三、其 他 方 面

某些饼肥含有一些特殊的物质，如菜籽饼含有芥子油，直接施用，有一定的杀虫效果，特别是对地下害虫，能减少虫害。山芋穴施菜子饼是很多人熟悉的一个例子，可使山芋没有虫斑，对于食用和贮藏都有好处，但沤制发酵后的菜子饼就要失去其一定效果。茶子饼、蓖麻子饼具有某种生物碱，也有杀虫功能。根据南京市郊浦镇附近的社员反映，茶子饼兼能杀灭水稻田里的钉螺丝，因此可与血防工作结合起来。另建湖县高作公社高作大队施用蓖麻子饼后，发现一代二化螟显著减少。这些物质在沤制过程中，大量地被破坏，就会降低饼肥应有的综合效果。

下面再举一个饼肥不宜沤制发酵的实例：1972年我们在高作公社大墩大队做了一个饼肥沤制和不沤制的对比试验，供试品种为水稻"金刚30号"，每亩都是施用100斤棉仁饼，在早期作追肥施下。结果，沤制的开始转色和分蘖来得快，叶色也深，初期的分蘖数也多，这种现象，往往会造成认识上的错觉，这是因为沤制后的饼肥加速分解的结果，但是它不够稳而长，所以当10余天后，没有沤制的小区即赶了上来，以后又逐渐超过了施用沤制饼肥的小区。最后，每穗粒数不经沤制的小区比沤制的增加3.8粒，千粒重高0.3克，每亩产量也增加35斤（前者为725斤，后者为690斤），增产率达5.1%。见下表：

饼 肥 沤 制 与 不 沤 制 对 比 表

处理＼项目	每穴苗数	施后9天分蘖数	最高分蘖数	每穴有效穗	株高（厘米）	每穗粒数		不实率（%）	千粒重（克）	产量（斤/亩）	增产（%）
						饱	瘪				
沤制区	4	8.0	9.8	5.0	87.3	61.4	18.5	23.2	26.4	690	—
不经沤制区	4	7.2	9.4	5.0	87.6	65.2	18.6	22.2	26.7	725	5.1

综上所述，饼肥经发酵后施用，有损失氮素、有机质和破坏有益物质的缺点，而直接施用未发酵的饼肥有增产趋势，故饼肥不宜沤制后施用，而以破碎成碎屑状或小块状，然后直接深施或施后覆土为好。特别是近年来，群众性的微生物科研活动，推动了5406菌肥的蓬勃发展，不少作物施用5406菌肥，均有不同程度的增产效果，因此饼肥接种5406，堆制后施用，也是一个值得推广的好方法。

井灌井排在防治旱、涝、盐碱中的作用*

中国科学院南京土壤研究所盐土组

我国井灌历史悠久，早在夏代，农民就已开始打井抗旱灌溉农田了。解放以后，为了发展农业生产，在一些干旱地区，打井和井灌事业有了很大发展。自1963年以来，井灌发展速度更快，规模也更大，由浅井（7—8米）发展到深井（30—40米以上），由人畜力水车井发展到用水泵抽水的机井。机井抗旱灌溉的作用是无疑义的，但综合治理旱、涝、盐碱的作用如

* 该项工作是中国科学院原黄淮海综合治理工作的一部分，本文由孙传璐、刘文政执笔，参加工作的尚有中国科学院地质所和中国科学院南京土壤所地理室的部分同志。

何，有待进行研究。为此，我们在1964年选择盐碱地区进行井灌井排的规划设计，从1965年起进行了这方面的试验。试验区位于河南省封丘县王村人民公社，包括盛水源大队的全部和大马寺、北范庄、庙岗、前赵寨大队的一部分土地，总面积3000亩左右。1965年封丘县进行了十万亩井灌井排试验，本项工作纳入其中，并成为十万亩井灌井排试验的一个基点。

一、试验区的自然条件

1．**气候** 本区属暖温带半湿润气候。年平均气温13.1°C—15.3°C。年平均降水量620毫米，年内降水量分配极不均匀，主要集中在夏季(6—8月)，占全年降水量的56%，秋季(9—11月)占24%。年平均蒸发量为2070毫米，约为降水量的3倍多。冬春多风，最大风速可达20米/秒。

2．**地貌** 试验区位于黄河北岸，距黄河约15公里，属黄河冲积平原。地形平坦，西南高、东北低，地面比降1/1000—1/2000。由于受黄河多次泛滥的影响，在区内构成了缓岗、漫坡和各种浅洼等起伏不平的微地形。

