



中国水旱灾害防治： 战略、理论与实务 涝渍灾害防治

刘树坤 © 主编



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

中国水旱灾害防治： 战略、理论与实务 涝渍灾害防治

刘树坤 ◎ 主 编

姜付仁 邓玉梅 杜 一 ◎ 副主编

 中国社会出版社
国家一级出版社★全国百佳图书出版单位

图书在版编目(CIP)数据

中国水旱灾害防治:战略、理论与实务.涝渍灾害防治 / 刘树坤主编.

—北京: 中国社会科学出版社, 2017.1

ISBN 978-7-5087-5498-7

I. ①中… II. ①刘… III. ①水灾—灾害防治—中国
②干旱—灾害防治—中国 IV. ①P426.616

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第264083号

书 名: 中国水旱灾害防治——战略、理论与实务.涝渍灾害防治
主 编: 刘树坤

出 版 人: 浦善新

终 审 人: 王 前

责任编辑: 侯 钰

责任校对: 籍 荣

策划编辑: 侯 钰

助理编辑: 曲丽媛

出版发行: 中国社会科学出版社 邮政编码: 100032

通联方法: 北京市西城区二龙路甲33号

电 话: 编辑部: (010) 58124865

邮购部: (010) 58124848

销售部: (010) 58124845

传 真: (010) 58124856

网 址: www.shcbs.com.cn

shcbs.mca.gov.cn

经 销: 各地新华书店



中国社会科学出版社天猫旗舰店

印刷装订: 保定彩虹印刷有限公司

开 本: 210mm × 285mm 1/16

印 张: 29.75

字 数: 660千字

版 次: 2017年1月第1版

印 次: 2017年1月第1次印刷

定 价: 130.00元



中国社会科学出版社微信公众号



主 编

刘树坤

副主编

姜付仁 邓玉梅 杜 一

编 委

丁绍辉	万金红	马苗苗	马 啸	尹 僕	牛鸿雁	王 军
王向军	王艳艳	王雅莉	王锡矇	王英鑫	王 锦	王 璐
冯 琳	叶亚琦	叶素飞	左海凤	石祥增	刘立鹏	刘 芳
刘昌军	刘驹丽	田济杨	吕 娟	孙 庚	孙远斌	孙洪泉
孙秋益	孙高虎	成福云	朱长明	朱晓波	何秉顺	吴 戈
吴玉成	宋文龙	张 伟	张贝贝	张伟兵	张启义	张修忠
张顺福	张海军	张海滨	李冬晓	李其峰	李佳懿	李 凯
李 岩	李俊凯	李梅风	李 智	杜晓鹤	苏志诚	陈必真
陈兴茹	周鹏飞	屈艳萍	林兴超	侯虹波	姚秋玲	姜翠花
娄 鹏	战伟庆	段高旗	胡亚林	赵娜娜	赵建波	赵 莹
赵 琛	赵 璞	项新峰	徐海东	凌永玉	徐 玮	贾燕南
郭迎新	陶韶思	高兴利	高建标	高 辉	梁志勇	焦小超
彭敏瑞	董小涛	谢 薇	韩立茹	鲁向晖	解家毕	颜 亮

(按姓名笔画排序)



水旱灾害一直是中华民族发展的心腹之患，它始终伴随着我国历史演变的全过程，可以说我国的历史是从治水开始发端，并惠泽于治水。如大禹治水是我国历史上早期治理水旱灾害的代表，其调动人力物力的能力和机制奠定了建立国家的基础；都江堰是最伟大的古代水利工程，造福川蜀子孙2000多年，成就了天府之国。同时，中华民族也饱受水旱灾害之苦，黄河在1938年前的2540年间，改道26次、决堤543次，发生洪水灾害1590次。发生在公元755年的黄河大洪水，死亡人数超过100万；家破人亡、流离失所是广大洪泛区人民的生活写照。19世纪末在山西、河北、河南及山东等省的广大范围内，发生持续3年的大旱灾，引发饥荒，死亡人数达到1300万。这些特大水旱灾害常常对中国历史的发展进程造成重大冲击，因此“欲治国者，必先治水”也是我国几千年历史的鲜明写照。

