# 获取Polar数据流3-开发计划

## 开发计划

### Step 0｜项目与权限“地基”（新增，放最前）

- 任务：Xcode 真机跑通；开启 Background Modes→Uses Bluetooth LE accessories；Info 里加入蓝牙权限说明键；确认 UDP 心跳能发到 Mac；LabRecorder 能看到 `PB_UDP` 与 `PB_MARKERS`。
- 验收：在真机上看到“每秒发送/标记”可用；`qa_check.py` 对一段 10–20 秒录制给出 PASS。

### **Step 1｜建立整体 UI 框架

#### 阶段性交付物与验收标准

##### 交付物

1. **信息架构图**（简单即可）：页面区块、导航方式、各区数据来源。
2. **状态模型草图**：`AppState / SessionState / DeviceState` 字段清单与状态转换表。
3. **事件与标记词典 v1.1**：常量表与说明。
4. **UI 原型**（可用 SwiftUI 静态界面即可）：
   - 顶部计时区：总计时/诱导/干预三块数字时钟
   - 中部设备区：Verity/H10 两卡片，显示“已发现/未发现/已连接/未连接”的占位状态
   - 控制区：开始/标记组（基线/诱导/干预）/结束
   - 底部调试区：IP、端口、发送开关、丢包计数、最近心跳速率、日志窗口
5. **设置与持久化**：IP/端口/默认设备的保存与还原。
6. **一键自检**：按钮可发送测试 UDP/Marker，并在调试区显示结果。
7. **会话摘要落盘**：结束后在沙盒写入一条 JSONL 摘要。

##### 验收标准

- 启动应用后，在**无设备**情况下仍可完整浏览 UI，各区展示“占位状态”，无崩溃。
- 配置项（IP/端口/默认设备）修改后，**杀掉应用重启仍能恢复**。
- 点击“开始”后，总计时走秒；点击“诱导开始/结束”“干预开始/结束”能独立启动/停止对应计时，而总计时不中断；点击“结束”三者全部停止。
- 开启“发送数据”后，**不依赖任何真实设备**，能向 UDP 端口发送测试心跳；LabRecorder 开启时，可看到 `PB_UDP_TEST` 与 `PB_MARKERS_TEST`。

- 结束后生成 `session_*.jsonl`，字段完整。
- 运行 `qa_check.py` 对应的 XDF 文件，若事件齐全且时长达标，则返回 PASS。

---

## 子任务顺序

UI框架搭建可分为三个层次。第一个层次是底层机制，包括App运行的全局信息、数据广播/发送/打包/标记等服务。这一层的程序服务所有的App页面。第二层是UI框架，包括信息框架、操作流程、功能模块和交互方法。第三层是数据层，建立数据模型，并在各页面之间通信。它们被标注为三个子任务。

