

水利工程中水闸设计的要点及注意事项分析

徐 俏

河北省水利水电勘测设计研究院集团有限公司 天津 300202

摘 要：水闸作为水利工程中调控水流的核心低水头建筑物，兼具挡水、泄水、引水等多重功能，对保障水利枢纽正常运行、防洪排涝、灌溉供水至关重要。本文结合水闸设计基础理论，系统分析选址布置、主体结构、防渗排水、地基处理等核心设计要点，重点阐述设计前期勘察、结构设计、设备选型及合规性等注意事项，兼顾安全性、经济性与耐久性，为水利工程水闸设计提供科学参考，助力提升水闸设计质量与长期运行稳定性。

关键词：水利工程；水闸设计；要点；注意事项

引言：水利工程是保障水资源合理利用、抵御水旱灾害的重要基础设施，水闸作为其中关键组成部分，其设计质量直接关系到工程整体效益与运行安全。当前，我国水利工程建设不断推进，不同区域水文、地质条件差异较大，对水闸设计的针对性、规范性提出更高要求。为解决设计中可能出现的沉降、渗漏、泄洪不足等问题，本文围绕水闸设计要点与注意事项展开详细分析，为工程设计实践提供理论支撑与实操指导。

1 水利工程水闸相关基础理论

1.1 水闸的定义与分类

(1) 水闸的核心定义：水闸是水利工程中用于控制和调节水流的低水头水工建筑物，通过闸门的启闭，实现对水位、流量的精准调控，广泛应用于江河、湖泊、水库、渠道等水利枢纽，是连接各类水利设施、保障水利工程正常运行的关键设施，兼具挡水、泄水、引水等多重功能。(2) 水闸的常见分类及适用场景：按功能可分为挡水闸、泄水闸、引水闸、分洪闸等；按闸室结构可分为开敞式水闸和封闭式水闸。挡水闸用于拦截水流、抬高水位，适用于水库、河道拦水工程；泄水闸用于宣泄多余洪水、降低水位，保障枢纽安全，多用于水库溢洪道、河道分洪段；引水闸用于从河道、水库引水至灌区或供水区域，适配灌溉、城市供水工程。

1.2 水闸的核心功能与作用

(1) 防洪排涝功能：这是水闸最核心的功能之一，汛期通过关闭闸门挡水，阻止洪水漫溢，保护沿岸城镇、农田和人民财产安全；非汛期开启闸门，排出区域内积水，缓解内涝压力，保障农业生产和居民生活正常秩序。(2) 灌溉供水功能：通过调控闸门开度，将江河、水库的水资源引入灌溉渠道，满足农田灌溉需求，同时可为沿线城镇、企业提供稳定的生产生活用水，保障水资源合理供给，助力农业发展和民生改善。(3) 航运与水资源

调配功能：在航运河道中，水闸可调节上下游水位差，使船舶顺利通行；同时可根据区域水资源分布情况，调配不同区域的水量，缓解水资源供需矛盾，实现水资源的高效利用^[1]。

1.3 水闸设计的核心原则

(1) 安全性原则：这是水闸设计的首要原则，需充分考虑水流冲击力、泥沙淤积、地震、风暴潮等自然因素，确保闸室、闸基、闸门等结构稳定，能够抵御各类极端工况，杜绝溃闸等安全事故发生。(2) 经济性原则：在保证安全和功能的前提下，优化设计方案，合理选用材料和施工工艺，减少工程量和投资成本，同时降低后期运行、维护费用，实现工程效益与经济效益的平衡。(3) 适用性与耐久性原则：设计需贴合工程实际需求，适配具体的水文、地质条件，满足防洪、灌溉、航运等核心功能；同时选用耐腐蚀、抗磨损的材料，做好防渗、防冲、防腐蚀处理，延长水闸使用寿命，确保长期稳定运行。

2 水利工程水闸设计的核心要点

2.1 水闸选址与布置设计要点

(1) 选址的核心要求与地质条件考量：选址需优先选择地势平坦、水流顺畅的区域，避开急弯、浅滩及地质不良地段，确保水流进出闸平稳，减少泥沙淤积和水流冲刷。地质条件需重点考量地基承载力、土层分布及地下水情况，优先选用密实的砂土、壤土等地基，避开软土、淤泥、断层破碎带，若无法避开，需提前制定针对性地基处理方案，防止后期闸体沉降、渗漏。(2) 水闸平面与竖向布置设计要点：平面布置需兼顾水流合理性与施工便利性，闸室轴线应与主流方向一致，减少水流偏斜产生的侧向压力；闸室宽度需根据设计流量计算确定，同时预留检修通道。竖向布置需合理确定闸顶高程，既要满足防洪挡水要求，又要兼顾通航、灌溉等功

能,闸底板高程需结合河床高程、泥沙淤积情况确定,确保泄水顺畅。(3)与周边水利设施的协调布置要点:需结合周边水库、渠道、泵站等水利设施的功能,明确水闸的衔接关系,确保水资源调配顺畅。若靠近桥梁、码头,需协调好水闸与建筑物的间距,避免相互影响;与灌区渠道衔接时,需设计过渡段,减少水流突变产生的冲刷,保障灌溉供水稳定^[2]。

