

中华人民共和国水利水电行业标准

灌溉试验规范

SL 13—90

中华人民共和国水利水电行业标准

灌溉试验规范

SL 13—90

主编部门：水利部农村水利水土保持司

批准部门：水利部

施行日期：1990年9月1日

中华人民共和国水利部
关于发布《灌溉试验规范》的通知

水农水[1990]7 号

各省、自治区、直辖市水利(水电)厅(局),各计划单列市水利(水电)局:

根据原水利电力部(84)水农灌字第 20 号文的要求,由武汉水利电力学院为主编单位编制的《灌溉试验规范》(以下简称“规范”),经审定,批准为水利水电行业标准,其名称与编号为《灌溉试验规范》SL13—90,并于一九九 0 年九月一日起实施。原一九五六年颁发的《灌溉试验暂行规范》同时作废。现将“规范”及其条文说明一并发给你们,在实施过程中如有问题,请函告主编单位。“规范”由水利部农村水利水土保持司负责解析。

1990 年 5 月 7 日

目 录

第一章 总则.....	6
第二章 灌溉试验站网的建设.....	7
第一节 灌溉试验站的布设	7
第二节 灌溉试验站的建立	7
第三章 灌溉田间试验设计.....	9
第一节 设计程序及设计书	9
第二节 试验处理与重复	9
第三节 试验小区规划	12
第四章 作物需水量测定	12
第一节 一般规定	12
第二节 测定作物需水量的设备	12
第三节 旱作物需水量和地下水补给量的 测定与计算	13
第四节 水稻需水量和渗漏量的测定与计算	16
第五节 作物需水量试验成果的整理与分析	19
第五章 灌溉制度试验	22
第一节 一般规定	22
第二节 旱作物灌溉制度试验	23
第三节 水稻灌溉制度试验	24
第四节 作物适宜湿润层深度及湿润区范围试验	25
第五节 适宜土壤含水率及适宜土壤水分 吸力试验	25
第六节 有效降雨量的测定	26
第六章 作物受旱试验及灌溉效益试验	29
第一节 作物受旱试验	29

第二节 作物灌溉效益试验	30
第七章 灌水方法及灌水技术试验	33
第一节 灌水方法试验	33
第二节 畦灌灌水技术试验	33
第三节 沟灌灌水技术试验	35
第四节 格田灌水技术试验	36
第五节 喷灌灌水技术试验	36
第六节 滴灌灌水技术试验	37
第八章 土壤、作物、气象因素及水量、水深观测.....	38
第一节 土壤理化性质测定	38
第二节 土壤水分特性测定	40
第三节 作物生育状况及耕作栽培管理观测记载	42
第四节 气象与田间小气候观测	43
第五节 灌溉、排水水量及稻田水深观测	44
第九章 试验资料的整理与分析	46
第一节 一般规定	46
第二节 资料的整理	46
第三节 资料的分析	48
第四节 资料的汇编	48
第十章 灌溉试验成果的应用与管理	50
第一节 试验成果的应用	50
第二节 观测试验资料的管理	50
附录一 灌溉试验中水稻、棉花生育性状	
调查	52

第一章 总 则

第 1.0.1 条 为提高灌溉试验的科学技术水平,保证试验成果可靠、准确、实用、先进,特制定本规范。

第 1.0.2 条 本规范适用于以下四类试验:

- 1.作物需水量观测试验。
- 2.作物灌溉制度试验。
- 3.作物受旱反应及灌溉效益试验。
- 4.灌水方法及灌水技术试验。

第 1.0.3 条 对于不属于以上四类的试验研究项目,其中若有部分内容有本规范中规定了技术标准,则这部分内容应符合本规范要求。

第 1.0.4 条 确定灌溉试验课题或项目应符合以下条件:

- 1.明确为促进灌溉农业的发展或水利工程的建设与管理服务。
- 2.技术上具有先进性和实用性。
- 3.在充分收集资料与调查研究基础上,掌握国内外已有的试验成果,避免不必要的重复。
- 4.具备必要的技术力量、资金和设备条件。

第二章 灌溉试验站网的建设

第一节 灌溉试验站的布设

第 2.1.1 条 国家级的灌溉研究机构除开展本身的灌溉试验研究外,还应负责全国灌溉试验工作的技术指导,统筹安排和协调全国性的试验研究课题,组织全国性试验资料的整编、技术经验交流和试验人员的培训工作。

第 2.1.2 条 各地宜分两级布设灌溉试验站,即省(自治区、直辖市)辖中心站或重点站,以及地、市(县、大中型灌区)辖一般试验站。站网的位置应与自然地理、农业发展规划和行政区划相结合。

第 2.1.3 条 省(自治区、直辖市)辖中心试验站,应承担国家下达的试验任务,进行重点课题研究;在本省(自治区、直辖市)范围内,统筹安排灌溉试验计划,进行灌溉试验的技术指导,组织各试验站的资料整编及试验人员培训。

第 2.1.4 条 地、市(县、大中型灌区)辖灌溉试验站,除进行为长期累积资料的观测工作外,应针对本地生产中存在的主要问题开展灌溉试验研究,并可根据试验站的人力、设备条件,承担省级试验站下达的试验研究任务。

第二节 灌溉试验站的建立

第 2.2.1 条 各级灌溉试验站根据试验研究任务的需要,必须配备一定的专业技术人员、专用的试验设施和列入计划的试验研究经费。

第 2.2.2 条 各级灌溉试验站的研究人员应具有水利、农学、土壤、农业气象等基础知识,应有中级以上技术人员负责技术领导工作。观测工人必须进行技术培训,经考核合格后录用。

第 2.2.3 条 灌溉试验站应根据其规模、任务,配置相应的土壤、作物、水分及气象观测仪器设备,并应具有气象观测场、实验室、资料室、办公室、仓库及生活设施。必须具有可靠的水源和电源。

第 2.2.4 条 各站都应有专用试验场地,包括试验区和气象观测场。在南方的地、市、县(或大中型灌区)辖站应有 10 亩以上的试验场地面积,中心站或重点站的面积宜适当增加。北方地区的试验站面积,一般应大于南方地区。

第 2.2.5 条 建立灌溉试验站时,应组织水利、农业等有关部门,根据试验任务和要求,深入细致地勘测、调查,作出多种方案比较,选定试验场地。

第 2.2.6 条 场地范围内的气象、地形、地貌、土壤、水文地质和农业生产等方面的条件,在当地应具有代表性。场地不宜靠近水库、大沟、大渠、河道、湖泊、铁路、公路、高大建筑物以及对试验有妨碍的工厂和污染源。试验田的周围如有房屋、围墙、树林等物体,则试验田与这些物体的距离必须大于物体高度的 5 倍。

第 2.2.7 条 各试区内的地面应是平坦的,土壤结构及其肥力应是均匀一致的;平整土地时不能扰乱原有土壤层次。试区必须具有可靠的水源、健全的灌排系统及其建筑物以及符合试验精度要求的量水设备。试区的道路网布置应满足生产、生活、田间管理和观测记载的需要。

第三章 灌溉田间试验设计

第一节 设计程序及设计书

第3.1.1条 开展灌溉田间试验前,必须提交设计任务书,经上级审批后,再编写试验设计书。

第3.1.2条 灌溉田间试验设计书宜包括以下几方面内容:

- 1.试验课题。
- 2.试验的时间。
- 3.试验目的意义和预期效果。
- 4.试验方案设计,主要是确定试验处理和重复。
- 5.田间试区(小区或大区)规划设计,并附试区布置图。
- 6.主要农业技术措施。
- 7.试验观测和调查的项目。
- 8.经费预算与必需的仪器、工具、材料计划。
- 9.试验人员(包括工人)的分工和职责。

第二节 试验处理与重复

第3.2.1条 确定灌溉田间试验的处理应遵循的主要原则为:

- 1.处理要有针对性。应根据试验要求解决的问题,选择若干主要对比因素,将其划分为几个水平,组合成对比处理。

2.水平划分时要注意使不同水平之间的差异和处理数目应便于进行试验和成果分析。各因素的最高与最低水平以及各水平之间的差别应恰当选定,以利于探求试验成果的规律。

3.应结合以往进行的试验和以后可能的发展,保持试验成果的连续性和系列性。

4.对研究规律或探求各因素之间定量关系的试验,可安排恶劣状态或受害水平的处理。

第3.2.2条 在多因素试验的条件下,对于只有2~3个因素,且各因素只有2~3个水平的试验,宜采用全面试验法安排处理;因素数目或水平数目超过三个以上的试验,宜采用部分试验法(如正交试验法等)安排处理。

第3.2.3条 除了多点的大田示范性试验以外,灌溉田间试验都必须设置重复试区。小区试验不得少于3次重复,中间示范性试验不得少于2次重复。

第三节 试验小区规划

第3.3.1条 应根据试验场地总面积、土壤肥力分布状况,并结合试验的设计任务,统一规划试验小区。其中包括各项试验的试区布置,每个试区的小区排列,保护区、隔离区的布置,渠道、沟道及附属建筑物的布置。应绘出田间规划布置平面图。

