

超导临界温度实验报告

姓名：杨博涵 学号：PB20000328 实验日期：2023 年 5 月 6 日

一、实验数据

由于仪器问题，数据采用助教提供的去年数据

超导临界温度实验原始数据					
温度 (K)	电阻 (Ω)	温度 (K)	电阻 (Ω)	温度 (K)	电阻 (Ω)
92	0.003	127	0.043	171	0.102
92.5	0.003	128	0.049	172	0.105
93	0.002	129	0.049	173	0.099
93.5	0.002	130	0.043	174	0.1
94	0.001	131	0.048	175	0.076
94.5	0.002	132	0.056	176	0.073
95	0.004	133	0.097	177	0.112
95.5	0.003	134	0.102	178	0.138
96	0.006	135	0.099	179	0.135
97	0.008	136	0.102	180	0.136
97.5	0.012	137	0.107	181	0.14
98	0.006	138	0.158	182	0.135
98.5	0.009	139	0.118	183	0.136
99	0.006	140	0.128	184	0.149
99.5	0.004	141	0.121	185	0.146
100	0.008	142	0.113	186	0.125
101	0.012	143	0.116	187	0.082
102	0.014	144	0.122	188	0.077
103	0.009	145	0.124	189	0.078
104	0.015	146	0.122	190	0.073
105	0.019	147	0.12	191	0.074
106	0.018	148	0.074	192	0.082
107	0.019	149	0.085	193	0.082
108	0.018	150	0.077	194	0.099
109	0.021	151	0.092	195	0.072
110	0.024	152	0.08	196	0.079
111	0.022	153	0.079	197	0.071
112	0.022	154	0.072	198	0.071
113	0.025	157	0.073	199	0.07
114	0.022	158	0.072	200	0.069
115	0.024	159	0.074		
116	0.025	160	0.056		
117	0.026	161	0.056		
118	0.024	162	0.063		
119	0.025	163	0.067		
120	0.03	164	0.102		
121	0.03	165	0.092		
122	0.032	166	0.084		
123	0.037	167	0.084		
124	0.034	168	0.092		
125	0.043	169	0.104		
126	0.046	170	0.096		

图 1 实验数据

使用 origin 逐点作图

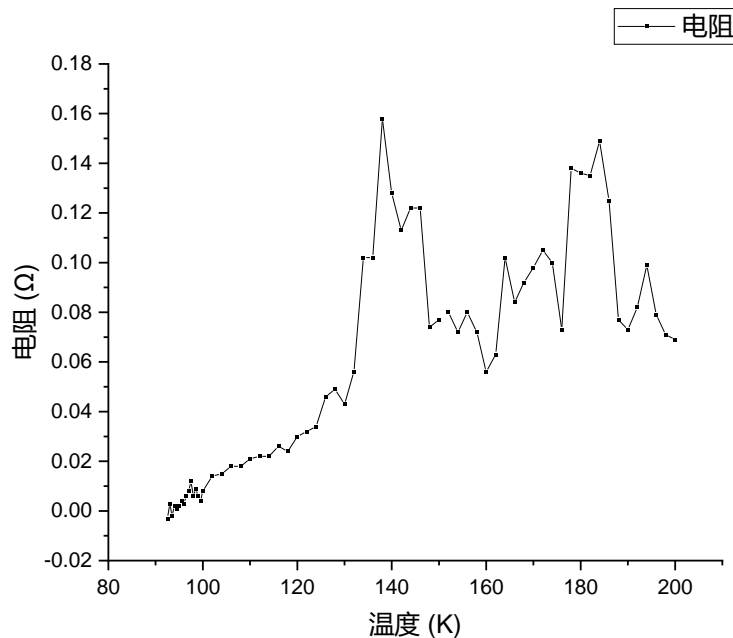


图 2 $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ 样品的电阻与温度关系曲线图

由上图可以观察到，在 $T = 93K$ 处进入了平台期，在这个温度之下电阻趋于不变，不为 0 是电路中的干扰电阻（比如导线电阻、接触电阻、噪声等）导致的，这个临界温度也在更加精确的实验得到的 90K 的附近，认为误差允许。

二、思考题

1. 低温测量装置为何要抽真空，如果真空度不好会出现什么情况？

答：主要原因有两个，其一是为了减少热传导，空气为良好的热导体，若在热源和待测设备中间存在空气，会加大热能的传导，影响到低温环境的稳定性。其二是为了减少冷凝。当温度降低到一定程度时，容易使空气中的水分和其它气体凝结在设备上，这不仅可能对设备造成损伤，也会改变设备的性质。所以如果真空度不好，容易导致冷凝现象严重，设备内部表面被凝结物覆盖，且加剧了热传导，影响实验效果。

2. 测量超导样品为何要采用四引线接法？是否还有其它的更好的接法？

答：主要原因是这种连接方式可以消除接触电阻带来的影响，使得测量结果更加准确。这是因为在四引线接法中，两个用来传送电流的导线产生的电压降不会被电压表测量到，只有样品产生的电压被测量，从而实现了准确测量。

除了四引线接法，其他常见的接线方式主要有两引线接法和三引线接法。两引线接法是最简单的接线方式，通过两条导线同时输入电流和测量电压。但在此方式下，导线的电阻也会被考虑在内，因此会影响测量的准确性。三引线接法是在热电阻感温元件的一端连接两根引线，另一端连接一根引线，此种引线形式就叫三线制。它可以消除内引线的影响，测量精度高于两线制，其常用于测温范围窄，导线太长或导线布线中温度易发生变化的场合，并且要求连接线路的电阻与被测电阻比较接近。在有一些特殊的情况下，比如测量温度传感器（例如：热电阻，热电偶）时，会使用三引线接法。

但是对于超导样品的测量，四引线接法仍然是最常用且精确的方法。目前来说，四引线接法已经是一种非常成熟且广泛使用的测量超导体电阻的方法，相比其他接法，四引线接法更为可靠和精确。

3. 用你自己的语言来解释电阻计算公式

$$R = \frac{V_1 - V_2}{2I}$$

的物理内容

答：上式是欧姆定律的推论，对一次测量有 $V_1 = R * I + e$, $V_2 = -R * I + e$ ，其中 e 是乱真电动势，乱真电动势并不随改变电流方向而改变，作差得 $R = \frac{V_1 - V_2}{2I}$ 。这个公式相当于通过两次测量作差，消去了乱真电动势的影响。同时通过四引线法消除了接触电阻的影响，使得 R 就是样品电阻真值。