

## 略谈世界数学重心的三次大转移

郭书春

(中国科学院自然科学史研究所)

世界文明史上, 各民族的数学, 有的水平高, 有的水平低, 有的在这方面成绩卓著, 有的在那方面独占鳌头, 都对世界数学的发展, 对世界人类文明作出了贡献。不过, 就整个数学史来说, 大体有三个地区在不同的历史时期达到了高峰, 是同时代其它民族所不可比拟的, 这就是:

公元前六世纪至公元前后的希腊数学;

公元一世纪至十四世纪初的中国数学;

文艺复兴之后产生在西欧并在欧美发展起来的变量数学。也就是说, 世界数学重心先希腊, 次中国, 后欧美, 经历了三次大转移, 本文试图分析这三次数学中心产生及转移的背景, 并作某些比较研究, 以期抛砖引玉。

我们知道, 奴隶制国家的建立, 即由氏族社会的解体到文明社会的出现, 埃及、巴比伦、中国和印度比希腊要早, 但是, 中国等地奴隶制的建立走了与希腊不同的途径。希腊奴隶制的发展, 经历了革命性的变革, 特别是公元前596—594年发生的梭伦变法, 使这种变革比较彻底。城市国家普遍建立, 以地域为单位的结构代替了原始社会遗留下来的氏族制度, 国家的行政机关代替了氏族宗教的行政, 土地由氏族公有转变为个人私有, 国民阶级壮大起来并参与国政。<sup>①</sup> 社会分工的进一步发展, 以及在国民阶级为实现变革与氏族贵族的长期激烈斗争中, 造就了一大批思想家、事业家和科学家, 当然也包括数学家。希腊奴隶制发展得比较完善, 比较典型, 马克思把它比喻为“发育正常的小孩”。<sup>②</sup> 正如恩格斯所指出的, 这种奴隶制“使农业和工业之间的更大规模的分工成为可能, 从而为古代文化的繁荣, 即为希腊文化创造了条件。没有奴隶制, 就没有希腊国家, 就没有希腊的艺术和科学, …”<sup>③</sup> 自泰勒斯(公元前6世纪)创立的爱奥尼亚米利都学派起, 师徒相传, 学派林立, 如毕达哥拉斯(公元前580—500年)、德谟克里特

① 侯外庐等: 中国思想通史第一册。

② 转引自侯外庐等: 中国思想通史, 第一册, 第4页。

③ 恩格斯: 反杜林论, 1974年版, 第178页。

(公元前460—370)、柏拉图(公元前427—349)、亚里士多德(前384—322)等等,不仅在哲学思想上有重大贡献,而且在数学和其它科学上都有重大建树。尤其是亚里士多德,综合了当时各种学术的成果,并且是形式逻辑的奠基者。这些都为后来欧几里得的《原本》的演绎体系和希腊数学的进一步高度发达,作了哲学上特别是逻辑学上的准备。不久,雅典文化开始衰落,但亚历山大大帝的远征,把希腊的文化带到了更大的范围,他的将军托罗密在他死后在埃及建立的托罗密王朝,重视科学技术的发展,设立图书馆,为知识分子提供良好的工作条件和生活保障。希腊文化的优秀代表,从各地云集亚历山大里亚。希腊古典数学的总结,欧几里得的《几何原本》就是在这里完成的。公元前三世纪的阿基米德则登上了当时数学研究的高峰,希腊数学进入了新的阶段。阿基米德、阿普鲁尼等许多数学家都作了若干超乎时代的工作,希腊数学在它所涉及的领域达到了奴隶社会下所能达到的最高峰。奴隶社会制度的充分发展,为数学的发展提供了社会条件,而希腊没有象中国这样优越的十进位置制记数法,定量方面的数学受到限制,另一方面,数学家本身往往就是哲学家,数学研究是他们哲学研究的一部分,他们普遍认为,数的和谐,反映了宇宙的结构和模式。他们的数学知识不能不偏重于定性的分析方面。数学和哲学的结盟,使他们能很快地对数学知识进行理论上的概括整理,使数学形成比较严整的演绎体系。这就不仅使他们在数学知识的积累上,而且在数学证明,数学内部逻辑结构的探讨上,达到了同时代其它民族所不可能达到的高度。

