第1章　数学建模基本知识

1.1　数学建模简介

1.1.1　什么是数学建模

提到数学，也许你的脑海里会浮出这样一幅画面：鸦雀无声的教室，监考老师用警惕的目光扫视着全场，考生们分秒必争，疯狂地写下心中那一道道数学难题的答案。

那什么是“数学建模”？

数学建模是指对现实世界的某一特定对象，为了特定的目的，做出一些重要的简化和假设，运用适当的数学工具得到一个数学结构，用它来解释特定现象的现实性态，预测对象的未来状况，提供处理对象的优化决策和控制，设计满足某种需要的产品等。

你玩过“人鬼过河”的游戏吗？三个人和三个鬼要过河，只有一条船，船上最多可以乘两个人或两个鬼或一人一鬼，但河岸上鬼的数量不能大于人的数量，否则人会被鬼所吞噬。那么，怎样合理设计过河路线才能保证这三个人安全渡到河的对岸呢？显然这是一个锻炼人的逻辑思维的游戏，也许你会一遍遍地尝试，寻找合理的过河方法。而它，从逻辑思维角度分析就是一道数学建模题目。因此，我们可以通俗地说，数学建模是生活中的智力游戏。

你喜欢旅游吗？你想把全中国的每个省市的名胜景点都走一遍吗？那么怎样设计一条旅行路线才能让我们的行程最短，所需费用最少呢？或许你会打开百度地图，一遍遍地计算，寻找最短行程。但是走进数学建模的世界，你会发现只需要在电脑上敲出几行代码，做一个小程序，就可以轻松地计算出最短距离。这就是数学建模里面著名的“TSP”问题。显然，我们也可以说数学建模是帮助我们解决生活中的小问题，让我们更好地享受生活。

你们班有 60 人，现有一个出国留学的名额，那么你能够拥有这个机会的可能性有多少？也许你会不假思索地给出答案：1/60。也许你的答案是正确的，但是从数学建模的角度分析，你的答案就不是那么有说服力了，因为你忽略了事情的前提条件。考虑到每个同学的家庭经济状况及同学的性别、年龄、意愿等诸多因素，你出国留学的概率又会是多少呢？数学建模可以帮助我们解决这些学习或工作中的问题。

讲述了这三个生活中常见的小事，不知你对建模是否有了更进一步的了解。从理论上讲，数学建模，虽名曰数学，但又与纯数学竞赛有着天壤之别。它既不是纯粹的数学竞赛，也不是纯粹的计算机竞赛，而是涉及多学科、多领域，考查学生处理实际问题的综合能力。

它不像考试，更像是一个课题小组在规定的时间内完成一项任务。

郑州大学的石东洋教授解释道：“数学建模就是以各学科知识为基础，利用计算机和网络等工具，来解决实际问题的一种智力活动。它既不是传统的解题，也不同于其他赛事，而是更重视应用与创新，以及动手能力的考查。”

随着社会的发展，数学在社会各领域中的应用越来越广泛，不仅运用于自然科学的各个领域，而且渗透到经济、军事、管理及社会活动的各个领域。但社会对数学的需求并不只是需要专门从事数学研究的人才，而且需要在各部门中从事实际工作的人善于运用数学的思维方法来解决他们每天面临的大量的实际问题。对于生活中复杂的实际问题，发现其内部规律，用数学语言将其描述出来，进而把这个复杂的实际问题转化为一个简化的数学问题，这就是数学模型，建立数学模型的过程就是数学建模。当然，复杂的实际问题中有许多因素，在建立模型中不可能毫无遗漏地将其全部考虑在内，只考虑其中最主要的因素就可以了，这样就可以用数学工具和数学方法去解答工作生活中的实际问题。

那么你见过数学建模竞赛的场面是什么样的吗？它和常规的数学竞赛一样两个小时一张试卷吗？当然不是。有人这样描述：全国乃至世界范围内的大学生，来自不同学院、不同专业的建模爱好者们，三人一队，一起参加历时三天三夜或四天四夜的建模比赛。他们有的在娴熟地操作着电脑，聚精会神地凝视着电脑屏幕上的一篇篇文献；有的两眼紧紧盯着屏幕上来回滚动的数字和符号，仿佛在看武侠小说、侦探片、世界杯；有的则在堆积如山的建模书里翻来覆去地搜索着。每位建模者都有对赛题的独特观点和见解，他们彼此交流，只为找到自己建模思路中的某个“元件”，从而完善自己的建模大厦。当然，数学建模竞赛并没有一个固定的答案，完成数学建模赛题的关键在于团队的创新能力。而人的创造力是没有顶峰的，每个团队都应竭尽全力，没有最好，只有更好。因此每年全国评出的优秀答卷几乎都有不足之处，这并不奇怪，因为答卷的优秀与否是相对而言的。

数学建模的益处当然不仅仅在于比赛的过程使人增长知识，开阔视野，更在于对我们日后的学习或工作也有很大帮助。中国科学院攻读空间物理博士学位的一位建模爱好者说：“我目前的工作是分析卫星数据，从中抽取相关物理规律。这是个非常烦琐的过程，并且还需要学习一些计算机语言、编程序、看大量英文文献、和导师及一些专家合作讨论。可以说，在数学建模活动中锻炼的这几年，让我对目前的这些困难能够应付自如。”

毕业后走入工作岗位的一位建模爱好者这样描述：“目前我在一家大型电子商务公司做平台运营，负责七个店铺在四个平台中的日常销售。电子商务中无数的数据之间相互影响、相互依托，让我更乐于用建模的思维去思考因子之间的相关性，进行客户的行为分析、地域分析，分析访客量、浏览量、转化率对成交金额的影响，提升店铺 DSR 评分，提高转化率，促进成交金额，使我在平凡的工作中表现得更加自信，在复杂的数据之间更加从容。”

21 世纪以来，人类已经进入到以计算机、网络、数码、光纤、多媒体为主要标志的信息时代，定量化、数字化的技术得到了飞速发展，并应用于各个领域，培养应用型数字人才已迫在眉睫。数学建模，不仅丰富了大学生的课余生活，开拓了他们的视野，让全国乃至世界的大学生站在同一个平台上角逐，更为他们以后顺利走入工作岗位奠定了基础。

现在，你该知道什么是数学模型和数学建模了吧！从错综复杂的实际问题中，经过合理的分析、假设，抓住主要矛盾、忽略次要矛盾，得到一个用数学的符号和语言描述的表

达式，这就是数学模型。综合运用所学知识，选择适当的方法加以解决就是数学模型的求解。这种从实际中提出问题、建立数学模型到模型求解的完整过程就是数学建模。

1.1.2　初等数学模型案例

数学模型是将现象加以归纳、抽象的产物，它源于现实，又高于现实；只有当数学建模的结果经受住现实对象的检验时，才可以用来指导实际，完成实践—理论—实践这一过程。

现实世界中有很多问题，它的机理比较简单，一般用静态、现态、确定性模型描述就能达到建模的目的，基本上可以用初等数学模型的方法来构造和求解模型。

初等数学模型中的大多数问题都是很早就提出来了，这些问题简直像天方夜谭似的极其有趣，表面上看无从下手。而数学建模则是将原型进行适当的简化、提炼而构成的一种原型代替物。这种代替物并不是原型原封不动的复制品。原型有各个方面和各种层次的特征，模型只反映了与某种目的有关的那些方面和层次的特征，从而达到解决某个具体问题的目的。

