

智能制造实践教学方案

—智能机电装备设计

目录

一、智能制造实践教学基地建设意义.....	1
1.1 国家战略及巨大的市场前景的需要.....	1
1.2 利于优化学校实训体系，合理利用资源，建立跨学科交叉融合教学模式.....	1
1.3 利于培养复合型应用人才，以学生为中心，构建多层次实训教学体系.....	2
二、智能制造实训课程体系建设路径及方案.....	4
2.1 以产业为引，结合“新工科”建设设计课程实训目标.....	4
2.2 以学为本，结合产品创新设计构建多层次/多维度实训课程体系.....	4
2.2.1 第一阶段：智能制造通识教学模块.....	6
2.2.2 第二阶段：智能制造基础教学模块.....	8
2.2.3 第三阶段：智能机电装备及机器人设计实训教学模块.....	11
2.2.4 第四阶段：智能制造项目设计.....	14
2.3 构建“以学生为中心的”线上线下混合教学模式.....	15
2.4 通过“协同育人”建立产教研三位一体协同平台.....	15
三、设备支持及介绍（按每次课30人使用配置）.....	17
3.1 “探索者”智能流水线 ECT-IAM1105 产品介绍.....	22
3.2 “探索者”机器人创新组件（基础版）RINO-U1442.....	26
3.3 “探索者”机器人创新组件（高级版）Rino-MX201.....	30
3.4 “探索者”机器人智能技术开发平台 Rob-GS01.....	33
3.5 训练师模块化机器人综合实训平台（桌面级）IMUT-RTM4.....	36
3.6 训练师模块化智能底盘创新套装（桌面级）ZCT-RT-CAM03.....	44
3.7 训练师模块化智能机械臂创新套装（应用级）ZCT-RP-AM03.....	50
3.8 “训练师”智能工厂实训沙盘 ATS-FST-THU01.....	59
四、服务案例介绍.....	66
1. 合作开发产品.....	66
2. 教材合作.....	66
3. 专利合作.....	68
4. 大赛合作.....	70
5. 师资培训.....	72
6. 开展学生活动.....	74
7. 科研项目合作.....	75
8. 校企联合培养人才.....	75

一、智能制造实践教学基地建设意义

1.1 国家战略及巨大的市场前景的需要

2015 年，国务院正式印发《中国制造 2025》，通过“三步走”实现制造强国的战略目标。2016 年，《智能制造发展规划（2016—2020 年）》正式发布实施，该规划将统筹国内智能制造发展，加快形成全面推进制造业智能转型的工作格局；同年 11 月，国务院印发的《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》中指出，要全力打造智能制造高端品牌。2017 年，在工信部发布推进实施《中国制造 2025》情况中提到要加大智能制造实施力度、扩大智能指导合作；同年 5 月，国务院召开常务会议，指出下一步深入实施《中国制造 2025》，把发展智能制造作为主攻方向。2018 年 10 月，“2018 世界智能制造大会”在南京举行，会议期间《国家智能制造标准体系建设指南（2018 版）》正式发布。在国家战略推动下，社会对智能制造专业人才需求激增。因此，高等教育急需抓紧谋划和有效推进智能制造工程相关教学方案的建设。

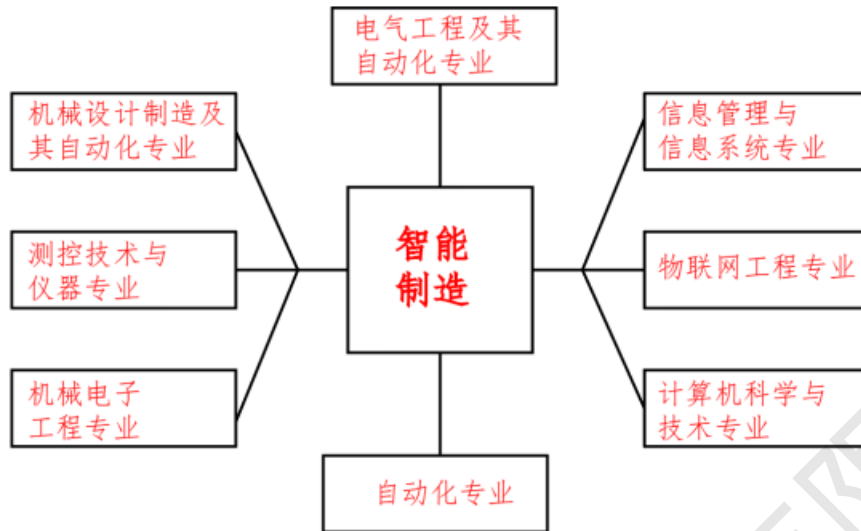
表 1: 高端装备、智能制造发展相关政策

时间	政策名称	主要内容
2015 年	《中国制造 2025》	我国实施制造强国战略的第一个十年行动纲领
2016 年	《智能制造发展规划（2016-2020）》	“十三五”时期全国智能制造发展的纲领性文件，明确了“十三五”期间我国智能制造发展的指导思想、目标和重点任务。
2016 年	《“十三五”规划纲要》	促进制造业朝高端、智能、绿色、服务方向发展，培育制造业竞争新优势，高端装备制造业的焦点集中在十大类高端装备方面。
2016 年	《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》	对“十三五”期间我国战略性新兴产业发展目标、重点任务、政策措施等做了全面部署。
2017 年	《关于深入推进信息化和工业化融合管理体系的指导意见》	完善两化融合管理体系标准，普及推广两化融合管理体系，健全开放写作的市场化运作体系，提升服务质量。
2017 年	《高端智能再制造行动计划（2018-2020 年）》	突破制约我国高端智能再制造发展的关键共性技术，发布 50 项高端智能再制造管理、技术、装备及评价等标准。
2017 年	《增强制造业核心竞争力三年行动计划（2018-2020 年）》	重点领域关键技术产业化实施方案，包括：轨道交通装备、高端船舶和海洋工程装备、智能机器人、智能汽车、现代农业机械、高端医疗器械和药品、新材料、制造业智能化、重大技术装备。
2017 年	《促进新一代人工智能产业发展三年行动计划（2018-2020 年）》	力争到 2020 年，一系列人工智能标志性产品取得重要突破，在若干重点领域形成国际竞争优势，人工智能和实体经济融合进一步深化，产业发展环境进一步优化。
2019 年	中央经济工作会议	将推动制造业高质量发展列为年度七项重点工作任务之首。高端制造装备作为制造业突出短板，迎来多项扶持政策，包括设立专项资金支持高端装备与智能制造、高档数控机床、轨道交通装备产业集群等。

