

王金华. 地震减灾工程下格宾石笼拦挡坝支护技术研究[J]. 华南地震, 2019, 39(2): 136-141. [WANG Jinhua. Support Technology of Gebin Stone Cage Dam under Earthquake Disaster Reduction Project[J]. South China journal of seismology, 2019, 39(2): 136-141]

地震减灾工程下格宾石笼拦挡坝支护技术研究

王金华

(甘肃省地质矿产勘查开发局第二地质矿产勘查院, 兰州 730020)

摘要: 鉴于格宾石笼护岸、护坡等优质特性, 对其应用至地震减灾工程进行研究。经分析可知, 格宾石笼主要利用双绞合六边形金属网片组合为箱笼, 再装填石料堆筑构成防护整体; 格宾石笼具有高强度耐久性、透水性、整体性与柔韧性和施工过程简单便利等特征。依据格宾石笼构造与特性分析, 分别将地震减灾工程下格宾石笼拦挡坝施工划分为格宾石笼护基与格宾石笼护坡两部分进行研究。利用测量放线、挖掘基础、规整地基、铺设反滤层、格宾放置与连接、支顶加固、石料装填封盖等步骤实现格宾石笼护基施工。通过削坡、铺设土工布、砂砾垫层、安装网箱、装填石料和封盖等步骤实现格宾石笼护坡施工。分别在冲击力、位移和能量三方面验证格宾石笼拦挡坝支护技术, 实验结果表明, 冲击力和坝体自身材料性质有关联, 格宾拦挡坝材料属于柔性材料, 冲击力由此减小, 耗费冲击力能量效果十分明显; 坝体可以利用整个结构全部能量承担很大负载; 格宾石笼拦挡坝体耗能效果显然优于浆砌石坝。

关键词: 地震减灾; 格宾石笼; 拦挡坝; 支护技术

中图分类号: TU761

文献标志码: A

文章编号: 1001-8662(2019)02-0136-06

DOI: 10.13512/j.hndz.2019.02.020

Support Technology of Gebin Stone Cage Dam under Earthquake Disaster Reduction Project

WANG Jinhua

(The Second Geological and Mineral Exploration Institute of Gansu Bureau of Geological and Mineral Exploration and Development, Lanzhou 730020, China)

Abstract: In view of the high quality characteristics of Gebin stone cage bank protection and slope protection, the application of Gebin stone cage to earthquake disaster reduction engineering is studied. The analysis shows that Gebin cage is mainly composed of twisted hexagonal metal mesh, which is then filled with stone material to form a protective whole. the Gebin cage has high strength durability, water permeability, integrity and flexibility. And the construction process is simple and convenient. According to the structure and characteristics analysis of Gebin stone cage, the construction of Gebin stone cage dam under earthquake disaster reduction

收稿日期: 2018-05-30

作者简介: 王金华(1977-), 男, 工程师, 研究方向: 地质灾害防治。

E-mail: 78118571@qq.com.

project is divided into two parts: Gabion stone cage foundation and Gabion stone cage slope protection. The construction of the gabstone stone cage foundation is realized by the steps of measuring the paying line, excavating the foundation, arranging the foundation, laying the filter layer, placing and connecting the girder, reinforcing the roof, and sealing the stone. The construction of the Gabion stone cage slope protection is carried out by steps such as cutting the slope, laying the geotextile, gravel cushion, installing the cage, filling the stone and sealing. The gabstone cage dam support technology was verified in terms of impact force, displacement and energy. The experimental results show that the impact force is related to the material properties of the dam. The dambing dam material is a flexible material, and the impact force is reduced. Small, energy-consuming impact energy is very obvious; the dam can use the entire energy of the entire structure to bear a large load; the energy consumption effect of the Gabion stone cage to block the dam is obviously better than the masonry dam.

