

1 教育教学改革-创新创业教育

目录

1. 创新创业课程融入人才培养方案-2021 级电气自动化技术专业人才培养方案
2. 获广东省大学生创新创业训练计划项目立项 2 项
3. 学生参与教师科技项目研发，作为专利发明人获得专利授权 5 项
4. 学生参与教师发表论文 1 篇



茂名职业技术学院

电气自动化技术专业

人才培养方案

2021级

茂名职业技术学院教务处

二〇二一年六月

目 录

第一部分 人才培养方案

电气自动化技术专业人才培养方案.....	2
电气自动化技术专业中高职三二分段人才培养方案.....	16

第二部分 附件

电气自动化技术专业人才需求调研报告.....	31
工作过程系统化课程体系的形成.....	32

第一部分

电气自动化技术专业人才培养方案

专业名称： 电气自动化技术

专业代码： 460306

招生对象： 高中阶段教育毕业生或具有同等学力者

修业年限与学历： 三年，专科

职业面向：

表 1 职业面向表

所属专业大类 (代码)	所属专业类(代 码)	对应行业(代 码)	主要职业类别 (代码)	主要岗位类别 (或技术领域)	职业资格证书 或技能等级证 书举例
46 装备制造	4603 自动化类	C4350 电气设备 维修	2-02-14	电气设备及自 动化控制系统	低压电工作业 证等

培养目标与培养规格：

一. 培养目标

本专业旨在培养思想政治坚定、德技并修、全面发展，适应生产、建设、服务、管理第一线岗位需要，具有思想政治素质、职业素质、人文素质、科学素质和身心素质，掌握电气自动化技术专业必备的基础理论和专业技能，面向从事电气设备（或企业供配电系统）及自动化控制系统的安装、调试、维护、检修、设计、技术改造及管理等领域的高素质劳动者和技术技能人才。

二. 培养规格

本专业遵循国家高等职业学校专业教学标准的电气自动化专业教学标准制订。

（一）基本素质要求

（1）思想政治素质。通过学习马克思主义、毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系的观点和思想方法，树立正确的世界观、人生观和价值观。具有较好的道德修养和身心素质，树立遵纪守法、遵章守纪的法制观念。

（2）职业素质。具有良好的职业道德和敬业精神，做到吃苦耐劳、踏实肯干。树立诚实守信意识和责任意识，有良好的社会责任感和使命感。能够严格遵守职业规范及操作规程，具有较强的安全和环保意识。

（3）人文素质与科学素质。具有较为宽阔的视野，文理交融。具有一定的科学思维和科学探索精神，具备健康、高雅的审美情趣和正确的审美观点、较强的审美能力、个性鲜明、学有所长。

（4）身心素质。具有一定的体育运动和生理卫生知识，养成良好的锻炼身体、讲究卫生的习惯，掌握一定的运动技能，达到国家规定的体育健康标准；具有坚韧不拔的毅力、积极乐观的态度、良好的人际关系、健全的人格品质。

（二）知识要求

（1）具有一定的文化基础知识、人文社会科学知识和计算机知识，掌握本专业必须的高等数学、体育

与健康等基础知识。

(2) 掌握电工与电子技术、单片机应用技术、机械制图等专业技术基础知识。

(3) 掌握电机与电气控制技术、供配电技术、PLC 应用技术、变频器、触摸屏应用技术等现代工业控制系统技术知识。

(4) 掌握仪表应用技术、过程控制技术，了解一定的自动化系统集成知识和自动控制系统及监控系统装调的基本知识。

(5) 掌握变配电所电气接线与设备结构原理，电力线路的选择、计算，供电系统的保护、防雷与接地，实用节电技术等方面的知识。

(6) 掌握电气制图、识图、生产工艺流程、网络通信等基本知识。

(7) 掌握有关科技文献信息查询及探索知识，了解电气最新、最前沿的技术知识。

(三) 能力要求

(1) 具备基本的计算机操作与办公软件应用能力。

(2) 具备较好的语言表达和文字写作能力。

(3) 具备电气工程制图、识图能力。

(4) 具备电子产品制造、单片机应用开发能力。

(5) 具备电气设备安装、调试与维护能力

(6) 具备 PLC 控制系统设计、编程、装调能力。

(7) 具备生产过程自动化控制系统设计、安装、调试、操作、维护能力。

(8) 具备供配电系统项目管理和维护能力。

(9) 具备生产组织和质量管理能力。

毕业要求与职业证书：

本专业的学生必须修满 147.5 才能获得毕业资格。

本专业学生毕业前推荐考取表 2 职业资格证书。

表 2 本专业相关技能证书一览表

证书名称	报名时间	考证时间	发证机构
低压电工作业证	第二学期	第三学期	应急管理局
运动控制系统开发与应用职业技能等级证书	第三学期	第四学期	固高科技（深圳）有限公司

课程体系与专业核心能力课程（教学内容）

一. 课程体系

本专业以职业能力为主线，构建了工学结合、个性培养、以电气控制安装、过程控制等岗位职业能力为主线的课程体系，该体系由基本素质及素质拓展课程、职业核心能力课程、专业拓展学习课程、创新创业课程和独立实践环节五大模块组成。

基本素质及素质拓展课程重在培养学生良好的思想政治道德素质、身体心理素质、文化素质和初步的专业技能、学生个性发展技能。这类课程包括：思想道德修养与法律基础、毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论、应用数学、信息应用技术基础、体育、大学生创新创业训练项目、应用文写作等。

职业核心能力课程重在培养学生的自动控制系统的的设计、安装、调试、维护等方面的能力。这类课程包括电机与电气控制技术、自动控制原理与系统、过程控制系统、运动控制技术及应用、PLC 应用技术、供配电技术、自动生产线安装与调试等。

专业拓展学习课程重在培养学生的个性专业特长能力。这类课程包括工业机器人应用技术、工业组态技术、职场人际关系与沟通、电气工程项目管理、智能控制技术、工业机器人焊接技术及应用等。

创新创业课程重在培养学生的创新性思维与研究方法、学科前沿、创业基础、就业创业等方面能力。这

类课程包括学生创新创业教育公共选修课程群、职业发展与就业指导，网络营销创新创业训练项目实践，企业文化与企业管理等。

独立实践课程重在培养学生的理论联系实际，独立进行资料收集和解决实际问题的能力，为今后的工作积累经验。这类课程包括电工电子综合实训、运动控制系统综合实训、PLC 控制系统设计综合实训、现代电气控制综合实训、电气专业顶岗实习、电气专业毕业设计等。

表 3 课程体系结构表

课程体系模块	课程（项目）名称	
	选修课	必修课（含专业限选课）
基本素质课程	应用数学、应用文写作	思想道德修养与法律基础、廉洁修身、毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论、形势与政策、思政社会实践、心理健康教育、企业文化与企业管理
素质拓展课程	大学生创新创业训练项目，大学生职业发展与就业指导，羽毛球、乒乓球、网球、篮球、武术、书法、美术、唱歌、乐器、舞蹈等	
职业核心能力课程		过程控制系统★、PLC 应用技术★、运动控制技术及应用★、供配电技术★、自动生产线安装与调试★、自动控制原理与系统★
专业拓展学习课程		工业机器人应用技术、工业组态技术、职场人际关系与沟通、电气工程项目管理、智能控制技术、工业机器人焊接技术及应用等
创新创业课程	大学生创新创业教育公共选修课程群	职业发展与就业指导，创新创业训练项目实践
独立实践环节		电工电子综合实训、现代电气控制综合实训、运动控制系统综合实训、PLC 控制系统综合实训、电气专业顶岗实习、电气专业毕业设计等

【注】符号★标明核心课程

二. 专业核心能力课程简介

1. 运动控制技术及应用

本课程主要培养学生掌握运动技能的学习、发展规律以及技能控制的机制。主要学习内容包括：运动控制技术的基本知识、原理，变频器控制、步进电机控制以及伺服控制、多轴运动等各类运动控制系统的设计、运动控制程序开发以及调试等。

