



中华人民共和国国家标准

GB/T 29404—2012

灌溉用水定额编制导则

Guide to draw up irrigation water quota

2012-12-31 发布

2013-06-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

目 次

前言	I
1 范围	1
2 术语	1
3 总则	1
4 编制流程	2
4.1 组织要求	2
4.2 编制工作流程	2
4.3 审批和修订	2
5 基本规定	2
6 分区和主要作物	3
6.1 分区	3
6.2 主要作物	3
7 数据收集、分析和校核	3
7.1 数据收集	3
7.2 数据分析	4
7.3 数据校核	5
8 灌溉用水定额的确定	5
8.1 灌溉用水定额的计算	5
8.2 基本用水定额、附加用水定额、调节系数	5
8.3 作物综合灌溉用水定额	6
8.4 灌溉用水定额规定位置以上的渠系水利用系数	6
8.5 灌溉用水供需平衡分析	6
9 成果报告	7
附录 A (资料性附录) 作物需水量计算方法	9
附录 B (资料性附录) 净灌溉定额计算方法	10
附录 C (资料性附录) 基本用水定额和调节系数的数值拟合计算公式	12
附录 D (资料性附录) 基本用水定额和调节系数的先进化处理办法	14

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由水利部提出并归口。

本标准起草单位：水利部农村水利司、中国灌溉排水发展中心、中国水利水电科学研究院、水利部农田灌溉研究所、山东省水利科学研究院、浙江省余姚市水利局、黑龙江省水利科学研究院。

本标准主要起草人：赵竞成、王晓玲、吴玉芹、刘钰、李英能、刘建强、奕永庆、张玉欣、龙海游、李铁男。

灌溉用水定额编制导则

1 范围

本标准规定了灌溉用水定额编制流程、编制方法及成果报告的编制。

本标准适用于指导各省(自治区、直辖市)编制灌溉用水定额,省以下各级机构编制灌溉用水定额时可参考。

2 术语

下列术语和定义适用于本文件。

2.1

灌溉用水定额 irrigation water quota

在规定位置和规定水文年型下核定的某种作物在一个生育期内单位面积的灌溉用水量。

注1:灌溉用水定额的规定位置既不是田间,也不一定是灌区渠首,而是以便于灌溉用水计量和实施管理的位置作为规定位置。

注2:灌溉用水定额是水资源配置和灌溉用水管理的主要控制指标,其内涵不同于灌溉设计时采用的“净灌溉定额”和“毛灌溉定额”。一方面灌溉用水定额应针对灌溉水的使用者和管理者,且便于量测;另一方面灌溉用水定额不仅需要在一定程度上满足作物需水要求,而且必须考虑实现灌溉用水供需平衡,故需要在规定水文年型下编制。

2.2

基本用水定额 reference quota of irrigation water

某种作物在参照灌溉条件下的单位面积灌溉用水量。参照灌溉条件宜确定为:灌溉工程类型为土渠输水地面灌溉、取水方式为自流引水、灌区规模为小型、无附加用水。各地也可根据实际情况合理确定参照灌溉条件,但在本省(自治区、直辖市)范围内应统一。

2.3

附加用水定额 additional quota of irrigation water

为满足作物生育期需水量以外的灌溉用水而增加的单位面积用水量。附加用水包括用于播前土壤储水、淋洗土壤盐分用水、水田泡田用水等;确定附加用水定额应采用与确定基本用水定额相同的参照灌溉条件。

2.4

调节系数 adjustment coefficient

反映工程类型、取水方式、灌区规模等对参照灌溉条件下灌溉用水定额影响程度的系数。

2.5

作物灌溉用水综合定额 comprehensive quota of irrigation used water

某区域内某种作物在各种实际灌溉条件(工程类型、取水方式、灌区规模、附加用水等)下的灌溉用水定额按灌溉面积的加权平均值。

3 总则

3.1 灌溉用水定额编制工作,应以促进灌溉水高效利用,实行“总量控制、定额管理”为基本目标。

3.2 编制灌溉用水定额应客观、科学、系统、实用，遵循因地制宜、突出重点、现实可行、逐步完善的原则，在满足农业生产要求和厉行节约用水的基础上，力求做到灌溉用水供需平衡。