资料来源：工信部、国家发改委、中国银河证券研究院整理

1.2 利于优化学校实训体系，合理利用资源，建立跨学科交叉融合教学模式

智能制造是多专业交叉融合的学科领域，目前产业结构不断调整，新的行业和新的岗位群不断涌现，各个专业课程实训体系也在不断更新。如果不进行实训体系整合和梳理，则会造成实训内容分散，无法利用好现有的资源造成浪费，且只是各个专业的实训也无法与智能化相结合，最终会与智能制造相关产业需求脱节。



智能制造工程人才培养可覆盖专业

通过统筹规划构建智能制造实训教学基地，融合各个专业实训，建立跨学科交叉融合教学模式，贯通各个层次的教学要求，构建完整的“智能制造工程”实践体系。

1.3 利于培养复合型应用人才，以学生为中心，构建多层次实训教学体系

智能制造的发展带来了生产模式的变革，许多传统制造企业的生产线逐渐被基于工业机器人的智能生产装备取代，导致社会对智能制造工程专业人才的需求量大幅增加，同时随着产业结构的不断升级，企业更需要不同层级的人才。

表 2：智能制造体系架构各层级要素

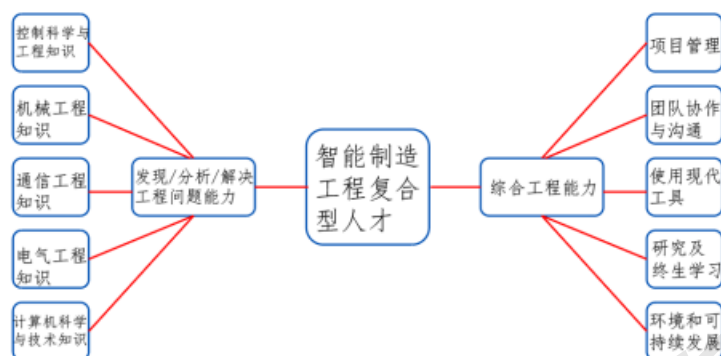
要素	具体内容
生命周期	指从产品原型研发开始到产品回收再制造的各个阶段，包括设计、生产、物流、销售、服务等一系列相互联系的价值创造活动。
设计	指根据企业的所有约束条件以及所选择的技术来对需求进行构造、仿真、验证、优化等研发活动过程。
生产	指通过劳动创造所需要的物质资料的过程。
物流	指物品从供应地向接收地的实体流动过程。
销售	指产品或商品等从企业转移到客户手中的经营活动。
服务	指提供者与客户接触过程中所产生的一系列活动的过程及其结果，包括回收等。
系统层级	指与企业生产活动相关的组织结构的层级划分，包括设备层、单元层、车间层、企业层和协同层。
设备层	指企业利用传感器、仪器仪表、机器、装置等，实现实际物理流程并感知和操控物理流程的层级。
单元层	指用于工厂内处理信息、实现监测和控制物理流程的层级。
车间层	实现面向工厂或车间的生产管理的层级。
企业层	实现面向企业经营管理的层级。
协同层	企业实现其内部和外部信息互联和共享过程的层级。
智能特征	指基于新一代信息技术使制造活动具有自感知、自学习、自决策、自执行、自适应等一个或多个功能的层级划分，包括资源要素、互联互通、融合共享、系统集成和新兴业态等五层智能化要求。
资源要素	指企业对生产时所需要使用的资源或工具及其数字化模型所在的层级。
互联互通	指通过有线、无线等通信技术，实现机器之间、机器与控制系统之间、企业之间的互联互通。
融合共享	指在互联互通的基础上，利用云计算、大数据等新一代信息技术，在保障信息安全的前提下，实现信息协同共享的层级。
系统集成	指企业实现智能装备到智能生产单元、智能生产线、数字化车间、智能工厂，乃至智能制造系统集成过程的层级。
新兴业态	是企业为形成新型产业形态进行企业间价值链整合的层级。

资料来源：《国家智能制造标准体系建设指南（2018年版）》

随着物联网、大数据、云计算、移动互联网和数字孪生等新一代信息技术的出现，社会对工科的学科发展和工程型人才培养提出新要求，因此，国家倡导“新工科”建设。智能制造方向是“新工科”的代表方向之一，《教育部关于公布 2017 年度普通高等学校本科专业备案和审批结果的通知》（教高函〔2018〕4 号）公告，我国高校首次开设智能制造工程专业，可以填补“新工科”在智能制造工程领域人才培养的空白，满足不同学科交叉融合的人才培养需要。

随着现代生产和技术的综合化、智能化趋势不断增强，新的岗位群需要拥有多学科的知识 and 多维度的工程能力复合型应用人才。工程知识方面，“智能制造工程”涉及控制科学与

工程、机械工程、通信工程、电气工程、计算机科学与技术等多个学科知识，学生可以同时掌握机电、控制、检测和通信等能力，具备发现/分析/解决复杂工程问题的能力；人才综合能力方面，“智能制造工程”需要具备项目管理、团队协作与沟通、使用现代工具、研究、环境和可持续发展、终生学习等能力的人才。



复合型工程人才素养

通过构建一个全素养的“智能制造工程”实训教学基地，为更多学生提供了一个可以发现自己能力特质的实践平台，使学生充分发挥自己的能动性，明晰自己的目标，为未来的发展奠基。同时基地根据学生的能力特质，构建多层次的实训体系，补充和加强学生的能力维度，培养复合型工程人才。

