

# The 5G Oriented Curriculum System and the Teaching Methods with the Idea of Maker

Liangfang Ni, Qing Liao, Huijie Dai, Lei Liu, Peizhen Wang

School of Electrical Engineering and Information, Anhui University of Technology, Ma'anshan Anhui  
Email: nilf@njupt.edu.cn

Received: May 11<sup>th</sup>, 2018; accepted: May 24<sup>th</sup>, 2018; published: May 31<sup>st</sup>, 2018

---

## Abstract

Mobile communication, evolved continuously with the development of information science, is an important professional course for the major of communication engineering. Considering both the present situation of our country's various coexisting multiple access scheme of communication system and the characteristics of future development, we discussed the 5G oriented curriculum system from the purpose and content of theoretical teaching. It combined the principle of the mobile communication network architecture and the LTE specifications based on new technology models. Then merged with the idea of Maker, a multimedia and blackboard teaching mode has been preliminarily formed. The results show that adjusting the content of the course dynamically according to the progress of science technology can give students quicker access to cutting-edge knowledge and broaden their horizons; The teaching mode with the concept of Maker enables students to actively participate in the exploration of study, and makes it easier to simulate students' interest in the course, thus further improving the teaching quality.

## Keywords

Mobile Communications, Long Term Evolution Specifications, The Idea of Maker

---

# 面向5G的移动通信课程体系 and 融合创客理念的教学模式初探

倪梁方, 廖清, 戴慧洁, 刘磊, 王培珍

安徽工业大学电气信息学院, 安徽 马鞍山  
Email: nilf@njupt.edu.cn

收稿日期: 2018年5月11日; 录用日期: 2018年5月24日; 发布日期: 2018年5月31日

## 摘要

移动通信是通信工程本科专业的一门随信息学科发展不断演进的重要的专业课。针对该课程需兼顾我国多种多址接入方案通信系统并存现状和未来发展的特点,从理论教学的目的和内容出发,探讨了移动通信网架构原理与LTE规范新技术模块相结合的面向5G的课程体系,初步形成了融和创客理念的多媒体和板书教学模式。结果表明:随科技进步动态地调整授课内容可使学生快速接触前沿知识、开阔视野;赋予了创客理念的教学方式让学生能主动参与探索,更容易激发学生对课程的兴趣,从而进一步提高教学质量。

## 关键词

移动通信, 长期演进规范, 创客理念

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

未来移动通信系统要求能把各种不同的系统进行整合,并能在多种无线环境下提供很宽的业务。业界公认,要达到这样的目的,通信系统必须采用一系列不同于当今移动网的技术[1] [2] [3],以满足高速数据传输的要求。

多输入多输出-正交频分复用(MIMO-OFDM, multiple input multiple output-orthogonal frequency division multiplexing) [4]系统因具有高频谱利用率、低复杂度、链接便利灵活、适合于在多径衰落信道中高速传输数据,并且易与其它多种接入方法相结合等特性,能充分满足业界对无线网络的各种需求,而成为诞生于2010年,能够以100 Mbps的速度下载,上传的速度也能达到20 Mbps的第四代(4G, 4th generation)移动通信系统的宽带无线接入方案[4]。

4G网络技术带来了高质量视频及图片传输能力。第五代(5G, 5th generation)移动通信技术是第四代移动通信技术的延伸,其不仅能实现更快的下载速率(10 Gbps),还能解决机器海量无线通信需求,极大促进车联网、工业互联网等领域的发展。

为了保持各地区并行开发时统一规范,国际电信联盟(ITU, International Telecommunications Union)确定了5G的标准时间表。国际标准化组织3GPP (Third Generation Partnership Project, 第三代合作伙伴项目)去年12月正式冻结了第一个5G标准,即3GPP R15版本[5]。

欧美、日韩等国家也纷纷制订了5G推进计划并启动了相关的研究开发工作,提出了全面实现5G商用服务的时间表,力争引领国际5G商用发展。而美国的AT&T则在2017年6~7月密集发布5G相关战略计划,并在奥斯汀推出了固定无线5G试用版[5]。

