



# 高中数学课程中信息技术使用的国际比较

## ——基于中国等十四国高中数学课程标准的研究

郭 衍<sup>1,2</sup>, 曹一鸣<sup>1,2①</sup>

(1.北京师范大学 未来教育高精尖创新中心, 北京 100875; 2.北京师范大学 数学科学学院, 北京 100875)

**摘要:** 信息技术与高中数学课程的整合不断受到教育研究和教学实践等多方面的关注, 通过数学课程标准的国际比较研究, 可以了解其他国家在数学课程中信息技术的使用情况, 也可为我国新一轮高中数学课程标准的撰写提供参考。该文对中国、日本、韩国、新加坡、英国、法国、德国、俄罗斯、芬兰、荷兰、美国、加拿大、南非和澳大利亚高中数学课标中关于信息技术使用进行编码, 横向比较分析了各国课标在信息技术使用的比重、种类和知识领域, 并纵向比较相应的小学初中课标。研究发现大部分国家高中课标中信息技术使用的比重提升, 种类和知识领域更加丰富, 并总结了其他国家课标中信息技术使用的理念定位、要求描述、考试评价的经验。

**关键词:** 信息技术; 高中数学; 课程标准; 比重; 种类; 内容领域

**中图分类号:** G434 **文献标识码:** A

### 一、引言

上世纪80年代, 西方教育研究者就发现信息技术的使用对数学教学的积极影响不容小觑, 几十年来我国的教育信息化发展也取得了长足的进步。2015年3月李克强总理在政府工作报告中提出“互联网+”行动计划, 此后“互联网+教育”的讨论层出不穷, 预示着我国现代信息技术与教育整合新模式、新思路、新方法的大幕正在展开。因此, 现在摆在我们面前的不再是“用不用”而是“怎么用”信息技术的问题<sup>[1][2]</sup>。倘若我们像鸵鸟一样埋头于沙中, 不能迎接新的挑战与机遇, 则必将错失21世纪的风光<sup>[3]</sup>。

我国普通高中数学课程标准的研制工作于2000年启动, 2003年《普通高中数学课程标准(实验)》出版, 2004年秋开始, 全国各省市陆续加入高中数学课程改革实验, 至今已愈十余年<sup>[4]</sup>。十多年来信息技术飞速发展, 快得超乎想象。如今手机已经拥有64位8核处理器, 主频高达4GB, 基本超过十年前高配置台式电脑的水平。各种新型硬件设备也层出不穷, 智能手机、平板电脑的普及, 教室中电子白板和笔记本电脑取代了早先的实物投影仪和录音

机等多媒体设备, 教学辅助软件及网络资源也变得越来越丰富。那么, 原先的“标准”是否还能适应当今的信息技术水平呢? 是否需要做调整, 在什么方面调整?

《数学课程中信息技术运用的国际比较研究——基于中国等十四国小学初中数学课程标准的研究》(以下简称“小学初中”)横向比较了中国等14个国家数学课标中信息技术使用的比重、类别、学段和内容领域<sup>[5]</sup>, 展示了中外小学、初中阶段数学课程中信息技术的使用情况。类似的, 通过和其他国家的高中数学课标的横向比较, 可以借鉴他国的经验, 为我国高中新课标提供思路。另外, 澳大利亚<sup>[6]</sup>、法国、荷兰、新加坡<sup>[7]</sup>、南非<sup>[8]</sup>等国都于近年对高中数学课标进行了修订, 这些国家在最新版课标中关于信息技术使用的描述也将会为我国的高中数学课标关于信息技术使用的修订提供更好的参考。

### 二、研究对象与方法

课程标准是规定学科的课程性质、课程目标、内容目标及实施建议的指导性文件, 虽然课程标准

① 曹一鸣为本文通讯作者。



在各个国家的数学教育中扮演的角色并不相同,但却集中体现了一个国家、教育行政部门或教研团体认为数学应该“教什么”“怎么教”和“何时教”。研究数学课程标准中对信息技术使用的表述可以帮助我们了解各国在具体数学课程实施中对信息技术使用的理念、要求和策略。

