

爱威科技股份有限公司

# 人工智能在医学显微镜检验自动化中的应用






周丰良

2022年11月12日



# 目录

# Contents

-  一、背景介绍
-  二、智能显微镜检验系统基本原理
-  三、智能镜检系统的实现
-  四、应用案例
-  五、未来展望

## 一、背景介绍

显微镜检验是临床血液、尿液和粪便三大常规检验中最基础的项目，但长期以来依赖人工。

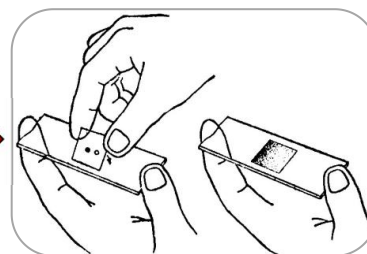
繁杂的尿液镜检过程



1.样本离心



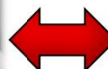
2.取沉渣



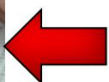
3.涂片



4.调节显微镜



5.人工识别与计数



6.填写报告

## 一、背景介绍

人工镜检操作繁琐、效率低、易污染，结果依靠经验，难以溯源和标准化。



## 一、背景介绍

公司目标：爱威只做一件事 实现镜检自动化

将机器视觉与人工智能技术应用到有形成分分析，实现形态学检验自动化。

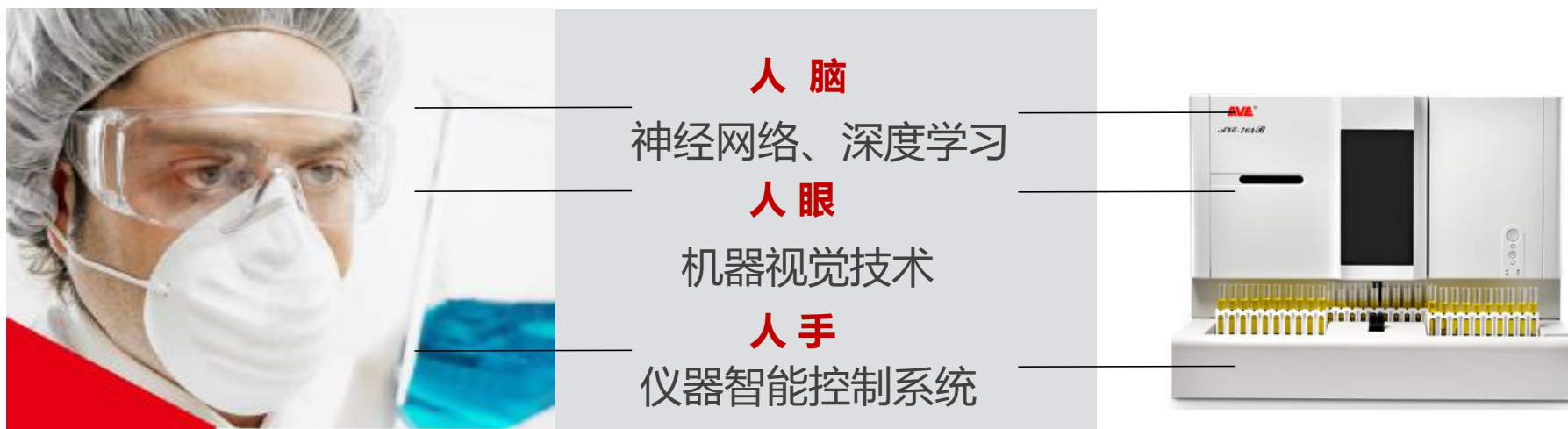
**改变了形态学检验完全依赖人工镜检的历史！**

填补了医学显微镜检验自动化技术的国际空白

全面提升了尿液、粪便、白带、体液和血液形态学检验的质量和效率



## 二、智能显微镜检验系统基本原理



采用智能控制系统**代替人手**、机器视觉技术**代替人眼**、图像识别分析技术**代替人脑**，实现标本从送样、分析到报告输出的**全程自动化**。

随着计算机技术、大数据与人工智能技术的迅猛发展，经典形态学镜检方法在自动化、标准化、智能化方面取得了快速发展，“眼见为实”，形态学自动镜检技术越来越得到检验界重视。

