

中华人民共和国水利行业标准

SL 13—2015
替代 SL 13—2004

灌溉试验规范

Specifications for irrigation experiment

2015-02-16 发布

2015-05-16 实施



中华人民共和国水利部 发布

中华人民共和国水利部

关于批准发布水利行业标准的公告

(灌溉试验规范)

2015 年第 14 号

中华人民共和国水利部批准《灌溉试验规范》(SL 13—2015)
为水利行业标准，现予以公布。

序号	标准名称	标准编号	替代标准号	发布日期	实施日期
1	灌溉试验规范	SL 13—2015	SL 13—2004	2015. 2. 16	2015. 5. 16

水利部

2015 年 2 月 16 日

前 言

根据水利技术标准制修订计划安排,按照 SL 1—2014《水利技术标准编写规定》的要求,对 SL 13—2004《灌溉试验规范》进行修订。

本标准共 10 章和 5 个附录,主要技术内容有:

- 灌溉试验站网建设;
- 作物及林、草蒸发蒸腾量观测试验;
- 作物及林、草灌溉制度试验;
- 作物劣态试验和灌溉效益试验;
- 灌水方法及灌水技术试验。

本次修订的主要内容有:

- 补充了灌溉试验站布设的规则与要求;
- 进一步明确了全国灌溉试验站网的性质和任务;
- 从硬件、软件两方面,强调不同级别站基本人员、试验场地、设备配置等具体问题;
- 补充了试验处理与重复设计,以及小区排列的基本方法,增加附录,给出了常用的几种小区排列方法;
- 增加了对取样方法、田埂防渗、输水量水的硬性规定;
- 增加了蒸发蒸腾量测试新方法及内容;
- 补充了双作物系数法进行作物系数的分析计算;
- 增加了灌溉对环境要素影响的试验内容;
- 明确了土壤环境要素应观测的项目,删除了实际操作中难以观测的项目,补充修改了土壤环境要素观测的新方法;
- 删除原规范中“试验成果的应用”内容。

本标准全文推荐。

本标准所替代标准的历次版本为:

——SL 13—2004

——SL 13—90

本标准批准部门：中华人民共和国水利部

本标准主持机构：水利部农村水利司

本标准解释单位：水利部农村水利司

本标准主编单位：中国灌溉排水发展中心

本标准参编单位：武汉大学

水利部农田灌溉研究所

西北农林科技大学

河海大学

河北省水利技术试验推广中心

本标准出版、发行单位：中国水利水电出版社

本标准主要起草人：李远华 崔远来 高峰 孙景生

蔡焕杰 彭世彰 李会昌 许建中

本标准审查会议技术负责人：赵竞成

本标准体例格式审查人：王庆明

本标准在执行过程中，请各单位注意总结经验，积累资料，随时将有关意见和建议反馈给水利部国际合作与科技司（通信地址：北京市西城区白广路二条2号；邮政编码：100053；电话：010-63204565；电子邮箱：bzh@mwr.gov.cn），以供今后修订时参考。

目 次

1 总则	1
2 术语	3
3 灌溉试验站技术要求	5
4 灌溉试验设计	6
4.1 试验设计书	6
4.2 试验处理	6
4.3 试验小区布置	7
5 作物蒸发蒸腾量试验	9
5.1 一般规定	9
5.2 作物蒸发蒸腾量的试验设施	9
5.3 旱作物蒸发蒸腾量和地下水补给量	11
5.4 水田作物蒸发蒸腾量和渗漏量	12
5.5 作物蒸发蒸腾量试验结果分析	13
6 灌溉制度及灌溉效益试验	16
6.1 一般规定	16
6.2 旱作物灌溉制度	17
6.3 水田作物灌溉制度	18
6.4 林木果树和牧草灌溉制度	19
6.5 作物适宜灌溉控制指标	20
6.6 有效降雨量测定	21
6.7 非充分灌溉试验	21
6.8 灌溉效益	22
7 作物水肥生产函数与灌溉环境效应试验	24
7.1 作物受旱试验	24
7.2 作物水分生产函数	25

7.3	作物水肥生产函数	26
7.4	作物水分及水肥生产函数试验结果分析	27
7.5	非常规水安全利用试验	28
7.6	灌溉对农田水土环境的影响	29
8	灌水方法及灌水技术	31
8.1	灌水方法	31
8.2	畦灌灌水技术	31
8.3	沟灌灌水技术	33
8.4	格田灌水技术	33
8.5	喷灌灌水技术	34
8.6	微灌灌水技术	35
8.7	其他灌水方法及灌水技术	36
9	土壤、作物、气象及水分条件观测	37
9.1	土壤理化性质测定	37
9.2	土壤水分特性和含水率测定	37
9.3	灌溉水质测定	39
9.4	作物生长发育进程调查	39
9.5	作物生理生态指标测定	40
9.6	气象及田间小气候观测	41
9.7	灌溉、排水水量及水田作物田间水深观测	42
10	灌溉试验资料整编和管理	44
10.1	一般规定	44
10.2	资料整理	44
10.3	资料统计分析	46
10.4	资料汇编	46
10.5	资料管理	47
附录 A	灌溉试验站条件	49
附录 B	常用试验小区排列方法	52
附录 C	计算公式	68

附录 D 土壤理化性质与土壤水分参数测定方法	82
附录 E 水稻、冬小麦、玉米、棉花生育性状调查	86
标准用词说明	93
标准历次版本编写者信息	94

1 总 则

1.0.1 为提高灌溉试验的科学技术水平,保证试验成果的准确性、可靠性、先进性和实用性,满足灌溉与排水工程规划、设计、改造及管理要求,为灌溉试验站网规划建设提供指导,为农业用水总量控制、定额管理、高效利用及灌溉效率评价提供依据,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于下列四类试验,对于不属于以上四类的试验,若其部分内容在本标准中做了规定,则这部分内容应符合本标准的要求:

- 作物及林、草蒸发蒸腾量观测试验;
- 作物及林、草灌溉制度试验;
- 作物劣态试验和灌溉效益试验;
- 灌水方法及灌水技术试验。

1.0.3 灌溉试验应坚持水利与农业及环境、田间试验与室内分析相结合的原则,其成果应有利于提高灌溉水的利用效率和效益、指导灌溉用水实践。

1.0.4 灌溉试验的目的是为农业节水、水资源优化配置与高效利用服务,为农田合理灌溉与高效用水,灌溉系统规划、设计、改造、管理,灌溉效率和效益分析,非常规水安全利用,灌水方法与灌水技术参数选择,环境保护与生态建设,以及作物种植结构调整等活动提供科学依据。

1.0.5 开展灌溉试验应同时符合下列条件:

- 技术上具有先进性和实用性;
- 避免不必要的重复;
- 具备必要的技术力量、资金和设备条件。

1.0.6 本标准的引用标准主要有下列标准:

GB 5084 农田灌溉水质标准

GB/T 14848—9 地下水水质分析标准

GB 15618 土壤环境质量标准

GB/T 50085 喷灌工程技术规范

GB/T 50485 微灌工程技术规范

SL 78 水质分析方法

SL 109 农田排水试验规范

SL 187 水质采样技术规程

QX/T 45 地面气象观测规范

1.0.7 灌溉试验除应符合本标准规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 旱作物 upland crop

在作物全生育期内，田间无需保持水层要求的作物。

2.0.2 水田作物 wetland crop

在作物全生育期或某些生育阶段，田间需要保持一定水层的作物，如水稻、水生经济作物和水生绿肥作物等。

2.0.3 作物蒸发蒸腾量 crop evapotranspiration

作物棵间蒸发量与植株蒸腾量之和。其计量单位以某一时段内消耗的总水量深度，或单位时间消耗的水深表示，单位为 mm 或 mm/d。

2.0.4 作物需水量 crop water requirement

作物正常生长时的蒸发蒸腾量与构成植株体的水量之和。由于后者与前者相比甚小，实际应用中常以正常生长的作物蒸发蒸腾量代替作物需水量。对于水田，将正常渗漏量与需水量之和称为田间耗水量。

2.0.5 参考作物蒸发蒸腾量 reference crop evapotranspiration

一种假想作物的蒸发蒸腾量。此种假想作物的高度为 0.12m，固定的叶面阻力为 70s/m ，反射率为 0.23，非常类似于表面开阔、高度一致、生长旺盛、完全覆盖地面且不缺水的绿色草地蒸发蒸腾量。参考作物蒸发蒸腾量的计量单位以水深表示，单位为 mm 或 mm/d。

2.0.6 灌溉制度 irrigation regime

作物播种前（或移栽前）及全生育期内的灌水次数、每次灌水的灌水时间和灌水定额以及灌溉定额的总称。

2.0.7 非充分灌溉 deficit irrigation

在灌溉水量不足的条件下，为争取达到总体效益最佳在作物全生育期或某些生育阶段采取不充分满足作物需水要求的灌溉

模式。

2.0.8 作物适宜灌溉控制指标 reasonable indices for crop irrigation

作物不同生育阶段灌溉的适宜土壤含水率（或田面水层深度）的控制上、下限值，适宜土壤水势范围，适宜土壤湿润层深度及土壤湿润范围，适宜作物生理生态指标和灌水定额。

2.0.9 作物水分生产函数 crop water production function

作物产量与水分投入量（或消耗量）之间的数学关系，包括不同阶段、不同程度缺水以及缺水历时对作物产量影响的定量关系。

2.0.10 作物水肥生产函数 crop water-fertilizer production function

作物产量与水量和肥料投入量之间的数学关系，包括不同阶段、不同程度缺水、不同缺水历时以及不同肥料施用量和施用方式对作物产量影响的定量关系。

2.0.11 作物水分生产率 crop water productivity

在一定的作物品种和耕作栽培条件下，单位水量消耗所获得的产量（一般指经济产量），其值为作物产量与作物生产过程中净消耗的水量或蒸发蒸腾量之比，常用单位为 kg/m^3 。

