

第四屆

全國建築工程計算機應用學術會議

論文集

PROCEEDINGS OF THE FORTH CHINESE
COMPUTER APPLICATION CONFERENCE
IN ARCHITECTURAL ENGINEERING

• 1 •



中國 · 廣州
GUANGZHOU CHINA
1988 · 11

86.103-7

8807430

前 言

“第四届全国建筑工程计算机应用学术会议”于一九八八年十一月在中国广州市广州科技中心举行。第三届会议是一九八六年在广东省珠海市召开的。两年来，我国建筑工程计算机应用研究有了迅猛的发展，取得了不少新成就。这次会议的目标和珠海会议一样，在全国范围内交流近两年来的研究成果、更进一步加强国内外的合作。为此，我们围绕以“建筑工程计算机应用”这个主题征集了下列范围的论文：

- 建筑结构计算机方法，
- 建筑结构程序设计，
- 计算机辅助设计与绘图；
- 微机硬件的新发展；
- 微机在建筑业各领域的应用；

从一九八八年初开始到五月底止的征文阶段中，我们的编辑工作得到全国各地专家、学者踊跃支持，得以很高标准选择论文。由于篇幅及经费限制，经过会议技术委员会的反复研究，最后选定了108篇论文编入了“第四届全国建筑工程计算机应用学术会议文集”。

在我们收到的大量论文中，绝大多数立论新颖，论述严谨，具有很高理论水平和实用价值。只是由于篇幅及其他原因，有超过半数的论文未能收入集内。对这部分论文作者的热情和支持我们表示衷心的感谢，也为未能发表他们的论文表示歉意。

