



《模拟电子技术》混合教学 的教学设计与实施

深圳大学 费跃农

2019 - 11 - 17

《模拟电子技术》混合教学课程建设历程



MOOC 上线

2014

2015

2016

2017

2018

2019

建立完整的OPO混合教学机制
全面承担专业必修课教学

实施开源共建共享应用推广

必修课混合教学试点

引入拉力赛进度管理

混合教学优秀案例评选
特等奖

教学理念和愿景

以学
为主

教师引导、学生建构
独立思考、自主学习

环境
育人

思考、讨论
探索、发现

学的
认真

管理、监督
全过程考核

教的
到位

敬业、专业
全面学习支持

课堂活起来、学生忙起来、管理严起来、效果实起来——吴岩

- 教学内容的重构
- 课程整体流程设计
- 线上内容设计
- 线下内容设计
- 考核方式设计
- 学习进度管理
- 教学效果
- 推广应用

传统路径



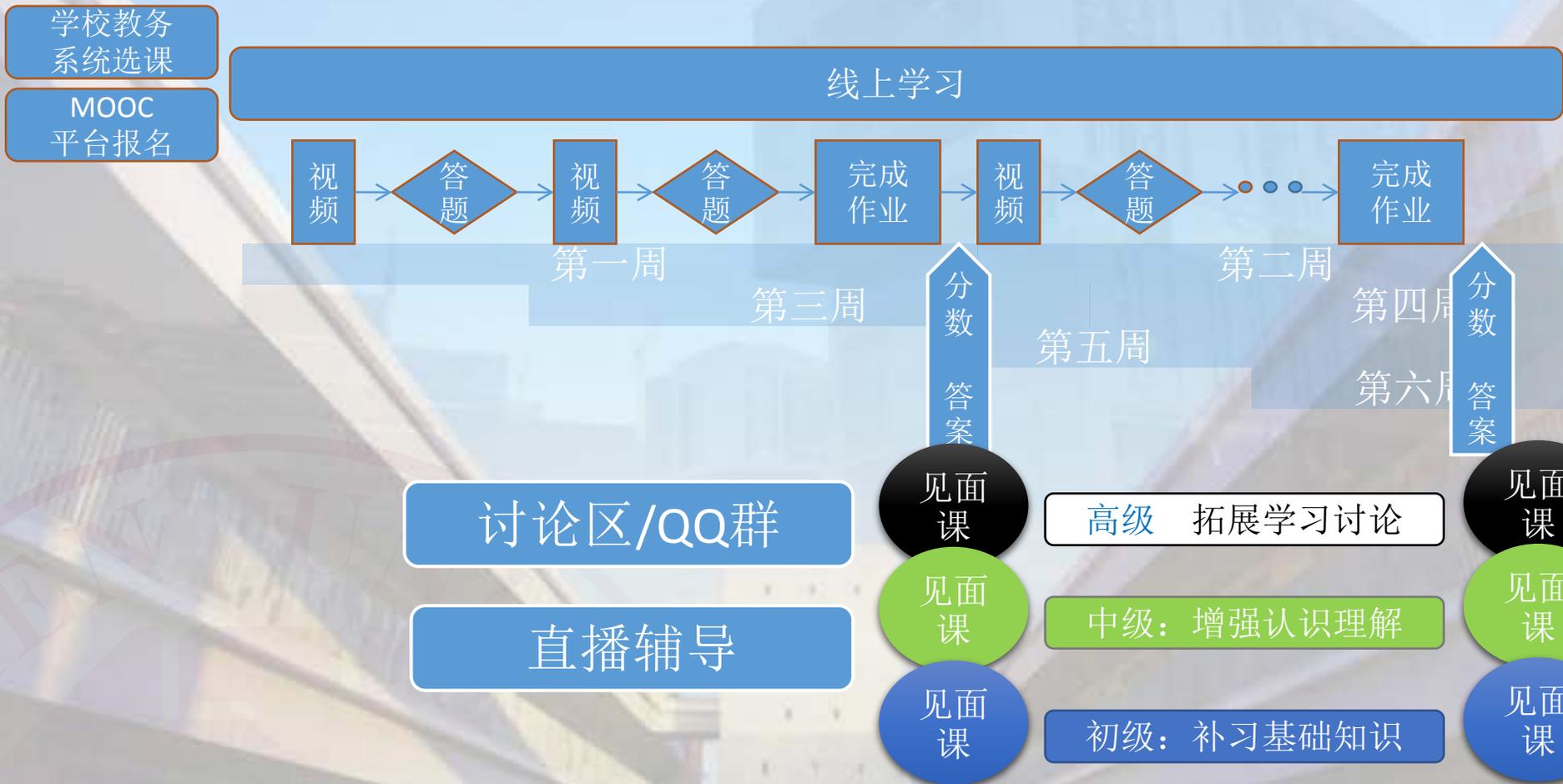
入门难度大，不利于建立自信，不便于开展设计实践

重构路径

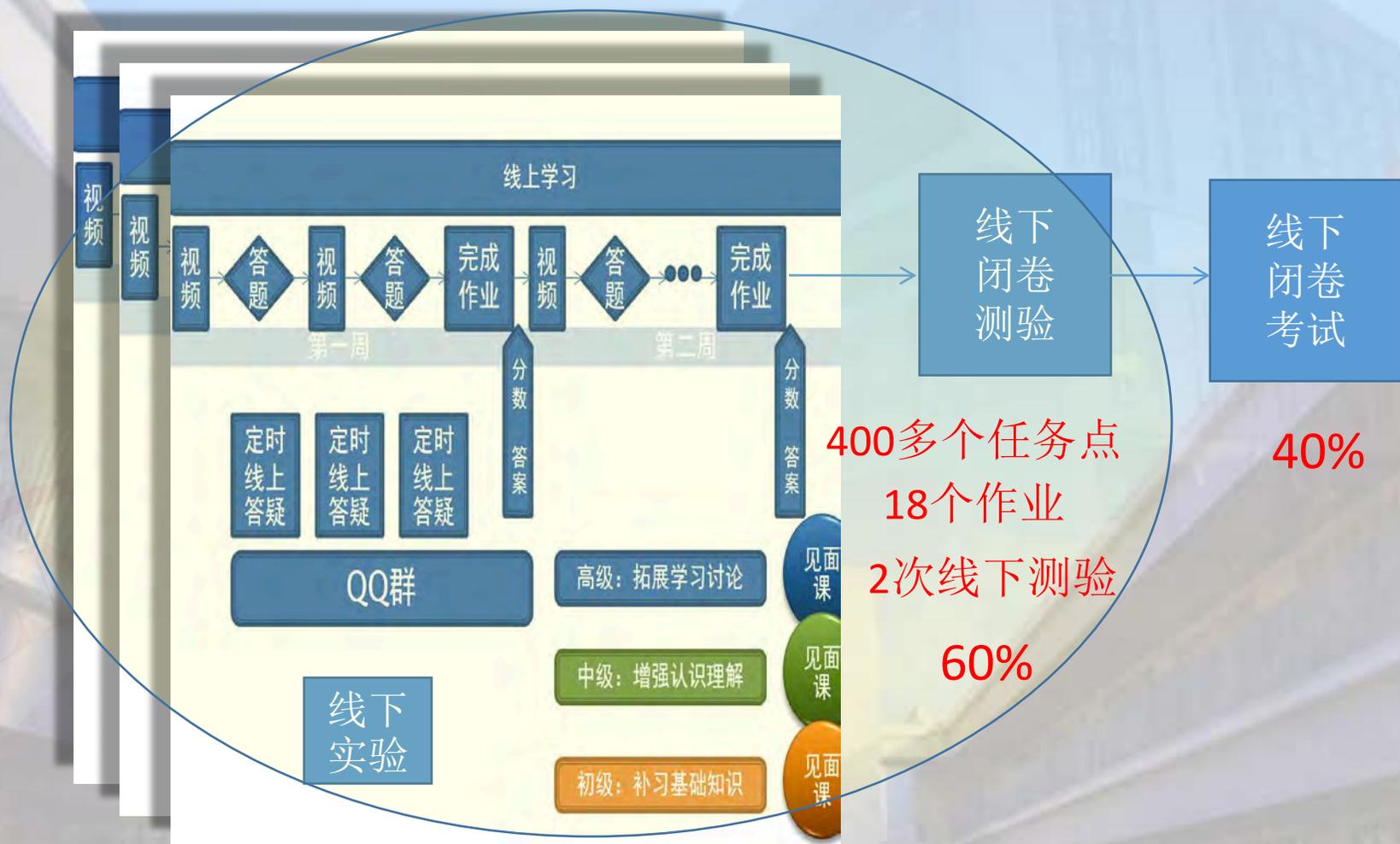


先在顶层学习应用，再深入到底层学习理论

教学流程设计



教学流程设计



教学内容划分（以一个单元为例）

传统线下教学（4学时）

半导体基础知识

半导体二极管的结构和特性

课外：学生课外作业

二极管电路的分析方法

二极管的基本应用电路

课外：学生课外作业

实验：二极管特性实验

线上线下混合教学（线下2学时）

线上：半导体基础知识(7段视频，6个闯关测验)