3.3 编制灌溉用水定额应重视灌溉试验、已有资料收集、观测和现场调查等基础工作，使用的数据应具有可靠性、合理性和一致性。

4 编制流程

4.1 组织要求

4.1.1 灌溉用水定额编制过程中应成立编制组。编制组由灌溉、水资源、农业、林业等有关方面专家，以及组织实施部门、灌区管理单位等代表组成。

4.1.2 选定的典型县应成立工作组，在组织实施部门和省级编制组织的指导下负责本地区的数据收集、典型调查、数据整理、数据校核等工作。

4.2 编制工作流程

4.2.1 编制工作流程宜按以下步骤进行：

- a) 制定工作计划，明确编制任务和要求；
- b) 确定省级分区和典型县，确定水文年型和灌溉用水定额规定位置；
- c) 确定县级分区，选择典型灌溉单元，确定主要作物；
- d) 收集有关数据，进行现场调查和专项测定，整理、分析资料；
- e) 拟定作物单位面积基本用水量 and 附加用水量，根据典型灌溉单元的单位面积实际灌溉用水量进行校核，提出灌溉用水数据样本；
- f) 分析并初步确定省级分区主要作物灌溉用水定额，进行省级分区灌溉用水供需平衡分析；
- g) 合理调整并确定省级分区主要作物灌溉用水定额；
- h) 编写灌溉用水定额编制报告。

4.2.2 根据编制工作需要，可在编制过程中适当调整典型县、典型灌溉单元的布局 and 数量，补充收集有关资料等。

4.3 审批和修订

4.3.1 灌溉用水定额编制初步成果完成后，应由组织实施部门发函征求有关江河流域管理机构，地（市）、县（市、区）水行政主管部门，灌区管理单位，用水者代表和有关专家意见；编制组织应根据征集到的意见进行修改完善。灌溉用水定额编制初步成果修改后，应召开专家评审会进行评审，编制组织应根据评审意见进一步进行修改完善。

4.3.2 灌溉用水定额成果通过评审后，应按有关规定报送主管部门审批。

4.3.3 灌溉用水定额编制成果宜 3~5 年修订一次，当灌溉用水条件发生较大变化时应及时修订。

5 基本规定

5.1 灌溉用水定额应采用基本用水定额、附加用水定额、调节系数、作物灌溉用水综合定额、灌溉用水定额规定位置以上渠系水利用系数等指标表示。

5.2 基本用水定额、附加用水定额、调节系数、作物灌溉用水综合定额应在规定位置核定。宜选择斗渠进水口、井口、小型泵站出水口等作为规定位置；实行支渠量水的地区也可选择支渠进水口、井口、小型泵站出水口作为规定位置。省（自治区、直辖市）内各省级分区的规定位置应一致。

5.3 灌溉用水定额应在规定水文年型下核定，且应按该水文年型进行灌溉用水供需平衡分析。以地下

水为主要灌溉水源的地区,规定水文年型宜取 50% 年降水概率¹⁾,进行供需平衡分析时,应以维持地下水多年采补平衡为目标;以地表水为主要灌溉水源的地区,规定水文年型宜与设计灌溉保证率一致,进行供需平衡分析时,应在设计灌溉保证率下实现灌溉用水供需平衡。各省级分区的规定水文年型可根据实际情况选取不同频率,但一个省级分区只能选定一个水文年型。

5.4 灌溉用水定额应区分不同省级分区和不同主要作物进行核定。

6 分区和主要作物

6.1 分区

6.1.1 省级分区应依据自然条件、流域特点、农业分区以及影响灌溉用水的其他因素,并结合水资源综合利用、节水灌溉、农业发展、环境保护等现行或在编规划综合考虑确定。

6.1.2 每个省级分区宜选择不少于 4 个具有代表性的县作为典型县。典型县的自然条件、水资源特点、作物种植、灌溉工程类型、取水方式、灌区规模、附加用水等应在该省级分区中具有代表性,灌溉管理、农业技术等方面应在该省级分区中处于中等以上水平。

6.1.3 每个典型县应根据水资源特点、作物种植、灌溉工程类型、取水方式等进行县级分区,并在县级分区中合理选择典型灌溉单元,作为调查、计算、校核单位面积基本用水量和附加用水量等数据的采样点。

6.1.4 不同水源类型的典型灌溉单元选择应符合下列规定:

- a) 渠灌区以一条斗渠的灌溉范围作为一个典型灌溉单元;
- b) 井灌区以一眼井的灌溉范围作为一个典型灌溉单元;
- c) 井渠结合灌区以一条斗渠以及与之联合运行的若干眼井的灌溉范围作为一个典型灌溉单元;
- d) 小型扬水灌区以一个泵站的灌溉范围作为一个典型灌溉单元。

