

杭州湾南岸新围海涂区 地下水控制措施的探讨*

何守成 董炳荣

(浙江省农业科学院)

杭州湾南岸拥有大量海涂资源，解放以来已围垦八十三万亩，尚待围垦的海涂面积约有百万亩。但是由于新围海涂地下水位高，矿化度大，土壤盐分重，返盐强烈，围垦后改良土壤速度迟缓，农业产量低而不稳。为了消除生产障碍，充分发挥土地的生产潜力，针对新垦区的水文地质条件及地下水的调控问题进行了专题研究，现将结果整理如下。

一、土壤与水文地质条件

杭州湾南岸海涂土壤分布在萧山、绍兴、上虞、慈溪、余姚和镇海等县。本区地质结构为第四纪冲积层^①，沉积层次明显，土层深厚，全剖面粒级组成均以0.01—0.05毫米的粗粉砂为主，其含量大都在80%以上，小于0.001毫米的粘粒含量都在10%以下，近河口的颗粒较细，远离河口的较粗。土壤渗透系数为0.86—0.91米/昼夜，垦前土壤容重为1.3—1.4克/厘米³，一米土层含盐量为0.5%—0.8%，盐分组成以氯、钠为主，各占阴离子总量和阳离子总量80%以上，0—20厘米土层有机质含量大都在0.7%以下，全氮在0.04%以下，磷(P_2O_5)为0.12%，钾(K, O)为2.0%。

本区处于杭州湾感潮河段，湾头从干浦—陶家路断面至湾口的南江咀—镇海断面为止，全长97公里，河口内外潮差悬殊，近河口段的镇海和海王山，大潮平均高潮位分别为4.05米和4.47米。离河口约一百公里的桑盆段，大潮平均高潮位可达7.66米，为此各地围涂高程不一，一般以小潮平均高潮位以上为适围高程。近河口段适围高程在2.5米左右，远离河口段为5.5米左右。感潮河段水质为Cl—Na型，近河口段的东二，矿化度为19.34克/升，离河口百公里的

表1 不同深度地下水的全盐量(克/升)

取水 深度 (米)	上虞县三江乡		取 样 点					
	1	2	慈 溪 县		庵 东	农 场	5	6
1	—	—	—	12.54	11.50	10.28	—	—
1.5	11.54	—	14.01	17.48	16.55	16.90	—	—
2	13.06	6.46	15.16	18.94	17.55	18.93	17.67	17.45
2.5	14.36	5.98	14.93	17.90	17.11	19.16	19.29	13.00
3	14.81	5.80	15.23	16.23	16.71	18.40	18.49	13.13

注：地下水是用地下水分层取水器采集[1]

*参加本项部分调查工作的还有林海同志。

①浙江省海涂土壤考察组，浙江省海涂土壤考察报告(初稿)，21—23页，1980年5月。

沥海为15.53克/升。由于本区海涂垦区地面高程低，加之闸口淤积严重，地下水位普遍很高，地下水矿化度大，耕种多年后的垦区，虽然上部土壤受降水和灌溉的作用趋于淡化，但地下水淡化层大多数仍然没有形成(表1)。遇旱时在强烈蒸发影响下，地表盐分聚积，影响作物生长。地下水位高，不仅洗盐效果差，而且土壤过湿，也常常影响种子发芽，延迟作物成熟。

二、控制地下水的依据和要求

控制地下水是指控制地下水位和淡化地下水水质。研究和实践证明，控制地下水是除涝、防盐和提高土壤肥力的重要措施，是改造利用滨海盐渍土的重要手段，但是，控制地下水首先必须弄清地下水的动态特征，明确对它的要求，才能有针对性地提出控制措施。

