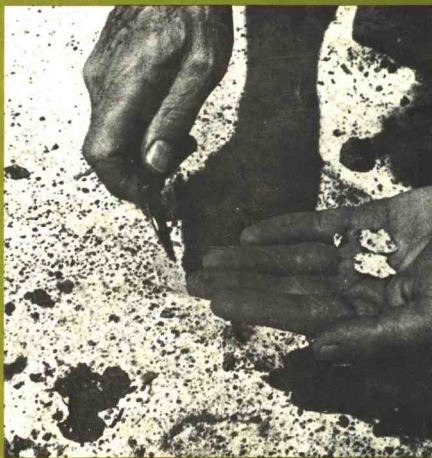
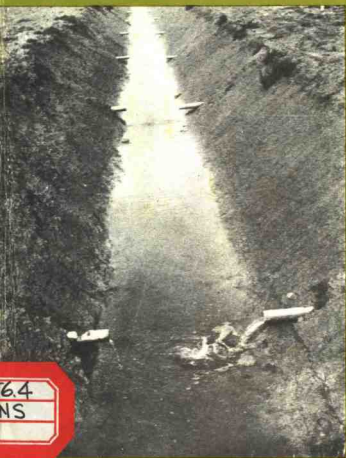


# 盐碱土壤的排水



## 盐碱土壤的排水

欧洲农业委员会

水资源及灌溉工作组

罗马尼亚布加勒斯特

1972年

联合国粮食及农业组织

1973年 罗马

本文集已经出版发行:

1. Irrigation practice and water management, 1971 (F, S)\*
2. Irrigation canal lining, 1971 (F, S)
3. Design criteria for basin irrigation systems, 1971
4. Village irrigation programmes - a new approach in water economy, 1971 (F)
5. Automated irrigation, 1971 (F, S)
6. Drainage of heavy soils, 1971 (F)
7. Salinity seminar, Baghdad, 1971 (F)
8. Water and the environment, 1971 (S)
9. Drainage materials, 1972 (F)
10. Integrated farm water management, 1971 (S)
11. Planning methodology seminar, Bucharest, 1972 (F)
12. Farm water management seminar, Manila, 1972
13. Water use seminar, Damascus, 1972 (F)
14. Trickle irrigation, 1973 (F, S)
15. Drainage machinery, 1973 (F)
16. Drainage of salty soils, 1973 (F)
17. Man's influence on the hydrological cycle, 1973 (F, S)
18. Groundwater seminar, Granada, 1973 (F, S)
19. Mathematical models in hydrology, 1973
20. Water laws in Moslem countries, vol. 1, 1973
21. Groundwater models, 1973
22. Water for agriculture, 1973 (F, S)
23. Simulation methods in water development, 1974
24. Crop water requirements, 1974

对出版发行的本文集文献如有询问, 可寄:

联合国粮食及农业组织土地及水利开发司水资源开发及管理处

00100 罗马

\* 还已用法文(F)和/或西班牙文(S)出版发行

## I 地下排水——盐碱土改良的一个办法

提要作者〔西班牙〕R·格兰德·科维安

|          |   |
|----------|---|
| 1 引 言    | 1 |
| 2 盐碱土的改良 | 2 |

## II 地下排水——盐碱土改良的一个办法

〔法国〕M·阿勒芒和J·维涅隆 合著

|         |    |
|---------|----|
| 引 言     | 5  |
| 1 总 论   | 5  |
| 2 排水系统  | 8  |
| 3 改 良   | 11 |
| 4 观测方法  | 12 |
| 5 取得的结果 | 13 |
| 结 论     | 18 |

## III 卡尔玛翠河流域盐碱土的改良

〔罗马尼亚〕Gh·桑杜和C·劳达 合著

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 概 要                            | 21 |
| 1 引 言                          | 21 |
| 2 可溶盐的运动和积累地带——卡尔玛翠河流域土地改良的可能性 | 22 |
| 3 排水工程对水位的影响                   | 23 |
| 4 卡尔玛翠河流域的排水工程                 | 25 |
| 5 结 论                          | 26 |
| 参考书目                           | 28 |