第3.3.2条 在同一重复试区内,各个处理试验小区的形状、方向必须相同,面积必须相等。每个试区的面积应根据试验项目、作物种类、试验地总面积和土壤肥力差异程度以及处理数和重复数等因素来确定。对于作物需水量、灌溉制度、灌水方法和灌溉效益试验,低矮作物每个试验小区面积

可采用 0.05~0.2 亩;植株高大的作物,小区面积可采用 0.2~0.5 亩。中间示范性试验每个试区的面积宜大于 0.5 亩。

灌水方法试验中若有喷灌,采用摇臂式喷头的试区面积宜为 0.5~1.0 亩;折射式喷头的试区面积宜为 0.1~0.2 亩。

第 3.3.3 条 试验小区采用矩形,长宽比可为 2~6。小区长边应顺着土壤差异的方向。

第 3.3.4 条 布设小区时应使同一重复小区内各小区(处理)之间的各种自然条件(土壤、地形、水文地质、前茬作物等)差异最小。

第 3.3.5 条 小区排列可用对比设计法或互比设计法;排列的顺序必须有利于消减土壤差异带来的误差,不应采用顺序排列,应采用随机排列。

第 3.3.6 条 整个试验区中与小区长边平行的两端应设保护区,每一保护区的面积(宽度)不宜小于小区面积(宽度)的一半。与小区短边方向平行的两端应设保护带,宽度宜为 1~2 m。保护区中应安排与相邻小区同样的处理,保护带的处理应与所在的小区相同。保护区、保护带不计入试区面积。

对于旱作,当田埂防渗条件差时,应在每两小区之间设置 1~2 m 宽的隔离带。喷灌试验各试区之间以及喷灌与其他灌水方法的试验区之间,必须设置隔离区,其宽度在用摇臂式喷头时宜为 3~5 m,用折射式喷头时宜为 2~3 m。隔离带及隔离区中种植与试验区内相同的作物,但不计入试区面积。

第 3.3.7 条 试验地区的灌溉渠道(管道)与排水沟道(管道)应分开布设。

第四章 作物需水量测定

第一节 一般规定

第 4.1.1 条 作物需水量的测定是指测定作物棵间蒸发量与作物蒸腾量的总和。对于水稻田,还应测定田间渗漏量。

第 4.1.2 条 作物需水量的计量标准以水深表示,单位为 mm;或用一定时段内的需水量日平均值表示,单位为 mm/d。

第 4.1.3 条 逐日计算作物需水量时,其日界为北京时间 8 时整(夏时制为 9 时整)。作物需水量的观测时间和阶段需水量的统计、计算,都必须与日界的划分相一致。

第 4.1.4 条 逐日作物需水量观测的读数精度应不大于 0.1mm,测定需水量的仪器、仪表、测具等的精度应符合此要求。

第 4.1.5 条 对于作物需水量测定,应同时进行常年观测的气象项目包括:气温、日最高温度、日最低温度,空气相对湿度、绝对湿度、饱和差,风速、风向,降雨量,日照时数,气压,辐射(有条件的站)和水面蒸发量。

第二节 测定作物需水量的设备

第 4.2.1 条 作物需水量可用蒸渗器(包括测坑和测筒)测定;只有地下水埋深大于 2.5m(沙壤土)或 3.5m(粘土、壤土)的旱田,可在试验小区中直接测定作物需水量。水稻田渗漏量可用蒸渗器和试验小区结合方法测定。

第 4.2.2 条 蒸渗器应达到下列技术标准:

1.不漏水,导热性低,耐冻,结构牢固。

2.形状规整:测筒应为圆形、正方形或矩形,测坑应为矩形或正方形。

3.器内土壤表面积:测筒不宜小于 0.36m^2 ;密播作物的测坑不宜小于 4m^2 ,对宽行作物宜适当加大测坑面积,对于树木,宜于其中的树冠投影面积相等。

4.对于测坑,坑壁在地面以上部分应是薄壁,壁顶总面积不应超过坑内土壤表面积的 5%。

5.蒸渗器内装土深度宜在 $0.8\sim 2.0\text{m}$ 范围内根据试验作物容根层深度确定。

6.蒸渗器内土层下面应设滤层(由上至下为细沙、粗沙、碎石),厚 20cm 以上,滤层底部应设侧向排水管,管上应设可调节、控制、测定排水量的装置。

7.向蒸渗器内灌水的设施,应能使器内土壤湿润均匀,能调节、控制、测定灌水量。

第 4.2.3 条 蒸渗器附近不应有影响气流正常运动的障碍物,蒸渗器周围应种植与器内同类的作物,其宽度应不小于 20m 。

第 4.2.4 条 除年雨量小于 200mm 的干旱地区外,对于中心站和重点站,设置蒸渗器时,宜附设活动防雨棚,在降雨时使用。

第三节 旱作物需水量和地下水 补给量的测定与计算

第 4.3.1 条 前、后两次测量作物需水量的间隔时间:用测筒观测需水量,应每天观测一次;用测坑观测时,应每十天

观测一次。在灌水的前、后,降雨前、后(无防雨棚时),排水前、后,生育阶段转变以及试验开始(播种或栽种)和试验结束(收割、收获)时应加测。

第 4.3.2 条 一般条件下,可用取土法测定坑内和田测法试验小区中的土壤含水率;有条件的地方,宜采用先进的测定方法,如中子法、 γ 射线法、电测法等。采用任何一种测定土壤含水率方法时,还宜配合使用张力计法。

第 4.3.3 条 用取土法测定测坑内土壤含水率时,每次宜在坑内选定 1 个测点,分层取土,从地表至土层底止,每隔 10~20 cm 一层。前后两次取土点的距离宜为 40~50cm,每次取土后必须用土将取土孔回填密实。

第 4.3.4 条 田测法试验小区内的土壤含水率用取土法测定,每次应在小区内选定 2~3 个测点,取土层次和前后两次取土点的距离与第 4.3.3 条同,从地表起取土,至耗水层(蒸发蒸腾的土壤水分补给层)深度止。

第 4.3.5 条 田测法试验小区的面积宜为 0.1~0.2 亩,小区的边界应做隔水处理。小区内应设置测定灌、排水量以及地表径流量的设备。

第 4.3.6 条 在田测法试验小区内,应设置地下水位观测井,在需水量测定的期间内,应每天观测一次。

第 4.3.7 条 用称重式测筒测定作物需水量时,计算需水量的公式如式(4.3.7):

$$ET_{1-2} = \frac{G_1 - G_2 + G_m + G_p - G_c}{S} \quad (4.3.7)$$

式中 ET_{1-2} ——阶段需水量,mm;

G_1 ——时段开始时的土壤容器总重量,kg;

G_2 ——时段末时的土壤容器总重量,kg;
 G_m ——时段内向土壤容器内的灌水量,kg;
 G_p ——时段内落入土壤容器内的降雨量,kg;
 G_c ——时段内土壤容器中的土表及底层排水量之和,kg;
 S ——土壤容器内的水平截面积,m²。

第 4.3.8 条 在测坑和田测法试验小区中利用测定土壤含水率来测定作物需水量时,需水量用式(4.3.8)计算:

$$ET_{1-2} = 10 \sum_{i=1}^n \gamma_i H_i (W_{i1} - W_{i2}) + M + P + K - C \quad (4.3.8)$$

式中 ET_{1-2} ——阶段需水量 mm;

i ——土壤层次号数;

n ——土壤层次总数目;

γ_i ——第 i 层土壤干容重,g/cm³;

H_i ——第 i 层土壤的厚度,cm;

W_{i1} ——第 i 层土壤在时段始的含水率(干土重的百分率);

W_{i2} ——第 i 层土壤在时段末的含水率(干土重的百分率);

M ——时段内的灌水量,mm;

P ——时段内的降雨量,mm;

K ——时段内的地下水补给量,mm,用有底测坑条件下, $K=0$;

C ——时段内的排水量(地表排水与下层排水之和)mm。

第 4.3.9 条 对于中心站或重点站,若针对地下水埋深小于 2.5m(沙土、沙壤土)或 3.5m(壤土、粘壤土、粘土)的旱作物农田进行作物需水量观测试验,应同时进行地下水补给量的观测。其计算单位与作物需水量者相同。

第 4.3.10 条 一般条件,可用间接法测定地下水补给量。方法是同时使用有底蒸渗器与无底蒸渗器(或观测小区),两者中的作物、土壤以及各时期内土壤含水率等条件相同。有底蒸渗器测出作物需水量,无底蒸渗器(或观测小区)测出作物需水量与地下水补给量之差,两者相减得地下水补给量。

第 4.3.11 条 对于专门进行的地下水补给量试验,宜用直接法。方法是在有底蒸渗器中根据试验要求确定地下水位,因蒸发蒸腾地下水位下降,向地下水位以下加水,以维持原有地下水位,所加的水量即为地下水补给量。

