

背水侧坝坡的干砌石护坡及施工方法

花杰¹ 华林峰¹ 陶明珠² 杨焯晗³

1. 江阴市农村水利服务中心, 中国·江苏 江阴 214400

2. 江阴市江堤闸站管理中心, 中国·江苏 江阴 214400

3. 江阴市防汛防旱服务中心, 中国·江苏 江阴 214400

摘要: 干砌石护坡是常见的一种护坡方式, 可用于背水侧坝坡或其他适宜场合, 施工时, 先将坡面(基础)修整好, 然后从下向上进行干砌石的砌筑, 以保证砌筑过程中干砌石护坡的稳定性, 避免石块下滑。然而, 对于滞洪坝等场合, 干砌石护坡的铺设面积往往较大, 坡度较陡, 采用从坡底由下至上一直铺设到坡顶的方式施工, 石块搬运及输送设施等工程量大, 导致工期时间长, 人员设备投入量大, 无法形成良好的施工流程。

关键词: 背水侧坝坡; 干砌石; 施工方法

Dry Masonry Slope Protection and Construction Method for the Dam Slope on the Back Water side

Jie Hua¹ Linfeng Hua¹ Mingzhu Tao² Yehan Yang³

1. Jiangyin Rural Water Conservancy Service Center, Jiangyin, Jiangsu, 214400, China

2. Jiangyin Jiangdi Lock Station Management Center, Jiangyin, Jiangsu, 214400, China

3. Jiangyin Flood and Drought Prevention Service Center, Jiangyin, Jiangsu, 214400, China

Abstract: Dry masonry slope protection is a common method of slope protection, which can be used for downstream dam slopes or other suitable occasions. During construction, the slope surface (foundation) should be repaired first, and then dry masonry should be carried out from bottom to top to ensure the stability of the dry masonry slope protection during the construction process and avoid the sliding of stones. However, for situations such as flood detention dams, the laying area of dry stone slope protection is often large and the slope is steep. Construction is carried out from the bottom of the slope to the top of the slope, with a large amount of stone handling and transportation facilities, resulting in a long construction period and a large investment of personnel and equipment, which cannot form a good construction process.

Keywords: backwater side dam slope; dry masonry; construction methods

1 技术方案

为克服现有技术的上述缺陷, 提供了一种适应于背水侧坝坡的干砌石护坡及其施工方法, 这种施工方法允许对坡面分段施工, 有助于减少作业量及作业难度, 缩短工期。

适应于背水侧坝坡的干砌石护坡的施工方法, 包括下列步骤:

S1: 建造/修整坝体, 形成用于设置干砌石护坡的干砌石基础坡面。

S2: 设置一个或多个位于干砌石基础坡面上的干砌石支撑结构, 干砌石支撑结构横向延伸, 位于坡顶和坡底之间, 将干砌石基础坡面在纵向上分割为若干分区。

S3: 分别在干砌石基础坡面的各分区内由下至上砌筑干砌石护坡结构, 砌筑位于干砌石支撑结构上侧的干砌石护坡结构时, 以该干砌石支撑结构为砌筑基础, 将干砌石护坡结构的下沿支撑在该干砌石支撑结构上。