2. 过程控制系统

本课程主要培养学生掌握生产过程自动化的运行与维护能力。主要学习内容包括：过程控制系统的基本组成及生产过程工艺流程，掌握过程控制系统的参数设置、数据采集、运行值班（上位计算机的远程监控）、故障处理及维修，掌握过程控制系统的器件的更换、设备保养、系统调试。

3. PLC 应用技术

本课程主要培养学生 PLC 控制系统的设计开发、运行维护和故障诊断能力。主要学习内容包括：PLC 工作原理与系统构成，电动机典型控制系统 PLC 设计与安装、顺序控制系统的 PLC 设计与安装、复杂功能控制系统的 PLC 设计与安装、PLC 通信控制系统的设计与安装，PLC 编程器与编程软件的使用方法。

4. 供配电技术

本课程主要培养学生供配电系统设计、运行、维护和故障诊断排除能力。主要学习内容包括：电力负荷及短路电流计算方法，供配电所一次回路的结构组成，电力线路和供配电所基本操作，常用高、低压电器，防雷接地及电气安全等。

5. 自动生产线安装与调试

本课程主要培养学生职业岗位上从事自动生产线控制系统设计、安装、调试、运行、和维护能力。主要学习内容包括：可编程技术、触摸屏技术、气动技术、传感器检测技术、变频器技术、网络技术、机械安装技术等基本理论知识和专业技能，培养良好的职业道德、敬业精神、团队协作精神等基本职业素养。学生学完本课程后可考取可编程控制系统设计师职业资格证书。

6. 自动控制原理与系统

本课程主要培养学生应用基本理论解决工程设计的能力，树立系统的观念和工程的观念。主要学习内容包括：掌握自动控制系统的基本概念和基本技术，掌握常用自动控制系统的原理和分析方法。

7. 创新创业训练项目实践

本课程主要培养学生的创新能力和创业就业能力。主要内容包括产品设计、产品制造等创新能力和创业能力训练项目。

教学进程总体安排：

1. 电气自动化技术专业课程设置与教学安排计划表

类别	序号	课程名称	教学方式	课程性质	学分	计划学时			周学时						考核方式	开课单位
						总数	理论	实践	一	二	三	四	五	六		
公共基础课程	1	思想道德修养与法律基础（一）	B	必修	2	26	20	6	2						考查	思政部
	2	马克思主义中国化进程与青年学生使命担当	A	必修	1	20	20			2					考查	思政部
	3	思想道德修养与法律基础（二）	B	必修	1.5	24	18	6		2					考试	思政部
	4	毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论（一）	B	必修	2	36	30	6			3				考试	思政部
	5	毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论（二）	B	必修	2	36	30	6				3			考查	思政部
	6	形势与政策	A	必修	1	40	40		1-5 学期，8 学时/学期						考查	思政部
	7	思政社会实践	C	必修	1				18 节/学期（含寒暑假）						考查	思政部
	8	大学生职业发展与就业指导	A	必修	2	38	38		第一至三学期 10/学期，第四学期 8 节						考查	机电系
	9	体育（一）	B	必修	3	54	2	30 课内 /22 课外	2						考查	基础部
	10	体育（二）	B	必修	3	54	2			2					考查	基础部
	11	美育	A	必修	2	36	36		3						考查	基础部
	12	心理健康教育	A	必修	2	36	36		3						考查	思政部
	13	应用数学	A	公选	3.5	60	60		4						考查	基础部
	14	全校性公共选修课	A	公选	4	60	60		学生在第 2-5 学期修完公选课学分							
	15	入学教育	C	必修	1	18	18								考查	机电系
	16	军事技能	C	必修	2	112		112							考查	总务处
	17	军事理论	A	必修	2	36	36								考查	总务处
	18	创新创业基础	A	必修	2	32				2						创新创业教育中心
	19	创课网店实践	C	必修	2	36				3						创新创业教育中心

类别	序号	课程名称	教学方式	课程性质	学分	计划学时			周学时						考核方式	开课单位
						总数	理论	实践	一	二	三	四	五	六		
	20	创新创业实践	C	必修	2	36						3				创新创业教育中心
	21	应用文写作	A	必修	2	36	36						4		考查	基础部
	22	信息应用技术基础	B	必修	3.5	60	30	30		4					考查	机电系
	小计				46.5	722	452	270	14	10	3	3	4	0		
专业 (技能) 课程	1	机械制图	A	必修	3.5	60	60	0	4						考试	机电系
	2	电工与电子技术	B	必修	3.5	60	40	20	4						考试	机电系
	3	C 语言程序设计	B	必修	1.5	30	15	15	2						考查	机电系
	4	计算机绘图	B	必修	2.5	48	24	24		4					考查	机电系
	5	电机与电气控制技术	B	必修	6	108	70	38		6					考试	机电系
	6	电子产品设计与制作	B	必修	3.5	64	32	32		4					考试	机电系
	7	运动控制技术及应用★	B	必修	4	72	50	22			4				考试	机电系
	8	PLC 应用技术★	B	必修	4	72	50	22			4				考试	机电系
	9	供配电技术★	B	必修	4	72	50	22			4				考试	机电系
	10	单片机应用技术	B	必修	3.5	64	40	24			4				考查	机电系
	11	电力电子与变频调速技术	B	必修	3.5	64	40	24			4				考查	机电系
	12	自动控制原理与系统★	B	必修	4	72	50	22				4			考试	机电系
	13	过程控制系统★	B	必修	4	72	50	22				4			考试	机电系
	14	自动生产线安装与调试★	B	必修	3.5	64	40	24				4			考试	机电系
	15	工业机器人应用技术	B	必修	3.5	64	40	24				4			考查	机电系
	16	工业组态技术	B	必修	3.5	64	40	24				4			考查	机电系

类别	序号	课程名称	教学方式	课程性质	学分	计划学时			周学时						考核方式	开课单位
						总数	理论	实践	一	二	三	四	五	六		
	17	职场人际关系与沟通	A (5选1)	限选	2	36	36						4		考查	机电系
	18	ISO质量管理体系														
	19	企业文化与企业管理														
	20	人工智能导论														
	21	电气工程项目管理														
	22	智能控制技术	B (6选1)	限选	2	36	24	12					4		考查	机电系
	23	Vericut 仿真加工														
	24	机电概念设计														
	25	生产线数字化设计与仿真														
	26	机械设计														
	27	产品结构设计														
	28	工业机器人焊接技术及应用	B (5选1)	限选	2	36	24	12					4		考查	机电系
	29	工业互联网技术														
	30	机电传动控制														
	31	数控加工工艺														
	32	MasterCAM 数控编程														
	33	工业机器人维护与保养	B (6选1)	限选	2	36	24	12					4		考查	机电系
	34	现代多轴加工技术														
	35	特种加工技术														
	36	液压与气压传动														
	37	机械加工工艺及装备														
	38	冷锻成型工艺														

类别	序号	课程名称	教学方式	课程性质	学分	计划学时			周学时						考核方式	开课单位
						总数	理论	实践	一	二	三	四	五	六		
	39	劳动技能实践周	B	必修	1	16	6	10	1						考查	思政部和总务处
	40	电工电子综合实训	C	必修	1	18		18		1					考查	机电系
	41	现代电气控制综合实训	C	必修	1	18		18			1				考查	机电系
	42	运动控制系统综合实训	C	必修	1	18		18				1			考查	机电系
	43	PLC 控制系统综合实训	C	必修	1	18		18					1		考查	机电系
	44	毕业设计（论文）	C	必修	6	108		108					6		考查	机电系
	45	顶岗实习	C	必修	24	432		432					4	20	考查	机电系
		小计			101	1878	842	1036	10	14	20	20	16			
		合计			147.5	2544	1257	1287								
		开设课程门数							13	12	11	11	9	1		
		周课时							24	24	23	23	20			

