

CHI电化学分析仪/工作站 用户手册

上海辰华仪器有限公司

上海市松花江路251弄6号1202室

仪器销售（北方片）：021-65333320	E-mail: chyqx@chinstr.com
仪器销售（南方片）：021-65339212	E-mail: chyqh@chinstr.com
附件销售：021-65330397	E-mail: chyqj@chinstr.com
售后服务：021-65330600	E-mail: chyqw@chinstr.com
传 真：021-55235200	邮 编：200093

网址：www.chinstr.com

CHI600E/700E电化学分析仪/工作站 用户手册

绪言

CHI600E系列电化学分析仪/工作站为通用电化学测量系统。内含快速数字信号发生器，高速数据采集系统，电位电流信号滤波器，多级信号增益， iR 降补偿电路，以及恒电位仪/恒电流仪（CHI660E）。电位范围为 $\pm 10V$ ，电流范围为 $\pm 250\text{ mA}$ 。电流测量下限低于 50 pA 。可直接用于超微电极上的稳态电流测量。如果与CHI200微电流放大器及屏蔽箱连接，可测量 1 pA 或更低的电流。600E系列也是十分快速的仪器。信号发生器的更新速率为 5 MHz ，数据采集速率为 500 KHz 。循环伏安法的扫描速度为 500 V/s 时，电位增量仅 0.1 mV ，当扫描速度为 5000 V/s 时，电位增量为 1 mV 。又如交流阻抗的测量频率可达 100 KHz ，交流伏安法的频率可达 10 KHz 。仪器可工作于二，三，或四电极的方式，四电极对于大电流或低阻抗电解池（例如电池）十分重要，可消除由于电缆和接触电阻引起的测量误差。仪器还有外部信号输入通道，可在记录电化学信号的同时记录外部输入的电压信号，例如光谱信号等。这对光谱电化学等实验极为方便。此外仪器还有一高分辨辅助数据采集系统（ $24\text{ bit @ }10\text{ Hz}$ ），对于相对较慢的实验可允许很大的信号动态范围和很高的信噪比。

仪器由外部计算机控制，在视窗操作系统下工作。仪器十分容易安装和使用。不需要在计算机中插入其他电路板。用户界面遵守视窗软件设计的基本规则。如果用户熟悉视窗环境，则无需用户手册就能顺利进行软件的操作。命令参数所用术语都是化学工作者熟悉和常用的。一些最常用的命令都在工具栏上有相应的键，从而使得这些命令的执行方便快捷。软件还提供详尽完整的帮助系统。

仪器软件具有很强的功能，包括极方便的文件管理，全面的实验控制，灵活的图形显示，以及多种数据处理。软件还集成了循环伏安法的数字模拟器。模拟器采用快速隐式有限差分法，具有很高的效率。算法的无条件稳定性使其适合于涉及快速化学反应的复杂体系。模拟过程中可同时显示电流以及随电位和时间该变的各种有关物质的动态浓度剖面图。这对于理解电极过程极有帮助。这也是一个很好的教学工具，可帮助学生直观地了解浓差极化以及扩散传质过程。

CHI600E系列仪器集成了几乎所有常用的电化学测量技术，包括恒电位，恒电流，电位扫描，电流扫描，电位阶跃，电流阶跃，脉冲，方波，交流伏安法，流体力学调制伏安法，库仑法，电位法，以及交流阻抗，等等。不同实验技术间的切换十分方便。实验参数的设定是提示性的，可避免漏设和错设。

为了满足不同的应用需要以及经费条件，CHI600E系列又分成多种型号。不同的型号具有不同的电化学测量技术和功能，但基本的硬件参数指标和软件性能是相同的。CHI600E和CHI610E为基本型，分别用于机理研究和分析应用。它们也是十分优良的教学仪器。CHI602E和CHI604E可用于腐蚀研究。CHI620E和CHI630E为综合电化学分析仪，而CHI650E和CHI660E为更先进的电化学工作站。

电 化 学 技 术

电 位 扫 描 技 术

- Cyclic Voltammetry (CV) 循环伏安法
- Linear Sweep Voltammetry (LSV) 线性扫描伏安法
- TAFEL (TAFEL) Tafel 图
- Sweep-Step Functions (SSF) 电位扫描 - 阶跃混合方法

电 位 阶 跃 技 术

- Chronoamperometry (CA) 计时电流法
- Chronocoulometry (CC) 计时电量法
- Staircase Voltammetry (SCV) 阶梯波安法
- Differential Pulse Voltammetry (DPV) 差分脉冲伏安法
- Normal Pulse Voltammetry (NPV) 常规脉冲伏安法
- Differential Normal Pulse Voltammetry (DNPV) 差分常规脉冲伏安法
- Square Wave Voltammetry (SWV) 方波伏安法
- Multi-Potential Steps (STEP) 多电位阶跃

交 流 技 术

- AC Impedance (IMP) 交流阻抗测量
- Impedance - Time (IMPT) 交流阻抗 - 时间关系
- Impedance - Potential (IMPE) 交流阻抗 - 电位关系
- AC (including phase-selective) Voltammetry (ACV) 交流 (含相敏交流) 伏安法
- Second Harmonic AC Voltammetry (SHACV) 二次谐波交流伏安法

恒 电 流 技 术

- Chronopotentiometry (CP) 计时电位法
- Chronopotentiometry with Current Ramp (CPCR) 电流扫描计时电位法
- Potentiometric Stripping Analysis 电位溶出分析

其 他 技 术

- Amperometric i-t Curve 电流 - 时间曲线
- Differential Pulse Amperometry 差分脉冲电流法
- Double Differential Pulse Amperometry 双差分脉冲电流法
- Triple Pulse Amperometry 三脉冲电流法
- Bulk Electrolysis with Coulometry 控制电位电解库仑法
- Hydrodynamic Modulation Voltammetry (HMV) 流体力学调制伏安法
- Open Circuit Potential - Time 开路电位 - 时间曲线

溶 出 方 法

除循环伏安法外所有其他的伏安法都有其相对应的溶出伏安法。

极 谱 方 法

除循环伏安法外所有其他的伏安法都有其相对应的极谱方法。但需要配置BAS的CGME。也可采用其他带敲击器的滴汞电极，但敲击器必须能用TTL信号控制。

仪器的硬件指标

恒电位仪 / 恒电流仪 (CHI660E)

