

# 光电成像器件计算机辅助设计 CAD 实验报告

班级：

学号：

姓名：

## 摘要

本文以电场的三大定理、连续超张弛迭代算法、拉格朗日插值算法等原理知识作为理论基础，以 C 语言为编程工具，将由根据以上物理和数学原理所推导出来的模型转化为可以计算像管内电势的 CAD 程序软件。所编写的程序可以在给定像管参数和电极电位的情况下，计算圆柱形像管内任意一点的电位大小，并绘制出像管内的等势线；拉格朗日插值得到对称轴上任一点的电位值。

关键词：连续超张弛迭代算法、拉格朗日插值算法、像管、CAD

## Abstract

In this paper, we base on the three theorems of the electric field, continuous ultra-relaxation iterative algorithm, and Lagrange interpolation algorithm. We use the C language as a programming tools, and transform the model derived above into a CAD software to calculate the electric potential in the image tube. In case the image tube parameters and electrode potential are known, the program written can get the potential of every point in the image tube, and plot equipotential lines inside the image tube. It can also get the potential of every point on the axis of symmetry by Lagrange interpolation.

Keywords: continuous ultra-relaxation iterative algorithm, Lagrange interpolation algorithm, the image tube, CAD

## 一、前言

像管是微光夜视仪器以及部分红外夜视仪器的核心部分，分为变像管和像增强器两类。像管的结构包括光阴极、电子光学系统、荧光屏三部分，像管的设计主要是电子光学系统部分的设计。要对电子光学系统进行设计或对其成像质量并进行像质评定，必须先确定电子的运动轨迹。而为此，又必须先确定器件中场的分布。

通常确定像管中场分布与电子轨迹有 3 种方法：解析法、实验测量法、数值计算法。解析法求解虽然精确且解的形式十分完美，但实际的电磁场系统中，边界条件的复杂性使求解很难甚至根本无法求出，只有极少数特殊情况才能求解。实验法虽然直观简便，但精度不高。而由于大容量、高速度计算机的广泛应用以及计算方法的和计算技术的迅速发展，使数值计算方法成为精度高、速度快的方法。从上个世界六十年代后期开始，特别是进入八十年代以来，计算机辅助设计方法一直是电子光学系统的最主要的计算与设计手段。

上世纪八十年代中后期，伴随着个人计算机的广泛使用，更极大地推动了计算机辅助设计方法的推广普及，并使得其进一步向优化设计与自动设计方向发展，取得了长足的进展，开拓了一个崭新的学术领域。

通常，电子光学系统的计算机辅助设计方法可以用来解决以下问题：

1. 计算系统的电场和磁场分布，包括旋转对称聚焦场、偏转场等；
2. 计算电子在电磁场中运动的轨迹；
3. 计算成像器件电子光学系统的成像参量（成像系统的像面位置、放大率等）和偏转系统的偏转灵敏度等；
4. 计算系统的像差，包括各级几何像差（球差、彗差、场曲、像散、畸变等）和色差，阴极透镜的近轴像差，偏转系统的偏转像差等；
5. 计算电子光学系统的像质评定指标——电子光学鉴别力和传递函数等。

在光电成像器件 CAD 这门课中，主要任务是将电子光学系统计算机辅助设计的物理模型与数学模型转化为可以实际进行数值计算的 CAD 程序软件系统，以达到培养综合运用知识点能力，编制、调试、开发实际工程软件的能力，提高运用现代设计方法及计算机应用开发能力的目的。课程设计的具体任务是计算某种电子光学系统的空间电场分布及其他有关内容。

## 二、理论基础

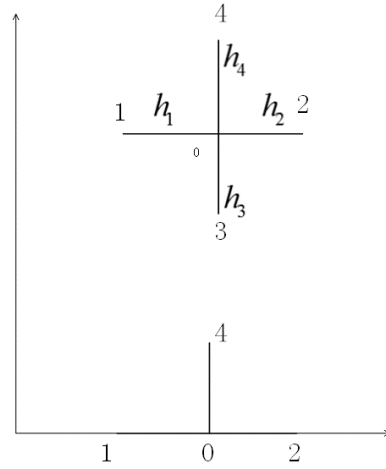
### 1. 求解电场的有限差分法

在真空中，当无空间电荷时，静电场的电位  $\varphi$  满足拉普拉斯方程：

$$\nabla^2 \varphi = 0 \quad (1-1)$$

解析法求解空点电场分布即是以此式为依据。而求解这类问题的数值计算方法有很多，有一种被称为有限差分法。要建立有限差分方程，首先要在区域内划分足够密集的网格，以选取最经济的网格数，又能满足给定的精度要求。不妨假设某一任意网格点 O 的坐标为  $(z, r)$ ，其电位为  $\varphi_0$ ；相邻的四点 1, 2, 3, 4 与它的间距分别为  $h_1, h_2, h_3, h_4$ （均取绝对值），各点的电位分别为  $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4$ 。将其带入到 (1-2) 式中，并做在该点  $(z, r)$  的泰勒 (Taylor) 展开，忽略二次以上的高阶小量，可以得到旋转对称场“十”字形不等距五

点差分公式:



图一 不等距“十”字形五点差分格式

$$\varphi_0 = (c_1\varphi_1 + c_2\varphi_2 + c_3\varphi_3 + c_4\varphi_4) / c_0 \quad (1-2)$$

其中  $c_0$  到  $c_4$  均可用相应公式求解, 对于轴上点而言, 由于  $r_0 = 0$ ,  $c_3, c_4$  计算公式的形式会发生改变, 利用洛必达 (L'Hospital) 法则, 可以得到  $c_3, c_4$  的公式。

因而, 当一个电极的网格点划分确定后,  $c_1, c_2, c_3, c_4$  也就确定下来。可以看出, 上述差分公式就是将区域内任何点的电位与其周围相邻点的电位联系起来的线性代数方程。

## 2. 超张弛迭代法

若按照已知边界条件所给定的边界上的电位分布, 在区域内任意假定一个尝试性的零次近似分布, 并将其所代表的场分布代入 (1-2) 式, 并进行多次迭代。可以证明在这类像管电场的计算问题中, 上述迭代过程是收敛的。这种方法虽然可以正确计算出结果, 但要求计算机有大量的内存, 因为它需要存储所有网格点前后两次迭代值, 而且收敛较慢, 可以采用如下经过改进的公式

$$\varphi_0^{[k+1]} = (1-\omega)\varphi_0^{[k]} + \omega(c_1\varphi_1^{[k+1]} + c_2\varphi_2^{[k]} + c_3\varphi_3^{[k+1]} + c_4\varphi_4^{[k]}) / c_0 \quad (1-3)$$

当  $1 < \omega < 2$  时收敛过程加速。为了使收敛过程的加速更加明显, 可以在迭代的的不同轮次不断修正加速因子  $\omega$ 。

## 3. 边界封闭处理

求解狄里赫莱问题时, 要求所计算区域的边界是封闭的。但在实际的系统中, 电极并不封闭, 这样在电极之间的边界线上的电位分布是未知的。非封闭边界的存在使邻接的域内节点的差分公式中有不确定因素, 迭代计算就无法进行。为此须在适当的位置上补加上边界, 使之封闭, 即必须给需要封闭的非封闭边界节点赋电位值, 作“补充边界线”。实际的像增强器中, 边界上的电位对轴上电位的影响很小, 因而可以直接使用线性插值法对边界电极进

行赋值。

## 4. 等位线的扫描

在经过足够多次迭代后，当域内各网格点电位的残差都已小于给定的控制精度误差（相对的或绝对的），即已达到预期的精度，便可停止迭代。这样便得到了各个网格上的电位值，并可据此描绘出等位线。描绘等位线主要是为了能形象直观地了解系统的场分布，以帮助分析、评判系统的性质。

当需要描绘电位为常数  $\varphi_d$  的等位线时，可沿着每一横行网格点作“行扫描”，去检查各个网格点的电位值。比如，当沿着第  $i$  行扫描时，发现  $\varphi_{i,j} < \varphi_d$  且  $\varphi_{i,j+1} > \varphi_d$ ，则在  $\varphi_{i,j}$  和  $\varphi_{i,j+1}$  之间作线性插值，便可求得  $\varphi_d$  所对应的点的轴向坐标  $z_d$  与径向坐标  $r_d$ 。同理，也可作“列扫描”或者“行列扫描”。在得到各个等位线点后，再用线将其连接起来。

## 5. 拉格朗日插值法

为了确定电子轨迹，除了要知道各网格点上的电位值，更重要的是必须求知电子轨迹行进中所经过的任意流动点的电位及其偏导数，而电子行进点一般都不恰在网格点上。任意流动点的电位是通过利用该点的邻近知若干网格点电位值进行插值计算求得的，而各偏导数是对电位的插值多项式进行微分获得的。在实际中，可以使用较为简单的拉格朗日三项二次插值公式：

$$L_n = \frac{(x-x_1)(x-x_2)}{(x_0-x_1)(x_0-x_2)} y_0 + \frac{(x-x_0)(x-x_2)}{(x_1-x_0)(x_1-x_2)} y_1 + \frac{(x-x_0)(x-x_1)}{(x_2-x_0)(x_2-x_1)} y_2 \quad (1-4)$$

## 6. 静电场三大基本定理

### 1) 唯一性定理

若已经给定系统中所有电极的形状和排列，并给定每一电极的电位，那么由这些电极所产生的静电场将由拉普拉斯方程唯一地确定。该定理在实际中的用处为：不论用什么方法找到一个函数  $\varphi(z, r)$ ，若它既能满足拉普拉斯方程，又能在区域的边界上符合给定的电位值，那么，它就一定是真正的解，而且也是唯一的解。

### 2) 相似性定理

若电极系统中各电极的电位都增大为  $K$  倍，当电位零点不变时，则空间各点的电位也都增大为  $K$  倍，从而系统中等位面的形状不变。当系统各电极的电位保持不变，而电极尺寸按比例相似增大为  $K$  倍，则原系统中任一点上的电位  $\varphi(z, r)$  和放大的系统对应点

$(K_z, K_r)$  上的电位  $\varphi(K_z, K_r)$  完全相同，只要系统坐标零点不变即可。

### 3) 多电极系统的电位叠加定理

当各电极的形状、相对位置确定后，电场分布满足下述叠加定理：

$$\varphi(z, r) = \sum_{i=1}^n V_i \varphi_i(z, r) \quad (1-5)$$

其中  $V_i$  为第  $i$  个电极上所加的电位值， $\varphi_i(z, r)$ ，为  $V_i = 1$ 、其它  $V_j = 0 (j \neq i)$  时的系统内的电位分布函数，称为相应电极的单位电位分布函数。

## 三、 程序整体思想

### 1. 输入模块

输入模块负责读入和输出像管的一些基本信息，如电极个数、电极厚度、各电极电势、电极之间划分步长、计算精度、输出格式要求等，并原样输出参数，同时对部分变量进行初始化。

### 2. 初始化模块

初始化模块负责对程序中需要使用的变量进行初始化，计算网格的步长划分进而对步长矩阵初始化，为电位矩阵赋初值，以及对像管的边界使用线性插值法进行封闭，像管中除电极与边界外各点均利用线性插值得到。

### 3. 超张弛迭代与输出模块

连续超张弛迭代模块负责对像管中电势分布进行数值计算。其中，迭代因子  $\omega = 1$  时进行一次， $\omega = 1.375$  进行十二次。之后每迭代12次，重新计算一次迭代因子  $\omega$ ，在迭代因子到达一定精度后停止更新迭代因子，而电场中电势精度达到给定精度后输出结果并跳出该模块。

### 4. 绘图与输出模块

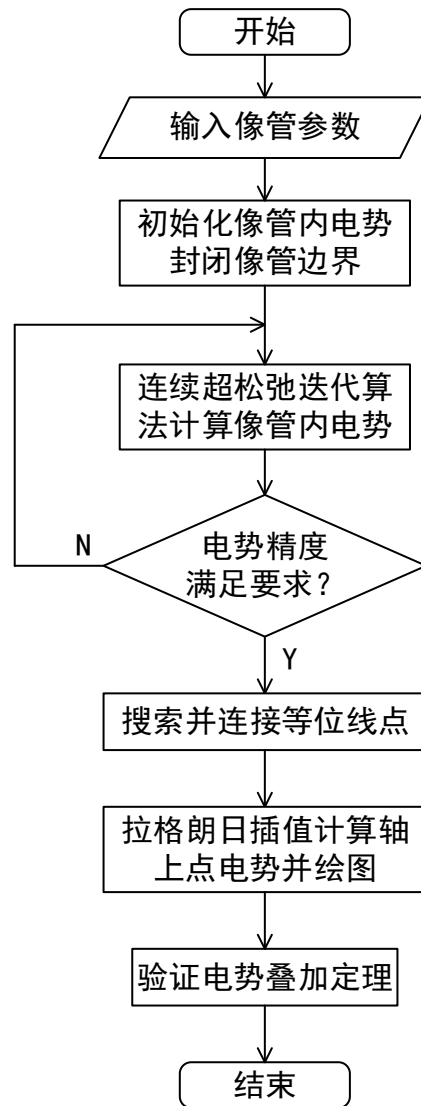
进行行列扫描得到等位线各点坐标，输出坐标值并绘制出像管中电极和等位线的图形；进行拉格朗日插值得到轴上格点电位，绘制轴上电位随坐标变化的关系图。图形绘制采用 EasyX 这一插件。

### 5. 叠加定理验证模块

叠加定理验证模块将所有电极置为 0，每次仅保留其中一个电极原来的数值。之后调用超松弛连续迭代模块作为子函数，对只有一个电极有值的情况进行计算，并将每次结果叠加保存在自身的一个数组内。最后与直接利用超松弛连续迭代模块计算出的结果进行比较，得到两者之间的最大绝对残差、平均残差与均方根残差。

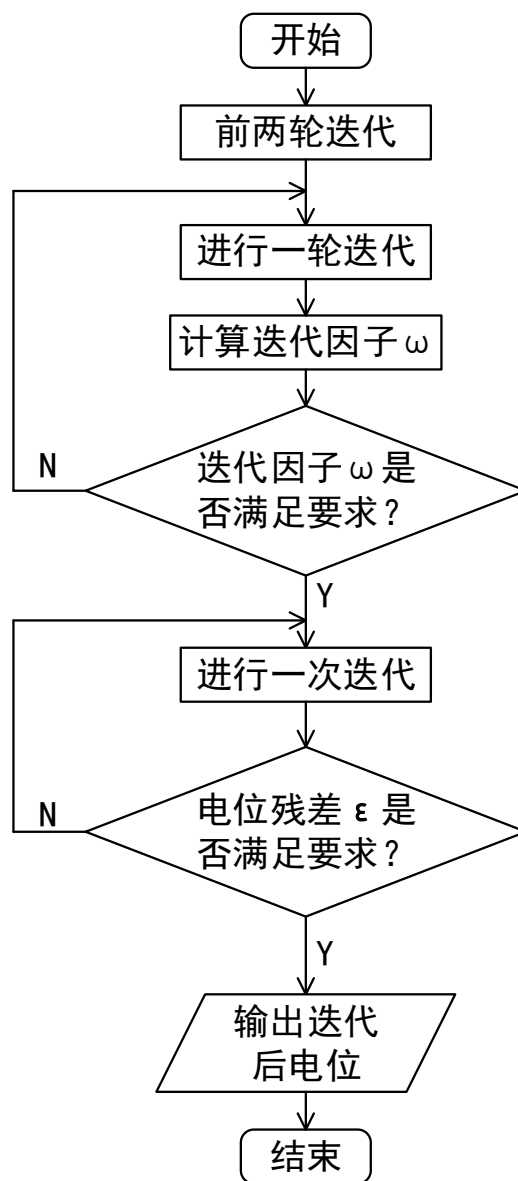
#### 四、 程序框架与流程图

##### 1. 程序总体流程图



图二

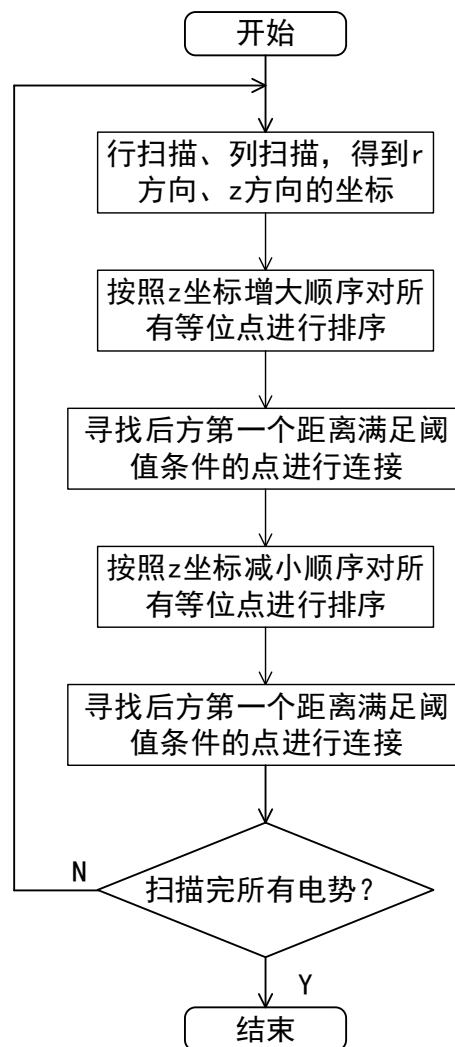
## 2. 超张弛迭代部分流程图



图三

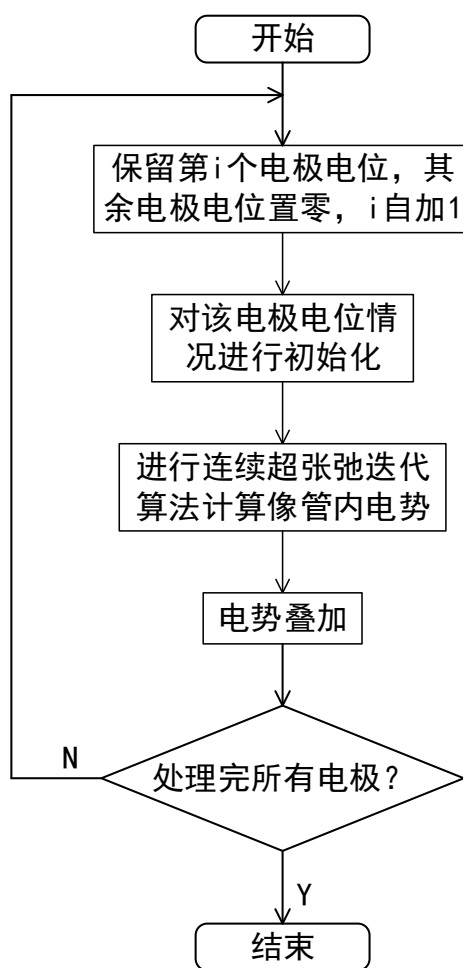


## 3. 等位线绘制部分流程图



图四

## 4. 验证电势叠加定理部分流程图



图五

## 五、使用说明

输入数据文件后缀名为 **dat**，其中包含的基本信息有：

$n$ ：电极（包括中间电极与荧光屏，但不包括电位为  $0V$  的阴极）总数；

$\delta$ ：电极厚度（mm），占 1 个步长，所有电极厚度相同；

$\Delta z_1, \Delta z_2, \dots, \Delta z_n$ ：相邻电极之间的距离（mm）；

$N_1, N_2, \dots, N_n$ ：相邻电极之间要划分的步长数。在每一个  $\Delta z_i$  范围内作等步长划分网

格， $N_1 + N_2 + \dots + N_n + n - 1 \leq 100$ ；

$V_1, V_2, \dots, V_n$ ：电极电位（V）。

$\Delta r_1$ : 电极内孔径半径 (mm), 所有电极内孔径半径相同;

$M_1$ :  $\Delta r_1$  范围内等步长划分的网格数;

$\Delta r_2$ : 从电极内孔边沿到封闭边界处的径向距离 (mm);

