

排水在华北平原防治土壤盐渍化中的重要意义

熊毅 刘文政

(中国科学院土壤研究所)

华北平原是一个土层深厚的冲积平原,地形平坦,土壤肥沃,但由于旱、涝、盐的危害,农业产量极不稳定,土壤生产的潜在能力未能充分发挥。解放以后,为了迅速发展生产,整修和兴建了很多灌区,灌溉面积日益扩大,对发展农业生产起了巨大的作用。水利化后,特别是大跃进以来,为了抗旱、防洪、除涝和治盐,进行了大规模的水利建设,做出了很大的成绩,有些灌区,合理灌溉和排水的结果,不仅对抗旱、防洪和除涝起了很大的作用,而且也改造了数百万亩盐碱地。随着水利建设和农业生产的发展,在冀、鲁、豫三省某些平原灌区内,由于没有掌握水盐运动的规律,对排水重视不够,灌溉未尽合理,因而土壤盐渍化有所发展,严重影响农业生产,这是当前急待解决的问题。要解决华北平原土壤盐渍化问题,必须重视排水。因此,本文就排水的任务、要求和标准,讨论如后。

一、华北平原地区的排水任务

华北平原是一个易旱、易涝、易盐地区,旱季蒸发强烈,引起土体积盐,雨季涝严重,盐分随水迁移,所谓“盐由旱生,涝盐相随”,正说明旱、涝、盐三者的密切关系。旱、涝、盐是华北平原地区农业生产的最大威胁,而土壤盐渍化问题又是当前的主要矛盾。因此,发展华北平原地区农业生产的当前任务,应以治盐为中心,旱、涝兼治。要达到这个目的,必须严格控制地下水位,因此,排水系统的修建充分显示出其重要的意义。

华北平原属半干旱季风气候地带,年降雨量少。一般来说,土壤墒情不足。为了抗旱而满足作物生长对水分的要求,必须进行灌溉。在干旱和半干旱地区进行灌溉,必须结合考虑排水。如在无排水条件下进行灌溉,很容易使土壤产生盐渍化。灌溉和排水应相辅相成,从预防土壤盐渍化的角度来看,灌溉必须结合排水。特别是在现有的技术水平下,渠道防渗的问题没有解决,灌溉制度和管理未尽合理,大量补给地下水,更显示出排水的重要。此外,华北平原地区降雨量既少,而在时间和空间上分配又极不均匀,夏季雨量集中,降雨频率大,持续时间不长,多以暴雨形式出现,在地势平缓、河道宣洩不畅的情况下,造成内涝,涝水大量补给地下水,从防洪、除涝的角度来看,也需进行排水。再则,冀、鲁、豫平原三省老盐碱地很多,近几年来,土壤次生盐渍化也有发展,在这些盐渍地区,地下水位较高,地下水矿化度较大,地下径流不畅,为了冲洗改良这些土地,也要进行排水。广义的说,无论是灌溉,或是防洪、除涝,还是改良盐碱地,都需要排水。排水不仅是排洪、排涝,消灭涝盐相随的现象;而且也是排除含盐的矿化水,减少土壤中盐分的来源;更重要的是在于降低地下水位,控制水盐动态,改变水盐状况,从而保证已经改良或正在改良的土壤达到稳定的脱盐,防止土壤再度盐渍化^[1]。预防和改良盐碱地都需要排水,这是共同的要求。但在不同地区,由于自然条件的差异,排水的任务、要求和标准也不相同。在预防土壤盐渍化方面,排水的主

要任务是:在灌溉和降雨前后,促使升高了的地下水位迅速回落,控制地下水位在临界深度以下,防止土壤盐分累积在改良盐渍土方面,排水的主要任务是:进行冲洗时,要在较短的时期内将土壤盐分排入排水沟,而后排至灌区以外,并控制地下水位在临界深度以下,从而使土壤及地下水达到稳定脱盐和淡化。各地的排水要求不同,有缓急之分,有些地区急需排水,有些地区可暂缓排水,还有些地区不需排水。针对洪涝盐的防治要求,排水标准也有不同,有的地区需要深沟排水,有的地区只需浅沟排水,也有的地区可采用深浅沟相结合的排水。