## IV 西班牙用地下排水方法改良盐碱土的经验

〔西班牙〕R·格兰德·科维安 著

|             |    |
|-------------|----|
| 1 基本情况      | 37 |
| 2 第一阶段的改良工作 | 41 |
| 3 第二阶段的改良工作 | 45 |

|   |                     |    |
|---|---------------------|----|
| 4 | 第三阶段的改良工作           | 48 |
| 5 | 结 论                 | 50 |
|   | 参考书目                | 51 |
| V | 土耳其在盐碱土改良和灌溉水质量上的经验 |    |
|   | 〔土耳其〕Ö. 贝塞 著        |    |
| 1 | 盐渍度和渍水问题            | 65 |
| 2 | 土耳其盐渍问题的起因          | 65 |
| 3 | 土耳其盐渍土类型            | 67 |
| 4 | 土地和水利资源             | 67 |
| 5 | 灌溉水质量               | 68 |
| 6 | 土壤改良研究              | 69 |
| 7 | 从试验结果中得出的结论         | 80 |
| 8 | 土耳其盐碱土改良排水项目        | 82 |
|   | 缩写词                 | 85 |
|   | 参考书目                | 85 |

提要作者 里卡多·格兰德·科维安

西班牙农业部 塞维利亚

## 1 引言

土壤改良问题向来为人们所关注，因为对于作物生长来说，渍水通常同缺水或干旱一样坏事。连同渍水一起，还发现土壤中碱性盐类含量很高，这时，人们的这种关注就更加深切了。水，通常是输送溶解盐类或固定于土壤成分中的盐类的要素，土壤盐碱含量过多就会使作物不能生长。

除这种自然现象外，还有人为的灌溉现象。就作物生长而论，灌水过度会破坏含水层的水分平衡，提高地下水位，把可溶盐类带到根带，结果导致土壤灭菌。为了认识到如要避免盐渍化就得保持土壤水分平衡的巨大重要性，我们只需提一下美索不达米亚平原的沧桑，在巴比伦时代，这片广大地区曾是世界的粮仓，可是由于灌溉不当，现已成为盐渍荒漠；我们或可提及美国西部诸河流域，在最近的一些时代，那里也发生了一连串类似的变化。

土壤盐渍可能是由各种原因造成的，有些可归因于土壤的起源，相当于科夫达所说的“大陆循环”，即：由于发育成土壤的母岩含盐，土壤成分本身就自然存在缺陷。在某些情况下，比如说海积土或三角洲沉积土，沉积在河口或海中的河流泥沙是不含盐分的，这些泥沙一经与盐度大的咸水接触，就出现盐基交换过程，于是正常土变成了钠质饱和土。在另一些情况下，盐渍化的原因是河水泛滥，起源于中新世盐土的水现在淹没了土壤，并逐渐改变其组成。当用含盐灌溉水进行灌溉时，就会发生同样的现象，形成科夫达称作“人为”的土壤类型。

而对这种现象，长期以来，人们只是认为这种土壤贫瘠，于是弃而不耕，转移到其他较好的土壤上。这便导致了巴比伦、埃及等文明随着灌溉区变成农业上的不毛之地而衰落。

然而，现在人们被迫折返回溯。世界范围的人口压力迫使我们对于开垦各类土壤作出尝试，统计表明，世界上有一半人口营养不良或营养不良，而且今后人口与粮食供应之间的不平衡将会加重，除非我们迅速找到更多的土地来生产必需的粮食。

为此，找出耕种盐碱土的办法是绝对必要的，无论它是因为形成类型而本来就含盐，还是由于管理不善而盐渍化。

因此，我们必须对这种土地的改良课题予以高度重视，也就是说，应该采取措施，在植物根部发育的土层，把土壤盐渍度降低到作物生长所能容忍的程度。

## 2 盐碱土的改良

从上面的简短概要中,我们看到,土壤可溶盐类可以有两种来源,要么源于母岩,要么源于水溶盐类,并且能够以灌溉水或者生成土壤的水(三角洲的形成)为载体。我们还知道这些盐类可出现在两个阶段——土壤为液体时的可溶盐类(盐土),或作为交换盐基的表层固结粘土(碱土)。这两个阶段通常同时进行,形成广泛分布于世界各地的盐碱土。

