



材料力学教学参考书 ● 范钦珊 著

材料力学 计算机 分析



● 高等教育出版社

内 容 提 要

材料力学是一门较早接触工程实际的技术基础课，其中有不少繁琐、重复、数值近似的计算问题。对于具有一定计算机语言知识的工科院校学生（目前计算机语言课程的开设越来越提前），材料力学的确是他们最初尝试用计算机解决工程力学问题的用武之地。

本书在编写上力图使读者掌握“从材料力学问题→可用于计算机的数学模型→程序设计→计算结果的分析”这一全过程。每个专题均包括以下几部分：基本原理与基本方法，计算流程图，源程序，源程序分段说明，算例。程序的设计注意由浅入深、由易到难、由专用到通用地循序渐进。书中提供的20个源程序构成一个软件系列。全部程序均采用 FORTRAN 77 语言。

本书对于拓宽学生的知识面，扩展材料力学解决问题的范围以及材料力学课程的改革都是有益的。本书适用于所有开设材料力学课的专业，对于机械、航空、土木、水利等工程界的技术人员也有参考价值。

本书责任编辑 吴 向

材料力学教学参考书

材料力学计算机分析

范钦珊 著

高等教育出版社出版
新华书店北京发行所发行
北京市印刷三厂印装

开本787×1092 1/16 印张26 字数614 000
1987年5月第1版 1987年5月第1次印刷

印数 00 001—5 650

书号15010·0817 定价5.00元

序

随着科学技术的发展，在很多学科中都引入了计算机分析。相应地，计算机分析在各学科的教学也有了不同程度的反映。最近几年来，由于小型机和微处理机数量的不断增加，许多工科院校都将计算机分析与应用列入教学计划，并且作为一项基本功，对学生进行培养和训练。

材料力学作为一门与工程设计和工程计算有关的技术科学，绝大部分内容都可以采用计算机分析。根据著者近几年的工作，可以进行计算机分析并实现运算的材料力学课题，大致有以下几类：第一类是繁琐、复杂的运算，如复杂的组合截面图形的形心、形心主轴及形心主惯性矩的确定与计算等；第二类是重复、迭代运算，如斜弯梁的截面设计、承压柱的截面设计等；第三类是矩阵分析与运算，如基于矩阵位移法的超静定桁架、超静定梁（包括多支承连续梁）及超静定平面刚架的内力分析等；第四类是数值近似分析与运算，如采用有限差分法求解变截面梁（轴）在复杂载荷作用下的挠度等。总之，计算机分析的引入将会使目前材料力学所能解决的问题加深、加宽。

从目前已有的教学实践看，在材料力学中引入计算机，无论对于改变学生的知识结构，或是培养学生的能力，都将是有益的。

首先，有利于本科学生尽早地接受计算机的训练，较早地掌握计算机分析的基本方法。不少院校的学生从一年级下学期或二年级上学期开始学习计算机语言与计算机操作，但缺乏

实践的机会，特别是缺乏与工程实际有关的计算机分析的训练。材料力学课程中既然有很多可以并需要应用计算机分析的课题，而且材料力学课程又大都是在二年级中开设的，那末本课程应当在培养和训练学生应用计算机分析和处理问题的能力方面起到一定的作用。

其次，有利于拓宽学生的知识面，调整知识结构，扩大他们解决工程力学问题的能力。一般材料力学中所研究的对象大都是等截面直杆，载荷类型也比较简单。作为基础，这当然是必要的。但是，仅有这些，所能解决的问题是有限的，学生分析和解决问题的能力因而受到一定的限制。如果材料力学中的一些复杂运算和重复迭代运算能在计算机上实现，同时又引入矩阵分析以及有效的数值分析方法，则材料力学所能解决的问题的范围将大大扩展。

第三，有利于材料力学课程改革与内容更新。新的技术革命和教育改革的形势，使材料力学课程面临着一个新的问题：怎样在保证基础内容、不增加教学时数的前提下，对课程的内容加以调整和更新。引入计算机分析后，就有可能着重于基本概念和基本方法，而对于那些复杂运算以及可以用计算机分析代替的内容（包括方法性的内容）大大删减，有的还可以完全删去。

本书在编写上，一方面注意理论分析，注重计算机分析方法；另一方面，为便于读者理解，还给出全部分析的计算机程序。目的是力图使读者掌握“从材料力学问题→可用于计算

机的数学模型→程序设计→计算结果的分析”这一全过程。因此，每个专题均包括如下几部分：基本原理与基本方法；计算流程图（框图）；源程序（包括标识符含义与源程序的分段说明）；算例（包括数据准备与计算结果的分析）等。