防治土壤盐渍化,排水固然十分重要,但排水并非唯一的措施,必须与灌溉和农业措施紧密结合起来。在盐渍地区或易盐渍地区进行灌溉,不仅可以增加土壤水分,满足作物生长的需要;而且还能淋洗土壤盐分,调节土壤溶液浓度,使土壤水盐动态向稳定脱盐和有利于作物生长的方向发展^[2]。农业措施可以抑制土壤蒸发,减少地表返盐,同时还能起到减小地下水临界深度的功效。因此,在华北平原地区,为了预防土壤盐渍化和改良盐碱地,既要积极发展灌溉,更要合理进行排水,同时也应加强农业措施。

二、华北平原地区的排水要求

排水是防治土壤盐渍化的重要措施,同时华北平原又急需灌溉,因此在预防和改良盐碱地的工作中,正确地解决灌溉和排水的结合问题,是刻不容缓的任务。

华北平原位于黄河下游,由于黄河及其他河流多次的决口、改道和漫流,致使华北平原地形起伏,有缓岗,有微斜平地,也有洼地,河道纵横交错,土壤及水文地质条件复杂。这种错综复杂的起伏地形、土壤和水文地质条件,决定了平原地区灌溉排水布局和运用的多样性。为了因时、因地制宜地防治土壤盐渍化,根据上述各种因素,试将华北平原作如下的分区^[3],并就灌溉、排水等问题提出一些不成熟的意见。

1. 滨海平原地区 沿渤海湾呈带状分布,地形一般平坦,海拔平均高程3—7米。地下径流几近停滞,自然排水极为困难,地下水埋藏深度小于1.5米,矿化度10—50克/升,甚至高达100克/升以上。土壤含盐量多在1—2%,土壤主要为氯化物盐土,也有小面积硫酸盐氯化物盐化浅色草甸土。因此,利用和改良盐渍土时,灌溉和冲洗必须结合排水,没有排水条件,基本上谈不到灌溉和冲洗。目前还没有筑防潮堤的地区应迅速建立,并在排水河流出口处建闸,防止海潮入浸倒灌。根据滨海地区土壤及水文地质特点,不宜蓄水,以免土地更加恶化,如要灌溉,应尽可能的引用外水。在有灌排条件的地区,如需开垦盐荒地或改良利用重盐碱地,应先采用水利措施,农业措施跟上,灌溉和排水应各成系统,一般情况下以相间布置为宜,深沟排水控制地下水位在临界深度以下是必要的,但在目前的经济条件下,排水系统可暂时考虑采用深浅沟相结合。为使排水通畅,在很多地区自流排水必须结合机械排水。在水源不足而土壤含盐量高的地区,为合理经济用水,可利用矿化度不太高的二轮水、咸淡混合水或咸淡水交错进行冲洗。轻盐渍化地区,水利土壤改良措施和农业措施应同时并举,严格执行计划用水,确立良好的灌溉制度,加强灌排渠系管理和精耕细作,避免地下水位抬高而加剧土壤盐渍化。实践证明,在以深沟排水作骨干,采用水流通畅的浅而密的田间排水系统下,种植水稻改良利用盐碱地是具有显著成效的,可以建立适当厚度的土壤及地下水淡化层,为逐步转入水旱轮作或进行旱作创造条件。例如河北芦台农场二用干渠灌溉地段,原来地下水矿化度大于10克/升,经排水种稻5年,已形成矿化度小于3克/升、厚度在1.5米以上的淡化层;连续3年旱作,土壤尚未发生返盐现象。但对转旱和旱作延续期所需要的最低限度的土壤及地下水淡化层建立的速度和厚度,还有待研究*。如需长期转旱,排水的要求

* 尤文瑞同志提供资料。

要相应提高。在还没有灌排条件的地区,应重视群众防治盐碱地经验,建立简易的田间工程,采取筑埂打坯、平整土地以及蓄淡压盐等措施,加以治理。地广人稀的重盐渍地区,如条件不具备,可暂缓大面积利用。