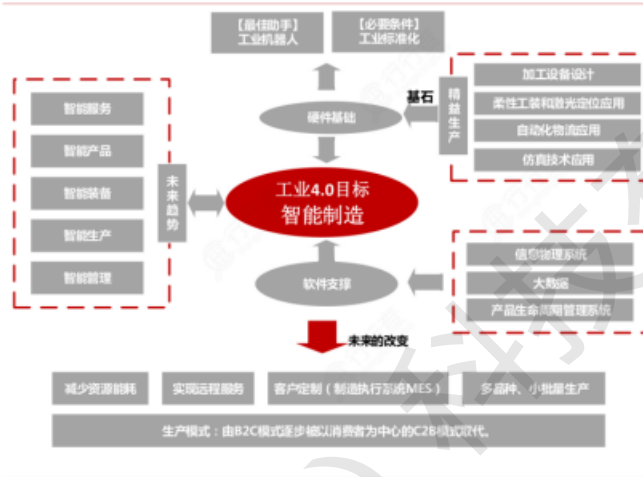
二、 智能制造实训课程体系建设路径及方案

2.1 以产业为引，结合“新工科”建设设计课程实训目标

合理结合产业需求进行设计实践教学体系和目标,不但能培养学生的创造力而且能丰富学生的知识结构和充实他们的创新能力,更能支持和鼓励学生参与社会实践、技术开发和科学研究,加快复合型人才培养模式的推行速度。

从产业结构的角度来看,智能制造产业的目标涵盖了智能装备、智能生产、智能管理、智能产品、智能服务等。为了达到这个目标,需要硬件基础和软件作为支撑,其中硬件以生产加工装备和工业机器人及其仿真应用为主,软件以管理系统、信息传递及大数据处理为主。

图表 13: 工业 4.0 (智能制造) 总括图



来源: 中泰证券研究所

结合产业结构与中心的建设条件,促进学生具备智能装备设计、智能制造软件设计和智能制造方案设计的能力。

智能制造方向是“新工科”的代表方向之一,可以将“新工科”要求的工匠精神、项目管理、科学研究、可持续发展与学习等要素融入到课程实践中,促进复合型人才的培养。

结合产业和“新工科”人才培养要素具体开发设计课程路径如下:行业、企业情况分析和岗位工作分析→召开实践专家访谈会→提取典型工作任务→一体化课程转化确定→学习任务设计→教学计划编制→学习材料开发→投入实施→调研学习情况→改善课程目标。

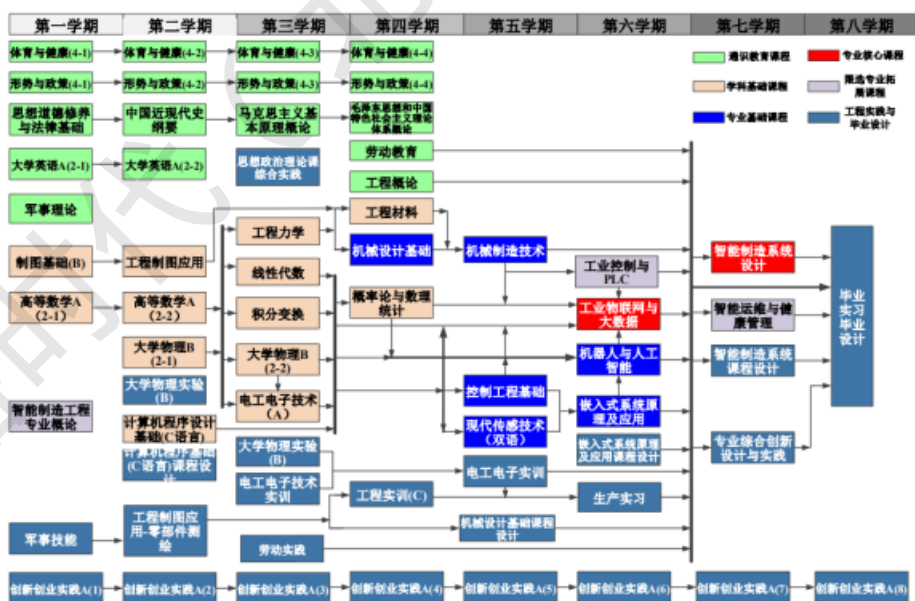
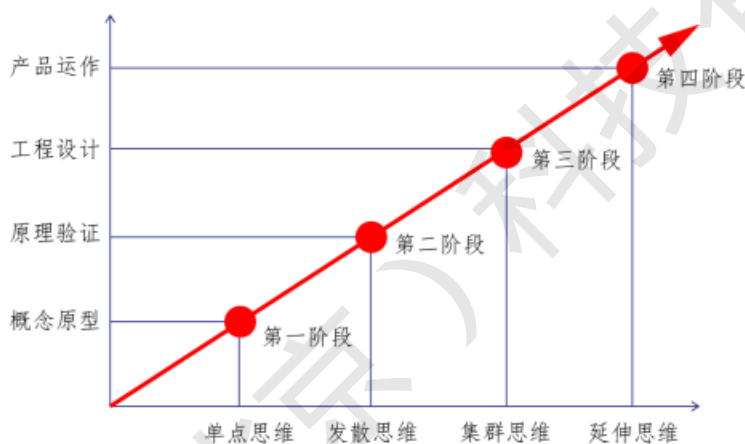
2.2 以学为本，结合产品创新设计构建多层次/多维度实训课程体系

学生是教学的中心,且学生具备多方面的潜质,实践教学应促进且帮助学生发掘/明确/提高潜在的能力。在教学设计中,除了考虑知识的架构之外,还应充分考虑学生的专业构成和能力特质,将两者有机融合设计课程体系,以培养和发挥学生潜在的能力。

智能机电装备是智能制造中重要的方向,也是与工科专业结合最紧密的方向,课程上可以结合智能机电装备设计。其包括高档数控机床、工业机器人、智能仪器仪表、自动化成套生产线、智能检测与装配装备、智能物流与仓储装备、数字化车间、智能工厂等工业自动化行业,一国工业自动化水平的高度直接体现了其智能装备制造能力。若按上下游来划分,智能装备制造可分为三个子行业:上游为关键零部件子行业,主要生产精密减速机、伺服系统及机器人控制器等核心部件;中游为工业机器人本体子行业;下游为自动化设备子行业。



引入产品创新设计流程，将各个流程与学生的能力要求进行匹配，拆解出每个层次对学生能力的要求。流程共分为四个阶段：概念原型设计阶段、原理验证阶段、工程设计阶段和产品运作，每个流程训练的思维分别对应单点思维、发散思维、集群思维和延伸思维。



某校智能制造参考课程建设

结合智能制造专业培养方案看智能制造相关的教学方向及教学进度。

同时将项目式教学融入到教学环节中，培养学生团队协作、创新、项目管理等能力。可

以将竞赛与实训课程结合，按照竞赛难度与各个阶段进行融合。具体实施方案可以从两方面进行，一方面直接将竞赛项目作为实训要求，另一方面可以将各类竞赛中的要求打散融入到教学内容当中，实现“以赛促学”。

