



Air

无线遥测系统使用说明

Version 1.0.1

声明

Inper 自主研发的产品及产品说明的知识产权均属于 Inper，在此特别提醒用户认真阅读本《使用说明书》。

Inper 依法享有对本公司所有产品及产品相关文档的一切合法权属，包括但不限于著作权、专利权，商标权、软著权等。

Inper 有权对本《使用说明书》作为保密资料处理，未经 Inper 书面许可，任何法人或者组织不得以任何手段披露本《使用说明书》的全部或者部分信息，也不得允许他人通过任何手段获取本《使用说明书》的全部或部分信息。

未经 Inper 书面许可，任何个人或者组织均不得对本《使用说明书》的全部或者部分内容进行发表、改编、复制、翻译等。

Inper 依法享有对本公司所有产品及产品相关文档的一切合法权属，包括但不限于著作权、专利权，商标权、软著权等。

Inper 有权对本《使用说明书》作为保密资料处理，未经 Inper 书面许可，任何法人或者组织不得以任何手段披露本《使用说明书》的全部或者部分信息，也不得允许他人通过任何手段获取本《使用说明书》的全部或部分信息。

未经 Inper 书面许可，任何个人或者组织均不得对本《使用说明书》的全部或者部分内容进行发表、改编、复制、翻译等。

目录

1 概览.....	1
1.1 Inper Air	1
1.2 结构	1
2 实验操作.....	3
2.1 使用流程	3
2.2 充电说明	3
3 软件说明.....	5
3.1 软件安装	5
3.2 主页面	5
3.3 Config	9
3.4 Marker	10
3.5 Output	11
3.6 Trigger	12
3.7 其他功能	13
4 注意事项.....	14
4.1 实验过程	14
5 产品维护和保养.....	15
5.1 重复使用	15
5.2 保修期.....	15
6 术语表	16
7 技术支持.....	17

1 概览

1.1 Inper Air

Inper Air 是 Inper 独立研发的无线遥测系统，基于计算机技术、无线通信技术及传感器技术的综合监测与控制，能够实现对实验动物在自然清醒、无拘束及自由行动状态下的多种生理指标进行长期连续监控，从而有效规避了传统监测技术可能引起的动物压力反应、麻醉药物干扰及术后感染等问题。

我们提供了丰富的尖端类型，和多款设计，以适配不同种类的实验动物模型及养殖环境，可以应用于大鼠、小鼠、狗、猪、猴等。可以根据研究的具体要求，灵活选择将植入系统置于实验动物的皮下或腹腔内。

可以监测的生理信号有：

- 生物电势：脑电，心电，肌电等
- 压力：动脉压，静脉压等
- 活动度，器官活动度等
- 体温：任意身体部位的温度
- 呼吸：呼吸速率和潮气量等
-

可以进行闭环刺激的通道有：光遗传刺激通道，双向电刺激通道。

尖端形状多样化，适配脑部，脊髓，器官，坐骨神经等不同部位的植入。

1.2 结构

Air 主机如图 1-1 所示。



图 1-1 左：Air 主机，右：Air 八天线主机

主机的前面板依次为

- (1) Power, 电源指示灯, 通电后指示灯亮。
- (2) sDIO 口, 用于 Trigger 功能接收外部信号。

主机后面板

- (1) 为 Type-C 接口。使用 Type-C 转 MCX 连接线连接主机和 Inper One 工作站, 连接线用于主机供电和数据传输。
- (2) Antenna, 天线接口, 接入 8 个外接天线进行信号增强。

全植入式植入体如图 1-2 所示。



图 1-2 上：生物电势遥测植入体；下：光/电刺激的不同尖端形状

植入体由信号接收模组、传感器、微型电池、柔性连接线和尖端组成, 与主机实时通讯, 接收主机下发的指令及传出数据给主机。生物电势采集类尖端 (心电, 脑电, 肌电, 呼吸等) 不同的颜色代表不同的尖端类型, 需注意手术时植入特定的位置 (详见使用视频以及手术操作说明); 刺激类尖端包含光电刺激, 光刺激用光源波长包括 465nm, 525 nm, 589 nm, 635 nm 等, 电刺激为 $0\sim\pm 100\mu\text{A}$ 可调电刺激。植入体的线长, 尖端类型等均支持定制。如有需要, 请联系 Inper 技术支持。

