

ICS 93.160

CCS P 55

# 团 体 标 准

T/CIDA 0020—2023

## 农田灌溉智慧管理系统技术规范

Specification for smart management system of farmland irrigation

2023-03-27 发布

2023-06-30 实施

中国灌区协会 发布

# 中国灌区协会团体标准发布公告

2023 年第 02 号（总第 12 号）

根据《中国灌区协会团体标准管理办法》规定，经中国灌区协会第六届常务理事会第九次会议表决通过，现发布以下标准：

序号	标准名称	标准编号	发布日期	实施日期
1	涡度相关系统监测农田蒸散发技术规范	T/CIDA 0019—2023	2023.3.27	2023.6.30
2	农田灌溉智慧管理系统技术规范	T/CIDA 0020—2023	2023.3.27	2023.6.30
3	灌溉工程铸造闸门技术条件	T/CIDA 0021—2023	2023.3.27	2023.6.30

现予公告。

中国灌区协会  
2023 年 3 月 27 日

## 目 次

前言 .....	V
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语与定义 .....	2
4 基础信息 .....	2
4.1 基础设施 .....	2
4.2 数据底板 .....	3
4.3 支撑指标 .....	5
5 农田灌溉一张图 .....	5
5.1 一般要求 .....	5
5.2 信息展示与查询 .....	5
5.3 图层操作与编辑 .....	5
5.4 三维孪生可视化 .....	6
6 农田灌溉需水诊断 .....	6
6.1 一般要求 .....	6
6.2 诊断指标分析 .....	6
6.3 作物需水分析 .....	6
7 农田灌溉预报 .....	6
7.1 一般要求 .....	6
7.2 灌溉需水预报 .....	6
7.3 作物长势预报 .....	6
7.4 作物产量预报 .....	6
8 农田灌溉过程推演 .....	7
8.1 一般要求 .....	7
8.2 农田灌溉环境仿真 .....	7
8.3 农田输水过程模拟 .....	7
8.4 作物生长态势预演 .....	7
9 农田灌溉决策 .....	7
9.1 一般要求 .....	7
9.2 灌溉决策系统 .....	7
9.3 部门协调 .....	7
9.4 组织实施 .....	7

## 前 言

本标准按照 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。

请注意本标准某些内容可能涉及专利。本标准的发布单位不承担识别专利的责任。

本标准由中国灌区协会提供并归口。

本标准起草单位：中国水利水电科学研究院、中国灌溉排水发展中心、北京七兆科技有限公司、河海大学、天津农学院、新疆水利水电科学研究院。

本标准主要起草人：魏征、张宝忠、张健、徐俊增、王雅琦、赵智、张羽翔、周青云、杨尧凯、张海林、张建新、蔡甲冰、陈鹤、彭致功、韩聪颖、张晓涛、谷琼琼、刘国栋、谢薇、谭亚男、康彤彤、于颖多、申瑜、牛世军、杨菊香、王功、冯慧敏。

本标准首次发布。

中国水利水电出版社

# 农田灌溉智慧管理系统技术规范

## 1 范围

本标准规定了农田灌溉智慧管理系统的基础信息、要素构成、数据来源及地理信息系统图层属性。

本标准适用于农田灌溉智慧管理系统构建工作。

## 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标准必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本标准；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

- GB/T 15966 水文仪器基本参数及通用技术条件
- GB/T 21303 灌溉渠道系统量水规范
- GB/T 28714 取水计量技术导则
- GB/T 33453 基础地理信息数据库建设规范
- GB/T 35221 地面气象观测规范 总则
- GB/T 35222 地面气象观测规范 云
- GB/T 35223 地面气象观测规范 气象能见度
- GB/T 35224 地面气象观测规范 天气现象
- GB/T 35225 地面气象观测规范 气压
- GB/T 35226 地面气象观测规范 空气温度和湿度
- GB/T 35227 地面气象观测规范 风向和风速
- GB/T 35228 地面气象观测规范 降水量
- GB/T 35229 地面气象观测规范 雪深与雪压
- GB/T 35230 地面气象观测规范 蒸发
- GB/T 35231 地面气象观测规范 辐射
- GB/T 35232 地面气象观测规范 日照
- GB/T 35233 地面气象观测规范 地温
- GB/T 35234 地面气象观测规范 冻土
- GB/T 35235 地面气象观测规范 电线积冰
- GB/T 35236 地面气象观测规范 地面状态
- GB/T 35237 地面气象观测规范 自动观测
- SL 13 灌溉试验规范
- SL/T 213 水利对象分类与编码总则
- SL 364 土壤墒情监测规范
- SL/T 809 水利对象基础数据库表结构及标识符
- 《数字孪生水利工程建设技术导则（试行）》（水信息〔2022〕148号）
- 《数字孪生水网建设技术导则（试行）》（水信息〔2022〕397号）
- 《数字孪生灌区建设技术指南（试行）》（办农水函〔2022〕1163号）

