

Polariton S-CLASS 分子相互作用分析系统 维护指南

Maintenance Guide for the Polariton S-CLASS Molecular Interaction Analysis System

唐亚萍^{1, #}, 傅耀^{2, #}, 胡立立², 徐见容^{1, *}

¹ 中西医结合学院, 上海中医药大学, 上海

² 极瞳生命科技(苏州)有限公司, 苏州

*通讯作者邮箱: janker.xu@gmail.com

#共同第一作者

摘要

Polariton S-CLASS 分子相互作用分析系统是首个具有自主知识产权的国产高通量表面等离子共振 (Surface Plasmon Resonance, SPR) 技术产品。本文主要总结和介绍该设备的维护内容, 包括日常维护、定期保养以及常见的芯片更换、系统检测、芯片保存、关机等常规操作及其注意要点, 进一步介绍核心部件微流控卡盘 (Microfluidic Cartridge, MFC) 的更换流程, 为 SPR 使用者提供一定参考。

关键词: 维护操作, 分子互作, S-CLASS, MFC

引言

仪器维护是确保设备性能、稳定性以及延长仪器和微流路使用寿命的关键因素。定期的仪器维护可以及时发现并解决潜在的问题，如部件磨损或污染等，从而确保仪器始终处于最佳工作状态。维护包括校准和清洁等步骤，这些步骤可以确保仪器的测量或分析结果更加准确和可靠。微流路系统通常用于精确控制流体在微小通道中的流动，对于这类系统而言，维护至关重要，可以防止微流路堵塞、腐蚀等问题，从而减少因缺乏维护而导致的维修费用和时间成本。

材料与试剂

1. Polariton C5 芯片（极瞳生命，产品目录号：PR1011）
2. Polariton 维护芯片（极瞳生命，产品目录号：PR1001）
3. 维护试剂盒（极瞳生命，产品目录号：PR3012，包含内容：Test 溶液、normalizing 溶液、Desorb solution 1、Desorb solution 2、维护芯片 1 片）
4. 缓冲液：10× HBS-ET（极瞳生命，产品目录号：PR2013）
5. MFC（极瞳生命，产品目录号：PA5008）
6. 次氯酸钠（极瞳生命，产品目录号：PR2051）
7. 无水乙醇（沪试，国药编号：10009259）
8. 350 μ L V 底 96 孔微孔板（极瞳生命，产品目录号：PR4011）
9. 1 mL U 底 96 孔微孔板（极瞳生命，产品目录号：PA4061）

仪器设备

1. SPR 分子互作系统（极瞳生命，仪器型号：S-CLASS）
2. Polariton SPR 工作站（极瞳生命，软件型号：SW1001）

维护步骤

一、日常维护

1. 实验结束后，更换为 Polariton 维护芯片，再将运行缓冲液更换为超纯水或 0.22 μm 滤膜过滤的去离子水，软件界面点击 Change Solutions 程序，运行完后自动进入 Standby 模式，缓冲液更换单次约消耗 200 mL 缓冲液；
2. 废液桶应定期检查并及时清空。

注：避免使用含有二甲基亚砜（Dimethyl sulfoxide, DMSO）的运行缓冲液长时间运行 Standby 模式；去离子水可能会损伤芯片的化学表面，长时间运行 Standby 模式时应更换为维护芯片；进行耗时长的实验需备足所需缓冲液，以防仪器进气；Standby 模式下运行缓冲液消耗量为 250 mL/24 h。

二、定期保养

1. 周维护

为去除系统管路中可能残留的样品及沉积的盐类，应每周使用维护芯片和专用试剂（Desorb solution 1：0.5% SDS 溶液；Desorb solution 2：50 mM Glycine-NaOH 溶液，pH = 9.5）进行一次系统清洗。

- a. 使用 Change Chip 程序，将维护芯片装载进系统后运行 Change Solutions 程序；
- b. 按照以下步骤打开 Desorb 程序：Polariton SPR Workstation $\rightarrow$ System $\rightarrow$ Maintenance $\rightarrow$ Desorb，如图 1；

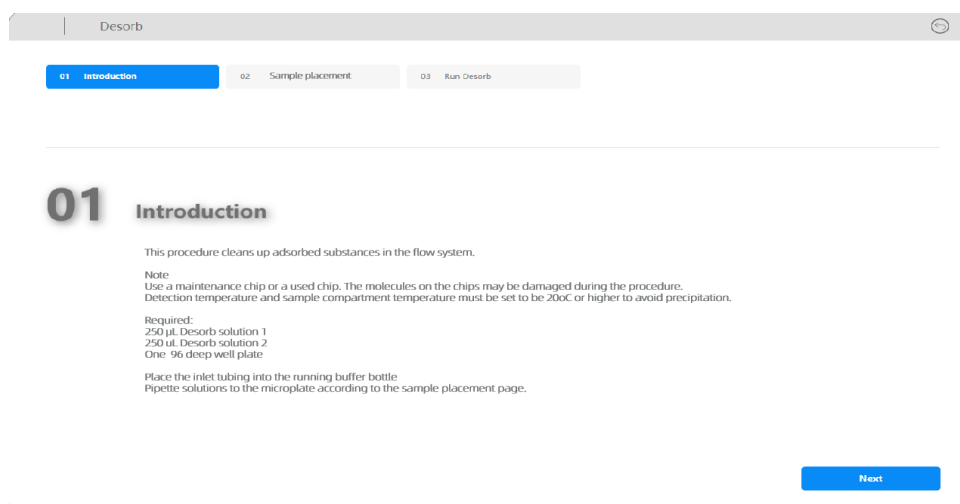


图 1 Polariton SPR Workstation 软件 Desorb 程序主界面

- c. 按照 sample placement 显示, 默认在 1 mL U 底 96 孔微孔板相应孔位分别加入 800 μ L Desorb solution 1 和 Desorb solution 2, 并正确放入板位后按软件提示进入下一步, 如图 2 和 3;

