ICS 93.160
CCS P 55

T/CS

团 体 标 准

T/CS 186—2025

水利灌区数字化设计规范

Specification for digital design of water conservancy irrigation districts

2025－11－24 发布 2025 － 11 － 24 实施

中国商品学会 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 2
4　缩略语 2
5　前期调查 2
6　总体设计 3
7　设计要求 3
8　数字孪生灌区 8
9　数据安全 9
参考文献 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。

本文件由山东黄河勘测设计研究院有限公司提出。

本文件由中国商品学会归口。

本文件起草单位：山东黄河勘测设计研究院有限公司、山东黄河水利工程质量检测中心、济南黄河河务局历城黄河河务局、济南黄河河务局长清黄河河务局。

本文件主要起草人：姚慧、张玲霞、张新宇、杨婧、张灿、孔浩、袁笑晨、杨曦、刘哲童、韩文文、刘航、刘芳、解雨晴、王俊喆、刘佳琦。

水利灌区数字化设计规范

1 范围

本文件规定了水利灌区数字化设计的前期调查、总体设计、设计要求、数字孪生灌区和数据安全。
本文件适用于水利灌区的数字化设计。

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 4208—2017 外壳防护等级（IP代码）
GB/T 15966 水文仪器基本参数及通用技术条件
GB/T 17798 地理空间数据交换格式
GB/T 21303 灌溉渠道系统量水规范
GB/T 21978.2 降水量观测仪器 第2部分：翻斗式雨量传感器
GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求
GB/T 22240 信息安全技术 网络安全等级保护定级指南
GB/T 28714 取水计量技术导则
GB/T 30948 泵站技术管理规程
GB/T 37732 信息技术 云计算 云存储系统服务接口功能
GB 50057 建筑物防雷设计规范
GB 50174 数据中心设计规范
GB 50395 视频安防监控系统工程设计规范
SL 21 降水量观测规范
SL/T 75 水闸技术管理规程
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 426 水量计量设备基本技术条件
SL/T 551 土石坝安全监测技术规范
SL 601 混凝土坝安全监测技术规范
SL 604 水利数据中心管理规程
SL/T 618 水利水电工程可行性研究报告编制规程
SL/T 619 水利水电工程初步设计报告编制规程
SL 651 水文监测数据通信规约
SL 725 水利水电工程安全监测设计规范
SL 766 大坝安全监测系统鉴定技术规范
SL 768 水闸安全监测技术规范
SL/T 783 水利数据交换规约
SL/T 801 水利一张图空间信息服务规范

SL/T 803　水利网络安全保护技术规范
SL/T 809　水利对象基础数据库表结构及标识符

3　术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

灌区管理一张图　single map management of irrigation district

集成GIS、IoT、大数据分析、云计算及移动互联网技术，对灌区资源的全面可视化、数字化管理，以二、三维电子地图为展示的媒介。

3.2

数字孪生灌区　digital twin irrigation district

对物理灌区全要素和建设运行全过程进行数字映射、智能模拟、前瞻预演，与物理灌区同步仿真运行、虚实交互、迭代优化的新型基础设施。

3.3

数据底板　data backplane

由地理空间数据、基础数据、监测数据、业务管理数据、外部共享数据等构成的数字孪生灌区工程数据基础。

3.4

立体感知系统　stereoscopic perception system

基于地形条件和管理需求，利用3S、智能识别、多媒体、物联网、移动互联网等各种技术，汇集多种类型的传感终端，构建“空天地”一体或“空天地水工”一体化的监测网络。

4　缩略语

下列缩略语适用于本文件。

APP：应用程序（Application）
BIM：建筑信息模型（Building Information Modeling）
GIS：地理信息系统（Geographic Information System）
GPS：全球定位系统（Global Positioning System）
InSAR：干涉合成孔径雷达（Interferometric Synthetic Aperture Radar）
IoT：物联网（Internet of Things）
RS：遥感（Remote Sensing）

5　前期调查

5.1　前期调查范围应包括以下：

a)　灌区管理范围内水源工程；
b)　干渠、支渠、斗渠及主要排渠；
c)　渠系建筑物；
d)　其他工程。

5.2　应调查收集灌区自然概况、社会经济条件、土地资源的基本资料，收集灌区所在流域及灌区水资源开发利用、水环境质量情况。

5.3 应调查收集灌区所在区域的供电情况、水文资料、气象资料、雷电情况、自然灾害、险工险段、种植结构。

5.4 应调查收集灌区总体规划、灌区主体工程设计、灌区工程现状、灌区数字化现状、观测记录、灌区管理现状、存在问题、用户需求资料。其中，灌区数字化现状调查应包括以下内容：

a) 数字化现状总体布局；
b) 已建在建灌区信息采集与监测站网布置；
c) 现有数字化系统运行情况；
d) 设备完好程度；
e) 现有信息系统通信方式；
f) 通信网覆盖情况；
g) 通信质量与收费标准。

