

《普通高中数学课程标准(2017 年版)》 课程结构与内容的变化

吕世虎, 江 静, 李俊彦

(西北师范大学 教育学院, 甘肃 兰州 730070)

《普通高中数学课程标准(2017 年版)》与现行普通高中数学课程标准相比,课程结构的变化可以概括为:从模块到主题,文理不分科,选择多样化.课程内容的变化主要有:减少必修课程的内容,以现行选修课程文科内容为基础建构选择性必修课程内容,设置丰富多样的适合学生不同发展需求的任意选修课程;对原有课程内容进行重组和调整,使得课程内容更具有系统性和完整性.

2017 年底,教育部正式颁布《普通高中数学课程标准(2017 年版)》(以下简称“17 标准”),“17 标准”较之 2003 年颁布的《普通高中数学课程标准(实验)》(以下简称“03 标准”),在课程理念、课程目标、课程结构与内容以及课程实施建议等方面都有一些变化,这些变化是在继承基础上的创新与发展.把握这些变化对于理解和实施“17 标准”至关重要.本文拟对这两个标准文本进行比较研究,梳理课程结构与内容的变化.

1 课程结构的变化

“03 标准”中,采用模块课程结构.数学课程分为必修、限定选修和任意选修 3 类,由 5 个系列构成,每个系列按模块/专题组织内容.必修课程系列由 5 个模块组成,限定选修课程系列 1、系列 2 分别由 2 和 3 个模块组成,每个模块 2 学分;任意选修课程系列 3、系列 4 分别由

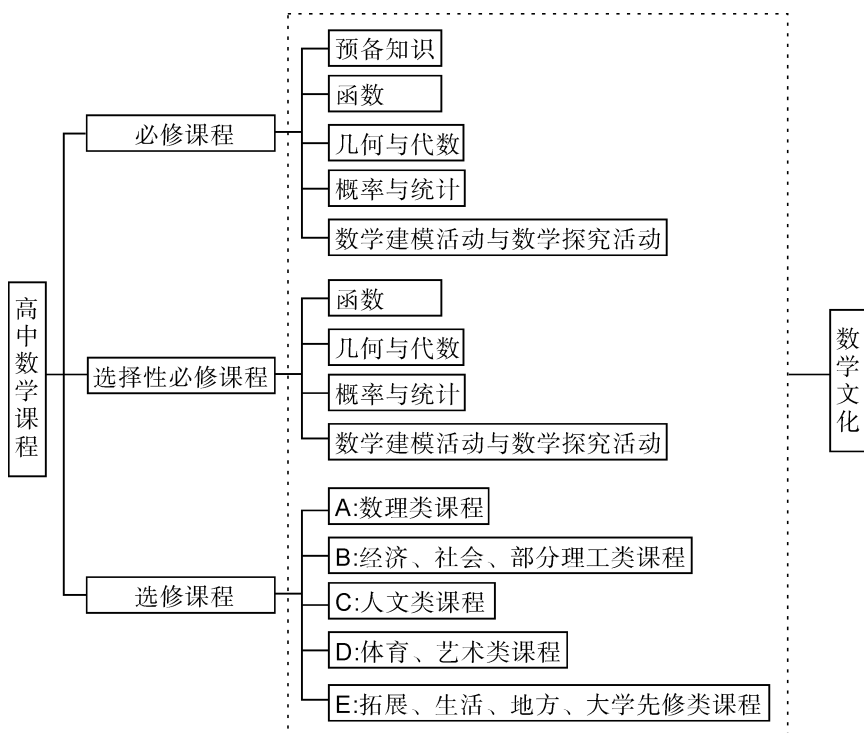
若干个专题组成,每个专题 1 学分.同时还设置了数学探究、数学建模与数学文化内容,这些内容渗透在各模块和各专题之中,但没有独立设置内容和课时,也没有提出具体评价要求.限定选修课程系列 1、系列 2,分别为文理科方向的学生设置,对应文理分科高考.任意选修课程系列 3、系列 4,为对数学有兴趣和希望进一步提高数学素养的学生而设置,系列 3 不作为高考内容,系列 4 作为高考选考内容^[1].