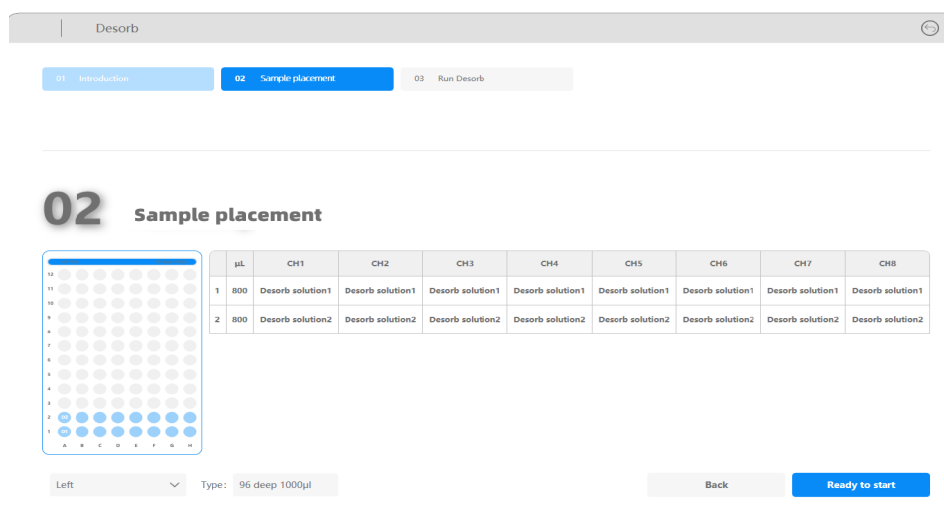


图 2 软件 Desorb 程序提示加样界面

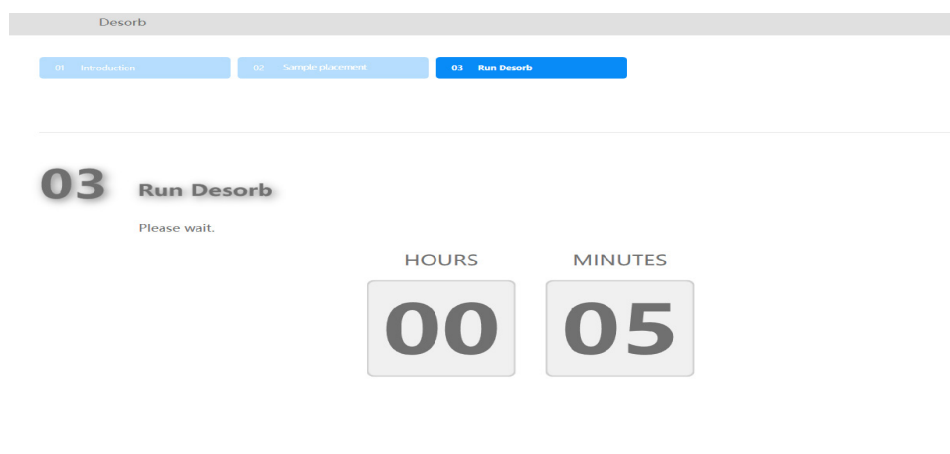


图 3 软件 Desorb 程序运行界面

2. 月度维护

为去除系统管路中可能残留的样品及沉积的盐类并深度除菌, 应每月使用维护芯片和专用试剂 (需要额外新鲜配制 0.6%~1%的次氯酸钠溶液) 进行一次深度除盐除菌。

- 使用 Change Chip 程序, 将维护芯片装载进系统后运行 Change Solutions 程序;
- 按照以下步骤打开 Desorb Sanitize 程序: Polariton SPR Workstation→System→Maintenance→Desorb Sanitize, 如图 4~13 按步骤依次准备所需试剂, 完成月度维护;