编辑这样大型的全国性的学术会议论文集我们经验不足，水平有限缺点错误在所难免，欢迎作者、读者批评指正。

我们借此机会再一次向广东省土木建筑学会以及为会议与论文集提供赞助的单位和团体致以崇高的敬意和深切的感谢。

第四届全国建筑工程计算机应用学术会议组织委员会

一九八八年十一月

8807/11

赞 助 单 位

轻工部广州设计院

广东省建筑设计研究院

广州市设计院

珠江外资建筑设计院

广州住宅科研设计所

永连软件系统工程公司

广东省电力勘测设计院

华南理工大学建筑设计研究院

深圳设计装修工程公司

广东省番禺建筑设计院第一设计室

珠海市建筑设计院

广东省江门市设计院

广东省湛江市第二设计室

广东省南海县建筑设计室

广东省石油化工设计院

广东省轻工设计院

广州城建科技开发研究中心

中国岩土工程研究中心广州分部

第四届全国建筑工程计算机应用学术会议

组 织 委 员 会 成 员

陈德冀：中国建筑科学研究院

唐锦春：浙江大学

蒋发祥：轻工部广州设计院

黄澄宇：广东省建筑设计研究院

林家浩：大连理工大学

林南薰：华南理工大学

韩大建：华南理工大学

李坚权：广州住宅科研设计所

蒲海龙：化工部第六设计院

秘 书 处

秘书长：李坚权

成 员：吴文博 张德炳 黎文江 陈库强 罗雪菊 谭 坚
张伟达 吴翠红

第四届全国建筑工程计算机应用学术会议 技 术 委 员 会

主 任 委 员：林南薰

副主任委员：陈靖东 张大名

委 员：韩大建 黄树熙 陆可风 梁惠庄 钟金宽

袁 全 顾 声 李兆光 陈库强

目 录

建筑工程电子计算机应用综述	蒋发祥	李坚权 (1)
平面应力问题的复变解答	何广乾 何逢康	李宏阳 (8)
一种新型厚薄板通用的广义协调矩形单元	龙驭球	赵俊卿 (15)
钢筋混凝土高层建筑结构的收缩徐变效应	林南薰	(24)
支撑钢框架设公式的讨论	周缓平	陈惠发 (31)
弹性地基梁与砖墙填充框架相互作用分析	商定心	(39)
钢筑砼空间框架智能CAD系统	钟万颢	刘军献 (48)
建筑结构整体计算程序实现技术	陈靖东	吴颖钊 (52)
有限元—有限条杂交程序	田志昌	(63)
开发电力土建绘图软件中几个问题的研究与分析	王力健	(67)
建筑施工梁表的计算机辅助设计	陈立行	谢耀光 (74)
动态子结构的简化凝聚方法及应用	王汝恒	汪礼顺 (79)
建筑物破损评估的专家系统方法	张宽权	(88)
壳体分析的广义协调元	辛克贵 卞守询	刘纪陆 (93)
厚箔通用广义杂交板单元	席 飞 支秉深	匡文起 (102)
箔壳结构的计算方法	成鸿学	(112)
箱型桥梁温度场及温度应力的计算	魏光坪	(119)
剪力墙结构混合有限条元分析	王东炜 霍 达	尹之潜 (128)
面向微机的高层建筑结构空间分析程序	李 丹	(133)
双向受力混凝土应力—应变全曲线的力学模型	罗元辉	白绍良 (136)
异形柱配筋程序	陆可风	(144)
“建设部标准规范管理信息系统”的研制	丁一丹	(148)
混凝土受压试件的三维非线性有限元分析	楼康禺	蒋大骅 (153)
框筒结构分析的一种计算机方法	池家祥	(158)
钢筋混凝土单跨排架结构总承载力的电算分析	吴向元	白绍良 (168)
双曲拱桥的施工加载程序设计	魏 壮	(172)
高层建筑组合结构分层模型弹塑性动力分析	赵西安	(173)
抗震设计用地震波的选择与合成程序EQSS	王 理	王亚勇 (178)
任意多边形箱基的实用计算	王煜鹿	(182)
钢筋混凝土梁、柱表计算机辅助设计	陈 科	黄澄宇 梁达鸿 (189)
多种地基模型筏式基础计算程序“MFD”	彭安宁	(193)

标准粘性边界法的局限性	沈肇基	(200)
弹性板壳动力稳定分析的时间加权残数法	黄树熙 宋 斌	(207)
改进结构内力计算精度的嫁接有限单元法	赵俊卿	(215)
建筑设计图纸档案数据库检索管理系统编制及应用	孙虎发	(221)
三维建筑造型CAD 及其应用	张越鸣	(227)
桩—土系统的分布参数模型及其应用	罗惟德	(233)
钢筋砼梁局部抗拉性能计算机分析	王祖华 李阳明	(241)
适用于微机的结构计算程序	李发国 张大名	(249)
地下结构内力分析及配筋计算	张校正	(252)
竖直单桩与土相互作用的弹塑性分析	韩大建 徐明定	(256)
筒中筒结构动力分析的简化方法	吴章珠 张大名	(263)
《微机辅助结构设计系统》中若干问题的探索	罗江南 钟金宽	(269)
高层建筑结构的三维分析	李少云	(273)
土体工程计算软件系统	詹 松 古棒曾 杨庆生	(279)
微机楼宇控制系统	郑蓝波	(290)
高层结构计算的分层波前法	李发国	(294)
广州地区混凝土空心小型砌块房屋遭受不同程度地震影响时的反应	谭 坚	(300)
高层建筑箱壁杆系空间结构计算程序及编制中几个问题的探讨	李荣杨	(304)
桩基工程计算机辅助设计	黄明珂 沈耀照 李立公	(312)
多语言环境下的软件设计研究	龙炳煌 陶牟华 沈祥华 黄榜荣	(318)
地震作用下建筑物薄弱层位置判断及弹塑性变形抗倒塌程序		
	魏 珪 林永前 周婉娥	(323)
室外投光灯照明计算机辅助设计系统	徐建刚	(329)
建筑工程图形窗口设计技术	王兴民 王家德 赵炳珠	(338)
GFS程序设计	徐建平 胡绍隆 刘圣龙	(342)
层间剪弯模型的非线性动态系统识别	赖 明	(348)
编写“绘制建筑图程序”的参数方法	王东坡	(354)
深梁受荷全过程的计算机模拟	韩大建 黄炎生 何小菱	(358)
空间网格体系结构分析与辅助设计系统MGAD	钱基宏 赵基达	(365)
高层建筑CAD系统	刘 健 朱 晓 刘 红	(369)
锯齿形排架地震反应的计算机分析方法	顾祥林 张 誉	(373)
钢筋砼井式楼盖的优化设计	许铁生 王秀丽	(381)
填土表面具有不同荷载时的钢筋砼悬臂式挡土墙的优化设计		
	王用琪 许铁生 朱彦鹏	(389)
Hercules单色图形显示卡的FORTRAN驱动程序	宣舒武 沈耀明	(401)
桩基波动方程特征线计算程序及其应用	陈 凡	(410)
建筑CAD软件包数据流的组织与控制	魏竞武	(417)
一个DBASE II数据库通用统计程序	张伟达	(422)