线上：二极管的结构(1段视频，1个闯关测验)

仿真实验：二极管特性实验

线上：二极管的特性(1段视频，1个闯关测验)

线上：二极管电路的分析方法
(7段视频，10个闯关测验)

线上：作业，分析包含二极管和稳压管的电路

线下：二极管电路分析中常见的问题

线下：复杂二极管电路的分析

线下：二极管和稳压管应用电路

教学内容划分



深圳大学
SHENZHEN UNIVERSITY

线上部分

内容：基础知识、基本概念、基本方法

学习方法：看视频、做测试、做实验、做练习

线下部分

内容：难点、灵活应用、解决实际问题

学习方法：课堂讨论、设计答辩、制作测试

线上线下混合教学（线下2学时）

线上：半导体基础知识(7段视频，6个闯关测验)

线上：二极管的结构(1段视频，1个闯关测验)

仿真实验：二极管特性实验

线上：二极管的特性(1段视频，1个闯关测验)

线上：二极管电路的分析方法
(7段视频，10个闯关测验)

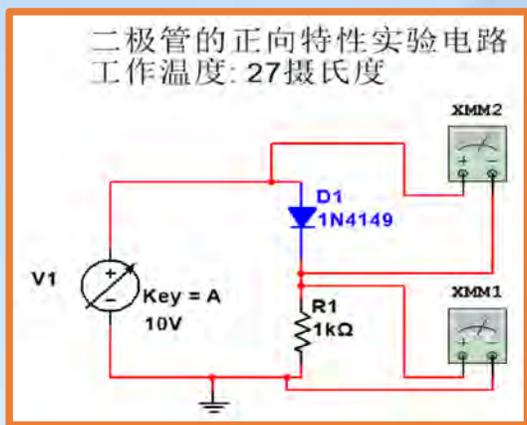
线上：作业，分析包含二极管和稳压管的电路

线下：二极管电路分析中常见的问题

线下：复杂二极管电路的分析

线下：二极管和稳压管应用电路

线上教学设计：视频+仿真实验+闯关



- (1) 这只二极管上在室温下, 其两端电压为0.3V时, 流过二极管的电流很小, 小于1微安。
- A. 正确
- B. 错误
- (2) 这只二极管上在室温下, 其两端电压为0.7V时, 流过二极管的电流很小, 小于1微安。
- A. 正确
- B. 错误