第四节 水稻需水量和渗漏 量的测定与计算

第 4.4.1 条 对于水稻应采用蒸渗器与田测相结合的方法测定蒸发蒸腾量与渗漏量。用田测法测定蒸发蒸腾量与田间渗漏量之和,用蒸渗器测定蒸发蒸腾量,由前后二者之差算出渗漏量。

第 4.4.2 条 安置蒸渗器的小区 and 测定蒸发蒸腾量与渗漏量之和的田测小区应分别布设。每个小区的面积应为 0.1~0.2 亩,小区四周必须做不透水田埂。田测小区和蒸渗器均应设 3 次重复。

第 4.4.3 条 稻田有水层时,应每天(8 时)用水位计(测针)测定蒸渗器和小区中的水位一次,用容积法测定蒸渗器

底排水量(渗漏量)一次;灌水和排水前后均应加测。

第 4.4.4 条 对于蒸渗器及试验小区,有水层时,测得每天水位后,用式(4.4.4-1)、(4.4.4-2)、(4.4.4-3) 计算蒸发蒸腾量和渗漏量:

$$ET_d = h_1 + h_2 + m + p - f - c \quad (4.4.4-1)$$

$$W_d = h'_1 + h'_2 + m' + p' - c' \quad (4.4.4-2)$$

$$F_d = W_d - ET_d \quad (4.4.4-3)$$

式中 ET_d ——日蒸发蒸腾量;

W_d ——日蒸发蒸腾量与田间渗漏量之和;

F_d ——日渗漏量;

h_1 ——蒸渗器中第一日初的土面水位;

h_2 ——蒸渗器中第二日初的土面水位;

m ——蒸渗器中第一日内的灌水量;

p ——蒸渗器中第一日内的降雨量;

f ——蒸渗器中第一日内土底排水量(渗漏量);

c ——蒸渗器中第一日内土面排水量;

h'_1 ——试验小区中第一日初田面水位;

h'_2 ——试验小区中第二日初田面水位;

m' ——试验小区中第一日内灌水量;

p' ——试验小区中第一日内降雨量;

c' ——试验小区中第一日内排水量。

以上各因素的单位均为 mm。

第 4.4.5 条 无水层(落干)阶段的蒸发蒸腾和渗漏量可用以下方法确定:

1. 补水法。测定蒸渗器内的小区落干前水位、落干结束第一次灌水后的水位和灌水量,落干阶段的降雨量、排水量,用式(4.4.5-1)、(4.4.5-2)、(4.4.5-3)计算:

(1)蒸发蒸腾量

$$ET_g = h_{bg} - h_{ag} - C_g + P_g + m \quad (4.4.5-1)$$

式中 ET_g ——落干阶段内蒸发蒸腾量；
 h_{bg} ——蒸渗器内落干前土面水层的水位；
 h_{ag} ——蒸渗器内落干结束第一次灌水后(达到水位稳定)土面水层的水位；
 C_g ——落干期间蒸渗器土壤容器内的土面和土底排水量之和；
 P_g ——落干期间的降雨量；
 m ——落干后向蒸渗量内第一次灌水的水量。

以上各项的单位均为 mm。

(2)蒸发蒸腾量与渗漏量之和

$$W_g = h'_{bg} - h'_{ag} - C'_g + P'_g + m' \quad (4.4.5-2)$$

式中 W_g ——落干时段内蒸发蒸腾量和渗漏量之和；
 h'_{bg} ——落干前的小区田面水位；
 h'_{ag} ——落干结束第一次灌水后(达到水位稳定)小区田面水位；
 C'_g ——落干时段内(两次水位观测之间)小区的地面排水量；
 P'_g ——落干期间的降雨量；
 m' ——落干结束后小区内第一次灌水的水量。

以上各项的单位均为 mm。

(3)落干期间的田间渗漏量

$$F_g = W_g - ET_g \quad (4.4.5-3)$$

F_g ——落干阶段内的田间渗漏量,mm。

2.土壤含水率法。测定小区落干后第一次补水前的土壤含水率,据此计算落干阶段内小区水分消耗量(观测和计算方法与第 4.3.4 和第 4.3.8 条相同),为蒸发蒸腾量与渗漏量之

和。

第 4.4.6 条 用水位计算得的蒸发蒸腾量及蒸发蒸腾量与渗漏量之和,需乘稻株体积修正系数。修正系数在蒸渗器中测定,每个生育阶段观测一次。

第五节 作物需水量试验成果的整理与分析

第 4.5.1 条 在作物需水量试验工作结束后,应将原始观测资料进行系统的整理。整理的成果应包括:

1.需水量试验的基本条件,包括蒸渗器中及试验小区的灌溉、排水条件和农业措施;若安排了不同的处理,应列出各处理的情况。

2.试验作物的生育期,生长发育和作物生理状态调查、观测以及考种测产的结果。

3.分别按月、旬及作物生育阶段计算、统计的以下几个方面观测成果:

(1)气象(气温、水面蒸发、日照时数、风向风速、降水量、相对湿度或水汽压)。

(2)土壤含水率、土壤水分张力的最高最低值及平均值,水稻田面水层深度的最高、最低值及平均值。

(3)地下水埋深的最大、最小和平均值。

(4)旱作物蒸发蒸腾量的阶段总量及日平均值,地下水补给量的阶段总量及日平均值,地下水补给量占蒸发蒸腾量的百分比。

(5)水稻蒸发蒸腾量、稻田渗漏量及蒸发蒸腾与稻田 渗漏量之和的各自阶段总量和日平均值。

第 4.5.2 条 对当年的作物需水量资料,可从以下方面分析:

1.绘制蒸发蒸腾量的日平均值在全生育期的变化过程线,分析其变化规律。

2.绘制稻田渗漏量的日平均值在全生育期的变化过程线。

3.如有蒸发蒸腾量昼夜观测资料,宜针对不同的生育阶段和天气条件,绘制蒸发蒸腾量(mm/h)的昼夜变化过程线,分析其变化规律。

第 4.5.3 条 若在同一年内测定了不同处理(不同灌溉制度或不同农业措施)的需水量,宜根据该年资料用数理统计法分析以下关系:

1.旱作物蒸发蒸腾量与土壤含水率的关系。

2.水稻蒸发蒸腾量与稻田水分状况(水层、落干程度等)的关系。

3.作物蒸发蒸腾量与叶面积指数、株高、作物产量的关系。

第 4.5.4 条 同一测站如具有五年以上的需水量试验成果,应进行一次多年资料整编和分析;以后每增加 5~10 年资料,应重新进行一次多年资料分析。多年需水量资料分析的主要内容包括:

1.绘制作物全生育期蒸发蒸腾量的逐年变化过程线,分析与水文年度、气象因素的关系。

2.分别以月、旬及作物生育阶段为时段,计算各时段的蒸发蒸腾量及稻田渗漏量的多年平均值,绘制多年平均和典型年的蒸发蒸腾量日平均值以及稻田渗漏量日平均在全生育期内变化过程线,分析变化规律。

3.将历年的各阶段蒸发蒸腾量与同阶段的气象资料进行

回归分析,探求蒸发蒸腾量与气象因素的关系。

4.若用彭曼法计算参照作物蒸发蒸腾量,则应根据实测作物需水量资料,计算所观测需水量作物的逐月作物系数。

第五章 灌溉制度试验

第一节 一般规定

第 5.1.1 条 作物灌溉制度试验的目的是探求作物省水、高产的灌水次数、每次灌水时间和灌水定额以及灌溉定额。

第 5.1.2 条 灌溉制度试验应以田间小区对比试验为主，结合进行大区对比试验和辅助性观测。

第 5.1.3 条 在各种处理的试验小区内，应观测以下各项资料：①土壤含水率或田间水层深度，地下水埋深及地下水补给量，每次灌水时间及灌水量，排水时间及排水量，作物蒸发蒸腾量，田间渗漏量；②与农田灌溉有关的土壤物理、化学性状和土壤肥力指标；③作物生育阶段日期、生长形态、生理特性及产量；④田间的气温、空气湿度、土温、水温。观测方法应符合第九章的要求。

第 5.1.4 条 灌溉制度试验应考虑当地的农业生产水平，并将当地已普遍采用的灌溉制度安排在处理之中，作为对照处理，用以衡量试验效果。

第 5.1.5 条 在试区范围内或邻近试区，应系统地观测气象资料，其项目与第 4.1.5 条相同。

第 5.1.6 条 开展用含盐水、肥水、污水等水源进行灌溉的灌溉制度试验时，必须化验灌溉水的水质，并按水质的特性来设计相应的灌溉制度处理。试验中应考察水质对土壤性状和作物生理、生态、产量以及产品质量的影响。

第5.1.7条 开展灌溉制度试验时,宜与探求作物与土壤水分关系的试验相配合,进行作物适宜湿润层深度、适宜土壤含水率和适宜土壤水分吸力的试验。对于滴灌、微喷灌或木本作物的灌溉,还应进行适宜土壤湿润范围的试验。

第5.1.8条 结合灌溉制度试验,应开展有效降雨量的观测、统计和分析工作。

第二节 旱作物灌溉制度试验

第5.2.1条 旱作物灌溉制度试验应采用对比法,并按以下方式确定处理:

