

土建工程设计用 计算机系统

[美] Daniel Roos 著 盛妙福 译

TUJIAN GONGCHENG SHEJIYONG
JISUANJI XITONG

人 民 铁 道 出 版 社

土建工程设计用 计算机系统

——介绍ICES——

〔美〕 Daniel Roos 著

盛妙福 译

人 民 铁 道 出 版 社

1979年·北京

内 容 简 介

本书介绍 ICES 系统设计的目的和要求；系统程序的发展、结构和应用；面向工程问题语言命令的定义及其处理；程序联接机构；动态数据结构；ICES 相关数据结构；数据管理和次存装置；数据转换和配位；ICES 系统生成和运算等内容。本书可供铁路、道路、城市规划、房建和结构工程设计部门从事计算机软件的业务人员以及专门从事程序设计自动化的电算人员参考。

Daniel Roos
ICES SYSTEM DESIGN
The Massachusetts Institute of Technology
Second Edition, July 1967

土建工程设计用计算机系统

(美) Daniel Roos 著

盛妙福 译

人民铁道出版社出版

责任编辑 赵洪鑫

封面设计 赵敬宇

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{2}$ 印张：8.5 字数：181 千

1979年4月第1版 1979年4月第1次印刷

印数：0001—17,000 册

统一书号：15043·6155 定价：0.88 元

译者前言

土建工程人员在利用数字电子计算机求解各种工程问题的初期,是通过对解题手编机器代码程序建立人机之间的信息传讯。这种传讯方法需要花费大量的时间和精力,而且程序用的机器代码专机专用,缺乏通用性,从而在很大程度上妨碍了计算机的推广和使用。后来,随着计算技术的发展,出现了算法语言。利用算法语言,对解题编制语言程序可使工程人员或程序员无视烦琐的机器代码而与机器传递信息。由于编制语言程序与代码程序相比节省大量的时间和精力,再加上算法语言的通用性等,从而使计算机的应用得以普遍地推广。但是,这种算法语言对各类业务部门的专业人员来说,毕竟还是比较生疏的,他们在应用计算机解题时尚须花费一定的气力学习掌握与他自身业务联系不多的算法语言。为了进一步简化各类专业人员使用计算机的过程,使计算机不光是对解题进行单纯的分析计算,而且要求计算机分担部分或大部分设计工作,以使工程人员从日常烦琐的设计计算事务中彻底地解放出来,使他有更多的时间和精力来考虑设计工程的最优方案,近期发展了适合于各部门自身要求的专用程序语言。这种语言是用专业术语的叙述语句和指令组成的面向问题语言。各类业务部门人员是很熟悉它的,书写一个不太复杂的专用语言程序往往只须几分钟即可。这就大大地简化了人机之间的信息传递手段,从而使计算机得以广泛充分地应用开辟了更加广阔的前景。

在国外,有关面向土建工程问题最早的程序语言是由美国麻省理工学院土木系1961年发表的坐标几何(COordinate

GeOmetry——COGO) 语言。它是为解决计算土建工程中的几何问题而设计的。诸如铁路、公路测量和定线, 制定结构、路基和桥梁设计等都是应用 COGO 的典型问题。COGO 语言程序的指令系统是应用一般土建人员熟悉的字汇, 如 AZIMUTH (方位角), BEARING (方向角), ALIGNMENT (线路方向), OFFSET (支距), ADJUST (平差), AREA (面积), INTERSECT (交点) 等。继 COGO 之后, 于 1964 年该学院又发表了结构工程系统解法 (Structural Engineering System Solver——STRESS)。它是一种供工程人员设计弹性、静载、构架式结构的专用语言。它也采用一般土建人员熟知的字汇, 如 JOINT (节点), MEMBER (杆件), FORCE (力), MOMENT (力矩) 等。

随着 COGO 和 STRESS 的发展和应用, 大幅度地推动着该领域课题的研究进程, 相继发表的成果计有结构设计语言 (The STRUctural Design Language——STRUDL), FRAM 程序系统, BRIDGE 程序系统以及交通分析用的 TRAN 程序系统等。为了进一步将有关土建工程各方面的成果进行综合和发展, 麻省理工学院于 1967 年着手研究土木工程综合系统, 即本书介绍的 ICES (Integrated Civil Engineering System)。

