

优化水利河道整治工程规划设计分析

陈 飞



[摘要] 随着城市快速发展及工农业生产的增长,河道环境变得越来越复杂,泥沙淤积、污染物排放、底泥淤积等问题日益严重,给生态环境及周边居民健康带来了巨大的压力。为了保护 and 改善河道环境,本文首先分析了当前水利河道整治工程中存在的问题,并论述了规划设计中存在的不足,包括缺乏对现有河道行洪能力评估、未考虑施工对生态环境的影响、堤顶高程设计不合理,以及排水系统容量计算不准确等问题。其次结合实际,提出借助科学的河道整治方法,用来提高工程的安全性和可靠性,确保水资源的合理利用和提高水灾、旱灾的防范能力,实现人与自然的和谐发展。

[关键词] 水利河道整治工程;洪水风险;生态环境;模块化设计

水利河道整治工程指的是为稳定河槽、缩小主槽游荡范围、改善河流边界条件及水流流态采取的工程措施。主要包括防洪排涝工程、开口堤的修建、堤防上设置溢洪堰等。现代社会对河道功能的要求不仅限于排水和防洪,还包括生态保护、景观美化以及水资源管理等多方面需求。因此,如何科学合理地规划设计,提高河道整治工程的综合效益,成为当前亟待解决的问题。水利河道整治工程规划设计需转变思路,将创新技术与传统方法相结合,以实现可持续发展,从而推动水利河道整治工程向更加智能、高效、环保的方向发展。

水利河道整治工程的作用

水利河道整治工程在现代社会中具有多重作用,其中最显著的功能是防洪减灾。合理的河道设计和治理,可以有效控制洪水流量,降低洪水对沿岸居民和基础设施的威胁。比如,修建堤坝、疏浚河道、建设蓄洪区等措施,能够在汛期来临时及时疏导和储存过量的雨水,从而减少洪涝灾害带来的损失。同时,河道整治工程有助于改善生态环境。现代整治工程更加注重生态保护和恢复,比如,在规划设计中融入自然元素,如护坡绿化、湿地恢复等,不仅可以增加生物多样性,还能改善水质,使得整个流域的生态系统更加健康和稳定。

从发展角度分析,河道整治还具有促进区域经济发展的作用。良好的水利基础设施可以提升土地利用效率,为农业灌溉提供稳定可靠的水源,从而提高农作物产量。同时,经过美化和功能优化后的河道及其周边环境也会吸引旅

业的发展,为地方经济发展注入新的活力。

水利河道整治工程规划设计中存在的问题

(一)缺乏对现有河道行洪能力评估

水利河道整治工程规划设计中,缺乏对现有河道行洪能力的评估,直接影响到工程的有效性和安全性。部分规划设计依赖于过时的数据或经验判断,而非基于当前实际情况进行科学评估。由于气候变化和城市化进程加速,河道的水文条件可能发生显著变化,例如,降雨模式、径流量等都可能改变。然而,如果不对这些变化进行详细分析,则无法准确预测洪水风险。同时,缺乏系统性的行洪能力评估极易导致设计方案的不合理。有些工程仅根据历史最大洪水记录进行设计,而没有考虑极端天气事件频率增加的趋势。这便在一定程度上会低估潜在风险,使得新建或改造的防洪设施在面临超标准洪水时失去作用。

(二)未考虑施工对生态环境的影响

水利河道整治工程规划设计中,未充分考虑施工对生态环境的影响。主要表现在两个方面。首先,施工过程中往往侧重于满足防洪需求,而忽略了自然生态系统的重要性。例如,为提高河道排水效率,部分项目会采取大规模清理植被、挖深拓宽等措施,不仅破坏了原有生物栖息地,还可能引发土壤侵蚀、水质恶化等次生环境问题。其次,施工过程中的噪声、废弃物处理不当也会对当地生态造成负面影响。部分项目中,由于缺乏严格监管和环保意识,建筑垃圾随意堆放或废弃物未经处理直接排入河流,使得周围生态系统受到污染。同时,大型机械设备运作产生的噪声和振

动，会干扰野生动物正常活动，导致部分敏感物种迁徙甚至消失。

(三)堤顶高程设计不合理

堤顶高程设计不合理是水利河道整治工程中的常见问题。规划设计中，如果在确定堤顶高程时，仅依据历史数据或短期观测结果，没有将未来气候变化因素纳入考量，极易导致传统标准下设定的堤顶高程无法应对突发性的大规模汛情，从而增大溃坝风险。同时，部分情况下为了满足某些特定用途(如农业灌溉、交通便利)，可能倾向于选择较低或较高标准，而不是基于真实需要进行精准调整。例如，在城市化快速推进背景下，为确保沿岸土地开发利用最大化，在一定程度上可能会无视实际风险，将堤坝设定在较低水平，从而提升土地使用效率，但这无疑留下了潜在灾害威胁。

(四)排水系统容量计算不准确

气候变化导致降雨模式的不确定性增加，加之城市化进程加速改变土地利用形态，使得传统计算方法显得力不从心。部分案例中，由于低估暴雨强度或频率，排水设施在高峰时期无法正常运作，容易引发城市内涝甚至更大范围洪灾。同时，不同区域间降雨分布差异较大，如果未能精准预测并纳入规划，将直接影响整个排水网络效率。