新中国成立以来，党和国家领导人非常重视水利建设。据2010~2012年开展的全国水利普查公报显示：全国现有水库98002座，总库容9323.12亿 m^3 ；堤防总长度为413679km；建成农村供水工程5887.46万处，灌溉面积达0.67亿 hm^2 ，总受益人口达到8.12亿。通过长期以来对长江、淮河、黄河、海河等多灾河流的重点治理，以及全国持续不断的流域综合治理，水旱灾害得到了有效控制。我国的大江大河基本可以应对各自在新中国成立以来出现过的最大洪水，确保了粮食的持续增产，全国粮食产量突破6亿吨。对水旱灾害的有效控制，确保了国家经济社会的稳定发展和国力的持续增长，中国水利所取得的成就举世瞩目。

为了记录和总结我国在防治水旱灾害方面的经验和成就，国家新闻出版广电总局批准将《中国水旱灾害防治：战略、理论与实务》列入2014年度国家出版基金重点项目。全书共6卷：第一卷，水旱灾害防治战略；第二卷，水旱灾害防治规划；第三卷，防洪减灾体系；第四卷，防洪抢险实务；第五卷，涝渍灾害防治；第六卷，干旱灾害防治。

本书的编写宗旨是：一，充分总结长期积累的有中国特色的水旱灾害防治技术和经验，使其得到保留和传承；二，充分反映当代水旱灾害防治的现代技术，推进由灾害控制向灾害管理的转变；三，吸收国外在水旱灾害防治方面的新技术和新理念，丰富和完善我国水旱灾害防治的技术体系。

本书编写工作量庞大，在成书过程中，收集和阅读了大量资料，经反复修改讨论，历时3年完成书稿。丛书在编写过程中，参考了大量资料，这些资料的出处已在文中作了注明，并列出了主要的参考书目。

在写作过程中，得到了编委会各位专家的指导，提供了很多宝贵的建议；出版社的各位编审也对书稿进行了严格的把关和反复审查。

本书的出版是多方共同努力的成果，在此一并致谢。

随着社会经济的快速发展以及人口的增加，水旱灾害对经济社会的影响规模和形式也在不断地发生变化。如何应对现代水旱灾害是今后社会面临的新课题。希望本书的出版能起到抛砖引玉的效果，诚恳地希望各位读者和水利同仁对本书给予批评和指正，期望本书得到进一步完善。

编者

2016年6月



第1篇 涝渍灾害防治概论 / 1

第一章 涝渍灾害概述 / 3

- 第一节 涝渍灾害研究概况 / 3
- 第二节 涝渍灾害成因及分类 / 7

第二章 我国涝渍灾害发生的规律和特点 / 14

- 第一节 东北地区涝渍灾害发生的规律特点 / 15
- 第二节 华北地区涝渍灾害发生的规律特点 / 16
- 第三节 长江流域涝渍灾害特点与问题 / 24
- 第四节 洞庭湖地区的涝渍灾害问题 / 83
- 第五节 江汉平原湖区地区涝渍灾害发生的规律特点 / 94
- 第六节 黄河流域涝渍灾害特点与问题 / 100
- 第七节 西北地区涝渍灾害规律与特点 / 110
- 第八节 我国涝渍灾害防治面临的问题 / 111