控制电位：±10 V

电流：±250 mA

上升时间：< 2 μs

槽压：±12 V

2, 3, 4- 电极体系

参比电极输入阻抗： $10^{12} \Omega$

电位分辨率：0.1 mV

主采样速率：500K Hz

辅助采样系统：20-bit @ 1K Hz, 24-bit @ 10 Hz

外部电压信号输入

灵敏度：0.1 - 10^{-12} A/V 共 12 档

电流测量下限：小于 50 pA

电位电流的自动或手动滤波

自动或手动 iR 降补偿

自动电位和电流的调零

电解池控制信号 (TTL 输出)：除气，搅拌，敲击，与 BAS 的电解池及 CGME 匹配

旋转电极控制：0 - 10 V 输出对应于 0 - 10,000 rpm 的转速。与 Pine 的 AFMSRXESYS 匹配

仪器尺寸：38 cm (宽) × 24 cm (深) × 12 cm (高)

重量：~ 5 Kg

仪器对计算机的要求

操作系统：Windows

处理器：Pentium

随机存储器：16M 字节

显示器：VGA

鼠标器：PS/2 鼠标器

串行通讯口：RS-232

输出设备：任何视窗支持的打印机或绘图仪

CHI 电化学分析仪的安装及使用

仪器的安装

打开包装箱后，取出仪器，电源线，通讯电缆，电极线和软件盘。

仪器在使用前请先安装 CP210X 软件（USB 驱动程序），打开光盘中的“USB Driver”文件夹，复制粘贴到硬盘上，然后安装 CP210X 软件（USB 驱动程序）。

仪器的操作软件安装十分简单。将软件盘插入驱动器，复制盘上的 chiXXX.（XXX 为仪器的型号）文件夹，粘贴到硬盘上，打开硬盘上的文件夹，里面有该仪器的实验数据和一个帮助文件，还有一个操作软件，双击操作软件图标，程序便启动了。你应该考虑将操作软件发送一个快捷方式到桌面上去，将来不必每次都到文件管理器中去找文件，而只需双击桌面上操作软件图标就可启动。

接下来，你应该接上仪器的电源线和电极线。并用 USB 通讯线将电脑和仪器相连接。然后打开仪器电源，再打开操作软件，你就可以进行测量了。

要注意的是，你应该先打开仪器电源，然后再打开操作软件，这时软件会自动寻找并匹配通讯端口，而先打开操作软件再打开仪器电源的话，则要手动去设置通讯端口，所以建议先打开仪器电源，再打开操作软件。

仪器的初步测试

在软件的 Setup（设置）的菜单上找到 System（系统）的命令。执行此命令，便会显示“System Setup”的对话框。通讯口的设置应对应于计算机用于控制仪器的那个串行口（Com 1 或 Com 2）。如果操作中出现“Link Failed”的警告，有可能是由于串行口设置的错误。

在 Setup 的菜单中执行 Hardware Test（硬件测试）的命令，系统便会自动进行硬件测试。如果出现“Link Failed”的警告，请检查仪器电源是否打开，通讯电缆是否接好，通讯口的设置是否正确。如果都没问题，有可能是计算机的串行通讯口工作不正常，请多试几个计算机。如果还是不能通讯，请行内检查串行口是否工作正常。如果工作正常，大约一分钟后屏幕上会显示硬件测试的结果。硬件测试是一个参考，有时错误信息出现不一定是硬件问题。最好的办法是用标准电阻进一步测试。

找一个 100K 欧姆（1% 精度）的电阻，将对极（红色夹头）和参比电极（白色夹头）同时夹在电阻的一端，将工作电极（绿色夹头）夹在电阻的另一端。此电阻构成模拟电解池。在 Setup 菜单中执行 Technique（实验技术）的命令，选择 Cyclic Voltammetry（循环伏安法）。在 Setup 菜单中再执行 Parameters（实验参数）的命令，将 Init E（初始电位）和 High E（高电位）都设在 0.5 V，Low E（低电位）设在 -0.5 V。Sensitivity（灵敏度）设在 1.0e-006 A/V。如果你用的不是 100K 欧姆的电阻，灵敏度需重设，使灵敏度和电阻的乘积约为 0.1。完成参数设定后，在 Control（控制）菜单中执行 Run（运行实验）的命令。实验结果应是一条斜的直线，每点电位处的电流值都应等于电位除以电阻。

如果 Hardware Test 中发现某些量程错误，可用电阻作模拟电解池进一步测试（方法如上所述）。根据灵敏度量程选用合适的阻值（使灵敏度和电阻的乘积约为 0.1），在 0.5 V 至 -0.5 V 的电位范围扫描，看结果是否为一斜的直线，零电位处电流是否接近于零，以及各点电位下的电流值是否等于电位除以电阻。一般如果硬件问题，会产生完全错误的结果（误差大于满量程信号的 5%）。如果确认硬件出了问题，请和上海辰华仪器公司或 CH Instruments 联系。

实验操作

将电极夹头夹到实际电解池上。设定实验技术和参数后，便可进行实验。实验中如果需要电位保持或暂停扫描（仅对伏安法而言），可用 Control 菜单中的 Pause/Resume 命令。此命令在工具栏上有对应的键。如果需要继续扫描，可再按一次该键。对于循环伏安法，如果临时需要改变电位扫描极性，可用 Reverse（反向）命令，在工具栏也有相应的键。若要停止实验，可用 Stop（停止）命令或按工具栏上相应的键。

如果实验过程中发现电流溢出（Overflow，经常表现为电流突然成为一水平直线或得到警告），可停止实验，在参数设定命令中重设灵敏度（Sensitivity）。数值越小越灵敏（ $1.0e-006$ 要比 $1.0e-005$ 灵敏）。如果溢出，应将灵敏度调低（数值调大）。灵敏度的设置以尽可能灵敏而又不溢出为准。如果灵敏度太低，虽不致溢出，但由于电流转换成的电压信号太弱，模数转换器只用了其满量程的很小一部分，数据的分辨率会很差，且相对噪声增大。对于 600 和 700 系列的仪器，在 CV 扫速低于 0.01 V/s 时，参数设定时可设自动灵敏度控制（Auto Sens）。此外，TAFEL, BE 和 IMP 都是自动灵敏度控制的。

实验结束后，可执行 Graphics 菜单中的 Present Data Plot 命令进行数据显示。这时实验参数和结果（例如峰高，峰电位和峰面积等）都会在图的右边显示出来。你可做各种显示和数据处理。很多实验数据可以用不同的方式显示。在 Graphics 菜单的 Graph Option 命令中可找到数据显示方式的控制，例如 CV 可允许你选择任意段的数据显示，CC 可允许 $Q-t$ 或 $Q-t^{1/2}$ 的显示，ACV 可选择绝对值电流或相敏电流（任意相位角设定），SWV 可显示正反向或差值电流，IMP 可显示波德图或奈奎斯特图，等等。

