

同行专家业内评价意见书编号: 20250856130

附件1

**浙江工程师学院（浙江大学工程师学院）
同行专家业内评价意见书**

姓名: 赵叶开

学号: 22260504

申报工程师职称专业类别（领域）: 材料与化工

浙江工程师学院（浙江大学工程师学院）制

2025年05月30日

填表说明

一、本报告中相关的技术或数据如涉及知识产权保护、军工项目保密等内容，请作脱密处理。

二、请用宋体小四字号撰写本报告，可另行附页或增加页数，A4纸双面打印。

三、表中所涉及的签名都必须用蓝、黑色墨水笔，亲笔签名或签字章，不可以打印代替。

四、同行专家业内评价意见书编号由工程师学院填写，编号规则为：年份4位+申报工程师职称专业类别(领域)4位+流水号3位，共11位。

一、个人申报

（一）基本情况【围绕《浙江工程师学院（浙江大学工程师学院）工程类专业学位研究生工程师职称评审参考指标》，结合该专业类别(领域)工程师职称评审相关标准，举例说明】

1. 对本专业基础理论知识和专业技术知识掌握情况(不少于200字)

在生物核酸检测领域，我系统掌握了重组酶聚合酶扩增（RPA）技术的核心原理，该技术通过重组酶单链DNA结合蛋白（SSB）和链置换DNA聚合酶的协同作用，在37-42℃恒温条件下实现靶标核酸的指数级扩增。重点研究了荧光法RPA检测体系，深入理解了荧光探针（如exo探针）的裂解机制与信号产生原理，掌握了针对病原体特异性序列的引物设计要点（长度30-35bp，GC含量30-

70%）及探针修饰技术（FAM/BHQ1荧光淬灭系统）。同时完成了CRISPR-

Cas12a系统的原理学习，Cas12a通过WED和PI结构域识别双链DNA中5'端的PAM位点（5'-TTTN），通过crRNA的5'端间隔序列（Spacer）与目标DNA互补配对，形成R-loop结构。而RNA-

DNA复合物引起REC叶构象改变，进而激活RuvC核酸酶结构域，该结构域特异性切割靶核酸后激活反式切割活性，非特异性切割ssDNA荧光报告分子，从而产生荧光信号。

在离心式微流控技术方面，我深入研究了基于科里奥利力的流体控制原理，掌握了微通道网络设计（包括亲/疏水表面处理）与毛细阀、虹吸阀等被动阀门的结构参数优化。通过实践掌握了精密加工技术：使用CO2激光雕刻机，进行PMMA芯片的微结构加工，优化了激光参数以减少碳化。

这些技术积累为开发集成核酸提取、RPA扩增和CRISPR检测的离心式微流控全自动诊断系统奠定了坚实基础。

2. 工程实践的经历(不少于200字)

开发了一种高度集成的离心式微流控芯片系统，通过创新的结构设计和自动化控制实现了多重检测功能的微型化与自动化。该芯片采用独特的流体通道和分液腔设计，结合精密离心控制，可在封闭环境下自动完成液体混合、定量分配及并行反应，有效杜绝了气溶胶污染风险。内置的温控模块确保了核酸扩增反应的稳定性，而分腔的方式保证了检测的特异性，检测结果表明未发生交叉污染的情况。

构建了基于荧光法RPA的病毒检测技术平台，并系统评估了其对不同病毒的检测灵敏度。通过生物信息学分析和实验验证，最终筛选出扩增效率最优的引物对及探针组合，利用荧光法RPA结合qPCR仪器读取荧光信号。

3. 在实际工作中综合运用所学知识解决复杂工程问题的案例（不少于1000字）

一、研究背景

在养殖业中，非洲猪瘟病毒（African Swine Fever Virus, ASFV），猪繁殖与呼吸综合征（猪蓝耳病毒，Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome Virus, PRRSV），伪狂犬病病毒（Pseudorabies Virus, PRV），猪瘟病毒（Classical Swine Fever Virus, CSFV），猪圆环病毒2型（Porcine Circovirus Type