书中所提供的20个源程序构成一个软件系列。为了便于教学，程序的设计注意由浅入深、由易到难、由简单到复杂、由专用到通用地循序渐进。

考虑到在教学中要给学生留出一定的“空间”，以利于培养他们的创新精神，大部分程序都留有一些功能“接口”，让学生在使用的过程中不断地加以完善和丰富。

由于不同型号的微处理机具有不尽相同的FORTRAN语言系统，书中全部程序均采用能与FORTRAN IV兼容的FORTRAN 77语言，因而具有较强的适应性。全部程序不仅可以装入具有FORTRAN 77语言系统的微机，而且稍加修改，还可装入具有FORTRAN IV语言系统的微机。对于IBM-PC（或PC/XT）微处理机，书中的全部程序（包括源程序和目标程序）贮存于五块5 $\frac{1}{2}$ ”的软盘中，使用极为方便。

经过作者两年多的教学实践，采用下列方式在教学中引入计算机分析效果较好：首先要使学生掌握有关的基本概念，在此基础上介绍计算机分析方法；其次让学生读程序，应用程序解题；在应用的基础上，对所给程序加以修改或完善，增加功能，扩大程序的通用性；对于学习优异或确有余力的学生，可以让他们独立设计新程序而不受书中程序的限制。

原清华大学力学师资班的吴岫原、刘燕、赵智等同志曾经参加了最初几个程序的设计与调试工作。大连工学院关东媛同志对书稿作了极为认真细致的审阅，提出了许多宝贵的改进意见。作者借本书出版之际向他们表示诚挚的谢意。

书中错误、缺点在所难免，恳请广大读者批评指正。

作者需要申明的是，根据国家有关规定，书中全部程序的所有权属于作者。作者还保留将书中程序翻译成其它计算机语言的权利。

范钦珊

1984.5.1. 于清华大学

目 录

序	
第一章 复杂载荷作用下梁内弯矩的计算机分析	1
§ 1-1 引 言.....	1
§ 1-2 基本方法.....	1
§ 1-3 计算简支梁弯矩的程序.....	2
1-3-1 变量与数组标识符含义.....	2
1-3-2 程序框图.....	4
1-3-3 源程序.....	4
1-3-4 源程序分段注释.....	7
1-3-5 典型算例.....	7
§ 1-4 计算各种支承静定梁弯矩的通用性程序.....	15
1-4-1 原理与方法.....	15
1-4-2 变量与数组标识符含义.....	17
1-4-3 子程序名称及其功能.....	17
1-4-4 程序框图.....	18
1-4-5 源程序.....	19
1-4-6 源程序分段注释.....	28
1-4-7 算 例.....	30
第二章 确定复杂组合截面几何性质的计算机通用程序	48
§ 2-1 引 言.....	48
§ 2-2 基本公式.....	48
2-2-1 简单图形的几何性质.....	48
2-2-2 移轴定理.....	48
2-2-3 转轴定理.....	50
2-2-4 主轴 形心主轴 形心主惯性矩.....	50
§ 2-3 组合图形的形心主轴与形心主惯性矩的确定.....	51
§ 2-4 程序框图.....	51
2-4-1 变量与数组标识符含义.....	51
2-4-2 主程序框图.....	52
2-4-3 子程序框图.....	53
§ 2-5 源程序及其简单说明.....	53
2-5-1 源程序.....	53
2-5-2 源程序分段注释.....	58
§ 2-6 数据的准备与输入.....	59
§ 2-7 算 例.....	59
第三章 确定任意应力状态主应力与主方向的计算机方法	68
§ 3-1 引 言.....	68
§ 3-2 应力记号与正负号规则.....	68
§ 3-3 确定三向应力状态主应力与主方向的基本方程.....	69
§ 3-4 主应力三次方程的解法.....	70
§ 3-5 确定三向应力状态主应力与主方向的计算机程序.....	72
3-5-1 变量与数组标识符含义.....	72
3-5-2 程序框图.....	72
3-5-3 源程序.....	73
3-5-4 算 例.....	74
§ 3-6 确定任意应力状态主应力与主方向的通用程序.....	75
3-6-1 通用程序框图.....	76
3-6-2 源程序.....	77
3-6-3 源程序分段注释.....	82
§ 3-7 通用程序算例.....	82
第四章 弯曲强度问题的计算机分析(一)	88
§ 4-1 引 言.....	88