- 1.固定灌水次数和每次灌水时期,采用不同的灌水定额。
- 2.固定每次灌水时期及定额,采用不同的灌水次数。
- 3.固定灌水次数和每次的灌水定额,采用不同的灌水时期。
- 4.灌水次数、灌水时期与灌水定额均不固定。
- 5.按不同土壤含水率下限标准,确定不同的灌溉制度。
- 6.根据作物的不同水分生理指标,确定不同的灌溉制度。

第5.2.2条 灌溉制度与采用的灌水方法关系密切,应针对所采用的灌水方法安排不同的灌溉制度处理;有条件时应进行灌溉制度与灌水方法的多因素试验。

第5.2.3条 应每隔10天在各小区测定土壤含水率一次,灌水前后,降雨前后和生育阶段转变时应加测。土壤层次明显的,应按层次测定土壤含水率;层次不明显的,宜从地表起至主要根系活动层止,每隔10~20cm观测一层。

第5.2.4条 在有盐碱成分的土地进行旱作物灌溉制度试验,应根据允许的土壤盐溶液浓度或土壤含盐量等指标确

定灌水时间和露水定额,并现测分析土壤溶液浓度或土壤含盐量的变化以及其对作物生理生态的影响。

第三节 水稻灌溉制度试验

第 5.3.1 条 水稻田本田的灌溉制度试验,应根据田间水分控制方式(淹水、湿润、落干、晒田等)、田面水层深度上下限、晒田和落干的次数、时间及程度等因素安排处理,进行对比试验,以确定适宜的水分控制方式,水层标准、晒田技术及相应的灌溉制度。

第 5.3.2 条 应在每天定时(8 时)观测田间水层,在灌水、排水前后应加测,读数精度应达到 0.1mm。

第 5.3.3 条 本田水层的上、下限和晒田程度按以下标准划分为不同类别:

1. 水层标准

湿润:0~20cm 土层内平均土壤含水率为饱和含水率的 90%至田面水层深度为 10mm;

浅水:田面水层深度为 10~60mm;

深水:田面水层深度大于 60mm。

2. 晒田标准

轻晒:晒田末时 0~20cm 土层内平均土壤含水率不低于饱和含水率的 75%。

重晒:此时该土层内平均土壤含水率低于饱和含水率的 75%。

第 5.3.4 条 泡田用水试验应探求省水、增产的泡田技术(泡田用水与耕、耙、耖田的配合方式等)和用水定额。试验中应测记泡田时间、用水定额、泡田技术以及泡田期间的降雨量、排水量、田面蒸发量和渗漏量。

第 5.3.5 条 秧田的灌溉制度试验,宜根据当地条件,选择 2~3 种育秧方法以及相应的灌溉制度,安排成不同的处理进行对比试验。

第四节 作物适宜湿润层深度及湿润区范围试验

第 5.4.1 条 对于适宜湿润层深度试验,应按照土壤、作物条件,针对所采用的灌水方法,参照当地实践中的先进灌溉制度,选定 2~4 种湿润层深度(用灌水定额来控制)作为处理,进行小区对比试验。

第 5.4.2 条 对每一处理,大田作物宜在全生育期内针对各个生育阶段安排不同的湿润层深度;木本植物,在幼龄期,根据生长特点,每年可安排 2~3 种湿润层深度,成龄期,只安排一种湿润层深度。

第 5.4.3 条 试验中应观测各次灌水时间,灌水定额,灌水前、后不同层次的土壤含水率(并判明有无深层渗漏量、地下水补给量),作物生长发育(包括根系生育)性状及产量。

第 5.4.4 条 对于木本作物的幼龄期、宽行大田作物或其它作物采用滴灌或微喷灌时,应开展适宜湿润区范围或宽度的试验。试验时,应以该植物主干为中心,安排不同的湿润范围,用小区对比试验法,确定适宜的湿润区范围。

第五节 适宜土壤含水率及适宜 土壤水分吸力试验

第 5.5.1 条 本试验的目的、是探求旱作物各生长发育阶段内适宜的土壤含水率下限和适宜土壤水分吸力的范围。

第 5.5.2 条 应采用田间小区对比法试验。任何阶段,各处理土壤含水率的上限可全采用田间持水率;对于每个阶

段,可以只针对土壤含水率下限安排 3~4 个水平,将全生育期各阶段的不同土壤含水率下限水平,组合成对比的处理。

第 5.5.3 条 应在每个试验小区内观测土壤含水率,其观测方法及要求同第 6.2.3 条。

第 5.5.4 条 对于适宜土壤水分吸力试验,宜在每个试验小区内,定位观测土壤水分吸力。对于每一测位,应至少在计划湿润层上部及下部各安设一支土壤水分张力计,测定其土壤水分吸力。并据此计算计划湿润层的平均土壤水分吸力。观测土壤水分吸力的时间与观测土壤含水率的时间相同。

第 5.5.5 条 对作物及土壤性状方面的调查与观测项目同第 5.1.3 条。

第 5.5.6 条 除干旱地区外,在适宜土壤含水率及适宜土壤水分吸力试验的试区,应设置可移动的防雨设施,以控制设计处理中所确定的土壤含水率及土壤水分吸力。

第六节 有效降雨量的测定

第 5.6.1 条 进行灌溉制度试验时应测定和计算有效降雨量。对于旱地,它指保存在根系吸水层内以及降雨过程中蒸发蒸腾消耗掉的雨水;对于水稻田,指蓄存在根系吸水层内、田面上以及降雨过程中蒸发蒸腾和渗漏消耗掉的雨水。

第 5.6.2 条 每次降雨的有效雨量可以用以下方法确定:

1.测定降雨前后旱作物根系吸水层内土壤含水率或水田水层深度,用式(5.6.2-1)、(5.6.2-2)计算:

$$\text{旱田: } P_0 = 10 \gamma \cdot H(W_2 - W_1) + (ET_d - K_t) \cdot t \quad (5.6.2-1)$$

$$\text{水田: } P_0 = h_2 - h_1 + (ET_d + F_d) \cdot t \quad (5.6.2-2)$$

式中 P_0 ——有效雨量,mm;
 γ ——土壤干容重,g/cm³;
 H ——根系吸水层深度,cm;
 t ——前后两次测定土壤含水率或水层深度相隔的时间,d;
 ET_d ——t 时间内的日平均蒸发蒸腾量,mm/d;
 K_t ——t 时间内旱田日平均地下水补给量(mm/d);
 F_t ——t 时间内水稻田日平均渗漏量(mm/d);
 W_2 、 W_1 ——降雨后、降雨前测得的土壤含水率(干土重百分比);
 h_2 、 h_1 ——降雨后、降雨前测得的稻田水层深度(mm);

2.通过测定降雨产生的地表径流量及深层渗漏量用式(5.6.2-3)计算旱田的有效降雨量。

$$P_0 = P - S - F \quad (5.6.2-3)$$

式中 P_0 ——有效雨量;
 P ——降雨量;
 S ——地表径流量;
 F ——深层渗漏量。

各因素单位均为 mm。

地表径流量宜用地表径流池测定,深层渗漏量宜用称重或其他高灵敏度蒸渗器测定。

第 5.6.3 条 一个时段内的有效雨量,可根据农田水量平衡原理,用式(5.6.3-1)、式(5.6.3-2)算出。

$$\text{对于旱作物农田: } P_0 = ET - K - M - (W_1 - W_2) \quad (5.6.3-1)$$

$$\text{对于水稻田: } P_0 = ET + F - M - (h_1 - h_2) \quad (5.6.3-2)$$

式中 P_0 ——计算时段内有效雨量；
 ET ——计算时段内蒸发蒸腾量；
 K ——计算时段内旱田地下水补给量；
 F ——计算时段内水稻田渗漏量；
 M ——计算时段内灌溉定额；
 W_1 、 W_2 ——计算时段开始、结束时根系吸水层内土壤储水量；
 h_1 、 h_2 ——计算时段开始、结束时稻田的田面水层深度。

各因素均以 mm 为单位。

第 5.6.4 条 应根据已经取得的有效雨量资料算出降雨有效利用系数(有效降雨量与降雨量之比),并探求降雨有效利用系数与各种影响因素的关系和变化规律,提出不同条件下降雨有效利用系数的参考值。

第六章 作物受旱试验及 灌溉效益试验

第一节 作物受旱试验

第6.1.1条 作物受旱试验的目的,是探求作物在不同时期缺水以及不同的缺水程度对生长发育及产量的影响,为确定优化灌溉制度和进行作物灌溉经济效益分析提供基本依据。干旱、半干旱和灌溉水源不足地区的中心站、重点站应开展这项试验。

第6.1.2条 采用对比试验法进行此试验。一般条件下,应在测坑(有底或无底)或小区中试验;地下水埋深小于3m时,必须在有底测坑中试验。处理数较多(10个处理以上)时,宜用大型测筒试验,但其观测成果必须有3个以上测坑(或小区)观测成果的检验、校核和修正。测坑和测筒应设置活动的防雨设施。