$M_2$ :  $\Delta r_2$  范围内等步长划分的网格数,  $M_1 + M_2 \leq 50$ ;

$\varepsilon$ : 迭代控制精度;

$NST$ : 输出打印空间电位时网格点间隔数, 当  $NST = 1$ , 全部打印;  $NST = 2$ , 隔行隔列打印, 依次类推;

$INS$ : 轴上电位作等距插值时的步长数;

$\Delta V$ : 要求扫描搜索等电位线的电位间隔值, 例  $V_{ac} = 100V$  时,  $\Delta V = 12V$ , 则应扫描电位为 12、24、36、48、60、72、84、96V 的等位线;

$EV_1, EV_2, \dots, EV_m$ : 要求扫描搜索等电位线的电位值, 共  $m$  个。

输入的格式如下图:

```

电极宽度  $\delta$ : 0.4mm
电极个数  $n$ : 9
相邻电极间距离  $\Delta z_i$ :
5mm 7.1mm 7.1mm 7.1mm 7.1mm 7.1mm 7.1mm 5mm
相邻电极间步长数  $N_i$ :
10 12 12 12 12 12 12 10
电极电位  $V_i$ :
21V 38V 14V 56V 75V 82V 72V 94V 100V
电极内孔径半径  $\Delta r_1$ : 16mm
从电极内孔边沿到封闭边界处的径向距离  $\Delta r_2$ : 10mm
 $\Delta r_1$  范围内等步长划分的网个数: 25
 $\Delta r_2$  范围内等步长划分的网个数: 16
迭代控制精度  $\varepsilon$ : 0.00002V
输出打印空间电位时网格点间隔数: 2
轴上电位作等距插值时的步长数: 80
要求扫描等电位线间隔值或电位: (只画一条等位线时重复输入两次)
8V
  
```

输出文件后缀名为 txt, 程序运行完毕后存放于和输入文件处于同一文件夹下。输出文件内包含像管内电极与计算参数的基本信息, 迭代轮次与迭代次数, 轴上网格点坐标, 连续超松弛迭代完成后的空间电势分布, 等位线各点坐标, 轴上点拉格朗日插值点坐标与电势, 运用叠加定理得到的电势分布。

## 六、数据处理与误差分析

使用连续超张弛迭代方法得到的结果在附录一当中。由结果可以看出所得到的结果具有较高的可信度与精度。经过对于理论的分析 and 实际变成计算, 可以知道使用数值计算方法得到像管中电势分布存在以下几种误差:

首先是计算机本身的截断误差。由于计算机 CPU 的位数是一定的, 故在小数点某几位后的数值将是无效的数值, 这一部分造成了最后计算结果的误差。

其次是给定精度所造成的误差。由于结束迭代的条件是前后两次的残差小于给定精度, 因而比给定精度更高的小数位数将被忽略。

最后是划分网格点导致的误差。由于网格点永远都只能是离散而非连续的，因而结果必然存在误差，与理论计算的数值将有一定的差距。

## 七、 结果讨论与心得体会

本程序实现了一下几项功能：记录迭代过程中的迭代因子与迭代次数、得到像管内电势分布、得到等位线坐标、算出轴上点拉格朗日等距插值点、验证叠加定理、画出等位线、画出拉格朗日插值点坐标与电势的关系。

通过这一次像管电势计算程序的编写，我对于光电成像器件，尤其是像管的工作原理有了更深的理解，对于像管的设计有了一定的经验；通过使用 c 语言进行实际的编程，我对模块化的编程过程的了解更加深入，具备了编写较为大型的计算机程序的能力。

## 参考文献

- [1] 倪国强. 光电成像器件计算机辅助设计（CAD）基础知识及课程设计指导书 [M]. 北京：理工大学出版社，2003.
- [2] 白廷柱，金伟其. 光电成像原理与技术[M]. 北京：理工大学出版社，2009.
- [3] 郭新军，张智诠，周立伟，陶禹. 计算像管三维静电场的多重网格法[D]. 北京：理工大学出版社，2003.

## 附录一：输入输出结果

## 输入文件：

电极宽度  $\delta$  : 0.4mm

电极个数  $n$ : 9

相邻电极间距离  $\Delta z_i$ :

5mm 7.1mm 7.1mm 7.1mm 7.1mm 7.1mm 7.1mm 7.1mm 5mm

相邻电极间步长数  $N_i$ :

10 12 12 12 12 12 12 12 10

电极电位  $V_i$ :

21V 38V 14V 56V 75V 82V 72V 94V 100V

电极内孔径半径  $\Delta r_1$ : 16mm

从电极内孔径边沿到封闭边界处的径向距离  $\Delta r_2$ : 10mm

$\Delta r_1$  范围内等步长划分的网个数: 25

$\Delta r_2$  范围内等步长划分的网个数: 16

迭代控制精度  $\varepsilon$  : 0.00002V

输出打印空间电位时网格点间隔数: 2

轴上电位作等距插值时的步长数: 80

要求扫描等电位线间隔值或电位: (只画一条等位线时重复输入两次)

8V

## 输出文件：

电极宽度  $\delta$  : 0.400000mm

电极个数  $n$ : 9

相邻电极间距离  $\Delta z_i$ :

5.000000mm 7.100000mm 7.100000mm 7.100000mm 7.100000mm 7.100000mm  
7.100000mm 7.100000mm 5.000000mm

相邻电极间步长数  $N_i$ :

10 12 12 12 12 12 12 12 10

电极电位  $V_i$ :

21.000000V 38.000000V 42.000000V 56.000000V 75.000000V 82.000000V  
88.000000V 94.000000V 100.000000V

电极内孔径半径  $\Delta r_1$ : 16.000000mm

从电极内孔径边沿到封闭边界处的径向距离  $\Delta r_2$ : 10.000000mm

$\Delta r_1$  范围内等步长划分的网个数: 25

$\Delta r_2$  范围内等步长划分的网个数: 16

迭代控制精度  $\varepsilon$  : 0.000020V

输出打印空间点位时网格点间距数: 1

轴上电位做等距插值是的步长数: 80

要求扫描搜索等电位线的电位间隔数: 10.000000V

格点行数: 42

格点列数: 113

R 轴上网格点坐标:

0.000000	0.640000	1.280000	1.920000	2.560000	3.200000
3.840000	4.480000	5.120000	5.760000	6.400000	7.040000
7.680000	8.320000	8.960000	9.600000	10.240000	10.880000
11.520000	12.160000	12.800000	13.440000	14.080000	14.720000
15.360000	16.000000	16.625000	17.250000	17.875000	18.500000
19.125000	19.750000	20.375000	21.000000	21.625000	22.250000
22.875000	23.500000	24.125000	24.750000	25.375000	26.000000

Z 轴上网格点坐标:

0.000000	0.500000	1.000000	1.500000	2.000000	2.500000
3.000000	3.500000	4.000000	4.500000	5.000000	5.400000
5.991667	6.583333	7.175000	7.766667	8.358333	8.950000
9.541667	10.133333	10.725000	11.316667	11.908333	12.500000
12.900000	13.491667	14.083333	14.675000	15.266667	15.858333
16.450000	17.041667	17.633333	18.225000	18.816667	19.408333
20.000000	20.400000	20.991667	21.583333	22.175000	22.766667
23.358333	23.950000	24.541667	25.133333	25.725000	26.316667
26.908333	27.500000	27.900000	28.491667	29.083333	29.675000
30.266667	30.858333	31.450000	32.041667	32.633333	33.225000
33.816667	34.408333	35.000000	35.400000	35.991667	36.583333
37.175000	37.766667	38.358333	38.950000	39.541667	40.133333
40.725000	41.316667	41.908333	42.500000	42.900000	43.491667
44.083333	44.675000	45.266667	45.858333	46.450000	47.041667
47.633333	48.225000	48.816667	49.408333	50.000000	50.400000
50.991667	51.583333	52.175000	52.766667	53.358333	53.950000
54.541667	55.133333	55.725000	56.316667	56.908333	57.500000
57.900000	58.400000	58.900000	59.400000	59.900000	60.400000
60.900000	61.400000	61.900000	62.400000	62.900000	

电极位置(以左侧为准):

5.000000	12.500000	20.000000	27.500000	35.000000	42.500000
50.000000	57.500000	62.900000			

像管内电势迭代情况:

第 1 轮, 第 1 次迭代, 迭代因子:1.000000 平均残差: 0.022846, 最大残差: 0.747103  
 第 2 轮, 第 1 次迭代, 迭代因子:1.375000 平均残差: 0.031137, 最大残差: 0.445604  
 第 2 轮, 第 2 次迭代, 迭代因子:1.375000 平均残差: 0.029706, 最大残差: 0.326398  
 第 2 轮, 第 3 次迭代, 迭代因子:1.375000 平均残差: 0.028312, 最大残差: 0.214948  
 第 2 轮, 第 4 次迭代, 迭代因子:1.375000 平均残差: 0.027066, 最大残差: 0.175636  
 第 2 轮, 第 5 次迭代, 迭代因子:1.375000 平均残差: 0.026009, 最大残差: 0.151983  
 第 2 轮, 第 6 次迭代, 迭代因子:1.375000 平均残差: 0.025196, 最大残差: 0.139309  
 第 2 轮, 第 7 次迭代, 迭代因子:1.375000 平均残差: 0.024525, 最大残差: 0.129741  
 第 2 轮, 第 8 次迭代, 迭代因子:1.375000 平均残差: 0.023903, 最大残差: 0.122228  
 第 2 轮, 第 9 次迭代, 迭代因子:1.375000 平均残差: 0.023329, 最大残差: 0.116187

第 2 轮, 第 10 次迭代, 迭代因子:1.375000 平均残差: 0.022750, 最大残差: 0.111229  
第 2 轮, 第 11 次迭代, 迭代因子:1.375000 平均残差: 0.022167, 最大残差: 0.106996  
第 2 轮, 第 12 次迭代, 迭代因子:1.375000 平均残差: 0.021593, 最大残差: 0.103420  
第 3 轮, 第 1 次迭代, 迭代因子:1.755873 平均残差: 0.056243, 最大残差: 0.280064  
第 3 轮, 第 2 次迭代, 迭代因子:1.755873 平均残差: 0.054335, 最大残差: 0.276832  
第 3 轮, 第 3 次迭代, 迭代因子:1.755873 平均残差: 0.051740, 最大残差: 0.267566  
第 3 轮, 第 4 次迭代, 迭代因子:1.755873 平均残差: 0.049081, 最大残差: 0.258465  
第 3 轮, 第 5 次迭代, 迭代因子:1.755873 平均残差: 0.046506, 最大残差: 0.249635  
第 3 轮, 第 6 次迭代, 迭代因子:1.755873 平均残差: 0.043991, 最大残差: 0.241794  
第 3 轮, 第 7 次迭代, 迭代因子:1.755873 平均残差: 0.041590, 最大残差: 0.234034  
第 3 轮, 第 8 次迭代, 迭代因子:1.755873 平均残差: 0.039315, 最大残差: 0.227041  
第 3 轮, 第 9 次迭代, 迭代因子:1.755873 平均残差: 0.037174, 最大残差: 0.220827  
第 3 轮, 第 10 次迭代, 迭代因子:1.755873 平均残差: 0.035171, 最大残差: 0.214669  
第 3 轮, 第 11 次迭代, 迭代因子:1.755873 平均残差: 0.033311, 最大残差: 0.209740  
第 3 轮, 第 12 次迭代, 迭代因子:1.755873 平均残差: 0.031528, 最大残差: 0.207269  
第 4 轮, 第 1 次迭代, 迭代因子:1.808478 平均残差: 0.036107, 最大残差: 0.234972  
第 4 轮, 第 2 次迭代, 迭代因子:1.808478 平均残差: 0.034261, 最大残差: 0.227975  
第 4 轮, 第 3 次迭代, 迭代因子:1.808478 平均残差: 0.032390, 最大残差: 0.222123  
第 4 轮, 第 4 次迭代, 迭代因子:1.808478 平均残差: 0.030566, 最大残差: 0.220614  
第 4 轮, 第 5 次迭代, 迭代因子:1.808478 平均残差: 0.028818, 最大残差: 0.217284  
第 4 轮, 第 6 次迭代, 迭代因子:1.808478 平均残差: 0.027149, 最大残差: 0.212855  
第 4 轮, 第 7 次迭代, 迭代因子:1.808478 平均残差: 0.025558, 最大残差: 0.207386  
第 4 轮, 第 8 次迭代, 迭代因子:1.808478 平均残差: 0.024042, 最大残差: 0.201659  
第 4 轮, 第 9 次迭代, 迭代因子:1.808478 平均残差: 0.022597, 最大残差: 0.195272  
第 4 轮, 第 10 次迭代, 迭代因子:1.808478 平均残差: 0.021223, 最大残差: 0.188468  
第 4 轮, 第 11 次迭代, 迭代因子:1.808478 平均残差: 0.019925, 最大残差: 0.181399  
第 4 轮, 第 12 次迭代, 迭代因子:1.808478 平均残差: 0.018679, 最大残差: 0.173839  
第 5 轮, 第 1 次迭代, 迭代因子:1.823238 平均残差: 0.018577, 最大残差: 0.168292  
第 5 轮, 第 2 次迭代, 迭代因子:1.823238 平均残差: 0.017440, 最大残差: 0.162693  
第 5 轮, 第 3 次迭代, 迭代因子:1.823238 平均残差: 0.016343, 最大残差: 0.155759  
第 5 轮, 第 4 次迭代, 迭代因子:1.823238 平均残差: 0.015298, 最大残差: 0.147864  
第 5 轮, 第 5 次迭代, 迭代因子:1.823238 平均残差: 0.014311, 最大残差: 0.139726  
第 5 轮, 第 6 次迭代, 迭代因子:1.823238 平均残差: 0.013384, 最大残差: 0.131179  
第 5 轮, 第 7 次迭代, 迭代因子:1.823238 平均残差: 0.012519, 最大残差: 0.122450  
第 5 轮, 第 8 次迭代, 迭代因子:1.823238 平均残差: 0.011713, 最大残差: 0.114136  
第 5 轮, 第 9 次迭代, 迭代因子:1.823238 平均残差: 0.010964, 最大残差: 0.106114  
第 5 轮, 第 10 次迭代, 迭代因子:1.823238 平均残差: 0.010270, 最大残差: 0.098337  
第 5 轮, 第 11 次迭代, 迭代因子:1.823238 平均残差: 0.009629, 最大残差: 0.090752  
第 5 轮, 第 12 次迭代, 迭代因子:1.823238 平均残差: 0.009030, 最大残差: 0.083520  
第 6 轮, 第 1 次迭代, 迭代因子:1.831989 平均残差: 0.008825, 最大残差: 0.077172  
第 6 轮, 第 2 次迭代, 迭代因子:1.831989 平均残差: 0.008300, 最大残差: 0.070999  
第 6 轮, 第 3 次迭代, 迭代因子:1.831989 平均残差: 0.007802, 最大残差: 0.064488  
第 6 轮, 第 4 次迭代, 迭代因子:1.831989 平均残差: 0.007331, 最大残差: 0.058045  
第 6 轮, 第 5 次迭代, 迭代因子:1.831989 平均残差: 0.006886, 最大残差: 0.052187

第 6 轮, 第 6 次迭代, 迭代因子:1.831989 平均残差: 0.006468, 最大残差: 0.046819  
第 6 轮, 第 7 次迭代, 迭代因子:1.831989 平均残差: 0.006077, 最大残差: 0.041759  
第 6 轮, 第 8 次迭代, 迭代因子:1.831989 平均残差: 0.005712, 最大残差: 0.037347  
第 6 轮, 第 9 次迭代, 迭代因子:1.831989 平均残差: 0.005372, 最大残差: 0.033846  
第 6 轮, 第 10 次迭代, 迭代因子:1.831989 平均残差: 0.005055, 最大残差: 0.032214  
第 6 轮, 第 11 次迭代, 迭代因子:1.831989 平均残差: 0.004762, 最大残差: 0.030636  
第 6 轮, 第 12 次迭代, 迭代因子:1.831989 平均残差: 0.004490, 最大残差: 0.029102  
第 7 轮, 第 1 次迭代, 迭代因子:1.842387 平均残差: 0.004457, 最大残差: 0.027925  
第 7 轮, 第 2 次迭代, 迭代因子:1.842387 平均残差: 0.004221, 最大残差: 0.026890  
第 7 轮, 第 3 次迭代, 迭代因子:1.842387 平均残差: 0.003994, 最大残差: 0.025822  
第 7 轮, 第 4 次迭代, 迭代因子:1.842387 平均残差: 0.003778, 最大残差: 0.024692  
第 7 轮, 第 5 次迭代, 迭代因子:1.842387 平均残差: 0.003575, 最大残差: 0.023568  
第 7 轮, 第 6 次迭代, 迭代因子:1.842387 平均残差: 0.003385, 最大残差: 0.022462  
第 7 轮, 第 7 次迭代, 迭代因子:1.842387 平均残差: 0.003206, 最大残差: 0.021405  
第 7 轮, 第 8 次迭代, 迭代因子:1.842387 平均残差: 0.003039, 最大残差: 0.020380  
第 7 轮, 第 9 次迭代, 迭代因子:1.842387 平均残差: 0.002882, 最大残差: 0.019416  
第 7 轮, 第 10 次迭代, 迭代因子:1.842387 平均残差: 0.002735, 最大残差: 0.018492  
第 7 轮, 第 11 次迭代, 迭代因子:1.842387 平均残差: 0.002597, 最大残差: 0.017606  
第 7 轮, 第 12 次迭代, 迭代因子:1.842387 平均残差: 0.002468, 最大残差: 0.016749  
第 8 轮, 第 1 次迭代, 迭代因子:1.856379 平均残差: 0.002519, 最大残差: 0.016116  
第 8 轮, 第 2 次迭代, 迭代因子:1.856379 平均残差: 0.002404, 最大残差: 0.015551  
第 8 轮, 第 3 次迭代, 迭代因子:1.856379 平均残差: 0.002290, 最大残差: 0.015012  
第 8 轮, 第 4 次迭代, 迭代因子:1.856379 平均残差: 0.002179, 最大残差: 0.014343  
第 8 轮, 第 5 次迭代, 迭代因子:1.856379 平均残差: 0.002074, 最大残差: 0.013672  
第 8 轮, 第 6 次迭代, 迭代因子:1.856379 平均残差: 0.001973, 最大残差: 0.013012  
第 8 轮, 第 7 次迭代, 迭代因子:1.856379 平均残差: 0.001877, 最大残差: 0.012379  
第 8 轮, 第 8 次迭代, 迭代因子:1.856379 平均残差: 0.001785, 最大残差: 0.011759  
第 8 轮, 第 9 次迭代, 迭代因子:1.856379 平均残差: 0.001698, 最大残差: 0.011154  
第 8 轮, 第 10 次迭代, 迭代因子:1.856379 平均残差: 0.001616, 最大残差: 0.010579  
第 8 轮, 第 11 次迭代, 迭代因子:1.856379 平均残差: 0.001537, 最大残差: 0.010025  
第 8 轮, 第 12 次迭代, 迭代因子:1.856379 平均残差: 0.001462, 最大残差: 0.009506  
第 9 轮, 第 1 次迭代, 迭代因子:1.865332 平均残差: 0.001459, 最大残差: 0.009075  
第 9 轮, 第 2 次迭代, 迭代因子:1.865332 平均残差: 0.001390, 最大残差: 0.008681  
第 9 轮, 第 3 次迭代, 迭代因子:1.865332 平均残差: 0.001322, 最大残差: 0.008278  
第 9 轮, 第 4 次迭代, 迭代因子:1.865332 平均残差: 0.001256, 最大残差: 0.007876  
第 9 轮, 第 5 次迭代, 迭代因子:1.865332 平均残差: 0.001192, 最大残差: 0.007474  
第 9 轮, 第 6 次迭代, 迭代因子:1.865332 平均残差: 0.001130, 最大残差: 0.007087  
第 9 轮, 第 7 次迭代, 迭代因子:1.865332 平均残差: 0.001071, 最大残差: 0.006714  
第 9 轮, 第 8 次迭代, 迭代因子:1.865332 平均残差: 0.001015, 最大残差: 0.006360  
第 9 轮, 第 9 次迭代, 迭代因子:1.865332 平均残差: 0.000961, 最大残差: 0.006020  
第 9 轮, 第 10 次迭代, 迭代因子:1.865332 平均残差: 0.000909, 最大残差: 0.005693  
第 9 轮, 第 11 次迭代, 迭代因子:1.865332 平均残差: 0.000859, 最大残差: 0.005382  
第 9 轮, 第 12 次迭代, 迭代因子:1.865332 平均残差: 0.000812, 最大残差: 0.005085  
第 10 轮, 第 1 次迭代, 迭代因子:1.864505 平均残差: 0.000764, 最大残差: 0.004799