### 1. 研究国家的选取

选取来自五大洲的14个国家的高中数学课标作为研究对象:(亚洲)中国、日本、韩国、新加坡;(欧洲)英国、法国、德国、俄罗斯、芬兰、荷兰;(美洲)美国、加拿大;(非洲)南非;(大洋洲)澳大利亚。选择这些国家的原因是:一方面,这些国家来自五大洲,具有很好的代表性;另一方面,其中包括一些在国际测评项目PISA和TIMSS中数学测试表现优异的国家,其课标具有很高的参考价值。

### 2. 课标文本的选取

课标文本主要选取的是高中阶段或与我国普通高中相对应的学段(包括选修部分)。对于分文理的课标,如果只是知识深度要求不同,主要参考理科标准;如果文理内容差别较大,则两者兼顾。课标文本以曹一鸣教授主编的《十三国数学课程标准评介(高中卷)》为主要参考<sup>[9]</sup>。

澳大利亚:2012年发布的*Senior Secondary Australian Curriculum: Mathematics*,澳大利亚历史上第一个全国性的高中数学课程标准;

加拿大:现行四个主要区域(西北部教育协定组织、安大略省、魁北克省、新不伦瑞克省)数学课程标准;

芬兰:2003年发布的*National Core Curriculum for Upper*;

法国:2009、2010、2011年分别公布的高一、高二、高三数学大纲;

德国:2004年颁布数学教育标准,黑森州在此基础上于2010年编写了更为详细的文理高中数学课程大纲;

日本:2008年公布的高等校学习指导要领;

韩国:2006年公布的数学课程标准;

荷兰:2013年发布的数学考试大纲,其考试计划包括数学课程的“获得性目标”;

俄罗斯:2004年发布的第一代国家普通教育标准。其第二代国家教育标准于2012年发布,但并未罗列数学教学的知识点,故仍采用第一代;

新加坡:2013年开始实行的数学教学大纲;

南非:2012年颁布的*Curriculum and Assessment Policy Statement*;

英国:2007年的修订版*The National Curriculum*

2007与1999年出版的*Mathematics-The National Curriculum for England*;

美国:2010年发布的*Common Core State Standards for Mathematics*;

中国:2003年发布的《普通高中数学新课程标准(实验)》。

为表述方便,下文提及上述文本时均使用“某国课标”的形式。

### 3. 研究工具及方法

使用质性数据分析软件MAXQDA对14个国家的高中数学课标进行编码。

首先,确立代码系统。在通览全文并和课标翻译人员共同商议后,确立以下目标词汇:技术、计算器、计算机、多媒体、软件、网络、CAI;扩展词汇:信息技术、通讯技术、信息通讯技术、ICT、现代技术、数字技术、电脑、互联网、计算工具、电子表格、图形计算器、科学计算器、GR、平板电脑、个人电脑、PC、动态软件、几何软件、CAS等。

然后,利用词汇搜索编码,该过程是为了挑选出课标中信息技术相关的文本片段,保证不重不漏。编码单位为课标文本中的一句(如果是长的并列句,选取目标词所在的分句编码)或表格中的一行。但并非所有词汇搜索结果都为编码目标,如我国课标中“随着时代的发展,特别是数学的广泛应用、计算机技术和现代信息技术的发展……”虽然两次出现目标词汇,但并非信息技术使用的实质内容,故不对其编码。

最后,对已经挑选出的信息技术相关片段进行知识领域的二次编码。

## 三、信息技术使用的比重分析

从各国高中课标提及信息技术使用的次数来看,最多的依然是澳大利亚(71处)和中国(69次);最少的也仍是芬兰(2处),其次是加拿大(5处)。从绝对提及的次数来看,各国高中课标普遍高于小学初中阶段。

从各国高中数学课标中信息技术的“提及率”(提及次数比上该国课标篇幅)来看,澳大利亚(8.99%)、荷兰(8.20%)、中国(5.98%)依然位居前列,法国(9.15%)跃居榜首。

如下页表1所示,大部分国家高中课标中信息技术使用的“提及率”均有所提高,其余国家也基本持平,其中“提及率”提升最为突出的是:法国、日本、美国、韩国。根据“小学初中”一文中关于信息技术使用学段的分析,小学初中阶段信息

