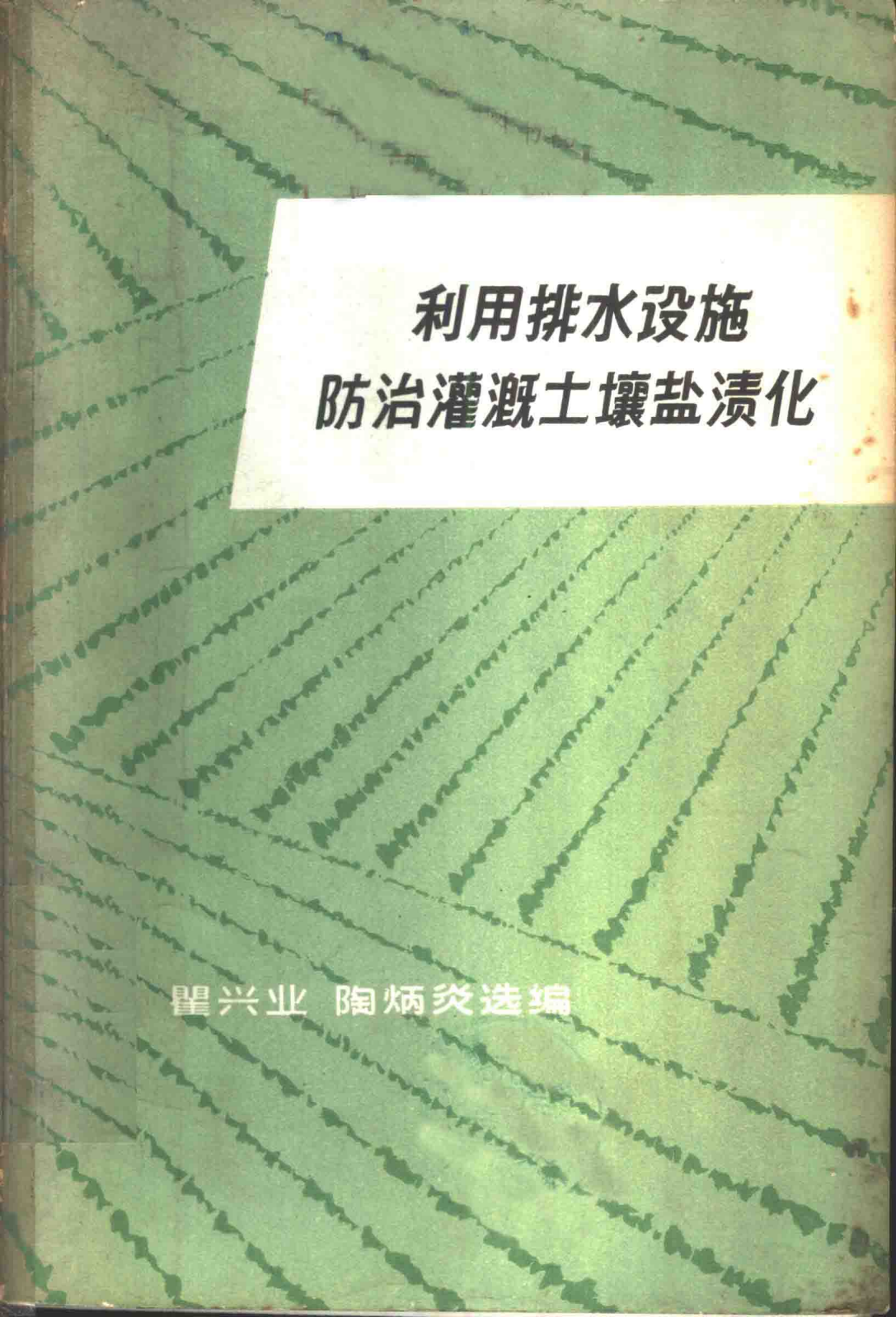




# 利用排水设施 防治灌溉土壤盐渍化

瞿兴业 陶炳炎选编



# 利用排水设施 防治岩石土壤盐渍化

中国环境科学出版社

# 利用排水設施 防治灌溉土壤鹽漬化

瞿興業 陶炳炎選編

中國工業出版社

## 利用排水設施防治灌溉土壤盐漬化

瞿兴业 陶炳炎选編

\*

水利电力部办公厅图书編輯部編輯(北京阜外月坛南宮房)