第 10 轮, 第 2 次迭代, 迭代因子:1.864505 平均残差: 0.000721, 最大残差: 0.004530  
第 10 轮, 第 3 次迭代, 迭代因子:1.864505 平均残差: 0.000680, 最大残差: 0.004295  
第 10 轮, 第 4 次迭代, 迭代因子:1.864505 平均残差: 0.000641, 最大残差: 0.004058  
第 10 轮, 第 5 次迭代, 迭代因子:1.864505 平均残差: 0.000604, 最大残差: 0.003823  
第 10 轮, 第 6 次迭代, 迭代因子:1.864505 平均残差: 0.000569, 最大残差: 0.003606  
第 10 轮, 第 7 次迭代, 迭代因子:1.864505 平均残差: 0.000536, 最大残差: 0.003403  
第 10 轮, 第 8 次迭代, 迭代因子:1.864505 平均残差: 0.000505, 最大残差: 0.003207  
第 10 轮, 第 9 次迭代, 迭代因子:1.864505 平均残差: 0.000475, 最大残差: 0.003017  
第 10 轮, 第 10 次迭代, 迭代因子:1.864505 平均残差: 0.000447, 最大残差: 0.002835  
第 10 轮, 第 11 次迭代, 迭代因子:1.864505 平均残差: 0.000420, 最大残差: 0.002674  
第 10 轮, 第 12 次迭代, 迭代因子:1.864505 平均残差: 0.000395, 最大残差: 0.002525  
第 11 轮, 第 1 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000361, 最大残差: 0.002367  
第 11 轮, 第 2 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000338, 最大残差: 0.002213  
第 11 轮, 第 3 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000318, 最大残差: 0.002075  
第 11 轮, 第 4 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000298, 最大残差: 0.001946  
第 11 轮, 第 5 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000280, 最大残差: 0.001827  
第 11 轮, 第 6 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000262, 最大残差: 0.001715  
第 11 轮, 第 7 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000246, 最大残差: 0.001610  
第 11 轮, 第 8 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000231, 最大残差: 0.001511  
第 11 轮, 第 9 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000217, 最大残差: 0.001417  
第 11 轮, 第 10 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000203, 最大残差: 0.001327  
第 11 轮, 第 11 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000191, 最大残差: 0.001241  
第 11 轮, 第 12 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000179, 最大残差: 0.001160  
第 12 轮, 第 1 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000168, 最大残差: 0.001086  
第 12 轮, 第 2 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000157, 最大残差: 0.001022  
第 12 轮, 第 3 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000147, 最大残差: 0.000961  
第 12 轮, 第 4 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000138, 最大残差: 0.000902  
第 12 轮, 第 5 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000129, 最大残差: 0.000847  
第 12 轮, 第 6 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000121, 最大残差: 0.000795  
第 12 轮, 第 7 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000113, 最大残差: 0.000747  
第 12 轮, 第 8 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000106, 最大残差: 0.000701  
第 12 轮, 第 9 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000100, 最大残差: 0.000658  
第 12 轮, 第 10 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000093, 最大残差: 0.000616  
第 12 轮, 第 11 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000087, 最大残差: 0.000577  
第 12 轮, 第 12 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000082, 最大残差: 0.000540  
第 13 轮, 第 1 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000077, 最大残差: 0.000505  
第 13 轮, 第 2 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000072, 最大残差: 0.000471  
第 13 轮, 第 3 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000067, 最大残差: 0.000443  
第 13 轮, 第 4 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000063, 最大残差: 0.000415  
第 13 轮, 第 5 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000059, 最大残差: 0.000390  
第 13 轮, 第 6 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000055, 最大残差: 0.000366  
第 13 轮, 第 7 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000052, 最大残差: 0.000343  
第 13 轮, 第 8 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000048, 最大残差: 0.000322  
第 13 轮, 第 9 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000045, 最大残差: 0.000302

第 13 轮, 第 10 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000042, 最大残差: 0.000283  
第 13 轮, 第 11 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000040, 最大残差: 0.000265  
第 13 轮, 第 12 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000037, 最大残差: 0.000248  
第 14 轮, 第 1 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000035, 最大残差: 0.000232  
第 14 轮, 第 2 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000032, 最大残差: 0.000218  
第 14 轮, 第 3 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000030, 最大残差: 0.000204  
第 14 轮, 第 4 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000028, 最大残差: 0.000191  
第 14 轮, 第 5 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000027, 最大残差: 0.000179  
第 14 轮, 第 6 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000025, 最大残差: 0.000168  
第 14 轮, 第 7 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000023, 最大残差: 0.000157  
第 14 轮, 第 8 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000022, 最大残差: 0.000147  
第 14 轮, 第 9 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000020, 最大残差: 0.000138  
第 14 轮, 第 10 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000019, 最大残差: 0.000129  
第 14 轮, 第 11 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000018, 最大残差: 0.000121  
第 14 轮, 第 12 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000017, 最大残差: 0.000114  
第 15 轮, 第 1 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000016, 最大残差: 0.000106  
第 15 轮, 第 2 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000015, 最大残差: 0.000100  
第 15 轮, 第 3 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000014, 最大残差: 0.000093  
第 15 轮, 第 4 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000013, 最大残差: 0.000087  
第 15 轮, 第 5 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000012, 最大残差: 0.000082  
第 15 轮, 第 6 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000011, 最大残差: 0.000076  
第 15 轮, 第 7 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000010, 最大残差: 0.000071  
第 15 轮, 第 8 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000010, 最大残差: 0.000067  
第 15 轮, 第 9 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000009, 最大残差: 0.000063  
第 15 轮, 第 10 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000009, 最大残差: 0.000059  
第 15 轮, 第 11 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000008, 最大残差: 0.000055  
第 15 轮, 第 12 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000007, 最大残差: 0.000051  
第 16 轮, 第 1 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000007, 最大残差: 0.000048  
第 16 轮, 第 2 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000007, 最大残差: 0.000045  
第 16 轮, 第 3 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000006, 最大残差: 0.000042  
第 16 轮, 第 4 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000006, 最大残差: 0.000039  
第 16 轮, 第 5 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000005, 最大残差: 0.000037  
第 16 轮, 第 6 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000005, 最大残差: 0.000034  
第 16 轮, 第 7 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000005, 最大残差: 0.000032  
第 16 轮, 第 8 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000004, 最大残差: 0.000030  
第 16 轮, 第 9 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000004, 最大残差: 0.000028  
第 16 轮, 第 10 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000004, 最大残差: 0.000026  
第 16 轮, 第 11 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000004, 最大残差: 0.000025  
第 16 轮, 第 12 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000003, 最大残差: 0.000023  
第 17 轮, 第 1 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000003, 最大残差: 0.000022  
第 17 轮, 第 2 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000003, 最大残差: 0.000020  
第 17 轮, 第 3 次迭代, 迭代因子:1.859497 平均残差: 0.000003, 最大残差: 0.000019

迭代后电位矩阵:

第 1 行:0.000000 1.326613 2.651687 3.973698 5.291146 6.602573					
7.906568	9.201781	10.486936	11.760833	13.022366	14.021956
15.483951	16.924816	18.343404	19.738785	21.110249	22.457311
23.779701	25.077370	26.350480	27.599400	28.824698	30.027128
30.827607	31.993869	33.140098	34.267605	35.377808	36.472200
37.552329	38.619767	39.676082	40.722812	41.761436	42.793354
43.819861	44.511434	45.531435	46.548847	47.564447	48.578849
49.592500	50.605679	51.618500	52.630917	53.642727	54.653583
55.662997	56.670359	57.349818	58.352071	59.350123	60.343025
61.329777	62.309343	63.280678	64.242745	65.194535	66.135090
67.063517	67.979009	68.880853	69.482477	70.360152	71.222830
72.070226	72.902176	73.718634	74.519662	75.305429	76.076194
76.832306	77.574183	78.302311	79.017230	79.493402	80.187509
80.870046	81.541678	82.203081	82.854945	83.497959	84.132812
84.760187	85.380756	85.995176	86.604087	87.208110	87.614031
88.211187	88.804994	89.395976	89.984624	90.571398	91.156720
91.740974	92.324507	92.907622	93.490581	94.073602	94.656859
95.051381	95.544811	96.038588	96.532730	97.027237	97.522091
98.017259	98.512695	99.008342	99.504134	100.000000	
第 2 行:0.000000 1.327242 2.652939 3.975563 5.293609 6.605613					
7.910159	9.205896	10.491540	11.765892	13.027839	14.027732
15.490125	16.931325	18.350184	19.745772	21.117379	22.464518
23.786923	25.084544	26.357546	27.606300	28.831377	30.033535
30.833804	31.999719	33.145564	34.272657	35.382423	36.476362
37.556032	38.623011	39.678877	40.725173	41.763389	42.794928
43.821092	44.512456	45.532184	46.549369	47.564790	48.579061
49.592630	50.605775	51.618611	52.631087	53.642999	54.653997
55.663590	56.671165	57.350783	58.353293	59.351623	60.344819
61.331873	62.311745	63.283384	64.245745	65.197816	66.138632
67.067296	67.982996	68.885017	69.486741	70.364535	71.227296
72.074740	72.906705	73.723144	74.524123	75.309813	76.080478
76.836466	77.578202	78.306173	79.020921	79.496971	80.190890
80.873234	81.544668	82.205870	82.857532	83.500345	84.134998
84.762177	85.382553	85.996786	86.605516	87.209364	87.615172
88.212166	88.805820	89.396657	89.985172	90.571822	91.157031
91.741185	92.324629	92.907668	93.490563	94.073533	94.656751
95.051255	95.544669	96.038439	96.532581	97.027095	97.521962
98.017149	98.512609	99.008282	99.504104	100.000000	
第 3 行:0.000000 1.329136 2.656711 3.981181 5.301026 6.614767					
7.920975	9.218285	10.505404	11.781122	13.044317	14.045120
15.508707	16.950915	18.370590	19.766800	21.138835	22.486208
23.808655	25.106132	26.378808	27.627062	28.851473	30.052812
30.852448	32.017318	33.162006	34.287851	35.396298	36.488874
37.567158	38.632755	39.687265	40.732257	41.769240	42.799639

43.824770	44.515505	45.534411	46.550913	47.565794	48.579673
49.592997	50.606044	51.618922	52.631578	53.643799	54.655225
55.665358	56.673571	57.353670	58.356956	59.356124	60.350203
61.338169	62.318964	63.291518	64.254769	65.207686	66.149289
67.078665	67.994992	68.897544	69.499568	70.377719	71.240730
72.088317	72.920322	73.736704	74.537535	75.322993	76.093352
76.848969	77.590277	78.317772	79.032005	79.507690	80.201046
80.882806	81.553643	82.214241	82.865295	83.507503	84.141557
84.768145	85.387944	86.001614	86.609799	87.213123	87.618589
88.215097	88.808291	89.398696	89.986808	90.573087	91.157958
91.741808	92.324985	92.907795	93.490498	94.073315	94.656419
95.050866	95.544234	96.037981	96.532125	97.026661	97.521570
98.016815	98.512346	99.008101	99.504011	100.000000	
第 4 行:0.000000	1.332315	2.663042	3.990610	5.313474	6.630129
7.939123	9.239072	10.528662	11.806668	13.071954	14.074279
15.539864	16.983756	18.404794	19.802041	21.174787	22.522548
23.845063	25.142294	26.414420	27.661831	28.885123	30.085083
30.883652	32.046763	33.189504	34.313247	35.419475	36.509753
37.585704	38.648973	39.701203	40.744000	41.778910	42.807391
43.830788	44.520467	45.537995	46.553352	47.567331	48.580556
49.593474	50.606359	51.619314	52.632275	53.645019	54.657170
55.668213	56.677503	57.358412	58.363005	59.363585	60.359153
61.348657	62.331008	63.305104	64.269854	65.224197	66.167124
67.097700	68.015080	68.918523	69.521052	70.399799	71.263225
72.111048	72.943115	73.759394	74.559970	75.345034	76.114874
76.869864	77.610450	78.337145	79.050512	79.525582	80.217992
80.898774	81.568611	82.228196	82.878234	83.519428	84.152480
84.778081	85.396914	86.009644	86.616920	87.219367	87.624262
88.219959	88.812384	89.402066	89.989505	90.575163	91.159469
91.742813	92.325544	92.907969	93.490354	94.072916	94.655830
95.050184	95.543475	96.037188	96.531336	97.025913	97.520895
98.016240	98.511894	99.007790	99.503853	100.000000	
第 5 行:0.000000	1.336813	2.671999	4.003949	5.331081	6.651855
7.964788	9.268462	10.561541	11.842774	13.111006	14.115475
15.583872	17.030130	18.453081	19.851782	21.225522	22.573820
23.896422	25.193298	26.464640	27.710853	28.932553	30.130555
30.927610	32.088222	33.228194	34.348949	35.452021	36.539033
37.611666	38.671626	39.720614	40.760294	41.792262	42.818024
43.838964	44.527149	45.542730	46.556472	47.569183	48.581491
49.593844	50.606512	51.619586	52.632989	53.646481	54.659667
55.672008	56.682831	57.364895	58.371348	59.373938	60.371627
61.363320	62.347886	63.324180	64.291064	65.247437	66.192249
67.124530	68.043404	68.948109	69.551350	70.430935	71.294940
72.143086	72.975228	73.791348	74.591550	75.376044	76.145140

76.899232	77.638791	78.364347	79.076486	79.550685	80.241757
80.921157	81.589582	82.247740	82.896345	83.536113	84.167753
84.791966	85.409441	86.020851	86.626847	87.228064	87.632156
88.226712	88.818057	89.406724	89.993216	90.578002	91.161513
91.744144	92.326248	92.908135	93.490072	94.072278	94.654927
95.049154	95.542341	96.036009	96.530169	97.024810	97.519901
98.015396	98.511232	99.007334	99.503621	100.000000	
第 6 行:0.000000 1.342677 2.683677 4.021338 5.354031 6.680170					
7.998228	9.306750	10.604362	11.889785	13.161839	14.169086
15.641121	17.090438	18.515855	19.916426	21.291440	22.640421
23.963121	25.259522	26.529830	27.774472	28.994087	30.189523
30.984595	32.141929	33.278271	34.395104	35.494034	36.576759
37.645036	38.700654	39.745390	40.780983	41.809100	42.831306
43.849037	44.535275	45.548322	46.559969	47.571039	48.582168
49.593803	50.606205	51.619452	52.633450	53.647935	54.662487
55.676535	56.689375	57.372955	58.381855	59.387086	60.387563
61.382135	62.369616	63.348800	64.318493	65.277534	66.224822
67.159339	68.080170	68.986520	69.590686	70.471355	71.336100
72.184648	73.016866	73.832758	74.632449	75.416178	76.184283
76.937190	77.675395	78.399459	79.109991	79.583053	80.272379
80.949980	81.616570	82.272874	82.919622	83.557542	84.187356
84.809774	85.425494	86.035196	86.639540	87.239166	87.642222
88.235305	88.825254	89.412609	89.997878	90.581535	91.164019
91.745728	92.327021	92.908213	93.489572	94.071321	94.653633
95.047698	95.540758	96.034377	96.528563	97.023296	97.518541
98.014242	98.510327	99.006713	99.503304	100.000000	
第 7 行:0.000000 1.349971 2.698201 4.042964 5.382568 6.715371					
8.039790	9.354322	10.657550	11.948157	13.224933	14.235607
15.712123	17.165199	18.593640	19.996498	21.373063	22.722863
24.045663	25.341457	26.610467	27.853141	29.070149	30.262377
31.054966	32.208198	33.339992	34.451909	35.545643	36.622989
37.685803	38.735975	39.775383	40.805861	41.829162	42.846928
43.860664	44.544480	45.554384	46.563442	47.572494	48.582183
49.592952	50.605052	51.618543	52.633307	53.649052	54.665327
55.681524	56.696897	57.382381	58.394351	59.402900	60.406879
61.405072	62.396218	63.379039	64.352264	65.314660	66.265057
67.202376	68.125652	69.034051	69.639362	70.521364	71.387005
72.236022	73.068300	73.883869	74.682888	75.465632	76.232477
76.983883	77.720386	78.442579	79.151105	79.622749	80.309906
80.985274	81.649592	82.303603	82.948058	83.583698	84.211260
84.831468	85.445028	86.052631	86.654944	87.252616	87.654397
88.245669	88.833901	89.419642	90.003406	90.585674	91.166893
91.747467	92.327762	92.908098	93.488749	94.069939	94.651842
95.045715	95.538628	96.032200	96.526431	97.021296	97.516750

98.012726	98.509141	99.005898	99.502890	100.000000	
第 8 行:0.000000	1.358776	2.715731	4.069061	5.417000	6.757832
8.089910	9.411669	10.721640	12.018462	13.300890	14.315658
15.797518	17.255062	18.687088	20.092646	21.471031	22.821782
24.144673	25.439712	26.707139	27.947425	29.161271	30.349605
31.139180	32.287424	33.413682	34.519610	35.607012	36.677797
37.733951	38.777486	39.810405	40.834661	41.852113	42.864500
43.873404	44.554301	45.560426	46.566384	47.573035	48.581026
49.590793	50.602571	51.616397	52.632124	53.649426	54.667812
55.686634	56.705097	57.392903	58.408618	59.421216	60.429472
61.432090	62.427719	63.414989	64.392535	65.359033	66.313226
67.253959	68.180203	69.091076	69.697762	70.581347	71.448034
72.297569	73.129867	73.944992	74.743146	75.524650	76.289928
77.039488	77.773909	78.493826	79.199920	79.669852	80.354392
81.027074	81.688663	82.339928	82.981637	83.614554	84.239431
84.857003	85.467991	86.073095	86.672993	87.268339	87.668604
88.257720	88.843910	89.427728	90.009698	90.590311	91.170020
91.749240	92.328344	92.907661	93.487470	94.067999	94.649425
95.043077	95.535829	96.029361	96.523667	97.018714	97.514444
98.010778	98.507619	99.004854	99.502359	100.000000	
第 9 行:0.000000	1.369190	2.736463	4.099921	5.457706	6.808016
8.149123	9.479392	10.797289	12.101403	13.390444	14.409995
15.898077	17.360808	18.796980	20.205646	21.586114	22.937934
24.260894	25.555017	26.820558	28.058009	29.268102	30.451809
31.237795	32.380096	33.499745	34.598515	35.678340	36.741276
37.789457	38.825053	39.850218	40.867047	41.877534	42.883529
43.886712	44.564162	45.565843	46.568177	47.572040	48.578081
49.586725	50.598183	51.612462	52.629377	53.648563	54.669488
55.691453	56.713611	57.404193	58.424386	59.441829	60.455211
61.463135	62.464147	63.456762	64.439501	65.410925	66.369670
67.314486	68.244265	69.158065	69.766365	70.651787	71.519654
72.369735	73.201978	74.016497	74.813551	75.593519	76.356885
77.104212	77.836135	78.553336	79.256541	79.724445	80.405896
81.075415	81.733798	82.381843	83.020341	83.650078	84.271821
84.886324	85.494319	86.096517	86.693605	87.286248	87.684751
88.271361	88.855174	89.436754	90.016635	90.595316	91.173264
91.750903	92.328617	92.906745	93.485574	94.065340	94.646220
95.039626	95.532208	96.025717	96.520140	97.015432	97.511521
98.008315	98.505698	99.003538	99.501690	100.000000	
第 10 行:0.000000	1.381334	2.760637	4.135897	5.505148	6.866484
8.218082	9.558221	10.885293	12.197824	13.494480	14.519520
16.014720	17.483358	18.924230	20.336403	21.719203	23.072200
24.395198	25.688230	26.951564	28.185709	29.391420	30.569713
31.351491	32.486807	33.598674	34.688999	35.759875	36.813532