2017年8月31日,我国移动电话用户数量已达13.82亿户,其中,4G用户达9.29亿户。三大运营商接下来将逐鹿5G网络商用。我国同样积极推进5G技术发展,预计我国将在2020年实现5G网络的商用[5]。

总之,近年来3GPP的标准LTE (Long-Term Evolution, 长期演进)已经为移动宽带系统提供了更好的支持。展望未来,在2020年左右,LTE将演进到“5G”无线接入系统[5]。

显然,移动通信[6]是现代通信系统中不可缺少的组成部分。为此,各高校与信息学科相关的热门专业“通信工程”也得到迅速发展,专业的知识结构也作了相应调整,都先后以“移动通信”作为本科生必修的专业课。

然而,移动通信是通信工程本科专业的一门随信息学科发展不断演进的重要的专业课。该课程内容既要兼顾我国多种多址接入方案通信系统并存的现状,还要把握未来发展的特点,以便于本专业毕业生在与通信相关的行业工作或进一步深造。

尽管,我们已在授课时讲解了空时编码等拟用于未来通信的新技术。但是,还是有必要根据形势的发展适时的调整课程内容,讲授多点协作、多点传输、载波聚合、多标准无线基站等在LTE [4]最新版中才引入的拟用于5G的一些新的通信理念,并系统讲解LTE规范及相应的协议结构,以适应经济社会发展的需求。

我校是一所省属高校,入学的新生来自全国各地,程度参差不齐。经过三年的学习,他们具备一定的通信、电子、计算机方面的知识和一定的数学基础,但多数学生因对基于多种多址接入方案各类移动通信系统的原理、性能分析所涉及的纷繁的协议、信令和数学公式感到困惑不解而对本课程望而生畏。

针对这种情况,根据通信工程专业本科生培养目标和要求,结合本课程的性质、要求和实际学时,教研室同仁反复商讨,并经学院教学委员会审核制定了“根据5G的演进过程,逐次修订《移动通信》教学大纲;制作面向解决现实问题的导向式教育多媒体课件;编制融和创客理念的多媒体和板书教学模式的教案,形成面向5G的便于学生理解和掌握的移动通信课程,并逐步模块化,便于后续发展”的课程体系建设方案。

近年移动通信的教学实践表明:授课条理清晰、逻辑推理严谨;逐步从传统的“灌输式”教学模式向以“创造中学”为主要的学习方式的新的教育模式演进,是使教学过程与创客教育背后的核心理念--“做中学”相吻合,让学生做到融会贯通、学有所用以适应信息技术的快速发展的关键。只要把握好这几个环节,教学效果就会不断提高。

## 2. 教学目的

通信工程本科培养的是具备通信与信息系统、通信网和信息理论与编码等方面的知识,能在通信与信息领域从事设计、调测、科研和管理工作的应用型高级技术人才[7]。这就要求学生具有从事现代通信系统和网络的设计、开发及相应的工程组织和管理的的能力。因此,开设通信工程的院校不仅要向学生传授通信系统和通信网方面的基础理论、组成原理和设计方法,使其受到通信系统建模、组网、工程设计、测试技能和科学研究的基本训练,还要注重培养学生科研能力[7]。在通信技术飞速发展的今天,学习和掌握移动通信的基本理论是进一步把握国内外无线通信领域研究动态的基础。对于通信专业的学生而言,其学习移动通信的主要目的并不是研究基于新的编码、交织、调制、复用的传输方法和提出新的译码和检测算法,而是能够使学生在掌握现代移动通信基本原理和典型系统特征的基础上,初步具备无线网络规划优化、基站构建、测试和维护;进而,组建小型无线网络的能力。为此,移动通信的教学目的就是让学生对移动通信有较为详细、全面的了解,为将来从事移动通信工程技术工作奠定理论基础。

## 3. 面向5G精选主要参考教材

移动通信是通信工程专业本科生的一门必修的专业课,系统地阐述了蜂窝网通信的基本原理、关键技术和典型的蜂窝网通信系统,较充分地反映了当代蜂窝网通信的现状和发展趋向。

选择西安电子科技大学出版社出版的《移动通信(第四版)》(李建东,郭梯云,郭国扬编著)[6]和人民邮电出版社出版的《4G移动通信技术权威指南LTE与LTE-Advanced(第2版)》([瑞典]Erik Dahlman,

