

# 鱼类疫苗自动注射装置设计与应用

洪扬, 陈晓龙\*, 朱焯, 江涛 (中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所, 上海 200092)

**摘要** 在鱼类病害防治中, 注射免疫防病技术可以有效减少化学药物防治对环境造成的污染和对鱼类品质的影响。注射免疫接种法所需疫苗剂量少, 疫苗剂量准确可控, 并且疫苗受环境的影响小, 是鱼类免疫技术的理想方法。对鱼类疫苗自动注射的储鱼装置、吸鱼装置和注射装置进行了研究, 设计一种鱼类疫苗自动注射设备。实践表明, 该设备能有效提高注射作业效率, 降低人工接种强度, 有利于鱼苗注射接种技术的推广。

**关键词** 鱼苗; 疫苗; 吸鱼装置; 注射装置; 自动控制

中图分类号 S942.2 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)17-0220-02

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.17.063



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

## Design and Application of Automatic Injection Device for Fish Vaccine

HONG Yang, CHEN Xiao-long, ZHU Ye et al (Institute of Fishery Machinery and Instruments, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200092)

**Abstract** In the prevention and control of fish diseases, immune injection technology can effectively reduce the pollution caused by chemical drugs on the environment and the impact on the quality of fish. The vaccination method requires less dosage of vaccine, accurate and controllable dosage of vaccine, and less environment impact on vaccine. It is an ideal method for fish immunization technology. This paper analyzed the storage device, suction device and injection device of fish vaccine automatic injection, and designed an automatic injection device of fish vaccine. The practice showed that this device could effectively improve the efficiency of injection, reduce the intensity of artificial inoculation, and it was conducive to the popularization of the technology of fish vaccine injection.

**Key words** Fry; Vaccine; Fish suction device; Injection device; Automatic control

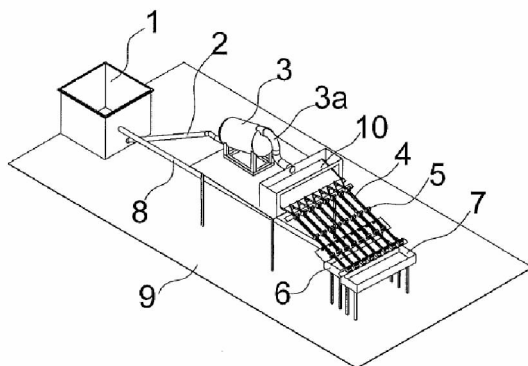
鱼用疫苗因具有不污染环境、水产品无药物残留且不易引起耐药性等优点, 取代危害性大的化学药品的趋势日益明显, 因此接种疫苗已成为国际现代水产养殖业的规范性生产标准<sup>[1-4]</sup>。现阶段水产疫苗的接种主要有注射、口服、浸泡3种方式, 其中注射疫苗具有用量少、抗体滴度高、免疫持续时间长等特点; 口服疫苗方便、省时、省力, 但在实际应用中易受胃肠道消化酶的消化, 破坏其免疫原性; 浸泡疫苗因鱼类黏膜免疫系统自身存在一些缺陷, 导致对鱼体的免疫保护率低于注射疫苗且效果不稳定<sup>[5-9]</sup>。

目前国外鱼用疫苗以注射接种免疫为主, 并采用自动注射疫苗机<sup>[10-11]</sup>。但国内主要采用人工注射, 劳动强度大且有一定技术要求, 因此注射疫苗难以在养殖中大规模应用<sup>[12-15]</sup>。为解决鱼体翻身和快速注射等问题, 笔者开展了鱼用疫苗自动注射技术研究, 设计了一种鱼用疫苗自动注射装置, 旨在为鱼用注射疫苗技术的应用奠定基础。

### 1 总体结构与主要技术参数

**1.1 装置总体结构与工作原理** 鱼类疫苗自动注射装置主要由储水鱼箱、吸鱼泵管、吸鱼泵、出鱼管道、分鱼滑道、注射装置、识别控制机构和回流水槽等组成, 如图1所示。工作时, 储水鱼箱装满需要注射疫苗鱼类, 在吸鱼泵的作用下, 鱼苗从储水鱼箱通过吸鱼泵管输送到出鱼管道, 进而进入向下倾斜的分鱼滑道, 鱼苗在重力作用下进入单个设置的滑道中, 并通过图像识别装置辨别鱼苗状态, 当符合注射要求时