第三章 涝渍灾害治理概述 / 114

- 第一节 涝渍灾害治理的目的和意义 / 114
- 第二节 国内外涝渍灾害治理历程 / 115
- 第三节 涝渍灾害治理的主要经验 / 128

第2篇 涝渍灾害综合防治理论与方法 / 139

第一章 涝渍灾害综合治理方法概述 / 141

- 第一节 涝渍灾害综合治理 / 141
- 第二节 涝渍分治标准及技术 / 142

第三节 涝渍兼治技术 / 148

第二章 排涝控制标准及理论 / 162

第一节 排涝综合控制标准的要求与原则 / 162

第二节 排涝水文效应分析计算方法 / 167

第三节 排涝的环境效应分析计算 / 171

第四节 排涝对排区生态系统影响分析 / 174

第五节 排涝标准分析的经济评价模型 / 177

第六节 排涝标准优选的多准则评价模型 / 180

第七节 排涝标准影响因素 / 185

第三章 农田排渍理论与排水计算 / 194

第一节 农田排渍标准及其理论 / 194

第二节 农田防盐渍化排水标准及其理论 / 198

第三节 作物对蓄水胁迫的敏感性与排水调控 / 204

第四节 受渍条件下作物的排水指标 / 208

第五节 调控地下水位的末级固定沟和吸水管间距计算 / 210

第四章 典型涝渍灾害防治方法案例 / 215

第一节 暗管排水技术 / 215

第二节 沟井结合综合治理技术 / 219

第三节 沟管结合综合治理技术 / 224

第四节 井灌井排技术 / 228

第五节 城市内涝综合治理实践 / 243

第3篇 涝渍灾害防治措施 / 251

第一章 排水工程概述 / 253

第一节 排水闸工程 / 253

第二节 排水站工程 / 262

第三节 挡潮闸工程 / 280

第二章 农田排水工程设计 / 301

第一节 地下水水位与涝渍灾害 / 301

- 第二节 作物耐渍深度 / 302
- 第三节 地下排水流量 / 304
- 第四节 田间排水沟道设计 / 309

第三章 盐碱地灌排水工程设计 / 338

- 第一节 盐碱地的排水技术 / 339
- 第二节 盐碱地的冲洗和压盐灌溉 / 353
- 第三节 盐碱地区的井灌井排措施 / 365
- 第四节 盐碱地治理案例 / 369

第四章 海绵城市研究与实践 / 384

- 第一节 国内外研究动态 / 384
- 第二节 城市雨洪管理规划设计 / 391
- 第四节 台北市万华区柳乡里雨洪管理规划设计案例研究 / 408

第4篇 涝渍灾害防治效益 / 413

第一章 涝渍灾害防治效益分析概述 / 415

- 第一节 涝渍灾害防治工程经济效益分析 / 415
- 第二节 治涝工程经济效益分析计算的特点 / 419
- 第三节 涝渍灾害灾情评估 / 420

第二章 新中国成立以来涝渍治理的效果与效益 / 428

- 第一节 农田抗灾能力 / 428
- 第二节 涝渍治理的免灾效益 / 431
- 第三节 涝渍治理的经济分析 / 432

第三章 涝渍灾害防治的效益分析与计算 / 435

- 第一节 涝渍治理效益计算 / 435
- 第二节 排渍与治碱效益 / 444
- 第三节 经济效果计算方法 / 449
- 第四节 技术经济指标 / 452
- 第五节 治涝工程经济综合分析 / 453
- 第六节 治涝工程经济评价案例分析 / 454