第6.1.3条 宜参照作物的生育阶段,将全生育期等分为4~6个时段。试验时,应针对作物对水分比较敏感的时段和当地易于受旱的时段,用不同的灌水次数、灌水定额控制成不同的土壤含水率下限(上限为田间持水率),据此形成3~4种缺水水平,将不同阶段的各种缺水水平组合成试验处理;同时,应安排任何阶段均不缺水和关键用水期(需水临界期)不缺水的处理作为对照。各处理安排3次以上重复。

第6.1.4条 针对各处理各重复的试验小区,应观测以下项目:

- 1.各时段的灌水次数、日期、定额、土壤含水率。
- 2.各时段作物生长发育性状,重要的水分生理指标,产量。
- 3.土壤、气象、农田小气候及有关因素。

第6.1.5条 应根据第6.1.4条所列各项的观测成果,分析不同的缺水时期、缺水程度对作物生长发育及产量的影响,确定不同时期以及全生育期缺水率与作物减产率的定量关系。

第二节 作物灌溉效益试验

第6.2.1条 作物灌溉效益试验的目的,是通过试验取得合理灌溉与不灌溉相比所增加的作物产量成果,为计算灌溉效益提供依据。

第6.2.2条 一般灌溉试验站(点),可采用直接对比试验法,即选取合理灌溉与不灌溉作为相互对比的处理,两处理的土壤、农业技术措施等应相同,取得的成果是在当年气象与农业技术条件下因灌溉而增加的产量。对于中心试验站或重点试验站,应开展不同农业水平的灌溉增产率试验,以探明灌溉与农业各自的增产作用。

第6.2.3条 为确定不同农业技术水平下的灌溉增产率以及灌溉效益与农业效益分摊系数,宜安排以下四种处理,并按式(6.2.3—1)~式(6.2.3—4)进行计算。

- 1.一般水平农业技术措施,不灌溉。
- 2.一般水平农业技术措施,合理灌溉。
- 3.高水平农业技术措施,不灌溉。
- 4.高水平农业技术措施,合理灌溉。

$$\triangle C_{y1} = \frac{y_2 - y_1}{y_1} \times 100\% \quad (6.2.3-1)$$

$$\triangle C_{yh} = \frac{y_4 - y_3}{y_3} \times 100\% \quad (6.2.3-2)$$

$$k_w = \frac{(y_2 - y_1) + (y_4 - y_3)}{2(y_4 - y_1)} \quad (6.2.3-3)$$

$$k_a = \frac{(y_3 - y_1) + (y_4 - y_2)}{2(y_4 - y_1)} \quad (6.2.3-4)$$

式中 $\triangle C_{y1}$ 、 $\triangle C_{yh}$ ——一般水平农业技术措施、高水平农业技术措施条件下的灌溉增产百分率；

k_w 、 k_a ——灌溉效益、农业效益的分摊系数；

y_1 、 y_2 、 y_3 、 y_4 ——相应于上述四种处理的作物产量、取相同单位。

第 6.2.4 条 为取得不同水文年度的以及多年平均的灌溉效益成果，重点试验站、中心试验站宜开展灌溉效益模拟试验。试验中应选择 4~6 年典型年，模拟其降水或农田水分条件。可采用坑测法或筒测法进行试验。测坑、测筒应符合第 6.1.2 条的要求。

第 6.2.5 条 有条件的重点或中心试验站，可采用降水量(或农田获得水量)模拟试验，利用喷灌(或其他加水方法)模拟各典型年天然降水(或农田获得水量)的情况，并应针对每一模拟的典型年条件，按第 6.2.3 条中要求安排处理。

第 6.2.6 条 无条件开展降水量(或农田获得水量)模拟试验的试验站，可进行农田水分模拟试验。应按照第 6.1.3 条要求安排试验处理，取得各处理的作物产量；在分析、计算

中,可选择 3~5 个典型年,根据其降水及作物需水量资料,确定各典型年不灌溉条件下的农田水分情况,与试验处理的农田水分情况相比,判明各处理所相应的典型年,取得其灌溉效益成果。

第七章 灌水方法及灌水技术试验

第一节 灌水方法试验

第7.1.1条 开展灌水方法试验的目的是:根据当地的具体条件,探求作物的省水、高产灌水方法。试验应采用小区或大区对比试验法。

第7.1.2条 灌水方法对比试验的主要指标是:灌水均匀度,水的利用率,能量、材料及劳力的消耗,劳动生产率,作物产量、品质以及灌溉经济效益。试验时,应及时观测和统计各项资料,作为对比分析的依据。

第7.1.3条 各试区应测定土壤含水率,测定的时间参见第5.2.3条,测定的位置和测点数;对于喷灌试区,若为固定式喷灌,可选1~2个喷头,以喷头为中心,选定两条相互垂直的测线,在每条测线上选3~5个有代表性的测点;若为移动式喷灌,可在一个试区内选5~7个有代表性的测点。对于其它灌水方法,可在每个试区内沿水流方向布设两条测线,在每条测线的上、中、下游各选3~5个测点。在每个测点处,从地表起,每隔10~20cm,分层测定土壤含水率,至计划湿润层深度止。

第7.1.4条 为提高田间水的利用率和灌水劳动生产率,有条件的试验站可试验研究新的灌水方法、灌水工具、灌水机械以及灌水量的测控仪器等。

第二节 畦灌灌水技术试验

第7.2.1条 畦灌技术试验的目的是针对一定的土质、

灌水定额,确定合理的灌水技术要素(畦田纵坡、畦长、入畦单宽流量、放水时间、改水成数等)及这些要素之间的最佳组合。

评价畦灌技术的主要指标是:灌水后全畦土壤的湿润均匀度,灌溉水的利用率,灌水的工作效率,水流对田面的冲刷程度,作物的生长发育状况和产量。在试验时应对这些指标及时进行观测、记录和分析。

第7.2.2条 畦灌技术试验宜在试验站内选择具有代表性的地块上进行,或直接在大田中选择试验地块。试验地块应具有良好的灌排条件和控制及量水设备,并按要求进行土地平整,做好畦埂。

第7.2.3条 试验中应准时测记放水流量和时间、沿畦长方向不同时间的水流推进长度;灌水停止后观察水流对畦田土壤的冲刷状况和对作物的损伤状况。

第7.2.4条 应在灌水前和灌水一天后测定畦田土壤含水率的分布状况。畦田土壤含水率测点应沿畦长与畦宽方向均匀分布,能够可靠地反映畦田中土壤含水率分布情况。对于每个测点,应从地面起至计划湿润层深度(或1m)止,每隔10~20cm分层测定土壤含水率。

第7.2.5条 在试验过程中,宜按第7.2.4条规定的测线、测点要求,测记水流到达各测线断面测点位置的时间。

第7.2.6条 应根据观测资料,统计分析不同单宽流量下水流推进长度与时间的关系,绘制水流推进曲线;绘制各处理的畦田纵横断面土壤湿润等值线图;分析各个处理的灌水均匀度和其它因素。最后,综合分析、对比每个处理的各种主要技术指标,确定各种具体条件下畦灌灌水技术要素的最佳组合。

第7.2.7条 在灌区范围内,若有多种土壤和地面坡度,可选择相应的典型地块,进行不同土壤、纵波条件下的畦灌灌水技术要素试验。最后将各种条件下的灌水技术要素合理组合方式整理、绘制成各种图表,以供生产上应用。

第三节 沟灌灌水技术试验

第7.3.1条 沟灌灌水技术试验应包括:

1. 灌水沟类型、断面型式与灌水方式试验。
2. 沟灌灌水技术要素试验。
3. 沟距试验。

上述试验均宜采用对比试验法,可分项进行或几个项目结合在一起试验。每个处理应重复2~3次。

第7.3.2条 在灌水沟类型、断面型式与灌水方式试验中,根据当地具体条件(地形、土壤、作物种类等),可安排多种对比试验处理,如宽浅沟与窄深沟,沟沟灌水与隔沟灌水,细流沟灌与常流量沟灌等。

第7.3.3条 在沟灌灌水技术要素试验中,应通过对比试验,探求一定土质、沟道纵坡和灌水定额下的沟长、放水流量(相应的放水时间或改水成数)的最佳组合;或探求灌水定额、沟的纵坡、沟长、放水流量、放水时间或改水成数之间的相互关系,以求各种条件下的最佳组合。

第7.3.4条 评价沟灌灌水技术要素的主要指标以及资料的整理分析方法与畦灌技术试验的规定相同。

第7.3.5条 在沟距试验中,除应针对不同试验处理测定7.1.2条中所述指标外,还应测定沟底及两沟之间的土壤湿润范围,绘制渗水稳定后的沟灌土壤湿润图,以便确定灌

水技术要素与沟距之间的合理组合。

第四节 格田灌水技术试验

第7.4.1条 水稻采用格田淹灌时,其灌水技术试验应包括秧田和本田的灌水技术试验,格田之间的排灌方式(串灌串排与分丘灌排)、田间沟渠布置和格田进水、排水建筑物等试验。

