



哈尔滨工业大学

## 材料力学上机报告

学院：材料学院

学号：1101900127

姓名：廖名情

# 材料力学上机报告

材料学院 1101900127 廖名情

## 一、问题的提出

在材料力学中，对于挠度的计算比较麻烦，尤其是当作用比较多或者是静不定的时候，那就更加麻烦了；然而，对于单个的作用（集中力或者集中力偶或者均布载荷）的时候，计算还是比较简便的，因此可以充分利用计算机的计算能力，采用叠加法来设计程序来实现挠度的计算，因此我和我的搭档（程鹏辉）设计了我们的挠度计算软件---材力计算器。

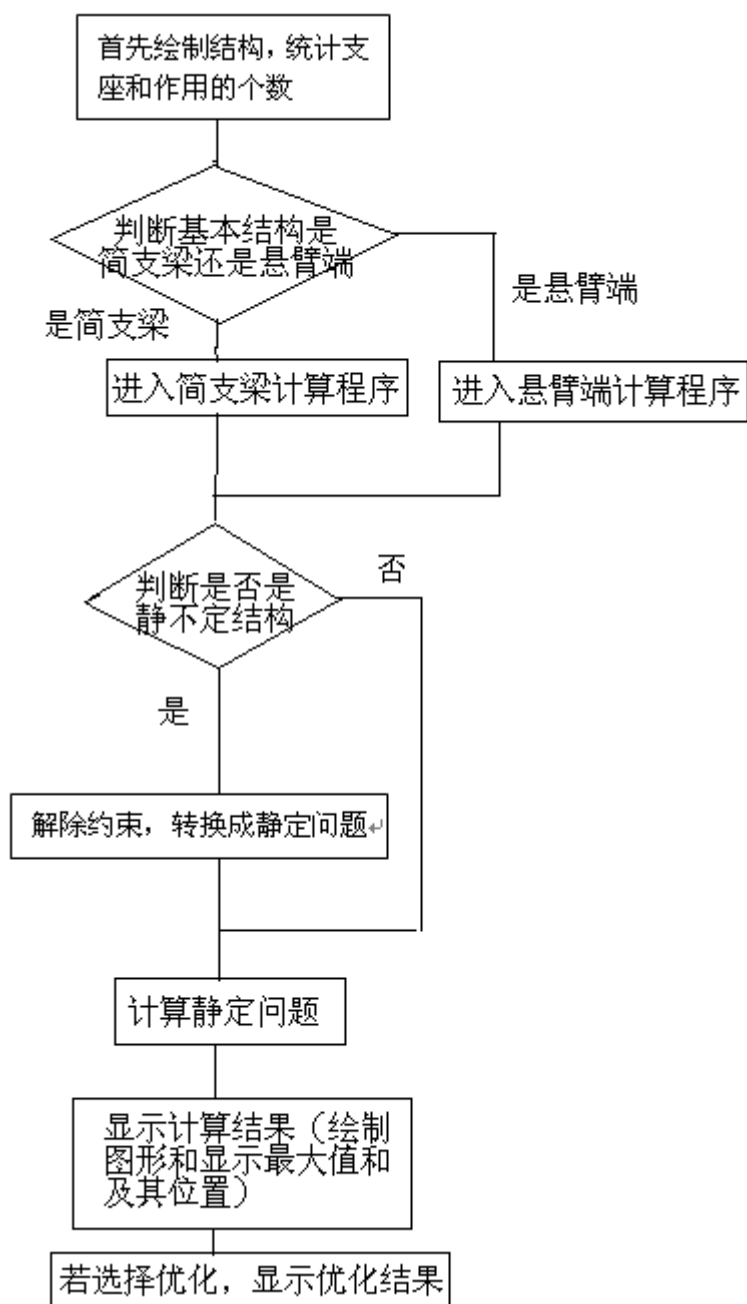
对于我们的这个软件可以实现简支梁和悬臂端的剪力，弯矩，转角以及挠度的计算并且给出其分布图，或者基本结构为简支梁和悬臂端的静不定结构的剪力，弯矩，转角以及挠度的计算并且给出其分布图，并且对于静不定机构或者有多个作用的时候进行优化设计，即给出各个作用或者支座在各个位置时的最大挠度，并且绘成曲线，此功能对于工程实际上很有现实意义，可以指导设计即怎样安放支座来达到最大挠度最小。