比赛名称	主要主办单位
国际青年人工智能大赛	国际工科教育研究与发展组织 韩国 STEAM 教育协会 国际青年人工智能大赛组委会
中国高校智能机器人创意大赛	中国高等教育学会 中国工程教育专业委员会 浙江大学机器人研究院 国际机器人竞技与创客教育联盟
全国大学生工程训练综合能力竞赛（国赛）	教育部高等教育司 教育部高等学校工程训练教学指导委员会
金砖国家技能发展与技术创新大赛	金砖国家工商理事会 工业和信息化部职业教育教学指导委员会 教育部工程训练教学指导委员会 中国机械工业联合会教育培训部 一带一路暨金砖国家技能发展国际联盟 中国智能制造挑战赛 (CIMC) 组委会 创客教育基地联盟
“西门子杯”智能制造挑战赛	教育部高等学校自动化类专业教学指导委员会
“互联网+”大学生创新创业大赛（国赛）	教育部、中央统战部、中央网络安全和信息化委员会办公室、国家发展和改革委员会、工业和信息化部、人力资源和社会保障部、农业农村部、中国科学院、中国工程院、国家知识产权局、国务院扶贫开发领导小组办公室、共青团中央、浙江省人民政府

2.2.1 第一阶段：智能制造通识教学模块

主要目标让学生了解智能制造相关的大环境，认知智能制造中各领域的先进技术和基本的应用方案，设计基础、宽泛的智能制造相关实训课程，内容中加入产品设计方法，培养学生设计产品方案的能力。结合机械设计、智能制造等专业开展实训。建议开展课程如下：

1. 生产线基础课程

课程目标

1. 了解产线的基本构成；
2. 了解智能制造相关基础技术，如机械基础、单片机、传感器、机器人等；
3. 体验智能制造方案的设计；

课程思路

安排一个模拟生产线的 5 工序流水线项目，使学生对产线有一个整体的概念。内容涵盖送料、传送、搬运、模拟加工、码垛等工序，将学生分配成 3 人项目组完成结构组装、程序控制，涉及机械基础结构应用、单片机基础使用、传感器基础使用、编程基础等内容。编程方面，对于有一定编程基础的可以要求使用 C 语言编程，基础较弱的可以

使用图形化编程。适合于没有基础的非工科专业及工科大一、大二学生开展。

实训内容（可根据课程要求选择）

主题	项目	内容	课时	建议设备
准备	准备	1. 生产线概要 2. 零件使用基础 3. 编程环境使用	2	“探索者”智能 流水线小套装 ECT-IAM1105
工序组装 调试	送料工序	1. 固定连接 2. 铰接 3. 铸锭送料机构组装 4. 舵机驱动	2	
	传送工序	1. 带传动机构组装 2. 直流电机驱动 3. 近红外传感器使用 4. if 语句使用	4	
	搬运工序	1. 平行四连杆机构组装 2. 舵机驱动 3. 近红外传感器使用 4. For 循环语句使用	2	
	模拟加工工序	1. 曲柄摇杆机构组装 2. 直流电机调速控制	2	
	码垛工序	1. 连杆齿轮组夹持器组装 2. 简易三自由度机械臂组装 3. 舵机驱动 4. 子函数使用	4	
联合调试	联合调试	1. 整体5个工序的组装 2. 整体的联合调试 3. 优化方案	4	
作业	方案报告	1. 产线设计方法 2. PPT 汇演 3. 设计一个简易产线方案报告	4	
合计			24	

2. 智能机器人设计基础（U1337）

课程目标

1. 了解智能制造中常用机器人的基础组成；
2. 了解常用基本的传感器使用；
3. 了解机械臂的基础结构；
4. 了解移动机器人的基础结构；
5. 了解机器人的运动方式；

课程思路

通过设定 2 个主题项目将机器人机构基础、机器人传感器基础、机器人控制基础等内容进行结合，涵盖典型机械臂设计基础、典型底盘设计基础主题。结合机械设计、智能制造等专业开展实训。

实训内容（可根据课程要求选择）

主题	项目	内容	课时	建议设备
典型底盘设计基础	驱动轮模块设计及控制项目	轮模块组装； 直流电机驱动及调速	2	“探索者”机器人入门套装 Rino-U1442
	双轮万向底盘驱动及控制项目	模块化设计方法； 组装双轮万向底盘； 多电机同时驱动； 轮式底盘差速控制；	2	
	简易履带底盘驱动及控制项目	组装履带底盘； 履带底盘差速控制；	2	
	底盘避障项目	超声波传感器使用； If 语句使用；	2	
	底盘跟随项目	双近红外传感器使用； Switch 语句使用；	2	
	底盘循迹项目	传感器值获取； 灰度传感器使用； If 语句使用；	4	
典型机械设计基础	关节模块设计及控制项目	机械臂模块化设计方法； 舵机驱动； 组装一个摆动关节；	2	
	夹持器设计及控制项目	齿轮连杆组在夹持器的应用； 舵机驱动； For 循环语句使用；	2	
	云台设计及控制项目	组装一个2自由度云台； 多电机驱动；	4	
	3自由度机械臂色及驱动项目	组装一个3自由度机械臂； 驱动三自由度机械臂；	2	
	机械臂码垛分拣项目	结合光线传感器完成码垛分选；	4	
合计			28	

3. 扩展实践-智能制造参观实习

可借助中心现有设备开展，学生参观实际智能制造场景和中心关于智能制造的所有实训室，让学生了解实际的产线如何运作及未来学习的目标，最终完成一份参观报告及选课报告。

2.2.2 第二阶段：智能制造基础教学模块

主要目标让学生了解智能制造中核心技术的基本原理，涵盖单片机、传感器、通信、机器人控制算法、机器人运动学、AGV 机器人导航与定位等。建议开展课程如下：

1. 智能机器人创新设计课程（201+GS01）

课程目标

1. 掌握典型机械臂的结构设计；
2. 掌握典型底盘的结构设计；
3. 掌握常见传感器在机械臂的应用；
4. 掌握常见传感器在底盘的应用；
5. 掌握通信在机器人中的应用；

课程思路

设定3个主题，智能机械臂主题、智能底盘主题、智能制造场景设计主题。前两个将智能制造中常用的机器人基本原理进行拆解，后一个主题结合智能制造场景，将前面所学的典型机器人进行应用，自主设计并完成一个典型场景。结合机械设计、智能制造等专业开展实训。课程采用项目式教学，学生按小组进行。