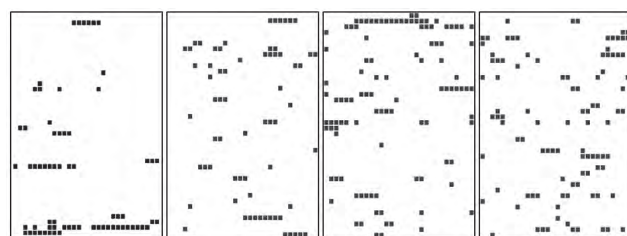
技术使用主要集中在初中学段，高中课标的分析也印证了“课标中信息技术使用趋向于高年级”这一特点。

表1 十四国课标中信息技术使用的提及率

|      | 法国     | 澳大利亚   | 荷兰     | 中国    | 英国     | 俄罗斯    | 德国     |
|------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|
| 高中   | ↑9.15% | ↑8.99% | 8.20%  | 6.07% | ↑5.43% | ↑3.45% | 2.99%  |
| 小学初中 | 4.50%  | 8.13%  | 8.88%  | 6.34% | 5.02%  | 2.12%  | 3.22%  |
|      | 新加坡    | 日本     | 美国     | 加拿大   | 南非     | 韩国     | 芬兰     |
| 高中   | ↑2.72% | ↑2.61% | ↑2.55% | 1.78% | 1.69%  | ↑1.16% | ↑0.71% |
| 小学初中 | 1.83%  | 0.46%  | 0.42%  | 2.36% | 2.08%  | 0.60%  | 0.62%  |

注：按照高中课标中的“提及率”从高到低排列，↑表明“提及率”相对小学初中课标有所提升。

再看我国课标，根据“小学初中”一文的分析，我国义务教育课标中落实在具体的教学内容中的信息技术提及率仅为1.15%，高中课标中虽然在“前言”和“实施建议”中也有关于信息技术的成段论述，但具体教学内容中的提及率达到了4.14%，有较大提升。如下图所示，白色矩形区域代表课标文本整体，黑色小方块代表在相应比例的位置上出信息技术使用的相关文字。小学初中课标呈现出“两头多中间少”的分布特点，而高中课标中信息技术使用相关文本的分布更加均匀，与法国、澳大利亚等国课标的分布情况接近。



中国(小学初中) 中国(高中) 法国(高中) 澳大利亚(高中)  
中国课标信息技术使用相关文本分布示意图

#### 四、信息技术使用种类分析

“小学初中”一文发现：法国、德国、英国课标关于信息技术使用种类最丰富、介绍最细致、描述最具体；荷兰、澳大利亚、加拿大、中国课标中关于信息技术使用种类较为丰富；而俄罗斯、南非、芬兰、日本、美国课标中信息技术的使用则较为单一，没有具体说明使用何种信息技术以及对应的具体知识点。

如右表2所示，在14国的高中课标中，法国课标中信息技术使用的种类最丰富，表述也最具体；新加坡、韩国和芬兰课标中信息技术的使用则较为单一。美国、日本高中课标在信息技术的“提及率”上有所提高，使用的种类也更加丰富，在美国

