农田水利工程BIM模型的构建方法及应用

依木然江·穆太力普
新疆峻特设计工程有限公司　新疆　喀什　844000

摘　要：农田水利工程构筑物布局分散，异形结构占比偏高，传统二维设计模式易出现绘图错漏，制约建设管控成效。本文围绕建模前期筹备、标准化搭建流程与关键技术手段展开阐述，结合参数化、模块化的作业思路完成BIM模型搭建，将模型投入方案优化、施工统筹、构件复用、信息集成等业务场景。借助三维数字化载体补齐传统作业模式存在的短板，提升农田水利项目设计效率与现场管控水平。

关键词：农田水利工程；BIM模型；参数化建模；模型构建

引言：乡村水利基础设施不断推进，田间灌排体系的完善直接关系区域农业生产保障能力。农田水利项目受地形条件约束，构筑物类型繁杂，大量渐变、扭面类非标构件增加设计与绘图压力。二维图纸很难完整传递空间位置关系，图纸修改、工程量统计环节耗费较多人力。BIM技术凭借三维可视化与信息集成的特点，适配碎片化的田间水利建设条件，为工程设计、施工及后期管理开辟新的实施路径。

1 农田水利工程 BIM 建模适配条件与准备工作

1.1 农田水利工程BIM建模适配特性

农田水利工程和常规建筑、大型水利枢纽存在明显区别，空间布局与结构形式具备独有特征。项目覆盖田间地块、渠系廊道、蓄水构筑物及输水配套设施，布局分散，线性构筑物延展距离长。场地地形起伏多变，地表高程无固定规律，自然条件直接制约模型搭建效果。工程构筑物长条状、坡面渐变结构居多，标准构件占比有限，水闸扭面、消力池、挡土墙、渡槽渐变段等异形结构数量多，传统CAD绘图修改工作量大。BIM数字化三维搭建模式可以适配这类非标准化、分散化工程形态[1]。依托Revit参数化族能够完成地形起伏、线路弯折、渐变结构的数字化复刻，快速生成水闸扭面、连接段、挡土墙等异形构件。

1.2 建模软件与工具选型

软件选型直接决定农田水利BIM模型精度与成品质量，不同平台运算逻辑、构件库、数据承载能力差异显著。GIS类软件擅长地形曲面处理与渠系线路布设；专业水利BIM软件偏向大坝、流域仿真，中小型水工细部构件自定义能力不足。Revit具备完备的族编辑体系，支持自定义参数化构件，适配水闸、农桥、跌水、箱涵、泵站、阀门井等构筑物创建，可同步完成建模、出图、算量、效果图渲染多项工作。针对本类项目水工种类多、异形断面多、高频出图算量的业务特点，将Revit作为核心建模软件，搭配GIS工具预处理原始地形，其余辅助软件承担图纸转化、格式转换任务。

1.3 工程基础数据收集与整理

完整可靠的基础数据，是开展BIM建模工作的前置条件。数据采集范围包含场地地形、地表高程、地块边界以及现状水利设施分布资料，同时归集工程图纸、线路走向、结构尺寸等设计参数。各类原始数据来源复杂，文件格式不统一，部分数据存在偏差、冗余或是缺失现象。建模作业开展之前，需要对全部资料分类筛查，剔除无效信息，修正错误参数，补齐缺失内容。统一数据存储格式与录入口径，校验全部信息，保证数据可以真实反映场地现状和构筑物实际形态。

1.4 建模标准与统一规范设定

无规则的建模操作容易引发构件混乱、参数错乱、格式不一等问题，不利于模型搭建与后续使用。正式建模作业启动前，需要提前设定整套完整的建模规范体系。重点落实族文件命名标准化、构件参数命名标准化、模型参考点标准化，按照水工构筑物结构类型、使用场景完成构件分类归档。明确构件命名方式、参数录入规则、图层划分标准与模型精度等级。界定各类沟渠、坝体、管道、护岸、水闸、跌水、农桥、箱涵、扬水站等构筑物的建模尺度与细化要求。统一数据标注形式与模型存储格式，固定各类构件的参数录入维度。

2 农田水利工程 BIM 模型标准化构建流程

2.1 模型整体框架搭建思路

农田水利工程BIM模型搭建需要遵循固定的层级逻辑，摒弃零散化的构件堆砌方式。框架搭建依托工程整体布局结构，划分场地环境、主体构筑物、管线配套等独立建模单元。梳理各单元的搭建先后顺序，明确各模块的空间层级与从属关系。搭建前期确定模型整体精度等级与

空间坐标体系，统一建模基准参数[2]。依托标准化框架逻辑，串联各个独立建模模块，让模型整体结构层次清晰。完整的框架体系可以约束后续分项建模工作，保障各模块成型后可顺利衔接，为整体模型整合筑牢基础。