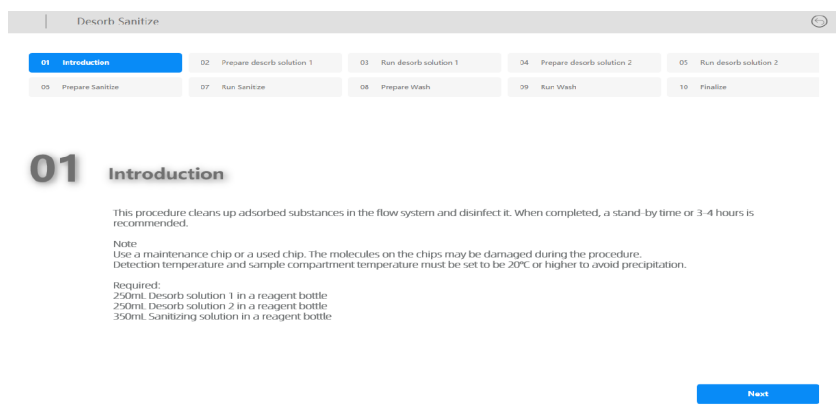


图 4 Polariton SPR Workstation 软件 Desorb Sanitize 程序主界面

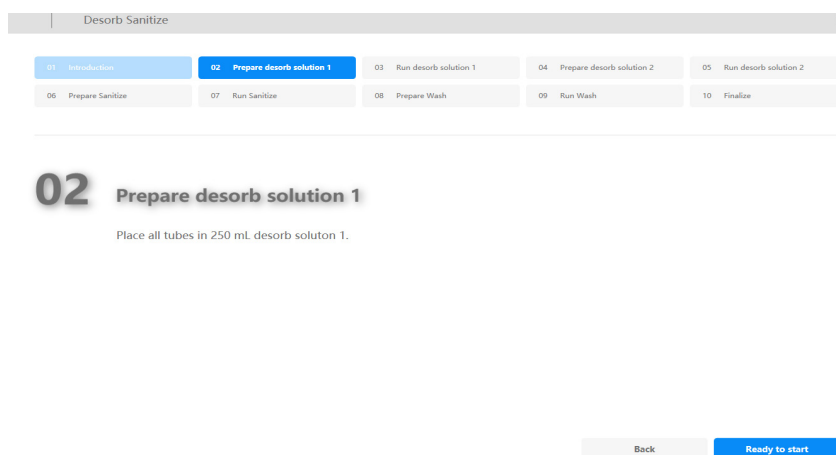


图 5 软件 Desorb Sanitize 程序提示 Desrob solution 1 加样界面

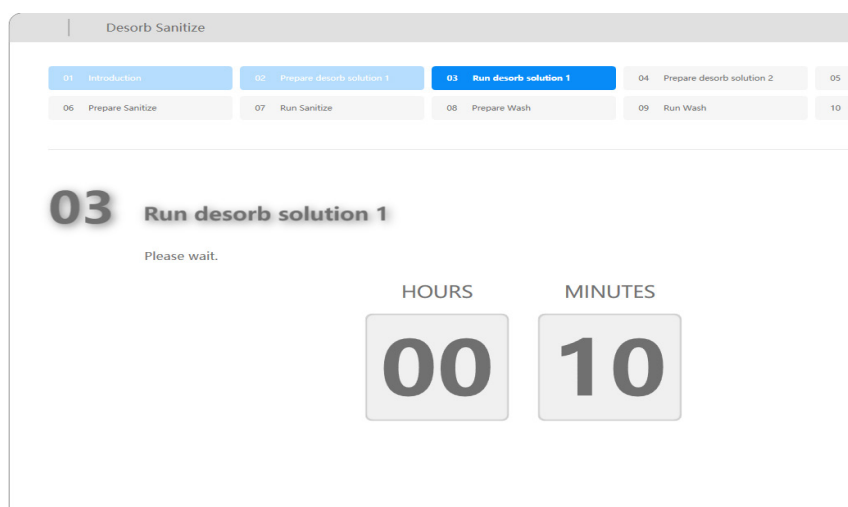


图 6 软件 Desorb Sanitize 程序 Desrob solution 1 运行界面

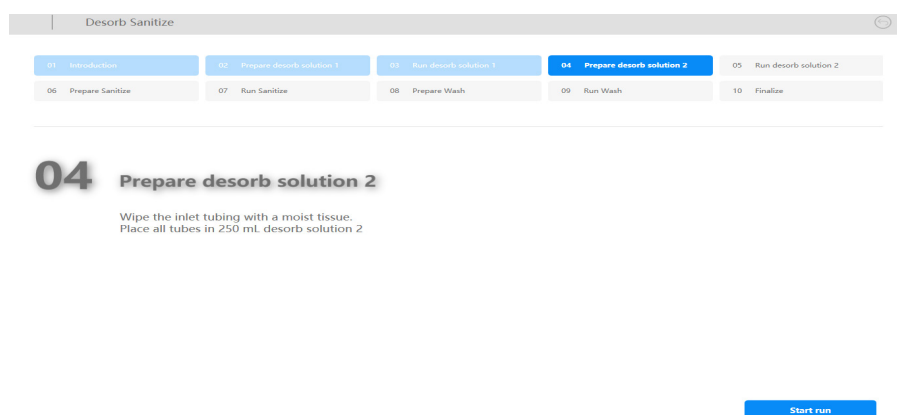


图 7 软件 Desorb Sanitize 程序提示 Desrob solution 2 加样界面

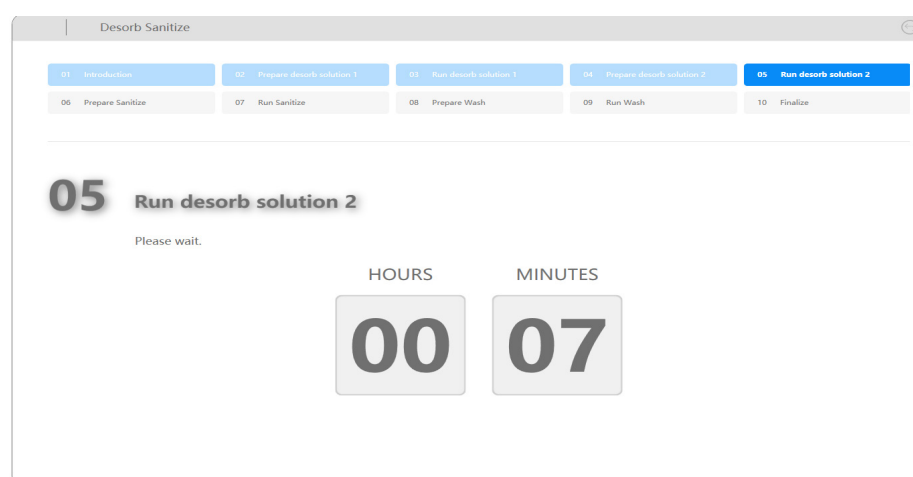


图 8 软件 Desorb Sanitize 程序 Desrob solution 2 运行界面

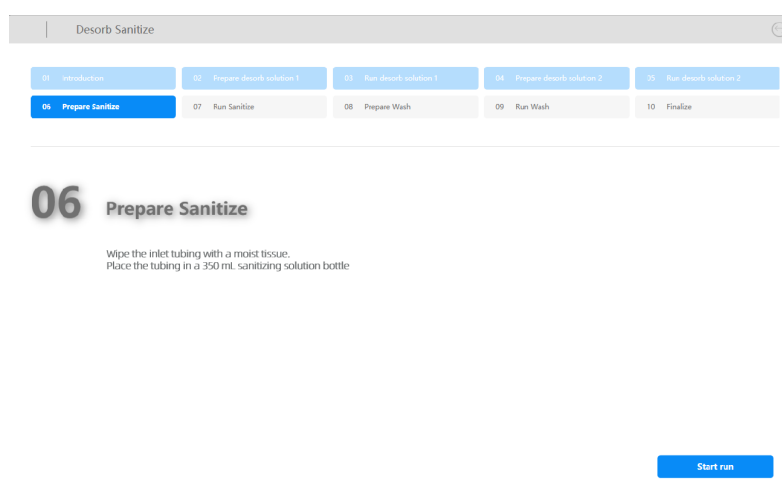


图 9 软件 Desorb Sanitize 程序提示除菌溶液（次氯酸钠）加样界面

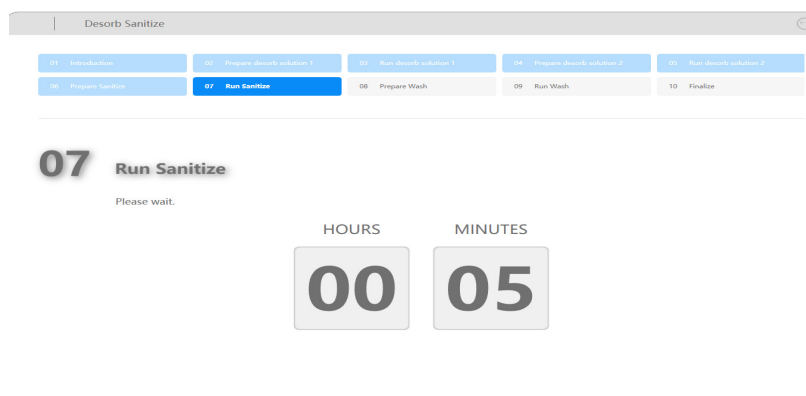


图 10 软件 Desorb Sanitize 程序除菌溶液（次氯酸钠）运行界面

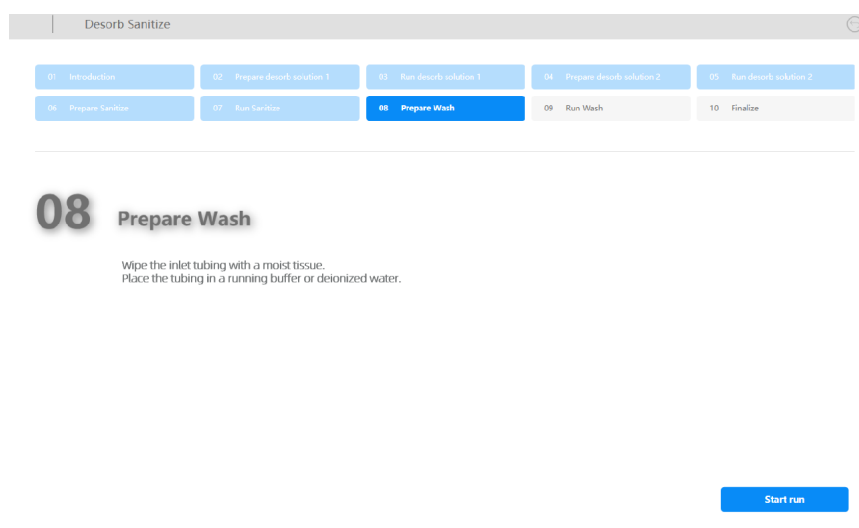


图 11 软件 Desorb Sanitize 程序提示缓冲液/纯水加样界面

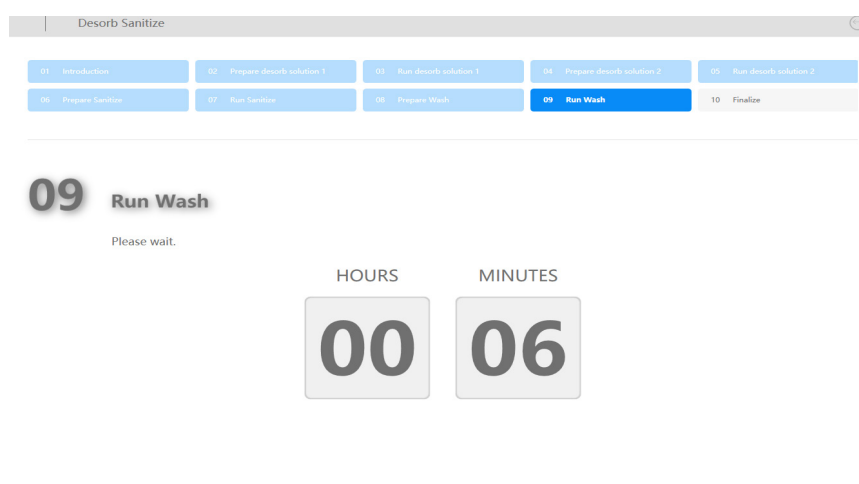


图 12 软件 Desorb Sanitize 程序运行清洗步骤等待界面

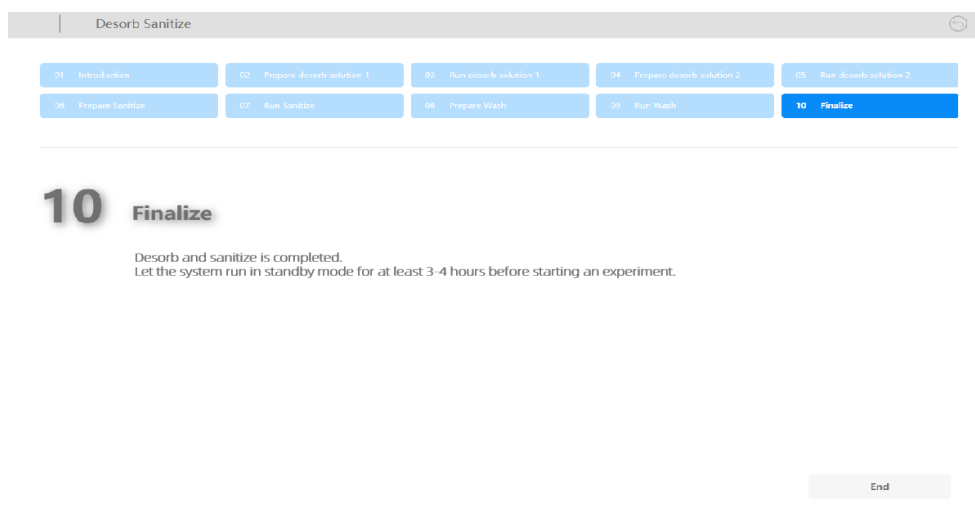


