

高标准农田项目田间道路与灌溉排水一体化施工实践

王文亮

新疆兵团水利水电工程集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要: 高标准农田建设是保障国家粮食安全、推动农业现代化的核心举措。对于地处沙漠边缘的生态脆弱区而言,高标准农田建设更肩负着改良土壤、防治荒漠化、构建绿色生态屏障的重任。在这一系统工程中,田间道路与灌溉排水设施作为两大关键子系统,其功能互补、空间交织,传统上分项设计、独立施工的模式已难以满足现代农业对土地高效利用、资源节约集约和生态可持续发展的综合要求。本文聚焦于“一体化施工”理念,深入探讨了将田间道路与灌溉排水工程进行统筹规划、协同设计与同步实施的必要性与核心优势。文章系统阐述了一体化施工的技术内涵,包括路-渠(管)同槽敷设、结构功能复合、材料工艺协同等关键技术路径,并全面剖析了在规划设计、施工组织、质量控制及后期管护等环节面临的协调机制缺失、技术标准不一、施工干扰冲突等现实挑战。在此基础上,从健全顶层设计、优化技术方案、创新施工组织模式、强化全过程质量监管以及构建长效管护机制等多个维度,提出了系统性的实践策略,旨在为提升高标准农田建设的整体效能与综合效益提供理论参考与实践指导。尤其在沙漠边缘地区,该模式通过高效节水、精准控水和生态化设计,能有效遏制土地沙化,促进土壤肥力提升,为区域生态安全与农业可持续发展提供坚实支撑。

关键词: 高标准农田; 田间道路; 灌溉排水; 一体化施工; 协同设计

引言

近年来,国家以前所未有的力度推进高标准农田建设,目标是逐步将具备条件的永久基本农田全部建成“旱涝保收、高产稳产”的现代化良田。特别是在我国西北等沙漠边缘地带,高标准农田不仅是“粮仓”,更是阻止沙漠扩张的“绿色长城”。这一宏伟蓝图的实现,不仅依赖于土地平整、土壤改良等基础工程,更离不开田间基础设施的科学配套与高效运行。其中,田间道路系统承担着农业生产资料运输、农产品外运及农机通行的重任,是连接田块与外部世界的“血脉”;而灌溉排水系统则负责水资源的精准输送与多余水量的及时排除,是维系农田生态系统平衡、保障作物稳产高产的“生命线”。长期以来,这两套系统在规划与施工中往往被割裂开来,各自为政。道路设计部门专注于路基的稳定性与通行能力,水利部门则聚焦于渠道的输水效率与防渗性能。这种分离式的工作模式,导致了诸多弊端:例如,道路路基与灌溉渠道平行布设,不仅重复开挖、浪费土地资源,而且相互干扰,增加了施工难度与成本;又如,排水沟与道路边沟未能有效衔接,造成雨季积水无法顺畅排出,影响道路通行甚至引发农田内涝。随着《高标准农田建设通则》(GB/T 30600-2022)等系列规范对农田基础设施的系统性、协同性提出更高要求,以及智慧农业、绿色农业理念的深入人心,打破专业壁垒,推行田间道路与灌溉排水工程的一体化施

工,已成为提升高标准农田建设质量和综合效益的必然选择。在水资源极度匮乏、生态环境极为敏感的沙漠边缘区,一体化施工对于实现水资源高效利用、减少无效蒸发、防止次生盐渍化、稳固沙土基底具有不可替代的战略意义。

1 田间道路与灌溉排水一体化施工的内涵与价值

1.1 一体化施工的核心内涵

一体化施工的本质在于打破传统的专业分割,从项目全生命周期的视角出发,对田间道路与灌溉排水工程进行统一规划、协同设计、同步施工和联合验收。其核心内涵体现在三个层面:首先,在空间布局上,追求“合二为一”或“紧密耦合”。通过精细化的测量与设计,将灌溉管道或明渠、排水沟与道路路基、路肩进行同槽或并行一体化布置,最大限度地节约宝贵的土地资源,减少对耕作层的反复扰动。其次,在结构功能上,强调“一物多用”与“功能复合”。例如,可将道路的路肩或边坡设计成兼具排水功能的生态草沟,既能汇集路面径流,又能净化水质、涵养水源;或将暗管排水系统的检查井与道路的里程碑、标识牌基础相结合,实现设施共享。最后,在施工过程上,注重“工序协同”与“资源共享”。通过科学的施工组织,使道路基层铺设、管道(渠道)安装、路肩(边沟)修筑等工序无缝衔接,共用施工机械、临时便道和土方资源,从而显著提升施工效率,降低综合成本。