第1篇

涝渍灾害防治概论



第一章 涝渍灾害概述

第一节 涝渍灾害研究概况

一、涝渍灾害的定义以及研究概述

涝渍地是一类以涝渍危害为主要限制因素的土地资源,是低温地区十分重要的土地资源。目前我国共有涝渍地3207万 hm^2 。以400mm等降水量线为界,在这条分界线以南、以东的广大湿润地区,有许多从自然湿地演变而来的农业涝渍地区,主要集中在长江中下游和东北松嫩—三江平原地区,具体有长江中游的两湖平原、淮河流域的中下游平原、太湖流域的湖东地区,东北的三江平原,珠江三角洲地区等。农业涝渍地区多位于平原湖区,地势平坦、土壤肥沃、交通便利,有巨大的开发潜力。新中国成立后,我国在农田排水领域经历了治涝与治渍两个发展阶段,但涝渍地区由于初期垦殖多不完善,又缺少统一和规范化规划,农业生产条件差,涝渍灾害十分严重。减轻低湿地区涝渍灾害,挖掘单位耕地面积生产潜力,提高我国粮食自给能力,是农业可持续发展和农民致富奔小康的必然要求。为此,开展涝渍治理研究成为近年我国农田水利领域和农业生产领域的热点。涝渍成因研究是涝渍灾害的基础性研究,为涝渍灾害的关键技术研究及涝渍研究成果的转化与应用等提供理论依据。

涝渍地是易涝易渍耕地的简称,通常指常年或经常性滞水的农业用地。在农田水利和农业灾害学上,将地下水位埋深小于50~60cm、土壤经常或间歇性覆水、对作物的正常生长形成障碍并导致严重损失的农业用地统称涝渍地。“涝渍”可细分为“涝”和“渍”两种不同的情况,其中农田淹水超过作物耐淹水深和耐淹历时进而影响作物正常生长时的农田水分状况称作“涝”;而因土壤地下水位过高引起作物根层水分含量过高、根层土壤肥力因素失调、导致作物不能正常生长的水分状况称为“渍”。

从农业地貌上看,涝渍地是介于旱地与浅水域之间的土地单元,将其中种植利用的部分称为易涝易渍农田。这类土地大多分布在大江大河的中下游地区,丘陵地带也有零星片状分布。易

涝易渍农田一般占所在地区耕地的25%~30%，特殊地区占到耕地面积的60%。究其实质，涝渍地属于湿地范畴，是湿地中能为农业利用(种植或养殖)的一种土地资源；可谓之农业湿地，日本则称之为“湛水地”“湿田”或“低平地”，也有人称之为“低湿地”。

可见，涝地是指常年或经常性有浅薄水层滞留、在一年内的大部分时间内其水层小于水产养殖需要的最小深度的土地；渍地指常年地下水位偏高，雨季又容易受涝的土地。涝是由于降水或客水侵入农田形成积水而导致的。渍是由于降水入渗或地下水位过高，耕层内土壤水分过多而形成的。在南方的一些易涝易渍地区，降雨一般集中在4~8月。经常是一次强降雨过程带来的地面积水刚刚排完，地下水位还未来得及下降，下一次降雨又来了，从而导致地下水位持续较高，形成了先涝后渍的局面。因此，涝渍危害的发生具有相伴相随的特征，久涝必定滞水为渍，先涝后渍，涝渍相随。

二、我国涝渍成因研究历史背景

涝渍地是湿地中能为农业利用的一种土地资源。我国南方平原湖区早在明清时代就出现了人类有目的的垦殖。1949年后随着人口压力的逐步升级，南方平原湖区兴起大规模的围湖造田，为粮食增产作出了历史性的贡献，但过度的围湖垦殖导致湖区水利功能严重破坏，涝渍灾害频发，农业生产陷入困境。涝渍灾害一直是限制低湿地区农业发展的主要因素之一。近几十年的研究表明，在这些地区发展合理的农业必须研究和解决一系列的问题，要彻底解决涝渍问题就必须从该地区特有的地理环境出发，进行涝渍地的基础性、关键技术、成果转化与应用等研究。20世纪80年代以前我国湿地主要处于被改造和消灭的地位，在农田排水领域首先抓住对农业造成严重影响的内涝灾害进行研究与治理，取得了明显成效。但多年的实践表明，一些解除了涝灾威胁的农田虽然可以保收，产量却不高，特别是地势低洼的地方，产量长期偏低，成为所谓的中低产田，究其原因，大多是土壤过湿，农田通气状况不良、排水不畅、形成渍害等原因所致。于是农田排水领域的研究与治理由排涝转向排渍，20世纪70年代中期至90年代初，是我国农田排水技术与农田涝渍治理大发展时期，农田排水研究由重视排涝发展到重视排渍。农田排水经历了治涝与治渍两个历史发展阶段。近年来，国内一些研究者已开始把注意力转向涝渍综合作用对作物的影响研究上，重视作物受涝渍胁迫的动力过程研究，提出了考虑涝、渍共同作用的排水指标与计算方法。

