

实验 02 稳压二极管伏安特性曲线测试

实验学生个人信息栏

课序号： 04 班级： 2307 学号： 20232241110 姓名： 刘晨旭

实验 02 得分：

实验教师（签字）： _____

一、实验目的

- （1）通过电路仿真，深入了解稳压二极管的伏安特性；
- （2）通过电路仿真和实际操作，掌握使用 EXCEL 和 MATLAB 软件工具进行数据处理，以及曲线图绘制的方法。

二、实验设备与器件

使用软件：Altium Designer、Excel、MATLAB

实验器件：

表格 1 器件与说明

序号	名称	标识符
1	+15V 直流电压源	V1
2	-15V 直流电压源	V2
3	电位器	Rw
4	四色环电阻 1k Ω /1W	R
5	稳压二极管 1N4735	D

三、实验操作过程及结果分析

实验过程如下：

使用 Altium Designer 软件，根据教材第 146 页图 11.3 的仿真电路图，绘制仿真电路原理图。（2）通过调节可调电阻 Rw 的设定位置，在仿真中获取稳压二极管的伏安特性数据：输入直流电压 $U_{in}(V)$ ，二极管两端电压 $U_d(V)$ ，二极管电流 $I_d(mA)$ 。将数据整理成 EXCEL 表格。（3）利用 EXCEL 工具的“散点图”功能，绘制稳压二极管的伏安特性曲线。（4）利用 MATLAB 工具，编写 M 文件，导入 EXCEL 数据表中的数据，生成稳压二极管的伏安特性曲线图。（5）进行插值分析，判断是否能得到完美的伏安特性曲线。

结果分析：

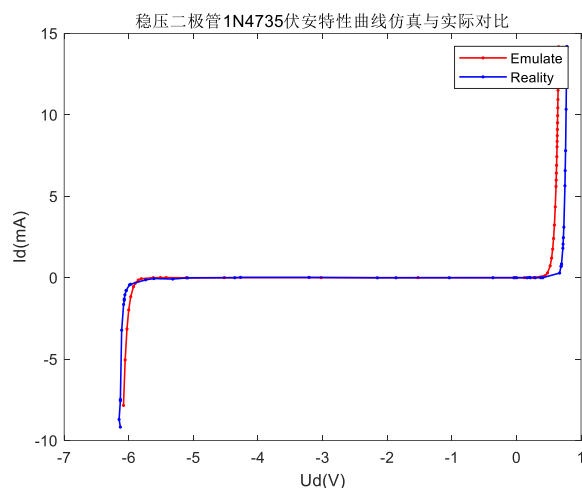


Figure 1 仿真与实际二极管伏安特性曲线

数据对比：

图表中红色线（Emulate）代表仿真数据，蓝色线（Reality）代表实际测量数据。从两条线的对比中可以看出，两者在大部分电压范围内呈现出相似的趋势，但在某些特定点可能存在细微差异。大部分曲线相似甚至重合。同时该曲线与教材中的二极管的伏安特性相一致。

实验数据显示，1N4735 二极管在反向电压高于-5.7V 时几乎不导电，呈现高阻状态。但当电压降至-5.8V 以下时，它会迅速进入击穿状态，此时电流显著增加而电压保持稳定。这种稳压特性使得 1N4735 在面对大电流冲击时也能为电路提供稳定的电压基准。

四、实验总结、建议和质疑

笔者之前是打数模比赛的，对于 matlab 写代码，excel 处理数据等事项比较熟悉，在模电实验课上再次使用了这些东西让我觉得所学的知识真的可以有用武之地，同时也让我真实地体会到了知行合一的重要性：这不仅包括了数模比赛学习与实验作业的合一，也包括模电理论课与模电实验课的合一。

除此之外我也直观地感受到了二极管的相关性质，这无论是对于模电学习还是对于未来就业都会有所帮助。

五、附录

附录 2.1 稳压二极管伏安特性测试的课堂实践部分

附录 2.2 EXCEL 环境下基于实际操作数据生成的稳压二极管的伏安特性曲线（

附录 2.3 稳压二极管伏安特性测试电路原理图

附录 2.4 EXCEL 环境下基于仿真数据生成的稳压二极管的伏安特性曲线

附录 2.5 附录 2.5 MATLAB 环境下基于实测和仿真数据生成的稳压二极管的伏安特性曲线对照

附录 2.6 利用 MATLAB 工具 “插值” 算法实现稳压二极管伏安特性曲线图的绘制

附录 2.1 稳压二极管伏安特性测试的课堂实践部分

个人信息栏	得分（百分制）
课序号： 04 实验台号： 64 班级： 2307 姓名： 刘晨旭 学号： 20232241110	

重要提示：以下操作及全部数据的手动填写需要在课堂上完成，因此，课前请大家将此文档打印出来，上课时随身携带!!!

