

中国工程院首届院士 王光远教授简介

刘 季 欧进萍

(哈尔滨建筑大学)

一、经 历

王光远1924年3月25日出生于河南省温县南韩村一个小学教师的家里。1937年日寇的铁蹄逼近他的家乡,由于求学的强烈愿望,他只身流亡到陕西,曾在乡下小粉房帮工度日。为了能进入免费的国立中学,13岁的他跋涉了六百里大山,到达了荒凉的小县甘肃天水。

1942年他以同等学历考取西北农学院水利系,在那里他幸运地受到了我国著名力学家孟昭礼教授的特别培养,并协助孟先生编著了我国第一部高等结构力学的教材《超稳结构应力分析之基本原理》,1946年大学毕业后又随孟先生到天津北洋大学作他的助教。1949年3月孟先生病倒后,王光远承担了他的全部教学工作,并与1950年被提升为讲师。

1950年秋王光远到哈尔滨工业大学研究生班跟苏联专家库兹涅茨教授学习,提前二年完成学习任务后于1952年担任该校建筑力学教研室主任,续请苏联专家奇斯恰可夫为顾问。王光远1956年被提升为副教授并兼任中国科学院土木建筑研究所副研究员。

1956年以前王光远结合教学工作已经进行了一些研究工作,如结构强度、振动和稳定性分析方法的简化等,但他把主要精力放在提高教学质量和翻译苏联教材的工作上。在他所翻译的大量教材和专著中,别辽耶夫的《材料力学》被我国各个工科院校作为教材应用十年以上,起了重要的作用。与此同时,他还编写了他的第一部教材:《弹性及塑性理论》(中国建筑工业出版社,1959)。此外,在此期间他还协助苏联专家们培养了大批研究生和进修教师,这些人后来都成为我国各主要工科大学的骨干教师和领导人。

1955年国务院提出十大研究课题,其中土木建筑方面的就是“抗地震结构的计算方法”。考虑了国家的迫切需要、结构力学发展的趋势和本人的主客观条件后,王光远响应号召,参与了开辟当时在我国尚属空白的这个研究领域。从1956年到1959年,王光远在地震工程理论方面作出了一系列创造性的研究成果。他是国际上最早采用连续随机过程作为地震地面运动模型的学者之一,并提出了竖向地震作用下结构纵向振动的计算方法。

1959年哈尔滨工业大学土木系独立建院,成为哈尔滨建筑工程学院。同年,经国家批准,王光远等同志开始培养四年制研究生。“文化大革命”以前他共培养研究生6人,其中李桂青、刘季都已成为博士生导师。从1978年恢复研究生招生以来,王光远主要从事研究生的培养工作和科学研究工作。到1995年为止,他已培养出博士18人,硕士29人,并指导过博士后14人。其中欧进萍和霍达已成为博士生导师。

王光远1981年参加中国共产党,1984年获黑龙江省特级劳动模范称号,1986年获建设部劳动模范称号,1988年获省优秀共产党员称号,1990年获全国高等学校先进科技工作者称号和黑龙江省高等学校优秀教学一等奖。他还是首批享受国家特殊津贴的科学家。

王光远现任和曾任的重要社会职务有:中国工程院院士,中国力学学会副理事长,国务院学位委员会力学评议组成员,国家自然科学基金委学科评议组成员,国家教委科技委土木、建筑、水利学科组成员,国际结构安全与可靠性协会(IASSAR)委员,国际刊物《Engineering Optimization》编委,他还是六个全国性期刊的副主编或编委。

二、主要科学成就

1. 建立了“建筑物的空间整体计算理论”

50年代以前,在建筑物的分析和设计中都是把真实的结构假想地切割成一系列平面体系进行计算。实际上建筑物的各个部分相互影响和相互制约,形成一个空间整体,它和平面体系的工作状态是很不相同的。

50年代后期,王光远在中国科学院土木建筑研究所兼职期间,与他的助手周锡元、徐祥文和肖光先进行了各种单层厂房的大模型静力和动力试验。得出了二个重要的发现。首先证明了厂房整体的振动和单片平面排架的振动不仅有量(频率)的不同,而且有质的不同(出现多组空间振型)。同时证明了厂房横向变形和振动时,各排架只在本身平面内移动,宏观上形成屋盖以剪切变形为主的现象,而弯曲变形可以近似地不予考虑。这和苏联的基本假定是针锋相对的。

