

### 农田灌溉水有效利用系数测算规程

(征求意见稿)

2024-××-××发布

2024-××-××实施

河北省市场监督管理局

发布

## 目 次

前 言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 样点灌区选择与典型田块选取 .....	2
5 水量计量 .....	4
6 毛灌溉水量测算 .....	5
7 净灌溉水量测算 .....	6
8 灌区灌溉水有效利用系数测算 .....	7
9 区域灌溉水有效利用系数测算 .....	10

## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规划》的规定起草。

本文件由河北省水利厅提出并归口。

本文件起草单位：河北省水资源研究与水利技术试验推广中心。

本文件主要起草人：××× ××× ××× ××× ××× ××× ××× ××× ××× ×××  
× ××× ×××

# 农田灌溉水有效利用系数测算规程

## 1 范围

本文件规定了农田灌溉水有效利用系数测算涉及的术语和定义、基本原则、灌区灌溉水有效利用系数测算、水量计量、毛灌溉水量测定、净灌溉水量测定、区域灌溉水有效利用系数测算。

本文件适用于河北省境内灌区和区域农田灌溉水有效利用系数的测算，其他节水灌溉工程建设和管理、用水及节水评估、水利发展规划等可参照执行。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 21303 灌溉渠道系统量水规范
- GB 50288 灌溉与排水工程设计标准
- GB/T 50363 节水灌溉工程技术标准
- SL/Z 699 灌溉水利用率测定技术导则

## 3 术语和定义

SL/Z 699 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 样点灌区

满足系数测算要求的典型灌区。

### 3.2

#### 大型灌区

设计灌溉面积大于等于 30 万亩的灌区。

### 3.3

#### 中型灌区

设计灌溉面积大于等于 5 万亩，小于 30 万亩的灌区。

### 3.4

#### 小型灌区

设计灌溉面积小于 1 万亩的灌区。

### 3.5

#### 纯井灌区

以单井控制灌溉面积的灌区。

### 3.6

#### 毛灌溉水量

灌区从水源取用的用于灌溉的水量。

### 3.7

#### 净灌溉水量

灌区灌入田间可被作物利用的水量。

## 3.8

**灌溉水有效利用系数**

灌区或区域某时段内净灌溉水量与毛灌溉水量的比值，或渠系水利用系数和田间水利用系数的乘积，亦称为灌溉水利用系数。

## 3.9

**渠系水有效利用系数**

末级固定渠道流出水量之和与渠首引入总水量的比值，亦称为渠系水利用系数。

## 3.10

**渠道水有效利用系数**

某时段内流出渠道水量与流入渠道水量的比值，亦称为渠道水利用系数。

## 3.11

**田间水有效利用系数**

灌入田间可被作物利用水量与末级固定渠道流出水量的比值，亦称为田间水利用系数。

## 3.12

**典型田块**

在样点灌区中选取能够代表灌区自然条件和种植作物种类、具备观测条件的代表性田块。

## 3.13

**首尾测算法**

通过对灌区某时段或某次灌水的净灌溉水量、毛灌溉水量进行量测与统计，计算两者比值得到灌区该时段或该次灌水的灌溉水有效利用系数的方法。

## 3.14

**系数连乘法**

将灌区某时段或某次灌水的各级渠道水利用系数与田间水利用系数连乘后得到灌溉水有效利用系数的方法。

**4 样点灌区选择与典型田块选取****4.1 样点灌区选择原则**

4.1.1 代表性原则。综合考虑灌区的水源条件（提水、自流引水）、水源类型（地表水、地下水）、地形地貌、土壤类型、工程设施、灌溉方式、管理水平、作物种植结构等因素，所选样点灌区能够代表区域内同规模与类型灌区。

4.1.2 可行性原则。样点灌区应配备开展系数测算工作的专业技术人员、设施或器具，及必要的经费保障。

4.1.3 稳定性原则。样点灌区要保持相对的稳定性，非特殊原因不应变动，使系数测算工作能够连续多年进行，获取的数据具有纵向可比性。

**4.2 样点灌区选择方法**

4.2.1 区域内所有大型灌区均纳入样点灌区测算分析范围，大型灌区的总数量即为大型灌区样点灌区数量。大型灌区范围内捆绑的中小型灌区，应作为大型灌区一部分，在中小型灌区中不再重复选取和统计；

4.2.2 按中型灌区耕地灌溉面积（ $A_{\text{中}}$ ）的大小可分为3个档次，1万亩 $\leq A_{\text{中}} < 5$ 万亩、5万亩 $\leq A_{\text{中}} < 15$ 万亩、15万亩 $\leq A_{\text{中}} < 30$ 万亩，每个档次的样点灌区应具有一定的数量，以保证样点灌区的代表性。同时，每个档次的样点灌区中应包括提水和自流引水两种水源类型，且数量和耕

地灌溉面积应与区域该档次比例协调。

4.2.3 小型灌区样点灌区应具有一定的数量，耕地灌溉面积宜不小于 100 亩，以保证样点灌区的代表性。同时，每个档次的样点灌区中应包括提水和自流引水两种水源类型，且数量和耕地灌溉面积应与区域该档次比例相协调。

4.2.4 单个纯井灌区可作为一个样点灌区。按土质渠道输水地面灌、防渗渠道输水地面灌、管道输水地面灌、喷灌、微灌等 5 种灌溉类型分别选择代表性样点灌区。在每种灌溉类型中，同一土壤类型、同一作物至少选择 3 个样点灌区。

4.2.5 样点灌区的节水改造应与非样点灌区同步，样点灌区节水改造的投资、数量、面积应与区域灌区节水改造总投资、数量、面积比例相协调。

4.2.6 区域内样点灌区应保持相对稳定。当区域内同规模或类型的样点灌区由于节水改造等原因达不到代表性的要求时，应对该规模或类型样点灌区进行合理调整。

### 4.3 典型田块选取原则

4.3.1 典型田块在作物种类、灌溉方式、畦田规格、土地平整程度及坡度、土壤类型、灌溉制度与方法、地下水埋深等方面应具有代表性。

4.3.2 大型样点灌区选取典型田块时，应至少将样点灌区分为上、中、下游三个片区，在每个片区中每一种需观测的作物至少选取 3 个典型田块。

4.3.3 中型样点灌区选取典型田块时，应至少将样点灌区分为上、下游二个片区，在每个片区中每一种需观测的作物至少选取 3 个典型田块。

4.3.4 小型样点灌区选取典型田块时可不分片区，每一种需观测的作物至少选取 2 个典型田块。

4.3.5 纯井灌区的典型田块应按照土质渠道地面灌、防渗渠道地面灌、管道输水地面灌、喷灌、微灌等 5 种灌溉类型分别选取，在同种灌溉类型下对每种需观测的作物至少选择 3 个典型田块。

4.3.6 当典型田块因灌溉面积、种植结构、灌溉方式等发生较大变化，不满足测算条件或代表性不足时，应及时调整。典型田块有分布集中、串灌串排情况的应及时调整。

### 4.4 典型田块选取方法。

4.4.1 选取的典型田块应种植作物单一、有独立进水口、边界清楚、形状规则、面积适中（1 亩～2 亩为宜）。

4.4.2 对于灌区的不同作物，宜分别选取典型田块，且种植空间均匀布置。

4.4.3 对于播种面积超过灌区总播种面积 10% 以上的灌溉作物，必须分别选择典型田块。

## 5 水量计量

### 5.1 计量点设置

- 5.1.1 灌溉渠（管）道上宜设置计量设施测量毛灌溉水量。
- 5.1.2 渠道取水量的计量点应设在渠道进口建筑物或进口渠段。
- 5.1.3 渠道出水量的计量点应设在渠道出口处或下一级渠道的进口处。
- 5.1.4 渠道量水测点应布置在渠床稳定，具有规则的横断面，沿渠道的宽度、深度和底坡相同的渠段，且在壅水变动影响范围以外。
- 5.1.5 管道取水量的计量点应设在首部枢纽位置。
- 5.1.6 管道出水量的计量点应设在管道出口上游或下一级管道的进口处。计量点位置应满足设备所需的安装要求。
- 5.1.7 灌溉渠道和管道量水应满足 GB/T 21303 要求。
- 5.1.8 灌溉田间宜设置计量设施测量净灌溉水量。田间水深测点应设置在田块内，测点数量不少于 3 个，距离田块边界 50 cm 以上，测点应均匀分布，周边土地平整，符合观测条件。
- 5.1.9 在田块进水口安装计量设备测定田间灌水量的，计量点位置应满足设备所需的安装要求。

