

湿 深 浅——

天津地区水稻灌溉的新方法

中国农业科学院
农田灌溉研究所著



农 业 出 版 社

16.2613
9.118

內 容 提 要

一九五九年在天津市前庄公社，团泊洼干部农場以及天津稻作研究所等地所进行的水稻灌溉試驗的結果表明：分蘖期湿润（零至三厘米），拔节至抽穗期灌溉水（七至十厘米），乳熟期灌溉水（三至五厘米）的灌溉方式，具有增产省水的效果，而且是适应于天津地区春季秋涝的自然特点的一种灌溉方式。本書着重地分析了这种灌溉方式对于提早分蘖，增株增粒，促进植株生长健旺抵抗病虫以及节约用水，擴大种植面积等方面的作用。并对实施这种灌溉方式时需要注意的几个問題作了初步的探討。

湿深淺——天津地区水稻灌溉的新方式

中国农业科学院农田灌溉研究所著

农业出版社出版

（北京西总布胡同7号）

北京市书刊出版业营业許可証出字第105号

新华书店科技发行所发行 各地新华书店經售

农业出版社印刷厂印刷

787×1095毫米 32·1/2开 10,000字

1960年7月第1版

1960年7月北京第1次印刷

印数：40,001—54,400 定价：(7) 0.07 元

統一書号：16141·013 80.8.京型

目 录

前言	3
一、湿深淺灌溉方式对于增产省水作用的分析	5
(一)提早分蘖增加有效株数	5
(二)植株健壮防止倒伏	7
(三)促进穗大粒多	10
(四)节约用水扩大种植面积	11
二、湿深淺灌溉方式几个问题的讨论	13
(一)湿润的程度	14
(二)土壤盐分问题	14

前 言

在低洼易涝盐碱地区种植水稻，由于畏惧盐碱为害，多年来群众已养成了深水灌溉的习惯，借深水以洗盐压盐。因此，虽然目前群众在水稻生长前期也采用了较浅的淹灌水层，但其所谓浅是与后期深水比较而言。实际上，一般淹灌水层仍在五厘米左右，因此总的看来天津地区一般是采用深灌的灌溉方式的。据军粮城、芦台农场等地的观测，采用这种灌溉方式的灌溉用水量一般每亩在一千二百至一千六百立方米，其中在雨季的七月中旬以前的用水量为八百立方米左右，占其全生育期灌溉定额的百分之五十以上。天津地区的自然气候特点是春旱秋涝，据天津海洋气象台一九〇四至一九五七年降雨量资料分析，水稻生育期（四至九月）的多年平均降雨量为五百零三毫米，其中百分之七十集中在七月中下旬至八月下旬，而四、五、六三个月的降雨量仅占百分之二十二，因此造成前期用水紧张。由于降雨量在灌溉定额中所占比例很小，本地区灌溉试验资料证明，在不同的水文年度采用相同的灌溉方式，其稻田用水量的变化不大；而相同的水文年度，采用不同的灌溉方式影响用水量很大。同时在相同的农业栽培条件下，不同的灌溉方式对产量的影响也很大。因此，改革灌溉方式是节省用水量、扩大稻田面积，提高产量的重要措施；也是保证完成天津市委提出稻田面积由一九五九年二百一十万亩扩大到一九六〇年的四百至四百五十万亩，亩产分别达到六、八、千（每亩六百斤、八百斤、一千斤）战斗任务的有效途

徑之一。

南方許多省份，在大跃进形势下創造了成功的新型稻田灌溉方式——湿润灌溉，它是在农业技术发展的新阶段——深耕密植多肥条件下，灌溉技术上的一项革新。但是这样一种灌溉方式是否适用于北方，特别是在盐碱地区能否推行，不仅群众怀疑，干部中也多持保留态度。为此，一九五九年我們在天津稻作研究所和团泊洼人民公社进行了前期湿润灌溉的試驗研究，天津地区的有关場站也多进行了相应的研究。各地一年来的試驗研究初步看出这种灌溉方式具有增产省水的优越性，是本地区較有前途的一种新的灌溉方式。