要存储实验数据，可执行 File 菜单中的 Save As 命令。文件总是以二进制（Binary）的格式储存，用户需要输入文件名，但不必加 .bin 的文件类型。如果你忘了存数据，下次实验或读入其他文件时会将当前数据抹去。若要防止此类事情发生，可在 Setup 菜单的 System 命令中选择 Present Data Override Warning。这样，以后每次实验前或读入文件前都会给出警告（如果当前数据尚未存的话）。

若要打印实验数据，可用 File 菜单中的 Print 命令。但在打印前，你需先在主视窗的环境下设置好你的打印机类型，打印方向（Orientation）请设置在横向（Landscape）。如果 Y 轴标记的打印方向反了，请用 Font 命令改变 Y 轴标记的旋转角度（ 90° 或 270° ）。我们建议使用激光打印机，其速度快，分辨率好，可直接用于发表。你若要调节打印图的大小，可用 Graph Options 命令调节 X Scale 和 Y Scale。

若要切换实验技术，可执行 Setup 菜单中的 Technique 命令，选择新的实验技术，然后重新设定参数。如果要做溶出伏安法，则可在 Control 的菜单中执行 Stripping Mode 命令，在显示的对话框中设置 Stripping Mode Enabled。如果要使沉积电位不同于溶出扫描时的初始电位（也是静置时的电位），可选择 Deposition E，并给出相应的沉积电位值。只有单扫描伏安法才有相应的溶出伏安法，因此 CV 没有相应的溶出法。

一般情况下，每次实验结束后电解池与恒电位仪会自动断开。做流动电解池检测时，往往需要电解池与恒电位仪始终保持接通，以使电极表面的化学转化过程和双电层的充电过程结束而得到很低的背景电流。用户可用 Cell（电解池控制）命令设置“Cell On between I-t Runs”。这样，实验结束后电解池将保持接通状态。

其他注意事项

仪器的电源应采用单相三线。其中地线应与大地联接良好。地线的作用不但可起到机壳屏蔽以降低噪声，而且也是为了安全，不致由漏电而引起触电。

仪器不宜时开时关，但晚上离开实验室时建议关机。

使用温度 $15^{\circ}\text{C} - 28^{\circ}\text{C}$ ，此温度范围外也能工作，但会造成漂移和影响仪器寿命。

电极夹头长时间使用造成脱落，可自行焊接，但注意夹头不要和同轴电缆外面一层网状的屏蔽层短路。

常用的软件命令，如 Open（打开文件），Save As（储存数据），Print（打印），Technique（实验技术），Parameters（实验参数），Run（运行实验），Pause/Resume（暂停/继续），Stop（终止实验），Reverse Scan Direction（反转扫描极性），iR Compensation（iR 降补偿），Filter（滤波器），Cell Control（电解池控制），Present Data Display（当前数据显示），Zoom（局部放大显示），Manual Result（手工报告结果），Peak Definition（峰形定义），Graph Options（图形设置），Color（颜色），Font（字体），Copy to Clipboard（复制到剪贴板），Smooth（平滑），Derivative（导数），Semi-derivative and Semi-integral（半微分半积分），Data List（数据列表）等都在工具栏上有相应的键。执行一个命令只需按一次键。这可大大提高软件使用速度。你应该熟悉并掌握工具栏中键的使用。

CHI6xxE，CHI7xxE 和 CHI900 的后面装有散热风扇。风扇是机械运动装置，所以会产生声音。一般情况下都在可容忍的范围。有时仪器刚打开时会产生较大的噪音，可关掉电源再打开。如果该较大噪音仍存在，可让仪器再开一会，过一段时间应能回复正常。风扇噪音不会造成仪器损坏。风扇的平均使用寿命约为十年。如果风扇损坏或噪音持续偏高，请与 CH Instruments 或代理联系。如果你能找到同样大小同样电压的直流风扇，你也可自行更换。

关于仪器的噪声和灵敏度

仪器的灵敏度与多种因素有关。仪器有自己的固有噪声，但很低。大多噪声来自外部环境。其中最主要的是 50 Hz 的工频干扰。解决的办法是采用屏蔽。可用一金属箱子（铜，铝或铁都可）作屏蔽箱。但箱子一定要良好接地，否则无效果或效果很差。如果三芯单相电源插座接地（指大地）良好，则可用仪器后面板上的黑色香蕉插座作为接地点。

CHI6xxE，CHI7xxE 和 CHI900 内部有低通滤波器。平时是自动设定的。在扫描速度为 0.1 V/s 时，自动设定的截止频率为 150 Hz 和 320 Hz，对 50 Hz 的工频干扰抑制很差。但扫速为 0.05 V/s 时，滤波器自动设定为 15 Hz 和 32 Hz，对 50 Hz 工频干扰有较好的抑制，噪声大大减小。你如果在 0.1 V/s 或更高的扫速下得到较大的噪声，不妨试试 0.05 V/s 以下的扫描速度。即使在不屏蔽的条件下也能测量微电极的信号。但要注意在不屏蔽的条件下较易受到其他干扰，甚至于人的动作也会引起环境电磁场的改变。由于人的动作频率很低，15 Hz 或 32 Hz 的截止频率不能有效抑制，仍会呈现噪声。因此最好的办法是屏蔽。

提高信噪比的办法还包括增加采样间隔（或降低采样频率）。信噪比和采样时间的根号成正比。如果采样时间是工频噪声源的整数倍时，对工频干扰可有很好的效果，例如采用 0.1 秒的采样间隔（五倍于工频周期）或采用 0.01 V/s 的扫描速度。

CHI 电化学分析仪软件使用说明

File 文件

Open 打开文件

用此命令打开数据文件。数据会显示在屏幕上。多文件界面允许打开多个文件。

读文件时，将鼠标器指向文件名，然后双击该文件名就行。也可单击文件名，然后按 OK 键。

Save As 存储文件

用此命令储存数据。数据是以二进制格式储存的。二进制格式最节省磁盘空间，而且实验参数和控制参数都一起存入文件中。如果要运行与以前完全相同条件的实验，可读入以前的文件，然后运行实验。

存数据时，只要输入文件名，然后按 OK 键。文件类型“.BIN”会被自动加上。如果该文件名已经存在，会有警告给出。如果要取代以前的文件，用鼠标器选择已有的文件名，然后按 OK 键。

Delete 删除文件

用此命令删除文件。若要同时删除多个文件，可按住键盘上的 CTRL 键，同时用鼠标器一个个地选择文件名，然后按 OK 键，你会得到一个文件删除的警告。

List Data File 将文件数据列表

用此命令可将盘中文件以列表的方式将数据读出来。

Convert to Text 转换成文本文件

用此命令可将盘中的二进制数据文件转换成文本文件（又称 ASCII 文件）。这可使得其他商品软件也可读入测量数据，从而进行各种数据处理和显示。若要同时转换多个文件，可按住键盘上的 CTRL 键，同时用鼠标器一个个地选择文件名，然后按 OK 键。