图 13 软件 Desorb Sanitize 程序运行结束提示系统需要稳定 3~4 h

三、常规操作

1. 芯片更换流程

- a. 按照以下步骤使用 Change Chip 程序更换芯片：Polariton SPR Workstation→System→System Setting→Change Chip→Unload Chip（如图 14）；

注：排空流动池液体后，芯片舱门将自动打开。

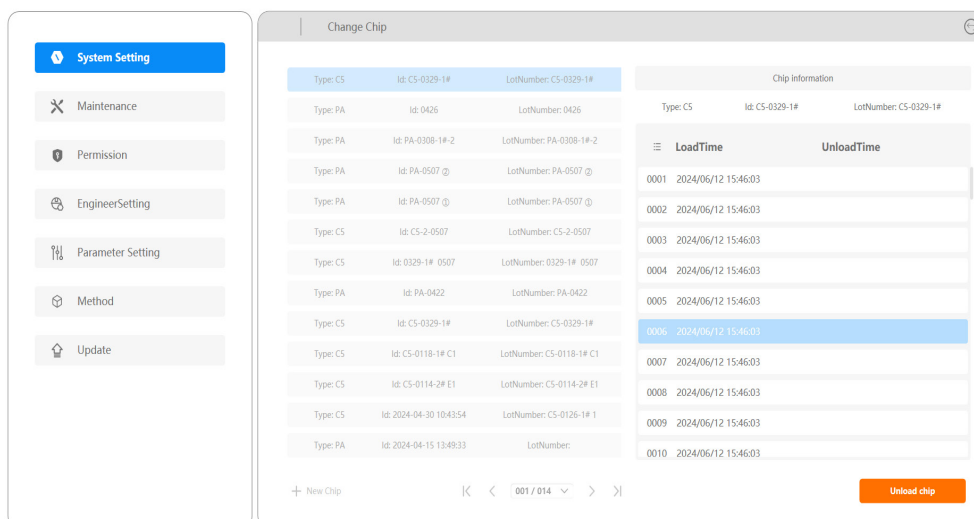


图 14 Polariton SPR Workstation 软件 Change Chip 程序界面

- b. 如图 15 所示，如果是全新芯片，选择 New Chip，并在 Type 的下拉菜单中选择对应的芯片种类，在 Id 中填入与芯片相关的实验信息，在 Lot number 中可填入芯片批号（选填）。对于已使用过的芯片，选择 Used Chip，并选择对应的芯片信息。

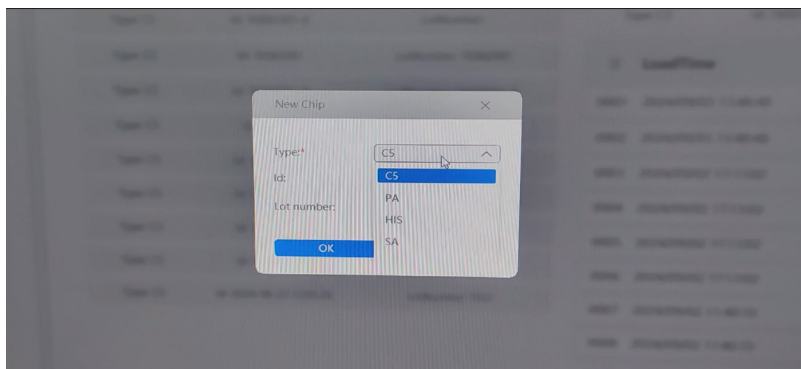


图 15 软件 Change Chip 程序芯片种类选择及信息输入界面

- c. 手持芯片，按照芯片上的箭头方向，将芯片轻轻推入卡槽，最后关闭舱门，如图 16 所示；
注：硬件设计具有防错保护机制，当方向错误时，舱门无法闭合。



图 16 芯片插入芯片舱

- d. 点击 Load Chip 按钮，芯片装载后系统将自动转入 Standby 模式；
e. 待芯片装载后运行一次 Change Solutions 程序，点击 Polariton SPR Workstation → System Setting → Change Solutions → Ready to start，缓冲液会以高流速冲洗整个内部的流路系统，如图 17 和 18，整个过程耗时约 10 分钟，共消耗 200 mL 缓冲液。结束后，系统自动转入待机状态。

