

## 《PCB 设计与制作》专业核心课程标准

专业名称：	智能产品开发与应用
专业代码：	510108
学    制：	三年制高职
适用年级：	2025 级
制订时间：	2025 年 5 月

岳阳现代服务职业技术学院

# 《PCB 设计与制作》

课

程

标

准

制定人：秦丽

智能工程学院

二 0 二五年五月

# 目 录

## 一、课程基本信息

## 二、课程性质与任务

### （一）课程性质

### （二）课程任务

### （三）学情分析

## 三、课程目标与要求

### （一）课程目标

### （二）课程要求

## 四、课程结构与内容

### （一）课程结构

### （二）课程内容

## 五、课程实施与保障

### （一）课程实施

### （二）课程保障

## 六、课程考核与评价

## 七、课程进程与安排

一、课程基本信息

课程名称	PCB 设计与制作	课程代码	125409
课程学时/学分	64/4	课程类型	专业核心课程
适应专业	智能产品开发与应用	开设学期	第三学期
执笔人	秦丽	制定日期	2025 年 5 月
课程团队成员	杨一凡、肖高尚、潘贝贝、黄卓英		
课程审核	教研室主任：秦丽		
	专业带头人：刘雄辉		
	二级学院（部）负责人：吴德华		
	教务处负责人：李景福		

二、课程性质与任务

（一）课程性质

本课程是智能产品开发与应用专业的核心课程，衔接前期《电路基础》《微控制器技术与应用》等课程，为学生奠定电路原理图绘制、元器件选型的基础；同时支撑后期《智能硬件开发》《智能产品原型设计》《智能产品测试与优化》等课程，是实现“电路设计-实物制作-功能验证”闭环、培养智能产品硬件开发核心能力的关键课程，直接对接智能硬件开发工程师、PCB layout 工程师、电子工艺技术员等岗位的核心需求。

（二）课程任务

围绕智能产品开发中 PCB 设计与制作的全流程，系统讲解 PCB 的基础理论、原理图设计软件（Altium Designer）操作、PCB 布局布线规则、PCB 打样流程及实物焊接调试。将岗位技能要求（如元器件封装选型、EMC 设计、DFM 制造性设计）融入教学，通过理论与实践结合，培养学生从电路原理图到 PCB 实物的转化能力，使其能独立完成智能穿戴、智能家居、工业控制等领域中小型 PCB 的设计、制作

与验证。

### （三）学情分析

学生已掌握电路基本原理、微控制器硬件架构及简单焊接技能，熟悉 C 语言编程，具备基础的硬件认知与逻辑思维能力，对智能产品硬件实物开发有较强兴趣。但存在“原理图与 PCB 设计脱节”“封装选型不规范”“布局布线忽略可制造性与电磁兼容性”“PCB 实物调试经验不足”等问题，需通过项目化教学强化“设计-制作-验证”全流程训练，提升解决实际硬件开发问题的能力。

## 三、课程目标与要求

### （一）总体目标

使学生掌握 PCB 设计与制作的核心知识与技术，能熟练使用 Altium Designer 完成电路原理图绘制、元器件封装创建、PCB 布局布线，熟悉 PCB 打样流程与焊接调试方法；具备中小型智能产品 PCB 的独立设计与制作能力，能胜任智能产品开发领域 PCB 相关岗位的工作任务。