Text File Format 文本文件格式

用此命令可定义文本文件（又称 ASCII 文件）的格式，例如是否要实验参数和结果，X 和 Y 的分隔符，有效数字的位数等。

Print 打印

用此命令可将当前的数据图形打印出来。打印的图形就如同屏幕上的显示格式。显示格式可用 Graph Option（图形设置）命令来改动。注意打印机方向设置必须是 Landscape（横向）。这一设置最好是在 Windows 的打印机设置处设定，使其成为整个系统的预置状态。这不影响文字处理器等软件的打印。

Print Multiple Files 多文件打印

用此命令可将磁盘中的多个数据文件的图形打印出来。这可帮助充分利用时间。选择多文件可按住键盘上的 CTRL 键，同时用鼠标器一个个地选择文件名，然后按 OK 键。

Print Setup 打印设置

用此命令可设置打印机状态。但在此程序中设置的状态出了此程序就不在保存。程度重新启动后，打印机状态由全局设置状态决定。因此打印机设置最好在 Windows 的打印机设置处设定。

Exit 关闭程序

用此命令可终止程序并出口。出口时程序的许多状态可被保存。

Setup 设置

Technique 实验技术

CHI 电化学分析仪是多功能仪器。用此命令可选择某一电化学实验技术。将鼠标器指向所选择的技术，然后双击该技术名就行。也可单击技术名，然后按 OK 键。如果某伏安法技术有相对应的极谱法 (Polarography)，亦可选择极谱法。差别在于极谱法每次采样周期结束后都会送出一个敲击汞滴的 TTL 信号。如果你的汞电极可用 TTL 信号控制的话，你可做极谱实验。如果某伏安法技术有相对应的溶出法 (Stripping)，你可在 Control (控制) 菜单下用 Stripping Mode (溶出方式) 命令设置溶出法的控制参数并进行溶出伏安法的实验。

Parameters 实验参数

选定实验技术后，就可设置所需的实验参数。实验参数的动态范围可用 Help (帮助) 看到。如果你输入的参数超出了许可范围，程序会给出警告，给出许可范围，并让你修改。

在数据采样不溢出的情况下，你应该选择尽可能高的 Sensitivity (灵敏度)。这样模/数转换器可充分利用其动态范围。这可保证数据有较高的精度和较高的信噪比。

System 系统设置

用此命令可设置串行通讯口，电流的极性。电流电位轴正负的走向。Line Frequency (工频) 在中国应设在 50 Hz。工频的设置会影响信号采样周期的预设置。在某些实验技术中，将采样时间设为交流电周期的整数倍，可显著提高信噪比。

如果你选择 Present Data Override Warning (当前数据被冲掉警告)，每次做新的实验前或读入数据文件前，如果你前一实验数据尚未存储，系统会发出警告。

Hardware Test 硬件测试

如果你觉得仪器硬件可能有问题，你可用该命令做硬件测试。主要测试参数是只读存储器，随机存储器，电位和电流的失调，灵敏度及增益误差等。如果发现测试错误，可反复测几次，如果结果相同，可能硬件有故障。你亦应该用 1% 的精密电阻作模拟电解池用循环伏安法做测试。可得的参比 (白色夹头) 和对极 (红色插头) 同接在电阻的一端，而工作电极的夹头 (绿色) 解电阻的另一端。电阻值可取 100K 欧姆，电位范围可在 0.5V 到 -0.5V，灵敏度可设在 1.0×10^{-6} A/V。得到的循环伏安图应是一条斜的直线。任一点的电流都应等于该点所对应的电位值除以电阻值。如果数据错误，请和上海辰华仪器公司或 CH Instruments 联系。

Control 控制

Run 运行实验

选定实验技术和参数后，便可进行实验。此命令启动实验测量。

Pause/Resume 暂停 / 继续实验

在伏安法实验过程中，用此命令可暂停电位扫描，这时电解池仍接通。再次执行此命令可继续实验测量。此命令不适用于快速实验。

Stop Run 终止实验

执行此命令可终止实验。对于快速实验，由于实验可在短时间内完成。大部分时间是用于数据传送，所以此命令不适用。

Reverse Scan 反转扫描极性

此命令只适用于 Cyclic Voltammetry (循环伏安法)，且当扫描速度低于 0.5 V/s 时有效。实验过程中执行此命令可改变电位扫描方向。这对初次考

察一个体系特别有用。随时改变扫描极性可防止过大电流流过电极以防止电极损坏。

Repetitive Runs 反复运行实验

如果需要反复地进行同样条件的测量，可用此命令。最大实验重复次数为 999 次。如果用户输入基础文件名，每次实验结束后，数据将被存入磁盘中，所用文件名为基础文件名加上该实验的序号。如果数据不被储存，则数据将被存入磁盘中。然后用户可输入两次相邻实验的间隔，或等待用户进行下一次测量。

Run Status 实验状态

此命令可允许用户对实验的某些条件进行控制，例如是否要校正电位和电流的零点，是否要检查电极接线情况，是否要 iR 降补偿，实验数据是否要平滑，以及通氮，搅拌和旋转电极控制，等等。

Macro Command 宏命令

宏命令可允许用户编辑一套可顺序执行的命令。命令很直观，物理意义明确。具体命令以及控制变量的动态范围可在宏命令的对话框中的 Help（帮助）中找到。如果你需要做一连串的实验，或你要按一定的条件对电极进行较复杂的预处理，宏命令可能会有帮助。写好的宏命令可以存储，以后可调出来再用。

Open Circuit Potential 开路电位测量

用此命令可测量电解池的开路电压。

iR Compensation I R 降补偿

CHI6xxC 和 CHI7xxC 具有正反馈 iR 降补偿的功能。要进行 iR 降补偿，首先要进行溶液内阻的测量。选一个没有电化反应的电位做测试。系统是否会告电阻和电解池时间常数的测量结果并改变灵敏度。自动补偿就失效，需降低稳定性来提高补偿的程度。每次改变灵敏度，自动补偿就失效，需重做电阻和稳定性测试。用户也可选择手动补偿。这时只要输入补偿的阻值就行。但必须非常小心不要过补偿引起恒电位仪振荡并造成电极损坏。

Filter Setting 滤波器设定

CHI6xxC 和 CHI7xxC 设有电位和电流信号的低通滤波器。一般情况下软件自动设定能很好地工作，但亦允许用户手工设定。手工设定后一定不要忘记重新设成自动，否则实验条件改变会造成信号失真。