例 1：人、猫、鸟、米均要过河，船上除 1 人划船外，最多还能运载 1 物，而人不在场时，猫要吃鸟，鸟要吃米，问人、猫、鸟、米应如何过河？

模型假设

人、猫、鸟、米要从河的南岸到河的北岸，由题意，在过河的过程中，两岸的状态要满足一定条件，所以该问题为有条件的状态转移问题。

模型建立

我们用（w,x,y,z），w,x,y,z=0 或 1，表示南岸的状态，例如（1,1,1,1）表示它们都在南岸，（0,1,1,0）表示猫、鸟在南岸，人、米在北岸；很显然有些状态是允许的，有些状态是不允许的，用穷举法可列出全部 10 个允许状态向量，(1,1,1,1)(1,1,1,0)(1,1,0,1)(1,0,1,1)(1,0,1,0)(0,0,0,0)(0,0,0,1)(0,0,1,0)(0,1,0,0)(0,1,0,1)。

模型求解

将 10 个允许状态用 10 个点表示，并且仅当某个允许状态经过一个允许决策仍为允许状态，则这两个允许状态间存在连线，从而构成一个图，如图 1-1 所示。在其中寻找一条从（1,1,1,1）到（0,0,0,0）的路径，这样的路径就是一个解，可得下述路径图。

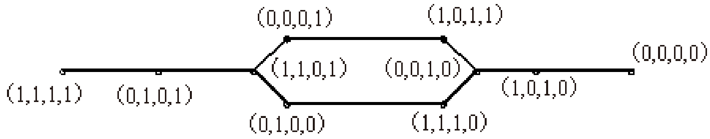

图 1-1

由图 1-1 可见，以上两个解都是经过 7 次运算完成的，均为最优解。

模型推广

这里讲述的是一种规格化的方法，所建立的多步决策模型可以用计算机求解，从而具有推广的意义，适当地设置状态和决策，确定状态转移律，建立多步决策模型，是有效解决很广泛的一类问题的方法。

例 2：某新婚夫妇急需一套属于自己的住房。他们看到一则房产广告：“名流花园之高尚住宅公寓，供工薪阶层选择。一次性付款优惠价 40.2 万元。若不能一次性付款也没关系，只付首期款为 15 万元，其余每月 1977.04 元等额偿还，15 年还清（公积金贷款月利息为 3.675‰）。问贷款额为多少？

模型假设

贷款期限内利率不变；银行利息按复利计算。

符号定义

A（元）：贷款额（本金）；n（月）：货款期限；r：月利率；B（元）：月均还款额；C_k：第 k 个月还款后的欠款。

模型建立

将该递推数列变形为：

$$C_k-\frac{B}{r}=(1+r)\left(C_k-\frac{B}{r}\right)\qquad k=0,1,2,\cdots,n$$

利用等比数列得到一般项公式为：

$$C_n-\frac{B}{r}=\left(A-\frac{B}{r}\right)(1+r)^n$$

由 $C_n=0$ 有：

$$A=\frac{B}{r}-\frac{B}{r}(1+r)^{-n}=\frac{B}{r}.\frac{(1+r)^n-1}{(1+r)^n}$$

模型求解

带入：n =180、r =0.003675、B =1977.04

则：A =260000（元）（因每月还款 1977.04 只能精确到分，实际计算结果为 259999.4 元）。

例 3：世界纪录的赛跑数据如表 1-1 所示。

表 1-1

距离 x（m）	100	200	400	800	1000	1500
时间 t	9.95"	19.72"	43.86"	1'42.4"	2'13.9"	3'32.1"

研究运动员跑过的距离长度是怎么影响其成绩的？

模型假设

运动员的成绩仅与跑过的距离长度相关，即不考虑运动员的自身差异及场地、环境等差异的影响。

模型建立

在坐标系上将数据对应的点一一标出来，如图 1-2 所示，这些点大致分布在一条直线附近，猜想两者之间有线性关系。

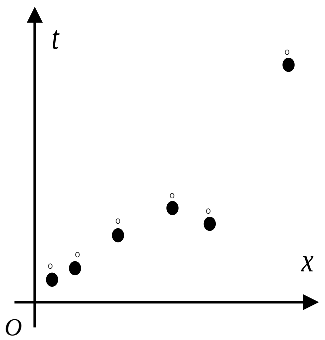

图 1-2

模型修正

由于数据点并不严格在一条线上，设想其误差由长度以外的其他因素所导致，因此，模型修改为

$$t_i = f(x_i) + \varepsilon_i = a + bx_i + \varepsilon_i$$

模型求解

利用二元函数最小值的方法，不难求得：

$$b = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i t_i - n\bar{x}.\bar{t}}{\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - n\bar{x}^2} 0.1455$$

$$a = \bar{t} - b\bar{x} -= -9.99$$

$$t = -9.99 + 0.1455x$$

例 4：投掷铅球的最佳角度问题。

用数学方法研究体育运动是从 20 世纪 70 年代开始的。1973 年，美国的应用数学家 J·B·开勒发表了赛跑的理论，并用他的理论训练中长跑运动员，取得了很好的成绩。几乎同时，美国的计算专家艾斯特运用数学和力学，并借助计算机研究了当时铁饼投掷世界冠军的投掷技术，从而提出了他自己的研究理论，据此改进了投掷技术的训练措施，并使这位世界冠军在短期内将成绩提高了 4 m。这些都说明了数学在体育训练中发挥着越来越明显的作用。

在铅球投掷训练中，教练关心的核心问题是投掷距离。而距离的远近主要取决于两个因素：速度和角度。在这两个因素中，哪个更为重要呢？

模型假设

铅球投掷训练涉及的变量很多，为简化问题，我们在下面的模型中，将不考虑铅球运动员在投掷区域内身体的转动，只考虑铅球的出手速度与投射角度这两个因素。并作如下假设：

（1）忽略铅球在运行过程中的空气阻力作用；

（2）投射角度与投射初速度是相互独立的两个量；

（3）将铅球视为一个质点。

模型建立

先考虑铅球从地平面以初速度 v 和角度 θ 投掷出的情形。如图 1-3 所示，铅球在点 P 处落地。

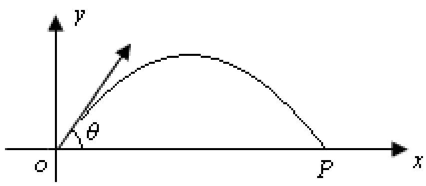

图 1-3

先来求铅球的运动方程。

设铅球在时刻 t 的动点坐标为(x, y)，得运动方程：

$$\begin{cases} x = v\cos\theta \cdot t \\ y = v\sin\theta \cdot t - \dfrac{1}{2}gt^2 \end{cases}$$