在注射装置推动下对鱼苗进行疫苗注射, 当不符合条件时摆动气缸工作, 鱼苗从活动段滑道尾端落入回流水槽中, 重新识别注射。



注: 1. 储水鱼箱; 2. 吸鱼泵管; 3. 吸鱼泵; 3a. 出鱼管道; 4. 分鱼滑道; 5. 识别控制机构; 6. 回流水槽; 7. 接鱼水槽; 8. 回流水管; 9. 下固定板; 10. 滑板

Note: 1. Water storage tank; 2. Fish suction pump pipe; 3. Fish suction pump; 3a. Fish outlet pipe; 4. Fish-dividing slideway; 5. Identification control mechanism; 6. Backflow flume; 7. Fish-catching tank; 8. Backflow pipe; 9. Lower fixing plate; 10. Skateboard

图1 鱼类疫苗自动注射装置结构示意图

Fig. 1 Structure of automatic injection device for fish vaccine

**1.2 主要技术参数** 根据水产养殖生产的实际和日常操作规范, 并结合实际操作经验及需要, 确定鱼类疫苗自动注射装置的主要技术参数: 外形尺寸为 8.0 m×1.8 m×2.4 m; 配套动力为 300 W; 噪声大小 ≤ 85 dB; 注射速度 ≥ 60 条/min; 鱼苗规格为 50 g; 注射成功率 ≥ 90%。

**基金项目** 中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所基本科研业务费资助项目(2016YJS007)。

**作者简介** 洪扬(1991—), 男, 安徽桐城人, 研究实习员, 从事海洋渔业装备结构研究。\* 通信作者, 助理研究员, 硕士, 从事水产养殖装备研发工作。

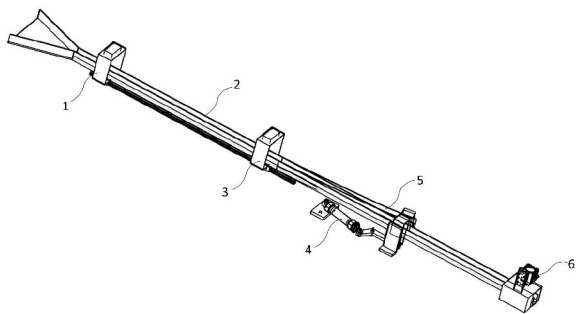
**收稿日期** 2019-04-04

## 2 关键部件设计

**2.1 储水鱼箱** 储水鱼箱主要用于盛放鱼苗,根据鱼苗注射速度的需要,该储水鱼箱由 2 mm 厚的不锈钢板满焊而成。为方便存放和吸鱼的需要,储水鱼箱设计成 1.2 m×1.2 m×1.0 m 的长方体结构,下端打孔连接吸鱼装置,上端打孔连接回流水槽。

**2.2 吸鱼装置** 吸鱼装置为鱼类疫苗注射装置的核心部件,主要用于实现吸鱼、送鱼的目的。此次采用吸鱼泵的方式进行吸鱼,将吸鱼泵放于合适的位置,关闭吸鱼泵内腔阀门,吸鱼泵开始工作抽气,将吸鱼泵整个系统内部抽气形成真空状态,打开进鱼阀门,利用内外气压的压力差,将鱼吸入集鱼桶,当集鱼桶水位达到一定的高度时,水位仪限位开关开始工作,将集鱼桶水位高度信号反馈至抽送气组合阀,通过组合阀的变换,使组合阀由向吸鱼泵系统抽气状态变成向吸鱼泵系统送气加压状态,然后打开鱼、水排出阀门,将鱼和水排送至分鱼装置中,循环往复。

**2.3 注射装置** 注射装置主要包括自动导向机构、摆动气缸、自动注射机构等组成,如图 2 所示。



注:1. 鱼头识别器;2. 导向机构;3. 鱼背识别器;4. 摆动气缸;5. 活动滑道;6. 自动注射机构

Note: 1. Fish head recognizer; 2. Guiding mechanism; 3. Fish back recognizer; 4. Swing cylinder; 5. Slideway; 6. Automatic injection mechanism

