



OBE 理念下专业课程设计的教学研究与实践

郑方燕, 刘园园, 郑 永

(重庆理工大学机械工程学院, 重庆 400054)

摘要: 课程设计是高校教学内容的重要环节, 是提升学生专业素质、培养学生工程实践能力的重要途径。在工程教育专业认证和新工科建设的大背景下, 从学校机械电子工程专业培养目标及课程设计教学现状出发, 基于成果导向的教育理念, 研究实践了专业课程设计教学内容及实施方式, 以一个综合性的实践项目, 将专业所需的知识体系即机械制造、电子技术、自动控制 3 个学科交叉融入一个实验内容。通过学生参与一个综合性项目开发的全过程, 培养学生解决复杂工程问题的能力, 培养知识与能力并举的创新型应用人才。

关键词: 成果导向; 实践教学; 课程设计; 机电专业

中图分类号: G642.0

文献标志码: A

DOI: 10.12179/1672-4550.20240060

Teaching Research and Practice of Professional Curriculum Design Based on the OBE Concept

ZHENG Fangyan, LIU Yuanyuan, ZHENG Yong

(School of Mechanical Engineering, Chongqing University of Technology, Chongqing 400054, China)

Abstract: The curriculum design is an important part of college teaching content, and an important way to improve students' professional quality and cultivate students' engineering practice ability. Under the background of engineering education professional certification and new engineering construction, the teaching contents and implementation methods of professional course design based on the outcome based education (OBE) are researched and practiced, starting from the training objectives and the teaching status of the mechanical and electronic engineering major of the university. In a comprehensive practical project, the knowledge system required by the profession, namely mechanical manufacturing, electronic technology and automatic control, is integrated into one experimental project. Through the whole process of students participating in the development of a comprehensive project, the ability of students to solve complex engineering problems is cultivated, and innovative application talents with both knowledge and ability are substantially cultivated.

Key words: OBE; practical teaching; course design; mechanical and electrical

机械电子工程专业在 2012 年正式进入《普通高等学校本科专业目录》^[1], 旨在培养兼具专业基础知识和专业技能的创新型应用人才, 对学生的工程实践能力提出了明确的要求, 培养的毕业生应具备独立完成机械电子类产品的设计、制造、调试和应用开发等任务的能力^[2]。对工科生而言, 实践学习是理论知识消化吸收与创造性应用的过程, 是专业素质与综合应用能力形成的过程, 是工程思维形成、工程经验获得的重要环节^[3-5]。

重庆理工大学机械电子工程专业 2014 年开始招生, 通过 10 年的建设和发展, 现已成为重庆市

一流本科专业。教学水平和教学质量逐步上升, 毕业生在行业的认可度也逐年提高, 但在培养学生工程实践和创新应用能力的课程设计教学中还存在以下 4 个方面的不足:

1) 课程设计以课程为单元, 要么偏机械, 要么偏电子, 机、电分家现象比较严重, 缺少机电一体化工程应用综合能力培养的实践环节^[6];

2) 课程设计虽设为独立的课程, 但课时少、任务单一, 内容与专业背景结合度低^[7-8];

3) 课程设计相对更偏重理论分析或仿真研究, 不利于培养学生的工程思维与综合实践能力^[9];

收稿日期: 2024-02-20; 修回日期: 2024-05-28

基金项目: 重庆市高等教育教学改革研究项目(213268); 重庆理工大学本科教育教学改革研究项目(2024YB52)。

作者简介: 郑方燕(1972-), 女, 硕士, 副教授, 主要从事机电一体化技术与智能传感器方面的研究。E-mail:

zfy@cqut.edu.cn

4) 教学过程管理和监督缺位, 实践教学评价流于形式, 班级成绩整体区分度不大, 实践能力培养的广度与效果尚待加强^[10-11]。

针对上述不足以及工程教育专业认证和新工科建设要求, 课程设计教学环节应以学生掌握系统开发全过程和相关技术为目的, 进而提升解决复杂工程问题的能力^[12-13]。

根据重庆理工大学机械电子工程专业培养目标, 基于成果导向(OBE)的教育理念, 以提高学生专业素质和解决实际问题能力为目标^[13-14], 从培养学生实操能力和创新实践能力为出发点, 通过综合项目“智能小车”的设计、制作、调试, 开展专业课程设计的教学探索和实践, 围绕“智能小车”功能要求, 完成课程设计任务。