2. 北部低平地区 一般地形坡降较小,地势低平封闭,微有起伏,洼淀较多,水文地质条件较复杂,内外排水不畅。地下水埋藏深度约1.5—2.5米,矿化度2—5克/升,最高可达10克/升,水质多为氯化物硫酸盐或硫酸盐氯化物水;洼淀附近,地下水位较高,一般埋深在1.0米左右,矿化度1—5克/升。土壤多属轻度或中度盐化浅色草甸土,而盐化沼泽土或盐土面积较小,多呈斑点状分布。雨季地表径流多汇集于洼淀中,造成严重的涝渍,形成涝盐相随,兼有干旱的特点。因此在灌溉、排水系统的布局和运用上,既需考虑洩洪除涝,防治土壤盐渍化,还要引蓄灌溉抗旱。根据上述地形、土壤及水文地质条件,在本区发展灌溉、防治土壤盐渍化,必须强调排水。同时适当利用现有洼淀,汛期临时蓄涝缓洪,汛后排出。根据调查,绝大部分的平原水库及沟塘蓄水,在抗旱、除涝方面的作用不显著,而在抬高四周地下水位,导致土壤盐渍化的发展却有极不良的影响,因此没有必要另筑平原水库。目前应首先根据现有可能条件,逐期分段恢复和扩大主要排水骨干河道的排水能力,任何工程措施不得削弱主要排水河道的排水能力,更不能允许未经勘查研究开拓类似白馬新河违背自然规律的大型河道。相距不远的洼淀之间,按可能条件逐期逐段沟通,也应有排水出路,并设置调节工程,用以控制洼淀水位。治理骨干排水河道的同时,应考虑在易涝易盐的低洼地区,按现有条件逐步分区划块地建立必要的田间排水系统,只有先搞排水工程,然后才能灌溉;田间灌、排渠系以各成系统相间布置为宜,排水应保证通畅,不应利用排水沟兼作蓄水灌溉之用,若排水——集水沟自流排水困难时,可设法争取机械排水。目前无条件建立田间排水系统的重盐渍低洼地区,至少要争取建立少数最必要的排水骨干,否则,进行渠灌将弊大利小;在这种情况下,目前最好暂缓引水灌溉或少灌,而以加强农业措施为主,采用群众的“沟畦台田”及“划方平种、蓄淡压盐”的方法,避免土地继续恶化,维持农业生产。具有灌溉条件的微斜平地,在盐分较重的地区,按现有可能条件,先建立由疏而密、先通后深的骨干排水系统,逐步开挖田间排水工程,若劳力困难,至少应建立最必要的骨干排水工程;只有在这种情况下,才能适当加大灌溉定额,兼收洗盐之效。没有起码的排水保证,加大灌溉定额是有害的。有灌溉条件而盐渍化威胁较大的微斜平地,水利土壤改良措施和农业措施应同时并举;在建立排水骨干工程的同时,应特别加强农业措施,在无力大规模机械平整土地的条件下,采取适当缩小田块、平整土地、精耕细作等措施非常重要。目前还没有渠系灌溉条件的地区,应充分重视农业措施,最大限度的运用群众已有的经验和现有农业技术在防治土壤盐渍化方面的作用。无论有无条件建立排水系统,均应严格执行计划用水,加强灌溉管理,防止大水漫灌,以避免恶化土壤及水文地质条件。低洼地区及微斜平地,若有灌排条件,可在渠系尾闾配置稻田,并需合理规划,但在水旱轮作地区还可采用深浅沟相结合的措施,以满足水作时期高水位,减少稻田渗漏损失,同时亦能满足旱作时期降低地下水位的要求。地势较高地区,地下水埋藏较深,矿化度较低,水质也较好,目前无盐渍化威胁或威胁较小,只须建立良好的灌溉系统和灌溉制度,控制用水量,加强农业措施,可暂缓排水。但在地下水埋藏深度小于2.5米,矿化度大于3克/升,水质较差的地段,除采用前述措施外,进行适当的排水还是必要的。