一、关键伏安特性数据点的测量

1、最大正向电流时的数据点

(1) 按照实验教程¹第 146 页图 11.3 所示的电路原理图，在实验箱上建立电路，调节电位器²使输入电压 U_{in} 为最大正电压 15V 时，则将会产生最大的正向电流 I_d 通过 1K 电阻和稳压二极管 1N4735。

(2) 请使用数字万用表的直流电压测量功能，测量此时的输入电压 U_{in} 和稳压二极管 1N4735 两端的电压 U_d 的值，并利用 EXCEL 公式运算功能计算出此时流过 1K 电阻和稳压二极管的电流 I_d ，并将所测数据填写入附表 2.1（即表中的采样点 1）。

2、输入电压 $U_{in} \rightarrow 0V$ 时的数据点

(1) 用同样的方法调节电位器²使输入电压 $U_{in} \rightarrow 0V$ 。

(2) 同样使用数字万用表的直流电压测量功能，测量此时的电压 U_{in} 、 U_d 的值，并计算出电流 I_d ，将所测数据填写入附表 2.1 中（即表中的采样点 3）。

3、最大反向电流时的数据点

(1) 用同样的方法调节电位器²使输入电压 U_{in} 为最大的负电压 -15V，则将会产生最大的反向电流 I_d 通过 1K 电阻和稳压二极管 1N4735。

(2) 同样使用数字万用表的直流电压测量功能，测量此时的电压 U_{in} 、 U_d 的值，并计算出电流 I_d ，将所测数据填写入附表 2.1 中（即表中的采样点 5）。

附表 2.1 课堂实践过程中需要检查的 5 组关键伏安特性数据

采样点	电压 (U_{in}/V)	电压 (U_d/V)	电流 (I_d/mA)	采样点	电压 (U_{in}/V)	电压 (U_d/V)	电流 (I_d/mA)
1	14.960	0.780	14.180	4	-7.460	-6.070	-1.390
2	7.330	0.755	6.575	5	-14.850	-6.150	-8.700
3	-0.040	-0.040	0.000				

二、利用所测的部分伏安特性数据点生成稳压二极管伏安特性曲线

1、基于 3 组数据点生成稳压二极管伏安特性曲线

在 EXCEL 环境下利用 3 组数据点，即附表 2.1 中采样点 1、3、5 的 (U_d , I_d) 数据对，生成伏安特性曲线。

2、基于 5 组数据点生成稳压二极管伏安特性曲线

(1) 用同样的方法调节电位器²使输入电压 U_{in} 为 0~15V 的中间值，如 7.5V 左右，然

¹ 即《现代电子技术基础实践》，本课程使用的教程。

² 本次实验使用 20K 的电位器，不同于实验教程原理图中的 10K。

后, 使用数字万用表的直流电压测量功能, 测量此时的电压 U_{in} 、 U_d 的值, 并计算出电流 I_d , 将所测数据填写入附表 2.1 中 (即表中的采样点 2)。

(2) 用同样的方法调节电位器²使输入电压 U_{in} 为 $15V \sim 0$ 的中间值, 如 $7.5V$ 左右, 然后, 使用数字万用表的直流电压测量功能, 测量此时的电压 U_{in} 、 U_d 的值, 并计算出电流 I_d , 将所测数据填写入附表 2.1 中 (即表中的采样点 5)。

(3) 在 EXCEL 环境下利用 5 组数据点, 即附表 2.1 中采样点 1~5 的 (U_d , I_d) 数据对, 生成伏安特性曲线, 并与 3 组数据点时生成的伏安特性曲线相对照。

三、插入更多组数据点最终生成接近完美的稳压二极管伏安特性曲线

请按照以上的思路测量获取更多的、足够数量的数据点, 最终在 EXCEL 环境下画出光滑的、连续的和接近完美的伏安特性曲线图。

特别说明如下:

在进行实验操作及数据填写时, 请务必认真检查, 认真对待, 主讲教师也会在实验进行的过程中给予最大的帮助, 坚决杜绝数据抄袭!!!