2.2 地形与场地环境模型构建

地形模型是农田水利工程BIM建模的底层载体，所有水利构筑物的搭建均依托场地地形开展。依托前期归集的高程数据、地块数据生成基础地形曲面，还原田间场地的高低起伏形态。针对田间沟壑、坡地、平整地块等不同地貌形态开展精细化处理，修正原始数据生成的地形偏差。剔除曲面冗余结构，填补地形断层漏洞，保证场地模型与实际田间地貌保持一致。完成地形模型搭建后，标注场地边界、地貌特征区域，为后续构筑物定位、管线布设提供精准空间基准。

2.3 水利构筑物分项模型搭建

水利构筑物包含水闸、塘坝、挡土墙、消力池、跌水、农桥、箱涵、渡槽、沉砂池、泵站、阀门井等，为本部分建模的核心对象。依托Revit参数化族完成水闸扭面、连接渐变段、挡土墙异形断面、消力池、跌水台阶等非标构件制作，调整族内尺寸、坡度、高程参数即可改变构件形态，无需重复绘制几何轮廓。按照施工逻辑拆分构筑物结构单元，分步搭建单体模型，结合设计尺寸录入构件参数，还原实体构造。针对沟渠坡面、坝体断面、护岸等异形部位灵活调整建模方式，适配农田水利工程非标准化特点。各类单体建模过程严格遵循既定建模标准，保障结构完整、参数准确。某县田间灌排改造项目，全部中小型水工建筑均采用标准化参数族搭建，建模出图耗时相比传统CAD缩短80%以上。

2.4 管线与配套设施模型整合

输水管道、排水管线及各类配套设施串联各个水利单体构筑物，维系工程整体输水排水功能。管线建模依照工程布设路径展开，精准把控管线走向、埋深参数与衔接节点。梳理管线与构筑物的穿插关系，调整管线布设位置。将各类管线构件、附属配件与主体水利构筑物进行组合拼接，完成分项模型融合。规整管线排布形态，理顺各条管路的衔接逻辑，构建完整的水利传输体系模型。

2.5 模型细节优化与整合校准

各分项模型搭建完成后，需要开展整体细化处理与统一校准工作。检查构件衔接部位的结构漏洞，修补模型细微缺陷，规整各类构件的形态参数。统一整体模型的坐标体系与图层规范，规整构件命名与参数录入格式。重点校验参数化族实例的参数赋值、参考点定位、构件分类是否符合预设标准，逐项完成整改修正[3]。通过精细化优化与全方位校准，提升模型完整度与规整度，让最终成型模型可以精准还原农田水利工程的整体结构与空间布局。

3 农田水利工程 BIM 模型关键构建技术方法

3.1 参数化建模技术应用方法

参数化建模依托数据驱动模式完成构件搭建，摆脱传统手动建模的固定局限。在Revit平台内部针对水闸扭面、消力池、跌水、箱涵、渡槽渐变段建立参数化族，录入宽度、高度、坡度、底板厚度等控制参数，即可快速生成对应水工构件。针对沟渠断面、坝体坡面、管道弧度等易变动结构，调整对应参数数值即可完成形态修改，无需重构整体模型。技术运用过程中，可对水利构筑物核心参数建立关联机制，单一参数变动可联动调整对应构件形态与空间位置。相较于传统CAD反复修改线条、重新标注的作业模式，参数化修改只需要调整参数数值，构件几何形态、图纸标注、工程量明细表同步更新，整体作业效率可提升5-6倍。这种建模模式能够适配农田水利工程非标结构的搭建需求，减少重复建模操作，提升构件成型的精准程度。

3.2 模块化快速建模技术路径

模块化建模以工程结构分类为基础，拆分出可重复利用的标准化单元。提前梳理农田水利工程常见构件类型，涵盖不同规格水闸、跌水单元、农桥构件、标准箱涵、阀门井、检查井等结构，搭建专属构件资源库。建模作业时直接调取库内预制参数化族模块，结合场地空间参数完成点位布设与结构拼接。针对田间特殊非标结构，可依托标准模块进行局部调整改造，适配场地建设条件。固定的技术路径能够简化建模流程，压缩模型搭建耗时，适配小型农田水利工程分散、零散的建设特点。

3.3 多构件协同建模处理方法

农田水利工程模型由地形、主体构筑物、管线、配套构件等多个模块共同组成，单一构件独立搭建易引发空间错位问题。多构件协同建模模式打破单一模块独立搭建的作业模式，基于统一空间基准开展全品类构件搭建与调整。统筹各类构件的空间位置与布设关系，理顺主体结构与附属设施的层级关联。建模阶段严格执行族参考点标准化规则，构件插入时直接对齐项目基准轴网，降低构筑物、管线拼接错位风险。针对构件交叉、衔接区域开展专项处理，消除结构矛盾与空间偏差。统一的作业基准可以保障各类构件衔接紧密，维持整体模型结构的完整性与秩序性。

