

ICS 27.140
CCS B 04

NY

中华人民共和国农业行业标准

NY/T 4420—2023

农作物生产水足迹评价技术规范

Technical specification of water footprint assessment in crop production

2023-12-22 发布

中华人民共和国农业农村部 发布



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则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由农业农村部种植业管理司提出并归口。

本文件起草单位：西北农林科技大学、中国科学院水利部水土保持研究所、国家节水灌溉杨凌工程技术研究中心、河海大学。

本文件主要起草人：吴普特、卓拉、高学睿、王玉宝、赵西宁、孙世坤、操信春、刘静、栾晓波、黄红荣、刘艺琳、韩昕雪琦、安婷莉、林历星。



农作物生产水足迹评价技术规范

1 范围

本文件确立了农作物生产水足迹的评价原则、评价程序和计算方法。

本文件适用于田块、灌区及区域尺度灌溉或雨养条件下农作物生产水足迹的定量评价。

2 规范性引用文件

下列术语和定义适用于本文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

农作物生产水足迹 **water footprint of crop production**

满足农作物生长及水环境需求的水量。可分为蓝水足迹、绿水足迹和灰水足迹。

[来源:NY/T 4441—2023]

3.2

农作物生产绿水足迹 **green water footprint of crop production**

农作物在生育期内消耗的绿水量。

3.3

农作物生产蓝水足迹 **blue water footprint of crop production**

农作物在生育期内消耗的蓝水量。

3.4

农作物生产灰水足迹 **grey water footprint of crop production**

将农作物在生育期内产生的灰水稀释至相关水质标准所需的水量。

4 评价原则

坚持客观、科学、可追溯和结果合理可靠的评价原则。

5 评价程序

5.1 确定系统边界和评价内容

农作物生产水足迹评价系统边界应至少包括农作物生育期。

农作物生产水足迹评价内容依据评价的农作物种植类型、空间尺度及评价目标确定。

5.1.1 灌溉农作物生产水足迹评价内容

灌溉条件下,农作物生产水足迹评价内容宜包括蓝水足迹和绿水足迹。

5.1.2 雨养农作物生产水足迹评价内容

雨养条件下,农作物生产水足迹评价内容为绿水足迹。

5.2 基础资料收集

5.2.1 气象资料

宜采用在农作物种植区域的或离田地最近、最具代表性的气象观测站的气象资料;包括降水量、最高温度、最低温度、相对湿度、风速、日照时数等。常见的资料来源包括国家气象科学数据中心和区域气象站观测数据等。若无符合目标评价尺度的数据,可用相邻地理单元的可获取数据替代。

5.2.2 土壤资料

包括土壤类型、土壤质地、耕层厚度、土壤容重、田间持水量、土壤含水量等。资料可来源于实地测量、

行业统计数据或相关的调研与研究文献。

5.2.3 农作物生产资料

包括农作物品种、播种面积、种植密度、叶面积指数、播种日期、生育期、收获日期、收获指数及农作物单位面积产量等。资料可来源于行业统计数据或相关的调研与研究文献。

5.2.4 灌溉资料

包括灌溉定额、灌溉制度、灌溉水利用系数等。评价空间单元为灌区时,另需收集灌区资料,包括灌排工程体系布局图、灌排渠系类型、灌溉输水量、排水量等。资料可来源于行业统计数据或相关的调研与研究文献。

5.3 评价内容计算

具体步骤和方法按照第6章的规定执行。

5.4 评价结果不确定性分析

评价结果应执行不确定性分析。宜采用交互对比法、敏感性分析法或蒙特卡洛模拟法等。

5.5 评价报告

完成农作物生产水足迹评价之后,应出具评价报告。包括但不限于以下内容:

- a) 评价对象和边界的选择理由、农业生境基本条件;
- b) 农作物生产水足迹计算结果,包括其分布特征与基本结构;
- c) 基于评价区农作物生产水平、生产条件及节水农业发展水平,科学论证农作物水足迹差异及其成因和影响因素;
- d) 适宜可行的农作物生产水足迹调控建议。

6 计算方法

6.1 农作物生产绿水足迹

农作物生产绿水足迹,按公式(1)计算。

$$WF_g = 10 \cdot ET_g / Y \dots\dots\dots (1)$$

WF_g ——农作物生产绿水足迹的数值,单位为千克每立方米(m^3/kg);

ET_g ——农作物蒸发蒸腾量中的绿水部分的数值,单位为毫米(mm);

10 ——单位转化系数,将水足迹单位由深度(mm)转化为体积(m^3/hm^2);

Y ——农作物单位面积产量的数值,单位为千克每公顷(kg/hm^2)。

其中,可根据基础资料获取情况、评价内容的时间步长选取 ET_g 的计算方法。

6.1.1 基于农作物需水量的 ET_g 计算方法

基础资料获取有限、评价时间尺度以年为单位,宜采用基于农作物需水量的计算方法,按公式(2)计算。

$$ET_g = \min(ET_c, P_e) \dots\dots\dots (2)$$

ET_c ——农作物需水量的数值,单位为毫米(mm);

P_e ——农作物生育期内有效降水量的数值,单位为毫米(mm)。

公式(2)中 ET_c 按公式(3)计算。

$$ET_c = K_c \times ET_0 \dots\dots\dots (3)$$

K_c ——农作物系数;

