水利工程设计中的水土保持设计

靳　凯

鄂尔多斯市景正工程设计服务有限公司　内蒙古　鄂尔多斯　017000

摘　要：水利工程施工建设，会改变区域原有水文地貌形态与土壤结构，容易产生水土流失问题，进而影响工程长期运行效果，也会破坏区域生态平衡。文章结合工程场地水土环境特点，从水利工程整体设计环节出发，分析工程建设造成水土流失的主要原因，梳理水土保持设计的思路与技术方法，细化各工程单元水土管控方案，优化配套设计模式，以此降低工程建设对水土生态的干扰，达成工程建设与生态保护协同发展的效果。

关键词：水利工程；工程设计；水土保持；生态扰动；水土管控

引言：水利工程能够调配区域水资源，也可以调整局部水文格局，工程施工和设施布设，会破坏原有地表覆盖、土体结构以及水系连通状态，从而出现土体裸露、水流冲刷、泥沙移动等水土失衡问题。水土保持设计属于水利工程设计的重要内容，侧重从源头管控水土扰动，文章结合场地水土变化特征展开系统研究，为降低工程生态干扰、提升工程运行质量提供参考。

1 水利工程建设对区域水土环境的扰动特征

水利工程开展场地平整、基坑开挖、坡面修整、水系调整等施工工序时，会直接改动区域原本的水土空间形态，也会打破土壤圈层和水文系统的平衡状态，进而产生各类水土流失隐患，这类人为扰动具备持续存在、区域集中、多层叠加的特点。施工剥离地表植被以后，裸露的土体缺少防护束缚，土壤整体结构会变得松散，抵抗水流、风力冲刷的能力明显降低；工程开挖形成的高低坡面，能够改变地表水流的原本走向和流动速度，聚集后的水流会反复冲刷坡面，慢慢造成表层土体脱落、坡面冲刷沟槽发育等水土损坏现象。除此之外，工程填土施工会改变场地原有地形高度和土体堆积状态，压实不均匀、孔隙较多的填土结构稳定性偏弱，在水文循环的影响下，容易出现土体沉降、滑移以及泥沙流失的情况；各类水系改造作业，会改变局部水流动力特性，软化水岸周边土体，诱发边坡水土流失与坍塌问题，逐步破坏区域整体水土生态条件[1]。

2 水利工程水土保持设计的核心逻辑与适配体系

2.1 水土保持设计的核心逻辑

水土保持设计的整体思路，主要包含降低扰动、稳固土体、疏导径流、修复生态四个关键方向，该设计依托工程前期方案优化，能够从根源上减轻施工活动对水土体系的破坏影响。降低扰动的方式，是对工程选址和平面布置进行合理调整，避开水土环境脆弱的区域，缩减土方开挖、植被清理以及水系改造的施工范围，较好保留场地原有水土结构和地表覆盖状态，从源头降低水土流失的发生几率。土体稳固工作，主要针对施工开挖、填土形成的松散土体和裸露坡面，通过适配的结构设计，改善土体孔隙构造与受力情况，提升土体整体稳定性，减少土体滑落、脱落以及泥沙流失的现象。径流疏导可以结合场地水文条件，优化地表排水设施，分散水流冲刷力度，减弱水力侵蚀带来的土体损伤；生态修复能够依据施工扰动后的场地状态，布置适配的生态防护设施，重建地表固持结构，促进受损水土环境自主恢复。四项内容相互联动、逐层推进，形成全流程水土管控模式，有效改善传统水土防护设计零散、滞后的问题。

2.2 水土保持设计的空间适配体系

水利工程的各个功能区块，会产生不一样的水土扰动形式，扰动的严重程度也存在较大差别，所以水土保持设计需要搭建分区适配的空间体系，以此实现精细化的水土防护管理。工程主体建设区域多存在土体结构改动、地形重塑等情况，水土流失隐患更为集中，扰动强度也更高，设计工作会重点做好土体稳固与水流消能处理，通过结构优化消除不稳定的裸露土体，以此阻断水力侵蚀的发展路径。施工辅助区域大多出现植被清除、表层土体松散的问题，整体以浅层水土侵蚀为主，设计一般侧重表层土体的固定防护，搭配临时防护措施，以此防控施工阶段的突发性水土流失。水系周边区域容易受水流动力变动、土体浸水软化的影响，普遍存在岸

坡冲刷、河道积沙等问题，设计会通过调整水流管控结构，进一步稳固水岸土体状态。生态缓冲区域的扰动程度偏低，设计以生态修复和水土养护为核心，搭建生态防护屏障，减缓工程建设对周边生态的叠加影响，这种分区设计模式，能够适配不同区域的水土损伤特点，规避同质化设计带来的防护漏洞与资源浪费，有效提升水土保持设计的适配精度[2]。

