



西安交通大学
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

螺线管线圈磁场的研究

电工电子教学实验中心

2020年5月9日

1

实测任务：测量螺线管线圈中心轴线上的磁场强度。

方法1：用毫特斯拉计测量磁感应强度 B ；

方法2：用磁感应法测量感应电压 U 。

2

仿真任务：用ANSYS Maxwell软件仿真空芯与铁芯螺线管线圈的电感值，及中心轴线上的磁场强度 H 分布。

1.实测内容及要求

1.实测任务：按照图1连接电路，调节调压器的输出电压，使电流表的读数为0.5A。

1) 用毫特斯拉计测量磁感应强度B

位置	探棒位置 **cm	探棒位置 **cm	探棒位置.....
测量空芯B(mT)					
计算H(A/m)					

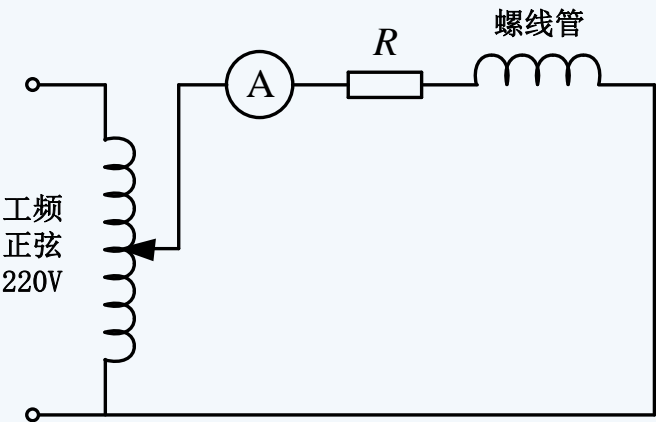


图1 实验电路接线图

2) 用感应法测量感应电压U

位置	探棒位置 **cm	探棒位置 **cm	探棒位置.....
测量空芯 U(mV)					
计算H(A/m)					
测量铁芯 U(mV)					
计算H(A/m)					

2. 仿真内容及要求



1) 仿真任务（静磁场Magnetostatic求解器）

（1）仿真空芯螺线管线圈

- 1) 求其电感值
- 2) 查看B矢量线
- 3) 查看轴线上的磁场强度H分布曲线

（2）仿真铁芯螺线管线圈

- 1) 求其电感值
- 2) 查看B矢量线
- 3) 查看轴线上的磁场强度H分布曲线

螺线管的模型



西安交通大学
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

实物模型:

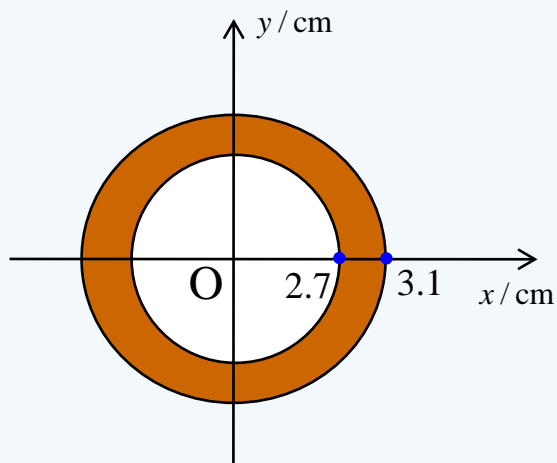


侧面

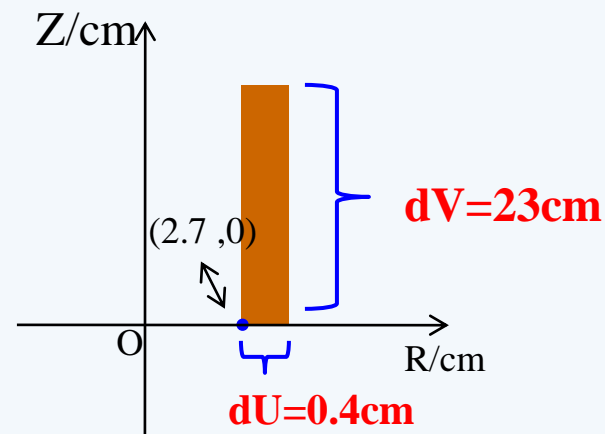
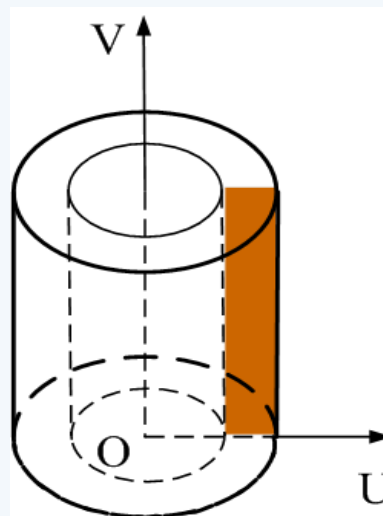


轴向

内径: $d_1=5.4\text{cm}$
外径: $d_2=6.2\text{cm}$
长度: $d_3=23\text{cm}$



仿真模型:

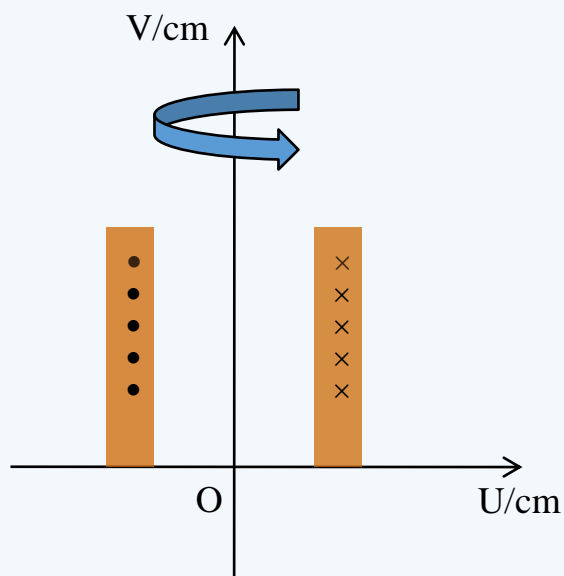


螺线管的模型

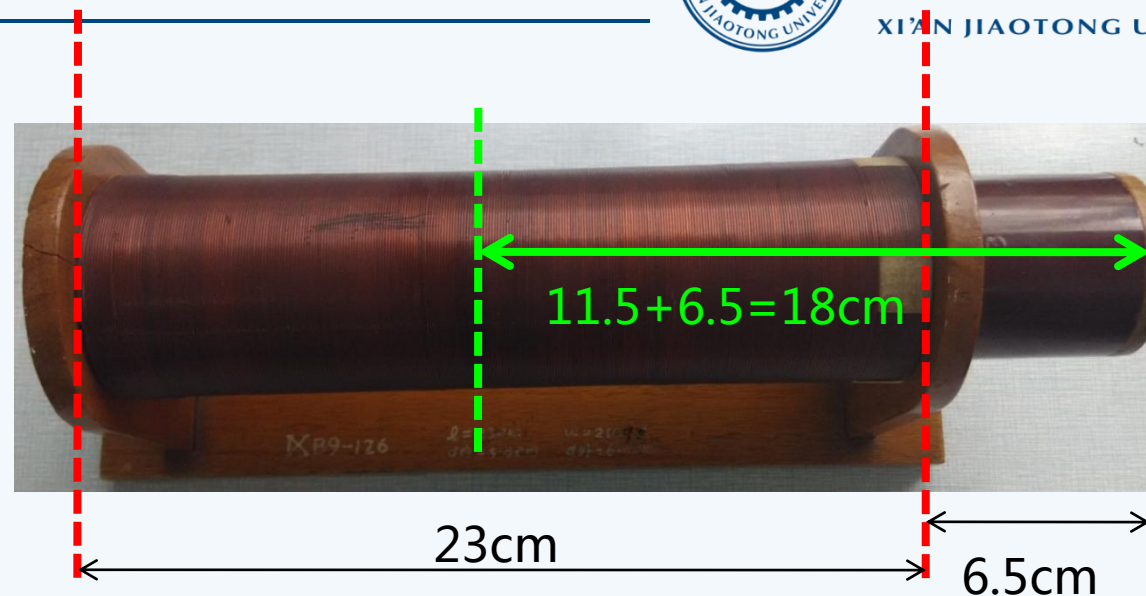


西安交通大学
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

奇对称边界条件：

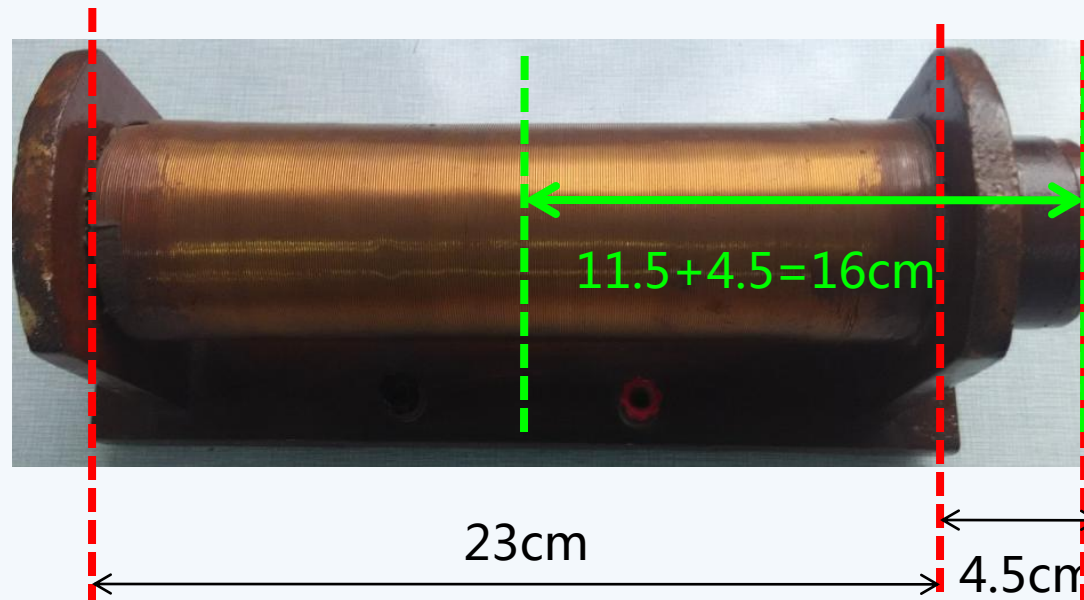


长端口
线圈：



每隔1cm测试一个点, 测试16个数据

短端口
线圈：



步骤1.打开软件。

双击桌面ANSYS Electronics Desktop图标。

步骤2.嵌入新Maxwell2D设计文件，并保存在桌面。

菜单栏选择【Project】|【Insert Maxwell 2D Design】，菜单栏选择【File】|【Save】，弹出另存为对话框，自定义工程名或选择默认project1，保存在桌面即可。

步骤3.指定求解类型。

菜单栏选择【Maxwell 2D】|【Solution Type】，选择圆柱坐标系Cylindrical about Z，静磁场Magnetostatic求解器。

步骤4.设置绘图单位。

菜单栏选择【Modeler】|【Units】，选择单位为“?”。

步骤5.绘制模型。

1.在屏幕上画一个矩形作为线圈模型。

1) 菜单栏选【Draw】|【Rectangle】，在屏幕右下方的坐标输入框输入矩形左下角顶点的坐标 $(X, Y, Z) = (?, ?, ?)$

2) 单击回车键Enter，输入矩形另一个顶点的坐标 $(dX, dY, dZ) = (?, ?, ?)$

2.绘制求解域，菜单栏选择【Draw】|【Region】，在Padding Data栏选择“Pad all directions similarly”，Percentage Offset的值为100。

步骤6.设置材料。

Rectangle1→铜；Region→air

步骤7.添加激励和边界条件。

- 1.给线圈添加激励，激励电流为 ? A，（ Ref. Direction: Positive，选择Positive表明电流方向穿入屏幕 ）。
- 2.Region的上、下和右边界为Balloon边界。
- 3.Region的左边界为Symmetry边界，奇对称边界odd symmetry。