中国工业出版社出版(北京修麗園路丙10号)

(北京市书刊出版事业許可証出字第110号)

中国工业出版社第二印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

\*

开本850×1168 $\frac{1}{2}$ ·印張97/8·插頁2·字数255,000

1964年1月北京第一版·1964年1月北京第一次印刷

印数0001—1,691·定价(10-7)1.70元

\*

統一书号: 15165·1652(水电-284)

## 編輯者的話

防治灌区土壤盐渍化，是当前我国农业生产中迫切需要解决的重要問題。逐步解决这个問題，对于我国的农业增产，有着巨大的现实意义。这项工作的科学实践，也直接关系到我国建設現代化农业的偉大事业。

在防治灌区土壤盐渍化的綜合措施中，冲洗和排水是水利措施中的主要环节。这方面的科学試驗，在苏联已有近三十年的历史，积累了大量的成果和科学資料，可供我們借鉴。我国在防治灌区土壤盐渍化的斗争中，近几年来也取得了丰富的經驗。为了适应防治土壤盐渍化工作的开展和广大讀者的需要，特就当前我国农田水利工作者十分关心的問題——利用排水設施防治灌溉土壤盐渍化，請水利水电科学研究院瞿兴业、陶炳炎两同志选編了这本論文集，全书共收集了我国与苏联的有关論文15篇，这些論文的主要內容如下：

(1) 有关利用排水設施防治灌溉土壤盐渍化的方向、任务和途徑等一些重要原則問題，

(2) 改良盐渍土的冲洗措施和冲洗定額的确定，

(3) 引用我国新疆地区沙井子垦区、山东东渔張灌区和苏联灌区試驗資料，論証明沟排水設施的脫盐作用、合理的間距与深度以及排水明沟变形的原因和防止措施等，

(4) 引用苏联莫干土壤改良試驗站多年的系統資料及其他一些資料，論証暗管排水設施的脫盐作用以及合理的間距与深度等，

(5) 豎井排水設施的工作原理、应用条件、工程特点与脫盐作用等，

(6) 冲洗排水的室內試驗研究，地下水运动与脫盐作用的理論分析計算。

利用排水設施防治灌溉土壤盐渍化包括的內容很多，涉及的范围非常广泛，而且与农业措施和其他水利措施密切相关，国内外有关文献很多，本书限于篇幅，难以全面概括，仅选編其部分資料和成果，供讀者工作中参考。

瞿兴业、陶炳炎两同志在选編过程中参閱了較多的文献，努力丰富了本书的內容。选編工作还得到張蔚榛、賈大林、傅作鈞等同志的帮助，在此一并致謝。

水利电力部办公厅图书編輯部

## 目 录

## 編輯者的話

利用排水設施防治灌溉土壤盐漬化……………B.A.柯夫达( 1 )

根治布哈拉州盐漬土的結果……………B.E.卡巴也夫( 15 )

盐漬土的冲洗和排水……………B.P.沃罗布也夫( 50 )

改良盐碱地的深排水系統……………Э.С.瓦隆強( 63 )

阿塞拜疆苏維埃社会主义共和国灌溉土地上

水平排水沟作用的效益……………Г.Г.魯斯塔莫夫( 75 )

加强灌溉土地明沟排水的作用……………Г.Г.魯斯塔莫夫( 81 )

盐漬土地地区排水沟的設置問題…·新疆生产建設兵团农一师  
沙井子土壤改良綜合試驗站 ( 91 )

山东省打漁張灌区排水沟的变形与

脫盐作用的調查研究……………山东省水利科学研究所 (108)  
刘有昌 黃定武 高玉章

莫干土壤改良試驗站工作小結……………Э.С.瓦隆強等(145)

防治灌溉土地盐碱化的措施——

水平排水設施控制地下水作用的計算……………瞿兴业(192)

