

# 逻辑函数的 卡诺图化简法

## 教学设计

课程名称： 数字电子技术基础

主讲老师： 高燕

学 校： 榆林学院

一、 课程基本信息			
课程名称	数字电子技术基础		
授课章节	2.5.2 逻辑函数的卡诺图化简法		
教学对象	物联网工程、计算机科学与技术本科二年级学生		
学时学分	44 学时（其中实验 8 学时），2.5 学分		
先修课程	电路基础、模拟电子技术基础		
主讲教师	高燕	联系电话	18909125518
参赛学校	榆林学院		
二、 学情分析			
学生已知	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 基本逻辑门电路</li> <li>② 逻辑函数的表示方法</li> <li>③ 逻辑代数的基本公式和定理</li> </ul>		
学生未知	<ul style="list-style-type: none"> <li>①逻辑函数化简思想</li> <li>②卡诺图法</li> </ul>		
学生想知	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 卡诺圈怎么画</li> <li>② 如何用卡诺图法化简逻辑函数</li> </ul>		
学生特点	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 思维活跃</li> <li>② 不喜欢“满堂灌”课堂</li> <li>③ 自主学习能力不强</li> <li>④ 学习能力差异大</li> </ul>		
三、 教学目标设计			
知识目标	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 描述逻辑函数化简的目的</li> <li>②列出逻辑函数化简的两种基本方法及其优缺点</li> <li>③描述卡诺图法化简原理</li> </ul>		
能力目标	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 会正确画卡诺图圈</li> <li>②会利用卡诺图法对逻辑函数进行化简</li> </ul>		
素质目标	<ul style="list-style-type: none"> <li>①在师生互动中及时给学生以表扬和激励，让学生体会学习的快乐，树立学生学好数字电子技术的自信心，进一步培养学生的学习兴趣。</li> <li>②依托课上安排的小组讨论，培养学生思考总结，团队合作的意识与能力。</li> <li>③通过对不同化简方案的比较培养学生工程思维和严谨作风。</li> <li>④通过引入其它化简逻辑函数的方法，培养学生进行科学探索的精神。</li> </ul>		

#### 四、 教学重难点及处理

<b>重点</b>	①卡诺图化简逻辑函数的原理 ②卡诺图法应用实例
<b>难点</b>	①卡诺圈怎么画 ②卡诺图法应用实例
<b>重点①处理 方法</b>	举一个具体的利用卡诺图化简的例子，并和公式法化简法相互验证，让学生明白是怎么通过画卡诺圈就能达到化简函数的目的。
<b>难点①卡 诺圈怎么 画</b>	通过 SPOC 学习，由学生自己总结画卡诺圈的五大原则； 画卡诺圈相关随堂练习； 进行卡诺图法化简小游戏；
<b>重点②难 点②处理</b>	通过利用卡诺图法把一个较为复杂的电路简化为一个较为简单的电路，让学生掌握利用卡诺图法进行化简逻辑函数的方法，了解简化电路的过程。

#### 五、教学媒体与资源选择

知识点	学习目标	媒体资源	使用方式
卡诺图法	掌握	卡诺图特点动画展示； 卡诺圈画法动画演示； 卡诺圈的错误画法纠正演示； 通过例题，体会公式法和卡诺图法的优缺点； 引入其它化简方法相关科研论文	演示-举例-对比-拓展
卡诺图法 原理	理解	通过例题，和公式法进行对比，领会卡诺图化简思想，以及与公式法的异同；	举例-讲解-思考
化简逻辑 函数目的	理解	通过表格对不同化简方案进行对比，并找出最优方案，让学生深入理解进行逻辑函数化简的目的	思考-总结

## 六、创新点

### (一) 混合式教学

形成线上、线下、实践教学三位一体的教学模式，如图 1 所示。三者互为反馈，互为有益补充。

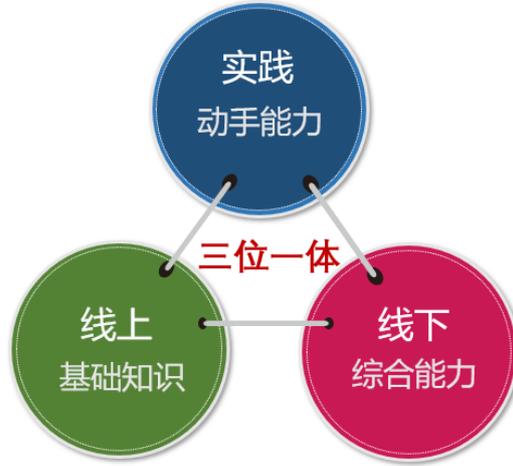


图 1 教学模式

### 1. 线上环节

利用 SPOC 模式，要求学生在课前完成相关知识点视频和资料的学习，进行充分的课前预习，也解决了学生学习差异化问题。同时，视频中还会嵌入测试题，便于教师掌握学生的预习情况。

榆林学院 化简逻辑函数的目的 化简逻辑函数的方法 **卡诺图法** 应用实例

### 卡诺图法三步走

填充卡诺图 → 画好卡诺圈 → 写出表达式

主讲人：高燕

图 2 SPOC 视频截图

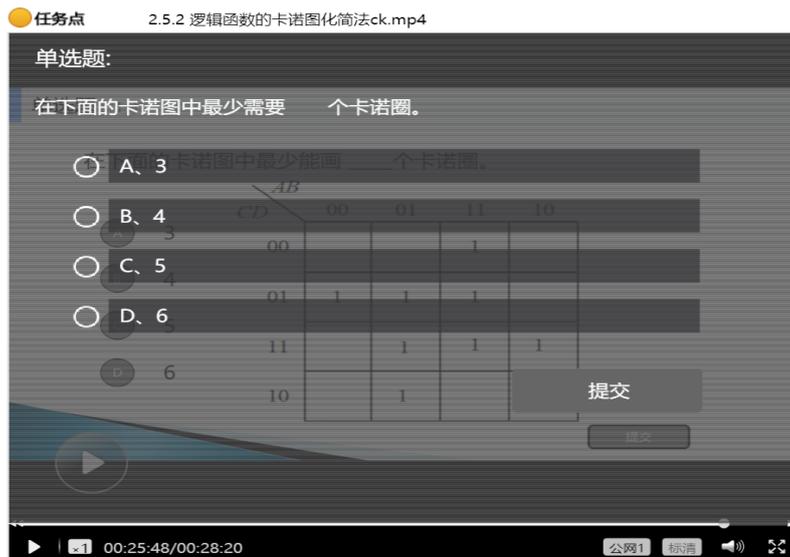


图 3 SPOC 视频中嵌入的测试题

1	图中最少需要 <input type="text" value=""/> 个卡诺圈。 A.3 B.4		
2	学号/工号	学生姓名	答错次数
3	1912230110	李彦龙	3
4	1912230139	王升明	2
5	1912230116	张尧	2
6	1912230141	程佳莹	2
7	1912230111	左安琪	1
8	1912230142	何敖	1
9	1912230146	万琪	1
10	1912230148	李嘉宁	1
11	1912230117	郭佳欣	1
12	1912230134	邱吉吉	1
13	1912230114	杜晨	1

图 4 SPOC 视频中嵌入测试题答题情况

教师可以实时在学习通平台后台看到学生的视频学习情况，包括反刍比等信息。

姓名	视频观看情况	观看总时长	反刍比	完成时间
张浩		22.3分钟	78.66%	2020-09-14 19:03
吕洪亮		30.4分钟	107.53%	2020-09-10 09:11
张志杰		47.8分钟	168.73%	2020-09-09 23:57
李德彤		53.2分钟	187.71%	2020-09-10 08:41
尹宜力		19.6分钟	69.19%	2020-09-10 17:20
郭佳欣		31.4分钟	110.74%	2020-09-10 08:47
胡露曦		37.1分钟	131.04%	2020-09-09 22:41
左安琪		33.8分钟	119.13%	2020-09-10 08:49
李彦龙		35.4分钟	125.05%	2020-09-09 22:24
申燕红		39.5分钟	139.35%	2020-09-10 08:01
康博		24.8分钟	87.43%	2020-09-10 08:16
黎社		32.6分钟	114.99%	2020-09-10 09:30

图 5 SPOC 视频观看情况

同时，教师会发布学习难点调查问卷，了解学生觉得学习有困难的地方，在线下的授课环节会进行重点讲授。

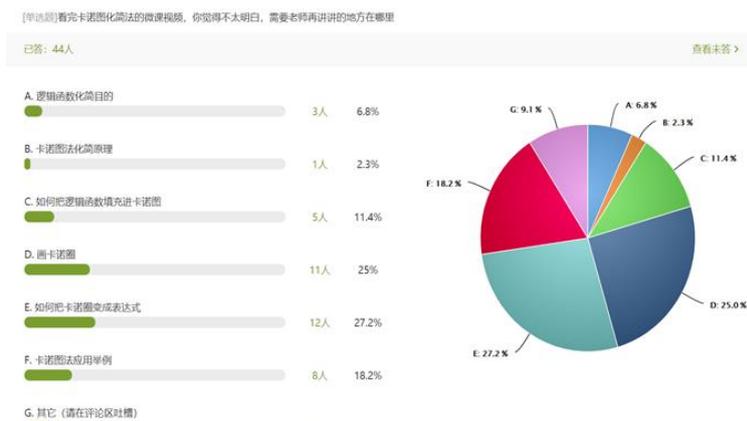


图6 学习难点问卷调查

## 2. 线下环节

课中教师依据学习难点调查问卷中收集到的学习难点和教学重点进行针对性讲授，大部分的时间利用学习通平台提供的多种互动手段展开关于重难点随堂练习，分组讨论，小游戏，创意视频展示，抢答等等互动。通过反复练习以及对易错题的改正掌握重难点，同时提升课堂参与度和趣味性。