6.1.5 各典型灌溉单元应能代表不同作物,不同灌溉工程类型、取水方式、灌区规模,有无附加用水等不同组合。每一种组合在一个典型县中应有 2~4 个样本,以减少片面性,提高作物灌溉用水数据样本的代表性。

6.2 主要作物

6.2.1 应以典型县为单位,选择合计灌溉面积占总灌溉面积 80% 以上(或合计灌溉用水量占总灌溉用水量 80% 以上)的若干种作物作为主要作物;其他作物可视同作为一种组合作物,并为其核定灌溉用水定额。

6.2.2 作物种类过多时,可以典型县为单位对灌溉作物的种植面积排序,自大而小选取主要作物(包括粮食作物、经济作物、蔬菜、林果、牧草等),直至累计的灌溉面积或累计的灌溉用水量达到要求。

6.2.3 套种、间作的作物可作为一种组合作物,并为其核定灌溉用水定额。

7 数据收集、分析和校核

7.1 数据收集

7.1.1 应以典型灌溉单元为对象,现场调查收集作物种植、灌溉工程类型、取水方式、灌区规模、各种作物灌溉面积、规定水文年型的实际灌溉用水量等数据。

1) 井灌的设计灌溉保证率一般较高,如按设计灌溉保证率选定水文年型将明显降低地下水可利用量,不利于发挥地下水具有的多年调节特性,为此本标准规定井灌区可以按照 50% 降水概率选择水文年型,使灌溉用水定额符合地下水多年采补平衡的要求。

7.1.2 应按照选择的作物单位面积灌溉基本用水量和附加用水量计算方法,收集有关的灌溉制度、灌溉试验成果、气象资料,以及斗、农渠渠道水利用系数和田间水利用系数等。

7.1.3 应收集省级分区和典型县的以下数据:

- a) 各种作物的灌溉面积;
- b) 代表性灌区的渠首引水量、斗渠口配水量、总干渠、干渠、分干渠、支渠等骨干渠道的渠道水利用系数等数据;
- c) 现状灌溉用水量和有关规划确定的灌溉用水量等数据。

7.2 数据分析

7.2.1 对收集的各典型灌溉单元和典型县数据进行整理和分析,以拟定各省级分区内不同作物的单位面积基本用水量和附加用水量。

7.2.2 作物单位面积基本用水量可依据现行灌溉制度、灌溉试验成果等拟定,缺少资料时也可通过计算拟定,作物单位面积附加用水量可依据现行灌溉制度、灌溉试验成果等拟定,缺少资料时也可通过计算或依据经验合理拟定。

7.2.3 依据现行灌溉制度或灌溉试验成果拟定作物单位面积灌溉基本用水量和附加用水量时,应采用接近规定水文年型的数据;依据节水灌溉等有关规划采用的灌溉定额时,应按照典型灌溉单元现状与规划要求的差异进行合理调整。

7.2.4 计算拟定作物单位面积灌溉基本用水量时,作物需水量和净灌溉定额可分别参照附录 A 和附录 B 计算。将计算的作物净灌溉定额转换为规定位置的作物单位面积基本用水量时,需考虑规定位置以下的渠系水利用系数和田间水利用系数的影响。

7.2.5 田间水利用系数和斗、农渠渠系水利用系数可通过实测确定,也可根据以往实测成果和典型灌溉单元工程状况、管理状况等合理估算。

7.2.6 拟定的作物单位面积基本用水量和附加用水量应折算到规定水文年型,并根据典型灌溉单元的工程类型、取水方式、灌区规模等影响因素折算到各典型灌溉单元,形成能代表典型灌溉单元灌溉实际用水状况的作物灌溉用水数据样本。

7.2.7 拟定的作物单位面积基本用水量对应的降水概率与规定水文年型不同时,可采用公式(1)进行调整:

$$I_{\text{调整后}} = I_{\text{调整前}} + (P_{e\text{调整前}} - P_{e\text{调整后}}) \dots\dots\dots(1)$$

式中:

$I_{\text{调整后}}$ ——调整后的作物单位面积灌溉基本用水量,单位为立方米每公顷(m^3/hm^2);

$I_{\text{调整前}}$ ——拟定作物单位面积灌溉用水量,单位为立方米每公顷(m^3/hm^2);

