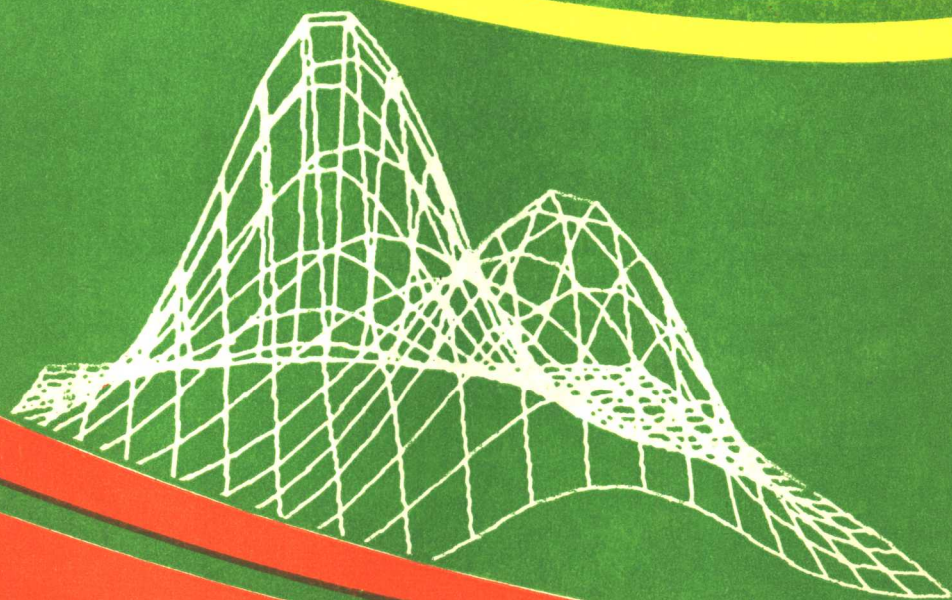


科技大学生

KEJI DAXUESHENG

求知·探索·成才

- 新技术革命与大学生 ●
- 大学生应尽快学会使用计算机 ●
- 立体电视的一种实现方案 ●
- 上海体育馆顶灯微机控制系统 ●
- 奇思异想 别开生面 ●
- 谈谈研究生的学习 ●
- 硕士研究生招考综合试题汇选 ●
- 如何准备硕士研究生英语考试 ●



38
38
(1)
27814

1985

1



责任编辑 蔡伟隆

编辑 上海科技教育出版中心·科技大学生·编辑组
出版 上海教育出版社
(上海永福路123号)

印刷 上海市印刷十二厂
发行 新华书店上海发行所

开本 787×1092 1/16 印张 4 印数 15,500

1985年3月第1版 1985年3月第1次印刷

统一书号 7150·3355 定价 0.58元

前

言

自然科学、应用科学的发展正呈一日千里之势，理论和技术上的发明创造犹如百花齐放，竞相斗艳。自然科学正不断分化出新的分支，而各学科之间的交叉渗透日益加深，出现了盘根错节、枝繁叶茂的局面。在科术领域中求知、探索的新手面对浩如烟海的知识亟需指引、启发；活跃在研究、开发第一线的科技工作者也需要获得相关学科中的各种信息。他们均希望能有一本新颖的读物，以汲取营养，有所助益。

在新技术革命的严峻挑战面前，在科技教育改革的滚滚浪潮中，我们创办《科技大学生》，以严肃负责的态度、新颖充实的内容、生动多样的形式、深入浅出的语言，辅佐理工科大学师生了解本专业及“近亲”、“远邻”的动态，扩大知识面，增加科学素养，使“专”与“博”有机地结合起来，开发智力，培养能力，形成崭新而合理的知识结构，成为掌握辩证唯物主义、勤于求知、勇于探索、投身四化建设的有用之才。

我们希望《科技大学生》能为科技交流开辟一条渠道，能为初露头角的新人提供一个论坛；能为扶植科技新思想、新事物，发现人才、培养人才竭尽绵薄之力。我们期望《科技大学生》能为盛开的科坛百花苑增添几支新鲜蓓蕾。她既有成熟的科技工作者的作品，也有新手们锐意进取的尝试，我们也企望在科技领域中功勋卓著的老一辈利用这块园地“传道、授业、解惑”，为培养新一代人才辛勤耕耘。

《科技大学生》尚在初创阶段，衷心希望广大读者提出建设性的批评和建议，以使其日臻完善。

愿“求知、探索、成才”（本读物编辑方针）陪伴广大读者不断努力进取。

95.38
115
1985(1)

我的祝愿

上海市高教局副局长

张瑞琨



《科技大学生》经过一段时间的筹备,现在正式和读者见面了。这样,又为大学生和具有相当学历者多开辟了一块科学技术的园地,使读者增长知识,拓宽自己的视野。我相信,经过众人的开垦、浇灌、培育,这块园地一定会耕耘得很好,开放出绚丽多姿的科学技术之花,滋润着新的一代的成长。面临新技术革命挑战的今天,出版这样一本刊物,无疑是很有意义的。

作为一个大学的教育工作者、科技工作者,我经常在想一个问题,那就是如何培养出更多更好的合格人才,以适应四化建设的需要和时代发展的需要。我想,这个问题也应是广大大学生思考的一个问题。

我们的教育,要面向现代化,面向世界,面向未来,培养的人才理应符合这样的要求。这里,对德、智、体三方面都提出了要求。如何能使培养出来的人才达到这个要求,值得从事教育工作的同志们仔细考虑。

就以智育为例。“智”就应该包括知识、技能、思想方法等多方面的内容,甚至还应包括是否具有创造性的科学思想这一点。就目前状况来看,在我们的高等院校里,由于专业分得过细,使得大学生所学的知识的面偏窄,再加上片面地理解“专业知识”的重要性,忽视了基础知识的学习和掌握。这就好比造了一幢楼房,但基础打得不好,这座楼房非但上面不能加层、升高,日子稍长后,反而有倒塌的危险。知识面过窄之后,由于触类旁通、举一反三的能力差,所以对自己创造性的科学思想、思想方法的培养都会受到影响。从科学史上来看,没有一个杰出的科学家,他的知识面是窄的。对这个问题,看来必须有足够的认识。近年来,不少高校已注意到这个问题,在不断地采取措施加以改进,收到了效果。

近来,大家都在谈论新技术革命,它是以信息科学为标志,涉及到计算机科学(包括软件工程)、生物技术、材料科学、大规模集成电路、光纤通讯等等领域,而每一领域又与几门基础学科有关,自然科学已与技术科学、工程科学结合起来。将近半个世纪前,维纳在创立“控制论”前,就与无线电技术、数理统计、心理学、生理学等学科的学者共同讨论、交流,之后才开辟了新的学科。他还把开垦“科学上的处女地”(即指边缘学科)作为科研的主攻方向,从科研战略思想的高度提出了问题,取得了成功。这一思想方法,目前看来仍然适用。

由此想到,对一个大学生来讲,为了能适应新技术革命发展的要求,一定要打好基础,尽力拓宽自己的知识面,在自己原有的知识基础上,通过各种途径(包括课内外、校内外等)来扩展自己的知识领域,为将来参加建设作好准备。我想,《科技大学生》将会在这一方面起到它应起的作用。

祝《科技大学生》办成功!

