

数学建模竞赛论文的写作方法

韩中庚

(解放军信息工程大学 数学工程与先进计算国家重点实验室,河南 郑州 450001)

摘要:本文针对数学建模竞赛论文的评阅要求和近年来参赛论文的实际情况,首先简要介绍了科技论文的写作规范,然后详细说明了竞赛论文的写作方法和注意事项,可供拟参加数学建模竞赛的学生和指导老师参考。

关键词:竞赛论文;写作规范;评阅标准;写作要求

中图分类号:O29

文献标志码:A

文章编号:2095-3070(2017)02-0042-07

0 引言

中国大学生数学建模竞赛已进入第26个年头了,2016年已达到了1367所院校的31199个参赛队,现已成为名副其实的面向全国高校大学生最大规模的科技竞赛活动。这一赛事也逐步向国际开放,近几年有越来越多的国外学生参加竞赛。随着数学建模教学、应用研究和竞赛等活动的不断深入,参与面越来越广,大家的水平也都普遍地在提高,尤其是竞赛的规模越来越大,还有继续增加的趋势,同时也显现出一些倾向性问题,特别是竞赛论文的写作质量值得我们关注,尤其要避免数学建模竞赛论文写作的“形式化”“公式化”和“模板化”。具体包括:

1) 论文中将数学建模过程“形式化”,无形中数学建模似乎自然形成了一个“标准化”的过程,千篇一律,同一题的论文全成了相似形,失去了对建模问题研究解决的针对性。

2) 论文中建模方法和模型应用的“公式化”,不分场合地直接“套、搬、抄”现象明显,建立数学模型似乎也成了套公式。

3) 数学建模竞赛论文的“模板化”,即数学建模竞赛论文似乎也形成了“标准套路”,甚至有了“通用模板”,无论什么问题、什么方法、什么模型和结果都可以套用,论文的写作似乎成了做“填空题”。

诸如此类的现象,显然不利于数学建模和竞赛活动的发展,如何避免这些问题,怎么样才能让数学建模活动健康有序地发展,为培养更多优秀的创新型人才做贡献,这是值得思考和关注的问题。我们要立足于通过数学建模让更多学生受益,应该更多地进行正确的教育和引导,避免这些倾向性的问题。

数学建模竞赛论文是竞赛等级划分和评奖的唯一依据,其内容是参赛者所有工作的集中体现,相应论文的结构形式、内容的组成、格式的规范性和表述的清晰性是论文水平的重要体现,论文的写作质量直接影响到竞赛的评奖结果。因此,数学建模竞赛论文的写作方法是数学建模学习实践过程中的重要内容。数学建模竞赛论文属于科技论文的范畴,应该执行科技论文的写作规范。

1 科技论文的写作规范

《科技论文的写作规范》(GB7713-87)^[1]规定科技论文一般包括8个部分:论文题名、论文作者、摘要、关键词、引言、正文、结论和参考文献等。

1) 题名

题名又叫题目、文题、标题,是科技论文的中心和总纲,应准确恰当、简明扼要、醒目规范、便于检索,

收稿日期:2017-03-07

通讯作者:韩中庚, E-mail: zhghan@163.com

应能够反映论文中最重要的内容。中文题名一般不超过 20 个字,必要时可以加副题名。题名应避免使用非公知公用的缩写词、符号和代号等,尽量不要出现数学公式和化学式。

2) 作者署名

作者署名是文责自负和对论文拥有著作权的标志,同时便于读者与作者联系。署名包括工作单位及联系方式,工作单位应写全称,并包括所在城市名称及邮政编码。

3) 摘要

摘要是对论文的内容不加注释和评论的简短陈述,是文章内容的高度概括。通常字数在 200~400 字之间,主要内容包括:研究工作的内容、目的及其重要性;所使用的研究方法 with 结果;研究结论与意义,以及作者的新见解等。摘要应具有独立性和自明性,应是一篇完整的短文。一般无需分段,不用图表和非公知公用的符号与术语,不得引用图、表、公式和参考文献序号。英文摘要一般与中文摘要内容一致。

4) 关键词

关键词是为了满足文献标引或检索工作的需要而从论文中选取出的,能够反映论文主题内容的单词、词组或术语,一般每篇论文标注 3~8 个。尽量选用规范的词语,如科学技术中的重要术语、地名、人物、文献、产品及重要数据名称等。

