



西安电子科技大学
XIDIAN UNIVERSITY

电磁场与电磁波实验

实验一 静电场边值问题研究实验

学 院： 电子工程学院

班 级： 2302061

姓 名： 李达航

学 号： 23009101011

理论课教师： 李龙

实验课教师： 徐茵

同 做 者： 无

实验日期： 2025 年 4 月 28 日

成绩：

请务必填写清楚姓名、学号、班级及理论课任课老师。

实验一 静电场边值问题研究实验

一、实验目的：

1. 通过虚拟仿真，观察平行板电容器与加盖导体槽内部的电场分布。
2. 学习用模拟法测量静电场的方法。
3. 了解影响实验精度的因素。

二、实验装置

被测模型有两个：一个用来模拟无边缘效应的平行板电容器中的电位分布；另一个用来模拟有金属盖的无限长接地槽形导体内电位分布。被模拟的平行板电容器，加盖槽形导体及它们对应的模型如图 1 所示。

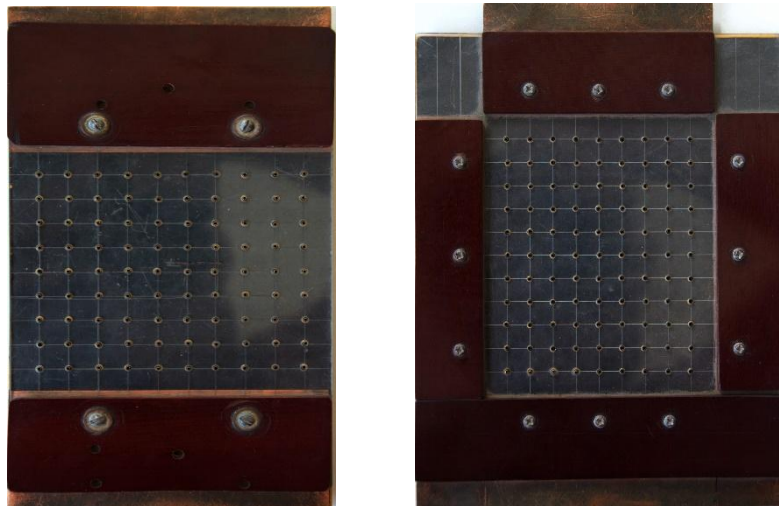


图 1 被测模型

被测模型是在碳素导电纸上按所需的几何形状,尺寸制成如图 1 所示的金属“电极”。为保证各被测点位置,采用“网格板”来定位。该“网格板”是用透明塑料薄板,板上沿 X、Y 坐标轴每一厘米打一个小孔,这样就形成了一个正方形网格阵。

三、 实验原理：

对于复杂边界的静电场边值问题，用解析法求解很困难，甚至是不可能的。在实际求解过程中，直接求出静电场的分布或电位又很困难，其精度也难以保证。本实验根据静电场与恒定电流场的相似性，用碳素导电纸中形成的恒定电流场来模拟无源区域的二维静电场，从而测出边界比较复杂的无源区域静电场分布。

在静电场的无源区域中，电场强度 \vec{E}' 电位移矢量 \vec{D}' 及电位 ϕ 满足下列方程：

$$\begin{aligned}\nabla \times \vec{E}' &= 0 \\ \nabla \cdot \vec{D}' &= 0 \\ \vec{D}' &= \epsilon \vec{E}' \\ \vec{E}' &= -\nabla \phi\end{aligned}\tag{1}$$

式中 ϵ 为静电场的介电常数。

在恒定电流场中，电场强度 \vec{E} 、电流密度 \vec{J} 及电位 ϕ 满足下列方程：

$$\begin{aligned}\nabla \times \vec{E} &= 0 \\ \nabla \cdot \vec{J} &= 0 \\ \vec{J} &= \sigma \vec{E} \\ \vec{E} &= -\nabla \phi\end{aligned}\tag{2}$$

式中 σ 为恒定电流场中导电媒质的电导率。

因为方程组(1)与方程组(2)在形式上完全相似，所以 ϕ （静电场中的电位分布函数）与 ϕ （恒定电流场中的电位分布函数）应满足同样形式的微分方程。由方程组(1)和方程组(2)很容易求得：

$$\nabla \cdot (\epsilon \nabla \phi) = 0\tag{3}$$

$$\nabla \cdot (\sigma \nabla \phi) = 0\tag{4}$$

式中 ϵ 与 σ 处于相应的位置，它们为对偶量。

若 ϵ 与 σ 在所讨论区域为均匀分布（即其值与坐标无关），则方程(3)、(4)均可简化为拉普拉斯方程：

$$\nabla^2 \varphi = 0$$

$$\nabla^2 \phi = 0$$

电位场解的唯一定理可知：满足相同微分方程的两个电位场，它们具有相同的边界电位值，因此，在保证边界电位值不变的情况下，我们可以用恒定电流场的模型来模拟无源区域的静电场，当静电场中媒质为均匀媒质时，其导电媒质也应为均匀媒质，这样测得的恒定电流场的电位分布就是被模拟的静电场的电位分布，不需要任何改动。

四、 实验内容：

Part A 虚拟仿真平行板电容器与加盖导体槽内的电位分布

使用 Matlab 或其它编程语言，编写程序，对被测模型的电位分布进行仿真。

1. 自选仿真软件，自行设定参数，建立模型，对平行板电容器的电位分布进行虚拟仿真，观察平行板电容器的电位分布趋势，并将仿真结果图记录到实验报告。
2. 自选仿真软件，自行设定参数，建立模型，对加盖导体槽内部的电位分布进行虚拟仿真，观察加盖导体槽内部的电位分布趋势，并将仿真结果图记录到实验报告。
3. 将程序代码及相应的说明文字和图形附到实验报告的附录中，不够可附页。可以使用 Matlab 的 pdetool 工具箱，利用其图形化界面进行简单设置即可实现建模仿真，请将其设置参数截图与步骤说明记录到附录中。

