

水利水电工程的堆石坝结构设计与施工方法

潘波¹ 周森² 潘涛³

1. 泗洪县水利工程建设服务中心, 中国·江苏 宿迁 223900

2. 泗洪县城区河道管护中心, 中国·江苏 宿迁 223900

3. 泗洪县水利规划设计中心, 中国·江苏 宿迁 223900

摘 要:一种适用于水利水电工程的堆石坝结构及其施工方法, 一种适用于水利水电工程的堆石坝结构, 包括大坝护坡和引流底座, 还包括防水护坡, 大坝护坡和防水护坡的下端安装有防渗底板; 第一预制加固板和第二预制加固板分别设置在钢筋混凝土墙板的两侧。本设计解决了堆石坝在实际使用过程中, 无法满足河流的冲击, 影响安全性, 不利于长期使用的问题, 本设计设置防水护坡, 防水护坡采用石子和橡胶组合而成的缓冲石料层制得, 通过加入橡胶块和减震阻尼进行振动混合制得缓冲石料层, 通过形状稳定的防水护坡和防冲击护坡, 使大坝护坡在河流两侧长期进行辅助工作, 减少冲击强度, 以提高工作效果。

关键词: 水利水电工程; 堆石坝结构; 施工方法

Structural Design and Construction Method of Rockfill Dam in Water Conservancy and Hydropower Engineering

Bo Pan¹ Miao Zhou² Tao Pan³

1. Sihong County Water Conservancy Engineering Construction Service Center, Suqian, Jiangsu, 223900, China

2. Sihong County Urban River Management and Protection Center, Suqian, Jiangsu, 223900, China

3. Sihong County Water Conservancy Planning and Design Center, Suqian, Jiangsu, 223900, China

Abstract: A rock fill dam structure and construction method suitable for water conservancy and hydropower engineering, comprising a dam slope protection and a drainage base, as well as a waterproof slope protection. The lower end of the dam slope protection and the waterproof slope protection is equipped with an anti-seepage bottom plate; the first prefabricated reinforcement plate and the second prefabricated reinforcement plate are respectively set on both sides of the reinforced concrete wall panel. This design solves the problem that the rock fill dam cannot meet the impact of rivers in practical use, which affects safety and is not conducive to long-term use. This design sets up waterproof slope protection, which is made of a buffer stone layer composed of stones and rubber. The buffer stone layer is made by adding rubber blocks and shock-absorbing damping for vibration mixing. Through the shape stable waterproof slope protection and impact resistant slope protection, the dam slope protection can be used as auxiliary work on both sides of the river for a long time, reducing impact strength and improving work efficiency.

Keywords: water conservancy and hydropower engineering; rockfill dam structure; construction method

0 前言

水利水电工程在河道内进行水力发电或防洪, 通常会在河道处修建堤坝。堆石坝的主体是用石料填筑, 配以防渗体建成的坝, 它是土石坝的一种, 这种坝的优点是可充分利用当地天然材料, 能适应不同的地质条件, 施工方法比较简便, 抗震性能好等。

一种粘土心墙堆石坝结构, 其包括固定于河道的粘土心墙, 粘土心墙沿水流方向的两侧均铺设由石块制成的填料层, 填料层同样铺设于河道, 位于粘土心墙上游的填料层铺设由铅丝笼石块制成的第一护坡和由预制混凝土块制成的第二护坡, 第一护坡和第二护坡均位于填料层背离粘土心墙的一侧, 第二护坡位于第一护坡的上方, 位于粘土心墙

下游的填料层背离粘土心墙的一侧同样铺设第二护坡。该设计具有提高堤坝的防渗性能的效果。

上述堆石坝在实际使用过程中, 无法满足河流的冲击, 影响安全性, 不利于长期使用; 因此, 不能满足现有的需求, 对此我们提出了一种适用于水利水电工程的堆石坝结构及其施工方法。

1 技术方案

提供一种适用于水利水电工程的堆石坝结构及其施工方法, 解决了上述背景技术中提出的堆石坝在实际使用过程中, 无法满足河流的冲击, 影响安全性, 不利于长期使用的问题。

