

1、项目名称

智能化禽类繁育成套设备

2、推荐奖种

滨州市科技进步奖

3、项目简介

生物疫苗制造业，主要采用“鸡胚法”生产。在疫苗生产前需要对蛋胚进行孵化培养，并将弱胚、死胚剔除，避免其污染正常蛋胚，影响疫苗质量。目前疫苗制备流程中涉及的重点检测环节是蛋胚活性检测。蛋胚的活性检测，均是采用人工装卸蛋胚、人工检测、人工分拣，生产环节的人工参与，不仅效率低，也易受污染。因此疫苗制备视觉检测的核心就是蛋胚活性视觉检测技术，承担检测疫苗制备质量的任务。蛋胚活性检测是将蛋盘从蛋车上取下，进行胚胎发育情况检测，剔除死胚和弱胚，将活胚进行接毒生产疫苗。大量的蛋胚装卸、蛋胚活性检测成为生物疫苗行业生产流程中劳动强度最大的工序，制约着行业的发展，成为亟需解决的行业问题。

该项目是与生物制药行业人员多次讨论，邀请制造行业多次论证后，受山东省重点研发计划项目资助，制定的应行业需求，解决实际问题的一个省规划课题。在经过多年的理论和技术攻关后，研发试制样机进入生物疫苗企业进行测试。经过多次优化，并在多家企业进行推广应用多年，取得很好的效果，实现了蛋胚的自动装卸、检测和分拣。2018 年滨州学院组织专家验收，认为该成果研究内容丰富，创新性强，实用价值高，解决了我国蛋胚装卸、检测分拣的难点，推动了生物疫苗行业的进步，为加快行业发展奠定了技术基础。本项目取得多项蛋胚自动装卸、检测分拣关键技术，主要包括：

1. 基于图像的蛋胚活性自动检测技术

研究了蛋胚发育纹理特征提取技术，创建了蛋胚活性识别模型，蛋胚活性识别一枚用时 0.093 s，蛋胚活性判定准确率（判定的活胚中无死胚）达 100%，可满足疫苗生产的活性准确率要求，但是错判率（将活胚判定为死胚）为 2.5%。

2. 蛋胚自动真空分拣技术

通过对真空吸盘吸持蛋胚的气流场理论分析，推算蛋胚可靠吸持的真空条件。通过气流场分析，采用高压储能器驱动真空发生器提供负压，每个吸盘独立控制，采用单点负压生成、单点控制，实现了真空吸盘装置的负压均衡。提出了蛋胚自动分拣单点控制临界负压吸持方法，实现了负压回路波动小于 0.5kpa，耗气量减少，蛋胚分拣成功率为 99.8%（为平均分拣成功率，蛋胚的批次不同有所波动），无跌落和胚浆吸出现象。

3. 水平工作台高频升降启停无倾斜机构设计技术；

蛋车一共有 16 层蛋盘，层间距为 108mm，工作台在层与层之间高速运动，一个蛋盘是 500×720mm 的平面，该技术解决其无倾斜高速上下运动，蛋盘升降过程中的倾斜最大高度差<2mm。

4. 多机构融合设计技术：

受蛋盘之间小间隙和蛋层联筋的阻碍作用，需采用多机构组合实现蛋盘的抓取和传送功能。导轨刚性机构和高摩擦的同步带机构构成一个是具有高度差的剪叉式组合机构，完成蛋盘的装卸功能。

5. 高频启停机构的高效运行控制技术。

蛋车一共有 16 层蛋盘，层间距为 108mm，工作台在层与层之间高速运动，该技术要解决不同层之间的重复高速定位，解决高速启停与高效运行之间的矛盾，使得蛋盘装卸机的装卸效率>450 盘/小时。研究成果在山东华宏生物、山东滨州沃华生物、青岛蔚蓝生物集团等企业实现推广应用，近 3 年的时间已实现很好的经济效益，并开始将成果推广至省外生物疫苗制备行业。本项目应用前景广阔，可覆盖全国近百家规模以上生物疫苗企业。该项目的系列成果，实现了蛋胚自动装卸、检测、分拣创新，授权专利 10 项，其中发明专利 5 项，实用新型 5 项。

