# 必修3课题研究

## 研究样例

### 充电宝不同电量时的电动势和内阻研究

**问题的提出**

随着智能手机耗电的增加，充电宝成了手机及时充电的一种重要选择。在人们心目中，充电宝就是跟蓄电池和干电池一样的可移动直流电源。

充电宝真的跟蓄电池和干电池一样，是一个有一定电动势和内阻的直流电源吗？电池的电动势会随着电池的不断供电而有所减小，内阻会随之增大，充电宝是否也是如此？如果是这样，充电宝所显示的电量百分比[[1]](#footnote-1)（图研 -1）达到多少时，它的电动势就会减小到低于额定值而不能正常工作呢？这是一个很有实际意义的问题。

图研-1



面对一个真实的情境，通过与已有认知的联系和分析，提出并表述可以进行探究的物理问题。科学探究的问题，常常是这样提出的。

**实验原理**

通常锂电池的输出电压是 3.7 V，但充电宝的输出电压达到 5 V，这是由于在充电宝中有相应的升压和稳压电路，充电宝并不是一个纯粹的锂电池。因此，它有没有一定的电动势和内阻，这是一个需要研究的问题。

这里所说充电宝的电动势，并不是从能量转化的本质特征上来判断的，而是从充电宝的电路特性来判断的。因为使用充电宝时，我们关心的是充电宝作为一个电源所表现的电路特性。为此，我们把充电宝作为一个电源，看一看它对负载供电时，其路端电压 *U* 和电流 *I* 的关系是不是跟通常电池一样，其 *U*–*I* 图像是否为一条直线。如果是一条直线，表明其电路特性跟普通电池一样，具有一定电动势和内阻。

**实验器材**

实验电路图如图研 -2 所示。两只数字多用表分别作为电压表和电流表；滑动变阻器 *R* 用于改变电路中的电流；*R*0 作为保护电阻，以防止滑动变阻器调节过度导致短路；电路中的电源为充电宝，通过充电宝的连接线接入电路。剥开充电宝连接线的外绝缘层，里面有四根导线，红导线为充电宝的正极，黑导线为负极，其余两根导线空置不用。

*R*0

A

V

*R*

S

图研 -2

**实验操作**

1．记录被测充电宝实验时的电量百分比（开始时的电量百分比为 100%）。

2．按电路图连接实物电路（图研 -3）。将滑动变阻器电阻调至最大。

图研 -3



3．闭合开关，依次减小滑动变阻器的阻值，记录每次操作的电流表和电压表的示数，将示数记录在表 1 中。

**表 1 电量 100% 时电流表和电压表的示数**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 电量  （80%） | 电流 *I* / A | 0.051 | 0.072 | 0.111 | 0.272 | 0.344 | 0.415 | 0.533 | 0.731 |
| 电压 *U* / V | 3.829 | 3.780 | 3.675 | 3.240 | 3.038 | 2.842 | 2.531 | 1.985 |
| 电量  （60%） | 电流 *I* / A | 0.051 | 0.070 | 0.111 | 0.265 | 0.307 | 0.369 | 0.440 | 0.603 |
| 电压 *U* / V | 3.751 | 3.707 | 3.599 | 3.203 | 3.072 | 2.943 | 2.596 | 2.329 |
| … |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

4．根据以上数据作出 *U*–*I* 图像，从中可以看到这些点在同一条直线上（图研 -4）。这与通常电池的 *U*–*I* 图像形状一样，说明充电宝在电量 100% 时，跟通常电池的电路特性相同，具有一定的电动势和内阻。由直线与坐标轴的交点可以得到被测充电宝在电量 100% 时，电动势为 5.07 V，内阻为 0.11 Ω。

图研 -4

4.85

0

0.5

1

1.5

2

4.90

4.95

5.00

5.05

5.10

*I*/A

*U*/V

5．当充电宝电量为 80%、60%、40%、20%、5% 时，重复上述实验操作，得到不同电量下各组 *U*、*I* 的实验数据，把这些数据填在表 2 中。

**表 2 各种电量下的电流表和电压表的示数**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 电量  （80%） | 电流 *I* / A | 0.051 | 0.072 | 0.111 | 0.272 | 0.344 | 0.415 | 0.533 | 0.731 |
| 电压 *U* / V | 3.829 | 3.780 | 3.675 | 3.240 | 3.038 | 2.842 | 2.531 | 1.985 |
| 电量  （60%） | 电流 *I* / A | 0.051 | 0.070 | 0.111 | 0.265 | 0.307 | 0.369 | 0.440 | 0.603 |
| 电压 *U* / V | 3.751 | 3.707 | 3.599 | 3.203 | 3.072 | 2.943 | 2.596 | 2.329 |
| … |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

