水利工程管理中水闸安全运行措施研究

卢慧慧　李　申
河南省人民胜利渠保障中心　河南　新乡　453000

摘　要：河湖工况转变、构件老化损耗以及外部环境扰动，会给水闸运行带来多重干扰，闸室结构损伤、机械装置故障、电气配套失效以及现场操作疏漏，都能够诱发运行层面的各类问题，本文围绕干扰来源、现存问题、过程管控手段以及实施路径展开叙述，梳理结构看护、设备运维、风险应对、状态监视的实操方向，对构件检修、作业执行、异常处置的具体方式作出阐释，为水闸现场运转管控提供可参照的处置思路。

关键词：水闸；安全运行；闸体结构；启闭设备；运行管控

引言：水闸承担河道挡水、泄流的关键职能，设施长期处在复杂水环境之中，持续经受水流冲刷、泥沙淤积以及温湿度交替变化带来的作用。各类构件会随运转时长逐步产生损耗，流域来水波动还会不断改变设施承受的荷载。现场运行环节潜藏不少不稳定因素，各类隐患逐步累积便会干扰设施正常发挥功能。正视水闸运转过程遭遇的现实难题，落实对应的管控手段，能够维持设施处在可靠的运转状态。

1 水闸运行过程中的现实干扰因素

1.1 水体环境变化带来的运行干扰

河湖水体含沙量会跟随季节更替发生改变，泥沙随水流抵达闸区，逐步在闸前、闸槽位置出现淤积。淤积物挤占过水通道，改变水流行进路径，增大闸门启闭需要克服的阻力。水体内部裹挟的杂质会撞击闸体表面，摩擦闸门面板与止水构件。水体含盐、含腐蚀性介质，会持续侵蚀混凝土面层与金属构件。水位出现升降波动，闸体结构反复承受水压荷载，荷载大小随水位起伏持续改变[1]。水流携带的漂浮杂草、生活垃圾容易缠绕闸门底缘，杂物长期浸泡会加速止水橡胶的腐蚀老化，还会改变闸槽局部流场，加剧边角位置的冲蚀破坏。水体环境产生的各类改变，持续对水闸整套作业体系形成干扰。

1.2 闸体结构及附属构件老化产生的不利影响

闸体混凝土结构长期浸泡在水体之内，还要承受水位反复变化带来的作用。表层混凝土逐步出现剥落，内部钢筋暴露之后会发生锈蚀。止水橡皮、埋件等附属构件持续承受挤压摩擦，会出现磨损、开裂。闸底板、闸墩内部会慢慢生成细微裂缝，裂缝在水压作用下进一步延展。工作桥、排架等上部构件暴露在露天环境，风吹日晒会加速构件损耗。昼夜温差带来的温度应力会加剧表层裂缝扩张，雨水渗入缝隙之后，低温环境下出现冻胀，进一步破坏混凝土内部密实度。构件发生损耗之后，挡水密闭性能、结构承载能力会出现下滑，给水闸实际作业埋下不利条件。

1.3 启闭设备长期作业积累的运行隐患

启闭机械承担闸门升降驱动任务，设备部件经过反复启停运转，传动部件会出现磨损。传动间隙逐步变大，部件之间配合精度出现下降。电气元器件长期处在潮湿的闸区环境，受潮之后会出现接触不稳。钢丝绳反复收放会产生断丝、锈蚀现象，直接改变设备作业可靠程度。限位装置、传动轴承等部件出现损耗，若没有得到及时处置，设备动作就会出现偏移。各类损耗不断堆积，会让启闭设备作业稳定性逐步下降。

1.4 外部工况变动对水闸作业状态带来的影响

流域来水条件出现改变，上下游水位差会随之拉大或者缩小。过大水位差会加重闸门承受的荷载，改变闸体受力分布。大风天气形成的浪涌反复拍打闸门面板，冲击荷载传递至闸体各个部位。汛期突发来水会迫使闸门快速调整开度，短时间工况转换会加重整套设施的作业负担。周边区域土壤环境发生改变，闸基周边会出现渗流条件变动。外部工况出现各类变动，都会直接作用于水闸，打乱原有稳定作业状态。

2 水闸安全运行面临的现实问题

2.1 闸室结构部位存在的运行隐患

闸室直接承受水压力、泥沙冲刷以及环境侵蚀多重作用。混凝土表层容易出现剥蚀、碳化，裂缝顺着闸墩、底板逐步延伸。止水构件出现磨损老化之后，挡水密闭效果下降，渗水顺着缝隙向外渗漏。闸槽位置堆积泥沙杂物，阻碍闸门正常起落。地基渗流条件发生改变，会引发局部渗透变形。工作桥、排架等上部构件，受外界环境侵蚀出现开裂缺损[2]。结构损伤不会快速显现，会随时间缓慢发展。问题积累到一定程度，会改变闸室原有受力状态，威胁整体挡水安全。