ICES 是一种大规模的工程系统, 从总观上看, 它由两部分组成: 1) ICES 系统和 2) 各种 ICES 分系统。它们之间的关系是各分系统在 ICES 系统控制下运行, 而且发展分系统用的手段由 ICES 系统提供。每个分系统与一特殊的应用领域相联系。如 ICES STRUDL 分系统所属结构分析领域等。

ICES 分系统包括下列诸项:

1) ICES COGO (COordinate GeOmetry) ——坐标几何。它能处理的几何对象类型包括点、线、曲线、距离、方向、角度、方位、导线、中线和纵面等。系统提供设计对象的存贮容量为 10,000 个点, 1000 条直线和 1000 个曲线等。全部计算子程序为双倍精度, 供有大范围的错误诊断系统。

2) ICES STRUDL(The SRUctural Design Language) ——结构设计语言。它用于由桁架、构架和连续有限元组成的二维和三维结构。进行平面和空间框架结构设计时, 考虑不同的荷载以及温度和支座沉陷的影响, 它还适用于平板有限单元和杆件单元的混合单元分析。进行钢筋混凝土结构设计时, 根据构件断面形状和楼层荷载的不利组合分析各类梁、板、柱、楼层系统, 并按规范要求设计, 输出打印包括构件断面尺寸、主筋规格、数量、排列和材料消耗的全部信息。STRUDL 也适用于钢框架设计。

3) ICES TABLE(An ICES File Storage Subsystem) ——档案存贮分系统。它建立和执行表列数据。设计数组时, TABLE 建立磁盘档案, 并具有将表列信息转换成解题数据的主要功能。使用 TABLE 可输入、更新、修改和分组二维实数数组表; 可规定任意数的命名行或命名栏; 可对各栏规定大小单位; 可将任何变化的输入转换成一组通常单元; 可由用户随时规定新的行和栏; 也可删除行和栏; 甚至改变数据值; 可由用户根据表格序列的特性建立某种命名的命令。TABLE 提供程序员一组拥有恢复功能的扩充文件, 程序员利用它将数据收进任一表中。TABLE 可对分系统和用户两种数据组进行运算。为了档案的安全, 分系统数据组可以是保护口令的, 在没有改正之前不许可修改保护档案的口令。

4) ICES SEPOL (SEttlement Problem Oriented Language) —— 面向沉落问题的语言。它用于计算浅基础由加载引起土中的应力和应变以及沉落量和过程。由此，它可完成设计房屋、土坝、公路路基时的沉落计算以及设计位于或邻近地面由加载扩展所致其它一些基础的沉落计算。SEPOL将沉落分析划分为四方面的函数课题。即①INSITU (状态)说明施工前天然状态下土壤系统的函数；②STRESS DISTRIBUTION (应力分布)说明加载方式和计算由加载引起的应力、应变和(或)位移函数；③ SETTLEMENT (沉落)说明计算土表面任意点处沉落量函数；④ RATE (速率)说明计算沉落和附加孔隙压力消散过程函数。

5) ICES ROADS (ROadway Analysis and Dsign System) —— 道路分析和设计系统。它用于解决极大多数道路类型的选线 and 设计问题。它适用于公路、铁路、水道和坝工等要求填挖方的大量土建工程问题。在狭长地带进行的选线设计就能应用本系统，并能获得从头至尾的设计成果，其中包括最终的线路几何设计。ROADS的主要内容包括路面及其下面用料的类别，与 ICES COGO 相结合的平面方向和纵面几何；改变道路的最终坡度；路基各类填料层的边坡、平台个数及其组合等。它许可道路的中心线在平面上具有不同的位置，因此能用相同的一组地形数据研究多个中心线或修改中心线，以求得最佳方案。

6) ICES TRANSET (TRANSpotation NETwork Analysis) —— 运输网络分析。它提供运输计划人员一种灵活而方便的方法，预报和分析运输网络中的流量。它既能分析公路或大量运输设备的运输网络，也能用于分析诸如管线系统和电力网络。应用 TRANSET 能制定运输计划；计算最小的线路分支和确定内区短程；能把大型运输网络的大量

信息作为永久档案存于次存，供作网络分析时的输入以及提供运输计划员有用的信息。

7) ICES BRIDGE (BRIDGE Design System) —— 桥梁设计系统。它是桥梁工程人员的一种设计工具。它能解决：1) 静定桥跨布置；2) 混凝土桥面设计以及 3) 简支或连续梁跨的初步设计。工程人员使用 BRIDGE 系统说明桥梁设计过程中的一般步骤：设计桥梁平面中心线，纵面中心线以及道路横断面；桥址地形；拟定桥跨方案的布置；设计分析由纵梁系支撑附有人行道和附属建筑物的混凝土桥面；显示桥面几何图形、加载形状、设计的桥梁及其所受的应力；初步设计单跨或连续跨标准梁的各个弯矩。