### 5.2 渠道量水方法

- 5.2.1 渠道量水方法宜采用流速仪量水法、渠系建筑物量水法、标准断面量水法、量水堰量水法、量水槽量水法、仪表量水法等，宜结合灌区管理需要和灌区条件选用最适宜的方法。具备条件的测点可采用雷达波测流法、超声波时差法、超声波多普勒法等自动化量水方法；或者在量水建筑物、渠道标准断面、量水堰槽水位测点处安装自动水位计，通过传输设备实现水位数据的自动采集、计算、传输和界面显示，并通过水位换算为流量、水量。根据各级渠道根据实际情况选择适宜的量水方法，具体量水方法按 GB/T 21303 选择。
- 5.2.2 流速仪量水宜用于要求水头损失少、易受下游水位影响的大型渠道，也可用于其他量水方法的率定。
- 5.2.3 标准断面法量水宜用于渠段顺直、断面规则、水流均匀、测流断面不受建筑物泄流影响的渠道。利用标准断面法量水时，宜采用流速仪法建立稳定的水位流量关系曲线或关系式，并定期进行校核与修正。水位流量关系率定方法见附录 A。
- 5.2.4 标准断面量水应符合下列条件：
- a) 渠段上下游渠道顺直、渠床稳定坚固、水流平稳、无冲刷或淤积现象，且不受下游建筑物回水影响，渠道长度大于 20 倍渠段的最大水深；
  - b) 若为土渠应进行衬砌；
  - c) 测流断面处应设置固定水尺观测水位，水尺可设为直立式或斜坡式。可采用静压井、图像采集识别流量水位计、压力式水位计测量水位；
- 5.2.5 渠道上符合下列条件的涵闸、渡槽、倒虹吸、跌水等建筑物可用于量水：
- a) 建筑物本身完整无损、无变形、无剥蚀、不漏水；
  - b) 调节设备良好，启闭设备完整、灵活，闸门无歪斜、不漏水，无扭曲变形，无损坏现象；
  - c) 建筑物前后、闸孔或闸槽中无泥沙淤积及杂物阻水；
  - d) 符合水力计算要求，建筑物上游（或闸前）、下游（或闸后）水位差大于 5 cm，水流呈淹没流状态时，其淹没度不应大于 0.9；
  - e) 侧面引水时，水流速度应小于 0.7m/s，并平稳地流入建筑物；正面引水时，水流应沿建筑物整个孔口宽度对称进入建筑物；
  - f) 利用多孔建筑物量水时，各孔闸门提起高度应一致。
- 5.2.6 利用水工建筑物量水时，应率定其流量系数。

5.2.7 利用量水堰、量水槽量水时应符合下列条件：

a) 量水堰、量水槽应设置于顺直渠段，上下游行近渠段壅水高度不应影响进水口的正常引水，渠床稳定坚固、表面光滑、水流平稳、无冲刷和淤积现象，且不受下游建筑物回水影响，长度应大于渠宽的 5 倍~15 倍；行近渠内水流佛汝德数  $Fr$  不应大于 0.5；

b) 量水槽槽体、量水堰堰体表面平滑，轴线应与渠道轴线一致，上游不淤积、下游不应冲刷；

c) 量水堰、量水槽产生的水位壅高应保证上游渠段安全及正常运行。

5.2.8 灌区水源渠首干渠、设计流量  $\geq 1 \text{ m}^3/\text{s}$  的支渠等骨干渠道，宜优先选用建筑物量水法、标准断面量水法，并结合使用自动化水位仪实现数据的自动采集。

5.2.9 斗渠、农渠等小型渠道，宜优先选用量水堰、（长）无喉道量水槽等阻水较小的量水槽等特设量水设备量水或流速仪量水，U 型渠道宜采用抛物线量水槽量水。

5.2.10 土渠采用标准断面法量水时，宜对测流渠段进行护底和衬砌。

### 5.3 管道量水方法

管道量水宜选用水表、电磁流量计、超声波流量计等设备。

### 5.4 田间量水方法

5.4.1 田间量水方法主要有水深观测法、土壤含水率测定法、仪表计量法、体积法。

5.4.2 有水层饱和灌溉的作物田间灌溉水量测定宜选用水深观测法。在测点位置安装测桩，测桩上安装水位尺测定水层水位。无水层非饱和灌溉的作物（含旱作物）田间灌溉水量测定优先选用土壤含水率测定法。

5.4.3 水深观测法应符合下列条件：

a) 水位尺刻度应清晰易读，精确到 1 mm；

b) 测桩安装应牢固插入土壤内，水位尺最小刻度位置应低于田间基准面，防止土壤涨缩造成最小刻度裸露地面，无法读数；

c) 水位尺最大刻度应大于 1.5 倍田间灌水最大深度；

d) 水位尺锈损或刻度不清时应及时更换，避免无法读数或读数有误差。

## 6 毛灌溉水量测算

### 6.1 灌区毛灌溉水量测算

6.1.1 灌区应在渠（管）首进水口安装量水设施进行毛灌溉水量的测定，并建立用水量台账。采用首尾测算法测算灌区年灌溉水有效利用系数时，宜以日历年为时段统计毛灌溉水量。

6.1.2 年毛灌溉水量等于灌区全年从水源取用的灌溉水量，应扣除由于工程保护、防洪除险等需要而考虑的渠道（管路）弃水量、向灌区外的退水量以及相应的弃（退）点到渠首的输水损失量。

6.1.3 当灌区渠系除向灌溉供水外，还向工业、生活、生态、渔业、畜牧等非灌溉用水户供水时，应扣除其分水量及从分水点到渠首的相应输水损失量。

6.1.4 对水源众多的灌区，毛灌溉水量应包括从全部水源取用的用于灌溉的水量。

6.1.5 灌区内塘（堰）坝蓄积降水径流用于灌溉的水量，应以实测统计资料为准，如无实测统计资料，可对年度塘（堰）坝用于灌溉的水量进行调查分析和估算。如塘（堰）坝水源由灌区渠系补给，当年又从塘（堰）坝放出用于灌溉，此时塘（堰）坝供水量不应计入毛灌溉水量。对于由灌区渠系补给储蓄在塘（堰）坝中跨年度利用的水量，应从当年灌区毛灌溉水量中扣除，计入下一年度的毛灌溉水量中。

6.1.6 当灌区渠系纳蓄当地降雨产生的地表径流时，则应进行降水径流分析，将进入渠系并用于灌溉的水量计入年毛灌溉水量中。



- 6.1.7 对于土地属性没有改变临时种植果林的耕地，灌溉用水量相对较小不便单独计量时，可将该部分水量计入灌区毛灌溉用水总量中；同时，该部分耕地的净灌溉用水量也应计入灌区净灌溉用水总量。
- 6.1.8 满足管道测流条件的提水灌区（包括井灌区）、管道输水灌区，宜在水泵进（出）水管出水口处安装量水设施测流；不满足管道测流条件的，宜参照渠道灌区测定。
- 6.1.9 提水灌区若无量水设施，可采用以电折水法推算毛灌溉水量（以电折水法见附录 D）；也可参照扬程、水泵型号相同或类似的灌区测流资料。
- 6.1.10 当灌区弃水情况复杂时，可选择水源相对独立、无弃水或弃水易统计的灌片，测定灌片毛灌溉水量，通过灌片单位面积毛灌溉水量和灌区实际灌溉面积推算灌区毛灌溉水量。
- 6.1.11 对于井渠结合灌区，可分别测算井灌和渠灌的毛灌溉水量，两者相加得出灌区毛灌溉水量。

## 6.2 区域毛灌溉水量测算

- 6.2.1 区域毛灌溉水量为区域内作物灌溉从水源获得的毛灌溉水量之和。或为按区域内各规模与类型灌区的毛灌溉水量之和。
- 6.2.2 大型灌区毛灌溉水量应全部实测。当灌区水源众多，可选择在占灌区取水量 70% 以上的主要水源取水口安装计量设备，通过主水源单位面积毛灌溉水量和灌区实际灌溉面积推算灌区毛灌溉水量。
- 6.2.3 中型、小型灌区数量较多，不具备测定所有灌区灌溉水量时，可选择一定数量的代表性灌区作为样点灌区，测定样点灌区单位面积毛灌溉水量，以样点灌区单位面积毛灌溉水量和区域实际灌溉面积推算区域毛灌溉水量。
- 6.2.4 省级毛灌溉水量应由市级毛灌溉水量汇总、市级毛灌溉水量应由县（区）毛灌溉水量汇总，且毛灌溉水量统计口径应一致。

## 7 净灌溉水量测算

### 7.1 一般规定

- 7.1.1 对于灌溉面积统计准确，且年际变化不大的灌区，应通过田间现场实测资料测算净灌溉水量。
- 7.1.2 当单位面积净灌溉水量需通过典型田块获得时，典型田块的面积应准确测定。
- 7.1.3 当灌区区域较大，不能全部实测时，可选取典型田块测定其不同种植作物的单位面积净灌溉水量；灌区净灌溉水量由典型田块各种种植作物的单位面积净灌溉水量与灌区相应种植作物实际灌溉面积的乘积累加计算得到。
- 7.1.4 在典型田块中布设观测点，使用量测设备直接测定典型田块灌水前后的土壤含水率变化或田间水层水深变化，测算可被作物利用的水量即为净灌溉水量。
- 7.1.5 净灌溉水量计算采用当年实灌面积。当年实灌面积是利用灌溉工程和设施进行正常灌溉（灌水一次及其以上）的耕地面积。