5) 引言

引言又称前言、导言、序言、绪论,它是一篇论文的开场白,写在正文之前。引言的主要内容包括研究工作的主要目的、范围,即为什么写这篇论文和要解决什么问题;国内外的研究现状;研究的理论基础、技术路线、实验方法和手段,以及选择特定研究方法的理由;预期的研究结果及其意义等。引言应言简意赅、内容突出、文字精练。引言不要与摘要雷同,不要写成摘要的注释。通常引言可以不标序号,也可标为“0”。

6) 正文

正文是科技论文的主体,即为引言之后和结论之前的部分,是论文的核心内容。正文可根据研究内容通过子序号和分标题分出不同的层次和段落。

(i) 层次标题

层次标题是论文正文中不同层级的分标题,分标题要简短明确,贴切(合)内容,同一层次的标题应尽可能“排比”,即用词(或词组)类型相同(或相近),语义相关,语气一致。各层次标题用阿拉伯数字连续编号,不同层次的数字间用小圆点“.”相隔,末位数字后不加点,加一空格,如“1”,“1.1”,“2.1.1”等。

(ii) 图

图应具有自明性,不要与文中的表格和文字重复,要精心绘制,大小适中、线条均匀、主辅线分明、图元规范。图中文字与符号要植字,大小应介于 6 号字至小 5 号字之间。坐标和标注单位符号齐全,图中的术语、符号、单位等应与文中的表述相一致。图要按顺序编号,并有简明的图题,图号与图题置于图的下方居中,通常字号比正文小一个字号。图在文中要有出处,一般随文字编排,但要放在文字后面,即先见文字,后见图。

(iii) 表格

表格的内容要具有自明性,不要与文中的图形和文字重复。表格要精心设计,项目栏中的标注要齐全、详尽,不能省略。如果所有栏的单位相同,可以将单位标注在表格的右上角。表格中所用的术语、符号、单位等都应与正文中所用的一致。表格应按在文中出现顺序编号,并有简明的表题,表序号和表题放在表格上方并居中,通常字号比正文小一个字号。表格在文中要有出处,一般随文字编排,但要放在文字后面,即先见文字,后见表。

(iv) 数学公式

数学公式分文中公式和独立公式,文中公式与文字一起排,无需单独占一行,重要的或下文需要用到的公式要单独占一行,即为独立公式,并用阿拉伯数字连续编号,序号加圆括号居右。如果一个公式需要断行,即用 2 行或多行表示时,则要在运算符号(=, +, -, ×, ÷ 等)之后换行。

(v) 量与单位

用字母表示变量与常量,无论是用英文字母、拉丁字母或希腊字母,一律采用斜体,必要时可以在量符号上附加角标进行区分。在表示量的数值时,其单位符号一律采用国际符号,并用正体。

(vi) 数字

数字的使用按照国家标准《出版物上数字用法的规定》GB/T 15835-1995 执行。

具有统计和比较意义的数值整数、小数、百分比、分数等物理量值全部采用阿拉伯数字,世纪、年代、年、月、日、时刻,如:20世纪90年代,2016年6月16日9时20分45秒等采用阿拉伯数字。对于大数,在文中可用“万”“亿”两个词头,对于物理量量值采用科学计数法。

用汉字来表示数字的情况,约数和概数,如十几年,几十万分之一,三四个小时,七八十种,三五天,用“多”“余”“左右”“约”等表示的约数,如十余次等,概数中连用的两个数字之间不得加顿号,如四五米、一千七八百元。表示并列关系的两个数字不是概数,中间应加顿号,如一、二等奖。季度和星期,定型的词、词组等,如“十三五”规划。

(vii) 外文字母

一般外文字母包括英文字母、拉丁字母、希腊字母,它有文种、大小写和正斜体之分。

通常物理量的单位、词头(如 kg, m, cm, mm, Pa, L 等),标准的数学函数(如 sin, cos, arcsin, arccos, lg, ln, exp, max 等),通用的数学常数符号(如 e, π 等),运算符号(如 Δ , Σ , Π , d, \int 等),化学元素、粒子和射线符号(如 C, H, Cu, e, n, X 射线, α 射线, γ 射线等),酸碱度 pH 等,全部采用正体字。而物理量(如 v, a, I, V, W, t 等),数学中的变量、向量和矩阵等(如 X, Y, Z, A, B 等),坐标系符号(如 o, x, y, z)等,全部用斜体字。