2 实验操作

2.1 使用流程

- (1) 将植入体植入到动物体内，等待动物恢复好；
- (2) 连接 Inper Air 主机；
- (3) 将植入体放置在充电板上进行唤醒；
- (4) 打开 Inper One 工作站，登录账号；
- (5) 勾选 Air 设备卡片，点击 Enter 进入主页面；
- (6) 连接所需的植入体；
- (7) 配置参数，例如采样率、警告值，刺激波形和强度等；
- (8) 根据实验需要设置 Trigger、Marker 和 Output 项；
- (9) 在 Preview 模式下观察数据是否合理，再点击 Start 正式运行程序。
- (10) 保存配置文件，导出数据；
- (11) 实验结束后需先关闭软件，再将主机断开，注意无需在软件上断开连接植入体（植入体在 10 分钟内接收不到主机的信号会自动进入休眠状态）。

2.2 充电说明

充电板如图 2-1 所示。

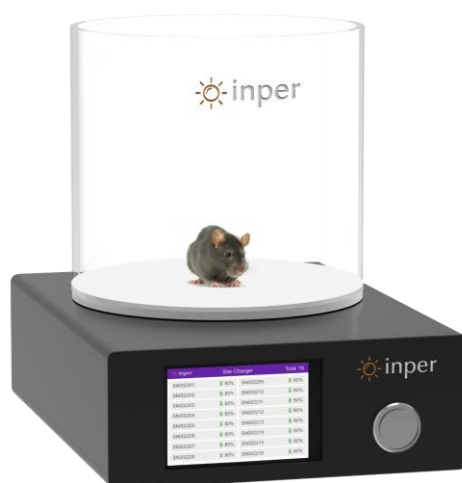


图 2-1 无线充电板

充电板采用无线能量传输的方式给植入体快速充电。植入体被完全植入在动物的皮下或其他部位时，即使动物由于姿势和动作变化使植入体的相对位置和角度发生改变，也可



以达到快速充电的效果。将充电板接好电源，打开充电板前面板的开关，待屏幕显示，放上植入体（或者埋置了植入体的动物），充电板扫描到植入体后即刻对其进行无干扰充电。

注意：将已经在软件上连接好的植入体放到充电板上方时，充电板屏幕上不显示此植入体的信息，但是该植入体处于充电状态。

植入体在超过 10min 未被连接的情况下会自动进入休眠状态，以减少电量的损耗，休眠状态的植入体使用前需要放在充电板上唤醒。充满电的植入体进入休眠状态，待机时间约为 6 个月，建议至少对植入体 3 个月充一次电，以避免过度放电导致植入体损坏。植入体支持多次充电循环使用，实验室测试稳定充放电的次数超 100 次。

请将充电板放置在平稳的非金属制品上方对植入体进行充电（注意：金属平面会干扰充电板的正常工作，如果桌子是金属材质，需要在充电板和桌子之间垫上木板或者纸盒，使充电板距离金属平面至少 40 cm 以上方可正常工作）。

3 软件说明

3.1 软件安装

首次使用 Inper One 工作站需先注册账号，注册完成后自动登录。若登录的账号已被授权使用 Air 功能，可在 Inper Market 中下载 Air。主界面显示 Air 卡片，卡片上展示已连接 Air 主机的序列号，以及支持控制的植入体数量，如图 3-1 所示，勾选卡片点击【Enter】按钮进入主页面。

