

黄河下游旱作灌区如何防止 土壤次生盐硷化

中国科学院
水利电力部 水利水电科学研究院灌溉研究所

黄河下游平原地区是我国栽培粮食和棉花的主要基地。解放以后，在党的领导和广大农民群众的努力下，新建和整修了很多灌区，灌溉面积有了很大的发展，特别是经过1957—1958两年冬春的水利化运动的高潮，不少地区已经基本上实现了水利化，而且很大部分是引河水的自流灌溉，它保证了粮棉产量成倍地增长。

在大规模兴修水利、发展灌溉的同时，由于对自然规律掌握得还不够充分，对于预防盐硷化缺乏深刻的认识，有些灌区注意了灌溉，没有及时注意灌区内必要的除涝排水问题。因此，一些灌区的盐硷化有所发展，影响作物产量的提高。更多的灌区则是农业措施及灌水技术跟不上，因而促使了地下水的升高，加重了盐硷化的威胁。根据目前情况来看，防止盐硷化的发生和发展已成为灌区农业增产上的一项重要措施。

(一)土壤次生盐硷化发展情况及其特点

黄河下游灌区土壤次生盐硷化的发展具有下述一些主要特点：

1. 发生普遍。根据有关各省的材料和我们的调查，在豫北、豫东、山东等处的引黄灌区以及河北不少引河水灌区，灌溉几年后都发生了程度不等的土壤次生盐硷化。豫北的人民胜利渠灌区，从1952年到1959年，盐硷化面积从13万余亩扩展到17万余亩；山东刘家灌区，1956年冬，灌溉以来，58万亩耕地中就大约

有7.3万亩成为盐硷化土地。严重的象河北省的金门渠灌区，1950年修建后，由于次生盐硷化的严重发展，而曾于1953年停止灌溉。

2. 速度较快。解放前的老灌区，不少已有次生盐硷化的发生与扩展这是尽人皆知的。1949年以后新修的一些灌区，在开灌之初，地下水位一般距地表3—4米，开灌后1—2年普遍上升1.5—2.0米，经过三年左右的时间，土壤次生盐硷化开始发生，经过五年左右时间，有的地区次生盐硷化土壤可能会从零星发展转变为向较大面积的普遍发展。当然，由于土壤、地形、地下水、水利工程和农业灌溉技术等的不同，发展的快慢与程度也有所不同。

3. 涝硷相随。华北平原地区的洼涝与盐硷伴随而生是众所周知的。根据现有材料的分析，对于次生盐硷化，这个规律性同样存在。次生盐硷化的发展往往是和灌区内涝分不开的。如有的在过去被群众称为“气死龙王”的地区（意即任凭倾盆大雨，也难积水成涝），在变成为易涝的同时，开始发生了次生盐硷化。

4. 点线分布。黄河下游灌区的大部分地区，土壤次生盐硷化目前在长期输水渠（总干）、大型定期输水渠（干、支）两岸和沿村边洼地、平原水库周围等主要是线状（带状）分布，在灌水地段内部则还是些点状盐斑。长期输水渠和大型定期灌溉渠以及蓄水系统两岸的次生盐硷化具有逐渐加宽的性质。根据调查，在人民胜利渠两岸的一些地区，在1956年，盐硷化宽度每侧不

施在不同条件下所引起的效果如何，应进行总结和研究。第二是种植水稻改良盐硷土，这是一个具有中国特点的盐硷土改良措施，我们不仅在低洼盐硷地创造了经验，也在不透水的苏打盐土中收效，我们应系统地进行总结。第三个问题是灌区土壤盐硷化的预报工作，这在我们国家是一个新的科学工作，并且还是一个群众性的科学工作，应早日布置，推行下去。

应该指出，灌区土壤盐硷化的防治工作带有地方性的特点，必须因地制宜和综合进行。所以不管是开展工作或进行科学研究，都必须发动广大群众来搞，使之成为群众性的工作，这样才能迎接水利建设高潮，短期内解决问题。

过200—350米,1959年則已延伸到400—600米。山东打渔张的大型固定渠道两侧盐碱化发展也具有同样的性质。灌水地段内部盐斑地也已有逐渐扩大、向连片发展的趋势。