关于有入渗情况下排水沟的計算……………С.Ф.阿維里揚諾夫 (219)  
瞿兴业

論水平排水設施的脫盐作用……………B.A.米納耶夫(236)

机械豎井排水及其在防治盐碱化中的作用

……………H.M.列謝特基娜(249)

飢餓草原老区的水平和垂直排水設施 ……H.И.布龙尼茨基(290)

修建排水工程时野外測定渗透系数的方法……………K.A.米亞吉(302)

編后記……………(311)

# 利用排水設施防治灌溉土壤盐漬化<sup>①</sup>

B.A.柯夫达

## 一、造成需要排水的自然和經營的原因

在半荒漠区、荒漠区和天然排水不良地区（滨海三角洲、干旱大陆性三角洲边缘地区、出流不畅的山間低地和谷地、滨海和濱湖低地）的灌溉土地，迟早会发生地下水的上升，使土壤盐渍化。在天然排水和土壤水与地下水出流有保证的地区（底层为砂砾层和砂层的山麓黄土平原，水文地理上被深河道网切割的分水岭平地和高阶地，干旱大陆性三角洲的中部和上部），灌溉系统开始运用后，虽然地下水位也上升，但毕竟不致升达土壤开始发生盐渍化的临界深度。

新灌溉系统中，地下水位上升的速度决定于渠系有效利用系数和天然排水条件。一般当有效利用系数高达0.70时，地下水位的上升速度每年约为50~60厘米。当有效利用系数低到0.30~0.40时，地下水位的每年上升值可能是1~1.5米。灌溉系统的渗漏损失，以及超过土壤田间持水量的大灌水定额的水量，乃是地下水位上升的主要因素。

新灌溉系统中土地的灌溉垦殖程度，即土地利用系数，对地下水位上升速度和动态具有很大的作用。土地利用系数低到0.50时，地下水位上升速度可以降低一倍半到二倍；土地利用系数为0.25

① 本文在翻译过程中曾参阅：B.A.柯夫达著，顾永康译，黄荣翰校“利用排水防止灌溉土地的盐渍化”，水利技术通讯，1958，№1，6~12页——译注。

本报告曾发表于1957年在旧金山召开的第三届国际灌溉排水会议论文集。  
Intern.Com.on Irrigation and Drainage. Q10, New Delhi.

时，則降低三倍。

灌溉渠系采用防渗措施后，有效利用系数达0.80时，同样能使地下水位上升速度降低一倍半到二倍。每公顷林地每年蒸騰的地下水量达1~1.2 万米<sup>3</sup>，延緩了地下水位的上升，使地下水补給总量减少10~20%。

因此，当地下水位很深时，預防灌溉土壤盐漬化的措施应包括：尽最大可能提高有效利用系数，使灌水定额符合土壤持水能力，調整土地利用系数，沿灌溉渠道种植林带(生物排水)，拟定整个水量利用的计划和定额。

在某些天然排水能力虽然不大，但却能保証部分土壤水与地下水出流的中間过渡条件下，預防盐漬化可以得到良好的結果，并能避免地下水上升到临界水位的危險。在天然排水完全沒有保証的一些地区，这些預防措施能在40~50年內延緩地下水位上升到临界深度。

在目前的灌溉系統技术状况下，当土质渠道沒有防渗措施和經常違反用水規則时，原来埋深20~30米的地下水，可能在大約15~20年期間达到临界深度(即地下水开始消耗于土面蒸发时)。在这类地区設計和使用灌溉系統时，为了防止盐漬化，必須拟訂地下水位上升的預报和規定出需要使用排水系統的时间。

高加索、中亚細亚、南西伯利亚草原和荒漠中的很多平原地区，有埋深6~10米的矿化地下水。这些地区通常当灌溉系統使用三、四年后，即开始要求修建排水系統，以防止盐漬化。

欧洲东南部、近东、中东、亚洲中部的半荒漠和荒漠的冲积三角洲平原上，以及中国东部的冲积平原上，分布着埋深为1.5~3~5米矿化地下水的草甸盐土和盐土。在这些地区修建新灌溉系統时，應該同时修建排水設施，并在开始第一个灌溉季节时就使排水系統發揮效用。开垦盐土和草甸盐土应进行專門冲洗，以排除根系层中易溶性盐分。大面积上冲洗及开垦盐漬土唯一成功的条件，就是預先修建排水系統。