37. 852291	38. 878508	39. 894524	40. 902607	41. 904909	42. 903417
43. 899922	44. 573365	45. 569904	46. 568072	47. 568761	48. 572615
49. 580037	50. 591204	51. 606084	52. 624449	53. 645889	54. 669819
55. 695492	56. 722003	57. 415855	58. 441326	59. 464489	60. 483930
61. 498140	62. 505535	63. 504497	64. 493402	65. 470673	66. 434813
67. 384452	68. 318385	69. 235599	69. 845762	70. 733272	71. 602436
72. 453052	73. 285122	74. 098824	74. 894488	75. 672569	76. 433624
77. 178286	77. 907250	78. 621257	79. 321082	79. 786621	80. 464479
81. 130332	81. 785009	82. 429339	83. 064141	83. 690223	84. 308374
84. 919362	85. 523933	86. 122809	86. 716688	87. 306243	87. 702732
88. 286478	88. 867572	89. 446590	90. 024075	90. 600541	91. 176465
91. 752287	92. 328403	92. 905164	93. 482870	94. 061766	94. 642033
95. 035171	95. 527581	96. 021095	96. 515688	97. 011304	97. 507857
98. 005234	98. 503298	99. 001895	99. 500855	100. 000000	
第 11 行:0. 000000 1. 395353 2. 788538 4. 177412 5. 559879 6. 933911					
8. 297569	9. 649030	10. 986601	12. 308734	13. 614045	14. 645301
16. 148525	17. 623786	19. 069896	20. 485954	21. 871317	23. 225585
24. 548577	25. 840338	27. 101136	28. 331482	29. 532147	30. 704184
31. 481084	32. 608277	33. 711065	34. 791516	35. 851912	36. 894695
37. 922410	38. 937644	39. 942958	40. 940832	41. 933605	42. 923429
43. 912226	44. 581065	45. 571731	46. 565182	47. 562319	48. 563769
49. 569900	50. 580843	51. 596514	52. 616632	53. 640733	54. 668182
55. 698178	56. 729755	57. 427416	58. 459043	59. 488887	60. 515425
61. 537012	62. 551916	63. 558352	64. 554526	65. 538686	66. 509171
67. 464463	68. 403235	69. 324387	69. 936673	70. 826515	71. 697062
72. 548157	73. 379874	74. 192478	74. 986394	75. 762171	76. 520456
77. 261963	77. 987460	78. 697749	79. 393661	79. 856473	80. 530203
81. 191855	81. 842299	82. 482396	83. 112997	83. 734935	84. 349019
84. 956034	85. 556742	86. 151873	86. 742135	87. 328209	87. 722427
88. 302942	88. 880967	89. 457088	90. 031862	90. 605817	91. 179444
91. 753198	92. 327495	92. 902702	93. 479133	94. 057047	94. 636634
95. 029484	95. 521727	96. 015283	96. 510117	97. 006158	97. 503300
98. 001409	98. 500324	98. 999861	99. 499823	100. 000000	
第 12 行:0. 000000 1. 411416 2. 820506 4. 224971 5. 622560 7. 011099					
8. 388516	9. 752864	11. 102345	12. 435331	13. 750376	14. 788591
16. 300744	17. 783322	19. 235177	20. 655463	22. 043595	23. 399210
24. 722151	26. 012461	27. 270394	28. 496443	29. 691374	30. 856256
31. 627551	32. 745372	33. 837641	34. 906617	35. 954809	36. 984917
37. 999760	39. 002200	39. 995069	40. 981098	41. 962854	42. 942680
43. 922652	44. 586251	45. 570280	46. 558458	47. 551683	48. 550547
49. 555364	50. 566199	51. 582900	52. 605120	53. 632337	54. 663863
55. 698845	56. 736262	57. 438317	58. 477056	59. 514646	60. 549436
61. 579629	62. 603315	63. 618513	64. 623216	65. 615460	66. 593376
67. 555263	68. 499640	69. 425298	70. 039976	70. 932381	71. 804350

72. 655799	73. 486901	74. 298038	75. 089758	75. 862733	76. 617714
77. 355513	78. 076976	78. 782975	79. 474401	79. 934098	80. 603125
81. 260010	81. 905661	82. 540982	83. 166854	83. 784139	84. 393668
84. 996245	85. 592639	86. 183594	86. 769825	87. 352019	87. 743705
88. 320612	88. 895207	89. 468087	90. 039822	90. 610955	91. 181996
91. 753419	92. 325661	92. 899109	93. 474101	94. 050913	94. 629748
95. 022292	95. 514381	96. 008031	96. 503194	96. 999783	97. 497669
97. 996692	98. 496660	98. 997359	99. 498554	100. 000000	
第 13 行:0. 000000 1. 429726 2. 856942 4. 279167 5. 693970 7. 099005					
8. 492035	9. 870966	11. 233874	12. 579034	13. 904933	14. 950858
16. 472827	17. 963367	19. 421415	20. 846219	22. 237282	23. 594304
24. 917151	26. 205852	27. 460618	28. 681887	29. 870382	31. 027165
31. 792069	32. 899142	33. 979280	35. 034968	36. 068996	37. 084378
38. 084264	39. 071853	40. 050302	41. 022644	41. 991717	42. 960094
43. 930027	44. 587708	45. 564310	46. 546669	47. 535660	48. 531812
49. 535357	50. 546264	51. 564292	52. 589015	53. 619848	54. 656051
55. 696727	56. 740812	57. 447893	58. 494790	59. 541299	60. 585633
61. 625821	62. 659746	63. 685186	64. 699879	65. 701592	66. 688199
67. 657763	68. 608611	69. 539398	70. 156745	71. 051910	71. 925274
72. 776854	73. 606964	74. 416148	75. 205115	75. 974687	76. 725746
77. 459210	78. 176015	78. 877101	79. 563420	80. 019584	80. 683297
81. 334808	81. 975077	82. 605047	83. 225639	83. 837744	84. 442218
85. 039877	85. 631503	86. 217845	86. 799624	87. 377532	87. 766418
88. 339335	88. 910129	89. 479410	90. 047764	90. 615750	91. 183898
91. 752706	92. 322634	92. 894101	93. 467471	94. 043046	94. 621053
95. 013274	95. 505228	95. 999037	96. 494639	96. 991928	97. 490747
97. 990904	98. 492172	98. 994295	99. 497000	100. 000000	
第 14 行:0. 000000 1. 450516 2. 898313 4. 340698 5. 775031 7. 198758					
8. 609446	10. 004818	11. 382796	12. 741533	14. 079441	15. 133824
16. 666443	18. 165507	19. 630093	21. 059613	22. 453710	23. 812175
25. 134904	26. 421887	27. 673247	28. 889308	30. 070688	31. 218393
31. 976061	33. 070864	34. 137049	35. 177380	36. 194991	37. 193285
38. 175820	39. 146201	40. 107974	41. 064538	42. 019053	42. 974366
43. 932939	44. 583983	45. 552350	46. 528374	47. 512873	48. 506274
49. 508678	50. 519925	51. 539651	52. 567336	53. 602326	54. 643838
55. 690951	56. 742574	57. 455356	58. 511541	59. 568263	60. 623589
61. 675353	62. 721192	63. 758596	64. 784988	65. 797800	66. 794580
67. 773086	68. 731397	69. 667995	70. 288290	71. 186366	72. 060992
72. 912341	73. 740928	74. 547517	75. 333031	76. 098478	76. 844897
77. 573325	78. 284785	78. 980286	79. 660832	80. 113017	80. 770759
81. 416252	82. 050508	82. 674520	83. 289254	83. 895634	84. 494537
85. 086794	85. 673193	86. 254483	86. 831386	87. 404597	87. 790412
88. 358945	88. 925555	89. 490868	90. 055483	90. 619979	91. 184907
91. 750791	92. 318122	92. 887355	93. 458894	94. 033078	94. 610166



95.002045	95.493891	95.987940	96.484119	96.982292	97.482275
97.983833	98.486695	98.990562	99.495109	100.000000	
第 15 行:0.000000	1.474057	2.945158	4.410373	5.866818	7.311694
8.742322	10.156198	11.551044	12.924857	14.275957	15.339522
16.883525	18.391518	19.862822	21.297112	22.694251	24.054172
25.376802	26.662057	27.909898	29.120439	30.294096	31.431739
32.181267	33.262108	34.312262	35.334841	36.333418	37.311881
38.274289	39.224738	40.167243	41.105636	42.043465	42.983907
43.929675	44.573322	45.532650	46.501886	47.481742	48.472482
49.474012	50.485982	51.507868	52.539033	53.578752	54.626219
55.680519	56.740575	57.459763	58.526446	59.594802	60.662747
61.727894	62.787588	63.838977	64.879091	65.904947	66.913669
67.902621	68.869552	69.812716	70.436232	71.337284	72.212884
73.063438	73.889754	74.692900	75.474081	76.234539	76.975493
77.698105	78.403479	79.092677	79.766744	80.214474	80.865543
81.504324	82.131892	82.749302	83.357570	83.957659	84.550468
85.136837	85.717550	86.293351	86.864954	87.433054	87.815521
88.379268	88.941302	89.502262	90.062766	90.623409	91.184765
91.747386	92.311801	92.878511	93.447972	94.020578	94.596635
94.988148	95.479916	95.974307	96.471229	96.970517	97.471944
97.975227	98.480041	98.986031	99.492815	100.000000	
第 16 行:0.000000	1.500647	2.998084	4.489114	5.970577	7.439377
8.892534	10.327243	11.740957	13.131465	14.496963	15.570380
17.126317	18.643387	20.121317	21.560200	22.960249	24.321606
25.644238	26.927930	28.172364	29.377297	30.542781	31.669417
32.409846	33.474829	34.506543	35.508558	36.485019	37.440434
38.379476	39.306833	40.227070	41.144535	42.063242	42.986772
43.918149	44.553602	45.503114	46.465225	47.440464	48.428831
49.429941	50.443177	51.467796	52.503016	53.548050	54.602098
55.664302	56.733668	57.459979	58.538432	59.619974	60.702367
61.782969	62.858787	63.926551	64.982812	66.024061	67.046877
68.048101	69.025028	69.975602	70.602594	71.506548	72.382593
73.231496	74.054491	74.853070	75.628813	76.383251	77.117804
77.833754	78.532261	79.214409	79.881258	80.324029	80.967673
81.598990	82.219139	82.829253	83.430416	84.023631	84.609819
85.189817	85.764397	86.334281	86.900166	87.462737	87.841577
88.400125	88.957176	89.513386	90.069389	90.625797	91.183203
91.742188	92.303325	92.867170	93.434250	94.005039	94.579920
94.971030	95.462755	95.957611	96.455485	96.956171	97.459388
97.964791	98.471988	98.980555	99.490045	100.000000	
第 17 行:0.000000	1.530611	3.057751	4.577944	6.087718	7.583626
9.062302	10.520540	11.955411	13.364396	14.745509	15.829346
17.397455	18.923323	20.407346	21.850287	23.252897	24.615634
25.938513	27.221099	28.462626	29.662252	30.819409	31.934210

32. 664531	33. 711497	34. 721917	35. 700002	36. 650671	37. 579230
38. 491110	39. 391690	40. 286178	41. 179516	42. 076283	42. 980566
43. 895795	44. 522223	45. 461217	46. 416064	47. 386985	48. 373564
49. 374986	50. 390243	51. 418304	52. 458211	53. 509122	54. 570297
55. 641022	56. 720489	57. 454618	58. 546147	59. 642559	60. 741457
61. 839908	62. 934513	64. 021501	65. 096839	66. 156362	67. 195942
68. 211705	69. 200312	70. 159257	70. 789938	71. 696492	72. 572088
73. 418049	74. 236245	75. 028767	75. 797684	76. 544884	77. 271999
77. 980402	78. 671257	79. 345611	80. 004487	80. 441767	81. 077170
81. 700196	82. 312118	82. 914183	83. 507560	84. 093304	84. 672348
85. 245514	85. 813538	86. 377099	86. 936858	87. 493484	87. 868409
88. 421332	88. 972978	89. 524027	90. 075127	90. 626900	91. 179953
91. 734891	92. 292329	92. 852895	93. 417213	93. 985871	94. 559369
94. 950021	95. 441735	95. 937208	96. 436297	96. 938739	97. 444177
97. 952184	98. 462283	98. 973968	99. 486717	100. 000000	
第 18 行:0. 000000 1. 564274 3. 124836 4. 677942 6. 219787 7. 746511					
9. 254252	10. 739245	12. 197994	13. 627491	15. 025446	16. 120094
17. 700084	19. 233772	20. 722650	22. 168551	23. 573048	24. 937064
26. 260670	27. 543085	28. 782837	29. 978121	31. 127327	32. 229708
32. 948868	33. 975287	34. 960924	35. 910948	36. 831370	37. 728538
38. 608798	39. 478317	40. 343008	41. 208486	42. 080006	42. 962315
43. 859412	44. 475953	45. 403872	46. 351646	47. 318980	48. 304808
49. 307662	50. 325990	51. 358371	52. 403635	53. 460908	54. 529587
55. 609235	56. 699400	57. 441960	58. 547856	59. 660952	60. 778684
61. 897761	63. 014293	64. 123914	65. 221898	66. 303274	67. 362994
68. 396203	69. 398629	70. 367068	71. 001572	71. 910050	72. 783720
73. 624799	74. 436112	75. 220596	75. 980961	76. 719511	77. 438080
78. 138070	78. 820552	79. 486424	80. 136581	80. 567813	81. 194075
81. 807867	82. 410645	83. 003824	83. 588689	84. 166356	84. 737757
85. 303671	85. 864763	86. 421635	86. 974881	87. 525142	87. 895855
88. 442701	88. 988500	89. 533964	90. 079753	90. 626485	91. 174761
91. 725198	92. 278452	92. 835230	93. 396285	93. 962374	94. 534185
94. 924285	95. 416015	95. 912299	96. 412944	96. 917602	97. 425808
97. 937018	98. 450646	98. 966091	99. 482744	100. 000000	
第 19 行:0. 000000 1. 601918 3. 199956 4. 790150 6. 368373 7. 930302					
9. 471437	10. 987221	12. 473272	13. 925752	15. 341810	16. 447364
18. 038048	19. 577412	21. 068786	22. 515687	23. 920918	25. 286055
26. 611237	27. 895162	29. 135295	30. 328312	31. 470872	32. 560704
33. 267598	34. 270359	35. 226751	36. 143487	37. 028175	37. 888530
38. 731968	39. 565483	40. 395694	41. 228932	42. 071254	42. 928300
43. 804936	44. 410694	45. 327235	46. 268675	47. 233842	48. 220627
49. 226596	50. 249437	51. 287221	52. 338528	53. 402486	54. 478734
55. 567309	56. 668389	57. 419816	58. 541284	59. 673027	60. 812255
61. 955202	63. 097368	64. 233701	65. 358687	66. 466404	67. 550635

68. 605148	69. 624243	70. 603560	71. 241882	72. 150971	73. 020300
73. 853568	74. 655054	75. 428877	76. 178561	76. 906869	77. 615788
78. 306628	78. 980197	79. 637051	80. 277801	80. 702393	81. 318472
81. 921905	82. 514453	83. 097791	83. 673366	84. 242354	84. 805664
85. 363987	85. 917860	86. 467745	87. 014126	87. 557590	87. 923766
88. 464038	89. 003517	89. 542965	90. 083043	90. 624337	91. 167410
91. 712859	92. 261362	92. 813712	93. 370829	93. 933718	94. 503369
94. 892758	95. 384520	95. 881871	96. 384538	96. 892028	97. 403707
97. 918868	98. 436784	98. 956739	99. 478037	100. 000000	
第 20 行:0. 000000 1. 643709 3. 283521 4. 915375 6. 534903 8. 137304					
9. 717296	11. 269190	12. 787185	14. 265951	15. 701498	16. 817553
18. 416169	19. 957109	21. 446842	22. 891498	24. 295626	25. 661669
26. 989821	28. 278062	29. 522338	30. 717015	31. 855875	32. 933877
33. 627314	34. 602267	35. 523354	36. 399942	37. 242042	38. 059134
38. 859777	39. 651697	40. 442088	41. 237933	42. 046210	42. 873823
43. 727074	44. 321084	45. 226397	46. 163175	47. 128696	48. 119157
49. 130704	50. 160009	51. 204520	52. 262538	53. 333229	54. 416599
55. 513411	56. 624918	57. 385311	58. 523368	59. 675926	60. 839778
62. 010425	63. 182592	64. 350473	65. 507743	66. 647453	67. 761963
68. 843121	69. 882944	70. 874996	71. 516878	72. 424131	73. 285148
74. 106151	74. 893655	75. 653378	76. 389817	77. 106174	77. 804472
78. 485736	79. 150240	79. 797871	80. 428649	80. 845949	81. 450544
82. 042168	82. 623134	83. 195515	83. 760966	84. 320708	84. 875577
85. 426108	85. 972625	86. 515353	87. 054569	87. 590766	87. 952024
88. 485124	89. 017756	89. 550763	90. 084772	90. 620280	91. 157752
91. 697710	92. 240815	92. 787932	93. 340177	93. 898914	94. 465635
94. 854032	95. 345818	95. 844613	96. 349978	96. 861160	97. 377250
97. 897305	98. 420421	98. 945754	99. 472524	100. 000000	
第 21 行:0. 000000 1. 689580 3. 375501 5. 053855 6. 720233 8. 369464					
9. 995401	11. 590815	13. 147623	14. 657700	16. 114540	17. 239793
18. 840650	20. 375714	21. 856900	23. 294239	24. 694537	26. 061219
27. 394492	28. 691449	29. 946077	31. 149420	32. 290513	33. 359054
34. 037629	34. 978566	35. 855477	36. 682562	37. 473453	38. 239743
38. 990975	39. 735233	40. 479884	41. 232298	42. 000407	42. 792909
43. 618668	44. 199783	45. 094856	46. 030320	47. 000507	47. 998851
49. 019486	50. 057833	51. 110661	52. 175999	53. 253069	54. 342324
55. 445525	56. 565660	57. 334473	58. 489839	59. 665802	60. 858142
62. 061085	63. 268333	64. 473352	65. 669174	66. 847948	68. 000478
69. 116013	70. 182841	71. 190469	71. 835175	72. 735995	73. 582030
74. 383975	75. 151689	75. 892914	76. 613132	77. 315845	78. 002901
78. 674768	79. 330798	79. 969657	80. 590156	80. 999369	81. 590630
82. 168416	82. 736031	83. 296127	83. 850582	84. 400598	84. 946851
85. 489621	86. 028901	86. 564525	87. 096378	87. 624738	87. 980547
88. 505663	89. 030840	89. 557017	90. 084702	90. 614192	91. 145754