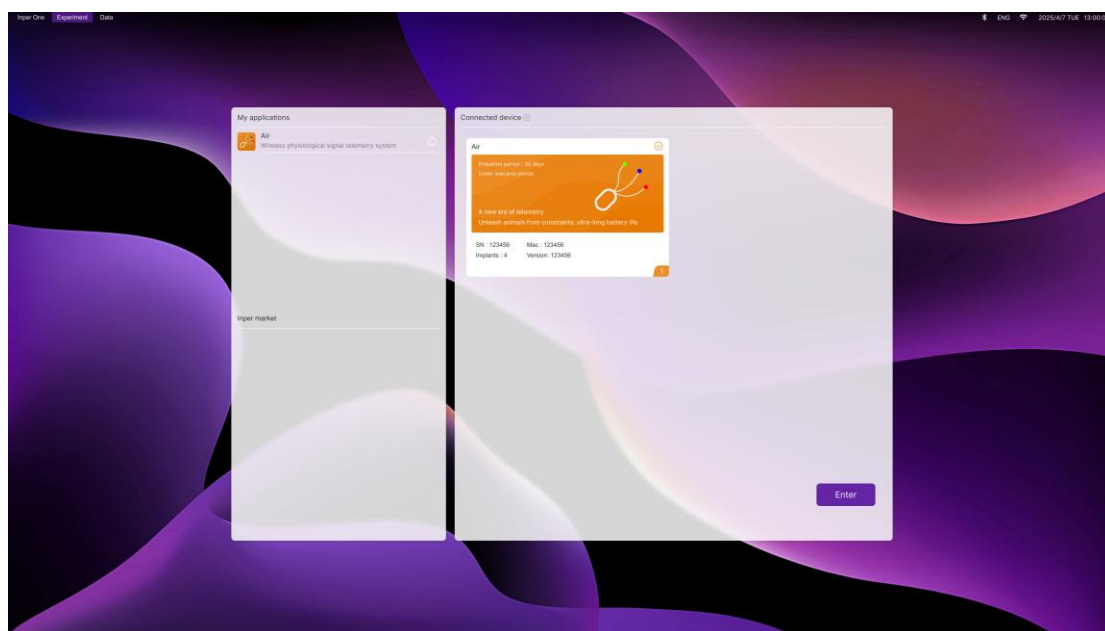


图 3-1 设备卡片页

3.2 主页面

软件主界面如图 3-2 所示。

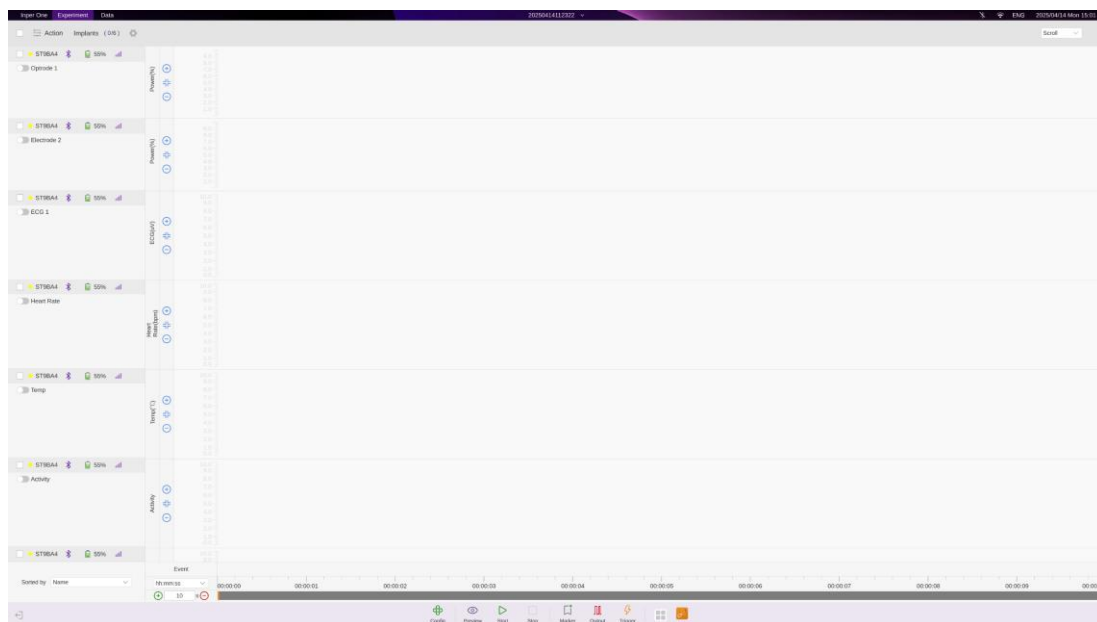


图 3-2 主页面

植入体列表：

- (1) 植入体状态：黄色为待连接，同时右侧显示【✖️】，点击连接当前植入体。绿色为已连接且植入体状态正常，红色为信号异常。
- (2) 电量和信号显示：实时展示植入体电量和信号，建议至少电量为 20%以上，信号强度为 4 格再开始实验。
- (3) 一个植入体可能包含多个通道，需要先点击【🔘】激活对应的通道，再设置好参数方可进行实验。

