

日本机械化稻作技术适应性试验

浙江省农业科学院科技情报研究所

1981年4月

日本机械化稻作技术适应性试验

马 岳

为了探索水稻机械化栽培的途径, 1979—1980年, 我省从日本引进成套水田农业机械和耕作技术, 在浙江金华七一农垦场和吴兴县升山公社乌山大队, 设立两个农机化试验场, 进行不同耕作制条件下, 水稻生产全过程的机械化试验。试验采取大面积生产和小区对比相结合, 学习日本的稻作技术和改革当地传统的种植技术相比较, 使用机械作业和农艺改革相适应等方法, 由中日双方专家共同协作进行。经过两年大面积生产实践, 基本摸清日本机械化稻作技术在我省不同耕作制条件下的适应性, 以及这套水田农机的可靠性和经济性, 为加速发展我省水稻生产机械化和提高科学种田水平, 提供了经验和依据。

一、试验内容和经过

金华七一农场位于浙江中部丘陵河谷地区, 原系国营金华七一农垦场第5、6大队, 以种植水稻为主。水田面积1284.27亩, 平均每个劳力负担8.6亩。土壤为河谷冲积性母质发育的水稻土, 通称泥砂土或砂质壤土, 耕层浅, 有机质含量少, pH值6—6.5, 水稻起发快, 但漏水漏肥较严重。该地年平均气温17.4℃, 极端最高气温41.2℃, 极端最低气温-9℃, 年降雨量1375毫米, 3—9月份每月平均降雨量100毫米以上, 全年无霜期262天。复种指数239.8, 水稻生长季节较长。但由于劳动力紧张, 耕作技术较粗放, 全年粮食亩产1350斤, 产量略低于全省平均水平。

吴兴乌山农场地处浙江北部, 太湖南岸, 原系吴兴县升山人民公社乌山大队, 以粮食生产为主, 兼营蚕桑、渔业、畜牧, 平均每人负担水田1.1亩。土壤为太湖沉积母质发育的水稻土, 通称白土或粉砂粘壤土, 土层深厚, 肥力中等, pH值5.9—6.8, 有机质含量1.5—2.5%, 通透性差, 水稻启发慢。该地年平均气温为15.8℃, 极端最高气温39℃, 极端最低-11.1℃, 年降雨量1238毫米。无霜期240天。复种指数248.7, 春花—稻—稻三熟制占总水稻面积的48.7%。当地历来有精耕细作习惯, 全年粮食亩产已达1480斤。但是, 全年三熟作物季节紧张, 因而水稻本田的生长季节较短, 三大农忙时劳力矛盾较为突出。

为了适应农机化试验需要, 两年来, 向日本洋马农机公司, 引进成套水田耕作机械共114台(件), 主要有拖拉机、插秧机、中耕植保机械, 联合收割机、烘干机, 播种机及育秧设备等。并配备了部分国产农机, 如浙江Ⅲ型插秧机, 拖拉机和机耕船, 联合收割机, 以及烘干房等, 以便对中日两种水田农业机械进行性能测定。同时, 为了提高农机化水平,

对原有耕地进行了农田基本建设，做到土地平整，排灌分系，农田成方，机路配套。金华七一农场稻田长140米，宽30米，每丘面积6亩左右；吴兴乌山农场每丘面积1.5亩左右。

1979年，金华七一农场试验面积为711.82亩，吴兴乌山农场为460亩。早稻生产全部以国产机械为主。在单季晚稻和连作晚稻中各设三个试验区，即日本耕作区、浙江耕作区 and 对比试验区。日本耕作区和对比试验区中的日本试验区种植单季晚稻75.76亩，连作晚稻14.41亩，全部采用日本农机和稻作技术，由日方专家主持；浙江耕作区和对比试验区中的浙江试验区，以采用国产农机和当地的稻作技术为主。1980年，进一步扩大了试验面积和内容，金华七一农场试验面积1284.27亩，吴兴乌山农场为1177亩，各设立三个试验区即中日联合试验区，浙江耕作区和对比试验区。联合试验区面积共367亩，着重研究日本机械化稻作技术在连作早晚稻生产上的适应性，浙江耕作区以当地机械作业为主，对比试验区进行了品种筛选、密植、施肥水平和施肥方法、耕作方法、除草剂效果、育秧技术等项目的试验。

两年来，在试验进行中，遇到了不同的气候条件。1979年气候条件较为有利：早稻育秧期间气温偏低，秧苗生长缓慢，移栽后，绿肥田早稻迟发，自5月下旬，气温偏高，三熟制早稻生长快，齐穗灌浆期气候适宜，昼夜温差大，有利增粒增重，取得早稻丰收。单晚育秧的6月份气温高，日照多，秧苗略有徒长，但移栽后发棵快。连晚孕穗抽穗阶段虽然比历年气温低，日照少，但是在插秧后和抽穗后的灌浆结实期气温高，日照多，降雨少，对晚稻后期生长有利。1980年遇到百年少见的不利气候条件：早稻育秧期间遭到低温冷害，露地秧大量烂秧死苗，而盘式秧成秧率高，在密播条件下秧龄延长仍能生长健壮。但大麦油菜成熟延迟，使早稻插秧季节推迟了5—7天，而移栽至成熟阶段气候有利，所以早稻虽然迟熟仍然获得较好收成。连作晚稻却因早稻迟插迟熟，双夏期间又遇低温多雨，晚稻秧龄多数超过了适期，立秋后栽插脱季节的面积增加，插秧后和孕穗抽穗期又遇低温，影响晚稻发棵和结实，虽然生育后期的10月份气温偏高，日照长，降雨少，但终因季节推迟，造成穗数少，穗型小，秕谷多，结实率低，晚稻生产出现大幅度减产。