中国奴隶制国家的出现大约比古希腊早一千年,然而,在从氏族社会向奴隶制国家的过渡中,氏族被保留下来,氏族上层转化为实际上的土地占有者氏族贵族,土地是国有的,没有转化为私有,在行政上,也没有以地域单位取代氏族制度。有的学者认为,这是一条从原始社会向奴隶制社会过渡的维新途径,中国奴隶制是马克思所说的“早熟的小孩”<sup>④</sup>,在西周奴隶社会中,国民阶级非常薄弱,没有形成一支政治力量。西周“学在官府”,没有私学,也不可能产生古希腊奴隶社会那样的思想家和科学家。至于孔丘、墨翟等思想家,则产生于礼崩乐坏的奴隶制解体的春秋战国时代。因此,尽管在奴隶社会中,我国人民已经积累了不少数学知识,却不能登上数学高峰。

春秋时期,王权衰微。氏族组织逐步解体,政权由天子而诸侯,由诸侯而大夫,由大夫而陪臣,在逐渐下移。我国奴隶制逐步向封建制度过渡,大约在春秋战国之交完成了这种过渡。随着奴隶制的解体,在礼崩乐坏的情况下,私学出现,孔丘成为我国历史上第一位思想家。以后墨家、道家、名家、法家、阴阳家等诸子百家相继出现,我国呈现前所未有的百家争鸣局面。然而,这些思想家或者代表旧贵族,希望维护旧秩序、旧制度,或者代表平民,代表新兴地主阶级要求改革。他们处于阶级斗争和政治斗争非常激烈的时代,忙于提出治理社会,调整各阶级各阶层的关系,人和人之间关系的各种药方,着重于论述各种典章制度和伦理道德,或提出帮助国君征战的方略,对自然科学和技术,不重视。除墨家外,儒家和法家、道家无一不把新技术说成奇伎淫巧,主张列入惩戒之类。除《管子》、《墨子》等少数著作外,其它诸家的著作,几乎没有独立的自然科学命题,比如《论语》偶而也谈到自然现象,那只是为了比附他们的政治主张或伦

④ 侯外庐,中国思想通史,第一卷。

理道德，并不是探讨自然规律。后期墨家对科学技术很重视，形式逻辑上造诣很高，有许多独到的科学创见和杰出的数学命题，但是，他们的才能和传统还没有充分发挥，由于他们的主张不容于封建专制制度，随着秦汉中央集权专制大帝国的建立而被镇压了。因此，春秋战国时期，我国出现了不少政治家、思想家、军事家，却没有出现可以与古希腊相匹敌的大数学家。另一方面，社会的进步，生产的发展，人民的需要，使数学知识的积累多了起来，先进的十进位置值制记数法和先进的计算工具算筹，使我国的数学在萌芽状态中就长于定量的分析。先秦虽没有留下数学专著，但从文史典籍的片断中可以看出还在春秋时期，计算数学就有了相当程度的发展，如《左传》宣公十一年关于楚令尹筑城的记载，<sup>⑤</sup>《左传》昭公三十二年晋国士弥牟筑城的记载，<sup>⑥</sup>就必定含有分数四则运算，各种体积公式，比例分配等复杂的运算。然而，由于哲学和数学脱节，对定性的研究不够重视，即使发展得比较好的计算数学，也缺乏理论概括，缺乏整理和证明，大多是经验公式，实践证明了它们的正确性，但当时还缺乏理论基础。

阿基米德之后，希腊还出现了不少数学家，大约公元元年前后，开始衰替。我国的数学在秦汉统一中国之后，有了突飞猛进的发展。《九章》的内容开始积累的春秋战国时期，我国数学水平比希腊低得多，但《九章》成书的时候，（钱宝琮先生认为最迟在公元一世纪）不仅纯计算方面有着希腊数学所不可及的长处，就是希腊数学所比较发达的勾股问题上，也有超过古希腊的成就，如勾股数公式，从毕达哥拉斯到欧几里得都未找到恰当的通解公式，而《九章》已经有了通解公式，在刘徽证明这些公式的时候，和刘徽大约同时代的丢番都还没达到《九章》的水平。<sup>⑦</sup>此后，刘徽的极限思想，祖冲之关于 $\pi$ 的计算，宋元时期的许多成就，都在世界上遥遥领先，其原因是多方面的，但是，中国的封建社会比较典型，并且不断在向前发展，在当时世界上比较先进，则是一个重要原因。中国完成向封建制度的过渡比较早（一般尊从郭老的春秋战国之交说），并很快形成了中央集权的统一国家，尽管有时分裂，但中国的主体有同一的文化，统一的文字，统一的风俗习惯，这一点都不曾改变。同时，在封建社会的范围内，经济关系还不断变革，我国封建的政治、经济、思想、文化得到了高度发展，比如中国的封建经济制度，主要是租佃制，主要生产者是租佃农民，而且商品经济比较发达，所有这些都