“17 标准”中,采用主题课程结构.分为必修课程、选择性必修课程、选修课程 3 类,选择性必修课程实际上就是限定选修课程,选修课程实际上就是任意选修课程.每类课程按函数、几何与代数、概率与统计、数学建模与数学探究活动 4 个主题组织内容.必修、限定性选修课程为高考内容,限定选修课程不分文理科,对应文理不分科高考,任意选修课程不作为高考内容.^[2]必修课程为 8 学分,比“03 标准”减少 2 学分,选择性必修课程 6 学分,任意选修课程学分上限为 6 学分.

按主题设置课程内容,体现了数学内容的整体性和系统性,突出数学核心概念和主线.特别是增加数学建模与数学探究活动主线,对于培养学生发现和提出问题、分析和解决问题的能力,促进学生数学核心素养的形成和发展具有重要作用.课程结构如下:

收稿日期:2018-01-26

作者简介:吕世虎(1963—),男,甘肃平凉人,教授,教育学博士,博士生导师,高中数学课程标准修订组核心成员,主要从事数学课程与教学论、数学教育史研究



“17 标准”与“03 标准”相比,课程结构的变化可以概括为:从模块到主题,文理不分科,选择多样化。

2 课程内容与要求的变化

课程内容与要求变化从以下几个方面进行梳理:整体课程内容的增减;必修与选择性必修(高考要求)课程内容的变化;一些内容所在位置的调整。

2.1 整体课程内容的增减

“03 标准”实施中反映出一些问题,例如,必修、限定选修课程内容偏多学习负担太重,任意选修课程的专题内容太多、太杂,与学生未来发展联系不紧密。“17 标准”针对这些问题,对必修与选择性必修(高考要求)作了删减和降低要求的处理;对选修课程作了重新设计。选修课定位为:为学生确定发展方向提供引导,为学生展示数学才能提供平台,为学生发展数学兴趣提供选择,为大学自主招生提供参考,设置 A、B、C、D、E 5 类选修课程,特别设置了大学先修课程,在内容与学分认定上考虑了与大学教学的衔接。^[5] 万数据

A 类课程是供有志于学习数理类(如数学、物理、计算机、精密仪器等)学生选择的课程。包括微积分、空间向量与代数、概率与统计 3 个专题,其中微积分 2.5 学分,空间向量与代数 2 学分,概率与统计 1.5 学分。

B 类课程是供有志于学习经济、社会类(如数理经济、社会学等)和部分理工类(如化学、生物、机械等)学生选择的课程。包括微积分、空间向量与代数、应用统计、模型 4 个专题,其中微积分 2 学分,空间向量与代数 1 学分,应用统计 2 学分,模型 1 学分。

C 类课程是供有志于学习人文类(如语言、历史等)学生选择的课程。包括逻辑推理初步、数学模型、社会调查与数据分析 3 个专题,每个专题 2 学分。

D 类课程是供有志于学习体育、艺术(包括音乐、美术)类学生等选择的课程。包括美与数学、音乐中的数学、美术中的数学、体育运动中的数学 4 个专题,每个专题 1 学分。

E 类课程包括拓展视野、日常生活、地方特色的数学课程,还包括大学数学的先修课程等。

“17 标准”与“03 标准”相比,在内容设置上 有较大的变化.从整体来看,增加了一些主题或 单元,也减少了一些主题或单元,增加和减少的 内容主要集中在任意选修课程部分.表 1、表 2 呈现了增加和减少的主题或单元,增加内容体 现在“17 标准”中,减少内容体现在“03 标准” 中,所以表 1 按“17 标准”课程类别呈现,表 2 按“03 标准”课程类别呈现.

