

# 实验报告

姓名：朱沾丞 学号：PB19111674

## 一、实验名称

测量地磁场实验

## 二、实验目的

- 1、了解地磁场分布，并了解地磁场的测量方法
- 2、利用手机作为磁力计测量地磁场的水平分量、垂直分量、磁倾角

## 三、实验仪器

下载有 phyphox 的智能手机一部，指南针，大功率电器（空气炸锅）

## 四、实验原理

1、（基础实验）地球及其周围空间存在着地磁场，其主要部分是一个磁偶极场。而在用手机测量地表磁场时，手机软件利用手机内部的霍尔元件测量 XYZ 三个方向的磁感应强度，而手机自身也会产生一定的磁场，因此可采用通过测定水平方向磁感应强度最大值  $B_{\max}$  与水平方向磁感应强度最小值  $B_{\min}$ ，通过  $(B_{\max} - B_{\min})/2$  就能够消去手机内部的磁场来测定外界的水平方向磁感应强度。竖直方向亦同理。求得水平方向磁感应强度  $B_{\parallel}$  与竖直方向

磁场强度  $B_{\perp}$  后，便可求得当地磁倾角  $\theta = \arctan\left(\frac{B_{\perp}}{B_{\parallel}}\right)$ 。

2、（选做实验）由电磁感应原理，大功率电器在接通时的一瞬间会产生一个磁场，而这个磁场强度与地磁场强度相近（比地磁场小约一个数量级），可用 phyphox 探测到磁场变化。

## 五、实验步骤

### 基础实验

- 1、在室外将桌面调至水平，将手机置于桌面上并打开 phyphox。
- 2、以任一轴为转轴进行转动，观察三个方向磁感应强度的变化，就可以确定该转轴所对应的方向。
- 3、在水平面内，以 z 轴为转轴进行转动，找到 x 方向的磁感应强度的最大值  $B_{\max}$  和最小值  $B_{\min}$ 。
- 4、利用指南针确定南北方向，使 y 轴平行这一方向并在以 y 轴转动过程中保持 y 轴平行于南北方向。在转动过程中，找到 z 方向磁感应强度的最大值和最小值。
- 5、根据测得的数据计算得到水平方向的磁感应强度和竖直方向的磁感应强度，并计算磁感应强度大小及磁倾角。
- 6、将器材等移动到室内，再进行实验。
- 7、整理器材，处理数据。

### 选做实验

- 1、将桌面调至水平，将手机置于桌面上并打开 phyphox，将空气炸锅插上电，置于手机一侧。
- 2、待 phyphox 示数稳定后，打开空气炸锅开关，等待一段时间后关闭空气炸锅开关，导出 phyphox 数据。
- 3、整理实验器材，处理数据。

## 六、实验数据

### 基础实验 1

图 1 确定磁力计 XYZ 轴方向的截图



基础实验 2

表 1 室外测得的磁感应强度

实验序号	水平方向磁感应强度最大值(微特)	水平方向磁感应强度最小值(微特)	竖直方向磁感应强度最大值(微特)	竖直方向磁感应强度最小值(微特)
1	41.24	-34.75	31.91	-38.85
2	41.17	-37.03	33.91	-35.81
3	38.31	-34.11	31.84	-35.84
4	38.21	-35.09	30.52	-37.91
5	40.31	-32.54	30.63	-37.94
6	38.46	-34.96	33.17	-36.77
7	38.82	-34.73	34.95	-35.41

表 2 室内测得的磁感应强度

实验序号	水平方向磁感应最大值(微特)	水平方向磁感应最小值(微特)	竖直方向磁感应最大值(微特)	竖直方向磁感应最小值(微特)
1	15.42	-22.04	43.07	-33.05
2	15.28	-21.67	42.89	-34.27
3	16.7	-21.36	43.11	-33.84
4	17.17	-20.01	42.98	-33.83