91. 679750	92. 216749	92. 757627	93. 303695	93. 856793	94. 419247
94. 806137	95. 297913	95. 798775	96. 307904	96. 824040	97. 345818
97. 871964	98. 401358	98. 933037	99. 466167	100. 000000	
第 22 行:0. 000000 1. 739063 3. 475089 5. 204724 6. 923928 8. 627536					
10. 308727	11. 958459	13. 565176	15. 115435	16. 596719	17. 728043
19. 319526	20. 835403	22. 297007	23. 719616	25. 112363	26. 479417
27. 820877	29. 132988	30. 407690	31. 631789	32. 786770	33. 851778
34. 513458	35. 409595	36. 228276	36. 992712	37. 721656	38. 428730
39. 123736	39. 814245	40. 506976	41. 209021	41. 928994	42. 677979
43. 469498	44. 036034	44. 923627	45. 864306	46. 846432	47. 858968
48. 893474	49. 944110	51. 007102	52. 080286	53. 162911	54. 255754
55. 361620	56. 486045	57. 261373	58. 434434	59. 637478	60. 863508
62. 104359	63. 352434	64. 600738	65. 842189	67. 068620	68. 269589
69. 431191	70. 535688	71. 564107	72. 209878	73. 095185	73. 914761
74. 687320	75. 427374	76. 144744	76. 845536	77. 533160	78. 208988
78. 872657	79. 522150	80. 154022	80. 764494	81. 164422	81. 739264
82. 300117	82. 852002	83. 398272	83. 940895	84. 480887	85. 018624
85. 554020	86. 086605	86. 615603	87. 140136	87. 659860	88. 009292
88. 525129	89. 042143	89. 561246	90. 082576	90. 606037	91. 131561
91. 659240	92. 189427	92. 722876	93. 260967	93. 806046	94. 361745
94. 746081	95. 237818	95. 741961	96. 256685	96. 779709	97. 308939
97. 842669	98. 379572	98. 918621	99. 458994	100. 000000	
第 23 行:0. 000000 1. 791103 3. 580275 5. 365267 7. 143104 8. 909481					
10. 657821	12. 377842	14. 053657	15. 662260	17. 175832	18. 305319
19. 862537	21. 335734	22. 761211	24. 159335	25. 540118	26. 907413
28. 260971	29. 596745	30. 905663	32. 170715	33. 362769	34. 439234
35. 079800	35. 909095	36. 645729	37. 328996	37. 983312	38. 622717
39. 255462	39. 887042	40. 522163	41. 166339	41. 827746	42. 519785
43. 263876	43. 812271	44. 699693	45. 658647	46. 664769	47. 700481
48. 754891	49. 821556	50. 896710	51. 978238	53. 065266	54. 158328
55. 260408	56. 379568	57. 155911	58. 347342	59. 584201	60. 851686
62. 137364	63. 432363	64. 730031	66. 024321	67. 308129	68. 571175
69. 796972	70. 959069	72. 020210	72. 662477	73. 512787	74. 285748
75. 013704	75. 716162	76. 403807	77. 082180	77. 753848	78. 419387
79. 077542	79. 724739	80. 354268	80. 956515	81. 344598	81. 896971
82. 435940	82. 968997	83. 499832	84. 030013	84. 560018	85. 089736
85. 618634	86. 145726	86. 669407	87. 187354	87. 697245	88. 038104
88. 542346	89. 050532	89. 562731	90. 078114	90. 595903	91. 115565
91. 636818	92. 159650	92. 684435	93. 212242	93. 745524	94. 289464
94. 668696	95. 160666	95. 670854	96. 194565	96. 727511	97. 266574
97. 809657	98. 355366	98. 902756	99. 451144	100. 000000	
第 24 行:0. 000000 1. 843921 3. 687481 5. 530138 7. 370899 9. 207789					
11. 036766	12. 849404	14. 628100	16. 337023	17. 910253	19. 011859
20. 477537	21. 868423	23. 236075	24. 599352	25. 964291	27. 332105

28. 701849	30. 070616	31. 431690	32. 769201	34. 045409	35. 176637
35. 782346	36. 492405	37. 105684	37. 683457	38. 250396	38. 815703
39. 382667	39. 952553	40. 526315	41. 105839	41. 695954	42. 309073
42. 975821	43. 494356	44. 403873	45. 408166	46. 457329	47. 527646
48. 608446	49. 694738	50. 783932	51. 874434	52. 965059	54. 054915
55. 144151	56. 237989	56. 996310	58. 212147	59. 498254	60. 819576
62. 158238	63. 505687	64. 857441	66. 210353	67. 560746	68. 901970
70. 219375	71. 479130	72. 607743	73. 231079	74. 000321	74. 691734
75. 354754	76. 009062	76. 661963	77. 315977	77. 971739	78. 628884
79. 285855	79. 938539	80. 576827	81. 178508	81. 546346	82. 063003
82. 572492	83. 083334	83. 597628	84. 115373	84. 635961	85. 158623
85. 682443	86. 206123	86. 727379	87. 241691	87. 740757	88. 065559
88. 554284	89. 053959	89. 560509	90. 071097	90. 584078	91. 098461
91. 613585	92. 128961	92. 644247	93. 159416	93. 675497	94. 197179
94. 562833	95. 057759	95. 581244	96. 120412	96. 667832	97. 219653
97. 773903	98. 329545	98. 885994	99. 442895	100. 000000	
第 25 行:0. 000000 1. 895072 3. 791571 5. 691035 7. 595207 9. 506094					
11. 425784	13. 355329	15. 289980	17. 200662	18. 963034	19. 912142
21. 152016	22. 405052	23. 695743	25. 018740	26. 367123	27. 736514
29. 125087	30. 533133	31. 962316	33. 412421	34. 865025	36. 204171
36. 709011	37. 161722	37. 586726	38. 035239	38. 507985	38. 998579
39. 501113	40. 010838	40. 523691	41. 035788	41. 543427	42. 045914
42. 563029	42. 995220	44. 012110	45. 116961	46. 234491	47. 350162
48. 461944	49. 569994	50. 674454	51. 774906	52. 869997	53. 956614
55. 027573	56. 064384	56. 714841	58. 002236	59. 375638	60. 768976
62. 168161	63. 570960	64. 978103	66. 391352	67. 813113	69. 245964
70. 689821	72. 127242	73. 452581	73. 984256	74. 556236	75. 112959
75. 691267	76. 291111	76. 907858	77. 537824	78. 178776	78. 829666
79. 490215	80. 159725	80. 831837	81. 469750	81. 776998	82. 230179
82. 701683	83. 188851	83. 687312	84. 193843	84. 706299	85. 223253
85. 743695	86. 266728	86. 790836	87. 311176	87. 807872	88. 080520
88. 553175	89. 049368	89. 553756	90. 061640	90. 571150	91. 081235
91. 591050	92. 099682	92. 605903	93. 107795	93. 602037	94. 082611
94. 394022	94. 913437	95. 470296	96. 036183	96. 603638	97. 170832
97. 737441	98. 303526	98. 869222	99. 434671	100. 000000	
第 26 行:0. 000000 1. 941842 3. 886656 5. 837808 7. 799583 9. 778092					
11. 783110	13. 832407	15. 963314	18. 267083	21. 000000	21. 000000
21. 783878	22. 876619	24. 099622	25. 391913	26. 729433	28. 102431
29. 508729	30. 952544	32. 447302	34. 026525	35. 781230	38. 000000
38. 000000	37. 835479	38. 021187	38. 344889	38. 734602	39. 160305
39. 606484	40. 063158	40. 522039	40. 973705	41. 403033	41. 776729
42. 000000	42. 000000	43. 535518	44. 823110	46. 022880	47. 184380
48. 325697	49. 454457	50. 574038	51. 685584	52. 788527	53. 880273
54. 954893	56. 000000	56. 000000	57. 702314	59. 235176	60. 713740

62.173536	63.628589	65.086842	66.555209	68.042469	69.563304
71.148443	72.877365	75.000000	75.000000	75.106948	75.492249
75.989362	76.542273	77.128566	77.738024	78.365969	79.011183
79.675961	80.368902	81.115635	82.000000	82.000000	82.369531
82.807646	83.277120	83.764085	84.262318	84.768612	85.281246
85.799480	86.323625	86.856021	87.404924	88.000000	88.000000
88.525131	89.035574	89.543270	90.050704	90.558091	91.065022
91.570792	92.074361	92.574087	93.067049	93.547239	94.000000
94.000000	94.714912	95.349387	95.952874	96.542482	97.124941
97.703311	98.279191	98.853533	99.426975	100.000000	
第 27 行:0.000000 1.981138 3.966089 5.959116 7.965491 9.992326					
12.049893	14.153731	16.327407	18.602862	21.000000	21.000000
22.035075	23.175073	24.402039	25.692142	27.030263	28.409056
29.827325	31.289854	32.809057	34.408716	36.127521	38.000000
38.000000	38.080205	38.276250	38.562480	38.907488	39.289451
39.693779	40.109828	40.528478	40.940158	41.332833	41.690576
42.000000	42.000000	43.362613	44.644493	45.866606	47.051102
48.211704	49.356162	50.488673	51.611263	52.724445	53.827570
54.919342	56.000000	56.000000	57.608372	59.163436	60.682669
62.183833	63.679144	65.177718	66.688108	68.220596	69.790007
71.419774	73.145639	75.000000	75.000000	75.315746	75.724509
76.207415	76.741085	77.310103	77.905487	78.522574	79.159916
79.819145	80.505707	81.229670	82.000000	82.000000	82.424412
82.872398	83.340615	83.823679	84.317671	84.820087	85.329487
85.845301	86.367900	86.898937	87.441808	88.000000	88.000000
88.515068	89.025665	89.533719	90.040489	90.546337	91.051089
91.554213	92.054847	92.551708	93.042942	93.526165	94.000000
94.000000	94.653249	95.283928	95.896188	96.496155	97.088203
97.675132	98.258731	98.840200	99.420398	100.000000	
第 28 行:0.000000 2.013135 4.030206 6.055477 8.093900 10.151519					
12.235867	14.356092	16.521968	18.739629	21.000000	21.000000
22.162084	23.367262	24.624146	25.928699	27.275447	28.661128
30.085687	31.552645	33.069341	34.646310	36.292720	38.000000
38.000000	38.189025	38.423124	38.707667	39.033516	39.389336
39.765017	40.151925	40.542313	40.928666	41.303484	41.660526
42.000000	42.000000	43.284512	44.537928	45.757301	46.948911
48.119601	49.274577	50.417326	51.549987	52.673743	53.789247
54.897275	56.000000	56.000000	57.576283	59.133587	60.672532
62.200161	63.724261	65.252300	66.791900	68.351710	69.942238
71.575843	73.263275	75.000000	75.000000	75.414960	75.866992
76.361821	76.893847	77.456062	78.042999	78.651216	79.279187
79.927109	80.596501	81.288712	82.000000	82.000000	82.451450
82.912602	83.385503	83.869107	84.361753	84.862014	85.368921
85.882002	86.401299	86.927306	87.460553	88.000000	88.000000

88.510274	89.018905	89.525928	90.031661	90.536219	91.039451
91.540972	92.040187	92.536316	93.028498	93.516151	94.000000
94.000000	94.628478	95.249132	95.860449	96.463680	97.060672
97.653098	98.242295	98.829309	99.414976	100.000000	
第 29 行:0.000000 2.037953 4.079456 6.128225 8.188279 10.264027					
12.360164	14.481190	16.630131	18.805980	21.000000	21.000000
22.237343	23.495941	24.786103	26.110593	27.469233	28.861622
30.288387	31.751570	33.254305	34.799342	36.385325	38.000000
38.000000	38.244573	38.509484	38.802414	39.122214	39.463899
39.821412	40.188713	40.560078	40.930223	41.294663	41.650799
42.000000	42.000000	43.243273	44.472467	45.682312	46.873285
48.047998	49.209296	50.359574	51.500650	52.633892	53.760480
54.881807	56.000000	56.000000	57.566138	59.124921	60.675160
62.219776	63.763454	65.311557	66.869849	68.444492	70.041838
71.667364	73.322700	75.000000	75.000000	75.470014	75.957497
76.469965	77.008086	77.569733	78.152294	78.753629	79.372349
80.007699	80.659053	81.324745	82.000000	82.000000	82.466890
82.938499	83.417065	83.903009	84.395920	84.895167	85.400184
85.910585	86.426156	86.946731	87.471835	88.000000	88.000000
88.507451	89.014149	89.519827	90.024435	90.527913	91.030103
91.530731	92.029430	92.525799	93.019530	93.510665	94.000000
94.000000	94.616596	95.229905	95.838392	96.441937	97.041130
97.636802	98.229793	98.820874	99.410734	100.000000	
第 30 行:0.000000 2.056465 4.115858 6.181140 8.255317 10.341357					
12.441967	14.559122	16.693255	18.842149	21.000000	21.000000
22.286704	23.585584	24.904846	26.248787	27.619349	29.017526
30.444182	31.900283	33.386523	34.902210	36.443284	38.000000
38.000000	38.275907	38.562149	38.864439	39.183861	39.518541
39.865138	40.219777	40.578572	40.937984	41.295251	41.649014
42.000000	42.000000	43.218890	44.430475	45.630596	46.818092
47.993566	49.158345	50.313898	51.461601	52.602709	53.738471
54.870308	56.000000	56.000000	57.564408	59.125921	60.683865
62.239744	63.796448	65.357605	66.927188	68.509185	70.107113
71.723047	73.355996	75.000000	75.000000	75.504019	76.017492
76.546261	77.092596	77.656563	78.237244	78.833458	79.444072
80.067968	80.703732	81.349051	82.000000	82.000000	82.476626
82.955876	83.439450	83.928104	84.421965	84.920851	85.424469
85.932515	86.444670	86.960522	87.479371	88.000000	88.000000
88.505550	89.010675	89.515109	90.018695	90.521306	91.022790
91.522957	92.021598	92.518537	93.013717	93.507341	94.000000
94.000000	94.610173	95.218741	95.824681	96.427623	97.027668
97.625183	98.220654	98.814604	99.407550	100.000000	
第 31 行:0.000000 2.069866 4.141999 6.218631 8.301899 10.393730					
12.495631	14.608379	16.731598	18.863355	21.000000	21.000000

22. 321064	23. 649884	24. 992565	26. 353176	27. 734175	29. 137000
30. 562492	32. 010982	33. 482035	34. 973803	36. 482152	38. 000000
38. 000000	38. 294860	38. 595455	38. 905602	39. 226718	39. 558290
39. 898585	40. 245251	40. 595774	40. 947840	41. 299665	41. 650334
42. 000000	42. 000000	43. 203332	44. 402458	45. 594450	46. 777925
47. 952679	49. 119210	50. 278355	51. 431084	52. 578428	53. 721499
54. 861544	56. 000000	56. 000000	57. 565914	59. 130802	60. 694549
62. 258145	63. 823457	65. 392879	66. 968998	68. 554250	70. 150460
71. 758208	73. 376056	75. 000000	75. 000000	75. 526518	76. 058709
76. 600746	77. 154951	77. 722170	78. 302325	78. 894835	79. 498836
80. 113211	80. 736443	81. 366373	82. 000000	82. 000000	82. 483161
82. 967928	83. 455519	83. 946652	84. 441632	84. 940489	85. 443090
85. 949205	86. 458514	86. 970566	87. 484705	88. 000000	88. 000000
88. 504177	89. 008077	89. 511478	90. 014216	90. 516155	91. 017164
91. 517115	92. 015895	92. 513444	93. 009805	93. 505187	94. 000000
94. 000000	94. 606428	95. 211986	95. 816033	96. 418236	97. 018539
97. 617090	98. 214158	98. 810083	99. 405236	100. 000000	
第 32 行:0. 000000 2. 079351      4. 160383      6. 244713      8. 333821      10. 428937					
12. 530896	14. 639951	16. 755583	18. 876365	21. 000000	21. 000000
22. 345806	23. 696897	25. 057777	26. 431826	27. 821344	29. 227748
30. 651746	32. 093352	33. 551731	35. 024890	36. 509341	38. 000000
38. 000000	38. 306905	38. 617204	38. 933400	39. 256716	39. 587186
39. 923962	40. 265669	40. 610731	40. 957642	41. 305206	41. 652713
42. 000000	42. 000000	43. 192892	44. 383174	45. 568819	46. 748624
47. 922133	49. 089443	50. 250999	51. 407460	52. 559622	53. 708395
54. 854807	56. 000000	56. 000000	57. 568496	59. 136781	60. 705053
62. 274070	63. 845086	65. 419664	66. 999438	68. 585835	70. 179746
71. 781151	73. 388779	75. 000000	75. 000000	75. 542068	76. 087790
76. 640121	77. 201011	77. 771464	78. 351750	78. 941621	79. 540451
80. 147275	80. 760748	81. 379078	82. 000000	82. 000000	82. 487721
82. 976494	83. 467183	83. 960380	84. 456410	84. 955384	85. 457254
85. 961853	86. 468901	86. 977997	87. 488596	88. 000000	88. 000000
88. 503153	89. 006108	89. 508692	90. 010760	90. 512191	91. 012881
91. 512746	92. 011728	92. 509820	93. 007094	93. 503726	94. 000000
94. 000000	94. 604139	95. 207773	95. 810500	96. 412070	97. 012399
97. 611535	98. 209629	98. 806895	99. 403592	100. 000000	
第 33 行:0. 000000 2. 085956      4. 173119      6. 262634      8. 355506      10. 452521					
12. 554146	14. 660425	16. 770901	18. 884580	21. 000000	21. 000000
22. 363971	23. 731691	25. 106492	26. 491036	27. 887247	29. 296343
30. 718879	32. 154731	33. 603021	35. 061982	36. 528865	38. 000000
38. 000000	38. 314847	38. 631799	38. 952509	39. 277921	39. 608255
39. 943131	40. 281767	40. 623191	40. 966422	41. 310636	41. 655261
42. 000000	42. 000000	43. 185645	44. 369583	45. 550402	46. 727151
47. 899350	49. 066923	50. 230092	51. 389294	52. 545123	53. 698292



54.849619	56.000000	56.000000	57.571228	59.142590	60.714412
62.287302	63.862127	65.439908	67.021655	68.608182	70.199886
71.796542	73.397160	75.000000	75.000000	75.553118	76.108705
76.668867	77.235133	77.808422	78.389105	78.977110	79.571990
80.172972	80.778962	81.388539	82.000000	82.000000	82.490984
82.982687	83.475728	83.970567	84.467493	84.966633	85.467981
85.971416	86.476714	86.983546	87.491483	88.000000	88.000000
88.502378	89.004610	89.506559	90.008110	90.509163	91.009640
91.509483	92.008667	92.507206	93.005174	93.502705	94.000000
94.000000	94.602697	95.205088	95.806916	96.408007	97.008285
97.607758	98.206512	98.804682	99.402446	100.000000	
第 34 行:0.000000 2.090502 4.181853 6.274847 8.370161 10.468300					
12.569529	14.673822	16.780826	18.889866	21.000000	21.000000
22.377467	23.757653	25.143027	26.535634	27.936998	29.348097
30.769347	32.200587	33.641035	35.089248	36.543124	38.000000
38.000000	38.320236	38.641825	38.965871	39.293077	39.623696
39.957587	40.294316	40.633286	40.973858	41.315451	41.657607
42.000000	42.000000	43.180494	44.359830	45.537015	46.711326
47.882341	49.049924	50.214176	51.375385	52.533985	53.690520
54.845626	56.000000	56.000000	57.573729	59.147717	60.722314
62.298007	63.875406	65.455180	67.037949	68.624165	70.213976
71.807115	73.402844	75.000000	75.000000	75.561121	76.123962
76.690035	77.260506	77.836135	78.417288	79.003969	79.595868
80.192392	80.792681	81.395645	82.000000	82.000000	82.493359
82.987222	83.482038	83.978155	84.475808	84.975116	85.476089
85.978643	86.482604	86.987714	87.493644	88.000000	88.000000
88.501789	89.003467	89.504930	90.006086	90.506860	91.007192
91.507044	92.006407	92.505301	93.003790	93.501976	94.000000
94.000000	94.601771	95.203351	95.804573	96.405320	97.005532
97.605204	98.204385	98.803163	99.401655	100.000000	
第 35 行:0.000000 2.093608 4.187802 6.283128 8.380038 10.478859					
12.579745	14.682653	16.787327	18.893313	21.000000	21.000000
22.387579	23.777148	25.170539	26.569294	27.974587	29.387171
30.807353	32.234975	33.669395	35.109486	36.553669	38.000000
38.000000	38.323981	38.648853	38.975368	39.304035	39.635088
39.968499	40.304033	40.641325	40.979953	41.319506	41.659623
42.000000	42.000000	43.176765	44.352728	45.527182	46.699588
47.869603	49.037085	50.202072	51.364754	52.525442	53.684548
54.842555	56.000000	56.000000	57.575872	59.152025	60.728781
62.306523	63.885686	65.466709	67.049975	68.635727	70.223993
71.814529	73.406794	75.000000	75.000000	75.566999	76.135216
76.705747	77.279463	77.856964	78.438564	79.024303	79.613964
80.207100	80.803059	81.401013	82.000000	82.000000	82.495109
82.990578	83.486732	83.983831	84.482060	84.981518	85.482222