一些具有古老灌溉农业文化的国家(苏联、伊朗、中国、埃

及、印度和巴基斯坦)，灌溉农业史起源于很古的时代。古老的灌溉系统因多数修建在阿姆河、锡尔河、穆尔加布河、塞拉夫森河、尼罗河、底格里斯河、幼发拉底斯河和黄河等的河滩地和三角洲的范围内，迄今仍旧发挥效用。在老灌溉土地上，沿大中型灌溉渠道两侧形成宽阔的淡化地带，系由灌溉淤积成的轻质、高肥沃度的生草草甸土，各种作物能获得高额稳定产量。灌溉渠道两侧形成这种脱盐地带，乃是灌溉系统开始运用30~50年后，首先出现的突出征象。古老灌溉系统脱盐地带，具有缓慢扩展的趋势。灌溉渠道两侧土地的脱盐过程，必然是渗透水流和盐分局部再分配的影响所致。过去的矿化地下水被淡的渗漏水所置换。土壤、底土和地下水中的易溶盐被当地径流所挤出，排至低洼地区、灌溉系统的边缘以及灌水地区和灌水地块的末端。

在天然排水不良的地区，土壤和地下水的局部脱盐过程，伴随着在大面积绿洲内部形成与已垦地交错的贫瘠盐碱地。由于所谓“干排水”的作用，部分垦殖区的盐分排至通常位于大、中地形内低洼地里，使老渠道两侧有可能在脱盐土地上进行灌溉和农业生产。这类地区的稳定灌溉土地利用系数一般不超过0.15~0.20。在上述条件下，不修建排水系统而企图扩大垦地面积，将导致沼泽化和盐渍化过程的灾难性的发展。这类灌溉系统中，因为易溶盐有扩大和侵入脱盐垦殖区的趋势，一般形成极不稳定的水文地质和地球化学状况。在天然排水无保证的老灌溉系统中，只有修建齐全的和很好使用的排水渠系后才可能实现稳定高产的农业和达到较高的土地利用系数。

众所周知，灌水作物的产量，劳动效果、以及施肥、选种和灌溉投资等，都是与土壤盐渍化程度成反比例的。在乌兹别克、塔吉克、哈萨克和阿塞拜疆诸共和国各州的非盐渍化土地上，目前籽棉的产量达20~30公担/公顷，并在很多农业区、国营农场和集体农庄中高达35~40公担/公顷。而在土地受到盐碱化危害的各州中，诸如在阿姆河、塞拉夫森河、库拉河等的三角洲上，近五年来的籽棉平均产量维持在15~17公担/公顷的水平上。在未改良

的重盐渍土地区和集体农庄中，籽棉的产量变化在 6~11 公担/公顷的范围内。

苏联籽棉的最高产量收获在土壤含盐量不超过 0.2~0.3%，地下水矿化度不超过 2~3 升/克的地区。若土壤根系层的盐渍度提高到 0.4~0.6%，地下水矿化度提高达 5~7 克/升时，产量已有某种程度的降低，减产达 10~20%。当含盐量约为 0.8~1% 时，籽棉产量不稳定，经常减产到 10~12 公担/公顷，在很多情况下甚至绝产。当土壤盐渍度大于 1~1.5% 时，实际上农作物已经不可能正常出苗。

上述情况就是构成在苏联灌区中，为防止盐渍化的发生，愈来愈多的修建排水系统的原因。

苏联灌溉地区大型排水系统设计 and 施工中所采用的基本原则，是在苏联农业部各土壤改良站和研究院、所，以及苏联科学院道库恰耶夫土壤研究所二十五年来进行的科研和试验工作总结的基础上提出的。

在塔吉克苏维埃社会主义共和国瓦赫什灌溉系统中(面积 6 万公顷)，建成了和成功地运用了良好的排水系统。那里近十年内在老灌溉土地上，成功地几乎全部消除了盐渍化的发展。近五年内在阿塞拜疆中部和库拉阿拉克斯低地的 12 万公顷净灌溉面积上，建成了大型排水系统。