的小学初中课标中仅提及两处“几何软件”，而其高中课标涉及了“计算器”“电子表格”等。据统计，各国课标中提及最多的是“信息技术”“计算机”“计算器”和“软件”。

表2 十四国高中课标中信息技术使用的种类

| 国家   | 信息技术使用种类                                                          |
|------|-------------------------------------------------------------------|
| 法国   | 网络、计算机、计算器*(可编程)、软件*(动态几何软件、空间几何软件、电子表格、计算软件)、CAS(计算机代数系统、符号计算系统) |
| 澳大利亚 | 数字技术*、信息技术*、计算机、计算器、软件(财务软件、电子表格)                                 |
| 荷兰   | 信息技术*、计算机*、图形计算器                                                  |
| 中国   | 信息技术、CAI、多媒体、网络、计算机*、计算器*(科学型计算器)、软件                              |
| 英国   | 信息技术、网络、计算机、计算器*                                                  |
| 俄罗斯  | 信息技术、互联网、计算机*、计算器(计算工具)                                           |
| 德国   | 计算器、软件*(几何软件、电子表格)                                                |
| 新加坡  | 图形计算器*                                                            |
| 日本   | 信息技术、网络、计算机*、计算器(图形计算器)、软件                                        |
| 美国   | 信息技术*、计算器、几何软件、电子表格                                               |
| 加拿大  | 计算机、计算器、软件(统计软件)                                                  |
| 南非   | 信息技术*、计算器                                                         |
| 韩国   | 软件*(数学软件)                                                         |
| 芬兰   | 计算机、计算器                                                           |

注：标\*的为该国高中课标内重点提及信息技术种类，其中法、澳、中等总体提及量较大的国家标出的是提及超过10次的信息技术种类，芬兰、加拿大由于提及量过少而未标注。

法国高中课标和小学初中课标一样，不但提及了“计算机、计算器”这类常见的电子设备，还提到了具体的软件(动态几何软件、空间几何软件、电子表格、计算软件)。此外，在德国小学初中课标中提及的“CAS(计算机代数系统)”，在法国高中课标中也有提及。

澳大利亚也仍旧保持着其比较抽象的表述风格，在其课标71处信息技术相关的文本中，有59处(80%以上)使用的是“数字技术”或“信息技术”，而较少言及具体的软件或硬件。

关于常见信息技术设备——计算器，中国、法国、荷兰、新加坡、日本都提出了更进一步的要求：我国课标鼓励学生“尽可能使用科学型计算器”；荷兰和新加坡课标都要求学生“能正确使用图形计算器”；日本课标要求“积极地应用能作图的掌上计算器”；法国课标要求学生“能够使用带逻辑功能的计算器”。

此外，英国和新加坡高中课标中还有专门的段落对计算器的使用做出说明。和小学初中课标一样，英国高中课标对计算器使用的要求已经详细到了操作层面，如“知道怎么在计算器中输入科学计数法”“使用各种函数运算键，包括三角函数和统计函数功能”；新加坡高中课标则对考试中的计算器使用给出解释说明。

## 五、信息技术使用的知识领域

为了对高中课标有更为细致的分析,同时兼顾各个国家的知识内容差异,制定统一分析框架,将各国高中课标分为5个知识领域,32个知识单元<sup>[10]</sup>,以便进行横向比较。

先对十四国课标按照5个知识领域进行分析,根据课标中具体知识领域中信息技术使用的提及情况如表3所示。再对三个信息技术使用提及率较高的国家(中国、澳大利亚、法国)的高中课标在32个知识单元上的提及情况做比较,如表4所示。和小学初中课标一样,代数内容中提及信息技术使用的仍然较多,并且主要集中在复杂的数值计算和函数部分;与“小学初中”一文不同,小学初中阶段中在概率统计内容领域提及信息技术使用的有8个国家,而高中课标在概率统计中提及信息技术使用的国家达到了12个,仅俄罗斯和新加坡课标没有提及。

表3 十四国高中课标在5个知识领域下信息技术使用情况

| 国家   | 数与代数 | 图形与几何 | 概率与统计 | 微积分 | 其他 |
|------|------|-------|-------|-----|----|
| 法国   | √    | √     | √     | √   | √  |
| 澳大利亚 | √    |       | √     | √   | √  |
| 荷兰   | √    |       | √     | √   |    |
| 中国   | √    | √     | √     |     | √  |
| 英国   | √    | √     | √     |     |    |
| 俄罗斯  | √    | √     |       |     |    |
| 德国   | √    | √     | √     |     |    |
| 新加坡  | √    |       |       | √   |    |
| 日本   |      | √     | √     |     | √  |
| 美国   | √    | √     | √     |     |    |
| 加拿大  | √    |       | √     |     | √  |
| 南非   | √    |       | √     | √   |    |
| 韩国   | √    |       | √     | √   |    |
| 芬兰   |      |       | √     |     |    |

