

基于代数类课程教学改革的探索与实践

欧阳毅

(中国科学技术大学 数学科学学院, 合肥 230026)

[摘 要] 介绍中国科学技术大学数学科学学院从 2011 年来对代数系列进行课程改革的背景和具体做法, 对五年多时间以来代数课程改革的执行情况, 包括课程体系和教材建设等方面进行回顾与总结.

[关键词] 课程改革; 教材建设; 代数教学

[中图分类号] O177.5 [文献标识码] C [文章编号] 1672-1454(2018)04--

1 引 言

代数方法和分析方法是数学研究中两种最基本的方法, 也是大学数学专业学生数学教育的重点. 中国科学技术大学代数和数论方向从 1958 年建校伊始就受到华罗庚、王元、万哲先、曾肯成等前辈大家的谆谆教导, 培养了一大批杰出人才. 上世纪八十年代以来, 在冯克勤教授和李尚志教授等领导下, 中国科学技术大学的代数教学水平一直维持在很高的水平, 培养的代数和数论人才长期以来受到国内外同行的高度称许. 中国科大之所以能够在代数教学方面取得较好成果, 一方面原因是学生们受到严格的《线性代数》基础训练; 另一方面科大一直坚持为数学系学生开设《初等数论》和《近世代数》基础课程, 并在高年级和研究生阶段开设《群表示论》、《交换代数》等课程, 并配备有《线性代数》(李炯生、查建国编著)、《线性代数》(李尚志编著)、《整数与多项式》(冯克勤、余红兵编著)、《近世代数引论》(冯克勤、李尚志、查建国、章璞编著)、《群与代数表示论》(冯克勤、章璞、李尚志编著)等著名教材.

2011 年开始, 中国科学技术大学数学科学学院对开设的代数基础课程:《初等数论》、《解析几何》、《线性代数》、《近世代数》和《代数学》进行课程改革, 优化和完善教学体系, 启动相应的教材建设. 本文介绍中国科大的代数课程改革的起因和具体内容, 并对五年多时间以来课程改革的执行情况进行总结和回顾.

2 背 景

进入新世纪以来, 新一代中科大数学专业学生入学时的数学基础和上世纪八、九十年代学生有较大区别. 这里面很大一部分原因是外在原因. 由于高中数学新课标和高考指挥棒的影响, 大部分学生在初、高中时代受到题海战术的锤炼, 但在数学领域的独立探索和抽象思维能力受到很大压制. 他们更早接触到微积分的思想, 对于高考中出现的各种题型十分熟练, 但在平面几何、因式分解和三角函数等方面的基本训练远不如以前, 在数学证明和逻辑严格性方面的训练也不如以前. 我们可以从下述方面看出这一趋势. 首先从统计数据来看, 中科大所有数学基础课程中, 不及格率最高的是《线性代数》和《解析几何》, 这些课程在上世纪八、九十年代被认为是相对简单的基础课程, 现在却成为学生的拦路虎. 数学学院学生大一入学后, 感到困难的数学课程是《初等数论》和《解析几何》课程, 反而不是传统意义上感到困难的

[收稿日期] 2018-04-02; [修改日期] 2018-05-16

[基金项目] 教育部“基础学科拔尖学生培养试验计划”研究课题(20170602)

[作者简介] 欧阳毅(1972-), 男, 博士, 教授, 从事数论研究. Email: yiouyang@ustc.edu.cn

《数学分析》课程. 其次, 从近 10 年来参加研究生招生面试和从事研究生代数课程教学实践中, 笔者发现由于抽象思维能力的缺失, 我国大多数学校的近世代数(抽象代数)课程教学流于表面, 学生并没有接触到深刻的代数思想. 很多学生考试成绩可能有 90 多分, 但对于什么是群、4 阶群的个数、最简单的非交换群等简单问题都不知道如何回答. 另外, 这一代学生在高中阶段或多或少参加过数学竞赛, 而其中最体现抽象思维能力的初等数论问题常常是他们最头疼的问题. 他们常常将那些数论和代数基本方法当作是老师传授和赐予的技巧, 是竞赛天才才能掌握的技巧, 不是普通学生应该掌握的.

