

水工结构挡土墙设计要点分析

赵毓奇

长江勘测规划设计研究有限责任公司

摘要: 水工挡土墙可以提高水利工程结构稳定性和强度,还能够延长水利工程使用寿命。为了确保水工结构质量和安全性,挡土墙设计工作具有重要作用。本文分析了水工挡土墙结构要求,明确常见水工挡土墙类型,包括重力式水工挡土墙、加筋式水工挡土墙、锚固式水工挡土墙,并阐述具体的选型要点。在此基础上,从浸水荷载计算、浸水工况计算、墙身强度设计、水工挡土墙稳定性计算、水工挡土墙基底压力计算等方面,对具体设计要点展开详细的分析。通过挡土墙的科学设计,能够明确水工挡土墙结构的基本布置形式,有效预防水工结构发生边坡塌方、倒毁等情况。

关键词: 水利工程;水工挡土墙;设计优化

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.14.097

引言

在水工挡土墙前期设计及后期施工阶段,应灵活选择水工挡土墙结构形式,提高设计方案内容科学性及其可行性。秉持因地制宜理念,结合现场情况,加强方案内容审核及调整,以此提高水工挡土墙施工水平。除此之外,还应加强成本控制,强化水工挡土墙综合效益。

一、水工挡土墙结构要求

与传统建筑工程水工挡土墙结构相比,水利工程运行环境更为特殊,对水工挡土墙结构提出了新的要求,具体体现在以下几点。第一,水工挡土墙临水面要求。为使水工挡土墙结构与主体建筑岸墙相连接,营造良好水流条件,便于后续止水设置,应将水工挡土墙临水面设计为直立而,而重力式水工挡土墙墙背为俯斜式,悬臂式水工挡土墙墙背趋近直立。第二,水工挡土墙止水要求。一般情况下,水工挡土墙结构防渗要求更严格,应将可靠有效的止水装置设置在各段水工挡土墙缝之间,止水装置包括塑料止水及铜片止水等,使其与水平止水结构共同组成一个封闭之水系统。第三,水工挡土墙底板支撑要求。为达到过流标准、防冲标准与防渗标准,应将支撑结构设置在水工挡土墙前底板处,水工挡土墙前设置钢筋混凝土底板,水工挡土墙前支撑结构能够使水工挡土墙结构更加稳定。第四,水工挡土墙防冻胀要求。针对我国北方寒冷地区,水工挡土墙墙后冻胀性土回填过程中,当含水量大于起始冻胀含水量时,在地下水影响下,水工挡土墙墙后将产生大量的水平冻胀力。在水平冻胀力影响下,水工挡土墙结构极易受到损坏,且稳定性及强度也会随之下降。在前期设计及中期

施工阶段,应做好保温处理,或通过水土隔离的方法避免此类问题出现。第五,水工挡土墙高程要求。在水工挡土墙高程设计环节中,应明确墙前水位高度、风浪高度等多项要素。第六,水工挡土墙基础埋深要求。应结合地基结构、冻层深度、冲刷深度等多项要素,明确水工挡土墙基础埋深。

二、常见水工挡土墙种类

水工挡土墙不仅具备挡土功能,还能够将桥梁、水闸及隧洞等各类建筑结构相互连接,使水利建筑功能得以发挥,使施工效果达到验收要求。除此之外,水工挡土墙还具有防渗功能、导水功能及进出口岸墙功能等。在水工挡土墙设计期间,需结合水利工程建设要求及现场特点,科学选择水工挡土墙种类,以此提高水工挡土墙设计水平及施工水平。现阶段,常见水工挡土墙涵盖重力式水工挡土墙、加筋式水工挡土墙、锚固式水工挡土墙等,依托水工挡土墙结构可提高水利工程建设水平,强化水利工程经济效益与社会效益。