表4 中、澳、法高中课标32个知识单元中信息技术使用情况

| 内容    |      | 中国 |    | 澳大利亚 |    | 法国 |    |
|-------|------|----|----|------|----|----|----|
|       |      | 必修 | 选修 | 必修   | 选修 | 必修 | 选修 |
| 数与代数  | 函数   | √  |    | √    |    | √  |    |
|       | 数与数系 |    |    | √    |    |    |    |
|       | 方程   | √  | √  | √    |    | √  |    |
|       | 代数式  |    |    | √    |    | √  |    |
|       | 不等式  |    |    |      |    | √  |    |
|       | 数列   |    |    |      |    | √  |    |
|       | 其他   | √  |    | √    |    | √  |    |
| 图形与几何 | 立体几何 | √  | √  |      |    | √  |    |
|       | 解析几何 |    | √  |      |    | √  |    |
|       | 平面几何 |    |    |      |    |    |    |
|       | 其他   |    | √  | √    |    |    |    |

续表4

|       |        |   |   |   |  |   |   |
|-------|--------|---|---|---|--|---|---|
| 概率与统计 | 概率     | √ |   | √ |  | √ |   |
|       | 统计     | √ | √ | √ |  | √ |   |
|       | 其他     |   |   | √ |  |   |   |
| 微积分   | 微分学    |   |   | √ |  | √ |   |
|       | 积分学    |   |   |   |  |   | √ |
|       | 其他     |   |   |   |  |   |   |
| 其他    | 向量     | √ | √ |   |  | √ |   |
|       | 组合数学   |   |   | √ |  | √ |   |
|       | 推理与证明  |   | √ |   |  |   |   |
|       | 矩阵     |   |   | √ |  |   | √ |
|       | 微分方程   |   |   | √ |  |   |   |
|       | 常用逻辑用语 |   |   |   |  |   |   |
|       | 数值代数   |   |   | √ |  |   | √ |
|       | 集合     |   |   |   |  |   |   |
|       | 线性代数   |   |   | √ |  |   | √ |
|       | 图论     |   |   | √ |  |   |   |
|       | 数论     |   | √ |   |  |   |   |
|       | 幂级数    |   |   |   |  |   |   |
|       | 算法初步   | √ |   |   |  |   | √ |
|       | 仿射投影   |   | √ | √ |  |   |   |
|       | 数学建模   |   | √ | √ |  |   | √ |

在代数方面,各国课标均有共同特点,即利用信息技术代替繁杂计算。如我国课标“鼓励学生使用现代技术手段处理繁杂的计算、解决实际问题,以取得更多的时间和精力去探索和发现数学的规律,培养创新精神和实践能力”;澳大利亚课标指出“当需要进行多次计算或者重复计算时,使用电子表格”。但在具体的知识单元却不太一样,我国课标主要集中在函数图像的展示,澳大利亚和法国课标包括方程、不等式、数列内容上的信息技术使用,应用范围更加广泛。

在几何方面,各国信息技术的使用主要集中在平面解析几何与空间立体几何上。与小学初中阶段澳大利亚和荷兰大量提及信息技术相比,这两国在高中阶段表现恰恰相反。澳大利亚高中课标在几何方面没有提及信息技术使用,反溯澳大利亚高中课标,几何部分本身内容就极少。同样,荷兰课标的几何部分也只涉及了“平面几何的作图和证明”,其中也未提及信息技术使用。

在概率统计方面,各国的高中课标提及信息技术比较普遍,特别是在统计上的应用,除俄罗斯和新加坡之外,其余国家的高中课标均有涉及。如澳大利亚课标要求学生“能够有效地利用数字技术进行绘图,同时能够有效地利用数字技术展示和整理这些信息,从而解决不同情境中的常规和非常规问

题”，并且在“假设教室内能够使用相关技术”时设计离散型概率分布、连续型概率分布等的教学。

在微积分方面，课标中提及信息技术的国家不到半数，且主要集中在微积分意义的展示和计算，我国课标在微积分部分并未涉及信息技术。如澳大利亚和法国高课标中使用软件工具展示导数的意义，荷兰课标要求使用信息技术精确计算定积分的值，如“能利用图形计算器计算黎曼积分”。

