

# Research on Structural Optimization Design of Hydraulic Inclined Retaining Wall on Soft Foundation

Fuzhong Huang

Water Conservancy Bureau of Bama Yao Autonomous County, Hechi, Guangxi, 547500, China

## Abstract

The paper studies the structural optimization design of hydraulic inclined retaining walls on soft foundations, firstly, it discusses the design considerations of hydraulic retaining walls, secondly, it discusses the design calculation of hydraulic retaining walls, thirdly, it explores the structural stability of inclined hydraulic retaining walls, and finally studies the structural optimization path of hydraulic inclined retaining walls for reference.

## Keywords

soft foundation; hydraulic inclined retaining wall; structural optimization

## 软基上的水工仰斜式挡土墙结构优化设计研究

黄甫重

巴马瑶族自治县水利局, 中国·广西河池 547500

## 摘要

论文对软基上的水工仰斜式挡土墙结构优化设计进行了研究, 首先论述了水工挡土墙的设计考虑因素, 其次对水工挡土墙的设计演算进行了探讨, 再次对仰斜式水工挡土墙的构造稳定性进行了探究, 最后研究了水工仰斜式挡土墙结构优化路径, 以供参考。

## 关键词

软基; 水工仰斜式挡土墙; 结构优化

## 1 引言

当下, 各种水工挡土墙在水利工程中都具备发挥空间, 但是其中应用范围较广、对工程影响大的水工挡土墙, 应该是仰斜式水工挡土墙。通过做对比可以发现, 仰斜式水工挡土墙和其他挡土墙有明显差异, 无论是受力状况还是投入成本, 抑或者稳定性, 都具备较大的优势。在工作状态当中, 仰斜式水工挡土墙就好像斜躺在土坡上的人一样, 背靠填土, 只要其背后填土属于回填土或者原始土, 同时具备排水无误、基础稳定的特点, 仰斜式水工挡土墙一般就不会出现问题。因此, 深入探究软基上的水工仰斜式挡土墙结构优化设计, 探究其应用价值, 能够有效推动水工工程发展。

## 2 挡土墙的分类以及选择

挡土墙本身可以归类于拦土结构物, 而在水工结构设计之中, 则通常会被安排在倒虹吸的进出口边墙、闸坝的翼墙与渡槽、其他路堤挡土部分等。对于挡土墙的分类, 按照

结构形式划分的话, 挡土墙可以划分为四种结构, 即重力式挡土墙结构、悬臂式挡土墙结构、扶壁式挡土墙结构、减压式挡土墙结构。其中, 重力式挡土墙应用较为广泛, 仰斜式水工挡土墙就是其中之一。经过研究与实践后发现, 所有种类的挡土墙的经济效益和适应环境都有所差异, 如果想要优化水工结构设计, 提升水工工程建设质量, 工作人员就必须在多种挡土墙当中选择合理、科学的挡土墙结构, 并充分考虑现场条件以及优化问题, 从而有效提升挡土墙质量。

## 3 仰斜式水工挡土墙的构造特点

在水利水电工程建设过程中, 无论是河道边坡附近还是引水渠附近, 都需要使用大量仰斜式挡土墙进行治理。对比其他类型的挡土墙, 仰斜式水工挡土墙具备多种优势。

首先, 站在工程应用角度上。通常仰斜式挡土墙的墙背多数为原始土或者压实的回填土, 能够在最大程度上减少填土。因此, 可以适用于河岸开挖边坡较陡峭的区域或者引水渠附近。其次, 站在美观角度上。对比其他类型的挡土墙, 仰斜式水工挡土墙的占地面积较小, 同时自身较为美观简洁, 能够对城市建设提供不一样的色彩, 更加适用于河段水利建设之中。最后, 站在经济成本角度上。其他类型的挡

【作者简介】黄甫重(1983-), 壮族, 中国广西巴马人, 本科, 工程师, 从事水工结构研究。

土墙由于设计断面较大,导致经济成本较高。而仰斜式水工挡土墙则断面较小,可以应用在大规模河道护砌工程之中,从而充分发挥自身的经济优势。

但是,仰斜式水工挡土墙同样存在问题。例如,在河道护岸工程或者引水渠工程当中,经常会遇到软土地基,存在耐力不足、基底的摩擦系数较小等问题,而仰斜式挡土墙的基础对于地基的偏心距较大,导致地基偏心应力较大,产生矛盾,对在软基上建设仰斜式挡土墙造成制约<sup>[1]</sup>。因此,工作人员需要在结构模式上对仰斜式挡土墙进行优化,解决该问题。