图7 线下授课环节



图 8 分组讨论情景 1



图 9 分组讨论情景 2

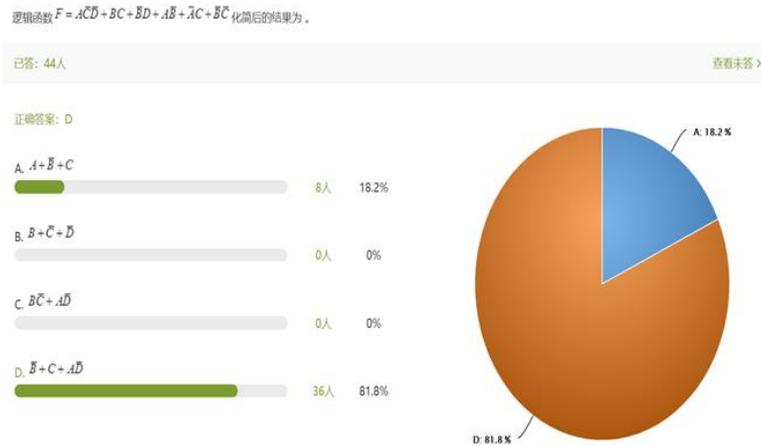


图 10 随堂练习题回答情况

课后教师把作业和章节小测试发布在平台上，让学生限时完成。依据作业的完成情况，了解学生的知识点掌握情况，便于对后续教学进行调整和改进。



图 11 作业完成情况

教师依据学生在课程中的表现在学习通平台上进行积分奖励。学生可以实时的在学习通上看到自己在班级中的综合成绩排名情况，发现自己的不足之处，督促他们在后续的学习过程好好努力，赶上班级的整体进度。

序号	学生姓名	学号/工号	课程视频 (25%)	讨论 (10%)	作业 (15%)	考试 (20%)	签到 (20%)	课堂互动 (10%)	综合成绩
1	李鹏	1912230140	25.0	2.1	15.0	20.0	2.0	7.1	71.2
2	杨婷	1912230107	25.0	0.9	15.0	20.0	2.0	6.2	69.1
3	马文博	1912230150	25.0	1.2	14.25	20.0	2.0	5.9	68.35
4	祝勇	1912230103	25.0	0.7	15.0	20.0	2.0	5.6	68.3
5	杜佳豪	1912230131	25.0	1.0	14.93	20.0	2.0	5.1	68.03
6	李宇飞	1912230126	25.0	1.0	15.0	20.0	2.0	4.9	67.9
7	李嘉宁	1912230148	23.08	1.1	14.62	20.0	2.0	6.5	67.3
8	邱吉吉	1912230134	21.15	1.3	15.0	20.0	2.0	6.2	65.65

图 12 综合成绩排名情况

### 3. 实践教学

采用项目驱动的方式在实验室展开，利用 Proteus 仿真软件，数字电子技术试验箱、各类集成芯片、万用表等等仪器和器件，把课本中的理论知识和实际需求相结合，变成一个个能够看得见，摸得着的实物电路。既提高了学生的动手能力，又培养了学习成就感。

同时，教师可以依据学生仿真电路和搭建实物电路情况，了解学生掌握程度，并进行教学反思，调整后续课程讲授重点。

例如，学生在利用优先编码器 74ls148 制作医院紧急呼叫系统的时候，因为忘记连接使能输入端，导致结果不正确。在接下来的线下课程里，就可以针对这一点强调使能端的重要性和用途。在有了失败

经验的基础上，学生知识能够很好的完成内化，对于知识点的记忆更为深刻。



图 13 实验课进行中

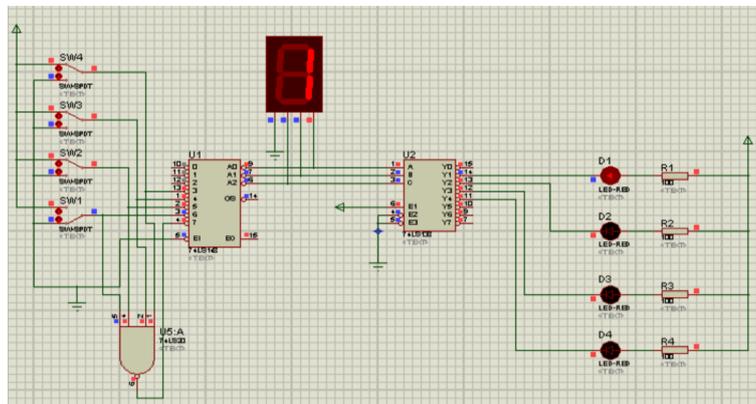


图 14 仿真电路

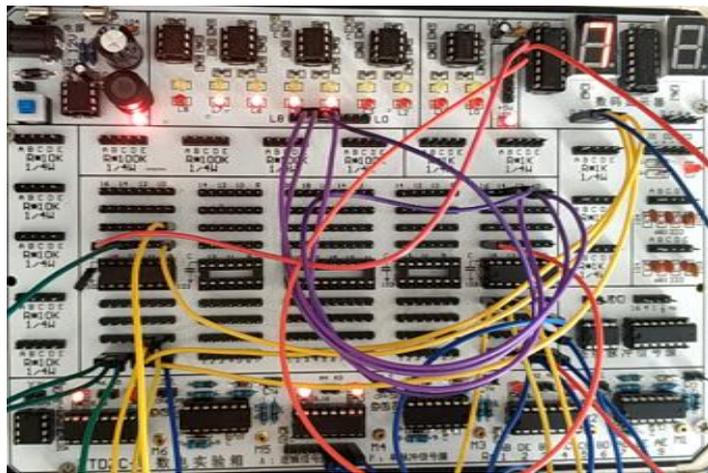


图 15 实物电路

(二) 以学生为中心

教学方法方面，采用翻转课堂模式，把学生作为课堂主体，教师从旁引导，启发，掌控课堂节奏和教学进度。

教学内容方面重构课程内容，遵循学生进行知识学习的过程。例如在逻辑函数的卡诺图化简法课程讲授中，课本中原有的学习内容顺

序如图 16 所示。

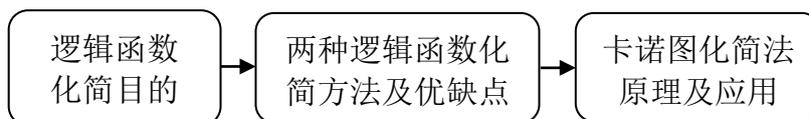


图 16 原有学习内容顺序

重构内容之后的学习内容顺序如图 17 所示。

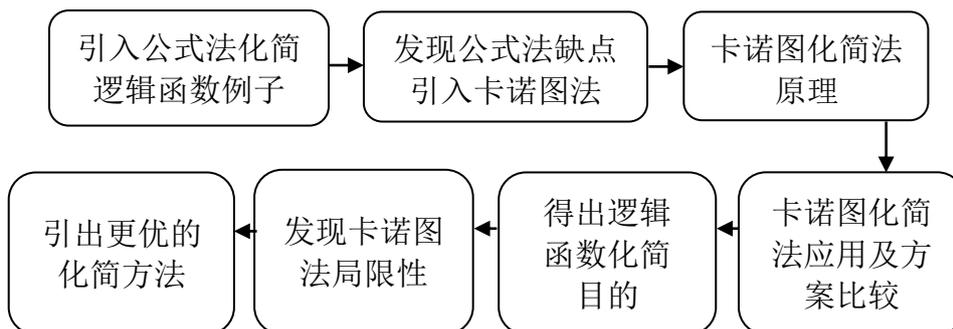


图 17 重构后授课内容顺序

内容重构之后，由浅入深，逐层推进，更符合学生认知过程。

通过把两种化简方法应用于同一个实例让学生自己发现两种方法的优缺点；通过卡诺图法不同化简方案比较让学生领会逻辑函数化简的目的是什么；通过发现卡诺图法的不足之处，顺利引入更优的化简逻辑函数的方法。课堂变得更有启发性，更有深度和挑战度。

**（三）课程思政**

从工业设计以及工程实践的角度，对比分析组合逻辑电路设计的不同方案，在各种设计方案中找到最优方案，培养学生初步的工程思维。

引导学生发现卡诺图法的不足之处，引入逻辑函数化简的科研成果 Q-M 法，培养学生不畏困难，科学探索的精神。

**（四）思维导图**

在每个知识点、每个知识单元结束后，让学生自己绘制知识点思维导图，通过思维导图能够把枯燥的信息图形化，有助于学生梳理知识点的前后关系，构建知识框架，提升学习效率和思维能力。学生自己绘制的思维导图如图 18、19、20 所示。