根据 *U*–*I* 图像，得到各种电量下的电动势 *E* 和内阻 *r* 的值，把它们填在表 3 和表 4 中，以便跟锂电池的相关性能进行对比。

**数据分析和结论**

1．充电宝可以视为跟电池一样的直流电源。根据充电宝在不同电量时的输出电压 *U* 与电流 *I* 的关系，分别作出*U*-*I* 图像，得到的都是一条直线，都跟上述电量 100% 时的情况相同。这表明，充电宝在各种电量下放电时，都具有跟电池一样的电源特性。因此，可以把充电宝看作一个跟电池一样有一定电动势和内阻的直流电源。

2．在研究充电宝电动势的特点时，我们把可拆卸的手机锂电池，用以上同样的方法，测量他们在不同电量下的电动势和内阻，跟被测充电宝的数据一起，填在表 3 和表 4 中，以比较其性能的异同。下面先比较它们电动势的不同特点。

**表 3 充电宝在各种电量下的电动势跟锂电池对比**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 电量 /% | 100 | 80 | 60 | 40 | 20 | 5 |
| 充电宝电动势 /V | 5.07 | 5.04 | 5.04 | 5.00 | 5.14 | 5.08 |
| 锂电池电动势 /V | 4.16 | 3.96 | 3.85 | 3.80 | 3.75 | 3.64 |

**表 4 充电宝在各种电量下的内阻跟锂电池对比**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 电量 /% | 100 | 80 | 60 | 40 | 20 | 5 |
| 充电宝内阻 /Ω | 0.11 | 0.21 | 0.20 | 0.21 | 0.25 | 0.15 |
| 锂电池内阻 /Ω | 0.25 | 0.23 | 0.23 | 0.24 | 0.26 | 0.25 |

根据充电宝和锂电池在不同电量下的电动势数据绘成图研 -5，可以看到：锂电池的电动势随着储电量的下降逐步减小，储电量由 100% 下降到 5% 的过程中，锂电池电动势的减小量超过 0.5 V，占原电动势数值的 8%。而充电宝的电动势非常稳定，几乎跟所储存电量的多少没有关系，电量在已充满和快用完之间，被测充电宝的电动势始终是5.1 V 左右。

图研 -5

0

60

80

100

5

20

40

1

2

3

4

5

6

*U*/V

充电宝

锂电池

电量 / %

3．在研究充电宝内阻的特点时，我们根据表 4 中充电宝和锂电池在不同电量下的内阻数据绘成图研 -6，可以看到：充电宝和锂电池的内阻都非常小，所测得的最大值都不超过 0.3 Ω，其中充电宝的内阻更小一些。不管是充电宝还是锂电池，其内阻跟储电量没有明显的相关。虽然充电宝在不同电量下测得的内阻数值有所不同，但它们离平均值的差异都小于 0.1 Ω。可以认为，这是由测量时的偶然误差引起的，其数量级跟实验用的导线电阻相当。

0

100

80

60

40

20

5

0.1

0.2

0.3

*r* / Ω

电量 / %

充电宝

图研 -6

锂电池

4．本实验结论具有一定的现实意义。手机锂电池随着储电量的减少，电动势逐步降低，其电源性能的变化主要是电动势的变化。特别是电量下降到 10% 以下时，其电动势已下降到 3.7 V 以下，低于锂电池的标称电压，这提示我们，此时应该对手机电池充电了。

充电宝跟锂电池不同，其电动势跟储电量没有关系，它在不同电量下作为电源的供电性能是一样的，即使储电量减少到 5% 甚至更低，其供电效果跟充满电时完全相同。充电宝的内阻很小，包括电路中被测量的导线在内，其阻值总计也只有 0.2 Ω 左右，因此，充电宝的内电路对输出电压的影响是非常小的。例如，充电宝用 1 A 电流和2 A 电流对手机电池充电时，理论上 2 A 充电比 1 A 充电的输出电压要小，但对 0.2 Ω 内阻来说，电流增大 1 A 所造成的内电路电压只变化了 0.2 V，其供电效果不会发生明显的变化。

研究表明，如果使用所测试的充电宝供电，不必考虑充电宝的电量百分比以及电流大小对输出电压的影响。

## 参考选题

### 手机耗电因素的研究

研究内容：智能手机功能强大，带来方便的同时，耗电太快已经成为大众普遍关注的问题。屏幕亮度、音量等功能的设置，上网浏览、微信聊天、主叫电话、视频播放、录音重放、网络游戏等功能的应用，都是影响手机耗电的因素。那么，哪些因素对耗电的影响大一些呢？请你设计方案，开展研究。

1. 充电宝从 100% 放电至 0 所放出的电荷量叫作电量。 [↑](#footnote-ref-1)