



## 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)

在攻读专业硕士学位期间，通过系统学习和专业实践等，我系统掌握了机械工程领域的核心理论知识和先进技术方法。在理论基础方面，我深入学习了复合材料制造、飞机数字化装配及相关前沿理论知识，能够运用动力学分析、仿真分析等方法研究机械系统的运动特性与结构强度。专业技术方面，我熟练掌握了CATIA/SolidWorks、MATLAB仿真等数字化设计和仿真工具，具备复杂机械系统的建模、分析与优化能力。通过课程实践与项目研究，掌握了算法仿真分析、PLC控制系统开发及上位机程序开发等工程技能，能够独立完成机电系统设计与实验验证。在学科前沿领域，重点关注智能制造、增材制造等方向，结合飞机复合材料构件制造等应用场景深化技术应用研究。

### 2. 工程实践的经历(不少于200字)

2023年6月至2024年6月，我于杭州艾美依航空制造装备有限公司开展了为期一年的专业实践，聚焦航空复合材料自动铺带装备的研发。作为软件工程师，我深度参与了“自动铺带机张力控制工艺研究”项目，致力于解决张力自抗扰控制的技术难题。在此过程中，我通过对自动铺带机进行数学建模，分析了影响张力控制的因素，并对模型进行了仿真研究。项目中，我还面临了控制算法的挑战，特别是在确保控制系统的实时性方面。通过与团队成员的紧密合作，我们成功优化了控制算法，确保了系统的高效运行。通过这次实践，我不仅增强了理论知识的应用能力，还提升了团队协作和问题解决的能力，为未来的工程实践打下了坚实的基础。

### 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)

复合材料自动铺带技术是航空航天制造领域的核心工艺之一，其张力控制精度直接影响复材构件的力学性能与生产效率。在专业实践期间，杭州艾美依航空制造装备有限公司自主研发的龙门式自动铺带设备在实际应用中面临着挑战：由于铺放过程中负载惯量时变、频繁加减速以及外部扰动的耦合作用，张力波动导致铺放缺陷频发，包括气泡、褶皱、搭接和超差等问题，严重时可使复材构件强度下降30%以上。经测试，传统PID控制在动态工况下张力波动率高达7.3%以上，易引起带料偏移和铺放缺陷，严重制约设备效能。

针对这一难题，我从系统建模、算法创新与工程验证三方面展开攻关。首先，基于自动铺带机设备结构与工艺特性，设计了基于转矩控制模式的张力控制系统方案，选用高精度伺服电机与动态响应较快的PLC控制器作为执行单元，确保硬件基础满足实时控制需求。随后，建立了涵盖运动学、放卷轴负载转矩、永磁同步电机及张力观测器的多维度模型。通过仿真分析发现，传统观测器在动态工况下存在滞后问题，为此创新设计了基于扩张状态观测器(ESO)的张力估计模型，利用电机电流与转速信号实时反演张力值。仿真结果表明，静态与动态张力观测的平均均方根误差(RMSE)分别降至0.15N和0.21N，较原有系统提升40%，为无传感器控制奠定了基础。

针对时变惯量导致的模型失配问题，我提出了自适应遗忘因子递推最小二乘法(FFRLS)用于在线辨识惯量。该方法通过动态调整遗忘因子权重，平衡历史数据与新采样数据的贡献度，实现惯量参数的在线精准辨识。仿真显示，时变惯量辨识的相位延迟仅27ms，定惯量辨识的稳态波动控制在0.84%以内，显著优于传统RLS算法。在此基础上，进一步提出融合自抗扰控制(ADRC)与自适应遗传算法(AGA)的复合控制架构。ADRC通过ESO实时估计并补偿扰动，但其参数整定复杂、依赖经验的问题长期存在。为此，引入AGA算法对ADRC的带宽参数、

非线性因子等关键参数进行动态优化：通过自适应调整交叉率与变异率，避免种群早熟收敛，在100代迭代内即可获得全局最优解。仿真对比表明，AGA-ADRC架构的平均张力波动率仅为0.22%，较传统ADRC和PID分别降低50.85%和33.33%，且抗干扰能力显著增强。