二、机械化稻作的作业程序和特点

日本机械化稻作技术与我省传统的手工劳动为主的种稻技术比较有显著的不同。日本种植水稻是一熟单季稻，以“省力高产”为主要目标。劳动生产率高，农艺改革和农机设计相互适应，因而能配套作业，从种子清选，播种育秧，耕作管理，直至收获干燥，全部用机械操作，实现了水稻生产全过程机械化。

（一）日本机械化稻作的作业程序

1、选用良种：

为了适应机械化栽培，选用水稻良种的标准是植株中等高度，株高60—80厘米，耐肥抗倒，出穗整齐，穗部层差幅小，结实率高，抗病力强和丰产性好的穗重型品种。从引进试种的日本品种与当地品种比较（表1），突出的表现为株形紧凑，分蘖成穗率、结实率和糙率高，穗部层集中，成熟一致，不易落粒。这些品种特性适合于机械播种，机械插秧和机

械收割脱粒，表现产量高，机械作业时损失少。

表 1 不同水稻品种的特性和经济性状

(1979年)

季 别 及 地 点	品 种	成秧率 (%)	株 高 (厘米)		穗 长 (厘米)		有效穗率 (%)	结实率 (%)	亩产量 (斤)	糙米率 (%)	倒伏性	脱粒性
			平均 数	标准 差	平均 数	标准 差						
单 晚 (七)	阿苏实	93.5	64.3	7.0	19.5	1.5	76.4	84.7	738.7	81.5	无	极 难
	汕优 6 号	92.2	77.3	9.0	25.1	4.0	38.4	75.8	1124	76.7	微	易
	农虎 6 号	78.6	91.1	9.0	18.9	2.0	45.9	80.5	917.3	81.7	无	难
连 晚 (乌山)	黎 明	90.4	70.1	4.7	17.6	2.4	80.6	92.0	901.1	81.9	无	难
	广 4	72.0	50.9	6.3	16.5	1.8	73.1	84.2	679.0	78.5	无	极 易
	南粳34	79.0	69.0	5.7	16.3	1.6	67.8	82.3	768.4	78.6	微	易

注：高肥密植区（1.8万丛/亩）的试验资料。

同时，对播种用种子的质量十分重视。除要求谷粒饱满，不带病虫，清洁度高外，还要求发芽率在95%以上，纯度98%以上，粳型品种用比重1.06盐水清选的飘浮率少于1%。只有提高播种用种子的质量，才能培育出苗整齐和生长均匀的秧苗，减少机插的缺株率，提高播种和插秧质量。

2、盘式育秧：

盘式育秧的特点是减少了拔秧工序，与机插配套，提高了工效和机插质量。播种是在人为控制条件下进行，发芽成秧率高，秧苗生长整齐，可以育成符合机插要求的规格化秧苗。育秧盘用塑料制成，内经为58×28×3厘米，盘内装入砂粘适中的细粒床土，土层厚度保持2厘米，播种后覆土0.5—1厘米，床土pH值调节到4.5—5.5，并拌和三要素肥料，每盘纯氮、纯磷各1克，纯钾1.5克，另加土壤消毒剂（千分之一的土菌消）。播种在室内进行，用播种机流水作业，一次完成装土、淋水、播种、覆盖。培育中苗，每盘播种干谷80—120克，折合每亩播种量720—1080斤，如培育小苗可提高到每盘200克。秧龄长短因季节和品种而定，一般小苗15—20天，中苗25—30天。苗高15—25厘米，叶龄2.5—4.5。盘式育秧工厂化作业流程如图1。