1 智能小车任务

智能小车主要功能是实现距离检测和避障, 由机械部分、电路硬件和控制软件 3 大部分组成。机械部分涉及机械设计与制造, 电路硬件涉及电路设计及制作, 控制软件包含驱动控制、测速、测距等的程序设计、编写与调试。该项目涉及机械电子工程专业主干课程, 符合专业知识体系, 将机械制造、电子技术和自动控制 3 大学科交叉融合。

1.1 任务要求

1) 基本任务: 设计、制作一避障智能小车。

① 能实现在 35 cm 处完成避障动作, 避障距离可根据需要调整。

② 能完成前、后、左、右、左前、右前、左后、右后 8 个方向的平移运动。

③ 能完成顺时针和逆时针两个方向的回转运动。

④ 能实现自动跟随和避障。

2) 扩展任务: 设计手机 APP, 实现用手机遥控小车, 同时接收小车信息数据。

1.2 任务模块

此课程设计为专业课程设计, 涉及机电专业要求的机械及电子方面的知识结构, 具体包括机械设计、机械传动、机械制造、电机驱动、检测技术、电子技术、单片机技术、软件编程等, 将课程设计内容分为机械部分、电路硬件和控制软件 3 个模块。

1) 机械部分检验学生的机械设计、机械传动及机械制造方面的知识和能力;

2) 电路硬件检验学生在电路、数电、模电和单片机应用等电子技术方面的知识储备及开发应用水平;

3) 控制软件考核学生在信息处理、控制算法与控制策略等电子与控制技术方面的应用能力。

扩展任务通过设计一款手机 APP, 实现发送小车控制命令、接收小车信息的功能, 让学生把自己最熟悉的生活用品和学习任务联系起来, 激发学习兴趣, 提升探索精神, 充分了解智能控制系统的特征。

2 智能小车设计

为完成课程设计任务, 同学们自由分组, 根据自愿原则, 可由 1~4 人组成一组。小组任务分工要明确, 建议按机械、硬件、软件、手机 APP 共 4 个任务分工。这种方式有利于培养学生的团队协作精神, 同时根据过程监督和答辩环节考核学生参与度, 杜绝“摸鱼”现象。

2.1 机械设计

机械部分装配好的三维图如图 1 所示, 主要分为 5 类零部件, 其名称和功能如图 2 所示, 设计采用 SolidWorks 软件。基于智能小车功能需求, 硬件电路各器件、接线孔、预留空间等尺寸要求, 以及机械结构强度参数等, 设计各机械部分的功能部件。重点指导学生在 4 个驱动轮和车身设计时, 为实现小车的 8 个方向平稳平移及 2 个方向的回转, 需注意左右轮的不同旋向、辍子及辍毂尺寸配合; 为方便硬件电路安装, 注意车身设计时的尺寸要求和各安装位置的预留。

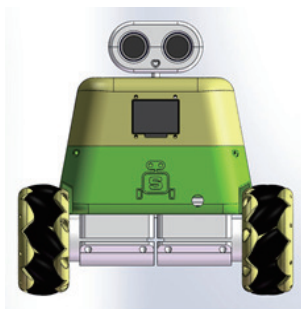


图 1 智能小车装配体三维图

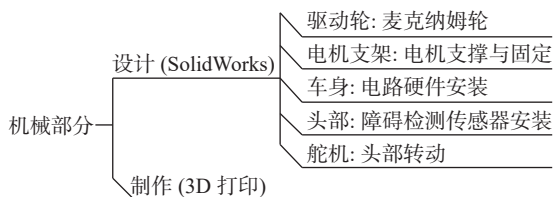


图 2 智能小车机械部分结构

此部分的重点是驱动轮和车身的设计, 设计的驱动轮如图 3 所示, 图中只展示了左、右轮不同方向的视图, 左、右轮相同位置的尺寸相同, 只是旋向不一样。组装好的驱动轮三维图如图 4 所示。为便于电路硬件部分的安装, 将车身设计为上下两部分, 下车身主要考虑留出足够空间安