图 2 注射装置结构示意图

Fig. 2 The structure of the injection device

由于鱼苗进入导流槽后方向不同,鱼苗注射位置设计为鱼苗背部,因此需要设计导向机构,将鱼苗调整为苗背部朝向注射机构一端。为保证鱼苗自动导向,需要充分利用鱼苗的结构、物理特性的差异,设计适合的导向机构,使鱼苗受恰当的力,实现所需导向翻转。侧翻槽设计为梯形收口槽,靠自重沿底板从上向下运动;鱼苗在运动过程中,随侧翻槽滑道的变窄,会与侧翻槽侧面接触,由于鱼苗外形尺寸、重心位置、鱼体不同部位与侧板之间接触产生的摩擦力不同等因素的影响,鱼苗在滑动过程中与侧板相互作用后,自动被调整成背鳍向上、鱼腹向下、头部朝前的侧立状态。

摆动气缸连接活动段滑道尾部,回流流水槽位于活动段滑道尾部斜下方,当图像识别装置检测到鱼苗不符合鱼头向下或者鱼背向上时,摆动气缸开始工作,活动滑道尾部摆动偏离原来位置,鱼苗滑回流水槽,重新回流到储水水箱中。

自动注射机构主要由 2 个气缸控制连续注射器。推动

气缸通过注射器支撑板控制注射器针头,圆形气缸通过连接套筒控制注射器手柄;当鱼苗进入滑槽稳定后,注射装置中的推动气缸通过注射器支撑板带动注射器针头向前运动,此时为注射插针过程;紧接着圆形气缸通过连接套筒推动注射器手柄向前运动,此时为注射输液过程。最后,推动气缸和圆形气缸依次往复运动,注射器恢复原来状态,至此完成对鱼苗的注射过程。

**2.4 电控系统** 电控系统主要由通过吸鱼泵将鱼从储水鱼箱送至分鱼装置,吸鱼泵控制是通过上下液位及吸放时间进行循环控制,送至分鱼装置,需要对鱼体进行视觉识别,判断鱼头朝下还是鱼尾朝下,通过后再通过另一组视觉识别,判断鱼体是腹部朝上还是背部朝上,只有同时达到要求时,才能进行下一步打针操作,如果其中一个条件不满足则摆动气缸运动,滑道摆动偏离原来位置,鱼苗滑入回流水槽,重新回流到储水水箱中,循环识别。达到要求的鱼进入下一注射环节,当鱼到达位置时,注射气缸带动针头运动,进行插针,然后圆形气缸进行注射,注射完回位。电控系统结构示意图如图 3 所示。

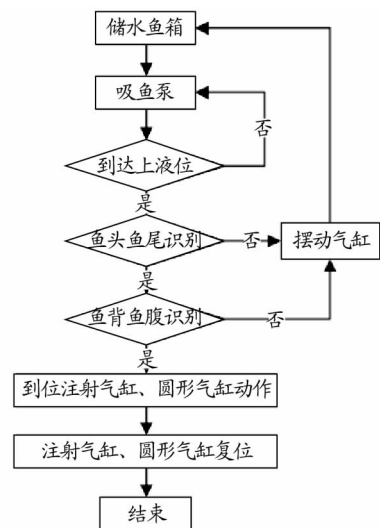


图 3 电控系统结构示意图

Fig. 3 The structure of electronic control system

## 3 应用试验及其效果

2019 年 3 月在中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所松江基地进行应用试验,根据水产行业相关标准测定各参数。该设备配套动力 300 W,噪声大小约 80 dB,选用 50 g 左右的花白鲢作为试验鱼苗,测得注射速度为 80 条/min,注射成功率约 95%。实践表明,该鱼苗疫苗自动注射装置操作方便,运行稳定,应用试验中所测得参数与设计基本相符,基本达到预期效果,为今后鱼苗注射装置的进一步设计提供了技术支持。下一步将继续对该设备进行优化改进,争取早日满足投放市场要求。

## 4 小结

该研究以鱼苗生物形态的研究为基础,通过鱼苗注射机理的研究和试验,设计并开发出一种以鱼苗为主的自动化疫

(下转第 237 页)

存。乡村战略背景下,为保障河南省红花产业可持续发展,必须从农业供给侧结构性改革入手,切实贯彻绿色发展理念,坚持质量兴农,优化和延伸全产业链条。依托政府部门建立多融资渠道,加大扶持红花产业发展力度;依托国家和河南省中药材产业技术体系提高红花产业标准促进产业升级转型、集成先进适用新技术提升种植水平、提升和普及机械化采收水平;依托科研院所、高等院校等科研单位加快优良红花新品种培育、建立良种繁育体系;依托加工企业创建品牌和文化、开展深加工和精细加工研究;依托种植专业合作社加强监管以确保产品的质量和信誉度。

