

## 浙江省基础公益研究计划

## 项目计划书

立项编号	LGG21F030005		
项目名称:	基于仿尺蠖攀爬机器人的水闸钢丝绳在线激光清洗方法研究		
计划类别:	公益技术研究计划		
项目类别:	工业		
项目负责人:	方贵盛	电话:	13606620840
电子邮箱:	823180313@qq.com		
通信地址:	浙江省/杭州市/江干区 下沙高教园区东区学林街 583 号浙江水利水电学院机械与汽车工程学院		
邮政编码:	310018		
依托单位:	浙江水利水电学院		
联系人:	沈晓红	电话:	13858063930
申报日期:	2020-11-27		

浙江省科学技术厅  
浙江省自然科学基金委员会  
二〇二〇年制

## 填写说明

- 一、收到《浙江省基础公益研究计划项目立项通知》后，请认真阅读省基础公益研究计划有关项目和经费管理办法，按要求认真填写《浙江省基础公益研究计划项目计划书》（简称《计划书》）。填写《计划书》时要求科学严谨、实事求是、表述清晰、准确，并认真阅读本填报说明。
- 二、项目负责人应当按照申请书的内容填写《计划书》，除根据确定的资助额度对项目经费预算进行适当调整外，不得对申请书的其他内容进行变更。依托单位应对《计划书》内容进行审核。
- 三、《计划书》经项目负责人和依托单位签字盖章，并经省自然科学基金委员会办公室审核批准后，将作为项目执行、检查、验收的依据。
- 四、资助项目的有关研究成果，包括论文、专著、专利、获奖等情况，均须按规定标注“浙江省基础公益研究计划项目”（属于省自然科学基金的可标注“浙江省自然科学基金项目”）和立项编号。
- 五、省基础公益研究计划的项目经费管理（包括省级财政拨款经费、联合资助经费、自筹经费）依照省财政关于科技项目的有关经费管理要求执行，非省级财政拨款单位联合资助经费参照执行。

## 基本信息

负责人信息	姓 名	方贵盛	性别	男	出生日期	1973-7-12
	电 话	13606620840	E-mail		823180313@qq.com	
	证件类型	身份证 18 位	证件号码		362334197307121217	
项目基本信息	项目名称	基于仿尺蠖攀爬机器人的水闸钢丝绳在线激光清洗方法研究				
	英文名称	Research on on-line laser cleaning method of sluice wire rope based on inchworm-like climbing robot				
	计划类别	公益技术研究计划	项目类别	工业		
	项目研究阶段	应用研究				
	国家自然科学基金学科代码	F030604				
	国家自然科学基金学科代码名称	信息科学部/自动化/机器人学及机器人技术/微型机器人与特种机器人				
	国家标准学科分类与代码	4605030				
	国家标准学科分类与代码名称	机械工程/机械制造自动化/机器人技术				
	预计研究年限	2021 年 1 月 至 2023 年 12 月				
	项目总经费	10	其中省财政资助经费	10 万元		
中文关键词	闸门钢丝绳；在线清洗；仿尺蠖机器人；激光清洗；刚柔耦合					
英文关键词	Steel wire rope of sluice; On-line cleaning; Inchworm-like robot; Laser cleaning; Rigid-flexible coupling					
中文摘要	<p>项目研究内容与目标：</p> <p>钢丝绳作为卷扬式启闭机中必不可少的连接件，是实现闸门提升最重要的组成部分，在整个水闸工程安全运行管理中起到举足轻重的作用。在不拆卸、不损伤基体情况下对闸门钢丝绳进行清洗养护是当前水闸工程安全管理中急需解决的技术难题。传统的人工清洗养护劳动强度大、劳动效率低，存在安全隐患与环境污染等问题，为此提出了一种采用仿尺蠖攀爬机器人携带激光清洗装置的水闸钢丝绳在线清洗方法。项目综合运用激光清洗原理与机器人-钢丝绳刚柔耦合动力学理论，采用仿真分析和实验验证方法，以激光清洗作业机理、激光清洗对钢丝绳的除污效果及可控性、风力与油污作用下激光清洗机器人攀爬稳定性、仿尺蠖攀爬机器人结构设计等科学问题和关键技术为突破口，采用 ANSYS、ADAMS 等仿真分析工具，解析机器人攀爬机制与污垢去除原理，设计激光清洗工艺流程，制作加工在线激光清洗机器人样机，进行激光在线清洗性能测试实验，并在省内多家水利设施运行管理部门进行应用推广，以实现水闸钢丝绳快速高效在线清洗，为浙江省水利行业实现“机器换人”，提升水闸钢丝绳养护水平与层次打下基础。</p>					