新技术革命

大学生

朱杏清

“新技术革命”是今天的大学生热门的话题。本文作者是大学生的朋友，他热情地与大学生共同探讨“我们如何迎接挑战”这个严峻而迫在眉睫的问题。

世界经济的重心，已从大西洋移向太平洋；新技术革命的浪潮正冲击着古老而年轻的中国，这是一次历史性的挑战。我们只有在迎战中看到差距，认准目标，奋发努力，才可能把挑战变为中国在科技和经济上赶超世界先进水平的一次难得的机会。

在历史的这一重要时期，当代中国的大学生肩负着特别光荣的使命。这是因为：

首先，由于经济的落后和教育的不发达，我们目前大学生数量尽管较旧中国大为增加了，但与国际水平相比，仍然是很少的。每一万人口中间大学生数量，美国约为四百五十多人，苏联、日本均一百八十多人，印度也有五十余人，而我国只有十余人。由此可见差距之大。而未来的国际竞争，说到底是智力、人才的竞争。极大地提高整个民族的文化教育水准，是具有战略意义的国策。借用美国历史学家汤因比的话可以说，不是教育战胜灾难，灾难就会战胜教育，在一场全球性的智力竞争中，对我们有机会接受高等教育的人来说，每个肩头承担的责任就显得格外重大。

其次，中国作为一个发展中国家，当前面临的挑战是严峻的。在科技上，由于多年的“闭关锁国”政策，我国与世界先进水平的距离拉大了。在经济上，据国际机构几年前预测，即使发达国家的经济年增长率保持在百分之二点五，第三世界的年增长率高一倍，达百分之五，它要在人均收入上赶上前者，也

需一百五十年。至于收入最低的国家要赶上，则需七百多年，假使第三世界采取传统的发展战略，就很难摆脱这一结局。中国能坐视这一前景吗？

难道我们不能争取一个更好的前途吗？

能。那就要抛弃跟在别人后面亦步亦趋的老路子，抓住这次新技术革命的大好时机，直接开发和利用新一代技术，形成新的生产力和新产业群，力图在某些领域，跳过某些传统工业发展阶段，尽快缩短与发达国家的差距。

既然说是“机会”，就表明它不是在历史的任何时刻都存在和展现的。它是一系列内外条件的遇合，是某种一旦丧失就很难捕捉的特定时期。

我们知道，近二十年以来，电子计算机及信息技术、生物工程、材料科学、航天工程等新兴技术渐露头角。这些，对发展中国家当然是全新的技术，即便是在发达国家，它们也是被掌握不久的。在生产社会化迅速向国际化拓展的时代，信息、技术的扩散也达到了前所未有的速度。这样，就使发展中国家可不必等到将上一次工业革命中所有成熟技术的成果全部吸收完，就能在某些领域直接掌握并转入推广运用新工业革命的先进技术。比如印度，已经运用电视卫星系统推行全国性的普及教育。这比起层层逐步办师范学校来普及教育的传统办法，既节省了资金，更赢得了时间。而时间正是国际竞争中最“不可再生的资源”。

美国未来学家、《第三次浪潮》、《前景与前提》的作者阿尔文·托夫勒曾说：在新技术面前，发展中国家与发达国家是站在同一条起跑线上的。这个比喻，也许未必恰当。但至少有一点是明确的：第三世界国家超越工业发展的某些阶段，还是可行的、可能的。

当然，可能不等于现实。问题在于能否掌握新技术，并使之在较短时间内转化为一系列的新产业群。而这正是今天的大学生——尤其是理工科学生的光荣任务。



不过,我们如果把上述任务仅仅看作一项技术性工作,是远远不够的。应该说,这是与各项体制上的改革以及传统观念的转变有着不可分割的关系。人类历史尤其是近代史一再证明,任何一次科技及生产力的重大革命,都伴随着生产关系各方面的调整,并推动上层建筑包括观念形态的变革。

历史上的“机会”,也不是对任何民族、任何个人都同等地展示的,它总是偏爱那些具备了内部和外部条件的民族,总是先落在那些有准备的人们的身上。我们清除“左”的影响,实行对外开放和改革的政策,为“抓住机会,迎接挑战”提供了最良好的宏观条件。那么,就当代大学生本身而言,应该作哪些准备呢?在思想观念和学习方法上,我认为至少可以归纳为这样几个方面:

一、要确立“振兴中华”的使命感和责任心,把目光投向广阔的时代背景。打开历史看,中国已几次错过了工业革命的机会,而据法国学者盖尔尼埃的说法,发展中国家,现在可能是最后一次机会了。是被开除“球籍”还是站在世界各民族的前列,很大程度上就取决于我们目前这几代人。把中国的前途、民族的命运作为发奋学习的大前提,就有目标和动力。

二、要明确树立社会——经济观念。科学技术是人类自觉地认识和改造世界从而为自身谋福利的手段,它直接间接地具有社会——经济目的,是要计及“功利”的。中国长期是个封建国家,奉行的是“士农工商”的等级观,推崇的是“明其道不计其功,正其谊不谋其利”的陈腐价值观。似乎一计及功利,一提到商业价值,就会显得不“高尚”,不“风雅”。当时,科学发明家曾长期不受重视,甚至排在“三教九流”之外。现在,科技工作的地位和作用已受到了全社会的公认,但传统的“不计功利”、不讲经济的影响仍存留在人们(包括一些科技工作者)的头脑中。在科研、设计和生产活动中,不讲经济效益、不讲成本收益的现象仍然存在。当然,这些也跟“大锅饭”的体制和落后的管理方式有关。

目前,我国正处在体制改革的重要时期,新一代大学生必须也应该培养很强的社会——经济观,重视并善于估量每项科技工作的社会影响和经济效益,重视并善于算经济帐。我们非但要有一般的成本观念,而且要有“机会成本(Opportunity Cost)”的观念,即在各种可能的选择中,抓住社会——经济效益最大的。

魔方是匈牙利的数学家发明的,但它的巨额商业价值却是由一个美国人发现和实现的。敏锐的经济观和商业眼光,使他从一个有趣的游戏,看到了

这个新玩具商品背后的巨大世界市场,由此获取了成亿美元的收益。这个例子说明,有没有经济观念和商业眼光,会产生全然不同的经济收益,对社会乃至世界的影响也迥然相异。

希望理工科大学生不仅有科学的头脑,还要有经济的尤其是国际市场竞争的意识。具备这类能力的人才,是中国特别缺乏而又迫切需要的。

三、要着重培养创造性和综合运用知识的能力,其实,这涉及教和学两方面的问题。满堂灌和死记硬背的情况在我们的教学中还远未绝迹。在考试时,也常以机械地重复书本上的条文为评分标准。我认为,把记忆能力强调到这种程度,不利于对知识的综合、灵活运用,更影响创造能力的发挥。

我们时常听到“要做学习的主人,不做分数的奴隶”的说法。这是对传统教育方式的一种抵制,无疑是合理的。不过我们是否可以更积极些,跟教师们一起,将包括考试在内的教学方式来一个改造呢?具体说就是,在教学和考核中,更注重理解能力和解决问题能力的培养和引导。这方面,哈佛大学商学院的“Case Study(案例研究法)”是可以借鉴的。学生在学期间,去接触五百至八百个有代表性的模拟各种现实情况的案例。通过在各个案例中“扮演”不同的“角色”,他们就可掌握分析研究案例和解决实际问题的各种方法和技能,培养了创造性地综合运用知识的能力。这种方法用于考核,就能引导学生把死的知识变为活的能力。“分数”就能全面反映学生的接受、理解、运用知识和创新的能力,“高分低能”的情况就必然会减少。不言而喻,这对学生和教师都提出了更高层次的要求。

创造性和想象力是极可贵的素质,要鼓励大学生提出自己的见解,甚至与权威结论不同的观点。一千个大胆的假设中,可能就会有一个新的重大发现;而另外的九百九十九个,却并不会淹没真正的“真理之火”。为什么我们不大提倡勇于创新,敢于想象的做法呢?爱因斯坦曾说过:“想象力比知识更重要,因为知识是有限的,而想象力概括着世界上的一切,推动着进步,并且是知识进化的源泉。”

四、重视理论的“物化”,重视应用、实践。按封建传统观念,“君子”动脑、动嘴,但不动手。他们把应用和动手实践的工作视为“雕虫小技”、“奇技淫巧”。落后的观念,也是近代中国科技落后的原因之一。这类事例古今中外都有。试以数理统计这门学科的历史命运为例。英国是最早出现该学科基础理论和应用研究成果的国家,印度和美国后来也分别对此作了发展。印度学者强调的是基础理论方面,甚至发表了一些有国际影响的深奥论文,但仅仅停

留在学院式的纯理论研究上,对经济、社会并没有发挥什么明显的作用。美国的数理统计学则比较重视应用研究,从农业科学、生物学和遗传学着手,逐步扩大到工农业生产,促进了经济的发展。日本更是接过了美国的应用方面的成果,大大促进了生产的发展,有些还超过了美国。而随着应用研究的发展向基础理论提出更高要求,美国、日本又可以直接利用印度的某些现成的人材和成果。由此可见,获益最多的不是印度,而是美国、日本。

