

# 英国中学数学人才培养考察报告

李克正

(首都师范大学数学科学学院 100048)

编者按 近年来,很多国家高度重视青少年人才培养,美国、俄国、德国、法国、英国、以色列等国家采取了各不相同的措施,均取得了非常显著的效果.而国内对这方面的了解还非常欠缺,很多人甚至盲目地以为我国的数学教育水平比国外高.

为了直接和准确地了解这些国家的数学基础教育特别是中学数学人才培养的情况,中国数学会教育委员会组织了教育代表团(成员为首都师范大学李克正、李庆忠教授,北京师范大学王昆扬、张英伯教授,北师大第二附属中学金宝铮老师和实验中学姚玉平老师),在国际数学教育协会(ICME)协助下,于2012年5月19日至2012年6月9日访问了法国、英国和以色列,获得了各国中学数学教育方面重要的第一手资料.

本文是对于英国的考察报告,由李克正执笔.对法国和以色列的考察报告将陆续刊登.

中国数学会教育委员会为了直接和准确地了解英国中学数学人才培养的情况,组织了中国数学会教育代表团,于2012年5月26日至2012年6月2日访问了英国.此次访问系由国际数学教育协会(ICME)联系,由英国伦敦大学教育研究所(LKL)邀请和安排.访问日程安排相当紧凑,共访问了7所中学和两个研究所,获得丰富的第一手资料,其中有很多情况是国内公众、媒体、决策者和学界不很清楚甚至完全不了解的,故特写此考察报告.

代表团在英国访问了下列中学:伦敦的 North London Collegiate School 和 Kingsford Community School;曼彻斯特的 Altrincham Grammar School 男校和女校;牛津的 Oxford International College (OIC), Oxford Spires Academy (OSA) 和 Magdalen College School (MCS). 均受到热情接待,且了解到很多重要情况.访问了两个研究所,伦敦的 London Knowledge Lab 和牛津大学数学研究所,与关心数学教育的同行深入交换了意见,也有很大的收获.兹就几个方面的情况分别汇报如下.

## 1 普通中学和甲等中学

英国的中学大体上分为两类:普通中学和甲

等(A-level)中学,这里 A 是 advanced 的缩写,而 A-level 的较准确中文解释是“高标准”,包括教学大纲、教学内容、教学方式、教学目标等全方位的高标准.衡量甲等中学的教学业绩的一个重要标准是考上牛津/剑桥的学生所占的比例,此外还有多种评估和评比标准,例如各种统考中的成绩及排名(我们所访问的 Magdalen College School,在 A-levels 考试中 78% 的学生成绩达到 A\*, 在全英国排名第二);而衡量普通中学的教学业绩的一个重要标准是有多少学生能够转入甲等中学.

由于我们主要是考察人才培养情况,所考察的 7 所中学中有 5 所为甲等中学.其他两所中学,一是牛津国际中学(OIC),是所谓“一对一教育”的学校,如我国培训机构那样安排教师一对一地指导学生,但不是家教,而是在学校的小教室里上课,学校也有一些图书资料和设备,70 名学生中约 80% 为外国学生(有中国学生).另一是 Oxford Spires Academy(OA),为贫困地区的普通中学,属于公立学校,经费由政府和一些企业支持,设备较好,学生不用缴学费.该校约 800 名学生中有一半以上为少数民族移民,25% 的学生为残疾人或需要特别辅导,总的说来学生所受的基础教育甚差且参差不齐.但即使如此,该校仍然取得了一些

成绩,有少数学生转入甲等中学,为此受到政府的表彰.

甲等高中的学生人数,在高中生总数中占 10%多一点.

我们以下主要报告甲等中学的情况.

## 2 甲等中学的人才培养模式

以曼彻斯特的 Altrincham Grammar School 为例(其他甲等中学也大体相同).该校从初中一年级即开始培养学生独立学习的能力,一个班 30 余名学生,分为若干个小组,每组 5~6 名学生,教师在上课时指导学生完成功课,一个问题(包括习题)各小组讨论后给出解答,教师点评.到高中时,很多学生已经有很强的独立学习能力了.