6 总体设计

6.1 一般规定

6.1.1 应以“统一设计、分步实施、急用先建、安全可靠”为基本原则。

6.1.2 数据存储应采用“集中存储”的模式，并选择符合 GB/T 37732 规定的云存储。

6.1.3 应符合数据共享的规定，数据共享过程应遵循数据分类分级和数据安全防护要求。

6.2 需求分析

6.2.1 应从应用、技术、管理、环境描述项目建设的条件和状况，进行现状描述。

6.2.2 应从业务流程、数据流程、功能、性能、安全方面归纳、整理需求，形成需求说明。

6.2.3 应从人才、技术、管理、投资、资源方面说明限制条件。

6.3 总体架构

应按规定搭建“立体感知”“自动控制”“支撑保障”“智慧应用”四大数字化系统，主要包括以下内容：

a) 立体感知系统宜采用空、天、地多样化的监测手段，应用卫星遥感、无人机、雷达波、超声波、电磁波技术，完成灌区水情、雨情、工情、墒情数据和视频信息的监测；
b) 自动控制系统宜结合立体感知系统，完成灌区闸门、阀门、泵站控制系统的自动化改造；
c) 支撑保障系统宜对灌区管理中心、通信网络和支撑平台进行设计；
d) 智慧应用系统宜包含灌区量水测水管理、工程管理、安全运行、防洪管理、水费水权、灌溉管理的系统软件。

7 设计要求

7.1 立体感知系统

7.1.1 一般规定

7.1.1.1 立体感知系统设计应涵盖水情监测、工情监测、雨量监测、墒情监测和视频监控设计。

7.1.1.2 灌区应利用 3S、智能识别、物联网、移动互联网技术及感知设备，构建“天空地”一体化感知系统。宜建立无人机基地及系统。

注：3S指GIS、RS、GPS三种核心空间信息技术的统称。

7.1.1.3　立体感知系统宜利用已有监测设施，不足部分进行改造或新增。
7.1.1.4　应按 GB 50057 的规定进行防雷接地设施设计，接地电阻应不高于 10 Ω。

7.1.2　水情监测

7.1.2.1　宜在干、支渠主要取（引）水口、配水口、分水口、排（退）水口、用水管理分界点的输配水计量断面设置监测站。
7.1.2.2　量水方法应符合 GB/T 21303 的规定，灌溉渠道系统采用流速仪量水、标准断面法量水、渠系建筑物量水、量水堰量水、量水槽量水的方法，并按以下规定进行：

a）　流速仪量水适用于要求水头损失小、易受下游水位影响的大型渠道量水及其他量水方法；
b）　标准断面法量水适用于渠道顺直、断面规则、水流均匀、测流断面不受建筑物泄流影响的渠道；
c）　渠系建筑物量水应利用已有的涵闸、倒虹吸、跌水（陡坡）、渡槽；
d）　支斗渠及以下小型渠道，根据渠道纵坡、水流含沙量情况选用量水堰槽；
e）　输水管道采用管道流量计。

7.1.2.3　监测信息的基本要素为水位、流速和流量，监测站点布设、监测仪器设备选择及监测频次应符合 GB/T 15966、GB/T 21303、GB/T 28714、SL/T 426 的规定。
7.1.2.4　供电系统宜采用交流或直流供电，直流供电设计容量应支持供电不少于 15 d。

7.1.3　工情监测

7.1.3.1　工情监测设计应覆盖水源工程、取（引）水工程、泵站工程、输配水渠（管）道、田间灌溉渠系、排（退）水沟（渠）及其建筑物、机电设备、金属结构设备、管理设施。
7.1.3.2　应采用仪器设备监测、视频监控、无人机巡航、人工巡查的方式采集工情信息。宜构建北斗、卫星 InSAR、无人机摄影测量、高精度三维激光扫描仪的天空地一体化多源立体化监测系统。
7.1.3.3　应能监测闸（阀）门开度、荷载、过闸流量、启闭时间、泵站运行工况、泵站流量、实时负荷、启停时间的工程运行信息。
7.1.3.4　应能监测水源工程水库大坝、水闸、渡槽、渠道及渠系建筑物、堤防工程等的变形、渗流、应力应变工程安全信息。监测点位、布置、频次等应符合 SL/T 75、SL/T 551、SL 601、SL 725、SL 766、SL 768 的规定。