### 7.2 典型田块单位面积净灌溉水量

- 7.2.1 旱作物灌溉时，应观测典型田块灌水前、灌水后土壤计划湿润层中的土壤含水率，确定某次单位面积的净灌溉水量，按附录 B 公式计算。
- 7.2.2 水田作物有水层饱和灌溉时，应观测典型田块灌水前、灌水后田面水深，确定某次单位面积的净灌溉水量，按附录 C 计算。水田作物无水层非饱和灌溉时，宜采用附录 B 的方法测定。
- 7.2.3 若无法按照 7.2.1 和 7.2.2 条测算单位面积净灌溉水量时，可观测某次灌水进入典型田块的水量，由此推算实际进入典型田块的单位面积灌溉水量，再与充分灌溉制度中该次的灌水定额

进行比较，取其小者为该次单位面积净灌溉水量。

7.2.4 旱作物及水稻的灌水定额计算方法按 GB50288 的规定执行。

### 7.3 灌区净灌溉水量

7.3.1 所测算作物应统计全生育期内的单位面积净灌溉水量。当作物生育期跨年度时，应按日历年分割计算生育期。

7.3.2 灌区第  $j$  片区第  $i$  种作物某时段（或日历年）单位面积净灌溉水量按式（1）计算：

$$w_{\text{典净}ij} = \frac{\sum_{l=1}^{N_i} w_{\text{典净}l} \cdot A_{\text{典}l}}{\sum_{l=1}^{N_i} A_{\text{典}l}} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$w_{\text{典净}ij}$  ——灌区第  $j$  片区第  $i$  种作物某时段（或日历年）单位面积净灌溉水量， $\text{m}^3/\text{亩}$ ；

$w_{\text{典净}l}$  ——灌区第  $j$  片区第  $i$  种作物第  $l$  个典型田块某时段（或日历年）单位面积净灌溉水量， $\text{m}^3/\text{亩}$ ；

$A_{\text{典}l}$  ——灌区第  $j$  片区第  $i$  种作物第  $l$  个典型田块某时段（或日历年）实际灌溉面积，亩。

$N_i$  ——灌区第  $j$  片区第  $i$  种作物选取的典型田块数量。

7.3.3 灌区某时段（或日历年）净灌溉水量按式（2）计算：

$$W_{\text{净}} = \sum_{j=1}^D \sum_{i=1}^T w_{\text{典净}ij} A_{ij} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$W_{\text{净}}$  ——灌区某时段（或日历年）净灌溉水量， $\text{m}^3$ ；

$A_{ij}$  ——灌区第  $j$  片区第  $i$  种作物实际灌溉面积，亩；

$T$  ——灌区内的作物种类；

$D$  ——灌区内的片区数量；

注：其他符号意义同前。

## 8 灌区灌溉水有效利用系数测算

### 8.1 一般规定

8.1.1 灌区灌溉水有效利用系数可采用首尾测算法或系数连乘法进行实际测算。测算方法根据灌区建设管理工作要求选择，未开展实测的灌区参考 GB 50288 计算。

8.1.2 对于灌区水源多，渠系复杂，渠道测流工作量大，而水源量水设施配套较完善，以及需要连续监测区域灌溉水有效利用系数时，优先采用首尾测算法测算。

8.1.3 对于灌区水源单一，渠系简单，渠道测流条件较好，或者水源量水设施配套不全时，以及临时需要测定灌区灌溉水有效利用系数时，可采用系数连乘法测算。

8.1.4 对于灌溉面积统计不够准确，或年际变化较大，统计困难的灌区，可采用系数连乘法测算。

8.1.5 对灌区某年灌溉水有效利用系数进行测算时宜采用日历年为测算时段；当灌溉期比较集中时，按照主要作物实际灌水时间测算。

## 8.2 灌溉水有效利用系数测算

### 8.2.1 首尾测算法

首尾测算法按公式（3）计算：

$$\eta_i = \frac{W_{\text{净}i}}{W_{\text{毛}i}} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$\eta_i$ ——灌区第*i*次或第*i*个时段（或日历年）灌水的灌溉水有效利用系数，可保留四位小数；

$W_{\text{净}i}$ ——灌区第*i*次或第*i*个时段（或日历年）灌水的净灌溉水量， $\text{m}^3$ ；

$W_{\text{毛}i}$ ——灌区第*i*次或第*i*个时段（或日历年）灌水的毛灌溉水量， $\text{m}^3$ 。

### 8.2.2 系数连乘法

8.2.2.1 渠系水有效利用系数测算宜根据灌区渠首引入的总水量和末级固定渠道输出的总水量，按公式（4）计算：

$$\eta_{\text{渠系}i} = \frac{W_{\text{渠末}i}}{W_{\text{渠首}i}} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$\eta_{\text{渠系}i}$ ——灌区第*i*次或第*i*个时段（或日历年）灌水的渠道水有效利用系数。

$W_{\text{渠末}i}$ ——灌区第*i*次或第*i*个时段（或日历年）灌水末级固定渠道输出的总水量， $\text{m}^3$ ；

$W_{\text{渠首}i}$ ——灌区第*i*次或第*i*个时段灌（或日历年）水渠首引入的总水量， $\text{m}^3$ 。

8.2.2.2 测算渠系水有效利用系数时，渠系末级固定渠道输出的总水量，应通过布设量水设施进行全面实测统计。当不具备全面实测统计条件时，可选择具有代表性的典型渠道，测定典型渠道水有效利用系数，并推求各级固定渠道水有效利用系数，采用各级渠道水有效利用系数连乘法计算渠系水有效利用系数。

8.2.2.3 灌区渠道级别有干渠、支渠、斗渠、农渠、毛渠等，采用连乘法推算渠系水有效利用系数时，按公式（5）计算：

$$\eta_{\text{渠系}i} = \eta_{\text{干渠}i} \times \eta_{\text{支渠}i} \times \eta_{\text{斗渠}i} \times \eta_{\text{农渠}i} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$\eta_{\text{干渠}i}$ ——灌区第*i*次或第*i*个时段（或日历年）灌水的干渠的渠道水有效利用系数。

$\eta_{\text{支渠}i}$ ——灌区第*i*次或第*i*个时段（或日历年）灌水的支渠的渠道水有效利用系数。

$\eta_{\text{斗渠}i}$ ——灌区第*i*次或第*i*个时段（或日历年）灌水的斗渠的渠道水有效利用系数。

$\eta_{\text{农渠}i}$ ——灌区第*i*次或第*i*个时段（或日历年）灌水的农渠的渠道水有效利用系数。

注：其他符号意义同前。

8.2.2.4 灌区渠系中间缺级时，应按实际级别的渠道水有效利用系数连乘得到渠系水有效利用系数。

8.2.2.5 采用连乘法测算渠系水有效利用系数的常规步骤:

- a) 对灌区各级渠道进行分级整理;
- b) 在灌区各级固定渠道中选择具有代表性的典型渠道或渠段;
- c) 采用动水法或静水法测算典型渠道(渠段)的渠道水有效利用系数;
- d) 由典型渠道(渠段)水有效利用系数推求各级固定渠道水有效利用系数;
- e) 由各级固定渠道水利用系数推求渠系水有效利用系数。

### 8.3 渠道水有效利用系数测算

8.3.1 渠道水有效利用系数宜采用动水法测算。

8.3.2 动水法测算应根据渠道布置情况,选择长度满足测算要求的代表性渠段,观测上、下游两断面及断面之间各分水口同一时间的流量,通过量化渠道损失流量,推求渠道水有效利用系数。

按公式(6)计算:

$$\eta_{\text{渠道}} = \frac{Q_{\text{下}} + \sum_{i=1}^d q_i}{Q_{\text{上}}} \dots\dots\dots (6)$$

式中:

$\eta_{\text{渠道}}$ ——渠道水有效利用系数;

$Q_{\text{上}}$ ——上断面流量,  $\text{m}^3/\text{s}$ ;

$Q_{\text{下}}$ ——下断面流量,  $\text{m}^3/\text{s}$ ;

$q_i$ ——上下断面之间第*i*个分水口的流量,  $\text{m}^3/\text{s}$ ;

$d$ ——上下断面之间分水口的数量。

8.3.3 动水法测算渠段应满足 GB/T 50363 附录 A.0.1 和 GB/T 21303 相关要求。若渠道长度不能满足要求,可在渠道首尾各选择合适断面,待首尾处流量(或水位)稳定时测算。

### 8.4 田间水有效利用系数测算

8.4.1 田间毛灌溉水量观测位置宜布置在末级固定渠道放水口或管道出水口。

8.4.2 若末级固定渠道放水口不具备观测条件,可将观测位置适当前移至合适位置。计算田间毛灌溉水量时,应扣除末级固定渠道放水口或管道出水口到观测位置的渠系输水损失。

