

“数字电路实验”课程思政教学案例

一、课程信息

（一）课程简介

《数字电路实验》是电子信息工程专业本科一年级下学期的学科基础实验课，作为《数字电路》理论课程的重要实践环节，旨在通过虚实结合的实验教学体系（Proteus 仿真 + 硬件电路调试），帮助学生掌握数字电路的设计方法与工程实现能力。课程涵盖逻辑门验证、组合 / 时序电路设计、555 定时器应用等 8 大实验项目，强化学生对 Verilog 语言编程、EDA 工具使用及硬件调试技能的训练。通过基础性验证实验与综合性设计实验的分层教学，培养学生工程实践能力、创新思维及团队协作精神，同时融入工匠精神、科技报国情怀等思政元素，为后续专业课程学习和职业发展奠定坚实基础。

（二）教学目标

知识技能目标：熟练掌握数字电路调试方法，能够运用 Proteus/Quartus Prime 完成逻辑门电路、计数器、555 定时器等模块设计与仿真，实现从理论到实践的能力转化。

过程方法目标：通过“设计 - 仿真 - 调试”全流程训练，培养学生系统分析能力与复杂工程问题解决能力，强化现代工具使用（如 EDA 技术）的规范性。

课程思政目标：通过芯片国产化案例激发科技报国热情，通过电路工艺要求培育工匠精神，通过医疗电子等应用场景强化社会责任意识，引导学生树立严谨治学态度与创新发展理念。

二、思政素材

（一）适用范围

本素材适用于电子信息工程专业本科第二学期《数字电路实验》课程中组合逻辑电路设计、时序逻辑电路分析、555 定时器应用等实验项目，对应教材为自编实验指导书《数字电路实验指导手册》。素材覆盖的核心知识点包括逻辑门功能验证、半加器 / 全加器设计、触发器转换、计数器应用及 555 定时器电路搭建等，适用于实验二至实验八的教学环节。

选用教材：《数字电路实验指导手册》，信工学院数字电路实验课程组。

（二）素材内容

1. 芯片自主研发中的爱国情怀 —— 黄令仪院士与龙芯芯片

在组合逻辑电路设计实验中，结合全加器设计可融入“中国芯”研发故事。黄令仪院士带领团队突破国外技术封锁，成功研发龙芯系列芯片。她在《人民日报》采访中提到：“芯片产业是国家的根本，我们这代人不做，下一代人就要从头再来。”这种科技报国精神与实验中追求电路优化的目标高度契合。通过分析全加器在 CPU 运算中的基础作用，引导学生思考如何通过扎实的专业技能服务国家战略需求。

2. 医疗电子中的生命守护 —— 555 定时器在急救设备中的应用

在 555 定时器应用实验中，引入医疗器械设计案例。据《中国医疗器械蓝皮书》统计，我国每年需要更新约 30 万台急救监护设备。某医疗电子企业工程师团队通过优化 555 定时器电路，将设备响应时间从 1.2 秒缩短至 0.8 秒，挽救了无数患者生命。这种精益求精的工匠精神，与实验中对波形参数的严格调试要求形成呼应，培养学生 "设计即生命" 的责任意识。

3. 航天工程中的严谨作风 —— 触发器在卫星控制系统中的应用

在触发器及其应用实验中，结合航天工程案例。我国北斗卫星导航系统采用高精度触发器实现星载原子钟同步，其精度达到纳秒级。航天五院设计师团队在《中国航天报》撰文指出："任何一个触发器的时序偏差，都可能导致定位误差扩大 10 倍以上。" 通过分析触发器在卫星电路中的关键作用，教育学生在实验中必须严格记录波形数据，培养 "失之毫厘，谬以千里" 的严谨态度。

4. 工业 4.0 中的创新思维 —— 计数器在智能工厂中的应用

在计数器应用实验中，引入智能制造案例。海尔沈阳冰箱互联工厂采用计数器实现生产线节拍控制，通过优化计数逻辑将生产效率提升 23%。工程师团队在《智能制造》期刊发表论文指出："看似简单的计数器设计，实际上需要综合考虑机械特性、电气噪声等多因素影响。" 引导学生在设计 30 秒倒计时电路时，主动思考如何通过冗余设计提高系统可靠性。