2.2 启闭机械装置作业存在的突出问题

启闭机械是实现闸门升降的核心载体。钢丝绳出现锈蚀断丝，滑轮、卷筒存在磨损，传动机构间隙超出合理范围。轴承润滑状态变差，运转过程产生异响，闸门升降动作出现卡顿。闸门吊点受力出现偏移，启闭过程发生卡阻。部分零部件出现损耗却没有得到处理，设备出力达不到实际作业需求。闸门升降限位出现偏移，无法精准约束闸门行程。机械部件的损耗会直接反映在闸门动作上，严重时会造成闸门无法完成开启或者关闭。

2.3 配套管路与电气控制部分的运行矛盾

闸区潮湿水汽弥漫，会对管路、电气部件形成持续侵蚀。排水、供油管路出现锈蚀，管壁产生破损渗漏。管路接头位置密封失效，油液、积水向外溢出。电缆线路外皮发生老化破损，绝缘性能出现衰减。控制元器件受潮，信号传输出现错乱，指令输出出现偏差。接线端子锈蚀松动，造成设备启停响应异常。管路堵塞、电气回路接触不良，会干扰整套装置指令传递，机械执行动作与调度要求出现偏差。

2.4 日常作业处置环节存在的疏漏点

现场作业开展过程中，部分操作没有贴合水闸实际工况。闸门升降操作没有把控开度变化节奏，开度调整过于急促，诱发闸区流态突变。部件检查只关注表面可视部位，忽略隐蔽位置的缺陷。缺陷识别不够细致，细小损伤得不到及时处置。调度操作前未核对上下游水位，盲目调整闸门状态。作业记录内容简略，无法完整还原设施真实运行状态。各类疏漏持续存在，小问题逐步演变为影响运行的故障，给水闸稳定运转埋下风险。

3 水闸运行阶段过程管控方式

3.1 闸体结构部位看护管控

对闸墩、底板、护坦、消能构件开展状态检查，重点留意混凝土表面出现的裂缝、剥落、冲蚀痕迹。观察伸缩缝与止水构件，查看缝隙位置是否存在渗水析出。检视护岸、海漫，判断构件是否发生松动、移位。水位出现升降变化后，加大闸基周边检查力度，留意土体有没有渗漏、管涌相关迹象。水流裹挟的杂物堆积在闸口周边，要及时清理干净，防止杂物挤压闸门构件。外界气温出现剧烈波动，重点排查温度变化引发的混凝土开裂[3]。发现结构表层产生损伤，记录损伤所处位置与形态特征。可借助简易测缝工具记录裂缝宽度变化，对比不同时段采集的数据，判断裂缝是否处于扩张阶段。损伤存在继续扩张的趋势，就要及时开展处置，阻止破坏向结构内部继续发展。

3.2 启闭机械装置作业管控手段

执行闸门升降之前，对启闭机械开展前置检查。查看钢丝绳外表，识别断丝、锈蚀、变形等问题。检查齿轮、轴承这类传动部件，确认润滑介质维持合理状态。传动部位传出异响，或是震动幅度超出正常范围，停止闸门操作，排查部件磨损根源。闸门升降全程，留意机械运转声响，判断闸门升降动作是否平稳。闸门运行至目标位置，核对限位部件反馈，确认闸门停驻位置满足作业要求。杜绝设备超负荷运转，不得强行驱动闸门克服卡阻完成启闭。闸门被杂物卡住，先清除外部阻碍，再启动启闭装置。观察钢丝绳排布状态，出现挤压、跳槽现象，立刻调整，避免钢丝绳局部受力集中产生损伤。机械部件出现磨损，依据实际损耗程度开展修整或更换，不让受损部件持续投入作业。

3.3 电气及辅助配套装置运维管控

电气装置长期处在潮湿水汽环境，水汽会侵蚀柜内元器件。查看配电柜、电缆线路，检查绝缘层是否老化破损，接线点位有没有过热痕迹。做好柜体防潮处理，减少水汽堆积造成元器件加速损耗。各类信号采集装置保持洁净，避免泥沙、积水干扰信号传输。备用供电装置定期启动试运，确保断电突发状况下能够投入工作。水位监测、开度采集这类辅助装置，核对实际输出状态，缩小数据偏差。装置输出出现异常，顺着线路与设备本体查找故障源头，完成对应修整。对电缆沟内部开展清理疏导，排走沟内积存积水，降低线缆浸泡受潮的概率。各类防护器件保持完好，电气装置不能在防护缺失的状态下投入运行。

3.4 水闸作业操作流程管控

水闸挡水、泄流作业遵照既定流程推进。作业启动前摸清上下游水位实际情况，明确本次作业需要实现的闸门开度目标。闸门启闭分步实施，把控升降速率，摒弃急速启闭的操作模式。需要大幅调整闸门开度，划分多个阶段完成动作，削弱水流突变对闸室结构带来的冲击。作业人员熟悉设备操作逻辑，不能随意打乱操作步骤。闸门操作全程做好运行记录，记下水位变化、闸门开度以及设备运行状态。工况条件发生改变，重新评估作业可行性，再开展后续闸门动作。记录内容补充设备异响、渗漏等直观现象，留存完整现场信息，方便后续故障溯源分析。操作过程出现异常，第一时间停止作业，排查清楚问题之后，再判断能否继续操作，规避不当操作带来的各类运行风险。