实训内容（可根据课程要求选择）

主题	项目	内容	课时	建议设备
智能底盘机器人创新设计（64课时）	轮式底盘创新设计	前轮转向底盘设计及驱动； 四驱差速底盘设计及驱动； 被动悬挂底盘设计及驱动；	8	“探索者”机器人创新组件（高级版） Rino-MX201
	履带底盘创新设计	差速履带底盘设计及驱动； 双节履带底盘设计及驱动； 三角履带底盘设计及驱动；	8	“探索者”机器人创新组件（高级版） Rino-MX201
	全向底盘创新设计	三轮全向底盘设计及驱动； 四轮全向底盘设计机驱动； 全向底盘步态控制；	8	“探索者”智能机器人开发套装 ROB-GS01
	底盘避障功能设计	触碰式传感器避障设计； 光线传感器避障设计； 超声波传感器臂章设计；	8	“探索者”机器人创新组件（高级版） Rino-MX201
	底盘通信功能设计	蓝牙控制底盘； NRF 无线控制底盘； WiFi 视频监控控制底盘；	16	“探索者”机器人创新组件（高级版） Rino-MX201
	底盘导航功能设计	超声波测距导航功能设计； 循迹导航设计； 陀螺仪惯性导航设计；	16	“探索者”智能机器人开发套装 ROB-GS01
智能机械臂创新设计（40课时）	关节串联机械臂创新设计	组装3自由度串联机械臂； 组装6自由度串联机械臂； 机械臂运动学控制及驱动；	8	“探索者”机器人创新组件（高级版） Rino-MX201
	连杆串联机械臂创新设计	组装5自由度连杆串联机械臂； 机械臂运动学控制及驱动；	8	“探索者”智能机器人开发套装 ROB-GS01
	直角坐标系机械臂创新设计	单轴模块组装及驱动； 3轴直角坐标系机械臂设计及驱动； 直线插补计算及绘图机器人；	8	“探索者”智能机器人开发套装 ROB-GS01
	Delta机械臂创新设计	Delta机械臂组装； 运动学控制 delta 机械臂；	8	“探索者”智能机器人开发套装 ROB-GS01
	机械臂姿态控制	加速度传感器控制机械臂；	8	“探索者”智能机

	功能设计	陀螺仪传感器控制机械臂；		机器人开发套装 ROB-GS01
智能制造场景 创新设计（36 课时）	场景方案设计	根据智能制造工业场景设计一个模拟方案	4	“探索者”机器人 创新组件（高级版） Rino-MX201 “探索者”智能机 器人开发套装 ROB-GS01
	场景硬件选型	根据前面主题的学习选择合适的机器人	4	
	场景方案制作	具体制作	24	
	场景演示	PPT 汇演及制作报告书	4	

2. 机电综合控制课程（桌面机械臂+桌面底盘）

课程目标

1. 掌握机械臂的操作系统（ROS）应用；
2. 掌握机械臂视觉应用；
3. 掌握底盘操作系统（ROS）应用；
4. 掌握底盘导航应用；

课程思路

课程主要集中于机器人控制，分为三个主题，包含机器人操作系统控主题、机械臂机电控制、底盘机电控制三个主题。

实训内容（可根据课程要求选择）

主题	项目	内容	课时	建议设备
机器人操作系统 (ROS) -8 课时	Linux 命令基础	了解与 ROS 相关的基本的 Linux 系统命令	8	训练师模块化机器人综合实训平台（桌面级） IMUT-RTM4 训练师模块化智能底盘创新套装（桌面级） ZCT-RT-CAM03
	ROS 核心概念	文件系统； 话题； 服务；		
	ROS 工具	QT 工具； 图形界面 Rviz； 常用的外部工具（moveit、gazebo）；		
	创建工作空间及功能包	编译； 使用功能包；		
机械臂机电控制 -48 课时	关节驱动	速度闭环控制； 力矩闭环控制； 位置闭环控制；	8	训练师模块化机器人综合实训平台（桌面级） IMUT-RTM4
	机械臂运动学控制	机械臂正/逆解；	8	
	机械臂仿真设计	Moveit 工具使用； Gazebo 工具使用；	16	
	机械臂视觉应用设计	视觉颜色识别； 视觉形状识别； 视觉活体检测； 视觉追踪；	16	

底盘机电控制 -48 课时	全向底盘驱动	轮模块 PID 调试; 获取里程信息; ROS 通信;	8	训练师模块化智能底盘创新套装 (桌面级) ZCT-RT-CAM03
	底盘导航功能设计	超声波测距导航功能设计; 循迹导航设计; 陀螺仪惯性导航设计; 激光 slam 导航设计;	16	
	底盘视觉应用设计	视觉颜色识别; 视觉形状识别; 视觉追踪; 视觉循迹; 视觉定位;	24	

3. 扩展实践

此阶段可引入相关竞赛，引导学生参加。

比赛名称	主要主办单位
国际青年人工智能大赛	国际工科教育研究与发展组织 韩国 STEAM 教育协会 国际青年人工智能大赛组委会
中国高校智能机器人创意大赛	中国高等教育学会 中国工程教育专业委员会 浙江大学机器人研究院 国际机器人竞技与创客教育联盟
全国大学生工程训练综合能力竞赛(国赛)	教育部高等教育司 教育部高等学校工程训练教学指导委员会
金砖国家技能发展与技术创新大赛	金砖国家工商理事会 工业和信息化职业教育教学指导委员会 教育部工程训练教学指导委员会 中国机械工业联合会教育培训部 一带一路暨金砖国家技能发展国际联盟 中国智能制造挑战赛(CIMC)组委会 创客教育基地联盟

2.2.3 第三阶段：智能机电装备及机器人设计实训教学模块

主要目标让学生了解应用级别的智能制造装备工程设计，涵盖先进制造工具的使用、装备工艺设计、物料管理、生产管理、工业机器人设计、产线制造方案设计等。结合机械设计、智能制造等专业开展实训。建议开展课程如下：

1. 智能机器人应用设计

课程目标

1. 掌握机器人核心减速器设计;

