

# 尖创科技

## NIRScoutX+用户说明书



南京尖创科技有限公司

<https://www.jc-toptech.com/>

No. 25/12/2024

## 目 录

|                        |        |
|------------------------|--------|
| 1. 设备概述 .....          | - 1 -  |
| 2. 设备处理和维护 .....       | - 1 -  |
| 3. 硬件组件 .....          | - 4 -  |
| 4. 软件安装 .....          | - 7 -  |
| 4.1 配置要求（电脑） .....     | - 7 -  |
| 4.2 下载软件 .....         | - 8 -  |
| 4.3 安装 .....           | - 8 -  |
| 5. NIRStar .....       | - 8 -  |
| 5.1 NIRStar 的特点 .....  | - 8 -  |
| 5.2 主界面 .....          | - 9 -  |
| 6. 硬件配置 .....          | - 10 - |
| 6.1 硬件规格 .....         | - 11 - |
| 6.2 短通道 .....          | - 12 - |
| 6.3 预定义 Montage .....  | - 13 - |
| 6.4 通道设置 .....         | - 15 - |
| 6.5 地形布局编辑器 .....      | - 16 - |
| 6.6 通道掩蔽 .....         | - 18 - |
| 6.7 Hb 参数 .....        | - 19 - |
| 6.8 数据流（LSL） .....     | - 21 - |
| 6.8.1 实验室流层（LSL） ..... | - 21 - |
| 6.8.2 接收触发器（LSL） ..... | - 23 - |
| 6.9 高级设置 .....         | - 25 - |
| 6.10 其他功能 .....        | - 25 - |
| 7. 其他菜单栏项目 .....       | - 25 - |

|       |                           |            |
|-------|---------------------------|------------|
| 7.1   | 数字输入/输出 .....             | - 25 -     |
| 7.2   | 诊断 .....                  | - 28 -     |
| 7.3   | 选择文件 .....                | - 30 -     |
| 7.4   | About .....               | 错误! 未定义书签。 |
| 8.    | 操作面板 .....                | - 33 -     |
| 8.1   | 回放 .....                  | - 33 -     |
| 8.2   | 详情 .....                  | - 33 -     |
| 8.3   | 校准 .....                  | - 34 -     |
| 8.4   | 预览 .....                  | - 34 -     |
| 8.5   | 记录 .....                  | - 35 -     |
| 8.6   | 停止 .....                  | - 35 -     |
| 8.7   | 退出 .....                  | - 36 -     |
| 8.8   | 远程控制 .....                | - 36 -     |
| 9.    | 系统设置 .....                | - 37 -     |
| 9.1   | 信号质量 .....                | - 37 -     |
| 9.2   | 增益图、电平、噪声、暗噪声和串音显示器 ..... | - 41 -     |
| 9.2.1 | 浏览质量显示 .....              | - 44 -     |
| 9.2.2 | 信号质量案例 .....              | - 45 -     |
| 10.   | 实验记录和系统状态历史记录 .....       | - 46 -     |
| 11.   | 数据可视化和记录 .....            | - 47 -     |
| 11.1  | Plot 轨迹显示 .....           | - 48 -     |
| 11.2  | 地形显示 .....                | - 50 -     |
| 11.3  | Triggers .....            | - 51 -     |
| 11.4  | 时间戳 .....                 | - 53 -     |
| 12.   | 受试者人口统计学 .....            | - 53 -     |
| 13.   | 综合刺激演示 .....              | - 54 -     |
| 13.1  | NIRStim 特征 .....          | - 55 -     |
| 13.2  | NIRStim 事件同步 .....        | - 55 -     |
| 14.   | 数据文件格式 .....              | - 56 -     |

|        |   |      |
|--------|---|------|
| 14.1   | 文件命名和组织 .....                                 | 56 - |
| 14.2   | 探测器文件: *.wl1、*.wl2 .....                      | 56 - |
| 14.3   | 并行光源照明 .....                                  | 57 - |
| 14.4   | 头文件: *.hdr .....                              | 57 - |
| 14.5   | 其他文件 .....                                    | 62 - |
| 14.6   | 备份文件: *.nosatflags_wl1、*.nosatflags_wl2 ..... | 65 - |
| 14.7   | Hidden files: *.dat, *.avg .....              | 65 - |
| 15.    | 数据回放 .....                                    | 65 - |
| 15.1   | 在线/离线模式 .....                                 | 65 - |
| 15.2   | 预览功能 .....                                    | 67 - |
| 16.    | 高级显示能力 .....                                  | 69 - |
| 16.1   | 内置地形显示 .....                                  | 69 - |
| 16.2   | NIRSPlay 地形图显示 .....                          | 70 - |
| 16.3   | 块平均 .....                                     | 70 - |
| 16.3.1 | 块平均显示的准备 .....                                | 71 - |
| 16.3.2 | 实时显示块平均值图 .....                               | 71 - |
| 16.3.3 | 块平均显示 .....                                   | 72 - |
| 17.    | 超扫描 .....                                     | 75 - |
| 17.1   | 设置超扫描 .....                                   | 75 - |
| 17.2   | 超扫描 3D 显示 .....                               | 77 - |

# NIRScout X+系统产品说明书

## 1. 设备概述

NIRScoutX+是一款先进的近红外光谱成像系统，不是医疗设备，可用于非医疗应用，以神经生理学方法和数据为基础开展基础研究。该设备用于表层弥散近红外光谱测量血液中氧合血红蛋白和脱氧血红蛋白的相对浓度变化，明确禁止将该设备用于诊断、治疗、检测重要生命功能或其他医疗目的。

允许在医院、诊所、其他医疗环境、研究机构和其他环境中使用该设备，但必须符合有关正确使用规定的其他规定，并按照预期用途使用该设备。

### 注意：

- (1) 本设备通过电源线接地，属于 1 类设备，只能使用仪器指定并状态良好的电源线；
- (2) 本设备只能连接到带保护接地的电源线上；
- (3) 请勿在未安装盖板和面板的情况下操作，禁止改装设备。

## 2. 设备处理和维护

### 1. 运输和储存

NIRScoutX+设备是移动式仪器，用户可在原安装机构内的不同地点如实验室等之间移动，存放仪器时，应将其盖好，防止灰尘。推荐使用专用的硬盒容器进行长期储存和运输。

**注意：**设备不得接触液体和冷气；在储存和运输过程中，设备温度应保持在  $-15^{\circ}\text{C}$  至  $+70^{\circ}\text{C}$  之间，相对湿度在 20% 至 80%，环境压力应在 700hpa-1060hpa 之间。

### 2. 清洁、灭菌和消毒

可用湿布清洁仪器外部，可使用温和的肥皂或窗户清洁剂帮助清洁，切勿使用溶剂，使用前要让设备彻底晾干；与皮肤接触的光纤探头末端可以在使用后用 70% 的异丙醇擦拭进行清洁和消毒。

**注意：**请勿使用乙醇、甲醇或丙酮来清洗；光纤不得在高压灭菌器中灭菌。

### 3. 日常维护

光纤探头是精密的光学设备。应避免任何拉伸、扭结、挤压和紧密弯曲（弯曲半径小于 2 厘米），因为这样会损坏光纤。每次测量前，都应目测光纤是否有物理损坏的迹象。如果怀疑光纤损坏，请联系制造商。

仪器的正常运行不需要用户、供应商或制造商对仪器进行定期维护、校准或检查。为了保持足够的信号质量，建议用户定期执行系统检查程序，如暗噪声检查和静态幻像稳定性测量。

### 4. 运行环境

#### 注意：

- (1) NIRScoutX+仅供室内使用。
- (2) NIRScoutX+在易燃麻醉剂环境中使用不安全且不能在手术室使用。
- (3) 设备的工作温度应为-10°C至+40°C，相对湿度应为 20%至 80%(非冷凝)。

环境压力应在 700hPa 和 1060hPa 之间。

### 5. 设备使用

NIRScoutX+近红外光谱（NIRS）成像系统用于对人体头部血液灌注动态进行无创经颅近红外光谱（NIRS）分析。NIRScoutX+是一种研究仪器。仪器和所有附件仅用于研究目的。

**注意：**尖创科技产品不是用于以下目的的“医疗设备”：诊断疾病或其他情况，或治愈、减轻、治疗或预防疾病，或用作生命支持装置。

### 6. 功能说明

NIRScoutX+以高采样率对大型组织结构进行双波长连续波（cw）近红外（NIRS）漫射断层测量。该系统有助于以时间多路复用扫描方式对多个目标位置进行近红外照明。使用两种不同波长的发射器，可以分辨组织血红蛋白的两种氧合状态。两种波长同时发射，并通过调制和解调低千赫范围内的不同频率加以区分。

该仪器采用多个光学检测器通道并行读出，每个通道都使用自适应增益开关，以最大限度地提高动态测量范围。该仪器具有四个并行、光隔离的数字输入通道，用于采集事件触发信号。NIRScoutX+仪器通过 USB 连接的个人电脑上的图形用户界面进行操作。图 2-1 显示了 NIRScoutX+硬件组件和主要信号连接的相图。

除电源外，所有组件都插入仪器前端，并通过背板互连。USB 控制器与主机 PC 建立数据和控制信号连接，其中包括仪器运行所需的所有数据采集和控制硬件。其中包括数字输入/输出线、计数器、模数转换器和数模转换器。

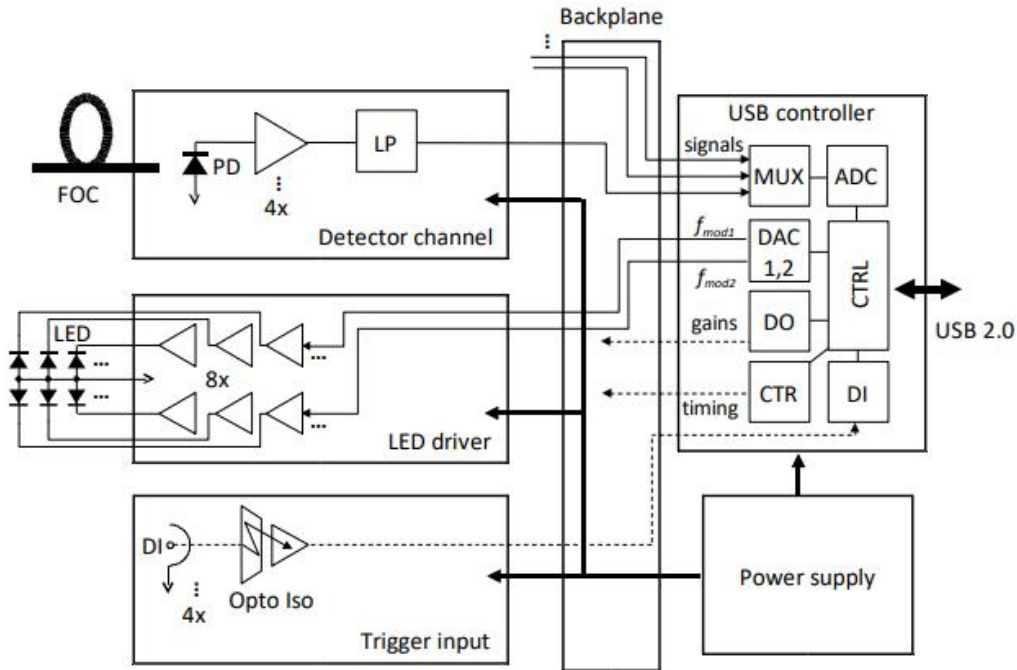


图 2-1 NIRSoutX+功能组件和信号连接框图

驱动卡提供多个并联的精密电流源，可对发光器进行所需的强度控制。每个光电二极管包含两个波长，可接收低千赫范围内的不同电流调制频率。在驱动器的数字控制下，以约 100Hz 的频率依次打开和关闭光电管，从而实现组织扫描。

探测光纤用于引导目标的透射光和反射光到达探测卡，每个探测卡有 4 个探测通道。光缓传输的光信号通过光电探测器（光电二极管）转换成与光强度成正比的电压，然后进行电子放大。放大器的增益由仪器自动调节，以根据接收光的强度提供最佳信噪比。因此，该仪器能够处理超大动态范围 ( $>10^6$ ) 内的光强度，从而可以对组织进行从不足 1 厘米到约 4 厘米距离的漫透射测量。因此，该仪器适用于光学断层（“多距离”）成像。放大器的输出经过低通滤波，并由控制板转换成分辨率为 16 位的数字信号。

为了对测量数据进行时间标记，以便与同时进行的测量或实验协议进行事件同步，仪器提供四个并行数字输入通道。每个通道都与系统的其他部分光学隔离。每个输入通道都有过压保护，并包含一个比较器电路（“施密特触发器”），以提高抗噪能力。输入与 TTL CMOS 兼容，并采用正沿触发。

### 3. 硬件组件

#### 1. 主框架

该仪器的外形是基于工业标准的模块化机架外亮。所有主要功能组件均以模块化电子卡的形式实现，可根据系统配置的需要插入。机箱背面有交流主电源入口和主开关。后面板上还有一个冷却风扇排气口。

#### 2. USB 控制卡

USB 控制器执行仪器控制和信号采集的所有功能，并通过各种数字输入/输出线为实验定时信号提供连接。通过 USB2.0 连接。

①与主机和仪器操作软件建立通信。连接完成后，系统将进入启动程序，在此期间绿色状态指示灯将显示

②亮起，然后开始闪烁。至此，与主机 PC 的数据连接建立。指示灯表示仪器的开机状态。只有当状态指示灯闪烁且电源 LED 亮起时，仪器才可以运行。一个矩形 10 针连接器提供四条平行、正边沿触发的数字 TTL 输入线。此外，一个微型 SMB 同轴连接器 (s) 输出一个用于计时的数字顿标记脉冲。该脉冲在每次扫描或测量顿开始时产生。

所有输入和输出均与仪器电子设备光学隔离，以提高电气安全性和信号完整性。

**注意：**USB 应在系统通电前连接。

#### 3. 驱动器卡

驱动卡有带一个矩形连接器的 8 通道版本和带两个相同连接器的 16 通道版本。对于 16 通道版本，上部连接器用于 1..... 8 信号源，下部连接器驱动 9...16 信号源。

每个 20 针连接器可插入一套 8 通道光源光合器。

**注意：**在开机和操作前，应先建立连接。应避免在操作过程中连接和断开光规。

#### 4. 检测卡

四通道探测器 (QCD)卡前面板提供一个光纤端口连接器,可容纳四根独立的光纤电，并通过固定螺钉固定。仪器可配置 1.....6 个 QCD 模块，以四个为增量提供 4.....16 个光学检测通道。

## 5. 光学探头

通过在头皮上放置光学发射器（光源）和接收器（探测器），可以对大脑血流动力学进行光谱测量。NIRScoutX+系统的照明光源为双波长 LED 发射器，直接置于皮肤上。

探测器由光缓和仪器内部的光学传感器组成，光线的输入端与头皮接触，输出端连接 QCD 的光纤端口连接器。



图 3-5 NIRScoutX+系统使用的传感器。

## 6. 将光纤连接到成像仪

将光缆的金属套管插入相应的光纤端口输入端，小心推入光纤，直到遇到机械阻力。不要用力过猛，轻微转动光纤连接器，将其缓缓推入端口可能会有帮助，光纤就位后，随时针复转旁边的固定螺钉以锁定套圈，少量扭矩足以防止光纤滑出。切勿用力过猛，以免损坏光纤套圈。要松开光纤，逆时针旋转固定螺钉（胶转几分之一圈即可），然后小心地拨出卡套。

**提示：**所有光纤套管在端口中的突出量应相同。如果发现某些光纤比其他光纤突出更多，则这些光纤可能未正确连接，在连接光纤之前，请确保固定螺钉没有阻挡套圈的路径。

## 7. 将 POD 发射器连接到主机

POD 发射器扁平带状电缆通过扁平带状电缆连接到仪器上。驱动器卡中的连接器是极化的，以防止连接反接。小心插入电缆，直至完全就位。

**注意：**电缆只能在仪器处于进行状态时连接成或断开。否则可能会损坏光耦合器。

## 8. 光学编码器和头帽

NIRScoutX+可使用各种光纤和基于的光纤以及探头放置系统。

## 9. 实验装置

完整的 NIRScoutX+ 测量。被测目标是一个头部模型（动态光学组织模拟器—DOTS）。为了组织探头电缆并作为应力消除装置，使用了带电缆夹的铰接臂。

## 10. 触发器输入

仪器的数字输入端规格如下：

- (1) 连接器：IDC 屏蔽针座，双排，2.54 毫米间距（引脚分布，见图 3-7）；
- (2) 逻辑电平：正边触发（即低电平到高电平的转换）TTL 电平；
- (3) 最小脉冲持续时间：定时脉冲应至少为 10 毫秒；
- (4) 最大脉冲持续时间：最大持续时间不受限制，但定时脉冲至少应相隔 100 毫秒才能区分。

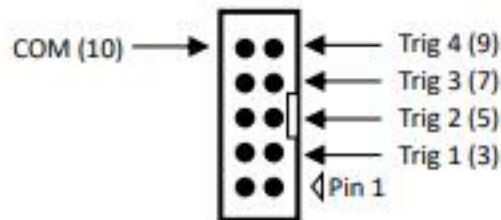


图 3-7 触发输入连接器的引脚布局

## 11. 触发器输出

USB 控制器前面板上有一个同轴连接器，可用于外部计时的数字输出信号。该连接器是一个 SMB、50 欧姆、插孔（公连接器），可与标准 SMB(母)插座轻松连接，该输出可在成像序列的每个扫描帧开始时提供 0.1 毫秒的 5V 正脉冲。

## 12. 配件

所有附件和更换部件只能通过厂家处获取。一次性用品只能从厂家处获得。

## 13. 光纤探头和照明器

NIRScoutX+ 系列有多种光纤探头和照明器可供选择，以满足不同用户的应用需求。为了提供有关可用产品的最新信息，请咨询厂家。

## 14. 探头支架/头戴设备

NIRScoutX+ 系列有多种头帽和探头架可供选择。

## 15. 10.3 电缆

对于与控制板的 USB 连接，可使用符合 USB 标准的合适长度的通用电缆（仪器随附合适的电缆）。

对于电源连接，可使用符合以下要求的通用电源线：三芯电组，带有足够截面的中性线、带电相线和保护接地线（每根线的截面最小为 1mm<sup>2</sup>），用于连接仪器的 IEC C13 型连接器，以及适用的批准或认证。

仪器随附一条 3 米长的触发电缆，用于连接标准 PC 并行端口（25 针 sub-D 母接头）和 USB 控制器前面板上的 10 针矩形接头。电缆连接如图 3-8 所示，以供参考。

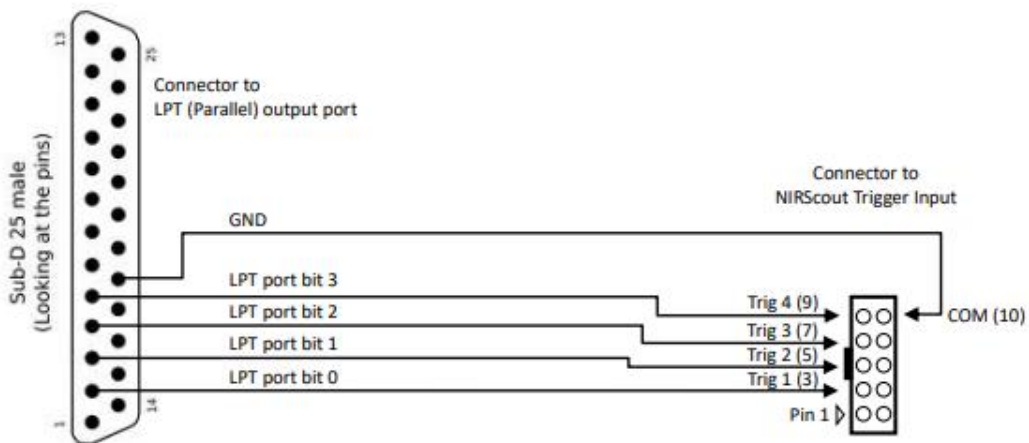


图 3-8 NIRScoutX+ 触发的连接示意图

## 16. 一次性用品

只要符合适用的医疗安全指令（生物相容性等），就可以使用第三方一次性用品，如刮刀（用于分开头发）、接触啫喱等，为保证数据质量，我们强烈建议使用官方推荐的一次性用品。

## 4. 软件安装

### 4.1 配置要求（电脑）

- (1) Windows 7、8 或 10（32 或 64 位）
- (2) 最好 USB2.0（如果只有 3.0 可用，请确保所有 Windows 驱动程序）
- (3) 8GB 内存
- (4) 至少 2.0 GB 的硬盘空间
- (5) 至少 1024×768 像素屏幕分辨率（更高建议）图形适配器超过 256 种颜色（至少 65k 颜色推荐）。
- (6) 已经安装了 NET 框架 3.5（较新的版本可能会出现兼容性问题）

(7) VisualC++可重新分发为 Visual Studio 2013 x86

## 4.2 下载软件

- (1) 高分辨率：1900×1200
- (2) 像素低分辨率：1200×768 像素

这两个版本都可以作为安装程序 (\*.exe) 或构建 (\*.zip) 下载。由于需要几个额外的软件组件(例如,国家仪器的™驱动程序和 LabView™运行时环境 2012) 来运行 NIRStar, 这些都包含在安装程序包 (~1.9 GB) 中。在完成所有所需组件的初始完成安装后, 安装软件进一步修订的构建版本 (~67 MB) 就足够了。

## 4.3 安装

在安装过程中, 请遵循屏幕上的说明, 并且不要更改默认的安装路径。

当第一次执行 NIRStar 时, 操作系统可能会显示一个防火墙警报。应该授予此防火墙权限, 以允许完整的 NIRStar 功能。

## 5. NIRStar

### 5.1 NIRStar 的特点

NIRStar 被设计为一个多平台的仪器控制环境, 提供最大的灵活性来支持 NIRSport 和 NIRScout 功能成像系统可以探索的许多研究范式。无论您的目标是使用 NIRSport 进行移动研究, 还是使用 NIRScoutX 进行高密度超扫描测量, NIRStar 都为您提供了丰富的系统控制和实时显示功能, 旨在最大限度地利用 NIRS 提供的研究机会。

主要特点包括:

- (1) 软件启动时的自动仪器识别。
- (2) 能够运行全部或部分传感配置。
- (3) 对所有仪器类型的串联操作。
- (4) 可编程源控制, 以支持多部位的大脑研究 (例如, 左右半球)。
- (5) 自动记录来自第三方设备的输入触发器。
- (6) 对第三方设备的输出触发器的可编程规范 (仅限 NIRScoutX+)。
- (7) 由用户控制的手动触发器输入。

- (8) NIRStim™集成刺激软件，多个实时显示屏。
- (9) 蒙太奇观看选项：玻璃视图、光电视管位置和标准脑电图位置（国际 10-10 系统）。
- (10) 传感器登记到解剖显示（头皮，皮质，MNI 大脑）。实时更新对事件相关方案的血流动力学反应。
- (11) 实时超扫描地形显示（脱氧、羧基、羧基）。
- (12) 多重系统检查显示，以确保数据质量。
- (13) 可编程显示功能，以突出显示预选的传感器位置。
- (14) 自动增益调整，以最大化动态范围的测量。
- (15) 对所显示结果的在线频率滤波。
- (16) 规范自定义光电管配置的用户 GUI。
- (17) 自动化的有用的建议，以方便系统的使用。
- (18) 实时系统状态报告显示。
- (19) 用户指导的评论框。
- (20) 高达 4 波长的激光操作（需要可选设备）。
- (21) 为快速传感器系统设置的预定义蒙太奇。
- (22) 在线（采集）/离线（数据审查）模式。
- (23) 导出到 Homer2 和 AtlasViewer。
- (24) 与实验室流媒体层的集成（发送数据和接收触发器）。
- (25) 外部采集控制（如校准、启动、停止、退出）和触发。
- (26) 近距离测量，用户友好的设置和可视化。

## 5.2 主界面

### (1) 菜单栏

软件屏幕顶部的菜单栏允许访问成像仪的多个配置和状态功能，以及系统诊断和数据路径规范的工具。

### (2) 显示面板

显示面板提供有关仪器状态和测量信号的视觉信息。显示信息可以通过三个不同的选项卡来访问。

- 系统设置：系统设置选项卡是启动软件时的默认视图。显示功能报告了

系统的一般配置和特定的光学设置。显示的信息包括系统配置（源和检测器的数量）、扫描速率和当前系统状态。同样可访问的是在启动扫描之前的每个通道的光信号质量的信息。有关“系统设置”选项卡及其使用情况的详细描述。

➤ 通过数据可视化和块平均标签，可以访问测量数据的各种实时视图。

### (3) 操作面板

操作面板提供了对系统校准和数据记录元素的控制。

### (4) 状态和选项栏

位于显示面板下方的是其他显示选项的控件，以及与触发器的使用、已运行的记录时间和数据流相关的状态指示器。

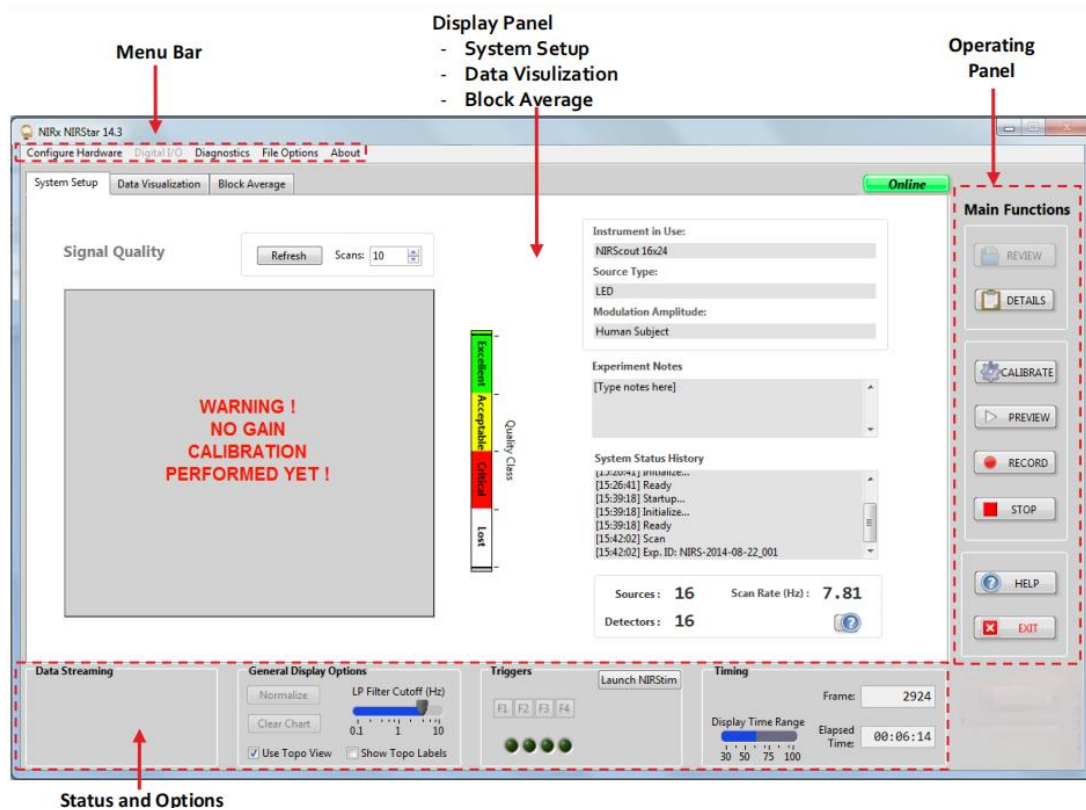


图 5-1 主界面

## 6. 硬件配置

仪器的所有硬件设置和实验配置都在菜单栏中的配置硬件项中进行控制。硬件配置用户界面被细分为几个选项卡，其功能将在后面进行描述。在硬件配置中指定的所有设置都将自动保存，并将在软件的后续调用中应用，直到它们再次被修改为止。

