

# “水陆联动机械快速打捞法”在水口库区水葫芦集中整治中的应用

吴世铭

(福建省围垦工程处, 福建 福州 350001)

**摘要:** 针对福建省水口库区水葫芦滋生蔓延严重的状况, 根据客观条件对水葫芦集中整治技术方案进行科学比选, 论述“水陆联动机械快速打捞法”模式研发过程及其作业方法与技术要领, 并探讨该技术成果在水库、湖泊、河道、内河河网等区域发生因水葫芦疯长成灾进行集中整治推广的应用前景。

**关键词:** 水葫芦; 机械打捞法; 整治

中图分类号: X 524

文献标识码: A

## Efficient *Eichhornia crassipes* salvaging and control in Shuikou reservoir

WU Shi ming

(Reclamation Engineering Department of Fujian, Fuzhou, Fujian 350001, China)

**Abstract:** Controlling the severely spreading *Eichhornia crassipes* has been a top priority project for the Shuikou Reservoir in Fujian. This article describes the situation prior to the implementation of the “Land-Water Mechanical Salvaging Technique,” objectives set forth for the project, methodology development and detailed equipment requirement and operation procedures of the control technique. It is hoped that by promoting the application of this newly developed method, the invasive overgrowth of *Eichhornia crassipes* in the reservoir, lake, river, inland water network could finally be controlled.

**Key words:** *Eichhornia crassipes*; efficient salvaging method; new control technique

水葫芦是一种生长于水流缓慢水域的多年生浮水草本植物。20世纪50、60年代作为猪饲料引进推广养殖, 但随着饲料工业发展和生猪喂养方式改变, 水葫芦逐渐失去利用价值而无人采收, 目前已被列为世界十大害草之一, 国家环保局已把它列为首批最危险的16种外来入侵物种之一。水葫芦有极强的繁殖能力和耐热怕寒的特性, 主要滋生蔓延在我国南方地区, 2004年福建省各地河道河网、水库电站、湖泊、池塘、水闸等均不同程度生长着近 $306.7\text{ km}^2$ 的水葫芦。因此福建是重灾区之一。

福建省水口水电站位于闽清县境内, 水库库区跨越闽清县、古田县、尤溪县和南平市延平区4个行政区、区。水域面积 $94\text{ km}^2$ , 水库库区主河道长度94 km。库区在气候条件稳定时, 水葫芦较为集中, 密度较大, 水葫芦面积为 $12.2\text{ km}^2$ ; 如果气候条件不稳定, 水葫芦随风漂移, 面积会扩散到 $32\text{ km}^2$ 左右。治理总工程量达 $302.8\text{ 万 m}^3$ 。

水口电站库区主河道水葫芦滋生蔓延, 严重影响航道航运、库区淡水网箱养殖、水产捕捞作业、

发电安全, 并加剧水质恶化等, 引起上级领导高度重视。2004年6月福建省委、省政府要求6个月时间完成水口电站库区水葫芦集中整治工作。通过科学比选, 我们采用“水陆联动机械快速打捞法”在较短时间内解决了水口电站库区水葫芦分布范围广、蔓延速度快、整治工程量巨大等难点问题。2004年12月通过福建省水葫芦整治办公室组织的验收。

## 1 水葫芦集中整治技术方案比较

防治水葫芦的方法主要有化学防治、生物防治、人工及机械打捞等方法。

### 1.1 化学防治方法<sup>[1]</sup>

该方法使用方便, 效果迅速, 常用药品有克芜踪、草甘磷等, 但除草剂对水体生态系统的破坏性大, 污染环境, 而且无法清除水葫芦种子, 效果不能持久。由于水口库区的水质对下游省会福州市的用水安全有重大的影响, 因此化学防治不可取。

## 1.2 生物防治方法<sup>[2]</sup>

是利用植物与天敌间生态平衡的理论，从水葫芦原产地引进其天敌，使之建立种群，对水葫芦实施长期控制。生物防治方法成本低、效果持久、降低对环境的污染，为国内外所重视，但其缺点是见效慢，从释放天敌到获得显著的控制效果，一般需要3~5 a甚至更长的时间。水口库区水葫芦受灾面积较大，有关方面要求灾情能在较短的时间内得到缓解，生物控制目前尚处于科学试验阶段，因此本次集中整治不推荐生物防治法。