视频：给出背景知识

仿真实验：探索发现

测验：100分过关，确保掌握

测验：100分过关，确保掌握

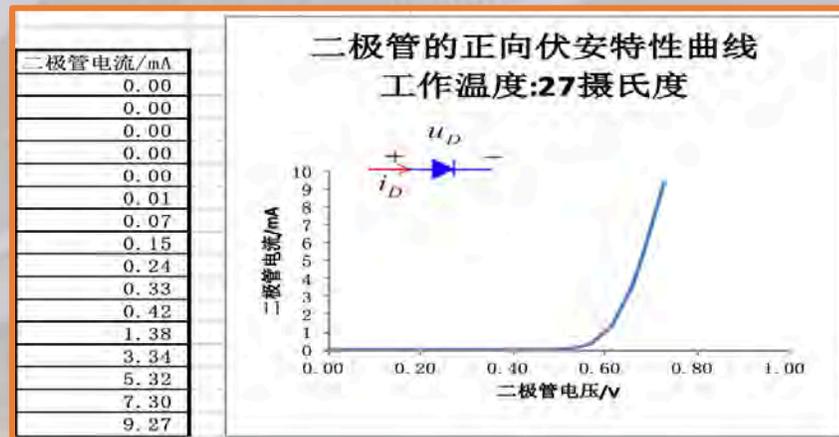
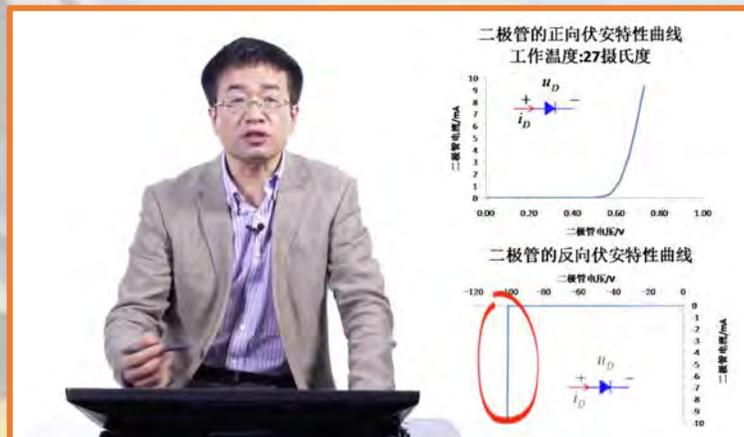
视频：从实验到理论知识

测验：0分过关，鼓励参与

8.1 二极管的特性

8.1.1 认识二极管

8.1.2 二极管的伏安特性曲线

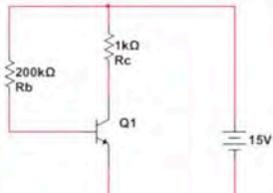


视频设计：构造师生“一对一”的场景

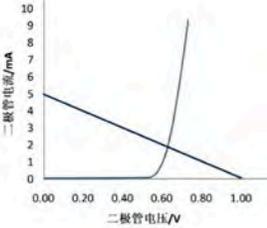
已知电路如图，三极管的参数如下：

$U_{on} = 0.6V$,
 $U_{CES} = 0.2V, \beta = 300$

求电路的静态工作点。

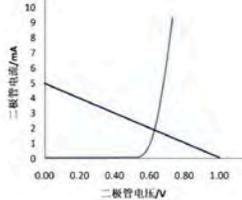


已知电
 的参数
 $U_{on} =$
 U_{CES}
 求电

$$i_D = I_S(e^{\frac{u_D}{U_T}} - 1) \quad \frac{di_D}{du_D} = -$$


$$i_D = I_S(e^{\frac{u_D}{U_T}} - 1) \quad \frac{di_D}{du_D} = \frac{1}{U_T} I_S e^{\frac{u_D}{U_T}}$$

$$\left. \frac{di_D}{du_D} \right|_{u_D = U_D} = \frac{1}{U_T} I_S e^{\frac{U_D}{U_T}}$$