完成附表 2.1 中的 5 组数据填写并在 EXCEL 环境下生成对应的伏安特性曲线后, 需要得到主讲教师的确认。这样检查的目的主要有:

- 通过检查所测数据来确认实际电路的连接是否正确。
- 确认是否掌握了利用 EXCEL 进行数据处理的实验技能。

主讲教师 (签字) 确认:



确认之后, 就可以继续本实践部分的“三、插入更多数据点……”, 最终画出接近完美的稳压二极管的伏安特性曲线图。

完成“三、插入更多数据点……”这一步后, 如果还有时间, 应继续按照课程的要求进行基于 Altium Designer 的电路设计和仿真。此时, 也可以在主讲教师的允许下下课, 下课离开前, 应按要求拆除实验电路, 关闭设备电源, 将椅子推回至实验台下, 不按要求收拾实验台的同学会被扣分!!!

本次实验由于各种原因课上未能完成实验操作的同学也不要着急, 主讲实验教师会帮助你分析原因, 并安排时间进行补做。

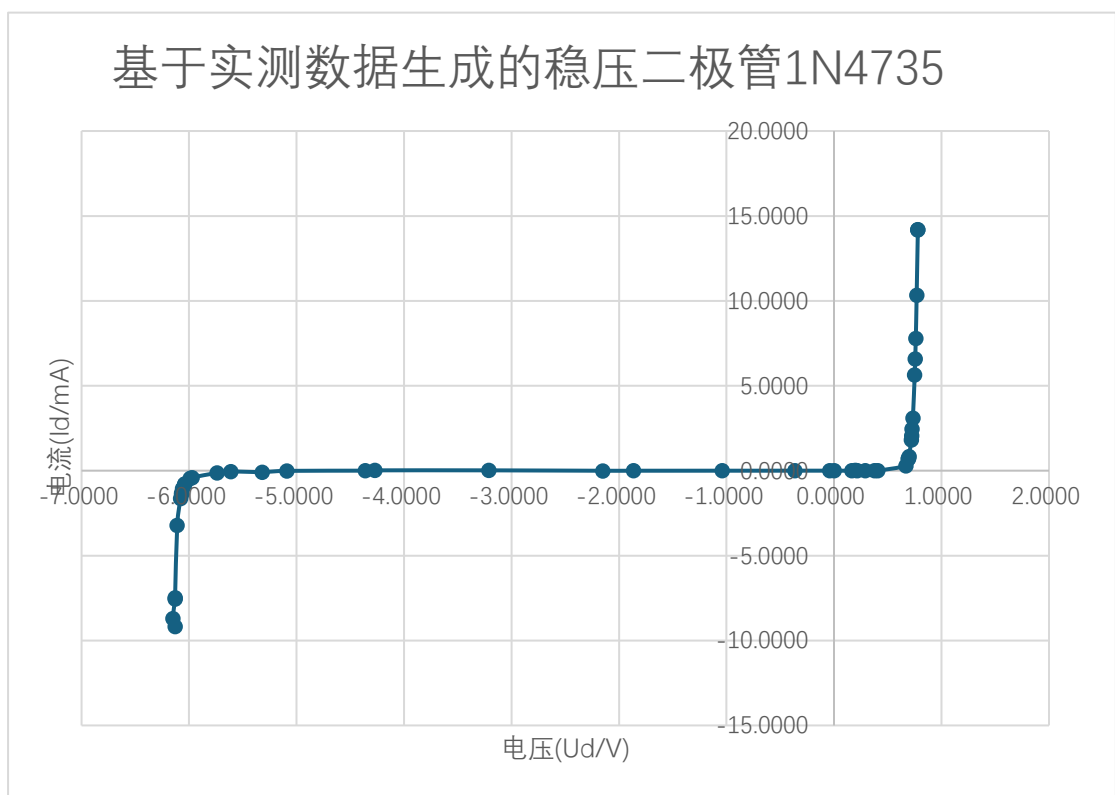
本次实验实践部分完成后不需要课上提交, 主讲教师 (签字) 确认之后, 请大家将确认后的此文档扫描成 PDF 文件与实验报告的正文及仿真设计部分一起合并提交, 因此, 主讲教师 (签字) 确认后的此文档一定要保管好切勿丢失!!!