### 3 术语与定义

#### 3.1

##### 农田灌溉智慧管理系统 **smart management system of farmland irrigation**

以物联网、大数据、云计算等技术为依托，根据作物不同生育期的需水规律、作物水分状况及土壤水分条件，实现灌溉的智慧化监测和控制的农田灌溉管理系统。

#### 3.2

##### 灌溉监测 **irrigation monitoring**

利用现代信息技术，对灌溉区域内水情、工情、农情、气象、灌溉等一种或多种信息实施监测。

#### 3.3

##### 遥感解译 **remote sensing interpretation**

运用解译标志和实践经验与知识，从遥感影像上识别目标，定性、定量地提取出目标的分布、结构、功能等有关信息。

#### 3.4

##### 灌溉需水诊断 **irrigation water requirement diagnosis**

基于监测的农田或者作物水分信息，考虑作物不同生育阶段水分需求与缺水敏感性，判断是否缺水 and 是否需要进行灌溉的过程。

#### 3.5

##### 灌溉预报 **irrigation prediction**

以田间水分状况、作物水分需求以及天气预报、作物生长趋势等信息为基础，预报未来一段时间内作物灌水日期和灌水定额的过程。

#### 3.6

##### 灌溉决策 **irrigation decision-making**

以灌溉需水诊断和灌溉预报为基础，以灌溉过程推演为依托，确定农田灌溉优化方案，并进行部门协调和组织实施的过程。

#### 3.7

##### 灌溉效益 **irrigation benefit**

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

#### 3.8

##### 农田灌溉孪生引擎 **farmland irrigation twin engines**

具备支撑构建满足农田灌溉全周期场景需求和功能要求的一套完整工具与组件的平台或核心。

### 4 基础信息

#### 4.1 基础设施

##### 4.1.1 感知设备

4.1.1.1 应包括水情监测、工情监测、农情监测、气象监测等满足灌溉监测需求的设备。

4.1.1.2 应根据现场气候、地形地质条件、工程状况、精度要求、类似工程经验，合理选用设备设施。

4.1.1.3 应记录设备种类、设备数据种类、设备数据及数量、数据的阈值（最小最大值）、设备当前状态、设备数据当前状态等信息。

**4.1.1.4** 应充分共享数字孪生流域、数字孪生水利工程、数字孪生灌区监测感知数据，科学规划感知体系，扩大监测项目、加大监测密度、提高监测频次，可参考《数字孪生水利工程建设技术导则（试行）》《数字孪生水网建设技术导则（试行）》《数字孪生灌区建设技术指南（试行）》的有关规定。