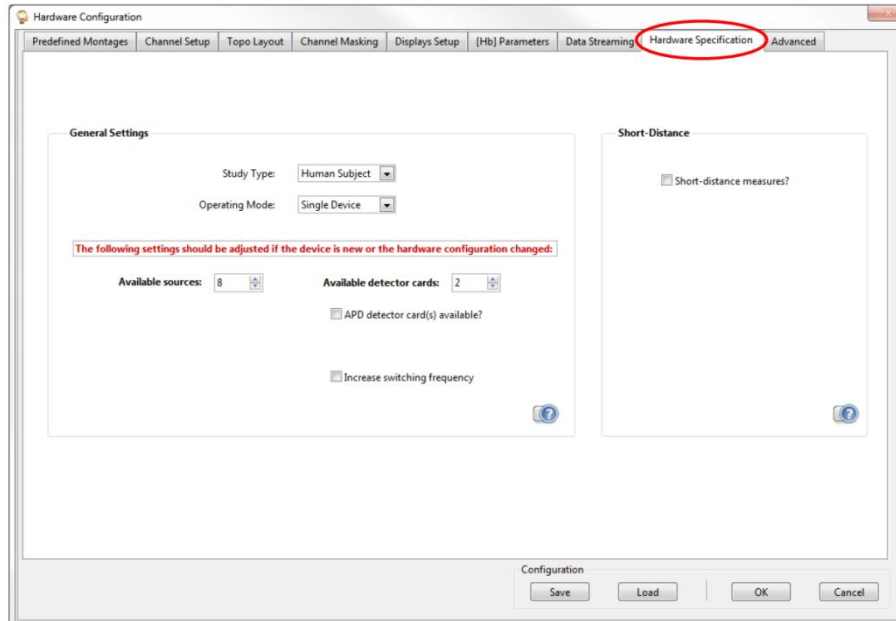


图 6-1 硬件设置

## 6.1 硬件规格

硬件规范特性考虑了 NIRStar 支持的不同类型的成像设备和不同的单独配置。随着 USB 电缆连接到成像仪和成像仪在“打开”的位置，启动 NIRStar 将导致软件自动识别成像仪的类型（即，NIRSport, NIRScout, NIRScoutX+）。由于某些系统类型是可扩展的，因此本节中列出的硬件规范与所连接设备中出现的硬件配置相匹配是很重要的。硬件规范是通过指示检测器卡的数量（每个检测器卡有 4 个输入连接器）和可用的（源）的数量来确定的。每个驱动程序卡可以支持一个或两个，8 元件连接器电缆。如表所示，是不同成像仪系统支持的最大配置的摘要。

表 不同设备类型的源和探测器配置的最大数量

| 设备         | 最大探测器卡数量 | 最大光源数量  | 最多通道数 |
|------------|----------|---------|-------|
| NIRScout   | 6        | 16      | 384   |
| NIRScoutX+ | 8        | 64      | 2048  |
| NIRSport   | 无（8 探测器） | 无（8 光源） | 64    |

## 6.2 短通道

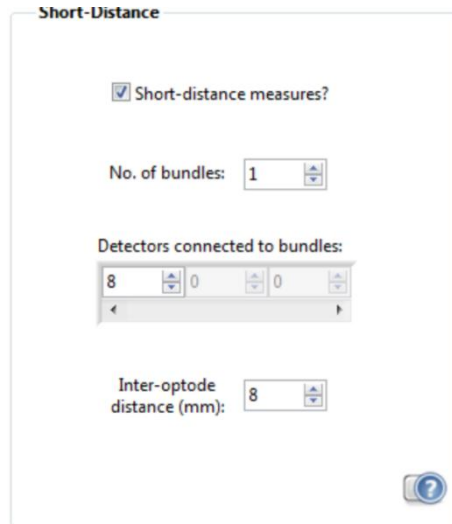


图 6-2 短通道设置

如果使用了允许短距离测量的耦合器，并且在硬件规范中有相应的设置，则 NIRStar 保存的大部分文件将被相应地更改。由于短距离耦合器提供了将单个检测器光电二极管分解成 8 个不同位置的能力，因此应该对数据进行相应的调整，以允许用户以通常的方式进行数据分析。分析软件包通常期望一个光电二极管将位于单个位置上。因此，必须复制在不同位置分裂的 **optode (s)** 对应的数据。

例如，如果原始的蒙太奇由 8 个源和 8 个探测器组成，但最后一个探测器被分成 8 个不同的位置进行短距离测量，那么 NIRStar 存储的所有文件现在都将被调整，就像测量中有 8 个源和 15 个探测器一样。通过这样做，用户就能够创建例如显示所有短距离位置的 **probeInfo** 文件，因此允许进行通常的分析。

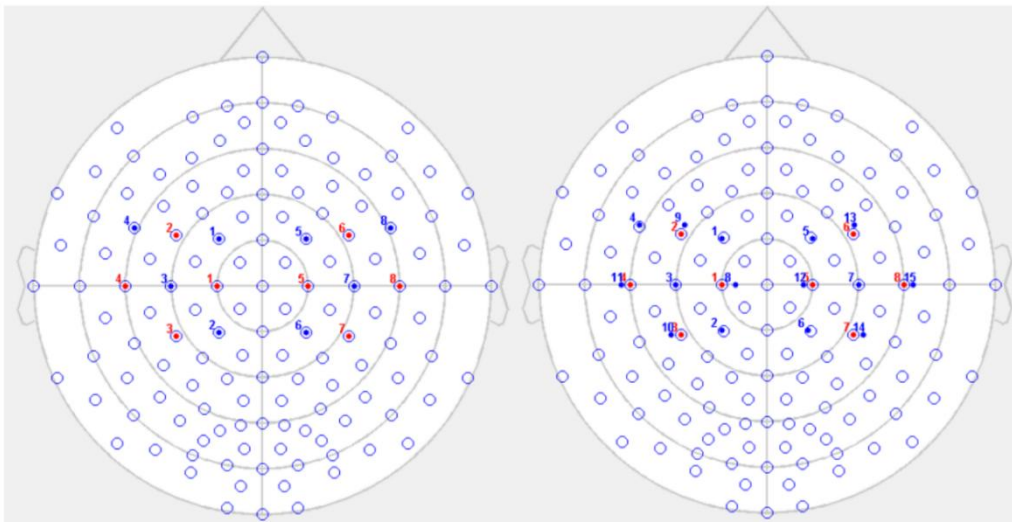


图 6-3 Motor\_8x8 蒙太奇的 2D 布局

上图展示了预定义 Motor\_8x8 蒙太奇的 2D 布局表示示例。可以看到，原来的布局由 8 个源和 8 个探测器组成，基于国际系统的位置。短距离布局现在有 8 个源和 15 个探测器，最后的 8 个探测器（编号 8-15）现在被放置在蒙太奇中每个源的位置，以便在每个感兴趣的位置进行短距离测量。这是在原型的基础上完成的，该原型允许将最后一个可用的检测器（#8，图左）分割到 8 个不同的位置（#8-15，图右）。

### 6.3 预定义 Montage

NIRStar 根据硬件配置的选项卡提供了硬件配置的快速设置。如果所需的光源和/或检测器数量不超过硬件规范选项卡设置的限制，则选项卡通道设置、拓扑布局和通道掩蔽将自动更新为与所选布局对应的配置。此外，还为用户显示了所选布局的图片，其中向用户显示了 10-10 标准帽上的每个源和探测器的位置。

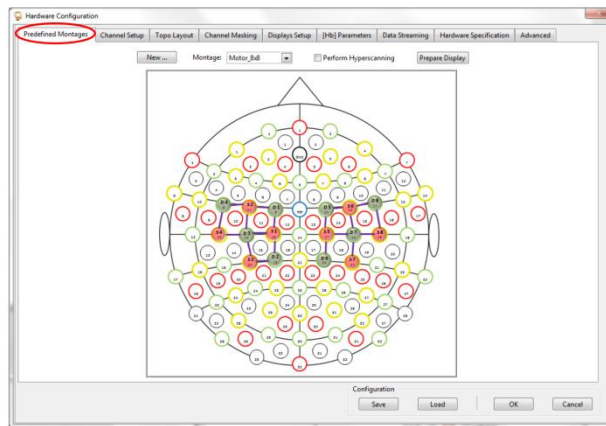


图 6-4 所选布局的图片

如果所选的预定义蒙太奇不包含用于超扫描的拓扑布局，则 NIRStar 将为用户提供自动创建此布局的选项，如图 6-5 所示。它本质上是调整标签和创建新的列或行来复制当前的模式。但是请注意，如果结果超过了拓扑布局的大小限制（20 行和 15 列），它将不可能创建它，用户将被告知手动操作。否则，如果操作成功，“执行超级扫描”复选框将在屏幕中可用。

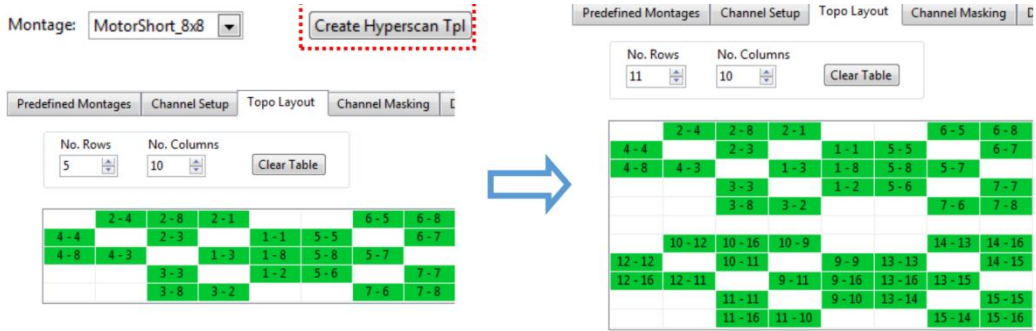


图 6-5 预定义蒙太奇拓扑布局

一旦选择了所需的配置，用户还可以选择自动启动内置地形渲染，已经加载了相应的探测设置文件和皮层显示可用。这可以通过点击“准备显示”来完成。

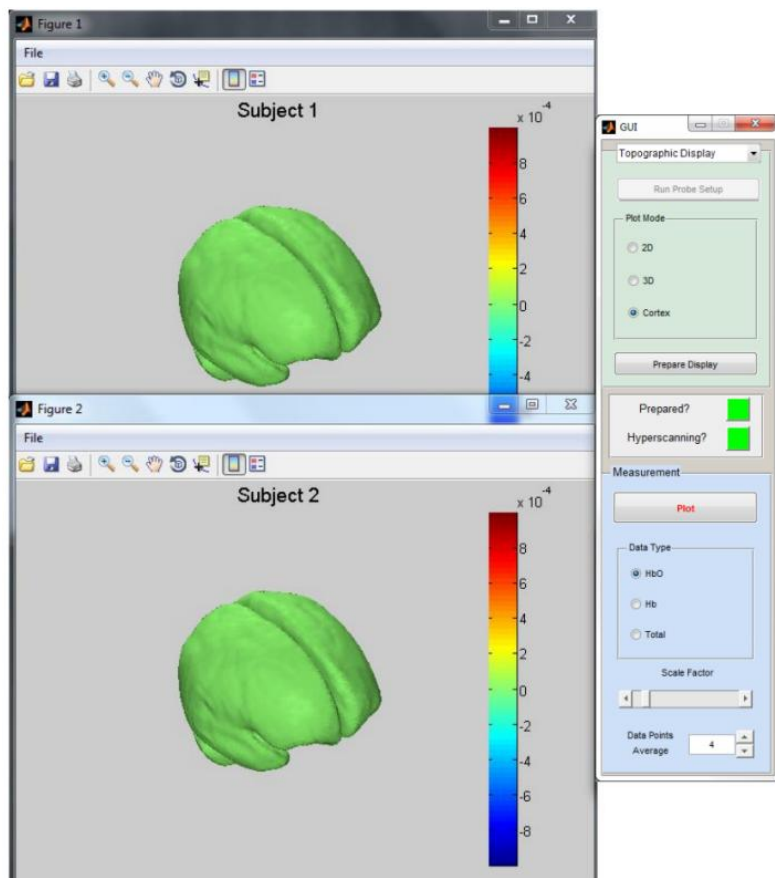


图 6-6 地形渲染

换句话说，只有使用预定义的蒙太奇选项卡，用户能够完全配置系统的实验（鉴于硬件规范选项卡已经之前设置），选择是否一个或两个主题将被测量，也加载和显示皮层图(s)用于实时绘制由测量收集的数据。

除此之外，NIRStar 还允许其用户通过点击“新的……”来添加他们自己的蒙太奇页面。通过这样做，会弹出一个表单，用户被要求输入蒙太奇名称和相应的源和检测器的数量，以及检查要加载的配置文件。

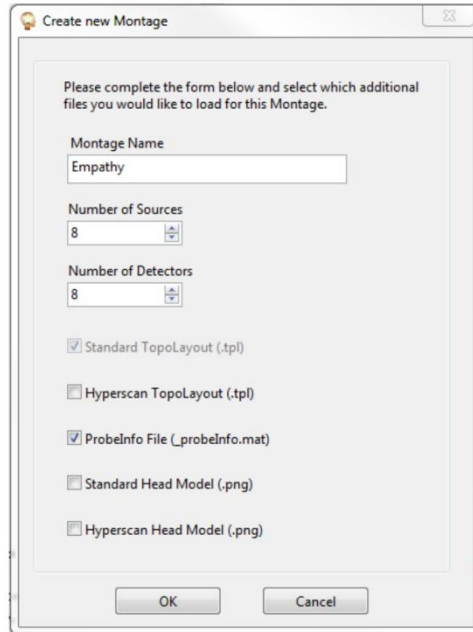


图 6-7 蒙太奇参数设置

在这里，用户可以输入所需的蒙太奇名称、光源和检测器的数量，以及他们想要添加到这个蒙太奇中的附加文件（地形布局、详细信息和头部模型）。请注意，“标准地形布局（.tpl）”文件总是被选中的，并且不能被更改，因为至少这个文件应该是可用的，以便正确地设置硬件配置。

#### 6.4 通道设置

在“通道设置”选项卡中，用户可以定义特定实验协议中要使用的测量通道数量和照明序列。

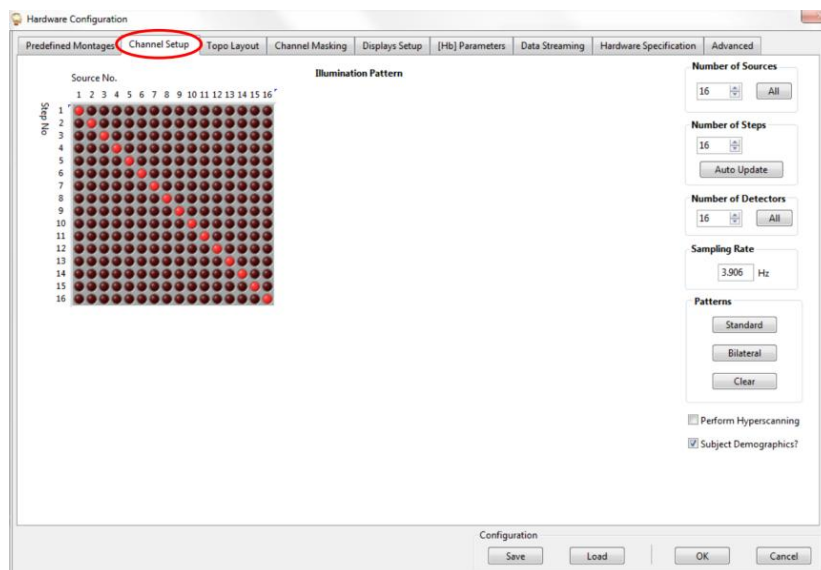


图 6-8 通道设置

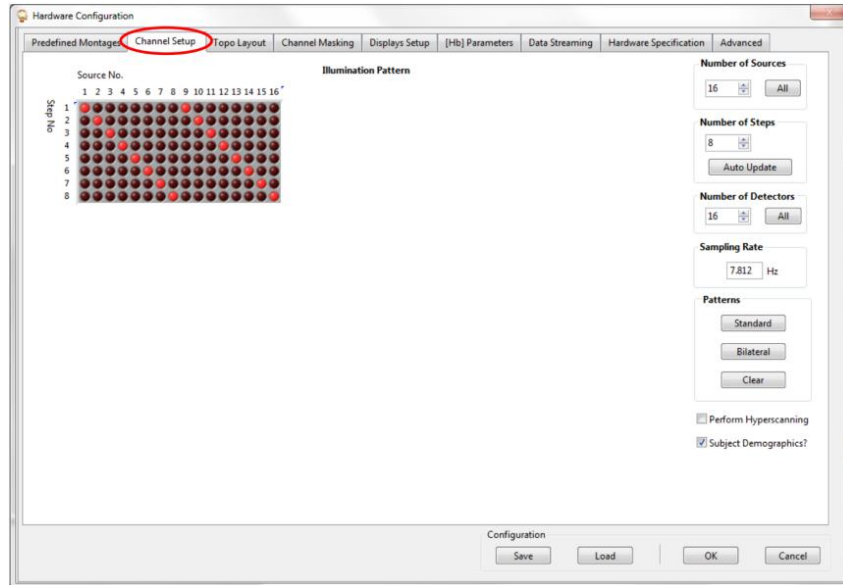


图 6-9 通道设置

对于给定数量的源，通过每个步骤打开多个源（即，每行突出显示多个点的源），可以减少步骤数，并增加扫描速率。图 6-9 显示了在一个扫描序列中同时打开两个 led 的情况，即 1 和 9、2 和 10、3 和 11 等。

为了避免光串扰，成对源之间应保持足够的距离（最小~6 厘米）。通过对分离良好的大脑区域（如左、右半球）进行平行扫描，这是最容易实现的。

## 6.5 地形布局编辑器

NIRStar 提供了不同的地形数据映射方法。如图所示的“Topo 布局”编辑器提供了简化的通道示意图映射到几何、直线模式上。在“Topo 布局”下定义的模式确定了血流动力学变化的实时显示和块平均显示的通道布置。

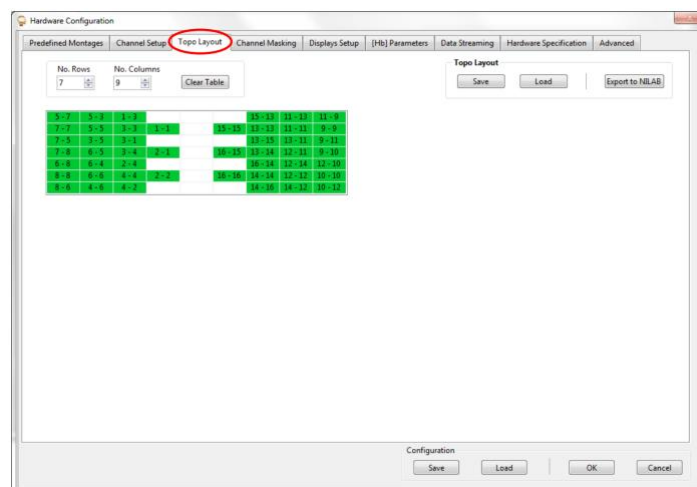


图 6-10 Topo 布局

布局编辑器提供了一种方便的方法来指定特定的源检测器组合（“通道”）的空间安排。如图 6-11 所示，头部的物理布局（在本例中，参考国际 10-10 系统）被转移到表格直线视图。源 X 和检测器 Y 形成的信道由适当的字符串 X-Y 识别。

要定义布局，请单击表的单元格并输入特定的通道标识符。通道的定义方法是首先指定源号，然后是负号，然后是检测器号。如果格式要求为“源代码 No.”-探测器没有出现。”当不满足时，将显示一个错误消息，如图所示。行数和列数可以通过使用 Topo 布局用户界面左上角的适当字段来调整。

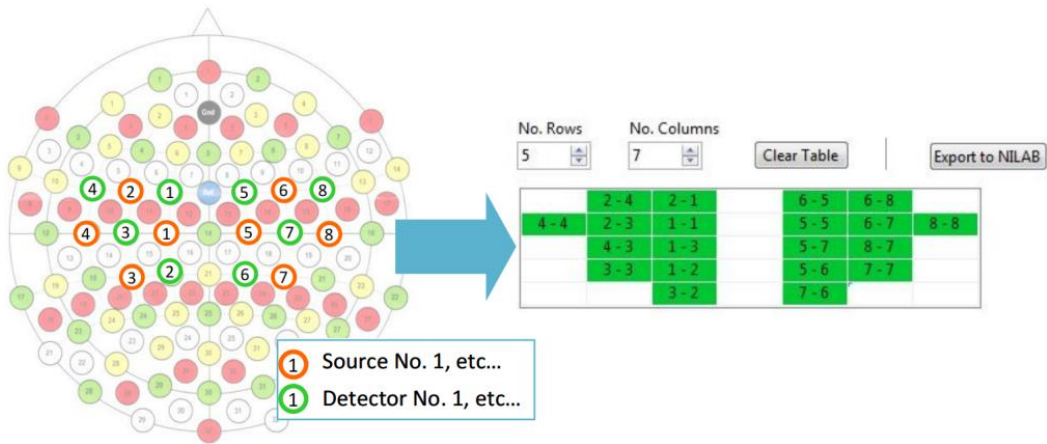


图 6-11 布局编辑器

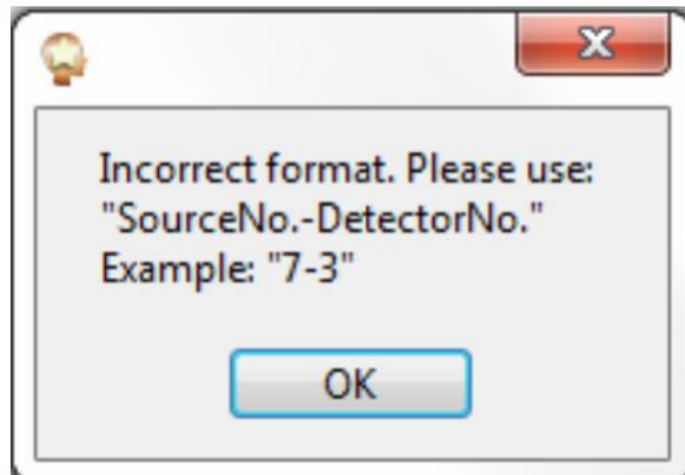


图 6-12 布局编辑器报错信息

Topo 布局矩阵最多可以有 20 行和 15 列，最多可以有 300 个单元格。但是，实时块平均显示功能可以显示的最大阵列是 15×10，因此在数据采集过程中最多可以同时查看 150 个通道。（但是，请注意，您在布局中包含的通道数量和实时块平均显示中的通道数量对 NIRStar 生成的.w11 和.w12 输出文件中的数据列数都

没有任何影响。)

指定的地形模式在从硬件配置用户界面退出时自动保存,并在下次输入该界面时自动检索。“导出到 NILAB”按钮 (Topo 布局用户界面的右上角) 将地形设置保存到一个二进制 MATLAB 文件中,以便于导入到 NILAB 地形数据分析套件中。

可以保存指定的地形图以供以后使用。同样地,也可以加载已保存的布局以供使用或重新编辑。在“Topo 布局”选项卡中都有保存和加载功能。单击任何一个按钮 (用户界面的右上角) 会显示一个导航窗口,用户在该窗口中选择所需的位置并指定一个文件名。该文件为 ASCII 文本格式,默认文件扩展名为“tpl”。不要将此功能与配置加载/保存功能相混淆,该功能用于存储和召回整个仪器设置,包括布局和其他配置设置。

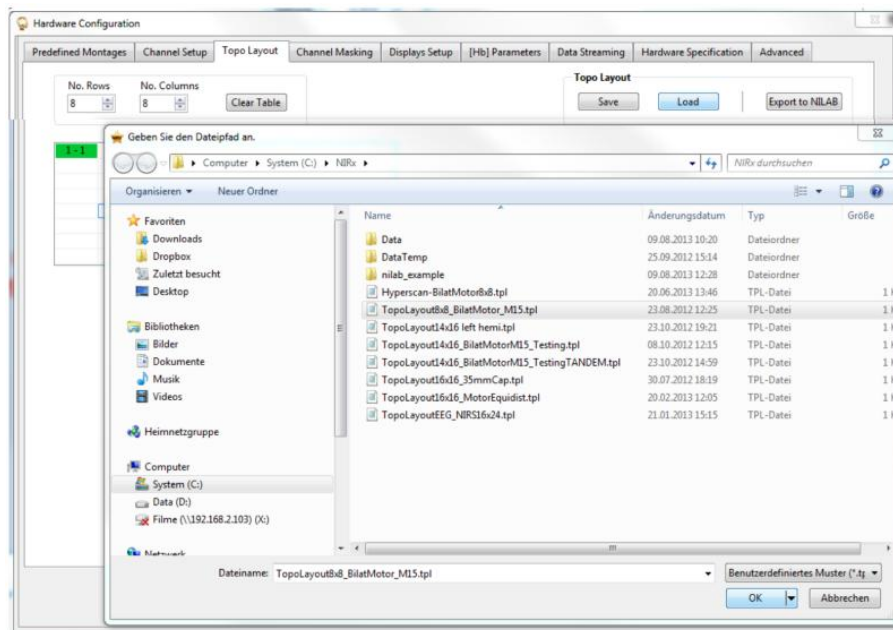


图 6-13 硬件设置

## 6.6 通道掩蔽

通道掩蔽选项卡用于选择特定的光源-检测器组合 (即, 测量通道), 以便在时间序列图中显示。通常, 基于传感器分离距离小于 3.5 cm, 这些通道有望产生良好的数据质量。行表示源, 列表示检测器。选定的通道用填充的方块标记, 并将出现在地块中。未选中的 (白色) 框标记了那些被排除在地块之外的通道。当指定了拓扑布局时, 用户包含的每个测量信道都会在信道掩蔽矩阵中自动选择,

因为这些被假定是感兴趣的信道。但是，在定义了拓扑布局之后，用户可以修改通道掩蔽。下图 6-14 显示了与第 6.5 节中的 Topo 布局示例相对应的通道掩蔽模式。

用红色右侧箭头标记的方框用于选择/取消选择完整的行（即，针对特定源的所有检测器）。用绿色向下箭头标记的方框用于选择/取消选择完整的列（即，特定检测器的所有源）。屏蔽选项还允许用户选择或清除所有通道。使用“通道掩蔽”选项卡中的“应用拓扑布局”按钮创建显示当前指定地形布局中所有通道的掩模。“自动”功能屏蔽了所有有信号电平的通道，电压低于指定值（默认= 0.1 V）。要使用此功能，必须首先执行增益校准。

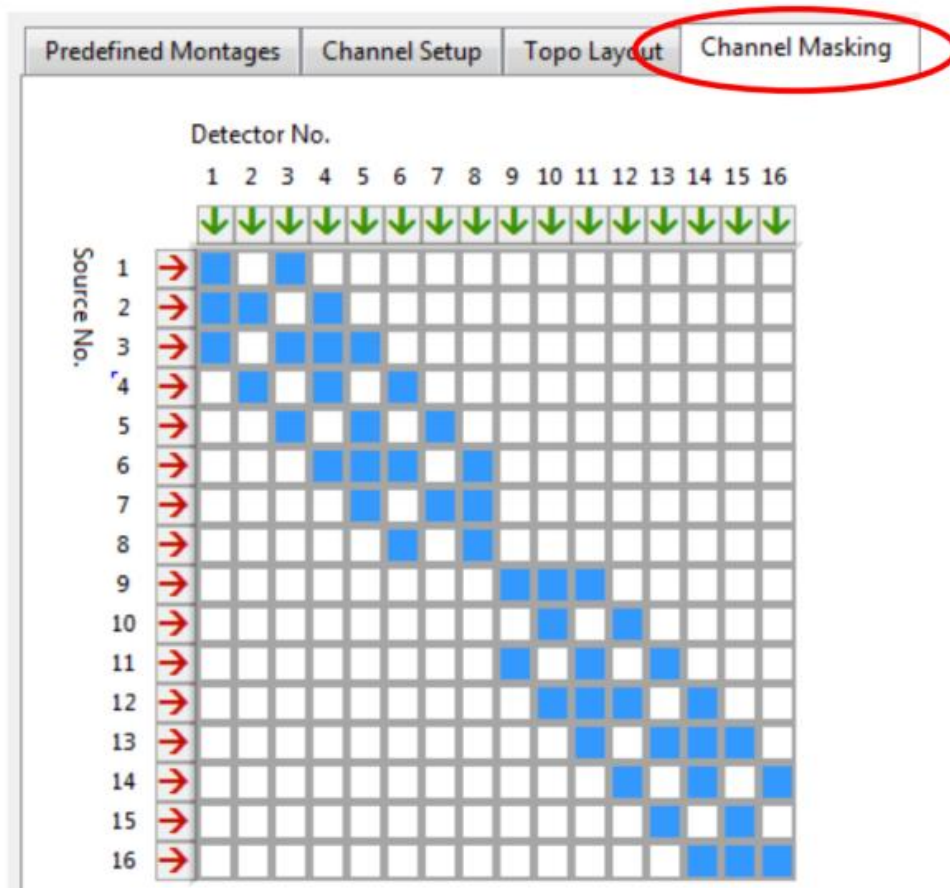


图 6-14 通道掩蔽模式

## 6.7 Hb 参数

NIRStar 为用户提供了设置修改后的比尔-郎伯定律参数的可能性，该参数将用于在线计算含氧和脱氧形式的血红蛋白。这些参数为：消光系数、差分路径长度因子、源-探测器分离和基线，如图所示。请注意，这些不会影响 NIRStar 存

