

大网笼机械化抢险技术现场试验

张宝森¹, 汪自力¹, 王德智², 谢志刚¹, 王仲梅¹

(1. 黄河水利委员会黄河水利科学研究院, 河南 郑州 450000; 2. 河南黄河河务局, 河南 郑州 450000)

摘要:为了解决大网笼的材料、结构、制作以及机械化装料、运输和机械化抛投等问题, 于 2004 年在河南省兰考蔡集工程 54 坝进行了大网笼机械化抢险技术现场试验。通过现场试验研发成功了 10 ~ 12 m³ 大网笼, 利用自卸汽车、挖掘机、推土机、装载机等大型机械设备进行机械化装料、运输和机械化抛投, 用 10 min 即可完成装料作业, 平均 5 min 有 1 辆自卸汽车在坝前循环 1 次。兰考蔡集工程 54 坝进占试验表明, 大网笼机械化作业能快速形成占体。

关键词: 大网笼, 抢险技术, 防洪, 黄河

中图分类号: TV87

文献标识码: B

文章编号: 1006-7647(2006)01-0057-03

Field tests on mechanized emergency technique by use of large netting cages for flood control//ZHANG Bao-sen¹, WANG Zi-li¹, WANG De-zhi², XIE Zhi-gang¹, WANG Zhong-mei¹(1. Institute of Yellow River Hydraulic Research, Yellow River Commission, Zhengzhou 450000, China; 2. Yellow River Affair Bureau of Henan City, Zhengzhou 450000, China)

Abstract: The field tests were performed in 2004 on the 54th dam in Caiji Project of Lankao City to investigate the suitable material, structure, and measures for fabrication of large netting cages and to deal with some problems on mechanized loading, transportation, and dumping. In the field tests, large netting cages with a volume of 10-12 m³ were produced, and the mechanized loading, transportation, and dumping were performed with the help of dumping cars, excavators, bulldozers, loaders, and other mechanical equipment. The loading work could be finished in 10 minutes, and each netting cage could be transported and dumped by a dumping car every five minutes. Field tests indicate that the mechanical work with large netting cages intercepts flood rapidly and effectively.

Key words: large netting cage; emergency technique; flood control; Yellow River

在千百年与黄河洪水的斗争中, 沿黄人民积累了丰富的抢险经验, 并且根据黄河的水沙特点, 因地制宜, 就地取材, 创造了以秸柳料、土和少量石块为主要材料的柳石搂厢、柳石枕等抢险技术^[1], 这些技术和料物的应用, 形成了黄河抢险的基本方法, 在抗洪抢险中发挥了巨大的作用, 直到现在仍然是抢险的重要手段。随着科学技术的发展和社会经济实力的增强, 近年来黄河下游组建了 20 多支专业机动抢险队, 配置有自卸汽车、挖掘机、推土机、装载机等大型机械设备, 提高了抗洪抢险能力。近年来应用了化纤网笼和土工合成材料抢险^[2-5], 新材料、新装备、新技术给抗洪抢险带来很大的变化, 突出的优点是节省人力, 提高抢险效率等, 但也出现料物准备不足, 盲目使用机械抛散石抢险, 新的抢险技术不规范等问题。对于土胎外露、溃膛等险情抢护技术以及水中进占或堵口技术还有待进一步完善和优化。

所谓大网笼机械化抢险技术是指体积为 10 m³ 左右的网笼, 内装石料或草石混合料, 以机械为主完

成装料、运输、抛投等环节的抢险作业方式, 主要用于大险的抢护和水中进占作业。

由于网笼体积的增加, 也相应引起一系列问题需要试验研究, 包括网笼的制作材料、结构形式、运输方式、抛投方式以及流水作业方式、配套机械、道路等。

为充分发挥大型抢险机械的作用, 探索机械化抢险与传统抢险方法有机结合的途径, 黄河防汛抢险技术研究所对近年来提出的大网笼机械化抢险技术进行了专题试验研究, 通过现场试验, 基本解决了大网笼的制作、材料、结构尺寸、机械化装料、运输和抛投等问题。

