

基于水利设计标准的水库渠道设计

王 盟

信阳市水利勘测设计院 河南 信阳 464000

摘 要：本文聚焦于基于水利设计标准的水库渠道设计，阐述了水库渠道的基本概念、功能及其在水资源管理中的重要性。文章重点讨论了在设计过程中需遵循的安全性、经济性、可持续性和适应性原则，并深入分析了渠道布局规划、结构材料与选型、跌水设计、排水与防洪措施等关键设计要素。通过本研究，旨在为水库渠道设计提供一套科学、合理的方法论，确保渠道工程安全高效运行，促进水资源合理利用与保护。

关键词：水利设计标准；水库渠道；设计要点

引言：水库渠道作为水资源管理与调配的重要基础设施，其设计直接关系到水资源的有效利用与区域经济发展。基于水利设计标准的水库渠道设计，旨在确保渠道在安全、经济、环保的前提下，满足农业灌溉、防洪排涝等多元需求。本文通过分析水利设计标准在渠道设计中的应用，探讨如何优化渠道布局、结构选型及附属设施设计，以期水库渠道的科学规划与实施提供理论指导与实践参考。

1 水库渠道设计概述

1.1 水库渠道的定义与功能

1.1.1 水库渠道的基本概念

水库渠道是连接水库与用水区域的人工水利工程设施，由输水渠、节制闸、分水闸等部分构成，以土、混凝土、浆砌石等为主要建筑材料。它借助地形坡度或动力设备，实现水资源的定向输送，是沟通水库蓄水与终端用水的关键纽带，能根据实际需求灵活调控输水流量与方向。

1.1.2 水库渠道在水资源管理中的作用

在水资源管理中，水库渠道作用重大。它可将水库储存的水资源输送到缺水区域，缓解水资源空间分布不均的问题；在汛期可分流水库超额水量，降低溃坝风险；非汛期则能集中输送水资源，保障各行业稳定用水，同时为水资源调配、计量和监测提供基础，助力实现水资源的科学管理与合理分配。

1.2 水库渠道设计的必要性

（1）调节水资源分布。我国水资源时空分布极不平衡，雨季与旱季、南方与北方水量差异显著。通过科学设计水库渠道，可实现跨区域、跨时段的水资源调配，把丰水期和丰水地区的水资源输送到缺水时段和区域，有效平衡水资源供需，减少旱涝灾害造成的损失。（2）满足农业生产需求。农业是用水大户，对水资源的稳定

性要求高。合理设计的水库渠道能为农田灌溉提供稳定水源，确保农作物在不同生长阶段获得充足水分。同时，可通过控制输水速度和水量，适应不同作物的灌溉需求，提升农业生产的抗风险能力，保障粮食产量稳定。（3）提升水资源利用率。未经设计的输水系统易出现渗漏、蒸发等问题，造成水资源浪费。水库渠道设计通过优化线路走向、采用防渗材料、设置合理的输水坡度等，能最大限度减少水资源损耗。此外，结合分水设施实现精准供水，避免水资源闲置或过度使用，显著提高水资源的综合利用效率。

2 水利设计标准在水库渠道设计中的应用原则

2.1 安全性原则

（1）防止灾害事故发生。设计需以水利安全标准为底线，通过结构力学计算确保渠道边坡、堤岸的稳定性，采用防渗技术避免渗漏引发管涌。对高落差段设置消能设施，降低水流冲刷力，同时安装自动化监测设备，实时捕捉水位异常、结构变形等风险信号，从技术层面筑牢灾害防控防线。（2）保护人身财产安全。沿渠设置防护围栏与警示标识，明确危险区域边界。靠近居民区的闸阀等设施需配备安全锁具和应急关停系统，防止误操作。防洪设计需覆盖百年一遇洪水标准，确保极端天气下渠道不溃堤，避免洪水淹没农田、村镇，切实守护周边群众生命财产^[1]。

2.2 经济性原则

（1）考虑工程全周期成本。建设阶段优化土方平衡，减少外运弃土和外购填方量；运行阶段采用变频水泵等节能设备，降低电费支出；维护阶段选用易更换的预制构件，如混凝土渠板采用榫卯连接，便于局部修补。通过全周期成本核算，避免仅追求低价建设而导致后期维护费用激增。（2）合理选择设计要素。布局沿现有沟渠走向优化，减少跨铁路、公路的交叉工程；规模

按灌溉高峰期需水量加10%富余量确定,避免盲目扩容;材料优先选用当地砂卵石、块石等,远距离运输的钢筋、水泥控制用量;设备选型对比不同品牌的性价比,优先选择售后服务覆盖区域的产品。

