



杨芙清院士

内 容 提 要

本书精选于作者历年来发表的论文和专著,展示了作者在计算机科学技术特别是软件领域辛勤耕耘的硕果。全书由四部分构成。第一部分总结了作者在系统软件研究开发方面的经验与实践,重点介绍了操作系统的结构设计、实现及系统程序设计语言;第二部分从软件结构、工具、开发方法、系统生成、项目管理、质量保证等各个方面、各个环节,对软件工程进行了系统阐述。第三部分以大型软件开发环境青鸟系统为主线,精炼地介绍了软件开发环境的相关关键技术和软件工程化、工业化生产技术。第四部分对我国软件产业发展的方向和战略进行精辟论述,提出了 TRDC(教育—研究—开发—市场营销)这一在时空上紧密相连的一体化的软件产业发展模式和四个层次的软件产业结构框架本书集学术、技术、产业化之大成,熔理论、方法、经验于一炉,内容丰富,结构严谨,无论对于从事研究、开发、教学、应用及管理的计算机行业工作者,还是对于广大青年学生,都具有很高的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

杨芙清文集/杨芙清著. —北京:北京大学出版社,1997.10

(北京大学院士文库)

ISBN 7-301-03525-X

I. 杨… II. 杨… III. 软件工程-文集 IV. TP311-53

书 名: 杨芙清文集

著作责任者: 杨芙清

责任编辑: 沈承凤

标准书号: ISBN 7-301-03525-X/TP·374

出版者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区中关村北京大学校内 100871

电 话: 出版部 62752015 发行部 62559712 编辑部 62752032

排版者: 盛达激光照排中心照排

印刷者: 北京大学印刷厂

发行者: 北京大学出版社

经销者: 新华书店

787×1092 16开本 27.375印张 491千字

1998年5月第一版 1998年5月第一次印刷

定 价: 60.00元

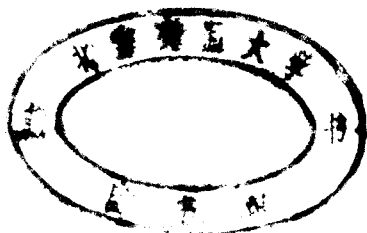
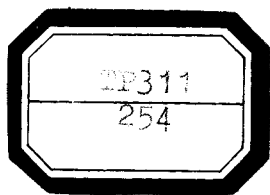


杨芙清与先生王阳元院士

北京大学院士文库

杨芙清文集

杨芙清 著



北京大学出版社
北 京

北京大学资源集团出版基金资助出版

谨以此书献给北京大学校庆 100 周年

《北京大学院士文库》编委会名单

主 任：陈佳洱

副主任：王义道

委 员：(按姓氏笔画为序)

王 选 甘子钊 巩运明

侯仁之 赵亨利 姜伯驹

徐光宪 翟中和

序

最近,北京大学出版社告诉我,北京大学资源集团设立出版基金,资助出版一套《北京大学院士文库》,为北京大学的中科院院士和工程院院士每人出一本学术专著或学术论文集,以记载他们为祖国的科学技术事业所作出的贡献。北大出版社邀我为这套书写个序。

考虑到我较长时间在中国科学院工作,为科学家树碑立传,把他们的伟业记载下来并留传给后人,自然是我应该大力支持的事情。同时,我也曾在北大学习过,这些院士中有的就是我过去的老师,他们对我精心培育的情景,使我终生难忘;有的曾是我的同学或同事,我们之间有着非常深厚的友谊,他们为科学事业无私奉献的精神,给我留下了极为深刻的印象,至今历历在目。无论从工作上考虑还是从师生、同事情义出发,我都愿意为这本书写个序。

我认为,北京大学出版社出版《北京大学院士文库》这套书,是一件非常有意义的事。

首先,《北京大学院士文库》将为我国科学技术文献宝库增添新的内容。北京大学是我国一所著名的高等学府,也是世界上一所有影响的大学。它不仅为国家培养了大批栋梁之材,而且为国家提供了大批重要的科技成果,成为我国一个重要的科学中心。在这所大学里聚集了一批我国最著名的专家和学者,其中仅就自然科学而言,就有中科院院士和工程院院士 30 人。他们中既有学识渊博、造诣精深、蜚声中外的老专家、学者,也有一批成绩卓著,近年来为祖国科学技术事业作出过重大贡献的中年学者。他们在我国科学技术发展史上占有重要的地位,是我国科技大军中的中坚力量。现在,北大出版社把他们的科学技术著作收集起来,集中出版,无论是他们当年成名之作,还是新发表的学术专著和学术论文,都将为我国科学技术文献宝库增添重要的内容。