§ 4-2	复杂载荷作用下简支梁 强度问题的计算机分析.....	88	5-4-1	变量与数组标识符含义.....	178
4-2-1	数组与变量标识符含义.....	89	5-4-2	程序框图.....	179
4-2-2	子程序功能.....	90	5-4-3	源程序.....	180
4-2-3	程序框图.....	90	§ 5-5	等强度梁设计程序算例.....	183
4-2-4	源程序.....	91	第六章 变截面梁(轴)在复杂载 荷作用下位移分析的计算 机方法.....		
4-2-5	源程序分段注释.....	96	§ 6-1	引 言.....	189
§ 4-3	简支梁强度问题算例.....	97	§ 6-2	差分方程.....	189
§ 4-4	各种静定支承梁(多种 类型截面)弯曲强度问 题的通用程序.....	106	§ 6-3	有限差分法用于确定梁 的位移.....	191
4-4-1	程序功能.....	106	§ 6-4	简支梁有限差分法的计 算机程序.....	192
4-4-2	组合截面的基本公式.....	107	6-4-1	差分格式与差分方程.....	192
4-4-3	变量标识符含义.....	109	6-4-2	差分方程组的解.....	193
4-4-4	子程序名称及其功能.....	110	6-4-3	变量与数组标识符含义.....	194
4-4-5	程序框图.....	110	6-4-4	程序框图.....	194
4-4-6	源程序.....	111	6-4-5	源程序.....	195
4-4-7	主程序分段注释.....	127	6-4-6	源程序分段注释.....	200
§ 4-5	通用程序算例.....	128	§ 6-5	简支梁挠度计算程序算 例.....	201
第五章 弯曲强度问题的计算机分 析(二).....			§ 6-6	外伸梁的差分方程及其 解法.....	207
§ 5-1	确定梁内弯曲剪力和剪 应力并校核最大剪应力 强度的计算机程序.....	150	§ 6-7	解外伸梁挠度的计算程 序.....	208
5-1-1	梁在复杂载荷作用下的 剪力分析.....	150	6-7-1	标识符含义与子程序功能...	208
5-1-2	梁横截面上的剪应力分 析.....	151	6-7-2	程序框图.....	208
5-1-3	变量与数组标识符含义.....	153	6-7-3	源程序.....	209
5-1-4	程序框图.....	154	§ 6-8	确定外伸梁挠度程序的 算例.....	216
5-1-5	源程序.....	156	第七章 组合受力构件强度计算的 计算机方法.....		
5-1-6	源程序分段注释.....	163	§ 7-1	引 言.....	226
§ 5-2	剪力与剪应力程序算例.....	164	§ 7-2	斜弯梁强度问题的计算 机程序.....	226
§ 5-3	等强度梁的计算机分析.....	176	7-2-1	数组与变量标识符含义.....	227
§ 5-4	复杂载荷作用下等强度 简支梁的设计程序.....	178			

7-2-2	程序框图	228
7-2-3	源程序	230
7-2-4	源程序分段注释	233
§7-3	斜弯梁程序算例	234
§7-4	弯扭组合作用下圆轴的 强度计算程序	240
7-4-1	程序功能	242
7-4-2	变量与数组标识符含义	242
7-4-3	程序框图	243
7-4-4	源程序	244
7-4-5	源程序分段注释	248
§7-5	圆轴弯扭组合强度计算程 序算例	249
第八章 压杆稳定问题的计算机分 析		
§8-1	引言	260
§8-2	压杆临界力的基本公式	260
§8-3	计算端部约束压杆临界 力的通用程序	261
8-3-1	程序功能	261
8-3-2	变量标识符含义	261
8-3-3	程序框图	262
8-3-4	源程序	263
8-3-5	源程序分段注释	266
§8-4	压杆临界力程序算例	267
§8-5	压杆稳定校核与压杆截 面设计的计算机分析	279
8-5-1	基于基本许用应力折减 系数进行压杆稳定计算 的基本方法	279
8-5-2	计算机方法	280
§8-6	压杆稳定计算与设计通 用程序	281
8-6-1	程序功能	281
8-6-2	数组与变量标识符含义	281
8-6-3	程序框图	282

8-6-4	源程序	283
8-6-5	源程序分段注释	288
§8-7	压杆稳定计算程序算例	289
第九章 阶梯轴疲劳强度计算的计 算机方法		
§9-1	引言	297
§9-2	疲劳强度计算的基本公 式	297
9-2-1	零件的持久极限	297
9-2-2	疲劳强度校核——安全 系数法	301
§9-3	处理疲劳强度问题的计 算机方法	304
§9-4	弯曲疲劳强度计算程序	304
9-4-1	程序功能	304
9-4-2	数组与变量标识符含义	305
9-4-3	程序框图	307
9-4-4	源程序	308
9-4-5	源程序分段注释	313
§9-5	弯曲疲劳强度计算程序 算例	314
§9-6	阶梯轴疲劳强度计算通 用程序	317
9-6-1	程序功能	317
9-6-2	数组与变量标识符含义	318
9-6-3	程序框图	319
9-6-4	源程序	320
9-6-5	源程序分段注释	331
§9-7	阶梯轴疲劳计算通用程 序算例	333
第十章 平面超静定结构计算机分 析		
§10-1	引言	339
§10-2	位移法概要	339
10-2-1	平面桁架	339
10-2-2	超静定梁	340