3. 南部缓岗起伏地区 由于黄河及其他河流的多次泛滥和改道,形成岗洼交错起伏不平的复杂地形,各地土壤及水文地质条件也有很大的差异。缓岗地区,地势高,坡度大,土质轻,地下水深度2—4米,一般大于3.5米。矿化度0.5—2克/升,水质较好,排水较通畅,土壤不受盐渍化的威胁或威胁较轻,多分布褐土化浅色草甸土。微斜平地,地下水埋藏深度一般为2.0—3.0米,矿化度1—3克/升,地下水出流不甚通畅,多分布浅色草甸土及轻度盐化浅色草甸土。低平地段及洼

地,地下水出流緩慢,水質較差,多为氯化物硫酸盐或硫酸盐氯化物水,地下水位多埋藏于1.0—2.0米之間,矿化度2—5—10克/升,土壤多呈輕、中度盐漬化,有的可达強度盐漬化及盐土。目前緩崗地区主要威胁是旱、涝、盐威胁小;低平地段及洼地,主要是涝和盐,季节性干旱也兼有之。因此,在发展灌溉及防治土壤盐漬化时,灌溉、排水系統的布局 and 运用也是多种多样的,应因地制宜。本区引黄灌溉有較可靠的保証,平原水庫及沟塘蓄水的必要性不大,目前除少数較大型的平原水庫的利弊有待权衡而暫作保留外,大部分平原水庫应停止蓄水。在地形起伏、崗洼交錯的华北平原南部,不要強調蓄水,而应強調如何因地制宜的处理灌溉与排水的关系。为此,对現有各引黄灌区,应在防治土壤盐漬化的前提下作出妥善安排。灌区灌溉、排水系統比較健全,灌溉后沒有发生或很少发生土壤盐漬化,应进行正常灌溉,并尽可能扩大灌溉效益。对已有輕微盐漬化的地区,应积极改善与运用現有水利工程条件,疏浚或增修排水系統,严格控制用水。灌排渠系配套較差的灌区,灌溉后地下水位已接近临界深度,土壤盐漬化已开始有所发展,应首先进行灌排渠系的配套或补套,为控制用水和控制地下水創造条件。灌溉和排水設施不全而又无排水出路的灌区,灌溉后地下水位迅速抬高,土壤盐漬化的发展严重,而目前又无力修建排水工程,可考虑暂时停止灌溉,解决排水問題后再繼續灌溉,但对現有工程設備,应妥为保护。只有灌溉系統而无排水設施的灌区,灌溉后地下水位已超过临界深度,土壤盐漬化不断扩大和加重,应立即停止灌溉。原有井灌区,由于发展渠灌而使土壤遭受盐漬化的,可考虑暫停渠灌或采用以井灌为主的井渠并用和輪用措施,大力恢复与发展井灌,以增辟水源,降低地下水位,改良土壤。对現有不合理的蓄水和引水工程,应仔細研究,加以改造或废除,利用天然排水河道(如徒駭河、馬頰河等)节节拦蓄、壅高水位进行通航的作法,必須迅速糾正。在排水和通航不能兼顧的情况下,应首先保証排水的要求,而通航可另覓其他办法解决。目前应按条件的可能性,逐步恢复和扩大各級自然排水河渠的排水能力是极其必要的。至于土壤及水文地质条件具有显著差异的緩崗及平坦高地、微斜平地及洼地的灌排运用原則,已在前节(北部低平地区)中述及,在此另作一些补充。緩崗因地势較高,地下水埋藏較深,水質良好,土壤基本上不受或少受盐漬化威胁,只是引水灌溉問題,目前不需开挖排水沟,但应控制用水,提高水的利用率,应以加强农业措施为主,防止土壤盐漬化。在緩崗高地进行灌溉,如无自流灌溉条件时,沒有必要壅高水头强行自流灌溉,而应考虑提水灌溉;为了充分利用地下水源,在现实条件下,机井提水灌溉在平原緩崗地区大可发展,目前山东及河南某些地区已有采用,效果良好。近崗微斜平地及平坦高地,已有盐漬化威胁,除合理灌溉外,应設置稀疏而有足够深度的排水沟,控制地下水位低于临界深度,排水沟一般不宜蓄水,并保持通暢无阻。平原盐漬地区或易盐漬地区,在自流渠灌的情况下,由于渠道长期或間歇輸水,渠道渗漏在所难免,因此排水沟应布置在两相邻的灌渠之間,集水—排水和灌溉系統的这种結合,可充分利用渠渗下降水流的淋洗作用,从而有利于土壤脫盐和地下水淡化^[4]。