在其他方面，澳大利亚的课标涉及最广，在组合数学、矩阵、微分方程、数值代数、图论等知识单元中均有涉及，而其他国家课标在相关内容中使用信息技术较少，大多集中于矩阵计算。

## 六、信息技术在考试评价中的使用

数学课程和信息技术的整合程度和考试评价息息相关，我国在升学考试中禁止使用电子设备往往被认为是信息技术无法和学生数学学习深度整合的重要因素，不少家长、教师甚至学生担心如果日程学习中“依赖”信息技术，而导致纸笔考试成绩不佳。

PISA 2012报告显示，我国上海的学生在基于计算机的数学测试中表现并不理想，和纸笔测试中的优异表现相去甚远。同样的问题也出现在PISA基于计算机的问题解决专项测试中。在PISA官方的机考与纸笔测试成绩的落差分析中，上海位列倒数第二(详见PISA 2012报告第五卷)。也就是说，我国上海学生的基于计算机的测试表现与之数学、科学、阅读的纸笔测试成绩严重不相匹配。有学者指出上海学生在学校和家庭中的电脑使用率远低于OECD平均水平，即可能是因为学生不熟悉计算机测试环境。且不论原因到底如何，倘若上海的学生尚且“不熟悉计算机”，全国整体情况想必更不理想。就目前我国信息化建设速度，信息技术环境无疑是未来学习和工作的“基本配置”，特别是学生后继学习的高等教育、科学研究环境中则更加倚重信息技术，我国学生在基于计算机测试中的表现落差不得不令人担忧。

诸如高考等的高利害教育测试的形式变革不可能一蹴而就，但课程标准却能为此发展做好铺垫，他国数学课标中也有一些信息技术在考试评价中的使用经验值得参考。

首先是明确信息技术的使用种类，如新加坡、美国、加拿大、澳大利亚等国允许学生在数学考试中使用图形计算器，甚至明确规定图形计算器的型号。考试的指挥棒无疑会推动信息技术在学校教育中使用和普及。其他国家的数学课标尚不能够做到

信息技术在考试中的完全开放，因为这将给命题和考试的公平性带来挑战，即使PISA的数学机考环境目前也只模拟了计算器、动态几何、电子表格等应用，所以需要明确能够在考试使用的信息技术种类。

其次是调整相应的教学目标和考试内容。信息技术的使用将为数学学习和考试带来新的挑战，例如考试一旦允许图形计算器或CAS计算工具，那么传统考试中的因式分解、方程求解、函数交点都不再有意义，取而代之的是复杂函数图像近似解、动态过程中的最优解，以及传统考试不方便测查的数据拟合、统计推断等，考试重点也将转为对数学模型、模式、规律的探索和建立。此外，因为信息技术的加入，问题解决的过程也不再单一，新加坡课标指出“除题目特别说明外，直接由图形计算器得出答案，没有提供具体解题过程也是允许的”，这或许带有某种“实用主义”的色彩，当大部分学生在大学进入其他学科学习或在将来工作和生活中，培养提出问题、解决问题的思维远比掌握某种具体的技术更加重要。

最后是给出考试评价建议。我国目前对基于信息技术的考试命题尚缺乏经验，因为基于信息技术的数学测试绝非是纸笔测试信息化，或允许在数学考试中使用计算器这么简单。前文已经提到，评价目的、考试内容、评分标准都需要基于新的考试环境重新设计，因此，课程标准在提出教学建议的同时，也应该给出考试评价的建议和样题，以指导学校教育中的阶段性考试评价工作。除了其他国家的课标外，也可以参考实施经验比较丰富的美国大学入学考试(American College Test, 简称ACT)或基于计算机环境的PISA测试。

## 七、总结与启示

### 1. 高中阶段信息技术使用的比重和范围扩大

通过和小学初中课标比较发现，大部分国家高中课标中信息技术的“提及率”都有所提升，其中较为明显的是法国、日本、美国、韩国。日本、美国、韩国两阶段课标文本均由同一机构于同一年发布，法国课标由法国教育部连续修订发布，即“提及率”的提升并非由课标体例的不同或编写理念改变而造成。同时，课标中信息技术使用的种类和知识领域也都有所扩大。

