

高温超导实验软件和硬件操作手册

作者：刘艳芬

Version 3，更新于 2020 年 9 月 2 日

目录

注意	- 2 -
一、硬件简要使用操作流程	- 3 -
1. 致冷前准备	- 3 -
2. 致冷使用完毕后	- 8 -
3. 磁场操作:	- 8 -
二、高温超导软件操作手册	- 10 -
1. 软件使用	- 10 -
2. 软件通用说明	- 10 -
1) 交流电测磁化率（致冷机版）或交流四线测电阻（液氮恒温器版）软件操作	- 12 -
2) 直流四引线测电阻	错误!未定义书签。
三、查错与常见故障排除（FAQ）	- 15 -
1. 硬件	- 15 -
2. 软件	- 15 -

注意



注意

加注液氮时一定要做好防护措施以防冻伤。



注意

低温版液氮恒温器温度严禁超过 325K，否则会造成永久性损坏。



注意

温度在 200K 以下可**关闭真空泵，但需先关真空阀。**



注意

加液氮时，请确保漏斗上无水，防止水进入到液氮容器。
离场前将恒温器加热到 290K



注意

开机顺序：先开 NI 机箱、控温仪、电磁铁电源以及直流电源，锁相放大器等，最后开计算机。



注意

电磁铁周围（1 米范围内）禁止有其它铁磁性物质
电磁铁调整极头间距或移动电磁铁时，保证电磁铁电源的输出**电流为零；**
不需要磁场时，请将电磁铁电源输出电流设置为**零**

一、硬件简要使用操作流程

1. 致冷前准备

- 1) 通电前确认：真空球阀处于关闭状态（如图 1 绿色阀手柄方向与波纹管轴向垂直），样品罩、机械泵等处的真空卡箍（又称夹紧型快卸法兰）是上紧的（如图 1）

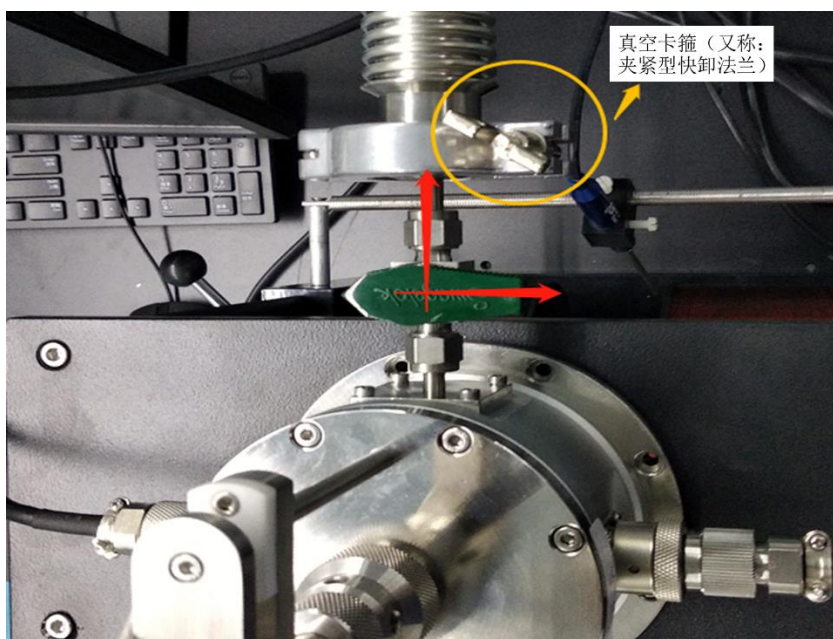


图 1 真空阀（球阀）实物俯视图

- 2) 关闭真空阀门，打开真空泵（开关位于泵的侧面，见图 2），2 分钟以后慢慢打开真空阀，听到“呼噜”声停止旋转阀，声音停止后继续缓慢旋转真空阀至全开（绿色阀柄与波纹管平行），真空泵打开以半个小时后，可按照第 4 步致冷。

注：新增两套液氮恒温器采用针阀为真空阀，它不像球阀那样只能转 90 度，而是可以转数圈，因此，可以更好地控制阀门的开度。



图 2 机械真空泵（注意开关位置）



图 3 真空压力表

- 3) 抽真空的过程中，其他仪器依次通电：先开 NI 机箱电源（前面板按钮）、控温仪电源（前面板红色按钮）、电磁铁电源（背后红色按钮，然后按前面板“power”长按 3 秒）、普源数字多用表通电（先观察下图 4 中的前面板开关按钮是否闪烁：若是闪烁，则按一下表头屏幕亮，开机完成；若前面板按钮常暗，则需要先拨通后面板的开关至“1”，使其闪烁，然后重复上一个步骤）；最后通电脑电源。注意：请保持电脑是最后开机，否则引起通讯紊乱。