附录 2.2 EXCEL 环境下基于实际操作数据生成的稳压二极管的伏安特性曲线

附表 2.2 基于实际操作测量获取的稳压二极管伏安特性数据

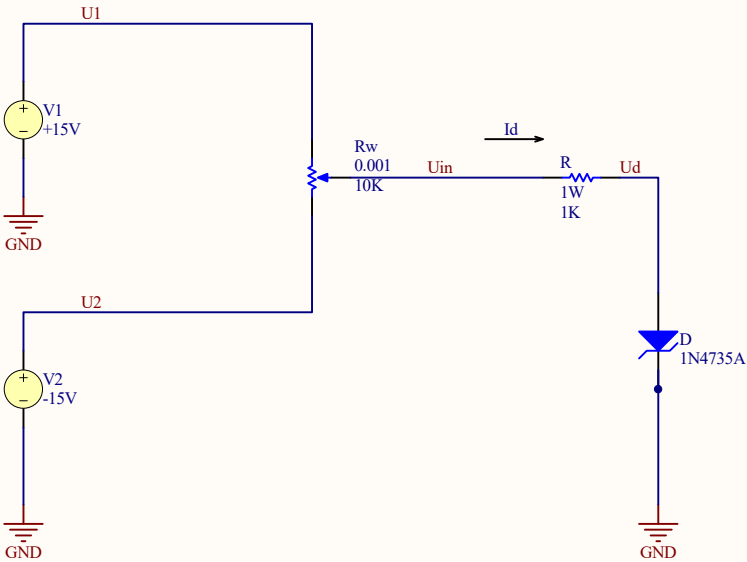
采样点	电压(Uin/V)	电压(Ud/V)	电流(Id/mA)
1	-15.3000	-6.1300	-9.1700
2	-14.8500	-6.1500	-8.7000
3	-13.6800	-6.1300	-7.5500
4	-13.6000	-6.1300	-7.4700
5	-9.3300	-6.1100	-3.2200
6	-7.7200	-6.0800	-1.6400
7	-7.4600	-6.0700	-1.3900
8	-7.3800	-6.0700	-1.3100
9	-7.1100	-6.0600	-1.0500
10	-6.8300	-6.0400	-0.7900
11	-6.8200	-6.0400	-0.7800
12	-6.4300	-5.9900	-0.4400
13	-6.3700	-5.9700	-0.4000
14	-5.8700	-5.7400	-0.1300
15	-5.6600	-5.6100	-0.0500
16	-5.4000	-5.3200	-0.0800
17	-5.1000	-5.0900	-0.0100
18	-4.3600	-4.3600	0.0000
19	-4.2500	-4.2700	0.0200
20	-3.1900	-3.2100	0.0200
21	-2.1560	-2.1520	-0.0040
22	-1.8680	-1.8650	-0.0030
23	-1.0400	-1.0390	-0.0010
24	-0.3640	-0.3640	0.0000
25	-0.0400	-0.0400	0.0000
26	0.0020	0.0020	0.0000
27	0.1620	0.1650	-0.0030
28	0.2170	0.2170	0.0000
29	0.2180	0.2000	0.0180
30	0.2900	0.2910	-0.0010
31	0.3760	0.3760	0.0000
32	0.4100	0.4080	0.0020
33	0.9550	0.6680	0.2870
34	1.3950	0.6910	0.7040
35	1.3980	0.6930	0.7050
36	1.5410	0.6980	0.8430
37	2.5320	0.7190	1.8130

38	2.7850	0.7220	2.0630
39	3.1870	0.7270	2.4600
40	3.8390	0.7340	3.1050
41	6.4000	0.7510	5.6490
42	7.3300	0.7550	6.5750
43	8.5600	0.7610	7.7990
44	11.1100	0.7690	10.3410
45	14.9600	0.7800	14.1800
46	14.9700	0.7800	14.1900