10-2-3	超静定平面刚架	341	10-7-1	变量与数组标识符含义	351
10-2-4	非节点载荷的移置	341	10-7-2	数据输入与数据回送过 程图	352
10-2-5	力与位移的符号规则	342	10-7-3	建立方程组的流程图	353
§ 10-3	刚度矩阵的特性	342	10-7-4	消元与回代流程图	354
10-3-1	对称性和奇异性	342	§ 10-8	确定桁架杆件内力的计 算程序	355
10-3-2	总体刚度矩阵的带状分 布	343	10-8-1	源程序	355
§ 10-4	支承条件的处理	343	10-8-2	源程序分段注释	361
10-4-1	方法一	343	10-8-3	程序功能与程序的使用	363
10-4-2	方法二	344	10-8-4	桁架算例	363
§ 10-5	高斯 (Gaussian) 消元 法概述	345	§ 10-9	确定超静定梁杆端内力 的计算程序	367
10-5-1	消元过程	345	10-9-1	程序功能	367
10-5-2	回代过程	346	10-9-2	与桁架计算程序的差别	367
10-5-3	对称系数矩阵的消元法	346	10-9-3	源程序	368
§ 10-6	总体刚度矩阵的半带贮 存与半带消元	347	10-9-4	超静定梁与连续梁算例	375
10-6-1	总体刚度矩阵的集成	347	§ 10-10	确定超静定平面刚架 杆端内力的计算程序	388
10-6-2	半带贮存	348	10-10-1	程序功能与使用	389
10-6-3	半带消元法	349	10-10-2	源程序	389
§ 10-7	位移法解超静定结构的 计算流程	350	10-10-3	平面刚架算例	399

第一章

复杂载荷作用下梁内弯矩的计算机分析

§ 1-1 引言

工程实际中，有不少梁（或轴）所承受的载荷是很复杂的。这时，要确定梁内的弯矩分布，将需花费较大的手算工作量。但是，如果引入计算机分析，会使计算过程大为简化。

本章先以简支梁为例，说明应用计算机分析梁内弯矩的基本方法，给出一个在任意多个集中力、均布载荷、集中力偶作用下计算梁内弯矩的程序。在此基础上，再介绍一个适用于任意支承的静定梁的通用程序。

§ 1-2 基本方法

在小变形条件下，根据力的独立作用原理，无论载荷多么复杂，都可以将其分解为若干个简单载荷，先分别计算出各个简单载荷作用下梁内的弯矩，然后将相同截面上各简单载荷引起的弯矩相加，便得到复杂载荷作用下梁内各个截面上的弯矩。

图 1-1 a 所示为受集中力、均布载荷和集中力偶作用的简支梁。现将其上的载荷分解为三种简单情形，分别如图 1-1 b、c、d 所示。

对于集中力，由图 1-1 b，对应的弯矩方程为

$$\left. \begin{aligned} M_1 &= \frac{P(l-a_1)}{l}x \\ (0 \leq x < a_1) \\ M_1 &= Pa_1\left(1 - \frac{x}{l}\right) \\ (a_1 \leq x \leq l) \end{aligned} \right\} (1-1)$$