第7.4.2条 秧田和本田的格田灌水技术试验应与灌溉制度试验结合进行,可参见第六章第三节。其试验方法,宜根据当地生产实践要求,采取小区对比试验法或小区对比与大田调查相结合的方法。

第7.4.3条 衡量格田灌水技术的指标是水稻生长发育和产量,灌溉定额,灌溉及其他农事用工量,灌排沟渠及田埂占地面积等。应对每个试区测记这些指标,并通过综合分析这些指标成果确定合理的灌水技术。

第7.4.4条 为了节约灌溉用水,可以结合水稻新品种,开展无水层(保持一定的土壤湿度)或长期无水层与短期淹水相结合的栽培与灌溉的试验。

第五节 喷灌灌水技术试验

第7.5.1条 喷灌灌水技术试验的主要目的是针对一定的土壤、作物、地形和喷灌设备等条件,探求适宜的喷灌强度及喷头的合理布置。可采用田间对比试验方法。

第7.5.2条 试验中所选取的灌水技术参数应按照GBJ85—85《喷灌工程技术规范》第三章中的要求与方法进行统计计算,并应符合该规范所规定的标准。

第7.5.3条 试验中还应观测土壤含水率,地表径流,土

壤冲刷、板结和作物损伤状况,风向,风速,喷灌工作压力,漏喷面积,作物生长发育状况和产量等。

第六节 滴灌灌水技术试验

第 7.6.1 条 滴灌灌水技术试验一般应包括以下几项试验:

- 1.毛管布置方式、形式和规格试验;
- 2.毛管上的滴头间距试验;
- 3.滴头工作水头与出流量试验;
- 4.防止滴头堵塞措施的试验。

第 7.6.2 条 毛管布置方式(固定式、移动式)、布置形式(单行、双行、绕树环状)、布置规格(毛管与作物或果树的距离)、滴头的间距、工作压力等因素均相互有关,宜根据当地的实际条件,开展单因素或多因素对比试验。

第 7.6.3 条 试验中应测定灌溉水质,并针对每个试验小区,测定土壤湿润深度、范围,湿润均匀程度,田间灌水量,田间水的利用率,土壤盐分分布(盐碱化土壤),作物生长发育状况及产量。

第 7.6.4 条 合理的毛管布置、滴头间距、工作压力以及流量均与滴灌的灌溉制度有关,应将滴灌灌水技术试验与滴灌灌溉制度试验结合进行。

第八章 土壤、作物、气象因素 及水量、水深观测

第一节 土壤理化性质测定

第 8.1.1 条 各级灌溉试验站均应了解试验地的土壤剖面主要性状及基本的土壤理化性质;对于中心和重点试验站,应测定的项目及各项宜采用的测定方法如下:

1.土壤容重和土粒容重:按剖面发生层次分层取土测定,取土样深度旱地不宜小于 1m,水田不宜小于 30cm。测容重采用环刀法,测土粒容重采用比重瓶法。

2.土壤孔隙度及空气容量:用以下方法计算:

$$\varepsilon_t = \left[1 - \frac{\gamma}{\gamma_s} \right] \times 100\% \quad (8.1.1-1)$$

$$\varepsilon_n = \gamma W_c / \gamma_w \quad (8.1.1-2)$$

$$\varepsilon_c = \gamma (W_{max} - W_c) / \gamma_w \quad (8.1.1-3)$$

$$\varepsilon_a = \varepsilon_t - \varepsilon_n - \varepsilon_c \quad (8.1.1-4)$$

$$V_a = \varepsilon_t - \theta \quad (8.1.1-5)$$

式中 ε_t 、 ε_n 、 ε_c 、 ε_a ——分别为土壤的总孔隙度、无效孔隙度、毛管孔隙度、通气孔隙度,均以占土壤体积的百分数表示;

V_a ——空气容量,以占土壤体积的百分数表示;

γ 、 γ_s 、 γ_w ——分别为土壤干容重、土粒容重和水的容重;

W_c 、 W_{max} ——调萎系数和田间持水率,以占干土重的百分数表示;

θ ——土壤含水率,以占土壤体积的百分数表示。

3.土壤机械组成(质地):用比重计法或比重计速测法测定,取土样的深度与测定土壤容重相同。

4.土壤有机质和土壤养分:只测定耕层土壤。有机质测定用 $K_2Cr_2O_7$ 容量法。应进行养分测定的项目和各项目宜采用的测定方法如下:

(1)全氮:凯氏法。

(2)水解性氮:碱解扩散法。

(3)铵态氮(水田):先用 2 mol KCl 浸提法,再从蒸馏法、比色法、氨电极法中选用一种。

(4)硝态氮(旱地):酚二磺酸比色法。

(5)全磷:酸溶—钼锑抗比色法或碱溶—钼锑抗比色法。

(6)有效磷:石灰性土壤 0.5 mol $NaHCO_3$ 浸提—钼锑抗比色法;酸性土壤 0.03mol NH_4F —0.025mol HCl 浸提—钼锑抗比色法。

(7)全钾: $NaOH$ 熔融—火焰光度计法。

(8)速效钾:1 mol NH_4OAc 浸提—火焰光度计法,无火焰光度计设备时可用 1 mol $NaNO_3$ 浸提—四苯硼钠比色法。

土壤 pH 值:只测定耕层土壤。室内测定用电位法;室外测定用永久色阶比色法。

第 8.1.2 条 对水田和排水不良的旱地,应根据试验需要测定土壤的氧化还原电位(Eh 值),用铂电极法测定。

第8.1.3条 对排水不良的旱地和有渍害的稻田,应根据试验需要测定土壤还原性物质,测定项目及宜采用的方法如下:

- 1.还原性物质总量: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 浸提— $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 滴定法。
- 2.活性还原物质: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 浸提— KMnO_4 滴定法。
- 3.水溶性亚铁:邻菲啉比色法。
- 4.二价锰: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 浸提— MnO_4 比色法。
- 5.交换性亚铁: BaCl_2 — $\text{Ba}(\text{OAc})_2$ 浸提—邻菲啉比色法。

第8.1.4条 对含有过多水溶性盐分的盐渍地;应根据试验需要,取土测定土壤中水溶性盐分,宜测定的项目及采用方法如下:

- 1.全盐量:重量法或电导法。
- 2.碳酸根和重碳酸根离子:双指示剂中和法。
- 3.氯离子:硝酸银滴定法。
- 4.硫酸根离子:EDTA 间接滴定法。
- 5.钙和镁离子:EDTA 络合滴定法。
- 6.钠和钾离子:用差减法算出,或用火焰光度法测定。

第二节 土壤水分特性测定

第8.2.1条 应根据各种试验(第四章~第七章)的不同要求测定土壤含水率。采用取土法时,每个测点应取2~3个样本重复测定,取算术平均值,计算结果记一位小数,一个点上各重复土样测定的含水率差值应不大于1%(重量比)。

第8.2.2条 任何灌溉试验站均应测定、掌握灌溉试验

场地土壤的基本水分参数。对于中心和重点试验站,应测定的项目及宜采用的测定方法如下:

1.土壤最大吸湿水量(吸湿系数):10% H_2SO_4 溶液测定法。

2.凋萎系数:植物生长法。

3.田间持水率:田间用围框淹灌法,室内用威尔科克斯法。

4.土壤毛管断裂含水率:在灵敏度高的蒸渗器中测定,方法是测定蒸渗器中不同时刻的土壤蒸发率,绘制土壤蒸发过程线图,蒸发速率突然减小的转折点处土壤含水率,即为毛管断裂含水率。

5.土壤毛管水上升高度:只针对地下水埋深小于 3~3.5m 地方进行观测,从风干土壤剖面墙壁法、整段标本法、毛管仪法、土壤水分分布曲线图法中选用一种方法测定;有条件时宜同时采用其中两种方法,分析比较两法所测结果后确定。

第 8.2.3 条 对于中心站或重点站,宜在旱作物试验小区中设置土壤水分张力计,观测土壤水分吸力。安置张力计前,应对张力计进行检验和率定,取得各埋设点的土壤水分特征曲线,试验中取得土壤水分吸力及土壤含水率两种数据。有条件的试验站,还宜用中子法、 γ 射线法或电阻法观测土壤水分动态变化。

第 8.2.4 条 对于地面灌水方法的灌水技术试验,可作有压渗吸速度变化过程测定,方法宜采用双环法;对于喷灌、微灌和渗灌等方法的灌水技术试验,可作无压渗吸速度变化过程测定,方法宜用双环或单环法。可通过分桥测定成果,确定所测土地渗吸速度变化过程的经验公式。

第 8.2.5 条 对于易受渍害的农田,应测定土壤水中溶:

解氧的含量,方法宜采用碘量法或溶氧仪法。采取水样时,水样不得与大气接触,所采的水样,必须在当天分析完毕。

第三节 作物生育状况及耕作栽培管理观测记载

第8.3.1条 灌溉试验中作物生育阶段的划分,除特殊情况外,应以有10%的植株出现某一阶段的特有形态特征之日为该阶段的开始日期,下一阶段开始日期的前一天为本阶段的结束日期。两种作物生育阶段的划分示例可参见附录一。每一处理应至少其中的一个小区内选两个有代表性的固定观察点来观察作物生育阶段的日期。窄行种植作物,每一观测点上选一行中的连续5~10丛作物(两端插好标记)进行观察;宽行种植作物选一行中的连续5~10株作物进行观察。平时每5日观察一次,临近生育阶段转变期每1~3天观察一次。

第8.3.2条 作物生育动态观测、考种项目以及其记载标准因作物而异,附录一中列出了两种作物,可供参考。

第8.3.3条 中心站和重点试验站开展灌溉制度、作物需水量、灌溉效益试验时,应根据需要测定作物水分生理状况,宜测定的项目及采用方法如下:

- 1.叶水势:小液流法,植物水势测定仪法或热电偶法。
- 2.细胞液浓度:用手持糖量计或阿贝折射仪测定。
- 3.气孔开度:一般项目可用甘醇和异丁醇混合液浸润法测定气孔的相对开度(开度的等级),重点项目用显微镜测微尺观测气孔的开度。
- 4.蒸腾强度:快速称重法测定。
- 5.植物含水率与饱和亏。

第 8.3.4 条 应及时记载各试验田的耕作栽培管理情况,内容包括:试验田的前作,原土壤肥力情况,耕地日期、方法和深度,表土耕作情况,施底肥及追肥的种类、数量和方法,株(穴)行距,每穴苗数,中耕除草时间和方法,病虫害和其它灾害出现时期、防治次数、方法和效果,其它特殊措施。

第四节 气象与田间小气候观测

第 8.4.1 条 除第 8.4.2 条中所指情况外,灌溉试验站都应建立气象观测场。气象观测场的基本要求及场内仪表安装布置,应符合中央气象局编制的《地面气象观测规范》。

第 8.4.2 条 只有全部符合以下条件,灌溉试验站才不设气象场,而借用邻近气象站资料。

1.邻近有县级以上气象站,该气象站与试验站距离在 5km 以内。

2.邻近气象站与试验站的气象及自然地理条件基本一致。

3.邻近气象站与试验站之间无山丘和开阔的水面。

4.在邻近气象站中增设 E—601 型水面蒸发器,同时观测 20cm 口径小型蒸发器及 E601 型蒸发器的水面蒸发量。

第 8.4.3 条 中心或重点试验站气象场的观测项目与县气象站者相同;一般试验站气象场必须观测的项目为:干、湿球温度,最高、最低温度,风向,风速,水面蒸发,降雨量,日照。灌溉试验站的气象场,除设置 20cm 口径小型蒸发器外,还应设置 E601 型蒸发器,同时观测此两种蒸发器的水面蒸发量。

第 8.4.4 条 灌溉试验站内气象场的常规观测时间(北京时间)为 8 时、14 时、20 时,日界为 8 时。观测操作、记

载表格、仪器调定及维修检验均按中央气象局颁发的《地面气象观测规范》执行。

第 8.4.5 条 灌溉试验站还应在试验区内设置雨量器和水面蒸发器(E601 型),在试验阶段观测试区降雨量及水面蒸发量。

第 8.4.6 条 若根据作物灌溉试验要求进行田间小气候观测,应观测的项目及其标准如下:

1.地面以上 20cm 处、作物高度的 2/3 处(若两者高差 不超过 10cm,只观测前者)、作物冠顶层、地面以上 1.5m 处(若两者高差不超过 10cm,只观测后者)的气温、空气湿度。

2.地面以上 1.5m 处(若作物高度不小于 1.5m,则取冠顶层处)的风向、风速。

3.旱地的地表、地面以下 5、10、15、20cm 处土温;水田 1/2 水深处的水温和田面处的泥温。

第 8.4.7 条 灌溉试验站应观测记载无霜期(包括始霜期和终霜期),寒潮和大风、暴雨、冰雹等灾害性天气发生的时间、强度及危害程度;北方应观测冻土深度。

第五节 灌溉、排水水量及稻田水深观测

第 8.5.1 条 测定试验小区、大田或测坑中的灌溉、排水水量的方法与设备,应根据灌排水量的多少、试验所要求的量水精度进行选择,宜采用量水堰、水表或容积法量水。

第 8.5.2 条 所选用的任何一种量水设备均需进行率定,其量水精度必须符合试验的要求。各种量水设备的安装、使用、管理、保养应符合有关的量水工作手册、规范及产品说明书的要求。

第8.5.3条 采用水表量水时,必须检验试验中量测最小流量时的精度,此时的精度也应符合试验的要求。

第8.5.4条 水稻试区和测坑的水层深度应采用微调测针或电测针测定,所测水深的误差应小于0.1mm。可采用携带式测针,测针的针座不得发生沉陷或位移。在水稻全生育期中,应每隔1个月左右校核测针针座的高程以及田面基准高1次,晒田结束补水后和落干结束补水后也应校核。

第九章 试验资料的整理与分析

第一节 一般规定

第9.1.1条 各种观测资料都必需进行整理,而后再进行分析。对比试验的成果必须进行差异显著性检验。

第9.1.2条 各试验站应负责本站观测、试验成果的整理、分析、汇编,以及试验报告和试验总结的编写工作。一个站连续多年进行的观测试验项目,应由本站进行多年资料的整编、分析和汇编。一个省(自治区、直辖市)内两个以上站进行的同类观测试验项目,应进行多站资料的综合整理、分析和汇编,此项工作应由省(自治区、直辖市)主管灌溉试验的单位组织有关试验站共同完成。

第9.1.3条 试验的观测记录必须由观测者签名;整理、分析、汇编的成果,必须相应由整理者、分析计算者、汇编者以及项目负责人签名。

第9.1.4条 在试验资料的整理分析过程中,除完成本课题的要求以外,还应注意总结观测试验工作的经验,发现问题,改进工作,提高试验水平。

第二节 资料的整理

第9.2.1条 每项试验的原始资料应分科目进行整理。科目可参考以下方式划分,即试验的基本情况,农田水分及灌溉情况,土壤理化性状,作物生长发育状况、生理状况、考种测产,气象及农田小气候等。

第9.2.2条 长时期定期连续观测的资料,如农田水分

状况、作物需水量、气象与农田小气候资料等,应按日历法(年、月、旬)进行统计整理,并按试验要求划分的阶段(如作物生育阶段或等分法划分的时段等)进行统计。

第9.2.3条 在整理资料时,必须认真查阅、核对原始的观测数据,对明显不符合实际情况和漏测资料必须寻找原因,实事求是地加以分析处理,以保证资料的可靠性。如资料的单位标准不统一或不符合试验要求,必须进行换算和修订。

第9.2.4条 对于重复的对比试验,必须先对每个处理的每一重复的资料进行校核、审查,然后再以处理为单元计算其平均值。

第9.2.5条 严禁随意更改、剔除任何原始观测记录。在整理过程中,如发现有疑问的原始资料,应采用以下办法处理:

1.由于自然灾害、观测方法错误、观测仪器发生故障或有较大误差等原因造成的错误资料,应予删除。

2.明显不合理又未找出原因的资料,在分析资料时可暂不采用。

3.资料合理,但发现观测方法或设备可能有问题的,可暂时取用或设法修正。

4.在一组资料中,如果缺测或错误的超过三分之一,或是关键性资料缺测或有错误,则这一组的资料全部作废。

5.用直观方法不能判断的资料,可借助数理统计法判断。

采用上述办法处理的资料,应加标记,并附说明。

第9.2.6条 经过整理的资料,应分项列成表格或绘成图表。一种因素的系列数值,应计算出平均值、标准差及变异系数。

第三节 资 料 的 分 析

第 9.3.1 条 对于田间对比试验的结果,必须进行显著性检验,针对不同条件,可分别采用以下检验方法:

1.只有两个处理: t 检验法或方差分析法(F 检验法)。

2.三个及三个以上处理:方差分析法,并用最小显著差数法或最小显著极差法进行多重比较。

第 9.3.2 条 采用方差分析法或其它方法使用 F 分布表时,应采用下列标准判别试验的效果:

$F_u < F_{0.1}$ 无效果

$F_{0.05} > F_u \geq F_{0.1}$ 有一定效果

$F_{0.01} > F_u \geq F_{0.05}$ 有显著效果

$F_u \geq F_{0.01}$ 有高度显著效果

以上, F_u 为因素均方差与误差均方差的比值; $F_{0.1}$ 、 $F_{0.05}$ 与 $F_{0.01}$ 为 F 分布表中相应于 $\alpha = 0.1$ 、 $\alpha = 0.05$ 与 $\alpha = 0.01$ 的临界值,均根据试验中的因素自由度 f_1 与误差自由度 f_2 查出。