1 网笼抢险技术发展概况

传统的石笼是采用铅丝、钢筋或植物枝条等制成各种网格或笼状体, 内装块石、砾石或卵石而形成的条体或块体。抛投铅丝网石笼是抗洪抢险和坝垛根石加固中经常使用的措施^[1]。抢险时, 首先将网片铺放在需要抛投网笼的坝顶边上, 人工搬运石料

在网片上码放整齐,石料四周裹以网片,用别棍把铅丝网片拧在一起,形成铅丝网石笼,几个人用撬棍插在网笼下面掀入水中。除了在抛笼的地点铺网片外,也可直接在装载机铲斗中和自卸汽车车厢中铺网,可人工装载,现在采用挖掘机向自卸汽车上的网笼装石料,机械抛投。

为探讨新形势下的黄河防洪工程抢险新技术,近年来河南、山东黄河河务局及有关单位做了多种尝试和探索:

a. 装载机、挖掘机抛石抢险。利用装载机直接从坝面上抛散石或铅丝网笼,一部 WA380 装载机,在坝面上每小时可抛 200 m^3 块石,相当于 300 个民工的劳动量,而且利用装载机可每次抛下 3 m^3 左右的铅丝网笼。机械抛石抢险有不受块石大小限制(大块石人工抛不动)的优点,能遏制大溜顶冲时的散石走失。

b. 2000 年结合国家防汛抗旱总指挥部办公室“堤防堵口关键技术研究”专题项目,于 2001 年 4 月在枣树沟工程中进行了大型铅丝石笼水中进占堵口试验,铅丝网片采用普通 8 号铅丝编织,大型铅丝笼的尺寸为长 4 m、宽 2 m、高 1 m 和长 6 m、宽 3 m、高 1.5 m。大型铅丝笼比照自卸汽车斗的大小制作,敞口放置于车斗内,用装载机或挖掘机装散石,在抛投过程中无损坏现象。实践证明,自卸汽车直接将大型铅丝石笼运送、卸放至出险部位,对控制险情往往具有显著的效果,多部大型自卸汽车同时运用,威力更大。

c. 当工程出险处距抢险石料的距离超出 100 m 和现场石料储备不足时,尝试运用大型自卸汽车运石,直接将石料卸放至出险部位,进行工程抢险、恢复工程断面的试验。2003 年河南省兰考蔡集工程抢险堵口就是最好的实例,值得进一步总结和推广。蔡集抢险试用了钢筋大网笼和扁钢大网笼,但效果不好。用挖掘机将地面上人工绑扎好的 1 m^3 和 2 m^3 的铅丝网笼装上大型自卸汽车直接卸至出险部位,试用效果很好。

d. 2003 年 10 月,黄河防汛抢险技术研究所就合金网笼在黄河抢险中的应用进行了探索,并在兰考蔡集工程抢险堵口现场进行了实际应用试验。合金网笼与传统的铅丝网笼相比有以下特点:①合金钢丝强度高,所做网笼承重最大可达 100 kN;②合金钢丝不锈蚀,便于储存保管,用合金网制成的石笼抛入水中后不易散脱,可适当延长河道工程寿命;③合金网笼工厂化生产,现场装笼方便,可用吊车吊运到位,便于机械化操作;④合金网笼有在深水 and 流速较大的区域进行施工的成功经验^[6]。

以上进行的各种实践和探索,都不同程度地积

累了一定的经验,尤其是装载机或挖掘机装石、自卸汽车直接将大型铅丝石笼运送、卸放抢险的研究,得到了国家防汛抗旱总指挥部办公室验收专家的充分肯定和赞扬,认为快速、安全、可行、可靠。

2 大网笼现场试验

2.1 大网笼的制作结构和尺寸

化纤大网笼的结构和尺寸及加工制作展开图见图 1 和图 2 图中网径 0.15~0.2 m,固定绳直径 0.8~1.0 cm,长 0.5 m。

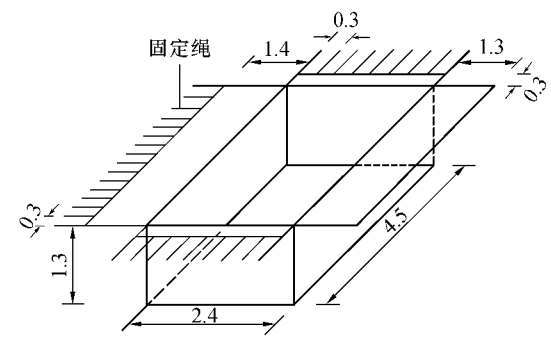


图 1 化纤大网笼的制作结构和尺寸(单位:m)