### （二）具体目标

#### 1.素质目标

（1）能自主检索元器件 datasheet、PCB 设计规范（如 IPC 标准），为设计提供技术支撑；

（2）能根据智能产品硬件需求，制定 PCB 设计与制作计划，具备项目规划与时间管理能力；

（3）主动学习 PCB 新技术（如高速 PCB 设计、柔性 PCB 设计），并尝试应用于产品开发；

（4）具备团队协作能力，能清晰沟通 PCB 设计思路、进度与问题，配合完成复杂硬件开发；

（5）遵守电子设计的电气安全规范、PCB 设计行业标准（如 IPC-2221），注重产品可靠性设计；

（6）培养严谨的设计习惯、规范的焊接操作与细致的调试态度，树立质量意识与创新设计意识。

## 2.知识目标

（1）掌握 PCB 的定义、分类（单/双/多层板）、结构（基材、铜箔、阻焊层、丝印层）及应用场景；

（2）掌握电路原理图设计基础（元器件符号、网表生成、电气规则检查 ERC）；

（3）掌握元器件封装知识（贴片/直插封装区别、封装选型原则、自定义封装创建方法）；

（4）掌握 PCB 布局布线规则（安全距离、线宽、过孔、接地方式、EMC 设计基础）；

（5）掌握 Altium Designer 软件核心功能（原理图绘制、PCB 编辑、Gerber 文件输出）；

（6）了解 PCB 打样流程（文件格式要求、厂家工艺参数）、焊接工艺（回流焊/波峰焊基础）及 PCB 测试方法（通断测试、功能验证）。

## 3.能力目标

（1）能根据智能产品硬件需求，正确选型元器件并确定封装（如

0805 电阻、STM32F103 封装)；

(2) 能使用 Altium Designer 绘制完整电路原理图，完成电气规则检查并修正错误；

(3) 能创建自定义元器件封装（如特殊传感器封装），搭建 PCB 封装库；

(4) 能按照布局布线规则，完成双面板 PCB 设计（如智能台灯控制板），输出 Gerber 文件；

(5) 能完成 PCB 实物焊接（贴片/直插元器件），排查焊接故障（如虚焊、短路）；

(6) 能对 PCB 实物进行功能验证（如通断测试、微控制器程序下载调试），优化 PCB 设计（如调整线宽、接地方式）。

### （三）课程要求

#### 1.坚持立德树人：

挖掘课程思政元素，将工匠精神（规范设计、细致焊接）、创新精神（优化布局布线）、行业责任（安全设计、合规设计）融入教学，引导学生坚守智能产品硬件开发的质量底线。

#### 2.提升专业技能：

以真实项目（如智能台灯控制板、环境监测节点 PCB）为载体，融入“1+X”智能硬件开发、电子电路设计与工艺等证书要求，采用“理实一体”教学，强化岗位适配能力。

#### 3.培养创新意识：

通过开放性项目（如“基于柔性 PCB 的智能手环主板设计”），

引导学生自主探究、协作开发，鼓励尝试 PCB 新技术在产品中的创新应用。

四、课程结构与内容

(一) 课程结构

依据智能产品开发中 “PCB 设计与制作” 的岗位工作流程，遵循 “基础-核心-应用-拓展” 逻辑，将教学内容整合为 6 个模块，设计 24 个实践任务。以 “理论够用、实践为重” 为原则，通过 “模块教学+项目驱动”，实现 PCB 技术与智能产品硬件开发的深度融合。

(二) 课程内容

本课程总课时 64 节（理论 32 节、实践 32 节），具体教学内容如下表 1 所示：

表 1 课程教学内容一览表

序号	模块	任务	教学目标	教学内容与实训项目	课时 (理论 / 实践)	主要教学方法
1	PCB 基础与元器件封装	PCB 基础认知	能 阐 述 PCB 在智能产品中的作用	1. PCB 定义、分类（单 / 双 / 多层板）、结构（基材、铜箔、阻焊层、丝印层） 2. PCB 应用案例（智能手环主板、智能家居控制板）	2/0	案 例 教 学 法、线 上 线 下 混 合 式 教 学 法
		元器件封装选型	能正确选型元器件封装	1. 元器件分类（贴片 / 直插）、常见封装（0805、TO-220、LQFP48） 2. 封装选型原则（尺寸匹配、工艺适配） 实训项目：智能台灯控制板元器件封装清单制定	2/2	项 目 式 教 学 法、实 践 验 证 法



序号	模块	任务	教学目标	教学内容与实训项目	课时 (理论 / 实践)	主要教学方法
2	电路原理图设计	Altium Designer 基础操作	能熟练操作 Altium Designer	1. 软件安装与配置、工作区设置、项目创建 2. 元器件库加载、常用元器件（电阻、电容、STM32）放置与属性设置 实训项目：创建智能台灯控制板项目并放置元器件	2/2	理实一体教学法、演示教学法
		原理图绘制与 ERC 检查	能绘制完整原理图并排查错误	1. 导线连接、网络标签设置、端口定义 2. 电气规则检查（ERC）常见错误（未连接、短路）及修正方法 实训项目：完成智能台灯控制板原理图绘制与 ERC 检查	2/2	任务驱动法、实践操作法
3	PCB 设计基础	PCB 参数设置与封装导入	能完成 PCB 设计前期准备	1. PCB 板框设置（尺寸、形状）、层数定义、设计规则（线宽、安全距离） 2. 网表生成与导入、封装匹配与替换 实训项目：智能台灯控制板 PCB 参数设置与网表导入	2/2	理实一体教学法、实验教学法
		PCB 布局设计	能完成合理的 PCB 布局	1. 布局原则（信号流向、发热元件远离敏感元件、便于焊接） 2. 布局工具使用（对齐、分布、锁定） 实训项目：智能台灯控制板 PCB 布局设计	2/2	案例教学法、任务驱动法
4	PCB 布线与	PCB 布线设	能完成规范的	1. 布线规则（电源线 / 地线加粗、信号线短直、避免跨分	2/2	理实一体教学