(viii) 标点符号

论文中标点的使用遵照国家标准《标点符号用法》GB/T 15834-1995 执行。文中的标点符号应正确使用,忌误用、混用,中英文标点符号应加以区分。凡不宜使用顿号、分号和冒号的地方可以使用逗号,顿号内不能含逗号及分号,分号之内不得有句号,冒号之后不要再用冒号。

7) 结论

科技论文一般在正文后面要有结论。结论是实验、观测、计算的结果和理论分析的逻辑发展,是整篇论文的总论点,也是将实验、观测、计算的数据结果,经过判断、推理、归纳总结等逻辑分析过程而得到的对事物的本质和规律的新认识,进一步得到新的思想、新的观点和新的问题。

8) 参考文献

在科技论文中,凡是引用前人(包括作者自己)已发表的文献中的观点、数据和材料等,都要对它们在文中出现的地方予以标明,并在文末列出参考文献表。参考文献(即引文出处)的类型以单字母方式标识如下:M—专著,C—论文集,N—报纸文章,J—期刊文章,D—学位论文,R—报告,S—标准,P—专利;其他的文献类型都用字母“Z”标识。

主要参考文献的格式如下(其中空格、标点照写):

连续出版物:作者.文题.刊名[J].年,卷(期):起始页码-终止页码.

专著(或译著):作者.书名[M].译者.出版地:出版者,出版年.

论文集:作者.文题[A].编者.文集名称[C].出版地:出版者,出版年.

学位论文:作者.文题[D].所在城市:保存单位,年.

专利文献:申请者.专利名[P].国名及专利号,发布日期.

技术标准:技术标准代号.技术标准名称[S].

技术报告:作者.文题[R].报告代码及编号,地名:责任单位,年份.

报纸文章:作者.文题[N].报纸名,出版日期(版次).

在线文献(电子公告):作者.文题[EB/OL].http://...,浏览日期.

光盘文献(数据库):作者.文题[DB/CD].出版地:出版者,出版日期.

其他文献:作者.文题[Z].出版地:出版者,出版日期.

要求：“参考文献”项目名称用小4号黑体加粗，在正文或附录后面空两行顶格排列；参考文献列表内容另起一行顶格，排列顺序与文中引用标注次序一致，序号用“[1]、[2]、……”的形式编排。

2 建模竞赛论文的写作要求

虽然数学建模竞赛的论文属于科技论文，但根据数学建模竞赛的特点和评阅的需要，竞赛论文在科技论文的规范框架内，有其特别的要求和写作方法。在论文的形式和内容结构上与一般的科技论文略有不同，这是竞赛论文从解决实际问题的角度决定的。科技论文一般不允许作者对自己的论文做评价，而竞赛论文要求作者必须对自己论文的优缺点做出客观评价。另外，由于竞赛评奖的要求，论文中不能包含作者的姓名和单位等相关信息。除此之外，竞赛论文具体内容的写作要求都与科技论文相同，如标题、摘要、关键词、结论和参考文献等内容的要求都是相同的，以及正文中的层次标题与标号、文字与数字、变量与符号、图形与表格、数学公式与标点符号的使用格式和方法都与科技论文要求相同。数学建模竞赛论文的评阅标准是什么呢？

1) 竞赛论文的评阅标准

如果说数学建模竞赛论文有评阅标准的话，也就是假设的合理性、建模的创造性、结果的正确性和表述的清晰性。

(i) 假设的合理性

必须是建模所需要的假设，并对假设的合理性进行解释并在正文中有引用。

(ii) 建模的创造性

数学建模就是要鼓励创新，优秀的论文不能没有创新点，但不要为了创新而创新，要切合实际问题。

(iii) 结果的正确性

一般说来，数学建模的问题都没有标准答案和精确结果，但要保证针对问题所建立的数学模型，其求解结果是正确的，而且与实际相符。一般认为，好的模型其结果一般也比较好，但不一定是最好的。