2.3 可持续性原则

(1) 保护水资源与环境。渠道线路避开饮用水源保护区和生态公益林,穿越农田区采用埋涵方式减少耕地占用。施工期设置沉淀池处理泥浆水,完工后对取土场进行植被恢复。运行中通过衬砌防渗将渗漏率控制在6%以内,避免地下水过度补给或疏干,维持沿线生态系统平衡。(2) 采用节水、节能、减排措施。配套建设量水设施实现精准灌溉,推广渠道与滴灌结合的节水模式;利用渠道跌水势能安装小型水力发电机,为监测设备供电;在渠道末端建设人工湿地,净化农田退水中的氮磷元素后再排入河道。

2.4 适应性原则

(1) 适应未来变化。设计预留20%的输水能力,应对城镇化进程中的用水增长;按未来50年气温上升趋势,提高渠道混凝土抗冻等级;结合农业产业升级规划,在经济作物区预留加压灌溉接口,满足高效农业用水需求。(2) 确保工程动态适配。采用模块化闸阀设计,可根据用水结构变化调整分水比例;渠堤采用复式断面,便于后期拓宽;建立渠道数字化管理系统,通过远程调控适应灌溉制度调整,保证工程在长期使用中始终具备安全运行能力和功能灵活性。

3 基于水利设计标准的水库渠道设计要点

3.1 渠道布局与规模设计

(1) 根据灌溉用水效益最大化原则设计。灌溉用水效益最大化是渠道布局与规模设计的核心准则。在布局上,需通过实地勘察确定农田分布、作物类型及需求规律,采用树枝状或网状布局,让渠道覆盖范围与灌溉区域精准匹配,缩短输水距离以减少损耗。规模设计要结合灌溉面积、作物单位面积用水量及轮灌制度,计算设计流量。例如,针对高附加值经济作物种植区,可适当加密支渠和斗渠,提高输水效率;对于大田作物区,合理控制渠道密度,避免过度建设增加成本,实现单位水资源产出效益最大化^[2]。(2) 结合当地发展规划及水库预期目标。渠道设计需与当地长期发展规划和水库预期目标紧密衔接。若区域规划未来扩大灌溉面积或发展节水农业,渠道规模应预留拓展空间,如加大主干渠设计流量、采用可升级的衬砌结构。水库若以灌溉为主兼顾防洪,渠道布局要考虑汛期泄洪通道与灌溉输水的协调,避免功能冲突。同时,结合城镇化进程,避开规划

建设用地,减少后期改造成本,确保渠道在水库运行周期内持续发挥作用,与区域发展同步推进。

3.2 渠道结构与材料选择

(1) 选择适宜的结构形式与材料。渠道结构形式需根据地形、地质条件及输水要求确定。平原地区地势平缓,可采用梯形断面明渠,便于施工和维护;山丘地区坡度较大,宜选用矩形或U形断面,并增设挡土墙防止边坡坍塌。材料选择需因地制宜,土质较好的区域可采用土渠,成本低但需定期清淤;沙质土壤区需采用浆砌石或混凝土衬砌,增强稳定性。对于高水头、大流量的主干渠,可选用钢筋混凝土预制构件,提升结构强度,确保输水安全。(2) 考虑材料的耐久性、防渗性和施工便捷性。材料的耐久性是渠道长期稳定运行的基础,需抵抗水流冲刷、土壤侵蚀及冻融循环等影响,寒冷地区优先选择抗冻性强的引气混凝土,盐碱地选用耐腐蚀的玻璃钢材料。防渗性直接影响水资源利用率,复合土工膜、沥青混凝土等材料防渗效果显著,可将渗漏损失控制在5%以内。施工便捷性关乎建设周期和成本,预制混凝土板、浆砌石等材料运输方便、施工工艺成熟,适合工期紧张的项目;现场浇筑混凝土虽防渗性好,但对施工技术和设备要求高,需结合实际条件权衡选择。

3.3 跌水设计

(1) 遵循数量多、跌差小原则。跌水设计需严格遵循数量多、跌差小的原则,以降低水流能量。在渠道落差较大的路段,将总落差分解为多个小跌差,每个跌差控制在0.5-2米范围内,通过增加跌水数量减少单个跌水的冲击力。例如,总落差10米的渠道,可设置5-10个跌水段,使水流在逐级跌落中平稳减速,避免因局部流速过大引发渠道冲刷。同时,合理布置跌水间距,结合渠道纵坡计算,确保水流状态过渡自然,符合水利设计中水力平稳的要求。(2) 减小水流落差,保护河道。跌水设计的核心目标之一是保护河道生态与结构安全。通过减小水流落差,降低下游河道的冲刷强度,防止河床下切、岸坡坍塌。跌水设施可采用消力池、消力槛等结构,促使水流形成漩涡消耗能量,使下游水流速度控制在安全范围内。对于连接天然河道的渠道出口,跌水设计需与河道水文特征匹配,避免因水流冲击改变河道形态,维护河道的自然功能和稳定性^[3]。