1. 地下水位的变化规律及其要求 本区地下水动态类型有降水—蒸发型，浸润型和灌溉型。降水—蒸发型是旱田荒地，地下水位的上下运移是随降雨和蒸发强度而变化。按地下水位季节性变化规律可分为五个时期：3月、4月为春雨季节，是地下水高水位期，地下水位在50—100厘米。排水不畅的地段，地下水位常在40厘米左右，此时正当小麦和大麦抽穗灌浆和成熟阶段。控制地下水位的目的是防止渍害。5月、6月为梅雨季节，是地下水中水位期，地下水位在100厘米左右，此时是棉花播种期，麦子收获季节，控制地下水位的目的既要防渍又要防盐。7月、8月为干旱季节，是地下水的低水位期，地下水埋深在150—250厘米。此时作物需水迫切，但经常出现台风和暴雨，控制地下水位既要满足防涝、防盐要求，又要兼顾抗旱的目的。9月是秋雨季节，是地下水第二次高水位期，地下水位上升到40—100厘米。此期控制地下水位的目的是防涝、防盐。10月至翌年2月是少雨季节，也是地下水持续低水位期，地下水位常在150—250厘米，最低水位可达3米左右。此期控制地下水的目的是提高土温，促进作物生长，并安全越冬。浸润型是指受灌溉浸润影响下的旱田荒地，地下水位普遍很高，根据庵东地下水观察井资料，棉田地下水位变化受浸润的影响(图1)，受影响的棉田地下水位比不受灌溉浸润影响的高些，且高水位持续时间长，低水位期地下水位高。地下水水质还受灌溉影响，1米以上的地下水氯化钠含量较低，变化幅度大。灌溉型主要是指稻田，影响稻田地下水位变动的主要因素是灌溉和排水，在整个水稻生长期地下水位与地表水基本相连。自10月份稻田开始彻水至11月底是潜水位下降期。12月至翌年2月是低水位期，最低水位可达2米，3月至4月是稻田引水育苗和泡田洗盐季节、潜水位处于上升期，从潜水动态变化规律看，整个稻作期土壤处于淋洗状态，地下水淡化层逐渐增厚，控制地下水位的关键期是泡田洗盐期和稻田彻水期。

2. 地下水质的变化及其要求 根据上虞三汇乡土壤定位资料分析，在排水良好的条件下，种稻4年后回种棉花，该地的地下水矿化度较低，整个棉花生长期埋深3米以内的地下水氯化钠含量在1克/升左右，季节性盐分变化不明显，土壤返盐能力弱，作物生育正常，此值可初步作为本区地下水水质淡化标准。对于地下水淡化深度的确定，可按地下水临界深度为准，临界水位以上的地下水水质直接受蒸发、降水，灌溉等影响，在临界水位以下不受上述影响。通过用土壤剖面曝晒法来判定在不同地下水位状况下的土壤毛管水强烈上升高度，所获得的结果(图2)表明，当地下水埋深在2.7米时，曝晒前后土壤含水量与田间持水量的曲线几乎是一致的，也就是说底土盐分与地下水中的盐分可不断向上补给；而地下水位在3米和3.5米的，田间持水量与曝晒前后的土壤含水量曲线分别在土层深40厘米，80厘米处有较大的离

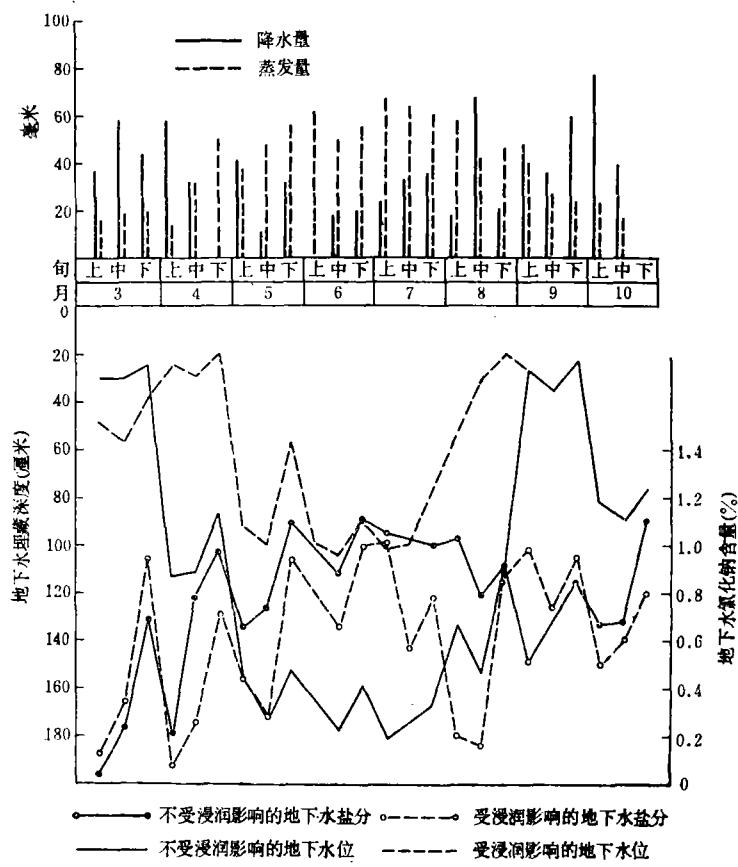


图1 旱田地下水季节性变化规律

(慈溪县庵东乡, 1981年)