### 第一层：底层机制（与 UI 脱钩）

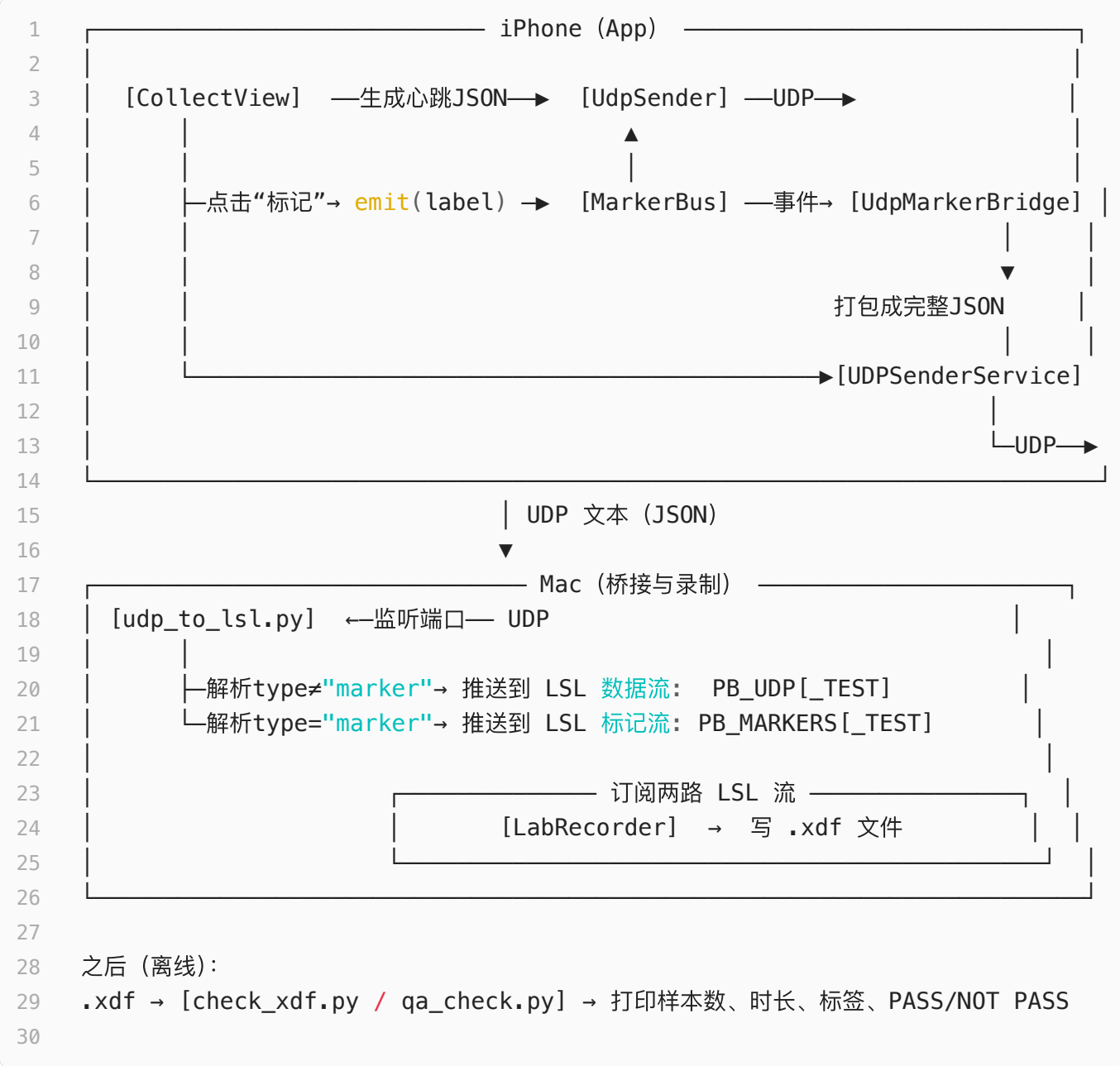
#### 手机端

- **ContentView.swift**
  这是界面入口
- **HomeView.swift**
  app主界面，展示所有主要功能模块，以及各功能的入口
- **CollectView.swift**
  信号采集和生成页面
- **AppStore.swift**
  一个全局的小本子，用来记“当前目标地址、端口、是否在连续发送、累计条数、最近一次发送时间”等状态。按钮改变状态时会在这里记一笔，也打印日志，方便确认流程。
- **UdpSender.swift**
  “数据发送器”。专门把 CollectView 里产生的“心跳”这类普通数据，用 UDP 方式发到指定主机和端口。
  UDP 是一种“扔纸飞机”的网络发送方式：不确认对方收没收，但速度快、开销小，适合我们这类高频、容错的实时数据。
- **MarkerBus.swift**
  “标记总线”。是一个很简单的广播器：界面上的标记按钮只需要说“我这儿有个标记事件，标签叫 baseline_start（或 stim_start 等）”，广播出去，不管谁来接。
- **UdpMarkerBridge.swift**
  “标记桥”。它订阅“标记总线”的广播，一旦听到某个标记事件，就把它打包成一条更完整的 JSON：
  - `label`：标记名
  - `packet_id`：递增的编号，方便日后排查是否丢了某一条
  - `t_device`：手机本地时间戳（用于跨设备对时对齐）
- **UDPSenderService.swift**
  “标记发送服务”。和数据发送器分开，单独维护一条 UDP 连接，专门负责发**标记**。它会打

印：目标地址、连接状态（ready 就绪）、每次发包的字节数、是否成功等。
这样“标记”和“数据”互不影响，也便于分别定位问题。

> 小结： 普通“心跳/数据”走 `CollectView → UdpSender` 。“标记”走 `CollectView → MarkerBus → UdpMarkerBridge → UDPSenderService` 。
> 两路都发到同一个目标 IP:Port（在“应用设置”时会同时更新两路的目标）。