3.4 排水与防洪设计

(1) 结合排水与防洪需求。排水与防洪设计需统筹考虑渠道自身排水和区域防洪要求。在渠道沿线设置截水沟、排水沟等附属设施,及时排除地表径流和渠道渗水,防止积水浸泡渠堤导致坍塌。根据区域防洪标准,

确定渠道的防洪水位和泄洪能力,在地势低洼处增设溢洪道或泄洪闸,确保汛期能快速排出超额水量。同时,将渠道排水系统与区域排水管网衔接,形成完整的排水体系,提高整体防洪排涝效率。(2)减轻洪涝灾害对当地农业生产的影响。设计中需重点保障农业生产区域的防洪安全,渠道沿线的排水口应靠近农田低洼处,确保暴雨时能迅速排出田间积水,避免作物受淹。对于易受洪水威胁的农田,可在渠道外侧修建防洪堤,堤顶高程高于历史最高洪水位,并设置防汛通道便于应急抢险。此外,通过优化渠道纵坡和断面尺寸,增强行洪能力,减少洪水在农田区域的滞留时间,最大限度降低洪涝灾害造成的作物减产、土壤盐碱化等损失,保障农业生产的稳定性^[4]。

4 水库渠道设计中存在的问题与对策

4.1 设计不规范问题

(1)设计标准执行不严。部分水库渠道设计存在对水利行业标准重视不足的问题,如未按规范要求进行水文计算,导致渠道流量与实际需水不匹配;忽略地质勘察数据,盲目套用通用设计方案,引发边坡失稳、地基沉降等隐患。有的设计为压缩成本,擅自降低防渗等级或结构安全系数,使工程运行后出现渗漏、坍塌等问题,不仅影响输水效率,还增加后期维修成本。(2)提高设计人员的专业水平和规范意识。针对设计不规范问题,需加强设计人员的专业培训,定期组织学习最新水利设计标准和规范,通过案例分析强化对违规设计风险的认知。建立设计质量考核制度,将标准执行情况纳入绩效考核,对出现重大疏漏的设计进行追责。同时,引入第三方审核机制,由资深专家对设计方案的合规性进行把关,确保每个环节都符合行业规范,从源头提升设计质量。

4.2 跌水设计不合理问题

(1)缺乏精确测量与设计经验。跌水设计中,部分项目因未进行精准的地形测量,导致跌差计算误差过大,出现单个跌水落差超标现象,引发水流冲刷渠道底部和岸坡。设计人员经验不足也会造成问题,如未根据水流速度选择合适的消能结构,使跌水下游形成漩涡或回流,加剧渠道磨损,甚至引发局部坍塌,影响渠道整体稳定性。(2)加强现场勘测与设计审核。解决跌水设计问题需从基础勘测入手,采用无人机航测结合全站仪

实地放样,获取精确的地形数据,为跌差分配和位置选择提供依据。建立“老带新”的设计团队培养模式,由经验丰富的工程师指导新人,确保设计方案符合水力计算原理。此外,引入水力模型模拟软件,对跌水结构的消能效果进行预演,通过多方案对比优化设计,并经专家评审后再投入实施。

4.3 施工材料质量问题

(1)材料质量不达标。施工材料质量是影响渠道耐久性的关键因素,部分项目存在使用不合格材料的情况,如混凝土强度等级低于设计要求、防渗土工膜厚度不足、浆砌石块石强度不达标等。这些问题会导致渠道运行后出现裂缝、渗漏、结构变形等病害,缩短工程使用寿命,严重时可能引发安全事故。(2)严格材料质量检测与管理。为杜绝不合格材料入场,需建立全流程材料管控机制:材料采购前审核供应商资质,优先选择有信誉的生产厂家;进场时按规范进行抽样检测,如对混凝土试块进行抗压强度试验、对土工膜进行渗透系数测试,检测合格后方可使用。施工过程中实行材料台账管理,记录材料来源、批次及检测结果,确保可追溯。同时,监理单位加大巡查力度,对偷换材料、以次充好的行为严肃处理,从根本上保障材料质量。

结束语

综上所述,基于水利设计标准的水库渠道设计是一个复杂而系统的过程,它要求我们在确保工程安全性的基础上,兼顾经济性、可持续性和适应性。通过科学的布局规划、合理的结构选型及精心的细节设计,我们能够打造出既满足当前需求又适应未来发展的水库渠道系统。未来,随着科技的进步和理念的更新,我们有理由相信,水库渠道设计将更加智能化、绿色化,为水资源管理和区域经济发展作出更大贡献。

参考文献

- [1]叶云涛.基于水利设计标准的水库渠道设计[J].陕西水利,2021,(08):83-84.
- [2]高森林.水利设计标准下的水库渠道设计分析[J].建筑工程技术与设计,2020,(11):107-108.
- [3]向远.基于水利设计标准下的水库渠道设计[J].水能经济,2021,(13):146-147.
- [4]赵中烨.水库渠道在水利设计标准下的相应设计办法[J].建筑工程技术与设计,2020,(10):92-93.