

SOFTRON

携放氧功能检测系统

Bloodox-2019

操作手册



北京软隆生物技术有限公司

电话：010-62617928

网址：www.softron.cn

使用本手册前

本手册适用于 Bloodox-2019 携放氧功能检测系统，内容涵盖设备安装、氧电极准备、软件连接、实验操作、清洗维护及常见问题排查。建议操作人员在首次使用设备前完整阅读，并在后续实验中按照本手册规定的顺序操作。

重要提示：设备涉及压缩气瓶、氮气和电气部件。请在通风良好的环境中使用，并按照所在单位的气瓶管理和实验室安全制度操作。氮气大量泄漏可能造成缺氧风险。

参数说明：本手册中的推荐值适用于常规检测。实际测量时，应根据样品类型、实验环境和研究方案进行确认，并在同一研究中保持关键条件一致。

目录

1 安全要求与运行环境	2
2 系统概述	2
3 设备安装与连接	4
4 Clark 氧电极	6
5 软件安装与设备连接	8
6 测量原理与关键参数	10
7 实验前检查与透氧膜活化	12
8 样品检测	13
9 设备维护与常见问题排查	17
10 联系我们	18

1 安全要求与运行环境

1.1 开箱检查

设备出厂前已进行包装和检查。收到设备后，请先检查外包装是否存在挤压、破损或受潮。如发现异常，应保留包装和现场照片，并及时联系承运方及供应商。开箱后，请按照装箱清单核对主机、附件和连接线。

1.2 运行环境

项目	要求
环境温度	15 ~ 40 °C
相对湿度	≤85%，无凝露
供电	220 V, 50 Hz, 可靠接地
安装位置	稳固、水平、通风良好，远离强振动、强电磁干扰和腐蚀性气体

1.3 安全注意事项

- 气瓶应可靠固定，并安装适用的二级减压阀；不得使用油污污染的接头或工具。
- 氮气和空气的出口压力均应保持在 0.01 ~ 0.10 MPa，严禁超过 0.10 MPa。
- 连接或拆卸气路前，应先关闭气瓶主阀并释放管路压力。
- 设备运行时应保持通风，避免氮气在狭小或密闭空间内聚集。
- 样品、缓冲液或清洗液不得进入电气接口和设备内部。
- 除清洗、换膜和规定的日常维护外，不要自行拆卸设备。

2 系统概述

2.1 产品用途

Bloodox-2019 用于记录含血红蛋白样品的氧平衡曲线，包括血红蛋白与氧结合过程形成的氧合曲线，以及血红蛋白释放氧过程形成的氧解离曲线。适用样品包括全血、红细胞裂解液和血红蛋白制品等。

2.2 基本工作流程

1. 将含血红蛋白的样品与缓冲液混匀后加入样品池。
2. 启动加热和搅拌，通入空气使样品充分氧合。
3. 温度和氧分压稳定后，完成光学通道与氧分压通道的校准。
4. 通入氮气使样品逐步脱氧，软件同步记录氧分压和光吸收变化，绘制氧解离曲线。
5. 如需测量氧合过程，在脱氧后切换为空气，绘制氧合曲线。

常规情况下，样品氧合和温度稳定约需 15 ~ 25 min；单条曲线的记录时间通常约 10 ~ 15 min。实际时间会受到样品类型、气体流量、温度和实验条件影响。

2.3 系统组成

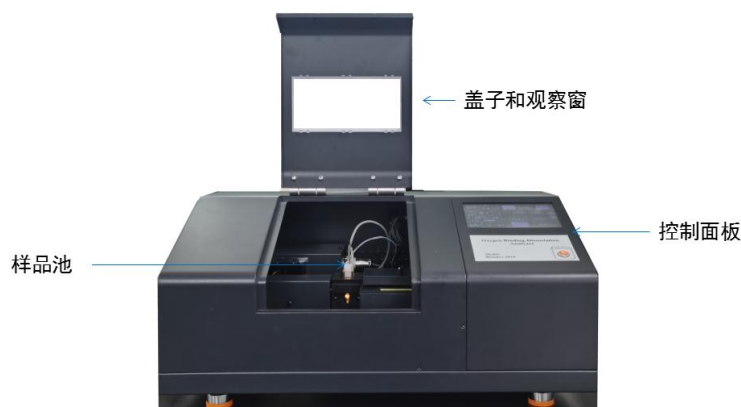


图 1 主机外观及主要部件

主机采用金属外壳，右侧设置触摸控制面板。上盖透明窗口可打开，便于观察并操作样品池。样品池内安装 Clark 氧电极、温度传感器和磁力搅拌子；样品池下方设有磁力搅拌器。样品池底部通道兼作气体入口和废液出口。