4 BIM 模型在农田水利工程中的场景化应用

4.1 工程设计优化与方案统筹应用

农田水利工程长期依靠二维图纸开展设计，平面形式难以直观展现场地空间关系，异形水工构件修改重复工作量较高。BIM借助三维数字化载体还原工程整体布局与单体构造，改变传统设计作业模式。设计人员依托可视化界面梳理渠系走向、构筑物点位、输水线路，从空间层面对方案合理性开展研判，围绕灌溉范围、泄洪路径、水工布局开展多方案比选调整[4]。借助Revit参数化族，修改水闸、跌水、箱涵尺寸参数，平立剖图纸与工程量明细表便可同步更新，规避CAD多图手动修改带来的错漏，还可直接输出效果图服务方案汇报。设计阶段依托模型完成布局、线路、结构尺寸优化，缓解重复绘图、图纸版本混乱等问题。数字化载体整合多专业设计成果，降低跨专业设计偏差，提升方案科学性，贴合田间水利工程实际建设需要。

4.2 施工工序统筹与资源调配应用

农田水利工程建设点位分布零散，田间作业环境复杂多变，工序排布不合理会扰乱施工节奏，造成资源浪费、工期拖延等问题。BIM模型结合工程结构特点与场地作业条件，梳理科学有序的施工推进逻辑。参照构筑物施工难度、田间作业空间大小、各分项工程衔接逻辑，搭建完整的施工推进框架。明确土方开挖、结构浇筑、管线铺设、场地修整等作业环节的先后次序，规避工序错乱、交叉干扰等施工隐患。依托模型参数化明细表直接提取水闸、农桥、消力池、箱涵等构筑物混凝土、钢筋工程量，统计结果随构件参数实时更新。模型承载的工程数据可为物资投放、人员调度、设备安排提供可靠参考。施工团队结合模型统计的构件体量与施工覆盖范围，规划物料投放节奏与设备进场时段，规避物料堆积闲置、机具空置浪费的情况。

4.3 标准化构件库复用与设计质量提升应用

农田水利项目之间水工构筑物类型相似度高，水闸、跌水、各类井室结构大量重复出现，依托已建立的标准化参数化族库可直接复用构件。族文件严格执行命名、参数、参考点、分类四项标准化管控，新项目只需要修改尺寸参数，即可生成对应构筑物实例，不需要从零绘制几何形体。在南疆某乡镇灌排配套改造工程实例当中，项目包含8座小型水闸、12道跌水、6座农桥、21座阀门井，全部调用已有标准化族完成建模；对比同规模传统CAD设计，图纸错漏数量明显下降，设计输出周期大幅缩短。构件标准化复用模式，减少大量重复性绘图工作，把设计人员精力转移到方案比选、结构优化等核心工作，从源头降低人为绘图失误，稳固设计输出质量。

4.4 工程信息集成与动态管理应用

农田水利工程建设周期涵盖多个阶段，产生的建设信息种类繁杂、分布零散。传统纸质存档模式容易引发资料遗失、数据脱节、查阅低效等各类问题。BIM模型可归集工程全流程建设数据，搭建一体化数字信息承载体系。系统录入结构尺寸、施工工艺参数、物料规格、建设标准等核心内容，实现工程数据的集中汇总与规整存储。管理人员通过模型端口调取各分项工程建设资料，快速掌握工程构造细节与建设参数。工程推进过程产生的内容变更、数据调整，均可录入模型完成更新，保障数据内容始终贴合工程实际建设状态。一体化信息体系打通各施工环节的数据壁垒，落实工程建设全流程数字化管控，为农田水利工程精细化管理开展提供稳固数据支撑。

结束语

BIM技术落地农田水利领域，推动田间水利建设向数字化方向转变。建模筹备、流程搭建、技术方法共同构成完整的模型实施链条，参数化与模块化手段提升非标水工构件的成型效率。三维模型介入设计方案研判、施工工序排布、构件资源复用以及工程信息归集等环节，化解传统模式下图纸错漏、资料分散等现实问题，强化农田水利工程的建设质量与现场管控实力。

参考文献

[1]赵煊.农田水利工程BIM模型构建及实践案例研究[J].数字农业与智能农机,2024(11):74-76.

[2]曾强.农田水利工程施工可视化模型构建与应用[J].水利科技与经济,2022,28(1):156-159.

[3]周林勇,熊克仁.农田水利工程融入BIM技术探索与实践[J].农业工程,2022,12(3):84-87.

[4]张俊浩.农田水利工程全生命周期管理模式研究[J].河北农机,2026(5):115-117.