

基础物理实验报告

高温超导材料特性测试和低温温度计

姓 名：仇 是

学 号：2200011630

指导教师姓名：

序 号：6 组 5 号

二〇二四年 5 月

1 实验现象记录与数据处理

1.1 室温检测及温度计准确性校准

切换恒流源模式，铂温度计通 1mA 电流，硅温度计通 100 μ V 电流，超导样品通 100mA 电流。

室温下，测得铂温度计电压为 110.55mV，硅温度计电压为 0.5052mV，温差电偶电压为 0V。

通过比对铂温度计电阻温度的关系，计算得室温为 300.27K。

1.2 低温温度计比对及实验数据汇总

测量次数	U_{Pt} (mV)	SiD (V)	温偶 (mV)	样本 (mV)
1	108	0.521	5.84	0.174
2	105.35	0.5399	5.611	0.17
3	102.13	0.556	5.313	0.166
4	99.3	0.574	5.058	0.162
5	96.5	0.591	4.766	0.158
6	93.4	0.611	4.46	0.153
7	90.6	0.628	4.23	0.150
8	87	0.6449	3.924	0.145
9	84	0.6641	3.682	0.141
10	80	0.6914	3.39	0.136
11	77	0.7094	3.165	0.132
12	73.7	0.7240	2.92	0.128
13	70.7	0.7467	2.705	0.124
14	67.5	0.7655	2.47	0.12
15	64.1	0.7849	2.242	0.116
16	61.16	0.8019	2.043	0.112
17	58.36	0.8178	1.652	0.109
18	55.15	0.8368	1.552	0.105
19	52	0.8540	1.461	0.1
20	48.93	0.8711	1.285	0.096
21	45.4	0.8911	1.1	0.092
22	42.18	0.9089	0.929	0.088
23	39.55	0.9233	0.801	0.084
24	36	0.9428	0.626	0.079

基础物理实验报告
2200011630 仇是

25	33.04	0.9588	0.495	0.075
26	31.4	0.9676	0.419	0.073
27	30.45	0.9728	0.382	0.070
28	29.43	0.9781	0.341	0.071
29	28.56	0.9830	0.295	0.064
30	27.64	0.9878	0.261	0.060
31	26.92	0.9916	0.239	0.055
32	26.73	0.9926	0.232	0.053
33	26.65	0.9931	0.226	0.051
34	26.59	0.9934	0.224	0.048
35	26.52	0.9938	0.222	0.044
36	26.50	0.9939	0.221	0.042
37	26.48	0.9940	0.221	0.040
38	26.47	0.9940	0.220	0.038
39	26.46	0.9941	0.219	0.037
40	26.46	0.9941	0.219	0.036
41	26.46	0.9941	0.219	0.035
42	26.45	0.9942	0.219	0.034
43	26.45	0.9942	0.219	0.033
44	26.44	0.9942	0.219	0.031
45	26.44	0.9942	0.218	0.03
46	26.43	0.9943	0.218	0.029
47	26.43	0.9943	0.218	0.028
48	26.42	0.9943	0.218	0.026
49	26.42	0.9943	0.218	0.024
50	26.41	0.9943	0.218	0.022
51	26.41	0.9943	0.218	0.021
52	26.41	0.9944	0.218	0.020
53	26.38	0.9961	0.226	0.02
54	26.37	0.9954	0.226	0.019
55	26.35	0.9962	0.225	0.017
56	26.34	0.9956	0.224	0.016
57	26.33	0.9963	0.224	0.014
58	26.32	0.9964	0.223	0.013
59	26.31	0.9964	0.223	0.012
60	26.3	0.9964	0.223	0.011
61	26.3	0.9965	0.222	0.009
62	26.28	0.9966	0.222	0.008
63	26.28	0.9966	0.222	0.007
64	26.27	0.9968	0.222	0.006
65	26.25	0.9969	0.221	0.005
66	26.24	0.997	0.221	0.004
67	26.23	0.9971	0.221	0.003

68	26.2	0.9972	0.22	0.002
69	26.15	0.9968	0.219	0.001
70	26.12	0.9975	0.212	0
71	23.75	1.0007	0.192	0
72	23.88	1.0114	0.123	0
73	22.73	1.0167	0.109	0
74	22.66	1.0185	0.08	0
75	22.61	1.0172	0.078	0
76	22.53	1.017	0.075	0
77	22.42	1.0174	0.071	0
78	22.26	1.0182	0.065	0
79	22.09	1.019	0.06	0
80	21.95	1.0198	0.055	0
81	20.6	1.0251	0.04	0
82	20.43	1.0275	0.01	0
83	20.38	1.0285	0	0

铂温度计、硅温度计、温差电偶温度计两端电压随温度的变化如图 1--3，其中温度为利用铂温度计温度-电阻关系推算所得：

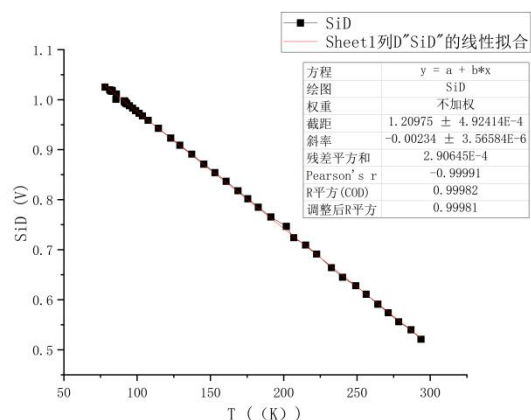
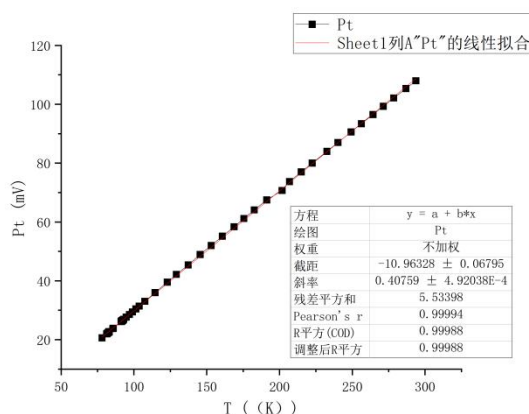
130K 以上的温度为利用铂温度计温度-电阻关系表直接读出所得，其中由于线性成分占主导，取类近似线性的方式对偏离 0.5 倍的读书进行适当估值。