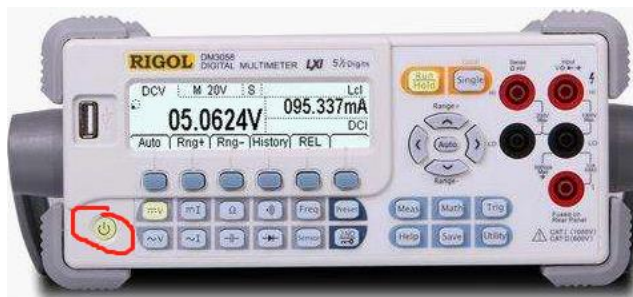


图 4 图中红圈为前面板开关，

4) (1) 液氮恒温器版

- 逆时针旋转丝杆（图 5），提高“液氮针阀”至完全打开（此时比较费劲）；

新版两台液氮恒温器无旋升丝杆，只需用手提升“液氮针阀”、大致控制其高度。

- （先检查漏斗是否有冷凝水，如有先要擦拭干。）向注液漏斗中缓慢加入液氮（如图 6 所示），直到液氮有少量溢出，表明液氮已经加注满。



图 5 液氮针阀丝杆

!! 注意：请确保灌液氮瓶与漏斗下方无人，谨防液氮从衣领口灌入。



图 6 灌液氮操作

- 如果想减慢降温速率，可以顺时针旋转“针阀”丝杆，使针阀部分关闭；顺时针旋转到底时（最多旋转 8 圈），使针阀完全关闭。

新版只需将“针阀”杆往下插，大致控制高度。

- 注意用纱布将排气孔围起来，以防水蒸汽进入在液氮中冷凝（成冰花），堵塞针阀。
- 当温度降至 200K 附近时，关闭真空阀，再关闭真空泵。

（2）致冷机版

- 打开致冷机电源变压器（220VAC 转 110VAC）开关，然后打开致冷机背后的电源开关（图 7），1 分钟后会听到冷头规律的马达声，表明致冷机正常启动，正常致冷速度起初约 2K/min，后期降温速度逐渐变慢。
- 当温度降至 200K 附近时，关闭真空阀，再关闭真空泵。



图 7 致冷机前面板 (a)

致冷机后面板 (b)

- 5) 控温：TC202 使用 PID 算法控制温度；加热功率有三档，选择 15%时，如果经过 10 分钟实际温度依然低于设定温度，说明加热功率选择偏低，请将加热功率选择 100%。经过 10 分钟以后如果温度还没有稳定在设定温度，需要调节液氮流量或者控温仪的加热功率¹。