当进入大学数学学习时, 很多学生不愿意从根本上去理解代数思维. 一遇到稍微困难的问题, 就产生畏难和放弃的情绪. 基于这些原因, 科大的代数教学在本世纪前十年受到比较严重的挑战. 我们的教材也未能及时体现新时期学生的最新情况, 需要在新形势下得到及时更新. 从教学本身来看, 通过多年教学和科研实践, 我们发现各代数课程之间的衔接以及对应教材之间衔接不是特别流畅(各数学核心课程的衔接亦是如此), 在统一的框架下对代数课程教学和教材建设进行规划成为必要.

3 课程改革纲要

2011 年, 在笔者的组织下, 数学科学学院从事线性代数、解析几何和代数课程教学以及代数、数论和代数几何研究的老师, 参考巴黎高师、莫斯科大学、剑桥大学等著名学府的代数课程设置([1], [2], [3]), 经过数次集中讨论, 形成了代数系列课程的调整和改革方案《代数系列课程纲要》([4]), 经过数学科学学院全体教授 4 次教学研讨会热烈讨论, 《纲要》数易其稿, 最终得到通过, 并在 2012 年秋季新生中开始实施. 我们对代数方面涉及的 6 门课程进行全面改革和优化. 原来的《初等数论》课程由《代数学基础》课程替代, 它与《近世代数》, 《代数学》一起构成代数学系列三门核心课程. 《解析几何》与《线性代数 A1, A2》则构成解析几何和线性代数系列. 两个系列由浅入深, 目标是让数学学院学生奠定扎实的代数基础. 基于课程改革的需要, 我们当即着手对应的教材建设, 计划在已有教材的基础上编写代数学三部曲教材: 《代数学 I: 代数学基础》, 《代数学 II: 近世代数》和《代数学 III: 代数学进阶》, 对《解析几何》以及《线性代数》也启动相应的教材建设. 下面我们分两个系列: 代数学系列和解析几何与线性代数系列, 来介绍一下科大的改革方案.

3.1 代数学系列

代数学系列有关三门课程中, 《初等数论》改名为《代数学基础》, 《近世代数》和《代数学》名字保持不变.

3.1.1 《代数学基础》

《代数学基础》源自科大原有的传统课程《初等数论》, 3 个学分, 开课时间是一年级第一学期. 原课程从 1979 年开始一直在数学系(学院)中开设, 并配备有冯克勤、余红兵两位先生的教材《整数与多项式》.

经过仔细讨论, 我们认为本课程的主要目的包括三个方面: (a) 线性代数、近世代数等课程的预备课程; (b) 数论的启蒙课程; (c) 提供给大学新生一些他们本应该在高中阶段具备但实际上并不具备的数学基础知识. 基于这个目的, 课程具体教学内容建议如下:

1. 数学基础: 集合的基本概念和性质; 函数和映射, 映射的复合, 分拆和等价关系, 求和与求积, 复数基本知识.

2. 群、环、域的基本概念: 给出群、环、域的定义和例子, 同态与同构, 子群与陪集, 拉格朗日定理, 循环群, 交换环与理想等概念.

3. 置换与对称群: 置换与对称群, 对换与轮换, S_3 和 S_4 , 它们的子群, 奇置换和偶置换, 置换的型与共轭类.

4. 整数理论: 带余除法, 欧几里得算法, 算术基本定理, 同余, 欧拉函数, 费马小定理和欧拉定理, 中国剩余定理, 原根与有限域 F_p , 二次剩余和二次互反律.

5. 多项式环: 带余除法和欧几里得算法, 不可约多项式和因式分解, 根与系数的关系, 整系数多项式的因式分解, 对称多项式.