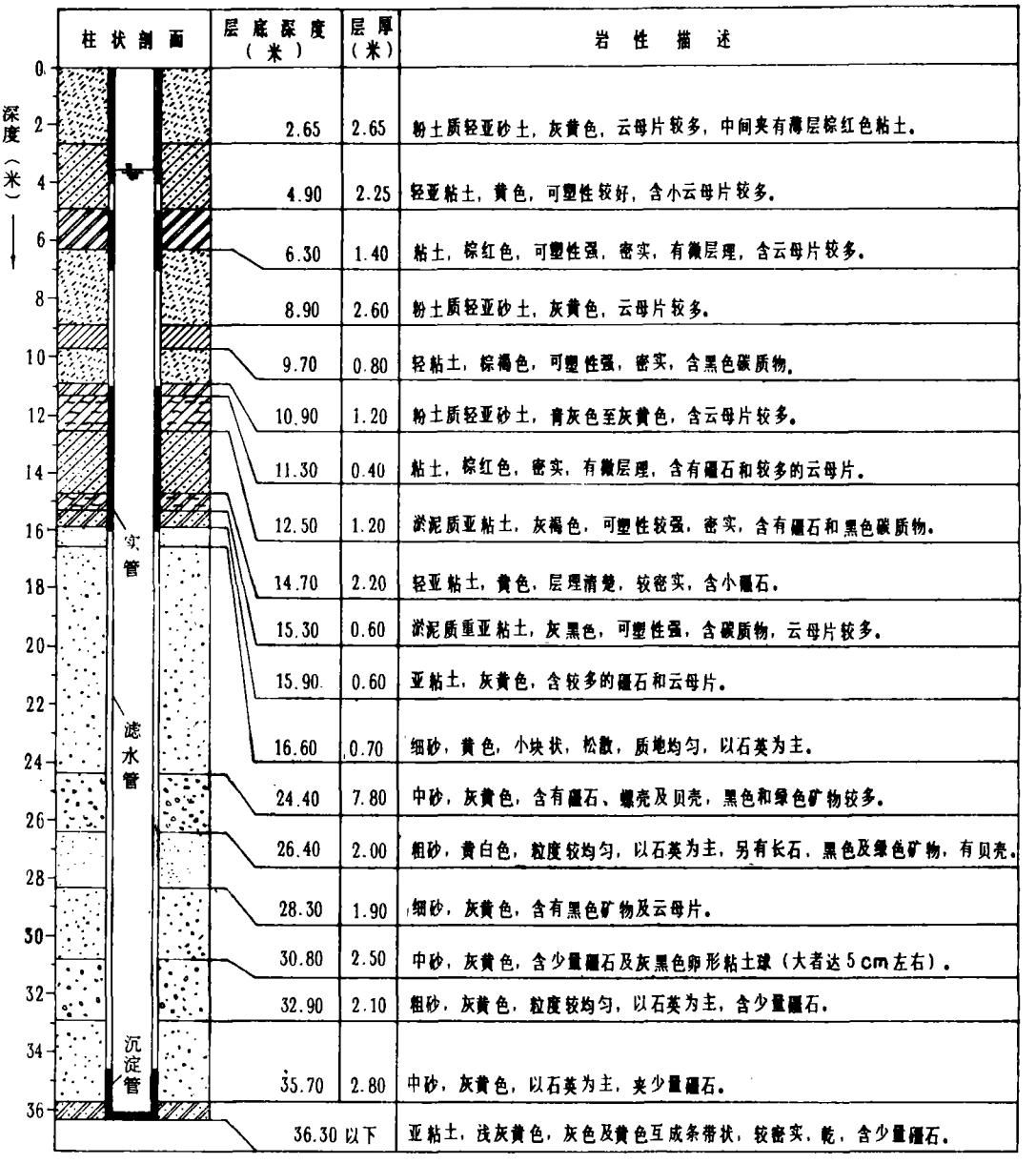
3．**土壤和地下水** 试区土壤为发育在黄河泛滥层状沉积物上的不同程度的盐化土壤。土壤瘠薄，质地较轻，以砂壤——轻壤质为主。地下水受黄河侧渗补给，埋藏较浅，一般不到2米，矿化度1—2克/升，个别地势低洼处矿化度较高，可达5克/升左右。由于毛管作用强，土壤蒸发量大，地下水埋藏较浅，所以土壤母质及地下水中的盐分逐年上升累积于土壤表层及亚表层，重者0—5厘米土层中含盐量可达2%左右。据1965年调查，盛水源大队共有耕地820亩，均有不同程度的盐化和碱化。其中轻度盐碱化土壤239亩（占总耕地29%），中度盐碱化土壤109亩(占13%)，重度盐碱化土壤176亩(占14%)，卤碱128亩(占16%)，瓦碱化土壤198亩(占24%)，瓦碱30亩(占4%)。

4．**水文地质** 据河南省水文地质大队勘测，本区地下70米内有三个含水层组。第一含水层组，底板埋深在15—16米左右，含水层岩性以轻亚砂土和亚砂土为主，含水层厚度约10米，亚砂土的单位涌水量为0.03—0.20公升/秒·米。地下水的流向自西南流向东北，基本上与地面坡向一致。第二含水层组为微承压深层含水层，顶板埋深16米左右，底板埋深32米左右，岩性以中砂为主，含水层厚13—14米。这一层含水层水量较丰富，单位涌水量为0.3—0.4公升/秒·米，水质好，矿化度＜1克/升，为重碳酸钠钙镁型。据观测，第二含水层与第一含水层(潜水)有较密切的水力联系。第三含水层组，顶板在54米左右，底板在本区未揭露，已揭露的含水层厚度在13米以上，岩性以细砂和泥质中砂为主，平均单位涌水量在1.0公升/秒·米左右，矿化度＜1.0克/升，微承压。