为实现上述目的, 提供如下技术方案: 一种适用于水利水电工程的堆石坝结构, 包括大坝护坡和引流底座, 大坝护坡设置在引流底座的两侧, 引流底座与大坝护坡之间设置有连接板。

还包括防水护坡, 其设置于大坝护坡的一侧, 大坝护坡和防水护坡的下端安装有防渗底板。

第一预制加固板、钢筋混凝土墙板和第二预制加固板, 用于保持大坝护坡位置稳定的第一预制加固板、钢筋混凝土墙板和第二预制加固板均安装在保持大坝护坡的内部, 且第一预制加固板和第二预制加固板分别设置在钢筋混凝土墙板的两侧。

第一预制加固板和第二预制加固板与钢筋混凝土墙板之间的夹角角度均设置为三十度, 钢筋混凝土墙板贯穿大坝护坡延伸至防渗底板内部与防渗底板之间通过铆钉固定连接。

一种适用于水利水电工程的堆石坝结构的施工方法, 包括如下步骤:

步骤一: 制备模板至水利水电工程的河流处, 在河流下方设置有模板, 浇筑混凝土, 在河流两侧设置防渗底板。

步骤二: 将石料运输至场内后卸料, 待混凝土凝结, 制得引流底座, 设置双层模板在引流底座的两侧, 将缓冲石料层填入模板内部, 在中层模板内安装钢板, 拆卸双层模板, 制得防水护坡。

步骤三: 通过预制支撑定型板, 将支撑定型板固定在防渗底板上方, 并在防渗底板中间设置模板, 在模板内部贯穿钢筋和箍筋, 使钢筋插入防渗底板, 并在模板内浇筑混凝土, 制得钢筋混凝土墙板, 并在钢筋混凝土墙板的两侧设置第一压浆板和第二压浆板。

步骤四: 在护坡附近预制板材, 制得第一预制加固板和第二预制加固板, 在钢筋混凝土墙板的两侧和防渗底板的上方铺设堆石料层, 将第一预制加固板和第二预制加固板压在堆石料层上方, 并通过焊接工艺连接钢筋, 使第一预制加固板和第二预制加固板分别与第一压浆板和第二压浆板固定。

步骤五: 在第一预制加固板、第二预制加固板与钢筋混凝土墙板之间铺筑混凝土固化层, 铺设完成后, 在混凝土固化层和堆石料层上方浇筑水泥砂浆, 完成大坝护坡的施工^[1]。