装电路, 预设空间和孔位以便于电机支架、接线孔、开关等安装的需求, 三维图如图 5 所示。上车身考虑舵机、显示屏、头部电路连接线预留等需求, 三维图如图 6 所示。整个机械部分爆炸图如图 7 所示。设计的二维图、三维图及装配效果为机械部分的考核重点。

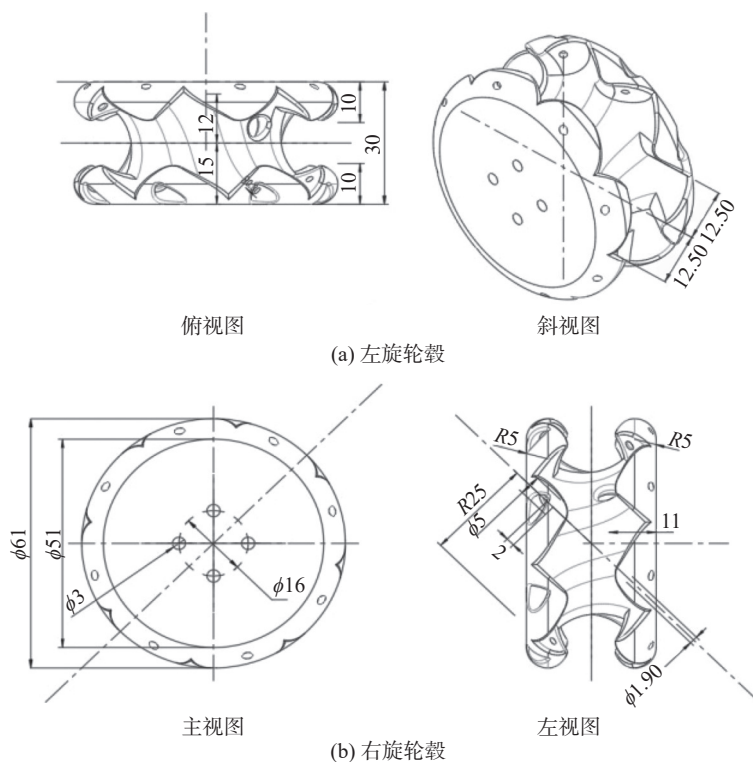


图 3 驱动轮二维图(单位: mm)

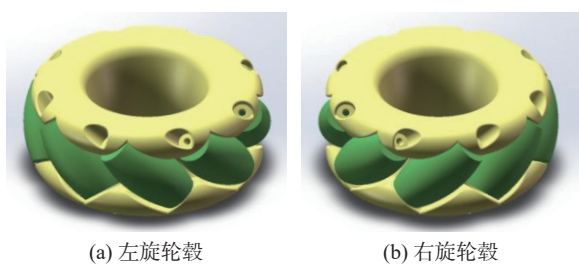


图 4 装配好的驱动轮三维效果图

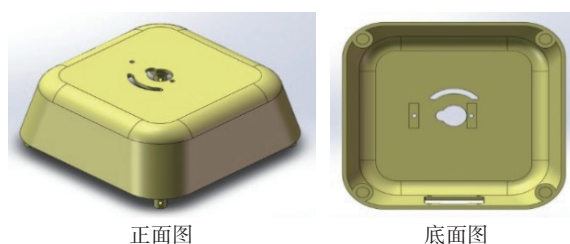


图 6 上车身三维效果图

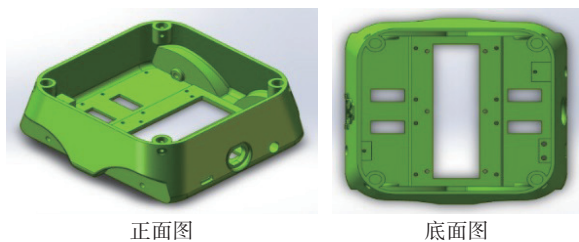


图 5 下车身三维效果图

2.2 硬件电路设计

硬件电路与机械部分共同组成了智能小车的机电一体化硬件系统, 为小车的避障与控制功能提供硬件平台。电路共包括 9 个模块, 各模块名称如图 8 所示。

指导学生在电路设计之前, 根据功能和方案先确定电子元器件型号, 根据选定的单片机进行资源分配, 再进行电路设计。根据功能要求选定

的单片机为 STM32F103RCT6，单片机最小系统，即单片机的外围基本配置电路、串口通信电路、显示电路、舵机控制电路、指示电路、障碍检测电路、按键电路均比较简单，重点指导学生电机驱动及速度检测电路、电源电路的设计。电路采