对于均布载荷，由图 1-1 c，对

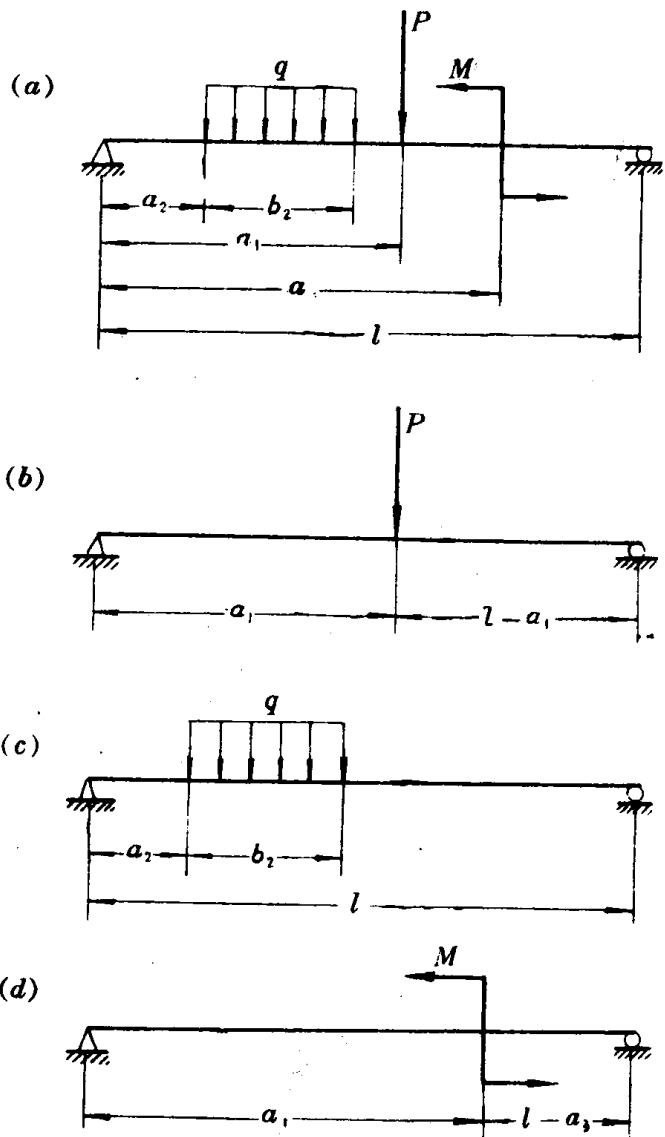


图 1-1

应的弯矩方程为

$$\left. \begin{aligned} M_2 &= R_1 x & (0 \leq x \leq a_2) \\ M_2 &= R_1 x - \frac{q}{2} (x - a_2)^2 & (a_2 \leq x \leq a_2 + b_2) \\ M_2 &= R_2 (l - x) & (a_2 + b_2 \leq x \leq l) \end{aligned} \right\} \quad (1-2)$$

其中

$$\left. \begin{aligned} R_1 &= qb_2 \frac{l - a_2 - \frac{b_2}{2}}{l} \\ R_2 &= qb_2 \frac{a_2 + \frac{b_2}{2}}{l} \end{aligned} \right\} \quad (1-3)$$

对于集中力偶, 由图 1-1 d, 对应的弯矩方程为

$$\left. \begin{aligned} M_3 &= R x & (0 \leq x < a_3) \\ M_3 &= R x - M & (a_3 \leq x \leq l) \end{aligned} \right\} \quad (1-4)$$

其中

$$R = \frac{M}{l} \quad (1-5)$$

对于某一确定截面, 先按 (1-1) ~ (1-5) 诸式计算各个简单载荷所产生的弯矩, 然后将这些弯矩值相加, 便得到三种载荷同时作用时, 该截面上的总弯矩。

以上分析, 只涉及单个集中力、一段均布载荷和单个集中力偶。如果梁上同时作用有若干个集中力、几段集度不等的均布载荷以及几个集中力偶, 上述分析依然有效, 只是 (1-1) ~ (1-5) 式中的 P 、 a_1 、 q 、 a_2 、 b_2 、 M 、 a_3 已不是单个变量, 而是数组; M_1 、 M_2 、 M_3 是若干集中力、各段均布载荷以及各集中力偶分别引起的弯矩之和。外力方向与图 1-1 中所示一致者规定为正; 反之为负。

上述过程极易在计算机上实现。在计算机上, 不仅可以计算梁的有限个截面上的弯矩数值, 而且可以打印出弯矩沿梁长的变化图形。当然, 这时所求得的已经不是连续变量的连续函数, 而是离散变量的离散函数。

§ 1-3 计算简支梁弯矩的程序

为了实现上述计算过程, 可以设计一个外循环和三个内循环。三个内循环分别用以计算若干集中力、各段分布载荷和若干集中力偶所产生的弯矩; 一个外循环用以计算各分段截面上由各种载荷所引起的弯矩之总和。

1-3-1 变量与数组标识符含义

本程序中所采用的变量及数组标识符的含义, 均列于下表之中:

	集中力 P	均布载荷 q	集中力偶 M
载荷变量数组	$P (N 1)$	$Q (N 2)$	$U (N 3)$
载荷数目	$N 1$	$N 2$	$N 3$
载荷位置数组	$Y (N 1) = a_1 (N 1)$	$O (N 2) = a_2 (N 2)$	$S (N 3) = a_3 (N 3)$

$K(N2)$ —— 均布载荷长度 $b_2(N2)$ ，实型数组；
 $R1、R2$ —— 均布载荷引起的支座反力 $R_1、R_2$ ；
 R —— 集中力偶引起的支座反力；
 $M(J)$ —— 第 j 个分段点处梁截面上的弯矩，实型数组；
 J —— 分段点号 j ($j = 1, 2, \dots, N$)；