表 1 增加的课程内容

课程类别	主题或单元内容
必修课程主题五	数学建模活动与数学 探究活动
选择性必修课程 主题四	数学建模活动与数学 探究活动
选修 A 课程	微积分
选修 A 课程	空间向量与代数
选修 A 课程	概率与统计
选修 B 课程	微积分
选修 B 课程	空间向量与代数
选修 B 课程	应用统计
选修 B 课程	模型
选修 C 课程	逻辑推理初步
选修 C 课程	数学模型
选修 C 课程	社会调查与数据分析
选修 D 课程	美与数学
选修 D 课程	音乐中的数学
选修 D 课程	美术中的数学
选修 D 课程	体育运动中的数学
选修 E 课程	机器人与数学
选修 E 课程	生活中的数学
选修 E 课程	家庭理财与数学
选修 E 课程	地方建筑与数学
选修 E 课程	家乡经济发展的社会 调查与数据分析
选修 E 课程	大学先修课程:微积分
选修 E 课程	大学先修课程:解析几 何与线性代数
选修 E 课程	大学先修课程:概率论 与数理统计

由表 1 可以看出,必修课程和限定选修课 程中增加了“数学建模与数学探究活动”主题, 并赋予学分和课时,要求学生经历选题、开题、 做题、结题等数学建模与数学探究活动的全过 程,撰写研究报告或小论文,并进行报告、交流.

研究报告或小论文及其评价存入学生个人学习 档案,为大学招生提供参考和依据.选修课程 中,除了选修 E 课程中拓展视野的课程保留了 “03 标准”,任意选修课程 3,4 系列中的对称与 群、球面上的几何、欧拉公式与闭曲面分类、数 列与差分、初等数论初步等专题以及选修 A,B 课程中的空间向量与代数包含了矩阵与变换的 内容以外,其他内容几乎都为新增加的内容.

表 2 删减的课程内容

课程类别	内容
必修数学 3	算法初步
必修数学 5	二元一次不等式组与简单线 性规划问题
选修 1-2	框图
选修 2-2	推理与证明
选修 3-1	数学史选讲
选修 3-2	信息安全与密码
选修 3-6	三等分角与数域扩充
选修 4-1	几何证明与选讲
选修 4-4	坐标系与参数方程
选修 4-5	不等式选讲
选修 4-7	优选法与试验设计初步
选修 4-8	统筹法与图论初步
选修 4-9	风险与决策
选修 4-10	开关电路与布尔代数

由表 2 可以看出,必修部分删减的内容主 要有算法初步和简单线性规划问题.算法初步 这部分内容是“03 标准”中的新增内容,这个内 容本身是重要的.因为这次高中课标修订中,信 息技术课程把算法作为必修内容,所以在数学 课程中删除了这部分内容.线性规划问题的本 质是一个多元函数极值的问题,目前在中学学 习简单线性规划问题,使用的是等高线即降维 的思想来解决的.多元函数的极值问题是非常 重要的问题,它的处理方式和等高线的处理方 式基本思路不完全一样,而在中学阶段做不到 处理多元函数的极值问题.所以,“17 标准”删 除了线性规划的内容.限定选修部分删减的内 容主要有框图、推理与证明,这两部分内容是借 助其他数学知识为载体进行教学的,是贯穿在

高中数学课程中的,本次课标修订不再安排专门课时.其他删减的内容都出现在任意选修部分,“17 标准”的选修部分保留或在相关内容中包含了“03 标准”任意选修系列 3、系列 4 的 6 个专题,删减了其他 10 个专题.

2.2 必修课程内容的变化

“17 标准”的必修课程为 8 学分,比“03 标准”减少 2 学分.内容有相应调整.两个标准中的必修课程内容如表 3 所示.