$P_{e\text{调整前}}$ ——拟定作物单位面积灌溉用水量对应降水概率的有效降雨量,单位为立方米每公顷(m^3/hm^2);

$P_{e\text{调整后}}$ ——规定水文年型的有效降雨量,单位为立方米每公顷(m^3/hm^2)。

7.2.8 依据灌溉制度、灌溉试验成果以及通过公式计算等方法得到的作物单位面积基本用水量和附加用水量一般为田间净灌溉水量,需要根据斗、农渠渠道水利用系数和田间水利用系数折算到灌溉用水定额规定位置。同时,拟定的作物单位面积基本用水量和附加用水量的灌溉条件与各典型灌溉单元的实际灌溉条件一般并不完全一致,需要按照各典型灌溉单元的实际灌溉条件进行折算,使形成的作物灌溉用水数据样本能代表各典型灌溉单元的实际用水状况。

7.2.9 作物灌溉用水数据样本,应由作物单位面积基本用水量和附加用水量的折算值,以及省级分区名称、典型县名称、典型灌溉单元名称、作物名称、灌溉面积、工程类型、取水方式、灌区规模等数据构成。数据样本的大小和代表性应满足编制灌溉用水定额的要求。

7.3 数据校核

7.3.1 作物单位面积基本用水量和附加用水量的折算值应由典型灌溉单元的单位面积实际灌溉用水量进行校核。单位面积实际灌溉用水量为单一作物的灌溉用水数据时,可直接进行比较;否则应根据典型灌溉单元种植结构和作物单位面积基本用水量和附加用水量的折算值计算单位面积综合灌溉用水量,并与单位面积实际灌溉用水量进行比较。

7.3.2 作物单位面积基本用水量和附加用水量的折算值之和或单位面积综合灌溉用水量大于单位面积实际灌溉用水量时,应根据后者合理调整前者;作物单位面积基本用水量和附加用水量的折算值之和或单位面积综合灌溉用水量小于单位面积实际灌溉用水量时,应根据典型灌溉单元工程状况、管理状况等综合分析作物单位面积基本用水量和附加用水量的折算值是否合理,并进行相应调整。

7.3.3 应按调整后的作物单位面积基本用水量和附加用水量的折算值计算典型县在规定水文年型下的总灌溉用水量,进行典型县灌溉用水供需平衡分析。灌溉用水存在缺口时,应满足计算的总灌溉用水量不大于现状总灌溉用水量的要求,否则应进一步调整作物单位面积基本用水量和附加用水量的折算值。

8 灌溉用水定额的确定

8.1 灌溉用水定额的计算

省级分区各种作物在实际灌溉条件下的灌溉用水定额,应依据该作物的基本用水定额、附加用水定额以及调节系数按公式(2)计算得到。

$$m = (m_{\text{基本}} + m_{\text{附加}}) \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot \dots \cdot K_n \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- m ——某省级分区某种作物的灌溉用水定额,单位为立方米每公顷(m^3/hm^2);
- $m_{\text{基本}}$ ——某省级分区某种作物的基本用水定额,单位为立方米每公顷(m^3/hm^2);
- $m_{\text{附加}}$ ——某省级分区某种作物的附加用水定额,单位为立方米每公顷(m^3/hm^2);
- $K_1、K_2、\dots、K_n$ ——分别为工程类型、取水方式、灌区规模等影响因素的调节系数。

8.2 基本用水定额、附加用水定额、调节系数

8.2.1 基本用水定额、附加用水定额和调节系数的取值,应使得按照公式(2)计算的各种作物的灌溉用水定额与作物灌溉用水数据样本基本一致。

8.2.2 基本用水定额和调节系数可按照最小二乘法原理,以剩余误差平方和最小为目标通过数值拟合得出,参见附录C;也可采用对比、试算等其他方法。

8.2.3 基本用水定额应按不同省级分区、不同作物加以区分,调节系数可在不同省级分区、不同作物之间不做区分。

8.2.4 应根据作物灌溉用水数据样本涵盖的主要影响因素合理选择调节系数,一般可采用工程类型、取水方式、灌区规模三个调节系数。

8.2.5 工程类型调节系数可按土渠输水地面灌、渠道防渗(衬砌)地面灌、管道输水地面灌、喷灌、微灌等细分;取水方式调节系数可按机井提水、泵站扬水、自流引水等细分;灌区规模调节系数可按大型灌区、中型灌区、小型灌区等细分。作物灌溉用水数据样本不涵盖的调节系数细分项应予以剔除。