本课程是内容变动比较大的课程.首先,课程名字的变动主要是基于如下原因:经过数学竞赛和高考熏陶的大一新生对于数论课程有发憊情绪,一见到数论的名字就敬而远之,而实际上本课程主要目的还是为线性代数、近世代数等数学基础课程服务,特别是提供整数与多项式的基本知识、提供群、环的一些例子,所以叫《代数学基础》是比较妥当的.其次,与《初等数论》课程不同,我们在这里引入了群、环、域的基本概念.这一是由于《近世代数》课程作为大学阶段最难学的数学课程之一,将其中部分(基础)内容提前,可以降低《近世代数》课程的内容量,让教师有更多时间讲授课程难点和重点.其次,《线性代数》课程中提供了群与环的很多例子,如果在《代数学基础》课程已经知道这些概念,就可以在线性代数课程教学中联系起来.其三,线性代数课程在定义行列式的时候,需要奇、偶置换的基本知识,《线性代数》教师需花一节多课时间来讲授,优化到《代数学基础》课程中可以提高讲课效率.其四,统一的代数思想可以使整数理论(例如费马小定理的证明)和多项式理论的理论阐述得到优化,让学生尽早从代数思维观点看待一些数学问题.最后,本课程删除了《初等数论》中的不定方程部分.这是因为尽管不定方程是数论核心研究内容,用到高超的数论技巧,但这些技巧对于一般数学专业学生并不需要,与其他后续课程联系也不紧密,而且不定方程研究如果没有学习到更深刻的数论知识,方法看上去是很零散不成系统的.从学生反映来看,不定方程也是《初等数论》课程最难的部分.基于此原因,我们去掉了不定方程的内容.

3.1.2 《近世代数》

《近世代数》是数学学院各专业的核心课程,4个学分.开课时间计划由三年级第一学期调整为二年级第二学期.本课程是《代数学》的预备课程.具体内容如下:

1. 群论:基本概念回顾(定义和例子,子群,同态与同构,典型群,循环群,陪集分解和拉格朗日定理),正规子群,商群和同态基本定理,单群.

2. 群在集合上的作用:轨道和稳定子群,计数公式,左乘作用和共轭作用,Sylow定理及其应用,自由群和群的表现,有限生成阿贝尔群的结构定理,可解群.

3. 环的基本理论:定义与例子回顾,理想与商环,同态基本定理,中国剩余定理,素理想与极大理想,整环的局部化.

4. 环上的因式分解:素元与不可约元,唯一因式分解环,欧几里得整环,高斯整数和二平方和,多项式环和高斯引理,Eisenstein判别法.

5. 域的基本理论:域的扩张,代数元和超越元,代数扩张,扩张次数,代数闭包,尺规作图问题;代数基本定理的证明,有限域理论.

6. Galois理论:可分扩张,正规扩张和Galois扩张,分裂域,基本定理的陈述,一些例子,方程的根式可解性,基本定理的证明.

本课程主要变动之一是授课时间的变动.原课程在三年级第一学期开课,这是比较晚的时间.由于本课程是众多后续课程(《代数学》,《交换代数》,《同调代数》,《代数数论》,《代数几何》,《李代数》等)的预备课程,太晚开设对于学生选修后续课程造成障碍.内容上的变动,一是我们将一些基础内容挪到《代数学基础》中,原因见前.二是群论部分的教学.群论是《近世代数》课程最难的一部分,在原课程中,需要花一半时间来讲述群论.但是原来的教材和大纲成书于有限单群分类研究如火如荼的上世纪八十年代,对于有限群知识的讲授占了教材很大篇幅.从近年数学的发展来看,我们认为群在集合上的作用是群的思想最光芒闪耀的部分,结合国际上著名教材(比如M. Artin的《Algebra》),也可以看出群的作用是应该特别强调的.这就是我们将冯克勤先生等原来教材中的群论部分拆分成两章并单独以群在集合上的作用作为章节标题的原因.

