

# EyeLink® Portable Duo 用户手册







版本 1.0.7



版权所有 ©2016-2021, SR Research Ltd.

EyeLink 是 SR Research Ltd. 的注册商标，  
加拿大安大略省奥克维尔

## 安全标记

|  |   |
|--|---|
|   | 使用前请阅读说明。                                     |
|   | 只能在室内使用。                                      |
|   | 直流电源  |
|   | II 类设备,无需保护接地                                 |
|   | 电气和电子产品分开收集。                                  |
|  | Intertek 安全标志: 本产品符合适用标准,经独立测试机构 Intertek 认证。 |

## 安全警告警告:请勿以任何方式打开

或修改 EyeLink Portable Duo 眼动仪。  
这可能会使设备不安全,导致触电或烧伤危险,并使保修和安全认证失效。内部没有用户可维修的部件 - 所有维修请联系 SR Research。

警告: EyeLink Portable Duo 不适用于富氧环境或易燃麻醉剂环境。

警告:主机 PC 及其通过电缆连接的所有外围设备应放置在参与者触及不到的地方(至少 120 厘米远)。只有系统附带且明确标识为适合与参与者接触的设备(例如响应设备)才应位于参与者触及范围内。

警告:操作员应避免同时接触参与者和计算机,或任何通过电缆连接到主机 PC 的设备,例如键盘或鼠标,这些设备未包含在系统中,且未明确标识为适合与参与者接触。

警告:如果 USB 电缆外壳损坏,可能会对参与者造成电击危险  
可能存在。如果发现此类损坏,请立即停止使用本设备。

警告:请勿在 EyeLink Portable Duo 顶部放置任何可能阻碍设备周围空气流通的物品。如果在操作过程中不小心盖住了设备,设备可能会很热!立即揭开盖子,关闭电源并让其冷却,然后才可以触摸或让参与者靠近它。

警告:本设备防滴、防溅,但并不防水。  
接触任何大量液体都会给参与者带来危险。  
设备浸泡或大量溢出后,应立即停止使用,并返回进行检查和维修。

警告:主机 PC 连接并打开时, EyeLink Portable Duo 始终处于通电状态。因此,请遵守以下预防措施以确保参与者的安全:

- 除了擦拭光学窗口之外,进行任何清洁操作之前,请关闭主机 PC 的电源或断开眼动仪 USB 电缆的两个插头(参见第 5 章和第 6 章)。

- 主机 PC 通电时,请勿覆盖或放置任何物品在 EyeLink Portable Duo 顶部,除非眼动仪电缆已从两个 USB 端口断开连接。

在覆盖的状态下操作设备可能造成设备过热,并且可能造成烧伤危险。

- 如果 EyeLink Portable Duo 无法正常运行、运行温度高于正常温度,或者电缆损坏/照明器不发光,请断开 USB 电缆或关闭主机 PC,直到操作员能够排除系统故障。

警告:应避免将本设备与其他设备相邻或堆叠使用,因为这可能会导致操作不当。如果无法避免这种安排,请务必检查所有设备的数据,以确保其正常运行。

警告:未经制造商明确批准的更改或修改将使保修和操作设备的权利失效。这包括未经制造商明确指示而修改电缆或打开设备。

警告:使用非本设备制造商指定或提供的电缆可能会导致本设备的电磁辐射增加或电磁抗扰度降低,并导致操作不正常。

警告:便携式 RF 通信设备(包括天线电缆和外部天线等外围设备)应与 EyeLink Portable Duo 的任何部分(包括制造商指定的电缆)保持至少 30 厘米(12 英寸)的距离。否则,可能会导致本设备性能下降。

警告:此设备在抗扰度测试期间未进行性能下降测试。如果观察到不可接受的性能下降,请检查可能导致性能下降的干扰源。

## 联系地址

SR 研究有限公司  
博福特大道 35 号  
安大略省渥太华 K2L 2B9  
加拿大

传真: (613) 482-4866  
电话:(613) 271-8686  
免费电话:1-866-821-0731 (仅限北美)

电子邮件: [support@sr-research.com](mailto:support@sr-research.com)  
销售: <http://www.sr-research.com>  
支持: <http://www.sr-support.com>

## 制造商地址

SR 研究有限公司  
8-1400 康沃尔路  
安大略省奥克维尔 L6J 7W5  
加拿大

## 欧盟授权代表

EyeSeeTec GmbH  
Neumarkter Str. 84c 81673 慕尼  
黑 德国

目录

1 简介..... 1

1.1 EyeLink Portable Duo 系统配置 ..... 2

1.1.1 眼动追踪装置 ..... 2

1.1.2 主机 ..... 3

1.1.3 显示电脑..... 4

1.2 支持文件 ..... 5

1.3 系统规格..... 7

1.3.1 操作/功能规格..... 7 1.3.2 物理规格..... 8

2 EyeLink Portable Duo Host 软件..... 9

2.1 网页用户界面 (Web UI)..... 9 2.1.1 文件管理器 ..... 9

2.1.2 配置工具 ..... 14

2.1.3 跟踪器初始化文件..... 15

2.1.4 在显示 PC 上运行 Web UI ..... 17

2.2 启动主机应用程序 .....17

2.3 操作模式.....18

2.4 EyeLink Portable Duo Host 应用程序导航.....19 2.4.1 设置屏幕.....20

2.4.2 校准屏幕..... 27

2.4.3 验证屏幕 ..... 30

2.4.4 漂移检查/漂移校正屏幕..... 32

2.4.5 录制屏幕 ..... 34

3 EyeLink Portable Duo 教程 :运行实验.....39 3.1 设置屏幕.....40

3.2 参与者设置 .....41

3.2.1 头部稳定模式下的参与者设置..... 41

3.2.2 远程头部自由移动模式下的参与者设置 ..... 45

3.3 设置瞳孔阈值 .....52 3.4 设置角膜反射 (CR) 阈值 .....54

3.5 搜索限制.....55

3.6 瞳孔跟踪算法.....55

- 3.7 校准.....56
- 3.8 验证.....60
- 3.9 提高校准质量.....61
- 3.10 记录注视位置 .....63
- 3.11 漂移检查和漂移校正.....63
  - 3.11.1 启用漂移校正.....64
  - 3.11.2 在线漂移校正..... 64
- 3.12 退出主机应用程序.....66
- 3.13 EyeLink Portable Duo 设置摘要.....66
- 3.14 实验练习 .....67
- 3.15 下一步 :其他示例实验 .....67
- 4 数据文件..... 71
  - 4.1 文件内容.....71
  - 4.2 录制 EDF 文件.....72
    - 4.2.1 从 EyeLink Portable Duo Host PC 录制..... 72
    - 4.2.2 从 EyeLink API 或 SR Research Experiment Builder 录制..... 72
  - 4.3 EyeLink 在线解析器.....72
    - 4.3.1 解析器操作 ..... 72
    - 4.3.2 解析器限制..... 73
    - 4.3.3 EyeLink 解析器配置..... 73
    - 4.3.4 解析器数据类型 ..... 74
    - 4.3.5 扫视阈值 ..... 74
    - 4.3.6 追求阈值..... 75
    - 4.3.7 修复更新 ..... 75
    - 4.3.8 其他参数..... 76
    - 4.3.9 示例配置 ..... 76
  - 4.4 文件数据类型.....77
    - 4.4.1 样本 ..... 77
    - 4.4.2 位置数据 ..... 78
    - 4.4.3 瞳孔尺寸数据..... 80
    - 4.4.4 按钮数据 ..... 81
  - 4.5 事件..... 81
    - 4.5.1 消息 ..... 81
    - 4.5.2 按钮 ..... 82

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 4.5.3 眼动事件 .....         | 82  |
| 4.6 设置文件内<br>容 .....     | 86  |
| 4.6.1 样本数据 .....         | 86  |
| 4.6.2 事件数据 .....         | 87  |
| 4.6.3 事件类型 .....         | 88  |
| 4.7 EDF 文件实用程序 .....     | 88  |
| 4.8 使用 ASC 文件 .....      | 89  |
| 4.9 ASC 文件格式 .....       | 90  |
| 4.9.1 ASC 文件结构 .....     | 90  |
| 4.9.2 采样线格式 .....        | 91  |
| 4.9.3 事件行格式 .....        | 93  |
| 4.9.4 数据规范行 .....        | 96  |
| 4.10 处理 ASC 文件 .....     | 98  |
| 5 系统维<br>护 .....         | 100 |
| 5.1 定期检<br>查 .....       | 100 |
| 5.2 清洁和消毒 .....          | 101 |
| 6 重要信息 .....             | 104 |
| 6.1 电气安全 .....           | 104 |
| 6.1.1 电源与隔离 .....        | 104 |
| 6.1.2 断开连接 .....         | 105 |
| 6.1.3 保持参与者隔离 .....      | 105 |
| 6.1.4 接触液体和溢出<br>物 ..... | 106 |
| 6.2 眼部照明安全 .....         | 107 |
| 6.2.1 眼睛安全和舒适度 .....     | 107 |
| 6.2.2 照明器的可见性 .....      | 107 |
| 6.2.3 照明器的预热<br>期 .....  | 107 |
| 6.3 服务信息 .....           | 107 |
| 6.4 电磁兼容性和抗扰度 .....      | 108 |
| 6.4.1 合适的电磁环境 .....      | 108 |
| 6.4.2 干扰源和性能下<br>降 ..... | 109 |
| 6.4.3 保持电磁兼容性 .....      | 109 |
| 6.4.4 其他电磁兼容性声明 .....    | 110 |
| 6.5 有限硬件保<br>修 .....     | 110 |
| 6.6 有限软件保<br>修 .....     | 111 |

6.7 版权/商标 .....112



# 图片列表

图 1-1:EyeLink Portable Duo 眼动仪,显示内置摄像头镜头和照明器.....  
2

图 1-2. 使用场景示例 (左:安装在  
三脚架;右:眼动仪安装在笔记本电脑支架上) ..... 3

图 2-1:文件管理器屏幕 .....10

图2-2:EyeLink Portable Duo主机PC应用程序概述.....19

图 2-3:示例设置屏幕.....20

图 2-4:校准屏幕示例 .....27

图 2-5:示例验证屏幕.....30

图 2-6:示例漂移检查/漂移校正屏幕.....33 图 2-7:示例记录屏幕 (注视光标视  
图) .....35 图 2-8:示例记录屏幕 (绘图视图) .....36

图 3-1:示例设置屏幕.....40

图 3-2:参与者佩戴眼镜时的摄像头设置.....44

图 3-3:对焦相机图像 .....45

图 3-4:远程模式下的设置屏幕 .....46

图 3-5:EyeLink 远程目标放置.....49

图 3-6:瞳孔和 CR 阈值和偏差值 .....50

图 3-7:瞳孔阈值较差的症状.....53

图 3-8:查看屏幕角落时可能出现的瞳孔阈值问题 .....54 图 3-9:角膜反  
射 .....54 图 3-10:校准网  
格 .....58

表格列表

表 1:EyeLink Portable Duo 配置文件.....17

表 2 :清洁和消毒规则.....102

表 3 :批准的清洁和消毒方法（按风险排序） .....103

## 1 简介

本节介绍 EyeLink Portable Duo 眼动仪的技术功能和支持文档。EyeLink Portable Duo 眼动仪适用于需要高质量眼动仪数据（实验室内外）的研究人员。眼动仪使用不可见的近红外光照射参与者的脸部和眼睛；内置 USB 摄像头每秒可获取多达 2000 张图像。连接的主机 PC 处理摄像头图像以识别眼睛和脸上的标志，从而测量参与者的注视位置。

EyeLink Portable Duo 已获得 IEC 60601-1 医疗认证，满足医疗环境使用要求（例如更严格的电气隔离、更易于清洁等）。这些目标是通过采用具有简单外壳的一体化设计来实现的，并且没有镜头或照明器阵列等外露部件。除了提供与内部部件的电气隔离和电缆入口保护外，该外壳还提供低热阻，以保持内部部件（尤其是传感器）冷却，同时散发足够的热量以使其温度保持在安全要求范围内。紧凑型

与其他型号的 EyeLink 眼动仪相比，眼动追踪单元的设计使得 EyeLink Portable Duo 更易于运输和设置。

EyeLink Portable Duo 的另一个独特设计特点是其内置双重用途功能，既可以用作高精度头部稳定眼动仪，也可以用作头部自由移动的远程眼动仪。通过采用紧凑但高度灵敏的镜头和照明模块，EyeLink Portable Duo 可以使用同一套眼动追踪硬件以两种不同的模式运行（即无需

需要更换镜头或照明模块）。头部稳定和远程模式可通过主机应用程序轻松访问，并共享相同的应用程序编程接口 (API) 和 EyeLink 数据文件 (EDF) 输出。这使实验者能够在最适合其特定实验范式或适应不同参与者群体的数据收集和分析模式之间无缝切换。

EyeLink Portable Duo 的运行噪音水平极低，这对于精确的注视相关范式来说是必需的，并且它为研究人员提供了严谨研究所需的高水平数据质量。EyeLink 系统是唯一在实时操作系统上运行的现代商用眼动追踪设备；在这样的操作系统上运行可确保较低的时间变异性和近乎即时的眼动数据测量访问。与市场上的其他远程系统相比，EyeLink Portable Duo 可提供高精度眼动追踪数据，噪音极低。

典型的 EyeLink Portable Duo 设置由两台计算机组成 - 一台称为主机 PC, 连接到眼动仪并专门用于数据收集。第二台计算机称为显示 PC, 通常用于向参与者呈现刺激。两台计算机通过以太网链路连接, 允许在两台计算机之间传输关键信息。这种传输允许显示 PC 访问眼部数据, 例如正在进行的注视位置以及扫视和注视事件 (正在主机 PC 上处理和记录)。它还允许将相机图像从相机/主机 PC 传输到显示 PC

在参与者设置期间。类似地, 显示 PC 可以将信息发送到通过同一以太网连接将数据传送到主机 PC, 允许显示 PC 应用程序指挥数据收集并在眼动追踪数据文件中标记关键实验事件 (例如实验刺激的开始)。此消息传递还允许在数据文件中标记显示 PC 上的 I/O 设备 (例如按钮盒、麦克风等) 收集的事件。

重要提示: 请检查第 6 节中有关 EyeLink Portable Duo 系统的安全信息。

## 1.1 EyeLink Portable Duo 系统配置

### 1.1.1 眼动追踪单元

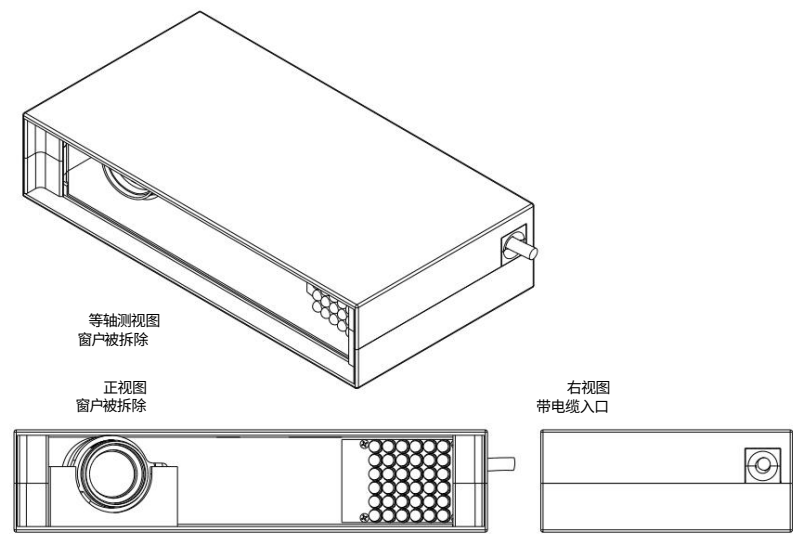


图 1-1: EyeLink Portable Duo 眼动仪, 显示内部相机镜头和照明器

EyeLink Portable Duo 眼动仪配备高速 USB 摄像头 (位于设备左侧) 和红外照明器 (位于设备右侧)

单元)。镜头和照明器组件允许更紧凑的外壳,同时提供高光输出和灵敏度,以实现快速采样率和低噪音水平。所有图像处理和  
数据记录均由笔记本电脑或台式主机 PC 处理,主机 PC 通过高速 USB 3.0 电缆连接到眼动仪。

眼动追踪装置可以安装在三脚架上,位于参与者在实验期间观看的显示器下方。如果使用笔记本电脑作为显示计算机,则可以使  
用笔记本电脑安装选项,以便在笔记本电脑屏幕上进行眼动追踪。由于 EyeLink Portable Duo 的眼动追踪装置靠近刺  
激显示器,因此参与者的头部附近不需要任何电子设备。眼动追踪仪可以在头部稳定模式 (可以使用任何头部支撑)或头部自  
由移动远程模式下运行。

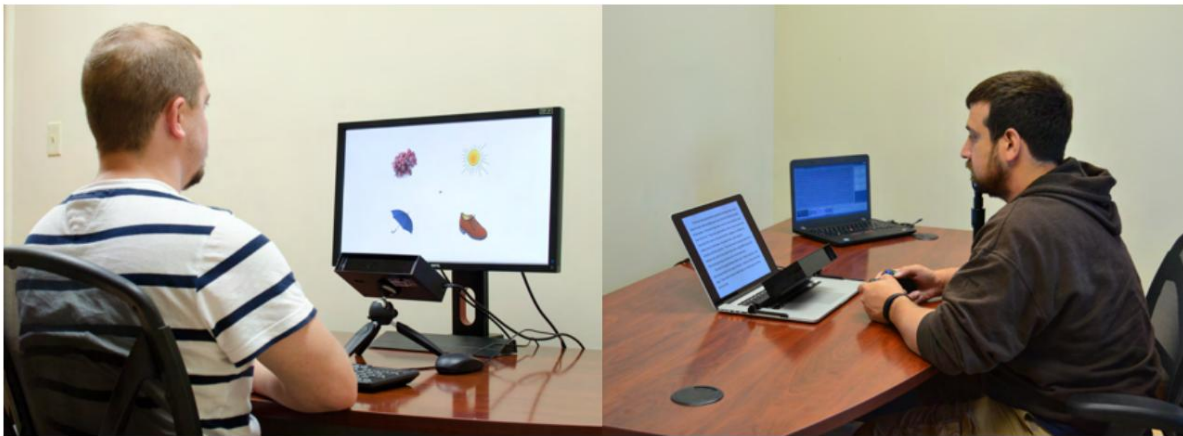


图 1-2. 使用场景示例 (左:眼动仪安装在三脚架顶部;右:眼动仪安装在笔记本电  
脑支架上)

### 1.1.2 主机

EyeLink Portable Duo 主机 PC 以每秒高达 2000 个样本的速度执行实时眼动追踪,同时计算参与者在显示 PC 显示器上  
的注视位置。主机 PC 还执行眼动事件 (如扫视、眨眼和注视)的在线检测和分析。除了样本数据外,这些事件  
还存储在主机 PC 上的数据文件中。它们可以通过以太网链路以最小的延迟发送到显示 PC,或作为模拟信号输出 (如  
果工作站主机 PC 中安装了可选的模拟/数字 I/O 卡)。操作员从主机 PC 执行参与者设置并在实验期间监控参与者  
的观看位置。

主机：

- 使用时间敏感的操作系统,允许眼动仪保障数据采集安全并最大程度地减少在线数据访问的延迟,同时降低数据访问延迟的变化。
- 既可以作为独立的眼动仪使用,也可以通过显示器控制当通过以太网连接到该显示 PC 时。
- 通过 USB 3.0 端口与 EyeLink 相机通信。  
工作站主机还可以容纳可选的模拟输出/数字 I/O 卡片。
- 集成所有眼动追踪功能,包括参与者设置、校准、通过以太网链路或可选模拟输出卡发送实时数据以及数据记录。
- 可以通过显示 PC 通过以太网链路发送的命令进行远程配置。
- 在校准和数据记录期间显示眼部数据的实时反馈,使得显示 PC 能够专注于准确的刺激传递。

### 1.1.3 显示电脑

显示电脑在实验过程中呈现刺激,并通过以太网链路,

可以控制校准和数据收集等关键的眼动追踪功能。

可以通过以太网链路从 EyeLink 主机 PC 接收在线眼球和凝视位置,从而实现凝视相关范式。可以从 SR Research 获取 Experiment Builder 的许可证,这是一个复杂的程序,可帮助研究人员通过图形用户界面在 Windows 和 macOS 上创建 EyeLink 实验,无需编写复杂的脚本。

对于希望在其他编程环境中编写自己的实验的用户,有多种选项可用于访问和控制 Display PC 上的数据采集。Windows、macOS 和 Linux 都有带示例代码的 AC/C++ 编程 API。此外,多个编程环境 (例如 Psychtoolbox for MATLAB、E-Prime、Presentation、Python、LabView 以及任何可以访问 Windows 通用对象模型 [COM] 接口的程序) 都有可免费使用的此 API 包装器,可让您从这些编程环境与 EyeLink 系统交互。有关完整详细信息和可下载资源链接,请访问并加入 SR Research 支持论坛<http://www.sr-support.com>。

显示电脑：

- 运行实验演示软件,在与 EyeLink 眼动仪交互的同时控制向参与者展示实验材料。
- 可以配置和控制 EyeLink 跟踪器,并可以访问实时时间数据包括注视位置、眼球运动事件和响应框按钮按压,具有最小的延迟和较低的时间变化性。
- 运行专注于刺激生成和控制的应用程序实验序列。依靠主机 PC 进行数据采集和记录响应可以实现毫秒级的精确计时,即使显示 PC 在 Windows 下运行。
- 支持数据文件查看和转换工具,如 EyeLink Data 查看器和EyeLink EDF2ASC转换器,协助研究人员分析所获得的数据。

## 1.2 支持文件

EyeLink Portable Duo 用户手册 (本文档)包含有关使用眼动仪硬件、主机 PC 应用程序、参与者设置和校准教程以及运行实验的基础知识的信息。

有关系统安全和维护的信息也可以在本文件的第 5 章和第 6 章中找到。

还提供其他文件：

- EyeLink Portable Duo 安装指南 – 介绍标准 EyeLink Portable Duo 系统布局以及在主机和显示 PC 上安装 EyeLink Portable Duo 硬件和软件所需的步骤。
- EyeLink 程序员指南 – 提供编程建议  
在 Windows 中使用 EyeLink Portable Duo 进行实验,包括示例实验的回顾和支持功能的文档。 · SR 研究实验生成器用户手册 – 介绍了可选的  
  
用于在 32/64 位平台上创建 EyeLink 实验的可视化实验创建工具  
位 Windows 和 macOS。该软件允许编程或脚本经验很少或没有经验的人创建各种复杂的实验范例。
- EyeLink 数据查看器用户手册 介绍了可选的数据分析工具 EyeLink 数据查看器,该工具允许交互式显示、过滤、提取和汇总 EyeLink EDF 数据。

注意:请务必检查<http://www.sr-support.com>以获取最新产品和文档更新。



### 1.3 系统规格

#### 1.3.1 操作/功能规格

|                      | 头部稳定模式  | 远程模式<br>(头部可自由移动)   |
|----------------------|---|---|
| 平均准确率 <sup>1</sup>   | 低至 0.15° (通常为 0.25° 至 0.5°)   | 典型值 0.25-0.5°   |
| 采样率                  | 单眼 :250,500,1000,2000 Hz<br>双目 :250,500,1000,2000 Hz                          | 单眼 :250,500,1000 Hz<br>双目 :250,500,1000 Hz                              |
| 端到端采样延迟 <sup>2</sup> | 1000 Hz:M=1.88 毫秒 SD=0.36 毫秒<br>2000 Hz:M=1.34 毫秒 SD=0.18 毫秒 1.0 毫秒 @ 1000 Hz | 500Hz:M=3.21毫秒 SD=0.61毫秒<br>1000 Hz:M=2.10 毫秒 SD=0.37 毫秒                |
| 眨眼/遮挡恢复              | 0.5 毫秒 @ 2000 Hz  | 500 Hz 时为 2.0 毫秒<br>1.0 毫秒 @ 1000 Hz                                    |
| 空间分辨率 <sup>3</sup>   | 0.01°   |   |
| 参与者的噪音 <sup>4</sup>  | 滤波器 (关闭/正常/高) :1000<br>Hz:0.03°/0.02°/0.01°<br>2000赫兹 :0.05°/0.03°/0.02°      | 滤波器 (关闭/正常/高) :500<br>Hz:0.03°/0.02°/0.01°<br>1000赫兹 :0.05°/0.03°/0.01° |
| 眼动追踪原理               | 暗瞳 - 角膜反射   |   |
| 瞳孔检测模型               | 质心或椭圆拟合   | 椭圆拟合  |
| 瞳孔尺寸分辨率 <sup>4</sup> | 直径的 0.1%  |   |
| 视线追踪范围               | 可定制 - 默认水平 32° × 垂直 25°   |   |
| 允许的头部运动<br>不降低准确率    | 水平或垂直方向 ± 25 毫米   | 20 厘米 × 20 厘米,长 52 厘米   |
| 最佳相机与眼睛距离            | 42 - 62 厘米  |   |
| 眼镜兼容性                | 出色的   |   |
| 在线事件解析               | 注视 / 扫视 / 眨眼 / 注视更新   |   |
| EDF 文件和链接数据类型        | 凝视、原始和 HREF 眼位数据/瞳孔大小/在线事件/按钮/消息/数字输入   |   |
| 实时操作员反馈              | 眼睛位置注视光标叠加在静态图像或带有摄像机图像和跟踪状态的位置轨迹上。   |   |

规格为初步规格,如有变更,恕不另行通知。

<sup>1</sup>根据每个受试者在多个屏幕位置的真实眼球注视进行测量。

<sup>2</sup>从物理事件到第一个已注册样本通过以太网或模拟输出可用的时间。可选数据过滤算法为每个过滤级别添加一个样本延迟。

<sup>3</sup>用义眼测量。

<sup>4</sup>通过真实的主体注视来测量。

### 1.3.2 物理规格

|             |  |
|-------------|--|
| 身体的         | 阳极氧化铝外壳,丙烯酸光学窗口  |
| 设备型号        | USB1000 系列 (例如 USB1000-850-WA、USB1000-880-WA、EyeLink Portable Duo)   |
| 焦点选项        | 调焦轮 (已安装)25 毫米镜头   |
| 镜头选项        |  |
| 水和侵入<br>评分  | <ul style="list-style-type: none"> <li>· IP21</li> <li>· 防滴、防溅</li> </ul>  |
| 方面          | 206.0 毫米宽 × 44.4 毫米高 × 109.5 毫米深   |
| 重量          | 不含电缆时重 930 克,含电缆时重 1050 克  |
| 电源要求        | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 主机 PC 上的 USB 3.0 端口提供 5.0V、1800 mA</li> <li>· 持续运作</li> </ul>   |
| 联系          | 2 米 USB 3.0 电缆 (数据和电源插头) ,与设备集成  |
| 接地          | II 类 (绝缘,无需保护接地)   |
| 电脑<br>要求:   | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 系统附带的主机</li> </ul>  |
| 内部照明灯       | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 眼睛暴露量:距照明器 300 毫米以上时小于 1 mW/cm<sup>2</sup></li> <li>· 符合 IEC 62471 (豁免设备)</li> </ul>  |
| 运行条件        | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 15°C 至 25°C,30%-75% 湿度 (无凝结)。</li> <li>· 海拔 0-2000 米 (0-6500 英尺) (70-106 千帕)</li> <li>· 只能在室内使用</li> <li>· 不适用于富氧环境或存在易燃麻醉剂的环境</li> </ul> |
| 储存和<br>运输条件 | <ul style="list-style-type: none"> <li>· -10°C 至 60°C,10%-90% 湿度 (无凝结) · 海拔 0-2000 米 (0-6500 英尺)。(70-106 kPa)</li> <li>· 储存在 10°C 以下的温度下以防止凝结后,使用前请将其升温至室温</li> </ul>              |
| 隔离          | 电缆和外壳与 USB 电源绝缘  |
| 电磁兼容        | <ul style="list-style-type: none"> <li>· FCC 第 15 部分,子部分 B:B 类 · CISPR 11: -- B 类</li> <li>· 60601-1-2 医疗器械 EMC 兼容性,第 3 版 (2007-03)</li> </ul>                                     |
| 认证          | IEC 60601-1 第 3 版、AAMI ES60601-1、CSA C22.2#60601-1 第 3.1 版、IEC 62366 第 1 版、ISO 15004-1 第 1 版、ISO 15004-2、IEC 62471 第 1 版、ISO 14971 第 2 版、IEC 60601-1-6 第 3.0 版、IEC 60601-1-2 第 4 版 |

## 2 EyeLink Portable Duo Host 软件

本章涵盖以下主题：

- 网页用户界面 (Web UI)
- 启动主机应用程序
- 操作模式
- 基本追踪器界面

### 2.1 网页用户界面 (Web UI)

Web 用户界面 (Web UI) 是 EyeLink Portable Duo 眼动仪附带的工具,允许用户从主机 PC 访问文件、配置眼动仪设置以及执行主机软件更新。此工具可以运行

在主机 PC 和显示 PC 上。在主机 PC 上,您只需按 Ctrl+Alt+Q 退出当前眼动追踪会话/主机 PC 应用程序,或单击主机 PC 应用程序设置屏幕上的“退出”按钮,然后单击“退出 EyeLink”按钮即可访问此界面。

在显示 PC 上,您可以在浏览器 (例如 Chrome、Firefox;有关在显示 PC 上运行 Web UI 的详细说明请参见第 2.1.4 节)的地址栏中输入 100.1.1.1 来访问此界面。

Web UI 由文件管理器和配置工具组成。

#### 2.1.1 文件管理器

EyeLink 便携式双主机应用程序在类 Unix 实时操作系统 QNX 上运行,允许眼动仪最大限度地减少数据采集和传输的延迟,并提供非常低的数据访问变化。

文件管理器允许用户查看主机文件的组织方式,以及复制、移动、重命名、下载、上传和编辑文件。

文件管理器由标题栏、浏览器 URL (如果从显示 PC 端运行)、工具栏、树视图面板、文件夹视图面板和预览/编辑面板组成 (见图 2-1)。

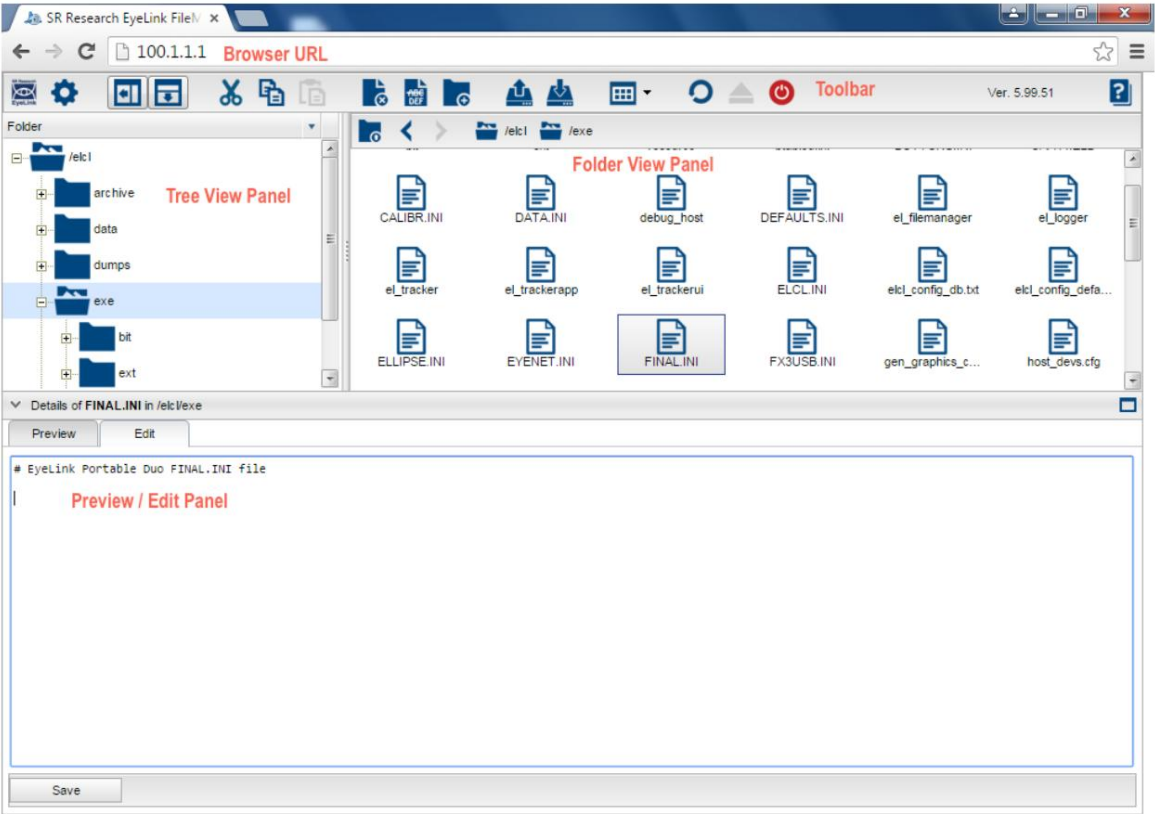






图 2-1:文件管理器屏幕

- 1) 标题栏 显示 “SR Research EyeLink 文件管理器”。
- 2) 浏览器 URL – 配置为 http://100.1.1.1/FileManager.html  
默认。此 URL 取决于主机 PC 的 IP 地址配置  
(100.1.1.1 是默认主机 PC 地址)。
- 3) 工具栏 包含对当前选定的文件/文件夹执行操作的按钮列表。从左到右,工具栏上的按钮