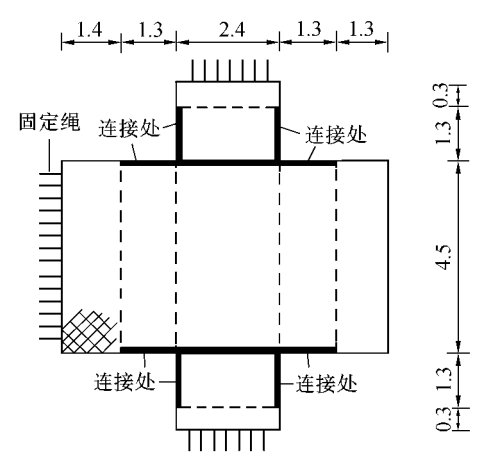


图 2 化纤大网笼加工制作展开示意图(单位:m)

2.2 大网笼水中进占现场试验

水中进占现场试验于 2004 年 5 月 22~31 日在兰考蔡集 54 坝进行。蔡集 54~59 坝为 2004 年汛前完成项目,要求时间紧,工程量大,设计坝长 100 m,其中 54 坝有 50 m 为水中进占,设计采用柳石搂厢水中进占结构(方案一),另外还设计了两套试验方案。在实际进占过程中,大土工包进占方案(方案二)在水深 2~3 m、最大流速 0.5 m/s、大河流量 $735\text{ m}^3/\text{s}$ 的情况下,进占了 5 m;大网笼进占方案(方案三)在水深 4~6 m、最大流速 1.2 m/s、大河流量 $735\text{ m}^3/\text{s}$ 的情况下,进占了 10 m。试验各方案进占位置见图 3。

2.2.1 进占断面结构尺寸

占体为铅丝网笼,顶宽 6 m,水深 4~6 m,超高

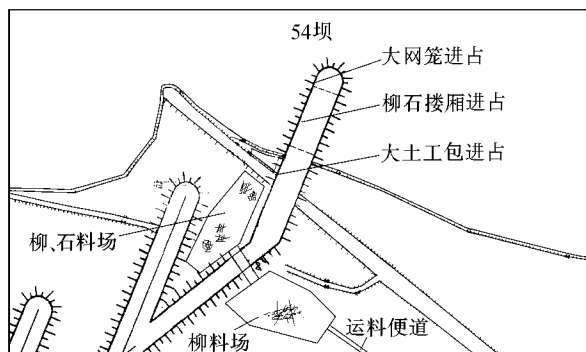


图3 水中进占各试验方案位置平面布置示意图

1.0~1.5 m 迎水面抛铅丝网笼,其边坡1:1,散石护坡1:1.5,背水面边坡1:1;后戗顶宽10 m,背水面边坡1:2,散土跟进。断面结构尺寸见图4。

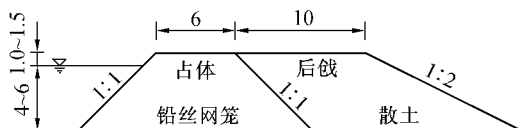


图4 大网笼水中进占断面尺寸及结构示意图(单位:m)

2.2.2 前期准备

a. 材料准备.主要材料有铅丝网片、化纤网、土石料等。用料量按水深6 m、进占50 m考虑。工程各部位的用料数量如下:①占体:4200 m³,需要520个大网笼。石料900 m³,软料2700 m³。②后戗:散土4550 m³。③裹护体:石料500 m³。铅丝网片70个,合计石方1400 m³,软料2700 m³,散土3900 m³。

b. 机械准备.1辆D85推土机,3台挖掘机,15辆自卸汽车,移动照明设备,打包机等。

c. 人员准备.现场指挥3名,技术人员6名,民工40名。

2.2.3 机械化作业

54坝水中进占主要按方案一和方案三进行,合理的现场布置可以提高机械化作业速度。自卸汽车数量可按运输距离所需的运转循环时间和挖掘机的作业循环时间来确定,数量不宜过多,以生产率最高、成本最低为标准。按水中进占50 m考虑,1辆D85推土机、3台挖掘机、10~12辆自卸汽车配合作业效率最高。