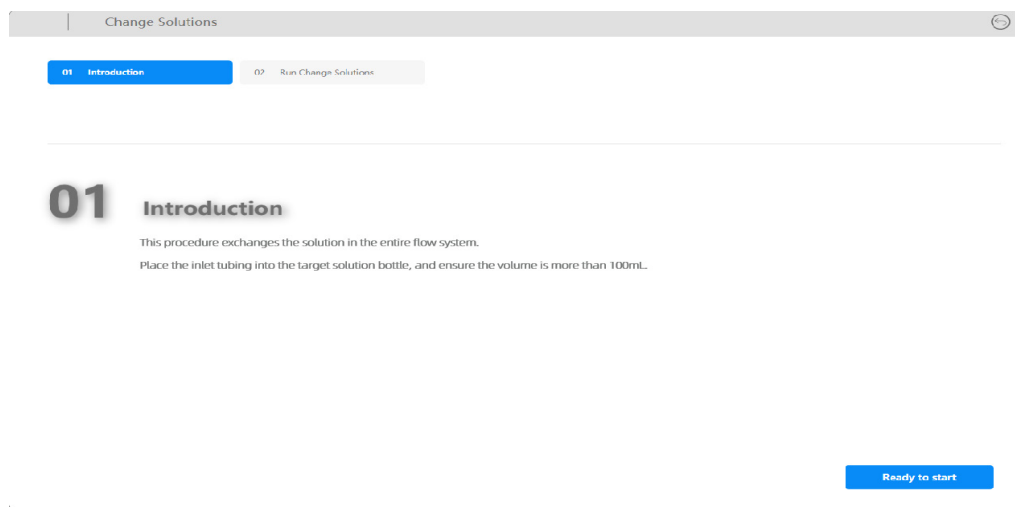


图 17 Polariton SPR Workstation 软件 Change Solutions 程序主界面

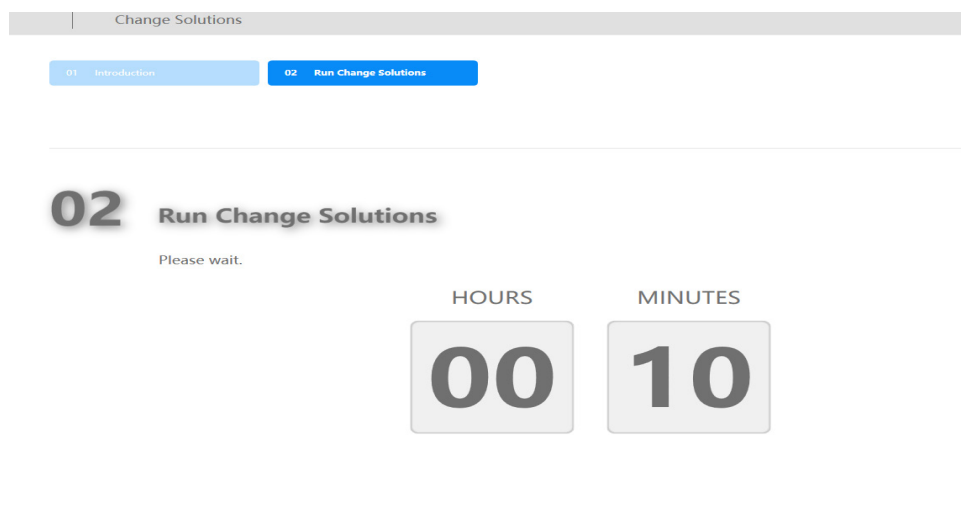


图 18 Polariton SPR Workstation 软件 Change Solutions 程序运行界面

2. 系统检测流程

当系统状态异常时，系统检测可辅助判断故障的种类和原因。

- 将全新的 Polariton C5 芯片装载进系统；
- 使用 10× HBS-ET 稀释 10 倍后的 1× HBS-ET 缓冲液，运行 Change Solutions 程序；
- 按照以下步骤运行 System Check 程序：Polariton SPR Workstation→System→Maintenance→System Check→Next（如图 19 所示）；

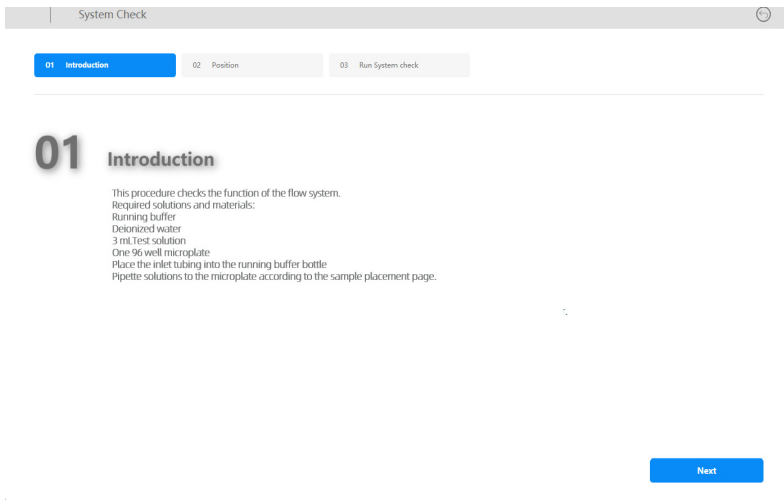


图 19 Polariton SPR Workstation 软件 System Check 程序主界面

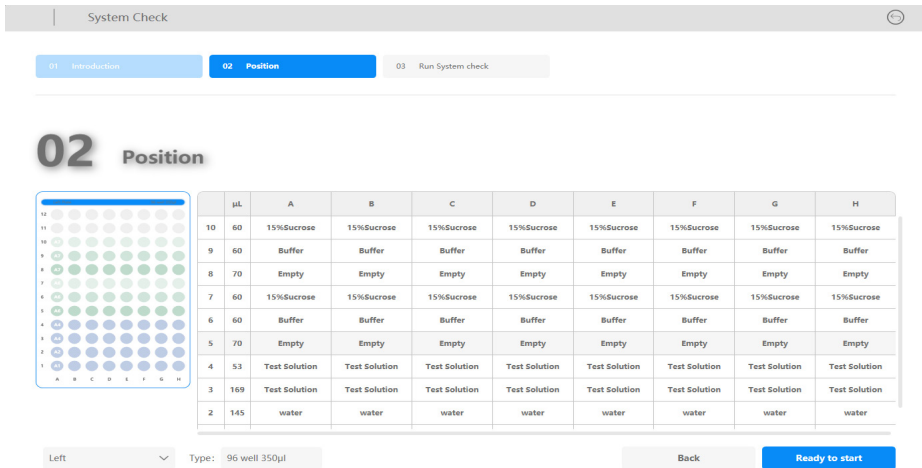


图 20 软件 System Check 程序加样提示界面

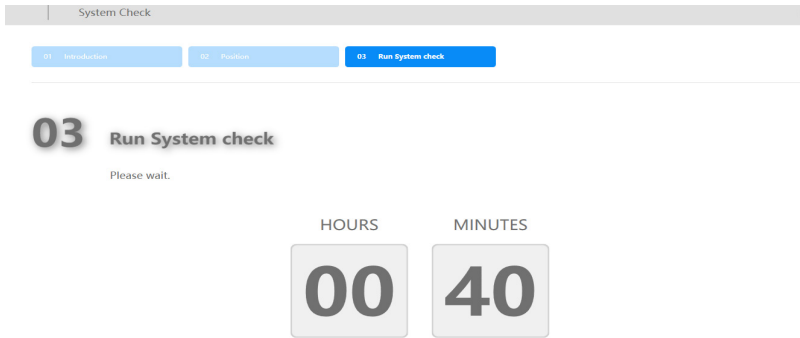


图 21 软件 System Check 程序运行界面

- d. 如图 20 所示，按照 position 界面显示在 350 μ L V 底 96 孔微孔板中加入 test solution、Buffer、纯水等试剂，并将板放入正确的板位，点击 Ready to start，保存结果文件，自动运行 System Check 程序；
- e. 系统检测完成后，在 Review 菜单找到对应的实验记录并点击 Export 导出详细的检测报告；

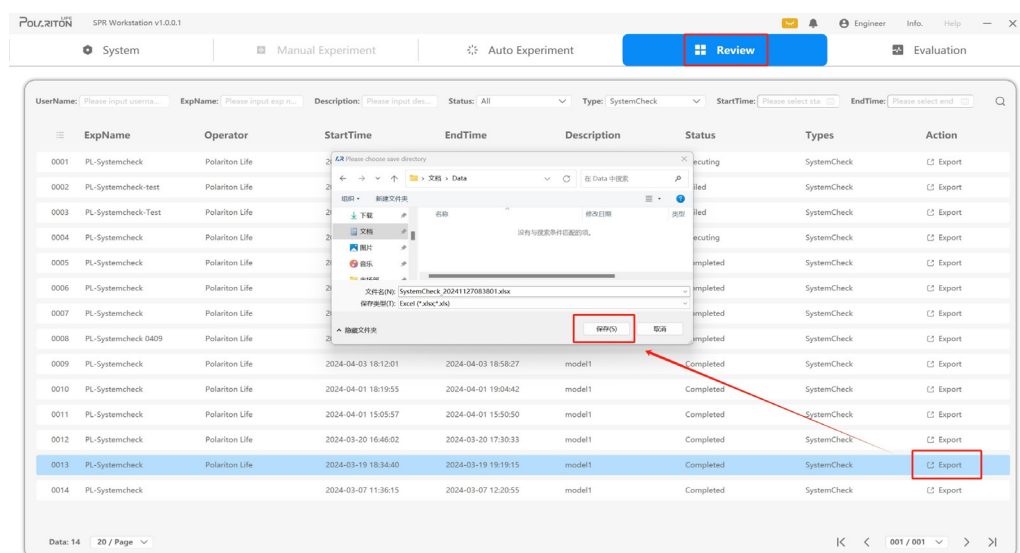


图 22 Polariton SPR Workstation 软件报告导出界面

- f. 检测报告导出结果。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	FlowCell	Mix1(%)	Mix2(%)	Difference	Result					
2	1A	47	46.8	0.4	Pass					
3	1B	46.8	46.6	0.5	Pass					
4	2A	48	47.2	1.6	Pass					
5	2B	47.5	46.8	1.5	Pass					
6	3A	47.7	47.7	0.2	Pass					
7	3B	46.9	46.8	0.2	Pass					
8	4A	48	48.1	0.3	Pass					
9	4B	48	48.1	0.3	Pass					
10	5A	47.5	47.8	0.6	Pass					
11	5B	47.4	47.6	0.5	Pass					
12	6A	45.9	46.1	0.5	Pass					
13	6B	46	46.2	0.5	Pass					
14	7A	46.2	45.9	0.8	Pass					
15	7B	46.1	45.8	0.8	Pass					
16	8A	47.8	47.5	0.6	Pass					
17	8B	47.6	47.3	0.7	Pass					
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										