8.4.3 采用管道输水时,末级管道可采用水表、流量计等量水设施测量水量。

8.4.4 采用喷、滴灌时,末端灌水器可采用水表或体积法测算水量。

8.4.5 田间净灌溉水量可按照附录 B 或附录 C 的方法实际测算;田间灌溉水有效利用系数按(7)式计算:

$$\eta_{\text{田}i} = \frac{W_{\text{田净}i}}{W_{\text{田毛}i}} \dots\dots\dots (7)$$

式中:

$\eta_{\text{田}i}$ ——典型田块第*i*次或第*i*个时段(或日历年)田间灌溉水有效利用系数;

$W_{\text{田净}i}$ ——典型田块田间净灌溉水量,  $\text{m}^3$ ;

$W_{\text{田毛}i}$ ——典型田块田间毛灌溉水量,  $\text{m}^3$ 。

8.4.6 灌区某次或某时段(或日历年)田间水有效利用系数应根据灌区各典型田块的田间水有效利用系数和用水量加权平均后得到,按式(8)计算:

$$\eta_{\text{田}} = \frac{\sum_{i=1}^N \eta_{\text{典}i} W_i}{\sum_{i=1}^N W_i} \dots\dots\dots (8)$$

式中：

$\eta_{\text{田}}$ ——灌区田间水有效利用系数；

$\eta_{\text{典}i}$ ——灌区第*i*个典型田块的田间水有效利用系数；

$W_i$ ——灌区第*i*个典型田块所代表作物实灌面积上的总用水量，其值为该典型田块的单位面积毛灌溉水量与其所代表区域作物实灌面积的乘积， $\text{m}^3$ ；

$N$ ——灌区典型田块的数量。

## 9 区域灌溉水有效利用系数测算

### 9.1 一般规定

9.1.1 区域灌溉水有效利用系数应由测算的区域内各灌区灌溉水有效利用系数以其毛灌溉水量为权重加权平均计算取得。

9.1.2 当区域内灌区数量较多，不具备测算所有灌区灌溉水有效利用系数条件时，可选择一定数量的典型代表性灌区作为样点灌区，测算样点灌区灌溉水有效利用系数，以样点灌区灌溉水有效利用系数为基础计算区域灌溉水有效利用系数。

9.1.3 用于灌溉水有效利用系数的测算成果表和观测记录表样式见附录 E、附录 F。

### 9.2 区域不同类型灌区平均灌溉水有效利用系数

9.2.1 样点灌区灌溉水有效利用系数按式（3）计算确定；渠系水有效利用系数测算按式（4）计算确定。

9.2.2 区域大型灌区平均灌溉水有效利用系数，应按式（9）计算确定：

$$\eta_{\text{大}} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{\text{大}}} \eta_{\text{大}i} W_{\text{大}i}}{\sum_{i=1}^{N_{\text{大}}} W_{\text{大}i}} \dots\dots\dots (9)$$

式中：

$\eta_{\text{大}}$ ——区域大型灌区平均灌溉水有效利用系数；

$\eta_{\text{大}i}$ ——第*i*个大型灌区灌溉水有效利用系数；

$W_{\text{大}i}$ ——第*i*个大型灌区毛灌溉水量， $\text{万m}^3$ ；

$N_{\text{大}}$ ——区域大型灌区数量。

9.2.3 区域中型灌区平均灌溉水有效利用系数，应以样点灌区测算值为基础，首先采用算术平均法分别计算不同灌区面积规模（ $1\text{万亩} \leq A_{\text{中}} < 5\text{万亩}$ 、 $5\text{万亩} \leq A_{\text{中}} < 15\text{万亩}$ 、 $15\text{万亩} \leq A_{\text{中}} < 30\text{万亩}$ ）的灌区灌溉水有效利用系数（ $\eta_{\text{中}i}$ ），然后按公式（10）计算：

$$\eta_{\text{中}} = \frac{\sum_{i=1}^3 \eta_{\text{中}i} W_{\text{中}i}}{\sum_{i=1}^3 W_{\text{中}i}} \dots\dots\dots (10)$$

式中：

$\eta_{\text{中}}$ ——区域中型灌区平均灌溉水有效利用系数；

$\eta_{\text{中}i}$ ——区域第*i*个类型的中型灌区灌溉水有效利用系数；。

$W_{\text{中}i}$ ——区域第*i*个类型的中型灌区毛灌溉水量，万 m<sup>3</sup>。

*i*——为 1、2、3，分别表示设计灌溉面积为 1 万亩 ≤  $A_{\text{中}}$  < 5 万亩、5 万亩 ≤  $A_{\text{中}}$  < 15 万亩、15 万亩 ≤  $A_{\text{中}}$  < 30 万亩的灌区类型。

9.2.4 区域小型灌区平均灌溉水有效利用系数，以小型灌区样点灌区灌溉水有效利用系数为基础，采用算术平均法按式（11）计算确定：

$$\eta_{\text{小}} = \frac{1}{N_{\text{小}}} \sum_{i=1}^{N_{\text{小}}} \eta_{\text{小}i} \dots\dots\dots (11)$$

式中：

$\eta_{\text{小}}$ ——区域小型灌区平均灌溉水有效利用系数；

$\eta_{\text{小}i}$ ——区域第*i*个小型灌区样点灌区灌溉水有效利用系数；

$N_{\text{小}}$ ——区域小型灌区样点灌区数量。

9.2.5 区域纯井灌区平均灌溉水有效利用系数，以观测分析得出的各纯井灌区样点灌区灌溉水有效利用系数为基础，采用算术平均法分别计算土质渠道输水地面灌、防渗渠道输水地面灌、管道输水地面灌、喷灌、微灌 5 种类型灌区的灌溉水有效利用系数；然后按式（12）计算确定：

$$\eta_{\text{井}} = \frac{\eta_{\text{土}} W_{\text{土}} + \eta_{\text{防}} W_{\text{防}} + \eta_{\text{管}} W_{\text{管}} + \eta_{\text{喷}} W_{\text{喷}} + \eta_{\text{微}} W_{\text{微}}}{W_{\text{土}} + W_{\text{防}} + W_{\text{管}} + W_{\text{喷}} + W_{\text{微}}} \dots\dots\dots (12)$$

式中：

$\eta_{\text{井}}$ ——区域纯井灌区平均灌溉水有效利用系数；

$\eta_{\text{土}}$ 、 $\eta_{\text{防}}$ 、 $\eta_{\text{管}}$ 、 $\eta_{\text{喷}}$ 、 $\eta_{\text{微}}$ ——区域土质渠道输水地面灌、防渗渠道输水地面灌、管道输水地面灌、喷灌、微灌 5 种类型灌区的灌溉水有效利用系数；

$W_{\text{土}}$ 、 $W_{\text{防}}$ 、 $W_{\text{管}}$ 、 $W_{\text{喷}}$ 、 $W_{\text{微}}$ ——区域土质渠道输水地面灌、防渗渠道输水地面灌、管道输水地面灌、喷灌、微灌 5 种类型纯井灌区的毛灌溉水量，万 m<sup>3</sup>。

9.2.6 区域灌溉水有效利用系数，应按式(13)计算确定：

$$\eta_{\text{区域}} = \frac{\eta_{\text{大}} W_{\text{大}} + \eta_{\text{中}} W_{\text{中}} + \eta_{\text{小}} W_{\text{小}} + \eta_{\text{井}} W_{\text{井}}}{W_{\text{大}} + W_{\text{中}} + W_{\text{小}} + W_{\text{井}}} \dots\dots\dots (13)$$

式中：

$\eta_{\text{区域}}$  ——区域灌溉水有效利用系数；

$\eta_{\text{大}}$ 、 $\eta_{\text{中}}$ 、 $\eta_{\text{小}}$ 、 $\eta_{\text{井}}$  ——区域大、中、小型灌区及纯井灌区的平均灌溉水有效利用系数；

$W_{\text{大}}$ 、 $W_{\text{中}}$ 、 $W_{\text{小}}$ 、 $W_{\text{井}}$  ——区域大、中、小型灌区及纯井灌区的毛灌溉水量，万  $\text{m}^3$ 。

## 附录 A

### (资料性)

### 水位流量关系曲线率定

#### A.1 测量断面选取

A.1.1 断面选取原则。水量监测断面应选择在平直渠段，坡降一致，水流变化平稳，断面形态相似，无漩涡或回流的地方，断面与水流方向垂直，应避免受闸门、消能等工程的回水区域。

A.1.2 断面选取条件。

- a) 测流断面上下游渠道垂直，坡度均匀，糙率应一致，且不受下游回水影响；
- b) 测流渠段纵横面比较规则、稳定，其长度大于 20 倍最大水深；
- c) 测流渠段附近不应有影响水流的建筑物和树木杂草等，测流渠段面应不受渠系建筑物泄流的影响，尽量选规则的矩形或梯形断面点安装水位计；
- d) 在水位计位置处（渠道侧面）设立水尺，水尺零点以测流断面渠底的平均高程基准，水尺刻度清晰易读，最小刻度为 1 cm。

