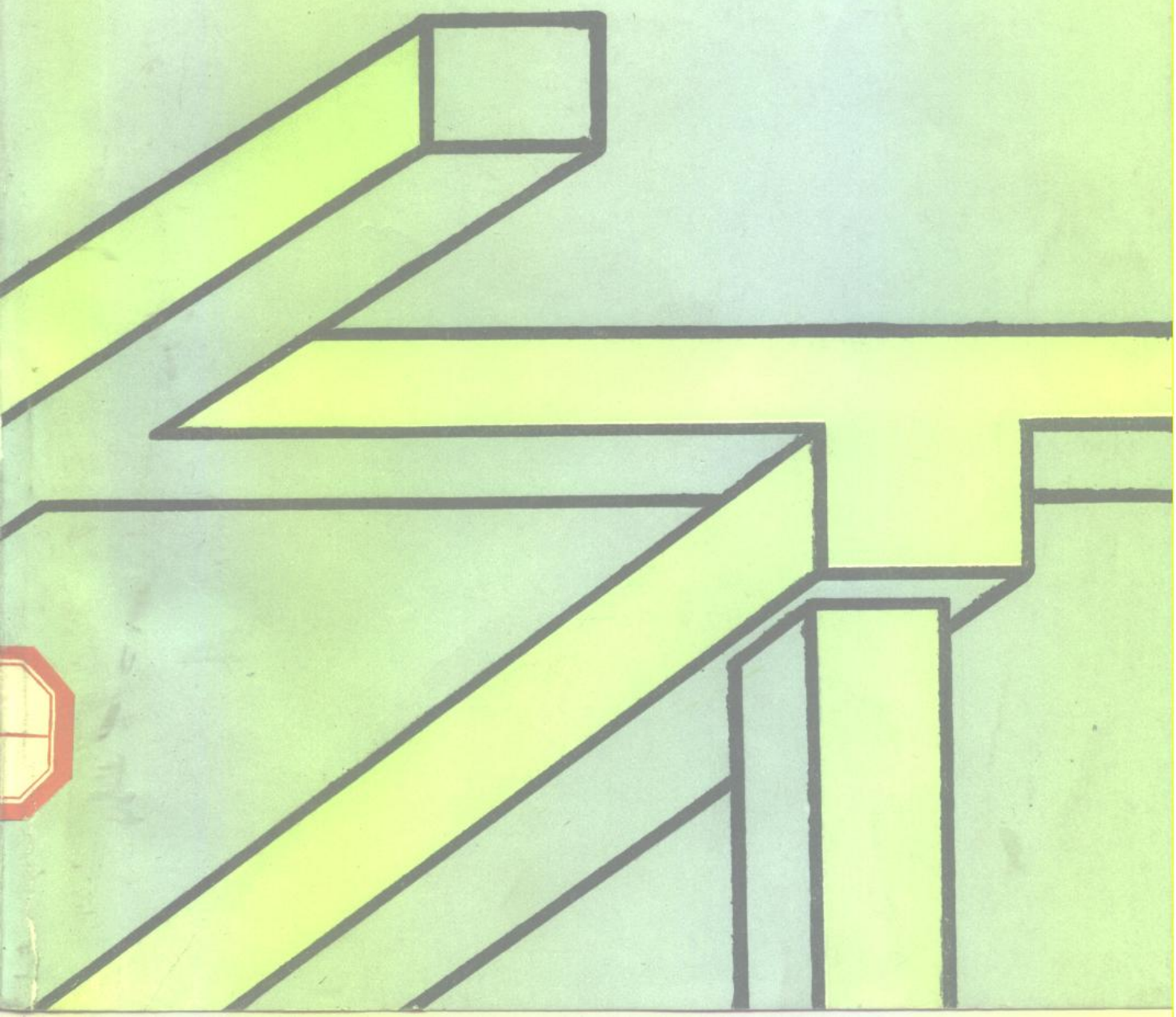


钢筋混凝土 结构的计算机方法

梁琨 熊义初 编著

重庆大学出版社



353605

钢筋混凝土结构的计算机方法

梁 琨 熊义初 编著

重庆大学出版社

内 容 简 介

本书系统地阐述了钢筋混凝土基本构件设计计算程序的编制原理及方法。介绍了受弯、受剪、受压和受拉等钢筋混凝土基本构件的配筋计算和强度验算，以及梁、板的挠度和裂缝宽度计算，柱下独立基础计算等的程序设计原理及方法。最后系统地介绍了平面刚架内力分析、荷载效应组合及构件配筋设计等的程序设计一般原理与方法。各章均附有相应的用BASIC与FORTRAN两种语言编写的程序清单，供读者参考使用。该书可供大学该专业教师、本科生、研究生及工程技术人员使用。

钢筋混凝土结构的计算机方法

梁 琨 熊义初 编著
责任编辑 谭 敏

重庆大学出版社出版发行
新华书店经销
重庆大学出版社印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 20.5 字数: 512千
1992年1月第1版 1992年1月第1次印刷
印数: 1—4500
标准书号: ISBN 7-5624-0406-2 定价: 6.80元
TP·26

前 言

钢筋混凝土结构是土建类专业的一门重要专业课。由于钢筋混凝土是不均质的弹塑体，使得钢筋混凝土结构的设计计算需要考虑各种因素，需要处理大量的数据，设计计算工作比较繁杂，给学习与实际应用带来很多不便。电子计算机的广泛应用与普及对各个技术领域、各门课程都产生了极其深刻的影响，提供了现代化工具，开创了新的发展前景，同样也给钢筋混凝土结构的快速准确的设计计算提供了良好的条件。为了适应这一形势的需要，根据我们实践的体会整理编写了这本书，试图系统地阐述钢筋混凝土基本构件设计计算程序编制原理与方法，努力促进钢筋混凝土结构的教学及工程实际应用与现代化工具——电子计算机的结合，以提高钢筋混凝土结构设计计算的工作效率，改善工作条件，促进其技术进步与发展。