## 二、数学模型及算法

总的思路是：我们是采用叠加法，由于简支梁和悬臂端的情况不同，所以我们首先判断为简支梁还是悬臂端，又由于要计算静不定结构，我们考虑首先解除约束，代之以集中力，把该力计算出来，从而转化成静定问题；对于静定问题，我们采用的是叠加法，即首先计算出各种作用的最一般的时候的挠度分布情况，采用叠加法，最后进行一个求和即可。

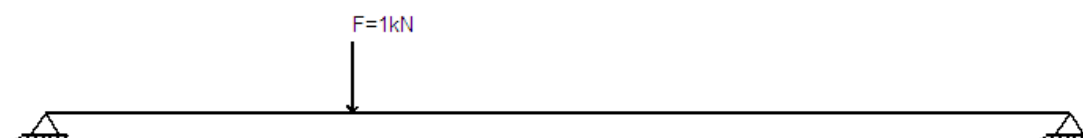
具体的，首先是怎样解除静不定问题的约束？我们采用力法，即用了  $n$  次的力法正则方程，我们首先计算各个支座处作用单位力的时候的挠度矩阵  $\delta_{n \times n}$  以及各个作用在各个支座处产生的挠度和  $\Delta F_{n \times 1}$ ，列出力法正则方程： $\delta_{n \times n} F_{n \times 1} + \Delta F_{n \times 1} = 0$ ，从而解出，即将约束解除了并且代之以作用力  $F_{n \times 1}$  了；然后对于静定问题，我们采用叠加法，将直杆每相邻的两个节点分成一段，然后分段叠加，从而得到整个直杆的剪力以及剪力图，弯矩以及弯矩图，转角以及转角图和挠度以及挠度图；对于优化设计部分，通过上述的两步我们已经可以计算出相应的挠度，然后我们将要优化的对象的位置进行一个循环，还是按照上述的两步寻找出最大挠度，找完整个杆件，最后绘制出优化对象位置与最大挠度的曲线图。

## 三、程序流程图

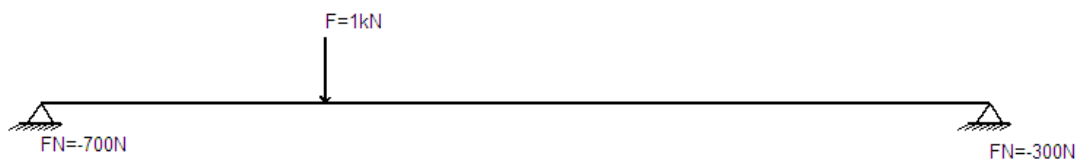


## 五、典型算例（例子中的 $E$ 为默认 $200\text{GPa}$ ， $I_z$ 为矩形截面 $100 \times 50\text{mm}$ ）

### 1. 简支梁



程序计算结果：

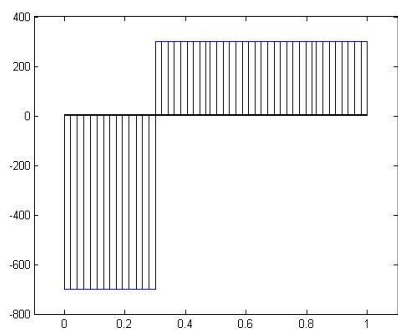


|           |            |       |       |
|-----------|------------|-------|-------|
| 最大剪力/N:   | 700        | 所在位置: | 0     |
| 最大弯矩/N.m: | 210        | 所在位置: | 0.3   |
| 最大转角/rad: | 0.00028559 | 所在位置: | 0     |
| 最大挠度/mm:  | 0.080186   | 所在位置: | 0.447 |

计算

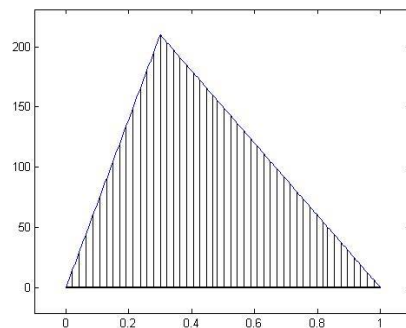
剪力图:

弯矩图:

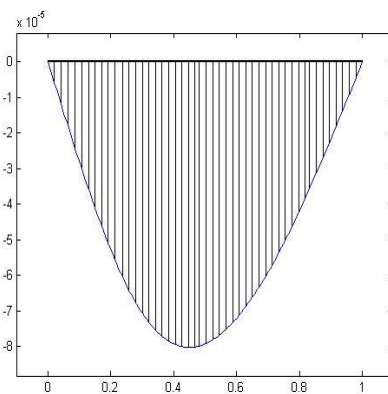
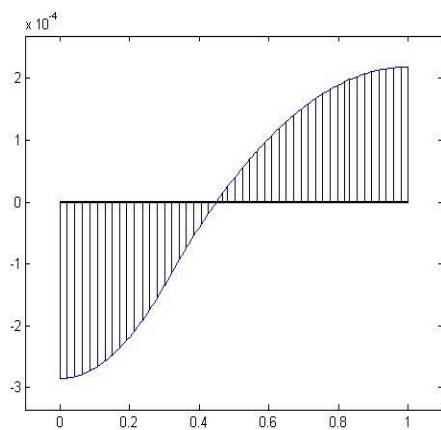


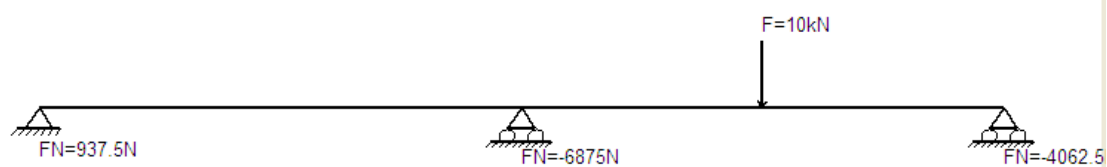
转角图:  
挠度图:

2.基本  
结构为  
简支梁  
的一次  
静不定

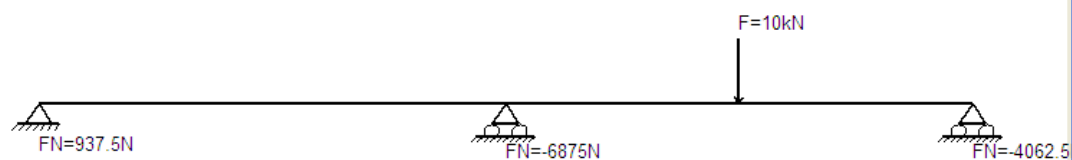


问题





计算结果:



|           |           |       |      |
|-----------|-----------|-------|------|
| 最大剪力/N:   | 5937.5    | 所在位置: | 1    |
| 最大弯矩/N.m: | 2031.25   | 所在位置: | 1.5  |
| 最大转角/rad: | 0.0022499 | 所在位置: | 2    |
| 最大挠度/mm:  | 0.72055   | 所在位置: | 1.52 |

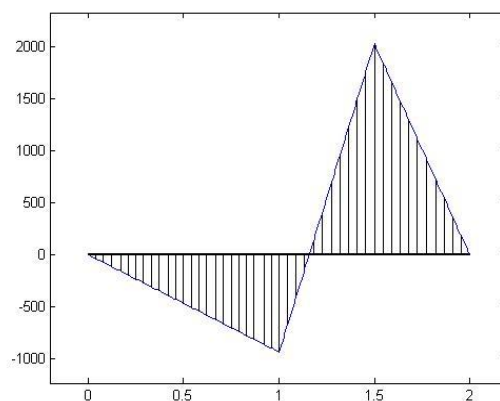
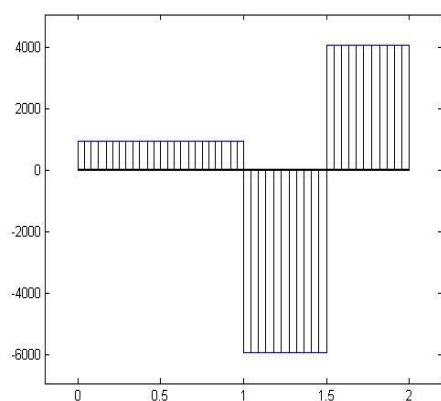
计算

