

全域国土综合整治中农田水利设施施工关键技术研究

朱 亚

湖北晟楚建设工程有限公司，湖北 公安 434300

[摘要] 全域国土综合整治将农用地整理、生态修复、村庄建设与水资源配置纳入统一空间治理体系，农田水利设施则是改善农业生产条件、稳定耕地质量和提升区域防灾能力的重要支撑。受田块高程差异、既有渠系衔接复杂、土质不均、施工点位分散及农业生产时序约束影响，传统单项水利工程施工方法难以满足全域整治对系统性、生态性和长期运行效能的要求。本文结合农田水利设施施工特点，从水土资源调查、灌排系统布局和工程界面协调入手，重点研究田块整平、渠道衬砌、渠系建筑物、泵站及管道施工等关键技术，并构建涵盖材料、工序、检测、运行验证与后期管护的全过程质量控制体系。研究认为，农田水利建设应以灌排系统完整性为核心，通过高程统筹、分区施工、节点精控和生态衔接，减少输水损失与局部积水，提高设施对现代农业和极端天气的适应能力。

[关键词] 全域国土综合整治；农田水利；灌排渠系；施工技术；质量控制

DOI: 10.64635/ja.2026.1459

中图分类号: S27

文献标识码: A

Research on Key Construction Technologies for Farmland Water Conservancy Facilities in Comprehensive Land Consolidation Across the Entire Region

Zhu Ya

Hubei Shengchu Construction Engineering Co., Ltd., Gong'an County, Hubei 434300, China

Abstract: Comprehensive land consolidation across the entire region incorporates agricultural land consolidation, ecological restoration, village construction, and water resource allocation into a unified spatial governance system. Farmland water conservancy facilities are an important support for improving agricultural production conditions, stabilizing cultivated land quality, and enhancing regional disaster prevention capacity. Affected by differences in field elevation, complex connections with existing canal systems, uneven soil conditions, scattered construction sites, and constraints imposed by the agricultural production schedule, traditional construction methods for single water conservancy projects can hardly meet the requirements of comprehensive land consolidation for systematic performance, ecological compatibility, and long-term operational effectiveness. Based on the construction characteristics of farmland water conservancy facilities, this paper starts from water and soil resource investigation, irrigation and drainage system layout, and engineering interface coordination, and focuses on key technologies such as field leveling, canal lining, canal system structures, pump stations, and pipeline construction. It also constructs a whole-process quality control system covering materials, procedures, testing, operational verification, and post-construction management and maintenance. The study suggests that farmland water conservancy construction should take the integrity of the irrigation and drainage system as the core, and reduce water conveyance loss and local waterlogging through elevation coordination, zoned construction, precise node control, and ecological connection, thereby improving the adaptability of facilities to modern agriculture and extreme weather.

Keywords: comprehensive land consolidation across the entire region; farmland water conservancy; irrigation and drainage canal system; construction technology; quality control

引言

在产业数字化、绿色化与高质量发展要求持续深化的背景下，相关工程系统已由单设备性能优化转向多目标、全流程和跨专业协同。既有做法往往重建设、轻运行，重局部指标、轻系统边界，导致技术措施在负荷波动、环境扰动和长期服役条件下难以保持稳定。本文采用机理分析、系统分解与工程流程重构相结合

的方法，围绕对象特征、关键矛盾、技术方案和实施评价展开研究，强调把目标转化为可测量参数、把方案转化为可执行控制点、把运行数据转化为持续优化依据，以增强研究结论的工程适用性。

1 全域整治背景下农田水利施工基础

1.1 农田水利设施的系统功能定位

全域国土综合整治并非是把若干土地整理、水利

单项工程做简单的拼接,而是针对一定的行政区域或者完整的流域单元来进行工作,对耕地、村庄、水系、道路还有生态空间进行统一的配置安排。在这当中,农田水利设施具备引水、输水、配水、排涝、降渍、生态补水等多种复合功能,它的建设成效会直接对田块利用率、作物灌溉保证率、区域水循环产生影响。施工管理不能局限于“按渠道长度完成工程量”这种思路,要把水源、干支渠、斗农渠、田间排水、泵站、涵洞和控制建筑物当作一个完整的系统去进行校核。上游供水能力、田块高程、土壤渗透性和下游排水承载力必须相互适配,防止局部渠道建成后因为水源不足、标高冲突或者出口受阻而被闲置。设施定位从单纯的工程建设转变为生产、生态与防灾协同,这是进行关键技术选择的基本前提条件。

1.2 施工条件调查与水土资源诊断

施工之前要去进行关于地形、水文、土壤、既有设施、农业利用方式的综合调查工作。地形测量方面,除了控制点与纵横断面之外,还需要获取田面微地形、低洼积水区域、道路涵洞的高程,水文调查的时候要掌握灌溉水源过程、地下水位、暴雨汇流路径、受纳水体水位,土壤调查重点是识别软土、膨胀土、盐碱土、高渗透砂层。对于既有渠道、泵站和闸涵要逐段检查结构损伤、淤积、渗漏、实际通水能力,并且通过和农户访谈来核实历史缺水和内涝点。调查成果要形成水土资源诊断图、问题清单,以此为渠线、渠底坡降、排水分区、地基处理提供依据。要是只使用已有的地形图而忽略现场变化情况,施工过程中很容易出现渠道倒坡、涵洞出口悬空、田间排水不畅等问题。