2.电气自动化技术专业课程结构比例表

课程类别	学时数	占总学时比例	备注
理论教学	1257	49.41%	
实践教学	1287	50.59%	实践教学包含了单独设置的实践性课程和 B 类课程的课内实践
公共基础课	722	28.38%	
专业（技能）课	1822	71.62%	
选修课	312	12.26%	含公共选修课、专业限选课
总学时	2544		（总课时=理论教学学时+实践教学学时）或（总课时=公共基础课学时+专业（技能）课学时）

3.电气自动化技术专业教学进程安排表

周数 学期	内容	入学教育 及军事课	课程 教学	专业技 能实训	创新创 业训练	毕业 设计	顶岗 实习	考试	机动	合计
		一	3	15					1	1
二			18	1				1		20
三			18	1				1		20
四			18	1				1		20
五			9		1	6	4			20
六							20			20

实施保障

一. 专业教学创新团队:

(一) 专任教师任职资格

- (1) 具有良好的职业素养、职业道德及现代的职教理念，具有可持续发展的能力。
- (2) 具有先进的电气自动化专业知识。
- (3) 能够调配、规划实验实训设备，完善符合现代教学方式的教学场所。
- (4) 能够指导高职学生完成高质量的企业实习和毕业设计。
- (5) 能够为企业工程技术人员开设专业技术短训班。
- (6) 能够胜任校企合作工作，为企业提供技术服务、解决企业实际问题。
- (7) 专任骨干教师要具有定期在企业挂职锻炼（在企业生产一线从事电气自动化技术）的经历，具有中、高级以上的资格证书（含具有中、高技术职称或中、高级技工证书）。
- (8) 专任骨干教师应接受过职业教育教学方法论的培训，具有开发专业课程的能力，能够指导新教师完

成上岗实习工作。

(9) 专任青年教师要具备在企业实习一年的工作经历，并经过教师岗前培训，方能从事教学工作。

(二) 兼课教师任职资格

(1) 包括课程任课教师和顶岗实习指导教师。

(2) 具有工程师、技师职称的技术人员，现岗在企业及连续工作 5 年以上，在专业技术与技能方面具有较高水平。

(3) 具有良好语言表达能力，通过教学法培训合格后，主要承担实训教学或顶岗实习指导教师工作。

(三) 外聘兼职兼课教师任职资格

(1) 热爱教育事业，遵纪守法，治学严谨，为人师表，具有良好的思想政治品质和职业道德。责任心、组织纪律性强，遵守学院的有关规章制度。

(2) 学位、资格及专业技术职务符合下列条件之一：

① 具有硕士及其以上学位（或在读硕士第二年）；

② 具有高等学校教师任职资格；

③ 具有其它任职资格且中级及其以上专业技术职务（至少有两年以上教学经历）。

(3) 具有所承担课程的专业教育背景和专业水平。

(4) 具有较强的教育教学能力，熟悉高等职业教育的教学规律。

二. 教学设施

(一) 校内外实训条件

(1) 电工电子实训室

服务课程：《电工与电子技术》、《电力电子与变频调速技术》、《电子产品设计与制作》课程的实验/实训教学。

基本配置：电工实验台、电工（电子）实验器材、电工（电子）教学实验板、测量电桥、交（直）流电压表、交（直）流电流表、交（直）流电功率表、兆欧表、数字万用表、钳型电流表、电烙铁、线路板、电子元件、集成电路、镊子、电工工具、信号发生器、示波器等。

(2) 电力拖动实训室

服务课程：《电工与电子技术》、《电子电工综合实训》、《电机与电气控制技术》、《运动控制系统综合实训》、《低压电工作业证实训》课程的实验/实训教学。

基本配置：电气安装实训板、电气维修实训板、三级配电系统、照明控制系统、接地电阻检测仪、人工呼吸人体模型、低压电器元件、兆欧表、数字万用表、钳型电流表、压线钳、剥线钳、电工组套工具。

(3) 单片机实训室

服务课程：《单片机应用技术》、《电工电子综合实训》、课程的实验/实训教学，毕业设计综合课题的实现。

基本配置：电工实验台、学生计算机、单片机教学实验箱、编程器、仿真器、开发实验板、数字万用表、电烙铁、电子元件、集成电路、镊子、电工工具等。

(4) 可编程控制实训室

服务课程：《PLC 应用技术》、《PLC 控制系统综合实训》课程的实验/实训教学，毕业设计综合课题的实现。

基本配置：PLC 控制系统实验台、学生计算机、PLC 系统配置单元、数字量实验模型、模拟量实验模型、操作员面板、传感器、执行器、显示单元、数字万用表、压线钳、剥线钳、电烙铁、电工工具等。

(5) 电力电子与自动控制系统实训室

服务课程：《电力电子与变频调速技术》、《电机与电气控制技术》、《自动控制原理与系统》课程的实验/实训教学。

基本配置：电机与拖动实验台、电机导轨测速发电机及转速表、电机调速控制电路、三相变流桥路、变频器模块、交流电动机、直流电动机、测速发电机、电机控制实验板、电机故障测试盒、交（直）流电压表、

交（直）流电流表、交（直）流电功率表、数字万用表、钳型电流表、电工工具等。

（6）电机与电气控制实训室

服务课程：《电机与电气控制技术》、《低压电工作业证实训》课程的实验/实训教学。

基本配置：三相异步电动机、变压器、单相电动机、绕线式电机、直流电机、胶皮榔头、轴承拉拔器、绕线机、兆欧表、烘箱、电机综合测试系统、电工工具等。

（7）供配电实训室

服务课程：《供配电技术》、《低压电工作业证实训》课程的实验/实训教学。

基本配置：10KV 继电保护模拟系统、配电网静态模拟综合仿真实训系统、电能综合监测实训装置、电工工具等。

（8）软件编程实训室

服务课程：《计算机绘图》、《自动控制原理与系统》、《PLC 应用技术》、《电工电子综合实训》、《单片机应用技术》课程的实验/实训教学。

基本配置：电脑实验桌、学生计算机、计算机局域网、虚拟软件、PLC 编程软件、工业组态软件、电子电路辅助设计软件、AutoCAD 软件、办公自动化软件等。

（9）过程控制实训室

服务课程：《过程控制系统》、《自动生产线安装与调试》课程的实验/实训教学。

基本配置：CSY 传感器系统实验仪、THSRZ-2 传感器与检测技术综合实验系统、工具等。

（10）现代电气控制系统安装与调试实训室

服务课程：《工厂电气控制技术》、《PLC 应用技术》、《自动控制系统》、《电力电子技术》课程的实验/实训教学。

基本配置：实训柜、主令电气及仪表单元、PLC 控制单元挂板、继电控制单元挂板、电力电子单元挂板、典型机床电路智能考核单元挂板、可编程控制器、变频器、触摸屏、电脑及推车、工具等。

（11）维修电工职业技能考评室

服务课程：《电机与拖动综合实训》、《维修电工技能鉴定综合实训》课程的实验/实训教学，《顶岗实习》、《毕业设计》的实现，《维修电工》职业技能培训、考评、鉴定、取证。

基本配置：电工维修考评单元。

（12）可编程控制系统设计师职业技能考评室

服务课程：《PLC 控制系统综合实训》、《自动生产线安装与调试》课程的实验/实训教学，《顶岗实习》、《毕业设计》的实现，《可编程控制系统设计师》的职业技能培训、考评、鉴定、取证。

基本配置：可编程控制系统设计师考评单元。

（13）机器人实训室

服务课程：《机器人控制技术》、《PLC 应用技术》、《电气控制与 PLC 技术应用》、《自动化生产线安装与调试》、《PLC 综合实训》、《毕业设计》等课程的实验/实训教学，《毕业设计》安装调试、