剪力图:

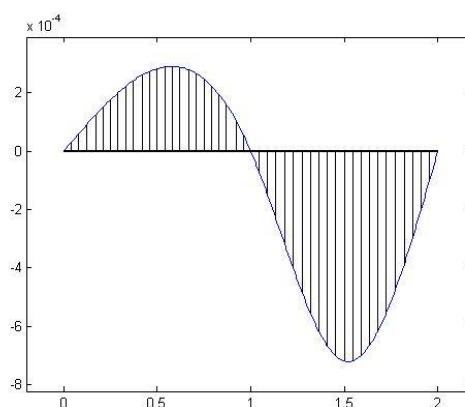
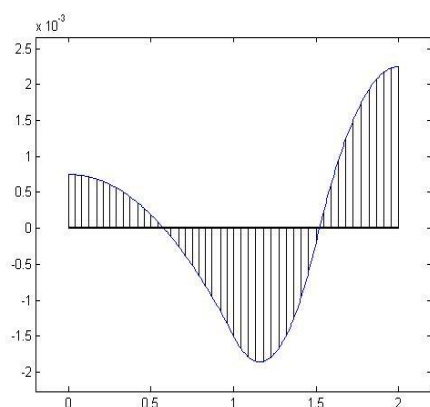
弯矩图:

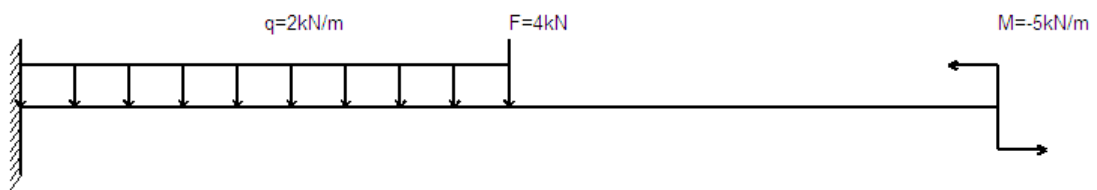
转角图:

挠度图 (在  $x=1$  处  $v=0$  符合实际):

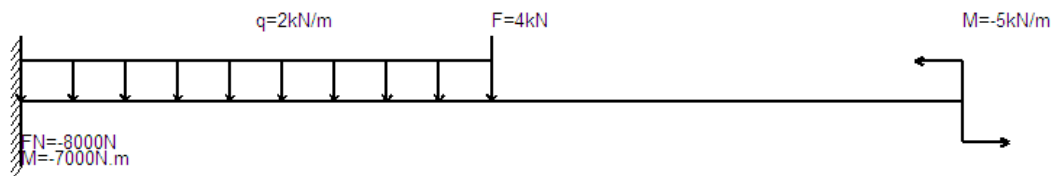


3.悬臂端 (第一版书 P112):

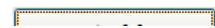




计算结果:

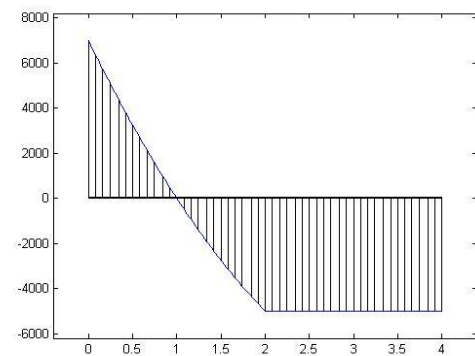
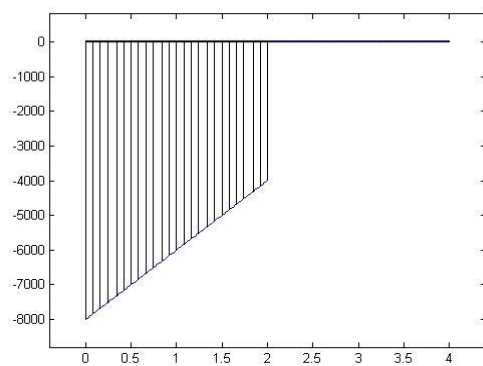


|           |          |       |      |
|-----------|----------|-------|------|
| 最大剪力/N:   | 8000     | 所在位置: | 0    |
| 最大弯矩/N.m: | 7000     | 所在位置: | 0    |
| 最大转角/rad: | 0.044799 | 所在位置: | 4    |
| 最大挠度/mm:  | 22.6121  | 所在位置: | 2.14 |