Stefan Parkvall, Johan Sköld (著)。朱敏, 堵久辉, 缪庆育, 余锋(译) [4]作为教材。这两本书中, 前者注重概念, 采用通俗的文字和图例阐述了基本概念、基本理论及实现原理[6]; 后者基于 LTE 规范及相应的协议结构详细描述了 4G 和后 4G 中引入的新技术[4], 适合于选作我校通信专业学生的教材。

#### 4. 移动通信网架构原理与 LTE 规范新技术模块想结合的面向 5G 的课程体系

本课程总学时为 48。显然, 移动通信所包含的面很广, 有限的课时不可能一一涉猎, 所以笔者略去已经或即将逐步为新一代通信系统所取代的频分多址(FDMA)模拟蜂窝网和时分多址(TDMA)数字蜂窝网等内容。

针对本课程工程实践强, 以多址接入方式、调制/解调、新型编码和信号处理技术等知识点贯穿全书的特点, 为了有利于各课程间内容的衔接, 也便于学生理解和掌握, 形成了小区制大容量移动通信网的架构方案和工作原理与 LTE 规范为纽带的面向 5G 的新知识点模块相结合的课程体系。

##### 4.1. 移动通信网的架构和典型系统工作原理

以课程目标之一——IS-95 CDMA 蜂窝系统、cdma2000 系统、WCDMA 系统、TD-SCDMA 系统等模块为主线, 构建图 1 所示的基于组网技术、抗衰落技术[8] [9]、调制解调等架构的小区制大容量移动通信网通信系统, 便于学生理解借助基站和移动交换中心, 通过控制和交换实现的位置更新、呼叫接续、越区切换及漫游服务等功能, 并籍此分析信息传播涉及的调制解调、移动信道的特征、无线电波传播特性, 便于学生由点而面地从全局上把握本课程中有关移动通信网的架构方案和典型系统工作原理。

##### 4.2. 基于 LTE 规范的新技术模块

以课程目标之二——基于 LTE 的 3GPP 规范[4]演进为主题, 以移动通信的未来发展为出发点, 以相应的 LTE 及其标准化与 LTE-Advanced 的驱动力、OFDM 传输[4] [10]、多天技术[10]、多点协作和传输、频谱为纽带串联面向 5G 的移动通信的核心技术, 形成如图 2 所示的基于 LTE 规范的新技术知识点模块, 从而能言简意赅、通俗易懂的面向学生讲授适与现代信号处理技术同步演进的移动通信的新技术。

#### 5. 融和创客理念的多媒体和板书教学模式初探

创客原意是指把具备相当的技术挑战的创意转变为现实的人需要具备一定的知识含量和创新、实践、共享、交流的意识[11]。

创客教育是创客文化与教育的结合, 基于学生兴趣, 以项目学习的方式, 使用数字化工具, 倡导造物, 鼓励分享, 培养跨学科解决问题能力、团队协作能力和创新能力的一种素质教育[11]。显然, 它并非只是整个教育领域的一个分支, 只是专门用于培养创客人才的渠道, 从本质来看, 它代表的可能是一种属于未来的教育的新模式[12]。

移动通信是一门基于协议、理论性不强、内容比较分散的课程。为了有利于课程各部分内容的衔接, 也便于学生理解和掌握, 笔者在授课中将创客理念融入多媒体和板书中, 以突破现有教学诸多弊端, 形成赋予创客教育的四大特征[12]的新的教学模式:

1) 回归自然性学习: 将课程知识点演进与的信息技术发展的轶事相关联, 提供一种“玩学结合”的学习体验; 以板书为关键词承接多媒体课件中每堂课的内容, 而这个内容主题就相当于一个现实的问题。进而, 将授课当作解决这个现实问题的导向式教育。这样, 学生在听课过程中就能激情满满地去寻找问题、发现问题, 在寻求创意的解决方法中理解课堂知识, 不断提升自己的创新技能。