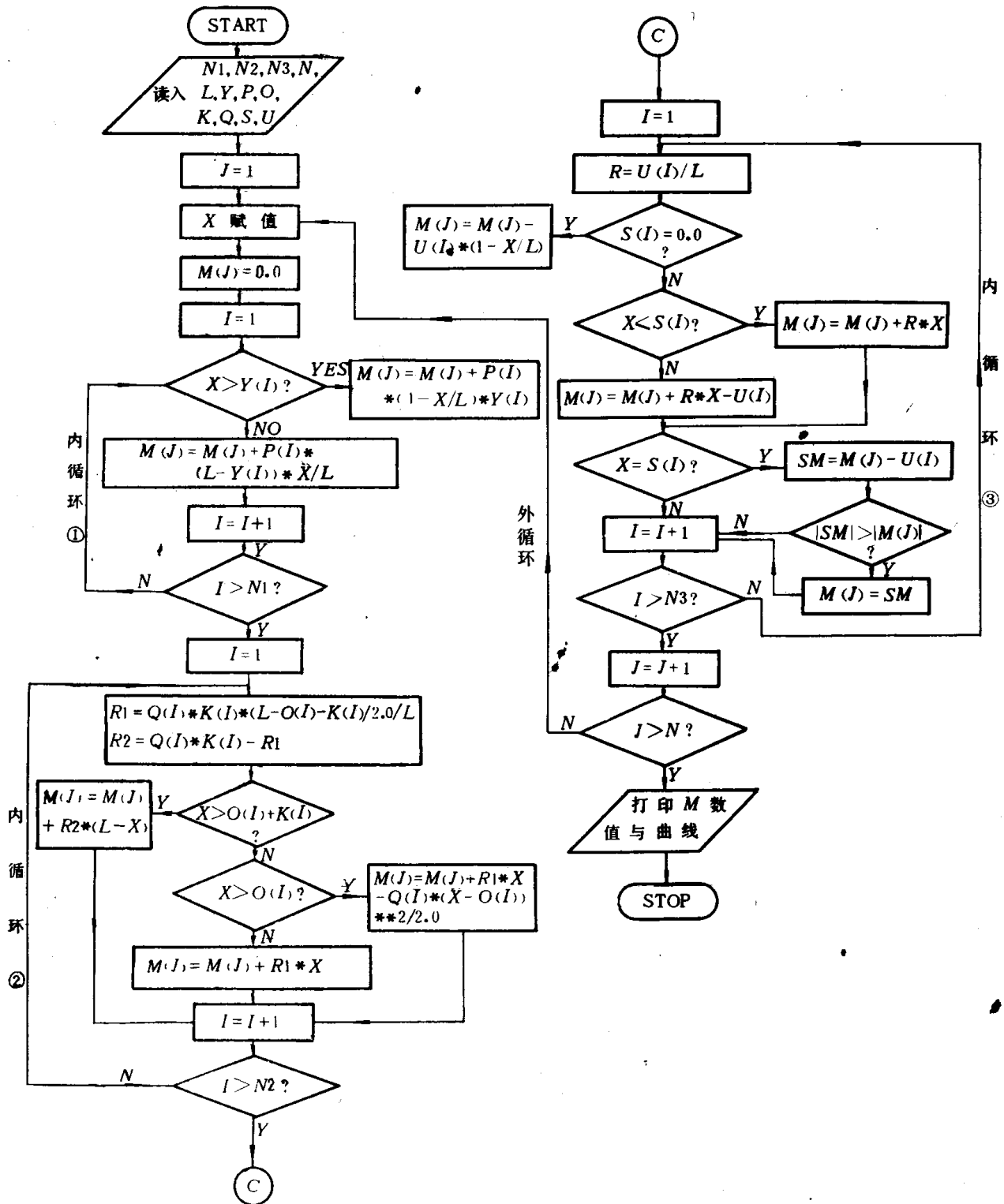


图 1-2

N ——梁上分段点总数； L ——梁长 l ，实型变量； H ——每等分段梁的长度；
 X ——分段点的横坐标 x ，对于分段点 j ，有 $x = H \cdot (j-1) = l \cdot (j-1) / (N-1)$

1-3-2 程序框图

本程序的流程图示于图 1-2 中。

1-3-3 源程序 (程序名 QS 20)

```

TYPE QS20. FOR
C THIS PROGRAM IS FOR COMPUTING BENDING MOMENT OF SIMPLE BEAM
  DIMENSION M(30)
  DIMENSION Y(10), P(10), O(10), K(10), Q(10), S(10), U(10)
  CHARACTER LINE(70)*1, BLANK, DOT, STAR
  REAL M, K, L
  BLANK=' '
  DOT='.'
  STAR='*'
C
C READ IN CONTROL CONSTANTS AND LENGTH OF BEAM
C
  READ(*,*) N1, N2, N3, N, L
  IF(N1.EQ.0) GO TO 20
C
C READ IN CONCENTRATION LOADS ON BEAM
C
  DO 10 I=1, N1
10  READ(*,*) Y(I), P(I)
20  CONTINUE
  IF(N2.EQ.0) GO TO 40
C
C READ IN DISTRIBUTION LOADS ON BEAM
C
  DO 30 I=1, N2
30  READ(*,*) O(I), K(I), Q(I)
40  CONTINUE
  IF(N3.EQ.0) GO TO 60
C
C READ IN CONCENTRATION COUPLE OF FORCE ON BEAM
C
  DO 50 I=1, N3
50  READ(*,*) S(I), U(I)
60  CONTINUE
  WRITE(*, 200)
  FORMAT('0')
C
C PRINT INITIAL DATA OF BEAM AND LOADS
C
  WRITE(*, 202)
202  FORMAT(2X, '-----')
  WRITE(*, 205)
205  FORMAT(2X, 'INITIAL DATA OF BEAM AND LOADS')
  WRITE(*, 202)
  WRITE(*, 200)
  WRITE(*, 210) N1, N2, N3
210  FORMAT(6X, 'N1=', I2, 2X, 'N2=', I2, 2X, 'N3=', I2)