图 23 系统检测报告中测试项目结果

3. 芯片保存（半干保存法）（视频 1）



视频 1 半干保存法

(https://www.bilibili.com/video/BV19hNtzYEF2/?share_source=copy_web&vd_source=19c373bf3f6c9d3e11cc648a22864c640)

- a. 将芯片金膜侧向上放置，推出内片，吸取约 100 μ L 蛋白保存缓冲液，滴到金膜表面至完全覆盖，如图 24 和 25；

注意：枪头不要接触金膜！



图 24 从芯片保护壳中抽出芯片内片



图 25 在芯片内片金膜表面滴加缓冲液

- b. 将内片推回芯片盒内，水平放入 50 mL 离心管，拧紧离心管盖，置于 4 $^{\circ}$ C 冰箱保存；

注：避免剧烈晃动，防止液滴滑落。此方法保存期限取决于芯片表面所固定生物分子的性质，一般可保存 1~2 周。

- c. 再次使用芯片时，将芯片内片取出，甩干至金膜区域无液体残留。确保芯片所有区域（包括芯片盒、内片、金膜）没有残留液体，无明显盐析出，如有，使用缓冲液冲洗干净。

注：不可接触或者使用纯水洗金膜区域！

4. 仪器关机流程

Polariton SPR Workstation → System → Maintenance → Shutdown；如图 26~34 所示，根据系统提示，按步骤进行操作，准备好所需试剂。