8) ICES PROJECT (PROJect Engineering Control) —— 工程进度计划。它是帮助工程人员制定和控制工程进度的计算机系统。PROJECT 的核心是一种能以处理节点活动 (activity-on-node)、箭头活动 (activity-on-arrow) 和面对事件 (event oriented) 三者网络的 C·P·M (Critical Path Method——临界通路法) 分析系统。用户按规定的控制工期、日历参照点和非工作日计算工程计划的临界通路进度表。PROJECT 虽然是一种进度图系统，但它也包含解决若干财务和资源利用的能力，由此规定活动成本，并能获得预报成本和计划资源消耗进度的图形或表格的两种表示结果。

上面简要地叙述 ICES 分系统的八项内容，它们并不是本书的主要议题。本书诸章讨论的课题是所属 ICES 基本系统的主要内容。它包括定义和处理面向问题语言命令；程序联接机构；动态数据结构；ICES 相关数据结构；数据管理和次级存贮装置；数据转换和配位等。

本书译自 Daniel Roos 所著 “ICES SYSTEM

DESIGN”。原著是按照美国麻省理工学院 ICES 技术小组的研究成果写成的。它对发展我国电子计算技术应用学科领域方面的问题以及对铁路、道路、城市规划、房建和结构工程等设计部门从事计算机软件的业务人员和专门从事程序自动化的电算人员具有一定的参考价值。由于译者水平所限，错误在所难免，请读者提出宝贵意见。

译 者

1978

目 录

第一章 ICES设计目的和要求	1
求解围绕土木工程问题	2
计算机要求	5
ICES 的计算机硬件设备	7
ICES 系统程序	8
目的	9
小结	9
第二章 工程用计算机程序的发展、结构 及其应用	10
ICES 内部结构	10
程序语言和分系统程序	11
ICETRAN预编译器	12
ICETRAN和其它的程序语言	13
分系统程序结构	13
运算说明和面向问题语言	16
面向问题语言和程序语言	17
数据灵活性	18
面向问题语言命令结构	20
系统和分系统命令	22
问题举例	23
小结	26
第三章 定义和处理面向问题语言命令	27
以往的工作	27
ICES 设施	28

命令规范	29
命令定义语	30
命令定义语要求的处理	33
ICES 执行	36
命令定义时的其它注意事项	39
小结	41
第四章 程序联结机构	42
联结标准	43
运行系统联结和控制器介入	43
CALL 联结	43
直接 CALL 联结	45
重叠 CALL 联结	45
动态程序联结	46
LOAD, BRANCH 和 DELETE 语句	48
动态程序语句	49
供程序员选择的联结机构	50
装配模块结构和 COMMON 数据	52
中间运算联结	52
EXECUTE 要求	56
PUSHDOWN 要求	57
联结栈语句	58
小结	61
第五章 动态数据结构	62
FORTAN 数组结构	62
动态数组	63
动态数组结构和 COGO	64
动态数组执行	65
动态数组规范, 结构和查照	66

N 维动态数组	69
数组大小改变	72
数组状态和优先	75
局部和全局动态数组	76
ICETTRAN动态数组举例	76
预置因素	78
数据结构和程序联结	80
存贮再分配	82
程序和数据的动态分配	84
小结	87
第六章 ICES相关数据结构	88
工程数据结构	88
数据结构联结	90
隐含数组联结	93
指示符联结和表格数据结构	93
混合数据结构	96
ICE S相关数据结构	99
相关数据结构的内部执行	100
有关当量级部件	103
应用相关指示符建立属性数据的关系	104
应用相关指示符存贮可变量的数据	106
小结	109
第七章 数据管理和次级存贮装置	110
数据组结构	111
物理记录的最优应用	112
ICETTRAN数据管理执行	114
数据管理和动态存贮分配	116
小结	118