Cell 电解池控制

此命令可用于控制通气除氧，搅拌，汞电极的敲击，以及电解池的临时通断。仪器有通气，搅拌和敲击的 TTL 信号输出。如果用户有相应的被控制设备且与 TTL 匹配，就能实现这些动作的自动控制。对于 CHI6xxC 系列的仪器，此命令还可设定三电极或四电极系统。

Step Function 电位阶跃函数

此命令可产生电位阶跃信号。可用于电极的预处理或其他用途。电极电位在两个值之间来回阶跃，电位值和阶跃时间可调。启动后会显示状态，但没有数据采集和显示。

Preconditioning 电极预处理

在每次实验前，可允许电极在三个电位下进行预处理。三个电位及每个电位下保持的时间长短可调。

Rotating Disk Electrode 旋转电极控制

对于 CHI730C 和 CHI630C 以上的仪器，有一个 0 - 10 V 的电压输出，对应于 0 - 10000 RPM 的旋转速度控制。

Stripping Mode 溶出伏安法方式

除了循环伏安法外，其他伏安法技术都有相对应的溶出法。当溶出法设定后，电沉积步骤会被加在普通伏安法的步骤之前。电沉积电位可以不同于溶出时电位扫描的初始电位。

Graphics 图形显示

Present Data Plot 当前数据作图

此命令用于显示当前的数据。图形的显示方式可通过 Graph Option (图形设置)，Color and Legend (颜色和符号) 以及 Font (字体) 等命令设置。有些实验技术有多种数据显示方式 (Help 中给出了不同技术的不同显示方式)，可通过 Graph Option (图形设置) 命令来设置。例如 CV 可允许你选择任意段的数据显示，CC 可允许 $Q-t$ 或 $Q-t^{1/2}$ 的显示，ACV 可选择绝对值电流或相敏电流 (任意相位角设定)，SWV 可显示正反向或差值电流，IMP 可显示波德图或奈奎斯特图，等等。

X 和 Y 轴可以拉大缩小。将鼠标移至 X 或 Y 轴上，鼠标的显示会变成上下箭头 (Y 轴) 或左右箭头 (X 轴)，这时按下鼠标的左键，然后移动鼠标，当左键松开时，轴的范围就改变了。如果双击 X 或 Y 轴，会出现一个轴的对话框，可用于改变轴有关的一些设定。例如轴的标记的表达除了用的科学 (Scientific) 表达 (例如一微安表达为 $1e-6A$) 外也可用工程 (Engineering) 的表达 (例如一微安表达为 $1\mu A$)。轴上的标记线数 (Ticks) 也可人工设定了。

数据图中可允许插入文字。用鼠标在数据区域中双击，会出现插入文字的对话框。鼠标双击的位置也就是文字显示的第一个字母的左上角位置。文字的位置，字体，颜色，大小和旋转角度都可调节。如果要修改或删除现有文字，可将鼠标移至第一个字母的左上角，然后双击，这时会选中现有文字。这时可作修改或删除。如果将数据存盘的话，输入的文字和数据一起被储存。

Overlay Plot 数据重叠显示

此命令可将多组数据重叠在同一张图上以作比较。图的 X-Y 轴的范围取决于当前的数据。也可用 Graph Option (图形设置) 命令来锁定 (Freeze) X-Y 轴的范围。选择多文件可按住键盘上的 CTRL 键，同时用鼠标器一个个地选择文件名，然后按 OK 键。

Add to Overlay 增加重叠显示文件

如果已有多组数据在屏幕上重叠显示，但还要再叠加一组或数组数据，可用此命令。此命令还能选择不在同一个子目录中的数据。

Parallel Plot 数据平行显示

此命令可将多组数据平行并排地显示在屏幕上。这对不同实验技术所得到的数据显示及判断十分有用。

Add to Parallel 增加平行显示文件

如果已有多组数据在屏幕上平行显示，但还要再加上一组或数组数据，可用此命令。此命令还能控制图形的排列顺序或选择不在同一个子目录中的数据。

Zoom In 局部放大显示

用此命令可将局部数据放大显示。按下工具栏的 Zoom In 键后，将鼠标器移至要放大的矩形区域的一个角。按下鼠标器的左边键然后移至矩形的对角。放开鼠标器的键。该矩形区域的数据便占满整个图形显示区域。用户可多次放大局部数据显示。再按工具栏的 Zoom In 键，局部放大显示的功能取消，全部数据重新显示在屏幕上。

Manual Results 手工报告结果

通常程序会自动搜寻峰或波，并报告峰或波的电位，高度和面积。如果由于某种原因，自动报告的结果不准确，用户可做手工峰或波的测量。按下工具栏的 Manual Results 键后，可用鼠标器画峰的基线。先将鼠标器移至基线的一端，按下鼠标器的左键，然后移动鼠标器到基线的另一端，放开左键。从峰值到基线的高度，电位，以及峰和基线之间的面积都会报告出来。对于类似于极谱的波，则需要用上述的方法定义两条基线，即波前和波后的两条基线。

Peak Definition 峰形定义

常见的电化学反应信号响应可能是类似于高斯分布的对称峰 (Gaussian Peak)，或是由于扩散层变厚引起电流下降的拖尾峰 (Diffusive Peak)，或是类似于极谱波的稳态响应 (Sigmoidal Wave)。由于响应的不同，搜寻和定义峰或波的方法也不同。用此命令可定义峰或波的类型。用户并可选择是否要报告峰或波的电位，半峰电位，峰电流和峰面积。

X-Y Plot X-Y 数组作图

这是一个用于二维数组作图的工具。对于点数不多的工作曲线或其他数据，可手工输入 X-Y 数组，座标说明，单位以及其他注解后作图。这些数据也可存入盘中以便以后调用。图形的显示方式可通过 Graph Option (图形设置)，Color and Legend (颜色和符号) 以及 Font (字体) 等命令设置。

Peak Parameter Plot 峰参数作图

此命令可允许将峰电流对扫描速度或扫描速度的根号作图，将峰电位对扫描速度的对数作图。这在电化学研究中是十分有用的。先选择作图的类型，峰电位的范围，然后选择哪些数据文件要求作图。至少要三套数据 (文件) 才能作图。用户还可决定是否要用最小二乘法报告斜率，截距，相关系数。按 OK 键便将作图。

Semilog Plot 半对数图

对于类似于极谱图的稳态响应，半对数图 (电位相对于 $\log(i_d - I) / I$ 作图) 可帮助确定半波电位，可逆性，以及电子转移数等。手工作图极为费时。利用此命令，用户只要输入作半对数图的范围 (通常是半波电位两边各 59 mV/n 的范围) 就行。用户还可决定是否要用最小二乘法报告斜率，截距，相关系数。按 OK 键便将作图。