用 Altium Designer 软件进行设计，电机驱动及速度检测模块需要的单片机 I/O 较多，引导学生合理安排 I/O 口资源。根据电机类型、电机驱动芯片特征参数设计的电路，减速电机的霍尔编码器用以反馈速度信息。

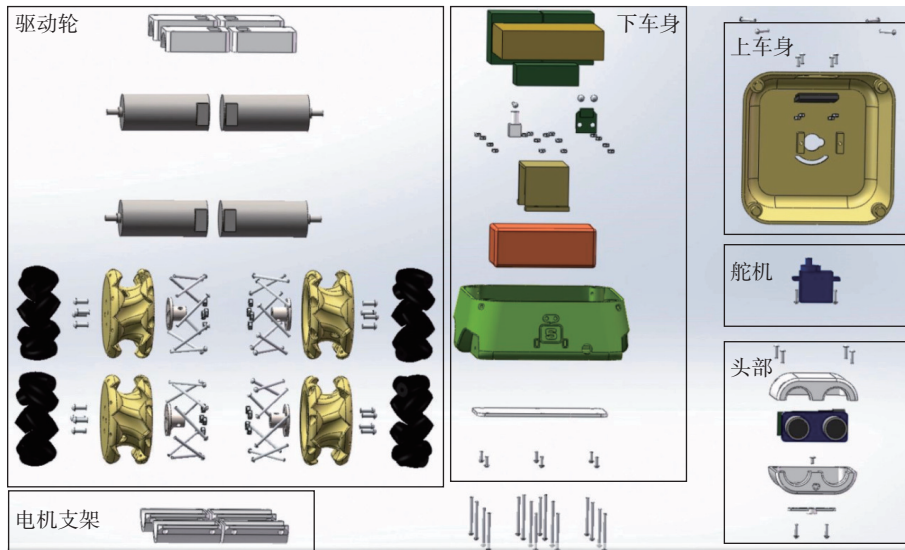


图 7 机械部分爆炸图

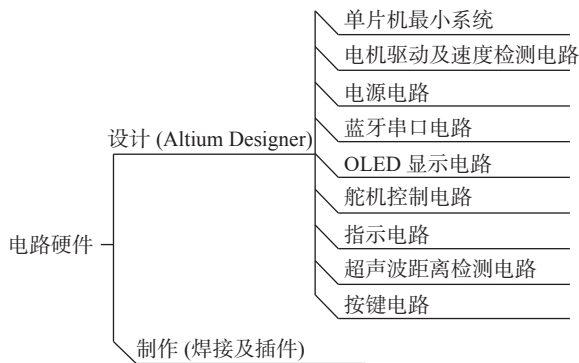


图 8 智能小车硬件电路模块图

整个硬件电路用到的元器件比较多，其中大部分器件需要 5.0 V 电压，但电机工作电压为 12.0 V，单片机供电电压为 3.3 V，设计的电源如图 9 所示电源电路模块，可输出 3.3、5.0、12.0 V 电压。设计的硬件电路总图如图 9 所示。电路正确、电路图规范、布局合理美观、参数设置准确是考核要点。

2.3 软件设计

对于非计算机专业的本科生，此部分为本课程设计最大的难点。引导学生从五官(检测)—大脑(信息处理)—四肢运动(控制)的信息感知到控

制处理过程，引入单片机程序的作用及重要性，即智能小车要实现运动、避障等动作，就需要通过程序的运行来检测速度和距离信息并控制相关功能单元工作。

根据功能要求，需要编写的程序模块如图 10 所示。电机驱动程序控制小车 8 个方向平移和 2 个方向回转运动，具体子程序如表 1 的“函数功能”列所示；电机测速程序通过编码器单位时间内输出信号的个数实现速度检测；OLED 显示程序用于显示小车状态信息；超声波测距程序用于测量小车与障碍物之间的距离；跟随运动模式是实现在小车和障碍物保持一定距离情况下自动跟随障碍物；避障模式是通过小车头部转动自动扫描前方障碍，实现自动避障；舵机驱动程序是用于控制小车头部转动；电池保护是用于电池电量检测与保护；串口通信是实现小车和上位机的信息传送；报警及指示灯程序是当小车与障碍的距离达到某特定值时起警示作用；键盘程序用于对按键的识别。