植入体参数设置：点击【⚙️】按钮或者双击列表中对应的植入体，调起设置弹窗，如图 3-3 所示。

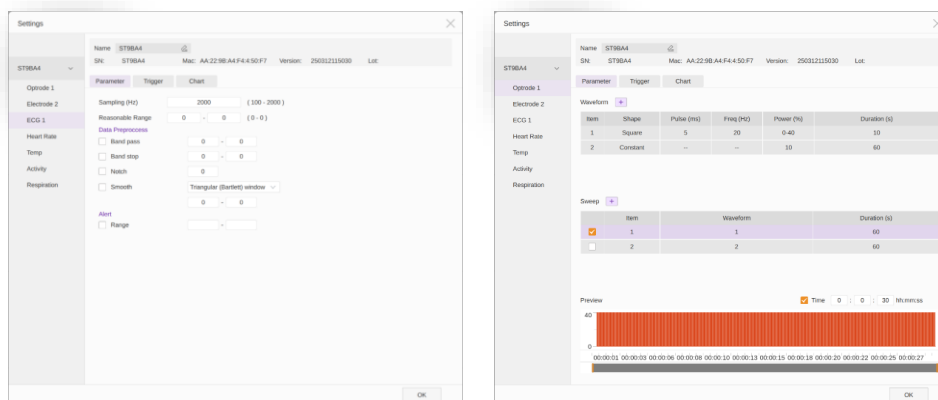


图 3-3 植入体参数设置

- (1) 植入体信息，Name 默认显示植入体出厂配置的 SN 号，双击【✎】对植入体重

新命名。其他基础信息包含 Mac 地址和当前版本信息。

(2) Parameter_采集

- ◆ Sampling, 采样率, 其中 ECG 采样率设置范围为 100~2KHz, 体温采样率 1Hz, 活动度采样率范围 1~10Hz。
- ◆ Reasonable Range: 合理范围; 在该输入的范围内的参数为有效数据, 超出设定的范围的数据则被认定为不合理值。
- ◆ Data Preprocess: 实时数据处理, 包括带通滤波, 带阻滤波和陷波滤波三种数据滤波处理, 以及数据平滑 (Smooth)。
- ◆ Alert, 数据警告, 可以设定好一个范围, 当采集的数据不在设置范围内时, 采集页面对应的点以红色圆点显示, 此功能可以使用户实时观测超出设定范围的值以及对动物进行一些干预。

(3) Parameter_光/电刺激

- ◆ Waveform, 基础波形设置。点击【】按钮添加 Waveform。光刺激支持添加 7 种波形, Square, Constant, Sine, Triangular, Linear, Exponential 和 Polynomial, 满足绝大部分光敏蛋白使用需求。电刺激支持添加 Square 和 Constant 两种波形。
 - ✓ Square (方波), 可设置脉宽、出波频率、功率范围、出波时间。
 - ✓ Constant (直流波), 可设置功率和出波时间。
 - ✓ Sine (正弦波), 可设置出波频率、功率范围和出波时间。
 - ✓ Triangular (三角波), 可设置脉宽 (即由 Low power 到 High power 的时间)、出波频率、功率范围和出波时间。
 - ✓ Linear (线性波), 可设置功率范围和出波时间。
 - ✓ Exponential (指数型波), 可设置功率和出波时间, 最低功率不能为 0。
 - ✓ Polynomial (多项式波), 可设置功率和出波时间。
- ◆ 已添加的波形展示在波形表格内。选中要更改的 Waveform item, 点击鼠标右键可以对其进行编辑参数或者删除操作。若该 Waveform item 在 Sweep 中被选中, 不允许直接删除, 需要先在 Sweep 中取消选中。
- ◆ 点击【】按钮添加 Sweep, 选择需要添加的波形, 点击【】将其添加至 Sweep item 中。一个 Sweep item 中最多包含 8 个 Waveform item。您可

