



**HONG KONG**  
ASIAWORLD-EXPO  
亞洲國際博覽館

3<sup>RD</sup> TO 6<sup>TH</sup>  
DECEMBER  
2025



# 基于人工智能（AI）的智能 工作台：用于消毒供应中心 手术器械包的再装配

报告人: Chiara Taranto  
单位: Promedital有限公司





# 议程



## 现状

创建 AI 智能工作台的背景与原因



## 任务

AI 智能工作台的关键特征与目标定义



## 行动

项目实施概览——技术与运行层面



## 结果

试点项目的成果分析与主要发现



## 未来

后续改进步骤与系统的长期可持续性





# 现状： 手术器械包管理中的潜在风险



# 手术器械包装中反复出现的问题

## 安全性

- 器械包不完整或装配错误
- 器械放错位置
- 器械遗失

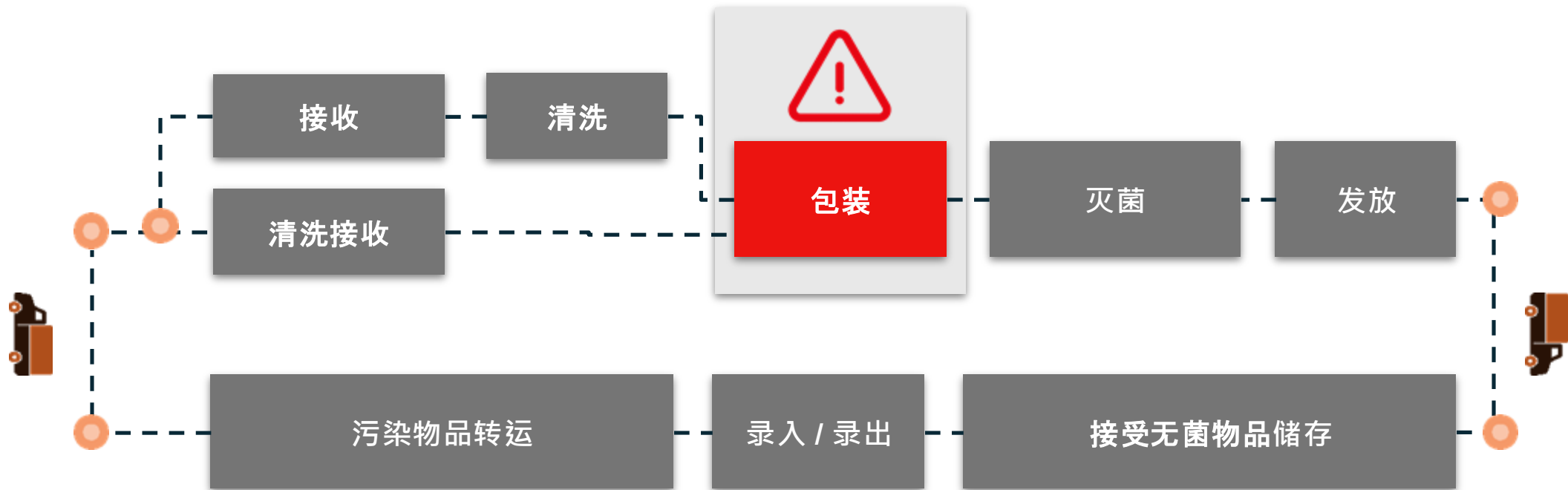
## 操作效率

- 缺乏标准化流程
- 员工流动率高 / 操作人员经验不足

## 经济影响

- 培训所需时间和费用高
- 器械打包过程冗长

在小型医院中，平均每月报告约 5 起此类事件。





# 任务： 实现手术器械包重新组装的 自动化与辅助支持



# 智能工作台的关键特性

## 精准的器械识别

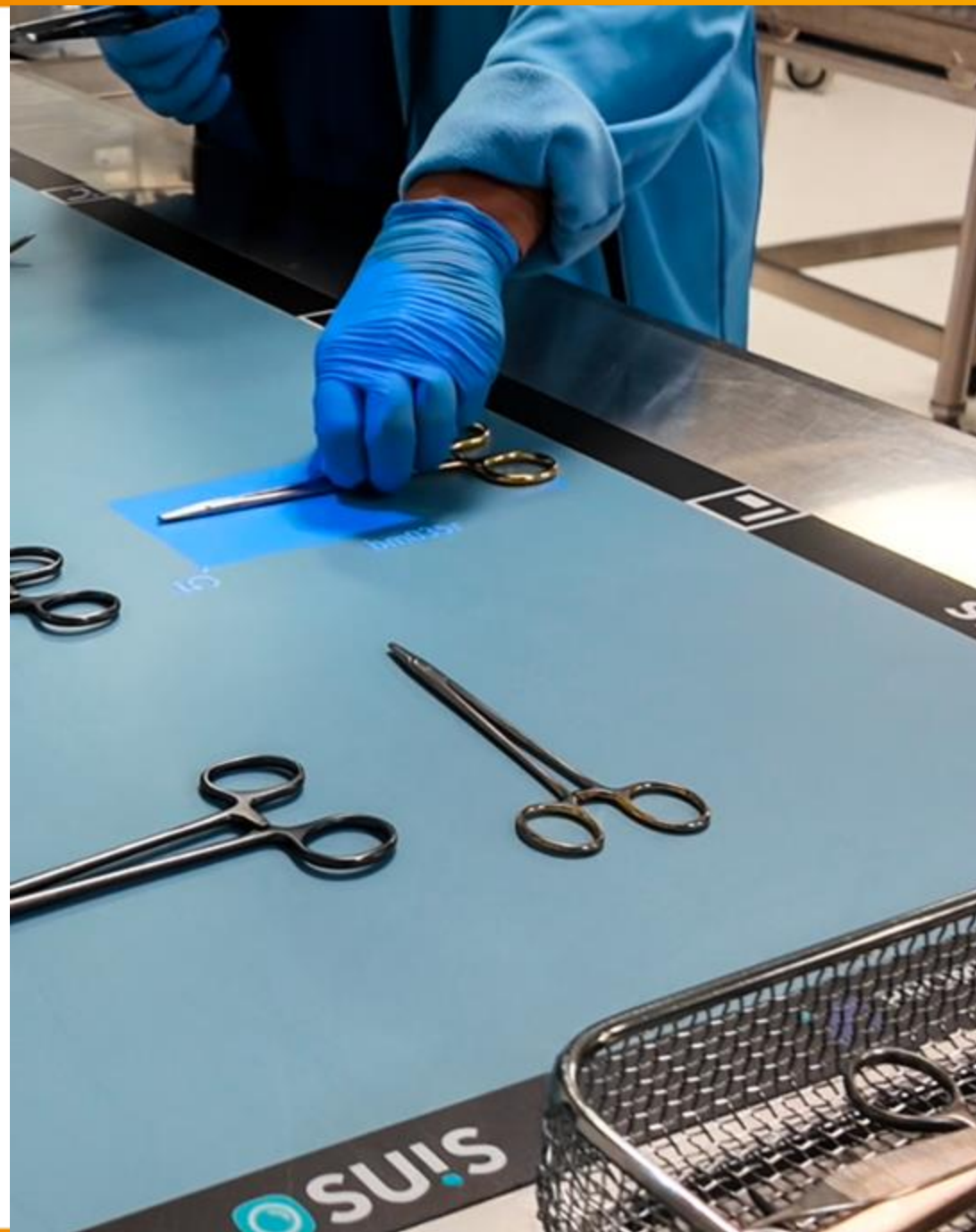
- 通过形状特征可靠识别器械
- 无需依赖雕刻编号或二维码
- 保留器械的合格认证状态