在乌兹别克苏维埃社会主义共和国，截止 1954 年 1 月 1 日，农庄间排水渠系的总长度达 2.1 万公里。其中大部分分布在费尔干纳谷地、塔什干州、花拉子模州和布哈拉州。

苏联灌溉地区修建水平明渠排水，被生产性试验证实是行之有效的。按照 1956 年到 1960 年的五年计划，苏联灌溉土地面积将扩大 200 万公顷。现在已经确认必须大量增加修建排水系统的工程量并提高其修建速度。

乌兹别克苏维埃社会主义共和国将在约 100 万公顷的已垦盐渍化土地上，利用排水工程来完成土壤改良任务。修建新灌溉系统的面积达 200 万公顷，已垦盐渍化土地需要改良的还有 100 万

公頃。這些工程都將伴隨著大規模修建排水系統而設立。

蘇聯第六個五年計劃提出最重要的排水土壤改良工程項目如下：錫爾河各灌溉系統（費爾干納谷地、飢餓草原和克茲爾奧爾金平原），阿姆河中、下游，塞拉夫森河干旱三角洲，阿塞拜疆的庫拉阿拉克斯低地，亞美尼亞的阿拉克斯河谷地等。

正在修建的從阿姆河開始引水的大卡拉庫姆渠第一期工程竣工後，將需要修建發達的排水系統為穆爾加布河、德詹河和卡拉沙漠東南部谷地的灌溉系統服務。

蘇聯的科學家和工程師們認為：土地利用系數平均為0.70~0.80時，排水溝密度決定於本地區的天然排水條件，其變化範圍為20~40米/公頃。同時，現在在西費爾干納、飢餓草原、布哈拉和阿塞拜疆中部，修建機械豎井排水試驗系統是適宜的，每一試驗系統的控制面積應為5~6萬公頃。

## 二、排水在鹽漬土改良中的作用

排水設施在改良和垦殖鹽漬土中的作用，必須分成二個主要階段：1) 改良階段(過渡階段)；2) 利用階段(永久階段)。一般利用階段象灌溉系統一樣，是長期存在着的。各個階段中排水設施的工作任務是各不相同的。

過渡階段(改良階段)中排水溝的工作，應該解決下列問題：

①在鹽漬土改良初期應保證沖洗水的排出；②土壤根系層脫鹽到含鹽量不超過0.2~0.3%，其中氯離子量不超過0.01%；③地下水脫鹽到礦化度2~3克/升或更小。這樣，不管地下水位是否接近地面，灌溉土壤的鹽漬化的過程實際上終止了；④通過用淡水置換天然含鹽地下水的途徑，最後在含水層中逐步形成厚5~10米的淡地下水層。

排水工作的改良階段延續的時間很長。排水作用初期的一、二年內，在沖洗影響下，一般能保證表層土壤根系層的脫鹽就可以獲得農作物收成。同時根本改變了灌區的水鹽平衡，加強了土壤水與地下水的排出條件，使易溶鹽的排出量開始超過了積聚

量。土壤脫盐并不能很快見效,而是要經過秋、冬的反复冲洗后,才能逐步获得了令人滿意的、稳定的土壤脫盐。在灌溉条件下,排水沟开始工作10~12年后,可以得到令人滿意的地下水脫盐,其矿化度减低到5~7克/升。在灌溉条件下,排水沟必須連續工作20~30年后,表层含水层5~10米范围内的地下水才能达到完全脫盐(这是防止返盐的必要保証)。

盐漬土及下层矿化地下水的改良过程完成后,开始排水設施工作的使用阶段。土壤和地下水的改良过程完成后,在任何程度上都不允許廢弃排水設施,因为这将导致原先引起盐分积聚的水盐平衡状况的恢复。在排水沟工作的使用阶段中,灌溉系統的水盐平衡属于稳定型,其主要控制因素为盐溶液的出流条件。