### 三 智能镜检系统的实现

#### 1.镜检流程的实现



## 2.人工智能在有形成分分析中的具体应用



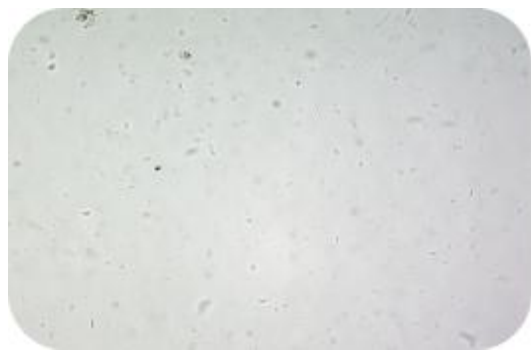


## 2.1 智能标本前处理

### (1) 智能搅拌

监测搅拌状态，对不同性状的标本进行差异化处理，动态调节搅拌速度和时间，得到最佳处理样本悬液。

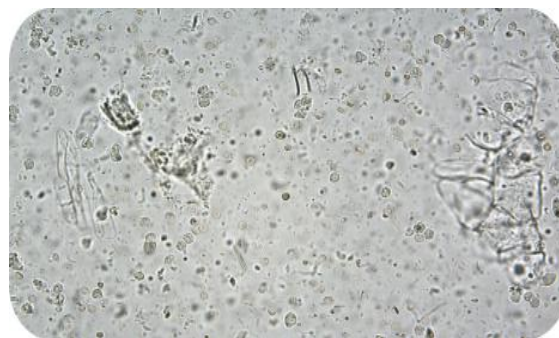
- 硬便 “快搅、多搅”；
- 软便 “慢搅、少搅”；
- 稀便 “轻柔搅”



搅拌不够



搅拌过度



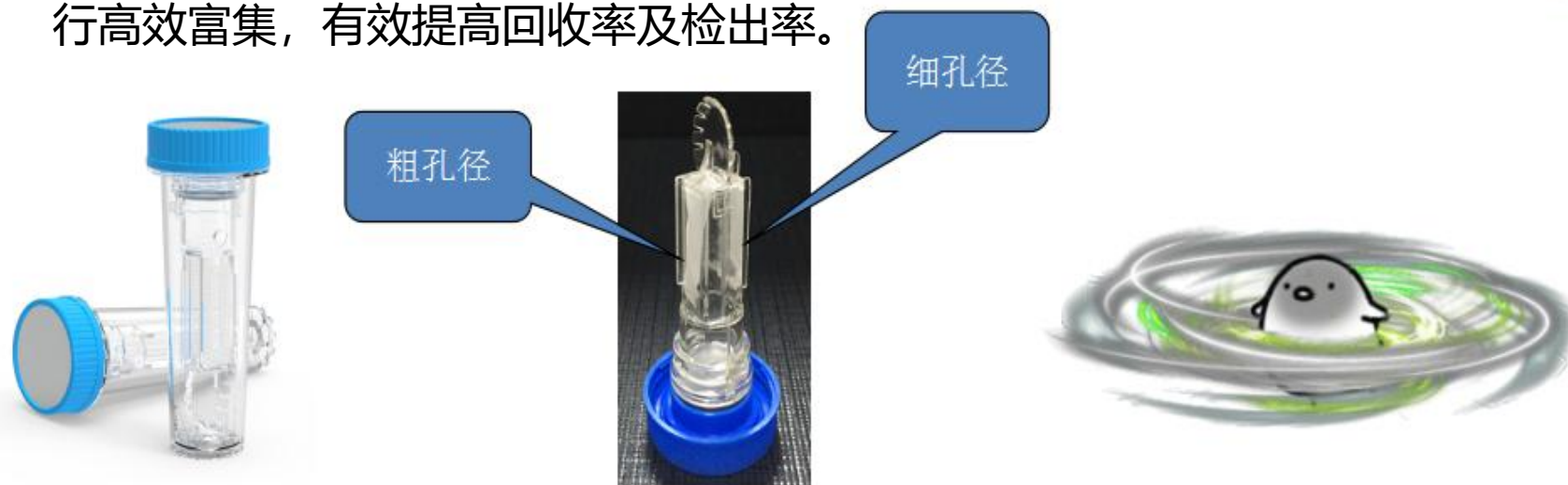
搅拌适中

采用封闭式标本采集器，应用时自动穿刺注入稀释液，混匀过程中，动态监测搅拌状态，对不同性状的标本进行差异化处理，为后续镜检分析能够采集清晰有效的图像提供最佳处理样本悬液。

## 2.1 智能前处理技术

### (2) 病理成分富集回收技术

粪便检测中，保证虫卵阳性检出率的关键在于病理成分的富集，采集杯有大、小孔径的双层动态滤网设计，在搅拌过程中形成对冲液流，对有形成分进行主动式捕捞，可有效过滤残渣并对病理成分（尤其是虫卵）进行高效富集，有效提高回收率及检出率。