消去方程中的参变量 t，得到关于 x, y 的关系式：

$$y = \frac{g}{2v^2\cos^2\theta}x^2 + \tan\theta \cdot x$$

为了求出铅球落地处的坐标，只需令 y=0，解得：

$$x_1 = 0，\ x_2 = \frac{2v^2\sin\theta\cos\theta}{g} = \frac{v^2\sin 2\theta}{g}$$

其中 x_1 是铅球起点的坐标，x_2 是铅球落地时点 P 的坐标。

若 v 固定，则投掷距离是投射角 θ 的函数。当 $\theta = 45^\circ$ 时，投掷距离达到最大值，这时的投掷距离为 $\dfrac{v^2}{g}$。这就是说，按 45° 角投掷时，投掷的距离最远。

然而，上述模型与实际是有差距的。这是因为，铅球不是从地面上出手的，而是从一定的高度处出手的。因而上面的方程应调整为：

$$\begin{cases} x = v\cos\theta \cdot t \\ y = v\sin\theta \cdot t - \frac{1}{2}gt^2 + h \end{cases}$$

消去 t，得到：

$$y = -\frac{g}{2v^2\cos^2\theta}x^2 + \tan\theta \cdot x + h$$

令 $y=0$，得方程：

$$-\frac{g}{2v^2\cos^2\theta}x^2 + \tan\theta \cdot x + h = 0$$

解之得：

$$x_{1,2} = \frac{v^2\sin 2\theta}{2g} \pm \sqrt{(\frac{v^2\sin 2\theta}{2g})^2 + \frac{2v^2h\cos^2\theta}{g}}$$

舍去负根，得到点 P 的坐标为：

$$x = \frac{v^2\sin 2\theta}{2g} + \sqrt{(\frac{v^2\sin 2\theta}{2g})^2 + \frac{2v^2h\cos^2\theta}{g}}$$

即铅球的射程为：

$$\frac{v^2\sin 2\theta}{2g} + \sqrt{(\frac{v^2\sin 2\theta}{2g})^2 + \frac{2v^2h\cos^2\theta}{g}}$$

数值模拟：

取 g=10 m/s^2，h=1.6 m，利用这一公式，列表给出速度与角度对投掷距离的影响，如表 1-2 所示。

表 1-2

速度 v（m/s）	角度α	距离 x（m）
11.5	47.5	14.929
11.5	45.0	15.103
11.5	42.5	15.182
11.5	41.6	15.189
11.5	40.0	15.169
11.5	38.0	15.092
11.5	36.0	14.960
11.0	41.6	14.032
12.0	41.6	16.395

从表 1-2 可以看出，当 v =11.5 m/s 时，最佳角度为 41.6°（可用微积分知识得到）。当角度在 38° 到 45° 之间变化时，产生的距离差是 0.097 m，角度 $\frac{45-38}{38}\approx 16\,\%$的偏差引起距离 0.06%的偏差。速度从 11 m/s 变到 12 m/s 引起了距离从 14.032 m 到 16.359 m 的偏差，也就是说，速度 9%的增加导致了距离 16.8%增加。这个结果表明，教练在训练运动员时，

应集中主要精力来增加投掷的初始速度。

模型评价

（1）上面的模型比较粗糙，还有许多因素没有考虑到，例如运动员的身体转动，投掷者的手臂长度，肌肉的爆发力、铅球的质量，等等。加上以上诸因素后，得出的公式自然会更精确，但处理起来会复杂得多。

（2）关于速度与角度的偏差百分率的计算，是否可以比较还值得商榷。

（3）铅球投掷问题的数学模型，可以应用于铁饼、标枪或篮球投篮等投掷问题，读者不妨用类似上面的方法进行研究。

当实际问题需要我们对所研究的现实对象提供分析、预报、决策、控制等方面的定量结果时，往往都离不开数学的应用，而建立数学模型则是这个过程的关键环节。

1.1.3 数学建模的基本步骤与论文写作

1.1.3.1 数学建模的基本步骤

通过以上几个例子，我们发现，建立数学模型的基本步骤就是解决一个实际问题的基本步骤。由于实际问题的背景、性质、建模的目的等方面不同，因此，建模要经过哪些步骤并没有固定的模式和标准。数学建模的基本步骤包括以下 7 个主要部分。

1. 模型准备及问题分析

当看到竞赛题目时，首先，需要剖析问题，抓住问题本质和主要因素，确定问题的关键词，查阅资料和文献，了解问题的实际背景、相关数据或相关研究进展情况，获得关键资料，并初步确定研究问题的类型。竞赛的问题都是来自实际生活中的各个领域，并没有固定的方法和标准的答案。所以，要明确问题中所给的信息点，把握好解决问题的方向和目的，仔细分析问题关键词和数据信息，可适当补充一些相关信息和数据（具有一定权威性），为接下来的模型建立奠定基础。

2. 模型假设

竞赛题目都是来自实际生活，所涉及的方面较广，受影响的因素较多，而在建模过程中不可能面面俱到，故需结合问题的实际意义，适当地将一些因素简化，但不能对问题主要因素影响太大。抓住问题关键、忽略次要因素，进行合理化的简要假设，这是为建模过程中排除一些较为难处理的情况，使建立的模型更趋优化和合理，也是评价一个模型优劣的重要条件。

3. 模型建立

通过所做的分析和假设，结合相关的数学基本原理和理论知识，将实际问题转化为数学模型，可以用数学语言、符号进行描述和表示问题的内在现象和规律。结合相关学科的专门知识，根据所提供的要求和信息，建立一个关于问题中主要变量与主要因素间的数学规律模型，可以以数学方程式、图形、表格、数据和算法程序等形式表示。但在建模过程

中应多创新，不要一味效仿，可以将多个知识点进行穿插和结合，如基于 K-means 的粒子群改进算法。还可以在算法程序上进行改进和优化，体现模型的创新性。

4. 模型求解

在模型求解过程中，会用到传统的数学方法，如解方程、公式证明、统计分析等，但目前更广泛使用的是数学软件和计算机技术，如 MatLab、Lingo、SPSS 等，有时还需要掌握一门编程语言。所以需要具备针对实际问题学习新知识的能力，灵活应用新知识并将其与实际问题结合以对模型求解。

5. 结果分析与检验

对所求的结果，针对问题的实际情况和意义进行分析。可以通过误差分析、灵敏度分析，来表现模型解决实际问题的效果及实际应用的范围。通过误差分析，可以适当调整模型，或提出出现误差的可能原因或解决的方案；灵敏度分析是针对某些主要参数的，可以确定模型中主要变量和参数的误差允许范围。有时需要通过将所得数据进行方差、标准差、t 检验或 f 检验等。通过分析和检验，充分表现模型的合理性和可行性。

6. 论文写作

数学建模比赛，不仅需要我们利用各种数学、物理、智能算法等来解决问题，还需要将研究成果撰写成论文，以电子版形式上交。按照数学建模的基本步骤，建立一个恰当的数学模型并求解，使参赛者清晰明了地表达解题思路，以展示自己能力，也是评委评定一篇论文好坏的依据。所以完成一篇高质量的竞赛论文不仅能展示自我才能，也能为竞赛加分。