Keywords: Earthquake disaster reduction; Gabion stone cage; Block dam; Supporting technology

0 引言

格宾石笼是一种防御工程中的新型技术,其主要由格宾网与放入其中的块石或者卵石构成^[1]。格宾网作为将抗腐耐磨低碳高镀锌钢丝或者10%铝锌稀合金镀层的钢丝经机械绞合编织为多绞状与六边形的网片,该成品具有抗老化与耐腐蚀等优点,可以高效适用于高度污染环境。

格宾石笼整体框架具有自然性的多孔隙性质和柔性,使其可以满足工程安全相关需求,也有利于植物根系发展,还能达到绿化与保护生态环境等目的,是一种十分典型的生态环境防护结构^[2]。

地震减灾工程中,治理震后带来的泥石流和洪水最为直接高效的方式即为各种各样的拦挡坝,其具有泄洪和拦渣等功效。传统应用比较广泛的拦挡坝主要以浆砌石坝与混凝土坝为主,此类拦挡坝会随着基础变形而变形,致使整个坝体被破坏掉。基于上述分析,将格宾石笼应用至地震减灾工程的拦挡坝中十分必要。

1 格宾石笼构造与特性

格宾石笼构造:格宾石笼主要利用双绞合形式六边形的金属网片组合为箱笼,再装填石料堆筑构成防护整体,能够广泛应用至河流护岸与边坡支挡方面^[3-5]。金属网片通过高强度耐磨的低碳钢丝利用机器编制成。基于地震灾区泥石流和洪水发展状况,将格宾石笼应用至防护坝构成中,以此对上游物源进行阻拦。

格宾石笼主要特征:该结构是一种具有柔性的支护结构,其在河流护岸与边坡防护中应用十

分广泛^[6]。其作为一种当前应用广泛的新型结构特征主要为以下方面:

(1)高强度耐久性。金属钢丝选取高强度耐磨低碳性的钢丝,同时在表面镀锌或者涂上树脂保护膜,其具备很高的强度与耐久性。金属网孔是六边形的蜂巢形状,非常符合力学组织机制,利用双绞方式编织成,即便其中一两根金属线被破坏,格宾石笼的网状也不会很容易被解开^[7]。由此可见,格宾石笼具有很强抵御破坏的能力。

(2)透水性:格宾石笼内部石料选用垒砌的方式排列,具有很强的排水性。不仅可以高效排水,也能高效拦截物源。

(3)整体性与柔韧性:格宾石笼间紧密相连,并构成一个整体具有柔性的结构,具有很好的适应性。地震发生过程中,网箱中的石料会利用自身调整适应变形,整体构造不会遭到破坏,十分适用在地震区域^[8]。

(4)施工过程简单便利:和钢筋石笼拦挡坝比较,格宾石笼编制非常简单,且网眼比较小,不需要钢筋石笼电焊连接,此项优势在地震减灾应用中很有利。

2 地震减灾工程下格宾石笼拦挡坝施工

2.1 格宾石笼护基

格宾石笼护基主要分为以下步骤:

(1)测量放线:基于设计图纸平面布置图中当前横纵坐标判断格宾护基位置,然后利用格宾护基和立面图判断护基标高与底宽撒白灰线完成放样。

(2)挖掘基础:挡墙根据挖掘机与人工相互配

合方式开挖,针对挖出的可利用料直接运输到填筑作业面当作填筑料,不可利用的弃渣放到堆放处。在开挖过程中,要严格按照设计边坡 1:1.5 进行施工。

(3)规整地基:在开挖之后,利用人工规整格宾护基的底部,并将底部比较松动的岩石或者土清理掉,同时回填夯实不平的位置[9]。

(4)铺垫反滤层:基于设计图铺土工布,然后铺设砂石垫层,构成反滤层。

(5)格宾放置与连接:将格宾网传送到工地之后,开始现场组合。在该步骤施工之前,先在石笼底部铺格宾网,使用同等材质的钢丝,并依据 50 cm 间隔将格宾网的边缘通过比较粗的铅丝绑扎结实。底层的格宾网与竖向的格宾网以垂直水流方向设置,同时绑扎结实^[10]。选用钢管支架予以支撑,再配置单片竖直网,保障网垂直。格宾网连接时,要保障石笼隔板是竖直形状,防止影响格宾石笼耐久性。

(6)格宾结构支顶加固:当格宾箱设置坚实牢固之后,装填石料之前,将木方放置在格宾箱体实现支顶加固。

(7)石料装填:按照设计需求,选出一些大块同时质量比较优质的石料放入箱体实现整体加固,中间是一写比较碎的石料,装填模式为人工和机械配合。当块石填充步骤实现之后,需要利用人工捡拾来保障石料的平整程度。填充石块过程中要特别注意块石的整体粒径和设计需求相符;各个箱格中的投料要分层铺设且一定要均匀^[11];当每层网箱块石填料填满后,根据细碎石料对网箱顶部予以修正,再封盖同时检查封盖后的整体高度和设计需求是否相符,假设不相符,则进行调整。