2.0.12 有效降雨量 effective rainfall

总降雨量中能够用于满足作物生长需要的水量。对于旱地，系最终保存在根系吸水层内的水量和降雨过程中蒸发蒸腾消耗掉的水量之和；对于水田，系蓄存在根系吸水层内、田面上和降雨过程中蒸发蒸腾和通过渗漏消耗掉的水量之和。

2.0.13 灌溉效益 irrigation benefit

在同样的栽培条件下，灌溉农田与不灌溉农田相比所增加的经济效益（作物产量或产值），以及其他社会效益和环境效益。

2.0.14 节水灌溉 water-saving irrigation

根据作物需水规律和当地供水条件，高效利用降水和灌溉水，以取得农业最佳经济效益、社会效益和环境效益的综合措施。

3 灌溉试验站技术要求

3.0.1 灌溉试验站网应布局合理,基本覆盖全国主要气候类型、江河流域、作物种类、水资源状况及生产水平区域。

3.0.2 全国灌溉试验站网应分级设置,宜由灌溉试验总站、省级中心试验站和省级重点试验站三级站网组成。省级重点试验站可设立若干基础数据采集点。站网体系布设原则及要求见附录 A。

3.0.3 建立灌溉试验站时,应组织水利、农业等有关部门的专家,根据试验任务和要求,深入细致地进行实地勘测、调查,多种方案比较,择优选定试验场地。

3.0.4 试验站应有专用试验场地,包括田间试验区和气象观测场。试验场内的气象、地形、地貌、土壤、水文地质和农业生产等方面的条件,应具有良好的区域代表性。试验站不宜靠近水库、湖泊、河道、骨干渠(沟)、铁路、骨干公路、突出的地形地物以及对试验有影响的工厂和污染源。试验田的周围如有房屋、围墙、树林等物障,则试验田与其距离应大于物障高度的 5 倍。

3.0.5 试验场区域内的地面宜平坦,试验田的土壤结构及其肥力应相对均匀。试验场建设如需平整土地,不应扰乱原有土壤结构。试验站的道路布置应满足生产、生活、田间管理和观测记载的需要。

3.0.6 各级灌溉试验站应根据承担的任务,配置相应的试验设施、仪器设备和相应的资料室、办公室、理化分析室、库房及生活设施,配备具有水利、农学、土壤、农业、气象等专业基础知识的研究人员。试验场应具有可靠的水电条件和完善的灌溉排水设施。各级试验站应配置的设施见附录 A。

4 灌溉试验设计

4.1 试验设计书

4.1.1 开展灌溉试验前,应根据试验任务的要求,编写试验设计书。

4.1.2 灌溉试验设计书应包括下列内容:

- 1 试验课题名称。
- 2 试验的期限和地点。
- 3 试验目的、意义及其依据。
- 4 试验的技术方案,包括试验处理与重复、小区排列方式、小区田间布置、观测和调查的项目及方法等。
- 5 配套的农业技术措施。
- 6 试验资料的统计分析方法与要求。
- 7 经费预算与必需的仪器设备、工具和材料购置计划。
- 8 项目负责人、试验人员分工和时间进度计划。
- 9 试验区平面布置图。

4.2 试验处理

4.2.1 确定灌溉试验处理应遵循下列原则:

1 应根据试验需要解决的问题,选择若干主要因素,每个因素再划分出几个水平,然后采用适宜的组合作方式,组成若干试验处理。

2 每个试验因素划分水平时,应注意使水平数量较为适当,便于进行试验和成果分析;同时各因素的最高与最低水平值以及各水平之间的差别也应恰当确定,既涵盖因素的作用区间,又使各水平的作用能够充分体现。

3 应结合以往进行的试验和以后可能开展的试验,以保持试验成果的连续性和系统性。

4 对研究规律或探求各因素之间定量关系的试验,可安排劣态或受害水平的处理。

5 试验处理设计应有利于对试验结果进行统计学分析和检验。

6 应设置对照处理,作为比较的标准。对照处理应采用当地应用最广泛的技术措施及管理模式。

4.2.2 在多因素试验条件下,对于只有2~3个因素,且各因素只有2~3个水平的试验,宜采用完全组合法安排处理;当试验处理数目过多时,可采用部分试验设计法(如正交设计、旋转设计、最优设计等)安排处理。

4.2.3 除了面积较大或多点进行的大田示范性试验以外,灌溉试验都应设置重复试验区。试验重复数不应少于3次。

4.2.4 有植株或土壤采样要求、并可能引起试验代表性发生变化的试验,重复数应适当增加,以保证参加最终产量及其他分析测定的小区不受采样过程的影响。

4.3 试验小区布置

4.3.1 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。应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,并应绘出田间规划布置平面图。

4.3.2 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。对于作物蒸发蒸腾量、灌溉制度、作物水分生产函数、非常规水安全利用、灌水方法、灌水技术和灌溉效益试验,低矮或种植密度大的作物每个试验小区面积不应小于 60m^2 ;植株高大或种植密度小的作物,小区面积不应小于 130m^2 。中间示范性试验每个试区的面积不宜小于 300m^2 。

灌溉方法试验中若有喷灌,其试区面积应根据喷头类型和组合方式确定:采用摇臂式喷头,试区面积不应小于 300m^2 ;采用

折射式喷头，试区面积不应小于 60m^2 。设施农业条件下的灌溉试验，应结合温室或大棚内的小气候条件和栽培管理要求等安排试验小区，小区面积可适当减小。

4.3.3 对于矩形试验小区，其长边应顺着土壤特性差异的方向布设。

4.3.4 田间布设试验小区时，应使同一重复区内各处理小区的形状、方向、面积保持一致，并使各小区之间的自然条件（土壤、地形、水文地质、前茬作物等）差异最小。

4.3.5 小区排列应有利于消减土壤和耕作差异带来的误差，宜采用完全随机排列、随机区组排列或拉丁方排列，不应采用顺序排列和集中排列。试验小区具体排列方法见附录 B。

4.3.6 整个试验区中与小区长边平行的两端应设保护区，每一保护区的宽度不宜小于小区宽度的一半。与小区短边方向平行的两端应设保护带，宽度宜为 $1\sim 2\text{m}$ 。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。

应在每两小区之间沿着小区田埂中心线垂直埋设大于 60cm 深的隔水板或防渗膜。喷灌试验各小区之间以及喷灌与其他灌溉方法的试区之间应设置隔离区，其宽度的确定应确保相邻小区的喷洒水滴不发生相互交叉。隔离带及隔离区中应种植与试验区内相同的作物，但不计入试区面积。

4.3.7 试验区的灌溉渠道（管道）与排水沟道（管道）应分开布设。

4.3.8 有条件的试验站，宜采用衬砌渠道或管道供水到每个试验小区，计量并记录每个小区的灌溉水量。

5 作物蒸发蒸腾量试验

5.1 一般规定

5.1.1 作物蒸发蒸腾量试验的任务是测定主要粮食作物，经济作物，瓜果蔬菜及林、草的蒸发蒸腾量和深层渗漏量。有条件的试验站应分开测定作物的植株蒸腾和棵间蒸发量。

5.1.2 逐日观测确定作物蒸发蒸腾量时，其逐日分界线应为北京时间 8 时整。作物蒸发蒸腾量的观测时间和阶段蒸发蒸腾量的统计及计算，应与逐日分界线的划分相一致。

5.1.3 用称重式蒸渗仪观测时，逐日作物蒸发蒸腾量观测误差不应大于 0.1mm。测定蒸发蒸腾量的仪器、仪表、测具等准确度不应大于 0.05mm。

5.1.4 测定作物蒸发蒸腾量时，应同时进行气象要素观测，项目包括：日平均气温、日最高气温、日最低气温、空气相对湿度、风速、风向、降水量、日照时数、气压和水面蒸发量。有条件的站应加测太阳辐射和净辐射。

5.1.5 林木果树和牧草的蒸发蒸腾量试验基本方法同旱作物蒸发蒸腾量试验，可参照旱作物试验的有关方法进行。

5.2 作物蒸发蒸腾量的试验设施

5.2.1 作物蒸发蒸腾量宜采用蒸渗仪（包括测坑和测筒）测定；只有地下水埋深大于 2.5m（砂壤土）或 3.5m（黏土、壤土）的旱田，可在田间试验小区中直接测定作物蒸发蒸腾量，这种方法也称为田测法。

5.2.2 蒸渗仪测定作物蒸发蒸腾量时，应测量一定时段内进出蒸渗仪的所有水量，也可用称重法或传感器法测出一定时段内蒸渗仪的总质量变化，或者测定时段内蒸渗仪中土壤含水率变化，

用水量平衡法计算出一定时段内的作物蒸发蒸腾量。

5.2.3 蒸渗仪应符合下列要求：

1 不渗水、漏水，导热性低，耐冻，结构牢固。

2 形状规整：测筒应为圆形、矩形或正方形，测坑应为矩形或正方形。

3 蒸渗仪内土壤表面积：测筒不宜小于 0.36m^2 ；密播作物的测坑不宜小于 4m^2 ，宽行作物宜增大测坑面积；用于测定果树蒸发蒸腾量的蒸渗仪，其面积应大于树冠投影面积。

4 测坑壁顶部的总面积不应超过测坑内土壤表面积的 5%。测坑壁露出田面以上的部分应缩窄形成薄壁板。测坑壁露出地面部分的高度，对旱作物宜为 10~15cm，对水田作物宜为 20~25cm。

5 蒸渗仪内装土深度宜为 0.8~2.0m，可根据试验作物主要根系活动层深度确定。蒸渗仪内的土体，应采取按原状土层分层开挖、并按原状土层及容重分层回填的方法填装，每层回填土的表面应进行拉毛处理后再开始回填另一层，全部回填结束后应灌水，使其进一步沉实至自然状态。