7. 模型应用

以上是将实际问题转化为数学模型进行求解并证明。在进行大量研究和演绎后，最终还需将其回归到实际，看其是否具有合理性和可行性，这需要用实际信息或数据进行验证。

以下为三种数学建模基本步骤，可根据个人所需对各个部分进行调节，如表 1-3 所列。

表 1-3

一	二	三
1. 摘要	1. 摘要	1. 摘要
2. 问题重述	2. 问题的提出与重述、问题的分析	2. 问题的叙述、背景的分析
3. 问题的分析	3. 变量假设	3. 模型的假设、符号说明
4. 模型假设	4. 模型建立	4. 模型建立
5. 符号说明	5. 模型求解	5. 模型求解
6. 模型建立	6. 模型分析与检验	6. 模型检验
7. 模型求解	7. 模型的评价与推广	7. 模型评价
8. 结果分析、验证、模型检验及修正	8. 参考文献	8. 参考文献
9. 模型评价	9. 附录	9. 附录
10. 参考文献		
11. 附录		

1.1.3.2　数学建模的论文写作

下面按照第一种数学建模基本步骤，就论文写作部分进行详细叙述。

1.　摘要

摘要是一篇建模比赛论文的整体面貌，评委对论文第一轮评审就是通过对摘要进行筛选，所以对于每个参赛队来说，写好摘要，是获奖较为重要的一步，也是论文进一步得到评委审批的关键。

摘要的字数一般在 400～800 字，但其内容却包含了参赛队对题意理解、模型类型、建模思路、采用的求解方法及求解思路、算法特点、灵敏度分析、模型检验、主要数值结果和结论等。

在摘要下面一行，还需列出 3～5 个关键词，用来彰显竞赛论文的主要内容。

2.　问题重述（或问题的提出与重述）

通过自己对题意的理解，用自己的语言重新描述问题。如果问题本身很简短，可以抄题，一般情况下不建议抄题。需要时，可以结合问题的背景简明扼要地说明解决问题的意义所在。

3.　问题分析

需要抓住题目的关键词和主要目的及要求，分析要中肯、确切。依据的原理要明确，描述要简明扼要，可列出关键步骤，切记不要冗长，烦琐。对问题的分析，可以作为第三部分，也可以将其针对每个问题写在模型建立中。建议采用流程图，使思路表述更清晰。

4.　模型假设

在对问题进行分析后，针对问题的主要因素，舍弃次要因素的影响，采用假设的方式，使我们解决的问题简化，模型更合理化。这部分内容，可以单独写，也可以在模型的建立时根据所需要情况再进行描述。

5.　符号说明

对模型使用的变量加以说明，以简要的文字表述各字母的意义，其中各个主要符号的大小写、英语和阿拉伯文字，要与正文中的符号一致。符号说明太多时，建议采用表格形式。有时可将其分布在模型的建立中。

6.　模型建立

明确题意后，简述基本思路。首先，简要介绍利用的基本原理和基本思想，再进行构建基本模型，如数学表达式、构建方案、构造图、算法流程图等，要明确说明解题的思路，有逻辑性、合理性、可行性，叙述完整。结合实际问题，改进和完善基本模型，使其能有效地解决问题。

7.　模型求解

采用蚁群算法、模拟退火、遗传算法、元胞自动机、蒙特卡洛等一些智能算法时，要

简要写明算法步骤，要阐明使用理由。计算时将一些必要的步骤列出来，不用将中间的计算过程一一列出。

8. 模型检验

在模型求解后，采用一些方法进行检验。可以采用原始数据和查找的数据处理效果进行对比检验；也可以采用对结果的 t 检验、f 检验等，若误差较大时，可分析原理，进行改进或修正。

9. 模型评价和推广

这里需要强调的是，衡量一个模型的优劣在于它的应用效果，而不是采用了多么高深的数学方法。进一步说，如果对于某个实际问题，我们用初等数学的方法和高等数学的方法建立了两个模型，它们的应用效果相差无几，那么受到人们欢迎并采用的一定是前者而非后者。

模型推广，可以采用将原题要求进行扩展，进一步讨论模型的实用性和可行性；还可以提出问题的展望。

10. 参考文献

论文提及或是直接引用的文献、引用数据的出处等，需要在这部分进行罗列。常用的文献表述形式如下[1]：

（1）公开发表的杂志。

［序号］作者，文章名字［文献类型］，刊物名，出版年，出版单位，卷号（期号），起止页码。

如：［5］李海芳，杨红云，张英等. 四氧化三铁/单壁碳纳米管磁性复合纳米粒子分散固相微萃取—高效液相色谱法测定牛奶中的香精添加剂［J］. 色谱，2014，(4)413～418.

（2）公开出版的书籍。

［序号］作者，书名［M］，版次，出版地，出版单位，出版年；起止页码.

如：［3］唐焕文，贺明峰. 数学模型引论［M］. 北京：高等教育出版社，2001.

（3）网页资料类。

［序号］作者，资源标题，网址，访问时间（年月日）。

如：能斯特方程，http://baike.baidu.com/view/404720.htm?fromtitle=能斯特方程式&fromid=1214555&type=syn，2014-11-28.

英文写作也有这样的要求，一般我们可以采用上述格式。

其中的参考文献类型标识字母有：J—期刊、M—专著、N—报纸、C—论文集、D—学士论文、P—专利、R—报告、S—标准。

11. 附录

这部分不属于论文的正文内容，是一些很重要的计算过程、算法程序，以及一些数据表格等。

古训有云：读万卷书，行万里路。一个优秀的学习者不仅要掌握理论上的知识，更应

将所学的知识应用到实际中，不断在实践中提升自我。

1.2 数学建模竞赛

1.2.1 美国大学生数学建模竞赛

纵观历史，我们不难发现，任何一项成熟、成功的技术一定会进入培养人才的教育领域。因此数学教学必须自觉贯彻素质教育的精神，使同学们不仅学到许多重要的数学概念，方法和结论，而且领会到数学的精神实质和思想方法，掌握数学这门学科的精髓，使数学成为他们手中得心应手的武器，终身受用不尽。

正是由于认识到培养应用型数学人才的重要性，而传统的数学竞赛不能担当这个任务。在美国一些有识之士开始探讨组织一项应用数学方面的竞赛。并在 1985 年举办了第一届美国大学生数学建模竞赛。

美国大学生数学建模竞赛分为 MCM（Mathematical Contest in Modeling）和 ICM（Interdisciplinary Contest in Modeling）两种。MCM 始于 1985 年，由美国数学及其应用联合会（COMAP）和美国国家安全局（NSA）联合主办。2013 年起，由 COMAP 主办，美国工业与应用数学学会（SIAM）、美国运筹学和管理科学学会（INAFORMS）、美国数学协会（MAA）及中国工业与应用数学学会（CSIAM）协办。MCM 为专业性较强的数学建模竞赛，包括 A、B 两道题目。1999 年 COMAP 推出了交叉学科建模竞赛（ICM），赛题在原来 MCM 的 A、B 两题基础上，增加了 C 题（ICM）。2015 年 ICM 新增了环境科学类的题目，2016 年 MCM 和 ICM 又分别增加了一个题目，MCM 包括 A、B、C 三题，ICM 包括 D、E、F 三题。竞赛的宗旨是鼓励大学生运用所学的知识（包括数学知识及其他方面的知识）去参与解决实际问题。这些实际问题并不限于某个特定领域，可以涉及非常广泛的、并不固定的范围。竞赛对数学知识要求不深，一般没有事先设定的标准答案，但留有充分余地供参赛者发挥其聪明才智和创造精神，促进应用型人才的培养。