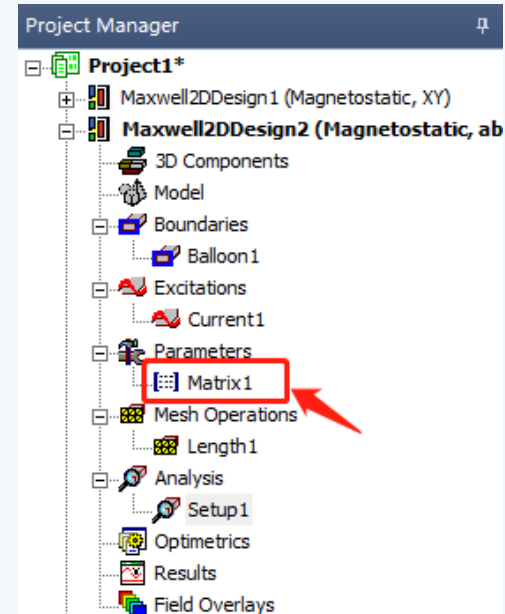
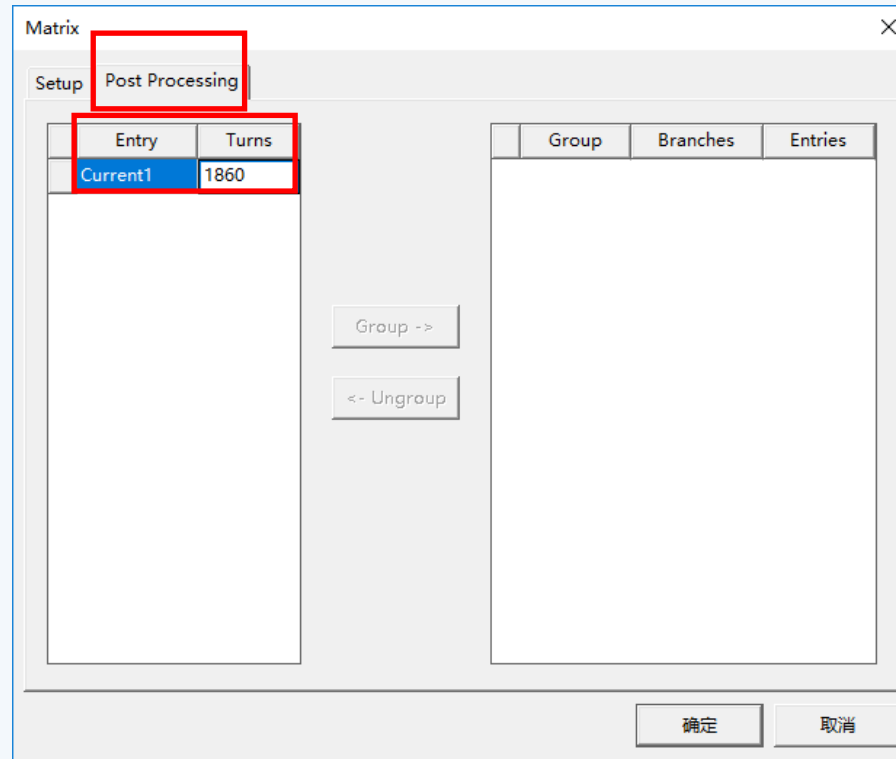
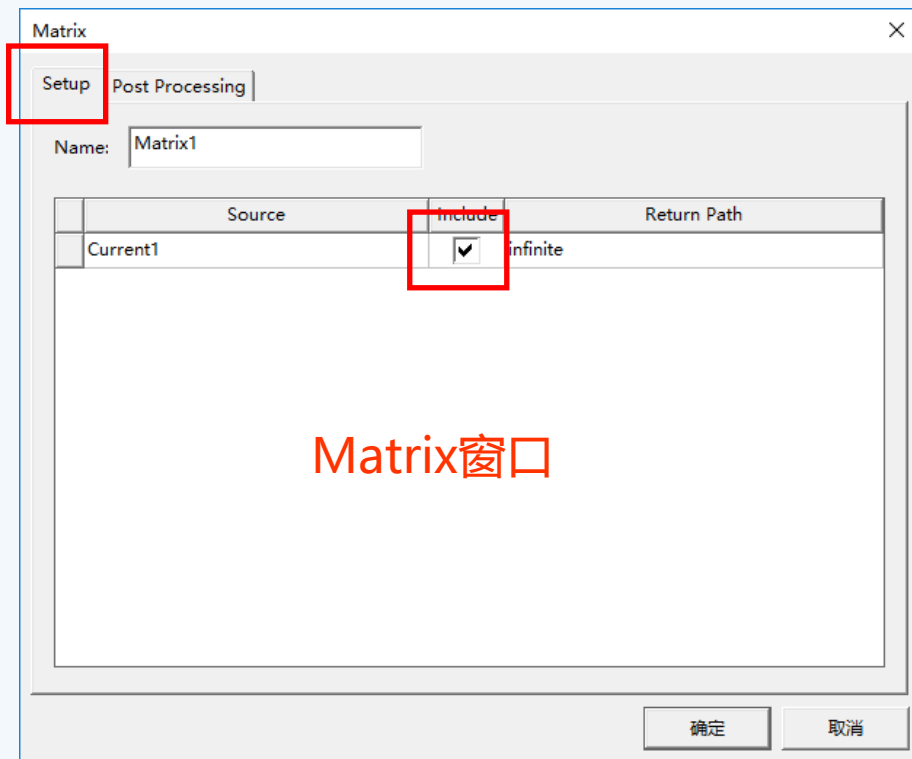
步骤8.设置网格剖分。