$$I_D = I_S(e^{\frac{U_D}{U_T}} - 1)$$


线下课堂教学设计（基础班）

根据学情动态调整教学内容



线下课堂教学设计（荣誉课程班）

小组活动完成设计任务



教师给出设计任务
提供必要的背景知识

学生查资料确定基本
参数

课外：学生分组完成电路设计

答辩评比

实验验证

课外：完成制作

设计方案辩论

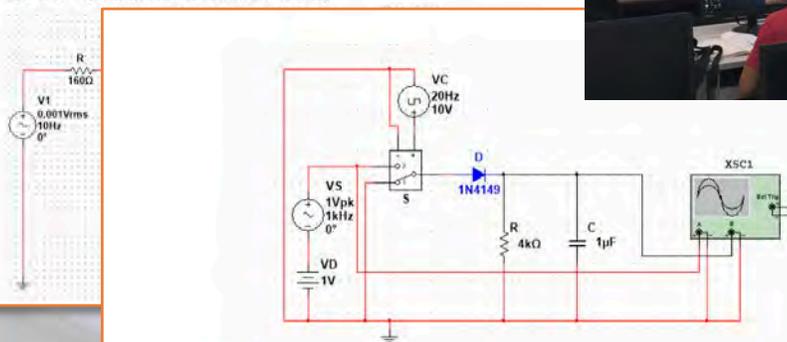
学生课堂讨论

频段划分及其依据

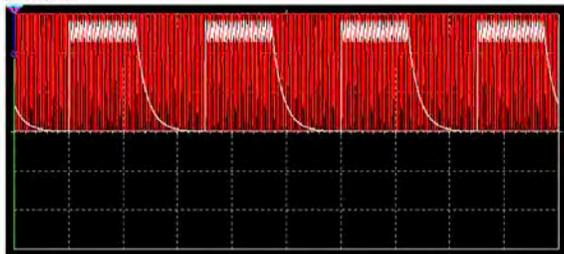
首先根据彩灯控制器三个频段的要求知道需要将音乐的频段分为高频、中频和低频。搜索有关音乐频率的内容，得知人耳可听见的频率为 20-20KHz，而 200-6000Hz 的频段内音乐能量最集中，最重要的频段，也是人耳听觉最灵敏的频段。如果这一频段如果好，人耳可听见的频段哪怕一塌糊涂，也往往可听。在这个范围内，1000Hz 可以归入中频下，4000Hz 以上可以称之为中频上段。因而，我将 1000Hz 以下作为低频，4000Hz 以上作为高中间部分作为中频段，分别对应接下来要做的滤波器的低通、高通和带通部分。这样就可以数据调整的同时也可以通过耳朵对声音的辨别，来确认所做的滤波器是否符合要求。

低通滤波器的设计和仿真验证

为了取得更好的滤波效果，采用二阶滤波器。本实验中，把 R_3 作为 R_1 ， $R_2 = R$ 进行讨论的电路如下。（图上给的值时最后完成的电路参数）



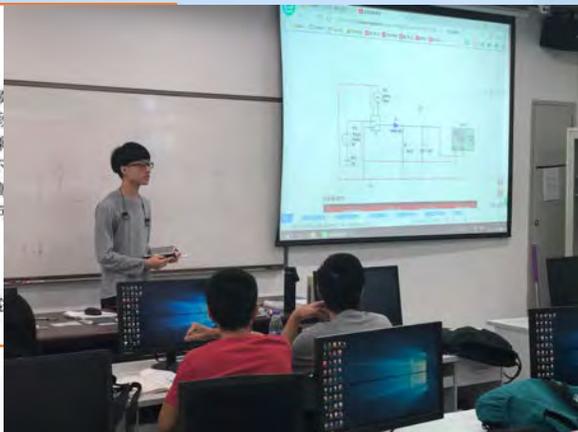
示波器信号：



这样的输出信号控制发光二极管时，发光与音乐之间的时间间隔不会超过 10ms，而人类听力至少只能感受到 100ms 以上的差异，因此这是一个效果不错的峰值检测整流电路。

元器件的型号选取

型号	个数
放大器 AD8544AR	3
放大器 TDA2030	9
二极管 1N4149	3



03:47

4G

完成

第七组讨论记录.docx



第七组讨论记录

温乔迪：简要介绍总的电路图，指出所有放大器都采用 5V 单电源供电，因为单电源减少端口和减少功率损耗。

第六组提问：为什么用单电源供电？

答：首先是因为 5V 比较常见，并且 5V 较小可以减小功率，而且使用的是 LM324 芯片常用单电源供电。

吴碧峰对第 4 组的电压比较器电压分配提出问题：电压比较器的阈值是根据输入信号决定的，那么会不会无论输入信号的幅值多大，都存在有 LED 亮？

李泓霖补充：这样做不是所有灯一直会亮吗，看不出绝对的电压差变化

李泓霖对第 8 组的单电源进一步补充：即便不用单电源供电，在检波电路中的二极管也可以实现只取正值这个功能

温乔迪：第六组使用稳压管取代运放，有符合要求的稳压管型号么？我百度查下

李泓霖：你查到了吗？我印象中好像没有

吴碧峰问第 6 组：你们这样的设计方案，是用什么来供电？

温乔迪：我查了一下，普通稳压管击穿电压范围都不足以提供他们的需求



03:50

4G

完成

模电荣誉小组记录11.4.docx



第四组

【对于底下同学提问的回答】

1. 为什么要用到跟随电压？——因为防止后面的电阻对前面的电路产生影响。例如寻找 3 个电路的最大值的电路部分，后面加上电压跟随器就可以减少漏电流，以满足实验的要求与目的。

2. 用这个随音乐改变门阈电压的方法，4 灯不是永亮嘛？——不是，因为我们取的最大门阈电压是整首音乐的最大响度部分，而大部分的音乐也不会全程高潮，也就不会永远亮着 4 个灯。而且，用这种方法的话，能体现出不同频段的彩灯的显示比例，代表着不同频段的音频的响度。

【小组发言提问】

1. 门阈电压设置为 6V，比较器的输出最大是 4.5V，但是门阈最高分到 4.8V，不就第四个灯不会亮？——后来经与该小组确认，发现电压的最大门阈修改后方可使用。