## 器械包区分与打包人指导

- 能够区分不同器械包中的器械
- 在不确定时，为打包人提供实时指引

## 人体工学与流程集成

- 快速且操作简便
- 可与现有的灭菌工作流程无缝衔接



# 智能工作台一览



# 行动：项目布局

## AI部分

- 手术器械识别算法
- 确保包内物品的精确和可靠

## 操作部分

- 与以下机构合作：
  - 莫得纳医院 (AUSL Modena), 意大利
  - Massa医院, 意大利
  - IHSS, 英国
- workflow整合和真实场景测试



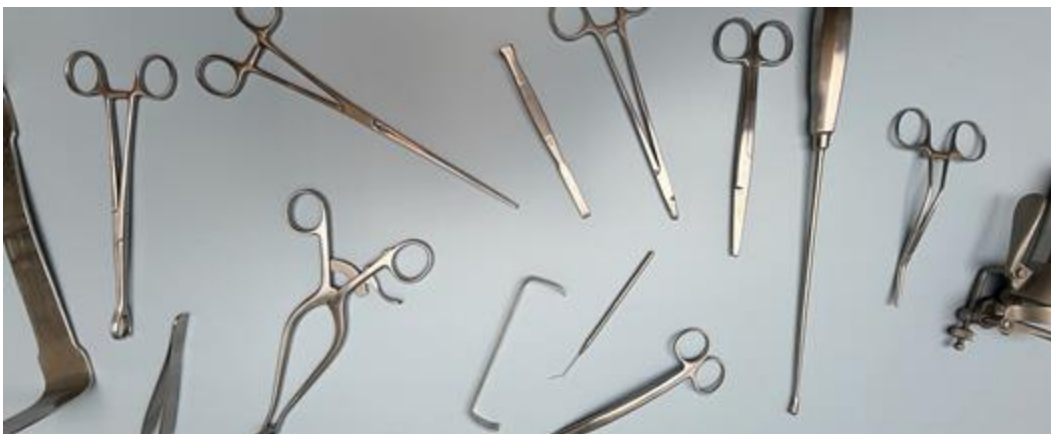


# 人工智能算法：手术器械识别的挑战

为了开发一个稳健的手术器械识别系统，需要解决两大核心挑战：

## 器械的极其多样性

数量目录庞大且持续更新，使得为特定器械包定制训练流程变得不可行。



## 操作部分

许多器械之间存在极其细微的外观差异，肉眼几乎无法分辨，这使得精准分类尤为困难



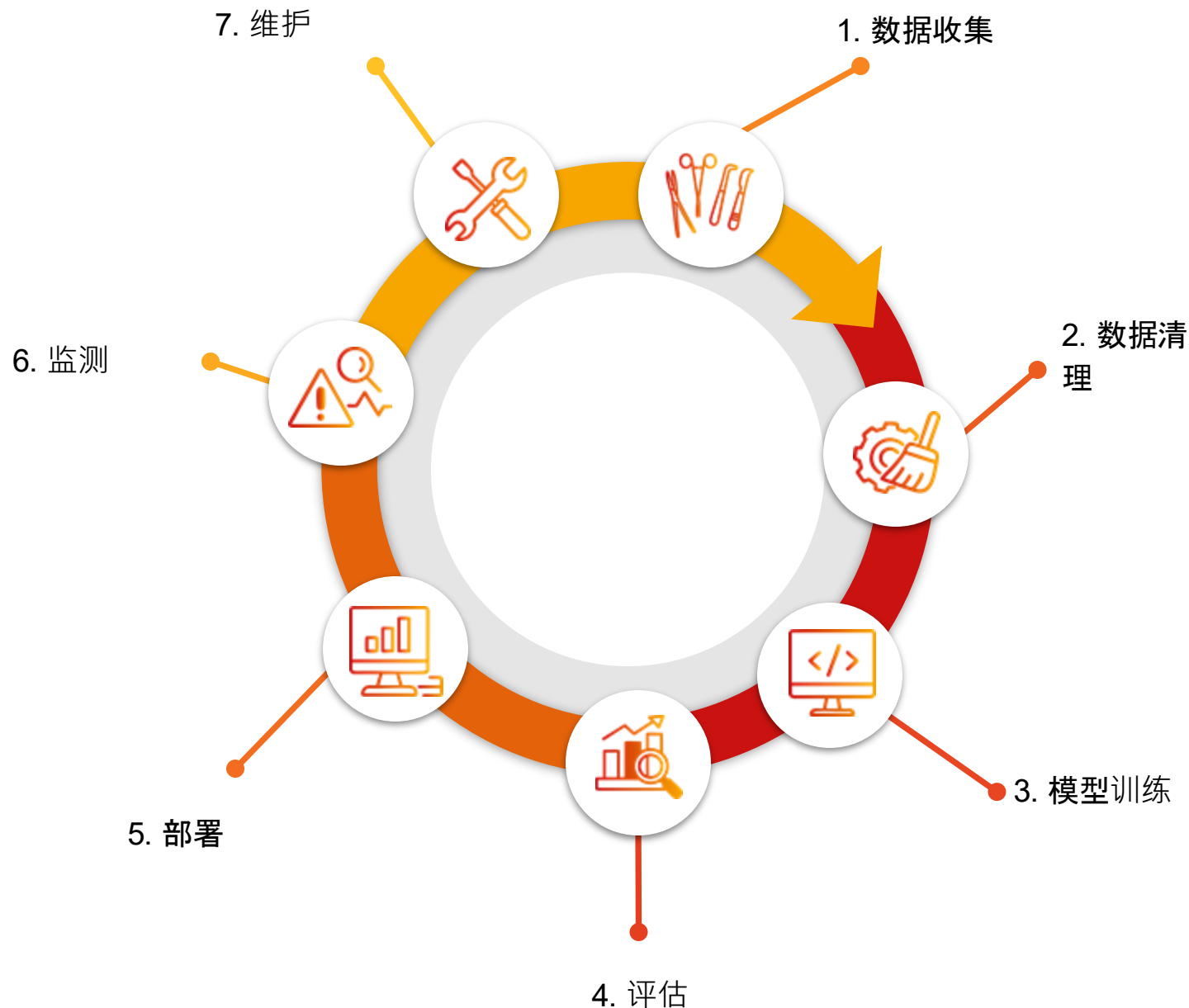
# 初始方法的局限性

## 传统的监督式学习流程

- 每个器械在受控条件下需拍摄 25 张以上的图像>
- 模型按“器械包”独立训练，不同器械包之间共享图像数据

## 主要局限性包括:

- 计算量大、耗时长
- 每当器械包配置发生变化时，必须重新训练模型
- 无法识别不属于这个包的器械或这个包内的缺失器械
- 识别准确率对光照条件与器械包组成极为敏感
- 仅依赖单一参考标记点，导致测量精度受限