其次,《北京大学院士文库》还将为我国科学技术事业的发展提供宝贵的经验。这套学术文库不仅完整地记载了这些学术大师的发明和

创造,而且还生动地描绘了他们在不同历史时期为科学事业奋斗的历程。他们以亲身的经历,丰富的史料,独特的见解,深奥的思想,总结了科学技术发展的规律。例如,科学家最需要什么样的支持,在什么样的条件下最容易出成果等。这里既有成功的经验,也有失败的教训;既有成功的喜悦,也有受挫的苦恼。有的院士还从他们的切身感受出发,对我国科技人才的培养,科技体制的改革提出了很好的建议。这些都为我们科技管理部门和科技管理工作,特别是为我国制定有关的科技政策,提供了很好的经验和借鉴。

第三,《北京大学院士文库》不仅是一套科学技术著作,而且是一套富有教育意义的人生教科书。这套文库详细地记载了这30位科学家的学术成就,也如实地记载了他们的人生经历。他们不仅学问好,而且人品好。他们的一生是在爱国主义旗帜下,为科学事业奋斗的一生。他们通过自己的勤奋努力,走了一条成功之路。他们的成功经验无论对年轻人,还是对一切有志于献身科学事业的人,都有极好的教育意义。

最后,我向这30位院士为祖国科技事业作出的贡献表示衷心的感谢!对《北京大学院士文库》的出版表示热烈的祝贺!也希望能有更多的科学家的学术著作和传记问世,因为科学是推动我们社会发展的强大动力。

中国科学院院长

周光召

1996年10月

序

北京大学出版社决定编辑出版《北京大学院士文库》，这件事情很有意义，我非常赞成。

从世界高等教育的发展看，教师是大学的核心，他们构成学校的基调。世界一流大学都具有很强的教师阵容，拥有一批世界公认的学术权威和知名学者。正是他们能够培养出世界公认的优秀人才。其中一部分毕业生能够成为当代世界政治、经济、文化、科学领域里的杰出代表。同时，他们能够取得重大的科研成果，特别是在基础研究方面，能取得具有划时代意义的科研成果。

在中国科技、教育界，院士是最高学术水平的象征。他们对国家科学技术的发展起着相当重要的作用。北大是拥有院士最多的大学，北大人一直为此而自豪。北大的几十位院士可分为两部分，一部分是老院士，他们在中国科学院成立之初就因为各自取得的成就而成为最早的一批院士（当时称学部委员）。这些老院士德高望重、学风严谨、蜚声国内外，为北大乃至中国的科学技术和文化事业的发展作出了奠基性贡献。他们当中有理科的王竹溪、叶企孙、江泽涵、许宝騄、周培源、胡宁、段学复、饶毓泰、黄昆、张青莲、黄子卿、傅鹰、汤佩松、李继侗、张景钺、陈桢、乐森珩等教授。北大的盛名，在很大程度上是与这些堪称大师的第一代院士的名字联系在一起。这一长串院士名单，奠定了北大在中国学术界、科学界的地位。谈起他们，像我这样的后辈无不怀有敬仰之情。他们像一块块强力磁铁，吸引着一代代中华学子到燕园求学，在他们的教诲、指导、影响下，新中国急需的大批优秀人才源源不断地从北大培养出来，成为社会主义建设的栋梁之材。当院士文库推出的时候，这些老院士当中已不少人离开了我们，但他们为北大、为国家建立的功勋，他们的英名将永远为人们铭记！

北大的学术生命是长青的，继第一批院士之后，80年代、90年代，北大又一批理科教师，其中许多是建国以后培养出来的，成为中国科学院院士和中国工程院院士，他们可以说是北大那些与新中国风雨同

舟、不畏清贫、不怕艰险、为教育和科学事业执着奉献的中年教师的代表,是今日北大的骨干依靠力量、学术中坚。

人类就要进入 21 世纪,北大也即将迎来建校 100 周年,当此世纪交替之际,北大雄心勃勃地提出:到 21 世纪初叶建成世界一流的社会主义大学。这是一个需要为之付出极其艰苦努力的、振奋人心的目标。以院士为代表的一流教师队伍是我们实现这一目标在学术上的最重要依托。有这样一支老年、中年教师队伍,再加上我们正在迅速成长起来的生气蓬勃、富有想象力和创造力、奋发向上、成为北大未来希望所在的青年教师,我们的目标是一定能够达到的。