## 1.3 人工打捞方法

是通过人工对水葫芦进行打捞处理，但当发生大面积水葫芦时，劳动强度大、见效慢。如云南省滇池水葫芦整治，采取人工打捞方法，2 a时间仅完成清理水葫芦量32万t。水口库区水葫芦工程量达87.8万t，如果仅用人工打捞，时间至少需要5 a或更长时间，而且成本高。因此本次集中整治主要方法不选择人工打捞，其仅用于清理零星、分散的水葫芦。

## 1.4 机械打捞方法

针对水口库区左岸为外福铁路、右岸为316国道，为狭长型的河槽蓄水式水库，库岸坡陡，库内为深水区。库区水葫芦灾害面积大、范围广、漂移性强、作业场地有限、治理总工程量大的具体情况，选择机械打捞方法。机械打捞法，一是采用小型河道割草船<sup>[3]</sup>。这种船优点是集打捞、收集、移挤、滤水、自卸等功能于一体。缺点是造价高、工效低、作业范围小。每艘造价约70万元（含配套设备），打捞面积小，每艘一台班生产能力仅完成打捞标准密度水葫芦面积约1 500~2 000 m<sup>2</sup>。适宜于小面积水葫芦量少的打捞和保洁工作。二是人工与打捞机械组合进行打捞。

机械打捞法作业技术方案要解决3个关键问题：一是如何将漂浮在60 km长河道上的水葫芦集中在作业码头固定区域进行打捞；二是在固定码头水域又如何将水葫芦赶到码头岸边；三是用什么样的机具能有效将水葫芦打捞上岸。对此，我们通过一段现场观察、多种方案反复试验。认为集中整治技术方案首先要根据水葫芦经常漂来漂去区域内寻找合适作业码头，再将水葫芦拦截、围困在附近范围圈内。在这大范围圈内用4条小船推赶水葫芦到码头岸边，码头上用改制的钩机斗将水葫芦打捞上岸。我们称之为“水陆联动机械快速打捞法”。水口库区主河道水葫芦集中整治经现场试验总结后选用这种“水陆联动机械快速打捞法”。

## 2 “水陆联动机械快速打捞法”模式研发

“水陆联动机械快速打捞法”原理是水上船只组合围圈推送水葫芦至打捞区域，利用陆上钩机（打捞斗专门研制）进行快速打捞至临时堆放平台，通过挖掘机履带高强度碾压处理后（缩小水葫芦体积1/3），用装载机和自卸车装运水葫芦至固定堆场，在固定堆场对水葫芦再次碾压翻晒或填埋处理。

### 2.1 水上船只组合围圈水葫芦作业技术研发

在水葫芦集中整治的实践过程中，每天收集气象预报信息，掌握水葫芦受风向影响漂移的规律。由于水葫芦漂移对打捞效率有较大影响，所以对成片集中水葫芦实时围圈是“水陆联动机械快速打捞法”的关键技术。首先，在岸边寻找固定点，并在水中设置若干个浮桶临时固定点；其次，通过尼龙绳绑大毛竹串连接岸边固定点和水中浮桶临时固定点，形成月牙形的水葫芦包围圈，为圈内船只组合进行推赶水葫芦创造良好条件。第三，根据围圈水葫芦量的多少，以及圈外水葫芦的状况，实时缩小来调整包围圈的大小，尽可能使圈内的水葫芦比较密集。

### 2.2 陆上钩机作业及其捞斗的研制

陆上打捞机械是挖掘机，由于挖掘机斗不易排水，不适合打捞水葫芦，故对挖掘机斗进行改造，使之能够满足打捞水葫芦的需要。挖掘机斗改为打捞斗主要考虑两个方面要求，一是打捞斗空隙稀疏密度的确定以既能满足透水又能捞住水葫芦为宜；二是打捞斗整体刚度既要能满足挖掘机移位作为支撑点需要，又要使加宽部分框架的刚度能满足打捞作业需要。改制原挖掘机斗为打捞斗，打捞斗长度3~3.5 m，每斗打捞体积达3~3.5 m<sup>3</sup>，每台挖掘机每台班可完成打捞标准密度水葫芦面积15 000~20 000 m<sup>2</sup>，作业进度比较快（密集状态水葫芦打捞工效更高）。