7.1.4　雨量监测

7.1.4.1　灌域集雨面积每 50 km^2 宜设置不少于 2 处雨量站，水库灌区应最少设置 1 处雨量站。
7.1.4.2　雨量自动监测宜采用分辨力不大于 0.5 mm 的雨量计，并应符合 GB/T 21978.2、SL 21 要求。

7.1.5　墒情监测

7.1.5.1　墒情信息根据需要可通过设置固定墒情信息感知设备获取，也可通过共享方式取得第三方数据。
7.1.5.2　墒情监测站配置应按 SL 364 的规定执行。

7.1.6　视频监控

7.1.6.1　视频监控站点布设应符合工程设施运行工况监视、运行环境监视的要求，水工建筑物、金属结构、机电设备、险工险段应按 GB 50395 的规定，设置视频监控站。
7.1.6.2　视频监控数据传输宜根据现场情况、运维条件和管理要求，采用光纤、4G/5G、窄带物联或无线网桥的方式。

7.1.6.3 应能根据报警系统及预置的程序进行拍照、录像，并可通过手动实现切换，能对图像进行完整保存和再现，储存时间宜不少于 30 d。

7.2 自动控制系统

7.2.1 一般规定

7.2.1.1 自动控制系统设计包括闸门自动控制、阀门自动控制和泵站自动控制。

7.2.1.2 根据远程控制程序下达的指令，实现闸门、阀门、泵站的实时自动控制。

7.2.2 闸门自动控制

7.2.2.1 闸门自动控制监测数据应符合 SL/T 75 的规定，监测设备主要包括闸门开度、闸前/后水位、闸门上/下限位、过闸流量、动力电压/电流、视频。

7.2.2.2 闸门自动控制站选址时考虑以下因素：

a) 建筑物结构安全，已配套启闭机操作房的闸门满足设计要求；
b) 宜选择有动力电或市电驱动的闸门。

7.2.2.3 系统设计应符合下列要求：

a) 根据客观条件和实际需求，选用自建通信网或运营商提供的公共通信网通信；
b) 应设计控制软件，控制软件按需配置；
c) 淹没组件防护等级不低于 IP68，非淹没组件防护等级不低于 IP54，应具有防雨、防尘功能。

7.2.3 阀门自动控制

7.2.3.1 阀门自动控制包括电动、电磁阀门、流量计、阀门控制器，可采用有线、无线方式，支持远程、就地控制阀门启闭。

7.2.3.2 系统设计时应与管网配置相适应，并符合以下规定：

a) 地干管、分干管管径在 DN100 以上宜采用电动阀控制；支管、毛管管径在 DN100 以下宜采用电磁阀控制；
b) 管网尺寸在 DN300 以下的电动阀可采用太阳能供电；
c) 选择无线近距离低功耗传输技术通信的阀门控制器时，应考虑遮挡物分布。

7.2.3.3 系统设计应符合下列要求：

a) 阀门通过现地或者远程控制模式运行；
b) 采用与已有数字化平台相匹配的远程控制软件；
c) 根据需要应采用自建通信网或运营商提供的公共通信网通信；
d) 淹没组件防护等级不低于 GB/T 4208—2017 规定的 IP68，非淹没组件防护等级不低于 GB/T 4208—2017 规定的 IP54，应具有防水、防尘功能。

7.2.4 泵站自动控制

7.2.4.1 泵站自动控制包括管道压力、流量，泵站进、出水池水位和电气设备运行参数的监测设备。

7.2.4.2 只需进行泵站流量数据采集时，宜采用以电折水模块来进行电量的换算计算流量。

7.2.4.3 系统设计应符合下列要求：

a) 按 GB/T 30948 中的要求，采用与已有数字化平台相匹配的远程控制软件；
b) 根据需要采用自建通信网或运营商提供的公共通信网通信。

7.3 支撑保障系统

7.3.1 一般规定

7.3.1.1　支撑保障系统设计应包括管理中心及分中心、应用支撑平台、数据中心和通信网络。
7.3.1.2　支撑保障系统设计应利用灌区现有的条件和基础设施设备。

7.3.2　管理中心及分中心

7.3.2.1　应根据灌区管理的组织结构，设置管理中心及分中心，满足分区管理的需求。
7.3.2.2　管理中心宜设置在灌区主管机构内，用于信息存储、软件部署和业务会商。
7.3.2.3　管理分中心宜设置在灌区分级管理机构内，可根据管理中心的授权，进行基层感知数据的查看及自动控制设备的操作。