表 3 两版本标准必修课程内容

“03 标准”	“17 标准”
数学 1 集合(4 课时) 函数概念与基本初等函数 I (指数函数、对数函数、幂函数、函数与方程、函数模型及其应用)(32 课时) 数学 2 立体几何初步(18 课时) 平面解析几何初步(18 课时) 数学 3 算法初步(12 课时) 统计(16 课时) 概率(8 课时) 数学 4 基本初等函数 II (三角函数)(16 课时) 平面向量(12 课时) 三角恒等变换(8 课时) 数学 5 解三角形(8 课时) 数列(12 课时) 不等式(不等关系+一元二次不等式+二元一次方程组与简单线性规划问题+基本不等式,16 课时) 合计 180 学时	主题 1 预备知识(18 课时) 集合(4 课时) 常用逻辑用语(6 课时) 相等关系与不等关系(3 课时) 从函数观点看一元二次方程和一元二次不等式(5 课时) 主题 2 函数(52 课时) 函数概念与性质+幂函数+指数函数+对数函数(24 课时)(减少求函数值域、映射概念、对数发展及其作用等要求) 三角函数(含三角恒等变换)(24 课时) 函数应用(4 课时) 主题 3 几何与代数(42 课时) 平面向量及应用(解三角形)(20 课时) 复数(6 课时) 立体几何初步(16 课时)(减少三视图) 主题 4 概率与统计(20 课时) 统计(12 课时)(减少变量相关性,分布估计内容) 概率(8 课时) 主题 5 数学建模与数学探究活动(6 课时) 合计 138 课时,机动 6 课时

由表 3 可以看出,“17 标准”的必修课程内容与“03 标准”中相应内容相比,删除了算法初步、二元一次不等式组与简单线性规划问题、平面解析几何初步、数列等内容,其中平面解析几何初步、数列内容移到选择性必修课程中.增加了常用逻辑用语、复数的内容,这两部分内容来

自“03 标准”限定选修课程系列 1、系列 2. 还增加了数学建模与数学探究活动.

必修课程内容总体减少了 42 学时.一些具体知识点有增减,知识点的增减及要求变化如表 4 所示.

表 4 “17 标准”必修课程知识点的增减与要求的变化

课程类别	内容	增加、强化	删减、弱化
主题 1	相等关系与不等关系	梳理等式性质 理解不等式概念 掌握不等式性质	
	常用逻辑用语		了解命题的逆命题、否命题、逆否命题 会分析 4 种命题题的关系 了解逻辑连接词的含义

万方数据

课程类别	内容	增加、强化	删减、弱化
主题 2	函数的概念与性质		会求简单函数值域 了解映射概念
	幂函数、指数函数、对数函数	了解指数的拓展过程	
	三角函数	体会引入弧度制的必要性	
	三角恒等变换	知道两角差余弦公式的意义	不再要求用向量数量积推导两角差的余弦公式
主题 3	立体几何初步	能用简单空间图形体积、表面积公式解决简单的实际问题	画出简单空间图形的三视图,用平行投影与中心投影画直观图
	平面向量及应用	理解向量的基本要素 解三角形	能解决一些简单的三角形度量问题
主题 4	概率	样本点 有限样本空间事件的运算 概率的性质	几何概型 人类认识随机现象的过程
	统计	百分位数	系统抽样 变量的相关性 分布估计

2.3 选择性必修课程内容的变化

“17 标准”中的选择性必修课程文理部不分科,在“03 标准”限定选修课程文科内容的基础上,增加了理科的一些内容,介于原来的文科

与理科内容之间,比原文科内容要求高,比原理科内容要求低. 选择性必修课程与原文科课程内容如表 5 所示.