### 2.3 “水陆联动机械快速打捞法”作业技术方法

“水陆联动机械打捞法”的作业技术方法归纳为“巡、围、赶、捞、压、运、晒、埋”八字要诀，它们既代表各自作业方式，同时相互之间又是紧密联系，形成一个集中整治水葫芦作业的系统。要使作业系统高效运行，各自作业方式所需的装备、人员要优化配置，避免出现某个作业进度过快或过慢现象，从而影响整个系统工作效率。“水陆联动机械快速打捞法”作业技术方法详见图1。

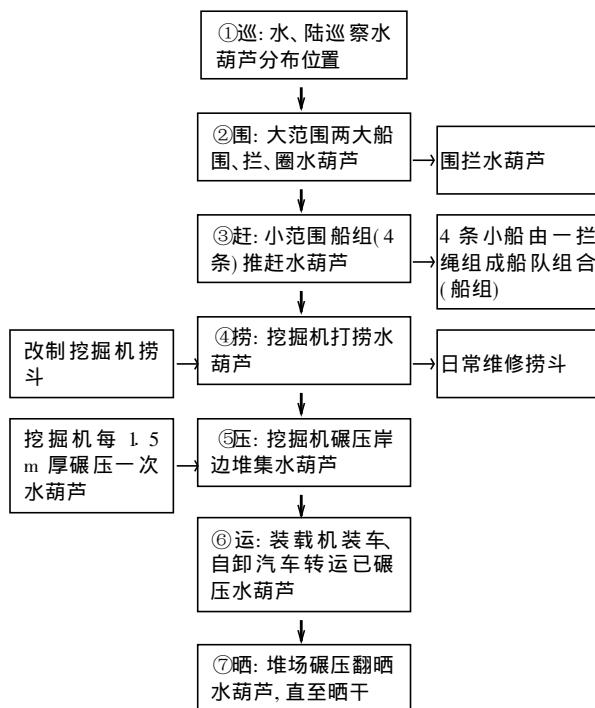


图 1 “水陆联动机械快速打捞法”作业技术方案

Fig 1 Block diagram of the “Land-Water Mechanical Salvaging Technique” operation procedure

**①巡:** 水上通过冲锋舟、陆地通过小车预先观察水葫芦分布情况,以便确定围栏实施方案,将水葫芦大面积围控在某一小段水域内,使之不能漂移分散,为打捞机械装备调度到位开展作业,提供充足的条件。整治期间,在北风作用下,水葫芦大量集中在离水口大坝前约 2 km 范围内,采取多道拦截、分割控制水葫芦,确保在水口电站坝前码头高效进行为期一个多月的集中打捞作业,为整治任务的顺利完成起着关键性的作用。

**②围:** 根据巡察掌握的水葫芦随着风向移动情况,对集中成片的水葫芦实行围圈。围圈要先考虑充分利用现有作业码头和新开辟作业码头,以及尽量减少打捞装备转运次数。为确保每个作业点有足够的水葫芦供打捞,选择好围圈方式,并采用大船、尼龙绳绑毛竹以及用浮桶作临时固定点将水葫芦围在作业点附近,便于将水葫芦拖往作业点供作业点打捞。

**③赶:** 通过围圈,水葫芦被控制在一定范围水域,圈内水葫芦一般成自然松散排列状态。如果不采取人为措施,改变圈内水葫芦松散状态,那么打捞工效很低。为使圈内水葫芦从松散状态改变为紧密状态,并且能够快速输运至作业点,必须要考虑船只组合和船组等问题。经实践研究,每个船组采

用 4 条小船在圈内推赶水葫芦,加大其密度,把水葫芦推赶至挖掘机机械臂所能触及的工作范围。其中两艘小船采用尼龙绳围、拖较远的水葫芦到挖掘机附近,用另两艘小船推送挤紧至打捞挖掘机可打捞的作业范围内供打捞作业。在圈内部署 2~3 个船组进行循环输运作业,可确保挖掘机每斗都满斗上岸,以保证打捞的高效率。