在高中数学课程标准的修订中应该考虑到，面对“互联网+”对未来人才需要的挑战，高中学生随着年龄的增长和认知发展，应该对学生使用信息技术方面限制逐步放开，课程内容的逐渐丰富，

信息技术使用的种类和涉及的知识领域逐步增加。参考其他国家课标中信息技术种类的表述和目前信息技术的发展,我国高中数学课标对信息技术的部分表述应有所调整,如“多媒体技术”已稍显陈旧,不再是现代信息技术的主流词汇,应当倡导如在线学习、多终端(平板电脑、手机)等新教育技术运用。

## 2. 教学中信息技术使用的定位

在很多国家的高中课标中,都明确了信息技术的重要优势,并鼓励利用现代信息技术优化数学教学<sup>[1]</sup>。例如,澳大利亚课标将“使用信息与通信技术”列为七项“基本能力”之一;荷兰课标将信息技术的使用视为学生的“基本能力”,并且还有专门的“技术工具操作能力”要求学生使用信息技术进行数学推理和运算;我国高中课标也将“科学计算器的使用”视为基本技能,在课程的基本理念中提出注重信息技术与数学课程的整合,也提出了信息技术整合课堂教学和教材编写的实施建议。

新加坡和澳大利亚课标强调了信息技术的优势,促进信息技术与课程教学整合,但也要求师生认识到技术本身的限制和灵活掌握技术。新加坡课标中使用图形计算器属于“理解和应用数学知识的技能”,同时也要求学生“必须清楚图形计算器的使用的限制”。澳大利亚高中课标中的课程设计都基于学生在学习时有大量信息技术可以使用的前提,如果使用恰当,信息技术将优化数学教学,但仍会要求学生掌握不依赖于信息技术的技能,选择什么时候使用以及使用什么种类信息技术,还有对信息技术的灵活使用,都是非常重要的能力。这些对信息技术使用的辩证观念可以为我国高中新课标的编写提供参考。

## 3. 课标中信息技术使用描述的具体化

“小学初中”一文发现,我国课标存在“两头多中间少”的情况,即在前言和实施建议中有较大篇幅的关于信息技术使用的建议,但没有具体说明使用何种技术,且具体课程内容中的使用要求较少。该现象在高中课标中有所改善,具体的信息技术种类更加明确,课程内容中的提及率也有所提高,整体分布更加均匀。

在信息技术使用种类方面,法国课标详细划分了信息技术的三种使用环境:教师在课堂上的集中演示,学生的数学实践,学生的课外作业。课标中所提及的信息技术种类丰富、描述具体,在有关“软件”的使用中具体到了“动态几何软件”“电子表格”“空间几何软件”和“计算软件”等。法国、澳大利亚、荷兰等国课标在统计学和高等数学

的知识领域的信息技术与数学课程整合的经验<sup>[12]</sup>。

我国高中课标需要适当增加对信息技术使用和具体化描述(如,用哪种技术,在哪里用,用到什么程度)。特别是在统计学习中,应该明确要求学生会运用统计软件(如电子表格),在数据的收集、整理、分析、展示,减轻学生抄录数据、繁杂计算和绘制图表的负担,更加关注学生统计思维、逻辑思维和建模思想的培养,以及统计活动经验的积累。

## 4. 信息技术在考试评价中应用的启发

有些国家的纸笔测试已经允许使用电子计算设备,课标说明在考试中允许使用信息技术,命题也基于考生可以使用信息技术的前提。事实上,我国课标中也“鼓励学生使用现代技术手段处理繁杂的计算,以取得更多的时间和精力去探索和发现数学的规律,培养创新精神和实践能力”,但由于考试中禁止使用计算设备,所以考题中的数据和背景往往只能是经过“精心设计”的“伪情境”,限制了试题命制的自由度和考生解决实际问题的可能性。