#### A.2 率定测量仪器

A.2.1 断面测量需要准备的工具：全站仪、水准仪、塔尺、卷尺、吊锤。

A.2.2 测量流速用到的工具：流速仪、卷尺、测流记载及计算表等。

A.2.3 辅助工具：工具箱、备用水尺、折叠梯、笔记本电脑。

A.2.4 仪器的检查与检定：新仪器使用前应当进行全面检查，设置流速仪参数，摩擦系数、固定转速比，检查流速仪是否使用正常，旋浆转动是否流畅。流速仪使用时间过长或有损坏，为保证流速的可靠性，应进行检定。

#### A.3 量水测流率定

A.3.1 测线布设。测流断面上测深、测速垂线的数目及其布置应通过精简分析确定。测线布设需要满足 GB/T 21303 规定。

A.3.2 流速测点分布。垂线流速测点的分布位置见表 A.1。

表 A.1 垂线流速测点的分布位置

测点数	相对水深/m
一点	0.6
二点	0.2、0.8
三点	0.2、0.6、0.8
五点	0.0、0.2、0.6、0.8、1.0
相对水深为仪器入水深度与垂线水深之比。	

A.3.3 流速测点要求。测量水面流速时，流速仪转子应置水面以下 5 cm 左右，以仪器的旋转部件不露出水面为准；测量渠底流速时，流速仪旋转部件边缘应离渠底 2 cm~5 cm，以不发生刮蹭为准；垂线上相邻两测点的间距，不宜小于流速仪旋浆或旋杯的直径。

A.3.4 流速测量要求。单个测点的测速历时不宜少于 100 s，当流速变率较大或垂线上测点较多时，可采用 60 s~100 s；流速仪应保持平行于水流流向状态，仪器转轴中心与测点的垂直。

#### A.4 渠道断面测量

A.4.1 设置基准点。断面测量基准点和起点桩要设置于测量断面附近，点位应选择不受洪水、测量影响，便于长期保存使用方便的地方。

A.4.2 测量渠底高程。利用全站仪（水准仪）观测计算断面渠底平均高程，为水尺零点高程。



#### A.4.3 断面测量。

a) 断面测量包括测线间距测量和水深测量，每个断面的测流时测线间距一般在布置测线时设置固定标志；

b) 在衬砌的标准测流断面上，若断面无淤积，可以设置固定水尺，用水准仪测出水尺零点与各测线处渠底的高差，就得到每条测线处的实际水深值；

c) 在选取的断面的岸边固定一条与渠边垂直的铁丝，该铁丝对应的段面就为选择的测流断面。在所选断面用折叠梯或竹排搭建简易的桥用于测量流速。

#### A.5 断面流量率定

A.5.1 流速测量。根据水深和垂线流速分布规律，施测垂线上若干个有代表性的测点流速，推算出垂线平均流速。

A.5.2 断面流量计算。流量由流速与断面面积相乘而得，将全断面按测速垂线分成各个部分，求出每部分的平均流速与面积，部分平均流速乘部分面积，得出部分流量，部分流量之和为全断面总流量。断面流量计算一般采用平均分割法，计算方法参考GB/T 21303。

A.5.3 建立水位流量关系公式。根据测点断面多次实测的流量和水位，以水位为纵坐标、流量为横坐标建立水位流量关系曲线，构造水位流量关系幂函数，对曲线进行拟合，求出率定系数 $K$ 和指数 $n$ ，计算公式如下：

$$Q = KH^n n \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

$Q$ ——断面流量， $m^3/s$ ；

$H$ ——水深， $m$ ；

$K$ ——系数；

$n$ ——指数。

A.5.4 流量关系精度分析。将实测水位代入拟合的水位流量关系曲线中，计算各水位下计算流量，然后以实测流量为真值，计算实测流量与计算流量的相对误差，由此分析所拟合的水位流量关系曲线的精度。

A.5.5 实测流量成果表。

表A.2 实测流量成果表

实测流量成果表												
测次	年	月	日	起 至 时 间				水位	流量	断面 面积	平均 流速	测验 方法
				时	分	时	分					

## 附录 B

(资料性)

## 旱作物土壤含水率与单位面积净灌溉水量测定方法

## B.1 电子仪器测定方法

B.1.1 土壤含水率测定方法应按照下列步骤进行：

- a) 土壤含水率取点数目和位置选择应根据土壤含水率的空间变异性及测算精度要求确定，均匀灌溉的土壤含水率测点可均匀分布，沟灌、滴灌的土壤含水率空间变异性较大，需按照湿润地区、非湿润地区分别取样，行、沟需根据实际分别选取测点；
- b) 计划湿润层土壤含水率宜分层测定。每层深度不宜大于 0.2 m，一般取 0.1 m；
- c) 土壤含水率宜采用先进测算仪器，如时域反射仪（TDR）、频率反射仪（FDR）等以提高测算效率。常见电子仪器有土壤水分测定仪（TDR）、土壤墒情仪（FDR）等；
- d) 在每个测点做标记；
- e) 采用 TDR 或 FDR 测定含水率时，每个田块测点不少于 5 个；
- f) 灌水前后分别在前述测点附近测定土壤含水率，测定方法同前。

## B.2 烘干法

B.2.1 不具备上述设备者，可采用烘干法测定土壤含水率。烘干法操作步骤：

- a) 将盛土用的铝盒(直径 60 mm，高 30 mm)洗净烘干，放入干燥器中冷却至室温，迅速用感量为 1/100 g 的普通天平准确称质量；
- b) 在田间测点用土钻取有代表性的新鲜土样，刮去土钻中的上部浮土，将土钻中部所需深度处的土壤约 25 g 放入铝盒中，盖紧，装入木箱或其他容器，带回室内，将铝盒外表擦拭干净，迅速在分析天平上称质量，准确至 0.01 g。每个测点应取 3 个样本平行测定，样本间距控制在垂直深度 10 cm 之内；
- c) 将装入湿土的铝盒的盖子打开，放在盒底下，置于已预热至 105 ℃±2 ℃的烘烤箱中烘烤 12 h，取出，盖好，在干燥器中冷却至室温(需 30 min)，立即称质量；
- d) 每个测点土壤含水率用该测点各样本平行测定结果的算术平均值表示，保留小数后一位。平行测定结果的相差，水分为 5%~25% 的潮湿土样不得超过 0.3%，水分大于 15% 的大粒(粒径约 10 mm)黏重潮湿土样不得超过 0.7% (相当于相对误差不大于 5%)。对各测点的土壤含水率再进行算术平均，求得计划湿润层内的平均土壤含水率。

B.2.2 土壤含水率应按下列方法分析计算：

- a) 土壤含水率(占干土质量百分数)应按式(B.1)计算：

$$\theta = \frac{M_2 - M_3}{M_3 - M_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

$\theta$  ——土壤含水率(占干土质量百分数)，即单位质量干土中含有的水分质量；

$M_1$  ——烘干空铝盒质量，g；

$M_2$  ——烘干前铝盒及土样质量，g；

$M_3$  ——烘干后铝盒及土样质量，g；

- b) 土壤含水率(占干土体积百分数)应按式(B.2)计算：

$$\theta_{\text{体}} = \theta \gamma_{\text{干}} \dots \dots \dots (B. 2)$$

式中:

$\theta_{\text{干}}$ ——土壤含水率(占干土体积百分数);

$\gamma_{\text{干}}$ ——干土壤体积质量,  $\text{g}/\text{cm}^3$ 。

### B. 3 旱作物单位面积净灌溉水量测定

B. 3. 1 旱作物典型田块第  $i$  次灌溉单位面积净灌溉水量按公式 (B. 3) 或公式 (B. 4) 计算, 典型田块在某时段 (或日历年) 内单位面积净灌溉水量按照公式 (B. 5) 计算。

$$w_{\text{田净}i} = 0.667 \times \frac{\gamma_{\text{干}i}}{\gamma_{\text{水}}} \times h \times (\theta_{2i} - \theta_{1i}) \dots \dots \dots (B. 3)$$

$$w_{\text{田净}i} = 0.667 \times h \times (\theta'_{2i} - \theta'_{1i}) \dots \dots \dots (B. 4)$$

$$w_{\text{田净}} = \sum_{i=1}^n w_{\text{田净}i} \dots \dots \dots (B. 5)$$

式中:

$w_{\text{田净}}$ ——典型田块在某时段 (或日历年) 内单位面积净灌溉水量,  $\text{m}^3/\text{亩}$ ;

$w_{\text{田净}i}$ ——典型田块第  $i$  次灌溉单位面积净灌溉水量,  $\text{m}^3/\text{亩}$ ;

$\gamma_{\text{干}}$ ——典型田块  $h$  土层内土壤干容重,  $\text{g}/\text{cm}^3$ ;

$\gamma_{\text{水}}$ ——水的容重, 一般可取 1,  $\text{g}/\text{cm}^3$ ;