2, PCV2）猪圆环病毒3型（Porcine Circovirus Type

3, PCV3）的检测是疫病防控的核心环节。当前，猪类病毒的常规检测方法主要包括病毒分离培养鉴定、血清学诊断、核酸检测以及免疫检测等技术。然而，这些传统方法普遍存在操作流程繁琐、检测周期较长、设备投入成本高以及对专业实验室条件依赖性强等显著局限性。随着生猪养殖规模不断扩大和病毒变异频率加快，现有检测体系已难以满足临床实践中对

高效检测的迫切需求。因此，开发一种兼具操作简便、快速高效、灵敏度优异且特异性良好的即时检测（Point-of-Care Testing, POCT）新技术，已成为当前动物疫病诊断领域亟待突破的关键问题。

二、研究内容

为解决上述问题，本案例首先采用荧光法重组酶聚合酶扩增（Recombinase Polymerase Amplification,

RPA）表征了多种吸附柱法试剂盒对病毒核酸的提取效率，结果表明低至103

copies/ μL 的病毒样本可经吸附柱法处理而被RPA所识别，与磁珠法提取效率相一致。为了扩展该检测技术的后续应用，本案例还建立了针对于细菌样本的前处理方案，结合RPA技术可识别低至1 CFU/ μL 的待测细菌。

结合上述样本前处理方法，本案例构建了针对于ASFV的P72基因片段、PRRSV全基因片段、PRV的gE基因片段、CSFV全基因片段、PCV2的ORF2基因片段及PCV3的cap基因片段的荧光法RPA的检测方法，灵敏度可达102

copies/ μL 。为应对实际检测过程中，部分病原体更高的灵敏度要求，故在ASFV的P72基因、PRV的gE基因现有RPA扩增体系的基础上，建立了基于成簇规律间隔的短回文重复序列（Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats,

CRISPR）的信号放大与转导模式，从而将其检测灵敏度提升至1 aM即1 copies/ μL 。

为了减少实验操作、提高检测通量，以进一步满足POCT的现实需求，本案例初步设计并通过激光雕刻自制了一种离心式微流控芯片，该芯片能够成功完成流体运动，并能够借助蓝光仪进行基于荧光法RPA的检测。但由于其依赖肉眼观测，具有一定的主观性，且灵敏度较低，故本课题进一步开发了新型规模化离心式微流控芯片。该芯片对ASFV、CSFV、PCV2、PCV3的检测限达到101 copies/ μL ，对PRRSV的检测限为103 copies/ μL ，对PRV的检测限为104 copies/ μL 。该芯片在针对于实际样本的检测过程中，除饲料样本外，其余类型样本的检测性能均与芯片外的对照组基本一致，体现了该芯片在猪病原体POCT领域具备良好的应用前景。

三、研究总结与展望

本案例通过RPA和CRISPR核酸检测技术以及离心式微流控芯片设计与制造技术实现了猪类病毒“样品入-

结果出”的实验目标。未来可以通过结合物联网的方式实现更友好的用户交互模式。

(二) 取得的业绩(代表作)【限填3项, 须提交证明原件(包括发表的论文、出版的著作、专利证书、获奖证书、科技项目立项文件或合同、企业证明等)供核实, 并提供复印件一份】

1. 公开成果代表作【论文发表、专利成果、软件著作权、标准规范与行业工法制定、著作编写、科技成果获奖、学位论文等】

成果名称	成果类别 [含论文、授权专利(含发明专利申请)、软件著作权、标准、工法、著作、获奖、学位论文等]	发表时间/ 授权或申 请时间等	刊物名称 /专利授权 或申请号等	本人 排名/ 总人 数	备注
一种用于高通量核酸检测的离心式微流控芯片	发明专利申请	2025年04 月25日	申请号: 20 2510527827 6	2/3	

2. 其他代表作【主持或参与的课题研究项目、科技成果应用转化推广、企业技术难题解决方案、自主研发设计的产品或样机、技术报告、设计图纸、软课题研究报告、可行性研究报告、规划设计方案、施工或调试报告、工程实验、技术培训教材、推动行业发展中发挥的作用及取得的经济社会效益等】