在改良盐土的过程中,需要把根带层溶解的底层盐类送到表面上来;如果是专门对付悬浮可溶盐,就可以用冲洗的办法进行,但如果盐类具有表层粘土性状,便做不到这一点。在后一种情况下,首先需要通过输入非盐物质(通常含钙量高)来分离盐类,以便经过盐基交换,钠质粘土转化成钙质粘土,释放离子,于是就可以分离出钠离子。

在这一冲洗过程中,一旦土壤盐分给排出,就必须将水排干,否则当水蒸发时盐分又会重新沉积,这样一来,在情况最好时本来可以取得的一切,只不过是换了一下盐渍分布的位置而已。排水是这项工作的根本所在,就是通过它来捕集能够把盐淋洗出土壤的水,将水抽出该区,并且把改良层同底土分开,以免提高水位造成退化。

如果这种现象局限于上述模式,那么无疑就可找到一般性的解决办法而无需再进行讨论,可是盐渍土的形成不仅仅是因为缺乏排水系统。气候对土壤盐渍度有着很大的影响,农作方法、栽培作物的种类等等也有很大的影响——有时是持久因素,有时则是因技术或商业而带来的因素。

因此,虽然人们必须从排水是盐碱土改良的根本这一原则出发,但是效果多少取决于其他有关因素。为此,当成员国把这个问题提上日程时,我们要求它们提供一份报告,说明那里的土壤起源、气候、种植的作物等情况,以便有可能进行比较研究,从而最后确定排水系统的效果,尤其是要参照气候条件进行对比。

各国(共五国)提交的论文按照研究大纲,对有关问题和排水方面取得的结果作了论述;现在就将这几篇论文袖印出来。

工作会议期间,对这一议程进行了讨论。讨论虽然有趣,但对每位撰文者提出的思想却不能作任何大的改变,部分原因是这些均为试验的结果,从而无可争辩,再则,因为排水作为脱盐渍化的一种方法这一基本原则是举世公认的。

由此无疑,无论用什么办法改良盐碱土,都必须以有效的排水网为基础,将水提到表面以淋洗土壤中的盐分而又不致于抬高地下水位,并使水位保持在无伤根部发育的深度。

这种排水网足以对付盐渍土,因而无需进一步添加钙质改良剂(或施用石灰)。

至于碱土,如果土壤钙质含量不高,则有必要添加钙质改良剂(石灰、石膏等),使土壤释放碱基,以钙置换,借此将碱基提到表面。改良剂的施用量与气候的关系十分密切,就瓜达

尔基维尔沼泽来说，以及对于钙含量低的土壤，这种现象是自发的，碱性离子和碱土离子不经过钠化合物沉积现象就自然而然地得到平衡，这就是盐化作用。

能够加强土壤透水性的任何类型的犁耕或整地（底土深耕、暗沟犁耕等），只要是在水分足够的条件下进行的，都会加速土壤发育。但如果这项工作是在渍水土壤上进行的，则有负作用。





# 地下排水——盐碱土改良的一个办法<sup>1</sup>

法国尼姆下罗纳及朗格多克地区国家治理公司

M·阿勒芒和J·维涅隆 合著

## 引言

法国盐碱土地区很少，其实内陆地面水或地下水向来不呈微碱性，况且秋、冬、春季的降水量一般较充沛，足以淋洗掉夏季可能积存的盐分，但盐渍岩石裸露的某些特殊地点、封闭的小块洼地、冲积平原或沿海沼泽例外。

在其他多数地区，形成盐碱土的物质是留存下来的碳酸钙原始含量高的冲积物。

我们发现对这种土壤进行的改良活动通常只有供自流排水用的明沟，或供水泵抽水用的明沟，而后一种情况较少。敷设明沟网或土壤改良用的暗管排水沟网，如在苏德朗内沼泽敷设的排水沟网，在法国算是一项颇大的工程。

虽然这项按实物大小进行的试验开始不久（始于1966年），但是它已经向人们提供了十分丰富的资料；我们要论述这个项目，说明它的特点，并力图从任何可以初步得出的结论中提取精华。