双面网（一大一小）设计，有效“**富集**”病理成分

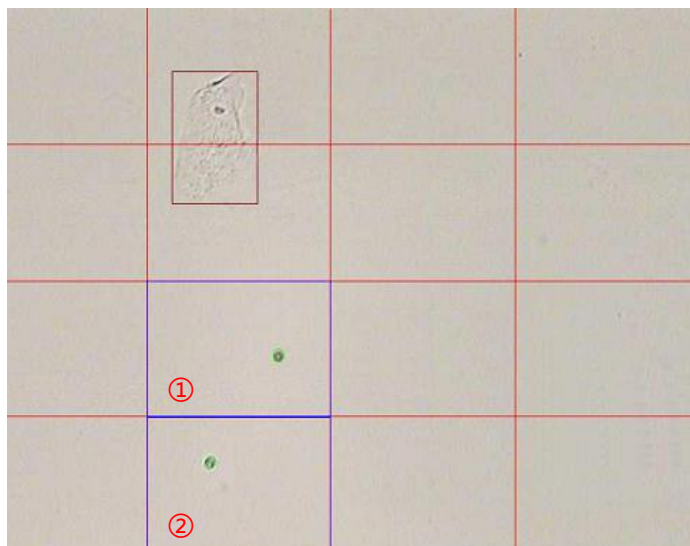
粪便采集处理器示意图

## 2.2 智能图像采集技术

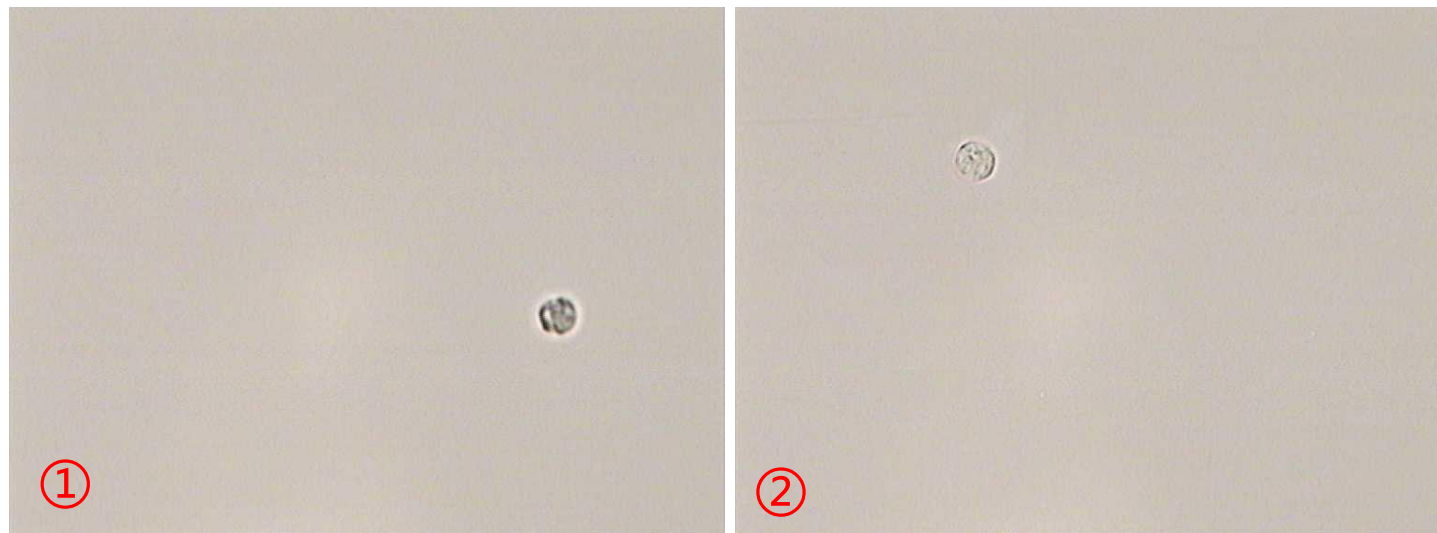
### (1) 低倍定位高倍跟踪识别

**人工镜检：**将标本离心浓缩提高检出率。**弊端：**①操作繁琐，②生物污染，③离心时细胞被破坏，④离心后取样不准。

**定位跟踪：**弱阳性标本,低倍发现目标自动锁定定位,转高倍后可自动跟踪目标识别，这是用**原尿**检测弱阳性标本可以保证**不漏检**的关键技术。



低倍(X10)定位



高倍(X40)跟踪放大

## 2.2 智能图像采集技术

### (2) 多层自动聚焦及智能采图技术

#### ◆ 拟合平面聚焦技术

实现对待聚焦平面内各未聚焦区域聚焦效果的改进，提升镜检图像质量，提高镜检效率，且降低目标主体的漏检概率



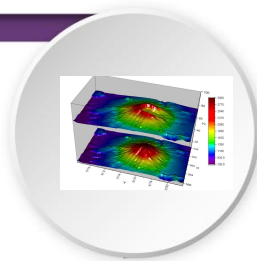
#### ◆ 基于连续采图的快速采图方法

提高了各节点的执行效率，大大缩减了采集多张图时的采集时间，提高了检验效率



#### ◆ 基于分层、“回”字形、波谷法的高质量采图方法

保证在复杂环境下实现全视野快速采图，提高分层采图的效率、采图质量清晰可靠，避免漏检、误检

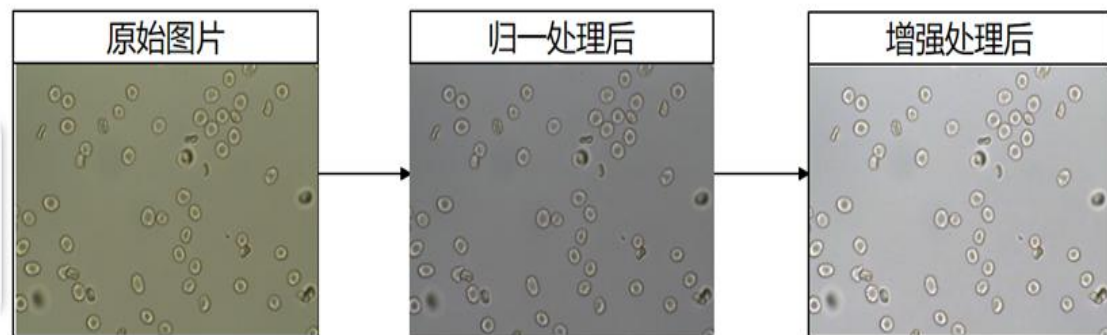


采用多层聚焦技术确保采集的不同层面的目标图像都清晰。采用拟合平面聚焦，连续与消间隙采图，基于分层、“回”字形、波谷法的高质量采图技术提高了显微镜下样本有形成分图片的采集效率和检测速度，降低了漏检率。