#### **4.1.2 智控设备**

**4.1.2.1** 宜涵盖取（引）水、输配水、排（退）水自动控制系统和田间自动灌溉控制系统。

**4.1.2.2** 取（引）水、输配水及排（退）水自动控制系统可根据系统下达的指令，实现水泵、水闸、阀门等的自动控制。

**4.1.2.3** 田间自动灌溉控制系统可根据系统下达的灌溉指令或事先设置的程序，实现田间灌溉和排水的水泵、水闸、阀门等的自动控制。

**4.1.2.4** 闸门自动控制宜包括闸门开度、闸前/后水位、闸门上/下限位、动力电压/电流、视频等监测设备，应配备安全网关、VPN 设备。

**4.1.2.5** 泵站控制系统宜包括压力、温度、流量、泵站进（出）水池水位和电气设备运行参数等监测设备。

**4.1.2.6** 阀门控制系统宜包括电动/电磁阀门、流量计、阀门控制器等，可采用有线/无线方式，支持远程/现地控制阀门启闭。

**4.1.2.7** 控制系统应具备数据自动上报、故障报警等功能。应根据安全管理需要，配备安全网关、VPN 设备，并采用安全可靠的网络传输方式。

#### **4.1.3 通信网络**

**4.1.3.1** 应建设测站与分中心（或中心）、分中心与中心之间的通信网络，应充分考虑信息的分级存储、分层管理、传输的负载均衡等技术措施。

**4.1.3.2** 宜构建覆盖取水口、分水口、排水口的闸、阀、泵监控站点的通信网络，实现传感信息和控制指令的自动传输。

**4.1.3.3** 宜自建或租用运营商通信网络，接入上级水行政主管部门的水利专网，实现与上级水行政主管部门的信息共享。

**4.1.3.4** 应加强数据安全保护，全面保障系统安全和数据安全。

#### **4.1.4 计算存储**

**4.1.4.1** 应建立统一编码和高效属性识别的数据库，数据库设计与开发应符合 SL/T 213、SL/T 809 的相关规定。

**4.1.4.2** 应根据应用场景需求选配建设基础计算与存储、人工智能计算和边缘计算。

**4.1.4.3** 基础计算与存储应包括服务器、存储、网络、操作系统、数据库等软硬件，并预留冗余和发展空间。

### **4.2 数据底板**

#### **4.2.1 一般要求**

数据底板建设可参考《数字孪生水利工程建设技术导则（试行）》《数字孪生水网建设技术导则（试行）》《数字孪生灌区建设技术指南（试行）》的有关规定。

#### **4.2.2 基础地理数据**

**4.2.2.1** 应包括农田行政区数据、农田地块基础信息以及用水管理等数据。

- 4.2.2.2 农田行政区数据应包括行政区的名称、编码、面积、边界范围等。
- 4.2.2.3 农田地块基础信息宜包括农田地块名称、编号、面积、土地利用、土壤质地、平整度、边界范围、作物种类、作物生育期、灌溉水源、灌溉方式等。
- 4.2.2.4 用水管理数据宜包括灌溉水源、灌溉方式、用水协会、用水户、渠（管）道及水工建筑物等。
- 4.2.2.5 地理数据设计、开发及通用技术应符合 GB/T 33453、SL/T 213、SL/T 809 的有关规定。

#### 4.2.3 水情监测

- 4.2.3.1 应根据灌溉规模、渠（管）道特点以及水量调配、用水管理的要求，在主要取（引）水口、配水口、分水口、排（退）水口、用水管理分界点等用水计量断面设置量水监测站。
- 4.2.3.2 量水监测数据应包括水位、流速和流量，监测站点布设应符合 GB/T 28714、GB/T 21303 的规定。
- 4.2.3.3 量水仪器基本参数及通用技术应符合 GB/T 15966 的有关规定，数据汇集周期应采用日值或小时值（一般延迟 2h），采用日值时应以天为步长。
- 4.2.3.4 水情监测数据宜采用自动采集传输方式获取，并进行数据治理。

#### 4.2.4 工情监测

- 4.2.4.1 宜包括闸（阀）门开度、荷载、过流量、启闭时间、泵站运行工况、泵站流量、实时负荷、启停时间等。
- 4.2.4.2 工况数据、控制信息宜通过田间概化图的形式，显示闸门和机井的工况。
- 4.2.4.3 应对灌溉区域作物、取（引）水口、配水口、分水口、排（退）水口，机电设备等实行 24h 不间断监控，采集的视频图像信息保存期限应不少于 7d，保证灌溉区域前端传感的正常运转。

#### 4.2.5 农情监测

- 4.2.5.1 宜包括种植结构、土壤墒情或田间水层、作物需耗水、作物长势（作物种植密度、叶面积指数、株高、冠层温度、作物产量以及病虫害）等。
- 4.2.5.2 土壤墒情监测应符合 SL 364 的相关规定，稻田还应配备水位传感器监测水层深度，数据汇集周期应采用日值或小时值（一般延迟 2h），采用日值时应以天为步长。
- 4.2.5.3 作物生长因子监测应符合 SL 13 的相关规定，数据汇集周期宜采用旬值。
- 4.2.5.4 根据实际需要，可采用卫星遥感、无人机监测等方式开展种植结构、作物需耗水、作物长势与产量以及墒情等信息监测。遥感影像分辨率精度应达到 10m 以内，更新周期宜为 5~8d。