是:

|   |   |
|---|---|
|  追踪器             | 点击此图标将启动 EyeLink Portable Duo<br>如果相机连接到主机 PC 上的 USB 3.0 端口,则为主机应用程序。 |
|  配置              | 切换到配置界面,允许用户更改一些跟踪器设置。  |
|  显示/隐藏树          | 打开/关闭树视图面板的可见性。   |
|  显示隐藏<br>预览/编辑面板 | 打开/关闭预览/编辑面板的可见性。   |

|   |   |
|---|---|
|  切       | 将选定的文件/文件夹复制到剪贴板。<br>一旦将文件粘贴到目标文件夹,原始文件将被删除。因此,可以使用剪切和粘贴组合将文件从一个文件夹移动到另一个文件夹。   |
|  复制      | 将选定的文件/文件夹复制到剪贴板。使用粘贴按钮将文件/文件夹添加到新位置。原始文件/文件夹不会从旧位置删除。  |
|  粘贴      | 将先前从剪贴板剪切/复制的文件插入到当前位置。   |
|  删除      | 确认操作后删除所选文件/文件夹。注意:删除不会将项目复制到剪贴板。因此,如果您想将文件/文件夹从一个位置移动到另一个位置,您可以先剪切项目,然后将所选内容粘贴到所需位置。                                 |
|  改名      | 打开一个对话框让您输入选定文件或文件夹的新名称。  |
|  创建新的文件夹 | 当您创建新文件夹时,该文件夹将作为树视图中所选文件夹的子文件夹创建,并显示在文件夹视图的导航栏中。您可以使用重命名按钮更改文件夹名称。   |
|  上传     | 此工具允许您将文件上传到当前文件夹<br>主机 PC 上的文件管理器。单击此按钮将弹出一个上传对话框,一次操作最多可以选择 10 个文件进行上传。在主机 PC 上运行文件管理器时,此按钮不可用。                     |
|  下载    | 此工具允许您将选定的文件和文件夹下载到本地计算机(通常是显示 PC)。<br><br>通常,目标位置是用户帐户的“下载”文件夹。选择多个文件时,您可以选择压缩所选文件(默认设置)以加快下载过程。在主机上运行文件管理器时,此按钮不可用。 |
|  看法    | 这使您可以更改文件夹视图面板中文件/文件夹的布局(平铺视图与详细信息视图)。  |
|  刷新    | 这会强制更新整个文件管理器屏幕。  |
|  喷射    | 这将安全地从主机 PC 上移除 USB 设备。弹出操作是为了确保移除 USB 驱动器时操作系统不会忙于读取或写入 USB 驱动器,因为这可能会导致数据损坏或驱动器受损。                                  |
|  关闭    | 单击此按钮将关闭所有正在运行的进程并关闭计算机,从而有序地关闭主机系统。  |
|  帮助    | 这将打开帮助文档。   |

#### 4) 树视图 – 此面板包含“ELCL”文件夹的目录列表

主机硬盘以及连接到主机的任何其他驱动器

(例如 USB 闪存驱动器)。以下两个文件夹对于眼动仪的运行至关重要:“elcl\exe”文件夹,其中包含运行眼动仪的主机应用程序以及配置文件;“elcl\data”文件夹,其中存储了实验期间创建的所有 EDF 文件。“elcl\data”文件夹还存储了记录会话的日志文件

以及通过按下主机键盘上的 ALT+F7 创建的屏幕截图,可用于故障排除目的。

树形视图面板允许用户浏览主机 PC 的不同文件夹。当前选定的文件夹以蓝色背景突出显示。当前文件夹中的子文件夹和文件显示在右侧的文件夹视图面板上。浏览树形视图可以通过

通过使用鼠标,或者使用以下键。

- 向上和向下箭头:沿树向上或向下移动。
- 左箭头:如果当前选择是一个打开的文件夹,则关闭它;否则,它会在列表中向上移动到父文件夹。
- 向右箭头:如果当前选择是一个关闭的文件夹,则打开它;否则,如果有子文件夹,则向下移动到第一个子文件夹。

单击鼠标右键将在弹出菜单中显示当前选定文件夹支持的操作(剪切、复制、粘贴、删除、重命名、下载、弹出)。并非所有文件夹都支持所有操作。单击下载按钮可以将当前选定文件夹中的所有文件和子文件夹下载到本地计算机(通常在用户帐户的“下载”文件夹中)。单击上传按钮可以将文件上传到主机 PC 当前选定的文件夹。当 Web UI 运行时,主机 PC 不支持下载和上传操作。如果 USB 驱动器连接到主机 PC,则可以通过从右键单击弹出菜单中选择“弹出”选项来弹出此驱动器。

如果将鼠标光标放在树的最上层父文件夹上,将显示当前驱动器的磁盘空间。

单击工具栏中的“显示/隐藏树视图”按钮可以显示或隐藏树视图面板。将鼠标放在两个面板之间的分隔栏上,可以调整树视图/文件夹视图窗口的大小。调整大小光标出现后,将分隔栏拖到所需位置。

#### 5) 文件夹视图 显示文件夹中包含的文件夹和文件列表

树视图面板中当前选定的文件夹。当前

文件夹显示在面板顶部的导航栏上;单击此栏中的任何父节点都将相应地更新文件夹视图的内容。文件夹视图目前支持两种查看模式:平铺视图和详细信息视图。平铺视图(默认)将文件和文件夹显示为图标,文件名打印在图标下方。所有文件和文件夹均按字母顺序排列。详细信息视图列出当前文件夹的内容并提供有关文件的详细信息,包括名称、类型、大小和修改日期。后者可用于对列出的文件和文件夹进行排序

当前文件夹。要更改视图,请单击工具栏中的“视图”按钮,然后选择“图块”或“详细信息”。

使用计算机鼠标可以轻松选择文件夹视图中的文件/子文件夹。首先选择文件夹图标,然后双击即可打开子文件夹 - 文件夹视图、导航栏和树视图的内容将相应更新。您还可以使用 UP、DOWN、LEFT 和 RIGHT 键更改平铺视图中的选择,或使用 UP 和 DOWN 键更改详细信息视图中的选择。如果当前视图中的文件填满整个屏幕(右侧显示垂直滚动条),则按 HOME 键或 END 键分别显示列表开头或结尾的项目。按 PAGE UP 或 PAGE DOWN 键可在选择列表中向上或向下滚动。

按住 CTRL 键,然后在目标项目上方单击鼠标左键一次,即可选择多个项目;第二次单击将从当前选择中删除该项目。要选择彼此相邻的项目

另外,您可以单击第一个项目,按住 SHIFT 键,然后单击所需选择中的最后一个项目。在 Tiles 视图中,也可以通过按住 CTRL 键然后使用 LEFT、RIGHT、UP 和 DOWN 键来选择彼此相邻的项目。要选择文件夹中的所有文件,请单击鼠标右键并从弹出菜单中选择“选择所有项目”。


通过单击弹出菜单中的“取消选择所有项目”选项,可以取消选择所有当前选定的项目。

对于当前选定的文件/文件夹,右键单击项目将显示支持的操作列表(例如剪切、复制、粘贴、删除、重命名、下载和弹出)。并非所有文件/文件夹都支持所有操作。也可以通过单击应用程序工具栏中的相应按钮来执行这些操作。

6) 预览/编辑面板 - 当单个纯文本文件(例如,跟踪器.INI

选择配置文件或眼动仪.LOG日志文件)或图像文件后,其内容将显示在文件管理器底部的预览面板中。

工具栏上的“预览/编辑面板”按钮可打开/关闭此面板的可见性。单击

在  面板标题栏上的按钮或恢复到原始大小

点击按钮。还可以通过将鼠标光标放在面板的标题栏上直到出现手形光标来调整面板的大小。按住鼠标按钮将标题栏拖到所需位置。





预览/编辑面板有两个选项卡。预览选项卡显示图像或文本文件的内容,或 EDF 文件的标题。如果文本文件太大,则只能看到其初始部分。编辑选项卡可用于编辑纯文本文件的内容。这对于修改跟踪器配置文件 (即 “\elcl\exe”文件夹中的 .INI 文件) 的内容非常方便。在编辑面板中,支持一些常用的文本编辑键盘快捷键:

|        |   |
|--------|---|
| Ctrl键  | 选择文件中的整个文本并突出显示选择。                          |
| Ctrl键  | 将当前选择复制到剪贴板。                                |
| Ctrl V | 将剪贴板的内容粘贴到当前位置。                             |
| Ctrl 键 | 剪切突出显示的文本。                                  |
| Ctrl Z | 执行撤消  |
| Ctrl 键 | 执行重做。                                       |
| DELETE | 删除当前选择,但不将其存储到剪贴板 (因此,您不能使用 CTRL V 将其粘贴回去)。 |






### 2.1.2 配置工具

配置管理器提供了一系列实用程序,允许用户配置一些常用的跟踪器设置并更新主机软件。配置管理器由以下组件组成:

- 1) 标题栏 显示 “SR Research EyeLink 配置”。
- 2) 浏览器 URL – 配置为 <http://100.1.1.1/Configuration.html>  
默认。此 URL 取决于主机 PC 的 IP 地址 (100.1.1.1 是默认跟踪器地址)。
- 3) 工具栏 – 其中包含配置实用程序或按钮列表 (例如,用于启动跟踪器,另一个用于切换到文件管理器)。从左到右,工具栏上的按钮为:

|  |  |
|--|--|
|  追踪器  | 如果 EyeLink Portable Duo 相机连接到主机 PC 上的 USB 3.0 端口,单击此图标将启动主机应用程序。 |
|  文件管理器切换到文件管理器界面来访问文件在主机 PC 上。                            |  |
|  设备设置列出连接到主机 PC 的设备 (模拟卡、并行端口、按钮盒)并允许用户配置设置 (例如,禁用或启用设备)。 |  |
|  屏幕设置允许配置设置,让眼动仪了解设置的物理特性,这些特性                            |  |



|  |  |
|--|--|
|  | 对于正确的视角和眼球速度计算非常重要。EyeLink Portable Duo 中提供了有关更新屏幕设置的详细说明<br>安装指南。 |
|  网络报告主机上安装的网卡接口,显示 IP 地址和连接状态。      |  |
|  系统时间报告主机 PC 的当前时间并允许用户在必要时重置计算机时间。 |  |
|  系统更新                               | 提供更新或回滚主机软件的接口。详细说明请参阅 EyeLink Portable Duo 安装指南第 5.4 节。           |
|  关闭                                 | 单击此按钮将关闭主机 PC 上正在运行的所有进程,从而有序地关闭主机 PC 的系统并关闭计算机。                   |
|  帮助                                 | 这将显示当前文档。  |

4) 配置屏幕设置。为了正确计算视角、扫视幅度和眼球速度, EyeLink 眼球追踪器需要了解您设置的物理特性。每当您更改物理配置时 (例如, 如果使用新显示器, 如果眼睛到屏幕的观看距离发生变化等), 您都应使用屏幕设置配置工具来确保参数准确反映您当前的设置。前三个参数对于所有设置都很重要, 而最后一个参数仅对远程模式使用很重要。

5) 系统更新 - 安装在跟踪器上的 EyeLink Portable Duo Host 软件可以通过“系统更新”工具进行更新。首先从我们的支持网站 <http://www.sr-support.com> 下载最新版本的 Host 软件 (转到“下载 -> Host PC 软件 -> 下载: EyeLink Portable Duo”)。启动“系统更新”实用程序, 选择“更新”选项卡, 然后单击“浏览...”按钮以找到所需的 Host 软件安装程序

然后点击“更新”按钮。等待主机软件更新 - 请耐心等待, 因为此过程可能需要几分钟才能完成。

### 2.1.3 跟踪器初始化文件

上一节中描述的配置工具涵盖了操作眼动仪的一些最重要的设置。但是, 有一些较低级别的选项可以通过编辑配置文件 (\*.INI

文件)或通过以太网链路从显示 PC 发送命令。EyeLink Portable Duo 眼动仪从包含跟踪器程序的目录 (\ELCL\EXE) 加载配置文件。

如果您计划更改屏幕设置, 请按照上述“配置”工具中提供的说明进行操作 (或第 5.4

EyeLink Portable Duo 安装指南中的“自定义屏幕设置”）。

如果您计划更改其他与屏幕无关的设置的默认设置,请将目标命令从相关.INI 文件复制并粘贴到 FINAL.INI 中,并在该文件中进行修改,以方便将来的维护。

FINAL.INI 文件是跟踪器要处理的最后一个配置文件,因此会覆盖其他 .INI 文件中列出的设置。这种设计使得编辑单个文件以跟踪所做的更改变得容易,使更新软件变得容易（只需保留 FINAL.INI 中的设置）,并有助于排除故障。

这是 EyeLink 配置文件的选择列表以及它们控制的内容：

|   |  |
|---|--|
| 按钮文件  | -按钮的硬件定义,特殊按钮功能  |
| 校准文件  | -用于控制校准设置的命令   |
| 数据文件  | -控制写入 EDF 文件的数据和以太网链路  |
| 默认值   | -LASTRUN.INI 中所有项目的默认设置:可以从设置菜单加载  |
| ELCL配置文件  | -包含特定于 EyeLink Portable Duo 系列的命令;包括特定安装的其他 .INI 文件  |
| PDUOBTABLEU.INI、<br>PDUOMTABLEU.INI、<br>PDUORTABLEU.INI 和<br>配置文件目录 | - 特定于挂载的配置文件列表   |
| 眼网信息  | -以太网链路设置:驱动程序数据、TCP/IP 地址  |
| 密钥文件  | -特殊按键功能定义,默认用户菜单   |
| 配置文件  | - 上次会话中的阈值、菜单选择等   |
| 解析器.INI、解析器.INI   | -在线解析器数据类型、配置、远程扫视检测阈值<br><br>(REMPARSER.INI)和非远程模式<br>(解析器.INI)。SR 研究强劲<br>建议您不要修改<br>这些文件。 |

|      |                         |
|------|-------------------------|
| 物理文件 | -显示器尺寸、显示分辨率和观看距离设置     |
| 最终文件 | -最后执行的命令（将覆盖或更改其他设置的状态） |

表 1:EyeLink Portable Duo 配置文件

## 2.1.4 在显示 PC 上运行 Web UI

当您关闭主机应用程序（通过单击设置屏幕中的“退出”按钮并选择“退出 EyeLink”选项或按 CTRL+Alt+Q 组合键）或启动眼动仪时出现问题时,主机 PC 将显示 Web UI 界面。对于某些应用程序（例如,将 EDF 和日志文件下载到显示 PC、编辑“\elcl\exe”文件夹中的 .INI 文件或更新主机软件）,在其他计算机（即显示 PC）上运行 Web UI 可能更容易、更方便。

要在显示 PC 上运行 Web UI 界面,请确保显示 PC 和主机 PC 之间有网络连接。在显示 PC 端,您需要配置用于连接的网络端口的设置 - IP 地址应设置为 100.1.1.2,子网掩码应设置为 255.255.255.0,所有其他字段应留空。如果显示 PC 已经能够与主机 PC/眼动仪通信,则可以跳过这些步骤。

现在您可以启动浏览器并在地址栏中输入 100.1.1.1。支持以下浏览器：


- Firefox（20.0 或更高版本）
- 谷歌浏览器
- Internet Explorer（9.0 或更高版本）
- Safari（5.0 或更高版本）。

## 2.2 启动主机应用程序

确保已将相机电缆的两个插头连接到 USB 3.0

主机 PC 上的端口。现在打开主机 PC。EyeLink Host 应用程序将自动启动。您将首先看到 EyeLink Portable Duo 启动画面,然后是 Host 应用程序的设置视图。请确保您使用的是最新版本的 Host 应用程序。正在使用的 Host 应用程序版本将显示在启动画面以及设置屏幕的左下角。最新的 Host 软件可以从 SR Research 支持网站<http://www.sr-support.com>下载

并且可以使用系统更新工具进行安装（请参阅 EyeLink Portable Duo 安装指南第 5.1 节“主机软件更新”中的说明）。

在 Web UI 中,可以通过单击文件管理器或配置工具中的跟踪器图标 ( ) 来启动主机应用程序。要关闭主机应用程序,请在主机 PC 上按 Ctrl+Alt+Q 组合键 

键盘,或进入设置屏幕,单击“退出”按钮,然后选择“退出”选项。要关闭主机 PC,请单击 Web 页面上的“关机”按钮

用户界面。

如果眼动仪无法启动,请密切关注显示的错误消息。完整的错误消息写入“elcl\data”文件夹中的 eye.log 文件中,可通过文件管理器检索。请参阅 EyeLink Portable Duo 安装指南中的“5.2 故障排除说明”部分,了解常见的故障排除技巧。单击文件管理器上的跟踪器图标以重新启动主机应用程序。如果问题仍然存在,请联系[support@sr-research.com](mailto:support@sr-research.com)。

---

## 2.3 操作模式

EyeLink Host 软件设计用于两种不同的操作模式:

**链接:**在链接模式下,显示器 PC 可以通过以太网链接发送的命令来控制眼动仪。显示器 PC 的控制程度仅取决于显示应用程序本身。通过适当的编程,可以通过显示器 PC 完全控制跟踪器。SR Research Experiment Builder 软件和各种其他编程接口旨在方便与主机 PC 交互。一种常见的情况是让显示器 PC 上的应用程序向主机 PC/眼动仪发送命令以启动参与者设置和校准,而操作员/实验者可以使用 EyeLink 主机 PC 的键盘远程监控和控制数据收集、执行漂移校正并处理出现的问题。

**独立:**在独立模式下,主机 PC/眼动仪充当独立系统,由操作员通过主机应用程序跟踪器接口和键盘进行控制。在这种设置中,主机 PC 仍可能连接到显示生成计算机,仅用于显示校准目标。将 EyeLink Portable Duo 作为独立系统运行时,有两种可能的数据输出模式。这些输出模式并不相互排斥:

- a) **模拟输出:**使用安装在台式主机上的可选模拟输出卡,可以以模拟格式提供数据。模拟输出

选项可以在主机 PC 的 “elcl\exe”文件夹中的 ANALOG.INI 文件中配置。

b) 文件输出。眼部数据以 EyeLink EDF 文件格式提供（请参阅第 4 章“数据文件”）。可以使用 EDF2ASC 转换实用程序将其转换为 ASCII 文件,或使用 EyeLink 数据查看器进行分析

软件。可以通过设置屏幕中的“高级设置”手动创建和关闭文件。

## 2.4 EyeLink Portable Duo Host 应用程序导航

EyeLink 主机应用程序由一组设置和监控屏幕组成,可以通过主机 PC 鼠标、键盘快捷键或通过链接命令从显示 PC 应用程序进行导航。

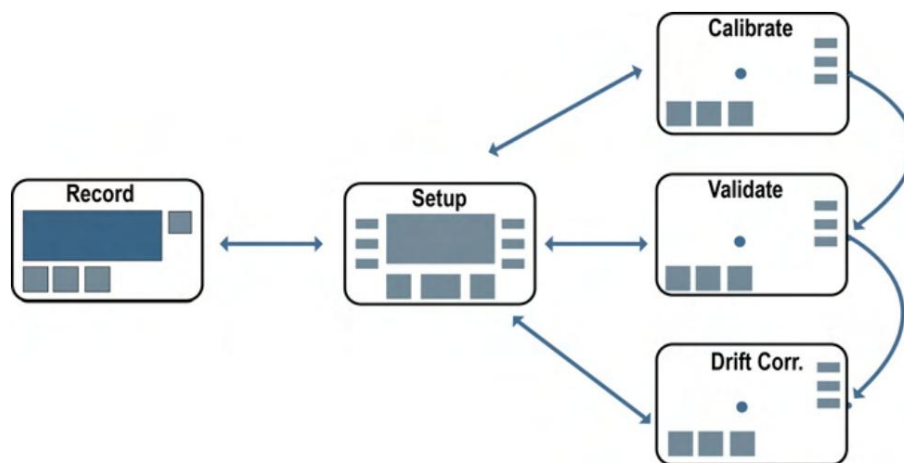



图 2-2:EyeLink Portable Duo 主机 PC 应用程序概述

图 2-2 中所示的每种模式都有特殊用途。如果可能,每个屏幕都有独特的外观。屏幕右侧提供了导航和设置按钮。每个屏幕的底部显示眼睛的缩略图。箭头表示可以通过主机 PC 键盘上的按键或使用主机 PC 鼠标选择按钮进行导航。所有模式都可以通过链接控制从显示 PC 访问。请注意设置屏幕的核心作用。

在任何屏幕上,按下屏幕上的“帮助”按钮都会打开屏幕敏感的“帮助”菜单,其中  或按 F1 键列出了该屏幕的所有可用快捷键。组合键“CTRL+ALT+Q”将退出 EyeLink Host 应用程序。

在所有模式下,屏幕顶部显示当前的眼动仪配置、瞳孔追踪算法以及摄像头和网络

连接状态。屏幕底部的状态区域显示当前活动的记录数据文件以及任何警告或状态消息。

以下部分解释了每种模式的功能以及其他模式的主要访问键。

### 2.4.1 设置屏幕

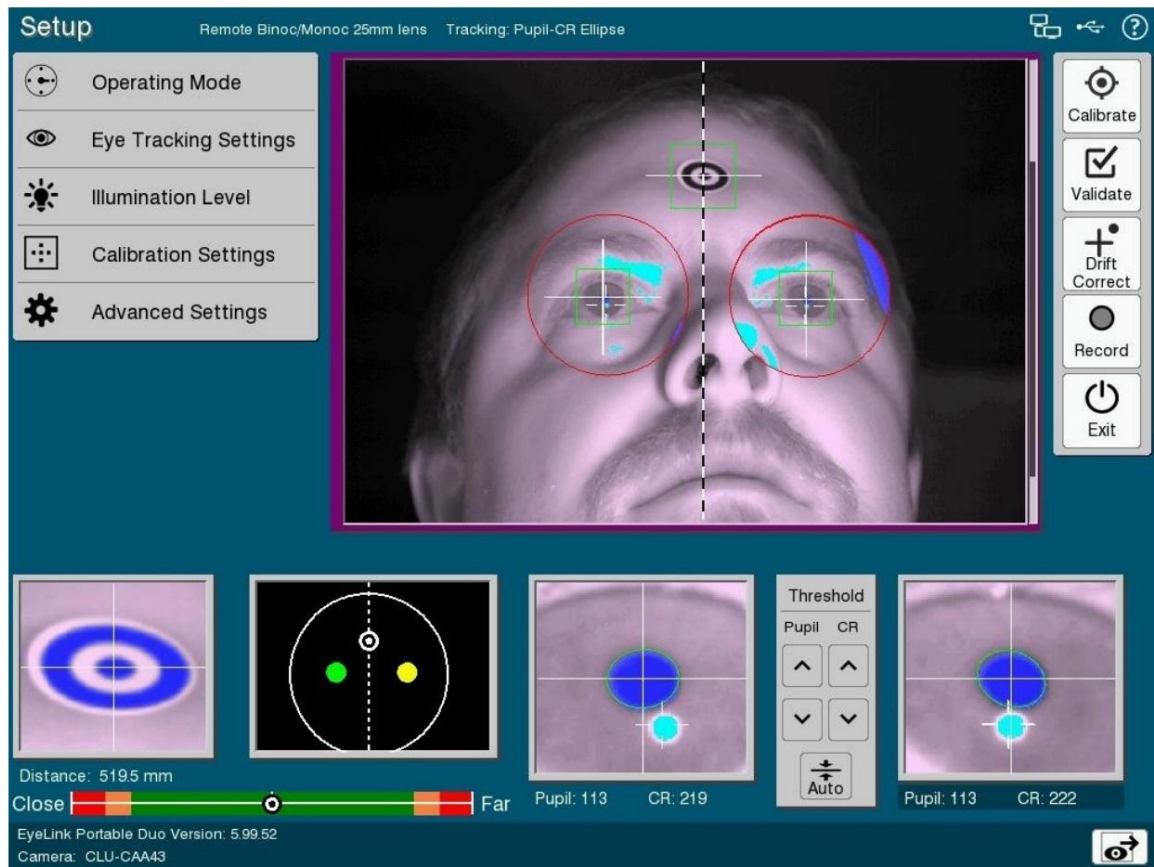


图 2-3:示例设置屏幕

#### 2.4.1.1 设置屏幕用途

这是大多数 EyeLink 设置功能的中心屏幕。在此屏幕上,可以使用摄像头的全局视图来优化参与者设置和

建立瞳孔和角膜反射 (CR) 检测阈值。可以从设置屏幕配置要跟踪的眼睛、跟踪模式、校准设置、照明水平和一些其他高级跟踪器设置。

可以从此屏幕启动校准、验证、漂移检查/漂移校正和记录。

### 2.4.1.2 设置屏幕主要功能

|   |   |
|---|---|
|    | <p>选择跟踪器配置（远程、头部自由移动模式或头部稳定模式）。这里选择的是头部稳定模式。</p>  |
|    | <p>选择要跟踪的眼睛和录制时的采样率。这里选择了两只眼睛。</p> <p>键盘快捷键: B = 跟踪双眼; R = 跟踪右眼; L = 跟踪左眼; E = 循环跟踪眼睛。</p>        |
|   | <p>头部稳定模式下照明器的功率水平（100%, 75%）。远程模式始终使用 100% 照明水平。</p> <p>键盘快捷键: I = 更改照明器功率等级。</p>                |
|  | <p>此选项卡允许用户调整两个重要的校准相关设置,即校准类型和校准模式。</p> <p>校准类型: 选择校准类型。一般来说,采样的位置越多,可以预期的精度就越高。虽然 9 点校准类型很好</p> |

对于头部稳定跟踪模式,我们建议使用远程模式的 13 点校准类型以获得最佳记录精度。

校准模式: 如果设置为“手动”,实验者或参与者需要

当参与者注视每个校准或验证目标时,按下主机或显示 PC 上的空格键或 ENTER 键。如果设置为“自动”,则

一旦眼睛稳定下来并移动到下一个目标,校准和验证程序就会自动对目标注视进行采样。

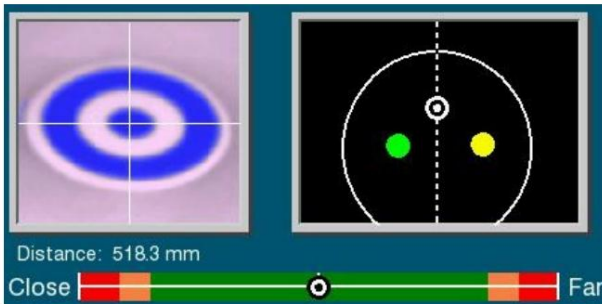




### Advanced Settings

高级选项卡允许手动配置许多眼动仪选项。这在独立模式下进行手动记录会话（不由使用 EyeLink API 的 Display PC 驱动）或覆盖或操作 Display PC 应用程序未设置的选项时非常有用。理想情况下，所有需要关键控制的设置都由 Display PC 应用程序在运行时通过一组 API 调用设置。默认设置对于许多跟踪应用程序来说应该足够了。

各个命令的详细信息在第 2.4.1.3 节中列出。

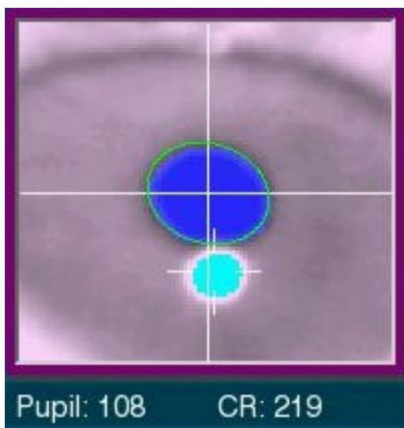


目标缩略图显示目标贴纸跟踪状态，并以毫米为单位报告目标到相机的距离（仅在远程模式下）。如果目标不存在，它将显示“MISSING”错误；如果目标的角度太大，则显示“BIG ANGLE”错误。

能够得到正确的跟踪。

在远程模式下，底部会显示目标到相机的距离刻度，以反馈当前距离是否太近或太远。

右侧的地图视图显示参与者的头部在全球摄像头图像中的位置 - 两个彩色圆点代表每只眼睛；目标贴纸图像也会在远程模式下显示。如果目标和/或眼睛在地图中缺失或偏离中心，则需要调整摄像头和/或参与者的位置。



缩略图窗口显示放大的

跟踪的眼睛。瞳孔和 CR 阈值和状态显示在相机图像下方。如果瞳孔或 CR 不存在，将显示“PUPIL MISSING”错误；如果瞳孔或 CR 缺失，或拟合的注视数据似乎无效，将显示“BOUNDS”错误；如果瞳孔尺寸大于或小于允许的最大或最小瞳孔尺寸，将显示“SIZE”警告。如果只跟踪一只眼睛，另一只眼睛的缩略图框将变灰。



|   |  |
|---|--|
|    | <p>单击“UP/DOWN”按钮可手动增加或减少所选瞳孔阈值或 CR 阈值。如果单击“自动”按钮,主机将自动计算瞳孔和 CR 阈值水平。可能需要进行微调。</p> <p>键盘快捷键: 和 增加和减少瞳孔阈值<br/>+ 和 - 分别增加和减少 CR 阈值</p> <p>分别为:A = 自动阈值。对于头部稳定模式,按下该键会自动计算所选眼睛图像的瞳孔和 CR 阈值;对于远程模式,它将搜索限制区域置于当前眼睛位置的顶部,并重置瞳孔/CR</p> |
| <p>阶段偏差。</p>  |  |
|    | <p>单击进入“校准”屏幕。设置好摄像头并调整阈值后,用户需要校准系统以正确记录注视。</p> <p>键盘快捷键:C = 转到校准屏幕</p>  |
|    | <p>单击“验证”进入验证屏幕。验证向实验者显示当前校准模型实现的注视位置精度。验证应在校准完成后运行。</p> <p>键盘快捷键:V = 转到验证屏幕</p>   |
|  | <p>单击进入“漂移检查”或“漂移校正”屏幕。建议在每次试验前进行漂移检查/校正,以确保校准参数的准确性。通常,这是通过显示 PC 上运行的应用程序启动的。</p> <p>键盘快捷键:D = 转至漂移检查/漂移校正屏幕</p>  |
|  | <p>单击即可开始眼动仪记录。这通常由显示器 PC 上运行的应用程序启动,因此在独立模式下使用 EyeLink 眼动仪时最有用。</p> <p>键盘快捷键:O = 转到“记录”屏幕</p>   |
|  | <p>单击退出主机应用程序或关闭主机 PC。</p>   |
|  | <p>选择在 Display PC 显示器上显示相机图像。仅当 Display PC 上运行显示程序来控制眼动仪时,此按钮才可用。</p> <p>键盘快捷键:ENTER = 切换通过链接发送图像</p>  |