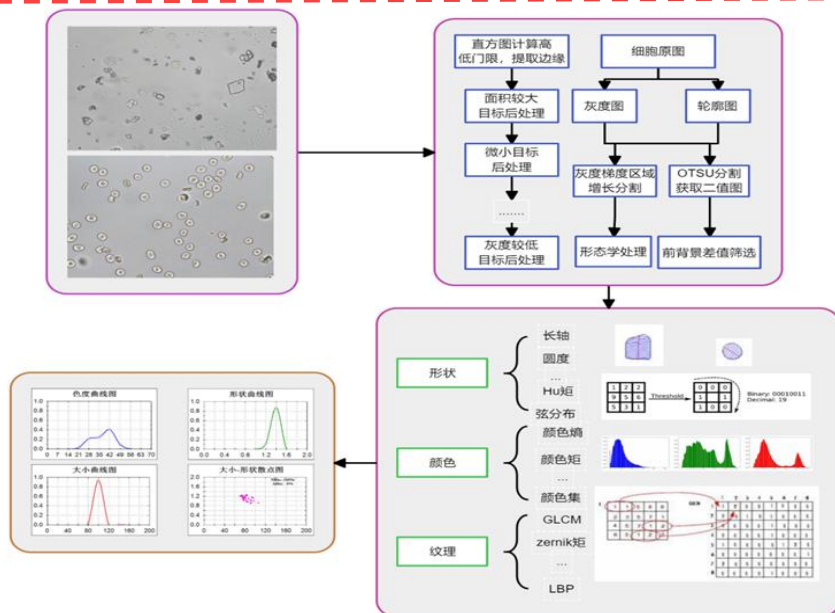
## 2.3 有形成分自动识别

- ◆ 图像增强及归一化处理的图像预处理技术
- 快速得到标准化图像，并提升图像质量，为下一步图像识别处理提供先行基础。



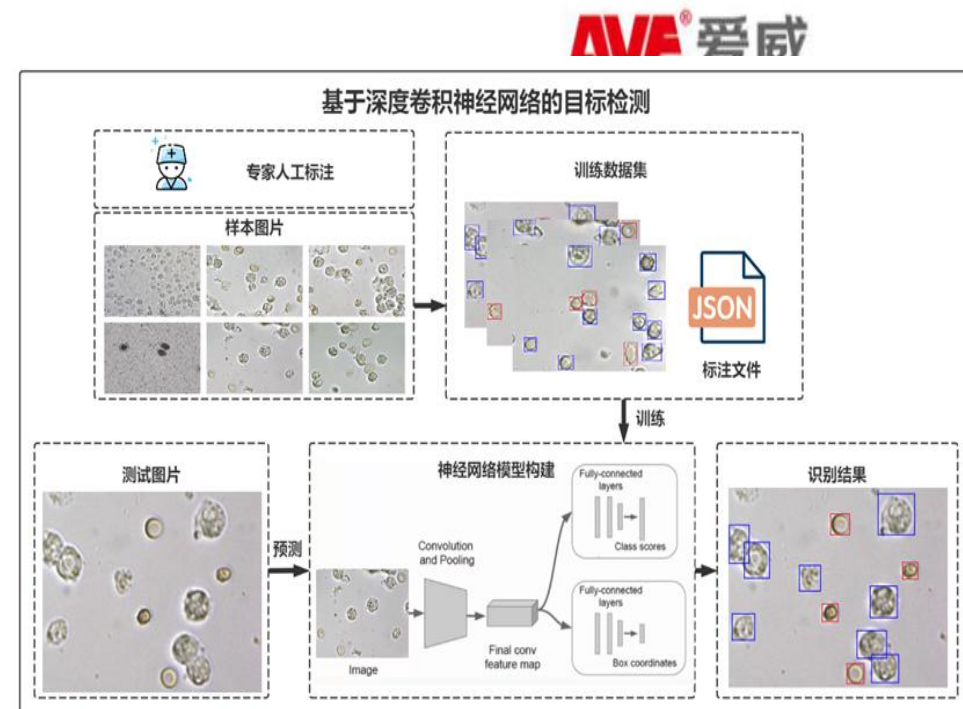
### ◆ 基于边缘检测与分割的细胞形态学参数提取与分析技术

自动提取了样本目标特征，通过对图像目标各特征值的综合计算和统计分析，可系统直观的反应图片中的细胞分布情况



### ◆ 基于深度卷积神经网络的目标检测技术

将有形成分模型预测过程集成到仪器产品中，实现对样本图片的自动化智能识别

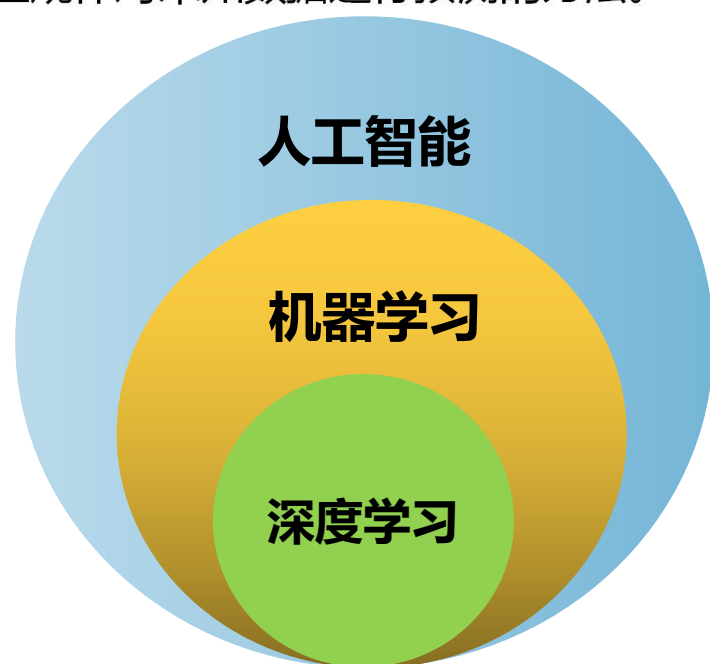


采用深度学习算法对标本中的有形成分自动识别与分类。随着图像库的不断增加，识别准确率也不断提升。

### 2.3.1 深度学习、机器学习和人工智能的关系

**人工智能**是研究、开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及应用系统的一门新的技术科学。通过人工智能，可以使机器模拟人的某些思维过程和智能行为（如学习、推理、思考、规划等）。