附录2.3稳压二极管伏安特性测试电路原理图

课序号：04 班级：2307 学号：20232241110 姓名：刘晨旭



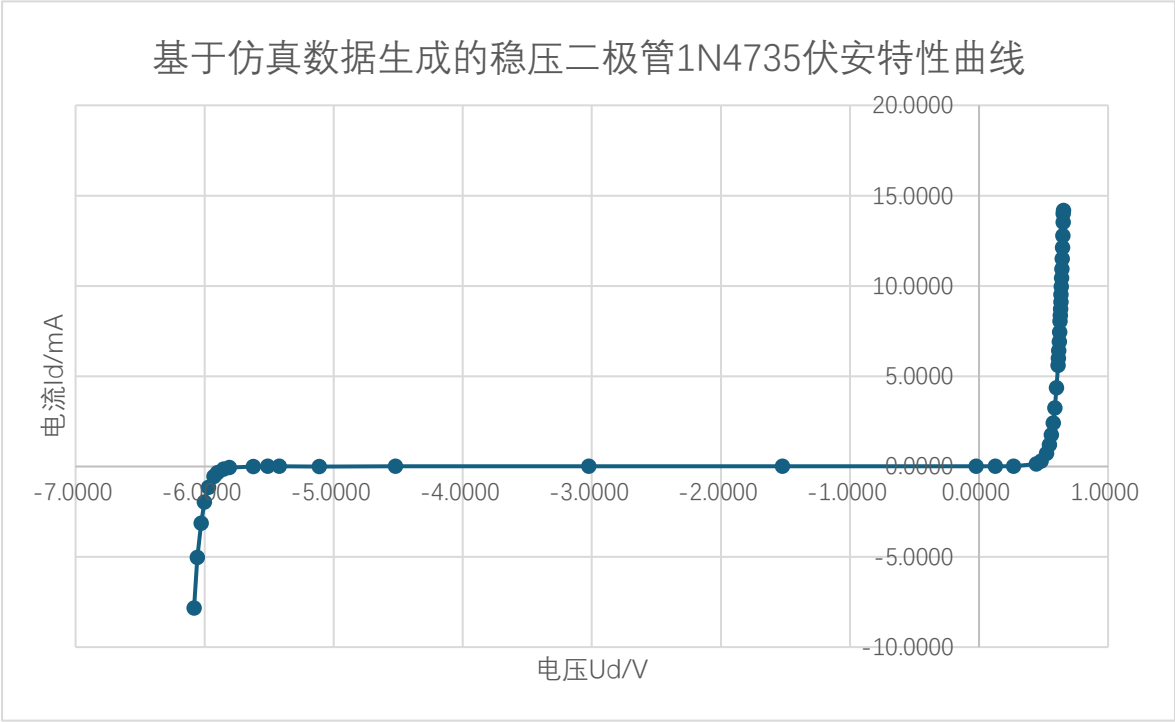
Title 稳压二极管伏安特性测试		
Size A4	Number	Revision
Date: 2024/5/13	Sheet of	
File: C:\Users\...\EXP02_04_2307_20232241110_20240513.docx	Drawn By:	

附录 2.4 EXCEL 环境下基于仿真数据生成的稳压二极管的伏安特性曲线

附表 2.3 基于仿真测量获取的稳压二极管伏安特性数据

采样点	电位器设定位置	输入电压 $U_{in}(V)$	二极管电压 $U_d(V)$	二极管电流 $I_d/(mA)$
1	0.001	14.830	0.6537	14.1763
2	0.002	14.660	0.6531	14.0069
3	0.005	14.180	0.6516	13.5284
4	0.01	13.430	0.6491	12.7809
5	0.015	12.760	0.6467	12.1133
6	0.02	12.150	0.6444	11.5056
7	0.025	11.580	0.6421	10.9379
8	0.03	11.070	0.6400	10.43
9	0.035	10.590	0.6379	9.9521
10	0.04	10.150	0.6359	9.5141
11	0.045	9.738	0.6340	9.104
12	0.05	9.356	0.6321	8.7239
13	0.055	9.000	0.6302	8.3698
14	0.06	8.667	0.6285	8.0385
15	0.07	8.060	0.6250	7.435
16	0.08	7.522	0.6217	6.9003
17	0.09	7.040	0.6185	6.4215
18	0.1	6.607	0.6154	5.9916
19	0.11	6.215	0.6125	5.6025
20	0.15	4.952	0.6013	4.3507
21	0.2	3.823	0.5882	3.2348
22	0.25	2.984	0.5751	2.4089
23	0.3	2.316	0.5611	1.7549
24	0.35	1.752	0.5446	1.2074
25	0.4	1.251	0.5222	0.7288
26	0.45	0.775	0.4815	0.2931
27	0.47	0.575	0.4446	0.1305
28	0.49	0.278	0.2685	0.009
29	0.495	0.133	0.1261	0.0068
30	0.5	-0.017	-0.0237	0.00676
31	0.55	-1.517	-1.5230	0.006
32	0.6	-3.016	-3.0230	0.007
33	0.65	-4.515	-4.5220	0.007
34	0.67	-5.115	-5.1120	-0.003
35	0.68	-5.414	-5.4210	0.007
36	0.683	-5.504	-5.5100	0.006