计算机辅助自行车赛车场跑道设计.....	周昌勇	阎秉忠 (426)
FBCAD系统的数据结构设计.....	何放龙 尚守平	李定国 (433)
CFS系统中的专家智能.....	魏祚兴	覃 安 (440)
软件工程在CFS开发与维护中的应用.....	梁容辉 许建成	何立波 (444)
计算机辅助钢筋混凝土深梁试验.....	容观冀	许志雄 (450)
传递矩阵配点法及其程序.....	刘宇红	宗志恒 (455)
带竖缝剪力墙结构的弹塑性分析方法.....	梁启智	李少云 (466)
高层建筑震后可靠性分析专家系统.....	盛苏华	(472)
混凝土框架结构徐变分析的计算机方法.....	宁平华	(478)
面向设备的软件开发方法.....	袁 全	(487)
框剪结构混合单元模型分析方法.....	金兰亨	(493)
工程网络技术优化软件.....	万书钧 杨开泰	(502)
硬盘的软修复.....	邓祖培	(507)
多层偏心建筑地震反应分析程序.....	乔天民	(514)
粘弹性结构动力响应的边界元法.....	孙炳楠 戚支全	(520)
剪力墙及框架弹塑性问题的样条子域法.....	秦 荣 刘建秀	(526)
桩—土相互作用的动力非线性分析.....	廖 南 林家浩	(536)
空间网壳的指示矩阵算法.....	钱若军 夏绍华	(541)
微机建筑物总体计算及其楼面辅助设计软件.....	田 力	(548)
楼宇控制及其系统设计问题.....	陈解波	(555)
最小二乘配点法分析井字梁.....	邓 流	(560)
楼层P—D分析方法.....	卢哲安 魏 璋	(565)
含若干微元的钢筋砼变刚度杆单元分析.....	肖允徽 张 明	(569)
图形交互式高层框架结构CAD系统.....	任爱珠 王鲁生	(578)
建筑结构空间框架CAD程序系统.....	张 俭 秦晓霖 吴国清 章一萍 林 金	(583)
一种新的分析多肢剪力墙体系的方法——楼层位移法.....	何逢康 邓林忠	(588)
样条厚板壳单元.....	范 重 龙驭球	(597)
井架结构的图论分析.....	张爱林 王惠德	(606)
大比例尺地图自动成图系统的研究.....	张建平 陶全心 过静珺	(612)
建筑结构初步设计的专家系统.....	张 瑾 陶全心	(617)
软土地基上高层建筑—桩基相互作用多虑输入地震反应分析.....	江 萍 齐铭扬	(624)
板的边界元计算机辅助设计.....	蔡丽萍 唐锦春	(631)
在密闭环境中VAV和CAV空调系统性能对比的计算机辅助监测	Ahmadual Ameen Soon Ai Kwang	(636)
建筑设计和城市规划的现场环境数据微机程序	Aldo Fanchiotti Maria Ioannilli Ambiontale	(636)
带有说明条文和材料清单的微机CADr集合软件.....	John Gilleard	(637)
辅助建筑作业知识库系统的开发.....	Steve Rowlinson	(638)

结构工程中的专家系统.....	Yin Mao Da luo B. G. Rogers (638)
设计实木压杆的合理方法.....	S. K. Malhotra Yu xiang Jin (639)
应用微机设计结构的计算机方法.....	S. K. Malhotra (640)
机场道面与公路路面的计算机辅助设计软件—RUNWAY	
.....	陈树坚 谭志民 王煜德 王晓洪 (640)
用于建筑空调设计的个人计算机.....	Soon Ai Kwang (641)

建筑工程电子计算机应用综述

蒋发祥 李坚权

前言

电子计算机的应用对建筑工程发展起了很大的推动作用。我国早期的建筑专家为赶上世界的潮流作出了卓越的贡献。中国建筑学会、结构委员会、电子计算机应用学组的成立和壮大,有效地挖掘了专家们巨大的智慧潜力。

我国建筑业的计算机应用发展不够平衡,应该重视经济管理领域的应用研究。大设计科研部门应成为行业的中心,中小单位应按自己的需求大力而稳步推广计算机应用。

我国即将进入大规模应用CAD的成熟阶段。超级微机软硬件的新发展加上土建设计行业人才济济,新的研究成果将不断涌现。随着软件市场的开拓和改革开放,我们将赶上世界经济大循环的潮流。