8.2.6 应计算单位面积基本用水量折算值的标准差,检验并剔除误差过大数据;如果剔除后数据量不足,应补充调查数据,并重新确定基本用水定额、附加用水定额和调节系数。

8.2.7 对影响不显著的调节系数应分析原因,确认无误后予以剔除,并重新确定基本用水定额、附加用

水定额和调节系数。

8.2.8 需要调减基本用水定额和调节系数时,宜参照附录 D 的二次平均法进行先进化处理。

8.2.9 需要考虑附加用水的作物,其附加用水定额可根据已经确定的基本用水定额和作物灌溉用水数据样本中单位面积附加用水量与单位面积基本用水量的平均比例合理确定。

8.3 作物综合灌溉用水定额

省级分区作物灌溉用水综合定额可用公式(3)计算确定:

$$m_{\text{综合}} = \frac{\sum_{i=1}^{N_U} (m_i \cdot A_i)}{\sum_{i=1}^{N_U} A_i} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- $m_{\text{综合}}$ ——省级分区内某作物的综合灌溉用水定额,单位为每平方公里立方米(m^3/km^2);
- i ——省级分区内与某种作物对应且实际存在的灌溉条件组合序号;
- N_U ——省级分区内与某种作物对应且实际存在的灌溉条件组合数;
- m_i ——省级分区内某种作物在第 i 种灌溉条件组合下的灌溉用水定额,单位为每平方公里立方米(m^3/km^2);
- A_i ——省级分区内某种作物对应的第 i 种灌溉条件组合的灌溉面积,单位为平方公里(km^2)。

8.4 灌溉用水定额规定位置以上的渠系水利用系数

8.4.1 灌溉用水定额规定位置以上渠系水利用系数应符合以下规定:

- a) 灌溉用水定额规定位置以上有输配水渠道时,灌溉用水定额规定位置以上的渠系水利用系数按公式(4)计算确定:

$$\eta_t = \frac{\sum_{i=1}^{N_L} V_i}{V_0} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

- η_t ——灌区灌溉用水定额规定位置以上的渠系水利用系数;
- i ——灌区灌溉用水定额规定位置序号;
- N_L ——灌区灌溉用水定额规定位置总数(个);
- V_i ——灌区灌溉用水定额规定位置 i 的年度实际配水量,单位为立方米(m^3);
- V_0 ——灌区渠首的年度灌溉引水总量,单位为立方米(m^3)。

- b) 灌溉用水定额规定位置以上无输配水渠道时(如井灌区、小型扬水灌区), $\eta_t = 1$ 。

8.4.2 灌溉用水定额规定位置的年度实际配水量和渠首年度灌溉引水总量,可根据灌区运行记录合理确定。灌区承担其他供水任务时应从引水总量中扣除相应水量。

8.4.3 省级分区的灌溉用水定额规定位置以上渠系水利用系数宜按大、中、小型灌区以及井灌区分别确定,省级分区的灌溉用水定额规定位置以上渠系水利用系数的平均值可按各类型灌区的灌溉用水量加权平均计算。

8.5 灌溉用水供需平衡分析

8.5.1 应以省级分区为单位进行灌溉用水供需平衡分析。省级分区灌溉需水量按公式(5)计算确定:

$$W_1 = \frac{\sum_{i=1}^{N_C} (m_{\text{综合}i} \times A_i)}{\bar{\eta}_t} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

- W_1 ——省级分区灌溉需水量,单位为立方米(m^3);
- i ——该省级分区的作物种类序号;
- N_C ——该省级分区的作物种类数;
- $m_{\text{综合}i}$ ——该省级分区第 i 种作物的综合灌溉用水定额,单位为立方米每公顷(m^3/hm^2);
- A_i ——该省级分区第 i 种作物的灌溉面积,单位为公顷(hm^2);
- $\bar{\eta}_t$ ——该省级分区灌溉用水定额规定位置以上渠系水利用系数的按水量加权平均值。

8.5.2 灌溉用水供需平衡不满足时,如果省级分区灌溉需水量不大于现状灌溉用水量,可认同作物灌溉用水定额的核定结果;否则应在保证主要作物达到一定产量水平的基础上,合理进行调整。调整宜按以下顺序进行:

- a) 合理调整作物灌溉用水基本用水定额、附加用水定额以及调节系数;
- b) 合理调整灌溉用水定额规定位置以上渠系水利用系数;
- c) 合理调整作物种植结构,调减高耗水作物种植面积;
- d) 合理调整灌溉规模。

9 成果报告

9.1 灌溉用水定额编制报告包括编制工作概述、基本情况、编制依据和原则及技术路线、编制方法、编制成果、问题和建议、附表和附图等部分。

9.2 编制工作概述可包括以下内容:

- a) 编制工作的组织单位、承担单位、协作单位;
- b) 编制的目的、任务、要求;
- c) 编制工作过程;
- d) 主要成果。

9.3 基本情况可包括以下内容:

- a) 自然、地理、水资源和利用现状以及行政区划等;
- b) 农业概况、灌溉概况;
- c) 编制灌溉用水定额的必要性。

9.4 编制依据、原则及技术路线可包括以下内容:

- a) 依据的法律、法规、规定以及相关标准等;
- b) 编制原则;
- c) 采用的技术路线。

9.5 编制方法可包括以下内容:

- a) 灌溉用水定额主要影响因素分析;
- b) 省级分区原则和分区结果、典型县和典型灌溉单元选择情况;
- c) 主要作物确定情况;
- d) 规定水文年型和灌溉用水定额规定位置确定情况;
- e) 收集作物灌溉用水资料的途径和主要成果;
- f) 拟定作物单位面积灌溉用水量的方法和数据校核结果;
- g) 确定灌溉用水定额的方法和计算分析结果;

h) 灌溉用水供需平衡分析及灌溉用水定额调整。

9.6 编制成果可包括以下内容：

- a) 灌溉用水定额计算公式；
- b) 省级分区主要作物灌溉用水基本用水定额和附加用水定额；
- c) 灌溉用水定额调节系数；
- d) 省级分区主要作物灌溉用水综合定额；
- e) 省级分区各类灌区灌溉用水定额规定位置以上渠系水利用系数，省级分区灌溉用水定额规定位置以上平均渠系水利用系数；
- f) 灌溉用水供需平衡分析结果；
- g) 灌溉用水定额结果。

9.7 评价和建议可包括以下内容：

- a) 对编制成果的评价；
- b) 编制工作存在的主要遗留问题及对策建议；
- c) 保证灌溉用水定额顺利实施的措施和建议。

9.8 附表、附图应包括以下内容：

- a) 省级分区和典型县位置图；
- b) 省级分区主要作物灌溉用水基本用水定额、附加用水定额、综合定额汇总表；
- c) 调节系数汇总表；
- d) 其他有关图、表。

附 录 A
(资料性附录)
作物需水量计算方法

A.1 作物需水量可采用作物系数法计算,计算公式按式(A.1):

$$ET_c = K_c \cdot ET_0 \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

ET_c ——作物需水量,单位为毫米(mm);

K_c ——作物系数;

ET_0 ——参照腾发量,单位为毫米(mm)。

A.2 参照腾发量 ET_0 可采用联合国粮农组织(FAO)推荐的彭曼-蒙蒂斯(Penman-Monteith)方法计算,计算公式按式(A.2):

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34U_2)} \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

R_n ——冠层表面净辐射,单位为兆焦每平方米天[MJ/(m²·d)];

G ——土壤热通量,单位为兆焦每平方米天[MJ/(m²·d)];

γ ——湿度计常数,单位为千帕每摄氏度(kPa/°C);

T ——平均气温,单位为摄氏度(°C);

U_2 ——2 m 高处的风速,单位为米每秒(m/s);

e_s ——饱和水汽压,单位为千帕(kPa);

e_a ——实际水汽压,单位为千帕(kPa);

Δ ——饱和水汽压-气温关系曲线在 T 处的切线斜率,单位为千帕每摄氏度(kPa/°C)。

A.3 不同作物的作物系数 K_c 应根据当地的灌溉试验成果合理确定。对没有试验资料或试验资料不足的作物和地区,可以按照联合国粮农组织(FAO)推荐的不同作物、不同生育阶段的标准作物系数,根据当地气候、土壤、作物和灌溉等条件进行修正,修正方法采用 FAO 推荐的分段单值平均作物系数法。