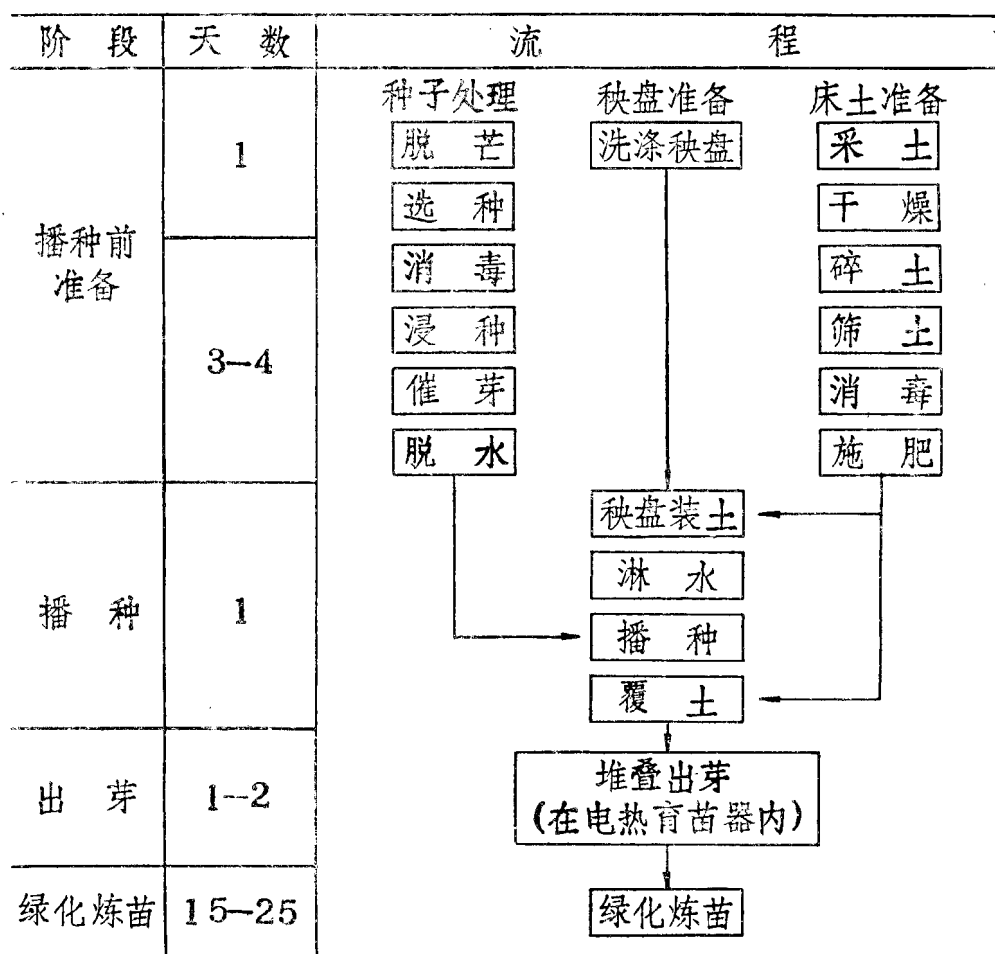


图 1 盘式育秧工厂化作业流程

盘式育秧是在密播条件下旱育，播种出苗后，将塑料盘移至苗床，盘内床土保持湿润，促使秧苗生长老健，避免干燥或漫灌。由于选择适宜的床土，重视种子质量，注意土壤和种子消毒，又在适宜的温度水分条件下生长，所以出苗一致，加上育苗期间的重施磷钾肥，适当控制氮肥供应，因此这种育秧方法能够培育出茎粗根旺生长整齐的秧苗。每百株秧苗的干重为 2 克左右，成秧率一般在 90% 左右（表 2）。

表2 七一农场不同品种盘式秧的秧苗素质和成秧率

作物 季别	品 种	播种期 (月/日)	播种量 (克/盘)	秧 龄 (天)	苗 高 (厘米)	叶 龄	地上部 干物量 (克/百苗)	成秧率 (%)
早 稻	青 杆 黄	3/27	127	26	9.9	2.5	1.34	97.4
	广 不 脱	4/7	115	37	11.2	3.8	2.32	87.0
	青 杆 黄	4/20	104	31	12.2	3.6	2.02	92.9
	原 丰 早	4/27	97	30	12.6	3.6	1.74	89.1
单* 晚	阿 苏 实		112	23	19.0	4.0	3.11	93.5
	汕优6号	6/2	105	21	16.9	3.6	2.51	92.2
	农虎6号		125	24	19.2	4.6	2.76	78.6
连* 晚	黎 明		106	19	19.1	3.5	2.65	—
	丰 锦	7/11	100	19	18.2	3.9	2.35	—
	南 粳 32		98	19	17.8	4.2	2.37	—
连 晚	矮 粳 23	6/25	90	25	14.4	3.9	2.30	93.7
	南 粳 32	7/11	125	21	19.0	3.8	2.60	85.0
	双糯4号	7/8	95	28	20.2	4.3	3.00	81.4

注：有*号者为1979年试验，余为1980年试验。

3、旋耕整地：

本田整地用拖拉机旋耕作业，并附加平土板耙平田面，这样耕作比我们传统的先犁耕后耙耖的方法，节省了犁耕和耖田两道工序，有效地解决了机耕牛耖不配套的问题。每小时整地工效为3.5亩左右，比传统作业提高功效一倍。在整地前先排干田水，拣去石块，再用拖拉机旋耕，深耕深度一般为12—13厘米，耕后晒垡2—3天，再用驱动耙碎土，并附装平土板耙平。第二遍为灌水旋耕，其深度可达15厘米，最深18厘米。旋耕作业的稻田，由于土层翻动少，田面平正，土块匀细，耕层松软，既增温又通气，稻苗起发较快。

4、机械插秧：

盘式育秧与插秧机配套作业，与一般手插和国产插秧机插秧都不同，主要特点是带土移

栽，宽行窄距，小株稀植，基本苗少，插秧质量高。插秧机的插秧行距统一为9寸，株距可在2.7—5.2寸间调节，折合每亩大田插秧1.24—2.7万丛。插秧机切土块的大小有三种，即14×10、14×13和14×16毫米，每盘带土秧可切成725—892块。在播种密度相同时，切块大小有调节每丛插秧本数的作用。如每盘播种80克时，三种切块大小的每丛插秧本数，分别为3.4、5.1和6.3苗。一般每盘播种干谷120克，每亩插秧基本苗约为10—15万苗。机插带土秧的插秧深度浅，一般为2—3厘米，分株均匀，勾秧翻倒和飘浮率一般仅为1—2%，合格率高，插秧质量好（表3）。同时带土秧插后不败苗，发棵早，分蘖节位低。这种小株稀植、宽行窄距的密植方式，能够提高插秧机和盘式育秧设备的利用率，而且植株行间通风透光条件好，个体和群体能够协调生长，稻苗生长整齐，尤其是水稻生育后期，绿叶面积大，有利于分蘖成穗率和结实率的提高，为穗大粒多和灌浆饱满提供了条件。