二、井灌井排工程概况

根据试验区自然条件的特点和1963—1964年地下水埋藏浅、土壤盐渍化重的具体情况，机井按照灌排结合的原则进行规划设计。在试区内共有机井十眼，平面上呈一梅花状井群。机井混合开采第一和第二含水层组的地下水，井深为30—40米(图1)。井型采用大口径筒井和筒管井两种型式，筒井内径700毫米，管井内径250毫米。为了使机井充分发挥降低地下水位的作用，除了在粘土、亚粘土地层部位安设实管外，其余地层部位均安设滤水管。机井的间距在370—500米之间(指周围机井离中心主井的距离)。1965年4月初开始施工，1966年6月全部完成了机井的建设。

图1　机井地层剖面图　（盛水源2号机井）



层底深度（米）	层厚（米）	岩性描述
2.65	2.65	粉土质轻亚砂土，灰黄色，云母片较多，中间夹有薄层棕红色粘土。
4.90	2.25	轻亚粘土，黄色，可塑性较好，含小云母片较多。
6.30	1.40	粘土，棕红色，可塑性强，密实，有微层理，含云母片较多。
8.90	2.60	粉土质轻亚砂土，灰黄色，云母片较多。
9.70	0.80	轻粘土，棕褐色，可塑性强，密实，含黑色碳质物。
10.90	1.20	粉土质轻亚砂土，青灰色至灰黄色，含云母片较多。
11.30	0.40	粘土，棕红色，密实，有微层理，含有礓石和较多的云母片。
12.50	1.20	淤泥质亚粘土，灰褐色，可塑性较强，密实，含有礓石和黑色碳质物。
14.70	2.20	轻亚粘土，黄色，层理清楚，较密实，含小礓石。
15.30	0.60	淤泥质重亚粘土，灰黑色，可塑性强，含碳质物，云母片较多。
15.90	0.60	亚粘土，灰黄色，含较多的礓石和云母片。
16.60	0.70	细砂，黄色，小块状，松散，质地均匀，以石英为主。
24.40	7.80	中砂，灰黄色，含有礓石、螺壳及贝壳，黑色和绿色矿物较多。
26.40	2.00	粗砂，黄白色，粒度较均匀，以石英为主，另有长石，黑色及绿色矿物，有贝壳。
28.30	1.90	细砂，灰黄色，含有黑色矿物及云母片。
30.80	2.50	中砂，灰黄色，含少量礓石及灰黑色卵形粘土球（大者达5cm左右）。
32.90	2.10	粗砂，灰黄色，粒度较均匀，以石英为主，含少量礓石。
35.70	2.80	中砂，灰黄色，以石英为主，夹少量礓石。
36.30以下		亚粘土，浅灰黄色，灰色及黄色互成条带状，较密实，乾，含少量礓石。

据单井抽水试验的初步结果，机井单位出水量为16.0立方米/时·米左右，影响半径约在200—420米之间，水质良好，矿化度为0.8克/升左右（表1），适于灌溉。

在进行机井建设的同时，试区内按园田化的要求，对灌、排、路、林进行了统一规划，并进行了大量的修筑畦田、平整土地的工作。

表1 地下水的化学组成

pH	矿化度（克/升）	阴离子				阳离子		
		CO_3^-	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^-	Ca^{++}	Mg^{++}	$K^+ + Na^+$
7.70	0.81	—	8.90	4.03	0.77	2.18	3.72	7.80
		—	0.54	0.14	0.04	0.04	0.04	0.18

注：盛水源2号机井，1965年6月。阴阳离子项中，上行系毫克当量/升，下行系克/升。

三、井灌井排防治旱、涝、盐碱的效果

试区机井自1965—1966年陆续投入生产。八年多来，机井出水量稳定，抽出了大量的地下水，这不仅基本满足了作物需水要求，同时起到了“排”的作用，使区内地下水位普遍下降，为综合防治旱、涝、盐碱改变农业生产面貌，创造了有利的条件。井灌井排的效果主要有以下几个方面。

（一）抗旱灌溉，确保增产

“水利是农业的命脉”。要保证农业稳定增产，必须有稳定的水源。所谓稳定的水源，就是不论在正常年景还是在干旱年景，各种作物需水的时候都能保证灌溉。取得这种稳定水源的办法，除引蓄调节地面水外，就是充分开发利用地下水。井灌是充分利用地下水资源的有效途径。凡是地下水源比较丰富的地区，机井能及时满足作物需水要求，特别是干旱年景，井灌的增产作用更加显著。试区机井建成后即投入1966年的抗旱斗争，全年干旱少雨，降水量269.2毫米，作物主要用水季节（3—6月）降水量仅57.9毫米，不及正常年景的三分之一。在这样大旱的情况下，由于充分发挥了机井的抗旱灌溉作用，使盛水源大队全年粮食总产达到16.5万多斤，比同是干旱的1965年，无论总产还是单产，均增产近一倍（表2），粮食单产超过了农业发展纲要的指标。1968年仍是大旱之年，3—6月降水量更少，不到40毫米，由于机井保证了抗旱灌溉，夏季获得较好收成，全年粮食总产为15.2万多斤，单产仍达400斤。