## 2.4.1.3 高级设置命令 设置 功能

|                        |   |
|------------------------|---|
| 随机化校准顺序                | 随机化校准和验证目标的呈现顺序。  |
| 校准起搏<br>间隔             | 如果自动目标检测处于活动状态（即，“校准模式”设置为“自动”），请选择连续校准或验证目标之间的延迟（以毫秒为单位）。  |
| 重复第一个目标 重新显示第一个校准或验证目标 | 校准序列的结束。由于这通常是所获得的最差的样本之一，因此建议启用此选项。  |
| 应用漂移<br>更正             | 检查系统漂移时是否对校准映射应用校正。如果启用“应用漂移校正”，则将执行真正的漂移校正；否则，跟踪器只会报告错误而不进行校正。EyeLink Portable Duo 眼动仪通常不会出现漂移，因此我们建议用户保留默认设置（关闭该选项）。  |
| 使用搜索限制<br>移动搜索限制       | <p>搜索限制用于缩小要搜索瞳孔或 CR 的相机图像区域。如果启用此选项，则主机 PC 的全局视图中会出现一个围绕搜索区域的红色椭圆。</p> <p>如果启用“搜索限制”并且瞳孔位置移动，则对瞳孔的搜索将限制在红色椭圆内的区域；否则，将搜索整个图像。</p> <p>如果选中“移动限制”，则搜索限制区域将随瞳孔一起移动。</p> <p>搜索限制在远程模式下自动激活。</p> |
| 瞳孔追踪<br>算法             | 选择用于拟合瞳孔并确定瞳孔位置的方法（质心或椭圆拟合）。椭圆模型是远程模式选项中唯一可用的方法。  |
| 眼部事件数据                 | 选择是否在 Gaze 或 HREF 坐标中记录眼部事件（注视和扫视）。GAZE 是屏幕注视 x,y;HREF 是头部参考校准 x,y。有关数据类型的描述，请参阅第 4.4.2 节。  |
| 文件数据内容                 | 选择“样本”会将数据样本记录到 EDF 文件中，选择“事件”会记录在线解析的事件。这些选项仅适用于独立记录。如果您通过运行显示程序来收集数据，这些设置可能会被显示命令覆盖。  |

|          |   |
|----------|---|
| 瞳孔大小数据   | 记录瞳孔面积或直径。面积以缩放的相机图像像素记录。直径是使用圆形模型根据瞳孔面积拟合计算得出的。  |
| 扫视解析器灵敏度 | 定义 EyeLink 解析器对扫视事件生成的敏感度。正常适用于阅读等认知任务;而高适用于必须检测小扫视的心理物理任务。有关事件解析的详细信息,请参阅第 4.3.5 节“扫视阈值”。  |
| 文件示例内容   | <p>为样本数据结构记录的数据。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 原始数据 - 将相机的原始 (x, y) 坐标记录到 EDF 文件中。原始数据类型的描述请参见第 4.4.2.1 节。</li> <li>· HREF - 将头部参考眼球旋转角度 (HREF) 记录到 EDF 文件中。有关 HREF 数据类型的描述,请参阅第 4.4.2.2 节。</li> <li>· GAZE - 在 EDF 文件中记录注视位置数据。<br/>有关 GAZE 数据类型的描述请参见第 4.4.2.3 节。</li> <li>· 按钮 - 在 EDF 文件中记录 EyeLink 按钮状态和更改标志。 · 输入 - 在 EDF 文件中记录每个样本的外部设备数据 (来自并行端口或 EyeLink 模拟卡)。</li> </ul> |
| 文件样本过滤器  | <p>EyeLink 眼动仪使用启发式过滤算法来平滑数据。数据过滤可单独应用于保存在 EDF 文件中的数据并发送到链接/模拟输出的数据。当前选项选择记录到 EDF 文件中的数据的过滤级别。</p> <p>滤波级别每增加一级,噪音就会降低 2 到 3 倍。</p>   |
| 链路/模拟滤波器 | <p>选择可通过以太网链路和模拟卡输出获得的数据的过滤级别。</p> <p>每次增加滤波器级别都会将噪音降低 2 到 3 倍,但会给链接样本馈送带来 1 个样本的延迟。</p>  |
| 打开文件     | 单击可打开数据文件进行数据记录,并关闭所有打开的文件。   |
| 关闭文件     | 关闭当前打开的 EDF 文件  |
| 添加消息     | 向 EDF 文件添加消息  |

## 2.4.1.4 设置屏幕快捷键功能

|                          |  |
|--------------------------|--|
| 键                        |  |
| CTRL+ALT+Q               | 退出 EyeLink Host 应用程序   |
| F1                       | 打开帮助对话框,其中包含当前屏幕的作用及其主要功能的简要概述。                                    |
| ALT + F7                 | 截取屏幕截图。  |
| 进入                       | 切换通过链接将相机图像发送至显示 PC。   |
| C                        | 转到校准屏幕。  |
| 五                        | 转到验证屏幕。  |
| 德                        | 转到漂移检查/校正屏幕。   |
| 哦                        | 转到“记录”屏幕。  |
| 向上翻页并                    | 增加学生门槛。  |
| 向下翻页 降低瞳孔阈值。             | 和 + 和 - 和 < 和 >  |
|                          | 设置角膜反射阈值。  |
|                          | 选择眼睛,然后循环浏览链接的全局视图或缩放视图。   |
| A                        | 为头部稳定模式自动阈值选择图像。<br>对于远程模式,将搜索限制区域置于当前眼睛位置的顶部,并重置瞳孔/CR 阈值偏差。       |
| 埃                        | 循环通过眼睛进行追踪。  |
| 大                        | 选择左眼进行录制。  |
| R                        | 选择右眼进行记录。  |
| 乙                        | 选择双眼进行记录。  |
| F                        | 选择 EyeLink 录制的采样率。   |
| 乌                        | 打开或关闭搜索限制。   |
| SHIFT 和光标键<br>(←、→、或 )   | 如果启用了搜索限制,则可以使用这些键来移动搜索限制的位置。                                      |
| ALT 和光标<br>键 (←、→、或<br>) | 如果启用了搜索限制,请使用主机 PC 键盘上的这些键来调整搜索限制的大小和形状。在显示 PC 上,请使用 Ctrl 和光标键的组合。 |
| X                        | 切换十字线显示。   |
| 电视                       | 切换阈值着色显示。  |
| 我                        | 改变照明器功率。   |
| CTRL + E                 | 打开或关闭自动曝光。   |
| CTRL 和 ,或                | 调整自动曝光的偏差值。  |

## 2.4.2 校准屏幕

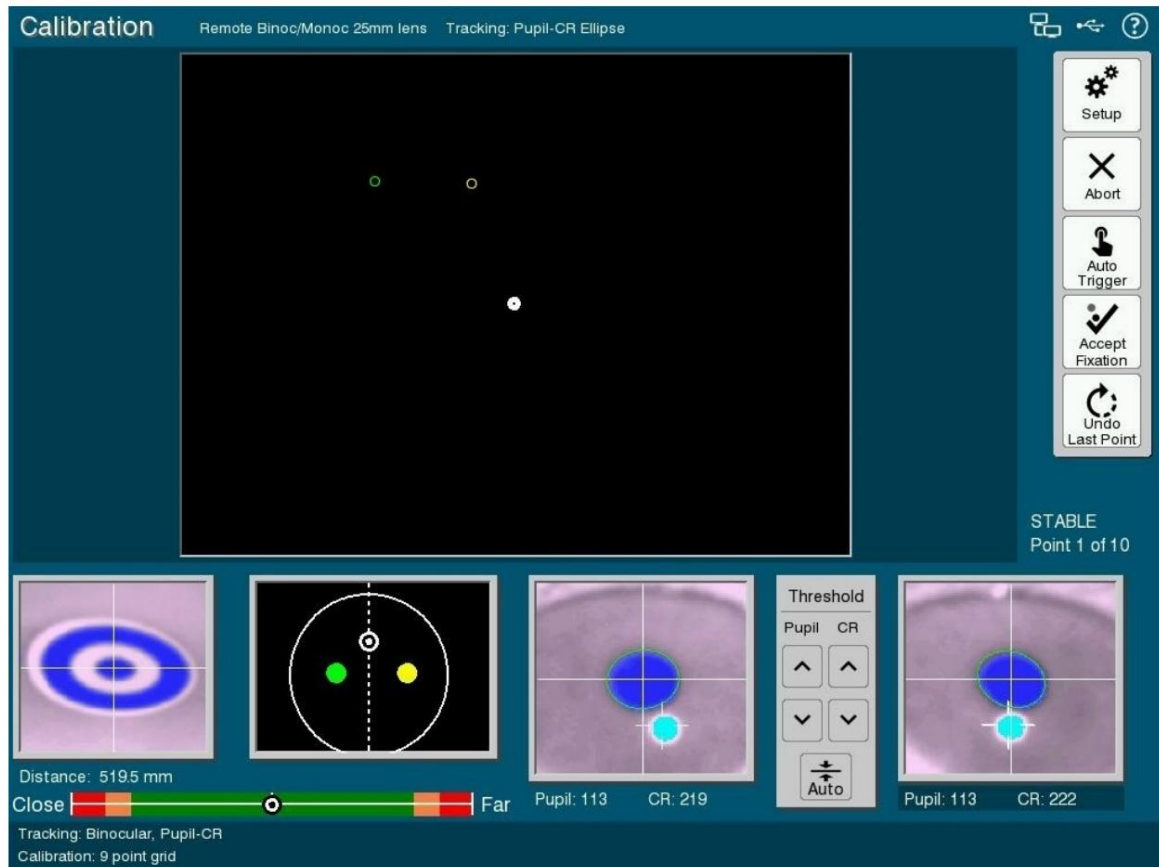


图 2-4:校准屏幕示例

### 2.4.2.1 校准屏幕目的校准用于在目标呈现在已知点时收集注视

位置样本,以便将原始眼部数据映射到注视位置或 HREF 数据。校准期间,显示 PC 会按顺序呈现目标。参与者应注视每个目标,同时主机 PC 会为该目标收集样本。在此期间,主机 PC 显示屏上会显示反馈图形,以协助实验者/操作员完成此过程。校准完成后会自动检查,并提供有关校准质量的反馈。校准应在相机设置之后和验证之前进行。验证为实验者提供了有关校准精度/校准模型质量的信息。

与设置屏幕一样,校准/验证/漂移校正的底部

屏幕显示相机图像的缩略图。左侧面板显示目标贴纸的视图(仅在远程模式下),以及全局相机图像中眼睛和目标贴纸的地图视图。相机调整是

如果目标和/或眼睛在图中缺失或偏离中心,则需要。对于缩略图眼睛图像,会显示瞳孔和 CR 状态以及阈值。当前显示的校准状态和校准目标显示在屏幕右下方。

要执行校准,请让参与者查看第一个注视点并选择“接受注视”按钮,或按下 ENTER 键或空格键,开始校准。对于后续目标,注视可以由主机应用程序自动接受,也可以由实验者手动接受。如果禁用“自动触发”按钮(如果校准设置中的“校准控制”设置为“手动”,则会出现这种情况),则需要手动接受每个校准目标的注视。接受第一个目标后按下 ENTER 键或空格键将从自动校准切换到手动校准,在这种情况下,所有剩余的目标注视都需要手动接受。这对于难以注视目标或不恰当地预测新目标位置的参与者非常有用。可以使用“退格”键撤消最近接受的注视目标(例如,如果参与者注视了错误的目标位置或预测了新的目标位置)。反复按下退格键将依次删除获取的注视数据并再次显示校准目标。当获取的样本可能有误时,这为实验者提供了干预的机会。

2.4.2.2 校准屏幕主要功能

|  |  |
|--|--|
| <br>Setup           | 单击返回“设置”屏幕。<br>键盘快捷键:ESC = “设置”                    |
| <br>Abort           | 终止校准序列。<br>键盘快捷键:ESC = 中止                          |
| <br>Restart         | 重新开始校准。<br>键盘快捷键:删除 = 重新启动                         |
| <br>Auto Trigger    | 单击即可自动执行校准序列。<br>键盘快捷键:A = 自动触发                    |
| <br>Undo Last Point | 单击可重复上一个校准目标或最后几个目标。<br>键盘快捷键:Backspace = 撤消最后几个目标 |

|   |   |
|---|---|
|  | 当参与者的目光稳定在目标上后,单击接受注视值。<br><br>键盘快捷键:ENTER,空格键 = “接受注视” |
|  | 单击接受校准并切换到设置屏幕。<br><br>键盘快捷键:ENTER = 接受校准               |
|  | 单击以验证校准值。<br><br>键盘快捷键:V = 验证校准值                        |
|  | 单击可放弃校准值并将跟踪器切换至设置屏幕。<br><br>键盘快捷键:ESC = 放弃校准值          |

## 2.4.2.3 校准屏幕快捷键按键功能

|  |   |
|--|---|
| CTRL+ALT+Q 退出 EyeLink Host 应用程序        |   |
| F1 打开帮助对话框,其中包含当前屏幕的作用及其主要功能的简要概述。     |   |
| ALT + F7                               | 截取屏幕截图。   |
| 向上翻页并                                  | 提高瞳孔阈值。   |
| 向下翻页和 + 和 -                            | 降低瞳孔阈值。   |
|  | 设置角膜反射阈值。   |
| ← 和 →                                  | 选择 Eye,然后循环浏览链接的全局视图或缩放视图。                                |
| ESC键                                   | 退出到设置屏幕   |
| A                                      | 自动校准设置为可配置的起搏间隔(默认为一秒)。(自动触发开启)。如果当前注视稳定,EyeLink 会接受当前注视。 |
| <u>校准期间</u>                            |   |
| ENTER 或空格键启动校准序列。在第一个点之后,可以用于选择手动校准模式。 |   |
| ESC键                                   | 终止校准序列并退出设置屏幕   |
| 米                                      | 手动校准(自动触发关闭)  |
| A                                      | 自动校准设置为起搏间隔(默认为一秒)。(自动触发开启)。如果当前注视稳定,EyeLink 会接受当前注视      |
| 退格键                                    | 重复先前的校准目标   |
| <u>校准后</u>                             |   |
| 进入                                     | 接受校准值   |
| 五                                      | 验证校准值   |
| ESC键                                   | 放弃校准值   |
| 退格键                                    | 重复上一次校准目标   |

## 2.4.3 验证屏幕

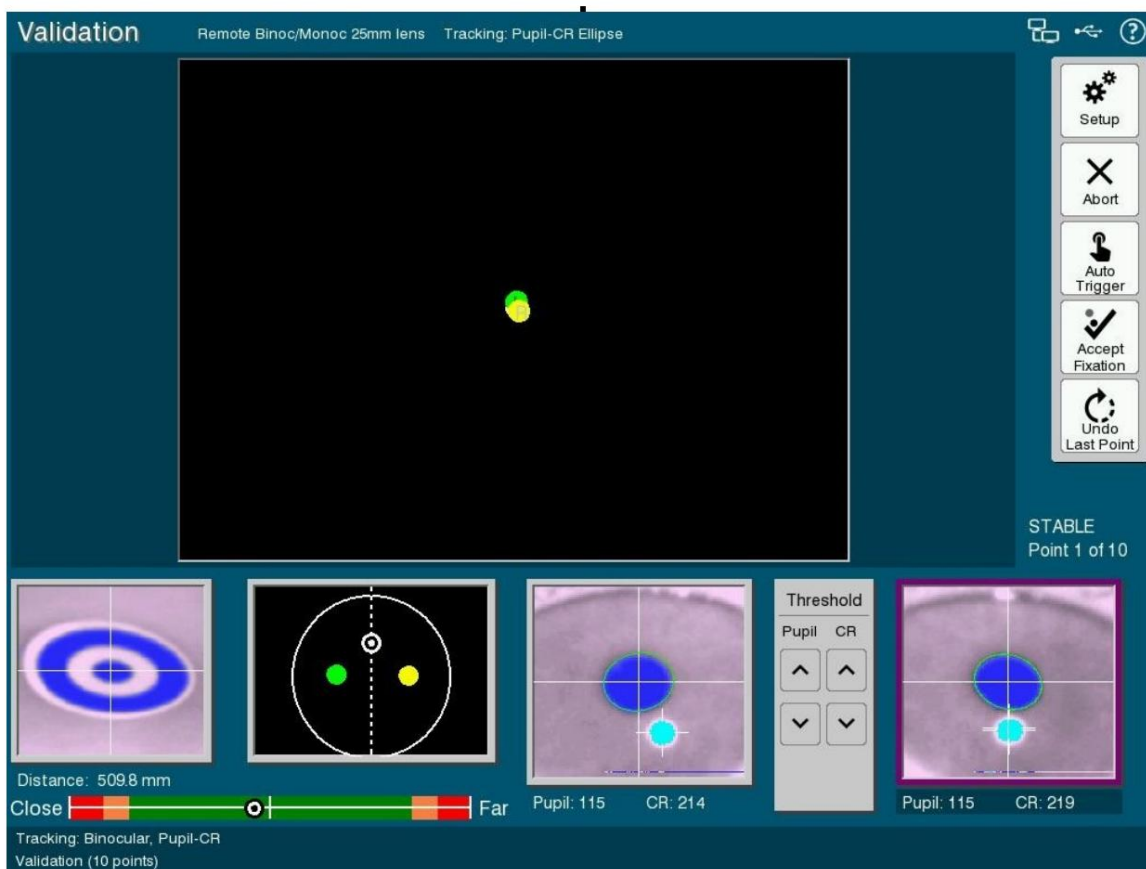


图 2-5:示例验证屏幕

## 2.4.3.1 验证屏幕目的验证屏幕向参与者显示目标位置,并

测量目标位置与基于校准模型计算的目标注视位置之间的差异。空间误差以视角度数报告,可以反映初始校准模型的充分性以及参与者在验证期间重新注视目标的能力。验证屏幕中提供的功能与校准屏幕非常相似。

验证只能在校准后进行。

要进行验证,请让参与者查看第一个注视点,然后按“接受注视”按钮或 ENTER 或空格键开始验证。如果未启用“自动触发”,则需要手动接受目标注视。

如果固定位置的精度不可接受,您可以按退格键返回并重复该点。如果继续按退格键,您将在校准程序中进一步返回以重复更早的点。如果您对校准结果不满意,您可以选择



再次进行校准,然后通过重新验证来重新检查注视精度。

#### 2.4.3.2 验证屏幕主要功能

|  |   |
|--|---|
| <br>Setup             | 单击即可进入‘设置’屏幕。<br>键盘快捷键:ESC = “设置”                   |
| <br>Abort             | 单击可终止验证过程并恢复到设置屏幕。<br>键盘快捷键:ESC = 中止验证过程            |
| <br>Restart           | 单击可重新启动验证过程<br>键盘快捷键:DELETE = 重新开始验证                |
| <br>Auto Trigger      | 单击即可根据可配置的起搏间隔（默认值为一秒）自动执行验证序列。                     |
| <br>Accept Fixation   | 当参与者的目光稳定在目标上后,单击接受注视值。<br>键盘快捷键:ENTER,空格键 = “接受注视” |
| <br>Undo Last Point | 单击可重复上一个验证目标或最后几个目标。<br>键盘快捷键:Backspace = 撤消最后几个目标  |
| <br>Accept          | 单击接受验证并切换到设置屏幕。<br>键盘快捷键:ENTER = 接受验证               |
| <br>Discard         | 单击可放弃当前验证并将跟踪器切换到设置屏幕。<br>键盘快捷键:ESC = 放弃验证          |

#### 2.4.3.3 验证屏幕快捷键CTRL+ALT+Q F1

|             |                                 |
|-------------|---------------------------------|
|             | 退出EyeLink                       |
|             | Host 应用程序                       |
|             | 打开帮助对话框,其中包含当前屏幕的作用及其主要功能的简要概述。 |
| ALT + F7    | 截取屏幕截图。                         |
| 向上翻页并       | 提高瞳孔阈值。                         |
| 向下翻页和 + 和 - | 降低瞳孔阈值。                         |
|             | 设置角膜反射阈值。                       |

|            |   |
|------------|---|
| ← 和 →      | 选择 Eye,然后循环浏览链接的全局视图或缩放视图。                      |
| ESC键       | 终止验证并返回设置自动验证设置为可配置的节奏                          |
| A          | 间隔（默认为一秒）。（自动触发开启）。<br>如果当前注视稳定,EyeLink 会接受当前注视 |
| 验证期间       |   |
| ESC        | 终止验证并返回设置                                       |
| ENTER 或空格键 | 开始验证序列,或如果处于手动模式,则接受对目标的注视。在第一点之后,也选择手动验证模式     |
| 米          | 手动验证（自动触发关闭）                                    |
| A          | 自动验证（自动触发开启）。如果当前注视稳定,EyeLink 会接受当前注视           |
| 退格键        | 重复先前的验证目标                                       |
| 验证后        |   |
| 进入         | 接受验证值   |
| ESC键       | 放弃当前验证并切换到设置<br>屏幕                              |
| 删除         | 重新开始验证  |

2.4.4 漂移检查/漂移校正屏幕

Drift Correct

Remote Binoc/Monoc 25mm lens    Tracking: Pupil-CR Ellipse

Setup

Abort

Apply Correction

Accept Fixation

STABLE  
Point 1 of 1

Distance: 506.8 mm

Close

Far

Tracking: Binocular, Pupil-CR

Drift Correction (1 point)

Pupil: 110

CR: 213

Threshold

Pupil

CR

^

^

v

v

Pupil: 114

CR: 218

32 EyeLink Portable Duo Host 软件

© 2016-2021 SR 研究有限公司

图 2-6:漂移检查/漂移校正屏幕示例

2.4.4.1 漂移检查/漂移校正屏幕目的

漂移检查/漂移校正屏幕向参与者显示单个目标,然后测量计算的注视位置与当前目标之间的差异。与 EyeLink 1000 和 1000 Plus 一样, EyeLink Portable Duo 的默认“漂移检查”配置不会修改校准模型。因此,目的是检查校准模型是否仍然准确。如果测量的注视位置与当前目标之间的误差


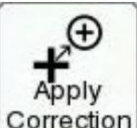


漂移检查目标很大,则提示实验者采集另一个样本。如果误差仍然很大(即重现了之前的采样误差),则漂移检查将失败,需要进行另一次校准

(更多详细信息请参阅第 3.11 节)。

要执行漂移检查/校正,让参与者查看第一个注视点并单击“接受注视”按钮,或按 ENTER 或空格键,以评估校准参数的充分性。

重要提示:在 EyeLink I 和 II 系统中,漂移校正期间计算出的注视误差用于移动/校正校准图。这种线性调整通常可以大大提高即将进行的记录的整体准确性。但是,使用 EyeLink Portable Duo 眼动仪时,瞳孔 CR 模式下的默认行为是报告计算出的注视误差,而不会以任何方式更改校准图。因此,最好将该过程视为 EyeLink Portable Duo 中的“漂移检查”过程,尽管可以轻松启用真正的漂移校正(通过在进入漂移检查屏幕后切换“应用校正”按钮;另请参阅第 3.11 节)。

2.4.4.2 漂移检查/漂移校正屏幕主要功能

|   |   |
|---|---|
|  | 单击即可进入‘设置’屏幕。<br>键盘快捷键:ESC = 退出到设置屏幕  |
|  | 是否对校准映射应用校正。如果启用“应用校正”,则将执行真正的漂移校正;否则,跟踪器只会报告错误而不进行校正。<br>键盘快捷键:D = 打开/关闭“应用更正”按钮 |
|  | 单击终止漂移校正/漂移检查并退出至设置屏幕   |
|  | 当参与者的目光稳定在目标上后,按下 接受注视值。<br>键盘快捷键:ENTER,空格键 = “接受注视”                              |

## 2.4.4.3 漂移检查/漂移校正屏幕键 快捷键CTRL+ALT+Q F1

|             |                                      |
|-------------|--------------------------------------|
|             | 功能                                   |
|             | 退出 EyeLink Host 应用程序                 |
|             | 打开帮助对话框,其中包含当前屏幕的作用以及关键功能的简要概述<br>它。 |
| ALT + F7    | 截取屏幕截图。                              |
| 向上翻页并       | 提高瞳孔阈值。                              |
| 向下翻页和 + 和 - | 降低瞳孔阈值。                              |
|             | 设置角膜反射阈值。                            |
| ← 和 →       | 选择 Eye,然后循环浏览链接的全局视图或缩放视图。           |
| ENTER 或空格键  | 接受对目标的注视                             |
| ESC键        | 终止漂移校正/漂移检查过程并退出到设置屏幕                |
| 德           | 打开/关闭“应用更正”按钮。                       |

## 2.4.5 录屏

## 2.4.5.1 记录屏幕目的记录屏幕允许用户启动和观察数

据收集。用户可以通过切换“绘图视图”按钮或按 G 键来选择注视光标视图（见图 2-7）或绘图视图（见图 2-8）。

注视光标视图在校准的屏幕像素坐标中绘制参与者的当前注视位置。屏幕上绘制的任何图形都可以用作实时注视位置光标的参考。注视光标视图仅在 EyeLink 系统的内置校准程序用于注视位置计算时才有用。绘图视图显示 x 和 y 数据轨迹作为时间函数。

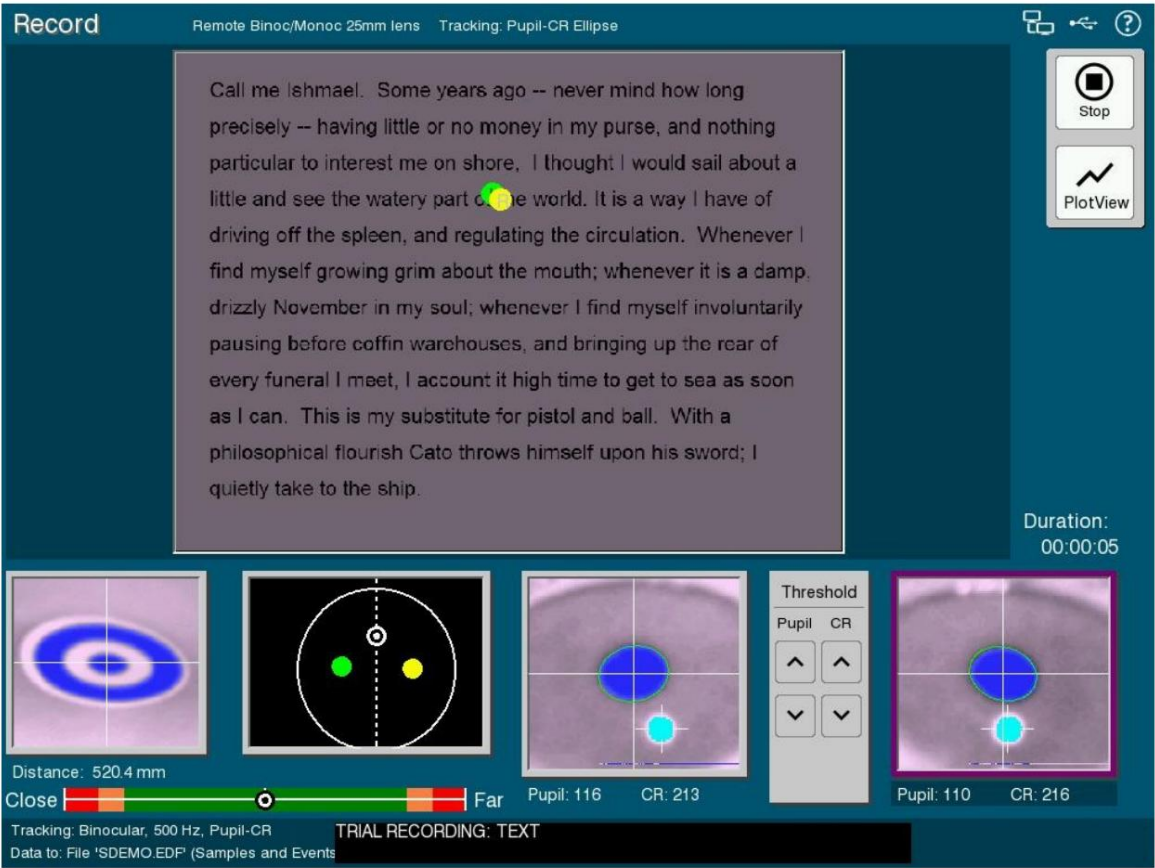


图 2-7 :示例记录屏幕（凝视光标  
看法）

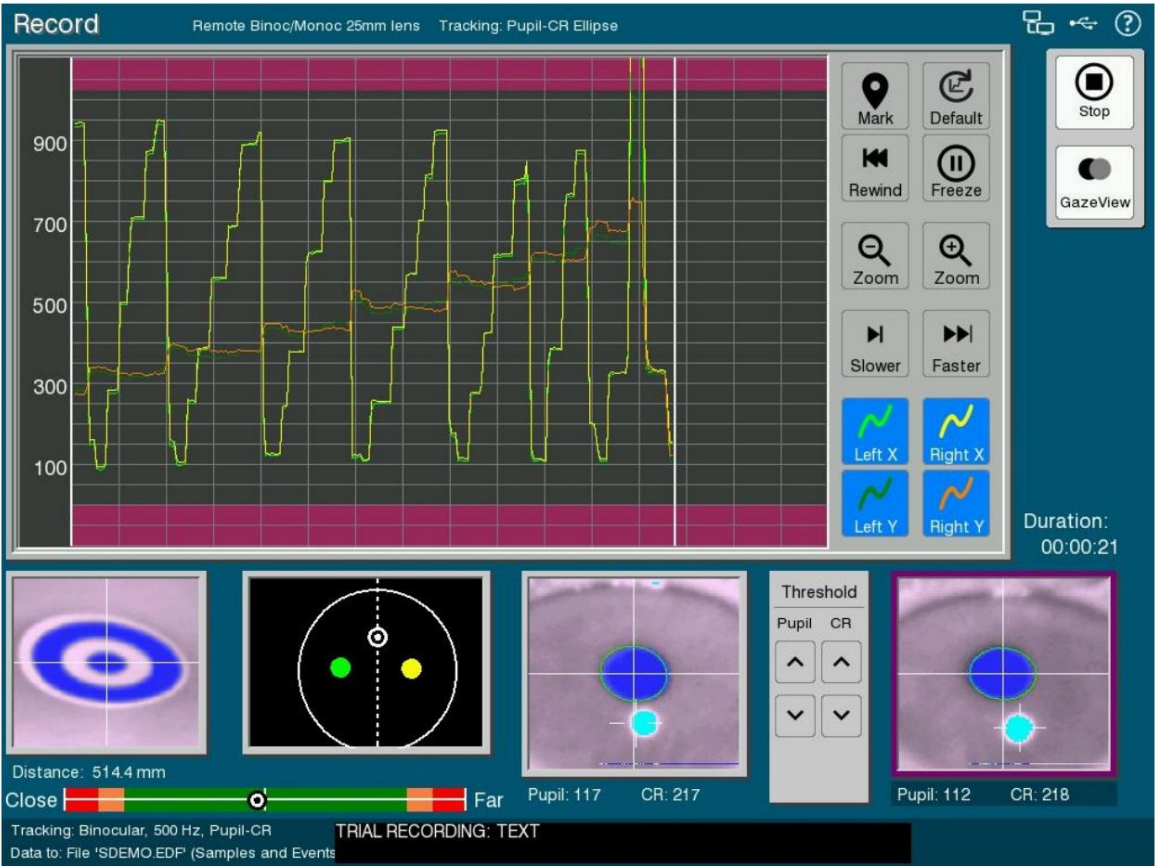





图 2-8 :示例记录屏幕（绘图视图）

2.4.5.2 记录屏幕主要功能（注视视图和绘图视图）

|   |  |
|---|--|
| <br>Stop     | 停止将数据记录到 EDF 文件。<br>键盘快捷键:ESC = 停止录制                                     |
| <br>PlotView | 如果启用,则绘制作为时间函数获取的 x,y 眼部数据。<br>键盘快捷键:G = 在注视光标和绘图视图之间切换                  |
| <br>GazeView | 如果启用,则在校准的屏幕像素坐标中绘制 x,y 眼睛数据（如果可用,则在参考图像之上）。<br>键盘快捷键:G = 在注视光标和绘图视图之间切换 |

2.4.5.3 绘图视图中使用的按钮

绘图视图以像素 (x, y) 显示绘制参与者的注视位置

坐标。垂直刻度显示在绘图视图的左侧。显示屏顶部和底部的两个紫色带表示超出正常范围的数据。用户可以通过单击“放大”或“缩小”按钮来更改绘图的比例,以便精细的细节或全局