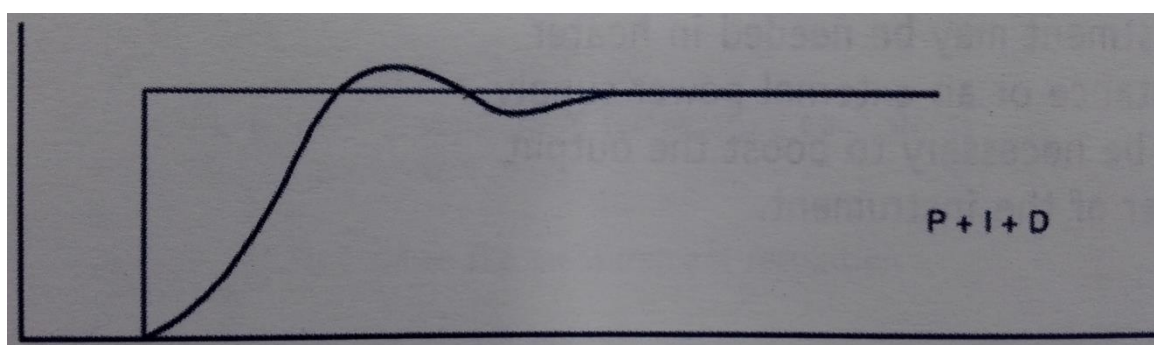


图 8 PID 控制温度的大致趋势

¹ 控温的过程是液氮流量（或者致冷机）与控温仪中的加热器共同作用下达到温度稳态。

2. 致冷使用完毕后

实验完成后，且不再马上有下一个实验使用时，将针阀提升至全开的位置。

(1) 液氮恒温器版

- **确认真空阀关闭状态，关闭真空泵。**
- 控温仪加热至 290K 稳定后，关闭其他仪器控温仪以及测试仪表。

(2) 致冷机版

- **确认真空阀关闭状态，关闭真空泵。**
- 关闭致冷机，控温仪加热至 290K 稳定后，关闭其他仪器控温仪以及测试仪表。

3. 磁场操作

- (1) 请确认：电磁铁周围（1 米范围内）禁止有其它铁磁性物质，防止电磁铁工作时发生设备损坏。
- (2) 调整磁极间距之前首先调整电磁铁电源输出电流为零。
- (3) 为尽量反映样品处的磁场强度，高斯计探头处于样品附近。
- (4) 设置电磁铁电源的磁场值时，请务必确认磁感应线垂直穿过高斯计的探测面（高斯计和电磁铁电源有反馈关系）。