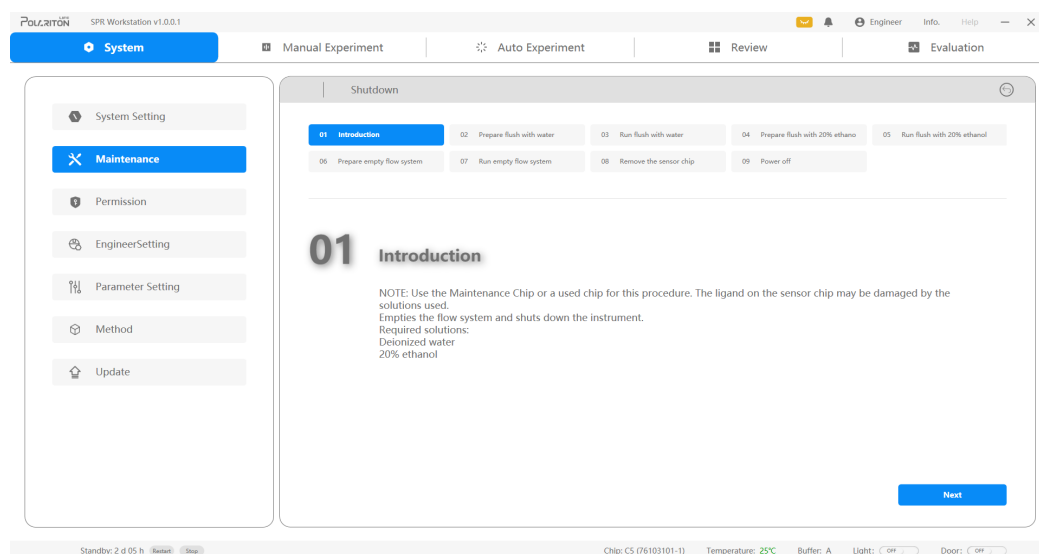


图 26 Polariton SPR Workstation 软件 Shutdown 程序主界面

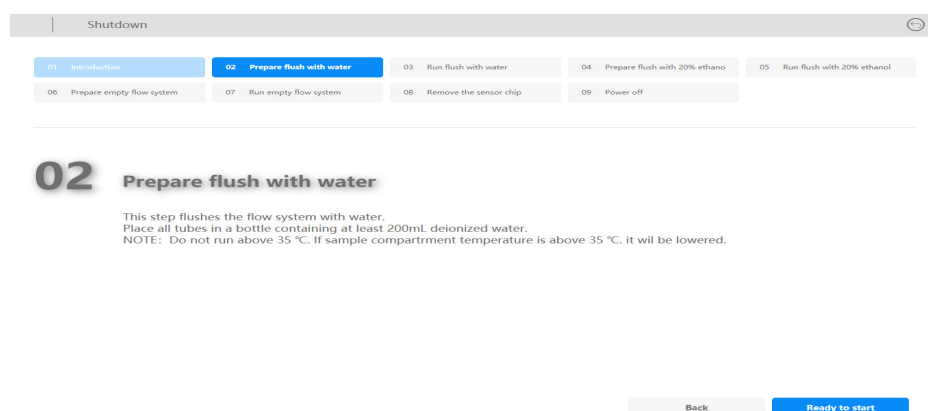


图 27 软件 Shutdown 程序纯水准备提示界面

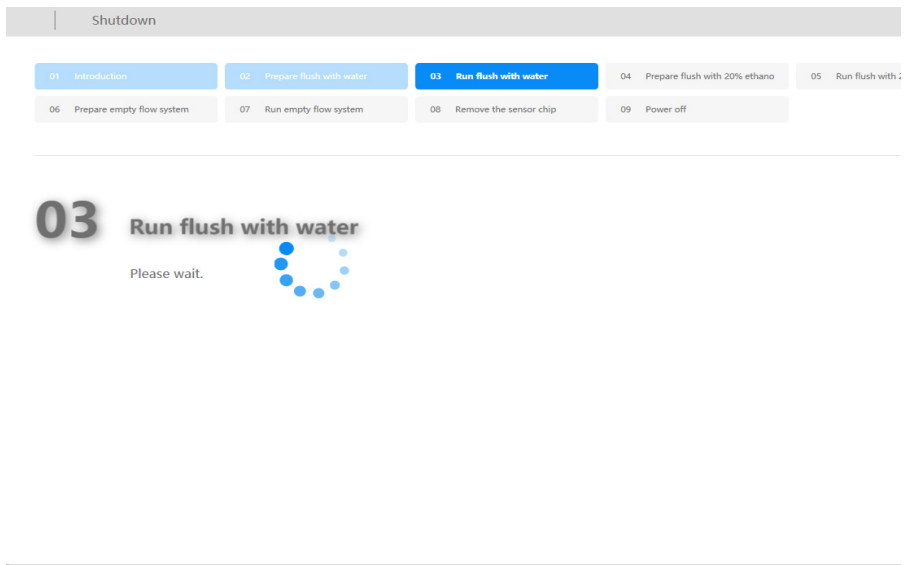


图 28 软件 Shutdown 程序纯水运行界面

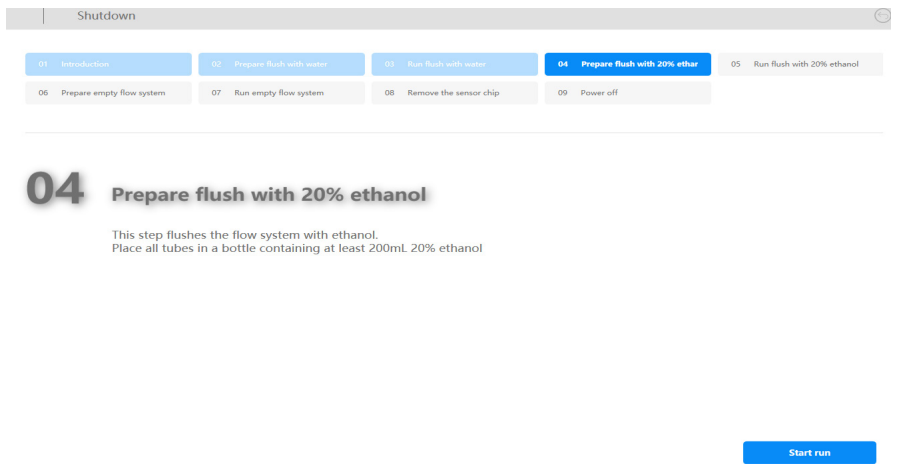


图 29 软件 Shutdown 程序 20%乙醇准备提示界面

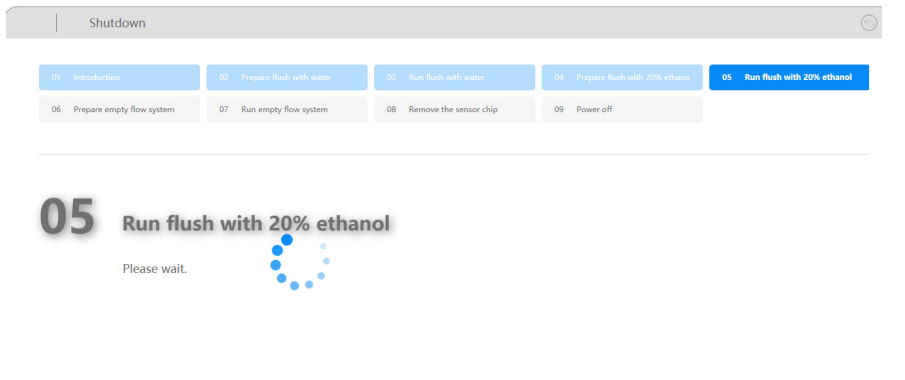


图 30 软件 Shutdown 程序 20%乙醇运行界面

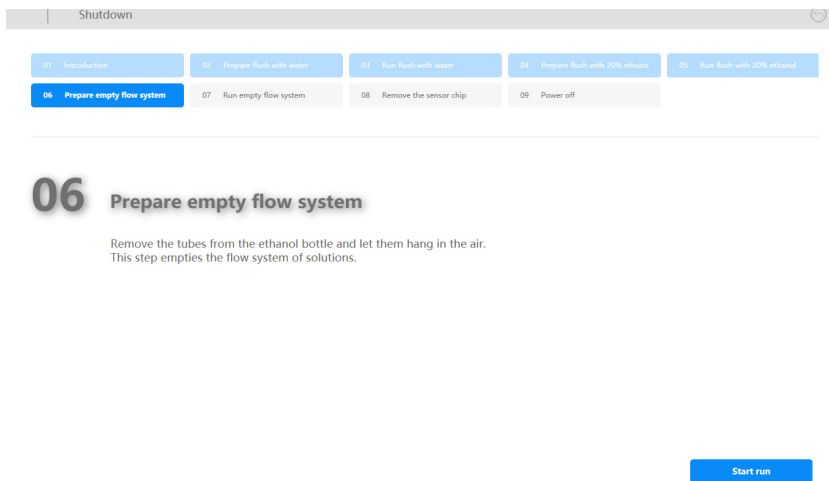


图 31 软件 Shutdown 程序排空提示界面

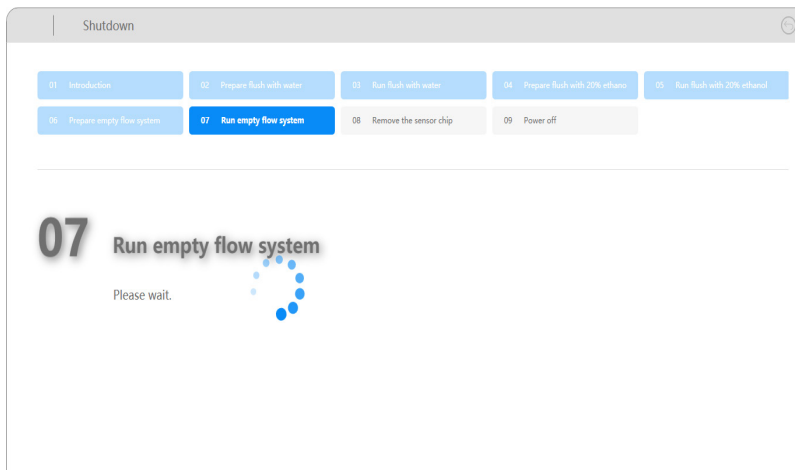


图 32 软件 Shutdown 程序排空运行界面

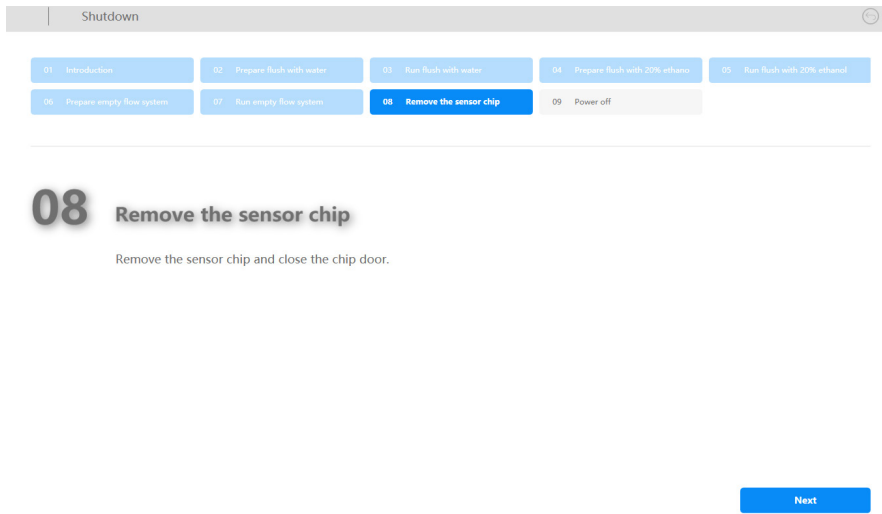


图 33 软件 Shutdown 程序芯片取出提示界面

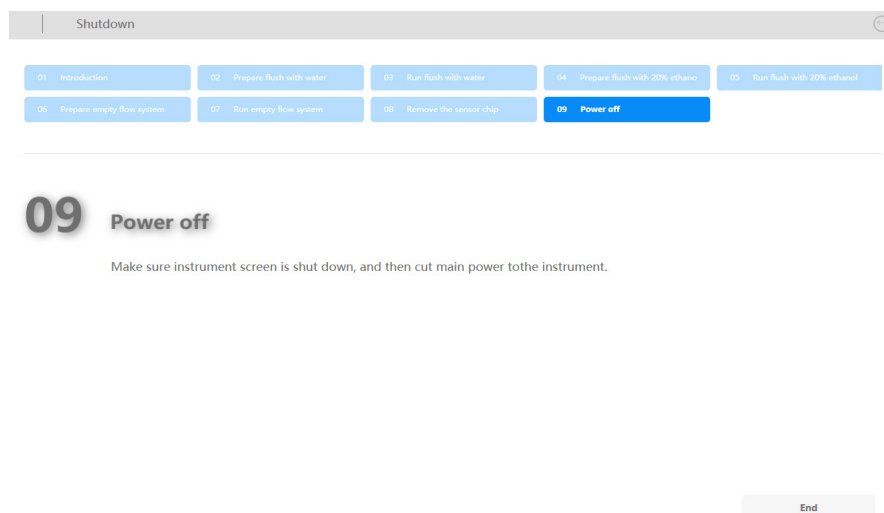


图 34 软件 Shutdown 程序关机断电提示界面

5. 核心部件 MFC 的更换

MFC 作为 SPR 微流控技术的核心部件承担着液路传输和切换的重要作用。极瞳生命自主研发的 MFC 使用具有高化学耐受的全聚二甲基硅氧烷材料 (Polydimethylsiloxane, PDMS)，能够实现工业级微流控精度，包含 8 组通道，16 个流动池以及 64 个 30 psi 驱动的气动阀 (图 35)。其流动池最小横截面约 $70\ \mu\text{m}^2$ ，可确保最低 $1\ \mu\text{L}$ 样品的精准输送和界面高效质传。具体更换步骤如下：

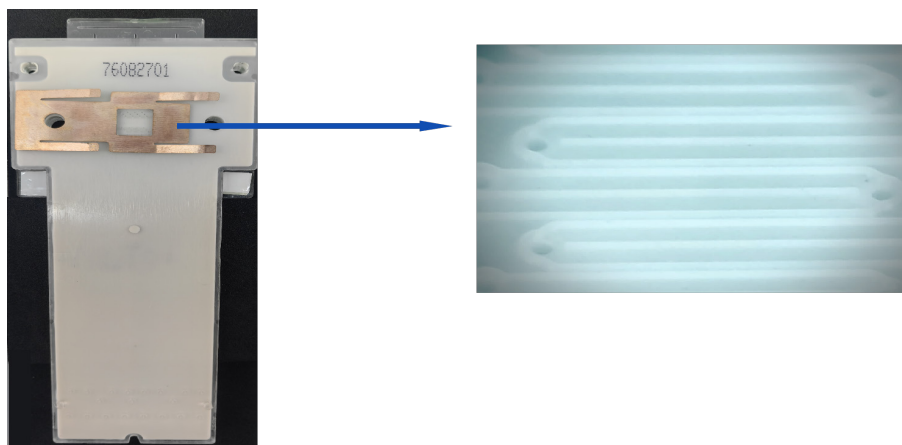


图 35 极瞳生命 S-Class 仪器的 MFC

- 将右侧管路插入纯水中，运行 Change Solutions 程序；