院士们的工作成就,有很多都是在相当困难的条件下取得的,他们的奋斗精神和他们的成果一样,都是我们建设世界一流大学的宝贵财富和源泉。为院士出版文集,将他们的代表性学术成果或成名之作结集出版,是对院士们成就的肯定,也将使人们从他们的奋斗足迹中,得到某种启迪和鼓舞。院士文库将为我校的学术宝库增添重要的内容,成为哺育青年学生成长的极好教材。

北大出版社的决定得到了北大资源集团的热情支持,他们出资建立北大资源集团出版基金,资助院士文库的出版。我作为北大校长和一个院士、一个教师,要向北大出版社和北大资源集团为学术专著的出版和学校建设所作的努力表示敬意!

北京大学校长
中科院院士

陈佳洱

1997 年 1 月

杨芙清传略

杨芙清,计算机软件专家,1932年11月6日生,江苏省无锡市人。

杨芙清早年就读于著名的无锡市第一女子中学,学校优秀的教师队伍和优良的教学传统使她得到了良好的培养,养成了勤于思考、刻苦努力的学习习惯。中学期间,杨芙清的读书成绩一直名列前茅,高中毕业时,取得了全校第一的优异成绩。

1951年9月,杨芙清考入清华大学数学系,1952年9月因全国院系调整而转入北京大学数学力学系,1958年研究生毕业并留校工作。1957年1月至1959年10月赴前苏联留学,在世界著名的科学家苏拉勃拉教授指导下学习程序设计和计算机软件。1962年任北京大学讲师。1962年11月至1964年12月再度赴前苏联作为中国专家在莫斯科杜勃纳联合核子物理研究所计算中心工作。1979年任副教授,1983年成为北京大学计算机学科第一位教授,1984任博士研究生导师,1991年当选为中国科学院学部委员(院士)。

杨芙清从1983年8月至今一直担任北京大学计算机科学技术系主任,为计算机科学技术系的创建、发展和壮大作出了突出的贡献;历任国务院学位委员会计算机科学技术学科评议组第二届、第三届及第四届成员或召集人,为我国计算机科学技术学科建设作出了重要贡献。杨芙清现还兼任国务院学位委员会委员及学科评议组第一召集人,中国电子学会、中国计算机学会、中国软件行业协会副理事长,国务院信息化工作领导小组办公室专家组成员,《中国科学》、《科学通报》、《电子学报》副主编,《计算机学报》、《软件学报》编委,复旦大学、浙江大学等校兼职教授,以及其他社会职务。

杨芙清几十年来一直从事计算机科学技术的研究和教学工作。其研究工作主要集中于系统软件、软件工程基础理论和软件工程环境、软件工业化生产技术等方面,取得了系统性的、富有创造性的科研成果。

系统软件

杨芙清自50年代末就开始从事程序自动化的早期研究。1957年至1959年,在前苏联科学院计算中心和莫斯科大学学习和工作期间,她独立设计和实现的“分析程序”(有关论文发表于前苏联自动化程序设计论文集)以其独

创性,被西方杂志称为“是程序自动化研究早期的优秀工作”。

60年代末至70年代初,我国的计算机事业还是初创时期。杨芙清主持了我国第一台百万次集成电路计算机操作系统的研制工作。在一无资料、二无配套设备、三无经验的条件下,凭着对计算机科学技术的执着追求和刻苦钻研,解决了资源共享和多道程序协调运行等关键问题,研制成功了我国第一个规模大、功能强、支持多道程序运行的计算机操作系统(150机操作系统)。150机的研制成功,缩短了我国与先进国家的差距,并且在石油勘探领域得到成功的应用,使其数据处理发生了第一次“革命”,获得了重大的经济效益和社会效益。该项目获得了1978年全国科学大会奖。在此成果基础上,杨芙清完成了专著《管理程序》,该书成为当时我国发展多道运行计算机操作系统的启蒙教材,为我国早期的一批计算机软件科技工作者的培养起到了重要作用。

70年代中后期,杨芙清又主持研制成功了我国第一个全部用高级语言书写的操作系统DJS200/XT2(DJS240机操作系统)。专家评价该系统“具有首创地位,在国际上也无先例。这些成果具有颇为优秀的学术价值和学术水平,有重要的应用意义”。该成果获1985年电子工业部科技成果一等奖。

