机酸、硫化氢、二氧化碳、亚铁、亚锰等有害还原物质,进一步恶化土壤环境,降低土壤肥力。由于农田地下排水工程可以降低地下水位,不但可调控根层土壤的水气比例,排除土壤中的一些有毒物质,而且可以收到综合改善土壤之效果。

图 1-1 是湖北省嘉鱼县潘湾暗管排水试区测得的土壤剖面含水率分布图,降水入渗补给而升高的地下水位,在排水作用下逐日降落,从而使剖面土壤水分相应减少,通气率则相应增加。根据国内外研究成果,为保证旱作物正常生长,主要根系层内的土壤含水量应保持在田间持水率以下,土壤通气率应至少保持在8%~12%以上。若以小麦主要根系层为60cm计,从图

1-1 可求得,雨后 3 天 60cm 土层内的平均土壤含水率约为 $(36+42.5)\%/2=39.3\%$,因为潘湾试区土壤的平均孔隙率为 48%,则雨后 3 天排水后地下水位埋深已达 80cm 以下,60cm 土层的平均通气率为 $(48-39.3)\%=8.7\%$,可以满足小麦正常生长的要求。

在暗管排水的稻田内,可以通过调控田面水位与暗管出口的沟水位之高差,利用暗管排水来控制稻田适宜渗漏强度,发挥排除有毒物质和更新土壤环境的作用。表 1-6 是广东省新会县科委 1980 年总结“不同排水形式的效应试验”中引用该省土壤研究所测定资料,说明了排水田内好气性细菌活跃。另据南方各地测定的氧化还原电位(Eh 值)资料表明,在渍害稻田内土壤的 Eh 值多小于 130mV,甚至为负值;通过地下排水可使 Eh 值显著增高,也可说明氧化作用增强,好气性细菌活跃。其根本原因都是地下排水使土壤中氧气增多的结果。

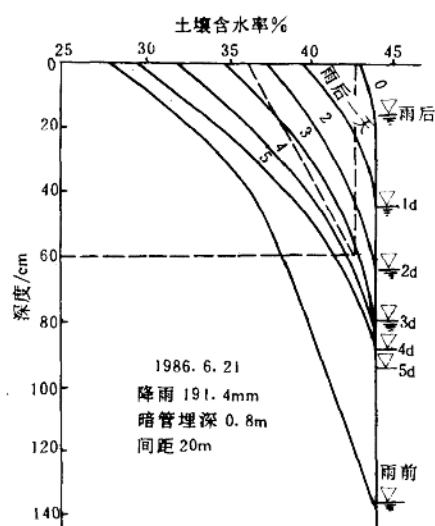


图 1-1 暗管排水田间降雨前后土壤剖面含水率分布图(嘉鱼·潘湾)

表 1-6 不同形式排水区细菌分析表

个/g 干土

时 期	土 层 /cm	暗管鼠道区		鼠道区		对照区	
		好气性	嫌气性	好气性	嫌气性	好气性	嫌气性
		细菌	细菌	细菌	细菌	细菌	细菌
淹水期	5~15	3 851	148	2 539	32	1 052	40
	20~30	1 512	103	850	28	1 673	38
	45~55	1 091	29	153	11	584	20
晒田期	5~15	267	36	809	27	183	128
	20~30	234	55	312	187	154	77
	45~55	168	185	255	17	402	56

土壤中好气性细菌活动增强,有利于养分分解而被作物吸收。广东省彭桂试验站曾在晚稻晒田中测定了暗管排水田与对照田内土壤氨态氮的增长情况(见表 1-7)。

表 1-7 不同暗管排水田内土壤氨态氮测定表

项 目	时 期	暗管间距		对照田
		10.0	20.0	
氨态氮 /ppm	插秧前	4.7	7.8	5.7
	晒田中	15.0	20.3	14.2
	增长率(%)	219	160	150

湖北省四湖地区田湖大垸的渍害稻田,有机质含量一般达3.6%~4.2%,全氮含量为0.22%~0.26%,但因水多缺氧,有机质难以氧化分解,虽潜在养分含量较高,但有效养分都较低,进行暗管排水的3年中,改善了土壤还原状况,使有机质得以分解为有效养分,氮、磷、钾均明显增高25%左右(见表1-8)。

表 1-8 暗管排水前后历年土壤肥力变化表

项 目		有机质/%	碱解氮/ppm	速效磷/ppm	速效钾/ppm
埋管前(1984年)		4.25	126	4.4	92
埋管后	1985年	3.55	147	—	105
	1986年	3.19	151	5.4	110
	1987年	2.59	158	—	115
三年前后变化百分数		-39.06	+25.40	+22.73以上	+25.00