6 蒸渗仪内土体下面应设置滤层。采用砂石滤层时，滤层由上至下为细砂、粗砂、碎石，厚度 20cm 以上，底部设侧向排水管，管上设可调节、控制、测定排水量的装置。滤层底板应向排水管一侧倾斜。有条件的试验站可安装自动量测排水量的装置及数据自动采集系统。

7 向蒸渗仪内灌水的设施，应能使蒸渗仪内土壤湿润均匀，不破坏土壤结构，能调节、控制和测定灌水量。

5.2.4 蒸渗仪附近不应有影响气流正常运动的障碍物，蒸渗仪周围应种植与蒸渗仪内相同的作物，其宽度应大于 20m。

5.2.5 除全生育期内降水一般不会产生地表径流的干旱地区外，建设蒸渗仪时，其上宜附设活动防雨棚。非降雨时置放防雨棚，应保证防雨棚与其最近蒸渗仪之间的距离不小于防雨棚高度的 5 倍。

5.3 旱作物蒸发蒸腾量 和地下水补给量

5.3.1 旱作物蒸发蒸腾量试验应在不同供水水平和不同覆盖条件下进行,林草蒸发蒸腾量试验方法及要求与旱作物试验基本相同。对设施栽培,考虑到条件限制,其蒸发蒸腾量试验设施面积可适当减小。

5.3.2 可用取土烘干法测定土壤含水率;对于省级灌溉试验中心站,宜采用中子仪、时域反射仪或频域反射仪等设备测定土壤含水率,并可配合使用张力计测定土壤水势。

5.3.3 测坑内不宜使用取土烘干法测定土壤含水率。宜采用中子仪或管式土壤水分测定仪测定,每个测坑内设置3个测点,埋设3根导管,取其测定平均值使用。

5.3.4 在田测法试验小区内取土测定土壤含水率时,每次应选定至少3个测点,取其测定平均值使用。应从地表起取土,每隔10~20cm一层,至设计的土层深度止。前后两次取土点的距离宜为50~100cm,每次取土后应从附近取土,将取土孔回填密实。

5.3.5 田测法试验区的面积不宜小于60m²,小区的边界应做隔水处理。小区内应设置测定灌水量、排水量以及地表径流量的设备。

5.3.6 在田测法试验区内,应设置地下水位观测井。在蒸发蒸腾量测定期间,有地下水补给时应每天观测一次地下水位。

5.3.7 在试验小区或测坑中观测土壤含水率,应每5~10d观测一次;用测筒观测蒸发蒸腾量,应每天观测一次。在灌水、排水和降水前后,生育阶段转变以及试验开始(播种或栽种)和试验结束(收割或收获)时应加测。测坑和小区中可设置自动监测探头,实现土壤含水率的自动监测。

5.3.8 用称重式蒸渗仪测定作物蒸发蒸腾量时,可按附录C公式(C.0.1)计算。

5.3.9 在测坑和田测法试验小区中通过测定土壤含水率确定作物蒸发蒸腾量时,可按附录 C 公式 (C.0.2) 计算。

5.3.10 应采用微型蒸渗仪(棵间蒸发皿)观测棵间土壤蒸发,灌水后或降水后 5d 内,宜每天定时(最好在北京时间 8 时进行)称重换土,其他时间每 1~3d 定时称重换土。

5.3.11 对砂土、砂壤土地下水埋深小于 2.5m 或壤土、黏壤土、黏土地下水埋深小于 3.5m,观测旱作物蒸发蒸腾量时,应同时进行地下水补给量的观测。

5.3.12 地下水补给量可通过同时使用有底蒸渗仪与无底蒸渗仪(或观测小区)测定。两者中的作物、土壤以及各时期内土壤含水率等条件应相同。有底蒸渗仪应测出作物蒸发蒸腾量,无底蒸渗仪(或观测小区)应测出作物蒸发蒸腾量与地下水补给量的差值,两者相减得地下水补给量。

5.3.13 地下水补给量亦可直接测定。在有底蒸渗仪中应根据试验要求确定地下水位,蒸发蒸腾引起蒸渗仪中地下水位下降时,向地下水位以下的含水层补水,所补充的水量即为地下水补给量。

5.3.14 在有条件地区,可采用涡度相关法、波文比法等实现作物蒸发蒸腾量的自动监测。

5.4 水田作物蒸发蒸腾量和渗漏量

5.4.1 水田作物蒸发蒸腾量试验应在不同供水水平下进行,可采用蒸渗仪与小区相结合的方法测定蒸发蒸腾量与渗漏量。小区测定蒸发蒸腾量与田间渗漏量之和,蒸渗仪测定蒸发蒸腾量,两者之差算出渗漏量。有条件的站可安装自动量测排水量装置及数据自动采集系统测定田间渗漏量。蒸渗仪应采用有底蒸渗仪,蒸渗仪规格应符合 5.2.3 条的要求。

5.4.2 安置蒸渗仪的试验小区和测定蒸发蒸腾量与渗漏量之和的田测法试验小区应分别布设。每个小区的面积不宜小于 60m²,田测法试验小区四周应做隔水处理。

5.4.3 田面有水层时,应每日 8 时用水位计测定蒸渗仪和小区中的水位,用容积法(重量法、自记翻斗计等)测定蒸渗仪底排水量(渗漏量);田面无水层时,应每隔 3~5d 观测一次土壤含水率;有条件的站可采用时域反射仪或频域反射仪等自动采集土壤含水率变化。在灌水、排水和降水前后,生育阶段转变以及试验开始(播种或栽种)和试验结束(收割或收获)时应加测。

5.4.4 蒸渗仪及试验小区田面有水层时,测得每天水位后,可按附录 C 公式(C.0.3-1)~公式(C.0.3-3)计算蒸发蒸腾量和渗漏量。

5.4.5 蒸渗仪及试验小区田面无水层阶段的蒸发蒸腾量和渗漏量可采用下列方法确定:

1 补水法:测定蒸渗仪及小区内落干前水位、落干结束第一次灌水后的水位和灌水量、落干阶段的降水量、排水量,可按附录 C 公式(C.0.4-1)~公式(C.0.4-3)计算。

2 土壤含水率法:测定蒸渗仪及小区内计算时段始末的土壤含水率、灌水量、降水量、排水量,可按附录 C 公式(C.0.4-4)~公式(C.0.4-8)计算。

5.4.6 有条件的试验站可在蒸渗仪和小区中设置自动水位计和土壤水分自动观测探头,实现数据自动监测。也可采用涡度相关法、波文比法等实现作物蒸发蒸腾量的自动观测。

5.5 作物蒸发蒸腾量试验结果分析

5.5.1 作物蒸发蒸腾量计算可采用下列公式:

1 作物蒸发蒸腾量(ET_c)采用附录 C 公式(C.0.5)计算。

2 参考作物蒸发蒸腾量(ET_0)宜采用彭曼-蒙蒂斯(Penman-Monteith)方法计算,计算公式采用附录 C 公式(C.0.6-1)~公式(C.0.6-23)。

5.5.2 作物系数和土壤水分修正系数应按下列方法确定:

1 作物系数(K_c)和土壤水分修正系数(K_s)宜根据试验

测定的蒸发蒸腾量和计算的参考作物蒸发蒸腾量分析确定。

2 对于稀疏作物（如果木），宜采用 FAO56 推荐的双作物系数法进行作物系数分析计算，计算公式采用附录 C 公式（C.0.7-1）～公式（C.0.7-7）。

3 应分析不同年份在不同供水条件下的作物全生育期、各生育阶段、分月和分旬的作物系数和土壤水分修正系数。

5.5.3 在试验工作结束后，应对观测资料进行系统整理分析，主要包括下列内容：

1 蒸渗仪及试验小区的灌溉、排水条件和农业措施等基本条件；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、生长发育和生理状态的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、统计下列内容：

1) 气象资料，其项目与 5.1.4 条相同。

2) 土壤含水率、土壤水势的最高值、最低值及平均值，水田田面水层深度的最高值、最低值及平均值。

3) 地下水埋深的最大值、最小值和平均值。

4) 旱作物蒸发蒸腾量的阶段值及日平均值，地下水补给量的阶段值及日平均值，地下水补给量占作物蒸发蒸腾量的百分比。

5) 水田作物蒸发蒸腾量、田间渗漏量及田间耗水量的各阶段值和日平均值。

5.5.4 对当年的作物蒸发蒸腾量资料，可从下列方面进行分析：

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 绘制水田作物田间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，绘制蒸发蒸腾量的昼夜变化过程线，分析其变化规律。

5.5.5 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等）的作物蒸发蒸腾量，宜根据该年资料用数理统计法分析下列关系：

1 旱作物蒸发蒸腾量与土壤含水率的关系。

2 水田作物蒸发蒸腾量与田间水分状况（水层深度、土壤含水率、落干程度等）的关系。

3 作物蒸发蒸腾量与植株冠层指标（叶面积指数、株高、叶气孔阻力等）、作物产量的关系。

5.5.6 同一试验站如具有 5 年以上的蒸发蒸腾量试验成果，应进行一次多年资料整编和分析；以后每增加 5 年资料，应重新进行一次多年资料分析，主要包括下列内容：

1 绘制作物全生育期蒸发蒸腾量的逐年变化过程线，分析其与水文年度、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水田作物田间渗漏量的多年平均值，绘制多年平均和典型年的日平均蒸发蒸腾量以及水田作物日平均田间渗漏量在全生育期内的变化过程线，分析其变化规律。

3 将历年的各阶段蒸发蒸腾量与同阶段的气象资料进行统计分析。

4 分析作物全生育期、各生育阶段、分旬和分月作物系数的年际变化规律。

5 分析作物系数、土壤水分修正系数与土壤含水率、参考作物蒸发蒸腾量的关系。

6 灌溉制度及灌溉效益试验

6.1 一般规定

6.1.1 灌溉制度试验应以田间小区对比试验为主，结合进行大田对比试验和现行灌溉制度的调查。

6.1.2 在各种处理的试验小区内，应通过观测，取得下列各项资料数据，观测方法应符合第9章的要求。

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 作物生育阶段起止日期、生长形态、生理特性及产量。

4 田间的气温、空气湿度、土温和水温。

6.1.3 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现行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。