基本配置：工业机器人本体、配套自动生产线等。

（14）自动化生产线实训室

服务课程：《PLC 控制系统综合实训》、《自动生产线安装与调试》、《毕业设计》等课程的实验/实训教学。

实训项目 PLC 的应用开发设计、PLC N：N 网络控制实训、触摸屏 PLC 变频器的综合实训、伺服电机的控制等。

基本配置：含供料站、搬运站、加工站、组装站、分拣站 5 个工作站等自动化生产线。

（二）信息化条件

普通教室都已是多媒体教室，而教室里老师用电脑都可以连接网络，满足了教学管理、信息化教学的需求。机房数量足够，且可连接网络，也满足专业建设、信息化教学和学生自主学习需要。

三、教材、图书和数字资源等教学资源

（1）高等教育“十三五”、“十四五”国家级规划教材。

- (2) 教育部专业教学指导委员会推荐教材或重点建设教材。
- (3) 校企合作特色教材、校内自编教材或活页教材。
- (4) 技术标准、规范、手册、参考资料等。
- (5) 数字化教学资源，如“网络课程”、“网络课件”、“教学录像”、“教学录音”、“教师教学博客”和“网上答疑”、“模拟考试”等。
- (6) 国家精品课程资源网 (<http://www.jingpinke.com/>)、专业公司学习网站、行业协会网站等。

四. 教学方法、手段与教学组织形式建议

(1) 教学方法建议

结合课程特点、教学条件支撑情况，针对学生实际情况灵活运用。例如：讲授、启发、讨论、案例和行动导向教学方法。

(2) 教学手段建议

鼓励学生独立思考，激发学习的主动性，培养实干精神和创新意识，注重多种教学手段相结合。例如：讲授与多媒体教学相结合，视频演示与认知实习相结合，教师示范与真实体验相结合，虚拟仿真与实际操作相结合，专项技术教学与综合实际应用相结合等。

(3) 组织形式建议

结合课程特点、教学环境支撑情况采用不同的形式。例如：整班教学、分组交流、现场体验、项目协作和学习岛等。

五. 教学评价、考核建议

(1) 教学评价建议

教学评价主要包括用人单位对毕业生的综合评价，行业企业对顶岗实习学生的知、能、素的评价，兼职教师对学生实践能力的评价，家偶尔督导教学过程组织实施的评价，教师对教学效果的评价，学生对教学团队教学能力的评价，学生专业技能认证水平和职业资格通过率的评价，专业技能竞赛参赛成绩的评价，社会对专业的认可度等，形成独具学校特色、开放式、自主型的教学质量保障体系。

(2) 教学考核建议

- ① 职业基础课程建议采用笔试与实践能力考核相结合的形式，实践成绩占 30%，笔试成绩占 70%
- ② 职业能力课程和职业拓展课程采用技能测、笔试、职业素养相结合的方法，部分课程可以采用口试形式。笔试或口试占 40%；技能测试包括功能测试、工艺评测和过程评价，占 50%；职业素养占 10%。
- ③ 职业技能训练课程主要采用技能测试和职业素养，重点关注功能测试、工艺评测和过程评价。
- ④ 顶岗实习和毕业设计由校企人员组成的评定委员会根据学生出勤情况、周实习报告、顶岗实习总结、毕业设计论文或作品、带队或指导教师对学生的鉴定报告、企业对学生的评价鉴定或答辩情况，综合定性给出优秀、良好、及格、不及格四个评定等级。
- ⑤ 学生毕业前应考取相应的职业资格证书；相应的职业资格证书标准应该纳入专业人才培养方案。

六. 质量管理

教学管理是为了实现教学目标，按照教学规律和特点，对教学过程的全管理，包括教学过程管理、教学业务管理、教学质量、教学质量具有积极的推动和保障作用。

(1) 教学过程管理重点关注兼职教师任课管理、认知和顶岗实习管理、实验实训教学管理和毕业设计管理等。

(2) 教学业务管理重点关注校企公共开展教研活动、职业资格证书标准嵌入专业核心教程、教学课件、顶岗实习、现场教学档案管理等。

(3) 教学质量、质量管理重点关注校企人员共同参与的、课程质量管理、教学计划制订与实施的过程管理、课程质量管理、教学检查和考核管理等。

(4) 教学监控管理重点关注专业人才培养方案制（修）订的依据和实施，教学的组织和管理，教学环境和教学条件等。

继续专业学习深造建议

本专业学生可以通过专插本、专升本、国际交流、海外进修、高自考、专项技能培训等方式继续学习，接受更高层次的教育。

学分转换规定

1、为培养学生实践能力和创新精神，更好地鼓励学生自主学习和提升职业素养，根据《茂名职业技术学院学分认定与转换管理办法（修订）》（茂职院[2020]46号）精神，特制订电气自动化技术专业群学分转换的办法。

2、学分转换是指学生取得专业人才培养方案课程之外的各种能够体现资历、资格和能力的成果后，由学生本人提出申请，经一定的程序认定，可以转换为人才培养方案内相关课程及学分。

3、已具有国民教育系列专科及以上学历者，或已参加国民教育系列专科及以上学历层次学习的学习者，进入本专业群学习，其所学课程与现有课程名称相同或相近，教学目标相近，教学内容相关度在80%以上，可认定和转换为本专业群对应课程的学分。同等及以上学历的学分认定原则上不得超过本专业群学生毕业总学分的50%。

4、低一级学历的学分认定仅适用于实践技能类课程，低一级学历的学分认定为学历教育课程的学分，原则上不得超过学生所在专业毕业总学分的25%。

5、已具有国民教育系列中职（含技工教育）及同等学历者进本专业群学习，其所学课程与现有该类课程名称相同或相近，教学目标相同，教学内容相关度达到100%，可以认定为本专业对应课程学分。

6、通过高等教育自学考试课程，以课程为基础，课程名称相同或相近，自学考试的考试大纲与本专业对应课程教学内容相关度80%以上，不分学历层次，可认定为本专业群学分相近或相同的对应课程学分。高等教育自学考试课程的学分认定不得超过学生本专业毕业总学分的50%。

7、在线课程学习证书是指在国内主流开放课程学习平台（平台数据将根据广东省职业技术教育学会发布的数据适时更新）获得的学习证书。在线课程学习证书的学分认定为本专业群课程的学分，原则上不得超过学生本专业毕业总学分的25%。

8、素质课程原则上不予课程转换。

9、学生取得的成果经认定后，可根据相关标准，用于转换少于或等于该学分的课程，不得转换多于该学分的课程。

10、每个成果只可申请认定一次，不可重复申请，转换课程后剩余学分不累计计算。

11、符合学分转换办法的课程，学生应在课程结束前申请免修免考，课程考核成绩根据成果不同等级记为相应分数。

12、学生在校期间，转换的专业课程学分总额不得超过专业人才培养方案中规定的专业课学分的30%。

13、可用于学分认定与转换的成果类型有获得职业资格证书或技能等级证书等、技能大赛、创新创业（实践）类、科学研究类等。

14、凡符合学分认定与转换条件的学生，可在每学期开学后四周内向所在院（系）提出书面申请，填写《学分认定与转换申请表》并附相关证明材料，由机电信息系初审后统一交教务处审核认定。

15、不完善之处，以学院《茂名职业技术学院学分认定与转换管理办法（修订）》（茂职院[2020]46号）的管理办法为准。

学分认定及课程转换表

成果类型	形式	认定学分	可转换课程
创新创业实践	省级及以上创新创业重点项目立项并通过验收	5	职场人际关系与沟通、计算机绘图、电气工程项目管理、职业发展与就业指导、应用文写作
	省级及以上创新创业一般项目立项并通过验收	3	
	参加教育物联网创新创业孵化基地的各类技能综合训练项目、创新创业实践项目的，考核成绩或成果优秀	3	
科学研究	发明专利获得授权	6	电工与电子技术 C 语言程序设计、电机与电气控制技术、计算机绘图、单片机应用技术、电力电子与变频调速技术、工业机器人应用技术、工业组态技术。
	实用新型专利获得授权	3	
	设计外观专利获得授权	3	
	在核心期刊上发表学术论文（第一作者）*	4	
	在具有全国统一刊号（CN 号）的一般学术刊物上发表学术论文（第一作者）	2	
	正式出版学术专著（第一作者）	4	
技能竞赛	参加政府部门组织的国家级职业院校技能大赛	一等奖：6	电工电子综合实训、现代电气控制综合实训、运动控制系统综合实训、PLC 控制系统综合实训。
		二等奖：4 三等奖：2	
	参加政府部门组织的省级职业院校技能大赛	一等奖：4 二等奖：2	
取得省级及以上各类由政府部门举办的综合素质比赛三等奖及以上	2		