$h$ ——计划湿润层深度,  $\text{mm}$ ;

$\theta_{1i}$ ——第  $i$  次灌水前典型田块  $h$  土层内土壤质量含水率, %;

$\theta_{2i}$ ——第  $i$  次灌水后典型田块  $h$  土层内土壤质量含水率, %

$\theta'_{1i}$ ——第  $i$  次灌水前典型田块  $h$  土层内土壤体积含水率, %;

$\theta'_{2i}$ ——第  $i$  次灌水后典型田块  $h$  土层内土壤体积含水率, %;

$n$ ——典型田块在某时段 (或日历年) 内的灌水次数。

## 附录 C

(资料性)

## 有水层（土壤饱和状态）水田作物单位面积净灌溉水量测定方法

## C.1 测定方法

C.1.1 有水层灌溉时（土壤处于饱和状态），水田作物单位面积净灌溉水量应按照下列步骤进行：

a) 在典型田块内选取至少 5 个测点，测点距离田块边界 50 cm 以上，测点位置地面高程、水层深度具有代表性，周边土地平整。在满足上述条件情况下，尽量选择便于开展观测的测点；

b) 在典型田块测点上安装测桩，测桩长度 35 cm~50 cm，测桩安装时应牢固插入土壤内，土壤内长度不少于 20 cm，测桩上钉上水位尺，水位尺高度应大于 1.5 倍最大灌水深度；

c) 水位尺刻度应清晰易读，精确到 1 mm，水位尺上端读数大于下端读数，下端刻度位置应低于田间基准面，防止土壤涨缩造成下端刻度裸露地面，没有读数或读数有误；如出现裸露地面情况的，应在每次灌水前把测桩插入土壤内直至水位尺下端刻度在土壤基准面以下；

d) 水位尺锈损或刻度不清时要及时更换，避免无法读数或读数有误差；

e) 记录灌水前田面水位  $Z_{i1}$ ，灌水结束 30 min~60 min 后，记录田面水位  $Z_{i2}$ ；

f) 每次灌水期间有降雨的，需扣除田面有效降雨量，降雨量需安装雨量计同步观测；

g) 每次灌水期间蒸发量少于灌溉水量 5% 的，可忽略不计。蒸发量较大的，需安装蒸发皿同步实测蒸发量。

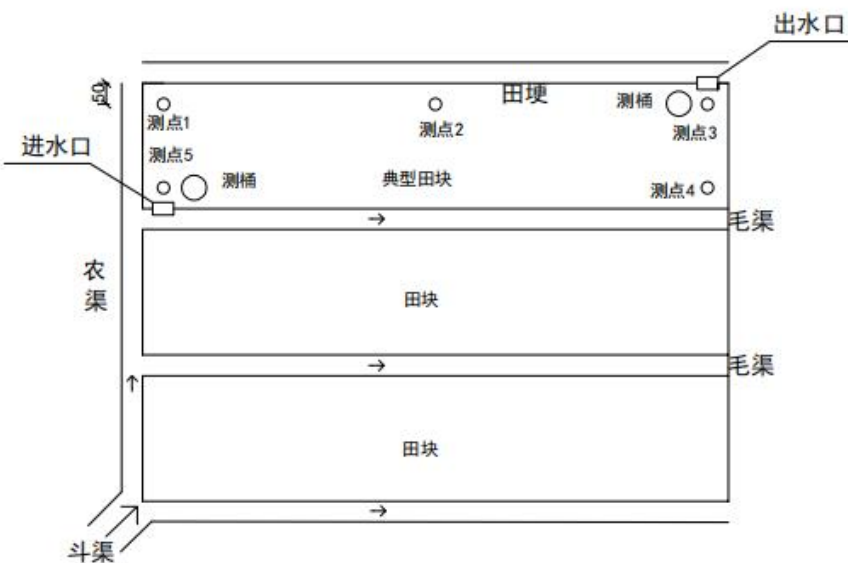


图 C.1 典型田块测点布置图

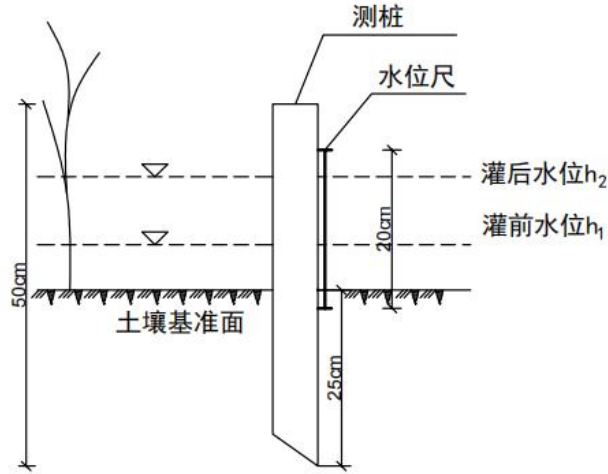


图 C.2 典型田块水尺安装图

C.1.2 不考虑降雨蒸发时，有水层饱和土壤灌溉的作物单位面积净灌溉水量可按照公式（C.1）计算：

$$w_{\text{净}} = \sum_{i=1}^n 0.667 \times (Z_{i2} - Z_{i1}) \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：

$w_{\text{净}}$  ——有水层饱和土壤灌溉典型田块单位面积净灌溉水量， $\text{m}^3/\text{亩}$ ；

$Z_{i1}$  ——灌水前田间水位， $\text{mm}$ ；

$Z_{i2}$  ——灌水后田间水位， $\text{mm}$ ；

$n$  ——作物生育期内灌水次数。

C.1.3 考虑降雨蒸发时，有水层饱和土壤灌溉的作物单位面积净灌溉水量可按照公式（C.2）计算：

$$w_{\text{净}} = \sum_{i=1}^n 0.667 \times (Z_{i2} - Z_{i1} - P_{i1} + E_{i1}) \dots\dots\dots (C.2)$$

式中：

$P_{i1}$  ——灌水期间有效降雨量， $\text{mm}$ ；

$E_{i1}$  ——灌水期间蒸发量， $\text{mm}$ ；

其他符号意义同前。

生育期内，无水层（土壤非饱和状态）时的单位面积净灌溉水量测定方法见附录B。

附 录 D  
(资料性)  
以电折水法

D.1 以电折水法

D.1.1 以电折水法适用于能准确计量提水用电量的灌区。

D.1.2 采用该方法时，宜在最大扬程、最小扬程和设计扬程时各测定1~2次，并绘制单位电量~净扬程曲线。每年应对上述曲线进行率定。

D.1.3 当净扬程变化不大时，可采用多次测定的算数平均值作为以电折水系数。

D.1.4 灌区时段取水量可采用公式 (F.1) 计算：

$$W_g = A \sum_i^n E_i \dots\dots\dots (D.1)$$

式中：

$W_g$  ——灌区取水量， $m^3$ ；

$A$  ——以电折水系数（单位电量的提水量）， $m^3/(kW \cdot h)$ ，根据实测结果确定；

$E_i$  ——灌区泵站第*i*次灌水的耗电量， $kW \cdot h$ ；

$n$  ——生育期内的灌水次数。

**附录 E**  
(资料性)  
**测算成果表**

**E.1 样点灌区信息表**

见表E.1、表E.2。

**表 E.1 样点灌区基本信息调查表**

灌区名称:								
灌区所在行政区: 省(区、市) 市(地) 县(市、区) 乡(镇) 村						灌区位置: 经度 纬度		
灌区规模: <input type="checkbox"/> 大 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 小			灌区水源取水方式: <input type="checkbox"/> 提水 <input type="checkbox"/> 自流引水					
灌区地形: <input type="checkbox"/> 山区 <input type="checkbox"/> 丘陵 <input type="checkbox"/> 平原			灌区土壤类型: 粘质土___% 壤土___% 砂质土___%					
设计灌溉面积(亩)			有效灌溉面积(亩)					
当年实际灌溉面积(亩)			井渠结合面积(亩)					
多年平均降水量(mm)			当年降水量(mm)					
地下水埋深范围(m)								
机井数量(眼)			配套动力(kW)					
泵站数量(座)			泵站装机容量(kW)					
泵站提水能力(m <sup>3</sup> /s)								
塘坝数量(座)			塘坝总蓄水能力(万 m <sup>3</sup> )					
水窖、池数量(座)			水窖、池总蓄水能力(万 m <sup>3</sup> )					
当年完成节水灌溉工程投资(万元)			灌区综合净灌溉定额(m <sup>3</sup> /亩)					
样点灌区粮食单位面积产量(kg/亩)			灌区人均占有耕地面积(亩/人)					
节水灌溉工程面积(亩)								
合计		防渗渠道地面灌溉		管道输水地面灌溉		喷灌		微灌
作物种植结构								
作物种类	...	...	...	...	...	...	...	合计
播种面积(亩)								
实灌面积(亩)								

**填表日期:**

**填表人:**

**联系电话:**

填表说明:

1、经纬度填写大致范围,如东经 A° B' ~C° D' , 北纬 E° F' ~G° H' 。也可以填写样点灌区大致中心处或灌区管理单位所在地(必须在灌区范围内)的经纬度。

2、地下水埋深范围填写灌溉期内灌区平均最高、最低地下静水位埋深。

3、完成节水改造工程投资包括当年灌区骨干工程改造、田间工程建设等已完成工程投资。

4、当年实灌面积是与有效灌溉面积对应的实灌面积,不考虑复种指数。其中,实灌面积是指利用灌溉工程和设施,在有效灌溉面积中当年实际已进行正常灌溉(灌水一次及其以上)的耕地面积,不按灌溉亩次计算。

5、作物种类填写主要作物名称,如水稻、玉米、蔬菜等,种植面积比例在 10%以上的为主要作物。

表 E.2 样点灌区渠系和毛灌溉水量信息调查表

渠首设计取水能力(m <sup>3</sup> /s):							
渠系信息	渠道长度与防渗情况						
	渠道级别	条数	总长度(km)	渠道衬砌防渗长度(km)			衬砌防渗率(%)
				混凝土	浆砌石	其他	
	<b>干渠</b>						
	干渠(Q≥10m <sup>3</sup> /s)						
	干渠(5≤Q<10m <sup>3</sup> /s)						
	干渠(1≤Q<5m <sup>3</sup> /s)						
	干渠(Q<1m <sup>3</sup> /s)						
	<b>支渠</b>						
	支渠(Q≥1m <sup>3</sup> /s)						
	支渠(0.5≤Q<1m <sup>3</sup> /s)						
	支渠(Q<0.5m <sup>3</sup> /s)						
	<b>斗渠</b>						
	斗渠(Q≥1m <sup>3</sup> /s)						
	斗渠(0.5≤Q<1m <sup>3</sup> /s)						
	斗渠(0.2≤Q<0.5m <sup>3</sup> /s)						
斗渠(Q<0.2m <sup>3</sup> /s)							
<b>农渠</b>							
其中骨干渠系(≥1 m <sup>3</sup> /s)							
毛灌溉用水情况	渠首引水量(m <sup>3</sup> /年)			地下水取水量(m <sup>3</sup> /年)			
	塘堰坝供水量(m <sup>3</sup> /年)			其他水源引水量(m <sup>3</sup> /年)			
	弃水、退水量(m <sup>3</sup> /年)			工业用水量(m <sup>3</sup> /年)			
	生活用水量(m <sup>3</sup> /年)			生态用水量(m <sup>3</sup> /年)			
	畜牧、渔业用水量(m <sup>3</sup> /年)			其他用水量(m <sup>3</sup> /年)			
	毛灌溉水量合计(m <sup>3</sup> /年)						
	塘堰坝取水: <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无	塘堰坝供水量计算方式: <input type="checkbox"/> 径流系数法 <input type="checkbox"/> 复蓄次数法					
	径流系数法参数	年径流系数		蓄水系数		集水面积(km <sup>2</sup> )	
	重复蓄满次数	重复蓄满次数		有效容积(万 m <sup>3</sup> )			

填表日期:

填表人:

联系电话:

填表说明:

- 1、由于灌区情况差别较大,渠系级别多样,各地根据样点灌区情况可以对表中栏目进行补充,如干渠级别可以分为总干、分干等,根据灌区实际情况分别填写。
- 2、衬砌防渗率是指某一级渠道设计超高水位下的已衬砌防渗渠段断面面积与该渠道全长断面总面积之比,该值根据灌区渠系资料计算分析后直接填入。如缺少详细的渠系资料可用渠道衬砌防渗长度占总长度百分比表示。
- 3、毛灌溉水量应根据各自的实际情况分项进行填写,毛灌溉水量=渠首引水量+地下水取水量+塘堰坝供水量+其他水源引水量-弃水、退水量-(工业用水量+生活用水量+生态用水量+畜牧、渔业用水量+其他用水量)。其他水源取水量包括当地降雨产生的地表径流进入渠道的用于农田灌溉的水量等。



4、如样点灌区的塘堰坝灌溉供水量有统计资料，则直接填写统计值，有关参数均不用填写；如无统计资料，可在径流系数法参数和复蓄次数法参数中选择其一填写相关信息。

## E.2 样点灌区测算成果表

见下表E.3、E.4。

表 E.3 样点灌区年净灌溉用水总量分析汇总表

样点灌区 片区	作物 名称	典型 田块 编号	灌溉 方式	年单位面积净灌 溉用水量(m <sup>3</sup> /亩)	灌水次 数(次)	典型田块实 灌面积 (亩)	某片区某种作物			某种片区年净 灌溉用水量 (m <sup>3</sup> )	样点灌区年净 灌溉用水总量 (m <sup>3</sup> )
							年单位面积净灌 溉用水量(m <sup>3</sup> /亩)	实灌面积 (亩)	年净灌溉用 水量(m <sup>3</sup> )		
片区:	作物 1	1									
		2									
		...									
	...	1									
		2									
		...									
片区:	作物 1	1									
		2									
		...									
	...	1									
		2									
		...									

填表日期:

填表人:

联系电话:

填表说明:

- 1、片区：根据样点灌区典型田块所在灌区位置填写上游片区、中游片区、下游片区。
- 2、作物：填写典型田块种植作物名称，多批次种植的要分批填写。
- 3、灌溉方式：包括土质渠道地面灌、防渗渠道地面灌、管道输水地面灌、喷灌、微灌等。
- 4、年单位面积净灌溉用水量：根据各类作物灌溉方式及其净灌溉水量测定方法计算。

5、灌水次数：作物全生育期内灌溉的次数，水稻包括育秧期、泡田期的灌溉次数

表E.4 样点灌区灌溉水有效利用系数分析结果汇总

灌区规模与类型		编号	灌区名称	县(市、区)	设计灌溉面积 (亩)	有效灌溉面积 (亩)	实灌面积 (亩)	年毛灌溉用水量 (万 m <sup>3</sup> )	节水灌溉工程面积(亩)					当年完成节水改造工程总投资(万元)	灌溉水有效利用系数
									防渗渠道	管道输水	喷灌	微灌	合计		
大型灌区	合计														
	提水	1													
		...													
	自流引水	1													
...															
中型灌区	中型合计	小计													
		提水	1												
			...												
		自流引水	1												
	...														
	1万亩~5万亩	小计													
		提水	1												
			...												
	5万亩~15万亩	自流引水	...												
			小计												
		提水	1												
	...														
	15万亩	自流引水	1												
			...												
	15万	小计													

灌区规模与类型			编号	灌区名称	县(市、区)	设计灌溉面积 (亩)	有效灌溉面积 (亩)	实灌面积 (亩)	年毛灌溉用水量 (万 m <sup>3</sup> )	节水灌溉工程面积(亩)					当年完成节水改造工程总投资(万元)	灌溉水有效利用系数
										防渗渠道	管道输水	喷灌	微灌	合计		
亩~ 30万 亩	提水	1														
		...														
	自流引水	1														
		...														
小型灌区	小型合计															
	高效节水															
	渠灌	小计														
		提水	1													
			...													
		自流引水	1													
...																

## E.3 区域测算成果表

见表E.5。

表 E.5 区域统计信息调查表

区域（全区、市或县）多年平均降水量(mm)：

调查年份区域（全区、市或县）平均降水量(mm)：

灌区规模与类型	类型	数量	设计灌溉面积(亩)	有效灌溉面积(亩)	实灌面积(亩)	累计达到节水灌溉工程面积(亩)					当年节水改造工程造价(万元)	年毛灌溉用水量(万 m <sup>3</sup> )	灌溉水有效利用系数平均值
						防渗渠道	管道输水	喷灌	微灌	合计			
总计													
大型灌区	合计												
	提水												
	自流引水												
中型灌区	中型合计	提水											
		自流引水											
		合计											
	1万亩~5万亩	提水											
		自流引水											
		小计											
	5万亩~15万亩	提水											
		自流引水											
		小计											
	15万亩~30万亩	提水											
		自流引水											
		小计											

表 E.5 灌区统计信息调查表（续）

灌区规模与类型		类型	数量	设计灌溉面积 (亩)	有效灌溉面积 (亩)	实灌面积 (亩)	累计达到节水灌溉工程面积(亩)					当年节水改造 工程总投资(万元)	年毛灌溉用 水量(万 m <sup>3</sup> )	灌溉水有效 利用系数平 均值
							防渗 渠道	管道 输水	喷灌	微灌	合计			
小型 灌区	合计													
	高效节水													
	渠灌	提水												
		自流引水												
		小计												

附 录 F  
(资料性)  
观测记录表

F.1 旱作物田间净灌溉水量观测记录表

见表F.1、F.2。

表F.1 \_\_\_\_年\_\_样点灌区\_\_典型田块单位面积净灌溉水量测定记录表 (TDR、FDR)

片区: \_\_\_\_\_ 作物名称: \_\_\_\_\_ 灌溉方式: \_\_\_\_\_ 计划湿润层深度H: \_\_\_\_\_ mm 土壤湿润比P: \_\_\_\_\_ 灌溉面积: \_\_\_\_\_ 亩 观测人员: \_\_\_\_\_ 联系电话: \_\_\_\_\_

日期 (月.日)	生育 期 名 称	灌水时间		灌水前土壤含水率 $\theta_{1i}$ (%)						灌水后土壤含水率 $\theta_{2i}$ (%)						灌水前 平均含 水率 $\theta_{v1}$ (%)	灌水后 平均含 水率 $\theta_{v2}$ (%)	单位面 积净灌 溉用水 量 ( $m^3$ / 亩)	
		起始时间 (小时: 分钟)	结束时间 (小时: 分钟)	测 点 编 号	0 cm	10 cm	20 cm	30 cm	40 cm	...	测点 编号	0 cm	10 cm	20 cm	30 cm				40 cm
				1							1								
				2							2								
				3							3								
				...							...								