3.1.3 《代数学》

《代数学》课程是数学学院研究生基础课程,是华罗庚班学生必修课程,也是基础数学方向本科生的必修课程.共4个学分,开课时间是每年春季学期.本课程是《近世代数》的延续.本课程计划介绍模论、交换代数初步和有限群表示理论基本知识,具体内容如下:

1. 模论:模的定义、例子和基本性质,范畴和函子,自由模、投射模和內射模,张量积与平坦模,主理想整环上的有限生成模的结构定理等.

2. 交换代数初步:诺特环与诺特模,Artin环与Artin模,Hilbert基定理,局部化,整性,根式理想

与准素理想,仿射代数几何初步, Hilbert 零点定理, Grobner 基和截式等.

3. 半单代数与有限群的线性表示:群表示与群代数的模, Schur 引理, 完全可约性和 Maschke 定理, 半单代数与 Wedderburn 定理, 表示的特征标, 特征标表的计算及应用, Burnside 定理, 诱导表示, Frobenius 互反律.

此次改革对于本课程的主要变化是确定教学内容. 由于代数和数论教师的大量流失, 科大的代数学课程在本世纪上个十年只能断断续续的开课, 教学内容也随着授课老师的兴趣不同而不断变化, 没有确定下来. 2010 年以来情况有了较大变化. 首先代数、数论和代数几何老师的不断加入让代数方面课程可以做到每年按时开设, 整合代数课程教学成为必要. 其次数学学院开始实施博士资格考试的制度, 代数是博士资格考试科目. 修读《代数学》的一个主要目的, 是让修读课程的研究生、华罗庚班学生和其他感兴趣的高年级本科生具备基本代数素养, 顺利通过本校(或者国际高校)博士资格考试. 基于上述原因, 从事代数、数论和代数几何研究的老师经仔细讨论, 决定将模论、有限群表示论和交换代数初步知识作为《代数学》教学的内容. 经过此课程的学习, 学生将能够顺利进入交换代数、同调代数、代数数论、代数几何和李代数等专门课程的学习.

3.2 解析几何和线性代数系列

3.2.1 《解析几何》

本课程是数学学院各专业的必修课程, 原 3 个学分, 计划改为 4 个学分. 开课时间是一年级第一学期. 本课程是《线性代数 A1》的预备课程. 具体内容如下:

1. 向量代数, 行列式与矩阵初步: 向量的概念及线性运算, 仿射坐标系与坐标表示, 线性相关与线性无关, 向量内积、外积和混合积, 2 阶与 3 阶矩阵的定义及其基本性质, 矩阵的乘法, 逆矩阵与伴随矩阵.

2. 空间中的平面, 直线及常见曲面: 平面方程与平面间的位置关系, 直线方程及直线间的位置关系, 直线与平面的位置关系, 直线到平面的距离, 异面直线, 空间中曲面和曲线的表示方法, 球面、旋转面、柱面和锥面的方程, 二次曲面.

3. 空间中的坐标变换与线性变换: 空间中的仿射坐标变换, 点与向量的仿射坐标变换公式, 直角坐标变换, 正交矩阵, 正交变换与仿射变换, 变换的乘积及逆变换, 线性变换的坐标表示, 变换群的概念. 仿射不变量.

4. 射影几何初步: 扩大直线与射影直线, 扩大平面与射影平面的定义, 非齐次坐标与齐次坐标, 对偶原理, 交比, 调和点列与调和点束, 射影坐标系与射影坐标变换, 射影变换.

3.2.2 《线性代数》A1 和 A2

《线性代数》是数学学院各专业的基础课程. 《线性代数 A1》共 5 个学分, 开课时间是一年级第二学期, 《线性代数 A2》共 4 个学分, 开课时间是二年级第一学期. 本课程具体内容包括:

1. 行列式: 行列式的定义及基本性质, 用初等变换求行列式, 展开定理.

2. 矩阵: 矩阵的代数运算及其性质, 分块运算, 初等变换, 矩阵乘积的行列式, 可逆矩阵, 初等变换求逆, 相抵与相抵标准形, 秩.