2 附图说明

堆石坝结构前视的轴测图见图 1, 堆石坝结构俯视的轴测图见图 2, 堆石坝结构内部的轴测图见图 3, 大坝护坡的内部结构图见图 4。

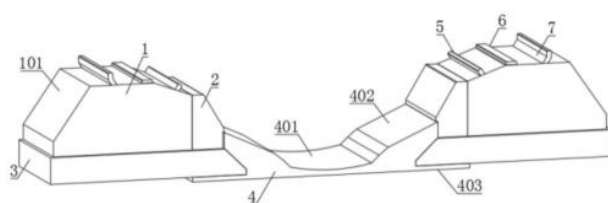


图 1 堆石坝结构前视的轴测图

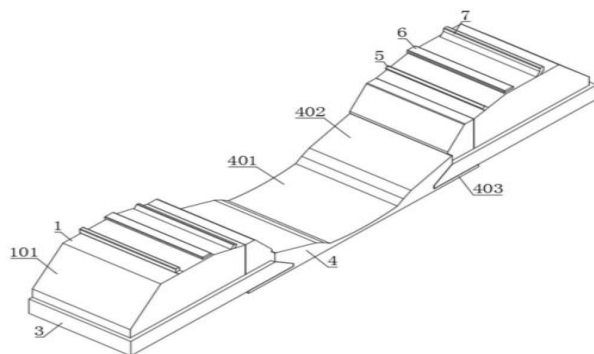


图 2 堆石坝结构俯视的轴测图

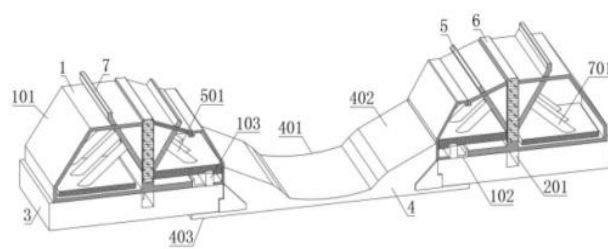


图 3 堆石坝结构内部的轴测图

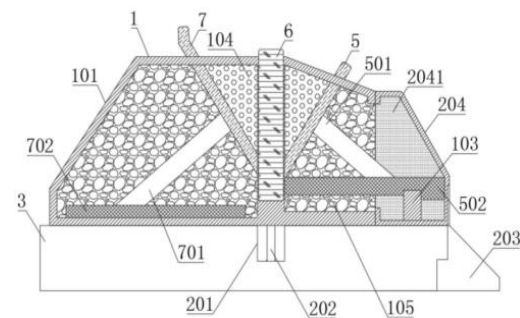


图 4 大坝护坡的内部结构图

图中: 1—大坝护坡; 101—过渡护坡; 102—限位钢板; 103—支撑定型板; 104—混凝土固化层; 105—堆石料层; 2—防水护坡; 201—灌浆孔; 202—导流管; 203—连接底座; 204—防冲击护坡; 2041—缓冲石料层; 3—防渗底板; 4—引流底座; 401—水流通道; 402—辅助护坡; 403—连接板; 5—第一预制加固板; 501—第一钢筋柱; 502—第一压浆板; 6—钢筋混凝土墙板; 7—第二预制加固板; 701—第二钢筋柱; 702—第二压浆板。

3 具体实施方式

为了解决现有的堆石坝在实际使用过程中,无法满足河流的冲击,影响安全性,不利于长期使用的问题,请参阅图 1 至图 4,提供以下技术方案:

一种适用于水利水电工程的堆石坝结构,包括大坝护坡 1 和引流底座 4,大坝护坡 1 设置在引流底座 4 的两侧,引流底座 4 与大坝护坡 1 之间设置有连接板 403。

还包括防水护坡 2,其设置于大坝护坡 1 的一侧,大坝护坡 1 和防水护坡 2 的下端安装有防渗底板 3。

第一预制加固板 5、钢筋混凝土墙板 6 和第二预制加固板 7,用于保持大坝护坡 1 位置稳定的第一预制加固板 5、钢筋混凝土墙板 6 和第二预制加固板 7 均安装在保持大坝护坡 1 的内部,且第一预制加固板 5 和第二预制加固板 7 分别设置在钢筋混凝土墙板 6 的两侧。

第一预制加固板 5 和第二预制加固板 7 与钢筋混凝土墙板 6 之间的夹角角度均设置为三十度,钢筋混凝土墙板 6 贯穿大坝护坡 1 延伸至防渗底板 3 内部与防渗底板 3 之间通过铆钉固定连接,安全性好,可以维持大坝护坡 1 内部防水结构的工作效果,以实现长期稳定的防护工作。

防水护坡 2 的下方安装有连接底座 203,连接底座 203 用于连接引流底座 4 和防渗底板 3,防水护坡 2 的外部设置有一体成型的防冲击护坡 204,防冲击护坡 204 的内部设置有缓冲石料层 2041,缓冲石料层 2041 包括石子和橡胶块,防水护坡 2 采用石子和橡胶组合而成的缓冲石料层 2041 制得,通过加入橡胶块和减震阻尼进行振动混合制得缓冲石料层 2041,通过形状稳定的防水护坡 2 和防冲击护坡 204,使大坝护坡 1 在河流两侧长期进行辅助工作,减少冲击强度,以提高工作效果。