序号	模块	任务	教学目标	教学内容与实训项目	课时 (理论 / 实践)	主要教学方法
5	文件输出	计	PCB 布线	割) 2. 布线工具使用（手动布线、自动布线优化）、过孔设置 实训项目：智能台灯控制板 PCB 双面板布线		法、实践操作法
		Gerber 文件输出与打样	能输出合格打样文件	1. Gerber 文件格式（各层定义）、DRC 设计规则检查 2. PCB 打样流程（厂家选择、工艺参数确认） 实训项目：智能台灯控制板 Gerber 文件输出与打样订单提交	2/2	任务驱动法、实践验证法
	PCB 焊接与调试	PCB 焊接工艺	能完成 PCB 元器件焊接	1. 焊接工具（电烙铁、热风枪）使用规范、焊接工艺（贴片 / 直插焊接步骤） 2. 常见焊接缺陷（虚焊、短路、冷焊）及排查方法 实训项目：智能台灯控制板元器件焊接（含 STM32、LED、光敏电阻）	2/2	项目式教学法、实践操作法
		PCB 功能验证与优化	能验证 PCB 功能并优化设计	1. PCB 通断测试（万用表、通断仪）、供电测试 2. 微控制器程序下载与功能验证（如 LED 点亮、光敏信号采集） 实训项目：智能台灯控制板通断测试与功能验证，优化 PCB 设计（如调整接地）	2/2	理实一体化教学法、案例教学法
6	PCB	高速	了解高速	1. 高速信号特性（反射、串	2/2	案例教

序号	模块	任务	教学目标	教学内容与实训项目	课时 (理论/ 实践)	主要教学方法
	设计拓展应用	PCB 与 EMC 设计基础	PCB 设计要点	扰)、EMC 设计基础(接地、屏蔽) 2. 高速 PCB 案例(USB、SPI 接口设计) 实训项目:简单高速接口(SPI) PCB 布线优化		学法、小组讨论法
		柔性 PCB 与多层板设计	了解柔性 / 多层板设计逻辑	1. 柔性 PCB 结构、设计注意事项(弯曲半径、布线方向) 2. 多层板结构(信号层、电源层、接地层)、层叠设置 实训项目:绘制简易柔性 PCB (如智能手环按键板)原理图	2/2	任务驱动法、实践验证法

## 五、课程实施与保障

### (一) 课程实施

#### 1.课程理念

以智能产品硬件开发岗位需求为导向,坚持“学生为主体、教师为主导”,融入“岗赛证”要求与课程思政元素。通过真实 PCB 设计项目驱动,让学生在“设计 - 制作 - 验证”全流程中学习,培养 PCB 技术应用能力与创新思维,确保所学知识直接对接岗位需求。

#### 2.教学策略

教学模式:采用“线上线下混合式 + 理实一体”模式。线上通过超星、智慧职教平台推送预习资源(元器件 datasheet、Altium Designer 操作视频);线下在理实一体教室、PCB 实训室开展理论教学与实践操作,实现“理论讲解→软件仿真→实物制作→功能验证”

闭环。

**教学方法：**以项目驱动、任务导向为主，结合讲授法（PCB 原理）、案例教学法（如分析小米手环 PCB 设计）、实践验证法（焊接调试）、小组协作法（综合项目开发），提升教学效果。

**教学手段：**依托超星平台课程资源（课件 30 个、教学视频 25 个、案例 20 个、题库 400 个），运用 Altium Designer 软件、PCB 打样设备、焊接工具（电烙铁、热风枪）、测试仪器（万用表、通断仪），动态跟踪学生学习情况，及时调整教学策略。