⑤ 《左传》宣公十一年：“令尹蒍艾猎城沂，使封人虑事，从授司徒。量功命日，分财用，平板干，称畚筑，程土物，路基址，具俵粮，度有司，事三旬而成，不愆于素”。

⑥ 《左传》昭公三十二年，晋士弥牟为周王筑城，功工前“先”计丈数，揣高卑，度厚薄，仞沟洫，物土方。”

⑦ 《九章》的勾股数公式是  $\frac{1}{2}(m^2 - n^2)$ ,  $mn$ ,  $\frac{1}{2}(m^2 + n^2)$ 。毕达哥拉斯找到了

$n=1$  的情形，欧几里得则表示成  $\sqrt{uv}$ ,  $\frac{1}{2}(u-v)$ ,  $\frac{1}{2}(u+v)$ ；丢番都的公式

是  $a = \frac{2mc}{m^2 + 1}$ ,  $b = ma - c$ , 令  $m = \frac{u}{v}$ ,  $c = u^2 + v^2$ , 则化成  $2uv$ ,  $m^2 - n^2$ ,

$m^2 + n^2$  的形式，与《九章》的公式相当。

为科学技术的发展，当然包括数学的发展开辟了道路。在欧洲，封建社会取代奴隶社会，是随着日耳曼部落入侵而发生的，希腊罗马的城市及其工商业、科学文化遭到毁灭性的破坏，欧洲大陆分裂成若干小国，政治上不统一，语言文字不通。其封建经济制度主要是自给自足的庄园制，生产者主要是农奴，商品经济极不发达。欧洲封建社会的经济、政治、文化的发展远比中国分散和落后。在思想上，儒家思想虽然在我国封建社会长期占统治地位，但一来，它始终没有成为象宗教那样的麻醉品，也没成为具有法律效力的思想枷锁；二来，儒家思想的统治地位经常受到农民起义、少数民族入侵的冲击，以及其它思想流派的冲击，由于儒学建国无力，许多朝代开始时，统治者也不重视儒学。在欧洲则不然，天主教会不仅政治上有极大的权力，他们也是文化的垄断者，控制了整个中世纪欧洲的精神生活。<sup>⑧</sup>教会的经院哲学是一种神学体系，它把“哲学变成了神学的婢女”，极端仇视科学。比如，十进位置值制记数法的阿拉伯数字传入欧洲后，教会几次禁止使用。在黑暗的欧洲中世纪，希腊数学得不到继承，数学停滞不前，是一点不奇怪的。比较起来，中国的情况要好一点。我国数学有密切联系实际的传统。尽管数学在封建社会并不受到重视，数学家们却能刻苦钻研，根据社会需要，把我国数学一次次地推向世界高峰。刘徽的极限思想远远超过阿基米德和其它希腊学者，在欧洲，只是十六、十七世纪那些为微积分的诞生作过准备的数学家如维叶特、开卜勒，才达到了同样的水平。宋元数学的许多成就，是许多近代数学大家如牛顿、高斯等人才取得的。象希腊数学一样，中国古典数学在所涉及的领域也达到了极限状态。