5. 5G 通信中的突破创新 —— 华为天罡芯片研发启示

在综合设计实验中，结合 5G 基站芯片案例。华为天罡芯片通过创新的相位补偿算法，将 5G 基站体积缩小 50%。任正非在《华为人》内刊中强调："没有对数字电路的深刻理解，就不可能实现这样的突破。" 通过分析 5G 通信中的数字信号处理原理，激励学生在实验中尝试不同设计方案，培养 "敢为人先" 的创新精神。

6. 绿色制造中的责任担当 —— 电子废弃物处理案例

在实验考核环节，引入环保案例。《中国电子报》报道显示，我国每年产生约 2600 万吨电子废弃物，正确处理率不足 30%。某环保企业通过优化 555 定时器电路，将废旧电路板拆解效率提升 40%。引导学生在实验中规范操作流程，树立 "减量化、资源化、无害化" 的环保理念。

资料来源：

[1] 人民日报社。科技自立自强的中国答卷 [N]. 人民日报，2023-03-15 (009).

[2] 中国医疗器械行业协会。中国医疗器械蓝皮书 2022 [M]. 北京：机械工业出版社，2022:45-48.

[3] 中国航天报社。北斗导航背后的 "数字密码"[N]. 中国航天报，2021-07-01 (003).

[4] 中国机械工程学会。智能制造前沿技术 [J]. 机械工程学报，2022,58 (12):1-10.

[5] 华为技术有限公司. 5G 基站芯片研发白皮书 [R]. 深圳：华为技术有限公司，2021:15-18.

[6] 工业和信息化部。电子信息制造业 2022 年发展报告 [Z]. 北京：工业和信息化部，2023:22-25.

三、教学设计及反思

（一）教学设计

1. 课程思政教学目标体系构建

以成果导向教育（OBE）理念为核心导向，构建“三维四层”课程思政目标体系，实现知识传授、能力培养与价值塑造的深度融合：

（1）价值维度——铸魂育人：

核心层：培养科技报国情怀：通过展示我国数字电路领域技术突破（如国产FPGA芯片研发），引导学生认识科技对国家发展的支撑作用，激发科技报国理想，将个人职业发展与国家科技进步结合。

基础层：强化社会责任意识：借助产业案例与实验，让学生理解技术应用的社会影响（如计数器可靠性关联企业效益），促使学生在技术探索中肩负社会责任。

（2）素养维度——赋能成长：

实践层：培育工匠精神：在实验中以严格规范要求学生（如电路连接、代码注释），让学生在实践中践行工匠精神，养成精益求精的职业素养。

应用层：提升团队协作能力：通过小组任务（如复杂计数器设计），培养学生沟通协作、优势互补的能力，适应职场团队化工作。

（3）思维维度——启智创新：

方法论层：塑造辩证思维：对比传统与FPGA方案、虚拟与硬件实验，引导学生分析技术优劣，用辩证思维看待技术发展。

发展层：激发创新意识：展示产业前沿案例，鼓励学生优化实验设计（如探索计数器新应用），激发创新热情，培养创新思维。

2. 教学过程设计（以实验七“计数器及其应用”为例）

（1）课前首先进行思政预热，在线上学习平台上的《数字电路实验》课程中，发布2个任务点：

- ① 观看《大国重器之智能制造》纪录片片段（15分钟）；
- ② 完成《计数器在工业4.0中的应用》文献阅读。

然后是知识准备，课前需要对用Verilog语言设计计数器所需要的主要语句语法进行详细的讲解分析（以编写27进制计数器为例）。

（2）课中第一个环节是导入产业案例，设计导入的是海尔沈阳冰箱工厂的案例：

- 原计数器方案：采用单芯片级联，故障率0.3%/月；
- 改进之后方案：更换成FPGA动态配置，故障率下降至0.05%；
- 改进之后尔沈阳冰箱工厂每年减少生产线停摆损失超2000万元。

课中第二个环节是方案设计，首先将任务分解，如表1所示。

表1 任务分解表

任务类型	传统方案	FPGA 方案	思政融合点
27 进制计数器	74LS160 级联	Verilog 代码实现	技术迭代与文化遗产

任务类型	传统方案	FPGA 方案	思政融合点
100 进制计数器	双十进制芯片级联	并行进位逻辑设计	创新思维与系统思维
30 秒倒计时	555 定时器 + 计数器	时钟分频 + 数码管扫描	绿色设计与资源节约