以根据实验需要设置 Duration。已选择的 Waveform item 会在 Sweep-Duration 设置的时间内进行循环。

- ◆ Timer，勾选 Timer 后程序按照设定的时长运行，使用外部信号触发（Real Time 和 Gate 模式）光电刺激时，不应用 Timer。

批量操作，勾选多个 Implant，点击【】进行批量操作，包含批量连接，批量断开连接，批量激活和批量取消激活。

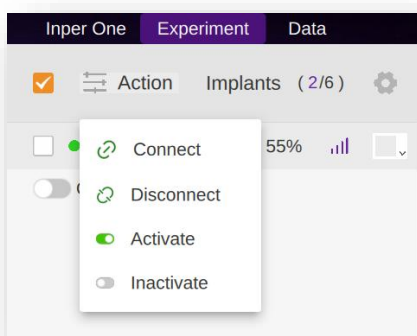


图 3-4

页面调整

- (1) 更改颜色，点击【】按钮更换当前植入体颜色，植入体下所有通道均以该颜色展示。

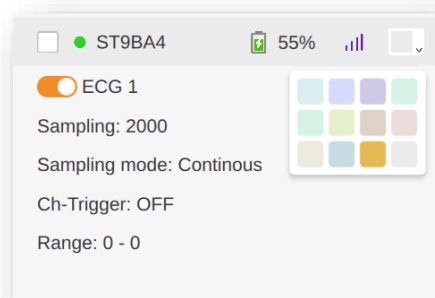


图 3-5

- (2) 页面展示，Page 模式下，数据以分页的形式展示，每页包含一定时间范围内的数据，当数据量达到一页时，会翻页显示新的数据页面，新的数据覆盖前一页的数据。Scroll Mode 模式下，新的数据会不断在界面的右侧添加，而旧的数据会随着新数据的加入而向左移动，直至移出显示区域。

(3) 排序，可选按照植入体名称或者传感器类型进行排序显示。

如果有设置 Marker 或者 Output，最下方的 Event 展示对应时刻的打标和信号输出情况。

hh:mm:ss 为时间轴，下拉选择时间轴呈现形式（可选秒/天/毫秒），+ s - 为时间窗长度，可以在 Scroll 模式下输入一定的数值自由更改一屏可显示的数据长度，也可拖动左右两个控点进行更改，双击释放回到最新数据页面。

3.3 Config

实验参数配置，点击底部【Config】按钮，调起 Config 窗口，如图 3-6 所示。首次使用仅有 Default 配置项，用户可根据需要设置好实验参数后存储当前 Config 文件用于后续重复实验。

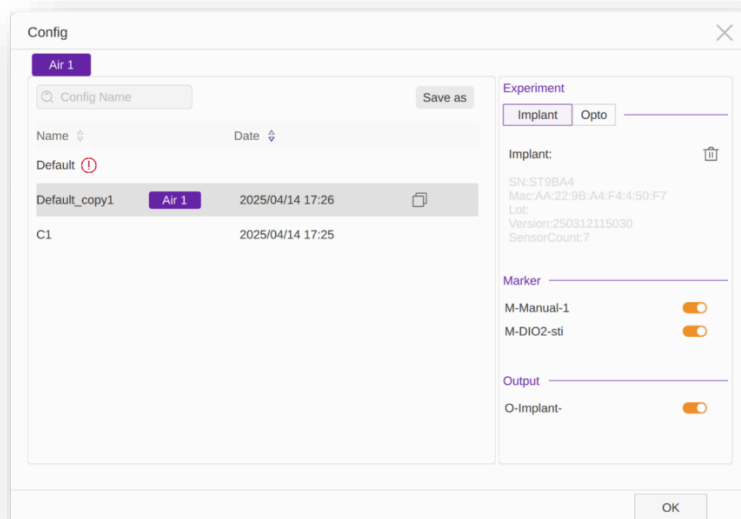


图 3-6

选中列表中的配置文件，在右侧窗口中可以查看该配置文件中的参数细节，包含基础参数（包含使用的植入体及其采集/刺激参数）、Marker 和 Output 设置。

- (1) 保存当前的实验配置：点击【Save as】按钮将当前的参数设置保存到新的配置文件中。
- (2) 应用之前的配置文件：进入 Config 页面，选择所需的配置文件，点击【☑】按钮应用，应用成功后该配置文件行显示 Air 标签。
- (3) 删除配置文件：点击【🗑️】按钮删除配置文件，删除操作不可逆。
- (4) 重命名 Config 文件：鼠标双击名称即可重新命名，点击 Enter 生效。