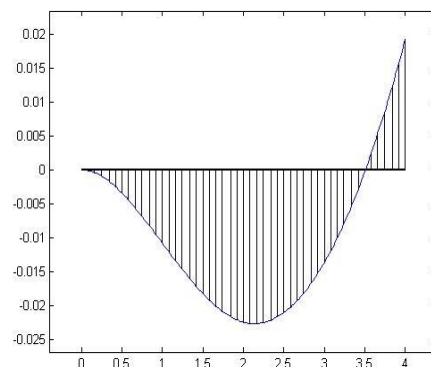
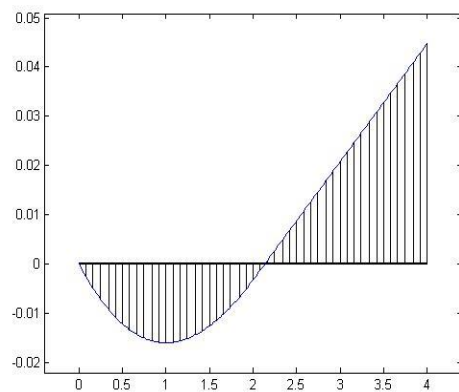
剪力图:

弯矩图:

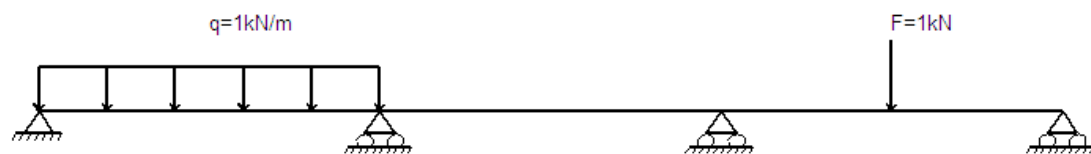


转角图:

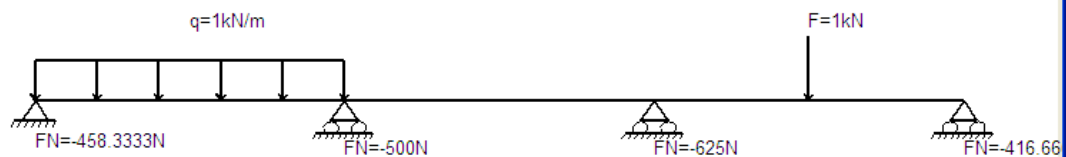
挠度图:



#### 4.二次静不定（第一版书 P207）:

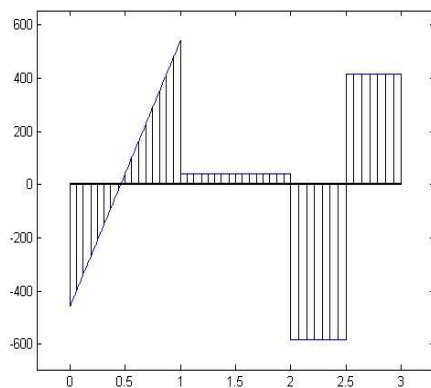


计算结果:

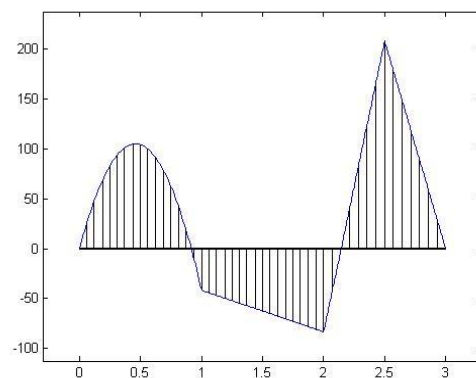


最大剪力/N: 583.3333 所在位置: 2  
 最大弯矩/N.m: 208.3333 所在位置: 2.5  
 最大转角/rad: 0.00023333 所在位置: 3  
 最大挠度/mm: 0.075136 所在位置: 2.515