储的数据。

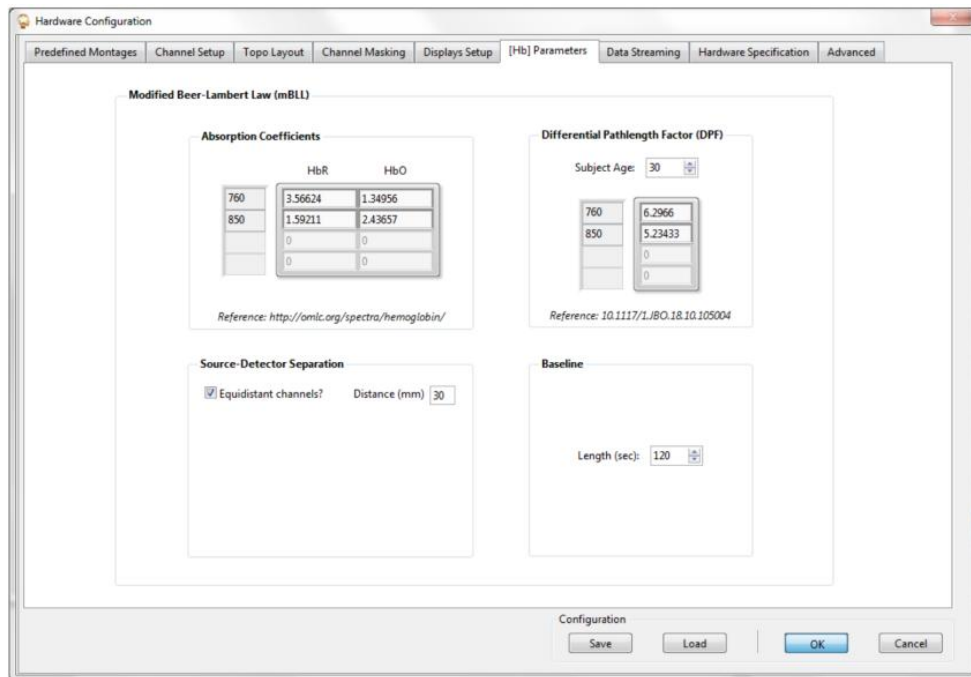


图 6-15 Hb 参数

### (1) 吸收系数

吸收系数取决于波长在你的近红外系统，NIRStar 将自动检索消光系数表 (<http://omlc.org/spectra/hemoglobin/summary.html>)，在 NIRStar 中显示的吸收系数，通过将消光系数值乘以 2.303 来计算出来(<http://omlc.org/spectra/hemoglobin/>) 然而，如果想使用不同的吸收系数，那么[Hb]参数下的吸收系数场是可编辑的。

### (2) 差异路径长度因子 (DPF)

微分路径长度因子解释了由于两者之间组织的散射特性，光从发射器传播到探测器的实际距离。因此，这些值不仅取决于所使用的波长，还取决于受试者的年龄和感兴趣的皮质区域。

最近，F.Scholkmann 和 M.Wolf 发表了一个根据波长和年龄计算人类正面头部 DPF 的一般方程。我们已经将这个方程用于在线血流动力学计算，以获得更精确的血流动力学值。

将波长自动检索，用户可以输入受试者年龄（默认值为 30 岁），根据此公式计算相应的 DPF。如果需要，用户还可以编辑这些值。

### (3) 光源-探测器距离

在应该考虑非等距的光源-检测器分离值的情况下，NIRStar 允许用户为通道屏蔽选项卡中启用的通道输入单独的光源-检测器对距离。

默认情况下，所有光源探测器分离被认为是等距（30mm）。取消选中“等距通道”复选框允许编辑单个通道的源-检测器分离距离。请注意，如果是短通道，它们将自动将光极间距离默认设置为 8mm 或用户选择的值。

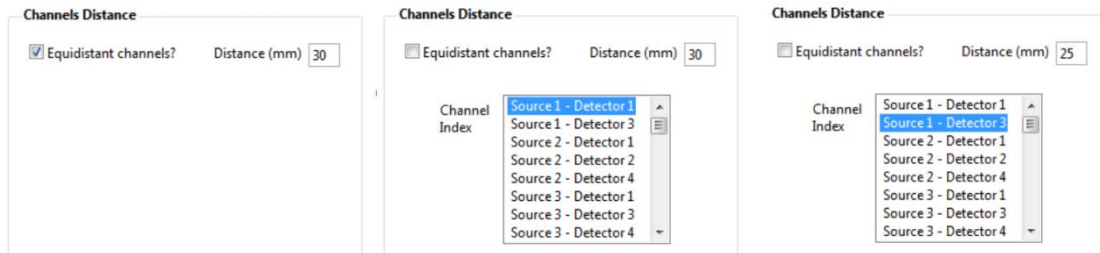


图 6-16 通道距离

估计的浓度随假定的光源-探测器距离呈线性变化。因此，指定过短的距离会低估，而指定过长的距离会高估显示的振幅。在采用非相等距离的情况下（例如，10-10 个系统位置），如果实际信道距离没有输入源-探测器分离特征，则可能导致不精确的振幅估计。但是，请注意，任何依赖于定量振幅估计的离线或实时分析都应考虑到源-探测器距离的变化。

#### (4) 基线

本仪器是连续波系统，因此测量与基线相关的浓度变化。对于 NIRStar 中的实时血流动力学计算，采用了一个移动的基线。默认情况下，基线将根据收集的最后 120 秒数据的平均值计算出来。对于数据收集的前 120 秒，NIRStar 将考虑目前可用的数据点的数量，即它是一个建筑基线。用户还允许用户输入基线考虑的秒数，以防更短或更长的周期。

## 6.8 数据流 (LSL)

### 6.8.1 实验室流层 (LSL)

实验室流层是一种协议，它包括一个库和工具的集合，允许实时数据和触发流以及多模态的时间同步。通信可以使用不同的编程语言（C、C++、Python、Java、C#、Matlab）和不同的平台（Mac、Windows、Unix）进行控制。它可以在 GitHub (<https://github.com/scn/labstreaminglayer>) 中找到，在那里人们可以找到与来自不同制造商的几种模式进行通信的库，例如脑电图、眼球跟踪和虚拟现

实。

面对 LSL 为多模态集成和同步提供的巨大可能性，我们已经将其协议纳入 NIRStar 作为进一步的数据流能力（图 25）。LSL 开发人员在 GitHub 中提供了一些关于如何接收数据的示例：<https://github.com/scn/labstreaminglayer/blob/master/LSL/liblsl-Matlab/examples/ReceiveData.m>

### (1) 启用 LSL 流

基于 LSL 协议的流媒体可以在 NIRStar 中通过点击“启用 LSL 流媒体”来激活。一旦启用，记录的数据和触发信息将自动流到 LSL。此外，在 NIRStar 初始化期间，当前硬件设置和蒙太奇也提供给 LSL 坐标。

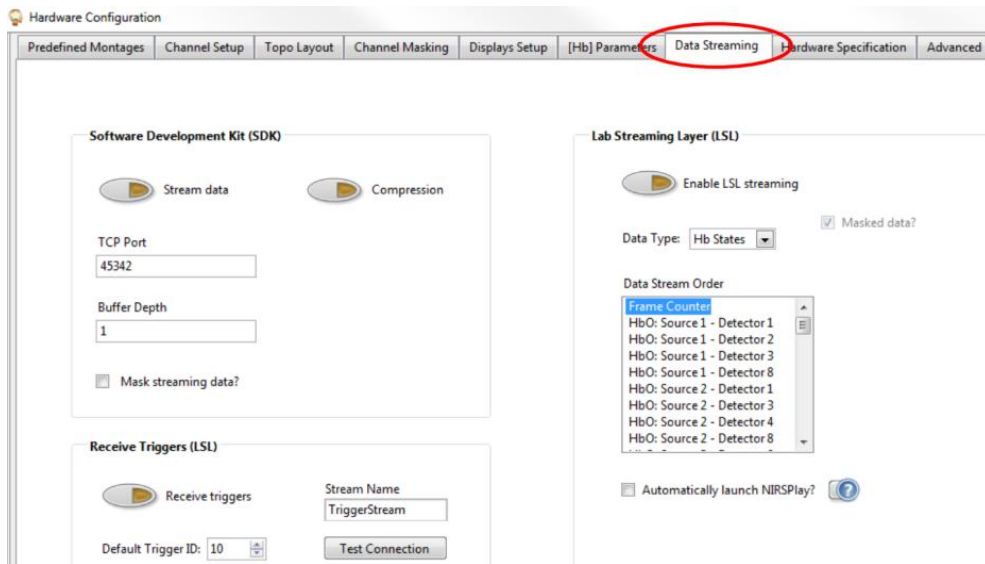


图 6-17 数据流

### (2) 数据类型

使用这个下拉菜单，用户可以选择是流化原始数据还是浓度变化（“Hb 状态”），由 NIRStar 实时计算。还有一种可以选择流原始数据和血流动力学变化（“两者”）。

### (3) 数据流顺序

如图所示，将向用户显示与所选数据类型和通道屏蔽设置对应的数据流顺序的附加信息。流到 LSL 的第一个信息将始终是一个帧计数器，以方便数据同步。接下来是第一波长（例如 760nm）和第二个波长（例如 850nm）的所有掩蔽通道的电流测量数据点。或者，分别对于 HbO 和 Hb 数据，如果选择了“Hb 状态”。

### (4) 以 NaN 作为流饱和的帧

此复选框仅对 NIRSport 系统可见。具有检测器饱和度的最终数据点默认被替换为 NaN 值。但是，也可以通过取消选择此复选框来流化原始的非标记值。请注意，这样做是不推荐的，因为人们将无法识别哪一部分数据不可靠（即非生理饱和数据）。

#### (5) 自动启动 NIRSPplay

NIRStar 提供了一个额外的可视化工具，用于获取通过 LSL 协议发送的 Hb 状态数据。因此，此复选框允许在下一次 NIRStar 初始化过程中自动启动 NIRSPplay。但是，请注意，必须启用 LSL 流媒体，并且数据类型需要设置为 Hb 状态，如图 6-18 所示。

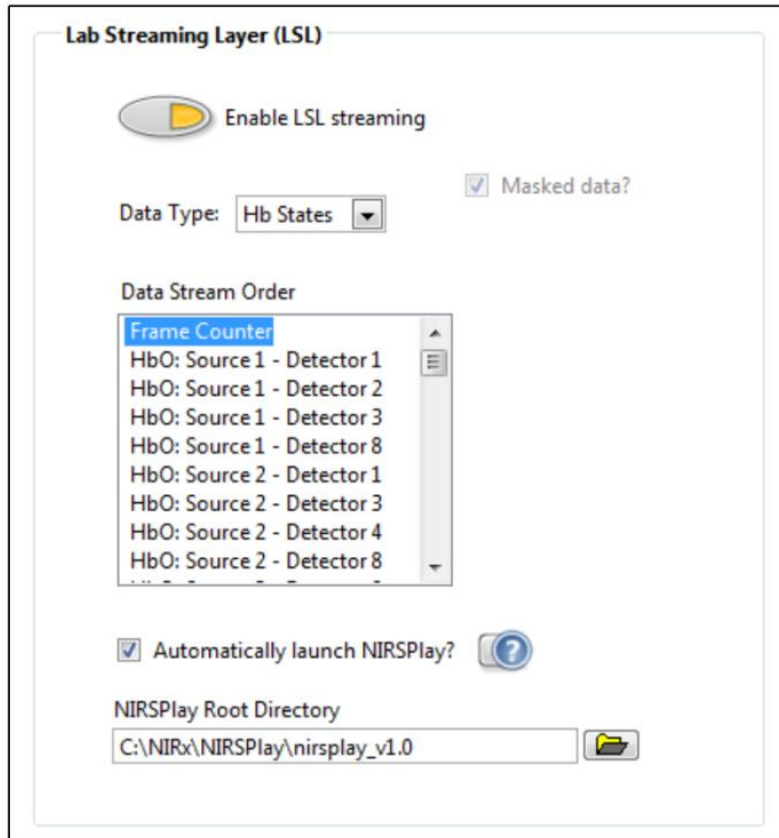


图 6-18 LSL 数据流

#### (6) NIRSPplay 根目录

通过启用 NIRSPplay 的自动启动，此字段变得可见，以允许用户设置 NIRSPplay 根目录的本地路径。默认路径指向 NIRSPplay 的 1.0 版本，但是用户可以更改它，例如，以防在下一个 NIRStar 版本可用之前发布其他版本。

### 6.8.2 接收触发器（LSL）

除了通过 LSL 发送数据和触发器信息外，NIRStar 还可以使用相同的协议接收触发器标记和时间戳，如图 6-19 所示。

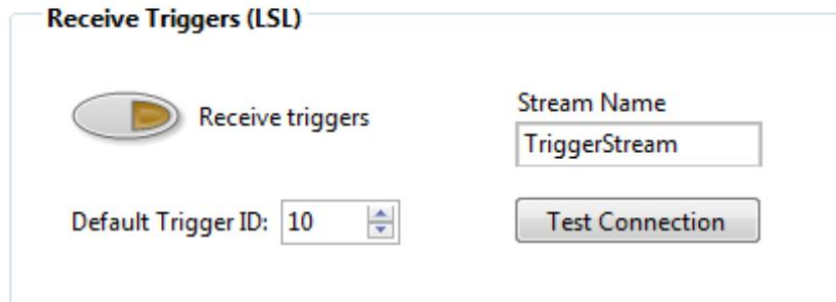


图 6-19 LSL 数据流设置

### (1) 接收触发器

请点击“接收触发器”来启用此功能，然后按照下面解释的设置进行微调。

(访问“高级选项”选项卡的密码提示符)

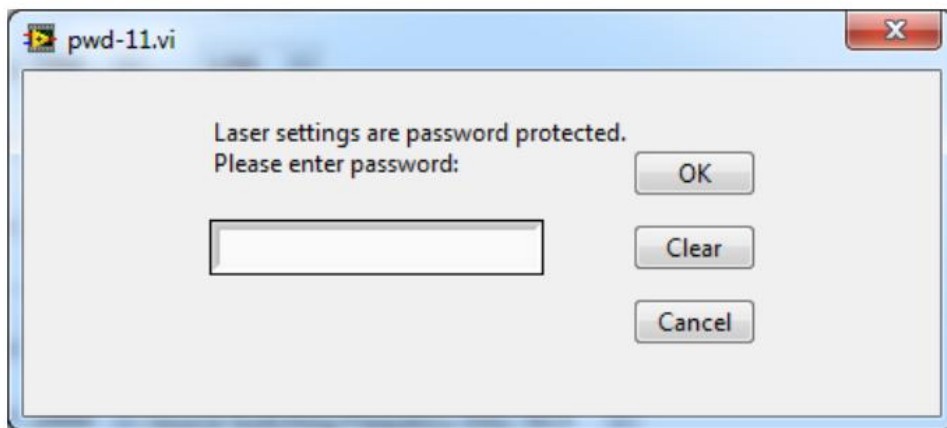


图 6-20 接收触发器设置

### (2) 默认触发器 ID

NIRStar 预计将接收到触发信息，作为与系统中可用的标记之一对应的整数（例如，NIRSport 在 1 到 15 之间，以及 NIRScoutX+ 高达 255）。如果 NIRStar 接收到意外的触发器格式（例如字符串），其对应的时间戳将与此字段中定义的触发器标记一起存储。默认情况下，如图所示，该值被设置为 10。

### (3) 流名称

与 LSL 的通信是基于具有各自名称的流。因此，用户需要设置流的名称，以便为 NIRStar 提供预期的触发器信息。

### (4) 测试连接性

为了确保流的名称是正确的，并且流的出口已经可用，可以通过单击此按钮

来测试与它的连接。我们建议在退出硬件配置之前测试流连接，否则在启动测量时可能会出现错误（例如，“找不到 LSL 流”）。

通过单击此选项，NIRStar 将检查所定义的流是否可用，并通知用户有关结果。如果成功，您可以确认硬件设置并继续进行测量。否则，请再次检查流的名称和是否创建了出口。

## 6.9 高级设置

高级设置选项卡允许用户更改影响定时、LED 调制等的基本仪器参数。这些应该只由开发人员和专业人员更改，并有密码保护，以防止用户无意中更改参数。

## 6.10 其他功能

在“配置硬件”窗口的所有选项卡中输入适当的设置后，用户必须单击“确定”按钮（右下角）来应用系统设置。这样做将自动存储所有设置，并且在下次启动软件或打开“配置硬件菜单项时自动加载它们。

按下“取消”按钮将清除当前会话期间在“配置硬件”窗口中输入或在打开菜单项时自动加载的所有设置。

此外，用户还可以加载在以前的会话中生成的特定配置（加载按钮，右下角）。如果用户随后修改了一个加载的配置，可以通过按保存按钮（右下）保存修改。然后 NIRStar 将要求用户指定一个适当的文件名（例如，“双边运动区布局 S16xD16”）。

## 7. 其他菜单栏项目

### 7.1 数字输入/输出

此选项仅与 NIRScoutX 仪器系列一起使用。

除了接收所有 NIRS 仪器所具有的接收数字输入信号的能力外，NIRScout 扩展系统还具有发送硬件定时信号的能力。这种能力扩展了实验设计，因为除了接收定时信号，结合 NIRScoutX+设备，NIRStar 软件还可以作为实验设置的主要控制实例。

可能的应用例子包括实验范式中包含的其他设备的编排，如刺激产生设备，

如磁刺激、电刺激等。一个特别的例子是使用脉冲激光源进行联合光遗传学/NIRS 研究。在这种情况下，一个二极管激光器模块的 TTL 触发器输入（可选设备 DL-473, 473nm0...100mW 光功率，光纤耦合输出）连接到其中一个 NIRScoutX+ 数字输出线。每当这个端口处于“高”状态时，激光源将被激活，光遗传过程可能在目标组织中启动。这个特别的例子展示了光遗传刺激后 NIRS 激活的测量。其他形式的组织刺激（磁、电、热等）可以被考虑的。

NIRStar 数字 I/O 接口提供了对 NIRScoutX+ 系统数字输出端口的定时和输出状态的可编程控制（有关硬件、连接和信号规格的详细信息）。

8 个数字输出（即，DO1.....8）可被编程，以在 NIRS 扫描期间产生数字信号电平。生成的信号是为了帮助协调其他设备的行动与测量：例如，如果实验协议需要显示视觉刺激研究参与者在预定义的时间和预定的时间，那么数字输出信号可以用于打开刺激表示和关闭系统。

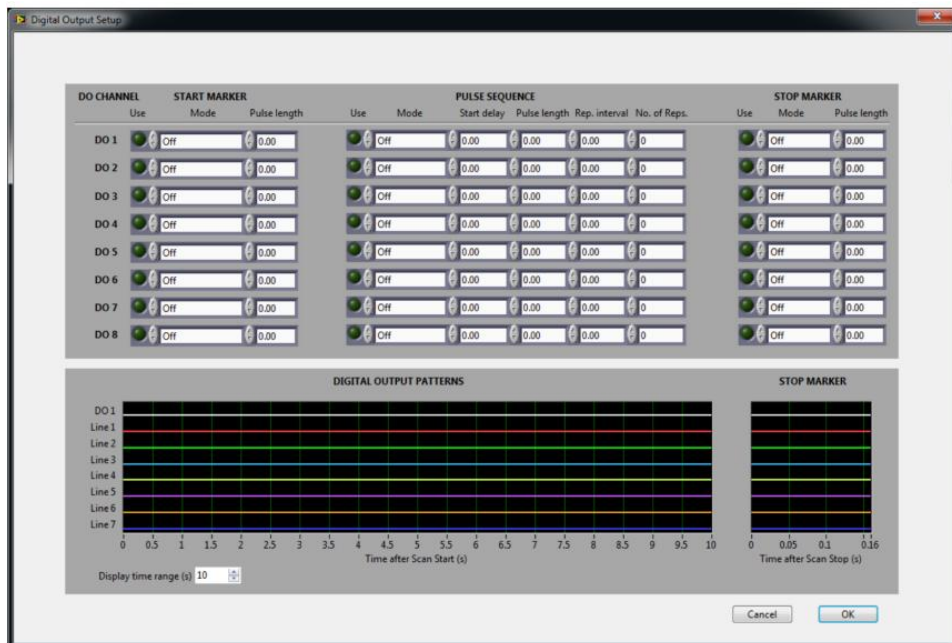


图 7-1 显示器

显示器显示数字输出模式的预览。所有的时间都以秒为单位。对于任何通道，都可以设置开始标记或脉冲序列（但不是两者）。

数字输出脉冲产生的接口提供了 10 ms 的精度，这也是可以为脉冲或脉冲间隔定义的最小持续时间。

#### (1) 开始 Marker

这种数字 I/O 模式在扫描开始时创建标记。可用参数包括：

**Use:** 激活此通道以生成开始标记

**Mode:** 选择以下模式之一:

- 1) Off: 不活动
- 2) Pulse hi: 产生单个高脉冲
- 3) Pulse lo: 创建单个低脉冲
- 4) Set hi: 高脉冲输出开始运行
- 5) Set lo: 低脉冲输出开始运行
- 6) Pulse length: 设置脉冲 Hi 或脉冲 Lo 的持续时间

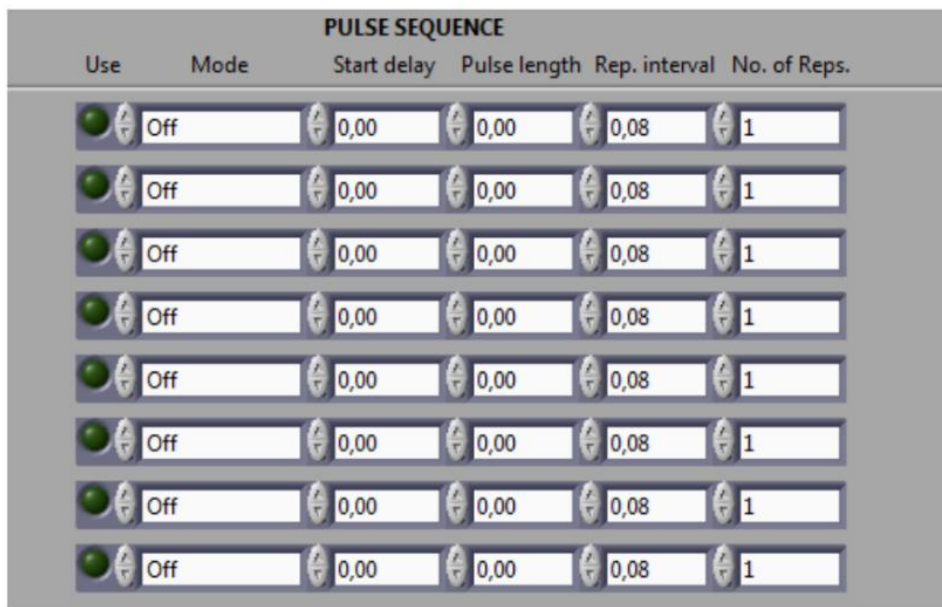


图 7-2 脉冲设置

## (2) 脉冲序列

这种数字输入/输出模式允许用户生成有限的脉冲序列。可用参数包括:

**Use:** 激活此通道以生成脉冲序列。如果被激活, 此通道中的任何开始标记都将被停用。

**Mode:** 选择以下模式之一:

- 1) Off: 不活动
- 2) Pulse hi: 创建高脉冲序列
- 3) Pulse lo: 创建低脉冲序列
- 4) Set hi: 在指定的延迟后完成高脉冲输出
- 5) Set lo: 在指定延迟后完成低脉冲输出

- 6) Start delay: 定义扫描开始后脉冲序列或电平变化的开始
- 7) Pulse length: 脉冲[高|低]周期的持续时间
- 8) Rep. Interval: 脉冲到脉冲的时间。必须至少和“脉冲长度”一样长
- 9) No. of Reps.: 脉冲步数（重复次数），之后脉冲序列将停止。

### (3) 停止 Marker

这种数字 I/O 模式用于在扫描结束时创建标记。可用参数包括：

Use: 激活此通道以生成停止标记。

Mode: 选择以下模式之一：

- 1) Off: 不活动
- 2) Pulse hi: 创建单个高脉冲
- 3) Pulse lo: 创建单个低脉冲
- 4) Set hi: 高脉冲输出开始运行
- 5) Set lo: 低脉冲输出开始运行
- 6) Pulse length: 设置高/低脉冲的长度

## 7.2 诊断

诊断窗口如下图 7-3 所示。

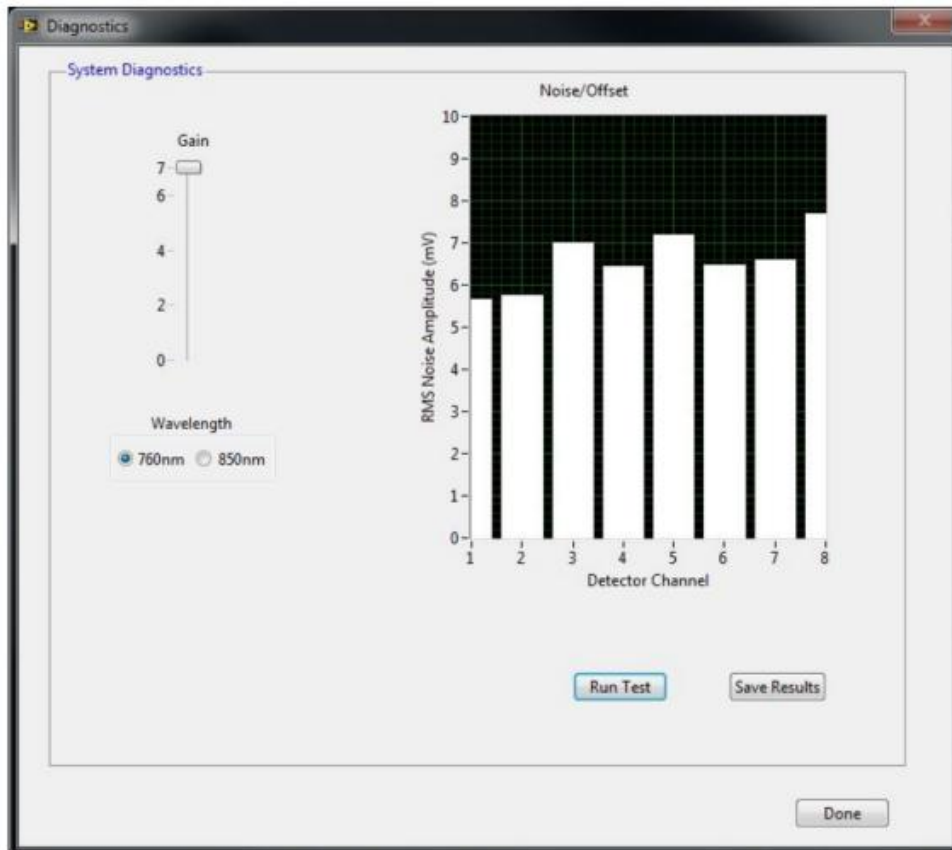


图 7-3 诊断窗口

该特性允许用户在每个增益设置下测试每个探测器对两个波长的暗噪声性能。

如果没有输入信号（即入射光）存在，“暗噪声”通过评估探测器读数的振幅和方差来表征探测器信道的灵敏度。残差信号的变化是由光传感器和电子器件的基本噪声引起的，是对器件的光灵敏度的一种测量方法。增加的噪声值可能故障硬件（传感器或后续电子设备）。可接受的噪声水平取决于所使用的系统类型；对于 NIRScoutX+ 系统，增益 0-5 的噪声应远低于 0.1 mV，增益 6 的噪声应低于 1.0 mV。对于增益 7，预计噪声将小于 10 mV。

在进行暗噪声测试时，必须防止杂散光进入探测器光纤或探测器卡上的光纤端口。光纤尖端和开口连接器必须用不透明的材料（例如，重的黑布，黑色塑料箔等）来遮挡周围的光。

在点击 OK 按钮进行暗噪声测试之前，请确保探测器输入能很好地屏蔽环境光。柱状图在 y 轴上显示每个探测器的噪声或偏移水平，以 mV 为单位。用户可以通过滑块手动调整增益，以观察噪声的增益因子依赖性（这里，噪声水平定义

为检测器读数序列的均方根（RMS）值）。

在执行暗噪声测试后，通过单击保存结果的按钮，可以将结果存储到磁盘上。必须在按下按钮时打开的对话框中指定一个路径和文件名。虽然用户可以指定任何与 Windows 和 MATLAB 兼容的文件名，但该软件将自动分别为包含第一和第二波长数据的文件提供扩展名。dn1 和。dn2。用户为.dn1 文件指定了一个名称，并且也会自动给.dn2 文件提供相同的名称。