注：*核心期刊的认定以北京大学图书馆公布的最新的《中文核心期刊要目总览》为准；

**被 SCI、EI、SSCI 收录的学术论文，以当年中国科学技术信息研究所等机构提供的数据为准。

广东省教育厅

粤教职函〔2022〕23号

广东省教育厅关于公布 2021 年省高等职业 教育教学质量与教学改革工程项目 立项名单的通知

各高等职业学校，有关普通本科高校，省教育研究院：

根据《广东省教育厅关于组织开展 2021 年省高等职业教育教学质量与教学改革工程项目申报和认定工作的通知》（粤教职函〔2021〕41 号）等文件要求，经学校申报、专家评审、网上公示等环节，现将 2021 年省高等职业教育教学质量与教学改革工程（以下简称“省质量工程”）项目立项名单予以公布（附件 1），并就有关事项通知如下。

一、各高等职业学校（含本科层次职业学校，下同）要高度重视质量工程项目建设，完善规章制度，健全工作机制，落实保障措施，有效解决“重立项轻建设、重数量轻质量、重硬件轻软件”等问题，切实提高质量工程项目建设质量；充分发挥省质量工程项目示范引领作用，注重改革实效，不断积累改革经验，推广改革成果，切实提高人才培养质量。

二、示范性产业学院、专业教学资源库、教学改革研究与实践项目为省质量工程建设项目，项目建设所需资金由立项单位按现有经费渠道筹措解决；项目经立项单位组织建设、校内结题验收并通过省教育厅统一组织的项目验收后，正式认定为省级项目。项目管理相关要求见附件 2-4。

三、请有关单位于 2022 年 10 月 31 日（星期一）前将示范性产业学院、专业教学资源库、教学改革研究与实践项目有关材料电子版发至 zzcgzjy@gdedu.gov.cn。具体材料要求见附件 2-4。所有材料打包压缩后一次报送，压缩文件和邮件名为“推荐单位名称+2021 年质量工程立项材料”，电子版材料总容量不得超过 200M。

联系人：陈婧、伍金清，联系电话：(020)37629455、37626936。

附件：1. 立项名单

2. 示范性产业学院项目管理工作要求

3. 专业教学资源库项目管理工作要求

4. 教学改革研究与实践项目管理工作要求



公开方式：依申请公开

校对入：陈婧

附件 1-7

2021 年省高职教育创新创业训练计划项目 认定名单

(排名不分先后)

序号	单位名称	项目名称	项目组成员	指导教师
1	东莞职业技术学院	深紫外 LED 杀菌宝	黄晓杰、陈永艳、温忠智、邝其志、蔡漫、张煜涛、骆骏伟、卢泳其	易熙琼
2	东莞职业技术学院	基于 LED 可见光通信的中英双语同声传译会议系统研制	邓城、梁文宜、刘睿智、李太鑫、祝振华、黄金祥	麦强
3	东莞职业技术学院	精锐科技——硬质薄膜刀具应用方案提供商	丁佳伟、谢伟东、拜展宽、钟宇轩	万松峰
4	东莞职业技术学院	基于移动互联应用的智能汽车快修保养系统及工程车的调查研究	蔡志标、黎易亮、严康铭、黄伟松、吴明浩	刘存山
5	东莞职业技术学院	基于 LED 可见光的智能化室内定位停车场导航系统	梁嘉铭、吴文昊、郑铭杰、胡小虎	薛松
6	东莞职业技术学院	基于可见光通信技术的智能管廊巡检机器人	温忠智、詹宏林、曾宪令、林木中、董梓常、李发隆	鲍晶晶
7	东莞职业技术学院	拾遗工坊	赖梓鸣、韩家豪、陈依婷、李超文、冼镇域、陈洁、陈静霓、陈家琪、李岑恩、陈智铭、邢泽培、欧阳飞艳、黄雅雯	黄文萍
8	东莞职业技术学院	花尔影像工作室创新创业项目	唐千千、孙妍、丁海翔、翁梓莹、徐乐琳、杨李顺、方舒敏、苏子旋	刘丽萍
9	佛山职业技术学院	孔雀石绿免疫分析方法研究	林立栋、梁芳静、张燕晴、黄国钦、梁逸轩	吴民富、徐振林（校外）
10	佛山职业技术学院	APLTS 全自动电机驱动装置寿命检测系统	赵俊立、肖冰微、欧本炜、林权文、黄源展	化雪荟、殷汉伟（校外）

序号	单位名称	项目名称	项目组成员	指导教师
296	广州体育职业技术学院	游泳救生职业技能提升与社会服务	董凌健、黄巧玲、罗锦华、叶才旺、陈金志、曾瑞、黄伟聪	王思明
297	广州体育职业技术学院	KO 体育赛事智能计时计分平台应用推广创新创业训练项目	陈林凯、叶庆双、梁俊杰、唐水明、陈浩杰、陈烁珊、莫观明	张艳美（校内）、邹海锋（企业）
298	广州体育职业技术学院	羽毛球俱乐部运营与管理	徐文广、孙煜文、李子欣、方宇霖、萧文睿、叶诗瑜、温鑫	黎洪毅
299	揭阳职业技术学院	社工专业学生个案工作能力训练活动	李诗淦、蔡加业、许玉霞、黄慧玲	陈婷婷
300	揭阳职业技术学院	财务用新型多功能记账本开发的创业计划	曾宇特、赵佳升、张朝琦、林冰仪、林湘华	郭敏
301	揭阳职业技术学院	揭职院大学生综合服务平台	陈郑尔诗、叶家欣、苏葭铃、欧锦雪、林乔漫、蔡燕钰	林宇
302	揭阳职业技术学院	互联网+”模式下电梯传媒终端广告精准投放系统开发	王烁、黄立央、林嘉欣、庄旭池、谢万龙	薛晓桂
303	揭阳职业技术学院	“比别人好看”大学生美学服务平台	张美婷、练春瑜、关小敏、陈炫蝉、黄子翔	林颖
304	揭阳职业技术学院	VR 校园全景漫游开发项目	蔡有财、林敏琪、林双美、洪子炆、徐桢远、伍圣灿	陈志钦
305	茂名职业技术学院	乡村振兴背景下装配式建筑在优化农村自建房中的应用研究	高晓彤、杨志培、郑楚臻、张学贤、黄思泰、徐嘉豪、吴熙、林芷茵	曾浩
306	茂名职业技术学院	石斛提取液制备抗氧化氨基酸手工皂及素颜霜	梁海琳、蔡彩婷、周彦芝、周袅娴、黄晓靖	胡鑫鑫
307	茂名职业技术学院	美可期-“仙伊”美容护肤体验中心	郑妍、覃海玲、陈倩莹、赖嘉丽、黄彬彬、王冰愉	赖谷仙
308	茂名职业技术学院	互联网+APP+语音万能盒子	何世辉、方嘉炜、黄钜贤、余创、焦楚雄、刘亚霖	朱建广
309	茂名职业技术学院	物联网+智能自行车导航仪	蓝浩源、李亮松、汪诗杰、李锦明、陈煜文、江峰、陈世钱	朱建广
310	茂名职业技术学院	半纤维素基磁性水凝胶的制备及其在染料废水处理中的应用研	钱锦枝、万通、陈华满、许房斌、唐杰恒、钟耿彬	梁志