表3 日本插秧机作业质量调查

作物季别	品 种	机 型	苗高 (厘米)	切块大小 (毫米)	3.3平 方米的 穴 数	每 丛 株 数	插秧深度 (厘米)	漏秧率 (%)	飘秧率 (%)	翻倒率 (%)	株伤秧率 (%)	合格 率		测 定 地 点
												每丛 株数	%	
早 稻	广陆矮4号	YP6000	10.1	14×13	125	4.1	2.0	2	2.3	1	2.4	3—8	70.5	乌山
	青 杆 黄	YP400	9.1	14×16	70	7.3	2.1	1.6	5.7	2.7	3.8	3—9	73.5	七一
	广 不 脱	YP8000	11.3	14×16	100	4.0	1.6	5.6	6.9	1.4	21.1	3—9	79	七一
单 晚	汕 优 6号	YP400	18.7	10×10	90	2.8	2.6	7	0	0.7	3.7	1—3	61.0	乌山
	农 虎 6号	YP400	24.3	14×13	90	4.0	2.5	3.7	0	0.7	6.2	2—7	88	乌山
	汕 优 6号	YP400	17.0	14×10	80	3.9	3.4	4.4	0.6	0	8.5	1—4	68	七一
连 晚	苏 粳 7号	YP6000	21.3	20×14	90	4.5	3.0	2.3	0	0.4	6.0	4—10	61.3	乌山
	南 粳 32	YP8000	19.2	14×16	115	5.5	2.9	3.6	5.5	4.3	12.4	3—9	81	七一
	黎 明	YP8000	22.7	14×16	130	4.5	2.8	3.5	2.0	4.0	21.6	3—9	76	七一

注：单晚系1979年试验资料，早稻及连晚是1980年试验资料。

5、科学用肥

为了配合机械化栽培，在水稻施肥方法上主要是施用土壤改良剂和复合化肥，提倡稻草还田，不施有机肥和单质化肥，重视氮磷钾三要素肥料的配合施用；在施肥时期和数量分配

上,除增施苗肥外,特别重视安排穗、粒肥占有一定的比例。其总用肥水平较低,但肥料的利用率较高。

1979年单晚和连晚的施肥方法是:耕田前,先施用土壤改良剂硅酸钙,每亩220—230斤,熔磷46—53.3斤,作为基肥;插秧前施氮磷钾含量分别为10%、18%、16%的复合肥70—86.7斤作面肥;插秧后10—20天追肥用氮钾含量为18%和16%的复合肥30—48斤,作为壮秆和穗粒肥。合计每亩施用各种化肥约400斤左右,而其中有效氮每亩11—17斤,磷23—26斤,钾16—21斤,三要素比例为1:1.52:1.24,折算成标准肥为每亩23—34.6担(表4)。据七一农场统计,总施肥水平中平均有N14斤、 P_2O_5 26斤、 K_2O 17斤、Si 91.8斤、Ca117.5斤、Mg20.5斤。这种施肥方法,肥效稳长,稻苗生长矮壮挺直,叶呈黄绿色,没有明显的转嫩或落黄现象,长势平稳。至成熟期,植株一般保持绿叶3片以上,稻株棵脚清爽,病害显著减轻。而且施肥方便又省工,肥料不易流失,肥料的利用率高。按实际产量计算,每担标准肥可生产稻谷16.8—22.4斤,最高35.7斤。

1980年种植绿肥田和大麦田连作早晚稻,增加有机肥比例,并以国产的单质化肥为主,用肥水平大大提高。据金华七一农场调查,绿肥田早稻每亩总施肥量折合纯氮、磷、钾各为23.6, 11.6和16.4斤;大麦田早稻分别为26.2, 11.5和18.4斤。连作晚稻施肥量两熟制田分别为每亩25.3, 9.6和16斤,三熟制田为29.7, 4.8和13.4斤。吴兴乌山农场两熟制早稻每亩施用全氮29.7—31.96斤;三熟制早稻施全氮39.2—40.6斤,连晚施全氮26.2—29.2斤。由于肥料种类不同,用肥水平提高,少数田丘因施肥偏多有轻微倒伏现象,肥料的利用率也明显降低。

6、化学除草,防病治虫

用化学除草剂代替中耕耘田,有显著的灭草效果。所使用的除草剂,在移栽前后是草枯醚MO—9,灭草醚X—52每亩4—5斤;移栽后15—20天内用水溶剂苯达松(即灭草松)每亩1—1.5斤。施用除草剂,要求用药及时,用药量适当,撒施均匀,保持深水层,避免伤苗和药害,这样就能提高除草的效果,对正在萌芽和一叶以下杂草的杀草效果在90%以上。这几种植除剂对稻田常见的稗草、鸭跖草、牛毛草等杀草效果显著,但对走茎性杂草、以及双穗雀稗和千金子的杀草效果很小。1980年,在施用除草剂之后,又用小型机动中耕机进行松土耘田1—2次,有促进稻苗早发的效果。

为了防治水稻病虫害,在种子消毒处理时,用苯莱特防马鹿苗病,秧田期用甲基托布津防稻瘟病,本田期施用倍硫磷、速灭威、异稻瘟净、有效霉素等防治螟虫,稻飞虱和稻瘟病,纹枯病等。禁止使用666和DDT及汞制剂农药。同时使用机动背式喷雾喷粉机,该机喷药均匀,撒药面大,还可用两种以上农药、或与除草剂、肥料混合施用,功效高,防治效果好。据测定,纯工作时间工效每小时可达12—18亩。在使用的农药中,部分粉剂农药撒施的防治效果不及水剂的好。

7、机械收割、脱粒、干燥

用联合收割机割稻,可以在田间把收割、脱粒、清选和稻草处理等作业一次完成,功效高。一般每个纯工作小时可收割水稻2—2.5亩,两个劳动力每日可以收割15—25亩,比传

表 4 施 肥 水 平

(1979年)