## 项目组成员

编号	姓名	成员类别	证件号码	性别	单位名称	电话
1	方贵盛	负责人	362334197307121217	男	浙江水利水电学院	13606620840
2	周伟丰	非会员成员	330419197207042831	男	嘉兴市杭嘉湖南排工程盐官枢纽管理所	0571-13586447879
3	郑高安	会员成员	330702198304076412	男	浙江水利水电学院	13675813101
4	卢孔宝	会员成员	330523198203240018	男	浙江水利水电学院	13456931572
5	王红梅	会员成员	420922197806198624	女	浙江水利水电学院	13958042396
6	钟建国	会员成员	330501198610102239	男	浙江水利水电学院	13655811405
7	张港	非会员成员	412829199704020014	男	浙江水利水电学院	0571-13513965986

## 项目经费

项目总经费 10 万元，其中省财政资助经费 10 万元（第一批财政拨款 10 万元，第二批财政拨款 0 万元），联合资助经费 0 万元，自筹经费 0 万元。

科研经费	名称	项目总经费预算 (万元)
直接费用	1、设备费	0.00
	2、材料费	2.00
	3、测试化验加工费	2.00
	4、燃料动力费	0.00
	5、差旅费、会议费、合作、协作研究与交流费	1.50
	6、出版/文献/信息传播/知识产权事务费	1.00
	7、人员劳务费	1.50
	8、专家咨询费	0.50
间接费用	9、间接费用	1.50

需增添的仪器及设备：

无

## 研究计划

### 2021 年度

研究内容：在前期研究的基础上，继续完善项目整体解决方案。研究激光清洗水闸钢丝绳污垢机理，研究激光清洗水闸钢丝绳污垢工艺，研究激光清洗水闸钢丝绳对基体的影响及力学性能测试实验，进行机器人钢丝绳攀爬机理与结构设计，研究机器人-钢丝绳刚柔耦合动力学规律等。

研究目标：形成详细的项目研究解决方案，弄清楚激光清洗水闸钢丝绳污垢机理，获得可靠的激光清洗水闸钢丝绳污垢工艺参数；设计出钢丝绳攀爬机器人，掌握机器人-钢丝绳刚柔耦合动力学规律。本阶段结束后，拟申报专利 1 项，撰写论文 1 篇，出席国内外国际会议 1 次。

### 2022 年度

研究内容：对攀爬机器人控制系统进行研究设计，对风力作用与污垢环境下机器人攀爬稳定性进行研究，对激光清洗装置可控性进行研究。

研究目标：完成攀爬机器人主控制器的选型、驱动电机的选型与控制、机器人控制算法的设计、远程控制终端的设计、人机交互界面的设计；完成移动式激光清洗装置的设计，最终加工制作出一台激光在线清洗机器人样机。本阶段结束后，拟申报专利 1 项，撰写论文 1 篇，出席国内外国际会议 1 次。

### 2023 年度

研究内容：搭建水闸钢丝绳在线激光清洗实验平台，开展集成应用实验验证研究，包括激光清洗效果离线实验与在线实验，以及施工现场的性能测试实验，测试不同风力作用下和油污环境下机器人的综合性能参数等。