(8)封盖施工:该步骤先通过封盖夹对每段邻近结点进行固定,然后每隔 25 cm 绑扎一道的模式进行绑扎,绑扎线需要和格宾石笼的网线使用相同材质钢丝。详细如图 1 所示。

2.2 格宾石笼护坡

护坡过程主要分为以下步骤:

(1)削坡:在护坡施工之前,选用 CAT300 长臂反挖与人工协作依据 1:2.5 的比例将坡面预留的保护层进行削减,并填补平整、密实。

(2)铺设土工布:该环节能够达到加固与补强以及隔离的目的。土工布由上游为始点一直向下在垂直方向下开始铺设,后铺土工布需要覆盖在下游的土工布上侧,布面要平整同时留出变形余



(a)



(b)

图 1 格宾石笼护基

Fig.1 Gabion stone cage protection base



图 2 格宾石笼在护坡过程中的反滤层施工示意图

Fig.2 Schematic diagram of the construction of the filter layer in the process of slope protection

量^[12]。图 2 为格宾石笼在护坡过程中的反滤层施工示意图。

(3)砂砾垫层:该层的厚度设置为 20 cm,使用合格料完成回填。在坡面回填过程中,通过自卸汽车运输材料到堤顶,使用 PC220 反铲铺撒粗粒到斜面,再利用人工配合完成找平,同时进行夯平,控制其中的含水量。注意保护土工布,防止其遭到破坏^[13]。

(4)安装网箱:当网箱运输至工地之后,在施工现场完成组装,中间格网和网身为 90°角。采取和网箱材质同等的绑扎材料将间隔网与网身依照 25 cm 一道完成双股绑扎,等待成形之后,依据设

计需求逐次放置。

(5)装填石料:依据设计需求选择适当的石料填充至格宾箱体完成加固,装填模式使用的是机械与人工相互协作装填,按照从下至上、由堤基至堤顶、水平上升的模式开展。在填充石块的过程中,一定要注意石料历经和设计需求相符,保证其平整程度。各个箱格中的投料要分层且均匀,不可以将填料一次性填充,且当每层网箱填石后,将细碎的石料用作网箱顶部修正^[14]。

(6)封盖:当石料垒砌,且表明平整后,开始进行网笼封盖。封盖网与网身及间隔网间交互边



图3 格宾石笼护坡封盖示意图

Fig.3 Schematic diagram of Gebin stone cage slope protection cover

框线相隔 25 cm 绑扎一道,将全部封盖框线和边框线绑扎到一起。如图3所示。

关于施工质量控制提出以下建议:

(1)施工材料质量整体控制,格宾网的金属丝整体化学性能与力学性能标准应该符合相关设计需求。网孔一定要均匀,不可变形,孔径的偏差要小于设计孔径 5% 大小。钢丝与树脂一定要紧密连接。涂膜质量与厚度需要符合设计标准。填充料一定坚固密实且耐风化。填充料粒径最小也要大于 5 cm,最大的粒径通常小于 30 cm,网箱一定要满足设计规定需求。

(2)格宾石笼基础质量管理:在分布格宾基础位置与高程和基底承载力时一定要符合相关需求。

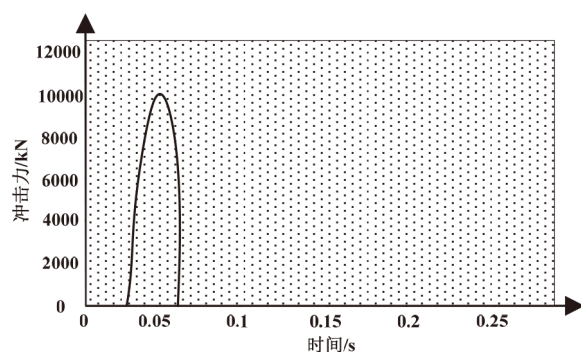
(3)格宾石笼整体质量管控:网箱几何尺寸要在允许偏差范围之内。墙面的平整程度要在 5 cm 之内,挡墙的垂直程度一定要满足倾斜程度小于等于 0.5% 的需求^[9-10]。格宾石笼拦挡坝头必须深入坝肩岩土中不少于 0.5 m。