具体的,工作中,将石料运输至场内后卸料,待混凝土凝结,制得引流底座 4,设置双层模板在引流底座 4 的两侧,将缓冲石料层 2041 填入在模板内部,在中层模板内安装钢板,拆卸双层模板,制得防水护坡 2,通过设置防水护坡 2,防水护坡 2 采用石子和橡胶组合而成的缓冲石料层 2041 制得,通过加入橡胶块和减震阻尼进行振动混合制得缓冲石料层 2041,通过形状稳定的防水护坡 2 和防冲击护坡 204,使大坝护坡 1 在河流两侧长期进行辅助工作,减少冲击强度,以提高工作效果,稳定性好,以提升使用寿命,并且安全性好,可以维持大坝护坡 1 内部防水结构的工作效果,以实现长期稳定的防护工作。

为了解决现有技术中,护坡结构不稳定,难以保持工作强度的技术问题,请参阅图 1 至图 4,提供以下技术方案:

大坝护坡 1 的内部设置有混凝土固化层 104 和堆石料层 105,混凝土固化层 104 与堆石料层 105 之间通过第一预制加固板 5 和第二预制加固板 7 分隔,钢筋混凝土墙板 6 分别与第一预制加固板 5 和第二预制加固板 7 通过钢筋固定连接。

第一预制加固板 5 的下端安装有第一钢筋柱 501,第二预制加固板 7 的下端安装有第二钢筋柱 701,第一钢筋柱 501 和第二钢筋柱 701 的上端分别延伸至第一预制加固板 5 和第二预制加固板 7 的内部与第一预制加固板 5 和第二预制加固板 7 通过钢筋固定连接,安装第一钢筋柱 501 和第二钢筋柱 701 保持加固板的固定角度,使堆石料层 105 受到挤压,保持密封效果,同时,通过密度更大的混凝土固化层 104 进一步提高第一预制加固板 5 和第二预制加固板 7 的位置稳定性,工作效果更佳,通过第一压浆板 502 和第二压浆板 702 将防渗底板 3 密封,以提升工作效果。

第一钢筋柱 501 的下端安装有第一压浆板 502,第二钢筋柱 701 的下端安装有第二压浆板 702,第一压浆板 502 与支撑定型板 103 和钢筋混凝土墙板 6 通过钢筋固定连接,第二压浆板 702 嵌入防渗底板 3 的上端与防渗底板 3 固定连接,防渗底板 3 的上端设置有一体成形的灌浆孔 201,灌浆孔 201 的内部安装有导流管 202,导流管 202 用于注入砂浆至防渗底板 3。

具体的,在护坡附近预制板材,制得第一预制加固板 5 和第二预制加固板 7,在钢筋混凝土墙板 6 的两侧和防渗底板 3 的上方铺设堆石料层 105,将第一预制加固板 5 和第二预制加固板 7 压在堆石料层 105 上方,并通过焊接工艺连接钢筋,通过在大坝护坡 1 的内部中间安装钢筋混凝土墙板 6,长期工作中,钢筋混凝土墙板 6 两侧下方的堆石料层 105 保持大坝护坡 1 及钢筋混凝土墙板 6 的位置稳定,并且在堆石料层 105 上方压合第一预制加固板 5 和第二预制加固板 7,再安装第一钢筋柱 501 和第二钢筋柱 701 保持加固板的固定角度,使堆石料层 105 受到挤压,保持密封效果,同时,通过密度更大的混凝土固化层 104 进一步提高第一预制加固板 5 和第二预制加固板 7 的位置稳定性,工作效果更佳,通过第一压浆板 502 和第二压浆板 702 将防渗底板 3 密封,以提升工作效果。

为了解决现有技术中,护坡的防水性能差,无法长期使用的问题,请参阅图 3、图 4,提供以下技术方案:

大坝护坡 1 和防水护坡 2 的外部均设置有一体成型的过渡护坡 101,引流底座 4 的两侧设置有辅助护坡 402,引流底座 4 的中间设置有一体成型的水流通道 401,水流通道 401 用于导流和缓冲河流,连接板 403 与引流底座 4 之间设置有防水带。

大坝护坡 1 与防水护坡 2 之间连接有限位钢板 102,限位钢板 102 与引流底座 4 之间安装有支撑定型板 103,支撑定型板 103 用于支撑防水护坡 2 和引流底座 4。