课程标准的修订中应充分认识到信息技术在数学教学中的应用,不仅仅是和数学内容的整合,更是内容表达传递方式的变革。教学、学习、评价方式都需要充分考虑到互联网时代的新变革,如充分利用信息技术在测试评价中的交互性和即时性,使得过程性评价、个性化的评价有了更好的施展空间,同时也可以为学生提供更加丰富、真实、快捷的学习评价和结果反馈。

妥善解决课标与考试评价中的尴尬矛盾,将有利于信息技术与数学课程在教学实践中的进一步融合,让学生将更多的精力集中在高层次的数学思考和问题解决上。以一个问题结尾也留作思考:在传统纸笔数学测试中表现优异的我国学生,是否能在未来的国际化竞争中保持优势,不错失信息时代的风采?

## 参考文献:

- [1] 曹一鸣.让技术成为学数学用数学的“云梯”[J].中国电化教育,2010,(5):78-80.
- [2] 王珠珠,费龙.信息技术促进教育变革的内涵及其难点探析[J].中国电化教育,2015,(7):1-5.
- [3] Bardini, C. Computer-Based Assessment of Mathematics in PISA 2012[DB/OL]. [http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-10121-7\\_8#page-1](http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-10121-7_8#page-1),2016-01-01.
- [4] 张奠宙.《普通高中数学课程标准》的回顾与展望[J].中学数学月刊,2013,(3):1-3.
- [5] 郭衍,曹一鸣.数学课程中信息技术运用的国际比较研究——基于中国等十四国小学初中数学课程标准的研究[J].中国电化教

- 育,2012,(7):108-113.
- [6] 董连春,Stephens Max.澳大利亚全国统一高中数学课程标准评述[J].数学教育学报,2013,(4):16-20.
- [7] 宁连华,崔黎华,金海月.新加坡高中数学课程标准评介[J].数学教育学报,2013,(4):1-5.
- [8] 李娜,曹一鸣.南非国家高中数学课程与评价标准评介[J].数学教育学报,2013,(4):6-10.
- [9] 曹一鸣,代钦,王光明.十三国数学课程标准评介(高中卷)[M].北京:北京师范大学出版社,2013.
- [10] 曹一鸣,严虹.高中数学课程内容及其分布的国际比较——基于12个国家高中数学课程标准的研究[J].数学通报,2015,(7):9-14.
- [11] 王光明,杨蕊.融入信息技术的数学教学设计评价标准[J].中国电化教育,2013,(11):101-104.
- [12] 曹一鸣,王万松.高中概率统计内容设置的国际比较[J].数学教育学报,2016,(1):1-4

#### 作者简介:

郭衍:博士,研究方向为教学测量评价、数学教育技术(guokan@mail.bnu.edu.cn)。

曹一鸣:教授,博士生导师,全国数学教育研究会理事长,中国数学会基础教育委员会副主任,研究方向为数学教育、数学教育技术(caoyim@bnu.edu.cn)。

## A Comparative Research on the Information Technology Use in Senior High School Mathematics Curriculum: Based on Mathematics Curriculum Standards in 14 Countries

Guo Kan<sup>1,2</sup>, Cao Yiming<sup>1,2</sup>

(1.Advanced Technology Innovation Center for Future Education, Beijing Normal University, Beijing 100875; 2.School of Mathematical Sciences, Beijing Normal University, Beijing 100875)

**Abstract:** The integration of information technology (IT) and senior high school mathematics curriculum has received increasing attention of educational research and instruction practice. The comparison of mathematics curriculum standards in different countries can help understanding the IT use in mathematics curriculum in other countries, providing suggestions for the new senior high school mathematics curriculum in China as well. The present study coded the content of IT use in 14 countries, and then compared the proportion, types, and involved content domains of each country, and also corresponding primary school and junior high school mathematics curriculum standards. The results suggested that compared with primary school and junior high school, high school mathematics curriculum standards in most countries upgraded the proportions and enriched the types and involved domains of IT use. The present study also concluded the experience of the concept location, demand description, and test evaluation of IT use in other countries.

**Keywords:** Information Technology; Senior High School; Mathematics Curriculum Standards; Proportion; Type; Content Domains

收稿日期: 2016年2月1日

责任编辑: 宋灵青