**机器学习**指从有限的观测数据中学习（或“猜测”）出具有一般性的规律，并利用这些规律对未知数据进行预测的方法。

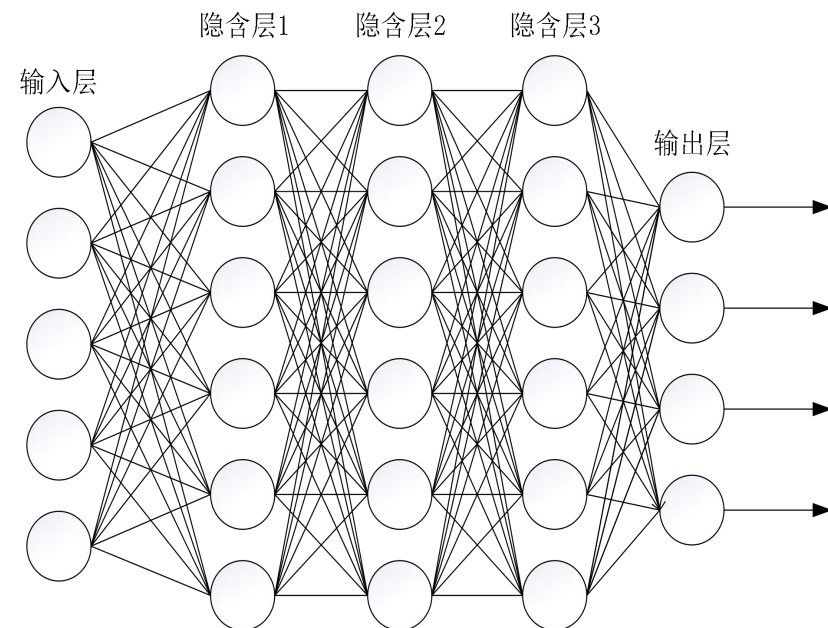


深度学习、机器学习和人工智能的关系图

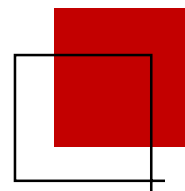
### 2.3.2 深度学习

**传统机器学习**属于浅层学习，通常要由人工的方法来获得好的样本特性，在此基础上进行识别和预测，因此方法的有效性在很大程度上受到特征提取的制约。

**而深度学习**，则是把由人工选取对象特征，变为通过神经网络**自己选取特征**，采用多隐层的神经网络具有**优异的特征学习能力**，学习到的数据更能反映数据的本质特征有利于可视化或分类，深度神经网络在训练上的难度，可以通过逐层无监督训练有效克服。