Graph Option 图形设置

此命令用于调节数据图形显示的参数和细节。用户可选择是否要注解，实验条件和结果，图形是否要有网格，峰测量基线是否要显示，座标轴是否要改变方向，X 和 Y 的范围是否要锁定，座标轴的文字和单位是否要改变，电流是否要表达成电流密度，电位轴是否要注明参比电极的类型，以及图的大小，等等。对于许多电化学技术，数据往往需要用不同的方式显示，也可在此设置。例如 CV 可允许你选择任意段的数据显示，CC 可允许 $Q-t$ 或 $Q-t^{1/2}$ 的显示，ACV 可选择绝对值电流或相敏电流 (任意相位角设定)，SWV 可显示正反向或差值电流，IMP 可显示波德图或奈奎斯特图，等等。

Color and Legend 颜色和符号

此命令可允许用户调节曲线，座标和背景的颜色。数据显示可以是线条，点，或各种其他的符号或形状。线条的粗细，符号的大小也可调节。数据点的间隔也可设置。

Font 字体

此命令可设置数据图形显示时各种文字说明的字体，大小和颜色。另外由于不同的打印机关于字体旋转的定义不同，Y 轴的文字的旋转角度或是 90° ，或是 270° 。如果你发现打印出来的数据图的 Y 轴的文字方向反了，请用此命令选择另一旋转角度。

Copy to Clipboard 复制到剪贴板

此命令可将屏幕上的数据图形复制到剪贴板上。你可然后粘贴 (Paste) 到文字处理器或其他软件中。

DataProc 数据处理

Smooth 平滑

此命令用于平滑实验数据。可有两种方法进行平滑：最小二乘法或付里叶变换。最小二乘法可允许 5 至 49 点的平滑。点数取得越多，平滑效果越好，但也容易造成数据失真。很多时候付里叶变换可给出很好的平滑效果且较小的失真。付里叶变换平滑的截止值 (Cutoff) 取得越小，平滑效果越好，但也越易失真。用户还可决定是否实验结束后自动对数据进行平滑。

Derivative 导数

此命令用于对实验数据求导数。导数的阶数可从一至五。最小二乘法的点数为 5 至 49 点。导数过程是高频噪声的放大过程，最小二乘法的点数取得越多，导数数据越光滑，但也容易造成数据失真。

Integration 积分

此命令用于对实验数据积分。

Semiinteg and semideriv 半微分半积分

此命令用于对实验数据进行半微分或半积分。半微分可将拖尾的扩散峰变换成对称峰，有助于分辨及定量测量。半积分可将拖尾的扩散峰变换成类似极谱波的稳态响应，从而可用极谱理论分析数据。

Interpolation 插值

此命令用于在数据点之间插值。插值后数据点数是原始数据的 2^n 倍。

Baseline Correction 基线校正

此命令可用于校正实验数据的基线，以便更好更准确地测量。用户可用鼠标器确定基线。先将鼠标器移至基线的一端，按下鼠标器的左键，然后移动鼠标器到基线的另一端，放开左键。原始数据将减去输入的基线，从而使得倾斜的基线变得平坦。此命令还可用于直流电平的扣除。如果用鼠标器在想要扣除的直流电平处定义一条水平基线，原始数据将减去这一电平。

Data Point Removing 数据点删除

此命令用于删除一些不需要的数据点，但数据点删除仅限于头尾的数据点。

Data Point Modifying 数据点修改

此命令用于修改数据点。有时候由于某种已知偶然因素会造成数据点的明显偏差，例如静汞滴电极的某一点接触问题造成零电流。此命令可用于修正数据而不必重新测量整套数据。需要强调的是，任何数据处理都会有记录并随文件存储起来。打印数据图形时或文字显示数据时，所进行过的数据处理都会显示出来。

Background Subtraction 背景扣除

此命令用于背景扣除。要进行背景扣除，先要做空白或背景实验并将数据存入盘中。进行样品测量后可用此命令以背景实验数据文件做扣除。

Signal Averaging 信号平均

用此命令可得到当前数据和多个已储存的相同实验条件的数据的平均值。信号平均可提高信噪比，提高的倍数等于测量次数的根号。

Mathematical Operation 数学运算

完成反应机理，实验条件，浓度和动力学参数等的输入后，可用此命令启动模拟过程。注意某些型号的仪器只允许模拟预定义的反应机理，而不允许用户任意输入反应机理。

View 看

Data Information 数据信息

此命令用于显示当前数据的基本性质，例如文件名，数据产生的时间和仪器型号，数据的注解，以及所进行过的数据处理。

Data List 数据列表

此命令用于将当前数据以列表的形式给出。用户可得到自变量和因变量（例如电位和电流）的一一对应关系。列表的格式与文本文件相同。可用 Text File Format（文本文件格式）的命令来改变。

Equations 有关的电化学方程式

此命令可用于显示各种有关的电化学方法的方程式以及方程式中各种字母和符号的物理意义和量纲。方程式的适用条件也都给出。这可便利数据解析，避免频繁地查阅书籍资料。

Clock 时钟

此命令显示当前时间。

Toolbar 工具栏

此命令可显示或关闭工具栏。工具栏可提高软件的使用效率，便利许多常用的命令都在工具栏上有相应的键。使用工具栏的键只需按一下鼠标就可执行一个命令，而使用菜单则要按两次鼠标器才能执行一个命令。用户应尽可能熟悉工具栏上的键所代表的命令，以提高软件使用的效率。

Status Bar 显示状态栏

此命令可显示或关闭状态栏。当用户将鼠标器指向工具栏中的键或菜单中的命令时，该命令的意义会显示在状态栏的左面。右边是实验技术的显示。

Help 帮助

Help Topic 帮助题目

用户可用此命令查询能提供帮助的内容和题目。

About CHI 有关 CHI

此命令会给出软件的版本，版权，以及 CH Instruments 的地址，电话，传真，E-mail 地址，以使用户直接联系。

上海辰华仪器有限公司

邮政编码：200093

地址：上海市杨浦区松花江路251弄6号1203室

售后服务电话：021-65330600

电子邮件信箱：chyqw@chinstr.com

Internet 网址：www.chinstr.com

CH Instruments, Inc.

