

探讨小型农田水利渠道设计与施工

王钱超

四川都成泽源工程勘察设计有限责任公司 四川 成都 610000

摘要：农业现代化进程中，小型农田水利渠道对保障作物生长、提高水资源利用率至关重要。本文聚焦小型农田水利渠道设计与施工关键技术，系统探讨其功能分类、设计原则、设计要点及施工技术。首先明确渠道的高效输水、水量调控等核心功能，按灌溉用途和结构形式进行分类；设计上遵循节水高效、因地制宜等原则，重点阐述流量计算、横断面优化、防渗抗冲及配套建筑物协同设计要点；施工环节围绕前期准备、基础处理、主体结构施工及防渗与配套设施施工展开技术分析。

关键词：小型农田水利；渠道设计要点；施工技术要点

引言：当前农业现代化进程中，部分地区渠道存在渗漏严重、结构不稳、功能退化等问题，制约农业生产效率提升。基于此，本文以小型农田水利渠道为研究对象，结合农业生产需求与区域自然条件，系统梳理渠道功能分类与设计基本原则，深入分析设计阶段的流量计算、结构优化等关键要点，详细阐述施工过程中的基础处理、主体施工等技术环节，旨在构建科学规范的设计与施工技术框架，促进农业可持续发展提供技术支撑。

1 小型农田水利渠道的功能与分类

1.1 小型农田水利渠道的核心功能定位

小型农田水利渠道作为农业灌溉系统的关键组成部分，承担着保障农业生产可持续发展的核心功能。其首要功能是高效输水，通过合理的渠系布局将水源精准输送至田间，满足作物不同生长阶段的需水需求，解决农田灌溉“最后一公里”问题。在输水过程中，渠道同时发挥着水量调控作用，通过闸门、分水口等配套设施实现水量分配、水位调节，适应不同地块、不同作物的灌溉要求，提高水资源利用效率。渠道还具有生态调节功能，合理的渠系设计可改善农田局部小气候，增加土壤湿度，为农作物生长创造适宜环境；同时在雨季承担部分排涝任务，通过排水渠系将田间积水及时排出，防止内涝灾害。

1.2 小型农田水利渠道的主要分类方式

小型农田水利渠道可按多种标准分类，其中按灌溉用途分类可分为以下几类：（1）输水渠作为主干渠道，负责从水源地向灌区输送足量水体，具有流量大、线路长的特点；（2）配水渠作为次级渠道，承担输水渠与田间渠系的连接任务，实现水量的区域分配；（3）斗渠和农渠则属于田间末梢渠道，直接服务于耕作地块，斗渠连接配水渠与农渠，农渠则直接向农田供水，二者共同

构成田间灌溉网络。

按结构形式分类可分为以下类型。（1）土渠施工简便、成本低廉，但防渗性能差、易坍塌，适用于水资源丰富、地形平缓的区域；（2）砌石渠采用块石砌筑，耐久性强、抗冲刷能力好，多用于山区或坡地灌区；（3）混凝土渠（包括现浇混凝土和预制板衬砌）防渗效果优异、使用寿命长，是目前规模化灌区的主流形式；（4）塑料管道渠（如PVC、PE管）具有重量轻、施工便捷、节水效果显著的特点，适合温室大棚、经济作物种植等高效农业场景^[1]。

2 小型农田水利渠道设计的基本原则

小型农田水利渠道设计要遵循以下科学合理的原则：（1）节水高效原则。渠道设计需通过优化横断面尺寸、采用防渗技术等措施，最大限度减少输水过程中的渗漏和蒸发损失，提高渠系水利用系数。同时结合作物需水规律计算设计流量，避免大渠漫灌造成的水资源浪费，实现“按需供水、精准灌溉”的节水目标。（2）因地制宜原则。需综合考虑地形地貌、土壤特性、气候特征等因素，如山区渠道应注重抗冲刷设计，平原地区侧重防渗处理；沙质土壤区域需强化渠道稳定性，黏重土壤区域需优化排水功能。（3）安全稳定原则。设计需保证渠道结构在水流冲击、土壤压力等作用下的稳定性，合理确定边坡坡度、渠底纵坡和基础处理方式，防止坍塌、淤积等问题。对穿越沟谷、道路的渠段，需配套跌水、涵洞等建筑物，确保行水安全与周边设施协调。（4）经济适用原则。在满足功能需求的前提下，优先选择本地化材料和成熟施工工艺，降低建设与运维成本^[2]。

3 小型农田水利渠道设计要点

3.1 设计流量的精准计算与复核

设计流量是渠道设计的基础参数，直接决定渠道的

规模和运行效率。计算需以灌溉面积、作物类型、灌溉制度为核心依据,采用“长系列法”或“典型年法”确定设计保证率下的需水量。首先根据区域作物种植结构,确定主要作物的灌溉定额和灌水周期,结合种植面积计算田间净需水量;再考虑渠系输水过程中的损失,包括渗漏损失和蒸发损失,通过乘以渠系水利用系数得出渠道毛流量。