利用阶段中排水設施發揮下列作用:①保持前一阶段获得的改良效果;②經常地排除由于土壤中流通的灌溉水,在自行矿化过程中所形成的盐溶液(“盐分流通”);③为了利用地下水进行地下灌溉,应使已改良土地上的淡地下水埋深保持在最优深度上。

当矿化度約为10~12克/升或更小时,作物能利用这种土壤水与地下水作为水盐养料(特别是棉花和苜蓿)。因此植物在生理上完全可用矿化度5~6克/升的地下水。矿化度2~3克/升或更小的地下水,在生理上对植物是很适宜的,一般植物能大量利用这种地下水。

排水系統中設置特殊节制閘后,有可能保証自由調节已淡化的地下水埋深,借以保証沿毛管水上升,达到植物根系层(地下灌溉)。

因此,排水系統在完成了土壤水与地下水的脫盐过程后,應該起到調节灌溉土壤水盐动态的双重作用。当土壤水与地下水脫盐以后,灌溉渠道和田間的滲漏損失将不再是灌溉渠道的无益損失,而将被植物利用来增加产量。由于这一原因,灌溉系統的有效利用系数实质上提高了。也就可以减少生长期的灌水次数,約有25~50%需水量可以用地下灌溉来代替。

土壤改良地区在地下水淡化后,进行地下灌溉的成功实例众

多，諸如阿塞拜疆中部的土壤改良試驗站（莫干站）和飢餓草原（黃金帳，帕赫達阿拉尔国营农場）等地。地下灌溉結合正常的灌水（地下水淡化后灌水次数可减少到1~3次），可使籽棉获得約30~40公担/公頃的产量。

排水系統排出水的淡化，比排水地区地下水的淡化要慢得多。这一点說明进入排水沟的不仅是排水沟埋深处的地下水，而且还有更深的（約5~10~15米处）地下水。当排水沟对含水层的影响范围逐渐扩大时，控制的就愈深。

当排出水矿化度达到約5~7克/升时，也可以用来冲洗垦殖盐土或灌溉。盐土中土壤溶液的濃度为50~70~150克/升。为了防止冲洗时土壤的碱化和提高土壤的渗透系数，利用排出水是适宜的。一方面排出水要比盐土土壤溶液淡得多，另一方面排出水中含有大量电介质。这样，排出水对土壤的胶体复合体就具有凝固效应。利用排出水灌溉时，必須按一定比例将其与淡灌溉水混合。

因此，排水沟工作第二阶段中的淡排出水，不能认为是农业上的损失水量。在盐渍化土地上建成的灌溉系統中具备排水系統，进行冲洗和灌溉使地下水和排出水的淡化程度愈大时，則在愈大的程度上可以利用（直接的或間接的）这些水来灌溉。但是，只有在排水設施工作良好的地区，以及在用灌溉水冲洗的条件下，才可能利用排出的矿化水灌溉。此时，灌水定額應該加大到距土壤田間持水量差額的50~75%。

排水沟在改良和利用的两阶段中，上述作用的原則，可以使我們重新理解防治灌溉土壤盐渍化中的排水任务，以及重新闡述修建和使用排水的原則。

矿化地下水是盐渍土改良的主要对象。排水的任务不應該使土层和植物根系与地下水分离。在灌溉农业条件下，排水应保証含水层中不間断的水分交换，而同时保持地下水沿毛管浸潤土壤根系层，成功地完成土壤和地下水的脱盐过程。根据这种水分动态的型式，已改良的灌溉土壤，應該是在潛育作用下发育成的。

盐土同样也是在潛育情况下形成的，与无出流的矿化地下水有联系，矿化地下水平衡决定于蒸发和蒸騰。在已改良的灌溉地区，耕作的潛育土应该与淡地下水相联系，淡地下水平衡主要取决于排水出流。耕作的排水灌溉土地，在土壤发生过程方面，将类似于或接近于河滩地和三角洲高肥沃度的、非盐漬化的潛育生草甸土。

采納了这些原則，就可以否定极为流行的意見，即认为宜采用超深排水沟，将地下水位降低到使毛管上限完全脱离土壤根层，以作为防治灌溉土壤盐漬化的手段。

由于这些原因，必須否定实践中为防止盐漬化而錯誤修建的所謂截流排水沟，截渗排水沟和修建在靠近灌溉渠道的排水沟。在上述情况下，排水工程所排出的水不是盐水，而是可以被植物利用的淡地下水。