由于模型比较简单，直接采用系统默认网格划分，故此处可省略设置。

步骤9. 添加求解电感矩阵参数。

在菜单栏选择【Maxwell 2D】|【Parameter】|【Assign】|【Matrix】，打开Matrix窗口设置：

1. Setup选项卡勾选电流源Current1： \checkmark ，用于矩阵计算；
2. 在Postprocessing选项卡中设置Current1的匝数Turns为1860；
3. 单击【确定】；
4. 设置的求解电感矩阵Matrix也可以在工程管理栏的Parameters部分看到。



步骤10.求解计算

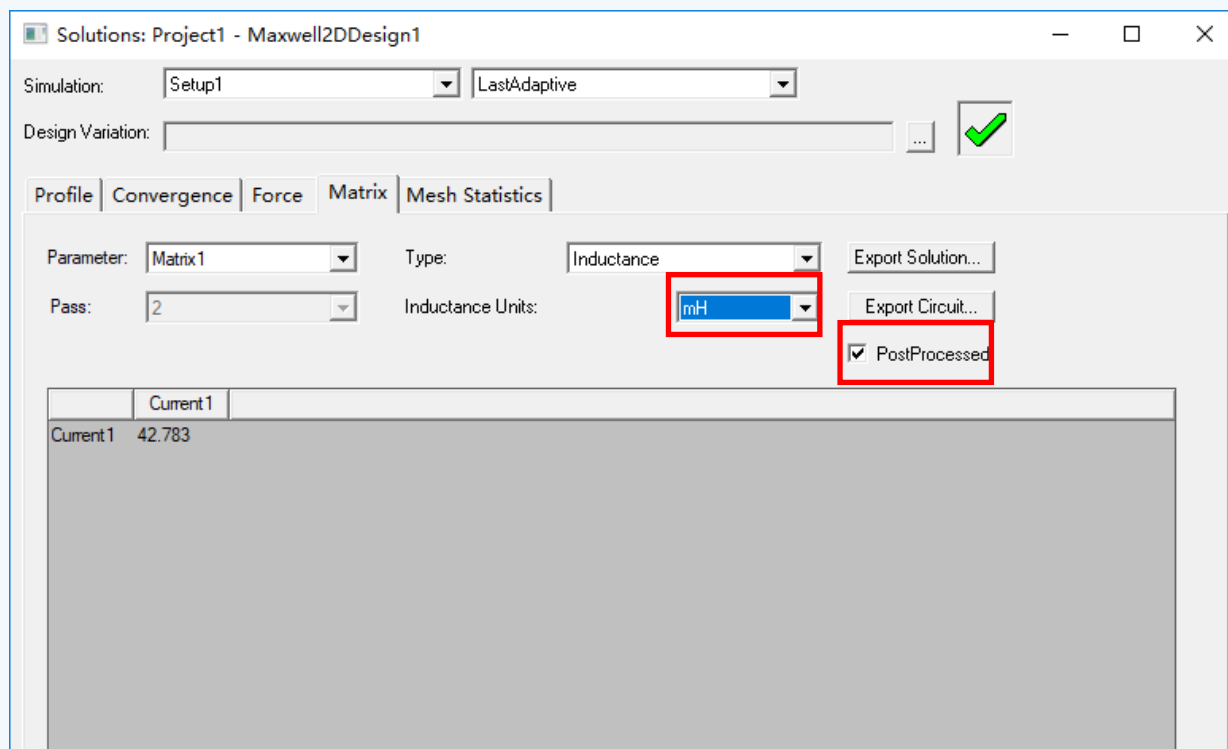
- 1.设置求解选项，在菜单栏选择【Maxwell 2D】|【Analysis Setup】|【Add Solution Setup】，打开求解设定对话框，保持默认设置不变，单击【确定】。
- 2.检测模型，菜单栏选择【Maxwell 2D】|【Validation Check】，系统会自动检测模型，模型各项均正确，单击【Close】。
- 3.启动分析。菜单栏选择【Maxwell 2D】|【Analyze All】启动分析。
- 4.查看收敛情况。菜单栏选择【Maxwell 2D】|【Results】|【Solution Data】查看收敛情况，或在工程管理栏的Analysis部分右键单击Setup1，选择Convergence查看收敛情况，若最后一次自适应求解的Energy Error和Delta Error均小于设定的1%，达到要求。

步骤11.后处理

1.查看空芯螺线管的电感参数。

1) 菜单栏选择【Maxwell 2D】 | 【Results】 | 【Soluton Data】，单击Matrix选项卡设置：

- 勾选PostProcessed : ☒ ;
- Inductance Units : mH ;
- 螺线管线圈的电感值为___?___mH，请与实际线圈对比。



步骤11.后处理

2.查看空芯螺线管线圈周围的磁场强度Mag_B和B_Vector。

3.查看空芯螺线管中心轴线上的磁场强度H分布。

1) 定义一条轴线上的直线，【Draw】|【Line】，弹出询问是否创建非模型对象窗口，选择【是】，表示所定义直线并非模型对象。在屏幕右下角的坐标输入框输入直线起点和终点坐标，在工程树栏可看到所定义的直线名称为Polyline1。

2) 查看直线上的磁场强度H分布，【Maxwell 2D】|【Results】|【Create Fields Report】|【Rectangular Report】，打开Report对话框，在Context栏选择Geometry：Polyline1；Category：Calculator Expressions；Quantity：Mag_H；单击【New Report】。

步骤11.后处理

4.仿真含铁芯螺线管中心轴线上的磁场强度H分布。

- 1) 在空芯螺线管的基础上，绘制铁芯。
- 2) 求含铁芯螺线管线圈的电感值L。
- 3) 求含铁芯螺线管线圈的轴线上的磁场强度H分布。

1.实验目的，原理，仪器设备，内容。

2.数据处理：

实测数据：（图形应绘制在坐标纸上）

1）绘制空芯和铁芯情况，轴线上的磁场强度分布曲线；

仿真数据：（打印图形附在报告中）

1）仿真空芯螺线管的电感值，螺线管内磁感应强度B矢量图和轴线上的磁场强度H分布；

2）仿真铁芯螺线管的电感值，螺线管内磁感应强度B矢量图和轴线上的磁场强度H分布；

3.思考题。

1）完成实验指导书P34思考题3、4。

2）比较空芯和铁芯螺线管线圈轴线上磁场分布特点，并解释之。

Thank you !