.dn1 和.dn2 文件可以使用标准的文本编辑器进行读取。每一行都包含一个不同的增益值的噪声数据（第一行增益 0，第二行增益 1 等），每列都包含一个不同的探测器的噪声数据（第一列中的探测器 1，第二列中的探测器 2 等）。

### 7.3 选择文件

在“文件选项”弹出窗口中，用户可以指定数据文件名和存储位置，在后续章节中提供了关于由 NIRS 记录生成的文件的格式的详细信息。

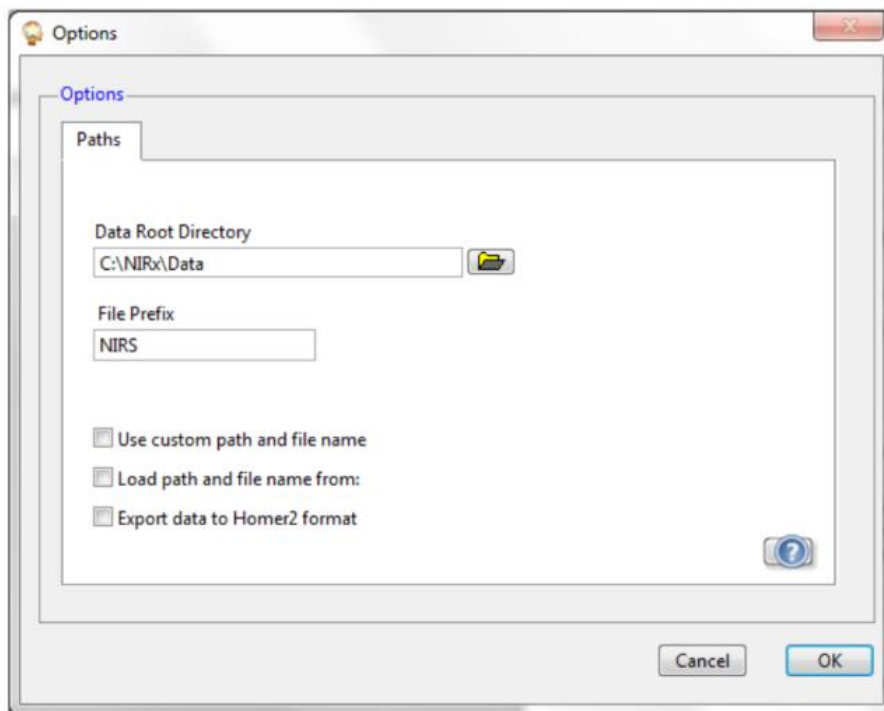


图 7-4 文件选项

NIRStar 软件可以根据获取的日期和时间，以及在“选项”对话框中指定的数据根目录，自动组织文件目录和名称。该操作方法如下：

#### (1) 数据根目录

所有数据文件都组织在 root\_ditore\...中，其中 root\_目录的位置可以由用户指

定。默认情况下，数据位于 C: \Data\下。

### (2) 日期目录

在特定日期记录的所有数据都收集在 root\_目录\...，的子目录中，该子目录的格式根据 root\_目录\yyyy-mm-dd 命名。

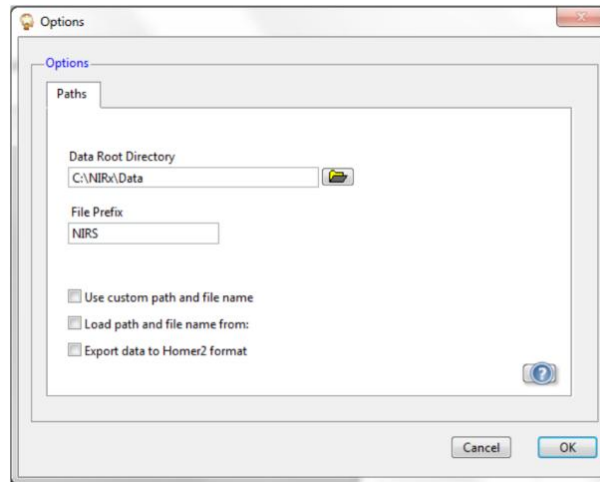


图 7-5 日期目录

### (3) 实验目录

对于每个记录的实验，将在适当的日期目录中生成一个子目录，其名称包含一个日期标识符和当天的运行编号： yyyy-mm-dd\_xxx\。

### (4) 文件名

对于每个实验，都会生成不同的文件（见后续章节），所有这些文件都有相同的文件名，包括前缀、日期标识符和当天记录的实验运行数。文件的区别在于文件扩展名，在一种情况下，是文件后缀。文件名的格式是：前缀-yyyy-mm-dd\_xxx。默认情况下，前缀是“NIRS”，但用户可以在选项菜单中指定一个不同的前缀。

### (5) 自定义文件命名

可以通过单击“使用自定义路径和文件名称”复选框来选择使用自定义数据文件路径和名称的选项。每次按下“记录”按钮时，该软件都会提示用户指定一个路径和一个文件名前缀。

启动扫描后会出现文件对话框；因此，请注意，在实验设计中应该允许一些额外的时间来考虑操作员指定自定义文件路径所需的时间。

如果没有指定路径或无效路径，软件将数据保存到数据根目录中的标准位置。

### (6) 加载路径和文件名

已经合并了一个新选项，允许用户通过使用包含此信息的文本文件，以编程方式指定自定义的路径和文件名。启用复选框后，指定此文本文件的字段的位置和名称。

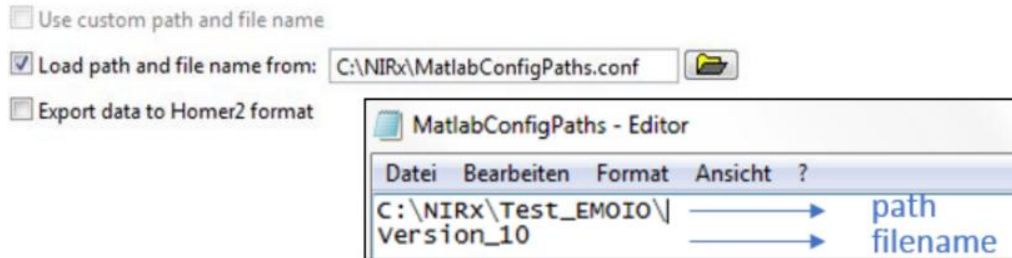


图 7-6 路径和文件

示例：其中文本文件“MatlabConfigPaths.conf”定义了要存储的 NIRS 数据的路径（C:\Test\_EMOIO\）和文件名（Version\_10）。请注意，文本文件的第一行预计将提供路径，而第二行将用于文件名。

#### （7）导出数据为 Homer2 格式

可以将数据集导出为 Homer2 所接受的格式，这是一个在线免费提供的软件包，可以用于处理和分析 fNIRS 数据。要启用此功能，请在“文件选项”窗口中选择“导出到 Homer2 格式”选项（日期目录图）。

需要访问与测量对应的探测设置（\*\_probeInfo.mat）文件中的信息。可以从“预定义蒙太奇”选项卡或“显示设置”选项卡下的“探测器设置”界面中自动获取探测器信息文件。

如果用户在开始测量之前已经设置了探头并准备了地形渲染显示（见后续章节），则\*.nirs 文件（Homer2 期望的格式）将自动生成并与数据集文件夹中的其他文件一起保存。

否则，在实验结束时提示用户选择刚刚记录的数据集对应的\_probeInfo.mat。如果用户选择的文件与已保存的数据集不对应，则将再次提示用户选择一个新文件。

NIRStar 从探针设置文件中导出要用于 Homer2 的 3D 坐标。在 NIRStar-14-1 之前，我们使用二维坐标来提供最佳的通道可视化。然而，在 Homer2 中修正的比尔-朗伯定律（mBLL）计算中，三维坐标对于更准确地估计光点间的距离是必要的。因此，在 Homer2 用户界面中显示的通道现在将会略有扭曲，如图 7-7 中前额叶 8\*8 所示。

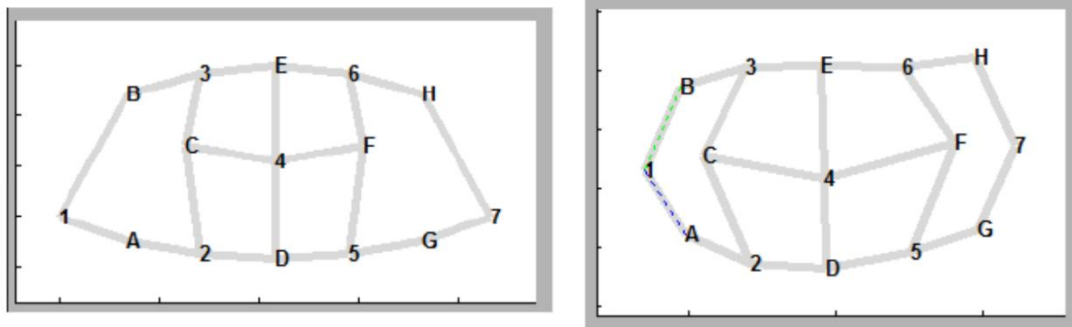


图 7-7 Homer2 用户界面

在 Homer2 中显示的探测和通道示例之前基于 2D 坐标（左），现在基于 3D 坐标进行精确的 mBLL 计算（右）。

从 15-1 开始，NIRStar 为每个度量导出一个 digpts.txt 文件和\*.nirs 文件。这是为了通过提供蒙太奇的原始坐标和一些参考点，允许正确地使用 AtlasViewer。因此，在 AtlasViewer 中加载处理过的数据后，用户可以使用“注册地图集以挖掘点”选项来启用进一步的功能，例如 Hb 数据覆盖。

## 8. 操作面板

在本节中，我们将介绍主按钮的功能。中间块上的按钮的顺序与数据记录会话期间的通常操作顺序相匹配。

### 8.1 回放

NIRStar 为用户提供了查看之前记录的数据集的能力，这可以通过点击“查看”来完成。请注意，只有当 NIRStar 离线时，才会启用此按钮。

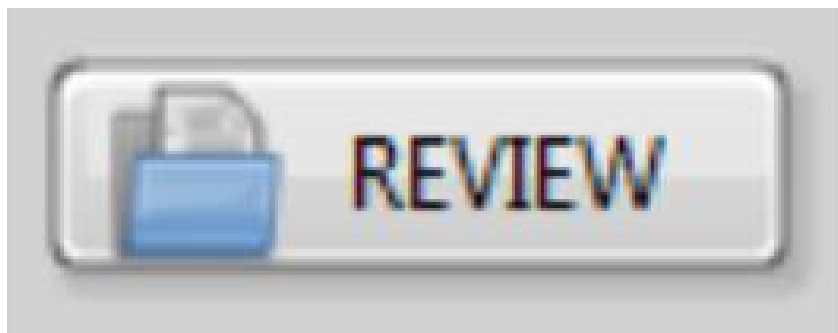


图 8-1 回放

### 8.2 详情

该选项允许用户可视化所获得的参数的细节，以计算每个掩蔽信道的信号质量（增益，电平和噪声）。这些数据可以使用“交通灯”度量标准（绿色、黄色、红色）或早期版本的老式比例尺来显示。

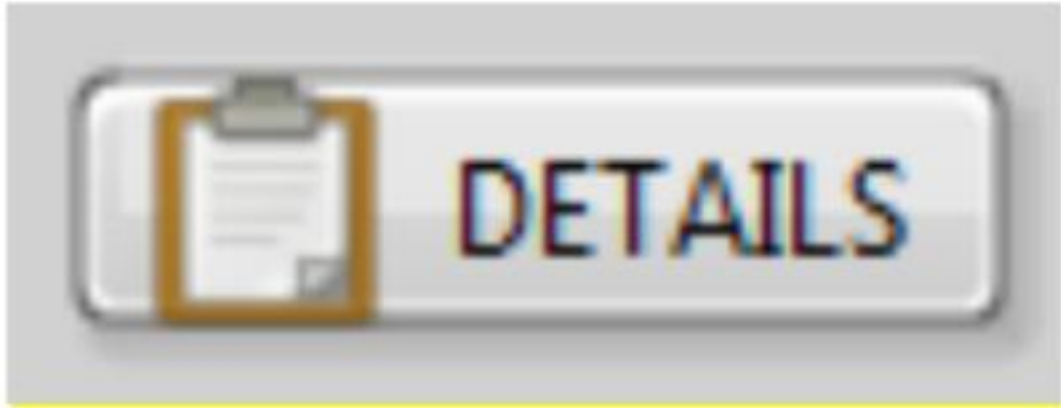


图 8-2 详情

### 8.3 校准

在每次测量前，都必须执行一个校准程序。在这一步中，仪器确定每个光源-检测器组合的最佳增益（或信号放大）。增益水平从 0 到 7（NIRScout 系统）或从 0 到 2（NIRSport）进行编号，每一步代表一个 10 倍的放大因子。在校准期间，信号质量将被更新，以反映当前的增益设置和相应的电平和噪声值。在校准过程中，我们对每个放大步骤进行 4 次扫描，并计算信号平均值来评估当前增益。如果信道的调制原始信号在 0.4 V 到 4.0 V 之间，增益被认为是最优的。

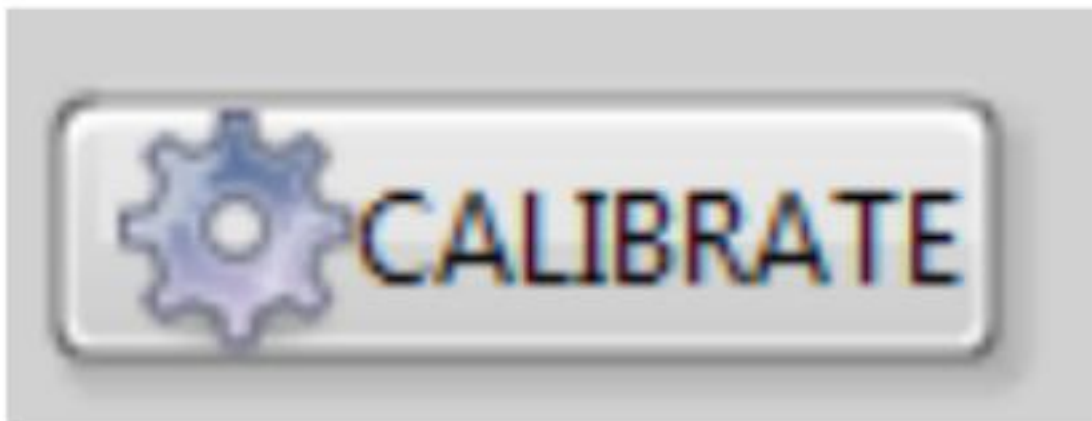


图 8-3 校准

### 8.4 预览

“预览”按钮可启动预览扫描，而无需将数据写入磁盘，可用于测试测量、数据质量检查和显示优化。可以通过第二次单击预览按钮或单击停止按钮来停止测试扫描。在预览扫描期间，屏幕上将会显示“不录制”警报。

预览期间测量的数据不会自动保存到磁盘上！但是请注意，如果在正在进行的预览过程中单击了“记录”按钮，则预览数据将被保存。

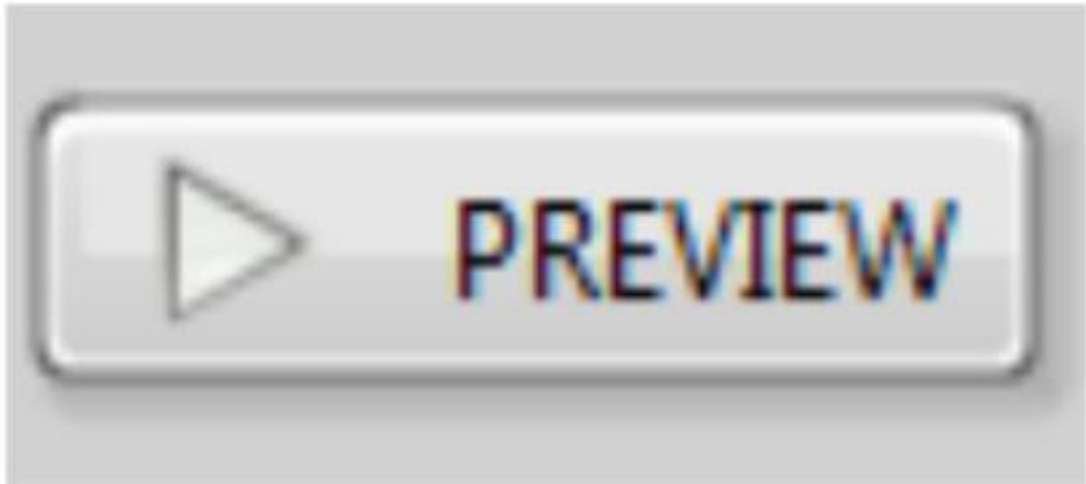


图 8-4 预览

## 8.5 记录

“记录”按钮启动扫描，以记录数据、增益设置、触发事件和各种系统设置。如果首先使用预览按钮启动测试扫描，然后在扫描期间的某个时间点单击记录按钮，则所有数据（即在按下记录按钮之前和之后）将被保存。

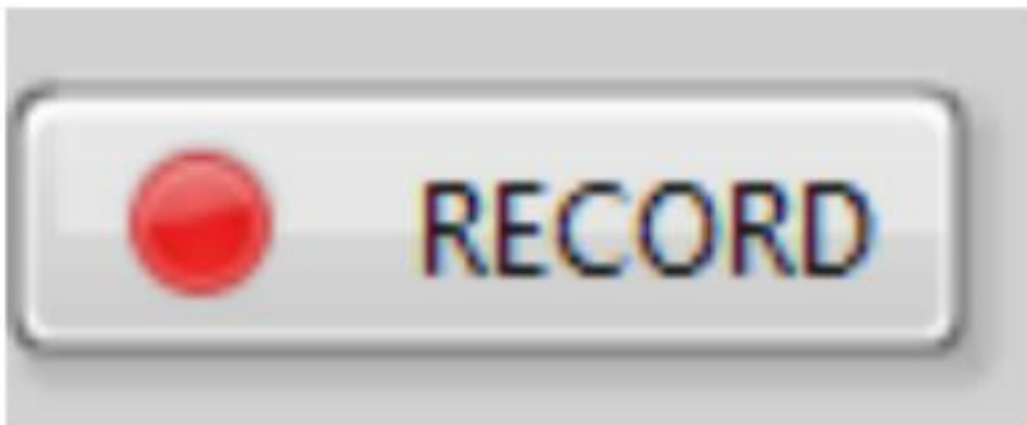


图 8-5 记录

## 8.6 停止

一旦录制开始，停止扫描的唯一方法是使用停止按钮。停止按钮终止正在进行的扫描。

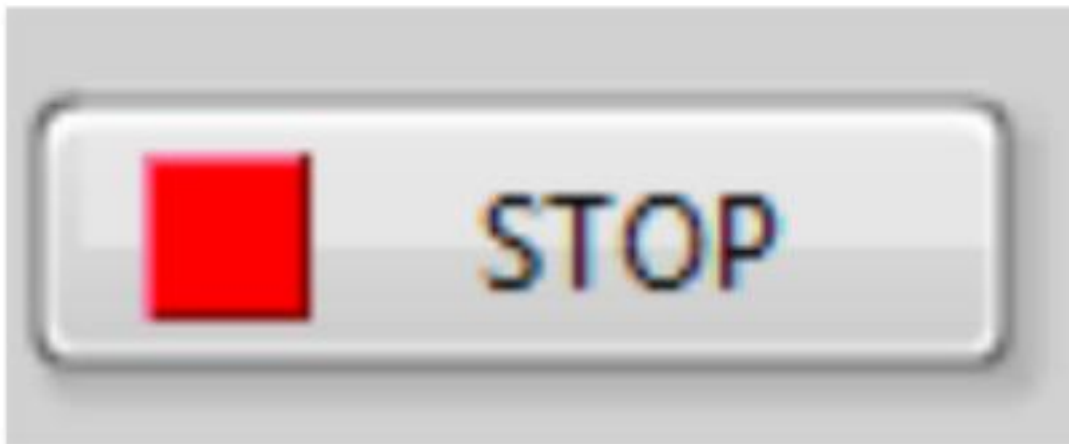


图 8-6 停止

## 8.7 退出

点击退出按钮是实现正确关闭软件的唯一方法，包括正确处理所有已使用过的变量和数据。



图 8-7 退出

## 8.8 远程控制

仪表控制操作面板的最基本功能（校准、记录、停止和退出）现在可以通过远程和编程方式激活。这可以通过创建名称与所需操作相对应的空文件（例如，校准）和扩展名为“.nrx”的空文件来实现，其路径为“C: 命令\”。

```
%% Triggers 'Calibrate' programatically
cmd_trigger = 'Calibrate';
NIRStar_Control(cmd_trigger);

%% Triggers 'Record' programatically
cmd_trigger = 'Record';
NIRStar_Control(cmd_trigger);

%% Triggers 'Stop' programatically
cmd_trigger = 'Stop';
NIRStar_Control(cmd_trigger);

%% Triggers 'Exit' programatically
cmd_trigger = 'Exit';
NIRStar_Control(cmd_trigger);

function NIRStar_Control(cmd_trigger)

    pathname = 'C:\NIRx\Commands\';
    filename = [cmd_trigger '.nrx'];

    if exist(pathname,'dir') ~= 7
        mkdir(pathname);
    end
    fid = fopen([pathname filename],'w');
    fclose(fid);

end
```

图 8-8 代码

上图展示了 Matlab 中代码和函数原型实现的示例。函数 NIRStar\_Control 创建将在 NIRStar 中触发所需操作的文件。在左边，四个块说明了如何通过提供操作的名词作为输入来调用此函数（即。“校准”、“记录”、“停止”或“退出”）。在 NIRStar 中完成操作后，将删除相应的文件。

## 9. 系统设置

当启动 NIRStar 时，将显示“系统设置”选项卡。在一个典型的实验和数据记录设置中，用户将首先将源和探测器放在受试者的头部，然后校准仪器，然后进行数据记录。

### 9.1 信号质量

在记录数据之前，必须进行校准，以自动确定每个光源-探测器组合的适当放大因子，并判断信号质量。NIRStar 提供了一个信号质量，根据一个简化的“交通灯”风格的颜色编码分类来标记每个通道的预期数据质量。

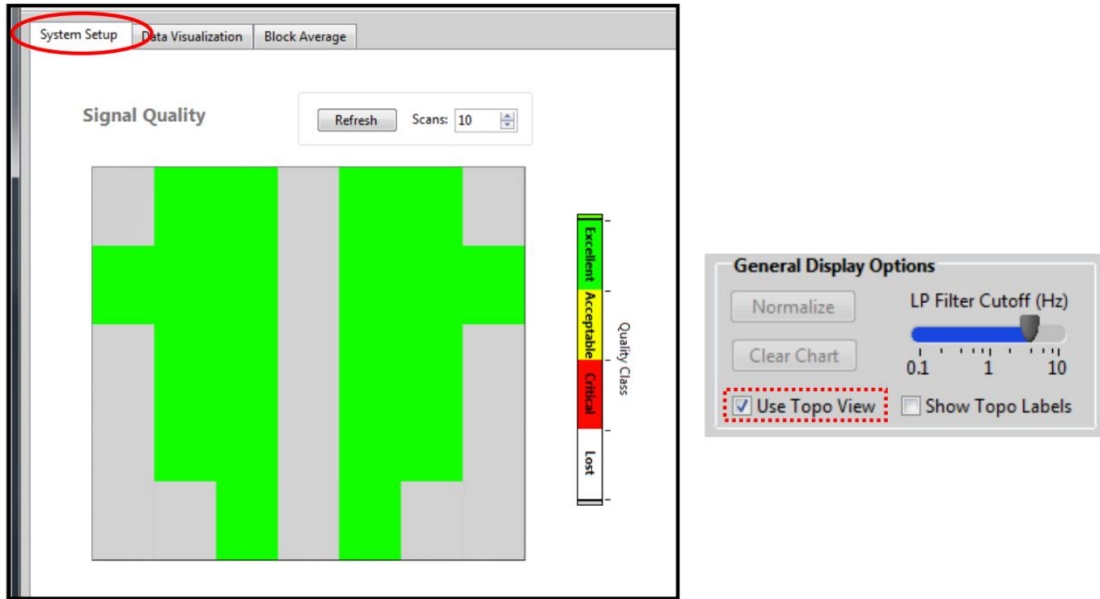


图 9-1 信号质量预览

#### (1) Excellent

这种水平的信号质量通常允许清晰地看到 HbO 信号中的心脏波动（例如，在未经过滤的预览显示中），并适合于最高的需求（例如，单次试验/单次受试者评估）。

#### (2) Acceptable

基本的生理特征，如心脏信号，可能在未处理的显示器中无法识别，但噪声水平通常仍然可以通过使用适当的统计评估（例如，滤波，event 相关平均，SPM，组平均）来提取神经活动。

#### (3) Critical

信号质量较低，神经激活信号可能被信号噪声所掩盖。最有可能的是，光进出组织的耦合不足是原因；请检查并努力改善光组织接触的准备。

#### (4) Lost

信号被严重损害，无法从这个通道中提取有意义的生理信息。可能的原因包括：光学探针放置不当，探针-组织接触不当，丢失或硬件连接不当。

如果信号质量仍然不足（特别是“丢失”=白），并且没有明显的错误连接或放置探针硬件，请通过使用尖创科技成像仪提供的静态幻影进行校准和暗噪声测试来检查硬件是否正常工作。

这种分类是一个组合度量，考虑了所有波长的传统设置显示（增益、电平、

噪声)，根据下表。

表 信号质量评估指标

| 信号质量 | NIRScout 增益 | NIRSport 增益 | 水平                     | 噪声 (%)  |
|------|-------------|-------------|------------------------|---------|
| 优秀   | 1-6         | 0-2         | 0.09-1.40              | < 2.5   |
| 可接受  | 7           | 3           | 0.03-0.09<br>1.40-2.50 | 2.5-7.5 |
| 差    | 0<br>8      | -           | 0.01-0.03<br>> 2.50    | > 7.5   |
| 丢失   | -           | -           | < 0.01                 | -       |

表中所示的信号参数从左到右进行评估，即质量尺度算法首先检查一个信道是否达到了良好的增益，然后评估两个波长的信号强度，最后估计所遇到的噪声水平。

对给定信道的信号质量的最终分类依赖于所获得的最差指标。

上图显示了一个信号质量图的例子，其中所有的信道都被判定为优秀，即掩蔽信道在[1-6]（NIRScout）范围内获得了放大收益，得到的结果水平在[0.09-1.40]V 范围内，相应的噪声值在 2.5%以下。

上表中列出的每个参数获得的值可以使用主功能详细信息单独检查。

#### (1) 刷新

刷新功能用于更新质量措施，而无需执行一个完整的校准程序。当用户单击“刷新”按钮时，将执行另一个简短的测量，包括在“扫描：”字段中指定的扫描次数。在这些扫描期间记录的数据用于根据新的水平和噪声指标（但不是增益设置）更新信号质量图。根据所选择的扫描次数，刷新通常比初始校准要快得多。通过这种方式，用户可以有效地监控探头位置的增量改进。

#### (2) 使用 Topo 视图

如果选择选项“使用 Topo 视图”（在 NIRStar 主屏幕底部的常规显示选项中找到），则通道指示灯显示在 Topo 布局定义的 2D 地形表示中。否则，将显示所有光源-检测器组合。

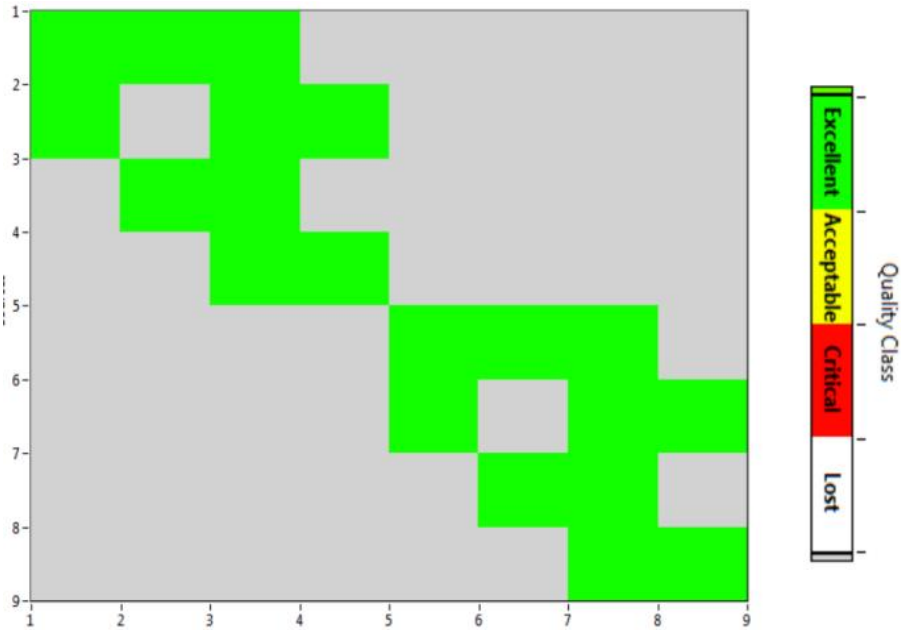


图 9-2 Topo 视图

地形显示模式的优点是可以帮助用户快速定位头皮上感兴趣的测量通道。上图显示了 Topo View 图中显示的信号质量结果示例。Topo 布局矩阵中的空单元格是灰色的。在全通道（即非地形）视图中，未包括在掩模中的通道也同样呈灰色。