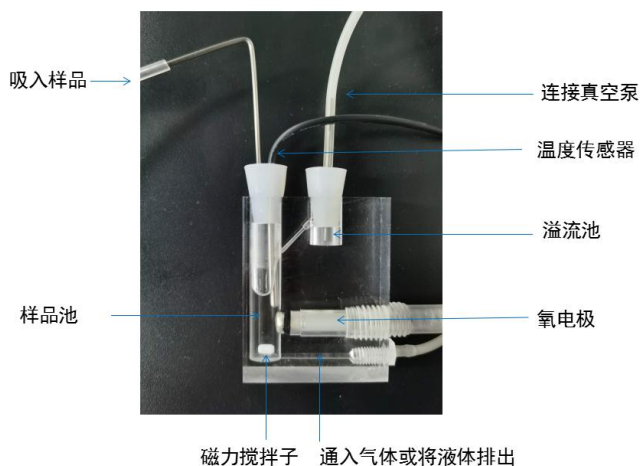


图 2 样品池及其连接位置

3 设备安装与连接

3.1 电源和数据连接

1. 将主机放置在稳固、水平且便于操作的位置。
2. 确认电源开关处于关闭状态后，连接 220 V、50 Hz 且接地良好的电源。
3. 使用 USB 转串口数据线连接主机与计算机。

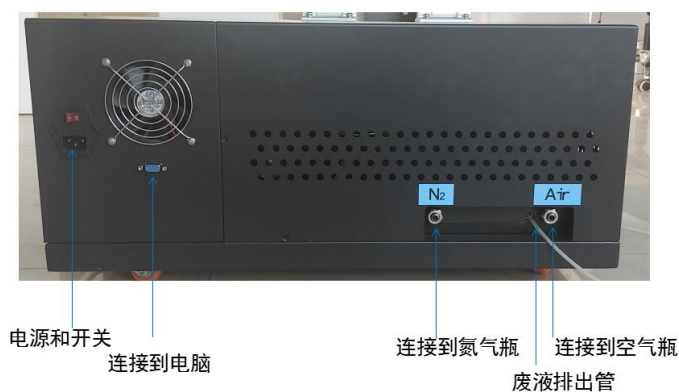


图 3 主机背部接口

3.2 气路连接

用户需准备压缩氮气和压缩空气。氮气纯度应不低于 99.99%。气瓶应安装二级减压阀。随设备提供的气管内径为 7.5 mm、外径为 10 mm；分别连接主机背部标注为 N₂ 和 AIR 的接口。



图 4 气瓶减压阀示意

1. 将二级减压阀调节旋钮逆时针旋松，使二级减压阀处于关闭或最低输出状态。
2. 缓慢打开气瓶主阀。
3. 顺时针调节二级减压阀，使出口压力稳定在 0.01 ~ 0.10 MPa。
4. 在氮气管路靠近设备约 10 cm 处安装扳手阀，并检查所有接头是否漏气。

警告： 气体出口压力不得超过 0.10 MPa。过高压力可能冲击设备内部气路并造成部件损坏。

3.3 废液管连接

将主机背部的废液导管插入耐受样品和清洗液的废液瓶内，并确保管口不会因液面升高而被堵塞。废液应按照实验室相关规定处理。

3.4 氮气管路置换

安装完成后，应使用高纯氮气置换管路中的空气。

1. 开机后进入参数设置界面，将 N_2 流量暂设为 20 mL/min。
2. 返回主界面，按下 N_2 键，使氮气进入样品池。
3. 持续通气约 20 ~ 30 min 后，关闭 N_2 键，并将流量恢复为实验所需值。

下列情况应重新进行管路置换：

- 首次连接氮气管路；
- 更换氮气瓶后；
- 气瓶主阀或减压阀关闭较长时间后再次使用。

使用建议： 若两次实验间隔较短，可在保持气瓶出口压力为 0.01 ~ 0.10 MPa 的情况下关闭氮气管路扳手阀，以减少空气倒灌。长期停用时，应关闭气瓶主阀并释放管路压力。

4 Clark 氧电极

4.1 电极结构与用途

氧电极由铂阴极、银阳极及两者之间的绝缘体构成，属于 Clark 型氧电极。电极表面覆盖聚四氟乙烯透氧膜，膜与电极之间使用饱和氯化钾溶液作为电解质。该电极用于连续测量样品中的氧分压 (PO_2)，适合记录氧分压的动态变化。

4.2 安装透氧膜

1. 用蒸馏水清洗电极表面并轻轻甩干，确认表面无附着物。
2. 使用蒸馏水配制饱和氯化钾溶液。
3. 使电极头朝上，用移液器取约 25 μ L 饱和氯化钾溶液，滴在电极前端形成液滴。
4. 拿取新透氧膜时不要触碰膜中央区域。将膜覆盖在液滴上，避免电解液流入电极插头。
5. 将新的 O 形圈放在辅助器上，用辅助器把 O 形圈推入电极中部凹槽，固定透氧膜。
6. 调整透氧膜，使其平整贴合阴极和绝缘体表面；确认膜下无气泡，膜面无明显褶皱。
7. 将电极缓慢推入样品池。可使样品池保持适度湿润，以减小阻力，避免 O 形圈移位。