3 试验结果

a. 12号铅丝加8号铅丝加筋网笼制作的10 m³的大笼试用效果较好,可满足自卸车装、运、抛机械化作业要求。用1台挖掘机配合1辆自卸车,柳料石料按1:1或1:2混装,只需要20~30 min的时间,抛投过程中整体性较好,1辆自卸车装1个笼抛在岸上,然后用D85型推土机推入水中,不会破坏。其中大网笼采用麦秸料、稻草料等软料和石料按1:1或1:2混装,试用效果也很好。

b. 大网笼是以铅丝网笼或化纤网笼内装软料和石料按质量比1:1或1:2混装,也可按流速大小或出险部位调整比例。它具有体积大、柔性好、抢险速度快的优点,化纤大网笼可工厂化生产,装、运、抛机械化程度很高,用于防汛抢险速度很快,操作简单,造价适中。按图1、图2生产的10~12 m³化纤大网笼装散石,用10 min的时间即可完成。另外大量使用散土和棉花柴、玉米秆、芦苇、豆棵、秸、苇,也可不需要砍伐大量树木,可保护生态环境,具有推广价值。

c. 兰考蔡集54坝水中进占抛投12号铅丝加8号筋大网笼试验已经成功,在水深4~6 m、流速小于1.2 m/s、大溜顶冲情况下,软料和石料按质量比1:1或1:2混装的10 m³大网笼可以站稳,并能快速形成占体,见图5。



图5 大网笼形成占体

d. 水中进占时,需要1台D85型推土机,3台1 m³挖掘机,10辆自卸汽车,即可达到各种机械设备的最佳使用和合理配置;其中2台挖掘机配合6辆自卸汽车装大网笼进行占体作业,1台挖掘机配合4辆自卸汽车装散土进行后戗作业,1台D85型推土机在坝顶进行整修作业。进占强度为:平均5 min有1辆自卸汽车在坝前循环1次,可抛投10~12 m³大网笼和倒散土10~15 m³。

4 结论

通过本次试验,基本解决了大网笼制作材料选择、结构、尺寸以及现场机械化装料、运输、抛投等问题。

a. 大网笼机械化抢险技术充分体现了“高强度、高效率、工厂化、机械化作业”的原则,具有很多优势和发展潜力,为今后防汛抢险提供了新的技术保障。

b. 将网笼制作与抛投过程所需场面分离,打破了传统抢险技术作业场面小的限制,成功实现了抢险的流水作业,大大提高了抢险效率。将费时较多的网笼制作过程放在距出险位置有一定距离的开阔场地,有限的抢险场地只承担抛投到位过程,彻底克服了传统抢险中由于人机多、场面小而造成人机资源浪费,贻误抢险时机的不利局面。(下转第69页)

方量,最后再求总方量。由于一个项目有可能不会按顺序输入桩基号地面线文件,如要计算总方量,需要先对桩基号排序,其算法复杂。以快速排序为例,其复杂度在最坏情况下为 $O(n^2)$,平均情况为 $O(n \lg n)$;当地面线文件多达上百个时,计算速度慢,且还要按照桩基值查找相应的地面线文件,因此非常耗时。堤类工程 CAD 软件采用了数据库技术,借助数据库的自动排序,可以按桩基值快速找到相应的地面线文件,再利用面矢量算法求出工程量,既方便又准确、快速。

2.3.4 ActiveX 技术的应用 提高了软件的自动化程度

由于软件涉及计算、绘图、概预算等方面,众多软件的集成,相互之间的转换与调用要求灵活多变,以适应用户的需求。软件利用 ActiveX 技术,实现了不同部件的共享与调用。

2.3.5 为后续软件的开发准备了通用的组件

水利工程中,土方量计算与图形显示、工程估算、稳定计算等都是需要的,我们将这些模块设计成

(上接第 56 页)