### 3.教学过程

**课前导学：**教师推送模块预习资料与任务单（如“智能台灯控制板元器件封装选型思考”）；学生线上自学、小组研讨，完成预习任务；教师线上答疑，根据反馈调整教学重点。

**课中研学：**围绕教学目标，先解决课前疑问，再通过“理论讲解→软件演示→实操训练→小组讨论”开展教学。例如讲解 PCB 布线后，立即指导学生完成智能台灯控制板 PCB 布线实践任务。

**课后践学：**布置拓展任务（如“优化智能台灯控制板 EMC 设计”），鼓励学生参与学科竞赛（如电子设计大赛）、企业项目实践，深化知识应用。

**课堂形态：**构建“云端课堂（线上资源学习）+ 实体课堂（理论讲授）+ 软件课堂（Altium Designer 设计）+ 实境课堂（实训室焊接调试、企业实践）”四位一体课堂形态，适配 PCB 设计与制作实践需求。

## （二）课程保障

### 1.教学团队

（1）课程负责人要求：本科及以上学历，副高及以上职称，5 年以上 PCB 设计或智能硬件企业工作经历，10 年以上教学经验；熟练掌握 Altium Designer、高速 PCB 设计技术，能指导学生完成综合项目；具备科研能力与课程建设能力，了解行业前沿。

（2）课程团队要求：团队成员均为本科及以上学历、讲师及以上职称，3 年以上企业实践经历（或 5 年内累计 6 个月以上），双师比例不低于 70%；配备 1-2 名企业兼职教师（PCB layout 工程师），负责实践教学指导；团队结构合理，满足教学需求。

### 2.教学设施

理论教学需常规理实一体教室，实习实训硬件环境需满足以下条件：

表 2 实习实训条件表

序号	实训室名称	基本配置要求	功能说明
1	PCB 设计与制作实训室	计算机 50 台（安装 Altium Designer 22、Gerber 查看软件）、电烙铁 50 把、热风枪 20 台、万用表 50 个、通断测试仪 20 台、PCB 打样设备（小型雕刻机）5 台	培养学生 PCB 软件设计、元器件焊接、实物测试能力；实现“设计 - 制作 - 验证”全流程训练。
2	校外实训基地	数量 3-5 个，配备专业 PCB 设计软件（Altium Designer、Cadence）、PCB 生产设备（光刻、蚀刻设备）及技术文件	提升学生岗位实践能力，熟悉企业 PCB 设计与生产流程，为就业奠定基础。

### 3.教学资源

教材选用：严格按照《职业院校教材选用管理办法》执行，推荐选用《Altium Designer PCB 设计从入门到精通》（王树森主编，电子工业出版社）或《PCB 设计与制作实务》（李刚主编，机械工业出版社）。

图书文献：参考《PCB 设计规范与工艺》（张建军主编，哈尔滨工业大学出版社）、《高速 PCB 设计与 EMC 控制》（刘波主编，北京航空航天大学出版社）；配备相关行业标准（如 IPC-2221《印制板设计通用标准》）。

数字资源：超星平台《PCB 设计与制作》课程，包含课件 30 个、教学视频 25 个（如“Altium Designer 封装创建实操”）、企业案例 20 个（如“华为智能家居 PCB 设计方案”）、仿真动画 15 个、题库 400 个；定期更新 PCB 新技术（如柔性 PCB、高速 PCB）资源。

### 六、课程考核与评价

采用“过程性考核 + 终结性考核”相结合的评价方式，全面评估学生知识掌握、技能水平与素质养成，总分 100 分。

表 3 课程考核评价形式一览表

考核评价类型	考核评价环节	考核内容	比例%
过程性考核与评价	课前：线上讨论、课前测试、预习任务提交等	到课考勤、学习态度、安全意识、课前知识预习效果、自主学习能力	10
	课中：课堂提问、软件操作、小组协作表现、阶段性小测验等	软件操作规范性、技能掌握程度、团队协作精神、敬业精神、课堂参与度	30

