

测量超导转换温度的数据采集系统

朱伯荣 张爱莲 吴培钧 刘存虎

(中国科学院物理研究所)

本文介绍电感法测量超导转换温度时采用的计算机数据采集系统。该系统主机采用国产小型机 DJS-131 机。除模数 (A/D) 转换器外,其余部分均系国产组件组装而成。

所谓电感法是基于迈斯纳效应,在正常和超导两态的转换中,样品中磁通将产生很大的变化。如果将样品置于 LC 组成的振荡回路的电感线圈中,超导转换时样品磁通的变化必然引起线圈电感量的变化,进而引起振荡器振荡频率 $(f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}})$ 产生变化,因此可用测定频率来确定超导体的转换温度 T_c 。一般取 $T_c = (T_1 + T_2)/2$, T_1, T_2 分别是频率改变 10% 和

90% 时的相应温度值。

有人曾分别用数字电压表和频率计来观察、记录标准温度计上的电压和 LC 振荡器的振荡频率,最后进行处理。这种方法测量速度和准确度都受到限制,而且得到的数据仍需处理。采用数据采集系统可以克服这些缺点。由于它具有自动采集和处理数据的功能,因而也节省了时间和人力。

一、系统结构及工作原理

该系统每次实验可同时测量八个样品,具有边采集边控温的功能。系统主要包括:接口、

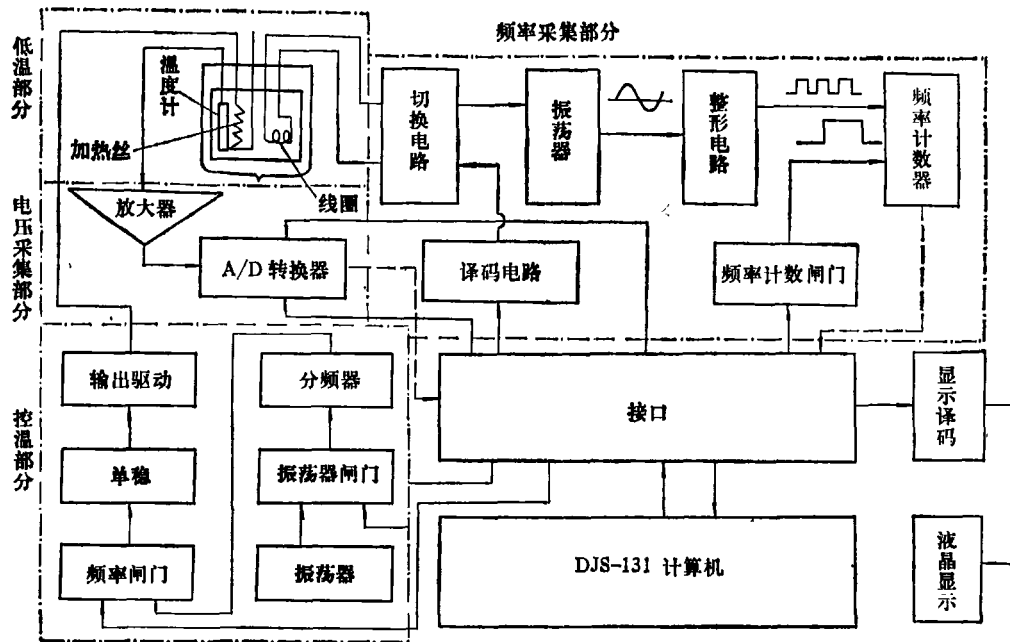


图1 采集系统的原理框图

频率采集、电压采集、控温、显示及控制台辅助逻辑等部分。系统的原理框图见图 1。

接口部分采用了国产 100 系列机的标准接口。为了取数不相混淆，在数据母线上增加了一级多路开关。

电压采集是通过一个 12 位（二进制）满刻度输入为 10V 的 A/D 转换器来完成的。为了提高精度，在 A/D 转换器前加了一级放大。

频率采集电路具有样品选择译码器，样品切换电路、斯密特整形电路、闸门时间控制电路、频率计数电路等。由译码器译码后而被选中的样品线圈经切换电路接入 LC 振荡器回路，产生的振荡频率经斯密特整形电路形成方波，它受主机时钟频率和微分电路组成的时控电路——闸门控制，在闸门打开的单位时间内送至频率计数器计数。计数结束将计数值送到数据母线上，由计算机取入机内。

温度控制是采用脉动电流进行的。控温电路包括产生加热脉冲电流的振荡器、闸门控制电路、分频器、输出频率控制闸门、单稳电路及输出驱动电路。在控温过程中根据需要由闸门控制决定脉冲是否进入分频器，进入分频器的脉冲频率经分频，视温度稳定趋势决定开某一路分频闸门，被放过频率的脉冲经单稳调整其占空比，改变加热功率，经输出驱动进入加热线圈进行加温。

显示部分作为结果输出，经显示译码，显示在液晶显示器上。

控制台辅助逻辑包括面板状态指示灯，工作方式开关等以指示工作状态，决定工作方式和样品数量等。

系统的工作过程可简述如下：实验开始，经放大器放大 300 倍的样品温度计上的电压接到 A/D 转换器的输入端，主机启动指令到达后转换器将电压转换成二进制数，并用取数指令取到计算机内。经换算得到电压值，处理后与特定的测温点的温度值进行比较，如果在所要求的精度范围内，则采集频率，开始采集时译码器首先选中第零道样品，经切换电路将该道样品的线圈接入振荡回路。振荡器的振荡波形