```

```

WRITE(*, 215) N, L
215  FORMAT(6X, 'N =', I2, 2X, 'L =', F8.4)
      WRITE(*, 200)
      IF(N1.EQ.0) GO TO 63
      DO 62 I=1, N1
      WRITE(*, 220) I, Y(I), I, P(I)
220  FORMAT(6X, 'Y(', I2, ')=' , E11.4/6X, 'P(', I2, ')=' E11.4)
62   CONTINUE
63   CONTINUE
      IF(N2.EQ.0) GO TO 65
      DO 64 I=1, N2
      WRITE(*, 230) I, O(I), I, K(I)
230  FORMAT(6X, 'O(', I2, ')=' E11.4/6X, 'K(', I2, ')=' , E11.4)
      WRITE(*, 235) I, Q(I)
235  FORMAT(6X, 'Q(', I2, ')=' , E11.4)
64   CONTINUE
65   CONTINUE
      IF(N3.EQ.0) GO TO 68
      DO 66 I=1, N3
      WRITE(*, 240) I, S(I), I, U(I)
240  FORMAT(6X, 'S(', I2, ')=' , E11.4/6X, 'U(', I2, ')=' , E11.4)
66   CONTINUE
68   CONTINUE
C
C   DETERMINING COORDINATES OF SEPARATED POINT
C
      H=L/FLOAT(N-1)
      DO 116 J=1, N
      X=H*FLOAT(J-1)
      M(J)=0.0
      IF(N1.EQ.0) GO TO 75
C
C   COMPUTING BENDING MOMENT CAUSED BY CONCENTRATION FORCE
C
      DO 70 I=1, N1
      IF(X.GT.Y(I)) M(J)=P(I)*Y(I)*(1-X/L)+M(J)
      IF(X.LE.Y(I)) M(J)=M(J)+P(I)*(L-Y(I))*X/L
70   CONTINUE
75   CONTINUE
      IF(N2.EQ.0) GO TO 95
C
C   COMPUTING BENDING MOMENT CAUSED BY DISTRIBUTION FORCE
C
      DO 90 I=1, N2
      R1=Q(I)*K(I)*(L-O(I)-K(I)/2.0)/L
      R2=Q(I)*K(I)-R1
      IF(X.GT.(O(I)+K(I))) M(J)=M(J)+R2*(L-X)
      IF(X.LE.O(I)) M(J)=M(J)+R1*X
      IF(X.GT.O(I).AND.X.LE.O(I)+K(I)) GO TO 80
      GO TO 90
80   M(J)=M(J)+R1*X-Q(I)*(X-O(I))**2/2.0
80   CONTINUE
85   CONTINUE
      IF(N3.EQ.0) GO TO 115
C
C   COMPUTING BENDING MOMENT CAUSED BY COUPLE OF FORCE
C

```

```

DO 110 I=1,N3
R=U(I)/L
IF(S(I).EQ.0.0) GO TO 100
IF(X.LE.S(I)) M(J)=M(J)+R*X
IF(X.GT.S(I)) M(J)=M(J)+R*X-U(I)
GO TO 104
100 M(J)=M(J)-U(I)*(1-X/L)
GO TO 110
104 CONTINUE
IF(X.EQ.S(I)) GOTO 105
GO TO 110
105 CONTINUE
SM=M(J)-U(I)
IF(ABS(SM).GT.ABS(M(J))) M(J)=SM
110 CONTINUE
115 CONTINUE
116 CONTINUE
F=0.0