Part B 模拟法测量平行板电容器与加盖导体槽内的电位分布

1. 设置直流稳压电源输出为 12V。
2. 依次将两个被测模型连接好电路，如图 2 所示。先测稳压源输出电压并

记入测量数据表头，估算三用表测量误差。注意，加盖导体槽槽盖接电源正极（+12V），槽体接电源负极（0V）。

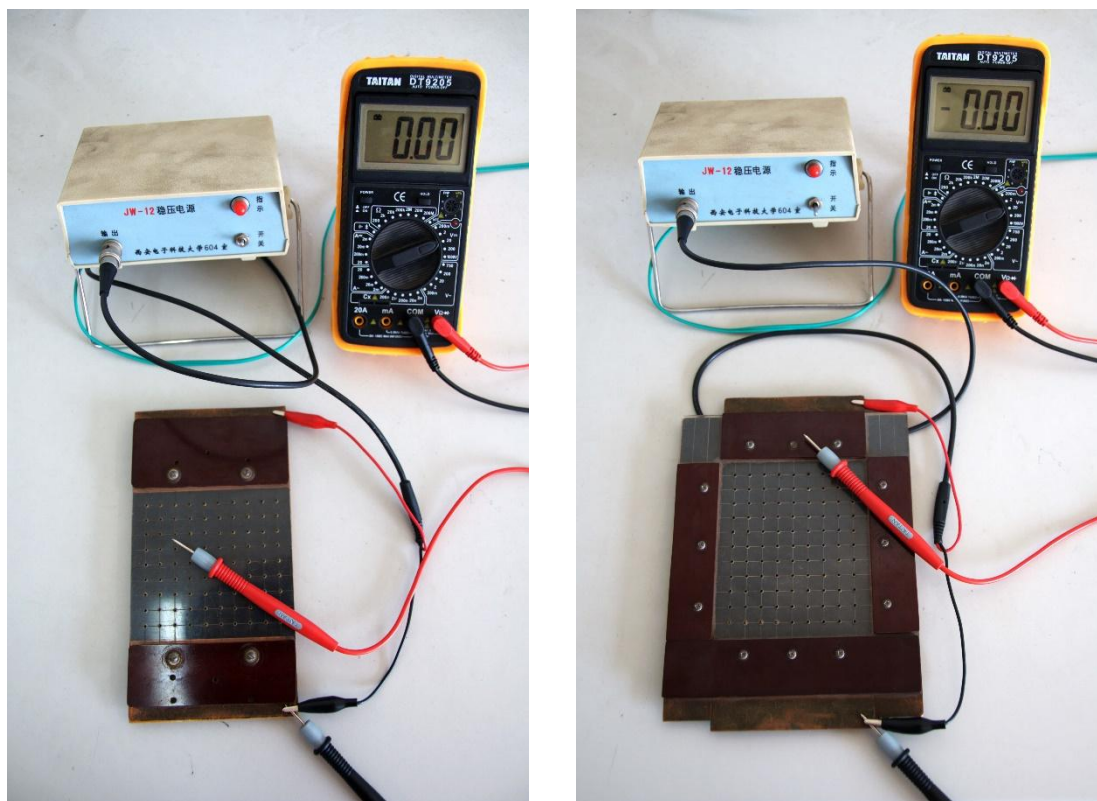


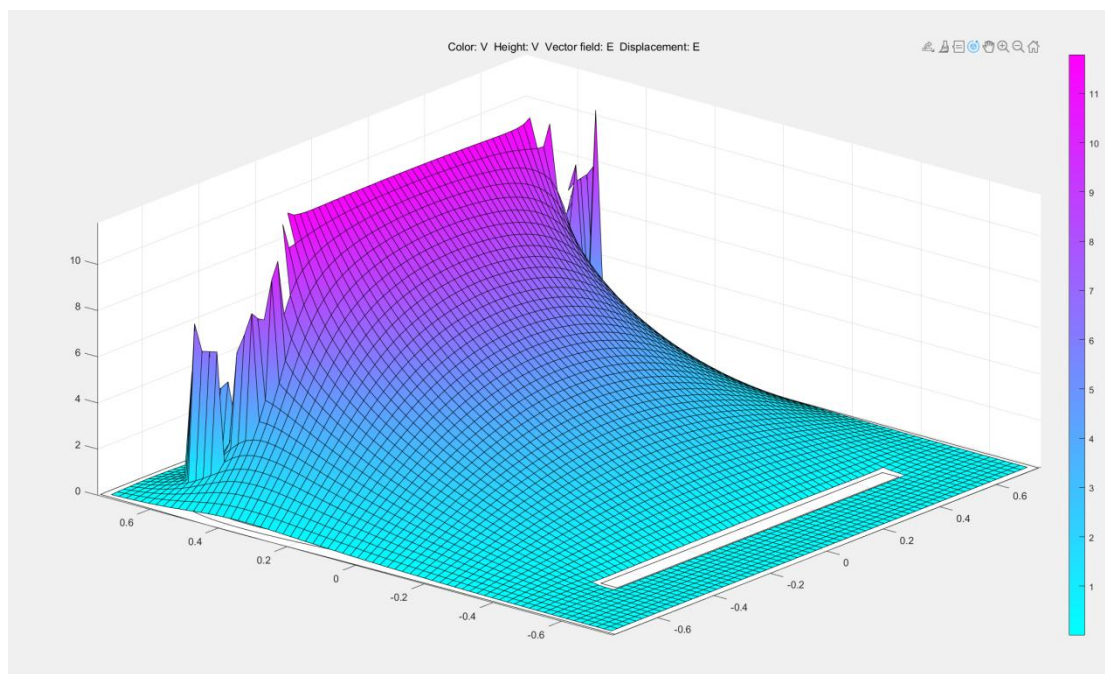
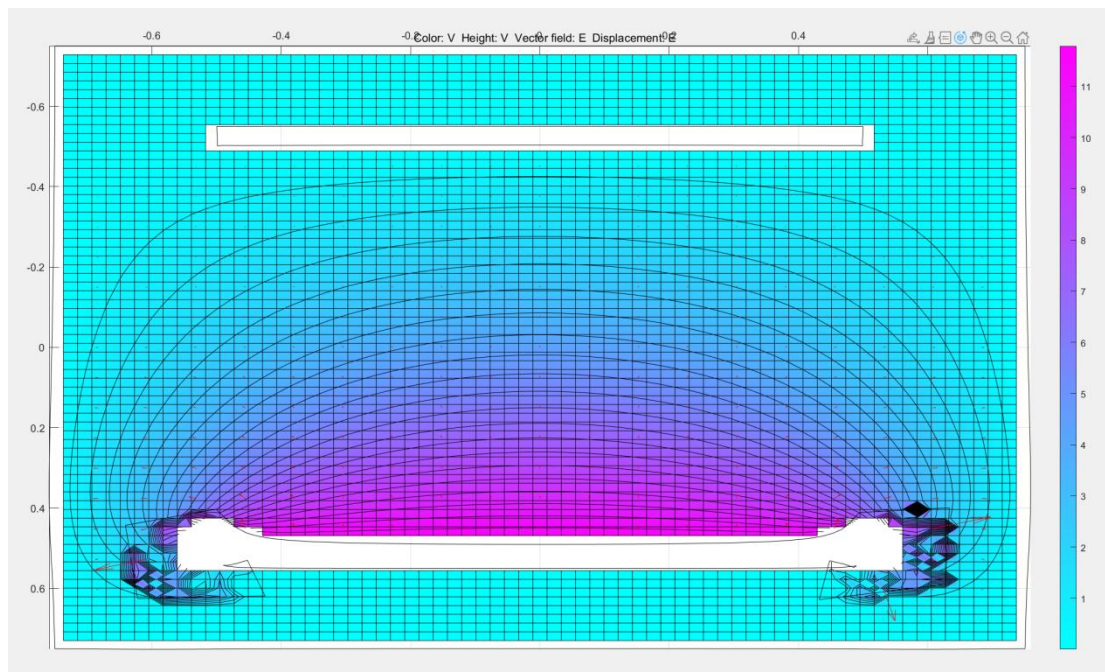
图 2 电路连接图