2.2 水闸主体结构设计要点

(1) 闸室结构设计要点:闸室是水闸的核心受力部位,设计需满足强度、刚度和整体稳定性要求,根据受力特点合理划分闸室段长度,可采用整体式或分离式结构。闸底板需承受水流压力、地基反力及泥沙压力,需进行详细强度和抗裂验算,合理设置伸缩缝和沉降缝,缝体需采取可靠的止水措施,防止混凝土开裂渗漏;闸室侧墙需抵御侧向水压力和土压力,确保墙体平整、稳定,避免出现倾斜、裂缝等隐患。(2) 闸墩与胸墙设计要点:闸墩需承担闸门、启闭设备的重量及水流侧向压力,设计时需保证足够的强度、刚度和抗倾覆能力,其尺寸需结合闸门尺寸、启闭设备型号及受力情况确定,表面需做防冲、防渗、防腐处理。胸墙主要用于挡水、缩短闸门高度,需根据设计水位确定合理高度,结构需与闸墩、闸顶结构衔接紧密,预留检修和观测通道,同时做好缝体止水,防止渗漏影响水闸运行^[3]。(3) 闸门与启闭设备设计要点:闸门选型需结合设计流量、水位及运行工况,常用平板闸、弧形闸,材质优先选用耐腐蚀、抗磨损、强度高的钢材或钢筋混凝土,确保闸门关闭严密、启闭灵活、经久耐用。启闭设备需与闸门型号、重量精准匹配,根据启闭速度、控制要求选用卷扬式、螺杆式等设备,配备可靠的制动、限位、防护装置,确保运行安全;同时需设计设备安装和检修空间,便于后期运维。

2.3 水闸防渗与排水设计要点

(1) 防渗结构设计要点:防渗设计核心是阻断渗透通道、降低渗透压力,防止渗透破坏闸体和地基。常用防渗结构包括上游铺盖、闸底板齿墙、防渗帷幕及止水设施,铺盖需延伸至闸室上游河床一定距离,采用抗渗材料铺设,减少渗透坡降;齿墙设置在闸底板上下游边缘,嵌入地基一定深度,阻断浅层渗透通道;深层地基需设置防渗帷幕,通过注浆形成连续防渗层,降低渗透流量。(2) 排水系统布置与设计要点:排水系统用于排出地基和闸体内部的渗透水,降低地下水位,减少渗透压力,防止地基软化和闸体渗漏。需在闸室下游底板、侧墙设置排水孔,地基内铺设排水垫层和排水盲沟,将渗

透水汇集至集水井后排出;排水系统布置需与防渗结构协同配合,确保排水顺畅,同时设置反滤层,防止泥沙堵塞排水通道,影响排水效果^[4]。(3) 防渗排水材料的选择要点:防渗材料需选用抗渗性强、耐久性好、适配工程工况的材料,如沥青混凝土、土工膜、膨润土防水毯等,优先选用环保、易施工的材料;排水材料需选用透水性好、强度高、不易堵塞的材料,如碎石、卵石、土工织物等,材料性能需符合设计规范要求,兼顾经济性和实用性,确保防渗排水系统长期稳定发挥作用。

2.4 水闸地基处理设计要点

(1) 地基承载力验算要点:设计前需通过详细地质勘察确定地基承载力参数,验算地基在闸体自重、水压力、泥沙压力、地震荷载等各类荷载组合作用下的承载力,确保地基不会发生剪切破坏。若地基承载力不足,需及时采取针对性处理措施,同时验算地基抗滑稳定性,避免地基滑动导致闸体失稳,为地基处理设计提供科学依据。(2) 软土地基处理设计要点:软土地基具有承载力低、压缩性高、沉降量大的特点,需根据软土厚度、分布及工程要求,选用合适的处理方法。常用方法包括换填垫层法、夯实法、排水固结法、挤密桩法等,换填垫层法可采用砂土、碎石等优质材料替换软土,快速提高地基承载力;排水固结法通过设置排水井加速软土排水固结,减少后期沉降量,确保闸体稳定。(3) 地基沉降控制设计要点:需通过地质勘察和沉降计算,预测地基总沉降量和沉降速率,控制沉降量在允许范围内,避免沉降过大导致闸体开裂、闸门变形、止水失效。设计时需合理划分闸室结构,设置沉降缝,选用适配的地基处理方案,同时预留沉降余量,定期监测地基沉降情况,确保水闸长期稳定运行,满足各项功能要求。