季 别 品 种	地 点	基 肥 (斤/亩)			追 肥 (复合肥) (斤/亩)			总 用 肥 量				N、P、K、 比 例	基追肥 比 例
		硅 酸 钙	熔 磷	复 合 肥	1	2	3	担/亩	有效成份(斤/亩)				
									N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
单 晚	七 一	226.7	53.3	86.7	18.7	10.7	18.7	34.6	17.3	26.3	21.5	1 : 1.52 : 1.24	1 : 1
	乌 山	233.3	46.7	86.7	18.7	3.8*	7.6*	28.88	14.4	25.0	16.9	1 : 1.73 : 1.17	1 : 0.67
连 晚	七 一	226.7	53.3	70.0	15.3	8.0	15.3	28.0	14.0	23.3	17.4	1 : 1.66 : 1.24	1 : 1
	乌 山	233.3	46.7	86.7	16.04	—	—	23.12	11.6	25.0	16.4	1 : 2.16 : 1.42	1 : 0.33

注：基肥复合肥的氮磷钾比例是10%、18%、16%，追肥复合肥是含氮18%，含钾16%，

有•者为施用硫酸铵。

统的人工割稻，提高工效5—10倍。联合收割机带有扶禾器，能收割倒伏角度小于70度，或虽已全部倒伏，但茎秆基部离地15厘米以上的倒伏稻。作业质量高，总损失率在2—3%以下。稻谷的清洁度一般在97%以上。稻草处理可以集束，堆放或直接切碎匀铺还田。

机械收割晚稻，要求稻谷含水量一般为23—26%。如超过标准，用联合收割机脱粒困难，故遇有露水天气，要等露水干后才能收割。将联合收割机清选后的稻谷运至吸引循环式稻谷烘干机进行干燥。该机稻谷容量3000—7000斤，平均每小时降低含水量1—1.2%，每小时消耗煤油2—5立升。据1979年七一农场测定，该机可以比室温升高30℃，如在室温30℃时，烘干机内恒温为55—60℃，将稻谷含水量从21—25%，下降到12.6—13.5%，需要经过14—17小时，直接生产成本为每百斤稻谷约0.46元。如采用两次干燥法，先将稻谷含水量降至18%，暂时堆放不会发芽，只需要3小时左右，成本也显著降低。1980早稻收获后期迁长期阴雨天气，给稻谷干燥带来困难，采用机械烘干发挥很大作用。金华七一农场共烘干早稻谷19万斤；乌山农场烘干早稻谷64,480斤，耗油582.5斤，电160度，人工26.2工，总成本235.98元，折每担稻谷干燥成本0.38元。

(二) 日本机械化稻作的特点

日本机械化种植水稻，实现了全过程机械操作，综合运用现代科学技术，建立了“水田一贯作业体系”。与当地的耕作方法和种稻技术比较，在操作手段、栽培措施、管理水平等方面都有显著不同，其主要特点是：

1、水稻生产规格化、计划化：

对当地的气候、土壤、水利、耕作制度、农艺栽培技术、机具配备等进行了调查研究和分析后，制订全年三季水稻（早稻、晚稻、单季晚稻）不同品种的田间作业计划表，内容包括耕作、播种、田间管理、机具使用、收获等方面的作业项目、操作程序、生产指标、措施内容和具体要求，实行科学种田。并订出具体的小段计划，如播种育秧、移栽、收割等，规定了这一阶段的日程安排，机具和劳力的组织，生产指标和质量规格的要求等。例如对培育的盘式秧的秧苗素质，就有苗高适宜范围、整齐度、百苗干物重、地上和地下部比例、叶长和鞘高等具体指标以及其培育的相应措施。这些技术措施在生产中认真贯彻执行，一般不轻易变动，做到了种田规格化、计划化。

2、主要农事作业机械配套：

从种子清选、播种、育秧、插秧、田间管理，乃至收割干燥等主要作业均由机械操作。这些农机具的设计不仅考虑到农艺技术要求和经济效益，而且各种农机具之间，前后作业之间都能协调配合，提高了机械作业的质量和工效。例如育秧盘的规格，插秧机的行株距，中耕机的作业幅度，联合收割机的自动对行和割幅，以及一般稻田大小等都有一个整体设计。

3、节省劳力，提高劳动生产率：

据吴兴乌山农场统计，种植单季晚稻从种子预措开始，到收割干燥止，每亩平均用工47.5小时，而浙江耕作区连作稻调查，早稻用工87.5小时，晚稻155.9小时（表5）。各以

一季来比较,日本机械化种稻法节省用工40—98小时。而以手工操作为主时,早晚两季用工分别为253.5和329小时,日本机械化稻作就比它们分别节省206和281小时。再从劳动生产率看,日本式耕作区每工时平均生产稻谷14.7斤,按最高产量折算为21斤,而浙江耕作区每工时生产稻谷6.8斤,手工操作为主的就更低,仅生产稻谷2.8斤。

表5 不同耕作法用工情况

(乌山农场)

季 别	类 别	育 秧	翻 耕	平 田	挑 秧 插 秧	施 肥	耘 田 补 苗	防 治 病 虫	管 水	收 割 脱 粒	干 燥 进 仓	合 计
单晚	日本机械	1.481	0.034	0.045	0.735	0.587	0.349	0.589	0.336	0.495	0.101	4.75
早	手工操作	1.79	3.0	3.0	4.26	3.0	2.0	2.0	1.0	5.0	0.3	25.35
稻	国产机械	1.79	0.04	0.02	1.55	3.0	1.0	0.2	1.0	0.056	0.1	8.75
连	手工操作	2.6	3.0	2.0	7.3	3.0	3.0	4.0	1.0	6.0	1.0	32.9
晚	国产机械	2.6	0.061	0.5	4.452	3.0	3.0	0.36	1.0	0.118	0.5	15.59

