

水厂清水池抗浮设计与现场施工保障措施

王 刚

长江水利水电开发集团（湖北）有限公司 湖北 武汉 430015

摘 要：水厂清水池在建设与服务阶段易受地下水作用产生上浮病害，各类设计层面的细节缺陷会大幅降低池体抗浮能力，施工过程的工艺疏漏与管控缺位也会持续诱发结构安全隐患。本文系统梳理清水池抗浮荷载取值、结构构型、构造措施及防渗排水的设计短板，归纳现场施工成型、构件安装、管网布设及阶段性管控的常见问题，针对性制定分项施工保障方案，搭建覆盖施工全流程的质量管控体系，有效规避清水池上浮变形等质量问题。

关键词：清水池；抗浮设计；施工隐患；质量管控；防护措施

引言：清水池是水厂供水系统的重要水工构筑物，结构运行稳定性直接影响水厂供水体系的安全运转。地下水水位动态波动、基底积水渗压抬升等工况，都会对池体产生持续上浮作用力。多数清水池抗浮体系存在设计细化不足、施工落地不规范等问题，各类隐蔽隐患会逐步引发池体脱空、形变、开裂等病害。通过梳理抗浮设计与施工环节的各类薄弱问题，落实针对性施工保障手段，完善全流程管控模式，可有效提升清水池结构抗浮稳定性。

1 水厂清水池抗浮常见设计缺陷

1.1 抗浮荷载考量设计缺失

清水池抗浮设计开展过程中，荷载工况考量维度存在明显欠缺。设计工作侧重常规通水运行状态，对水池完全空置、检修排空等特殊工况的浮力作用规律研究不够深入。场地水文条件具备动态变化特性，地下水水位会随季节更替、降雨补给、周边施工活动产生波动。设计取值多采用固定参数，忽略短时强降雨引发的水位骤升、土体渗流积水等特殊场景^[1]。工况覆盖范围存在局限，浮力计算参数选取过于保守单一。有效抗浮安全储备无法充分预留，水位异常变动阶段容易打破池体受力平衡，诱发上浮风险。

1.2 主体结构抗浮构型缺陷

清水池整体结构构型规划存在不合理之处。底板厚度布设、侧壁形体设计、顶板结构规划未能围绕抗浮受力需求统筹优化。结构自重分配不够均匀，池体局部区域自重荷载偏弱，难以平衡地下水产生的向上浮力。整体刚度分布存在差异，结构受力传导路径不够顺畅。地下水浮力作用于池底时，受力无法均匀分散至整体结构，局部位置会集中承受向上作用力。结

构整体抗浮承载逻辑存在漏洞，池体抵抗上浮形变的能力存在明显短板。

1.3 抗浮构造措施设计漏洞

现阶段清水池常用的配重、锚固、排水减压等抗浮构造设计普遍存在细节疏漏。各类抗浮措施布设方式较为固化，未结合池体不同区段的受力差异调整布设方案。构件排布间距、布设范围、埋设深度规划缺乏针对性，部分池体边缘、转角、跨中区域未设置有效抗浮构造。构造衔接位置缺少补强设计，各类抗浮构件无法形成相互配合的整体防护模式。局部池段处于无防护状态，整体抗浮防护体系存在断裂点位，难以持续抵御地下水浮力的持续作用。

1.4 防渗排水配套设计不足

池体周边防渗封堵与导排水系统设计存在明显短板。地下水疏导通道整体规划缺乏系统性，水体排出路径规划杂乱。排水层级划分不够清晰，浅层积水、深层渗流水无法实现分级疏导。防渗封堵构造设计简单粗糙，池底基底、结构接缝、周边围护位置存在渗水通道。地下水可以持续渗入池底基底位置，不断累积基底水体压力。池体承受的上浮作用力持续增大，大幅提升结构上浮、变形、脱空的发生概率，影响水池整体运行稳定状态。

2 清水池抗浮相关现场施工隐患

2.1 池体结构施工成型隐患

清水池主体混凝土施工环节易出现多处工艺偏差。底板整体浇筑节奏把控无序，侧壁分层浇筑厚度把控失衡，振捣作业覆盖范围存在盲区。人工操作偏差会让混凝土内部留存大量孔隙与细微缝隙，整体成型密实度难

以达标。浇筑完成后的结构形体存在不规则缺陷,自身承载刚度无法匹配设计预设标准。自重分布失衡会破坏池体受力均衡状态,整体抵抗地下水浮力的能力随之衰减^[2]。结构整体稳定性持续弱化,地下水浮力作用下,池体更容易产生形变、脱空等结构性问题,埋下长期抗浮安全隐患。