为验证技术方案的工程可行性，团队搭建了涵盖伺服驱动系统、数据采集模块及上位机监控平台的实验环境。在自主研发的龙门式铺带机上部署AGA-

ADRC控制程序，开展多组预浸带铺放对比实验。结果显示：在无外部扰动工况下，张力平均波动率稳定在2%以内；当模拟机械冲击等扰动时，波动率仍可控制在3.5%以下，超调量减少30%，响应时间缩短8%。此外，该方案成功克服了传统张力传感器易受温漂干扰的缺陷，硬件成本降低35%，为设备小型化与智能化升级提供了技术支撑。

技术成果已形成1项发明专利《基于扩张状态观测器的预浸带张力检测方法、设备及介质》

（申请公布号：CN 119989947

A）。该案例从机理分析、算法创新到工程落地的全链条实践，凸显了多学科融合在复杂机电系统优化中的核心价值，为航空航天复材制造工艺的自主化突破提供了可复用的技术范式。

。

(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
基于扩张状态观测器的预浸带张力检测方法、设备及介质	发明专利申请	2025年05月13日	申请号: 202510470365.9	2/4	

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】

<b>(三) 在校期间课程、专业实践训练及学位论文相关情况</b>	
课程成绩情况	按课程学分核算的平均成绩： 87 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： 1.3 年 (要求1年及以上) 考核成绩： 84 分
<b>本人承诺</b>	
<p><b>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！</b></p> <p style="text-align: right;">申报人签名：<i>张阔</i></p>	



浙江大学研究生院  
攻读硕士学位研究生成绩表

学号: 22260257	姓名: 张阔	性别: 男	学院: 工程师学院	专业: 机械	学制: 2.5年						
毕业时最低应获: 24.0学分		已获得: 26.0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	高性能复合材料制造技术及装备		2.0	93	专业学位课	2022-2023学年秋冬学期	研究生英语		2.0	89	公共学位课
2022-2023学年秋季学期	工程技术创新前沿		1.5	90	专业学位课	2022-2023学年春季学期	飞机数字化装配技术与系统		2.0	82	专业学位课
2022-2023学年秋季学期	CAD方法与技术		2.0	80	专业选修课	2022-2023学年春季学期	自然辩证法概论		1.0	85	公共学位课
2022-2023学年秋冬学期	研究生论文写作指导		1.0	91	专业学位课	2022-2023学年春季学期	研究生英语基础技能		1.0	83	公共学位课
2022-2023学年秋冬学期	数据分析的概率统计基础		3.0	73	专业选修课	2022-2023学年春夏学期	工程伦理		2.0	85	公共学位课
2022-2023学年冬季学期	新时代中国特色社会主义思想理论与实践		2.0	95	公共学位课	2022-2023学年春夏学期	高阶工程认知实践		3.0	88	专业学位课
2022-2023学年冬季学期	产业技术发展前沿		1.5	91	专业学位课		硕士生读书报告		2.0	通过	

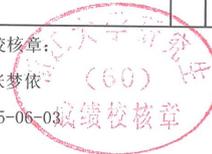
说明: 1. 研究生课程按三种方法计分: 百分制, 两级制 (通过、不通过), 五级制 (优、良、中、及格、不及格)。

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





(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119989947 A

(43) 申请公布日 2025.05.13

(21) 申请号 202510470365.9

(22) 申请日 2025.04.15

(71) 申请人 浙江大学

地址 310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

(72) 发明人 程亮 张阔 李江雄 柯映林

(74) 专利代理机构 杭州求是专利事务有限公司 33200

专利代理师 邱启旺

(51) Int. Cl.

G06F 30/27 (2020.01)

G06F 17/11 (2006.01)

G06N 3/126 (2023.01)

G06F 119/14 (2020.01)

G06F 111/06 (2020.01)

权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

基于扩张状态观测器的预浸带张力检测方法、设备及介质

(57) 摘要

本发明公开了一种基于扩张状态观测器的预浸带张力检测方法、设备及介质,所述方法包括:对自动铺带机放卷轴进行动力学分析,构建张力模型;将张力模型转化为状态空间方程,根据状态空间方程构建张力状态观测器;基于张力观测器输出的张力估计值与张力目标值间的误差,通过遗传算法优化张力状态观测器;获取放卷力矩对应的电流、放卷轴实时半径、放卷轴的输送速度,并输入至优化后的张力状态观测器,得到张力估计值;张力估计值经控制器解耦得到控制信号,通过控制信号控制放卷力矩;将放卷力矩输入至张力模型,得到张力实际值;设置李雅普诺夫函数,通过李雅普诺夫函数判断张力实际值是否准确。