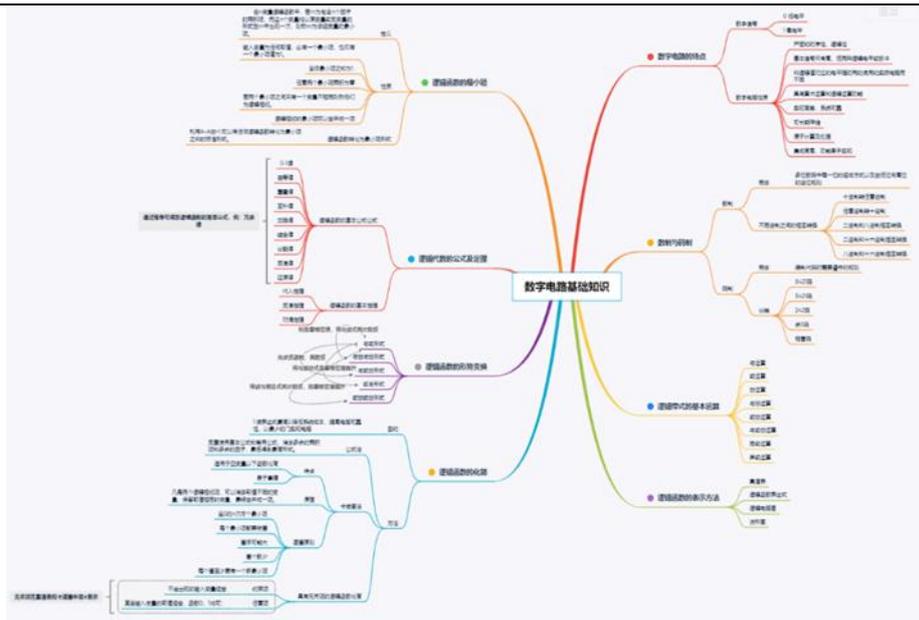


图 18 学生自己绘制的思维导图 1

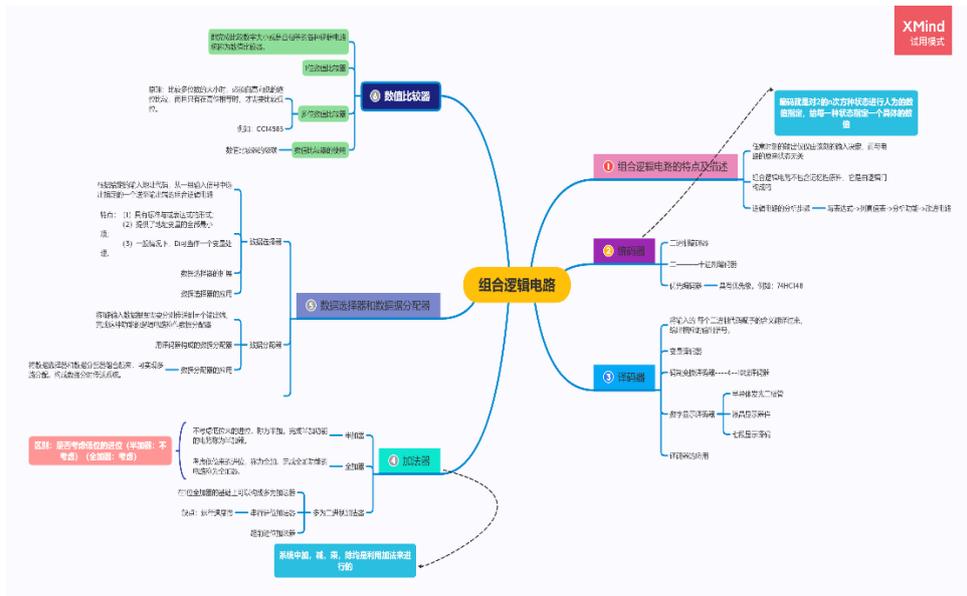


图 19 学生自己绘制的思维导图 2

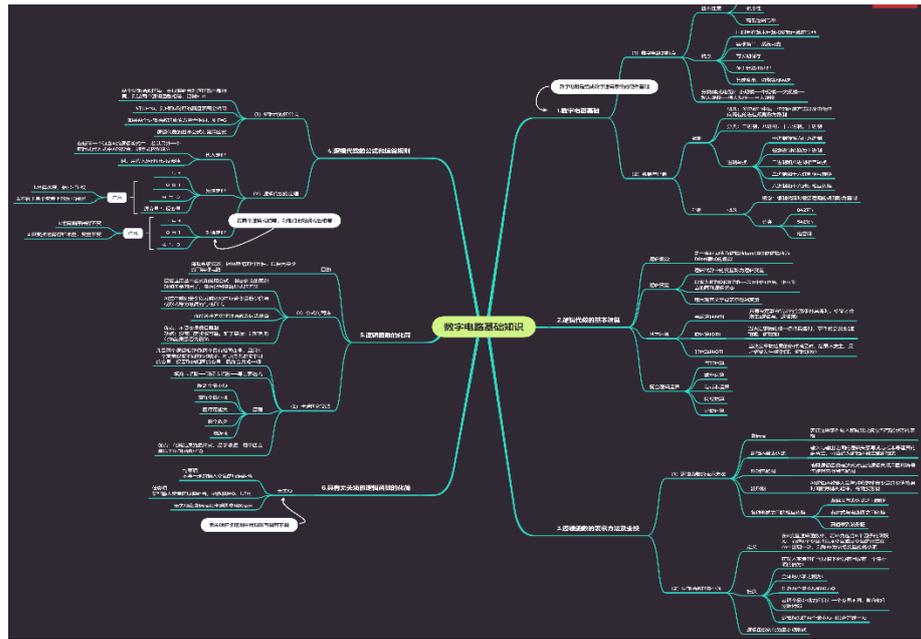


图 20 学生自己绘制的思维导图 3

(五) 寓  
教于乐

教师自己设计了很多相关知识点的小游戏，让学生在欢乐的学习氛围中掌握枯燥的知识。



图 21 课堂小游戏

启动了卡诺图化简逻辑函数的创意视频比赛，让学生能够从被动的听变为主动的讲，同时提升他们总结，表达，合作，交流等综合能力。



图 22 创意视频截图

(六) 科学探索

在化简逻辑函数的过程中,推出简便的逻辑表达式的化简方法,使得学生在利用卡诺图进行逻辑函数化简后可以利用这种方法把化简结果进行进一步简化。

探索简便的组合逻辑电路设计方法

刘艳敏 高敬媛

河北建材职业技术学院

**摘要:** 以往的组合逻辑电路设计方法是通过化简逻辑表达式,使其变成最简与或式即最简逻辑函数,再通过连接相应的逻辑门电路即可实现所需的逻辑功能,但是这种利用最简与或式所实现的逻辑电路却不一定是最简的逻辑电路,本文针对这种情况提出一种组合逻辑电路设计方法,通过实例的分析证明了这种设计方法实现的逻辑电路比使用最简逻辑函数实现的逻辑电路更为简单。

**关键词:** 逻辑函数; 公共因子;

**专辑:** 经济与管理; 电子技术及信息科学

**专题:** 无线电电子学

**分类号:** TN791

图 23 简便的组合逻辑电路设计方法

引导学生发现卡诺图和公式法的优缺点,从而顺利引入其它有效的进行逻辑函数化简的思想和方法,开拓学生的思维,培养他们进行科学探索的精神。

基于Q-M法计算机编程实现多变量逻辑函数的化简

何英英

内蒙古民族大学物理与电子信息学院

**摘要:** 本文通过计算机编程(C语言)实现了基于Q-M化简法的多变量逻辑函数的化简,较好地克服了公式化简法和卡诺图化简法在计算机辅助化简方面的局限性,实现了在计算机上完成逻辑函数的化简工作。

**关键词:** 多变量; 逻辑函数; 逻辑函数的化简; Q-M法;

**专辑:** 经济与管理; 电子技术及信息科学

**专题:** 计算机软件及计算机应用

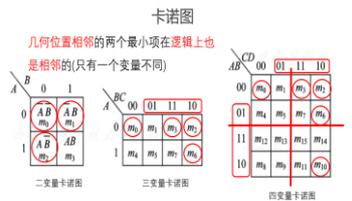
图 24 Q-M 法用于逻辑函数化简

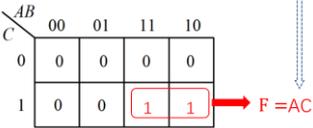
(七) 多课程融合	通过对 Q-M 法的介绍, 让学生发现这个方法更适合利用计算机编程实现, 从而把编程语言课程和逻辑函数化简结合在一起, 实现多课程融合。
-----------	--

### 七、课程思政元素体现及切入点

初步工程思维	思考卡诺图不同化简途径得出的三个方案, 对比三个方案需要的基本逻辑门的种类、个数, 以及芯片的个数得出最优方案, 培养学生初步的工程思维。
探索精神	引导学生发现卡诺图法的不足之处, 引入逻辑函数化简的科研成果 Q-M 法, 培养学生不畏困难, 科学探索的精神。

### 八、教学过程设计

教学过程	教师活动	学生活动	设计意图
(一) 课堂导入 (5 分钟)	<p><b>【回顾作业题】</b>用公式法化简逻辑函数</p> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>选择题 2分</p> <p>利用公式法化简逻辑函数 <math>F = \bar{A}\bar{C}\bar{D} + \bar{B}C\bar{D} + \bar{A}C + \bar{A}BC\bar{D}</math>, 化简结果为:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> A. <math>\bar{A}\bar{D} + \bar{B}\bar{C} + \bar{A}\bar{C} + \bar{B}D</math></li> <li><input type="radio"/> B. <math>\bar{A}\bar{D} + \bar{B}C + \bar{A}C + \bar{B}\bar{D}</math></li> <li><input type="radio"/> C. <math>AD + \bar{B}\bar{C} + \bar{A}\bar{C} + \bar{B}\bar{D}</math></li> <li><input type="radio"/> D. <math>AD + \bar{B}\bar{C} + \bar{A}\bar{C} + \bar{B}D</math></li> </ul> </div> <p><b>【提问】</b>公式法是否易于掌握?</p> <p><b>【设疑】</b>想不想用一种简单直观的作图法来进行逻辑函数化简呢?</p>	<p><b>【作答】</b>展示利用上节课学过的公式法进行逻辑函数化简的过程</p> <p><b>【简单讨论】</b>公式法较难掌握</p> <p><b>【简单讨论】</b>很想了解一下简单的方法</p>	通过案例启发学生发现公式法缺点从而顺利的引入卡诺图法
(二) 卡诺图展示 (8 分钟)	<p><b>【PPT 动画演示】</b>二变量、三变量以及四变量的卡诺图样子</p> <div style="text-align: center;"> <p>卡诺图</p> <p>几何位置相邻的两个最小项在逻辑上也是相邻的(只有一个变量不同)</p>  <p>二变量卡诺图      三变量卡诺图      四变量卡诺图</p> </div> <p><b>【提问】</b>为啥卡诺图要画成这样?</p>	<p><b>【观看演示】</b>观察卡诺图的样子</p> <p><b>【思考并作答】</b>卡诺图画成这样是为了让物理</p>	直观感受卡诺图的样子, 学会寻找相邻项