## 4 水工挡土墙的设计考虑因素和浸水作用原理

### 4.1 关于水工挡土墙的设计考虑因素

作为一种浸水挡土墙,水工挡土墙与其他挡土墙有所区别。例如,水工挡土墙的应力分析和常规挡土墙存在差异。同时水工挡土墙还需要承受静水压力,而普通挡土墙则不需要给予考虑。对比普通挡土墙,水工挡土墙的断面布置需要同时对浸水条件和常态化进行综合考虑。一方面,为了保证计算所得到的土压力具备科学性、有效性、合理性的特点,工作人员需要深入探究水工挡土墙的断面布置,并结合物理学参数、工况、几何学等内容<sup>[1]</sup>。另一方面,水工挡土墙还需要充分考虑在土墙浸水时,后土压力受到浸水的影响,因此工作人员需要深入了解当地水文条件以及特征水位,并充分分析,才能确保水工挡土墙不会出现纰漏。

### 4.2 关于水工挡土墙的浸水作用原理

对比普通挡土墙,工作人员必须充分考虑进水条件对水工挡土墙的影响,因此,工作人员需要对常态化挡土墙的作用力进行影响分析,同时也需要对有水条件下水工挡土墙的作用力进行影响分析,分析后需要将常态化和有水条件下的影响分析结果结合在一起,并将其作为重要参考依据。经过大量实验分析,可以得出四方面影响因素。

第一,在浸水条件下,水工挡土墙的主动土压力会受到影响,并减小。第二,如果挡土墙周边的是粘性土,则粘性指标的数值会显著降低,从而增加主动土压力;而如果挡土墙周边的是砂性土,则在浸水条件下,砂性土的内摩擦角不会产生变化,受到水的影响较低<sup>[2]</sup>。第三,水工挡土墙的浸水部分不仅仅会受到墙背面的静水压力作用,同时还会受到墙正面的静水压力作用,而如果前后水位相同,静水压力则会相互抵消,从而有效维持二者之间的平衡。同时,如果墙背和墙面的水位出现落差,则静水压力差就可能会对墙身造成影响,水工挡土墙基底受到扬压力的作用。第四,如果是下雨时,墙后填料出现渗漏的情况,或者墙外的水位出现极为明显的变化,就会导致渗流动水压力对涂层填料造成影响。因此,工作人员需要在对土墙进行力学分析计算的基础上,充分考虑上述四种情况,如果出现某一种情况或者同时出现多种情况,则需要深入了解挡土墙的安全系数,并从各

项系数当中选择出最优值参数。

## 5 关于水工挡土墙的设计演算内容

### 5.1 浸水条件下荷载与组合情况分析

对于水工挡土墙而言,边墙上的荷载可以划分为基本荷载以及特殊荷载。其中,基本荷载会组成基本组合,而特殊组合则会由基本荷载以及一种或多种特殊荷载共同组成。通常情况下,水工挡土墙会受到多方面影响,主要包含墙顶有效荷载、墙身自重、土压力、填土自重、静水压力、扬压力、动水压力等。而特殊荷载则会将校核洪水时产生的静水压力以及扬压力、相应于校核洪水时的动水压力涵盖其中。同时,如果是在地震范围当中,工作人员还需要将地震荷载囊括其中。而在荷载组合中,每一种组合都会对应一种计算工况,工作人员需要根据具体情况展开具体分析,做好设计演算。

### 5.2 浸水条件下计算工况

一方面,在面对进水渠以及水位控制段的挡土墙时,工作人员需要充分考虑多种情况。对于完建情况、设计洪水水位情况、正常蓄水位情况三种工况,可以按照基本荷载组合进行计算。如果是施工情况、地震情况、检修情况、校核洪水情况,则需要根据实际情况转化为特殊荷载情况。同时,在计算正常蓄水位情况时,如果需要将排水失效情况纳入考虑范围,则也需要根据特殊荷载组合对工况进行计算。

另一方面,对于水位控制端以下的水工挡土墙,工作人员也同样需要考虑多种情况。对于完建情况、正常蓄水位、泄设计洪水三种工况,可以按照基本荷载组合进行计算。对于泄校核洪水、排水失效、地震情况、检修情况四种工况,则需要按照特殊荷载组合进行计算。需要注意,如果水库的水位发生骤降,或者下游水位发生骤降,工作人员需要先了解实际情况,充分考虑是否应当将进水导流渠挡土墙和消力挡土墙的稳定程度纳入计算范围中。

### 5.3 浸水条件下荷载计算

第一,在对自重荷载以及水压力荷载计算时,工作人员可以按照常规计算荷载压力的方法进行计算。第二,如果是对采用重力式挡土墙的设计结构进行计算,除了衡重式情况和凸形折现情况,工作人员需要合理利用库仑土压力理论进行土压力的计算。第三,如果是对衡重式情况和凸形折现情况进行计算,就需要分别计算上墙土压力和下墙土压力,以面对复杂的土压力计算。在此过程中,计算上墙土压力时,工作人员需要对第二破裂面进行判断,如果出现第二破裂面的情况,就需要利用第二破裂面法对上墙土压力进行计算。计算下墙土压力时,工作人员可以利用延长墙背法或者力多边形法对计算过程进行简化,以应对十分复杂的下墙土压力。