对自然湿地进行大规模开发利用是低湿地区农业发展的基本历程，筑堤防洪、开沟排水、围湖垦殖，是这些地区共同的发展内容。可见，涝渍地研究起源于对湿地的开发和利用，主要集中在长江下游和东北松嫩、三江平原地区，涝渍成因研究的目的主要是查清涝渍地的水分补给源和区域水文地质条件等，为涝渍排水服务。因此，涝渍成因研究同样也经历了重视排涝到重视排渍再到涝渍综合成因研究的发展。此外，涝渍危害并不只出现在低湿地，在低湿平原范围广大丘陵漫岗地和一些高平原上，平均降水量大于500mm的地区均有分布。根据平原涝渍特点灵活应用治涝渍理论，针对不同涝渍类型采取不同治理对策和治理标准，把低湿平原涝渍治理研究成果推

广应用于丘陵漫岗和高平原地区的涝渍治理是“六五”至“八五”期间三江平原涝渍治理的科技攻关项目。经过半个多世纪的开沟排水和综合治理,大部分地区的农业生产条件得到了不同程度的改善。但总的来看,人类抵抗涝渍灾害的能力仍然十分薄弱。因此,研究涝渍灾害发生的规律及成因,做好水利合理规划,开展防涝防渍以增强农业抗灾能力,始终是保证农业高产的关键之一。实践需要是涝渍成因研究发展的原动力,涝渍成因研究与农田排水技术研究相辅相成、相互促进。

随着国民经济的发展,人口的增加,农业生产在整个国民经济的发展中具有举足轻重的地位。然而,由于农田水分不平衡产生的洪灾、涝灾和渍灾严重影响着我国农业生产和粮食的安全。其中,涝灾和渍灾对农业生产的影响尤为明显,由于涝灾和渍灾在致灾机理上具有明显的成因关系,因此研究涝灾和渍灾需要解析它们之间的内在联系,制定科学合理的应对措施。传统来说,对农田涝灾的治理主要体现在农田排水措施上。综观农田排水的研究,农田排水从单一明沟排水发展到明沟、暗管、鼠道、竖井等多种类型的排水措施,并对各种排水措施在改造中低产田中的作用及发展等方面有了明确的认识。

(1) 明沟仍是当前我国运用最广泛的一种排水措施,它具有排涝、排渍、排盐、蓄水、滞水、控制地下水位等多种功能。它的主要缺点是占地多、易滑坡、养护难。各地均因地制宜地总结了防御涝渍灾害的明沟排水系统技术方案。

(2) 暗管排水由于暗管埋于地下,具有不占耕地、使用年限长、便于田间耕作和交通便利等优点。它可控制地下水位,达到排水治渍排蓄的作用。暗管的管材、裹滤网、施工机械等方面均取得了许多成果。但由于受技术、经济等多种条件限制,我国各类型暗管排水面积约66.7千 hm^2 。国内外的实践证明暗管排水是农田排水的发展方向。

(3) 鼠道排水具有施工简便、造价低廉,且对排出犁底层滞水和地面残留积水特别有效,在黏质土地区治渍效果良好,所以多用作辅助排水措施。鼠道排水的适用条件、结构形式、施工方法等方面均取得了许多成果。目前全国鼠道排水面积约46.69千 hm^2 。

(4) 竖井排水在我国主要是井灌井排,具有抽水灌溉、抗旱压盐、控制地下水位,既抑制返盐又有利于雨季淋盐和缓解涝渍灾害等多种功能。这一措施对干旱、涝渍、盐碱多灾种并存的华北平原等地区的中低产田改造起着重要作用。