附 录 B
(资料性附录)
净灌溉定额计算方法

B.1 收集整理降雨系列资料(近 20~30 年),采用经验频率法计算不同频率水文年的降水量,经验频率按公式(B.1)计算:

$$p = \frac{i}{n+1} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

- p ——经验频率;
- i ——样本数据序列号;
- n ——选取的样本个数。

B.2 选择年降雨量符合规定水文年型的年作为典型年,典型年内各旬的降水量分配依照与典型年降水量接近的 3~4 年各旬的平均降水量确定,并逐旬计算有效降水量。

B.3 作物生育期有效降雨量可采用时段水量平衡法计算。

对旱地作物,计算时段可取 1~10 日,按公式(B.2)计算:

$$P_e = \begin{cases} P & \text{当 } P \leq W_{fc} - W_{i-1} + ET_{ci} \text{ 时} \\ W_{fc} - W_{i-1} + ET_{ci} & \text{当 } P > W_{fc} - W_{i-1} + ET_{ci} \text{ 时} \end{cases} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

- P ——计算时段内总降雨量,单位为毫米(mm);
- P_e ——计算时段内有效降雨量,单位为毫米(mm);
- W_{fc} ——根区最大储水深度,单位为毫米(mm),一般为田间持水量时的根区储水量;
- W_{i-1} ——计算时段初的土壤储水量,单位为毫米(mm);
- ET_{ci} ——计算时段内作物需水量,单位为毫米(mm)。

对水田作物,计算时段可取 1~5 日,按公式(B.3)计算:

$$P_e = \begin{cases} P & \text{当 } P \leq H_{max} - H_{i-1} + ET_{ci} + D_i \text{ 时} \\ H_{max} - H_{i-1} + ET_{ci} + D_i & \text{当 } P > H_{max} - H_{i-1} + ET_{ci} + D_i \text{ 时} \end{cases} \dots\dots\dots (B.3)$$

式中:

- H_{max} ——计算时段最大适宜水深,单位为毫米(mm);
- H_{i-1} ——计算时段初的田面水深,单位为毫米(mm);
- D_i ——有效渗漏量,单位为毫米(mm)。

其余符号意义同前。

在没有土壤储水量实测数据的地区,可采用简化方法按公式(B.4)计算 10~20 日内的累积有效降雨量:

$$P_e = \begin{cases} P & \text{当 } P \leq ET_c \text{ 时} \\ ET_c & \text{当 } P > ET_c \text{ 时} \end{cases} \dots\dots\dots (B.4)$$

式中:

- P_e ——计算时段内有效降雨量,单位为毫米(mm);
- P ——计算时段内总降雨量,单位为毫米(mm);
- ET_c ——作物需水量,单位为立方米每公顷(m³/hm²)。

用公式(B.4)计算有效降雨量时,降雨强度较小的地区或季节应采用较长的计算时段(20 天),降雨强度较大的地区或季节应采用较短的计算时段(10 天)。

B.4 作物净灌溉定额可根据作物需水量与作物生育期的有效降水量计算,在地下水浅埋区(埋深小于3 m),还应考虑地下水对作物根区土壤的补给量,按公式(B.5)计算:

$$I_{\text{净}} = ET_c - P_e - G \quad \dots\dots\dots (B.5)$$

式中:

$I_{\text{净}}$ ——作物的净灌溉定额,单位为立方米每公顷(m^3/hm^2);

ET_c ——作物需水量,单位为立方米每公顷(m^3/hm^2);

P_e ——作物生育期的有效降水量,单位为立方米每公顷(m^3/hm^2);

G ——作物生育期地下水对作物根区土壤的补给量,单位为立方米每公顷(m^3/hm^2),可根据当地有关试验数据确定。



附录 C

(资料性附录)

基本用水定额和调节系数的数值拟合计算公式

C.1 作物灌溉用水数据样本中的灌溉面积不具有代表性时,可按公式(C.1)进行数值拟合;具有代表性时,也可按公式(C.2)进行数值拟合。

$$\min D = \sum_{i=1}^N [(m_i - m'_i)]^2 \dots\dots\dots(C.1)$$

$$\min D = \sum_{i=1}^N [(m_i - m'_i) \cdot A_i]^2 \dots\dots\dots(C.2)$$

式中:

D —— 剩余误差;

i —— 作物灌溉用水数据样本中的数据序号;

N —— 作物灌溉用水数据样本的数据数量;

m'_i —— 作物灌溉用水数据样本中第 i 个数据对应的作物单位面积基本用水量的折算值,单位为立方米每公顷(m^3/hm^2);

m_i —— 作物灌溉用水数据样本中第 i 个数据的对应作物,在对应工程类型、取水方式、灌区规模条件下的灌溉用水定额,单位为立方米每公顷(m^3/hm^2);