**④捞:** 当水葫芦通过推赶至挖掘机可打捞的作业范围内,开始实施打捞作业。打捞效率高低取决于两个方面:一是打捞斗制作。挖掘机的铲斗经过改装,加大铲斗的容积,添加铲斗的透水空洞,使铲斗变成“打捞斗”,打捞斗的稀疏密度以既能透水又能捞住水葫芦为准。二是水上船只组合陆续推送运输水葫芦以提高效率。避免推送水葫芦出现中断现象。

**⑤压:** 打捞上岸后的水葫芦含水量可达 95%,自然堆放情况下,比较松散。需采用挖掘机碾压,使其脱水,脱水后水葫芦体积缩小达 2/3 以上,便于装运。

**⑥运:** 采用装载机把压实的水葫芦铲运到翻斗车,通过翻斗车运输到征用的水葫芦堆放场。

**⑦晒或埋:** 在征用的堆场堆放,通过碾压翻晒,使水葫芦的体积进一步压缩,充分利用堆场空间;如果堆放场地有深坑,可以将水葫芦进行填埋,表层用土覆盖,使之达到环保要求。

### 3 水葫芦集中整治实施效果评价

2004 年 6 月以来,通过实施水葫芦集中整治,取得显著的经济、社会、生态等综合效益。

#### 3.1 经济效益

库区沿岸居民恢复养殖生产。近几年淡水养殖因水葫芦灾害无法生产,水葫芦治理后使库区水域面积的 20% 恢复淡水养殖生产,按每 667 m<sup>2</sup> 水域创 2 000 元年养殖效益计算,每年可为库区居民创造 5 637 万元以上养殖效益。

#### 3.2 社会效益

消除了水口水电站的发电因水葫芦灾害而受到的影响因素,水上交通运输通畅。

#### 3.3 生态效益

有效遏制住因水葫芦灾害导致水口库区水质下降的态势,降低水体富营养化程度,改善了渔业和水体生态环境。

### 4 小结与讨论

#### 4.1 本研究首次从工程革新的角度提出水口库区

集中整治的有效方案，实践中研究采用“水陆联动机械快速打捞法”，总结了“巡、围、赶、捞、压、运、晒、埋”的水葫芦作业技术方法。该方法的技术创新之处：一是快速打捞机具的革新。改装挖掘机为打捞机，该打捞斗容积 $3\text{ m}^3$ ，每分钟可打捞3次，每套设备每台班最高工效可打捞水葫芦面积 $18\,000\text{ m}^2$ ，比上海产小型河道割草船快10倍以上。二是打捞控制方法革新。“水葫芦动，机不动”，为充分发挥钩机快速打捞特点和便于运输，将钩机相对固定，而让水葫芦靠小船和人工运动。“风向变，水葫芦不变”，用浮标和钢丝绳围住水葫芦让其位置相对不变。三是水葫芦堆放处理的革新。水葫芦在腐烂过程中挥发恶臭气体污染环境，因而尽可能减少水葫芦含水量，使其成干状，有利于保护环境。水葫芦在临时堆放场用挖掘机碾压，可挤走水分约40%；固定堆放场再次碾压翻晒和自然凉干，可减少水分约50%；余下的水葫芦是高效无害有机肥，可作为农业生产基肥使用。

#### 4.2 “水陆联动机械快速打捞法”可以在较短时

间内解决水葫芦分布范围广、蔓延速度快、整治工程量巨大等难点问题。其技术成果可以在水库、湖泊、河道、内河河网等区域发生因水葫芦成灾进行集中整治中推广应用。但对于零星、分散的水葫芦治理，还需进行保洁机具的研制和保洁技术的研究。

4.3 水葫芦集中整治仅治标而不能治本，因此，还应采取综合治理措施，对库区畜、禽养殖及淡水养殖业应做好发展规划，对排污及相配套的治污设施应加强环保执法检查，“立足于防，标本兼治，重在治本”，保护好水生态环境。

#### 参考文献：

- [1] 王一专, 吴竞伦. 中国水葫芦危害、防治及开发利用 [J]. 杂草科学, 2004, (3): 6- 9
- [2] 谢桂英, 郭金春. 水葫芦的发生特点、防治及其利用 [J]. 农药, 2005, (10): 43- 44
- [3] 陈翠兰, 凌勇坚. 综合治理水葫芦的实践与思考 [J]. 农业环境与发展, 2004, (2): 42- 43