全连接深度神经网络示意图





### 2.3.3 深度学习的应用

在尿液、粪便、妇科和血液检测中，通过深度学习识别算法，可实现样本中有形成分自动识别与分类计数



**AVE-76**  
尿液有形成分分析仪系列  
*Urine Formed Elements Analyzer*



**AVE-56**  
全自动粪便分析系列  
*Full Automated Feces Analyzer*

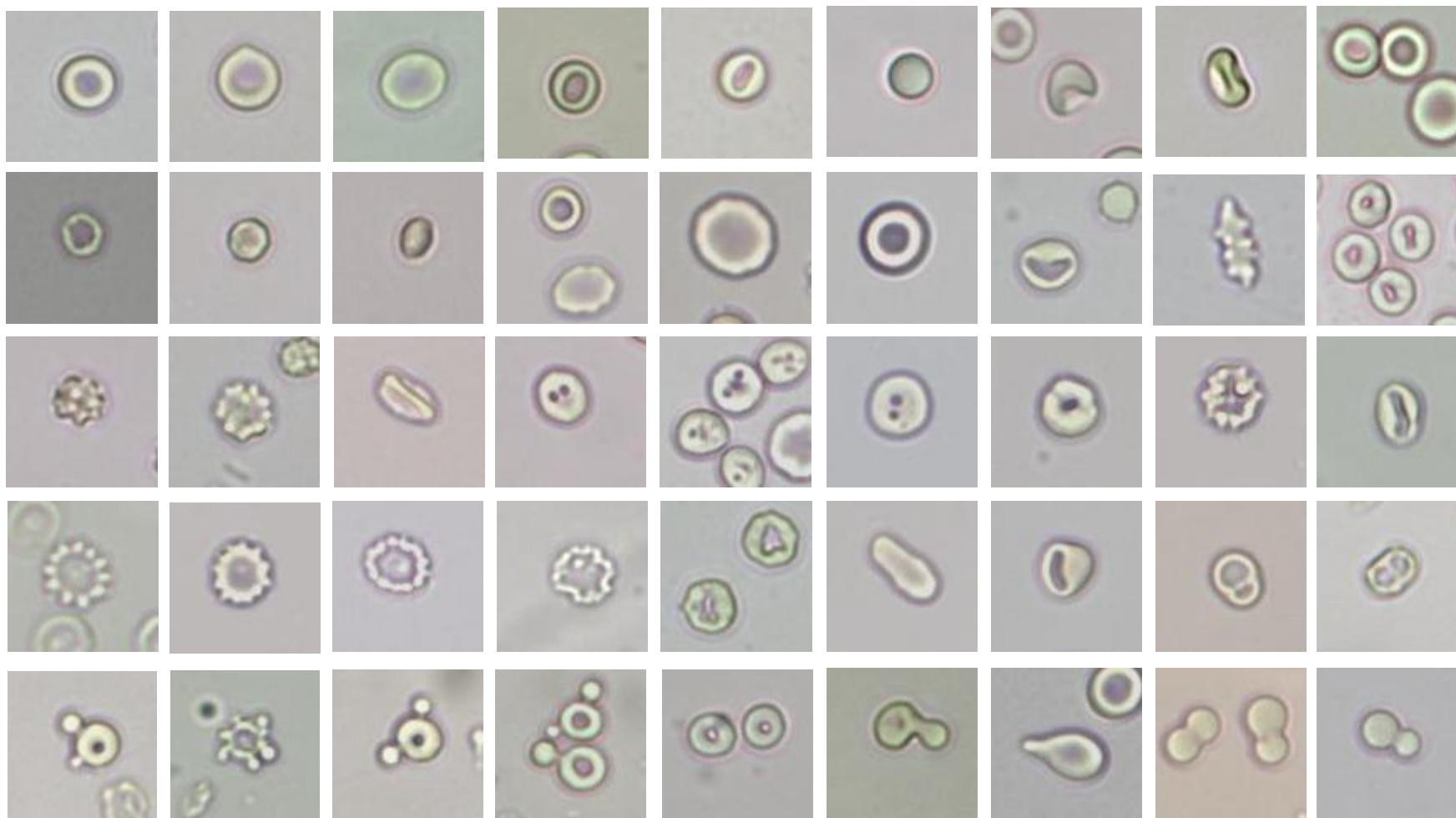


**AVE-32**  
生殖道分泌物分析仪系列  
*Genital Secretion Analyzer*



**AVE-26**  
全自动血细胞形态学分析仪系列  