证书号第17161384号



实用新型专利证书

实用新型名称：一种零件分拣打磨自动化生产线

发明人：陆叶;张文杰;王开;陈文敏

专利号：ZL 2022 2 1059572.3

专利申请日：2022年04月29日

专利权人：茂名职业技术学院

地址：525000 广东省茂名市茂南区文明北路232号

授权公告日：2022年08月12日

授权公告号：CN 217172355 U

国家知识产权局依照中华人民共和国专利法经过初步审查，决定授予专利权，颁发实用新型专利证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。专利权期限为十年，自申请日起算。

专利书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长
申长雨

申长雨



第1页(共2页)

其他事项参见续页

证书号第17161384号

专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年04月29日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

申请日时本专利记载的申请人、发明人信息如下：

申请人：

茂名职业技术学院

发明人：

陆叶；张文杰；王开；陈文敏

证书号第11722865号



实用新型专利证书

实用新型名称：一种移动式双臂果树剪枝机器人

发明人：陆叶；王开；邓梓光；蔡美丹；袁智权；李晓敏

专利号：ZL 2020 2 0203747.8

专利申请日：2020年02月24日

专利权人：茂名职业技术学院

地址：525000 广东省茂名市文明北路232号大院

授权公告日：2020年10月23日

授权公告号：CN 211721179 U

国家知识产权局依照中华人民共和国专利法经过初步审查，决定授予专利权，颁发实用新型专利证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。专利权期限为十年，自申请日起算。

专利书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长
申长雨

申长雨



第1页(共2页)

其他事项参见续页

证书号第11722865号



专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年02月24日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

申请日时本专利记载的申请人、发明人信息如下：

申请人：

茂名职业技术学院

发明人：

陆叶；王开；邓梓光；蔡美丹；袁智权；李晓敏

证书号第11101969号



实用新型专利证书

实用新型名称：一种水果姿态图像采集装置

发明人：林静；李新超；叶石华；张浩然；马侨雨；杨臻；黄金逸

专利号：ZL 2019 2 2279833.7

专利申请日：2019年12月16日

专利权人：茂名职业技术学院

地址：525000 广东省茂名市文明北路232号大院

授权公告日：2020年07月28日

授权公告号：CN 211121091 U

国家知识产权局依照中华人民共和国专利法经过初步审查，决定授予专利权，颁发实用新型专利证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。专利权期限为十年，自申请日起算。

专利书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长
申长雨

申长雨



第1页(共2页)

其他事项参见续页

证书号第 11101969 号



专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 12 月 16 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

申请日时本专利记载的申请人、发明人信息如下：

申请人：

茂名职业技术学院

发明人：

林静；李新超；叶石华；张浩然；马侨雨；杨臻；黄金逸

证书号第17158939号



实用新型专利证书

实用新型名称：一种基于机器视觉的分拣机械手

发明人：林静；李明霖；成晓枫；贾炜杰；梁剑斌；夏茹

专利号：ZL 2022 2 0221204.8

专利申请日：2022年01月26日

专利权人：茂名职业技术学院

地址：525000 广东省茂名市茂南区文明北路232号

授权公告日：2022年08月12日

授权公告号：CN 217168522 U

国家知识产权局依照中华人民共和国专利法经过初步审查，决定授予专利权，颁发实用新型专利证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。专利权期限为十年，自申请日起算。

专利书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长
申长雨

申长雨



第1页(共2页)

其他事项参见续页

证书号第17158939号

专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年01月26日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

申请日时本专利记载的申请人、发明人信息如下：

申请人：

茂名职业技术学院

发明人：

林静；李明霖；成晓枫；贾炜杰；梁剑斌；夏茹

证书号第11914582号



实用新型专利证书

实用新型名称：一种百香果果囊分离机

发明人：林静；李新超；叶石华；张浩然；马侨雨；杨臻；黄金逸

专利号：ZL 2020 2 0169395.9

专利申请日：2020年02月13日

专利权人：茂名职业技术学院

地址：525000 广东省茂名市文明北路232号大院

授权公告日：2020年11月13日

授权公告号：CN 211910449 U

国家知识产权局依照中华人民共和国专利法经过初步审查，决定授予专利权，颁发实用新型专利证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。专利权期限为十年，自申请日起算。

专利书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长
申长雨

申长雨



第1页(共2页)

其他事项参见续页

证书号第11914582号



专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年02月13日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

申请日时本专利记载的申请人、发明人信息如下：

申请人：

茂名职业技术学院

发明人：

林静；李新超；叶石华；张浩然；马侨雨；杨臻；黄金逸

智能园艺剪枝机器人的设计

陆叶, 邓铭

(茂名职业技术学院机电信息系, 广东 茂名 525000)

【摘要】 本文针对我国目前园艺果树枝条修剪以人工为主、劳动强度大、效率低、人力成本较高、严重制约我国水果产业高质量发展的问题,在分析国内外剪枝机器人发展现状的基础上,提出设计一种智能剪枝机器人。首先利用UG软件进行剪枝机器人的结构设计、三维建模;其次对剪枝机器人的控制系统硬件平台进行开发,设计多通道遥控远程控制和微型机自动控制两种控制方式,利用前后双无线图传系统进行图像采集、识别和传输;最后设计剪枝机器人控制系统方案。通过研制剪枝机器人样机并进行剪枝测试,试验证明,该剪枝机器人性能稳定,提高了剪枝效率,降低了劳动强度,具有推广和应用价值,并为同类的园艺智能化设备的研究提供了参考。

【关键词】 智能;园艺;剪枝;机器人

【中图分类号】 TP242.3

【文献标识码】 A

【文章编号】 2095-3518(2024)01-105-04

1 引言

随着科技的发展,越来越多的自动化、智能化设备被应用到农林业生产中,如各式各样的果蔬采摘机器人是当前农机设备中研究及应用的热点^[1]。相对采摘设备的快速发展,园艺果树的枝条修剪,目前仍然是人工修剪为主,农户借助云梯上树后再用修枝剪,或者在树下用高枝剪等简单的农用工具完成,剪枝效率较低、耗费大量劳动力且劳动强度极大。对荔枝、龙眼等果树,需要在采摘后较短的一段时间内完成枝条修剪,否则将影响下一年的挂果。因此剪枝自动化设备的研究应用是很有必要的。

国外园艺剪枝自动化设备发展较早,目前处于技术领先地位。如Faezeh提出了基于运动学的葡萄修剪机器人机械臂多目标优化设计^[2];Akins A为桃子减薄修剪而研制了新型机器人^[3]等。我国剪枝机器人技术研究起步较晚,经过高校、科研院所对园艺剪枝设备的研究与改进,现在国内在这方面也取得了一些突破,如桂林等进行了一种五自由度修剪机器人结构设计与分析^[4];张超提出基于园林的修剪机器人结构优化研究^[5];Ye L研究了双臂剪枝机器人的运动学及轨迹规划^[6]等。虽然我国在园艺剪枝机器人的研究已取得一定成果,

但是在机械结构设计、控制系统自动化智能化等方面仍存在很多不足。如机械结构设计中的行走机构、末端执行机构、机械臂、回收装置等方面不能很好适应剪枝作业。控制系统在枝条的准确识别和精准定位是剪枝机器人面临的一大难题,仍需在机器视觉、机械臂运动规划等方面深入研究。

本文基于国内外园艺剪枝自动化设备的研究基础上,提出智能园艺剪枝机器人的设计,通过对其结构设计、控制系统硬件及软件方案设计,制作样机进行剪枝测试,实现机器人自主运动、智能识别枝条及剪枝等功能。