3. 一般线性方程组: 线性方程组的同解变形, 高斯消去法, 一般的线性方程组的解法及初步讨论, Cramer 法则.

4. 线性空间: 线性空间的公理化定义, 线性相关与线性无关, 基, 维数, 坐标, 基变换与坐标变换, 线性空间的同构与同态, 子空间, 子空间的交与和及其维数公式, 生成子空间, 直和, 补空间.

5. 线性映射和线性变换: 线性映射, 线性映射的矩阵, 线性函数, 对偶空间, 象与核, 矩阵相抵标准形的几何证法, 线性变换, 线性变换的矩阵, 矩阵的相似, 特征值与特征向量, 矩阵相似对角化

6. 相似标准形理论: 线性变换的不变子空间, 方阵的准三角化和准对角化, 线性变换的根子空间与根子空间分解, 循环子空间与循环子空间分解, 多项式矩阵的相抵, 行列式因子, 不变因子与初等因子, Jordan 标准型, 实相似标准型, 一般数域上方阵的相似.

7. 二次型: 二次齐次函数与对称方阵, 方阵的相合, 相合对角化, 定正性条件, 相合不变量, 实相合的惯性定理.

8. 欧氏空间与酉空间:双线性函数,内积,欧氏空间,自对偶,正交化方法,欧氏空间的同构,伴随变换,规范变换,规范方阵的正交相似标,正交变换与对称变换,典型群,实二次型在正交相似下的标准型,二次曲线与二次曲面的分类,酉空间,复规范方阵的酉相似,厄尔米阵,酉方阵.

9. 多重线性代数:张量积,对称代数,外代数等.

对于解析几何与线性代数系列课程的调整,主要是解析几何课程的定位问题.解析几何一方面是线性代数的预备课程,可以说是解析几何就是二维和三维的线性代数.矩阵、行列式、线性相关无关性等概念如果能够在解析几何课程中得到很好掌握,线性代数的学习难度将会极大降低.另一方面,曲线、曲面参数化、曲面形状等概念在多元微积分、计算机图形学等有很大应用,齐次坐标、射影几何、对偶等是微分几何和代数几何需要的重要概念.基于这些原因,我们预备了两个方案.一是将这两门课合并,开设《几何与线性代数 I, II, III》系列课程,从大一新生入学开始,分三个学期,每个学期 4 个学分.《几何与线性代数 I》除去前述《解析几何》1-3 外,加上一般矩阵和行列式的定义,以及一般线性方程组的求解,而射影几何部分挪到《几何与线性代数 III》中,并添加张量代数的一些内容.第二个方案就是现在实施的这个方案,算是比较保守的方案.为什么选择后面这个方案,一是线性代数课程是数学学习最基础的课程之一,任何改动都是战战兢兢,如履薄冰.科大学生的线性代数学习一直都是很不错的,教材也是全国著名教材,如果看不出显著变化,还是保守一点为好.另外的原因也是比较实际的问题.这个改动需要很多老师花费很多精力.目前科大代数方面老师还是相对年轻,科研压力比较大.

3 纲要执行和教材建设教学实践

从 2012 年秋季学期开始,我们开始开设《代数学基础》课程,并按照课程改革纲要的要求讲授《解析几何》、《近世代数》和《代数学》课程.

代数学系列三门课程改革得比较彻底.《代数学基础》和《近世代数》课程编写了讲义,并经过多次试讲,综合任课老师和上课学生反馈意见,讲义正式形成为教材(《代数学 I:代数学基础》,欧阳毅,申伊瑞编, [5])和《代数学 II:近世代数》,欧阳毅,叶郁,陈洪佳编, [6]),分别在 2016 年 9 月和 2017 年 1 月由高等教育出版社出版.为更好配合博士资格考试,《代数学》上课时间改为秋季学期.课程的讲义《代数学 III:代数学进阶》(欧阳毅编)已经写好初稿并经过试用和修改,将在近期出版.