选做实验

图 2 大功率电器对地磁场测量影响的 phyphox 截图

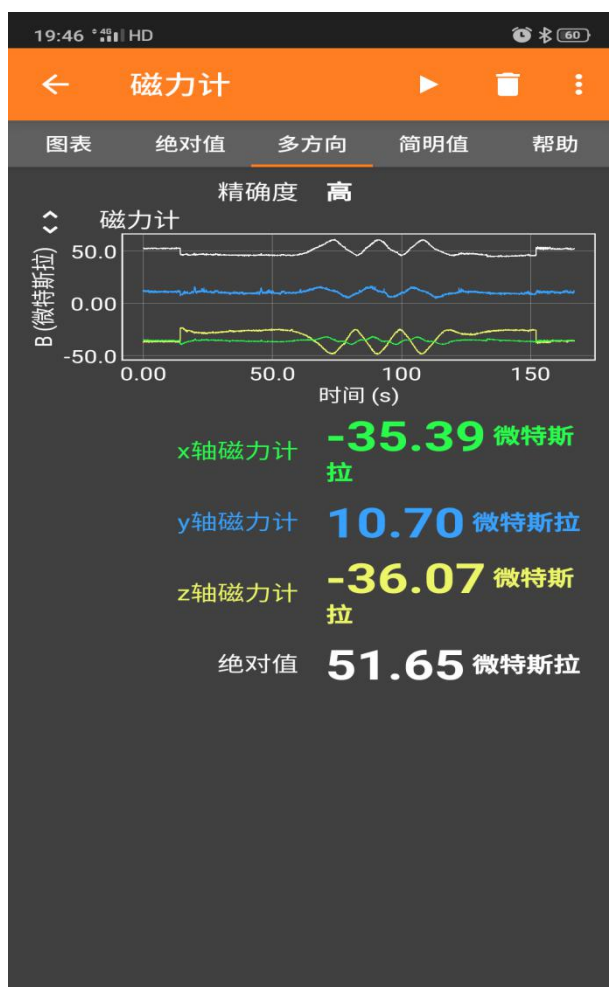
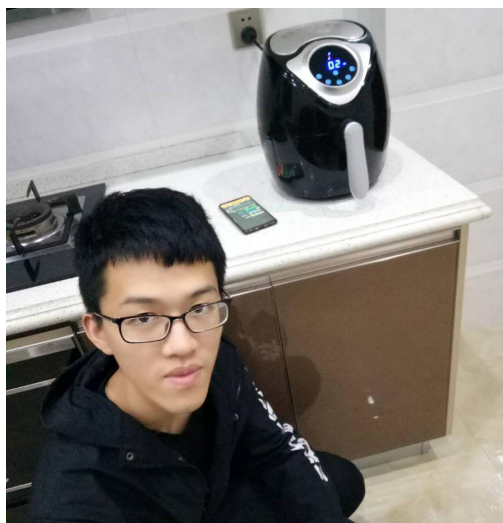


图 3 手机与空气炸锅的相对位置



## 七、数据处理

### 基础实验

室外：水平方向磁感应强度  $\overline{B}_{//} = 37.12 \mu\text{T}$

竖直方向磁感应强度  $\overline{B}_{\perp} = 34.68 \mu\text{T}$

总磁感应强度  $B = 50.80 \mu\text{T}$

$$\text{磁倾角 } \theta = \arctan\left(\frac{\overline{B}_{\perp}}{\overline{B}_{\parallel}}\right) = 43.05^{\circ}$$

室内：水平方向磁感应强度  $\overline{B}_{\parallel} = 18.70 \mu\text{T}$

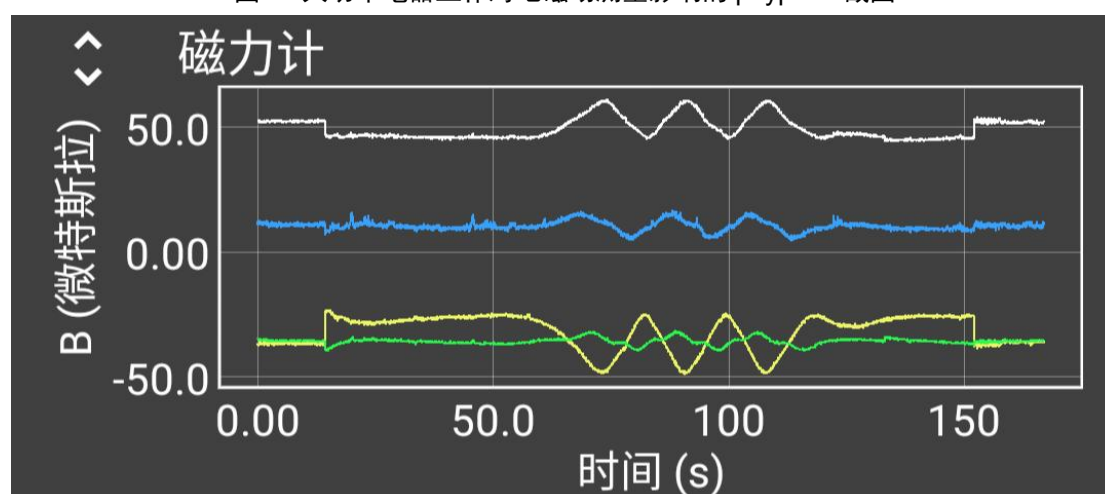
竖直方向磁感应强度  $\overline{B}_{\perp} = 38.38 \mu\text{T}$