1.3 工程布局与施工界面统筹

农田水利布局应该和田块整治、机耕道路、林网、村庄排水一同进行设计。灌渠适合沿着较高的地势来布置,排渠要沿着低洼的汇水线来设置,当渠路结合的时候,要清楚道路边坡、渠顶、检修带之间的空间关系,在跨路段的地方设置涵管或者箱涵,以此满足农业机械荷载和过水能力的要求。田块整平会改变原来地表的汇流方向,所以要先确定整治后的设计高程,之后再锁定渠道、出水口、排水口的标高。在施工组织方面,要划分水源工程、骨干渠系、田间工程、建筑物接口的范围,明确施工有先地下后地上、先排水后灌溉、先主体后田块精平的总体顺序。对于仍然承担灌溉任务的既有渠道,应该设置导流或者分段停水的方案,从而让工程建设能够与播种、灌溉、收获的时序相协调,减少施工给农业生产带来的影响。

2 农田水利设施施工关键技术

2.1 田块整平与灌排高程控制技术

田块整平作为连接土地整理与农田水利的基础性工序。在施工之前要依据设计灌水方向、土方平衡、表土保护要求来划分作业单元,借助全站仪、GNSS或者激光平地系统建立方格网高程控制。表层的熟土最好先进行剥离并集中堆放,深层土在完成挖填、分层压实之后再均匀回复,以免肥沃的耕作层被掩埋。填方区要控制土料含水率、松铺厚度,沟塘回填、软弱区域需要采取排水、换填或者分层碾压的措施,防止后期沉降致使田面出现洼地。田面的纵横坡依据土壤渗透、灌水方式、排水需求来确定,既要保证水流能够推进,又要防止坡度过大引发冲刷。精平完成之后采用网格复测,既要检查平均高程,也要关注相邻点的高差、局部反坡,并且通过试灌或者模拟降雨来验证灌排的通畅性。

针对规模较大的连片整治田块,可采用大型激光平地机械联合作业,在保障整平精度的同时提高施工效率;针对零散小块田或机械难以进入的边角区域,则配合人工精细修平,兼顾整体平整度与田块适配性。整平过程中同步预留机耕下田的坡道高程,确保与周边道路、沟渠的衔接平顺,避免形成新的排水障碍^[1]。对于采用滴灌、喷灌等节水灌溉方式的田块,高程控制精度要求更高,需适当加密高程控制网点,缩小网格尺寸,确保田面高差符合设施灌溉的设计要求,为后续节水设施安装和高效灌排打好基础。

2.2 渠道开挖、基础处理与衬砌施工

渠道施工时要依据测量控制桩来分段进行放样操作,机械开挖过程中需预留保护层,当临近设计断面之际采用人工或者小型设备加以修整,以此防止扰动原状土。要是渠基出现淤泥、腐殖土、弹簧土或者渗水的情况,那就应分别采取清除换填、降排水、灰土改良亦或是土工材料加固的措施,并且要在验收合格之后进行衬砌工作^[2]。现浇混凝土渠道着重把控模板线形、基面湿润状况、混凝土配合比、振捣密实程度、伸缩缝设置情况,预制板衬砌得确保垫层平整、板缝均匀、勾缝饱满,避免板底脱空。U形渠采用机械一次成型时,要稳定控制拌合料和易性、成型速度、断面尺寸,初凝之后要及时进行覆盖养护。衬砌施工适合按照合理长度划分仓段,避开高温、大风、降雨时段,施工缝设置在受力和防渗影响较小的位置,养护期内限制机械通行、集中堆载。寒冷、盐碱或是湿陷性地区还应针对冻胀、侵蚀、不均匀沉降设置防护层

跟柔性接缝,降低长期渗漏风险。

2.3 渠系建筑物与管道节点施工

在灌排过程之中,闸门、分水口、跌水、涵洞、倒虹吸、量水设施属于控制灌排过程的关键节点,它们的施工精度常常对整个渠系能否稳定运行产生决定作用。针对建筑物基坑而言,需要做好截水、排水、边坡防护方面的工作。要是地基承载力不足,那么就要按照设计要求进行换填或者加固操作,在混凝土浇筑时,重点关注底板与侧墙施工缝、预埋件位置、止水构造的处理。对于闸槽、启闭机基础和门框安装,必须复核中心线、垂直度、高程,以此来保证启闭灵活并且止水严密。涵管铺设是从下游向上游展开的,管基要形成连续支承状态,承插口清洁后安装密封圈接着均匀顶进,管侧回填要对称分层夯实,防止出现偏压致使接口开裂情况^[3]。进出水口与渠道顺畅衔接时应该采用渐变段或者消能防冲措施,严格禁止突然缩扩断面。在隐蔽之前要完成高程、尺寸、密封、预埋件的检查,从而降低通水后难以返修的问题出现概率。