本书共八章，介绍了受弯、受剪、受压和受拉等钢筋混凝土基本构件的配筋计算和强度验算，以及梁、板的挠度和裂缝宽度计算，柱下独立基础计算等的程序设计原理及方法。最后系统地介绍了平面刚架内力分析、荷载效应组合及构件配筋设计的程序设计一般原理与方法。各章均附有相应的用BASIC与FORTRAN两种语言编成的程序清单，供读者参考使用。

本书由梁琨与熊义初共同编写，其中第一至六章主要由熊义初编写，第七、八章主要由梁琨编写。由于我们水平有限，书中难免存在缺点错误，恳请读者批评指正。

梁 琨

熊义初

于广西大学 1990年7月

目 录

第一章 受弯构件正截面强度计算	(1)
§1-1 单筋矩形截面强度计算.....	(1)
§1-2 双筋矩形截面强度计算.....	(25)
§1-3 T 形截面强度计算.....	(53)
第二章 受弯构件斜截面抗剪强度计算	(79)
§2-1 计算原理.....	(79)
§2-2 抗剪强度计算步骤.....	(80)
§2-3 抗剪强度计算程序.....	(81)
第三章 钢筋混凝土受压构件强度计算	(95)
§3-1 概述.....	(95)
§3-2 轴心受压构件强度计算.....	(95)
§3-3 偏心受压构件强度计算.....	(96)
第四章 钢筋混凝土受拉构件强度计算	(127)
§4-1 轴心受拉构件强度计算.....	(127)
§4-2 偏心受拉构件强度计算.....	(127)
第五章 钢筋混凝土构件变形和裂缝宽度计算	(131)
§5-1 变形计算.....	(131)
§5-2 裂缝宽度计算.....	(143)
第六章 柱下独立基础的计算	(155)
§6-1 轴心受压基础的计算.....	(155)
§6-2 偏心受压基础的计算.....	(158)
§6-3 柱下独立基础设计计算程序.....	(160)
第七章 结构设计程序编制的一般原理与方法	(178)
§7-1 概述.....	(178)
§7-2 数据的输入.....	(178)
§7-3 结构的内力分析.....	(205)
§7-4 荷载效应组合.....	(223)
§7-5 钢筋混凝土构件配筋设计.....	(226)