(iv) 表述的清晰性

从论文表述的角度，对要解决的问题、所用的方法、所建立的模型、所使用的求解方法和所得到的结果，都要自明其理，表明其理，让人知其理，避免不讲理。

根据如上的评阅标准，下面就相关几个部分的具体内容进行说明。

2) 摘要

摘要是竞赛论文的重中之重，应是整篇论文内容的高度压缩和全面的概述，英文是 Summary，而不是 Abstract。力求文字要精练，表达要准确，充分体现论文的特色和创新点。

从摘要的内容上，针对所研究的每一个问题，都应该清晰地说明用了什么方法、建立了什么模型、如何求解的、主要结果是什么、解决了什么问题、效果怎么样、具有什么特色和创新点，除了解决了基本问题外还做了什么有意义的工作等等。注意，根据科技论文的写作规范，摘要中不要出现复杂的公式和表格。因为数学建模竞赛论文评奖的要求，摘要的篇幅不能太长，一般不超过一页，但也不能太少了，这里可以不受科技论文规范中摘要 200~400 字的限制，通常 A4 幅面大半页为宜。

3) 问题的重述

问题的重述是对竞赛题正确解读后的重新表述，而不是对竞赛题的简单复制。要求对竞赛题中可能的模糊概念和条件给出必要的澄清与说明，进一步对要研究的具体问题有更清楚的理解和认识。通过对竞赛题的正确解读，明确实际背景、已知条件和数据信息，从而明确要求建模解决的相关问题。

4) 问题的分析

问题的分析是在建立模型前对竞赛题较深入的分析过程，包括对问题所涉及的背景描述、研究的意义、目标和现状分析等，这部分内容相当于一般学术论文的引言。也包括对问题的具体理解和解释、解决问题的思路、可能使用的方法、建模的过程和步骤等内容，为后面具体地建立模型和解决问题做好准备，同时也是对要使用的数学方法和建模过程的适用性与合理性进行分析。

5) 模型的假设与符号说明

模型的假设是建立模型的基础和前提条件,也是对实际问题的简化处理方法和程度的体现,其合理性与否是非常重要的,切勿草率和随意简单条目的罗列。要特别强调在建模过程中所用的假设,而且正文中都要有引用。通常包括关于是否包含某些因素的假设、关于条件相对强弱的假设、关于各因素影响相对大小的假设、关于模型适用范围的假设等。对于所给出的每一条假设的必要性和合理性分析与论述是十分重要的,这也是经常容易被忽略的内容。事实上,所给出假设的目的、作用和引用是假设必要性的表现,假设对问题、模型和结果的影响是假设合理性的体现。如果参赛者没有说明假设的目的、作用,在文中也没有引用,也就不能说明假设的必要性。如果参赛者没有充分地说明假设的合理性,则评委就可以质疑假设是否合理。因此,论文中所给出的模型假设要合理,更要讲理。

符号的说明主要是为了方便评委的评阅和读者的阅读,通常是在正文中常用符号集中列出,并对其含义进行详细的说明,个别的符号也可以在第一次出现时说明。注意符号的使用宜简不宜繁,兼顾习惯与直观。尽量用单字母,而不要用字词组合表示一个量。对于同义而不同元的量可以通过上、下角标进行区分,如: $a_i, A_{i,j}, x_{i,j}^{(k)}$ 等。

6) 模型建立与求解

模型的建立与求解是竞赛论文的核心内容,参赛者应针对题目将所有的有效工作和创造性成果都在这里充分、清晰、准确地展现出来。要求内容充实、论据充分、论证有力、主题明确、格式规范、层次分明,依据要解决的问题或模型,通过大小标题分为若干个逻辑段落,让读者各取所需,一目了然,不要给人留下更多的疑问和猜测。

(i) 论文层次结构

根据建模要解决的问题可以从简到难,或关联顺序,或逻辑顺序等分出层次,同层次的排出顺序,逐步深入,系统研究;也可以依据所建立的关联模型关系,循序渐进地对问题进行研究。依据问题或模型分别立题,使不同层次的问题或模型从标题和标号上能够反映出相互之间的关系。同时,立题要力求能够反映出所解决的问题、所用建模方法或模型的特点等。尽量不要用“问题1的模型建立与求解”“问题2的模型建立与求解”等这种立题方法。

(ii) 数学模型的设计与建模方法的选择

我们建立数学模型是解决问题的手段,而不是目的,更不是为了建模而建模,要设计的数学模型能够真正解决问题才是最重要的。在实际中,首先要对竞赛题的问题分析清楚,然后针对具体的问题来解决问题,在解决问题的过程中自然地选择适用的建模方法来建立模型,或应用现有的数学模型,最终较好地解决问题。