图 5 清洁氧电极



图 6 滴加电解液并覆盖透氧膜



图 7 使用辅助器安装 O 形圈



图 8 固定并调整透氧膜



图 9 透氧膜安装完成

关键检查：膜面是否平整、膜下是否存在气泡以及 O 形圈是否密封到位，会直接影响氧电极响应和测量稳定性。

4.3 保存方法

连续使用期间

- 每次测量结束后立即排出样品并清洗样品池。
- 清洗后加入蒸馏水或缓冲液保存，直至下一次实验。不要让样品长时间留在样品池内。
- 每次换膜时检查并清洁电极表面，确认无沉积物。
- 若发现样品或缓冲液进入透氧膜内或电极通道，应立即拆下并清理。

每天实验结束后

- 将电极从设备上拆下。

- 取下透氧膜并清洗电极。
- 自然晾干或用吸水纸轻轻吸干水分。
- 盖上红色电极保护盖，放入带干燥剂的干燥瓶中保存。

4.4 日常维护与寿命

电极使用一段时间后，银阳极表面可能形成氯化银或氧化银沉积。当 PO_2 显示值异常，例如数值高于 200 mmHg 且通入氮气后无法下降，或连续通氮 30 ~ 40 min 仍不能降至 10 mmHg 以下时，可按以下方法维护：

1. 使用软毛牙刷蘸少量牙膏，轻柔刷洗电极头部。
2. 用清水彻底冲洗，确认无牙膏残留。
3. 自然晾干或用吸水纸吸干，盖上红色保护盖。
4. 将电极置于带干燥剂的干燥瓶或常温干燥箱中干燥 24 ~ 48 h。

建议记录电极累计通电时间，并在累计通电约 100 h 后进行一次维护。主机开机时，即使未检测样品，电极仍处于通电状态；不进行测量时应关闭主机或拔下电极。

电极出厂前会进行 5 ~ 10 h 运行测试并采用真空包装。在使用牛血红蛋白标准品的验证条件下，电极累计使用时间可超过 500 h。实际寿命会受到样品成分、通电时间、清洗维护和保存条件影响。

5 软件安装与设备连接

5.1 软件组成

软件	用途
BL10	连接主机、采集数据并实时绘制曲线
BL10 Viewer	打开、查看和分析已保存的数据

5.2 安装驱动和软件

1. 在 Microsoft Windows 计算机上安装 DriverInstaller (USB-to-Serial) 驱动。
2. 双击文件 BL10Setup，按照操作提示安装软件。
3. 用 USB 转串口数据线连接主机与计算机，并开启主机电源。

5.3 建立通信连接

1. 启动 BL10。
2. 在 Comm Ports 中选择设备对应的串口。
3. 单击 Connect。状态指示由红色变为绿色并显示 Connected 时，表示连接成功。
4. 需要退出软件时，单击 Exit。