## 1 总论

### 1·1 区域

#### 1·1·1 地点

法国加尔省沃韦尔镇，即所谓“小卡马尔格”（三角洲地区）。

坐标：经度  $2^{\circ}15'$ ；纬度  $48^{\circ}45'$ 。

#### 1·1·2 地貌

地处罗纳河三角洲的苏德朗内沼泽在“小卡马尔格”占地约1,500公顷。该区地处小罗

---

<sup>1</sup> 这项工作是在法国地中海沿岸的苏德朗内沼泽地进行的。

讷河以西，北有微咸湖泊将这片沼泽与加尔坡的南坡隔开，它向南一直伸展到佛兰德时期的一个古老的沿海狭长带。砂质沉积，含盐地下水的轨迹，有几十米厚，有时还同质地较细的沉积物交错出现，大约40米深处，上覆一个武木冰期的砾石层。沼泽地的水位是，古老冲积褶皱带为0.5米，NGF为-0.9米。底土层由细海沙组成，从沙丘带向北延伸。沙上覆盖着罗讷河的细冲积物，现在耕作的土壤便是由此形成的；在沼泽以南，这些冲积物向北厚度逐渐增加，达几米厚。就地貌而论，这里的地形呈现洼地和小块硬磐的交织状；这里没有一致的坡地格局。

### 1.1.3 水 文

在改良工作普遍开始以前，这片沼泽地曾承受来自沿海一条小河（维斯特勒河）和小罗讷河右岸渠道的洪水；此外，这片沼泽地随着气候变动而自然干燥，有时全年又部分或全部被洪水淹没。1964-65年修筑了一条堤坝，从此洪水不再泛滥。

### 1.1.4 水文地质

河流冲积物下面的砂质底土层把这些沼泽地同沿海池塘和海连接起来。这里没有明显的潮汐；但是，这里有时刮起极其猛烈的大风，而且总是刮着同一方向的风，这就影响到砂质海滩附近的莱朗池塘的水位，由此间接影响到沼泽地；同样，淡水的流入补充着古老沙丘的地下水，这样就能冲淡盐渍地下水，导致沼泽地小范围的运动。

从水文地质学角度来看，我们在目前的情况下，发现地下水盐分很高，这种地下水通过渗透性极强的沙层，沟通着海和沼泽，因而地下水受到这种补充，以致不断盐渍化。

### 1.1.5 气 候

该区气候的特点是，夏季少雨，且潜在蒸散量高。年平均降雨量是598毫米。

埃格莫特（佩里埃盐田）30年来月平均降雨量情况如下（单位：毫米）：

| 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|
| 47 | 25 | 56 | 44 | 42 | 30 | 12 | 35 | 79 | 89  | 66  | 73  |

埃格莫特月蒸发量如下（单位：毫米）：

| 3月 | 4月  | 5月  | 6月  | 7月  | 8月  | 9月  | 10月 | 11月 | 4月至10月 | 3月至11月 |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|--------|
| 81 | 140 | 175 | 219 | 262 | 218 | 148 | 89  | 72  | 1160   | 1412   |

## 1.1.6 植 被

灌木海蓬子，芦苇，沼生蕨草，以及一些石质植物。

## 1.2 土 壤

土壤从盐土到碱土均有，它由罗纳河细冲积物发育而成。在研究站3.5米深处（手工岩芯取样），未发现在南部有海沙。

现在我们就用改良工作开始时得到的分析结果来说明一个比较典型的情况。

### 1.2.1 层 理

在试验地段，细冲积物厚达3.5米以上；流动沙丘的沙的颗粒大小几乎固定不变。（95%的沙粒大于5微米，几乎没有大于2毫米的沙粒。）

沙起着很重要的作用，它是一种能使盐水流入沼泽的渗透性极强的物质。

### 1.2.2 质 地

粘质，带有一些粉粒和有机物（地层较高的尤其如此）。

### 1.2.3 结 构

主要为棱柱状，带有多面体亚结构。

### 1.2.4 水分传导度

现场测量结果每天从几厘米到1米不等。自然植被的残余：这些包括地面上被埋藏过的植物体及其根或根茎，它们连同干枯后出现的裂隙一起，对水的循环，可产生相当大的积极作用。

