

实验日期: 18.11.20 学号 3017210122 同组实验者

### 实验题目: 用冲击法测高电阻

实验目的: 1. 学会高阻值电阻的测量方法  
2. 进一步理解 RL 电路的放电规律

实验仪器: 冲击电流计, 伏特计, 滑线变阻器, 标准电容箱, 直流稳压电源, 停表, 待测高电阻, (数量级为  $10^9 \Omega$ ), 高绝缘单刀双掷开关, 换向开关等。

实验原理: 用冲击电流计测出电容瞬间放电所迁移的电荷量  $Q$ , 结合 RL 电路的放电规律, 可以间接确定高电阻的阻值。

设电容器电容为  $C_0$ , 充电至  $U_0$ , 则极板所带电荷量  $Q_0 = C_0 U_0$ 。当  $t=0$  时, 电容开始通过一电阻  $R$  放电, 电压变化规律为  $U = U_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$ ,  $\tau = RC_0$ 。

$$\text{故: } Q = Q_0 e^{-\frac{t}{RC_0}}$$

$$Q = C_0 d$$

$C_0$  为冲击常量,  $d$  为冲摆数。

$C_0, Q_0$  为已知量, 用停表测出电荷量  $Q$  放电至  $Q$  所用时间, 由式 (1) 算出  $Q$ , 代入即可算出待测电阻  $R$ 。

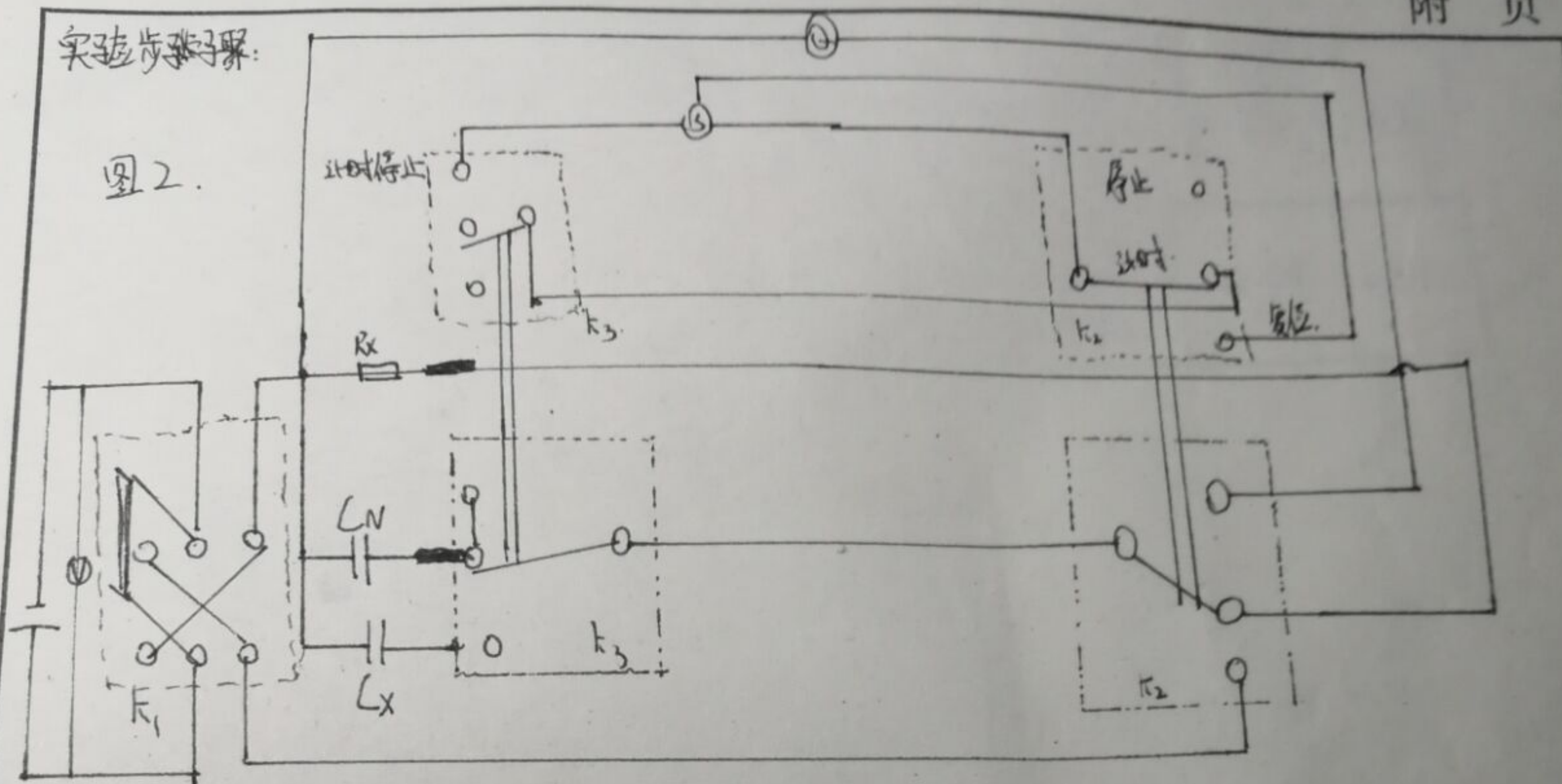
$$\text{有 } C_0 d = C_0 \frac{U_0}{U} - \frac{t}{RC_0}$$