【课上所学】

1. 单电源的使用——可以直接去掉负半部分的音频，减少功耗，但是会被动地增加一倍的频率。

2. V_{BE} 的实现——可以通过运放的输出接地，通过固定的压降产生负电压，但是就得考虑后部分电路的负载问题。

3. 可以利用反向求和电路，这样过去的只是电流，而电流的大小，可以很直接地通过电阻进行改变，实现输入电压的直接可控性。

4. 我们的彩灯显示原理和市面上基本的彩灯显示原理不同，市面上基本都是声音小就不亮灯，而我们的只是单纯显示 3 频段的比例大小。



考核方式设计

普通班（3.5学分）

期末考试：40%

阶段测验：20%

线上学习成绩：25%

课堂互动：5%

实验成绩：10%

荣誉课程班（1学分）

期末考试：30%

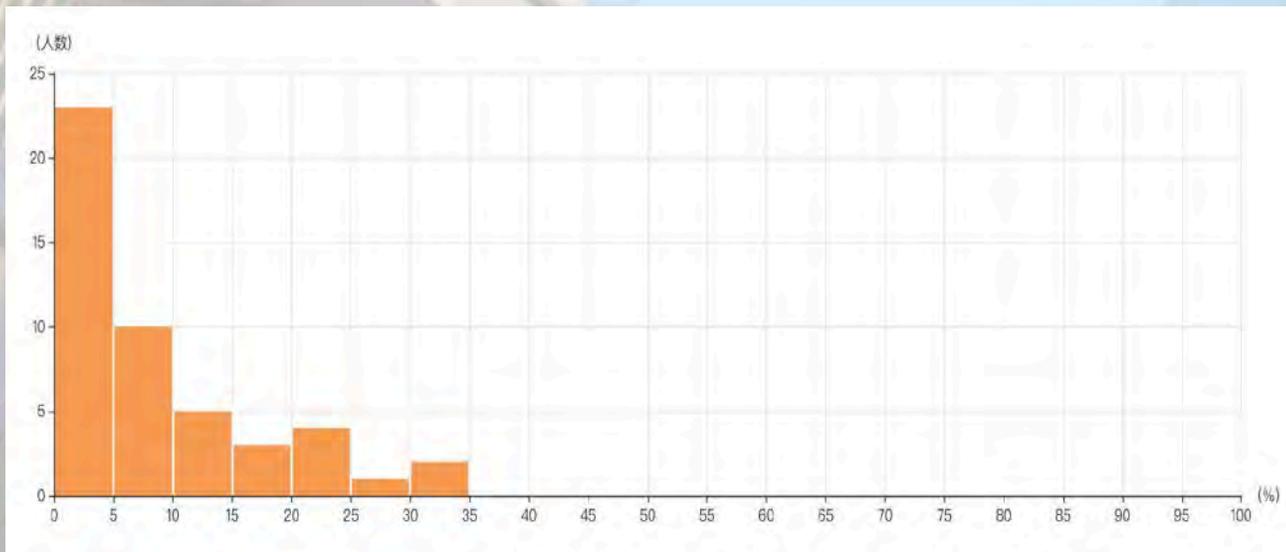