**流程图**




**连线含义说明：**

- 直线箭头 `→` 表示“把数据递交给谁”或“谁调用谁”。
  - 在 iPhone 内部，比如 `ContentView → MarkerBus` 是“按钮告诉总线：有个标记”；`UdpMarkerBridge → UDPSenderService` 是“桥把整理好的标记交给发送服务”。

- 带 “UDP” 的连线表示“用 UDP 把一段文本发到网络上的某台机器某个端口”。
- 从 `udp_to_lsl.py` 指向 “LSL 流”的描述，表示“脚本把收到的东西发布到 LSL 网络”，供 LabRecorder 订阅。
- 最后一段 “.xdf → 检查脚本” 是文件输入输出的关系。

**Console信息解读**

- `APPLY host=… port=…` 、 `[AppStore] target -> …`
  来自 HomeView 与 AppStore：说明你点了“应用设置”，目标地址被更新了。
- `TICK {"type":"heartbeat", …}` 、 `SEND-ONCE …`
  来自 CollectView：说明心跳/单次发送确实在产生数据。
- `[MarkerBus] emit -> baseline_start #N`
  来自 MarkerBus：说明按钮点击已广播出一个标记事件，第 N 次。
- `[UdpMarkerBridge] sent -> {...}`
  来自 UdpMarkerBridge：桥收到了标记事件，已经把它打包成完整 JSON 并交给发送服务。
- `[UDPSenderService] state=ready …` 、 `send to … bytes=… payload=…` 、 `send ok`
  来自标记发送服务：UDP 连接已就绪，刚刚发了多少字节，是否成功。
- `[udp_to_lsl] listening on …` 、 `[DATA #k] …` 、 `[MARK #k] …` 、 `[SUMMARY] data=…, markers=…`
  来自电脑端桥 `udp_to_lsl.py` ： 正在监听；已经收到第 k 条数据/标记；每隔几秒打印一次累计统计。
- `PB_UDP[_TEST] / PB_MARKERS[_TEST]`
  你在 LabRecorder 里看到的流名； `check_xdf.py` 里也会打印对应的样本数与时长。

> 第一层所有任务已经完成

## 第二层：UI 框架


20:43
生理信号记录
设备
Polar Verity Sense
未连接
Polar H10
未连接
选择任务
受试者信息
记录被测基本信息
生理数据采集
采集实验数据
模拟数据测试
基于模拟数据调试设备
历史记录
记录历史
查看历史记录信息
当前 UDP 目标：192.168.31.22:9,001


20:44
Back
生理数据采集
采集状态
0次
试次数
0号
被试 ID
未开始
采集状态
0个
标记数
选择数据
未检测到可订阅数据
请先在首页连接 Verity / H10 等设备
采集操作
开始采集
持续时间 00:00
00:00
基线
00:00
诱导
00:00
干预
基线
开始
诱导
开始
诱导
结束
干预
开始
干预
结束
采集进度
说明：此区显示最小化的实时进度/统计；根据实
验需求继续开发。


**T0｜项目结构整理**

- 目标：把界面按“首页 / 采集 / 调试”拆成独立 View 文件，后续便于迭代。
- 要做：
  - 规划文件夹：`UI/Home`，`UI/CollectData`，UI/Debug，UI/Shared`.
  - 视图占位：`HomeView`，CollectView，DebugView，以及共享组件占位文件（空壳即可）：DeviceCard，DataPill，TimerPanel，MarkerBar，StatusBanner`. 等等

**T1｜导航骨架与入口（按钮导航）**

- 目标：建立首页导航布局，首页的选择任务栏中进入各主要页面的按钮。
- 要做：
  - 每个页面顶部保留导航栏标题（`navigationTitle`），右上角预留齿轮/帮助图标位（先空）。

**T2｜首页信息架构（设备区 + 任务区 + 最近数据占位）**

- 目标：主页层次与草图一致。
- 要做：
  - 顶部“设备状态区”：两张 `DeviceCard`（Verity/H10），显示多个连接状态（如：未发现 / 可发现未连 / 已连接等等）。
  - 中部“选择任务”：三项卡片（受试者信息 / 生理数据采集 / 模拟数据调试），点击“生理数据采集”跳到 CollectView`。
  - 底部“最近数据”：一张占位卡（显示最近一次录制的文件名与时间，先用假数据）。