4 保障水闸安全运转的实施路径

4.1 水闸设备构件的检修维护处置

闸体与配套设备长期接触水流、泥沙以及潮湿空气，

各类损耗会随运行时间不断显现。混凝土表面出现剥落、裂缝，要及时开展缺陷处理。结合裂缝宽度、延伸范围，选用修补砂浆或者灌浆工艺进行修复，阻隔水体继续侵入结构内部。止水部件老化失效后，拆除旧件重新装配，恢复接缝位置密封效果。启闭机械拆解检修，清理传动部件内淤积泥沙，换掉磨损严重的齿轮与轴承[4]。钢丝绳断丝、锈蚀达到更换标准，直接完成替换。传动部位加注适配润滑介质，减轻部件之间摩擦损耗。电气柜体做好除尘防潮，换掉老化破损线缆，拧紧松动接线点位。闸门板面产生锈蚀，打磨锈蚀区域再涂刷防护涂层。检修全部结束后，仔细复核修复部位，确认修复质量能够适配现场运行，设备才可重新投入使用。

4.2 现场作业流程的规范执行

水闸各类操作动作直接作用于设备本体与河道水流，随意开展操作容易催生各类问题。针对闸门启闭、设备检修、现场清理，梳理出清晰可行的操作步骤。明确各项操作的实操要点，把控闸门升降速度与开度调整幅度。启动闸门启闭之前，核对上下游水位，确认闸区范围内没有人员停留。需要大幅度调整开度，拆解成多步小幅操作，降低水流冲击对闸体带来的影响。闸门被外来物体卡住，立刻停下操作，找到卡阻根源再继续作业。设备检修之前执行断电闭锁，切断动力来源，防止设备意外启动造成伤害。全部操作顺着既定步骤推进，不随意跳过作业环节。闭锁作业完成后开展二次确认，核对动力回路断开状态，规避误操作带来安全隐患。作业收尾核对设备实际工况，确认闸门停留位置、设备启停状态符合现场需要，完整留存作业相关记录。

4.3 各作业环节风险处置方式

检修、启闭、汛期泄流不同场景之下，现场会暴露出不一样的不稳定因素。针对不同作业场景梳理潜在风险，形成可行的处置思路。闸门启闭期间传出异响、震动明显加大，马上停机查找故障来源。闸区发生渗漏，土体显现渗透变形迹象，适度调低闸门挡水高度，减轻闸体承压，再着手处理缺陷。检修期间遭遇降雨，对电气器件做好防护，停止露天带电作业。泄流作业前清理闸口漂浮杂物，减少物体撞击闸门的情况。拆解设备构件开展检修，做好构件支撑固定，避免构件坠落磕碰损坏。河道水位快速上涨，优先守住挡水能力，搁置非紧急检修工作。风险处理完毕，复查现场实际状况，确认隐患彻底消除，水闸才能恢复正常运行。

4.4 运行过程状态监视与异常处置

水闸诸多故障不会瞬间爆发，大多会提前释放出各类可供识别的信号。日常运行期间，多角度留意闸体结构、启闭装置、电气系统的实际表现。查看闸墩、底板、消能设施外观，留意裂缝拓展、表层破损等情况。感受启闭机械运转声响与震动幅度，判断闸门升降过程是否平稳。留意电气设备发热情况，分辨接线过热、元器件异常升温等现象。收集上下游水位数据，掌握水位变化带来的荷载改变。观察闸区水流形态，分辨异常漩涡、局部冲刷等情况。捕捉到异常迹象，快速判断问题轻重程度[5]。程度较轻的缺陷做好记录，等待合适时机开展修复。问题已经干扰设备正常工作，迅速采取应对手段，遏制问题进一步恶化。异常处置结束后持续观察，确认不良现象不再复发，整套处置才算完成。

结束语

水闸安全运转牵涉结构状态、机械设备、电气配套以及现场操作多个层面，淤积侵蚀、构件损耗、工况变动都会对设施形成冲击。落实结构看护与设备检修，规范现场每一步作业行为，针对不同场景识别潜在风险并做好应对，持续跟踪设施呈现出的各类状态，及时化解已经显露的异常状况。把管控要求落实到设施运转的各个环节，减少故障出现概率，保障水闸挡水泄流作业平稳开展。

参考文献

[1]余杰.水利工程管理中水闸安全运行措施研究[J].水上安全,2026(4):136-138.

[2]林森.水利工程管理中水闸安全运行措施分析[J].水上安全,2025(3):173-175.

[3]于天晓.水利工程管理中水闸安全运行措施[J].水上安全,2023(13):176-178.

[4]蔡伟康.水利工程管理中水闸安全运行措施分析[J].建筑工程技术与设计,2025,13(36):151-153.

[5]金国磊,吴华欢,尹上.水利工程中水闸施工技术及管理措施分析[J].水电站机电技术,2023,46(5):96-98.