Q 优化水利河道整治工程规划设计的有效措施

(一)基于现有河道行洪能力，加强防洪规划

为科学进行水利河道整治工程的防洪规划，在规划设计中，应对现有河道的行洪能力进行评估和科学计算，以确保河道能够安全地承受极端天气条件下可能发生的最大洪水流量，避免因设计不当导致的溃坝或淹没风险。

实际规划设计中，先要对现场进行踏勘，并收集测量人员提供的河流纵断面图和控制断面的横断面数据。根据这些数据，确定治理河段的坡降、宽度及其他物理特征。如果该治理河段坡降相对较陡，而河床宽度总体变化不大，可以将治理终点断面与历史高水位线作为主要参考点，再使用曼宁公式来推求各控制断面的水位与流量关系。曼宁公式为：

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times R^{2/3} \times J^{1/2}$$

上述公式为标准曼宁公式，其中 Q 为流量(m^3/s)。 n 为河床糙率，根据实地查勘情况结合我国《天然河道、滩地糙率参考表》选取。例如，如果实测糙率为 0.030，则可代入计算。

A 为相应水位过水断面面积(m^2)，由横断面测量得出。 R 为水力半径，即 $R = A/X$ ，其中 X 是湿周(m)。 J 为水力坡降，可从纵断面图上直接测得或计算得到。以某控制断面为例，如果测得该处过水面积 $A = 50m^2$ ，湿周 $X = 20m$ ，

则水力半径 $R = 50/20 = 2.5m$ 。若该段的坡降 $J = 0.002$ ，代

入曼宁公式可得： $Q = \frac{1}{0.030} \times 50 \times (2.5)^{2/3} \times (0.002)^{1/2}$ ，经

过逐步计算各个参数可以精确求解出流量值。这一过程需对所有关键控制断面重复，以获得整个治理段内不同位置的行洪能力数据。此外，还需考虑沿岸建筑物如公路、房屋等设施对行洪能力可能造成的限制。在分析过程中，应将其纳入约束条件，以确保任何超标洪水都不会影响到这些结构。同时还需评估不同频率下可能出现的最高洪峰流量，以此验证设计方案能否满足实际需求。

按相关规范规定的洪水标准，结合河道现状来计算河道的洪水流量。如果河道河床距堤顶较矮，则应保证治理段河道在 $P = 20\%$ 的设计洪水频率下河道两岸的农田不被洪水淹没。为保证在洪水时两岸农田不被淹没，当发生 $P = 20\%$ 的洪水时，两岸局部农田如果参与过洪，洪水过洪时间不大于 3 天，淹没水深 0.5m 左右，以保障地区经济持续健康发展。

(二)基于施工环境影响，设计相应环境保护措施

为在水利河道整治工程中应对施工环境的影响，需要结合实际制定相应的环境保护措施，减少对周边生态和人类活动的负面影响，确保工程的可持续性。具体而言，需从水质保持和噪声防护两个主要方面入手，结合实际数据和方法进行设计。

水质保持方面，首先明确保护目标，即施工污水排放需符合《医疗机构水污染排放标准》(GB 18466—2005)中的二级标准。在施工期间，主要污染源包括施工机械维修清洗产生的含油废水和生产废水。如果这些废水未经妥善处理，会影响下游河道及地下水质量，从而威胁农村饮用水源。因此，对于施工机械产生的油污水，由于排放量通常较小，可以设置专门的收集设施来控制其流入自然水体。对于砂浆拌合过程中产生的碱性污水，应采用中和沉淀法进行处理。具体操作时，可使用工业硫酸或工业废酸调制酸性中和液，以达到中和效果。在此过程中，需要根据拌合站废水的 pH 值以及所用中和液浓度计算具体用量。此外，在条件允许的情况下，还可在周边建立结构较为简单的人工湿地作为污水处理系统的一部分。人工湿地结构如图 1 所示。

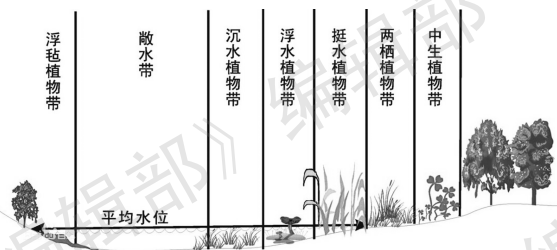


图 1 人工湿地结构

噪声防护设计上,先设定保护目标。工程施工区执行《中华人民共和国国家标准:声环境质量标准》(GB 3096—2008)2类标准,而交通干道两侧执行4类标准。施工区内噪声主要来源于土石方开挖、混凝土搅拌等机械设备,以及运输车辆。前者具有高强度、连续性的特点,对现场人员影响显著;后者由于流动性强,对附近居民造成潜在困扰。因此,采取多层次措施降低噪声污染。首先,为所有施工人员提供必要的个人防护设备,如耳塞或隔音头盔。其次,对于噪声较大的工种,如打桩作业,可实施轮班制以减少个体暴露时间。为进一步减少噪声影响,还需做好机械设备与运输车辆的定期维护与保养,以确保其运行平稳并降低运转噪声。当运输车辆穿行居住区时,应严格执行限速规定,并禁止鸣笛,以尽量减轻对居民正常生活节奏的干扰。这一系列措施,不仅需要严格管理,还需实时监测以保证其有效实施。