一、计算机应用回顾

数千多年前中国人发明了算盘,开始了最原始的数字计算器的应用。虽然后来用上了手摇或电动台式计算机,但因运算速度极慢、没有数据和运算步骤自动存取的功能,不可能对各行各业的应用有更大的推动。划时代的转变始于1947年美国试制成功的第一台通用电子数值计算机ENIAC。经历了电子管、半导体、集成电路、大规模集成电路等四代电子计算机的发展,计算机无论从运算速度、存贮容量、编程自动程度、外围设备功能、价格、体积都产生迅速的有利变化,它的应用已从不计成本的军事目的进入到各个行业甚至讲究实惠的普通家庭。当年耗资近50万美元的ENIAC,内存不过16K占地却达3000M²,现在大可花上百元购买巴掌大的电脑就达到它的全部功能。

早在第二代电子计算机刚出现,建筑行家就狠抓计算机的实际应用。1958年ASCE结构组尽管受到机器存贮少,苦于用机器语言编程序等限制,仍致力召开第一次计算机学术会议,开展有限单元方法基础研究,开始摸索。1960年召开的ASCE第二次计算机学术会议致力于排除实用上的困难,带状矩阵的研究和迭代近似法,在当时机器条件的情况下应运而生,人们为了闯开一条计算机解决实际工程问题的应用之路可谓绞尽脑汁,结构人员做出了机器似乎不可能完成的事,生产的需要驱使计算结构力学突飞猛进,它的产生和发展始终离不开应用。

七十年代初期大规模集成电路的大量投入使用,导致微机的问世并很快升级达到小型机过去的功能,大型机的CAD功能也可由小型机去实现。这一飞跃使建筑界计算机应用不单由有经济实力的大单位去研究,小单位和独立研究者也可以参与这一潮流,应用范围已不是

结构分析而是建筑业的整个领域。先进的或简化的数学模型的重要性已开始被强专业实用性所代替。

我国计算机工业起步较晚，但建筑结构计算应用计算机会比其它行业为早。已故华南工学院罗松发教授早在七十年代初就联系了我国最早一代计算机应用学者进行研究。1980年该校建工系由罗教授率先引进微机。中国建筑学会结构委员会电子计算机应用学组于1982年由罗教授倡导下成立，此后全国的应用研究和学术交流非常活跃。学组在1982年在广州会议，1984年金华会议、1986年珠海会议，今年的广州会以交流了各方面的应用成果，发表了不少论文，特别这次会议征文共收到二百三十多篇摘要，而会议的规模只能容纳一半，很多水平很高的论文都无法全部收进论文集。

1986年我国《建筑工程设计软件包》的研制成功，近几年各家的建筑、结构CAD成果“标志着我国进入大规模应用计算机辅助设计的成熟阶段”。江苏省所开发国产UPS，广州住宅所硬件研究向世界迈步。更重要的是学组的发展云集了全国杰出的计算机工作者，他们不但为我国建筑工程应用计算机作出贡献，而且磨厉以须，他日及锋而试世界经济大循环的前沿。

二、研究开发与发展

人们期待建立与建筑工程科学技术发展要求相适应的计算机应用开发系统，使应用电子计算机技术在同样多人力、物力、财力的条件下获得最佳经济效益。

电子计算机应用是一门方兴未艾新科学，硬件技术的飞跃发展几乎使稍老一点的研究方式找错研究对象甚至变得幼稚。在当代信息爆炸出现情报危机去开发应用这一崭新领域，不用说手检资料，即使用电脑查新甚至使用“专家系统”也难以得到最新的启迪。如上所述，美国ASCE学会早就在六十年代初成功地运用学会的组织形式把全国不同机构、不同知识领域的广泛人才联系起来解决“超越”硬件能力的大问题。看来我们的学组还应大大发展，学术活动应得到更有效的组织。这是一支知识密集的“弹性队伍”，它没有专职人员也不需要专门的计算机，通过会员充分发挥各单位机器的潜力，通过学术交流实现“智力的弹性碰撞”。建立这一种新的智力结构方式，将形成比单个计算机专家智力高得多的“集体大脑”，更有效地挖掘专家们的巨大智慧潜力。

去年学组举行的建筑结构CAD学术会议，到会异常踊跃，在会上发表了很多篇有系统性地从理论上论述结构CAD的论文。这不但对积累多年结构CAD经验的研究者感到可贵，而且使各研究者在开发软件方面如何密切结合工程经验又注重总结成指导理论得到很大启发。