3. 使用万用表在自制“网格板”上逐点测量各点电位值，并记录到实验报告中。

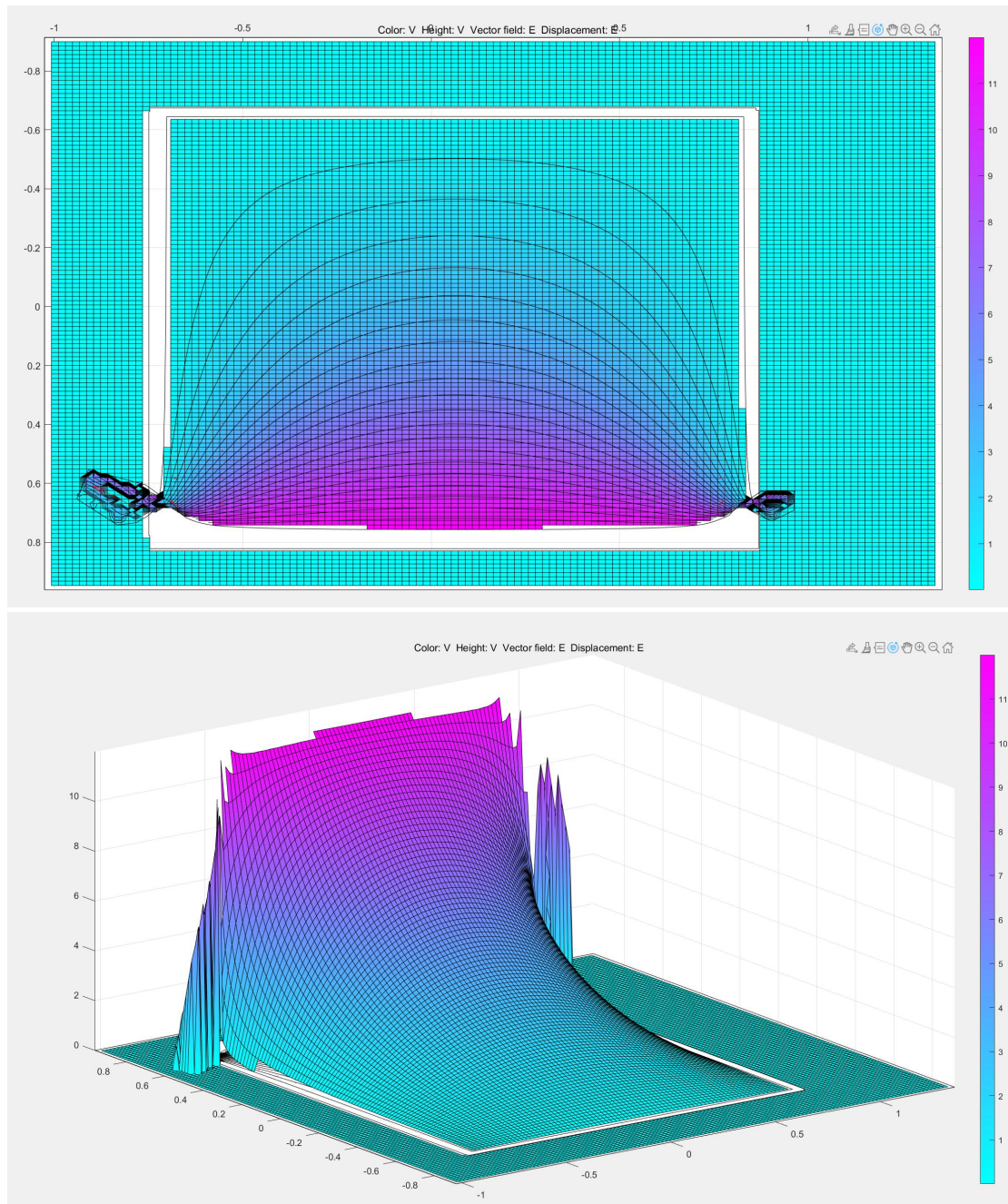
五、 实验数据：

Part A 虚拟仿真平行板电容器与加盖导体槽内的电位分布

1. 平行板电容器的电位分布仿真图（12V）



2. 加盖导体槽内的电位分布仿真图（12V）



Part B 模拟法测量平行板电容器与加盖导体槽内的电位分布

1. 平行板电容器: $u = 12.0$ (v)

	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
1	9.98	9.79	9.75	9.71	9.71	9.65	9.60	9.54	9.52	9.52
2	9.09	9.09	9.04	9.02	8.53	8.82	7.92	8.67	8.82	8.75

3	8.15	8.28	8.23	8.15	8.02	8.06	8.03	7.97	7.98	7.99
4	7.26	7.30	7.37	7.30	7.40	7.38	7.27	7.29	7.15	7.26
5	6.57	6.62	6.46	6.64	6.64	6.50	6.46	6.41	6.41	6.42
6	5.86	5.72	5.87	5.80	5.85	5.80	5.61	5.48	5.55	5.51
7	4.95	5.00	4.87	4.98	4.94	4.90	4.84	4.83	4.90	4.88
8	4.02	4.07	4.12	4.15	4.13	4.23	4.11	4.10	4.08	3.51
9	3.32	3.38	3.41	3.40	3.38	3.38	3.38	3.31	3.37	3.33