# 改进方法：可扩展与可泛化的流程

强化分割：采用深度学习模型去除背景干扰，精准分离出器械轮廓。



# 改进方法：可扩展与可泛化的流程

## 高级特征表达：

生成高维数值特征表示，用以捕捉不同器械间的细微差异。

## 综合分类策略：

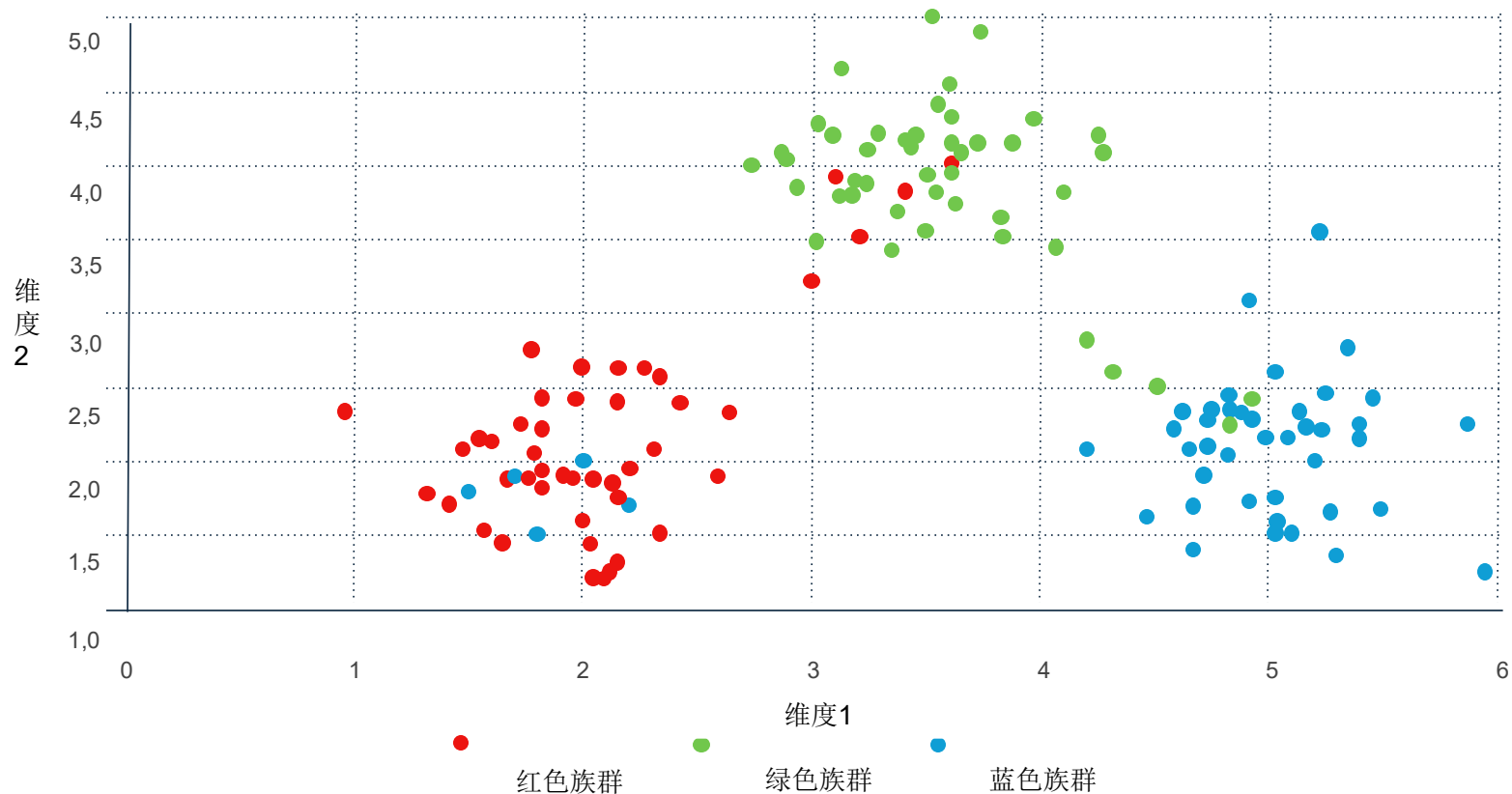
融合视觉特征与辅助信息，构建一个可扩展、准确且具备适应性的识别系统。

## 数据采集优化：

将每个器械所需的拍摄图像数量由 25 张减少至 8 张，同时仍能完整保留信息覆盖范围。

## HDR 成像：

通过高动态范围图像技术，确保在不同光照条件下均能获得一致的图像质量。