这里要特别强调正确选择和应用解决问题的方法,强调对问题的针对性和模型的适用性,不要盲目追求所谓的“高大上”的方法和“全能新”的模型。事实上,在所有可能的解决问题的方法和模型中,往往最简单的或许就是最好的。因此,在实际建模过程中,无论建模方法简单与复杂,或模型的难与易、新与旧,主要是看对问题的针对性和适用性,要看解决问题的效果才是关键。

(iii) 模型的表达与论述

在建立数学模型之前,首先应说明所采用的建模方法的依据和建模的思路,清楚地说明为什么要采用这种方法,其方法对解决问题有什么样的优势。然后针对具体的问题,给出详实的建模过程和数学模型的表达形式,并对模型的内涵和其正确性给出清晰的论述。如果是针对一个问题,从不同的角度或用不同方法建立了不同的模型,并且得到不同的结果,则应该就这些模型的各自适用情况、优缺点和差别进行比较分析,不要不分主次地罗列在论文中。注意避免不讲任何道理地直接给出一个模型表达式,这样会让人们难以理解模型的含义,即建模方法的选择、建模过程和模型的表达都要明其理,讲其理。

(iv) 模型的求解与结果的分析

在建立了数学模型之后,实现模型的求解之前,首先要说明求解模型方法的依据和过程,即说明为什么要采用这种方法,而不用其他的方法。然后必要时给出详细的求解步骤和具体的算法。对于求解出的结果要明确地表述出来,并对其结果的正确性和实用性进行分析,即分析模型的结果是否与实际问题的相符合,或相符合的程度如何。

注意避免用一种不好的说法：“用软件编程计算得到结果如下表”，或“如下图所示”，直接就给出一个表格或一个图形，没有任何的文字解释和分析。

7) 模型的检验与敏感性分析

模型的检验与敏感性分析是数学建模竞赛论文不可缺少的重要内容。

模型的检验主要是检验模型结果的准确性和模型的实用性，一般需要通过模型结果的误差分析来实现准确性的检验，而模型的实用性要通过问题的实际数据或仿真数据来实现检验。误差分析通常包括模型误差、数据误差和计算舍入误差等。

模型的敏感性分析主要是检验模型的可靠性，即检验模型结果的可信度。很多实际问题的数据都是通过统计、实验、测量、观测得到的，某些参数的数据本身客观地就存在一定的误差，而这些数据的误差经过模型的求解计算后对模型的结果有多大的影响力，这就是模型的敏感性分析的问题。如果能够验证当某个参数有一个小的误差对模型的结果影响也很小时，则说明模型关于这个参数是可靠的，即模型的结果是可信的，否则是不可信的。

在很多的建模问题中，虽然都没有明确要求做模型的检验和敏感性分析，但对于一般的实际问题，尤其是工程领域的问题，这项工作都是必须要做的，否则竞赛论文就有一个缺陷，相应地，解决问题就是不完全的。

8) 模型的评价与改进

对于科技论文而言，一般是不允许作者对自己的论文进行评价的，但对于竞赛论文而言，由于评奖的需要，评阅人希望参赛者对自己的论文给出一个客观的评价。要求从论文的优点、缺点和创新点等方面给出实事求是的评价，这也能反映出参赛者作科学研究的态度。注意评价要尊重事实，优点不要过于夸张，缺点也不要回避。

对于模型的改进是指参赛者对所研究问题的进一步认识。特别是根据论文的缺点和不足，参赛者有什么更进一步的想法，或改进方向。注意这里是针对问题改进模型的想法，而不是改进的模型。

9) 文献的引用与标注

文献的引用和标注与科技论文的规范要求是完全一致的。论文中主要思想、方法、模型和求解算法等内容，哪些属于参赛者自己的，哪些是参考已有文献资料的，都应该明显地体现出来。凡是参考或引用已有文献的相关内容都应按规范要求适当的地方给出标注，并与文后的参考文献列表相对应。对于没有标注的内容，就会被认为是属于参赛者自己的。如果出现该标注而没有标注的内容，则就可能被定性为剽窃，要避免此类问题的出现。