10	2.56	2.52	2.62	2.64	2.63	2.65	2.63	2.48	2.55	2.73

2. 加盖槽形导体: $u = 12.0$ (v)

	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
1	6.18	7.17	7.66	8.04	8.13	8.06	7.73	7.34	6.78	5.70
2	4.57	5.65	6.09	6.56	6.64	6.68	6.29	5.94	5.30	4.25
3	3.67	4.55	4.99	5.37	5.53	5.48	5.28	4.70	4.10	3.36
4	2.91	3.65	4.03	4.30	4.51	4.50	4.20	3.83	3.26	2.68
5	2.23	2.89	3.26	3.49	3.44	3.62	3.40	3.13	2.66	2.07
6	1.77	2.32	2.64	2.85	2.96	2.89	2.76	2.53	2.15	1.69
7	1.46	1.85	2.09	2.20	2.35	2.30	2.23	2.07	1.69	1.38
8	1.24	1.44	1.66	1.77	1.88	1.80	1.70	1.56	1.40	1.16
9	1.03	1.18	1.34	1.39	1.43	1.35	1.306	1.255	1.12	0.96
10	0.82	0.91	0.95	0.99	1.01	0.95	0.955	0.906	0.838	0.713

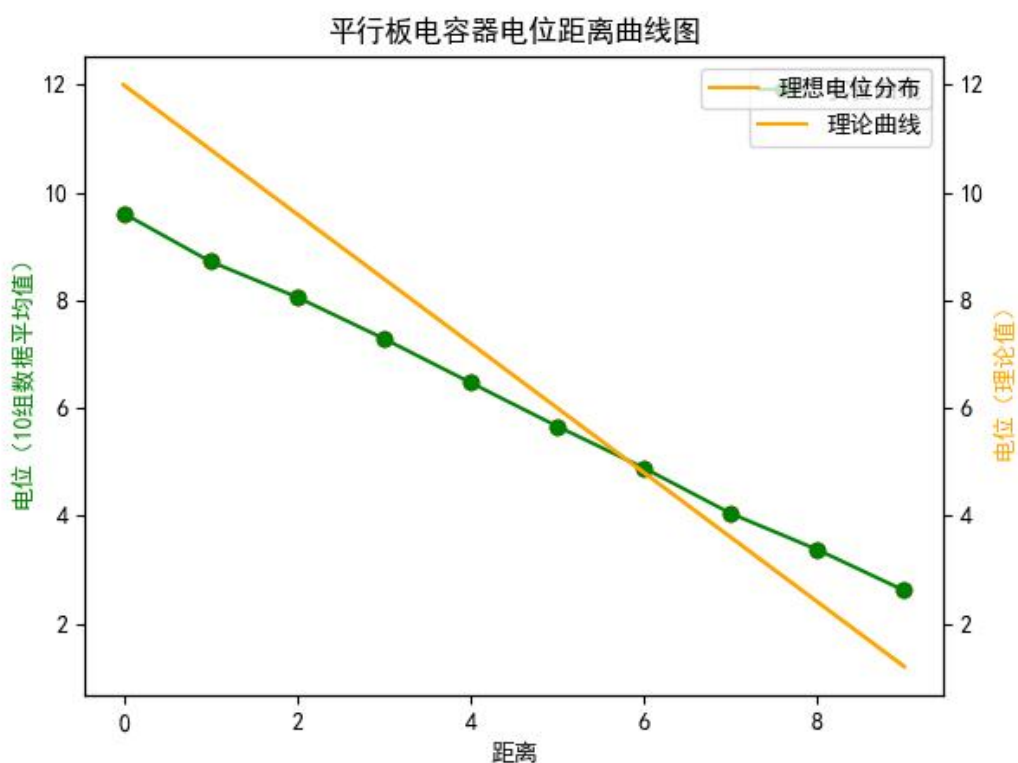
六、思考题:

本实验方法很简单, 但是一个工程上很有效的一种方法。因此, 除测出所需点电位分布外, 还要深入理解有关的一些问题。在做实验报告时除一般要求内容数据外, 还要回答下列问题:

1. 将平行板电容器的被测模型所测的数据画出图, 与平行板电容器理论上的距离—电位比较。编写程序, 绘制测量数据与理论数据距离—电位曲线图,

并将程序代码附在附录中。

解：理论上在理想平行板中电势从高到低均匀下降，因此理论数据的曲线采用较为简单的绘制方式；由于平行板电容器中间部分受边缘影响较小，因此在每组数据的第三到第八列取平均数来在上述代码中生成 10 个数据点，然后绘图。



(绘图采用的 Python 代码附在文末)

2. 根据所测得的边界条件数据，编程算出加盖模型空间内 $X=3$ 、 $Y=7$ （厘米）点电场的近似值 $E(3, 7) = ?$ 若要精确求出各点电场值，实验应该如何改进？

解：

A. 可以选择 $X=3$ 、 $Y=7$ 附近的四个点（例如， $(2, 7)$ 、 $(4, 7)$ 、 $(3, 6)$ 和

(3, 8) , 然后计算这些点上的电势差来估计电场（具体计算过程附在文末代码中）。

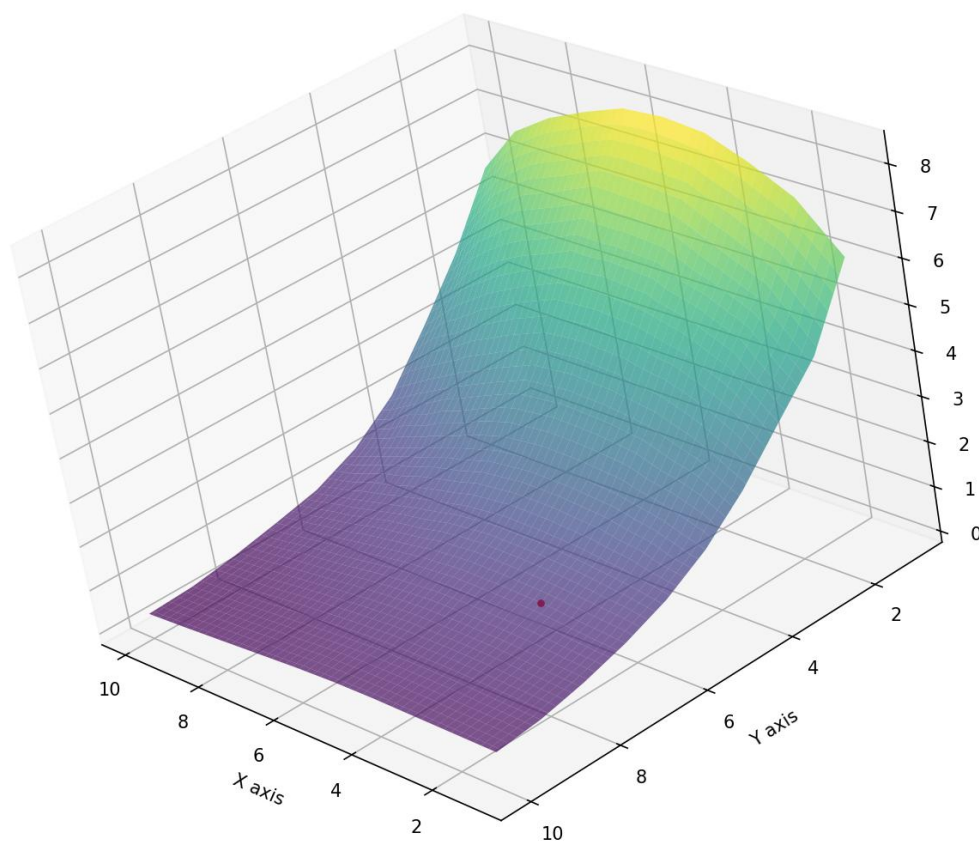
根据计算结果：

目标点的电场总强度 $E(3, 7) \approx 0.415 \text{ V/cm}$

目标点电场在 X 方向的分量 $E_x \approx 0.065 \text{ V/cm}$

目标点电场在 Y 方向的分量 $E_y \approx -0.410 \text{ V/cm}$

下图是使用 Python 对原始实验数据拟合出来的加盖模型空间内电势分布曲面图（红点表示 (3, 7) 数据点）：



B. 若要精确求解，在原始数据收集方面，可以多采集电势数据点以便细化网格，便于更精准的逼近目标值；在后期数据处理方面，可采用简单迭代法或者异步迭代法求解差分方程。

3. 造成本实验误差的因素有哪些？应如何克服？

误差因素：

- a. 电压表示数不稳，无法准确取值
- b. 空气的介电常数近似为 1，但是不等于 1，存在误差

解决办法：

- a. 多次测量求平均值，减小误差，同时避免在万用表低电量的时候进行实验
- b. 在真空中进行实验

4. 如果想要模拟三维边值型静电场，你认为可以采取什么方法？请简述实验原理与方法。

解：基于有限元方法可以对三维静电场进行分析。模拟三维边值型静电场可以用一个 1 立方米的立方体场域，设置起边界条件，用来模拟电场分布。

附录：

请在此处附上虚拟仿真程序代码及其他需要附录的文字说明或图，可附页。

A. 平行板电容器电势分布仿真代码（matlab）：

```
function pdemodel
[pde_fig,ax]=pdeinit;
pdetool('appl_cb',5);
set(ax,'DataAspectRatio',[1 1 1]);
set(ax,'PlotBoxAspectRatio',[1.5 1 1]);
set(ax,'XLim',[-1.5 1.5]);
set(ax,'YLim',[-1 1]);
set(ax,'XTickMode','auto');
set(ax,'YTickMode','auto');

% Geometry description:
pderect([-0.5 0.5 0.55000000000000004 0.5],'R1');
pderect([-0.5 0.5 -0.5 -0.55000000000000004],'R2');
pderect([-0.75 0.75 0.75 -0.75],'R3');
set(findobj(get(pde_fig,'Children'),'Tag','PDEEval'),'String','R3-R2-R1')

% Boundary conditions:
pdetool('changemode',0)
pdesetbd(12,...
'dir',...
1,...
'1',...
'0')
pdesetbd(11,...
'dir',...
1,...
'1',...
'0')
pdesetbd(10,...
'dir',...
1,...
'1',...
'0')
pdesetbd(9,...
'dir',...
1,...
```



```

'1',...
'0')
pdesetbd(8,...
'dir',...
1,...
'1',...
'0')
pdesetbd(7,...
'dir',...
1,...
'1',...
'0')
pdesetbd(6,...
'dir',...
1,...
'1',...
'0')
pdesetbd(5,...
'dir',...
1,...
'1',...
'0')
pdesetbd(4,...
'dir',...
1,...
'1',...
'0')
pdesetbd(3,...
'dir',...
1,...
'1',...
'0')
pdesetbd(2,...
'dir',...
1,...
'1',...
'12')
pdesetbd(1,...
'dir',...
1,...
'1',...
'0')

% Mesh generation:

```

```

setappdata(pde_fig,'Hgrad',1.3);
setappdata(pde_fig,'refinemethod','regular');