MCM/ICM 每年举办一届，在每年的二月份举行，历时 4 天 4 夜 96 小时。由三人组成一队，每队有一名指导老师。MCM/ICM 面向全球的大学生，参赛队伍通过网络报名，每队交纳 100$报名费，缴费成功后每队将生成唯一的参赛队号。在参赛期间，队员们可以充分发挥想象力，查阅任何图书或互联网上的资料，利用计算机、软件等外部资源，就指定的问题完成从建立模型、求解、验证到论文撰写的全部工作。竞赛中唯一的禁令，就是在竞赛期间不得与队外任何人（包括指导教师）讨论赛题。

竞赛结果以论文的形式交付。美国大学生数学建模竞赛没有事先设定的标准答案，评卷的标准为：假设的合理性，建模的创造性，结果的正确性以及论文表述是否清晰。专家在评卷时并不对论文给出分数也不采用通过、失败这种记分，而只是将论文分成一些级别：Outstanding（特等奖），Meritorious（一等奖），Honorable Mention（二等奖），Successful Participation（成功参赛奖）。其中，绝大多数队伍能够获得成功参赛奖以上的奖项，一等奖、二等奖、成功参赛奖的比例分别控制在 15%、30%、50%左右，而特等奖

及特等奖提名奖（2010 年起设立）的评选相当严格，获奖队伍也相对较少，特等奖一般不超过 20 队。表 1-4 所示是美国大学生数学建模竞赛近十年来总参赛队数及各个等级的获奖比例统计。

表 1-4

年份	参赛队数	特等奖	提名奖	一等奖	二等奖	成功参赛	获奖比例
2005	828	13	—	13.4%	34.3%	50.7%	98.5%
2006	972	16	—	17.5%	31.0%	49.9%	98.4%
2007	1222	16	—	13.5%	34.7%	50.4%	98.6%
2008	1542	12	—	13.9%	42.3%	42.9%	99.1%
2009	2049	11	—	16.1%	21.6%	61.8%	99.5%
2010	2610	13	18	18.2%	25.4%	54.6%	98.2%
2011	3528	14	28	14.2%	32.1%	51.9%	98.2%
2012	5026	17	21	10.6%	33.6%	55.0%	99.1%
2013	6593	16	20	14.8%	30.9%	53.7%	99.4%
2014	7768	19	17	10.1%	32.6%	56.8%	99.5%
2015	9773	19	23	9.9%	32.6%	56.8%	99.3%
2016	12446	27	37	12.3%	39.3%	46.9%	99.0%
2017	16928	27	46	8.9%	38.0%	51.6%	98.9%
2018	20602	33	45	9.8%	36.2%	50.6%	96.9%

参加美国大学生数学建模竞赛，有利于学生知识、能力和素质的全面培养，既丰富、活跃了广大同学的课外活动，也为优秀学生脱颖而出创造了条件。每个参加 MCM/ICM 并获得成功参赛奖以上奖项的队伍及其指导老师都将获得一张证书，部分特等奖论文将于同年刊登在美国著名的数学杂志 UMAP 上。近年来，一些特等奖获奖学生还获得现金奖励并被邀请参加专业学会的年会作报告，不少大学愿意提供奖学金给优秀的队员去该校读应用数学方面的研究生。第一届 MCM 时，仅有美国 70 所大学 90 支队伍参加，到 1992 年，仅仅 7 年，已有包括美国的大学在内的 189 所大学的 292 支队伍参加。在某种意义下，美国大学生数学建模竞赛已经成为一项国际性的竞赛，近三十年来吸引了大量世界著名高校参赛，包括哈佛大学、普林斯顿大学、麻省理工学院、清华大学等国际名校。

随着美国大学生数学建模竞赛的影响力越来越大，得到越来越多的学校和单位认可。1989 年，我国大学生首次参加美国大学生数学建模竞赛。到 1996 年，我国已经有 39 所大学 115 支队伍参加，复旦大学和中国科技大学首次取得两项特等奖。特别是自 2009 年开始，COMAP 取消了每个学校或机构只允许 7 支队伍参加的限制（2009 年以前每个学校或机构 MCM 只能 4 支队伍参加，ICM 只能 3 支队伍参加），来自全世界的参赛队伍增长速度加快，同年我国共有 1624 支队伍参加竞赛。我国的参赛队数也从最初的 4 队增加至 2018 年的 20062 队，其中包括来自清华大学、北京大学、浙江大学、上海交通大学等知名高校的学生参与此项赛事。我国参赛队伍在竞赛中所占比例越来越大，而且呈逐年增长的趋势，2005 年—2014 年的十年，我国的具体参赛情况如图 1-4 所示。

借鉴美国大学生数学建模竞赛在培养学生创新能力，提高学生实践技能，拓展学生知

识面所起的作用，1994 年起，我国拥有了自己的大学生数学建模竞赛。

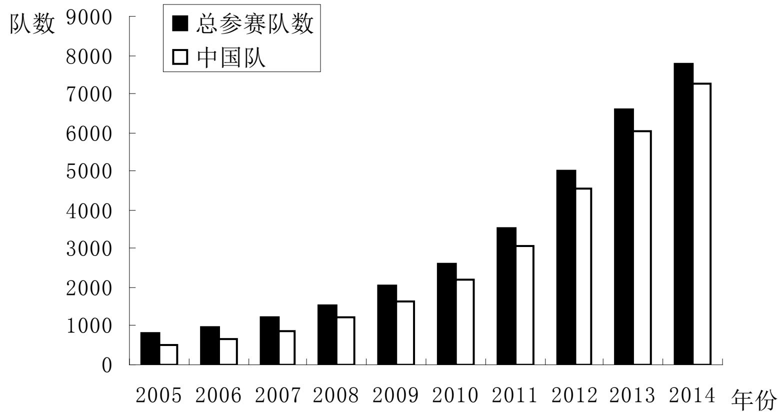

图 1-4

1.2.2 中国大学生数学建模竞赛

1988 年 6 月，北京理工大学叶其孝教授在美国讲学期间向美国大学生数学建模竞赛发起者和负责人 Fusaro 教授了解这项竞赛的情况，商讨中国学生参赛的办法和规则。1989 年，我国大学生（来自清华大学、北京大学、北京理工大学 3 所学校的 4 支队伍）首次参加美国大学生数学建模竞赛。经过一段时间的参与之后，老师和学生普遍认为数学建模竞赛能够使大学生多方面的能力得到锻炼，比如提高了大学生理论联系实际及思考问题的能力，锻炼了大学生从互联网上查阅文献、收集资料的能力，提高他们的文字表达水平，培养了他们同舟共济的团队精神和多方协调的组织能力，等等。而这些能力的锻炼会使他们终身受益。1989 年以来，我国越来越多的大学生参与了美国大学生数学建模竞赛，历年来都取得了较好的成绩。