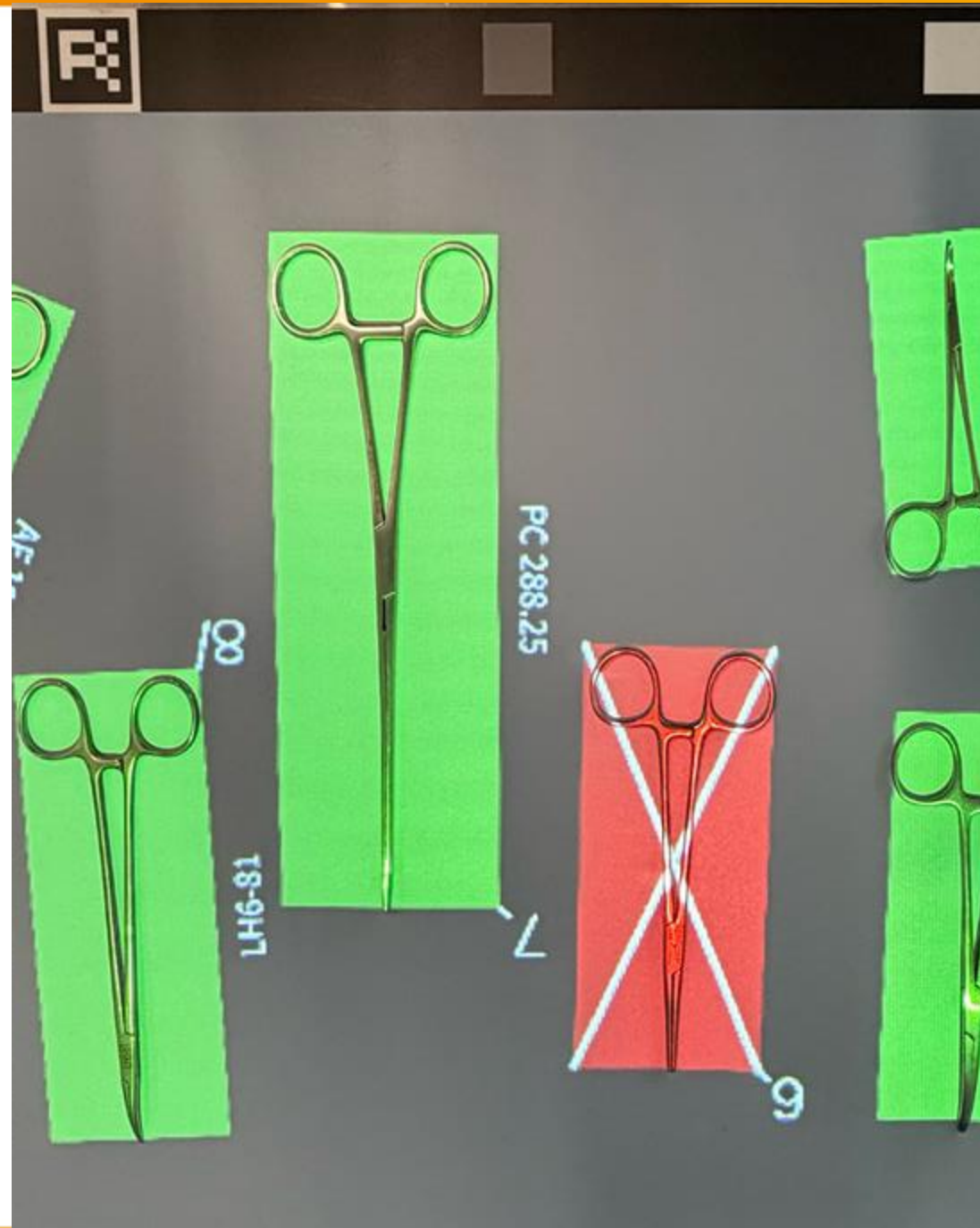
图：图像被分组为多个族群，其中包含相邻的族群与异常图像。

# 新方法的成果与优势

- 无需针对特定器械包进行训练
- 通过新增图像数据即可逐步提升准确率，无需重新训练
- 具备稳定的异常器械检测能力（可识别不属于本包器械或本包内缺失的器械）
- 可自动将器械重新分配至正确的器械包
- 达到 99.5% 的预测准确率，即使在不确定情形下，提供的答案在正确选项的前三位内

## 实现成果：

- 在不断变化的器械包中具备高度可扩展性
- 对错误分类具有灵活的修正能力
- 在检测异常器械与不属于本包的器械时保持高准确度
- 在图像采集与预先处理方面效率显著提升