A_i —— 作物灌溉用水量数据样本中第 i 个数据对应的灌溉面积,单位为公顷(hm^2)。

C.2 选择工程类型、取水方式、灌区规模作为主要影响因素时,作物灌溉用水量数据样本中第 i 个数据的对应作物,在对应工程类型、取水方式、灌区规模条件下的灌溉用水定额由公式(C.3)表示。

$$m_i = m_{基本c} \cdot K_{1e} \cdot K_{2s} \cdot K_{3d} \dots\dots\dots(C.3)$$

式中:

m_i —— 作物灌溉用水数据样本中第 i 个数据的对应作物,在对应工程类型、取水方式、灌区规模条件下的灌溉用水定额,单位为立方米每公顷(m^3/hm^2);

c —— 作物灌溉用水数据样本中第 i 个数据对应作物的序号;

$m_{基本c}$ —— 作物灌溉用水数据样本中第 i 个数据对应作物的基本用水定额,单位为立方米每公顷(m^3/hm^2),待定参数;

e —— 作物灌溉用水数据样本中第 i 个数据对应工程类型的序号, $e=1,2,\dots,5$ 分别表示渠道防渗地面灌、管道输水地面灌、喷灌、微灌和土渠输水地面灌;

K_{1e} —— 作物灌溉用水数据样本中第 i 个数据对应工程类型的调节系数,其中 $K_{15}=1, K_{11}, K_{12}, K_{13}, K_{14}$ 为待定参数。

s —— 作物灌溉用水数据样本中第 i 个数据对应取水方式的序号, $s=1,2,3$ 分别表示机井提水、泵站扬水、自流引水;

K_{2s} —— 作物灌溉用水数据样本中第 i 个数据对应取水方式的调节系数,其中 $K_{23}=1, K_{21}, K_{22}$ 为待定参数;

d —— 作物灌溉用水数据样本中第 i 个数据对应灌区规模的序号, $d=1,2,3$ 分别表示大型灌区、中型灌区、小型灌区;

K_{3d} —— 作物灌溉用水数据样本中第 i 个数据对应灌区规模的调节系数,其中 $K_{33}=1, K_{31}, K_{32}$ 为待定参数。

C.3 待定参数可采用解析法或逐次逼近法等方法求解。采用逐次逼近法求解时,作物基本用水定额的初始值可参考作物灌溉用水数据样本中的对应数据合理取值,待定的调节系数的初始值可参考表 C.1 取值。

表 C.1 调节系数参考数值

范围	工程类型 K_1					取水方式 K_2			灌区规模 K_3		
	渠道防渗 K_{11}	管道输水 K_{12}	喷灌 K_{13}	微灌 K_{14}	土渠输水 K_{15}	机井提水 K_{21}	泵站扬水 K_{22}	自流引水 K_{23}	大型 K_{31}	中型 K_{32}	小型 K_{33}
全国	0.92	0.84	0.67	0.58	1.00	0.94	0.95	1.00	1.07	1.04	1.00
北方	0.91	0.83	0.65	0.55	1.00	0.93	0.94	1.00	1.08	1.05	1.00
南方	0.93	0.86	0.70	0.64	1.00	0.96	0.96	1.00	1.06	1.04	1.00

附录 D
(资料性附录)

基本用水定额和调节系数的先进化处理方法

D.1 以典型县为单位,按照二次平均法对作物灌溉用水数据样本进行处理,并使用处理后的作物灌溉用水数据样本重新确定基本用水定额和调节系数,实现对基本用水定额和调节系数的先进化处理。

D.2 具体步骤如下:

- a) 利用初步确定的调节系数将作物灌溉用水数据样本中的作物单位面积基本用水量换算为参照灌溉条件下的对应数据;
 - b) 计算典型县各种作物在参照灌溉条件下单位面积基本用水量的平均值;
 - c) 判断由步骤 a) 计算得到的作物单位面积基本用水量是否大于由步骤 b) 计算得到的该作物的单位面积基本用水量的平均值,如是则以后者替代前者;
 - d) 利用初步确定的调节系数将调整后的作物单位面积基本用水量还原回实际灌溉条件下的对应数据;
 - e) 使用各典型县经二次平均法处理后的作物灌溉用水数据样本,重新确定基本用水定额和调节系数。
-