现代科技的一大特点,就是从理论到应用周期的缩短,研究与生产联系的加强。科技史载明:一项技术从发明到投产的时间跨距,照相术经历了一个多世纪,电话用了五十六年,汽车花去了二十七年,电视机为十二年,而晶体管、尼龙、太阳电池、脉塞(微波受激放大)仅仅是五年甚至一年时间。在这一形势下,科技工作者建立应用、“物化”理论的观念,只会使各项科研工作更有紧迫感、针对性。这对于那些从事高度抽象的基础理论研究的人,也是有益无害的。

这里还有一个动手能力的问题。我们再不能等闲视之了。否则,不仅阻碍应用研究的发展,也会影响基础理论的进展,因为不少重大理论课题正是在应用,实践和动手实验时提出的。诺贝尔奖获得者李政道博士就一再指出动手能力的重要性。

五、在“专深”的基础上求“广博”,在广博中求突破。在美学与工程联姻,数学与历史结合的时代,一个大学生当然不能把求索的目标仅仅限制在本专业或邻近学科的领域内。当代各学科,一方面在进一步深入分化,同时又有交叉、综合的趋势,新学科不断涌现。整个科学体系呈现一种层次越益丰富,范围迅速扩展的局面。大学里,要多开多学选修课。学电子的可以涉猎美术;读建筑的不妨读些哲学;攻数学的也可接触经济。要注意学科大跨度的联系,形成所谓“边缘杂交优势”。在那些看似毫无关联的领域间跳跃,有时恰恰能迸发出创造性思想的火花。在各学科的“结合部”、“交叉处”、“空白点”,常能探索到出奇制胜的新发现。

当然,这并不是说专业是无所谓的,或者意味着学习可以漫无边际,毫无重点,浅尝辄止。而是说要

以专业为基础,将知识面拓宽,在专深中求广博,在广博中求突破。

六、善于在前人的肩膀上攀登新的高度。人类知识总量,如果以论文数量计算,是指数式上升。据英国专家詹姆斯·马丁统计,人类知识量翻番的周期在不断缩短,十九世纪是五十年左右,本世纪七十年代变成五年左右,八十年代大约只有三年左右。“信息爆炸”使我们的学习方法也得有个变革。以往可行的,现在就未必适用。譬如,遍读专业论文就不再可能。因为一门学科每年的论文数以万计。一般的检索方法也难以奏效。

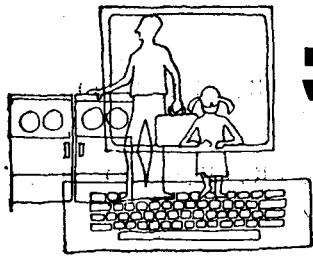
新技术革命提供的新工具——微电脑也可帮助我们进行信息的处理、储存与提取。大学生特别要把专利文献的检索作为必修课,以便充分利用前人的成果,使学习研究有一个尽可能高的起点,由此攀登新的高度。

另外,要培养本科低年级生带着研究课题进行学习,让他们有可能既掌握了前辈们的知识,又学习思考和研究问题的方法。

七、不把“起点”当“终点”,当人类知识翻番周期达半个世纪的时代,一个大学毕业生说他已“学成”了,还多少有点道理。今天,当然根本没有一个大学能使学生一劳永逸地学完哪怕一门最窄的专业知识。求学期间所可能学到的知识量是很有限的。应该说,重要的是能掌握今后寻求知识的道路、思考研究问题的方法和不断探索的精神。大学,只是我们学习研究的起点,而终点是根本没有的。

八、培养“全球意识”和建立新的时空观。随着科技的发展和人类交往的密切,地球正急剧地“变小”。我国的对外开放政策,意味着我们的参照坐标系正从一国内部移向外部世界。放眼全球,一场新的技术革命的浪潮正迅猛地席卷各大洲,各国都力图在国际竞争中打个“时间差”,争取跑在前面。连一度发达的欧洲也出现一片惊呼,唯恐落后一步,成为所谓将来的“微电子殖民地”。

亚洲太平洋地区正在崛起,中国的作用地位正引起世界的瞩目。作为新一代的大学生,在这个挑战面前,要树立起开阔的空间感和快节奏的时间观,抓紧当前的大好时机,为振兴中华而奋发努力!



大学生应尽快学会使用 计算机

朱鸿鹄 王修才

计算机在新技术革命中是至关重要的。但它是如何工作的？大学生如何尽快掌握、熟练应用它？本文作者循循善诱的讲述，也许会使你与富有魅力的计算机结下不解之缘。

在当今世界科学技术的发展中，计算机技术的发展和作用起着十分重要的作用，它正以迅猛的势头向各个学科广泛而深入地渗透。从数、理、化、天、地、生等基础学科到机械、化工、电信、交通等技术领域，乃至经营管理等各行各业无不竞相引进计算机科学的成果，计算机在宇航技术中的应用更是众所周知的了。这样，一方面计算机促进了各学科的蓬勃发展，另一方面又反过来对计算机科学提出了更高的要求。可以毫不夸张地说，计算机科学的发展和普及程度已成为衡量一个大学乃至一个国家发展水平的重要标志。

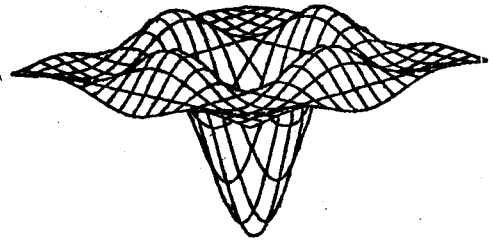
许多学者认为，现代科学的研究课题，大多与计算机应用技术有关，谁的计算机使用得好，谁就容易取得成果。不掌握这门先进技术，要想搞出高水平的东西是不可想象的。

其次，从近年国外出版的大学教材来看，较之十几年前有明显的变化，即较多地加入了计算机技术在本学科的应用内容。例如，工科制图教材中增加了计算机自动绘图内容；机械设计教材中添进了优化设计的篇幅。为大家所熟知的电路计算机辅助分析(CAA)和计算机辅助设计(CAD)更为广泛流行；如果在电路设计教学中再不介绍CAD技术，那必定是陈旧过时的了。在理科教材中，诸如计算物理学、计算化学都已有专著问世。

国内新近出版的教材中也出现了上述可喜情况。

随着四化建设的发展，许多单位添置的计算机设备，特别是微型计算机犹如雨后春笋。这要求大学生们在校学习期间就应掌握计算机应用技术，毕业后投身四化，马上就可发挥作用；这必然对教师也提出了更紧迫、更高的要求。

计算机的巨大魅力在于它运算速度快、计算精度高和具有逻辑判断能力。原先用一支笔一张纸的手工方法不易解决的问题，在计算机的辅助之下，却可轻而易举地给出答案。请看图1所示的立体图(即空间曲面 $z = f(x, y)$)。如果采用直尺、圆规、曲线板等常规工具绘制的话，不仅绘制周期长，而且精度低，恐怕很难达到要求。可是利用计算机绘制，在几分钟内就可完成。类似于这种难度大，或系统错综复杂，或反应速度快，或劳动条件差、对人体有害，



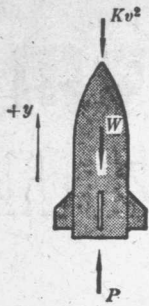
$$z = -2.4 \frac{\sin(\pi x)}{\pi x} \cdot \frac{\sin(\pi y)}{\pi y}$$

图 1

或众多操作方案优选等，都是计算机数值计算、计算机仿真和计算机控制大显身手的好地方。这方面的例子举不胜举。让我们来看一个简单的例子，它足以说明用计算机解决实际问题的过程。

1. 提出问题：一个具有1350kg初始重量的小火箭，包括1080kg燃料，点燃后垂直向上运动。火箭燃料以每秒18kg的常速率燃烧，提供3150kg的动力，试求燃料燃尽之前火箭的运动规律。

2. 建立数学模型：假定空气阻力与速度平方成正比，即 $D = Kv^2$ ，且设空气的动力阻尼系数 $K = 0.039 \text{kg} \cdot \text{sec}^2/\text{m}^2$ ，则作用于火箭的力有：



- 1) 推力 $P = 3150 \text{ kg}$;
- 2) 重力 Wg , 而火箭在时刻 t 的重量 $W = 1350 - 18t$;
- 3) 阻力 $D = 0.039y'^2$. 假设 y 向上为正(如图 2), 根据牛顿第二运动定律, 有

$$y'' = (P - Ky'^2)/W - g \dots\dots (1)$$

初始条件为: 当 $t = 0$ 时, $y = 0, y' = 0$.