表2 盛水源大队历年降水量及井灌对粮食产量的影响

年份	年降水量（毫米）	3—6月降水量（毫米）	全年粮食总产（斤）	平均单产（斤/亩）	备注
1964	973.5	310.8	60200	122	没有灌溉
1965	374.2	75.6	87289	202	上半年没有灌溉，下半年井灌
1966	269.2	57.9	165717	402	井灌
1967	845.5	202.5	168796	414	井灌
1968	382.2	39.0	152483	400	井灌
1969	726.5	247.3	187512	403	井灌
1970	784.4	115.1	206523	444	井灌
1971	808.7	397.9	206534	444	井灌
1972	606.5	100.8	192195	413	井灌

从表 3 可以看出，在井灌井排条件下，旱涝保收是比较有保证的，但只是稳产而不能持续高产，要持续高产，除具备有灌有排的条件外，还必须重视施肥培肥和加强其他农业技术措施。

（二）降低地下水位，防止土壤返盐

试区在未打机井前的1964—1965年，年平均地下水埋深约为1.5—2.0米，雨季最小埋深只有0.5米左右，甚至接近地面。由于地下水埋藏浅，土壤表层积盐强烈。机井建成后，结合灌溉进行了长期抽水，每年抽水120—160天左右，主要集中在 4 、5 、6 月和 9 、10月。每年每眼机井抽吸地下水量约为9—13万立方米。由于长期大量地抽吸地下水，试区地下水位从1965年起有较大幅度的下降，1966年和1965年相比，下降了1.67米，1967—1969年地下水埋深已在 3 — 6 米之间(图 2)。

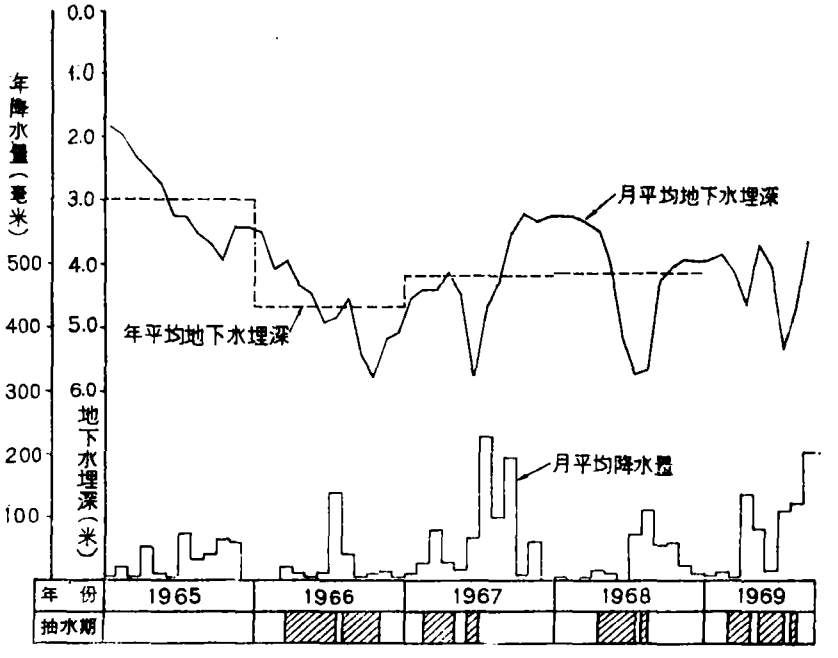


图 2　试区降水量、井灌抽水时期、地下水埋深变化过程图

应该指出，1965—1966年的试验期间，气候干旱，降雨量少，这在一定程度上减少了地下水的补给来源，同时增强了地下水的蒸发作用，对地下水位的下降也起了一定的作用。但据观测资料，机井抽水引起地下水位下降的作用仍是十分明显的，如1966年试区内地下水埋深比区外(邻近不受机井抽水影响的地区，其地下水的下降近于自然降落)要深0.11—0.75米，平均为0.52米。在集中抽水的 6 月和 9 、10月，区内地下水埋深比区外要深0.71—0.75米(图 3)。

由于试区常年地下水埋深已稳定在 3 — 6 米之间，地下水的蒸发作用已极其微弱，因而土壤和地下水中的盐分就不易随地下水蒸发而带至地表积累，再加上降雨和灌溉水的淋洗作用，使土体中下降水流的强度大于上升水流的强度，表土和底土由原来的积盐状态变为脱盐状态。

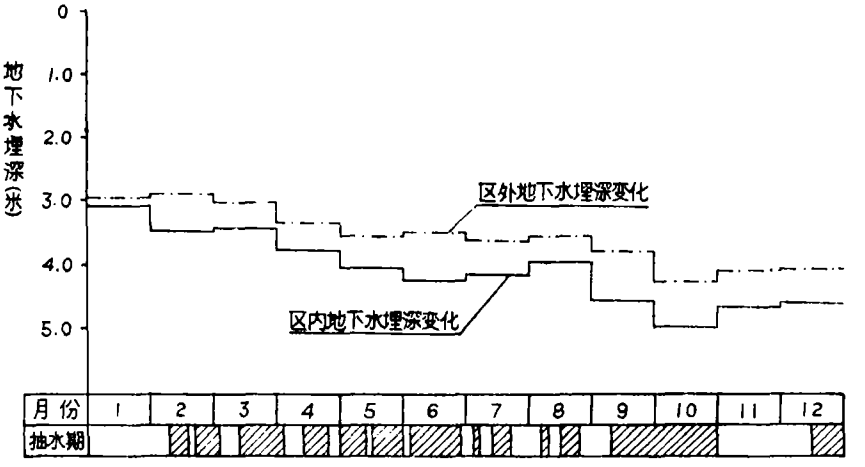


图 3　盛水源地区区内外地下水埋深变化(1966 年)