由国家统筹规划，组织各部门、各学科大协作去完成一些大科学系统，象“北极星导薄”，“曼哈顿工程”的方法，已经引入了我国的《建筑工程设计软件包》的研制组织工作中。1983年由国务院电办和建设部下发的BDP建筑工程软件包，是一个综合性强，需要多学科多部门协作的课题，参加单位35个，动员了150名干将花三年完成。这种国家规模的建筑行业计算机应用研究在国外也不多见。它的成功不但在于研制出一个先进的，系统配套好的大型软件系统，总结出一套这样研究的经验，而且锻炼了大批人才。显然这样高度综合性的大

课题依靠一个或几个科研机构是无法完成的。软件包的成果加速推广应用将会对全国建筑行业很大推动。

中国和一些发展中国家计算机应用起步较晚，但从事研究的人才总数并不太少。象“星球大战”，“尤里卡”计划暂时不会在发展中国家发起，但国际性的科技合作多种形式已经在我国试行。中外合资的永连软件系统工程公司已迈开可喜的一步，他们正为向国外出口软件作出尝试。中国还有大批访外学者参与外国的计算机应用研究，国外软硬件也以各种渠道流入中国供我们二次开发。种种形式的国际应用开发合作给人类带来好处，自我封闭、自成一家，“单枪匹马闯天下”的时代过去了，平等合作、互相承认知识产权的一天即将到来。中国完全可以在国际合作中迅速提高水平，如果眼光放远一些，我们有必要、有可能成为不亚于印度那样的软件输出大国。

自由独立研究往往是大发明、大创造的星火，很多研究生在选题时往往是根据自己的特长，抓住一点所向披靡的，他们不一定受集体的任务所限制。如今微机的普及，其价格不用说小单位，甚至连个人也能承受，独立研究者应该更活跃。我们在强调国家规模的集体研究和国际性科研合作的主导作用时，还应以高校和研究机构集体协作为竞争龙头，带动学组的协作并以自由独立研究作补充。

科学技术来源于生产、归宿于生产。计算机技术的应用有赖于建筑业对它的需求，而社会要求又不断给技术开发提供反馈信息。尽快把计算机方面的研究成果和引进的新技术迅速变为生产力，应有一个全国性的开发协调中心，要把软件版权提到更高的重视程度，使软件商品化，健全计算机应用的技术市场。

计算机应用应成为土建专业一门课程，它将使高校学生和有经验的工程师培养成有限力高水平，既懂计算机又懂设计施工实践、既懂规范科研又懂社会经济的总工程师和技术专家。等待着他们共同协作制成各种软、硬件开发的规则，组织应用开发体系。

三、电子计算机在建筑业各领域的应用

按应用部门分类，对基本建设管理计划部门、建设银行、基建物资局、成套设备局和主管建筑业的综合部门。在这些部门管理下有规划、设计、开发、施工、科研部门，还有并行的教育部门。按应用范围可分为，建设技术资金管理、可行性研究与优化、设计任务书编制、建筑场地和规划、勘察设计及予概算、施工组织、环境保护以及生产、施工与建筑物自动控制等。

我国人才分布与发达国家明显不同，科技人员过分密集于设计部门，施工次之而管理部门比例就更小了。电子计算机的应用显然因人才密集而兴旺，但从经济价值来说管理决策部门、经济部门更有价值。以深圳联检大楼施工管理为例，提前完工一天甲方奖钱六万，如果采用先进的计算机施工网络，争取提前多几天完工是很有效的。广州住宅所负责这个工程，现场设计，全部设计费也够不上几天的提前奖，而要用计算机完成CAD就难多了。

象这种不平衡不相适应的局面还有不少例子。不少单位进计算机不进人才，投资硬件不购软件，重视眼前效益不向机器挖潜，以致机器长期不用或利用率低；相反，大学大量人才在机器面前排队。硬件的设置与应用范围不适应，有追求用PC/XT机作CAD，也有用386机作

一般单用户管理的。软件功能与使用任务和操作对象不适应的，有用综合性软件解小题目，有用数学模型先进但工程实践差别大的软件解重要工程。社会原因的不平衡应用政策去纠正，人为的原因可通过竞争和多交流信息提高水平去克服。国内外出现了交钥匙服务的机构，给应用带来福音。