(一) 重力式水工挡土墙

重力式水工挡土墙是应用极为广泛的水工挡土墙形式,材料涵盖混凝土、石块等,具有极强的适用性,且大多不会配置钢筋,对地基结构的承载能力要求相对严格,墙体不可过高。现阶段,重力式水工挡土墙可划分为俯斜重力式水工挡土墙、竖直重力式水工挡土墙、俯斜重力式水工挡土墙等多种形式。

(二) 加筋式水工挡土墙

施工人员可将钢筋配置在水工挡土墙内部,以此提高拉应力效果,借助钢筋与土体之间的摩擦力,避免土体结构出现形变现象,使土体结构更加稳定安全。此外,加筋式水工挡土墙还有一定的柔性优势,可避免土地资源浪费,结构更加美观,应用成本更低。

(三) 锚固式水工挡土墙

锚固式水工挡土墙可借助锚杆与土体之间的摩擦力,提高土体结构稳定性。锚固式水工挡土墙结构更轻,施工成本更低。施工环节可使用现代施工技术,施工过程更加安全。但锚固式水工挡土墙对技术更严格,且会消耗大量的钢材。

三、水工挡土墙选型要点

(一) 重力式水工挡土墙选型要点

重力使水工挡土墙由石块等材料砌筑而成,但受石材开采因素及质量要求因素影响,水工挡土墙材料大多会选择混凝土。当重力式水工挡土墙建设完成后,可借

助自身重力低于土地带来的冲击。重力式水工挡土墙结构更加简单,施工快捷,施工材料获取难度低,应用十分广泛。在具体设计阶段,可结合墙背倾斜角度,将选择不同形式的重力式水工挡土墙。结合土体压力差异,应将重力式水工挡土墙设计成不同形式,以此提高最终施工水平。现阶段,俯斜重力式水工挡土墙应用作为广泛,竖直重力式水工挡土墙次之,俯斜式重力式水工挡土墙应用最少,究其原因主要是俯斜式重力式水工挡土墙施工更加复杂,在护坡施工中应用更为广泛,俯斜重力式水工挡土墙及竖直重力式水工挡土墙施工过程更加便捷,可满足多种工程建设要求。重力式水工挡土墙顶部宽度应保持在0.5m以上,底部宽度应维持在墙高1/2左右。针对墙高较小的施工部位,需做好重力式水工挡土墙底部宽度计算,避免墙体结构受到损坏。除此之外,在具体施工过程中,还应结合现场特征,提高底部结构稳定性,减少施工材料浪费,实现成本控制目标。

(二) 加筋式水工挡土墙

加筋式水工挡土墙与坡面为垂直状态或接近于垂直状态。在具体设计过程中,应在面板后指定范围之内布置钢筋材料,以此提高支撑效果。此外,还应给予基础结构问题足够重视,尽可能的降低外界因素对加筋式水工挡土墙施工质量产生的不利影响。加筋式水工挡土墙受力情况与使用寿命联系密切,在具体施工时,需做好现场环境勘察,以此科学选择加筋式水工挡土墙结构形式。

(三) 锚固式水工挡土墙

锚固式水工挡土墙是一种人工填土形成的支撑结构,是一种墙体后方的多层支撑。在具体施工阶段,可通过上下层的形式实施填土及压实。在填土过程中,施工人员需严格按照规范及要求展开作业。当挡土高度低于15m时,施工空间更大,施工条件可得到改善,结构稳定性及安全性更高。

四、水工挡土墙设计要点

在水工挡土墙设计工作展开前,应做好现场勘察及分析,结合水利工程建设要求,科学选择水工挡土墙结构形式及种类,明确水工挡土墙设计要点,提高水工挡土墙设计效果,保障施工安全,降低施工环节成本支出,提高施工效率。

(一) 浸水荷载计算

在水工挡土墙设计环节中,应做好浸水荷载计算。通常情况下,在自重荷载及水压力荷载计算过程中,可选择传统计算方法。但如水工挡土墙结构不同,则应结合实际采取针对性计算方法。例如,针对重力式水工挡土墙而言,可通过库伦土压力的方法进行计算。但如水工挡土墙结构为凸形折线,则计算过程更为繁琐复杂,