以上成果被誉为我国在系统软件研究方面的开创性工作。

软件工程和软件开发环境

在软件工程基础研究方面,杨芙清在国内率先提出,要解决大型复杂软件系统的高(复杂程度高)、长(研制周期长)、难(正确性难保证)的问题,关键是良好的软件结构、先进的软件开发方法和高效的软件工具。基于这一思想,她研究并提出了层次管程结构模型、PCM设计方法、活跃管程和活跃管程结构模式等概念、模型和方法,并在我国自行设计的系统程序设计语言XCY中,引入了管程等描述并发成分的数据结构和控制设施。这些研究成果,在软件结构、方法和软件技术的发展方面,属“国内首创”,多次受到国内外同行专家的高度评价。获1986年国家教委科技进步二等奖。

80年代以来,杨芙清主要致力于软件工程环境的研究。“六五”、“七五”和“八五”期间,先后主持了国家重点科技攻关课题《软件工程核心支持环境BETA-85》、《集成化软件工程支撑环境》、《软件工程开发环境(CASE)的标准化和实用化》的研究工作。其中,“六五”攻关成果《软件工程核心支持环境BETA-85》是我国软件工程环境研制的基础性工作,获1986年电子工业部科技进步一等奖。“七五”和“八五”期间,组织全国22所高校和科研单位、330

多名科技人员,经过十余年的艰苦创新历程,研制成功了“大型软件开发环境青鸟系统”。在这一系统中,创造性地运用了国际上先进的面向对象技术和环境构造技术,设计了具有开放结构的环境框架模型和统一的工具结构模型,实现了保证工具高度集成的数据、控制和界面集成机制。青鸟系统是我国第一个,也是世界上为数不多的大规模综合软件工程支撑环境,“在系统规模及技术水平上达到 90 年代国际先进水平”,“某些性能及功能居于国际领先水平”。许多国外知名计算机科学家也对青鸟系统给予了高度评价,称之为“中国软件工程的骄傲”、“国际前沿领域的研究”、“可以和国际上同类软件相媲美的成果”。

青鸟系统的研制成功是“我国基础软件技术的重大突破和重大成果,为我国软件产业的发展奠定了坚实的基础”,是“标志我国软件开发从手工作坊式向工业化生产转化的一个里程碑,对软件产业的发展具有战略性意义”。该成果获 1996 年电子工业部科技进步特等奖,被评为‘95 电子十大科技成果,国家“七五”、“八五”科技攻关重大科技成果。

软件复用和面向对象技术

在领导青鸟工程攻关的同时,杨芙清还专注于软件技术的基础研究,主持了多项国家 863 高技术计划课题的研究工作,重点在面向对象技术、软件复用技术方面开展深入的理论研究,其主要成果被誉为具有“国内领先,国际先进”水平,受到国内外同行的关注。由于她在这方面的杰出工作,在国家教委和 IBM 公司联合推动的“高等学校信息技术学科建设”项目中,被聘为“面向对象技术学科建设”首席专家。

软件工业化生产技术及支持系统

在长期的软件工程研究和实践中,根据我国软件产业发展的需求,杨芙清得出了“要真正形成软件产业的规模经济,必需走工程化、工业化之路,大力研究并推行软件的工业化生产技术和模式”的结论。在“七五”期间便首先提出了“软件生产线”的思想,“八五”期间,对“软件生产线”的思想进行了实践和丰富。

“九五”期间,杨芙清主持了国家“九五”重点科技攻关项目“软件工程环境(青鸟 CASE)工业化生产技术及系统”的研究开发,完善和实现“软件生产线”的思想。其重点是研究并强化采用面向对象技术,研究基于“构件/构架”模式的软件工业化生产技术,制定软件工业化生产标准,研制基于异构平台、可访问多信息源的,支持基于构件、构架复用的应用系统集成(组装)环境

——青鸟软件生产线系统。青鸟软件生产线系统将从管理、组织机制、技术和系统等方面为软件企业提供整体解决方案,为它们提供优良技术装备,大力推进并支持我国软件企业的技术改造,使他们具有形成规模生产的能力,促进我国软件产业的发展和规模的形成。目前,“九五”一期工程已经完成,专家鉴定认为:青鸟软件生产线系统“在基于构件/构架模式的软件工业化生产技术研究方面具有创造性和系统性,在系统规模和技术上均居国内领先水平,达到当前国际先进水平”,“符合现代化的企业生产方式,也符合因软件构件技术的发展而带来的软件产业变革的趋势和需要,将为我国软件产业的技术革命和形成规模经济起到很好的技术支持和保障作用”。“九五”二期工程正在进行中。