4. 山前交接洼地地区 地处冲积扇和冲积平原之間,地势虽然低洼,水文地质条件基本良好,地下水埋藏較浅,一般1.0—1.5米,但因地下水不断为来自冲积扇的淡水补給并有一定的出路,所以矿化度不高,一般小于1克/升,很少大于3克/升,水質良好,以重碳酸盐水及硫酸盐重碳酸盐水为主,一般說来,靠近冲积扇的交接洼地边缘地区无盐碱化威胁或威胁較輕,而瀕临冲积平原的交接洼地边缘盐漬化略重。若以石家庄为界,則北部交接洼地地区的水文地质条件和土壤盐漬化状况略遜于南部。該地区在考虑土壤改良时,既需防治盐漬化,也要防治沼泽化,因此在灌排措施的运用上,主要是防洪、除涝,治盐任务不大。无盐漬化威胁的交接洼地边缘地区,灌溉和排水系統基本上可以合一。有些盐漬化威胁的地区,应有稀疏的排水設施,切忌大水漫灌,应加强农业措施。汛期常有季节性积水的地区,土壤除发生沼泽过程外,也有較为显著的积盐过程,应从速进行排水。为避免水文地质条件恶化和盐漬化加剧,洼地如需蓄水,应集中而不宜分散。

三、不同盐渍地区的排水标准

灌区土壤产生盐渍化的根本原因是含盐地下水位的升高。而地下水位升高的原因很复杂,有的是由于自然条件所引起的,有些则是由于不利的人为因素所引起的。因此,预防土壤盐渍化和改良盐碱地均需排水以降低地下水位。在地下水位长期浅于临界深度的情况下,土壤积盐是不断进行的,虽然通过灌水和降雨的淋洗作用,土体(尤其是表土)盐分会暂时减少,但在干旱季节,盐分仍可上升地表。此外,土体在多年积盐之后,将更增加表土盐分的来量,土壤盐渍化的程度也就会逐年加重。因此,无论是防止土壤积盐或是为了土壤脱盐,排水的标准均需降低地下水位在临界深度以下。在不同盐渍地区,为了达到防止土壤返盐和加速土壤脱盐的要求,可以采用不同的沟深和沟距。正确的设计排水沟的深度和间距,要考虑当地的土壤性质、地形、水文地质条件及地下水临界深度等因素,不能千篇一律,简单从事。

关于深沟和浅沟,各人的概念不甚一致。我们认为深沟是指沟深大于地下水临界深度;沟深小于地下水临界深度的称浅沟。从土壤改良的观点说,深沟排水的作用是长期而比较彻底的,它不仅排除地面和地下水,增加地下水的回落速度,同时使地下水位降低到临界深度以下,在排水过程中,更有利于土壤及地下水的更替与淡化^[4];浅沟排水的作用是短期的,它虽能排除地面洪涝,减少地面水对地下水的补给量,而且在灌溉、降雨和洗盐时期,对脱除表土盐分有一定的作用,但不能脱除底土盐分,更不能降低地下水位,淡化地下水层。由于深浅沟所起的作用不完全一样,因此要根据排水标准,因地制宜地采用。