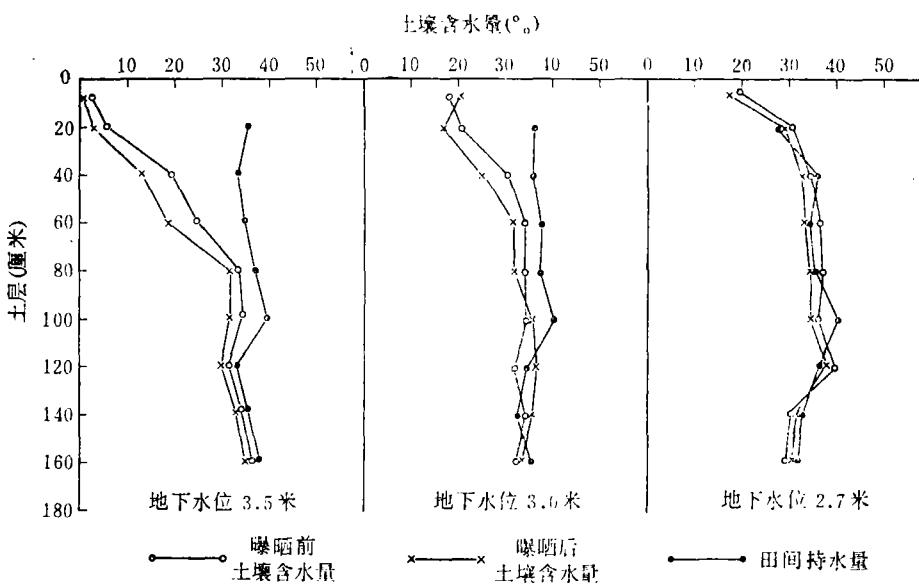


图2 杭州湾南岸海涂土壤(粉砂壤土)毛管水强烈上升高度的测定

(上虞县三汇乡, 1983年8月)。

散度，该位置与地下水位的距离为毛管水强烈上升高度即2.6—2.9米，再加上耕层深度30厘米，则地下水临界深度为2.9—3.2米。因此本区地下水埋深3米以内的水质，氯化钠含量只有在1克/升以下，才能免除作物受盐碱的威胁。

三、控制地下水的途径和措施

1. 分析外河泄洪条件进行分区治理 钱塘江南岸自镇海至闸口，沿河长二百公里范围内，各垦区排水受着不同潮位的影响。当开发一个新的海涂灌区时，要认真研究该灌区出现的设计降雨频率时的径流过程与相应的外河洪水过程的遭遇关系，从而正确确定排水出口的设计标准与工程措施。因此要对钱塘江潮位进行频率分析，制成水面线图，从中查得沿河各地排水口各种频率条件下的高低潮与集水面积要求的畅排水位，并相互比较，区分自排区、抽排区和半自排区。对于抽排区要建造排水站进行排水。对于自排区，应增设排水口，修建防潮闸，加大河、沟、渠的过水断面，抓住落潮抢排。对半自排区，高地可以自排，洼地则需辅以抽排，各区排水系统要配套，支、干、河各级排水沟逐段加深，合理衔接，保证水流畅通。

2. 合理确定田间排水沟沟深和沟距 本区新围垦区都以种稻改良为前提进行水旱轮作，控制水旱轮作区的地下水位的田间排水工程规模是以旱作物的排水排盐要求作为设计依据，根据初步调查，旱作物要求雨后二天内将地下水位下降到0.5米以下。防盐地下水埋深在1.5米左右。为了使排水沟的配置能达到上述除涝防盐的要求，在上虞县三汇乡进行了田间排水沟沟深、沟距测试，选定四种沟距：75, 110, 160和200米。沟深有1.5米和1.7米。测定不同排水沟在雨后降低地下水位的情况，重复测定两次，测定结果见表2。通过本区排水沟沟深、沟距经验公式

$$b = 76.9 \frac{K T}{\ln \frac{H_1}{H_2}} - 138 \quad (\text{式中 } b \text{ 为沟距, } K \text{ 为土壤渗透系数, } T \text{ 为水位下降历时, } H_1 \text{ 为起始水头, } H_2 \text{ 为地下水下降后的水头})$$