	<p><b>【提问】</b> 寻找卡诺图中某个最小项的相邻最小项</p> <p><b>【设疑】</b> 为啥要找出相邻项呢？</p>	<p>上相邻的最小项，在逻辑上也要相邻</p> <p><b>【作答】</b> 找到某个最小项的所有相邻最小项，并确认它们在逻辑上也是相邻的</p> <p><b>【思考】</b> 找到相邻项的目的是什么？</p>	
<p>(三) 卡诺图化简原理(3分钟)</p>	<p><b>【举例】</b> 用一个简单的例子说明卡诺图化简原理，圈住相邻项，消去取值不同的变量</p> <p style="text-align: center;">卡诺图法原理</p> $F = ABC + A\bar{B}C = AC(B + \bar{B}) = AC$  <p><b>【设疑】</b> 这种化简法得到的结果是否正确？</p> <p><b>【证明】</b> 利用公式法进行证明，并启发学生发现无论是公式法还是卡诺图法，其原理是相同的</p> <p><b>【设疑】</b> 圈住相邻项的卡诺圈怎么画？有啥要求吗？</p>	<p><b>【学习例题】</b> 观察老师的化简步骤，体会卡诺图化简原理</p> <p><b>【思考】</b> 怎样判断化简结果是否正确？</p> <p><b>【思考】</b> 公式法和卡诺图法殊途同归，异曲同工。同时发现，如何画圈很重要。</p>	<p>深入理解卡诺图法化简原理，体会两种化简方法本质上是相同</p>
<p>(四) 画卡诺圈的原则(4分钟)</p>	<p><b>【提问】</b> 画卡诺圈的五大原则是什么？</p>	<p><b>【讨论并作答】</b> 依据课前预习结果回答出画卡诺圈的五大原则</p>	<p>掌握卡诺圈画法五大原则</p>

		<p>画卡诺圈的原则</p> 	
<p>(五) 卡诺图法应用 (12 分钟)</p>	<p><b>【例题】</b> 将课程导入环节中用公式法较难进行化简的例题拿出来，要求学生用卡诺图法进行化简</p> <p><b>【互动】</b> 挑选一个有错的卡诺圈画法让大家来找茬。</p> <p><b>【设疑】</b> 这个化简结果还能再简化吗？</p> <p><b>【引入科研论文】</b> 引入科研论文“探索简便的组合逻辑电路设计方法”中推荐的优化方法，对现在逻辑函数的化简结果进行进一步的优化。</p>	<p><b>【作答】</b> 同样的题，利用卡诺图法来化简要简单得多，发现卡诺图法的优点</p> <p><b>【讨论】</b> 找到图中卡诺圈不符合五大原则的地方，画出最优的卡诺圈，得到化简后的逻辑函数表达式（得到第一种化简方案）</p> <p><b>【思考】</b> 思考是这个结果还能继续化简吗？</p> <p><b>【学习并思考】</b> 初步接触科研论文，了解更为简便的逻辑函数化简方法</p>	<p>通过利用公式法和卡诺图法对相同的逻辑函数进行化简的难易程度不同，让学生深刻理解卡诺图法的优点；通过对比卡诺图法三种不同化简结果，深刻体会逻辑函数化简的目的，培养初步工程思维</p>

	<p style="text-align: center;">探索简便的组合逻辑电路设计方法</p> <p style="text-align: center;">刘德峰 高海峰 湖北建设职业技术学院</p> <p><b>摘要：</b>以往的组合逻辑电路设计方法都是通过化简逻辑表达式，得到最简与或式或最简或否式，再通过直接连线的方法得到可实现所需逻辑功能的电路。在寻找这种传统方法中是否存在更简便的方法这一问题，本文通过对这种传统方法中化简逻辑表达式的方法，通过实例的分析证明了这种设计方法在实际应用中比传统方法更简便且能设计出更简单的逻辑电路与成本。</p> <p><b>关键词：</b>逻辑函数；化简方法</p> <p><b>专题：</b>经济与法律；电子技术及信息科学</p> <p><b>专题：</b>无线电子学</p> <p><b>分类号：</b>TN791</p> <p><b>【推导演示】</b>按照更简便的方法对现有逻辑函数化简结果进行进一步的简化。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">卡诺图法   卡诺图法应用实例   化简逻辑函数的目的   Q-M法</p> <math display="block">  \begin{aligned}  F &amp;= \overline{A}\overline{B} + \overline{B}\overline{D} + \overline{A}C + \overline{B}C \\  &amp;= \overline{B}(\overline{A} + \overline{D}) + C(\overline{A} + \overline{B}) \\  &amp;= \overline{B}(\overline{A}\overline{B}) + C(\overline{A}\overline{B}) \\  &amp;= \overline{A}\overline{B}(C + \overline{D}) \\  &amp;= \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D}  \end{aligned}  </math> </div> <p><b>【提问】</b>除了圈1以外，能圈0吗？</p> <p><b>【提问】</b>哪种化简结果最优呢？</p>	<p><b>【学习发现】</b>学习更简便的化简方法，发现<b>第二种化简方案</b></p> <p><b>【思考并作答】</b>可以圈0，得到的是反函数，找到<b>第三种化简方案</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">卡诺图法   卡诺图法应用实例   化简逻辑函数的目的   Q-M法</p> <math display="block">F = \overline{A}\overline{C}\overline{B} + \overline{B}\overline{C}\overline{B} + \overline{A}C + \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D}</math> <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <tr> <td style="border: none;">CD\AB</td> <td style="border: none;">00</td> <td style="border: none;">01</td> <td style="border: none;">11</td> <td style="border: none;">10</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">00</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">01</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">11</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">10</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> </table> <p style="text-align: right; margin-top: 10px;">→ <math>F = \overline{A}\overline{B} + \overline{C}\overline{D}</math></p> </div> <p><b>【讨论并作答】</b>在现有的三种电路设计方案中，找到使用的芯片数目最少的方案就是最优方案</p>	CD\AB	00	01	11	10	00	1	1	0	1	01	0	0	0	0	11	1	1	0	1	10	1	1	0	1	
CD\AB	00	01	11	10																								
00	1	1	0	1																								
01	0	0	0	0																								
11	1	1	0	1																								
10	1	1	0	1																								
<p>(六) 化简逻辑函数目的(2分钟)</p>	<p><b>【提问】</b>为什么要对逻辑函数进行化简呢？</p> <p><b>【提问】</b>如果要在成本和可靠性之间选择一个，选择哪一个？</p>	<p><b>【讨论并作答】</b>为了用最少的门实现电路，降低成本，提高电路可靠性</p> <p><b>【讨论并作答】</b>比起成本，保证电路可靠工作更重要</p>	<p>通过寻找最优化简方案，得出化简逻辑函数的目的</p>																									
<p>(七) 卡诺图化简</p>	<p><b>【游戏环节】</b>邀请八位学生扮演三变量的8个最小项，</p>	<p><b>【参与游戏】</b>8位同学扮演三变量的最小项，并</p>	<p>通过课堂小游戏和随堂</p>																									

**游戏 & 随堂练习 (6 分钟)**

填充好卡诺图，引导其余同学一起画出卡诺圈，并完成逻辑函数化简。

游戏时间：你来做，我来答

- 1、八位同学扮演三变量ABC的8个最小项
- 2、其余同学依据扮演最小项同学填充卡诺图，快速利用卡诺图法进行化简

● 代表低电平0，蹲下  
● 代表高电平1，站起

		AB			
		00	01	11	10
C	0	●	●	●	●
	1	●	●	●	●

**【随堂练习】** 给出一个四变量的卡诺图，要求学生回答在图中最少能画出多少个卡诺圈？

单选题 2分

在下面的卡诺图中最少能画 \_\_\_\_ 个卡诺圈。

		AB			
		00	01	11	10
CD	00			1	
	01	1	1	1	
	11		1	1	1
	10		1		

A 3  
 B 4  
 C 5  
 D 6

**【随堂练习】** 给出一个五变量的卡诺图，要求学生回答在图中最少能画出多少个卡诺圈？

单选题 2分

在下面的五变量卡诺图中最少能画 \_\_\_\_ 个卡诺圈。

		ABC							
		000	001	011	010	110	111	101	100
DE	00	0	0	0	0	0	0	0	0
	01	0	1	0	0	0	1	1	0
	11	1	1	0	0	0	1	1	0
	10	0	0	0	0	0	0	0	0

**(八) 引入更多化简逻辑函数的方法 (8 分钟)**

**【设疑】** 当变量的个数增加到五个、六个之后，卡诺图法还好用吗？

**【提问】** 还有更好的化简方法吗？

填充好卡诺图，其余同学按照填充好的卡诺图进行逻辑函数化简

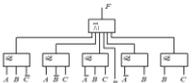


**【作答】** 仔细观察四变量卡诺图，画出卡诺圈并作答

**【作答】** 仔细观察五变量卡诺图，画出卡诺圈并作答

练习，使学生生动形象的掌握卡诺图化简法

通过变量个数增加后卡诺图不再简单直观，引导学生发现卡诺图法的局限性，并顺理成章引入更好的可以进

	<p><b>【引入科研论文】</b> 介绍 Q-M 法及其基本原理</p> <p>多变量逻辑函数化简方法---Q-M法</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 列出函数的所有最小项</li> <li>◆ 找出所有质蕴涵项 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 将最小项按照包含1的个数分组</li> <li>· 穷尽地找到所有的质蕴涵项</li> </ul> </li> <li>◆ 找出最小的质蕴涵项覆盖 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 构造质蕴涵项图</li> <li>· 选择最小数目的质蕴涵项覆盖</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>【学习并思考】</b> 再次接触科研论文，了解 Q-M 法</p>	<p>行多变量逻辑函数化简的方法，拓展学生思路，开阔视野，培养学生不畏困难，科学探索的精神</p>
<p>(九) 课程小结 (2 分钟)</p>	<p><b>【总结】</b> 要求学生自己绘制完成本节课思维导图。</p> <p><b>【布置作业】</b> 布置课后思考题</p> <p>课后思考：</p>  <p>请各位同学以学习小组为单位，拿出最优的化简方案完成该电路的化简。</p> <p><b>【启动创意视频比赛】</b> 发布卡诺图化简逻辑函数的创意视频比赛</p>	<p><b>【回顾并思考】</b> 回顾本节课讲了哪些知识点，并绘制出思维导图</p>  <p><b>【完成作业】</b> 课后完成作业，找到最优的化简方案并提交到学习通平台</p> <p><b>【完成创意视频制作】</b> 课后，以某个逻辑函数为例，利用卡诺图法完成逻辑函数的化简，并找出最优化简方案，将化简过程拍成有趣的视频</p>	<p>总结回顾知识点，梳理内容，巩固知识；</p> <p>布置作业启发学生进一步思考和探索；</p> <p>启动创意视频比赛，让学生能够从被动的听变为主动的讲，同时提升他们总结，表达，合作，交流等综合能力。</p>