§7-6 程序的输出与注意事项·····	(227)
第八章 平面刚架设计计算程序·····	(228)
§8-1 基本原理与功能·····	(228)
§8-2 使用说明·····	(229)
§8-3 源程序及其解释·····	(234)
§8-4 计算例题·····	(313)
主要参考书目·····	(321)

第一章 受弯构件正截面强度计算

受弯构件是钢筋混凝土常用构件之一，如梁、板。受弯构件主要承受弯矩和剪力的作用。根据钢筋混凝土的受弯试验分析可知，钢筋混凝土受弯构件正截面破坏有3种形态：

(一) 适筋破坏：当受拉钢筋用量配置适当，正截面破坏时，受拉钢筋先达到屈服强度，而后受压混凝土达到弯曲抗压强度。这种破坏有明显的预兆，属于塑性破坏，能充分利用钢筋和混凝土的强度，是受弯构件正截面强度计算的依据；(二) 超筋破坏：当受拉钢筋用量配置过多，正截面破坏时，受压混凝土先达到弯曲抗压强度，受拉钢筋未达到屈服强度。这种破坏没有预兆，属于脆性破坏，钢筋的强度没有得到充分利用，在设计中要避免，一般是通过限制受拉钢筋的配筋率来避免超筋破坏的发生；(三) 少筋破坏：当受拉钢筋用量配置过少，受拉区混凝土一旦出现裂缝，受拉钢筋应力很快达到屈服，甚至进入强化阶段而破坏。这种破坏没有预兆，属于脆性破坏，承载能力低，在设计中应当避免，一般是控制受拉钢筋的配筋率不小于规定的最小配筋率来避免少筋破坏的发生。

根据钢筋混凝土构件的截面特点，受弯构件正截面强度计算分为单筋矩形截面、双筋矩形截面和T形截面强度计算三类。

§1-1 单筋矩形截面强度计算

一、计算公式及适用条件

根据钢筋混凝土受弯构件的试验和理论分析，取受弯构件适筋破坏的第Ⅲ个应力应变阶段（即破坏阶段）作为受弯构件正截面强度计算的依据，不考虑混凝土受拉区的作用，受拉钢筋达到抗拉设计强度 f_y ，受压区混凝土压应力采用等效矩形应力图，混凝土达到弯曲抗压强度 f_{mc} ，如图1.1.1所示。

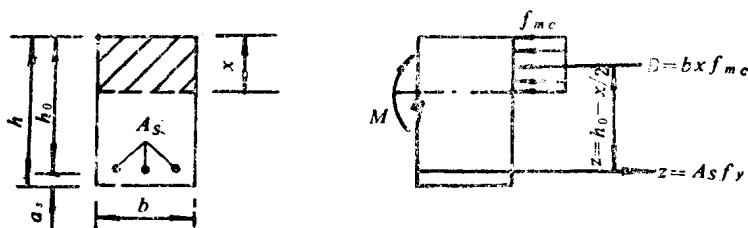


图1.1.1

根据平衡条件可写出计算公式：

$$b x f_{mc} = A_s f_y \quad (1.1.1)$$

$$M = b x f_m (h_0 - x/2) = A_s f_y (h_0 - x/2) \quad (1.1.2)$$

式中 M ——设计弯矩；
 f_{mc} ——混凝土弯曲抗压设计强度；

f_Y ——钢筋抗拉设计强度;

A_s ——受拉钢筋截面积;

b ——截面宽度;

x ——计算的受压区高度;

h_0 ——截面的有效高度, $h_0 = h - a_s$, h 为截面高度, a_s 为受拉钢筋合力点到截面受拉边缘的距离, 当为一排钢筋时, $a_s = c + d/2$, 其中 d 为钢筋直径, c 为混凝土保护层厚度。