2.2 抗浮构造施工落实隐患

各类专项抗浮结构施工过程中普遍存在施工精度不达标的问题。压重回填填筑厚度分层把控不严,填筑密实程度参差不齐。锚固构件钻孔深度未达到施工要求,注浆填充不够饱满,锚固端固定强度无法满足受力需求。抗浮桩基点位布设出现偏移,成孔质量、桩基埋深存在施工疏漏。多类抗浮构造施工偏差层层叠加,构件受力状态偏离设计预设要求。各类抗浮结构无法发挥预设承载效果,整体抗浮防护效能大幅削弱,难以有效抵消地下水向上作用力。

2.3 防渗排水设施施工隐患

防渗与排水配套设施施工工序落实普遍存在疏漏。池底防渗材料铺设过程中,搭接宽度把控不严,接缝封堵处理较为粗糙。各类拼接缝隙留存渗水通道,隔水防渗功能大幅下降。排水盲沟开挖线型杂乱,内部滤料填充疏密不均,容易出现淤积堵塞问题。导水管网布设缺乏规整规划,管路衔接存在错位、敞口等问题。水体疏导通路不畅通,地下水阻隔与导排能力持续弱化。基底渗水无法及时排出,积水长期滞留池底,逐步抬升池体基底水压,加剧上浮风险。

2.4 施工期工况管控隐患

清水池施工收尾、阶段性验收及试运行阶段会长期处于空池状态,此阶段抗浮管控工作容易出现缺位。施工现场降水作业缺少常态化管控机制,地下水位动态监测频次不足。基坑周边积水处置不够及时,积水持续下渗抬高基底水土压力。施工环节未针对空池工况制定专属防护手段,缺少临时压重、应急排水等防护举措。空池状态下结构自重无法平衡基底浮力,临时管控漏洞会让池体产生不均匀上浮、墙体微变形等质量问题,干扰工程整体施工质量。

3 清水池抗浮专项施工保障措施

3.1 池体结构施工质量保障

池体自身刚度与密实度是基础抗浮能力的核心依托,需对混凝土浇筑、分层振捣、后期养护等核心工序开展全流程工艺管控。合理规划整体浇筑顺序,根据池体底板、侧壁的结构特征定点布设振捣位置,调整振

捣频率与作业时长。严格把控分层浇筑厚度,杜绝单次浇筑厚度超标、振捣不到位等施工问题。及时处理浇筑过程中出现的表层气泡、表层疏松、细微裂缝等施工瑕疵,减少结构内部孔隙生成。全程规范养护作业流程,把控养护温度、养护时长及保湿条件,保障混凝土固化成型质量^[3]。稳定的施工工艺能够提升池体整体密实程度,让结构刚度与自重荷载满足设计标准,强化主体结构抵御地下水浮力的基础性能,从源头减少结构成型缺陷引发的抗浮隐患。

3.2 抗浮构造施工精准保障

各类抗浮构件的安装精度直接决定整体抗浮成效,需细化配重回填、锚固构件安装、抗浮桩基施工的作业流程,建立专项施工标准。施工前期做好现场点位放线定位工作,核对各类抗浮构件布设点位,修正前期放线偏差。严格管控锚固施工流程,规范钻孔作业孔径与深度,保证注浆填充饱满均匀,强化锚固构件与土体、池体结构的结合强度。有序开展配重分层填筑作业,逐层压实填筑材料,统一每层填筑压实标准。规范桩基成孔、清孔、灌注等全套工序,减少成孔偏差、灌注不密实等施工问题。精准化的施工管控能够提升各类抗浮构造施工精度,让抗浮构件与主体结构形成完整受力体系,稳定发挥抗浮承载作用。

3.3 防渗排水系统施工保障

地下水渗透与基底积水堆积是诱发池体上浮的主要诱因,需持续优化池底及周边防渗施工工艺,细化各关键工序操作标准。规范防渗材料搭接流程,统一搭接施工尺度,对接缝缝隙、结构转角、细部节点开展精细化封堵处理,阻断地下水渗透通道。重新梳理现场排水体系布局,规整排水盲沟开挖线型,调整内部滤料填充密度,规避后期淤积堵塞问题。科学布设导水管网,修正管路错位、接口敞口等问题,保证水体疏导通路通畅完整。完善分级排水构造体系,区分浅层渗水与深层地下水的疏导路径,提升场地整体导排效率。持续降低池底区域地下水富集程度,削减水体堆积产生的上浮压力。

3.4 施工阶段性抗浮动态保障

清水池施工周期内工况状态存在明显波动,空池静置、分段试水、现场检修等场景均存在独特抗浮风险,需分阶段落实动态管控策略。施工间歇阶段常态化开展现场降水作业,持续调控场地地下水位高度,削弱基底水体堆积带来的浮力影响。空池工况下适时布设临时压重措施,弥补池体自重荷载不足的短板,维持结构受力平衡。建立常态化水位巡查机制,动态掌握场地水文变