## 九、课件设计

课件利用 PowerPoint 制作，讲述了本节课四个重要的知识点，穿插了丰富的图片和动画，设计了随堂练习和趣味课堂游戏，提高了课堂互动性，使学生能够更生动形象的掌握知识点。

幻灯片 1：导入课程。推出上节课的课后练习题，利用公式法化简逻辑函数。要求学生选出正确的答案，引导学生发现公式法的缺点，化简方式灵活多变，较难掌握。激发学生好奇心，推出利用作图就可以化简的，更简单直观的方法--卡诺图法。

**选择题** 2分

利用公式法化简逻辑函数  $F = \overline{A}\overline{C}\overline{D} + \overline{B}C\overline{D} + \overline{A}C + \overline{B}C + A\overline{B}\overline{C}\overline{D}$ ，化简结果为：

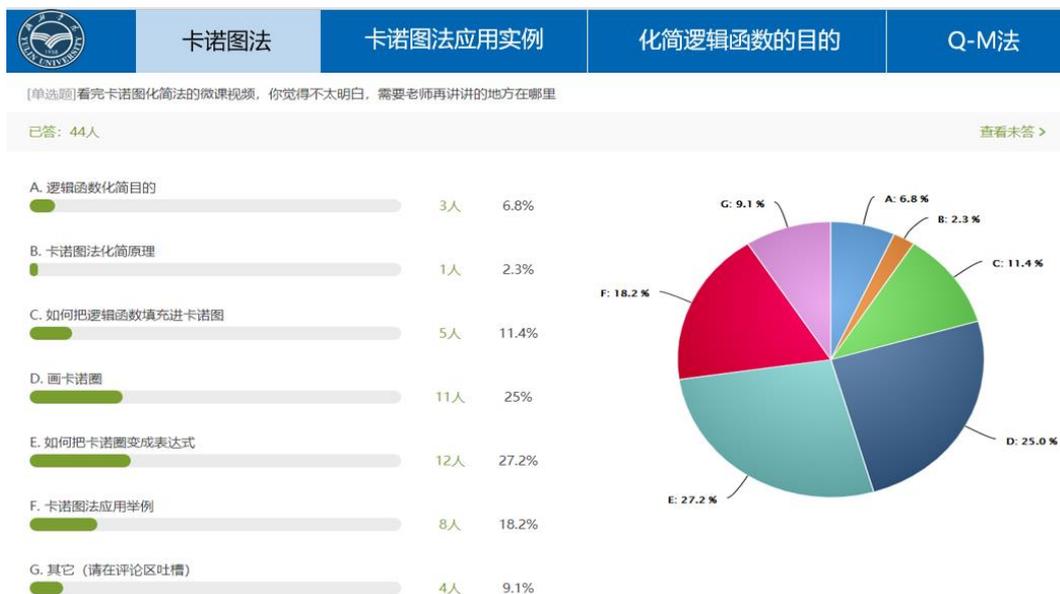
A  $\overline{A}\overline{D} + \overline{B}\overline{C} + \overline{A}\overline{C} + BD$

B  $\overline{A}\overline{D} + \overline{B}C + \overline{A}C + \overline{B}\overline{D}$

C  $AD + \overline{B}\overline{C} + \overline{A}\overline{C} + \overline{B}\overline{D}$

D  $AD + \overline{B}\overline{C} + \overline{A}\overline{C} + BD$

幻灯片 2：学习难点。依据 SPOC 视频学习后，进行问卷调查得到的学习难点分布图，找到学生认为最难学的地方进行重点讲授。



幻灯片 3：介绍二变量、三变量、四变量的卡诺图。通过让学生寻找相邻项指出卡诺图特点，并用动画的形式展示卡诺图沿中轴线折叠后依然相邻的特色。



## 卡诺图

几何位置相邻的两个最小项在逻辑上也  
是相邻的(只有一个变量不同)

	B	0	1
A	0	$\overline{A}B$ $m_0$	$AB$ $m_1$
	1	$\overline{A}\overline{B}$ $m_2$	$A\overline{B}$ $m_3$

二变量卡诺图

	BC	00	01	11	10
A	0	$\overline{A}\overline{B}$ $m_0$	$\overline{A}B$ $m_1$	$AB$ $m_3$	$A\overline{B}$ $m_2$
	1	$\overline{A}\overline{B}$ $m_4$	$\overline{A}B$ $m_5$	$AB$ $m_7$	$A\overline{B}$ $m_6$

三变量卡诺图

	BC	00	01	11	10
A	0	$\overline{A}\overline{B}$ $m_0$	$\overline{A}B$ $m_1$	$AB$ $m_3$	$A\overline{B}$ $m_2$
	1	$\overline{A}\overline{B}$ $m_4$	$\overline{A}B$ $m_5$	$AB$ $m_7$	$A\overline{B}$ $m_6$

四变量卡诺图

幻灯片 4~5: 卡诺图化简原理。阐明卡诺图法化简原理, 并用一个简单的例子来说明。抛出问题, 这种化简法得到的结果是否正确? 引发学生思考。利用公式法进行证明, 并启发学生发现无论是公式法还是卡诺图法, 其原理是相同的。抛出问题, 相邻项应该怎么圈呢?



## 卡诺图法原理

凡是两个逻辑相邻项, 可以消去取值不同的变量,  
保留取值相同的变量, 最终合并成一项。

$$F = AB + A\overline{B} = A$$

### 卡诺图法原理

$$F = ABC + A\bar{B}C = AC(\underline{B + \bar{B}}) = AC$$

C \ AB		00	01	11	10		
		0	0	0	0		
		1	0	0	1	1	→ F = AC

幻灯片 6：卡诺圈画法五大原则。基于学生充分预习的基础上，要求学生回答出五大原则。

### 画卡诺圈的原则



幻灯片 7~8：卡诺图法应用。要求学生利用卡诺图法化简幻灯片 1 出现的逻辑函数，引导学生认识到卡诺图法的优点。同时，利用一个错误的画卡诺圈的例子，让学生对照卡诺圈画法五大原则找找错误的地方，并进行改正，得到最终的化简结果，也是第一种化简方案。同时抛出疑问，还有更好的化简方法吗？



$$F = \bar{A}\bar{C}\bar{D} + \bar{B}C\bar{D} + \bar{A}C + \bar{B}C + A\bar{B}\bar{C}\bar{D}$$

	AB			
CD	00	01	11	10
00	1	1	0	1
01	0	0	0	0
11	1	1	0	1
10	1	1	0	1

是否圈了 $2^n$ 个最小项

有没有遗漏的最小项

卡诺圈够不够大

有没有多余的卡诺圈

卡诺圈个数是否最少



$$F = \bar{A}\bar{C}\bar{D} + \bar{B}C\bar{D} + \bar{A}C + \bar{B}C + A\bar{B}\bar{C}\bar{D}$$

	AB			
CD	00	01	11	10
00	1	1	0	1
01	0	0	0	0
11	1	1	0	1
10	1	1	0	1

还有更好的方案吗?

$$\rightarrow F = \bar{A}\bar{D} + \bar{B}\bar{D} + \bar{A}C + \bar{B}C$$

幻灯片 9~11: 介绍更简便的逻辑函数化简方法, 开拓学生思维, 培养科学探索精神。利用这种方法对该题进行简化, 得到第二种化简方案。



## 探索简便的组合逻辑电路设计方法

刘艳敏 高敬媛

河北建材职业技术学院

**摘要:** 以往的组合逻辑电路设计方法是通过化简逻辑表达式,使其变成最简与或式即最简逻辑函数,再通过连接相应的逻辑门电路即可实现所需的逻辑功能,但是这种利用最简与或式所实现的逻辑电路却不一定是最简的逻辑电路,本文针对这种情况提出一种组合逻辑电路设计方法,通过实例的分析证明了这种设计方法实现的逻辑电路比使用最简逻辑函数实现的逻辑电路更为简单。

**关键词:** 逻辑函数; 公共因子;

**专辑:** 经济与管理; 电子技术及信息科学

**专题:** 无线电电子学

**分类号:** TN791



**2.1 公共因子:** 将化简所得的与或式中提出共有的因子,使其变成公共因子与所剩余项相乘积的形式,我们可以用 ZM 表示。

由于逻辑函数是最简与或式,则有:

$$S = \sum S_i$$

$$S_i = Z_i M_{i1} M_{i2} \cdots M_{im}$$

$$Z_i = A_i B_i C_i \cdots$$

$$M_{i1} = \overline{x_{i1}} x_{i2} \cdots x_{in}$$

$$M_{im} = \overline{x_{m1}} x_{m2} \cdots x_{mm}$$

在 S 中找到 M 可以使非号减少



$$F = \overline{A}\overline{D} + \overline{B}\overline{D} + \overline{A}C + \overline{B}C$$

$$= \overline{D}(\overline{A} + \overline{B}) + C(\overline{A} + \overline{B})$$

$$= \overline{D}(\overline{AB}) + C(\overline{AB})$$

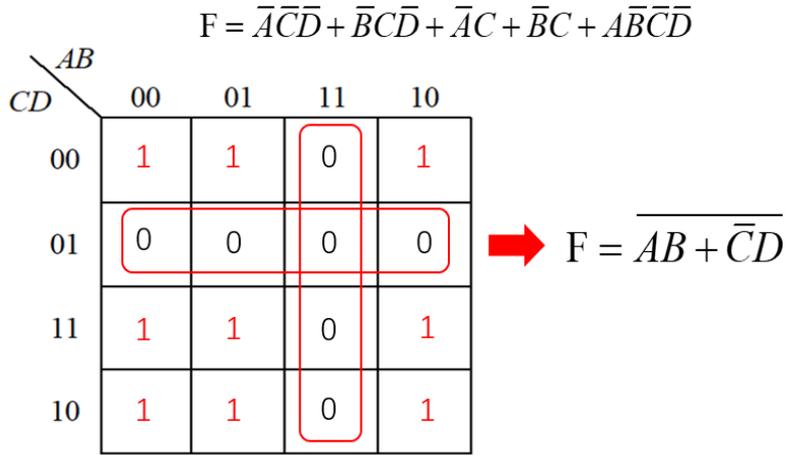
$$= \overline{AB}(C + \overline{D})$$

$$= \overline{AB}\overline{CD}$$

还有其它方法吗?