### 三、关于排水沟設計和运用的最重要的建議

在設計、修建和运用排水沟防治灌溉土壤盐漬化中，現在可以认为考虑下列建議是合适的。

#### 1. 排水系統的固定沟和临时沟

修建在灌溉系統中的基本排水工程，是与灌溉系統同样长的時間內起作用的固定工程。

苏联的經驗証明，水平排水暗管的陶管可以使用 100 年而不会损坏。

已經証实，土壤和底土脱盐后的渗透系数保持不变，有时甚至略有增加。沒有发现任何地方由于脱盐时的碱化，而使底土分散程度增加和渗透系数的降低。这是因为灌溉土壤中通常含有碳酸盐，盐土中含有石膏和灌溉水中富含鈣盐的緣故。

加速排水作用的第一阶段，即改良阶段，对任何灌溉系統都是极为重要的。这可以通过水平深沟与水平浅沟的組合来达到。为了輔助深(2.5~3.5米)排水沟的作用，修建深60~80~100厘米、間距50~70米的浅排水暗沟，将明显地加速重粘性盐土的改良过

程。当改良阶段完成后，淺排水沟可以廢弃。

## 2. 排水設施和灌溉渠系

灌溉渠道兩側，由于形成局部渗透水流而逐漸构成淡化带。排水設施的布置最好这样設計，即将排水沟布置于两条灌溉渠道中間。当排水沟布置在两条平行的灌溉渠道之間时，排水沟脫盐作用的效益将显著增加。在这种場合下，灌溉渠系的滲漏損失提高了排水工作的效益，起着地下冲洗的作用。土壤和含水层中的矿化溶液，就被流向排水沟的渗透水流所代替。

## 3. 在不同地区的地形和底土岩层情况下的排水設施

在古冲积平原和三角洲平原上，凸起中地形的形状表现为連續的梳状高地，系由多砂河床质沉积物組成。有时这些地方甚至还保存有河流的故道(庫拉河和阿姆河三角洲)。

高渗透系数的土质和已有古河道，常常誘使設計者在这些河道上布置大型排水渠，这是不能允許的常犯的錯誤。将灌溉渠道修建在地形較高的地方是正确的，这样借助于临时毛渠和引水沟，就能保証将灌溉水最优地分配到田間。在这种場合下渠道的滲漏損失，将促使周圍地区土壤、底土和地下水的脫盐。

排水渠則适宜布置在中地形的低凹地区，那里土质的机械組成粘重、地下水矿化度高和土壤盐漬化严重。通过排水渠逐漸排除高矿化地下水(占相当大的比重)，将促使整个地区的普遍脫盐。在粘土层下某种深度有砂、砾石或砂砾层时，希望排水沟加深到机械組成比較輕质的底土中。如果机械組成輕质的土埋藏較深(4.5~5~6米)，則在排水沟底部下沉深达輕质土的管井，这将提高水平排水沟的工作效能和增加排水沟对地下水的排盐量，以及提高排水沟对土壤水与地下水淡化的工作效能。

在坡面隆起的地方(山麓平原和干旱三角洲)，汇集排出水的大型集水干渠，應該布置在地面坡降最大的地方。这将促使集水渠能自行冲刷和自行加深。同时，第一級排水渠也适宜布置在地形坡降最大的地方。順坡降布置的排水渠，可以在其全程上两面工作，以保証脫盐的效果为最大。沿等高綫布置排水沟則降低其效

益，因为这样的排水沟，主要是截取一个方面(上部)的地下水。

从苏联积累的經驗中，可以认为：当排水沟深約3米时，排水沟間距与滲漏系数( $K$ )的关系表示为下列数值：

| $K$ (米/昼夜) | 排水沟間距(米) |
|------------|----------|
| 0.1~0.5    | 200~300  |
| 1.0~3.0    | 400~600  |
| 5.0~7.0    | 600~800  |