第八章 数据转换和配位	119
分系统数据结构	119
工程人员和数据转换	121
程序员和数据转换	124
数据转换和数据管理	128
小结	130
第九章 ICES系统的生成和运算	131
ICES系统各部分概要	131
ICES系统的生成	134
ICES分系统的生成	137
ICES运算	139
系统命令	143
出错处理	144
ICES分级结构	145
ICES程序结构	149
分系统装配模块结构	153
ICES结构	154
任务终止	155
小结	155
第十章 归纳和结论	157
参考文献	166
附录 A 土木工程应用计算机的概况和	
分析 (略)	172
附录 B 命令说明和定义	172
命令流程图	174
分系统和命令标识符	174
不问字	174
值数据项	178

隐含数据值	179
命令执行	179
状态数据项	180
修改符数据项	180
重复数据项	182
出错条件	182
宏运算	183
命令定义语	183
附录 C 动态联结和装配模块结构	189
附录 D ICES COGO 数据结构应用	
动态数组	194
点信息	194
线信息	197
曲线信息	198
栈信息	203
链信息	204
附录 E 动态数组字结构	207
代码指示符字结构	207
数组字结构	209
开始字结构	210
附录 F ICES 相关数组表格数据结构的	
内部运算	211
当量级子数组结构	211
当量级部件子数组结构	213
属性数据子数组结构	219
附录 G ICES 相关数组表格数据结构应	
用实例	221
分片属性数据	221

占有者属性数据	223
线属性数据	224
弧线属性数据	224
区域分类属性数据	225
一个问题实例	225
附录 H 数据定义语	230
COGO 数据定义	237
附录 I 绘图	244
附录 J 图示学	254

第一章 ICES设计目的和要求

计算机应能提供一种机构使土木工程人员把工程做得更好。为了更迅速、更正确和更加全面地进行分析问题,计算机对工程人员在求解问题的活动中提供帮助。计算机在处理工程中的这种作用只有当它综合到求解问题的情况下时才能作到,这样,计算机就成为整个人——机工程计算机系统的组成部分。

本书考查了ICES(Integrated Civil Engineering System——综合土木工程系统)的设计和应用,它是求解土木工程问题设计的一种计算机系统。第一章研究考查了工程设施是如何影响系统设计的。说明了工程和计算机对ICES系统的要求。

第二章叙述了组成该系统的工程计算机程序。从程序员的观点来考查他所建立的这些程序,同时由工程人员使用它们。工程人员在求解问题中占有特殊重要的作用。说明了面向问题语言命令允许工程人员方便地将求解问题要求与计算机相联系。

第三章叙述如何由ICES执行程序来分析面向工程人员问题的语言命令。执行程序与执行工程人员解题要求所用的工程计算机程序相一致。上述工程计算机程序的结构和内部关系由第四章叙述。

第五至第八章主要讨论工程数据。讨论不同类型的数据结构,使工程数据能有效地从内部表示和处理。同样讨论工程数据内部存贮的管理和转换。

第九章把前面叙述讨论的整个系统运算信息联系起来。

第十章提供摘要和结论。

本章目的在于讨论土木工程人员在求解工程问题中所起的作用。规定某种标准特征，它们影响业务人员对计算机的应用，同时介绍归入ICES的若干系统设计概念。将于以后诸章中用适当的篇幅对上述各个概念进行说明。

求解围绕土木工程问题

按照Webster的意见，把土木工程定义为“与公路，桥梁，水工，海港等设计和结构有关的工程分支。”C.L. Miller教授曾认为土木工程是“构成设施的工程系统”，而土木工程人员是寻求“通过沿用和控制土地——水——空气周围环境以满足人类的需要。”

土木工程人员完成许多不同的复杂任务。他必须定义和构成一个问题；用公式表示一种求解的方法；执行计算；获得、评价和实施这种结果。一名工程师必须连续地在解题的全过程作出决定。作出这种决定的作用是把他与一名技术员区别开来。应用他的技术知识，判断，直观，经验，创造性和想象力作出这种决定。一名工程师研究比较方案解，反复比较，并作出有价值的判断以满足该问题对时间和经济的约束条件。二名工程人员对于同一问题可能得出完全不同的，但等价满意的问题解。在另外的情况下，二名工程人员用全然不同的方法获得这一问题的相同解。

工程人员根据有关问题信息作出决定。可把他比作一台高度复杂的信息处理器，他面临着有效地获取，组织，减少，评价和保留数据和信息诸问题。John Sayer曾建议，可把工程看作一种生产系统“其中信息是原材料。”

信息是多种多样的。它包括解题要求，问题的约束和物理数据。信息的数量和可靠性随不同的问题而变化。土木工