在此基础上建立了工业厂房空间整体静力和动力的计算理论:各层楼板和屋盖被简化为一组剪切梁,而横向排架、框架和山墙构成了上述剪切梁的弹性约束。为了检验这个理论和取得刚度参数的数据,王光远和他的助手们还对十几座真实的厂房进行了实测。结果证明,这个理论不仅计算简便,而且非常符合建筑物的实际工作情况。

此项研究成果被评定为1964年国家重大科研成果,被一些设计规范所采用,并在1978年获得全国科学大会奖。

与此项研究工作同时,王光远还在振动理论、结构动力学和地震工程诸方面取得了一些创造性的成果,在此基础上总结并写出专著《建筑结构的振动》(科学出版社,1978)和《应用分析动力学》(高等教育出版社,1981)。

2. 建立了“结构模糊随机优化设计理论”

由于结构设计是根据现有的信息,利用试验和计算的方法,预测各种设计方案在其未来使用期间的各种表现(位移、应力等反应),所以具有强烈的不确定性。首先,结构未来工作环境是不可能准确预知的,这就是荷载的随机性。其次,荷载还常常具有强烈的模糊性,例如地震荷载与地震烈度和场地分类有关,而烈度和场地分类都是模糊的,此外,结构设计方案优劣的标准(目标函数)和结构反应的允许范围(约束)也都具有模糊性。过去的结构设计都不考虑这些不确定性,不但使设计不够合理,而且出现了一些不可解决的矛盾。

结构可靠性理论就是考虑结构设计的随机性而建立的重要理论。王光远和他的学生王文泉进一步考虑了结构设计中的模糊因素,于1984年在国内外首先发表了“结构模糊优化设计理论”。使设计中得到的不再是一个所谓的“最优解”,而是一族“满意解”。这样,就可以在满意解族中作进一步优选,找出正式采用的设计方案。这项成果获得了1986年国家教委科技进步一等奖和1987年国家自然科学三等奖。这部分成果在王光远的专著《结构优化设计》中有所介绍。此后,王光远和他的学生陈树勋、谭东耀、武哲、顾平等进一步发展了这一理论,使其可以同时考虑设计工作中的随机性、模糊性和未确定性信息的普遍的结构不确定性设计理论,与此同时还在大力研究切合实用并符合现行设计规范的实用的设计方法。此外,王光远还提出了“广义可靠度”的概念和计算方法。

3. 建立了“工程大系统的全局性优化理论”的框架

目前国内外的工程优化都局限于对单个结构设计的优化,但一个工程项目大多是由一系列结构所组成的工程系统。对各个结构单独进行优化后所组成的工程系统却并不一定优化,这是因为全局利益往往要求某些局部做出牺牲,只对各个局部分别进行优化就是割裂了各局部间的联系。因此,研究工程大系统的全局性优化理论和方法是个十分重要而又十分困难的课题。王光远自1983年开始研究,迄今仍在继续工作中。

工程项目是各种各样的,它们形成不同的系统,应该有不同的计算模型。作为理论初创,王光远和他的学生谭东耀和陈树勋等首先研究了递阶串联系统型的工程项目。

目前,王光远和他的学生们还在研究各种更复杂的工程系统的全局优化问题。例如,以网络系统作为各种生命线工程的计算模型,以及各种串并联组合系统等。

王光远把以“工程系统全局优化”和“结构不确定性优化设计”为主要内容的理论称为“工程软设计理论”,总结于专著《工程软设计理论》(科学出版社,1992)和《工程结构系统软设计理论及其应用》(国防工业出版社,1996)。

4. 建立了“结构模糊随机振动理论”

50年代后期,在苏联、美国、日本和我国同时开始考虑风和地震过程的随机性,不约而同地把风和地震对结构的作用模拟为平稳高斯型连续随机过程,从而在60年代很快就形成了“结构随机振动理论”。王光远从1957年就开始这样做,他的研究工作理论上在当时是领先的,但由于缺少统计资料和快速计算工具,论文发表较迟。

1982年王光远开始研究地震烈度和建筑场地分类的模糊性。由于地震时地面运动的模型与地震烈度和场地分类有密切关系,这样便产生了模糊随机干扰和结构的模糊随机振动的概念。但要解决这个问题却遇到严重的数学困难。