第 9.3.3 条 采用相关分析或回归分析法分析资料以探求经验公式时,应对求得的公式进行显著性检验,并确定其适用范围。

第四节 资 料 的 汇 编

第 9.4.1 条 在一个试验站内,对连续多年观测试验的项目,当积累 5~10 年的观测资料后,应进行多年资料的整理汇编;以后每增加 5~10 年的资料,应再重新整理汇编一次。在单站资料汇编的基础上,应按省(市、自治区)或流域进行多点多年资料的汇编。

第9.4.2条 汇编的成果,除应包括各站各年整编的基本内容外,还应对主要资料在年际间和地域上的变化规律进行分析研究。

第9.4.3条 为了保证汇编成果的质量,在汇编时,必须对各站、各年的整编资料再进行一次复查。汇编工作的技术负责人应对汇编成果的质量承担责任。

第9.4.4条 汇编成果应及时刊印,刊布成果中必须写明取用资料的站名、年份、参加汇编的工作人员和技术负责人。

第十章 灌溉试验成果 的应用与管理

第一节 试验成果的应用

第 10.1.1 条 灌溉试验研究成果应按照国家有关规定进行鉴定或评审。

已通过鉴定或评审的灌溉试验研究成果,本单位应及时登记,并按国家有关奖励条例申报奖励或按《中华人民共和国专利法》申请专利。

第 10.1.2 条 通过鉴定或评审的灌溉试验研究成果,应在一定范围或区域内进行中间试验或生产示范,经过实践检验,证明对科学技术和生产发展有作用或有经济效益、社会效益的,才可推广应用。

第 10.1.3 条 通过鉴定或评审的灌溉试验研究成果,原课题或项目主持人和试验人员应积极编写技术材料,进行宣传,并在技术上协助和指导推广应用工作。

第二节 观测试验资料的管理

第 10.2.1 条 灌溉试验研究资料的科技档案材料包括:

1. 站址基本情况资料以及所在地区的自然条件、农业生产和社会经济状况资料。
2. 试验场地的规划、设计、施工和改建改善的资料和图纸。
3. 历年各项灌溉试验的调查、观测原始记录以及计算手

稿、草图、实物标本照片、录相带、幻灯片等。

4.历年各项灌溉试验研究的依据性文件(试验的开题报告、研究计划、任务书、委托书、协议书、合同、论证报告、审批报告、上级指标和专家意见等)、中间性文件(年度试验报告、阶段试验报告或小结等)以及成果性文件(课题试验总结、论文、成果申报书、成果鉴定书或评审意见书等)。

5.灌溉试验研究仪器和设备清单。

6.其它(试验产品及其说明书、出版物、学术活动和赴外地考查报告等)。

第 10.2.2 条 灌溉试验研究的科技档案必须实行统一管理,有专人负责。灌溉试验研究的科技档案材料的形成、积累、整理和归档应遵照国家有关规定执行。

第 10.2.3 条 牵涉到国家机密的试验研究资料,必须按照《中华人民共和国保密法》的要求管理与使用。

第 10.2.4 条 对灌溉试验研究档案材料的要求是:

1.除原始记录允许用铅笔记载外,其余文字材料必须用钢笔书写,不准用铅笔、圆珠笔或复写纸书写;纸张规格应统一,字迹图象应工整、清晰,时间、地点、作者、数据资料等应书写齐全、真实可靠。

2.各类原始资料应装订成册,但不得用金属物件装订。

3.两年以内试验课题的材料,应在课题完成后归档。两年以上试验课题的材料,除在课题全部完成后归档外,并应在试验过程中分阶段归档。

4.应将试验原始资料归档 1 份,其复制品归档 1~2 份。

附录一 灌溉试验中水稻、棉花 生育性状调查

一、水 稻

(一)生育阶段的划分

1. 苗期 即秧田期,实际播种到栽秧的时期。
2. 返青期 栽秧到全区有 10%植株的新生分蘖叶尖露出叶鞘(分蘖始期)。
3. 分蘖前期 分蘖始期到有 80%植株的新生分蘖露出叶鞘。
4. 分蘖后期 有 80%的植株出现新生分蘖到有 10%的植株开始拔节(即拔节始期,其植株基部茎节间伸长到一定程度:早稻 1cm 以上,晚稻 2cm 以上)。
5. 拔节孕穗期 拔节始期到有 10%植株的稻穗抽出剑叶(抽穗始期)。
6. 抽穗开花期 抽穗始期到有 10%植株的稻穗中部籽粒进入乳熟(籽粒内容物充满颖壳,呈乳浆状,此时为乳熟始期)。
7. 乳熟期 乳熟始期到有 10%植株的稻穗中部籽粒进入黄熟(籽粒内容物浓结,呈蜡状,此时为黄熟始期)。
8. 黄熟期 黄熟始期到有 80%植株的谷粒变黄。
9. 本田全生育期 从栽秧到成熟收割的时期。

(二)生育动态考查

1. 基本苗 水稻返青后成活的稻苗数(有分蘖的应包括

分蘖苗)。

2.分蘖 通过定点观测每丛苗数,考察分蘖增减动态和最高分蘖数,开始分蘖时每隔 5 天测一次,临近分蘖高峰期至抽穗期每隔 2~3 天测一次。

3.株高 抽穗前为土面至每丛最高叶尖的高度,抽穗后为土面至最高穗顶(不连芒)的高度。

4.叶龄指数 某生育期的出叶数占主茎总叶片数之百分比。

5.叶面积指数 农田中叶面总面积与本农田面积之比。

6.干物重 应分别测定地上植株、根系及总干物重。

7.根系性状 包括发根数目(茎基部分蘖节处发根的数目)、根的分布以及根量(单丛根的体积、鲜重与干重)。

8.长相 在各主要生育阶段内,用田间定丛照相测定。

(三)考种

1.穗长 穗节至穗尖(不连芒)的长度。

2.有效穗数 每穗结实粒数在 5 粒以上的稻穗数(被病、虫危害造成的白穗亦作有效穗计算)。

3.每穗粒数 包括实粒、空瘪粒(谷粒完全未灌浆的为空粒,灌浆充实程度不到三分之二的为瘪粒)和已脱落的粒数。

4.千粒重 两次随机所取晒干扬净谷粒各 1000 粒的平均重量,换算成标准含水率(13%~14%)的千粒重,两次重量之差不得大于 3%。

5.产量

(1)理论产量:按每亩有效穗数、每穗实粒数和千粒重计算出的产量;

(2)实际产量:单打单收晒干扬净的稻谷产量。

6.谷草比例 稻谷和稻草干重之比。

二、棉 花

(一)生育阶段的划分

1.发芽出苗期 从播种到有 80%的幼苗平展出两片子叶(齐苗期)的时期。

2.苗期 齐苗期到有 10%的棉株出现长达 3 mm 三角形幼蕾(现蕾始期)。

3.蕾期 现蕾始期到有 10%的棉株出现第一朵花(开花始期)。

4.花龄期 开花始期到有 10%的棉株开始吐絮(吐絮始期)。

5.吐絮期 吐絮始期到拔杆。

6.全生育期 从播种到拔杆的时期。

(二)生育动态考查

1.株数。

2.株高 自子叶节至顶部第一片展开叶片的高度。

3.其他 叶面积指数、干物重、根系性状、植株长相的考查标准可参考水稻。

4.蕾铃脱落及结铃情况 未开花而脱落的为落蕾,开花后脱落的为落铃。各种百分率的计算方法如下:

$$\text{落蕾率} = \frac{\text{落蕾数}}{\text{现蕾总数}} \times 100\%$$

$$\text{落铃率} = \frac{\text{落铃数}}{\text{开花总数}} \times 100\%$$

$$\text{蕾铃脱落率} = \frac{\text{蕾铃脱落总数}}{\text{现蕾总数}} \times 100\%$$

$$\text{结铃率} = \frac{\text{结铃总数}}{\text{现蕾总数}} \times 100\%$$

5.三桃考查 包括三种棉桃的桃数及其所占百分率。7月15日以前成龄的为伏前桃,7月15至8月15成铃的为伏桃,8月15至9月15成铃的为秋桃。

(三)考种

1.单铃重 吐絮盛期时的平均单铃重(g)。

2.霜前花百分率 霜前花(降霜前和霜后1~2天内所收)的籽棉重量占总收花籽棉重量的百分数。

3.僵瓣花百分率 僵瓣花(棉铃开裂后棉絮结团而不松开的棉花)的重量占总收花重量的百分率。

4.产量

(1)籽棉产量:籽棉(包括霜前花和霜后花)晒干后的重量。

(2)皮棉产量:籽棉轧花后的皮棉(棉纤维)重量。

5.衣分 皮棉重占籽棉重的百分比。

6.纤维长度 用左右分梳法将棉桃纤维分开,其中部长度即是纤维长度。

附加说明

主编单位：武汉水利电力学院

参编单位：西北农业大学

江苏省昆山农田水利研究所

上海市排灌公司

广西壮族自治区水利工程管理局

河北农业大学

河北省灌溉中心试验站

主要起草人：许志方 茆 智 林性粹

周钟瑜 黄伟强 秦德刚

李国章 黎庆淮 张增圻

李远华 李会昌