# 探索未来的改进之处

**图像采集优化** - 通过改进摄像头配置与采用更广视角镜头，减少所需拍摄图像数量

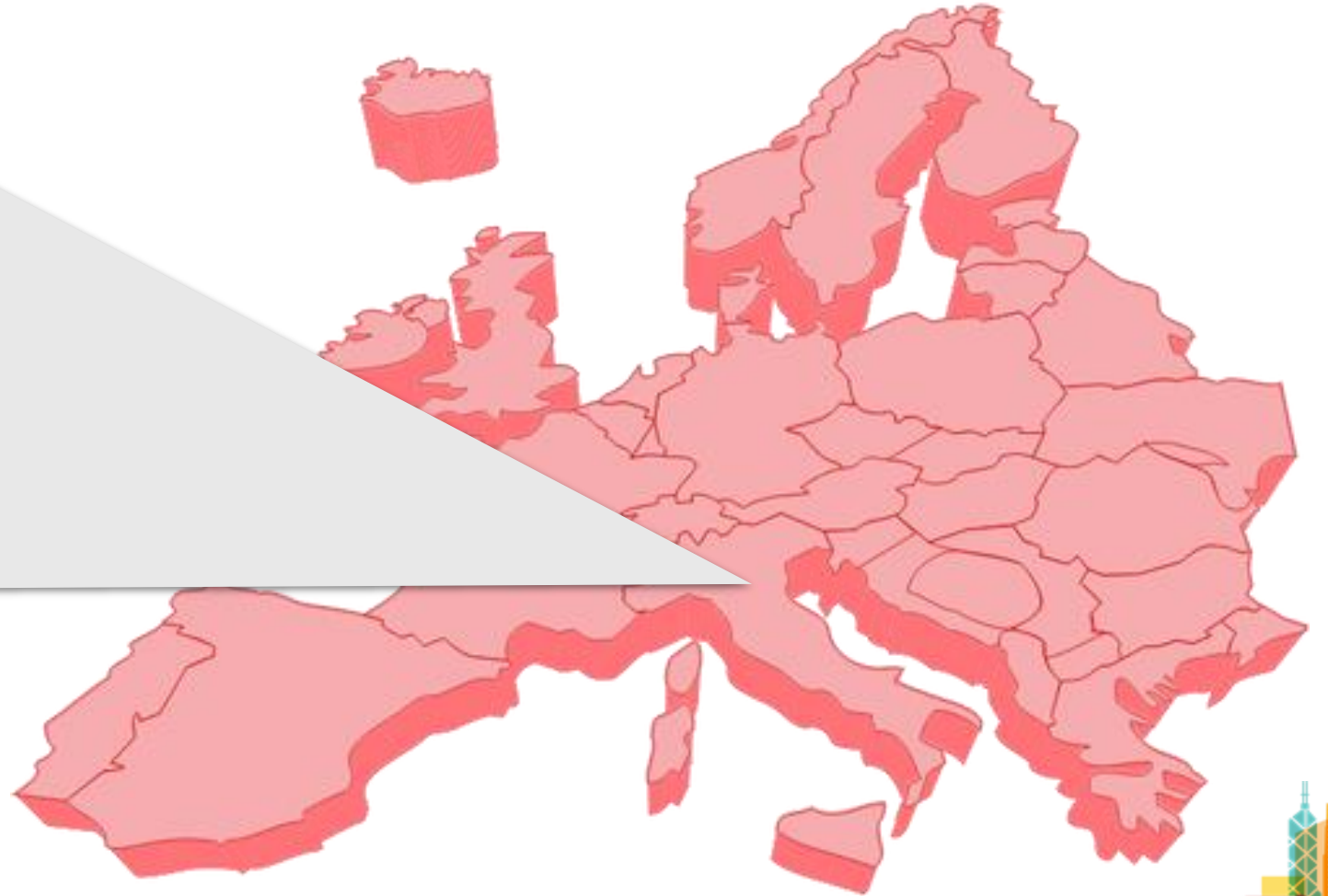
**降低不确定性** - 优化训练参数，尽量减少识别结果中的不确定预测

**重叠器械识别** - 实现对直接接触或近距离放置的器械的精准识别

**违规检测** - 识别清洗不彻底或存在物理缺陷的器械



# 在意大利莫德纳医院（Ausl Modena Hospital）测试所提出的解决方案



# 莫德纳医院:

## 案例研究 – 阶段 1

### 试点项目实施和基本信息概览

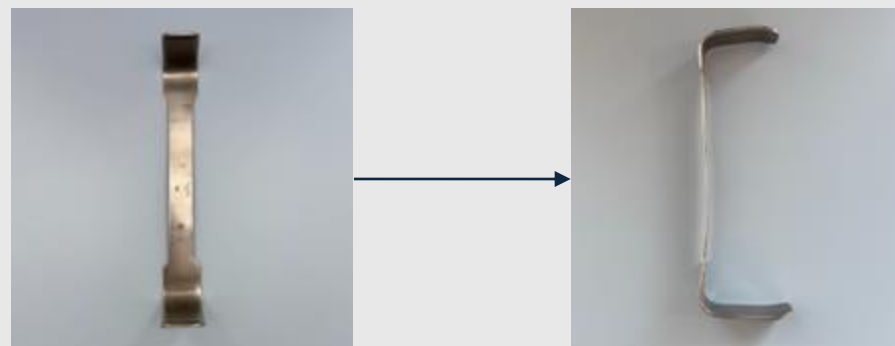
#### 试点项目基本信息

- 启动时间: 2024年11月
- 操作人员: 共15人 (其中4人具备打包经验)
- 器械包总数: 470
- 器械总数: 4,864
- 平均工作量: 每月约 1,159 套器械包