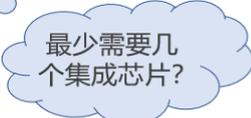
幻灯片 12: 卡诺图法的圈 0 法。通过圈 0, 得到的是逻辑函数的

反函数，对反函数取非就可以得到原函数了。从而，得到第三种化简方案。同时抛出疑问，哪个方案最优呢？



幻灯片 13：寻找最优方案。通过比对三种化简结果实现过程中需要的基本逻辑门个数，找到需要集成芯片数目最少的那个方案即为最优方案。培养学生初步的工程思维。

	卡诺图法	卡诺图法应用实例	化简逻辑函数的目的	Q-M法
<b>三种方案比较</b>				
	方案一 $F = \overline{A}\overline{D} + \overline{B}\overline{D} + \overline{A}C + \overline{B}C$		方案二 $F = \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D}$	方案三 $F = \overline{A}\overline{B} + \overline{C}\overline{D}$
基本逻辑门种类	与门	或门 非门	与非门 非门 与门	与门 或非门 非门
基本逻辑门个数	8		4	4



幻灯片 14：得出化简逻辑函数的目的。



## 化简逻辑函数的目的

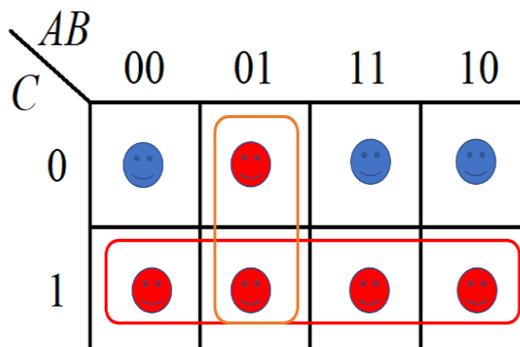
用最少的门实现电路，从而降低系统的成本，提高电路的可靠性。

幻灯片 15：推出有趣的课堂小游戏，并用动画演示游戏规则，让学生在玩游戏的过程中深入理解卡诺图法化简的过程；。

### 游戏时间：你来做，我来答

- 1、八位同学扮演三变量ABC的8个最小项
- 2、其余同学依据扮演最小项同学填充卡诺图，快速利用卡诺图法进行化简

-  代表低电平0，蹲下
-  代表高电平1，站起

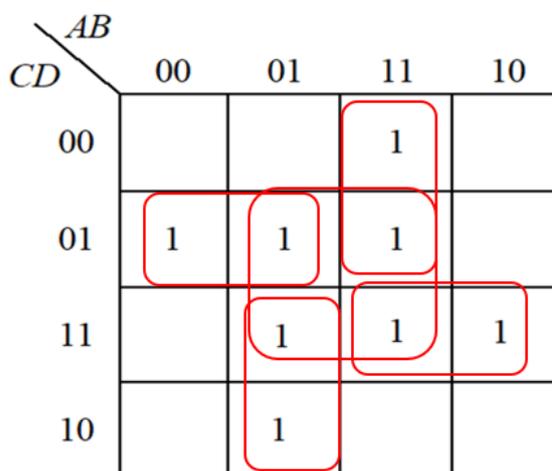


幻灯片 16：四变量卡诺图。推出一道四变量卡诺图的随堂测试题，加深学生对卡诺圈画法的认识。

单选题 2分

在下面的卡诺图中最少能画 \_\_\_\_ 个卡诺圈。

- A 3
- B 4
- C 5
- D 6

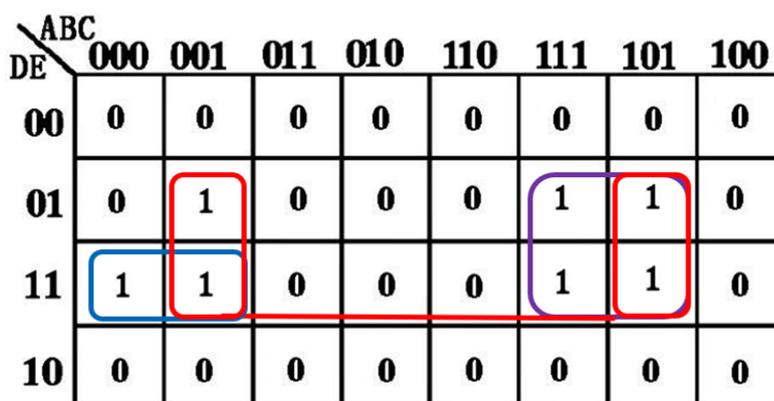


幻灯片 17: 五变量卡诺图。推出一道五变量卡诺图的随堂测试题，进一步加深学生对多变量卡诺图的认识。同时，引导学生发现当变量的个数增加到五个之后，卡诺图法失去了简单直观的优点，变得复杂起来了。抛出疑问，还有更好的化简方法吗？

单选题 2分

在下面的五变量卡诺图中最少能画 \_\_\_\_ 个卡诺圈。

- A 3
- B 4
- C 5
- D 6



幻灯片 18~22: Q-M 法。介绍 Q-M 法及其化简思想，以刚才五变量逻辑函数为例，利用 Q-M 法进行化简，开拓学生思维，培养科学探索精神。



## 多变量逻辑函数化简方法---Q-M法

- ◆ 列出函数的所有最小项
- ◆ 找出所有质蕴涵项
  - 将最小项按照包含1的个数分组
  - 穷尽地找到所有的质蕴涵项
- ◆ 找出最小的质蕴涵项覆盖
  - 构造质蕴涵项图
  - 选择最小数目的质蕴涵项覆盖



## 列出所有最小项，并将最小项按照包含1的个数分组

DE \ ABC	000	001	011	010	110	111	101	100	最小项	ABCDE	包含1的个数
	00	01	11	10							
00	0	0	0	0	0	0	0	0	3	00011	2个1
01	0	1	0	0	0	1	1	0	5	00101	
11	1	1	0	0	0	1	1	0	7	00111	3个1
10	0	0	0	0	0	0	0	0	21	10101	
									23	10111	4个1
									29	11101	
									31	11111	5个1



## 生成质蕴涵项

列表1		列表2			列表3		
最小项	ABCDE	最小项	ABCDE	最小项	ABCDE		
3	00011	3,7	00-11	P3	5,7,21,23	-01-1	P1
5	00101	5,7	001-1	✓	21,23,29,31	1-1-1	P2
7	00111	5,21	-0101	✓			
21	10101	7,23	-0111	✓			
23	10111	21,23	101-1	✓			
29	11101	21,29	1-101	✓			
31	11111	23,31	1-111	✓			
		29,31	111-1	✓			

找出最小的质蕴涵项覆盖

Pi \ mi	m3	m5	m7	m21	m23	m29	m31
P1(-01-1)		※	※	※	※		
P2(1-1-1)				※	※	※	※
P3(00-11)	※		※				

得到最终的结果为:  $Y = P1 + P2 + P3 = \bar{B}CE + ACE + \bar{A}\bar{B}DE$

基于Q-M法计算机编程实现多变量逻辑函数的化简

何英英

内蒙古民族大学物理与电子信息学院

**摘要:** 本文通过计算机编程(C语言)实现了基于Q-M化简法的多变量逻辑函数的化简。较好地克服了公式化简法和卡诺图化简法在计算机辅助化简方面的局限性,实现了在计算机上完成逻辑函数的化简工作。

**关键词:** 多变量; 逻辑函数; 逻辑函数的化简; Q-M法;

**专辑:** 经济与管理; 电子技术及信息科学

**专题:** 计算机软件及计算机应用

**分类号:** TP312.1

幻灯片 23: 让学生自己绘制思维导图进行课程小结;

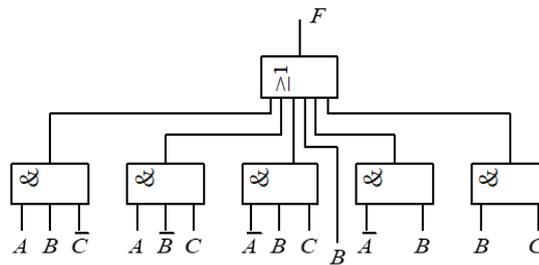
课程小结

请大家自己来绘制本节课内容的思维导图吧!