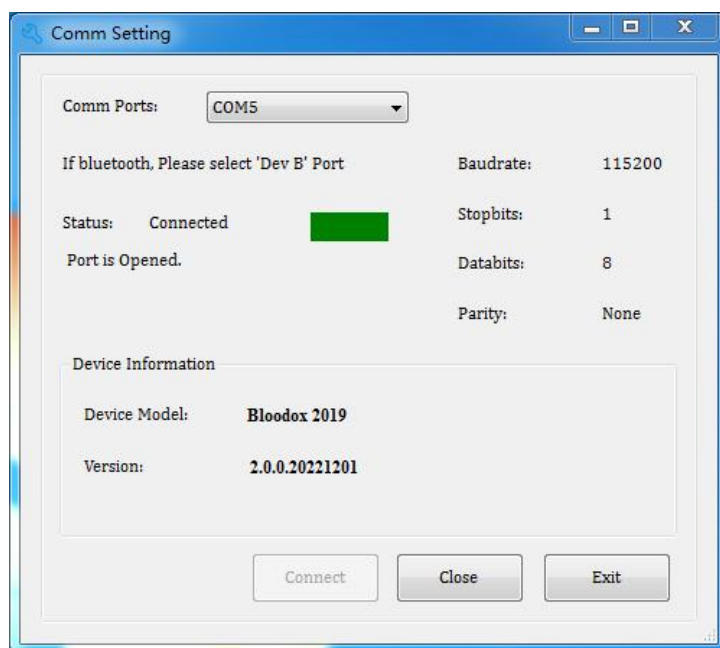


图 10 串口连接设置

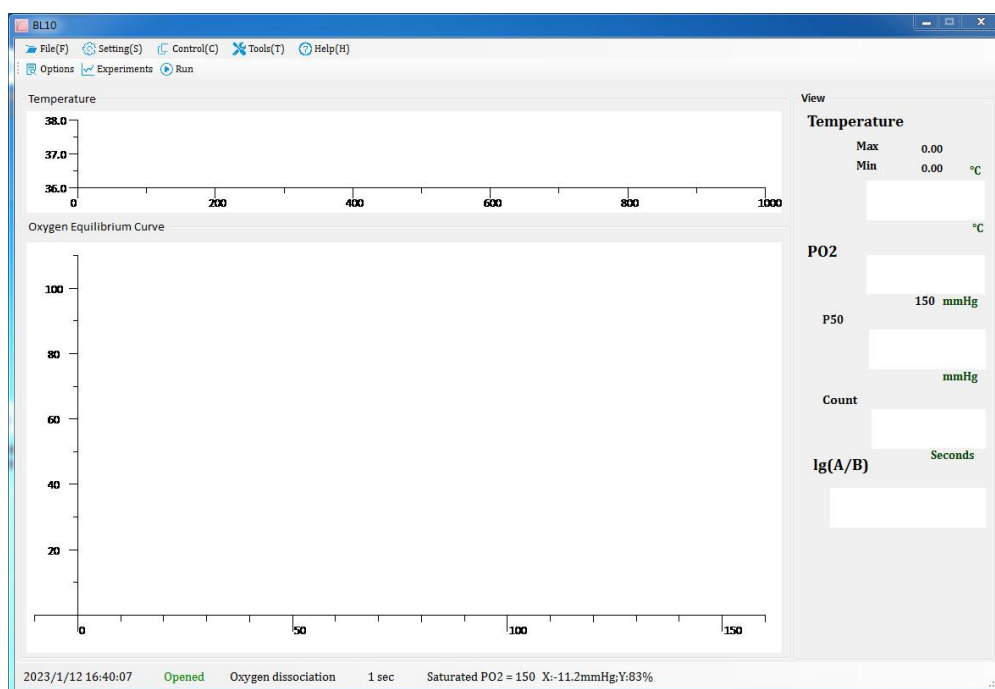


图 11 BL10 数据采集界面

6 测量原理与关键参数

6.1 血红蛋白氧饱和度的光学检测

氧合血红蛋白（HbO₂）与脱氧血红蛋白（Hb）的吸收光谱不同。系统使用 570 nm 作为参比波长、560 nm 作为测量波长。在 HbO₂ 转变为 Hb 的过程中，570 nm 处的吸收变化相对较小，而 560 nm 处的吸收发生明显变化。系统记录该差异，并将其作为曲线纵轴的基础信号。

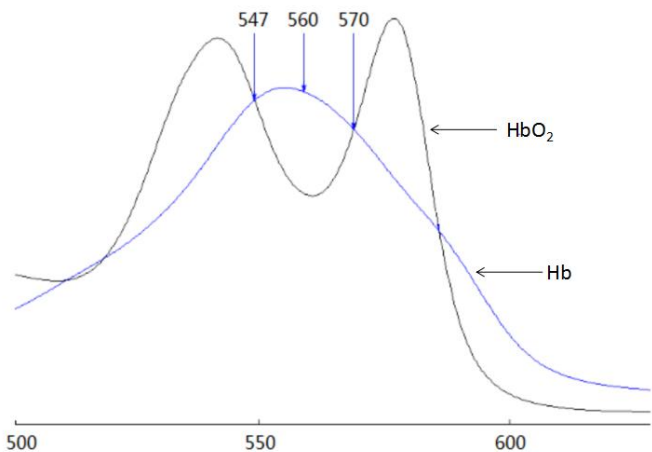


图 12 HbO₂ 与 Hb 的吸收光谱示意

6.2 氧分压检测

系统使用 Clark 氧电极直接测量样品氧分压，并将 PO₂ 信号与光学信号同步传输至计算机，用于绘制氧平衡曲线。

6.3 空气氧合时的饱和 PO₂ 估算

样品使用空气氧合时，可按下式估算 37 °C 条件下的饱和氧分压：

$$PO_2 = (P_{at \ m} - P_v) \times a$$

符号	含义
$P_{at \ m}$	实验环境的实际大气压，单位 mmHg
P_v	37 °C 时的水蒸气压，取 47 mmHg
a	氧合气体中的氧体积分数；使用空气时取 0.21

示例：当大气压为 760 mmHg、使用空气氧合时， $PO_2 = (760 - 47) \times 0.21 \approx 150 \text{ mmHg}$ 。不同海拔、天气和供气组成会使该数值发生变化，因此应根据实验地点的实际大气压计算。

6.4 关键运行参数

参数	说明与建议
PO ₂	使用空气氧合时的饱和氧分压值。
Temperature	样品温度。模拟生理条件时通常设为 37 °C。若实际温度偏低或偏高，可小幅调整温度补偿值；常见补偿范围为 -1.0 ~ 1.0。
AIR	空气流量。流量过快可能使曲线不稳定，过慢会延长氧合时间。
N ₂	氮气流量。流量过快可能使曲线不稳定，过慢会延长脱氧时间。
推荐流量	测量全血时，AIR 和 N ₂ 可从 6 ~ 10 mL/min 范围内选择，并在同一研究中保持一致。