**T3｜设备卡（DeviceCard）状态语义与可达性**

- 目标：设备卡状态清晰，不只靠颜色。
- 要做：
  - `DeviceCard` 支持状态：`not_found / discovered / connecting / connected / failed / permission_missing`。
  - 提供状态点 + 次行文案（例如“已连接 / 可发现 / 权限未开”），颜色仅作辅助。
  - 点击已连接的卡片，应在采集页的“可采集数据区”点亮相应数据源（后续再真接 Polar）。
- 验收：手动切换 `AppStore` 的设备状态（在debugView模拟连接状态）后，卡片根据模拟指令显示与设备的连接状态。

**T4｜采集页骨架（状态 → 数据选择 → 操作 → 计时 → 进度）**

- 目标：落地草图的整体框架。
- 任务概要：
  - 顶部“采集状态”区：用于显示采集编号（或者叫trialID）、被测ID。开始采集后，UDP发送状态、计数等等。用一排横向排列可滑动的图标+文字的样式显示。
  - “数据选择”区：一排 `DataPill`（PPI / PPG / HR / …），仅显示已经连接设备中所有可以订阅的数据。试验员可从其中选择一个或多个
  - “采集操作”区：一大片卡片。上方为大按钮（开始/停止），与数据采集计时。下方是 `MarkerBar`（基线开始/诱导开始/诱导结束/干预开始/干预结束）。
  - “采集进度区”：基本的数据采集过程显示，如已发送条数、已录时长等，取自 Store 的 counters。
  -
- T4-0｜模型与状态准备（Store 最小字段）

- 在 `AppStore` 增加/确认这些字段（只列名称与含义，不写实现）：
  - `subjectID: String?` 被测者编号（可空，先手输）
  - `trialID: String` 本次采集编号（进入采集页生成一次，如 `TYYYYMMDD-HHMMSS`）
  - `isCollecting: Bool` 是否处于采集中（驱动按钮与标记可用性）
  - `sessionStart: Date?` 采集开始时间（用于总计时）
  - `sentCount: Int` 已发送数据条数（已有）
  - `markerCount: Int` 已发送标记数（可选，方便进度区展示）
  - `availableSignals: Set<SignalKind>` 根据设备状态动态推导（如 Verity: PPI/PPG/HR；H10: ECG/HR）
  - `selectedSignals: Set<SignalKind>` 用户在“数据选择区”的勾选结果
- 事件方法（仅声明目标行为）：
  - `startCollect()`：置位 `isCollecting=true`、记录 `sessionStart`、清理统计、广播“开始”。
  - `stopCollect()`：置位 `isCollecting=false`、广播“停止”。
  - `toggleSelect(_ kind: SignalKind)`：切换某数据类型勾选。
  - `emitMarker(_ label: MarkerLabel)`：通过 `MarkerBus` 发标记，并+1 `markerCount`。
- **验收**
  - 这些字段/方法在 Store 可被 `CollectView` 读写；`isCollecting` 改变会触发 UI 切换。

- T4-1｜采集页布局骨架（不带交互）
  - `CollectView` 分 4 块：
    A. 顶部“采集状态区”
    B. “数据选择区”
    C. “采集操作区”（大按钮 + 计时 + 标记条）
    D. “采集进度区”
  - 先用占位内容撑出结构（固定高度，确保开始/停止切换不抖动）。
  - 验收
    - 四区块纵向排列，上下间距一致；切换明暗模式不破版。
- T4-2｜A 区｜状态条（横向可滑动 chips）
  - 按“图标 + 文字”做成一排可横滑的小标识（chips）：
    - `trialID` 这个标识标识某个被试的某次测试，以 `subjectID-testIndex`（例如 `001-1`）标识。`subjectID` 与 `testIndex` 未来在“受试者信息”页面由实验员手工铁血
    - `subjectID`（未填显示“未设置”）
    - `已发送条数`
    - `标记条数`（可选）