## 参考文献

- [1] TOMA W, GUIMARÃES L L, BRITO A R M S, et al. Safflower oil: An integrated assessment of phytochemistry, antitumor activity, and rodent and environmental toxicity[J]. *Revista brasileira de farmacognosia*, 2014, 24(5): 538-544.
- [2] SHI H P, LUO J, ZHANG W, et al. Using safflower supplementation to improve the fatty acid profile in milk of dairy goat[J]. *Small ruminant research*, 2015, 127(4): 68-73.
- [3] ERYILMAZ T, YESILYURT M K. Influence of blending ratio on the physicochemical properties of safflower oil methyl ester-safflower oil, safflower oil methyl ester-diesel and safflower oil-diesel[J]. *Renewable energy*, 2016, 95(4): 233-247.
- [4] ANJANI K, YADAV P. High yielding-high oleic non-genetically modified Indian safflower cultivars[J]. *Industrial crops & products*, 2017, 104: 7-12.
- [5] ZHANG Z L, LIU R Z, PU X P, et al. Evaluation of the sub-chronic toxicity of a standardized flavonoid extract of safflower in rats[J]. *Regulatory toxicology and pharmacology*, 2017, 85(2): 98-107.
- [6] CHOI J H, LIM S K, KIM D I, et al. Safflower bud inhibits RANKL-induced osteoclast differentiation and prevents bone loss in ovariectomized mice[J]. *Phytomedicine*, 2017, 34(7): 6-13.
- [7] XU M F, DAI S Y, WU Z S, et al. Rapid analysis of dyed safflowers by color objectification and pattern recognition methods[J]. *Journal of traditional Chinese medical sciences*, 2017, 3(4): 234-241.
- [8] KIM S K, CHA J Y, JEONG S J, et al. Properties of the chemical composition of safflower (*Carthamus tinctorius* L.)[J]. *Korean journal of life science*, 2000, 10(5): 431-435.
- [9] GEGCEL U, DEMIRCI M, ESENDAL E, et al. Fatty acid composition of the oil from developing seeds of different varieties of safflower (*Carthamus tinctorius* L.)[J]. *Journal of the American oil chemists society*, 2007, 84(1): 47-54.

- [10] 杨玉霞, 吴卫, 郑有良. 红花研究进展[J]. *四川农业大学学报*, 2004, 22(4): 365-369.
- [11] 任红松, 陈彤, 黄润, 等. 基于 SWOT 分析察布查尔县红花产业现状分析与对策研究[J]. *新疆农业科学*, 2014, 51(8): 1556-1563.
- [12] 郭美丽, 张汉明, 张美玉. 红花本草考证[J]. *中药材*, 1996, 19(4): 202-203.
- [13] 梁慧珍, 董薇, 余永亮, 等. 我国红花育种研究进展与评价[J]. *安徽农业科学*, 2013, 41(34): 13160-13161.
- [14] 梁慧珍, 董薇, 余永亮, 等. 我国红花分子及生化标记研究进展[J]. *河南农业科学*, 2014, 43(8): 10-13.
- [15] 梁慧珍, 董薇, 余永亮, 等. 国内外红花种质资源研究进展[J]. *安徽农业科学*, 2015, 43(16): 71-74.
- [16] 郭丽芬, 张跃, 胡尊红, 等. 地方红花种质资源的形态标记聚类分析[J]. *河南农业科学*, 2013, 42(2): 41-45.
- [17] 郭丽芬, 张跃, 徐宁生, 等. 红花种质资源形态性状遗传多样性分析[J]. *热带作物学报*, 2015, 36(1): 83-91.
- [18] 胡喜巧, 毋柳柳, 陶焱, 等. 新乡红花种质资源主要农艺性状相关分析与通径分析[J]. *广东农业科学*, 2015, 42(21): 40-44.
- [19] 崔海玲, 胡正华, 师丽魁, 等. 河南省近 50 年气候变化特征[J]. *安徽农业科学*, 2012, 40(31): 15350-15354.
- [20] 姬兴杰, 李凤秀, 王纪军. 1971-2010 年河南省霜期的时空分布特征及其对气温的响应[J]. *气象与环境学报*, 2015, 31(1): 67-75.
- [21] 马春山. “米”字形快速铁路引入郑州铁路枢纽研究[J]. *铁道运输与经济*, 2015, 37(8): 51-55.
- [22] 段莹, 马祚静. 基于“航空大都市”理论的郑州航空港实验区空间发展实证研究[J]. *现代城市研究*, 2015(12): 119-127.
- [23] 邓雪媛. 生态智能技术集成规划, 以《郑州航空港经济综合实验区概念性总体规划》为例[J]. *规划师*, 2015(1): 47-52.
- [24] 周晓利. 航空港经济综合实验区航空物流发展策略: 以郑州为例[J]. *企业经济*, 2014(4): 147-150.
- [25] 彭荣胜. 中部城市群在区域崛起战略中的目标定位与对策研究[J]. *经济问题探索*, 2006(2): 17-21.
- [26] 王冉. 关于促进中部地区崛起的政策问题研究[J]. *地域研究与开发*, 2007, 26(6): 23-27.
- [27] 孟桂元, 李梦阳, 周静, 等. 我国主要植物油料及油脂生产与需求分析[J]. *中国油脂*, 2016, 41(10): 1-5.
- [28] 冯开红, 黄泽颖. 土地流转合作社的意义、运行机制与实践问题[J]. *江苏农业科学*, 2015, 43(6): 419-421.
- [29] 秦文佳, 江辉. 中国农村土地承包经营权流转问题研究: 以河南省为例[J]. *中国农学通报*, 2010, 26(18): 433-437.
- [30] 张贤明, 杨博. 发展成果共享视域下土地流转的约束条件与政府责任[J]. *湖北社会科学*, 2014(6): 54-60.
- [31] 吴文希. 现在及未来不可或缺的农业品牌[J]. *世界农业*, 2013(11): 190-195.