幻灯片 24: 发布课后思考题, 并启动卡诺图创意视频比赛。



### 课后思考：



请各位同学以学习小组为单位，拿出最优的化简方案完成该电路的化简。

### 创意视频大赛：

请大家以学习小组为单位制作完成关于利用卡诺图化简逻辑函数的创意视频，每位组员都要出境哦，期待你们的作品！

幻灯片 25：展示以往学生们制作好的创意视频。



## 十、教学评价与反思

### (一) 教学评价

2018 到 2019 学年我的评教数据如表 1 所示，得到了同行和学生的肯定。

表 1 2018-2019 学年评教数据表

2018-2019 信工学院评教数据							
1	院系	姓名	同行评教1	同行评教2	同行评教	学生评教	综合评价
3	信息工程学院	李红卫	96	95.5	95.75	87.56	90.84
4	信息工程学院	高燕	91.4	97.7	94.55	87.57	90.36
5	信息工程学院	王伯槐	93.77	95.5	94.64	87.38	90.28
6	信息工程学院	杨斐	94.8	95.5	95.15	86.92	90.21
7	信息工程学院	封蕾	95	95.5	95.25	86.67	90.10
8	信息工程学院	张永恒	95	98.3	96.65	85.58	90.01
9	信息工程学院	张雅琼	91.86	97.6	94.73	86.64	89.88
10	信息工程学院	杜博	92.69	95.8	94.25	86.93	89.86
11	信息工程学院	康亚明	95	95.7	95.35	86.10	89.80
12	信息工程学院	刘汉焯	95.27	94.8	95.04	86.17	89.72
13	信息工程学院	吴敏宁	92	95.8	93.90	86.81	89.65
14	信息工程学院	曹课兴	93.4	95.8	94.60	86.31	89.63
15	信息工程学院	王建强	95	96.6	95.80	85.46	89.60
16	信息工程学院	叶培顺	91.9	95.5	93.70	86.72	89.51
17	信息工程学院	艾晓燕	95	96.9	95.95	85.05	89.41
18	信息工程学院	屈晓渊	91.64	95.8	93.72	86.51	89.39
19	信息工程学院	卢磊	90.8	94.9	92.85	87.06	89.38
20	信息工程学院	李瑞华	95	95.5	95.25	85.23	89.24
21	信息工程学院	刘红霞	93.1	95.8	94.45	85.65	89.17

学生对我的讲课方式和教学效果的部分评价截图如图 25 所示。



图 25 部分学生对课程的评价

## (二) 教学反思

经过教学改革，课堂气氛非常活跃，提高了学生的课堂积极性和教学参与度。学生不再沉默的被动听讲，可以随时互动的课堂受到了大多数学生的喜爱。

当然在课程进行的过程中依然存在很多问题，这是我在课程进行了 6 个教学周后做的关于能否接受新的授课方式的调查问卷。该班级共有学生 49 名，有 47 名同学参与了投票，投票的结果如图 26 所示。

[单选题]你觉得老师的授课方式

已答: 47人

[查看未答 >](#)

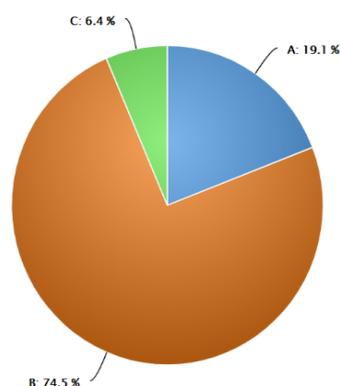
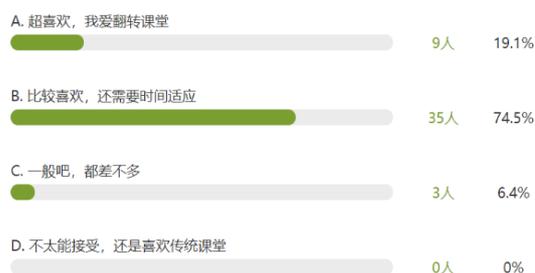


图 26 对是否能接受授课方式的投票结果

从投票结果上来看,19%的同学很喜欢这种新的教学模式,有74.5%的同学还需要时间来适应,只有6.4%的同学感觉和传统课堂没有区别。该班级学生刚刚步入大二,而且这是他们班第一次接触翻转课堂教学模式,的确需要一段时间来适应这种新的教学方法,所以需要教师适当调整讲授的进度和节奏,让他们尽快渡过适应期。只有3名同学觉得新的教学模式和传统模式区别不大,根据后续调查发现,是因为这几位同学没有深度参与各类课堂活动。所以接下来需要解决的主要问题之一就是如何更好的调动学生的积极性,尽量让所有的学生都能积极的参与到课堂活动中来。

接下来,还针对学生在课后进行了多长时间的课程学习进行了调查,49名同学都完成了投票,结果如图27所示。

[单选题]课后花在数电课程的学习时间有多长?

已答: 49人

[查看未答 >](#)

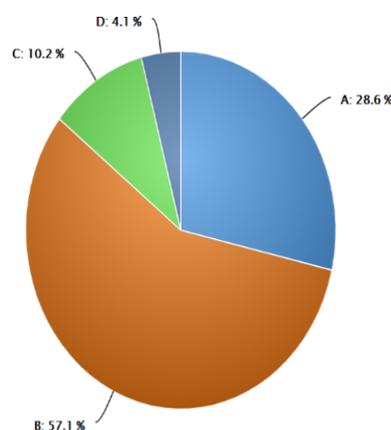
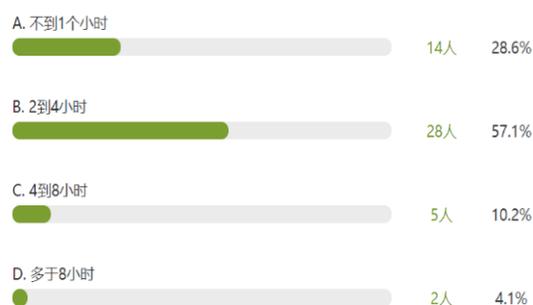


图 27 课外每天学习本门课程时长的调查结果

有 28.6%的同学课后的学习时间不超过 2 个小时，57.1%的同学花费的时间在 2~4 小时之间，还有 10.2%的同学花费了多于 8 小时的时间。经过和该班学生这一个多月来依据参与课堂互动、讨论、签到、作业、测试等情况生成的总评成绩表进行对比发现，课后学习时间不超过 2 个小时的同学（黄色标识部分）的总评成绩也普遍不高。

表 2 学生总评成绩中课外学习时长不到 2 小时人员(黄色标识部分)

1	课程名称	学生姓名	学号/工号	班级	课程成绩(25)	课程作业(10)	讨论(5%)	作业(10%)	考试(10%)	学 (PBL)	签到(10%)	课堂互动(10%)	总评成绩(100)	等级 (AB)	证书	
1	数字电子技术基础	李鹏	19122301	物取19本	25.0	22/22	0.15	9.16	10.0	9.9	0.33	29.4	97.83%	86.94	B	查
2	数字电子技术基础	孟任仪	19122301	物取19本	25.0	22/22	1.1	9.25	10.0	9.95	0.33	27.75	97.83%	84.38	B	查
3	数字电子技术基础	胡霞	19122301	物取19本	25.0	22/22	1.05	9.46	9.75	9.95	0.33	26.25	97.83%	81.79	B	查
4	数字电子技术基础	杨婷	19122301	物取19本	25.0	22/22	0.85	9.92	10.0	9.85	0.33	25.8	97.83%	81.75	B	查
5	数字电子技术基础	申燕红	19122301	物取19本	25.0	22/22	1.0	9.0	10.0	9.95	0.33	24.6	97.83%	80.88	B	查
6	数字电子技术基础	周鑫	19122301	物取19本	25.0	22/22	1.2	9.17	9.75	9.9	0.33	25.65	97.83%	80.0	B	查
7	数字电子技术基础	李忠彤	19122301	物取19本	25.0	22/22	0.85	9.42	9.75	9.95	0.33	24.3	95.65%	79.6	C	查
8	数字电子技术基础	赵鹏超	19122301	物取19本	25.0	22/22	1.5	9.46	9.75	9.9	0.33	25.35	97.83%	79.29	C	查
9	数字电子技术基础	程任莹	19122301	物取19本	25.0	22/22	1.15	9.24	9.25	9.95	0.0	23.7	97.83%	79.29	C	查
10	数字电子技术基础	刘心怡	19122301	物取19本	25.0	22/22	0.95	9.5	10.0	9.95	0.33	23.55	97.83%	79.28	C	查
11	数字电子技术基础	杜根	19122301	物取19本	25.0	22/22	1.1	9.15	9.75	9.95	0.33	22.95	97.83%	79.23	C	查
12	数字电子技术基础	李嘉宁	19122301	物取19本	25.0	22/22	1.2	9.28	9.25	9.9	0.33	26.25	97.83%	79.21	C	查
13	数字电子技术基础	张蓉	19122301	物取19本	25.0	22/22	1.7	9.79	10.0	9.1	0.33	23.25	97.83%	79.17	C	查
14	数字电子技术基础	张永辉	19122301	物取19本	25.0	22/22	1.05	9.08	10.0	9.1	0.33	23.55	97.83%	79.11	C	查
15	数字电子技术基础	张志杰	19122301	物取19本	25.0	22/22	0.6	9.33	9.25	9.95	0.33	22.95	97.83%	78.41	C	查
16	数字电子技术基础	左安琪	19122301	物取19本	25.0	22/22	0.8	9.07	9.75	9.95	0.33	22.5	97.83%	78.4	C	查
17	数字电子技术基础	朱津辰	19122301	物取19本	25.0	22/22	1.2	9.08	9.75	9.85	0.33	21.45	97.83%	77.66	C	查
18	数字电子技术基础	李旭	19122301	物取19本	25.0	22/22	1.15	9.67	9.75	9.85	0.33	22.8	97.83%	77.55	C	查
19	数字电子技术基础	马佳乐	19122301	物取19本	25.0	22/22	0.85	9.08	9.75	9.95	0.33	21.45	97.83%	77.41	C	查
20	数字电子技术基础	郭任欣	19122301	物取19本	25.0	22/22	0.5	9.01	10.0	9.95	0.33	21.6	97.83%	77.39	C	查
21	数字电子技术基础	万琪	19122301	物取19本	25.0	22/22	0.85	9.33	9.75	9.95	0.33	21.15	97.83%	77.36	C	查
22	数字电子技术基础	李卿	19122301	物取19本	25.0	22/22	0.75	9.11	9.5	9.2	0.33	21.45	97.83%	76.34	C	查
23	数字电子技术基础	李鑫龙	19122301	物取19本	25.0	22/22	1.1	9.5	9.75	9.8	0.33	20.7	97.83%	76.18	C	查
24	数字电子技术基础	陈洋洋	19122301	物取19本	25.0	22/22	1.0	9.17	10.0	4.95	0.33	24.0	97.83%	75.45	C	查
25	数字电子技术基础	邱吉吉	19122301	物取19本	25.0	22/22	1.45	9.25	9.0	4.9	0.33	25.5	97.83%	75.43	C	查
26	数字电子技术基础	巨洪先	19122301	物取19本	25.0	22/22	1.0	9.83	10.0	4.9	0.33	22.95	97.83%	74.01	C	查
27	数字电子技术基础	王升明	19122301	物取19本	25.0	22/22	1.05	9.83	9.5	4.9	0.33	24.15	97.83%	73.76	C	查
28	数字电子技术基础	姚雷	19122301	物取19本	22.73	20/22	0.95	9.11	9.75	9.2	0.0	20.7	93.48%	73.44	C	查
29	数字电子技术基础	万龙飞	19122301	物取19本	25.0	22/22	1.3	9.98	9.75	9.2	0.33	20.85	97.83%	73.41	C	查
30	数字电子技术基础	李宇飞	19122301	物取19本	25.0	22/22	0.8	9.33	10.0	4.95	0.33	20.25	97.83%	71.66	C	查
31	数字电子技术基础	向少康	19122301	物取19本	25.0	22/22	1.1	4.75	9.75	4.95	0.33	22.5	97.83%	70.38	C	查
32	数字电子技术基础	祝观飞	19122301	物取19本	25.0	22/22	1.3	4.82	9.75	4.95	0.33	22.05	97.83%	70.2	C	查
33	数字电子技术基础	俞博	19122301	物取19本	25.0	22/22	0.65	7.12	9.5	4.95	0.33	20.55	97.83%	70.1	C	查
34	数字电子技术基础	韩任茂	19122301	物取19本	25.0	22/22	0.25	9.0	9.25	9.8	0.33	16.65	97.83%	69.28	D	查
35	数字电子技术基础	何毅	19122301	物取19本	25.0	22/22	1.0	9.94	9.0	4.9	0.33	19.65	97.83%	68.82	D	查
36	数字电子技术基础	杜任豪	19122301	物取19本	22.73	20/22	0.75	9.32	9.75	4.95	0.33	20.7	93.48%	68.53	D	查
37	数字电子技术基础	王鑫	19122301	物取19本	22.73	20/22	1.2	9.96	10.0	4.95	0.33	19.2	99.13%	68.37	D	查
38	数字电子技术基础	李强	19122301	物取19本	25.0	22/22	1.0	9.92	9.5	5.0	0.33	17.55	97.83%	68.3	D	查
39	数字电子技术基础	张浩泽	19122301	物取19本	25.0	22/22	0.45	9.48	9.5	4.85	0.33	19.5	97.83%	68.11	D	查
40	数字电子技术基础	黎柱	19122301	物取19本	22.73	20/22	0.65	9.24	9.25	4.95	0.33	19.8	99.13%	66.95	D	查
41	数字电子技术基础	李文卓	19122301	物取19本	25.0	22/22	0.9	4.92	9.5	4.85	0.33	18.45	97.83%	65.95	D	查
42	数字电子技术基础	祝男	19122301	物取19本	25.0	22/22	0.75	9.33	10.0	5.0	0.33	19.05	97.83%	65.46	D	查
43	数字电子技术基础	马文博	19122301	物取19本	25.0	22/22	0.95	9.17	10.0	5.0	0.33	18.9	97.83%	65.35	D	查
44	数字电子技术基础	廖宇航	19122301	物取19本	19.32	17/22	0.9	9.22	9.75	4.85	0.33	16.8	90.43%	61.17	D	查
45	数字电子技术基础	郭凯	19122301	物取19本	22.73	20/22	0.8	9.17	10.0	5.0	0.33	16.35	93.48%	60.38	D	查
46	数字电子技术基础	尹宜力	19122301	物取19本	25.0	22/22	0.85	9.31	9.25	4.85	0.0	10.95	97.83%	60.21	D	查
47	数字电子技术基础	段岳衡	19062101	化工19本	9.09	8/22	0.25	0.0	0.0	10.0	1.33	10.5	39.13%	51.17	E	查
48	数字电子技术基础	杨宇琛	19072101	植保19本	7.95	7/22	0.15	0.0	0.0	6.5	1.33	9.9	65.22%	27.83	E	查
49	数字电子技术基础	张洁	19122301	物取19本	13.64	12/22	0.15	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3	56.52%	17.09	E	查