课程的门数比我国中学多,如要学习两门外语.但每门课的课时数比我国少,我们计算了一下,我国中学数学课程每学期的课时数比该校高 80%.有一点与我国显著不同的是,每门课程都是很认真地开设,考试没有放水的.而我国中学往往对于高、中考不考的科目要求很不严格.

每天下午 3 点以后都不再上课(周末更不会上课),很多学生到运动场上去,男校有巨大的运动场,学生参加剧烈的运动如足球、棒球等,有教师指导;而女校不参加这类剧烈运动.另一些学生参加各种课外活动小组.男校和女校除实验室外都有木工车间、金工车间等,学生在学习技术的同时制作自己想做的东西.车间的设备齐全(如金工车间有车床、钻床等)且质量高(顺便说一句,有不少是“中国制造”).很多学生的作品看上去较粗糙,但闪耀着创造的火花.

男校的毕业生有 26%~28%可考入牛津或剑桥,女校还要高些,有时可达到 30%.

## 3 甲等中学的教学水平

我们特别仔细地考察了甲等中学的教学大纲和教材.曼彻斯特的 Altrincham Grammar School 为此还赠给我们一些正在使用的教材.

从高中一年级开始,数学课程已经有数学分析(微积分)方面的内容,在高中期间的课程有相当于我国大学数学专业的数学分析、高等代数、常微分方程、数值分析等方面的内容,具体说有下列各方面(参看[4]):数列与级数,导数,极限,导数的应用,积分,牛顿-莱布尼兹公式,积分的应用,线性代数,代数方程,常微分方程,数值分析,等

等.讲授方式偏重于基本概念、方法和应用,较少逻辑推导.是否还有其他模式?我们未曾见到.但上述内容和讲授方式是符合高考(特别是牛津、剑桥的入学考试)的要求的.

建立在这样的数学基础上,其他课程也有较高的标准.以力学为例,共有 5 册,第一册中使用了三角函数,第二册中使用了解析几何(矢量积等),第三册使用了微积分.一般学完 3 册基本合格了,但优秀的学生可以学 5 册(见[6]).

学习了这些课程后,如果考入牛津或剑桥,在大学里就不必再学这些内容了.

## 4 与我国中学人才培养的关系与比较

由上所述可见,按照英国甲等中学的标准,高中毕业时在数学上可达到我国大学三年级的基本数学水平,同时在其他基于数学的学科(如力学)上也可达到我国大学三年级的基本水平(如普通物理的力学部分).

由于在中学里学过的内容到大学里不必再重学,避免了浪费.反观我国的学生,在中学里学的用初等方法讲的力学,到了大学里还要在微积分的基础上重讲一遍.

还有一点是很显著的,就是甲等高中的学生有很强的独立性和团队精神,经常做出有创造性的工作.教学的基本要求并不很高,但是不限制优秀学生的发 展,所以少数学生可以达到很高的水平,而这是牛津、剑桥所欢迎的.反观我国的高中,为了提高高考成绩,限制优秀学生发展的现象是很普遍的(参看[5]).

那么,能否通过留学的方式吸收英国甲等学校的优点呢?在这方面的空间看来很有限.例如 Magdalen College School 有 839 名学生(每年考入牛津、剑桥的不少于 25%),其中的中国学生仅 25 名,如果考虑到我国的人口,这样的数字实在是微不足道的.

## 5 总结与讨论

在英国,教育和人才培养是两个不同的概念,普通教育的标准不很高,大多数学生不难达到.但是以人才培养为主要目标的甲等中学,其毕业生的标准比我国高 2—3 年.另一方面,学生的负担远不如我国这样重.

这样的高标准(A-level)在我国并不难达到,例如我国 1960 年代的一些 (下转第 31 页)

句解决的问题,并试着编程解决.