考核评价类型	考核评价环节	考核内容	比例%
	课后：课后作业、实践报告、小型 PCB 设计作品提交等	知识巩固效果、实践总结能力、问题解决能力、作品完成质量	10
终结性考核与评价	理论考试（闭卷）	PCB 基础理论、原理图设计规则、封装选型、布局布线原则、行业标准等	25
	技能考核 / 作品考核（实操）	Altium Designer 软件操作、PCB 设计（原理图 + PCB）、焊接调试、作品功能完整性与创新性等	25

表 4 课程考核内容一览表

序号	模块	任务	知识点	技能点	占比（%）
1	PCB 基础与元器件封装	PCB 基础认知	PCB 定义、分类（单 / 双 / 多层板）、结构（基材、铜箔、阻焊层、丝印层）、应用场景	阐述 PCB 在智能产品（如智能台灯、环境监测节点）中的作用与选型依据	4
		元器件封装选型	元器件分类（贴片 / 直插）、常见封装（0805、TO-220、LQFP48）、封装选型原则（尺寸匹配、工艺适配）	根据智能台灯控制板元器件清单，完成封装选型与确认	4
		封装库管理	封装库创建方法、封装命名规则、封装复用与更新逻辑	搭建智能产品常用元器件封装库（含电阻、电容、STM32）	2
2	电路原理图设计	Altium Designer 基础操作	软件安装配置、项目创建流程、元器件库加载方法、元器件属性设置（型号、参数）	使用 Altium Designer 创建智能台灯控制板项目，正确放置并设置元器件	8

序号	模块	任务	知识点	技能点	占比(%)
				属性	
		原理图绘制与 ERC 检查	导线连接规范、网络标签与端口定义、电气规则检查（ERC）常见错误（未连接、短路、参数冲突）及修正	完成智能台灯控制板完整原理图绘制，通过 ERC 检查并修正所有错误	8
		原理图优化	原理图可读性设计（标注、分区）、冗余电路简化、关键信号标注	优化智能台灯控制板原理图，提升可读性与合理性	4
3	PCB 设计基础	PCB 参数设置与封装导入	PCB 板框设计（尺寸、形状）、层数定义、设计规则设置（线宽、安全距离、过孔大小）、网表生成与封装匹配	完成智能台灯控制板 PCB 参数配置，导入网表并解决封装不匹配问题	10
		PCB 布局设计	布局原则（信号流向、发热元件隔离、焊接便利性）、布局工具（对齐、分布、锁定）、布局合理性评估	完成智能台灯控制板 PCB 布局，满足信号与工艺需求	8
		布局优化	布局密度调整、干扰源与敏感元件距离优化、散热路径设计	优化 PCB 布局，降低电磁干扰，提升散热性能	2
4	PCB 布线与文件输出	PCB 布线设计	布线规则（电源线 / 地线加粗、信号线短直、避免跨分割）、手动 / 自动布线操作、差分信号布线基础	完成智能台灯控制板双面板布线，符合布线规范	8
		DRC 检查与布线优化	设计规则检查（DRC）常见问题（线宽不足、安全距离不够）、布线调整技巧、过孔优化	通过 DRC 检查，优化布线缺陷，确保 PCB 设计合规	4



序号	模块	任务	知识点	技能点	占比(%)
		Gerber 文件输出与打样	Gerber 文件格式（各层定义、坐标文件）、打样参数确认（板材、厚度、阻焊颜色）、打样订单提交流程	输出智能台灯控制板 Gerber 文件,完成打样订单信息填写	3
5	PCB 焊接与调试	PCB 焊接工艺	电烙铁 / 热风枪使用规范、贴片 / 直插元器件焊接步骤、焊接温度与时间控制	完成智能台灯控制板元器件焊接（含 STM32、LED、光敏电阻），无虚焊 / 短路	8
		PCB 通断与供电测试	万用表 / 通断仪使用方法、供电电路测试（电压、电流）、短路排查技巧	完成 PCB 通断测试，验证供电电路正常，排查并解决短路问题	4
		PCB 功能验证与优化	微控制器程序下载、外设功能测试（如 LED 点亮、光敏信号采集）、设计缺陷分析与修正	实现智能台灯控制板核心功能，针对故障优化 PCB 设计（如调整接地方式）	3
6	PCB 设计拓展应用	高速 PCB 与 EMC 设计基础	高速信号特性（反射、串扰）、EMC 设计方法（接地、屏蔽、滤波）、SPI/USB 接口布线规范	完成简单高速接口（SPI）PCB 布线优化，降低信号干扰	3
		柔性 / 多层板设计基础	柔性 PCB 结构与弯曲半径要求、多层板层叠设置（信号层、电源层、接地层）、柔性 PCB 设计注意事项	绘制简易柔性 PCB（如智能手环按键板）原理图，了解多层板设计逻辑	2