程序采用 Keil 开发软件进行编写和编译，因涉及程序较多，引导学生采用模块化程序设计方法。以电机驱动程序为例，为实现小车的平移和

回转运动, 编写的各子程序如表 1 所示。软件方案的逻辑合理性、程序的可读性、功能的完成度

是考核的重点。程序的可测试、可移植是此部分的加分项。

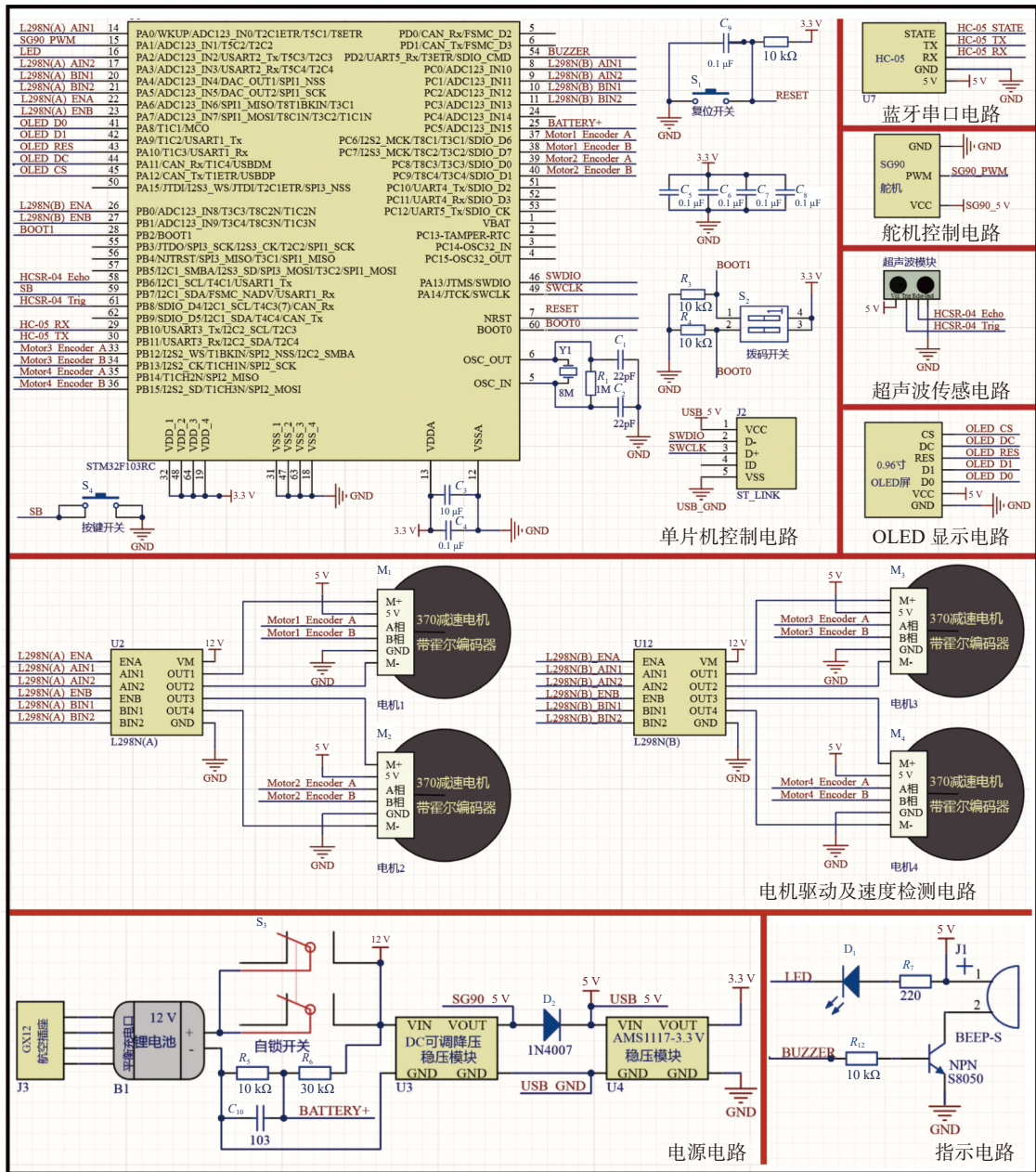


图 9 智能小车硬件电路图

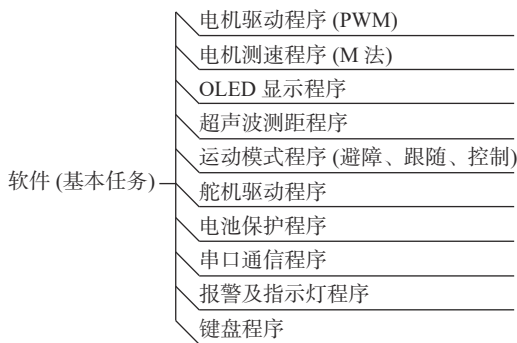


图 10 软件各程序模块

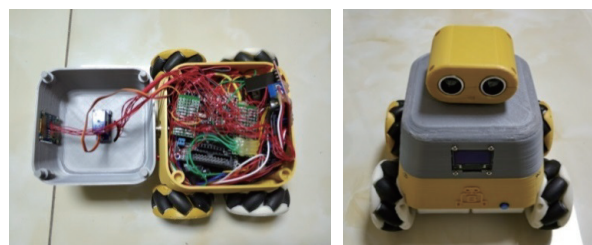
2.4 扩展功能

小车扩展功能是设计一款手机 APP 程序, 通过蓝牙串口发送控制命令给下位机, 实现对小车的控制, 也可通过蓝牙接收下位机发送回来的小车速度、障碍距离、电池电量和当前控制状态等信息, 并将这些信息实时显示到手机控制界面上。手机控制软件采用 Android Studio 集成环境进行开发, 设计的主操作界面如图 11 所示。此部分为扩展任务, 是加分项。

表 1 电机驱动各子程序功能及函数声明

函数功能	函数声明
电机初始化	void Motor_Init(u16 arr,u16 psc)
运动速度初始化	void Speed_Init(int encoder_gather_T)
设置电机PWM	void Set_Pwm(int pwm1,int pwm2,int pwm3,int pwm4)
向前平移	void Move_Ahead(void)
向后平移	void Move_Back(void)
向左平移	void Move_Left(void)
向右平移	void Move_Right(void)
左前平移	void Move_Left_Ahead(void)
左后平移	void Move_Left_Back(void)