3700 Tennon Hill Drive · Austin, TX 78738 · USA

Tel: (512) 402-0176 · Fax: (512) 402-0186

E-mail: info@chinstruments.com

Web Page: <http://www.chinstruments.com>

附录

CHI600E 系列仪器不同型号的比较

功能	600E	602E	604E	610E	620E	630E	650E	660E
循环伏安法 (CV)	●	●	●	●	●	●	●	●
线性扫描伏安法 (LSV) [#]	●	●	●	●	●	●	●	●
阶梯波伏安法 (SCV) [#]						●	●	●
Tafel 图 (TAFEL)		●	●			●	●	●
计时电流法 (CA)	●	●	●		●	●	●	●
计时电量法 (CC)	●	●	●		●	●	●	●
差分脉冲伏安法 (DPV) [#]				●	●	●	●	●
常规脉冲伏安法 (NPV) [#]				●	●	●	●	●
差分常规脉冲伏安法 (DNPV) [#]								●
方波伏安法 (SWV)					●	●	●	●
交流 (含相敏) 伏安法 (ACV) [#]						●	●	●
二次谐波交流 (相敏) 伏安法 (SHACV) [#]						●	●	●
电流 - 时间曲线 (i-t)						●	●	●
差分脉冲电流检测 (DPA)								●
双差分脉冲电流检测 (DDPA)								●
三脉冲电流检测 (TPA)								●
控制电位电解库仑法 (BE)	●	●	●		●	●	●	●
流体力学调制伏安法 (HMV)							●	●
扫描 - 阶跃混合方法 (SSF)							●	●
多电位阶跃方法 (STEP)							●	●
交流阻抗测量 (IMP)			●				●	●
交流阻抗 - 时间测量 (IMPT)			●				●	●
交流阻抗 - 电位测量 (IMPE)			●				●	●
计时电位法 (CP)								●
电流扫描计时电位法 (CPCR)								●
电位溶出分析 (PSA)								●
开路电压 - 时间曲线 (OCPT)	●	●	●	●	●	●	●	●
恒电流仪								●
RDE 控制 (0 - 10 V 输出)						●	●	●
任意反应机理 CV 模拟器						●	●	●
预设反应机理 CV 模拟器	●	●	●	●	●			

注：#：包括相应的极谱法和溶出伏安法。用于极谱法时需要特殊的静汞电极或敲击器。
CHI600E 系列电化学分析仪 / 工作站某些实验参数的动态范围

参数	相关的实验方法
恒电位仪	CV 和 LSV 扫描速度: 0.000001 - 5000 V/s
恒电流仪 (Model 660E)	电位扫描时电位增量: 0.1 mV @ 500 V/s
电位范围: -10 to 10V	CA 和 CC 脉冲宽度: 0.0001 - 1000 sec
电位上升时间: <1 微秒	CA 和 CC 阶跃次数: 320
槽压: +/-12 V	DPV 和 NPV 脉冲宽度: 0.0001 - 10 sec
三电极或四电极设置	SWV 频率: 1 - 100 kHz
电流范围: 250 mA	ACV 频率: 0.1 - 10 kHz
参比电极输入阻抗: 1×10^{12} 欧姆	SHACV 频率: 0.1 - 5 kHz
灵敏度: 1×10^{-12} - 0.1 A/V 共 12 档量程	IMP 频率: 0.00001 - 100 kHz
输入偏置电流: < 50 pA	自动电位和电流零位调整
电流测量分辨率: < 0.01 pA	电位和电流测量低通滤波器, 自动或手动设置,
CV 的最小电位增量: 0.1 mV	覆盖八个数量级的频率范围
电位更新速率: 5 MHz	旋转电极控制输出: 0 - 10 V (630E 以上型号)
快速数据采集: 16 位分辨 @ 1 MHz	电解池控制输出: 通氮, 搅拌, 敲击
外部电压输入信号记录通道	最大数据长度: 128000 点 - 4096000 点可选择
自动及手动 iR 降补偿	仪器尺寸: 32cm (宽) x 28cm (深) x 12cm (高)

其他型号的CHI电化学分析仪

上海辰华仪器公司除了在国内提供600E和800C系列的电化学分析仪外，还提供CH Instruments的400A系列的时间分辨电化学石英晶体微天平，700E系列的双恒电位仪，800C系列电化学检测器，900C扫描电化学显微镜，1000A系列八通道恒电位仪，1100C系列大功率恒电位仪/恒电流仪，以及1200A系列掌上型电化学分析仪。600E和700E系列的仪器如果外接CHI680大电流接口，电流范围可达2 A。如果外接CHI200微电流接口，电流可测至1 pA。

CHI900C扫描电化学显微镜是最新的电化学测量手段之一，现已发现多方面的应用，包括电荷传递动力学，化学反应动力学，化学修饰电极，液/液界面电荷和物质传递，腐蚀研究，表面化学活性和地形分布，生物传感器，纳米级加工，单分子检测，等等。

此外，CH Instruments还提供金，铂，银，玻碳工作电极，10 μm ，25 μm 金或铂盘微电极，Ag/AgCl参比电极，非水溶剂参比电极，铂丝对极，抛光材料，薄层流动电解池，光谱电解池等附件。

电 缆 及 连 接

1. 串行通讯口连接 (DB-25 插头)

Pin	功用
2	接收
3	发送
7	数字地

2. 电解池控制连接 (DB-25 插头)

插脚	功用
1	
2	
3	
4	模拟地
5	-15V (<20 mA 负载)
6	+5V (<100 mA 负载)
7	数字地
8	搅拌 (有效电平可在"电解池控制"中设定)
9	敲击 (负脉冲)
10	外部设备感受 1
11	外部设备感受 2
12	外部设备控制 1
13	外部设备感受 3
14	
15	
16	
17	+15V (<20 mA 负载)
18	
19	外部设备控制 2
20	外部设备控制 3
21	通气 (低电平有效)
22	

23	外部设备控制	4
24	外部设备控制	5
25	外部设备控制	6

电解池控制能用于控制搅拌，敲击汞滴和通氮除氧。请查阅你的自动控制电解池的手册看是否互相匹配。

3. 电极线连接

Pin	功用
1	工作电极（绿色夹头）
2	感受电极（黑色夹头）
3	参比电极（白色夹头）
4	辅助电极（红色夹头）
5	模拟地
6	第二工作电极（700E与800D黄色夹头）

注：感受电极用于四电极体系。用时和工作电极的夹头夹在一起。四电极对于大电流（100 mA 以上）或低阻抗电解池（< 1 欧姆，例如电池）十分重要，可消除由于电缆和接触电阻引起的测量误差。当用于三电极体系时，感受电极应荡空不用。三或四电极可在“电解池控制”中设定。

警告：电极夹千万不能接触高于10V的高压电，否则易造成仪器的损坏。

4. 旋转电极控制输出（香蕉插座）

红色 0 - 10V 输出，对应于Pine AFMSRXESYS 旋转电极 0 - 10,000 rpm 的转速
黑色 地线

5. 信号输出（9芯插头）

- 1 外电位输入（平时不通，需要用时和我们联系）
- 2 电位输出
- 3 电流输出 / 4
- 4 外部电压信号输入
- 5 用于700B的第二通道电流输出
- 6 地
- 7 地
- 8 地
- 9 地