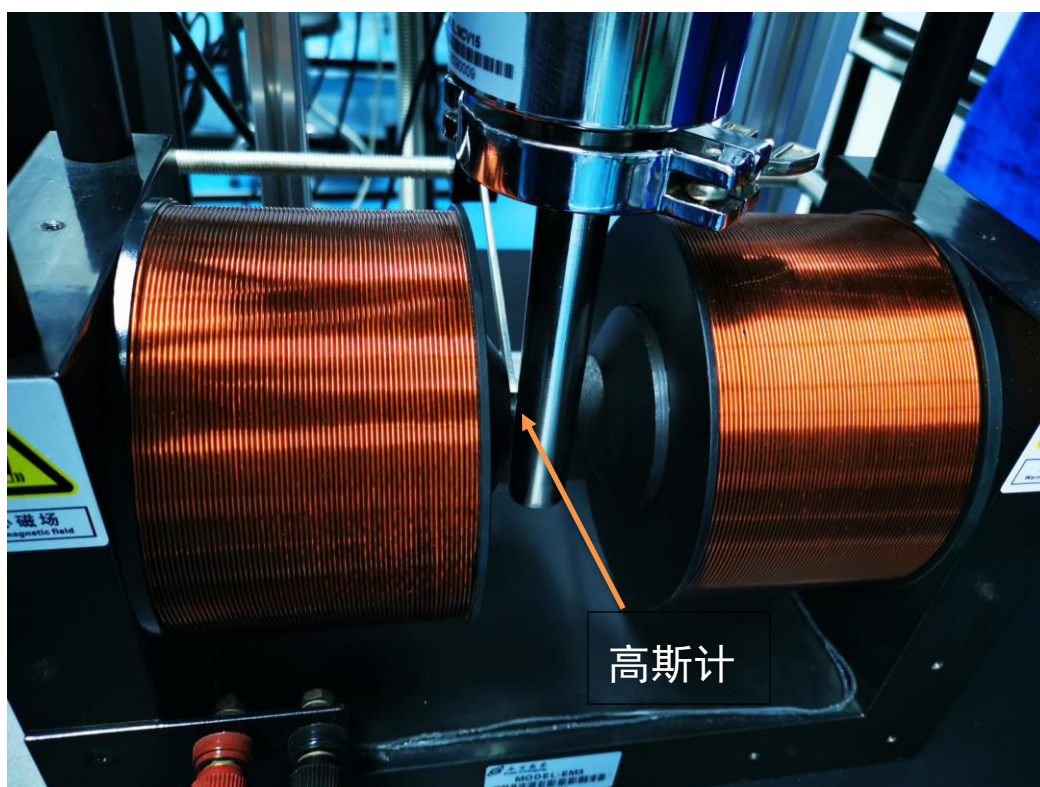


图 9 高斯计（亦称特斯拉计）放置于电磁铁间隙中心连线上。

二、高温超导软件操作手册

1. 软件使用

该实验共用到 3 个版本的软件：

(1) 直流四引线电阻测量（液氮恒温器版）【4、5 号机】

- 桌面—>Labview 快捷方式“直流四引线电阻测量”，数据保存按钮位于界面右下方，文件默认保存为 csv 格式；

(2) 交流四线电阻测量（单通道锁相放大器）【4-6 号机】

- 桌面—>Labview 快捷方式“交流电阻测量”，数据保存按钮位于锁相放大器界面。

(3) 交流磁化率测量（单通道锁相放大器）【1、2、10 号机】

- 桌面→ Labview 快捷方式“交流磁化率测量-单通道锁相”，数据保存按钮位于锁相放大器界面。该软件比（2）多了数字万用表测温模块。

(4) 交流磁化率测量（双通道锁相放大器）【未开发】

- 桌面—>Labview 快捷方式“交流磁化率测量-双通道锁相”，数据保存按钮位于锁相放大器界面。

2. 软件通用说明

打开软件之后，均需按照

表 1 配置 VISA resource name（或串口配置），锁相放大器的“串口设置信息”，需要运行后再选择：

表 1 仪器通讯接口列表

	控温仪 (TC202)	电磁铁电源 (P15_40)	锁相放大器 (OE1022)	数字万用表 (DE3058E)
1 号台	COM3	COM4	COM7	USB
2 号台	COM8	COM4	COM3	USB
4 号台	COM4	COM6	COM8	
5 号台	COM4	COM6	COM8	
6 号台	COM9	COM11	COM5	
10 号台	COM7	COM8	COM5	USB
11 号台	COM4	COM6	COM7	USB