为了保证所设计的截面为适筋, 公式应满足下列条件:

1. 为了防止超筋破坏

$$\begin{aligned} c_s &\leq c_b \\ x &\leq c_b \times h_0 \\ \mu &\leq \mu_{\max} = c_b \frac{f_{mc}}{f_Y} \end{aligned} \quad (1.1.3)$$

式中 $c_s = \frac{x}{h_0}$

$$\mu = \frac{A_s}{bh_0}$$

c_b ——界限受压区高度, 按下列原则计算:

对于有明显屈服点的钢筋(热轧钢筋、冷拉钢筋)按式(1.1.4)计算; 对于无明显屈服点的钢筋(热处理钢筋、钢丝和钢绞线)按式(1.1.5)计算

$$c_b = \frac{0.8}{1 + \frac{f_Y}{0.0033E_s}} \quad (1.1.4)$$

$$c_b = \frac{0.8}{1.6 + \frac{f_Y}{0.0033E_s}} \quad (1.1.5)$$

式中 E_s ——钢筋的弹性模量, 其余符号同前。

2. 为了防止少筋破坏

$$\mu \geq \mu_{\min} \quad (1.1.6)$$

式中 $\mu_{\min}$ ——最小配筋率

二、截面设计

截面设计就是根据所选定的材料强度(f_Y , f_{mc})、截面尺寸(b , h)和设计弯矩 M , 来确定截面的受拉钢筋截面积 A_s , 为了计算的方便, 将基本公式进行变换。

由 $x = c_s \cdot h_0$ 则式(1.1.4)可写成

$$M = b \cdot h_0^2 \cdot f_{mc} \cdot c_s \cdot (1 - 0.5 \cdot c_s) \quad (1.1.7)$$

$$\text{令 } A_0 = c_s \cdot (1 - 0.5 \cdot c_s) \quad (1.1.8)$$

根据公式的适用条件可得

$$A_0 \leq c_b \cdot (1 - 0.5 \cdot c_b) \quad (1.1.9)$$

截面设计步骤如下:

1. 计算与截面有关的模量 A_0

$$A_0 = \frac{M}{b \cdot h_0^2 \cdot f_{mc}}$$

当 $A_0 > c_b \cdot (1 - 0.5 \cdot c_b)$ 时为超筋, 要提高混凝土强度等级或加大截面尺寸。

2. 求计算的相对受压区高度 c_s

$$c_s = 1 - \sqrt{1 - 2A_0} \quad (1.1.10)$$

3. 求截面的配筋率 μ

$$\mu = c_s \cdot \frac{f_{mc}}{f_Y}$$

当 $\mu \leq \mu_{min}$ 时, 取 $\mu = \mu_{min}$

4. 求截面的受拉钢筋截面积 A_s

$$A_s = \mu \cdot b \cdot h_0$$

三、单筋矩形截面配筋计算程序框图

按照上述计算步骤设计出配筋计算程序框图, 如图1.1.2所示:

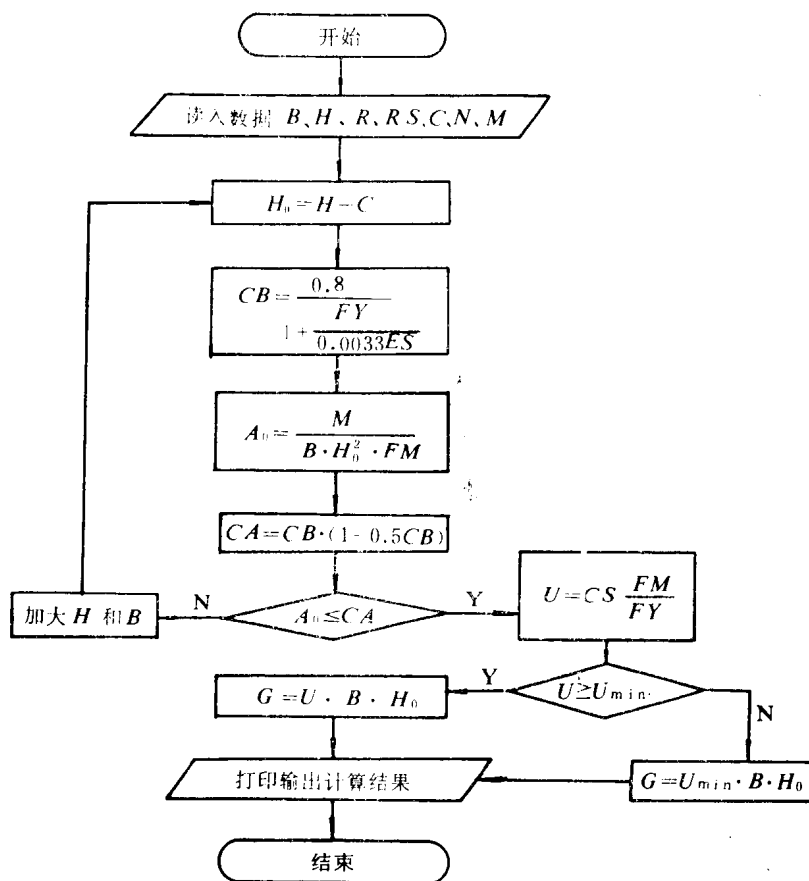


图1.1.2 程序框图


```

160 LOCATE 7,14:PRINT "How are you!"
165 LOCATE 10, 14:INPUT "Lprint(Y/N)"; D$
170 IF D$="Y" THEN D$="y"
175 LOCATE 14,6:INPUT "Where are your files(A/B/C)"; ABC$
180 LOCATE 17,6
185 INPUT "What is your data name"; K$
190 IF K$="" THEN GOTO 180
195 OPEN ARC$+"."+K$ AS#1:LOCATE 20,13:IF LOF(1)=0 THEN PRINT"<Data
    name error>":CLOSE#1:GOTO 180
200 CLOSE#1
205 SCREEN 2
210 OPEN ABC$+"."+K$ FOR INPUT AS #3
215 INPUT #3,B,H,R,RS,C,N
220 FOR I=1 TO N:INPUT #3,M(I):NEXT I
225 CLOSE #3
230 PRINT:PRINT "-----CPR1-DAT-----"
    "
235 IF D$="y" THEN LPRINT:LPRINT"-----CPR1-DAT-
    "
240 PRINT:PRINT; " B="; B; TAB(20); "H="; H; TAB(34); "R="; R; TAB(46);
    "RS="; RS; TAB(58); "as="C; TAB(70); "N="; N
245 IF D$="y" THEN LPRINT; " B="; B; TAB(20); "H="; H; TAB(34); "R=";
    R; TAB(46); "RS="; RS; TAB(58); "as=" C; TAB(70); "N="; N
250 GOSUB 440
255 BB=B:HH=H
260 FOR K=1 TO N
265 M=M(K)*1000000!
270 CB=.8/(1+FY/(.0033*ES)):CB=INT(CB*1000!+.5)/1000!
275 B=BB:H=HH
280 FOR J=1 TO 2
285 C(1)=C:C(2)=2*C
290 H0=H-C(J)
295 A0=M/(B*H0*H0*FM)
300 CA=CB*(1-.5*CB)
305 IF A0<CA OR A0=CA THEN 325
310 IF A0>CA THEN H=H+50
315 IF H/B>3.5 THEN B=INT((H/3.5+.5)/50)*50
320 GOTO 290
325 CS=1-SQR(1-2*A0):CS(J)=INT(CS*1000!+.5)/1000!
330 B(J)=B:H(J)=H
335 U=CS(J)*FM/FY
340 IF U<U1 THEN U=U1
345 G(J)=INT(U*B*H0*1000!+.5)/1000!
350 IF G(J)<226 THEN G(J)=226