*: 该输入平时是断开的。如果确需电位偏置输入，请于上海辰华仪器公司联系。

**：外部输入电压信号的范围为 ±10 V。如果信号超过 ±13 V，有可能造成损坏。输入阻抗为 1 M 欧姆。

工作环境

工作环境温度 15 - 30° C，相对湿度 0 - 80%。

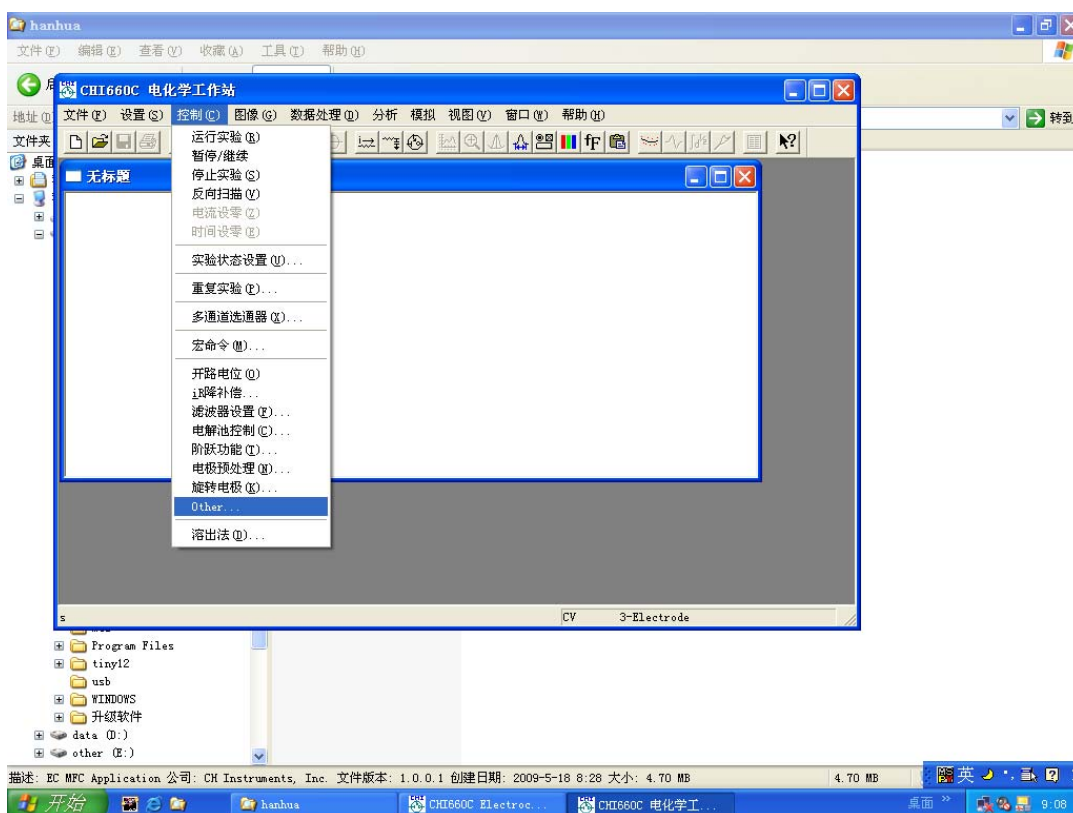
保修

仪器的保修期为一年。

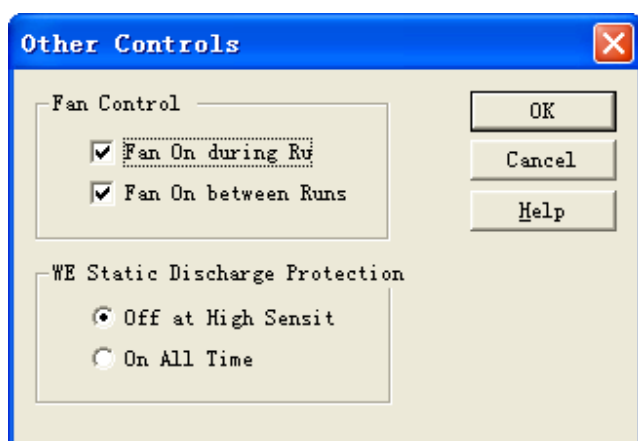
故障消除

观察到的问题	可能的原因	解决办法
Link Failed (计算机和仪器不能通讯)	电源未打开	打开仪器电源
	电缆未接	连接电缆
	串行口设置不正确	用 Setup 菜单中的 System 命令重新设置通讯口
	计算机的问题	确认计算机中没有网络卡或 fax/modem 卡。如果有，拔出这些电路板后再试。如果问题仍在，再试几个不同的计算机
	静电放电引起的干扰	关掉仪器后重新打开。有可能也要关掉计算机后重新打开
程序不响应鼠标器	冗长的计算过程，尤其是低速的计算机	等待
	通讯失败	重新启动程序或计算机
硬件测试错误		重复几次硬件测试，必要时重新启动仪器和计算机后再试。若错误始终存在并且是相同的，用标准电阻作模拟电解池用循环伏安法试验
没有电流响应	电极线没有接或断了	检查电极线
数据噪声偏大	数据传送不可靠	如果数据读数超出十倍于灵敏度量程，问题可能出在通讯方面。确认没有网络卡在计算机中，或试验其他的计算机
	参比电极的阻抗太高	查看参比电极的多孔玻璃或盐桥的里外是否有气泡，若有，需马上赶走气泡。必要时更换多孔玻璃头
	环境的电气噪声太大	采用屏蔽箱
	信号太弱	使用尽可能高的灵敏度，但要防止溢出
数据溢出 (Overflow)	灵敏度太高	降低灵敏度
	硬件故障	做硬件测试 (Hardware Test)
Y 轴标记打印时方向反了	打印机关于字符旋转角度的定义不同	使用字体 (Font) 命令改变 Y 轴字符旋转角度
不合理的预设参数	软件和设置文件的版本新老不同	删除旧的 *.cfg 文件，新的 *.cfg 文件启动程序后会自动产生
数字模拟器不工作	仪器没与计算机连接	连接仪器并打开电源
	给定的仪器型号不允许用户任意输入反应机理	使用预定义的反应机理

风扇控制说明



仪器的风扇可以用软件来控制，打开Control菜单下的Other，出现如下的对话框：



选择Fan On during Run是实验时风扇会转动，实验后风扇就停止转动；
选择Fan On between Runs是实验结束后风扇会转动，实验时风扇停止转动；
两者都选择风扇就会在实验时转动，实验后也继续转动；
两者都不选择风扇是不转动的，只有在你选择实验灵敏度为E-1时，风扇会在实验时转动。