可以查看 x,y 轨迹的模式。通过在主机 PC 的触摸板上拖动手指可以更改轨迹的显示位置。可以通过单击 “更快”和 “更慢”按钮来更改视图的绘制速度。可以通过绘图控制面板底部的 “左 X”、“左 Y”、“右 X”和 “右 Y”按钮控制 x 和 y 眼轨迹的可见性。

|   |   |  |
|---|---|--|
|    | <p>“标记”按钮用一条细白线在屏幕上标记此按钮按下的时间。</p> <p>键盘快捷键 :INS = 添加倒带标记</p>                   |  |
|    | <p>更改为默认查看设置。</p> <p>键盘快捷键 :C = 恢复默认视图</p>                                      |  |
|    | <p>“倒带”按钮可清除自上次标记点以来绘制的数据。如果没有设置标记,则清除屏幕左端的数据。</p> <p>键盘快捷键 :DEL = 倒回到标记或开始</p> |  |
|    | <p>停止数据绘图 (尽管绘图视图停止屏幕更新,但眼动仪仍继续记录) 。</p> <p>键盘快捷键 :P = 冻结数据绘图</p>               |  |
|     | <p>选择缩放级别 (或使用 ALT + 和 ALT + 键) 。</p> <p>键盘快捷键 :ALT + / = 调整缩放级别</p>            |  |
|     | <p>设置每次扫描时要在屏幕上绘制的数据量。</p> <p>键盘快捷键 :&lt; 和 &gt; = 更改绘图速度</p>                   |  |
|     | <p>选择要显示的眼动轨迹。</p>  |  |

2.4.5.4 录屏键 快捷键CTRL+ALT+Q F1

|          |                                 |
|----------|---------------------------------|
|          | 功能                              |
|          | 退出 EyeLink Host 应用程序            |
|          | 打开帮助对话框,其中包含当前屏幕的作用及其主要功能的简要概述。 |
| ALT + F7 | 截取屏幕截图。                         |
| 向上翻页并    | 提高瞳孔阈值。                         |
| 向下翻页并    | 降低瞳孔阈值。                         |



|             |                            |
|-------------|----------------------------|
| + 和 -       | 设置角膜反射阈值。                  |
| ← 和 ⇒       | 选择 Eye,然后循环浏览链接的全局视图或缩放视图。 |
| G           | 在注视光标视图和绘图视图之间切换           |
| 仅绘图视图（录制屏幕） |                            |
| < 或 >       | 改变绘图速度                     |
| 磷           | 暂停或恢复绘图（也标记）               |
| C           | 更改为默认视图和速度                 |
| 移民局         | 添加倒带标记                     |
| 德尔          | 倒回到标记或开始处                  |
| 家           | 清除所有数据                     |
| SHIFT ← 和 ⇒ | 缩小/放大                      |
| SHIFT 或     | 向上/向下滚动                    |



### 3 EyeLink Portable Duo 教程 :运行实验

以下教程将帮助您测试 EyeLink Portable Duo 系统,前提是您已经安排好了眼动仪的正确布局

设备和已配置的屏幕设置 (请参阅 “EyeLink Portable Duo 安装指南”文档的第 1.1 节 “建议的设备布局”和第 5.4 节 “自定义屏幕设置”)。讨论结束时可以找到设置过程的摘要 (“3.13 EyeLink Portable Duo 设置摘要”)。本节将引导您完成简单的参与者设置和眼动追踪演示。为了最简单的设置,您应该为测试选择一个可以在需要时静坐且不戴眼镜的参与者。一旦熟悉了这些参与者,您就可以处理更复杂的设置场景。

在教程的描述中,我们将借此机会讨论系统使用的许多重要方面。这些方面可能会使设置过程看起来很长,但经验丰富的实验者可以在不到两到三分钟的时间内完成参与者的设置,包括校准和验证。

如果 EyeLink 主机应用程序尚未在主机 PC 上运行,请通过以下方式启动它  
单击文件管理器左上角的 EyeLink 标志 (参见本文档的 2.2 节 “启动主机应用程序”)。

**重要提示:**请记住要退出 EyeLink 软件,方法是按下组合键 CTRL+ALT+Q,然后单击文件管理器工具栏上的关机按钮,或单击设置屏幕上的 “退出”按钮,然后在以下对话框中选择 “退出”。避免在 EyeLink Host 软件仍在运行时关闭计算机,否则数据可能会丢失或损坏。

本章说明如何使用 Windows Display Software 中的 TRACK.EXE 示例运行典型的眼动仪会话。如果您更喜欢使用其他示例或操作系统,请参阅本章第 3.15 节。要在 Windows Display PC 上启动 TRACK 示例,请单击:

开始 -> 所有程序 -> SR Research -> TRACK

当TRACK启动时,显示PC上会出现版权信息,主机屏幕右上角会显示网络图标。

显示 PC 上会出现一个对话框,要求您输入 Track EDF 文件名。输入 “TEST” (不带引号 “”)。

一旦 TRACK 运行,即可从主机 PC 和显示器进行控制  
PC键盘,应用程序将反映EyeLink Host的状态

通过在显示 PC 上绘制适当的图形来控制软件。基于显示 PC 的控制的优点是 1) 它允许实验者在参与者附近工作，2) 它允许您执行自我设置。我们将使用主机 PC 键盘执行大部分 EyeLink Portable Duo 设置。

### 3.1 设置屏幕

眼动追踪会话的第一步是设置参与者和眼睛

跟踪器。当主机应用程序启动时,您将在显示屏中间看到摄像头图像窗口,在顶部看到面部的全局视图,在底部看到正在跟踪的眼睛的缩放视图。用于访问其他跟踪器屏幕的导航按钮位于右侧,而用于跟踪模式和其他功能的选择按钮位于屏幕左侧。

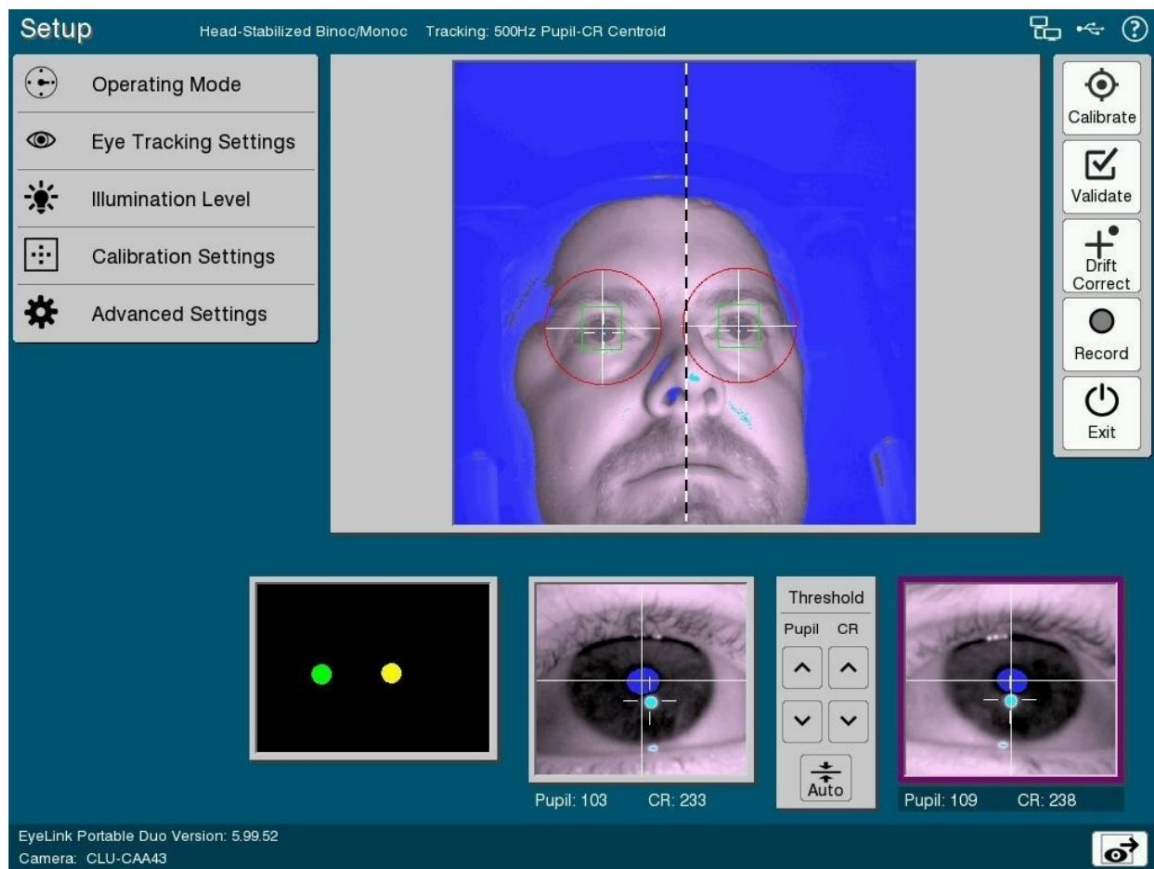


图 3-1:示例设置屏幕

在整个 EyeLink Host 软件中,您可以使用主机 PC 鼠标选择选项并浏览整个跟踪器屏幕。大多数导航按钮都有等效的键盘快捷键。快捷键映射

可以通过“帮助”按钮或按 F1 来访问当前显示的屏幕可用的信息。

如果显示 PC 上打开了实验（如 TRACK.EXE），则在设置屏幕上按下 ENTER 键（或单击“要显示的图像”按钮）

将开始在显示 PC 的显示器上显示所选相机视图的图像。在设置屏幕中，您可以按 ← 和 → 光标键选择要激活的其中一个相机视图（如果当前正在传输图像，则传输到显示 PC）。

## 3.2 参与者设置

要练习设置摄像头，您需要一名参与者。如果没有参与者，您可以自己练习此部分程序。首先自己练习可能更容易，但请务必稍后与几位参与者重复练习。由于显示 PC 键盘上的所有按键都由 TRACK 发送到 EyeLink 软件，因此您也可以练习校准并观察跟踪的眼睛位置。由于显示 PC 上没有显示菜单，因此您还需要能够看到主机 PC 的显示。

注意：建议在测试或作为诊断系统操作前至少 10 分钟打开主机 PC 并启动软件。在预热期间，照明器亮度和相机图像质量可能会略有变化。

EyeLink Portable Duo 支持两种操作模式 - 头部稳定模式和远程模式。

请继续阅读以下其中一节的参与者设置教程。

头部稳定单目或双目记录

3.2.1 “头部稳定模式下的参与者设置”

无需头部支撑，单眼或双眼拍摄（无需头部支撑）

3.2.2 “远程头部自由移动模式下的参与者设置”

### 3.2.1 头部稳定模式下的参与者设置

EyeLink Portable Duo 眼动仪可配置为以 250、500、1000 或 2000 Hz 的频率单眼或双眼跟踪眼球运动。眼动仪可安装在三脚架或笔记本电脑支架上。使用说明会根据您使用的支架略有不同。

如果您计划在笔记本电脑支架上安装摄像头并设置眼动仪，请按照以下步骤操作（安装眼动仪的详细说明

有关摄像头的详细信息,请参阅 EyeLink Portable Duo 安装指南第 4.1 节“在笔记本电脑支架上安装眼动仪”)。

1) 请确保使用高度可调的椅子,以便您能够

将参与者抬高/降低到适当的高度。当受试者坐下时,倾斜笔记本电脑的屏幕,使其与参与者的视线垂直。

2) 将笔记本电脑支架放在笔记本电脑的键盘区域上,两个

侧轨搁在笔记本电脑的边缘。如果摄像头挡住了屏幕底部的参与者视线,则可以将支架向前滑动;否则,摄像头应尽可能靠近屏幕放置,但不要挡住参与者的视线。调整笔记本电脑的位置,使眼动仪放置在距离设备正面到参与者眼睛约 45 厘米的位置。摄像头凹进外壳正面后方约 7 厘米处,理想的眼睛到摄像头的距离约为 52 厘米。请测量屏幕尺寸和观看距离,并更新跟踪器的屏幕设置(请参阅 EyeLink Portable Duo 安装指南第 5.4 节)。

3) 启动 EyeLink Host PC 应用程序。检查是否显示“Head-

在设置屏幕顶部单击“操作模式”面板,然后选择“头部稳定”

模式。

4) 参与者就座后,检查主机 PC 上显示的相机图像。如果参与者的眼睛图像未显示在相机视图的垂直中心,请调整相机角度,方法是

松开支架右侧的夹紧旋钮,用左手握住相机并将其倾斜到所需角度,然后拧紧夹紧旋钮以使相机保持在所需位置。如果参与者的眼睛未显示在相机视图的水平中心,请调整笔记本电脑的角度/位置。如果跟踪了两只眼睛,则在相机图像中绘制一条虚线垂直线,以表示左眼和右眼将出现的半视野;确保虚线位于两只眼睛之间。

如果您将眼动仪安装在三脚架上(有关安装说明,请参阅 EyeLink Portable Duo 安装指南的“3.1 将眼动仪安装在三脚架上”部分),请按照以下步骤设置眼动仪。

1) 显示器应设置为当参与者

坐着并直视前方,眼睛与显示器顶部 25% 的高度齐平。

- 2) 将显示器放置在水平方向上不超过 32 度视角、垂直方向上不超过 25 度视角的位置。眼睛到显示器的距离应至少为显示器宽度的 1.75 倍,以确保其在眼动仪的可跟踪范围内。如果您使用的是大屏幕/宽屏显示器,则意味着相机和显示器之间会有间隙。请测量屏幕尺寸和观看距离,并更新跟踪器的屏幕设置(请参阅 EyeLink Portable Duo 安装指南第 5.4 节)。
- 3) 如果从设备前端到参与者的眼睛进行测量,眼动仪应放置在距离约 45 厘米的位置。相机位于外壳前端后方约 7 厘米处,理想的眼睛到相机的距离约为 52 厘米。
- 4) 将眼动仪放置在显示器正面的水平中央。眼动仪还应升高,使仪器顶部尽可能靠近显示器可见部分的下边缘,但不要遮挡参与者的视线。
- 5) 启动 EyeLink Host PC 应用程序。检查是否显示“Head-  
在设置屏幕顶部单击“操作模式”面板,然后选择“头部稳定”  
  
模式。
- 6) 让受试者坐下。调整椅子的高度,以便受试者  
让参与者感觉舒适,并且他们的眼睛与显示器的上部对齐。请参与者将额头靠在额托上,并调整腮托的高度,以便参与者的下巴舒适地靠在腮托垫上,同时保持眼睛与屏幕顶部 25% 对齐。
- 7) 在全局视图窗口中,要跟踪的眼睛应该出现在  
摄像机图像的中心。如果跟踪双眼,则会在摄像机图像中绘制一条垂直虚线,以表示左眼和右眼将出现的半视野;确保虚线位于两只眼睛之间。  
  
向左或向右移动眼动仪或松开三脚架调节旋钮,稍微调整相机角度,使得双眼的照明水平和瞳孔/CR 阈值相似。(请注意,虚线可能无法与脸部中心精确对齐)。

在全局视图中看到相机图像后,将主机 PC 鼠标光标移到被跟踪的眼睛上方,然后单击鼠标左键。此时应在缩放视图中显示眼睛的相机图像。如果检测到瞳孔,则现在将在眼睛图像上绘制十字准线。

请注意,对于大多数参与者来说,你只需要调整腮托和椅子的高度,以获得预期的相机图像,而无需改变

眼动追踪单元。但是,对于戴眼镜的参与者,根据眼镜的形状和反射,您可能需要对眼动追踪单元进行轻微调整(例如,将相机移近参与者,降低相机的位置,和/或调整相机的角度或参与者的座位),以便玻璃的反射不会干扰瞳孔或 CR 采集。下图左侧面板显示了良好的相机设置,而右侧面板中的反射部分阻挡了瞳孔图像。

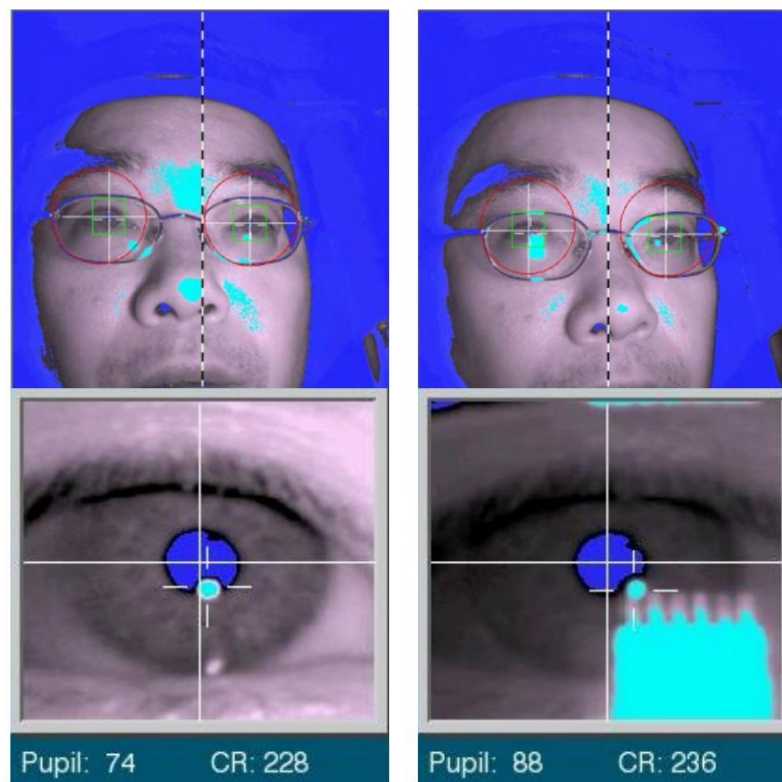


图 3-2:参与者佩戴的摄像头设置  
眼镜

如果图像变得太暗或太亮,请等待一秒钟,让自动对比度自行调整。为了获得参与者眼睛的最清晰图像,应通过旋转调焦轮(安装在眼动仪的下方 - 距离设备正面约 3 厘米,距离设备左侧约 4 厘米)对相机进行调焦。实验者可以将一只手放在相机左侧下方,拇指放在设备顶部,这样就可以进行控制。确保手没有挡住设备正面的光学窗口。用食指触摸带有凹陷肋轮的槽。用食指轻轻向左或向右推轮,直到获得最佳焦点。不要过度调整

焦点。可能只需要 1 或 2 毫米的运动即可到达正确的焦点位置。如果瞳孔附近出现青绿色（CR 信号），则最佳焦点将最小化此彩色圆圈的大小。

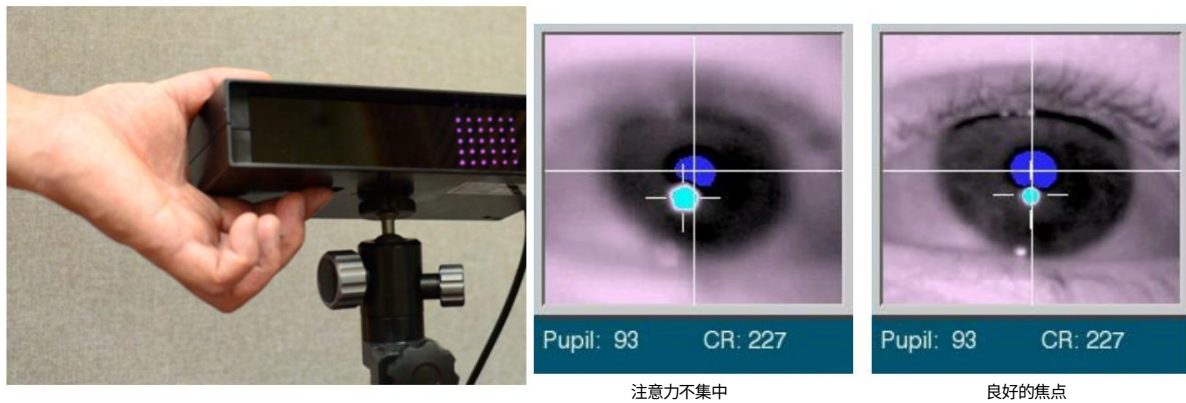


图 3-3:对焦相机图像

在建议的距离下,设置屏幕中的“照明器功率”级别应设置为 100%。如果参与者戴眼镜,或者阈值较低,您可以考虑将眼动追踪装置移近参与者。

现在继续第 3.3 节“设置瞳孔阈值”。

### 3.2.2 远程头部自由移动模式下的参与者设置

EyeLink Portable Duo 眼动仪的远程模式专为不需要或可能不需要下巴托或头戴式支架的应用而设计

甚至可能（例如,病人工作、老年医学、幼儿研究等）。

远程模式通过使用贴在参与者前额上的小目标贴纸,提供高达 1000 Hz 的跟踪以及高达 1000 Hz 的头部距离估计。第

3.2.2.1 节和 3.2.2.2 节讨论了将相机安装在三脚架或笔记本电脑支架上的具体设置说明。第 3.2.2.3 节继续一般性讨论如何在远程模式下操作眼动仪。



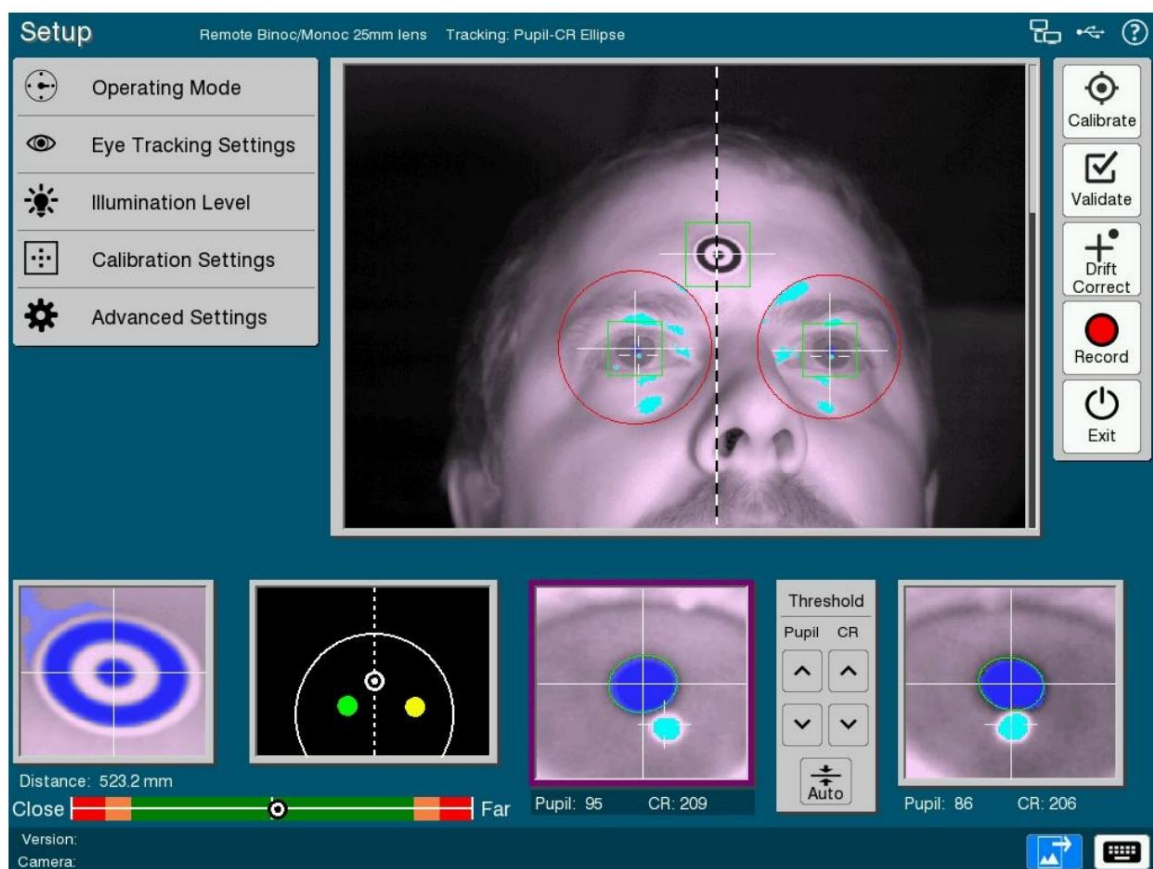


图 3-4 :远程模式下的设置屏幕

### 3.2.2.1 使用三脚架设置眼动仪

如果眼动仪安装在三脚架上,请按照以下步骤调整眼动仪。

#### 1) 显示器应设置为当参与者

坐着并直视前方,他们的眼睛与显示器的顶部四分之一处于同一水平。

#### 2) 理想情况下,相机应放置在距离参与者眼睛约 50-55 厘米的位置。这意味着,如果您使用的显示器小于 20 英寸,则眼动仪可以放置在显示器正前方,两者之间没有多余的空间。如果您使用的显示器较大,则

有必要将显示器向后移动,同时保持眼动仪与参与者的最佳距离,以增加参与者与屏幕之间的距离,同时仍确保眼动仪可以正确跟踪参与者(显示器的最大视角应在水平方向 32° 和垂直方向 25° 以内)。在这种情况下,测量从显示器背面到参与者的最短距离(以毫米为单位)



将相机外壳安装到显示屏上,并更新“屏幕设置”配置工具的所有部分(特别是“相机到屏幕距离”部分;参见 EyeLink Portable Duo 安装指南第 5.4 节)。

此步骤对于在远程模式下记录眼位数据时的头部运动补偿非常重要。

3) 眼动追踪装置应与视线的水平中心对齐。

显示器。为了获得最大的眼动追踪范围,应将设备抬高,使设备的顶部与显示器可见部分的下边缘平行,并尽可能靠近下边缘,而不会阻挡参与者对屏幕的视线。为了在整个录制过程中保持观看距离相对恒定,建议为参与者提供舒适、高背、稳定的椅子。

4) 启动主机 PC 应用程序。检查顶部是否显示“远程”

的设置屏幕。如果没有,请单击屏幕左上角的“操作模式”面板,然后选择远程模式选项。

5) 现在应该在设置屏幕的全局视图中显示摄像机图像。

让参与者坐下。调整椅子的高度,让参与者感觉舒适,视线与屏幕顶部 25% 对齐。调整眼动仪的位置,让要跟踪的眼睛出现在全局摄像头视图的中心(见图 3-4)。

6) 现在继续按照第 3.2.2.3 节“参与者设置”中的说明进行操作  
远程模式”。

### 3.2.2.2 带笔记本电脑支架的眼动仪设置

如果眼动仪安装在笔记本电脑支架上,请执行以下步骤。

1) 请确保使用高度可调的椅子,以便您能够

将参与者抬高/降低到适当的高度。当受试者坐下时,倾斜笔记本电脑的屏幕,使其与参与者的视线垂直。

2) 将笔记本电脑支架放在笔记本电脑的键盘区域上方,两侧导轨靠在笔记本电脑的边缘。如果摄像头挡住了屏幕底部的参与者视线,则可以将支架向前滑动;否则,摄像头应尽可能靠近屏幕放置

尽可能不阻挡参与者的视线。调整笔记本电脑的位置,使眼动仪距离参与者的眼睛约 45 厘米(从设备正面测量)。摄像头凹进外壳正面后方约 7 厘米,理想的眼睛到摄像头的距离约为 52 厘米。

3)请测量屏幕尺寸,最短距离(以毫米为单位)

从相机外壳背面到屏幕(用于“相机到屏幕距离”设置),并更新“屏幕设置”配置工具的所有部分(参见 EyeLink Portable Duo 安装指南第 5.4 节)。

4) 启动主机 PC 应用程序,单击“操作模式”面板,如果眼动仪未设置为预期模式,则选择“远程模式”。

5)拍摄对象入座后,检查主机上显示的摄像机图像

PC。若被试者的眼睛不在摄像头视野的垂直中心,请调整摄像头角度,左手握住摄像头,将其倾斜到所需角度,然后拧紧支架右侧的夹紧旋钮,使摄像头保持在所需位置。若被试者的眼睛不在摄像头视野的水平中心,请调整笔记本电脑的角度(见图 3-4)。

6) 现在继续按照第 3.2.2.3 节“参与者设置”中的说明进行操作  
远程模式”。

3.2.2.3 远程模式下的参与者设置将目标贴纸贴在参与者的额头上(见图

3-5)。这个小目标贴纸允许跟踪头部位置,即使瞳孔图像丢失(即眨眼或突然移动时)。理想情况下,如果单眼跟踪,它应该位于被跟踪眼睛的眉毛上方;如果双眼跟踪,它应该位于两眼之间的额头上。如果目标贴纸贴得太高,则

朝向前额的侧面(见图 3-5 的底部面板),当参与者沿着贴纸的方向转动头部时,跟踪器可能会在目标缩略图中报告大角度错误。

为了获得最佳效果,请调整参与者的座位,以便跟踪器在缩放目标下报告目标到相机的距离约为 520 毫米

视图。设置屏幕左下角的距离刻度可提供有关当前观看距离的即时反馈。

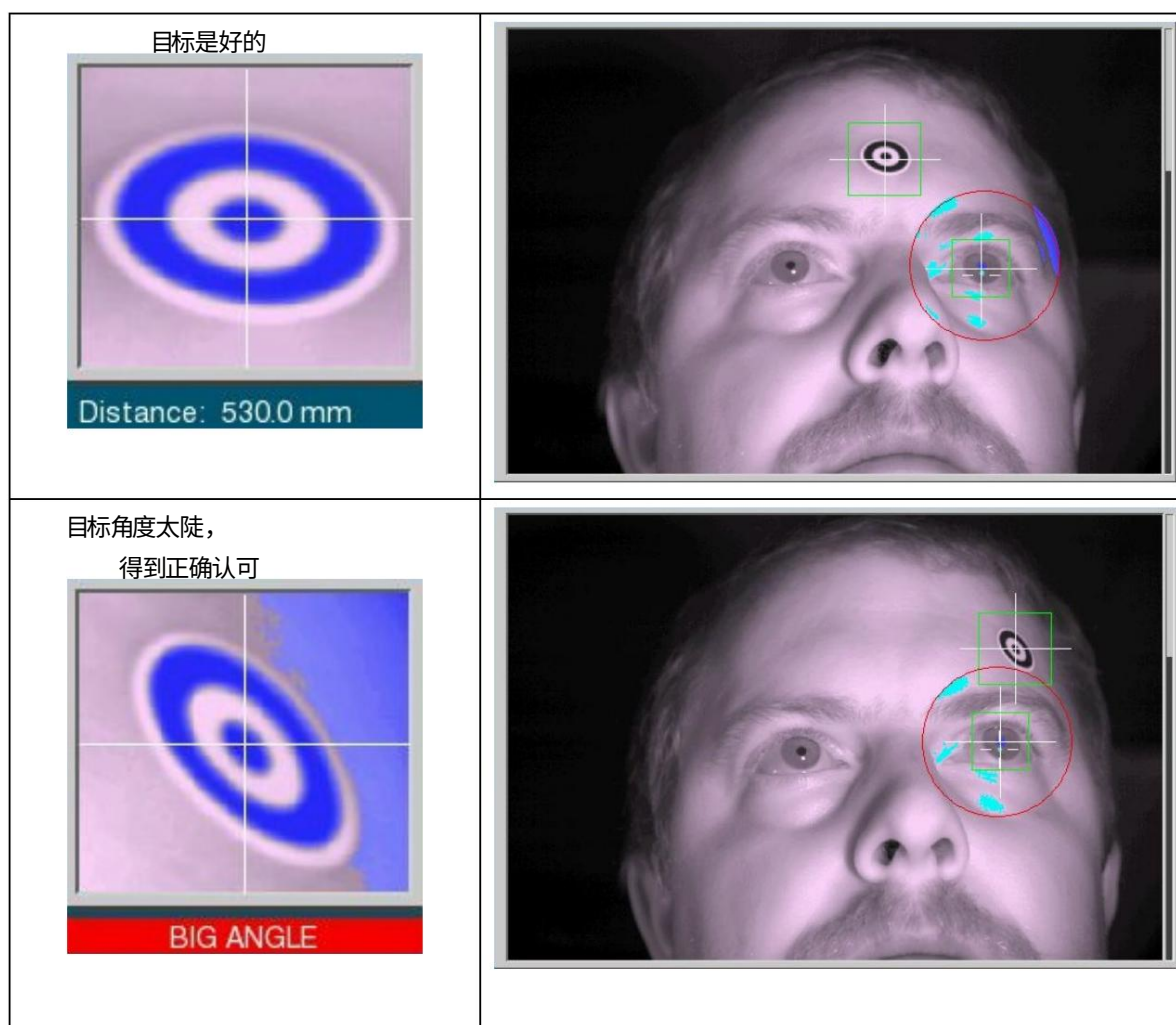


图 3-5:EyeLink 远程目标放置

调整眼动仪的位置/角度,使眼睛出现在相机图像全局视图的中心。如果使用双眼跟踪,将在目标贴纸的中心绘制一条虚线垂直线 - 确保目标贴纸贴在两只眼睛之间的前额上。在相机图像的全局视图窗口(主机或显示 PC)中,单击跟踪的眼睛的顶部。为了获得参与者眼睛的最清晰图像,应通过旋转调焦轮(安装在眼动仪的下侧 - 距离设备正面约 3 厘米,距离设备左侧约 4 厘米)来对焦相机。实验者可以通过将一只手放在相机左侧下方,将拇指放在设备顶部来访问控件。确保手没有挡住设备正面的光学窗口。用食指触摸带有凹陷肋轮的槽。用食指轻轻向左或向右推轮,直到获得最佳焦点。仔细观察放大视图上的眼睛图像,同时调整调焦轮,直到眼睛