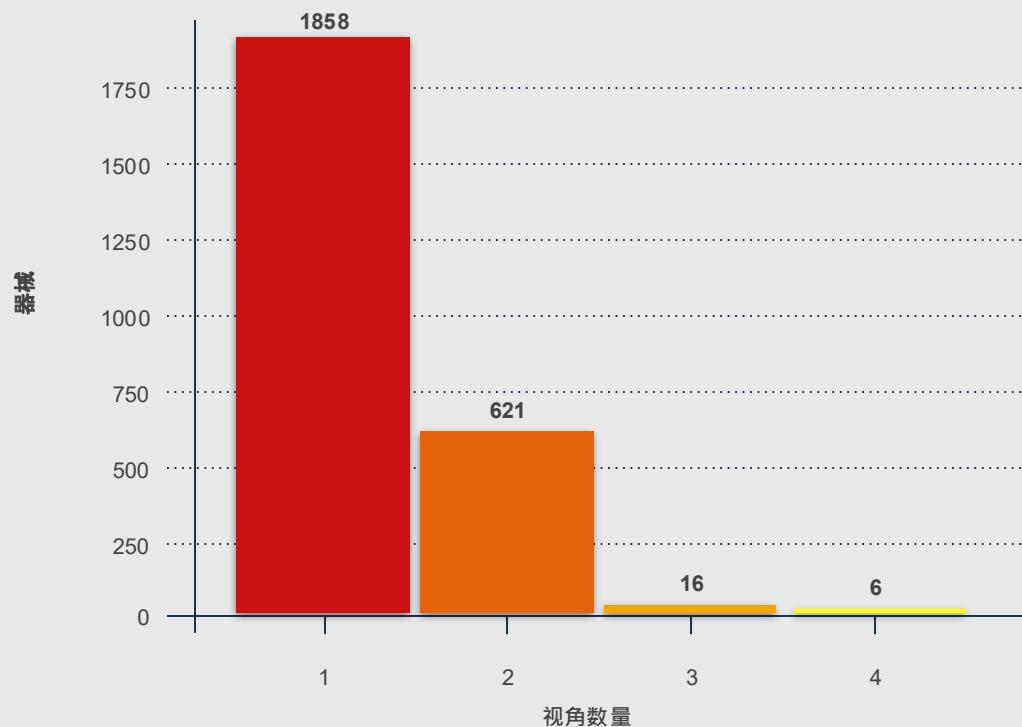
#### 数据收集结果

- 2024年11月–2025年1月
- 始于  
骨科: 最复杂的器械包  
普通外科: 覆盖77%最常见器械
- 单个器械拍摄平均时间: 1分49秒
- 采集到的器械包数量: 292
- 采集到的器械数量: 2,731

同一件器械可以从多个特定角度进行观察与拍摄



每个器械所需的拍摄视角







# 莫得纳医院：案例研究 – 阶段2

## (2025年1月–6月)

### 运行反馈与系统优化

从2025年1月至7月，我们与医院操作人员进行了现场合作，收集反馈并改进软硬件，以进一步提升系统的易用性与效率。

#### 主要改进

##### 人体工学

- 重新设计工作台，支持**触摸屏角度可调**
- 引入**插销式定位系统**，实现器械的有序摆放
- 增加**可定制配件**，以适应不同类型的手术器械包

##### 个性化设置

- 开发**多种数据采集模式**，以适应不同经验水平的操作员
- 在不影响资深人员效率的情况下，为经验不足的人员提供辅助支持
- 引入**训练模式**，让新手可独立练习器械包组装

##### 易用性

- 可调节的检索**速度**
- 自动显示**包装提示信息**
- **精简菜单结构**，快速访问关键功能
- 提供语音引导功能，在操作过程中给予实时提示



结果：

可量化的影响——为每位操作员带来稳定性能





# 莫德纳医院试点项目结果分析



**Bulgarelli Antonella**  
莫德纳医院 CSSD协调员

*“智能工作台试点取得了非常积极的成果，尤其是在加快操作速度和提升工作产出方面表现突出。”*



**Luana Ghizzoni**  
莫德纳医院 CSSD 高级护士

*“这款智能工作台带来了巨大的改进：我们同时提升了准确性与包装效率，并显著减少了因疏忽或视觉误差造成的人为错误。”*

*“智能工作台还能为新员工培训提供支持。无论是新入职的员工、护士还是护理助理，即使她们缺乏打包经验或不熟悉手术器械，也能通过对比识别照片与参考图像受益匪浅。”*

# 莫得纳医院：案例医院 – 阶段 3

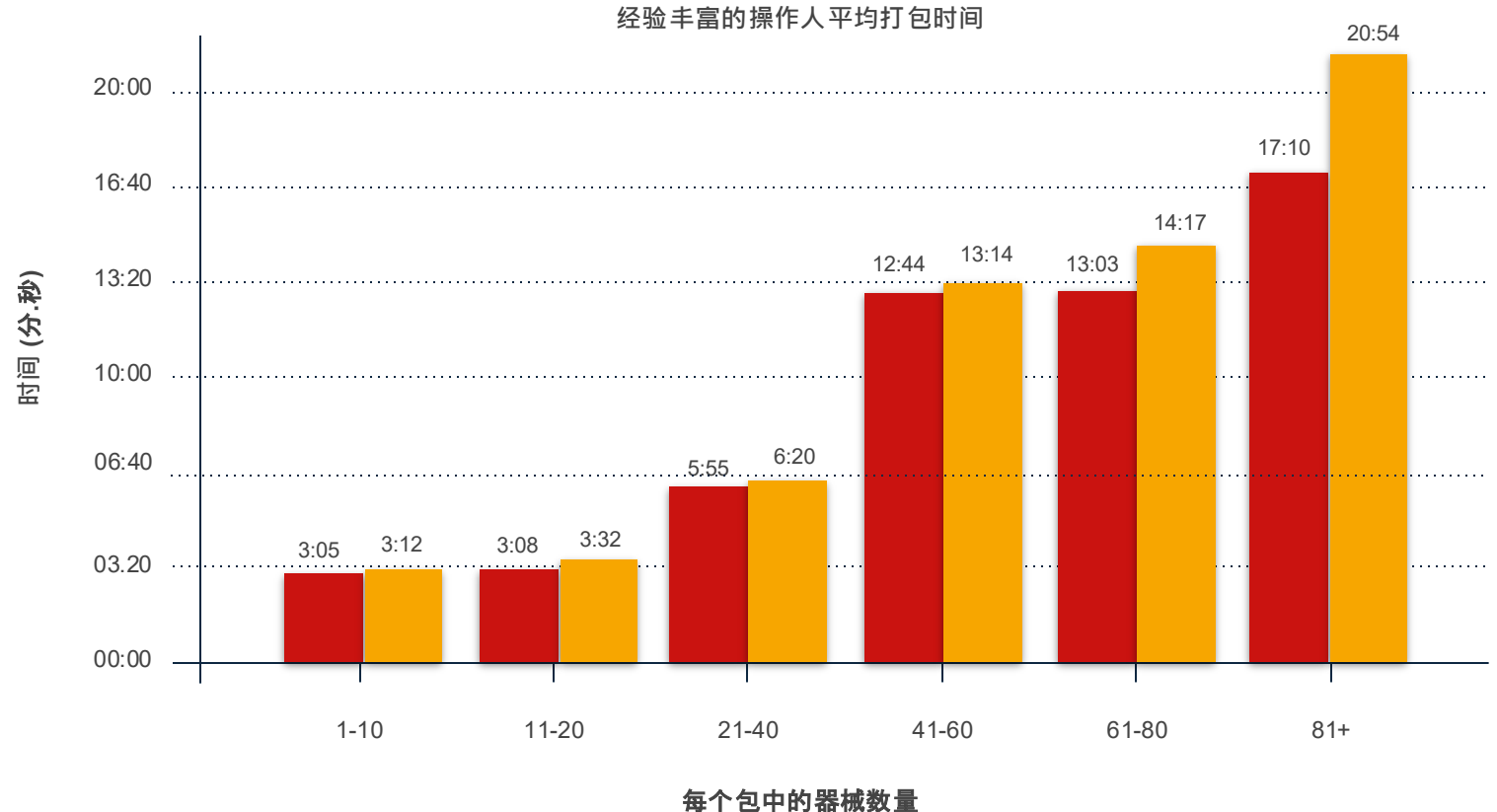
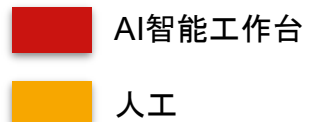
## (自 2025 年 7 月起进行中)