(三)结合实际需求,计算坝顶超高

坝顶超高设计不仅影响到工程的抗洪能力,还直接关系到周边环境和人群的安全。根据《堤防工程设计规范》(GB 50286—2013),生态河堤(如生态袋护坡)顶高程的计算公式为: $y=R+e+A$ 。

这个公式中, y 是需要计算的坝顶超高; R 表示最大波浪在堤坡上的爬高; e 是最大风壅水面高度; A 是安全加高值,为0.3m。首先需确定最大波浪在堤坡上的爬高 R 。这一参数主要取决于河流宽度、风速,以及水深等因素。比如,某段河流宽度为500m,风速达到20m/s时,根据经验公式: $R=0.032 \cdot U^2 / g^{1/2}$ 。

公式中的 U 为风速(20m/s), g 为重力加速度(9.81m/s^2)。代入数据进行计算,则有 $R=0.032 \cdot (20)^2 / (9.81)^{1/2} \approx 1.29\text{m}$ 。再计算最大风壅水面高度 e ,这与风速和迎风长度有关。如果迎风长度假设为1000m,同样采用经验公式: $e=0.0015 \cdot U^2 \cdot L^{1/2} / g$ 。

公式中 L 为迎风长度(1000m),其余与第三个公式相同。代入数据进行计算: $e=0.0015 \cdot (20)^2 \cdot (1000)^{1/2} / 9.81 \approx 0.61\text{m}$,最后,将这些结果代入原始公式来求得坝顶超高 y , $y=R+e+A=1.29+0.61+0.3=2.20\text{m}$ 。该例子中,可以明确地得到该段河道整治工程所需的坝顶超高为2.20m。这一数值确保了在20%洪水标准下,即便出现极端天气条件,也能够有效抵御波浪爬升和风引起的水位上升,从而保障堤防结构及其保护区域内的人群与财产安全。

(四)精确计算排水系统需求,调整系统容量预设值

随着城市化进程加快,地表不透水面积增加,雨水径流量显著上升。这种变化要求排水系统具备更高的处理能力,

以应对极端天气事件的挑战。对此,应计算排水需求,避免因超载导致的洪涝灾害,并合理规划工程投资。

某区域内,年平均降雨量为1200mm,其中一次暴雨事件可能产生50mm/h的降雨强度。具体可使用理查德公式计算瞬时径流量: $Q=C \times I \times A$ 。

公式中的 Q 为径流量(m^3/h), C 为径流系数(无量纲),取决于地面覆盖类型,例如,城市地区通常为0.8, I 为降雨强度(mm/h), A 为集水面积(m^2)。以 500000m^2 的城市区域为例,则瞬时径流量为: $Q=0.8 \times 50 \times 500000=20000000\text{L/h}=20000\text{m}^3/\text{h}$ 。在此基础上确定排水系统所需容量。如果目标是在24小时内将全部积水排除,则需要计算总排放体积: $V_t=Q_t-E$ 。

公式中的 V_t 为总排放体积(m^3), Q_t 为累计降雨产生的总径流量(m^3),即 $Q \times T_d$, E 为蒸发与渗透损失量(m^3),为方便计算取值为 500m^3 ,对于24小时暴雨事件,总径流量为: $Q_t=20000 \times 24=480000\text{m}^3$ 。因此,总需处理体积为: $V_t=480000-500=479500\text{m}^3$ 。最后,根据此结果调整系统容量预设值,比如管道直径、泵站功率等参数,以满足实际需求。

Q 结束语

本文分析了当前水利河道整治工程规划设计中的不足,并提出了相应的有效措施以提升其科学性和实用性。研究表明,加强洪水风险评估、基于施工环境影响,设计相应环境保护措施,结合实际需求,计算坝顶超高以及计算排水系统容量等,这些措施能够显著提高水利河道整治工程规划设计的合理性。未来,随着科技的发展,将有更多先进技术应用到水利河道整治中,如人工智能、大数据分析和物联网监测等。相关人员应积极学习并应用这些新技术,以实现更加智能化和可持续的河道治理,在提高工程效率的同时,更好地保护生态环境。

参考文献

- [1]池丹丹.水利工程中的排涝引水河道整治措施[J].工程技术研究,2023,8(22):220-222.
- [2]黄民玉.城市河道水环境综合整治设计与实践研究[J].云南水力发电,2023,39(03):32-36.
- [3]秦蕾.生态水利工程在河道整治上的应用[J].水利科技与经济,2021,27(12):69-72.

作者简介:

陈飞(1991—),男,汉族,贵州遵义人,本科,工程师,贵阳市水务环境集团有限公司,研究方向:水利水电工程。