《代数学 I:代数学基础》是代数系列教材三部曲的第一部.我们参考冯克勤教授和余红兵教授编著的教材《整数与多项式》,和 Artin, Lang, Hungerford, Dummit-Foote 等著名英文教材,对群、环、域的定义和基本性质,循环群和对称群,整数理论,多项式理论等进行介绍,目的是为后续的线性代数,近世代数和数论(包括数论的应用)等众多课程提供基础和例子.在保留原来初等数论课程整数理论和多项式理论的基础上,教材增加了复数、韦达定理等高中忽视的内容,强调了等价关系这个大学数学教学难点,增加了群、环、域的基础知识特别是循环群的知识,对线性代数教学急需的置换的概念进行讨论.这里的目的,首先是让学生较早接触到群、环、域等抽象概念,尽早锻炼学生的抽象思维能力,为后续的近世代数课程降低难度.其次教材统一使用代数的思想介绍整数和多项式的理论,希望同学们能够了解初等数论不是数学竞赛中高不可攀的一道道难题,而是在统一逻辑框架下的优美理论,它不仅在今后数学各方面学习中有很多用处,而且是数学在实际生活中应用的重要理论基石.

《代数学 II:近世代数》紧接《代数学 I:代数学基础》,是《近世代数》课程的教材.我们重点参考了已经使用近三十年的老教材《近世代数引论》,并参考了 Artin, Lang, Hungerford, Dummit-Foote 等著名英文教材,讲述了群、环、域的基本理论和伽罗瓦理论.在保留原《近世代数引论》核心内容的基础上,除去文字叙述方面有所改变外,着重在本课程与线性代数等前置、后续课程的衔接,并对当今数学研究出现的群、环、域的实例进行介绍.本书增添了很多例子,特别是矩阵和线性变换等来自线性代数的例子,减少了有限群的篇幅,但增加了对矩阵群的讨论.这样更能体现代数方法在现代数学研究中最核心应用.教材特别强调群在集合上的作用,并从这一观点引出群论核心内容.在伽罗瓦理论方面,本教材更强调它的计算和应用.除此之外,我们对习题进行了大量更新,增加了大量来自线性代数、解析几何甚至数学分析的习题.

《代数学 III:代数学进阶》是代数系列教材三部曲的最后一部,是研究生和高年级本科生数学核心课程《代数学》的教材.我们重点参考参考了 Artin, Lang, Hungerford, Dummit-Foote 等著名英文教材,特别是 Rotman 的 *Advanced Modern Algebra*, 介绍模论、交换代数初步和有限群表示理论基本知识,为学生的研究生学习奠定扎实的代数基础.本教材内容与《代数学》教学内容一致,共分三章:模论,交换代数初步,半单代数和有限群表示论.教材紧密联系三部曲的前两部教材,论述严谨,并精心配备了大量习题.

解析几何和线性代数系列三门课程中,《解析几何》课程改革比较到位,在授课基础上形成讲义(李皓昭编写),而《线性代数》的情况要复杂一些.一方面,科大数学学院的经典教材(李炯生、查建国、王新茂的《线性代数》和李尚志的《线性代数》)继续广泛使用,《线性代数 A1, A2》课程教学基本按照这两本教材进行.另一方面,学校为少年班学院数学专业学生以及其他院校转到数学学院的学生开设了《线性代数 B2》课程,在他们学习过的非数学专业《线性代数 B1》课程基础上提高,使他们的线性代数水平达到接受 A1 和 A2 课程的数学学院学生水准.根据等式 $A1 + A2 = B1 + B2$ (而且少年班学院《解析几何》与《代数学基础》不作要求),《线性代数 B2》就成了线性代数系列课程最难的一门课程,需要覆盖的教学内容繁多,而且修读此课程的学生数和修读 A1—A2 课程的学生数差不多,因此编写一本适合 B2 教学的教材更加有紧迫感.目前陈发来教授和王新茂副教授正在编写讲义.