130K-77K 的温度，利用近似公式 $T = (2.3664\text{K}/\Omega) \cdot R + 29.323\text{K}$ 计算得到。

可以发现，铂温度计、硅温度计两端电压随温度变化的线性度比较好，前者两端电压与温度正相关，后者两端电压与温度负相关。

铂温度计两端电压随温度变化的斜率的绝对值比硅温度计的大，可见铂温度计对温度的响应更灵敏。但硅温度计存在负的电阻温度系数，即在温度降低时电压增大，更适合测量低温。

温差电偶两端电压随温度的变化则明显呈现出非线性，其斜率随温度的增大而增大，可见热力学中的非平衡态的线性理论只能在温度区间比较小的范围内成立。温差电偶在室温下由于还未浸入液氮，两端温度都是室温，所以此时两端电压的实验数据为 0。



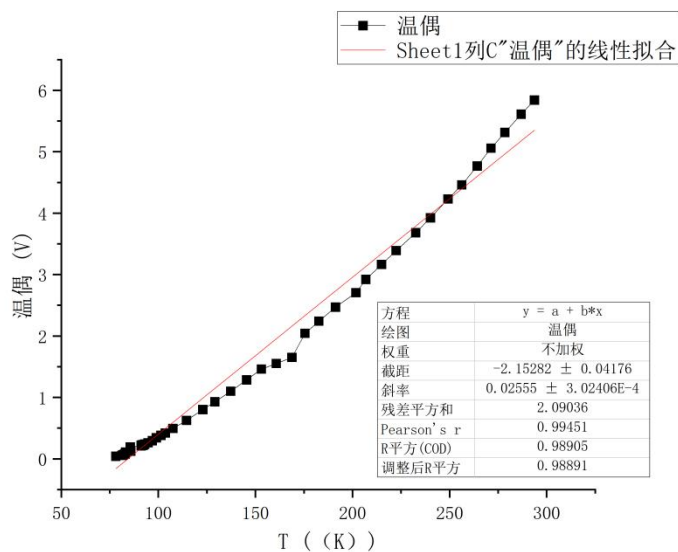


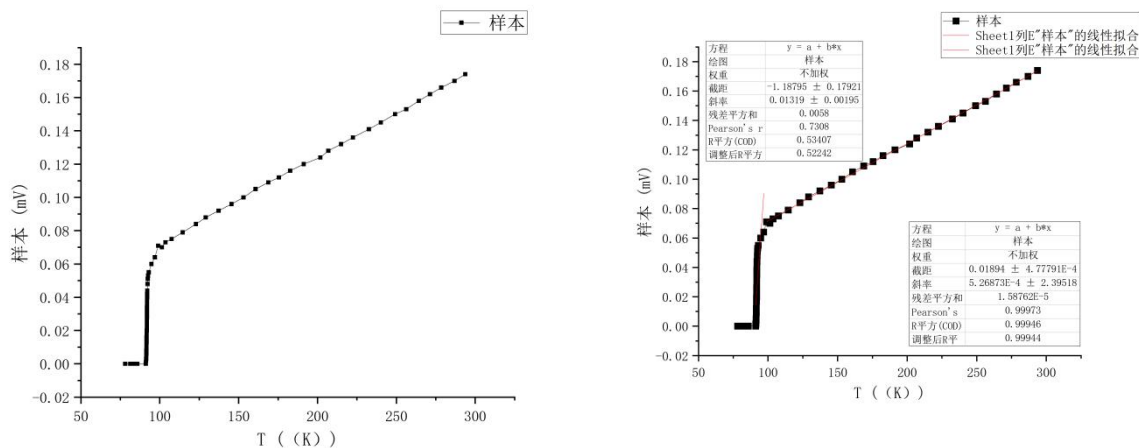
图 1--3 各温度计数据曲线

1.3 超导样品转变曲线

超导样品电阻的转变曲线如图 4。可以发现，在转变温度前，超导样品的电阻随温度基本呈线性变化，而后在极短的温度区间内电阻陡降至 0。

下面用线性拟合求转变温度。对陡降区实验数据做线性拟合如图 5。分别对 150-300K 温度以及 92K 以下且处于非超导状态时的数据做拟合, (由于这两个温度区间数据的线性度比较好)。

由拟合结果，近似计算曲线交点，可见超导温度 $T_c \approx 91.56K$



1.4 液氮沸点温度测量

在温差电偶电压为 0，即液氮面与杜瓦瓶内部温度相同时，通过铂电阻温度计可知此时温度为 77.57K，即液氮沸点的温度为 77.57K。

2 收获与感想

本实验非常难做，主要原因便是很难把控降温的速率尺度，若是操之过急，便会不小心将样品浸入液氮面中，得不偿失。

宁慢毋快，惟有细致才能一次通关，到头来才会发现，一次过关的反而是数据最好且最直截了当的。

本次实验由于时间不足，转变区的关键数据测得比较少。此外，液氮沸点温度下装置的电流也没有准确测量值，导致报告中无法评估装置的稳定性，这是本次实验的不足之处。