2.3 水土保持设计的时序适配体系

水利工程从前期筹备、施工建设到后期运维的完整过程中，水土扰动问题会呈现出明显的阶段性特点，水土保持设计可以搭配时序适配体系，完成全周期的水土防护管控。工程规划设计阶段的工作重心为前置防控，能够通过优化工程选址、调整整体布局、匹配建设规模的方式，提前规避高强度的水土扰动问题，为区域水土生态保护打下基础；工程施工阶段主要开展动态化防护管控，针对施工产生的临时开挖坡面、填筑土体以及裸露场地，布置对应的临时防护结构，以此处理施工期间突发且强度较高的水土流失隐患。

工程竣工后的运维阶段，重点在于维持水土状态稳定和修复受损生态，完善各类永久性水土保持设施，修复施工扰动区域的地表生态环境，帮助区域水土系统逐步恢复原本的稳定状态。这种时序化设计模式，能够弥补传统水土防护重后期、轻前期的短板，形成工程全生命周期的闭环水土管控，让防护设计和工程建设进度相互匹配，切实提升各个施工阶段水土防护的实际效果。

3 水利工程水土保持专项设计关键技术与实施路径

3.1 工程选址与平面布局的水土优化设计

工程选址与平面布局优化，是水土保持前期防控的关键环节，能够直接影响工程水土扰动的整体范围和分布情况，也可以有效减轻后续水土防护工作的施工压力。开展工程选址工作时，需要全面勘察场地的土壤特性、土层厚度、坡面坡度、水文变化规律以及原有植被分布情况，主动避开陡坡、松散砂层、水系交汇带及生态薄弱等容易出现水土流失的区域。对于土质松散、抗冲刷能力较差的场地，可适当调整工程线路和建设位置，减少大范围的土方开挖和地形改造作业；对于坡度偏大的区域，可避开大规模填土和削坡施工，防止坡面土体失稳，造成持续性的水土侵蚀问题。

平面布局设计会遵循低扰动的基础原则，紧凑排布主体建筑、施工场地及通行通道等功能区域，以此缩小地表扰动范围，更好保留场地原本的地表覆盖和水土结构。合理调整区块之间的高差，减少大规模土方调动和填挖交替施工，降低土方转运过程中土体裸露松散带来的水土流失风险；构筑物布置会贴合场地自然地形，顺着原有地表水流走向和水系连通特点搭建，避免人工强行改坡、截流造成的水文失衡和土体冲刷问题。前期的选址与布局优化，能够从源头减少工程水土扰动总量，减轻后续专项水土设施的布设压力，让水土管控工作更加高效、经济[3]。

3.2 坡面水土保持结构优化设计

各类人工坡面是水利工程中水土流失最容易发生的区域，开挖坡面、填筑坡面以及水岸边坡，都会在土体结构受损、表层缺少防护、水流集中冲刷的共同作用下，出现表层脱落、坡面冲沟、土体坍塌等水土损坏现象，所以坡面结构优化也是水土保持专项设计的重要组成部分。坡面设计的主要目的，是改良坡面整体形态，增强土体稳定性能，减轻水流冲刷带来的破坏，设计可以舍弃传统单一的平直坡面形式，改用阶梯式、缓坡式的复合坡面结构，适当调整坡面坡度和坡面长度，以此减缓坡面水流的流动速度，降低水力侵蚀的破坏强度。

坚硬的开挖坡面可结合土体力学特点开展修整作业，清理坡面松散浮土和破碎土体，规整坡面整体轮廓，提升土体的整体完整性，避免局部土体脱落造成点状水土流失；松软的填筑坡面可优化分层填筑和压实工艺，均匀把控土体压实程度，减少土体内部的空隙与受力不均问题，有效提升坡面土体的抗冲刷、抗剪切能力。坡面可搭配分层排布的导水、消能设施，对集中水流进行分层疏导，削弱纵向水流的冲刷作用，同时采用软硬结合的防护方式，硬质结构稳固深层土体，生态结构防护表层水土，能够有效解决人工坡面的失稳问题，阻断坡面水土流失的主要传播路径。

3.3 地表径流调控水土保持设计

地表水流的无序流动和集中冲刷，是造成水利工程区域水土流失的主要动力诱因，径流调控水土保持设计，会通过重新搭建场地水流疏导体系，调整地表水流的分布状态、流动速度和行进方向，做到水流分流、稳流和动能消耗，能够从动力根源上抑制水土侵蚀的发展。该设计会遵循顺势疏导、分层消能、全域覆盖的基本思路，结合工程场地整体的地形走势，搭建主次搭配、分层布置的水流导排网络，让施工扰动区域的地表水流水流可以得到有序管控。工程平台、平整场地等平缓区域，可布置网状浅沟排水结构，细化水流分流单元，分散单股水流的流量，减少水流聚集形成的强力冲刷；场地高差过渡带、坡面底端等水流集中位置，可增