应区分上墙荷载土压力及下墙荷载土压力相互划分,随后分别实施计算。

(二) 浸水工况计算

在浸水工况计算计算过程中,应结合水工挡土墙浸水情况,做好针对性分析及计算。一般情况下,可将其划分为基本荷载及特殊荷载。在基本荷载计算过程中,需综合考量完工情况、蓄水位、洪水位。在特殊荷载计算过程中,需综合考量施工情况、排水情况、地震情况等。当水库水位或下游水位出现突然下降的情况时,需结合实际情况综合判断是否需要实施进水导流渠、水工挡土墙及消力池水工挡土墙的稳定性计算。

(三) 墙身强度设计

在水工挡土墙设计阶段,为提高水工挡土墙施工质量及效果,必须参考相关规范的规定对墙身强度进行初步设计。挡墙的稳定安全系数必须符合SL379-2007《水工挡土墙设计规范》的规定。挡土墙根据所在工程的整体等别确定挡土墙的建筑物级别后确定挡土墙计算时的安全稳定系数需要满足的要求。此外,为保证墙体结构满足当前设计要求,设计人员需结合对应计算公式,提高计算结果的真实性与准确性。通常情况下,可选择墙截面突变部位实施计算,例如墙底台阶截面位置等,以此降低水工挡土墙板面压力,使水工挡土墙结构更加稳定。

(四) 水工挡土墙稳定性计算

在水工挡土墙设计阶段,还应给予水工挡土墙稳定性计算足够重视,其中涵盖水工挡土墙倾覆计算及水工挡土墙抗滑移计算,通过这种方式提高水工挡土墙结构的稳定性及安全性。结合计算结果,科学调整水工挡土墙截面尺寸,以此提高水工挡土墙结构施工水平。在具体计算过程中,应将水工挡土墙所处区域地质条件、填土性能、施工材料、施工条件等多项信息作为参数。当数据初步确定后,再展开稳定性计算,通过这种方法提高计算结果的精准程度。除此之外,在计算工作实施过程中,还应给予软土地基结构计算足够重视。软土地基结构更为特殊,会对工程建设质量及水平造成直接的影响,如计算不当,将导致水工挡土墙结构后续出现沉降等质量问题,严重影响水工挡土墙结构安全及稳定性,使水工挡土墙结构受到严重的损坏。在具体计算工作实施过程中,应使水工挡土墙截面及底部宽度维持统一,以此提高稳定性计算精度,使水工挡土墙结构更加安全稳定。

(五) 水工挡土墙基底压力计算

在水工挡土墙设计时,设计人员还需做好基底压力计算,当明确水工挡土墙自重与土体压力后,结合基底压力线性特征与分布情况做好计算,确保基底结构承载

能力能够得到有效的提高。如基底压力计算不当,将会导致水工挡土墙结构稳定性下降,中心也会不断偏移,进而使施工效果受到直接影响。结合基底应力计算结果与现场地质勘察信息,分析水工挡土墙基础结构能否达到应力标准。如未达标准,则应做好地基结构处理。常见软土地基结构处理方法涵盖换填法、排水固接法、桩基础法等。提高墙体下方地基基础结构稳定性是确保水工挡土墙施工质量和使用安全的重要举措。

(六) 墙身构造设计

在水工挡土墙墙身构造设计阶段,应结合施工现场实际情况,参照规范及要求,选择最佳水工挡土墙结构,随后实施各项设计。水工挡土墙墙面大多为直线型,墙顶宽度应保持在0.6m以上。此外,即使墙身构造符合设计标准,也应综合考量后续投入使用的各项情况。

(七) 水工挡土墙伸缩缝、沉降缝及止水装置

在水工挡土墙施工阶段,为避免受温度应力变化及地基结构沉降而引起墙体开裂,应在墙体上方设置多道伸缩缝及沉降缝。此外,还应确保水工挡土墙结构长度、伸缩缝长度及沉降缝长度适宜。针对止水装置而言,可通过水流控制的方法避免墙体裂缝加剧。如伸缩缝、沉降缝及止水装置设计不当,形变问题必然出现,这就会导致后续运行受到严重影响。