经斯密特电路变成脉冲加到时间控制闸门的输入端，等待闸门打开以便进行计数。主机送出 10Hz 和 100Hz 时钟频率，由输出指令选中一种频率，同时将控制触发器置“1”，使该时钟脉冲得以通过并打开频率计数器的闸门，计数器进行计数。当计数到时钟脉冲冲后沿时，这个负跳变经微分将控制触发器置“0”，关闭了计数闸门，完成了一道样品的计数。主机用取数指令将计数频率取走，同时切换至下一道样品，直至采完为止。如果采完后温度稳定在要求的精度范围内，则进行处理，打印并显示在液晶显示器上，然后改变温度继续采集。否则舍弃测量结果，根据与预定值比较的结果确定升温或降温，待稳定后重新测量。

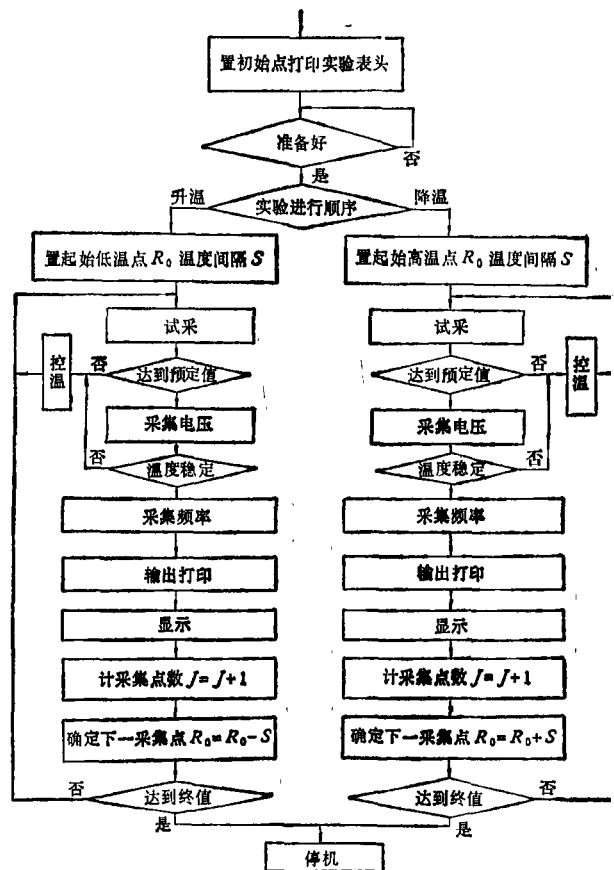


图 2 采集程序框图

(由于铂电阻温度计的阻值随温度升高而减少，故升温时 $R_0 = R_0 - S$ ，降温 $R_0 = R_0 + S$)

二、采集系统的软件简介

本采集系统的软件是采用带有 CALL 语句的单用户 BASIC 语言编写的。通过 CALL 语句调用汇编子程序,由于两种语言的混合使用,处理和控制功能较强,编写方便。系统的采集程序框图如图 2 所示。

三、实验结果

实验测试了铅样品的转换温度 T_c , 表 1 是能反映超导转换温度的部分数据。

表 1

温度 T (K)	7.03	7.10	7.13	7.18	7.22	7.26	7.40
频率 f (kHz)	5310	5310	5018	4799	4798	4797	4792

$T-f$ 关系曲线如图 3 所示, 对应频率变化 10% 和 90% 的温度为 $T_1 \approx 7.12\text{K}$, $T_2 \approx 7.17\text{K}$, $T_c = (T_1 + T_2)/2 \approx 7.14\text{K}$ 。这个温度与纯铅的 7.2K 的转换温度有差别。误差的来源与材料本身的纯度、加工工艺等有关, 同时与放大器、A/D 转换器本身的精度校准有关, 这里不作分析。

由于采集系统的使用, 从而提高了实验精

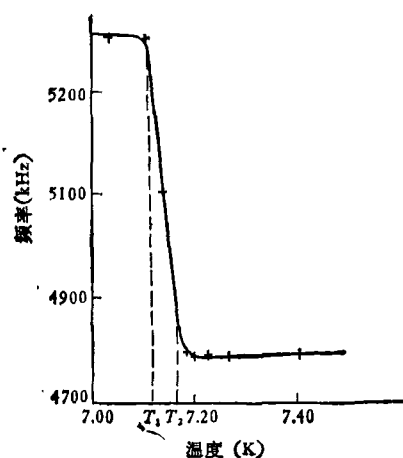


图 3 铅的超导转变曲线

度。本实验中在转换区域内 (8—4.2K) 测量精度优于 0.01K, 根据要求还可以做得更高, 这是一般方法所不能达到的。

该采集系统稍作改动便可以用于低温下其它物理量的测量。如有绘图仪, 可以得到更直观的结果。

采集系统软件可以增添更多的功能, 使实验结果更加完善, 乃至直接打印出 T_c 值。

本工作得到了杨沛然、赵忠贤同志的支持和帮助, 郭树权同志为实验提供了低温装置, 并协助进行了实验, 李洁同志承担了操作任务, 谨此致谢。

GBH-1 单匝二倍压回路放电的短路技术

胡建芳 张敏生 蒋地明 崔文栋 杨宣宗 张元生

(中国科学院物理研究所)

在快收缩等离子体物理实验装置中, 储能电容器通过起动开关、传输电缆和集电板对负载线圈脉冲放电。由于在这样的脉冲回路中, $R \ll \sqrt{L/C}$, 所以负载内的电流是衰减振荡的。这一振荡过程使等离子体的平衡和稳定受到不利影响。为了减少这种影响, 往往采用箱

位电路即短路回路, 使负载内的电流由振荡的变成单向的, 从而延长等离子体的约束时间, 提高等离子体的电子温度。

进行单匝二倍压回路短路实验, 是为了研究 GBH-1 高比压环形等离子体物理实验装置上使用场畸变短路开关的可行性。实验结果