当改变排水沟埋深时，排水沟間距的尺寸随之改变，沟深每約改变一米时，間距改变50%。

#### 4. 排水設施和土壤与地下水的盐漬化程度

某一地区的排水沟标准，在很大程度上决定于土壤和地下水的盐漬化程度。以下列举各灌溉土壤盐漬化的类型，及相应的排水沟的标准。

**土壤的季节性斑状盐漬化** 植物生长期土壤盐漬化程度变化在0.4~0.6~0.7%(全盐量)的范围内，作物减产10~15%。如果不采取措施，季节性斑状盐漬化，可能轉化成稳定的斑状盐漬化或片状的盐漬化。消除季节性斑状盐漬化，并不要求排水設施。預防措施是：用管理方法降低地下水位，平整土地，采用良好的农业技术，仔細进行生长期灌水。

**稳定的斑状盐漬化** 含盐量0.8~1~1.5%的盐斑，能使15~20%播种面积的农作物全部死苗。而整个面积是非盐漬土或輕盐漬土。消除稳定的斑状盐漬化的方法有：平整土地以消除微地形的低地，盐斑地上进行重点冲洗，采用高水平的农业技术和生长期灌水。

**低矿化度地下水** (10~12克/升以下)的**片状盐漬化** 这样矿化度的地下水，可作为植物吸收的水分和矿物养料。这些地区土壤盐漬化特征，明显地表现在耕作层的含盐量最大(1~3%)，而耕作层以下深层土的含盐量較小(0.3~0.4%)。在这种情况下，为了消除土壤盐漬化，建議采用上述各項綜合預防措施。但是，这里还必须修建寬間距的集水渠系，保証排出冲洗水和灌区内地

下水的全部出流，借以促使土壤的逐漸脫鹽。當底土的機械成分為壤土時，每一集水渠間距可遠達1~2公里。

高礦化地下水 (30~50升/克和更大)的片狀鹽漬化

表層土的含鹽量達10~20%，底土層的含鹽量達1.5~3%。改良這種類型的鹽土，特別是當機械組成粘重時，要求有相當齊全的深排水渠系，其間距約為200~400米(溝深2.5~3米)。若固定深溝和臨時淺溝結合時，將特別加速土壤的脫鹽。為此，在排水溝之間補充修建淺溝，其深度為60~80~100厘米，間距50~70米，最好採用梢捆型暗溝。沖洗這種鹽土最好結合種植水稻，因為這種土壤要求很大的沖洗定額，大致為1.5~2.0萬米<sup>3</sup>/公頃。

深埋藏礦化地下水的片狀重鹽漬化 在亞洲中部荒漠中，一般形成廣為分布的所謂干鹽土。干鹽土表層含鹽量為10~15%，底土層含鹽量為2~3%。礦化地下水(15~30克/升)埋藏深度為7~15~20米。垦殖這種類型鹽土時，可以依靠土壤本身的持水能力來實現，即採用無排水沖洗。但是當灌溉系統運用5~10年，有時20~30年後，地下水位一般接近於臨界深度，並開始發生土壤的次生鹽漬化。設計時必須預先擬定需要開始排水的時間。採用上述阻滯地下水上升的各項預防措施後，排水設施投入運行的時間就可以大大推遲。

山麓平原地下水出露區的輕鹽漬化沼澤土 亞洲中部的山麓平原中，常常發現低礦化(0.5~2克/升)地下水的出露現象，從而形成了輕鹽漬化沼澤土(細谷地<sup>①</sup>，潮濕草原<sup>②</sup>)。這裡的土壤改良基礎是採用較稠密的淺排水溝(溝深1~1.5米，間距100~300米)，借以匯集地下水，並將其排至下游區域的灌溉渠道中(如果水中鹼性蘇打含量不大)。在個別情況下，必須防止土壤中的鹼性過大。採用深排水溝是有害的，因為將導致土壤的過分疏干和降低肥力，而存在鹼性水時甚至發生鹼化。

① 細谷地——“кара-су”，坡度徐緩，斜坡上復有草土層的谷地——譯注。

② 潮濕草原——“сазы”中亞細亞山區和山麓地區出現的一種潮濕草甸——譯注。