6.1.4 在试区范围内或试区附近，应系统地观测气象资料，其项目与5.1.4条相同。

6.1.5 开展用咸水、肥水等非常规水源进行灌溉制度试验时，应化验水质，并应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理化性状和作物生理、生态、产量以及产品质量的影响。

6.1.6 灌溉制度试验宜与作物受旱试验相配合，进行作物不同生育阶段的适宜湿润层深度、适宜土壤含水率或适宜土壤水势的试验。对于滴灌、微喷灌或木本作物的灌溉，还宜进行适宜土壤湿润范围的试验。

6.1.7 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。

6.2 旱作物灌溉制度

6.2.1 旱作物灌溉制度试验应采用对比法，并按下列方式选择确定处理：

- 1 固定灌水次数和每次灌水时期，采用不同的灌水定额。
- 2 固定每次灌水定额，以及可选择安排灌溉的时期，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 根据占充分供水条件下作物蒸发蒸腾量不同比例，确定不同的灌溉制度。
- 7 根据作物的不同水分生理指标，确定不同的灌溉制度。
- 8 在集雨灌溉或极度缺水条件下，根据作物的关键需水期，确定不同的灌溉制度。

6.2.2 灌溉制度应针对所采用的灌水方法安排不同的试验处理；有条件时应进行灌溉制度与灌水方法的多因素试验。

6.2.3 应每隔 5~10d 在各小区测定土壤含水率一次，其中作物生育前期和后期观测时间可采用 10d，生育盛期和浅根蔬菜类作物宜每 5d 观测一次；灌水前后、降水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 间隔，分层进行观测。

6.2.4 在作物每一生育阶段的起始期、中期和结束期应对作物地上形态指标（包括密度、株高、叶片数与叶面积、茎节数与茎节长度、生物量等）、地下根系发育情况（包括根系长度、根系活性、根干重等）和作物生理指标（如光合作用、蒸腾、气孔导度、叶片水势、冠层温度等）进行观测，其中生理指标宜选择晴朗天气观测其日变化情况。

6.2.5 在组合种植条件下，应根据不同作物的需水特性，按

6.2.1 条的方法设计不同的处理方式,进行组合作物的灌溉制度试验。

6.2.6 组合种植条件下的灌溉制度试验,应观测所采用灌水方法下的水分垂直入渗与侧向入渗分布状况,横断面上的土壤含水率变化状况,每种组合作物的生长发育状况,组合作物的根系交错分布情况等。横断面上布设的土壤水分测点数及地上形态指标观测点数宜为5个,宜在灌水畦(沟)的中心线、组合作物种植的交接线、未灌作物畦(沟)的中心线及两个中心线与交接线之间的中点处各布设一个测试取样点。组合种植条件下的灌溉制度试验宜结合不同作物的适宜组合种植模式试验一起进行。

6.2.7 温室或大棚栽培条件下的灌溉制度试验,应结合温室或大棚内的小气候变化、土温控制、通风降温要求及其他栽培管理要求等,设计不同灌水时间和灌水定额的对比试验,并观测分析不同灌水方法和灌溉制度条件下的作物生长发育、产量和病虫害发生状况。

6.2.8 有明显盐碱影响的土地进行旱作物灌溉制度试验时,应同时考虑允许的土壤溶液盐分浓度或土壤含盐量等指标确定灌水时间和灌水定额,并观测、分析土壤溶液盐分浓度或土壤含盐量的时空变化及其对作物生理生态的影响。

6.3 水田作物灌溉制度

6.3.1 水稻本田期的灌溉制度试验,应根据田间水分控制方式(淹水、湿润、落干、晒田等),田面水层深度或土壤水分控制上、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,确定适宜的水分控制方式、水层标准、土壤水分适宜控制指标、晒田技术及相应的灌溉制度。

6.3.2 应每日8时定时观测田间水层,灌水、降水及排水前后应加测,读数精度应达到0.1mm。在晒田落干期间,耕作层土壤含水率应3~5d观测一次,灌水前后、降水前后和生育阶段转化时应加测,要求同6.2.3条。

6.3.3 本田期水层的上、下限和晒田程度应按下列标准划分为不同类别：

1 水层标准

- 1) 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。
- 2) 浅水层：田面水层深度为 10~30mm。
- 3) 中水层：田面水层深度为 30~60mm。
- 4) 深水层：田面水层深度大于 60mm。

2 晒田标准

- 1) 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 80%。
- 2) 中晒：晒田末时 0~20cm 土层内平均土壤含水率为饱和含水率的 60%~80%。
- 3) 重晒：晒田末时 0~20cm 土层内平均土壤含水率低于饱和含水率的 60%。

6.3.4 泡田用水试验应针对不同的泡田技术（泡田用水与耕、耙、耖田的配合方式等）与灌水定额进行。试验中应测记泡田时间、灌水定额、泡田技术以及泡田期间的降水量、排水量、田面蒸发量和渗漏量。

6.3.5 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。

6.3.6 水田生长的其他经济作物或绿肥作物的灌溉制度试验，可根据田面有无水层情况，按水稻或旱作灌溉制度试验要求进行。

6.4 林木果树和牧草灌溉制度

6.4.1 林木果树灌溉制度试验的基本方法与要求同旱作物灌溉制度试验。

6.4.2 林木果树灌溉试验的土壤含水率测定除应按 6.2.3 条的规定外，还应在平面上沿作物行及其垂直方向至 1/2 行距和 1/2

株距处布置 3~5 个土壤含水率观测点，并计算平均土壤含水率。

6.4.3 林木果树灌溉制度试验宜结合灌水方法试验和施肥技术试验（施肥量、施肥次数、施肥方法）进行多因素试验。

6.4.4 牧草灌溉制度试验的基本方法同旱作物灌溉制度试验，并可参考林木果树的一些做法。

6.5 作物适宜灌溉控制指标

6.5.1 适宜土壤含水率控制上、下限试验，可结合不同含水率下限标准的灌溉制度试验一并进行。旱作物各处理的土壤含水率上限宜采用田间持水率；水田作物的灌水上限可采用一定水层深度或饱和含水率，安排 2~4 个水平。对于每个阶段，可只针对土壤含水率下限安排 3~4 个水平（旱作物以占田间持水率百分数计，水田作物以占饱和含水率百分数计），将全生育期各阶段的不同土壤含水率上、下限水平，组合成对比的处理。

6.5.2 作物水分生理指标试验，应在作物生长发育的每一个阶段设计 3~4 个不同缺水水平的处理。每 5~10d 应选择一个晴朗的天气对各观测小区作物生理指标的日变化进行测定，每 1h 测定一次，同时还应对作物的地上形态发育和产量进行观测。通过对所有观测结果进行综合分析，选择各生理指标的最佳测定时间及最佳控制标准。

6.5.3 适宜土壤水势试验，宜在每个试验小区内，定位观测土壤水势。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，测定其土壤水势，并据此计算计划湿润层的平均土壤水势。观测土壤水势的时间与观测土壤含水率的时间相同。

6.5.4 不同灌水方法下的土壤适宜湿润层深度与湿润区范围的试验，可结合不同的灌水定额试验一并进行。试验设计应充分考虑当地的降水分布、不同时段的水资源供给状况、作物生育阶段、作物生育后期对土壤储水的利用、连作或套种作物前茬灌水与后茬作物的利用等因素，安排 2~3 个灌水定额处理，进行小

区对比试验。

6.5.5 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（包括根系生长）性状、植株生理生态指标及产量。

6.5.6 对于木本作物的幼龄期、宽行大田作物或其他作物采用滴灌或微喷灌时，应开展适宜土壤湿润范围试验。试验时，应以该植株主干为中心，安排不同的土壤湿润范围，用小区对比试验法，确定适宜的土壤湿润范围。

6.5.7 除干旱地区外，开展适宜土壤含水率及适宜土壤水势试验的小区，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势。

6.6 有效降雨量测定

6.6.1 每次降雨的有效降雨量可按附录 C 公式（C.0.8-1）～公式（C.0.8-4）计算。其中，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仪测定。

6.6.2 一个时段内的有效降雨量，可根据农田水量平衡原理，按附录 C 公式（C.0.9-1）、公式（C.0.9-2）计算。

6.6.3 应根据已经取得的有效降雨量资料算出降雨有效利用系数（有效降雨量与同期降雨总量之比），分析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。

6.7 非充分灌溉试验

6.7.1 非充分灌溉试验应采用对比法，主要包括下列方面的试验：

- 1 作物缺水敏感期与灌水关键期试验。
- 2 有限水量在作物不同生育阶段进行合理分配的试验。
- 3 作物非充分灌溉适宜控制灌水指标试验。

4 适宜非充分灌溉的灌水方法与技术试验。

6.7.2 根据气候条件、土壤条件、农业技术措施以及供试作物的水分生理特性,设计灌水次数、每次的灌水定额、不同生育阶段灌水组合以及同一生育阶段不同时间灌水组合的多种处理,观测各处理的作物生长发育、缺水反应、复水效应、最终经济产量和产品质量,以综合分析确定作物缺水的主、次敏感时期及灌水关键时期或时间。

6.7.3 有限水量在作物不同生育阶段合理分配的试验,应按 7.2 节中作物水分生产函数的试验结果,探求灌溉水量有限时,获得最优作物产出的灌溉定额、各生育阶段的水量分配策略以及最佳灌水时间。

6.7.4 非充分灌溉控制指标的试验可按 6.5.1 条和 6.5.4 条的方法进行。试验观测项目同 6.2.3 条、6.2.4 条和 6.5.5 条。

6.7.5 应针对非充分灌溉的特点,开展大田宽行作物分根区交替灌、密植作物隔畦交替灌的适宜交替方式与控制指标,稀疏作物局部灌溉方式与湿润范围,水稻节水灌溉与旱种技术等方面的试验,探求小定额灌溉条件下满足灌水均匀、田间水利用率高、不破坏土壤结构等方面要求的灌水方法与技术。