$C_0 d$  与  $t$  成线性关系。如果对应同一初始电压  $U_0$ , 测出一系列不同的放电时间  $t$  后电流计相应的冲摆读数  $d$ , 在坐标纸上作出  $C_0 d - t$  的直线关系图。由直线斜率求  $R$ , 由截距求出  $C_0$ 。



实验步骤解:

图 2.



按图连接电路, 接好冲击电流计, 分别调整 选择电压 15V, 使  $Q = CU$  的值在量程范围内.

1.  $K_1$  置于正向,  $K_2$  置于  $C_n$  电容,  $K_3$  置于充电, 再将  $K_2$  置于测量档, 则  $C_n$  向  $Q$  放电, 记录  $Q$  值.

测量 5 次取平均值.  $K_1$  置于反向的操作相同.

将  $K_2$  置于  $C_x$ ,  $K_3$  置于充电, 则电源  $E$  对  $C_x$  充电. 将  $K_2$  置于“测量”, 使冲击电流计完成测量. 测量 5 次取平均值.

## 2. 用冲击电流计测高阻

按图 2 连线, 测  $R_n = 100M\Omega$  电阻时选择  $C_n = 1\mu F$  电压 15V. 使  $K_1$  置于“ $C_n$ ”,  $K_3$  置于“充电”, 同时  $K_2$  的另一组开关接通计时器的复位.

将  $K_1$  置于“高阻”, 一组开关接至  $C_n$  不变, 另一组接至“开始/停止”, 准备计时. 将  $K_2$  置于放电端,  $R_x$  并联到  $C_n$  两端, 电容开始放电. 一段时间后,  $K_2$  切换到“测量”端, 断开  $R_x$ , 记录  $Q$ . 分次测量, 取平均值.



# 天津大学物理实验报告

学院 \_\_\_\_\_ 专业 \_\_\_\_\_ 班 姓名 \_\_\_\_\_ 成绩 \_\_\_\_\_  
 年级 \_\_\_\_\_ 学号 \_\_\_\_\_ 同组实验者 \_\_\_\_\_  
 实验日期: \_\_\_\_\_

实验题目:

	1	2	3	4	5	平均
$C_N = 1\mu F$						
$Q_0(\mu C)$ 正向	15.44	15.48	15.49	15.48	15.34	15.45
$Q_0(\mu C)$ 反向	-14.83	-14.93	-14.98	-15.11	-15.12	-14.99

$$|\bar{Q}_0| = \frac{15.45 + 14.99}{2} = 15.22 \mu C$$

$C_x$	1	2	3	4	5	平均
$Q_x(\mu C)$ 正向	1.45	1.39	1.48	1.51	1.41	1.45
$Q_x(\mu C)$ 反向	-1.27	-1.38	-1.22	-1.30	-1.38	-1.31

$$|\bar{Q}_x| = \frac{1.45 + 1.31}{2} \mu C = 1.38 \mu C$$

$$\frac{Q_0}{Q_x} = \frac{C_N}{C_x}, C_N = 1\mu F$$

$$\text{求得 } C_x = 0.09 \mu F$$

次数	1	2	3	4	5	平均值	$ \bar{Q}_0 (\mu C)$	$\ln \bar{Q}_0 $
5s	14.89	14.75	14.79	14.82	14.80	14.81	14.61	2.68
	-14.38	-14.44	-14.36	-14.38	-14.45	-14.40		
10s	13.86	13.96	13.97	13.90	13.88	13.91	13.79	2.62
	-13.48	-13.92	-13.64	-13.81	-13.51	-13.67		
20s	12.58	12.52	12.60	12.50	12.54	12.55	12.39	2.52
	-12.12	-12.21	-12.44	-12.08	-12.30	-12.23		



# 天津大学物理实验报告

附 页

303	11.45	11.46	11.25	11.52	11.41	<del>11.42</del>	11.29	2.42
	-11.40	-11.22	-11.01	-11.04	-11.08	-11.15		
403	10.29	10.16	10.25	10.32	10.30	10.26	10.04	2.31
	-9.88	-9.64	-9.73	-9.86	-9.97	-9.82		

有关系式:  $\ln Q = -\frac{t}{RC} + \ln Q_0$

作图, 得  $\ln Q = -0.0105t + 2.7321$

$$\text{即有 } \frac{-1}{RC} = -0.0105$$

$$C = 1\mu F$$

$$\text{即 } R = 1.05 \times 10^2 \text{ M}\Omega$$

误差分析: 每次停止的时间在整秒附近并不准确。

问题: 若把每次实验都看作独立实验, 则可取用 25 个有效数据, ( $Q' = \frac{Q + HQ - 1}{2}$ )