## 6 仰斜式水工挡土墙的构造稳定性探究

### 6.1 关于挡土墙位置的设定

在收集好所有挡土墙设计资料之后,就可以对挡土墙

进行布置。通常而言,水工仰斜式挡土墙可以划分为横向断面布置以及平面布置两种。一方面,关于横向断面布置,即对挡土墙的控制断面进行初拟,初拟内容主要包含墙型、墙高、地基、填土等方面的物理力学指标,同时还包括挡土墙墙身断面、埋置深度、基础形式、排水设施等,从而为稳定分析提供分析数据<sup>[3]</sup>。通常而言,设计者需要先假设初拟,随后进行稳定分析,最后找到合理设计方案,满足工程需求。另一方面,关于平面布置,即对整体工程进行坐标设置,确定挡土墙在工程当中的平面坐标,构建布置图,并在图上标明挡土墙、河道等主体工程的对应位置,从而方便设计人员针对性设计。

## 6.2 仰斜式水工挡土墙构造研究

通常情况下,仰斜式水工挡土墙一般采用浆砌石进行砌筑,墙顶上则加盖一层混凝土沿石,一方面对墙顶形成保护,另一方面则增加墙顶的美观性。同时,仰斜式挡土墙的墙背坡度通常位于 $1:0.05\sim 1:0.25$ ,最高不能超过 $1:0.3$ 的比例。在设计时,仰斜式墙体高度通常为 $1.5\text{m}$ 左右,墙面的坡度需要和墙背西鞞胡协调,并保持平行,墙面通常为直线形<sup>[4]</sup>。除此之外,设计人员还需要充分考虑墙趾处的地面坡度,如果地面属于横向倾斜的情况,则墙面坡度会对挡土墙的高度造成较大影响,坡度与影响情况成正比,即坡度越大,则挡土墙受到的影响越大。因此,为了追求工程的经济投入合理性,需要综合考虑地面坡度和断面构造指标,以确定仰斜式墙面坡度和墙背坡度,对经济投入进行有效控制。

## 6.3 排水设施安排

在排水设施安排过程中,工作人员需要充分考虑地基不均匀沉降导致的墙身开裂情况,同时还需要充分考虑地基条件变化情况,此外还需要对墙高和墙身断面变化进行分析,最终设置好沉降缝,从而有效降低墙身开裂所造成的影响。同时,如果圻工砌体因温度变化或者收缩硬化等情况导致出现裂缝,则工作人员需要提前设置伸缩缝,减少裂缝发生的可能。在此过程中,设计人员通常会沉降缝和伸缩缝

合并,并按照土墙的轴线方向进行布置,每隔 $15\sim 25\text{m}$ 左右就设置一道伸缩缝。如果遇到特殊的实际情况,则最大距离不超过 $30\text{m}$ ,设置时,填缝可以利用沥青麻丝或者沥青木板进行,或者在特殊情况下利用胶泥或者砂浆进行填塞<sup>[5]</sup>。

## 6.4 基础埋置深度要求

工作人员在对水工挡土墙进行埋置之前,需要对地基性质、地基承载力的要求、是否存在冻胀情况、冻胀是否造成影响、地形条件、水文地质条件等方面进行深入了解,并确定水对地基的冲刷深度,再进行基础埋置。在计算冲刷深度时,工作人员可以根据自身经验对冲刷深度进行判断,同时也可以利用公式对冲刷深度进行计算。通常情况下,一般河道护岸的挡土墙基础埋深应当大于等于 $1.5\sim 2\text{m}$ ,即满足河道行洪时,河道护岸挡土墙墙趾不失调的要求。除此之外,如果是硬质岩石地基上的挡土墙,则挡土墙的墙身基础应当处于风化层的下面,软质岩石上的挡土墙则埋置深度应超过 $0.8\text{m}$ 。

## 7 结语

当下,仰斜式挡土墙已经成为水工工程建设中的常用结构型式,并且被广泛应用于各种水利工程当中。随着科学技术和进步,挡土墙结构的优化已经成为当下研究重点,工作人员需要对仰斜式水工挡土墙的稳定进行探究,对参数进行优化,有效提升仰斜式水工挡土墙的适用性和普遍性,才能在稳定工程建设、提升工程质量的前提下进一步缩减成本投入,为水工工程建筑领域的发展做出贡献。

## 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].水利天地,2022(7):5.
- [2] 纪麟.水工结构挡土墙设计要点研究[J].建筑技术开发,2021.
- [3] 裴师虎,卢奇奇.水工结构挡土墙的设计和应用[J].新材料·新装饰,2021.
- [4] 李伟.水利工程挡土墙土压力计算的讨论[J].水利技术监督,2021.
- [5] 王青荣.仰斜式挡土墙在防洪堤设计中的运用[J].2022(21).