7.3.3　应用支撑平台

7.3.3.1　应用支撑平台宜采用微服务架构，利用大数据、人工智能、可视化、虚拟现实的新技术，构建一体化综合服务系统。
7.3.3.2　配置的基础软件包括地理信息、数据库、中间件，应具备统一认证、运维监控、日志采集、空间信息分析、信息交换、报告生成的能力。
7.3.3.3　应建设支持多网络多协议接入的物联网平台，包括设备管理、数据管理和业务支撑管理，提供从设备接入到数据共享全流程能力。

7.3.4　数据中心

7.3.4.1　数据中心设计宜采用云服务。机房设计应符合 GB 50174、SL 604 的规定。
7.3.4.2　灌区数据库设计与开发应符合 SL/T 213、SL/T 809 的规定。
7.3.4.3　数据中心设计应满足数据资源共享服务要求。

7.3.5　通信网络

7.3.5.1　监测信息的网络接入，可采用无线或有线通信方式，宜选用公共通信网络，无公共网络通信地区可采用北斗卫星通信或自建通信线路。
7.3.5.2　立体感知系统监测数据传输应按 SL 651 的规定执行。
7.3.5.3　自动控制系统设计实时性要求较高的下行控制命令网络，宜采用有线方式传送，经技术确认网络通信时延满足要求时，也可采用公网无线通信网络。
7.3.5.4　灌区管理中心、分中心网络接入，应使用管理单位的已有网络。

7.4　灌区智慧应用系统

7.4.1　一般规定

7.4.1.1　灌区智慧应用系统包括灌区管理一张图、灌区信息采集处理、灌区水旱灾害防御、灌区水量调配管理、灌区水量计量与水费计收、灌区工程管理、灌区移动应用以及社会信息服务。
7.4.1.2　灌区智慧应用系统建设应采用浏览器、服务器架构，结构宜采用分层分布式设计。应实现高内聚低耦合，具备开放和可扩展性能。
7.4.1.3　灌区智慧应用系统应设置分级管理权限。
7.4.1.4　灌区智慧应用系统应满足安全生产管理和灌区管理要求。

7.4.2　灌区管理一张图

7.4.2.1　灌区管理一张图包括基础信息、业务信息、监测及工控信息三大类。
7.4.2.2　灌区管理一张图空间信息服务宜包括基础地理、灌区范围、主要渠道及其渠系建筑物、水源工程、监测站点，应符合 SL/T 801 的规定。

7.4.3 灌区信息采集处理

灌区信息采集处理模块及对应功能包括以下：

a) 设备状态监测管理模块包括运行态势、运行日志、统计分析、设备警告；
b) 信息分析模块包括数据采集、数据处理、数据存储、数据分析、规则引擎、异常数据报警、数据展示、数据查询；
c) 信息应用管理模块包括接口管理、消息推送管理、数据订阅管理。

7.4.4 灌区水旱灾害防御

灌区水旱灾害防御模块及对应功能包括以下：

a) 旱灾防御模块包括旱情监测评估、旱灾预警、抗旱调度以及旱灾评估；
b) 灌区防汛模块包括水雨情监测、洪水预报、洪水淹没分析、防汛预警、防汛预案、防汛调度、洪灾评估。

7.4.5 灌区水量调配管理

灌区水量调配管理模块及对应功能包括以下：

a) 供需水预报模块包括不同预见期来水预报、需水预测、可供水量预测、需水计划填报、用水申请、配水计划管理；
b) 水资源调配模块应具有水资源供需平衡计算、水资源配置方案生成、水量调度预案生成、调配方案管理、供水调度评价、综合决策支持。

7.4.6 灌区水量计量与水费计收

灌区水量计量与水费计收模块及对应功能包括以下：

a) 水量计量模块包括基础信息管理、用水户信息管理、水量计算、水量汇总、水量统计；
b) 水费计收模块包括基础信息维护、用水情况登记、水费结算收缴、统计报表；
c) 水权交易模块包括水权登记、交易申请、水权交易、水权交易统计；
d) 水费统计模块包括对灌区结算后的灌溉面积、水权量、收费水量、应收水费、实收水费、余欠及收缴率进行统计。