课堂讨论：20%

设计方案报告：10%

设计验证报告：10%

制作成果：30%

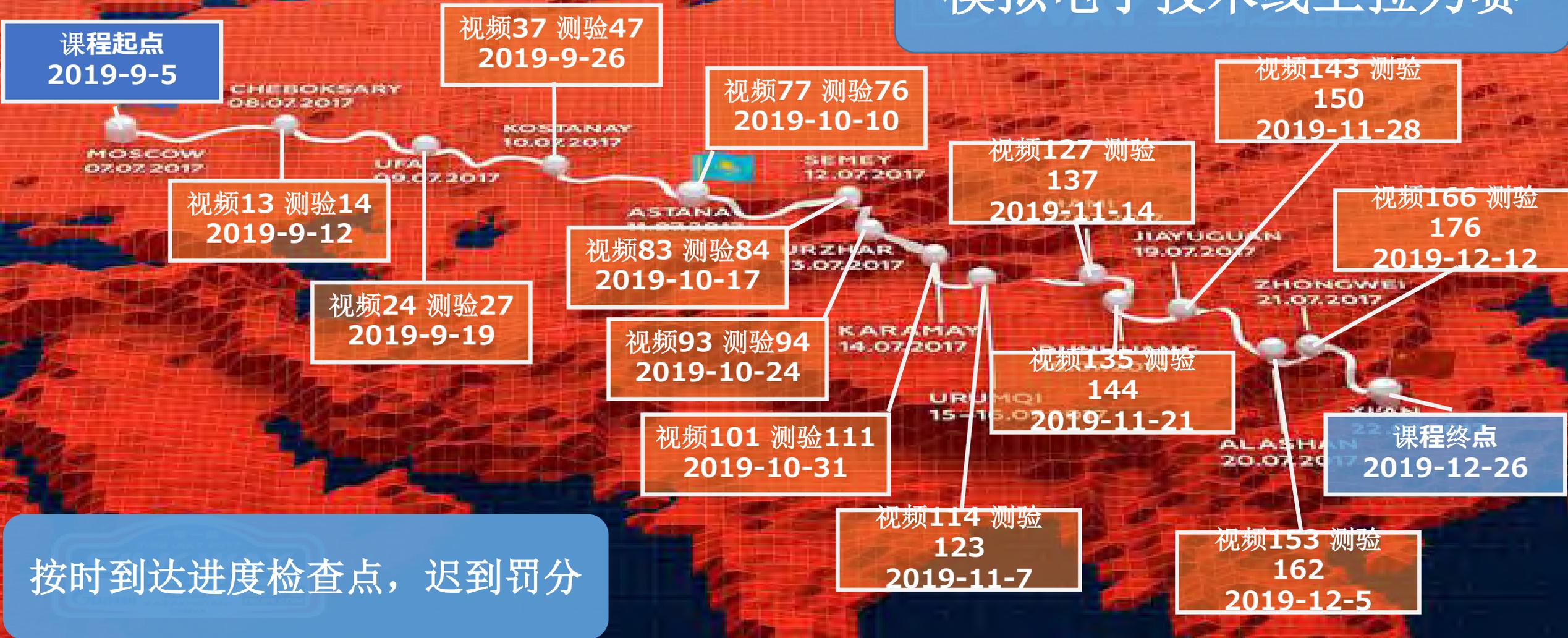
进度管理



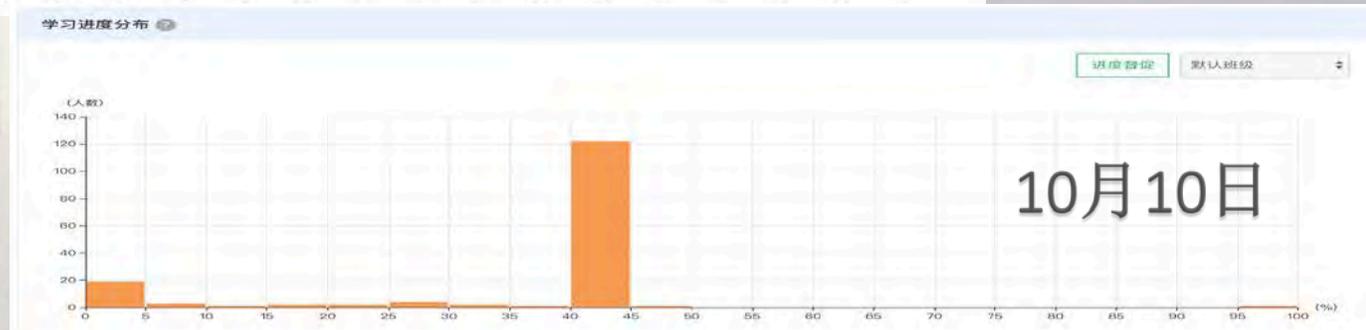
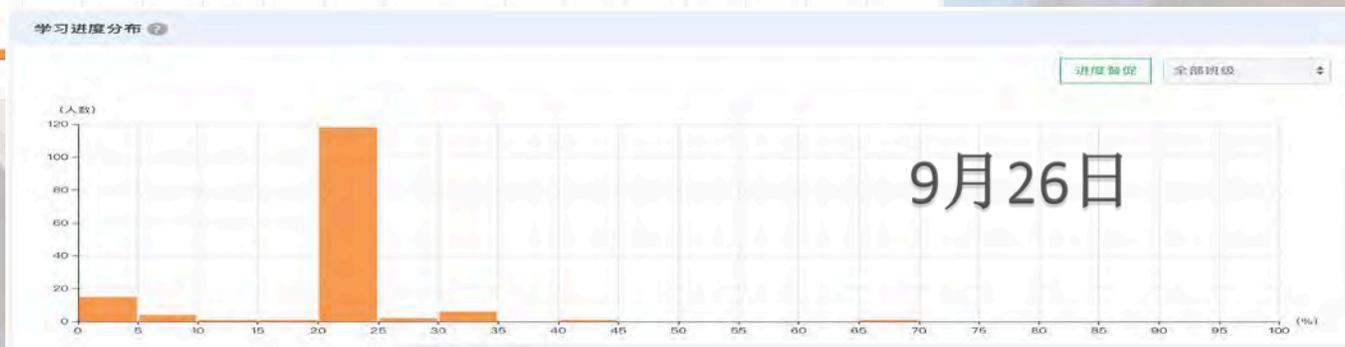
见面课	高级 拓展学习讨论	见面课
见面课	中级: 增强认识理解	见面课
见面课	初级: 补习基础知识	见面课

拉力赛式进度管理

模拟电子技术线上拉力赛



进度管理



混合教学模式的优势

- **线上线下整体教学设计**

“以学为主”，优于“纯线下”

- **全过程管理和考核**

保证“学的认真”，优于“纯线上+线下考试”

