

农田水利工程设计中的渠道设计与施工管理

周志兴

内蒙古河套灌区水利发展中心乌拉特分中心，内蒙古巴彦淖尔，015000；

摘要：农田水利工程是保证农业生产稳定、提高水资源利用效率的重要基础设施，渠道作为水资源输送的主要载体，其设计是否科学、施工是否规范直接关系到整个工程的效果。本文主要研究农田水利渠道设计与施工管理的技术细节，从渠道线路选型、断面设计、防渗设计等设计环节，施工准备、基础处理、主体施工、质量控制等施工管理环节进行深入分析，加入现行规范中少量数据，为提高农田水利渠道工程建设质量提供技术参考。

关键词：农田水利；渠道设计；施工管理；技术细节；防渗处理

DOI：10.69979/3060-8767.26.02.024

引言

农田水利渠道工程担负着灌溉用水输送、排水防涝等任务，建设质量好坏直接影响到农业生产灌溉保障能力以及水资源合理调配。目前我国农田水利工程建设逐渐向精细化、标准化方向发展，现行《灌溉与排水工程设计标准》（GB 50288-2018）对渠道设计与施工的技术参数、质量要求做了明确的规定。在实际工程中，渠道设计细节偏差或施工管理疏忽都会引起渠道渗漏、坍塌、淤积等问题，不仅会降低水资源利用率，还会增加工程维护成本。因此，对渠道设计及施工管理的关键技术细节进行深入剖析，落实现行规范的要求，对提高农田水利工程的效益有重要的现实意义。

1 农田水利渠道设计的关键技术细节

渠道设计是工程建设的前提，要根据区域地形地貌、水文地质、灌溉需求等实际情况，准确把握各个环节的技术要点，保证设计方案的可行性、经济性。

1.1 渠道线路选型细节

线路选型直接影响渠道输水效率及工程投资，主要原则为短、直、平，避开不良地质区域，减少工程量及后期维护难度^[1]。在细节控制上首先要对区域地形进行精确测量，用 1:500 的地形测量比例尺来保证测量数据的准确性，为线路优化提供基础依据。平原地区渠道线路应尽量沿等高线布置，避免坡度过大引起水流冲刷渠道；丘陵山区应优先利用自然地形，采用隧洞、渡槽等交叉建筑物连接，深挖段深度不宜超过 5m，高填段高度不宜超过 3m，超过需要做专项稳定性验算。同时线路要避开软土、沼泽、断层等不良地质区，如果不能避

开，则在设计中要明确地基处理方案，如换填垫层、夯实加固等。此外，渠道线路要靠近灌溉区，缩短输水距离，减少输水损失，一般要求渠道末端到最远灌溉地块的距离不超过 500m，保证灌溉及时。

1.2 渠道断面设计细节

农田水利渠道常用的断面形式包括梯形、矩形、复式及阶梯形等，不同形式各有适用场景。梯形断面因施工简便、适应地形能力强，广泛应用于土质渠道，其边坡系数需严格按土质与水深分级确定，水深 $\leq 3\text{m}$ 的挖方渠道可参考规范标准选用最小边坡系数，如稍胶结的卵石土质无论水深多少均为 1.00，黏土、重壤土在水深 $< 1\text{m}$ 和 $1\sim 2\text{m}$ 时为 1.00，水深 $2\sim 3\text{m}$ 时为 1.25，轻壤土、沙壤土则需提升至 1.50~1.75，沙土更需达到 1.75~2.25；若水深 $> 3\text{m}$ 或地下水位较高，需通过稳定分析计算确定边坡系数，机械开挖或寒冷地区渠道可按规范数值或稳定分析结果选用，刚性衬砌渠道边坡系数可小于衬砌前土质稳定系数。矩形断面适用于地形狭窄或岩石地基区域，其优点是断面紧凑、输水效率高，但对地基承载力要求较高，需在底部设置防滑垫层，避免侧向位移。深挖方渠道宜采用复式或阶梯形断面，渠底以上每隔 $5\text{m}\sim 10\text{m}$ 应设宽度不小于 1.0m 的马道，边坡系数需经稳定分析确定，堤顶以下边坡设计安全系数应符合现行行业标准《碾压式土石坝设计规范》SL274 要求；渠岸以上高边坡系数需结合土质条件等进行稳定分析，安全系数符合《水利水电工程边坡设计规范》SL386 规定^[2]。