表 5 选择性必修课程与原文科课程内容

“03 标准”	“17 标准”
选修 1-1 常用逻辑用语(8 课时) 圆锥曲线与方程(12 课时) 导数及其应用(16 课时)	主题 1 函数(30 课时) 数列(增加数学归纳法作为选学)(14 课时) 一元函数导数及其应用(原文科要求,减少生活中的优化问题,增加体会极限思想,16 课时)
选修 1-2 统计案例(14 课时) 推理与证明(10 课时) 数系的扩充与复数的引入(4 课时) 框图(6 学时) 70 学时	主题 2 几何与代数(44 课时) 空间向量与立体几何(原理科要求 12 课时)+空间直角坐标系(原必修平面解析几何中 2 课时) 平面解析几何(含原必修中的平面解析几何初步(直线与方程、圆与方程 18 课时),圆锥曲线与方程(12 课时)) 主题 3 统计与概率(26 课时) 计数原理(原理科要求降低,9 课时) 概率(原理科要求,8 课时) 统计(成对数据相关性+2 个案例)(9 课时)
	主题 4 数学建模与数学探究活动(4 课时) 104 课时,机动 4 课时

由表 5 可以看出,“17 标准”的选择性必修课程内容与“03 标准”中的文科内容相比,删除了常用逻辑用语、数系扩充与复数引入、推理与证明、框图等内容,其中常用逻辑用语、数系扩充与复数引入内容在适当调整后移到必修课程

中. 增加了数列、解析几何初步(直线与方程、圆与方程)、空间向量与立体几何(含空间直角坐标系)、计数原理、概率等内容,其中数列、解析几何初步(直线与方程、圆与方程)是原必修课程的内容,空间向量与立体几何(含空间直角坐

标系)、计数原理、概率等内容是原理科内容. 还增加了数学建模与数学探究活动.

原限定选修课程中的文科课程与理科课程, 与原相应内容相比, 一些知识点有增减, 知识点的增减及要求变化如表 6 所示.

表 6 “17 标准”选择性必修课程知识点的增减与要求的变化

课程类别	内容	增加、强化	删减、弱化
主题 1	一元函数导数及其应用	能求简单的复合函数的导数 体会极限思想	生活中的优化问题
主题 2	空间向量与立体几何	通过与平面向量的类比学习空间向量的概念及其运算(例如, 经历由平面向量及其运算和运算规则推广到空间向量的运算和运算规则的过程) 用向量语言描述直线和平面	能用向量数量积判断空间向量的共线与垂直
主题 3	计数原理		用计数原理与排列组合公式解决简单实际问题
	概率	概率乘法公式 全概率公式 贝叶斯公式 正态分布的均值、方差	超几何分布的导出过程
	统计	成对数据的统计相关性	假设检验与聚类分析案例

2.4 部分原有内容所在位置的调整

调整, 安排在更适合的主题中. 具体内容调整如“17 标准”对一些原有内容进行了重组和表 7 所示.

表 7 部分原有教学内容中某些知识点所在位置的调整

课程内容	“03 标准”中所在位置	“17 标准”中所在位置
常用逻辑用语	选修 1-1: 常用逻辑用语 选修 2-1: 常用逻辑用语	必修主题 1: 常用逻辑用语
复数	选修 1-2: 数系扩充与复数的引入 选修 2-2: 数系扩充与复数的引入	必修主题 3: 复数
数列	必修数学 5: 数列	选择性必修主题 1: 数列
直线与方程、圆与方程	必修数学 2: 平面解析几何初步	选择性必修主题 2: 平面解析几何
空间直角坐标系	必修数学 2: 平面解析几何初步	选择性必修主题 2: 空间向量与立体几何
数学建模与数学探究	内容标准中独立的一部分(要求贯穿于整个高中数学课程中, 高中阶段至少各安排一次较为完整的数学建模、数学探究活动, 没有设置课时)	必修主题 5: 数学建模与数学探究活动(6 课时) 选择性必修主题 4: 数学建模与数学探究活动(4 课时) 选修 B 课程: 模型(18 课时) 选修 C 课程: 数学模型(36 课时)
数学归纳法	选修 2-2: 推理与证明 选修 4-5: 不等式选讲	选择性必修主题 1: 数列 选修 C 课程: 逻辑推理初步
聚类分析、假设检验	选修 2-3: 统计与概率	选修 B 课程: 应用统计
微积分与定积分基本定理	选修 2-2: 导数及其应用	选修 A 课程: 微积分 选修 B 课程: 微积分
反证法	选修 1-2: 推理与证明 选修 2-2: 推理与证明	选修 C 课程: 逻辑推理初步

成角为 60° ; 三是 3 个平面相交于 3 条交线, 所成角为 90° .