此外,在发生次生盐碱化的同时,普遍的是地下水位的上升。地下水位的升高,使极少部分低洼土地过于湿润(接近沼泽化)而难以耕种,更多的則是形成土壤水分过多,使土壤温度降低,土壤通气不佳,而使作物生育不良。这对于作物的苗期影响更大。一些农田的缺苗往往就是因为这个原因。

黄河下游灌区土壤次生盐碱化的情况说明了防止土壤次生盐碱化的重要性。由于次生盐碱化点线的分布,也给改良工作带来很大困难,这更说明了防的重要性。因此,在这一地区,无论目前次生盐碱化有否或青轻重如何,结合治涝改进灌溉工作、防止地下水的继续上升或降低地下水位都是一项刻不容缓的工作。

(二)灌区土壤次生盐碱化发生的基本原因

旱作灌区土壤次生盐碱化除了土壤、地形、气候等自然因素外,其基本原因是一年 and 多年間灌区水量不能平衡,从而引起地下水位的上升,由此带来了土壤剖面的盐分失去平衡。水量入超(来水量大于用水量和排水量),盐分随着水量的增加而积累。

我們曾經从人民胜利渠开灌后的第四年(1956年)开始在它所属的东一灌区进行了区域的水量平衡计算分析,结果表明,从1956年6月到1959年6月的三年中,在这18万亩耕地上,除去排水量和作物的耗水量,平均每亩淨入超水量236公方。这一大水量全部补给了地下水 and 土壤水。根据调查的材料,在工程不健全的灌区,“入超”水量都比上列数值为大。水量入超引起的后果是:

(1)盐量增加。根据水量平衡和盐量平衡估算表明,在人民胜利渠东一灌区,三年中每亩盐量增加了50公斤左右,折算为作物最大容根层(0.8米)的干土重的百分数为0.007%。因为黄河下游灌区的主要水源为黄河,水的矿化度很低(根据近几年来实测,它不过在0.3克/升左右),因此,积累的盐量不算多。

(2)地下水位的抬高。仍以上述灌区为例,开灌前,年最低地下水位距地表3.5—4.0米左右,而从1954年起,全区平均最低水位則分別上升2.64,2.23,2.01,2.07,1.95到1959年的1.70米,从而使得这个灌区有相当大的一部分土地全年大部分时间地下水在1.0—1.5米。根据我們在这里的試驗研究証明,当地下水上升到距地表1.25—1.50米时,由于地下水的影响使整个土层的水盐关系有了根本的变化,即开始从

过去可能的淋洗或稳定状态变为积累,以至于表土和整个土层土壤盐分都呈不稳定状态,而且主要呈增加的趋势。观测资料表明,在这里的一些非盐碱化土壤,三年中全剖面含盐量增加了0.027—0.062%(占干土重),相当于原含盐量30—45%,表土含盐量則增加得更快更多,绝对值增量为0.038—0.223%,相当于原含盐量的50—200%。这正是导致土壤次生盐碱化的关键所在。

为什么在这一地区,灌溉后,地下水会发生新的变化呢?

对于黄河下游灌区而言,地下水的升高是不合理灌溉和內涝积水綜合影响的结果。在灌区内,由于施行大水漫灌或大定额灌水(每次每亩淨灌水量超过50—60立方),土质不良的渠道大量渗水,长期输水渠和大型固定渠道常年或定期的高水位对两岸的影响,渠道工程质量或管理运用不善造成的决口,和由于缺乏必要的退水系统而使得雨后灌溉洩水、决口,表面流失水量无法排出等等,每年每次灌溉都有大量的水量补给地下水,使得在灌溉季节終了时地下水位大大高于开灌前同一时期的水位。再由于一些灌区在开灌之初,对于排涝系统考虑不周,新修灌溉渠道破坏了灌区多年形成的天然排水出路,加以地下水位升高造成的土壤容蓄能力减弱,积水增多而又使內涝加剧。豫北引黄灌区有一些过去称为“气死龙王”的土地,目前在50—60毫米的降雨情况下,都会局部受涝,这是很惊人的变化。