```

```

355 NEXT J
360 G(1)=INT(G(1)*10+ 5)/1000:G(2)=INT(G(2)*10+ 5)/1000
365 IF K<1 GOTO 380
370 PRINT:PRINT:PRINT "..... CPR1-Results .....
....."
375 IF D$="y" THEN LPRINT:LPRINT:LPRINT".....
CPR1-Results ....."
380 PRINT:PRINT"M(", K, ")="; M(K); TAB(17); "B(1)="; B(1); TAB(28); "H(1)
="; H(1); TAB(40); "Cb="; CB; TAB(50); "Cs(1)="; CS(1); TAB(62); "As(1)
="; G(1);
385 IF D$="y" THEN LPRINT:LPRINT"M(", K, ")="; M(K); TAB(17); "B(1)=";
B(1); TAB(28); "H(1)="H(1);TAB(40); "Cb="; CB; TAB(50); "Cs(1)="; CS(1) ;
TAB(62); "As(1)="; G(1);
390 PRINT:PRINT"M(", K, ")="; M(K); TAB(17); "B(2)="; B(2); TAB(28); "H(2)
="; H(2); TAB(40); "Cb="; CB; TAB(50); "Cs(2)="; CS(2); TAB(62); "As(2)
="; G(2);
395 IF D$="y" THEN LPRINT:LPRINT"M(", K, ")="; M(K); TAB(17); "B(2)=";
B(2); TAB(28); "H(2)="; H(2); TAB(40); "Cb="; CB; TAB(50); "Cs(2)="; CS
(2); TAB(62); "As(2)="; G(2);
400 GOSUB 540
405 IF K=N GOTO 425
410 PRINT:PRINT "-----
-----"
415 IF D$="y" THEN LPRINT:LPRINT"-----
-----"
420 NEXT K
425 PRINT:PRINT"-----
-----"
430 IF D$="y" THEN LPRINT:LPRINT"-----
-----"
435 END
440 REM The Sthrength of reinforcements and concrets (GBJ10-89)
445 IF R=7.5 THEN FC=3.7:FM=4.1:FL=.55:EH=14.5*1000!
450 IF R=10 THEN FC=5:FM=5.5:FL=.65:EH=17.5*1000!
455 IF R=15 THEN FC=7.5:FM=8.5:FL=.9:EH=22*1000!
460 IF R=20 THEN FC=10:FM=11:FL=1.1:EH=25.5*1000!
465 IF R=25 THEN FC=12.5:FM=13.5:FL=1.3:EH=28*1000!
470 IF R=30 THEN FC=15:FM=16.5:FL=1.5:EH=30*1000!
475 IF R=35 THEN FC=17.5:FM=19:FL=1.65:EH=31.5*1000!
480 IF R=40 THEN FC=19.5:FM=21.5:FL=1.8:EH=32.5*1000!
485 IF R=45 THEN FC=21.5:FM=23.5:FL=1.9:EH=33.5*1000!
490 IF R=50 THEN FC=23.5:FM=26:FL=2:EH=34.5*1000!
495 IF R=55 THEN FC=25:FM=27.5:FL=2.1:EH=35.5*1000!

```

```

500 IF R=60 THEN FC=20.5:FM=20:FL=2.2:EH=36*1000!
505 IF RS=1 THEN FY=210:YY=210:ES=210*1000!
510 IF RS=2 THEN FY=310:YY=310:ES=200000!
515 IF RS=3 THEN FY=340:YY=340:ES=200000!
520 IF RS=4 THEN FY=500:YY=400:ES=200000!
525 IF R<=35 THEN U1=.0015:U2=.002
530 IF R>35 THEN U1=.002:U2=.002
535 RETURN
540 CLS
545 BB1=B(2):HH1=H(2)
550 CY=90/HH1:DY=90/BB1
555 IF CY=>DY THEN V=DY
560 IF CY<DY THEN V=CY
565 DB=BB1*V:DH=HH1*V*.45:BI=(DB+.6):H1=100-DH/2
570 SCREEN 2
575 LINE(250,100)-(250+DB,100):LINE-(250+DB,100-DH):LINE-(250,100-DH):
    LINE-(250,100)
580 LINE(253,98)-(253+B1,98):LINE(253,97)-(253+B1,97)
585 LINE(253+DB/2,98)-(253+DB,H1):LINE-(330+DB,H1)
590 LOCATE (H1-2)*25/200,(230+DB)*80/640:PRINT G(1);
595 LOCATE (H1+14)*25/200,(230+DB)*80/640:PRINT " "; G(2), " ";
600 LOCATE 115*25/200,(248+DB/2)*30/640:PRINT B(2);
605 LOCATE (105-DH/2)*25/200,210*80/640:PRINT H(2);
610 LOCATE 20,26:PRINT "M( ", K, " )", " section diagram";
615 IF INKEY$="" THEN GOTO 610
620 CLS
625 RETURN