2 附图说明

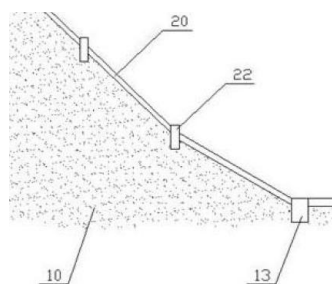


图 1 干砌石护坡的构造示意图

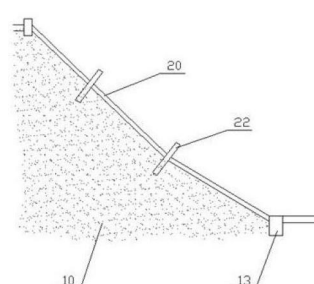


图 2 另一种干砌石护坡的构造示意图

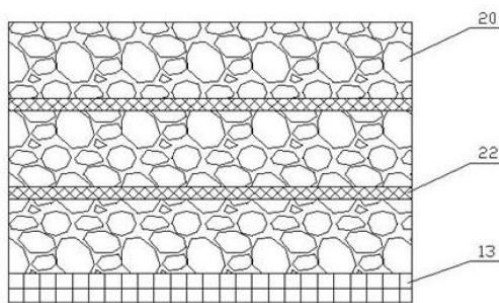


图 3 是与图 2 对应的干砌石护坡的构造示意图

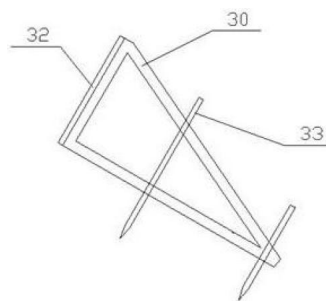


图 4 是一种可拆支撑的构造示意图

10—坝体；13—底部基础；20—干砌石护坡结构；22—挡墙（墙体）；30—三角框架；32—钢板；33—钢钎。

3 具体实施方式

参见图 1、图 2 和图 3，这种干砌石护坡的施工方法包括下列步骤：

S1: 建造 / 修整坝体，形成用于设置干砌石护坡的干砌石基础坡面（简称基础坡面），可以依据任意适宜的现有技术或其他适宜技术进行坝体的建造和 / 或修整。例如，基于自然坡面进行修整，回填粘土并夯实，形成夯实坝体，在夯实坝体上铺设用于砌筑干砌石护坡的垫层，将垫层依据所需的形状及密实度等要求平整和压实，以形成的垫层表面作为干砌石基础坡面。

S2: 设置一个或多个位于干砌石基础坡面上的干砌石支撑结构，干砌石支撑结构横向（坡面的左右方向，或者说等高线方向）延伸，位于坡顶和坡底（坡脚）之间，将干砌石基础坡面在纵向（坡面的上下方向）上分割为若干分区（例如，坡顶与位于其下方的相邻干砌石支撑结构之间的区域，坡底与位于其上方的相邻干砌石支撑结构之间的区域，以及，相邻干砌石支撑结构之间的区域，如果设有多个干砌石支撑结构的话）。依据实际需要，干砌石支撑结构可以为一个，也可以为两个或更多个。当干砌石护坡的坡面具有不同坡度时（纵向上由若干不同坡度的坡面组成）时，优选在不同坡度的坡面的邻接部位设有干砌石支撑结构，同时可以在其他部位设置干砌石结构或者不在其他部分设置干砌石支撑结构。

S3: 分区砌筑干砌石护坡结构，对任一分区，干砌石护坡结构均采用由下至上的砌筑方式，使上侧石块支撑在下侧石块上，以利于护坡结构的稳定。

位于最下层的石块支撑在干砌石支撑结构上（当该干砌石护坡结构位于任一干砌石支撑结构上侧时），或者支撑在位于坡脚的护脚结构上或干砌石护坡的底部基础上（当该干砌石护坡结构位于坡脚相应结构上侧时）。

砌筑位于干砌石支撑结构上侧（上方相邻）的干砌石护坡结构时，以该干砌石支撑结构为砌筑基础，将干砌石护坡结构的下沿（下沿石块）支撑在该干砌石支撑结构上。

干砌石支撑结构包括临时支撑结构和永久支撑结构两种形式，临时支撑结构在完工之前拆除，在拆除后腾空的干

砌石基础坡面上砌筑干砌石护坡结构，形成整片的干砌石护坡；永久支撑结构不拆除，保留在干砌石护坡上，以利于干砌石护坡的长期稳定，其中部分构造的永久支撑结构还可以同时用于坡面消浪。

例如，在临时支撑结构上侧分区和下侧（下方相邻）分区的干砌石护坡结构砌完后，拆除临时支撑结构，在拆除临时支撑结构后露出（腾出）的干砌石基础坡面上砌筑干砌石护坡结构，砌筑在拆除临时支撑结构后露出的干砌石基础坡面上的干砌石护坡结构以位于其下侧的干砌石护坡结构为砌筑基础，且支撑柱（顶紧）位于其上侧的干砌石护坡结构的下沿（下沿石块）。

作为一个优选的实施方式，可以采用边拆边砌筑的方式，在拆除临时支撑结构的过程中随时在露出的干砌石基础坡面上砌筑干砌石护坡结构。

拆除临时支撑结构时，可以沿位于其上侧的干砌石护坡结构的下沿向干砌石基础坡面（坝体内）打入钢钎，钢钎的上部露在干砌石基础坡面外，支撑在上侧干砌石护坡结构的下沿，防止上侧石块滑动，砌筑好钢钎下侧的干砌石护坡结构（砌筑在相应临时支撑结构拆除后露出的干砌石基础坡面上的干砌石护坡结构）后，将钢钎拔出。

可以通过适当选择钢钎的插入位置和 / 或钢钎下方石块形状及布置方式，使钢钎位于石块之间的缝隙中，不妨碍下侧石块对上侧石块的支撑。

临时支撑结构可以采用钢架，通过钢钎将钢架钉在（固定在）干砌石基础坡面（坝体）上，钢架上设置若干用于穿过钢钎的通孔，钢钎的上端设置用于压住钢架（钢架相应部位）的头部 / 压板，或者钢钎的上部设置外螺纹，采用类似于螺栓紧固的方式用旋转在钢钎上部的螺母（必要时在螺母下侧设置套在钢钎上的压板）将钢架固定住。