**设计意图** 让学生进一步体验条件结构及条件语句的特征.同时,引导学生把学习的知识与实际问题结合起来,发展应用意识.

### 3 教学反思

#### 3.1 学生:学习方式、态度的变化

在教学实践中我认为在算法语句的学习过程中,如果没有图形计算器来实现编程,颇有“纸上谈兵”的感觉.学完算法语句之后,学生有迫切的愿望想用算法的知识去解决一些问题:如出租车付费问题、商场打折、解一元二次不等式问题等,这时图形计算器提供了探究的工具,构建了交互式、多样化的学习环境,技术帮助学生进行数学思维和探究活动.学生通过亲身实践获得对算法知识的深刻理解,体会算法思想的真谛.比较而言,传统课堂对于算法思想中最后的环节——编程实现想法用以解决问题上是有缺失的,学生在将想法实现之后所获得的成就感、自信及团队合作的精神也是在传统课堂中所欠缺的.

#### 3.2 教师:深入思考问题、探究、技术、思维之间的关系

本节课通过问题串引导学生进行深入探究,在图形计算器介入课堂之后,教师更应深入思考以下三个问题:①问题与探究之间的关系.问题及问题串的设计应给学生提供一定的探究的空间,确实具有探究的价值,探究过程中应更注重学生思维能力的发展.②探究与技术之间的关系.在算法的学习中,图形计算器提供了非常好的探究工

具将学生的想法转变成实在的程序解决问题,但对于技术必须能熟练应用,以免因操作问题耽误宝贵的教学时间.③技术与思维的含量、质量之间的关系.在学习语句编程的过程中,思维决定着技术,技术是一个工具,算法的思想决定着何时应用技术及应用技术到什么程度.同时,技术也促进着思维的纵深发展.思维上的错误反映在技术上就是程序不能执行得到正确的结果,反复调整的过程也是思维不断辨析、加深理解的过程.如:循环语句地学习过程中,有少数同学将初始条件  $I=1$  写入循环体当中,程序只能执行一次不能继续循环,检查错误即是反思、提升思维能力地过程.

#### 3.3 对算法建模的深入理解

我认为算法建模的一般流程是:实际情境→提出问题→选择算法结构模型(顺序、选择、循环等)→流程图(修正想法、选择最优解法)→选择对应的算法语句→编程实现想法→检验并解决问题.在本节第 4 个环节问题 7 中,学生首先思考生活和数学中的问题,然后选用选择结构再将其用条件语句程序化的过程即为算法建模的过程.算法建模不同于数学建模,它依托于算法的思想而不一定必须要用数学方法去解决一些生活中的实际问题.借助算法思想,即使知识掌握较差的学生也能很好地解决问题,故区别于数学建模,应培养、发展学生算法思想及有条理地表达问题、逻辑推理的能力.

(上接第 2 页)

中学,其优秀毕业生不低于今天英国甲等中学的优秀毕业生,而且学生的负担并不重(参看[8]).现在的问题是英国中学的标准(特别是高考)完全统一,这样只能统一于一个低标准,而低标准上的竞争是造成学生负担过重的一个重要原因.

将教育与人才培养作为两件不同的事情来办,这样的概念很值得我国借鉴.

培养我国的人才,尽管可以充分发挥留学的作用,但必须立足于国内.这一点早已有人指出了(参看[9]).

我们还将尽可能地搜集进一步的资料,以完善对于英国人才培养方式的了解.

#### 参考文献

- 1 AS-level Mathematics. Coordination Group Pub,2003
- 2 Core Mathematics 1-4. Heinemann Educational Pub,2004
- 3 Decision Mathematics 1-2. Heinemann Educational Pub,2004
- 4 Further Pure Mathematics 1-3. Heinemann Educational Pub,2004
- 5 ljry8044. 当年,我们的才华就是这样被高考扼杀掉的. <http://blog.sciencenet.cn/home.php?mod=space&uid=324673&do=blog&id=586840>
- 6 Mechanics 1-5. Heinemann Educational Pub,2004
- 7 Statistics 1-3. Heinemann Educational Pub,2004
- 8 尹裕. 寻回美好的中学时代. 数学通报,2006,1
- 9 尹裕. 精英教育的迫切性与中国教育危机. 数学通报,2009,4