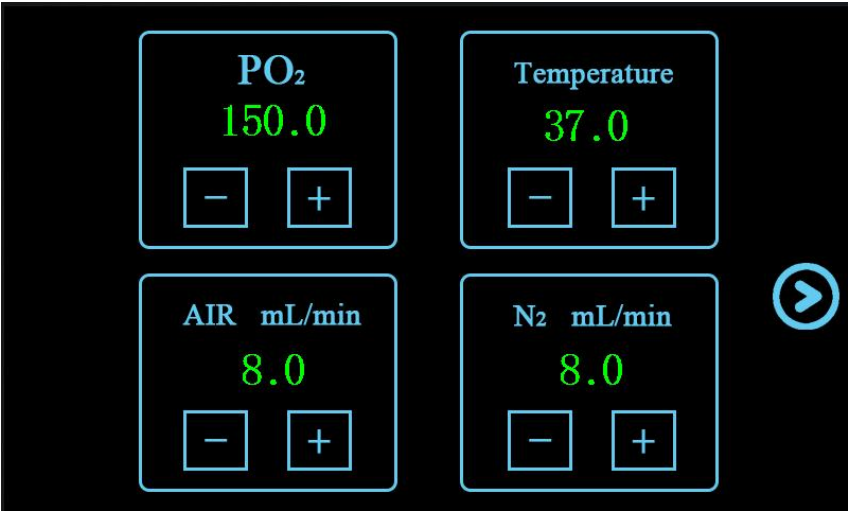


图 13 温度和气体流量设置界面

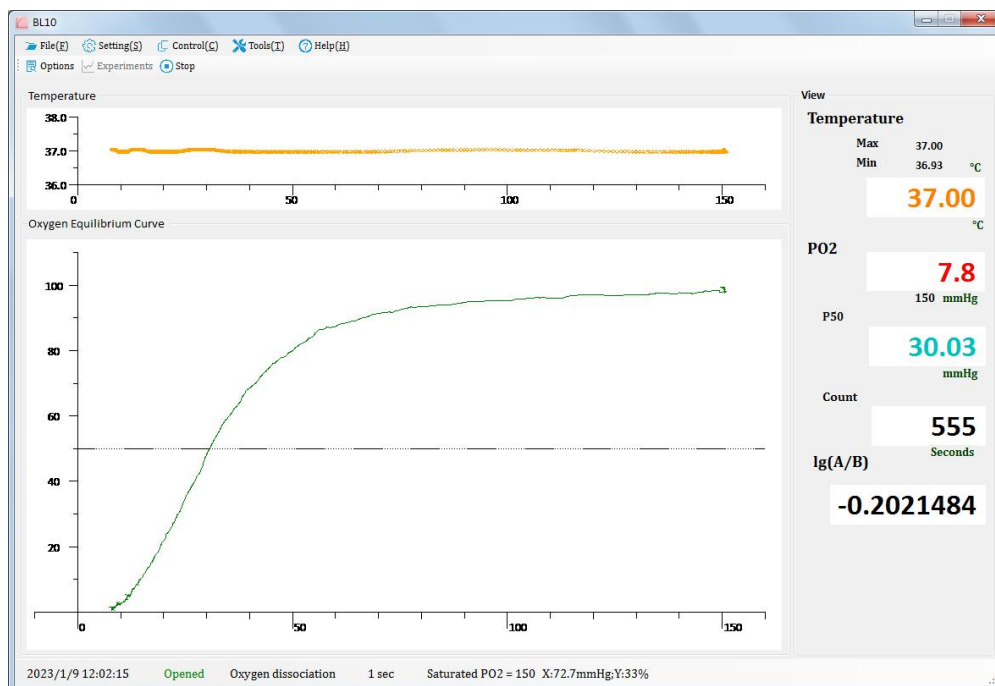


图 14 典型氧解离曲线

7 实验前检查与透氧膜活化

7.1 开机前确认

- 电源线、数据线、气体管路和废液管均已正确连接。
- 氧电极已正确安装透氧膜，样品池内已放入磁力搅拌子。
- 空气瓶和氮气瓶已打开，出口压力为 0.01 ~ 0.10 MPa。
- BL10 软件和 USB 转串口驱动已安装。

7.2 透氧膜活化和系统检查

1. 打开主机背面的电源开关，显示如图 15。
2. 按 FILL 键吸入约 4 mL 蒸馏水或缓冲液，再次按 FILL 停止吸入。
3. 按 STIR 键，启动加热和搅拌。
4. 点击屏幕上的  按键，进入参数设置界面，设置饱和 PO_2 、Temperature、AIR 和 N_2 。
5. 按下主机控制面板上的 Lamp Power，开启光源。
6. 在软件 BL10 中选择 Control → Preparation。设置 N_2 20 min、Air 10 min、Repeat 3，单击 Start。
7. 循环结束后读取触摸屏 PO_2 。若 PO_2 可降至约 6 mmHg 或更低，表明设备和透氧膜的基本运行状态正常。