2. 掌握机器人控制系统设计；
3. 掌握机器人选型；
4. 具备机器人维修能力；
5. 掌握机器人典型控制方法；
6. 了解人工智能与机器人的结合；

课程思路

课程主要围绕应用机器人的核心技术设计及应用，共分为 3 个主题，应用机器人结构设计，应用机器人控制设计，应用机器人应用方案设计。

实训内容（可根据课程要求选择）

主题	项目	内容	课时	建议设备
应用机器人结构设计（20 课时）	减速器驱动	速度闭环控制； 位置闭环控制； 力矩闭环控制；	4	训练师模块化智能机械臂创新套装（应用级） ZCT-RP-AM03
	减速器拆装	行星减速器拆装； RV 减速器拆装； 谐波减速器拆装；	4	
	关节辅助设计	刹车盘设计； 关节通用法兰设计；	4	
	典型构型设计	码垛机械臂构型拆装设计； Scara 构型拆装设计； 6 轴机械臂构型拆装设计；	8	
应用机器人控制设计（42 课时）	电机选型	电机基本参数； 伺服电机； 步进电机； 编码直流电机；	4	训练师模块化智能机械臂创新套装（应用级） ZCT-RP-AM03
	控制器选项	控制器基本参数； 主板选型； 外部电路接口；	2	
	电源系统设计	供电系统； 安全电路设计；	4	
	6 轴机械臂驱动	串联六轴机械臂驱动；	4	
	插补控制	关节插补； 直线插补； 圆弧插补；	8	
	仿真系统设计	实现仿真与实际机械臂联动控制；	8	
	关节扩展模块设计及控制	夹持器驱动设计及控制； 姿态感应设计及控制；	4	
人工智能应用	深度视觉边缘检测及分选；	8		
应用机器人应用方案设计（48 课时）	码垛工作站设计	基于 4 自由度机械臂设计；	16	训练师模块化智能机械臂创新套装（应用级）
	快速分选工作站设计	基于 scara 机械臂设计；	16	

	焊接工作站设计	基于6轴机械臂设计；	16	ZCT-RP-AM03
--	---------	------------	----	-------------

2. 智能制造场景创新设计

课程目标

1. 掌握智能制造产线设计的基本要求；
2. 掌握典型机器人在智能制造产线中的应用；

课程思路

通过桌面的智能制造产线平台，采用应用级的软件设计，让学生可设计一个接近应用级的智能制造产线。

课程内容（可根据课程要求选择）

实训模块	项目	内容	课时	建议设备
导论	智能工厂概念； 常见的智能工厂案例； 未来智能工厂概念；	选题分组； 市场分析报告；	2	
智能控制 能力培养 模块	单片机技嵌入式应用	arduino 单片机基础使用； 树莓派基础使用；	8	
	机电传动控制	总线电机驱动； 伺服电机驱动； 步进电机驱动；	8	
	机器人控制	机器人操作系统基础； 机械臂运动控制； 底盘机器人运动控制； 直角坐标系机器人运动控制； 机器人仿真设计及控制；	32	
	智能检测	近红外检测技术； 超声波检测技术； 机器视觉检测技术（工件识别、 路标识别）； 底盘机器人防撞检测； 底盘机器人路径规划与导航 （SLAM 导航）；	32	
数据通信 能力培养 模块	物联网技术基础	WiFi 通信及数据传输； 蓝牙通信及数据传输；	8	
	智能在线检测	机器人数据实时获取与分析； 智能装备数据实时获取与分析； 流水线数据实时获取与分析； 监测数据实时获取与分析；	24	
产线设计 能力培养 模块	先进制造技术装备	固定加工工艺自动化设备选型； 移动式加工工艺单元选型； 转运机器人设计及设备选型； 移动式仓储单元设计及选型； 传送单元设备设计及选型；	8	
	智能工厂产线设计及调试	智能工厂产线设计流程； 产品工艺流程设计； 产线布局设计；	32	

		项目实施流程; 各单元调试; 智能工厂仿真设计; 整体运行调试;		
	智能制造执行系统	订单系统设计; 生产任务调度设计; 制造过程实施监控系统设计; 物流配送系统设计; 系统运行调试;	40	
	智能制造运维实训	机器人检测与维修; 智能加工装备检测与维修; 产线故障分析及处理; 模拟需求分析及制定生产计划; 模拟物料管理及生产质量管控; 模拟订单追溯及数据分析;	32	
综合应用实践	根据订单任务完成选题 产线任务	产线成功运行	16	
综合答辩		产线说明书及演示	8	

3. 金工实习（先进制造技术及工艺实施-可与中心现有课程结合）

4. 扩展实践

此阶段可引入相关竞赛，引导学生参加。

比赛名称	主要主办单位
全国大学生工程训练综合能力竞赛（国赛）	教育部高等教育司 教育部高等学校工程训练教学指导委员会
金砖国家技能发展与技术创新大赛	金砖国家工商理事会 工业和信息化部职业教育教学指导委员会 教育部工程训练教学指导委员会 中国机械工业联合会教育培训部 一带一路暨金砖国家技能发展国际联盟 中国智能制造挑战赛(CIMC)组委会 创客教育基地联盟
“西门子杯”智能制造挑战赛	教育部高等学校自动化类专业教学指导委员会
“互联网+”大学生创新创业大赛（国赛）	教育部、中央统战部、中央网络安全和信息化委员会办公室、国家发展和改革委员会、工业和信息化部、人力资源和社会保障部、农业农村部、中国科学院、中国工程院、国家知识产权局、国务院扶贫开发领导小组办公室、共青团中央、浙江省人民政府

2.2.4 第四阶段：智能制造项目设计

主要目标让学生具备分析市场及制定市场推广方案的能力，具备至上而下架

构产品设计的能力，具备制定技术路线，设定研究方向的能力。通过该阶段的培养，学生将具备独立接收和管理项目的能力，可以引入企业项目、科研项目和双创项目，使学生参与到实际的市场项目中。

比赛名称	主要主办单位
“互联网+”大学生创新创业大赛（国赛）	教育部、中央统战部、中央网络安全和信息化委员会办公室、国家发展和改革委员会、工业和信息化部、人力资源和社会保障部、农业农村部、中国科学院、中国工程院、国家知识产权局、国务院扶贫开发领导小组办公室、共青团中央、浙江省人民政府。