- 将右侧管路抽出并置于空气中，运行 Change Solutions 程序；
- 操作软件点击 Unload Chip，取出芯片后依次关闭软件和主机电源；
- 使用内六角扳手依次取出中间横板、上前盖板，打开核心舱 (图 36)，松开进样针；

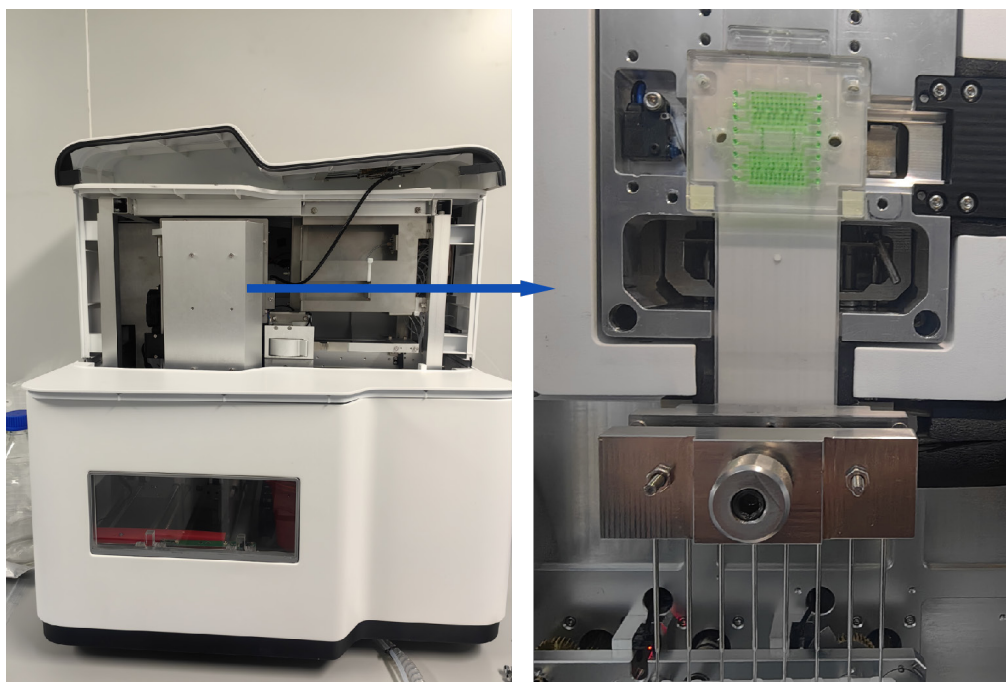


图 36 核心舱内部

- e. 垂直取出 MFC，如图 37 所示，在接口处覆盖无胶贴膜，放入保护盒内；



图 37 无胶贴膜及 MFC 保护盒

- f. 将新 MFC 安装至核心舱，装回中间横板及上前盖板，打开主机电源并启动软件；
- g. 将右侧管路插入缓冲液（如 PBST、HBST 等），点击 Load Chip 装入芯片，运行 Change Solutions 程序；
- h. 按照 3b 模块运行一次 System Check 程序确保新 MFC 可正常使用。

注意要点

1. 运行缓冲液(1×)在 2~8 °C 环境中的储存周期不超过 2 周, 建议每次新鲜配制, 储存的运行缓冲液(1×)使用前需经 0.22 μm 滤膜过滤;
2. 使用前需仔细检查缓冲液是否澄清透明, 如有细微絮状物可在 0.22 μm 滤膜过滤后继续使用, 如有结晶、长菌等异常情况应立即停止使用;
3. 缓冲液容器需要清洗干净, 配制好溶液后需标明名称、浓度及配制时间等信息;
4. 无人值守时, 设备能够在 Standby 模式下运行不超过 8 天, 如在两周内仍需使用, 需要在第 7~8 天时更换缓冲液, 点击软件左下 Restart 重置倒计时, 无需关机;
5. 如需长期待机, 芯片更换为维护芯片, 清空废液桶, 并按 200 mL/24 h 消耗预估在缓冲瓶中加入足够的超纯水或 0.22 μm 滤膜过滤的去离子水;
6. 芯片推荐半干法保存, 定期检查, 保持芯片表面湿润;
7. 使用极瞳生命建议的保护工具保护 MFC;
8. 参照说明书要求保存和使用相应试剂;

致谢

感谢极瞳生命科技(苏州)有限公司研发部门提供的软硬件信息。

参考文献

1. 极瞳生命科技(苏州)有限公司, Polaritons 系列简易操作指南, 2024-v1.2.
2. 极瞳生命科技(苏州)有限公司, Polaritons 系列产品说明书, 2024-v2.5.