

(填写班级、姓名)

19 MP-3 夫兰克-赫兹实验

姓名: 林继坤 学号: 2250758 成绩: AP 合作者: _____
 指导教师: 周三 第 7-8 节 C 组 6 号

一、实验目的

- 了解夫兰克-赫兹实验的原理与相关的实验方法。
- 通过测定氩原子等元素的第一激发电位,证明原子能级的存在,加深对量子化概念的理解。

二、实验原理知识准备与预习自测

- 原子能量最低的状态称 基态,能量较高的状态称 激发态,能量最低的激发态称 第一激发态。为使电子从低能级向高能级跃迁,本实验采用 具有一定能量的电子与原子碰撞进行能量交换 的方法来实现。
- 当电子获得动能,在管内与氩原子发生 弹性 碰撞时,其能量不损失。发生 非弹性 碰撞时,电子把能量传递给氩原子,氩原子就会从基态跃迁到第一激发态。本实验氩原子的第一激发电位 U_0 为 11.5 V。
- 凡加速电压 $U_2 = nU_0$ ($n=1, 2, 3, \dots$) 时,板流 I_p 都会相应下跌,形成规则起伏的 I_p-U_2 特性曲线,而与相邻两板流极大值所对应的加速电压的差值就是氩原子的 第一激发电位

教师签名:

三、实验测量步骤

1. 实验准备

- (1) 按照图 19-1 所示, 连接各组导线, 仔细检查, 确定无误。
- (2) 打开电源, 将实验仪预热约 10 min。
- (3) 检查开机后的初始状态, 确认仪器工作正常:
 - ① 实验仪的“1 mA”电流档位指示灯亮, 电流显示值为 0000. (10⁻⁷ A);
 - ② 实验仪的“灯丝电压”档位指示灯亮, 电压显示值为 000.0 (V);
 - ③ “手动”指示灯亮。
- (4) 根据提供的参数, 调节灯丝电压 U_f 、控制栅电压 V_{G1K} 、减速电压 V_{G2A} 。