湿深淺的灌溉方式与群众采用的淺深淺灌溉方式的主要区别是在分蘖期。在插秧以后它和群众的小水插秧、大水扶秧（以不淹没秧眼为度）、返青期适宜水層（二至六厘米）的灌溉习惯，基本一致。在进入分蘖期以后便行湿润灌溉，每次灌水不超过三厘米，經常保持田面汪泥汪水状态，使土壤达到或接近饱和含水率的程度，当土壤干至麻絲状細縫后便再灌入三厘米左右的淺水層。在水稻进入拔节孕穗和在抽穗开花期采用深水灌溉。每次灌水十厘米左右，經常保持田内五至七厘米水層。乳熟期降低水層，一般为淺水五至七厘米，經常保持水層二至三厘米。在收割前的七至十五天停水落干准备收割。

一、湿深浅灌溉方式对于增产省水作用的分析

由表1这几个地区灌溉试验结果表明：湿深浅的灌溉方式产量高，用水量少，较群众所习惯的浅深浅的灌溉方式能增产百分之三点六至十五点八，较全期湿润者能增产百分之十三点六五至三十六点六。同时在于旱的前期其用水量亦较群众习惯的浅深浅灌溉方式省水百分之二十五至五十。

对于这种灌溉方式所以能取得增产省水的原因初步分析如下：

(一)提早分蘖增加有效穗数 水稻具有分蘖的特点，在合理密植条件下，争取一定的分蘖数以便得到足够的株数或穗数，对于提高产量是有其重大意义。

影响分蘖的因素很多，稻田水分状况也是重要因素之一，不同的稻田水分状况对于分蘖的迟早及有效分蘖率的多少有显著的影响。根据试验和调查结果证明：此时期水层愈浅愈好。湿润灌溉对于分蘖比较有利。例如在团泊洼蔡公庄生产大队和团泊洼干部建设农场等地的调查证明，在相同的农业栽培条件下，浅水层三厘米比深水层六至十厘米能提早五至六天分蘖。而试验结果：分蘖期湿润不仅可以提高有效分蘖率，而且比一般浅水灌溉能提早二至七天分蘖(表2)。

泥温和光照对于水稻的分蘖期关系很大，而灌溉水层的深浅又直接关系着泥温和光照。湿深浅能改变田间小气候状况，由于田面无水层，吸热及散热能力都较淹水层条件下为快(表3)。

表 1 不同灌溉方式对产量及水量的影响

处 理	团泊洼公社丰产方				天津市耕作研究所				团泊洼农业大学		团泊洼王支庄
	产 量 (斤/亩)	%	前期用水 (立方米/亩)	%	产 量 (斤/亩)	%	前期用水量 (立方米/亩)	%	产 量 (斤/亩)	%	
深 灌	1129.0	110.4	307.9	85.3	1148.0	108.6	395.0	77.2	880.0	115.8	108.5
浅 灌	1022.7	100	356.9	100	1109.0	100	512.0	100	752.0	100	100
湿 灌	989.5	96.75	307.9	86.3	966.8	87.2	395.0	77.2	601.0	79.2	87.0

表 2 不同灌溉方式对水稻分蘖的影响

地 点	水层处理	平均单株分蘖数	有效分蘖率(%)	分蘖提早日数	备 注
团泊洼公社丰产方	深灌	2.23	91.2	3-5 天	与浅灌比较
	浅灌	2.00	85.9		
	湿灌	2.35	88.7	2-3 天	
天津市耕作所	深灌	1.73	84.9	3-5 天	7 天
	浅灌	2.24	87.5		
	湿灌	2.20	85.1		
团泊洼公社王支庄	深灌	2.85	84.0		
团泊洼农业大学	深灌	1.98	77.5		

表 8 不同灌溉方式对泥温水温的影响
(泥温为地面下七点五厘米处的温度)