(八) 排水设计

在排水设计阶段,需重视以下两点。第一,地面排水,其中涵盖地下排水渠挖掘等。如有特殊要求,还应将铺砌层设置在上方。第二,墙身排水,其目的是排出墙体后方积水,为实现排水目的需借助泄水孔,因此要科学调整墙体上方泄水孔位置,结合现场情况提高泄水孔位置准确性。通常情况下,泄水孔可选择上下排均为梅花形状的工件,底部泄水孔需高出地面指定具体。在具体安装时,还应将砂浆铺设在泄水管周围,再将毛石砌筑在其上方,避免水压过大导致结构损坏。

(九) 水工挡土墙优化

水工挡土墙结构长期处于浸水条件,如沿用传统的计算方法实施荷载计算,将导致计算结果存在偏差,究其原因主要是水工挡土墙结构在水浮力影响下,自身压力将发生改变。但需要注意的是,水体对填土产生的实际影响需根据现场情况而定。部分水工挡土墙虽然为浸水状态,但在计算过程中可忽视水体影响,这是因为水工挡土墙由砂砾回填,填土自身结构不会受水流影响而发生改变,因此可适当忽视水流对土体产生的影响。但如果水工挡土墙填土为黏土,则应考量这一影响,这就会导致计算过程更复杂,所以也应结合实际实施准确计算。

五、水工挡土墙设计水平提升措施

为提升水工结构挡土墙设计方案水平,确保方案内容可行性及适用性,还应做好以下几点工作。第一,应前往现场展开实地考察。结合施工现场水文环境及地质特征等多项要素,提高设计方案科学性,确保方案内容与现场实际相符,避免后续施工环节的推进受到影响。第二,应做好方案内容审核。当设计方案制定完成后,应统筹多方展开方案内容分析,判断方案中是否存在不当之处,采取针对性的方法进行修改或调整。在此环节中,可借助BIM技术准确掌握设计方案中存在的缺陷。当方案设计完成后,还需做好后续交底工作,使施工人员充分掌握施工要点及施工难点。第三,应提高设计人员综合能力。设计单位应定期组织设计人员参加相应的培训活动,使设计人员养成良好的质量意识及责任意识,提高其自身能力,确保设计环节更加规范标准。第四,应确保设计方案中的重点及要点标注清晰明确。针对各类注意事项,也需给予清晰的解释,确保施工人员掌握方案细节。水工结构挡土墙设计水平与水利工程施工质量及使用年限联系密切,设计人员应从多角度出发,提高设计方案可行性,确保方案内容能够为后续施工环节的展开提供科学的理论依据,使施工人员严格按照方案内容展开作业。以此延长水利工程使用年限及寿命。

结束语

综上所述,水工挡土墙是水利工程施工中的重要构成部分,关系着水利工程使用年限,应从前期设计角度出发,必须采用灵活可靠的设计方案。在水工结构挡土墙的实际设计中,应合理选择合理的水工挡土墙结构,以确保运行状态下水工结构挡土墙结构的稳定性,满足工程设计质量要求。

参考文献

- [1] 吕智. 软基上的水工仰斜式挡土墙结构优化设计研究[J]. 水利科学与寒区工程, 2022, 5(07): 120-123.
- [2] 沈志平. 基于ABAQUS的闪滔电排站水工挡土墙结构设计优化[J]. 甘肃水利水电技术, 2021, 57(05): 49-53.
- [3] 纪麟. 水工结构挡土墙设计要点研究[J]. 建筑技术开发, 2021, 48(03): 96-98.
- [4] 张楠楠. 水工结构挡土墙设计和应用[J]. 中国水运, 2020(11): 89-90.
- [5] 韩启超, 赵洪滨, 刘文彦, 艾立双. 空箱式挡土墙结构设计研究[J]. 吉林电力, 2019, 47(06): 13-16.