(三)加速了土壤脱盐，盐碱地面积逐年缩小

地下水位高低，直接影响土壤脱盐效果的好坏。井灌井排，不仅降低了地下水位，起到排水作用，还可提取大量地下水进行灌溉淋盐，加速土壤脱盐，为防治土壤盐渍化提供了灌排两利的条件。在盐碱地区，排水必不可少，灌溉也很重要，特别是播前灌水，适当加大灌水定额，淋洗土壤表层的盐分，以保证作物出苗齐壮和幼苗期的正常生长，这对获得农业丰收具有重要的作用。据我们在盛水源大队的试验，对土壤盐分以氯化物或硫酸盐为主的重盐碱地，播前灌水定额采用120立方米/亩(分二次灌入)，对轻—中度盐碱地采用80立方米/亩，都获得良好的压盐效果，土壤耕层的含盐量可减少到0.16%以下，表层平均脱盐率达80%以上(表 3 、4)。1965年盛水源大队的夏播作物高粱、玉米地块，普遍进行了播前灌溉压盐，使一些原来缺苗严重的重盐碱地出苗率也达到了90%以上，该大队这一年夏播作物得到了较好的收成，比1964年同期增产了41.1%。

井灌井排就是通过机井长期抽水和经常灌溉淋盐的作用，加强了灌溉水和地下水的循环过程，从而使土体中常年以下降水流为主，促使土壤表层盐分逐渐向底土移动，脱盐深度不断加深，使土壤处于脱盐状态。至1973年，试验区内土壤脱盐深度已普遍达到1—

表 3　重盐碱地播前灌水的压盐效果

土层深度(厘米)	灌水前土壤含盐量(%)	灌水后土壤含盐量(%)	脱盐率(%)
0—1	4.01	0.14	96.5
1—5	1.28	0.14	89.0
5—10	0.44	0.16	63.6
10—20	0.36	0.16	55.6
20—40	0.16	0.21	-31.2

注：盛水源大块地北头，1966年。灌水定额为 120 立方米/亩，分两次灌入。

表 4　轻—中度盐碱地播前灌水的压盐效果

土层深度（厘米）	灌水前土壤含盐量（%）	灌水后土壤含盐量（%）	脱盐率（%）
0—5	0.56	0.08	85.7
5—20	0.12	0.10	16.7
20—40	0.12	0.11	8.3
40—70	0.10	0.14	-40.0
70—100	0.07	0.09	-28.6

注：田间号码为B-4，1965年。灌水定额为80立方米/亩。

2米。由于土壤原始含盐量、盐分组成、土壤质地等的差异，各种土壤脱盐的效果也有所不同。据1965—1973年试区土壤定位点分析资料，土壤脱盐的情况大致可分为三种：

（1）全剖面以砂壤为主的"卤碱"，脱盐快，改良效果最显著。1970年土壤脱盐深度为1.0米，1.0—2.0米为盐分积聚层；至1973年脱盐深度已达2.0米，盐分积聚层也相应下移至2.0—3.0米。1965年1米土体的平均含盐量为0.21%，1973年也已下降到0.091%，脱盐率为57.1%（表5），"卤碱"所占的面积也明显地减小（表6）。在土体脱盐过程中，Cl^-离子比$SO_4^{=}$离子更易淋洗，从表7中的脱盐率和$Cl^-/SO_4^{=}$的变化可以清楚地看到这一点。

表 5　"卤碱"脱盐过程中的含盐量(%)

土层深度（厘米）	日期			脱盐率（%）（1973年比1965年）
	1965年6月	1970年6月	1973年5月	
0—5	1.17	0.10	0.04	96.6
5—20	0.27	0.09	0.05	81.5
20—40	0.24	0.07	0.07	70.8
40—70	0.24	0.09	0.09	62.5
70—100	0.20	0.13	0.13	35.0
100—130	0.13	0.27	0.11	15.4
130—160	0.12	0.23	0.10	16.7
160—200	0.12	0.18	0.12	0
200—250	0.12	—	0.14	-16.7
250—300	0.11	—	0.19	-72.7
0—100厘米土体平均	0.21	0.10	0.09	57.1
100—200厘米土体平均	0.12	0.22	0.11	8.3
200—300厘米土体平均	0.12	—	0.17	-41.7
脱盐深度（米）	—	1.0	2.0	—

注：田间号码为封—5。

表 6　盛水源大队"卤碱"面积的变化

年份	面积（亩）	占总耕地面积的%
1965	128.0	15.6
1970	2.5	0.3
1973	1.5	0.2

表 7　“卤碱”脱盐过程中 $Cl^-/SO_4^{=}$ 比的变化

取土日期	Cl^-（%）（0—100厘米）	$SO_4^{=}$（%）（0—100厘米）	$Cl^-/SO_4^{=}$
1965年9月	0.0917	0.0484	1.90
1973年5月	0.0029	0.0048	0.60
脱盐率（%）	96.8	90.1	—