另外还有其他排水措施:机械排水主要用于解决不能自流排水的低洼地、平原圩区等地的排水出路;线缝沟排水是用犁刀划破阻水的犁底层经消除上层滞水,多用于临时性辅助排水防渍的措施。目前生产实践中,一般根据各地灾害类型、自然条件、技术经济水平,因地制宜地应用上述各项排水措施进行涝渍灾害的治理。这种涝渍分治的办法,还不能完全防止农作物产生涝渍危害或造成不合理的工程投资。涝渍灾害具有天然的相随性。涝渍型的农田,其特点是先涝后渍,作物的减产是涝渍双重作用的结果。在经济评价中,既不能单纯按受涝减产或按受渍减产进行分析,也不能将两者造成的减产损失进行简单的叠加。由于作物受淹减产机制与受渍减产机制不同,因此,作物前期的不同受淹情况与后期不同的受渍情况所造成的减产损失也不相同。

在目前排涝工程规划设计中,多以暴雨重现期和作物耐淹能力为依据进行经济分析,由于仅

考虑作物受淹减产而忽略地面水排出后农田是否受渍和受渍的程度,据此所得出的工程经济效益将会偏高,其所选定的设计方案也就不一定是最优方案。我国涝渍型地区的治渍排水工作,绝大多数是在除涝排水达到一定标准的情况下为了进一步挖掘农田生产潜力而提出来的。目前,制定的治渍排水标准,针对不同地区、不同作物,提出了不同设计排渍深度、耐渍深度、耐渍时间和水稻田适宜渗漏量等指标。对于旱地区,明确规定:“农作物生长期地下水位应以设计排渍深度作为控制标准,规定在设计暴雨形成的地面水排出后,应在旱作物耐渍时间内将地下水位降至耐渍深度。”这里并没有考虑由暴雨所形成的地面淹水的程度(淹水历时和深度)。为配合上述设计标准在设计中的应用,各地开展的作物受渍试验都是针对不同作物适宜地下水埋深或雨后适宜地下水位回降速度进行的。可以看出,这样的实验数据仅适用于作物受渍前不受淹的情况。农田地下水排水工程的主体在田间,骨干排水网为田间排水提供排泄通道,对于兼顾涝渍排水的系统,田间排水的效果是两套系统共同作用的结果,如果将两者人为地割裂开来,尽管按相应的设计标准进行分析计算,其所得的结果必然不符合实际,要么效益估计过高,工程完成后达不到预期目标;要么效益估计过低,徒劳地加大工程投资。正确的方法应该是,在排水系统的设计中把地表水排出与雨后的地下水排水作为一个连续过程,计算工程兴建后的除涝和治渍效果,在进行技术经济分析时,应将除涝与排渍对农作物产生的效益最大为目标予以考虑。

涝渍灾害作为我国水问题之一,和我国水旱灾害中的其他类灾害具有密切的成因关系和交互关系。要解决好涝渍灾害问题,首先要重视以洪水和暴雨为主的雨洪灾害。以我国涝渍灾害频发区湖北为例,湖北省平原湖区堤防工程的加固、排涝设施的增加和灌排体系的完善,使得洪涝灾害大幅度减少,旱涝保收面积稳定增长。但同时又面临新问题,由于人口的增长,历年来对湖区的大面积开垦,地面水文情势发生了剧烈的变化,天然水面大量减少,调蓄能力大幅降低,排涝设施的增加和减灾能力的提高,始终赶不上经济社会发展的需要。在灾害有所减少的同时,较大暴雨年份、外洪内涝的情况日趋频繁,灾害损失日益增大。事实上,洪、涝、旱、渍经常交替发生。湖北省平原湖区秋、春经常发生干旱;外江持续高水位时,为保外堤安全,禁止从外江引水,形成外洪内旱的尴尬局面。生态环境问题和涝渍灾害具有十分密切的关系。湖北省平原湖区的水质恶化和生态退化是与农业生产相伴随的普遍问题,湖泊减少、湿地萎缩、水域水体严重污染,正成为经济社会发展的严重障碍。截至2013年,我国有3.5亿农村人口饮水不达标,500万城市人口饮水不达标。涝渍灾害导致农业减产,同时也使得区域生态脆弱化:耕地面积日减、人口骤增、土地的承载压力越来越大;化肥用量过大、土壤有机质含量逐年下降、物理结构劣化、生产性能下降;生物多样性下降、食物链和栖息地失衡,暴发性或毁灭性病虫害时有发生;水体面积减小、水域水质下降,渔、农矛盾日渐突出,过度养殖和养殖换水,导致水质进一步恶化等。随着经济社会的发展,生态环境问题越来越突出,和传统的水旱灾害一起形成了我国社会、经济和生态可持续发展的重大障碍。