2 智能园艺剪枝机器人的结构设计

设计的智能园艺剪枝机器人,由行走机构、机座、升降平台、双机械臂、剪枝机构、回收装置、供电装置、视觉系统及控制系统等组成。剪枝机器人可在遥控或自动模式下,实现远程控制、双臂协同、智能识别、精准修剪。剪枝机器人运动到需要修剪的枝条位置附近,通过控制系统寻找和识别需要修剪的枝条,进行图像采集和处理,判断出枝条的位置,然后驱动左右两个机械臂进行修剪,剪下的枝条放置在收集框中。两个机

【收稿时间】 2023-09-12

【第一作者】 陆叶(1979-),女,广东阳江人,硕士,副教授,研究方向:机器人技术、智能制造。

【基金项目】 广东省普通高校特色创新类项目(粤教科函[2021]7号);广东省智能化制造装备工程技术研究中心项目(粤科函产学研[2017]1649号);茂名市科技计划项目(2020茂科字36号);茂名职业技术学院科研项目(茂职院[2021]77号)。

械臂末端的修剪机构不同,可根据枝条的粗细情况选用单臂修剪或者双臂协调修剪,即一个臂运动到果实枝条上指定的某个位置夹紧枝条,而另一个臂同时运动到相应修剪位置,将枝条剪下。

2.1 剪枝机器人的行走机构

比较目前各种园艺机器人的行走机构,由于枝条修剪作业主要在户外,环境相对恶劣,履带底盘具有很强的机动性、可操作性和易于控制等特点,履带底盘支撑并带动机器人移动,可减小机器人的运动转弯半径,翻越障碍能力强,更加稳定可靠,可解决轮式底盘在松软或者泥泞道路上容易打滑、转弯半径较大、占用的行走空间多的问题,能很好地满足修剪作业的要求。因此剪枝机器人采用履带底盘作为行走机构。

2.2 双机械臂及剪枝机构

剪枝作业要求机器人的机身小,动作空间大,因此本设计采用仿人的双臂关节型结构。剪枝机器人履带底盘上方是升降平台,用于较高位置的枝条修剪。升降平台上是稳定性较好的三角形机座,机座左右两侧设有仿人的双机械臂结构。左右机械臂的结构相同,均由肩部、大臂、小臂、肘部和腕部组成。剪枝主要是由臂部和腕部的运动来实现的,可以确定剪枝机器人腕部末端点的位置及空间姿态。机器人腕部末端执行器设计成剪枝机构,一个臂的末端执行器是修剪钳,另一个臂的末端执行器是修剪锯。可根据枝条的粗细情况采用不同的剪枝机构,以增加机器人的应用范围。细枝条可以单独使用修剪钳,粗枝条则是两臂配合修剪,剪下的枝条可以放到机器人后面的回收装置中暂存运输。为延长机器人户外续航时间,采用新型锂电池驱动,用太阳能、锂电两种充电方式充电的供电装置。具体的结构如图1。

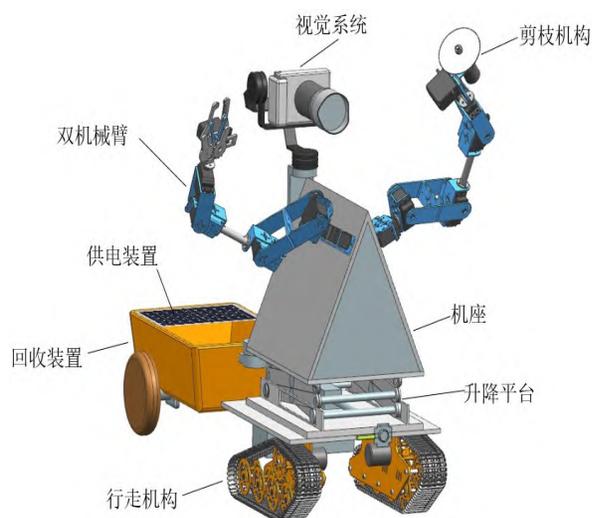


图1 智能园艺剪枝机器人三维模型图

3 智能园艺机器人的控制系统硬件设计

设计的剪枝机器人控制方式有两种,一种是多通道遥控远程控制,另一种是通过微型机实现自动控制。遥控远程控制是通过多通道遥控器进行控制,实现对履带底盘、机械臂笛卡尔空间运动和机械臂外设控制,通道均配置有多值按键,多配置搭配使用使其支持更多控制功能。微型机自动控制是基于树莓派、ESP8266 WIFI模块及上位机通信,通过ESP8266 WIFI模块接收控制端发送的信号传输给微型机后,转化为控制指令来控制履带底盘电机和机械臂舵机的运动^[7,8]。遥控和自动这两种控制方式各自独立,可以根据实际选用,如当环境等因素造成自动控制修剪精度降低时,可切换为遥控控制,提高枝条修剪成功率。

3.1 控制系统硬件组成

本设计所需硬件主要为可充电锂电池、太阳能电池板、供电电源板、稳压模块、底盘电调、底盘电机、机械臂舵机、多通道遥控器及接收机、相机及云台、无线图传及图传眼镜、树莓派微型机、ESP8266 WIFI模块等。设计的多通道遥控是利用高频无线电波实现远程控制,遥控器和接收机成对使用,在剪枝机器人上安装接收机,遥控器发出信号被接收机收到后转发给电调/舵机,从而控制履带底盘、双机械臂各个关节以及机械臂末端的剪枝机构。为更好控制剪枝机器人的运动以及识别需要修剪的枝条,实现精确剪枝,本设计采用前后双无线图传系统进行图像实时传输及识别,来进行准确定位。

3.1.1 无线图传模块及图传眼镜

图传是通过无线网络将视频进行压缩,实时传送到所需要的终端的一种传送方式。由于剪枝作业环境的复杂性,剪枝机器人正前方前面设有工作频率是5.8G无线图传模块,实现剪枝路况、枝条情况等图像画面远距离、低延迟地传输,并回传到图传眼镜,可沉浸式实时观察剪枝第一视角的画面。5.8G无线图传模块主要分为接收端和发射端两部分。发射端是装有图传发射机的摄像头,它被安装在机器人上,并将拍摄到的画面转换成模拟信号传送给图传发射机,发射机则通过无线电向外发射摄像头发出的信号。而接收端则负责接收信号,并会在图传眼镜、手机或监视器上显示出来。