- (5) Marker 和 Output 开关，可以快速激活本次实验需要的 Marker 和 Output 项。
- (6) 退出程序时若未保存 Config，页面出现弹窗，输入 Config 名称，点击【Yes】保存配置文件。

注意：Config 文件仅存在当前的工作站内的对应账号内，更换工作站或者更换账号使用均需要重新配置参数。Config 文件中不包含 Trigger 设置，实验前用户需要检查 Trigger 配置。

3.4 Marker

Air 可以选择多种方式进行打标。

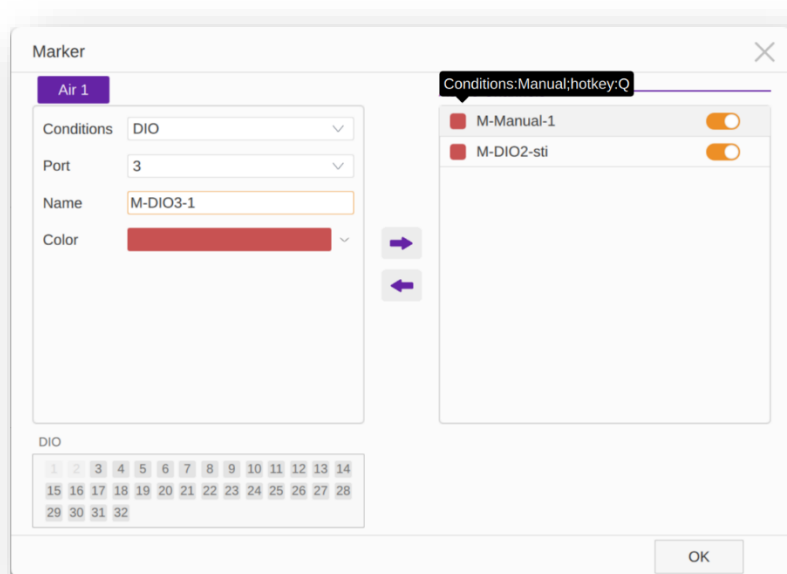


图 3-7

- (1) DIO：使用 MCX 连接线连接外部设备和工作站上的 DIO 接口，接收外部设备输入的信号作为 Marker。工作站配备 32 个 DIO 接口，满足多设备接入进行打标。
- (2) Manual：快捷键打标，Hotkey 可以设置字母或数字。每点击一次快捷键添加一个 Marker。
- (3) Implant：根据植入体进行打标。光电刺激通道可选 Start、Stop 及 Start & Stop 三种打标方式，采集通道可选 Start、Stop、Start & Stop、Alert（超出警告值范围）、Value（超出设定的数据范围）、Change Rate（数据变化率超出设定值）进行打标。

点击【➡】将 Marker 添加到右侧列表中，注意配置开关需要打开才能在实验中使用

该配置；选中配置点击【】将该配置从列表中移除。点击 OK 收起弹窗。

3.5 Output

输出 Air 信号用于标记或者触发其他设备运行。工作站配备 32 个 DIO 接口，使用 MCX 连接线连接外部设备和工作站上的 DIO 口，输出 TTL 信号。