这是一个二阶变系数非线性微分方程, 进行手算是十分困难的。

3. 选择计算方法:

对于高阶方程, 通常把它化为一阶方程组来求解。

引入 $v = dy/dt$
 则原方程变为: $dv/dt = y'' = f(t, y')$
 $= g(P - Ky'^2)/(1350 - 18t) - g$
 于是(1)式变为一阶方程组

$$\begin{cases} dv/dt = g(P - Ky'^2)/(1350 - 18t) - g \\ dy/dt = v \end{cases} \dots\dots (2)$$

初始条件: $y_0 = 0, v_0 = y'_0 = 0$.

为精确描述火箭运动规律, 拟采用微分方程数值解法中计算精度较高的龙格——库塔(Runge-Kutta)法(见冯康:《数值计算方法》), 其迭代格式为

Kutta)法(见冯康:《数值计算方法》), 其迭代格式为

$$v_{i+1} = v_i + \frac{\Delta t}{6} (K_1 + 2K_2 + 2K_3 + K_4) \dots\dots (3)$$

$$y_{i+1} = y_i + \Delta t v_i + \frac{\Delta t^2}{6} (K_1 + K_2 + K_3) \dots\dots (4)$$

其中 $K_1 = f(t_i, v_i)$

$$K_2 = f(t_i + \frac{\Delta t}{2}, v_i + \frac{\Delta t}{2} K_1),$$

$$K_3 = f(t_i + \frac{\Delta t}{2}, v_i + \frac{\Delta t}{2} K_2),$$

$$K_4 = f(t_i + \Delta t, v_i + \Delta t K_3).$$

4. 程序框图:

根据上述算法, 画出执行框图, 见图 3。

5. 编制计算机程序:

根据框图, 就可编写出如下程序(BASIC语言)

```

100 LET T=0
110 LET Y=0
120 LET V=0
130 LET H=1
140 LET N=1080/18
150 DEFFNA(T,V)=9.8*(3150-.039*V*V)/(1350-18*T)-9.8
160 LET K1=FNA(0,0)
170 LET K2=FNA(T+H/2,V+K1*H/2)
180 LET K3=FNA(T+H/2,V+K2*H/2)
190 LET K4=FNA(T+H,V+K3*H)
200 LET V1=V+(K1+2*K2+2*K3+K4)*H/6
210 LET Y1=Y+V*H+(K1+K2+K3)*H*H/6
220 LET T=T+H
230 LET A1=FNA(T,V1)
240 PRINT T,Y1,V1
250 IF T<N THEN GOTO .270
260 GOTO 310
270 LET Y=Y1
280 LET V=V1
290 LET A=A1
300 GOTO 160
310 END
  
```

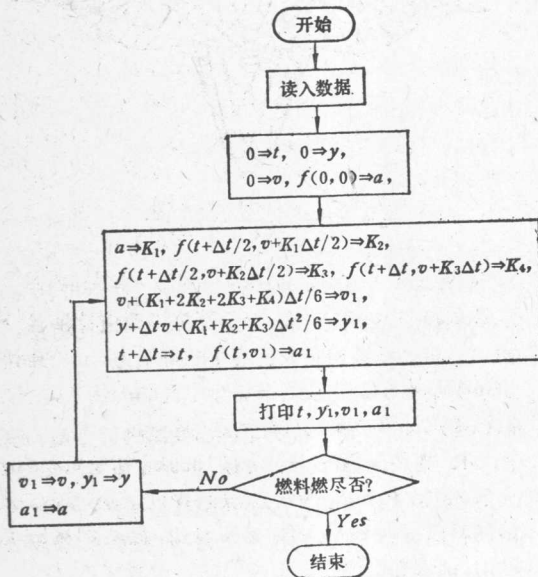


图 3

6. 计算结果整理:

火箭飞行 时间(秒)	火箭飞行 高度(米)	火箭飞行速度 (米/秒)
1	6.5803899162443	13.203938955845
10	661.06632532964	129.27558015535
20	2425.8550861783	212.43534376248
30	4752.2641967182	245.27938418918
40	7286.2416086212	257.74947480872
50	9915.6927625436	265.58639105296
60	12618.694037750	272.60497271602

通过这个例子可以看到用计算机来解决数值计算问题是十分简便的。那么作为一个非计算机专业的学生究竟应该掌握些什么知识就可以熟练地应用计算机呢? 计算机是以二进制数进行工作的, 即计算机只懂二进制数编制的机器语言, 要用机器语言解决问题, 是十分麻烦而且容易弄错的, 人们是用与之接近的汇编语言来和计算机打交道的。但是如果你使用的是稍微高档一点的微型机, 一般都可以用通用的高级语言, 它比汇编语言方便得多。最容易学习的高级语言是 BASIC 语言, 通过 10~15 天左右的学习就可以掌握这种语言, 上面的例子就是用 BASIC 语言写的, 它跟我们常用的数学语言相当接近。除此之外如 FORTRAN、PASCAL、ALGOL 等高级语言都可以使用, 主要视使用的机器而定。实际上掌握了其中一种语言, 再学其它语言并不困难, 而且无论是哪一类问题, 基本都可以用上面几种语言中的一种来解决。因此掌握一种高级语言及其上机调试的方法是应用计算机的第一步。

其次是熟悉你自己的专业, 要善于把问题用数学语言表达出来, 也就是建立问题的数学模型。如上例就是把一个火箭的运动归结为一个二阶非线性方程, 这是十分重要的一步。如果问题无法用数学模型来描述, 也就无法用计算机来求解。

第三是要懂得一些计算方法。它主要考虑计算机运算的特点, 如占用的机时和内存、数据的输入、结果的精度等因素。常用的计算方法如高次代数方程求根、求定积分、插值、线性代数方程组求解, 矩阵的运算、微分方程的数值解法、概率计算、信号的富氏分解等是必须要了解的。如果你还能编制相应于这些求解方法的程序, 那当然更好; 如果不能完全编写, 也不要紧, 因这些计算程序, 可以在参考书中查到, 当然应该懂得这些程序, 并知道怎样来使用这些现成的程序。有了这些基本的知识, 就解决一般的计算问题来说大致是够了。自然对于不同的问题, 可能要应用其它的计算方法, 但有了上面的基础, 再

去寻找一些程序或编制一些程序就不应该是一种很困难的事了。鉴于上述情况, 在理工科院校的高等数学课程中应该讲授计算方法, 至少要在有关章节讲授用计算机进行计算的方法。如“线性代数”课中必须讲授高斯消去法、矩阵的计算机方法等, “微分方程”课中要讲数值解法等。

最后如果你要运用计算机来控制某个实验或过程, 那么需了解的知识还要更多一些。这主要是硬件的知识, 如接口电路、A/D 和 D/A 变换, 以及一些常用的传感器。如果计算机较简单, 还需了解一些汇编语言及用它来编制程序的方法, 因为用汇编语言编写的程序占用内存少, 运算速度快, 但编制时间较长, 比高级语言难学。

由于微型计算机价格比较低廉, 功能很强, 使用要求不高, 所以应从多方面创造条件, 让大学生有较多的上机实习时间, 使他们尽快地掌握乃至熟练地使用计算机, 为四化建设服务。

(上转第10页)

把多余的人力、物力重新安排, 以便充分使用。

结果, 原定六年的计划提前两年完成了。海军特种计划局把这一成功首先归于系统工程的应用。时至今日, “北极星”导弹的研制仍被认为是系统工程方法应用于管理的典型例证。

在此之后, 美国进行了“阿波罗载人登月计划”的研制。当时, 参加的大学和研究机构有一百二十多个, 承包企业二万多个, 参加者达四十二万人, 耗资共三百亿美元。在规模如此巨大的社会劳动中, 任何部分之间的配合与协调都会影响甚至决定整个工程的成败。而美国宇航局(NASA)用系统工程的分级综合计划管理, 分解与协调相结合, 使计划获得了圆满成功。