在重盐渍土地区,特别是滨海盐渍地区,地下水入流量大于出流量,地下水埋藏较浅,地下水矿化度大,土壤含盐量高。该地区粘质土壤地下水临界深度 1.2—1.6 米,轻质土壤地下水临界深度约 2.0—2.2 米左右^[5]。根据山东打渔张灌溉管理局及山东水利科学研究所打渔张灌区实地调查研究,在粘质土地区,当深沟 1.5 米时,排水沟的有效作用范围仅为 120~150 米;沟深为 2.0 米时,其有效作用范围可达 200 米。在轻质土地区,当沟深约 2.0 米时,则排水沟的有效作用范围能达到 300 米^[6]。上述资料说明:为了改良利用滨海重盐渍土,农排深度要能控制地下水位在临界深度以下,才能满足排水和排盐的要求;欲加速冲洗过程中土壤迅速脱盐,最好还能增设深度 0.8—1.0 米、间距 50—100 米的浅沟(也称毛排或田间排水沟)排水。河北滨海一带的粘质土地区,在排水种稻及水旱轮作的情况下,上层地下水已开始淡化,地下水临界深度较小,约 1.0—1.2 米左右。当排水沟深度为 1.8 米时,在 1,500 米(相当于支级排水沟)范围内能控制地下水位在临界深度以下,深沟结合浅沟排水,基本上能满足水稻区或水旱轮作区防治土壤盐渍化的要求;若是旱作地区,排水标准的要求高些。

一般盐渍化地区,地下径流滞缓,地下水位多已高于临界深度,土壤和地下水中均含有一定数量的盐分。根据山东水利科学研究所与中国科学院土壤研究所及水利水电科学研究院水利研究所 1961 年共同在山东位山灌区北杨集公社试验地研究的结果,轻砂壤土地区,当地下水矿化度 1—3 克/升时,地下水临界深度约 1.8—2.0 米,在排水沟深度 1.0—1.5 米、间距 570—700 米(部分为 300—400 米)的情况下,排水沟的主要作用是排除降雨所产生的涝渍及灌溉退水,减少对地下水的补给量和暂时使表层土体脱盐,但不能完全满足降低地下水位、防止土壤积盐的要求*。根据这个资料,可说明一般盐渍化地区也需要深的农排。但是由于各地自然条件不同,盐渍化程度不一样,水文地质条件也有差别,应根据具体情况,因地制宜,用农排或斗排控制地下水位于临界深度以下,以期全灌区地下水流通畅,保证土壤不再返盐。

* 严荫芬同志提供资料。

受盐渍化威胁或土壤已有輕微盐渍化的地区,地下水位虽接近或已达到临界深度,但因矿化度不高,地下水来量較小,出流量也不多,排水标准主要从排涝考虑,排盐任务不大,只要洪水、涝渍得到控制,涝盐相随所带来的土壤积盐现象即可免除,借助灌溉水和降雨淋洗,表层土壤盐分基本上可以脫除。因此,控制大区水盐动态,改善地下水出流条件,就可以防止土壤盐渍化。根据水电科学院水利研究所在河南人民胜利渠灌区东 1—2 支排进行水盐动态的多年观测,排水沟深 2.5—3.0 米时,間距可达 2,500—3,000 米;二支排临近地区,经过两年的連續排水作用,輕盐渍化的面积有显著减少,排水沟作用的影响范围达到 400—1,000 米^[7]。因此,在受盐渍化威胁或土壤只有輕度盐渍化的地区,可用支排或斗排控制地下水位于临界深度以下,并輔以适当密度的田間浅沟排水系統,就可以滿足短期排除涝渍和預防土壤盐渍化的要求。

这篇文章所談的排水要求和标准,是我們的初步看法,不一定正确,請大家批評指正。

参 考 文 献

- [1] В. А. Ковда и др.: Значение дренажа в повышении плодородия почв. Москва. 1956.
- [2] В. А. Шаумян: Основы эксплуатации оросительных и осушительных систем. Москва. 1956.
- [3] 王遵亲、刘文政、尤文瑞: 河网化与排水种稻是改良华北平原地区盐渍土的主要途径, 科学通报 1961 年第 4 期。
- [4] В. М. Легостаев: Промывные поливы засоленных почв. Москва. 1953.
- [5] 魯北平原地下水安全深度的探討。华北平原地区預防和改良盐碱地学术討論会文件。
- [6] 山东省打漁张灌区排水工程調查研究报告。华北平原地区預防和改良盐碱地学术討論会文件。
- [7] 姜溥礼: 黄河下游引黄灌区次生盐碱化預防和預报的几个問題。华北平原地区預防和改良盐碱地学术討論会文件。