(上接第 221 页)

苗注射机。该鱼苗疫苗自动注射装置结构简单、成本低,解决了目前鱼苗疫苗注射仍采用人工的缺点,提高了鱼苗注射接种效率,实现我国鱼苗注射接种机械化,提高我国渔业疫苗注射的现代化水平。

## 参考文献

- [1] 李宁求, 付小哲, 石存斌, 等. 大宗淡水鱼类病害防控技术现状及前景展望[J]. *动物医学进展*, 2011, 32(4): 113-117.
- [2] 周丽, 战文斌, 俞开康. 海水养殖鱼类病害发展现状及控制措施[J]. *齐鲁渔业*, 2002, 19(5): 28-30.
- [3] 魏立飞, 杨计芳, 孙淑萍. 草鱼养殖中疫苗接种技术的应用[J]. *农业与技术*, 2015, 35(2): 178.
- [4] 牛景彦, 王育水. 鱼类的抗药性研究[J]. *吉林农业*, 2015(15): 77.
- [5] 王文忠. 疫苗接种在草鱼养殖中的应用[J]. *渔业致富指南*, 2015(23): 50-51.
- [6] 梁仍昊. 鱼类疫苗自动注射机注射机理与关键机构的研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2016: 1-63.

- [7] 朱烨, 江涛, 陈超, 等. 一种基于分形理论和 BP 算法的鱼识别及疫苗注射方法: CN201711383774.7[P]. 2018-06-08.
- [8] 鲁斌, 李璐, 钱光芸, 等. 草鱼疫苗在养殖中的应用效果研究[J]. *现代农业科技*, 2015(2): 266, 268.
- [9] 张涛, 王金玉, 孟雪松. 大批量注射花鲈疫苗方法的研究[J]. *水产科学*, 2007, 26(9): 512-514.
- [10] THORARINSSON R, POWELL D B. Effects of disease risk, vaccine efficacy, and market price on the economics of fish vaccination[J]. *Aquaculture*, 2006, 256(1/2/3): 42-49.
- [11] GUDMUNDSDÓTTIR B K, BJÖRNSDÓTTIR B. Vaccination against atypical furunculosis and winter ulcer disease of fish[J]. *Vaccine*, 2007, 25(30): 5512-5523.
- [12] 柯领, 龚辉, 刘晓东, 等. 活鱼注射装置: CN200910111191.8[P]. 2013-04-24.
- [13] 王忠良, 王蓓, 鲁义善, 等. 水产疫苗研究开发现状与趋势分析[J]. *生物技术通报*, 2015, 31(6): 55-59.
- [14] 李建平, 梁仍昊, 阮贻杰, 等. 一种鱼类疫苗注射用的连续自动注射机: CN201420388774.1[P]. 2014-12-03.
- [15] 程红朝, 王兴松, 张广泰. 一种基于计算机控制的自动注射系统的研制[J]. *可编程控制器与工厂自动化*, 2005(2): 91-93.