近几年来, 系统工程在我国一些重大的综合性工程项目中起到了很大的作用。例如, 安徽淮河流域的经济开发工作、平塑煤矿经济可行性分析、反坦克武器系统工程等项目都应用了系统工程的方法, 并已初见成效。目前, 在一些新的更大的工程项目中, 系统工程方法的应用获得了普遍重视。系统工程教育工作也得到了很大发展。我国的许多高等院校相继成立了系统工程研究室、研究所或系。

可以断言, 系统工程在我国社会主义四个现代化建设中, 在迎接“新的技术革命”的挑战中, 将起非常积极的作用。

(本文经上海机械学院系统工程与自动系主任、系统工程研究所副所长车宏安同志审阅, 特此致谢。)



阎 爱 民

“系统工程”对大学生来说是久闻盛名的。本文将向你展示这一新兴学科引人入胜的概貌。

1961年5月25日，上任伊始的美国第35届总统约翰·肯尼迪郑重宣布：美国将在六十年代末期把人类送上月球。这则消息使美国朝野震惊。对年轻的总统雄心勃勃的计划持悲观态度者大有人在。

到了1969年7月16日，此时，肯尼迪总统虽已在六年前被刺身亡，但他宣布的计划却在这一天实现了：阿波罗-11号宇宙飞船把三名字航员送上月球，在顺利完成科学考察任务之后于7月24日安全返回地面。在人们的欢呼声中，美国的评论界作出了权威性的论断，“阿波罗-11的登月成功是美国系统工程的胜利”。“系统工程”一词对许多人来说当时还是比较生疏的。不过从那时起，人们对它的兴趣却大大增加了。

系统的概念及其主要工具

系统工程(Systems Engineering)是本世纪中期才开始兴起的一门边缘学科。其历史只有四十年左右，目前尚处于发展并逐步完善阶段。

系统是系统工程的研究对象。所谓系统，是由若干互相联系、互相依赖、互相作用的要素(或曰组成部分)结合成的具有一定功能和目的的有机整体。一台机器、一个研究课题乃至一个国家都可以称之为一个系统。

系统工程同时以自然科学和社会科学的某些思考、方法为基础，运用广泛的一般工程科学的理论和手段，并运用包括计算机在内的先进科学技术等作为工具。系统工程的目的是通过合理地协调系统的各个要素，设计和研制出整体优化的系统。

有关系统工程的定义，目前还是众说纷纭。美国学者H·Chestnut在《系统工程的方法》一书中指出：“系统工程是为了研究由多数子系统构成的整体系统所具有的多种不同目标的相互协调，以期

达到系统功能的最优化，最大限度地发挥系统组成部分的能力而发展起来的一门科学”。我国著名科学家钱学森教授在《组织管理的技术——系统工程》一书中指出：“系统工程是组织管理系统的规划、研究、设计、制造、试验和使用的科学方法，是一种对所有系统都具有普遍意义的科学方法”。

系统工程是工程技术。这一点，大多数学者的观点是一致的。钱学森指出：“在科学技术的体系结构中，系统工程属于工程技术”，“它只能在适当的社会制度和国家体制下发挥作用”。但系统工程并不不同于一般的工程技术。一般的工程技术都有特定的工程物质为其对象，研究的是物质系统的内在规律，研究的是“物理”。而系统工程的对象则不限于某个领域，任何物质的或非物质的系统都可以成为系统工程的对象。它研究的是任何系统中事物的规律，研究的是“事理”。

由于研究对象的领域广泛，从企业管理、环境保护，到经济、人口、国防，几乎涉及整个社会。所以，系统工程是包括许多门技术的一大工程技术门类。一般工程技术包括很多不同的专业，作为一个总体名称的系统工程，也包括极其广泛的内容。根据所研究的对象——系统的体系、性质的不同，可分为若干门类。如以企业系统为研究对象的称为企业系统工程，以战争等军事行动系统为研究对象的称之为军事系统工程，以工程项目等为对象的称作工程系统工程，此外还有信息系统工程、法治系统工程、社会系统工程等等。

由上面所列的门类可以看出，系统工程从横向把自然科学、社会科学及一般工程技术科学联系起来。

系统工程所使用的方法及理论工具很多。这里仅就系统的模拟及最优化方面的思想方法和有关理论工具作一简单介绍。

系统的模拟(Simulation)就是模仿、仿效的意思。某些事物不可能在实践之前先做试验，有些虽能试验，却有很大危险性，或明显需要耗费大量资

材。这样人们就用其它手段来仿效事物的具体情况，这就是模拟，亦称仿真。例如，战争一般通过沙盘对垒加以模拟，因为我们不可能试打一场战争来看看其结果如何。系统模拟的最大问题是如何来模拟，这个问题是通过建立模型(Model)来解决的。这就是要弄清被模仿事物的工作原理及内部规律性，用数学表达式、图形或表格等方式定量地确定其因果关系。一般将探索这一系列因果关系的过程称为建立模型(Model Building)。目前，系统模拟的主要工具是电子计算机。

下面举一个极简单的例子来说明模拟问题。

某地段新开了一家自行车修理部，营业还不错。有时生意很忙，有的顾客看到店里已有几位顾客在等待便失望地走了，对此经理感到很可惜，想请一位临时工帮忙，但是他想先要搞清楚这样做是否能增加收入，为此他作了如下模拟：

1. 收集数据：确定每接待一位顾客所获得的营业收入 \bar{a} ；确定在增加一人接待的情况下，那些本来要走的顾客来了后不走的概率 P 。

2. 建立模型： $Y = aPX - C$

其中 Y 是可能增加的收入， C 是临时工的工资； X 是生意较忙，原店内职工无暇接待时，可能光临的顾客数。

3. 模拟：根据经验可知， X 是随机的，但还是有一定的数值范围。于是，经理把这个范围内的数字分别写在许多小纸片上，然后用摸彩的方式摸了好多次(每次摸好后把纸片放回)，每次根据摸得的数字算出可能增加的收入值，由此来推算是否要请临时工。

4. 检查和完善：经过实践的考查，经理对模型进行了修改和完善，终于作出了是否请临时工的决定。

在解决某一系统的问题或建立某一系统的过程中，往往由于系统的目标不一，会有多个方案可供参考。有时，多个目标需要同时考虑；有时，同一目标有多条途径可以达到。这就需要在确定一系列判别方案优劣的标准的前提下，在技术条件允许的范围内，去找一个或少数几个最好的方案，供决策者参考。这就是最优化(Optimization)所研究的内容。以各种不同的判别标准对方案进行比较研究，由此寻找出最佳方案的过程就称为系统的优化。可以举一个浅显的例子来说明系统的优化。下表是一次研究生招生考试的成绩汇总，共有 15 名学生参加考试，考试科目只有两门(为简便起见)：专业课和英语。

学生 S	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
专业课成绩	70	75	74	78	81	77	83	87	73	80	85	91	96	98	90
英语成绩	58	57	69	67	62	78	73	63	88	90	85	80	71	60	80

如果系统要求达到的目标不同，系统的最优解(Optimal Solution)也不同。假定目标只有一个，我们称之为单目标优化(Single Criterion Optimization)。结果如下：

目 标	最 优 解
专业成绩最好	S_{14}
英语成绩最好	S_{10}

单目标优化的结果可能不令人满意，于是就涉及到不止一个目标的优化问题，我们称之为多目标优化(Multiple Criteria Optimization)。

很明显，表中任何一个学生都不能满足“专业课成绩和英语成绩同时最好”的目标。在这样的目标下，此系统无最优解。

但是，我们也可以以另一种方式的单目标情形来反映多目标优化的问题，如“总分最高”、“英语70分以上且专业课成绩最好”等等。结果如下：

目 标	最 优 解
总分最高	S_{12}
英语70分以上且专业课成绩最好	S_{15}

在这个例子中，我们还可以列出很多不同的目标，得到的最优解也是各不相同的。因此，所谓“最优解”是指在一定目标下的最优，是相对的。

运筹学(Operations Research)是系统优化的主要工具，它包括线性规划、非线性规划、整数规划、图论、排队论、库存论、博弈论(亦称对策论)、决策论、搜索论、动态规划等等。在系统评价及管理过程中，还用到很多方法及技术，如可靠性技术、图解评审技术以及计划协调技术等等。