国家和省的计划管理部门，有雄厚的财力物力，只要有计划地吸收管理和建筑专长的计算机人才，建立大数据库和标准程序库，并与下面联网或远程通讯。不但对建筑业的管理科学化可带来显著效益，而且带动了全国的研究与应用。

高校、大的设计和研究机构，他们有足够的经费购置较新的大型设备，更有足够的技术力量和宝贵的经验。他们将成为建筑行业的先导。他们掌握着先进的硬件应能达到如下目的。1. 对先进硬件作评价和配套，提出硬件升级的建议，为计算机厂家的技术升级和人才培养指出方向。2. 对所配置的软件尽快消化吸收和改造，向外商主动提出新版本的方向。3. 对已成熟的软件向新机型连接升级。4. 要清楚充分发挥大机的作用，人马设备配套齐全，发挥微机没有的功能。5. 要宣传广告为大机争名争利。6. 有很强的投资意识、偿付意识和科技开发意识，有时间效率观念培养人才观念。7. 成为行业的指导中心，大力推广应用微机。8. 合作应用研究，避免重复开发。9. 为各单位提供网络服务。等等。

中小设计单位主要是计算机的用户，有明确的经济目标去应用新技术。在广东增加一名工程师要近十万元的安家费投资，这费用足已购置一个386的CAD微机系统，权衡利害有量可度。但计算机毕竟是人的工具，不同等级的计算机软硬件辅助不同技术水平的人都起着大小差异很大的作用。就硬件的档次来说，8位机如APPLE、PC-1500等可以作一般丁级设计单位的结构计算，也可以用某些牺牲精度或不牺牲精度忽略某些因素的丙级单位的结构计算。准16位机如IBM-PC价钱比APPLE贵不到一倍，语言软件相当丰富，速度快三倍以上，丙级单位很喜欢采用，如配上硬盘可以对付廿层的高层协同分析。AT和386机分别为16位和32位机，速度快，特别是386其内存可到16兆，不但在结构计算方面可与低档小型机比美，乙级甚至丙级设计单位也完全有能力购买。软件很容易独立生产，又不那么容易全面考核，可谓五花八门，要比较着使用。功能小的软件独立成章、对硬件要求低，反之如CV公司的PA软件，CAD功能几乎比得上小型机，要硬件配套齐全才能物尽其用。计算机显然已成为工程师的工具，工程师很有必要了解自己所使用软件的技术条件，结合丰富的工程经验分析来使用电算结果。没有听说一个结构设计工程师自称不懂得结构计算，希望不再听到他们自认计算机盲而心安理得。我们不止一次地碰到过，工程师提出电算与自己经验不同的问题，分析起来还是技术条件问题、规范问题、甚至是结构概念问题。也有一种倾向，不问青红皂白向机器要结果，不注意计算机只是被利用的自动化程度高的工具，使用不当会铸成大错。

为了稳步地推广计算机，每一项应用计算机工程最好作出可行性研究，而这种评价预测也可用计算机编成一套成熟的方法去完成。从在技术上、财务上到经济方面论述项目的可行方面和对存在问题作出建议，还需要建设性地即通过一定努力才能实现的积极方面去评价，内容上从人才应用计算机后提高水平而产生二次经济效益去认识。在条件尚未成熟时，可也以建立低一档机型的应用系统，提早一步培育和贮备人才，作经济分析的试验和准备。

决定计算机应用项目后也应有一套实施方法。从机器选型配套、软件的购置，人才罗

置，特别是人才，要有创造性的，要懂本专业又懂计算机的，一切都要领导下决心去抓，系统地去完成。

投入使用也有一套规则，如软硬件的保养维护和升级计划。人才培养、磁盘文件管理图书馆化、建立批命令的运作方法提高效率减少差错、硬盘文件定期清除的原则、千方百计提高运转效率开创新的使用领域等等。

四、CAD开发的探讨

作为由专业人员参与下计算机从设计的技术条件输入到产生施工应用的文件和图的全过程是一个极为庞大、内容极复杂的大系统。当然和每一个完备系一样，它们是建立在各别独立单元基础上。而这些功能单一的分子一经有效的联系和组织，会比他们功能的总和起数倍的功效。