```

2. 程序解释

程序功能:

能自动调整截面尺寸, 保证构件为适筋梁, 能同时计算和输出单排和双排钢筋的配筋截面积, 绘出截面配筋示意图。

第20~200句为程序操作菜单, 共有3条菜单:

第一条 "Lprint(Y/N)" 提问是否需要打印输出计算结果。若需要打印输出, 则键入Y↵, 否则键入N。

第二条 "Where are your files(A/B/C)" 提问数据文件存放在哪一个盘内。用户键入相应存放数据文件的盘号即可。

第三条 "What is your data name" 提问用户输入数据文件的名称。用户键入所选定的输入的数据文件名并回车即可, 即发命令

[数据文件名]↵

第210~225句为读入所输入的数据, 输入的数据用EDLIN或 TURBO 程序建立的数据文件输入;

输入数据内容及顺序如下:

B, H, R, RS, C, N
 $M(1), M(2), \dots, M(N)$

第230~245句为打印输出原来输入的数据以便校核；第255~360句为计算截面的配筋；第370~430句为打印输出计算结果；第440~530句为钢筋和混凝土的力学性能指标及最小配筋率。这些指标在各种构件的配筋计算中都要用到，所以作为一个子程序调用；第540~625句为打印输出配筋截面示意图。

(二) FORTRAN语言程序清单

以下各章所附 FORTRAN 语言程序的输入及输出数据内容、顺序及标识符均与相应的 BASIC语言程序相同，其程序清单均包括 3 个文件，第一个是用 FORTRAN 语言编成的计算文件。第二个是用 BASIC语言编成的数据与图形输出文件，此文件要经过编译后才能与第一个文件联合运行。第 3 个是执行上述两上文件的批处理文件。

1. FORTRAN语言的计算文件清单 (CPR1-1)

```

1:   c   Calculating program for singly reinforced rectangular beams (CPR1-1)
2:       real cc(2),g(30,2),bl(30,2),h1(30,2),cs1(30,2),AM(30),cb(30)
3:       character*14 fa,fb,lp
4:       do 5 i=1,4
5:         write(.,80)
6:       5  continue
7:         write(.,80)
8:         write(.,80)
9:         write(.,55)
10:        write(.,80)
11:        write(.,80)
12:        write(.,80)
13:        write(.,80)
14:        write(.,80)
15:        write(.,65)
16:        do 10 i=1,5
17:          write(.,80)
18:        10  continue
19:          write(.,80)
20:          write(.,75)
21:          write(.,80)
22:          write(.,80)
23:          write(.,80)
24:          write(.,*)'           Please define your input filespec:'
25:          read(.,85)fa
26:          write(.,80)
27:          write(.,*)'           please define your output filespec:'
28:          read(.,85)fb
29:          write(.,80)