6.8 灌溉效益

6.8.1 可采用直接对比试验法,选取灌溉(优)与不灌溉(劣)作为相互对比的处理,其土壤、农业技术措施等应相同,分析在当年气象与农业技术条件下因灌溉而增加的产量。有条件的试验站,应开展不同农业水平的灌溉增产率试验,分析灌溉与农业技术各自的增产作用。

6.8.2 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,宜安排下列四种处理,并按附录 C 公式(C.0.10-1)~公式(C.0.10-4)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,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，灌溉。

6.8.3 为取得不同水文年以及多年平均的灌溉效益，试验中应选择4~6个典型年型，模拟其降水或农田水分条件，有条件的试验站宜开展长系列灌溉效益试验。可采用坑测法或筒测法进行试验。测坑、测筒应符合5.2节的要求。

6.8.4 在降水量（或农田获得水量）模拟试验中，利用喷灌（或其他灌水方法）模拟各典型年降水量（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6.8.2条中要求安排处理。

6.8.5 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7.1.3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，根据其降水及作物蒸发蒸腾量资料，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进行比较，判明各处理相应的典型年，取得其灌溉效益结果。

7 作物水肥生产函数与 灌溉环境效应试验

7.1 作物受旱试验

7.1.1 干旱、半干旱地区或灌溉水源不足地区应开展作物在不同时期缺水以及不同缺水程度对作物生长发育及产量影响试验。

7.1.2 采用对比试验法应在蒸渗仪（有底或无底）或小区中进行；对旱作物地下水埋深小于 2.5m（砂土、砂壤土）或 3.5m（壤土、黏壤、黏土）时，应在有底蒸渗仪中进行。处理数较多（10 个以上）时，宜用测筒试验，但其观测成果应有 3 个以上测坑（或小区）观测成果的检验、校核和修正。除全生育期内降水不产生地表径流的干旱地区外，测坑和测筒应设置活动的防雨设施。

7.1.3 宜参照作物生物学特征所划分的生育阶段，将全生育期划分为时段长度相差不大的 4~6 个阶段（作物越冬可单独作为一个阶段，其时间不受此限）。应针对作物对水分比较敏感的时段和当地易于受旱的阶段，用不同的灌水次数和灌水定额控制成不同的土壤含水率下限，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的处理作为对照。各处理安排 3 次以上重复。

7.1.4 试验应观测下列项目：

1 各阶段的灌水次数、日期、定额、土壤含水率及田间土层深度（观测间隔时间为 2~3d，对旱作物可适当延长）。

2 各阶段作物生长发育状况、生育进程及主要的水分生理生态指标，作物产量和产品质量。

3 土壤、气象、农田小气候等有关项目。

7.1.5 应根据观测结果，分析不同的缺水时期和缺水程度对作物生长发育及产量的影响，确定其定量关系。

7.2 作物水分生产函数

7.2.1 干旱、半干旱和灌溉水源不足地区应开展作物水分生产函数试验。

7.2.2 采用坑测法或筒测法进行试验。测坑、测筒应符合 5.2 节中的规定。

7.2.3 宜参照作物的生育阶段，按照下列情况划分不同的试验阶段：

1 除越冬期或水田生长作物的苗期外，各阶段的长短（天数）不应相差悬殊。

2 结合作物的生育阶段划分，以便与作物生物学特性调查密切结合。

3 阶段数目适宜，宜将全生育期分为 4~6 个阶段。

7.2.4 应针对不同阶段的不同缺水程度安排处理，并应安排任何阶段均不缺水的处理作为对照。可依据不同阶段、不同土壤含水率下限或者依据不同的灌水次数与灌水定额设计形成 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，应安排不同缺水水平下阶段间连续受旱或间隔受旱的处理。各处理安排 3 次以上重复，且各处理的重复次数应相等。

7.2.5 试验应观测下列项目：

1 各阶段的灌水次数、日期、定额、灌水前后土壤含水率或水层深度。

2 定期（观测间隔时间为 3~5d，对旱作物可适当延长）观测土壤含水率（或水层深度）及蒸发蒸腾量。

3 作物生育期的日期，各阶段作物生长发育性状、物候及主要的作物水分生理指标。

4 考种、测产。

5 土壤、气象、农田小气候等有关项目。

7.2.6 应根据试验观测结果，分析确定作物水分生产函数全生育期模型、分阶段模型以及模型参数变化的规律。同时探讨水分

与作物产量之间定量关系形成的原因或机理。

7.3 作物水肥生产函数

7.3.1 作物水肥生产函数试验主要针对氮素肥料开展，其他肥料的试验可参照实施。

7.3.2 宜采用坑测法或筒测法进行对比试验。测坑、测筒应符合 5.2 节中的规定。

7.3.3 应按 7.2.3 条的要求划分生长阶段。试验中对水分因素应按 7.2.4 条的要求设计成不同的缺水水平；施肥量因素应结合当地施肥情况，安排 2~3 个水平，同时，宜安排不施肥的对照处理；施肥方式因素应按基肥及不同阶段追肥的比例，安排 2~3 个水平；将不同阶段的各种缺水水平、施肥量以及施肥方式组合成试验处理，在处理数较多的情况下，宜采用正交法安排试验处理。各处理安排 3 次以上重复，且各处理的重复次数应相等。

7.3.4 试验应观测下列项目：

1 各阶段的灌水次数、日期、定额、灌水前后土壤含水率或水层深度。

2 各阶段的施肥次数、日期、施肥量。

3 定期（观测间隔时间为 3~5d，对旱作物可适当延长）观测土壤含水率（或水层深度）及蒸发蒸腾量。

4 播种前以及收割后对土壤取样，测定其氮、磷、钾养分含量。

5 不同阶段对各处理植株取样，测定其氮、磷、钾养分含量。

6 作物生育期的日期、各阶段作物生长发育性状、物候及主要的水分生理指标。

7 考种、测产。

8 土壤、气象、农田小气候等有关项目。

7.3.5 根据 7.3.4 条所列各项的观测项目，分析不同供水量（或灌水量）以及不同施肥量和施肥方式对作物生长发育及产量

的影响,确定作物水肥生产函数模型。同时,根据作物蒸发蒸腾量、土壤及植株肥料养分含量,分析不同处理的水分生产率及肥料利用率。

7.4 作物水分及水肥生产函数 试验结果分析

7.4.1 作物水分生产函数试验工作结束后,应根据蒸发蒸腾量、灌水量、供水量(灌水量与降水量之和)及产量成果分析适宜的作物水分生产函数模型及其参数等变化规律。常用的模型可采用附录C公式(C.0.11-1)~公式(C.0.11-6)。

7.4.2 分析水分对产量的影响时,宜用相对蒸发蒸腾量与相对产量(或蒸发蒸腾量亏缺率与减产率)建立关系,可按附录C公式(C.0.11-4)~公式(C.0.11-6)计算。

7.4.3 应根据作物蒸发蒸腾量及产量试验成果,探求适用于当地的新的作物水分生产函数模型。

7.4.4 应对所建立的拟合方程及其拟合参数进行显著性检验,只有达到显著水平的模型方可应用。

7.4.5 同一站点如具有3年以上的作物水分生产函数模型试验结果,应分析作物水分生产函数模型参数随时间(水文年度)的变化规律,以拓宽试验成果的使用范围。宜采用参考作物蒸发蒸腾量或其频率代表水文年度对作物水分生产函数模型中参数的影响进行分析。

7.4.6 在具有多站试验结果后,应分析作物水分生产函数模型参数的空间(地理位置)变化规律,以拓宽试验成果的使用地域。

7.4.7 结合水分生产函数试验(或受旱试验)观测结果,宜针对不同的水分亏缺状况分析下列内容:

- 1 对作物生长发育状况的影响。
- 2 对作物水分生理指标的影响。
- 3 对作物蒸发蒸腾量的影响。

4 对作物干物质积累和产量构成的影响。

7.4.8 作物水肥生产函数试验成果分析可参照作物水分生产函数相关条文，并分析施肥因素对有关指标的影响。

7.5 非常规水安全利用试验

7.5.1 开展微咸水、肥水等非常规水安全利用试验，应按照 9.3 节中的规定监测水质。

7.5.2 开展微咸水灌溉试验的前期准备工作应包括下列内容：

1 对试验场地的土壤和地下水状况进行系统调查，并对微咸水水源进行分析化验，进行盐分分类与分级。

2 对灌溉试验区进行必要的水文地质调查，确定排水方式。

3 选择有代表性的地块，划分若干小区，小区应符合 4.3 节的要求；小区四边用埋深 1.5m 的防渗材料隔离侧渗；埋设土壤溶液提取仪和盐分传感器，监测土壤水盐运动。

7.5.3 微咸水灌溉试验设计应综合考虑水质标准、灌溉作物的耐盐能力和盐分的种类及组成等方面的因素。

1 水质参照 GB 5084 执行。同时，还可按水中含盐量的多少、盐分的种类和组成等情况，进行处理设计，主要有钠吸附比、盐度、碱度与矿化度、综合危害系数等指标。

2 应严格掌握作物各生育阶段的耐盐能力。衡量作物耐盐能力，可采用土壤含盐量、含氯量和土壤溶液浓度三项指标。水稻土壤还应考虑氧化还原电位。

3 应重点监测长期使用微咸水灌溉对土壤及地下水的影响。

7.5.4 非常规水灌溉试验中，水样、土壤样本和植物样本的采集应有代表性，且不改变水样原有的化学成分和物理性质。对样本的分析化验应及时，若不能及时化验，应采取相应的保存措施。