注：田间号码为封—C。

（2）全剖面以砂壤至轻壤为主的轻度或中度盐化—瓦碱化土壤，改良效果较显著。1970年脱盐深度为0.7米，1973年脱盐深度达到1.0米，1米土体内的含盐量从1965年的0.15%降低到1973年的0.08%，脱盐率为46.7%（表8）。这类土壤的脱盐深度和脱盐率虽不及“卤碱”，但至1973年，0—200厘米土体内的平均含盐量均小于0.11%，即从原来的盐化—瓦碱化土壤变成了好地。

表 8　中度盐化—瓦碱化土壤脱盐过程中的含盐量（%）

土层深度（厘米）	日期			脱盐率（%）（1973年比1965年）
	1965年6月	1970年6月	1973年5月	
0—5	0.27	0.06	0.07	74.1
5—20	0.11	0.09	0.05	54.5
20—40	0.12	0.13	0.06	50.0
40—70	0.17	0.13	0.08	52.9
70—100	0.14	0.17	0.10	28.6
100—130	0.08	0.12	0.11	-37.5
130—160	0.08	0.15	0.10	-25.0
160—200	0.05	0.13	0.09	-80.0
0—100厘米土体平均	0.15	0.13	0.08	46.7
100—200厘米土体平均	0.07	0.13	0.10	-42.9
脱盐深度（米）	—	0.70	1.00	—

注：1965年6月取土，田间号码：封—3，0—2厘米土层的含盐量为0.52%。

应该指出，上述改良效果较好的“卤碱”和盐化—瓦碱化土壤，不仅土体有较大的脱盐深度，而且土体中部分盐分已随着下降水流进入到地下水中，这样就使地下水的矿化度逐年增高。据分析资料，某些土壤钻孔1973年地下水矿化度比1965年增高27.3%至2倍多。这表明土壤的脱盐已进入到一个新的阶段，但还没有完成土壤改良的全部过程。这种高矿化度地下水，如果以后由于某种原因而使其水位升高，则必将重新产生土壤的次生盐渍化，所以必须持续发挥机井的灌排作用，以维持地下水位在一定的深度，防止土壤返盐。

（3）原来为瓦碱或重度瓦碱化的土壤（约占总耕地面积的4%左右）脱盐效果较差。由于这类土壤原始含盐量不高，而其主要问题是碱化度高、地面板结、渗水慢和土壤结构性差，灌水对这类土壤的淋盐作用是不显著的（表9）。但是，由于多年来在试验区的大部分重度瓦碱化、瓦碱土上种植了田菁并就地翻压，这对改善土壤板结现象、减轻土壤碱性

和促进作物立苗均起了一定的作用。所以，重瓦碱化和瓦碱的面积1970年比1965年还是有所减少。

表 9　井灌条件下瓦碱含盐量的动态变化

日　期	土层深度（厘米）							
	0—5	5—20	20—40	40—70	70—100	100—130	130—160	160—200
1965年 6 月	0.12	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05
1970年 6 月	0.14	0.09	0.15	0.16	0.09	0.05	0.04	0.03

注：田间号码为封—4。

总的看来，试区经过机井长期抽水井灌压盐，并配合种植绿肥和增施有机肥等其他措施，盐碱地面积已迅速减少。盛水源大队盐碱地总面积由1965年的820亩减少到 1970 年的24.3亩，其中瓦碱化土壤及瓦碱由原来的228亩减少到21.8亩。

（四）增加地下“库容”，缓和地面涝情

在井灌井排条件下，由于机井长期抽水，地下水位下降，埋深加大。井灌井排前的1965年，月平均地下水埋深变化于1.8—3.9米之间，实施井灌井排后的1966—1969年，月平均地下水埋深变化于3.2—5.8米之间，两者相比，月平均地下水埋深加深了1.4—1.9米，而在雨季之前，地下水埋深则稳定在5—6米之间，从而提供了 5 米以上的地下“库容”（见图 2），使雨水入渗率增加，减少了地面径流量，这样大大地减缓了涝灾。

封丘县十万亩井灌井排试验区，1967年和 1969 年雨季 7 月份的降水量分别为287.9 毫米和 109 毫米，由降水入渗引起的地下水位上升值约占地下水位总上升值的 57.8—68.5%。由于雨前地下水埋深大，降水的入渗率提高，淋盐作用加强，所以雨后，尽管地下水位上升较快，但地下水埋深仍在3.5米以下（表10），土壤未出现返盐现象。

表 10　降水入渗与地下水埋深的关系

观测孔位	雨前地下水埋深（米）		雨后地下水埋深（米）		降水量（毫米）		地下水位上升值（米）			降水入渗上升值占总上升值的%
	日　期	埋深	日　期	埋深	日最大降水量	月降水量	总上升值	自然恢复上升值	降水入渗上升值	
西　关	67.6.30	5.17	67.7.30	3.58	179.9	287.9	1.59	0.50	1.09	68.5
北范庄	67.6.30	6.17	67.7.30	4.14	179.9	287.9	2.03	0.84	1.19	58.6
西　关	69.7.10	5.01	69.7.30	3.83	54.1	109.0	1.18	0.38	0.80	67.6
北范庄	69.7.10	6.01	69.7.30	4.54	54.1	109.0	1.47	0.62	0.85	57.8