填表说明:

1. 片区: 上游、中游、下游;
2. 生育期名称: 如冬小麦分为播种期、幼苗期、返青期、拔节期、孕穗期; 玉米分为幼苗期、拔节孕穗期、抽雄开花期、灌浆期, 成熟期; 水稻分为秧田期、泡田期、复苗期、分蘖期、拔节孕穗期、抽穗开花期、乳熟期、黄熟期。
3. 灌溉方式: 包括土质渠道地面灌、防渗渠道地面灌、管道输水地面灌、喷灌、微灌等。
4. 水稻秧田期单位面积灌溉用水量要按本田面积折算。

表F.2 \_\_\_\_\_年\_\_\_\_\_样点灌区\_\_\_\_\_典型田块单位面积净灌溉用水量测定记录表（称重法）

片区： 作物名称： 灌溉方式： 土壤容重  $\gamma$ ：  $\text{g/cm}^3$  计划湿润层深度H： mm 土壤湿润比P： 灌溉面积： 亩 观测人员： 联系电话：

日期 (月.日)	生育 期名 称	灌水时间		测 点 编 号	土 层 深 度 (cm)	灌水前土壤含水率 $\theta_{1i}$ (%)							灌水后土壤含水率 $\theta_{2i}$ (%)							单位面 积净灌 溉用水 量 ( $\text{m}^3$ / 亩)				
		起始时 间(小 时:分 钟)	结束时 间(小 时:分 钟)			土盒 编 号	盒重 (g)	盒+ 湿土 重 (g)	盒+ 干土 重 (g)	干土 重 (g)	失却 水分 重 (g)	含水率		土盒 编 号	盒重 (g)	盒+ 湿土 重 (g)	盒+ 干土 重 (g)	干土 重 (g)	失却 水分 重 (g)		含水率			
												测点 含水 率	测点含 水率平 均值								测 点含 水率	测点含 水率平 均值		
...	...	...	...	1	0																			
					10																			
					20																			
					30																			
					40																			
					...																			

填表说明：

1. 片区：上游、中游、下游；
2. 生育期名称：如冬小麦分为播种期、幼苗期、返青期、拔节期、孕穗期；玉米分为幼苗期、拔节孕穗期、抽雄开花期、灌浆期，成熟期；水稻分为秧田期、泡田期、复苗期、分蘖期、拔节孕穗期、抽穗开花期、乳熟期、黄熟期。
3. 灌溉方式：包括土质渠道地面灌、防渗渠道地面灌、管道输水地面灌、喷灌、微灌等。
4. 水稻秧田期单位面积灌溉用水量要按本田面积折算。



## F.2 水田作物田间净灌溉水量观测记录表

见表F.3。

表 F.3 \_\_\_\_年\_\_样点灌区\_\_典型田块（土壤饱和状态）单位面积净灌溉水量测定记录表

片区： 作物名称： 灌溉面积： 亩 观测人员： 联系电话：

日期 (月.日)	生育 期名 称	灌水时间		测点 编号	田块灌水水深 h(mm)				单位面积净 灌溉用水量 (m <sup>3</sup> /亩)
		起始时间 (小时:分 钟)	结束时间 (小时:分 钟)		灌水 前水 深 h <sub>1</sub>	灌水 后水 深 h <sub>2</sub>	灌水水深 $\Delta h=h_2-h_1$	平均 水深 h	
...	...	...	...	1					
				2					
				3					
				4					
				...					

填表说明：

1. 片区：上游、中游、下游；
2. 生育期名称：水稻分为秧田期、泡田期、复苗期、分蘖期、拔节孕穗期、抽穗开花期、乳熟期、黄熟期。
3. 水稻秧田期单位面积灌溉用水量要按本田面积折算。

#### F.4 毛灌溉水量观测记录表

见表F.4、F.5、F.6。

表F.4 \_\_\_\_\_年\_\_\_\_\_样点灌区灌溉量水记录表（标准断面测流法）

量水设施名称：                      观测点位置：                      渠道名称：                      水量类型：  
 流量计算式：                      观测人员：                      联系电话：

灌溉时段	观测时间	日降雨	断面水位(H)	流量(Q)	时段平均流量(Q <sub>平</sub> )	时段(t)	水量(W)
(月.日~月.日)	(时.分)	(mm)	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(分)	m <sup>3</sup>

填表说明：

- 1、表中水量(W)=流量(Q)×时段(t)×60；
- 2、灌溉时期指一次连续灌水灌溉开始~结束持续的日期；
- 3、水量类型，包括水源取水量、弃水量等。

表F.5 \_\_\_\_\_年\_\_\_\_\_样点灌区灌溉量水记录表（水工建筑物测流法）

量水设施名称： \_\_\_\_\_ 观测点位置： \_\_\_\_\_ 渠道名称： \_\_\_\_\_ 水量类型： \_\_\_\_\_  
 流量计算式： \_\_\_\_\_ 观测人员： \_\_\_\_\_ 联系电话： \_\_\_\_\_

灌溉时段	观测时间	日降雨	上游水位(H)	下游水位(h)	闸门开启度 e	流量(Q)	时段平均流量(Q <sub>平</sub> )	时段(t)	水量(W)
(月.日~月.日)	(时.分)	(mm)	(m)	(m)	(m)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(分)	m <sup>3</sup>

填表说明：

- 1、表中水量(W)=流量(Q)×时段(t)×60；
- 2、灌溉时期指一次连续灌水灌溉开始~结束持续的日期；
- 3、水量类型，包括水源取水量、弃水量等。

表F.6 \_\_\_\_\_年\_\_\_\_\_样点灌区灌溉量水记录表（计量法）

量水设施名称：                      观测点位置：                      渠道名称：                      水量类型：  
 流量计算式：                      观测人员：                      联系电话：

灌溉时段	灌水开始时间	灌水结束时间	灌溉时间	灌溉水量	备注
(月.日~月.日)	(月.日.时.分)	(月.日.时.分)	(s)	(m <sup>3</sup> )	

填表说明：

- 1、灌溉水量是指灌水开始到结束时间内，仪表记录的水量；
- 2、灌溉时段指一次连续灌水灌溉开始~结束持续的日期；
- 3、水量类型，包括水源取水量、弃水量等。

表F.7 流速仪测流记载及计算表

渠道名称						地点						
施测时间	年 月 日 时 分至 时 分					流速公式				仪器号码		
天气		风向		风力		流向				岸边系数		
点次	起点距/m	水深/m	测点深/m	时间/s	转数/转	测点流速 /(m·s <sup>-1</sup> )	垂线平均流速 /(m·s <sup>-1</sup> )	部分流速 /(m·s <sup>-1</sup> )	部分宽/m	部分平均水深/m	部分面积 m <sup>2</sup>	部分流量 /(m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> )
大事记	闸孔宽度/m						断面流量/(m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> )			水面宽 (m)		
	提闸高度/m											
	上游水位/m		开始:	结束:	平均:		断面面积/ (m <sup>2</sup> )			断面平均流速/(m·s <sup>-1</sup> )		
	下游水位/m		开始:	结束:	平均:							
	闸前水位/m		开始:	结束:	平均:		闸门类型			断面平均水深/m		
	闸后水位/m		开始:	结束:	平均:							
备注						流态						
测量:					计算:		填表:			校核:		

## 参 考 文 献

- [1] GB/T 21303 灌溉渠道系统量水规范
- [2] GB/T 28714 取水计量技术导则
- [3] GB/T 50288 灌溉与排水工程设计规范
- [4] GB/T 50363 节水灌溉工程技术规范
- [5] GB/T 50600 渠道防渗衬砌工程技术标准
- [6] SL 56 农村水利技术术语
- [7] SL 13 灌溉试验规范
- [8] SL/Z 364 土壤墒情监测规范
- [9] SL/Z 699 灌溉水利用率测定技术导则
- [10] DB13/T 5449.1 农业用水定额 第1部分：种植业