断面尺寸参数需结合流量与流速经水力计算确定，填方及半挖半填渠道边坡系数按填方高度分级控制： \leq

3m 时依土质选内外坡最小系数（黏土、重壤土 1.00~1.25，中壤土 1.25~1.75 等），>3m 需稳定分析，>5m 宜设 1.0m 宽马道。岸顶超高按规范设计：1-3 级渠道需论证，4-5 级可用公式 $F=xhs+0.2$ 计算；弯道特殊工况需叠加 $F=BV^2/(gR)$ 增加值。浑水渠道超高需考虑淤积，填方>3m 预加沉降；衬砌超高 0.3~0.8m（行洪渠道取高值），5 级渠道不小于 0.1m。堤顶宽度按灌区规模及功能确定，引洪淤灌渠道断面设计同浑水渠道。

1.3 渠道防渗设计细节

渠道渗漏是农田水利工程中普遍存在的一个问题，它既浪费水资源又造成地下水位升高，从而引起土壤盐渍化，所以防渗设计在渠道设计中是关键环节。防渗材料的选择要根据工程地质、气候条件、经济成本等来确定，常用的防渗材料有混凝土、浆砌石、土工膜等。混凝土衬砌防渗设计中需要把控的细节有混凝土强度等级、衬砌厚度、伸缩缝设置等。按照现行的规范，渠道混凝土衬砌的强度等级不应低于 C15，小型渠道的衬砌厚度为 6cm 到 8cm，中型渠道的衬砌厚度为 8cm 到 12cm。伸缩缝的设置间距要根据气温条件和混凝土浇筑长度来确定，缝内应填充沥青杉木板、聚氨酯密封膏等防水材料，保证防渗效果。土工膜防渗设计要选用符合标准的聚乙烯土工膜，土工膜铺设要保证平整，拼接处用热焊接方式，焊接强度不小于母材强度的 80%，土工膜上下应铺设保护层，防止土工膜被刺破。此外在渠道进出口、转弯处等应力集中区域需要加强防渗处理，增大防渗层厚度或者采用复合防渗材料，防止水流冲击造成渗漏。

1.4 配套建筑物设计细节

渠道配套建筑物有进水闸、分水闸、节制闸、渡槽、涵洞等，其设计好坏关系到渠道运行的好坏。进水闸设计时，闸室尺寸要根据设计流量来定，闸孔宽度应和渠道底宽相匹配，闸门用铸铁或钢闸门，启闭设备采用手动或电动启闭机，保证启闭灵活。分水闸应设于渠道分支处，其设计流量应按分支渠道的灌溉要求来定，闸室结构要与主渠道相适应，并设消能设施，防止水流对分支渠道的冲击。节制闸用来调节渠道水位和流量，位置应选在地势平坦、水流稳定的地方，闸室上下游应设置渐变段，防止水流紊乱。渡槽、涵洞等交叉建筑物的设计要保证过流能力满足设计要求，同时保证结构稳定，

渡槽槽身采用混凝土或钢筋混凝土结构，壁厚根据跨度确定，加强防渗处理。

2 农田水利渠道施工管理的关键技术细节

施工管理是保证设计方案落地、保证工程质量的重要环节，要从施工准备、基础处理、主体施工、质量控制等全过程把控技术细节，严格按照设计要求和现行规范施工。

2.1 施工准备阶段细节管理

施工准备阶段的细节管理对施工进度、质量有着直接的影响，主要包含技术准备、材料准备、场地准备等环节。从技术准备方面讲，要组织施工技术人员对设计图纸进行深入熟悉，开展技术交底工作，重点确定渠道断面尺寸、边坡坡度、防渗要求等关键技术参数，同时进行现场勘测，核实线路走向、地形地貌等与设计图纸的一致性，若存在偏差要及时沟通调整。在材料准备方面要严格把控原材料质量，混凝土、钢筋、土工膜等主要材料必须具备出厂合格证和检验报告，进场后需要进行抽样检测，混凝土强度等级、土工膜厚度等指标要符合设计要求。场地准备时应清除施工范围内杂草、树木、淤泥等障碍物，平整施工场地，修建临时施工道路及排水设施，保证施工场地排水畅通，防止雨水淤积影响施工^[3]。同时要合理布置材料堆放场地，将水泥、钢筋等材料分类堆放，做好防潮、防晒工作，防止材料变质损坏。