8. 关闭触摸屏上的 N₂ 键，准备检测样品。

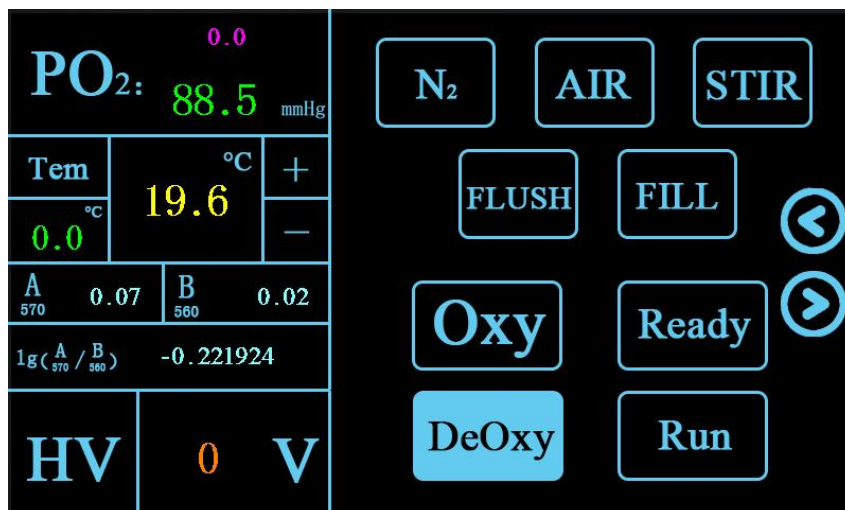


图 15 主控制界面

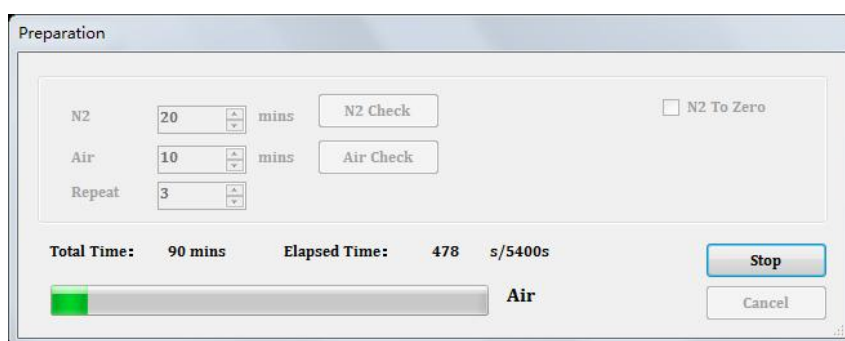


图 16 Preparation 活化程序设置

必须执行：每次更换新透氧膜后，必须进行活化和系统检查。每天开始实验前也建议运行一次，以确认设备、气路和透氧膜状态正常。

8 样品检测

8.1 样品配制与上样

1. 在离心管中加入 4 mL 缓冲液和适量待测样品，混合均匀。建议样品中含 3~6 mg 血红蛋白。
2. 按 FLUSH 键排空样品池内原有液体。
3. 按 FILL 键吸入少量缓冲液，停留数秒后按 FLUSH 排空。若样品池内原有液体与本次使用的缓冲液相同，可省略此步。
4. 按 FILL 键吸入样品；样品完全进入后，关闭 FILL。

全血样品：为减少负压吸样对红细胞的影响，可拔下样品池进样口塞，将样品直接缓慢加入样品池，然后重新盖紧塞子。

8.2 进入待测状态

1. 确认 PO_2 、Temperature、AIR 和 N_2 已按实验方案设置。
2. 确认样品池内已放置磁力搅拌子，并按下 Lamp Power 开启光源。
3. 若先采集氧解离曲线，在触摸屏上依次选择 DeOxy 和 Ready。
4. Ready 被选中后，AIR 和 STIR 自动启动。除 RUN 外，其他按键将被锁定；如需修改设置，应先取消 Ready。
5. 等待 PO_2 缓慢稳定，同时确认温度稳定在目标值（通常为 $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）。该过程通常约需 15 ~ 25 min。