2) 开启跨界式学习: 在传统教学模式下, 随年龄的增长, 学生的好奇心会不断消磨, 其选择的学习范围也会越来越小。为此, 以启发式和关联式提问点燃听课学生对不同领域的交叉学科多学习、多尝试

课程教学目标之一——移动通信网的架构和典型系统工作原理

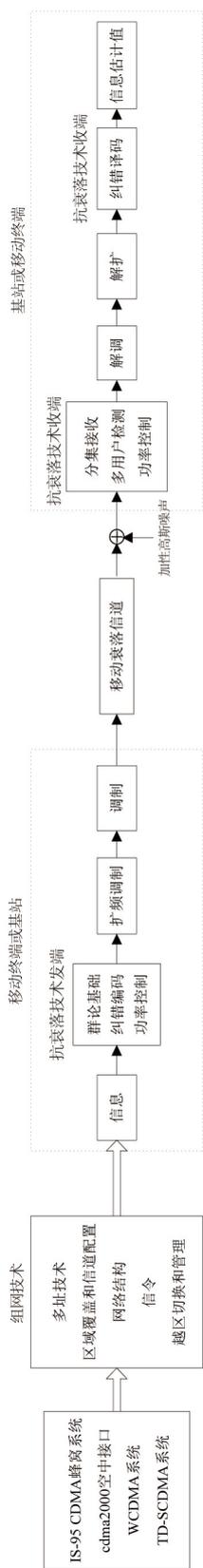
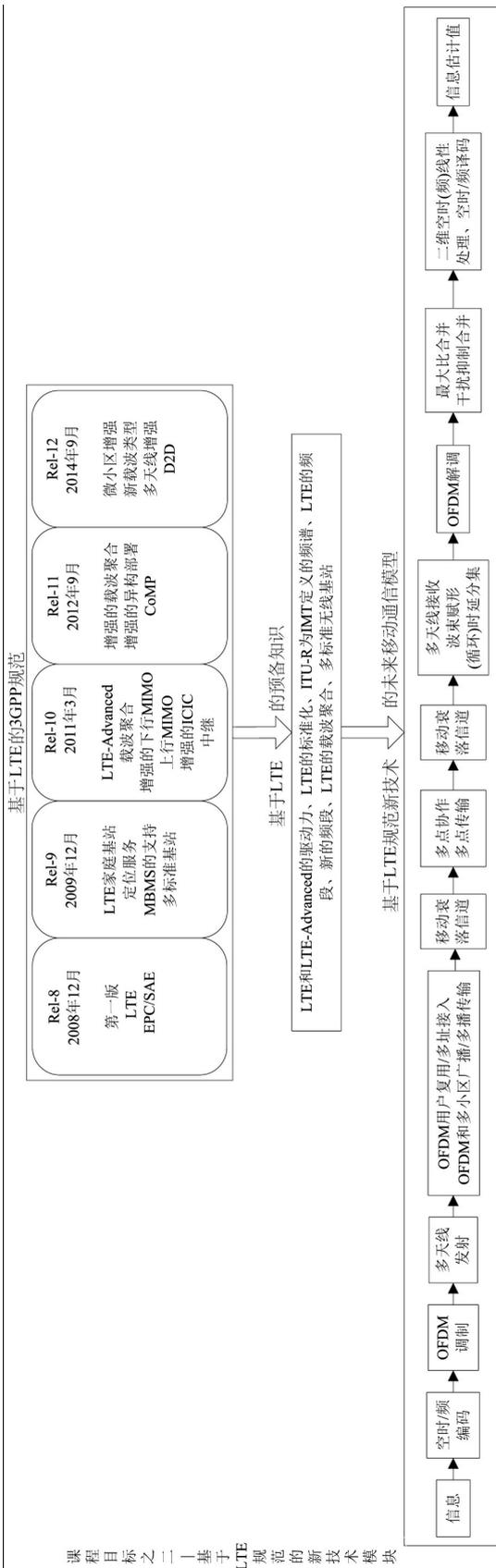


Figure 1. The architecture of mobile communication networks and the working principles for typical systems  
图 1. 移动通信网的架构和典型系统工作原理