不正确的灌溉和不适宜的灌排系统造成的內涝积水的补给,和由此而引起的地下水升降规律的根本变化,从增加来量和减少去量的两个方向上加速了灌区地下水的上升。

此外,有的地区不合理的分散种稻,在无防止稻田渗水的措施条件下,也会引起周围旱作地区的土壤盐碱化。

(三)灌区土壤次生盐碱化的主要防止措施

防止灌区土壤次生盐碱化的方向是和发生土壤次生盐碱化的原因作斗争。既然导致土壤次生盐碱化的根本原因是地下水的升高,土壤次生盐碱化开始于长期输水渠或大型定期灌溉渠道两岸、村边洼地和蓄水系统周围,并且具有沿着上述渠道和系统向两岸和周围土地推移,和与之同时在农业和灌溉技术不良的地段产生盐斑等特性,那么,防止的主要措施应当是:控制旱作灌区地下水位的变化,制止沿长期输水或大型固定渠系和蓄水系统等两岸或周围地区土壤次生盐碱化的发生与发展以及消除灌水地段上盐斑产生的原

因。

根据我們在黄河下游灌区的調查以及重点在人民胜利渠灌区的試驗研究材料，提出以下一些內容供生产上参考。

前已論証，控制旱作灌区地下水的变化是防止土壤次生盐碱化的基本措施，因此，控制标准是需要首先解决的問題。这也就是地下水的“临界深度”的确定問題。过去有关文献上提出的防止土壤次生盐碱化的地下水临界深度一般都在3—4米，根据我們調查試驗研究証明上述标准偏大。根据我們在华北平原灌区的調查，临界深度一般为1.5—2.0米。这是因为本地区具有每年集中的降雨和大量灌溉水的淋洗，大部分地区地下水矿化度和底土含盐量低的自然特点。在人民胜利渠的七里营人民公社(土质以輕壤为主)的試驗研究証明，从保証农作物丰产和防止土壤次生盐碱化綜合要求出发，旱作灌区地下水位可以按下述标准来控制：在全年絕大部分時間內將地下水控制在“安全深度”(临界水深)以下，絕对不要超过“警戒深度”；在汛期，允許雨后地下水位有較多上升，但以保持在“短期允許极限水位”以下为原则。在地下水矿化度較低的条件下(小于1—2克/升)，輕壤、砂壤的安全深度为1.9—2.3米，中壤、重壤为1.6—1.9米和粘土为1.3—1.5米。警戒深度系指地下水超过这个深度后，土壤盐分将会較大量的积累，对于容易“返盐”的輕质土壤，这个深度等于1.5米左右。根据試驗材料分析，棉花的极限水位为1米左右，其他秋作物可以稍为提高。

根据这些控制标准，控制地下水变化、防止土壤次生盐碱化的水利措施主要是：

(1)根据旱作灌区内涝积水特点，修筑旱作灌区的排水系統。雨后地面积水对于黄河下游灌区的棉花和其他秋作都有极不良的影响，短期积水都将使作物蒙受損失，并且使积水渗入地下，造成土壤改良状况的恶化。因而，及时排尽旱作地区田面的积水是治涝的基本要求。根据我們在七里营棉作地段的研究，保証丰产的棉田治涝标准是雨后1—1.5昼夜內排尽田面积水。按照这个标准設計的排水系統同样也能保証汛期时地下水位不至上升到距地表1米以上(汛期前地下水位1.5—2.0米)，因而这是滿足丰产和防止土壤次生盐碱化两个要求的标准。从現有排水出路与容蓄地区能力和工程投資与劳力来考虑，日暴雨量可选择十年一遇，在豫北地区約相当于100—120毫米。根据在那里的大面积上两年径流观测資料分析，在上述排涝标准与十年一遇的日暴雨情况下，旱作地区的排水模数为0.25升/秒/亩。