图像清晰。最佳对焦将使角膜反射圈（彩色青绿色）的尺寸最小化。请不要过度调整对焦。可能只需要 1 或 2 毫米的运动即可达到正确的对焦位置。

实验者可以轻松判断瞳孔是否已被检测到,因为主机 PC 上的图像将绘制一个十字准线,指示其中心。根据椭圆瞳孔拟合算法（参见第 3.6 节“瞳孔跟踪算法”），在缩放视图中绘制一个绿色椭圆,每次刷新都会更新。正确阈值化的瞳孔应该是纯蓝色,其他地方的蓝色最少

在图像中。如果阈值太低,蓝色区域将小于瞳孔,眼睛图像将显示过度运动。如果阈值太高,眼睛的边缘和角落将会出现阴影,尤其是在旋转眼睛时。如果阴影干扰瞳孔检测,或者眼睛图像的阈值严重不足,十字线和椭圆拟合将消失,瞳孔将丢失。在主机 PC 上,放大的眼睛图像中将出现错误消息“PUPIL MISSING”。因此,实验者让参与者看显示器的四个角,并注意潜在的瞳孔阈值问题非常重要。一个常见的问题是眼角有阴影,这会扰乱瞳孔的追踪。

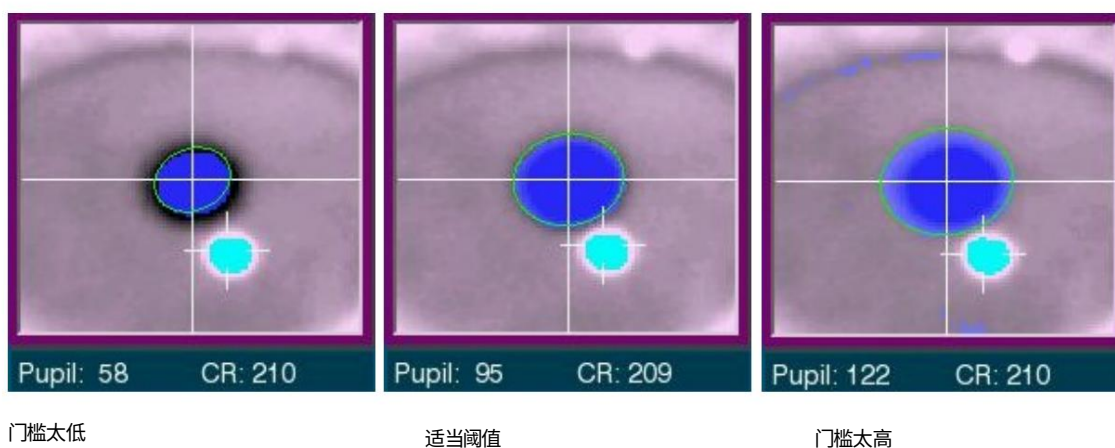


图 3-6:瞳孔和 CR 阈值和偏差值

瞳孔阈值显示在放大的眼睛图像下方。与眼动仪的头部稳定跟踪模式不同,阈值在远程模式下会自动更新。尽管如此,用户仍然可以通过单击瞳孔阈值调整按钮或使用 UP 和 DOWN 键来调整瞳孔阈值偏差（即瞳孔阈值的调制程度）。提高偏差会增加瞳孔覆盖范围（即增加蓝色区域）,而降低偏差会减少瞳孔覆盖范围（即减少蓝色区域）。按下 AUTO 按钮可重置瞳孔阈值偏差。

远程模式仅使用瞳孔 CR 跟踪模式。CR 由十字线标记的实心（青绿色）圆圈标识。CR 阈值为

显示在放大的相机视图下。CR 阈值会自动更新,可以使用按钮或 + 和 - 键手动调整 CR 偏差。按下 AUTO 按钮可重置 CR 阈值偏差。调整 CR 阈值偏差后,让参与者慢慢地沿着显示表面的边缘看,确保始终检测到并跟踪 CR 信号。如果 CR 未始终检测到或完全丢失,则小相机图像下方会出现一条红色警告消息,指示“CR

主机 PC 上显示“MISSING”。

EyeLink Portable Duo Host 软件还实现了曝光控制,用于在眼睛到相机的距离发生变化时调整相机图像的亮度,并提高相机的动态范围。

与头部稳定跟踪模式不同,参与者之间的距离

在远程模式下录制期间,眼动仪和被跟踪眼睛在相机图像中的位置可能会有很大变化。由于照明器输出的有效亮度随距离平方而变化,这意味着如果观看距离和图像位置发生变化,相机图像的亮度以及瞳孔和目标阈值可能会发生很大变化。EyeLink Host 软件中的曝光控制用于调整每个相机帧的曝光持续时间,以避免过度曝光或

曝光不足的相机图像。在远程模式下,使用目标贴纸的亮度作为参考来实现自动曝光控制。

曝光时间的调整主要基于目标相机距离,但也可能受其他因素的影响(例如,相机传感器中的位置、眼睛旋转角度等)。

可以按 CTRL + E 启用或禁用自动曝光控制(如果曝光控制文本中没有“ AUTO”,则自动曝光将关闭)。在远程模式下操作时,建议使用默认设置(即启用自动曝光),以便眼动仪自动调整相机图像帧的曝光时间,以保持目标和瞳孔的阈值相对恒定。CTRL 和 UP/DOWN 箭头键可调整自动曝光控制的偏差值(乘数)。如果由于相机图像太暗导致瞳孔阈值过低,则按 CTRL 和 UP 箭头键可能会有所帮助;如果相机图像曝光过度,则按 CTRL 和 DOWN 键会有所帮助。建议保留默认偏差值 1.0。当前自动曝光设置可以从设置屏幕中“高级设置”框的右下角读取。

远程模式会绘制一个红色的搜索限制椭圆,该椭圆会自动更新并随眼睛移动。此搜索限制区域用于

排除相机图像中可能被检测为瞳孔/CR 反射图案的区域（例如,眼镜框、眉毛）。如果搜索限制区域未放置在瞳孔中心,请按“A”或“对齐眼窗”按钮将其居中。可以先选择放大的眼睛图像,然后同时按下主机键盘上的 ALT 和光标键（ALT + 或 调整高度;ALT + ←

和 → 调整宽度）。可以使用 SHIFT 和光标键调整搜索限制的位置,或者通过单击全局视图将其移动到单击位置。

远程模式的操作受环境光的影响。一般来说,瞳孔在明亮的光线下会收缩,在黑暗的环境中会扩张。用户在整个录制过程中定期检查缩略图相机图像中报告的瞳孔大小非常重要。如果不断出现黄色尺寸警告,则可能是瞳孔尺寸太小,因此记录的数据可能会有噪音。如果发生这种情况,请首先检查参与者是否坐在建议的 520 毫米眼距处。较暗的房间照明也有助于缓解此问题。

现在继续第 3.7 节“校准”。为了在远程模式下获得最佳记录精度,请使用 13 点校准类型。

### 3.3 设置瞳孔阈值

现在,眼睛的摄像头图像应该很清晰,当参与者查看显示 PC 上的眼睛图像时,瞳孔位于中心。现在可以通过在选择摄像头图像时按“自动”按钮或“A”键来自动设置瞳孔阈值。当阈值设置正确时,眼睛的瞳孔应该是纯蓝色,图像中没有其他颜色。如果瞳孔以外的大片区域有颜色,则参与者可能眨了眨眼睛

在‘自动阈值’过程中:按 A 再次执行自动阈值。

如果参与者戴眼镜,反射可能会遮挡瞳孔的图像。

您可能需要对眼动追踪装置进行轻微调整（例如,将摄像头移近参与者,降低摄像头的位置,和/或调整摄像头的角度）,以便眼镜的反射

不会干扰瞳孔采集（目的是使眼镜平面与眼动仪视线的垂直度降低;但请注意,并非每个戴眼镜的参与者都可以被追踪）。如果眼镜有防反射涂层,图像对比度可能会很差,瞳孔追踪可能会很嘈杂。

应通过仔细检查放大的相机图像中的蓝色区域来检查瞳孔阈值。图 3-7 显示了要查找的症状。如果



阈值太低,蓝色区域会比瞳孔小,眼动仪数据会过于嘈杂。如果阈值太高,眼睛的边缘和角落会出现阴影,尤其是在转动眼睛时。

使用瞳孔阈值调整按钮或 和 键盘快捷键来调整瞳孔阈值:助记符是将 键视为增加蓝色区域,将 键视为减少蓝色区域。

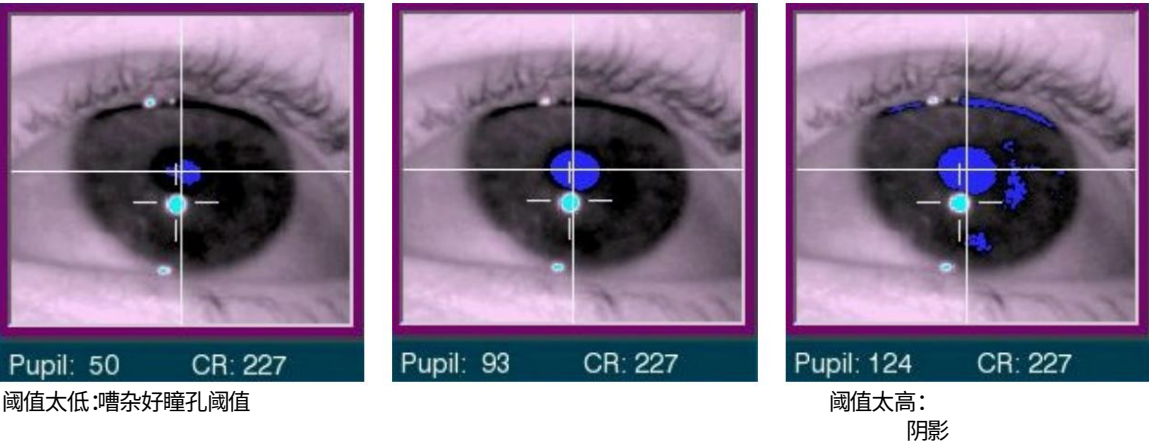
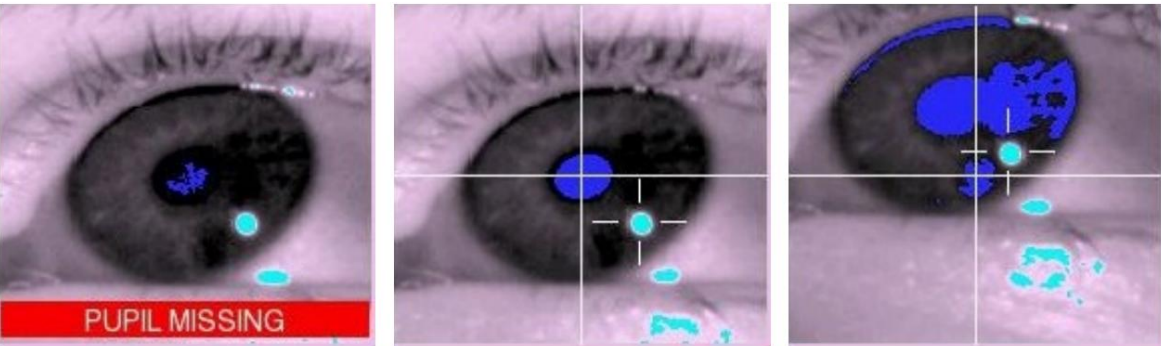


图 3-7:瞳孔阈值较差的症状

设置显示更新非常快,因此噪音、阴影等很容易被检测到。您可以让参与者看显示器的角落,并观察瞳孔图像是否存在问题。一个常见问题是眼角的阴影,阴影可以捕捉到瞳孔(参见图 3-8 的右侧面板)。可以使用 键降低阈值来消除这些问题。注意不要将阈值降低太多,因为在极端眼位时,瞳孔阈值可能很差。主机屏幕上的瞳孔应该在其中心周围画有十字线,表示已被检测到。如果阴影捕捉到瞳孔,或者瞳孔的阈值严重不足(如图 3-8 的左侧面板所示),十字线将消失,瞳孔将丢失。

在主机 PC 上,放大的眼睛图像中将出现“瞳孔缺失”错误。



学生严重低于阈值

好的

角落阴影捕捉瞳孔

图 3-8:当  
查看屏幕角落

一般情况下,经过阈值调整后,瞳孔阈值应在 70 至 115 之间,角膜阈值不应超过 240。如果瞳孔阈值太低,请尝试通过移动眼动追踪装置来减少眼睛与相机的距离

更靠近眼睛。如果瞳孔阈值或角膜阈值过高,请尝试降低照明器输出或增加眼睛到相机的距离。

### 3.4 设置角膜反射 (CR) 阈值

无论您是否计划使用头部支撑,EyeLink Portable Duo 都使用瞳孔 CR 跟踪模式。如果存在角膜反射,则用青绿色的圆形标识。

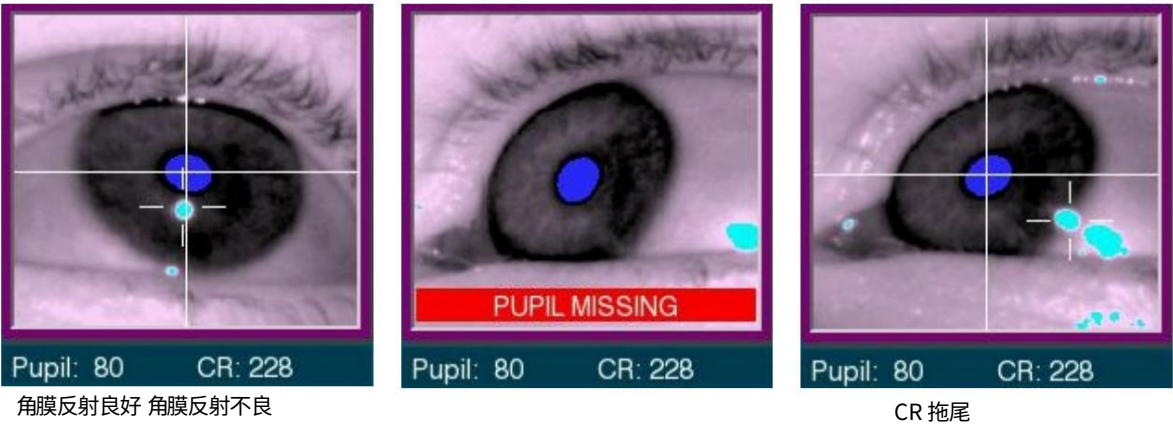


图 3-9:角膜反射

请按照以下步骤获取最佳 CR:

- 1) 按“自动”按钮设置 CR 阈值 (如果尚未设置瞳孔阈值)。您应该看到每只眼睛的瞳孔附近出现一个彩色圆圈。自动阈值几乎总是可以设置正确的 CR 阈值。
- 2)如果自动阈值设置的阈值太低或太高,请使用 CR 阈值按钮或 + 和 - 键来手动调整 CR 阈值。
- 3) 让参与者慢慢地沿着显示器表面的边缘看,并确保角膜反射没有丢失。如果 CR 确实丢失,放大的眼睛图像中将显示“瞳孔丢失”或“CR 丢失”错误消息 (参见图 3-9 的中间面板)。



4) 另一个需要注意的潜在问题是 CR 拖尾,这通常在参与者看显示屏的左上角或右上角时出现

(参见图 3-9 中的右侧面板)。这表明视角对于设置来说太大。如果看到这种情况,请尝试升高眼动仪装置和/或增加参与者与显示器之间的距离。

注意:并非所有参与者的角膜反射都稳定,尤其是那些佩戴厚防反射涂层眼镜的参与者。如果眼镜的反射导致无法正确获取瞳孔图像,请尝试调整眼动仪的角度/高度,或重新安置参与者。如果在上述调整后仍无法获得稳定的角膜反射,建议您不要使用该参与者进行实验。

### 3.5 搜索限制

EyeLink Portable Duo 眼动仪提供“使用搜索限制”选项。如果启用,它会在相机图像的全局视图中绘制一个红色椭圆,以减少用于定位瞳孔位置的相机图像区域。如果关闭“使用搜索限制”选项,眼动仪将尝试在整个相机图像中搜索瞳孔和 CR,以防瞳孔丢失(例如,参与者走开然后重新坐下继续实验)。虽然“使用搜索限制”功能对于不戴眼镜的参与者是可选的,但对于戴眼镜的参与者,应该启用此功能。搜索限制可用于排除相机图像中可能被检测为瞳孔/CR 的区域(例如,眼镜框)。然而,使用搜索限制的缺点是,如果参与者将头部完全从头部支撑物上移开然后放回原位,搜索限制可能不在正确的位置。在这种情况下,您需要单击瞳孔图像以重新居中搜索限制区域。远程模式的搜索限制始终处于启用状态。

可以通过同时按下主机键盘上的 ALT 和光标键来调整所选眼睛的搜索限制区域的大小(ALT + 或 调整高度; ALT + ← 和 → 调整宽度)。可以使用 SHIFT 和光标键调整搜索限制的位置。在双目设置中,需要分别为每只眼睛调整搜索限制的大小/位置。

### 3.6 瞳孔追踪算法

EyeLink Portable Duo 眼动仪采用两种瞳孔追踪算法:质心和椭圆拟合。质心模式使用质心算法追踪阈值瞳孔的中心,而椭圆

模式通过基于阈值瞳孔质量拟合椭圆来确定瞳孔的中心。当存在瞳孔遮挡时,椭圆模式会插入可能落在眼睑或睫毛后面的点,以尝试更好地近似瞳孔位置。主机软件用围绕瞳孔区域绘制的绿色椭圆表示椭圆拟合解决方案。

质心算法在某些应用场景中具有优势,因为它的噪声非常低。但是,如果瞳孔被严重遮挡,椭圆拟合算法可能会更准确地估计眼睛的位置。椭圆拟合模式降低了漂移的可能性,并能很好地应对瞳孔遮挡,但代价是噪声水平较高。

EyeLink Portable Duo 默认在头部稳定模式下使用质心算法,而远程跟踪仅使用椭圆拟合瞳孔跟踪方法。

### 3.7 校准

上述步骤设置了 EyeLink Portable Duo 眼动仪,以跟踪所选眼睛的位置。几乎所有的眼动研究都需要参与者在视觉信息显示(例如文本屏幕)上的注视点信息。为了计算这一点,我们需要确定相机图像中瞳孔 - CR 位置与显示屏上的注视位置之间的对应关系。我们通过执行系统校准来实现这一点,在固定位置显示几个目标供参与者注视。记录每个目标的瞳孔 - CR 位置,并使用目标和瞳孔 - CR 位置集在记录期间计算注视位置。

有几种可用的校准类型,每种类型都有不同的用途。默认情况下,在头部固定模式下,使用九点校准类型(“HV9”)。这适用于大多数眼动追踪应用。但是,如果使用较大的追踪区域,则应使用“HV13”校准类型以获得最佳校准精度。使用远程模式时,默认的 13 点校准类型可提供最佳记录精度。如果您记录的眼球运动来自特别难以校准的特殊人群(即幼儿或任何其他难以稳定注视多个点的人群),您可以考虑使用较少的校准点。

在设置屏幕的“校准设置”面板中,检查以确保选择了以下选项。

- 校准类型:远程模式 13 点,头部稳定模式 9 点

通过按设置菜单中的“校准”按钮或按 C 键开始校准。校准目标将同时出现在主机 PC 显示屏上

和显示 PC 显示器。参与者显示由 TRACK 应用程序绘制,以响应 EyeLink 跟踪器的命令。主机 PC 屏幕还将显示原始瞳孔位置作为移动的字母 O (右眼为黄色,左眼为绿色)。眼睛和目标的缩略图以及眼睛在全局相机视图中的相对位置显示在屏幕底部的窗口中。显示屏右下方的状态栏报告校准的进度。

由于每个校准目标都接受稳定的注视,因此眼位光标将在校准过程中从一个位置移动到另一个位置。

指导参与者仔细查看校准目标的中心将有助于提高注视稳定性和校准精度。校准期间应避免头部运动:小幅度的头部运动可以得到纠正,但大幅度的头部运动会严重降低校准精度,因为校准数据模式和范围会失真。

如果光标连续快速跳动或间歇性消失,则需要纠正眼睛的设置。实验者应返回设置屏幕并重新检查相机图像以及阈值。主机 PC 显示屏上状态栏的右下角报告当前眼球运动状态(例如,眼睛是稳定注视还是运动)。只有检测到稳定注视时,才会接受眼球位置。

当眼睛看起来稳定时,按“接受注视”按钮或 ENTER 键或空格键接受第一个注视。眼睛往往会逐渐静止并在注视开始时进行小幅度的聚散运动,甚至会进行小幅度的矫正性扫视,以便精确地注视目标的中心,因此不要反应太快。但是,不要等太久才接受注视,因为参与者往往会进行不自觉的扫视,随着时间的推移,眼睛会远离目标。通过在验证期间观察凝视光标(稍后讨论),可以最好地了解正确的时机。

EyeLink 系统通过在眼睛移动时锁定 ENTER 键和空格键来帮助防止不当触发。有时,由于相机设置不当,会导致瞳孔嘈杂或在某些位置无法检测到,因此 ENTER 键会被锁定。如果需要,您可以使用 和 键更改阈值。如果失败,请按“ESC”键退出并返回设置屏幕。

第一个注视点被接受后,其余校准目标将按顺序显示,并收集每个目标的注视点。EyeLink 校准系统以随机顺序显示这些目标,这阻止了参与者预测下一个目标的位置,并阻止他们扫视

在当前目标消失之前,远离当前目标。然而,重要的是提醒参与者注视每个校准目标,直到下一个目标

出现。

如果启用了自动排序,则无需进一步干预即可呈现目标并收集注视点。每次显示新目标时,参与者应快速扫视该目标。  
EyeLink 系统会检测这些扫视和随后的注视点,从而生成自动排序系统。

注意:如果眼睛设置不当导致瞳孔丢失或目标位置出现噪音,测序可能会停止。如果发生这种情况,请按两次“ESC”键退出校准,调整阈值和/或参与者设置,然后

重新开始校准。按“ESC”键一次将重新开始校准,按两次将退出校准并返回设置菜单。

尽管校准是自动的,也要仔细观察主机的显示。

注意十字形瞳孔位置标记的位置:这些标记应形成 9 点校准的网格形状。参与者注意力的疏忽将在该光标的移动中清晰可见。参与者在注视目标时遇到的任何困难以及大多数相机设置问题也都可见。下图说明了良好的校准(左图)和不良的校准(右图)。

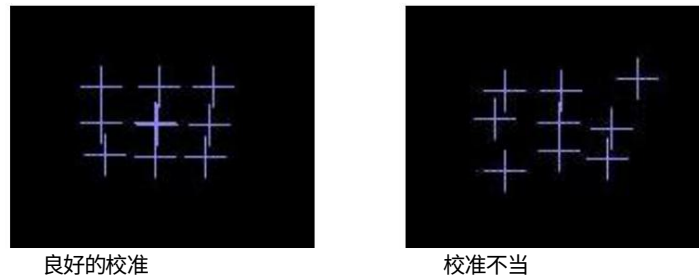


图 3-10:校准网格

对于某些参与者(尤其是患有神经系统疾病的参与者),短暂注视或注意力不集中会导致自动程序无法使用。这些参与者可以使用手动校准模式,必须按下 ENTER 键或空格键才能收集每个注视点。按“M”键可关闭自动校准。按“A”键可将其重新打开。

校准序列中间的一个有用键是 Backspace 键(或“撤消上一点”按钮),它可以撤消最近的校准目标。每按一次此键,校准序列中最后一点收集的数据都会被删除,然后可以收集新的校准数据。这可用于提高一个或几个选定点的校准精度,而无需重新启动校准程序。这对那些难以获得校准数据的参与者尤其有用。

当最后一个校准目标呈现后,将对校准进行评估。在校准屏幕的底部,每只眼睛的校准都会被分级并显示如下:

好 :数据中未发现明显问题

失败 :无法使用数据,必须重新校准

用户仍必须检查校准的准确性:只有严重问题才能自动检测出来。特别是,请检查眼位光标 (十字阵列)形成的图案,看是否有错位或缺失的注视点。校准注视点十字形成的平行水平线和垂直线的规则图案表示校准良好。如果校准成功,您可以按 “接受”按钮或 ENTER 键接受校准结果。按 “重新启动”按钮或 “ESC”键将重新启动校准。按两次 “ESC”退出到设置屏幕。

因此,如果您想保留当前校准,切勿在校准结束时 (显示校准网格)按下 ESC 键。这样做将丢弃当前校准,从而恢复到现有的缓存校准。

在所有屏幕中,如果数据出现任何失误,主机应用程序会报告瞳孔、角膜反射和目标贴纸 (后者仅在远程模式下)信号在缩略图眼睛和目标图像附近的任何异常状态

收集。如果显示任何指示器,而参与者正在看屏幕且没有眨眼,则设置存在问题,必须解决该问题以防止数据丢失。

|           |             |
|-----------|-------------|
| 指标        | 学生身份        |
| 尺寸        | 瞳孔太大或太小     |
| 学生失踪 学生失踪 |             |
| 界限        | 瞳孔缺失或注视数据无效 |

瞳孔状态错误消息 “SIZE”以黄色突出显示,表示瞳孔尺寸过大或过小。对于远程模式,瞳孔 “SIZE”警告通常表示由于环境光或眼动仪距离参与者太远而导致瞳孔尺寸过小。

瞳孔状态错误信息 “MISSING”以红色突出显示,表示瞳孔在摄像头视野中缺失。这可能是参与者在眨眼。也可能是摄像头设置有问题。请根据需要进行调整。

|     |               |
|-----|---------------|
| 指标  | 角膜反射状态        |
| 丢失的 | 角膜反射缺失        |
| 界限  | 角膜反射缺失或注视数据无效 |

角膜反射状态错误消息“MISSING”以红色突出显示,表示相机无法看到角膜反射。请参阅第 3.4 节

有关如何正确设置角膜反射的详细信息。

所有状态标志都会保持至少 200 毫秒,即使导致警告或错误的条件持续时间少于 200 毫秒。

### 3.8 验证

在收集包含不准确和质量较差数据的眼动记录之前,必须识别并纠正校准过程中的任何问题。通过在每次校准后立即进行验证,可以确定系统根据瞳孔位置预测凝视位置的准确性。如果性能不佳,则应在开始数据收集之前重复校准/验证周期。

在验证过程中,目标再次以随机顺序呈现给参与者,类似于校准程序。当参与者注视这些

目标,校准模型用于估计参与者的注视位置,并计算误差(实际目标位置和计算的注视位置之间的差异)。注意:内置了一个缩放因子,用于自动生成的验证点以拉入角位置(请参阅CALIBR.INI 文件中的“validation\_corner\_scaling”命令设置)。这用于将验证限制在显示器的有用部分并测试未校准点的校准精度。

注视位置误差主要来自校准/验证期间收集的注视数据中的误差,这些误差来自两个来源:眼动追踪系统和生理眼动控制。EyeLink 系统具有极低的眼位噪声和极高的分辨率,并可在校准和记录期间校正微小的头部运动。眼动追踪系统中的这些常见误差源几乎被消除。校准不准确的一个生理来源是参与者准确注视目标的能力的自然变化。眼球聚散运动也起着作用。这在显示双眼注视位置的验证过程中可以清楚地看到。

对于校准,一个或多个目标可能会以 1° 或更大的误差注视。眼睛/相机设置不当会导致校准模式高度扭曲,从而放大误差。一些参与者在注视过程中可能会出现凝视位置的明显漂移,或者可能注视不仔细,从而增加误差。

要开始验证程序,请选择“验证”按钮或按“设置”屏幕中的“V”键。主机 PC 显示屏将显示注视位置作为圆形彩色光标。注意光标的移动,以及扫视后相对水平位置(聚散度)的变化。一旦光标

看起来稳定,并且接近目标,按 ENTER 键或空格键接受第一个注视点。其余点将自动或手动收集,就像在校准过程中一样。

每次收集注视点时,都会用一个十字标记其相对于目标的计算位置。误差(以度为单位)打印在十字旁边。与

校准过程中,用户可以使用验证序列中间的 Backspace 键重新收集最后或最后几个验证点的数据。收集完最后的注视点后,将计算平均值和最大值

错误会显示在屏幕底部,并对准确度进行评分。

每只眼睛单独分级,使用与校准结果类似的彩色信息:

良好(绿色背景):错误通常是可以接受的。

一般(灰色背景):误差中等,校准有待改进。

差:(红色背景):错误率太高,无法进行有用的眼动追踪。

请注意,此校准精度分类评分是一般准则,不同研究领域可能选择使用与上述报告不同的截止值。始终遵守您所在研究领域的惯例,而不是接受校准精度分类评分。

观察每个目标位置的误差模式。如果只有一个目标存在较大误差,则参与者可能只是在验证过程中错误地注视了该点,可以重复验证以检查这一点:按“ESC”返回设置屏幕,然后按“V”重复验证。如果该目标仍然存在较大误差,则很可能是该目标在校准过程中被错误注视。如果看到系统性错误模式(即左侧的所有注视点都太低),则可能是校准或相机设置问题。无论哪种情况,按“ESC”返回设置屏幕,根据需要调整设置并重新校准,然后重复验证过程。

### 3.9 提高校准质量

校准的质量决定了记录数据的实用性以及凝视计算的准确性。以下是一些提高数据质量和凝视准确性的简单程序:

- 完成相机设置后,务必要求参与者查看显示屏的四个角。务必指导参与者注视

在显示屏范围内,或者由于参与者看得太远超出眼动仪的可跟踪范围(而不是由于设置不当)而导致跟踪丢失。观察跟踪器屏幕上的警告信号,确保参与者这样做时瞳孔和 CR 信号不会丢失,并检查参与者看上方角时 CR 是否变形或“模糊”。尝试将显示器移开以增加观看距离,并在看到 CR 模糊时(通常在显示屏的上部)抬起摄像头。

- 从未校准过的参与者可能需要一些练习来稳定准确地固定校准目标。如果第一次校准的结果不理想,请在开始收集数据之前尝试对每个参与者进行至少两次校准。
- 对于远程模式,使用 13 点校准可获得最佳精度。对于头部稳定模式,采用 9 点校准类型。
- 务必检查校准网格的图案。对于 9 点校准,注视十字线应形成三条平行的水平线(或接近水平)和三条平行的垂直线(或接近垂直)。如果您没有看到这一点,请重新进行校准或相机设置。
- 如果当前校准看起来不错,请按 ENTER 键接受校准或按 V 键进入验证屏幕。切勿按 ESC 键 - 否则将放弃当前校准,从而恢复到缓存的校准结果。
- 鼓励参与者静坐!不静坐的参与者可能没有充分注意实验任务。尝试在实验过程中让参与者短暂休息,并在恢复实验之前重新调整。
- 编写自己的应用程序时,请尝试将校准和验证屏幕的背景颜色与实验显示器的背景颜色相匹配。

校准和实验显示器之间的亮度变化很大而导致瞳孔尺寸的变化会降低系统精度。

在实验开始时,让参与者适应环境光照水平,然后再进行校准和数据收集。如果在实验开始前不久改变照明水平(即灯光变暗),则校准精度将降低,因为参与者要适应新的照明水平,瞳孔会扩张或收缩。