7.5.5 非常规水安全利用试验应观测下列项目：

1 各时段的非常规水水质分析评价，灌水次数、日期、定额、土壤含水率，监测土壤、地下水中污染物和盐分迁移转化与

积累。

2 观测作物不同生育阶段生长发育性状，重要的水分生理指标，产量与产品品质，监测植株体污染物（重金属、盐分）吸收与积累。

3 土壤、气象、农田生态环境、农田环境卫生和小气候等有关因素。

7.5.6 非常规水安全利用试验应连续进行多年（至少5年以上）试验观测。

7.5.7 可采用回顾评价法、现状评价法或影响评价法等方法对非常规水水质进行评价，监测、评价灌区的环境质量变化规律与发展趋势。评价内容应包括单要素评价、单项评价和综合评价。应监测与评价非常规水灌溉对地下水质、地面水质、农作物产量与品质、土壤等的影响。

7.6 灌溉对农田水土环境的影响

7.6.1 灌溉对农田水土环境影响试验宜采用田间对比试验，观测分析灌溉（包括灌水方法与技术、灌溉水质、灌溉制度等）对农田水土环境的影响。

7.6.2 宜结合灌溉制度试验、作物受旱试验、作物水肥生产函数试验、非常规水安全利用等试验，增加灌溉对环境影响的观测及其分析。也可针对不同的灌水方法、灌水技术、灌溉制度及其农业措施，专门开展灌溉对环境的影响试验。

7.6.3 根据试验目的的不同，宜观测与分析下列内容：

1 土壤物理化学性状，包括：容重、颗粒分布、孔隙度、渗透性、含水率（凋萎系数、饱和含水量、田间持水量）；土壤肥力（氮磷钾）、土壤氧化还原电位（Eh）、土壤酸碱度（pH值）、有机质等。根据历年来以上各指标的监测数据，分析农田土壤理化性状的演变趋势。

2 土壤盐分，包括：含盐量、饱和泥浆提取液的电导率（EC）及盐分组成等。根据观测结果分析土壤的积盐或脱盐过

程，确定适宜的淋洗定额和淋洗方式。

3 土壤污染，包括：土壤中重金属（主要包括砷、汞、镉、铬、铅五种）及典型农药的含量，分析方法符合 GB 15618。播种前以及收割后对土壤取样，测定污染物在土壤垂向剖面及水平方向的空间分布。通过污染物在剖面分布的变化分析其在垂向上的迁移变化，结合地下水位观测资料分析其对地下水威胁的可能性。通过污染物在空间上的分布变化，特别是耕层的浓度变化，参照 GB 15618 分析其污染程度。根据当地实际用药情况，依据施药量大、难降解、毒性较大等选择几种典型农药进行重点监测。

4 田间灌溉排水水质，包括：浊度、氮、磷、化学需氧量（COD）、生化需氧量（BOD）、典型农药、除草剂、盐度等。各指标的采样及分析方法应符合 GB 5084、SL 187、SL 78。

5 地下水，包括：地下水位变化动态、地下水水质变化情况等。地下水水质测定，参见 GB/T 14848—9。

6 有条件的试验站可开展沟渠及塘堰湿地系统对农田氮磷等面源排放净化效果试验观测。

7.6.4 灌溉对农田水土环境的影响试验应连续进行多年（至少5年以上）试验观测。

8 灌水方法及灌水技术试验

8.1 灌水方法

8.1.1 灌水方法试验应根据当地自然、经济、社会条件、管理水平 and 作物种类安排处理, 采用小区或大田对比试验法。灌水方法试验应针对不同的灌水方法及其合理的灌水技术安排试验处理。

8.1.2 灌水方法对比试验应包括下列主要指标: 灌水定额、灌水均匀度、田间水利用率、作物生长发育形态指标(包括株高、叶面积、茎节长度和茎粗等)、作物产量与品质、灌溉定额、作物蒸发蒸腾量、水分生产率、能源与材料消耗、劳动力投入、劳动生产率、灌溉效益、环境影响因素等。

8.1.3 各试区应测定土壤含水率。测定的时间按 6.2.3 条执行。在每个测点处, 从地表起每隔 10~20cm, 分层测定土壤含水率, 至可能入渗的最大深度止。

8.1.4 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。

8.1.5 灌水方法试验宜结合灌溉制度试验进行, 试验方法与要求应同时符合第 6 章的规定。

8.2 畦灌灌水技术

8.2.1 畦灌灌水技术试验应针对一定的土质、灌水定额, 对灌水技术要素(畦田纵坡、畦长、入畦单宽流量、入畦水头、放水时间、改水成数等)及这些要素之间的最佳组合进行对比试验。

8.2.2 试验时应应对下列评价畦灌技术的主要指标进行观测、记录和分析:

- 1 灌水后全畦土壤的湿润均匀度。
- 2 田间水利用率。

- 3 灌水工作效率。
- 4 水流对田面的冲刷程度。
- 5 作物的生长发育状况和产量。

8.2.3 畦灌灌水技术试验宜选择在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及相应的量水和控制设备。

8.2.4 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及田面水层深度;灌水停止后,应准确观测并记录田面水层的消退过程,观察水流对畦田土壤的冲刷状况和对作物的损伤状况。

8.2.5 应在灌水前和灌水 1d 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。对于每个测点,应从地面起每隔 10~20cm 分层测定土壤含水率,至可能入渗的最大深度止。

8.2.6 在试验过程中,应按 8.2.4 条规定的测线、测点要求,测记水流推进过程及消退过程到达各测线断面测点位置的时间;同时,应每隔 5min 或 10min 测记不同放水时间后各测点的田面水层深度。

8.2.7 应根据观测资料,统计分析不同单宽流量下水流推进距离与放水时间的关系,绘制水流推进过程和消退过程曲线;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他因素。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。

8.2.8 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、纵坡条件下的畦灌灌水技术要素试验。

8.2.9 波涌畦(沟)灌灌水技术试验除观测常规畦(沟)灌灌水技术要素外,同时还应针对波涌灌的特点,对放水周期、间隔时间,每次放水与停水时间,每次放水的水流推进与消退过程,间歇入渗规律等进行测记与分析,综合确定波涌灌的最佳灌水技

术要素组合。

8.3 沟灌灌水技术

8.3.1 沟灌灌水技术试验宜采用对比试验法，可分项或几个项目结合在一起试验，每个处理应重复3次，应包括下列内容：

- 1 灌水沟类型、断面型式与灌水方法试验。
- 2 沟灌灌水技术要素试验。
- 3 沟深、沟距试验。

8.3.2 在灌水沟类型、断面型式与灌水方法试验中，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。

8.3.3 在沟灌灌水技术试验中，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、入沟流量（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、入沟流量、放水时间或改水成数之间的相互关系，确定各种条件下的最佳沟灌灌水技术要素组合。

8.3.4 在沟距试验中，除应针对不同试验处理测定8.1.2条所述指标及符合8.2.5条和8.2.6条的要求外，还应测定沟底及两沟之间的土壤湿润范围，试验结束后，绘制沟灌土壤湿润图，确定灌水技术要素与沟距之间的合理组合。

8.3.5 对于交替隔沟（畦）灌溉试区测定土壤含水率的位置和测点数，应沿沟长方向在灌水湿润沟、垄上及未灌干沟布设3条测线，在每条测线的上、中、下游各选1~3个代表点。同时应对灌后土壤水分再分布过程，垄上作物适宜种植行数、株距，配套施肥方式，盐分运移情况及作物生长发育状况进行测记，并分析最佳灌水技术要素组合。

8.3.6 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。

8.4 格田灌水技术

8.4.1 水田生长作物采用格田淹灌时，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（串灌串排与灌排分开）、田间沟渠布置和格田进水、排水建筑物等试验。

8.4.2 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。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。

8.4.3 评价格田灌水技术的指标是作物生长发育和产量、灌水定额及灌溉定额、灌溉及其他农事用工量、灌排沟渠及田埂占地面积等。通过对这些指标和成果进行综合分析来确定合理的灌水技术。

8.4.4 针对水田作物节水灌溉要求，开展无水层、无水层与短期淹水相结合、水田作物覆膜旱作、鱼稻（或其他水田生长作物）共生的栽培与灌溉试验。

8.5 喷灌灌水技术

8.5.1 喷灌灌水技术应针对一定的土壤、作物、地形和喷灌设备等条件，对喷灌强度、喷灌均匀度及喷头的合理布置进行田间对比试验。

8.5.2 喷灌灌水技术试验应包括下列内容：

- 1 喷头工作水头与出流量。
- 2 喷头射程。
- 3 喷头的布置方式和形式。
- 4 喷灌强度。
- 5 喷灌的灌水均匀度。
- 6 喷灌的漂移损失。
- 7 喷灌的水滴分布与水滴打击强度。
- 8 喷灌作物的生长发育状况和产量。

8.5.3 试验中所选取的灌水技术参数应符合 GB/T 50085 的规定。

8.5.4 各试区应在灌水前和灌水 1d 后测定畦田土壤含水率的分布状况。若为固定式喷灌和微喷灌，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。

8.5.5 试验中还应观测不同喷头和喷头组合下喷洒水滴的空中漂移损失，作物茎叶截留，地表径流，土壤冲刷、板结和作物损伤状况，作物生长发育状况和产量等。

8.5.6 喷灌灌水技术要素的主要指标以及资料的整理应按 GB/T 50085 中的要求与方法进行。

8.6 微灌灌水技术

8.6.1 微灌灌水技术试验应根据可供灌溉水源、气象、地形、土壤、作物种植、社会经济和生产管理水平等条件，对微灌灌水方法及毛管和灌水器的合理布置进行田间对比试验。

8.6.2 微灌灌水技术试验应包括下列内容：

- 1 灌水均匀度。
- 2 毛管布置方式、形式和规格。
- 3 毛管上的灌水器间距。
- 4 灌溉后湿润体与灌溉湿润比。
- 5 灌水器工作水头与出流量。
- 6 灌水器堵塞状况和防堵措施。

8.6.3 试验中所选取的灌水技术参数应按 GB/T 50485 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。