### 1.2.5 土壤盐渍度

在深处，把持水量考虑在内的盐渍度（土壤/地下水）每公斤土壤约为10克。地层较高

处一般盐渍度也较高，但某些地点的土壤结壳例外。

### 1.3 地下水

#### 1.3.1 水质

在改良以前的雨季，地下水中的 $\text{NaCl}$ 含量约3克/升，上部土层盐渍程度可能轻些，但在旱季，地下水上部盐分重。

#### 1.3.2 水位状况

改良前，地面常为洪水泛滥，起伏幅度在几分米以内。改良后，地下水位低于地面数分米。

## 2 排水系统

根本目标是种植能够在春季忍受数日饱和状态的谷类作物（或其他有着同样耐性的作物），确定下来的系统要求我们对这片土地进行改良，通过灌溉到若干分米的深度（如30—50分米），把土壤上层的盐分淋洗出来。

### 2.1 外形——试验

本区包括以前曾是沿海带的多沙地区和低洼沼泽地。与这些低洼地交界的是一个堤坝，沿着这个堤坝有一条沟渠。从头到尾修有一条1.5公里长的排水主沟，水沿着排水沟流到一个抽水站，在此把水抽入小罗纳河。最大下降限额在排水主沟开端NGF处定为-2.50米，在抽水站定为-3.00米。这条排水主沟沿途的横向排水沟在最低交叉点下的1.50米深处相交，它们的间隔为3.25米。

1966年秋，在包括两个横向排水沟之间地带在内的地区，划定了一块试验地，其总面积为3.0公顷。这里地势不齐，NGF水位大致在+0.25~-0.30米范围内。

执行工作

这项工作是在1967年秋在良好的气候条件下进行的，然而在低洼沼泽地，土壤渍水0·20米深，因为粘土含量高，所以这种土极其柔软。

管 道

在横向集水排水沟起端1·20米深的150米距离内，敷设了4种暗管，坡度为2‰，间距是12、16、24和36米：

- 光面聚乙烯管道，长6米，侧面切口宽1·2毫米，内径50毫米；
- 纹面聚氯乙烯管道，内径44毫米，底面孔眼宽约1毫米，每延米排水管的流水面积20平方厘米；这种管道还可能备有过滤材料；
- 粘土管道，长0·5米，内径80毫米；
- 光面聚氯乙烯管道，长6米，直径40毫米。

我们对几种包封材料（用于裹盖的材料）作了测试：

- |                               |              |
|-------------------------------|--------------|
| - 就地收集的芦苇，制成捆，用手把它置于开沟机后的管道上； | 厚度0·20-0·40米 |
| - 葡萄渣                         | 厚度0·20-0·40米 |
| - 稻壳                          | 厚度0·20-0·40米 |
| - 砾石                          | 厚度0·20米      |

管道敷设机械

开沟机：我们采用了一种备有叶片链条和直线校准用平行四边体的开沟机。排水沟的坡度是借助经纬仪的观测而固定的，排水管敷设设备上附有水平尺，通过无线电把有待矫正的指令传达给开沟机司机。

鼠道排水机械：这种技术虽然在今天已经很完善，但那时却处于初期阶段。鼠道排水管的深度调节方法虽然与明沟开沟机所使用的一样，但它是借助拖拉机上的通用机架操纵的，而这种拖拉机不带有直线校准用的平行四边体。这样一来，在地势不平的地方，纵断面会出现一些裂缝。

## 2·1·2 以地面修整和排水方法改良土壤

对作物的观测，土壤中氯化物的含量以及水和植物均表明，这些年来，由于水过多造成的窒息状态对地面的损害比盐类造成的损害要越来越严重。

对于含水量高的土壤来说，一年两熟（“湿润的”大麦和高粱在仍未成熟时就用作青贮）所必需的耕作法导致了硬磐的形成，使最低部位积水过多。针对这种情况，我们设法建起了一些16—32米宽的小脊，排水管下挖有水沟，横向坡度为4%至2%，具体取决于床基的宽度。