灌溉方式	生育阶段	泥 温 (°C)						水温	备 注
		早	中	晚	早中温差	早晚温差	平均		
浅	分蘖初	20.9	26.7	25.9	5.8	5.0	24.5	21.4	地点：丰产方 团泊洼公社
深	分蘖盛	22.5	26.9	26.0	4.4	3.5	25.1	26.4	
浅	分蘖末	23.15	25.06	25.7	1.9	2.55	24.6	24.5	
湿	分蘖初	20.5	26.7	25.6	6.2	5.1	24.3	25.7	
深	分蘖盛	22.3	27.6	25.8	5.3	3.5	25.23	26.0	
浅	分蘖末	23.00	25.2	26.15	3.2	2.15	24.78	25.1	

湿润灌溉的,早上及晚上的泥温稍低于浅水灌溉的泥温;而中午湿润灌溉的泥温最高,因而提高了昼夜温差。分蘖初期湿润较浅水提高了昼夜泥温差为摄氏零点四度,盛期为摄氏零点九度,末期为摄氏一点三度。如 П. С. 耶雷琴认为:“温度的昼夜变幅比之试验中那些温度高低差异来,在更大程度上影响分蘖,而变幅的平稳性常是减弱分蘖的因素。”由此说明前期湿润灌溉具有较高的温度日变幅,同时日光可以直接照射到稻株茎部上,能刺激分蘖活动机能,致使分蘖力旺盛。这便是前期湿润促进分蘖的主要原因。

(二)植株健壮防止倒伏 水稻的倒伏对于产量影响很大,据一九五九年在天津地区的调查,抽穗期倒伏一般要减产百分之五十,乳熟初期倒伏要减产百分之二十,影响倒伏的因素很多,而不同的灌溉方式和倒伏也有密切的关系。一九五九年八月二十三日,在天津稻作研究所一带,遭到十级大风和暴雨的袭击,在深耕、密植、多肥条件下,有水层的田块普通有点片倒伏;而前期湿润灌溉的则屹立无恙,未有倒伏。此外在团泊洼农业大学

也有类似的情况。其原因分述如下：

1. 生长健壮，抑制了徒长 在前期湿润灌溉的稻田里，土壤能经常的与空气接触，于是加深了氧化层，有利于微生物的活动，由于水分减少，调节了水分和养分的供应状况，植株生长匀称，并抑制了徒长(表4)。

表4 不同水层对株高及生长速度的影响

项目	地点	团泊洼公社丰产方		良王庄天津稻作研究所		团泊洼农业大学		团泊洼干部农场		备注
		湿深浅	浅深浅	湿深浅	浅深浅	湿深浅	浅深浅	湿深浅	浅深浅	
株高(厘米)		87.8	91.8	88.0	89.0	69.0	79.0	77.2	79.0	分期调查
生长速度(厘米/日)		1.29	1.40	1.18	1.34	0.89	1.13	1.13	1.21	

从表4看出，前期湿润生长缓慢，株高低，在分蘖期日平均增长零点八九至一点二九厘米；而淹水的日平均增长一点三至一点四厘米。群众的经验也证明，水稻在拔节前不能长得太高，如株高超过八十至九十厘米就会招致后期的倒伏，前期湿润灌溉的植株较淹水的为健壮(表5)。

表5 不同水层对节间长度，茎秆强度及干物量的影响

项目	地点	团泊洼公社丰产方		良王庄天津稻作研究所		团泊洼干部农场		备注
		湿深浅	浅深浅	湿深浅	浅深浅	湿深浅	浅深浅	
地面第一节间长(厘米)		4.91	8.10	2.13	6.22	—	—	
地面第二节间长(厘米)		11.75	12.96	8.50	11.60	—	—	
茎秆强度(克)		—	—	456.2	376.5	280.7	256.1	
干物重(克)		0.685	0.613	—	—	0.241	0.234	