85.984112	86.487056	86.990860	87.495272	88.000000	88.000000
88.501339	89.002593	89.503685	90.004543	90.505110	91.005343
91.505216	92.004727	92.503898	93.002778	93.501446	94.000000
94.000000	94.601168	95.202214	95.803029	96.403536	97.003689
97.603482	98.202942	98.802127	99.401114	100.000000	
第 36 行:0.000000 2.095720 4.191841 6.288730 8.386692 10.485937					
12.586556	14.688510	16.791620	18.895584	21.000000	21.000000
22.395213	23.791885	25.191366	26.594806	28.003086	29.416774
30.836093	32.260905	33.690709	35.124648	36.561550	38.000000
38.000000	38.326639	38.653876	38.982225	39.312057	39.643563
39.976765	40.311540	40.647664	40.984857	41.322827	41.661293
42.000000	42.000000	43.174026	44.347488	45.519883	46.690814
47.860013	49.027356	50.192850	51.356618	52.518885	53.679954
54.840191	56.000000	56.000000	57.577645	59.155547	60.733977
62.313234	63.893625	65.475444	67.058924	68.644194	70.231230
71.819828	73.409599	75.000000	75.000000	75.571368	76.143607
76.717507	77.293716	77.872690	78.454684	79.039743	79.627720
80.218284	80.810947	81.405091	82.000000	82.000000	82.496413
82.993085	83.490251	83.988104	84.486783	84.986368	85.486876
85.988265	86.490437	86.993247	87.496507	88.000000	88.000000
88.500994	89.001924	89.502732	90.003364	90.503777	91.003941
91.503838	92.003470	92.502854	93.002030	93.501055	94.000000
94.000000	94.600771	95.201463	95.802006	96.402347	97.002454
97.602322	98.201966	98.801423	99.400746	100.000000	
第 37 行:0.000000 2.097157 4.194583 6.292526 8.391186 10.490699					
12.591122	14.692423	16.794481	18.897093	21.000000	21.000000
22.401032	23.803123	25.207259	26.614283	28.024845	29.439361
30.857991	32.280625	33.706883	35.136130	36.567510	38.000000
38.000000	38.328565	38.657534	38.987262	39.318013	39.649936
39.983071	40.317355	40.652650	40.988770	41.325509	41.662654
42.000000	42.000000	43.171982	44.343567	45.514399	46.684187
47.852733	49.019933	50.185781	51.350359	52.513826	53.676404
54.838361	56.000000	56.000000	57.579087	59.158388	60.738121
62.318510	63.899775	65.482108	67.065656	68.650482	70.236547
71.823689	73.411631	75.000000	75.000000	75.574657	76.149936
76.726403	77.304530	77.884658	78.466982	79.051547	79.638248
80.226848	80.816988	81.408214	82.000000	82.000000	82.497397
82.994980	83.492916	83.991348	84.490378	84.990068	85.490432
85.991440	86.493023	86.995072	87.497451	88.000000	88.000000
88.500728	89.001408	89.501998	90.002458	90.502757	91.002872
91.502792	92.002519	92.502068	93.001469	93.500763	94.000000
94.000000	94.600507	95.200964	95.801323	96.401549	97.001623
97.601538	98.201304	98.800945	99.400496	100.000000	
第 38 行:0.000000 2.098139 4.196456 6.295113 8.394242 10.493930					

12. 594213	14. 695066	16. 796408	18. 898109	21. 000000	21. 000000
22. 405526	23. 811807	25. 219545	26. 629342	28. 041665	29. 456810
30. 874891	32. 295823	33. 719330	35. 144955	36. 572086	38. 000000
38. 000000	38. 329993	38. 660259	38. 991039	39. 322516	39. 654805
39. 987943	40. 321900	40. 656593	40. 991898	41. 327671	41. 663757
42. 000000	42. 000000	43. 170428	44. 340582	45. 510210	46. 679108
47. 847130	49. 014197	50. 180300	51. 345492	52. 509884	53. 673632
54. 836932	56. 000000	56. 000000	57. 580255	59. 160677	60. 741431
62. 322682	63. 904580	65. 487257	67. 070799	68. 655239	70. 240534
71. 826566	73. 413139	75. 000000	75. 000000	75. 577175	76. 154785
76. 733232	77. 312850	77. 893886	78. 476483	79. 060679	79. 646403
80. 233486	80. 821672	81. 410635	82. 000000	82. 000000	82. 498152
82. 996433	83. 494964	83. 993845	84. 493151	84. 992926	85. 493182
85. 993898	86. 495025	86. 996486	87. 498182	88. 000000	88. 000000
88. 500520	89. 001007	89. 501428	90. 001755	90. 501966	91. 002045
91. 501986	92. 001789	92. 501468	93. 001041	93. 500540	94. 000000
94. 000000	94. 600330	95. 200627	95. 800861	96. 401010	97. 001059
97. 601005	98. 200853	98. 800618	99. 400325	100. 000000	
第 39 行:0. 000000 2. 098820 4. 197754 6. 296905 8. 396356 10. 496161					
12. 596342	14. 696883	16. 797732	18. 898807	21. 000000	21. 000000
22. 409073	23. 818659	25. 229240	26. 641225	28. 054934	29. 470570
30. 888207	32. 307788	33. 729119	35. 151889	36. 575679	38. 000000
38. 000000	38. 331085	38. 662347	38. 993947	39. 326008	39. 658610
39. 991784	40. 325517	40. 659758	40. 994428	41. 329431	41. 664659
42. 000000	42. 000000	43. 169219	44. 338253	45. 506936	46. 675126
47. 842724	49. 009674	50. 175966	51. 341635	52. 506753	53. 671429
54. 835794	56. 000000	56. 000000	57. 581210	59. 162540	60. 744108
62. 326029	63. 908404	65. 491317	67. 074820	68. 658927	70. 243606
71. 828771	73. 414291	75. 000000	75. 000000	75. 579147	76. 158587
76. 738592	77. 319391	77. 901152	78. 483975	79. 067889	79. 652847
80. 238734	80. 825377	81. 412551	82. 000000	82. 000000	82. 498743
82. 997574	83. 496573	83. 995810	84. 495335	84. 995180	85. 495352
85. 995839	86. 496607	86. 997603	87. 498760	88. 000000	88. 000000
88. 500356	89. 000688	89. 500975	90. 001198	90. 501341	91. 001394
91. 501352	92. 001217	92. 500997	93. 000707	93. 500367	94. 000000
94. 000000	94. 600208	95. 200396	95. 800544	96. 400638	97. 000670
97. 600636	98. 200540	98. 800392	99. 400206	100. 000000	
第 40 行:0. 000000 2. 099309 4. 198685 6. 298188 8. 397868 10. 497755					
12. 597862	14. 698179	16. 798675	18. 899303	21. 000000	21. 000000
22. 411962	23. 824242	25. 237138	26. 650905	28. 065741	29. 481772
30. 899043	32. 317517	33. 737075	35. 157520	36. 578597	38. 000000
38. 000000	38. 331952	38. 664011	38. 996273	39. 328815	39. 661688
39. 994911	40. 328482	40. 662369	40. 996528	41. 330898	41. 665413
42. 000000	42. 000000	43. 168243	44. 336373	45. 504287	46. 671899

47.839146	49.005992	50.172431	51.338482	52.504190	53.669622
54.834861	56.000000	56.000000	57.582007	59.164092	60.746329
62.328790	63.911538	65.494622	67.078072	68.661893	70.246063
71.830528	73.415207	75.000000	75.000000	75.580744	76.161669
76.742942	77.324704	77.907061	78.490075	79.073765	79.658102
80.243017	80.828401	81.414115	82.000000	82.000000	82.499222
82.998499	83.497879	83.997406	84.497112	84.997015	85.497121
85.997422	86.497897	86.998514	87.499231	88.000000	88.000000
88.500221	89.000427	89.500605	90.000743	90.500831	91.000863
91.500837	92.000753	92.500617	93.000437	93.500227	94.000000
94.000000	94.600122	95.200231	95.800318	96.400373	97.000392
97.600372	98.200316	98.800229	99.400121	100.000000	
第 41 行:0.000000 2.099683 4.199396 6.299169 8.399022 10.498970					
12.599019	14.699165	16.799393	18.899681	21.000000	21.000000
22.414428	23.829007	25.243880	26.659167	28.074963	29.491328
30.908283	32.325810	33.743852	35.162317	36.581081	38.000000
38.000000	38.332679	38.665408	38.998233	39.331189	39.664301
39.997579	40.331022	40.664617	40.998342	41.332170	41.666067
42.000000	42.000000	43.167415	44.334777	45.502037	46.669154
47.836098	49.002851	50.169410	51.335785	52.501996	53.668075
54.834061	56.000000	56.000000	57.582699	59.165436	60.748247
62.331167	63.914224	65.497441	67.080833	68.664401	70.248133
71.832004	73.415975	75.000000	75.000000	75.582102	76.164291
76.746644	77.329229	77.912097	78.495278	79.078780	79.662591
80.246676	80.830985	81.415452	82.000000	82.000000	82.499630
82.999286	83.498992	83.998766	84.498626	84.998580	85.498630
85.998773	86.498999	86.999293	87.499634	88.000000	88.000000
88.500105	89.000203	89.500288	90.000354	90.500395	91.000411
91.500398	92.000358	92.500293	93.000208	93.500108	94.000000
94.000000	94.600056	95.200106	95.800146	96.400171	97.000180
97.600171	98.200145	98.800105	99.400055	100.000000	
第 42 行:0.000000 2.100000 4.200000 6.300000 8.400000 10.500000					
12.600000	14.700000	16.800000	18.900000	21.000000	21.000000
22.416667	23.833333	25.250000	26.666667	28.083333	29.500000
30.916667	32.333333	33.750000	35.166667	36.583333	38.000000
38.000000	38.333333	38.666667	39.000000	39.333333	39.666667
40.000000	40.333333	40.666667	41.000000	41.333333	41.666667
42.000000	42.000000	43.166667	44.333333	45.500000	46.666667
47.833333	49.000000	50.166667	51.333333	52.500000	53.666667
54.833333	56.000000	56.000000	57.583333	59.166667	60.750000
62.333333	63.916667	65.500000	67.083333	68.666667	70.250000
71.833333	73.416667	75.000000	75.000000	75.583333	76.166667
76.750000	77.333333	77.916667	78.500000	79.083333	79.666667
80.250000	80.833333	81.416667	82.000000	82.000000	82.500000

83. 000000	83. 500000	84. 000000	84. 500000	85. 000000	85. 500000
86. 000000	86. 500000	87. 000000	87. 500000	88. 000000	88. 000000
88. 500000	89. 000000	89. 500000	90. 000000	90. 500000	91. 000000
91. 500000	92. 000000	92. 500000	93. 000000	93. 500000	94. 000000
94. 000000	94. 600000	95. 200000	95. 800000	96. 400000	97. 000000
97. 600000	98. 200000	98. 800000	99. 400000	100. 000000	

扫描等位线坐标:

电位 10. 000V 坐标: (3. 810554, 0. 000000) (3. 808835, 0. 640000) (3. 803668, 1. 280000)  
 (3. 795027, 1. 920000) (3. 782867, 2. 560000) (3. 767125, 3. 200000)  
 (3. 747723, 3. 840000) (3. 724559, 4. 480000) (3. 697515, 5. 120000)  
 (3. 666449, 5. 760000) (3. 631197, 6. 400000) (3. 591567, 7. 040000)  
 (3. 547338, 7. 680000) (3. 498273, 8. 320000) (3. 444762, 8. 960000)  
 (3. 385955, 9. 600000) (3. 321518, 10. 240000) (3. 251095, 10. 880000)  
 (3. 174353, 11. 520000) (3. 091084, 12. 160000) (3. 001441, 12. 800000)  
 (2. 908182, 13. 440000) (2. 811873, 14. 080000) (2. 716572, 14. 720000)  
 (2. 628642, 15. 360000) (2. 555338, 16. 000000) (2. 501865, 16. 625000)  
 (2. 463181, 17. 250000) (2. 436402, 17. 875000) (2. 418181, 18. 500000)  
 (2. 405889, 19. 125000) (2. 397634, 19. 750000) (2. 392103, 20. 375000)  
 (2. 388401, 21. 000000) (2. 385922, 21. 625000) (2. 384259, 22. 250000)  
 (2. 383140, 22. 875000) (2. 382380, 23. 500000) (2. 381856, 24. 125000)  
 (2. 381481, 24. 750000) (2. 381195, 25. 375000) (2. 380952, 26. 000000)  
 (2. 500000, 16. 655130) (3. 000000, 12. 809395) (3. 500000, 8. 296962)

电位 20. 000V 坐标: (7. 879358, 0. 000000) (7. 876332, 0. 640000) (7. 867230, 1. 280000)  
 (7. 851989, 1. 920000) (7. 830504, 2. 560000) (7. 802629, 3. 200000)  
 (7. 768172, 3. 840000) (7. 727667, 4. 480000) (7. 680291, 5. 120000)  
 (7. 625722, 5. 760000) (7. 563622, 6. 400000) (7. 493612, 7. 040000)  
 (7. 415264, 7. 680000) (7. 328101, 8. 320000) (7. 231588, 8. 960000)  
 (7. 126433, 9. 600000) (7. 012595, 10. 240000) (6. 887825, 10. 880000)  
 (6. 750985, 11. 520000) (6. 600368, 12. 160000) (6. 438520, 12. 800000)  
 (6. 257265, 13. 440000) (6. 046875, 14. 080000) (5. 798894, 14. 720000)  
 (5. 441926, 15. 360000) (4. 817045, 16. 000000) (4. 791418, 16. 625000)  
 (4. 778797, 17. 250000) (4. 772108, 17. 875000) (4. 768288, 18. 500000)  
 (4. 765988, 19. 125000) (4. 764555, 19. 750000) (4. 763640, 20. 375000)  
 (4. 763048, 21. 000000) (4. 762660, 21. 625000) (4. 762404, 22. 250000)  
 (4. 762234, 22. 875000) (4. 762119, 23. 500000) (4. 762040, 24. 125000)  
 (4. 761984, 24. 750000) (4. 761941, 25. 375000) (4. 761905, 26. 000000)  
 (5. 000000, 15. 685807) (5. 400000, 15. 411688) (5. 991667, 14. 223051)  
 (6. 583333, 12. 225575) (7. 175000, 9. 299635) (7. 766667, 3. 863312)

电位 30. 000V 坐标: (12. 486651, 0. 000000) (12. 483495, 0. 640000)  
 (12. 473990, 1. 280000) (12. 458048, 1. 920000) (12. 435522, 2. 560000)  
 (12. 406198, 3. 200000) (12. 369790, 3. 840000) (12. 325933, 4. 480000)  
 (12. 274167, 5. 120000) (12. 213925, 5. 760000) (12. 144514, 6. 400000)  
 (12. 065091, 7. 040000) (11. 974630, 7. 680000) (11. 872931, 8. 320000)

(11. 760073, 8. 960000) (11. 632786, 9. 600000) (11. 489361, 10. 240000)  
(11. 327931, 10. 880000) (11. 153843, 11. 520000) (10. 961563, 12. 160000)  
(10. 751513, 12. 800000) (10. 535766, 13. 440000) (10. 315615, 14. 080000)  
(10. 102809, 14. 720000) (9. 909309, 15. 360000) (9. 742987, 16. 000000)  
(9. 611523, 16. 625000) (9. 506078, 17. 250000) (9. 422075, 17. 875000)  
(9. 357454, 18. 500000) (9. 308198, 19. 125000) (9. 270868, 19. 750000)  
(9. 242668, 20. 375000) (9. 221387, 21. 000000) (9. 205313, 21. 625000)  
(9. 193127, 22. 250000) (9. 183825, 22. 875000) (9. 176635, 23. 500000)  
(9. 170964, 24. 125000) (9. 166344, 24. 750000) (9. 162402, 25. 375000)  
(9. 158824, 26. 000000) (9. 541667, 17. 042716) (10. 133333, 14. 624627)  
(10. 725000, 12. 874761) (11. 316667, 10. 919986) (11. 908333, 8. 094145)  
电位 40. 000V 坐标: (17. 816429, 0. 000000) (17. 814924, 0. 640000)  
(17. 810402, 1. 280000) (17. 802866, 1. 920000) (17. 792328, 2. 560000)  
(17. 778800, 3. 200000) (17. 762301, 3. 840000) (17. 742854, 4. 480000)  
(17. 720488, 5. 120000) (17. 695240, 5. 760000) (17. 667155, 6. 400000)  
(17. 636292, 7. 040000) (17. 602916, 7. 680000) (17. 566909, 8. 320000)  
(17. 528345, 8. 960000) (17. 487338, 9. 600000) (17. 444038, 10. 240000)  
(17. 398629, 10. 880000) (17. 351334, 11. 520000) (17. 302398, 12. 160000)  
(17. 252039, 12. 800000) (17. 200322, 13. 440000) (17. 146896, 14. 080000)  
(17. 090594, 14. 720000) (17. 029087, 15. 360000) (16. 959839, 16. 000000)  
(16. 885480, 16. 625000) (16. 809340, 17. 250000) (16. 737678, 17. 875000)  
(16. 674999, 18. 500000) (16. 623089, 19. 125000) (16. 581660, 19. 750000)  
(16. 549362, 20. 375000) (16. 524523, 21. 000000) (16. 505547, 21. 625000)  
(16. 491064, 22. 250000) (16. 479963, 22. 875000) (16. 471361, 23. 500000)  
(16. 464566, 24. 125000) (16. 459026, 24. 750000) (16. 454296, 25. 375000)  
(16. 450000, 26. 000000) (16. 450000, 26. 000000) (17. 041667, 15. 240995)  
(17. 633333, 7. 097140)  
电位 50. 000V 坐标: (23. 596302, 0. 000000) (23. 596233, 0. 640000)  
(23. 596042, 1. 280000) (23. 595801, 1. 920000) (23. 595636, 2. 560000)  
(23. 595723, 3. 200000) (23. 596291, 3. 840000) (23. 597629, 4. 480000)  
(23. 600084, 5. 120000) (23. 604067, 5. 760000) (23. 610055, 6. 400000)  
(23. 618590, 7. 040000) (23. 630281, 7. 680000) (23. 645799, 8. 320000)  
(23. 665862, 8. 960000) (23. 691212, 9. 600000) (23. 722576, 10. 240000)  
(23. 760594, 10. 880000) (23. 805712, 11. 520000) (23. 858023, 12. 160000)  
(23. 917046, 12. 800000) (23. 981109, 13. 440000) (24. 048199, 14. 080000)  
(24. 115823, 14. 720000) (24. 180357, 15. 360000) (24. 238304, 16. 000000)  
(24. 286365, 16. 625000) (24. 325593, 17. 250000) (24. 356713, 17. 875000)  
(24. 380944, 18. 500000) (24. 399585, 19. 125000) (24. 413814, 19. 750000)  
(24. 424626, 20. 375000) (24. 432824, 21. 000000) (24. 439039, 21. 625000)  
(24. 443766, 22. 250000) (24. 447383, 22. 875000) (24. 450185, 23. 500000)  
(24. 452398, 24. 125000) (24. 454203, 24. 750000) (24. 455744, 25. 375000)  
(24. 457143, 26. 000000) (23. 950000, 13. 125468)  
电位 60. 000V 坐标: (29. 470593, 0. 000000) (29. 469584, 0. 640000)  
(29. 466562, 1. 280000) (29. 461555, 1. 920000) (29. 454611, 2. 560000)