具体的,长期工作中,通过引流底座 4 配合防渗底板 3,提高大坝护坡 1 的防水效果,以提高工作稳定性,通过辅助护坡 402 与防冲击护坡 204 连接,进行缓冲,提高护坡的适应性,保证安全性。

一种适用于水利水电工程的堆石坝结构的施工方法,

包括如下步骤:

步骤一: 制备模板至水利水电工程的河流处, 在河流下方设置有模板, 浇筑混凝土, 在河流两侧设置防渗底板 3。

步骤二: 将石料运输至场内后卸料, 待混凝土凝结, 制得引流底座 4, 设置双层模板在引流底座 4 的两侧, 将缓冲石料层 2041 填入在模板内部, 在中层模板内安装钢板, 拆卸双层模板, 制得防水护坡 2。

步骤三: 通过预制支撑定型板 103, 将支撑定型板 103 固定在防渗底板 3 上方, 并在防渗底板 3 中间设置模板, 在模板内部贯穿钢筋和箍筋, 使钢筋插入防渗底板 3, 并在模板内浇筑混凝土, 制得钢筋混凝土墙板 6, 并在钢筋混凝土墙板 6 的两侧设置第一压浆板 502 和第二压浆板 702, 通过密度更大的混凝土固化层 104 进一步提高第一预制加固板 5 和第二预制加固板 7 的位置稳定性, 工作效果更佳, 通过第一压浆板 502 和第二压浆板 702 将防渗底板 3 密封, 以提升工作效果。

步骤四: 在护坡附近预制板材, 制得第一预制加固板 5 和第二预制加固板 7, 在钢筋混凝土墙板 6 的两侧和防渗底板 3 的上方铺设堆石料层 105, 将第一预制加固板 5 和第二预制加固板 7 压在堆石料层 105 上方, 并通过焊接工艺连接钢筋, 使第一预制加固板 5 和第二预制加固板 7 分别与第一压浆板 502 和第二压浆板 702 固定。

步骤五: 在第一预制加固板 5、第二预制加固板 7 与钢筋混凝土墙板 6 之间铺筑混凝土固化层 104, 铺设完成后, 在混凝土固化层 104 和堆石料层 105 上方浇筑水泥砂浆, 完成大坝护坡 1 的施工。

步骤一中的防渗底板 3 采用混凝土强度等级为 C20, 且防渗底板 3 与第二压浆板 702 之间设有伸缩缝, 且伸缩缝的内部设置有遇水膨胀的橡胶止水条, 施工工艺简单, 操作灵活, 适应性强, 具有防渗抗冲刷、施工速度快, 工期短的技术优点。

步骤二中的防水护坡 2 的施工包括如下步骤:

S1: 在防渗底板 3 上方搭建双层模板。

S2: 用铲车将合格的石子、砂料运输至施工区域后, 加入橡胶块和减振阻尼进行振动混合制得缓冲石料层 2041。

S3: 混合后, 通过挖掘机将缓冲石料层 2041 运输至防渗底板 3 的上方, 填满模板内部后, 在中层模板内安装钢板, 将双层模板拆卸, 拆卸后, 将钢板与缓冲石料层 2041 之间填补水泥砂浆, 完成防水护坡 2 的施工。

S4: 设置防水层在防水护坡 2 与引流底座 4 和防渗底板 3 之间, 静置干燥后, 进行后续施工。

通过加入橡胶块和减振阻尼进行振动混合制得缓冲石料层 2041, 通过形状稳定的防水护坡 2 和防冲击护坡 204, 使大坝护坡 1 在河流两侧长期进行辅助工作, 减少冲击强度, 以提高工作效果, 稳定性好, 以提升使用寿命, 并且安全性