## 七、课程进程与安排

表 5 课程进程安排一览表

序号	教学内容	计划课时		授课地点	执行周次
		理论	实践		
1	PCB 定义、分类、结构及智能产品应用案例	2	0	PCB 设计与制作实训室	1
2	元器件分类（贴片 / 直插）、常见封装及选型原则	2	0	PCB 设计与制作实训室	1
3	智能台灯控制板元器件封装清单制定（实训）	0	2	PCB 设计与制作实训室	2
4	Altium Designer 安装配置、项目创建、元器件库加载	2	0	PCB 设计与制作实训室	2
5	智能台灯控制板项目创建与元器件放置（实训）	0	2	PCB 设计与制作实训室	3
6	原理图绘制规范（导线、网络标签）、电气规则检查（ERC）	2	0	PCB 设计与制作实训室	3
7	智能台灯控制板原理图绘制与 ERC 检查（实训）	0	2	PCB 设计与制作实训室	4
8	PCB 板框设计、层数定义、设计规则（线宽、安全距离）设置	2	0	PCB 设计与制作实训室	4
9	智能台灯控制板 PCB 参数设置与网表导入（实训）	0	2	PCB 设计与制作实训室	5
10	PCB 布局原则、布局工具使用、布局合理性评估方法	2	0	PCB 设计与制作实训室	5
11	智能台灯控制板 PCB 布局设计（实训）	0	2	PCB 设计与制作实训室	6

12	PCB 布线规则（电源线 / 地线、信号线）、手动 / 自动布线操作	2	0	PCB 设计与制作实训室	6
13	智能台灯控制板 PCB 双面板布线（实训）	0	2	PCB 设计与制作实训室	7
14	DRC 检查流程、常见布线缺陷及优化技巧	2	0	PCB 设计与制作实训室	7
15	智能台灯控制板 DRC 检查与布线优化（实训）	0	2	PCB 设计与制作实训室	8
16	Gerber 文件格式、各层定义、打样参数与订单提交	2	0	PCB 设计与制作实训室	8
17	智能台灯控制板 Gerber 文件输出与打样订单填写（实训）	0	2	PCB 设计与制作实训室	9
18	焊接工具（电烙铁 / 热风枪）使用规范、贴片 / 直插焊接工艺	2	0	PCB 设计与制作实训室	9
19	智能台灯控制板元器件焊接（实训）	0	2	PCB 设计与制作实训室	10
20	PCB 通断测试方法、供电电路测试、短路排查技巧	2	0	PCB 设计与制作实训室	10
21	智能台灯控制板通断与供电测试（实训）	0	2	PCB 设计与制作实训室	11
22	微控制器程序下载、PCB 功能测试流程、故障分析方法	2	0	PCB 设计与制作实训室	11
23	智能台灯控制板功能验证（一）（实训）	0	2	PCB 设计与制作实训室	12
24	智能台灯控制板功能验证（二）与设计优化	0	2	PCB 设计与制作	12

	(实训)			实训室	
25	高速信号特性、EMC 设计基础、SPI 接口布线规范	2	0	PCB 设计与制作实训室	13
26	简单 SPI 接口 PCB 布线优化 (实训)	0	2	PCB 设计与制作实训室	13
27	柔性 PCB 结构、弯曲半径要求、多层板层叠设置	2	0	PCB 设计与制作实训室	14
28	简易柔性 PCB (智能手环按键板) 原理图绘制 (实训)	0	2	PCB 设计与制作实训室	14
29	PCB 设计行业标准 (IPC-2221)、技术发展趋势 (高速 / 柔性)	2	0	PCB 设计与制作实训室	15
30	综合项目 (智能环境监测节点 PCB) 方案设计 (实训)	0	2	PCB 设计与制作实训室	15
31	综合项目 PCB 设计与焊接 (实训)	0	2	PCB 设计与制作实训室	16
32	综合项目功能验证、技术报告撰写与项目复盘 (实训)	0	2	PCB 设计与制作实训室	16
合计	64	32	-32	-	