研究目标：通过实验验证与设计改进，所研究开发的激光在线清洗机器人样机在清洗速度、清洗效果、节能环保等方面均能满足水利部门的养护要求，最终实现投产，并在 3 家及以上单位得到推广应用。本阶段结束后，撰写论文 1 篇，总结项目研究成果，撰写项目研究报告，项目结题。

## 预期研究成果:

- (1) 应用示范: 开发成功钢丝绳在线清洗养护机器人样机, 并在 3 家及以上水闸运管单位得到应用推广。
- (2) 论文发表: 凝练阶段性研究成果, 在国内外重要期刊上发表论文 3 篇, 其中 EI 或 SCI 收录论文 2 篇; 申报专利 2 项, 其中发明专利 1 项。
- (3) 人才培养: 培养青年教师 1 名, 联合培养研究生 1-2 名, 本科生 4 名。
- (4) 预期经济社会效益: 1) 本项目所研究的技术与所开发的新产品, 可以为浙江省乃至全国的水利行业解决水闸钢丝绳的清洗养护问题, 代表了浙江省水利行业实现“机器换人”的发展方向, 可以提升浙江省水闸钢丝绳的养护水平和层次。2) 设备研制成功后, 每台设备售价预计 10 万元左右, 能够替代 2-3 个工人进行工作, 每年可为每个闸站节省钢丝绳养护成本大约 0.5-1 万元, 且不用承担安全风险、环境污染风险等。3) 本项目具有完整的自主知识产权, 有良好的成果转化价值。产品开发成功后, 可以以注册公司或技术转让的方式为社会创造效益。4) 该设备作为我校先进水利装备浙江省工程研究中心的主打研究产品, 可以为社会和学校培养一批技术骨干, 使他们成为省工程研究中心的中坚力量和技术的主要推广人员, 促进浙江省水利事业的发展。

## 研究年限期间预期完成的成果:

一、预期成果产出情况								
论著	发表科技论文	3 篇	出版科技著作	0 部	共计出版科技专著: 0 万字			
专利	发明专利申请	1 件	实用新型专利申请	1 件	发明专利授权	1 件	实用新型专利授权	1 件
技术标准	国际标准	0 项	国家标准	0 项	行业标准	0 项		
	地方标准	0 项	企业标准	0 项				
二、本课题预期人才培养情况								
研究期限内项目组成员晋升职称人数: 0				研究期限内参与本项目的毕业研究生人数: 1				
三、预期成果转化情况								
是否能实现成果转化: 能转化								
成果转化形式	新产品	1 项	新工艺	0 项	新技术	0 项	新品种	0 项
	开创性的产品或技术: 水闸钢丝绳在线激光清洗机器人							
	替代国外进口的产品或技术: 无							
经济效益	提升销售	0 万元, 测算依据: 请填写						
	产生利税	0 万元, 测算依据: 请填写						
环境治理	节能	否	节水	是	减排废气	否		
	减排废物	否	减排废水	是				
治理	对公共卫生起到明显提升作用: 否			对公共安全起到明显提升作用: 否				



能力	对社会治理起到明显提升作用：否	对防灾减灾起到明显提升作用：否
----	-----------------	-----------------



## 签字和盖章页

我接受浙江省基础公益研究计划的资助,将按照项目申请书、批准通知和计划书负责实施本项目,严格遵守浙江省基础公益研究计划相关项目和经费管理规定,切实保证研究工作时间,认真开展研究工作,按时报送有关材料,及时报告重大情况变动,对资助项目发表的论著和取得的研究成果按规定进行标注。

项目负责人(签字):

方贵盛  
2020年12月28日

我单位同意承担上述浙江省基础公益研究计划项目,将保证项目负责人及其研究队伍的稳定和研究项目实施所需的条件,严格遵守浙江省基础公益研究计划相关项目和经费管理规定,并督促实施。

依托单位(公章):

2021年1月4日

浙江省自然科学基金委员会办公室审批意见:

同意。

浙江省自然科学基金委员会办公室