基于使用 AI 智能工作台完成的 2870 套器械包 的数据分析结果。

主要发现：

- **手术室不良事件报告数量显著减少**：手术室每月的异常报告数量由 **5 起** 降至 **1 起**
- 经验丰富的操作员**包装效率提升明显**：包装时间得到可量化的改善，整体工作效率显著提高。

图例



# 莫得纳医院：案例医院 – 阶段 3

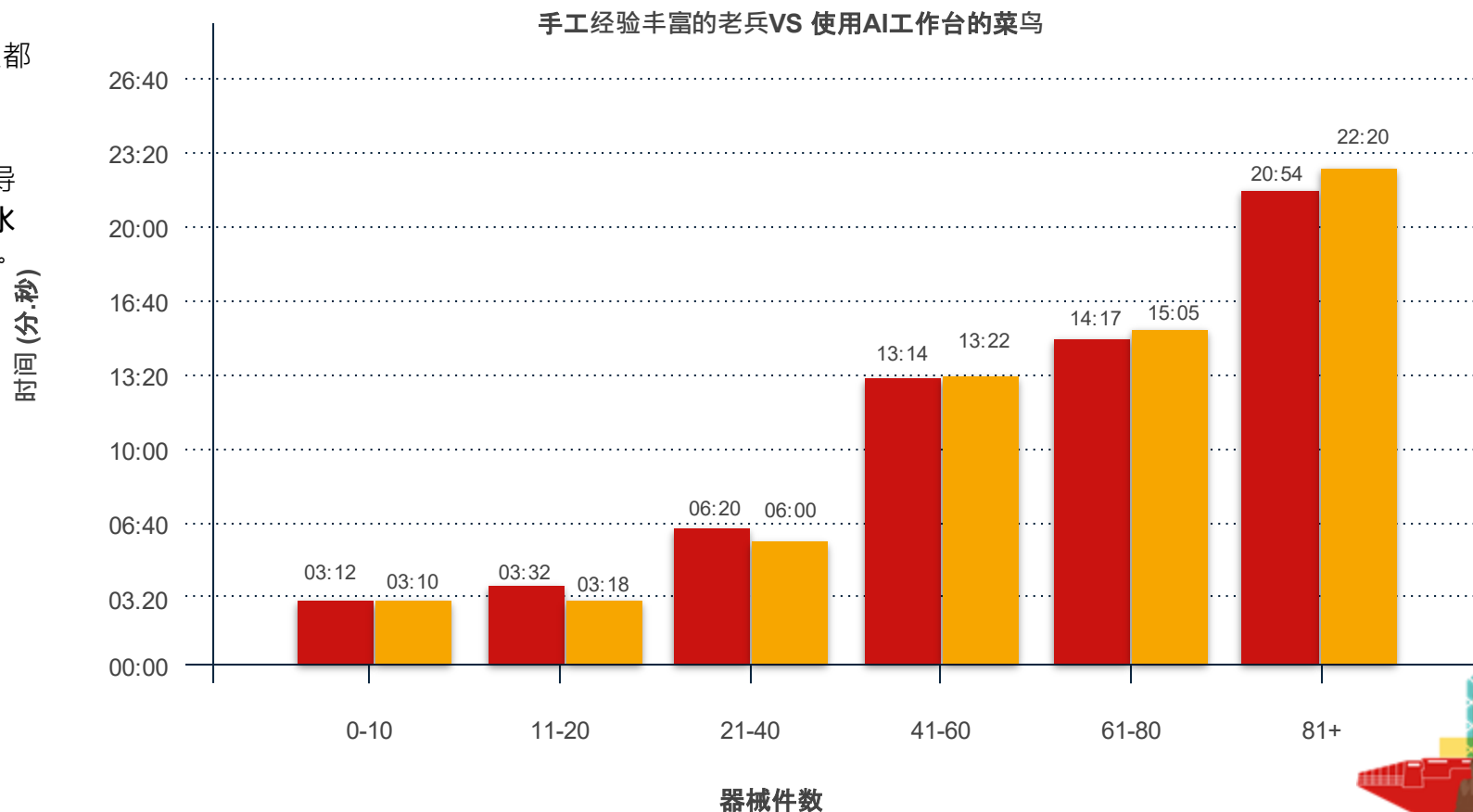
## (自 2025 年 7 月起进行中)

关键成果——全面的操作员能力提升:

- 借助 AI 智能工作台，所有操作员现在都能够高效完成手术器械包的组装。
- 新入职的菜鸟从零开始，通过系统指导迅速达到与经验丰富员工相当的工作水平，有时甚至在速度上超越资深人员。

图例

- 手工经验丰富的老兵
- 使用 AI 工作台的菜鸟





# 莫得纳医院：案例医院 – 阶段 3

(自 2025 年 7 月起进行中)