系统工程的发展过程

运用系统的思想指导实践可以追溯到古代。但一般认为系统工程的发展史是从四十年代开始的。四十年代初期，美国贝尔电话公司在发展微波通讯网络时，便开始应用有关系统工程的专业术语，如系统思想(Systems Thinking)及系统方法(Systems Approach)等。在实践中，他们按照时间和顺序把工作划分为规划、研究、发展、发展中的研究和通用工程几个步骤，在实施过程中效果很好。同一时期，美国通讯器材公司也在彩色电视的研制中运用了系统方法，并取得了一定成果。

在第二次世界大战的前夕，英国在如何抵御德国飞机轰炸的问题上一度陷入困境。当时，雷达的研制成功，为提前发现来袭敌机的问题提供了可能。但发现敌机，并不等于有效地拦击敌机，这两者有很大的距离。严峻的事实促使英国国防部认识到：要想成功地拦击敌机，还必须研制一套信息传递、处理与显示设备，使之与雷达配套成龙，才能充分发挥武器系统的威力。这种系统化的要求与概念，促使英国于一九三九年建立了世界上第一个有组织地、自觉地按照系统的观点，用系统工程方法分析和研究作战问题的小组，这就是后来的运筹学小组。这个小组由一位教授和一位海军军官领导，成员包括三名心理学家、两名应用数学家、一名天体物理学家、一名普通物理学家、两名数学家、一名陆军军官和一名测量员。战争的发展证明，这个小组在反空袭的筹划与指挥方面作出了卓越的贡献。

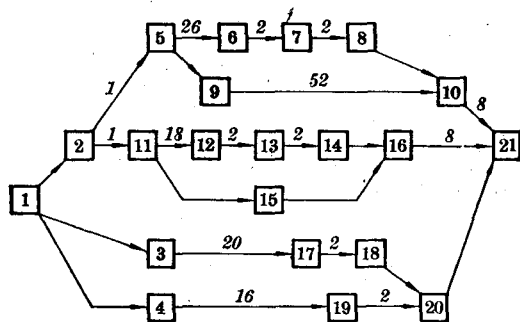
在大战期间，英美两国还在反潜、反空袭、商船护航、布置水雷等军事行动中运用系统工程的方法。在以沙盘来模拟两军作战的运筹基础上，博弈论得到了应用和发展。由于战争中军事装备保证体系的建立，与之相适应的数学方法——库存论应运而生了。继而，线性规划、非线性规划、排队论、搜索论及决策论等理论的建立和发展，使运筹学这一系统工程的前身和重要理论基础日益完善。正象钱学森教授指出的：“第二次世界大战是量化系统方法发展的里程碑”。

四十年代后期，信息理论和控制理论的创立对于推动系统理论的发展起到了极其重要的作用。人们对于系统的重要属性——信息和反馈——逐步加深了认识，使系统工程理论增加了武器。特别是世界上第一台程序存储式电子计算机的诞生，为系统工程提供了强有力的运算手段。对于较复杂的系统工程问题，在使用运筹学方法确定对系统的要求、系统的总指标、系统的总体方案以及系统的使用方法

时，往往涉及到几千、几万甚至几百万个参数的计算问题。这类问题，手工计算是不能胜任的。电子计算机的问世，对系统工程的发展具有非常重大的意义。

到了五十年代，系统工程的思想体系、理论基础和运算工具都得到了发展。一九五七年，美国密执安大学的 H·H·Goode 和 R·E·Machol 合著了《系统工程》一书，作为一门学科的命名，系统工程这一术语便被确定并延用下来了。1965年，R·E·Machol 编写了《系统工程手册》，较完整地概括了系统工程的方法论、系统环境、系统元素、系统理论、系统技术、系统数学等各个方面，使工程体系的得到了初步的完善。

1958年，美国海军特种计划局开始了“北极星”导弹的研制。“北极星”导弹系统分为导弹、核潜艇、水下通讯设备等子系统，每一个子系统又分为各种组合件，每一组合件又分成各种部件，每一部件又包



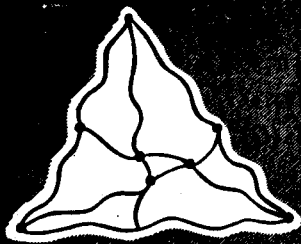
“北极星”导弹计划工作流程图

1. 开始设计；2. 订第一级和第二级分合同；3. 开始弹头设计；4. 开始采购零件和材料；5. 开始第一级设计；6. 提出第一级设计；7. 批准第一级设计；8. 鉴定第一级设计；9. 开始第一级制造；10. 完成第一级装配；11. 开始第二级设计；12. 提出第二级设计；13. 批准第二级设计；14. 鉴定第二级设计；15. 开始第二级制造；16. 完成第二级装配；17. 提出弹头设计；18. 开始弹头制造；19. 接收外购零件；20. 完成弹头装配；21. 完成第一枚导弹的总装配。(箭头上的数字为时间，星期数)

括若干个小项目。在这样复杂的系统中，研制机关首先应用了计划协调技术(PERT)，将多项工作按时间顺序和相互之间的关系排成工作流程网络图(如图)，并估算了每一步的工作时间。

从图中可以看出，有些工作可以同时进行，但有些则必须在前面工作完成之后方可着手进行。图中从②到④有六条路线，而②经⑤、⑨、⑩至④的路线的预计时间最长，为61个星期。因此，这条路线上的工作是否按时完成是关键。在研制中，各级管理人员必须把注意力集中在这条关键路线上，以保证任务的完成。此外，由图中看出，其它五条路线时间宽裕，也就是说，人力和物力有多余。这样，就可以

(下转第7页)



谈谈模糊数学

高 然

自然科学正不断分出新支,冲击着传统的观念。数学似乎一向与“精确”联系在一起的,但是如今“模糊”也成为科学,“模糊”居然与数学紧挨在一起形成一门新学科。

问题的产生

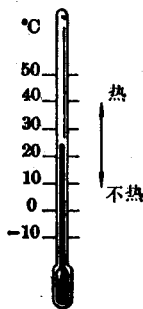
“今天天气真热!”夏天,人们常常这样说,大家一听就懂。

可是,究竟什么叫热?什么又叫不热?摄氏几度是两者的分界?这个问题你也许从未未曾想过。或者你能临时凑一个度数,比如 30°C 作为分界。可是在得出这个数字之前,你可能在它的上下斟酌犹豫过;而在得出之后,你又觉得把握不大,别人的意见也未必和你一致。所有这一切是因为气温的变化过程是逐渐的、连续不断的,不存在一个突然的转折,热和不热的分界线是模糊的。比如,从 23°C 出发,我们可以很自信地断言,现在不热。升到 24°C 呢?还是不热。那么 25°C 呢? 26°C 呢? 26.5°C 呢?……如此继续下去,我们的态度必然变得犹豫不决,很想使用“稍微有点热”、“有点热”、“比较热”、“相当热”、“很热”之类的俗语。对于这类问题,人们往往为了某种方便而强加一个界限,把原来的连续逻辑近似成为二值逻辑——或者是,或者不是,没有缓冲的余地。这样处理,就使得分界处附近的客观实际不能被确切地反映出来。日常生活中,我们还会碰到许多诸如“高个子”、“比1大得多的数”、“较慢的速度”、“多数人”、“短线段”、“深绿色”、“很重的物体”、“漫长的岁月”、“耀眼的亮光”等等界限模糊不清的问题。面对这些问题,人脑却能应付自如。人们的相互认识,只要见几次面就能办到,用不着精确测量有关外貌和举止的任何参数,描述时仍然采用“方脸、圆脸,胖、瘦,黑、白”之类语言。而这类工作

如果请计算机完成,却成了难题。比如国外新近研制的机器人狱警能做许多事,却不能区分警察和囚犯。要使机器能够模拟人脑对复杂的事物进行认识和判断,就需要相应的数学手段,而提出模糊集的概念正是这方面的一种有益的尝试。