从表5看出：湿深浅灌溉的地面节间长度较浅深浅的短，第

一节間短三至四點一厘米，第二节間短一點二至一點三厘米。湿深淺干物質累积的多，植株营养强度也大。

2. 促进根系发达，增强支持力 水稻与其他作物一样，主要是依靠根系从土壤中吸取水分和养分，供应植株生长发育，由于不同灌溉方式，对于根系发育的影响也有所不同。在淹灌的情况下，土壤中常常缺乏氧气，在还原状况下则产生硫化氢等有毒害物质，影响了根系的发育，减少了须根，须根颜色转黄转黑；在湿润的状况下，由于土壤空气含量的增多，氧化层的加深，而减少了还原物质的毒害作用，促进了根系的发达健壮，消除了黑根，产生了新根（表6）。另外，团泊洼公社王文庄青妇农场测定一千条根（每根长五厘米），其结果表明：经常淹水的根重只有一点二克；而前期湿润灌溉的则为一点五克，较淹水灌溉重百分之二十。又由于湿润后能降低地下水位，根系为了吸取土壤中的水分和养分，随地下水的下降而向下深扎。据在团泊洼的观测，前期湿润灌溉的根系在三十厘米处分布多，而淹水灌溉的多聚集于表层五至十厘米处。

表 6 不同灌溉方式对根系发育的影响

处 理	项目 平均每株根系数	平均每厘米根生长主根生有须根数	根的颜色 (%)			合 計 (%)
			白 色	黄 色	黑 色	
湿 润	62.7	14.8	26.5	73.5	0	100
淹 水	61.7	13.9	20.5	65.0	13.5	100
深 水	60.7	13.2	16.0	53.0	31.0	100

由此可见，前期湿润能改变土壤水分状况，并改善了土壤的理化特性，从而保证了地上部分和地下部分良好的生长发育。由于湿润灌溉可以促进根系的正常生长，并向下部深扎，便加强了植株抵抗倒伏的能力。

(三)促进穗大粒多 拔节期以后是水稻由营养生长期逐渐转入生殖生长期,尤其抽穗开花以后主要以生殖生长为主,孕穗至抽穗期间不但水稻生理需水较多,而且稻株叶面积亦最大,蒸腾作用最盛,是水稻需水最多的时期。据一九五九年在天津稻作研究所需水量试验结果证明:此时期需水量约占全生育期需水量的百分之三十至五十(品种为水源三百粒)。群众经多年实践亦有“稻怕苞里旱”的经验。在不同的土壤水分状况,对水稻幼穗形成发育和抽穗开花亦有不同的影响。在团泊洼公社丰产方,王文庄及天津稻作研究所等地的试验结果表明:深灌七至十厘米的幼穗分化较湿润灌溉的提前三至五天;穗形长百分之二;每穗粒数增加百分之六至十二,千粒重则增加百分之二点五至四,高者可达百分之十,秕粒率低百分之四点五至十八,如表7。

表 7 不同水层对结穗形状影响

处 理	项目	穗长(厘米)	每穗粒数	结实率(%)	千粒重(克)	幼穗分化速度	备 注
深 灌 (7—10 厘米)		15.45	77.6	18.1	27.9	快	团泊洼 公社王 文庄试 验资料
湿 灌 (0—3厘米)		15.20	73.6	18.7	27.2	慢	

又如在天津稻作研究所的试验结果表明:深灌的抽穗快、秀穗齐,如表8。

其原因是水稻在拔节孕穗和抽穗开花期,对于外界环境较为敏感,尤其是幼穗发育和扬花时期,它要求适宜的温度为摄氏二十五至三十度,并要求保持一定的空气湿度。湿度和温度过高和过低及大风暴雨,均有不利的影响。而深水灌溉可以改变田间小气候,保持一定的相对湿度,提高泥温,据五日累积的泥温如表9。