注：1. 此表系河南省水文地质大队封丘县西关地下水均衡试验场资料。

2. 机井停抽后地下水自然恢复值，按1966年10月25日后（无降雨）水位恢复情况计算。

1970年试区降水量大，雨季降水集中，7、8、9三个月降水量之和达640.0毫米，相当于正常年份一年的降水量。由于雨季前6月份的地下水埋深达4.5米左右，所以雨季后虽然地下水位有较大幅度的上升，9月中旬地下水埋深为2.6—3.0米，比雨季前升高了1.5—2.0米左右，但还不致于引起土壤返盐，雨季期间最大日降水量为93毫米，由于井灌井排缓和了涝情，使大田内基本上无积水，局部积水的地方，也在1天之内排干了，并未发生地面长期积水的涝情。该年秋作物仍得到了较好的收成，盛水源大队比打机井前大涝的1964年，秋作物平均亩产增加5倍多。

以上初步资料表明，机井抽水能在雨季前腾出一定的"地下库容"，蓄存部分地面下渗水，缓和涝情，减轻了地面除涝工程的负担。但是它不能完全代替地面除涝工程，即使地下水埋深较大，仍须有一定标准而且配套的除涝工程，以便在雨季及时排除地面积水。

综上所述，井灌井排作用的实质是运用一定的机具，强烈地抽汲地下水进行灌溉淋盐，相应地降低地下水位，从而加强土壤水分的垂直下降运动，并在土体中形成一定强度的下降水流，促进地面灌溉水与地下水的循环过程，产生矿化潜水与深层淡质承压水的交换，达到有效地调节与控制土壤和地下水水盐动态变化，促使耕层内盐分累积与淋溶矛盾的转化，使土壤向脱盐方向发展。实践证明，井灌井排是一项综合治理旱、涝、盐碱的有效措施。

四、井灌井排实施过程中应注意的问题

（一）土壤的次生碱化问题

近几年来，试区土壤碱化的程度比井灌前的1965年有所发展，比较典型的情况是原来为重度盐化或"卤碱"的有些地块，地面板结，色灰白，出现"拍苗"和抑制幼苗正常生长的现象。据1973年5月调查，各种程度的碱化土壤总面积比1965年增加14.2%。这主要是由于没有重视灌溉与耕作、施肥等措施的有效结合，而且压缩了田菁在大田的种植面积，使土壤脱盐效果未能巩固，因之在土壤脱盐的同时，显露出次生碱化现象。但我们认为，试区土壤的次生碱化，并不是由于井灌所引起的，而是土壤在原先积盐过程中，在一定条件下，就已孕育了碱化的过程，只是那时土壤的碱化特性被大量的可溶性盐类的存在和作用所掩盖。如原占试区耕地面积15%左右的"卤碱"，其表层除了含有大量的可溶性盐

表11　"卤碱"的化学组成

深度（厘米）	pH	全盐（%）	阴离子				阳离子			代换量（毫克当量/100克土）	代换性Na（毫克当量/100克土）	碱化度（%）
			CO_3^-	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^-	Ca^{++}	Mg^{++}	$K^+ + Na^+$			
0—1	7.35	4.26	0	0.19	50.19	16.25	10.20	11.85	44.58	5.08	1.59	31.3
			0	0.01	1.78	0.78	0.20	0.14	1.03			
1—5	8.50	0.67	0	0.32	8.79	1.94	0.40	1.20	9.44	4.98	1.51	30.3
			0	0.02	0.31	0.09	0.01	0.02	0.22			

注：剖面号码为封胜1，阴阳离子顶中上行单位为毫克当量/100克土，下行为%。

分外，同时在土壤吸收性复合体中还含有一定数量的代换性钠，碱化度已较高（表11）。这种土壤，经过连续几年的井灌淋盐，表层原有盐分被灌溉水淋洗到了较深的土层，因而使脱盐的土层，特别是表土，留下了早先进入土壤吸收性复合体中的代换性钠，显露出了一系列碱化的特性。

虽然土壤在脱盐过程中有可能发生碱化的不良现象，但这不是必然的，而是可以防止的。实践证明，在进行井灌淋盐的同时，充分注意种植和翻压绿肥、增施有机肥料，对防止土壤的次生碱化有明显的效果。当然，对于重度碱化和瓦碱土壤，必须同时采取化学改良措施。