设缓冲消能设施，消耗水流自带的冲击力，降低水流对地表土体的冲刷损伤。水系周边的施工区域，会优化岸边水流汇入结构，放缓地表水流入河的速度，减轻汇流对岸边土体的冲刷作用，也能减少泥沙进入河道，缓解水系淤积的情况。径流调控设计还会适配丰水期与枯水期的水文差异，丰水期侧重快速排水、消耗水流能量，抵御暴雨引发的高强度水土侵蚀，枯水期则维持表层土体湿度，避免土体干裂松散产生风力侵蚀，整套排水结构可和工程整体排水系统相互衔接，维持区域水流与土体结构的动态稳定[4]。

3.4 填筑与开挖区域水土稳固设计

水利工程的土方开挖与填筑作业，会直接改变场地原有土体结构，开挖产生的临空土体，还有填筑形成的松散堆积土体，都会产生较高的水土流失隐患，所以需要针对性开展土体稳固专项设计，以此提升人工改造土体的整体稳定性。开挖施工可结合现场土层分布、土体力学特性，合理调整分层开挖厚度和施工轮廓，避免过度开挖、无序施工破坏周边土体的完整结构，减少土体松动和裂缝生成，同时对开挖基底和边坡做精细化修整，填补土体缝隙、平整松散表层，降低渗水、土体脱落带来的水土损耗。填筑施工会优选适配性较好的填土材料，舍弃固结性弱、砂含量过高的土质，搭配合理的分层压实工艺，均匀压实填土结构，缩小土体孔隙，减轻雨水、积水对土体的侵蚀破坏。填挖交接位置可优化衔接结构，消除土体结构差异带来的不稳定问题，施工临时扰动区域也可搭配临时固持防护手段，全方位提升改造土体的抗冲刷、抗滑移能力，稳固场地水土基础。

3.5 生态型水土保持配套设计

生态型水土保持配套设计可以和工程类防护结构相互配合，工程防护主要用于短期内的土体稳定防护，生态配套设计则负责长期的水土生态养护和自主修复，两类防护方式能够共同组成完整的水土保持设计体系。该设计模式贴合区域原本的生态基础，不会随意引进外来植被，也不会进行过度的人工改造，主要依靠本土植被重塑地表固土体系，可以同时实现土体稳固和生态修复的双重效果。工程裸露坡面、场地边角以及水系缓冲地带，都可以布置适配的乡土植被，植被根系能够锚固、缠绕深层土体，起到加固结构的作用，表层植被也能截留雨水，减轻水流冲刷带来的水土侵蚀问题。土质贫瘠、修复难度较高的扰动区域，可通过表层土质调整、补充有机质等轻量化手段，优化植被生长的水土条件；水系岸坡区域可搭建水陆过渡防护结构，搭配湿生、陆生梯度植被，稳固岸边土体，维持水岸水土交换平衡。整体生态设计以低干扰、高适配、可自持为特点，依托人工辅助手段激活场地生态自愈能力，相比传统硬质防护，能够长期稳定水土结构，改善区域水文与土质条件，推动水土防护工作走向生态化、长效化[5]。

结束语：水土保持设计，是水利工程实现绿色建设、长期稳定运行的重要支撑，该设计内容也贯穿于水利工程设计的各个环节。文章分析了水利工程带来的水土扰动特点，搭建出适配性较强的水土保持设计体系，也细化了各类施工场景的专项设计方法。通过布局优化、结构管控、径流调节、土体加固以及生态改造等手段，能够有效减轻工程造成的水土干扰，稳定区域水土环境，后续还可继续完善水土适配设计方式，让工程结构和水土生态更好融合，保障水利工程的稳定长效运行。

参考文献

[1] 孙潇奕. 水利工程建筑物水土保持结构设计与优化策略研究 [J]. 现代工程科技,2025,4(18):53-56.

[2] 高艳珍, 徐艳霞. 水利工程建设中的水土保持工程设计 [J]. 工程建设与设计,2025(24):62-64.

[3] 彭璨. 水利工程水土保持中的生态护坡设计研究 [J]. 低碳世界,2025,15(2):31-33.

[4] 刘少青. 水利工程建设中的水土保持工作研究 [J]. 工程建设与设计,2026,(13):67-69.

[5] 陈际旭, 董璇. 水利工程建设中水土保持绿化灌溉设计 [J]. 水科学与工程技术,2025(2):52-53.