*Genital Secretion Analyzer*

## 2.4 细胞形态学分析

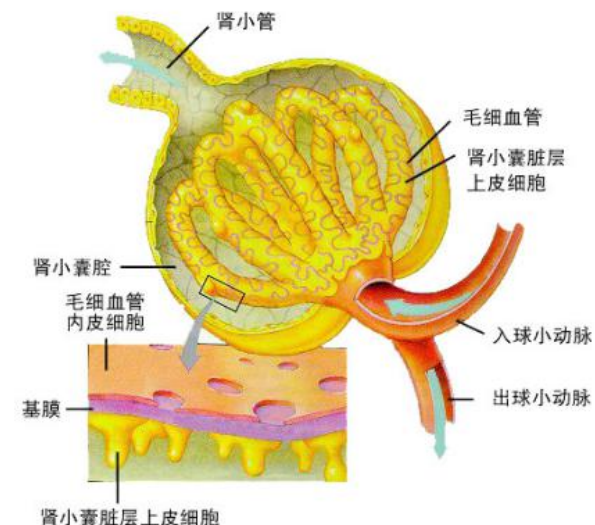


尿  
红  
细  
胞  
图

## 2.4 细胞形态学分析

### 异形红细胞产生机制

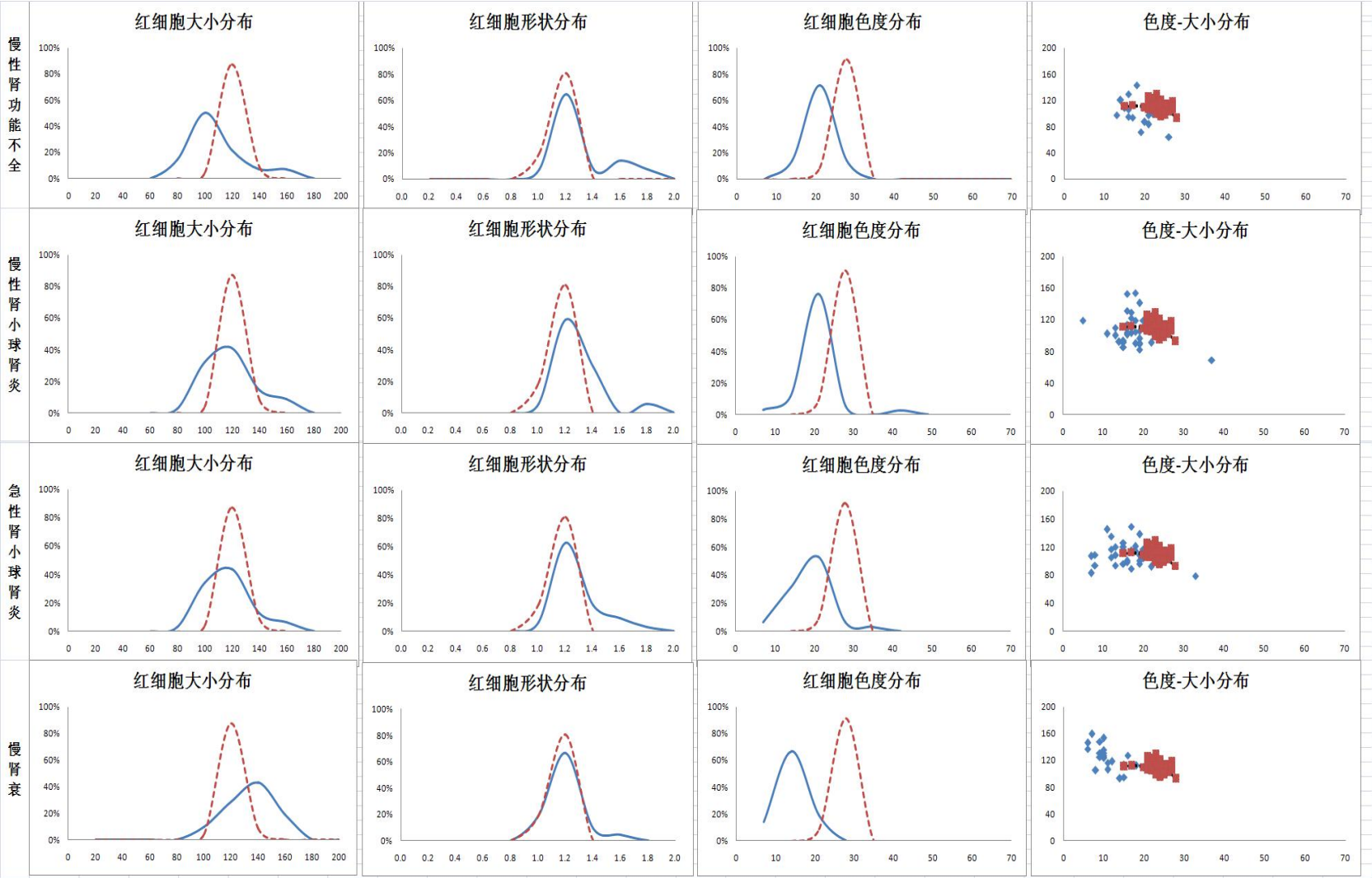
- 1、尿液中出现异常红细胞可能与肾小球基底膜的作用有关。
- 2、红细胞从肾小球毛细血管中通过病变的肾小管基底膜的狭窄裂隙处渗出，受到挤压和损伤后进入肾小管和集合管内，并反复受到微环境中尿液渗透量和PH影响，导致红细胞形态发生明显改变。
- 3、呈现大小不一、形态不一、血红蛋白含量不一的畸形红细胞。