学科建设和人才培养

杨芙清在学科建设、人才培养方面做了大量工作。目前,她正在筹备建立我国高校第一个软件工程专业。几十年来,杨芙清培养了一大批软件高级人才,包括百余名硕士、博士和博士后。杨芙清由于其在软件工程学科的科研和教学方面的奠基性、开拓性、系统性和创造性的工作,被誉为我国“软件工程铺路人”。

软件产业建设

近十几年来,杨芙清还以较大精力致力于我国软件产业建设。她所主持的青鸟工程始终以支持我国软件产业的建设为首要目标,同时,她还为我国软件产业发展的政策、策略提出了大量建设性建议,提出了许多精辟的见解和观点。为促进科技成果向生产力的转化,使青鸟系统为经济建设服务。在国家的支持下,杨芙清组建了软件工程化基地和成果转化机制——软件工程国家工程研究中心和北京北大青鸟有限责任公司,并提出了软件企业健康发展的 TRDC(即教学培训—研究—开发—产品营销服务)模式。青鸟系统已形成产品系列进入软件市场,并在多个应用领域得到推广应用,有效地缩短了大型应用软件系统的开发周期,提高了软件产品的质量,产生了重大的经济和社会效益。

杨芙清因其杰出的科学成就,多次获得各种荣誉称号和奖励,包括:国家及部委级的多次科技进步奖、科技成果奖,全国“三八”红旗手,国防科工委“光华科技基金”一等奖,“何梁-何利基金 1997 年度科学与技术进步奖”,国家“七五”、“八五”重点科技攻关先进个人等。

目 录

杨芙清传略	(I)
第一部分 系统软件	(1)
АНАЛИЗИРУЮЩАЯ ПРОГРАММА	(3)
一个模块化操作系统的结构设计	(17)
一个模块化操作系统的设计与实现	(35)
一个模块化操作系统的核心	(38)
一个模块化操作系统的并发处理	(52)
一个模块化操作系统的设备与文件管理	(64)
系统程序设计语言 XCY 的设计	(75)
ON THE DESIGN, IMPLEMENTATION AND USE OF THE SYSTEMS PROGRAMMING LANGUAGE XCY (系统程序设计语言 XCY 的设计、实现和使用)	(87)
面向对象系统软件的分层构造模型	(96)
操作系统结构设计	(103)
第二部分 软件工程	(115)
论“软件结构与工具”	(117)
再论“软件结构与工具”	(119)
试论结构问题	(128)
软件配置管理的一种自动化途径	(136)
通用交互编辑系统 GIES 的设计与实现	(148)
管理信息系统的开发途径 ——一个大型系统 BD-MIS 的研制	(155)
用面向对象方法实现 VLSI 布图规划	(168)

面向对象语言 BDOL 及其支撑环境	(174)
21 世纪的软件工程	(185)
软件工程的研究和发展	(189)
软件工程辞条	(193)

第三部分 软件开发环境 (199)

Kernel Software Engineering Environment BETA-85 (核心软件工程环境 BETA-85)	(201)
A CASE Environment of JadeBird 2 (一个 CASE 环境 JadeBird 2)	(216)
永久对象存储技术研究	(226)
面向对象的 CASE 环境青鸟Ⅰ型系统的设计与实现	(237)
青鸟Ⅰ型系统面向对象语言 CASE C++ 的设计和实现	(251)
基于异质构件复用的软件开发技术及其支持系统	(263)
青鸟工程现状与发展 ——兼论我国软件产业发展途径	(275)
Integration Techniques in the CASE Environment JB2 (CASE 环境 JB2 中的集成技术)	(284)
An Approach to Software Development based on Heterogeneous Components Reuse and its Supporting System (基于异质构件复用的软件开发技术及其支持系统)	(297)
BDCOM-C++: A C++ Program Understanding System (C++ 程序理解系统 BDCOM-C++)	(312)
JBCDL: An Object-Oriented Component Description Language (JBCDL: 一种面向对象的构件描述语言)	(324)
An Overview for JB(Jade Bird) Component Library System JBCL (青鸟构件库系统 JBCL 简介)	(337)
软件工业化生产技术研究 ——青鸟工程实践之路	(350)
软件开发环境辞条	(363)