setappdata(pde_fig,'jiggle',char('on','mean',''));
setappdata(pde_fig,'MesherVersion','preR2013a');
pdetool('initmesh')
pdetool('refine')
pdetool('refine')

% PDE coefficients:
pdeseteq(1,...
'1.0',...
'0.0',...
'0',...
'1.0',...
'0:10',...
'0.0',...
'0.0',...
'[0 100]')
setappdata(pde_fig,'currparam',...
['1.0';...
'0 '])

% Solve parameters:
setappdata(pde_fig,'solveparam',...
char('0','14040','10','pdeadworst',...
'0.5','longest','0','1E-4','','fixed','Inf'))

% Plotflags and user data strings:
setappdata(pde_fig,'plotflags',[1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1]);
setappdata(pde_fig,'colstring','');
setappdata(pde_fig,'arrowstring','');
setappdata(pde_fig,'deformstring','');
setappdata(pde_fig,'heightstring','');

% Solve PDE:
pdetool('solve')

```

B. 加盖导体槽电势分布代码 (matlab) :

```

function pdemodel
[pde_fig,ax]=pdeinit;
pdetool('appl_cb',5);
set(ax,'DataAspectRatio',[1 1 1]);
set(ax,'PlotBoxAspectRatio',[1.5 1 1]);

```

```

set(ax,'XLim',[-1.5 1.5]);
set(ax,'YLim',[-1 1]);
set(ax,'XTickMode','auto');
set(ax,'YTickMode','auto');

% Geometry description:
pderect([-0.74688279301745486 0.86907730673316763 0.8216957605985038
0.76184538653366562],'R1');
pderect([-0.7493765586034915 -0.70199501246882812 0.77680798004987528
-0.66209476309226911],'R2');
pderect([0.82917705735660796 0.8690773067331663 0.76683291770573536
-0.66708229426433885],'R3');
pderect([-0.74688279301745664 0.86159600997506169 -0.64463840399002503
-0.6745635910224439],'R4');
pderect([-1.0261845386533668 1.3553615960099745 0.96134663341645865
-0.91396508728179526],'R5');
set(findobj(get(pde_fig,'Children'),'Tag','PDEEval'),'String','R5-R1-R2-R3-
R4')

% Boundary conditions:
pdetool('changemode',0)
pdesetbd(20,...
'dir',...
1,...
'1',...
'0')
pdesetbd(19,...
'dir',...
1,...
'1',...
'0')
pdesetbd(18,...
'dir',...
1,...
'1',...
'0')
pdesetbd(17,...
'dir',...
1,...
'1',...
'0')
pdesetbd(16,...
'dir',...
1,...

```

```

'1',...
'0')
pdesetbd(15,...
'dir',...
1,...
'1',...
'0')
pdesetbd(14,...
'dir',...
1,...
'1',...
'0')
pdesetbd(13,...
'dir',...
1,...
'1',...
'0')
pdesetbd(12,...
'dir',...
1,...
'1',...
'0')
pdesetbd(11,...
'dir',...
1,...
'1',...
'12')
pdesetbd(10,...
'dir',...
1,...
'1',...
'0')
pdesetbd(9,...
'dir',...
1,...
'1',...
'0')
pdesetbd(8,...
'dir',...
1,...
'1',...
'0')
pdesetbd(7,...
'dir',...