[注] 单位: 工; 每工按10小时计算。

4、农机具的设计与农艺改革相适应:

用机械代替手工劳动种植水稻,在农机方面重点设计了“一厂三机”,即育秧工厂化和插秧机,拖拉机,联合收割机,从事各种田间作业,质量基本符合农艺要求。在农艺方面也进行相应的改革,以适应机械操作。如改犁耕为旋耕,改半旱秧为盘式育秧,改大株密植为小株稀植等。原来整地作业,用人、畜力要经过深翻、耙碎、抄平等工序,而现在改用拖拉机旋耕,挂上平土板,一次作业就完成,既简化工序又提高了功效。在插秧机的设计上,一方面采用固定行距、多种株距,以适应不同密植的要求;另一方面在农艺上根据中苗浅插多发的特点,适当降低密植程度,改方形密植为宽行窄距,改大株密植为小株稀植等,以简化机械设计的复杂性。

5、综合运用先进的科学技术:

日本的机械化稻作技术中,不仅实现了生产全过程机械化,而且还积极应用塑料、化肥、农药、除草剂以及电子工业、自动化等方面的科学技术。如化学肥料,不仅有多种比例的三要素复合肥料,有包含其他成分和微量元素在内的土壤改良剂,还有不易挥发、不易潮

解、利用率高的长效复合肥料等。

三、机械化稻作的产量和适应性

两年来,经过四季水稻大面积机械化生产的实践,从水稻的生育状况,产量结果等方面综合分析,初步明确了日本机械化稻作技术在我省不同耕作制条件下的适应性。概括地说,这套机械化稻作技术对单季稻是适用的,可以取得每亩千斤左右产量;对绿肥田早晚稻也是基本适应的,产量接近当地水平;但对三熟制早晚稻却有一定的局限性,如对早三熟早稻,晚稻的中粳品种,在浙江南部地区尚能适应,而对迟三熟早晚稻,在浙北地区,特别是晚稻选用生育期长的晚粳品种,因栽培管理上难度较大,产量表现不稳不高,甚至减产,尚需继续试验。

(一)单季稻:

1979年,引进日本品种中生新千本、阿苏实,作单季晚稻栽培,金华七一农场种植31.2亩,亩产分别为775斤和730斤,吴兴乌山农场种植25.44亩,亩产分别是623.5斤和704斤(表6)。这两个品种在日本是推广良种,据日本熊本县资料,阿苏实品种的全生育期约为148—157天,本田生育期的活动积温为2817.8℃,日照760小时。由于北粳南引后营养生育期大大缩短,在吴兴县的全生育期缩短为123—128天,从播种到幼穗分化始期仅64天,本田生育期活动积温为2638.6℃,日照670.8小时,生育期短,积温低,日照少,因而穗型变小,每穗粒数减少;又因在高温条件下开花,结实率低,千粒重也低,未能种出高产水平。而同时播种的本省良种农虎6号全生育期约164天,从播种到幼穗分化期约82天,表现穗大粒多,产量高,比引进的日本品种每亩多收200—300斤。

选用当地的水稻良种,汕优6号和农虎6号进行机械化栽培,都获得较高产量。金华七一农场试验区种植杂交水稻汕优6号2.94亩,亩产1072—1130斤;吴兴乌山农场种植3.5亩,亩产807.3—906.7斤,晚粳农虎6号在两场试验区分别种植2.88亩和3.54亩,每亩产量是760—922斤和874.2—996.9斤。同年大面积生产性试验也取得高产:金华七一农场种植汕优6号67.46亩,平均亩产863.6斤;吴兴乌山农场种植10.24亩,平均亩产963斤。

用当地品种进行日本式机械化栽培,表现生长良好和产量较高的主要原因是:

- 1、盘式秧可以培育生长整齐的带土秧,用种量低,移栽后分蘖早,分蘖位低,穗大粒多。
- 2、单季晚稻本田生育期长,前作收获后至插秧有一段较长时间,不像早晚稻受播种移栽季节限制,可以选择生育期较长的高产品种,盘式秧密播对秧苗素质的影响,还能够在本田期得到弥补。

3、当地种植单季晚稻一般行株距5—6寸,方形密植,每亩1.5—2万丛,每亩基本苗12—15万苗;日本插秧机每亩插1.4—1.8万丛,密植水平接近,但是每丛插秧本数少,每亩基本苗都在10万苗以下,又是宽窄行密植,有利通风透光,至成熟期的绿叶数多,病害轻。

4、当地种植单晚汕优6号多为单本插,每亩用种1.5—2斤,改用盘式育秧,用种量虽略有增加,但成秧率高。据试验,每盘播50克,每亩插1.2—1.6万丛,平均每丛3.2—4本,每亩用种量2.4—3.2斤,基本苗每亩4.9—5.5万苗,而且杂交稻分蘖强,有效穗数每亩达21.4—22.2万,亩产900—925斤。

表6 单季晚稻产量结果

(1979年)

地 点	品 种	面 积 (亩)	产 量 (斤/亩)
七 一 农 场	中 生 新 千 本	15.4	775
	阿 苏 实	15.8	730
	阿 苏 实	2.94	624—742
	汕 优 6 号	2.94	1072—1130
	农 虎 6 号	2.88	760—922
乌 山 农 场	中 生 新 千 本	13.59	623.5
	阿 苏 实	11.85	704
	阿 苏 实	3.32	588.9—632.9
	汕 优 6 号	3.5	807.3—906.7
	农 虎 6 号	3.54	874.2—996.9