第二节 涝渍灾害成因及分类

涝渍灾害主要发生在平原地区,这些地区地势低洼,受季风气候影响,暴雨集中的地区,人口稠密,经济较发达,受灾损失较重。

一、涝渍灾害的成因

(一) 气候因素

影响涝渍地形成的主要气候因素是大气降水,包括降水量、降水的季节分配和次降雨过程的影响。在季风气候条件下,我国的降水量受西太平洋副热带高压的位置、强弱及其随季节变化早晚等因素的影响,东部地区夏季降水量较大,极易形成涝渍。江汉平原涝渍、鄱阳湖区、若尔盖湿地和三江平原涝渍地可分别作为南、北方低湿平原的典型代表。

江汉平原位于亚热带季风气候区,向心水系发育,年降水量1100mm左右,且降水主要集中在4~10月份。长江、汉江等1190余条大小河流从周围山区汇集于江汉平原,造成汛期“水高田低”,外江水位往往高出田面数米乃至10余米。此外降水变率增大也是涝渍成灾原因之一,该区降水极不稳定且年际变化大,丰枯年地表径流量比值为12.1:1,年均相对降水变率11%~18%。其夏季降水最不稳定,相对变率达30%~39%。江汉平原湖积型涝渍地地下水位过高,低于60cm的占39%,局部地区比例更大。许多学者在研究淮北平原砂姜黑土区涝渍排水模式时对其涝渍成因的气候水文因素作了系统总结:地下水埋深是直接影响降雨后产生涝渍的重要因素之一,地下水位的变化与降水量变化基本上是一致的,一般情况下,6~9月的降水量为年总降水量的60%~70%以上,且暴雨、连阴雨多,地下水埋深浅,一般在1~2m,由于本区地势平坦,排水困难,遇到暴雨或连阴雨极易产生涝渍灾害。

鄱阳湖区地表径流的年际和年内分配很不均匀,历年中最多年径流总量与最少年径流总量之比为6.99/1。湖区年内地表径流量分配更为悬殊,汛期(4~7月)多年平均水量占全年水量的74.6%。湖区地表径流的年际和年内不均的程度越大,发生洪涝灾害的程度也就越严重;特别是4~6月份是江西降雨集中期,也是鄱阳湖主汛期。7~9月份长江进入主汛期,洪水则进入鄱阳湖,与湖水顶托。因此,鄱阳湖圩区涝灾年年有,其特点是洪灾与涝灾紧密相连。在自然状态下,由于较高潮水位持续时间长,久涝则渍水为患,形成渍害,对沿湖圩区农田将产生不利的影响。降雨量大且降雨集中、洪水顶托、地表径流排泄不畅、水分下渗困难、地下水位高等是江汉等南方低湿平原涝渍灾害形成的主要气候、水文因素。涝渍灾害集中期与降水集中期基本一致。