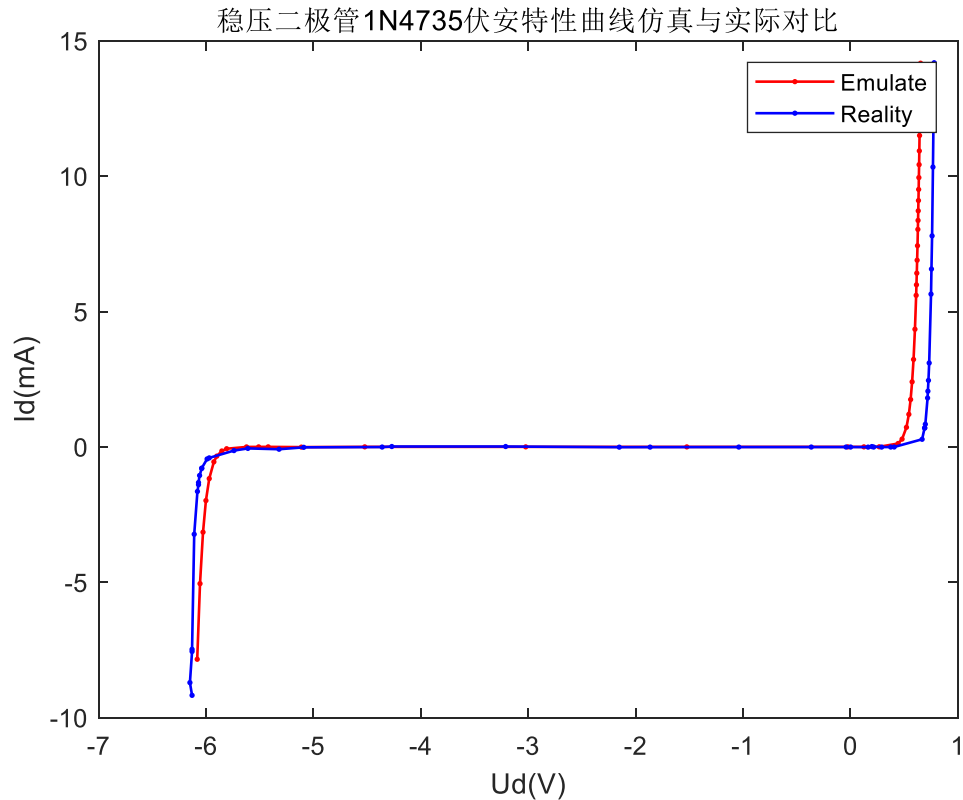
37	0.687	-5.619	-5.6230	0.004
38	0.7	-5.870	-5.8080	-0.062
39	0.71	-5.999	-5.8530	-0.146
40	0.73	-6.236	-5.9000	-0.336
41	0.75	-6.474	-5.9270	-0.547
42	0.8	-7.135	-5.9700	-1.165
43	0.85	-7.978	-6.0010	-1.977
44	0.9	-9.171	-6.0280	-3.143
45	0.95	-11.100	-6.0560	-5.044
46	0.99	-13.920	-6.0820	-7.838