从灌区内涝特性出发，需要为被灌溉渠系所割裂

的地面径流安排一个合理的汇集系統。在七里营的生产实践和試驗研究証明，在旱作灌区，利用已有的田間灌溉系統改为亦能排涝的灌排两用系統具有三节省(省地、省土方、省建筑物)和一便利(便于加速宣洩积水)等优点，看来它是北方旱作灌区一項費省效宏、切实可行的田間治涝工程。目前，它已在豫北引黄灌区广泛采用。田間灌溉渠道改建为灌排两用，只需将渠底加深0.3—0.5米即可；土质較輕渠道，可适当拓寬边坡。此处需要指出，对于輸水能力在300升/秒以上的灌溉渠道，目前看来，实行灌排两用渠道是不适宜的。

在較为低洼地区，实行台田沟网也有一定作用。所謂台田沟网，即在棉田中，每隔2—8米，开挖深0.2—0.4米的小沟，沟間地面相对成为台田，台田間的小沟与每隔100—200米的灌排两用渠道或排水沟形成一套完整的灌排系統。它除了具备加速大秋作物地区的田面积水的宣洩以外，还具有临时蓄水的作用。例如当台田淨寬2米时，能使日降雨100—120毫米产生的30—40毫米的径流全部拦蓄在沟网中，而使田面沒有水层。这对于排水出路目前还未彻底解决以前的地区农作物的丰产，以及为了減輕下游宣洩地区的負担和避免排水流量洪峰过大而节省排水工程土方都有一定的意义。

(2)节约用水，縮減淨潜水定額，实行计划用水，提高灌溉水的有效利用率。目前，这一地区的許多灌区，实际用水量过大，大多数地区，每亩每次灌水量均在50—60方或更多，大水漫灌的可高达100方以上，造成灌后地下水的猛升。在人民胜利渠灌区的研究証明，如果把淨潜水定額压缩到30—40方/亩，就可以保証灌后地下水极少地升高。华北地区目前基本上还算是一个缺水地区，縮減灌水量对于充分利用水源，扩大灌溉面积都是一項有深远经济意义的措施。为了保証小定額灌水的实施，改善灌水技术是个关键。为此，应当大力提倡平整土地，修筑必要的田間工程，采用短沟短畦(一般长度可定在30—40米以內)，对于棉花这类中耕作物生育前期采用隔沟灌水，中后期采用細流沟灌。所有这些措施都是既有助于节约用水，防止地下水的抬高，消灭灌水地段内部的盐斑，也极有利于提高灌溉质量，保証作物丰产。

在渠系上，应当严防渠道决口，执行有计划地用水以提高灌溉水的有效利用率。从过去的情况看来，执行计划用水成功的关键在于田間渠系上合理組織用水。在人民胜利渠的研究証明，采用这项措施，可以提高水的有效利用率10—20%，是防止地下水上升的一項有力措施。执行这项措施貴在持之有恆，日积月累，

即生宏效。人民胜利渠小冀一斗所属灌区从1954年推行计划用水以来,水的有效利用率不断提高。从1954年的0.39逐步提高为1955年的0.435,1956年的0.664和1958年的0.722。因此,这块地段,灌溉六年来,农作物产量不断增长,土壤盐碱化也极少发生和扩展。这个经验是值得参考的。从目前的条件说来,农村人民公社的成立,不仅为执行大型渠道的计划用水也为执行田间的有计划与合理的用水提供了坚实的保证。充分利用这一有利条件,是完全能够使计划用水工作在我国持久地进行下去的。

(3) 关于沿水库和长期输水渠道两岸土壤次生盐碱化的防止措施,最好的办法是采取防渗措施。如目前因为投资大或施工困难,可先开挖截水排水沟,截住渗水并能迅速降低两岸地下水位,基本上也能够解决水库和长期输水渠道两岸次生盐碱化的问题。由于它可以结合排涝工程和在整修两侧取土坑基础上进行,因而工程投资较少。截水排水沟深度至少1.5—2.0米,并且一定要保持通畅状态。如果地形允许或大型渠道具有跌水,截水沟中的水流最好导入下游灌溉渠或本渠道跌水下游,以便再度利用。在稻田与旱地的交界处,也可用这种截水排水沟,以截住稻田渗水对旱地区的影响。这种截水沟最好和稻区的排水系统相结合,以减少占地与开挖劳力。