三江平原处于湿润、半湿润气候区,平均年降水量556.2mm。农业用水供大于需,降水年际年内分配不均,6~10月降水量占全年降水量的75%~85%。加上地势平坦低洼,土质黏重,天然泡沼众多,河流坡降平缓,一到雨期,河流宣泄能力差,积水不易排出,使涝渍灾害几乎年年发生。三江平原补给水源以大气降水和径流补给为主,其次是泛滥水、湖水和地下水补给。三江平原暴雨在生长季内发生频率少,雨量相对不大。三江平原主要成灾雨型是长历时降雨型和长历时、短历时两者叠加雨型,而不是短历时暴雨,故形成洪涝轻、渍害重的特点,渍害成为三江平原农业生产的主要限制因素。又由于受冻融影响,前一年秋涝必造成下一年春涝。一般由于秋雨雨量大,气温下降,蒸发小,土壤过湿及地表积水尚来不及排出就被冻结,且受土壤热力作用,下层水向上层聚集,形成冰夹层;再加上冬春雨雪较多,第二年春天化冻时,出现地表积水与土壤过湿,形成具有高寒地区特色且难以防治的春季涝渍。

若尔盖地区是世界上典型的高原湿地,区内气候属大陆季风气候,呈现冬干(11~4月)夏湿(5~10月)、雨热同季特点,年降水量647~753mm。其中86%的降水出现于夏天半年,本区的气候对湿地的形成、发育起促进作用。西南季风是川西高原的主要雨泽之源,降水量减少,气候变冷转干,高原湿地的气候条件变差,导致了湿地生态系统的脆弱性,使湿地生态环境和物种发生变化。沼泽湿地出现演替现象,演替系列和方向都发生了变化。即沼泽湿地—沼泽化草甸—草甸—荒漠。综上所述,降雨集中(一般4~6月的降水量约占年降水量的75%以上)或降水持续时间长,水分下渗困难或径流滞缓是我国湿地或平原涝渍地形成的主要气候、水文特征。在北方寒冷地区,冻土层的融冻过程会使土壤产生一种特殊的水文层次,在春季,土壤融冻水或降水会由于冻土层的顶托形成临时滞水而导致农田涝渍。由此可见,地质地貌等下垫面因素为涝渍地的形成提供了可能,特殊的气候水文变化使涝渍地的形成变为现实。

(二) 地形地貌因素

地形类型多样是造成地区涝渍灾害多发的重要因子。尤其是洼地,排泄条件很差,易产生渍害和高矿化地下水上升到作物根层。地形地貌对地表水的再分配起到关键作用,控制了地表水的排泄条件,也控制了地下水的分布和补给关系。如针对江汉平原地区,刘章勇、方守国、刘百韬等研究了江汉平原涝渍灾害成因,把涝渍地形成的地质、地貌条件概括为:江汉平原在地质构造上属于新华夏构造体系沉降带的一部分。发生在中生代的燕山构造运动奠定了江汉湖盆的基础,到第四季早期,江汉湖盆又在老构造的基础上重新开始下沉,并接受长江、汉江水系长期切割、冲淤,形成了西北东三面隆起、中间平坦低洼、向心水系发育、湖泊众多的江汉平原,为“水袋子”的形成奠定了地质地貌基础。根据涝渍微地貌差异和涝渍发生特点,用综合评分法将江汉平原涝渍地域划分为7种类型:洲滩平地季节性洪涝地域,淤高平地季节性暗渍地域,中间平地季节性渍害地域,低湿平地渍害地域,滨湖平地涝渍地域,湖泊水面调蓄地域,碟形洼地涝渍圈。四湖地区地处江汉平原腹地,三面环水,是长江中游地区典型的涝渍地域。在地质构造上四湖区属我国东部新华夏系第二沉降区,是由燕山运动开始形成的内陆断陷盆地。四湖地区的成土母质主要是由江河的冲积物和湖相沉积物堆积而成的,特别是湖相沉积物,质地比较黏重均一,土