3 实验结果与分析

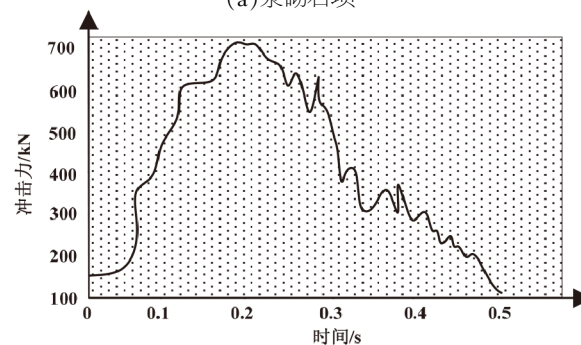
3.1 冲击力与时间分析

拦挡坝的主要破坏体现在冲击力上,详细冲击力与时间之间的关系如图4所示。

从图4可以看出,冲击力和坝体自身材料性质是有关联的。浆砌石坝体冲击持续时间比较短,冲击力值在比较短的时间达到峰值,在这之后又恢复为 0。格宾石笼拦挡坝冲击力与时间曲线比较平稳,整个接触时间大约持续 0.5 s,冲击力达到最大之后缓慢恢复到 0。综上分析可知,格宾拦挡坝材料属于柔性材料,且作用时间会随之变长,冲击力也由此减小,耗费冲击力能量效果十分明显。



(a)浆砌石坝



(b)格宾石笼拦挡坝

图4 拦挡坝冲击力与时间关系

Fig.4 The relationship between the impact force of the dam and the time

3.2 位移分析

依据1 m 高度将坝体由上到下划分成 5 层,如图5所示。因最底层生成的位移非常小,因此底层位移不进行比较。选取剩下各个层次中点位置位移进行比较分析,历经模拟分析,获得浆砌石坝与格宾拦挡坝各个层次中点位移与时间之间的关系如图6所示。各个层次中点位移如图7所示。

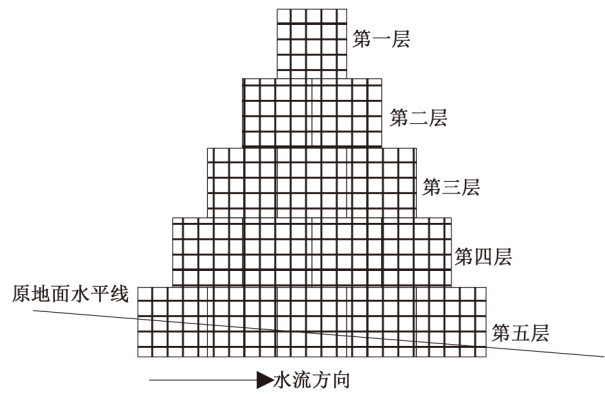
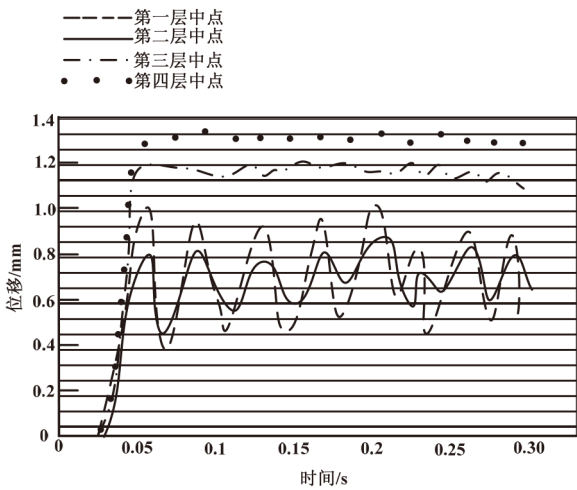
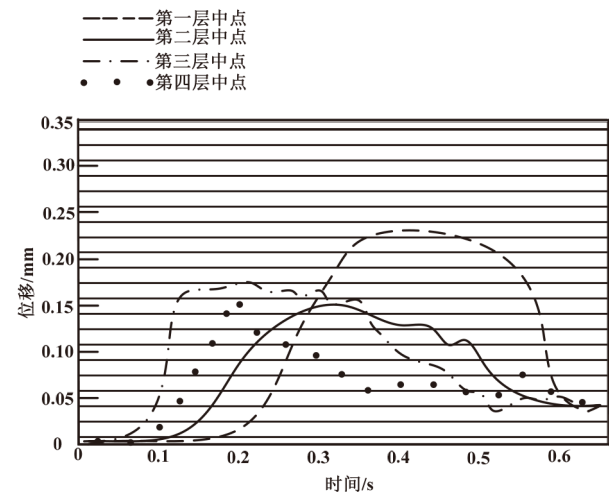