    - 数据由 `AppStore` 提供。
    - 验收
        - 横向可滑动；文字超长有省略号；进入采集后条数会动态更新。
- T4-3｜B 区｜数据选择（DataPill 动态生成）
    - 依据 `availableSignals` 生成 Pills：PPI / PPG / HR / ECG …
    - 支持选中/取消（点击变样式），结果存入 `selectedSignals`。
    - 若当前无可用设备：整块置灰 + 提示“未检测到可订阅数据”。
    - 验收
        - 连接状态切换会刷新可见的 Pills；选中状态持久显示；再次进入页面仍保持。
- T4-4｜C 区｜采集操作卡（大按钮 + 计时）
    - 卡片上半部分：一个的大按钮，包含按钮文字（开始/停止）与计时区，布局在T4-1已经完成。
        - 大按钮字样：未开始采集时，显示“开始采集”；点击开始后则显示“停止采集”（红色）。
        - 计时区在字体下方，默认只有持续时间。如果实验员打标注，会增加标注持续时间，总共最多4条时间显示：持续时间、基线时间、诱导时间、干预时间。
        - 当增加多条时间标注时，按钮的高度自适应加高。
        - 按钮点击“开始/停止”分别调用 `store.startCollect()` / `store.stopCollect()`。
        - 将测试部分的UDP发送模拟迁移到此按钮，让CollectView 直接获取同一份状态与计数，以后接 Polar 也不需要再改调用处。
    - **禁用规则**：当 `selectedSignals` 为空或无设备时，“开始采集”禁用。
    - 验收
        - 点击开始后计时立即走动；停止后计时冻结；按钮切换无布局跳动。
- T4-5｜C 区｜标记条（MarkerBar）
    - 一行 5 个标记按钮：基线开始 / 诱导开始 / 诱导结束 / 干预开始 / 干预结束。（骨架已经建好）
    - **可用性**：
        - 大按钮“开始采集”启动后才能使用。
        - 每次只能激活一个标记，一个标记激活后，之前激活的标记关闭
        - 标记的点击必须按照基线开始 / 诱导开始 / 诱导结束 / 干预开始 / 干预结束的顺序，不允许用户随意点击。
    - 点击调用 `store.emitMarker(...)`，并在 Console 打印 `MARK …`。
        - 此处会产生线程问题（在 `UdpMarkerBridge.swift` 中会看见此错误）需要把这些需求放在主线程。通过把 `AppStore` 标注为 `@MainActor`，并用 `Task { @MainActor in … }` 明确把**读** `isCollecting`、**调用** `markSent()` 等 UI/状态更新行为放回主线程执行
    - 验收

        - 未开始时按钮置灰不可点；开始后可点；每点一次 `markerCount` +1，Console 有日志。
- T4-6｜D 区｜采集进度
    - 显示实验中可能需要的信息，具体做什么还没想好，先空着
- T4-7 | 主页底部 ｜ 最近数据
    - 考虑修改为历史记录入口，点击后进入记录历史页面（先做占位，不实现）

**T5｜小结与回归清单**

- 目标：这一层结束的验收标准。
- 验收脚本（人工）：
    1. 打开 App，首页三块布局正确；两张设备卡显示“未发现设备”；点击“生理数据采集”能进入采集页。
    2. 在调试页改 UDP 目标，回首页与采集页显示同步更新。
    3. 采集页点击“开始每秒发送”，总计时开始走、标记按钮解锁；依次点“基线开始→诱导开始→诱导结束→干预开始→干预结束”，按钮互斥与节流生效。
    4. 点“停止”，总计时停止、标记按钮禁用。
    5. LabRecorder 录 10 秒，`qa_check.py` 通过（≥2 个标记、时长足够、数据密度 OK）。
    6. 无权限/无设备时的空态与黄条能正确出现（用假状态触发）。

**说明：这些任务与底层/后续的关系**

- **这批任务不接 Polar SDK**，仅用已有的 UDP 发送与 Store 状态驱动 UI，保证骨架扎实。
- 完成后，再进入“功能对接层”（把 Verity/H10 的真实状态与数据流接进来）：设备卡读真状态、DataPill 跟随实际能力、开始/停止触发真实订阅、标记广播到两路 LSL。

> 第二层所有任务已经完成

## 第三层：功能对接（把线插上）

目标：把底层服务注入到 UI，最小闭环通路达成。

- 把 `AppState` 改为**真实**状态（来自 Permission/Device/Session/Timer 各服务的 Combine 流）。
- 首页设备卡显示真实扫描/连接状态；采集页“开始/停止/标记”驱动 Session 与 UDP；计时显示来自 `TimerEngine`。
- 调试页“发送一次/每秒发送”调用真 `UDPSender`。
- 对接验收：
    - 真机操作一遍“开始 → 三个标记 → 停止”，LabRecorder 能录到 PB_UDP 与 PB_MARKERS；`qa_check.py` PASS。