总磁感应强度为  $B = 42.69 \mu\text{T}$

$$\text{磁倾角 } \theta = \arctan\left(\frac{\overline{B}_{\perp}}{\overline{B}_{\parallel}}\right) = 64.02^{\circ}$$

选做实验

图 2 大功率电器工作对地磁场测量影响的 phyphox 截图



第一个突跃为启动开关时的磁场变化

第二个突跃为关闭开关时的磁场变化

中间过程呈现一简谐式的磁场变化

A 过程:启动开关前(0s-14.23s)  $B_x = -35.46 \mu\text{T}$ ,  $B_y = 11.00 \mu\text{T}$ ,  $B_z = -36.65 \mu\text{T}$

B 过程:启动开关后一小段时间内 (14.25s-约 15.85s) 磁感应强度有一次明显的突变这段时间内  $B_x = -38.67 \mu\text{T}$ ,  $B_y = 8.51 \mu\text{T}$ ,  $B_z = -23.96 \mu\text{T}$

C 过程:启动开关后一段时间 (约 15.87s-约 57.74s), 这段时间内 X、Y 方向磁感应强度逐步恢复到启动开关前的值, 但仍比启动之前低; Z 方向磁感应强度在小范围内有一定波动, 但大致稳定, 结合图像以及 phyphox 所导出的数据, 磁感应强度比启动之前高而比启动瞬间低  $B_x = -35.79 \mu\text{T}$ ,  $B_y = 9.58 \mu\text{T}$ ,  $B_z = -25.98 \mu\text{T}$

D 过程:启动后较长时间(约 57.76s-约 121.79s)这段时间内磁感应强度呈现一简谐式的变化, 周期约为 17s, 以  $B_z$  为例, 平衡位置约为  $-36.53 \mu\text{T}$ , 振幅约为  $11.50 \mu\text{T}$ 。

E 过程:启动后较长时间 (约 121.81s-151.89s), 这段时间内的规律类似于 C 过程的变化情况, 这段时间内 X、Y 方向磁感应强度逐步恢复到平衡位置附近, 而 Z 方向磁感应强度亦在小范围内有所波动, 但大致稳定。  $B_x = -36.40\mu T$ ,  $B_y = 9.84\mu T$ ,  $B_z = -27.06\mu T$

F 过程:在关闭开关之后 (151.91s-166.72s), X 方向磁感应强度无明显变化, Y 方向磁感应强度总体上有一小幅上升, 之后仍在小范围内不断跳动, Z 方向磁感应强度产生一个突跃, 之后保持稳定,  $B_x = -35.86\mu T$ ,  $B_y = 10.67\mu T$ ,  $B_z = -35.56\mu T$

## 八、误差分析

- 1、在以 Z 轴为转轴转动以找到水平方向磁感应强度最大值和最小值时, 在取到最值的角度附近改变时由于 phyphox 示数在小角度变化内不明显, 且十分位百分位跳动极快, 无法准确判断是否已经取到最值。在寻找竖直方向磁感应强度最值时也遇到类似问题。
- 2、室内由于受到房体的影响, 可能会产生一定的磁屏蔽; 同时, 屋内尚存在其他可能产生磁场的装置 (如一些大功率电器), 因此室内磁场的相关性质与室外偏差较大。
- 3、手机自身状态对磁感应强度测量有一定影响 (如手机在后台运行的程序数目), 手机运行时功率的不同会使得手机自身产生的磁场不同, 导致测得的  $B_{\max}$ ,  $B_{\min}$  不同, 因此若在测定过程中改变了手机的功率 (如改变后台运行的程序), 会影响最终的结果。

## 九、实验小结

- 1、测量地磁场的磁感应强度时, 应当尽可能远离其他可能产生磁场的设施, 如一些大功率电器等。
- 2、在测量大功率电器启动瞬间对地磁场的影响实验中, 可以从图像中清晰的看到, 在启动和关闭的瞬间, 均有明显的磁感应强度的突变, 这应当是启动和关闭时, 电器内部的电流的产生和消失所带来的对地磁感应强度的影响。而从图中也可以看到, 中间部分 (时长约 64s) 产生了一个简谐式的磁感应强度的变化, 周期大约为 17s, 而交流电频率为 50Hz, 故这不应是交流电的影响。考虑到这是一个加热食物的设备, 并且在简谐式变化中平衡位置的磁感应强度与未通电时的磁感应强度相当, 故这种磁感应强度的简谐式变化可能是电流的分布有周期变化, 可以更好的加热食材。

## 十、实验数据附件



测量地磁场.rar

## 十一、实验合影