- **全过程学习支持，保证“教的到位”**

- **优化师资力量配置，提高教学效率**

混合教学模式的优势

- 优化师资力量配置，提高教学效率

传统课堂

每周3学时课堂教学
每班30-50人

1次期中考试

混合教学

每周2学时课堂教学
每班120-150人

2次阶段考核

教学效果实际等

效

教学效果

主观体验

学习能力强的学生学的更好

学生提出的问题更好、更深；

见面课和后续课程中学生课堂反应更

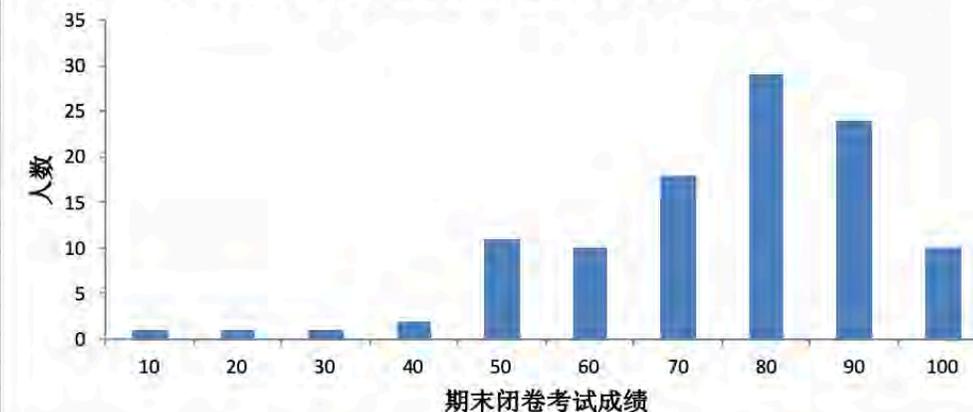
快、更积极；

课堂提问发现学生基本概念更扎实。

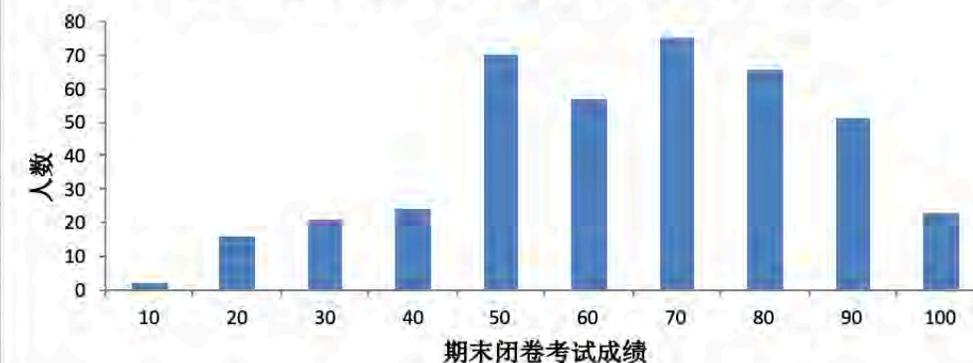
学习能力差学生也比较容易通过考试

期末线下考试成绩对比

2016级混合教学班期末考试成绩分布图

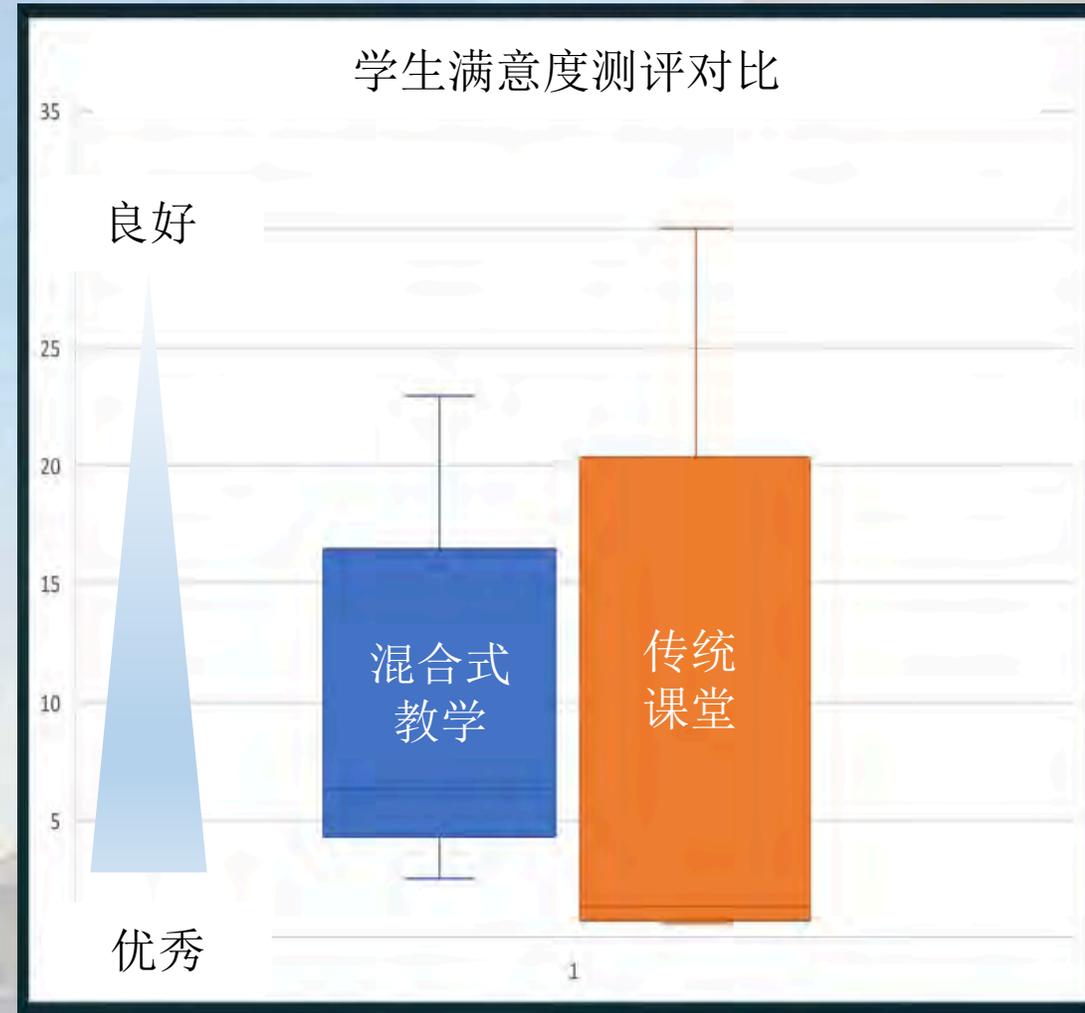


2016级传统教学班期末考试成绩分布图



学生满意度

上课学期	课程名称	学时	网上测评百分比排名
20151	模拟电子技术MOOC	54	6.29
20151	电工技术	54	0.63
20151	电力电子技术	54	1.26
20152	模拟电子技术MOOC	54	2.44
20152	电力电子技术	36	30.08
20152	电子技术	54	10.57
20161	模拟电子技术MOOC	54	23.0
20161	电路分析	72	0.79
20162	模拟电子技术MOOC	54	10.0
20171	电路分析	54	4.67
20172	电路分析	54	1.54
20172	模拟电子技术MOOC	54	6.15