如前所述，我国建筑业从事计算机应用高度集中于结构人员，近年研制平面杆系的CAD系统相当热门。往常，磁盘操作系统，结构分析软件、图形支撑软件分别由不同专业的行家独立研究。就结构分析来说，它的物理数学模型，结构的特有规范或规定，专家日常设计所用的决策经验也是独立发展的。他们的产生和发展，在CAD系统出现之前当然不会按CAD系统的要求统一和协调。要组成一个CAD系统，就要尽可能把原先不协调的东西和可灵活处理的步骤固定下来。这意味着高度自动化地普遍应用了专家成熟的经验，或走向反面，自动大量采用固定下来的错误决策。比如我们把对称柱配筋用于CAD中，那么门式刚架就要不知不觉地多耗钢材。已经提出了的直接参量法选配钢筋原理，就是要解决每一杆件的配筋都符合工程实际。显然，用简单的面积和公式选筋会出笑话。目前只能暂时做到的是由既有工程经验又懂计算机逻辑，既有分析基础又从事规范研究的专家把这些矛盾初步解决，根本的办法是CAD理论的建立，推动各专业向这统一的基础推进和发展。

我国85规范的研究，是以一次二阶矩概率理论为基础的统一安全度理论而编制的。我国让的建筑结构设计的统一标准先行一步，各门规范向它靠拢。按统一标准规定，要达到统一安全度，必须致虑工作模式不定性分项系数。这就意味着，综合弹塑性分析的模型最接近实际，常规的弹性有限元次之，简化先进的数学模型、尤其是首层误差最大的模型最次，用他们分析的结果即使内力一样配筋也一个比一个多。这样我们在机器速度和容量都可以承受的情况下很难再用简化模型。相反，有些分析似乎在理论上比较精确，而规范又已在制订时考虑的是通用分析方法结果上加上修正，势必做成浪费、甚至结构不合理。地震规范是在无扭转地震反应谱基础上建立的，高层规范相应对这些周边的构件特别加强，全空间分析的模型自然会对建筑物周边构件加大反应，但又无法考虑实际存在的地表扭转震动；总之要评价其精确性还需要更深入的研究。也有带普遍性的简单问题未解决的，我们常说取多少种荷载组合，但往往按以出现概率等同而去设计程序，这就不符合实际概率了。

我国的设计规范仅能根据当前科技水平和客观要求力求做到相对完善的系统，它是靠科学理论和工程实践的发展而改进。CAD的出现无疑对规范有更系统的要求和深刻的影响，并随着并行发展会互相渗透。在现阶段，另散的子系统全自动连接还有困难，很多方面工程人员的判断和经验会优于计算机自行处理。应该在设计CAD系统时既要高度的自动化又

要有灵活的人工干预功能。象对RC框架，如需要进行震动验算、变形控制、疲劳验算、处理叠合结构等不易于也不适宜加入CAD的大系统，而应该在子系统去完成，预先留有灵活接口。

在运用CAD技术有两种倾向不甚可取。由于CAD毕竟是辅助设计，它能代替人去完成的工作是有一定范围的。一种倾向是尽量依赖它去完成设计。有这种观念势必会迁就CAD不能满足的技术条件，不采用CAD还未涉及的先进结构形式，甚至改变原来合理的设计，变成削足适履。一种倾向是研制者没有把技术条件原本地告诉使用者，而设计者则不敢轻易承认暗盒子里的技术而拒绝使用。

正确运用CAD技术首先要对设计原理有深刻的认识。结构构件由试验研究到建立 $P-\Delta$ 模型抽象出大为简化的数学表达式已经丢掉了很多实际的特征；整个结构或仅用单片结构在不那么容易确定的“荷载”作用下作与极限状态差距很大的弹性分析，两者的交叉与工程实践只能是很粗的近似。建筑设计统一标准虽考虑了这个问题，但真结构总体和局部的安全，要靠合理的结构布置、结构足够的含钢率和延性、可靠的构造措施。这样结构有足够内力调整的能力，对偶然突发破坏足够的忍耐力。施工因素、竣工后的使用变化都牵涉到无数种组合的情况应由人为把握。有高度手工设计仿真能力的CAD系统，又有方便可选择的人工干预接口，加上有结构水平的工程师才能把CAD技术充分发挥。

CAD本身不难利用电子计算机大容量和快速自动存取运算的能力，做到从原始设计资料到施工、竣工文件信息存入关系数据库，也可以并行利用专家系统和计算机的CAD管理系统，该系统应由更高一级的总工程师设计和监督运行，系统掌管着多个工种的并行设计和相关修改，多项工程的自动排序；系统还应有自动检测和查错的能力，并在实践上不断完善扩充功能。