右前平移	void Move_Right_Ahead(void)
右后平移	void Move_Right_Back(void)
左转	void Turn_Left(void)
右转	void Turn_Right(void)
停车	void Stop(void)

成舵机与上车身装配、下头部与舵机装配、OLED屏与上车身装配、上车身与下车身装配、上头部与下头部装配。自此即完成整个制作与安装，完成图如图 12 所示，其中图 12(a)为硬件电路全部完成，图 12(b)为装配好的小车实物图。



(a) 硬件电路安装完成 (b) 制作完成小车

图 12 制作完成的小车实物图

4 调试

将设计、调试、编译好的程序下载到单片机，对智能小车各功能进行测试。此部分为考核重点，包括以下 7 个部分，其中前 4 个部分是必须完成内容：

- 1) OLED 屏信息显示是否正常，是否准确；
- 2) 小车 8 个方向的平移运动是否正常、平稳；
- 3) 小车 2 个方向的回转运动是否正常、平稳；
- 4) 小车是否可实现 35 cm 处准确避障；
- 5) 运动模式是否可切换，切换是否准确；
- 6) 指示灯和蜂鸣器是否能正确工作；
- 7) 手机是否可对小车进行准确控制并能实时显示小车状态信息(扩展功能)。

5 考核方式

课程考核是课程教学的重要一环，科学、合理的课程考核与成绩评价方式能激发学生的学习积极性与主动性，有助于更好地完成课程目标，实现知识的掌握与能力的提升^[15-16]。课程成绩采用百分制，其中设计制作 65 分(不含加分)，重点考核基本任务的完成度；报告 25 分，重点考核设计思路及测试效果的分析及解决办法；答辩 10 分，重点考核自主完成度及成果相似度，此项如果不满足要求，设计制作和报告作相应减分。各考核点及分值如表 2 所示，最终成绩是在考核项目完成质量的同时考核过程质量和完成度，以充分肯定同学们的努力。