# 2.4 细胞形态学分析



## 肾性血尿形态学图



## 2.5结果自动确认

在结果报告上，导入《尿液和粪便有形成分自动化分析专家共识》中关于复检和报告审核的规则，实现了部分标本结果的自动审核确认，提高了仪器的分析准确性，减轻了操作者的劳动强度。

### 尿液和粪便有形成分自动化分析专家共识

当尿液有形成分检验结果为阳性时（如红细胞、白细胞、管型等超出各实验室设定的参考范围），原则上按以下规则处理：

- （1）当尿液干化学分析结果潜血（红细胞）、粒细胞酯酶（白细胞）、蛋白均为阴性时，尿液有形成分分析仪检测尿红细胞、白细胞和管型的结果在参考范围内，可免除样本图像审核或显微镜检查。
- （2）尿液有形成分分析仪检测尿红细胞、白细胞、管型等结果呈阳性，均需进行图像审核，不能提供图像审核的仪器，需显微镜镜检确认。
- （3）当尿液干化学检查的潜血（红细胞）、粒细胞酯酶（白细胞）检测结果与尿液有形成分分析仪检查结果出现不符时，需进行图像审核，不能提供图像审核的仪器，需显微镜镜检确认。
- （4）尿液干化学分析仪测得尿蛋白结果为阳性，需对尿液有形成分分析仪测得的结果进行实景图像审核，不能提供图像审核的仪器，需显微镜镜检确认。
- （5）当尿液有形成分的图像审核依然不能满足鉴别要求时，应使用标准的尿沉渣检查方法进行显微镜镜检，必要时采用染色法或特殊显微镜法进行鉴别。

.....



## 2.6 项目取得的成果

01

### 科技成果鉴定

2021年10月经中国图像图形学会出具科技成果鉴定，其结论为：“医学显微镜自动检验”技术达到**国际先进水平**，其中尿液、粪便、妇科分泌物标本的智能前处理和显微镜图像处理系统达到**国际领先水平**。

02

### 知识产权积累

申请**专利**300多项，获得授权**217**项，其中国内发明**76**项、国外发明**12**项；

计算机软件**著作权**22件。

注册**商标**173个，其中境内**62**个，境外**111**个，覆盖全球**94**个国家和地区。

03

### 标准制定

主导制定行业标准**3**项，参与制定行业标准**2**项、地方标准**2**项、团体标准**3**项。

04

### 技术奖励

荣获中国专利奖**3**次、湖南省级技术奖**5**次、长沙市科技进步奖**4**次，荣获国家重点新产品、体外诊断优秀产品称号。

05

### 荣誉资质

获得“国家火炬计划重点高新技术企业、国家知识产权优势企业、国家知识产权示范企业、国家专精特新小巨人企业”等荣誉资质200多项。承建“医学显微镜检验自动化工程研究中心”等6个省市级技术创新平台。

## 四、未来展望

图像识别是一个需要持续完善和改进的过程，未来将重点从以下方面进行改进：

- 1) 提高自动聚焦及识别速度；
- 2) 提高复杂背景下目标的识别率；
- 3) 进行分型识别的深入研究，增加细分类识别种类。

同时将人工智能应用于更多需要显微镜检验的场景。





**让老百姓都能享受现代医疗健康服务！**

**让人体自我体查像刷牙一样简单！**

**坚持创新驱动发展**

**致力于科技服务健康**