#### 4.2.6 气象监测

- 4.2.6.1 气象实测监测均应符合 GB/T 35221~35237、SL 13 的相关规定，数据汇集周期宜采用日值或小时值（一般延迟 2h），采用日值时应以天为步长。
- 4.2.6.2 气象预报数据应采用中央气象台或省级、市级、县级气象部门发布的有效气象预报数据，7d 天气预报数据汇集周期宜采用旬值，15d 天气预报数据汇集周期宜采用月值。

#### 4.2.7 用水定额及用水总量

- 4.2.7.1 用水定额及用水总量包括作物灌水时间、灌水定额、灌溉水量、水费、用水类型、灌溉面积、用水单位和区域用水总量等。
- 4.2.7.2 用水定额宜参考已颁发的国家和地方的灌溉用水定额，区域用水总量应逐年核定。



#### 4.2.8 水价方案

4.2.8.1 水价方案宜包括当地阶梯水价方案、两部制水价方案等。

4.2.8.2 灌溉区域具体的水价方案根据当地水价方案变化确定。

#### 4.2.9 用户权限

4.2.9.1 用户权限包括用户管理、系统管理和角色管理。

4.2.9.2 用户权限宜包括系统注册、用户管理、组织机构管理、角色管理、系统管理、系统权限分配管理、用户会话管理和日志管理等功能。

#### 4.3 支撑指标

##### 4.3.1 灌溉需水诊断

4.3.1.1 灌溉需水诊断宜包括土壤墒情、冠气温差、茎秆直径变差和植株水分状况等指标。

4.3.1.2 灌溉需水诊断指标范围宜采用当地农业部门发布的数据范围、当地科研单位实验测量分析结果或依托第三方测绘机构发布的数据。

4.3.1.3 灌溉需水诊断指标应支持按实际情况调整，并以数据表的形式记录和呈现。

##### 4.3.2 灌溉预报

4.3.2.1 灌溉预报宜包括不同水文年型、作物需水特性和有效降雨等指标。

4.3.2.2 灌溉预报指标应支持按实际情况调整，并以数据表的形式记录和呈现。

##### 4.3.3 灌溉决策

4.3.3.1 灌溉决策宜包括灌溉区域可供水量、区域需水量、作物缺水量、灌溉效益等指标。

4.3.3.2 灌溉决策指标支持按实际情况调整，并以数据表的形式记录和呈现。

### 5 农田灌溉一张图

#### 5.1 一般要求

5.1.1 宜包括数据信息监测系统、闸门远程控制系统、量测水管理系统、视频监控系統、配水调度管理系统、综合信息管理系统等内容。

5.1.2 应具备制作取水口、灌溉区域、渠系建筑物、水情监测、气象监测、土壤墒情监测、作物类型、作物长势、灌溉过程信息等农田灌溉专题图层的功能。

5.1.3 应支持信息展示和查询、图层操作和图层编辑等功能。

#### 5.2 信息展示与查询

5.2.1 应支持对田间地块所属行政区划、种植作物类型及面积、测站历史和实时数据、预警数据等信息展示功能。

5.2.2 应具备对灌溉区域基本情况（自然地理、水文气象、土地利用、水资源利用等）、水利工程（名称、形式、类型、尺寸、所在渠道或管道等）、实时水情（降雨量、渠道流量、水位、闸位等）、土壤墒情、作物长势及预警指标等信息查询功能。