土壤次生碱化，不仅发生在盛水源地区，而且在封丘县其他井灌井排地区均有不同程度的表现，应引起足够的重视。

（二）合理开发利用地下水资源

近几年来，河南省及华北平原等许多地区大量开发利用地下水，发展井灌，促使地下水位下降，土壤盐渍化普遍有所减轻，农业产量有了显著提高。但在发展井灌的过程中，由于对合理开发利用地下水资源考虑不周，布井过密，大量提取地下水造成了地下水位过度下降，在地下水补源较少的情况下，形成了范围较大的降落漏斗。河南新乡西部地区，1973年漏斗中心水位比1965年下降了7—8米。在迫切需要灌水的旱季，机井出水量减少，甚至抽不上水来，影响了农业生产。封丘县由于离黄河近，地下水补给来源较丰富，而且从1969年起又开始了部分引黄灌溉，所以地下水位未有明显的过度下降。为了今后进一步发展井灌事业，应充分注意合理开发利用地下水资源。我们认为，对于浅层地下水水量丰富、水质良好的地区，应以开发浅层地下水为主。对浅层地下水水量小、水质不好的地区，适当取用深层地下水。由于深层地下水不易补给，开采过程中必须注意地下水动态的变化。对于工业城市附近地区，工农业用水可分别取用不同深度含水层的地下水，避免工农业争水，相互影响。对于有条件引河水灌溉的地区，应考虑井渠结合，适当引一部分河水。这不仅节省了地下水资源，而且通过渠道渗漏增加了地下水的补给来源。但是，引用河水的水量应以不过分抬高地下水位为原则，以免引起土壤的次生盐渍化。另外，机井井位布局不能过密，应着眼于扩大单井的灌溉面积，提高井水有效利用系数。盛水源大队的生产实践证明，在黄河冲积平原地区，井距以350—400米为宜，在干旱年份每眼机井控制的灌溉面积可达到250—300亩。机井抽出的水，既满足了灌溉的需要，也达到了降低地下水位的目的。同时，平整土地，修筑畦田，完善田间灌溉渠系，加强计划用水，提高灌水技术等都是扩大单井灌溉面积的有效措施。

（三）地下水位的控制标准

井灌井排条件下，地下水位的控制标准是值得研究的一个问题。从防治旱、涝、盐碱考虑，必须控制在适宜的深度，以有利于灌溉、除涝和防止土壤次生盐渍化。从防治土壤盐渍化来说，地下水位应控制在临界深度以下。根据各单位的研究，华北地区各种质地的土壤，当矿化度为1—8克/升、其地下水临界深度为1.2—2.8米时，矿化度越低，土壤质地越粘重，临界深度值也就越小。从缓和涝情来说，地下水位下降愈深，腾出的地下“库容”就愈大，除涝的作用也就愈大。若地下水埋深小于2米，由于地下水蒸发作用，易于产生

土壤盐渍化，而且地下“库容”小，缓和涝情的作用也不大。但目前开采地下水的主要提水机具离心泵，其最大允许吸程约8米左右，而黄河冲积平原地区机井抽水时的降深一般2—4米，若地下水埋深大于4—5米，则动水位将下降到8—9米以下，这样就需将机泵下放，从而不免要降低离心泵的效率，使开采水量减少，影响灌溉效益。

根据我们在盛水源地区的试验资料，自1966年以来，由于机井的灌排作用，雨季前地下水位始终控制在4.0米以下（图2），并能充分利用地下水发挥机井的抗旱灌溉作用。经过多年的灌水淋盐，土壤盐分下移，脱盐深度已达1.0—2.0米（表5、8）。但雨季地下水位将会有所上升，如1967年汛期月降水量287.9毫米，日最大降雨量179.9毫米，地下水位上升值1.09—1.19米（表11），而1970年9月中旬，地下水位曾上升到2.6—3.0米，由于机井的排水作用，地下水位逐渐下降，雨季期间，既未发生地面长期积水的涝情，秋季土壤也未返盐。因此，我们认为，从综合防治旱、涝、盐碱而又有利于充分开发利用地下水资源和发挥最大的灌溉效益来考虑，在井灌井排条件下，地下水位以控制在3—4米为宜。

（四）井灌井排必须与农业措施相结合

治理一个地区的旱、涝、盐碱灾害，提高农业产量，靠任何单一的措施，增产效果都是有限的。实践证明，在实施井灌井排的同时，必须重视种植绿肥，增施有机肥料和化肥，合理地轮作倒茬，选种优良品种和防治病虫害等一系列农业措施。特别是种植绿肥和增施有机肥料，不仅可提高土壤的肥力，而且对防止土壤脱盐过程中的碱化现象有良好的效果，必须给以充分的重视。

下蜀黄土性冲积土上的苗木施肥试验

南京林产工业学院土壤教研组

我国自解放以来，随着林业生产的飞跃发展，森林苗圃已经普遍使用肥料，累积了比较丰富的林木施肥经验。但是，在农业化学领域中，苗木施肥毕竟还是一个比较新的课题，还需要做更多的试验研究工作。目前，我国各地的森林场圃、科研单位和林业院校，已经开展了群众性的科研工作。在这方面，我们也做了一些试验和分析，试图探讨南京地区下蜀黄土性冲积土上苗木施肥的一些基本原理。

我们进行试验的材料是枫杨（*Pterocarya stenoptera*）和马尾松（*Pinus massoniana*）的实生苗，因为一方面它们是南京地区的速生用材树种，另一方面它们分别属于夏绿阔叶树和针叶树类型，可以代表苗木的一般情况。田间试验是在1960—1965年进行的，采用多次重复随机区组排列。1965年还进行了盆钵土培试验。施用的肥料是硫酸铵、过磷酸钙和硫酸钾。主要试验数据以Fisher变量分析法来统计[1]。同时，也做了一些土壤和植物样品的分析。