附图 2.2 基于仿真数据生成的稳压二极管 1N4735 伏安特性曲线

附录 2.5 MATLAB 环境下基于实测和仿真数据生成的稳压二极管的

伏安特性曲线对照



附图 2.3 基于实测和仿真数据生成的稳压二极管 1N4735 伏安特性曲线对照

```
UdReality=xlsread("EXP02_04_2307_20232241110.xlsx","C2:C47");
IdReality=xlsread("EXP02_04_2307_20232241110.xlsx","D2:D47");

UdEmulate=xlsread("EXP02_04_2307_20232241110.xlsx","J2:J47");
IdEmulate=xlsread("EXP02_04_2307_20232241110.xlsx","K2:K47");

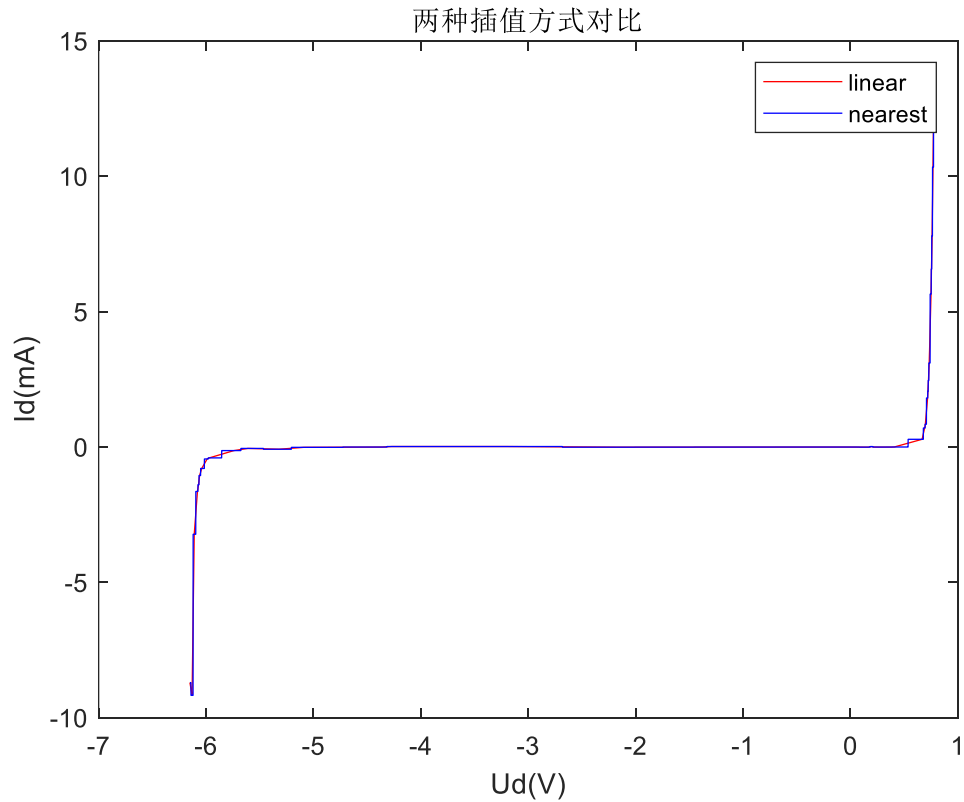
plot(UdEmulate, IdEmulate,'.-', 'LineWidth', 1, 'Color', 'red' );
hold on;

plot(UdReality, IdReality,'.-', 'LineWidth', 1, 'Color', 'blue');
hold off;

legend('Emulate','Reality');
xlabel("Ud(V)");
ylabel("Id(mA)");
title("稳压二极管 1N4735 伏安特性曲线仿真与实际对比");
```

附件 2.6

笔者尝试使用 matlab 自带的插值函数 `interp1` 对实验数据进行插值处理，经观察线形插值法与最近点插值法比较符合预期，但距离完美的伏安特性曲线图仍有一定的距离。



附图 2.4

```
x1=-7:0.001:1;
x1=x1';

[UdRealityUnique, idx] = unique(UdReality);
IdRealityUnique = IdReality(idx);

y1 = interp1(UdRealityUnique, IdRealityUnique, x1,"linear");
plot(x1, y1,'r');
hold on;
y1 = interp1(UdRealityUnique, IdRealityUnique, x1,"nearest");
plot(x1, y1,'b');
hold off;

legend('linear','nearest');
xlabel("Ud(V)");
ylabel("Id(mA)");
title("两种插值方式对比");
```