2.2 基础处理阶段细节管理

渠道基础是渠道主体结构的基础，基础处理质量好坏直接影响到渠道的稳定性，需要重点控制地基开挖、夯实、换填等环节。地基开挖时必须严格按照设计断面尺寸进行开挖，采用分层开挖的方式，每层开挖深度不应大于 1.5m，避免超挖或欠挖，对土质较差的地区要设置临时支护设施，防止边坡坍塌。开挖完成后，地基要进行平整和夯实，夯实用蛙式打夯机或压路机，夯打次数不少于 3 遍，夯实后的地基承载力应符合设计要求^[4]。若地基为软土、沼泽等不良地质，需做换填处理，换填材料采用粉质黏土、砂砾石等优质材料，换填厚度不小于 0.5m，换填后分层夯实，保证换填层密实度。地基处理完成后，应立即进行渠道垫层施工，为后续主体施工提供平整的基础。

2.3 主体施工阶段细节管理

渠道主体施工包含渠道衬砌、边坡防护、配套建筑物施工等环节,必须按照设计要求和施工规范控制细节,保证施工质量。混凝土衬砌在施工时应分层浇筑,每层厚度不宜大于 50cm,在浇筑过程中用插入式振捣器振捣密实,振捣时间控制在 20s 到 30s 之间,避免出现蜂窝、麻面等质量问题。衬砌施工完毕后应及时进行养护,养护采用覆盖土工布洒水养护的方式,养护时间不少于 14 天,保证混凝土强度正常增长。土工膜防渗衬砌施工时,先将渠道基层平整压实,去除尖锐杂物,然后铺设土工膜,土工膜铺设应从渠道底部向边坡铺设,铺设过程中需拉紧绷直,避免出现褶皱,拼接处采用热焊接,焊接完成后需进行充气检测,保持 5-10min 无泄漏即为合格。土质边坡防护施工时,可采用植草砖、浆砌石等防护措施,植草砖铺设要平整,缝隙用水泥砂浆填充密实;浆砌石防护需采用坐浆砌筑,砂浆强度等级不宜低于 M7.5,石块之间应错缝搭接,搭接长度不小于 10cm,保证砌筑结构的稳定性。

2.4 施工质量控制细节管理

施工质量控制要贯穿于整个施工过程之中,建立完善的质量检查制度,重点把控关键环节的质量检测。地基处理完成后要检测地基承载力、密实度等指标,检测合格后方可进入下一道工序;混凝土浇筑过程中要抽样制作混凝土试块,每浇筑 100m³ 混凝土制作 1 组试块,每组 3 块,用于检测混凝土抗压强度;土工膜铺设完成后要对焊接缝进行全面检测,检测比例不低于 10%,发现泄漏及时补焊。同时要加强对渠道断面尺寸、边坡坡度、纵坡等几何尺寸的检测,用全站仪、水准仪等仪器进行测量,断面尺寸偏差控制在±5cm 以内,边坡坡度偏差控制在±3° 以内,纵坡偏差控制在±0.1%以内。

施工过程中要做好施工记录,详细记录施工时间、材料用量、施工人员、检测数据等信息,保证施工过程可追溯,发现质量问题要及时停工整改,整改合格后才能继续施工^[5]。

3 结语

农田水利工程中渠道设计与施工管理的细节控制,是提高工程质量、效益的重要环节。设计阶段要准确把握线路选型、断面设计、防渗设计、配套建筑物设计等关键环节,保证设计方案符合实际条件和现行规范要求;施工阶段要严格落实施工准备、基础处理、主体施工、质量控制等全过程细节管理,保证施工质量。只有把细节管理渗透到渠道设计和施工的全过程之中,才能有效地减少渠道渗漏、坍塌、淤积等现象的发生,提高水资源的利用率,保证农业生产稳定发展。未来,随着农田水利工程技术的发展,应加强设计和施工细节的研究,推广应用新型防渗材料和施工技术,不断提高渠道工程建设的精细化程度。

参考文献

- [1] 王国良. “双碳”目标下石峡乡农田水利工程施工设计中的关键问题与解决方案[J]. 能源与环境, 2024, (06): 158-160.
- [2] 孔宁宁. 农田水利工程设计中的渠道设计与施工管理[J]. 当代农机, 2023, (03): 44-45.
- [3] 冉小丽. 浅谈农田水利工程中的渠道设计与施工管理[J]. 新农业, 2022, (04): 91.
- [4] 赵金宏. 农田水利工程中的渠道设计与施工管理路径探索[J]. 农业科技与信息, 2022, (03): 85-87.
- [5] 姜楠, 张芳, 李欢, 等. 农田水利工程设计中的渠道设计与施工管理[J]. 南方农业, 2021, 15 (21): 200-201.