1.2 推行一体化施工的多重价值

推行一体化施工模式，能够带来显著的经济、社会与生态综合效益。从经济效益看，通过减少重复开挖、优化土方平衡、共享施工资源，可以大幅降低工程直接投资和间接管理成本。同时，一体化形成的紧凑型、高效能基础设施，减少了对有效耕作面积的占用，直接提升了土地的产出潜力。从社会效益看，一体化施工确保了道路与灌排系统的无缝对接，彻底解决了以往因设计脱节导致的“断头路”、“堵心渠”等问题，为大型农机具的全程机械化作业提供了畅通无阻的通行条件，极大地提高了农业生产效率^[1]。从生态效益看，一体化设计理念天然倾向于采用生态友好型材料与工艺，如透水路面、植草砖路肩、生态排水沟等，这些措施有助于增强农田的雨水渗透与调蓄能力，减少地表径流冲刷，保护土壤结构，并为农田生物多样性提供栖息廊道，有力支撑了高标准农田的绿色、可持续发展目标。尤为重要的是，在沙漠边缘地区，一体化施工通过暗管输水极大减少了渠道渗漏和水面蒸发，实现了宝贵的水资源“滴滴归田”；生态化的路肩和边沟设计，利用乡土耐旱植被固沙保土，有效抑制了风蚀和水蚀，促进了土壤有机质的积累，是集农业生产、生态防护与荒漠化治理于一体的创新实践。

2 一体化施工的关键技术实践路径

2.1 路-渠（管）同槽敷设技术

这是最基础也最常用的一体化形式。根据地形、地质条件和灌溉需求，可灵活选择明渠或暗管方案。对于明渠，通常将灌溉渠道紧贴道路一侧路肩布置，两者共用一道侧墙，形成“路渠一体”的断面。设计时需精确计算渠道的过水断面、边坡稳定性和道路路基的承载力，确保互不影响。然而，在沙漠边缘等蒸发量大的地区，应优先采用更为先进的暗管灌溉方案。对于更为先进的暗管灌溉，则可将PE或PVC输水管道直接埋设于道路路基之下或路肩内部。这种方式不仅节省了地面空间，美化了田间景观，还有效避免了渠道渗漏损失，显著提高了灌溉水利用系数，对于水资源极度稀缺的地区至关重要。无论采用何种形式，都必须进行严格的结构受力分析和水力计算，确保在各种工况下，道路结构安全稳固，灌溉输水畅通无阻。

2.2 结构功能复合技术

该技术旨在通过巧妙的结构设计，使单一构筑物同时承担多种功能。一个典型的应用是“生态路肩-排水沟”一体化。传统的道路边沟多为硬质混凝土结构，功能单一且生态性差。一体化设计则将其改造为具有一定

宽度和坡度的浅碟形植草沟，表面覆盖耐旱、耐盐碱的乡土草种。降雨时，路面及农田的径流首先汇入此沟，通过植被和土壤的过滤、下渗作用，一部分雨水得以回补地下水，另一部分则通过底部预埋的透水管或自然坡降排入主干排水系统。这种设计不仅有效解决了排水问题，还增强了道路的生态韧性，改善了田间小气候^[2]。在沙漠边缘，这种植草沟能够有效拦截风沙，减缓风速，是低成本、高效益的生物治沙措施。此外，道路交叉口的圆弧加宽段，也可结合设计成小型集水池或沉砂池，用于收集初期雨水并进行初步净化。

2.3 材料与工艺协同技术

一体化施工的成功，离不开材料与施工工艺的协同创新。在材料选择上，应优先选用强度高、耐久性好、生态友好的新型材料。例如，道路基层可采用建筑垃圾再生骨料，既实现了固废资源化利用，又降低了成本；路肩和边沟可采用透水混凝土或植草砖，增强透水性。针对沙漠地区沙土松散、承载力低的特点，在路基处理时可结合掺入固化剂或铺设土工格栅，以提高整体稳定性，防止道路沉降。在施工工艺上，强调各工序间的无缝衔接。例如，在完成道路路基压实后，立即进行管道（或渠道）的铺设与安装，随后同步进行路肩（或边沟）的修筑与回填，并一次性完成顶面的整平与压实。这种流水线式的作业方式，避免了不同施工单位之间的交叉干扰，保证了各结构层之间的紧密结合，从而提高了整体工程的质量和耐久性。

3 一体化施工实践中面临的主要挑战

高标准农田“田间道路与灌溉排水一体化”施工面临四大挑战：一是规划设计阶段缺乏跨专业协调机制，农业农村、交通、水利等部门各自为政，易致空间布局、高程、结构等冲突；二是专项技术标准缺失，《高标准农田建设通则》虽倡导集成，但具体设计图集、施工工法不健全，导致设计施工无据可依；三是施工组织复杂度提升，多专业工序深度交叉，对进度统筹、资源调配和现场协同管理提出更高要求；四是质量控制与后期管护困难，复合结构难以用传统方法检测，且管护责任边界不清，易造成“重建轻管”，影响工程长效运行。