8.6.4 应在灌水前和灌水 1d 后测定土壤含水率的分布状况。可选 2~3 个滴头，以滴头为中心，根据滴头流量的大小及土壤入渗特性，沿滴灌管线及垂直滴灌管线方向选 3~5 个有代表性的测点，选点及测定深度应包含整个湿润体。

8.6.5 滴灌毛管布置方式（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关联，宜根据当地的实际条件，开展单因素或多因素对比试验。

8.6.6 微喷灌灌水若是为了提高空气的相对湿度，宜开展喷头工作压力、出流量、雾化度、喷洒时间和空气相对湿度之间相互关系的试验。

8.6.7 涌泉灌应针对毛管布置方式（地下、地上），灌水器的出流量，绕树环沟产生积水的时间、积水深度与入渗过程，大田作物涌泉灌灌水器涌流沿沟、畦的推进和水分入渗过程以及灌水均匀度等，进行单因素或多因素对比试验。

8.6.8 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，并测定灌溉水质。

8.6.9 合理的毛管布置、灌水器间距、工作压力以及流量均与微灌的灌溉制度有关，应将微灌灌水技术试验与微灌灌溉制度试验结合进行。

8.7 其他灌水方法及灌水技术

8.7.1 膜上灌应针对特定的土壤种类和地形坡降，对膜畦规格、入膜流量、膜上流速、畦首尾进水时差、灌水定额、灌水持续时间等技术要素开展多因子对比试验，灌水停止后应详细观测土壤入渗过程、土壤水分再分布过程以及灌水均匀度等指标。

8.7.2 渗灌应针对不同的土质，根据土壤湿润深度和范围、湿润均匀程度、田间灌水量、灌水持续时间、田间水利用率、土壤盐分分布（盐碱化土壤）、作物生长发育状况及产量等，对管道间距、埋深、长度、出水孔密度、抗堵塞措施等进行田间对比试验。地下滴灌试验可参照此方法进行。

8.7.3 其他灌水技术要素的主要指标以及资料的整理分析方法，与畦灌和沟灌技术试验的规定相同。

9 土壤、作物、气象及水分条件观测

9.1 土壤理化性质测定

9.1.1 各级灌溉试验站均应对试验场地土壤的结构、质地及理化性质定期进行测定，测定的项目及方法应符合附录 D.0.1～D.0.4 条的规定。

9.1.2 根据试验需要，宜测定土壤 pH 值、土壤阳离子交换性能力和土壤氧化还原电位 (E_h 值)，可采用附录 D.0.5～D.0.7 条的方法测定。

9.1.3 对排水不良的旱地和有渍害的水田，应根据试验需要测定田间还原性物质总量、活性还原物质、水溶性亚铁、二价锰和交换性亚铁等土壤还原性物质，可采用附录 D.0.8～D.0.12 条的方法测定。

9.1.4 对含有过多水溶性盐分的盐渍地，应根据试验需要，取土样测定土壤中水溶性盐分含量，测定的项目宜采用附录 D.0.13 条的方法测定，也可采用土壤盐分监测仪测定。若两种测定方法的结果非常接近，可直接采用土壤盐分监测仪测定。

9.2 土壤水分特性和含水率测定

9.2.1 所有灌溉试验站在开展试验研究工作之前，均应对试验场内土壤的基本水分参数进行测定。测定的项目及方法应符合附录 D.0.14～D.0.21 条的规定。

9.2.2 对于易受渍害的农田，应测定土壤水中溶解氧的含量，可采用溶解氧测定仪或碘量法测定。采集水样时，水样不应与大气接触，所采的水样，应在当天分析完毕。

9.2.3 土壤含水率应根据试验目的、场地条件、小区安排方式、

土壤含水率的测定频率、精度要求、样点数量等因素综合考虑,在保证测定精度的情况下,应在尽量减少对土壤结构破坏和对作物正常生长干扰的原则下选择测定方法。

9.2.4 使用各类仪器测定土壤含水率之前,都应对仪器的适用性进行必要的校核。校核时应以取土烘干法为基准,其他方法在平行条件下同步测定。两种方法测定结果较为一致或具有很好的相关关系时,这些仪器才允许独立使用。仪器的校核工作应在每个生长季节开始前进行1次,之后每隔3个月左右应重新校核1次。

9.2.5 对于区域墒情监测、中间示范性试验及其他一些田间试验,当田间小区面积相对较大时,可采用不定点的取土烘干法测定土壤含水率。对于田间小区面积相对较小的田间试验和测坑,不允许采用取土烘干法,应采取管式时域反射仪或中子水分仪等定点方法测定土壤含水率。在面积较小的测筒中,应采取定点方法与称重法相结合测定土壤含水率。

9.2.6 采用取土烘干法测定土壤含水率时,每个测点应取3个样本重复测定,样本间距控制在10cm之内。测定结果记一位小数,各重复样本土壤含水率值的相对误差不大于5%时,取其算术平均值作为该测点的土壤含水率。土样采集完成后,土壤中留下的孔洞应用细土回填密实,并做标记,以便下一次采土样时参考定位。在同一试验小区内前后两次采集土样点的直线距离应控制在50~100cm。

9.2.7 采用管式时域反射仪或中子水分仪定点监测土壤含水率时,每次埋设导管之前,都应以取土烘干法为基准对仪器进行率定。中子水分仪的率定应分层进行,并特别注意土壤层次结构的变化。实际测定时,地面20cm以下的土层可直接使用仪器测定,0~20cm表层土壤含水量则应用取土烘干法或针式时域反射仪探头测定。

9.2.8 灌溉试验总站和省级灌溉试验中心站可装备土壤含水率自动测定系统,自动采集试验小区的土壤含水率或土壤水势。

9.3 灌溉水质测定

9.3.1 各级灌溉试验站均应了解灌溉试验使用水源的主要理化性质。水源包括地面水、地下水和非常规水（处理后的养殖业废水及以农产品为原料加工的工业废水），但不包括医药、生物制品、化学试剂、农药、石油炼制、焦化和有机化工处理后的废水。

9.3.2 灌溉水质标准的控制项目应包括 27 项，其中 16 个基本控制项目（五日生化需氧量、化学需氧量、悬浮物、阴离子表面活性剂、水温、pH 值、全盐量、氯化物、硫化物、总汞、镉、总砷、六价铬、铅、粪大肠菌群数、蛔虫卵数）和 11 个选择性控制项目（铜、锌、硒、氟化物、氰化物、石油类、挥发酚、苯、三氯乙醛、丙烯醛、硼）。

9.3.3 在使用非常规水灌溉期间，采样点应选在灌溉进水口处。灌溉水质控制项目的测定方法及水质控制标准应符合 GB 5084 的规定。化学需氧量、氰化物、三氯乙醛及丙烯醛的标准数值取多次测定结果的最高值，其他各项标准数值应为灌溉期间多次测定的平均值。

9.3.4 无条件自行测定 9.3.2 条所列出的项目时，可将采集的水样在规定的时间内送至具有相应资格的专业水质监测部门测定。

9.4 作物生长发育进程调查

9.4.1 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。4 种作物生育阶段的划分参见附录 E。

9.4.2 每一处理应至少在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的生育阶段进程。窄行密植作物，每个观测点上应选择一行中的连续 5~10 丛（穴）作物，并在两端插好

标记进行观察；宽行稀植作物，应选一行中的连续 5~10 株作物进行观察。平时应每 5d 观察 1 次，临近生育阶段转变期时应每 1~3d 观察 1 次。

9.4.3 干物质积累量宜只测地上部分的干物重。测定时应根据不同种类作物的特性，选取一定数量有代表性的植株，采用烘干称重法测定。

9.4.4 农田覆盖度可用叶面积指数、冠层透光率等指标反映。叶面积指数可用取样量测法测定，也可用叶面积仪等仪器测定。冠层透光率可用线性量子探头、冠层分析仪或激光成像仪等仪器设备测定。

9.4.5 作物根系的分布状况可用挖掘法、玻璃壁法、容器法、剖面法、根钻取样法测定，也可用根系观测系统等设备直接观测。

9.4.6 作物生育进程观测和考种项目的记载标准因作物而异，附录 E 中列出了其中的 4 种作物，可供参考。

9.5 作物生理生态指标测定

9.5.1 开展灌溉试验时，应根据需要测定作物水分生理状况，测定项目宜采用下列方法：

1 叶水势：植物叶水势测定仪或热电偶式叶水势仪，也可用小液流法。

2 细胞液浓度：用手持糖量计或阿贝折射仪测定。

3 气孔导度、叶面温度：用稳态气孔计或动态气孔计测定。

4 蒸腾速率：用光合作用系统或茎流计测定，也可用快速称重法测定。

5 光合速率：用光合作用系统测定，也可用改良半叶法测定。

6 冠层温度：用红外测温仪测定。

9.5.2 用生理指标测定结果指导灌溉时，可根据选用的生理指标确定适宜的测定时间。如叶水势和细胞液浓度宜用早上 8—9

时作物叶片上无露水时测定的值，蒸腾速率、光合速率、气孔导度和冠气温差等指标用中午 12—14 时的测定值为宜。

9.5.3 试验过程中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，施底肥及追肥的时间、种类、数量和施用方法，灌水量、灌水日期以及所采用的灌水技术，播种量及播种方法，定苗后的株（穴）行距，每穴苗数，中耕除草时间和方法，病虫害和其他灾害出现时期、防治次数、方法和效果，以及其他采取的特殊措施和效果。

9.6 气象及田间小气候观测

9.6.1 各级灌溉试验站应设立气象观测场。气象观测场的基本条件及场内仪表的安装布置，均应符合 QX/T 45 的要求。

9.6.2 不设气象观测场，而直接借用邻近气象站的观测资料的灌溉试验站应同时符合下列条件：

- 1 试验站与国家一般气象站相邻，直线距离在 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相隔离。