7.4.7 灌区工程管理

灌区工程管理模块及对应功能包括以下：

a) 工程规划计划管理模块包括工程规划、计划、统计；
b) 工程台账信息管理模块包括灌区工程建筑物基本属性、信息管理、附属资产管理；
c) 工程监控管理模块包括工程运行信息管理、工程运行事件信息管理、工程安全智能分析与预警；
d) 工程巡查维护管理模块包括日常巡查管理、专项检查管理、工程维修养护、突发事件响应、设备故障管理、设备报废管理、工程管理考核；
e) 灌区资料管理模块包括灌区资料建档、资料存档、资料检索、资料利用。

7.4.8 灌区移动应用

移动应用系统宜基于灌区智慧应用系统数据资源和业务功能进行开发。包括灌区风采、水情观测、工程巡检、调度指令、电子地图。

7.4.9 社会信息服务

7.4.9.1　包括灌区水情预报、新闻信息和灌区风采，以 APP、小程序、公众号为载体。
7.4.9.2　可根据需要动态添加应用，满足不同用户不同需求。

8　数字孪生灌区

8.1　一般规定

8.1.1　灌区信息化建设以灌区立体感知体系、自动控制系统、支撑保障系统和灌区智慧应用系统建设为重点，在感知体系、自动控制、业务应用完善的前提下，结合实际开展数字孪生灌区建设。
8.1.2　新建灌区工程可行性研究、初步设计应按照 SL/T 618、SL/T 619 的适用范围和技术要求，同步开展数字孪生灌区设计。
8.1.3　应利用智慧水利、数字孪生流域、数字孪生水利工程和数字孪生水网建设进行设计。
8.1.4　应包括预报、预警、预演、预案功能。
8.1.5　应在数据底板、模型平台、知识平台、孪生引擎方面实现与数字孪生流域、数字孪生水网共建共享。

8.2　数据底板

8.2.1　在共享《数字孪生流域建设技术大纲（试行）》中 L2 级数据底板基础上，应利用工程图纸、BIM 资料，建设灌区 L2 级和 L3 级数据底板。
8.2.2　数据管理、使用及更新应符合 SL 604 的规定。
8.2.3　数据共享应明确共享范围、内容、形式、载体、交换方式、权限（级别）规则。水利数据交换格式标准应符合 GB/T 17798 和 SL/T 783 的规定。

8.3　模型平台

模型平台包含灌区专题模型、智能识别模型及可视化模型，主要内容如下：

a）　灌区专题模型包括灌区来水预报、需水预测、水资源配置、输配水联合调度、水旱灾害防御模型；
b）　智能识别模型包括遥感识别、视频识别、音频识别模型；
c）　可视化模型包括蓄水工程、取（引）水工程、灌区输配水、排水工程和地理背景。

8.4　知识平台

知识平台应包含灌区预报方案、业务规则、水利对象关联关系、历史场景和调度方案，主要内容包括：

a）　灌区预报方案知识包括来水预报、需水预测、暴雨预报、洪水预报、干旱预报的模型优选及参数集；
b）　业务规则知识包括水资源调配、灌溉制度、水旱灾害防御、安全运行监控业务的风险预警研判和调度规则；
c）　水利对象关联关系知识包括物理灌区中的水利工程和水利对象治理管理活动实体、概念及其关系的描述；
d）　历史场景知识包括水资源配置与供水调度、水旱灾害防御、应急事件的场景特征、处置过程及效果、处置经验的内容；
e）　调度方案知识包括灌区多业务联合调度处置预案方案内容。

8.5　孪生引擎

孪生引擎应包含数据引擎、模拟仿真引擎、知识引擎，主要功能如下：

a) 数据引擎包括数据汇聚、数据治理、数据挖掘、数据服务；
b) 模拟仿真引擎包括模型管理、仿真计算、三维可视化；
c) 知识引擎包括知识抽取、知识融合、知识更新算法模块和知识可视化、知识检索、知识问答、知识推荐。

9 数据安全

9.1 应根据 GB/T 22240、SL/T 803 确定系统安全保护等级，构建完善的网络安全组织管理体系、安全技术体系、安全运营体系和监督检查体系。

9.2 机房物理环境的安全防护设计应符合 GB/T 22239 的规定。

9.3 应利用国产软硬件、商用密码以及网络安全技术。

9.4 应建立网络安全责任制，明确网络安全管理机构和安全责任。

9.5 对各类安全资源进行管理和控制，从威胁预防、威胁防护、安全监测、响应处置等方面，建立闭环的安全运营体系。

参 考 文 献

[1] 《数字孪生流域建设技术大纲（试行）》水信息〔2022〕147号