### 3.10 记录注视位置

系统设置和校准后,我们可以实时监控注视位置,并记录下来以供日后分析或查看。这可以通过在设置屏幕上按“记录”按钮或“O”键来完成。

在此会话中,我们假设 TRACK 应用程序在显示 PC 上运行。当 TRACK 感知到主机 PC 已进入录制模式时,它会在自己的控制下设置录制会话。

在显示 PC 上,它会在自己的屏幕上显示一页文本或一个字母网格,供参与者阅读,并在记录会话之间交替显示。主机 PC 屏幕将显示参与者所看到的背景图像。

这可以作为眼动仪在记录过程中显示的注视位置光标的参考,让实验者能够看到参与者的注视点在哪里

正在观察并检测眼动追踪或参与者注意力不集中的问题。

TRACK 将注视位置显示为参与者显示屏上的红色光标。

可以通过显示 PC 键盘上的“G”键来打开或关闭光标。

为了实现此反馈,TRACK 请求 EyeLink 发送最多 2000 条

通过 EyeLink 显示软件每秒采集一次凝视位置样本。该数据用于移动凝视光标。

TRACK 还向主机发送命令来创建数据文件 (SDEMO.EDF)

在主机 PC 的硬盘上,其中包含样本、注视点和扫视数据。当 TRACK 退出时,此文件将自动从主机 PC 传输到显示 PC。

SDEMO.EDF 可以使用 EyeLink Data Viewer 查看或使用其他 EDF 实用程序进行处理。有关 EDF 文件格式的信息也可以在当前文档的第 4 章中找到。

### 3.11 漂移检查和漂移校正

“漂移校正”屏幕向参与者显示单个目标,然后测量校准期间计算出的注视位置与当前目标位置之间的差异。与早期的 EyeLink I 和 II 眼动仪不同,根据漂移校正结果校正校准图对注视准确性没有显著影响。因此,EyeLink Portable Duo 系统的默认漂移校正行为是仅报告漂移校正程序计算出的注视误差,而不以任何方式实际调整校准图。因此,在 EyeLink Portable Duo 的默认配置中,漂移校正程序最好被视为“漂移检查”程序。

我们强烈建议用户保留默认的“漂移检查”行为,但如果需要,可以启用真正的漂移校正。漂移校正可以

在每次试验开始时或在试验进行到一半时收集数据时执行。无论何时执行漂移校正,如果启用了真正的漂移校正,则会获取已知位置的注视样本,并计算和应用原始眼位数据的校正偏移。

可以通过改变

按照以下部分的说明,在 CALIBR.INI 文件中设置 “driftcorrect\_cr\_disable”命令。在进行漂移校正之前,重要的是指示参与者静坐并仔细注视漂移校正目标。

### 3.11.1 启用漂移校正

要启用漂移校正程序来调整校准,而不是简单地检查错误级别是否在一定范围内,您可以进入漂移检查屏幕,然后单击“应用校正”按钮。这将切换按钮并将屏幕模式更改为“漂移校正”而不是“漂移检查”。或者,应将以下 EyeLink 命令放入 FINAL.INI 中或通过链接发送。行为实验室设置中的默认设置是在 EyeLink Portable Duo 上使用 CR 时打开漂移校正禁用。我们正在关闭此禁用,以便进行漂移校正调整。

```
漂移校正_cr_disable = OFF
```

另一个需要注意的有用参数是阈值,该阈值用于确定用于评估漂移的目标注视中可接受的误差水平。该参数是 “drift\_correction\_rpt\_error”变量（默认值为 2.0 度）。如果注视不在此误差水平内,则可以自动采集其他注视样本,以确保注视样本本身没有错误（例如,在眨眼期间尝试采集,或者当参与者没有遵守指示注视目标时采集）,或者实验者可以进入设置模式（键盘上的 ESC）并进行新的相机设置或校准程序。

### 3.11.2 在线漂移校正

虽然启用标准漂移校正程序来根据试验之间的注视目标来更新校准参数可能是一种有用的解决方案,但它并不总是理想的。例如,一些实验环节,如在块设计中,不适合正常的漂移校正

让参与者在采样时频繁查看目标的过程。对于这种情况,在数据记录过程中执行在线漂移校正可能是理想的。

使用在线漂移校正,无需中断眼动记录即可调整校准参数。一些

然而,必须安排方法,使实验者知道参与者在特定时间点正在注视刺激的某个特定方面,以便可以获取该已知位置的漂移校正  
 注视样本。预先安排参与者注视将充当注视目标 (例如注视十字)的刺激显示的特定方面,允许实验者在实际记录期间执  
 行此类漂移校正。

使用在线漂移校正功能校正固定位置需要使用 EyeLink 命令 (或在软件中预定义)设置参与者应注视的坐标。当要应用漂移校正时,实验者通过单  
 击主机 PC 记录屏幕上的“漂移校正”按钮或按下将启动漂移校正的预先安排的键来启动校正。

如果参与者定期注视显示图像中的某个已知实体,则可利用这一点执行漂移校正。例如,当已知参与者正在注视一个注视十字时,  
 只需单击“在线漂移校正”按钮 (或按指定键 - 默认为 F9)即可执行漂移校正。如果尝试的校正距离超过可接受的距离,则漂移校正  
 将失败,文本框中将显示一条消息,报告尝试的漂移校正的大小并指出它失败,例如“DCORR 失败:14.6 度的偏移被拒绝”。

为了能够在线将漂移校正到固定位置,需要手动配置主机 PC,方法是向 FINAL.INI 文件添加一些命令,或者可以通过软件通过  
 链接发送命令来进行配置。所需的命令如下:

```
漂移校正_cr_disable = OFF
online_dcorr_refposn 512,384
online_dcorr_button = ON
normal_click_dcorr = OFF
```

启用漂移校正后,这些命令设置将进行漂移校正的参考位置 (在此示例中,在坐标 512 处,

384 在显示 PC 屏幕上)。接下来,通过打开“记录屏幕上的漂移校正”按钮来启用它。最后,通过单击按钮将执行漂移校正。

按下指定键时也可以执行漂移校正。为此,以下命令定义使用 F9 键来触发漂移校正操作。

```
键功能 F9 “online_dcorr_trigger”
```

变量online\_dcorr\_maxangle指定可接受的漂移校正的最大视角距离（以度为单位）。这可以防止大于此大小的调整。默认值为 5.0 度视角：

```
online_dcorr_maxangle = 5.0
```

### 3.12 退出主机应用程序

您现在可以关闭 EyeLink 主机应用程序。在主机 PC 跟踪器程序中的任意位置按下组合键“CTRL+ALT+Q”，或单击设置屏幕中的“退出”按钮，然后选择“退出”选项以转到文件管理器。要通过关闭所有正在运行的进程来有序关闭主机 PC，请单击设置屏幕上的“退出”按钮，然后选择“关闭”选项（如果主机应用程序仍在运行）。在文件管理器中，您可以单击工具栏上的红色关闭按钮。

### 3.13 EyeLink Portable Duo 设置摘要

建议您尝试本节中的步骤，直到您对 EyeLink Portable Duo 设置感到满意，并能可靠地获得良好的校准。

这是练习课程中详细步骤的摘要。假设没有遇到任何设置问题。

- 启动 EyeLink Host 应用程序。
- 在显示 PC 上启动 TRACK.EXE。
- 让参与者舒服地坐在椅子上。调整椅子的高度，使参与者的视线位于显示器的上方。
- 选择适当的操作模式（头部稳定模式与远程模式）。
  - 使用远程模式时，将目标贴纸贴在参与者的前额上，并调整眼动仪单元的位置/角度。
- 在设置屏幕上，按 ENTER 将摄像机图像传输至显示电脑。
- 单击全局视图中的眼睛图像，以正确获取瞳孔追踪。
- 如果相机图像看起来模糊，请对焦。
- 使用“A”键设置阈值，并使用      和      键进行微调。让参与者看屏幕的四个角来检查瞳孔/CR 图像和阈值。

- 按 “C”开始校准,按 ENTER 收集第一个注视点,让序列自行运行。按 ENTER 接受结果,按 ESC 放弃。

- 按 “V”开始验证,按 ENTER 收集第一个注视点,让序列自行运行。完成后按 ENTER。

- 如果验证效果不佳,请重复校准。

- 按 “O”记录眼球运动数据。显示 PC 键盘上的 “G”可打开或关闭注视光标。

- 按 “CTRL+ALT+Q”或单击设置屏幕上的 “退出”按钮退出 EyeLink 主机 PC 应用程序。

- 单击文件管理器工具栏上的 “关机”按钮关闭一天结束时托管 PC。

### 3.14 实验练习

TRACK.EXE 程序是练习 EyeLink 跟踪器设置的最灵活方式,几乎可以执行任何操作顺序。在实际实验中,操作顺序更加明确。通常实验从参与者设置和从设置菜单校准开始,然后可能是练习试验。然后进行一系列实验,有时在每次试验之前都会纠正漂移。

此流程几乎没有实践空间,因此,必须正确执行初始设置和校准并仔细验证。如果在实验过程中出现跟踪问题,用户应考虑返回设置屏幕 (例如,在试验前漂移校正屏幕上按 ESC)以修复眼部设置或校准,然后继续数据收集。

### 3.15 下一步 :其他示例实验

对于 Windows 和 macOS, EyeLink 开发者套件包含几个示例实验,这些实验是如何使用和编程 EyeLink 眼动仪系统的宝贵演示。在 Windows 上,可以从 “开始 -> 所有程序 -> SR Research -> EyeLink 示例 -> C 示例 -> GDI 图形 (或 SDL 图形)”菜单项启动每个示例实验。在 macOS 上,可以从 “应用程序 -> EyeLink -> SampleExperiments -> SDL”运行示例。

所有示例实验均具有以下可从显示 PC 键盘上使用的快捷键。实验开始并输入数据文件名后,这些键可用。

|                     |                          |
|---------------------|--------------------------|
| 进入                  | 查看相机或接受校准/验证（如果校准/验证刚刚完成 |
| <-或 -> 选择缩放或全局相机视图。 |                          |
| C                   | 执行校准                     |
| 五                   | 执行验证                     |
| 哦                   | 开始实验                     |

下表描述了每个示例实验的目的和用途。

有关这些示例的编程/API 方面的详细信息,请参阅 EyeLink 程序员指南。

| 实验                   | 目的  |
|----------------------|---|
| 简单的                  | 这个实验是最基本的EyeLink示例实验,直接在显示屏上绘图。   |
| 文本                   | 使用位图显示格式化文本页面的实验模板。   |
| 图片                   | 使用位图显示图片 (BMP 文件)的实验模板。   |
| 眼科数据                 | 使用实时链接数据显示注视位置光标并在试验后回放数据的实验模板。   |
| 窗口                   | 使用大型注视窗口显示文本和图片的实验模板。   |
| 控制                   | 使用参与者的注视位置从字母网格中选择项目的实验模板。  |
| 动态的                  | 模板实验包括几种类型的动态显示 (正弦平滑追踪和扫视任务)。  |
| 播送                   | 监听任何应用程序、重现校准目标并显示注视光标的应用程序模板 (如果启用了实时样本数据)。  |
| 通讯监听器<br>comm_simple | 说明双计算机实验的模板。<br>comm_simple 模板是 simple 模板的修改版本,可与 comm_listener 配合使用<br><br>模板。这说明了如何通过重现显示 (基于 TRIALID 消息)并显示凝视来执行实时数据分析 |

|  |     |
|--|-----|
|  | 光标。 |
|--|-----|

除了 C 示例外,还可以使用其他编程语言和工具来显示实验刺激并与眼动仪对话。例如,Experiment Builder 提供了一些模板实验 (Windows 7 安装在 “C:\Users\{User Name}\Documents\ExperimentBuilder Examples”,macOS 安装在 “Documents\ExperimentBuilder Examples”)。每个实验模板都说明了一个典型的实验范例。下表简要介绍了这些实验。有关每个模板操作的详细说明,请参阅 SR Research Experiment Builder 用户手册。

|          |  |
|----------|--|
| 实验目的     |  |
| 简单的      | 基本实验模板,每次试验时在屏幕中央显示一个单词。此示例用于逐步介绍如何使用 SR Research Experiment Builder 创建实验。 |
| 斯特鲁普     | 创建非 EyeLink 实验的基本模板。此模板说明了结果文件、RT 计算和音频反馈等的使用方法。                           |
| 图片       | 说明在屏幕上显示图像的各种参数设置 (原始大小与拉伸、居中与不居中)。  |
| 文本行      | 实验显示单行文本,说明运行时兴趣区域分割的用途。   |
| 文本页      | 尝试使用多行文本显示全屏文本资源。  |
| GCWindow | 演示如何使用实时注视位置来显示注视相关窗口。   |
| 追踪       | 显示记录过程中用户当前的注视位置,并说明如何根据当前注视位置设置资源位置。                                      |
| 改变       | 快速显示几个几乎相同的屏幕。它还说明了注视触发器的用途。   |
| 扫视       | 说明如何为扫视/反扫视研究创建一个简单的实验。  |
| 追求       | 说明追踪任务中的几种正弦运动。  |

|    |                             |
|----|-----------------------------|
| 视频 | 说明如何使用 XVD 编解码器创建显示视频剪辑的实验。 |
|----|-----------------------------|



## 4 数据文件

EDF 文件格式由 EyeLink 跟踪器和支持应用程序使用,用于记录眼球运动和其他数据。该格式节省空间且灵活,可完整记录实验过程和数据。它适用于单眼和双眼记录,并具有兼容性支持,以便将来进行增强。EyeLink Portable Duo EDF 文件格式向后兼容早期的 EyeLink I、II、1000 和 1000 Plus EDF 文件格式。

EDF 文件格式是平台可移植的眼位和同步事件的二进制记录。此格式可由 EyeLink Data Viewer 应用程序直接使用,并可由 EDF2ASC 实用程序转换为文本格式的 ASC 文件(有关详细讨论,请参阅第 4.7 节“EDF 文件实用程序”)。此文件以更易于访问的格式列出了 EDF 文件中的大多数重要数据,但文件大小会大得多。

注意:将文件样本过滤器从“额外”更改为“标准”或“关闭”将影响 EyeLink 数据查看器、EDF2ASC 和其他分析工具数据计算。SR Research Ltd. 强烈建议保留默认文件样本过滤器设置(“额外”)。

### 4.1 文件内容

EDF 文件包含两个数据流:眼位样本(EyeLink 跟踪器每秒最多生成 2000 个样本)和事件(眼动事件,例如扫视和注视、参与者反应和来自实验应用程序的同步事件)。这两个数据流都是时间同步的,便于分析。该文件被组织成数据块,每个记录会话一个。每个块可能有样本、事件或两者兼有。

此外,可以在记录时配置每个样本或事件中记录的数据项,并在块开始时提供以帮助分析。

样本以毫秒为单位带有时间戳,包含眼球旋转角度(HREF)或显示注视坐标(GAZE)中的单眼或双眼眼位数据。还记录了瞳孔大小(面积或直径)。样本还可能包含眼球运动分辨率(每度视角的像素数,用于计算真实速度或扫视幅度),以及按钮按下和

数字输入的状态。

眼动事件记录 EyeLink 跟踪器的在线解析器识别的眼球位置变化。这些事件包括注视、眨眼和扫视。

这些事件的开始和结束都有标记,因此无需复杂的算法即可将样本分配到眼动周期。在结束事件中还记录了重要的分析数据,例如注视的平均位置和扫视的峰值速度。其他事件记录参与者

响应(例如按下按钮)以及同步和数据消息

从显示 PC 上运行的应用程序发送。这些可用于记录显示变化的时间或实验条件。

## 4.2 录制 EDF 文件

EDF 文件由 EyeLink Portable Duo 追踪器创建,记录眼球位置数据、在线解析器的事件以及按钮和输入事件。

仅当跟踪器处于输出 (记录)模式时才会记录这些。

可以随时记录通过以太网链路从显示 PC 上的应用程序发送的消息。记录 EDF 文件包括打开数据文件、在输出模式下记录一个或多个会话的数据以及关闭文件。

这些操作可以使用主机 PC 上的 EyeLink Host 应用程序手动执行,也可以通过以太网从显示 PC 远程执行。对于这两种应用,重要的是正确设置屏幕设置,以准确记录数据分辨率和速度计算。

### 4.2.1 从 EyeLink Portable Duo Host PC 进行记录在某些眼动追踪情况下,直接启动

眼动数据记录可能很方便。例如,显示可能由手动操作的设备或非 EyeLink 应用程序生成。在这些情况下,必须采取特殊措施来显示校准图案。

通过使用 EyeLink Portable Duo 跟踪器的输出屏幕,可以打开和关闭文件,并可以开始和停止录制会话。有关信息,请参阅本手册第 2 章“EyeLink Portable Duo Host 软件”。

4.2.2 通过 EyeLink API 或 SR Research Experiment Builder 进行记录大多数眼动研究都涉及让许多参与者进行一系列实验试验,每个文件有数十或数百个记录块。最好通过实验应用程序通过链接进行远程控制来完成此操作。从显示器 PC 到 EyeLink 眼动仪的连接通过以太网链路实现。有关如何使用显示器 PC 软件设置和记录 EDF 文件的详细信息,请参阅 EyeLink 程序员指南或 SR Research Experiment Builder 用户手册。

## 4.3 EyeLink 在线解析器

与所有 EyeLink 系统一样,Portable Duo Host 软件采用独特的在线解析系统,可将眼球位置数据分析为有意义的事件和状态 (扫视、注视和眨眼)。

### 4.3.1 解析器操作解析器使用基于

速度和加速度的扫视检测方法。

由于 EyeLink 跟踪器的噪声水平极低且空间分辨率高,因此几乎不需要进行数据过滤,因此延迟保持在最低限度。对于每个数据样本,解析器都会计算瞬时速度

和加速度,并将它们与速度和加速度阈值进行比较。如果任何一个高于阈值,则生成扫视信号。解析器将检查扫视信号在关键时间内是打开还是关闭,然后再决定扫视是否开始或结束。此检查不会影响扫视开始或结束的记录时间,但会增加通过链接发送的实时事件的延迟。

在每次扫视或注视期间,都会收集与速度、位置和瞳孔大小相关的数据。在扫视或注视结束时,这些数据用于计算起始、结束和平均位置、瞳孔大小和速度以及峰值速度。速度数据还使用实时分辨率信息转换为每秒度数单位。然后,这些数据用于创建通过链接发送和/或记录在 EDF 文件中的事件。有关事件的更多信息,请参阅第 4.5.3 节“眼动事件”。

#### 4.3.2 解析器限制

EyeLink 解析器专为在线、低延迟识别扫视和眨眼而设计。检测非常小的扫视可能需要离线处理,因为无法在线执行特殊的过滤和全局速度计算。在平滑追踪研究中,由于后退扫视的峰值速度较低,解析器对小的后退扫视(与追踪方向相反)的敏感度低于前向扫视。

解析器只能在短时间内“提前”查看数据以计算速度和加速度。这限制了解析器可以执行的数据检查。在分析过程中,可能需要进行后处理或数据清理以准备数据。例如,可能需要丢弃短时间注视或将其与相邻注视合并,或者可能需要消除眨眼周围的伪影。

尽管如此,EyeLink 解析器在大多数记录情况下都表现出色。调整解析器的配置可能有助于使其性能偏向特定应用,例如平滑追踪或阅读研究。其性能很容易检查:使用感兴趣的显示记录眼球运动,包括样本和事件数据。然后使用 EyeLink 数据查看器查看 EDF 文件或 EDF 文件转换为 ASC 文件以查看样本数据与解析器识别的事件之间的对应关系。

#### 4.3.3 EyeLink 解析器配置EyeLink 在线解析器的扫视检测

测参数可能需要针对所进行的实验研究类型进行优化。例如,神经心理物理学研究人员可能需要在追踪或眼球震颤期间检测小扫视,而阅读研究人员则只需要检测大扫视并希望最大化注视持续时间。本节介绍最有用的解析器参数的功能并建议其值。

可能需要进行一些实验来选择最佳参数。用户可以尝试不同的解析器设置,并记录完整的样本数据。然后可以使用 EyeLink 数据查看器查看眼动数据,并叠加扫视和眨眼数据,以确认解析准确性。一旦确定了正确的参数,就可以在实验设置中通过链接使用 EyeLink 命令设置它们,或者可以编辑 EyeLink 配置文件 PARSE.INI (EyeLink Remote 的 REMPARSE.INI)或 FINAL.INI 来更改默认参数。

#### 4.3.4 解析器数据类型EyeLink 跟

踪器为每个样本提供三种眼位数据类型:原始眼位、头部参考角度和注视位置(有关详细信息,请参阅第 4.4 节“文件数据类型”)。解析器可以使用其中任何一种来检测扫视并生成事件数据。

解析器数据类型由 EyeLink 命令“recording\_parse\_type”设置。可以通过编辑配置文件 DEFAULTS.INI 或通过链接发送命令来更改它。命令的文本是以下之一:

```
录音解析类型=GAZE
录音解析类型 = HREF
```

#### 4.3.5 扫视阈值

扫视检测使用三个阈值:运动、速度和加速度。这些值的单位为度、度/秒和度/秒<sup>2</sup>

分别。

速度阈值是眼球运动速度,必须超过该速度才能检测到扫视。22 度/秒的速度阈值允许检测到小至 0.3° 的扫视,非常适合平稳追踪和心理物理研究。30°/秒的保守阈值更适合阅读和认知研究,可缩短扫视并延长注视时间。较大的阈值还会减少检测到的微扫视数量,从而减少数据中的短注视(持续时间少于 100 毫秒)数量。可以预期会出现一些短注视(占总注视的 2% 到 3%),许多研究人员会直接丢弃这些。

使用眼动加速度对于检测小扫视非常重要,尤其是在平稳追踪中。加速度数据比速度数据噪声大得多,建议小扫视检测的阈值为 3800°/sec<sup>2</sup>,阅读和认知研究的阈值为 8000°/sec<sup>2</sup>。较低的加速度阈值会产生错误的扫视报告。EyeLink 眼动仪系统的加速度数据和阈值可能大于模拟眼动仪报告的加速度数据和阈值。这些系统使用多极滤波器来降低噪声,从而增加延迟并使数据平滑,从而显著降低测得的加速度。

扫视运动阈值用于延迟扫视的开始,直到眼睛移动明显。 $0.1^{\circ}$  到  $0.2^{\circ}$  的阈值足以缩短扫视。可以谨慎使用较大的值来消除短扫视:例如, $0.4^{\circ}$  的阈值将始终合并相隔  $0.5^{\circ}$  或更短的注视点,但也可能消除一些  $1^{\circ}$  的扫视。对于非认知研究或需要扫视持续时间、幅度和平均速度等统计数据的情况,应将阈值设置为零。

设置这些阈值的命令示例为:

```
扫视速度阈值 = 30
扫视加速度阈值 = 8000
扫视运动阈值 = 0.15
```

#### 4.3.6 追求阈值

在平稳追踪和眼球震颤期间,必须在眼球运动平稳 (速度高达  $70^{\circ}/\text{秒}$ ) 的背景下检测扫视。虽然可以使用加速度来检测这些扫视,但也必须使用速度数据来可靠地检测所有扫视。EyeLink 解析器会将追踪期间的扫视速度阈值提高过去 40 毫秒的平均速度。

这是可靠的,并且不会在非追踪眼球运动期间降低解析器的性能。

在长时间扫视 (例如阅读时的回扫)期间,这种修复会导致扫视速度阈值升高。只要调整有限,这不是问题,因为它有助于防止这些扫视因过度和滑行而延长。追踪阈值限制了扫视阈值可以升高的量。 $60^{\circ}/\text{秒}$  的限制适用于大多数追踪和其他研究,但如果记录了非常快速的追踪或眼球震颤,则可能必须提高该限制。

限制以度/秒为单位设置。此命令的一个示例是:

```
扫视_追求_修复 = 60
```

#### 4.3.7 修复更新

在注视期间监控眼睛位置或瞳孔大小通常需要处理跟踪器生成的所有样本。这对于文件数据来说是可以接受的,但对于使用通过链接发送的数据的实时系统来说,计算成本很高。注视更新通过在注视期间定期发送有关眼睛位置、瞳孔大小、速度等的更新来解决此问题。第一次更新在注视开始后一个更新间隔发送,最后一次更新在注视结束时发送。数据在预设的时间段内聚合,从而降低数据噪声。更新间隔和数据累积周期都可以设置。

注视更新对于实时显示范例最为有用。在一些研究中,参与者需要在呈现刺激时注视目标。

可以使用注视更新来每 100 毫秒左右检查一次注视位置。

通过眼球运动操作的计算机界面是一种通过注视更新大大简化的范例。注视屏幕的活动区域一段时间后,即可触发操作。只需计算该区域内的连续注视更新即可实现。

两个命令设置注视更新间隔和数据累积周期(以毫秒为单位)。通常这些设置为相同的值。间隔为零将禁用注视更新。更新间隔为 50 或 100 毫秒是一个不错的选择:

固定更新间隔 = 50 固定更新累积 = 50

#### 4.3.8 其他参数

EyeLink PARSE.INI 配置文件包含配置解析器的其他命令。这些命令有以下几种类型:

- 验证延迟。这些设置解析器执行验证操作所需的时间(以毫秒为单位)

要求检测器输出(扫视速度或加速度阈值,或眨眼时瞳孔缺失)稳定,然后解析器才能改变其状态并将事件发送到数据文件或链接。这些值是根据经验确定的,改变它们几乎没有好处。

- 解析器过滤器类型。有两种速度过滤器可用:快速和慢速。在大多数情况下,快速过滤器效果更好。慢速过滤器对噪声不太敏感,但会增加扫视持续时间并略微降低灵敏度。

- 扫视扩展。此功能旨在使扫视周期包含扫视周期的低速开始和结束。此功能通常被禁用,因为其效果很小。

- 内部常量。这些常量不得改变。

#### 4.3.9 示例配置

最有用的跟踪器配置的完整命令集如下。认知配置比较保守,对噪声不太敏感,并且会忽略大多数小于 0.6° 的扫视。心理物理配置对于神经学和平滑追踪研究很有用,并且会报告非常小的扫视。它还可以更好地估计扫视持续时间和

平均速度。

认知配置:

录音解析类型=GAZE

扫视速度阈值 = 30  
 扫视加速度阈值 = 8000  
 扫视运动阈值 = 0.1  
 扫视\_追求\_修复 = 60  
 固定更新间隔 = 50

心理物理配置: recording\_parse\_type = GAZE

扫视速度阈值 = 22  
 扫视加速度阈值 = 3800  
 扫视运动阈值 = 0.0  
 扫视\_追求\_修复 = 60  
 固定更新间隔 = 50

## 4.4 文件数据类型

EDF 文件的数据内容分为两个流:样本和事件。样本用于记录瞬时眼位数据,而事件用于记录重要事件,无论是来自实验应用还是来自眼部数据的变化。

样本和事件都可以以多种形式报告眼部数据。这些在样本数据的描述中进行了讨论。眼动数据由 EyeLink 跟踪器在线解析,并用于生成眼动事件,这些事件在应用程序消息和按钮事件中进行了讨论。

### 4.4.1 样本

样本是眼睛位置、瞳孔大小以及按钮或输入状态的记录。

某些版本的 EyeLink 跟踪器在单目跟踪模式下每秒最多可记录 2000 个样本,在双目跟踪模式下每秒最多可记录 1000 个样本(实际采样率取决于您的系统型号、配置和许可)。每个样本都以二进制记录的形式存储在 EDF 文件中,并使用简单的压缩来最大限度地减少磁盘空间。即使使用压缩,每秒记录 1000 个样本也会创建非常大的 EDF 文件:每秒约 15K 数据。

每个样本可能包含多个数据字段,包括:

- 样本时间(时间戳),以毫秒为单位
- 注视中的眼位数据、HREF 或 RAW 数据(单眼或双眼)
- 瞳孔大小,单眼或双眼
- 按钮或输入端口状态位

所有样本都包含一个时间戳,以毫秒为单位记录。该时间从跟踪器软件启动时开始测量。该时间戳可以检测缺失的样本,并简化数据处理。通常,EyeLink 眼动仪生成的所有样本都会被记录下来。

下面将详细讨论其他类型的样本数据。

#### 4.4.2 位置数据

EyeLink 跟踪器每 0.5、1、2 或 4 毫秒生成一次眼位数据,具体取决于跟踪模型和系统配置。然后处理这些数据以计算眼位旋转角度并补偿参与者的头部运动。处理后的数据可以以其中一种或所有形式记录在样本中。数据以  $(x, y)$  坐标对或双目数据的两个坐标对的形式记录。可用的位置数据类型如下所述。

##### 4.4.2.1 瞳孔/原始

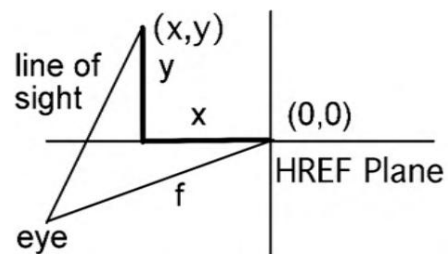
瞳孔位置数据是来自相机的原始  $(x, y)$  坐标对。它们具有未转换为眼角或注视位置。这些数据与真实注视位置之间可能存在非线性关系。瞳孔位置以整数值报告,每度视角有 200 到 400 个单位。

如果未进行校准,EyeLink 系统无法将瞳孔数据转换为更有用的数据类型。原始瞳孔位置在自动排序校准时很有用,或者当用户希望执行自己的事后校准时很有用,例如对于患有眼球震颤的患者。大多数用户不需要这种类型的数据。

##### 4.4.2.2 HREF

HREF (头部参考)位置数据直接测量相对于头部的眼球旋转角度。它们不考虑参与者头部位置和角度的变化,或与显示器的距离。然而,它们对于神经心理物理研究来说可能更准确,因为它们反映了真实的眼球运动速度和幅度。

HREF 数据中的  $(x, y)$  坐标对反映以下几何模型中的视线:





(x,y) 位置定义平面上距离眼睛 f (15000 个单位)的点。HREF 单位与系统设置、显示距离和显示分辨率无关。HREF 坐标以整数值报告,每视度有 260 个或更多单位。

坐标系中的 (0, 0) 点是任意的,因为显示位置和 HREF 坐标之间的关系会随着参与者头部的移动而变化。即使使用腮托支撑参与者的头部,头部也可能会旋转几度。HREF 坐标最适合用于确定相对于已知眼球位置的角度,或测量眼球运动速度,如下所述。

可以直接根据 HREF (x,y)对计算出眼睛旋转角度。

有几种方法可以指定眼球旋转角度。任何两个 HREF 点之间的角距离 (眼球旋转幅度)都是可直接计算的。请参阅下面的公式。请记住将结果乘以 57.296 以获得以度为单位的角度。

$$\text{角} = \arccos \left( \frac{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}{\sqrt{(x_2^2 + y_2^2)(x_1^2 + y_1^2)}} \right)$$

HREF 角度分辨率可以计算为 HREF 位置随角度变化率的一阶导数。分别计算 x 和 y 坐标方向的分辨率就足够了。这些可用于计算真实的眼球运动速度,方法是将计算出的 HREF 单位速度除以样本的分辨率。这些公式给出了以每度视角的 HREF 位置变化为单位的 x 和 y 分辨率:

$$\begin{aligned} \text{分辨率} &= 0.01745 \times \frac{\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}}{\sqrt{(x_2^2 + y_2^2)(x_1^2 + y_1^2)}} \\ \text{年} &= 0.01745 \times \frac{\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}}{\sqrt{(x_2^2 + y_2^2)(x_1^2 + y_1^2)}} \end{aligned}$$

#### 4.4.2.3 凝视

注视位置数据报告参与者注视在显示屏上的实际 (x, y) 坐标,以补偿与显示屏的距离。单位为实际显示坐标 (通常为像素),可在 EyeLink 中设置

配置文件PHYSICAL.INI。默认的EyeLink坐标是1024 x 768 VGA显示器的坐标,左上角为 (0,0) 。

凝视位置数据的分辨率数据会根据参与者的头部位置和凝视点不断变化,因此被报告为单独的数据类型 (见下文)。对于 EyeLink 设置,典型分辨率约为每度 36 像素,其中参与者的眼睛和