计算过程中需区分设计流量、加大流量和最小流量三种工况。设计流量用于确定渠道的基本尺寸,满足正常灌溉需求;加大流量需考虑灌溉高峰期或短期输水任务,通常为设计流量的1.2-1.3倍,用于校核渠道的过水能力和结构稳定性;最小流量则需保障渠道在非灌溉高峰期的正常运行,防止泥沙淤积。流量计算完成后,需结合区域水资源条件进行复核,确保水源供应量与渠道设计流量相匹配,避免出现“大渠小水”或“小渠大水”的不合理现象。

3.2 横断面结构的优化设计

渠道横断面设计需实现水力性能与结构稳定性的平衡,主要包括底宽、水深、边坡坡度和纵坡四个关键参数的确定。底宽和水深的比例需通过水力计算确定,遵循明渠均匀流公式,在满足设计流量的前提下,使过水断面经济合理。一般而言,小型渠道的底宽不宜过小,需考虑施工便利性和后期清淤需求,通常不小于0.3米;水深则需保证水流充满度适宜,避免流速过高导致冲刷或过低引发淤积。

边坡坡度设计需根据渠道所处位置的土壤性质确定,黏性土壤渠道可采用较缓坡度,沙质土壤则需设置较陡边坡,必要时通过衬砌加固提高稳定性。纵坡设计需结合地形条件,既要保证水流具有足够流速防止淤积,又要控制流速在允许范围内避免冲刷,通常土渠纵坡不超过1/2000,衬砌渠道可适当加大至1/1000-1/500。横断面设计还需考虑渠道超高,即渠顶与设计水位的高差,一般不小于0.2-0.3米,以防止水位上涨时发生漫溢。

3.3 防渗与抗冲设计处理

防渗设计是减少水资源损失的关键环节,需根据渠道所在区域的水文地质条件选择适宜技术。对于渗漏严重的土渠,可采用压实防渗,通过机械碾压提高土壤密实度,降低渗透系数;对中型渠道可采用衬砌防渗,混凝土衬砌需保证厚度不小于5-10厘米,铺设前做好地基处理,设置伸缩缝防止温度变形;小型渠道可采用防渗膜铺设,膜材选择需满足耐候性和抗穿刺要求,接缝处采用热熔焊接确保密封。

抗冲设计需针对水流速度和土壤特性采取防护措

施。当渠道流速超过土壤允许冲刷流速时,需对渠底和边坡进行护砌处理,砌石护砌应采用M5以上水泥砂浆砌筑,块石强度不低于30MPa;混凝土护砌需配置单层双向钢筋或采用加筋混凝土板,增强抗裂性能。在渠道转弯处,需加大转弯半径,通常不小于渠道水面宽度的5-10倍,同时对凹岸进行重点防护,防止水流冲刷导致岸坡坍塌。此外,渠道进出口需设置渐变段,避免水流突变产生局部冲刷。

3.4 配套建筑物的协同设计

配套建筑物设计需与渠道主体工程衔接紧密,形成功能完整的灌溉系统。分水建筑物是实现水量分配的关键,包括分水闸和斗门,其位置应设置在渠道直线段,便于水流平稳分流,闸体尺寸需根据分水流量确定,闸阀选择应操作简便、密封可靠,适合农田灌溉的频繁调节需求。节制建筑物用于控制渠道水位,通常设置在分水口上游,通过抬高水位保证下游分水流量,其结构形式需与渠道断面匹配,避免产生雍水或水头损失过大。

落差建筑物用于处理渠道纵坡过大的问题,跌水和陡坡是常用形式。跌水适用于落差较小的情况,由进口段、跌水墙和消力池组成,消力池长度需通过水力计算确定,确保水流充分消能;陡坡适用于落差较大的地形,需设置渐变段和消能设施,防止下游冲刷。此外,渠道与道路、河流交叉时需设置交叉建筑物,涵管应保证足够过流断面,埋设深度需满足防冻和承载要求;渡槽则需考虑结构自重和水流荷载,支座基础应牢固可靠^[3]。

4 小型农田水利渠道施工技术要点

4.1 施工前期准备技术要点

施工前期准备需围绕以下技术交底、场地整理和资源组织展开系统部署。(1)技术交底要组织施工人员熟悉设计图纸、施工规范及技术要求,明确渠道走向、高程控制、结构尺寸等关键参数,形成书面交底记录并签字确认。测量放线需使用全站仪或水准仪进行精准定位,按设计桩号设置中线桩和高程桩,直线段每50米设一个控制桩,转弯处增设加密桩,桩位需设置明显标识并做好保护。(2)场地整理要清除渠线范围内的杂草、树根、建筑垃圾等障碍物,对渠道沿线地形进行平整,确保施工机械通行顺畅。对于填方区域,需提前进行清表处理,清除表层腐殖土和软弱土层,深度不小于30厘米。(3)材料准备需按设计要求采购合格的砂石、水泥、防渗材料等,进场前进行抽样检测,不合格材料严禁使用。施工设备需根据施工工艺配置,包括挖掘机、搅拌机、振捣器等,进场前进行调试,确保性能完好。