问题 6 如果 3 个平面两两垂直, 那么它们可将空间分割成多少个部分?

解读 3 个平面两两垂直最好的模型就是任何地方都能看到的“墙角”模型, 如图 7 第 3 个图形.

问题 7 设 $f(x), g(x), h(x)$ 是定义域为 \mathbf{R} 的 3 个函数, 对于命题:

①若 3 个函数两两之和均为增函数, 则 $f(x), g(x), h(x)$ 中至少有 1 个增函数;

②若 3 个函数两两之和均是以 T 为周期的函数, 则 $f(x), g(x), h(x)$ 均是以 T 为周期的函数. 下列判断正确的是().

(A) ①和②均为真命题

(B) ①和②均为假命题

(C) ①为真命题, ②为假命题

(D) ①为假命题, ②为真命题

解析 因为

$$f(x) = \frac{1}{2}(f(x) + g(x)) + \frac{(f(x) + h(x)) - (g(x) + h(x))}{2}$$

必为周期为 T 的函数, 所以②正确; 增函数减增函数不一定为增函数, 因此①不一定成立. 故

选 D.

众所周知, 数学是研究“空间形式”和“数量关系”的学科, 数量关系, 简称为“数”, 空间形式简称为“形”; “数”的对象比如说自然数、复数、向量、矩阵、函数、概率等, “形”的对象比如说曲线、图、空间、流形等, 如果把数学的研究对象只用“数”和“形”来概括, 那么有些东西还无法概括进去, 比如数学语言、各种计算机的语言都是根据数学原理制作出来的, 可这些语言是“形”还是“数”呢? 看来都不是. 在数学学科内部, 经常遇到的数学语言包括数学文字语言、数学符号语言、数学图形语言. 数学文字语言带有数学特有的本质属性——关系属性, 比如, 数学文字语言“两两 XX”是指在 3 个以上事物间关系的一种, “两两相交”“两两互斥”“两两垂直”“两两所成角相等”等等, 日常辅导时, 常听到学生问起“两两 XX”这是什么意思? 可见学生对此类文字数学语言的学习没有到位, 经常会遇到理解障碍, 数学教学中有必要引起重视.

参考文献

- [1] 余继光, 新课程数学中实习作业教育价值与设计[J]. 数学通报, 2010, (12): 23-27.
- [2] 余继光, 一个空间模型中立体几何问题的教学案例[J]. 数学教学, 2003, (4): 11-14.

(上接第 7 页)

以上对“17 标准”课程结构与内容的变化作了宏观梳理, 了解这些宏观变化有助于整体把握高中数学课程结构和内容. 对于具体细节的变化, 还需要结合修订后的高中数学教材开展进一步的研究. “17 标准”以“学生发展为本、立德树人、提升素养”为总的指导思想, 以“优化课程结构、突出主线、精选内容, 把握数学本质、启发思考、改进教学, 视过程评价、聚焦素养、提高质量”为课程、教学、评价的指导思想. 在课程理念、课程目标、课程结构、课程内容、课程实施、学业质量、评价与考试等方面都有创新和发

展, 准确把握这些变化是实施新修订的高中数学课程的前提和基础, 期待广大教师参与“17 标准”的研究, 为顺利实施新修订的高中数学课程做好准备.

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 普通高中数学标准(实验)[S]. 北京: 人民教育出版社, 2003: 5-9.
- [2] 中华人民共和国教育部. 普通高中数学标准(2017 年版)[S]. 北京: 人民教育出版社, 2018: 9-12.