```

```

1,...
'1',...
'0')
pdesetbd(6,...
'dir',...
1,...
'1',...
'0')
pdesetbd(5,...
'dir',...
1,...
'1',...
'0')
pdesetbd(4,...
'dir',...
1,...
'1',...
'0')
pdesetbd(3,...
'dir',...
1,...
'1',...
'0')
pdesetbd(2,...
'dir',...
1,...
'1',...
'0')
pdesetbd(1,...
'dir',...
1,...
'1',...
'0')

% Mesh generation:
setappdata(pde_fig,'Hgrad',1.3);
setappdata(pde_fig,'refinemethod','regular');
setappdata(pde_fig,'jiggle',char('on','mean',''));
setappdata(pde_fig,'MesherVersion','preR2013a');
pdetool('initmesh')
pdetool('refine')
pdetool('refine')

% PDE coefficients:

```



```

pdeseteq(1,...
'1.0',...
'0.0',...
'1.0',...
'1.0',...
'0:10',...
'0.0',...
'0.0',...
'[0 100]')
setappdata(pde_fig,'currparam',...
['1.0';...
'1.0'])

% Solve parameters:
setappdata(pde_fig,'solveparam',...
char('0','48528','10','pdeadworst',...
'0.5','longest','0','1E-4','','fixed','Inf'))

% Plotflags and user data strings:
setappdata(pde_fig,'plotflags',[1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1]);
setappdata(pde_fig,'colstring','');
setappdata(pde_fig,'arrowstring','');
setappdata(pde_fig,'deformstring','');
setappdata(pde_fig,'heightstring','');

% Solve PDE:
pdetool('solve')

```

C. 测量数据与理论数据距离—电位曲线图代码 (Python) :

```

import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
plt.rcParams['font.sans-serif'] = ['SimHei']
plt.rcParams['axes.unicode_minus'] = False # 解决负号显示问题
# 定义距离和电位数据
distance = np.linspace(0, 9, 10) # 距离从 0 到 9
voltage_data = np.array([
    [9.75, 9.71, 9.65, 9.6, 9.54, 9.52, 9.52],
    [9.04, 9.02, 8.82, 7.92, 8.67, 8.82, 8.75],
    [8.23, 8.15, 8.06, 8.03, 7.97, 7.98, 7.99],
    [7.37, 7.3, 7.38, 7.27, 7.29, 7.15, 7.26],
    [6.46, 6.64, 6.5, 6.46, 6.41, 6.41, 6.42],
    [5.87, 5.8, 5.8, 5.61, 5.48, 5.55, 5.51],

```

```

[4.87, 4.98, 4.9, 4.84, 4.83, 4.9, 4.88],
[4.12, 4.15, 4.23, 4.11, 4.1, 4.08, 3.51],
[3.41, 3.4, 3.38, 3.38, 3.31, 3.37, 3.33],
[2.62, 2.64, 2.63, 2.63, 2.48, 2.55, 2.73]
]) #取每组数据的第三到第八列取平均数来在上述代码中生成 10 个数据点, 然后绘图

# 计算每组数据的第三到第八列的平均值
voltage_experimental = np.mean(voltage_data, axis=1)

# 定义理想电位分布曲线
voltage_theoretical = 12 - (12/10) * distance

# 创建图形和轴
fig, ax1 = plt.subplots()

# 绘制实验曲线和理论曲线
ax1.plot(distance, voltage_experimental, 'go-', label='实验曲线', color='green') # 绿色曲线, 带红点
ax1.plot(distance, voltage_theoretical, label='理论曲线', color='orange') # 橘色曲线

# 在曲线上用点标记出数据点
ax1.scatter(distance, voltage_experimental, color='red')

# 设置轴标签和标题
ax1.set_xlabel('距离')
ax1.set_ylabel('电位 (10 组数据平均值)', color='green')
ax1.set_title('平行板电容器电位距离曲线图')

# 添加图例
ax1.legend(loc='upper right')

# 创建第二个 y 轴, 共享 x 轴
ax2 = ax1.twinx()
ax2.plot(distance, voltage_theoretical, label='理想电位分布', color='orange')
ax2.set_ylabel('电位 (理论值)', color='orange')

# 添加图例
ax2.legend(loc='upper right')

# 显示图形
plt.show()

```

D. 根据所测得的边界条件数据，编程算出加盖模型空间内 $X=3$ 、 $Y=7$ （厘米）点电场的近似值 $E(3, 7)$ 所用代码(Python):

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from scipy.interpolate import griddata

# 原始数据
x = np.array([1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10])
y = np.array([1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10])
z = np.array([
    [6.18, 7.17, 7.66, 8.04, 8.13, 8.06, 7.73, 7.34, 6.78, 5.70],
    [4.57, 5.65, 6.09, 6.56, 6.64, 6.68, 6.29, 5.94, 5.30, 4.25],
    [3.67, 4.55, 4.99, 5.23, 5.30, 5.23, 4.87, 4.42, 3.84, 3.08],
    [2.75, 3.31, 3.66, 3.80, 3.85, 3.75, 3.38, 2.98, 2.51, 2.00],
    [2.02, 2.35, 2.56, 2.65, 2.67, 2.56, 2.29, 1.97, 1.65, 1.32],
    [1.50, 1.67, 1.79, 1.85, 1.86, 1.76, 1.56, 1.34, 1.12, 0.91],
    [1.14, 1.22, 1.31, 1.35, 1.36, 1.28, 1.14, 0.99, 0.84, 0.70],
    [0.87, 0.92, 0.97, 0.99, 0.99, 0.93, 0.83, 0.72, 0.61, 0.51],
    [0.67, 0.70, 0.74, 0.75, 0.74, 0.68, 0.60, 0.52, 0.44, 0.37],
    [0.57, 0.58, 0.59, 0.60, 0.59, 0.55, 0.49, 0.43, 0.37, 0.32]
])
```