计算机技术一日千里的今天，IBM 4381 CYBER 170等大型机带多个图形工作站，VAX—11/780小型机带几个图形工作站所完成的CAD任务，超级微机系统也可以完成了。Micro VAX II，Apollo DN 300，各种386超级微机价格只有小型机的十分一到几十分一，处理速度赶上和超过VAX—11/780，（386可达5倍于它的速度）。它们都有各自的图形支撑软件和设计软件。CV公司的优秀建筑设计三维软件，可以快速以256种不同颜色把建筑透视图显示在640×480的彩显上，386机和AT机都可以装上该软件。386机配上结构和建筑的成熟软件一定可形成极大的生产力。

设计部门大量集中软硬件和计算机人才，将大大加快我国建筑CAD的研究和应用，相反在国外没有形成这样的设备和人才的结构，展望不久的将来，我国的建筑CAD应用软件将输向全球。

五、开拓技术市场、深化改革开放

长期以来，我国对软硬件技术成果实行无偿转移的制度，使单位和个人均没有竞争的动力和压力。开放改革的政策打破了禁区，承认技术成果的商品属性，大大活跃了我国计算机应用技术的市场。中国建研院电子计算中心，在全国范围内实行技术服务和软硬件成套转让，在内部打破“大锅饭”，引进竞争机制，出了不少结构计算和CAD的研究成果。目前

全国多家设计、研究、教学单位积极转让自己的计算机成果，对生产单位计算机应用作出了贡献。

软件产品是专家们智力劳动的产物，在价值构成上应当包括从事培训开发所需要的学习、电脑设备全部物质条件的价值，以及为了提高效率，使研究者生活和精神上得到良性循环的较好的生活条件加上材料、资料的物化劳动和人脑力活劳动。我们大家都应充分尊重知识产权，保护研究人员和研究单位的经济利益。目前我国软件尚无版权，这对开拓软件市场相当不利。国内外的软件由于反复被拷贝，很快失去价值，大大限制了研究成果的生产和推广应用。

平面杆系的结构CAD开发者甚多，这种一个课题重复开发的现状耗费了大量精力。技术商品有一特点，即只有最优技术才会被大家选用，其余的则完全丧失使用价值。建议互相横向联合。

目前软件产量和用产的剪刀差非常大，硬件的市场信息也比较闭塞，学组是否可当好技术市场的中介，用技术市场推动应用与研究。

永连软件公司的创立并取得成绩，这是改革开放的丰硕成果。我们予祝大家为打进国际计算机市场，投入国际经济大循环的洪流乘胜前进。

平面应力问题的复变解答

何广乾

何逢康

李宏阳

(中国建筑科学研究院) (华南理工大学)

【摘要】 本文将穆斯海里方法数值化, 将基本的古萨公式中的两个全纯函数用域内完备的单值解析幂级数来替换, 再用自然边界条件确定幂级数中的待定系数, 从而得出单连通域平面应力问题的解答。本文方法的前期推导过程均是解析过程, 只在最后一步满足边界条件时采用截断近似, 这就在保证本方法可靠性的同时, 扩大了本方法的适用范围。

一、引言

传统的弹性理论只能对几种简单荷载、简单边界条件的问题给出解答。有限元解则又要划分许多单元才能满足精度要求。由苏联学者穆斯海里什维里系统地提出的复变解法^[1] (以下简称“穆氏法”) 原则上解决了平面应力问题。但由于计算工具的限制, 他仅给出了几个特例。对集中荷载与边角点的处理更是费了不少笔墨。

本文将穆氏法数值化, 将解析形式的边界条件写成数值形式, 使得边界条件表示式只与边界点的坐标有关, 避免了整条曲线的拟合求同, 从而拓展了穆氏法的应用范围。

二、基本理论

由弹性力学知道, 若 T 是一个单连通区域, 在其中必能找到一个应力函数 U , 满足^[2]:

$$\nabla^4 U = 0 \quad (1)$$

若 U 是一个双调和实变函数, 它总可以用复变数 z 的两个在 T 内全纯的函数 $\phi(z)$ 及 $\theta(z)$ 来表示^[3]:

$$U = \operatorname{Re} [z\phi(z) + \theta(z)] \quad (2)$$

并且存在:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_x &= \partial^2 U / \partial y^2 \\ \sigma_y &= \partial^2 U / \partial x^2 \\ \tau_{xy} &= -\partial^2 U / \partial x \partial y \end{aligned} \right\} \quad (3)$$