表7 单季晚稻的产量和经济性状

品种	种植 地点	每亩 基本苗 (万)	每亩 最高苗 (万)	每亩 有效穗 (万)	成穗率 (%)	株高 (厘米)	穗长 (厘米)	每穗 粒数	结实率 (%)	千粒重 (克)	糙米率 (%)	亩产 (斤)
汕 优 6 号	七一	11.5	53.4	22.6	43.3	77.2	24.6	112.3	75.0	27.5	76.1	1094.3
	乌山	5.3	39.6	22.1	55.9	65.8	21.0	102.9	84.2	22.9	75.4	852.4
农 虎 6 号	七一	8.9	37.8	20.1	53.2	91.7	18.1	108.6	80.5	27.9	81.3	847.3
	乌山	6.5	39.7	26.6	66.9	78.8	16.1	80.4	90.6	26.1	76.4	946.3

5、采用机械化栽培出现的问题是单季晚稻本田生育期长，旋耕法整地虽有利早发，但往往发生后力不足，出现比犁耕的穗型变小现象。同时，宽窄行密植后，田间常易滋生杂草，需及时除草。

(二)早 稻

1980年选用青杆黄、广陆矮4号、原丰早等品种，进行日本式机械化栽培，也获得较好产量。金华七一农场种植三熟制为主的早稻299.85亩，平均亩产773.9斤，比上年的712斤，增产8.7%，比邻近大田增产17%。其中绿肥田早稻44.19亩，平均亩产843.2斤；大麦田早稻218.45亩，平均亩产770.3斤；油菜田早稻37.21亩，亩产713斤（表8）。吴兴乌山农场种植早稻62亩，平均亩产825.9斤，接近上一年产量水平。其中绿肥田早稻广陆矮4号25.2⁹亩，亩产896斤，原丰早9.7亩，亩产823.2斤；大麦田早稻16.7亩，亩产802.5斤，油菜田早稻10.68亩，亩产699.5斤。

表8 早稻产量结果

(1980年)

地 点	前 作	品 种	面 积 (亩)	亩 产 (斤)
七一农场	绿 肥	原 丰 早	20.38	806.2
		青 杆 黄	23.81	871.2
	大 麦	青 杆 黄	67.13	726.8
		广 不 脱	82.93	814.8
	油 菜	原 丰 早	37.21	713.0
乌山农场	绿 肥	原 丰 早	9.7	823.2
		广陆矮4号	24.2	896.0
	大 麦	原 丰 早	15.4	799.9
		广陆矮4号	1.3	833.3
	油 菜	广陆矮4号	5.3	656.5
		原 丰 早	5.38	742.4

从两场的高产典型也可看出,采用机械化栽培尚有一定的增产潜力。金华七一农场大麦田广不脱5.84亩,亩产1007.9斤;原丰早6.12亩,亩产972.4斤(表9)。吴兴乌山农场绿肥田广陆矮4号,每亩插基本苗9.8万,最高苗达54.1万,有效穗数为30.1万,每穗52.8粒,亩产934.2斤。原丰早亩插基本苗11.5万,最高苗达42.6万,有效穗28.6万,每穗68.3粒,亩产836.4斤。5月23日移栽的大麦田广陆矮4号,亩产也有833.3斤。

表9 早稻高产典型田产量及经济性状

(七一农场)

前作	品种	面积 (亩)	亩产 (斤)	播种期 (月/日)	移栽期 (月/日)	每亩 基本苗 (万)	每亩 最高苗 (万)	每亩 有效穗 (万)	成穗率 (%)	每穗 总粒数	每穗 实粒数	结实率 (%)	千粒重 (克)
大 麦	广不脱	5.84	1009.9	4/7	5/5	13.5	53.7	33.4	62.2	79.2	60.9	77.8	25.1
		3.14	858.4	4/10	5/17	11.6	46.8	29.7	64.5	73.7	60.0	81.4	24.3
	青杆黄	5.91	878.3	4/16	5/19	16.7	39.8	30.3	76.7	87.7	63.7	72.6	22.3
	原丰早	6.12	972.4	4/25	5/16	16.7	41.8	30.4	72.6	90.0	67.2	74.7	22.3
绿 肥	青杆黄	3.12	896.4	3/24	4/18	15.8	47.9	31.3	65.4	83.7	62.9	75.1	23.0
		3.03*	890.4	3/24	4/18	12.4	44.3	30.9	69.8	85.3	65.9	77.0	22.5

注:播种量每盘130克,*为90克。

从以上试验结果看出,这种机械化稻作技术,在绿肥田和早插大麦田早稻上应用,基本上是适应的,并有许多优越性,但对迟三熟和油菜田早稻还不能完全适应。

1、绿肥田早稻的播种育苗和早期插秧时,常遇低温寒潮侵袭,发生烂秧死苗,盘式工厂化育秧,受自然灾害的影响小,有利于培育壮苗,可以保季节,保质量及时插秧。带土秧的抗逆性强,1980年插秧后曾遇到最低气温6—8℃,盘式秧因低温发生死苗的现象比手插大秧显著减少。

2、绿肥田和早三熟田早稻的本田生育期较长,肥力基础较好,育苗期间气温低,因此对品种的选择,秧苗的管理,秧苗素质的提高,以及少本稀植后的增蘖增穗等都比较容易掌握。

3、迟三熟制早稻试种的结果产量不高。金华七一农场油菜田原丰早37.21亩,亩产713斤;吴兴乌山农场5月23日移栽的原丰早亩产732.2斤;5月28—30日移栽的原丰早717.1—767.6斤;5月29日移栽的油菜田早稻广陆矮4号,亩产仅656.5斤。与同期种植的稀播大秧比较,表现减产。以广陆矮4号为例,机插带土秧比水育大秧手插密植的每亩减产