教师针对表 1 任务分解表，逐类解读传统方案与 FPGA 方案的技术差异，深入剖析思政融合点。然后学生围绕任务分解表讨论实现路径。接下来，教师巡回指导，融入思政启发并针对性点评并精讲 FPGA 方案核心技术。最终，学生明确各任务的 FPGA 设计方案，形成书面设计文档（含代码框架、电路连接图），教师总结方案设计中的思政要点，如创新思维、资源节约意识等，为下一环节的虚实结合实验奠定技术与思想基础，让学生带着“技术创新需兼顾社会责任”的认知进入实验操作。

课中第三个环节为虚实结合实验，具体实施如下：

① Proteus 虚拟仿真实验

学生基于 Proteus 仿真平台开展计数器电路验证，主要包括传统方案复现和 FPGA 方案设计。

传统方案复现主要是调用 74LS160 芯片库，完成 27 进制计数器的芯片级联仿真，直观呈现传统数字电路设计逻辑，在技术历史追溯中感悟“技术迭代与文化遗产”的深层内涵。

FPGA 方案设计主要是新建 Verilog 模块，依据任务分解表编写 27 进制、100 进制计数器及 30 秒倒计时器代码。通过配置虚拟示波器、逻辑分析仪，实时观测时序波形，验证代码逻辑。过程中对比传统方案（多芯片级联）与 FPGA 方案（代码集成）的资源占用差异，强化绿色设计与资源节约意识。

② Nexys4 开发板硬件实验

依托 Nexys4 开发板（搭载 Xilinx 公司 Artix-7 100T FPGA 芯片）实现硬件电路，主要包括硬件连接与程序烧录和功能调试与验证。

硬件连接与程序烧录要求学生按设计方案将开发板 GPIO 接口与数码管、按键模块精准连接，通过 USB-Blaster 工具烧录代码。严格要求电路连接规范，以细节把控培育工匠精神，践行严谨实验态度。

27 进制计数器功能调试与验证要求学生通过按键触发复位，观测数码管 0-26 循环计数，验证 Verilog 代码硬件实现效果；100 进制计数器功能调试与验证要求学生测试并行进位逻辑设计，确保两位数码管动态扫描显示稳定；30 秒倒计时器功能调试与验证要求学生检查时钟分频与数码管扫描功能，验证绿色设计下的资源高效利用。

调试中若遇显示异常、计数错误等问题，教师引导学生运用辩证思维，从代码逻辑、硬件连接等维度排查，培养复杂问题解决能力与创新思维。同时融入我国科研团队攻克 FPGA 技术的案例，激励学生树立科技报国志向，强化社会责任意识。

课中第四个环节为实验成果展示与总结升华，包含：

① 选一些学生通过实物演示、仿真视频播放等形式，展示 Proteus 虚拟仿真结果与 Nexys4 开发板硬件实验成果。例如，学生讲解 100 进制计数器并行进位逻辑设计在硬件上的实现效果，对比传统双十进制芯片级联方案的性能提升。

② 引导学生结合实验过程，分享对思政融合点的理解。如学生分享在 30 秒倒计时器调试中，通过优化时钟分频代码实现资源节约，深刻体会“绿色设计与资源节约”的社会价值。

③ 教师从知识与思政双维度总结。知识层面，梳理计数器设计的核心技术要点；思政层面，强化“技术迭代背后的文化传承”“创新思维推动产业进步”等理念，将计数器设计上升到“科技服务社会、责任引领创新”的高度。

课中第五个环节为多元评价反馈，包含：

① 过程性评价，记录学生在方案设计讨论、实验调试中的表现。

② 成果评价，从仿真与硬件实验的功能实现度、设计文档规范性等维度打分，同时评价学生对思政融合点的表达深度。

③ 即时反馈，对学生展示进行点评，既肯定技术创新点，也对思政理解偏差处引导修正，如学生仅关注技术实现时，提醒思考技术应用的社会意义，完善育人闭环。

（3）课后环节，要布置课后任务，如“调研计数器在新能源汽车电池管理系统中的应用，分析其设计如何体现绿色设计与社会责任”，促使学生将课堂所学与实际产业进一步结合。鼓励学生将实验成果优化，参与学科竞赛或申报大学生创新创业项目，如设计一款独特的“智能垃圾分类计数器”，在实践中践行创新思维与社会责任，实现课程思政从课堂到实践的延伸。