2.3 构建“以学生为中心的”线上线下混合教学模式

混合式教学能将线上线下的学习优势结合起来。线上充分利用网络教学资源，进行在线讨论、互动答疑、效果测试、考核评价等，实现学习过程的泛在性、主动性和互动性，满足学生学习的个性化需求，提高其学习兴趣，提升学习效果。多样化的学习资源（如视频、动画等）的推送和实时在线学习成为这一学习形式的特色和优势。线下学习的主要特点是在线上学习的基础上，通过教师的面授、答疑、研讨等一系列活动进行深层次的进阶学习。具体实施可分为三个阶段。

第一阶段：线上预习及学习。引导学生课前登录到网上教学平台，在线观看课程 PPT 和视频来预习，同时根据老师在不同章节所设置的任务完成线上课前测试、课堂讨论问题的准备、相关主题资料检索等任务。可以联合企业开设线上课程，将课程中的基本理论知识放到网上教学平台，使学生自学，并完成相应的学习报告。



易优云网上课堂

第二阶段：线下实践。学生根据线上的课堂任务和问题进行实践的验证和项目设计，老师主要是引导，帮助学生解决遇到的问题及管理学生项目的进度。

第三阶段：线上测评，线下答辩。引导学生课后登录到网上教学平台，完成单元在线测试，在线讨论、评价等任务，现在最后的课程中，引导学生完成整体项目的汇报和演示。

2.4 通过“协同育人”建立产教研三位一体协同平台

引入协同育人模式，能有效弥补学校在实践教学方面的不足，并将更多前沿教育资源引入到智能制造工程人才培养中。通过协同育人项目可以构建产、学、研三位一体的实践平台。

产：校企项目合作

1. 校本教材/实验器材联合开发

从具体企业的具体工作任务出发，依照岗位工作所具备的能力、要求及标准，由教师、企业管理者、行业专家等共同制定专业课程标准，细化课程内容，并进行校本教材的联合开发。

2. 承接企业开发项目

成立项目开发工作室，与企业联合开发实际的项目，按照外包的要求，定期、定质地实施，由教师、企业项目经理、学生团队等共同制定项目要求，细化项目的落地方案，最终配合企业或独立承接企业项目。

3. 学校成果对接企业

根据企业联合开发的器材，在教学过程中，发现一些实验方案的问题，对其研究并解决，形成方案与企业对接，以优化企业实际任务的方案，共同联合研究。

学：以“学生为中心”，构建的学生的实训基地、创新基地及创业基地

1. 不断完善实践教学体系

在教学过程中要注意收集学生遇到的问题，挖掘问题的缘由，制定并记录解决方案，根据方案的措施，更新到教学计划中；还需根据产业的变化更新教学内容。

2. 引导学生产出成果并转化

在教学实施过程中，引导学生创新能力的培养，必然会有新的成果出现，应建立成果转化平台，使学生能劳有所获，体会到课程的价值，还可鼓励更多的学生进行创新。如提供一定的支持给学生申请专利和论文，并且帮助学生找市场切合点，与企业对接进行成果转化。

研：智能制造方向研究

研究方向举例	内容概要
协作机器人皮肤感知设计研究	多感知智能皮肤
数字孪生的系统设计研究	产线仿真，状态监控等
机器人的减速器设计研究	传动设计，工艺设计研究等
底盘的越障性能设计研究	悬架设计，材料选择等
机器人与人工智能设计研究	人工智能技术在机器人上的应用
未来工厂系统设计研究	产线设计，定制系统设计等

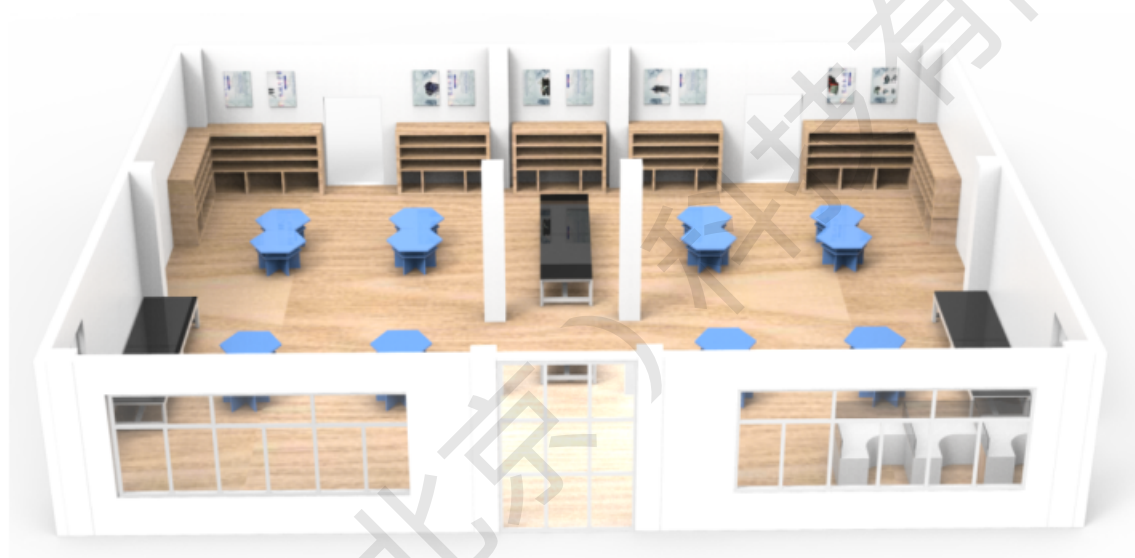
由这样，智能制造专业教学活动将始终围绕行业发展趋势进行，为学生创造逼真的企业工作场景，边学习边实践，更有效地提高学生的复合型工程能力。