### (3) 显示 Topo 标签

如果选择了“显示地形图标签”选项，则在软件 GUI 底部的“常规显示选项”中，光源-检测器标识符将被覆盖到所有地形显示器上，如图所示。请注意，只有在选择了“使用 Topo 视图”时才会启用此选项。

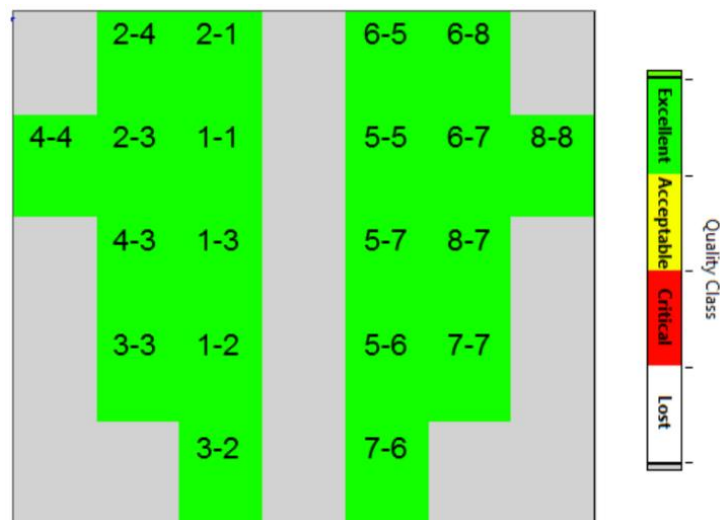


图 9-3 Topo 标签

如果在拓扑布局中启用并定义了近距离通道，那么相关的检测器将用标签“SD”来表示。例如，标签“1-SD”表示一个带有源#1的短距离通道。这用于NIRStar中的所有可视化，以方便识别短通道。

## 9.2 增益图、电平、噪声、暗噪声和串音显示器

之前的版本，直到NIRStar14-0，在增益、水平和噪声的单个地图中显示了校准结果。为了方便，并使信号质量的判断更可靠，这些已经被组合成一个单一的度量，如上节所述。

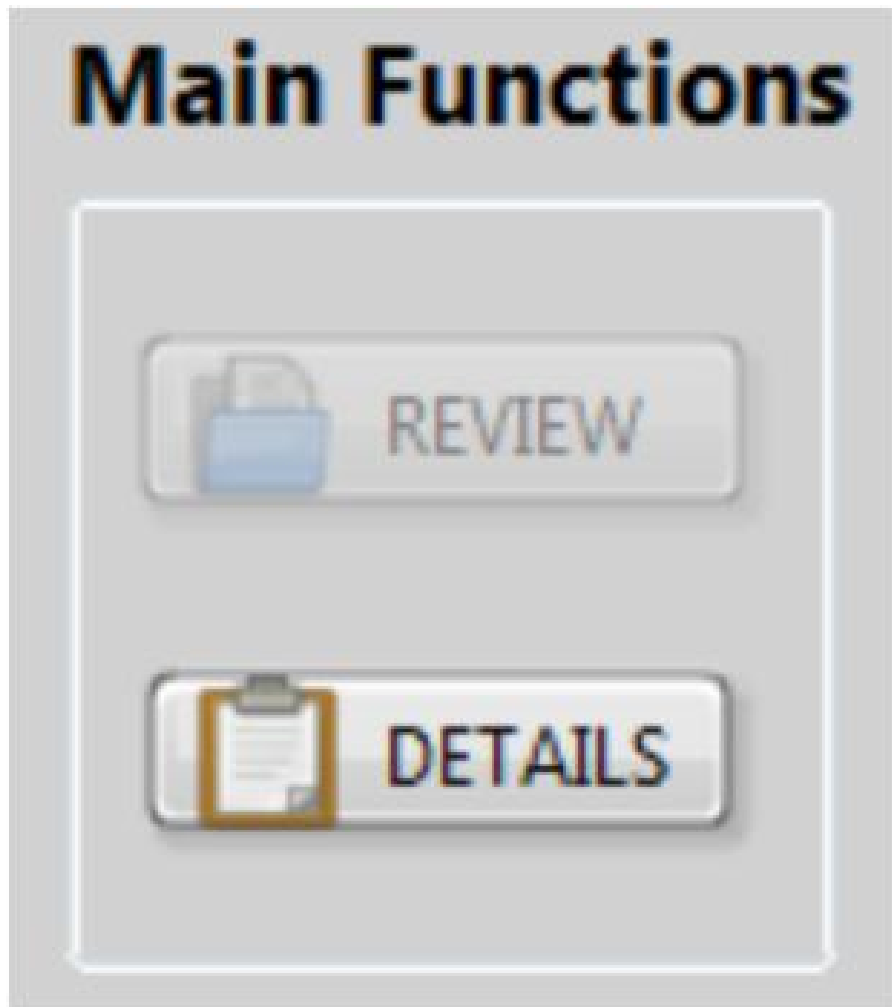


图 9-4 主要控件

这些原始指标仍然可用，可以在质量尺度可视化工具下访问，可以通过点击细节按钮从主屏幕窗口的“主要功能”列表中访问。

### (1) 增益图

增益设置结果以颜色编码显示为增益贴图。回想一下，每一步都代表着放大

量增加了 10 倍。增益与接收光的强度之间存在反比关系：光信号越弱，必须放大的信号就越多。对于典型的源-检测器分离（2.5-3.0cm），预计增益为 4 或更高。当光衰减水平相对较低时，增益阶段低于 4。当使用短的源-探测器分离、对成像仪提供的静态幻影进行测量或在前额进行测量时，可能会发生这种情况。如果最大增益电平 7 不能提供足够的信号强度以达到推荐的信号电平的通道被标记为红色。在这种情况下，建议您检查并可能改善光皮肤接触。所选光源-检测器布局的增益设置产生一个特征模式，该模式应该在不同的主题之间定性地重复。

## （2）信号电平

虽然一个特定通道的增益在两个波长上是相同的，但可以分别检查每个波长的信号水平和噪声比。用户可以通过选择相应的单选按钮来选择相应的数量。

信号电平以电压为单位，以对数为单位。对于每个通道，显示的数量是在增益设置之后的短扫描期间获得的平均信号值。

## （3）噪声

用于测量每个信道噪声的量是用于评估信号电平所记录的数据值的变异系数（ $CV = \text{标准偏差} / \text{平均值} * 100$ ）。由于质量量表适用于未经过滤的数据，由于与心脏搏动相关的光信号波动，信噪比约为 1%（老式量表上的橙色）在生理设置的时候是典型的。

## （4）暗噪声

除了上述进入信号质量计算的指标之外，质量尺度可视化允许用户可视化与环境影响相关的免费校准信息，如进入探头的杂光或来自 NIRSport 电源的过度电干扰。

为了估计校准过程中潜在的环境干扰，在关闭光源的情况下记录一段数据，并计算剩余噪声（标准偏差）。在理想的条件下（完美的光屏蔽，完美的黑暗环境等）该测量将与前节中描述的暗噪声测量相同。然而，由于光学屏蔽的不完善和环境光源的机会（即使是不可见的，如眼或运动跟踪器），环境噪声测量可能超过真正的暗噪声值。细节/暗噪声视图提供了一个方便的方法来评估环境因素在实验设置过程中。与其他视图类似，一个带有交通灯尺度的条形图评价了环境噪声水平。

请注意，所显示的结果与系统的最高放大增益有关，而不管每个通道的校准

结果如何。

请注意，可接受的限制取决于传感器类型（即，SiPD vs APD，NIRSport 单尖 vs. 双尖），并且这些限制根据硬件规范中传感器类型的选择进行了调整。

这种显示器的颜色比例非常保守，红色并不一定表示信号质量受到严重干扰。它是为了为用户的决策提供额外的定量信息，因此不直接进入信号质量度量。

最大可接受的环境噪声值如下：

NIRScout 类型系统：

- (1) APD（增益 7）：<75mV
- (2) SiPD（增益 7）：<50 mV

NIRSport 设备：

- (1) 单头检测器（增益 2）：3.0 mV
- (2) 双头检测器（增益 2）：6.0 mV

“细节/暗噪声”功能不适用于定量仪器测试，也不适合作为基于幻影的“诊断”程序的替代品。它只是作为实验准备过程中的一个补充工具。

#### (5) 串音显示器

NIRStar 中包含了一个评估同时（即并行）激活的源之间的串扰的客观度量。该算法根据用户设置的照明模式，寻找期望并行启用的源。如果对模式的给定步骤只启用一个源，那么关于该源的所有通道的串扰度量将自动设置为 0，因为在这种情况下，由于源确实完全同步，不可能有串扰。如果在同一过程中至少有两个源被激活，那么下面的公式计算了一个给定的通道  $S_i$ - $D_j$  的串扰度量：

$$CrossTalk (S_i, D_j) = \frac{\sum_k Level(S_k, D_j) - Level(S_i, D_j)}{\sum_k Level(S_k, D_j)}$$

换句话说，串扰是通过其他源对给定信道（ $S_i$ ， $D_j$ ）测量的电流信号的影响来测量的。

#### (6) 色彩设计

默认情况下，配色方案显示为“质量比例”，它被分级为前节中概述的“指示灯”方案（优秀、可接受、关键和丢失），以使用户可以检查通道是否达到了该度量的特定质量阈值。通过停用“质量比例”选择器，旧的配色方案将显示在 NIRStar 旧版本上的颜色方案，如图 9-5 所示。

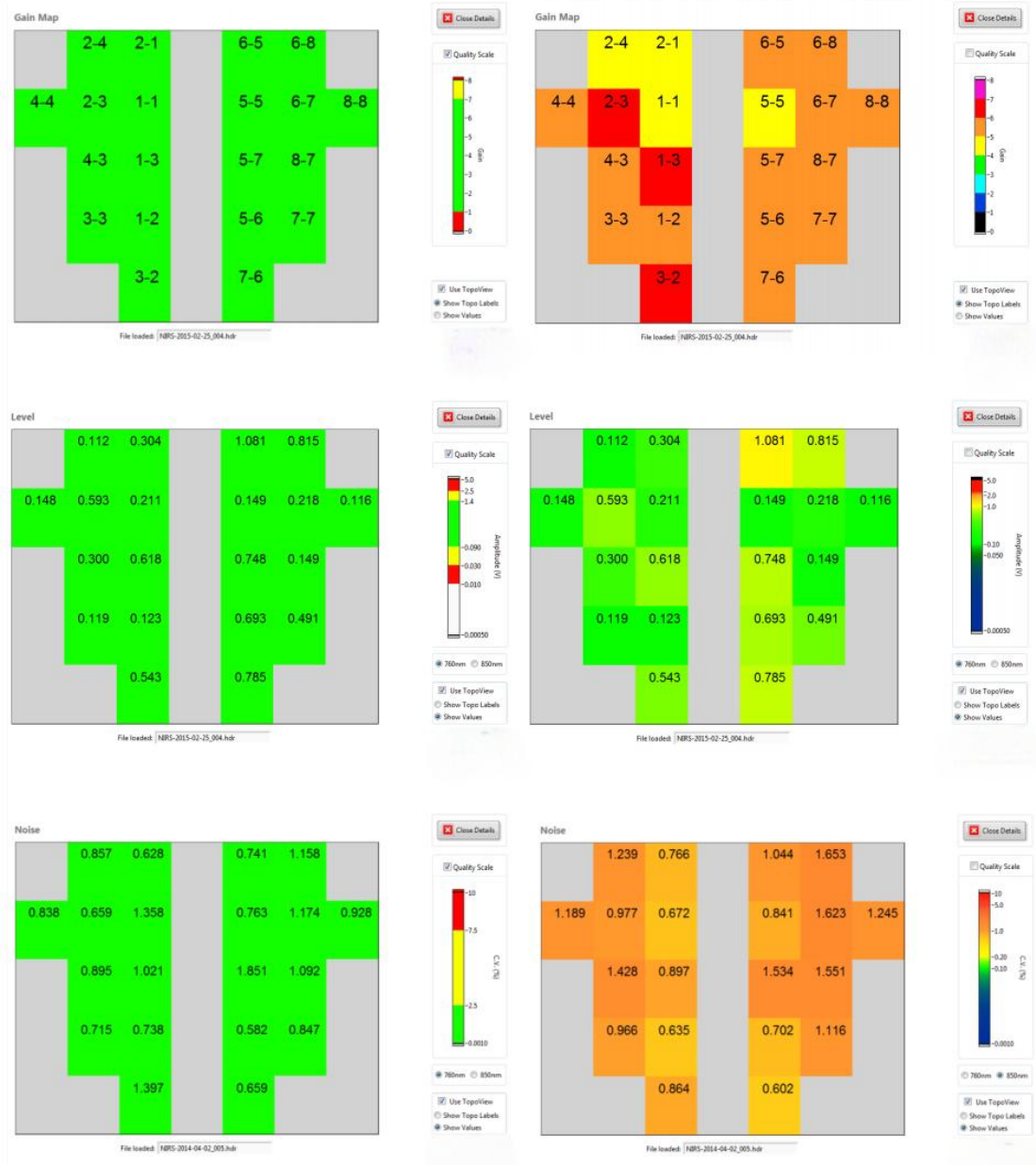


图 9-5 色彩设计

### 9.2.1 浏览质量显示

在“质量比例”窗口中有几个按钮可用，如图所示。



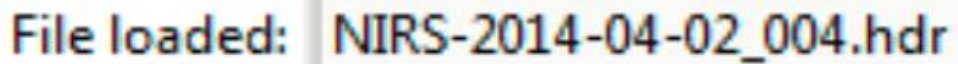
图 9-6 质量比例

**Refresh:** 可用于刷新当前校准设置中描述的结果，类似于 NIRStar 主屏幕上的刷新按钮：  
**系统**将执行一个简短的测量，以便只更新电平和噪声的结果。用户还可以单击“刷新”以恢复校准结果。

**Screenshot:** 将当前屏幕作为图像文件保存到用户可指定的位置。

**Save:** 生成 ASCII（文本）文件（\*.stp），并总结测量结果（信号质量、增益、电平、噪声）。

**Load:** 允许加载以前记录的数据集或保存的信号质量结果。对话框允许浏览所需的头（\*.hdr）或设置（\*.stp）文件。



File loaded: NIRS-2014-04-02\_004.hdr

图 9-7 加载文件

成功加载文件后，屏幕底部的一个指示器将显示其名称。

请注意，对于加载以前记录的原始数据，所选文件夹必须包含用于该测量的相应的 Topo 布局（\*.tpl 文件），以便能够正确显示通道。

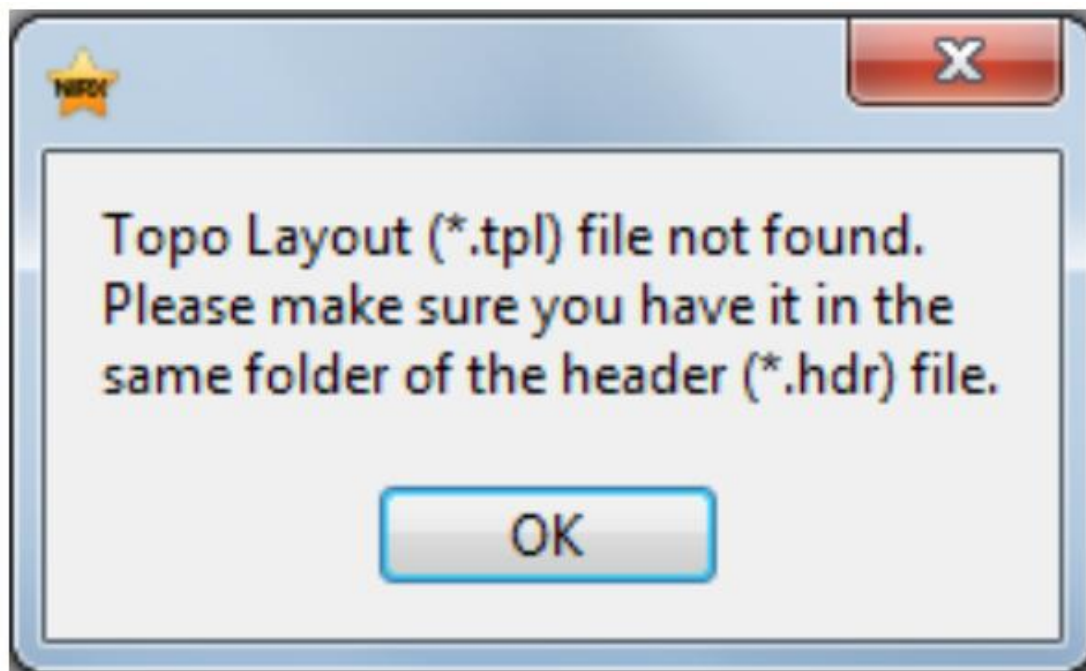


图 9-8 加载提示

## 9.2.2 信号质量案例

图（左）显示了质量尺度结果的一个例子，其中三个通道被标记为“丢失”。标记为红色（临界）或白色（丢失）的通道应该被重新评估，以确定是否出现了技术问题，或者是否应该改进光电解光管的制备。



图 9-9 信号质量案例

请注意，在本例中，所有丢失的频道共享同一个源（编号 5）。这就给这个问题留下了几种可能的解释：

- (1) 源 5 没有放置在正确的位置（即离探测器太远）；
- (2) 可能会有不良的光学接触，例如，因为头发堵塞；
- (3) 硬件问题影响源 5。

在这种特殊情况下，详细评估源水平显示只有一个波长的信号水平极低水平，因此情况（3）（第二波长的发射器损坏）似乎最有可能是原因。

请注意，尖创科技建议其客户定期运行静态幻影测试，以确保硬件能够正常工作。质量量表本身不足以评价它，只能作为某些问题的第一个指标。通过使用仪器提供的静态幻影，可以对系统性能进行更深入的评估。

## 10. 实验记录和系统状态历史记录

使用仪器：软件检测到的仪器类型。

光源类型：指示是否使用 LED 或激光源（激光仅适用于可选设备的 NIRScoutX 系统）。

调制振幅：指示 LED 功率水平，“Human subject”或“Phantom”。

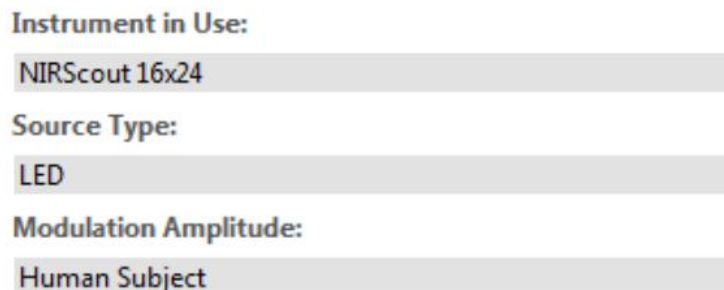


图 10-1 信息预览

实验注释编辑器允许用户输入纯文本注释，这些注释记录在 data .hdr 文件中。

## Experiment Notes

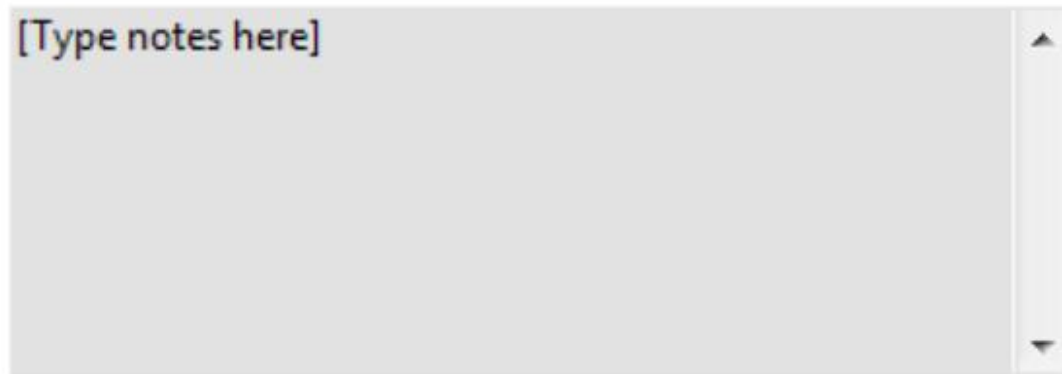


图 10-2 hdr 文件

“系统状态历史记录”窗口将维护所有用户操作的帐户，并使用时间戳，以帮助跟踪实验条件。测量的开始将自动记录在文本文件中。

## System Status History

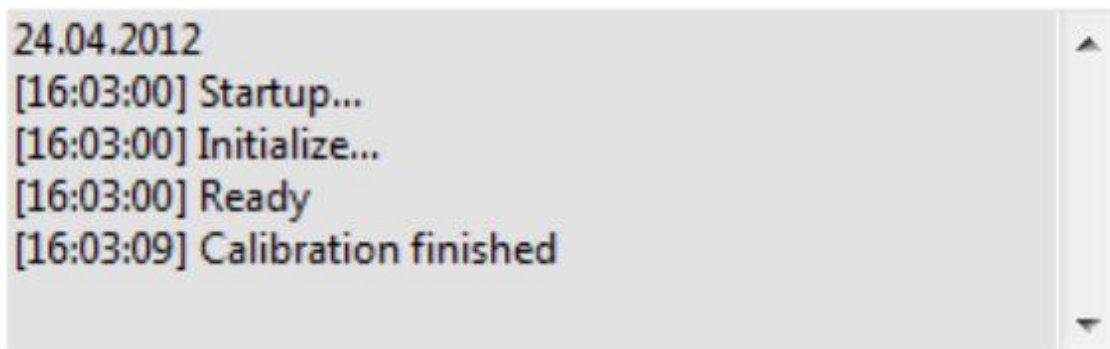


图 10-3 系统状态历史记录

## 11. 数据可视化和记录

按照适当的系统设置步骤，可以预览或记录数据。数据可视化选项卡中 NIRStar 软件的实时数据可视化功能。两种基本的数据显示方式是并排显示：轨迹显示和地形图。

轨迹显示器和地形显示器中的数据默认显示为氧和脱氧血红蛋白浓度的估计变化。请注意，记录的数据是各个测量波长处的原始信号（电压）。这些可以通过取消检查“显示 Hb 状态”复选按钮来可视化。

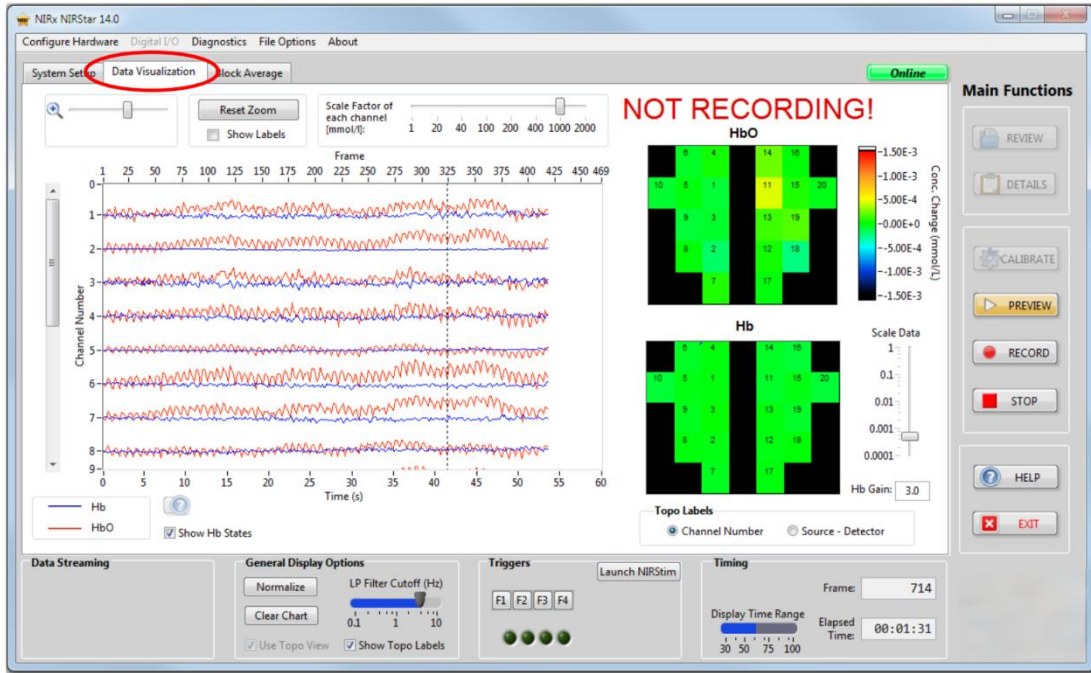


图 11-1 数据可视化

## 11.1 Plot 轨迹显示

在通道掩模中选择的每个通道的估计氧和脱氧血红蛋白浓度变化的时间序列数据用数据可视化选项卡左侧的轨迹图表示。

轨迹显示器和地形显示器中的数据默认显示为氧和脱氧血红蛋白浓度的估计变化。请注意，记录的数据是各个测量波长处的原始信号（电压）。这些可以通过取消检查“显示 Hb 状态”复选按钮来可视化。

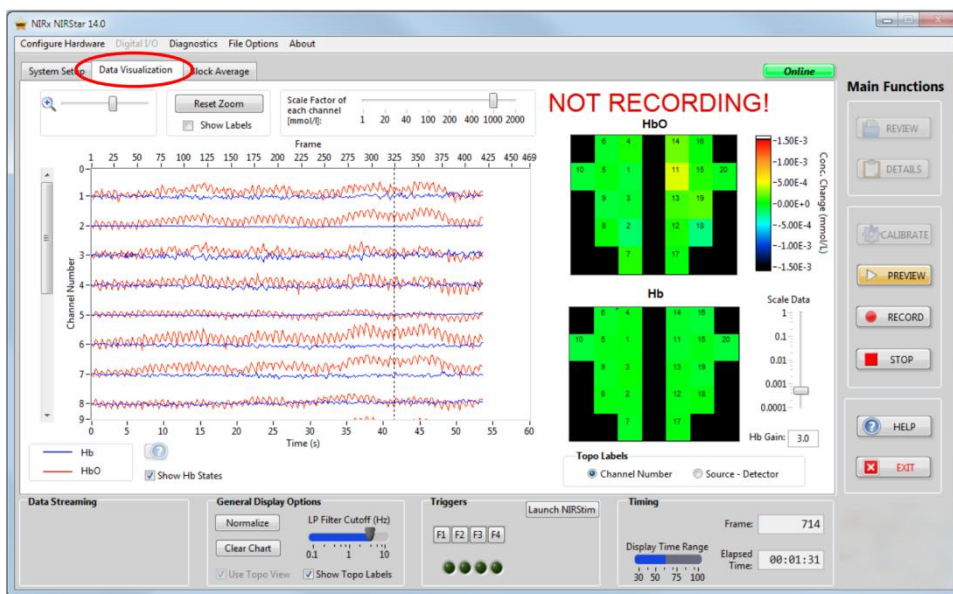


图 11-2 Plot 轨迹显示

各种显示功能可用于优化跟踪和地形显示的外观。请注意，其中一些工具仅在预览或记录阶段可用，否则将变成灰色。

请注意，所有的可视化工具，包括比例因子和低通滤波器，都适用于所示的数据，并且对保存为离线分析的数据没有影响。

|   |  |
|---|--|
|    | <p>使用缩放工具，用户可以选择特定的频道进行查看。请注意，缩放只影响通道号轴（即垂直缩放），而不影响时间尺度。使用时间序列图左侧的垂直滚动条来选择一组特定的通道。</p>   |
|    | <p>“重置缩放”按钮将跟踪显示返回到其默认设置，其中通道掩码中中选择的前 20 个通道可见。</p>  |
|    | <p>选中显示标签框时，将在跟踪图旁边显示一个通道图例。在扫描之后，用户还可以选择要显示哪些通道。</p>  |
|  | <p>所有的通道都可以被放大（即，显示的信号级波动的幅度被增加），以增加数据细节的可见性。如果没有应用比例因子（即“1”），则 Hb 状态的单位为 mmol/l。这可以扩大到 2000 mmol/l 的 1 倍。停止后，所选的比例因子应用于整个数据集。</p> |
|  | <p>通过重新计算浓度变化的基线来标准化数据</p>   |
|  | <p>清除跟踪显示以进行实时可视化。在用户单击“停止”按钮后，将显示最后一个时间帧，并在跟踪显示的时间轴下方出现一个用于选择感兴趣的时间间隔的滚动条。</p>  |
|  | <p>采用移动平均低通滤波器，其截止频率可以通过调整滑块标记的 LP 滤波器截止（Hz）来设置。此功能可用于从显示的信号中去除高频噪声和/或心跳分量。显示过滤数据显示的例子；通过选择低于心率的截止频率，过滤掉 1Hz 左右的显著心脏频率。</p>        |