课程目标之二——基于LTE规范的新技术模块

Figure 2. The new technology modules based on the LTE specifications  
图 2. 基于LTE规范的新技术模块

的好奇心,使他们如同感受周围事物和事件那样汲取课程信息。

3) 学习工具的从属性:在设定本课程的教学目标时,我们并没有完全根据移动通信系统的演进而大幅变更学习内容和学习方式。因为,在教学领域中,移动通信系统只是一种教学工具,本课程需要做到的是如何用它们去辅助学生,而不是被它们主宰。

4) 学习与现实对接:授课时,基于图1~图2,以通信系统的信息传输和估计为序,按递进的方式设计课程学习任务。这既有利于提升学生注意力和理解力,也有助于学生在潜移默化地统领每个章节的核心思想的同时,归纳出整个课程的总体框架,从而能将书由厚读到薄,并将所学内容与现实通信系统更好地对接。

## 6. 结束语

移动通信技术发展迅速,通信系统每隔几年就要更新,移动通信课程无法涵盖这门学科的所有内容。经过一学期的教学实践,新的课程体系已初见成效。因此,在今后的教学过程中,在时间允许的情况下,我们还将进一步引入微课、慕课和翻转课堂等全新理念和模式,逐步完善从传统的以教室、教材、教师为中心的教学模式到以学生、问题、活动为中心;以培养创新型人才为目的的新的教育模式的演进,让学生做到融会贯通、学有所用以适应信息技术的快速发展。

## 基金项目

安徽省教育科学研究重点项目(现代信息技术与信息类课程整合的研究与实践);安徽省高等学校自然科学研究重点项目(KJ2015A011);安徽省教学研究项目(2017jyxm1230)。

## 参考文献

- [1] Larsson, E., Edfors, O., Tufvesson, F. and Marzetta, T. (2014) Massive MIMO for Next Generation Wireless Systems. *IEEE Communications Magazine*, **52**, 186-195. <https://doi.org/10.1109/MCOM.2014.6736761>
- [2] Rusek, F., et al. (2013) Scaling up MIMO: Opportunities and Challenges with Very Large Arrays. *IEEE Signal Processing Magazine*, **30**, 40-60. <https://doi.org/10.1109/MSP.2011.2178495>
- [3] Fang, L.C., Xu, L. and Huang, D.F. (2016) Low Complexity Iterative MMSE-PIC Detection for Medium-Size Massive MIMO. *IEEE Wireless Communications Letters*, **5**, 108-111. <https://doi.org/10.1109/LWC.2015.2504366>
- [4] (瑞典) Erik Dahlman, Stefan Parkvall, Johan Sköld, 著. 4G 移动通信技术权威指南 LTE 与 LTE-Advanced [M]. 第2版. 朱敏, 堵久辉, 缪庆育, 余锋, 译. 北京: 人民邮电出版社, 2015.
- [5] <https://baike.baidu.com/item/5G/29780?fi=aladdin>
- [6] 李建东, 郭梯云, 邬国扬. 移动通信[M]. 第四版. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2014.
- [7] 倪梁方. 从统计数据浅析信息论与编码的教与学[J]. 教育进展, 2012(2): 73-76.
- [8] 傅祖芸, 赵建中. 信息论与编码[M]. 北京: 电子工业出版社, 2006.
- [9] (美)Shu Lin, Daniel J. Costello, Jr., 著. 差错控制编码[M]. 原书第2版. 晏坚, 何元智, 潘亚汉, 等, 译. 北京: 机械工业出版社, 2007.
- [10] (美)Georgios B. Giannakis, Zhiqiang Liu, Xiaoli Ma, Shengli Zhou, 著. 宽带无线通信中的空时编码[M]. 王钢, 等, 译. 北京: 机械工业出版社, 2009.
- [11] 梁森山(主编). 中国创客教育蓝皮书(基础教育版) [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2016.
- [12] 刘玉山. 人人可以做创客[M]. 重庆: 重庆出版社, 2016.

**知网检索的两种方式：**

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2160-729X，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：[ae@hanspub.org](mailto:ae@hanspub.org)