(29. 445801, 3. 200000)	(29. 435217, 3. 840000)	(29. 422976, 4. 480000)
(29. 409224, 5. 120000)	(29. 394135, 5. 760000)	(29. 377924, 6. 400000)
(29. 360846, 7. 040000)	(29. 343210, 7. 680000)	(29. 325386, 8. 320000)
(29. 307823, 8. 960000)	(29. 291066, 9. 600000)	(29. 275786, 10. 240000)
(29. 262807, 10. 880000)	(29. 253149, 11. 520000)	(29. 248082, 12. 160000)
(29. 249170, 12. 800000)	(29. 258282, 13. 440000)	(29. 277430, 14. 080000)
(29. 308007, 14. 720000)	(29. 348462, 15. 360000)	(29. 389387, 16. 000000)
(29. 409134, 16. 625000)	(29. 416437, 17. 250000)	(29. 417317, 17. 875000)
(29. 415286, 18. 500000)	(29. 412207, 19. 125000)	(29. 409002, 19. 750000)
(29. 406080, 20. 375000)	(29. 403585, 21. 000000)	(29. 401530, 21. 625000)
(29. 399872, 22. 250000)	(29. 398547, 22. 875000)	(29. 397487, 23. 500000)
(29. 396628, 24. 125000)	(29. 395916, 24. 750000)	(29. 395300, 25. 375000)
(29. 394737, 26. 000000)		

电位 70. 000V 坐标: (35. 748878, 0. 000000) (35. 745956, 0. 640000)

(35. 737173, 1. 280000)	(35. 722479, 1. 920000)	(35. 701792, 2. 560000)
(35. 674993, 3. 200000)	(35. 641924, 3. 840000)	(35. 602385, 4. 480000)
(35. 556122, 5. 120000)	(35. 502824, 5. 760000)	(35. 442107, 6. 400000)
(35. 373985, 7. 040000)	(35. 298440, 7. 680000)	(35. 214095, 8. 320000)
(35. 120147, 8. 960000)	(35. 015565, 9. 600000)	(34. 901739, 10. 240000)
(34. 775740, 10. 880000)	(34. 635352, 11. 520000)	(34. 478146, 12. 160000)
(34. 306929, 12. 800000)	(34. 121371, 13. 440000)	(33. 920036, 14. 080000)
(33. 718142, 14. 720000)	(33. 533990, 15. 360000)	(33. 388000, 16. 000000)
(33. 301235, 16. 625000)	(33. 245921, 17. 250000)	(33. 209503, 17. 875000)
(33. 185339, 18. 500000)	(33. 169229, 19. 125000)	(33. 158278, 19. 750000)
(33. 150699, 20. 375000)	(33. 145366, 21. 000000)	(33. 141557, 21. 625000)
(33. 138795, 22. 250000)	(33. 136758, 22. 875000)	(33. 135227, 23. 500000)
(33. 134046, 24. 125000)	(33. 133099, 24. 750000)	(33. 132300, 25. 375000)
(33. 131579, 26. 000000)	(33. 225000, 17. 612463)	(33. 816667, 14. 387616)
(34. 408333, 12. 409805)	(35. 000000, 9. 685021)	(35. 400000, 6. 792333)

电位 80. 000V 坐标: (43. 331832, 0. 000000) (43. 328905, 0. 640000)

(43. 320107, 1. 280000)	(43. 305392, 1. 920000)	(43. 284684, 2. 560000)
(43. 257876, 3. 200000)	(43. 224826, 3. 840000)	(43. 185356, 4. 480000)
(43. 139250, 5. 120000)	(43. 086248, 5. 760000)	(43. 026044, 6. 400000)
(42. 958282, 7. 040000)	(42. 882827, 7. 680000)	(42. 800026, 8. 320000)
(42. 708390, 8. 960000)	(42. 607272, 9. 600000)	(42. 495971, 10. 240000)
(42. 375706, 10. 880000)	(42. 243479, 11. 520000)	(42. 097929, 12. 160000)
(41. 937266, 12. 800000)	(41. 764112, 13. 440000)	(41. 575372, 14. 080000)
(41. 373639, 14. 720000)	(41. 175513, 15. 360000)	(41. 001680, 16. 000000)
(40. 880858, 16. 625000)	(40. 789428, 17. 250000)	(40. 717831, 17. 875000)
(40. 660543, 18. 500000)	(40. 615973, 19. 125000)	(40. 581404, 19. 750000)
(40. 554709, 20. 375000)	(40. 534175, 21. 000000)	(40. 518413, 21. 625000)
(40. 506308, 22. 250000)	(40. 496970, 22. 875000)	(40. 489691, 23. 500000)
(40. 483911, 24. 125000)	(40. 479178, 24. 750000)	(40. 475122, 25. 375000)
(40. 471429, 26. 000000)	(40. 725000, 17. 815294)	(41. 316667, 14. 897837)

(41. 908333, 12. 905332)    (42. 500000, 10. 216698)    (42. 900000, 7. 533381)  
电位 90. 000V 坐标: (52. 782171, 0. 000000)    (52. 781622, 0. 640000)  
(52. 779980, 1. 280000)    (52. 777270, 1. 920000)    (52. 773530, 2. 560000)  
(52. 768818, 3. 200000)    (52. 763215, 3. 840000)    (52. 756807, 4. 480000)  
(52. 749694, 5. 120000)    (52. 742000, 5. 760000)    (52. 733868, 6. 400000)  
(52. 725456, 7. 040000)    (52. 716944, 7. 680000)    (52. 708525, 8. 320000)  
(52. 700411, 8. 960000)    (52. 692827, 9. 600000)    (52. 686010, 10. 240000)  
(52. 680210, 10. 880000)    (52. 675691, 11. 520000)    (52. 672742, 12. 160000)  
(52. 671694, 12. 800000)    (52. 672950, 13. 440000)    (52. 676991, 14. 080000)  
(52. 684280, 14. 720000)    (52. 694859, 15. 360000)    (52. 707546, 16. 000000)  
(52. 719395, 16. 625000)    (52. 729626, 17. 250000)    (52. 738016, 17. 875000)  
(52. 744702, 18. 500000)    (52. 749936, 19. 125000)    (52. 753987, 19. 750000)  
(52. 757100, 20. 375000)    (52. 759481, 21. 000000)    (52. 761300, 21. 625000)  
(52. 762691, 22. 250000)    (52. 763760, 22. 875000)    (52. 764592, 23. 500000)  
(52. 765250, 24. 125000)    (52. 765788, 24. 750000)    (52. 766248, 25. 375000)  
(52. 766667, 26. 000000)    (52. 766667, 3. 445693)  
电位 100. 000V 坐标:

拉格朗日轴上电位插值:

z 轴坐标:0. 786,    电位插值:2. 085593V  
z 轴坐标:1. 573,    电位插值:4. 165101V  
z 轴坐标:2. 359,    电位插值:6. 232848V  
z 轴坐标:3. 145,    电位插值:8. 283215V  
z 轴坐标:3. 931,    电位插值:10. 310894V  
z 轴坐标:4. 718,    电位插值:12. 311244V  
z 轴坐标:5. 504,    电位插值:14. 279848V  
z 轴坐标:6. 290,    电位插值:16. 213256V  
z 轴坐标:7. 076,    电位插值:18. 108253V  
z 轴坐标:7. 863,    电位插值:19. 962580V  
z 轴坐标:8. 649,    电位插值:21. 774531V  
z 轴坐标:9. 435,    电位插值:23. 543125V  
z 轴坐标:10. 221,    电位插值:25. 268073V  
z 轴坐标:11. 008,    电位插值:26. 949742V  
z 轴坐标:11. 794,    电位插值:28. 589190V  
z 轴坐标:12. 580,    电位插值:30. 188000V  
z 轴坐标:13. 366,    电位插值:31. 748327V  
z 轴坐标:14. 153,    电位插值:33. 272798V  
z 轴坐标:14. 939,    电位插值:34. 764458V  
z 轴坐标:15. 725,    电位插值:36. 226821V  
z 轴坐标:16. 511,    电位插值:37. 663348V  
z 轴坐标:17. 298,    电位插值:39. 077688V  
z 轴坐标:18. 084,    电位插值:40. 473660V  
z 轴坐标:18. 870,    电位插值:41. 854676V  
z 轴坐标:19. 656,    电位插值:43. 223992V



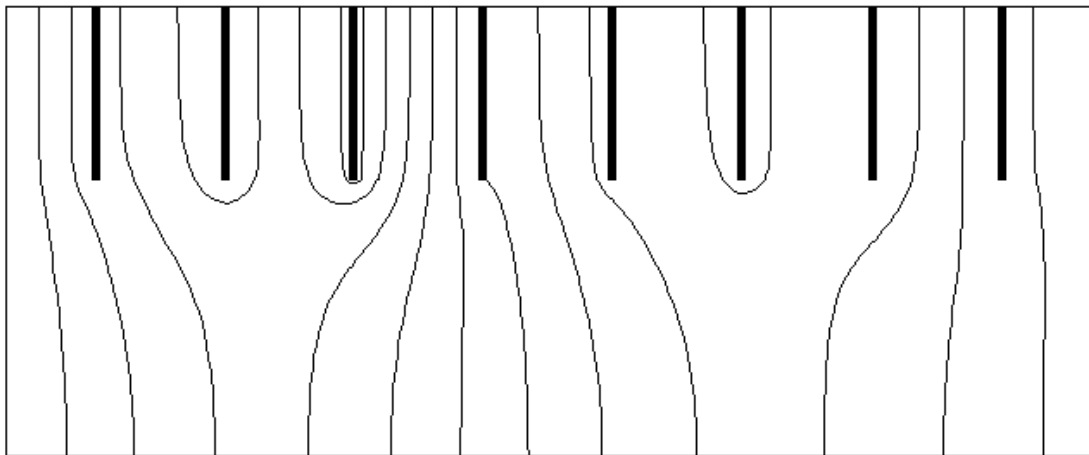
z 轴坐标:20.443, 电位插值:44.584788V  
z 轴坐标:21.229, 电位插值:45.939334V  
z 轴坐标:22.015, 电位插值:47.289924V  
z 轴坐标:22.801, 电位插值:48.638111V  
z 轴坐标:23.588, 电位插值:49.984971V  
z 轴坐标:24.374, 电位插值:51.331100V  
z 轴坐标:25.160, 电位插值:52.676540V  
z 轴坐标:25.946, 电位插值:54.020899V  
z 轴坐标:26.733, 电位插值:55.363230V  
z 轴坐标:27.519, 电位插值:56.702243V  
z 轴坐标:28.305, 电位插值:58.036320V  
z 轴坐标:29.091, 电位插值:59.363449V  
z 轴坐标:29.878, 电位插值:60.681553V  
z 轴坐标:30.664, 电位插值:61.988098V  
z 轴坐标:31.450, 电位插值:63.280678V  
z 轴坐标:32.236, 电位插值:64.557003V  
z 轴坐标:33.023, 电位插值:65.814546V  
z 轴坐标:33.809, 电位插值:67.051180V  
z 轴坐标:34.595, 电位插值:68.265073V  
z 轴坐标:35.381, 电位插值:69.454425V  
z 轴坐标:36.168, 电位插值:70.618121V  
z 轴坐标:36.954, 电位插值:71.755155V  
z 轴坐标:37.740, 电位插值:72.865013V  
z 轴坐标:38.526, 电位插值:73.947519V  
z 轴坐标:39.313, 电位插值:75.002862V  
z 轴坐标:40.099, 电位插值:76.031546V  
z 轴坐标:40.885, 电位插值:77.034282V  
z 轴坐标:41.671, 电位插值:78.012133V  
z 轴坐标:42.458, 电位插值:78.966297V  
z 轴坐标:43.244, 电位插值:79.898076V  
z 轴坐标:44.030, 电位插值:80.808969V  
z 轴坐标:44.816, 电位插值:81.700443V  
z 轴坐标:45.603, 电位插值:82.574169V  
z 轴坐标:46.389, 电位插值:83.431772V  
z 轴坐标:47.175, 电位插值:84.274787V  
z 轴坐标:47.961, 电位插值:85.104882V  
z 轴坐标:48.748, 电位插值:85.923634V  
z 轴坐标:49.534, 电位插值:86.732481V  
z 轴坐标:50.320, 电位插值:87.532990V  
z 轴坐标:51.106, 电位插值:88.326406V  
z 轴坐标:51.893, 电位插值:89.114094V  
z 轴坐标:52.679, 电位插值:89.897274V  
z 轴坐标:53.465, 电位插值:90.676999V  
z 轴坐标:54.251, 电位插值:91.454286V

z 轴坐标:55.038, 电位插值:92.230020V  
z 轴坐标:55.824, 电位插值:93.004915V  
z 轴坐标:56.610, 电位插值:93.779599V  
z 轴坐标:57.396, 电位插值:94.554557V  
z 轴坐标:58.183, 电位插值:95.330127V  
z 轴坐标:58.969, 电位插值:96.106511V  
z 轴坐标:59.755, 电位插值:96.883794V  
z 轴坐标:60.541, 电位插值:97.661949V  
z 轴坐标:61.328, 电位插值:98.440844V  
z 轴坐标:62.114, 电位插值:99.220284V  
z 轴坐标:62.900, 电位插值:100.000000V

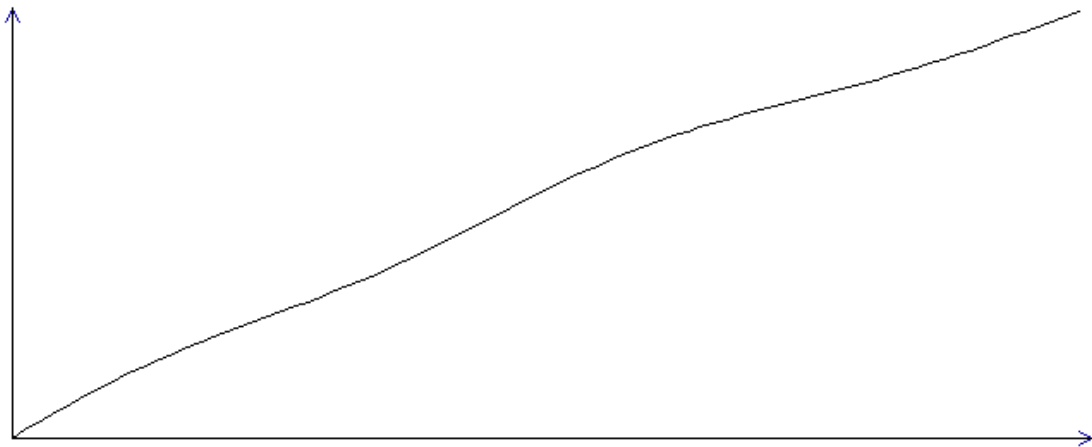
验证电位叠加定理:

最大绝对误差: 0.000781, 平均绝对误差: 0.000139, 均方根绝对误差: 0.000000

等位线绘制结果:



拉格朗日插值绘图结果:



## 附录二：程序源代码

```

#include <stdio.h>
#include <math.h>
#include <graphics.h>
#include <conio.h>
#include <windows.h>

void file_read();           //文件读取
void input_h();            //确定z轴、r轴上所有网格的步长值
void initial_V2();         //格点电位初始化
void count_c(int i, int j); //计算参数c0, c1, c2, c3, c4
void count_V();            //计算格点电位，即迭代一次
int panduan(int i, int j); //判断是否在电极上，是则返回，否则返回
void diedai_all();         //控制迭代总过程
void diedai_once();        //迭代一轮，次
int scan(double V);        //行扫描和列扫描所有等电位点
void paint(int k);          //画一条等位线
void paint_all();           //控制等位线绘制过程，进行拉格朗日插值，
绘制相应曲线
void prove();              //验证电位叠加定理

double a;                  //电极厚度
int n;                     //电极数量
double *z;                 //电极间距
int *N;                    //相邻电极间要划分的步长数
double *V;                 //电极电位
double r1;                 //电极内孔径直径
double r2;                 //电极内孔边沿到封闭边界处的距离
int M1, M2;                //等步长划分的步长数
double e;                  //迭代控制精度
int NST;                   //输出打印空间电位网格点间隔数
int INS;                   //轴上电位作等距插值时的步长数
double V1;                 //要求扫描搜索等电位线的电位间隔值
int l, m=0;                //m为格点列数, l为格点行数
int *a1;                   //电极位置格点
double **h_z;              //z轴步长矩阵
double **h_r;              //r轴步长矩阵
double **V2;               //格点电位
double **V_e;              //电位残差
double c0, c1, c2, c3, c4; //系数
double V_e1, V_e2, V_ave, V_m;
double w, lmd, u, w_l, w_m1, w_m2; //迭代因子& 入& u_lmd & w_lmd
double *r0, *z0;           //暂存R轴、Z轴上网格点坐标
int q=1;                   //迭代轮次

```

```

double *V_r, *V_z;           //存扫描点坐标
int scan_flag, m_V;          //扫描电位方式, 扫描电位个数
double *V_scan;              //制定扫描电位时存扫描电位
double **V2_temp;            //验证电位叠加定理时存格点电位
double *V_prove;             //电极电位

FILE *fp;                    //定义文件流指针, 用于打开写操作的文件

//-----主程序-----//
void main()
{
    file_read();              //文件读取
    input_h();                //确定z轴、r轴上所有网格的步长值
    initial_V2();             //格点电位初始化
    diedai_all();             //控制迭代总过程
    paint_all();              //控制等位线绘制过程, 进行拉格朗日插值,
绘制相应曲线
    prove();
    system("pause");
}
//-----文件读取函数-----//
void file_read()
{
    FILE *handle;
    int i;
    // wchar_t str[20];
    fopen_s(&fp, "d:\\CADtest\\1120100973\\1120100973_张继洲.out", "w");
    m_V=0;
    if(fopen_s(&handle, "d:\\CADtest\\1120100973\\1120100973_张继
洲.txt", "r") !=0)
    {
        MessageBox(NULL, TEXT("所读入的文本文件不存在, 请检查!"), TEXT("文件读入
错误!"), MB_OK); //出错警报
        exit(0);
    }
    fscanf_s(handle, "电极宽度 $\delta$ : %lfmm\n", &a);
    fscanf_s(handle, "电极个数n: %ld\n", &n);
    fscanf_s(handle, "相邻电极间距离 $\Delta z$ i: \n");
    z=(double*)malloc(n*sizeof(double));
    for (i=0; i<n; i++)
        fscanf_s(handle, "%lfmm", &z[i]);
    fscanf_s(handle, "\n相邻电极间步长数Ni: \n");
    N=(int*)malloc(n*sizeof(int));
    for (i=0; i<n; i++)