## 11.2 地形显示

除了跟踪显示外，测量通道中的相对 Hb 浓度的变化也以地形视图中的二维颜色贴图表示。

根据是否选中“使用拓扑视图”框，映射表示硬件配置用户界面的拓扑布局选项卡中的定义的通道排列，或将所有通道作为“源×检测器”矩阵。

如果选中“显示拓扑标签”选项，则通道标签将叠加到地形显示上。Topo 标签选择器指定这些选择器是反映源-检测器组合还是通道编号。

用户可以通过使用滑块控件来调整在颜色尺度上显示的数据值的范围。因为 Hb 响应通常比 HbO 响应要弱，所以选项 Hb 增益允许设置一个乘数因子，以增强 Hb 的动态，以达到显示清晰度的目的。

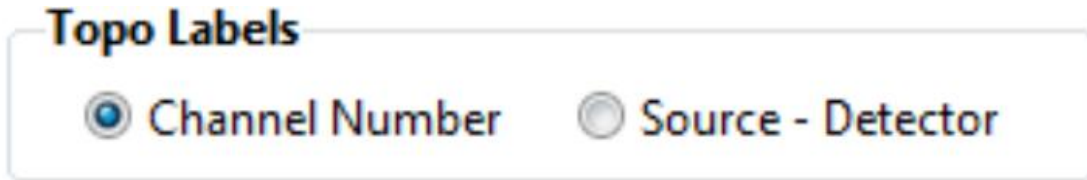


图 11-3 Topo 标签

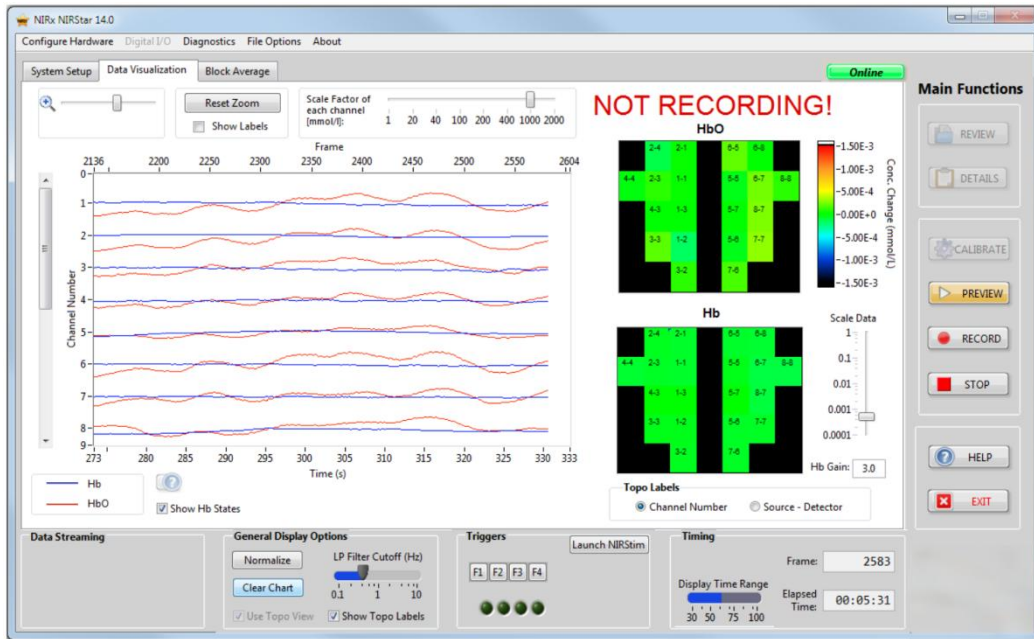


图 11-3 数据可视化

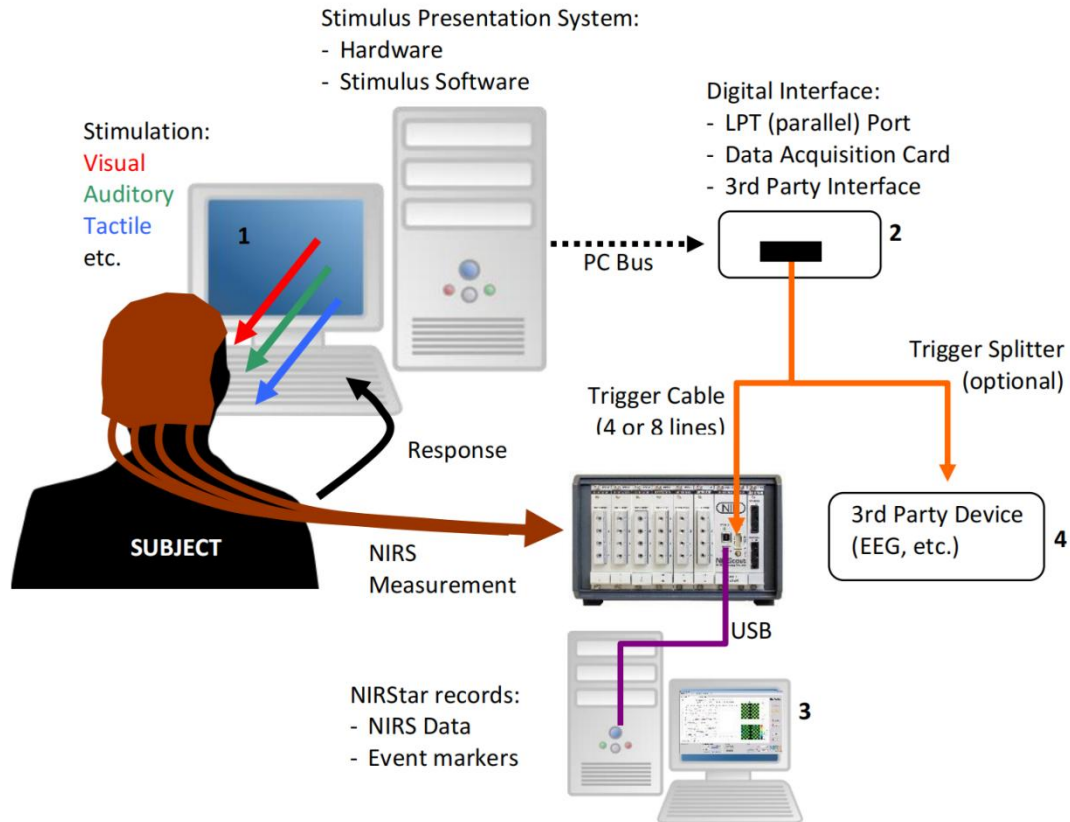


图 11-4 多模态 NIRS 实验的实验设置、设备连接和数据流

一个典型的多模态 NIRS 实验的实验设置、设备连接和数据流。带有用户特定刺激呈现软件(1)的计算机向受试者提供刺激，并可能记录他们的反应。以数字脉冲（通常为 TTL 级）的形式，将表示和响应事件的时间标记提供给记录设备。这些数据可以通过 PC 总线和 LPT 端口（内置或插件式 PC 扩展卡）发送，也可以通过与 USB 总线通信的第三方硬件接口(2)发送。这些触发信号通过电缆传输到 NIRScout (X) / NIRSport 仪器的触发器输入端，在那里它们被记录、数字化，并传输到 NIRStar，以便在记录 PC (3)上显示和存储。可选的布线和拆分适配器可同时将触发信号传输到第三方设备(4)。

### 11.3 Triggers

在一个典型的 NIRS 实验中，被试者对某些心理-生理刺激（音频、视觉、触觉等）的反应。都是有趣的。一个典型的实验设置如上图所示。为了将 NIRS 信号与这些事件或受试者的反应进行时间相关联，需要存在一种机制来将数据与外部时间标记物同步。通常，事件标记可能意味着一个任务的开始或停止，或一个受试者的反应。为此，所有的成像设备都有数字信号输入，可以接受来自其他设备的触发信号，如刺激呈现计算机。这些输入与由 pc 和许多第三方研究设备

生产的广泛使用的标准化数字 TTL 格式相兼容。



图 11-5 (左) 对于一个 NIRScout 系统, 有四个触发端口和四个手动标记,  
(右) 对于 NIRScoutX, 有 8 个触发端口和手动标记。

每当在成像器的输入线之一处接收到触发信号时, 就通过保存其发生的时间点和接收输入线的数量来记录该事件。每条输入线(4 条用于 NIRScout/NIRSport 设备, 8 条用于 NIRScoutX) 由主屏幕上的一个指示灯表示, 用于视觉反馈。当在相应的行上接收到触发器时, 指示灯会短暂闪烁。

除了通过外部信号生成触发事件外, NIRtar 软件还允许用户在测量过程中手动设置触发标记。对于 NIRScout 和 NIRSport, 可以通过单击各自的按钮或按下键盘上的键 F1...F4 来记录手动标记。提供了四个标记号, 以使用户可以为不同类型的事件分配不同类型的事件; 每个标记号可以根据用户的要求使用。对于 NIRScoutX 系统, 有 8 个手动标记可用 (F1.....F8)。

该功能可用于电子事件触发之外, 对于标记意外的实验事件(如运动伪影、主题注意力分散等) 特别有用, 特别是在设置屏幕上添加简短的实验笔记。

NIRStar 还提供了一种基于文本文件中保存的标记的进一步触发功能。如果用户在“C: \命令\”下创建了一个文件“Trigger.nrx”, 则将定期检查它是否有新的触发器标记。这允许远程触发, 可以通过本地网络发送, 因为提供了对采集计算机的访问。

该功能的一个扩展是, 例如, 从 Matlab 内部发送触发器标记, 而不需要额外的并行或串行电缆。Matlab 函数原型的一个例子及其发送触发器标记“1”的应用程序, 如图中的代码片段所示。

```

%% Send Trigger Marker programatically
marker = 1; %select trigger marker
if isnumeric(marker)
    marker = max(min(marker,15),1);
    Trigger_Control(marker);
end

function Trigger_Control(marker)
    pathname = 'C:\NIRx\Commands\';
    filename = 'Trigger.nrx';

    if exist(pathname,'dir') ~= 7
        mkdir(pathname);
    end

    fid = fopen([pathname filename],'at');
    fprintf(fid,'%d\n',marker);
    fclose(fid);
end

```

图 11-6 代码

## 11.4 时间戳

帧计数器显示完成的扫描或帧的数量，其定义为完整照明步骤的数量。然后，当所有照明点（LED）在测量期间闪烁 n 次时，完成照明扫描（帧）。

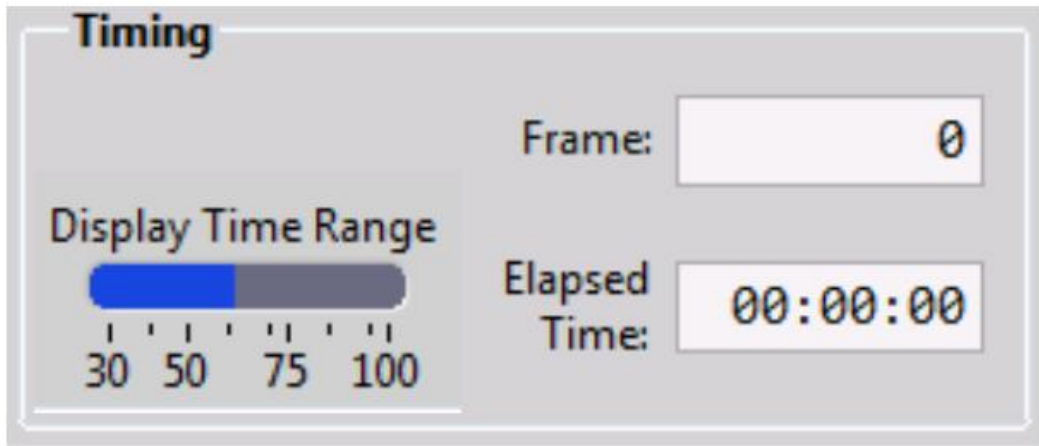


图 11-7 时间戳

计时器显示自开始扫描后的运行时间。秒显示显示在数据可视化选项卡中当前显示的时间间隔的大小。用户可以通过将鼠标光标定位在秒显示栏上并单击来更改显示时间间隔。请注意，在测量过程中这样做将清除图表。在停止测量后，可以通过 x 轴滚动条显示最近的数据历史记录。数据历史记录的长度取决于通道的数量和扫描速率，大致表示为：

$$\text{No. of data frames in history} \approx 3 \times 10^5 \div (\text{No. of channels})$$

## 12. 受试者人口统计学

NIRStar 提供了一种方便的方法来记录受试者的人口统计学和其他与实验统计分析相关的信息。每当点击“预览”或“记录”按钮时，就会出现一个对话框

表单，允许输入有关主题的信息（身份、性别、年龄等），这个实验，和一般的注释。点击“完成”后，NIRS 的收购将开始。

要使用这个功能，请确保标有“主题人口统计数据”在硬件配置下，检查>通道设置，这是默认值。如果未选中此框，则单击“预览”或“记录”按钮将立即启动扫描，而不提示主题信息输入对话框。

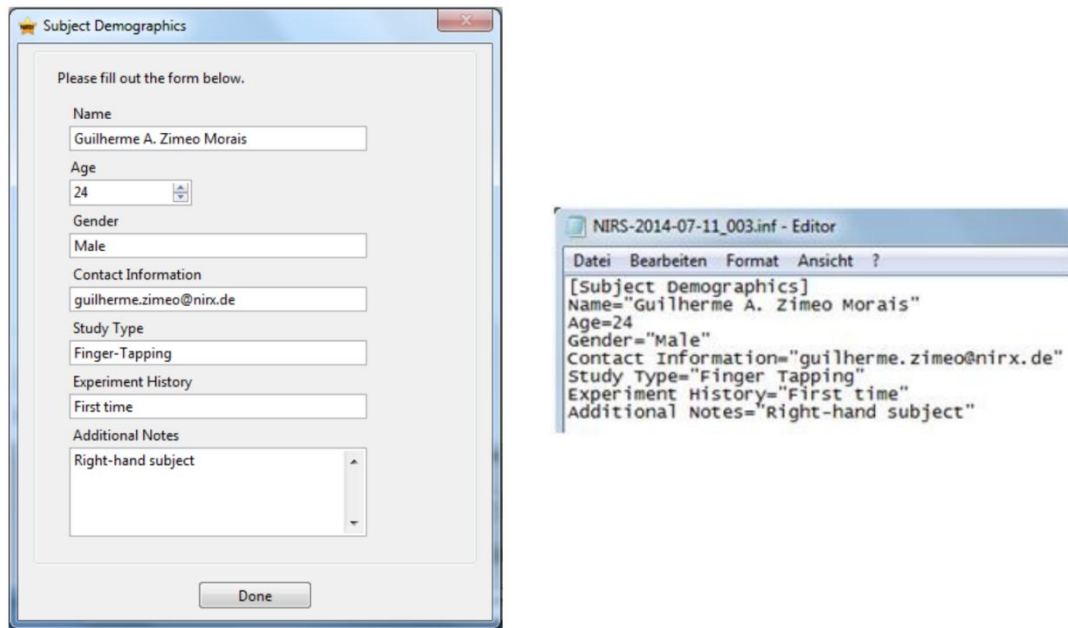


图 12-1 被试信息

### 13. 综合刺激演示

刺激演示和实验计时软件，NIRStim™可以在 NIRStar 内启动。



图 13-1 刺激软件

### 13.1 NIRStim 特征

NIRStim 是一个易于使用的图形操作环境，用于产生和呈现基本的心理生理刺激，并提供实验时间和控制。总之，它的主要特点是：

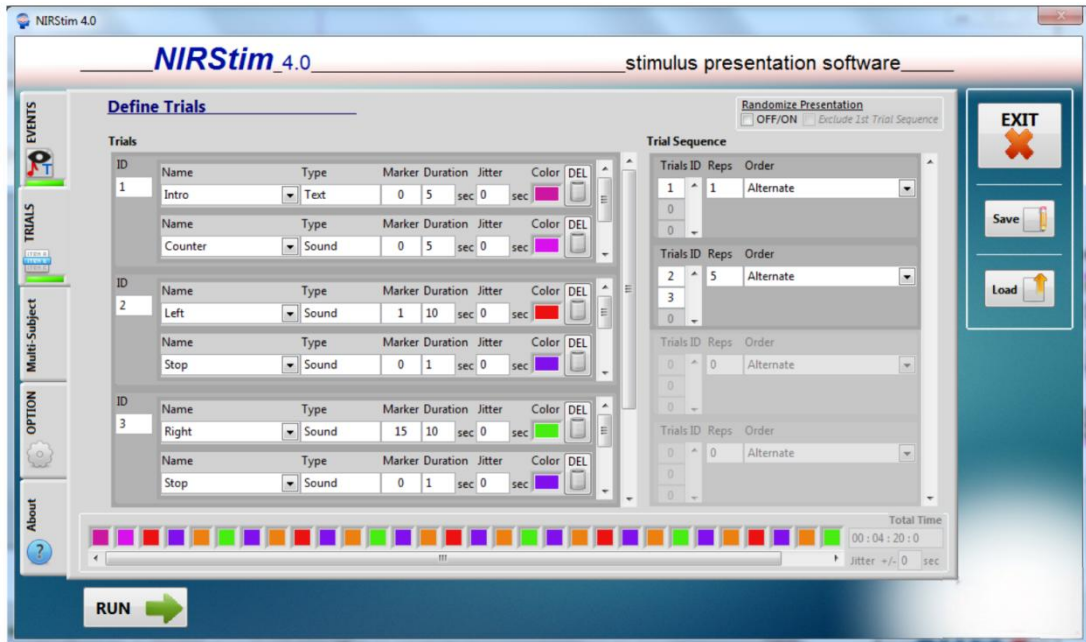


图 13-2 NIRStim 软件

- (1) 图形操作（无线编码）；
- (2) 各种刺激材料的呈现：文本、图形、听觉（声音）；
- (3) 对刺激事件的时间、顺序、持续时间和重复的无限编程，包括随机化和抖动；
- (4) 通过各种硬件端口生成同步信号（即“触发器”、“事件标记”），通过软件直接将事件同步到 NIRStar。

NIRStim 的主要目的是为用户提供一个简单的、交钥匙的测试、演示和培训目的的解决方案。然而，它的能力是足以允许控制和时间的许多基本的心理生理学实验范式。

NIRStim 特别适合在 NIRSport 的可穿戴设置中操作：在便携式采集 PC 上运行 NIRStim 允许通过耳机进行听觉刺激或指令呈现，而触发信号通过软件传输到 NIRStar，而不需要触发生成硬件或触发电缆。

### 13.2 NIRStim 事件同步

NIRStim 可以生成 255 个（8 位）唯一的事件触发标记。这些信息可以通过一个可用的、免费的并行（LPT）端口或通过刺激跟踪器™USB 接口发送，该接

口是由 Cedrus 公司 (<http://cedrus.com/stimtracker>) 生产的专有第三方设备, 可通过提供。或者, 如果 NIRStim 与 NIRStar 运行在同一台计算机上, 触发器可以通过软件 (共享变量) 在内部发送, 而不需要任何额外的硬件通信; 而 NIRStim4-0, 已经与 NIRStar 集成, 也可以通过本地网络与 NIRStar 共享触发器。

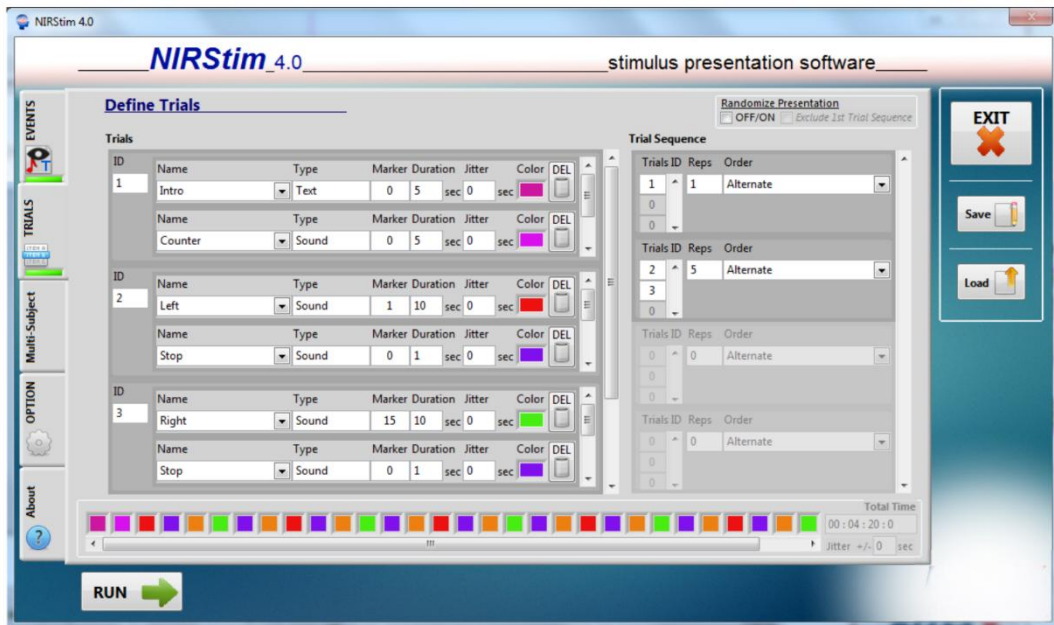


图 13-3 NIRStim 软件

## 14. 数据文件格式

### 14.1 文件命名和组织

默认情况下, NIRStar 软件会自动组织和命名文件, 使用获取的日期和时间来定义目标目录名和文件名的公共根目录。或者, 用户也可以指定一个目录和/或一个文件名前缀。无论使用哪种方法, 保存的文件数量和每个文件中包含的信息类型都是相同的。大多数文件以文本 (ASCII) 格式保存, 除了 \*.nirs 和 \*\_probeInfo.mat, 它们以 Matlab 格式保存。

### 14.2 探测器文件: \*.wl1、\*.wl2

这两个波长的记录信号都存储在两个单独的文件中:

- (1) 前缀-yyyy-mm-dd\_xxx.wl1 ← 包含波长为 1 (760 nm) 的数据
- (2) 前缀-yyyy-mm-dd\_xxx.wl2 ← 包含波长为 2 (850 nm) 的数据

这些数据文件包含由光源-检测器通道记录的原始电压读数。

已保存的原始数据永远不会以任何方式进行处理。也就是说，在用户界面上选择的任何预处理步骤，如过滤或标准化，仅为显示目的，对记录的数据没有影响。

文件格式是一个以空格分隔的 ASCII 表，其中列表示数据通道，行表示时间帧。该文件不包含标头、显式的行或列标签，或没有时间戳。该数据结构如下表所示。

表 光学数据文件的结构

|                    |                    |     |                        |                    |     |                        |                    |     |                            |
|--------------------|--------------------|-----|------------------------|--------------------|-----|------------------------|--------------------|-----|----------------------------|
| $S_1-D_1(t_1)$     | $S_1-D_2(t_1)$     | ... | $S_1-D_{max}(t_1)$     | $S_2-D_1(t_1)$     | ... | $S_2-D_{max}(t_1)$     | $S_3-D_1(t_1)$     | ... | $S_{max}-D_{max}(t_1)$     |
| $S_1-D_1(t_2)$     | $S_1-D_2(t_2)$     | ... | $S_1-D_{max}(t_2)$     | $S_2-D_1(t_2)$     | ... | $S_2-D_{max}(t_2)$     | $S_3-D_1(t_2)$     | ... | $S_{max}-D_{max}(t_2)$     |
| ...                | ...                | ... | ...                    | ...                | ... | ...                    | ...                | ... | ...                        |
| $S_1-D_1(t_{max})$ | $S_1-D_2(t_{max})$ | ... | $S_1-D_{max}(t_{max})$ | $S_2-D_1(t_{max})$ | ... | $S_2-D_{max}(t_{max})$ | $S_3-D_1(t_{max})$ | ... | $S_{max}-D_{max}(t_{max})$ |

文件中的列数等于（光源数×检测器数）： $S_{max} \times D_{max}$ 。

要从文件中提取所需的数据通道  $S_i-D_j$ ，请使用以下公式确定适当的列  $n$ ：

$$n = (S_i - 1) \times D_{max} + D_j$$

### 14.3 并行光源照明

需要注意的是，即使每个扫描步骤有多个光源是活动的（例如，“双边”设置），或光源被照明的顺序，NIRStar 仍将以上述格式保存数据通道。概述方案中的源数  $S_i$  总是指物理源光度数，与它在扫描序列中的时间位置无关。同样地，当使用平行照明时，上述公式仍然适用。

早期的软件版本没有记录所有（ $S_{max} \times D_{max}$ ）光源-探测器通道，但每个扫描步骤只有一组探测器读数，不管编号。在每一步都有照明的 led。因此，列数等于  $Cyc \times D_{max}$ ，其中  $Cyc$  是每次扫描中的源切换步骤数。当使用并行光源照明时，这导致许多记录的通道低于  $S_{max} \times D_{max}$ （在双边设置中，只有一半）。

### 14.4 头文件：\*.hdr

头文件包含仪器的配置和设置、实验时间等重要信息，与数据集的识别和分析有关。

该文件被结构为由包含变量（“关键字”）的[节头]标识的部分，根据“关键字 = value”方案分配参数值。

下面使用示例性值解释了头文件部分。

### (1) General

包含有关数据记录的时间和日期以及文件名的一般信息。

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| <b>[GeneralInfo]</b>           |  |
| FileName="NIRS-2012-02-16_004" | Filename as defined above in Section 6.3     |
| Date="Do, 16. Feb 2012"        | Date of recording                            |
| Time="15:54:22.442"            | Start time of measurement (ms precision)     |
| Device="NIRScout 16x24"        | System type in use                           |
| Source="LED"                   | Type of source used (LED or Laser)           |
| Mod="Human Subject"            | Modulation amplitude according to study type |
| NIRStar="15.2"                 | NIRStar version used to record the dataset   |
| Subject=1                      | Subject index                                |

图 14-1 数据信息

### (2) 成像设置参数

列出用于测量的仪器设置参数，如源的数量、探测器的数量和测量中使用的触发通道。

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>[Imaging Parameters]</b> |   |
| Sources=16                  | No. of source steps in measurement                    |
| Detectors=16                | No. of detector channels                              |
| ShortBundles=0              | No. of short detector bundles used                    |
| ShortDetIndex=""            | Detectors connected to short-distance bundles         |
| Steps = 16                  | No. of steps (illumination pattern)                   |
| Wavelengths= "760 850"      | Wavelengths used for the measurement                  |
| TrigIns=4                   | No. of trigger inputs                                 |
| TrigOuts=0                  | No. of trigger outputs (only available for NIRScoutX) |
| AnIns=0                     | No. of auxiliary analog inputs (future option)        |
| SamplingRate=3.906250       | Sampling rate in Hz                                   |
| Mod Amp= "0.70 0.70"        | Modulation amplitude used for illumination            |
| Threshold= "0.00 0.00"      | Modulation threshold used (≠0 only for Laser)         |

### (3) 范式信息

记录有关实验范式的细节。

|                   |                                    |
|-------------------|------------------------------------|
| <b>[Paradigm]</b> |                                    |
| StimulusType=None | Specifies paradigm (future option) |

图 14-2 范式信息

(4) 实验笔记

输入到用户界面的注释编辑器中的注释将保存在这里。

```
[ExperimentNotes]
Notes="[Type notes here]"
```

图 14-3 实验笔记

(5) 增益设置

在测量中使用的增益设置被记录在一个表中。通道  $S_i-D_j$  的增益出现在第  $i$  行和第  $j$  列（从左上角计数）。

相邻源探测器对的有效增益通常在 4... 的范围内。成人 7，取决于头部大小、头发密度/颜色和测量地点。增益值为“8”表示该特定配对接收到的光太少或没有光。

```
[GainSettings]
Gains=#
5 8 5 5 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8
4 4 5 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8
8 8 6 6 6 6 8 8 8 8 8 8 8 8 8
8 8 8 5 8 6 5 8 8 8 8 8 8 8 8
8 5 5 8 6 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8
8 8 8 8 8 6 5 5 8 8 8 8 8 8 8
8 8 8 8 6 6 8 6 8 8 8 8 8 8 8
8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8
8 8 8 8 8 8 8 8 8 5 6 8 5 8 8
8 8 8 8 8 8 8 8 4 4 5 8 8 8 8
8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 6 6 6 6 8
8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 6 6 8
8 8 8 8 8 8 8 8 5 8 5 6 8 8 8
8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 6 5
8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 5 8 6 6
8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8
#
```