在正确引用文献资料和规范标注来解决问题的同时，要避免过度引用，过度引用也等于抄袭。这里所说的过度引用是指：虽然在参考文献列表中列出相关文献，在文中也做了引文标注，但是整段、整页地照抄文献的内容，或完整的模型或算法，也就是过度引用，即抄袭。特别注意“抄”与“用”的区别，“抄”就是将大段的文字、数据、公式、符号、图表等内容基本不变地照抄过来；而“用”是将文献资料中的思想方法、数据结论、经验公式、模型算法等针对具体问题进行适当的应用，从而能够解决具体问题。即便是经典的模型、通用的方法与算法，对于具体的问题也都能够“用”好的，而不是照抄过来。

10) 论文的系统性和连贯性

论文表述的清晰性是竞赛论文评阅的一项重要标准，所以论文的系统性和完整性是非常重要的，同时要方便读者的阅读和评委的评阅。在保证论文的结构完整、层次分明、要素齐全、格式规范、文字清楚、表述准确的基础上，要特别重视论文的系统性和连贯性，这也是体现论文质量的重要指标。

论文的系统性主要是指正文的每一部分、每一个模型的相关内容的表述都是系统严密的，有理有据的，而不是一些似是而非的、不讲道理的结果的堆积或罗列。注意避免简单化的套路，譬如：“根据问题的分析，利用 XX 方法建立模型如下（具体的模型表达式），利用 XX 软件编程求解，得到结果如下图（或表）所示（一个图形或一个表格）”。针对竞赛题的每一个问题都是这样公式化的一段内容，没有前因，只有后果，不讲道理，没有过程，也没有结果的合理性分析。这种“问答式”的八股文模式是不可取的。

对于数学建模竞赛的问题，无论是一个实际的问题，还是由多个子问题组成的赛题，从竞赛论文的

结构上,针对具体的实际问题由浅入深、由表及里、从易到难,但都应该是围绕着解决问题的主线逐步深入进行的过程。从论文的表述上,问题与问题之间、章节与章节之间、上下文之间的文字表述都应该是相互关联的,语义是连贯的,解决问题的过程描述是完整的,这就是论文的连贯性要求。

注意不要把竞赛题的各个子问题视为相互独立的问题,问什么就答什么,从而写成“简答式”的论文,缺少了论文应有的连贯性。要避免有头无尾、虎头蛇尾或无头无尾等问题。

3 结论

什么样的论文才是一篇优秀的数学建模竞赛论文?

一篇优秀的数学建模竞赛论文,要针对实际问题的解决过程,清楚地给出建模的思路、建模的方法、模型的表示方法、模型的求解方法与步骤、模型的结果、模型的结果分析与检验,模型的评价与改进方向等内容。优秀的竞赛论文要结构完整、层次清楚、格式规范、文字准确、数据可靠、语义完整、论证有力、表述清晰,并具有较好的系统性和连贯性。

我们做数学建模要重视数学建模基本功的练习,必须要掌握好数学建模的基础知识、基本思想和基本方法,否则数学建模就成了无源之水,无本之木。无论做任何事情,基础永远是第一位的,做数学建模更是如此。数学建模(包括论文写作)重在实践,然而,我们要想做好数学建模,必须要理论与实际相结合,要在实践中学习,不能只靠读书和听老师讲,即“要学而学,不要学而习”。俗话说,凡事言易而行难。只要我们崇爱数学建模,善于思考、敢于实践、勇于付出、锲而不舍,成绩是永远与投入成正比的。

参考文献

[1]GB7713-87. 科学技术报告、学位论文和学术论文的编写格式[S]. 1987.

The Writing Methods for Papers of Mathematical Contest in Modeling

HAN Zhonggeng

(State Key Laboratory of PLA Information Engineering University, Mathematical Engineering and
Advanced Computing, Zhengzhou, Henan 450001, China)

Abstract: Aiming at the judgment requirements of the Mathematical Contest in Modeling and the papers realities of recent years, first the writing standards of scientific papers are introduced briefly. Then the writing methods and notices of contest in modeling papers are explained particularly, which can be referred by students and instructors.

Key words: contest in modeling papers; writing standard; judgment standard; writing requirement

作者简介

韩中庚(1958—),男,解放军信息工程大学教授,主要从事军事运筹与军事建模、数学建模及其应用等方面的研究。