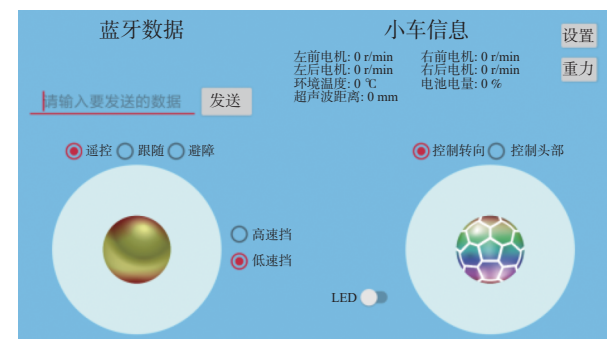


图 11 手机 APP 主操作界面

3 制作安装

3.1 机械部分

将设计好的机械零部件使用 3D 打印机打印，再按照设计好的装配顺序进行组装。引导学生遵循从下至上、从内到外、从零到整的装配原则，建议装配顺序如下：麦克纳姆轮装配—麦克纳姆轮与电机装配—电机与下车身装配，其余机械部件等硬件电路安装好后再安装。

3.2 硬件电路的焊接与整体安装

按设计制作好的电路 PCB 板，把各元器件通过焊接或插件连接。按照检测 PCB 板—焊接—检测电路—通电的顺序，遵循边焊接边检测、先部分后整体的原则进行电路制作与安装。之后再完

表2 成绩考核方式

考核内容	考核点	考核要求	分值
设计制作	机械部分	结构布局的合理性	2
		机械设计的正确性	6
		机械制作的美观性及安装的配合度	5
	硬件电路	元器件选型科学合理性	4
		电路设计正确性及焊接工艺美观性	6
		软件	软件仿真的功能实现度
	功能展示	小车8个方向平移运动完成度	10
		顺、逆2个方向回转运动完成度	10
		35 cm处避障运动完成度	10
		扩展任务: 手机遥控功能实现(加分项)	10
报告	格式	格式规范(专门设计的统一模版)	3
	完整性	内容完整,有方案、设计、制作、调试、问题分析及解决办法	5
	硬件	方案设计科学、合理、可行,机械图、电路图清晰,标注正确	7
	软件	软件功能要求阐述科学、合理、充分,流程图正确	5
	制作调试	制作步骤正确、方法清楚,测试方法及问题分析正确,解决办法合理	5
答辩	自主完成	回答问题清晰、简洁、正确,熟悉自己负责部分的设计方案、设计方法、实现方案,能清楚阐述设计、制作、调试过程中遇到的问题及解决方案	10

6 结束语

从机械电子工程本科专业培养目标出发,针对实际教学过程中出现的问题,开展了“机械电子工程”专业课程设计的探索和实践。教学内容紧扣专业培养目标,通过学生参与机电一体化系统设计、制作、调试的全过程,培养学生工程实践能力,切实掌握一个智能系统在设计、制造过程的典型特征。将教学内容模块化,在完成最终任务为导向的同时注重过程。整个教学内容以学生为中心,以项目完成为目标,符合以成果为导向的教育理念,有助于提升学生专业素质,培养具备解决复杂工程问题能力的创新型人才。