把 25 个实验点集到一张图像上, 可得更精确的实验结果。

$$\text{得 } \ln Q' = -0.0106t + 2.7002$$

$$\text{即 } R = 1.06 \times 10^2 \text{ M}\Omega$$

问题: 若取 5 组 433 到 403 的数据再求 5 条直线的斜率, 并求斜率平均值是否可行

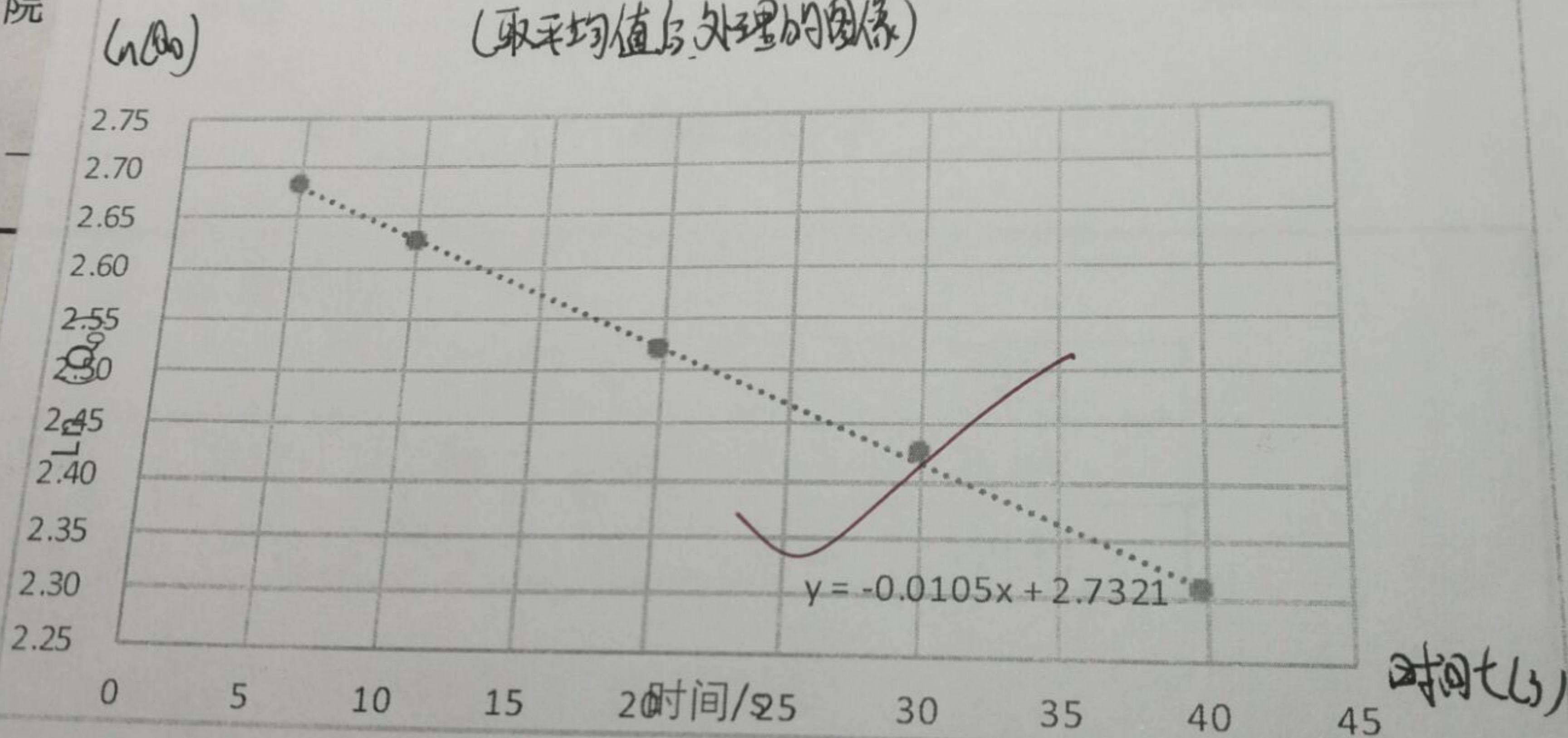
没有此必要, 因为每个数据都是独立测量, 与其它时间点、同时时间点的其它数据无关。

2018.11.2



# 天津大学物理实验报告

冲击电流计测高阻的  $t-\ln(Q_0)$  图像  
(取平均值后处理的图像)



1	2	3	4	5	平均
1.45	1.39	1.48	1.51	1.41	1.45
-1.27	-1.38	-1.22	-1.30	-1.38	-1.31

$$|\bar{Q}_0| = \frac{1.45 + 1.31}{2} \mu C = 1.38 \mu C$$

$$\frac{Q}{x} = \frac{C_N}{C_x}, C_N = 1 \mu F$$

$$C_x = 0.09 \mu F$$