表 8 不同水層对秀穗的影响

处 理	项 目 日 期	抽 穗 数 (%)					备 注
		16/8	21/8	23/8	25/8	27/8	
深 灌 (7—10厘米)		14.3	61.5	71.5	93.5	95.6	
湿 润 (0—3厘米)		11.5	28.9	79.5	86.5	88.5	

从表 9 看出在五厘米深度的泥温，深灌较湿润灌溉提高摄氏零点五度左右，而十、十五、二十厘米深度则提高较多，一般都超过摄氏二度，水温均超过摄氏三度。此时期深灌还可以减少泥温的日变幅。团泊洼公社丰产方的试验资料，深灌较湿润的泥温（零至五厘米）日变幅少了摄氏二点三四度，使泥温变化平稳，给水稻生育创造了良好的环境。

此时深水灌溉，由于水分供应充足，光合作用加强，因而积累干物质也多。在天津稻作研究所的试验结果：进行深水灌溉的植株每天可积累干物质一点一一六克，而湿润灌溉只积累零点四一二克，深水较湿润每天多积零点七〇四克。促进了籽粒饱满，增加千粒重。

综合上述，湿深浅灌溉方式较浅深水和全期湿润的灌溉方式，具有增株增粒和植株健壮防止倒伏等作用，因而提高了产量。而全期湿润灌溉则不能具备这些优点，因而产量不高。

(四)节约用水扩大种植面积 湿深浅灌溉方式不仅可以增产，而且可以省水。更值得注意的是，在水稻生长的前期，正是降雨量少而用水量多的季节。前期湿润是适应天津地区春旱秋涝的自然特点，是解决前期用水紧张的有效措施。在天津稻作研究所试验的结果：分蘖期湿润较浅水灌溉可节省每亩一百二十

表 9 不同水層对政達期泥温的影响

观测日期	孕穗—抽穗期 水层(厘米)	五 日 累 计				泥 温	(°C)	五日累积相 对湿度(%)	备 注
		5 厘米	10厘米	15厘米	20厘米				
	深灌 7—10	129.50	130.80	131.54	130.20	136.34	454.04	无雨不作 有效试验 缺资料	
	湿灌 0—3	129.03	128.67	129.31	127.46	136.77	453.97		
	深灌 7—10	129.70	129.47	131.72	131.64	139.63	448.33		
	湿灌 0—3	129.73	129.25	129.80	122.80	134.78	448.16		
	深灌 7—10	129.31	129.57	130.17	130.50	136.47	451.67		
	湿灌 0—3	129.31	129.70	131.64	130.47	138.21	448.00		

二立方米，达百分之五十二点四(表10)，在生产上具有很大的意义。

在天津地区的稻田耗水量中，滲漏量一般均超过田间耗水量的百分之五十，多者可达百分之七十。因此，减少滲漏是一个重要的問題。

在长期淹水情况下,稻田的渗漏受着静水压力的影响,水层愈深,灌水量愈多,渗漏量就愈大(表11)。

在汪泥汪水状态或在少部分时间有水层时，静水压力减小，致使渗漏量也随之减少。湿润灌溉用水量少的另一个原因是由于稻田并不经常保持水层，因而灌水期距较长，灌水次数相应减少，灌溉定额也就减少了。如中捷友谊农场一九五九年材料证明：采用浅水勤灌的，全生育期灌水次数为六十次，灌溉定额为每亩一千一百

表 10 不同灌溉方法对前期用水量的影响
(单位:立方米/亩)

生育期	浅深浅	湿深浅	灌水量差值	备 注
反青期	279.0	284.0	-5	差值二套深灌 减去湿深灌
分蘖期	239.0	111.0	122.0	
合 计	512.0	395.0	117.0	

表 11 不同灌溉方式对渗漏的影响

生育期	水层处理	渗 漏 量 (毫米)		备 注
		隔一天灌一次	隔 2—3 天灌一次	
孕穗期	灌后水深7厘米	172	180	根据天津市 郊海河地区 灌溉试验站 资料
抽穗期	灌后水深7厘米 7天灌一次	166	40	