暗管排水能将土壤中大量的有毒物质排除。据江西省水科所在上高县暗管排水试区观察记载,排出水呈黄红色锈水,说明土壤中的二价铁、锰在暗管内被大气氧化成三价铁,第一年时锈水很浓,次年较淡,第三年开始已逐渐消除。另据江苏省昆山农田排灌研究所测定,暗管排水田内的 Fe^{++} 含量比对照田显著减少,参见表1-9。

此外,土壤长期过湿将造成水、土温度较低,不利种子发芽生长和有机物的分解。每克水蒸发时需耗540卡的热量,通过地下排水来排除土壤中多余的水分,就可以减少太阳能的消耗,从而提高地温。

表 1-9 暗管排水田与对照田 Fe^{++} 离子含量测定表

mg/100g 土

项 目	日 期	生育阶段	暗管田	对照田
Fe^{++}	1978年8月16日	分蘖末期	6.5	12.5
	1978年8月21日	拔节孕穗	—	45.0
	1978年8月24日		11.5	25.0
	1978年9月7日	乳 熟	17.5	100.0

三、有利作物生长,促进高产稳产

农田渍害的显著标志之三就是农作物产量低而不稳。其根源在于田间地下水位过高和根层土壤水分过多,因而造成土壤环境不良,不利于农作物正常生长的结果。采用地下排水设施后,通过降低地下水位和排除有毒物质,可以调节根层土壤中的水、气状况,不仅有利于田间耕作管理,尤其可使土壤环境发生良性循环的转化,为农作物创造适宜的生态环境,从而将渍害低产田改造成高产稳产农田。

据湖北省四湖地区控制地下水位不同埋深的试验结果,1985~1987年小麦产量与地下水位埋深有明显关系,以0.8~1.0m的埋深时产量最高(见表1-10),这是因为埋深较浅时根层土壤水分过多,而埋深较深时,根层土壤水分又偏小,都不利于小麦生长而影响产量。这种固定埋深试验虽与作物不同生育阶段对土壤水、气状况的要求不完全相适应,但用来证明地下水位埋深对作物的影响关系却是非常清楚的。

表 1-10 地下水位埋深对小麦产量影响的观测试验结果
(湖北四湖, 1985~1987 年)

地下水位埋深/m	0.4~0.5	0.6~0.7	0.8~1.0	0.9~1.1
小麦产量/kg·亩 ⁻¹	95~120	220~230	240~296	220~240

众所周知,作物生长主要靠根系吸收水分和养料,所以,根系发育状况与作物生长和产量有密切关系。各地测验结果,旱作物的根系发育受地下水位埋深制约,即埋深较浅时,根深和根系密集层深度也较浅(见表 1-11)。因此,利用地下排水设施,可以实现对渍害农田内地下水位进行调控,为根系发育创造良好条件。对于水稻来说,虽属水生植物,其根系具有较大的细胞孔隙,可以储气供需,但在渍害稻田中,由于还原作用较强,有机质易分解产生某些有毒物质,若不及时排除或抑制其产生,则对根系发育也是不利的,很易发生黑根、烂根现象。利用地下排水设施,通过适当增加稻田渗漏强度,可以更新土壤环境,减少土壤中的还原性有毒物质,从而防止黑根、烂根。表 1-12 说明,暗管排水和鼠道排水,能使总根数增加,而且白根增多,黑根减少甚至完全消除。

表 1-11 地下水位埋深对棉、麦根系的影响

m

作物	地点	测验日期 (年、月)	地下水位埋深	根系深度	密集根层深度
棉花	江苏省东台县新村	1977.10	2.00	1.82	0.85
			1.00	0.98	0.60
	江苏省建湖县试验田 对照田	1978.8	0.87	0.78	
			0.40	0.32	
小麦	江苏省昆山县同心一队	1975.5	1.00	0.93	0.50
	江苏省昆山排灌所坑测	1966.5	1.24	0.90	0.53
			0.36	0.36	0.57
	福建省龙海县	1979.3	0.4~0.6	0.40~0.45	0.15~0.20

表 1-12 地下排水田与对照田水稻根色比较

作物	地点	试验处理	占总根数的百分数		
			白根	黄根	黑根
水稻	江苏省常熟市辛庄	鼠道田	30.7	64.3	5.0
		对照田	10.9	72.9	16.2
	江苏省昆山县同心一队	暗管田	13.3	86.7	0
		对照田	3.5	51.4	45.1
	湖北省潜江县田湖	暗管田	42.3	51.9	5.8
		对照田	26.3	44.7	29.0

渍害农田易诱发作物多种病害,如小麦赤霉病、白粉病、水稻纹枯病等。据江苏省苏州市调查,过去受渍害最重的 1973 年和 1977 年,也是小麦赤霉病最重的年份。这两年赤霉病发病率高达 41%~72%;但据常熟 1977 年在白茆五队调查,鼠洞排水田的发病率则可减少 15%~