同时，还发布了关于教学进度和学习难度主题讨论，依据学生发表的意见生成的关键词词云如图 28 所示。



图 28 关于教学进度和学习难度主题讨论词云

在教学反馈中最集中的问题有三点：

1. 学习有些吃力。在进行课堂改革之后，基础的理论知识需要学生在课前进行学习，这需要较强的自主学习能力和自控能力，要能合理安排学习时间。这对于刚刚步入大二，而且第一次接触翻转课堂教学模式的学生来说确实有困难，需要一段时间来适应。
2. 内容有点难。采用翻转课堂教学模式之后，基本的理论知识已经在微课视频里已经进行了讲解。在线下的课程中，对于基础知识点不再重复讲述，只讲重难点和拓展拔高的知识，剩下大量的时间就会留给学生反复做练习，并以学习小组的形式讨论交流。这同样需要较强的自学能力，理解能力和自控能力。
3. 仿真电路难。数字电子技术是一门实用性较强的课程，在学习完基础理论知识之后，在实践教学环节都会要求学生利用仿真软件先学会照着已有电路进行仿真，并学会查看仿真结果是否正确；再依据所学知识对电路进行改进，或者自己设计电路，把改进或者设计好的电路进行仿真，观察仿真结果是否和预期一致；最后，才进入实验室进行实物搭建。而仿真电路的开发环境，例如 Proteus，也是学生第一次接触，需要一段时间来熟悉掌握。

针对以上存在的问题，已经采取的措施如下：

#### 1. 改变现有的评分考核机制

翻转课堂的教学模式占用了学生大量的课外学习时间，同时学生在课堂中的表现情况，参与课堂互动、随堂练习、分组任务、完成章节小测试、作业的情况也应该被纳入到评分范畴，并占有相当的比重。以前，这门课的评分机制依然以期末考试成绩为主，总评成绩计算公式为：

$$\text{总评成绩} = \text{期末成绩} \times 70\% + \text{平时成绩} \times 30\%$$

在这样的考核机制下，学生参与课堂互动的动力不足，难以从根本上调动学生的积极性。因此，从本学期开始，增大了平时成绩在总成绩中的占比，该门课程本学期的总评成绩计算公式调整为：

$$\text{总评成绩} = \text{期末成绩} \times 50\% + \text{平时成绩} \times 50\%$$

通过增大平时成绩占比，可以更好的调动学生的积极性，参与到整个学习过程中来，也能有效杜绝平时不学，考试作弊的现象。

图 29 是该班某位同学在学习通平台自动统计生成的平时成绩详细分值情况。



成绩得分分布	
作业	8.16分 得分 81.6分 x 权重 10%
课堂互动	29.4分 得分 98.0分 x 权重 30%
签到	2.33分 得分 23.3分 x 权重 10%
课程任务点	25.0分 得分 100.0分 x 权重 25%
分组任务 (PBL)	9.9分 得分 99.0分 x 权重 10%
讨论	2.15分 得分 43.0分 x 权重 5%
考试	10.0分 得分 100.0分 x 权重 10%

图 29 某学生总评成绩得分情况

## 2. 建立学习小组

有几个可以一起学习的小伙伴，起到的带动力量是巨大的。利用同伴的力量，建立起学习小组，通过小组内讨论，和小组之间的相互讨论带动小组成员的相互学习，共同进步。

具体实施的时候可以在小组讨论完成后派出一名同学去其它小组讲解交流，这样给了更多的学生开口表达的机会，把自己理解的知识能够讲出来是知识完成内化的重要过程。



图 30 学习小组讨论场景 1



图 31 学习小组讨论场景 2

### 3. 线上仿真讨论

上个学期因为疫情原因造成我校整个学期没有开学，但是线上教学活动一刻没有停止。本学期继续沿用了线上教学积累下来的好的方法和经验。课程一开始就开通了电子技术学习 QQ 群，随时在群里答疑解惑。电路仿真软件的学习讨论也是在线上通过直播课，发送仿真视频，实物搭建视频，群答疑，讨论等方式进行的。这种可以忽视空间和时间，自由安排学习，随时学习起来的环境和氛围是线下课程不具备的，应该继续延续下去。



图 32 电子技术学习 QQ 群截图 1



图 33 电子技术学习 QQ 群截图 2

#### 4. 互评作业

为了鼓励学生之间更好的学习交流，在发布作业的时候将作业设置为互评作业，成绩评定交给学生匿名打分来完成。通过这种方式，学生之间可以互相取长补短，达到相互学习的目的。



图 34 互评作业截图 1

姓名: 巨洪先 班级: 物联19本1

批阅成绩:

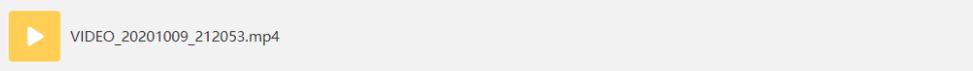
齐帅	90.0分
李霖宁	90.0分
最终成绩	90.0分

一.简答题 (共1题,100.0分)

**1** 请把利用138进行级联扩展后完成的5-32线译码器的仿真视频上传到这里

正确答案:

巨洪先的答案:



题目分值: 100分 打分: <input style="width: 50px;" type="text" value="90.0"/> 分	批语 <input checked="" type="checkbox"/> 如果讲解一下就更好了 没有讲解 棒棒	齐帅 李霖宁
添加批语 <input checked="" type="checkbox"/>		

客观题得分: 0.0 分   
 总分:

图 35 互评作业截图 2

教学改革的路永远没有终点，在这条路上前进的我也不会止步。

怎么把学生教会，教好？怎么才能让课堂有深度，有温度？怎样才能更好的体现高阶性、创新性和挑战度？教学改革一直在路上，永不止步！