三十七点一立方米,而隔三天灌一次允许田间湿润的,灌水次数三十七次,其灌溉定额仅为每亩九百六十六点三立方米。

由此可见,在湿润条件下可减少渗漏、节省用水,扩大稻田面积。同时,由于渗漏水量的减小,相应地减少了排水量,减轻洼地排水排水的负担,也就降低了排水费用。

二、湿深浅灌溉方式几个问题的讨论

湿深浅这个新的灌溉方式能够增产省水,便说明了它是既能符合水稻的需水规律,能满足水稻各生育时期对水分的要求,而且也是适应于天津地区的自然条件和生产的要求的。因此,很有可能它将成为天津地区普遍推广的一种灌溉方式。但是,在具体运用这种灌溉方式时,还应该注意不同地区的土壤状况和

农业栽培技术水平等等，从而保证湿深淺灌溉方式能够起到良好作用。为此，对于与之有关的几个问题进行初步的探讨如下：

(一)湿润的程度 水稻在分蘖时期，要求土壤湿度为饱和含水量的百分之七十至八十以上（水稻灌溉的生理基础——耶雷琴著）。在进行湿润灌溉时，湿润的下限——土壤水分的掌握，将会直接影响亩产量。根据我们工作中的体会，土壤含水率在饱和含水量的百分之九十上下时上水，对水稻生育有利，当时田面发潮微现麻丝状细缝，脚坑无水，脚踏不陷而带有脚痕。每次灌水深度不超过三厘米，灌水期距要视土壤性质而定，在一般粘质土壤上，约每隔三至五天灌水一次；对于坏质土壤可缩短灌水期距。

(二)土壤盐分问题 在盐碱地上进行湿润灌溉，特别是前期，有些人认为会引起返盐影响水稻生长与产量。据我们一九五九年的调查与试验研究表明：前期湿润土壤返盐与否，主要决定于洗盐后土壤盐分状况。如一九五九年在团泊洼的灌溉试验，系在种稻三年的土地上，拉荒洗碱后的土壤盐分一般在百分之零点二以下，地下水矿化度在每升一点七至二点六克之间，分蘖期湿润灌溉的土壤，经多次化验结果：三十厘米以内土层，含氯根始终在百分之零点零三左右，不是现返盐的现象。又如天津稻作研究所在种植一年水稻后的粘质土壤上进行了前期湿润灌溉，拉荒前土壤含盐量在百分之零点三九九至零点五五七，拉荒后的土壤含盐量降低到百分之零点零七四至零点一八分蘖期湿润在零至三十厘米的土层内，含盐量上升到百分之零点二二九，有轻微的返盐现象。但植株生长仍然良好，对产量亦无影响。所以在盐分不太重的土地上，只要能把盐分洗透，分蘖期湿润虽稍有返盐也不致影响水稻的正常生长，前期湿润的土壤水分常常

保持和接近土壤飽和含水量，土壤水分運動的方向基本上仍是向下移動的。因此，仍能起到壓鹽的作用；隨着植株的長大，蔭蔽程度增加，田面封行，地面蒸發量也逐漸減小，更不易引起返鹽。

但在新開墾的鹽荒地上或鹽分較重的地上，不宜採取此種灌溉方式。如中捷友誼農場土壤鹽分較高，採用此種灌溉方式便得到相反的效果。前期濕潤較有水層的分蘗率低百分之三十三點五六，有效穗數少百分之三點四，產量也較低。另外，北京市通州區永樂店人民公社在砂礫地進行濕潤灌溉也有類似結果。

因此，在種植水稻二至三年後的稻田，經過拉荒洗鹽土壤含鹽量小於百分之零點二至零點三（氮根含量小於百分之零點一）時，方可採用濕深淺灌溉方式，超越此範圍時對植株生長有抑制作用。在新開墾的荒地和含鹽較高，土壤瘠薄，砂性較大的土壤上，前期濕潤有可能造成不利的後果。