图 14-4 增益设置信息

增益值的范围从 0（增益因子  $10^0 = 1$ ）到 8（增益因子  $10^8$ ）。散列符号“#”用于标识表的开始和结束。

### (6) 事件 Trigger Markers

记录由数字触发器输入接收到的事件标记，其中包括时间戳和帧号。

第 1 列：扫描开始后触发事件的时间（秒）。

第 2 列：触发器通道标识符或条件标记。在前面板上的每个数字输入 DIx（其中 x 表示触发通道）上接收的触发器被编码为数字 2DI（x-1），例如 DI1、DI2 和 DI3 分别被编码为 1、2 和 8。该文件以十进制表示形式存储同时触发的输入的总和。通过使用触发输入的组合，NIRScout 和 NIRSport 系统可以对多达 15 个条件进行编码，而 NIRScoutX 可以接收多达 255 个条件（8 个输入）。

第 3 列：接收触发事件的扫描帧数。

```
[Markers]
Events=#
86.40    1      300      Trigger of input 1 recorded after 1.80 s, during frame no. 12
116.40   2      404
146.40   1      508
...      ...      ...
476.39   2      1654
#
```

图 14-5 Markers 信息

### (7) 数据结构

本节记录了.wl1 和.wl2 文件中的检测器通道的排列，以及通道的掩蔽模式。

```
[DataStructure]
S-D-Key="1-1:1,1-2:2,1-3:3,1-4:4,1-5:5,1-6:6,1-7:7,1-8:8,1-9:9,1-10:10,
...
S-D-Mask=#
1  0  1  1  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
1  1  1  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
0  0  1  1  1  1  0  0  0  0  0  0  0  0  0
0  0  0  1  0  1  1  0  0  0  0  0  0  0  0
...
0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
#"
```

图 14-6 数据结构

“S-D-Key”（源-检测器键）表示将数据文件（\*.wl1、\*.wl2）的列分配给源-检测器组合的顺序。每个通道都由源号、一个负号（“-”）和检测器号表示。通道对后面是一个冒号（:）和相应的列索引。列索引后面是一个逗号（“，”）和下一个通道。可以读取此变量以生成数据文件的表头。

“S-D-Mask”将掩蔽模式存储在一个表格中。设置为不显示的通道由“0”标识，而设置为要显示的通道被标记为“1”。从左上角计数，列号对应检测器通道，行号对应源位置。上面所示的是一个4源/4检测器测量的例子，其中除源2/检测器3外的所有通道都显示出来。

#### (8) 暗噪声

在测量前的最后一次校准中，每个波长的暗噪声结果存储在头文件中以供将来参考。然而，只有为可用的最高增益获得的值（例如 NIRScout 为 7 或 NIRSport 为 2）将被保存。因此，每个波长将其结果作为一个向量表示，其大小等于用于相应实验的探测器的数量。

```
[DarkNoise]
Wavelength1="#"
1.271    1.427    0.967    1.081    1.145    1.237    1.098    1.138
#"
Wavelength2="#"
1.406    1.407    1.161    1.177    1.263    1.248    1.166    1.267
#"
```

图 14-7 暗噪声信息

#### (9) Cross Talk

在当前实验之前的最后一次校准中，每个波长的串扰度量的结果也存储在头文件中。保存了所有可能的源-检测器组合的结果。因此，对于一个有 8 个源、8 个探测器和两个波长的实验，它将产生两个矩阵（每个波长一个），每矩阵 8 行 8 列。如果采用了标准照明模式（即每步骤启用一个源），所有值将为 0，如下所示。

```
Wavelength1="#"
0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
...
0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
#"
Wavelength2="#"
0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
...
0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
#"
```

图 14-8 波长信息

### (10) 通道距离

在硬件配置中输入并用于扫描期间的比尔-朗伯特定律计算的通道距离值记录在这里。该顺序对应于对话框中的通道列表的顺序。

```
[ChannelsDistance]
ChanDis="30.0  30.0  30.0  30.0  30.0  30.0  30.0  30.0
          30.0  30.0  30.0  30.0  30.0  30.0  30.0  30.0
          30.0  30.0  30.0  30.0"
```

图 14-9 通道距离信息

## 14.5 其他文件

### (1) filename.set

此文件以与\*.hdr 文件中的“增益设置”部分的表增益相同的格式存储增益设置表。

### (2) filename.evt

该文件以与 NIRS 成像系统兼容的格式记录事件标记通道代码和帧号。选项卡分隔表的每一行对应一个记录的触发事件。第一列包含接收到触发器时的帧号。第 2-9 列记录最多 8 个触发输入通道的触发标记。“1”标记了那些接收到触发信号的输入。因为 NIRScout 和 NIRSport 系统最多有 4 条数字输入线，所以列 7-10 总是都是 0。

在下面的示例.evt 文件中，在第 20 帧期间触发数字输入 1 (DI1)，在第 29 帧期间触发 DI4，等等。

```
20  1  0  0  0  0  0  0  0
29  0  0  0  1  0  0  0  0
31  0  1  0  0  0  0  0  0
35  0  0  0  1  0  0  0  0
50  1  1  1  1  0  0  0  0
```

图 14-10 事件信息

(3) 该文件是 NAVI 分析软件所需要的，并提供了有关测量参数的一般信息。

```
raw_data_name='NIRS-2010-08-27_001';           Filename
SamplingRate=6.25;                             Sampling rate in Hz
waveLength_N=2;                                 No. of wavelengths
```

图 14-11 参数的一般信息

```

Wavelengths=[760 850];
source_N=8;
detector_N=16;
time_point_N=100;
source_detector_key=[1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 0 0 0 0 0 0 0 0;...
                    0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 2 3 4 5 6 7 8];
probeInfo_file='C:\NIRx\Montages\Motor_16x16\Standard_probeInfo.mat';

```

图 14-12 参数的一般信息

Source\_teecer\_key 列出作为检测器（第一行）和源（第二行）的光电数。由于每个光极都是 NIRScoutX+设备的源或检测器，一行中的非 0 值总是与另一行中的 0 一致（行中数字之间的空格数是任意的）。

如果选择了之前输入的预定义蒙太奇，则 probeInfo\_file 列出了用于测量的项目设置文件的路径。否则，probeInfo\_file = ' '。

#### (4) Subject Information file: filename.inf

此文件记录在主题“人口统计图”对话框中输入的信息。下面是这个文件的一个示例，如图所示。

```

[Subject Demographics]
Name="John Doe"
Age=35
Gender="Male"
Contact Information="email@server.domain"
Study Type="Go/No-Go"
Experiment History="First time"
Additional Notes="Right-hand subject"

```

图 14-13 被试统计信息

```

[Subject Demographics]
Name="John Doe"
Age=35
Gender="Male"
Contact Information="email@server.domain"
Study Type="Go/No-Go"
Experiment History="First time"
Additional Notes="Right-hand subject"

```

图 14-14 被试统计信息

(5) Homer format file: filename.nirs, digpts.txt

如果已经在“文件选项”下启用了“导出数据到 Homer2 格式”的特性，并且已经正确加载了与测量值对应的探针设置文件，则还将在数据集文件夹中创建一个\*.nirs 文件。这个 Matlab 文件包含关于获取的数据和用于测量的帽布局的信息，可以直接导入 Homer2 进行进一步分析。

此外，为了启用 AtlasViewer 的兼容性，NIRStar 现在导出一个“digpts.txt”文件与从原始 digpts.txt 文件中获得的 3D 坐标和参考点。有了这些信息，我们就可以首先使用\*.nirs 文件来处理荷马 2 中的数据，然后将结果导入到 AtlasViewer 中。

例如，要在 AtlasViewer 中完成 Colin27 上浓度变化的叠加，请在启动 AtlasViewer 后遵循以下步骤：

- (i) 工具->注册地图集挖掘点；
- (ii) 注册探测器到表面；
- (iii)工具-> Hb 连续覆盖。

请注意，只有在 NIRSite 中创建的 probeInfo 文件可以用来创建一个“digpts.txt”文件。

(6) Topo Layout file: filename.tpl

该文件在“配置硬件”对话框中的地形布局编辑器中输入时记录地形布局信息。这些信息被记录在与 Topo 布局编辑器中的行和列结构相同的表格布局中。没有使用连字符（“-”）来分离源和检测器编号，而是选择了纯的数字格式来使计算机阅读更容易。每个通道都由一个正整数（尽管是浮点符号）记录，它的“hundreds”代表源位置，其“ones”代表检测器。

因此：频道“xx-yy”将被称为“xxyy”，例如，频道 5-7→507；频道 16-14→1614。

|         |         |         |         |       |          |          |          |          |
|---------|---------|---------|---------|-------|----------|----------|----------|----------|
| 507.000 | 503.000 | 103.000 | 0.000   | 0.000 | 0.000    | 1513.000 | 1113.000 | 1109.000 |
| 707.000 | 505.000 | 303.000 | 101.000 | 0.000 | 1515.000 | 1313.000 | 1111.000 | 909.000  |
| 705.000 | 305.000 | 301.000 | 0.000   | 0.000 | 0.000    | 1315.000 | 1311.000 | 911.000  |
| 708.000 | 605.000 | 304.000 | 201.000 | 0.000 | 1615.000 | 1314.000 | 1211.000 | 910.000  |
| 608.000 | 604.000 | 204.000 | 0.000   | 0.000 | 0.000    | 1614.000 | 1214.000 | 1210.000 |
| 808.000 | 606.000 | 404.000 | 202.000 | 0.000 | 1616.000 | 1414.000 | 1212.000 | 1010.000 |
| 806.000 | 406.000 | 402.000 | 0.000   | 0.000 | 0.000    | 1416.000 | 1412.000 | 1012.000 |

图 14-15 Topo 文件信息

#### (7) Probe Setup file: filename\_probeInfo.mat

NIRStar 会自动保存用于地形渲染和数据分析的探测器设置文件。如果用户通过在线绘制数据而使用了地形渲染功能，或者选择了一个具有\_probeInfo.mat 文件的预定义蒙太奇文件，则将保存此文件。

#### 14.6 备份文件: \*.nosatflags\_wl1、\*.nosatflags\_wl2

在 NIRStar14-2 中，已实现饱和和标记功能，用于自动将\*.wl1 和\*.wl2 文件中的饱和数据点替换为 NaN 值（第 16.1.3 节）。鉴于我们认识到仍需向用户提供原始、未损坏的数据的重要性，如果在测量过程中发生任何饱和，NIRStar 会存储额外的数据文件（例如\*.nosatflags\_wl1）。因此，这些文件仅在至少一个数据点饱和的测量中为 NIRSport 系统保存。

#### 14.7 Hidden files: \*.dat, \*.avg

NIRStar 系统会将两个文件以隐藏形式保存在数据集文件夹中，因其仅限采集软件使用。启用数据审查功能需同时使用\*.dat 和\*.avg 文件。其中\*.dat 文件为矩阵格式，记录测量过程中 NIRStar 数据可视化界面显示的血流动力学状态；\*.avg 文件则为数据结构，包含测量参数的详细信息，仅限 NIRStar 系统打开和使用。

## 15. 数据回放

### 15.1 在线/离线模式

NIRStar 支持两种运行模式：在线模式（数据采集）和离线模式（数据审查）。在线模式用于数据采集，前文所述功能几乎全部在此模式下实现。离线模式则用于加载和审查已记录的数据集，包括信号质量、血流动力学时间序列、触发标记及对应的区块平均值。离线模式最重要的优势在于：即使安装设备（真实或模拟）未被计算机检测到，仍可启动 NIRStar。若在 NI MAX 系统中未连接任何设备（附录 A），系统将显示提示信息，明确仅支持离线模式。

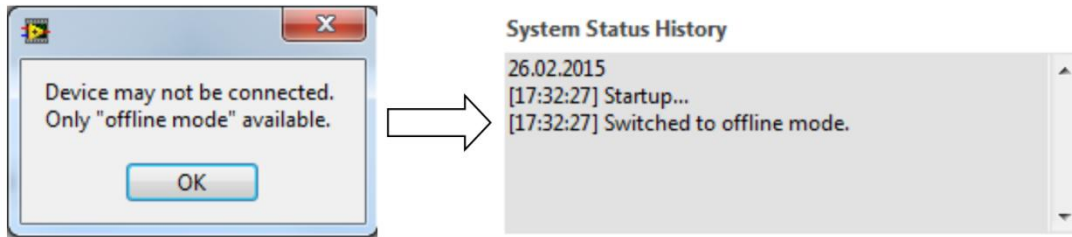


图 15-1 仅适用于离线模式的警报信息（左）及对应系统状态历史记录（右）。

在 NIRStar 主界面的系统设置选项卡中，“正在使用的仪器”字段将被定义为“无（离线）”；屏幕右上角的指示灯将显示为红色背景的离线状态。

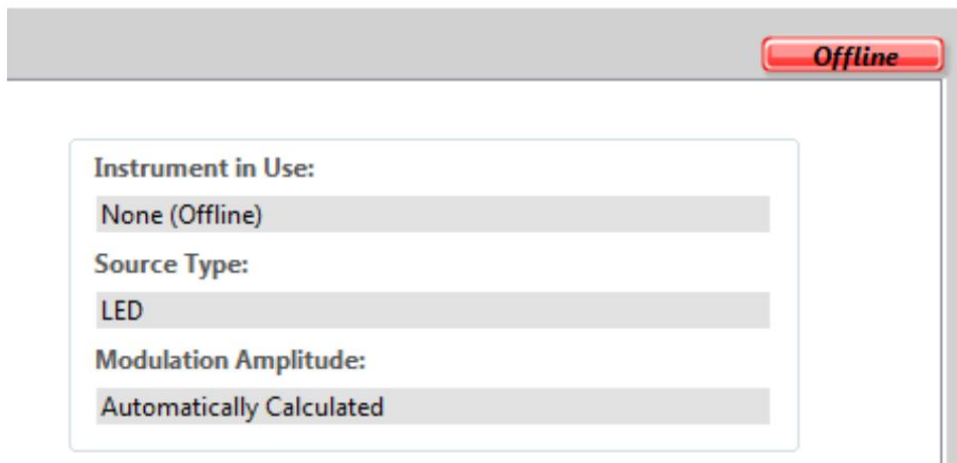


图 15-2 使用中的仪器：无（离线）

在离线模式下，NIRStar 主屏幕中所有与硬件配置、诊断及在线测量相关的按钮将被禁用并显示为灰色，因为该模式仅预期用于数据审查目的。

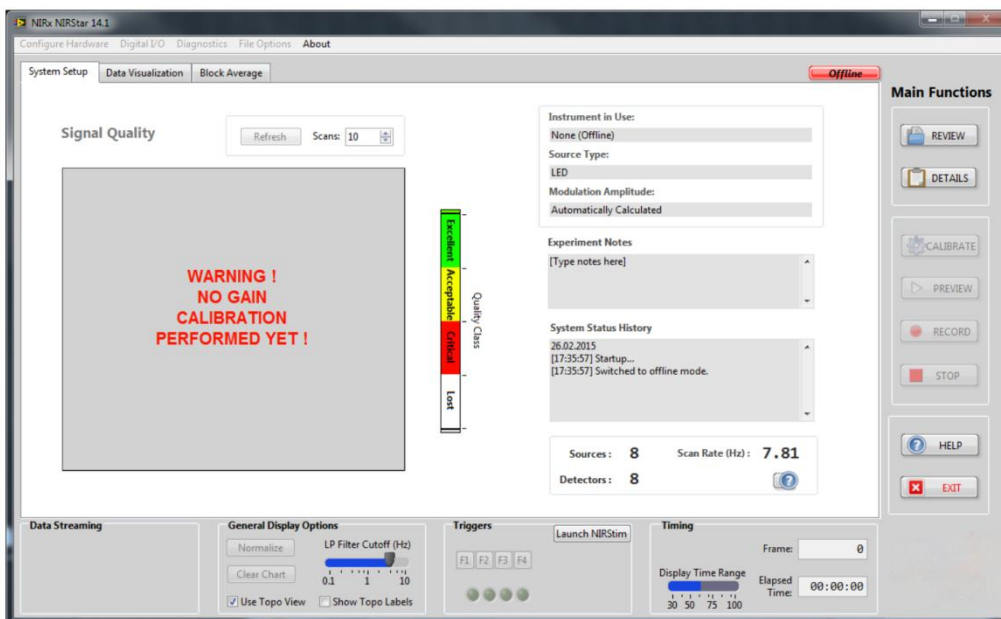


图 15-3 NIRStar 主屏上与硬件相关的按钮处于离线模式并被灰色化

当用户启动 NIRStar 时，若已连接真实或模拟设备，系统将自动切换至在线模式，此时所有硬件相关按钮均处于启用状态。此时主功能模块（屏幕右侧）中唯一被禁用的按钮是“审查”，因为该功能专为离线模式设计。NIRStar 还支持在设备插电状态下审查数据集：用户可通过点击屏幕右上角显示当前运行模式的按钮，实现在线与离线模式的切换。

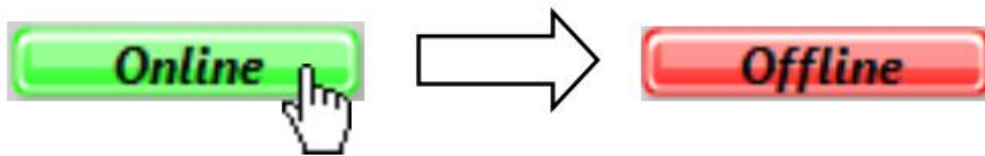


图 15-4 从在线模式切换到离线模式

## 15.2 预览功能

NIRStar 为用户提供回顾先前记录数据集的功能。用户可通过点击主功能列表（位于 NIRStar 主屏幕右侧）中的“Review”按钮实现该操作。

点击“Review”按钮后，系统将提示用户选择待加载和可视化的数据集的头文件（\*.hdr）。NIRStar14-1 系统中新增了两个仅用于数据审查功能的文件。因此，若用户尝试加载使用早期版本 NIRStar 记录的数据集头文件，将显示如图 15-5 所示的错误提示信息。

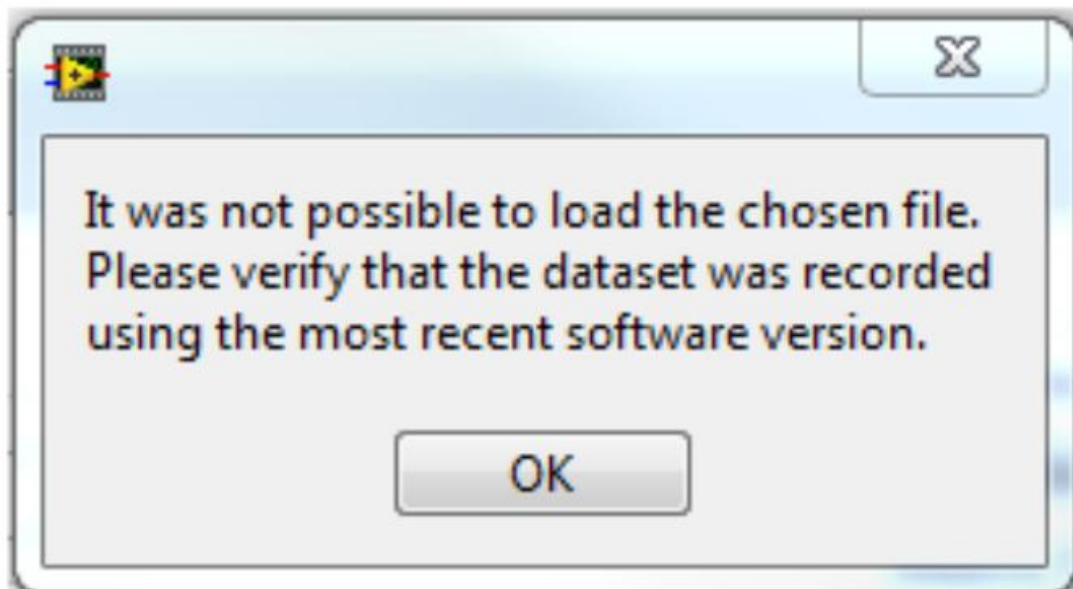


图 15-5 加载数据集时出现错误提示，该数据集记录于 NIRStar 版本 14-1 之前

若数据集成功加载，“系统状态历史记录”将同步更新，加载的数据集信息将同步显示。此时 NIRStar 主界面的所有字段（系统设置、数据可视化和区块平

均值选项卡) 都将显示所选数据集。例如, 若原本使用的是 NIRSport 仪器, 而加载了通过 NIRScoutX 记录的数据集, 当前使用的仪器将显示已加载文件的相关信息, 因为该仪器处于离线模式。不过, 当用户切换回在线模式时, 系统将自动恢复原有设置。

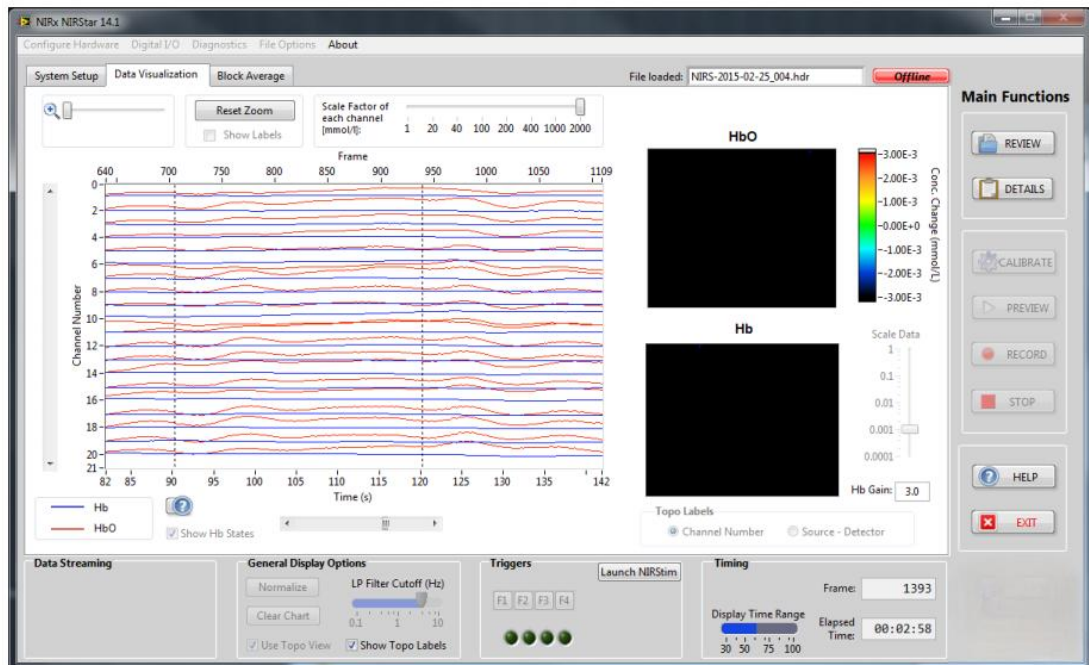
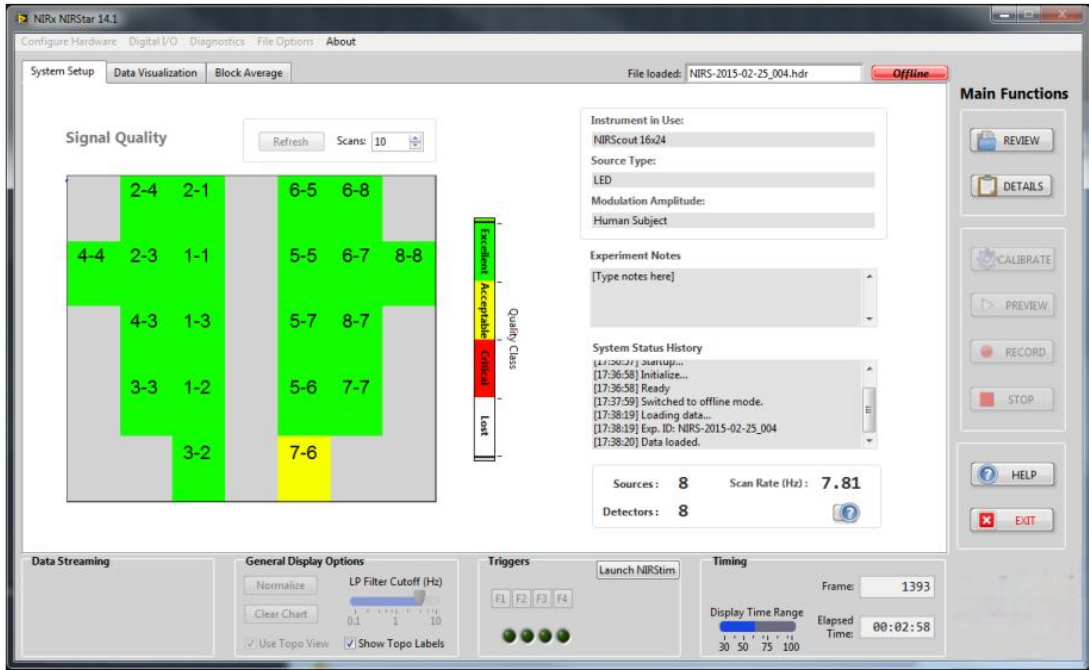


图 15-6 NIRStar 在数据集正确加载后进行筛选,

顶部: 系统设置; 底部: 数据可视化

当用户正在可视化数据集时, 操作模式指示器旁(此处显示为“离线”)会弹

出“文件加载状态”字段。该字段显示 NIRStar 软件最新成功加载的头文件信息。若用户加载新数据集，该字段将被覆盖，软件主界面的其他字段也会同步更新，以反映新设置。切换至“在线”模式后，“文件加载状态”字段将自动隐藏，此时显示的信息将反映设备的实际状态。

## 16. 高级显示能力

NIRStar 提供先进的实时显示功能，包括地形渲染（内置及 NIRSPay）和事件相关块平均处理。这些功能可在硬件配置（图 16-1）的显示设置选项卡下使用。

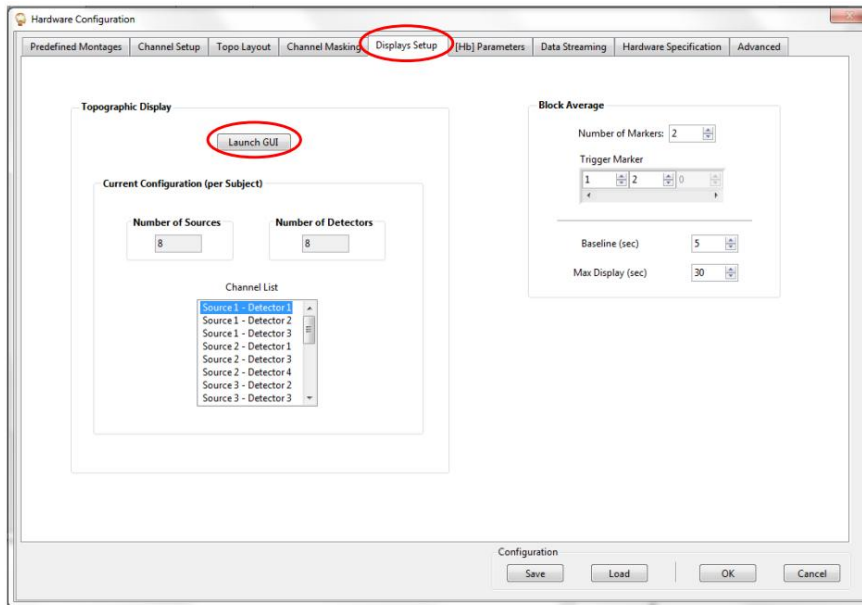


图 16-1 硬件配置

### 16.1 内置地形显示

该功能可将地形血红蛋白数据渲染至二维或三维的逼真坐标空间（图 16-2）。此功能通过 NIRStar 软件附带的独立模块实现，需单独安装。

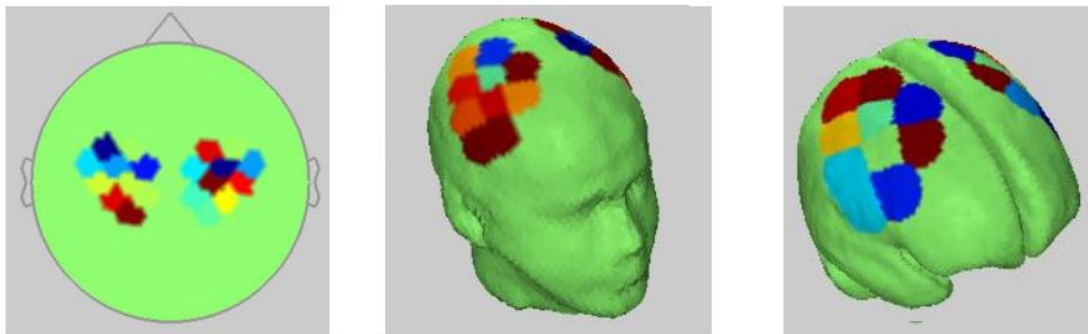


图 16-2 渲染地形显示示例（从左至右）：2D、3D、皮质

如需使用地形渲染功能，请在硬件配置的显示设置选项卡中点击启动图形用户界面，并按照下文所述步骤操作。请注意，内置地形显示功能仅兼容 nirsLAB 生成的 probeInfo 文件。