参考文献

- [1] 教育部. 普通高等学校本科专业目录(2012年版)[EB/OL]. (2012-09-18) [2024-02-02]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/moe_1034/s3882/201209/t20120918_143152.html.
- [2] 陆倩倩,周赵凤. 机械电子工程专业实践育人思政体系的构建与实施[J]. 中国教育技术装备, 2024(4): 149-152.
- [3] 李培根,许晓东,陈国松. 我国本科工程教育实践教学问题与原因探析[J]. 高等工程教育研究, 2012(3): 1-6.
- [4] 白叶飞,康晓龙,贺玲丽. 基于 OBE 理念的综合课程设计教学改革与实践[J]. 教育教学论坛, 2022(29): 105-108.
- [5] 张征凯,温庆国,李鹏举. 新工科背景下机械电子工程专业综合课程设计教学改革与探索[J]. 创新创业理论研究与实践, 2022, 5(8): 33-35.
- [6] 李梅,陈静,朱磊. “双一流”建设背景下电气工程综合课程设计改革研究[J]. 科教导刊, 2023(16): 106-108.
- [7] 王伟,潘伶,陈亮,等. 基于 OBE 理念和 BOPPPS 模型的机械设计综合课程设计教学设计与实践[J]. 化工高等教育, 2023, 40(5): 44-54.
- [8] 吴青聪,陈柏,吴洪涛. “课程+项目+竞赛”三位一体的“专创融合”课程教学改革与实践:以机器人工程学综合课程设计课程为例[J]. 创新创业理论研究与实践, 2023, 6(20): 136-138.
- [9] 李因文,徐守芳,李兴建,等. 基于综合实验集群课程设计的高分子物理实验教学探究[J]. 高教学刊, 2023, 9(11): 95-99.
- [10] 李贵,王兴东,邹光明,等. 新工科背景下机械类课程设计实践教学“四能力”培养模式构建[J]. 实验室研究与探索, 2021, 40(4): 213-216.
- [11] 冯学玲,吴葛,邓春花,等. 综合课程设计模式在实践类课程的应用和探索[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(10): 184-189.
- [12] 陈蓉,杨勇. 科教融合推动电气类课程教学改革探索与实践[J]. 实验室研究与探索, 2023, 42(10): 220-224.

- [13] 奚文静, 李强, 夏立. “新工科”背景下人才培养模式改革的探索研究: 以南京理工大学为例[J]. 工业和信息化教育, 2023(3): 1-5.
- [14] 教育部. 关于一流本科课程建设的实施意见[EB/OL]. (2019-10-30)[2024-02-02]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/201910/t20191031_406269.html.
- [15] 杨宁, 张进, 马立香, 等. “新工科”背景下“综合课程设计”实验课程多元化考核改革实践[J]. 实验技术与管理, 2020, 37(10): 190-196.
- [16] 吴凡. 我国研究型大学课程目标与课程评价问题研究: 基于“985工程”高校大学生学习经验调查[J]. 中国高教研究, 2017(10): 98-102.

编辑 钟晓

(上接第 120 页)

- [9] 李令令, 尚传鹤, 郎英彤. 新工科视角下产学研“多元融合”协同育人模式研究[J]. 建筑与预算, 2022(9): 40-43.
- [10] 王杜娟, 殷允强, 王婧熠, 等. 新工科专业与“三全育人”协同教学的研究与实践: 以数据分析类课程为例[J]. 电子科技大学学报(社科版), 2024, 26(1): 105-112.
- [11] 杨盛超, 张新宇. 新工科视域下校企协同育人路径探索[J]. 高教学刊, 2022, 8(31): 152-155.
- [12] 石素君, 赵修臣, 李红, 等. 面向卓越工程师人才培养的校企协同育人实践教学改革与探索[J]. 实验科学与技术, 2022, 20(6): 98-102.
- [13] 封志明, 郑亮, 费凌, 等. 新工科背景下地方高校智能制造人才培养改革探索[J]. 实验技术与管理, 2021, 38(7): 23-29.
- [14] 刘志刚, 田枫, 王梅, 等. 工程认证与产教融合双驱动的新工科人才培养探索[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(10): 167-172.
- [15] 黄鹤, 赵祥模, 黄莺, 等. 多学科交叉融合构建新工科创新实践教学体系[J]. 实验科学与技术, 2022, 20(2): 43-46.
- [16] 郭龙建, 王艳. 高校创新创业教育协同育人研究评述与展望[J]. 科教文汇, 2023(1): 25-29.
- [17] 孙金萍, 胡局新, 厉丹, 等. 产教融合协同育人的综合实训中心建设探究[J]. 实验室研究与探索, 2023, 42(3): 161-164.
- [18] 李露, 罗晓燕, 刘博, 等. 面向新工科的“多元交叉”实践教学改革研究[J]. 实验科学与技术, 2021, 19(1): 53-58.
- [19] 戚燕俐, 张帅, 林本才, 等. “双导师”和“双平台”协同育人模式探索与实践[J]. 化工高等教育, 2022, 39(3): 42-47.

编辑 葛晋