显示屏是显示器宽度的两倍,屏幕分辨率设置为 1024 x 768。

EyeLink 跟踪器数据的高分辨率是通过将位置乘以预分频器、将该值作为整数记录在 EDF 文件中、然后在读取文件时除以预分频器来保留的。通常的预分频器值为 10,允许以 0.1 像素的分辨率记录注视位置。实际的 EyeLink 跟踪器分辨率仅受测量噪声的限制。

#### 4.4.2.4 凝视分辨率数据

对于注视位置,与 HREF 数据不同,视角和注视位置之间的关系不是恒定的。EyeLink 眼动仪可以计算并记录当前注视点的瞬时角度分辨率。这是以每度视角的单位 (通常是像素)来衡量的,分别针对 x 和 y 位置的变化进行计算。

该分辨率数据可用于估计注视位置之间的距离,并计算眼球运动的速度。要计算两个点的角距离,请分别计算点的 x 和 y 角距离,方法是将像素距离除以两个点的分辨率平均值,然后根据 x 和 y 距离计算欧几里得距离。对于以度/秒为单位的瞬时速度,请计算 x 和 y 速度,然后分别除以 x 或 y 分辨率,求 x 和 y 速度的平方并相加,然后取平方根。

分辨率是根据显示屏上的注视点计算得出的,在显示屏上最多可变化 15%。EDF 文件中的分辨率数据使用预分频器记录,以获得更高的精度,并在注视位置部分注明。

#### 4.4.3 瞳孔尺寸数据

EyeLink 眼动仪系统还会测量瞳孔大小。瞳孔大小可能被报告为瞳孔面积或瞳孔直径。瞳孔大小数据未校准,瞳孔测量单位会因参与者的设置而异。瞳孔大小是一个整数,以任意单位表示。典型的瞳孔面积为 100 到 10000 个单位,精度为 1 个单位,而瞳孔直径的范围为 400-

16000 个单位。两种测量均受噪声限制,噪声水平为直径的 0.2%。这相当于 5 毫米瞳孔的分辨率为 0.01 毫米。

由于眼睛转动以查看显示屏的周边部分时角膜会发生光学扭曲,以及与相机相关的因素,瞳孔位置最多会对瞳孔大小测量产生 10% 的影响。如果您打算测量瞳孔大小,则参与者在测试期间不应移动眼睛。

可以通过听觉刺激呈现方式呈现注视点,或者使用显示中心的单一刺激位置。也可以在实验过程中平衡刺激位置。此外,由于瞳孔大小在很大程度上受亮度、认知负荷和情绪反应的影响,

那些没有被明确操纵的因素必须在各种条件下相等,才能实现瞳孔大小的有效测量。最后,由于瞳孔大小是以任意单位记录的,这些单位并未在参与者之间进行校准,因此瞳孔大小的测量最好记录为相对于基线期的百分比变化。

#### 4.4.4 按钮数据

每个样本最多可记录 8 个按钮或输入端口位的状态。

可以在 EyeLink 跟踪器配置文件 BUTTONS.INI 中设置按钮端口、位和极性。

按钮数据由两个 8 位字段组成,记录为 16 位数字。低 8 位包含 8 个按钮的当前状态(如果关闭,则位 = 0;如果按下,则位 = 1)。如果按钮自上次采样以来发生变化,则高 8 位中的每一个都将设置为 1。每个字节中的最低有效位对应于按钮 1,最高有效位对应于按钮 8。

#### 4.5 事件

EyeLink 跟踪系统和 EDF 文件格式最重要的方面之一是其在线处理眼动数据,以识别和记录注视和扫视等事件。这消除了许多类型研究记录样本数据的需要,并实现了 20:1 或更高的数据压缩率。只有在数据验证或需要逐个样本记录眼位或眼速时才需要记录样本。

事件可以记录应用数据(例如显示变化时间和实验条件)或实时事件(例如按下按钮)。事件还定义 EDF 文件中数据块的开始和结束,允许应用程序处理使用不同数据类型记录的数据。

每个事件包含一个或两个时间戳(以毫秒为单位)和多个数据字段。每个事件的数据都经过压缩,可扩展的数据格式允许与未来扩展的文件格式兼容。

请注意,此处列出的并非所有事件数据都可通过 EDF2ASC 转换程序获得。

##### 4.5.1 消息最灵活的事件类

型是消息事件。消息通常是文本,但也可以包含任何类型的二进制数据,最多 300 个字节。

消息由应用软件创建,并通过链接发送到 EyeLink 跟踪器,后者为数据添加时间戳并将其写入 EDF 文件。应用程序不需要精确计时,因为链接延迟通常很低(大约 1 或 2 毫秒)。

消息事件有两个主要用途。它们用于精确记录重要事件的时间,例如显示变化、参与者响应等。它们还记录实验特定的数据,例如试验条件。

消息事件由毫秒时间戳和消息数据组成。对于文本数据,建议在文本末尾使用零字节,以兼容用 C 编写的应用程序。消息数据长度字段提供 Pascal 字符串兼容性,并允许在消息中记录二进制数据。

当前 EyeLink 应用程序仅支持以零结尾的字符串的文本消息。建议消息长度不超过 120 个字符。

#### 4.5.2 按钮

每个按钮事件记录最多 8 个按钮或输入端口位的状态变化(按下或释放,1 或 0),由 EyeLink 跟踪器监控。按钮端口、位和极性可在 EyeLink 跟踪器配置文件 BUTTONS.INI 中设置。

每个按钮事件都包含按钮按下时间的时间戳(以毫秒为单位)和一个按钮数据字。它由两个 8 位字段组成,记录为一个 16 位数字。低 8 位包含 8 个按钮的当前状态(如果关闭,则位 = 0;如果按下,则位 = 1)。如果按钮自上次采样以来发生变化,则高 8 位中的每一个都将设置为 1。每个字节中的最低有效位对应于按钮 1,最高有效位对应于按钮 8。

按钮事件通常记录在每个记录块的开始处,所有高 8 位(更改标志)设置为 0。这允许应用程序始终跟踪当前按钮状态。

#### 4.5.3 眼动事件EyeLink 跟踪器会根据眼动数据流实时

生成事件。这些事件以随时可用的形式高效记录数据,可用于大多数类型的眼动研究。事件的使用也简化了样本数据的分析。例如,追踪增益的分析需要拒绝扫视,而扫视在事件中被清晰标记。眼动事件是成对生成的:一个事件发生在眼动条件开始时,另一个事件发生在条件结束时。当与通过链接发送的数据一起用于实时处理时,事件对允许应用程序实时监控眼动状态。由于文件是从头到尾读取的,因此这些事件对可以准确地标记事件之间的文件中的样本。

眼动事件总是会标明是哪只眼睛产生了该事件。如果记录了双眼数据,则会为每只眼睛生成单独的开始和结束事件。例如,双眼之间的时间差异对于神经学分析非常重要。数据事件的主要类别总结如下。

开始事件包含眼动条件的开始时间。它们还可能包含条件开始时眼睛的状态:例如,注视开始时的位置和瞳孔大小。

结束事件包含条件的开始时间和结束时间。结束时间

实际上是条件中最后一个样本的时间,因此条件的长度必须计算为结束时间和开始时间之间的差值加上样本之间的时间(1.2 或 4 毫秒)。结束事件还包含条件的摘要数据:例如,注视的平均凝视位置。

请注意,通过链接读取实时数据时,事件数据会与相应样本有所延迟。这是由主机软件中的速度检测器和事件验证处理造成的。事件中的时间戳反映了真实的(样本)时间。

#### 4.5.3.1 记录块

EDF 文件中记录的每个数据块都以 STARTSAMPLES 或 STARTEVENTS 事件中的一个或两个开始。这些事件包含记录开始的时间,并指定预期随后会出现哪些数据。这允许灵活地适应几乎任何文件数据配置。开始事件中包含的信息包括:

- 哪只眼睛记录的
- 采样数据率
- 样本数据内容
- 事件数据内容
- 包含事件类型
- 注视位置和速度预分频器

每个记录数据块都以 ENDSAMPLES 或

ENDEVENTS 事件。这只是终止数据块,并指定记录结束的时间。

EDF2ASC 转换器实用程序从 EDF 文件生成的文本文件创建了 START 和 END 事件的简化形式。样本块和事件块均生成单个 START 或 END 行,指定记录来自哪个眼睛,以及样本、事件或两者是否存在于后续数据块中。其他数据在后续 SAMPLES、EVENTS、PRESCALER 等行中给出。

#### 4.5.3.2 注视点

在线 EyeLink 跟踪器解析器处理眼位数据,识别扫视和注视并汇编这些条件下的数据。对于注视,这些数据包括:

- 固定中第一个和最后一个样本的时间
- 引发事件的眼睛

- 平均 HREF 或注视位置数据
- 平均瞳孔大小
- 注视数据角度分辨率

所有这些数据都可能出现在终止注视的 ENDFIX 事件中。  
只有起始数据才能出现在启动注视的 STARTFIX 事件中。

在包含样本和事件的已排序 EDF 文件或文本 ASC 文件 (由 EDF2ASC 生成)中,STARTFIX 事件将位于文件中作为注视点一部分的第一个样本之前,ENDFIX 事件将位于注视点中的最后一个样本之后。这样,文件中的样本数据便可通过扫视或注视在一次传递中处理。

STARTFIX 和 ENDFIX 事件中包含的数据可以通过修改 EyeLink 跟踪器的 DATA.INI 文件进行配置。对于大多数研究,只需要简单的注视统计数据,例如平均位置和瞳孔大小。

默认情况下,STARTFIX 事件配置为仅包含注视的开始时间。

ENDFIX 事件中的其他数据可能对某些类型的分析有用。分辨率可用于估计注视点之间的角距离。角

通过减去注视点的 x 和 y 位置,然后除以平均相应的分辨率数据,可以计算出 (欧几里得) 距离。

```
dx = (x1 - x2) / ((rx1 + rx2)/2.0);  
dy = (y1 - y2) / ((ry1 + ry2)/2.0);  
距离 = sqrt(dx*dx + dy*dy);
```

#### 4.5.3.3 修复更新

可以将注视点内的数据分解为更小的时间段,这有利于  
通过眼球运动进行实时分析和控制。FIXUPDATE 事件可以在注视点内定期生成,并包含注视点内指定时间长度的数据。  
FIXUPDATE 事件中记录的数据与 ENDFIX 事件中记录的数据类似。

FIXUPDATE 事件在使用链接的实时应用程序中最为有用。  
对于大多数心理物理研究来说,在 EDF 文件中记录样本更有用。

#### 4.5.3.4 扫视

EyeLink 跟踪器的解析器通过眼球运动的速度和加速度来检测扫视。由于加速度曲线的变化,扫视的开始点和结束点可能与手动完成的“理想”分割相差一两个样本。尽管如此,由 EyeLink 跟踪器编译的扫视数据

解析器足以满足大多数神经心理物理研究的需求,包括平滑追踪。一些认知研究可能会忽略扫视数据,而仅使用 EyeLink 解析器生成的注视数据。为扫视生成的扫视数据包括:

- 扫视中第一个和最后一个样本的时间
- 引发事件的眼睛
- 开始和结束 HREF 或注视位置数据
- 峰值眼动速度
- 开始和结束注视数据角度
- 注视数据角度分辨率

所有这些数据都可能出现在终止扫视的 ENDSACC 事件中。只有起始数据可以出现在启动扫视的 STARTSACC 事件中。

在包含样本和事件的已排序 EDF 文件或文本 ASC 文件 (由 EDF2ASC 生成)中,STARTSACC 事件将位于文件中作为扫视一部分的第一个样本之前,ENDSACC 事件将位于扫视中的最后一个样本之后。这样,文件中的样本数据就可以在一次传递中作为扫视或注视进行处理。STARTSACC 和 ENDSACC 事件中包含的数据可以通过修改 EyeLink 跟踪器的 DATA.INI 文件进行配置。如果只需要注视数据,则可以完全消除扫视事件。默认情况下,STARTSACC 事件配置为仅包含扫视的开始时间。

扫视的峰值和平均速度数据对于神经心理物理工作尤其有价值。这些是绝对速度,以 x 和 y 分量的欧几里得和来衡量。EyeLink 解析器使用针对不同采样率调整的多样本移动滤波器来计算速度。

这对于检测小扫视来说是最佳的,最大限度地减少了扫视持续时间的延长,并保持了扫视峰值速度。

ENDSACC 事件中的其他数据可能对某些类型的分析有用。

开始和结束位置以及开始和结束分辨率可用于计算扫视幅度。通过将平均速度乘以扫视持续时间,可以更轻松地完成此操作:

距离 =  $1000.0 * (\text{结束时间} - \text{开始时间} + 1.0) * \text{平均速度}$ ;

一般来说,扫视幅度将略小于前后注视点的平均位置之间的距离,因为扫视不包括快速阶段之前和之后的眼球运动的亚阈值速度部分。

#### 4.5.3.5 眨眼

STARTBLINK 和 ENDBLINK 事件包含眼位数据中瞳孔非常小的部分,或者摄像头图像中瞳孔缺失的部分

或因眼睑遮挡而严重扭曲。仅记录眨眼开始和结束的时间。

眨眼前后总是会出现瞳孔部分遮挡,从而导致瞳孔位置发生人为变化。这些变化会被 EyeLink 解析器感知,并被标记为扫视。发生的事件顺序始终如下:

- 开始SACC
- STARTBLINK
- 结束链接
- ENDSACC

请注意,眨眼后 ENDSACC 事件中记录的位置和速度数据无效。包含眨眼的扫视中 STARTSACC 和 ENDSACC 事件之间的所有数据都应丢弃。眨眼的持续时间可以通过 STARTBLINK 和 ENDBLINK 事件之间缺失瞳孔的持续时间或序列中 ENDSACC 和 STARTSACC 事件之间的差值来计算。

应仔细检查眨眼之前和之后的注视,因为它们可能被眨眼过程截断或产生。

丢弃眨眼之前或之后短于 100 毫秒的注视将消除大多数伪影。

## 4.6 设置文件内容

样本和事件中记录的数据可能在 EyeLink 配置文件 DATA.INI 中设置,并且可能被 LASTRUN.INI 和 FINAL.INI 中的设置覆盖。因此,最好通过 API eyecmd\_printf() 通过链接将这些命令发送到跟踪器。对于实时应用程序,通过链接发送的样本和事件也存在类似的命令。

### 4.6.1 样本数据

写入 EDF 文件的样本数据由“file\_sample\_data”命令控制,该命令后跟要包含的数据类型列表。每种类型都包含一个关键字:

#### 关键字数据类型

|         |                                  |
|---------|----------------------------------|
| 左、右     | 设置预期的跟踪眼 (通常包括左和…                |
|         | 正确的)                             |
| 凝视      | 包括屏幕注视位置数据                       |
| GAZERES | 包括注视点的单位/度屏幕分辨率                  |
| 参考文献    | 头部参考眼位数据                         |
| 目标      | 目标距离和 X/Y 位置 (仅限 EyeLink Remote) |
| 瞳孔      | 原始瞳孔坐标                           |
| 区域      | 瞳孔尺寸数据 (直径或面积)                   |



|    |                |
|----|----------------|
| 按钮 | 按钮 1-8 状态和更改标志 |
| 地位 | 警告和错误标志        |
| 输入 | 输入端口数据线        |

默认数据为：

文件样本数据 =

左、右、凝视、凝视点、瞳孔、HREF、区域、HTARGET、状态、输入

通常,双眼的都是启用的,并且 EyeLink 跟踪器中的菜单用于设置实际跟踪哪只眼睛。记录注视和瞳孔面积对于大多数工作来说是必不可少的,如果稍后要计算速度,分辨率也很重要。记录 HREF 数据是可选的。

对于 EyeLink Remote,HTARGET 标志应始终包含在录音中。

#### 4.6.2 事件数据

眼动事件是通过处理“recording\_parse\_type”命令指定的眼动数据类型 (PUPIL、HREF 或 GAZE)之一生成的 (默认设置为 GAZE)。

此命令可以在 EyeLink 跟踪器的 DEFAULTS.INI 文件中编辑,也可以通过链接发送。

recording\_parse\_type = <数据类型:PUPIL、HREF 或 GAZE 之一>

用于解析的数据类型将始终包含在事件数据中。报告的眼动事件的其他数据由“file\_event\_data”命令控制。随后是数据类型和选项列表,可从以下列表中选择:

---

##### 关键词效应

凝视 包括显示 (凝视)位置数据  
 GAZERES 包括单位每度屏幕分辨率 (用于事件的开始、结束)  
 HREF 包 包括头部参考眼位  
 区域 括瞳孔面积或直径  
 VELOCITY 包括解析位置类型的速度 (平均、峰值、起始和  
 结尾)  
 STATUS 包括警告和错误标志,跨事件聚合 (尚不支持)

FIXAVG 仅包含注视结束事件的平均值,以减小文件大小  
 NOSTART 开始事件除了时间戳外没有其他数据

“file\_event\_data”命令可以在 EyeLink 跟踪器的 DATA.INI 文件中编辑,也可以通过链接发送。下面给出了一些示例设置:

GAZE,GAZERES、面积、HREF、速度

- 默认:所有有用数据

GAZE,GAZERES、AREA、FIXAVG、NOSTART - 减少注视数据

GAZE,AREA, FIXAVG, NOSTART

- 最少数据

#### 4.6.3 事件类型

“file\_event\_filter”命令指定将哪种类型的事件写入 EDF 文件。可以在 EyeLink 跟踪器的 DATA.INI 文件中更改它,也可以通过链接发送。该命令后面是数据类型和选项列表,可从以下列表中选择:

| 关键词  | 影响                 |
|------|--------------------|
| 左、右  | 设置预期的跟踪眼 (通常包括左和右) |
| 固定   | 正确的)               |
| 修复更新 | 包括注视开始和结束事件        |
| 扫视   | 包括注视 (追踪)状态更新事件    |
| 眨眼   | 包括扫视开始和结束事件        |
| 信息   | 包括眨眼开始和结束事件        |
| 按钮   | 包含消息 (始终使用)        |
| 输入   | 包括按钮 1-8 按下或释放事件   |
|      | 包括输入端口线的变化         |

以下是说明默认事件配置的示例命令:

```
file_event_filter= 左,右,注视,扫视,眨眼,消息,按钮
```

#### 4.7 EDF 文件实用程序

EyeLink 眼动仪套件中包含许多实用程序,用于处理和查看 EDF 文件。实用程序 EDF2ASC 将 EDF 文件转换为文本 ASC 文件,以便用户应用程序进行处理。

在 Windows 上,VisualEDF2ASC 转换器与 EyeLink Data Viewer 软件捆绑在一起 (<https://www.sr-support.com/forum-7.html>)。安装后,可以在“开始 -> 程序 -> SR Research -> EyeLink -> 实用程序 -> VisualEDF2ASC”中找到转换器。转换器的命令行版本与适用于 Windows 的 EyeLink 开发人员套件捆绑在一起 (<https://www.sr-support.com/thread-13.html>)。在 macOS 上,有一个名为 EDFConverter 的转换器的 GUI 版本,可以在<https://www.sr-support.com/thread-23.html> 找到。转换器的命令行版本与

使用适用于 macOS 的 EyeLink 开发者套件 (<https://www.sr-support.com/thread-13.html>)。

EyeLink 数据查看器是一款可选工具,可用于显示、过滤和报告 EyeLink 数据文件的输出。详情请参阅 EyeLink 数据查看器用户手册。

### 4.8 使用 ASC 文件

EDF 文件格式是一种高效的眼动数据储存格式,但对于第三方数据分析应用程序来说,它相对复杂。为了使 EDF 文件中的数据易于访问,转换器 EDF2ASC 将文件转换为文本版本,以便几乎任何编程语言都可以轻松访问。转换后的 ASC 文件包含多行文本,每行包含单个样本、事件或数据参数的数据。

EDF2ASC 实用程序读取一个或多个 EDF 文件,创建同名但扩展名为 ASC 的文本文件。它会扫描输入文件,根据需要重新排序数据,并将样本和事件转换为文本行。它还可以计算样本数据的分辨率和瞬时速度。ASC 文件的大小通常是原始 EDF 文件的两倍。

如果您已安装 EyeLink Data Viewer 软件,则可以从 GUI 界面运行 EDF2ASC 转换器实用程序。如果已安装 Windows Display Software,用户还可以从 DOS 命令行提示符运行 EDF2ASC 转换器。要从命令行提示符翻译 EDF 文件,请键入“edf2asc”,后跟要翻译的文件的名称和任何转换选项。输入文件名中可以使用通配符 (\* 和 ?),允许将多个 EDF 文件转换为同名的 ASC 文件。或者,可以为输出 ASC 文件指定第二个文件名。文件转换有许多选项。一组选项最适合您的工作,创建单行批处理文件 (例如,名为 E2A.BAT)将使转换器的使用更加容易。下表列出了常用选项。

|          |                         |
|----------|-------------------------|
| -l 或 -nr | 仅当双眼数据文件时才输出左眼数据        |
| -r 或 -nl | 仅当双眼数据文件时才输出右眼数据        |
| -sp      | 如果存在,则输出样本原始瞳孔位置        |
| -sh      | 如果存在,则输出样本 HREF 角度数据    |
| -SG      | 如果存在,则输出样本 GAZE 数据 (默认) |
| -res     | 如果存在,则输出分辨率数据           |
| -vel     | 如果可能的话,输出样本中的速度数据       |
| -s 或 -ne | 仅输出样本数据                 |
| -e 或 -ns | 仅输出事件数据                 |
| -nse     | 阻止开始事件的输出               |
| -nmsg-   | 阻止消息事件输出                |
| neye     | 仅输出非眼部事件 (仅用于样本文件)      |

```

-miss <string> 用 <string> 替换 ASC 文件中缺失的数据
-setres <xr>          始终使用固定的 <xr>,<yr> 分辨率
<年>
-defres <xr>          如果文件中没有,则使用默认的 <xr>,<yr> 分辨率
<年>

```

## 4.9 ASC 文件格式

ASC 文件格式由其中出现的数据行的类型、这些行的格式以及这些行出现的顺序定义。数据行由几种类型组成：

- 空行或注释行,将被忽略。第一个非空字符注释行上的字符是“#”、“/”或“;”之一。
- 文件前言或文件描述行。这些行以“\*\*\*”开头。处理 ASC 文件时通常会忽略这些行。
- 样本数据行。每行以一个数字开头,代表例子。
- 事件和数据描述行。每行都以关键字开头,标识该行其余部分的数据的类型。

### 4.9.1 ASC 文件结构

对于仅包含样本的 ASC 文件,文件结构非常简单。这些文件是使用 EDF2ASC 的“-s”或“-ne”选项生成的,并且仅包含样本数据行存在。没有关于哪种类型的眼位数据或哪只眼睛产生数据的数据。记录块由由缺失值数据（点或用“-miss”选项指定的字符串）组成的样本线分隔。样本时间戳序列中的间隙也可用于确定样本块划分。

对于包含事件（以及可选样本）的 ASC 文件,行的顺序经过精心设计。文件以 EDF 文件序言的副本开始,每行前面都有“\*\*\*”。序言报告文件版本、创建日期以及应用程序的任何描述。通常在分析过程中会忽略序言。

ASC 文件中事件和样本的顺序遵循严格的规则。这些是：

- START 事件标记每个记录块的开始,END 事件标记每个记录块的结束。标记每个块的结束。START 事件还指定哪只眼睛的数据存在,以及是否存在样本、事件或两者。
- 每个 START 事件后都有数据规范行。这些行指定了样本中的数据类型和块中的事件,并允许灵活的数据处理而无需预先扫描文件。
- 所有眼动样本和事件均发生在 START 事件和匹配的 END 事件。

·所有事件和样本均按时间顺序出现。也就是说,样本的时间戳、眼动结束事件的结束时间戳以及所有其他事件的开始时间戳将与任何先前的数据相同或更大。

·眼球数据样本嵌套在眼球运动开始和结束事件之间。

例如,注视点中的第一个样本将跟随该注视点的 SFIX 事件,而注视点的 EFIX 事件将跟随该注视点中的最后一个样本。这允许在读取数据文件时即时对样本进行分类。

在编写分析程序来处理 ASC 文件之前,最好先转换一个包含感兴趣数据的小型 EDF 文件,然后用文字处理器进行检查或打印出来。

#### 4.9.2 样本线格式样本线包含时间、位置和瞳

孔大小数据。也可以选择包含速度和分辨率数据。每个样本线都以时间戳开头。以 2000 Hz 采样率进行的记录将有两行连续的行具有相同的时间戳。第二行指的是报告时间戳后 0.5 毫秒收集的样本。(为避免 2000 Hz 记录文件中出现相同的时间戳,如果您从命令提示符进行文件转换,您可以考虑添加 -ftime 开关,或者在 EDF2ASC 转换器的 GUI 版本中启用“输出浮点样本”选项。)

时间戳字段后面是跟踪的眼睛的 X 和 Y 位置对和瞳孔大小数据,以及可选的眼睛的 X 和 Y 速度对以及分辨率 X 和 Y 值。缺失数据值用点 ( “.” ) 表示,或用 EDF2ASC 的“-miss”选项指定的文本表示。

有多种可能的采样管线格式。这些格式如下所列。

##### 样线格式

·单眼:

<时间> <xp> <yp> <ps>

·单目,带速度

<时间> <xp> <yp> <ps> <xv> <yv>

·单目,具有分辨率

<时间> <xp> <yp> <ps> <xr> <yr>

·单目,具有速度和分辨率

<时间> <xp> <yp> <ps> <xv> <yv> <xr> <yr>

·双筒望远镜

<时间> <xpl> <ypl> <psl> <xpr> <ypr> <psr>

·双目,带速度

<时间> <xpl> <ypl> <psl> <xpr> <ypr> <psr> <xvl> <yvl> <xvr> <yvr>

- 双目,具有分辨率  
    <时间> <xpl> <ypl> <psl> <xpr> <ypr> <psr> <xr> <yr>
- 双目,具有速度和分辨率  
    <时间> <xpl> <ypl> <psl> <xpr> <ypr> <psr> <xvl> <yvl> <xvr> <yvr> <xr> <yr>

数据符号

|                       |                             |
|-----------------------|-----------------------------|
| <时间>                  | 时间戳（以毫秒为单位）                 |
| <xp>,<yp> <xpl>,<ypl> | 单眼 X 和 Y 位置数据 左眼 X 和 Y 位置数据 |
| <ypr> <xpr>,<ypr>     |                             |
| <ps>                  | 右眼 X 和 Y 位置数据               |
|                       | 单眼瞳孔大小（面积或直径）               |
| <psl>                 | 左瞳孔大小（面积或直径）                |
| <psr>                 | 右瞳孔大小（面积或直径）                |
| <xv>,<yv> <xvl>,<yvl> | 瞬时速度（度/秒）                   |
|                       | 左眼瞬时速度（度/秒）                 |
| <xvr>,<yvr>           | 右眼瞬时速度（度/秒）                 |
| <xr>,<yr>             | X 和 Y 分辨率（位置单位/度）           |

4.9.2.1 以角膜反射模式记录的样本如果正在处理的数据文件是使用角膜反射模式记录的，则每个样本行在所有其他字段（包括分辨率和速度,如果启用)后都会增加 3 个（单眼)或 5 个（双眼)字符字段。这些字段代表与角膜反射处理相关的该样本的警告消息。

- 单眼角膜反射 (CR) 样本

如果样本没有警告,则为 “...”  
如果样本是插入的,则第一个字符为 “I” 如果  
CR 缺失,则第二个字符为 “C” 如果  
CR 恢复正在进行,则第三个字符为 “R”

- 双目角膜反射 (CR) 样本

如果样本没有警告,则为 “.....”  
如果样本是插入的,则第一个字符为 “I” 如果缺  
少左 CR,则第二个字符为 “C” 如果正在恢复  
左 CR,则第三个字符为 “R” 如果缺少右 CR,则第四个字  
符为 “C”

如果正在进行 RIGHT CR 恢复,则第五个字符为“R”

4.9.2.2 使用 EyeLink Remote 记录的样本使用 Remote 模式记录的数据文件有额外的列来编码目标距离、位置和眼睛/目标状态信息。前三列是：

- <目标 x>:目标在相机坐标中的 X 位置（值从 0 到 10000）。如果目标缺失,则返回“MISSING\_DATA”(-32768)。
- <target y>:目标在相机坐标中的 Y 位置（值从 0 到 10000）。如果目标缺失,则返回“MISSING\_DATA”(-32768)。
- <目标距离>:目标与相机之间的距离（以毫米为单位）。返回如果目标缺失,则为“MISSING\_DATA”(-32768)。

接下来的十三个字段代表与目标和眼睛图像处理有关的该样本的警告信息。

如果目标和眼睛图像没有警告,则为“.....” 如果缺少目标,则第一个字符为“M” 如果出现极端目标角度,则第二个字符为“A” 如果目标靠近眼睛,以至于目标窗口和眼睛窗口重叠,则第三个字符为“N” 如果目标太近,则第四个字符为“C” 如果目标太远,则第五个字符为“F” 如果目标靠近摄像机图像的上边缘,则第六个字符为“T” 如果目标靠近摄像机图像的下边缘,则第七个字符为“B” 如果目标靠近摄像机图像的下边缘,则第八个字符为“L” 如果目标靠近摄像机图像的左边缘,则第九个字符为“R” 如果眼睛靠近摄像机图像的上边缘,则第十个字符为“T” 如果眼睛靠近摄像机图像的下边缘,则第十一个字符为“B” 如果眼睛靠近摄像机图像的下边缘,则第十二个字符为“L” 如果眼睛靠近摄像机图像的左边缘,则第十三个字符为“R”

对于双目记录,将有 17 个目标/眼睛状态列,其中最后 8 列分别报告左眼和右眼的警告信息。

### 4.9.3 事件行格式

每种类型的事件都有自己的行格式。它们使用下面列出的一些数据项。每行都以关键字开头（始终为大写），项目由一个或多个制表符或空格分隔。

|                      |  |
|----------------------|--|
| 数据符号                 |  |
| <眼睛><br><时间><br><时间> | 哪只眼睛引发了事件 ( “L”或 “R” )时间戳 (以毫秒为单位)<br>第一个样本的时间戳 (以毫秒为单位) |
| <时间>                 | 最后一个样本的时间戳 (以毫秒为单位)                                      |
| <dur>                | 持续时间 (以毫秒为单位)  |
| <axp>,<ayp>          | 平均 X 和 Y 位置  |
| <sxp>,<syp>          | 开始 X 和 Y 位置数据  |
| <表达式>,<值>            | 结束 X 和 Y 位置数据  |
| <aps>                | 平均瞳孔大小 (面积或直径)   |
| <av>,<pv>            | 平均、峰值速度 (度/秒)  |
| <ampl>               | 扫视幅度 (度)   |
| <xr>,<yr>            | X 和 Y 分辨率 (位置单位/度)                                       |

#### 4.9.3.1 消息

· MSG <时间> <消息>

消息行包含带时间戳的消息文本。消息通常由应用程序发送到 EyeLink 跟踪器。它包含用于分析的数据或时间戳重要事件,例如显示更改或参与者

响应。<message> 文本填充时间戳后的整行以及其后的任何空白处。

#### 4.9.3.2 按钮

· 按钮 <时间> <按钮编号> <状态>

按钮线报告跟踪器按钮 1 至 8 的状态变化。<button #> 报告哪个按钮的状态发生了变化。如果按钮被按下,则 <state> 值为 1;如果按钮被释放,则为 0。可以创建跟踪器按钮来监控任何数字输入端口位,也可以通过链接命令或在跟踪器配置文件 BUTTONS.INI 或 FINAL.INI 中创建。

#### 4.9.3.3 区块开始与结束

·开始<时间><眼睛><类型>

·结束<时间> <类型> RES <xres> <yres>



START 线标记了记录样本块、事件块或两者的开始。

开始时间后面是关键字列表,这些关键字指定了记录的眼睛,以及块中的数据行类型。记录的眼睛类型由“LEFT”指定为左眼,“RIGHT”指定为右眼,“LEFT”和“RIGHT”同时指定为双眼。所包含的数据行类型由“SAMPLES”指定为仅样本,“EVENTS”指定为仅事件,“SAMPLES”和“EVENTS”同时指定为两者。