4、客观评价：

1、科技成果“智能化禽类繁育成套设备关键技术研究与应用”验收结论（山东省科技计划项目验收证书）

（1）该项目在蛋盘的装卸方式上，创新设计了由导轨构成的刚性机构组合同步带模组构成的柔性系统，有效实现大蛋盘的自动装卸功能。

（2）该项目采用蛋胚大头注光，侧面取像的方式。通过对去噪后的蛋胚图像进行图像边缘检测及数学形态学处理，准确构建成活蛋胚主血脉二值形态，通过计算蛋胚内主血脉二值面积百分比和面积周长比判定蛋胚成活性，达到了识别要求技术指标。

（3）设计的单点负压生成、控制，及吸盘连杆缓冲装置，降低了蛋胚吸持的临界负压值。解决了蛋胚吸持时的胚浆吸出问题，也提高了系统的动态响应性。

验收委员会一致认为，该项目完成了规定的研究内容，达到了相关技术指标，同意通过验收。

5、技术推广应用情况与社会经济效益分析

我国是世界上重要的禽蛋生产和消费大国，家禽业是我国农业的重要支柱产业之一。作为世界排名第一的禽蛋生产大国我国，禽蛋出口量仅占世界总出口量的 8.5%，欧洲虽然产蛋量很少，但禽蛋的贸易量却占到世界禽蛋贸易量的 14%，亚洲平均水平也达到了 18%。

因此带动的孵化行业产能大，而孵化行业还处于孵化初级阶段，蛋盘的搬运均是采用人工装卸。生物疫苗制造业主要采用“鸡胚法”生产，即将病毒注入鸡胚中，让病毒伴随鸡胚的发育自然繁殖，等鸡胚发育 3 天左右，每枚大约含有 8 毫升~12 毫升的半成品抗原。在注射病毒前需要对鸡胚进行孵化培养，接种前需要对鸡胚进行 2 次照蛋，接种后需要 1 次照蛋，将弱胚、死胚蛋剔除，避免其污染正常蛋胚。照蛋过程是将蛋盘从蛋车上取下，进行胚胎发育情况检测，检测完成将蛋盘放回蛋车继续孵化。无论是相对技术含量较高的生物疫苗制备行业，还是孵化行业，均是采用人工装卸蛋盘。孵化和生物疫苗制备行业，均是采用箱式孵化蛋车进行孵化。箱式孵化蛋车主要在孵化行业和生物制药行业应用，一个孵化蛋车可以装载 32 盘，一个蛋盘可放 150 枚蛋，一个蛋盘含蛋重约 10kg。大量的胚蛋孵化，蛋盘的装卸成为亟需解决的问题。

客户的需求和国内蛋胚活性自动检测的零供应，给疫苗制备自动检测与分拣技术提供成长的环境。第一台疫苗胚体自动检测装备与分拣机械手，外协生产配件，在实验室生产、装配、调试、测试，满足各项技术指标后，送至第一个客户进行试用。随着需求量的提升，生产由实验室转移至专业生产车间。技术和装配调试人员的不断增加，疫苗胚体自动检测装备与分拣机械手的产能得到极大提升。使得疫苗制备自动检测与分拣设备的应用行业由生物疫苗制备行业推广至孵化行业。目前疫苗制备自动检测与分拣设备已经在山东华宏生物工程有限公司、山东滨州沃华工程有限公司、山东绿都生物科技有限公司、青岛蔚蓝生物集团有限公司、青岛澳兰百特生物工程有限公司等企业。