L·A·Zadeh 所写的论文“Fuzzy Sets”(模糊集)

第一次提出了有关模糊集的概念和运算。这篇文章载于“Information and Control”(信息与控制),1965年第8号,第338~353页。“fuzzy”一词,可以译为“模糊”,也可以译为“乏晰”、“弗晰”、“勿晰”、“不分明”等,但无论如何请你不要从贬义的角度去理解。所谓“模糊数学”并不是说这门数学本身是含糊不清的,而是说它是用一定的数学方法来研究和处理模糊现象。作者 Zadeh 是美国的控制论学者,他多年研究“人”、“机”、“系统”、“控制”的问题,遇到并考虑了精确性和模糊性的矛盾。他发现二值逻辑虽然在理论和实践中都有巨大的价值,但在处理模糊对象时却难以适应。普通集合论中的绝对隶属或绝对不隶属的概念应当发展成隶属度的概念,而隶属度可以在区间 $[0,1]$ 中取值。他在那一篇文章中说:“在现实世界中,事物属于或不属于某一对象类往往没有精确清楚的标准”,“但是,这种不分明类却在人类思维,特别是模式识别、信息传输和抽象化等领域中起着重要的作用”。“模糊集的概念为



建立一种新的概念体系提供了方便的出发点,这个体系在很多方面是平行于普通集情形的,但它比后者更为一般,而且将来可以证实它适用于更广阔的范围,特别是模式识别和信息加工的领域。本质上,这种体系提供了一种自然的方法来研究这样的问题,问题中的模糊性不是来源于随机变量的存在,而是由于缺少一个隶属性的明确准则”。

下面,我们就来初步接触一下他所给出的概念。

模糊集的概念和运算

读者大概已经具备了普通集合论的一些知识。现在引入模糊集合。设 X 是一个普通集合(称为论域),如果对 X 中的每一个 x 规定了一个实数 $f_A(x)$,且取值满足 $0 \leq f_A(x) \leq 1$,我们就得到了 X 中的一个模糊集合 A ,其中的 $f_A(x)$ 叫做 A 的隶属函数,它表示了 X 对 A 的隶属程度。如果上述的 $f_A(x) = 1$,则 x 完全属于 A ,没有任何怀疑, $f_A(x)$ 越靠近 1, x 属于 A 的程度越高。 $f_A(x)$ 靠近零,则说明 x 属于 A 的程度低。而 $f_A(x) = 0$ 则意味着 x 完全不属于 A 。作为特例,如果隶属函数只在 1 和 0 两个数中取值,则 A 就蜕化成了普通集合,而这时的 $f_A(x)$ 改称为特征函数。

例如,设 X 为实数集,假如我们想描述比 1 大得多的实数所构成的模糊集 A ,那么我们可以给出几个隶属函数值:

$f_A(-3) = 0, f_A(1) = 0$ ——因为 -3 和 1 根本不比 1 大。 $f_A(5) = 0.01, f_A(10) = 0.2$ ——说 5 和 10 比 1 大得多,似乎太过份了。 $f_A(100) = 0.95, f_A(500) = 1$ ——100 基本上符合要求,500 则完全符合要求。

读者可以清楚地看到,如果只允许说绝对地符合要求或绝对地不符合要求,我们就会十分为难。

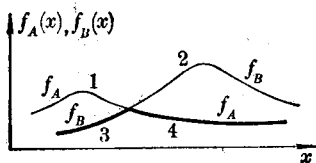
类似于普通集,我们来讨论模糊集的并和交。

两个模糊 A 和 B 的并集定义为这样一个模糊集 C ,它的隶属函数值取 $f_A(x)$ 和 $f_B(x)$ 中较大的一个,即

$$f_C(x) = \max\{f_A(x), f_B(x)\}$$

而 C 记为

$$C = A \cup B$$



模糊集的并和交

参见示意图,讨论实数集上的两个模糊集 A 和 B ,曲线段 1 和 2 组成了并集的隶属函数。这种运算相当于语言中使用的“或”。

类似地, A 和 B 的交集是这样的模糊集 C ,其隶属函数值取 $f_A(x)$ 和 $f_B(x)$ 中较小的一个,即

$$f_C(x) = \min\{f_A(x), f_B(x)\},$$

而 C 记为

$$C = A \cap B.$$

图中 3 和 4 两段粗线示意了交集的隶属函数。“交”这种运算相当于语言中用的“且”。

普通集中的补集概念,同样可以推广为: A 的补集记为 A' ,它是由隶属函数

$$f_{A'}(x) = 1 - f_A(x)$$

所规定的模糊集。

仍限于实数集上的模糊集,读者容易设想出补集的示意图。“补”运算相当于语言中的“非”。

如果 $f_A(x)$ 和 $f_B(x)$ 只在 1 和 0 两个数中取值,则以上三种运算又回到了普通集的“并”、“交”和“补”。

例如,设论域为 $X = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5\}$,其中的五个元素代表某种商品(比如洗衣机的五个品种)。 A 表示“质量好”这个模糊集, B 表示“价格便宜”这个模糊集,则 $A \cap B$ 表示“质量好且价格便宜”, A' 表示“质量不好”。设经过实际评定给出了如下的 $f_A(x)$ 和 $f_B(x)$,我们可按前述定义再计算出 $f_{A \cup B}(x)$, $f_{A \cap B}(x)$ 和 $f_{A'}(x)$:

X	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
$f_A(x)$	0.2	0.6	0.8	1	0.4
$f_B(x)$	1	0.6	0.2	0.1	0.5
$f_{A \cup B}(x)$	1	0.6	0.8	1	0.5
$f_{A \cap B}(x)$	0.2	0.6	0.2	0.1	0.4
$f_{A'}(x)$	0.8	0.4	0.2	0	0.6

如果,要在 X 中选择质量好且价格便宜的商品,则应取 x_2 ,因为在 $f_{A \cap B}(x)$ 中, $f_{A \cap B}(x_2) = 0.6$ 为最大。

关于模糊集的概念,暂时就介绍这些。当然,模糊集还有许多其它的运算、性质和基本理论。而且,在模糊集的基础上,人们还探讨了有关的拓扑、测度、积分、概率、群、逻辑、系统、规划、图、范畴等等。

应用一瞥

模糊集应用所涉及到的领域相当广泛,例如模

式识别、自动控制、人工智能、气象预报、交通管理、情报处理、医疗诊断、环境保护、经济学、心理学、语言学等等，并且已经有了大量的文献资料。以下信手拈来两例，但愿读者可以从中获得初步的印象。

先看由安徽省长丰气象站盛家荣、孙玉桂同志给出的气象预报实例。

测天谚语是人们长期经验的总结，对于天气预报很有帮助。可是谚语中的语言却常常是模糊的。现在来看在江淮地区流传的一条，叫做“冻大水大”。什么情况算“冻大”？又按什么标准来辨别“水大”呢？如果采用二值逻辑硬性划一个界限，就会损失许多信息，影响预报效果。现在用模糊集方法，考虑四个因子：

- x_1 : 冬季(指十二月至二月)平均气温；
- x_2 : 冬季最低气温；
- x_3 : 冬季最低气温出现的天数；
- x_4 : 二月份最低气温 $\leq -5^\circ\text{C}$ 的天数。

显然，前两个因子反映了气温低的程度，后两个因子反映了低温持续的程度，两者相结合说明“冻大”的程度，从而可以根据谚语估计“水大”的程度。

相当于前两个因子，我们可以建立冬季平均气温低及冬季最低气温两个模糊集，其隶属函数依次为：

$$f_A(x_1) = \begin{cases} 1 & x_1 \leq 3 \\ 1 - \frac{x_1 - 3}{0.6} & 3 < x_1 < 3.6 \\ 0 & x_1 \geq 3.6 \end{cases}$$

$$f_B(x_2) = \begin{cases} 1 & x_2 \leq -12 \\ [1 + \frac{(x_2 + 12)^2}{4}]^{-1} & x_2 > -12 \end{cases}$$