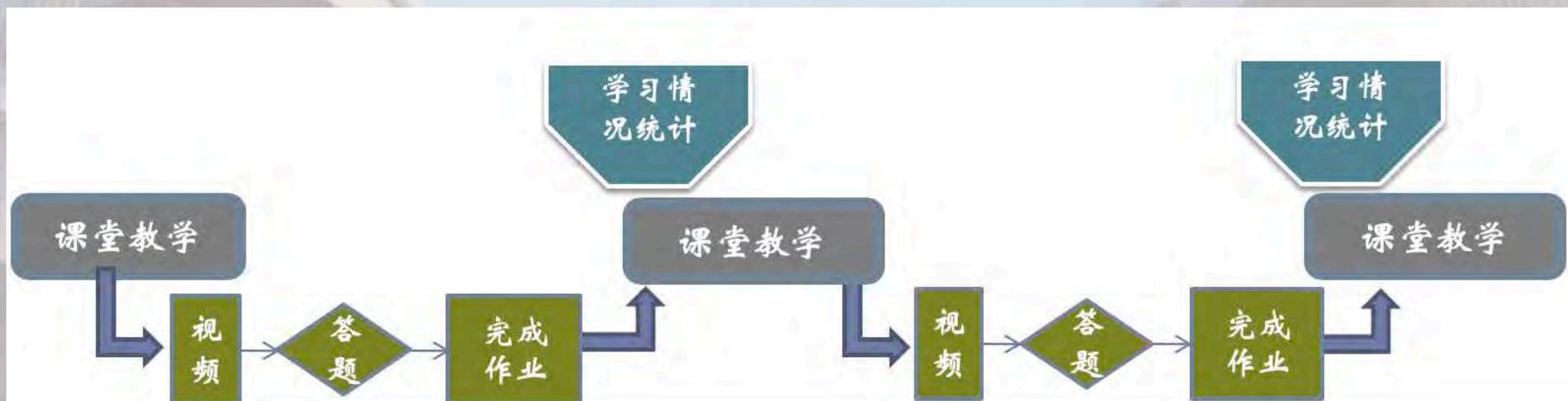
混合式教学的推广应用

缺少“可编辑”的混合教学资源

无法体现教师的教学理念和教学设计，除非自己制作

缺乏线上教学的组织、管理手段

无法掌控学生进度、无法线上线下一体化教学，除非...



开源 共享 积微成著



在A大学教学



在B大学教学



C大学教师

合作共建“开源共享型”SPOC

2018年省质量工程项目

在持续建设完善《模拟电子技术》MOOC的基础上，创新校际合作机制，为合作院校的《模拟电子技术》、《电子技术》等相关专业课程定制属于自己的SPOC，为开展混合教学创造条件。

实施方案：

向合作院校的任课教师赠送《模拟电子技术》MOOC的副本，包含全部管理权限（可编辑、可重构、可组织）；

协助合作院校的任何教师开出自己的混合教学课程；

鼓励、资助合作院校教师增加、共享教学资源；

推动其他专业课程参与此计划。



模拟电子技术

选课人数: 219

课程时间: 2017年

肇庆学院班 (2019年春季)

选课人数: 165

课程时间: 2018年

广州大学班 (2019年春季)

选课人数: 424

课程时间: 2018年

技术大学班 (2019年春季)

选课人数: 405



模拟电子技术

费跃农 深圳大学

累计开课: 13次

2019年春季学期

编辑课程信息

课程类型: MOOC学分课 选课人数:

开课时间: 2019年02月24日 00:00

OPO混合教学班 (2019年春季)

课程类型: MOOC公开课 选课人数:

开课时间: 2019年02月24日 00:00

重庆工商大学班 (2019年春季)

课程类型: MOOC学分课 选课人数:

开课时间: 2019年03月01日 00:00

1 绪论

2 二极管及其电路

3 三极管及其特性

4 放大的基本概念

5 放大器的电路模型

6 基本放大电路

7 多级放大、差分放大和功率放大...

8 放大电路中的反馈

9 集成运算放大器

10 运放的实际应用电路

11 场效应管及其放大电路

12 实际运放电路的性能局限

13 放大器的频率响应

14 晶体管放大电路频率响应

15 临时目录

15.1 2.2 LC谐振回路

15.1.1 2.2.1 串、并联谐振回路的基本...

15.1.2 2.2.2 谐振回路的接入方式

1. 绪论

2. 放大的基本概念

3. 放大器的电路模型

4. 放大器的频率响应

5. 集成运算放大器

6. 实际运放电路的性能局限

7. 运放的实际应用电路

8. 二极管及其电路

9. 三极管及其放大电路

10. 场效应管及其放大电路

11. 多级放大、差分放大和功率放大电路

12. 晶体管放大电路频率响应

13. 放大电路中的反馈

开源 共享 积微成著

- 教师轻松拥有自己的混合教学课程。
- 教师付出得到认可和回报。
- 教学效果得到提升。





深圳大学

SHENZHEN UNIVERSITY

SHENZHEN UNIVERSITY

谢谢！请批评指正。