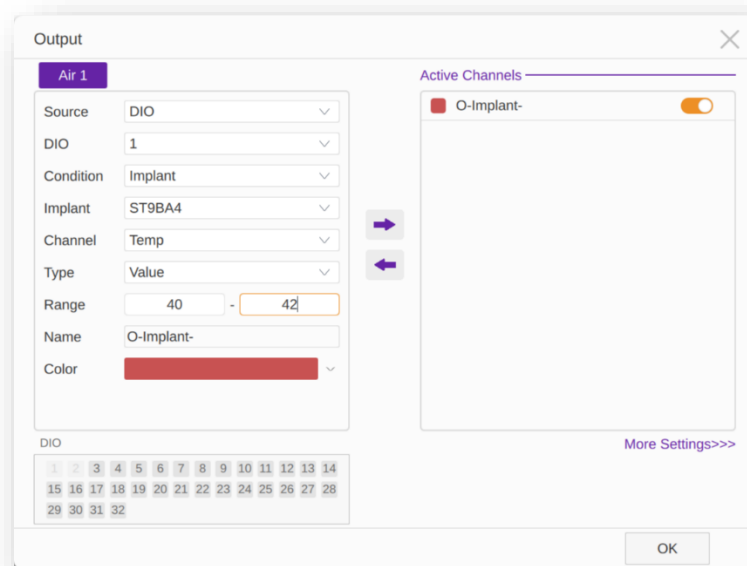


图 3-8

(1) Manual：快捷键输出，Hotkey 可以设置字母或数字。每点击一次快捷键输出一个 5V 信号。

(2) Implant：根据植入体进行信号输出。光电刺激通道可选 Start、Stop 及 Start & Stop 三种打标方式，采集通道可选 Start、Stop、Start & Stop、Alert（超出警告值范围）、Value（超出设定的数据范围）、Change Rate（数据变化率超出设定值）。

More Setting，更多设置。此处设置 Output 输出时长，支持设置范围为 2~9999 ms。

点击【】将 Output 添加到右侧列表中，注意配置开关需要打开才能在实验中使用该配置；选中配置点击【】将该配置从列表中移除。点击 OK 收起弹窗。

闭环刺激：例：将心率数值大于 300bpm 作为信号经由 DIO1 口输出，用 MCX 线将工作站的 DIO1 和 DIO2 相连接，再将光刺激的信号通道更改为被 DIO2 口触发（如 Edge 模式 10s），则每次心率超过设定值时都会进行特定时间的闭环光刺激。

3.6 Trigger

Inper Air 提供多种触发方式，若需要对单个植入体通道进行 Trigger 设置，可以点击 Set Channel Trigger 进入设置窗口，或双击植入体列表，在弹窗中进入 Trigger 页面。如图 3-9 所示。