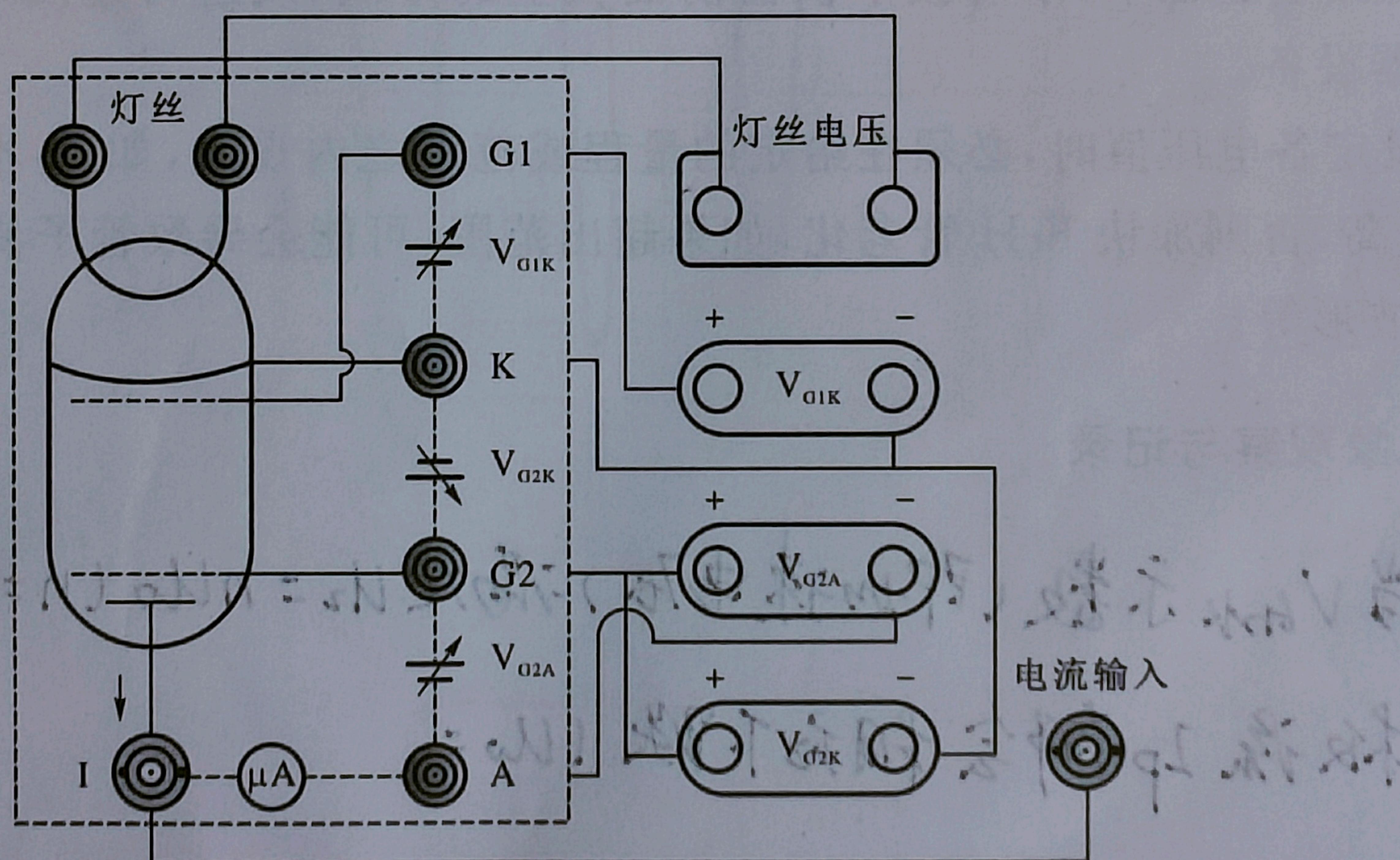


图 19-1 夫兰克-赫兹实验接线图

2. 手动测试

调加速电压 U_2 (仪器标号 V_{G2K}), 每次约增加 0.5 V 并记录 I_p , 手工描绘相应的 I_p-U_2 特性曲线, 由此算得氩原子的第一激发电位 U_0 。

四、实验仪器

主要实验仪器名称	规格型号	仪器误差 $\Delta_{\text{仪}}$
智能法兰克-赫兹实验仪	$ZKT-FH-2$ $V_{G1K} = 1.5V$ $V_{G2A} = 9.0V$ $\text{灯丝电压} = 2.0V$	$\text{电压} : 0.1V$ $\text{电流} : 1.0 \times 10^{-10} A$

五、注意事项(在开始实验操作前请仔细阅读以下说明)

1. 实验测量过程中,不可拔下仪器前面板上的导线,或进行违规连接,否则易发生短路,损坏仪器设备。
2. 在设定各电压值时,必须在给定的量程或范围之内设置,如 U_2 不宜超过 85 V, 灯丝电压不宜过高,否则加快 F-H 管老化,如果超出范围,可能会导致管子易被击穿或不能准确显示 I_p-U_2 波形等。

六、实验现象观察与记录

现象: 当 V_{G1K} 示数(即加速电压) 满足 $U_2 = nU_0$ ($n=1, 2, 3 \dots$) 时,
板流 I_p 都会相应下跌

教师签名:

原始数据记录必须用圆珠笔或钢笔书写; 经教师签名有效。

七、实验数据处理


1. I_p-U_2 关系实验测量结果 (※ 表征代表峰值数据)

U_2/V	$I_p/(10^{-7}A)$	U_2/V	$I_p/(10^{-7}A)$	U_2/V	$I_p/(10^{-7}A)$	U_2/V	$I_p/(10^{-7}A)$
0.5	0.000	22.5	※ 0.445	35.5	0.673	48.5	0.656
5.5	0.000	23.0	0.442	36.0	0.613	49.0	0.784
10.5	0.000	23.5	0.438	36.5	0.572	49.5	0.945
11.0	0.001	24.0	0.432	37.0	0.563	50.0	1.122
11.5	0.006	24.5	0.426	37.5	0.601	50.5	1.298
12.0	0.021	25.0	0.422	38.0	0.674	51.0	1.468
12.5	0.047	25.5	0.423	38.5	0.778	51.5	1.617
13.0	0.076	26.0	0.437	39.0	0.891	52.0	1.744
13.5	0.104	26.5	0.463	39.5	1.009	52.5	1.849
14.0	0.135	27.0	0.532	40.0	1.124	53.0	1.923
14.5	0.157	27.5	0.578	40.5	1.229	53.5	1.963
15.0	0.191	28.0	0.631	41.0	1.319	54.0	1.970
15.5	0.216	28.5	0.687	41.5	1.390	54.5	1.940
16.0	0.238	29.0	0.744	42.0	1.439	55.0	1.874
16.5	0.240	29.5	0.797	42.5	1.464	55.5	1.775
17.0	0.272	30.0	0.846	43.0	1.465	56.0	1.643
17.5	0.301	30.5	0.886	43.5	1.439	56.5	1.486
18.0	0.327	31.0	0.918	44.0	1.386	57.0	1.308
18.5	0.350	31.5	0.941	44.5	1.308	57.5	1.119
19.0	0.370	32.0	0.950	45.0	1.205	58.0	0.933
19.5	0.388	32.5	0.946	45.5	1.083	58.5	0.776
20.0	0.403	33.0	0.929	46.0	0.950	59.0	0.685
20.5	0.415	33.5	0.899	46.5	0.819	59.5	0.689
21.0	0.427	34.0	0.856	47.0	0.697	60.0	0.781
21.5	0.435	34.5	0.802	47.5	0.612	60.5	0.943
22.0	0.442	35.0	0.739	48.0	0.592	61.0	1.144