好, 可以维持大坝护坡 1 内部防水结构的工作效果, 以实现长期稳定的防护工作。

工作原理: 制备模板至水利水电工程的河流处, 在河流下方设置有模板, 浇筑混凝土, 采用混凝土强度等级为 C20, 且防渗底板 3 与第二压浆板 702 之间设有伸缩缝, 且伸缩缝的内部设置有遇水膨胀的橡胶止水条, 在河流两侧设置防渗底板 3, 在防渗底板 3 上方搭建双层模板, 用铲车将合格的石子、砂料运输至施工区域后, 加入橡胶块和减振阻尼进行振动混合制得缓冲石料层 2041, 混合后, 通过挖掘机将缓冲石料层 2041 运输至防渗底板 3 的上方, 填满模板内部后, 在中层模板内安装钢板, 将双层模板拆卸, 拆卸后, 将钢板与缓冲石料层 2041 之间填补水泥砂浆, 完成防水护坡 2 的施工, 设置防水层在防水护坡 2 与引流底座 4 和防渗底板 3 之间, 静置干燥后, 进行后续施工, 通过加入橡胶块和减振阻尼进行振动混合制得缓冲石料层 2041, 通过形状稳定的防水护坡 2 和防冲击护坡 204, 使大坝护坡 1 在河流两侧长期进行辅助工作, 减少冲击强度, 以提高工作效果, 稳定性好, 以提升使用寿命, 并且安全性好, 可以维持大坝护坡 1 内部防水结构的工作效果, 以实现长期稳定的防护工作, 通过预制支撑定型板 103, 将支撑定型板 103 固定在防渗底板 3 上方, 并在防渗底板 3 中间设置模板, 在模板内部贯穿钢筋和箍筋, 使钢筋插入防渗底板 3, 并在模板内浇筑混凝土, 制得钢筋混凝土墙板 6, 并在钢筋混凝土墙板 6 的两侧设置第一压浆板 502 和第二压浆板 702, 通过密度更大的混凝土固化层 104 进一步提高第一预制加固板 5 和第二预制加固板 7 的位置稳定性, 工作效果更佳, 通过第一压浆板 502 和第二压浆板 702 将防渗底板 3 密封, 以提升工作效果, 在护坡附近预制板材, 制得第一预制加固板 5 和第二预制加固板 7, 在钢筋混凝土墙板 6 的两侧和防渗底板 3 的上方铺设堆石料层 105, 将第一预制加固板 5 和第二预制加固板 7 压在堆石料层 105 上方, 并通过焊接工艺连接钢筋, 使第一预制加固板 5 和第二预制加固板 7 分别与第一压浆板 502 和第二压浆板 702 固定, 在第一预制加固板 5、第二预制加固板 7 与钢筋混凝土墙板 6 之间铺筑混凝土固化层 104, 铺设完成后, 在混凝土固化层 104 和堆石料层 105 上方浇筑水泥砂浆, 完成大坝护坡 1 的施工^[2]。

4 有益效果

①通过设置防水护坡, 防水护坡采用石子和橡胶组合而成的缓冲石料层制得, 通过加入橡胶块和减振阻尼进行振动混合制得缓冲石料层, 通过形状稳定的防水护坡和防冲击护坡, 使大坝护坡在河流两侧长期进行辅助工作, 减少冲击强度, 以提高工作效果, 稳定性好, 以提升使用寿命, 并且安全性好, 可以维持大坝护坡内部防水结构的工作效果, 以实现长期稳定的防护工作。

②通过在大坝护坡的内部中间安装钢筋混凝土墙板,

长期工作中,钢筋混凝土墙板两侧下方的堆石料层保持大坝护坡及钢筋混凝土墙板的位置稳定,并且在堆石料层上方压合第一预制加固板和第二预制加固板,再安装第一钢筋柱和第二钢筋柱保持加固板的固定角度,使堆石料层受到挤压,保持密封效果,同时,通过密度更大的混凝土固化层进一步提高第一预制加固板和第二预制加固板的位置稳定性,工作效果更佳,通过第一压浆板和第二压浆板将防渗底板密封,以提升工作效果^[3]。

参考文献:

- [1] 向建.巴贡水电工程堆石坝施工石料调配的规划方法[J].水利水电技术,2010,41(8):4.
- [2] 杨华全,郑守仁,翁永红,等.一种适用水利水电工程的超高堆石坝结构及其施工方法:CN201610256552.8[P].CN105780737A [2024-12-02].
- [3] 范正忠.水利工程中混凝土面板堆石坝施工技术[J].四川水泥, 2018(10):1.