1990 年 6 月，Fusaro 教授访问北京和上海，作了有关美国大学生数学建模竞赛的报告，并与叶其孝、姜启源教授等讨论了中国数学建模竞赛的组织工作。1992 年，由中国工业与应用数学学会组织了我国首届大学生数学建模联赛，教育部领导及时发现并扶植培育了这一新生事物，决定从 1994 年起，由教育部高教司和中国工业与应用数学学会共同举办中国大学生数学建模竞赛，每年一届（2012 年起，教育部高教司不再参与主办该项赛事，由中国工业与应用数学学会主办）。

1993 年，中国大学生数学建模竞赛仅有 16 省市、101 所院校的 429 队参加。此后，每年参与竞赛的学校和参赛队伍呈现快速增长的趋势。2002 年 7 月，竞赛组委会与高等教育出版社签订协议并获得赞助，将这场竞赛正式命名为“高教社杯中国大学生数学建模竞赛”。2010 年 9 月，全国及来自新加坡、澳大利亚共 1197 所院校参加了这次竞赛，这是首次有外国大学生参加本项竞赛。该竞赛英文名称为当代大学生数学建模竞赛（China Undergraduate Mathematical Contest in Modeling，简称为 CUMCM）。图 1-5 和图 1-6 所示分别为从 1993 年到 2014 年参赛院校总数和参赛总队数随年份的变化图。

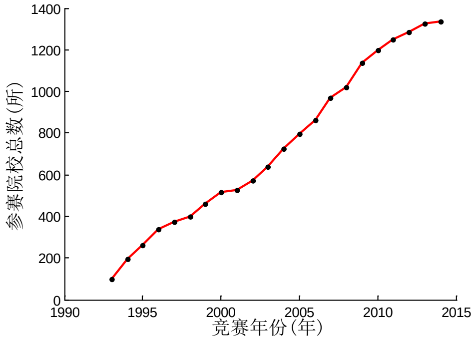

图 1-5

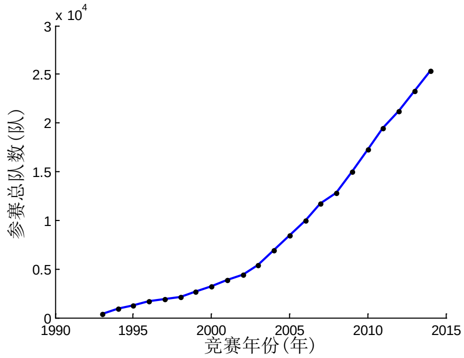

图 1-6

从图中可以发现，两条曲线都呈急剧上升趋势，其中参赛院校增长率从 2010 年起渐趋缓慢，且院校总数已达 1300 之多，说明参赛院校已接近饱和，该比赛已经在高校普及；而参赛总队数的年增长率却逐渐增大，说明越来越多的大学生积极地参与进来。从 1993 年 16 省市 101 所院校的 429 队，到 2017 年来自全国各地及澳大利亚的 1418 所院校、36375 支队伍，该比赛已经走过 25 个年头，它的规模以年均 25%以上的速度增长，已经成为目前全国乃至世界高校规模最大的一项大学生课外科技活动之一。

那么，它究竟有怎样的魅力，吸引了全国这么多的大学生积极参与？国内知名数学建模专家，清华大学教授，竞赛组委会秘书长姜启源教授在阐述竞赛思路时说：这项竞赛让学生面对一个从未接触过的实际问题，运用数学方法和计算机技术加以分析、解决，他们必须开动脑筋，拓宽思路，充分发挥想象力和创造力，从而培养了学生的创新意识及主动学习、独立研究的能力。从空洞探测、锁具装箱、最优投资组合、灾情的巡视路线、空中交通管理到 DNA 分子排序、血管的分支，这些问题没有现成的答案，没有固定的求解方法，没有指定的参考书，没有规定的数学工具与手段，而且也没有已经成型的数学问题，从建立数学模型开始就要求同学自己进行思考和研究。这就可能让学生亲口尝一尝梨的滋味，亲身去体验一下数学的创造与发现过程，培养他们的创造精神，意识和能力，取得在课堂里和书本上无法代替的宝贵经验。同时，这一切又是以一个小组的形式进行的，对培养同学的团队意识和协作精神必将大有益处。因而也培养了学生的合作精神。通过竞赛，许多取得优异成绩的学生的科研能力明显提高，毕业时受到用人单位欢迎，不少还被免试推荐到国内外高校继续攻读硕士研究生或硕博连读。

中国高等教育学会会长、时任教育部副部长周远清在 2010 年高教社杯中国大学生数学建模竞赛颁奖仪式上对这项赛事给予了高度的评价：成功的高等教育改革实践，久盛不衰的一个学科赛事。他指出这个赛事有三个特点：第一是涉及不同学科的一个赛事；第二是培养学生的知识、能力、素质相结合的一个赛事；第三，这个赛事是竞赛与教学改革密切结合的赛事。中国大学生数学建模竞赛组委会主任李大潜院士在这次颁奖仪式上说道：数学建模不仅是数学走向应用的必经之路，而且是启迪数学心灵的必胜之途，它在应用数学学科中占有特殊重要的地位。同学们通过参加数学建模的实践，亲自参加了将数学应用于实际的尝试，亲自参与发现和创造的过程，取得了在课堂里和书本上所无法获得的宝贵

经验和亲身感受，必然启迪他们的数学心智，促使他们更好地应用数学、品味数学、理解数学和热爱数学，在知识、能力及素质三方面得到迅速的成长。可以毫不夸张地说，数学建模的教育及数学建模竞赛活动是这些年来规模最大也是最成功的一项数学教学实践改革，面向所有专业的大学生，是对教育素质的重要贡献。这个活动得到愈来愈多同学的参与和欢迎，不断向前发展，绝不是偶然的。

“一次参赛，终身受益”是许多参赛同学的共同感受。中国大学生数学建模竞赛以通信的形式进行，每 3 名大学生组成一队。在 3 天时间内可以自由地收集资料，调查研究，使用计算机、软件和互联网，但不得与队外任何人（包括指导教师在内）以任何方式讨论赛题。竞赛要求每队完成一篇用数学建模方法解决实际问题的科技论文。竞赛评奖以论文假设的合理性、建模的创造性、结果的正确性以及文字表述的清晰程度为主要标准。

中国大学生数学建模竞赛的竞赛宗旨：创新意识，团队精神，重在参与，公平竞争。

中国大学生数学建模竞赛的指导原则：扩大受益面，保证公平性，推动教学改革，提高竞赛质量，扩大国际交流，促进科学研究。

本竞赛一般在每年 9 月中旬某个周末(周五 8：00 至下周一 8：00,连续 72 小时)举行。

竞赛不分专业，但分本科、专科两组：本科组竞赛所有大学生均可参加，专科组竞赛只有专科生（高职、高专生）可以参加。

学生可向本校教务部门咨询参赛事宜，如有必要也可直接与竞赛全国组委会或各省（市、自治区）赛区组委会联系。

评奖规则：

（1）各赛区组委会聘请专家组成评阅委员会，评选本赛区的一等、二等奖（也可增设三等奖），获奖比例一般不超过三分之一，其余凡完成合格答卷者可获得成功参赛证书。

（2）各赛区组委会按全国组委会规定的数量将本赛区的优秀答卷送全国组委会。全国组委会聘请专家组成全国评阅委员会，按统一标准从各赛区送交的优秀答卷中评选出全国一等奖、二等奖。