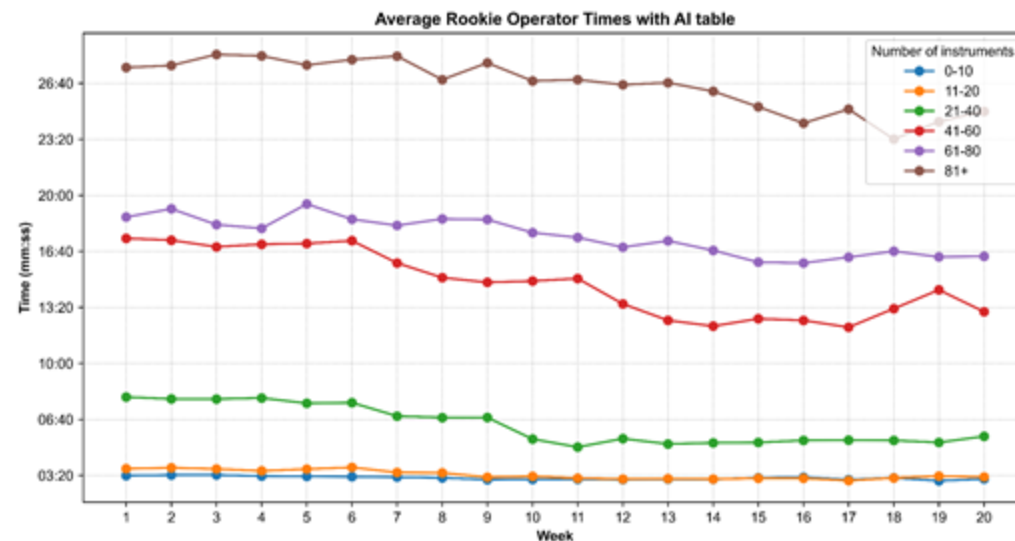
## 无AI 智能工作台



若没有 AI 智能工作台，新操作员在专家监督下的培训周期通常需要 3 至 6 个月。



## 有AI智能工作台



## AI 智能工作台的影响:

- 消除了不同操作员之间的技能差距
- 实现流程标准化，保证工作质量一致性
- 缩短培训周期，加快新员工上岗速度



# 未来方向： 系统改进与长期可持续性





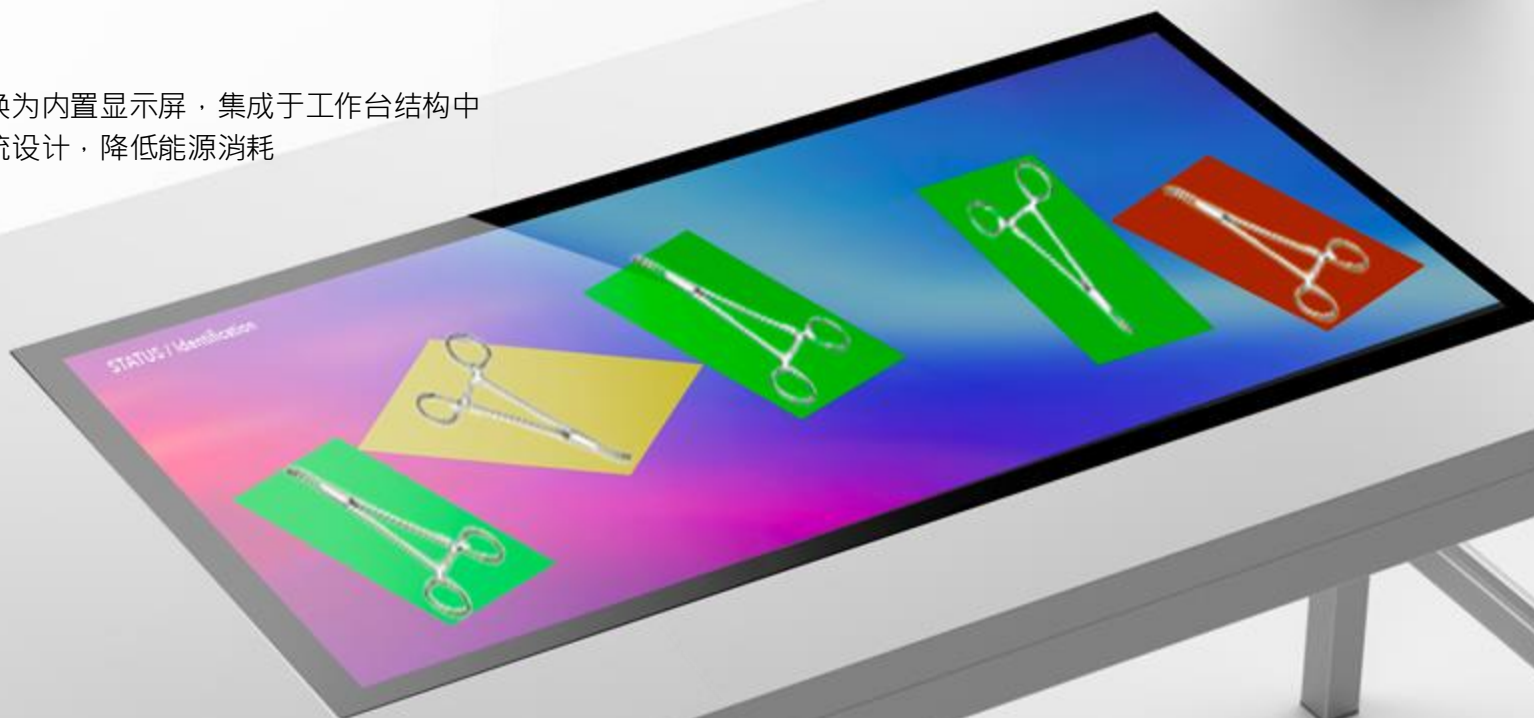
# 仍在持续改进中.....

## 短期改进:

- 为插销和抽屉增加 LED 指示灯
- 提供更详细的操作说明，涵盖整个器械包准备过程，而不仅限于器械识别
- 增加自定义小组件（widgets），以进一步提升操作员个性化使用体验

## 可持续性优化:

- 将投影仪替换为内置显示屏，集成于工作台结构中
- 优化照明系统设计，降低能源消耗







# 展望未来...

感谢您的聆听！  
欢迎提问？