如果有社会需要，并有适当的社会条件，宋元数学本来可以发展为变量数学的。中国数学内部原有的某些弱点和缺点，如定性研究薄弱，缺乏符号表示等等，也会得到克服。但是，此后数学发展的方向发生了逆转。我们认为，数学发展方向发生逆转的原因不在于数学内部而在于社会方面。中国封建经济、政治、文化的高度发展，为数学和其它科学技术的发展开辟了道路，但由于封建的政治制度、经济体制和意识形态，发展得比较完备，封建统治比较坚固，使得向资本主义过渡特别困难（当然不是不可能）。在西欧，成为资本主义萌芽壮大成长、资本主义生产关系蓬勃发展的有力杠杆的城市和王权，在中国都成为窒息资本主义萌芽的社会力量，中国的城市是封建经济体系的有机组成部分，是封建统治的中心，<sup>⑨</sup>中国中央集权的专制制度向来把农业称为本，把工商称为末，采取“重本抑末”的政策，在资本主义生产关系已经出现并有所发展的时候，尤为如此，使中国资本主义萌芽的发展十分缓慢。由于没有社会需要，运动没有成为科学研究的中心，当然不需要人们用数学方法对运动作定性和定量的描述。在明朝，我国封建社会已经进入后期，封建专制制度特别黑暗、反动，政治上八股取士，特务横行，思想上程朱理学，陆王心学取得统治地位，窒息了思想界进行学术研究的空气。因此，失去了研究高深数学的条件和动力。有明一代，除了商业上用的珠算继续发展外，数学其它领域，不仅没有新的创见，而且连宋元数学的杰出成就也无人知晓，甚至连算经之

⑧ 汪子嵩等：《欧洲哲学史简编》

⑨ 孙健：《中国封建经济制度的特征》，《人文杂志》1982，No. 3。

首的《九章》，也不为人们所了解，只是成为收藏家手中的古董。中国数学进入了空前的黑暗时代。

正如人类历史上的封建社会在奴隶社会制度比较薄弱的中国首先发生一样，资本主义萌芽首先在封建统治比较薄弱的欧洲发展起来。在中国数学停滞不前的时候，欧洲在文艺复兴之后，迎来了科学的曙光。灿烂的希腊几何学被发掘出来，以中国为主体的东方辉煌的代数学传到了欧洲。随着资本主义萌芽的壮大，资本主义生产关系的发展，科学技术以前所未有的速度发展起来，运动成了科学研究的中心，人们需要提高计算速度，便产生了对数；开卜勒发现行星绕太阳运动的轨道是椭圆，伽里略发现发射的子弹沿抛物线飞出，用数学方法对各种圆锥曲线作定量描述成为迫切的需要。而代数方法和几何方法的结合，使这种描述成为可能。解析几何产生了，微积分产生了，从此人们进入了变量数学的时代。随着资产阶级革命在欧洲的逐步成功，现代数学发展起来了。这是大家所十分熟悉的。

由上述分析我们看到，数学是人类研究客观世界的空间形式和数量关系的科学，是思维的结晶，但不是人们头脑的自由想象物。它不仅受到当时社会生产水平的制约，而且也受到当时的社会制度、生产关系、政治状况、思想斗争以至于统治阶级科学政策的影响。进入文明社会之后，人类的数学研究的重心经历了三次大转移，奴隶社会制度下的希腊数学，封建社会制度下的中国数学，资本主义制度下的欧美数学，即在人类所经历三个剥削阶级社会中，数学研究重心都在该社会制度得到充分发展的地区出现。

现代数学的高度发展，使它超越了民族的和国家的界限，失去了民族的特点，成为人类统一的数学。但是，数学的研究重心还在不断转移。社会主义制度是人类历史上比资本主义制度更高的发展阶段，社会主义比资本主义优越，社会主义制度必定取代资本主义制度，这是人类历史发展的规律。社会主义制度下应该有也必定会有更高水平的数学。社会主义社会才有不到七十年的历史，我国社会主义制度才建立三十五年，要我们现在的水平就超过欧美，当然是不现实的。我们应当分析我国数学落后的原因，但是，我们不能因为现在的落后而妄自菲薄。希腊数学曾在世界数坛上独占鳌头。中国古代数学开始崛起的时候，其起点比希腊数学所达到的高度低得多，但后来居上，在世界上领先一千二百多年。欧洲文艺复兴的时候，数学的起点比宋元数学也低得多，结果也是后来居上，进入了变量数学阶段。后来者的起点往往比较低，但是后来者居上，这是一条规律。当然，并不是凡后来者必定居上，需要有比较进步的社会制度和一定的社会条件，正确的科学政策。我们有优越的社会主义制度，有十一届三中全会后党的正确路线，中国数学的复兴，是完全有可能的。随着四个现代化的实现，世界数学研究的重心，有可能在下个世纪重新回到中国。

我国的数学有过光辉的过去，也一定有更加光辉，为过去所不可比拟的未来。