1.2.3 其他数学建模竞赛简介

数学作为一门基础学科和一种精髓的科学语言，在工程技术，其他学科以及各行各业中所起到的作用也愈来愈受到重视。数学技术已成为高技术的一个极为重要的组成部分和思想库。“高技术本质上是一种数学技术”的观点已为愈来愈多的人们所认同。随之也迎来了应用数学方面竞赛的热潮。

1. MathorCup 高校数学建模挑战赛

MathorCup 高校数学建模挑战赛（以下简称挑战赛）是由中国优选法统筹法与经济数学研究会主办，数学家网站承办的面向国内外高校学生的科技竞赛活动。挑战赛坚持学会创始人华罗庚教授数学与行业应用实际紧密结合的思想，通过面向实际问题的数学建模竞赛活动，拓宽挖掘与培养优秀人才的渠道，搭建展示高校学生基础学术训练的平台，鼓励

广大学生踊跃参加课外科技活动，提高学生运用理论知识解决社会实际问题的能力，在扩大学生科研视野的同时，培养其创造精神及合作意识。

挑战赛时间通常在每年的 4—5 月份，主要特色在于与企业实际问题结合，除了从企业中征集赛题外，每年暑期会举办“数学建模在企业中的应用研讨会”，邀请学术界和企业界的嘉宾分享数学建模解决实际问题的案例与心得。

2018 年挑战赛共吸引来自清华大学、浙江大学、上海交通大学、加利福尼亚大学洛杉矶分校（UCLA）、香港大学、香港中文大学等国内外 3200 余支队伍参赛，竞赛规模和质量均得到空前提高，是目前国内最具特色的数学建模活动。

网址：http://www.mathorcup.org/

2. 全国大学生电工数学建模竞赛

“中国电机工程学会杯”全国大学生电工数学建模竞赛（简称“电工杯数学建模竞赛”）是由中国电机工程学会电工数学专业委员会与全国大学生电工数学建模竞赛组委会共同发起的，面向全国高等院校学生的一项学科竞赛活动。竞赛意在培养学生运用数学理论和方法解决电气工程领域相关问题的能力，提高学生的创新意识。

电工杯数学建模竞赛于 2003 年开始举办，在中国电机工程学会的指导下，得到了全国各高等学校的鼎力支持，竞赛举办至今已产生了广泛的影响。2018 年举办的第七届竞赛已有 256 所高校的近 17800 名学生参赛。

该项赛事每两年举行一次，奇数年举行。以队为单位参赛，每队 3 人，专业不限，参赛队伍在指定的 3 天（通常在每年的 11 月末）内完成竞赛。竞赛题目一般源自电工、近代数学及经济管理等方面实际问题，共有 A、B 两道赛题。参赛者要根据题目要求，完成一篇包括模型的假设、建立和求解、算法的设计和计算机实现、结果的分析和检验、模型的改进等方面的论文。评比标准以假设的合理性、建模的创造性、结果的可行性和文字描述的清晰度为主。竞赛的要求和评比标准与中国大学生数学建模竞赛类似。

3. 研究生类数学建模竞赛

（1） 全国研究生数学建模竞赛。

全国研究生数学建模竞赛由教育部学位办和单位与研究生教育发展中心主办，是学位中心主办的“全国研究生创新实践系列活动”主题赛事之一。全国研究生数学建模竞赛是面向全国在读硕士研究生的科技竞赛活动，意在激发研究生群体的创新活力和学习兴趣，提高研究生建立数学模型和运用计算机解决实际问题的综合能力，拓宽知识面，培养创新精神和团队合作意识，促进研究生中优秀人才的脱颖而出、迅速成长，推动研究生教育改革，增进各高校之间，以及高校、研究所与企业之间的交流合作。

2004 年举办了第一届全国研究生数学建模竞赛，2006 年被列为教育部研究生教育创新计划项目之一。2017 年全国各地以及来自美国加州大学圣克鲁兹分校硅谷学院、英国谢菲尔德大学，伦敦大学学院、新加坡南洋理工大学等著名高校的 11834 支队伍，35502 名研究生报名参赛。

竞赛时间一般定于每年 9 月中下旬举行，竞赛题目来源于实际问题，共 A、B、C、D、 E、F 六道赛题，参赛者任选一题。竞赛规则参照中国大学生数学建模竞赛的规则。

网址：http://gmcm.seu.edu.cn/

（2） 河北省研究生数学建模竞赛。

河北省研究生数学建模竞赛是由河北省人民政府学位委员会办公室主办的面向研究生的科技竞赛活动。该赛事旨在激发研究生群体的创新活力和学习兴趣，提高研究生建立数学模型和运用互联网信息技术解决实际问题的综合能力、创新精神、团队合作意识，促进各研究生培养单位间的交流与合作。

该项赛事从 2018 年开始举办，河北省各研究生培养单位在读研究生均可参加，省外高校也可报名参赛。研究生以队为单位参赛，每队 3 人，专业不限。参赛各队不要求指导老师，由研究生自主参加，旨在突出研究生自主创新。竞赛内容一般来源于工程技术和管理科学等方面经过适当简化加工的实际问题。竞赛时间一般在每年的 5 月举行。

竞赛不要求参赛者预先掌握深入的专门知识，适合我国多数学科研究生的水平，使参赛队伍在规定时间内有充分发挥聪明才智和创新精神的余地，而且一般要先建立数学模型并用计算机求解，但不要求在此期间内能完全解决问题。参赛者应根据题目要求，完成一篇包括模型的假设、建立和求解、计算方法的设计和计算机实现、结果的分析和检验、模型的改进等方面的论文。竞赛评奖以假设的合理性、建模的创造性、结果的正确性和文字表述的清晰程度为主要标准，并特别重视创新性和实用性。

4. 美国高中数学建模竞赛

美国高中数学建模竞赛（High School Mathematical Contest in Modeling）简称 HiMCM。始于 1999 年，由美国工业与应用数学学会（SIAM）和美国运筹学会（ORSA）发起，美国数学及其应用数学联合会（COMAP）主办的一项面向高中生的科技竞赛活动。竞赛得到了美国国家科学基金会（NSF）、运筹和管理科学研究所（INFORMS）、美国数学协会（MAA）和美国全国数学教师委员会（NCTM）的资助。

这项竞赛借鉴了美国大学生数学建模竞赛的模式，结合中学生的特点进行设计，竞赛队最多由 4 名高中生组成，配备一位指导老师，在指定的 17 天（通常由 11 月第一周的星期五开始）内，由参赛队自己选定的连续 36 个小时完成竞赛。赛题分 A、B 两题，均源于实际问题，赛题为来自现实生活中的 A、B 两个实际问题，参赛队任选一题，最终以论文的形式上交。竞赛的其他要求和论文评比标准与美国大学生数学建模竞赛相同。