```

```

30:      write(.,.)'                                Lprint(y/n)?'
31:      read(.,85)lp
32:      open(2,file='a:fi',status='new')
33:      write(2,.)fa
34:      write(2,.)fb
35:      write(2,.)lp
36:      close(2)
37: 55  format(1x,'                                ----- C    P    R    1 -----')
38: 65  format(1x,'                                Liang    Kun                Xiong Yi C
39:      $hu')
40: 75  format(1x,' .....1989.5.20 .....
41:      $ .....')
42: 80  format( )
43: 85  format(a)
44:      open(3,file=fa)
45:      read(3,.)B,H,R,RS,C,N
46:      do 95 i=1,n
47:      read(3,.) AM(i)
48: 95  continue
49:      close(3)
50:      call SRG (R,FC,FM,FL,EH,RS,FY,YY,ES,U1,U2)
51:      bb=b
52:      hh=h
53:      do 200 k=1,n
54:      dm=AM(k)*1000000
55:      cb(k)=0.8/(1+fy/10.0033*es))
56:      cb(k)=int(cb(k)*1000+0.5)
57:      cb(k)=cb(k)/1000
58:      b=bb
59:      h=hh
60:      do 115 j=1,2
61:      cc(1)=c
62:      cc(2)=2*c
63: 105 h0=h-cc(j)
64:      a0=dm/(b*h0*h0*fm)
65:      ca=cb(k)*(1-0.5*cb(k))
66:      if(a0.eq.ca.or,a0.lt,ca) goto 110
67:      if(a0.gt,ca) h=h+50
68:      if(h/b.gt.3.5) b=int((h/3.5+0.5)/50)50
69:      goto 105
70: 110 cs=1-sqrt(1-2*a0)
71:      cs=int(cs*1000+0.5)
72:      csl(k,j)=cs/1000

```

```

73:      b1(k,j)=b
74:      h1(k,j)=h
75:      u=cs1(k,j)*fm/fy
76:      if(u.lt.u1) u=u1
77:      g(k,j)=int(u*b*ho*1000+0.5)
78:      g(k,j)=g(k,j)/1000
79:      if(g(k,j).lt.226) g(k,j)=226
80: 115  continue
81:      g(k,1)=g(k,1)/100
82:      g(k,2)=g(k,2)/100
83: 200  continue
84:      open(4,file=fb,status='new')
85:      write(4,205)n
86: 205  format(i2)
87:      do 300 k=1,n
88:      do 280 j=1,2
89:      write(4,210)am(k),b1(k,j),h1(k,j),cb(k),cs1(k,j),g(k,j)
90: 210  format(f7.3,1x,f6.2,1x,f7 2,1x,f5.3,1x,f5.3,1x,f6.3)
91: 280  continue
92: 300  continue
93:      close(4)
94:      end
95:      subroutine SRG(R,FC,FM,FL,EH,RS,FY,YY,ES,U1,U2)
96:      if(r.eq.7.5) then
97:      fc=3.7
98:      fm=4.1
99:      fl=0.55
100:      eh=14.5*1000
101:      end if
102:      if(r.eq.10) then
103:      fc=5
104:      fm=5.5
105:      fl=0.65
106:      eh=17.5*1000
107:      end if
108:      if(r.eq.15) then
109:      fc=7.5
110:      fm=8.5
111:      fl=0.9
112:      eh=22*1000
113:      end if
114:      if(r.eq.20) then
115:      fc=10

```

```

116:      fm=11
117:      fl=1.1
118:      eh=25.5*1000
119:      end if
120:      if(r.eq.25) then
121:          fc=12.5
122:          fm=13.5
123:          fl=1.3
124:          eh=28*1000
125:      end if
126:      if(r.eq.30) then
127:          fc=15
128:          fm=16.5
129:          fl=1.5
130:          eh=30*1000
131:      end if
132:      if(r.eq.35) then
133:          fc=17.5
134:          fm=19
135:          fl=1.65
136:          eh=31.5*1000
137:      end if
138:      if(r.eq.40) then
139:          fc=19.5
140:          fm=21.5
141:          fl=1.8
142:          eh=32.5*1000
143:      end if
144:      if(r.eq.45) then
145:          fc=21.5
146:          fm=23.5
147:          fl=1.9
148:          eh=33.5*1000
149:      end if
150:      if(r.eq.50) then
151:          fc=23.5
152:          fm=26
153:          fl=2
154:          eh=34.5*1000
155:      end if
156:      if(r.eq.55) then
157:          fc=25
158:          fm=27.5

```