4.2 渠道基础处理技术要点

基础处理是保障渠道结构稳定性的关键工序，要根据地质条件采取针对性措施，具体如下：（1）土基处理首先进行场地碾压，采用振动压路机沿渠道轴线方向分层碾压，压实度需达到设计要求，一般不低于93%。碾压过程中控制土壤含水率在最佳含水率±2%范围内，过干时适当洒水，过湿则需晾晒或掺入干土调整。对存在软土地基的区域，需采用换填处理，换填材料选用级配砂石或灰土，分层摊铺碾压，每层厚度不超过30厘米。（2）岩基处理需先清除表面松动岩石和风化层，采用爆破或机械凿除方式修整岩面，使基础面平整且符合设计高程。对岩基中的裂隙，需采用水泥砂浆灌注填充，灌注压力根据裂隙大小控制在0.3-0.5MPa。（3）基础处理完成后需进行承载力检测，采用轻型动力触探或静力触探法测定地基承载力，确保满足设计要求。基础验收合格后及时进行下道工序施工，避免长时间暴露导致地基扰动。

4.3 主体结构施工技术要点

渠道主体施工要按结构形式采用对应工艺，确保几何尺寸和强度达标，其要点如下：（1）土渠施工采用机械开挖配合人工修整，开挖时预留10-15厘米保护层，由人工修整至设计断面，边坡需拍实夯紧，防止坍塌。砌石渠道施工先铺设5-10厘米厚砂浆垫层，块石砌筑采用坐浆法，错缝搭接，灰缝宽度控制在2-3厘米，砌筑完成后及时勾缝，勾缝砂浆强度不低于M7.5。（2）混凝土渠道施工要按设计分缝设置伸缩缝，采用钢模板支护，模板安装需保证位置准确、刚度足够，接缝处做好密封处理防止漏浆。混凝土浇筑采用分层连续浇筑，每层厚度不超过30厘米，使用插入式振捣器振捣密实，振捣间距不大于振捣半径的1.5倍，避免漏振和过振。混凝土初凝前进行抹面处理，终凝后及时覆盖洒水养护，养护期不少于14天。塑料管道铺设需按设计高程开挖沟槽，沟底平整夯实后铺设垫层，管道连接采用热熔对接或承插连接，接口处做好密封处理，回填时分层夯实，避免管道

受压变形。

4.4 防渗与配套设施施工要点

防渗工程施工需保证施工质量，防止渗漏隐患，施工要点如下：（1）防渗膜铺设前要清理渠底和边坡，去除尖锐杂物，膜材铺设应平整顺直，接缝采用热熔焊接，焊接温度和速度根据膜材类型调整，焊接后进行气压检测，确保接缝严密。防渗膜铺设完成后及时铺设保护层，保护层材料采用素土或砂石，厚度不小于30厘米。（2）配套建筑物施工要与渠道主体协调衔接，闸门安装前检查门框和闸板尺寸，安装时保证垂直度和密封性，启闭设备调试至运行灵活。分水口施工需与渠道同步浇筑，确保接口平顺，避免水流冲击。跌水和陡坡施工先浇筑基础和边墙，再施工消力池，消力池混凝土需加强振捣，确保抗冲性能。所有配套设施施工完成后，需进行通水试验，检查有无渗漏、冲刷等问题，及时进行修复处理^[4]。

结束语：本文通过对小型农田水利渠道设计与施工的系统研究，明确了功能定位与分类标准，确立了节水高效、安全稳定等设计原则，细化了从流量计算到配套设施设计的全流程要点，总结了施工各环节的关键技术。研究表明，科学的设计与规范的施工是提升渠道输水效率、延长使用寿命的核心保障。该技术体系可有效解决渠道渗漏、结构失稳等实际问题，为农田灌溉提供可靠支撑。

参考文献

- [1]郝夏娥,秦文婷.小型灌区农田水利渠道设计与施工技术探讨[J].水电水利,2024,8(3):13-15.
- [2]芮雪.探析小型农田水利渠道的设计与施工问题[J].新农业,2021(18):88-89.
- [3]卢临瀚.分析小型农田水利渠道设计与施工[J].新农业,2021(4):54-55.
- [4]马晓勇,张湖兵.探析小型农田水利渠道的设计与施工问题[J].建筑工程技术与设计,2020(2):2280.