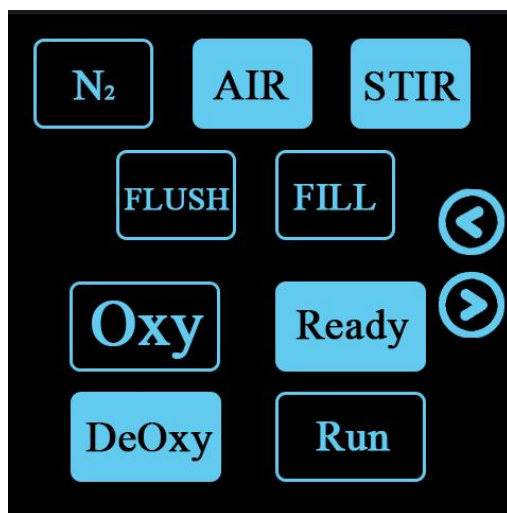
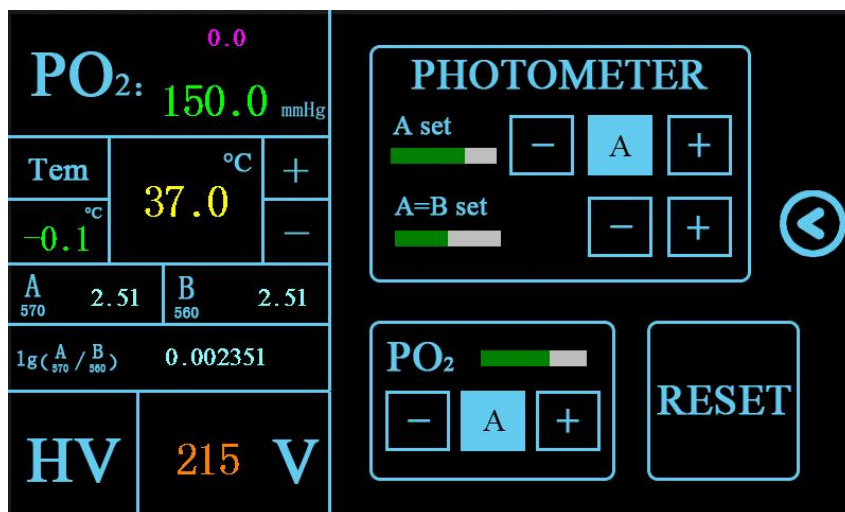


图 17 DeOxy/Ready 待测状态

8.3 光学与 PO_2 校准

样品充分氧合且温度稳定后，点击屏幕上  按键，进入校准界面，并按以下顺序调整：

1. 调节 A set，使 A_{570} 显示值处于 1.5 ~ 2.5；此时 HV 通常约为 -150 ~ -300。
2. 调节 A=B set，使 A_{570} 与 B_{560} 的显示值尽量接近，并使 $\lg(\frac{A_{570}}{B_{560}})$ 的差值接近 0 (0.00XXXX)。
3. 调节 PO_2 ，使主界面左上角的 PO_2 显示值与根据实际大气压计算得到的饱和值一致。
4. 点   进行调节，每次调节后等待数秒，待显示稳定后再继续。必要时可按 RESET 恢复原设置。

图 18 PO₂ 校准示意

8.4 设置数据保存路径

1. 在软件 BL10 中单击 Option。
2. 在 Save File Path 中设置 Operation Data Path。
3. 设置 Folder Name；建议使用 \YYYYMMDD\ 格式。
4. 设置 Format；建议选择 TXT。
5. 依次单击 Apply 和 OK 保存。

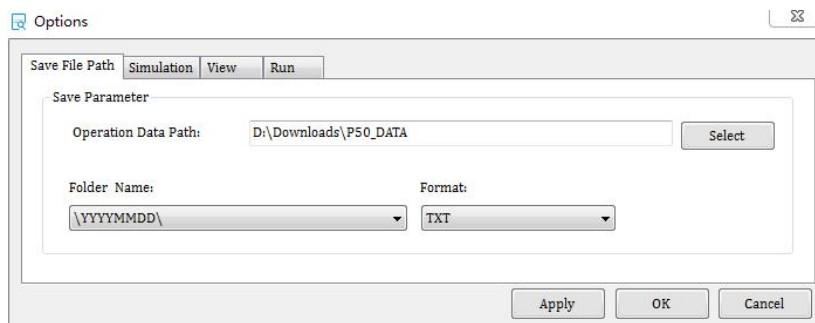


图 19 数据保存路径设置

8.5 采集氧解离曲线

1. 在软件 BL10 中单击 Experiments。
2. 在 PO₂ Saturated 中输入饱和 PO₂，作为氧解离曲线起点。
3. 设置 Maximum Count。该值为最长采集时间，单位为秒；例如设置 1800 时，计数达到 1800 s 后自动停止。
4. 填写 Sample 样品编号（必填）；根据需要填写 Study No 和 Comment。
5. 单击 Start。触摸屏上的 N₂ 自动启动，系统由空气切换为氮气，软件开始实时记录脱氧过程。