对于定期输水渠道,如果土质较轻,渗漏量大,也应因地制宜的进行经济有效的防渗措施。根据小型试验,利用黄河水中细小粘粒淤积和进行夯实都能减少渗漏水量50—70%以上。前者可用于输水能力较大的渠道,后者可用于田间渠系。结合在这些渠道上的绿化植树,也能收到吸收渗漏水量和坚固渠堤防止决口的双重效果。

(4) 在地下水位已上升到“警戒深度”以内的地区,应结合改良已有盐碱地,进行降低地下水位的措施。最末级的排水渠深度按上述安全深度加上水面降落的超高0.2—0.5米来设计,其间距可根据土质情况定为200—400米。

在渠灌区内,大力发展井灌,实行渠井双保险,不仅是提高灌区抗旱能力,保证作物丰产的重要手段,而且通过这种“垂直排水”的方式,也是控制和降低地下水位最有效的方法之一。这种把排水降低地下水位和利用地下水进行灌溉相结合的做法,是值得大力推广的。

(5) 采用农业水利综合措施,实现灌溉园田化。园田化是贯彻执行农业八字宪法的集中表现,是农业高产的重要保证。在有次生盐碱化威胁的灌区,实现园田化不仅是保证农业增产的根本措施,同时也是提高

土壤肥力、改善土壤物理性质、防止土壤次生盐碱化的重要措施。而且,由于良好的农业技术,大大减少了盐分通过毛细管向表土的积聚,因而可以适当减少地下水的深度。根据在河北、河南一些灌区的调查,农业技术完善的地段,地下水的深度可以减少0.3—0.5米,这对于节省排水工程的开挖劳力与占地,也同样是有着重大意义的。

(6) 为了防止稻田对周围旱作地区的不良影响,要特别注意旱作灌区内合理地布置稻田。县和公社都有必要作出全县和全公社范围内的作物种植规划,避免分散种植水稻。

防止土壤次生盐碱化的主要措施及其具体内容,需要根据当地具体情况作具体分析,找出根源,对症下药,才能作到多、快、好、省。为此,有必要加强已建成的灌区的有关的观测和试验研究工作,特别是应当普遍开展群众性的地下水观测和水盐定位观测工作,以便掌握灌区土壤盐碱化的发生演变规律,为制定防止措施提供更可靠的资料。同时,这种群众性的大规模观测工作,对于我们根据水位水质和土壤盐分的变化,作出防止次生盐碱化的预报也有着特别重要的意义。

× × ×

黄河下游灌区土壤次生盐碱化的发生与发展有着内在的自然因素和外来的人为因素。从以上的分析,不难看出,人类活动的因素是主导的,因而经过人们的主观努力,土壤次生盐碱化也完全是可以避免的。

根据我们的认识,灌溉和土壤次生盐碱化是复杂的自然矛盾两重性的反映,但其中有主次之分。当干旱严重威胁着农业生产的时候,干旱是矛盾的主要方面,广大群众在党的领导下以回天之力战胜干旱,引水灌溉,正是解决主要矛盾的正确道路。所有的灌区,由于根本战胜了干旱,每年都取得了丰收。一些灌区由于各种原因而产生的次生盐碱化,对于农业生产虽有一定的影响,但比之灌溉丰产的效果,也不过是十个指头中的一个指头而已。因土壤次生盐碱化有所发展而怀疑水利化运动的丰功伟绩,显然是极其错误的。

在我国社会主义制度下,已经消除了灌溉土壤次生盐碱化的社会根源。旧社会遗留下来的不合理用水方式正在迅速地被克服,因为对自然条件认识不足而在开灌初期考虑欠周的排水工作等也正在重新考虑,有的已经付诸实现。以人民公社无比优越的形式所组织起来的广大农民,在一经认识与掌握土壤次生盐碱化的发生原因和规律之后,就一定能够迅速采取各种措施消除灌溉土地上产生次生盐碱化的可能性,制止灌区盐碱地的扩展,保证农业丰产。