钢架可以分为若干节，或者说，由若干依次首尾相连钢架单元组成，以方便搬运和拆卸（边拆边砌筑）。

参见图 4，钢架单元可以设有多个（如两个）三角框架和连接（如焊接）各三角框架的多个横杆或钢板组成，三角框架所在的平面垂直于横向，同一个钢筋单元上至少设有分别位于两端（横向两端）的两个三角框架，三角框架的上侧

可以设置钢板,用于支撑位于其上侧的干砌石护坡结构(下沿的石块),这种钢板可以焊接在相应钢架单元的各三角框架上,也可以在钢架单元在坝体上固定后,放在钢架单元的上侧,支撑在钢架单元上。

拆除临时支撑结构时,可以从该临时支撑结构的两端开始依次向中间拆,拆下一个钢架单元,就在露出的干砌石基础坡面上砌筑上干砌石护坡结构,然后再拆下一个钢架单元,直至完成整个临时支撑结构的拆除和相应干砌石护坡结构的砌筑。

当设有多个临时支撑结构时,可以先拆位于下方的临时支撑结构,自下至上依次拆除,以利于施工和干砌石护坡的稳定。

无论是用于固定钢架的钢钎,还是用于支撑上侧干砌石护坡结构的钢钎,都应在坝体上打入足够的深度,合理设置钢钎数量和分布,保证钢钎的牢固程度和固定/支撑能力。

当采用永久支撑结构时,位于永久支撑结构下侧的干砌石护坡结构的上沿宜抵靠该永久支撑结构。

位于永久支撑结构下侧的干砌石护坡结构的上沿优先通过混凝土与该永久支撑结构(如混凝土墙体)黏结在一起。例如,在砌筑相应干砌石护坡结构的上沿石块时,在石块和永久支撑结构之间涂上黏结用的混凝土,混凝土固结后,将石块与永久支撑结构黏结在一起。

永久支撑结构可以采用钢筋混凝土挡墙(墙体),适宜时,也可采用混凝土墙体或石砌墙体。

钢筋混凝土挡墙或其他形式的永久支撑结构的顶部与干砌石护坡结构的表面(顶面)对齐(大致对齐,允许一定的凸凹)。必要时,也可以使永久支撑结构或其他形式的永久支撑结构的上部从干砌石护坡结构的表面(顶面)凸出,形成具有一定高度的凸出部分,这种挡墙/永久支撑结构具有一定的消浪作用,构成坝坡消浪结构(坝坡上的消浪结构)。

通常,可以在夯实坝体(通常由夯实的土或沙土混合物构成的坝体的主体/基础部分)上设置垫层,在垫层上砌筑干砌石护坡。适宜时,也可以在夯实坝体上砌筑干砌石护

坡,不设垫层。

作为一种优选的实施方式,在夯实坝体上设置的钢筋混凝土挡墙。在设置垫层之前在夯实坝体的表面(表面适当位置)挖设用于构筑钢筋混凝土挡墙的沟槽,设置钢筋组件(钢筋混凝土墙体中的钢筋组合,可以采用预先焊接好的钢筋框架),支设用于浇筑混凝土的模板。墙体钢筋组件的下部位于沟槽内,可以通过混凝土垫块/石块支撑在沟槽底部,且通过垫块形成与沟槽底面之间的距离,钢筋组件的上部从沟槽露出,其露出高度(钢筋混凝土挡墙的上下方向上的尺寸)与挡墙高度相适应,模板(模板组合,或者说全部模板)固定支设在夯实坝体上,模板内壁(内表面)与沟槽的对应内侧壁对齐连接,由此通过沟槽和模板共同限定/围出了混凝土浇筑空间,在模板和沟槽形成的空间中浇筑混凝土,经固结和养护后,形成钢筋混凝土挡墙。

钢筋混凝土挡墙可以垂直于水平面(参见图1),也可以垂直于干砌石护坡结构的表面(参见图2),或者呈位于垂直于水平面和垂直于干砌石护坡结构的表面两方向之间的任一倾斜角度。

沟槽深度(可视为钢筋混凝土挡墙埋入夯实坝体内的深度)依据实际需要设定。

钢筋混凝土挡墙设置完成后,在夯实坝体的表面铺设垫层,平整压实后,形成干砌石基础坡面。

4 有益效果

由于在坡面上设置了中间支撑(干砌石支撑结构),依靠中间支撑进行分段施工,在保证施工过程中坡面稳定及工程质量的同时,有助于减少作业量及作业难度,进而缩短施工工期。

参考文献:

- [1] 陈辉.水库工程中坝体加宽培厚的施工技术[J].陕西水利,2015(3):128-131.
- [2] 张国瑞,刘泓江.丁坝坝体施工方法对水流条件的影响分析[J].中国水运(下半月),2022(3):71-73.
- [3] 金永民,杨洪宁.生态袋护坡实际应用浅析[J].中国新技术新产品,2016(3):150.