类似地，对于后两个因子也可以给出两个模糊集，分别反映在冬季和二月份低温持续时间长。它们的隶属函数为：

$$f_C(x_3) = \begin{cases} 0 & x_3 \leq 30 \\ \frac{x_3 - 30}{30} & 30 < x_3 < 60 \\ 1 & x_3 \geq 60 \end{cases}$$

$$f_D(x_4) = \begin{cases} 0 & x_4 \leq 4 \\ [1 + \frac{4}{(x_4 - 4)^2}]^{-1} & x_4 > 4 \end{cases}$$

如果知道了某一年寒冷的实际情况，就可以根据上述四个函数得到四个隶属度值。考虑到四个因子的

实际意义，我们取如下的运算把四个值综合成一个值：

$$f_E(x_1, x_2, x_3, x_4) = \min\{\max[f_A(x_1), f_B(x_2)], \max[f_C(x_3), f_D(x_4)]\}$$

如果这个值大，则说明冬季“冻大”，因而可预报夏季“水大”；反之，则可预报“水小”。

有关同志用这种方法对1967—1979年的旱涝情况进行了验算，结果都与实际相符，举例如下：

年份	$f_A(x_1)$	$f_B(x_2)$	$f_C(x_3)$	$f_D(x_4)$	f_E	6~8月降水量距平
1967	1	1	0	0	0	-216.3
1968	1	0.67	0	0.86	0.86	+354.7
1975	0.67	0.10	0.63	0	0.63	+173.4
1979	0	0.45	0.57	0	0.45	-46.8

其中最后一栏中的“距平”指与某一指定的平均降雨量之差，正距平为水大，负距平为水小。若根据 f_E 估计天气，可以0.6为界来区分水大和水小。

这个模式在1980—1983年投入业务使用，结果预报也都准确，譬如：

年份	$f_A(x_1)$	$f_B(x_2)$	$f_C(x_3)$	$f_D(x_4)$	f_E	预报	实况
1980	0.50	0.70	1	0.80	0.70	多水	+359.8
1983	1	0.20	1	0	1	多水	+90.5

其中有的是在其它气象台或用其它工具预报不够准确的情况下，用模糊数学方法准确预报的。“安徽日报”和“合肥晚报”都曾对这个站的工作作过报道。

下面再看一急腹症诊断例（由新乡师范学院数学系黎钜站和新乡市人民医院刘耀曾、陆成汉提供）。

不同疾病之间的界限有时比较模糊，难以鉴别。一种临床表现是否隶属于某一种疾病，常常带有模糊性。这是因为，一方面，同一症状有时为几种不同疾病所共有；另一方面，对同一种疾病来说，某些临床表现又不一定都出现。因此，我们应该用模糊数学方法考虑临床表现对于疾病的隶属度。

常见的急腹症有：急性阑尾炎，胆道蛔虫症，胆囊炎，泌尿系结石等等。与它们有关的七十五种临床表现有：右下腹痛，恶心呕吐，腹胀，发热，便秘，腹泻，全腹压痛，上腹反跳痛，血糖增高等等。以下，

我们不再关心临床表现的具体内容,而用 x_0, x_1, \dots, x_7 来表示它们。

以 x_0, x_1, \dots, x_7 为元素,可以确定与八种急腹症相应的八个模糊集,它们的隶属函数以临床资料为基础,结合临床经验、咨询讨论得到。譬如与急性阑尾炎对应的模糊集 A_1 可表示为

$$A_1 = 0.8/x_6 + 0.9/x_{14} + 0.9/x_{15} + 0.5/x_{22} + 0.2/x_{24} + 0.5/x_{25} + 0.2/x_{26} + 0.2/x_{27} + 0.2/x_{30} + 0.9/x_{33} + 0.9/x_{37} + 0.9/x_{44} + 0.9/x_{48} + 0.5/x_{49} + 0.5/x_{52} + 0.7/x_{57} + 0.2/x_{60} + 0.2/x_{61} + 0.2/x_{68} + 0.9/x_{72}$$

其中的斜线不表示分数,是说明斜线左方是斜线右方临床表现的隶属度。加号也不表示相加,只是表明 A_1 是由这些元素组成的。有些 x_i 不在 A_1 中出现,是因为相应的隶属度为0。再如与胆囊炎对应的 A_6 是

$$A_6 = 0.5/x_1 + 0.7/x_4 + 0.8/x_{12} + 0.9/x_{19} + 0.7/x_{22} + 0.3/x_{24} + 0.9/x_{25} + 0.9/x_{29} + 0.9/x_{30} + 0.9/x_{34} + 0.9/x_{41} + 0.9/x_{42} + 0.9/x_{47} + 0.5/x_{61} + 0.9/x_{57} + 0.2/x_{58} + 0.9/x_{63} + 0.5/x_{69} + 0.8/x_{71}$$

A_1 和 A_6 各自的隶属度总和为

$$M_1 = 0.8 + 0.9 + 0.9 + 0.5 + 0.2 + 0.5 + 0.2 + 0.2 + 0.2 + 0.9 + 0.9 + 0.9 + 0.9 + 0.5 + 0.5 + 0.7 + 0.2 + 0.2 + 0.2 + 0.9 = 11.2$$

$$M_6 = 0.5 + 0.7 + 0.8 + 0.9 + 0.7 + 0.3 + 0.9 + 0.9 + 0.9 + 0.9 + 0.9 + 0.9 + 0.5 + 0.9 + 0.2 + 0.9 + 0.5 + 0.8 = 14.0$$

现在考虑某一病例 x ,住院号81—6647,临床表现有 $x_4, x_{10}, x_{19}, x_{22}, x_{42}, x_{57}, x_{69}$ 和 x_{71} 。对照 A_1 ,发现 x_{22} 和 x_{57} 出现,把相应的隶属度相加得

$$\mu_1 = 0.5 + 0.7 = 1.2$$

类似地,对照 A_6 ,则出现 $x_4, x_{19}, x_{22}, x_{42}, x_{57}, x_{69}, x_{71}$,相应的隶属度之和是

$$\mu_6 = 0.7 + 0.9 + 0.7 + 0.9 + 0.9 + 0.5 + 0.8 = 5.4$$

然后计算比值

$$\frac{\mu_1}{M_1} = \frac{1.2}{11.2} = 0.11, \quad \frac{\mu_6}{M_6} = \frac{5.4}{14.0} = 0.39$$

以上工作可以对每一种急腹症进行,结果共得到八个比值,其中第六个值0.39最大,由此即判断该患者的病为急性胆囊炎,此诊断与事实相符。

类似地核算了100个急腹症病例,结果全部符合临床诊断。

(以上两例的有关文章,曾在1983年我国模糊数学与模糊系统应用成果交流会上作过介绍,目前未见正式发表。在此经过本文作者不同程度的改写。——编者)

进一步的探讨

自1965年Zadeh提出模糊集的概念,至今只有近二十年的历史,所以模糊数学还是一门新的年轻学科。但是它的发展速度却很快。据不完全统计,到1975年为止,有关的论文累计约有620篇,到1980年则在2000篇以上。国内外关心模糊数学的人也越来越多,在理论和应用方面都做了许多工作。国内从1980年起,多次召开交流会,并在1981年创办了“模糊数学”杂志。国际上则有“Fuzzy Sets and Systems”(模糊集与模糊系统)杂志出版。作为一门新的学科,值得研究其优点和不足,以作进一步探讨。

最后,我们以“模糊数学”杂志创刊号上题词和前言中的几段话作为结束。苏步青教授说:“模糊数学起源于应用科学,还须从母体中吸取营养,才能茁壮成长。可以预料,她在未来的科学事业中,越来越发挥出重大的作用”。Zadeh教授写道:“模糊集论提出了拓广数学的基础和在硬软科学中提高数学适用性的途径。建立在模糊逻辑基础之上的模糊数学尚处于初创时期。然而,它终将成为研究软科学所必需的一门数学。”

(上接第42页)

就显示这个数字),则由PIO的A口的8根输出线来控制,哪一根线为低电平,二进制数就锁存到与该线连接的数字管。

这八个数字管什么时候在哪一位上显示什么数

字,则由程序决定,程序存放在容量为1K字节的只读存储器EPROM之中。我们可以按照实际需要,编出显示不同数字序列的程序,写入EPROM之中,当需要显示新的数字序列时,只要取出EPROM,擦除现有程序,写入新程序即可。