3. “课程思政”教学改革创新点

（1）目标体系创新

突破传统思政与专业教学分离模式，以 OBE 理念构建“三维四层”课程思政目标体系。从价值维度培养科技报国情怀、强化社会责任意识；素养维度培育工匠精神、提升团队协作能力；思维维度塑造辩证思维、激发创新意识。将思政教育目标细化并深度融入专业课程教学目标，为思政教育在专业教学中提供清晰、可操作指引，实现立德树人根本任务落地。

（2）教学过程创新

课前通过发布观看纪录片、阅读文献任务进行思政预热，营造思政氛围、激发责任感；课中在产业案例导入、方案设计、虚实结合实验等环节，有机融合思政元素与专业知识教学，如从产业案例渗透社会责任，实验操作中培育工匠精神；课后布置拓展任务、组织线上论坛，持续深化学生对思政元素理解应用，形成全过程育人格局。

（3）教学方法创新

虚实结合实践教学：采用 Proteus 虚拟仿真与 Nexys4 开发板硬件实验结合的方式。虚拟仿真让学生验证电路设计、对比方案差异，强化绿色设计等意识；硬件实验锻炼学生实际操作与问题解决能力。教师在实验调试中引导学生运用辩证思维排查问题，融入科研案例激励学生，实现知识传授、能力培养与价值塑造统一。

成果展示与多元评价：设置实验成果展示环节，学生展示成果并分享思政感悟。采用过程性评价与成果评价结合的多元评价方式，不仅关注专业知识技能，还重视思政层面表现，即时反馈并完善育人闭环。

（4）教育资源整合创新

整合线上线下教育资源，线上利用线上学习平台上的《数字电路实验》课程发布任务、开展讨论；线下借助产业案例、硬件实验设备等。同时，将科研成果、行业发展动态等转化为教学资源，如引入海尔实际案例、我国科研团队攻克 FPGA 技术案例，使教学内容更贴近产业前沿，拓宽学生视野，增强课程吸引力与实效性。

（二）教学评价及反思

1. 教学成效总结

（1）目标达成度显著

通过课程思政目标体系的系统设计，86% 的学生在课后调研中主动关联社会责任话题，78% 的学生在实验报告中体现出对工匠精神的理解。1 项实验成果转化为大学生创新创业项目。

（2）教学模式创新有效

虚实结合教学模式使实验开出率从 75% 提升至 90%，学生平均调试时间缩短近一半。产业案例的引入使课堂参与度达到了 90%，学生反馈 "海尔案例让抽象的技术价值变得具象可感"。

（3）评价体系初步建立

构建包含 12 项指标的课程思政成效评估体系，通过过程性评价发现：83% 的学生在实验过程中表现出较强的责任意识，88% 的学生在故障排查中体现出辩证思维。

2. 教学反思与改进方向

（1）存在的问题：

- ① 部分学生对思政元素的理解停留在表面，如仅能复述案例但未能内化为价值认同。
- ② 线上论坛参与度不均衡，约 15% 的学生未主动发表思政相关观点。
- ③ 校企合作十分欠缺，企业导师无法参与基础课程教学的教学。

（2）改进措施：

- ① 开发 AR 虚拟仿真系统，通过增强现实技术还原海尔工厂真实场景，让学生 "沉浸式" 体验技术创新的社会价值。
- ② 引入区块链技术记录学生思政表现，通过智能合约自动生成个性化思政成长报告。
- ③ 强化产教融合：与企业共建 "数字电路思政工坊"，开发校企二元教材。

3. 持续改进计划

（1）开发 "数字电路思政案例库"，包含 100 + 产业案例、50 + 科学家故事、30 + 行业标准文档。

（2）推行 "项目思政" 教学法，要求每个实验项目必须包含技术方案、成本分析、社会影响评估三个维度。

（3）建立 "思政积分银行"，将学生的思政表现转化为可量化的创新创业学分。