## 16.2 NIRSPay 地形图显示

NIRSPay 地形显示系统作为独立软件包分发，自 NIRStar 15-1 版本起实现完全集成。该系统可在 NIRStar 初始化过程中自动启动。

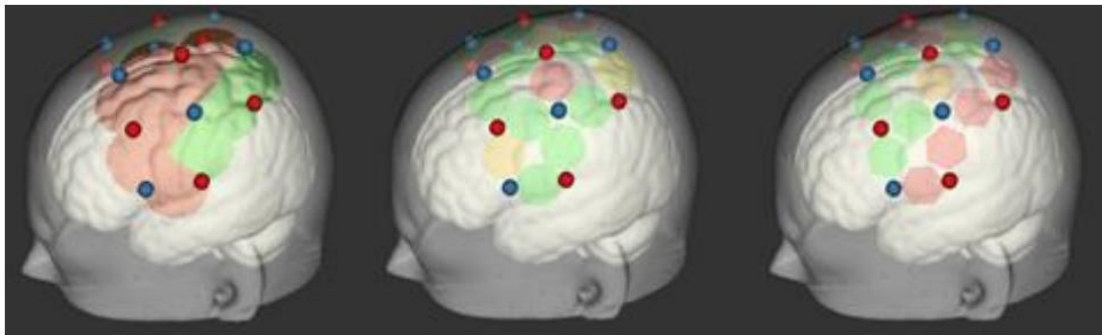


图 16-3 NIRSPay 渲染的可视化选项

请注意，NIRSPay 仅兼容通过 NIRSite 内部创建的 probeInfo 文件。

## 16.3 块平均

Block Average 功能允许用户实时生成事件相关数据的地形图显示，这些数据经过事件时段平均处理，适用于多种条件（图 16-4）。

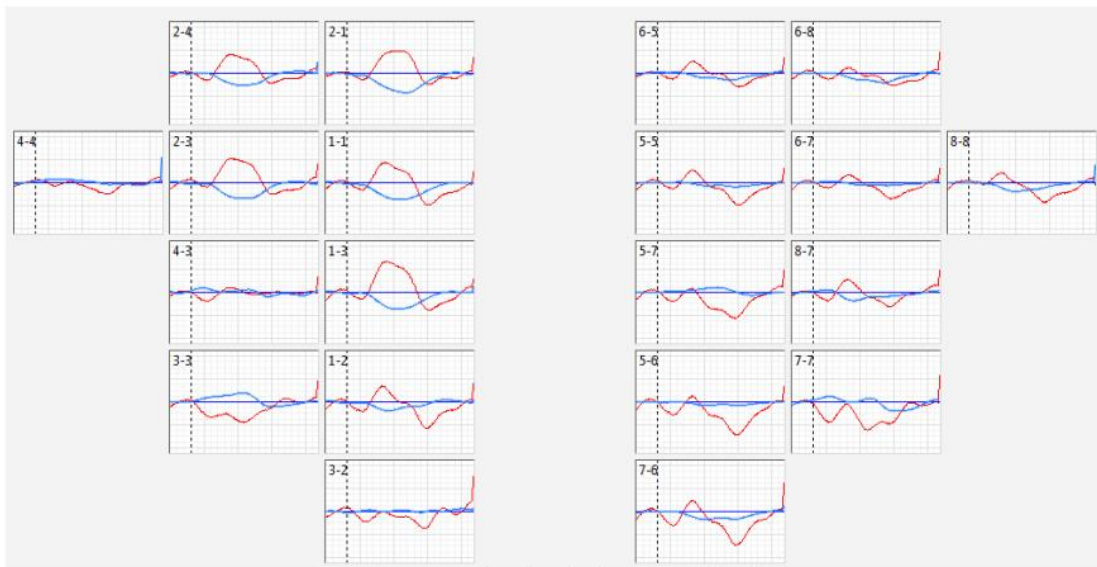


图 16-4 块平均显示示例

### 16.3.1 块平均显示的准备

为生成实时区块平均值，用户需在配置硬件菜单的显示屏设置界面中，于区块平均模块启动记录前先指定若干参数（参见图 16-5）。

- (1) 标记数量：指定需在图表中区分的条件数量。每个条件需向 NIRStar 发送一个独特的事件触发标记。
- (2) 触发标记：为每个条件指定对应的事件标记代码（NIRScout/NIRsport 使用 1-15，NIRScoutX 使用 1-255）。仅当至少一个字段被赋值为非零时，系统才会执行区块平均处理。
- (3) 基线期（秒）：事件相关平均值的计算以刺激前基线期为基准，该基线期时长可由用户设定，范围在 3 至 10 秒之间。数据以正整数值形式输入。计算时对指定基线期进行平均处理，随后将该平均值从对应区块的每一帧数据中扣除，以消除漂移效应。
- (4) 最大显示时间（秒）：该参数用于设定事件相关平均值图的最大显示时间（时间轴右侧边界）。图中“0 秒”点表示触发信号接收或手动设置的时间点。

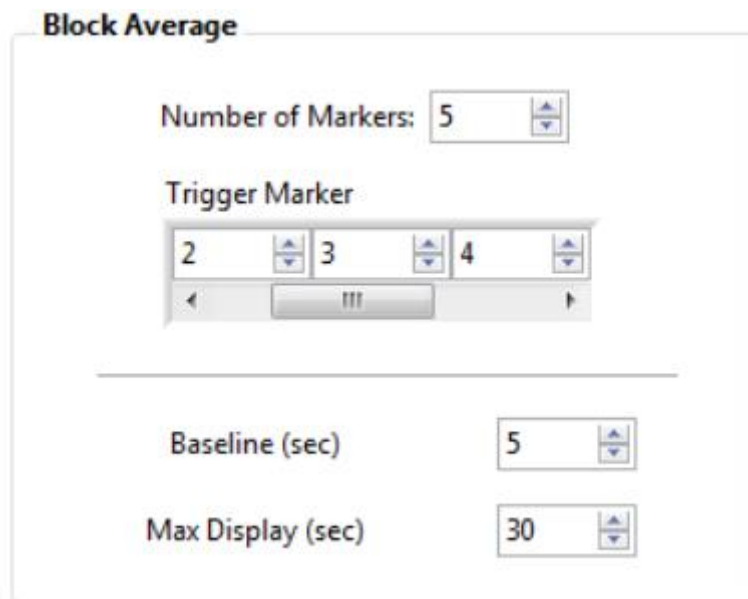


图 16-5 Block Average

### 16.3.2 实时显示块平均值图

块平均图的激活与控制位于 NIRStar 主界面的块平均选项卡中，具体位于块平均设置栏目下。该选项卡还包含一个通道的放大图，可通过图右侧的垂直滚动条进行选择。此选项卡中的所有显示控制功能均实时应用于块平均图显示。第一

标记、第二标记：可同时绘制任意两个标记值的最多两种条件。条件一（第一标记）以浅红色和蓝色标识；条件二（第二标记）以深红色和蓝色标识（分别对应血红蛋白氧合状态（HbO）和血红蛋白变化）。

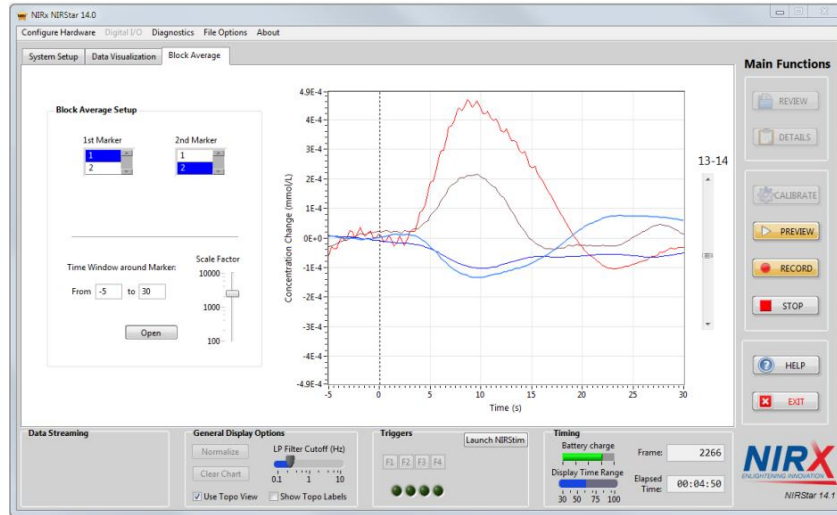


图 16-6 块平均条件

### 16.3.3 块平均显示

图 16-7 展示了典型运动任务实验配置中，采用两种实验条件时的区块平均显示界面。该界面包含 8 个信号源和 8 个检测器，其显示方式与硬件配置用户界面中“拓扑布局”选项卡定义的通道布局。各通道的区块平均曲线图位置与拓扑布局矩阵中对应通道的单元格完全对应。需要特别说明的是，拓扑布局中的行列数直接决定了区块平均显示界面中各曲线图的尺寸。因此我们建议实验人员不要插入任何空白行或空白列。

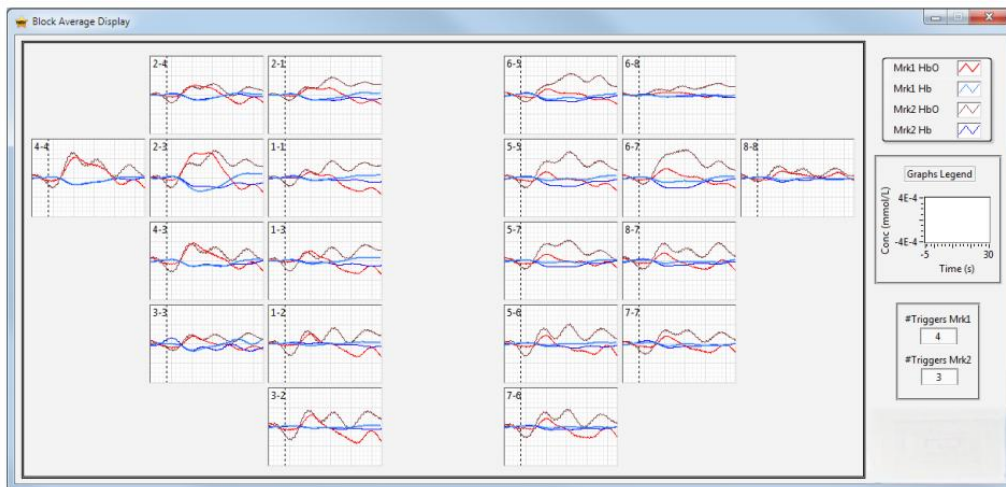


图 16-7 平均显示块操作

各图表中的标签标注了对应通道的源极与探测器电极编号。例如，5-7 号图表展示了由源极 5 和探测器 7 定义的通道的区块平均数据。若启用了短程通道且拓扑布局中可用，则对应探测器将显示为 SD 标签，以便在区块平均显示中进行识别。图 16-8 展示了 8 个短程通道的区块平均示例，用以说明呼吸操作后的激活情况。

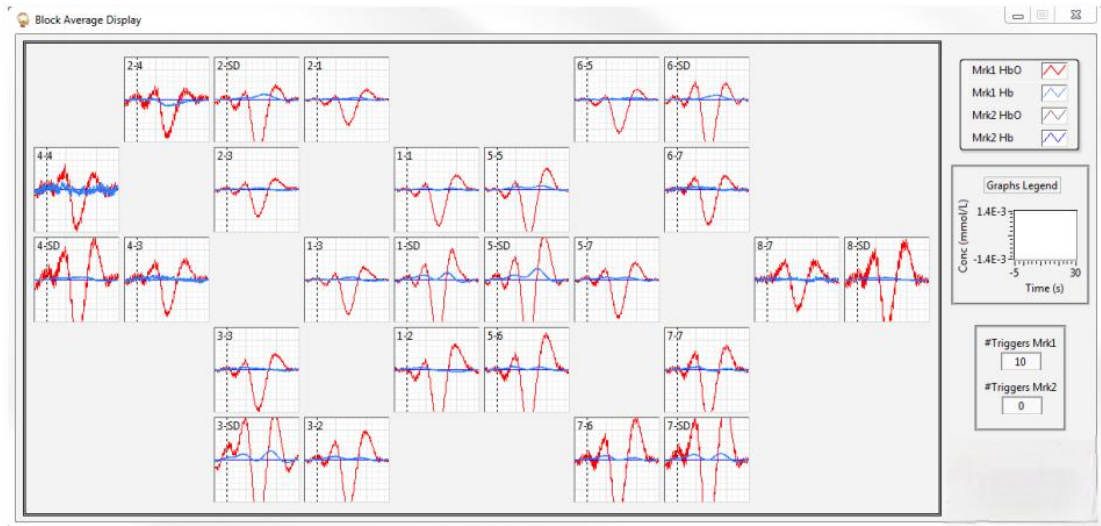


图 16-8 短通道的块平均显示

当阻滞平均数据在显示窗口中绘制完成（即至少接收到两个相同标记物的触发信号）后，每个图表中相对于数据的触发位置会在  $t=0$  时刻用垂直虚线标出。

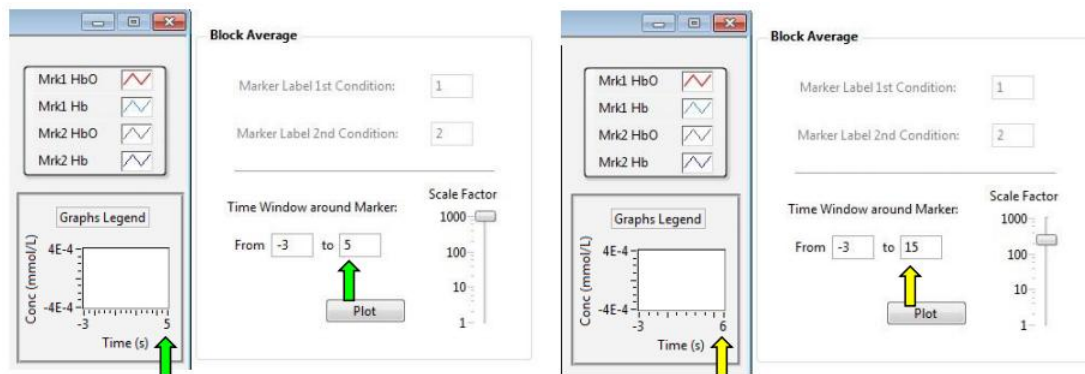


图 16-9 图例与用户自定义值

与其他可用的 NIRStar 显示器一致，HbO 轨迹以红色显示，Hb 以蓝色显示。若显示两个标记物，第二个标记物对应的轨迹将通过深红色和深蓝色显示，从而与第一个标记物的轨迹区分开来。

在图表图例中，应用了高级显示窗口中选择的比例因子后，时间尺度及由此产生的浓度变化（mmol/L）均被展示。这些尺度对应于每张图表中描绘的初始

值和最终值。例如，在图 16-7 中，显示的数据范围从-5 秒到 30 秒。图 16-9 展示了实际显示周期（图表图例）与用户输入周期（标记周围的时间窗口）之间的对应关系。左侧的绿色箭头表示用户指定周期与显示周期的一致性。右侧显示了连续触发之间实际时间（6 秒）小于时间尺度指定宽度（5 秒）的情况；此时，刻度将调整为较小的值。

主用户界面中的“通用显示选项”模块（见图 16-10）将影响实时平均显示。例如，低通滤波器的设置会影响区块平均值；在上述示例中，滤波器设置为 0.2 Hz 截止频率，显示的心脏特征信号极为微弱。

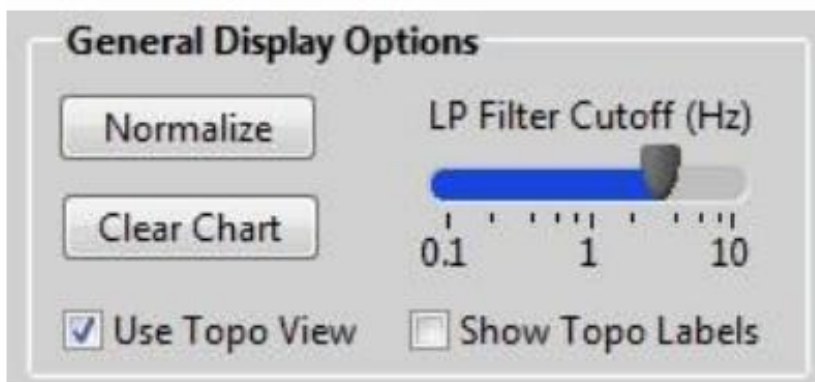


图 16-10 通用显示选项

通道屏蔽技术能有效抑制噪声通道，通过调整通道平均显示效果实现信号过滤。完成校准后，系统会根据增益、电平和信噪比等参数，自动识别出存在噪声的通道，从而在实时可视化界面中将其屏蔽。具体操作时，请参照图 16-11 示例，在通道屏蔽界面中取消选中目标通道。完成屏蔽后，系统将在块平均显示窗口（图 16-12）的对应图表中生成平滑的线条。

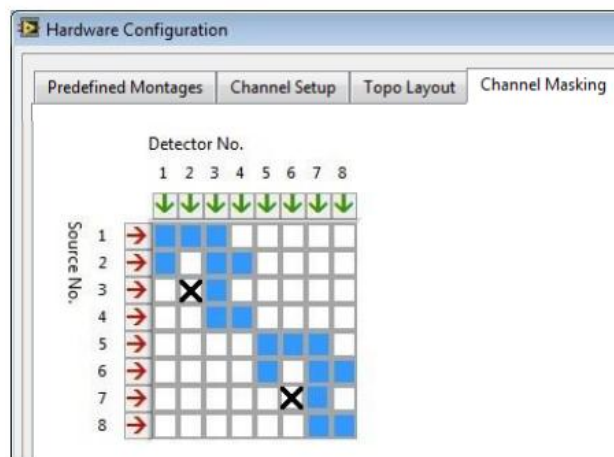


图 16-11 在硬件配置中取消选择两个通道（3-2 和 7-6）

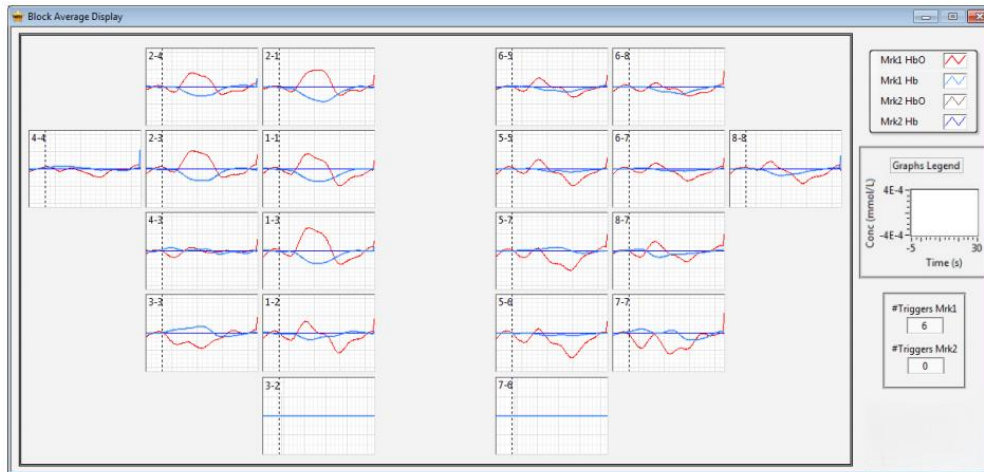


图 16-12 对应区块平均显示：禁用通道显示为零

## 17. 超扫描

### 17.1 设置超扫描

NIRStar 提供超扫描模式 (Hyperscanning mode)，可同时研究两名受试者的功能性神经血管激活。该模式可通过硬件配置图形用户界面 (GUI) 的通道设置选项卡访问，前提是需配置有效数量的光源和探测器。超扫描模式要求不得在受试者间分配探测器束 (四个通道) 或光源束 (八个光源)。因此，高扫描模式仅在系统中配备四的偶数倍探测器电极和八的偶数倍源电极时可用。在通道设置中，需相应调整源和探测器的数量。因此，允许高扫描模式的最小仪器配置为 16 个源/8 个探测器的仪器。

超扫描模式仅在系统中可用的探测器数量为 4 的偶数倍且源数量为 8 的偶数倍时可用 (例如 16 个源和 16 个探测器)。请注意，通道设置中指定的源和探测器数量对应系统总可用数量，即每个受试者可用探针数量的两倍。在“执行超扫描”复选框 (图 17-2 中箭头所示) 中打勾后，会弹出一个类似于图 17-2 所示的弹出消息，告知用户每个受试者应使用的源和探测器数量范围。为实现高测量采样率，系统会自动设置并行照明模式，即两个受试者的扫描步数相同。照明模式无需对两个受试者相同。使用“第一”和“第二”单选按钮切换受试者。在图 17-3 的硬件配置→通道设置：执行超扫描通道掩蔽中，对一个受试者所做的任何更改将自动应用于另一个受试者，即两个受试者将始终具有相同的通道掩蔽。记

录的数据保存在两个不同的文件夹中，“受试者 1”和“受试者 2”，位于实验特定的主目录中。文件保存方式如同使用两台相同的仪器（相同数量的源和探测器）运行实验。每个受试者的收益数据（包括扩展集（set）和 hdr 文件）、通道掩蔽信息（hdr 文件）、受试者人口统计学资料（inf 文件）以及原始数据（w11、w12 文件）均单独保存；而触发器文件（evt）和拓扑布局文件（tpl）则保持一致，同时存在于两个文件夹中。

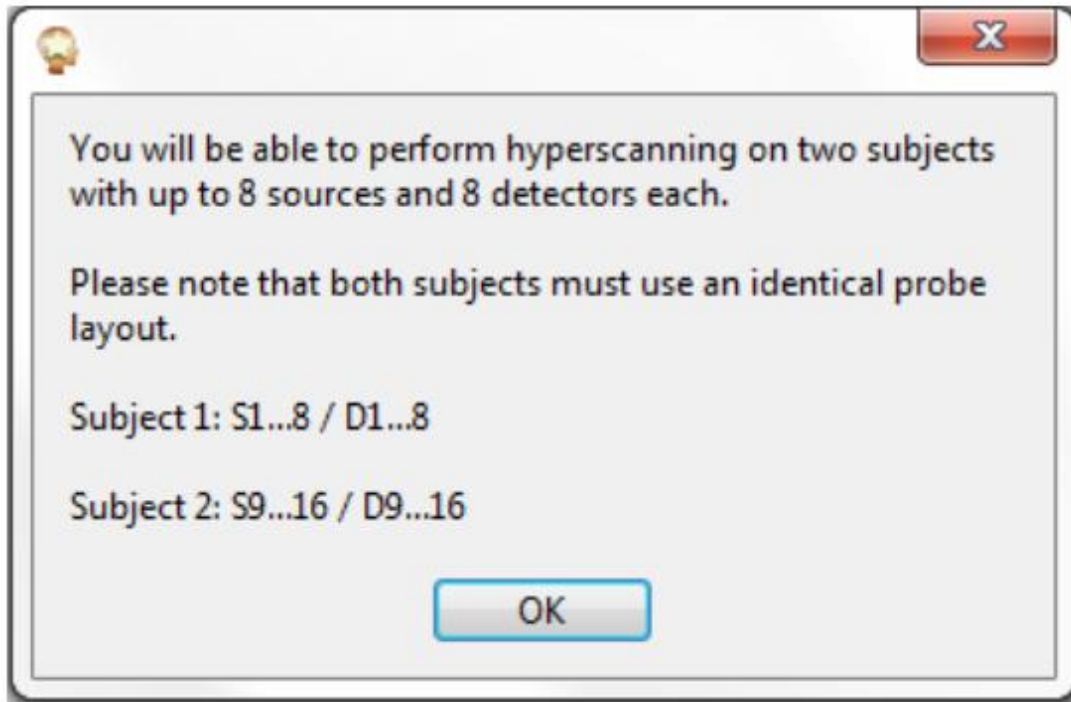


图 17-2 确认对话框：激活超扫描

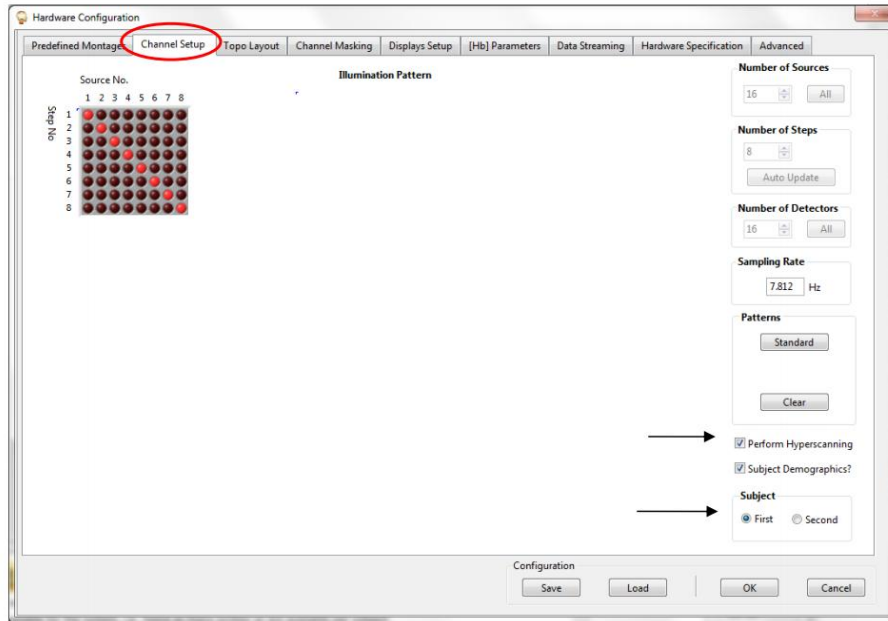


图 17-3 硬件配置

## 17.2 超扫描 3D 显示

前节所述的高级显示选项同样适用于超扫描实验。若在通道设置选项卡中选择“执行超扫描”选项，独立控制图形用户界面中的“超扫描激活？”指示灯将显示为绿色（图 17-4）。点击设置探头按钮即可按照第前节所述配置地形图显示。需为半数探测器和光源指定头皮位置。该配置仅需输入一次，后续受试者将自动复制。点击“准备显示”按钮后，将显示两个完全相同的图形（图 17-4）。请注意，每个图形的“关闭”选项(X)处于禁用状态。如需更改绘图模式，请切换独立控制图形用户界面下方的按钮并点击“准备显示”。

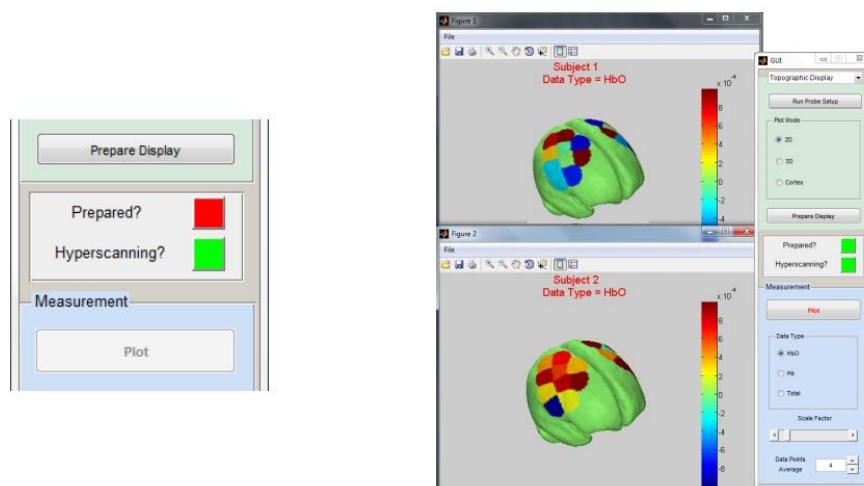


图 17-4 高分辨率超扫描地形渲染