4 成效与不足

代数系列课程改革从 2011 年启动,2012 年中国科大数学科学学院教授委员会通过课程改革纲要,已经有五年多时间.我们取得了如下成效:

1. 课程设置方面的改革得到落实.我们已经建成一整套完整的从大学新生到研究生的代数课程教学体系,为培养具备坚实代数基础的数学人才提供体系保证.我们的课程学习,可以满足学生在代数、数论、代数几何、计算几何、微分几何等数学研究各个方面的具体需求.

2. 新教材编写情况顺利.我们的教材,结合学院原有著名教材的优点,参考国际著名英文教材,考虑到当今学生的具体情况,并体现当今数学研究的发展方向.

3. 学生代数课程学习积极性得到加强,具备扎实代数基础愿意从事数学研究的优秀人才不断涌现.在 2013—2017 年的丘成桐大学生数学竞赛中,科大学生在代数与数论方面获得 1 金 1 银 4 铜 19 优胜奖,团体方面获得 1 金 1 银 6 铜的优异成绩;比较而言,2010—2012 年前三届竞赛中,代数和数论方向只取得 1 铜 5 优胜奖,团体 1 银 2 铜,进步明显(见[7]).2013—2018 年 7 位同学被数学特别是数论和代数几何人才培养的殿堂级学校巴黎高师录取深造,这之前我们仅有 2 名同学去高师学习.另外这些年来,陆续有优秀学生去普林斯顿大学、斯坦福、伯克利、巴黎七大、十一大和巴黎高工、波恩大学等著名高校从事数论、代数几何和代数表示论研究生学习.

执行过程中,我们也发现有如下的不足之处:

1. 不少大学新生对于代数思维还是很不适应.这里根本原因可能还是在中学数学教育.严密逻辑思维能力的欠缺对于人工智能时代创新性工作的开展必将拉后腿,希望数学教育工作者能够多反映这一问题.当然,如何继续改进我们的教学,也是应该努力思考的问题.

2. 课程改革纲要通过以后,执行过程中缺乏统一部署.这里主要体现在线性代数和解析几何系列课程改革方案的执行.

3. 教师从事教材编写和教学研究的积极性不是很高.这主要是教师的科研压力远远大于教学压力,教学工作实际上在政策层面得不到重视.

4. 严肃意义上的教学研讨会(心无旁骛,远离尘嚣,关起门来畅所欲言的教学研讨会)近年来没有得到继续,广大老师缺乏共同总结提高的机会,也造成暴露出来的问题常常不能得到及时改进.

[参 考 文 献]

[1] 数学力学系 2009 级教学计划[G]. 莫斯科大学.

- [2] FIMFA (Foundation Interuniversitaire de Mathematique Fondamentales et Appliquees) [G]. 巴黎高师 (Ecole Normale Supérieure): 2017/2018.
- [3] Mathematical Tripos 2017/2018, Guide to Courses in Part IA, IB, II and III. [G]. 剑桥大学 (Cambridge University), 见网站 <https://www.maths.cam.ac.uk/undergrad>.
- [4] 代数系列课程纲要[G]. 中国科学技术大学数学科学学院, 2012.
- [5] 欧阳毅, 申伊堉. 代数学 I: 代数学基础[M]. 北京: 高等教育出版社, 2016.
- [6] 欧阳毅, 叶郁, 陈洪佳. 代数学 II: 近世代数[M]. 北京: 高等教育出版社, 2017.
- [7] 丘成桐大学生数学竞赛成绩网站, <http://www.cms.zju.edu.cn/conference/YCMC/announcement-c.html>.

Summary and Review of the Curriculum Reform of Algebra Courses in USTC

Ouyang Yi

(School of Mathematical Sciences, University of Science and Technology of China, Hefei 230026, China)

Abstract: This paper introduces the causes and specific practices of the curriculum reform of the algebra series in the School of Mathematical Sciences at University of Science and Technology of China starting from 2011, and summarizes and reviews the implementation of Algebra Curriculum Reform over the past five years, including curriculum system and textbook development.

Key words: curriculum reform; textbook development; algebra teaching