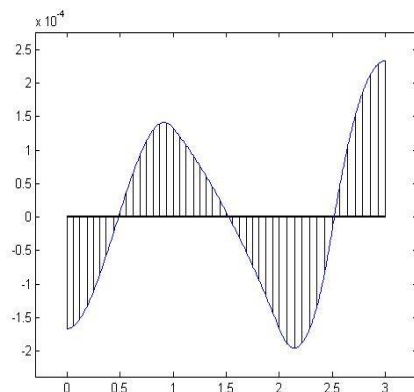
剪力图:



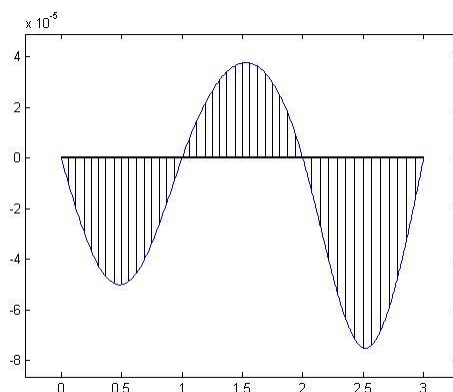
弯矩图（与教材上相符）:



转角图:

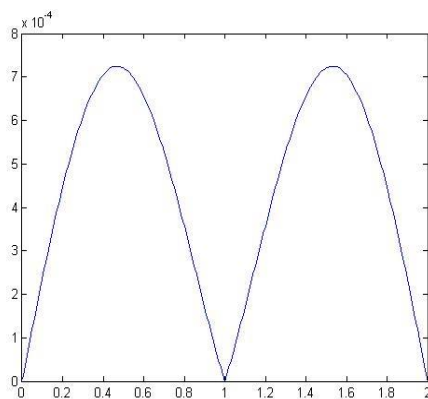


挠度图（在支座处  $v = 0$  与实际相符）:

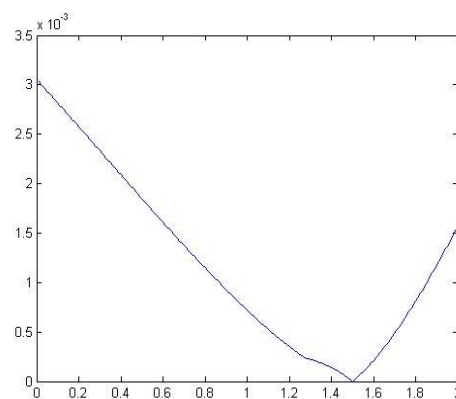


## 5.优化设计验证（用上述第2个例题）：

作用位置优化：



元件位置优化：



从图中可以看出：在对作用力进行优化时候，当作用作用在中间的支座上时，即全部被支座反力抵消，此时最大挠度最小，符合实际情况；党对元件进行优化时，可以看出当第二个支座在作用力位置处时，最大挠度最小，也符合实际，对于此功能用复杂的例子验算太困难，故我们只能采取这种简单的例子来验证，且验证符合实际。

## 六、结论

通过我们的设计与编写出来的程序达到了我们的预期目标，具有很多优点：①界面简洁（如下图：打开就只有一行菜单和一个工具栏以及一个计算按钮）；②界面友好（对关闭时候有是否保存的提醒，部分输入违法的时候也有提醒）；③功能强大，新颖（能计算静不定结构，并且能够进行优化设计，这对工程实际有很大的用处）；④能够输入输出（有打开保存按钮，故能够实现网上传递）。

当然，这是我们第一次编写程序，还是会存在种种问题：①没有实现鼠标输入；②没有修改功能（只有一个清除功能）；③静不定的种类太少。

尽管存在这些缺点，但是最终，我们的程序获得了材力软件大赛的一等奖！