$U_2 / (V)$	$I_p / (10^{-7} A)$	$U_2 / (V)$	$I_p / (10^{-7} A)$	$U_2 / (V)$	$I_p / (10^{-7} A)$	$U_2 / (V)$	$I_p / (10^{-7} A)$
61.5	1.361	74.5	2.092				
62.0	1.559	75.0	2.272				
62.5	1.764	75.5	2.425				
63.0	1.948	76.0	2.547				
63.5	2.101	76.5	2.633				
64.0	2.226	77.0	2.681				
64.5	2.311	77.5	2.689				
65.0	2.360	78.0	2.657				
65.5	2.370	78.5	2.585				
66.0	2.346	79.0	2.476				
66.5	2.271	79.5	2.334				
67.0	2.165	80.0	2.162				
67.5	2.021	80.5	1.965				
68.0	1.848	81.0	1.756				
68.5	1.654	81.5	1.544				
69.0	1.445	82.0	1.364				
69.5	1.235	82.5	1.244				
70.0	1.046	83.0	1.204				
70.5	0.912	83.5	1.242				
71.0	0.872	84.0	1.346				
71.5	0.924	84.5	1.500				
72.0	1.058	85.0	1.837				
72.5	1.238						
73.0	1.450						
73.5	1.673						
74.0	1.888						

2. 用作图法得出氩原子第一激发电位

根据手动测量结果, 作 I_p-U_2 曲线图。



由上图可得, 氩原子第一激发电位实验测量结果的平均值(应有计算过程)。

$$\bar{U}_0 = \frac{1}{9} (U_4 - U_1 + U_5 - U_2 + U_6 - U_3) = 11.1 \text{ V}$$

3. 氩原子第一激发电位的公认值为 $U_0 = 11.5 \text{ V}$, 与实验结果比较, 得出百分差

$$E_0 = \frac{|\bar{U}_0 - U_0|}{U_0} \times 100\% = 3.5\%$$

八、实验分析与讨论

一、本实验的误差来源与类别分析：

- ①预热仪器不彻底
- ②电压步差不可能连续
- ③仪器可能老化，产生的电压或测出的电流与实际不符
- ④在以步长增加 V_{GK} 时，要注意记录，以免漏记数后返回，使实验结果不精确（实验不可逆）。
发生以上情况须重新测量。

九、思考题

1. 在实验中板流 I_p 的数值大小对实验结果是否产生影响？请说明原因。

答：不产生影响。

因为在计算 V_p 时采用的数据处理方式为逐差法，因此实验中板流 I_p 的数值大小对实验结果并无影响。且只要峰值取对，结果就无太大问题，在实际运算过程中不会用到 I_p 的数据。

2. 为什么电流 I_p 峰值（极大值）的数据，在充氩气的 F-H 管里随着电压 U_2 的增大也逐渐增大？

答：当 U_2 增大时， I_p 也随之增大，这表示了 U_2 增大使电子动能增加，故到达极板的电子数目必随之增多。电子在飞行途中与管内氩原子发生弹性碰撞，并不损失能量，因此 I_p 也随之增大。

二、对实验方法和实验过程的讨论：

- ①线路连好后检查无误，方可开启电源。
- ②各参数电压一定要在给定的数据范围内。
- ③实验完毕，方即将 V_{GK} 电压快速归零（迅速归零），再关闭电源。
- ④当电流表首位示数不~~5~~时，应切换至 10mA 档。

教师签名：

卫

[附录] 夫兰克-赫兹实验仪

夫兰克-赫兹实验仪前面板如图 19-2 所示,按功能划分为八个区:

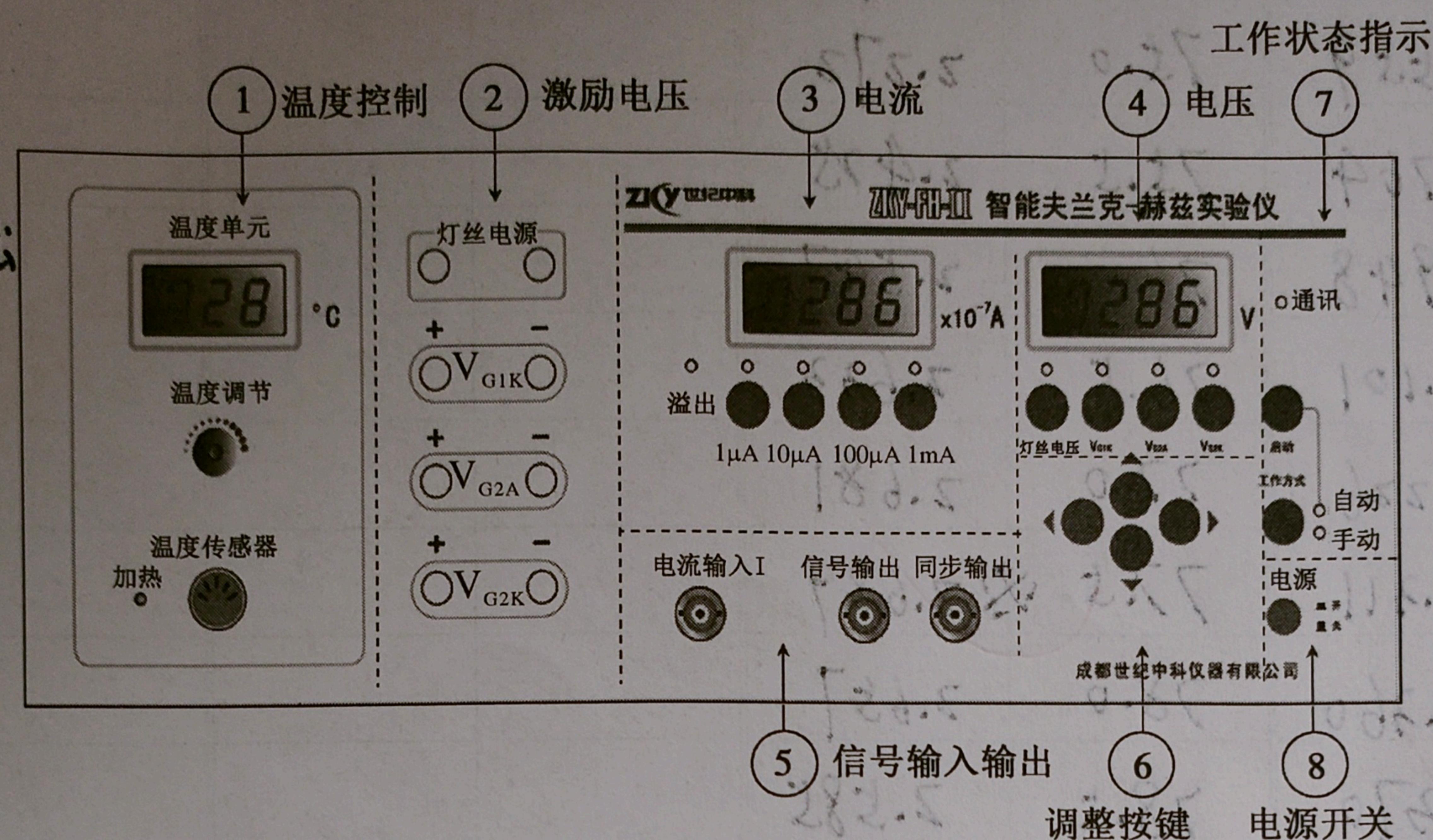


图 19-2 夫兰克-赫兹实验仪前面板示意图

- 区① 是夫兰克-赫兹管各输入电压连接插孔和板极电流输出插座。
- 区② 是夫兰克-赫兹管所需激励电压的输出连接插孔,其中左侧输出孔为正极,右侧为负极。
- 区③ 是测试电流指示区。四位七段数码管指示电流值;四个电流量程档位选择按键用于选择不同的最大电流量程档;每一个量程选择同时备有一个选择指示灯指示当前电流量程档位。
- 区④ 是测试电压指示区。四位七段数码管指示当前选择电源的电压值;四个电源选择按键用于选择不同的电源;每一个电源选择都备有一个选择指示灯指示当前选择的电源。
- 区⑤ 是测试信号输入输出区。电流输入插座输入夫兰克-赫兹管板极电流;信号输出和同步输出插座可将信号送示波器显示。
- 区⑥ 是调整按键区。用于改变当前电源电压设定值;设置查询电压点。
- 区⑦ 是工作状态指示区。通信指示灯指示实验仪与计算机的通信状态;启动按键与工作方式按键共同完成多种操作。
- 区⑧ 是电源开关。