```

```

C
C PRINT BENDING MOMENT VALUE AND DIAGRAM
C

```

```

DO 120 J=1,N
IF(ABS(M(J)).GT.F) F=ABS(M(J))
120 CONTINUE
BF=F/14.0
WRITE(*,200)
WRITE(*,250)
250 FORMAT(2X,'=====')
WRITE(*,252)
252 FORMAT('+',29X,'=====')
WRITE(*,254)
254 FORMAT(3X,'BENDING MOMENT VALUE')
WRITE(*,256)
256 FORMAT('+',30X,'BENDING MOMENT DIAGRAM')
WRITE(*,250)
WRITE(*,252)
DO 130 J=1,29
130 LINE(J)=BLANK
DO 140 J=30,70
140 LINE(J)=DOT
IK=55+INT(M(1)/BF+0.5)
LINE(IK)=STAR
WRITE(*,200)
WRITE(*,260) M(1), (LINE(I), I=40,70)
260 FORMAT('0',4X,E11.4,10X,31(A1))
DO 150 J=1,70
150 LINE(J)=BLANK
LINE(55)=DOT
DO 160 J=2,N
IK=55+INT(M(J)/BF+0.5)
LINE(IK)=STAR
WRITE(*,280) M(J), (LINE(I), I=40,70)
280 FORMAT('0',4X,E11.4,10X,31(A1))
LINE(IK)=BLANK
LINE(55)=DOT
160 CONTINUE
WRITE(*,290) F

```

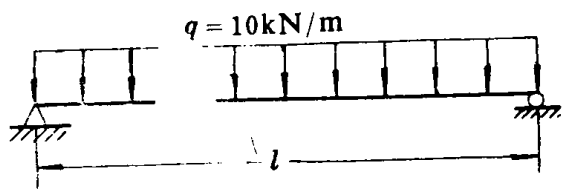



图 1.3

数据准备与输入。因为梁上只有均布荷载而无集中力与集中力偶作用，并且均布荷载自梁的左端开始遍及全梁长，所以有： $N_1 = 0$ ， $N_2 = 1$ ， $N_3 = 0$ ，以及 $O(1) = 0$ ， $K(1) = 2 \text{ in}$ ， $Q(1) = 10 \text{ kN/in}$ 。此外尚有： $N = 13$ ， $L = 2 \text{ in}$ 。

根据读入语句的先后顺序，由键盘按自由格式输入如下数据：

```

QS 20
0, 1, 0, 13, 2
0, 2, 10
  
```

其中↵为“Entry”键，又称“回车”键；QS 20为本程序的文件名。键入QS 20↵后，程序进入运行状态，即可开始输入数据。

运算结果 本例在IBM-PC微机上的运行结果如下，其中弯矩的单位为 $\text{kN}\cdot\text{in}$ 。

```

A QS20
0, 1, 0, 13, 2
0, 2, 10
  
```

 INITIAL DATA OF BEAM AND LOADS

```

N1= 0  N2= 1  N3= 0
N = 13  L =  2.0000
  
```

```

O( 1)= .0000E+00
K( 1)= .2000E+01
Q( 1)= .1000E+02
  
```

=====

BENDING MOMENT VALUE

=====

=====

BENDING MOMENT DIAGRAM

=====

```

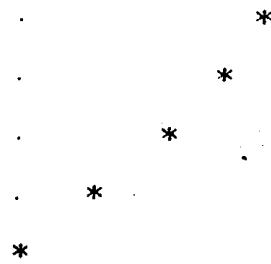
.0000E+00      *.....
.1528E+01      *
.2778E+01      *
.3750E+01      *
.4444E+01      *
.4861E+01      *
.5000E+01      *
.4861E+01      *
  
```



```

.4444E+01
.3750E+01
.2778E+01
.1528E+01
.0000E+00

```



```

:MAXIMUN BENDING MOMENT:

```

```

!M|max= .5000E+01

```

Stop - Program terminated.

算例 1-2 承受集中力的简支梁如图所示。梁上共有13个等分点。 $l = 4\text{ m}$ 。

数据准备与输入 因为只有集中力而无集中力偶与均布载荷作用，并且集中力又作用在梁的中点，所以有： $N_1 = 1$ ， $N_2 = N_3 = 0$ ， $Y(1) = 2\text{ m}$ ， $P(1) = 30$ 。此外尚有： $N = 13$ ， $L = 4\text{ m}$ 。于是，进入运行状态后，需从键盘按自由格式输入如下数据：

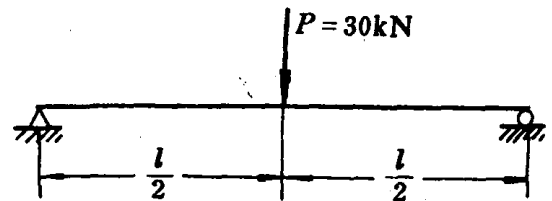


图 1-4

```

1, 0, 0, 13, 4
2, 30

```

运算结果 本例在IBM-PC微机上的运算结果如下，其中弯矩单位为 $\text{kN}\cdot\text{m}$ 。

```

A>QS20
1, 0, 0, 13, 4
2, 30

```

```

-----
INITIAL DATA OF BEAM AND LOADS
-----

```

```

N1= 1  N2= 0  N3= 0.
N =13  L = 4.0000

```

```

Y( 1)= .2000E+01
P( 1)= .3000E+02

```

```

=====
BENDING MOMENT VALUE
=====

```

```

=====
BENDING MOMENT DIAGRAM
=====

```