三、设备支持及介绍（按每次课 30 人使用配置）

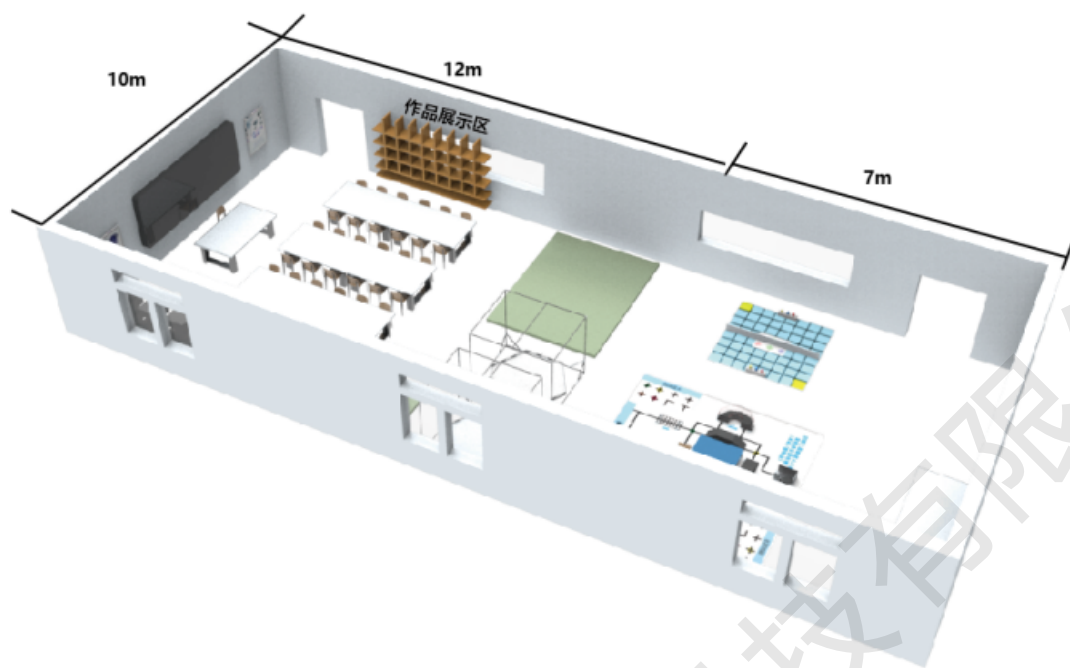
阶段	实训模块	支持的设备	设备概要	建议数量
第一阶段：智能制造通识教学模块	生产线基础课程 智能机器人设计基础	“探索者”智能流水线小套装 ECT-IAM1105	ECT-IAM1105 是一款组件式的智能流水线设计平台，至少可组装一个 5 工序的流水线，并可根据每个模块的功能结合整体方案设计柔性生产线。ECT-IAM1105 可以让学生认识和操作流水线更好的锻炼学生实操经验，随意拆装、改造、设计柔性生产线，提高学生工程创新和应用能力。	10（3 人小组）
		“探索者”机器人入门套装 Rino-U1442	模块化是 Rino-U1442 的教学亮点，学生从散件组装及设计机器人，资料提供了 5 种典型机器人模块，以及它们互相搭配、组合而成的 10 个机器人案例。可用于机器人通识教学。	15（2 人小组）
第二阶段：智能制造基础教学模块	智能机器人创新设计课程	“探索者”机器人创新组件（高级版） Rino-MX201	高级版 Rino-MX201 包含 20 种机器人模块，以及 50 种创新示例，构形更加丰富。学生从散件组装及设计机器人，提供三主控板方案，其中包括一款 ARM Cortex M3 芯片主控板。采用 Arduino 开源编程系统，C 语言图形化双界面，教学更加方便。可用于机器人创新教学。	15（2 人小组）
		“探索者”智能机器人开发套装 ROB-GS03	Rob-GS03 是一款探索者基于机器人智能技术开发的的教学平台，集合了当前主要机器人的研究技术，包含机械臂设计及运动学控制、全向底盘设计及运动控制、仿生机器人设计及运动控制、机器视觉技术、无线定位技术、机器人激光雷达导航技术等 6 个主题的机器人智能技术。结合产品设计方法和流程，采用模块化机器人开发理念将机器人智能技术转化为适合于本科的机器人智能技术教学平台。	15（2 人小组）
	机电综合控制课程	训练师模块化机器人综合实训平台（桌面级）	训练师模块化机器人综合实训平台（桌面级）IMUT-RTM4 为满	15（2 人小组）

		面级) IMUT-RTM4	足开展机器人机电系统技术项目教学实践而设计的。实践内容涉及机器人机构学、机器人运动控制技术、传感器及检测技术、机器视觉、机器人建模与仿真、机器人操作系统等课程内容,可用于机电相关专业、智能制造专业、机器人专业、自动化专业、电子信息专业等根据课程需要开展专业课程实训、专业拓展实训。	
		训练师模块化智能底盘创新套装(桌面级) ZCT-RT-CAM03	训练师模块化智能底盘创新套装(桌面级) ZCT-RT-CA03 开展移动机器人技术项目教学实践而设计的。实践内容涉及移动底盘机电系统设计、底盘机器人运动控制技术、传感器及检测技术、机器人建模与仿真、机器人操作系统、机器人导航(磁导航、二维码导航、激光雷达导航)等课程内容,可用于机电相关专业、智能制造专业、机器人专业、自动化专业、电子信息专业等根据课程需要开展专业课程实训、专业拓展实训。	15(2人小组)
第三阶段: 智能机电装备及机器人设计实训教学模块	智能机器人应用设计	训练师模块化智能机械臂创新套装(应用级) ZCT-RP-AM03	训练师模块化智能机械臂创新套装(应用级) ZCT-RP-AM03 是一套以“模块化设计”理念为核心,统一了机械接口、电气接口、通信接口的可用于围绕应用级机械臂项目设计的模块化设计工具,可用于机电相关、智能制造、机器人等专业根据课程需要开展专业课程实训、专业拓展实训及进行一定的科研项目开发。	15(2人小组)
	智能制造场景创新设计	“训练师”智能工厂实训沙盘 ATS-FST-THU01	ATS-FST-THU01 是满足高校智能工厂设计与制作等课程的产品,支持柔性搭建智能工厂沙盘,产品配套等比且软件一直的桌面级机器人、模拟工厂的小型货架等。 产品提供了智能工厂从设计、制造到应用开发全流程的产线研发案例,设定三个能力实训模块	5(6人小组)

			<p>让学生在实践过程中深入了解智能工厂的设计和应用,包含智能控制能力培养模块、数据通信能力培养模块、产线设计能力培养模块。</p> <p>涉及了机械、电子、自动化、计算机、人工智能、智能制造等专业领域的智能工厂相关知识,促进了学生智能工厂综合工程实践能力和创新思维的开发。</p>
合计			



智能机电创新中心建设举例 1



智能机电创新中心建设举例2

机器时代（北京）科技有限公司

欢迎与我们联系！

机器时代（北京）科技有限公司

www.robottime.cn

电话：010-62715179

机器时代（北京）科技有限公司