ET_0 ——参考农作物蒸发蒸腾量的数值,单位为毫米(mm)。

6.1.2 基于土壤水分动态平衡的 ET_g 计算方法

评价时间尺度以天为单位,宜选取基于土壤水分动态平衡的计算方法,按公式(4)计算。

$$ET_g = \sum_t \left(ET_{(t)} \cdot \frac{S_{g(t-1)}}{S_{(t-1)}} \right) \dots\dots\dots (4)$$

$ET_{(t)}$ ——农作物生长期第 t 天农作物蒸发蒸腾量的数值,单位为毫米(mm);

$S_{g(t-1)}$ ——农作物生长期第 $t-1$ 天农作物有效根系土层土壤水中的绿水量的数值,单位为毫米(mm),参考公式(5)计算;

$S_{(t-1)}$ ——农作物生长期第 $t-1$ 天农作物有效根系土层土壤含水量的数值,单位为毫米(mm)。

$$S_{g(t)} = S_{g(t-1)} + P_{(t)} - \frac{R_{(t)} \cdot P_{(t)}}{(P_{(t)} + I_{(t)})} - (DP_{(t)} + ET_{(t)}) \times \frac{S_{g(t-1)}}{S_{(t-1)}} \dots\dots\dots (5)$$

$S_{g(t)}$ ——农作物生长期第 t 天农作物有效根系土层土壤水中的绿水量的数值,单位为毫米(mm);

$P_{(t)}$ ——农作物生长期第 t 天降水量的数值,单位为毫米(mm);

$I_{(t)}$ ——农作物生长期第 t 天灌溉水量的数值,单位为毫米(mm);

$R_{(t)}$ ——农作物生长期第 t 天地表径流量的数值,单位为毫米(mm);

$DP_{(t)}$ ——农作物生长期第 t 天土壤深层渗漏量的数值,单位为毫米(mm);

$ET_{(t)}$ ——农作物生长期第 t 天农作物蒸发蒸腾量的数值,单位为毫米(mm)。

6.2 农作物生产蓝水足迹

农作物生产蓝水足迹,按公式(6)计算。

$$WF_b = 10 \cdot ET_b / Y \dots\dots\dots (6)$$

WF_b ——农作物田间生产蓝水足迹的数值,单位为立方米每千克(m^3/kg);

ET_b ——农作物蒸发蒸腾量中来自灌溉水的部分的数值,单位为毫米(mm);

10 ——单位转化系数,将水足迹单位由深度(mm)转化为体积(m^3/hm^2);

Y ——农作物单位面积产量的数值,单位为千克每公顷(kg/hm^2)。

6.2.1 基于作物需水量的 ET_b 计算方法

基础资料获取有限、评价时间尺度以年为单位,宜采用基于作物需水量的计算方法,见公式(7)。

$$ET_b = \max(0, ET_c - P_e) \dots\dots\dots (7)$$

ET_b ——农作物耗水量中来自灌溉水部分的数值,单位为毫米(mm);

ET_c ——农作物需水量的数值,单位为毫米(mm),参考公式(3)计算;

P_e ——农作物生育期内有效降水量的数值,单位为毫米(mm)。

6.2.2 基于土壤水分动态平衡的 ET_b 计算方法

评价时间尺度以天为单位,宜选取基于土壤水分动态平衡的计算方法,按公式(8)计算。

$$ET_b = \sum_t \left(ET_{(t)} \cdot \frac{S_{b(t-1)}}{S_{(t-1)}} \right) \dots\dots\dots (8)$$

$ET_{(t)}$ ——农作物生长期第 t 天作物蒸发蒸腾量的数值,单位为毫米(mm);

$S_{b(t-1)}$ ——农作物生长期第 $t-1$ 天有效根系土层土壤水中的蓝水量的数值,单位为毫米(mm),参考公式(9)计算;

$S_{(t-1)}$ ——农作物生长期第 $t-1$ 天有效根系土层土壤含水量的数值,单位为毫米(mm)。

$$S_{b(t)} = S_{b(t-1)} + I_{(t)} - \frac{I_{(t)} \cdot P_{(t)}}{(P_{(t)} + I_{(t)})} - (DP_{(t)} + ET_{(t)}) \times \frac{S_{b(t-1)}}{S_{(t-1)}} \dots\dots\dots (9)$$

$S_{b(t)}$ ——农作物生长期第 t 天有效根系土层土壤水中的蓝水量的数值,单位为毫米(mm);

$P_{(t)}$ ——农作物生长期第 t 天降水量的数值,单位为毫米(mm);

$I_{(t)}$ ——农作物生长期第 t 天灌溉水量的数值,单位为毫米(mm);

$R_{(t)}$ ——农作物生长期第 t 天地表径流量的数值,单位为毫米(mm);

$DP_{(t)}$ ——农作物生长期第 t 天土壤深层渗漏量的数值,单位为毫米(mm);

$ET_{(t)}$ ——农作物生长期第 t 天作物蒸发蒸腾量的数值,单位为毫米(mm)。

参 考 文 献

- [1] NY/T 4441—2023 农业生产水足迹 术语
-