END 行标记数据块的结束。<types> 是指定的,因为可以独立打开和关闭样本和事件的记录。

但是,不建议这样做,对于大多数应用程序,END 行中的 <types> 可以忽略。关键字“RES”后面的两个值是块的平均分辨率:如果存在样本,则根据样本计算得出;否则,它会汇总事件中的任何分辨率数据。请注意,分辨率数据可能会丢失:这用点 (“.”)而不是分辨率数字来表示。

#### 4.9.3.4 注视点

- SFIX <eye> <stime>
- EFIX <eye> <stime> <etime> <dur> <axp> <ayp> <aps>
- EFIX <eye> <stime> <etime> <dur> <axp> <ayp> <aps> <xr> <yr>

注视的开始通过 SFIX 线报告,可以使用 EDF2ASC “-nse”选项消除该线。<eye> 为“L”或“R”,表示产生事件的眼睛数据。

使用 EFIX 线报告注视的结束和摘要数据。

这将报告注视中第一个和最后一个样本的时间,并以毫秒为单位计算注视的持续时间。报告平均 X 和 Y 眼位 (位置数据类型在生成事件时确定)和平均瞳孔大小 (面积或直径)。也可以选择提供眼位角度分辨率 (以每视度为单位)。

每只眼睛的 SFIX 和 EFIX 事件之间将列出注视范围内的所有样本,从而简化数据分析。

#### 4.9.3.5 扫视

- SSACC <eye> <stime>
  - ESACC <eye> <stime> <etime> <dur> <sxp> <syp> <exp> <eyp> <ampl> <pv>
  - ESACC <eye> <stime> <etime> <dur> <sxp> <syp> <exp> <eyp> <ampl> <pv>
- <xr><yr> 复制成功

扫视的开始通过 SSACC 线报告,可以使用命令行提示符中的 EDF2ASC “-nse”选项或从 EDF2ASC 转换器 GUI 首选项设置中启用“阻止开始事件输出”来消除该线。<eye> 为“L”或“R”,表示产生事件的眼睛数据。

使用 ESACC 线报告扫视的结束和摘要数据。

这将报告扫视中第一个和最后一个样本的时间,并以毫秒为单位计算其持续时间。列出了扫视开始和结束时的 X 和 Y 眼球位置 (<sxp>、<syp>、<exp>、<eyp>)。扫视中覆盖的总视角由 <ampl> 报告,可除以 (<dur>/1000) 以获得平均速度。峰值速度由 <pv> 给出。

可选地,还给出眼睛位置角度分辨率(以每视觉度为单位)。

所有在扫视范围内的样本都将列在每只眼睛的 SSACC 和 ESACC 事件之间,从而简化数据分析。

#### 4.9.3.6 闪烁

- SBLINK <眼睛> <时间>
- EBLINK <eye> <stime> <etime> <dur>

眨眼(瞳孔缺失的数据周期)由 SBLINK 和 EBLINK 行报告。眨眼的开始时间由 SBLINK 行指示,可以使用 EDF2ASC “-nse”选项消除。<eye> 为“L”或“R”,表示产生事件的眼睛数据。结束时间和持续时间在 EBLINK 事件中给出。

眨眼总是嵌入在扫视中,这是由于眼睑逐渐遮挡瞳孔而产生的假动作造成的。最好通过将 SSACC...ESACC 对(其间有一个或多个 SBLINK 事件)标记为眨眼(而不是扫视)来消除此类伪像。在这种情况下,ESACC 事件中包含的数据将不准确,但 <stime>、<etime> 和 <dur> 数据将准确。

消除眨眼前后的任何短暂(持续时间少于 100 毫秒)注视也很有用。这些注视可能是人为的,也可能被眨眼破坏。

#### 4.9.4 数据规范行在每个记录数据块之前,都会将

一些规范行写入 EDF 文件,以报告试验的记录信息,例如安装类型、采样率、滤波级别、瞳孔阈值和瞳孔跟踪算法。

- RECCFG <跟踪模式><采样率><文件样本过滤器><链接样本过滤器><记录的眼睛>

这指定了使用的跟踪模式（仅瞳孔与瞳孔 CR 模式）、采样率（250、500、1000 或 2000 Hz）、文件样本过滤器（0 – 过滤器关闭;1 – 标准过滤器;2 – 额外过滤器）、链接/模拟过滤器（0 – 过滤器关闭;1 – 标准过滤器;2 – 额外过滤器）和在试验中记录的眼睛（L、R 或 LR）。

· ELCLCFG <安装配置>

这报告用于进行数据收集的装置配置。

|                          |              |
|--------------------------|--------------|
| 配置典型设置                   |              |
| MTABLER 头部稳定模式,单目        |              |
| 比特伯勒                     | 头部稳定模式,双目/单目 |
| 表列                       | 遥控模式、目标贴纸、单目 |
| RBTABLER 遥控模式,目标贴纸,双目/单目 |              |

· GAZE\_COORDS <left> <top> <right> <bottom> 报告跟踪器记录的像素分辨率。左、上、右、下指的是显示屏左上角和右下角的 xy 坐标。

· 阈值 <眼睛> <瞳孔> <CR>

这报告了被跟踪的眼睛的瞳孔和 CR 阈值。

· ELCL\_PROC <瞳孔跟踪算法>

这报告瞳孔拟合处理类型（即椭圆形或质心）。

紧接着 START 行,可能会出现几行数据规范。这些行包含比 START 行更广泛的数据,说明 START...END 块中可能出现哪些数据。最容易处理的方法是,为每个可能的数据选项（左眼事件、右眼样本、样本速度等）创建一组标志,在遇到 START 行时清除这些标志,并在数据规范行中遇到关键字（“LEFT”、“VEL”等）时设置适当的标志。

· PRESCALER <预分频器>

如果使用凝视位置数据或凝视位置分辨率进行扫视并使用事件,则必须将它们除以该值。对于 EDF2ASC,预分频器始终为 1。写入整数数据的程序可以使用更大的预分频器（通常为 10）来增加数据的精度。

· VPRESALER <预分频器>

如果存在速度数据,则必须用该值除以它。对于 EDF2ASC,预分频器始终为 1。写入整数数据的程序可以使用更大的预分频器（通常为 10）来增加数据的精度。

· PUPIL <数据类型>

这指定了试验中记录的瞳孔尺寸数据类型（面积或直径）。

· 事件 <数据类型> <眼睛> <数据选项>

这指定了事件行中存在哪些类型的数据,作为关键字序列。<data type> 是“GAZE”、“HREF”或“PUPIL”之一。对于双眼记录,记录的眼睛将是“LEFT”、“RIGHT”或“LEFT”和“RIGHT”。当前支持的 <data option> 关键字包括:

- “RES”代表解析度数据（两者可能同时存在）
- “RATE” 为采样率（250.00、500.00、1000.0 或 2000.0）
- “TRACKING” 为追踪模式（P = 瞳孔,CR = 角膜反射）
- “FILTER” 表示使用的过滤级别（0=关闭、1=标准、2=额外）

· SAMPLES <数据类型> <eye> <数据选项>

这指定了样本行中存在哪些类型的数据,作为关键字序列。<data type> 是“GAZE”、“HREF”或“PUPIL”之一。对于双眼记录,记录的眼睛将是“LEFT”、“RIGHT”或“LEFT”和“RIGHT”。当前支持的 <data option> 关键字包括:

- “VEL”代表瞬时速度数据
- “RES”代表解析度数据（两者可能同时存在）
- “RATE” 为采样率（250.00、500.00、1000.0 或 2000.0）
- “TRACKING” 为追踪模式（P = 瞳孔,CR = 角膜反射）
- “FILTER” 表示使用的过滤级别（0=关闭、1=标准、2=额外）

4.10 处理 ASC 文件

ASC 文件是一个简单的文本文件,因此几乎任何编程语言都可以访问它。处理该文件的常用方法是将每一行读入文本缓冲区（大小至少为 250 个字符）,并将该行扫描为一系列标记（非空格字符组）。

每行中的第一个标记标识了该行是什么:

| 第一个标记中的第一个字符 <无标记> # 或 ; 或 / | 线型      |
|------------------------------|---------|
|                              | 空行 跳过   |
| *                            | 评论行 跳过  |
|                              | 前言行--跳过 |
| 数字 (0..9)                    | 采样管线    |
| 字母 (A..Z)                    | 事件或规范行  |

一旦确定了行,就可以对其进行处理。有些行可以简单地跳过,然后立即读取下一行。对于样本行,可以读取行中的标记并将其转换为数值。标记 “.” 表示缺失值,可能需要特殊处理。对于第一个标记以字母开头的行,处理取决于第一个标记是什么。读取第一个标记之后的标记,并从行中提取所需的数据

它们。带有无法识别的第一个标记或不需要的信息的行可以被直接跳过。

事件和样本的处理将取决于要执行的分析类型。对于许多认知眼动分析,使用指定实验条件、EFIX 事件数据和每个块的 BUTTON 事件时间的 MSG 行文本来创建用于统计分析的数据文件。对于神经学研究,可以处理 SFIX 和 EFIX 事件之间的样本以确定平滑追踪精度和增益。在某些情况下,可能需要读取整个样本块并将其存储在数据阵列中以进行更复杂的处理。对于这些,ASC 文件的组织和内容都旨在简化程序员的任务。

## 5 系统维护

警告:如果 USB 电缆外护套损坏,可能会对参与者造成电击危险。如果出现此类损坏,请立即停止使用设备

已找到。

警告:主机 PC 连接并打开电源时,EyeLink Portable Duo 始终处于通电状态。因此,请遵守以下预防措施以确保参与者的安全:

- 在执行除擦拭光学窗口以外的任何清洁操作之前,请关闭主机 PC 电源或断开 EyeLink Portable Duo 的 USB 电缆的两

个插头(请参阅第 5.2 和 6.1 节)。

- 请勿在 EyeLink Portable Duo 顶部覆盖或放置任何物品

主机 PC 通电时,除非眼动仪电缆已从两个 USB 端口断开,否则请勿操作。在覆盖的状态下操作设备可能会导致设备过热,并可能导致烧伤危险。

- 如果 EyeLink Portable Duo 无法正常运行、运行温度高于正常值或者电缆或照明器检查失败,请断开 USB 电缆或关闭主机 PC,直到操作员能够排除系统故障。

为确保性能和安全,需要定期进行检查和清洁。每日和每周的维护和检查请参阅第 5.1 节。

清洁和消毒在第 5.2 节中介绍。请勿在参与者在场或就座时进行任何检查(除了用干燥的防尘清洁布检查或擦拭光学窗口)。保持光学窗口清洁对于正常运行非常重要。

### 5.1 定期检查

在系统正常使用期间,或在长期不使用后使用前,操作员或服务人员应至少每周执行一次以下任务。

除了检查光学窗口是否有灰尘或污迹外,检查不应在参与者在场的情况下进行。

1) 光学窗口(每日,或如果观察到跟踪问题): \_\_\_\_\_

- 检查光学窗口是否有划痕、指纹或模糊。 · 最好在有灯光的房间内查看窗口,然后

观察窗户中黑色物体的反射(例如:黑纸)

- 灰尘或污迹会在黑暗中显示为亮点或污迹反射。
- 最关键的区域是窗户左侧的三分之一,这里覆盖着摄像头镜头。这里的灰尘或污渍可能会影响眼球追踪。

- 如果发现污垢,请按照本手册第 5.2 节中的清洁说明进行操作文件。如果窗户上有很深的划痕或无法清洁,请将设备送回维修。

## 2)USB 线 (每周) : \_\_\_\_\_

- 检查 USB 电缆的任何裸露部分是否有割伤或缺口夹克。
- 如果参与者接触到裸露的电缆内部接线,距离参与者 120 厘米范围内的任何损坏都将危及参与者的电气安全。如果发现此类缺陷,尤其是弯曲电缆时露出任何银屏蔽线,应立即停止使用设备并送回维修。

## 3)照明器 (每周,或如果存在眼动追踪问题) : \_\_\_\_\_

- 检查照明器 LED 的亮度是否均匀。
- 关掉房间灯,看光学窗口的右侧  
EyeLink Portable Duo · 红绿色盲操

作员不应执行此操作

检查,因为它们对近红外光不太敏感;相反,应该使用数码相机或手机相机。

- 照明器将清晰地显示  $6 \times 6$  LED 网格为红点。 · 如果看到这些,请立即将设备送去维修。

## 5.2 清洁和消毒

警告:使用湿布清洁、直接向设备喷洒喷雾或将液体倒入 EyeLink Portable Duo 可能会让液体进入设备,从而对参与者造成电击危险。退回的设备如有此类滥用迹象,将不享受保修。

警告:使用任何液体清洁或消毒后,或如果设备接触到任何液体,请让设备彻底干燥,然后才允许参与者在连接 USB 电缆的情况下靠近设备。重新连接前,请检查参与者可以接触到的设备和电缆。

参与者使用设备时,请勿进行任何清洁工作(用干布擦拭除外)。在进行任何其他清洁工作时,参与者应与设备保持至少 120 厘米的距离,并且在设备完全干燥之前不应返回。

仅使用本节中批准的产品和方法来清洁和消毒眼动仪。任何其他清洁或消毒产品都可能损坏设备或危及参与者的安全,并且此类损坏不在保修范围内。表 2 列出了几种此类清洁危害和安全替代方案。

| 不使用：                                   | 请使用：   |
|--|--|
| · 在窗户附近喷洒罐装空气或除尘喷雾（冷液体进入）              | · 使用除尘器或罐装空气<br>至少 15 厘米远                              |
| · 将清洁剂或消毒剂直接喷洒到设备上                     | · 喷洒到布上,然后用布擦拭设备                                       |
| · 湿布（浸湿）或液体倒在设备上                       | · 湿布（拧干）   |
| · 擦拭外壳<br>接缝处（从上到下）。这可以<br>强制流体进入装置。   | · 沿前向后擦拭<br>接缝。  |
| · 纯酒精（可能会损坏光学窗口）                       | · 70% 异丙醇  |
| · 研磨性清洁剂、醋或含氨的玻璃清洁剂<br><br>（这些会损坏光学窗口） | · 用水、温和清洁剂或 10% 漂白剂溶液擦拭湿布（拧干）<br><br>· 用干净的湿布擦拭几次,然后晾干 |

表 2:清洁和消毒规则

表 3 列出了满足要求的清洁方法及其风险。损坏或暂时危及参与者安全的风险从低风险等级增加到高风险等级。只有风险等级 0（用干布清洁窗户）才可以在参与者在场的情况下使用。

| 打扫类型     | 风险等级 | 程序  |
|----------|------|---|
| 窗户<br>灰尘 | 0    | · 使用防尘清洁布轻轻擦拭窗户。使用前后请摇晃清洁布以清除灰尘。<br><br>· 参与者坐着时可安全使用。                                    |
| 窗户<br>灰尘 | 1    | · 使用罐装空气或“除尘器”吹掉<br>光学窗口,距离至少15厘米。<br>· 请勿在参与者就位时使用,因为灰尘可能会吹入眼睛。                          |
| 大部分污垢    | 2    | · 用湿布或纸巾擦拭外壳或窗口,然后彻底晾干。这可能会在光学窗口上留下颗粒,<br>应使用防尘布或罐装空气除尘。<br><br>· 待其完全干燥后再让参与者靠近<br>那个单位。 |



|              |   |   |
|--------------|---|---|
| 指纹、污迹、常规消毒。  | 3 | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 用预包装好的 70% 异丙醇棉签。切勿使用饱和棉球或浓度 &gt;70% 的酒精。</li> <li>· 待其完全干燥后再让参与者靠近那个单位。</li> </ul>  |
| 油脂、油性或干燥沉积物。 | 4 | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 将温和的清洁剂与水混合,涂抹在布上并拧干,使布保持湿润(不湿)。从前到后擦拭几次。冲洗布并拧干,然后擦拭装置几次以去除清洁剂和污垢。</li> <li>· 让其彻底干燥,然后让参与者使用</li> </ul> <p>区域。</p>  |
| 彻底消毒(接触病原体)  | 5 | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 准备 10% 家用漂白剂溶液 (&lt; 0.6% 次氯酸钠)。</li> <li>· 浸湿并拧干布(必须潮湿,不滴水)。</li> <li>· 从前到后擦拭外壳,从左到右擦拭外壳。</li> </ul> <p>窗户。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 请勿让漂白剂溶液在设备上干燥。</li> <li>· 用沾水的布擦拭几次。</li> <li>· 待其彻底干燥后再让参与者进入</li> </ul> <p>区域。</p> |

表 3:经批准的清洁和消毒方法(按风险排序)

## 6 重要信息

### 6.1 电气安全

警告:主机 PC 及其通过电缆连接的所有外围设备应放置在参与者触及不到的地方 (至少 120 厘米远)。只有系统附带且明确标识为适合与参与者接触的设备 (例如响应设备)才应位于参与者触及范围内。

警告:操作员应避免同时接触参与者和计算机,或任何通过电缆连接到主机 PC 的设备,例如键盘或鼠标,这些设备未包含在系统中,且未明确标识为适合与参与者接触。

警告:如果 USB 电缆的裸露部分受损,可能会对参与者造成电击危险。如果发现此类损坏,请立即停止使用设备。

警告:本设备防滴防溅,但不防水。任何接触大量液体的情况都可能对参与者造成危险。设备浸入水中或大量溅洒后应立即停止使用,并应将设备送回检查和维修。

警告:使用湿布清洁、直接向设备喷洒喷雾或将液体倒入 EyeLink Portable Duo 眼动仪可能会让水进入设备,从而对参与者造成电击危险。退回的设备如有此类滥用迹象,将不享受保修。

警告:接触任何流动或滴落的液体后,请让设备彻底干燥,然后才允许参与者在连接 USB 电缆的情况下靠近设备。如果设备的任何区域 (例如窗户下方)积有液体,请清洁并擦干设备,然后将其送去维修和检查。



II 类设备 无需保护性接地连接。

#### 6.1.1 电源和隔离

警告:除非获得 SR Research Ltd. 的书面明确许可,否则请勿使用除 EyeLink Portable Duo 眼动仪或与其捆绑的系统附带的计算机或其他设备以外的任何电源。连接

如果 USB 电缆使用多个电源,可能会损坏主机 PC 或 USB 电缆。

EyeLink Portable Duo 旨在通过主机 PC 上的两个 USB 3.0 端口供电。台式电脑和笔记本电脑通常经过 IEC 60950 或同等认证,为操作员提供电气保护。但是,只有 IEC 60601-1 电源或计算机才能满足医疗环境中与患者接触所需的安全级别。眼动仪通过其外壳 (及其 USB 电缆护套)安全地将参与者与主机 PC 的所有连接隔离开来,因此可以使用 IEC 60950 认证的计算机为其供电。

然而,参与者仍然有间接接触计算机及其外围设备的风险,例如与操作员接触。请参阅第 6.1.3 节了解预防此类情况的规则。

### 6.1.2 断开连接

如果出于安全考虑需要断开 EyeLink Portable Duo 眼动仪的连接 (例如,在维护期间或眼动仪、主机 PC 或连接到主机 PC 的其他网络或设备出现故障时),可以通过从主机 PC 上拔下两个 USB 连接器来确保眼动仪的安全。这可确保与主机 PC 的所有端口 (包括网络和电源)完全隔离。

如果意外重新连接可能会造成危险 (例如,如果某人没有意识到问题,却将 USB 连接器重新连接到电源),建议将 USB 电缆的连接器端卷起来、贴上标签或放入塑料袋中,以防止未经授权的人重新连接

人。

### 6.1.3 保持参与者隔离

**警告:** 操作员应避免同时接触参与者和计算机,或任何通过电缆连接到主机 PC 的设备,例如键盘或鼠标,这些设备未包含在系统中,且未明确标识为适合与参与者接触。

参与患者病例的人员和负责机构 (例如医院)有责任决定是否允许参与者暴露于与眼动仪和其他 IT 设备操作员相同程度的电击风险。因此,操作员和维护人员应遵守以下规则,以确保参与者与主机 PC 及其外围设备保持安全隔离:

- 1) 将所有设备通过电缆连接到主机 (包括鼠标和键盘)和计算机本身,均应放置在参与者可接触区域之外 (定义为参与者一臂之遥 [120 厘米] 的范围。这包括参与者响应设备,除非使用 USB 隔离器、设备是无线的或设备已通过 EN 60601-1 认证。

- 2) 操作人员应避免同时接触被试及主机（包括与其相连的非隔离设备），可通过设备的物理布局进行安排，主机或其他设备应与被试保持至少 120 cm 的距离。

无线键盘可能是一个例外。

- 3) 必须保护设备的 USB 电缆免受损坏，并定期检查（至少每周一次）。其绝缘层上的任何缺口或切口都必须位于参与者无法触及的区域（距离参与者 120 厘米以上），否则需要立即将设备送回维修。

#### 6.1.4 接触液体和溢出物

**警告：**本设备防滴防溅，但不防水。接触大量液体可能会对参与者造成危险。设备浸入水中或大量溅洒后应立即停止使用，并应送回检查和维修。

**警告：**使用湿布清洁、直接向设备喷洒喷雾或将液体倒入 EyeLink Portable Duo 可能会让水进入设备，从而对参与者造成电击危险。退回的设备如有此类滥用迹象，将不享受保修。

**警告：**接触任何流动或滴落的液体后，请让设备彻底干燥，然后才允许参与者在连接 USB 电缆的情况下靠近设备。如果设备的任何区域（例如窗户下方）有液体积聚，请清洁并擦干设备并将其送回进行维修和检查。

EyeLink Portable Duo 眼动仪经过设计和测试，具有防滴和防溅功能，但不防水。虽然在正常工作位置将液体倒在设备上不会渗透，但由于溅水或处于异常位置，液体仍有进入外壳的风险，尤其是当设备在干燥前移动或涉及大量液体（或浸入）时。

为了最大限度地降低参与者的风险，建议对任何涉及泄漏或暴露于大量滴水的设备，或任何经历任何程度浸泡的设备进行仔细干燥并送回维修和检查。

请注意，由于 EyeLink Portable Duo 由主机 PC 的 USB 端口供电，因此如果计算机及其电源未发生泄漏，则不会对操作员造成危险。由参与患者护理的人员或负责组织（例如医院）决定参与者是否会面临与操作员相同的风险。

## 6.2 眼部照明安全

### 6.2.1 眼睛安全和舒适度

EyeLink Portable Duo 符合 IEC-62471 灯具安全标准,并满足“豁免”设备的要求,在任何条件下都是安全的,包括使用光学观察设备和镜头。内部照明器发出近红外 (NIR) 辐射。虽然安全,但这种辐射仍可能因其对眼睛的加热和干燥作用而引起轻微不适,因此下面给出了一些额外的预防措施。

- 请勿长时间在 100 毫米以内的距离内注视照明器（位于光学窗口的右侧）。这将导致过度的红外线照射,从而导致“干眼”不适。
- 尽量减少参与者使用眼动仪的时间,以减少任何敏感或受刺激的眼睛会感到不适。

### 6.2.2 照明器的可见性

虽然人眼在名义上是不可见的,但对近红外光仍有一些残留敏感度。某些型号使用的照明器在光线适中的房间中清晰可见,但这不会影响大多数任务。

### 6.2.3 照明器预热期

在长时间关闭后再次启动眼动仪时,照明器的光输出可能会在一段时间内略有变化。对于照明水平至关重要的应用,建议在使用前至少等待 10-15 分钟,让照明器达到稳定的温度。此预热期还将使相机电路达到其工作温度,从而实现最佳图像质量和最稳定的眼动仪性能。

## 6.3 服务信息

**警告:** 未经 SR Research Ltd. 明确批准的更改或修改将使保修和操作设备的权利失效。这包括未经制造商明确指示而修改电缆或打开设备。

**警告:** 打开或改装眼动仪（包括更换电缆）将导致保修失效,并可能影响系统的安全合规性。内部没有用户可维修的部件。如需进行任何维修或改装,请联系下面列出的地址的服务提供商。

如果发生故障、电缆损坏或浸入液体中, EyeLink Portable Duo 应作为一个单元进行更换,因为没有用户可维护的

内部零件。如果电缆或光学窗口损坏,或者您怀疑设备有缺陷,请联系 SR Research 进行维修或更换。

SR 研究有限公司  
博福特大道 35 号  
安大略省渥太华 K2L 2B9  
加拿大

(613) 271-8686 (613) 482-4866 传真:电话:

免费电话:1-866-821-0731 (仅限北美)

电子邮件: [support@sr-research.com](mailto:support@sr-research.com)

销售: <http://www.sr-research.com>

支持: <http://www.sr-support.com>

## 6.4 电磁兼容性和抗扰度

警告:应避免将本设备与其他设备相邻或堆叠使用,因为这可能会导致操作不当。如果必须这样使用,应观察本设备和其他设备,以验证它们是否正常运行。

警告:未经制造商明确批准的更改或修改将使设备保修和操作权限失效。

这包括未经明确说明而修改电缆或开启装置  
制造商的说明。

警告:使用非本设备制造商指定或提供的电缆可能会导致本设备的电磁辐射增加或电磁抗扰度降低,并导致操作不正常。

警告:便携式 RF 通信设备 (包括天线电缆和外部天线等外围设备)应与 EyeLink Portable Duo 的任何部分 (包括制造商指定的电缆)保持至少 30 厘米 (12 英寸)的距离。否则,可能会导致本设备性能下降。

警告:此设备在抗扰度测试期间未进行性能下降测试。如果观察到不可接受的性能下降,请检查可能导致性能下降的干扰源。

### 6.4.1 适用的电磁环境

EyeLink Portable Duo 眼动仪已通过医疗环境电磁兼容性测试。医疗设备需要特别注意电磁兼容性,因为安装不当,

修改或不当使用可能会影响附近的其他敏感设备,从而对患者造成伤害。

EyeLink Portable Duo 眼动仪适用于:

- 大多数医疗环境,包括医院和医生办公室。
- 商业或住宅环境。

它不适用于:

- 在干扰源附近使用,例如电外科手术或其他射频源
- 在强射频发射器附近使用
- 在有敏感设备的屏蔽区域内使用。

## 6.4.2 干扰源和性能下降

本设备已测试其在存在干扰 (通过电源或射频场)的情况下的运行能力。但在某些情况下,其性能可能会有所下降 (例如,相机图像中出现噪音)。此外,医疗系统中的某些其他设备 (如显示器或主机 PC)可能会暂时出现不可接受的故障。

设备操作员应确定性能何时不可接受。症状 (由眼动仪、主机、显示器或其他设备引起)可能包括:

- 眼位数据嘈杂
- 间歇性或完全丧失眼动追踪功能
- 图像中出现可见图案或亮度变化
- 与主机 PC 的 USB 连接丢失
- 主机和软件冻结或崩溃

如果发生这种情况,尤其是与房间内或附近的其他设备 (如电外科设备、手机或其他 RF 设备)同步使用时,电磁效应可能是罪魁祸首。仔细排除故障和关联干扰时间是找到问题根源的最佳方法。

## 6.4.3 保持电磁兼容性

EyeLink Portable Duo 眼动仪的设计符合所有电磁兼容性要求,既能抗干扰,又能避免对其他设备产生干扰。为保持这一点,请确保满足以下规则:

- 请勿拆除电缆上的任何铁氧体。
- 请勿更改或延长任何电缆。
- 请勿在盖子打开或外壳打开的情况下操作设备。

#### 6.4.4 其他电磁兼容性声明

根据进口或使用的国家,以下声明可能适用。

##### FCC 符合性声明

本设备符合 FCC 规则第 15 部分的规定。操作须符合以下两个条件:(1) 本设备不得造成有害干扰;(2) 本设备必须接受任何收到的干扰,包括可能导致意外操作的干扰。

##### 声明 2022 加拿大 B 类通知

该 B 类数字设备符合加拿大 ICES-003 的规定。

该 B 类服装符合加拿大 NMB-003 标准。

##### FCC B 类信息

本设备已经过测试,符合 FCC 规则第 15 部分对 B 类数字设备的限制。这些限制旨在为住宅安装提供合理的保护,防止有害干扰。本设备会产生、使用并辐射射频能量,如果不按照说明进行安装和使用,可能会对无线电通信造成有害干扰。但是,不能保证在特定安装中不会发生干扰。如果本设备确实对无线电或电视接收造成有害干扰(可通过关闭和打开设备来确定),建议用户尝试通过以下一种或多种方法纠正干扰

##### 措施:

- 重新调整或摆放接收天线。
- 增加设备与接收器之间的距离。
- 将设备连接到与所连接电路不同的电路插座上接收器所连接的。
- 咨询经销商或经验丰富的无线电/电视技术人员以获取帮助。

未经制造商授权改装设备可能会导致设备不再符合 FCC 对 B 类数字设备的要求。在这种情况下,您使用该设备的权利可能会受到 FCC 法规的限制,并且您可能需要自行承担费用来纠正对无线电或电视通信的任何干扰。

#### 6.5 有限硬件保修

SR 研究有限公司  
加拿大安大略省渥太华  
博福特大道 35 号K2L 2B9

EyeLink Portable Duo 产品硬件 – 有限保修



SR Research Ltd. 保证本产品不存在材料和工艺缺陷,并同意自原始安装之日起下述期限内修复任何此类缺陷。

EyeLink 便携式双摄像头和照明器模块 - 两 (2) 年零件和人工保修。

EyeLink 便携式双头支撑系统 (不包括凝胶垫) - 两 (2) 年零件和人工保修。

主机 PC - 两 (2) 年零件和人工。

#### 限制和排除

---

本保修不适用于任何因安装不当、使用方式不符合产品设计要求、误用或滥用、运输过程中损坏或以任何方式改造或维修而影响可靠性或降低性能的产品。任何更换的部件均归 SR Research Ltd 所有。

与 EyeLink Portable Duo 系统一起使用的计算机系统组件不在本保修范围内,除非 SR Research Ltd. 以书面形式明确同意;请联系原始计算机制造商以获取计算机组件的服务和支持。

此保修仅适用于原始最终购买者。需要提供原始安装日期证明才能进行保修服务。

本保证不适用于产品的软件组件。

此明示、有限保证取代所有其他明示或暗示的保证,但不包括任何有关适销性或针对特定用途的适用性的暗示保证。

在任何情况下,SR RESEARCH LTD. 均不对任何特殊、间接或后果性损害承担责任。

在某些情况下,一些司法管辖区不允许排除或限制偶然或间接损害,或排除默示保证,因此上述限制和排除可能不适用。

#### 保修服务

---

如需产品操作和信息帮助,请联系SR Research Ltd.。

支持代表([support@sr-research.com](mailto:support@sr-research.com))。对于产品维修,请联系您的销售代表获取适当的说明。

## 6.6 有限软件保修

SR Research Ltd. 保证软件磁盘和 CD 自您收到之日起一 (1) 年内正常使用情况下不会出现材料和工艺缺陷。此保证仅限于原拥有者,且不可转让。

SR Research Ltd. 及其供应商的全部责任以及您的唯一补救措施是：(a)更换任何不符合本保证的磁盘,该磁盘随 SR Research Ltd. 的退货授权号一起发送。

如果磁盘损坏是因意外、滥用、误用或由 SR Research 以外的人员进行维修或修改而造成的,则有限保修无效

有限公司任何更换磁盘的保修期为原始保修剩余期或 30 天（以较长者为准）。

SR Research Ltd. 不保证软件的功能将满足您的要求,也不保证软件的运行不会中断或出现错误。您有责任选择软件来实现预期结果,并负责使用该软件以及从该软件获得的结果。SR Research 将尽最大努力修复报告的软件错误,但不能保证解决方案的可用时间。

此明示、有限保证取代所有其他明示或暗示的保证,包括任何适销性或针对特定用途的适用性的暗示保证。

在任何情况下,SR RESEARCH LTD. 均不对任何特殊、间接或后果性损害承担责任。

一些司法管辖区不允许对默示保证的期限进行限制,因此此限制可能不适用于您。

在任何情况下,SR Research Ltd. 或其供应商均不对因使用或无法使用软件而造成的任何损害（包括但不限于商业利润损失、业务中断、商业信息丢失或其他经济损失）负责,即使已被告知有此类损害的可能性。由于某些司法管辖区不允许排除或限制对间接或附带损害的责任,因此上述限制可能不适用于您。

## 6.7 版权/商标

EyeLink 是 SR Research Ltd. 的注册商标。

所有其他公司和/或产品名称均为其各自制造商的商标。

产品设计和规格可能随时更改,恕不另行通知。