- 当曲线末段 PO_2 变化很慢或趋于稳定时，可单击 Stop 手动结束；也可等待 Maximum Count 到达后自动结束。

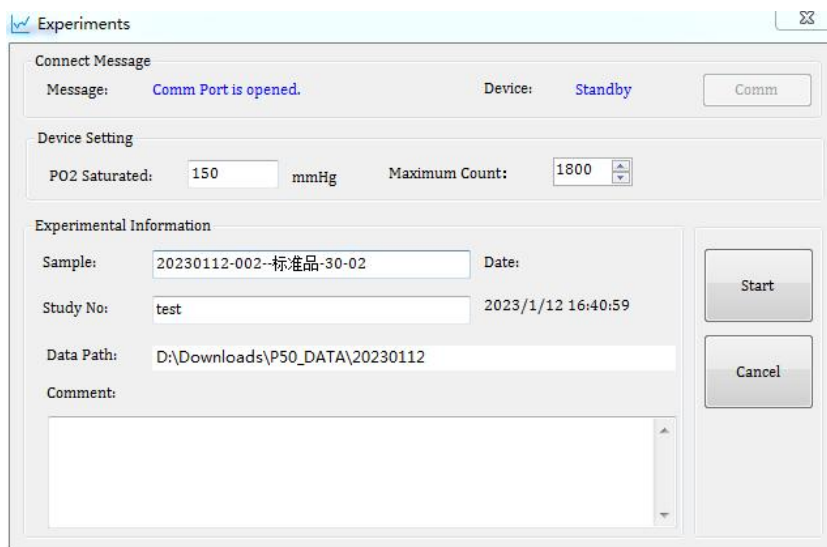


图 20 Experiments 实验信息设置



图 21 曲线采集时的主控制界面

8.6 采集氧合曲线

- 在触摸屏上依次选择 Oxy 和 Ready； N_2 和 STIR 自动启动，使样品进入氧合曲线的起始状态。
- 在软件 BL10 中单击 Experiments，重新填写 Sample。 PO_2 Saturated 和 Maximum Count 可沿用已确认的设置。
- 单击 Start。系统自动切换为空气，软件实时记录氧合过程。
- 当 PO_2 达到设定的饱和值时，采集自动停止并生成氧合曲线。

8.7 实验结束与清洗

- 关闭 Lamp Power。

2. 按 FLUSH 排空样品池。
3. 按 FILL 吸入蒸馏水，再按 FLUSH 排空；重复 3~5 次。
4. 最后吸入约 4 mL 缓冲液并保留在样品池内，供短时间连续使用期间保存。

取出样品池时：若取出样品池后设备发出报警声，应关闭 Lamp Power，或按 RESET 恢复参数。再次采集曲线前，应重新确认所有设置。

9 设备维护与常见问题排查

9.1 主机维护

- 设备属于精密仪器，搬运和保存时应避免挤压、跌落、强振动、液体侵入和粉尘污染。
- 除样品检测和必要的预热、活化时间外，建议关闭主机，减少氧电极、光电倍增管、卤素灯、风扇等部件的累计工作时间。
- 按照第 4 章要求清洁、维护和保存氧电极。
- 气路单向阀可能随样品检测次数增加而被污染，应根据实际情况及时更换。安装时必须确认箭头方向与气流方向一致。



图 22 样品池区域及气路部件

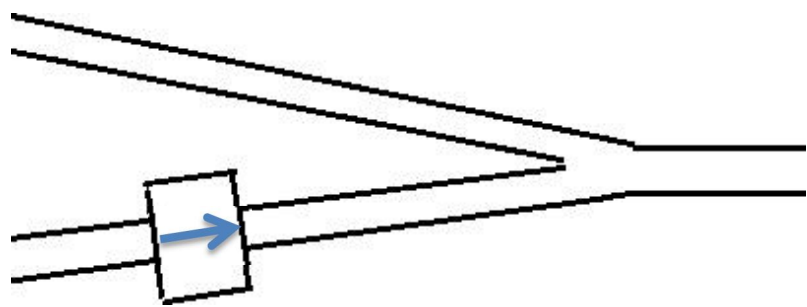


图 23 单向阀安装方向示意

9.2 常见问题排查

现象	优先检查
BL10 无法连接主机	确认主机已开机; 检查 USB 转串口线和驱动; 重新选择正确的 Comm Port。
通氮后 PO ₂ 下降缓慢或不能下降	检查氮气纯度、气瓶压力、流量、管路漏气及氮气管路是否充分置换; 检查透氧膜是否有气泡、褶皱或漏液; 必要时维护氧电极。
温度不能稳定在目标值	确认 STIR 已启动; 检查环境温度; 小幅调整温度补偿值并等待稳定。
曲线波动较大	检查气体流量是否过快、搅拌是否正常、样品池内是否有气泡, 以及透氧膜是否安装平整。
样品池排液不畅	检查废液管是否弯折、堵塞或末端浸没过深; 检查单向阀方向和污染情况。

停止使用：若出现异常气味、异常发热、液体进入电气部位、气路明显泄漏或设备持续报警，应立即停止实验，关闭主机和气瓶，并联系供应商。

10 联系我们

如按照本手册完成检查后问题仍未解决，请记录设备型号、序列号、软件版本、实验参数和异常现象，并尽可能提供界面截图或曲线文件，以便技术人员快速判断。

项目	信息
公司	北京软隆生物技术有限公司
电话	010-62617928
邮箱	support@softtron.cn
网址	www.softtron.cn