3 水利工程水闸设计的注意事项

3.1 设计前期勘察注意事项

(1) 地质勘察的全面性与准确性注意事项:勘察需覆盖水闸选址、闸室、上下游连接段及配套设施全区域,避免遗漏不良地质地段,重点查明地基土层分布、承载力、渗透性及地下水位变化规律,精准判断断层、软土、淤泥等地质隐患,勘察数据需真实可靠,为地基处理、结构设计提供科学依据,杜绝因勘察疏漏导致后期闸体沉降、渗漏等问题。(2) 水文资料收集与分析注意事项:需全面收集设计区域多年来的降水、径流、洪水、泥沙等水文资料,涵盖极端洪水、枯水期等特殊工况,分析水文参数的变化规律,准确确定设计洪水流量、水位、泥沙含量等核心指标,避免因水文资料不全、分析偏差,导致水闸尺寸不足、泄洪能力不够等设计缺陷。(3) 周边

环境调研注意事项：调研需明确周边城镇、农田、交通设施、生态保护区的分布情况，评估水闸建设对周边环境、居民生活及生态系统的影响，避让文物保护单位、生态敏感区；同时摸清周边水利设施、供电、通信条件，为水闸施工、设备安装及后期运维提供便利，减少工程建设与周边环境的冲突。

3.2 结构设计中的注意事项

(1) 结构受力验算的注意事项：需全面考虑各类荷载组合，包括水压力、泥沙压力、闸体自重、地震荷载、风荷载等，对闸室、闸墩、闸底板等核心结构进行强度、刚度、稳定性验算，重点验算渗透压力、侧向推力对结构的影响，避免因受力验算不全面，导致结构开裂、失稳等安全隐患。(2) 混凝土施工相关设计注意事项：设计需结合施工工艺，合理确定混凝土强度等级、配合比及浇筑方式，预留伸缩缝、沉降缝，明确缝体防渗、止水措施，防止混凝土浇筑后出现裂缝、渗漏；同时考虑混凝土的养护要求，设计合理的养护方案，保障混凝土强度达标，提升结构耐久性。(3) 结构抗冻、抗冲设计注意事项：针对寒冷地区，需采取抗冻措施，选用抗冻性强的混凝土材料，增加混凝土密实度，避免冻融循环导致结构破损；对闸室上下游、河床等受水流冲刷部位，设计防冲槽、护坦、护坡等设施，选用抗磨损材料，减少水流冲刷对结构的破坏，延长水闸使用寿命^[5]。

3.3 设备选型与安装设计注意事项

(1) 闸门与启闭设备选型注意事项：设备选型需与水闸设计流量、水位、受力情况匹配，优先选用技术成熟、性能稳定、耐腐蚀、抗磨损的设备，兼顾经济性与实用性；避免盲目追求高端设备或选用不符合工况的设备，防止设备运行故障、使用寿命缩短，影响水闸正常运行。(2) 设备安装精度设计注意事项：设计需明确闸门、启闭设备的安装基准、精度要求，预留合理的安装误差范围，确保设备安装后启闭灵活、关闭严密，减少设备运行中的摩擦、卡顿；同时设计合理的安装空间，便于施工人员操作，保障安装质量。(3) 设备运维便利性设计注意事项：设计时需考虑后期设备检修、维护的便利性，预留检修通道、检修平台，设置设备吊装设施，便

于设备拆卸、维修；同时选用易损件易采购、维护成本低的设备，明确运维流程和技术要求，降低后期运维难度和成本。

3.4 设计合规性与规范性注意事项

(1) 相关设计规范遵循注意事项：设计需严格遵循《水闸设计规范》《水利水电工程结构设计规范》等国家及行业相关规范、标准，结合水闸工程等级、使用功能，确保设计内容符合规范要求，杜绝违规设计，避免因规范不符导致工程验收不合格、无法投入使用。(2) 设计文件完整性与审核注意事项：设计文件需完整齐全，涵盖勘察报告、设计说明书、施工图、计算书等全部内容，文件编制需规范、清晰，数据准确无误；设计完成后需经过多级审核，重点审核设计方案、受力验算、设备选型等核心内容，及时发现并整改设计缺陷，确保设计文件科学、合理、可行。

结束语

综上所述，水利工程水闸设计是一项系统性、综合性工程，需严格遵循安全、经济、适用、耐久的核心原则，精准把控选址布置、主体结构等核心要点，全面落实前期勘察、结构验算、设备选型等各项注意事项。合理的设计的不仅能保障水闸安全稳定运行，更能充分发挥其防洪、灌溉、水资源调配等功能。未来设计中，需结合工程实际优化方案，严格遵循行业规范，不断提升水闸设计水平，助力水利工程高质量发展。

参考文献

- [1]张强.对水利工程水闸施工技术的分析[J].内江科技,2022,43(10):22-23.
- [2]陈宇航.水利工程中水闸施工技术研究[J].水利科技与经济,2022,28(10):145-148.
- [3]许华勇.水利工程中水闸设计的要点及注意事项分析[J].陕西水利,2021,(3):202-206.
- [4]李晓东.水利工程中水闸施工的技术要点及其注意事项分析[J].水电站机电技术,2021,44 (03):92-94.
- [5]吴建伟.水利工程中水闸施工的技术要点及其注意事项探讨[J].居舍,2020,(24):83-84.