网址：http://www.comap.com

5. 各地区数学建模竞赛

（1） 华中地区大学生数学建模邀请赛。

华中地区大学生数学建模邀请赛是由湖北省工业与应用数学学会主办，由华中地区数学建模联盟会发起并组织开展，以“提高华中地区数学建模能力、发展并壮大数学建模事业”为宗旨。竞赛目的在于，提高学生独立分析问题、建立数学模型、运用计算机技术模拟解决实际问题、论文写作等的综合能力，提高各高校大学生数学建模水平，加强各高校数学建模能力。

竞赛从 2008 年开始举办，竞赛时间大约在每年 5 月份，竞赛题目一般来源于实际问题，共 A、B 两道赛题。参赛对象主要针对华中地区高校的在校大学生，同时也欢迎非华中地区高校在校大学生报名参加。参赛队伍由 2～3 名具有正式学籍的在校大学生组成，参赛者从中任选一题完成论文。

（2） 五一数学建模联赛。

五一数学建模联赛是由江苏省工业与应用数学学会、中国矿业大学、徐州市工业与应用数学学会联合主办，中国矿业大学理学院协办及数学建模协会筹办的面向苏北及全国其他地区的跨校、跨地区性数学建模竞赛，目的在于更好地促进数学建模事业的发展，扩大中国矿业大学在数学建模方面的影响力；同时，给全国广大数学建模爱好者提供锻炼的平台和更多的参赛机会，鼓励广大学生踊跃参加课外科技活动，开拓知识面，培养创造精神及合作意识。

2003 年 3 月份，中国矿业大学数学建模协会便开始组织筹划苏北地区首届数学建模联赛，因非典未能顺利举行。自 2004 年 5 月 1 日—5 月 4 日成功举办“首届苏北数学建模联赛”以来，参赛规模在不断扩大，现已经有 31 个省市地区的 4000 多支队伍参加。

参赛队由三名具有正式学籍的在校大学生（本科或专科）组成，参赛队从 A、B、C 题中任选一题完成论文，本科组和专科组分开评阅。竞赛按照中国大学生数学建模竞赛的程序进行。网上报名，报名时间为每年 4 月 1 日—4 月 29 日，竞赛时间为 5 月 1 日—5 月 4 日。苏北数学建模联赛组委会聘请专家组成评阅委员会，评选标准是，一等奖占报名人数的 5%、二等奖占 15%、三等奖占 25%，如果有突出的论文将评为竞赛特等奖，凡成功提交论文的参赛队均获成功参赛奖。

（3） 东北三省数学建模联赛。

东北三省数学建模联赛是由黑龙江、吉林、辽宁三省高校联合发起的面向大学生、研究生的赛事。发起这一赛事的目的是进一步普及数学建模教育，培养学生应用数学知识解决实际问题的能力，激发学生学习数学的积极性。

联赛从 2006 年开始举办，竞赛时间大约在每年 4 月 25 日 8∶00 至 5 月 8 日 15∶00，竞赛题目一般来源于实际问题，共 A、B、C、D 四道赛题。参赛队伍由三名具有正式学籍的在校大学生（本科或专科）或研究生组成，参赛者从中任选一题完成论文，本科组、专科组和研究生组分开评阅。竞赛规则参照中国大学生数学建模竞赛的规则。

（4） 华东杯数学建模竞赛。

华东杯数学建模竞赛是一项由复旦大学数学科学学院发起，华东地区数学建模联盟组织开展的竞赛。竞赛意在激励学生学习数学的积极性，开拓知识面，提高学生独立分析问题、建立数学模型、运用计算机技术模拟解决实际问题、论文写作等综合能力，鼓励广大青年学生在基础及应用学科研究中推陈出新，促进数学教育改革，培养学生的创造精神及合作意识，塑造同学们的科创意识与团队精神，为同学们将来能更好地走上社会、服务社会打下坚实的基础。

竞赛从 1999 年开始举办，在全国高校中享有较高声誉。竞赛题目一般来源于工程技术和管理科学等学科领域经过适当简化加工的实际问题，共 A、B、C 三道赛题。参赛对

象必须为在校大学生，选手以队为单位参赛，每队不超过 3 人，专业不限，参赛者从中任选一题完成论文。竞赛规则参照中国大学生数学建模竞赛的规则。

6. 各学会组织的数学建模竞赛

（1） APMCM 亚太地区大学生数学建模竞赛。

APMCM 亚太地区大学生数学建模竞赛是由河北省现场统计学会和数学家共同主办的科技竞赛，旨在进一步普及数学建模知识，强化学生应用数学知识解决社会、自然的相关问题，并增强计算机的理论和编程能力，为亚太地区学生提供良好的数学建模家园，并为学生创造更多参加数学建模竞赛的机会。

2010 年举行了首届 APMCM 亚太地区大学生数学建模竞赛，竞赛时间大约在每年的 11 月或 12 月，参赛对象为亚太地区高校全日制在校本科生、研究生。以队为单位参赛，每队 3 名学生。竞赛题目共 A、B、C 三道以中文和英文的格式给出，参赛者任选一题，提交一份英文论文。

竞赛由最初的几十支队伍扩大到 2018 年的 3198 支队伍，吸引了来自亚太地区的 366 所高校参赛。竞赛颁奖典礼期间，通常举办“数学建模教学与培训研讨会”。

网址：http://www.apmcm.org

（2） “认证杯”数学建模网络挑战赛（TZMCM）。

“认证杯”数学中国数学建模国际赛由内蒙古自治区数学学会和全球数学建模能力认证中心共同主办，数学中国和第五维信息技术有限公司协办的省级数学建模活动。数学中国成功获得全球数学建模能力认证中心的授权，其目的是激励学生培养数学建模的能力，明确数学建模能力要求及范围，为数学建模社会效益化积累人才。

该挑战赛从 2008 年起举办，赛题一般来自工程技术和管理科学等方面经过适当简化加工的实际问题，共 A、B、C、D 四道赛题，其中 D 仅限中学组\专科组选做，本科组不可选做。竞赛分为“建模基础”和“模型改进”，时间分别在每年的 4 月中旬和 5 月中旬，其他要求与中国大学生数学建模竞赛相同。

网址：http://www.tzmcm.cn/index.html

1.3 数学建模活动与能力培养

一滴甘露能滋润一个生命，一抹阳光能温暖人的心房，一段不凡的经历可铸就人的辉煌。

在数学建模这个平台上，“建模人”用心书写着自己的人生之路。流过的汗水代表拼搏，喜悦的泪水象征成功；激烈的辩论是探求知识，真诚的合作滋润你我……

无数次的比赛带给他们无数次惊喜，而无数次喜悦的背后又有多少局外人难以想象的艰辛；无数次的比赛磨砺了他们的意志，也丰富了他们的人生经历。在这个平台上，他们学会了学习，这种学习是融知识与应用于一体的学习；他们学会了思考，这种思考是集理论与实践于一体的思考；他们学会了合作，这种合作是他们成功的助推器，在合作中促进了成功，也在合作中产生了友谊；他们拥有了一种心态，这种心态是他们成功的基石，因