H_1 为起始水头， H_2 为地下水下降后的水头)，求得本区排斗选用的沟深应为1.3—1.5米；沟距150—200米；排支的沟深以1.8米，沟距500—1000米为宜。但是，在选定排支沟距时，还应根据各地地下水淡化情况而定，如果土壤盐分重，地下水矿化度高则相应的沟距要小，否则可采用较大的沟距。

3. 减少稻田对地下水的侧向补给 本区旱地地下水除降水补给外，绝大部分是由稻田或海涂水库、蓄水河的侧向补给。稻田灌溉对旱田的浸润影响不仅增加灌溉定额，而且严重地造

表2 不同排水沟对地下水位的影响

测定日期	降水量 (毫米)	沟距 (米)	沟深 (米)	雨下前水位 (厘米)	雨后地下水位(厘米)						
					第1天	第2天	第3天	第4天	第5天	第6天	第7天
10月8—13日	116	75	1.5	39	71	90	108	125	125	—	—
		110	1.5	24	39	65	97	121	117	—	—
		160	1.7	13	33	74	103	125	131	—	—
		200	1.5	14	17	28	58	91	54	—	—
10月24—31日	53.7	75	1.5	49	74	96	109	119	130	142	155
		110	1.5	33	55	85	104	115	128	139	149
		160	1.7	25	59	87	105	119	142	155	164
		200	1.5	14	27	55	79	96	111	125	139

成土壤过湿对作物发生渍害和阻碍地下水淡化层的形成。水旱轮作灌区最好以支渠为单位进行轮作，每50公顷到100公顷为一个单元区，有利于减少灌溉水的损失。在轮作区间，应有较深的排水沟隔开，以缩小浸润范围。若灌区内有海涂水库或有专门用的蓄水河，也应考虑面积的大小与布局，否则过多的旁侧渗漏量使蓄水建筑物利用率不高。

4. 充分利用种稻改良期间建立地下水淡化层 种稻由于长期淹灌，大量淡水不断将矿化度高的地下水挤向排水沟，使地下水逐步淡化。本区在实施“先水后旱”的改造新围海涂措施中，应在种稻期间调控地下水位，以加速地下水淡化层的形成，在调控地下水位中要掌握水盐变化规律，保持适宜的地下水位，尽量延长低水位期，使雨水充分淋洗土壤盐分。在泡田洗盐前期，要尽可能使地下水位降到最低水位，以利土壤洗盐和扩大地下水淡化层的范围，稻田彻水期，要求地下水位尽快降到一米以下，以利冬作播种。稻田灌溉时要按灌溉水质标准进行灌溉，防止高浓度水质进入田间，并要杜绝海水倒灌。

参 考 文 献

- [1] 何守成，汤余滨，地下水水层取水器及其改进，土壤，13(5):197—198，1981。
[2] 何守成，董炳荣等，新围砂涂水旱轮作年限的探讨，土壤通报，15(2):59—62，1984。

(上接第173页)

与协作，并统一协调，搞好技术协调，不少研究课题，如全国土壤发生分类及全国百万分之一土壤图等，甚至可组织全国性协作，纳入全国科学基金申请项目。

(三)建立点站，长期坚持 结合土壤生态，土壤发生与土壤肥力研究，在全国西北，华北，华南，东北等地建立各种土壤综合研究网点，组织全国性合作，共同开展研究。

(四)培养干部，壮大队伍 当前全国土壤专业技术人员仅约1万人，据统计，到2000年，土壤专业人员需6万人左右。由此可见，全国土壤干部的培养问题，已迫在眉睫，应制订规划，加速年轻人才的培养。

我国土壤科学事业的发展，当前虽面临不少问题，但其发展前景是美好的。这是因为，我国土壤资源丰富，生产潜力巨大，土壤研究的领域，无论在国民经济及学科上都极为广阔。在过去已有的研究基础上新的技术力量正在不断壮大，如果能动员全国力量，通力协作，奋力进取，我们一定能在国土整治，区域治理，生态环境保护等方面为国民经济建设作出贡献，一定能在土壤学科分支，如土壤化学，土壤发生，土壤肥力，土壤分析测试，土壤遥感及土壤信息系统方面有新的突破，并将逐步建立起具有我国特色的土壤科学领域。当然，也可预料，未来的土壤科学，必将受到生物工程技术及其他新兴科学技术发展成就的影响，并将促使土壤学的发展突飞猛进，为我国的国民经济建设作出新的贡献。

(参考文献略)