3 施工质量控制与运行效能保障

3.1 材料、工序与隐蔽工程质量控制

农田水利工程分布范围广数量多,仅靠完工后的抽检,很难及时察觉质量偏差,所以要依据分区、分段、关键工序来建立质量控制点。水泥、骨料、钢筋、管材、土工材料、预制构件在进场的时候,要核查其合格证明、规格、批次,并且按照要求进行取样复检,混凝土施工要记录坍落度、试件、浇筑时间、养护条件。渠基、垫层、钢筋、止水、预埋件、管道接口都属于隐蔽内容,在覆盖之前需要施工、监理、相关单位共同进行验收,留存定位照片、实测数据。渠道断面、纵坡、衬砌厚度、平整度要按照施工段进行复测,要是发现倒坡、蜂窝、裂缝或者脱空,要及时返修。质量资料应当和具体桩号、构筑物编号相对应,防止资料合格但却没办法确认现场位置,从而让每项检测结果都能够追溯到材料、施工班组^[4]。

3.2 复杂施工环境下的安全与生态保护

农田水利施工通常处于临水、临沟、道路交叉、村庄周边环境之中,基坑坍塌、机械倾覆、临时用电还有施工导流乃是主要的安全风险所在^[5]。深沟槽、建筑物基坑需要依据土质、深度、地下水条件来确定放坡或者支护形式,机械作业区域要设置警戒范围,跨村路施工需采取半幅施工、设置临时便道、进行夜间警示。在雨季要建立上游来水预警、人员

设备撤离路线,围堰和导流渠要按照施工期流量进行校核。在生态保护方面,应当尽量借助既有通道来组织施工,把控永久占地、表土扰动,弃土要分类用于田块整形或者指定区域,不可堵塞天然沟道,临近河塘施工要设置沉淀和拦污设施,减少泥浆、油料进入水体。工程完工之后要及时恢复边坡植被、生态缓冲带,从而使工程安全、耕地保护与水环境改善能够同步得以落实。

3.3 通水试验、效果评价与管护衔接

工程实体建造完成以后应当组织分级通水、排水试验。灌溉系统从水源、泵站或者干渠着手,朝着末端逐步供水,以此检查渠道水位、流速、渗漏状况、闸门启闭情形、分水均匀程度、末端到水的时间,排水系统借助实际降雨观察或者控制放水来检验田面汇流、沟渠过水、涵洞衔接、出口消能的情况。针对所发现的局部漫顶、倒坡、冲刷和淤积点展开整改之后再次进行检验。泵站另外还要进行空载、带载、不同工况的试运行,记录流量、扬程、电流、振动、轴承温升、启停联锁,从而确认机组性能跟渠道实际需求相匹配。效果评价除了实体合格率之外,还涵盖灌溉水利用状况、排涝时间、设施完好率、耕作便利程度、农户使用反馈等方面,并且在一个灌排周期结束以后进行回访复核。移交的时候要提供竣工图、设备清单、操作规程、易损件信息,还要明确村集体、用水组织或者专业管护单位的责任。通过设施编码、巡检台账、季节性清淤维修,将施工质量控制扩展到运行阶段,防止建成之后因为管护缺失而很快失效。对于经济条件允许的区域,可配套搭建智慧管护监测点,对渠道水位、流量、渗漏情况进行实时在线采集,辅助管护主体及时掌握设施运行状态,降低日常巡检的人力成本。同时,要结合当地农业生产习惯,提前开展管护知识宣传与操作培训,帮助管护人员快速掌握设施使用、日常维护与小型故障排查的基本技能,让建成的农田水利设施真正长期稳定发挥效益,为全域国土综合整治后的农业规模化、现代化生产提供持续支撑。

4 结语

综上,本文围绕研究对象的关键约束构建了由需求分析、方案设计、工程实施、性能验证和持续优化组成的全过程方法。研究表明,单一设备升级或局部参数调整难以稳定获得预期成效,只有将结构机理、控制策略、质量管理和运行评价协同起来,并设置明确的安全边界、量化指标与异常回退机制,才能兼顾技术性能、经济性和长期可靠性。后续可结合更多实

际项目积累运行数据,进一步校正参数阈值和评价基准,提升方法在不同规模、环境和负荷条件下的适应能力。

【参考文献】

- [1] 胡翠翠. 小型农田水利施工技术要点及管理策略研究[J]. 江西农业, 2026, (11): 140-142.
- [2] 戴烽. 绿色施工理念下高标准农田水利工程质量控制关键技术优化与实践[C]/中国智慧工程研究会. 2025 工程创新与可持续发展经验交流会论文集(下). [出版者不详], 2025: 341-343.
- [3] 杜志桐, 杨梓琪. 农田水利设施改造方案设计与施工应用研究[J]. 科技资讯, 2025, 23(14): 146-148.
- [4] 张东生. 农田水利工程中节水灌溉设施的施工技术探讨[J]. 南方农机, 2025, 56(13): 182-184+187.
- [5] 赵俊杰. 新时期农田水利项目建设存在的问题与对策探究[J]. 农村经济与科技, 2022, 33(15): 84-86.