4 推进一体化施工的系统性策略

4.1 健全顶层设计，强化统筹协调

项目主管部门应在项目立项之初，就确立一体化施工的总体思路，并建立强有力的跨部门协调机制。可成立由农业农村、水利、交通等部门专家组成的联合工作组，共同审定一体化设计方案。在招标阶段，应鼓励采用EPC（设计-采购-施工）总承包模式，或将道路与灌排

工程打包发包给一家具备综合资质的施工单位,从源头上解决设计与施工脱节的问题。同时,应加快编制和发布省级乃至国家级的《高标准农田田间道路与灌溉排水一体化建设技术指南》,为各地提供权威、统一的技术遵循。

4.2 优化技术方案,深化协同设计

设计单位应摒弃专业本位主义,树立系统思维。在设计初期,道路、水利、电气(如有智能灌溉)等各专业设计师应进行多轮联合踏勘和方案研讨,利用BIM(建筑信息模型)等数字化工具,构建三维协同设计平台。在平台上,可以直观地模拟和优化路-渠(管)的空间关系,精确计算土方量,预演施工工序,提前发现并解决所有潜在的碰撞和冲突^[4]。设计方案应详细规定一体化结构的断面形式、材料规格、施工工艺及质量控制要点,形成一套完整、清晰、可执行的施工蓝图。

4.3 创新施工组织,精细过程管理

施工单位应根据一体化设计的特点,编制专项施工组织设计。该设计应以工序逻辑为核心,绘制详细的横道图或网络图,明确各关键节点的时间、资源和责任人。大力推广工厂化预制、装配式施工等先进工法,如预制混凝土路缘石兼作渠道侧墙、预制检查井等,以减少现场湿作业,提高施工精度和速度。在现场管理上,实行“首件工程认可制”,即先做一段样板段,经各方验收合格后,再大面积推广,确保施工质量的均一性。同时,加强现场技术人员的交叉培训,使其对道路和水利两方面的技术要求都有所了解,提升协同作战能力。

4.4 构建全链条质量监管与长效管护机制

质量监管必须贯穿一体化施工的全过程。监理单位应配备既懂道路又懂水利的复合型人才,或组建联合监理小组,对关键工序(如路基压实、管道安装、回填压实)进行旁站监督。积极引入第三方检测机构,运用探地雷达、管道CCTV等无损检测技术,对隐蔽工程进行科学评估。在工程竣工验收时,不仅要分别验收道路和灌溉排水系统,更要对其一体化协同功能进行专项测试,如模

拟降雨检验排水路径是否顺畅。在管护阶段,应明确一体化设施的产权归属和管护主体,可探索将道路与灌溉设施作为一个整体,纳入村级或专业化服务组织的统一管护范围,并设立专项管护资金,确保“建得好、管得住、长受益”。

5 结语

田间道路与灌溉排水一体化施工,是高标准农田建设迈向精细化、集约化、生态化发展的必然趋势。它不仅是工程技术的简单叠加,更是管理理念的深刻变革。通过将两大系统在空间、结构、功能和施工上的深度融合,能够有效破解传统分项建设模式带来的土地浪费、功能割裂和效益低下等顽疾,从而释放出巨大的综合效益。对于沙漠边缘等生态脆弱区,一体化施工更是集高效农业、生态修复与国土治理于一体的系统工程,其推广与应用对于筑牢国家西部生态安全屏障具有深远的战略意义。然而,要将这一先进理念转化为普遍的工程实践,仍需克服规划设计协调难、技术标准不统一、施工组织复杂、管护责任不明等诸多挑战。未来,必须通过健全顶层设计、深化协同设计、创新施工组织、强化全链条监管和构建长效管护机制等一系列系统性举措,才能真正打通一体化施工的“最后一公里”,让高标准农田的“血脉”与“生命线”更加紧密地融合在一起,为保障国家粮食安全、推动乡村全面振兴筑牢坚实的物质根基。

参考文献

- [1]刘景辉.高标准农田水利工程施工关键技术难点及应对措施探析[J].农业科技创新,2025,(35):60-62.
- [2]雷陈.高标准农田建设工程中渠系建筑物施工工艺及应用[J].江西农业,2025,(15):131-133.
- [3]赵星.高标准农田水利工程施工中的质量控制实践[J].河北农机,2025,(01):88-90.
- [4]安皓源.高标准农田灌溉排水工程设计与施工[J].黑龙江水利科技,2025,53(06):176-179.