先从比较简单的手下手,王光远和他的学生欧进萍1984年提出将地震地面运动模拟为具有模糊参数的随机过程,并给出了计算方法。目前他们在继续研究模糊随机干扰下结构动力反应(模糊随机振动)的普遍性理论。为此,他们提出了动态模糊集合、模糊过程、模糊随机过程等概念,这就把模糊数学从静态推到了动态。这项研究成果于1992年获得国家教委科技进步一等奖,曾使欧进萍1988年获得了首届霍英东青年基金。

最近,他们又开展了模糊随机振动理论在各种工程结构优化设计中的应用,取得了很大进展。他们正在总结这部分工作,撰写专著《模糊随机振动理论》。

5. 把模糊数学从静态推向动态

在研究地震作用下结构的模糊随机振动时,王光远和欧进萍把地震地面运动模拟为具有模糊参数的随机过程。这是一种最简单的模糊随机过程,但非常适用于结构抗震计算,因而很快就建立了既合理而又实用的计算理论。

但这种过程是把模糊性(表现为频谱函数中的模糊参数)寄托在随机性之中,当那些参数失去模糊性时,该过程即蜕化为普通的随机过程,这当然是很合理的。但是,如果过程失去了随机性,上述过程中的模糊性将无所依存。而普遍性的模糊随机过程在失去随机性时应蜕化为模糊过程。而什么是模糊过程?如何定义和分析这种过程?这个问题困扰了王光远一年有余。1985年他认识到要想建立普遍性的模糊随机过程理论,就必须把“集合”的概念从经典集合、模糊集合进一步拓广到动态模糊集合。这是一个重大的数学概念性的突破。但建立相应的理论,还有待于广大科学工作者长期的艰苦努力。

动态模糊集合概念的提出,为建立模糊随机过程理论和模糊随机动力系统的计算开辟了道路。1987年欧进萍从样本空间的概念出发提出了相应的理论和方法,1991年博士生张跃从模糊随机变量出发研究了同一个问题。这样,王光远和他的学生们就初步地把模糊数学从静态推到了动态,建立了模糊随机过程理论。这项成果引起了国内外很大的重视。

在数学方面,他们已出版了三本专著:《模糊随机过程理论》(模糊数学丛书,贵州出版社,1996),《模糊随机动力系统理论》(科学出版社,1993),《模糊随机规律理论》(科学出版社,1996)。目前,王光远和博士后哈明虎在“动态模糊集合理论”方面又取得了一些理论性的进展。

三、结 语

近年来,王光远还提出了建立“工程软科学”的思想。他认为,工程科学是根据工程的目的,以效益和经济兼顾为准则,对各级各类工程问题进行决策的科学。从软科学的定义来看,这些决策问题基本上应属于软科学的范畴。

从土建工程的性质来看,相应的工程软科学应包括:

- 1) 工程项目的可行性分析与论证;
- 2) 工程系统的组成和结构选型;
- 3) 工程系统的全局优化;
- 4) 结构的不确定性优化设计(结构软设计);
- 5) 工程系统和结构的实施(建造)规划;
- 6) 工程系统和结构的科学管理和维修;
- 7) 工程系统的经济学与设计心理学。

在研究方向上,他提出必须建立以下基本观点:决策的优化意识,工程大系统的全局观念,不确定性信息处理的科学化,充分利用人的经验,以及工程科学的人工智能化。

概括起来,他关于建立工程软科学的建议可以归结为以下三点:

1) 工程科学的研究对象,应该从对单个结构的研究扩大到对工程大系统的全局性综合研究,甚至还可以通过工程项目的可行性论证与全社会耦联起来。

2) 工程科学的研究内容,应该从结构的分析和设计扩大到工程寿命的全过程,即研究从工程项目的可行性分析开始直到工程中各个设施报废的全过程中所包含的一切问题。

3) 工程科学的研究手段,应该从以力学分析和结构试验为主扩大到充分利用专家经验和软、硬科学的一切成就。

集中成一句话,那就是要创立“工程系统的全局和全寿命的优化理论和方法”。我们热诚希望王光远有关工程理论研究的这个宏大设想能得到广大工程科学工作者的支持和参与,以期早日实现。