化情况,及时调整现场管控方式。针对性补齐阶段性施工管控漏洞,规避间歇施工、空载静置等特殊阶段产生的池体上浮、结构微变形等隐患,保障清水池施工全过程结构安全稳定。

4 清水池抗浮施工全过程管控体系

4.1 施工前期设计复核管控

施工筹备阶段的设计复核是把控抗浮安全的前置关键环节,需针对清水池专项抗浮设计内容开展全方位图纸核对与优化校验。逐一核对浮力荷载取值方式、池体结构整体构型、各类抗浮构件布设形式、防渗排水体系规划内容,排查设计内容存在的缺失与疏漏^[4]。深度开展现场场地踏勘工作,摸排区域地下水变化规律、场地土层分布状态、周边水文环境特征。结合现场实际工况调整设计细节,修正荷载工况覆盖不全、结构布局不合理、构造布设缺失等各类设计问题。提前梳理施工阶段可能出现的抗浮薄弱环节,针对性优化设计方案。阻断设计缺陷向下游施工环节传导,从工程建设源头控制各类上浮隐患生成,为现场标准化施工筑牢前期技术基础。

4.2 关键工序过程动态管控

清水池抗浮性能的稳定发挥,依托于各核心施工工序的规范落地,应对混凝土浇筑、构件安装、防渗铺设、排水布设等重点环节实施动态化质量管控。安排专职技术人员驻场跟进施工推进全程,紧盯各工序操作流程与工艺执行状态。常态化排查施工过程中出现的形体偏差、工艺疏漏、操作不规范等问题。早期发现的微小瑕疵与施工偏差需要及时整改修复,避免缺陷持续累积扩大。根据施工阶段变化调整管控重点,细化不同施工场景下的质量把控要点。约束现场粗放作业行为,保持各工序施工精度稳定达标,让每一项施工内容均可满足清水池抗浮建设的技术要求。

4.3 分项施工质量闭环管控

施工缺陷的累积留存会直接影响池体抗浮安全,清水池抗浮工程施工需配套完善的分项验收管理机制,明确各施工板块的核查内容、核验标准与验收流程。单类分项工程施工结束后,即刻启动专项质量核验工作。重点检查池体结构成型质量、抗浮构件安装精度、防渗封堵完整度以及排水体系通畅状态。全面排查结构脱空、构件偏移、防渗断点、排水堵塞等质量问题。核验不达标的施工段落需要制定专项整改方案,落实修复作业后

再次组织复检验收。所有施工问题必须完成整改销号,形成完整的质量管控闭环。杜绝各类隐蔽性缺陷留存于工程内部,持续压实各分项工程施工质量,保障整体抗浮体系完整可靠。

4.4 现场施工工艺标准化管控

施工现场工艺执行的规范性,直接决定清水池抗浮体系的成型质量,需统一各类抗浮施工作业要求,细化各分项施工对应的操作细则。系统梳理现场高频出现的不规范作业行为,针对各类工艺短板开展针对性纠偏整治。推行精细化作业模式,摒弃粗放式施工带来的质量弊端。定期组织一线施工人员开展技术交底与工艺培训,补足现场作业认知短板,规范实操流程。统一材料布设、构件安装、结构封堵、基坑排水等关键作业的施工尺度,减少人为操作失误引发的施工偏差^[5]。持续规范现场作业秩序,稳定工程施工质量输出,从工艺执行层面规避抗浮性能衰减问题,构建长效稳定的施工现场管控模式。

结束语

清水池抗浮安全问题源于设计细节疏漏与现场施工管控不到位,各类结构性、工艺性隐患会相互叠加,破坏池体受力平衡状态。通过针对性落实结构施工、抗浮构造、防渗排水及阶段性动态管控等保障手段,可有效修复施工质量缺陷,补齐抗浮体系的性能短板。全流程标准化管控体系的落地执行,能够规范各工序施工标准,减少人为工艺偏差,稳固清水池整体抗浮性能,提升水工构筑物建设质量与运行可靠性。

参考文献

- [1] 张园园,黄博.大型给水厂清水池结构设计探讨[J].低碳世界,2026,16(7):171-173.
- [2] 沙桐,白向斌,汪聪,等.沧州市区第二水厂叠合式清水池设计要点总结[J].工程建设与设计,2024(21):126-128.
- [3] 郑立安,柳文波.给水厂工程清水池的设计总结[J].供水技术,2022,16(1):50-53.
- [4] 田亚男.水厂清水池裂缝成因分析及综合防渗对策研究[J].中国建筑金属结构,2026,25(10):97-99.
- [5] 王琴.灵台县坷台水厂清水池施工方案与技术措施探讨[J].中国水运,2023(4):148-150.