```
# 确保 z 是一维数组
z = z.flatten()
```

```
# 创建网格点
xi = np.linspace(x.min(), x.max(), 100)
yi = np.linspace(y.min(), y.max(), 100)
xi, yi = np.meshgrid(xi, yi)
```

```
# 将 x 和 y 转换为网格点坐标
xgrid, ygrid = np.meshgrid(x, y)
points = np.vstack((xgrid.flatten(), ygrid.flatten())).T
```

```
# 拟合数据
zi = griddata(points, z, (xi, yi), method='linear')
```

```
# 计算电场分量
dx = xi[1, 0] - xi[0, 0]
dy = yi[0, 1] - yi[0, 0]
```

```
Ex, Ey = np.gradient(-zi, dx, dy)
```

```
# 找到最接近 X=3、Y=7 的点
index_x = np.searchsorted(xi[0, :], 3)
index_y = np.searchsorted(yi[:, 0], 7)
```

```
# 计算电场强度
E_x = Ex[index_y, index_x]
E_y = Ey[index_y, index_x]
E = np.sqrt(E_x**2 + E_y**2)
```

```
# 绘制曲面图并标记点
fig = plt.figure()
ax = fig.add_subplot(111, projection='3d')
surf = ax.plot_surface(xi, yi, zi, cmap='viridis', alpha=0.7)
ax.scatter(3, 7, zi[index_y, index_x], color='red', s=10) # 标记红点
plt.xlabel('X axis')
plt.ylabel('Y axis')
plt.title('Surface Plot of Potential Distribution')
plt.show()
```

```
x_points = np.array([2, 4, 3, 3])
y_points = np.array([7, 7, 6, 8])
```

```
# 重新构造 z 为二维数组
z_2d = z.reshape((10, 10))
index_points = [(np.searchsorted(x, x_point), np.searchsorted(y, y_point)) for x_point,
y_point in zip(x_points, y_points)]
# 重新获取这些点上的电势值
z_points = np.array([z_2d[y_index, x_index] for x_index, y_index in index_points])
```

```
# 重新计算电场分量
# 电场 x 分量:  $(V(4, 7) - V(2, 7)) / (4 - 2)$ 
E_x_manual = (z_points[1] - z_points[0]) / (4 - 2)
```

```
# 电场 y 分量:  $(V(3, 8) - V(3, 6)) / (8 - 6)$ 
E_y_manual = (z_points[3] - z_points[2]) / (8 - 6)
```

```
# 电场强度
E_manual = np.sqrt(E_x_manual**2 + E_y_manual**2)
```

```
E_manual, E_x_manual, E_y_manual # 返回电场强度的总大小和分量
print(E_manual, E_x_manual, E_y_manual)
```

姓名: 李达航 学号: 23009101011 班级: 2302061 理论课教师: 李龙

实验一原始数据记录

Part B 模拟法测量平行板电容器与加盖导体槽内的电位分布

1. 平行板电容器: $u = 12.0(V)$

	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
1	9.98	9.79	9.75	9.71	9.71	9.65	9.60	9.54	9.52	9.52
2	9.09	9.09	9.04	9.02	8.53	8.82	7.92	8.67	8.82	8.75
3	8.15	8.28	8.23	8.15	8.02	8.06	8.03	7.97	7.98	7.99
4	7.26	7.30	7.37	7.30	7.40	7.38	7.27	7.29	7.15	7.26
5	6.57	6.62	6.46	6.64	6.64	6.50	6.46	6.41	6.41	6.42
6	5.86	5.72	5.87	5.80	5.85	5.80	5.61	5.48	5.55	5.51
7	4.95	5.00	4.87	4.98	4.94	4.90	4.84	4.83	4.90	4.88
8	4.02	4.07	4.12	4.15	4.13	4.23	4.11	4.10	4.08	3.51
9	3.32	3.38	3.41	3.40	3.38	3.38	3.38	3.31	3.37	3.33
10	2.56	2.52	2.62	2.64	2.63	2.65	2.63	2.48	2.55	2.73

2. 加盖槽形导体: $u = 12.0(V)$

	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
1	6.18	7.17	7.66	8.04	8.13	8.06	7.73	7.34	6.78	5.70
2	4.57	5.65	6.09	6.56	6.64	6.68	6.29	5.94	5.30	4.25
3	3.67	4.55	4.99	5.37	5.53	5.48	5.28	4.70	4.10	3.36
4	2.91	3.65	4.03	4.30	4.51	4.50	4.20	3.83	3.26	2.68
5	2.23	2.89	3.26	3.49	3.44	3.62	3.40	3.13	2.66	2.07
6	1.77	2.32	2.64	2.85	2.96	2.89	2.76	2.53	2.15	1.69
7	1.46	1.85	2.09	2.20	2.35	2.30	2.23	2.07	1.69	1.38
8	1.24	1.44	1.66	1.77	1.88	1.80	1.70	1.56	1.40	1.16
9	1.03	1.18	1.34	1.39	1.43	1.35	1.306	1.255	1.12	0.96
10	0.82	0.91	0.95	0.99	1.01	0.95	0.955	0.906	0.838	0.713

徐 25.4.28