```

```

        fscanf_s(handle, "%ld", &N[i]);
fscanf_s(handle, "\n电极电位Vi: \n");
V=(double*)malloc(n*sizeof(double));
V_prove=(double*)malloc(n*sizeof(double));
for (i=0; i<n; i++)
    fscanf_s(handle, "%lfV\t", &V[i]);
fscanf_s(handle, "\n电极内孔径半径 $\Delta r1$ : %lfmm\n", &r1);
fscanf_s(handle, "从电极内孔径边沿到封闭边界处的径向距离 $\Delta r2$ : %lfmm\n", &r2);
fscanf_s(handle, " $\Delta r1$ 范围内等步长划分的网个数: %ld\n", &M1);
fscanf_s(handle, " $\Delta r2$ 范围内等步长划分的网个数: %ld\n", &M2);
fscanf_s(handle, "迭代控制精度 $\varepsilon$ : %lfV\n", &e);
fscanf_s(handle, "输出打印空间电位时网格点间隔数: %ld\n", &NST);
fscanf_s(handle, "轴上电位作等距插值时的步长数: %ld\n", &INS);
fscanf_s(handle, "要求扫描等电位线间隔值或电位: (只画一条等位线时重复输入两次)\n");
V_scan=(double*)malloc(50*sizeof(double));
while (fscanf_s(handle, "%lfV", &V_scan[m_V]) != EOF)
    m_V++;
if (m_V==1)
    V1=V_scan[0];
for (i=0; i<n; i++)
    m=m+N[i]+1;
l=M1+M2+1;

//-----输出参数到txt-----
fprintf(fp, "电极宽度 $\delta$ : %lfmm\n", a);
fprintf(fp, "电极个数n: %ld\n", n);
fprintf(fp, "相邻电极间距离 $\Delta zi$ : \n");
for (i=0; i<n; i++)
    fprintf(fp, "%lfmm\t", z[i]);
fprintf(fp, "\n相邻电极间步长数 $Ni$ : \n");
for (i=0; i<n; i++)
    fprintf(fp, "%ld\t", N[i]);
fprintf(fp, "\n电极电位Vi: \n");
for (i=0; i<n; i++)
    fprintf(fp, "%lfV\t", V[i]);
fprintf(fp, "\n电极内孔径半径 $\Delta r1$ : %lfmm\n", r1);
fprintf(fp, "从电极内孔径边沿到封闭边界处的径向距离 $\Delta r2$ : %lfmm", r2);
fprintf(fp, "\n $\Delta r1$ 范围内等步长划分的网个数: %ld\n", M1);
fprintf(fp, " $\Delta r2$ 范围内等步长划分的网个数: %ld\n", M2);
fprintf(fp, "迭代控制精度 $\varepsilon$ : %lfV\n", e);
fprintf(fp, "输出打印空间点位时网格点间距数: %ld\n", NST);
fprintf(fp, "轴上电位做等距插值是的步长数: %ld\n", INS);
if (m_V==1)

```

```

        fprintf(fp, "要求扫描搜索等电位线的电位间隔数: ");
    else
        fprintf(fp, "要求扫描搜索等电位线电位: ");
    for (i=0; i<m_V; i++)
        fprintf(fp, "%lfV\t", V_scan[i]);
    fprintf(fp, "\n\n");
    fprintf(fp, "格点行数: %ld\n", l);
    fprintf(fp, "格点列数: %ld\n", m);
}

//-----确定z轴、r轴上所有网格的步长值-----//
void input_h()
{
    int i, j, k=0;
    a1=(int*)malloc((n+1)*sizeof(int));
    a1[0]=0;
    r0=(double*)malloc(l*sizeof(double));
    z0=(double*)malloc(m*sizeof(double));
    for (i=1; i<n+1; i++)
    {
        if (i<n)
            a1[i]=a1[i-1]+N[i-1]+1;
        else
            a1[i]=a1[i-1]+N[i-1];
    }
    h_z=(double**)malloc((l-1)*sizeof(double*));
    for (i=0; i<l-1; i++)
        h_z[i]=(double*)malloc((m-1)*sizeof(double));

    h_r=(double**)malloc((l-1)*sizeof(double*));
    for (i=0; i<l-1; i++)
        h_r[i]=(double*)malloc((m-1)*sizeof(double));
    V2=(double**)malloc(l*sizeof(double*));
    for (i=0; i<l; i++)
        V2[i]=(double*)malloc(m*sizeof(double));

    V_e=(double**)malloc(l*sizeof(double*));
    for (i=0; i<l; i++)
        V_e[i]=(double*)malloc(m*sizeof(double));

    for (j=0; j<m-1; j++)
    {
        if (j==a1[k+1]-1 && k!=n-1)
        {

```

```

        for (i=0; i<(l-1); i++)
            h_z[i][j]=a;
        k++;
    }
    else
    {
        for (i=0; i<l-1; i++)
            h_z[i][j]=z[k]/N[k];
    }
}
for (j=0; j<m-1; j++)
{
    for (i=0; i<l-1; i++)
    {
        if (i<M1)
            h_r[i][j]=r1/M1;
        else
            h_r[i][j]=r2/M2;
    }
}
fprintf(fp, "R轴上网格点坐标: \n");
r0[0]=0;
fprintf(fp, "%lf\t", r0);
for (i=1; i<l; i++)
{
    r0[i]=r0[i-1]+h_r[i-1][0];
    fprintf(fp, "%lf\t", r0[i]);
}
fprintf(fp, "\n");

fprintf(fp, "Z轴上网格点坐标: \n");
z0[0]=0;
fprintf(fp, "%lf\t", z0);
for (i=1; i<m; i++)
{
    z0[i]=z0[i-1]+h_z[0][i-1];
    fprintf(fp, "%lf\t", z0[i]);
}
fprintf(fp, "\n");

fprintf(fp, "电极位置(以左侧为准): \n");
for (i=1; i<n; i++)
    fprintf(fp, "%lf\t", z0[a1[i]-1]);
fprintf(fp, "%lf\t", z0[a1[n]]);

```

```

    fprintf(fp, "\n");
}

//-----格点电位初始化-----//
void initial_V2()
{
    int i, j, k;
    for (i=0; i<l; i++)
        V2[i][0]=0;

    for (i=1; i<n+1; i++)
    {
        k=a1[i];
        for (j=0; j<l; j++)
        {
            if (i!=n)
                V2[j][k-1]=V[i-1];
            V2[j][k]=V[i-1];
        }
    }
    k=1;
    for (j=1; j<m; j++)
    {
        if ((j<(a1[k]-1) && k!=n) || k==n)
        {
            if (k==1)
            {
                for (i=0; i<l; i++)
                    V2[i][j]=V2[i][j-1]+V[k-1]/(a1[k]-1-a1[k-1]);
            }
            else if (k!=n)
            {
                for (i=0; i<l; i++)
                    V2[i][j]=V2[i][j-1]+(V[k-1]-V[k-2])/(a1[k]-1-a1[k-1]);
            }
            else
            {
                for (i=0; i<l; i++)
                    V2[i][j]=V2[i][j-1]+(V[k-1]-V[k-2])/(a1[k]-a1[k-1]);
            }
        }
        else
        {
            k++;

```



```

        j++;
    }
}

//-----计算参数c0, c1, c2, c3, c4-----//
void count_c(int i, int j)
{
    c1=2/(h_z[i][j-1]*(h_z[i][j-1]+h_z[i][j]));
    c2=2/(h_z[i][j]*(h_z[i][j-1]+h_z[i][j]));
    if(i!=0)
    {
        c3=(2*r0[i]-h_r[i][j])/(r0[i]*h_r[i-1][j]*(h_r[i-1][j]+h_r[i][j]));
        c4=(2*r0[i]+h_r[i-1][j])/(r0[i]*h_r[i][j]*(h_r[i-1][j]+h_r[i][j]));
    }
    else
    {
        c3=0;
        c4=4/(h_r[i][j]*h_r[i][j]);
    }
    c0=c1+c2+c3+c4;
}

//-----计算格点电位，即迭代一次-----//
void count_V()
{
    int i, j;
    double s=0, V_temp;
    V_m=0;
    for (i=0; i<l; i++)
    {
        for (j=0; j<m; j++)
        {
            if (panduan(i, j)==0)
            {
                count_c(i, j);
                if (i==0)
                    V_temp=(1-w)*V2[i][j]+w*(c1*V2[i][j-1] + c2*V2[i][j+1] +
c4*V2[i+1][j])/c0;
                else
                    V_temp=(1-w)*V2[i][j]+w*(c1*V2[i][j-1] + c2*V2[i][j+1] +
c3*V2[i-1][j] + c4*V2[i+1][j])/c0;
                V_e[i][j]=fabs(V_temp-V2[i][j]);
            }
        }
    }
}

```

```

        V2[i][j]=V_temp;
    }
    else
        V_e[i][j]=0;
    }
}
for (i=0;i<l;i++)
{
    for (j=0;j<m;j++)
    {
        s=s+V_e[i][j];
        if (V_e[i][j]>V_m)
            V_m=V_e[i][j];
    }
}
V_ave=s/(l*m);
fprintf(fp, "平均残差: %lf , 最大残差: %lf\n", V_ave, V_m);
}

//-----判断是否在电极上, 是则返回, 否则返回-----//
int panduan(int i, int j)
{
    int k;
    if (j==0 || j==m-1 || i==l-1)
        return 1;
    else if(i>=M1 && i<l)
    {
        for (k=0;k<n;k++)
        {
            if (j==a1[k] || j==a1[k]-1)
                return 1;
            if (k==n-1)
                return 0;
        }
    }
    else
        return 0;
}

//-----控制迭代总过程-----//
void diedai_all()
{
    int i, j, k;
    //q为迭代轮次 V_e1

```

V\_e2为前后两次平均残差

```
double pan, s;
w=1;
fprintf(fp, "\n像管内电势迭代情况:\n");
fprintf(fp, "第%d轮, 第次迭代, 迭代因子:%lf ", q++, w);
count_V(); //第一轮, 一次

w=1.375;
diedai_once();
q++;

do
{
    diedai_once();
    w_m1=w;
    q++;
    diedai_once();
    w_m2=w;
    q++;
}
while ( fabs((w_m2-w_m1)/(2-w_m1))>=0.05 );
w=w_m2;
i=0;
do
{
    fprintf(fp, "第%d轮, 第%d次迭代, 迭代因子:%lf ", q, i+1, w);
    s=0;
    count_V();
    pan=0;
    for (k=0; k<l; k++)
    {
        for (j=0; j<m; j++)
        {
            if (fabs(V_e[k][j])>e)
                pan=pan+1;
        }
    }
    i++;
    if (i==12)
    {
        i=0;
        q++;
    }
}
```

```

while (pan>0);

fprintf(fp, "\n迭代后电位矩阵: \n");
for (i=0; i<l; i=i+NST)
{
    fprintf(fp, "第%d行:", i+1);
    for (j=0; j<m; j=j+NST)
        fprintf(fp, "%lf\t", V2[i][j]);
    fprintf(fp, "\n");
}
}

//-----迭代一轮, 次-----//
void diedai_once()
{
    int i;
    double E_k, E_k1; //求入用
    for (i=0; i<12; i++)
    {
        fprintf(fp, "第%d轮, 第%d次迭代, 迭代因子:%lf ", q, i+1, w);
        count_V();

        if (i==10)
            E_k=V_ave;
        else if (i==11)
            E_k1=V_ave;
    }
    lmd=E_k1/E_k;
    u=(lmd+w-1)/(sqrt(lmd)*w);
    w_l=2/(1+sqrt(1-pow(u, 2)));
    w=1.25*w_l-0.5;
}

//-----控制等位线绘制过程, 进行拉格朗日插值, 绘制相应曲线-----//
void paint_all()
{
    int i, j, k, num;
    double z_temp1, z_temp2, V_temp1, V_temp2;
    V_z=(double*)malloc(n*(M1+M2)*sizeof(double));
    V_r=(double*)malloc(n*(M1+M2)*sizeof(double));
    for (i=0; i<n*(M1+M2); i++)
    {
        V_z[i]=0;
        V_r[i]=0;
    }
}

```

```

    }
    initgraph(100+int(10*z0[m-1]), 400+int(10*r0[l-1]));
/*
幕
    setbkcolor( RGB(211, 236, 250)); // 用背景色清空屏
    cleardevice();
    setlinecolor( RGB(9, 4, 172));
    setfillcolor( RGB(9, 4, 172));
    settextcolor( RGB(193, 106, 28));
    settextstyle(20, 0, _T("黑体"));
    outtextxy(230, 20, _T("像管内等位线示意图: "));
    settextstyle(16, 0, _T("宋体"));*/

    setbkcolor( RGB(255, 255, 255)); // 用背景色清空屏
幕
    cleardevice();
    setlinecolor( RGB(0, 0, 0));
    setfillcolor( RGB(0, 0, 0));
    settextcolor( RGB(0, 0, 0));
    settextstyle(20, 0, _T("黑体"));
    outtextxy(230, 20, _T("像管内等位线示意图: "));
    settextstyle(16, 0, _T("宋体"));

    rectangle(50, 80, 50+int(10*z0[m-1]), 80+int(10*r0[l-1]));
    for (i=1; i<n; i++)
    {

        bar(50+int(10*z0[a1[i]-1]), 80, 50+int(10*(z0[a1[i]-1]+a)), 80+int(10*r2));
    }
    fprintf(fp, "\n扫描等位线坐标: ");
    if (m_V==1)
    {
        num=0;
        while(V1*num<V[n-1])
        {
            num++;
            fprintf(fp, "\n电位%.3lfV坐标:", V1*num);
            k=scan(V1*num);
            paint(k);
        }
    }
    else
    {
        for (i=0; i<m_V; i++)

```

```

    {
        fprintf(fp, "\n电位%.3lfV坐标:", V_scan[i]);
        k=scan(V_scan[i]);
        paint(k);
    }
}

line(50, 130+int(10*r0[l-1]), 50, 380+int(10*r0[l-1]));
for (i=2; i<9; i++)
{
    putpixel(50-i/2, 130+int(10*r0[l-1])+i, RGB(9, 4, 172));
    putpixel(50+i/2, 130+int(10*r0[l-1])+i, RGB(9, 4, 172));
}
line(50, 380+int(10*r0[l-1]), 50+int(10*z0[m-1]), 380+int(10*r0[l-1]));
for (i=2; i<9; i++)
{
    putpixel(50+int(10*z0[m-1])-i, 380+int(10*r0[l-1])-i/2, RGB(9, 4, 172));
    putpixel(50+int(10*z0[m-1])-i, 380+int(10*r0[l-1])+i/2, RGB(9, 4, 172));
}
z_temp1=0;
V_temp1=0;

fprintf(fp, "\n\n拉格朗日轴上电位插值:\n");
for (k=0; k<INS; k++)
{
    z_temp2=(k+1)*z0[m-1]/INS;
    for (j=0; j<m-1; j++)
    {
        if (z0[j]<=z_temp2 && z0[j+1]>z_temp2)
        {

            V_temp2=V2[0][j]*(z_temp2-z0[j+1])*(z_temp2-z0[j+2])/((z0[j]-z0[j+1])*(z0[j]-z0[j+2])) +
            V2[0][j+1]*(z_temp2-z0[j])*(z_temp2-z0[j+2])/((z0[j+1]-z0[j])*(z0[j+1]-z0[j+2]))
            +
            V2[0][j+2]*(z_temp2-z0[j])*(z_temp2-z0[j+1])/((z0[j+2]-z0[j])*(z0[j+2]-z0[j+1]));

            line(50+int(10*z_temp1), 380+int(10*r0[l-1]-V_temp1*250/V[n-1]), 50+int(10*z_
temp2), 380+int(10*r0[l-1]-V_temp2*250/V[n-1]));
            V_temp1=V_temp2;
            break;
        }
        else if(j==m-2)

```

```

        V_temp2=V[n-1];
    }
    z_temp1=z_temp2;
    fprintf(fp, "z轴坐标: %.3lf, \t电位插值: %lfV\n", z_temp2, V_temp2);
}
system("pause");
closegraph();
}

//-----画一条等位线-----//
void paint(int k)
{
    int i, j;
    double temp, x, y, xy;
    x=h_z[0][0];
    for (i=0; i<m-1; i++)
    {
        if (x<h_z[0][i])
            x=h_z[0][i];
    }
    y=h_r[0][0];
    if (y<h_r[l-2][0])
        y=h_r[l-2][0];
    xy=sqrt( pow(x, 2) + pow(y, 2) );
    for (i=1; i<k; i++)
    {
        for (j=1; j<=k-i; j++)
        {
            if (V_z[j-1]>=V_z[j])
            {
                temp=V_z[j-1];
                V_z[j-1]=V_z[j];
                V_z[j]=temp;
                temp=V_r[j-1];
                V_r[j-1]=V_r[j];
                V_r[j]=temp;
            }
        }
    }
    for (i=0; i<k; i++)
    {
        for (j=i+1; j<k; j++)
        {
            if(sqrt( pow(V_r[j]-V_r[i], 2) + pow(V_z[j]-V_z[i], 2) )<10.2*xy &&

```

```

fabs(V_r[j]-V_r[i])<10.2*y && fabs(V_z[j]-V_z[i])<10.2*x)
{
    line(int(V_z[i]), int(V_r[i]), int(V_z[j]), int(V_r[j]));
    break;
}
}
}
for (i=1; i<k; i++)
{
    for (j=1; j<=k-i; j++)
    {
        if (V_z[j-1]<=V_z[j])
        {
            temp=V_z[j-1];
            V_z[j-1]=V_z[j];
            V_z[j]=temp;
            temp=V_r[j-1];
            V_r[j-1]=V_r[j];
            V_r[j]=temp;
        }
    }
}
for (i=0; i<k; i++)
{
    for (j=i+1; j<k; j++)
    {
        if(sqrt( pow(V_r[j]-V_r[i], 2) + pow(V_z[j]-V_z[i], 2) )<12*xy &&
fabs(V_r[j]-V_r[i])<12*y && fabs(V_z[j]-V_z[i])<12*x)
        {
            line(int(V_z[i]), int(V_r[i]), int(V_z[j]), int(V_r[j]));
            break;
        }
    }
}
}

//-----行扫描和列扫描所有等电位点-----//
int scan(double V)
{
    int i, j, k=0;
    double r, z;
    for (i=0; i<l; i++)
    {
        for (j=0; j<m-1; j++)

```



```

    {
        if ((V2[i][j]<=V && V2[i][j+1]>V) || (V2[i][j]>=V && V2[i][j+1]<V))
        {
            z=z0[j]+h_z[0][j]*(V-V2[i][j])/(V2[i][j+1]-V2[i][j]);
            fprintf(fp, "(%lf,%lf)\t", z, r0[i]);
            V_z[k]=50+10*z;
            V_r[k]=80+10*(r0[l-1]-r0[i]);
            k++;
        }
    }
}
for (j=0; j<m; j++)
{
    for (i=0; i<l-1; i++)
    {
        if ((V2[i][j]<=V && V2[i+1][j]>V) || (V2[i][j]>=V && V2[i+1][j]<V))
        {
            r=r0[i]+h_r[i][0]*(V-V2[i][j])/(V2[i+1][j]-V2[i][j]);
            fprintf(fp, "(%lf,%lf)\t", z0[j], r);
            V_z[k]=50+10*z0[j];
            V_r[k]=80+10*(r0[l-1]-r);
            k++;
        }
    }
}
return k;
}

void prove()
{
    int i, j, k;
    double Vp_max=0, Vp_ave=0, Vp_avepow=0;
    V2_temp=(double**) malloc(l*sizeof(double*));
    for (i=0; i<l; i++)
        V2_temp[i]=(double*) malloc(m*sizeof(double));
    for (j=0; j<m; j++)
    {
        for (i=0; i<l; i++)
            V2_temp[i][j]=V2[i][j];
    }
    for (i=0; i<n; i++)
    {
        V_prove[i]=V[i];
        V[i]=0;
    }
}

```

```

}
for (k=0;k<n;k++)
{
    V[k]=V_prove[k];
    fclose(fp);
    initial_V2();
    diedai_all();
    V[k]=0;
    fopen_s(&fp, "d:\\CADtest\\1120100973\\1120100973_张继洲.out", "a");

    for (i=0;i<l;i++)
    {
        for (j=0;j<m;j++)
            V2_temp[i][j]=fabs(V2_temp[i][j]-V2[i][j]);
    }
}
for (i=0;i<l;i++)
{
    for (j=0;j<m;j++)
    {
        if (V2_temp[i][j]>Vp_max)
            Vp_max=V2_temp[i][j];
        Vp_ave=Vp_ave+V2_temp[i][j];
        Vp_avepow=Vp_avepow+pow(V2_temp[i][j], 2);
    }
}
Vp_ave=Vp_ave/(m*l);
Vp_avepow=Vp_avepow/(m*l);
fprintf(fp, "\n验证电位叠加定理:\n");
fprintf(fp, "最大绝对误差: %lf, 平均绝对误差: %lf, 均方根绝对误差: %lf", Vp_max, Vp_ave, Vp_avepow);
}

```