经过几次试验后，我们使用平地机修造梯田。

## 2·2 系统的选择——总的使用

在工地上进行的第一批装配工作和观测情况指明了在这块约400公顷的试点上哪些性状值得保留下来。400公顷中还包括抽水设备投入使用时的试验田；这块400公顷的试点从这片沼泽的北界扩展到南界，而这在整个沼泽中占据一半。

### 2·2·1 装 配

#### 横向排水管

如上面2·1节中所述。

#### 管 道

- 细冲积物的冲积层较厚的地区：

Dränflex，纹面管道，不带过滤材料，但用芦苇裹盖达0·3米；间距16米；平均深度：上流90厘米，下流120厘米。

- 沙带交叉地区：

同上，但备有贝纶过滤材料，用以封盖有沙出现的裂口。

- 冲积层较薄、到处有不到1米深的沙的地区：

不设管道。

## 土壤修整

不经常压型，但在局部装配设备，以便把水从洼地排出。

### 3 改 良

#### 3.1 淋洗水源

降雨量：598毫米/年（见上文）。

通过喷水灌溉系统利用罗纳河水。

注意：排水管既用于排水洗盐，又用来降低盐渍水位。

#### 3.2 补充供水的水质

罗纳河水的分析结果：

|                               |   |          |                               |   |          |
|-------------------------------|---|----------|-------------------------------|---|----------|
| pH                            | : | 7.5      | Cl <sup>-</sup>               | : | 28 mg/l  |
| CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> | : | 66 mg/l  | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | : | 30 mg/l  |
| Ca <sup>++</sup>              | : | 50 mg/l  | Mg <sup>++</sup>              | : | 6.1 mg/l |
| Na <sup>+</sup>               | : | 5.1 mg/l | K <sup>+</sup>                | : | 1.3 mg/l |

水的组成情况全年略有变化。

#### 3.3 水的施用量

通常，先是把水输送到工地现场，然后再输送到所有灌溉地中，灌溉量大约50毫米。灌溉次数在各块地之间有所差异，然而为了提供参考，下面我们列举一些数字。

6月21日至10月5日期间，施水量为650毫米，分15次喷洒，此外还降雨80毫米。头两次喷水是在5月29日和6月12日，即高粱播种前进行的，每次用水80毫米（春季特别干燥，3-6月降雨总量57毫米）。

#### 3.4 施水方法

喷洒（斜方（三度）系统或方格盘系统的固定喷水机，每小时喷水5毫米，每次10小时）。



### 3 · 5 淋洗田的蒸发量

土壤水分蒸发蒸腾损失总量是按照附近一个试验站(东北16公里处)用Piche 蒸发计测到的数据计算出来的。

|            |      |    |       |                     |
|------------|------|----|-------|---------------------|
| 例如, 1967 年 | 4 月  | ET | 144.5 | } 地面覆盖着高粱, 仅到7月底为止。 |
|            | 5 月  | ET | 148.5 |                     |
|            | 6 月  | ET | 222.7 |                     |
|            | 7 月  | ET | 261.0 |                     |
|            | 8 月  | ET | 226.0 |                     |
|            | 9 月  | ET | 125.4 |                     |
|            | 10 月 | ET | 91.0  |                     |

### 3 · 6 改良期间种植的作物

在开始改良圩田土壤和设置排灌网期间, 沼泽地上没有耕种作物。

自然植被恢复后, 立即种上了大麦或高粱。

## 4 观测方法

### 4 · 1 土壤取样

1967年12月, 1968年2月, 1969年4-6月, 1970年2月和1971年2月, 根据最初发现的土层(例如0-20厘米, 20-50厘米, 50-120厘米), 在6个地点抽取了样品, 以便测量传导度和钠含量; 另外还在每10厘米深抽取岩芯样品, 仅供传导度测量用。

### 4 · 2 水 位

在不同地块埋放了110个1.50米长的地下水位计, 记录0.5-1.5米深的水位情况。水位计组包括在每个排水管上安放一个, 每个排水管的2米之外安放一个, 各排水管之间的中点安放一个。

### 4 · 3 排 放

借助流量记录计对排放量作了一些测量。为了测量传导度, 对排水管流出的水抽取了样品。