4 结 论

a. 回龙抽水蓄能电站上库地形地质条件复杂,将裂隙岩体划分为主干裂隙系统和裂隙岩块系统,采用非连续介质双重裂隙系统理论建立三维渗流模型进行渗流计算,较好地解决了连续介质渗流理论计算误差较大的问题,提高了渗流计算的准确性,为库区防渗方案的确定提供了可靠依据。

b. 经过专家鉴定与试验验证,可以认为,对于库区地形复杂的岩基表面,采用大面积喷混凝土防渗的新工艺,技术上是可行的,能够达到很好的防渗效果,可以节约大量的开挖量及混凝土量,从而节约大量的工程投资,具有一定的推广应用价值,但应注意严格控制配合比与施工工艺。

喷混凝土防渗工艺还有待于水库蓄水后的考验及其他生产实践的验证,并进一步研究完善。

参考文献:

- [1] 王恩志,王洪涛,孙役.双重裂隙系统渗流模型研究[J].岩石力学与工程学报,1998,17(4):400-406.
- [2] 王恩志,李昂,毛文然,等.回龙抽水蓄能电站上库岩体三维渗流分析[J].水力发电学报,2003(1):96-100.
- [3] 章小君.回龙抽水蓄能电站上库湿喷混凝土防渗试验[J].人民长江,2003,34(9):48-51.

(收稿日期 2004-10-14 编辑 熊水斌)

组件,以便快速移植到其他工程中。

3 结 语

中小型水利工程 CAD 软件在异构软件集成上采用 ActivX 技术,在计算、绘图、概预算等功能之间可自由切换;人机交互性强;土方量计算采用面矢量算法,并结合数据库技术,简洁快速;数据输入及地面线和断面显示等采用可视化技术,直观形象地帮助判断。软件呈现在用户面前的是友好的界面,熟悉、灵活的操作流程,不用再“学习”就可快速上手,在太仓市推广应用中得到好评,极大地提高了工作人员的设计效率。

参考文献:

- [1] LOMAX P. VB 与 VBA 技术手册[M]. 北京:中国电力出版社,2002.
- [2] MCFARLANE S. AutoCAD 数据库连接[M]. 罗阿理·卢迪,译.北京:机械工业出版社,2001.

(收稿日期 2004-09-30 编辑 熊水斌)

(上接第 59 页)

c. 解决了大网笼的制作问题。对于 10 m^3 左右的大网笼,里面又装的是石料,还要用推土机推到位,因此对网笼强度要求较高,若均用 8 号铅丝不但浪费,而且手工操作困难。经过试验,提出了以 8 号铅丝作骨架、以 12 号铅丝编网的人工制作工艺,较好地处理了强度与编网操作间的矛盾。

d. 首次提出了在大网笼中使用稻草、麦秸、玉米秸秆等作软料代替柳料起到缓流落淤的作用,可有效解决抢险料物不足的问题,同时也减少了柳枝砍伐量,有利于保护环境。另外,稻草、麦秸、玉米秸秆作软料用机械装料时更为方便,也便于调整软料与石料比例,以适应抗拒不同流速的需要。

参考文献:

- [1] 罗庆君.防汛抢险技术[M]. 郑州:黄河水利出版社,2000.
- [2] 刘宗耀,杨灿文,王正宏,等.土工合成材料工程应用手册[M]. 第 2 版.北京:中国建筑工业出版社,2000.
- [3] 张宝森.土工合成材料软帘堵漏试验效果分析[G]/包承纲,杨光煦.土工合成材料防渗反滤和排水技术的研究与实践.武汉:武汉出版社,2001:241-249.
- [4] 张宝森,沈秀珍,程征.土工合成材料在渗水(流土)抢险中的应用研究[J].人民黄河,2003(3):40-41.
- [5] 崔建中,张宝森,张喜泉.土工合成材料在黄河河道整治工程抢险中的应用[J].人民黄河,2003(3):42-43.
- [6] 杨红波.合金钢丝网石笼在长江堤防护岸工程中的应用[J].浙江水利科技,2003(1):47-48.

(收稿日期 2004-10-15 编辑 熊水斌)