(三) 在校期间课程、专业实践训练及学位论文相关情况	
课程成绩情况	按课程学分核算的平均成绩： 85 分
专业实践训练时间及考核情况(具有三年及以上工作经历的不作要求)	累计时间： 1 年(要求1年及以上) 考核成绩： 82 分
本人承诺	
个人声明：本人上述所填资料均为真实有效，如有虚假，愿承担一切责任，特此声明！	
申报人签名：赵叶开	

浙江大学研究生院
攻读硕士学位研究生成绩表

学号：22260504		姓名：赵叶开		性别：男		学院：工程师学院				专业：材料与化工				学制：2.5年	
毕业时最低应获：24.0学分				已获得：27.0学分				入学年月：2022-09				毕业年月：			
学位证书号：						毕业证书号：						授予学位：			
学习时间		课程名称		备注	学分	成绩	课程性质	学习时间		课程名称		备注	学分	成绩	课程性质
2022-2023学年秋季学期		新时代中国特色社会主义思想理论与实践			2.0	89	公共学位课	2022-2023学年春季学期		自然辩证法概论			1.0	86	公共学位课
2022-2023学年秋季学期		工程技术创新前沿			1.5	78	专业学位课	2022-2023学年春季学期		研究生英语基础技能			1.0	74	公共学位课
2022-2023学年秋冬学期		研究生论文写作指导			1.0	77	专业学位课	2022-2023学年春夏学期		工程伦理			2.0	91	公共学位课
2022-2023学年冬季学期		工程中的有限元方法			2.0	98	专业选修课	2022-2023学年夏季学期		药品创制工程实例			2.0	82	专业学位课
2022-2023学年秋冬学期		科技创新案例探讨与实战			2.0	85	专业选修课	2022-2023学年春夏学期		高阶工程认知实践			3.0	87	专业学位课
2022-2023学年冬季学期		产业技术发展前沿			1.5	82	专业学位课	2022-2023学年夏季学期		工程师创新创业思维			2.0	92	专业选修课
2022-2023学年秋冬学期		研究生英语			2.0	84	公共学位课			硕士生读书报告			2.0	通过	
2022-2023学年春季学期		数学建模			2.0	80	专业选修课								

说明：1. 研究生课程按三种方法计分：百分制，两级制（通过、不通过），五级制（优、良、中、及格、不及格）。

2. 备注中“*”表示重修课程。

学院成绩校核章：
成绩校核人：张梦依
打印日期：2025-06-03

浙江大学研究生院
(60)
成绩校核章



国家知识产权局

310003

浙江省杭州市上城区中河中路 258 号 1501 室 浙江杭州金通专利事务有限公司
刘晓春(0571-85060468)

发文日:

2025 年 04 月 25 日



申请号: 202510527827.6

发文序号: 2025042501300620

专利申请受理通知书

根据专利法第 28 条及其实施细则第 43 条、第 44 条的规定, 申请人提出的专利申请已由国家知识产权局受理。现将确定的申请号、申请日等信息通知如下:

申请号: 2025105278276

申请日: 2025 年 04 月 25 日

申请人: 浙江大学

发明人: 徐志南, 赵叶开, 黄迪

发明创造名称: 一种用于高通量核酸检测的离心式微流控芯片

经核实, 国家知识产权局确认收到文件如下:

权利要求书 1 份 3 页, 权利要求项数: 9 项

说明书 1 份 6 页

说明书附图 1 份 7 页

说明书摘要 1 份 1 页

专利代理委托书 1 份 2 页

发明专利请求书 1 份 4 页

申请方案卷号: 2510425LXC0390

提示:

1. 申请人收到专利申请受理通知书之后, 认为其记载的内容与申请人所提交的相应内容不一致时, 可以向国家知识产权局请求更正。

2. 申请人收到专利申请受理通知书之后, 再向国家知识产权局办理各种手续时, 均应当准确、清晰地写明申请号。

审查员: 自动受理

联系电话: 010-62356655

审查部门: 初审及流程管理部



200101
2023.03

纸件申请, 回函请寄: 100088 北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 国家知识产权局专利局受理处收
电子申请, 应当通过专利业务办理系统以电子文件形式提交相关文件。除另有规定外, 以纸件等其他形式提交的文件视为未提交。