4 在邻近气象站中增设了 E601 型蒸发皿，并同时观测 20cm 口径的小型蒸发皿及 E601 型蒸发皿的水面蒸发量。

9.6.3 灌溉试验站所设的气象观测场的观测项目应与国家一般气象站相同；其他试验地点的气象观测项目应包括：干、湿球温度，最高、最低温度，风向、风速，水面蒸发量，降水量，日照时数。灌溉试验站的气象场，除设置 20cm 口径小型蒸发皿外，还应设置 E601 型蒸发皿，同时观测这两种蒸发皿的水面蒸发量。

9.6.4 灌溉试验站内气象场的常规观测时间为 8 时、14 时、20 时，日界为 8 时。观测操作、记载表格、仪器率定及维修检验均按 QX/T 45 执行。

9.6.5 灌溉试验站还应在试验区内设置雨量器和蒸发皿（E601

型), 在试验阶段观测试区降水量及水面蒸发量。

9.6.6 若根据作物灌溉试验要求进行田间小气候观测, 应观测下列项目并应符合下列标准:

1 地面以上 20cm 处、作物高度的 $\frac{2}{3}$ 处 (若两者高差不超过 10cm, 只观测前者)、作物冠顶层和地面以上 1.5m 处 (若两者高差不超过 10cm, 只观测后者) 的气温和空气湿度。

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 5cm、10cm、15cm、20cm 处土温; 水田 $\frac{1}{2}$ 水深处的水温和田面处的泥温。

9.6.7 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。

9.6.8 灌溉试验总站、省级灌溉试验中心站和有条件的其他试验站应采用自动气象站实时监测各种气象因子。除特殊要求外, 自动气象站可设置为每小时记录一组数据, 并以此为基础计算各项因素的日平均值。自动气象站的数据应及时下载、汇总整理。

9.7 灌溉、排水水量及 水田作物田间水深观测

9.7.1 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及试验所要求的量水精度进行选择。所选用的任何一种量水设备均应进行率定, 其量水精度应符合试验的要求。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。

9.7.2 大田示范试验, 灌溉水量量测宜采用先进量水设备计量。

9.7.3 田测小区和坑测试验区水量量测, 宜采用水表或容积法量测; 筒测试验水量量测宜采用容积法或称重法量测。

9.7.4 明沟排水水量, 可在测试断面安装三角堰、梯形堰、量水槽等进行量测; 暗管、坑测和筒测的排水量, 宜用容积法或在

排水管出口处安装水表量测。

9.7.5 采用水表和智能化量水设备量水时，应检验试验中量测最小流量时的精度，并确保精度符合试验的要求。

9.7.6 水田作物试区和测坑的水层深度应采用微调测针或电测针测定，也可采用跟踪式水位传感器自动采集，所测水深的误差应小于 0.1mm。采用携带式测针时，测针的针座不应发生沉陷或位移。在水田作物全生育期中，应每隔 1 个月左右校核测针针座的高程以及田面基准高程 1 次，晒田结束补水后和落干结束补水后也应校核。

9.7.7 对于灌、排水量，有条件的试验站宜通过电磁阀、电磁流量计、田面水位计或土壤水分下限自动监测设备等实现自动采集和计量，提高试验效率和精度。

10 灌溉试验资料整编和管理

10.1 一般规定

10.1.1 各种灌溉试验观测资料都应及时进行分析。

10.1.2 各试验站应负责本站有关试验资料的整理、分析、汇总以及试验报告或试验总结的编写工作。在一个站点内连续多年进行的试验项目，每年试验结束及项目结束后应由所在站及时对多年资料进行统一的整理、分析和汇总。

10.1.3 一个省（自治区、直辖市）内有两个以上站点同时进行的试验项目，应进行多站点资料的综合整理、分析和汇编，此项工作由省级灌溉试验中心站或重点试验站负责组织有关站点共同完成。

10.1.4 全国多个省（自治区、直辖市）试验站联合进行的试验项目，应进行联合的资料整理、分析和汇编，此项工作由灌溉试验总站负责，会同参加工作的省级灌溉试验中心站和有关试验站点共同完成。

10.1.5 试验的原始观测记录应由观测者签名；整理、分析、汇编的资料，应由相应的整理者、分析计算者、汇编者以及项目负责人签名。

10.1.6 每年整编后的资料应制作电子文本，并按照一定的文件格式保存。电子文本至少应建立两套备份，并定期进行检查和更新。

10.1.7 在试验资料整理分析过程中，除完成相应课题的特定要求外，还应对试验工作进行总结分析，以利于总结经验，发现问题，改进工作，提高试验水平。

10.2 资料整理

10.2.1 试验的原始资料应分科目进行整理。科目的设置可参考

下列方式：试验基本情况、土壤理化性状、耕作栽培情况、灌溉排水与农田水分状况、作物生长发育及生理生化状况、气象条件及农田小气候状况、考种测产情况等。

10.2.2 定期、连续观测的项目，包括农田水分状况、气象条件及农田小气候状况等，应按旬、月、年进行资料统计整理（不足一句或一月的资料应注明），并按试验的一些特定要求（如按作物生育阶段或按等时间间隔）进行统计整理。

10.2.3 在整理资料之前，应先对原始观测数据进行认真的审查与校核。对明显不符合实际情况的数据或漏测的数据，应认真查找原因，实事求是地加以分析处理，以保证试验资料的可靠性。如果不同时间（或试验站）观测的试验数据所采用的计量单位不一致或不符合试验要求，应先进行计量单位的统一化或标准化处理，再整理数据。

10.2.4 对于设置了多个重复的对比试验，应先对每个重复的原始数据进行校核与审查，然后才能以处理为单元计算其平均值。

10.2.5 严禁随意更改、剔除任何原始观测记录。在数据整理过程中如发现有疑问的原始资料，应采用下列办法处理，应加标记，并附说明：

1 由于发生自然灾害、使用不正确的观测方法、观测仪器存在较大误差等原因造成的错误资料，应舍弃不用。

2 明显不合理又未找出原因的资料，在资料整理分析时可暂不采用。

3 在一组资料中，如果缺测或错误的数据超过总量的 $1/3$ ，或是关键性资料缺测或有错误，则这一组资料应全部作废。

4 用直观方法不能判断正确与否的资料，可借助数理统计方法判断。

10.2.6 经过核查、整理的资料，应及时录入计算机，制作电子文件。整理后的数据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。

10.3 资料统计分析

10.3.1 对于田间对比试验的结果, 应进行显著性检验等统计分析。针对不同条件, 可分别采用下列检验方法:

1 只有 2 个处理: t 检验法或方差分析法 (F 检验法)。

2 3 个及以上处理: 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。

10.3.2 对于其他类型的试验, 在试验设计许可的情况下, 也应首先对试验结果进行差异显著性检验。

10.3.3 以方差分析法或其他方法为基础, 使用 F 分布表进行处理之间差异显著性检验时, 应采用下列判别标准:

1 $F_u < F_{0.10}$, 差异不显著。

2 $F_{0.05} > F_u \geq F_{0.10}$, 差异较显著。

3 $F_{0.01} > F_u \geq F_{0.05}$, 差异显著 (*)。

4 $F_u \geq F_{0.01}$, 差异极显著 (* *)。

式中 F_u ——因素均方差与误差均方差的比值;

$F_{0.10}$ 、 $F_{0.05}$ 与 $F_{0.01}$ —— F 分布表中相应于 $\alpha=0.10$ 、 $\alpha=0.05$ 和 $\alpha=0.01$ 的临界值, 根据试验设计的因素自由度 f_1 与误差自由度 f_2 查出。

10.3.4 采用相关分析法或回归分析法分析两组数据之间的定量关系时, 应对求得的回归方程式进行显著性检验, 并确定其适用范围和置信区间。

10.4 资料汇编

10.4.1 在一个试验站内, 对同一个项目进行连续、多年的观测试验, 积累够 5 年的观测资料后, 应以各年度整理的资料为基础, 进行统一的整理汇编。以后每增加 5 年观测资料, 应重新整理汇编一次。

10.4.2 多站点联合进行的连续、多年观测试验项目, 应在单站资料汇编的基础上, 按省 (自治区、直辖市) 或流域进行多点、

多年资料的统一汇编。在全国范围内进行的连续、多年观测试验项目,应在各省(自治区、直辖市)或各流域资料汇编的基础上,进行全国统一汇编。常规试验项目应每5年进行一次全国汇编。

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

10.4.4 成果汇编时,应对各站、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。

10.4.5 汇编成果应及时刊印。刊印的成果中应注明取用资料的站名、年份、参加汇编的工作人员和技术负责人。

10.5 资 料 管 理

10.5.1 灌溉试验资料的科技档案材料应包括下列内容:

1 站址基本情况以及所在地区的自然条件、农业生产和社会经济状况等。

2 试验场地的规划、设计、施工和改建的资料与图纸。

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、照片、影像等。

4 历年各项灌溉试验研究的依据性文件(试验的报告、研究计划、任务书、委托书、协议书、合同书、论证报告、审批报告和专家意见等)、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 试验过程中所形成的各类电子文件。

7 其他(试验产品及其说明书、出版物等)。

10.5.2 灌溉试验研究的科技档案应实行统一管理,有专人负责。灌溉试验研究的科技档案材料的形成、积累、整理和归档应符合国家科技档案管理的有关规定。

10.5.3 灌溉试验资料应开放共享,服务于国家与行业需求。牵

涉到国家机密的试验研究资料，应按照相应规定进行管理 & 使用。

10.5.4 灌溉试验研究档案材料应符合下列规定：

1 除原始观测材料允许用铅笔记录外，其余文字材料应用钢笔书写，不得用铅笔、圆珠笔或复写纸书写；纸张规格应统一，字迹应工整，图像应清晰，时间、地点、作者、数据资料等项目应填写齐全，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 课题执行期少于两年的试验材料，应在课题完成后及时归档。执行期超过 2 年的试验材料，除应在课题全部完成后及时归档外，还应在试验过程中每两年归档一次。

4 试验原始资料归档 1 份，其复制品归档 1~2 份；电子文本应归档 2 份。