> 第三层所有任务已经完成
>
> Step 1 完成

---

## Step 2｜集成 Polar BLE SDK（iOS）

- 任务：用 Swift Package Manager 引入 `PolarBleSdk`；工程能在真机关联编译；不写业务逻辑，先保证链接没问题。
- 验收：真机构建成功，无 “Missing package product 'PolarBleSdk'” 等错误。

## Step 3｜设备扫描与识别（Verity）

- 任务：实现最小扫描，**只在 Xcode 控制台打印**发现的 Verity（deviceId、RSSI、电量如可得）；UI 不必显示。
- 验收：打开 Verity 后，若干秒内稳定打印到它的 deviceId。

## Step 4｜连接与订阅 HR（先做易的）

- 任务：根据 deviceId 建立连接；订阅 HR（bpm），如 SDK 同步给出 RR/IBI 也一并接入；封装为 JSON（version、session、device、stream、packet_id、t_host、payload）。
- 验收：Xcode 中能连续看到 HR 数字；Mac 桥接器每秒打印 `[DATA]`；短录 20–30 秒后，`PB_UDP` 样本数与时长匹配，`qa_check.py` PASS。

## Step 5｜订阅 PPI（逐拍间期）

- 任务：接入 PPI 流；同一路 UDP JSON 发送（`stream:"ppi"`，payload 含 `ppi_ms`、如有 `hr_est`）；必要时控制发送频率与批量打包。
- 验收：短录后能在 `PB_UDP` 看到 PPI 条目，时间推移合理；与 HR 同时存在时，检查两类样本交错记录是否正常。

## Step 6｜端到端一轮标准实验流程

- 任务：佩戴 Verity；走“基线→诱导→干预→结束”手动标记流；同步录制到 LabRecorder。
- 验收：`PB_MARKERS` 至少包含 `baseline_start / stim_start / stim_end`（若做干预则有其成对标签）；计时显示与实际标记时刻一致；`qa_check.py` PASS。

## Step 7｜硬件自检与外部对照

- 任务：用 Polar Flow 或 Kubios App 独立验证 Verity 工作正常（只做“硬件好坏”的 sanity check，不参与主数据流）。

- 验收：Flow/Kubios 上 HR 曲线与你 App 中 HR 变化方向一致（不要求数值完全相同，重点是设备功能正常）。

## Step 8｜结果检查与归档

- 任务：`check_xdf.py` 查看流名、样本数、时长；`qa_check.py` 严格把关；保存 `session.jsonl` 旁路日志与 `.xdf` 成对归档（目录按日期/受试编号命名）。
- 验收：两脚本输出都正常；归档结构固定、可快速检索。

---

## 关键评述与注意点

- 你原先的“3. 佩戴 Verity，通过 Flow/Kubios 检验”很有必要，但**不要依赖它作为数据源**。它只用于确认传感器本身没有坏，主数据链路始终是“SDK→UDP→LSL→XDF”。
- **PPG 原始波形**暂时不纳入第一轮目标。先把 HR 与 PPI 打通，PPG raw 体量更大、对传输与绘制要求更高，等 H10 ECG 打通后再统一考虑“高带宽流”策略。
- UDP 仍然是**同一通道**发送不同 `stream` 的 JSON；区分靠 `stream` 与 `device` 字段，桥接器不需要开新端口。
- 计时器第一版仅做“显示与手动标记”，是正确的取舍。你已经在 XDF 中拿到“事件时间窗”，后续再把“自动倒计时、自动标记、自动切段”外接到这套 UI，很顺。

---

## 每步的最小“通过线”清单（Go/No-Go）

- Step 0：真机心跳与 marker 能录进 XDF，`qa_check.py` PASS。
- Step 1：计时显示正确，四个段落按钮与 marker 一一对应。
- Step 2：能在真机关联构建，不报包管理错误。
- Step 3：控制台能稳定打印 Verity 的 deviceId。
- Step 4：HR 连续、无明显中断；UDP 与 XDF 中样本数随时长增长。
- Step 5：PPI 有序、数值在合理范围（600–1200 ms 为常见静息范围，运动会更低）。
- Step 6：标记序列完整、计时读数与标记时刻对应。
- Step 7：Flow/Kubios 中设备表现正常。
- Step 8：脚本检查通过，归档规范。

按这个版本推进，就能先得到**可靠的最小可用系统**，同时为后续接入 H10 ECG、倒计时自动化和外部刺激联动保留清晰的扩展点。