图5 坝体剖面示意图

Fig.5 Diagram of dam profile



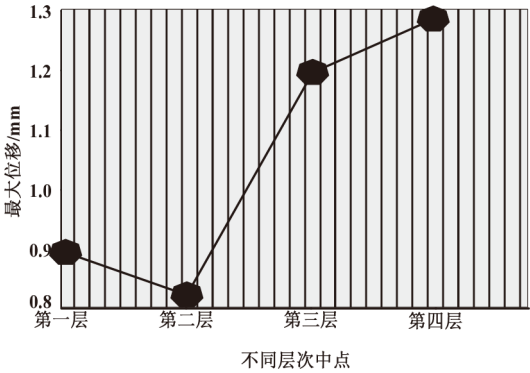
(a)浆砌石坝



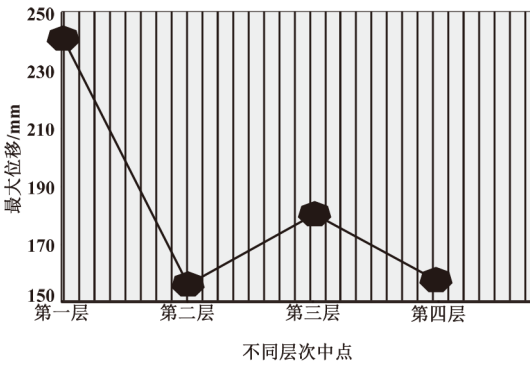
(b)格宾石笼拦挡坝

图6 拦挡坝位移与时间关系曲线

Fig.6 Barrier dam displacement versus time curve



(a)浆砌石坝



(b)格宾石笼拦挡坝

图7 坝体各个层次中点位移示意图

Fig.7 Schematic diagram of the point displacement in each level of the dam body

根据图 6 和图 7 可观察到，浆砌石坝的各个层次位移都比较小，撞击位置周围的位移最大。格宾石笼拦挡坝各个层次的位移都比较大，且撞击位置的位移最大，各个层次位移相差不大，第一层距离撞击层次最远。中点位移与其他层次的位移比较呈显著性的滞后趋势，这表示应力扩散使坝体受力呈均匀分布，即表明坝体可以利用整个结构全部能量承担很大负载。

3.3 能量分析

能耗主要在拦挡物动能方面有所体现。该模拟过程中，主要确定冲击球体动能变化，详细动能与时间之间的曲线变化如图 8 所示。

根据图 8 的关系曲线可知，浆砌石坝动能与时间关系曲线较为陡峭，格宾石笼拦挡坝动能与时间关系曲线较为平缓。也就是球体利用同等速度运行，在拦挡坝下，格宾石笼拦挡坝体耗能效果显然优于浆砌石坝。