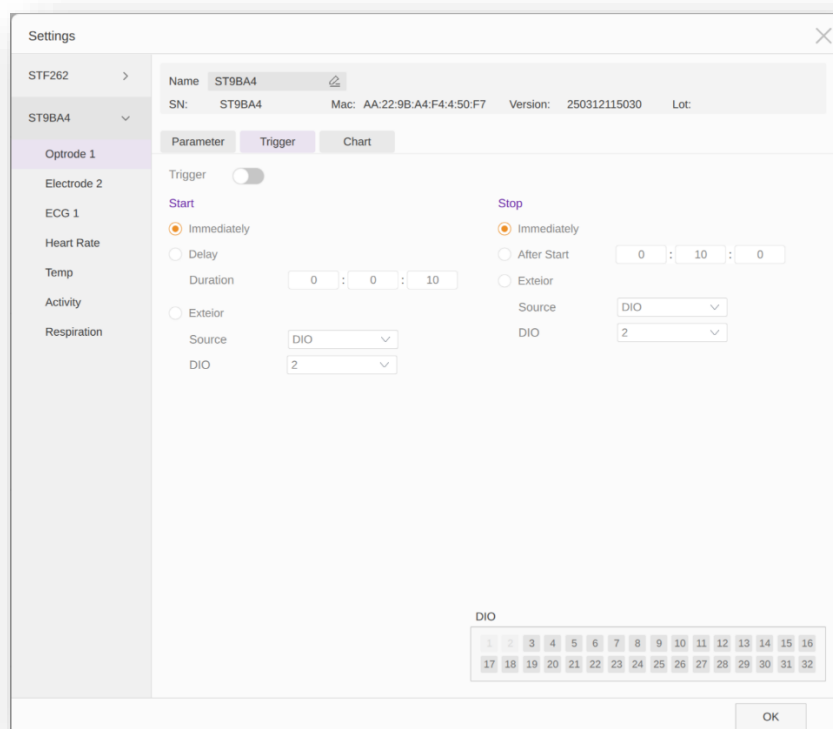


图 3-9

- (1) Immediately: 点击 Start/Stop 后立刻开始/结束运行程序。
- (2) Delay (s): 延迟启动；点击 Start 后，经过设置的延迟时间过后程序运行。
- (3) At time: 设置程序开始运行的时间，24 小时制；设置的时间到后，程序开始运行。
若设置的时间早于当前时间，则认为是次日。Repeat: 重复次数，程序从开始到结束为一个完整周期，Repeat 设置的次数为要重复的周期数。例如设置 10:00 开始运行，12:00 结束，重复次数设置 7，则在接下来的 7 天内每天的 10 点到 12 点运行。
- (4) After Start: 程序运行 After Start 设置的时间长度后停止。
- (5) Exterior: 接受外部设备信号触发程序运行/停止。Start 和 Stop 同时选择 Exterior 时，Mode 可选项 Realtime 和 Gate，Realtime 表示程序在输入信号为下降沿的时候触发，Gate 表示程序在下一个信号上升沿到来时触发。

4 注意事项

4.1 实验过程

- (1) 请根据产品说明书进行操作；
- (2) 使用时请将仪器放置在干燥、清洁、稳定的平台上并且避免阳光直射；
- (3) 仪器远离易燃易爆物品；
- (4) 请勿将任何液体泼洒到仪器上；
- (5) 请使用符合国家标准的插座或者接线板连接电源适配器；
- (6) 由于植入体末端为柔性材质，拉扯容易损坏，所以在进行手术的过程中注意保护植入体的形态完整；
- (7) 避免植入体电量过低，植入体电池含量低于 1%时需及时充电，否则可能会对电池造成不可逆的损伤；
- (8) 请使用 Inper 提供的电源适配器和其他产品配件；
- (9) 请勿对仪器进行撞击；
- (10) 实验结束后请关闭设备并断电；
- (11) 使用过程中有任何问题请联系 Inper 技术支持。

5 产品维护和保养

5.1 重复使用

植入体在一只动物中使用过后，小心的从动物体内取出，使用 75%酒精消毒后重新埋置到另一只动物体内。注意重复使用之前需要体外检查一下连接效果和出光情况，如果一切正常，则按手术操作步骤埋置入动物体内。手术过程中请小心操作，避免损坏植入体。

植入体若长时间不用，建议至少每三个月充一次电，避免出现亏电情况。

5.2 保修期

Air 主机和充电板保修期为 3 年，超出保修期的产品 Inper 将不进行免费修复和维护。

出现以下情况时，inper 不对仪器的可靠性、安全性进行负责。

- (1) 仪器被非 Inper 授权人员进行拆机；
- (2) 仪器被非 Inper 授权人员进行重新调试；
- (3) 仪器被非 Inper 授权人员进行改装；
- (4) 仪器被非 Inper 授权人员进行维修；
- (5) 仪器由于人为造成的损坏，包括但不限于高温、进水、接入不符合国家标准的电气设备、剧烈撞击等；
- (6) 用户未按照使用《使用说明书》正确操作仪器。

在以下情况，在保修期内 Inper 对仪器的可靠性、安全性负责。

- (1) 仪器所有的装备、拆装、维修、调试、升级操作均由 Inper 公司的专业人员执行；
- (2) 仪器所连接的电气设备均符合国家标准；
- (3) 仪器根据《使用说明书》进行正确操作。

6 术语表

- (1) Output: 含义为输出或输出口，当输出口连接其他仪器时输出口将输出的信号传出给其他仪器做打标或触发功能使用。
- (2) Trigger: 触发，即当触发口与其他仪器相连接时，收到来自其他仪器的有效信号即可触发对应操作，例如：此次实验的某个光/电刺激尖端的开始运行。
- (3) 高电平：当设备输出高电平时，意味着它正在输出一个逻辑 1 的状态，会使连接的设备或电路识别为“开”或“激活”状态。当设备接收到高电平时，它将这个信号识别为逻辑 1，可能会触发内部的某些操作或状态改变。

7 技术支持

如果您在使用 Inper 产品与服务中遇到任何技术问题，敬请联系 Inper 及时获取专业的技术支持。您可通过如下方式联系我们：

再次感谢您选择 Inper 产品，感谢您对 Inper 团队的信任与支持。Inper 将持续创新，为您提供更多的优质产品。

电话：0571-8603 5376

邮箱：support@inper.com

网站：<https://www.inper.com/>

地址：浙江省杭州市余杭区仓前街道仓兴街 669 号 12 幢 12 层