3.1.2 高清图传模块

为了能近距离高清拍摄枝条稳定的图像,便于图像识别和处理生成枝条的三维图像,从而控制机器人动作,在剪枝机器人机座上方还设置了带有GW1P传感

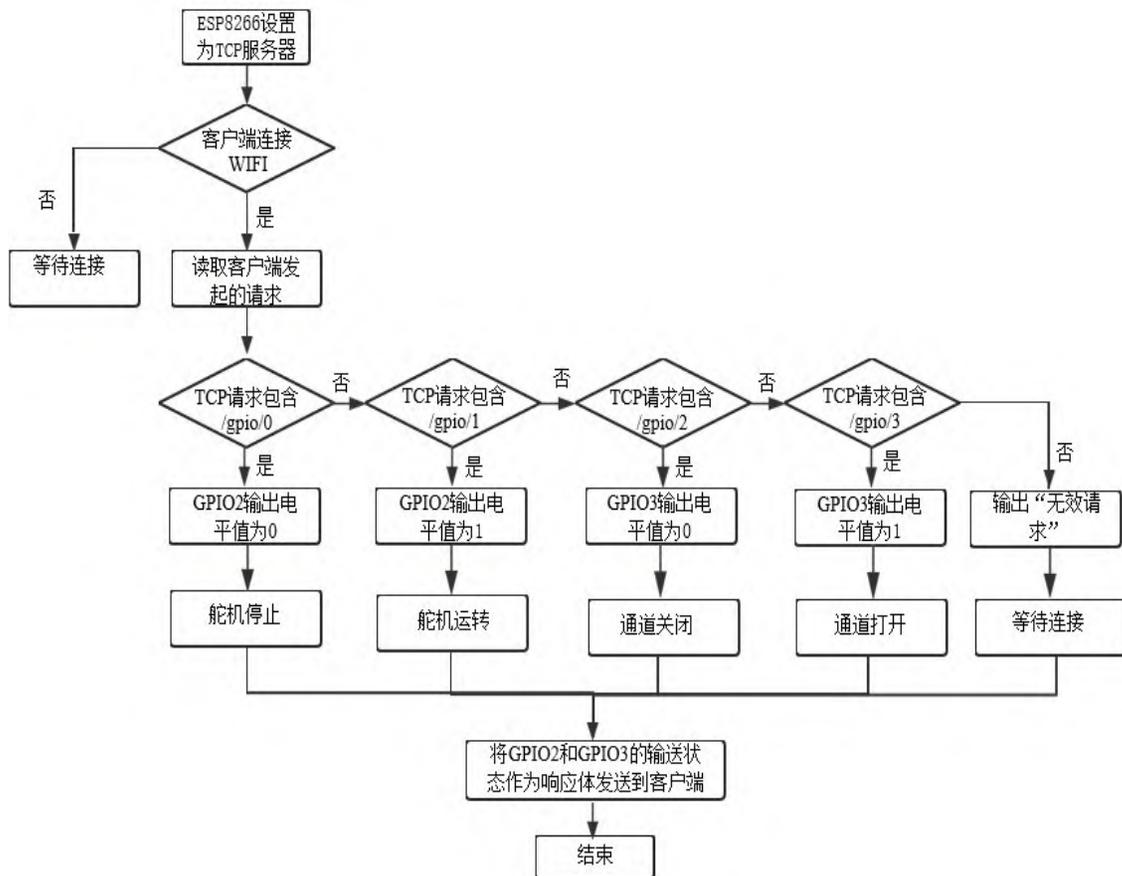


图4 智能园艺剪枝机器人程序设计流程图



图5 智能园艺剪枝机器人样机测试

表2 智能园艺剪枝机器人修剪锯测试结果统计

实验次数	枝条直径/mm	剪枝工具	剪枝时间/s	说明
1	3.1	修剪锯	1.5	锯断
2	3.5	修剪锯	2.3	锯断
3	3.8	修剪锯	2.2	锯断
4	4.8	修剪锯	2.5	锯断
5	9.6	修剪锯	3.5	锯断
6	9.72	修剪锯	3.4	锯断

6 结束语

本文提出了一种智能园艺果树剪枝机器人的设计方案,根据园艺果树枝条修剪的要求,利用UG软件设计了剪枝机器人的三维模型,开发了机器人的控制系统,机器人可通过多通道遥控进行远程控制以及微型机自动控制,实现对履带底盘、双机械臂的空间运动以及机械臂的外设控制;研制了剪枝机器人样机,经多次测试,该机器人可检测出视野内的枝条及进行剪枝,生产效率高、测试效果良好。该剪枝机器人可支持二次技术开发,用于执行其他作业任务,如园艺采摘、安防巡检等,扩大机器人应用范围。

(下转第133页)

表1 智能园艺剪枝机器人修剪钳测试结果统计

实验次数	枝条直径/mm	剪枝工具	剪枝时间/s	说明
1	3.1	修剪钳	2.2	剪断
2	3.5	修剪钳	2.7	剪断
3	3.8	修剪钳	2.6	剪断
4	4.8	修剪钳	-	无法剪断
5	9.6	修剪钳	-	无法剪断
6	9.72	修剪钳	-	无法剪断

4 结论与建议

4.1 结论

(1)本项目采用“预处理+UASB厌氧发酵+脱硫+沼气利用+有机肥”的技术路线,能将厨余垃圾有效收集处理,将垃圾转化为可利用,实现了变废为宝,减轻了厨余垃圾对环境的污染。

(2)厌氧发酵系统稳定运行后,进料 TS 和 VS 分别为 10%~12%和 6%~8%,VS 降解率约为 80%,沼气产量为 80~100m³/d,每吨餐厨垃圾(含水率为 85%)产生沼气体量为 20~25m³/t,沼气中甲烷含量稳定在 60%左右。形成的有机肥符合《有机肥》(NY525-2012)行业标准要求,达到了厨余垃圾资源化的目的。

(3)该处理工艺具有设备紧凑、工艺操作简单、运行成本低、有机质降解率高等优势,缓解餐厨垃圾集中收运压力,降低收集运输成本,实现餐厨垃圾短运距离资源化处理,初步形成集中与相对集中相结合、技术先进的资源利用型装置。

4.2 建议

(1)加强垃圾分类的源头管理,提高餐厨垃圾收运数量和质量。

(2)拓展加工深度,提高设备自动化与环境整洁度,实现厨余垃圾处置全程技术监控,提升厨余垃圾资源化和自动化水平。

参考文献

- [1]陈惠燕.龙岩市易腐垃圾协同处理模式及工程建设方案研究[J].环境与发展,2018(5):225-226.
- [2]戚建强,孙红军,李红.餐厨垃圾处理技术进展探讨[J].绿色科技,2012(1):127-129.
- [3]徐可可,李积彬,姚旺.基于餐厨垃圾处理设备的新型油水分离器[J].机电工程技术,2009(10):83-84.
- [4]刘玉德,绳以健,石文天,等.餐厨垃圾处理设备研究[J].北京工商大学学报(自然科学版),2011,29(6):69-72.
- [5]宇鹏,黄飞婷,杨小霞,等.家庭厨余垃圾分布式就地厌氧消化工艺及效果研究[J].工业安全与环保,2022,48(2):86-89.
- [6]褚文玮,强萌萌.厌氧发酵 CSTR 反应器在餐厨垃圾处理方面的应用研究[J].天津化工,2018,32(6):15-18.
- [7]FENG K,LI H,DENG Z,et al.Effect of pre-fermentation types on the potential of methane production and energy recovery from food waste[J].Renewable Energy,2020,146:1588-1595.
- [8]殷小锋,甄晓云,张伟.散点状小规模厨余垃圾回收技术研究和应用[J].环境科学导刊,2016,35(2):39-44.
- [9]张晓宏,刘德江,刘盛林.我国餐厨垃圾厌氧处理技术的现状及发展前景[J].环境与可持续发展,2016,23(5):203.

(上接第 108 页)

参考文献

- [1]张德学,秦喜田,刘学峰,等.国内外果园枝条修剪研究进程与配套设备[J].中国果树,2021(2):6-12.
- [2]Faezeh M,Shirin G.Kinematic-Based Multi-Objective Design Optimization of a Grapevine Pruning Robotic Manipulator[J].AgriEngineering,2022,4(3).
- [3]Akins A.NEW ROBOT DEVELOPED FOR THINNING AND PRUNING PEACHES[J].American Fruit Grower,2022,142(2).
- [4]桂林,古劲,张宾,等.一种五自由度修剪机器人结构设计与分析[J].中国农机化学报,2023,44(3):191-198.
- [5]张超,张建林.基于园林的修剪机器人结构优化研究[J].农机化研究,2023,45(1):90-94.

- [6]Ye L.Kinematics Analysis and Trajectory Planning of Dual-arm Pruning Robot[J].IOP Conference Series Earth and Environmental Science,2021,769(4):042067.
- [7]汪冰,曾大兴,李鲁宁,等.基于树莓派的交互式 WiFi 控制小车[J].电子制作,2022,30(16):36-38.
- [8]宋黎明,马福贵.基于 STM32 的智能草坪修剪机器人设计[J].机电工程技术,2020,49(10):141-143.
- [9]贺雪晨,孙锦中,刘丹丹,等.树莓派智能项目设计:Raspberry Pi 4 Model B 上的 Python 实现[M].北京:人民邮电出版社,2021.
- [10]朱磊,王鑫,刘屹,等.一种基于树莓派的无线 WiFi 视频采集传输方法[J].科学技术与工程,2020,20(6):2312-2316.