70.5—191.2斤，减产9.5—25.1%，成熟期推迟1—3天。迟三熟制早稻田减产的原因是：盘式秧的秧龄期中熟品种为25—32天左右，迟熟品种为30—36天，秧龄过长必然会影响秧苗素质，加上移栽本田后，密度稀，大田营养生长期短，比早稻绿肥田同期移栽的稀播大秧手插田植株矮10—15厘米，有效穗数每亩少2—3万，每穗实粒数又减少10—20粒以上。如选用中熟早粳品种，成熟时，往往遇到高温逼熟天气，产量也不稳定。因此，迟三熟制早稻采用盘式秧和机插配套还存在一定困难。

(三) 连 作 晚 稻

1979年，采用早中熟品种作连晚机械化栽培，亩产约600—800斤。产量超过一般大田生产。金华七一农场种植黎明、丰锦和南粳32各2.04亩，亩产分别为611.7斤，696.3斤和785.3斤。吴兴乌山农场种植黎明3.53亩，亩产826.8斤；广陆矮4号3.48亩，亩产689斤；1.28亩南粳34，亩产768.4斤（表10）。并有节省晚稻专用秧田，有利于全年高产，晚稻成熟早，有利于后作早播等优点。

1980年在不利的气候条件下进行试验，晚稻秧龄超过适期的占1/2，立秋后迟插脱季节的面积占1/3左右，影响了安全齐穗成熟，出现大面积减产。金华七一农场连作晚稻，大面积平均亩产481.9斤，比上年减产30.1%；吴兴乌山农场黎明、苏粳7号共46亩，亩产169.2—466斤，平均236.2斤，比大田生产减产24.8—72.7%。

两年来，产量表现一年高产，一年减产，不能稳产的原因是多方面的，除了不利气候影响外，部分品种选择不当和插秧季节推迟是导致减产的主要原因。

1、1979年进行小面积试验，7月10—11日播种，秧龄16—19天，在7月底适龄移栽，除南粳34外，基本都在9月中旬齐穗，成穗率和结实率较高，每亩产量600—800斤。但是1980年，因早稻迟插迟熟，夏收夏种期间又遇低温多雨，因此出现了大面积晚稻秧龄过长和栽插季节延迟的情况，秧苗徒长瘦弱，两个农场均延至8月12日插秧结束。插秧后又遇两次低温，影响发棵和结实，不仅抽穗、齐穗期推迟，植株生长也是穗型小、粒数少、秕谷多。

2、金华七一农场早插的绿肥田和早三熟晚稻，仍能获得较好收成。如7月下旬移栽的23.96亩矮粳23，平均产量790.2斤，其中有6亩，单产达840斤；8月初移栽的123.1亩南粳32，平均亩产649.2斤。7月31日—8月5日移栽的迟三熟田南粳32，亩产564.2斤。8月4—5日移栽的油菜田的双糯4号，亩产610.3斤。但是8月上旬移栽的温革亩产仅400.4斤，8月10日前移栽的原丰早，二九青，黎明等亩产只有100—200斤。说明在浙南地区，这套稻作技术在绿肥田和早三熟晚稻还是适应的，即使遇到象1980年那样百年少见的不利天气，只要选用耐低温的晚稻品种，力争在8月5日前适龄早栽，仍能获得较好产量。

3、从吴兴乌山农场试验结果可以看出，盘式秧在浙北地区连作晚稻上应用的局限性更大。由于晚稻育秧期间气温高雨水多，秧苗生长快，盘式育秧播种密，因此不适用于产量较高的晚粳品种。如改用生长期较短的早中粳品种，也要求适当早栽，才能避过低温危害，保证安全齐穗结实。据调查早中粳品种黎明7月底早栽的，亩产466斤，8月4—5日移栽的亩产为274斤，而迟至8月8—9日移栽的仅169.2斤。盘式秧要求早栽，有较长的本田生育期，用以弥补对秧苗素质的影响，才能获得较高产量。另一方面，机插密度比一般手插的稀，加上本田生育期较短，必然造成有效穗数不足和穗形变小，结实率降低，最后导致比手插大秧减产。

表10 连作晚稻产量结果

年 份	地 点	品 种	面 积 (亩)	产 量 (斤/亩)
1979	七一农场	黎 明	2.04	551—717
		丰 锦	2.04	670—729
		南 粳 37	2.04	756—832
	乌山农场	黎 明	3.53	763—901.1
		南 粳 34	1.28	768.4
		广陆矮 4 号	3.48	653.1—752.9
1980	七一农场	汕优 6 号*	13.0	789.0
		矮 粳 23	23.96	790.2
		中生新千本	5.0	623.3
		阿 苏 实	6.21	617.7
		南 粳 32	96.41	649.7
		南 粳 32 (7/31—8/52)	6.69	564.2
		温革(8/2—11)	49.84	400.4
		双糯 4 号 (8/4—5)	30.9	610.3
		原 丰 早	6.21	507.1
		二 九 青	14.49	333.1
	乌山农场	东亭 3 号	1.4	315.0
		苏梗 7 号	8.47	—
		黎明(7/28)	2.93	466.0
		黎明(8/4—5)	16.7	274.0
		黎明(8/9)	16.82	169.2

注：* 为寄秧手插；括号内为插秧日期。