#### 5.3 图层操作与编辑

5.3.1 应具备对农田灌溉行政区划、土壤质地、渠系建筑物、作物类型等图层的显示、缩放、漫游、

全图、鹰眼、渲染、输出、测距、测面积及图层控制等功能。

5.3.2 应具备矢量图形、文本、注记等的编辑功能。

#### 5.4 三维孪生可视化

5.4.1 应具备自动生成基础地理环境（灌溉地形、地貌）、灌溉过程仿真模拟供灌溉水流运动、动态基础信息和农田灌溉过程展示等功能。

5.4.2 应支持多视图控制、视点控制、内部可视化脚本、地图管理、场景标绘和测量分析等功能。

### 6 农田灌溉需水诊断

#### 6.1 一般要求

利用基础数据、监测数据和模型方法进行指标判断，动态分析作物的需水情况以及灌溉定额，展示农田灌溉需水信息时空分布，并能够以图、表、文档等格式输出。

#### 6.2 诊断指标分析

6.2.1 结合农田作物生长状况，土壤墒情以及遥感监测等方法，确定农田灌溉需水与诊断指标的关联关系。

6.2.2 指标诊断空间分辨率应不低于 1km，并提供月平均及年平均结果。

#### 6.3 作物需水分析

6.3.1 宜采用灌溉专业模型，结合作物诊断指标，计算灌溉定额或作物需水总量。

6.3.2 应能够以作物需水空间分布图、随时间的变化趋势表以及综合统计分析报告等形式输出。

### 7 农田灌溉预报

#### 7.1 一般要求

利用天气预报数据，结合作物种植情况、农田灌溉监测数据及历史数据，进行灌溉需水、作物长势以及产量预报，以图、表、文档等格式输出预报结果。

#### 7.2 灌溉需水预报

7.2.1 应根据田间水分状况、作物蒸发蒸腾量、地下水动态、短期天气预报和作物生长趋势等，确定在本周或本旬内作物需要的灌水时间和灌水定额。

7.2.2 应同时展示历史灌溉预报信息（包括历史灌溉预报、历史灌溉工况和实测土壤墒情等）和未来短期灌溉预报信息，能够对典型灌溉预报进行展示和分析。

#### 7.3 作物长势预报

7.3.1 宜根据灌溉区域当前作物平均净初级生产力（GPP）及归一化植被指数（NDVI）与近年平均值的比率及阈值设定，确定当前作物长势。

7.3.2 应发布灌溉区域 GPP 及 NDVI 均值分布图和当前作物长势分布。

#### 7.4 作物产量预报

7.4.1 应根据作物产量序列、灌溉需水诊断结果以及作物长势预报，通过灌溉专业模型（如 AquaCrop 模型、EPIC 模型等）对不同空间尺度的作物产量进行精细化预报。

7.4.2 作物产量预报应对作物平均单产、种植面积、总产量等进行预报，并与上一年实际值以及近5年平均值进行对比分析。

## 8 农田灌溉过程推演

### 8.1 一般要求

基于农田灌溉基础数据、需水诊断、预报数据等内容，结合农田灌溉模型算法，构建由实时数据驱动的农田灌溉视景仿真平台，可视化展示农田灌溉监测、诊断、预报和调控。

### 8.2 农田灌溉环境仿真

宜整合农田灌溉监测数据（土壤墒情数据、卫星遥感数据、气象数据、作物种植数据、用水量数据）以及地理信息数据，构建与实际情况一致的孪生农田灌溉环境，生成集气象、土壤、作物、灌排工程一体的可视化环境。

### 8.3 农田输水过程模拟

宜开展取水口—毛渠进水口的输配水过程及农田灌水过程与灌水效果的可视化仿真，预演渠（管）道水流演进、田间水流推进及入渗过程以及灌水均匀度等。

### 8.4 作物生长态势预演

宜采用农田作物群体虚拟模型，仿真作物实际生长过程，预演作物生长态势。

## 9 农田灌溉决策

### 9.1 一般要求

根据灌溉过程推演结果，参考农田灌溉用水调度规则和典型灌溉历史案例，生成农田灌溉方案，根据水情、工情和农情等实时数据分析结果，对农田灌溉既定方案进行实时修正和优化，提高农田灌溉的科学性和区域灌溉水利用效率。

### 9.2 灌溉决策系统

9.2.1 应包含需水诊断、灌溉预报、灌溉过程推演、灌溉轮次优化、水资源调配、安全运行监测等模块。

9.2.2 应根据水雨情、工情和农情实时数据及业务风险预警研判和调度规则，动态生成闸/阀等调度节点的调度预案，进行调度预案下输配水过程推演，优化制定供用水调度方案。

9.2.3 应与水资源配置、供用水调度、水旱灾害防御、数字沙盘等业务系统结合。

### 9.3 部门协调

9.3.1 应健全各级水利部门与农田灌溉智慧系统的供用水协调机制，确保农田灌溉供水及时和供水量的充足。

9.3.2 与政府部门协调配合，升级改造农田灌溉设施，提高农田灌溉保证率。

### 9.4 组织实施

落实农田灌溉工程调度运用、数据和设备调配、值班人员流转等措施的执行和职责的确定。分级形成责任制度和工作报告，定期向上级报送并存档。