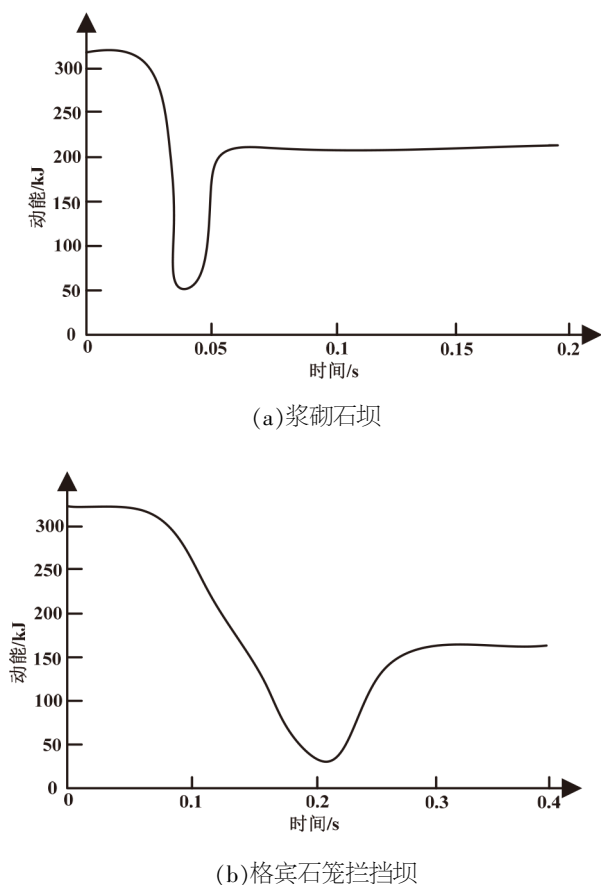


图8 球体动能与时间关系曲线

Fig. 8 Sphere kinetic energy versus time curve

4 结语

在地震减灾工程中,利用格宾石笼构建拦挡坝是当前应用范围比较广的方式。地震发生后,经常出现泥石流、滑坡与滑塌等地质现象,小型松散堆积物比较多,格宾石笼具备的特性可以妥善解决其中存在的问题。由以上研究分析可知,格宾石笼拦挡坝优势十分明显,其中的石料能够就地取材,且工程造价与施工成本均比较低,施工过程简单,施工质量可得到保障。经实验证明了该技术的实用性,可将其广泛应用至水利建设、河流洪水防治等领域。格宾石笼拦挡坝施工快捷,其工程造价大概为混凝土坝的一半,经济效益与实用价值非常高。格宾石笼护岸和护坡地应用,能够在治理灾害的同时兼顾当前生态问题,对于城镇生态绿化是一种不错的选择。

参考文献:

- [1] 蒋建清,杨果林. 格宾网加筋红层软岩石混填路堤力学行为的现场测试与数值模拟[J]. 岩土力学,2016,37(1):156-165.
- [2] 韩延申,陈伟庆. 6流非对称40t中间包挡墙和挡坝对帘线钢盘条夹杂物的影响[J]. 特殊钢,2016,37(3):25-27.
- [3] 李俊杰,王秀丽,冉永红. 泥石流作用下拦挡坝的流固耦合分析[J]. 兰州理工大学学报,2017,43(2):127-132.
- [4] 朱晓秦,魏建忠,陈自强,等. 丰满水电站重建工程大坝碾压混凝土现场工艺试验[J]. 水利水电技术,2016,47(6):115-119.
- [5] 于献彬,陈晓清,赵万玉,等. 透水型拦挡坝排泄孔开口参数对坝体应力场影响规律研究[J]. 防灾减灾工程学报,2016,36(6):1015-1025.
- [6] 王一咪,谭潇. 群体涵洞的地震灾害影响评价方法[J]. 华南地震,2018,38(3):83-87.
- [7] 阿比尔的,郑颖人,赖杰,等. 牌坊坝滑坡双排桩+锚索支护性能研究[J]. 地下空间与工程学报,2016,12(4):1033-1038.
- [8] 唐浩,石秀峰,唐亮,等. 液化场地桥梁群桩-土耦合体系强震反应分析[J]. 地震工程学报,2016,38(6):869-876.
- [9] 柯传芳,于胜利. 白鹤滩水电站左岸坝基柱状节理开挖松弛特性试验研究[J]. 长江科学院院报,2017,34(6):128-131.
- [10] 白云. 地震断层滑动对地质形变的测绘研究[J]. 华南地震,2018,38(1):112-117.
- [11] 周昌栋,袁庆华,代明净,等. 悬索桥锚碇基础强透水地层施工防渗技术[J]. 世界桥梁,2016,44(5):11-15.
- [12] 王秋生,王洪洋,苏瑞林. 加筋无黏性土石坝漫顶溃坝试验研究[J]. 中国水利水电科学研究院学报,2017,15(4):263-271.
- [13] 韩彰,苏怀智,李慧. 考虑渗流体力的某大坝地震响应仿真分析[J]. 水利水电科技进展,2018,38(2):70-76.
- [14] 白泉,韩晶晶,康玉梅,等. 小波包变换中地震信号的结点序号到频带序号的转换算法[J]. 地震工程学报,2016,38(6):991-996.