经过近三年的企业应用测试，经过设备的不断优化改进，使得设备达到了经济、可靠、高效，满足了疫苗制备行业的自动检测需求，下一步将推广应用于孵化行业。

6、主要知识产权证明目录：

专利：

(1)发明专利 黄超，全自动型胚蛋检测设备 ZL201510111841.4 2017.03.08

(2)发明专利 黄超，蛋盘自动装卸装置 ZL201510111800.5 2016.09.14

(3)发明专利 黄超，一种可防止误导通的矩阵电磁换向阀 ZL201510837773.X

2017.07.28

(4)发明专利，黄超，一种机械式压力超限检测装置 ZL201410572295.X 2017.04.05

(5)发明专利 林初文，黄超，小型动物实验室人工气候室及控制方法

ZL201210289097.3 2014.04.02

(6)发明专利 刘衍聪，黄超，一种疫苗胚蛋自动检测装置， ZL201510112056.0

2016.03.09

- (7)实用新型专利 黄超, 蛋盘装卸机械手控制系统 ZL201720366667.2 2017.11.3
- (8)实用新型专利 黄超, 一种蛋盘回盘装置的控制系統 ZL201720547897.9 2017.12.08
- (9)实用新型专利 黄超, 一种疫苗胚蛋自动检测机自动控制系统 ZL201720547882.2 2017.12.22
- (10)实用新型, 黄超, 一种可防止误导通的矩阵电磁换向阀, ZL201520955888.4, 2016.04
- (11)实用新型, 黄超, 自动型胚蛋检测设备, ZL201520145739.1, 2015.09

论文:

- [1] 黄超, 刘衍聪, 等. 疫苗毒株胚蛋成活性检测方法研究[J]. 农业机械学报, 2017, 48(10):300-308.
- [2] 黄超, 刘衍聪, 等. 蛋胚成活性分拣机器人真空吸盘装置设计与试验[J]. 农业工程学报, 2017, 33(16):276-283.
- [3] 黄超, 刘衍聪, 等. 孵化蛋车装卸机械臂的设计与试验[J]. 工程设计学报, 2017, 24(5):601-609.
- [4] Huang Chao, Yancong Liu, et al. Design and test of automatic loading and unloading machine for egg tray [C]. 2017 3rd International Symposium on Mechatronics and Industrial Informatics, 2017, 97-101

7、全部完成人排序及对项目的贡献:

黄超, 讲师, 滨州学院, 对本项目技术创造性贡献:

参与项目技术路线、关键技术研究方案的制订和实施项目研究工作, 对创新点(1)、(2)、(4) 有贡献, 具体表现在孵化蛋车自动装卸机械手的结构设计和样机试制以及控制系统的研发, 在该项技术研发中投入的工作量占本人工作总量的 70%。

林初文, 研究员, 山东省滨州畜牧兽医研究院, 对本项目技术创造性贡献:

对创新点(1)、(2) 做出了突出贡献, 具体表现在蛋胚轮廓的边沿分割方法的研究, 蛋胚自动真空分拣技术的理论分析, 在该项技术研发中投入的工作量占本人工作总量的 40%。

李长海, 教授, 滨州学院, 对本项目技术创造性贡献:

参与项目技术路线、关键技术研究方案的制订和实施项目研究工作, 对创新点(1)、(5) 有贡献, 具体表现在孵化蛋车自动装卸机械手的控制系统的控制方式和控制算法的研究, 在该项技术研发中投入的工作量占本人工作总量的 30%。

许明清, 副教授, 滨州学院, 对本项目技术创造性贡献:

参与项目技术路线、关键技术研究方案的制订和实施项目研究工作，对创新点（3）、（5）有贡献，具体表现在孵化蛋车自动装卸机械手的控制算法研究，在该项技术研发中投入的工作量占本人工作总量的 40%。

王成亮，工程师，滨州市五岳机械设备有限公司，对本项目技术创造性贡献：

参与项目技术路线、关键技术研究方案的制订和实施项目研究工作，对创新点（1）、（5）有贡献，具体表现在孵化蛋车自动装卸机械手的控制算法研究，以及控制系统的编程，在该项技术研发中投入的工作量占本人工作总量的 60%。

杜玉杰，教授，滨州学院，对本项目技术创造性贡献：

对本项目主要创新点中的（1）、（4）做出了重要贡献，投入本项目研究的工作量占本人工作量的 40%，提出了蛋车装卸机械手的控制要求和控制优化方向。

8、全部完成单位及排序

1.滨州学院

2. 滨州市五岳机械设备有限公司