所有软件，右击桌面的 VI 快捷方式（如：直流四引线电阻测量）->“打开所在文件夹”，均可找到源 vi 程序，感兴趣的同学可以自己编辑更好的采集软件。

所有软件均涉及到控温仪 TC202 和电磁铁电源 P15_40 功能介绍如图 10 直流四线法测电阻功能介绍。“交流电测”数据导出功能位于“锁相放大器”标签下。



图 10 直流四线法测电阻功能介绍

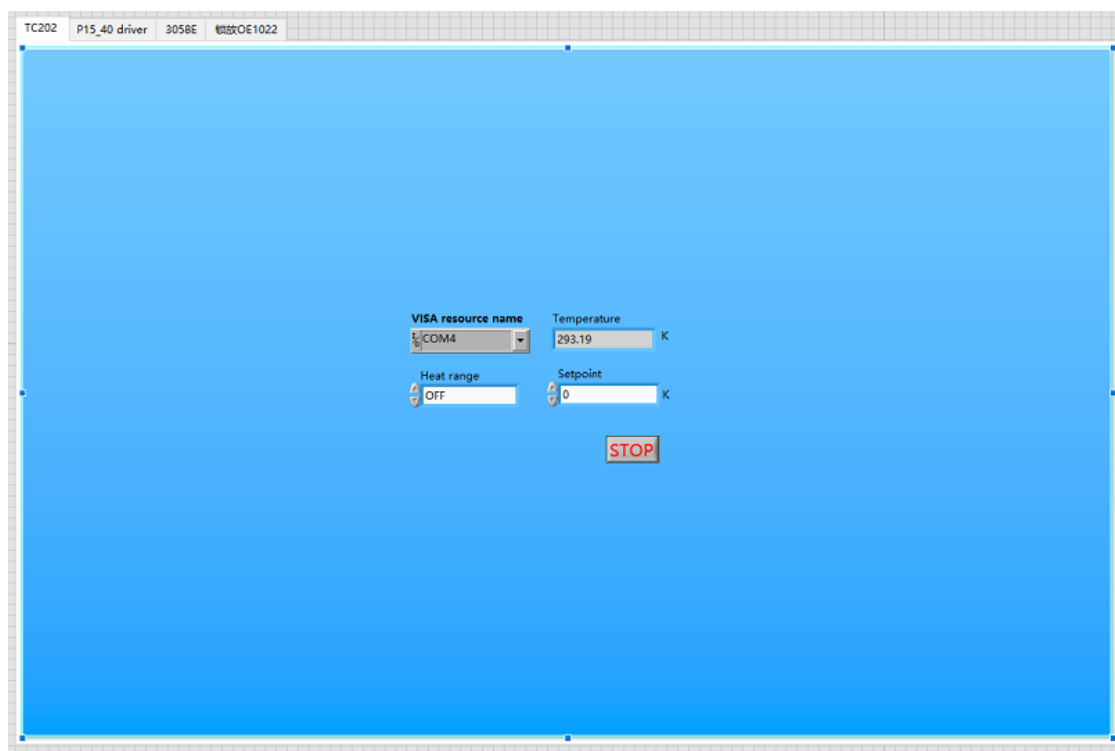


图 11 交流电测磁化率面板

1) 交流电测磁化率测量（致冷机版）或交流四线电阻测量（液氮恒温器版）软件操作



- (1) 双击快捷方式打开
- (2) 进入界面，有 4 个（交流四线测电阻是 3 个选项卡），交流磁化率版增加了标签“3058E”用数字多用表测量样品上的 PT1000 的电阻，进而换算出样品的温度。
- (3) 按照表 3-1 确认 VISA resource name 或者串口配置信息，数字多用表“3058E”标签的 VISA resource name 从其右侧下拉菜单选择 USB 打头的名字，测量功能下拉菜单选“4-wire resistance”即：四线法测电阻
- (4) 为避免重复设置，可将选好的数值，通过下图方法设置为默认值

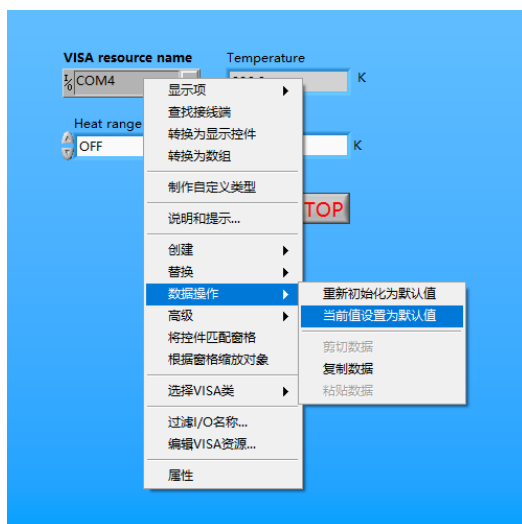




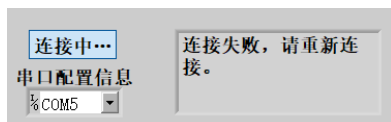
图 12 设置当前值为默认值的方法



(5) ***注意*** 锁相放大器的串口信息需要运行后再选择，即：

- 单击运行  → 串口配置信息框按照表 3-1 选择接口 → 单击 连接



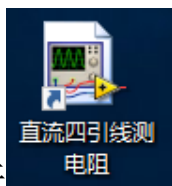
- 连接成功显示 ；链接失败显示



- 连接失败先单击停止 ，终止程序 → 单击运行  重新选择串口配置信息

(6) 数据保存方法： 锁相选项卡，右下方“保存数据”，默认保存在程序所在文件夹，右击快捷方式，“（打开对应文件夹）”，保存格式为 xls。

2) 直流四引线电阻测量



(1) 双击快捷方式打开

(2) 进入界面，如图 3-1

(3) 按照表 3-1 确认 VISA resource name 或者串口配置信息，直流稳流源

“IT6400” 标签的 VISA resource name 从其右侧下拉菜单选择 USB 打头的名字

- (4) 直流稳流源“IT6400”标签下, “Current set”可设置输出直流电流值, 通过样品的电流即为该值; “Voltage set”并非样品两端的实际电压, 并且样品两端实际电压一定小于该电压值, 该值的正负只表示电流正向和反向;
- (5) 数字万用表“DMM”标签测量样品两端电压值, 常温下该值约为 μV 量级, 该模块下还有数据保存按键;
- (6) 数据保存方法: 界面右下方, 默认保存在 “D 盘的 test 文件夹”, 只能以 csv 格式存储, 存储后可以用 Excel 软件打开。

三、查错与常见故障排除（FAQ）

1. 硬件

问题：电磁铁电源用“field mode”或者“Current mode”，均无法调节磁场

排查：电磁铁电源后面板电源是否接通；前面板“power”是否再开（开了的标志是前面板屏幕显示磁场值或者电流值）；高斯计是否在磁铁间隙内，探测面是否垂直磁感线；以上三步未解决的话，应当是电磁铁电源处于初始化状态，请等待 10 分钟，关闭电源，重新开启。

2. 软件

问题：点击运行后，显示连接超时或者读取硬件错误，或者无法正常运行

排查：

- （1）报连接超时，通过设备管理器检查各个仪器与电脑的通讯线缆接好
- （2）检查实验记录，确保计算机是最后开机的，若不是，先正常关电脑，然后再用电脑上的按钮开机。该故障常出现在“3058E”和 NI 数字万用表无法读数。